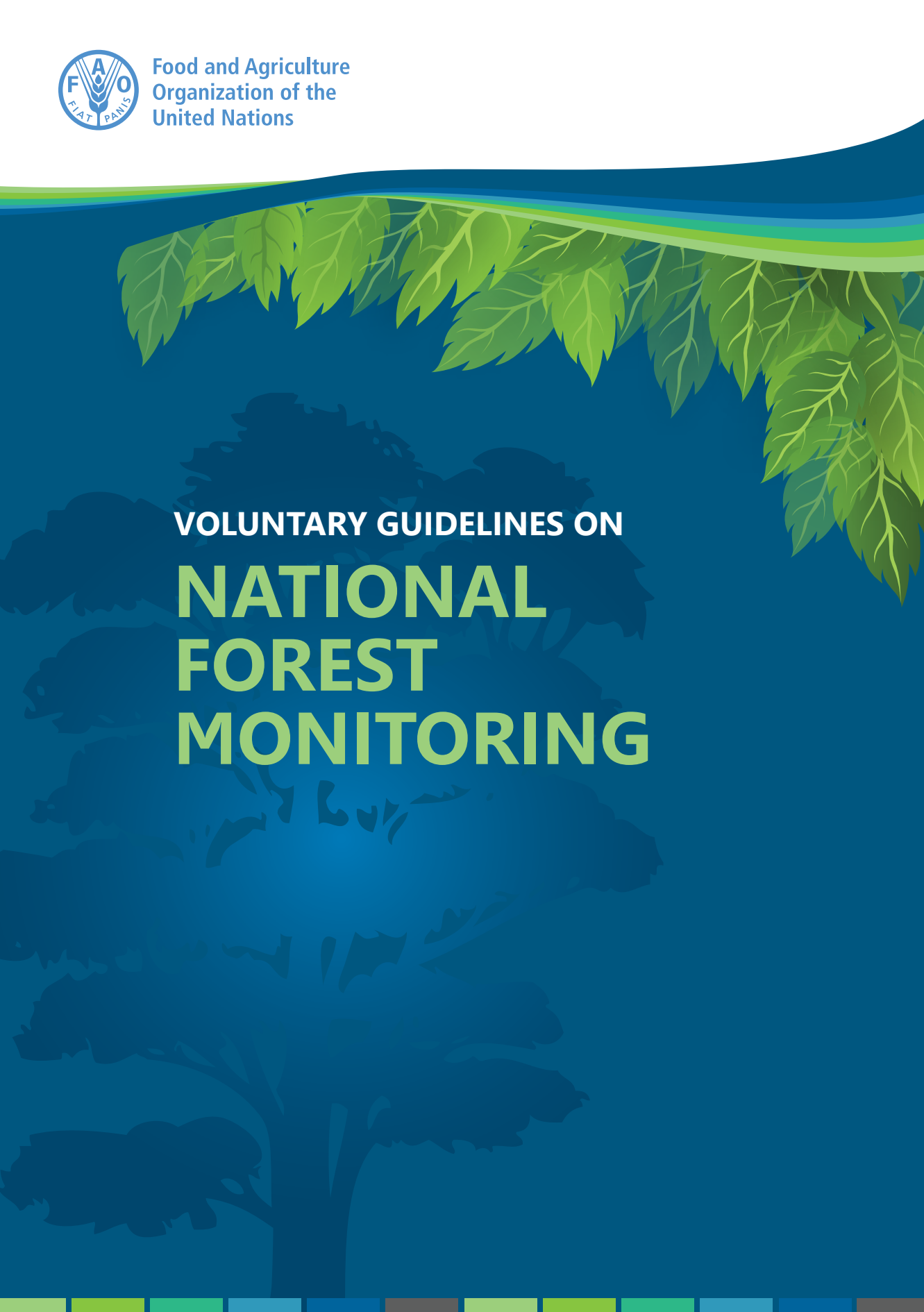




Food and Agriculture  
Organization of the  
United Nations

The background of the cover features a stylized illustration. At the top, there are horizontal bands of green and blue, suggesting a landscape or sky. Below these, a large, detailed green leafy branch hangs down from the right side. In the center and lower left, there are dark blue silhouettes of trees and foliage. The overall color palette is dominated by various shades of blue and green.

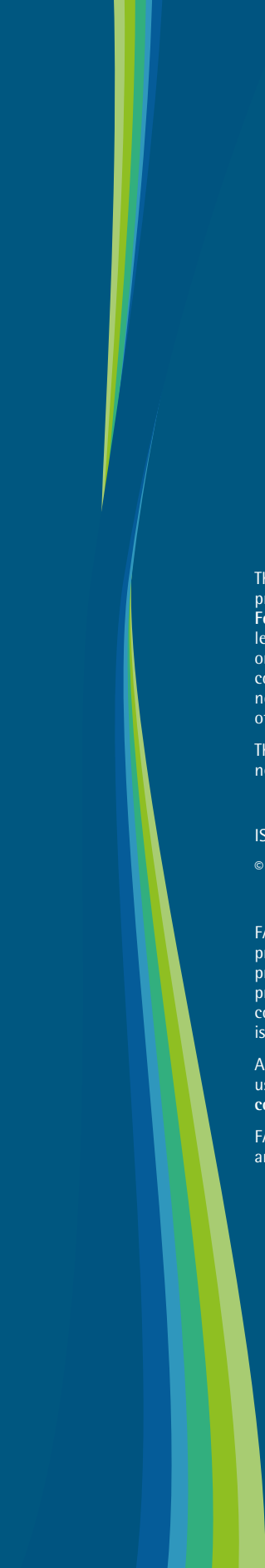
# **VOLUNTARY GUIDELINES ON NATIONAL FOREST MONITORING**





**VOLUNTARY GUIDELINES ON**  
**NATIONAL**  
**FOREST**  
**MONITORING**

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS  
ROME, 2017



The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)** concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO.

ISBN 978-92-5-109619-2

© FAO, 2017

FAO encourages the use, reproduction and dissemination of material in this information product. Except where otherwise indicated, material may be copied, downloaded and printed for private study, research and teaching purposes, or for use in non-commercial products or services, provided that appropriate acknowledgement of FAO as the source and copyright holder is given and that FAO's endorsement of users' views, products or services is not implied in any way.

All requests for translation and adaptation rights, and for resale and other commercial use rights should be made via [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request) or addressed to [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

FAO information products are available on the FAO website ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) and can be purchased through [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).



# Contents

|                        |     |
|------------------------|-----|
| Foreword .....         | v   |
| Introduction .....     | vi  |
| Acknowledgements ..... | vii |
| Acronyms .....         | ix  |

## Part A: Background and principles

|                                                                                                                       |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Section 1: Background</b> .....                                                                                    | <b>1</b>     |
| 1.1 General role of national forest monitoring .....                                                                  | 1            |
| 1.2 Goals and scope of national forest monitoring .....                                                               | 2            |
| 1.3 Increasing information needs at the national level .....                                                          | 2            |
| 1.4 Key issues and key questions for national forest monitoring .....                                                 | 3            |
| 1.5 Indicators of sustainable forest management as core attributes to be assessed in national forest monitoring ..... | 5            |
| 1.6 Forest monitoring as a complex undertaking .....                                                                  | 6            |
| 1.7 Purpose of these Voluntary Guidelines .....                                                                       | 6            |
| 1.8 Scope and goals of the Guidelines .....                                                                           | 7            |
| <br><b>Section 2: Principles of National Forest Monitoring</b> .....                                                  | <br><b>9</b> |
| 2.1 Governance principles .....                                                                                       | 10           |
| 2.2 Scope principles .....                                                                                            | 11           |
| 2.3 Design principles .....                                                                                           | 13           |
| 2.4 Data principles .....                                                                                             | 14           |
| 2.5 Overall principles .....                                                                                          | 14           |
| 2.6 Cross-cutting issues .....                                                                                        | 16           |

## Part B: Guidelines

|                                                                                                |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Section 3: Foundation elements</b> .....                                                    | <b>21</b>     |
| 3.1 Institutionalization .....                                                                 | 21            |
| 3.2 Developing national capacity .....                                                         | 22            |
| 3.3 Developing partnerships and collaboration .....                                            | 22            |
| 3.4 Strengthening research and research institutions in forest monitoring .....                | 23            |
| <br><b>Section 4: Strategic elements</b> .....                                                 | <br><b>25</b> |
| 4.1 Mandate .....                                                                              | 25            |
| 4.2 Identification of information needs .....                                                  | 25            |
| 4.3 Stakeholder identification and engagement .....                                            | 27            |
| 4.4 Communication and dissemination .....                                                      | 27            |
| 4.5 Integration of young experts .....                                                         | 28            |
| 4.6 Data management and archiving .....                                                        | 28            |
| 4.7 Impact assessment .....                                                                    | 29            |
| <br><b>Section 5: Operational elements</b> .....                                               | <br><b>31</b> |
| 5.1 Preparation .....                                                                          | 32            |
| 5.1.1 Population of interest and sampling frame .....                                          | 32            |
| 5.1.2 Identification and specification of variables to be recorded .....                       | 32            |
| 5.1.3 Review of existing data and information .....                                            | 33            |
| 5.1.4 Uncertainty levels for the expected products .....                                       | 34            |
| 5.1.5 Assessment and optimization of available expertise and human resources development ..... | 35            |

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2 Statistical design.....                                           | 36        |
| 5.2.1 Integration of field and remote-sensing data .....              | 36        |
| 5.2.2 Sampling design .....                                           | 37        |
| 5.2.3 Plot design.....                                                | 41        |
| 5.2.4 Estimation design .....                                         | 42        |
| 5.2.5 Model selection.....                                            | 43        |
| 5.2.6 Errors in forest inventories and quality assurance.....         | 44        |
| 5.2.7 Design of control measurements.....                             | 46        |
| 5.3 Operational design .....                                          | 47        |
| 5.3.1 Producing the field manual.....                                 | 48        |
| 5.3.2 Design of the information management system .....               | 50        |
| 5.3.3 Building the teams .....                                        | 50        |
| 5.3.4 Training.....                                                   | 51        |
| 5.3.5 Fieldwork planning.....                                         | 52        |
| 5.3.6 Fieldwork implementation.....                                   | 53        |
| 5.3.7 Supervision of fieldwork.....                                   | 53        |
| 5.3.8 Auxiliary data collection and supervision.....                  | 54        |
| 5.4 Data management, data analyses, documentation and reporting ..... | 54        |
| 5.4.1 Data entry and management .....                                 | 55        |
| 5.4.2 Data quality control.....                                       | 56        |
| 5.4.3 Data analyses.....                                              | 56        |
| 5.4.4 Documentation .....                                             | 57        |
| 5.4.5 Reporting.....                                                  | 57        |
| 5.4.6 Communication and dissemination.....                            | 58        |
| 5.4.7 Dialogue on the NFMS and its results .....                      | 59        |
| 5.4.8 Evaluation and impact analysis .....                            | 60        |
| <b>Concluding observations .....</b>                                  | <b>61</b> |

## Boxes

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Box 1: A brief history of national forest monitoring .....                                | 1  |
| Box 2: Forest-related information is increasingly valued .....                            | 3  |
| Box 3: Key questions in national forest monitoring.....                                   | 4  |
| Box 4: Two dimensions of national forest monitoring .....                                 | 5  |
| Box 5: Good decisions require good information.....                                       | 5  |
| Box 6: Terminology is key in all surveys .....                                            | 7  |
| Box 7: Need for national ownership.....                                                   | 10 |
| Box 8: Defining the information needs.....                                                | 12 |
| Box 9: Development and integration of emerging issues in national forest monitoring ..... | 13 |
| Box 10: Stakeholder identification .....                                                  | 27 |
| Box 11: An optimal solution? .....                                                        | 31 |
| Box 12: Uncertainty .....                                                                 | 34 |
| Box 13: Precision.....                                                                    | 35 |
| Box 14: Periodic or panel approach .....                                                  | 38 |
| Box 15: Simple random and systematic sampling design .....                                | 38 |
| Box 16: The non-response .....                                                            | 39 |
| Box 17: Designing sampling and experimental plots.....                                    | 41 |
| Box 18: Estimation as a core element.....                                                 | 43 |
| Box 19: Errors.....                                                                       | 45 |
| Box 20: Some strategies for measurement supervision .....                                 | 47 |
| Box 21: Meaningful estimates .....                                                        | 57 |
| Box 22: Communication and dissemination .....                                             | 59 |

# Foreword

Evidence-based policies and practices that support highly productive and sustainably managed agricultural sectors are key to achieving FAO's goals of eradicating hunger and eliminating poverty for the benefit of present and future generations. To achieve these goals, stronger national capacities to collect, compile and analyse data, and to generate and disseminate information tailored to specific audience needs are essential.

Understanding forest resources and their changes is key to national and international environmental and developmental policy processes and is required by many international agreements, including the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), the Convention on Biological Diversity (CBD), the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), the UN Forest Instrument and the Sustainable Development Goals (SDGs).

Consequently, the demand for reliable and up-to-date national forestry data and stronger analytical capacities at a national level has grown considerably in recent years. In response, forums such as the 16th Conference of the Parties (COP16) have asked the UNFCCC to undertake activities to develop robust and transparent national forest monitoring systems for REDD+. Similarly, the 21st Session of the Committee on Forestry (COFO21) recommended further work with member countries to prepare voluntary guidelines on national forest monitoring.

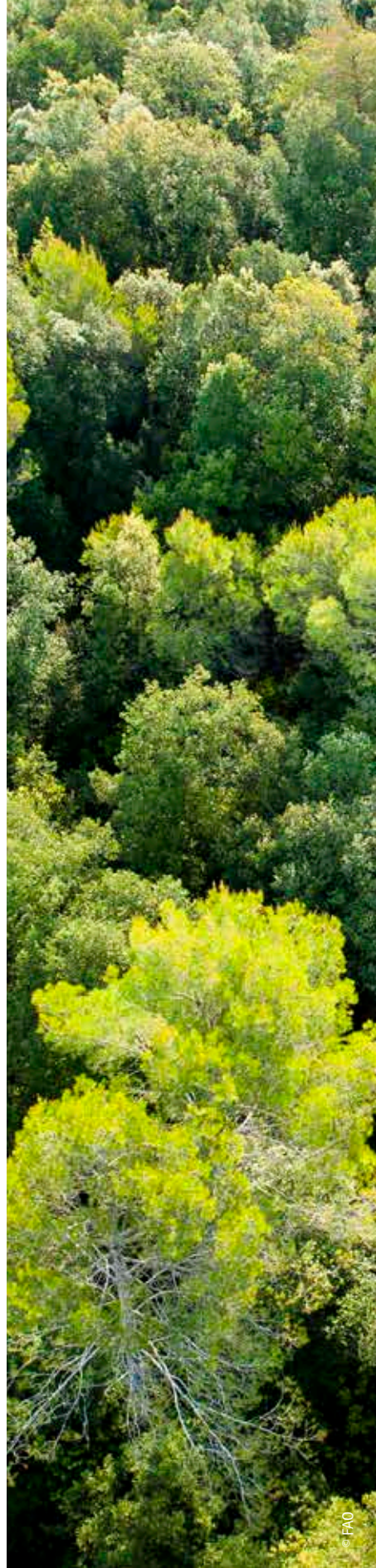
The guidelines at hand draw on the rich experiences and lessons learned from FAO member countries and FAO national forest monitoring projects and initiatives, as well as key inputs provided at international workshops and technical meetings and by institutional partners and stakeholders. They are designed to support member countries' efforts to strengthen their national forest monitoring capacities, increasing their transparency and long-term reliability. They offer 'good practice' principles and a general framework, as well as tools for planning and implementing multi-purpose national forest monitoring grounded in nationally appropriate and scientifically sound practices that account for domestic information needs and international reporting requirements.

FAO is pleased to have coordinated the development of these voluntary guidelines and congratulates member countries, organizations, institutions, and authors that prepared and adopted this important tool to strengthen sustainable forest management at national and global levels.



Ms Eva Müller

Director, Forestry Policy and Resources Division (FOA) Forestry Department



# Introduction

National information needs on forests have grown considerably in recent years, evolving from forest area and growing stock information to key aspects of sustainable forest management, such as the role of forests in the conservation of biodiversity and the provision of other ecosystem services. More recently, information on changes in carbon stocks, socio-economic aspects including the contribution to livelihoods and poverty reduction, governance and broader land use issues has become critical for national planning.

The forest sector faces increasingly diverse information needs regarding land use and forest resources. This information is also necessary for policy-makers and other stakeholders to effectively enhance the role of forests in reducing the impact of climate change and providing other key ecosystem services. To help realize the contribution of forests to sustainable energy and food security, policy-makers require more and better data, including information on trends and outlooks and the broader context, such as demand for food, energy and wood fibre and employment and rural development issues. They must also meet the growing demand for evidence of forest management outcomes.

Stronger national capacities are essential to collect, compile and analyse data and to generate and disseminate information tailored to audience needs. In 2010, however, only 45 countries worldwide were able to assess changes in forest area and characteristics through consecutive systematic national forest inventories.<sup>1</sup> Moreover, it is likely that these do not fully reflect the additional national information needs outlined above.

Comparability and consistency are key elements to providing timely and reliable forest information at different scales. In this context, countries need to establish and consolidate national forest monitoring systems. Guidance on how to collect, compile and analyse forest information is fundamental to this endeavour.

Establishing and running a National Forest Monitoring System (NFMS) constitutes a complex scientific-technical exercise and an organizational and institutional challenge. The process has a

direct link to policy as it informs management and decision-makers about the sustainable use of forest resources and the efficient protection and conservation of forest ecosystems. Accordingly, an NFMS supports governments in fulfilling their obligations to continually develop, monitor and report on "forest resources", which may include trees outside forests as well as other land cover classes.

The aim of these Voluntary Guidelines is to assist with the creation and operation of NFMSs. The guidelines include good practice principles, guidelines and a general framework. It also incorporates a set of decision-support tools for planning and implementing a multi-purpose NFMS grounded in nationally appropriate and scientifically sound practice, taking into consideration domestic information needs and reporting requirements.

This document is intended as a technical reference for governmental bodies in charge of forest monitoring, educational and research institutions, the public and private sectors, and members of civil society concerned with national forest monitoring (NFM). It is important to bear in mind that national circumstances vary in terms of biophysical conditions (e.g. forest types and forest utilization practices, road infrastructure), institutional frameworks, economic challenges and possibilities, management and use (the historical development of forest management and forest services, forest research and education, traditions in forest monitoring), among others. Accordingly, there is no "one-size-fits-all" approach for NFM. Instead, various suitable and good technical and organizational options must be combined to achieve efficient implementation. The NFM approach must be target-driven, oriented towards specified objectives and realistically feasible within the available time, budget and human resources.

It is expected that these Voluntary Guidelines will enable member countries to set up and strengthen NFMSs, by addressing principles and key guidance elements required for a transparent, reliable and long-term process. The guidelines take into consideration existing guideline initiatives such as the IPCC's Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, which will in turn benefit from implementation of these Voluntary Guidelines on National Forest Monitoring as member countries consolidate their NFMS.

<sup>1</sup> FAO. 2010. Global forest resources assessment 2010: Main report. FAO Forestry Paper No. 163. Rome.



## Acknowledgements

The Voluntary Guidelines were made possible thanks to the contributions of many dedicated people and institutions that willingly provided time and specialist expertise during the formulation and review process.

The first part of the document (sections 1 and 2) was validated during six Regional Forestry Commissions (2013–2014), FRA regional meetings and different technical meetings held during 2013 and 2014, and was endorsed by COFO in 2014. The technical validation of the second part of the document was finalized via an online consultation, which allowed experts from around the world to share their opinions and contributions. As a final step, an expert and user workshop was held in Rome (November 2015) to gather further feedback from international experts and potential users of the guidelines.

The preparation of the guidelines was coordinated by David Morales-Hidalgo. Leads authors were, Christoph Kleinn (Georg August Universität Göttingen, Germany), David Morales-Hidalgo (FAO) and Charles T. Scott (USFS, United States),

and substantial inputs were provided by Dan Altrell (FAO), Thomas J. Brandeis (USFS, United States), Anne Branthomme (FAO), Luca Birigazzi (FAO), Marco Boscolo (FAO), Soma Chakrabarti (FAO), Kevin Cueva (FAO), Joberto Freitas (BFS, Brazil), Javier García (FAO), Matieu Henry (FAO), Selmi Khemaies (FAO), Kari Korhonen (LUKE, Finland), Andrew J. Lister (USFS, United States), Anssi Pekkarinen (FAO), Marco Piazza (FAO), Carla Ramirez (FAO), Quentin Renard (FAO), K.D. Sing (India), Gael Sola (FAO), Rebecca Tavani (FAO), Zoltán Somogyi (Hungarian Forest Research Institute, Hungary), Lauri Vesa (LUKE, Finland) and James A. Westfall (USFS, United States).

It is impossible to list here all those persons, teams and organizations who contributed to this document in some way or the other. To all of them, we express our grateful thanks, where our particular thanks go to Yoganath Adikari (FAO), Chiegele Akpoke (Ebonyi State Agricultural Development Programme, Nigeria), Illias Animon (FAO), Franz Arnold (FAO), Carlos Bahamóndez (INFOR, Chile), Catherine Bodart (FAO), Leonardo Boragno (MGAP, Uruguay), Asdrubal Calderon (Honduras), Miguel Cifuentes (CATIE, Costa Rica), Jeff Dechka (Canadian Forest Service, Canada),



Bhubaneswor Dhakal (Nepal), Emily Donegan (FAO), Ricardo Echeverría (MGAP, Uruguay), Lutz Fehrmann (Georg August Universität Göttingen, Germany), Javier Fernández (Costa Rica), Serena Fortuna (FAO), Arturo Gianvenuti (FAO), Ruben Gosálvez (Bolivia), Carly Green (UCL/EAS, United Kingdom), Ho Manh Tuong (FIPI, Viet Nam), Elke Huss (CONAF, Chile), Inge Jonckheere (FAO), Rajesh Kumar (FSI, India), Peter Kuruppacharil (World Noni Research Foundation, India), Christian Laurent (Service Public de Wallonie, Belgium), Arvydas Lebedys (FAO), Juan Carlos Leyva (CONAFOR, Mexico), María José López (INFONA, Paraguay), Mette Løyche Wilkie (FAO), H. Gyde Lund (United States), Ken MacDicken (FAO), Yeda Malheiros de Oliveira (Embrapa, Brazil), Lal Manavado (University of Oslo, Norway), Gerardo Mery (LUKE, Finland), Fabian Milla (CONAF, Chile), Carlos Melgarejo (Dirección Nacional Ambiental, Panama), José María Mitchel (FAO), Danilo Mollicone (FAO), Celina Montenegro (Ministerio del Ambiente, Argentina), Anderson Muchawona (Zimbabwe Forestry Commission, Zimbabwe), Philip Mundhenk (University of Hamburg, Germany), Julian Murillo (FAO), Maureen Mwale (Ministry of Lands, Natural Resources and Environmental Protection, Zambia), Dirk Nemitz (UNFCCC, Germany), Peter Opio (FAO), Hivy Ortiz (FAO), Jared Otieno (Ministry of Agriculture, Tanzania), Veronica Oyarzun (CONAF, Chile), Jim Penman (UCL/EAS, United Kingdom), Heino Polley (Institute of Forest Ecosystem, Germany), Enrico Pompei (Italian Forest Service,

Italy), Greg Reams (USFS, United States), Francisco Reategui (Ministerio de Agricultura, Peru), María del Carmen Ruiz (FAO), Carlos Salinas (OTCA, Brazil), Francisco Sagardia (INFOR, Chile), María Sanz Sanchez (FAO), Lucio Santos (FAO), Daniel Segura (Ministerio del Ambiente, Ecuador), André Shoko Kondjo (DIAF/MECNT, DRC), Peter Skripchuk (National University for Water Management and Natural Resources Use, Ukraine), Ben Sparrow (University of Adelaide, Australia), Chand Subhas (ICAR India), Shaun Suitor (Department of Environment, Land, Water & Planning, Australia), Renato Timane (National Directorate of Forest, Ministry of Land, Environment, Mozambique), David Torres (INFONA, Paraguay), Francesco Tubiello (FAO), Sakari Tuominen (LUKE, Finland), Dalton Valeriano (INPE, Brazil) and Carlos Zermeno (CONAFOR, México), who attended and provided valuable inputs during the different expert meetings and the online consultation.

FAO also wishes acknowledge in particular the financial and in kind support of the Government of Sweden, the Government of Finland, the UN-REDD Programme and the technical support of the SilvaCarbon Programme, the USDA Forest Service, the Georg August Universität Göttingen and the Natural Resources Institute of Finland.

We also wish to thank Maria Guardia for the design and layout, Rachel Golder, Esther Phillips and Paolo Martella for administrative support, and David McDonald, who carried out the final editing.



# Acronyms

|         |                                                                                                                                |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C&I     | Criteria and indicators (for sustainable forest management)                                                                    |
| CBD     | United Nations Convention on Biological Diversity                                                                              |
| CIRAD   | French Agricultural Research Centre for International Development                                                              |
| DBH     | Diameter at breast height                                                                                                      |
| ECOSOC  | United Nations Economic and Social Council                                                                                     |
| FAO     | Food and Agriculture Organization of the United Nations                                                                        |
| FRA     | FAO's Global Forest Resource Assessment                                                                                        |
| GPS     | Global positioning system                                                                                                      |
| IPCC    | Intergovernmental Panel on Climate Change                                                                                      |
| MQO     | Measurement tolerances and measurement quality objectives                                                                      |
| NDVI    | Normalized Difference Vegetation Index                                                                                         |
| NFI     | National forest inventory                                                                                                      |
| NFM     | National forest monitoring                                                                                                     |
| NFMA    | National forest monitoring and assessment (FAO)                                                                                |
| NFMS    | National forest monitoring system                                                                                              |
| NGO     | Non-governmental organization                                                                                                  |
| QA/QC   | Quality assurance/quality control                                                                                              |
| REDD+   | Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (UNFCCC)                                                          |
| SDG     | Sustainable Development Goals                                                                                                  |
| TOF     | Trees outside forests                                                                                                          |
| UN      | United Nations                                                                                                                 |
| UNCCD   | United Nations Conventions to Combat Desertification                                                                           |
| UNFCCC  | United Nations Framework Convention on Climate Change                                                                          |
| UNFF    | United Nations Forum on Forests                                                                                                |
| UN-REDD | United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries |









**Part A**

# **Background and principles**

Section 1  
Background

Section 2  
Principles of national forest monitoring







## SECTION 1

# Background

## 1.1 General role of national forest monitoring

For the purpose of this document, *national forest monitoring* is viewed as a comprehensive process that includes the systematic collection, analysis and dissemination of forest-related data, and the derivation of information and knowledge at regular intervals to allow the monitoring of changes over time. It focuses on national level data and information on forests and trees outside forests, their condition, values and uses. The information obtained supports forest-related decision-making at international, national and sub-national levels by providing timely, relevant and reliable information.

The term *national forest inventory* (NFI) is commonly used to describe the technical process of data compilation and analysis of forest resources from a multitude of data sources, including field inventories and remote sensing, to estimate relevant forest characteristics at particular points in time. *National forest monitoring* (NFM) is a much more comprehensive process that includes the assessment, evaluation, interpretation and reporting of data and the derivation of information, usually from repeated inventories, that allows for the monitoring of change and trends over time (Figure 1). In many countries, however, especially where inventories are repeated over time, the term NFI is traditionally used also to describe the whole process of national forest monitoring.



Assessment, evaluation, interpretation and reporting of the data and the derivation of information, usually from repeated inventories that allow for the monitoring of change and trends over time

Technical process of data compilation and analyses

Figure 1: Relationship between national forest monitoring and the national forest inventory

Other additional related terms include *national forest assessment*, defined here as the systematic process of gathering, collecting, analysing and using information from diverse sources to assess the value, quality or importance of forests at national level, taking into account all their functions; and *national forest monitoring system* (NFMS), which comprises the people, institutions and resources that implement national forest monitoring at the country level in collaboration with other stakeholders. Generally, a NFMS is led by a governing body responsible for its conceptualization, planning and execution within a clear and well-defined mandate, based on the principles and elements introduced in this document.

The monitoring of forest resources is by no means new, and the box below presents a 'brief history'.

### Box 1: A brief history of national forest monitoring

The monitoring of forest resources has a long history. For centuries, forest managers regularly have carried out standard data collection in forests on a regular basis to provide a basis for proper mid-term planning and to optimize forest management. Increasingly, conservation groups and other stakeholders are requesting data on forest ecosystems and forested landscapes (e.g. in relation to defining bio-corridors or establish protected areas). National forest monitoring informs forest-related decision-making at the national level.

Historically, national interest in forests was linked to wood production and the use of forest land to meet future demand for conversion to other land uses. From the 1960s to the 1980s, national-level forest inventory projects were installed in developing countries and funded by international organizations and bilateral programmes for technical cooperation. Many were implemented through FAO. These projects usually produced valuable information linked to a single point in time, but were unsustainable over the long term: data frequently became inaccessible, capacity was not maintained or developed further, and there was a lack of permanent institutions to manage data sets and establish a permanent national level forest monitoring programme.

FAO produced several major publications on planning and implementing forest inventories at this time\*, and attempts were made to develop forest inventory data processing systems that would enable basic standardized analyses.

\* Husch, B. 1971. *Planning a forest inventory*. FAO Forestry and Forest Products Studies No. 17. Rome.  
FAO. 1981. *Manual of forest inventory*. FAO Forestry Paper No. 27. Rome.

## 1.2 Goals and scope of national forest monitoring

The goal of national forest monitoring is to generate a reliable data and information base:

- To support the formulation, monitoring and adjustment of national and sub-national level policies related to forests and forested landscapes including, increasingly, development and on socio-economic policies;
- To inform interested citizens and stakeholders (including forest owners and dwellers, environmental NGOs, forest-based industries, research organizations, academia, citizens, etc.) about the status characteristics, services and development of national forest;
- To facilitate discussions and the development of agreements at the international level and to submit regular reports in accordance with international conventions and processes, as required for signatory nations, using pre-defined questionnaires;
- To provide baseline data to enable the measurement of progress towards sustainable forest management.

As such, national level forest monitoring pursues the same goals as many other data-gathering activities implemented by national governments, either permanently or on a regular basis. Most nations undertake a population census at fixed intervals to inform the government about the socio-economic characteristics of the population. Other examples of national data gathering include the collection of economic data to adjust fiscal, monetary and economic policies; and the gathering of agricultural data to monitor government subsidies.

Forest monitoring may be viewed as a part of data requirements for good "environmental governance". The presence of a comprehensive, reliable and transparent database is essential for informed decision-making, and to communicate and defend policy on scientific grounds.

## 1.3 Increasing information needs at the national level

For decades, governments in developing countries have considered long-term information on forest resources and the forest ecosystem to be of lesser importance compared to other national information. However, views on the relevance of up-to-date forest information have altered significantly in recent years. By highlighting the vital role that forests play in biodiversity, climate change, combating desertification, securing livelihoods and promoting efforts to increase food security, the United Nations has assigned a much higher priority to forests, their conservation and sustainable management, and supports Member States in their efforts to protect and sustainably develop their forests.

The sustainability of forest management and forest policies is at the core of national forest planning, and national forest monitoring should provide the scientific information base to support implementation and monitoring of national forest programmes and forest development plans. The criteria for sustainable forest management, therefore, define the framework for national forest monitoring, while the indicators for sustainable forest management define the core set of attributes to be surveyed, assessed and monitored in national forest monitoring (see section 1.5).

National forest monitoring systems (NFMS) are expected to form part of international mechanisms (including REDD+) that provide payment for environmental services. Under these mechanisms, developing countries will receive financial compensation for the successful implementation of sustainable pro-forest policies. In many programmes, the corresponding payments will be strictly performance-based and released only when credible evidence exists that the agreed and announced goals have been achieved. This evidence is largely generated by forest-monitoring efforts (Box 2).

However, governments in many developing countries have not invested in permanent national forest monitoring, which has resulted in a considerable capacity gap. To cope with increasing information needs and growing demand for expertise in national forest monitoring, comprehensive efforts need to be undertaken to build or strengthen national capacity. This requires the establishment of an institutional setting for forest monitoring and related activities.



## Box 2: Forest-related information is increasingly valued

For a long time, national-level forest inventory and monitoring was viewed exclusively as a forestry issue and received little attention from other sectors and governments. In developing countries, governments provided only minimal efforts or investments, and national forest inventory and monitoring was implemented mostly through technical cooperation projects via international or bilateral cooperation. This took the form of projects rather than programmes, which were limited in time and scope and not institutionalized within national systems.

This situation has changed considerably. Many countries now recognize forests as national as well as global assets, about which they need up-to-date data and information in order to monitor status and changes over time, as a basis for informed decision-making on a wide range of issues.

National forest monitoring may be considered a standard survey activity similar to other information-gathering activities undertaken by governments to remain informed (e.g. population census, community and economic surveys).

development and to contribute to the well-being of people and societies. National forest monitoring, therefore, needs to take into account not only biophysical dimensions, but also economic and social dimensions. For example, national forest monitoring systems are of interest to various domains including all those at a national level related to land use (e.g. forestry, agriculture, biodiversity conservation, urban development, wood industry, community development, etc.).

The second key issue relates to the increasingly diversified uses of forests: national forest monitoring should not focus exclusively on lands defined as forests, but include all other lands that have trees – a resource usually referred to as “trees outside forests”. It should not only monitor biophysical stocks, but also the use of forests and trees. This implies a need both for measurements of biophysical variables and information (e.g. through interviews) from forest owners and those who use the forest or who benefit from forests. Such information will help countries to understand the current uses and expectations of forest users, and gain relevant insights about the effectiveness of forest-related policies and potential trends.

The third key issue is that data generated from monitoring also informs research. Data from national forest monitoring efforts are increasingly used in research projects and as crucial inputs for discussions within the UNFCCC, particularly in the context of large area mapping and estimation of carbon stocks and biodiversity indicators.

National circumstances vary with respect to land uses and forest types, the socio-economic and environmental role of forests, the capacities of national institutions, and the importance accorded to national forest monitoring on the political agenda. The expectations of information users also vary. However, a number of key technical questions commonly drive national forest monitoring (Box 3). Ideally, these questions are determined and collated by a comprehensive formal information needs assessment, a process that should be closely coordinated by experts in forest monitoring with as many forest information users as possible.

## 1.4 Key issues and key questions for national forest monitoring

National forest monitoring in these Voluntary Guidelines is based on the premise that forests are a single land-use system embedded within other land-use systems, which are in turn integrated within landscapes, and that the forestry sector is closely interlinked and interacts with other sectors.

Based on this understanding of national forest monitoring, the first key issue is the requirement to meet multiple information needs. National forest monitoring produces information that improves understanding of the roles of trees and forests in terms of the relationships and interactions between different land uses. It aims to inform decision processes towards more sustainable management of these landscapes, in order to maintain and enhance their environmental and socio-economic service functions, both to support sustainable

### Box 3: Key questions in national forest monitoring

- Where are forests located and what is the extent and composition (area by forest type and ownership, growing stock, biomass, carbon, diversity, site fertility, etc.)?
- What is the status of the forest in terms of quality and vitality? Are there any threats?
- How are forests and tree resources being used? How much is being utilized (e.g. timber harvest)? Is it sustainable?
- Who is benefiting from/depending on forests? And how?
- What changes and trends in the development of different forest characteristics and functions are occurring?
- Can indicators or drivers of these changes be identified?
- What are the relationships between different variables?
- How accurate and precise are the estimates?

Various data sources are employed in national forest monitoring, the most important being: (i) sample-based field observations; (ii) remote sensing; (iii) national statistics, if available, on land use and harvests; (iv) allometric models and (v) information from previous monitoring studies.

National forest monitoring employs the most efficient blend of data sources to adjust to specific goals. For example, when the production of maps and spatially explicit analysis is a key output, there needs to be a strong remote-sensing component. If estimating the statistical precision of core attributes is a major focus, a sufficiently large sample size of field observations is crucial, as are appropriate allometric models.

There is no "one-size-fits-all" approach for national forest monitoring. Instead, NFM is a persistently demanding process of balancing different and possibly competing technical and policy priorities. As such, there are likely to be trade-offs, as is the case in any negotiated national process.

The design of national forest monitoring systems involves a number of technical questions. This, at times, leads to perceptions that monitoring is a purely technical exercise. Box 4 shows that this is not the case and suggests that there are two major dimensions: the technical and scientific dimension of producing relevant and credible data, and the policy dimension which involves communicating the implications of these data effectively to different target audiences (Box 5). National forest monitoring must never be exclusively technology driven or considered solely as a technical task; it is never an end in itself, but rather serves a specific function within complex information and decision processes.



## Box 4: Two dimensions of national forest monitoring

National forest monitoring has two major dimensions: (i) the technical and scientific dimension of producing relevant, high-quality and credible data, and (ii) the policy dimension.

When designing and implementing a national forest monitoring system, both dimensions must be kept in equal focus. Technology-driven approaches to comprehensive data collection should be avoided, unless their effectiveness can be proven.

Planners of national forest monitoring systems must understand the policy processes that they support, and must be able during the planning phase to translate the information requirements of these processes into attributes that can be measured or observed in forest inventory systems.

Likewise, during the analysis and reporting phase they should be able to communicate the implications through key messages that are relevant and meaningful for those who drive related policy processes.

## Box 5: Good decisions require good information

This and other general statements are frequently used as a rationale for data collection projects. Such “linear” assumptions are also employed when establishing national forest monitoring systems. Similar statements are used in scientific research when working to improve field data collection and remote-sensing techniques.

However, it should be noted that little available scientific research or evidence regarding national forest monitoring establishes a clear relationship between information quality and decision quality; and political sciences stress that policy processes do not usually follow simple linear and rational lines alone.

Although it is scientifically relatively straightforward to quantify data quality from statistically based estimations, it is much more difficult to evaluate “information quality” and eventually to communicate policy implications of this data for “quality decisions”.

Nevertheless, reliable scientific information from national forest monitoring, if appropriately communicated to policy-makers, constitutes a powerful tool and evidence base for stakeholders, including the public.

## 1.5 Indicators of sustainable forest management as core attributes to be assessed in national forest monitoring

Sustainable forest management is the ultimate goal of national forest programmes and policies. This requires criteria and indicators that define the core attributes of national forest monitoring and assessment:

*Criteria and indicators are tools used to define, assess and monitor periodic progress towards sustainable forest management in a given country or in a specified forest area, over a period of time. Indicators are parameters which can be measured and correspond to a particular criterion. They measure and help monitor the status and changes of forests in quantitative, qualitative and descriptive terms that reflect forest values as seen by those who defined each criterion.<sup>2</sup>*

Sustainable forest management consists of the following seven thematic elements, which are acknowledged by the UN Forum on Forests and used as a reporting framework for FAO's Global

Forest Resource Assessment (FRA) Programme:<sup>3</sup>

- a. Extent of forest resources<sup>4</sup>
- b. Forest biological diversity
- c. Forest health and vitality
- d. Productive functions of forest resources
- e. Protective functions of forest resources
- f. Socio-economic functions of forests
- g. Legal, policy and institutional framework.

National forest monitoring involves recording data, producing information and reporting predominantly on elements 1–6, focusing on status and trends.

The UN Forestry Instrument makes explicit reference to these seven thematic elements when recommending countries to develop monitoring programmes and design research programmes.<sup>5</sup> Forest monitoring accompanies these processes by providing information for their design and monitoring.

<sup>3</sup> See [www.fao.org/forestry/sfm/24447/en/](http://www.fao.org/forestry/sfm/24447/en/)

<sup>4</sup> Here, the term “forest resources” also includes “trees outside forests” (TOF).

<sup>5</sup> For example, see: UNFF/ECOSOC. 2007. *Official Records, 2007, Supplement No. 22 (E/2007/42 E/CN.18/2007/8): “V. National policies and measures” paragraph (r) and (w); and “VI. International cooperation and means of implementation” paragraph (o)*. New York, United Nations Forum on Forests Report of the seventh session/United Nations Economic and Social Council.

<sup>2</sup> See [www.fao.org/forestry/sfm/85101/en/](http://www.fao.org/forestry/sfm/85101/en/)



## 1.6 Forest monitoring as a complex undertaking

Forests are complex systems and their monitoring requires approaches and techniques that reflect this. National forest monitoring is driven by the interests of many stakeholders. It involves numerous actors and draws upon a variety of data and information sources, including remote sensing, field observations, existing maps, reports and other documents, and expert information. Data on many and diverse forest and landscape attributes are recorded, stored and processed, to serve as indicators for the production of required policy-relevant information.

The major scientific disciplines involved in the technical side of forest monitoring are forest mensuration, statistical sampling, statistical modelling, botany, remote sensing and information systems. Experts in all these fields are scarce if not largely absent in most developing countries. This is partly because large-area forest inventory and forest monitoring is rarely covered by academic curricula. Forest inventory courses usually focus exclusively on forest management inventories because these are needed in many countries to establish forest management plans, which in turn are a prerequisite for obtaining wood-harvesting permits.

## 1.7 Purpose of these Voluntary Guidelines

It is generally accepted that credible national forest monitoring needs to be based on sound scientific data so as to reduce disputes. Building capacity for this is vital at the national level in order to properly plan and implement such systems. These Guidelines therefore aim to respond to this capacity gap at the national level. They are intended as a technical reference for governmental bodies responsible for forest monitoring, educational and research institutions, the public and private sectors, and civil society.

While there is no such thing as a “best forest-monitoring practice”, there are a number of widely accepted principles and basic elements for effective national forest monitoring system design. What appears to be missing within the available literature is a compilation of guiding principles for national-level forest monitoring, based on science and implementation experience, which also takes into account the wider context of adjusting monitoring methodologies to national circumstances. The Guidelines aim to fill this gap.

Since 2000, FAO has provided intensive support to countries through its National Forest Monitoring and Assessment (NFMA) Programme, and has developed an approach that can be adjusted to national circumstances and adopted in developing countries in need of assistance. This approach recognizes that national level forest monitoring systems need to be designed to reflect national circumstances and priorities (e.g. biophysical conditions, infrastructure, objectives, human and financial resources, policy priorities, etc.). It poses institutional as well as scientific challenges, with both policy and communications implications. These Guidelines build on the experiences and lessons learned by FAO member countries, and by past and current FAO projects and initiatives, including the Global Forest Resources Assessment Programme, the National Forest Monitoring and Assessment Programme, and the UN-REDD Programme.



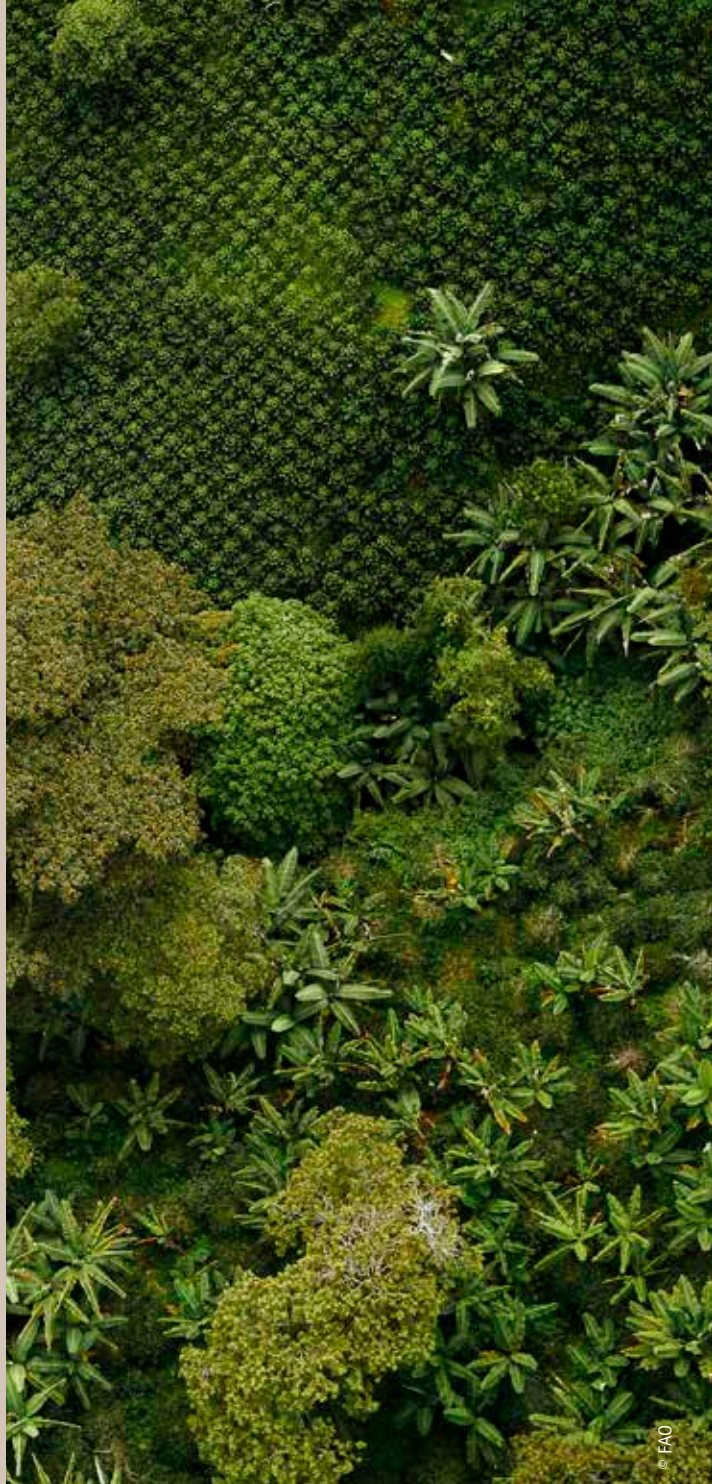
The Guidelines are not intended as an inflexible set of instructions, but rather present trends and key issues to consider in the light of increasingly complex and negotiated national and global information needs with regard to forests. They present good practice principles, lessons learned, and selected methodologies and tools, within a general framework. This set of decision-support tools is designed to help plan and implement a multi-purpose national forest monitoring system grounded in nationally appropriate and scientifically sound practice.

## 1.8 Scope and goals of the Guidelines

The Guidelines cover both technical and scientific approaches to optimizing inventory, statistical modelling and estimation, and remote sensing, and also include guidance on strategic planning and communication and dissemination of results.

To summarize, the Guidelines offer a blend of scientific bases and implementation experiences that comprise a hands-on reference for those responsible for designing a national forest monitoring system. Scientific-technical details are not covered in detail, but are instead briefly addressed with signposts to the relevant scientific literature.

The Guidelines also contribute to developing basic standards (or elements of standards) that facilitate comparison in space and time. This includes standardization of terminology in order to avoid confusion in the wider forest-monitoring context, as terms may be used or understood in different ways in different contexts. This is not a question of which terminology is "right or wrong" or "correct or incorrect", but rather a matter of whether terms are clearly or not clearly defined (Box 6).



© FAO

### Box 6: Terminology is key in all surveys

Without clearly defined terms and methods, the results of an inventory cannot be unequivocally understood or interpreted, and cannot be properly communicated.





## Section 2

# Principles of national forest monitoring

As shown in the previous section, national forest monitoring:

- is never an end in itself, but instead informs decision-making processes;
- is used as an evidence base by a wide variety of actors;
- needs to meet an increasing variety of needs;
- needs to provide both scientific and socio-economic information;
- is highly context specific;
- is usually one component in broader decision-making processes.

While no overarching principles have been explicitly compiled before, various principles are present in different contexts. These include the "Forest Instrument" (the Non-Legally Binding Instrument for All Types of Forests), the "IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory" and various UNFCCC Conference of Parties (COP) decisions<sup>6</sup> related to REDD+. These sources, as well as research and development in national forest monitoring to date, inform the principles presented below.

National forest monitoring systems encompass a variety of themes, which can be addressed by different groups of principles:



### Governance principles

Refer to institutional settings and governance



### Scope principles

Refer to the identification of information needs



### Design principles

Refer to data collection and analyses (including sample-based field inventories and remote sensing analyses)



### Data principles

Refer to information generation, reporting and dissemination and in particular to data availability



### Overall principles

Suggest general guidelines

Table 1: Principles of the Voluntary Guidelines on National Forest Monitoring

|                       |                                                                               |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Governance principles | Principle 1: Country ownership and responsibility                             |
|                       | Principle 2: Legal and policy basis                                           |
|                       | Principle 3: Landscape view                                                   |
|                       | Principle 4: Institutionalization of NFM                                      |
|                       | Principle 5: Research infrastructure and capacity building                    |
| Scope principles      | Principle 6: Participatory discussion process                                 |
|                       | Principle 7: Satisfaction of national information needs                       |
| Design principles     | Principle 8: Integration of and consistency with existing information sources |
|                       | Principle 9: Flexible approach                                                |
|                       | Principle 10: Multi-purpose approach                                          |
|                       | Principle 11: Feasibility including cost-efficiency                           |
| Data principles       | Principle 12: A well-defined data and information-sharing policy              |
| Overall principles    | Principle 13: Credibility through transparency and quality                    |
|                       | Principle 14: Collaboration at the international level                        |

<sup>6</sup> See <http://newsroom.unfccc.int>



## 2.1 Governance principles

### **Principle 1: Country ownership and responsibility**

Implementing a national forest monitoring system and generating a reliable database on forests and their uses is primarily a domestic issue. Knowledge generated by a national forest monitoring system informs national governments and provides inputs to facilitate informed decision-making. It also informs society and non-governmental organizations (NGOs), ensuring that speculation in policy discussions about the status of forests and related trends can be replaced by scientific evidence.

As such, national forest monitoring should be considered a standard data collection activity of governments to support informed decision-making and informed discourse.

National forest monitoring must, therefore, be based on country ownership. This is key for sustainability and to pave the way for a more comprehensive usage of the information generated. National ownership by government and other stakeholders should therefore be envisaged as part of the project from the outset (see Box 7).

Some of the principles discussed later (e.g. Principle 2: Legal and policy basis, Principle 4: Institutionalization of NFM, and Principle 5: Research infrastructure and capacity building) derive directly from Principle 1: Country ownership and responsibility.

### **Box 7: Need for national ownership**

Lack of consideration and pro-active fostering of country ownership from the project outset was one of the major failures of early national forest inventory and national forest monitoring efforts, carried out by many donor and international agencies in the 1960-80s. Many of these inventories were implemented as projects with a defined lifespan, defined resources and without a clear follow-up vision.

Lack of country ownership likely resulted from a lack of awareness among national governments, unwilling or unable to invest in the project, and from a lack of attention to this important component on the part of donors.

In retrospect, with the exception of a few examples, these inventories produced relevant findings for specific points in time, but were not developed into long-term monitoring programmes and did not result in sustainable capacity building at the country level.

In some cases, it remains clear whether the data are still available or accessible.

### **Principle 2: Legal and policy basis**

In some contexts it may be helpful to establish a legal basis for national forest monitoring, for example, by adding a corresponding paragraph to a national forest law, as well as related policy. Defining a legal and policy may help to establish a formal link between the national forest monitoring system and a national forest programme, if such exists. This approach also supports country ownership (*Principle 1*) and may promote institutionalization (*Principle 4*), as well as stimulate full implementation of national forest monitoring (e.g. permitting measurement in private forests).

### **Principle 3: Landscape view**

Forests form part of landscapes and as such are interwoven into a network of environmental functions and socio-economic interests, both local and at larger scales. Forest development is driven largely by forces outside the forestry sector. It is, therefore, essential to look at forests as one component within a forested landscape. Ideally, forest monitoring will be a component of landscape monitoring, which focuses on tree resources at landscape level rather than on forest resources alone. A variety of integrated land-use assessments have already provided successful experiences.

Adopting a landscape approach when developing a national forest monitoring system requires technical adjustments to the monitoring design. It will necessitate multi-sectoral coordination, as the mandate for national forest monitoring usually ends at the forest boundary.

### **Principle 4: Institutionalization of NFM**

One of the distinct features of forestry is its long-term character, which consequently requires a long-term structure implemented through a permanent institution. A properly equipped national level institute – wherever it is located within the national administration – can promote:

- Long-term availability of data including adequate data management. This is an indispensable prerequisite for trend analysis from repeated observations, and for the framework of a defined data and information-sharing policy (*Principle 12*).
- Long-term availability of expertise, in terms of monitoring techniques, data management

and analysis, and mainstreaming monitoring information into national and international policy processes.

- Long-term vision and adequate further development of approaches, enabling adjustments in scope and objectives, as well as continuity of related research. This supports flexible approaches (*Principle 9*).

The selection or development of an appropriate institution for a national forest monitoring depends on national circumstances and available capacity. This is a challenging task because national forest monitoring efforts, when for example implemented every five or ten years, typically exhibit a cyclic workload, which may cause difficulties for any permanent institution. One solution to this problem may be the implementation of data collection on a rolling basis, as is the case in Sweden and the United States of America.

Efforts should be made to build on existing national institutions and existing national capacities, while keeping in mind that long-term and secured adequate funding is required.

#### **Principle 5: Research infrastructure and capacity building**

Any national survey requires appropriate national capacities and a research infrastructure in order to be successfully implemented under country ownership. Both research infrastructure and capacities need to be strengthened in line with national circumstances, and both are long-term endeavours.

Capacity building includes both short-term training and long-term academic and technical education. It can be achieved either with national expertise or through international cooperation. FAO, for example, has long experience in designing and implementing training in forest monitoring in different country contexts. It makes sense, wherever possible, to combine training and education activities with design and implementation of the monitoring system and to offer interested staff the possibility of gaining hands-on experience.

Research plays an important role in national forest monitoring. During the planning phase, adjustments and optimization of the design

are necessary to match the particular country circumstances. This task usually requires methodological expertise to develop an appropriate, nationally relevant design. The same is true for the estimation process, which needs to be designed in accordance with the sampling process. Many research questions arise during the planning phase for the monitoring design, especially concerning: the optimal integration of remote sensing; optimal field plot location, type, size and number; biomass and/or other allometric functions for species or species groups; analysis of different error sources, and so on. The design and implementation of a well thought out and scientifically planned pilot inventory should help to define an optimal design.

Research may play another important role once the data are present. In addition to standard analyses demanded by decision-makers, data sets from national forest monitoring usually offer plenty of opportunities for high-level research – an opportunity that is not fully exploited everywhere by research groups.

Dedicated research in forest monitoring requires specific expertise in fields such as forest mensuration, statistical survey sampling, statistical modelling, remote-sensing image processing, which usually requires time to accumulate. Establishing a research infrastructure and capacity-building process may, therefore, be considered part of the institutionalization of national forest monitoring (*Principle 4*) and should be closely linked to existing research institutions in the fields of forest management.

## **2.2 Scope principles**

#### **Principle 6: Participatory discussion process**

National forest monitoring systems generate data and information on forests and trees at national level through a participatory discussion process among national stakeholders on the scope and objectives of forest monitoring. Such information is of interest to stakeholders outside the forestry sector, for example, in environment, agriculture, tourism and infrastructure development. In addition, both civil society and the private sector are likely to be interested in how forest and tree resources are managed.

Defining and reaching agreement on the scope and objectives of the national forest monitoring system is therefore crucial (Box 8). This process should involve all relevant groups in government, research and society. These groups first need to be identified. However, it may not be immediately obvious who they are and some may not have a powerful voice or be well connected to political decision-making. Such groups may include indigenous communities. Given that women and men use forests differently, it is also important to identify stakeholders representing the priorities of both sexes.

The scope and objectives of national forest monitoring can first be defined in terms of the expected outcomes and then broken down into more concrete elements (e.g. sectors to be involved in detailed planning and funding, variables to be recorded, responsibilities to be assigned, etc.).

Planning of the scope and objectives of the national forest monitoring system should be an inclusive process. While usually driven by experienced experts, it needs to be inclusive with interested parties not only welcome to contribute but actively invited to do so.

The scope and objectives may be adjusted from cycle to cycle, as may techniques and approaches. This must be achieved by maintaining methodological consistency while integrating emerging issues (*Principle 9: Flexible approach*),

lessons learned and technological innovations.

Experience has shown that the most significant suggestions for adjustments are raised once the results of a monitoring cycle are presented and discussed: the presence and availability of concrete results frequently results in constructive discussions on improvements. This is because this point in the process clearly illustrates the scope and potential of a national forest monitoring system (NFMS).

Feasibility considerations must play an explicit role in the discussion and decision process on the scope and objectives. The scope can only be widened and objectives added once options have been identified to realistically implement the suggested additions, which includes identification of funding sources (*Principle 11: Feasibility including cost-efficiency*).

#### **Principle 7: Satisfaction of national information needs**

Information needs regarding national forest and tree resources are manifold. Accordingly, the consensus-oriented discussion process (*Principle 6*) prepares the ground for a comprehensive identification of priority information needs at the sub-national and national level, while efficiently supporting international reporting commitments.

Identification of information needs is usually an iterative process adjusted at the beginning of each cycle. While different sectors share some of the same information needs, each may have specific expectations. Other stakeholders may also use the information, for example, to track equitable access to forest benefits between men and women or between different social groups. Socio-economic dimensions, including sex-disaggregated data on forest use, may be of particular interest.

This identification process should be accompanied by an analysis of how *information needs* can be translated into *indicators* that can be observed feasibly during monitoring and used effectively to take decisions. While established observation and estimation techniques exist for many information needs (e.g. forest area, growing stock), this is not the case for information needs on other areas such as "forest biodiversity" or "naturalness of the forests". The translation of "information needs" into "observable indicator variables" will be partly a research issue and partly a political consensus

### **Box 8: Defining the information needs**

Guiding the design of a national forest monitoring system is a demanding task. The incremental cost of adding single variables is frequently not great, which often results in the addition of many variables. It is common for forest inventories to collect data on more than 100 variables.

While many existing national forest monitoring systems collect data that are not immediately analysed and processed for national policy processes, these data are not necessarily useless. They could constitute an excellent basis for research and may prove important for future analyses (*Principle 9: Flexible approach*).

Information needs also evolve over time. For example, few forest inventory planners working on FAO inventories in the 1970s would have integrated information on forest use and further complicated implementation by adding interviews with forest owners and forest users. Today, such socio-economic data are considered extremely welcome and valuable.



process. At the end, however, an agreement is required and should be documented transparently.

Major data users, actors and interest groups should be consulted during this process, while keeping in mind feasibility in terms of costs and time related to implementation. It is helpful to analyse existing national forest monitoring systems in the region and invite experts to report on the possibilities and limitations of NFMS and the corresponding cost implications (*Principle 11*).

To prevent overloading of a national forest monitoring system it is useful to establish a distinction between "need-to-know" and "nice-to-know" data. While there will usually be little doubt regarding the integration of "need-to-know" data (core data needs are usually shared by several interested parties and financing is usually also straightforward), the integration of "nice-to-know" data will depend on solid justifications and cost trade-offs.

## 2.3 Design principles

### **Principle 8: Integration of and consistency with existing information sources**

National forest monitoring should not be considered a stand-alone initiative, but in best case scenarios an undertaking that – within the scope of its particular mandate – interlinks with other national and sub-national initiatives that generate national level information. This requires compatibility with other information sources to the extent (technically and organizationally) possible. A careful analysis of the methods and definitions underlying the generation of such information is therefore necessary.

There is no general rule regarding which information sources should be used in national forest monitoring, either for data collection or the generation of information. For economic and technical optimization, national forest monitoring systems should make use of all available relevant information, bearing in mind the need to check for compatibility, accuracy and completeness.

### **Principle 9: Flexible approach**

The technical and organizational design of a NFMS requires long-term efforts and must be able to integrate emerging issues and allow for

### **Box 9: Development and integration of emerging issues in national forest monitoring**

Several national forest monitoring systems have developed, adjusted and integrated emerging issues. The terminology demonstrates such changes: while early forest inventories focused on assessment of the state of wood resources, these inventories were transformed into multi-purpose forest inventories, which integrated objectives other than wood production. Today, the considerably wider term "national forest monitoring" is used, which emphasizes the long-term character and the focus on trends.

Other emerging issues integrated into many recent national forest monitoring systems are trees outside forests and socio-economic variables.

Another example found in many countries relates to new requirements stemming from greenhouse gas accounting (or more specifically, carbon accounting) and biodiversity monitoring.

periodic revisions, as these become necessary (Box 9). The origins of such emerging issues include changes in national policies, new issues brought up by international processes or new scientific findings. A flexible approach is thus an important element of the strategic and long-term orientation of national forest monitoring systems.

To date, the history of national forest monitoring has shown that integration is feasible under many different conditions and for various different issues. Integration, however, requires technical and organizational expertise, and above all, intensive communication between different interest groups.

Emerging issues cannot be taken into account during planning. As such, the technical design must be sufficiently flexible to allow for adjustments, and the organizational design must be able to adapt to changes.

Periodic revisions and adjustments may also be necessary, when national forest monitoring systems have to provide information to comply with emerging or changing international reporting obligations. It is essential that the concepts and definitions used are updated and made compatible with international processes.

**Principle 10: Multi-purpose approach**

Information and knowledge generated by national forest monitoring systems need to feed into and support national and international forest-related processes. In order to serve these processes national forest monitoring systems need to be multi-purpose. This is also a logical consequence of *Principle 3*, which stipulates a wider geographical scope. However, maintaining a multi-purpose approach also implies the integration of multiple thematic fields, such as biodiversity, carbon and the utilization of non-timber forest products. While national forest monitoring systems have the potential to integrate many more variables in a feasible manner, the multi-purpose orientation requires inter-sectoral communication and coordination. In the end, however, the multi-purpose approach may support the feasibility and cost-efficiency of national forest monitoring efforts, (*Principle 11*), when the development of the design not only succeeds in integrating new issues from other sectors, but also in raising the corresponding co-funding.

**Principle 11: Feasibility including cost-efficiency**

Information provision including data collection, storage and analysis and operation of a permanently institutionalized forest-monitoring unit must be feasible and affordable, according to national circumstances. In the past, the lack of priority assigned to national forest monitoring has resulted in a lack of willingness on the part of governments to invest into long-term monitoring systems. Perhaps current international processes, where reliable national forest information plays an important role in monetary terms, will help to change this attitude.

Still, national forest monitoring needs to be feasible and follow approaches that are financially affordable. This principle refers to all other components addressed here, such as technical implementation, institutionalization or capacity building. The same principles hold true for national forest monitoring as for any other government expense: it needs to be technically justified and economically reasonable, and there must be a legal basis for the expenditure.

While a full-blown cost-benefit analysis is not possible (in the absence of the ability to quantify in monetary terms the benefit of

improved information), the guiding principle will be that defined objectives are achieved at minimum cost without compromising data precision, accuracy or quality.

## 2.4 Data principles

**Principle 12: A well-defined data and information-sharing policy**

Data and information produced by national forest monitoring systems are of interest to many different parties. They should be accessible to different users, either as original or as aggregated data sets. This does not necessarily mean that public access is granted to a database, but that a clear data sharing policy is formulated to which national and international interested parties can refer. This policy may, of course, contain restrictions in line with national interests and legislation. For example, in many cases it will be difficult to make geo-referenced data available for private forests.

In particular, research institutions will be highly interested in obtaining access to original or aggregated data.

Defining a data policy that regulates access to national forest monitoring data sets or sub-sets also means that long-term data storage and management need to be secured. This point relates directly to the institutionalization of NFM (*Principle 4*), in particular the following three areas: (i) database structure (software) and physical databases (hardware), (ii) experts who know the database and how to access data and meta-data, and (iii) institution(s) where the database and experts are located.

## 2.5 Overall principles

**Principle 13: Credibility through transparency and quality**

The design and implementation of national forest monitoring systems are large undertakings that are methodologically complex, involve many actors and are accompanied by many interested parties. The overall goal is to maintain the credibility of the results. This implies that the results must be produced in a manner that is scientifically defensible, which means that each methodological and organizational step of the

approach needs to be fully and transparently documented and justified. This will include a comprehensive and critical analysis of all errors and implementation challenges.

The user of information products generated by the national forest monitoring system should be able to fully understand what has been reported and be able to assess the quality and credibility, based on complete and transparent documentation. This documentation should include definitions of the population, the variables and the precision requirements for the major target attributes, the elements that guide the design of the national forest monitoring system and other methodological elements required to demonstrate that the NFM is built on a sound scientific basis.

Quality also refers to precision and accuracy, information on uncertainties, and to the transparent management of errors and error sources. Any value should be accompanied, if possible and practicable, by its corresponding estimation error that provides information about the statistical reliability of the estimate.

Quality control measures applied within the NFMS should be implemented at all phases of the process and properly documented. This includes control measurements/check cruising, calibration of measurement devices, and continuous communication with and training of those who generate data and results (e.g. field teams, remote-sensing analysts and statistical analysts). Quality assurance, (i.e. checking some or all elements of the system by experts and/or institutions not directly involved in the process) may further increase both the quality and the credibility of the information produced by the NFMS.

There is no such thing as a general "best practice guide" for national forest monitoring and it is unlikely that one could be written in general terms. All national forest monitoring systems need to be developed based on specific country circumstances, such as natural conditions, infrastructure, institutional setting and available capacity. It is important that these conditions are spelled out clearly, completely and transparently.





*Principle 13* and *Principle 8* are in accordance with the five reporting principles stipulated in the *IPCC Good Practice Guidance*: consistency, comparability, transparency, accuracy and completeness. While IPCC focuses explicitly on the reporting phase of carbon assessments, it is suggested here to apply *Principle 13* to the entire national forest monitoring process.

#### **Principle 14: Collaboration at the international level**

There are good examples of comprehensive experiences in all aspects of national forest monitoring at the international level. Collaboration in planning, implementing, analysing and ensuring the quality of different national forest monitoring systems constitutes

an excellent means of knowledge exchange and avoiding common errors and pitfalls. In addition, it may also support national capacity building. International organizations and bilateral donors may be interested in supporting exchange of experiences, for example, through regional networks. Such international collaboration should be complemented by collaboration at the national level between all interested parties.

## 2.6 Cross-cutting issues

Issues such as gender and equity cut across all the principles. Most countries have policies on these areas, and national forest monitoring systems should take these into account. Table 2 summarizes typical entry points for these principles.

**Table 2: Gender as a cross-cutting issue among some of the principles**

| Governance principles                                            |                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Principle 1: Country ownership and responsibility                | Engage with the national ministry responsible for gender issues                                                         |
| Principle 2: Legal and policy basis                              | Include gender as a key information need as part of a wider socio-economic mandate                                      |
| Principle 3: Landscape view                                      | What are the different roles of women and men in shaping the landscape?                                                 |
|                                                                  | What are the differences in how men and women depend on the landscape?                                                  |
| Principle 4: Institutionalization of NFM                         | Structures should welcome women as well as men, especially in professional and decision-making positions                |
| Scope principles                                                 |                                                                                                                         |
| Principle 6: Participatory discussion process                    | Include civil society and other grassroots women's organizations, as well as government authorities related with gender |
| Principle 7: Satisfaction of national information needs          | Include sex-disaggregated data on forest use and socio-economic information                                             |
| Design principles                                                |                                                                                                                         |
| Principle 9: Flexible approach                                   | Social sectors may want to use the data to understand issues of equity and to plan interventions                        |
| Data principles                                                  |                                                                                                                         |
| Principle 12: A well-defined data and information-sharing policy | Publicly available information promotes more equitable access to forest resources                                       |



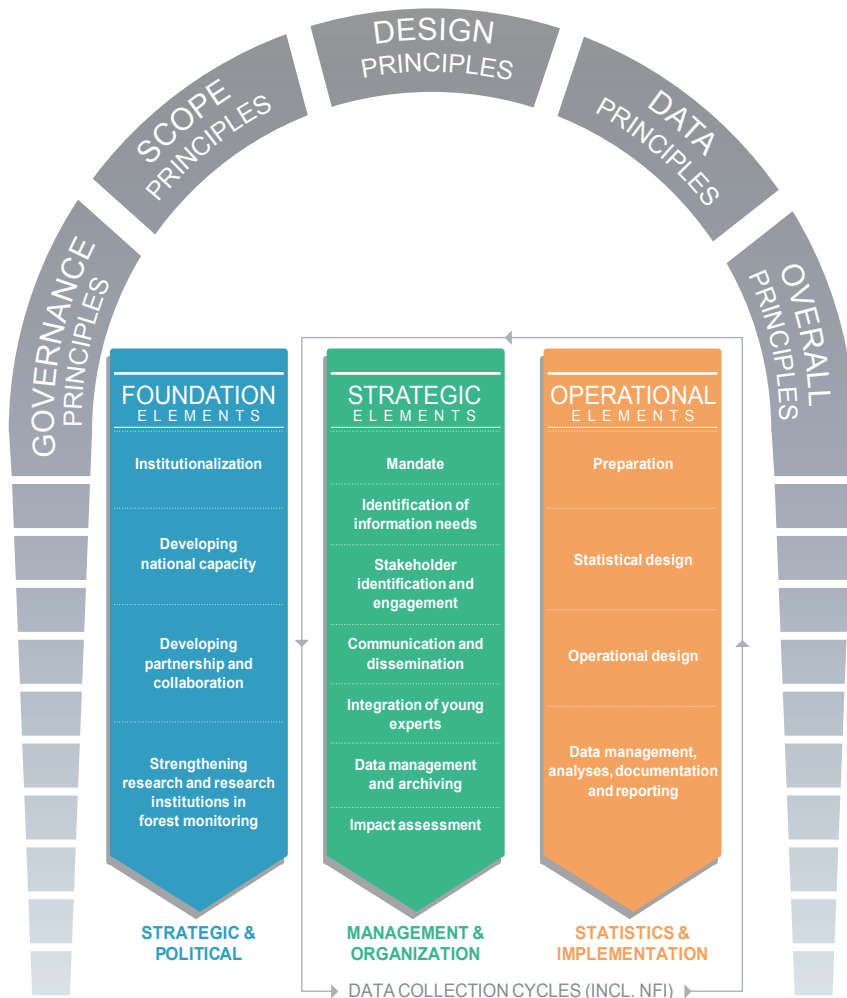


Figure 2: Core elements in a NFMS and the general relationship between NFMS and data collection cycles

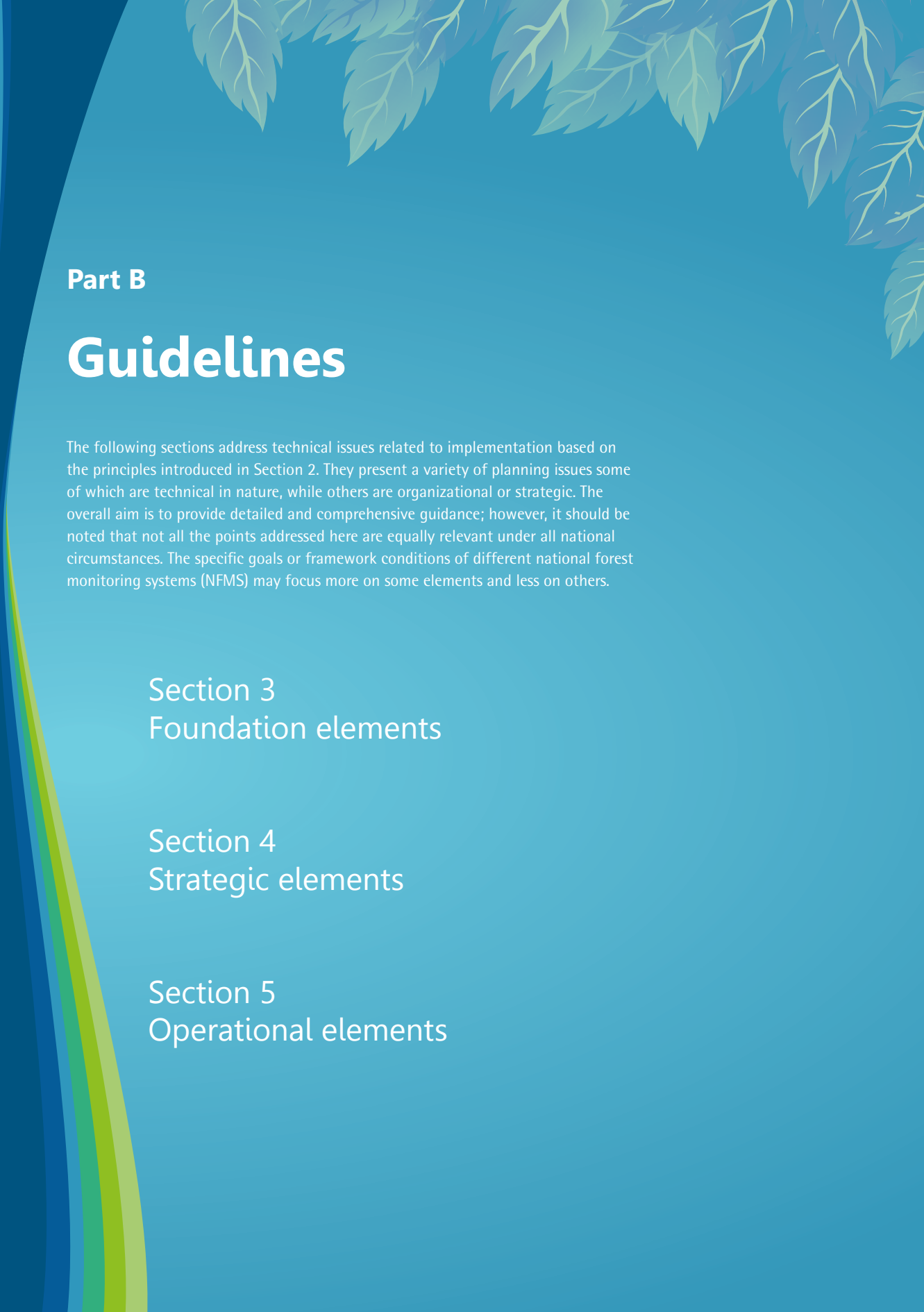
Figure 2 provides a schematic overview of the components that constitute a comprehensive NFMS. This is followed by guidelines on the following basic elements that comprise a NFMS:

**Foundation elements** refer to the organizational and technical framework conditions within which a NFMS is implemented. They include activities such as the institutionalization of the NFMS, the development of national capacity and the strengthening of national forest research institutions in the field of forest monitoring, as well as the establishment of national and international partnerships. These activities prepare the ground for subsequent technical implementation work. As such, they require careful planning and sufficient time and cannot be tackled at short notice. If carefully prepared, the foundation elements will play a key role in ensuring the operation and sustainability of the forest monitoring system.

**Strategic elements** refer to organizational and planning actions for data collection activities within a national forest monitoring system. They do not include specific scientific-technical issues. These actions include: the definition of goals, products and variables based on inquiries about information needs; project planning including assignment of responsibilities; networking; the provision of information technology, satellite imagery, measurement devices, means of transport and communication; and recruitment, contractual issues and other matters related to human resources.

**Operational elements** refer to actions for the optimization and definition of technical design elements of field and remote-sensing data collection and analysis, and the use of auxiliary information including approaches for quality assurance and control, the preparation and implementation of data acquisition and, eventually, focused reporting to specific target groups.





## Part B

# Guidelines

The following sections address technical issues related to implementation based on the principles introduced in Section 2. They present a variety of planning issues some of which are technical in nature, while others are organizational or strategic. The overall aim is to provide detailed and comprehensive guidance; however, it should be noted that not all the points addressed here are equally relevant under all national circumstances. The specific goals or framework conditions of different national forest monitoring systems (NFMS) may focus more on some elements and less on others.

### Section 3 Foundation elements

### Section 4 Strategic elements

### Section 5 Operational elements





## Section 3

# Foundation elements

The foundation elements prepare the ground for efficient planning and implementation of a forest monitoring system as a long-term undertaking. They can be grouped under four themes: (i) institutionalization; (ii) developing national capacity; (iii) developing partnerships and collaboration; and (iv) strengthening research and research institutions. These themes are interlinked and some may be pursued simultaneously.

Preparing foundation elements can be a time-consuming and lengthy process. This does not mean, however, that the technical planning and implementation of data collection activities for an initial national forest assessment should be postponed until all foundation elements are in place. Where possible, this work may start immediately while the foundation elements are prepared in parallel – and in close association – using a step-by-step approach, with a view to establishing a sustainable and permanent system.

### 3.1 Institutionalization

Institutionalization means that the NFMS is formally, firmly and permanently embedded within an administration – usually the forest administration – of a country. Because a NFMS is a long-term endeavour, a legal basis, financial commitment and a permanent institutional framework are vital to ensure efficient implementation and operation.

Only a permanently institutionalized NFMS can help ensure that: (i) national monitoring of forests is considered an important government responsibility; (ii) data and information are consistently collected, managed, made permanently available and analysed over time (assessment of changes); (iii) national expertise is accumulated and further developed, which is a precondition for further development and improvement of the system; (iv) the government has a clear contact point when analyses and specific forest information are needed; and (v) the expertise and experience developed is

retained and creates the necessary “institutional memory”. All of these contribute to enhancing the credibility of forest-related reporting at the national level.

Essentially, the institutionalization of a NFMS in a country shall address the following aspects:

- a. Efficiently integrate the NFMS and its activities (what will be done and produced, by whom, when, and with what resources, etc.) into existing national frameworks regarding policies and legislation, and into government structures (organizations) and financing systems (e.g. national budget). This integration will create the legal justification and formal basis for the long-term functioning of the NFMS. It is also a clearly visible expression of full national ownership.
- b. Ensure the provision of funds via sustainable/ appropriate finance mechanisms for the implementation and continuation of the NFMS, with a view to guaranteeing up-to-date information at regular intervals.
- c. Formally assign, through legal instruments, clear mandates for the collection, management and analysis of data, and for the delivery of specific products and services to an organization or network of organizations, such as a government agency, research organization or academic institution. The mandate assigned to such organizations should include a clear purpose as well as short and long-term goals of the NFMS. It may be necessary and reasonable to create a new organizational unit or to create a new section within an existing organizational unit to provide the appropriate infrastructure and means.
- d. Indicate (and, ideally, formally endorse) appropriate coordination mechanisms by which overall management, data collection, management and sharing among units and possibly the public, ministries and other organizations (private and public) will take place.



- e. Take into consideration lessons learned from previous/existing experiences of national institutionalization processes, and possibly relevant cases from outside the country.

These institutionalization activities relate to: *Principle 1: Country ownership and responsibility, Principle 2: Legal and policy basis, Principle 4: National Forest Monitoring should be institutionalized and Principle 11: Feasibility including cost-efficiency.*

## 3.2 Developing national capacity

National ownership and sustainability of the NFMS depend on institutional capacities to meet the forest information needs of users. This calls for continuous strengthening of human capacities in the technical fields of forest monitoring, programme management, administration and operation.

The NFMS should ensure that person(s) responsible for implementation have the appropriate level of education and the necessary knowledge and experience. In order to develop and sustain national capacity to maintain the NFMS, in particular, technical capacity in remote sensing, field measurements, data processing, information management and communication techniques, the NFMS shall:

- a. Identify the existing capacities and assets of staff performing these tasks, and identify gaps and training needs based on the institutional mandate. This should include both scientific-technical and socio-economic capacities.
- b. Prepare a capacity-development strategy building on the identified capacity development needs and gaps. The strategy should adopt a stepwise and continuous learning approach and should involve academic institutions, as appropriate.
- c. Cooperate with academic institutions by supporting the development or adjustment of curricula relevant for the NFMS.
- d. Promote the integration of student exchange programmes and student labs into forest monitoring fieldwork or remote-sensing lab work, among other tasks, and promote the short-term employment of young

professionals through internships and early career positions (see also Section 4.5).

- e. Promote the use of NFMS data sets for research and innovation in all forest-related fields.
- f. Strengthen linkages with other national, regional and global institutes by sharing lessons learned through various mechanisms, such as south-south cooperation (see Section 3.3).

These activities relate to *Principle 5: Research infrastructure and capacity building.*

## 3.3 Developing partnerships and collaboration

Nearly all forested regions can point to successful examples of national-level or sub-national forest assessment. More and more countries are implementing full national forest monitoring systems, providing excellent opportunities for international and regional collaboration and the sharing of experiences regarding planning, implementation, analyses, capacity building, technical expertise and lessons learned – both success stories and failures.

Networks may be actively developed in all fields relevant to forest monitoring.

Based on the above, a NFMS shall:

- a. Promote and establish partnerships in fields relevant to the NFMS. These partnerships may extend to specialized national and international institutions and to international networks and programmes. They should be designed in a manner that ensures clear and agreed responsibilities and accountability among all partners.
- b. Promote agreements between partners with respect to intellectual property when specific activities are addressed that may generate material subject to copyright, patents or other intellectual property jurisdiction, such as publications.
- c. Promote intersectoral coordination within the country. It is likely that sectors such as agriculture, environmental protection, biodiversity conservation, ecotourism development and other social fields will be interested in the results of national forest monitoring. The design of the NFMS is

frequently such that additional variables or target resources can feasibly be integrated. This may lead not only to greater added value at the national level, but also to greater understanding, acceptance (and support) of the monitoring results and the NFMS programme itself. The goal of strategies to nationally embed a NFMS should be to work towards a collaborative working relationship with other national agencies, rather than a competitive one.

Development of partnership and collaboration relates to *Principle 1: Country ownership and responsibility*, *Principle 9: Flexible approach*, *Principle 10: Multi-purpose approach* and *Principle 14: Collaboration at the international level*.

### 3.4 Strengthening research and research institutions in forest monitoring

Planning and successful long-term implementation of an NFMS requires accompanying research in all cases, although to a varying degree. Generic research questions include how to optimize technical design elements of forest inventories, the development of locally specific models to predict biomass or carbon stocks, and the development of optimal remote-sensing analysis approaches.

In addition, the data generated by a NFMS offer manifold opportunities for research beyond the specific field of forest monitoring. There is a clear need to build capacity to identify priorities for

forestry research based on stakeholder needs, with a view to strengthening existing institutions and creating new ones where necessary. NFMS-related activities in the context of strengthening research and research institutions in forest monitoring shall:

- a. Ensure that the flow of information between the NFMS and researchers is reciprocal: research objectives should be clearly defined by the NFMS, but flexible enough to permit the incorporation of new research results and improvements to the NFMS.
- b. Identify scientific research needs to fill existing information gaps, specifying research priorities and providing certain basic facilities to facilitate progress, enabling the researcher to lead the NFMS into new areas of development.
- c. Promote collaboration with different research units, where possible, with the goal of enhancing implementation and fostering the sustainability of the NFMS. In this context, research collaboration with universities can encourage young scientists to become interested or even enthusiastic about forest monitoring. Strengthening research, therefore, has direct links with "capacity development" (see Section 3.2).
- d. Promote networking and collaboration among national, regional and international research institutions and actors to ensure adequate channels for the dissemination of results.

The strengthening of forest monitoring-related research relates to *Principle 5: Research infrastructure and capacity building* and *Principle 9: Flexible approach*.







# Strategic elements

Strategic elements must be considered during preparation and implementation of a national forest monitoring programme. These elements define the course of the NFMS as well as specific issues in terms of "how" and "who" without addressing detailed technical-scientific aspects, which are dealt with under *Operational elements* (see Section 5). This section covers issues relating to the mandate of the NFMS, assessment of information needs, definition of the desired output, participatory approaches, management of information, dissemination of findings and planning for an impact assessment.

Strategic elements should ideally be reviewed periodically to ensure that they still apply to the current (and anticipated future) needs of the NFMS. If an adjustment is required, the NFMS can be modified accordingly. The NFMS should not be perceived as a static system, but should rather confront evolving issues and integrate new components and technological advances wherever sensible and feasible. However, it is important to maintain consistency over time to maintain the capacity to estimate changes and establish time series for relevant variables and topics.

## 4.1 Mandate

The implementation of a NFMS requires a clear political mandate, which can only be issued by a government body. Mandates also usually imply the definition of a vision, goals, targets and available resources, including budget, personnel and infrastructure among others. In some cases, legal regulations are also necessary, for example, to facilitate access to private land to conduct field inventories.

The NFMS mandate shall include:

- a. The scope, goals and targets of the NFMS, which should be specific and measurable – covering both the short and long-term.
- b. A clear designation of responsibilities

and functions for all entities involved in achieving the objectives and targets of the NFMS, with normally a single principal coordinating entity.

- c. If the NFMS is implemented in a decentralized manner, a principal entity can harmonize, coordinate and maintain consistency between decentralized entities.
- d. Explicit commitments to impartiality, freedom from undue influence or potential conflicts of interest that may lead to biased/compromised results.
- e. Specification of the means, including resources (human, financing, infrastructure etc) for implementing the NFMS.

The mandate should provide the justification for a NFMS and relates to *Principle 2: Legal and policy bases* and *Principle 4: Institutionalization of NFM*.

## 4.2 Identification of information needs

The NFMS should be demand-driven in line with a clearly stated and formally mandated mission. Its objective should be to produce the best possible information within the given resource constraints. An information needs assessment process is a key step in identifying which information the NFMS should produce on a regular basis.

Once current and prospective information needs are known, the design of the NFMS can be defined (or revised) by the responsible government entity, while involving relevant stakeholders at each main step of the process. The results of the information needs assessment are used to determine and prioritize the data to be collected.

While this is an essential step, a balance needs to be found between a purely prescriptive, technically driven approach and a fully participatory approach involving all partners

(those with a vested interest in the NFMS) and other stakeholders (potential data users), as well as a balance between required information and available resources/capacities. If technical experts specify information needs without stakeholder participation, the resulting monitoring systems may be technically solid but will likely fail to meet stakeholders' needs. Conversely, information needs assessments with broad and open participation tend to result in extensive and unspecific wish lists of data, the collection of which is not feasible.

Information needs assessments thus need to be managed to ensure that the results are oriented towards the strategic information needs of governments and other stakeholders, while focusing on essential information that can feasibly be covered by the monitoring system. Experience shows that stakeholders in many countries have similar basic information needs related to forests and trees. Accordingly, experiences from similar countries can provide useful inputs to information needs assessments.

For the information needs assessment process, the NFMS shall:

- a. Compile and take into consideration "key topics" derived from strategic goals and targets set by key forest and other natural resource, environment, land-use and development policies of the country, and from forest-related international policy commitments and reporting requirements (e.g. UNFCCC, CBD, FRA, SDGs, C&I processes).
- b. Document how the key topics were selected or rejected.
- c. Identify the "target area of reference". Information needs may refer to the national level, to the sub-national level or to other areas of reference. Stakeholders may mistakenly expect a NFMS to meet all forest management planning information needs for small areas. An information needs assessment is therefore a good opportunity to clarify the respective opportunities and limitations of monitoring small areas and the related technical challenges (as well as discuss estimations for rare events or variables not usually assessed in NFMS).

- d. Identify the "target objects" to which the information needs refer.
- e. Identify concrete forest monitoring-related questions for each of the key topics.
- f. Define the expected format and type of output produced at the end of the analysis, for example, by elaborating tables, graphs and relationships between variables. The more concretely these information needs are formulated, the more easily they can be translated into measurable variables and data collection procedures by inventory planners.
- g. Provide an opportunity for stakeholders representing different levels and sectors, including from indigenous groups/local communities and women's groups, to freely express their information needs and potential concerns in a participatory manner, so that strategic goals and targets can be clearly addressed.
- h. Specify the precision/accuracy requirements (or expectations) in quantitative terms for key expected results.
- i. Prioritize information needs to help address budget and precision constraints during the technical implementation process.
- j. Make a clear distinction between "must-know" and "would be nice to know" information needs, especially where the latter may be of interest for research or address expected upcoming information needs. Clearly state the justification for the specific choices.
- k. Provide a compilation of information needs in a manner that can be easily translated into variables, which can then be operationally observed through an accessible data source. This will form part of the technical design planning of the NFMS (see Section 5).

The information needs assessment identifies the desired output or "*what*" in a NFMS strategy and relates to *Principles 3: Landscape view, Principle 6: Participatory discussion process, Principle 7: Satisfaction of national level of information needs, Principle 8: Integration and consistency with existing information, Principle 9: Flexible approach and Principle 10: Multi-purpose approach.*



## Box 10: Stakeholder identification

The organization leading the NFMS process is responsible for stakeholder identification. However, the list of stakeholders should be validated during the information needs assessment phase.

In this context, a stakeholder analysis implies a review of all possible partners/organizations in the country using forest information, either direct or indirectly.

## 4.3 Stakeholder identification and engagement

The involvement of stakeholders may extend far beyond expectations stated during the information needs assessment. Depending on their interest and expectations, representatives of stakeholders' groups may be invited to or integrated into the strategic or technical planning of the NFMS.

Such integration will promote acceptance of the NFMS as a whole, support decision-making on the various components of the system in line with identified information needs, help avoid misinterpretation of these information needs, and eventually reduce criticism when data retroactively identified as important are not gathered or made available. While the latter is a common situation (many good ideas occur only once results from NFM are presented), it is advisable to reduce this phenomenon to a minimum.

Strong participation and engagement of stakeholders groups is key to the overall success of a NFMS and contributes considerably to creating national ownership. However, in some cases the main constraint on genuine and proactive participation is a lack of political will to support the NFMS process.

To ensure the efficient participation of different stakeholders, a NFMS shall:

- a. Conduct a stakeholder analysis to identify partners and other stakeholders willing to participate in the NFM process, including

different national institutions (especially those involved in forest-related policies and land management), the private sector, academia, civil society, women's and minority groups (including indigenous groups) and communities who depend on forests for their livelihoods. The stakeholder identification and engagement process should be transparent and clarify the intentions of the various stakeholder groups willing to participate in the NFM.

- b. Encourage top decision-makers and planners to incorporate participation in the NFMS process in their plans and programmes. In particular, it is mandatory to involve other sectors (agriculture or urban development) when an information needs assessment identifies a need to inventory lands that fall outside the mandate of the forest administration.
- c. Stimulate the cross-sectoral participation of academia and research institutes.
- d. Reinforce the capacities and knowledge of stakeholders on the benefits and use of a NFMS and the resulting information.
- e. Promote the creation of an institutional working group or technical advisory and consultative committees, which the NFMS should report to annually regarding activities.

Fostering stakeholder participation provides a response to the questions "with whom" and "for whom" in a NFMS strategy and relates to *Principle 1: Country ownership and responsibility, Principle 3: Landscape view, Principle 6: Participatory discussion process, Principle 7: National level information needs, Principle 9: Flexible approach and Principle 14: International collaboration.*

## 4.4 Communication and dissemination

Proactive communication and dissemination is crucial to ensure that potentially interested stakeholders are adequately aware of the existence of the NFMS and its related activities, thereby facilitating access to the results produced and the methodologies applied whenever needed.

To guarantee strong communication and dissemination, a NFMS shall:

- a. Plan for efficient internal communication between the various actors and processes of the NFMS. This is important for the smooth functioning of the process and also supports quality assurance.
- b. Ensure that all who participate in different aspects of the NFMS understand why their contribution to the system is so important.
- c. Develop a strategy to respond to enquiries from external interested parties, including the interested public, NGOs and journalists.
- d. Promote the use of social media and build a website to disseminate, communicate and share documents, publications or data.
- e. Promote networking with other NFMS in neighbouring countries or regions to share experiences.
- f. Secure the services of a communication officer to deal with these enquiries professionally and to issue information bulletins or press releases.

Communication and dissemination is crucial for any NFMS as it promotes *Principle 6: Participatory discussion process* and *Principle 13: Credibility through transparency and quality*.

## 4.5 Integration of young experts

National forest monitoring programmes are complex multi and trans-disciplinary undertakings in which numerous professionals from different academic backgrounds with different technical skills collaborate closely with the assistance of numerous helpers.

Accordingly, NFMS offer excellent vocational training and educational opportunities for students and young experts in the early stages of their careers. They can engage in various functions to further develop their knowledge and expertise not only of national forest monitoring, but also of the forest resources of their country.

The integration of young experts – both female and male – within the planning and organization of a NFMS is closely linked to capacity development and networking. In this regard, a

NFMS shall:

- a. Promote the participation of young experts in the NFMS wherever possible, for example, by involving national undergraduate, graduated and post graduate students in data collection and analysis;
- b. Promote quality internships within education, training and employment schemes through collaboration with research groups and universities;
- c. Promote coaching methods for young experts.

The "Integration of young experts" component contributes to the question "who" in a NFMS strategy and relates mainly to *Principle 5: Research infrastructure and capacity building*.

## 4.6 Data management and archiving

The immediate outcome of a NFMS is data, either collected in the field or obtained using remote-sensing data sources at specified intervals, from which targeted information regarding the current status and changes is derived for decision-making purposes. Provision need to be made for long-term data management to allow analyses to be repeated and time series to be built from inventories at earlier points in time.

It is, therefore, recommended to incorporate comprehensive data management into the design of a NFMS from the outset. Such a data management system is ideally located within the permanent institution responsible for the NFMS, in order to guarantee long-term preservation and availability of data both for standard analyses and upcoming research questions.

Policies on sharing data must also be developed. Special consideration must be given to sensitive data, such as personally identifiable information (PII) and plots that may be located on private grounds. If actual coordinates are known, then data users could possibly query the data for valuable trees or invasive species and visit the plot to harvest the trees or remove the invasive species. Hence, consideration should be given to providing only approximate locations and restricting the dissemination of actual coordinates to the analysts concerned, or to

making publicly accessible only aggregated data.

Accordingly, a good data management system for a NFMS shall take into account the following points, which are common for data management systems:

- a. Have a well-documented data set with associated metadata, a complete and well-defined protocol for data archiving and preservation including storage and backup, and a long-term vision to ensure data storage technologies remain up-to-date and data remains retrievable in the event that operating systems and data storage systems change.
- b. Include a security protocol with a description of technical and procedural protections for information, including confidential information, and details of how permissions, restrictions and embargoes will be enforced.
- c. Define a data policy that describes which data may be shared and how (free and available, available upon request, restricted) including access procedures, embargo periods (if any), technical mechanisms for dissemination and exchange formats. In cases where some parts of a data set cannot be shared, the reasons for this should be specified (e.g. ethical, personal data rules, intellectual property, commercial, privacy-related, security-related). This decision regarding which data sets to make publicly accessible and which to provide more restricted access to is dependent on national legislation, strategies and policies.
- d. Define how and where data will be stored, indicating in particular the type of repository (institutional, standard repository for the discipline, etc.) and the institution(s) responsible for storing and archiving the data. Depending on the general national strategy for storing national statistics, there may be institutions prepared to integrate the NFMS data sets as standard national data sets generated at regular intervals. This would underline the general information character of the data generated by the NFMS.

The data management system is an important component of a NFMS and is linked to various

principles laid out in these guidelines. If opens access to data and results can be granted, it relates to *Principle 12: A well-defined data and information sharing policy*. If integrated with existing available information, it relates to *Principle 8: Integration of and consistency with existing information sources*.

## 4.7 Impact assessment

National forest monitoring systems are dynamic systems that require continuous development in line with new scientific findings on data collection strategies, evolving information needs and new forest-related policies. An important component of this development is the capacity to learn lessons from the NFMS during the implementation process and after its conclusion.

Although not a standard component of NFMS as yet, it is recommended to plan a systematic impact assessment of the process itself. This helps to streamline improvement of the NFMS and to analyse its overall usefulness.

Regarding developing strategies for an impact assessment, a NFMS shall:

- a. Analyse who is using which NFMS results and for what purpose. A logical expectation would be that stakeholders who expressed specific information needs during the planning process could then demonstrate the ends for which they are utilizing the results. The analysis may also reveal gaps and new information needs that can be taken into account during the next data collection phase.
- b. Review whether the stakeholders are satisfied with the data produced to address the original data needs, and analyse with them the inclusion of new variables or eliminate others that are not useful.

The impact assessment relates to *Principle 7: Satisfaction of national information needs*, *Principle 9: Flexible approach*, *Principle 10: Multi-purpose approach* and *Principle 11: Feasibility including cost-efficiency*.





# Operational elements

In order to meet the technical goals of a NFMS, it is necessary to define complex data acquisition and analysis strategies that will eventually lead to the desired products. These operational elements consist principally of the design of measurements and observations, the efficient integration of different data sources and up-to-date methodological analyses.

As in most complex projects, two major guiding criteria need to be considered when planning these operational elements:

1. The approach must be methodologically sound and enable the production of scientifically defensible products with an acceptable level of precision – that are therefore overall credible – in accordance with the defined objectives. This corresponds mainly to *Principle 13: Credibility through transparency and quality*.
2. The approach must be operationally feasible in terms of the available resources: this refers to the time frame, the available financial resources and expertise/human resources, and the expected outcome/results of the NFMS. This corresponds mainly to *Principle 11: Feasibility including cost-efficiency*.

There is of course a trade-off between these two criteria and an efficient compromise will need to be found for each NFMS.

An optimal data acquisition design is sought for each well-identified individual objective (e.g. finding an optimal sample size as a function of the demanded level of precision of estimation). However, real-life forest inventories are frequently determined by the available resources, which are usually fixed. An efficient compromise between these two criteria therefore needs to establish the best allocation of resources to the different methodological components, so as to ensure the defined set of objectives are met, to the extent possible (Box 11).

### Box 11: An optimal solution?

There is no one optimal solution for national forest monitoring systems, but instead various good solutions. The decision in favour of one approach or the other is frequently based on good experiences and successful implementation in other cases.

In this context, the goal is to produce data and information of the highest quality, which means reducing errors and their effects of all kinds. As in any empirical study, errors cannot be entirely avoided. However, every planning step should attempt to minimize errors to the extent possible. This is not only a matter of statistical design (e.g. sample size considerations), but also a matter of training (keeping measurement errors low and ensuring that the inventory protocol is followed), regular and focused controls, and accompanying research that produces, for example, specific biomass models that fit the conditions of the country.

The operational elements of a NFMS mean that all methodological details which refer to data acquisition, analysis and reporting, also include the respective institutional, organizational and logistical aspects.

To avoid confusion and repeated adjustments to the approaches, all methodological details and procedures must be unambiguously defined and documented before data gathering campaigns start.

When planning operational elements, it is also important to take in consideration and build on existing experiences, where feasible.

The treatment of operational elements is subdivided here into sections on preparatory activities, statistical design for field sampling and remote-sensing integration, operational planning to implement this design, and data management, analysis, documentation and reporting.



## 5.1 Preparation

The preparatory steps of the NFMS design focus on the operational and target-oriented definition of terms, the identification of variables to be observed to meet information needs and their subsequent prioritization, the definition of data sources to be accessed to observe these variables including available information, and the assessment of available expertise and other country resources.

This process may also identify potential uncertainties and problems facing implementation, as well as potential solutions. A key element of the preparation phase is the development of a realistic technical design plan that will allow technical and logistical implementation of the data gathering campaign, with a view to fulfilling all (or at least priority) information needs within the allocated budget.

This component relates to *Principle 3: Landscape view*, *Principle 6: Participatory discussion process*, *Principle 8: Integration of and consistency with existing information sources* and *Principle 12: A well-defined data and information sharing policy*.

### 5.1.1 Population of interest and sampling frame

Defining the population of interest refers not only to the numerous and different definitions of "forest", but also to questions such as whether to explicitly include other land uses (e.g. assessment of the complete tree resources of a country would include trees outside the forest), whether all forest types and ownerships should be considered, and whether land-use changes and the monitoring of land use after conversions should be monitored or not.

In this context, a NFMS shall:

- a. Clearly define the population of interest and – wherever possible – provide maps showing which sub-national areas are included and which are excluded. This population will be the subject of the forest monitoring and the subsequent results.
- b. Ensure that the definition of "population" is in line with the identified information needs. This may include considerations of the minimum tree or forest size to be

surveyed. For example, in forest surveys it is usually neither possible nor necessary to record the diameter and height of all tree individuals. However, it is very important to consistently apply a threshold above which all trees should be measured and recorded. Depending on the forests to be surveyed, this threshold may change from strata to strata. For example, lower thresholds may be applied to rather open savannah-type forests with smaller trees and bushes, and higher thresholds to closed rainforests. In defining the thresholds, it is also important to consider the potential effects on estimates of measurements and changes for both trees and forests.

- c. Try to ensure that most of the population is accessible for ground measurement, so as to minimize the risk of non-responses. In other words, aim to ensure that the sampling frame is as close as possible to the population of interest.
- d. Explicitly clarify those areas where ground data acquisition is not possible, meaning that the sampling frame is smaller than the population of interest. This limitation commonly refers to field observations where problems of access may be prohibitive, for example, due to security reasons, whereas remote sensing may often cover the entire national territory.

### 5.1.2 Identification and specification of variables to be recorded

The information needs assessment will produce a ranked list of data requirements that key stakeholders would like to obtain. Usually, this list contains variables that can be observed or estimated (e.g. forest area or tree species), as well as characteristics that need to be broken down into measureable variables or indicators. For example, when data on characteristics such as "forest biodiversity", "forest structure" or "sustainability of forest utilization" are among the products of a NFMS, clear definitions need to be established, as well as an indicator-based model, so as to allow the required indicator variables to be recorded. The translation of information needs into sets of measurable variables is an extremely important preparatory

step that may require collaboration between the stakeholders who expressed these information needs and experts, in order to identify suitable indicators that can feasibly be integrated into a NFMS. This feasibility is also a function of priorities and cost.

To enable the identification and specification of variables, a NFMS shall:

- a. Translate the information needs into measurable variables (including variables for which classes or types can be assigned such as tree species or land-use types).
- b. Clearly and explicitly define all variables, both in terms of their subject matter and in terms of their observation or measurement. For metric variables (e.g. "tree height") measurement device(s) used also need to be defined. If a variable is nominal (e.g. the variable "forest type"), all possible names need to be listed (including the "name": unknown), and if a variable is categorical (e.g. the variable "tree vitality"), all categories shall be defined unambiguously.
- c. Document all defined elements and use them later as the basis for the elaboration of a comprehensive field manual.
- d. For some target variables that cannot be directly measured or observed, include variables such as stem volume, tree biomass or carbon. For these variables, proxy approaches need to be defined, usually via models. The topic of statistical models is dealt with in more detail in Section 5.2.
- e. Determine which data sources are to be used based on the variables to be recorded, where the main sources are commonly sample-based field observations and remote sensing. However, depending on the information needs, interviews with forest owners, forest users, the forest service or ministries may be envisaged and planned for.
- f. Be consistent with national and international standards to foster comparability.
- g. Use consistent methods over time to enable estimation of change. Changes in definitions, with respect to repeated data collections, shall only be done for very good reasons and without compromising the comparability of methods or the possibility to reliably estimate changes of the priority target variables.

Avoiding changes thus requires care in completing definitions.

### 5.1.3 Review of existing data and information

As with planning for any complex project, readily available existing information should be taken into consideration as long as its origin is transparently documented and it meets the expected quality standards.

"Existing information" refers here to all types of information useful or required for forest monitoring, and may include technical information sources (e.g. forest inventory data and results at national, sub-national or local level; existing models for the prediction of non-measurable variables such as volume, biomass and carbon; topographic and thematic maps; remote-sensing data, etc.). Information on road infrastructure is also relevant, especially regarding seasonal accessibility.

However, "existing information" also refers to the availability of information about contact persons in provincial or local forest offices, who may be able to provide information about risks of access in certain regions and also facilitate fieldwork planning. In addition, they may possess information about potential local helpers in different regions of the inventory area and inventory staff who undertook different tasks in prior inventory studies.

Of course, existing information is only helpful when it is up-to-date and can be verified for quality.

When compiling existing information to support the NMFS, the following points shall be considered:

- a. Identify which of the expressed information needs can be addressed by using existing information;
- b. Take into consideration national and international sources that may provide pieces of existing information, including maps and local forest inventories;
- c. Identify and prioritize information gaps, such as missing, incomplete, out-of-date or imprecise variables, and evaluate whether or not it is worth collecting additional data to fill the information gaps;



## Box 12: Uncertainty

Uncertainty is an important concept in empirical studies, including forest monitoring.

It is a good practice to accompany all estimates with a precision statement to give the reader a sense of the reliability of the estimates, for example, "the carbon stocks per hectare are an estimated 150 Mg/ha with a 95% confidence interval of  $\pm 5\%$ ".

A "high" level of uncertainty will compromise the credibility of the presented results. The aim is therefore to attain sufficiently high levels of certainty.

Target precision levels are commonly defined along general precision levels such as 5% or 10%, and are based largely on experiences and traditions.

- d. Provide useful information to better plan the process of data collection (e.g. rainy seasons, land accessibility, social conflicts, conflicting activities, course to plot, etc.).

### 5.1.4 Uncertainty levels for the expected products

A further outcome of the information needs assessment is the possibility to more specifically define the desired level of precision for the estimators from sample-derived results or the accuracy of remote-sensing-based classifications. It is important to take these expectations into account, as they may have an influence on the design, for example, of sample-based field inventories (sample size and plot design) or remote-sensing analyses (classification and accuracy assessment).

Often, however, it is extremely difficult to define "suitable", "acceptable" or "practicable" precision levels for sample-based estimates and accuracy levels for remote-sensing classification products. This is the result of a variety of factors. First, the threshold for "minimum precision requirements" for the estimators to be analysed on a national-level forest inventories has not been scientifically studied and has therefore not been defined. There are no general recommendations outlining the required precision of estimates (e.g. of forest area, biomass stocks or intensity of illegal logging) to best serve the needs of policy decision-makers or stakeholders.

The common approach is then to work with general orders of magnitude such as 5% or 10%. Furthermore, stakeholders may not understand the concept and specific meaning of "statistical precision of estimation". It then becomes difficult to make informed statements about precision requirements. In this context, the level of desirable uncertainty (Box 12) associated with precision is often set *a priori*.

Minimum precision requirements are usually formulated for only a limited set of priority target variables. These variables must be identified and justified. Optimization of the sampling and plot design and the use of remote sensing data is often guided by precision considerations on one or two variables, for example, "basal area" (or related variables such as volume stocks or biomass stocks) and "forest area", both of which are typically among the core variables in forest monitoring.

Box 13 describes the basic relationship between statistical precision and sample size for sampling studies such as field inventories, where "sample size" may be taken as a direct proxy for "cost". Some studies set recommendations regarding minimum *sampling intensity* to achieve precision goals (e.g. "the fixed area sample shall cover at least 5% of the forest area"). Such approaches are not generally recommended, as there is no clear relationship between precision and sampling intensity when using sample plots in systems such as a forest inventory. Instead, it is recommended to focus on sample size (taking plot size into consideration). In fact, one of the great challenges of national forest monitoring is to explain to non-experts that high statistical precision may be achieved even when sampling intensity is low. A sample size of  $n=5000$ , for example, may allow estimates of forest area and growing stock at the national level with confidence intervals of  $\pm 1\%$  or less, although the sampling intensity may be in the order of just 0.001%. Experience also shows that having to measure only a limited number of trees improves fieldwork motivation, which also helps to keep measurement error at a low level.

Care also needs to be taken with respect to the precision on the estimates on forest changes

### Box 13: Precision

In statistical sampling, the primary factor driving precision is the within-population variability. One way to compensate it, is increasing sample size.

Increasing precision will have repercussions on the resources required. For example, in simple random sampling and other sampling designs, an improvement in precision by a factor of  $f$  (e.g.  $f=2$  for a reduction of 10% to 5%) requires an  $f^2$  fold sample size (in this example, four-fold) and, therefore, approximately  $f^2$  times as many resources.

parameters. Overall, these changes might be small, but may be large relative to the estimation method. For example, if the tree diameter increment of a single tree over a five-year long period is 20 mm, and the estimation of the diameter itself (considering where on the tree it is measured, at which part of the tree, etc.) is not sufficiently precise, this may affect the final value when the confidence interval is reported. In addition, whereas sampling intensity may provide precise estimates for land use for one point in time, the same sampling intensity may not be able to estimate land-use change within acceptable levels, depending on the size, types and distribution of the land-use changes that occur in a country.

When specifying the target precision of estimations, the following points shall be taken into account:

- a. Precision also involves error sources, which differ from sampling-related errors, and should also be taken into account.
- b. The NFMS should have a direct correspondence with the information needs assessment.
- c. The priority variables and their precision requirements should be clearly defined.
- d. NFMS preparation must integrate the relationship between costs and precision and make sure that this is clearly understood by stakeholders who express precision requirements and those who design the inventory, so as to avoid unrealistic expectations.
- e. The NFMS should integrate "precision of estimations" into training and capacity building of technical staff as a key topic, as well as into communications with stakeholders and parties interested in the results.

### 5.1.5 Assessment and optimization of available expertise and human resources development

Implementation of a NFMS will require the identification and services of experts from various disciplines and expertise, including – but not necessarily limited to – project managers, inventory statisticians, statistical modellers, botanists, taxonomists, dendrologists, biometricians, and specialists in remote sensing, GIS, socio-economics, and data and information systems management. These specialists need to be assigned to teams that adequately address the necessary monitoring tasks. Not all required expertise may be readily available within government institutions. Accordingly, expertise and support may be sought through cooperation or requests for external collaboration and partnership.

Knowledge exchange and collaboration between countries are an efficient means to enhance in-country capacities in specific technical fields. Creating networks of technical experts who transfer their knowledge and share their experiences can prove beneficial to monitoring the progress of available national and regional capacities. However, as mentioned above, these short-term training measures should be accompanied by a long-term capacity development strategy that targets national students and assists them to specialize in disciplines relevant to forest monitoring.

In order to assess the available expertise in the country, the NFMS shall:

- a. Identify the expertise needed for the NFMS and the current available expertise. This could be achieved- for example, by issuing public announcements of positions in the NFMS and consulting with national forest monitoring experts through their networks.
- b. Develop networks of expertise across agencies, academia, NGOs and industry to share technology and innovation. Networks should be developed within the country and with other countries, including through south-south cooperation.
- c. Implement short-term-training measures to rapidly fill capacity gaps, while also establishing a long-term strategy for national capacity development by providing support to students.

## 5.2 Statistical design

Planning, definition and implementation of the scientific design can commence once the preparatory work and assessments are complete (the identified information needs, the set of variables to be observed derived from the expected products, and the available resources in terms of prior information, expertise and budget, which will define the framework within which detailed planning of the statistical design will take place).

Three major criteria guide the planning of the statistical design: (i) meeting the information and precision goals, (ii) staying within the allocated/available resources, and (iii) adhering to methodological and scientific soundness.

The last criterion constitutes the foundation of credibility and ensures that the NFMS results are defensible. This is important because NFMS results may come as an unexpected or unwelcome surprise to many observers. Methodological and scientific soundness is the only means to obtain objective, "reliable estimate" information on forests, and to defend the results. Methodological flaws and inconsistencies and even just lack of transparency or completeness in documenting the methods applied may put the credibility of the NFMS at risk. Therefore, defining a sound statistical inventory design that follows scientific principles and complies with state-of-the-art research is one of the most relevant – and most demanding – tasks in NFMS planning.

Definition of the statistical design is a complex process that consists of various components. In forest inventories, for example, the two most prominent data sources are sample-based field observations and remotely-sensed imagery. There are numerous options for their integration and combination. In the case of forest inventories, however, some series of variables may not be directly observable, either in the field or through the use of remote-sensing data, and models and/or auxiliary data will be needed to help "convert" directly observed variables into variables of interest. These models may be available from prior studies or will need to be developed as a part

of the accompanying research for the forest monitoring system.

In planning for statistical design, the following principles need to be considered: *Principle 5: Research infrastructure and capacity building*, *Principle 9: Flexibility approach*, *Principle 11: Feasibility including cost-efficiency*, *Principle 13: Credibility through transparency and quality*, and *Principle 14: International collaboration*.

### 5.2.1 Integration of field and remote-sensing data

Sample-based field observations and remotely sensed data are commonly the most important data sources in forest monitoring. Both data sources have their specific characteristics in terms of the variables that can be directly observed, their "availability and accessibility", their cost and the expertise required, as well as their analysis and reporting options.

Field observations are the core of any forest assessment and relatively large sets of variables are recorded during national forest assessments, generating results on biomass, species composition, diameter distribution and regeneration, illegal logging and socio-economics – although remote sensing approaches are making rapid advances.

Remote sensing is useful during the sampling design phase (including pre-stratification and optimization of sampling and plot design) and in the estimation phase. It plays an indispensable role when spatially explicit analyses and reporting (maps) are required or when retrospective analyses are at stake (as is the case for assessment of historical deforestation trends in REDD programmes). Remote sensing may provide spatially continuous data on auxiliary variables (e.g. vegetation cover, NDVI). These auxiliary variables may contribute to improving the estimation of core variables (through techniques such as post-stratification or double sampling).

Figure 3 illustrates the major processing steps of data from both field and remote-sensing sources and their typical integration into NFMS.



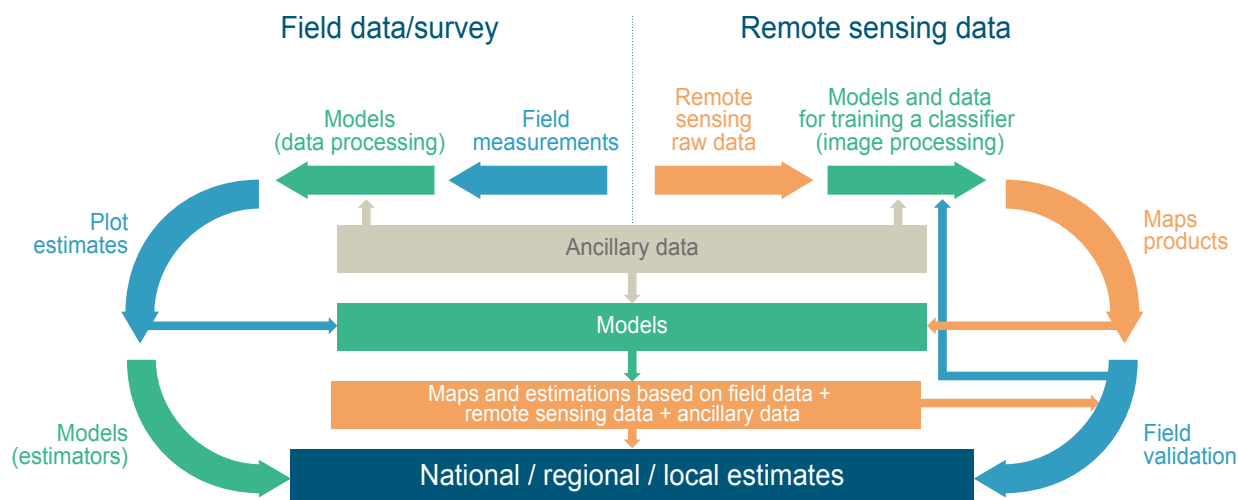


Figure 3: Major processing steps for data from field and remote-sensing sources and their typical integration into NFM

The integration of field observations and remote sensing shall include the following points:

- Both field sampling and remote sensing should be strictly objective-driven. They should contribute to meeting the information needs and/or satisfying broader research goals.
- Ideally, the same definitions should be used for variables drawn from field and remote-sensing observations. This requires attention, as it can prove challenging to apply exactly the same definition to both data sources for definitions such as "forest".
- Statistical rigour and methodological strictness shall guide data acquisition from all data sources. A clear protocol therefore needs to be developed for both types of data acquisition and analysis.
- When planning field data collection it is important to remember that field observations may be useful for the validation of remote-sensing image analysis.
- To the extent possible, include geographical coordinates of the collected information, such as plot centres (or corners) and tree centres.
- The semantic interoperability between descriptors (definitions and terminology) used to specify the ground and remote-sensing measurements should be well defined and understood, in order to avoid confusion

over terminology and to guarantee that data can be jointly analysed in a straightforward manner.

Products based on remote-sensing data should always be calibrated and validated with field referenced data. This improves map accuracy and allows the production of continuous maps of target variables, for example, forest biomass maps.

### 5.2.2 Sampling design

Statistical sampling in the context of forest assessment refers to the strategy for selecting sample points within the target area, in accordance with the considerations in Section 5.1.1 (e.g. country area or the forest area of the country), and the manner in which the sample observations are carried out around these sample points along a defined approach. This is called the "plot design" (see Section 5.2.3).

Sampling design is the strategy by which these samples are selected. This refers mainly to the selection of spatial positions of sample plots. In the context of national forest monitoring it also refers to the temporal positions. National forest inventories cover large areas and frequently have a relatively large sample size. As such, it may take several years to complete the sampling before analysis can begin. An unambiguous reference point in time needs then to be defined. However, in many cases, results – even if only intermediate results – are demanded much earlier. One solution

### Box 14: Periodic or panel approach

It is an important decision regarding sampling design whether every  $x$  years a complete inventory shall be carried out (periodic approach) or whether a so-called panel system is implemented where every year a set (panel) of samples is worked on (panel approach).

is to organize the sampling over several campaigns carried out annually or biannually, with each covering a certain percentage of the total sample (Box 14). This is called a panel-based approach because sample panels are observed every year. For example, if the inventory cycle is planned for 10 years, then one-tenth of the systematic grid may be observed every year. This would result in a fairly coarse grid, but after the first year an up-to-date estimate may be produced, albeit at relatively low precision.

Sampling is relevant in at least two important statistical contexts in forest monitoring.

First, field observations are sample-based and serve to produce estimates for a number of forest inventory core variables. Because field observations are commonly a very time consuming and costly component of a forest inventory, it pays to put sufficient efforts into

optimizing the sampling design, such that the defined precision goals can be reached with the least effort and cost. Second, samples of field observations are required in accuracy assessments of remote-sensing map products. In both cases, a methodologically sound analysis and interpretation of the results is possible only if the sampling studies rigorously follow the rules of statistical sampling.

This is probably the most relevant criterion in choosing a sampling design: that a methodologically sound analysis must be possible. This means that an estimator framework must be available (either through formulae or simulated estimates) that allows for statistically sound estimation. It is not a good idea to select the sampling positions in a non-statistical manner (i.e. arbitrarily or subjectively) because this excludes the possibility of performing methodologically sound estimations and may compromise the credibility of the NFMS altogether.

Almost all national forest inventories employ so-called design-based sampling, where the unbiased estimation depends exclusively on the statistically sound selection of the sample points – and not on population characteristics. A straightforward and methodologically correct selection procedure for the sample points is therefore imperative.

### Box 15: Simple random and systematic sampling design

There are essentially two basic sampling strategies that are used as elements in all sampling designs: simple random sampling and systematic sampling.

Simple random sampling can be analysed in a straightforward manner and unbiased estimators are available for all statistics. It is frequently used in classrooms, because it is highly instructive and often required for inferential statistics (e.g. tests).

However, simple random sampling is highly inefficient for the practical application of forest inventories, which instead frequently make use of systematic sampling as a basic sampling strategy. There are many approaches to systematic sampling; in one of the most commonly used square grids are placed over the area of interest and predefined points that fall into the population of interest (e.g. forest land) are taken as sample points.

An issue in statistical estimation with systematic sampling is that there is very limited randomization. When using a regular square grid, for example, there is only one randomization stage to define the location and orientation of the grid. Consequently, there is no statistically unbiased estimator for error variance (and therefore precision), while there are unbiased estimators for the mean.

However, simple theoretical considerations and numerous simulation studies have shown that, when applied to forest inventory, systematic sampling is always more precise – in many cases much more precise – than simple random sampling with the same number of observation points. This has to do – in general terms – with the fact that a systematic sample evenly covers the whole population, capturing variability; and that there is always a defined distance between neighbouring sampling points, keeping autocorrelation between observations low.

Therefore, it is commonly accepted that precision estimates in systematic sampling are approximations only. In many cases, the variance estimators of simple random sampling are applied to systematic sampling, and it is understood that this will result in conservative estimates. This means that the true – but always unknown – error variance is lower (often much lower) than the estimation yielded by application of the simple random sampling estimator.

In statistical sampling, the strategy employed to select sample points is randomization. Other general and not well-defined concepts such as "objectivity", "fairness" or "representativeness" of selected sample locations are not acceptable.

Box 15 describes two common basic sampling designs for forest inventory: simple random sampling and systematic sampling. In practice, however, systematic sampling is commonly applied and often combined with sampling design options such as stratification, plot design options such as cluster plots or estimation design options such as the integration of auxiliary variables.

Once a sample position has been selected, for example, with grid coordinates in a defined system, this position is fixed and must not be modified. The sometimes-practised approach of plot-shifting, when a sample point position does not appear to be suitable, is by no means permitted. This also holds true for plots where no observations can be made (non-response). These non-response plots should not be replaced by new plots that have not been initially selected. Even if a sample point falls into an entirely open area within the forest, without trees, this point must be taken as sample point and recorded. Essentially, the open area around this particular sample point forms part of the defined population, as with any other tree-covered sample position. However, non-responses may occur (Box 16).

A key issue when defining the sampling design is to establish the appropriate sample size, that is, the number of sample points needed in a field to establish observation units (sample plots). Sample size is one of the main factors influencing precision of estimation: assuming all other

conditions remain constant, a large sample size results in higher precision, but also in higher cost. The relationship between precision (in terms of simple standard error or width of the confidence interval) and cost is important: in simple random sampling (and similarly for other sampling designs) improving precision by factor  $f$  requires an increase in the sample size of factor  $f^2$ . For example, decreasing the precision of estimation from a 95% confidence interval of 20% to a 95% confidence interval of 5% ( $f=4$ ), would require a 16-fold ( $f^2$ ) sample size. This example shows that decisions regarding sample size and desired precision levels must always take cost considerations into account.

When determining sample size as a function of desired precision, it is important to focus on the most relevant variable. Basal area is frequently taken as the variable for sample size optimization, because it has shown to be well correlated with other important forest inventory variables and is relatively easily measured.

Sampling also has certain limitations. One such restriction concerns the estimation of rare events ("rare" meaning low frequency over either space or time). It is impossible to produce very precise estimations for rare elements from a national-level forest inventory sampling study, because the sample size would increase prohibitively. This means that if rare events (i.e. rare or endemic species in biodiversity studies or localized deforestation) are among the priority target objects identified in the information needs assessment, it will be necessary to devise additional studies specifically for their estimation, possibly in a research-oriented context, integrated with detailed remote-sensing studies.

## Box 16: The non-response

Once selected, sample points need to be located in the field to establish sample plots for observation.

However, in some cases pre-selected sample points cannot be reached for security or safety reasons, or because the forest owner refuses to not grant access.

In these cases, observations will not be possible and these sample points are recorded as "non-responses". Non-response is a common feature in inventories. The term is drawn from interviews/surveys where certain interviewees refuse to answer questions.

Non-responses become a challenge when the percentage rises above a few percent. Sampling statistics offer some methodological approaches to deal with non-responses. However, nothing can replace a direct observation and it is important to keep the percentage of nonresponses as low as possible.



NFMS planning shall take into account the following points when considering sampling design:

- a. Statistically defensible and well-documented approaches should be used that have generally accepted estimation procedures.
- b. Refrain from inventing new selection mechanisms for which statistically sound estimation procedures are not available.
- c. Desirable properties of the sampling design include the precision of the estimates, cost-effectiveness, simplicity both in terms of understanding and implementation, and adaptability for monitoring over time. Common adaptations include technological and methodological improvements and adjustments for changes in policies and emerging information needs.
- d. Remote sensing may be used as a powerful tool to increase efficiency (e.g. stratification, double sampling, model based inference).
- e. Devise and document clear instructions for field teams on how to locate the selected sample points. This also includes unambiguous definition of the spatial reference system in which the coordinates are given.
- f. Give clear indications on how to deal with non-response cases when the pre-selected sample locations cannot be reached.
- g. Consider building upon existing experiences of forest inventory sampling studies. Lessons learned from past efforts and implementation experiences are very helpful, in particular when these efforts are well documented. If possible, the inventory planners should try to contact those responsible for planning the design of these earlier inventories. Usually such experiences are highly instructive.
- h. Keep in mind the permanent character of the sample. Sample plots should be revisited during the next inventory cycle to allow for precise change estimates. Sampling designs that restrict the future utility of the sample must be carefully thought through. For example, although stratification is a generally powerful and useful variance reduction tool, it is important to select stratification criteria that are stable over time. Otherwise, estimating changes will pose a challenge after 10 years or so, once the strata change. At the same time, it is important to consider all key variables when planning stratification, as stratification that may improve estimation of one key variable may prove ineffective



for another. Computation of the sample size for key variables should be based on precision requirements or the available budget. This is often an iterative process with precision requirements or budgets adjusted according to the information needs, national circumstances, and the technical, financial and human capacities.

- i. Sampling design considerations are strongly linked to considerations of plot design in terms of precision and cost-effectiveness.

## 5.2.3 Plot design

While the sampling design determines how to select sample points, the "plot design" describes the activities to be undertaken at the sample point. It indicates how to include sample trees and other sample objects, and how to perform measurements and observations of the variables.

As with sampling design, there are many different plot design options. For a more comprehensive and detailed treatment of this subject, the reader is referred to forest inventory textbooks and the scientific literature. This guide presents and discusses only some basic points and criteria. In national forest inventories, it often takes considerable time and effort to reach the sample points. The goal is therefore to make optimal use of the presence of the field team at a particular sample point. This frequently leads to very complex plot designs that combine a number of basic elements such as nested fixed-area plots, relascope plots and linear observational units and others, with the aim of recording around 100 or more variables.

Sometimes individual plots or nested sub-plots are located only around the selected sample point. More often, however, a cluster of sub-plots is installed in a defined geometric pattern around the same point, especially in large area

forest inventories. Common approaches include square clusters with four or eight equidistant sub-plots, cross-shaped clusters with four or five sub-plots, or L-shaped clusters (also called "half-squares") with an uneven number of subplots. This subdivision of the sample plot into several spatially disjoint sub-plots enables a higher degree of independent information to be collected per sub-plot. This will increase the overall level of precision compared to approaches with sub-plots joined together or located at very short distances. Numerous factors determine a cluster plot design, with research into ways to optimize the design playing an important role during the planning stage. Data from prior inventories where cluster plots were used may offer excellent opportunities to simulate different cluster designs and to learn about spatial autocorrelation in the forests to be inventoried. However, this option requires well-documented data sets.

Plot design options that can be combined at the same sample location, forming a set of sub-plots, include nested fixed-area plots in circular, rectangular or square shapes for trees of different dimensions (e.g. small regeneration, established regeneration, small trees, large trees); relascope plots for the estimation of basal areas; and large plots for the assessment of terrain conditions, habitats and indicators of biodiversity, transects for down woody material, and possibly also soil cores (see Box 17).

All sample plots used in forest inventory exhibit some form of spatial extension, except when simple points are used as a sampling unit. In this regard, all sample observations must relate to the horizontal plane and the population of interest. This means that if sample plots are located on sloped terrain (and many forest areas are indeed situated in hilly and mountainous areas), they need to be duly corrected for slopes. Sample plots (real or virtual) whose area

### Box 17: Designing sampling and experimental plots

The overall guiding statistical principle when designing observation plots is to capture the maximum possible variability per plot. Conversely, when establishing experimental plots the goal is to make the plots as homogeneous as possible in order to reduce confusing results.

With observational studies such as inventories, however, maximum variability per plot results in higher overall precision of estimation. From a purely statistical point of view – and given the omnipresent autocorrelation structure of forests – the aim is therefore to design inventory plots that are spatially "extended" rather than compact.

exceeds the population boundary will also need to be corrected. Ignoring these corrections will lead to errors that cannot be corrected later and will impair analysis and estimation.

Another important issue in defining plot designs for field sampling is the potential use of field plots as inputs in remote-sensing analyses. There is no clear and generally valid recommendation for the optimum design of field samples to allow combination with remote sensing, if such joint analysis is foreseen. Remote-sensing-derived observations may be used as auxiliary variables to improve forest inventory estimations. Remote-sensing analysis may also be used to produce regionalized maps of important forest inventory variables as well as for small-area estimation. In both cases, field and remote-sensing observations need to be co-registered, so that they can be jointly analysed. In such cases, it is crucial to determine the exact field position of the plot.

For the joint analysis of field and remotely-sensed data, fixed-area plots with a defined reference area on the ground are more suitable than plots with variable or virtual plot areas or line samples. As of yet, there is no clear evidence that sample plot shapes and sizes that directly mimic the instantaneous field of view of satellite sensors – that is, multiples of square pixel sizes – are superior in that regard to rectangular or circular plots. For example, laying out square fixed-area field plots of 30 m, 60 m or 90 m side length (that correspond to multiples of Landsat pixel sizes) in the forest is extremely tedious, and it is doubtful whether correspondence with the satellite sensor's pixel size justifies these additional efforts. Instead, it is recommended to guide field plot design along statistical criteria and criteria for operational feasibility in the field.

As with the definition of sampling design, planners should take care to ensure that sound estimation options exist for all selected plot design options. It is relatively quick and easy to devise a plot design that describes how to include specific trees and take certain measurements; it is another story to develop unbiased estimators for such plot designs. In particular, when sampling rare events, it is necessary to develop adaptive plot designs. Adaptive strategies require very clear, pre-defined rules – and they should only be used

if estimators are available.

When defining the plot design, the following points shall be taken into account:

- a. Employ plot design elements that allow all variables identified from the information needs assessment to be observed.
- b. Various different plot design options can be combined to establish nested sub-plots.
- c. Use only plot designs for which straightforward statistical analyses are possible and refrain from inventing new data collection approaches without developing suitable estimators.
- d. Duly apply slope and boundary corrections.
- e. Measurements per plot shall be operationally feasible in terms of time and equipment.
- f. Field sample plots for national forest inventories are commonly established as permanent plots to be revisited after a set time period (e.g. 5 or 10 years). The planned plot design and measurement procedures should take this into account by, for example, recording accurate coordinates in a well-specified spatial reference system and landmarks.
- g. Determine the optimal size of field teams and working time for performing measurements and observations per plot.
- h. If possible, organize field plot size and workload to enable the field team to undertake the work in a single day, including travel time. If difficulties of access hinder this approach, the field teams may have to remain in the field, which will result in additional logistical and cost challenges.
- i. Ensure that all stages of plot establishment, including measurements, can be documented transparently in the field guide.

#### 5.2.4 Estimation design

In the context of sampling design and plot design, it is vital to select techniques that allow for straightforward statistical estimation. Such "estimation design" includes identifying and defining analysis algorithms and the estimators (formulae or simulated estimators) to be applied once the data are collected and quality checked. It is recommended to develop all details of the statistical estimation process early in the planning phase. This will help to prevent the use of sampling or plot design elements for which



## Box 18: Estimation as a core element

It has been observed that significant effort is often devoted to specifying how many and which data should be collected (i.e. defining the sampling and plot design), while less effort is spent on planning data analysis during the early stages of the process (i.e. estimation design). It is therefore strongly recommended to consider estimation as a core element of the NFMS from the outset.

statistical estimation is unclear or impossible. It will also help to identify potential gaps in the variable list. Due care and consideration at this stage will facilitate the implementation of data analyses and estimation once all data are present. A well-prepared, transparent and consistent estimation approach is a prerequisite for the credibility of the whole NFMS process (Box 18).

This step necessitates a very good command of sampling statistics in forest assessment and requires the services of experienced forest survey statisticians.

The following points shall be considered when defining the estimation design during the planning phase:

- a. Ensure that all analysis stages and corresponding estimators are consistent with the definitions of sampling and plot design.
- b. Prepare all analyses required to produce the expected outcomes according to the information needs assessment.
- c. Thoroughly discuss the approach with the team of analysts and document it step by step, including the software implementation used. This step-by-step analysis may then be used as the starting point and basis for the description of results and methods in the reporting stage (see Section 5.4.5).
- d. Consider the use of estimators that integrate easily with maps or remotely sensed data, so as to improve precision and provide spatially explicit information.

### 5.2.5 Model selection

Many variables of interest cannot be measured directly and, instead, must be modelled from others that can be observed more easily. Models therefore form an integral part of any NFMS. A typical example is individual tree biomass from



which stand and forest biomass are estimated. As Individual tree biomass cannot be measured unless the tree is cut and weighed, models must be used. While the models will never yield the true biomass of a particular tree, they provide the best possible approximation in the inventory context.

The most frequently used models predict volume from diameter at breast height (*dbh*) alone or from *dbh* and *total height* and possibly further variables (e.g. diameters at upper sections on the stem); and allometric biomass (and carbon) models that predict individual tree biomass (or carbon) from predictor variables such as *dbh*, *total height* and wood-specific gravity. In addition to these models, the most common for biomass estimation are based on biomass conversion and expansion factors that – depending on the definition – convert and expand, if necessary, the (above-ground) tree volume, itself estimated using a model from measured values, to the total (or above-ground) tree biomass. When using these models, care should be taken to exactly match the available proxy variables, the conversion and expansion factors (depending on whether these are available separately or as combined values), and the biomass that needs to be estimated.

Volume, biomass and carbon variables are of high interest in national forest monitoring. Accordingly, a large number of models exist to predict these variables (both tree and area-based). In the some cases, biomass models based on measurements from the inventory region may be available, which are designed specifically for the major tree species present. In many cases, however, models are absent for most species, particular in highly diverse tropical biomes. A number of general multi-species models have been developed for such situations. However, when using general global models or models from other regions, it is important to be aware that considerable uncertainties may be introduced.

Judging whether a model at hand is suitable and applicable to a particular situation is a methodologically challenging task: a quality assessment must be carried out for all models used in an inventory. Here, "quality" refers less to how well the particular model fits the sample data upon which it was built, and more to how well the model matches the specific population of interest.

When selecting suitable models, one shall consider the following:

- a. Find out whether locally specific models had been developed. This information is frequently found in the grey literature.
- b. If local models are not available, there are two options: (i) make use of global models, which may introduce considerable uncertainty, or (ii) develop specific models – a generic research task that can be quite laborious.
- c. If possible, quality-check models for their suitability before applying them to a specific project.

### 5.2.6 Errors in forest inventories and quality assurance

Forest inventories are complex; they involve numerous methodological steps and experts and staff from different fields of expertise. Such a system is prone to errors and uncertainties. Box 19 briefly explains the meaning of "error" in the given context.

There are various sources of residual variability within forest inventory systems and a number of ways to incur real errors (as distinct from "real errors").

There are four major sources of errors in residual variability. These are described below along with actions to minimize error levels:

#### Measurement/observation error

- Measurement errors occur when measuring or observing a variable. Typical examples of measurement errors in forest inventory include repeated measurements of *dbh* by different staff leading to deviations in measurements or misidentification of tree species. When measurement errors should be explicitly taken into account, repeated measurements of the same objects need to be taken. If this is integrated into the standard inventory procedure, it needs to be clearly described in the field manual.
- The goal is to keep measurement errors low. This is achieved through good preparation by field teams, the use of well-calibrated measurement devices (to measure metric variables), complete lists of classes (for categorical variables) and identification



## Box 19: Errors

In empirical statistical studies, the term "error" describes the residual variability, not mistakes or failures.

In this sense, errors are omnipresent and cannot be entirely avoided.

The goal of NFMS survey planners is to identify the sources of errors, to address them where possible, and to reduce them to the extent possible and economically feasible.

"Real errors" also occur in forest inventory studies, for example, as a result of incorrect usage of measurement devices or mistakes in transcribing down observations. There have even been cases where inventory teams faked the field forms instead of visiting the sample locations in the forest.

Causes of such "real errors" need to be addressed very seriously. This is principally an issue of training and ensuring that all staff are treated with due respect and understand that each of them has an important function to perform.

keys (e.g. for nominal variables such as tree species). Another equally important factor in maintaining high-quality standards – and one that is frequently ignored or underestimated – is the need to show appreciation for the hard work of field teams and keep them actively motivated.

- For the purpose of subsequent analyses and estimation, measurements are commonly taken as true, unless a specific assessment of measurement errors is integrated into the NFMS.

### Model error

- Whenever models are used in forest inventories, they affect the residual variability. This stems from the fact that predictions from models do not reflect the true value of the observed tree, but rather a conditional mean value from a set of sampled trees.
- For example, when applying allometric biomass models, model errors in terms of the distribution of deviations between predicted and true values cannot be quantified in a forest inventory without time-consuming additional measurements.
- Model errors originating from the use of remote sensing also compound field data-associated model errors, and should be considered when reporting uncertainty.
- As mentioned in Box 15, errors associated

with non-response exist in many NFIs, and are particularly important when the lack of response is not random. Imputation techniques to assign values from other measurements exist and may be applied, but need to be considered carefully, as they might artificially inflate precision in the final estimates.

- The values taken from models are frequently assumed to be true. However, when model errors are known, they should be taken into account in analyses and estimation.

### Standard error

- Standard error is the residual variability caused by the use of a set of sample observations to calculate estimations, rather than observing everything, which would enable calculation of the true value (in the absence of other measurement errors). The estimations vary as a function of the sample elements selected in a particular sample. The standard error is a function of the sample size, plot design and the variability present in the population. As plot design and sampling design are defined to ensure the availability of statistical estimators, standard error can be estimated in a straightforward manner. This procedure is commonly included in all types of forest inventory. The standard error for all-important variables is in these cases calculated and reported together with the estimates (e.g. mean values).

### Non-response error

- The presence of missing (or non-response) data is particularly likely in complex or multi-source inventories. Errors associated with missing data can contribute greatly to biases in predictions if these unavailable data are systematically distributed over a certain gradient. The uncertainty related to missing data is unquantifiable. However, it can be minimized through either further data cleansing, re-weighting of the data, or otherwise imputing values to those missing data from regression techniques linking the existing data to auxiliary information from the same inventory data or external sources, such as remote-sensing products (see Box 16).

When reporting only standard errors, it is implicitly assumed that no other error source has been quantified. However, because measurement

and model errors also exist, it can be safely assumed that the standard error is the lower bound of the total error.

Some simulation studies point to the fact that the standard error of estimation is – at least for core variables such as growing stock or basal area – by far the largest component in the residual variability. In other cases, measurement errors may be higher.

There are many possible causes of “true errors” (= failures), the most relevant of which are listed here:

- Poor design of field forms including missing or unclear explanations and instructions, and inappropriate structure and presentation of questions and tables, can cause errors.
- Poor field protocols can lead to illogical data or may not provide guidance on how to collect information associated with uncommon field conditions.
- Data entry errors may occur where required information is not entered or is transcribed incorrectly from paper forms into the computer. Modern field data loggers offer comfortable options to verify the input data entered directly in the field. To enable this, the range of realistic values needs to be identified for each variable; values outside that range are not permitted or need to be explicitly confirmed by the user. Outlier detection techniques constitute an independent core of statistical approaches used in the detection of many of these errors.
- Errors may be caused by misreading measurement devices.

These true errors can only be tackled by proper data collection protocols, good training, efficient supervision and good motivation of field teams (which includes fair payment and fair treatment of both men and women), as well as continual contact and communication both with and among field teams to enable the exchange of experiences.

It is recommended to start data processing (calculation) as soon as the first data are available, as these may reveal unexpected errors.

While errors cannot be eliminated altogether, the goal of NFMS assessment planners is to reduce them to the extent possible, both in economic and logistical terms, in this context a NFMS shall:

- a. Start data processing (calculation) as soon as the first data are available, as these may reveal unexpected errors.
- b. Include quality assurance/quality control (QA/QC) plans – another technical design component of national forest inventories. Quality assurance/quality control (QA/QC) is critical for any empirical study including a forest inventory.
- c. Ensure that high-quality data are collected by providing clear and complete definitions and descriptions of the measurement procedures. Reducing measurement and observation errors is an important element of QA/QC.
- d. Evaluate and document data quality.
- e. Use findings from the evaluation to apply corrections, where and if at all possible.

### 5.2.7 Design of control measurements

Control measurements by supervision teams, sometimes referred to as “check cruising”, constitute a key measure in the context of QA/QC. As a general guide – and as a general measure of QA/QC – about 10% of field plots should be quality checked by a supervision team. The regular field teams must be aware of this and must also understand the importance of high-quality measurements and the consequences of non-compliance. Accordingly, measurement tolerances and measurement quality objectives (MQO) need to be developed and documented. Tolerance is the range of acceptable values (e.g.  $\pm 1$  cm for *dbh*). The MQO refers to the percentage of time that the measurement must be within this tolerance interval (e.g. 95% of the time).

Measurements of plot size are possibly even more important than individual tree measurements. If the plot area is wrongly determined or the slope correction forgotten or badly done, this may have a significant impact on the extrapolation from plot values to per-hectare values. It is also very important to ensure that the plot is well documented and correctly positioned. If GPS measurements and the documentation of reference points/landmarks are of low quality or mistaken, this will compromise the chances of locating the plot again in the next inventory cycle.

The recommendation to verify about 10% of field samples constitutes the extent of standards on control measures in national forest inventories. There are no generally established standards on how to select supervision plots (Box 20), determine threshold values or define consequences in the case of non-performance of field teams. All these points need to be defined specifically in a protocol for supervision measurements for the particular inventory.

The following points shall be observed when designing the technical components of fieldwork supervision:

- a. Control measurements are extremely important and function as standard elements of any forest inventory sampling process.
- b. All field teams should be evaluated.
- c. All sample points should have the same probability (i.e. larger than zero) of being checked, even if they are extremely difficult to reach.
- d. Hot checks should be started early during field inventory implementation, in order to ensure that correctable errors are not committed over a longer measurement period.
- e. The results of early hot checks may necessitate an intermediate training workshop or another platform for exchange of experiences between field teams.
- f. Quality standards to be met need to be defined. There is no such thing as a general standard for measurement errors (admissible deviations) or observation errors (misclassifications). There are also no standard procedures for dealing with

non-performance. Instead, this forms part of technical and operational planning and needs to be defined by NFMS planners in detail.

## 5.3 Operational design

The term "operational design" refers to all activities involved in setting up fieldwork and the information management system of a NFMS. It is indispensable for the successful implementation of the NFMS.

The elements of operational design relate to standard project planning, which requires skills in all issues related to project implementation including human resources, communication and logistics.

All operational planning activities serve to implement a cost-efficient system that maintains high data quality. Reducing errors is among the most relevant planning criteria. However, in the context of statistical design planning and quality assurance, sources of errors (both residual variability and crude errors) must be addressed. Any error in field observations propagates directly to the final results and affects data quality. Random errors increase residual variability and systematic errors introduce biases. Both are unwanted.

Reducing errors and maintaining high data quality standards are among the criteria for all planning steps in operational planning. For this reason, a NFMS shall:

- a. Assemble a field guide that prioritizes high quality standards and the highest possible

### Box 20: Some strategies for measurement supervision

Supervision may be implemented through different strategies. It is recommended to employ all of them. The extent to which the different strategies are followed depends largely on the particular circumstances:

- **Hot checks:** experts accompany field crews to the field and monitor, correct and discuss field team procedures that are either inefficient or may lead to errors. Such supervision resembles continuous training and quality improvement.
- **Cold checks:** the supervision teams go to the measured sample points with a copy of the field sheets. They repeat the measurement, either completely or using a specifically designed supervision measurement protocol. Comparison of the supervision measurements and the original field measurements then serves as the basis for the quality assessment (QA). The results will help to identify crews or individuals with quality issues that need to be addressed.
- **Blind checks:** expert or regular crews are sent to plots without the previous crew's data or knowledge and measure the plot as if it were a new plot. Producing regular QA assessment reports in this manner provides users with the information needed to assess the repeatability of measurements and plays an important role in ensuring transparency and accountability.

For cold and blind checks, software should exist to quickly compare results and provide a scoring system to see if the data meet MQOs.



- level of consistency for data collection.
- b. Develop an information management system to collect, store and clean up errors in the data based on the field protocols.
- c. Establish a training programme that serves to "calibrate" the field teams according to the protocols stipulated in the field guide and to harmonize and standardize all observation procedures between field teams. It will also motivate teams to care for data quality even under difficult field conditions.
- d. Introduce a supervision mechanism of independent control measurements to undertake quality checks for field data collection.

Operational design follows and relates mainly to the following principles: *Principle 5: Research infrastructure and capacity building*, and *Principle 11: Feasibility including cost-efficiency*.

### 5.3.1 Producing the field manual

The data collection process encompasses plot-based observations, interviews and house surveys, and is among the most expensive and time-consuming steps of the NFMS. Staff will be hired internally and/or externally to constitute the field teams responsible for the field observations. Their primary reference is a field manual, which includes the data collection protocols (field protocols). The protocols describe all aspects of the field measurements and observations in an unambiguous manner that can be used as a reference by all field teams. When used in association with efficient training sessions, the field manual is a means to standardize observations and achieve high data quality. It contributes to optimizing activities related to data collection and analysis, promoting the adoption of good routine practices for carrying out measurements, and efficiently managing time and staff. It also helps field staff to better understand their key role in ensuring high data quality.

Essential components of the field manual include definitions of terms and variables, measurement protocols, field forms, code lists, a list of necessary equipment and details of the allocation of tasks to team members.

The field manual should be amended or updated whenever measurement procedures need to be specified or more efficiently organized. Reasons

for amendments include feedback from field teams, the emergence of new methods, and the need to clarify specific elements. However, caution must be exercised when definitions or procedures are changed. Alterations should not lead to inconsistencies within the data within a field season or from one inventory cycle to the next, as this would compromise the comparability of results for the current inventory and over time.

The field manual for a NFMS shall:

- a. Be specifically tailored to the national circumstances and capacities, yet seek to be consistent with national and international definitions.
- b. Provide both clear guidance and an operational and logical sequence of methodological steps for observation of the target variables, thus maximizing the efficiency of the activities and consistency of the data recorded between different field teams and over time. Normally, errors committed during the forest inventory field data collection phase should be kept to a minimum to avoid the need to revisit the same field locations.
- c. Include an introductory chapter relating the background and justification for the particular inventory. This chapter should help the field teams (and other interested parties) to better understand the goals and concrete objectives of the study. It should also set out socio-economic information needs and related dimensions, such as how to effectively engage with both genders and specific groups.
- d. Include a complete list of devices, equipment and materials that the field teams should carry with them to perform the measurements. This list serves as a checklist for the team leader before leaving for the forest. The list should also clearly mention the need to carry items such as spare batteries, first aid kits, and possibly a radio or satellite telephone. All teams should carry comparable equipment to ensure consistent information quality.
- e. Include a clear description, including graphs, of the plot design elements and a step-by-step description of the measurements to be taken for each of the plot design elements.

The meaning and measurement procedure for each variable needs to be described.

- f. Take into account various field situations in the definition of the variables and the measurement procedures. Try to avoid having field teams encounter situations in which the field manual does not give explicit guidance and teams have to make own individual decisions, as these may differ between field teams and lead to inconsistencies.
- g. Clearly describe all classes and levels for all categorical and nominal variables, so that the field crew knows exactly which datum or code to enter for which variable. This relates, for example, to the measurement units and number of decimals for metric variables such as *dbh*, and a complete list of names/codes for nominal variables such as *tree species* (including the option "unknown" and a list of botanical family names for cases where identification down to the species level is not possible). Avoid pre-classifying variables, such as percentages, by recording the values directly and then grouping them into classes during analysis.
- h. Provide guidance on: (i) how non-standard but foreseeable situations should be handled (e.g. describe what the crew should do if part of the sample plot is situated in the forest, while the other part is located in a river), and (ii) what the crew should do in situations where the field manual does not apply (e.g. describe what should be done if the sample plot is located in an area that has been recently disturbed).
- i. Include an annex to the field manual containing instructions on the correct use of all measurement equipment and devices, including even the simplest devices such as callipers or tapes.
- j. Thoroughly test the manual in the field under the full range of country conditions. This should be by the authors of the field manual and by other field teams.
- k. The field manual should be printed in a form that can be easily used and accessed in the field. A small booklet, possibly laminated, has been shown to be very practical. The field manual may also be carried in electronic format.
- l. Encourage field teams to comment on the field manual and add clarity by organizing feedback workshops and providing contact persons for comments and questions. In



the end, data quality depends on these individuals and their experiences in situ can provide valuable material for optimization of the field manual. Any changes should result in a new version of the manual, and versions should be tracked and archived over time.

### 5.3.2 Design of the information management system

A NFMS requires the creation of a well-structured and compatible information management system, where all data are stored, managed and maintained over the long term.

The data management information system needs to be well documented with metadata files describing variables, and with clearly identified categories or ranges of values for categorical and numerical variables. All these descriptions need to be compatible with the field manuals that describe the data.

To ensure effective data management, a NFMS shall:

- a. Document the database and provide metadata on various aspects of the NFMS, such as model coefficients and references, sample design and plot configuration.
- b. Establish and employ standards for data content, classifications and technologies used. Harmonization of variables may be required when different standards are applied to the same variable within the country.
- c. Determine/design the data collection software and compatible hardware needed, especially if using portable data recorders are used.
- d. When re-measuring plots, consider providing printed records of previous measurements for each plot.
- e. Provide storage and back-up facilities for both raw field data and clean data, preferably on a central server.
- f. Create a policy on data sharing with special attention to personally identifiable information and plot coordinates. Create an easy-to-access platform for sharing data for wider use.
- g. Develop protocols and mechanisms for data sharing.
- h. Ensure that personnel are not only able to complete tasks regarding data entry and

analysis, but also able to update or modify databases when necessary. Training courses can help.

- i. Document the estimation methods and models chosen with related statistical model formulas and the computer code used.
- j. Establish protocols for geospatial data, including metadata, processing methods and accuracy assessments.

### 5.3.3 Building the teams

There are various tasks involved in implementing and running a NFMS; some are permanent tasks and some are temporary. All tasks require specific expertise and staff. As with all programmes, efficiency of procedures and quality of outcomes depend very much on skills, seriousness and motivation of all staff. Recruitment of the right people for the different tasks and generating an attractive working environment is therefore crucial for the success of the NFMS. "Attractive working environment" means, above all, absolute clarity about roles, tasks and responsibilities, as well as fair payment, fair working conditions and other benefits (e.g. free vaccination), and fair formal contractual conditions. The positions of all staff in the whole process (hierarchy and who reports to whom) and the related communication structure must be clear. It is important to retain skilled staff for institutional memory and to undertake auditing of field crews and other staff specialists, whether they are hired staff, contractors or partners.

Building teams to perform the different NFMS tasks shall include the following aspects:

- a. If possible, recruit staff with prior experiences in forest inventory fieldwork, remote-sensing analysis, integration of information, GIS, etc.
- b. Ensure that fieldworkers are able to perform physically demanding tasks.
- c. Appoint team leaders that demonstrate good leadership abilities and who have prior technical experience.
- d. Integrate young forest technicians or forest academics, as this contributes to long-term capacity development in the country.
- e. Encourage women as well as men to join the teams and take practical measures to make sure this is possible for them. This is key to engaging effectively with local communities.

- f. The composition of the field teams in terms of number of staff and hierarchical structure needs to be defined as a function of the set of tasks to be carried out. Commonly, it comprises a field team leader, one or two field inventory technicians with national or regional experience, and temporary helpers who may also be recruited locally so that they can make available their local knowledge to the field teams.
- g. Create other teams for planning/design, remote sensing, information management and data analysis.
- h. Establish terms of reference for each team member, based on the NFMS component in which they work. These should clearly indicate the roles and functions that will be assigned to him/her by the team leader.
- i. Clarify quality standards and the joint responsibility of the entire team.
- j. Distribution of labour in the field is important and should be based on the particular skills of the individual staff. All staff should be encouraged to make suggestions to improve procedures.
- k. Keep the field staff motivated. Forest inventory fieldwork can be physically demanding and over time, quality may suffer. Starting with recruitment, each staff member should be clear about the importance of high quality measurements by each individual.
- l. Organize the technical teams in an integrated manner. The staff should maintain a dialogue between those who collect and analyse the field information and those who develop spatial information.

### 5.3.4 Training

Specific and sufficient training prior to implementation of the inventory work is fundamental. Standardized training enables teams to apply procedures consistently. Well-organized training workshops not only provide the "technical background" for data quality and consistency, they also provide a "team-building experience" by bringing various teams together and generating a sort of corporate identity.

It is not uncommon for adjustments to protocols to be made as a result of observations and suggestions during training sessions. It is, therefore, important that the experts who defined

the field procedures and developed the field manual participate in these sessions, as these provide an excellent chance to identify potential weaknesses prior to implementation.

A NFMS shall consider the following aspects for training purposes:

- a. The training should be calibrated to national capacities and based on a stepwise approach.
- b. All teams performing the same kind of work should receive the same training. Overview training can be implemented in larger groups. Practical training sessions on the use of electronic measurement devices or training in the field may require smaller groups.
- c. Examples should be provided to illustrate how to address the wide range of situations encountered in the field.
- d. Field safety merits special emphasis. It is important to consider which vaccinations might be required, perform a risks assessment for the fieldwork and share the results of the assessment during the training sessions.
- e. Teams should be trained on new technologies and tools as they are adopted.
- f. Teams should be trained to collect socio-economic as well as scientific data, including how to engage with women as well as men and with specific forest user groups, etc.
- g. At the end of the training session, each team should perform one or two hands-on examples under the supervision of instructors.
- h. The duration of the training will depend on the complexity of the subject and the prior experience of the teams. It should cover all relevant topics, including both general introductory information about the relevance of the NFMS and specific topics.
- i. The training workshops should form part of an integrated, durable and effective country capacity-development strategy.
- j. The training workshops can include an exam at the end where a formal certificate is issued.
- k. Exchange of knowledge and experiences among field teams is crucial. It is important, therefore, to encourage direct contact between participants over time.
- l. To formalize such exchanges, an intermediate "training workshop" can be held soon after





- field implementation. This will serve as a platform for the field teams to exchange experiences and address particular difficulties encountered during implementation.
- m. The training sessions should take place shortly before the planned work is undertaken.

### 5.3.5 Fieldwork planning

"Fieldwork" refers here to the process of collecting biophysical and socio-economic data in the course of specific forest inventory work, whereas "fieldwork planning" refers to the development of the implementation plan for the field inventory. Fieldwork planning is done by defining and prioritizing all necessary activities and their sequence, so that the specific goals of each component of the NFMS can be achieved as efficiently as possible within the budget. This entails a planning process for the completion of the proposed activities, wherein the inputs, resources and responsibilities are identified and documented. This planning process defines the work plan for the technical teams and requires both planning skills and forest inventory technical skills.

For the fieldwork planning the NFMS shall take in consideration the following aspects:

- a. The NFMS fieldwork plan should clarify the goals and guiding principles (in particular, regarding data quality), define general and specific activities, specify the resources available, allocate the responsibilities of teams and staff members, and schedule their activities.
- b. The operational plan defines the workload (the sample points to be measured) for each field team. Detailed planning is then the task of the field team leaders.
- c. It is important to ensure the compatibility of the operational planning with the objectives and expected results of the NFMS, in the medium and long term.
- d. Monitoring and analysis of resources should be performed to maintain cost-efficiency and ensure the planning remains within budget.
- e. The operational plan needs to provide for all logistical issues including transport, measuring equipment and devices (including spares), emergency plans in the event of field accidents, and communication between field teams and between NFMS headquarters and field teams.
- f. The operational planning should involve the field team, to the extent possible and practicable.

- g. Operational planning encompasses planning for the supervision of fieldwork. This involves the constitution of supervision teams, the selection of sample points to be supervised, and the definition of a supervision measurement protocol, quality standards for a core set of variables and consequences when these standards are not met by field teams.
  - h. A continuous improvement process should be developed based on input from the field, office staff and stakeholders. This includes the fieldwork plan itself.
  - i. If available, auxiliary spatial data should be evaluated to determine whether the sample location does not constitute forest and whether it needs to be assessed using available information sources. It is also important to assess whether plots are accessible on the ground, such as restricted areas and geographical barriers. Spatial data can be used to help determine how best to access the location of samples to be visited.
- c. The function and calibration of measurement devices must be checked regularly.
  - d. NFMS headquarters will be consulted in the event of doubts regarding any of the operational steps, so as to ensure consistency across the overall system.
  - e. Fieldwork procedures can be optimized gradually during the course of fieldwork, depending on the experience and skills of the team members and internal communication.
  - f. The main technical guiding principle in fieldwork implementation is to strictly follow the field protocol and maintain high data quality standards. The main organizational guiding principle is to ensure security in the field and avoid accidents.
  - g. Team dynamics also play a crucial role in forest inventory fieldwork. It is vital, therefore, that field team leaders maintain the motivation of all team members, by showing appreciation for their hard work and continually emphasizing the relevance of the contributions to the entire NFMS.

### 5.3.6 Fieldwork implementation

Fieldwork takes place on the ground and involves plotbased observations related to forest structure and composition and other relevant characteristics, and may also include interviews with forest users and forest owners. The main purpose is to collect original data on the status of the forest ecosystem and the forest resource at a given place and time, both in terms of qualitative and quantitative variables. Fieldwork also plays an important role in establishing relationships between remote sensing and ground data.

The technical part of fieldwork is based on the field manual, while organizational and logistical issues are rooted in the operational planning.

The NFMS shall take the following aspects related to fieldwork implementation into account:

- a. Fieldwork implementation refers to the concrete scheduling of fieldwork according to road and weather conditions, accessibility, fitness of the field teams and other practical criteria.
- b. Field teams organize their fieldwork independently in accordance with the assignment of tasks formulated in the operational planning. However, coordination

is maintained with NMFS headquarters to guarantee compatibility with NMFS goals and overall procedures.

- c. The function and calibration of measurement devices must be checked regularly.
- d. NFMS headquarters will be consulted in the event of doubts regarding any of the operational steps, so as to ensure consistency across the overall system.
- e. Fieldwork procedures can be optimized gradually during the course of fieldwork, depending on the experience and skills of the team members and internal communication.
- f. The main technical guiding principle in fieldwork implementation is to strictly follow the field protocol and maintain high data quality standards. The main organizational guiding principle is to ensure security in the field and avoid accidents.
- g. Team dynamics also play a crucial role in forest inventory fieldwork. It is vital, therefore, that field team leaders maintain the motivation of all team members, by showing appreciation for their hard work and continually emphasizing the relevance of the contributions to the entire NFMS.

### 5.3.7 Supervision of fieldwork

Supervision of fieldwork in this context refers to "control measurements" or "check cruising", which are necessary to ensure data quality. Technical aspects of planning for supervision measurements and details about error sources are presented in previous sections and Box 19. There are many sources of errors and over time data quality may suffer. Independent supervision can serve to motivate field teams to maintain high quality standards, but also make clear that non-compliance and errors may have consequences. Supervision may be considered a continuation of training.

For the operational planning of supervision measurements, the following points shall be observed:

- a. Supervisors must be forest inventory experts who are absolutely familiar with the field protocols and experienced in forest inventory fieldwork.
- b. Independence between supervisors and regular inventory teams must be guaranteed

- to the extent possible to avoid conflicts of interest.
- c. A supervisor should accompany each crew (hot checks) early in the field season to avoid misunderstandings and errors in early stages. This should also be done with new crews added during the field season.
- d. Supervision teams should revisit a specified percentage of each crew's plots with the crew data in hand, so as to identify error sources and the magnitude of errors in the data collected (cold checks).
- e. Cold-check data need to be analysed rapidly and feedback given to the field teams. There may be cases of non-performance where a field team's contract needs to be terminated immediately. There may also be cases where field teams come up with excellent suggestions to improve the implementation of field procedures, in which case the field manuals should be revised accordingly.
- f. Blind checks are conducted by revisiting a representative sample of all plots *without* the crew data in hand to ascertain whether the data are repeatable (for quality assurance). Blind checks can be performed by either supervision teams or regular crews.

### 5.3.8 Auxiliary data collection and supervision

Auxiliary attributes can be collected using existing maps and through interpretation of imagery. A guide should be written to describe the protocols for collecting each of these attributes. While collecting such information, maps and imagery can be used to help identify plots that cannot be accessed from the ground and those that can be "observed" exclusively from maps and imagery, such as plots falling on barren land. Maps and imagery can then be used to help navigate to the remaining plots. These activities are typically conducted prior to field activities and can therefore be referred to as pre-field data collection.

In a NFMS, the auxiliary data guide shall:

- a. Identify relevant data sources (maps, satellite and other imagery) that provide the attributes identified in the information needs assessment. Other attributes for inclusion relate to the accessibility of the plots. Check

the quality and other characteristics of the sources, such as map accuracy, resolution, scale, timeframe and cost.

- b. Establish the protocols for acquiring, processing, extracting and assigning the information spatially, including to individual plots, as appropriate. Protocols must also include metadata standards.

## 5.4 Data management, data analyses, documentation and reporting

Once the field data are collected, they must be safely and permanently stored to ensure they are easily accessible for reference and further analyses. Permanence of data availability is one of the constituent elements of an efficient NFMS. Quality control before analyses should be carried out systematically based on the field data collection methodology. Statistical data analyses should be designed to respond to specific questions, as formulated in the information needs assessment, and to produce additional results which may stem from research questions. The results then need to be converted into reports for broader audiences (Figure 4).

Reports to address information needs (see Section 4.2) should target key stakeholders both in terms of content and format. Such external reporting should be performed in tandem with internal reporting. The latter consists of a thorough analysis of experiences during the cycle of national forest inventory implementation, both in terms of technical implementation and compliance with stakeholder expectations. These "lessons learned" will enable the NFMS to gradually improve performance at all planning and implementation levels.

This phase requires a variety of expertise including in data management and storage, informatics, and statistical data analyses, as well as in communication and public relations. Additionally, the final stages consisting of critical reflection and impact analysis (lessons learned) require expertise in the whole process of national forest monitoring.

The "Data management, data analyses and reporting" element relates mainly to *Principle 5*:

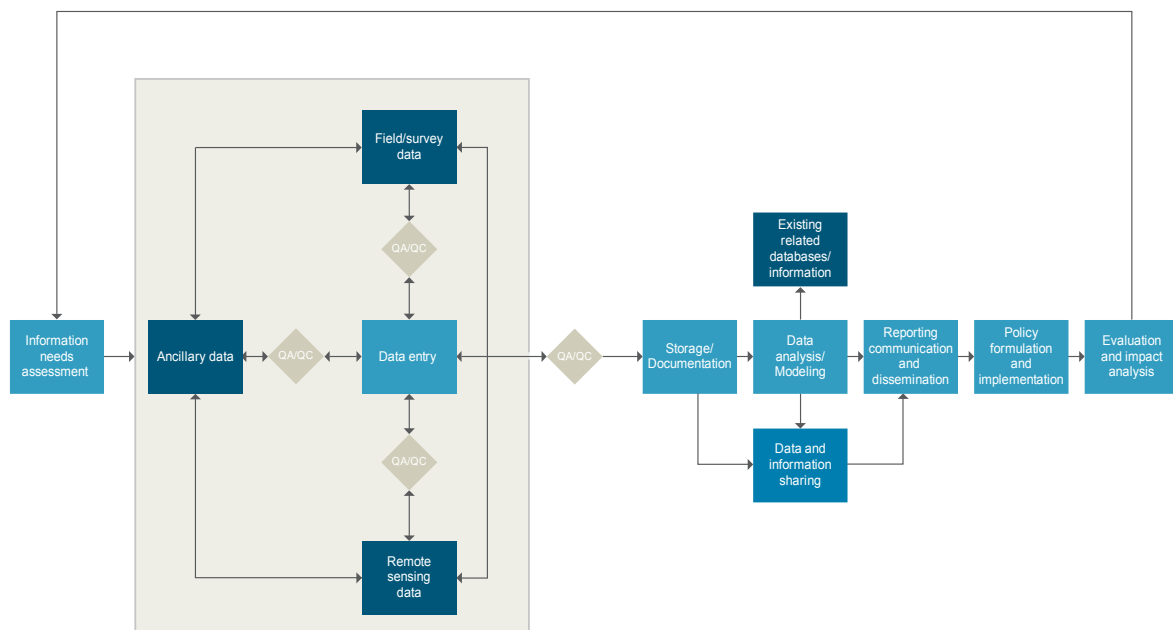


Figure 4: Data management framework of a NFMS

*Research infrastructure and capacity building, Principle 1: A well-defined data and information sharing policy, and Principle 13: Credibility through transparency and quality.* It should be noted that the way in which institutionalization has been organized will define the implementation of data management, data analyses and reporting.

### 5.4.1 Data entry and management

When making plans for data entry and management it is crucial to think ahead. Data must be stored in a way that allows it to be retrieved using future technologies, including hardware and software. This includes thinking about future software upgrades and formats for data exports.

Data management starts with recorded data. The underlying technology of this data will depend on the type of data collected (e.g. remote sensing, manual analogical data entry and digital data logging). Both raw field data and "clean" data need to be permanently stored and backed up. Ideally, a single, current copy of the data will be stored on a central server (with an exact copy on another server), rather than as multiple versions on multiple individual PCs. This approach facilitates data integrity, currency and sharing.

A NFMS requires an efficient data management system that encompasses data entry, quality control, and archival and long-term accessibility of both collected data and associated metadata.

Once the information management system has been designed and installed, the entire system has to be documented. The documentation should include a description of the data (including its source), the database information system (including the database structure) and the metadata (i.e. a set of terms and definitions that describes the data in terms of availability, location and accessibility), if possible, in internationally standard format in accordance with data collection protocols.

To ensure effective data management, a NFMS shall:

- Implement a detailed database structure and management protocol (including hardware and software requirements).
- Use data formats that will be in use for the foreseeable future and that permit interoperability, rather than developing and/or using custom-built or obscure formats.
- If part of the data is exported for analysis using different software, the integrity of the source database must be ensured.



- d. Data stored in the system should include metadata comprising the description of the various datasets (e.g. age of creation, location, data owner, access rights, etc.). The format of metadata should follow international standards to the extent possible.

### 5.4.2 Data quality control

Before any analysis is performed it is important to enact a final data quality check and subsequent cleaning and correction. A limited set of errors can be detected and corrected at this stage; however, cross-checks with the situation in the field are usually not possible and the errors detected refer mainly to internal inconsistencies and values beyond realistic ranges. Correction will be easy in some cases (e.g. if the decimal point was obviously shifted for a measurement value) and impossible in others (e.g. if a species was incorrectly identified or the plot location incorrectly determined).

The following quality-check actions shall be performed when managing the database:

- a. Re-check the data in the office. Edit checks that should have been conducted in the field should be applied to the raw data, especially if a field data recorder was not used. Raw data should be archived and any changes should be applied to a copy. Further checks can be performed using graphical and summary statistics to identify outliers for further examination. Finally, appropriate methods for filling in missing data or correcting obviously incorrect data should be devised and implemented, wherever possible.
- b. So-called outliers need to be very carefully checked before eliminating them. They may represent extreme cases, and not errors.
- c. Provide protocols for data cleaning and apply them to the database in order to ensure consistency of the data.
- d. When making changes, record why and how the changes were made (e.g. if an outlier is excluded, explain why).

### 5.4.3 Data analyses

Data analysis is the stage at which questions posed in the information needs assessment are addressed. However, other analysis needs might arise over time in which case both the questions

and assumptions applied during the analyses must be precisely identified and stated. The analyses should be based on sound science and a good knowledge of the database, how the data was collected, and what variables and models can be used for meaningful analyses.

Before the results of the analyses are published, a quality control of the estimates should be conducted (e.g. by performing an analysis using alternative methods, tools and consistency checks).

In forest assessments all results of sample-based national forest inventories are generally estimates (e.g. estimated mean values such as biomass per hectare), which are always accompanied by a measure of uncertainty (e.g. error variances and confidence interval). As mentioned in Section 5.1.4, such a confidence interval does not accurately quantify all sources of uncertainty in a national forest inventory. However, it does yield a very useful order of magnitude.

With regard to data analyses and estimation, a NFMS shall:

- a. Ensure that data analyses and estimation are led or supervised by experienced staff who are familiar with the numerous analysis pitfalls in forest monitoring data analyses.
- b. Strictly consider all statistical elements of sampling design and plot design and follow generally accepted estimation procedures for point estimation and interval estimation: once the design elements are defined and fixed, there are commonly only a few choices for the estimation design. It should be noted that for the most commonly used sampling design (i.e. systematic sampling), unbiased variance estimators for design-based sampling do not exist (see Box 15). However, commonly used estimators of simple random sampling tend to be conservative (i.e. overestimate the variance).
- c. Ideally, clarify and test the analysis estimation design with test data in order to ensure that the statistical estimation design for the analysis is correct.
- d. Use auxiliary data from other data sources to improve the estimates, when appropriate.
- e. As estimates of change have different

### Box 21: Meaningful estimates

When producing sample-based estimates for defined spatial units or reporting, it is important to note that there are downward limits to the size of these reference units.

Meaningful estimates can only be produced when a sufficiently large number of sample plots falls into the corresponding region.

For very small areas, estimates may be meaningless due to inferior precision of estimation.

measures of uncertainty than estimates of single measurements, calculate these accordingly, so as to check whether the calculated change is significant or not.

- f. Provide estimates for the whole country (national level estimates) and for sub-national units of reference, as defined in the planning phase.
- g. Use existing software tested for use on forest inventory estimation (standard, free and/or open source) for all analyses. Efforts to develop new software may introduce significant programming errors.
- h. Check and correct inconsistencies and errors in the data that can only be detected during analyses.

### 5.4.4 Documentation

To ensure that the entire NFMS is transparent, managed over a long period of time, reviewed, used appropriately and credible, all relevant elements of the system must be described in detail and this description archived. The documentation should include all relevant information on the design and implementation of the monitoring process (e.g. manuals, protocols, description of methodologies including assumptions, tools, maps and imagery, raw and processed data, software, staffing, costs, etc.). The documentation should be well structured and accessible at any time, so as to ensure that all elements of the system can be reproduced and used in the future. These may include the expected data for analysis, any assumptions taken into consideration, gaps that were/are present and suggestions on how to improve the analysis.

The protocols used for data analysis should also be documented to enable others to perform the same analysis (see Section 5.4.3).

### 5.4.5 Reporting

Reporting serves to communicate the results and findings of the NFMS to stakeholders (whether national or international), including federal and local governments. Reporting should be accurate, complete, consistent, comparable with similar estimates produced by other NFMS, transparent and accessible. Both the content and the format of the output of the analyses should match related information needs by stakeholders.

The aim of reporting is to: (i) deliver scientifically sound results derived from the NFMS to the stakeholders that need them; (ii) publish the methodology, including assumptions and gaps; and (iii) report on information concerning the accuracy and statistical tests of the results.

The ultimate value of the NFMS depends on how well it delivers the required forest-related information in a specific and timely manner. In order to be credible, it is essential to also assess and report the uncertainties of the results.

Compliance with the above requirements is particularly relevant for international processes that require forest information. Countries participating in these processes have to deliver credible information on a regular basis about the status of their forest resources and their efforts to monitor them, often with very specific reporting guidelines.

The NFMS may also make available raw data to the public or to selected stakeholders. This may increase both transparency and data use. Care should be taken in such cases to provide information on the methodology used for the data collection and to provide guidance on interpreting the data, so as to avoid misinterpretation.

With regard to reporting, a NFMS shall take in consideration the following points:

- a. The method of reporting should be tailored to specifically meet the information expectations of stakeholders, both in quantitative and qualitative terms. This includes the coverage of variables, the format of results, and an assessment of what the derived numbers may

mean. Some reports are directed towards policy processes and decision-makers. Specific sections (e.g. on socio-economic aspects) could usefully summarize issues such as forest use (equitable or not). However, research institutions may have a strong interest in NFMS data and might benefit from an online database with built-in standard reporting functions.

- b. NFMS reports should be stand-alone documents. They should enable readers to understand the results without reference to other sources.
- c. The reports should explain the strategic goals and the political mandate and scientific justification of the NFMS. They should also present the numerical results for all spatial units (national and sub-national levels) and provide a complete description of the methodology.
- d. As both results and methods are commonly very comprehensive and may lead to lengthy reports, it may be a good idea to publish the results and methods in separate volumes, depending on stakeholder needs. Options include a report containing a summary or summary for policy-makers, another consisting of an executive summary followed by all detailed information, and a further volume containing the relevant methodological information with reference to other publications for further details. In general, the complete and detailed reports are directed at inventory experts, whereas the summary reports are directed at inventory laypersons including policy and decision-makers and the general public.
- e. The report should provide answers to the questions for which the NFMS was designed. If shortcomings are found during the reporting process, a means should be established to use that feedback to refine and improve NFMS procedures. If a question cannot be answered, details should be given as to why and conclusions drawn as to whether the question is still relevant and/or what needs to be done to provide an answer.
- f. Reporting should include information on how the QA/QC was performed and the results.

## 5.4.6 Communication and dissemination

As noted earlier, communication and dissemination of information is a critical part of the initial information needs assessment and stakeholder engagement. It is also of primary importance in the reporting process following the data analyses. The NFMS is not a process in itself; it defines its relevance and justification from the fact that it responds to information needs. Therefore, the overall value of the NFMS is limited if the data collected are not converted into useful information for forest resource stakeholders. In addition, this useful information has to be delivered to stakeholders in a form they can readily understand and use.

Goal-oriented and well-packaged (i.e. useful) reporting and dissemination also increase interest in and utilization of NFMS data by generating new ideas through examples and informed interpretation (Box 22).

Communication and dissemination of NFMS reporting shall:

- a. Identify the means by which the results will be communicated to all stakeholders including those previously identified and possibly others. This can include dissemination via all types of media, including TV and radio, various Internet tools, scientific papers, newspaper articles, educational materials, etc.
- b. Once NFMS results become readily available, raise awareness of and encourage their dissemination to all stakeholders.
- c. Obtain feedback from users, including international bodies that require reporting, concerning the utility of the reports with respect to content, format of the data and presentation of information.
- d. View reporting activities as a way to promote networking, further stakeholder participation and engagement, and encourage collaborative efforts across different public and private sectors.
- e. Be mindful of opportunities to engage the national and international scientific communities with technical studies that explore the data, and which can be presented in peer-reviewed scientific literature. Results and experiences from one NFMS cycle

## Box 22: Communication and dissemination

The planning and implementation of communication and dissemination generally receive less attention during the NFMS process than the more technical stages. This is probably a consequence of the fact that inventory statisticians and resource analysts are not necessarily well-trained and well-experienced communicators.

Sufficient resources should be allocated to the communication and dissemination of results. A good option might be to contract a professionally trained communication expert to accompany the entire NFMS process and undertake active "promotion" of the NFMS process and results.

Much can also be learned from the experiences of other countries, both in terms of success stories and failures.

constitute an excellent starting point for research to optimize the next cycle.

- f. Use the process of analysis, reporting, systematic information dissemination and responding to subsequent information demands (including demands for raw data), as an opportunity to build national capacity and reach new audiences for the NFMS, and to further build institutional, social and political support.
- g. Highlight the value of the NFMS both domestically and internationally through the high quality of all products, thereby strengthening institutional and political support for the programme.

### 5.4.7 Dialogue on the NFMS and its results

Reporting, communication and dissemination should also be used to conduct dialogue on all aspects of national forest monitoring with any interested party, while ensuring an impartial and transparent assessment of the entire system.

NFMS data and information provide scientifically sound results to better inform stakeholders and reduce speculation. Forest-related discourse both within governments and between governments and NGOs or the general public is frequently quite controversial, partly due to the lack of proper information. Scientifically sound information may help to raise such discourse to a better-informed level. One important means of ensuring scientifically sound results is to systematically validate the entire system, including its design and all its results.

To ensure that the NFMS is continuously updated, the NFM process should systematically include dialogue on issues related to the design, operation and expected results of NFMS cycles by organizing workshops and discussions. These workshops may be general in character or focus on the needs of (and possible inputs from) stakeholders, for example, conservation NGOs, forest research institutes, the wood-processing industry, rural development NGOs and so on.

In order to foster dialogue on the NFMS programme and results, a NFMS shall:

- a. Identify a suitable format of dialogue for each particular stakeholder group.
- b. Involve representatives of stakeholder groups in the preparation of these discussions.
- c. Ensure that NFMS experts are also invited to participate in the discussions, so that they can have an opportunity to inform participants about the methodological details and results, and clearly explain the strategic background of the NFMS.
- d. If needed, ensure the high-level involvement of both the NFMS management and planning team, and all other stakeholders.
- e. The discussions should be moderated to manage expectations and ensure that all voices are heard.
- f. To ensure the discussions are effective, prepare examples of evidence-based results, including information on uncertainties, that support or contradict arguments used in forest-related discourses prior to the availability new inventory results. Such examples include information on deforestation rates, the development of species composition and other biodiversity-related topics, illegal logging, invasive species, the potential effect of incentives for sustainable forest management, etc.
- g. Adapt and strengthen the programme and its associated institutions by documenting and learning from the stakeholder feedback and discussions, so as to better focus future efforts, within feasible limits, with regard to information needs, technical aspects, the inclusion of neighbouring sectors, and internal and general capacity development.



### 5.4.8 Evaluation and impact analysis

A systematic evaluation should be performed in the final phase of each cycle of the NFMS, in order to learn lessons from the process and further improve the system. The reporting, communication and dissemination steps offer plenty of opportunities for critical reflection and may generate considerable feedback.

All actors involved in planning, implementing and analysing the inventory, as well as all stakeholders, may have potentially relevant observations. The evaluation and impact analysis aims to gather as much of this feedback as possible. Because a NFMS is a complex system and each national forest inventory cycle is a technically complex project involving many staff with different responsibilities, many recommendations will be put forward, some of which will be contradictory.

In addition to the evaluation, a systematic impact assessment should be carried out to ascertain the actual impact of the NFMS. This assessment may be needed to justify the funding required for the NFMS. The main questions to ask in the assessment are: Who is using the NFMS? What results are they using, how often, and for what purposes? The answers to these questions provide extremely important information for NFMS managers regarding both the results. However, very few NFMS have implemented a systematic impact assessment. As a result, no standard exists for such assessments and it can

be very difficult to track the use and impact of NFMS results. The internal evaluation and impact assessment are commonly the task of high-level NFMS managers. However, it is important to ensure that an independent, external evaluation is also conducted from time to time. All evaluations shall include the following steps:

- a. Compare the actual results with the information needs, as expressed prior to the inventories. Some information may be missing and some data may not match stakeholder demands.
- b. Analyse whether the precision requirements were met for key variables and identify potential solutions in cases where they were not met.
- c. Evaluate the data collection procedures. This should be undertaken in communication with the various data collection teams with particular attention paid to the experiences and reports of the supervision teams.
- d. Perform a cost analysis and identify the most costly components that may need adjustment.
- e. As part of the impact assessment, find out whether policy and management decision-makers received the results in forms that meet their needs.
- f. Install a mechanism and tools to track who is using particular results, for what end and how often.
- g. Identify how NFMS information is used in legislation, policies and measures.

## Concluding observations

Establishing and running a NFMS is a complex task for governments that serves to better inform forest-related decisions and, thus, supports the sustainable development of forests at the national level. It requires a long-term vision and interdisciplinary collaboration, and is both a demanding and exciting endeavour.

Typically, a NFMS will be implemented using a step-by-step approach with continuous enhancements made in line with feedback from user experience and the available resources.

The authors hope that these guidelines support this process by placing NFMS in the broader context of national forest-related decision processes and by addressing a number of relevant strategic, operational and technical points.





[www.fao.org/forestry/fma](http://www.fao.org/forestry/fma)

© FAO 2017

ISBN 978-92-5-109619-2



9 789251 096192

I6767EN/1/07.17



## National Forest Monitoring Systems: Monitoring and Measurement, Reporting and Verification (M & MRV) in the context of REDD+ Activities





# UN-REDD

## PROGRAMME



Empowered lives.  
Resilient nations.



The UN-REDD Programme is the United Nations collaborative initiative on Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation (REDD+) in developing countries. The Programme was launched in 2008 and builds on the convening role and technical expertise of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the United Nations Development Programme (UNDP) and the United Nations Environment Programme (UNEP). The UN-REDD Programme supports nationally-led REDD+ processes and promotes the informed and meaningful involvement of all stakeholders, including Indigenous Peoples and other forest-dependent communities, in national and international REDD+ implementation.

# National Forest Monitoring Systems: Monitoring and Measurement, Reporting and Verification (M & MRV) in the context of REDD+ Activities

2013



The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO.

ISBN 978-92-5-107962-1 (print)  
E-ISBN 978-92-5-107962-1 (PDF)

© FAO, 2013

FAO encourages the use, reproduction and dissemination of material in this information product. Except where otherwise indicated, material may be copied, downloaded and printed for private study, research and teaching purposes, or for use in non-commercial products or services, provided that appropriate acknowledgement of FAO as the source and copyright holder is given and that FAO's endorsement of users' views, products or services is not implied in any way.

All requests for translation and adaptation rights, and for resale and other commercial use rights should be made via [www.fao.org/contact-us/licencerequest](http://www.fao.org/contact-us/licencerequest) or addressed to [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

FAO information products are available on the FAO website ([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications)) and can be purchased through [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org).



# Table of contents

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Acronyms</i> .....                                                                               | <i>iv</i> |
| <i>Executive Summary</i> .....                                                                      | <i>v</i>  |
| 1. Introduction.....                                                                                | 1         |
| 1.1 Climate change and forests.....                                                                 | 1         |
| 1.2 Objectives.....                                                                                 | 1         |
| 2. Concepts under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).....           | 3         |
| 2.1 The UNFCCC .....                                                                                | 3         |
| 2.2 Concepts of forest Monitoring and Measurement, Reporting and Verification under the UNFCCC..... | 5         |
| 3. REDD+ Activities and their Implementation.....                                                   | 6         |
| 3.1 REDD+ in UNFCCC decisions.....                                                                  | 6         |
| 3.2 REDD+ activities: an overview.....                                                              | 7         |
| 3.3 REDD+ in three phases.....                                                                      | 8         |
| 4. Methodological Guidance for National Forest Monitoring Systems .....                             | 11        |
| 4.1 Monitoring of REDD+ activities.....                                                             | 11        |
| 4.2 Methodological approach under the IPCC Guidance & Guidelines .....                              | 12        |
| 4.3 IPCC concepts related to Land Use, Land-Use Change & Forestry (LULUCF) .....                    | 14        |
| 5. The UN-REDD Strategy for National Forest Monitoring Systems .....                                | 15        |
| 5.1 Guiding Principles of the UN-REDD NFMS Strategy.....                                            | 15        |
| 5.2 The monitoring function and the pillars of the UN-REDD NFMS Strategy .....                      | 16        |
| 5.3 Description of M & MRV functions in the UN-REDD strategy.....                                   | 18        |
| 5.4 The three pillars of the NFMS .....                                                             | 18        |
| 6. Key Steps for Developing National Forest Monitoring Systems .....                                | 23        |
| References .....                                                                                    | 24        |



# Acronyms

|                        |                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AD</b>              | Activity Data                                                                                                                                                                                                         |
| <b>AFOLU</b>           | Agriculture, Forestry and Other Land Use                                                                                                                                                                              |
| <b>CDM</b>             | Clean Development Mechanism                                                                                                                                                                                           |
| <b>CO<sub>2</sub>e</b> | Carbon Dioxide equivalent                                                                                                                                                                                             |
| <b>COP</b>             | Conference of the Parties of the UNFCCC                                                                                                                                                                               |
| <b>C&amp;I</b>         | Criteria and Indicators                                                                                                                                                                                               |
| <b>EF</b>              | Emission Factors                                                                                                                                                                                                      |
| <b>FAO</b>             | Food and Agriculture Organization of the United Nations                                                                                                                                                               |
| <b>FCPF</b>            | Forest Carbon Partnership Facility                                                                                                                                                                                    |
| <b>FRA</b>             | Global Forest Resources Assessment                                                                                                                                                                                    |
| <b>GHG</b>             | Greenhouse Gas                                                                                                                                                                                                        |
| <b>INPE</b>            | Brazilian Space Agency                                                                                                                                                                                                |
| <b>IPCC</b>            | Intergovernmental Panel on Climate Change                                                                                                                                                                             |
| <b>IUCN</b>            | International Union for Conservation of Nature                                                                                                                                                                        |
| <b>ITTO</b>            | International Tropical Timber Organization                                                                                                                                                                            |
| <b>JI</b>              | Joint Implementation                                                                                                                                                                                                  |
| <b>LULUCF</b>          | Land Use, Land-Use Change and Forestry                                                                                                                                                                                |
| <b>MECNT</b>           | Ministry of Environment, Conservation of Nature and Tourism of the Democratic Republic of Congo                                                                                                                       |
| <b>M &amp; MRV</b>     | Monitoring and Measurement, Reporting and Verification                                                                                                                                                                |
| <b>NFI</b>             | National Forest Inventory                                                                                                                                                                                             |
| <b>NFMS</b>            | National Forest Monitoring System                                                                                                                                                                                     |
| <b>PAMs</b>            | Policies and Measures                                                                                                                                                                                                 |
| <b>QA</b>              | Quality Assurance                                                                                                                                                                                                     |
| <b>QC</b>              | Quality Control                                                                                                                                                                                                       |
| <b>REDD+</b>           | reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries |
| <b>REL</b>             | Reference Emission Levels                                                                                                                                                                                             |
| <b>RL</b>              | Reference Levels                                                                                                                                                                                                      |
| <b>SLMS</b>            | Satellite Land Monitoring System                                                                                                                                                                                      |
| <b>SMF</b>             | Sustainable Management of Forests                                                                                                                                                                                     |
| <b>UNCED</b>           | United Nations Conference on Environment and Development                                                                                                                                                              |
| <b>UNDP</b>            | United Nations Development Programme                                                                                                                                                                                  |
| <b>UNEP</b>            | United Nations Environment Programme                                                                                                                                                                                  |
| <b>UNFCCC</b>          | United Nations Framework Convention on Climate Change                                                                                                                                                                 |
| <b>UN-REDD</b>         | The United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries                                                                                    |
| <b>WCS</b>             | Wildlife Conservation Society                                                                                                                                                                                         |



# Executive Summary

This document builds on the brief paper presented at the 7<sup>th</sup> Meeting of the UN-REDD Programme Policy Board, held in Berlin, October 2011 (UNREDD/PB7/2011/13), which lays out ways to consider the REDD+ monitoring and information provision needs in the broader context of national development and environmental strategies, at the implementation level.

The purpose of this document is to describe the elements in National Forest Monitoring Systems (NFMSs) as they relate to REDD+ under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), and to describe the UN-REDD Programme approach to Monitoring and Measurement, Reporting and Verification (M & MRV) requirements. This paper is presented in a series of sections discussing the various elements of relevant texts of the UNFCCC and the methodological recommendations of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). This approach aims to allow the end-user to consider the implications of the implementation of REDD+ activities in distinct national contexts, and the various steps involved.

The future vitality of the world's forests and the globally significant environmental services they provide are increasingly under threat from human activities. Not only do these activities have negative impacts on biodiversity and hydrological services but they also contribute to global climate change. It is estimated that deforestation of tropical forests released around 1-2,000 Mt C/yr to the atmosphere during the 1990s, which corresponds to approximately 17 percent of annual anthropogenic greenhouse gas (GHG) emissions during the same period. This significant source of emissions is being addressed under the UNFCCC, through reduced emissions from deforestation and forest degradation (REDD), with the aim of lowering the contribution from the forestry sector. REDD became 'REDD+' with the addition of activities aiming to conserve, sustainably manage and increase forest carbon stocks.

REDD+ covers five activities, operationalised during the 16<sup>th</sup> Conference of the Parties (COP) to the UNFCCC in Cancun, Mexico, in Decision 1/CP.16, paragraph 70:

- Reducing emissions from deforestation;
- Reducing emissions from forest degradation;
- Conservation of forest carbon stocks;
- Sustainable management of forests;
- Enhancement of forest carbon stocks.

Decision 1/CP.16 is the outcome of international negotiations under the UNFCCC, which began in 1992 and have gradually been implemented since then through several steps, notably through the adoption of the Kyoto Protocol. The Kyoto Protocol sets legally-binding GHG Quantified Emission Limitation and Reduction Commitment (QELRO) for developed (Annex I) countries in recognition of their historical contribution to the current concentrations of GHGs in the atmosphere. The REDD+ activities constitute an important step to enhance mitigation of climate change through actions by developing countries.

The REDD+ activities aim to reduce GHG emissions from the forest sector in developing countries, supported by a fair positive incentives system for participating developing countries while applying the principles encouraged by the UNFCCC. As an established practice, the UNFCCC usually requests the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) to develop methodologies for estimating GHG emissions and removals based on sound science. These methodologies are then used by countries to compile data for their GHG inventories, which are then, following further guidance by the UNFCCC, reported to the UNFCCC Secretariat.

The gradual and cumulative nature of the negotiation process led to a series of Decisions relating to REDD+ activities over time that are a combination of principles, rules and modalities, including methodological guidance (e.g. Decisions 1/CP.13, 2/CP.13, 4/CP.15, 1/CP.16). The result of this fine-tuning process is a series of provisions including recommendations and requirements, both institutional and technical. According to Decision 1/CP.16, countries should implement REDD+ activities in three phases. Only in the third phase, when the NFMS must be fully operational, may a country receive positive incentives (performance-based) in accordance with future decisions of the UNFCCC.



This document also outlines the methodological proposals of the UN-REDD Programme to implement a NFMS that will allow country Parties to comply with the REDD+ requirements through a sustainable stepwise approach. The process should allow for incremental efforts to improve performance in recognition of countries' varied capabilities and national circumstances. Under the UN-REDD Programme approach, an NFMS can serve simultaneous functions: a 'monitoring' function and a 'Measurement, Reporting and Verification (MRV)' function. The key technical elements under each of these functions are explained.

The "monitoring" function of the NFMS is primarily a domestic tool to allow countries to assess a broad range of forest information, including in the context of REDD+ activities. The monitoring function can be implemented through a variety of methods and serve a number of different purposes, depending on national circumstances, but in the UN-REDD Programme context it focuses on the impacts and outcomes of 1) demonstration activities carried out during the second phase of REDD+ and 2) national policies and measures for REDD+ in the third phase of REDD+.

The MRV function for REDD+, on the other hand, refers to the estimation and international reporting of national-scale forest emissions and removals. It is based on three main components, or 'pillars': 1) the satellite land monitoring system (SLMS); 2) the national forest inventory (NFI); and 3) the national GHG inventory. The SLMS and the NFI pillars are used to provide inputs into the third pillar – the forest sector component of the GHG inventory. Countries must progressively develop and operationalize these three pillars over the three phases of REDD+, and align them with the monitoring function, so that by the third phase of REDD+ they have a fully functional NFMS.



# 1. Introduction

## 1.1 Climate change and forests

Anthropogenic climate change has become a scientific and political phenomenon without precedent. The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and its Kyoto Protocol constitute two of the responses of the international community to address the challenges presented by climate change. To support these responses through sound scientific approaches, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was formed as the international scientific body responsible for assessing climate change science and providing methodological guidance on how to estimate greenhouse gas (GHG) emissions and removals through GHG inventories.

About 30% of the global land area is covered by forests, which provide a wide range of important products such as timber, fuel wood, paper, food and fodder as well as environmental and social services including the protection of soil and water resources, the conservation of biological diversity and the provision of livelihoods for an estimated 1.6 billion people (World Bank, 2004). Forests, like other ecosystems, are affected by climate change, but also influence climate and the climate change process. They absorb carbon in wood, leaves and soil, and release it into the atmosphere, for example when burned or when forest land is cleared. At the global level it is estimated that deforestation and forest degradation released around 1–2,000 Mt C/year during the 1990s, (Houghton, 2005), which represents around 17% of total annual anthropogenic GHG emissions (IPCC, 2007). It is estimated that the majority of deforestation and forest degradation takes place in developing countries (Gullison et al., 2007).

## 1.2 Objectives

As part of international climate change mitigation efforts and in the context of the implementation of the UNFCCC, developing countries are encouraged to undertake activities in the forestry sector to reduce GHG emissions, and conserve, enhance and sustainably manage forest carbon stocks. These are referred to as the REDD+ activities<sup>1</sup>. The UNFCCC advises countries aiming to undertake REDD+ activities to follow methodologies for estimating GHG emissions and removals developed by the IPCC to be able to provide transparent and consistent information. However, the technical language used, and the range of issues addressed in UNFCCC decision texts, are sometimes difficult to understand.

**This report aims to collate the UNFCCC decisions and international requirements which are relevant to national forest monitoring systems (NFMS) in the context of REDD+, and to provide a basis for the practical implementation of their dual functions of (i) monitoring and (ii) measurement, reporting and verification (from now on M & MRV).**

This document is specifically targeted at developing countries aiming to undertake REDD+ activities following the decisions of the UNFCCC, drawing on experiences from UN-REDD Programme pilot countries. Each section of this report addresses a specific aspect related to the implementation of the NFMS, sets out the relevant international guidance and outlines actions which countries can take to begin implementation.

Figure 1 illustrates how this document sits in relation to the national arrangements and documents tested by the UN-REDD Programme as essential elements of the M & MRV approach.

This document begins by presenting REDD+ in the context of the UNFCCC and ongoing multilateral climate change processes, followed by an outline of the concepts of the NFMS's functions and their application within the UNFCCC framework. An overview of methodological requirements and guidelines is then set out. Finally, the document proposes concrete actions/recommendations which countries can take towards implementation following the proposed UN-REDD strategy.

<sup>1</sup> Reducing emissions from deforestation, reducing emissions from forest degradation, conservation of forest carbon stocks, sustainable management of forests, enhancement of forest carbon stocks.





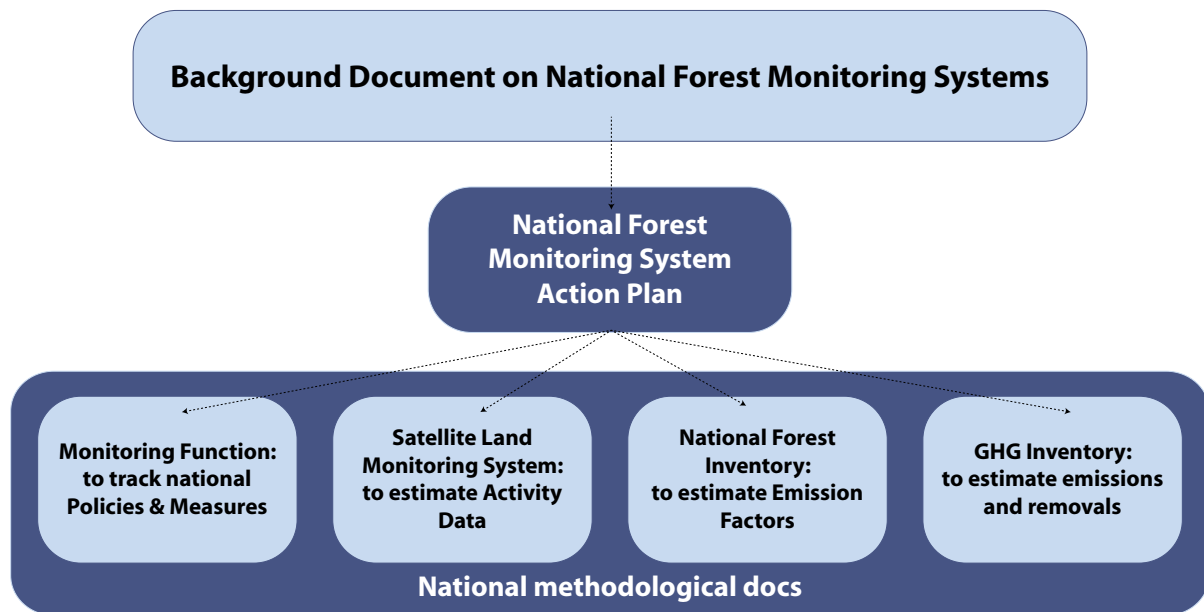


Figure 1. Relationship of this Background Document on National Forest Monitoring Systems with the national methodological arrangements for M & MRV

## 2. Concepts under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

### 2.1 The UNFCCC

The UNFCCC is one of the three international multilateral agreements on the environment that emerged from the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) held in Rio de Janeiro, Brazil, in 1992. The ultimate objective of the UNFCCC is to stabilise GHG concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system (UNFCCC, Article 2). The UNFCCC entered into force on 21 March 1994, and as of May 2001, there are 195 Parties (194 countries plus the European Union). Parties to the Convention have been meeting every year since 1995 at Conferences of the Parties (COP) to assess progress and enhance the implementation of the Convention to better respond to the climate change challenges identified by the IPCC.

The Convention text sets out how Parties can respond and adapt to climate change, and sets out commitments in Article 4 that Parties agree to follow in order to reach the Convention's ultimate objective. The first of the Article 4 commitments is the need to share national GHG data using comparable methodologies:

*"All Parties, taking into account their common but differentiated responsibilities and their specific national and regional development priorities, objectives and circumstances, shall:*

*1(a) Develop, periodically update, publish and make available to the Conference of the Parties, in accordance with Article 12, national inventories of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, using comparable methodologies to be agreed upon by the Conference of the Parties"*

The Convention makes reference to a group of 37 industrialized country Parties listed in Annex I of the Convention (1992). Together: *"the developed country Parties and other Parties included in Annex I commit[ting] themselves specifically as provided for in the following (Art. 4, paragraphs 2 and 3, 1992):*

*... shall adopt national policies and take corresponding measures on the mitigation of climate change, by limiting its anthropogenic emissions of greenhouse gases and protecting and enhancing its greenhouse gas sinks and reservoirs;*

*shall communicate ... detailed information on its policies and measures ... as well as on its resulting projected anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol ... with the aim of returning individually or jointly to their 1990 levels these anthropogenic emissions of carbon dioxide and other greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol".*

The Convention also makes reference to Annex II Parties, which are committed as follows (Article 4, paragraphs 4 and 5, 1995):

*"The developed country Parties and other developed Parties included in Annex II shall provide new and additional financial resources to meet the agreed full costs incurred by developing country Parties in complying with their obligations under Article 12, paragraph 1;*

#### Box 1: Categories of Parties to the UNFCCC

The Convention divides countries into three main groups according to differing commitments:

**Annex I** Parties include the industrialized countries that were members of the OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) in 1992, plus countries with economies in transition (the EIT Parties), including the Russian Federation, the Baltic States, and several Central and Eastern European States.

**Annex II** Parties consist of the OECD members of Annex I, but not the EIT Parties. They are required to "take all practicable steps" to promote the development and transfer of environmentally friendly technologies to EIT Parties and developing countries.

**Non-Annex I** Parties are mostly developing countries. Only countries in this category can participate in REDD+ activities.

*... shall also assist the developing country Parties that are particularly vulnerable to the adverse effects of climate change in meeting costs of adaptation to those adverse effects;*

*... shall take all practicable steps to promote, facilitate and finance, as appropriate, the transfer of, or access to, environmentally sound technologies and know-how to other Parties, particularly developing country Parties, to enable them to implement the provisions of the Convention".*

Parties not listed in Annex I are developing countries and referred to as 'non-Annex I' Parties. The Convention explicitly recognises developed countries' greater contribution to anthropogenic GHG emissions, and therefore to atmospheric GHG concentrations, by introducing the principle of "common but differentiated responsibilities", with Principle 1 of the Convention stating that: "... developed country Parties should take the lead in combating climate change and the adverse effects thereof".

Moreover, the Convention text recognises the development challenges faced by non-Annex I countries and calls upon developed country Parties to support non-Annex I Parties to meet their commitments under the Convention. In this context, paragraph 7 of Article 4 sets out:

*"The extent to which developing country Parties will effectively implement their commitments under the Convention will depend on the effective implementation by developed country Parties of their commitments under the Convention related to financial resources and transfer of technology and will take fully into account that economic and social development and poverty eradication are the first and overriding priorities of the developing country Parties".*

When it was established, the UNFCCC did not set legally binding targets or limits on GHG emissions for the Parties. However, it was soon obvious that, without targets, its effectiveness was limited. The Kyoto Protocol was therefore set up as the tool for enhancing the implementation of the UNFCCC, setting binding emissions reductions targets for Annex I Parties (see Box 2). The Kyoto Protocol entered into force in 2005, and its first five-year commitment period was established for 2008–2012.

Though the emphasis of emissions reductions efforts has to date been on Annex I Parties – notably through the implementation of the Kyoto Protocol – recent decisions of the UNFCCC, in particular Decision 1/CP.16 adopted in Cancun in 2010, indicate that non-Annex I Parties could also play a role in mitigation activities in any future global climate agreement. The REDD+ activities are an example of how developing countries could contribute to climate change mitigation, through activities in the forest sector.

## Box 2: The Kyoto Protocol

The Kyoto Protocol was adopted in Kyoto, Japan, on 11 December 1997, and entered into force on 16 February 2005. The rules for the implementation of the Protocol were adopted at COP7 in Marrakesh in 2001, referred to as the 'Marrakesh Accords'.

The main feature of the Kyoto Protocol is that it sets a legally binding target for 37 industrialized countries, as well as for the European Community, to reduce GHG emissions by an average of 5 percent against 1990 levels over the five-year period 2008–2012.

While the Convention **encourages** industrialized countries to stabilize or reduce GHG emissions, the Kyoto Protocol **commits** Annex I country Parties to do so (through a legally binding instrument). Recognising that developed countries are primarily responsible for the current atmospheric GHG levels as a result of over 150 years of industrial activity, the Kyoto Protocol places a heavier burden for action on developed countries under the principle of 'common but differentiated responsibilities'. In addition to targeting national measures for reducing GHG emissions, the Kyoto Protocol provides countries with an additional tool for achieving their objectives through three flexibility mechanisms:

- Trading of Assigned Amount Units (AAUs), allowing Annex I country Parties to exchange emission allowances among themselves;
- Clean Development Mechanism (CDM) through which developed countries can fund emissions reductions projects in developing countries, while contributing to technology transfer;
- Joint Implementation (JI) which is similar to CDM but the emission reduction projects are implemented in Annex B countries. (Annex B countries are Parties to the UNFCCC that have committed to limitation or reductions of emissions under the Kyoto Protocol).

The Kyoto Protocol is considered an important first step towards a global GHG emissions reduction effort and provides some good elements for inclusion in any future international agreement(s) on climate change. Nevertheless, the first commitment period of the Kyoto Protocol has expired in 2012, and a second commitment period has been agreed by Parties at COP 17 in Durban. The length of this second commitment period of the Kyoto Protocol, and the Parties who will take part to it, remain to be decided. In addition, a new climate framework, including specific mechanisms for mitigating further climate change, is under consideration and is scheduled to begin in 2020. The UNFCCC REDD+ decisions are the result of considerations under the Ad-Hoc Working Group on Long Term Cooperative Action (AWG-LCA) on how developing countries can contribute to global mitigation efforts in the forest sector. REDD+, therefore, does not fall under the Kyoto Protocol second commitment period, but rather under the broader discussions on the overall enhancement of the implementation of the Convention.

## 2.2 Concepts of forest Monitoring and Measurement, Reporting and Verification under the UNFCCC

There are no specific definitions of the monitoring and MRV concepts under the UNFCCC. This section provides a practical approach for implementing a national forest monitoring system based on the Convention text.

### 2.2.1 Monitoring

The working definition for "monitoring" applied in this document is: the need for periodic information on the results obtained through national policies and measures, as per Article 4.2, paragraphs a) and b) of the Convention:

*"In order to promote progress to this end, each of these Parties shall communicate, within six months of the entry into force of the Convention for it and periodically thereafter, and in accordance with Article 12, detailed information on its policies and measures referred to in subparagraph (a) above, as well as on its resulting projected anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases"*

### 2.2.2 Measurement – Reporting – Verification (MRV)

MRV can be interpreted as the means to address countries' commitments to collect and share information on the progress of the implementation of provisions and/or commitments of Parties, according to Article 4.1 (a) of the Convention, to:

*"Develop, periodically update, publish and make available to the Conference of the Parties, in accordance with Article 12, national inventories of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol, using comparable methodologies to be agreed upon by the Conference of the Parties."*

Annex I Parties can meet their MRV commitments by compiling and submitting information to the UNFCCC Secretariat, including:

- National Inventory Report (NIR),
- GHG data in Common Reporting Format (CRF) tables, which standardize the way in which this information is compiled, and
- National System for the National GHG Inventory under the Kyoto Protocol, which contains details of their national institutional arrangements.

This allows the UNFCCC Secretariat to assess their overall performance in terms of mitigating climate change. Nevertheless, prior to the adoption of the Bali Action Plan at COP 13 (Bali, 2007), non-Annex I Parties did not have any specific mitigation commitments. In terms of MRV, all Parties under the Convention must report on their current and envisaged strategies to implement the Convention (Articles 4.1 and 12) through National Communications (NCs). In accordance with the principle of "common but differentiated responsibilities" under the Convention, the requirements of these NCs, in terms of their contents and submission periods, are different for non-Annex I Parties and Annex I Parties.

Under the Bali Action Plan (Decision 1/CP.13), developed and developing country Parties alike agreed to enhance their action on mitigation of climate change, notably by implementing *"measurable, reportable and verifiable nationally appropriate mitigation actions"* (NAMAs). This agreement triggered negotiations on MRV for NAMAs undertaken by non-Annex I Parties, resulting in guidance under decisions 1/CP.16 (Cancun, 2010) and 1/CP.17 (Durban, 2011). Although much remains to be decided on MRV for REDD+, it is clear that current and future MRV guidance for NAMAs is relevant for REDD+ activities, as underlined in Decision 1/CP.16: [MRV for REDD+ activities must be] *"consistent with any guidance on measuring, reporting and verifying NAMAs by developing country Parties agreed by the COP, taking into account methodological guidance in accordance with decision 4/CP.15"*.



## 3. REDD+ Activities and their Implementation

### 3.1 REDD+ in UNFCCC decisions

As part of international efforts to mitigate climate change, REDD+ aims to provide positive incentives to developing countries for activities that reduce GHG emissions and that enhance forest carbon sinks in the forest sector. In addition to reducing emissions from deforestation and degradation, the REDD+ negotiations have evolved to include the conservation of forest carbon stocks, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks. This wide scope was agreed upon to allow broad non-Annex I Party participation, based on differing national circumstances.

Negotiations on REDD+ can be traced back to the 11<sup>th</sup> session of the UNFCCC COP, Montreal (2005), where it was raised as an agenda item that later initiated a two-year process under the UNFCCC's Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA), including several technical workshops on the issue. This led to the introduction of REDD+ as part of the Bali Action Plan at COP 13 in 2007, as follows: *"reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries"* (Decision 1/CP.13). Decision 2/CP.13 also provided some early methodological guidance. Figure 2 illustrates the timeline of UNFCCC discussions on REDD+.

This process was strengthened and consolidated during the COP 15 meeting of the UNFCCC in Copenhagen in 2009, during which several principles and methodological guidelines were defined through the adoption of Decision 4/CP.15 entitled *"Methodological guidance for activities relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries"*.

Parties at COP 16 in Cancun, December 2010, adopted Decision 1/CP.16, section C of which covers *"Policy approaches and positive incentives on issues relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries"*. The five activities under REDD+ are defined for the first time in Decision 1/CP.16, paragraph 70, which reads as follows:

*"Encourages developing country Parties to contribute to mitigation actions in the forest sector by undertaking the following activities, as deemed appropriate by each Party and in accordance with their respective capabilities and national circumstances:*

- a. Reducing emissions from deforestation;*
- b. Reducing emissions from forest degradation;*
- c. Conservation of forest carbon stocks;*
- d. Sustainable management of forests;*
- e. Enhancement of forest carbon stocks."*

Initial methodological guidance in relation to MRV for REDD+ was provided at COP 15, Copenhagen (2009). Decision 4/CP.15, paragraph 1(d) **"Requests"** Parties to:

*"...establish, according to national circumstances and capabilities, robust and transparent national forest<sup>2</sup> monitoring systems and, if appropriate, sub-national systems as part of national forest monitoring systems that:*

- i. Use a combination of remote sensing and ground-based forest carbon inventory approaches for estimating, as appropriate, anthropogenic forest-related greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks, forest carbon stocks and forest area changes [Monitoring and Measurement];*
- ii. Provide estimates that are transparent, consistent, as far as possible accurate, and that reduce uncertainties, taking into account national capabilities and capacities; [Reporting]*
- iii. Are transparent and their results are available and suitable for review as agreed by the Conference of the Parties;" [Verification].*

<sup>2</sup> "Taking note of, if appropriate, the guidance on consistent representation of land in the Intergovernmental Panel on Climate Change Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry."



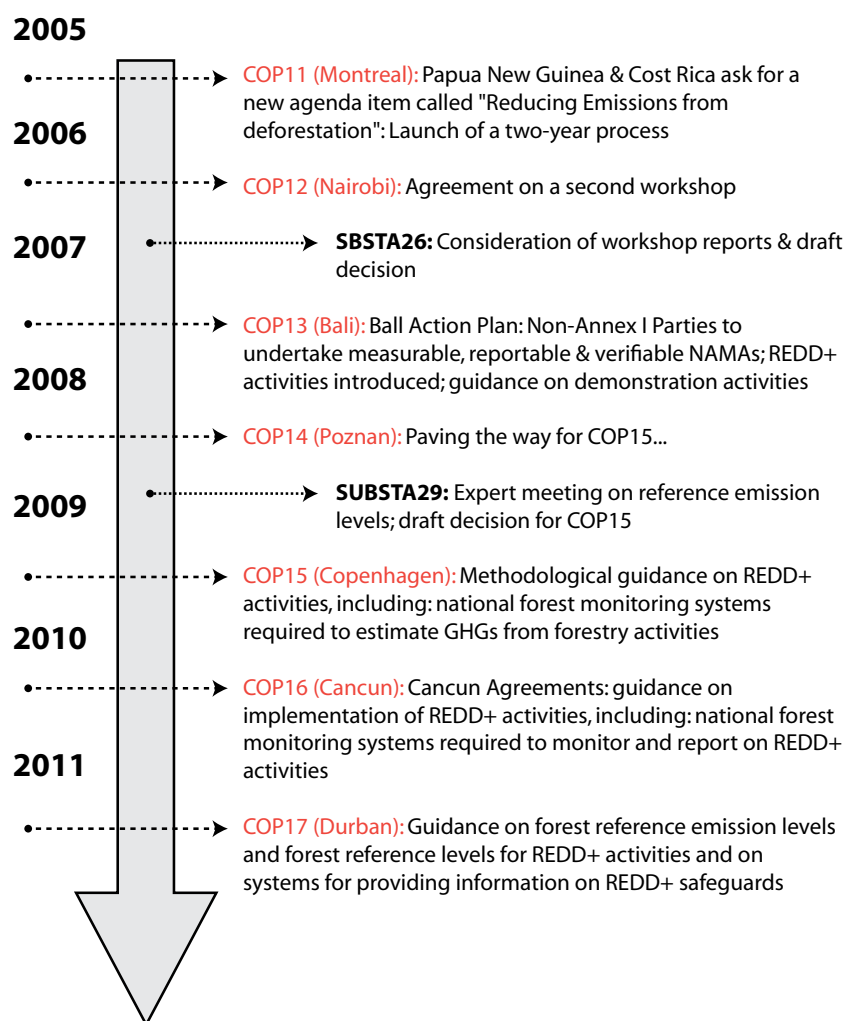


Figure 2. Progress of REDD+ discussions from COP 11 to COP 17

This decision establishes that country Parties must develop a national forest monitoring system (NFMS), which is the specific focus of this document. To achieve this, Decision 4/CP.15, paragraph 1(c) specifies that countries must follow the most recent methodological recommendations issued by the IPCC, as adopted or encouraged by the COP, as a basis for estimating the sources of anthropogenic GHG emissions, their removal by sinks, and for measuring carbon stocks and changes in forest area. In this way, emissions estimates will be based on comparable, methodological approaches. A country's NFMS should also be used for data and information collection, such as information on historical forest cover changes, to inform the assessment of national or sub-national forest reference emission levels and/or forest reference levels (RELs/RLs) (see Box 3). In this way, the NFMS will form the link between historical assessments and current/future assessments, enabling consistency in the data and information to support the implementation of REDD+ activities in countries.

## 3.2 REDD+ activities: An overview

The five REDD+ activities set out by Decision 1/CP.16 are: reduction of emissions from deforestation; reduction of emissions from forest degradation; conservation of forest carbon stocks; sustainable management of forests; and enhancement of forest carbon stocks. REDD+ activities can also be separated into two broad categories, as follows:

- **Change in land use**, for example:
  - Reducing* change from forest land > cropland (deforestation);
  - Promoting* change from cropland > forest land (enhancement of forest carbon stocks);
- **Change within the same category of land use**, for example:
  - Reducing* change in forests from no timber extraction > sustainable timber extraction (degradation);
  - Promoting* change in forests from unsustainable timber extraction > sustainable timber extraction (SMF and enhancement of forest carbon stocks);
  - Promoting* change in forests from sustainable timber extraction > no timber extraction (conservation and enhancement of forest carbon stocks).

### Box 3: Forest Reference Emission Levels/Reference Levels (RELS/RLs)

Forest Reference Emission Levels and Reference Levels (RELS/RLs) are benchmarks for assessing countries' performance in implementing REDD+ activities. Countries implementing REDD+ activities under the UNFCCC will need to develop their RELS/RLs and submit them to the UNFCCC. These will then be used to measure the effectiveness of each country's policies and measures related to REDD+.

The first UNFCCC guidance on RELS/RLs was provided in Decision 4/CP.15, which recognised that RELS/RLs should be transparent, take historical data into account, and be adjusted for national circumstances. Subsequently, decision 1/CP.16 identified national RELS/RLs as an essential prerequisite for Parties aiming to undertake REDD+ activities, with subnational RELS/RLs as a possible interim measure. The most recent guidance on RELS/RLs emerged from COP17 in Durban (2011), indicating that:

- 1) RELS/RLs should be consistent with records of forest emissions and removals as contained in countries' national GHG inventories;
- 2) Parties should submit information explaining how their RELS/RLs were developed, including how national circumstances were considered;
- 3) Parties should consider a step-wise approach to the development of RELS/RLs to enable the incorporation of improved data and methodologies; and
- 4) RELS/RLs should be updated periodically in order to account for new knowledge and trends.

The cumulative guidance indicates that RELS/RLs should be developed with strong links to the NFMS, ensuring consistency in the approaches to the collection and use of data.

## 3.3 REDD+ in three phases

Given the technical and procedural complexity involved in the implementation of REDD+ activities, Parties agreed that this should be done in three phases, as set out in Decision 1/CP.16, paragraph 73:

*"Decides that the activities undertaken by Parties [...] should be implemented in phases, beginning with the development of national strategies or action plans, policies and measures, and capacity-building, followed by the implementation of national policies and measures and national strategies or action plans that could involve further capacity-building, technology development and transfer and results-based demonstration activities, and evolving into results-based actions that should be fully measured, reported and verified"*

The importance of national circumstances for the implementation of REDD+ activities, in the context of the phased approach, is also recognised in Decision 1/CP.16, paragraph 74:

*"Recognizes that the implementation of the [REDD+] activities ... including the choice of a starting phase as referred to in paragraph 73 above, depends on the specific national circumstances, capacities and capabilities of each developing country Party and the level of support received"*

### 3.3.1 Phase 1

Phase 1 includes all of the efforts required to define a national REDD+ strategy, including the policies and measures (PAMs) that a country will need to implement in the context of REDD+ activities, and the consequent capacity building needs. This phase also includes the definition and selection of the 'pillars' underpinning the NFMS (see section 5) and the testing and selection of methodologies for reliable, robust and transparent national M & MRV functions. Phase 1 is often referred to as 'REDD+ Readiness'.

An important part of this phase is national capacity building, to give Parties the knowledge and technical abilities necessary to enter Phase 2. This includes practical training on the pillars of the NFMS and development of the necessary systems and infrastructure to implement them.

### 3.3.2 Phase 2

Phase 2 entails implementing demonstration activities to test and refine the methodologies, action plans and PAMs defined during Phase 1. Demonstration activities should focus on establishing whether the PAMs can produce positive and measurable results in terms of GHG emissions. They can focus on monitoring and reporting at the sub-national level as an interim measure, as specified in Decision 1/CP.16, paragraph 71(c), and be used to trial potential NFMS methodologies, such as the collection of forest inventory data. Phase 2 can also be considered a part of 'REDD+ Readiness', as it is still part of a country's efforts to prepare for full implementation of REDD+ activities.



#### Box 4: What are the practical implications of monitoring and MRV for REDD+ activities in a developing country?

Parties aiming to undertake REDD+ activities are encouraged to:

- Set up a robust and transparent NFMS comprised of both a monitoring function and an MRV function;
- Ensure that REDD+ activities, policies and measures are results-based, by using an NFMS;
- Measure the anthropogenic sources and removals (by sinks) of GHG emissions in the forest sector, including changes in forest carbon stocks, and changes in forest area;
- Minimize uncertainty by providing transparent, coherent, comparable, consistent and accurate estimates of GHG emissions and removals associated with REDD+ activities;
- Maximize transparency, by making the results of these measurements available for international appraisal, as agreed by the COP;
- Follow the most recent methodological recommendations provided by the IPCC, as adopted or encouraged by the COP.

Awareness raising, capacity building and technology transfer may continue throughout Phase 2, particularly for technical elements that do not need to be fully operational until Phase 3, such as the national forest inventory and satellite remote sensing. It is desirable, however, that the monitoring function of the NFMS be operational in Phase 2, in order to evaluate the outcomes of demonstration activities and to provide information on land use and land use changes to assess whether they are 'results-based' (i.e. resulting in net positive outcomes), as required by Decision 1/CP.16, Appendix 1, paragraph 1(j). This will generate feedback on the performance of the demonstration activities, allowing methodologies to be refined where necessary to improve performance.

#### 3.3.3 Phase 3

During Phase 3 ('national implementation'), the monitoring function should ultimately be extended to cover the entire national territory so that the country can assess the impacts of PAMs at the national level (see section 5.4.1), and to address the issue of displacement of emissions (leakage). Monitoring, in the context of REDD+, will allow countries to assess the performance of particular PAMs. Monitoring for REDD+ could support the distribution of positive incentives by identifying where particular PAMs have resulted in net positive outcomes.

The monitoring function will build national expertise in remote sensing, which is an essential tool to generate Activity Data (AD) for the MRV function (see section 4.1.1). The monitoring function could also provide additional geospatial data and information to help the countries improve their national communications and biennial update reports to the UNFCCC.

#### Box 5: Development of an NFMS over the three phases of REDD+

Phase 1:

- Define the national REDD+ strategy;
- Identify national circumstances that will have implications for the readiness phase, including for the development of RLs/REs;
- Identify national PAMs and action plans that are available and those that need to be adapted or created for REDD+, and develop legal frameworks to support them;
- Strengthen the necessary national capacities for developing and implementing demonstration activities, PAMs and action plans;
- Define the 'pillars' (see section 5.4) of work of the NFMS;
- Design REDD+ demonstration activities;
- Design the NFMS and begin institutional and technical capacity building on relevant elements, including the national forest inventory and GHG inventory, to allow for measurable, reportable and verifiable emissions and removals estimates (MRV elements) due to REDD+ activities.
- Comprehensive assessment of existing capacities and capacity building needs, in the context of REDD+, including human, financial and technical aspects.

Phase 2:

- Implement the national strategy, and associated legal and policy frameworks;
- Implement demonstration activities with a national or sub-national scope, with the aim of assessing the impacts of REDD+ PAMs;
- Build up the necessary technology and capacities to effectively carry out the demonstration activities;
- Implement a monitoring system to assess the outcomes of demonstration activities;
- Test and refine methodologies for MRV in parallel with demonstration activities at specific sites;
- Initiate operation of the NFMS and refine methodologies as necessary.

Phase 3:

- Scale up demonstration activities to the national level, based on tested methodologies;
- Scale up the monitoring system to assess the outcomes of particular national PAMs;
- Identify measurable, reportable and verifiable emissions and removals resulting from REDD+ activities, for inclusion in the reporting to the UNFCCC.



In Phase 3, the MRV function of the NFMS will be fully operational, resulting in national estimates of GHG emissions and removals from the forest sector, in line with IPCC and COP guidance. This will allow countries to measure the aggregate mitigation performance of REDD+ activities at a national scale (in terms of tCO<sub>2</sub>e/year), using a combination of remote sensing and ground-based forest carbon inventory (Decision 4/CP.15, paragraph 1(d)). This performance should be reported to the UNFCCC Secretariat as part of Parties' national communication and biennial update reports, or any other channels agreed by the COP. Subsequently, reporting of mitigation performance will be facilitated by the UNFCCC, which will allow an external appraisal of the data and methods by international experts, as decided by the COP (see section 4).



## 4. Methodological Guidance for National Forest Monitoring Systems

### 4.1 Monitoring of REDD+ activities

As outlined above, parties to the UNFCCC are committed to share information on their mitigation and adaptation policies and measures, and on the results they obtain through their implementation. To report these results, each country should collect information that allows a comprehensive assessment of the outcomes, including carbon stocks and other relevant information that a country may need to fulfil the information requirements under the UNFCCC. Monitoring for REDD+ can go beyond the assessment of carbon, and may include other elements such as forest health; biological diversity; productive, protective and socio-economic functions of forests; and legal and policy frameworks related to forests. Much of this information could be relevant for addressing and respecting some of the safeguards<sup>3</sup> outlined in Appendix 1 of the Cancun Agreements (Decision 1/CP.16). The monitoring system for REDD+ could therefore contribute to the national system to provide information on the REDD+ safeguards (as listed in Annex 1 of Decision 1/CP.16) as well as for purposes not directly related to REDD+, such as reporting requirements under other Conventions.

For the monitoring of REDD+ activities, countries can define their own specific methods, criteria and indicators to reflect their particular national circumstances. Monitoring may include the monitoring of indicators that could be used to track the implementation of a specific REDD+ PAM. For example, if a country develops a specific policy or measure for the sustainable management of forests (one of the five REDD+ activities), a potentially useful indicator to be monitored is the annual volume of timber harvested. This indicator is not directly related to carbon, but it is clear that this information, when combined with data on trends on forest biomass, could indicate whether the country is succeeding in implementing its measures on sustainable forest management. The NFMS is therefore a key tool for demonstrating whether REDD+ activities are results-based in terms of both mitigation and wider impacts on the forestry sector.

The monitoring function of the NFMS is primarily a domestic tool to allow countries to assess the results of REDD+ activities, as implemented by different stakeholders and institutions. For example, the monitoring tools can be used by a country to develop a cost effective and equitable resource allocation (or 'benefit distribution') system such as the 'Amazon Fund' in Brazil. Brazil's pioneering Amazonian monitoring system, based on satellite remote sensing, was an effective precursor to monitoring for REDD+. This system allowed the country, for the first time, to assess forest cover changes across the Amazon, and therefore to allocate forestry law enforcement resources accordingly.

Monitoring for REDD+ could be based on new tools (e.g. a monitoring system based on satellite remote sensing, as in Brazil) or on monitoring tools that already exist within the forestry sector, or a combination of the two. For example, to monitor PAMs related to sustainable management of forests, countries may already have in place a team of field inspectors that certify logging operations: with relatively few alterations, this system could be used for REDD+ to assess the impact of a measure (e.g. reduced impact logging) on forest biomass. Therefore, an important methodological exercise that countries should undertake in relation to monitoring for REDD+ is the harmonization of existing forest monitoring tools and their integration with new tools.

The development of monitoring tools should also be harmonized with the development of MRV capacities, given the considerable synergies between the two functions of the NFMS. The development of monitoring tools builds important experience and capacity in a country towards the establishment of a complete and accurate national GHG inventory for the LULUCF sector. In this way the development of the monitoring system will support the development of the MRV function. For example, a country's capacity to assess land tenure could easily be leveraged to build capacity for assessment of land use and land use change across its national territory.

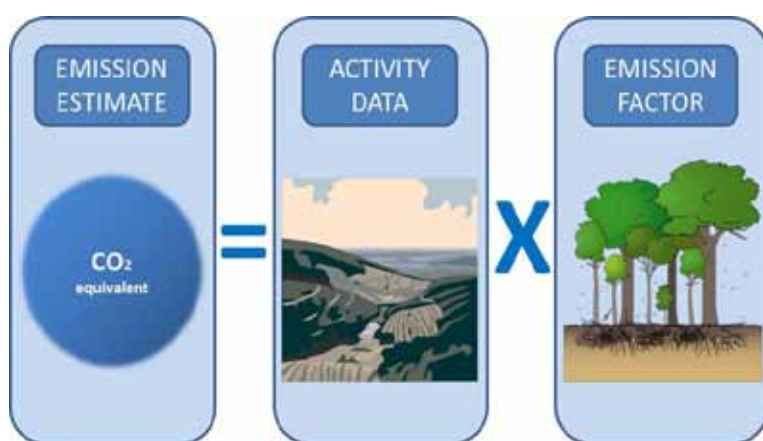
<sup>3</sup> For implementing the five REDD+ activities, the appendix refers to the following seven safeguards (see Appendix I Decision 1/CP.16 paragraph 2 for full details): (a) actions to be consistent with national forest programmes and relevant international conventions and agreements; (b) transparent and effective national forest governance structures; (c) respect for the knowledge and rights of indigenous peoples and members of local communities; (d) full and effective participation of relevant stakeholders; (e) actions are to be consistent with the conservation of natural forests and biological diversity; (f) actions to address the risks of reversals and; (g) actions to reduce displacement of emissions.

## 4.2 Methodological approach under the IPCC Guidance & Guidelines

To implement Parties' commitments under Article 4, paragraph 1(a), of the Convention text (see section 2.1), the COP requested the IPCC to develop guidance and guidelines that would result in a methodological framework for "comparable methodologies". The IPCC methodological framework mainly applies to the MRV function of the NFMS, however they could be applied to the monitoring function as well to ensure consistency in estimations, for example to directly estimate emissions reductions for a demonstration activity rather than relying only on proxy indicators or measurements.

The first IPCC guidelines for national GHG inventories, published in 1996, contained an incomplete methodology for assessing the land use sector. To address this, in 2003 the IPCC adopted a revised set of good practice guidance for the Land Use Change sector, based on comprehensive land use classes which can represent the entire territory of a country (IPCC, 2003). This document helps countries to carry out complete and accurate GHG inventories, and to minimize uncertainty as far as possible.

This section presents the key concepts and elements of the methodological guidance and guidelines of the IPCC for the development of GHG inventories. Countries are advised to take these into consideration when developing the MRV function of their NFMS for REDD+ activities under the UNFCCC. When following the IPCC's Good Practice Guidance (IPCC, 2003) or the Guidelines for National GHG Inventories (IPCC, 2006), the simplest methodological approach consists of combining information on the extent of human activities (called 'activity data' – AD) with coefficients that quantify emissions or removals per unit activity (called 'emission factors' – EFs) (Figure 3).



### 4.2.1 Elements of the equation

#### Activity Data

According to the IPCC's Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry (GPG LULUCF) (IPCC, 2003), AD is defined as data on the magnitude of human activity resulting in emissions or removals taking place during a given period of time. In the LULUCF sector, data on land area, management systems, lime and fertilizer use, are examples of AD. The IPCC proposes three 'Approaches' (IPCC, 2003, 2006) to generate AD when referring to land identification, which are not presented hierarchically and are not mutually exclusive. National entities responsible for GHG inventories should select an approach according to national circumstances and capabilities.

**Approach 1** represents land use area totals within a defined spatial unit, which is often defined by administrative borders, such as a country, a province or municipality. Only net changes in land use area can be tracked within the boundaries of the spatial unit through time following this approach. Consequently, the geographical location of each land use change is not known, and the exact changes that occur between land uses cannot be ascertained.

**Approach 2** provides an assessment of both the gross and net losses or gains of the surface area for the categories of specific land uses and allows the determination of areas where these changes take place. This approach includes information on the conversions between categories, but tracks these changes without spatially-explicit data (i.e. the location of specific land uses and land-use conversions are not known).

**Approach 3** is characterized by spatially explicit observations of land use categories and land use conversions, often through sampling at specific geographical points and/or complete ('wall-to-wall') mapping.

In summary: "Approach 1 identifies the total change in area for each individual land use category within a country, but does not provide information on the nature and area of conversions between land uses. Approach 2 introduces tracking of land-use conversions between categories (but is not spatially explicit). Approach 3 extends Approach 2 by allowing land use conversions to be tracked on a spatially explicit basis" (IPCC, 2003, 2006).

Each approach can be applied uniformly to all areas and all categories of land use in a country, or several methods can be applied to different regions or categories, or at different time intervals, as long as consistency in the time series is maintained. In all cases, and in line with IPCC guidance, a country must characterize and document all the land areas. Respecting good practice during implementation will improve the precision and accuracy of estimates.

The use and analysis of satellite data allows a country to meet the reporting requirements indicated in Approach 3 for the representation of lands following IPCC LULUCF GPG (IPCC, 2003) and/or the Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Guidelines (IPCC, 2006). The approaches used for the representation of land area should follow the following principles:

- *Adequate, i.e., capable of representing land use categories, and conversions between land use categories, as needed, to estimate carbon stock changes and GHG emissions and removals;*
- *Consistent, i.e., capable of representing land use categories consistently over time, without being unduly affected by artificial discontinuities in time series data;*
- *Complete, i.e., all land within a country should be included, with increases in some areas balanced by decreases in others, recognizing the biophysical stratification of land if needed (and as can be supported by data) for estimating and reporting emissions and removals of GHGs;*
- *Transparent, i.e., data sources, definitions, methodologies and assumptions should be clearly described.*

### Emission Factors and Tiers

An EF is defined either as the average emission rate of a given GHG for a given source, relative to units of activity, or the average carbon stock increase, in the case of net removals.

Estimations of emissions and removals can be obtained in different ways. Therefore, the IPCC has classified the methodological approaches in three different 'Tiers', which vary according to the growing quantity of necessary information and the degree of analytical complexity (IPCC, 2003, 2006).

*"A tier represents a level of methodological complexity. Usually three tiers are provided. Tier 1 is the basic method, Tier 2 intermediate and Tier 3 most demanding in terms of complexity and data requirements. Tiers 2 and 3 are sometimes referred to as higher tier methods and are generally considered to be more accurate."*

Progressing from Tier 1 to Tier 3, in general, represents a reduction in the uncertainty of GHG estimates through an increase in the complexity of measurement processes and analyses.

**Tier 1** methods use default EF data provided by the IPCC (including on the Emissions Factor Database (EFDB<sup>4</sup>)). This tier level is appropriate for countries where national data are scarce or absent and default values for EFs are used.

**Tier 2** can use a similar methodological approach as Tier 1 but applies EFs that are specific to the country or the region for the most important land use categories, usually allowing the use of more disaggregation on the AD.

At **Tier 3** higher order methods are used, including models and inventory measurement systems tailored to address national circumstances, repeated over time, and driven by high-resolution AD and disaggregated at the sub-national to fine-grid scales. These higher-order methods provide estimates of greater certainty than lower tiers and, for the LULUCF sector, have a closer link between biomass and soil dynamics.

4 <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>



### Box 6: With respect to emissions factors and different tiers, a country should:

- Determine which data is available to generate EF for the different land use categories as well as any sub-categories based on stratification of forest land;
- Appraise available capacities and needs to develop national EFs for the different land use categories;
- Assess which Tier(s) it will be able to use, based on available data and capacities, for assessing EFs.

## 4.3 IPCC concepts related to Land Use, Land-Use Change & Forestry (LULUCF)

### 4.3.1 The 'managed' land proxy

A country will only have to estimate and report on changes in carbon stocks (emissions and removals) where these changes are induced by human activities. The IPCC therefore suggests the use of the 'managed' land concept as a proxy for human induced emissions and removals in the LULUCF sector. When human activities are carried out on land that had previously not been used (i.e. 'unmanaged land'), it immediately becomes classified as 'managed' land.

### 4.3.2 Land use categories

Once a country has divided its managed from its unmanaged lands, it will have to further subdivide its national territory among the six land use categories defined by the IPCC for reporting through a GHG inventory (IPCC, 2003, 2006): Forest Land, Cropland, Grassland, Wetlands, Settlements and Other Land<sup>5</sup>. These categories can subsequently be subdivided to reflect national circumstances.

### 4.3.3 The five carbon pools that describe the carbon cycle and carbon fluxes

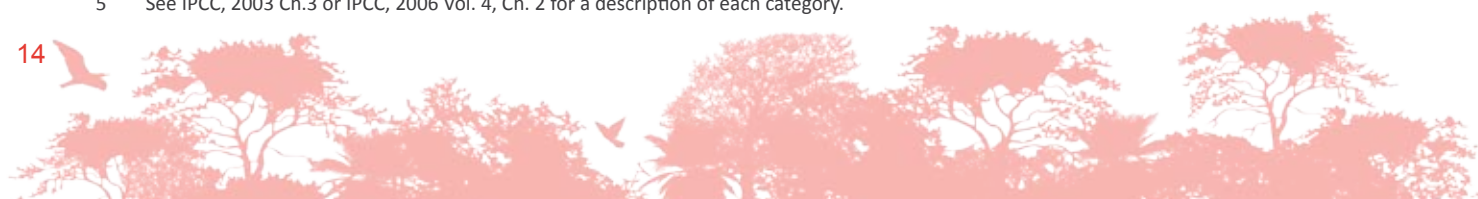
The IPCC identifies five carbon pools: (i) above-ground biomass (AGB); (ii) below-ground biomass (BGB); (iii) dead wood; (iv) litter (DOM); and (v) soil organic matter (SOC), which can be measured and reported as part of national GHG inventories. When submitting their national GHG inventories, Parties are encouraged to report on as many of their significant carbon pools as possible, according to national circumstances. Regardless of which pools they select, countries should remain methodologically consistent.

The carbon cycle includes changes in carbon stocks due to both continuous processes (i.e. growth and decay) and disturbance events (such as harvest, fire, insect outbreaks, land-use change and other events). Continuous processes can affect all forest carbon stocks year after year, while disturbance events cause emissions (and in rare cases uptake) and redistribute ecosystem carbon in specific areas (i.e. where the disturbance occurs) at the time of the event. It is therefore important that the methodology selected to measure changes in carbon stocks is able to collect data for both continuous and discrete processes (cf. IPCC, 2006).

### Box 7: Regarding land use categories, a country should:

- Divide the national territory between managed and unmanaged lands;
- Subdivide its national managed land into the six land-use categories and 12 sub-categories, as defined by the IPCC;
- Determine if national circumstances justify more detailed subdivisions within these categories or sub-categories.

<sup>5</sup> See IPCC, 2003 Ch.3 or IPCC, 2006 Vol. 4, Ch. 2 for a description of each category.



## 5. The UN-REDD Strategy for National Forest Monitoring Systems

The United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (UN-REDD Programme) is a partnership between the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), the United Nations Development Programme (UNDP) and the United Nations Environment Programme (UNEP). The Programme was launched in September 2008 to assist developing countries prepare and implement national REDD+ strategies, and builds on the convening power and expertise of the three agencies.

The programme works at the national and global levels to support the development and implementation of national REDD+ strategies and international consensus-building on the REDD+ process.

Within the UN-REDD Programme, FAO provides technical support to countries, including for the development of credible and cost effective NFMSs, managing forests sustainably, and for addressing and providing information on some of the REDD+ safeguards, e.g. helping to strengthen national capacity on governance, including relevant legal frameworks, policies and institutions. At the international level, FAO/UN-REDD aims to share knowledge and support the development of common approaches, principles and guidelines related to REDD+, including on NFMSs.

The UN-REDD NFMS Strategy aims to build the technical capacity of institutions in developing countries on issues and technical elements relating to NFMSs. The implementation of UNFCCC REDD+ decisions is at the heart of the approach, taking into account national circumstances and capacities.

The UN-REDD NFMS Strategy aims to combine the experiences acquired through international REDD+ initiatives (such as the UN-REDD Programme and the Forest Carbon Partnerships Facility (FCPF)) with forestry monitoring experiences from individual countries. One of the successful examples to date is the collaboration that FAO and the Brazilian Space Agency (INPE) have forged to support UN-REDD countries to develop their own satellite forest monitoring systems and for promoting and carrying out capacity building activities on satellite remote sensing. This collaboration builds upon the experience of Brazil, which is currently the only country producing annual deforestation statistics for its REDD+ demonstration activity in the Amazon, and represents one of the most successful South-South collaboration initiatives to date.

### 5.1 Guiding Principles of the UN-REDD NFMS Strategy

Three important principles underpin the UN-REDD NFMS Strategy:

- a. **National ownership:** Countries, based on their national circumstances and development priorities, need to exercise full control over the entire NFMS development process, assuming full responsibility for the implementation and effective operation of their NFMS from Phases 1 to 3 of REDD+. International partner organizations and foreign institutions will be limited to providing support in technology transfer, technical capacity building and the development of institutional capacities;
- b. **Building on existing systems and capacities:** One of the key principles is to build on existing capacities, programmes and initiatives in the country, region, and/or at the international level for the implementation of NFMSs.
- c. **Consistency with the UNFCCC process:** Countries need to fully integrate REDD+ activities and their NFMS in accordance with their UNFCCC commitments, as well as their national policy and legislation;

To address the three principles, and in order to establish a learning process with well-defined steps and results the NFMS must:

- a. Be **robust, transparent, and aim to be implemented at the national level**, with subnational monitoring systems as a potential interim measure;



- b. Be in line with **relevant decisions of the UNFCCC on REDD+**, notably decisions 4/CP.15 and 1/CP.16, and all other subsequent decisions adopted by the COP;
- c. Be **relevant for the phased approach** for REDD+ activities as set out by the UNFCCC (Decision 1/CP.16, paragraph 73).

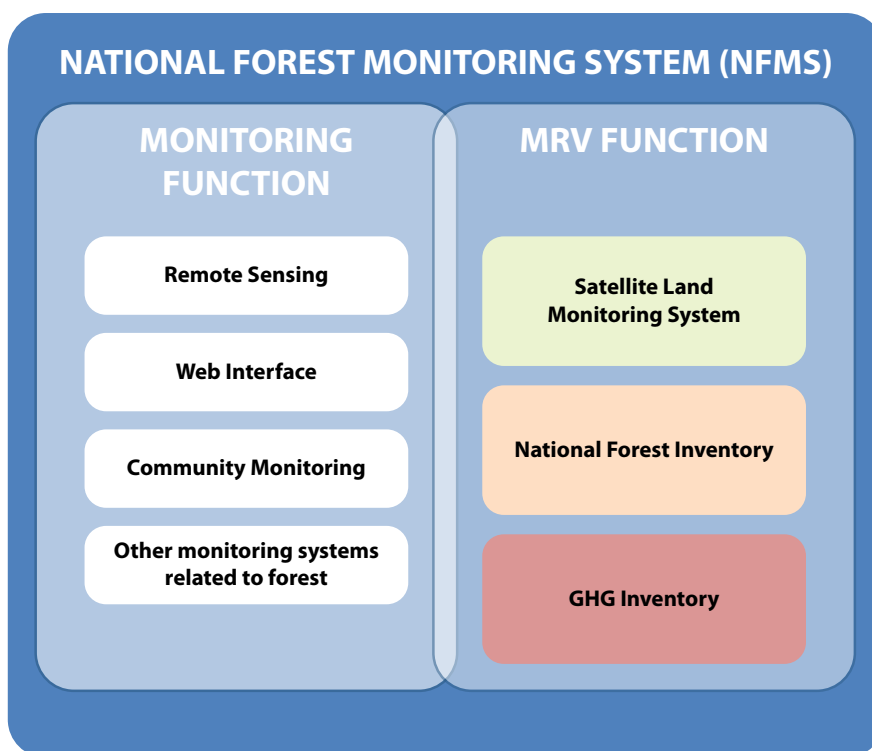
## 5.2 The monitoring function and the pillars of the UN-REDD NFMS Strategy

The UN-REDD NFMS Strategy is built on three 'pillars' that support the development of REDD+ NFMSs under the UNFCCC. This approach is based on the methodological equation proposed by the IPCC (i.e. *emissions (E) = activity data (AD) x emission factors (EF)*).

Each element of this equation represents a pillar of work, while the monitoring function will be nationally specific, and it could encompass both REDD+-specific and non-REDD+ needs. The focus, however, should be on two REDD+-specific monitoring aspects:

1. Monitoring to assess the performance of REDD+ demonstration activities in Phase 2
2. Monitoring of the performance of national REDD+ PAMs in Phase 3.

It is important to acknowledge that the performance of REDD+ activities, policies and measures can be assessed both through direct monitoring of emissions stocks/removals and indirectly through a series of proxy indicators (e.g. forest canopy changes, forest certification schemes, etc.);



The three technical pillars or building blocks of the NFMS that are essential to support its MRV function can be described as follows:

- **Pillar 1: A Satellite Land Monitoring System (SLMS)** to collect and assess, over time, the Activity Data (AD) related to forest land (equivalent to AD in figure 3);
- **Pillar 2: National Forest Inventory (NFI)** to collect information on forest carbon stocks and changes, relevant for estimating emissions and removals and to provide emissions factors (EF in figure 3);
- **Pillar 3: A national GHG Inventory** as a tool for reporting on anthropogenic forest-related GHG emissions by sources and removals by sinks to the UNFCCC Secretariat (Emissions in figure 3).

Figure 4. Approaches and tools to fulfil the functions of the National Forest Monitoring System

These pillars could support the implementation of a NFMS (Decision 1/CP.16 paragraph 71(c); Decision 4/CP.15 paragraph 1(d)), with the dual functions of monitoring and MRV for REDD+. Figure 4 illustrates these dual functions of the NFMS. Within the *Monitoring Function* box are listed several illustrative examples of the types of monitoring approaches a country might select to meet its monitoring needs and to suit the national context, while under the *MRV Function* the pillars of the UN-REDD NFMS Strategy are listed. It is important to note that remote sensing and up to some extent the NFI can be used as an approach both for yielding activity data for MRV as well as for meeting broader monitoring needs. Pillars 1 and 2 could also be relevant for the monitoring function, while pillar 3 is particularly relevant for the MRV function.

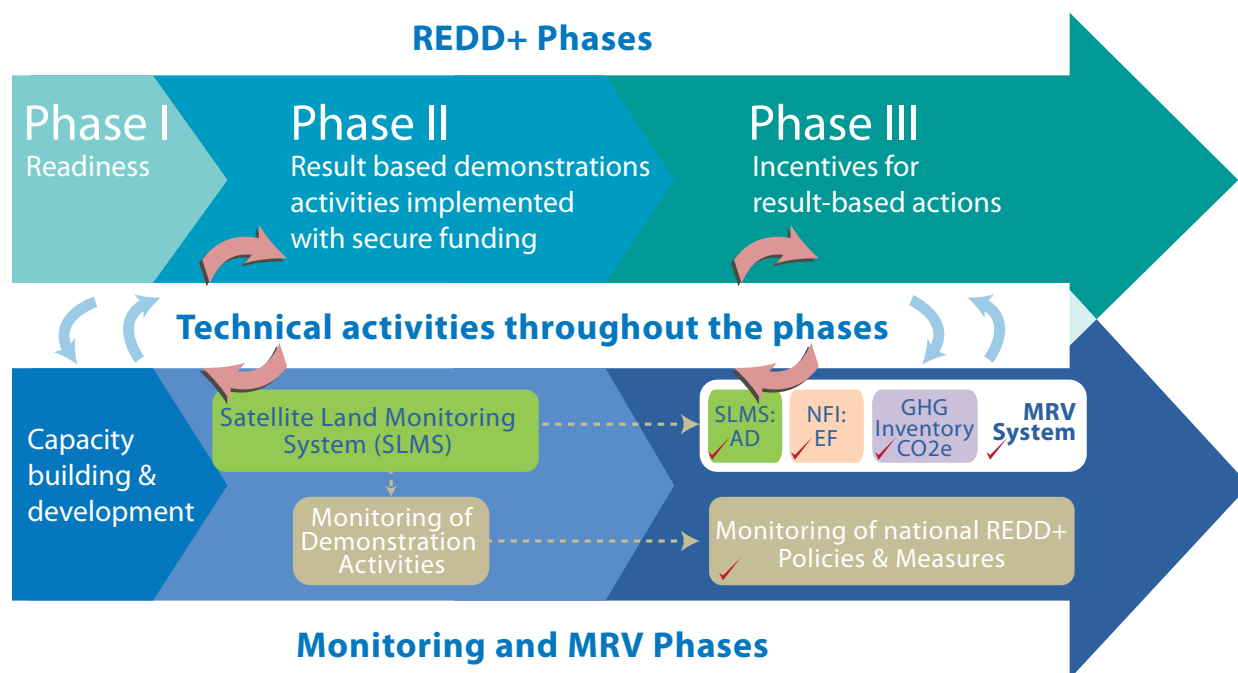


Figure 5. Phased implementation of the NFMS

The three pillars of the NFMS can be developed along the three phases for REDD+ described in Decision 1/CP.16, allowing for the implementation of results-based demonstration activities in Phase 2 and the full MRV of performance of REDD+ activities in Phase 3 (Figure 5). Following this strategy, each phase aims to strengthen capacities and prepare for the next phase, resulting in a degree of overlap between phases, notably in terms of capacity building. In Phase 2, monitoring for REDD+ becomes operational, through the SLMS and other relevant proxies. The transition into Phase 3 is achieved by monitoring REDD+ activities at the national level, a National Forest Inventory (NFI) to produce EFs and a LULUCF GHG inventory. Monitoring for REDD+ should be developed throughout the REDD+ Phases as follows.

**Phase 1** involves the planning and development of tools for the Monitoring function for REDD+. It includes the selection of technical systems, capacity building and technology transfer, and the testing of methods, while defining national REDD+ policies, measures and institutional arrangements, and developing an action plan for the NFMS.

In **Phase 2** the implementation of the national REDD+ policies and measures may lead to results-based demonstration activities, i.e. resulting in measureable positive outcomes. In order to assess these outcomes, monitoring of demonstration activities is required. Monitoring during Phase 2 will also provide information on land use and land use changes over areas where demonstration activities are being implemented, and allow the SLMS to be tested and refined prior to its full national implementation.

In **Phase 3** monitoring for REDD+ will ultimately be expanded to cover the national territory to assess the outcomes of REDD+ activities being implemented and thus which PAMs are truly results-based. The fully developed REDD+ monitoring system could also be the basis for the distribution of positive incentives, by aiming to distribute resources based on results achieved at the scale of individual activities.

Since the reduction of emissions from a forest area could lead to an increase in emissions elsewhere, the risk of 'displacement of emissions' or 'leakage' can also be addressed and monitored using remote sensing (UNFCCC, 2009). To support the country in detecting and addressing leakage at the national level (in contrast to leakage at the international level), monitoring for REDD+, through the SLMS, should make it possible to completely cover the national territory in order to detect leakage from one area or region to another. In addition, an SLMS allows the assessment of forest cover and forest cover change over time, which provides important information on the outcomes of REDD+ demonstration activities in Phase 2 and national policies and measures in Phase 3. In addition to remote sensing, ground-based monitoring approaches would likely also need to be utilized, including community monitoring.



### Box 8: What should countries consider when developing in practice a national forest monitoring system and MRV strategy?

Countries should determine if the M & MRV functions and the associated elements, in the structure recommended by the UN-REDD M & MRV strategy, is appropriate, and whether it is appropriate to adopt it, based on national circumstances. Therefore, a country must assess the:

- Pillars proposed and integrate them into the National REDD+ Strategy or Action Plan;
- Regional context to explore the feasibility of creating synergies at the regional level;
- Guiding principles recommended by the UN-REDD M & MRV strategy and make best use of them according to national circumstances and priorities;
- Guiding technical principles and how to address them according to the national circumstances and priorities.

## 5.3 Description of M & MRV functions in the UN-REDD strategy

The descriptions in Figure 6 illustrate the technical and practical aspects of NFMSs and the integration of the main elements of these functions. This is a general model that could guide the development and implementation of an NFMS.

## 5.4 The three pillars of the NFMS

### 5.4.1 Satellite Land Monitoring System (Pillar 1)

The second function of the NFMS, as set out by the UNFCCC, is the MRV function. The Measurement component of an MRV function is the most intensive, in terms of information and labour, comprising the collection of national area change data through a SLMS, implementation of a NFI, and compilation of relevant data and the estimation of emissions and removals through a GHG inventory for the forest sector. Pillar 1 concerns the collection of AD, i.e. data on land use and forest area change as a result of human activities, through a SLMS.

As described earlier, the SLMS will contribute information for the REDD+ monitoring function, but as an element under the MRV function, the SLMS involves extending the analysis of land cover and land cover change to the national level, in order to produce wall-to-wall AD.

Satellite remote sensing can be a useful and cost effective tool for collecting data on forest area changes. The UN-REDD NFMS Strategy promotes satellite remote sensing as a central tool for monitoring for REDD+, in the form of a Satellite Land Monitoring System (SLMS), combined with a web-GIS online dissemination portal. This remote sensing information (such as the location of forest and non-forest areas) can then be uploaded into a web-GIS portal, and made freely available over the Internet, thus promoting the transparency of the NFMS and facilitating the involvement of relevant stakeholders. As outlined above, FAO/UN-REDD have formalised their collaboration with Brazil's INPE to support developing countries to develop their Pillar 1 through the development and implementation of SLMS and web-GIS portals

When used to assess AD, the SLMS should be used to collect data on historical trends in land-use change. Although little or no historical ground data sets exist for most developing countries, international satellite data archives allow the analysis of historical imagery dating back 20 years. The benefit of remote sensing, in addition to its ability to provide spatially explicit information and frequent temporal coverage, includes the possibility of covering large and possibly remote areas and/or regions. Remote sensing techniques should be adapted to be in compliance with the principles of consistency, completeness, comparativeness, accuracy and transparency, as recommended by the IPCC (IPCC, 2003). Remote sensing data should be used to measure annual changes in land use through a consistent methodological approach over time, which includes the assessment of historical rates of deforestation and degradation, in order to fulfil the needs of UNFCCC reporting.

With respect to the assessment of AD, the IPCC advises that countries should report accurately and comprehensively on the land area on which there is human activity – i.e. managed land. This representation of lands must also reflect historical trends in land use management that ensure that the estimates reported are transparent and comparable.



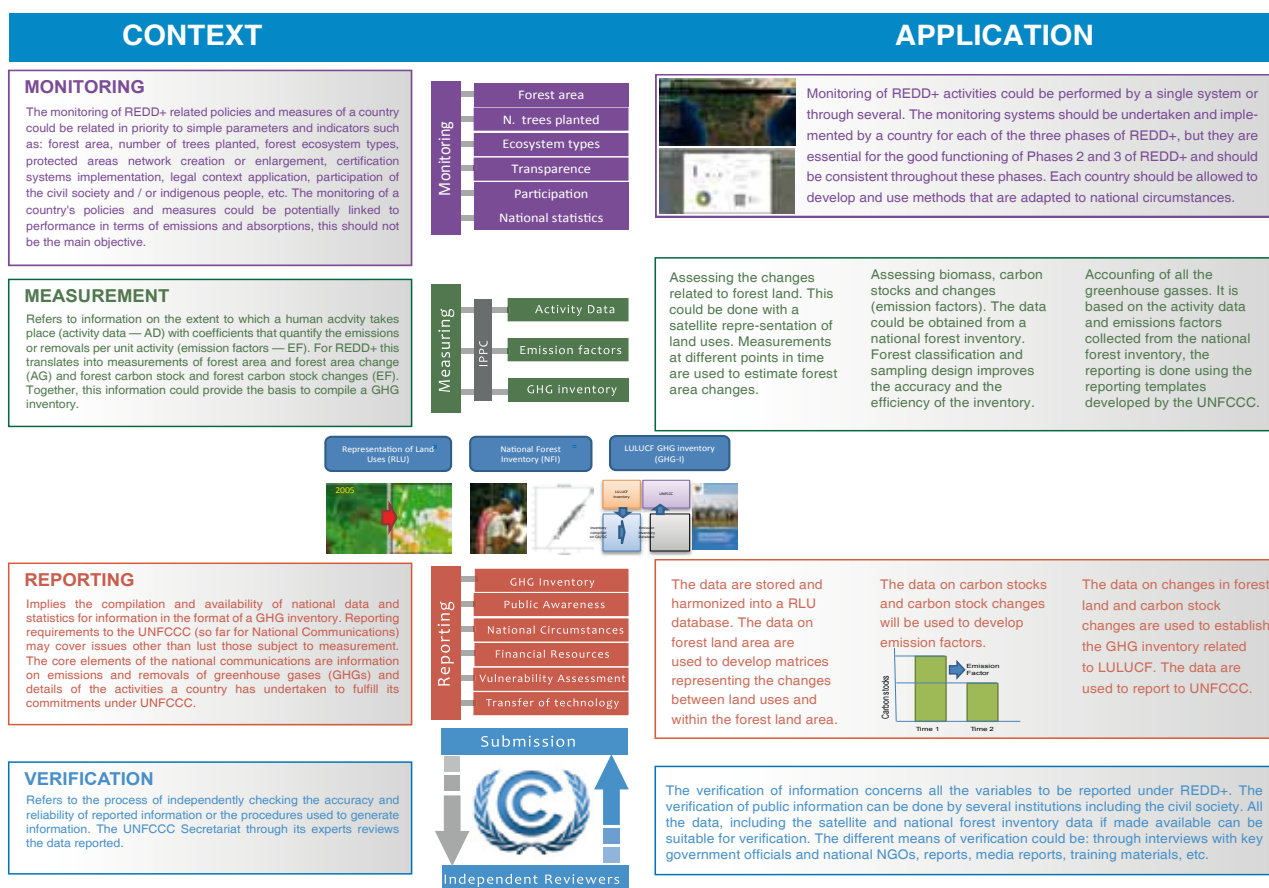


Figure 6. Descriptive context and applications of the M & MRV functions of the NFMS.

In the REDD+ context, AD refers to the area where the activity is taking place (and therefore where emissions and removals are expected). For example, in the case of deforestation, this should refer to the area of deforestation in hectares over a known period of time. In the case of forest degradation, AD refers to the area of forest land that remains forest land where a persistent loss of forest carbon stock (that translates into emissions) is occurring. In the case of the REDD+ activities of conservation of forest carbon stocks and sustainable management of forests, AD may, for example, refer to the area or change in area of forest under a conservation scheme or under a certified logging concession.

In summary, in order to measure and report on the results – in terms of GHG emissions and removals – of their REDD+ activities, following the recommendations of the IPCC, countries could develop a tool linked to remote sensing data to assess AD, defined under the UN-REDD NFMS Strategy as the SLMS. Within the UN-REDD NFMS Strategy, and with the support of INPE, this SLMS is seen as the first component of the "MRV function" of the NFMS.

#### 5.4.2 National Forest Inventory (Pillar 2)

Under the UN-REDD NFMS Strategy, an NFI is considered an important tool for measuring forest carbon stocks and stock changes within the MRV function of the NFMS. The NFI allows a country to estimate anthropogenic GHG emissions and removals by sinks associated with forests because it includes field measurements that will allow the estimation of forest carbon stocks and changes, i.e. standing volume, necessary data for biomass expansion factors, and allometric equations. Ultimately, the NFI allows countries to calculate country-specific EFs for each relevant land use category, as well as sub-categories based on stratification of forest land.

In general, countries should aim to generate country-specific EFs through the implementation of their NFI and therefore be in a position to comply with Tier 2 reporting of their GHG inventory (see section 4). The starting point will depend on whether the country has already implemented a full NFI. For countries that have national-level data or an existing NFI, the challenge is to assess how and to what extent these data can be used for reporting to the UNFCCC Secretariat.

### Box 9: Recommendations for the implementation of the Satellite Land Monitoring System

- Determine if the SLMS is part of the NFMS to be developed;
- Collect all the existing land cover data and satellite images and establish needs in terms of technology and capacities;
- Define the monitoring approach (i.e. type sensors, temporal and spatial frequency of forest data acquisition);
- Establish a clear and realistic roadmap for the development of the SLMS;
- Build up the required technology and the capacities needed for its sustainable implementation;
- Implement SLMS with the objective of producing measurable results.

For countries that do not have national data from an NFI, the challenge is to develop and implement a data collection methodology in line with IPCC guidance and guidelines. The NFI is usually based on a stratification of forest land (also recommended by the IPCC) in order to identify homogenous populations. Stratification potentially reduces the number of field measurements necessary per homogenous forest population, which then allows the production of a more cost efficient field inventory. Stratification will also facilitate the identification of predominant land uses in a country and to subsequently intensify the accuracy of efforts.

Almost all Annex I Parties that use an NFI to assess carbon stock changes for forest land (39 Parties out of 41), use more than one NFI – thus creating a time-series. Nevertheless, for REDD+ activities involving a change in land use, such as deforestation (i.e. change from forest land to non-forest land), one NFI could be sufficient to report on the changes of forest carbon stocks. Corroborated by auxiliary data on land use changes from the SLMS, a country can obtain information on different forest types, as well as on EFs for other land use categories (such as cropland, grasslands, etc).

For REDD+ activities resulting in intrinsic modifications, such as forest degradation and forest conservation (i.e. forest land remaining forest land), forest carbon stocks and changes will most likely have to be estimated by using information of at least two NFIs. They could also be partially estimated from using data from a single NFI, if this NFI can provide information that will allow producing data on the dynamics of forest carbon stock changes in combination with more sophisticated tools (i.e. models).

### Box 10: Recommendations for National Forest Inventory implementation

- Determine if the NFI is a 'pillar' that it would like to use and develop;
- Define the approach to develop the NFI;
- Establish a clear and realistic roadmap including the steps to be taken;
- Build up the required technology and capacities needed;
- The national forest inventory should be designed to include the collection of the necessary data to assess forest carbon stock and stock changes but also additional multipurpose data that could be used to guide policies and measures;
- Design a national forest inventory to be sustainably implemented overtime (including for sampling design and biomass estimations).

#### 5.4.3 National GHG Inventory (Pillar 3)

Countries are requested to estimate forest-related GHGs by sources and removal by sinks if they want to implement REDD+ activities under the UNFCCC (Decision 4/CP.15, paragraph 1(d) and (d)(i)).

Under the UNFCCC, the information disseminated through GHG inventories is the basis for assessing the progress on the implementation of the UNFCCC in achieving its ultimate objective (i.e. the COP can observe progress achieved by the Parties in fulfilling their commitments and of the Convention). GHG inventories may also be an essential link between science and policy through improving the information basis for scientific assessments.

The GHG inventory is the third 'pillar' of the UN-REDD NFMS Strategy. The GHG inventory is a highly useful tool to provide a good framework for estimating and reporting GHG emissions and removals for the forest sector. Within the GHG inventory emissions by sources and removals by sinks, uncertainty estimates are provided using data on land use through the SLMS and data on carbon stock changes from the NFI. The utility of this pillar for the country is that it will be the key tool to assess whether the implementation of REDD+ activities, policies and/or measures are resulting in measurable climate change mitigation.



### Box 11: Recommendations for developing the GHG inventory

- Determine if the GHG inventory as proposed by UN-REDD is a 'pillar' that it would like to use and develop;
- Establish needs in terms of technology and capacities, including institutional arrangements to manage the GHG inventory process;
- Establish a clear and realistic roadmap setting out the steps to follow to develop a full GHG inventory for the forest sector;
- Build up the technology and capacities required for the implementation of a GHG inventory, including: adequate institutional arrangements, collection of information, archiving system;
- Implement the GHG inventory and produce concrete and measurable results.

The quality of the GHG inventory depends not only on the robustness of the results from the measurements made and the credibility of estimates, but also on the manner and method in which the information is collated and presented. The information must be documented following the reporting guidelines required by the UNFCCC, as decided by the COP. The IPCC methodologies should be used as the basis to generate information and estimates on anthropogenic GHG emissions and removals. Countries should aim to meet the five UNFCCC reporting principles: **Transparency, Consistency, Comparability, Completeness** and **Accuracy** when developing and reporting GHG inventory estimates. These principles are also relevant for the verification and assessment process that is independent of the GHG inventory.

#### Quantity Control and Quality Assurance for GHG inventories

It is important to be able to determine the quality of the measures taken in the field as well as the quality of the assimilation and analysis of data in order to be able to estimate the uncertainty of the process and improve future measures. The IPCC provides guidance for establishing Quality Control (QC) and Quality Assurance (QA) procedures for the GHG inventories (IPCC, 2003, 2006).

QC procedures are internal to the inventory preparation process, whereas QA consists of an external (independent) control procedure of the quality of reported estimates. The UNFCCC Secretariat, through its roster of experts, could carry out periodical reviews of the methods used and of the figures reported by countries in their national GHG inventories and through the biennial report review process. This could be seen as the Verification component of MRV function of the NFMS, and is separate to QA/QC procedures.

### Box 12: Recommendations for the Quality Control and Quality Assurance

- Assess which internal procedures are necessary for gradually establishing the Quality Controls in order to comply with the IPCC recommendations on GHG inventories;
- Assess which procedures are necessary for establishing an independent viewpoint that will form the basis of Quality Assurance in order to comply with the IPCC recommendations on GHG;
- Consider implementing these procedures.



### Box 13: CASE STUDY: Applying the UN-REDD NFMS strategy in the Democratic Republic of Congo

In order to illustrate the bridge between theory and practice regarding the pillars, the case of the Democratic Republic of Congo (DRC) is presented here to provide interested countries with a concrete example of how the pillars are currently being applied in a UN-REDD pilot country.

#### The Monitoring Function

The DRC monitoring function was developed by the Government of DRC in collaboration with FAO and INPE in response to the decisions of the UNFCCC taken at COP16 in Cancun in December 2010 and launched at COP17 in Durban (<http://www.rdc-snsf.org/>). The aim of the DRC monitoring function is to address domestic and international monitoring needs and is the national tool to assess the country's REDD+ policies and measures. More specifically, it aims to: (i) report on results obtained through REDD+ demonstration activities, results-based actions and national policies and measures in the forestry sector; (ii) have a multi-purpose methodological approach to address monitoring needs for other relevant national or international processes beyond REDD+ (e.g. biodiversity conservation, sustainable management of forests, etc.); (iii) build on existing monitoring systems or system elements in the DRC; (iv) be developed to become an operational, permanent and independent long-term monitoring system as an integral part of the mandate of DRC's Ministry of Environment, Conservation of Nature and Tourism (MECNT) and its technical divisions.

#### Pillar 1: The Satellite Land Monitoring System

The preparation for the SLMS is well under way in the DRC. Five MECNT technicians have undergone intensive training courses in Brazil with INPE and in Rome with FAO. A computer laboratory for the DRC SLMS was set up in 2011. From April onwards, and supported by the UN-REDD Programme, these technicians will work full time under the guidance of an international consultant in Kinshasa to produce the first official national annual deforestation statistics based on the TerraCongo platform (based on the existing Brazilian TerraAmazon). A DRC forest mask has been developed at FAO headquarters to serve as a starting point for the MECNT technicians to assess the SLMS.

#### Pillar 2: The National Forest Inventory

The DRC NFI is under full development. Technicians in MECNT were trained in 2011 on forest carbon measurements through a collaborative partnership between MECNT, the International Tropical Timber Organisation (ITTO), the Wildlife Conservation Society (WCS) and FAO. With the support of the UN-REDD Programme, a pre-inventory methodology has been developed to assess the variability of carbon stocks in the major forest types where deforestation has historically (last 20 years) occurred. During the readiness phase, some 65 sites will be covered by teams of MECNT technicians. The field data will be collected in a centralised database and analysed by MECNT staff, supported by an NFI specialist based in MECNT (funded by the UN-REDD Programme). This work will serve as a basis to continue capacity development in MECNT and to develop a full NFI capable of measuring forest carbon stock changes.

#### Pillar 3: The Greenhouse Gas Inventory for LULUCF

Activities for the DRC LULUCF GHG inventory are under progress. A GHG inventory computer laboratory with GHG inventory software will be set up. An international GHG inventory expert (supported through the UN-REDD Programme) will spend 2.5 months training minimum three MECNT technicians on the data that needs to be collected and analysed for the GHG inventory. The Government of DRC aims to include the collected and analysed preliminary information in its third national communication to the UNFCCC.



## 6. Key Steps for developing National Forest Monitoring Systems

In line with the recommendations that emerged from UNFCCC COPs 15 and 16, this document proposes an approach to practically implement the M & MRV functions of NFMSs in three phases.

Initially, readiness funds can provide countries with the necessary technical support for developing and implementing their NFMS that will encompass the M & MRV functions outlined in this document. Phase 1 will require the following activities at the national level:

- Enhance awareness of REDD+ under the UNFCCC, international technical guidance (UNFCCC and IPCC) related to REDD+ implementation, and the technical requirements and the functions of the NFMS;
- Create a comprehensive understanding of national capacities, capabilities and circumstances relating to the technical requirements of the NFMS, to ensure the NFMS builds on these;
- Strengthen national capacities to develop national REDD+ policies, measures and action plans;
- Define institutional arrangements for NFMS development and implementation, and develop nationally-appropriate REDD+ strategies, through a national action plan;
- Legally enact national REDD+ policies, measures and action plans;
- Define a strategy to develop and implement an SLMS for REDD+;
- Ensure the effective implementation of each pillar/component by acquiring technologies and operational systems, as well as the technical capacity to use and implement them; and test/refine the effectiveness of the systems.

Phase 1 should begin the process of capacity building for the technical elements required for the subsequent phases, in a contextual and practical manner, namely:

- Discussions on the design of national or sub-national demonstration activities that will serve as testing grounds for REDD+ implementation, monitoring and MRV methodologies (to take place in Phase 2);
- Develop, through bi- and multi-lateral funding channels, the necessary technology and capacities for effectively implementing demonstration activities in Phase 2;
- Develop a system for monitoring for REDD+ to assess the outcomes of demonstration activities in Phase 2;
- Extend tried-and-tested activities and methodologies gleaned from experiences with demonstration activities to the national level in the form of national policies and measures, to be implemented across countries in Phase 3;

The REDD+ action plans that countries develop should present the country's current state of preparation, the issues, capacity and knowledge gaps that remain to be resolved and assessed, and a road map to achieve their REDD+ objectives.



# References

- Gullison, R.E., Frumhoff, P.C., Canadell, J.G., Field, C.B., Nepstad, D.C., Hayhoe, K., Avissar, R., Curran, L.M., Friedlingstein, P., Jones, C.D., Nobre, C., 2007. Tropical forests and climate policy. *Science* 316: 985–6.
- Houghton, R.A., 2005. Tropical deforestation as a source of greenhouse gas emissions in Tropical Deforestation and Climate Change, in: P. Moutinho and S. Schwartzman (eds.), pp. 13–21, Amazon Institute for Environmental Research, Belém, Pará, Brazil.
- IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies, Japan.
- IPCC, 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 4 – Agriculture, Forestry and other Land Use. Institute for Global Environmental Strategies, Japan.
- IPCC, 2007. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- UNFCCC, 1995. The United Nations Framework Convention for Climate Change. FCCC/INFORMAL/84. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany.
- UNFCCC, 1997. The Kyoto Protocol. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany.
- UNFCCC, 2004. The UNFCCC Guidelines 2004 for the preparation of national communications by Parties included in Annex I of the Convention, Part I: Reporting guidelines on annual inventories. Document UNFCCC/SBSTA/2004/8. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany.
- UNFCCC, 2007a. Decision 1/13. Bali Action Plan. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany. < <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf>>.
- UNFCCC, 2007b. Decision 2/13. Reducing emissions from deforestation in developing countries: approaches to stimulate action. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany. < <http://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf>>.
- UNFCCC, 2009. Decision 4/CP.15. Methodological guidance for activities relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany. <<http://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf>>
- UNFCCC, 2010. Decision 1/CP.16. Cancun Agreements. United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany. <<http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf>>
- World Bank, 2004. Sustaining Forests: A Development Strategy. World Bank, Washington, DC, USA.







## UN-REDD Programme Secretariat

International Environment House,  
11-13 Chemin des Anémones,  
CH-1219 Châtelaine, Geneva, Switzerland



ケニア国

ケニア森林公社（KFS）

**ケニア国**  
**持続的森林管理のための**  
**能力開発プロジェクト**  
**（REDD+準備段階コンポーネント）**  
**業務完了報告書（最終）**  
**（2016年6月～2021年10月）**

2021年11月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

アジア航測株式会社  
株式会社パスコ

|        |
|--------|
| 環境     |
| JR     |
| 21-063 |



ケニア森林公社

(独) 国際協力機構



# ケニア国 持続的森林管理のための能力開発プロ ジェクト（REDD+準備段階コンポーネ ント）

## 業務完了報告書（最終）

（2016 年 6 月～2021 年 10 月）

令和 3 年 11 月（2021 年）

独立行政法人国際協力機構（JICA）

アジア航測株式会社

株式会社パスコ

ケニア国 持続的森林管理のための能力開発プロジェクト  
REDD+準備段階コンポーネントサイト・マップ





# 目次

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 目次.....                                                                   | i   |
| 付属資料一覧.....                                                               | ii  |
| 図一覧.....                                                                  | iv  |
| 表一覧.....                                                                  | vi  |
| 略語表.....                                                                  | ix  |
| 要約.....                                                                   | 1   |
| I プロジェクトとコンポーネントの基本情報.....                                                | 4   |
| 1 国名.....                                                                 | 4   |
| 2 プロジェクトとコンポーネントのタイトル.....                                                | 4   |
| 3 プロジェクト期間（計画と実際）.....                                                    | 4   |
| 4 背景.....                                                                 | 4   |
| 5 本プロジェクトと本コンポーネントの目的.....                                                | 5   |
| 6 本コンポーネントの実施機関.....                                                      | 6   |
| II コンポーネントの結果.....                                                        | 7   |
| 1 コンポーネントの結果.....                                                         | 7   |
| 1.1 日本側の投入.....                                                           | 7   |
| 1.1.1 日本人専門家の投入状況.....                                                    | 7   |
| 1.1.2 機材の投入状況.....                                                        | 7   |
| 1.2 ケニア側の投入.....                                                          | 11  |
| 1.3 活動結果.....                                                             | 11  |
| 1.3.1 全般的な活動.....                                                         | 11  |
| 1.3.2 NFMS 及び NFMS を主とする森林情報プラットフォームに関する活動.....                           | 17  |
| 1.3.3 各種地図作成に関する活動.....                                                   | 74  |
| 1.3.4 FRL に関する活動.....                                                     | 95  |
| 1.3.5 森林被覆変化モニタリング（ケニア国全土）に関する活動.....                                     | 121 |
| 1.3.6 MRV 研修に関する活動.....                                                   | 123 |
| 2 コンポーネントの成果.....                                                         | 141 |
| 2.1 成果と指標.....                                                            | 141 |
| 2.1.1 指標 3-1NFMS における森林モニタリングの手法が構築され、文書化される.....                         | 141 |
| 2.1.2 指標 3-2 NFMS のデータ管理機能としての森林情報プラットフォームが開発される.....                     | 142 |
| 2.1.3 指標 3-3 ケニア政府による UNFCCC への提出に向けて他の関係者との協議を通じ FRL（森林参照レベル）が設定される..... | 142 |
| 2.1.4 指標 3-4 2020 年土地被覆／土地利用図の作成が企画される.....                               | 142 |
| 2.2 プロジェクト目標と指標.....                                                      | 142 |
| 3 PDM の変更.....                                                            | 142 |

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 4 その他.....                        | 143 |
| 4.1 環境・社会配慮の結果.....               | 143 |
| 4.2 ジェンダー/平和構築/貧困削減に関する配慮の結果..... | 143 |
| III ジョイント・レビューの結果.....            | 144 |
| 1 DAC 評価指標に基づくレビュー結果.....         | 144 |
| 2 実施と成果に影響を与えた主な要因.....           | 144 |
| IV プロジェクト終了後の上位目標の達成に向けて.....     | 145 |
| 1 上位目標達成の見通し.....                 | 145 |
| 2 上位目標達成のケニア側の実施体制と運用計画.....      | 145 |
| 3 ケニア側への提言.....                   | 145 |

## 付属資料一覧

付属資料 1 2016 年 7 月 16 日 REDD+準備段階コンポーネントインセプションミーティング会議資料

付属資料 2 2017 年 3 月 28 日-29 日関係者ワークショップ会議資料

付属資料 3 2017 年 12 月 1 日関係者ワークショップ会議資料

付属資料 4 2019 年 12 月 9 日、10 日ワークショップ会議資料

付属資料 5 2016 年 11 月 24 日-25 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 6 2017 年 6 月 28 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 7 2017 年 11 月 29 日-30 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 8 2018 年 9 月 20 日、21 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 9 2019 年 7 月 16 日、17 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 10 2021 年 7 月 1 日、2 日 REDD+TWG 会議資料

付属資料 11 2021 年 10 月 4 日 NFMS REDD+TWG 会議資料

付属資料 12 2016 年 10 月 10 日 REDD+内部協議 FRL 会議メモ

付属資料 13 グラウンドトゥルース調査野帳

付属資料 14 地図作成のリモートセンシング基礎知識

付属資料 15 衛星画像品質管理レポート

付属資料 16 土地被覆/土地利用変化分析レポート（1990 年—2014 年）

付属資料 17 土地被覆/土地利用変化分析レポート（期間：2002 年—2018 年）

付属資料 18 追加のパイロット森林インベントリーのための炭素蓄積量計算

付属資料 19 炭素プール（土壌の除外理由）

付属資料 20 参照年・参照期間及び森林定義と AD 調整

付属資料 21 排出係数

付属資料 22 FRL レポート案（ピアレビュー用）

付属資料 23 FRL レポート 2020 年 1 月 UNFCCC 提出版

付属資料 24 UNFCCC 技術評価日程（当初）

付属資料 25 UNFCCC 技術評価日程（改訂）

付属資料 26 UNFCCC 技術評価照会・回答

付属資料 27 FRL レポート 2020 年 8 月改訂

付属資料 28 第 1 回 MRV 研修資料（2017 年 7 月）

付属資料 29 第 2 回 MRV 研修資料（2018 年 7 月）

付属資料 30 第 3 回 MRV 研修資料（2020 年 1 月）

付属資料 31 第 4 回 MRV 研修資料（2021 年 7 月）

付属資料 32 プロジェクトの変遷

## 図一覧

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 図 4.1 本プロジェクトの位置付け .....                                                     | 5  |
| 図 5.1 本プロジェクトにおける本コンポーネントの位置付けと目的 .....                                      | 6  |
| 図 1.3.2.1 UNFCCC において NFMS に求められる要件 .....                                    | 17 |
| 図 1.3.2.2 NFMS 構造のイメージ .....                                                 | 19 |
| 図 1.3.2.3 土地被覆/土地利用図の作製フロー .....                                             | 21 |
| 図 1.3.2.4 8 近傍サーチ .....                                                      | 22 |
| 図 1.3.2.5 ケニア国における区分図 .....                                                  | 25 |
| 図 1.3.2.6 クラスタデザイン（左図：山岳林・西部熱帯降雨林と乾燥林に適用、右図：海岸林・<br>マングローブと人工林に適用） .....     | 27 |
| 図 1.3.2.7 プロットデザイン（左図：乾燥林に適用、右図：山岳林・西部熱帯降雨林、海岸林・<br>マングローブ及び人工林に適用） .....    | 27 |
| 図 1.3.2.8 NRTFAS における森林減少エリアの検出事例 .....                                      | 29 |
| 図 1.3.2.9 Survey123 の調査フォーム .....                                            | 30 |
| 図 1.3.2.10 森林情報プラットフォームの構成図 .....                                            | 34 |
| 図 1.3.2.11 Operations Dashboard for ArcGIS .....                             | 37 |
| 図 1.3.2.12 8 つのコンポーネント（原案） .....                                             | 38 |
| 図 1.3.2.13 タブファンクションスタイル UI .....                                            | 40 |
| 図 1.3.2.14 Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online を用いたワークフロー ..... | 41 |
| 図 1.3.2.15 現地調査ツール（Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online） .....   | 42 |
| 図 1.3.2.16 FMIS-FIP データ連携ワークフロー .....                                        | 42 |
| 図 1.3.2.17 FMIS から取り込んだプランテーションデータ .....                                     | 43 |
| 図 1.3.2.18 ハードウェア・ソフトウェア構成図 .....                                            | 45 |
| 図 1.3.2.19 新規サーバラックレイアウト .....                                               | 46 |
| 図 1.3.2.20 既存サーバラックレイアウト .....                                               | 47 |
| 図 1.3.2.21 メイン 8 コンポーネントの更新 .....                                            | 49 |
| 図 1.3.2.22 ハイパーリンクの埋め込み .....                                                | 52 |
| 図 1.3.2.23 土地被覆/土地利用変化図（左）と土地被覆/土地利用図（右） .....                               | 52 |
| 図 1.3.2.24 複数地図の表示（ユーザによる表示制御） .....                                         | 54 |
| 図 1.3.2.25 データ更新・追加プロセス（以前） .....                                            | 55 |
| 図 1.3.2.26 データ更新・追加プロセス（with ArcGIS Pro） .....                               | 55 |
| 図 1.3.2.27 FIP の情報とデータの更新 .....                                              | 57 |
| 図 1.3.2.28 下層での表示領域の狭域化 .....                                                | 58 |
| 図 1.3.2.29 拡張されたコンテンツ表示領域 .....                                              | 59 |
| 図 1.3.2.30 最新のユーザインターフェイス .....                                              | 60 |
| 図 1.3.2.31 トップページの更新 .....                                                   | 61 |
| 図 1.3.2.32 動的 HTML 作成のプロセス .....                                             | 61 |



|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 図 1.3.2.33 調査フォーム (Survey123) .....                      | 63  |
| 図 1.3.2.34 現地調査ツールの講習 (MRV トレーニング、2020 年 1 月).....       | 64  |
| 図 1.3.2.35 プロット中心 (ArcGIS Online 上で確認) .....             | 64  |
| 図 1.3.2.36 解析結果.....                                     | 65  |
| 図 1.3.2.37 バイオマス計算ツールフロー .....                           | 66  |
| 図 1.3.2.38 演算結果イメージ .....                                | 67  |
| 図 1.3.2.39 パイソンスクリプトとツール (ArcGIS plug-in) .....          | 67  |
| 図 1.3.2.40 JJ-FAST データ取得ツールフロー .....                     | 68  |
| 図 1.3.2.41 データ検索・取得ルーチン .....                            | 69  |
| 図 1.3.2.42 JJ-AST データ取得ツール (ArcGIS plug-in) と取得データ ..... | 70  |
| 図 1.3.2.43 データ処理と管理に関する構成図 .....                         | 70  |
| 図 1.3.2.44 FIP の管理運営組織図 .....                            | 72  |
| 図 1.3.2.45 コンテンツ公開のフロー .....                             | 73  |
| 図 1.3.3.1 LANDSAT-8 号のサンプル画像.....                        | 76  |
| 図 1.3.3.2 左：補正前画像、右：補正後画像 .....                          | 76  |
| 図 1.3.3.3 マスク処理および雲の除去結果 .....                           | 77  |
| 図 1.3.3.4 アグロ・エコロジカルゾーン図 .....                           | 78  |
| 図 1.3.3.5 左：オリジナル画像、右：衛星画像の分割例 .....                     | 78  |
| 図 1.3.3.6 土地被覆/土地利用図に示した調査点 .....                        | 80  |
| 図 1.3.3.7 野帳の例.....                                      | 82  |
| 図 1.3.3.8 現地調査の様子.....                                   | 83  |
| 図 1.3.3.9 土地被覆図/土地利用図上の検証点と 4 方向の地点写真 .....              | 83  |
| 図 1.3.3.10 森林タイプ別ゾーニングデータ .....                          | 86  |
| 図 1.3.3.11 パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図作成の研修の様子 .....            | 91  |
| 図 1.3.3.12 土地被覆/土地利用変化図 (1990 年－2000 年) .....            | 93  |
| 図 1.3.3.13 FIP に格納されている土地被覆/土地利用変化(例).....               | 93  |
| 図 1.3.3.14 ケニア国全域をカバーする LANDSAT-8 号衛星画像 .....            | 94  |
| 図 1.3.4.1 2014 年版カーボンマップ .....                           | 96  |
| 図 1.3.4.2 ケニア国の森林タイプ区域 .....                             | 98  |
| 図 1.3.4.3 土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化の面積推移 .....                  | 99  |
| 図 1.3.4.4 森林タイプ別の森林変化土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化の面積推移 .....       | 100 |
| 図 1.3.4.5 調査ギャップの考え方 .....                               | 102 |
| 図 1.3.5.1 樹冠疎密度グラフ .....                                 | 122 |
| 図 1.3.6.1 第 1 回 MRV 研修の実施状況 .....                        | 128 |
| 図 1.3.6.2 第 2 回 MRV 研修の実施状況 .....                        | 130 |
| 図 1.3.6.3 第 3 回 MRV 研修の実施状況 .....                        | 132 |
| 図 1.3.6.4 第 4 回 MRV 研修の実施状況 .....                        | 134 |
| 図 1.3.6.5 第 1 回および第 2 回小テスト様式 (1) .....                  | 135 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 図 1.3.6.6 第 1 回および第 2 回小テスト様式 (2) .....  | 136 |
| 図 1.3.6.7 第 1 回 MRV 研修小テスト結果 .....       | 137 |
| 図 1.3.6.8 MRV 研修小テスト結果 .....             | 137 |
| 図 1.3.6.9 第 3 回及び第 4 回アンケート様式 (1) .....  | 138 |
| 図 1.3.6.10 第 3 回及び第 4 回アンケート様式 (2) ..... | 139 |

## 表一覧

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 表 5.1 本プロジェクトのアウトプットと目標 .....                       | 5  |
| 表 1.1.1.1 日本人専門家の投入状況 .....                         | 7  |
| 表 1.1.2.1 機材の投入状況 .....                             | 7  |
| 表 1.2.1 C/P 職員一覧 .....                              | 11 |
| 表 1.3.1.1 業務計画書及び work plan の提出状況 .....             | 11 |
| 表 1.3.1.2 業務進捗報告書及び Activity Plan 提出状況 .....        | 12 |
| 表 1.3.1.3 参加会議一覧 .....                              | 12 |
| 表 1.3.1.4 モニタリングシート提出状況 .....                       | 15 |
| 表 1.3.2.1 NFMS 開発のために収集・整理された情報 .....               | 18 |
| 表 1.3.2.2 ケニア国 NFMS 開発の基本指針 .....                   | 19 |
| 表 1.3.2.3 NFMS の各モニタリング項目とモニタリング方法 .....            | 20 |
| 表 1.3.2.4 FRL 設定のための SLEEK に基づく森林区分一覧 .....         | 22 |
| 表 1.3.2.5 ケニア国における土地被覆/土地利用変化マトリックスと REDD+活動の対応表 .. | 23 |
| 表 1.3.2.6 2014—2018 年土地被覆/土地利用変化面積 (ha) .....       | 24 |
| 表 1.3.2.7 信頼区間推定に基づく必要サンプル数の算出 .....                | 26 |
| 表 1.3.2.8 森林タイプ毎のクラスター内プロット数とプロットサイズ .....          | 27 |
| 表 1.3.2.9 プロット調査における調査対象 .....                      | 27 |
| 表 1.3.2.10 ケニア国 NFMS 文書の目次案 .....                   | 31 |
| 表 1.3.2.11 ハードウェア構成 .....                           | 35 |
| 表 1.3.2.12 ソフトウェア構成とコンポーネント .....                   | 36 |
| 表 1.3.2.13 各コンテンツの概要 (原案) .....                     | 38 |
| 表 1.3.2.14 FIP のコンテンツ (原案) .....                    | 38 |
| 表 1.3.2.15 コンテンツの種類 .....                           | 39 |
| 表 1.3.2.16 ユーザ別アクセス権限 .....                         | 40 |
| 表 1.3.2.17 FMIS-FIP 連携項目 .....                      | 43 |
| 表 1.3.2.18 マニュアル類一覧 .....                           | 48 |
| 表 1.3.2.19 トレーニングスケジュール .....                       | 48 |
| 表 1.3.2.20 各コンテンツ概要の更新 .....                        | 49 |
| 表 1.3.2.21 FIP コンテンツの更新 .....                       | 50 |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 表 1.3.2.22 Legal documents and information のコンテンツリスト .....               | 51  |
| 表 1.3.2.23 更新されたマニュアル .....                                              | 62  |
| 表 1.3.2.24 情報収集項目 .....                                                  | 62  |
| 表 1.3.3.1 2014 年版土地被覆/土地利用図で活用された衛星画像リスト .....                           | 75  |
| 表 1.3.3.2 確認調査参加者リスト（ケニア側） .....                                         | 80  |
| 表 1.3.3.3 調査スケジュール（グループ 1） .....                                         | 81  |
| 表 1.3.3.4 調査スケジュール（グループ 2） .....                                         | 81  |
| 表 1.3.3.5 土地被覆/土地利用図の正確性のアセスメント結果 .....                                  | 84  |
| 表 1.3.3.6 土地被覆/土地利用図コードとコード別面積 .....                                     | 86  |
| 表 1.3.3.7 参加者、講師並びにアシスタントリスト（1 回目） .....                                 | 87  |
| 表 1.3.3.8 研修スケジュール（1 回目） .....                                           | 88  |
| 表 1.3.3.9 参加者、講師並びにアシスタントリスト（2 回目） .....                                 | 89  |
| 表 1.3.3.10 研修スケジュール（2 回目） .....                                          | 89  |
| 表 1.3.3.11 変化項目コード及びカラーリング .....                                         | 92  |
| 表 1.3.4.1 森林タイプ別総二酸化炭素蓄積量（t） .....                                       | 95  |
| 表 1.3.4.2 土地被覆/土地利用変化抽出区分 .....                                          | 97  |
| 表 1.3.4.3 IC-FRA パイロット・インベントリーの各森林タイプの数 .....                            | 101 |
| 表 1.3.4.4 追加パイロット・インベントリーの各森林タイプの調査実施数 .....                             | 102 |
| 表 1.3.4.5 追加パイロット・インベントリーのアグロフォレストリーの調査実施数 .....                         | 102 |
| 表 1.3.4.6 2 つのパイロット・インベントリーの各森林タイプの合算数 .....                             | 102 |
| 表 1.3.4.7 FRL 設定のタイムライン .....                                            | 104 |
| 表 1.3.4.8 SLEEK 地図層化の定義 .....                                            | 104 |
| 表 1.3.4.9 ケニア REDD+活動の土地被覆利用変化モニタリングマトリックス .....                         | 106 |
| 表 1.3.4.10 LANDSAT 衛星画像スクリーニング結果 .....                                   | 107 |
| 表 1.3.4.11 カントリーデータの各森林タイプの二酸化炭素総量 .....                                 | 108 |
| 表 1.3.4.12 各区分の各参照年の土地被覆/土地利用面積から算出された参照期間の土地被覆/<br>土地利用変化面積（AD） .....   | 108 |
| 表 1.3.4.13 EF 値（カントリーデータ（森林）） .....                                      | 109 |
| 表 1.3.4.14 参照期間内の炭素量の推定 .....                                            | 109 |
| 表 1.3.4.15 推定された炭素排出・吸収量 .....                                           | 110 |
| 表 1.3.4.16 各 REDD+活動での推定された各炭素排出・吸収量 .....                               | 110 |
| 表 1.3.4.17 森林参照レベル .....                                                 | 110 |
| 表 1.3.4.18 FRL 設定に関する事前情報収集の資料 .....                                     | 111 |
| 表 1.3.4.19 参照年時間及びサンプリングポイント数 .....                                      | 115 |
| 表 1.3.4.20 衛星画像のデータスクリーニングの結果 .....                                      | 118 |
| 表 1.3.4.21 森林区分毎の過去の年間 CO <sub>2</sub> 排出量（tCO <sub>2</sub> /年） .....    | 119 |
| 表 1.3.4.22 REDD+活動毎の過去の年間 CO <sub>2</sub> 排出量（tCO <sub>2</sub> /年） ..... | 119 |
| 表 1.3.6.1 MRV 研修の開催概要 .....                                              | 123 |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 表 1.3.6.2 第1回 MRV 研修の講義内容 .....            | 124 |
| 表 1.3.6.3 第2回 MRV 研修の講義内容 .....            | 125 |
| 表 1.3.6.4 第3回及び第4回 MRV 研修の講義内容と担当者 .....   | 126 |
| 表 1.3.6.5 第1回 MRV 研修参加者 .....              | 127 |
| 表 1.3.6.6 第2回 MRV 研修参加者名簿 .....            | 128 |
| 表 1.3.6.7 第3回 MRV 研修参加者一覧 .....            | 130 |
| 表 1.3.6.8 第4回 MRV 研修参加者名簿 .....            | 133 |
| 表 1.3.6.9 第3回 MRV 研修参加者の理解度*アンケート結果.....   | 139 |
| 表 1.3.6.10 第4回 MRV 研修参加者の理解度アンケート調査結果..... | 140 |



## 略語表

| 略語標記             | 正式名                                                                                     | 和名                           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <b>AAS</b>       | Asia Air Survey Co., Ltd                                                                | アジア航測株式会社                    |
| <b>AD</b>        | Activity Data                                                                           | 活動データ                        |
| <b>ASALs</b>     | Arid and Semiarid Lands                                                                 | 乾燥・半乾燥地                      |
| <b>AR-CDM</b>    | Afforestation and reforestation - Clean Development Mechanism                           | 新規植林・再植林クリーン開発メカニズム          |
| <b>CADEP-SFM</b> | Capacity Development Project for Sustainable Forest Management in the Republic of Kenya | ケニア国持続的森林管理のための能力開発プロジェクト    |
| <b>CBO</b>       | Community Based Organization                                                            | コミュニティ主体の組織                  |
| <b>CFA</b>       | Community Forest Association                                                            | コミュニティ森林組合                   |
| <b>COP</b>       | Conference of Parties                                                                   | 気候変動枠組条約締約国会議                |
| <b>C/P</b>       | Counterpart                                                                             | カウンターパート                     |
| <b>DAC</b>       | Development Assistance Committee                                                        | 開発援助委員会                      |
| <b>DB</b>        | Data Base                                                                               | データベース                       |
| <b>DRSRS</b>     | Directorate of Resource Survey and Remote Sensing                                       | ケニア鉱業省資源調査・リモートセンシング部        |
| <b>EF</b>        | Emission Factor                                                                         | 排出係数                         |
| <b>FAO</b>       | Food and Agriculture Organization                                                       | 国連食糧農業機関                     |
| <b>FCPF</b>      | Forest Carbon Partnership Facility                                                      | 森林炭素パートナーシップ基金               |
| <b>FIP</b>       | Forest Information Platform                                                             | 森林情報プラットフォーム                 |
| <b>FMIS</b>      | Forest Management Inventory System                                                      | 森林管理インベントリーシステム              |
| <b>FRA</b>       | Forest Resources Assessment                                                             | 森林資源評価                       |
| <b>FREL</b>      | Forest Reference Emission level                                                         | 森林参照排出レベル                    |
| <b>FRL</b>       | Forest Reference Level                                                                  | 森林参照レベル                      |
| <b>GCF</b>       | Green Climate Fund                                                                      | 緑の気候基金                       |
| <b>GEO GFOI</b>  | Group on Earth Observations Global Forest Observation Initiative                        | 地球観測に関する政府間会合による全球森林観測イニシアチブ |
| <b>GHG</b>       | Green House Gas                                                                         | 温室効果ガス                       |
| <b>GIS</b>       | Geographic Information System                                                           | 地理情報システム                     |
| <b>GNSS</b>      | Global Navigation Satellite System                                                      | 衛星測位システム                     |
| <b>GOFC-GOLD</b> | Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics                                    | 全球森林及び土地利用動態観測のための国際枠組       |
| <b>IC-FRA</b>    | Improving Capacity for Forest Resource Assessment                                       | 森林資源評価のキャパシティ向上パイロットプロジェクト   |
| <b>INRA</b>      | Integrated Natural Resources Assessment                                                 | 自然資源統合評価                     |
| <b>IPCC</b>      | Intergovernmental Panel on Climate Change                                               | 国連気候変動に関する政府間パネル             |
| <b>JAXA</b>      | Japan Aerospace Exploration Agency                                                      | 国立研究開発法人宇宙航空研究               |

| 略語標記           | 正式名                                                  | 和名                    |
|----------------|------------------------------------------------------|-----------------------|
|                |                                                      | 開発機構                  |
| <b>JCM</b>     | Joint Crediting Mechanism                            | 二国間クレジットメカニズム         |
| <b>JICA</b>    | Japan International Cooperation Agency               | 独立行政法人国際協力機構          |
| <b>JICS</b>    | Japan International Cooperation System               | 一般財団法人日本国際協力システム      |
| <b>JJ-FAST</b> | JICA-JAXA Forest Early Warning System in the Tropics | JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム |
| <b>JOFCA</b>   | Japan and Overseas Forestry Consultants Associate    | 一般社団法人ジョフカ            |
| <b>KEFRI</b>   | Kenya Forest Research Institute                      | ケニア森林研究所              |
| <b>KFS</b>     | Kenya Forest Service                                 | ケニア森林公社               |
| <b>KFIS</b>    | Kenya Forest Information System                      | ケニア森林情報システム           |
| <b>KWS</b>     | Kenya Wildlife Service                               | ケニア野生動物公社             |
| <b>MENR</b>    | Ministry of Environment and Natural Resources        | ケニア環境・自然資源省           |
| <b>MODIS</b>   | Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer        | 中分解能撮像分光放射計           |
| <b>MoEF</b>    | Ministry of Environment and Forestry                 | ケニア環境森林省              |
| <b>MRV</b>     | Measurement Reporting Verification                   | 測定・報告・検証              |
| <b>NDC</b>     | Nationally Determined Contribution                   | 自国が決定する貢献             |
| <b>NFI</b>     | National Forest Inventory                            | 国家森林インベントリ            |
| <b>NGO</b>     | Non-Governmental Organizations                       | 非政府組織                 |
| <b>NRCO</b>    | National REDD+ Coordination Office                   | ケニア国家 REDD+調整オフィス     |
| <b>NRS</b>     | National REDD+ Strategy                              | 国家 REDD+戦略            |
| <b>NRSC</b>    | National REDD+ Steering Committee                    | ケニア国家 REDD+運営委員会      |
| <b>NRTFAS</b>  | Near Real Time Forest Alert System                   | 準リアルタイム森林警報システム       |
| <b>NFMS</b>    | National Forest Monitoring System                    | 国家森林モニタリングシステム        |
| <b>Off-JT</b>  | Off the Job Training                                 | 職場外訓練                 |
| <b>OJT</b>     | On the Job Training                                  | 職場内訓練                 |
| <b>OTN</b>     | Oracle Technology Network                            | オラクル・テクノロジー・ネットワーク    |
| <b>PaMs</b>    | Policy and Measures                                  | 政策及び措置                |
| <b>PD</b>      | Project Document                                     | プロジェクトドキュメント          |
| <b>PDA</b>     | Personal Digital Assistant                           | 携帯情報端末                |
| <b>PDCA</b>    | Plan-Do-Check-Action                                 | PDCA サイクル             |
| <b>PHP</b>     | Hypertext Preprocessor                               | ハイパーテキストプリプロセッサ       |
| <b>PMU</b>     | Project Management Unit                              | プロジェクト・マネジメント・ユニット    |
| <b>PPT</b>     | Power Point                                          | パワーポイント               |
| <b>RCMRD</b>   | Regional Centre for Mapping of Resources for         | 開発のための資源地図地域セン        |

| 略語標記           | 正式名                                                                                                                                                                                                                   | 和名                                                                        |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                | Development                                                                                                                                                                                                           | ター                                                                        |
| <b>RDBMS</b>   | Relational Data Base Management System                                                                                                                                                                                | データベース管理システム                                                              |
| <b>REDD+</b>   | Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries | 発展途上国における森林減少・森林劣化に由来する二酸化炭素の排出の削減と、森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の増強からの温室効果ガス排出削減 |
| <b>RHEL</b>    | Red Hat Enterprise Linux                                                                                                                                                                                              | レッドハット エンタープライズ リナックス                                                     |
| <b>R-PP</b>    | Readiness Preparation Proposals                                                                                                                                                                                       | REDD+準備計画提案書                                                              |
| <b>RS</b>      | Remote Sensing                                                                                                                                                                                                        | リモートセンシング                                                                 |
| <b>SBSTA</b>   | Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice                                                                                                                                                               | 科学的、技術的な助言に関する補助機関                                                        |
| <b>SG</b>      | Safeguards                                                                                                                                                                                                            | セーフガード                                                                    |
| <b>SIS</b>     | Safeguards Information System                                                                                                                                                                                         | セーフガード情報システム                                                              |
| <b>SLEEK</b>   | System for Land Based Emission Estimation in Kenya                                                                                                                                                                    | ケニア国土地ベース排出推定システムプログラム                                                    |
| <b>SOK</b>     | Survey of Kenya                                                                                                                                                                                                       | ケニア国土地理院                                                                  |
| <b>S/W</b>     | Software                                                                                                                                                                                                              | ソフトウェア                                                                    |
| <b>TA</b>      | Technical Assessment                                                                                                                                                                                                  | 技術評価                                                                      |
| <b>TWG</b>     | Technical Working Group                                                                                                                                                                                               | 技術作業グループ                                                                  |
| <b>UNDP</b>    | United Nations Development Programme                                                                                                                                                                                  | 国際連合開発計画                                                                  |
| <b>UNFCCC</b>  | United Nations Framework Convention on Climate Change                                                                                                                                                                 | 気候変動枠組条約                                                                  |
| <b>UN-REDD</b> | United Nations collaborative initiative on Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation                                                                                                               | 森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減における国連共同イニシアチブ                                        |
| <b>WB</b>      | World Bank                                                                                                                                                                                                            | 世界銀行                                                                      |
| <b>WS</b>      | Workshop                                                                                                                                                                                                              | ワークショップ                                                                   |
| <b>WWF</b>     | World Wide Fund for Nature                                                                                                                                                                                            | 世界自然保護基金                                                                  |

## 要約

持続的森林管理のための能力開発プロジェクト（以下「本プロジェクト」）のコンポーネント3である REDD+準備段階コンポーネント（以下、「本コンポーネント」）の主な活動は、発展途上国における森林減少・森林劣化に由来する二酸化炭素の排出の削減と、森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の増強からの温室効果ガス排出削減（REDD+）の実施により得られる成果払いに必要な4つの要件のうち、国家森林モニタリングシステム（NFMS）と森林参照レベル（FRL）の開発を支援することであった。この NFMS と FRL の開発にあたっては、REDD+ TWG 会議や関係者ワークショップを数多く開催し、多くの関係者と議論が行われ、その議論の結果として、これら NFMS と FRL が開発され、FRL は UNFCCC へ提出された。また、本コンポーネントでは、NFMS と FRL の開発に関連して、各種地図作成や MRV 研修の活動も実施された。

ケニアの NFMS は、1) 森林管理における正確で透明性のあるデータと情報を収集・保存すること、2) ケニアにおける REDD+活動と持続可能な森林管理に貢献するために、必要な情報を関係者と共有すること、3) 国際機関への報告や、他国への説明責任を果たすため情報を利活用することを目的として開発された。

この目的を達成するために、ケニアの NFMS は、モニタリング機能とデータ管理機能の2つの機能で構成されている。前者は、1) 活動データのための森林被覆と森林被覆変化、2) 排出係数のための森林炭素ストック、3) 準リアルタイムでの森林被覆変化、4) 政策及び措置、5) 生物多様性、6) REDD+と新規植林・再植林クリーン開発メカニズム（AR-CDM）プロジェクトの6つのモニタリングで構成されている。

一方、本コンポーネントで開発された森林情報プラットフォーム（FIP）が NFMS のデータ管理機能の役割を果たす。FIP は、1) 森林参照レベル（FRL）、2) 測定・報告・検証（MRV）、3) セーフガード情報システム、4) 森林被覆変化モニタリング、5) 国家 REDD+戦略及び関連情報、6) 森林管理情報、7) REDD+ 及び AR CDM プロジェクト情報、8) その他関連データの8つの要素で構成されている。このように FIP は、様々な森林関連情報を提供するポータルサイトとなっている。本コンポーネントでは、FIP の設計・実装を行い、FIP 上で地図や文書などの各種データを効果的に表示する方法について検討・改善を行った。

また、ケニア国における NFMS の継続的な実施、運用、管理のために、ケニア国 NFMS の構造や、モニタリング機能及びデータ管理機能などの各機能の方法論を記述した「NFMS 文書 Ver1」が作成された。

一方、FRL は、以下のような、FRL の構築のために必要な条件を決定しながら、開発された。

森林定義： 最小森林面積は 0.5 ha、森林被覆率は 15%以上、樹高は 2m（成木）。コーヒーや茶などの多年生農業用樹種は森林と見なさない。

対象 REDD+活動： 1) 森林減少による排出、2) 森林劣化による排出、3) 森林の持続的管理、4) 森林における炭素蓄積の増強

対象炭素プール： 地上部バイオマス及び地下部バイオマス

スケール： 国家レベル



対象温室効果ガス：CO<sub>2</sub>

参照期間と参照年：2002 - 2018 年までの 4 年間隔、参照年は 2002 年、2006 年、2010 年、2014 年、2018 年

活動データ（AD）：ケニア国土地ベース排出量推定システム（SLEEK）のプログラムをもとに作成された土地被覆/土地利用変化地図（2002-2006 年、2006-2010 年、2010-2014 年、2014-2018 年）から、最小森林面積（0.5ha）を基準に森林変化を抽出。抽出された変化は、変化マトリックスから REDD+活動ごとに変化量を集計して AD データを算出。

排出係数（EF）： IC-FRA と CADEP-SFM によるパイロット森林インベントリーデータに基づく森林の炭素ストックのデータ（ケニアでは NFI は実施されていない）と、各森林層の成長率と非森林の炭素ストックに関する IPCC のデフォルトデータを用いて EF を設定。

FRL 設定手法： 2002-2006 年、2006-2010 年、2010-2014 年、2014-2018 年に推定された排出・吸収量の過去の値の平均法

FRL レポートは、上記の条件等に基づいて作成され 2020 年 1 月 6 日に UNFCCC に提出された。UNFCCC によるケニア国 FRL の技術評価（TA）は 2020 年 6 月 8 日～12 日にリモートで実施された。TA の結果に基づいて修正した FRL レポートは 2020 年 8 月に UNFCCC へ提出された。

最終的に、過去の年間平均排出・吸収量から、FRL 値は以下のとおりとなった。

森林参照レベル：52,204,059 CO<sub>2</sub>t/年

また、FRL と NFMS に関連する、地図作成に関する活動については、2014 年版土地被覆/土地利用図の正確性についてプロセスと結果のアセスメントを実施し、そのアセスメント結果も考慮しつつ、土地被覆/土地利用図作成指導資料の整備・改善を行い、2020 年版土地被覆/土地利用図の作成指導を行った。一方、FRL の設定のため、参照期間に合わせた土地被覆/土地利用変化図も作成した。

NFMS の実施に向けた能力向上のために、本コンポーネントでは、合計 4 回の MRV 研修を実施した。第 1 回と第 2 回は、基礎コースとして、REDD+に関する知識を十分に有していない KFS スタッフ合計 54 名を対象に実施した。第 3 回と第 4 回は、上級コースとして、第 1 回と第 2 回の研修に参加した KFS スタッフ合計 40 名を対象に実施した。

最後に、ケニアでの REDD+の実践及び持続可能な森林管理に向けて、特に NFMS の運用面で、次のことを提言する。

ケニアでは、持続可能な森林管理や REDD+の実施のために、NFMS の文書で定められる計画や方法論に基づいて NFMS を運用することが不可欠である。NFMS の森林モニタリングについては、ケニア国はすでに土地被覆/土地利用図を作成する能力と、NFI を実施する能力を有しているため、森林地図作製の作業は隔年で継続し、ケニア政府は NFI を実施するために、必要な予算を確保する必要がある。

また、NFMS には、効果的な方法論がまだ開発されていない政策及び措置（PaMs）や生物多様性

のモニタリング項目もあり、これらについては、具体的なモニタリング方法を開発する必要がある。

本コンポーネントでは、FIP を管理・運営するための上位委員会と KFS 内に設置する管理チームの必要性、構造、役割について議論してきた。KFS 内の管理チームは設立されたが、FIP には様々な機関が関わっているため、上位委員会の設立は遅れている。FIP に蓄積されるデータや情報は、REDD+の実施だけでなく、ケニアの持続可能な森林管理にも活用できるため、FIP は適切に運用されるべきである。そのためには、管理チームを機能させ、関係者との協議により上位委員会を早急に設立する必要がある。

さらに、現在の FRL レポートや NFMS ドキュメントにおいて、将来的な改善が言及されている。したがって、ケニアは本コンポーネントの成果を踏まえ、改良に対応できる技術力や財政を確保し、その改良を進める必要がある。

## I プロジェクトとコンポーネントの基本情報

### 1 国名

ケニア国

### 2 プロジェクトとコンポーネントのタイトル

持続的森林管理のための能力開発プロジェクト（以下「本プロジェクト」）、REDD+準備段階コンポーネント（以下、「本コンポーネント」）

### 3 プロジェクト期間（計画と実際）

2016 年 6 月 12 日– 2021 年 10 月 11 日（実際）（新型コロナウイルスによる 4 カ月間の延長を含む）

（2016 年 6 月 12 日– 2021 年 6 月 11 日（計画））

### 4 背景

ケニアは乾燥・半乾燥地が国土の約 8 割を占め、森林面積は、2020 年に UNFCCC に提出した FRL に基づくと国土の約 5.8% と小さいが、薪炭利用や農地転用による森林資源の荒廃が問題となっている。また、近年は気候変動の影響を最も受けやすい国の一つと考えられており、森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減（REDD+）の推進や持続的森林管理に係る能力開発は、森林面積の増大及び気候変動緩和策の観点からも重要な開発課題となっている。

このような状況の中、ケニア国政府は、2010 年に制定された憲法と国家発展計画である“Vision2030”（2008 年）において、約 7%（2010 年当時）の森林被覆率を 2030 年までに 10%とすることを目標に掲げた。

我が国は、ケニア森林研究所（KEFRI）建設を支援して以来、KEFRI やケニア森林公社（KFS：Kenya Forest Service）に対して、社会林業の推進や乾燥地耐性育種の開発・研究などの技術協力を行っている。このような森林分野で支援実績のある我が国に対し、ケニア国は本分野に係わる持続的森林管理の能力強化にかかる技術協力を要請した。

これを受けて、2015 年 11 月に独立行政法人国際協力機構による詳細計画調査が実施され、その結果、下記の図 4.1 にも示すとおり、ケニアの森林及び気候変動政策における 5 つの課題（①政策支援、②カウンティ政府の実施モデル構築のためのパイロット事業、③REDD+準備支援、④林木育種研究、⑤地域協力）に係る協力を行うことにより、中央及びカウンティ政府の持続的森林管理のための能力強化を図り、森林被覆率 10%達成に向けた持続的な森林管理の促進に寄与するプロジェクトを実施することとなった。

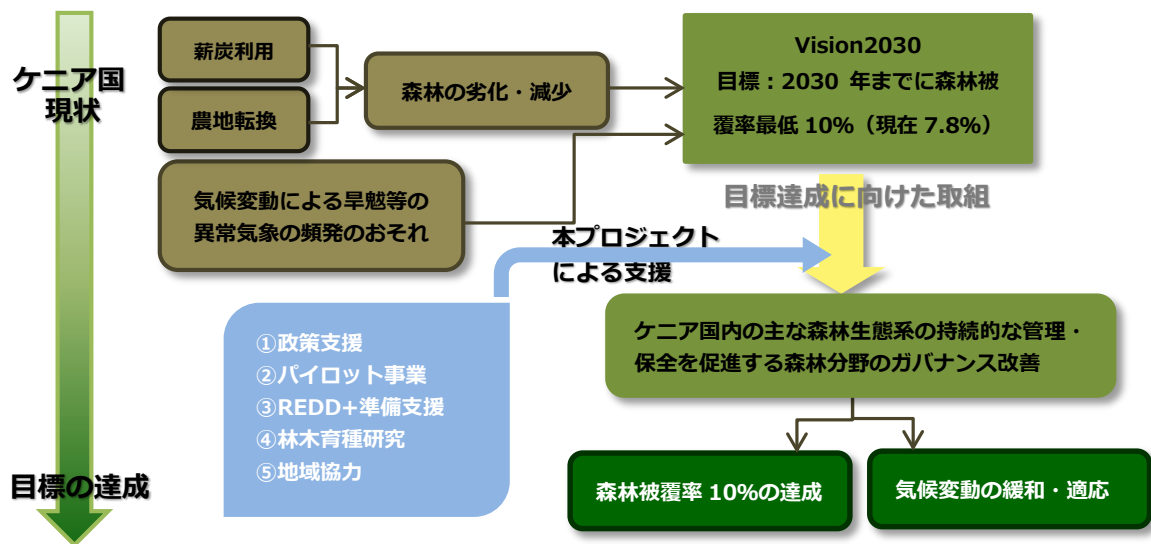


図 4.1 本プロジェクトの位置付け

## 5 本プロジェクトと本コンポーネントの目的

本プロジェクトは、4.で述べた背景を受け、ケニアにおける森林被覆率 10%達成に向けた持続的な森林管理の促進に寄与することを目的としている。2019 年 2 月に実施された中間評価に基づいて改訂された本プロジェクトのプロジェクト目標と上位目標を以下の表 5.1 に示す。

表 5.1 本プロジェクトのアウトプットと目標

| 上位目標     | ケニアにおける森林率 10%達成に向けて、持続的な森林管理が促進される                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| プロジェクト目標 | 中央及びカウンティ政府の持続的な森林管理のための能力が強化される                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| アウトプット   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 中央レベルにおける森林関連政策・戦略の実施・モニタリング能力が強化される。</li> <li>2. 森林普及活動の実施を通じ、政府部門、民間部門および NGOs/CBOs の ASALs における植林推進の能力が向上する。</li> <li>3. KFS における REDD+の準備段階活動及び持続的な森林管理のための森林モニタリングに関する技術的な能力が強化される。</li> <li>4. KEFRI における耐乾性林木育種のための能力が改良される。</li> <li>5. KEFRI における地域協力のための能力がサブサハラアフリカ地域における気候変動・早魃のレジリエンス強化のための知識及びグッド・プラクティスの共有を通して強化される。</li> </ol> |

本プロジェクトは、長期専門家が行う活動と、短期専門家チーム（以下、「チーム」）がケニアの C/P と一緒に行う本コンポーネントの活動によって達成される。

本プロジェクトを実施していく中で、本コンポーネントは、REDD+準備段階の実施支援部分を主に担当する。日本の協力を含んだ各ドナー及びケニア国内機関の過去の成果を有効に活用しながら国家森林モニタリングシステム（NFMS）及び森林参照レベル（FRL）を構築し、その活動の実



施を通して C/P 機関の能力強化を支援し、もって定期的な森林モニタリングのための体制を整備することを目的としている。以下の図 5.1 に本プロジェクトにおける本コンポーネントの位置付けと目的を示す。



※赤字部分が本コンポーネント担当部分

図 5.1 本プロジェクトにおける本コンポーネントの位置付けと目的

## 6 本コンポーネントの実施機関

ケニア森林公社（KFS）

## II コンポーネントの結果

### 1 コンポーネントの結果

#### 1.1 日本側の投入

##### 1.1.1 日本人専門家の投入状況

日本人専門家の投入状況を以下の表 1.1.1.1 に示す。

表 1.1.1.1 日本人専門家の投入状況

(灰色：内自社負担)

| 名前          | 所属         | 担当分野                                      | 現地 M/M | 国内 M/M |
|-------------|------------|-------------------------------------------|--------|--------|
| 加藤和久        | JOFCA /AAS | 総括/ 国家森林モニタリングシステム (NFMS) /測定・報告・検証 (MRV) | 13.69  | 3.69   |
|             |            |                                           | (0.03) |        |
| 佐藤圭         | PASCO      | 森林リモートセンシング/GIS                           | 14.33  | 1.75   |
|             |            |                                           | (0.43) |        |
| 山下一宏 /加藤和久  | JOFCA /AAS | FRL                                       | 6.83   | 2.70   |
|             |            |                                           | (0.03) |        |
| 山本耕平/ 石塚伸太郎 | PASCO      | データベース/データベース (1)                         | 5.63   | 0.60   |
|             |            |                                           | (0.76) |        |
| 新藤健司        | PASCO      | データベース(2)                                 | 0.70   | 0.00   |
| 泉保昭伸        | PASCO      | データベース(3)                                 | 4.50   | 2.32   |
|             |            |                                           | (0.57) |        |
| 藤村さほり       | JOFCA /AAS | 森林リモートセンシング/GIS 補佐                        | 2.83   | 0.00   |
| 山下一宏        | JOFCA      | 森林インベントリー                                 | 2.13   | 0.00   |
| 佐藤嘉彦        | JOFCA /AAS | NFMS(2)/FRL(2)/森林リモートセンシング/GIS 補佐         | 10.77  | 3.30   |
|             |            |                                           | (0.67) |        |
| 滝永佐知子       | JOFCA /AAS | 業務調整                                      | 1.10   | 0.00   |
|             |            |                                           | (1.10) |        |
| 合計          |            |                                           | 62.51  | 14.36  |
|             |            |                                           | (3.59) |        |

##### 1.1.2 機材の投入状況

プロジェクト開始以降に本コンポーネントで調達された機材の一覧を表 1.1.2.1 に示す。

表 1.1.2.1 機材の投入状況

(灰色：事務所調達)

| No | 機材名                         | 仕様                                                                 | 製造元   | 数量 | 備考             |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------|----|----------------|
| 1  | GIS クラウドサーバーソフトウェア          | ArcGIS Online Organization Plan Level 1 + additional 10 named user | ESRI  | 1  | 2018年7月<br>調達済 |
| 2  | デスクトップ用リモートセンシングソフトウェア No.1 | ERDAS IMAGINE 2016 version                                         | ERDAS | 2  | 2017年1月<br>調達済 |
| 3  | リモートセンシングソ                  | 1年保証                                                               | ERDAS | 2  | 2017年1月        |

| No | 機材名                         | 仕様                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 製造元     | 数量 | 備考             |
|----|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----|----------------|
|    | ソフトウェア保証 No.1               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |    | 調達済            |
| 4  | メディアキット                     | ソフトウェアインストールのためのメディアキット                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ERDAS   | 1  | 2017年1月<br>調達済 |
| 5  | デスクトップ用リモートセンシングソフトウェア No.1 | ERDAS IMAGINE 2016 version                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ERDAS   | 1  | 2018年7月<br>調達済 |
| 6  | リモートセンシングソフトウェア保証 No.1      | 1年保証                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ERDAS   | 1  | 2018年6月<br>調達済 |
| 7  | メディアキット                     | ソフトウェアインストールのためのメディアキット                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ERDAS   | 1  | 2018年7月<br>調達済 |
| 8  | リモートセンシングソフトウェア保証 No.1      | 1年保証                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ERDAS   | 2  | 2018年7月<br>調達済 |
| 9  | デスクトップ用リモートセンシングソフトウェア No.2 | eCognition 9.2 Developer<br>Included 1 year maintenance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Trimble | 1  | 2017年3月<br>調達済 |
| 10 | デスクトップ用 GIS ソフトウェア          | ArcGIS for desktop advanced 10.4 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ESRI    | 1  | 2017年1月<br>調達済 |
| 11 | デスクトップ用 GIS ソフトウェア保証        | ArcGIS desktop advanced の1年保証                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ESRI    | 1  | 2018年7月<br>調達済 |
| 12 | デスクトップ用 GIS ソフトウェア          | ArcGIS for desktop standard 10.4 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ESRI    | 1  | 2017年1月<br>調達済 |
| 13 | デスクトップ用 GIS ソフトウェア          | ArcGIS for desktop standard 10.5 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | ESRI    | 2  | 2018年7月<br>調達済 |
| 14 | デスクトップ用 GIS ソフトウェア保証        | ArcGIS desktop standard の1年保証                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ESRI    | 1  | 2018年7月<br>調達済 |
| 15 | ワークステーション                   | OS: Windows 10 Pro Edition 64 bit (English)<br>CPU: Intel® Xeon® Processor ES-1620, 3.7GHz Turbo or higher, 12M L3, 5.86GT/s or higher<br>Memory: 16 GB or more<br>HardDisk: at least 2TB totally, SATA (No RAID) or more<br>DVD Super Multi Drive<br>Graphic Card: 1G NVIDIA Quadro K600 (1DP and 1DVI) (1DP-DVI and 1DVI-VGA adapter) or higher<br>Wireless network USB adopter (support 11n/11a/11g/11b)<br>29inch Wide Monitor<br>Microsoft Office 2016 (Home & Business)<br>Security software (24 months)<br>System Recovery media<br>Auto Ranging (100V- 240V)<br>UPS 650 (650VA - 400 Watts), Input 230V / Output 230V<br>at least one year warranty | HP      | 3  | 2017年1月<br>調達済 |

| No | 機材名                  | 仕様                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 製造元                | 数量 | 備考                |
|----|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----|-------------------|
| 16 | ワークステーション            | OS: Windows 10 Pro Edition 64 bit (English)<br>CPU: Intel® Xeon® Processor ES-1620, 3.7GHz Turbo or higher, 12M L3, 5.86GT/s or higher<br>Memory: 16 GB or more<br>HardDisk: at least 2TB totally, SATA (No RAID) or more<br>DVD Super Multi Drive<br>Graphic Card: 1G NVIDIA Quadro K600 (1DP and 1DVI) (1DP-DVI and 1DVI-VGA adapter) or higher<br>Wireless network USB adopter (support 11n/11a/11g/11b)<br>29inch Wide Monitor<br>Microsoft Office 2016 (Home & Business)<br>Security software (24 months)<br>System Recovery media<br>Auto Ranging (100V- 240V)<br>UPS 650 (650VA - 400 Watts), Input 230V / Output 230V<br>at least one year warranty | HP                 | 3  | 2018 年 7 月<br>調達済 |
| 17 | ハンディ GPS             | - Capture more positions and increased accuracy in tough GNSS environments<br>- Compatible with existing and planned GNSS constellations to maximize<br>- GNSS Systems: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, QZSS<br>- SBAS: WAAS, EGNOS, MASAS, GAGAN, SBAS+<br>- DGNSS accuracy: Horizontal 1cm to 100cm, Vertical 1.5cm to 100cm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Trimble            | 4  | 2018 年 1 月<br>調達済 |
| 18 | ラージフォーマットプリンター       | HP design jet T3500 production printer A0 with Scanner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | HP                 | 1  | 2019 年 10<br>月調達済 |
| 19 | ビジネスプリンター            | HP color LaserJet enterprise mfp m 577dn (b5146a)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | HP                 | 1  | 2019 年 10<br>月調達済 |
| 20 | モバイルアプリ (survey 123) | subscription for 5 years                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ESRI               | 14 | 2018 年 7 月<br>調達済 |
| 21 | モバイルマッピングデバイス        | 7inch tablet with Wi-Fi and socket for SIM card                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Samsung Galaxy Tab | 5  | 2018 年 7 月<br>調達済 |
| 22 | GPS カメラ              | 16 mega pixel<br>Optical 4 x zoom, Digital 7.2 x zoom (Combine 28.8 x zoom)<br>Still<br><br>image:JPEG(Exif Ver.2.3,DCF2.0,DPOF)<br>Movie:MOV form(H.264/AVC,IMA-ADPCM sound(monaural)<br>media:SD memory card,SDHC memorycard,SDXC memory card<br>GPS<br>English Instruction Manual<br>Universal Power Supply<br>at least one year warranty                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | RICHO              | 2  | 2017 年 12<br>月調達済 |
| 23 | ノートパソコン              | HP 17.3 touch screen, Intel core i7, 16GB memory, ITB Hard Drive windows 10<br>Microsoft Office 2016 (Home & Business)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | HP                 | 2  | 2019 年 10<br>月調達済 |

| No | 機材名                                    | 仕様                                                                                                                                                                             | 製造元                        | 数量 | 備考              |
|----|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----|-----------------|
| 24 | ラミネート機                                 | double-sided A0 size Laminator, Auto Removing film, paper, 600x300/min, Max Lamination width 1100mm                                                                            | Model: SG-1100sBrand: CIGO | 1  | 2019 年 10 月 調達済 |
| 25 | データベースサーバーソフトウェア                       | SQL SERVER + 5 USER CALS                                                                                                                                                       | Microsoft                  | 2  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 26 | Geo-information データベースソフトウェア (空間データ管理) | ArcGIS for Server Enterprise Standard, Portal for ArcGIS Level1                                                                                                                | ESRI                       | 1  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 27 | イメージサーバーソフトウェア                         | ArcGIS Image Extension for Server Enterprise                                                                                                                                   | ESRI                       | 1  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 28 | Geo-information データベースサーバー             | CPU: Intel® Xeon®E5-2640 v4 2.4GHz for 10 core, Memory: 32 GB<br>HardDisk: 8 x SAS 3.84TB, or more, RAID 6<br>Rack type 2U server<br>* Including Vmware vSphere Standard       | HP                         | 2  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 29 | データストレージサーバー                           | CPU: 1 x Intel® Xeon® E5-26xx v3 series, 1.9GHz, or more<br>Memory : 32 GB<br>HardDisk: 24 x SAS 2TB or more, RAID 6 with necessary software if need it<br>Rack type 2U server | HP                         | 1  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 30 | アンチウィルスソフト                             | Security software (48 months for server)                                                                                                                                       | Kaspersky                  | 5  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 31 | サーバー用ラック                               | ・ Size: W600 x D1000 x H1388 mm<br>・ Mount: 27U                                                                                                                                | Toten cabinet              | 1  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 32 | Windows サーバ 2012 r2 ソフトウェアライセンス        | Windows server 2012 r2 software license                                                                                                                                        | Microsoft                  | 4  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 33 | UPS                                    | Schneider Electric Smart-UPS XL 3000VA Rack Mount 200V                                                                                                                         | APC                        | 2  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 34 | L3 スウィッチハブ                             | WS-C3650-24TS-L<br>Rack mount Type<br>Auto Ranging (100V- 240V)<br>at least one year warranty                                                                                  | Cisco                      | 1  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 35 | チーム用ビジネスプリンター                          |                                                                                                                                                                                |                            | 1  | 2016 年 7 月 調達済  |
| 36 | チーム用ノートパソコン                            |                                                                                                                                                                                |                            | 1  | 2016 年 7 月 調達済  |
| 37 | GIS ソフトウェア用統合設定                        | Integration and configuration for software                                                                                                                                     |                            | 1  | 2018 年 7 月 調達済  |
| 38 | バックアップデバイス                             | Support for LTO-4 or LTO-5<br>Interface: SAS Port, U320 SCSI or FC available for compressed transfer<br>Auto Ranging (100V- 240V)" &Media tape                                 | HP                         | 1  | 2018 年 7 月 調達済  |



## 1.2 ケニア側の投入

C/P 職員一覧を表 1.2.1 に示す。

表 1.2.1 C/P 職員一覧

| No. | 氏名  |         | 職名      | 機関  |
|-----|-----|---------|---------|-----|
| 1   | Mr. | Emilio  | Mugo    | KFS |
| 2   | Mr. | Julius  | Kamau   |     |
| 3   | Mr. | Peter   | Nduati  |     |
| 4   | Mr. | Geroge  | Tarus   |     |
| 5   | Mr. | Peter   | Sirayo  |     |
| 6   | Ms. | Faith   | Muturi  |     |
| 7   | Mr. | Richard | Mwangi  |     |
| 8   | Ms. | Divinah | Nyasaka |     |

## 1.3 活動結果

### 1.3.1 全般的な活動

#### (1) 業務計画書、work plan の作成

業務の実施方針を示した業務計画書を作成して JICA へ提出するとともに、JICA からのコメントを踏まえて最終化した。各期の提出時期を表 1.3.1.1 に示す。最終化した業務計画書は JICA ケニア事務所担当者、本プロジェクト長期専門家及び C/P (第 1 期の work plan 英文のみ) へ説明して、共有した。

表 1.3.1.1 業務計画書及び work plan の提出状況

| 区分    | 提出時期       | 対象期間                   | 備考             |
|-------|------------|------------------------|----------------|
| 全期    | 2016 年 6 月 | 2016 年 6 月－2021 年 7 月  | 英文 (Work Plan) |
| 第 1 期 | 2016 年 6 月 | 2016 年 6 月－2018 年 2 月  | 和文             |
| 第 2 期 | 2018 年 4 月 | 2018 年 4 月－2019 年 8 月  | 和文             |
| 第 3 期 | 2019 年 9 月 | 2019 年 9 月－2021 年 10 月 | 和文             |

第 2 年次から第 5 年次においては、各年次 7 月に前年の調査結果を C/P とともに確認するとともに、当該年次の調査方針、技術移転方針を Activity Plan (英文) として取りまとめて、業務進捗報告書とともに貴機構及び C/P 機関に提出した。各年次の提出時期等を表 1.3.1.2 に示す。

表 1.3.1.2 業務進捗報告書及び Activity Plan 提出状況

| 年次   | 提出時期       |
|------|------------|
| 2 年次 | 2017 年 7 月 |
| 3 年次 | 2018 年 7 月 |
| 4 年次 | 2019 年 7 月 |
| 5 年次 | 2020 年 7 月 |

## (2) 会議の出席・開催

プロジェクト全体の進捗状況等を管理する合同調整委員会（JCC）及びプロジェクトマネジメントユニット（PMU）会議、並びに本コンポーネント活動に関するケニア国 REDD+技術作業部会（TWG）会議等に参加し、関係者と協議を行った。参加会議を表 1.3.1.3 に示す。

表 1.3.1.3 参加会議一覧

| 年月日                   | 場所                          | 会議名                                  |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 2016 年 7 月 16 日       | KFS CANTEEN ホール（ナイロビ）       | REDD+ 準備段階コンポーネント インセプション会議          |
| 2016 年 10 月 3 日、      | NSSF Bulding（ナイロビ）          | 第 1 回 PMU 会議                         |
| 2016 年 10 月 10 日      | KFS 会議室（ナイロビ）               | REDD+内部協議                            |
| 2016 年 10 月 13 日      | NSSF Bulding（ナイロビ）          | 第 2 回 PMU 会議                         |
| 2016 年 11 月 24 日、25 日 | ブルーポストホテル（ティカ）              | REDD+ TWG 会議                         |
| 2017 年 3 月 28 日、29 日  | MASADA ホテル（ナイバシャ）           | 関係者ワークショップ                           |
| 2017 年 6 月 28 日       | KFS 会議室（ナイロビ）               | REDD+ TWG 会議                         |
| 2017 年 7 月 4 日        | NSSF Bulding（ナイロビ）          | 第 4 回 PMU 会議                         |
| 2017 年 11 月 27 日      | NSSF Bulding（ナイロビ）          | 第 5 回 PMU 会議                         |
| 2017 年 11 月 29 日、30 日 | MASADA ホテル（ナイバシャ）           | REDD+ TWG 会議                         |
| 2017 年 12 月 1 日       | MASADA ホテル（ナイバシャ）           | 関係者ワークショップ                           |
| 2017 年 12 月 5 日       | NSSF Bulding（ナイロビ）          | 第 2 回 JCC                            |
| 2018 年 6 月 26 日       | Crown Plaza ホテル（ナイロビ）       | 第 1 回 CADEP-SFM Interaction Workshop |
| 2018 年 7 月 19 日       | NHIF Building,（ナイロビ）        | 第 3 回 JCC                            |
| 2018 年 9 月 20 日、21 日  | Lake Naivasha Resort（ナイバシャ） | REDD+ TWG 会議                         |
| 2019 年 2 月 21 日       | NHIF Building（ナイロビ）         | 第 4 回 JCC                            |
| 2019 年 5 月 23 日       | NHIF Building（ナイロビ）         | 第 8 回 PMU 会議                         |
| 2019 年 7 月 16 日、17 日  | Lake Naivasha Resort（ナイバシャ） | REDD+ TWG 会議                         |
| 2019 年 7 月 21 日～24 日  | KEFRI Kitui center（キツイ、エンプ） | 第 2 回 CADEP-SFM Interaction Workshop |

| 年月日                  | 場所                           | 会議名                     |
|----------------------|------------------------------|-------------------------|
| 2019 年 12 月 9 日、10 日 | Lake Naivasha Resort (ナイバシャ) | REDD+ TWG 会議、関係者ワークショップ |
| 2020 年 1 月 28 日      | NHIF Building (ナイロビ)         | 第 5 回 JCC               |
| 2021 年 1 月 26 日      | NHIF Building (ナイロビ)         | 第 9 回 PMU 会議            |
| 2021 年 7 月 1 日、2 日   | MASADA ホテル (ナイバシャ)           | REDD+ TWG 会議            |
| 2021 年 9 月 3 日       | オンライン                        | 第 10 回 PMU 会議           |
| 2021 年 9 月 14 日      | オンライン                        | 第 6 回 JCC               |
| 2021 年 10 月 4 日      | Utali ホテル (ナイロビ)             | REDD+ TWG 会議            |

本コンポーネント活動に関する会議の概要を以下に記す。

### 1) 関係者ワークショップ

|     |                                                 |     |                    |
|-----|-------------------------------------------------|-----|--------------------|
| 日時  | 2016 年 7 月 16 日                                 | 場所  | KFS 本局 CANTEEN ホール |
| 会議名 | REDD+ 準備段階コンポーネント インセンプション                      | 主催者 | チームと KFS の共同開催     |
| 参加者 | TWG メンバー、ドナー、JICA 関係者等、39 名（参照：付属資料 1）          |     |                    |
| 内容  | 準備段階コンポーネントの業務計画書内容について説明・協議                    |     |                    |
| 結果  | チームはケニア側にコンポーネントの業務計画書について説明し、承認を得た。（参照：付属資料 1） |     |                    |

|     |                                                                                                                                                                                                                         |     |                    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|
| 日付  | 2017 年 3 月 28 日-29 日                                                                                                                                                                                                    | 場所  | MASADA ホテル (ナイバシャ) |
| 会議名 | FRL 提出に向けた関係者ワークショップ                                                                                                                                                                                                    | 主催者 | チームと KFS の共同開催     |
| 参加者 | TWG メンバー、関連ドナー、JICA 関係者等、34 名（参照：付属資料 2）                                                                                                                                                                                |     |                    |
| 内容  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・AD 及び EF の設定方法論の確認</li> <li>・NFMS ドキュメント作成にかんする提案</li> <li>・森林タイプ別のヘクタールあたりの炭素貯蓄量の計算方法の検討</li> <li>・Tier1 データとカントリーデータの比較</li> <li>・FRL の参照期間と参照時点</li> <li>・土壌炭素貯蓄量</li> </ul> |     |                    |
| 結果  | FRL の設定と NFMS の開発に関する進捗と今後の作業スケジュールについてステークホルダーと共有し、意見交換を行った。（参照：付属資料 2）                                                                                                                                                |     |                    |

|     |                                                                                                       |     |                    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|
| 日付  | 2017 年 12 月 1 日                                                                                       | 場所  | MASADA ホテル (ナイバシャ) |
| 会議名 | FRL 提出に向けた関係者承認ワークショップ                                                                                | 主催者 | チームと KFS の共同開催     |
| 参加者 | TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員等 36 名（参照：付属資料 3）                                                             |     |                    |
| 内容  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・FRL 設定（AD、EF、国情と炭素排出量の報告）</li> <li>・NFMS と FIP の開発</li> </ul> |     |                    |
| 結果  | 2018 年 1 月の UNFCCC への FRL レポートの提出に向けて、これまでの検討結果を報告し、TWG およびステークホルダーとの意見交換を行った。（参照：付属資料 3）             |     |                    |

|     |                                            |     |                              |
|-----|--------------------------------------------|-----|------------------------------|
| 日付  | 2019 年 12 月 9 日、10 日                       | 場所  | Lake Naivasha Resort (ナイバシャ) |
| 会議名 | FRL 提出に向けた REDD+ TWG 会議及び関係者ワークショップ        | 主催者 | チームと KFS、UNDP の共同開催          |
| 参加者 | TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員等 24 名（参照：付属資料 12） |     |                              |

|    |                                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 内容 | FRL 設定の修正案の共有<br>FRL 設定の修正と UNFCCC への提出の作業計画                                                               |
| 結果 | FRL 設定と FRL 不確実性の算出が、参照期間 2002-2018 年（4 年間隔）を基準に見直された。修正された FRL 設定に基づく FRL レポートの提出について意見交換を行った。（参照：付属資料 4） |

## 2) REDD+ Technical Working Group (TWG)

|     |                                                                                                                                                                                                               |     |                                        |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------|
| 日時  | 2016 年 11 月 24 日-25 日                                                                                                                                                                                         | 場所  | ブルーポストホテル                              |
| 会議名 | FRL と NFMS の開発に関する REDD+ 技術作業部会                                                                                                                                                                               | 主催者 | KFS 主催<br>(参加者：森林リモートセンシング/GIS 担当 佐藤主) |
| 参加者 | TWG メンバー、JICA メンバー等 22 名（参照：付属資料 5）                                                                                                                                                                           |     |                                        |
| 内容  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ FRL 設定に関する方針に関する協議</li> <li>・ 2014 土地被覆/土地利用図の作成と変化抽出にかかる進捗報告</li> <li>・ 2014 年森林変化抽出とその統計に関する協議</li> <li>・ 森林被覆変化に関する協議（森林減少、森林劣化、エンハンスメント）</li> </ul>              |     |                                        |
| 結果  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ FRL は国レベルで設定する。</li> <li>・ 現状では土壌炭素データが不足しており、インベントリーでの情報収集が必要である。</li> <li>・ 土地被覆/土地利用図は教師付き分類と CPN(Conditional Probability Network)によって開発される（参照：付属資料 5）</li> </ul> |     |                                        |

|     |                                                                                                                                            |     |                |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------|
| 日付  | 2017 年 6 月 28 日                                                                                                                            | 場所  | KFS 会議室        |
| 会議名 | FRL 設定に係る REDD+技術作業部会                                                                                                                      | 主催者 | チームと KFS の共同開催 |
| 参加者 | TWG メンバー、コンポーネント団員等 28 名（参照：付属資料 6）                                                                                                        |     |                |
| 内容  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ FRL 設定（FRL の概要と AD、EF 及びその他の要件の設定）</li> <li>・ FRL 文書の作成</li> <li>・ 森林情報プラットフォームのシステム開発</li> </ul> |     |                |
| 結果  | 国情を除いた FRL 設定に必要な設定要件が決定された。（参照：付属資料 6）                                                                                                    |     |                |

|     |                                                                                                                                                  |     |                   |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------|
| 日付  | 2017 年 11 月 29 日-30 日                                                                                                                            | 場所  | MASADA ホテル（ナイバシヤ） |
| 会議名 | FRL 提出に向けた REDD+技術作業部会                                                                                                                           | 主催者 | チームと KFS の共同開催    |
| 参加者 | TWG メンバー、コンポーネント団員等 28 名（参照：付属資料 7）                                                                                                              |     |                   |
| 内容  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ FRL 設定（FRL 参照期間の再設定）</li> <li>・ 森林変化分析結果の報告</li> <li>・ 国情検討の報告</li> <li>・ NFMS の開発</li> </ul>           |     |                   |
| 結果  | 緑の気候基金（GCF）の成果支払いのためのスコア表をもとに、FRL 期間を再設定した。また、これまでの協議によって決定された方法論に基づいて算出された AD、EF 及び炭素排出量について、確認・承認を行った。NFMS についてはその目的や機能について大枠を合意した。（参照：付属資料 7） |     |                   |

|     |                                                                                                                                                |     |                             |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------|
| 日付  | 2018 年 9 月 20 日、21 日                                                                                                                           | 場所  | Lake Naivasha Resort（ナイバシヤ） |
| 会議名 | FRL 提出に向けた REDD+ TWG 会議                                                                                                                        | 主催者 | チームと KFS の共同開催              |
| 参加者 | TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員等 24 名（参照：付属資料 8）                                                                                                      |     |                             |
| 内容  | FRL 設定の修正作業の共有<br>FRL 設定の今後の修正作業の検討<br>現在の NFMS の開発状況の共有<br>今後の NFMS 開発作業の検討                                                                   |     |                             |
| 結果  | ケニア国内の関係者からのコメントに基づく、FRL 設定と FRL 不確実性の修正案を共有して意見交換を行った。EF 設定については、ケニア国の専門家意見に基づく EF 設定条件を検討する。NFMS 開発については、NFMS 文書案 Ver.0 が共有され、今後の開発作業が検討された。 |     |                             |

|  |             |
|--|-------------|
|  | (参照：付属資料 8) |
|--|-------------|

|     |                                                                                                                |     |                              |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------|
| 日付  | 2019 年 7 月 16 日、17 日                                                                                           | 場所  | Lake Naivasha Resort (ナイバシャ) |
| 会議名 | FRL 提出に向けた REDD+ TWG 会議                                                                                        | 主催者 | チームと KFS の共同主催               |
| 参加者 | TWG メンバー、他ドナー、コンポーネント団員等〇〇名 (参照：付属資料 9)                                                                        |     |                              |
| 内容  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ FRL 設定の再修正作業の共有</li> <li>・ FRL 設定の再修正と UNFCCC への提出に向けた作業計画</li> </ul> |     |                              |
| 結果  | 関係者からのコメントに基づいた FRL 設定と FRL 不確実性の修正内容が共有された。修正が反映された FRL レポートと、参照期間及び時系列分析などの今後の修正作業について意見交換を行った。(参照：付属資料 9)   |     |                              |

|     |                                                                    |     |                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|
| 日付  | 2021 年 7 月 1 日、2 日                                                 | 場所  | Masada ホテル (ナイバシャ) |
| 会議名 | NFMS 開発に向けた REDD+ TWG 会議                                           | 主催者 | チームと KFS の共同開催     |
| 参加者 | TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員 33 名 (参照：付属資料 10)                         |     |                    |
| 内容  | NFMS 開発状況の共有と、今後の修正作業について                                          |     |                    |
| 結果  | NFMS 開発について、NFMS 文書案 Ver.1 が共有され、今後の修正作業等について意見交換を行った。(参照：付属資料 10) |     |                    |

|         |                                                                                                   |     |                  |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------|
| 日付      | 2021 年 10 月 4 日                                                                                   | 場所  | Utali ホテル (ナイロビ) |
| 会議名     | NFMS 開発に向けた REDD+ TWG 会議                                                                          | 開催者 | チームと KFS の共同開催   |
| 参加者     | TWG メンバー、関連ドナー、コンポーネント団員等 14 名 (参照：付属資料 11)                                                       |     |                  |
| 内容      | NFMS の開発状況の共有と最終化                                                                                 |     |                  |
| Results | NFMS 文書案 Ver.1 が共有され、これまでの修正内容が共有された。モニタリング機能等の詳細について議論され、一部を再修正して NFMS の最終化することとされた。(参考：付属資料 11) |     |                  |

### 3) REDD+内部協議

|     |                                                                                                                                                     |     |                |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------|
| 日時  | 2016 年 10 月 10 日                                                                                                                                    | 場所  | KFS 本局内会議室     |
| 会議名 | REDD+内部協議                                                                                                                                           | 主催者 | チームと KFS の共同開催 |
| 参加者 | KFS 関係者とコンポーネント団員、12 名 (参照：付属資料 12)                                                                                                                 |     |                |
| 内容  | 実現可能で実用的な AD と EF の設定についての検討                                                                                                                        |     |                |
| 結果  | SLEEK 地図の層化に基づいて EF を計算するため、JICA のコンポーネントの中で追加の森林インベントリの実施支援の実施が要請された。しかし、追加の森林インベントリはケニア国全土をカバーするものではなく、プレ・インベントリとしての位置づけで実施されることとなった。(参照：付属資料 12) |     |                |

### (3) モニタリング

対象期間のコンポーネント活動をモニタリングシートに取りまとめ、プロジェクト全体で JICA へ提出した。各モニタリングシートの対象期間を表 1.3.1.4 示す。

表 1.3.1.4 モニタリングシート提出状況

| バージョン  | 対象期間            |
|--------|-----------------|
| Ver.00 | 2016 年 1 月—6 月  |
| Ver.01 | 2016 年 7 月—12 月 |
| Ver.02 | 2017 年 1 月—6 月  |
| Ver.03 | 2017 年 7 月—12 月 |



| バージョン  | 対象期間            |
|--------|-----------------|
| Ver.04 | 2018 年 1 月—6 月  |
| Ver.05 | 2018 年 7 月—12 月 |
| Ver.06 | 2019 年 1 月—6 月  |
| Ver.07 | 2019 年 7 月—12 月 |
| Ver.08 | 2020 年 1 月—6 月  |
| Ver.09 | 2020 年 7 月—12 月 |
| Ver.10 | 2021 年 1 月—6 月  |

#### (4) 業務進捗報告書の作成

毎年 6 月末までのコンポーネント活動を C/P 職員と共同で業務進捗報告書（英文のみ）として取りまとめ、JICA 及び C/P 機関に提出した（表 1.3.1.1）。同報告書には、次年次の活動計画した年度業務計画書（Activity Plan）を添付した。

#### (5) 調達機材に係る業務

本業務では、表 1.1.2.1 に示す機材について「委託契約等における機材調達・管理ガイドライン（2012 年 4 月版）」に基づき調達した。調達する機材については、C/P 機関の現状を調査したうえで、C/P 担当者及び JICA と協議のうえ仕様・数量等を調整して決定した。C/P 機関の現状調査においては、C/P 機関が使用している関連機材との互換性・親和性に配慮して、維持管理の容易さや持続性を考慮した。

また、同表 1.1.2.1 に示された JICA ケニア事務所が調達する機材についても同様に C/P の状況を確認し、JICA と協議のうえ使用数量等を決定した。本業務では、入札図書、契約書/発注書（案）、機材仕様を作成し、予定価格の積算、参考見積りの取付け、応札書類の評価および納品検収を行うことにより、JICA ケニア事務所が行う調達業務を支援した。

#### (6) 広報活動

ケニア国での REDD+の取り組みの周知を目的に、今コンポーネントの活動を C/P 機関の HP 及び JICAHP においてニュースレターとして報告した。

KFS : [Kenya Forest Service - JICA set to support Kenya in REDD+ Readiness activities](http://kenyaforestservice.org/index.php?option=com_content&view=article&id=499:jica-set-to-support-kenya-in-redd-readiness-activities&catid=81:news&Itemid=538)

([http://kenyaforestservice.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=499:jica-set-to-support-kenya-in-redd-readiness-activities&catid=81:news&Itemid=538](http://kenyaforestservice.org/index.php?option=com_content&view=article&id=499:jica-set-to-support-kenya-in-redd-readiness-activities&catid=81:news&Itemid=538))

- ✓ JICA set to support Kenya in REDD+ Readiness activities

JICA : <https://www.jica.go.jp/project/kenya/014/news/index.html>

- ✓ MRV 研修（2017 年 11 月）
- ✓ REDD+の TWG 会議と関係者ワークショップの開催（2017 年 11 月）
- ✓ REDD+における MRV 研修の開催（2018 年 7 月 6 日）
- ✓ REDD+準備段階コンポーネントにおける第 3 回 MRV 研修の開催（2020 年 3 月 4 日）
- ✓ REDD+準備段階における FRL レポートの UNFCCC への提出（2021 年 5 月 19 日）
- ✓ NFMS 構築に向けた REDD+ TWG 会議の開催（2021 年 7 月 1 日）

- ✓ REDD+準備段階コンポーネントにおける第4回MRV研修の開催(2021年7月1日)

また FRL に関する活動では、FRL レポートを UNFCCC へ提出することで同機関の HP に掲載され、広く周知された。

UNFCCC : [Submissions - REDD+ \(unfccc.int\)](https://unfccc.int/submissions-REDD+)

(<https://redd.unfccc.int/submissions.html?country=ken>)

### 1.3.2 NFMS 及び NFMS を主とする森林情報プラットフォームに関する活動

#### (1) NFMS の開発

REDD+成果支払いに求められる4つの要件(国家戦略、森林参照レベル、セーフガードに関する情報提供システムの策定及びNFMSの開発)の1つであるNFMSの開発にC/Pと取り組み、REDD+TWG会議等をとおして関係機関の合意形成を図りながら、ケニア国のNFMSを最終的にNFMS文書Ver1.0(2021年10月)として取りまとめた。NFMS開発に関する活動を以下に記載するとともに、ケニア国NFMS文書Ver.1.0を技術協力作成資料として提出する。

#### 1) ケニア国におけるNFMSの開発要件

NFMS開発にあたって、UNFCCCにおいて示されている構築要件(図1.3.2.1)を示し、NFMSで取り組むモニタリング項目について検討を行った。C/P協議及び関係者協議をとおして、ケニア国側から当初、想定されていなかったPaMs、生物多様性及びREDD+及びAR-CDM等の森林炭素関連プロジェクトをモニタリング項目に組み入れる要請を受け、コンポーネントはこれらの項目を追加したNFMSの開発を進めた。

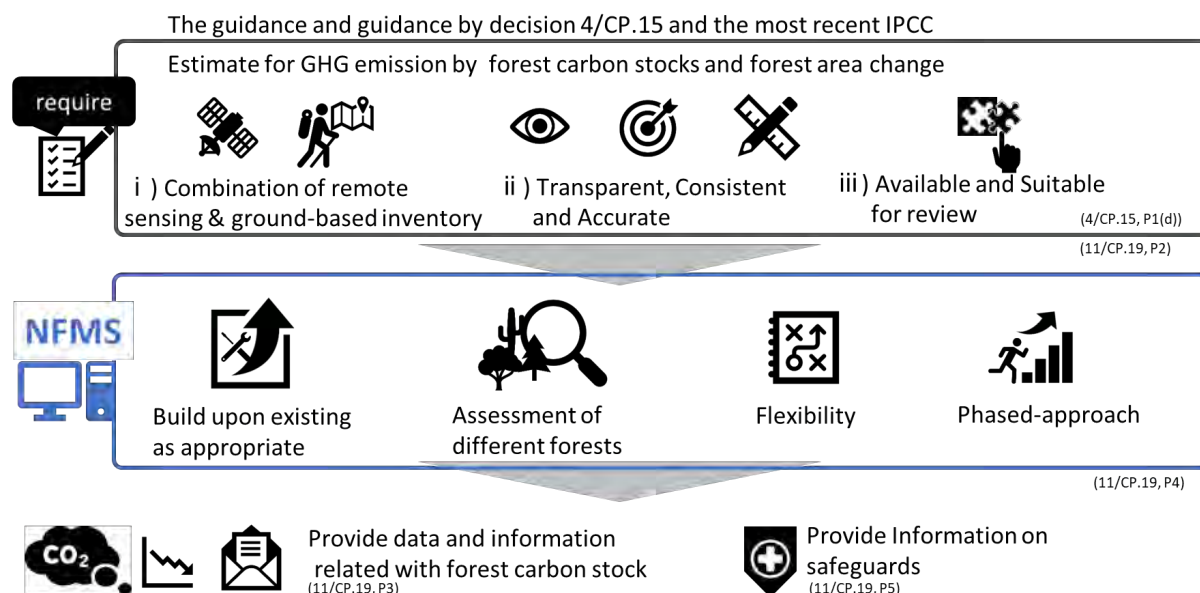


図 1.3.2.1 UNFCCC において NFMS に求められる要件

また、NFMS の開発にあたっては、ケニア国内の関係機関やドナーとの情報共有により、REDD+の指針等において整合性の確保、支援の重複の回避に努めた。

なお、2019年9月に、FCPFのReadiness Fundを利用してケニア国の国家REDD+戦略(NRS)とセーフガード情報システム(SIS)の開発支援を行っているUNDPと個別協議を持った。NFMSで

の PaMs のモニタリングは、NRS と関連し、また、生物多様性のモニタリングは、SIS と関連する。このため本コンポーネントの NFMS 開発の進捗状況と、UNDP が支援する NRS 及び SIS の開発状況をお互いに共有するとともに、情報共有を継続することで連携を図った。

## 2) NFMS に関する情報の収集

NFMS の開発に向けて、ケニア国内の関係資料、国際機関等から発行された規定やマニュアル等の資料を収集し、整理した（表 1.3.2.1）。

表 1.3.2.1 NFMS 開発のために収集・整理された情報

| 収集情報                                                                                                                                    | 関連機関                         | 発行年                          | 内容                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Roadmap for the establishment of Forest Reference Levels and the National Forest Monitoring System                                      | UN-REDD/FAO, UNDP, UNEP, KFS | 2017 年                       | ケニアにおける NFMS の開発と FRL 設定のためのロードマップ                      |
| Report on National Forest Resource Mapping and Capacity Development for the Republic of Kenya                                           | JICS、KFS                     | 2013 年（プロジェクト期間 2010-2013 年） | 日本の環境・気候変動プログラム無償援助の森林保全で実施された土地被覆図、土地被覆変化図及び森林被覆図の開発   |
| Manuals which were developed by IC-FRA(Improved Capacity in Forest Resource Assessment)                                                 | Government of Finland, KFS   | 2013 年                       | ケニアにおける EF の開発のための NFI の方法論の構築                          |
| SLEEK(System for Land-based Emissions Estimation in Kenya) program                                                                      | クリントン財団<br>DRSRS             | 2016 年                       | ランドサット画像を使用した 1990 年、1995 年、2000 年～2014 年の土地被覆/土地利用図の作成 |
| REDD+ Readiness Preparation Proposal(R-PP)                                                                                              | FCPF World bank KFS          | 2010 年 6 月                   | ケニア国の REDD+実施準備に向けての計画書                                 |
| National Forest Monitoring Systems: Monitoring and Measurement, Reporting and Verification (M & MRV) in the context of REDD+ Activities | UN-REDD                      | 2013 年                       | NFMS の構築のためのガイドライン                                      |
| Action Plan for the Implementation of the National Forest Monitoring System of Pakistan draft report                                    | Pakistan UN-REDD WWF         | 2015 年 8 月                   | UN-REDD と WWF の支援によって作成されたパキスタンの NFMS 実施のためのアクションプラン    |
| Decision booklet REDD+                                                                                                                  | 森林総合研究所                      | 2016 年 2 月 1 日<br>改訂版        | NFMS の定義等を含めた COP 決議集                                   |
| REDD-plus COOKBOOK (ANNEX Research Manual)                                                                                              | 森林総合研究所                      | 2012 年                       | REDD プラスに取り組むための基礎知識や技術について、特に森林モニタリングに注目して説明した技術解説書    |

## 3) NFMS の開発

NFMS の開発にあたり、UNFCCC における NFMS の構築要件や UN-REDD のガイドラインを参照するとともに、C/P との話し合いや REDD+TWG 会議におけるメンバーとの協議、また関係者ワークショップで他ドナー等と意見交換等を行った。これらの活動をとおして C/P とケニア国の NFMS 開発にあたっての基本指針を取りまとめて（表 1.3.2.2）、NFMS の開発を進めた。図 1.3.2.2 に NFMS の構造のイメージを示す。

表 1.3.2.2 ケニア国 NFMS 開発の基本指針

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 目的      | 1) 森林管理における正確で透明性のあるデータと情報を収集・保存する<br>2) ケニアにおける REDD+の実施と持続可能な森林管理に貢献するために、必要な情報を関連する森林のステークホルダーと共有する<br>3) 国際機関への報告や、他国への説明責任を果たすため情報を利活用する                                                                                                                                                                               |
| 基本設定    | 1) 森林定義：森林とされる最小の面積は 0.5 ha、森林被覆率は 15%以上、樹高は 2m（成木）<br>2) 対象 REDD+活動：1. 森林減少対策、2. 森林劣化対策、3. 持続可能な森林管理、4. 森林増強<br>3) 対象カーボンプール：地上部バイオマス、地下部バイオマス<br>4) スケール：国家<br>5) 対象温室効果ガス：二酸化炭素                                                                                                                                          |
| 構造      | <p>●モニタリング機能</p> 下記項目のモニタリング <ul style="list-style-type: none"> <li>- 森林被覆図/森林被覆変化（活動データ）</li> <li>- 森林における炭素蓄積量（排出係数）</li> <li>- 森林変化モニタリング</li> <li>- 政策及び措置（PaMs）</li> <li>- 生物多様性</li> <li>- REDD+及び AR-CDM 等の森林炭素関連プロジェクト</li> </ul> <p>●データマネジメント機能</p> モニタリング機能により収集された情報やデータを格納し、REDD +を含む森林管理を実施するための情報を提供するデータベース |
| NFMS 文書 | NFMS の継続的な実施、運営、管理のため、その目的や構造、各機能の詳細について文書化された。                                                                                                                                                                                                                                                                             |

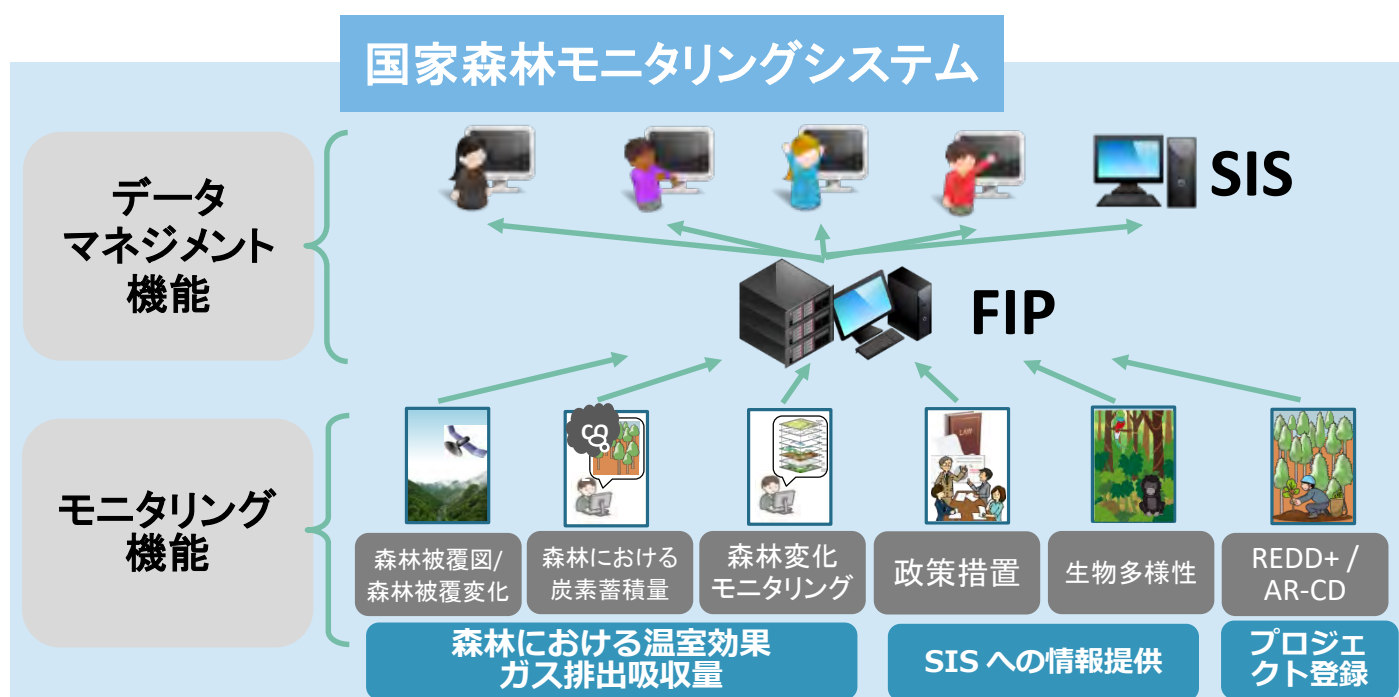


図 1.3.2.2 NFMS 構造のイメージ

次に、NFMS に組み込まれた 6 つのモニタリング項目を表 1.3.2.3 に示す。

表 1.3.2.3 NFMS の各モニタリング項目とモニタリング方法

| 項目                                     | 方法                                                        | 概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林被覆図<br>/ 森林被覆<br>変化（活動<br>データ）       | 光学衛星画像の<br>Wall to Wall 解析<br>によって作成され<br>る土地被覆/土地<br>利用図 | <p>【解析方法】<br/>ピクセルベース分類</p> <p>【土地被-覆/土地利用分類】<br/>森林 3 タイプ（天然林）と被覆率による 3 層化の 9 分類と、森林<br/>1 タイプ（プランテーション）の合計 10 分類<br/>非森林 4 分類</p> <p>【検出方法】<br/>Wall to Wall, 教師付き分類と 2014 年土地被覆/土地利用図を基に<br/>した Conditional Probability Network のハイブリッド<br/>森林区域の抽出に、フィルタリング処理とゾーニング処理</p> <p>【AD アプローチ】<br/>IPCC アプローチ 3</p>                                                                                        |
| 森林におけ<br>る炭素蓄積<br>量（排出係<br>数）          | 国家森林インベン<br>トリー（NFI）                                      | <p>【サンプリングデザイン】<br/>層化無作為抽出法：SLEEK 層化別（10 種類の森林タイプ）に無<br/>作為抽出。クラスタの位置は 1km×1km の格子点からランダムに<br/>選択する（1km<sup>2</sup> グリッド）</p> <p>【クラスタデザイン】<br/>IC-FRA によるクラスタ方式（1 クラスタ当たり 6 プロットある<br/>いは 4 プロット）</p> <p>【プロットの形】<br/>円形</p> <p>【調査項目】<br/>樹種、胸高直径、その他確認できる情報（病気や枝折の有無等）</p> <p>【バイオマス量への変換】<br/>各森林タイプ別に選定したアロメトリー式の適用。その他、FRL<br/>設定に準ずる。</p> <p>【炭素係数】<br/>IPCC2006 のデフォルト値の適用。その他、FRL 設定に準ずる。</p> |
| 森林変化モ<br>ニタリング                         | 既存の森林減少検<br>知システム及び現<br>地ツール                              | 既存の森林減少エリアの検出システム（JJ-FAST 及び NRTFAS）<br>を利用した、ケニア国内の森林減少区域の抽出。<br>抽出された森林減少区域において、担当区域職員が現地ツール<br>（Survey123）を用いて現地を踏査、報告。                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 政策及び措<br>置                             | ドラフト NRS に<br>基づくモニタリ<br>ング                               | ケニア国 NRS ドラフトで示された戦略的、投資的分野ごとの各<br>施策に対してモニタリング指標を示す。具体的なモニタリング手<br>法については今後の検討事項である。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 生物多様性                                  | 国家森林インベン<br>トリー（NFI）デ<br>ータの活用                            | NFI におけるプロット調査項目を活用したモニタリング。<br><p>【樹木データ】：樹種、成立本数、胸高直径及び樹高、健全度な<br/>ど</p> <p>【生物多様性データ】：哺乳類、鳥類、爬虫類、昆虫類、菌類など</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| REDD+ 及<br>び AR-CDM<br>等森林炭素<br>プロジェクト | ケニア国内で実施<br>される REDD+ 関<br>連プロジェクトの<br>情報収集               | 各プロジェクトの情報を収集するとともに、同プロジェクト情報<br>とプロジェクトエリアを FIP の GIS 機能で表示。<br>ケニア国内のプロジェクト活動をモニタリングするとともに、炭<br>素排出量の削減による成果支払いの二重払い等を防ぐ。                                                                                                                                                                                                                                                                             |

以下、各モニタリング項目におけるモニタリング方法の概要等を記載する。各モニタリング項目  
におけるモニタリング方法の詳細はケニア国 NFMS 文書（技術協力作成資料）を参照。



### (a) 森林被覆/森林被覆変化 (AD)

土地被覆/土地利用図の作製手法は FRL 設定の条件等に準じて、SLEEK 地図にフィルタリング処理とゾーニング処理により森林区域を抽出する。

SLEEK による土地被覆/土地利用図の作製フローを図 1.3.2.3 に示す。

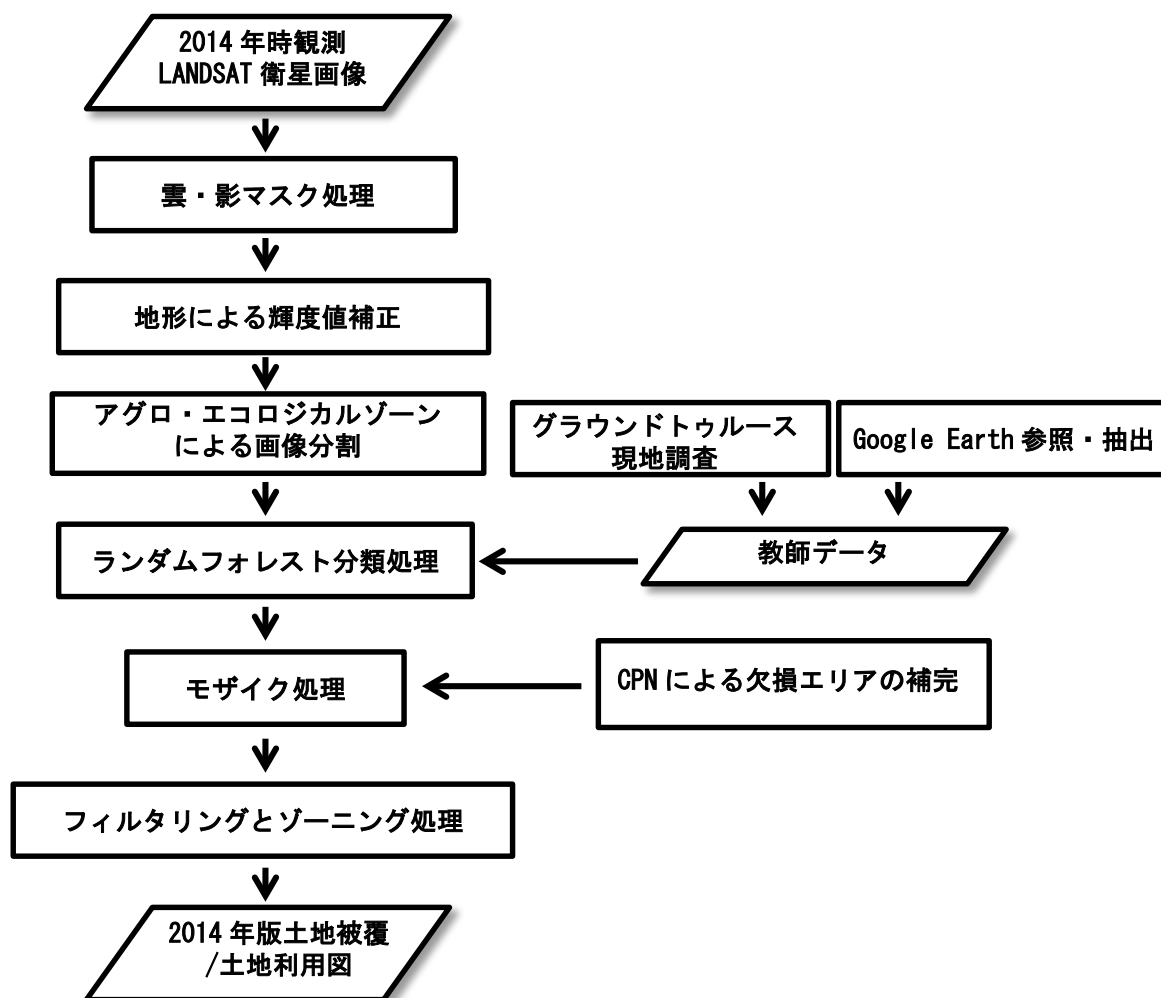


図 1.3.2.3 土地被覆/土地利用図の作製フロー

SLEEK で作成された地図は LANDSAT-8 号衛星画像をもとにしたピクセルベース (1 ピクセル辺り 30m\*30m、単位面積 0.09ha) の地図であるが、ケニア国の森林定義における最小面積は 0.5ha である。このため 6 ピクセル (0.54ha) が森林域の最小単位となるようフィルタリング処理を行う。フィルタリング処理では、図 1.3.2.4 に示す 8 近傍サーチにより森林ピクセルを繋がったかたまりとして認識させ、5 ピクセル以下の森林ピクセルの集まりをその周辺で最大の土地被覆/土地利用の分類項目と置きかえることで取り除く。

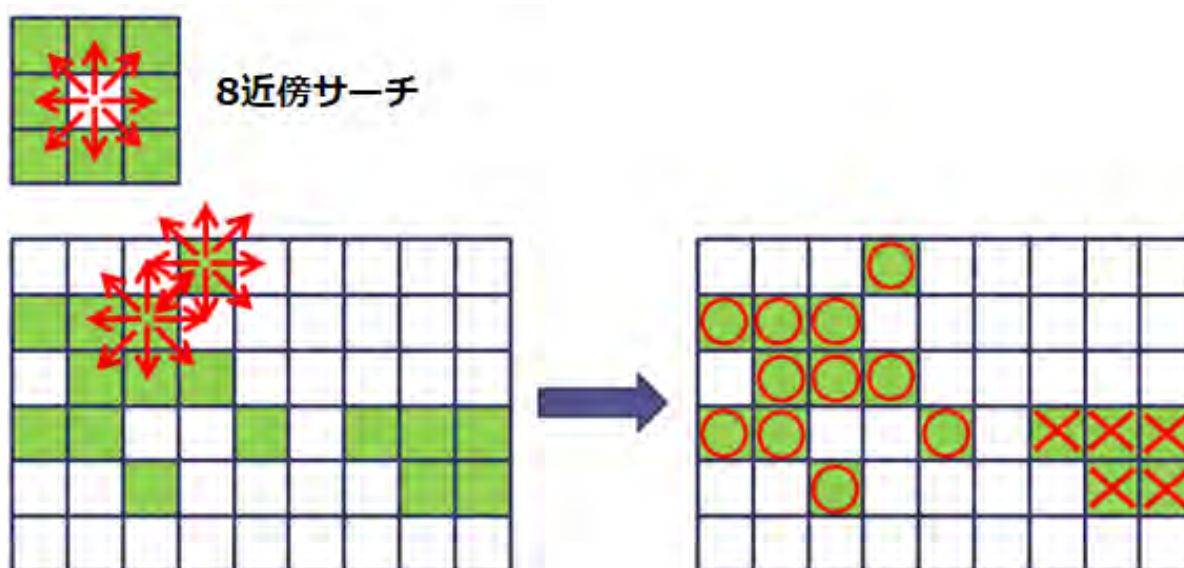


図 1.3.2.4 8 近傍サーチ

フィルタリング処理後は、森林域をゾーニングにより「山岳林・西部熱帯降雨林」、「海岸林・マングローブ」、「乾燥林」、「人工林」の 4 区分に分類して土地被覆/土地利用図を作製する（表 1.3.2.4）。

表 1.3.2.4 FRL 設定のための SLEEK に基づく森林区分一覧

| 土地区分 | 第 1 分類      | 第 2 分類              |
|------|-------------|---------------------|
| 森林   | 山岳林・西部熱帯降雨林 | 密(樹冠率 $\geq 65\%$ ) |
|      |             | 中 (樹冠率 40-65%)      |
|      |             | 疎 (樹冠率 15-40%)      |
|      | 海岸林・マングローブ  | 密(樹冠率 $\geq 65\%$ ) |
|      |             | 中 (樹冠率 40-65%)      |
|      |             | 疎 (樹冠率 15-40%)      |
|      | 乾燥林         | 密(樹冠率 $\geq 65\%$ ) |
|      |             | 中 (樹冠率 40-65%)      |
|      |             | 疎 (樹冠率 15-40%)      |
|      | 人工林         | —                   |

土地被覆/土地利用変化図は、2 時期の土地被覆/土地利用図を重ね合せて作成する。土地被覆/土地利用変化は、作成された土地被覆/土地利用変化図から土地被覆/土地利用変化区域として抽出され、変化面積が算出される。2 時期の土地被覆/土地利用変化は表 1.3.2.5 の変化マトリックスによって理され、ケニア国が FRL に採用した 4 つの REDD+活動ごとに集計して AD データとする。例として、表 1.3.2.6 に 2014 年～2018 年の変化を示したマトリックス表を示す。この表に示す数値が土地被覆/土地利用変化面積を表し、AD の数値の基となる。

表 1.3.2.5 ケニア国における土地被覆/土地利用変化マトリックスと REDD+活動の対応表

|          |       |             |   | 区域 20XX+(X) 年 |    |    |            |    |    |     |    |    |       |     |    |    |       |
|----------|-------|-------------|---|---------------|----|----|------------|----|----|-----|----|----|-------|-----|----|----|-------|
|          |       |             |   | 森林            |    |    |            |    |    |     |    |    |       | 非森林 |    |    |       |
|          |       |             |   | 山岳林・西部熱帯降雨林   |    |    | 海岸林・マングローブ |    |    | 乾燥林 |    |    | 官公人工林 | 農地  | 草地 | 水地 | 宅地その他 |
| 密        | 中     | 疎           | 密 | 中             | 疎  | 密  | 中          | 疎  |    |     |    |    |       |     |    |    |       |
| 区域 20XX年 | 森林    | 山岳林・西部熱帯降雨林 | 密 | n             | dg | dg |            |    |    |     |    |    |       | df  | df | df | df    |
|          |       |             | 中 | e             | n  | dg |            |    |    |     |    |    |       | df  | df | df | df    |
|          |       |             | 疎 | e             | e  | n  |            |    |    |     |    |    |       | df  | df | df | df    |
|          |       | 海岸林・マングローブ  | 密 |               |    |    | n          | dg | dg |     |    |    |       | df  | df | df | df    |
|          |       |             | 中 |               |    |    | e          | n  | dg |     |    |    |       | df  | df | df | df    |
|          |       |             | 疎 |               |    |    | e          | e  | n  |     |    |    |       | df  | df | df | df    |
|          |       | 乾燥林         | 密 |               |    |    |            |    |    | n   | dg | dg |       | df  | df | df | df    |
|          |       |             | 中 |               |    |    |            |    |    | e   | n  | dg |       | df  | df | df | df    |
|          |       |             | 疎 |               |    |    |            |    |    | e   | e  | n  |       | df  | df | df | df    |
|          | 官公人工林 |             |   |               |    |    |            |    |    |     |    | n  | s     | s   | s  | s  |       |
|          | 非森林   | 農地          | e | e             | e  | e  | e          | e  | e  | e   | e  | s  | NA    | NA  | NA | NA |       |
|          |       | 草地          | e | e             | e  | e  | e          | e  | e  | e   | e  | s  | NA    | NA  | NA | NA |       |
|          |       | 水地          | e | e             | e  | e  | e          | e  | e  | e   | e  | s  | NA    | NA  | NA | NA |       |
|          |       | 宅地その他       | e | e             | e  | e  | e          | e  | e  | e   | e  | s  | NA    | NA  | NA | NA |       |

|    |              |    |                          |    |                          |
|----|--------------|----|--------------------------|----|--------------------------|
| df | 森林減少(森林→非森林) | dg | 森林劣化 (森林→森林(劣化))         | e  | 森林増強 (森林→森林(回復), 非森林→森林) |
| n  | 変化なし (森林→森林) | s  | 持続的森林管理 (森林→非森林, 非森林→森林) | NA | 対象区域外                    |

表 1.3.2.6 2014—2018 年土地被覆/土地利用変化面積 (ha)

| 土地区分   |                         |   | 2018 年      |        |        |            |        |        |         |         |         |           |        |         |       |           |
|--------|-------------------------|---|-------------|--------|--------|------------|--------|--------|---------|---------|---------|-----------|--------|---------|-------|-----------|
|        |                         |   | 山岳林・西部熱帯降雨林 |        |        | 海岸林・マングローブ |        |        | 乾燥林     |         |         | 官公<br>人工林 | 農地     | 草地      | 湿地    | 住宅そ<br>の他 |
|        |                         |   | 密           | 中      | 疎      | 密          | 中      | 疎      | 密       | 中       | 疎       |           |        |         |       |           |
| 2014 年 | 山岳林・<br>西部熱<br>帯降雨<br>林 | 密 | 834,862     | 49,209 | 19,734 |            |        |        |         |         |         |           | 88,835 | 91,840  | 416   | 821       |
|        |                         | 中 | 40,248      | 83,235 | 12,899 |            |        |        |         |         |         |           | 11,406 | 53,825  | 78    | 33        |
|        |                         | 疎 | 9,843       | 10,324 | 26,260 |            |        |        |         |         |         |           | 6,435  | 51,566  | 10    | 25        |
|        | 海岸林・<br>マング<br>ローブ      | 密 |             |        |        | 164,282    | 87,918 | 1,363  |         |         |         |           | 6,422  | 160,174 | 1,632 | 825       |
|        |                         | 中 |             |        |        | 22,023     | 40,366 | 2,040  |         |         |         |           | 3,565  | 50,419  | 458   | 233       |
|        |                         | 疎 |             |        |        | 1,116      | 989    | 452    |         |         |         |           | 110    | 2,797   | 9     | 12        |
|        | 乾燥林                     | 密 |             |        |        |            |        |        | 344,985 | 97,928  | 42,170  |           | 24,559 | 455,918 | 3,874 | 2,307     |
|        |                         | 中 |             |        |        |            |        |        | 57,877  | 60,223  | 33,164  |           | 4,763  | 127,932 | 1,229 | 1,018     |
|        |                         | 疎 |             |        |        |            |        |        | 21,221  | 20,412  | 66,984  |           | 4,012  | 185,783 | 1,445 | 4,274     |
|        | 官公人工林                   |   |             |        |        |            |        |        |         |         |         | 56,315    | 17,880 | 7,263   | 26    | 23        |
|        | 農地                      |   | 78,641      | 8,156  | 6,568  | 1,689      | 2,567  | 438    | 21,204  | 9,163   | 10,163  | 3,886     |        |         |       |           |
|        | 草地                      |   | 85,367      | 48,885 | 38,956 | 76,856     | 82,563 | 13,417 | 377,850 | 207,559 | 158,441 | 4,834     |        |         |       |           |
|        | 湿地                      |   | 267         | 176    | 12     | 343        | 316    | 38     | 1,648   | 1,083   | 1,877   | 14        |        |         |       |           |
|        | 宅地その他                   |   | 866         | 107    | 1,702  | 398        | 470    | 15     | 1,667   | 2,424   | 3,279   | 6         |        |         |       |           |

## (b) 森林における炭素蓄積量 (EF)

### a) 国家森林インベントリー調査におけるサンプリング手法

ケニア国では、IC-FRA により国家森林インベントリー調査手法が確立されているが、同手法は独自に設定された土地区分が用いられている。一方で、ケニア国は FRL 設定において SLEEK に基づいた森林区分を用いた。このため、NFMS の開発においては国家森林インベントリー調査のサンプリングデザインを改めて検討する必要がある。はじめに、IC-FRA の土地区分と SLEEK のエコロジカルゾーンによる森林区分の比較を図 1.3.2.5 に示す。また、FRL で使用された SLEEK に基づく森林区分表を表 1.3.2.4 に示す。FRL 設定条件を基準として、SLEEK に基づいた森林区分を用いたサンプリングデザインを構築するとともに、国家森林インベントリー調査に求められる必要サンプル数の算出方法を検討した。

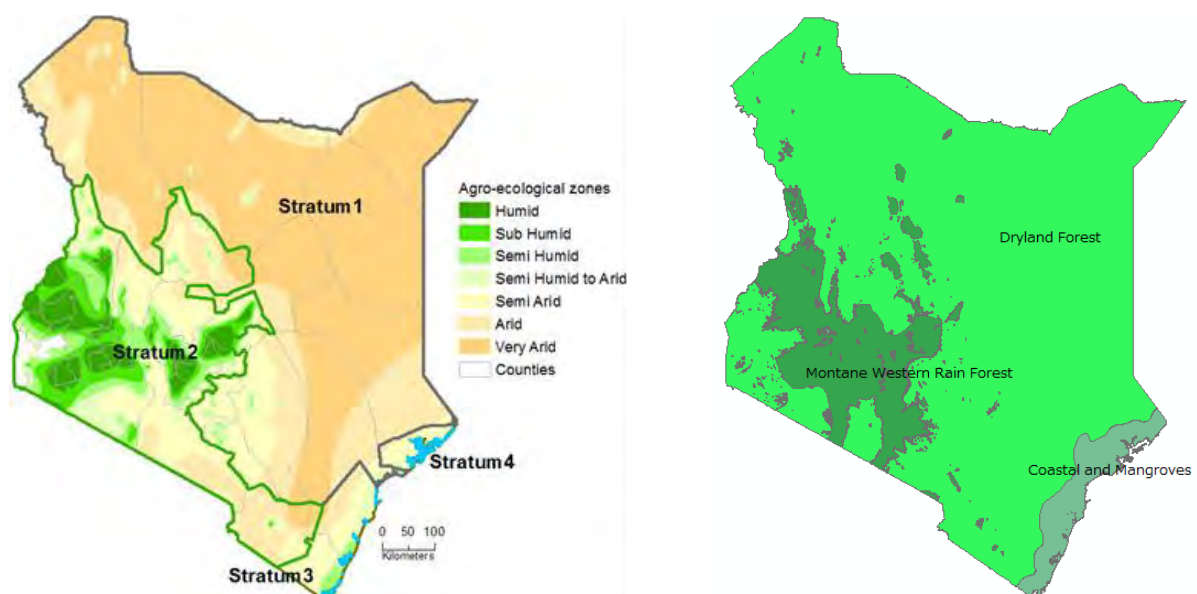


図 1.3.2.5 ケニア国における区分図

(左図：IC-FRA, 右図：FRL 設定に用いられた SLEEK)

国家森林インベントリー調査における必要サンプル数の設定については、既存の IC-FRA による算出方法を検証するとともに、新たな算出手法の検討を行った。

IC-FRA の算出方法の検証により、同算出方法が i) 過去のインベントリー調査の所要時間、ii) 調査データの平均値と誤差率、iii) 地形等の GIS データ、等を組み合わせて、統計ソフト R を用いたシミュレーション (500 回) を行うことで最適な必要サンプル数を算出していることが判明した。シミュレーションのための R コードはケニア国内で保存されていないこと、またシミュレーションに用いられる i) ~ iii) までの各基礎データの更新が困難なことから、ケニア国が採用した FRL での森林区分をもとに IC-FRA の算出方法を用いて再計算することが困難であると考えられた。

代替案として、試験研究分野で一般的に用いられる標本分布の信頼区間と、信頼区間に対応する信頼係数をもとに必要サンプル数を算出する手法方法を検討した (数式 1)。数式 1 は事前のサンプル調査の結果 (平均値と標準偏差) を用いて推定される。ここで  $n$  は必要とされるサンプリン



グ数、 $t_{0.05}$  は信頼区間 95%に対応する信頼係数、 $C_v$  は事前サンプル調査結果の標準偏差を平均値から除したもの、 $e$  は目標誤差率を表す。

$$n = \left( \frac{t_{0.05} * C_v}{e} \right)^2 \quad \dots \text{数式 1}$$

今回、ケニア国の FRL 設定で用いたパイロット・インベントリー調査データをもとに、各森林区分の必要サンプル数  $n$  を信頼区間 95% (信頼係数: 1.96)、目標誤差率 10%で算出した ( $n=1,227$ 、表 1.3.2.7)。なお、分類区分ごとの計算結果において必要サンプル数  $n$  が 30 未満となる場合は、 $n=30$  が必要最低サンプル数として採用される。

今後この必要数にしたがって、全土を 1km グリッドで線引きした交点からランダムに実際に調査を実施する箇所を設定する。また、国家森林インベントリーの調査クラスタを地図上で配置した後に土地利用変化 (例えば、森林から農地への転換) 等により実際に現地で調査ができない場合などを想定して、 $n$  の 20%分の数補助サンプルとして設定した。

また、ケニア国はサンプルデータを効率よく収集できることから、IC-FRA によるクラスタ方式 (1 クラスタ当たり 6 プロットあるいは 4 プロット) によるサンプリングを予定している。必要サンプル数の計算結果は、必要クラスタとして適用される。各森林タイプのクラスタデザイン、プロット数及びプロットサイズ、並びにプロットデザインをそれぞれ図 1.3.2.6、表 1.3.2.8 及び図 1.3.2.7 に示す。

表 1.3.2.7 信頼区間推定に基づく必要サンプル数の算出

| 分類区分        |   | パイロット・インベントリー・データ |                 |             | $C_v$ | $t_{0.05}$ | $e$  | $n$   |
|-------------|---|-------------------|-----------------|-------------|-------|------------|------|-------|
|             |   | サンプル数             | 平均バイオマス量 (t/ha) | 標準偏差 (t/ha) |       |            |      |       |
| 山岳林・西部熱帯降雨林 | 密 | 8                 | 335.37          | 216.38      | 0.65  | 1.96       | 0.10 | 160   |
|             | 中 | 7                 | 80.05           | 47.46       | 0.59  | 1.96       | 0.10 | 135   |
|             | 疎 | 5                 | 25.08           | 9.55        | 0.38  | 1.96       | 0.10 | 56    |
| 海岸林・マングローブ  | 密 | 18                | 113.55          | 54.04       | 0.48  | 1.96       | 0.10 | 87    |
|             | 中 | 11                | 63.30           | 22.00       | 0.35  | 1.96       | 0.10 | 46    |
|             | 疎 | 14                | 28.81           | 17.01       | 0.59  | 1.96       | 0.10 | 134   |
| 乾燥林         | 密 | 7                 | 54.31           | 41.10       | 0.76  | 1.96       | 0.10 | 220   |
|             | 中 | 8                 | 44.19           | 19.21       | 0.43  | 1.96       | 0.10 | 73    |
|             | 疎 | 7                 | 18.26           | 8.82        | 0.48  | 1.96       | 0.10 | 90    |
| 人工林         | - | 36                | 412.48          | 316.71      | 0.77  | 1.96       | 0.10 | 226   |
| 合計          |   | 121               |                 |             |       |            |      | 1,227 |

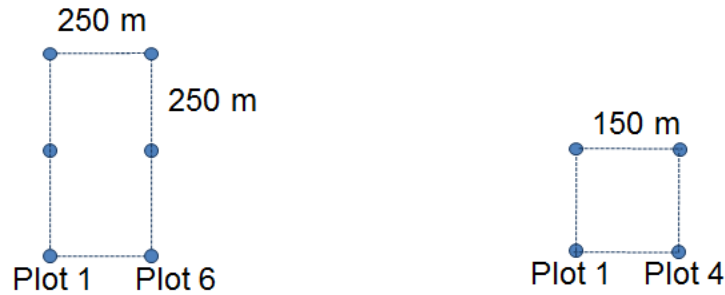


図 1.3.2.6 クラスタデザイン（左図：山岳林・西部熱帯降雨林と乾燥林に適用、右図：海岸林・マングローブと人工林に適用）

表 1.3.2.8 森林タイプ毎のクラスタ内プロット数とプロットサイズ

| 森林タイプ       | クラスタ内プロット数 | プロットサイズ<br>(半径 m) | クラスタ内プロット<br>総面積(m <sup>2</sup> ) |
|-------------|------------|-------------------|-----------------------------------|
| 山岳林・西部熱帯降雨林 | 6          | 15                | 4,239                             |
| 海岸林・マングローブ  | 4          | 15                | 2,826                             |
| 乾燥林         | 6          | 20                | 7,536                             |
| 人工林         | 4          | 15                | 2,826                             |

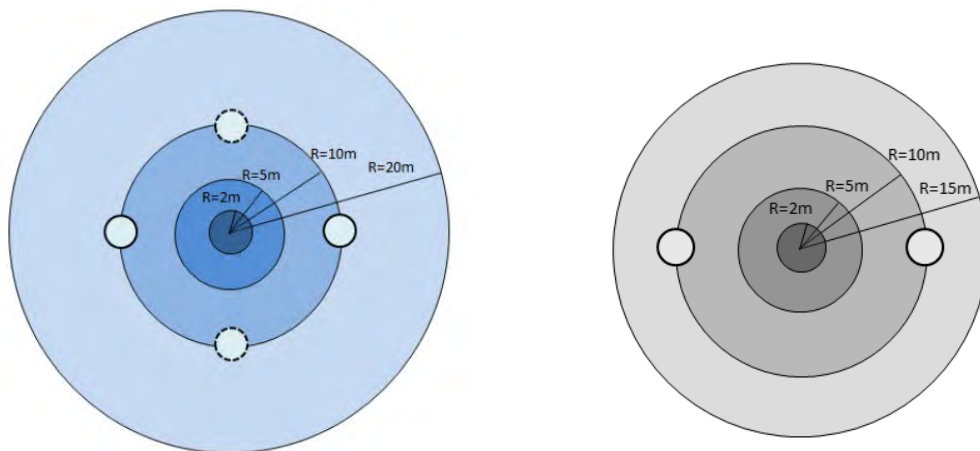


図 1.3.2.7 プロットデザイン（左図：乾燥林に適用、右図：山岳林・西部熱帯降雨林、海岸林・マングローブ及び人工林に適用）

プロット調査における調査対象を表 1.3.2.9 に示す。

表 1.3.2.9 プロット調査における調査対象

| 調査項目 | 調査対象と調査区       | 調査データ               |
|------|----------------|---------------------|
| 樹木   | 半径 2m 区        | DBH $\geq$ 2cm (実生) |
|      | 半径 5m 区        | DBH $\geq$ 5cm (幼樹) |
|      | 半径 10m 区       | DBH $\geq$ 10cm     |
|      | 半径 20m 区 (乾燥林) | DBH $\geq$ 20cm     |

| 調査項目 | 調査対象と調査区                           | 調査データ              |
|------|------------------------------------|--------------------|
|      | 半径 15m 区 (乾燥林以外)                   |                    |
| 灌木   | 半径 15m 区                           | -                  |
| 稚幼樹  | 2つの小プロット半径 1.5m (プロット中心点から 10m 位置) | 樹高 ≥10cm, DBH ≤2cm |
| 枯死木  | 半径 15m 区 (乾燥林 20m 区)               | 直径 ≥10cm           |
| 切り株  | 半径 15m 区 (乾燥林 20m 区)               | 直径 ≥10cm           |
| 竹類   | 半径 10m 区                           | 全樹幹 ≥1.3m          |
| 蔓類   | 半径 2m 区                            | DBH ≥2cm           |
|      | 半径 5m 区                            | DBH ≥5cm           |

## b) バイオマス量換算方法

バイオマス量の換算方法は FRL 設定条件における炭素蓄積量の算出方法と同一とした。

## (c) 森林変化モニタリング

### a) 森林被覆変化モニタリングにおける外部連携

森林被覆変化モニタリングにおける外部連携の構築については、ALOS-2 衛星を活用した JJ-FAST による森林減少地の検出及び Sentinel-2 衛星を活用した準リアルタイム森林警報システム(NRTFAS)による森林減少地の検出をモニタリング手法として取り入れた。

JJ-FAST は、2ha 以上の大きさの森林減少を検出することが可能であり、観測対象地域はケニアを含む 77 カ国で、熱帯林帯のほぼ全域をカバーしている。マイクロ波によるリモートセンシング技術を採用しているため、熱帯地方特有の厚い雲の下、特に雨季にも検出することが可能である。このシステムは、JAXA の陸域観測技術衛星 2 号 (ALOS-2) に搭載された PALSAR-2 センサが取得した L バンド合成開口レーダデータを用いて、約 1.5 ヶ月ごとに森林伐採を検出し、検出された地点の位置情報をウェブサイトでユーザーに無償で提供されている。

ケニア国 NFMS では、FIP において JJ-FAST が提供する森林減少情報へのアクセスを可能とした。

NRTFAS は、光学衛星(Sentinel 2)データを用いた森林減少検出システムで、ケニア国では英国がスポンサーとなっている Forest2020 プロジェクトのパイロットプロジェクトとして実施されており、ケニア国北部地域の 8 つの郡が対象とされている。

使用される Sentinel 2 衛星は、EU が打ち上げて運用している。10 日間の周期で地球を観測する 2 つの衛星 (Sentinel 2A と Sentinel 2B) で運用されており、このため 5 日に 1 回の頻度で森林監視が可能である。

NRTFAS は、Sentinel 2 の衛星画像データをダウンロードし、大気の補正と前処理 (教師付き画像分類、雲除去処理、学習データ、2 期間の変化の検出) を行い、森林減少地域を検出する (図 1.3.2.8)。ケニア国 NFMS では、NRTFAS で検出される森林減少エリアを FIP で閲覧可能とした。

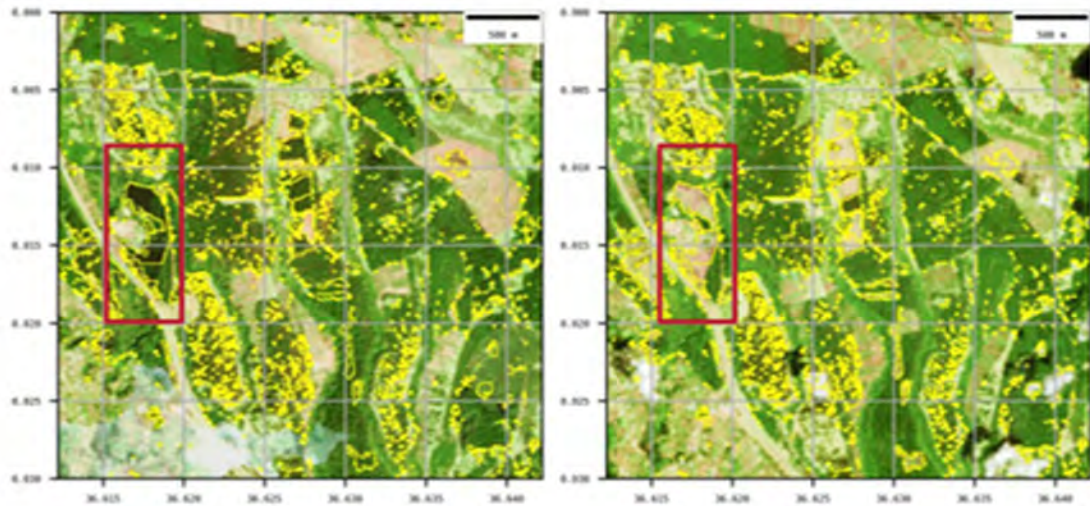


図 1.3.2.8 NRTFAS における森林減少エリアの検出事例

#### b) Survey123 を用いた現地調査手法

森林被覆変化モニタリングにおいて、上記 a) で記載されたリモートセンシングにより検知された森林減少地域での Survey123 を用いた現地照査してモニタリング手法とする。JJ-FAST や NRTFAS によって検出された森林減少アラート情報は、KFS 本部からカウンティ事務所へ通知される。当該区域を担当する KFS レンジャーはスマートフォンやタブレットなどのモバイル機器に搭載された Survey123 の調査フォームを用いて、現地での確認・報告を可能とする（図 1.3.2.9）。

The figure displays four sequential screenshots of the Survey123 'FOREST INCIDENCES REPORTING TOOL' interface. The top-left screenshot shows the initial form with fields for 'Conservancy' (set to 'Coast'), 'County' (set to 'Kwale'), and 'Kwale Stations' (a dropdown menu). Below these is a 'GPS Coordinates' section featuring a map. The top-right screenshot shows the 'Forest type' section with radio buttons for 'Plantation' and 'Natural forest', followed by a 'Locality(Area)' text field. The bottom-left screenshot shows the 'INCIDENCES' section with three dropdown menus for 'Type of the Incidence', 'Source of the Information', and 'Action Taken by the Reporting Officer'. It also includes a 'Photo' upload field with a camera icon. The bottom-right screenshot shows the 'Reporting Officer KFS No.and Name' and 'Designation' fields, a 'Signature' box, and a green '送信' (Send) button at the bottom.

図 1.3.2.9 Survey123 の調査フォーム

#### (d) PaMs モニタリング手法

REDD+における Policy and Measures (PaMs) モニタリングは、国家 REDD+戦略 (NRS) に基づいて実施されることが望まれるが、ケニア国の NRS は 2021 年 10 月現在、策定中である。このため 2021 年 10 月現在で最終化した NFMS では、2021 年 10 月時点の NRS ドラフトを参考にして森林に関係する政策を抽出して、モニタリング指標等を設定した。具体的なモニタリング手法等は今後の検討事項となった。



### (e) 生物多様性モニタリング

NFMS における生物多様性モニタリングの方法論については、ケニア国内の状況から 2 つの手法が考えられた。1 つ目は、ケニア国内で関係機関が実施している既存、または今後実施が予定されている生物多様性調査の結果を活用する方法である。2 つ目は NFMS において新たに独自の生物多様性モニタリングの調査方法を設計する方法である。C/P 協議等から、ケニア国の NFMS は 2 つ目の手法を選択して、NFI により収集される情報をもとにした生物多様性モニタリング手法が採用された。NFI により収集される樹種数、樹種別の個体数、個体ごとの群落占有率等により、森林における生物多様性を評価することが可能と考えられる。

### (f) REDD+関係プロジェクトのモニタリング

ケニア国内の REDD+及び AR-CDM プロジェクトを対象に、調査項目の情報収集を行いモニタリング手法とする。収集した各プロジェクトの情報は、GIS 機能を用いて位置情報とともに FIP に掲載されることで（図 1.3.2.27）、ケニア国内のプロジェクト運営の透明性の確保が期待できる。また、国内の森林に係るプロジェクト活動を取りまとめることで、温室効果ガス削減による成果払いの重複を防ぐことが期待される。

## 4) NFMS 文書作成

NFMS の継続的な実施、運営、管理のため、その構造やモニタリング機能の各方法論、データ管理機能の各方法論をすべて記載した『ケニア国 NFMS 文書』Ver.1.0 を表 1.3.2.10 に示す目次で作成した。ケニア国 NFMS 文書 Ver. 1.0 は、REDD+ TWG 会議での協議や、関係者へ配布して意見を徴収、反映して最終化した。

表 1.3.2.10 ケニア国 NFMS 文書の目次案

|       |                    |                                 |
|-------|--------------------|---------------------------------|
| 第 1 章 | NFMS 文書の背景と目的      | 1.1 背景                          |
|       |                    | 1.2 森林セクターにおける法整備の取り組み          |
|       |                    | 1.3 UNFCCC の NFMS 構築要件          |
|       |                    | 1.4 NFMS 文書の目的                  |
| 第 2 章 | UNFCCC の要求事項       |                                 |
| 第 2 章 | ケニア国 NFMS の基本条件    | 2.1 土地利用区分                      |
|       |                    | 2.2 森林の定義                       |
|       |                    | 2.3 森林区分                        |
|       |                    | 2.3.1 山岳林・西部熱帯降雨林               |
|       |                    | 2.3.2 海岸林・マングローブ                |
|       |                    | 2.3.3 乾燥林                       |
|       |                    | 2.3.4 人工林                       |
|       |                    | 2.4 対象カーボンプール                   |
|       |                    | 2.5 対象温室効果ガス                    |
|       |                    | 2.6 ケニア国の REDD+                 |
|       |                    | 2.6.1 対象スケール                    |
|       |                    | 2.6.2 対象 REDD+活動                |
|       |                    | 2.6.3 対象 REDD+の定義               |
| 第 3 章 | ケニアにおける NFMS の概念設計 | 3.1 ケニアの NFMS の目的               |
|       |                    | 3.2 NFMS の構成                    |
|       |                    | 3.2.1 モニタリング機能                  |
|       |                    | 3.2.2 データ管理機能                   |
| 第 4 章 | モニタリング機能           | 3.3 段階的アプローチ                    |
|       |                    | 4.1 活動データ (AD) のための森林被覆面積と森林被覆変 |

|       |             |                                |
|-------|-------------|--------------------------------|
|       |             | 化面積                            |
|       |             | 4.2 排出係数（EF）のための森林炭素ストック       |
|       |             | 4.3 森林被覆変化のモニタリング              |
|       |             | 4.4 政策と措置（PaMs）                |
|       |             | 4.5 生物多様性                      |
|       |             | 4.6 REDD+と AR-CDM プロジェクト       |
| 第 5 章 | データマネジメント機能 | 5.1 FIP の構成要件と内容               |
|       |             | 5.2 FMIS との連携                  |
|       |             | 5.3 FIP の運営                    |
|       |             | 5.3.1 運営体制                     |
|       |             | 5.3.2 データ及び情報の更新方法             |
|       |             | 5.3.3 設備及びソフトウェアの管理体制          |
| 第 6 章 | NFMS の体制    | 6.1 モニタリング機能の実施体制              |
|       |             | 6.2 データ管理機能の実施体制               |
| 第 7 章 | NFMS のカレンダー |                                |
| 第 8 章 | 今後の改善       | 8.1 今後の FRL の改善に基づく NFMS の改善   |
|       |             | 8.2 国家 REDD+戦略の改善に基づく NFMS の改善 |
|       |             | 8.3 参加型モニタリングの取り組み             |

## (2) 森林情報プラットフォームの設計開発

### 1) 森林情報プラットフォームのフレームワークの設計

本コンポーネントでは、システムの拡張に際して既存のデータベースを精査し、過去のデータとの互換性や今後追加される見込みの情報を考慮し、設計開発を実施した。設計にあたっては、データベースソフトの更新もしくは新規導入についても検討し、コンポーネント終了後も拡張性が保てるようにした。

また、KFIS（Kenya Forest Information System、日本国による環境プログラム無償資金協力「森林保全計画（2010～2013 年）」で構築）のような既存のデータベース、及びデータベースを使用する C/P やステークホルダの運用状況についても調査した。

#### (a) 既存データベースの調査

本コンポーネントにおいて、KFIS のデータベースの利用状況を調査した結果、KFIS へのアクセスは頻繁に行われていないことが判明した。また、KFIS のデータベースの更新もほぼ実施されていない状況であり、ほとんど運用されていないことがわかった。C/P によると、KFIS は主に 2 つの理由で運用されていないことがわかった。

1 つ目の理由は、フィンランドがドナーとなった MMMB(MITI MINGI MAISHA BORA Support to Forest Sector Reform in Kenya)プロジェクトにおいて、KFIS から FMIS（Forest Management Information System）へと森林情報データベースシステムの置き換えが行われた事にある。これにより KFIS は、GIS データの格納場所、または ArcGIS Desktop のライセンスサーバーとしての役割しか果たさなくなり、KFIS に関連したデータはほとんど更新されなくなった。

2 つ目の理由は、オープンソースベースのサーバーシステムを維持させるための人的要員の欠如である。GIS 部門にとって、最新のオープンソースに関する知識を維持していくことは、部門の主要なワークフローとは無関係であり、困難な事であった。また、システム管理者の退職に伴う、データベースのバックアップやフィールド調査におけるデータ収集のサポート、パッチファイルの適用など運用及びメンテナンスに必要な技術的移転が十分になされなかったことも影響を与え

た。結果として C/P の主要な業務をサポートする KFIS のシステム運用は、行われなくなった。

また、本コンポーネントでは、森林情報プラットフォームに関連性のある、他のステークホルダーや国家によってサポートされた、次の3つのプロジェクト及びプログラムを調査した。

1 つ目は上述の MMMB プロジェクトで整備された FMIS である。FMIS は MMMB を構成する 5 つの主要なコンポーネントの中の、森林インベントリーを管理するためのシステムとして構築された。MMMB はオラクルデータベースを基盤とする FMIS を導入し、QGIS（オープンソースの GIS ソフト）で編集した 10 地方局 65 署分の計約 6000 レコードを管理していた。2017 年 3 月に Naivasha にて行われた C/P とのワーキンググループにおいて、情報の散逸を防ぐため FIP から FMIS のデータベースを参照できることが C/P からの要望として挙げられた。

2 つ目が、IC-FRA プロジェクトの拡張である。IC-FRA は 2013 年から 2015 年までフィンランドの支援の下行われた、森林インベントリー調査と FRL のためのプロトタイププロジェクトであった。ここでは FAO が開発した Open Foris Collect という現地調査ツールが試験導入され、250 プロットに及ぶデータがプロジェクト中に収集されている。しかしながら KFIS が交換プログラムを備えているにもかかわらず、現場では運用されたことがなかった。これは、IC-FRA が調査項目を増加させたことによるものであった。2017 年 2 月から 3 月に実施された追加のパイロット調査では、新しい調査ツールが検討され、2 つの必要な機能が明らかになった。1 つはデータベースと登録情報とを適合させるための調査 ID を自動附番させる機能である。この機能は、現地調査における煩雑な作業を減らし、かつ記録された情報の品質を確保するために最も重要なポイントの 1 つである。もう 1 つは最近の PDA には装備されている、デジタルカメラによる撮像や GNSS（Global Navigation Satellite System、衛星測位システム）を利用した精度の高い位置情報の取得であった。これらの機能は、Open Foris Collect では備えていなかったため、森林情報プラットフォーム開発における重点事項の 1 つとした。

3 つ目が、温室効果ガスの排出と推定に関する国家の報告書及び REDD+ の計画と追跡を支援する事を目的とした SLEEK である。C/P は SLEEK プロジェクトのステークホルダーの一員であるため SLEEK との連携は開始当初から想定されている。SLEEK では土地被覆の DB を衛星画像から作成しており、C/P もその作成の関係部署となっていた。コンポーネントは SLEEK 担当チームにインタビューを行い、REDD+ に関するデータベース構築、ワークフロー及びシステム機能の重複を回避するようにした。SLEEK システムは 2016 年 12 月から供用開始を予定していたが、インタビュー時点ではプロトタイプのまま、ソースコードとマニュアルが存在している状況であった。

既存データベースの調査を踏まえ、森林情報プラットフォームに必要な拡張・開発要素を以下のとおり整理した。

- オープンソースではなくベンダーサポートを持続的に受けられる商用製品をベースとして構築するシステムであること
- FMIS の GIS データと連携できること
- インベントリー調査時に調査 ID の採番に矛盾がなく、PDA 等を利用し、正確な位置情報を取得できること
- 森林情報プラットフォームのコンセプトである、地図情報を含めた REDD+ に関連する様々な情報を集約・管理できるシステムであること

## (b) 森林情報プラットフォームのフレームワークの設計

図 1.3.2.10 にフレームワークの構成図を示す。

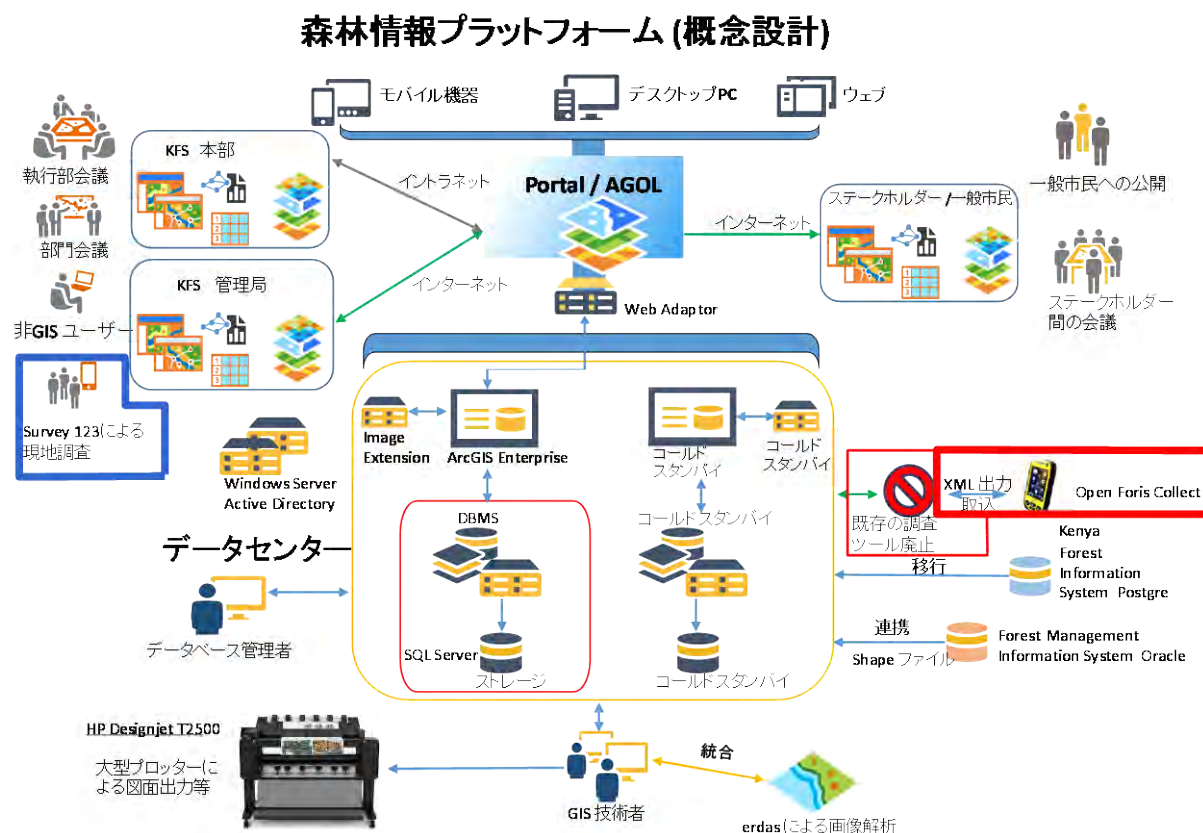


図 1.3.2.10 森林情報プラットフォームの構成図

本構成図では、システム操作におけるセキュリティと持続性について考慮している。データベースはデータセンターに保存され、データ保存のためのデータベース管理システム(RDBMS: Relational Data Base Management System)を備えたストレージはバックアップデバイスとソフトウェアにより保管・復元が可能である。また既存のデータセットを FIP に移行する必要があるため、FIP サーバ機は既存の機器と連携した冗長構成<sup>1</sup>をとるものとした。

サーバソフトウェアについては、ArcGIS Enterprise 及び MS-SQL Server を導入し、本局/管理オフィスだけでなく現地調査員を含む全てにベンダーサポートを含めた堅牢なデータベースアクセスを提供する。さらに GIS データベースの情報とコンテンツを保護するために、クラウド GIS サービスである ArcGIS Online 上のコンテンツ (GIS データ、画像) については SLEEK、KEFRI、SOK などのユーザに限定して、直接操作可能な権限を付与することが可能である。また外部関連システムとの連携については、追加の開発事項とした。

データベースの基本及び詳細設計は、FMIS やインベントリーデータベースツールなどの追加開発に関する協議・検討後に実施した。

<sup>1</sup> システム障害対応のために予備の装置をバックアップとして設置する構成のこと

## 2) 森林情報プラットフォームの設計と開発

### (a) ハードウェア設計

FIP の設計は PC サーバ、ストレージ、バックアップテープマガジンドライブ、PC ワークステーション及びその他の周辺機器の構成をベースに行われている。本プロジェクトでは、新たに調達する機器に加え、既存の機器を主にバックアップの機材として利用する事とした。表 1.3.2.11 にハードウェア構成を示す。

表 1.3.2.11 ハードウェア構成

| Item                                                       | Specification                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 新規サーバ: GIS サーバ                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- CPU: Intel® Xeon®E5-2640 v4 2.4GHz for 10 core,</li> <li>- Memory: 32 GB</li> <li>- HardDisk: 8 x SAS 3.84TB, or more, RAID 6</li> <li>- Rack type 2U server</li> <li>* Including VMware vSphere Standard</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 新規サーバ: SQL データベース                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- CPU: Intel® Xeon®E5-2640 v4 2.4GHz for 10 core,</li> <li>- Memory: 32 GB</li> <li>- HardDisk: 8 x SAS 3.84TB, or more, RAID 6</li> <li>- Rack type 2U server</li> <li>* Including VMware vSphere Standard</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 新規データサーバ                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- CPU: 1 x Intel® Xeon® E5-26xx v3 series, 1.9GHz, or more</li> <li>- Memory: 32 GB</li> <li>- HardDisk: 24 x SAS 2TB or more, RAID 6</li> <li>- Rack type 2U server</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 新規バックアップ機器<br>HPE MSL2024 0-Drive<br>Tape Library (AK379A) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Support Tape: LTO-5, LTO-6,LTO-7</li> <li>- Tape Slot: 24</li> <li>- Capacity: 320TB (Compress)</li> <li>- Rack type 2U</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 新規バックアップ機器<br>HPE MSL2024 0-Drive<br>Tape Library (AK379A) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Support Tape: LTO-5, LTO-6,LTO-7</li> <li>- Tape Slot: 24</li> <li>- Capacity: 320TB (Compress)</li> <li>- Rack type 2U</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 新規 GIS 処理・画像処理用 PC ワークステーション 6 台                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- OS: Windows 10 Pro Edition 64 bit (English)</li> <li>- CPU: Intel® Xeon® Processor ES-1620, 3.7GHz Turbo or higher, 12M L3, 5.86GT/s or higher</li> <li>- Memory: 16 GB or more</li> <li>- HardDisk: at least 2TB totally, SATA (No RAID) or more</li> <li>- DVD Super Multi Drive</li> <li>- Graphic Card: 1G NVIDIA Quadro K600 (1DP and 1DVI) (1DP-DVI and 1DVI-VGA adapter) or higher</li> <li>- Wireless network USB adopter (support 11n/11a/11g/11b)</li> <li>- 29inch Wide Monitor</li> <li>- Microsoft Office 2016 (Home &amp; Business)</li> <li>- Security software (24 months)</li> <li>- System Recovery media</li> <li>- Auto Ranging (100V- 240V)</li> <li>- UPS 650 (650VA - 400 Watts), Input 230V / Output 230V</li> </ul> |
| 新規現地調査用ノート PC 2 台                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- OS: Windows 10 Pro Edition 64 bit (English)</li> <li>- CPU: Intel® Core i7® series Processor</li> <li>- Memory: 16 GB or more</li> <li>- HardDisk: at least 1TB</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

### (b) ベースソフトウェア設計

FIP の設計は、商用のソフトウェアを基本とする。これは C/P に対するソフトウェアベンダーによ



るサポート及びトレーニングを受ける事ができるためである。表 1.3.2.12 以下にソフトウェア構成とコンポーネントについて記載する。

表 1.3.2.12 ソフトウェア構成とコンポーネント

| ソフトウェア                       | 仕様                                                                                                       |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 空間情報データベース管理ソフトウェア           | ESRI ArcGIS for Server Enterprise Standard, Portal for ArcGIS Level1                                     |
| 画像サーバソフトウェア                  | ESRI ArcGIS image Extension for Server Enterprise                                                        |
| GIS クラウドサーバソフトウェア            | ESRI ArcGIS Online Organization Plan Level 1 + additional 5 named user                                   |
| 管理者用 GIS ソフトウェア (PC 版)       | ESRI ArcGIS for desktop advanced 10.4 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher |
| 運用者用 GIS ソフトウェア (PC 版) 3 セット | ESRI ArcGIS for desktop standard 10.4 with spatial analyst, 3D analyst, geostatistics analyst, publisher |
| リモートセンシングソフトウェア (PC 版)       | ERDAS IMAGINE 2016 version                                                                               |
| データベースサーバソフトウェア              | Microsoft SQL SERVER 2016 or Higher + 5 USER CALS                                                        |

GIS ポータルモジュール：このモジュールは FIP 上における GIS データの利用に関するユーザインターフェイスを提供する。このモジュールは以下のサブモジュールにより構成される。

- 空間情報データベースソフトウェア及びその管理機能
- イメージサーバソフトウェア
- データベースサーバソフトウェア
- HTTP サーバ (KFS 既存の Web サーバもしくは KFIS の再構築)

このモジュールは KFS 内で利用する GIS のメインゲートウェイとして機能する。またイメージサーバは画像のキャッシュデータを作成し、インターネットアクセスが難しいフィールドにおいても衛星画像などを利用できる環境を提供する。

GIS クラウドモジュール：このモジュールは、フィールド調査員や C/P のステークホルダなど限定されたユーザにアクセスインターフェイスを提供する。このモジュールは以下のサブモジュールにより構成される。

- GIS クラウドサーバソフトウェア
- 管理者用 GIS デスクトップソフトウェア
- 運用者用 GIS デスクトップソフトウェア

このモジュールには、ArcGIS Online を通じて登録されたステークホルダのみが ArcGIS ユーザーライセンスを利用しアクセスすることとなる。このクラウドサービスを使用する事により、登録されたユーザは GIS データセットに安全にアクセスする事が可能となる。

このモジュールのクラウドサービスの管理者機能には他の用途も存在する。例えば Operations Dashboard for ArcGIS は、デスクトップ用の GIS ソフトウェアによる統計分析を直感的なグラフィックを用いて結果表示することが可能である (図 1.3.2.11)。





図 1.3.2.12 8つのコンポーネント（原案）

表 1.3.2.13 各コンテンツの概要（原案）

| 対象情報                 | 機能概要                                                                                                                                             |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林参照レベル<br>(FRLs)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>REDD+活動を通じて達成される排出削減量を定量化し提示</li> <li>FREL/FRL の設定に使用されたアクティビティデータ、排出係数、推算に関する情報を提示</li> </ul>            |
| 測定・報告・検証<br>(MRV)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>REDD+活動に関し、ケニアにおいて何をどのように測定、報告、検証するのかについて、概念と計画を提示</li> </ul>                                             |
| セーフガード               | <ul style="list-style-type: none"> <li>REDD+活動を通じてセーフガードがどのように処理されたかについて、セーフガード情報システムを用いて提示</li> </ul>                                           |
| 森林吸収/排出モニ<br>タリング    | <ul style="list-style-type: none"> <li>森林被覆の変化と炭素貯蔵量の移動と排出の傾向を提示</li> </ul>                                                                      |
| 国家 REDD+戦略及<br>び関連情報 | <ul style="list-style-type: none"> <li>国家 REDD+戦略に関する情報を提示</li> <li>森林伐採並びに減少に関する推進力について定量的に提示</li> <li>ポリシー、戦略及び対策(PaM)の定量的評価を提示</li> </ul>     |
| 森林管理情報               | <ul style="list-style-type: none"> <li>森林の拡張や権利に関する情報を提示</li> <li>(REDD+レジストリとして提出される前に) REDD+プロジェクトの実施者及び投資家が PDD の実現可能性を判断する為の情報を提示</li> </ul> |
| その他関連データ             | <ul style="list-style-type: none"> <li>その他関連する情報を提示</li> </ul>                                                                                   |
| プロジェクト登録             | <ul style="list-style-type: none"> <li>REDD+及び AR CDM に関連するプロジェクトエリアと情報を地図及びその属性情報として提示</li> </ul>                                               |

表 1.3.2.14 FIP のコンテンツ（原案）

| コンポーネント           | データ管理システムで取り扱われる情報                                                      |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 森林参照レベル<br>(FRLs) | FRELs/FRLs<br>FRELs/FRLs 制定の根拠<br>アクティビティデータ<br>森林被覆<br>森林被覆/土地利用の時系列情報 |

| コンポーネント                | データ管理システムで取り扱われる情報                                                   |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                        | 排出要因<br>森林インベントリー調査<br>バイオマス情報<br>排出量推算<br>国家情勢<br>FREL/FRL の参考情報    |
| 測定・報告・検証<br>(MRV)      | MRV コンセプト<br>測定システム<br>報告システム<br>検証システム                              |
| セーフガード                 | セーフガード情報システム                                                         |
| 森林吸収/排出モ<br>ニタリング      | 森林被覆変化<br>準リアルタイム森林減少モニタリング<br>森林炭素蓄積の吸収と排出                          |
| 国 家 REDD+ 戦<br>略及び関連情報 | 国家 REDD+戦略<br>国家 REDD+戦略<br>REDD+関連法<br>森林減少や劣化を推進するものに関する情報<br>PaMs |
| 森林管理情報                 | 森林管理と REDD+<br>森林管理における法的権限<br>REDD+報告に関する国の責任<br>森林伐採権              |
| その他関連デー<br>タ           | 都市、河川、気象観測所、道路、鉱業権、土地単位、土地システム、土地境界、農業生態系エリア、土壌、標高、その他 REDD+関連プロジェクト |
| プロジェクト登<br>録           | 文書<br>地図                                                             |

## (b) コンテンツの種類

情報の種類に合わせ、コンテンツの種類を以下の 4 つに分類した（表 1.3.2.15）

表 1.3.2.15 コンテンツの種類

| コンテンツ種別 | 内容       |
|---------|----------|
| 解説      | コンテンツの説明 |

| コンテンツ種別 | 内容              |
|---------|-----------------|
| GIS データ | 地図として表示される空間情報  |
| 表データ    | 演算結果やインベントリーの表示 |
| 文書      | 文書              |

### (c) アクセス権限

各コンテンツに対するアクセス権限は4つのタイプのユーザに分類される(1. FIP 管理者、2. KFS、3.関係するステークホルダ、4. 一般市民)。各ユーザの権限について表 1.3.2.16 に示す。例えば GIS データを扱うためにも GIS 及び空間情報に関する専門の知識と管理権限が必要であるため、GIS データの作成、更新については FIP 管理者及び KFS 職員にのみその権限を与えている。

表 1.3.2.16 ユーザ別アクセス権限

| コンテンツ<br>種別 | アクセス権限   |          |               |      |
|-------------|----------|----------|---------------|------|
|             | FIP 管理者  | KFS      | 関係ステーク<br>ホルダ | 一般市民 |
| 解説          | 表示/作成/更新 | 表示       | 表示            | 表示   |
| GIS データ     | 表示/作成/更新 | 表示/作成/更新 | 表示            | 表示   |
| 表データ        | 表示/作成/更新 | 表示/作成/更新 | 表示            | 表示   |
| 文書          | 表示/作成/更新 | 表示/作成/更新 | 表示/作成/更新      | 表示   |

### (d) ユーザインターフェイスの設計

本コンポーネントは FIP のユーザインターフェイスとしてとしてタブファンクションを用いるデザインを採用し、設計・実装を行った(図 1.3.2.13)。また FIP のサイトでは地図情報だけでなく Word や PDF、excel または外部 Web サイトも提供できるようにした。

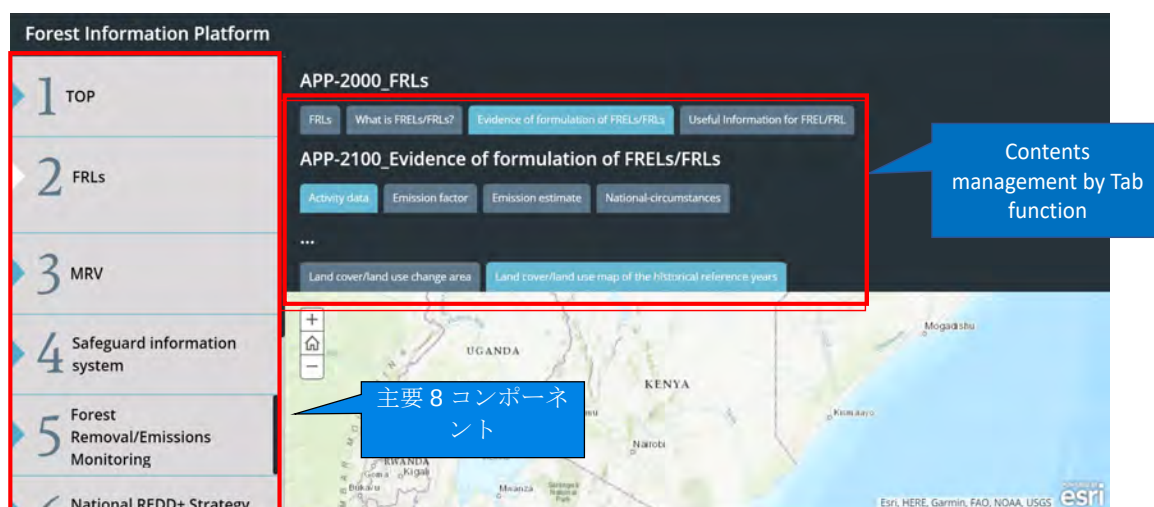


図 1.3.2.13 タブファンクションスタイル UI



## (e) 現地調査ツールの設計

本コンポーネントは C/P と協議を行い、現地調査ツール及び収集情報管理ツールの設計を行った。現地調査ツールは ESRI 社製 Survey 123 及び Collector for ArcGIS をベースとし、収集情報管理ツールは ESRI 社製の ArcGIS Online を用いることとした。Survey 123 及び Collector for ArcGIS を用いることで、衛星画像等のデータセットをベースマップとして参照する事が可能となり、また調査結果と位置情報を合わせてサーバに送ることも可能となる。さらに Survey 123 及び Collector for ArcGIS と ArcGIS Online を連携して使う事で、管理者にとっても情報管理が容易となる。本コンポーネントはまた、“Open Foris Collect”(既存の現地調査ツール)の運用方法について調査を行った。この結果に基づき、本コンポーネントは Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online を用いた新しいワークフローを設計した(図 1.3.2.14)。

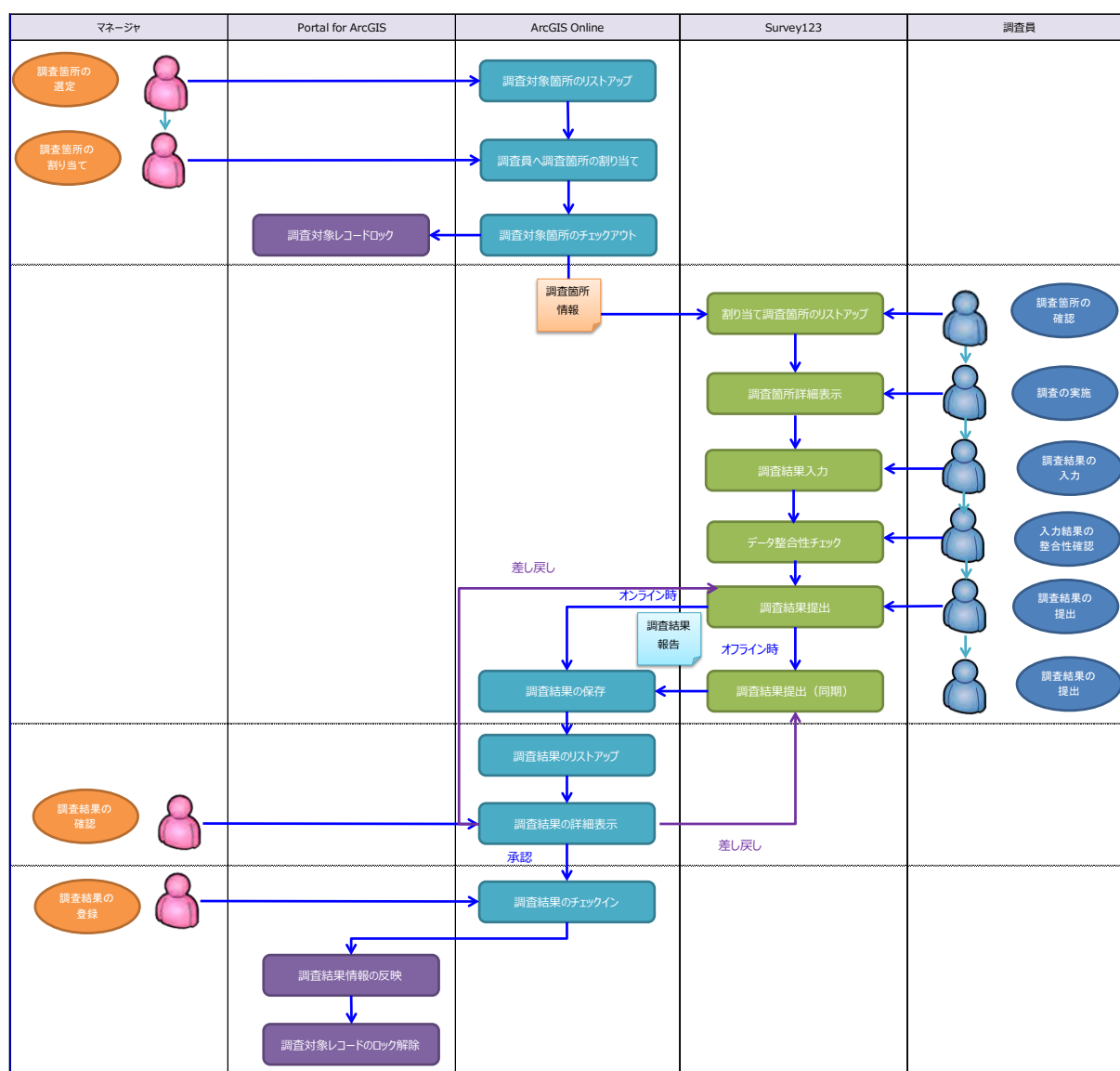


図 1.3.2.14 Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online を用いたワークフロー

図 1.3.2.15 に現地調査ツールのインターフェイスを示す。基本的な機能は Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online の機能を基にカスタマイズしている。

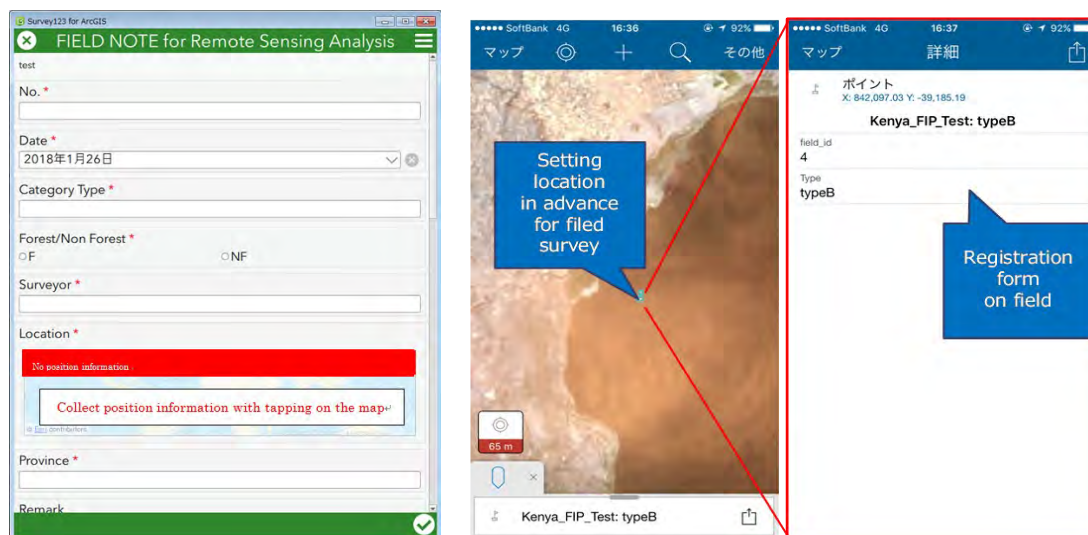


図 1.3.2.15 現地調査ツール (Survey 123 及び Collector for ArcGIS、ArcGIS Online)

#### (f) FMIS (Forest Management Inventory System)連携

FMIS 管理者と協議を行い、FMIS から FIP へのデータ連携について、要求される事項を抽出した。この中でコンポーネントは FMIS データを FIP へとインポートする際に、厳格な整合性検査を行わないこととした。FMIS と FIP でデータの構造やフォーマットの違いが大きく、厳格な検査を盛り込むと FIP へのデータの取り込みが出来なくなる可能性があったためである。このため適合性検査は、取り込んだ FMIS GIS データの構造のみの検査とした。また連携作業は多くても 1 週間に 1 回程度とした。図 1.3.2.16 に FMIS データ連携のワークフローを示す。

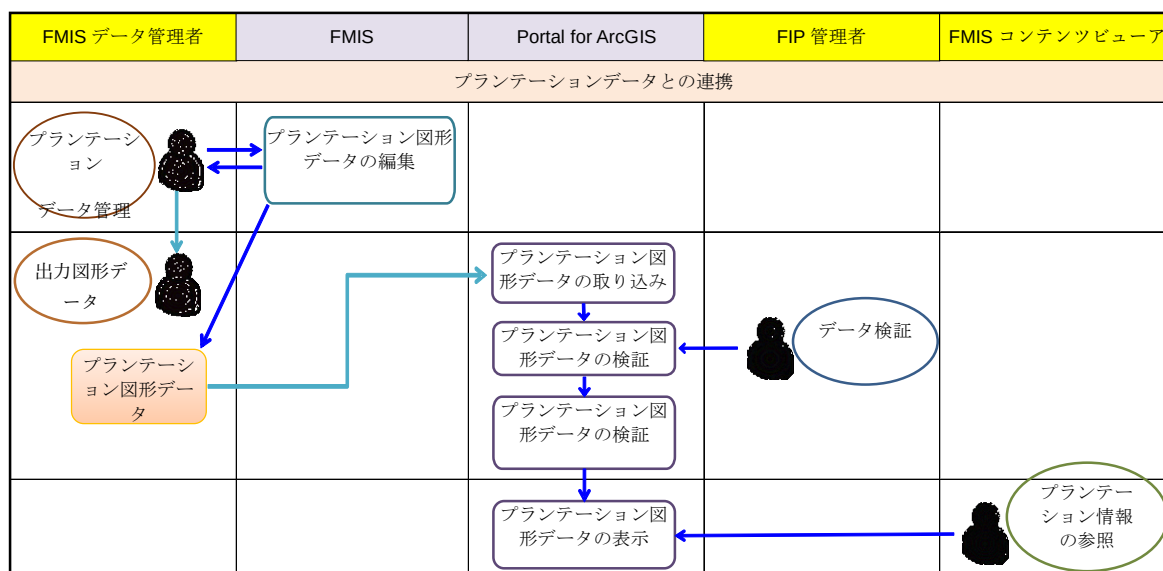


図 1.3.2.16 FMIS-FIP データ連携ワークフロー

また、FMIS の既存の GIS データを検証し、森林情報プラットフォーム上で公開/非公開とする情報項目、地図の色分けに必要な情報項目を C/P と協議し整理した (表 1.3.2.17)。表中の黄色は一般市民に公開せず KFS 内部のみで保有する情報項目、青色は一般市民に公開する情報項目、緑色の「Land Cover (土地被覆)」は森林情報プラットフォーム上で公開した際に土地被覆の種類で色

分け表示する情報項目であることを確認した。

表 1.3.2.17 FMIS-FIP 連携項目

| No | フィールド名     | エイリアス      | フィールドタイプ | フィールドの長さ | null | フィールドの説明                                                                      | 備考                                                  |
|----|------------|------------|----------|----------|------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1  | FID        | FID        | OID      | 4        | -    | 図形データを特定する[0]から始まる連番。                                                         |                                                     |
| 2  | Shape      | Shape      | Geometry | 0        | -    | 図形データの形式-"Polygon"                                                            |                                                     |
| 3  | OID1       | OID1       | Integer  | 9        | -    | 不明                                                                            | 全て0                                                 |
| 4  | GEO_ID     | GEO_ID     | String   | 254      | なし   | UVIO(FMIS)システムで管理する各レコードに対するユニーク番号。[SC_ID]と一致する。                              | shapeファイルではユニークキーではない。                              |
| 5  | FMIS_QUANT | FMIS_QUANT | Double   | 19       | -    | 不明。                                                                           |                                                     |
| 6  | Station    | Station    | String   | 254      | なし   | 大区画の名称。                                                                       |                                                     |
| 7  | Block Name | Block Name | String   | 254      | あり   | 中区画の名称。                                                                       |                                                     |
| 8  | Block ID   | Block ID   | String   | 254      | あり   | [Block Name]の省略名                                                              | [Block ID]との対応が一致していない                              |
| 9  | Comp       | Comp       | Double   | 19       | -    | [Block ID]の枝番。                                                                |                                                     |
| 10 | Sub Comp   | Sub Comp   | String   | 254      | あり   | [Comp]の枝番。                                                                    | Plantationデータの最小単位。                                 |
| 11 | SC_Code    | SC_Code    | String   | 254      | あり   | [Comp]+[Sub.Comp]の結合レコード。                                                     | [Comp]+[Sub.Comp]の対応が一致していない                        |
| 12 | SC_ID      | SC_ID      | String   | 254      | あり   | [Block_ID]+[SC_Code]の結合レコード。UVIO(FMIS)システムで管理する各レコードに対するユニーク番号。[GEO_ID]と一致する。 | [Block_ID]+[SC_Code]の対応が一致していない                     |
| 13 | Geo Class  | Geo Class  | String   | 254      | あり   | "Indigenous Forest"か、nullのみ                                                   |                                                     |
| 14 | GEO_C_CODE | GEO_C_CODE | String   | 254      | あり   | "Plantation"の省略名である"PLT"が入る。                                                  | 0か、nullのみ                                           |
| 15 | Geo Group  | Geo Group  | String   | 254      | あり   | "Conservation"か、nullのみ                                                        |                                                     |
| 16 | Geo_G_Code | Geo_G_Code | String   | 254      | あり   | [Geo.Group]と一対。"Conservation"を省略し、"Con"としている。                                 |                                                     |
| 17 | Species_1  | Species_1  | String   | 254      | あり   | 樹種その1。                                                                        | 大小文字のアルファベット混在や、頭1文字スペースが空いている等、表記が不統一。             |
| 18 | Year       | Year       | Double   | 19       | -    | 樹種その1に対する、植林した年                                                               | 植林した時期が西暦で入力されている。                                  |
| 19 | Area Ha    | Area Ha    | Double   | 19       | -    | 樹種その1に対する、ha当たりの面積。                                                           |                                                     |
| 20 | Land Cover | Land Cover | String   | 254      | あり   | 土地被覆                                                                          | 大小文字のアルファベット混在や、頭1文字スペースが空いている等、表記が不統一。             |
| 21 | Land use   | Land use   | Double   | 19       | -    | 土地利用                                                                          | 全て0。土地利用の特定は難しいとのこと。(フィールド定義はなぜDouble?)             |
| 22 | Species_2  | Species_2  | String   | 254      | あり   | 樹種その2。                                                                        | 大小文字のアルファベット混在や、頭1文字スペースが空いている等、表記が不統一。             |
| 23 | Age        | Age        | Double   | 19       | -    | 林齢                                                                            | 全て0。                                                |
| 24 | Volume     | Volume     | Double   | 19       | -    | 材積                                                                            | 全て0。実際はインベントリ調査の結果が入るとのこと。                          |
| 25 | Label      | Label      | Double   | 19       | -    | 不明。                                                                           | 全て0。                                                |
| 26 | Year_      | Year_      | Double   | 19       | -    | 樹種その2に対する、植林した年                                                               | 全て0。樹種その2に対する情報は、その1と比較し、特定が困難なため、入力しない場合がほとんどとのこと。 |
| 27 | Area_1     | Area_1     | Double   | 19       | -    | 樹種その2に対する、ha当たりの面積。                                                           | 全て0。樹種その2に対する情報は、その1と比較し、特定が困難なため、入力しない場合がほとんどとのこと。 |
| 28 | Units      | Units      | Double   | 19       | -    | 面積の単位が入る。"ha"                                                                 | 全て0。                                                |
| 29 | cat        | cat        | Double   | 19       | -    | 不明。                                                                           | 全て0。                                                |
|    |            |            |          |          |      |                                                                               | 公開用属性情報                                             |
|    |            |            |          |          |      |                                                                               | KFS内部のみが閲覧できる属性情報                                   |
|    |            |            |          |          |      |                                                                               | 地図上で色分けに使用したい属性情報(公開用、KFS用共通)                       |

図 1.3.2.17 に FMIS と FIP とのデータ連携の結果を示す。

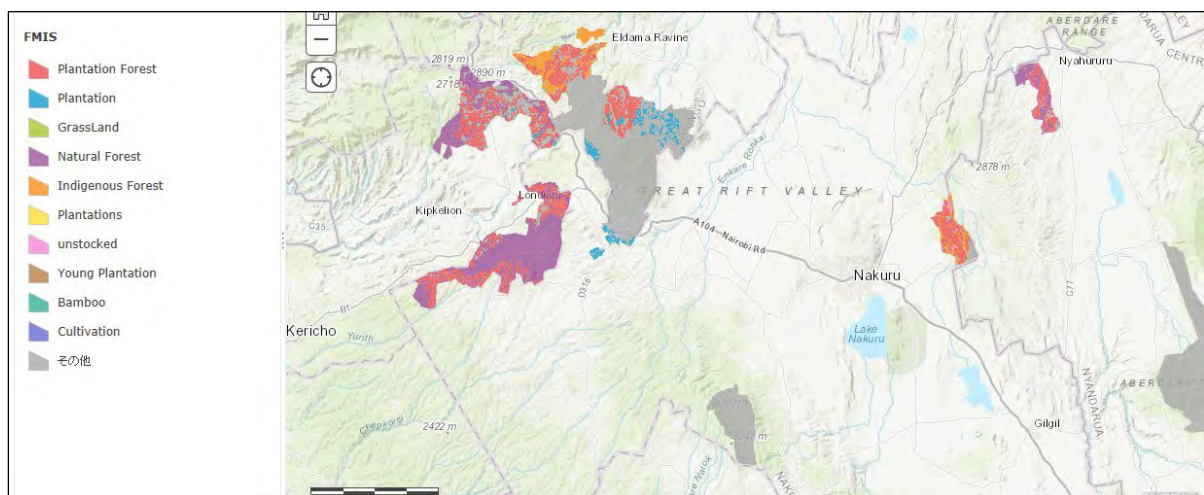


図 1.3.2.17 FMIS から取り込んだプランテーションデータ

## 5) ケニアはどのように FIP を活用できるか

- FIP は、ケニアの REDD+実施のためのプラットフォームであり、成果払いを受けるための UNFCCC の 4 つの要求事項 (FRL、NFMS、NRS、SIS) へのアクセスを提供することができる。また、このプラットフォームでは、今後、森林由来の CO2 排出量のモニタリング結果を提供することで、FRL と比較した排出削減量を算出や、REDD+や AR-CDM プロジェクトの情報を利用して、成果払いの二重支払いを回避することが可能と考えられる。FIP は、REDD+関連の資料・情報・データを一元的に保管・発信することで、ケニアの REDD+活動を支援することを可能とする。
- FIP では、JJ-FAST で検出された 2ha 以上の森林減少地域が自動的に表示され、1.5 ヶ月ごとに更新される。森林減少地域が検出されると、現場担当者に連絡が入り、同担当者は森林減少の原因を確認し、必要に応じて森林減少の防止・対策を検討する。
- FIP では、森林インベントリーの結果に基づいて、森林タイプごとのバイオマス量や 1ha あたりの CO2 ストック量を自動的に算出するシステムが構築されている。このデータは、REDD+の MRV だけでなく、森林タイプごとの木材生産量の設定、許容伐採量の推定、森林タイプごとの年間成長率の推定にも利用が可能と考えられる。さらに、これらのデータは、持続可能な森林管理計画の策定にも利用できる。
- 最新の土地被覆/土地利用図や土地被覆/土地利用変化図が FIP に保存されており、植林や森林再生のための地域選定の計画に利用することができる。
- FIP には、CADEP-SFM が実施した MRV 研修の講義資料と参加者リストが掲載されている。FIP には、MRV 研修に加えて、今後ケニアで開催される他の REDD+活動に関連する研修の参加者リストや研修資料が掲載される予定であり、これらの人材育成の情報管理をととしてケニア国での持続可能な REDD+活動の促進に貢献していく。

### (3) 森林情報プラットフォームの導入

確定した仕様に基づき、ハードウェア及びソフトウェアが Innovine 社及び Shonitel 社、ESRI 社により 2018 年 7 月に導入された。図 1.3.2.18 は FIP のサーバ構成図である。この構成図に基づき、各社がソフトウェア及びハードウェアのインストール、セットアップを行った。

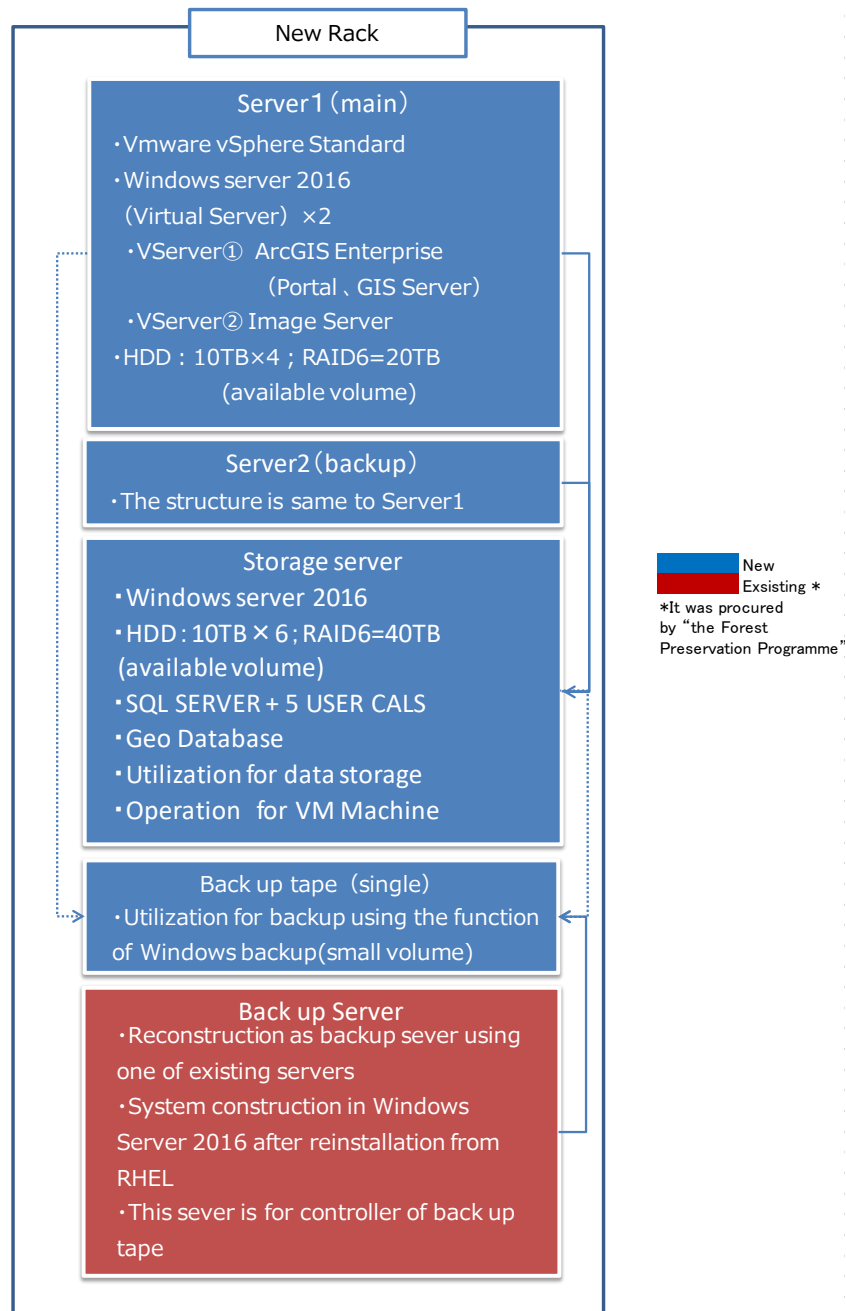


図 1.3.2.18 ハードウェア・ソフトウェア構成図

図 1.3.2.19 及び図 1.3.2.20 に KFS サーバ室に設置した機器の物理レイアウトを示す。



|    |                            |
|----|----------------------------|
| 42 |                            |
| 41 |                            |
| 40 |                            |
| 39 |                            |
| 38 |                            |
| 37 |                            |
| 36 |                            |
| 35 |                            |
| 34 |                            |
| 33 |                            |
| 32 |                            |
| 31 |                            |
| 30 |                            |
| 29 |                            |
| 28 |                            |
| 27 |                            |
| 26 |                            |
| 25 | L3 Switching HUB           |
| 24 | DELL PowerEdge R710 *1     |
| 23 | (Backup Server)            |
| 22 |                            |
| 21 |                            |
| 20 | KVM Console , KVM Switch   |
| 19 | HP ProLiant DL380 Gen9     |
| 18 | [Server1;main]             |
| 17 | HP ProLiant DL380 Gen9     |
| 16 | [Server2;backup]           |
| 15 | HP ProLiant DL380 Gen9     |
| 14 | [Storage Server]           |
| 13 |                            |
| 12 |                            |
| 11 |                            |
| 10 | LTO-5 ULTRIUM 3000 *2      |
| 9  | [Back-up Device (Single) ] |
| 8  |                            |
| 7  | DELL PowerVault TL4000 *1  |
| 6  | [Back-up Device (Multi) ]  |
| 5  |                            |
| 4  | APC Smart-UPS RT 3000      |
| 3  | [UPS1]                     |
| 2  | APC Smart-UPS RT 3000      |
| 1  | [UPS1]                     |



\*1 既存機器 (既存のラックから移動)

\*2 既存機器 (故障)

図 1.3.2.19 新規サーバラックレイアウト

|    |                           |
|----|---------------------------|
| 42 |                           |
| 41 |                           |
| 40 | L3 Switching HUB          |
| 39 |                           |
| 38 |                           |
| 37 |                           |
| 36 |                           |
| 35 |                           |
| 34 |                           |
| 33 |                           |
| 32 |                           |
| 31 |                           |
| 30 |                           |
| 29 |                           |
| 28 | KVM Console , KVM Switch  |
| 27 | DELL PowerEdge R710       |
| 26 | (ArcGIS Server)           |
| 25 | DELL PowerEdge R710 *1    |
| 24 | (Web Server)              |
| 23 | DELL PowerEdge R710       |
| 22 | (Backup Server)           |
| 21 | DELL PowerEdge R710       |
| 20 | (Database)                |
| 19 | DELL PowerVault MD3200    |
| 18 | (Backup Server)           |
| 17 | DELL PowerVault MD3200    |
| 16 | (Backup Server)           |
| 15 |                           |
| 14 |                           |
| 13 |                           |
| 12 | DELL PowerVault TL4000 *1 |
| 11 | [Back-up Device (Multi) ] |
| 10 |                           |
| 9  |                           |
| 8  |                           |
| 7  |                           |
| 6  | APC Smart-UPS RT 8000     |
| 5  |                           |
| 4  |                           |
| 3  | Battery Pack              |
| 2  |                           |
| 1  |                           |



\*1 新規ラックに移動

図 1.3.2.20 既存サーバラックレイアウト

#### (4) 森林情報プラットフォームの OJT での試験運用

FIP のインストール後、試験運用を OJT 形式にて実施した（2018 年 7 月、10 月）。現地調査ツールについては Survey123 及び Collector for ArcGIS の試験運用を 2018 年 10 月に実施した。

試験運用にあたり、本コンポーネントは FIP 及び現地調査ツールのシステムガイドライン及び操作マニュアル、トレーニングデータを用意した（表 1.3.2.18）

表 1.3.2.18 マニュアル類一覧

| No. | ドキュメント名称                      | 内容                                          |
|-----|-------------------------------|---------------------------------------------|
| 1   | How to construct and edit FIP | FIP データの更新と見た目変更に関する説明                      |
| 2   | Server operation of FIP       | サーバの構成および運用、保守に関する説明                        |
| 3   | Collector for ArcGIS for KFS  | Collector for ArcGIS を用いた調査フォームの作成と入力に関する説明 |
| 4   | Survey 123 for KFS            | Survey 123 を用いた調査フォームの作成と入力に関する説明           |

上記のマニュアルを基に以下のスケジュールでトレーニングを行った（表 1.3.2.19）

表 1.3.2.19 トレーニングスケジュール

| トレーニング名称                                     | 内容                               | 形式   | 日時                                                                                                                       |
|----------------------------------------------|----------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FIP システム管理者講習                                | FIP サーバ及びコンテンツ、データの管理方法          | 個別   | 12 <sup>th</sup> Jul., 19 <sup>th</sup> Oct., 2018                                                                       |
|                                              |                                  | グループ | 11 <sup>th</sup> Oct., 2018                                                                                              |
| 現地調査講習 (Survey 213 and Collector for ArcGIS) | 調査フォームの作成及びフィールドでの入力、データ管理に関する講習 | 個別   | 3 <sup>rd</sup> , 4 <sup>th</sup> , 8 <sup>th</sup> , 9 <sup>th</sup> , 12 <sup>th</sup> , 17 <sup>th</sup> , Oct., 2018 |
|                                              |                                  | グループ | 15 <sup>th</sup> , 16 <sup>th</sup> , Oct., 2018                                                                         |

#### (5) 森林情報プラットフォームの運用及びレビュー・改善

FIP インストール後も本コンポーネントは継続して地図データやドキュメント、URL リンクなどを FIP 上で効果的に表示する方法について検討した。

##### 1) コンテンツアップデート

##### (a) メイン 8 コンポーネントの更新

コンテンツの検討及び協議を行う中で、いくつかのコンテンツについては他のコンポーネントや場所への移動を行った。これらの変更に伴い、メイン 8 コンポーネントについても、更新を行った。例えば”forest carbon stock removal and emissions”のページは”Forest Removal/Emissions Monitoring”コンポーネントから”MRV”コンポーネントへと移動した。またこの移動に伴い、”Forest Removal/Emissions Monitoring”コンポーネントは、森林被覆変動モニタリングを主コンテンツとして扱うこととなった。この変更の結果、コンポーネントの名称も”Forest Cover Change Monitoring”へと変更された（図 1.3.2.21）。

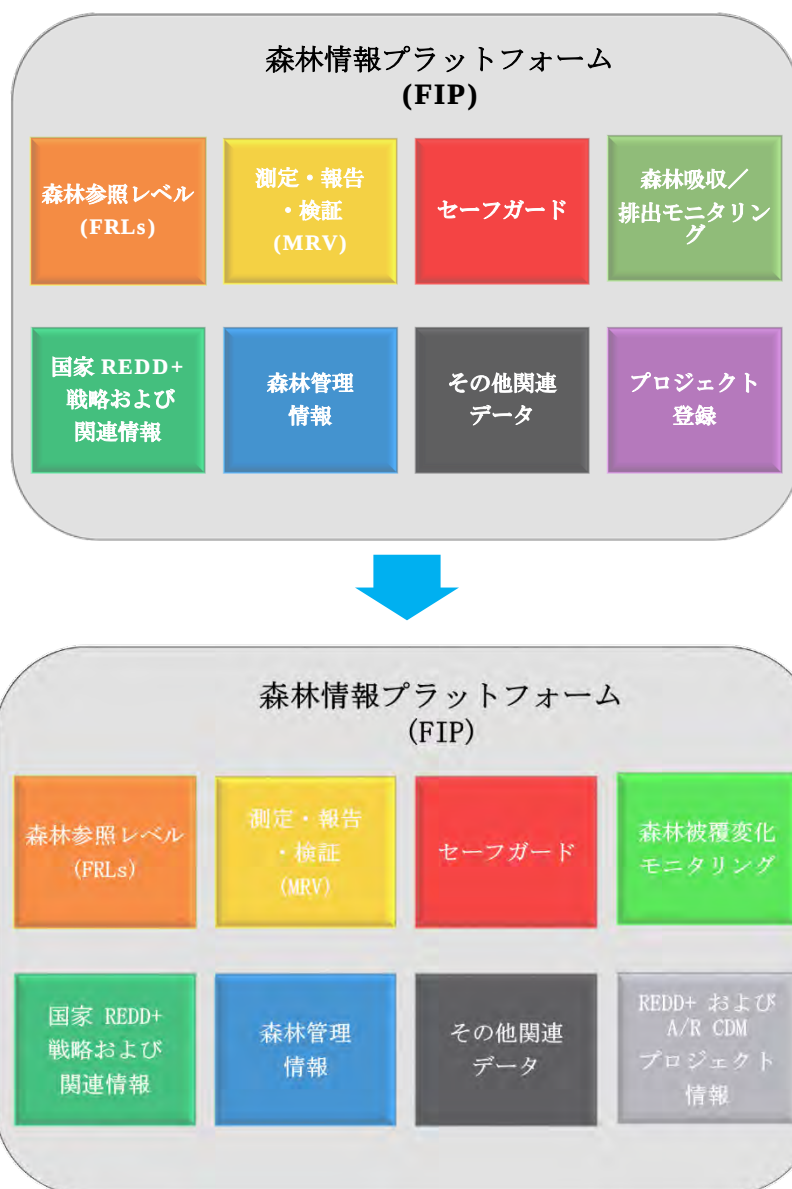


図 1.3.2.21 メイン 8 コンポーネントの更新

メイン 8 コンポーネントの概要の更新を表 1.3.2.20 に示す。

表 1.3.2.20 各コンテンツ概要の更新

| 対象情報           | 機能概要                                                                                                                                                                                   |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林参照レベル (FRLs) | <ul style="list-style-type: none"> <li>REDD+活動を通じて達成される排出削減量を定量化し提示</li> <li>FREL/FRL の設定に使用されたアクティビティデータ、排出要因、推算に関する情報を提示</li> </ul>                                                  |
| 測定・報告・検証 (MRV) | <ul style="list-style-type: none"> <li>REDD+活動に関し、ケニアにおいて何をどのように測定、報告、検証するのかについて、概念と計画を提示</li> <li>土地被覆/土地利用変化に関するアクティビティデータ(AD)、森林インベントリによる排出係数(EF)及び炭素量の除去と排出のモニタリング結果を提示</li> </ul> |
| セーフガード         | <ul style="list-style-type: none"> <li>REDD+活動を通じてセーフガードがどのように処理されたかについて、セーフガード情報システムを用いて提示</li> </ul>                                                                                 |



| 対象情報                         | 機能概要                                                                                                                                                 |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林被覆変化<br>モニタリング             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• JJ FAST 及び NRTFAS を用いたリアルタイムに近い森林減少検出エリアの提示</li> <li>• 森林減少検出エリアの現地帳結果の提示</li> </ul>                        |
| 国家 REDD+戦略<br>および関連情報        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 国家 REDD+戦略に関する情報を提示</li> <li>• 森林伐採並びに減少に関する推進力について定量的に提示</li> <li>• ポリシー、戦略及び対策(PaM)の定量的評価を提示</li> </ul>   |
| 森林管理情報                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 森林の拡張や権利に関する情報を提示</li> <li>• (REDD+レジストリとして提出される前に) REDD+プロジェクトの実施者及び投資家が PDD の実現可能性を判断する為の情報を提示</li> </ul> |
| その他関連データ                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• その他関連する情報を提示</li> </ul>                                                                                     |
| REDD+ および AR<br>CDM プロジェクト情報 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• REDD+及び AR CDM に関連するプロジェクトエリアと情報を地図及びその属性情報として提示</li> </ul>                                                 |

これら変更に伴い、本コンポーネントはコンテンツの追加、更新、移動、削除を行った（表 1.3.2.21）。

表 1.3.2.21 FIP コンテンツの更新

| コンポーネント               | データ管理システムで取り扱われる情報                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林参照レベル<br>(FRLs)     | FRLs とは<br>ケニアの FRL<br>Kenya FRL Dec. 2019<br>Kenya FRL Aug. 2020<br>FRELs/FRLs 制定の根拠<br>アクティビティデータ<br>森林被覆/土地利用変化テーブル<br>森林被覆/土地利用変化図<br>森林被覆/土地利用の時系列情報<br>排出要因<br>森林インベントリー調査<br>バイオマス情報<br>排出量推算     |
| 測定・報告・検証<br>(MRV)     | MRV とは<br>測定システム<br>モニタリングアクティビティデータ<br>森林被覆/土地利用変化テーブル<br>森林被覆/土地利用変化図<br>森林被覆/土地利用の時系列情報<br>排出要因<br>森林インベントリー調査<br>バイオマス情報<br>森林炭素蓄積の除去と排出<br>報告システムからの情報<br>検証システム<br>MRV トレーニング<br>コミュニティによる森林モニタリング |
| セーフガード                | セーフガード情報システム                                                                                                                                                                                             |
| 森林被覆変化モ<br>ニタリング      | JJ-FAST<br>NRTFAS<br>現地調査報告                                                                                                                                                                              |
| 国家 REDD+ 戦<br>略及び関連情報 | 国家 REDD+戦略<br>REDD+に関する法律と戦略                                                                                                                                                                             |



| コンポーネント                  | データ管理システムで取り扱われる情報                                                                                                                      |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | ケニア REDD+ に関するその他の情報<br>気候変動に関する批准された条約                                                                                                 |
| 森林管理情報                   | 森林関連組織図<br>森林管理の法的管轄                                                                                                                    |
| その他関連データ                 | 関連情報<br>国立公園を含む保護地域に関する情報<br>民族コミュニティを含む統計情報<br>森林及び景観の回復<br>EOLAB<br>その他関連地図<br>土壌図<br>降水量図<br>気温図<br>土地利用 2010<br>FMS<br>森林火災<br>用語解説 |
| REDD+ 及び AR CDM プロジェクト情報 | REDD+及び AR CDM プロジェクト情報                                                                                                                 |

#### (b) Legal documents and information リストの更新

本コンポーネントは FIP 更新のため、REDD+に関係する情報及び森林行政に係る法的文書の調査収集を行った。集められた資料を検証しどの文書を FIP 上に載せるのか等について検討を行った。Legal documents and information のコンテンツリストについて表 1.3.2.22 に示す。

表 1.3.2.22 Legal documents and information のコンテンツリスト

|                                            |               |                                                                                        |
|--------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Legislation and strategy related REDD+     | Acts          | Environmental management and coordination (amendment) act, 2015                        |
|                                            |               | Climate change act, 2016                                                               |
|                                            |               | Community land act, 2016                                                               |
|                                            | Strategies    | Green economy strategy and implementation plan (2016-2030)                             |
|                                            |               | National forest programme 2016-2030                                                    |
|                                            |               | Any strategies for climate change Adaptation                                           |
|                                            | Policies      | National Environment policy, 2013                                                      |
| Landuse policy                             |               |                                                                                        |
| Any policies for climate change Adaptation |               |                                                                                        |
| Other information related REDD+ in Kenya   | Water         | The water act, 2016                                                                    |
|                                            | Agriculture   | Agriculture, Fisheries and food authority act, 2013                                    |
|                                            | Driving Force |                                                                                        |
| Conventions on climate change ratified     | Web Link      | UNFCC ( <a href="https://unfccc.int/">https://unfccc.int/</a> )                        |
|                                            |               | REDD+ Web platform ( <a href="https://redd.unfccc.int/">https://redd.unfccc.int/</a> ) |
|                                            | Documents     | UNFCC                                                                                  |
|                                            |               | Paris Agreement                                                                        |
|                                            |               | Kyoto Protocol                                                                         |

### (c) PDF によるハイパーリンク

ドキュメントコンテンツ管理方法改善の一環として、ハイパーリンクを持つ PDF の導入を行った（図 1.3.2.22）。これにより、特にリストやテーブル形式のドキュメントページについて、作成が容易となった。

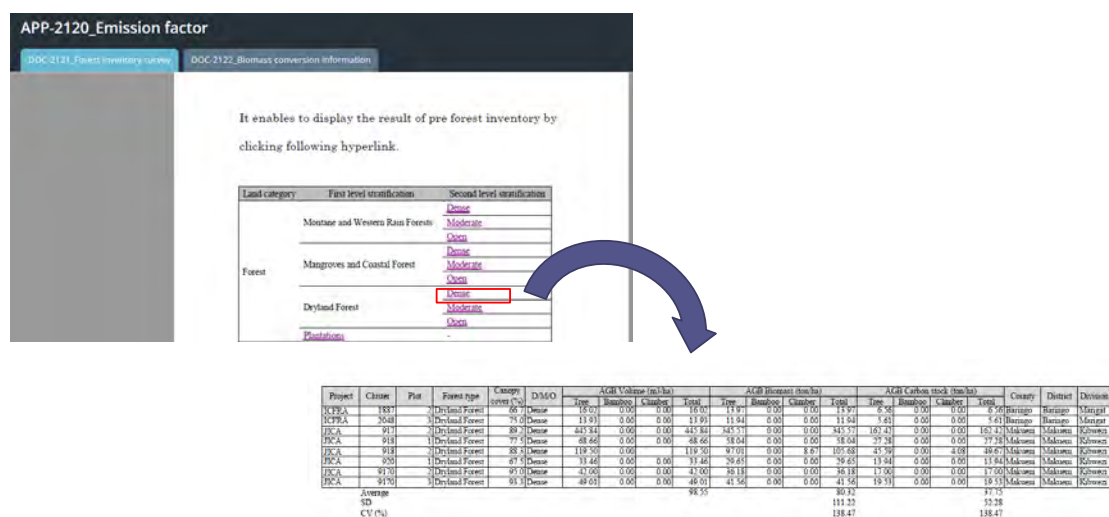


図 1.3.2.22 ハイパーリンクの埋め込み

### (d) FRL 報告書のアップデート

2020 年 1 月に UNFCCC に提出した FRL 報告書を FIP に追加した。これに伴い、関連する以下のコンテンツの追加・更新を行った（図 1.3.2.23）。

- FRL 報告書
- 土地被覆/土地利用変化図 (2002-2006, 2006-2010, 2010-2014, 2014-2018)
- 土地被覆/土地利用図 (2002, 2006, 2010, 2014, 2018)。

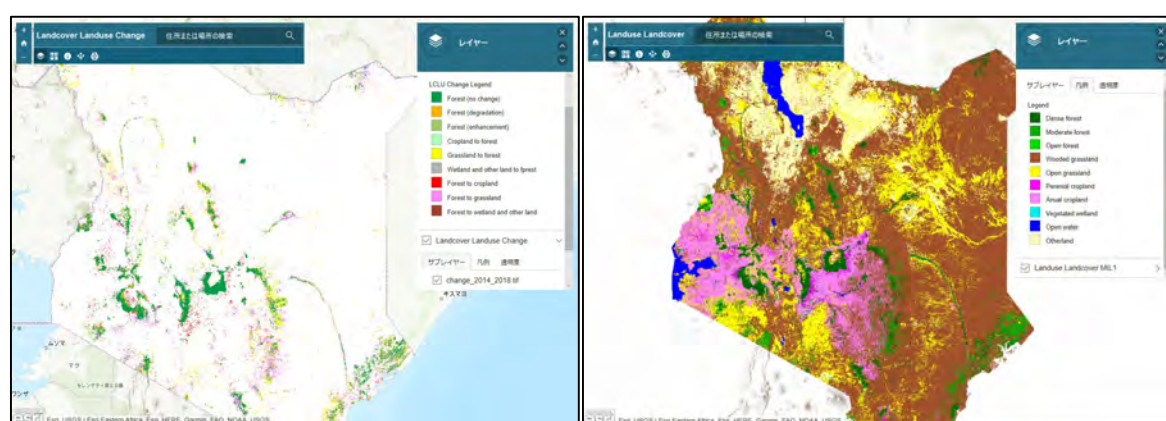


図 1.3.2.23 土地被覆/土地利用変化図（左）と土地被覆/土地利用図（右）

### 2) ArcGIS Pro を用いた FIP コンテンツの管理

FIP の地図データの管理を改善するために、本コンポーネントは ArcGIS Pro を用いたコンテンツ

更新の手法を導入した。

#### **(a) 複数データの表示**

本コンポーネントは ArcGIS Pro を用いることにより、複数の地図レイヤを表示する事を可能とした。また、地図データのアップロードも ArcGIS Pro から直接行えるようになった。図 1.3.2.24 はチェックボックスを用い複数の地図データの表示を切り替える事例である。最初の例は 2010 年から 2014 年にかけての土地被覆変化図であり、後者は 2014 年から 2018 年にかけての土地被覆変化図に切り替えている。

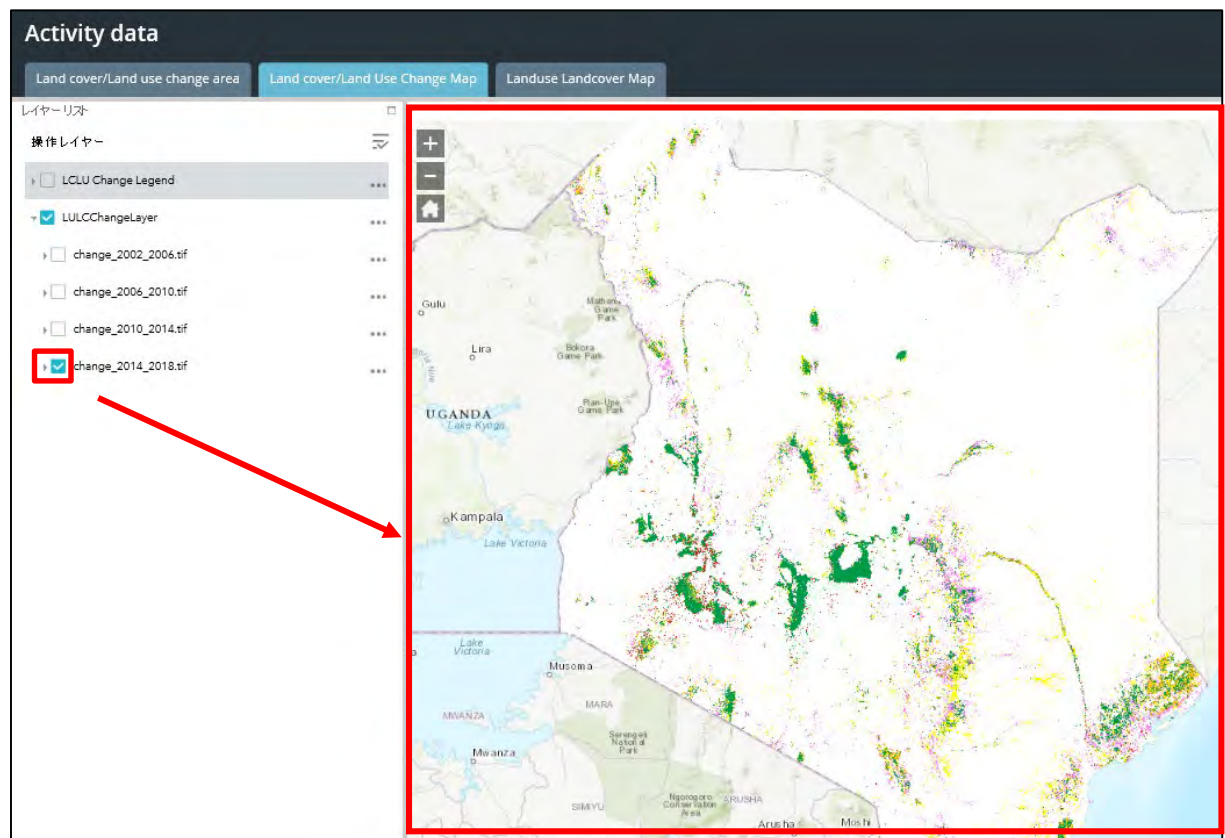
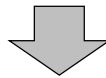
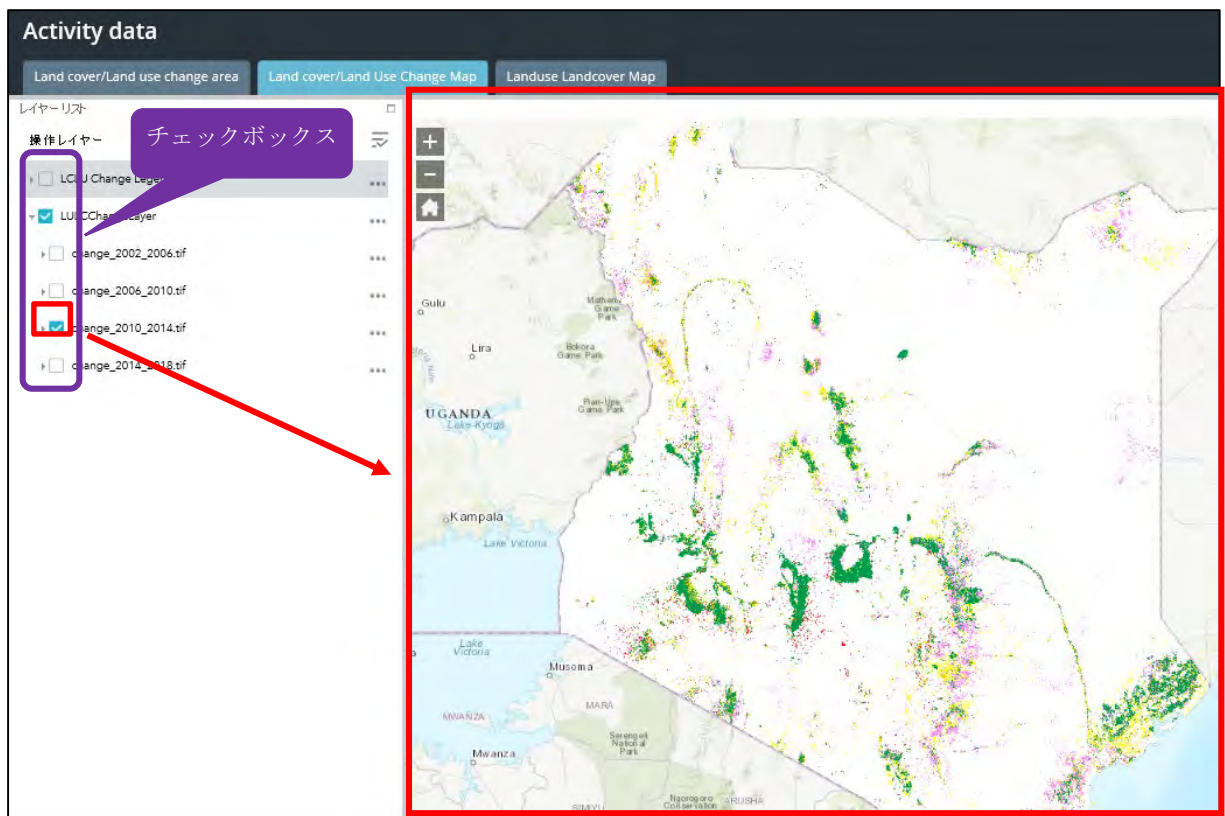


図 1.3.2.24 複数地図の表示（ユーザによる表示制御）

## (b) サーバデータの直接更新

図 1.3.2.25 は FIP の地図データの追加・更新に関する以前の処理の流れを示している。FIP 管理者はローカルマシンに保管された地図データを更新し、ArcGIS Online の管理画面を通じて FIP データの差し替えを行っていた。地図の装飾（シンボルや色など）についても同じく ArcGIS Online の管理画面で行っていた。

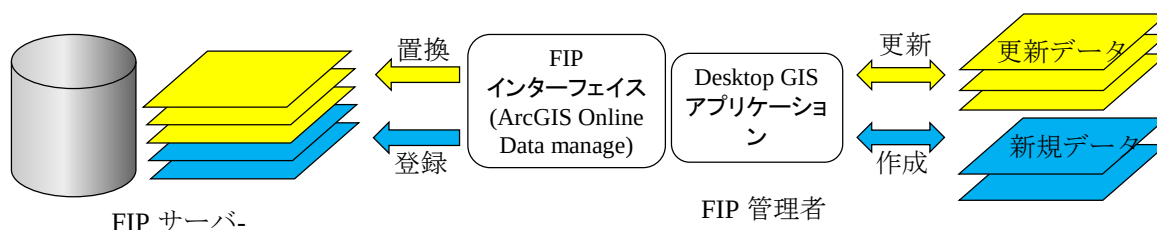


図 1.3.2.25 データ更新・追加プロセス（以前）

図 1.3.2.26 は前記と同じプロセスを ArcGIS Pro を用いて実施した場合の流れである。ArcGIS Pro はサーバデータセットに直接アクセスし、データの更新と管理を行う事ができる。FIP 管理者はサーバ上のデータセットをあたかも彼らのローカル環境にあるようなデータとして取り扱う事ができる。さらに、新規のデータについては、データ作成プロセスは以前と同様であるが、管理者は地図の装飾及びサーバへのアップロードまでの一連の操作を ArcGIS Pro の上で実施する事ができる。これにより FIP 管理者のサーバデータ管理に関する業務負荷を下げる事が可能となった。

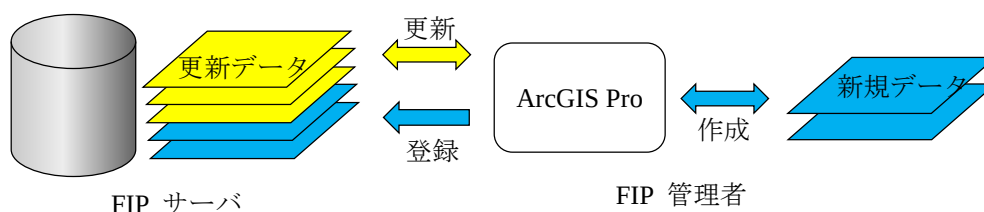
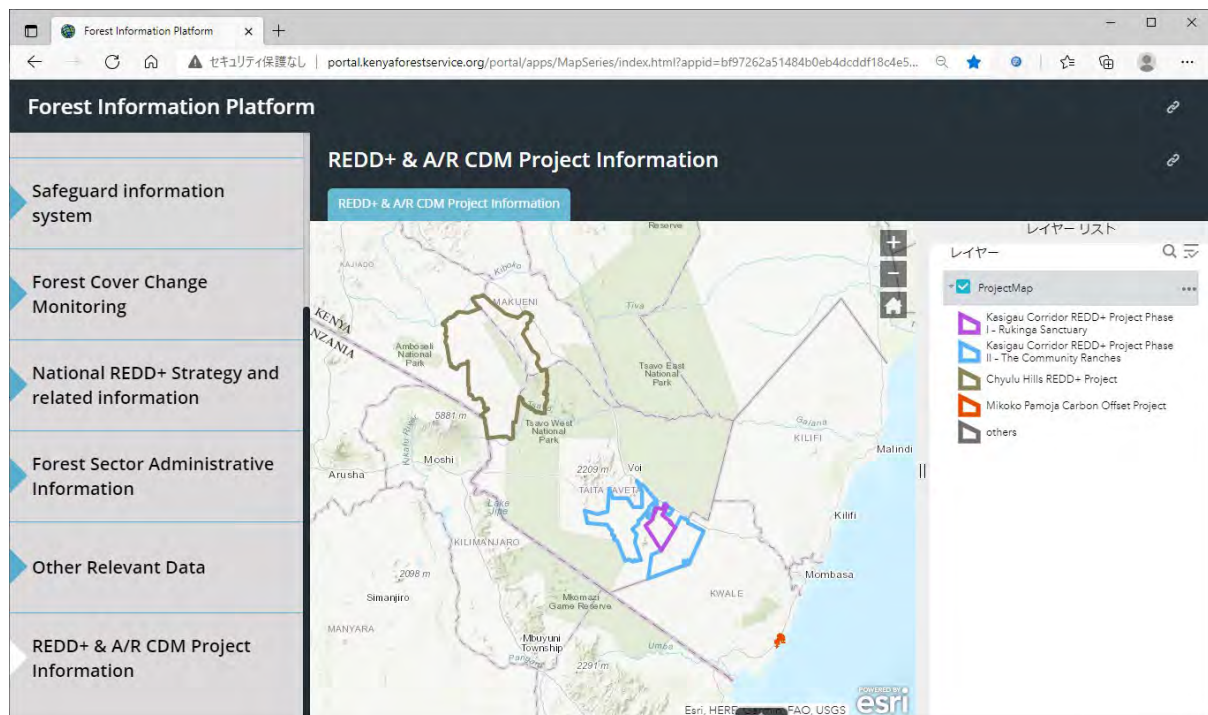


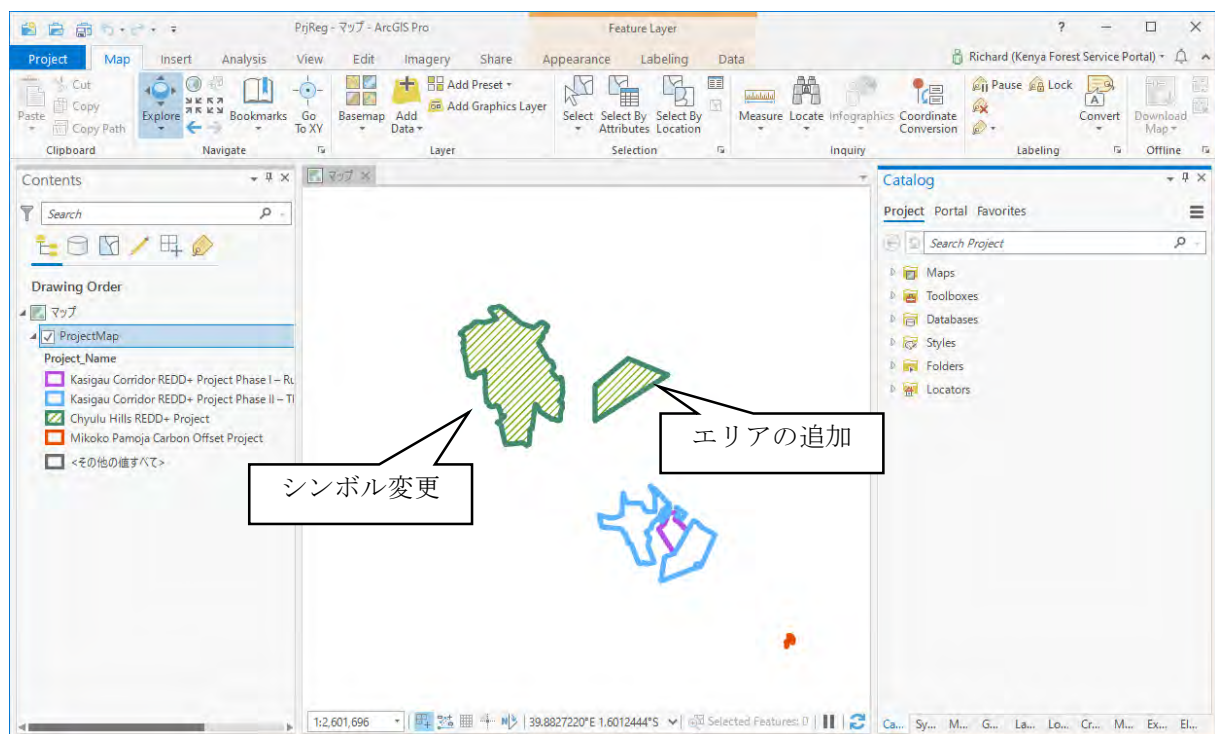
図 1.3.2.26 データ更新・追加プロセス（with ArcGIS Pro）

図 1.3.2.27 に ArcGIS Pro を用いた FIP 情報の更新例を示す。

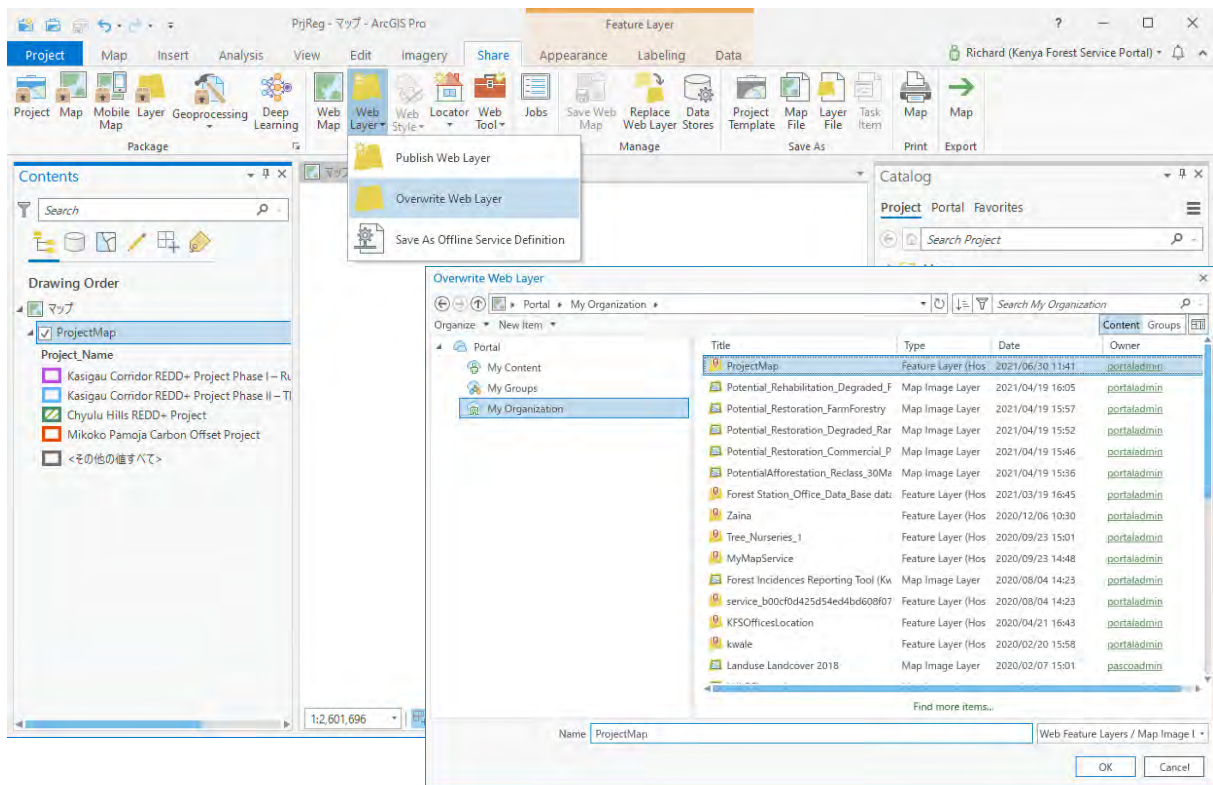




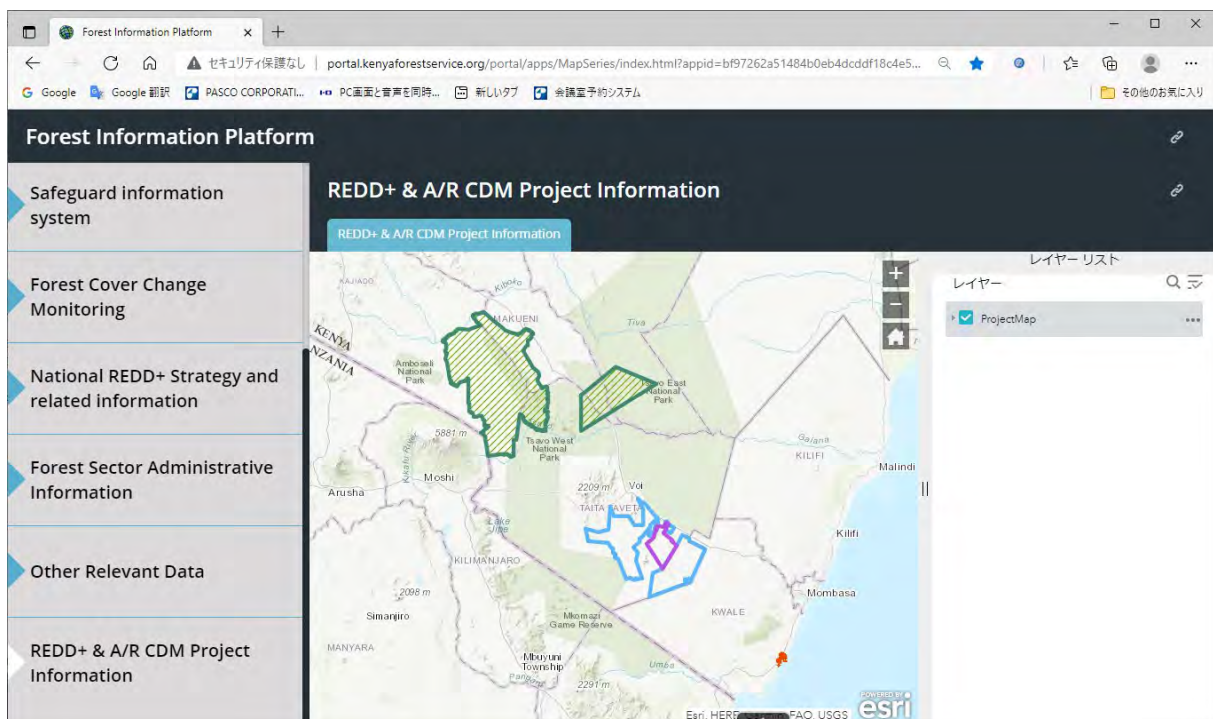
i) 更新前の REDD+プロジェクトマップ（FIP 上）。



ii) ArcGIS Pro から FIP のデータを読み込み、シンボルの変更と新しいエリアを追加（管理者の PC 上で作業）。



iii) FIP 上の REDD+プロジェクトマップを追加したデータと変更したシンボルで上書き。



iv) FIP 上のコンテンツが更新される。ArcGIS Online の管理画面を経由する必要はない。

図 1.3.2.27 FIP の情報とデータの更新



### 3) ユーザインターフェースの更新

#### (a) コンテンツテーブルとタブ機能の複合化

本コンポーネントは継続したユーザインターフェースの改良に取り組んだ。初期の FIP はタブ機能による階層構造のみを有していた。このインターフェースはユーザが容易に改造構造を理解することが可能であるが、下位の層に行けば行くほど表示領域が狭くなる欠点があった（図 1.3.2.28）。

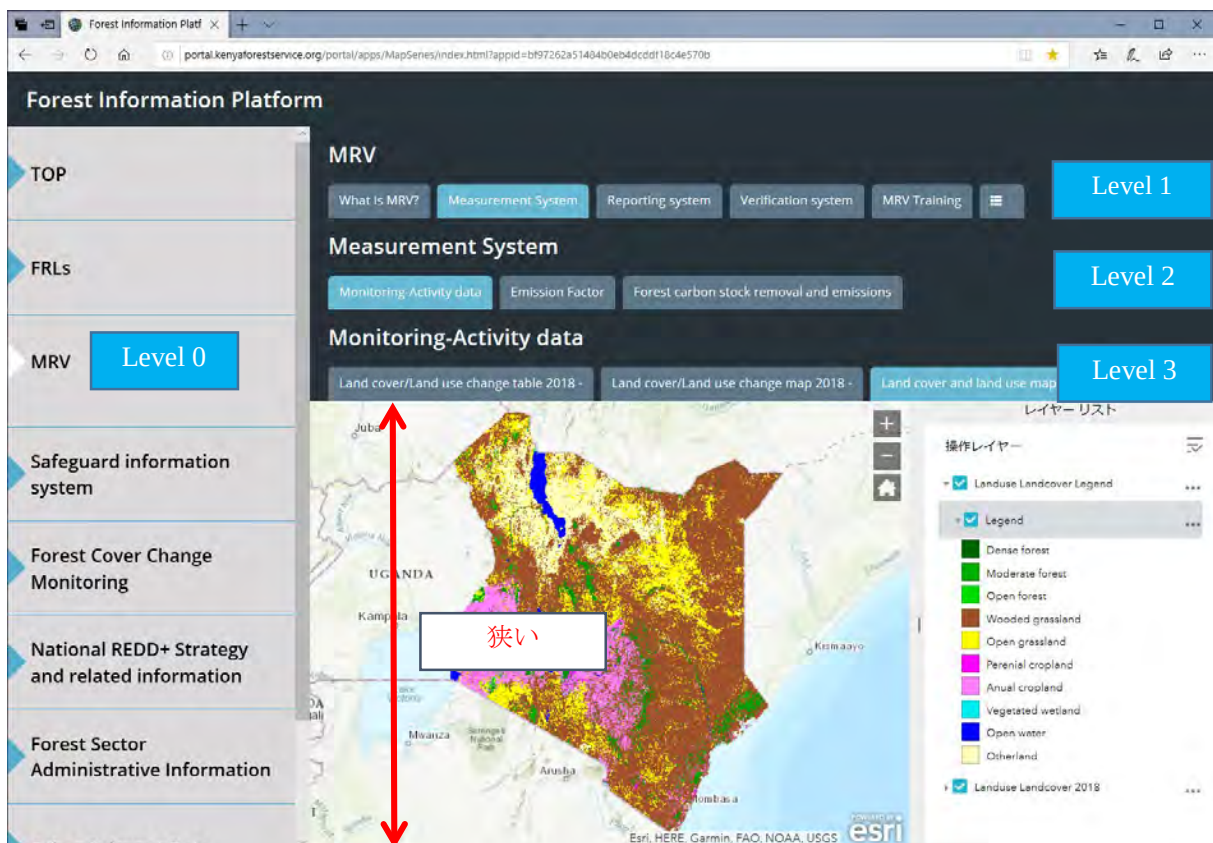


図 1.3.2.28 下層での表示領域の狭域化

この問題を解消するため、本コンポーネントはユーザインターフェースの改良について調査した。その解決方法の1つとして第1層を第0層に統合することとした。これにより下層の表示領域の拡張が可能となった（図 1.3.2.29）。

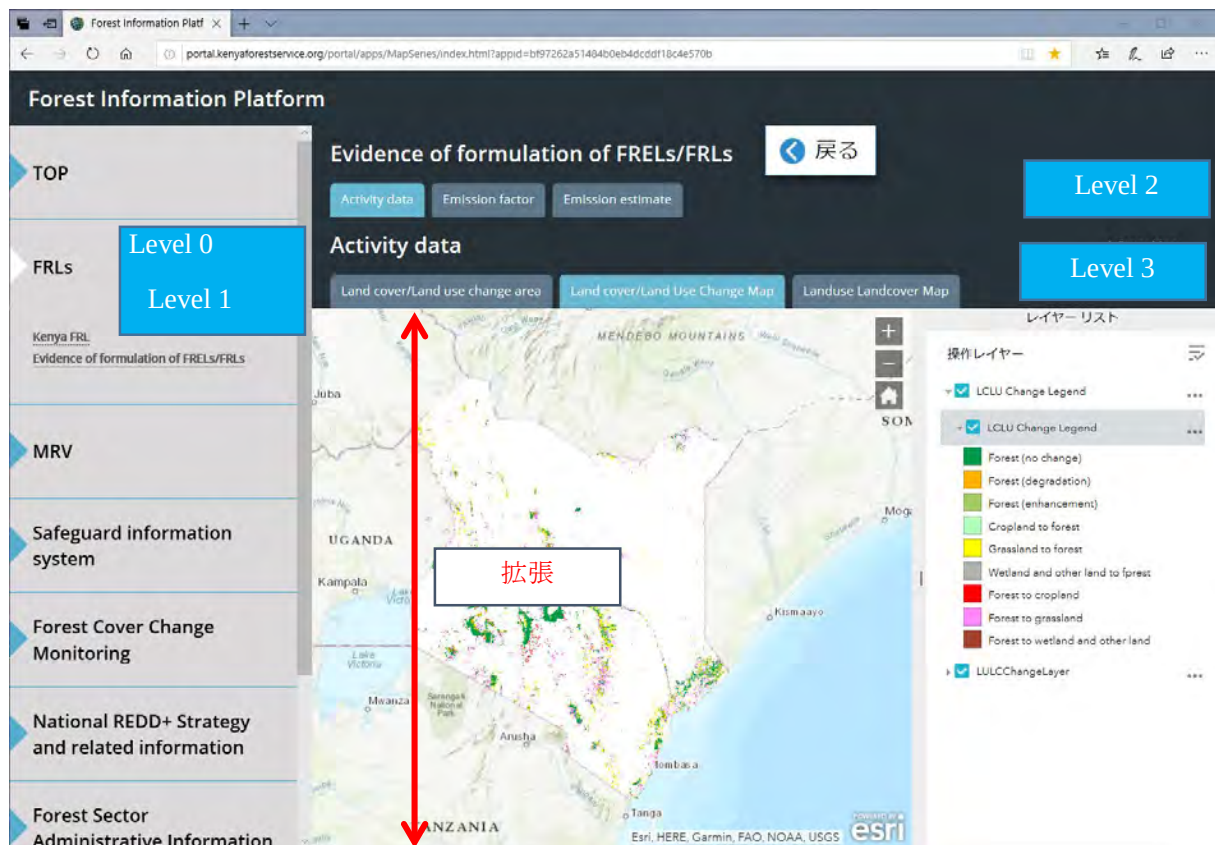


図 1.3.2.29 拡張されたコンテンツ表示領域

最新のインターフェイスは最下層のみタブ表示とし、それより上の階層は全て左サイド（コンテンツテーブル）に移行している。これによりコンテンツ表示領域はより拡大されている（図 1.3.2.30）。

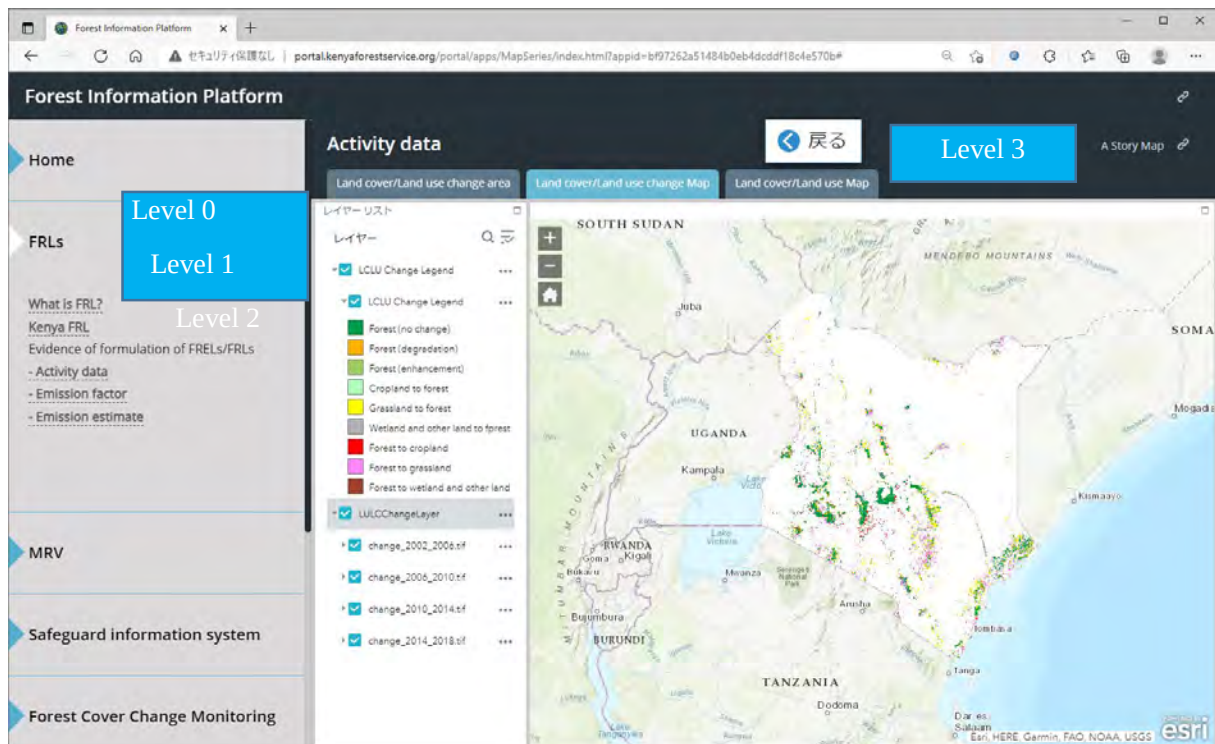
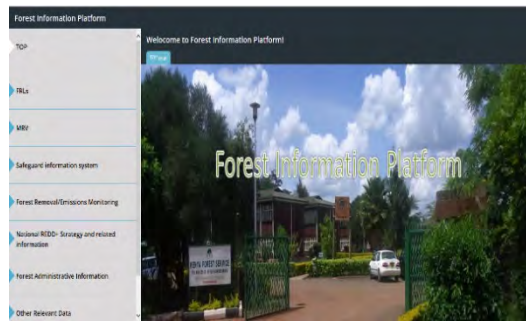


図 1.3.2.30 最新のユーザインターフェイス

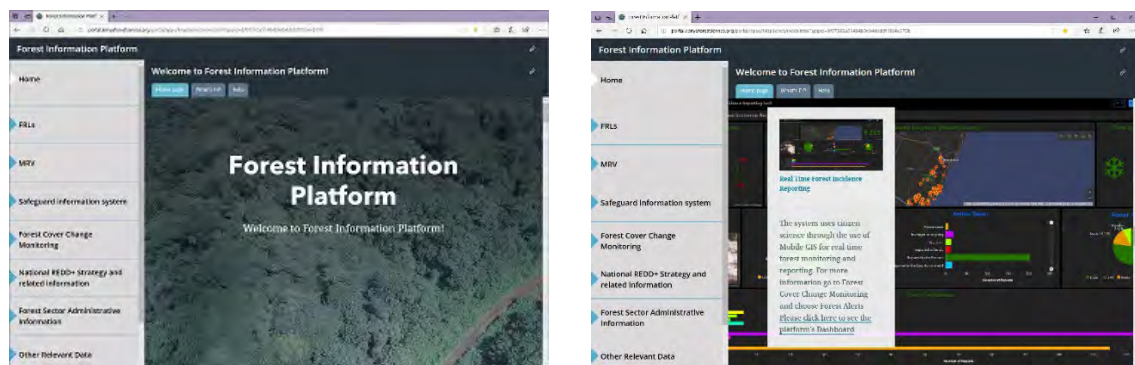
#### (b) ベースソフトウェアのアップデートに伴うユーザインターフェイスの改良

FIP のベースソフトウェアが ArcGIS 10.7 から 10.8 に更新された事に伴い、Javascript などの dynamic HTML を用いた FIP コンテンツの作成がより使い易い環境へと更新された。これによりコンテンツとしてアニメーションやスライドショー、簡易データベースなどのリッチなインターフェイスを備える事が可能となった。図 1.3.2.31 に FIP トップページの更新事例を示す。当初のトップページは写真 1 枚が表示されるのみであったが、更新されたページでは複数のドキュメントをスライドショーのように表示している。





初期のトップページ（一枚絵のみ）



更新されたトップページ（スライドショー的なインターフェイス）

図 1.3.2.31 トップページの更新

本コンポーネントは FIP の更新について、dynamic HTML の仕様を提案した。dynamic HTML を使用する例として、図 1.3.2.32 に Web ページ上に動的にテーブルを作成するプロセスを示す。この事例では、テーブルに表示されるデータは csv 形式のファイルとして格納されている。ユーザがこのページにアクセスすると、Javascript のプログラムは csv ファイルを読み込み、動的に Web ページ（HTML）を構築する。これによりサイト管理者は web ページそのものを更新する必要は無く csv ファイルのみ更新するだけで良くなる。これによりコンテンツ管理の負荷の軽減が期待できる。

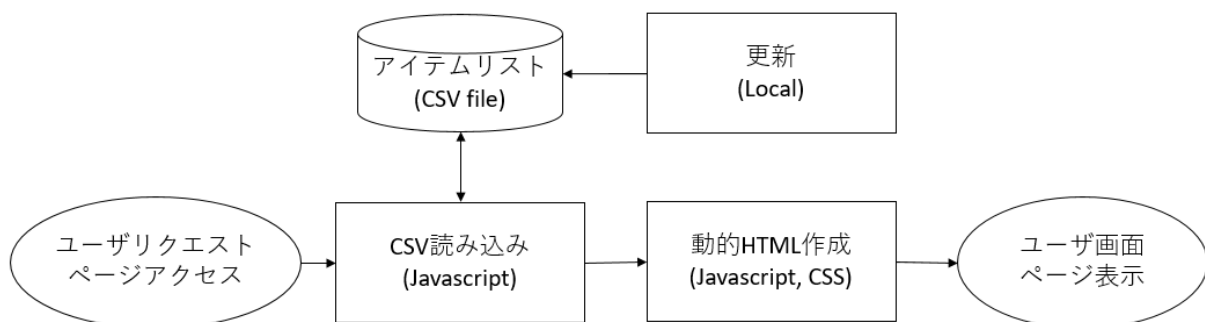


図 1.3.2.32 動的 HTML 作成のプロセス

例えば “National REDD+ Strategy” のページには指針 (Acts) や計画 (Strategies)、政策 (Policies) 他の情報がリスト形式で格納されている。新たなアイテムが追加される場合、管理者は 1. Web ページのベースとなるドキュメントを更新し、2. PDF ファイルに変換、3. FIP へのアップロードという 3 つの段階を経る必要があるが、dynamic HTML を使用した場合、管理者はリストファイル (csv 形式) のみ更新するだけで良く (step 1)、step2 及び step3 の工程は必要なくなる。

#### 4) ドキュメントの更新

FIP 管理方法の更新に伴い、マニュアルの内容を検証し必要に応じ更新を行った (表 1.3.2.23)。

表 1.3.2.23 更新されたマニュアル

| マニュアル名                                      | 新規 / 更新 | 内容                                                                             |
|---------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Create the Web Map with ArcGIS Pro          | 新規      | ArcGIS Pro を用いた FIP の更新方法                                                      |
| The manual of how to construct and edit FIP | 更新      | FIP コンテンツの作成・更新<br>更新事項：<br>複数の地図を表示するためのテンプレートの使用方法及び<br>ユーザによる地図データのアップロード方法 |

#### 5) 国家森林インベントリー (NFI) に向けた Survey 123 のカスタマイズ

本コンポーネントは NFI をベースとした現地調査ツールのプロトタイプを、Survey123 を基に作成した。MRV トレーニングの 1 つである森林インベントリー調査において、この現地調査ツールの使い勝手 (GPS による位置取得や樹種、胸高直径の入力など) やユーザインターフェイスのレイアウト等を検証した。調査項目は IC-FRA マニュアルより選定し、Survey123 の機能を用いてモバイルタブレット上で動作するように実装した。表 1.3.2.24 に本調査ツールに実装された収集項目を、図 1.3.2.33 にユーザインターフェイスを示す。また C/P との協議により、Survey 123 のみで本調査に必要な機能を満たすことから Collector for ArcGIS は使用しない事とした。

表 1.3.2.24 情報収集項目

| 項目               | 内容                            |
|------------------|-------------------------------|
| Group ID         | 調査グループ ID                     |
| Date             | 調査日時                          |
| GPS Coordination | プロット中心 (GPS 取得)               |
| Cluster No.      | クラスター番号                       |
| Plot No.         | プロット番号                        |
| County Name      | カウンティ名称                       |
| Canopy Cover     | キャノピーカバー率 (パーセント, デンシオメータで計測) |
| Center           | キャノピーカバー率 (中央)                |
| North            | キャノピーカバー率 (中央から北へ 15m)        |
| South            | キャノピーカバー率 (中央から北へ 15m)        |
| East             | キャノピーカバー率 (中央から北へ 15m)        |

| 項目    |                   | 内容                                             |
|-------|-------------------|------------------------------------------------|
|       | West              | キャノピーカバー率（中央から北へ 15m）                          |
| Trees |                   | 樹木インベントリー（全種類）                                 |
|       | Radius(DBH)       | 中心からの距離（0m - 2m, 2m - 5m, 5m - 10m, 10 m- 15m） |
|       | Tree No.          | 樹木番号（連番）                                       |
|       | Stem No.          | 幹番号（フォーク状の樹木）                                  |
|       | Species Name      | 樹種名称（リスト選択）                                    |
|       | Any Other Species | 樹種名称（リストに無い樹木）                                 |
|       | DBH               | 胸高直径（mm、地上 130cm 地点）                           |
|       | Height            | 樹高（m、5 本毎に計測）                                  |

図 1.3.2.33 調査フォーム（Survey123）

現地調査ツールは 2020 年 1 月及び 2021 年 7 月の MRV トレーニング中で検証された。図 1.3.2.34 は 2020 年 1 月の調査の様で、研修者が調査情報を、ツールを用いて入力している。現地調査データは、プロットが中心がポイントデータとして、樹種や胸高直径などのデータを取得した各樹木の情報がテーブルデータとして ArcGIS Online サーバに格納されている（図 1.3.2.35）。管理者はこれらデータを使い、解析処理を行う（図 1.3.2.36）。





図 1.3.2.34 現地調査ツールの講習 (MRV トレーニング、2020 年 1 月)

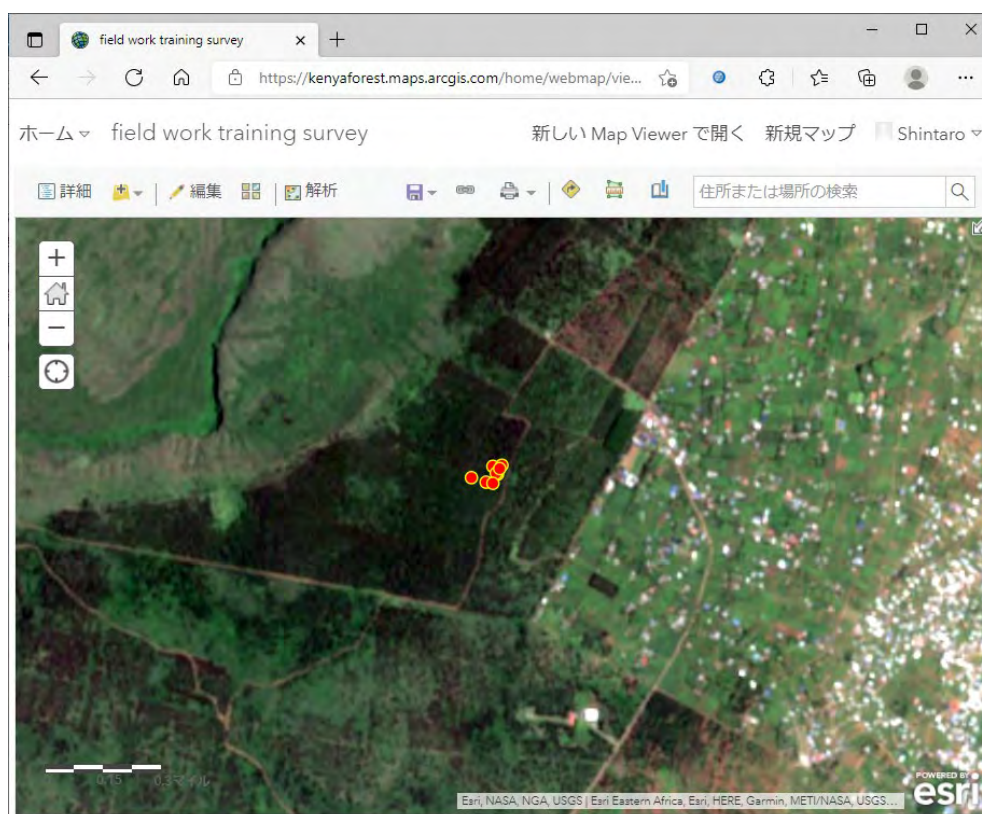


図 1.3.2.35 プロット中心 (ArcGIS Online 上で確認)

| Object | Radius(cm) | Tree No. | Stem | DBH | Height(m)    | Est H    | Vol(m <sup>3</sup> ) | AGB(kg)     | Vol/ha(m <sup>3</sup> ) | AGB/ha(t)   |
|--------|------------|----------|------|-----|--------------|----------|----------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| 13     | radius_4   | 1        |      | 56  | 1 group_     | 9.888754 | 0.012178043          | 11.0102359  | 0.103188827             | 8.761660794 |
| 14     | radius_3   | 2        |      | 194 | 1 group_     | 10.38145 | 0.153433913          | 130.5365772 | 0.051188045             | 16.62043244 |
| 15     | radius_3   | 3        |      | 276 | 1 group_     | 10.44316 | 0.312399369          | 26.55240955 | 0.025140838             | 33.26750067 |
| 16     | radius_3   | 4        |      | 80  | 1 group_     | 10.09245 | 0.025365086          | 22.55240955 | 0.309637509             | 2.868915354 |
| 17     | radius_2   | 5        |      | 153 | 1 group_     | 10.32622 | 0.094925805          | 81.69585785 | 0.330952442             | 2.600459883 |
| 18     | radius_2   | 6        |      | 223 | 1 group_     | 10.4084  | 0.203260779          | 171.7644453 | 0.15455971              | 5.467432022 |
| 19     | radius_2   | 7        |      | 118 | 9.2 1 group_ | 9.2      | 0.050305067          | 43.95881914 | 0.624508209             | 1.399252651 |
| 20     | radius_2   | 8        |      | 103 | 1 group_     | 10.20092 | 0.04249852           | 37.28771792 | 0.739224028             | 1.186904907 |
| 21     | radius_2   | 9        |      | 104 | 1 group_     | 10.20458 | 0.043343268          | 38.0109311  | 0.724816753             | 1.209925497 |
| 22     | radius_1   | 10       |      | 202 | 1 group_     | 10.38965 | 0.166480517          | 141.3590657 | 0.424589232             | 1.999821686 |
| 23     | radius_1   | 11       |      | 286 | 1 group_     | 10.44829 | 0.335611824          | 280.2141942 | 0.210617833             | 3.964219906 |
| 24     | radius_1   | 12       |      | 282 | 1 group_     | 10.44628 | 0.326227022          | 272.563956  | 0.216676824             | 3.855991176 |
| 25     | radius_3   | 1        |      | 289 | 1 group_     | 9.696914 | 0.318045397          | 265.8902104 | 0.024694531             | 33.85419147 |
| 26     | radius_3   | 2        |      | 54  | 1 group_     | 9.159357 | 0.010488476          | 9.516741348 | 0.748820128             | 1.211709086 |
| 27     | radius_3   | 3        |      | 69  | 6.8 1 group_ | 6.8      | 0.012713554          | 11.48252881 | 0.617764463             | 1.462000907 |

図 1.3.2.36 解析結果

## 6) 追加ツール

### (a) バイオマス計算ツール

本コンポーネントは NFI における将来の実装のために、プロット調査におけるデータを使用し、森林の蓄積や炭素量を自動的に算出するためのツールを計画・設計・開発した。入力データは NFI 調査用にカスタマイズされた Survey 123 アプリケーションを想定し、そこから蓄積や炭素量を算出する。図 1.3.2.37 にバイオマス計算ツールのフローを示す。



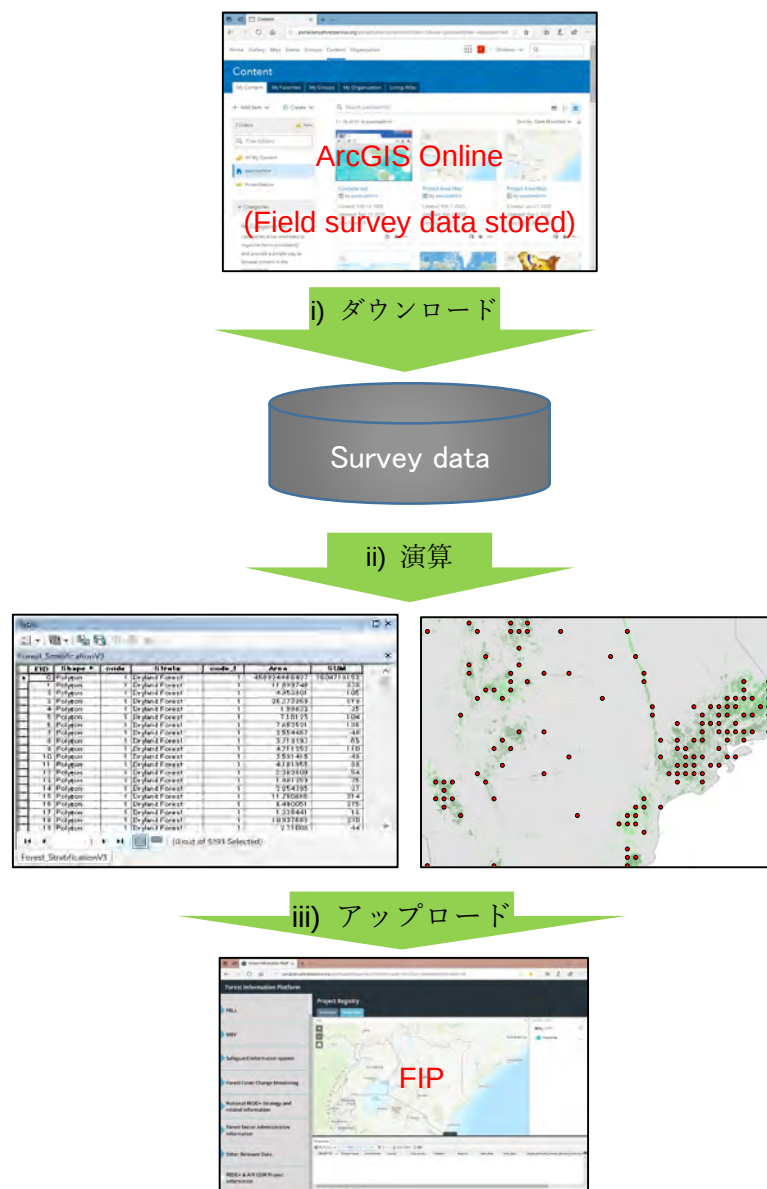


図 1.3.2.37 バイオマス計算ツールフロー

i) ダウンロード：スクリプトを用い、Survey 123 で収集したデータをサーバからダウンロード。

ii) 演算：ダウンロードしたデータの演算を行う。以下に対象となる演算項目を示す。

- 森林タイプ別毎の森林蓄積量 (m3) 及びバイオマスの重量 (t)、並びに地上及び地下バイオマスの炭素量及び二酸化炭素量の総量及び ha 当りの量
- 主要樹木種毎の森林蓄積量 (m3) 及びバイオマスの重量 (t)、並びに地上及び地下バイオマスの炭素量及び二酸化炭素量の総量及び ha 当りの量

iii) アップロード：解析結果を属性データとしてプロットの点データに反映し、FIP へアップロードする（統計処理前の樹木ごとの演算結果については、アップロードはするが、公開はしない）。

図 1.3.2.38 に演算結果のイメージを示す。

| Forest strata                              | Canopy Cover | ABG                             | BGB                             | TOTAL                             |                                  |                                           |
|--------------------------------------------|--------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|
|                                            |              | Biomass Tonnes/ha) <sup>6</sup> | Biomass Tonnes/ha) <sup>8</sup> | Biomass (Tonnes/ha) <sup>10</sup> | Carbon (Tonnes/ha) <sup>11</sup> | CO <sub>2</sub> (Tonnes/ha) <sup>12</sup> |
| Montane & Western Rain                     | Dense        | 244.80                          | 90.57                           | 335.37                            | 157.62                           | 577.95                                    |
|                                            | Moderate     | 58.43                           | 21.62                           | 80.05                             | 37.62                            | 137.96                                    |
|                                            | Open         | 18.31                           | 6.77                            | 25.08                             | 11.79                            | 43.23                                     |
| Coastal & Mangrove                         | Dense        | 94.63                           | 18.93                           | 113.55                            | 53.37                            | 195.69                                    |
|                                            | Moderate     | 52.75                           | 10.55                           | 63.30                             | 29.75                            | 109.08                                    |
|                                            | Open         | 24.01                           | 4.80                            | 28.81                             | 13.54                            | 49.64                                     |
| Dryland                                    | Dense        | 42.43                           | 11.88                           | 54.31                             | 25.53                            | 93.60                                     |
|                                            | Moderate     | 34.52                           | 9.67                            | 44.19                             | 20.77                            | 76.15                                     |
|                                            | Open         | 14.26                           | 3.99                            | 18.26                             | 8.58                             | 31.47                                     |
| Plantation                                 |              | 324.79                          | 87.69                           | 412.48                            | 193.87                           | 710.84                                    |
| Cropland Wetland & Settlements/ Otherlands |              | 0                               | 0                               | 0                                 | 0 <sup>13</sup>                  | 0                                         |
| Grassland                                  |              |                                 |                                 | 8.7 <sup>14</sup>                 | 4.09                             | 14.99                                     |

| Ranking | Scientific name                   | Total stem volume |        |
|---------|-----------------------------------|-------------------|--------|
|         |                                   | (m3)              | (%)    |
| 1       | <u>Colophospermum mopane</u>      | 36,460,718        | 26.818 |
| 2       | <u>Androstachys johnsonii</u>     | 19,251,783        | 14.161 |
| 3       | <u>Guibourtia conjugata</u>       | 15,359,190        | 11.297 |
| 4       | <u>Sclerocarya birrea</u>         | 8,255,767         | 6.072  |
| 6       | <u>Acacia nigrescens</u>          | 4,365,117         | 3.211  |
| 7       | <u>Spirostachys africana</u>      | 4,292,102         | 3.157  |
| 9       | <u>Xeroderris stuhlmannii</u>     | 2,300,971         | 1.692  |
| 5       | <u>Acacia sp.</u>                 | 5,261,411         | 3.870  |
| 8       | <u>Combretum apiculatum</u>       | 2,588,616         | 1.904  |
| 10      | <u>Strychnos madagascariensis</u> | 2,187,353         | 1.609  |

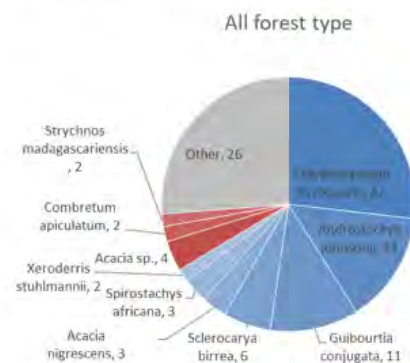


図 1.3.2.38 演算結果イメージ

このツールは ArcGIS のカスタムツールとして、パイソンスクリプトを用いたプラグインとして実装される (図 1.3.2.39)。

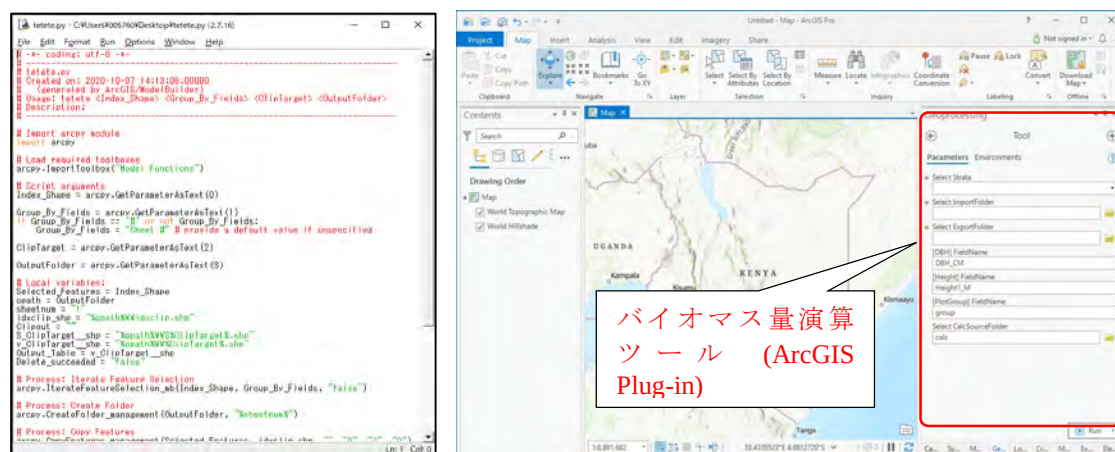


図 1.3.2.39 パイソンスクリプトとツール (ArcGIS plug-in)

## (b) JJ-FAST データ取得ツール

本コンポーネントはまた、ArcGIS プラグインとして、半自動的に JJ-FAST のデータを取得・加工し FIP へとアップロードする為のツールを追加で設計・開発した。図 1.3.2.40 に JJ-FAST からのデータ取得ツールのフローを示す。

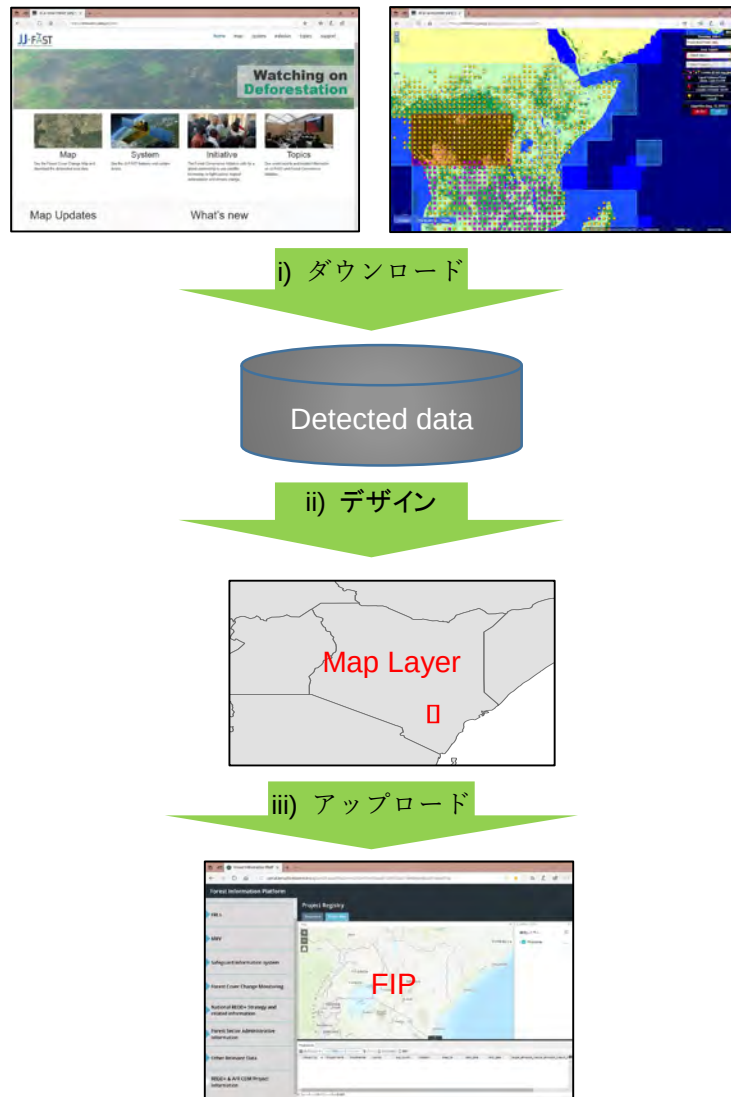


図 1.3.2.40 JJ-FAST データ取得ツールフロー

i) ダウンロード：スクリプトにより JJ-FAST の Web サイトにアクセスし、モニタリングデータを取得する（JJ-FAST の Web サイトではデータが格納されているフォルダをダウンロード用に開放している）。JJ-FAT データは緯度経度で区切られたブロックデータとして格納されており、ケニアを含むデータは 70 程度のブロックに分割されている。ツールはこの 70 程度に分かれたフォルダ全てを検索し、見つけたデータのダウンロードを行う。ダウンロードされたデータは 1 つの空間情報データとしてマージされる（図 1.3.2.41）。

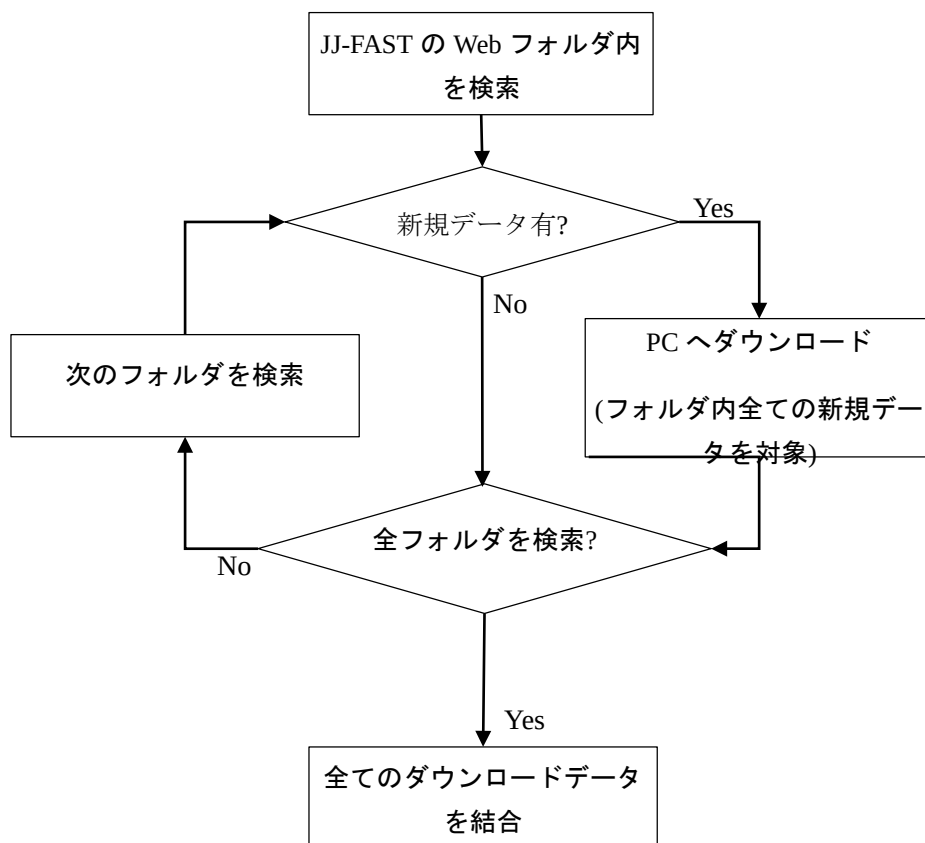


図 1.3.2.41 データ検索・取得ルーチン

ii) デザイン：ダウンロードされた JJ-FAST データに対しレイヤシンボルやスケールなどを設定する。

iii) アップロード：FIP ヘデータをアップロードする。これにより FIP の地図レイヤとして JJ-FAST のデータを参照することが可能となる。

このツールはバイオマス量演算ツールと同様に ArcGIS のカスタムツールとして、パイソンスクリプトを用いたプラグインとして実装される。図 1.3.2.42 に本ツール及び取得したデータの表示画面を示す。

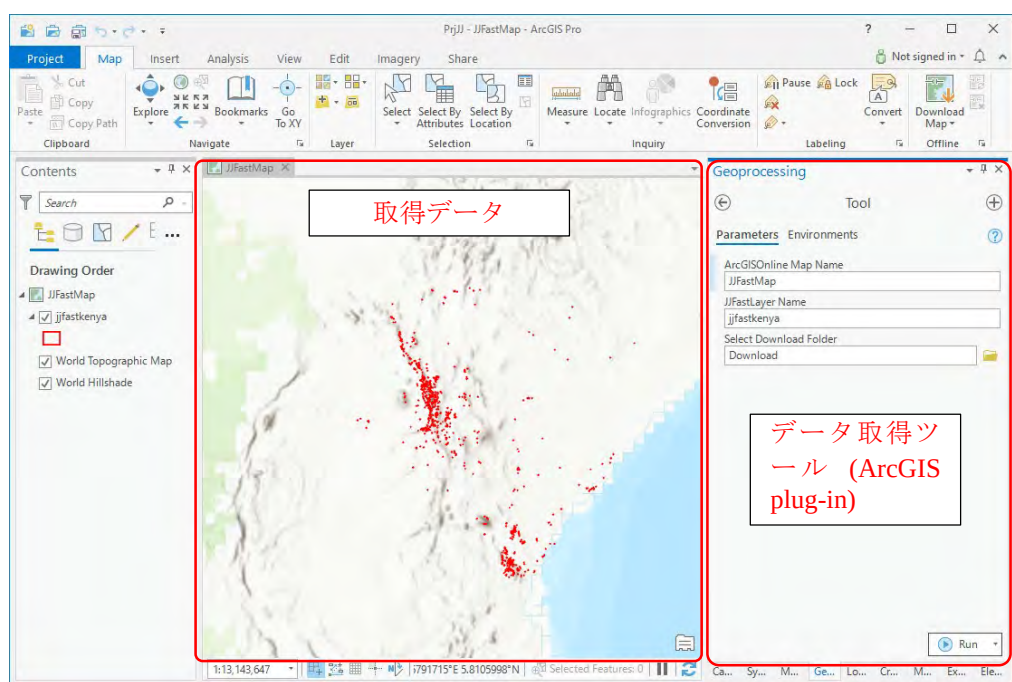


図 1.3.2.42 JJ-AST データ取得ツール（ArcGIS plug-in）と取得データ

## (6) 森林情報プラットフォームの運用体制の構築と実践

FIP の継続した運用のために、本コンポーネントは管理運用に関するフレームワークを作成した。加えてコンテンツの公開に関するワークフローについても検討した。

### 1) 基本的なデータフロー

図 1.3.2.43 は FIP における基本的なデータフロー（左側のデータ収集から右側のデータ公開までの流れ）を示している。滞りない運用を行うには、IT システム管理及び FIP の管理運用技術者が協力して業務にあたる必要がある。そのためには、確立された役割と運用規則が必要とされる。以下に各セクションの役割と要求事項を示す。

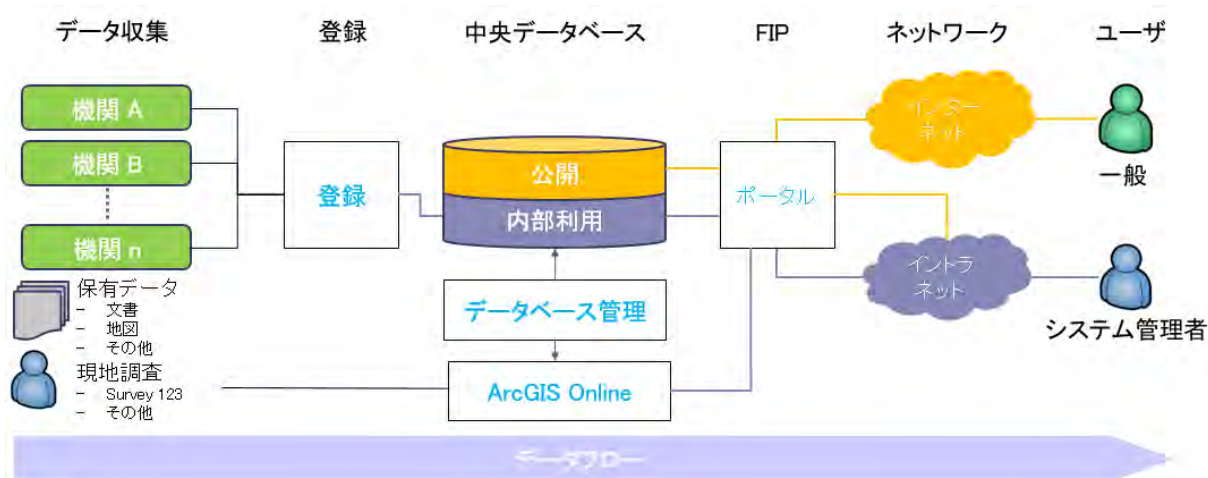


図 1.3.2.43 データ処理と管理に関する構成図

[データ収集]



## FIP に関するデータの調査と収集

- 参加すべき、あるいは希望する組織の選定
- ドキュメント、地図等元データの所在と FIP への登録の可否の調査
- データ収集のためのツール等の作成と提供
- 収集したデータの検証
- 技術者のトレーニング

### [登録]

収集したデータを中央のデータベースへの登録

- データ登録に関する規則の設定（データアクセス権限、データ検証他）
- データ登録のためのツールの準備
- 技術者のトレーニング

### [中央データベース]

データセットを格納

- 管理体制の確立（データベース、ソフトウェア、ハードウェア）
- 技術者のトレーニング

### [FIP]

各種情報を外部もしくは内部に対しポータルサイトとして公開

- FIP サイトの構成定義及び運用と保守（ハードウェア、ソフトウェア、ポータルサイト）
- 技術者のトレーニング

### [ネットワーク]

データセットをユーザに提供

- セキュリティ管理
- サービス方針の確定（1 年 365 日 24 時間提供）
- 技術者のトレーニング

### [ユーザ]

FIP 掲載情報の検索と閲覧

- 制限情報の一般ユーザからの秘匿
- システム管理者は管理者メニューもしくはイントラネットを通じ、全てのデータにアクセス可能

## 2) 管理体制

継続的な FIP の運用と管理（O&M）を行うためには、次の 2 つの事項を確立することが重要である。1 つは O&M を実施するための体制であり、もう 1 つはコンテンツの信頼性の確保である。本コンポーネントは、カウンターパートと、FIP の運用体制として図 1.3.2.45 に示すような組織の構築を協議した。図 1.3.2.44 に示すように KFS 内に組織化される管理チームは 2 つのセクションから構成される。1 つは森林情報を扱うセクション（ポータル管理：FIP の Web サイトやコンテンツを作成・管理）であり、もう 1 つは IT セクション（IT 管理：ハードウェア・ネットワークのメ

メンテナンスや Web ページ作成の技術的サポート等) である

さらに、FIP が関係する多くの組織のデータを扱い始めた際には、FIP 管理チーム (KFS) の上位に意思決定組織の創設を行う。上位組織は FIP に関する統合的な責任を負う事となる。上位組織はコンテンツの内容の検査及びコントロール (公開情報の検証等) や FIP 運営に関する方針について定期的な会議を行い、意思決定を行う。この上位組織には関係する全てのステークホルダの参加が必要であり、設立には時間を要するものと考えられるため、将来的な設置となるであろう。

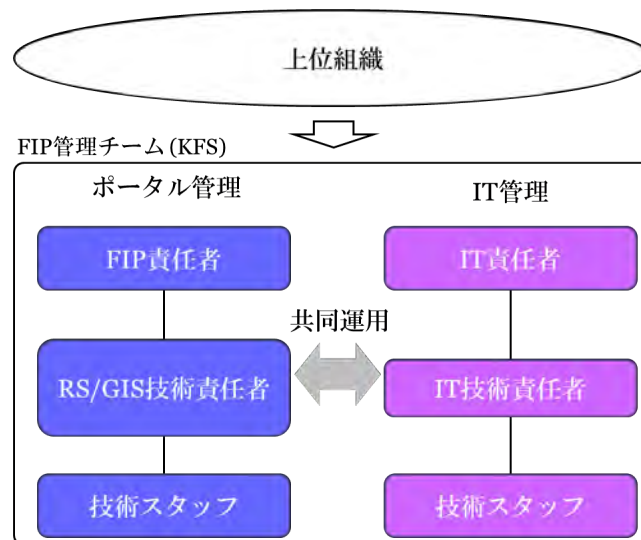


図 1.3.2.44 FIP の管理運営組織図

以下に各セクションの内容、責任事項を示す。

#### [上位組織]

- FIP に関係する全てのステークホルダで構成
- FIP に関する統合的な責任を負う

#### [ポータル管理]

##### FIP 責任者

- FIP の操作に関する責任を負う
- RS/GIS 技術責任者からの FIP に関する提案事項について、承認の可否を判断する

##### RS/GIS 技術責任者

- 情報の管理を行う (内容、品質、公開等)
- RS/GIS に関するアプリケーション及びデータベース、ポータルの管理を行う

##### 技術スタッフ

- RS/GIS に関するアプリケーション及びデータベース、ポータルの操作を行う

#### [IT 管理]

##### IT 責任者

- IT に関する責任を負う

#### IT 技術責任者

- ハードウェア及びネットワーク、基本ソフトウェアの管理を行う

#### 技術スタッフ

- IT 機器の操作を行う

### 3) コンテンツの信頼性

コンテンツの信頼性について、図 1.3.2.45 にコンテンツ掲載までの流れと各ステップにおける責任担当者を示す。

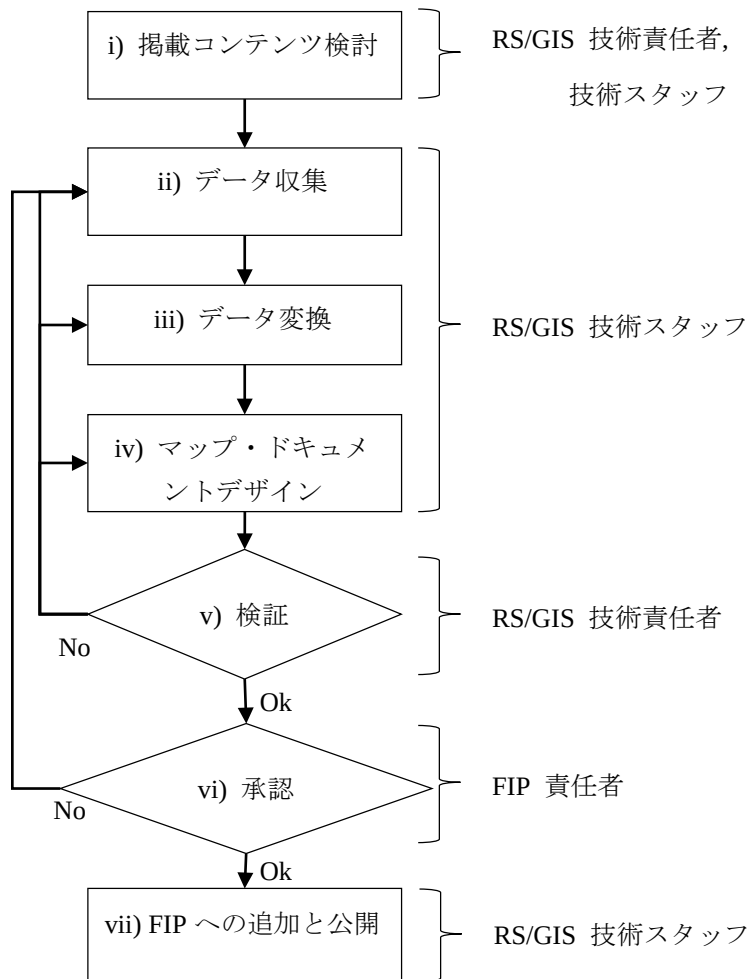


図 1.3.2.45 コンテンツ公開のフロー

#### i) 掲載コンテンツ検討

RS/GIS 技術責任者と技術スタッフ（及び内容によっては関係するステークホルダ）は公開すべき情報及びそれに必要なデータについて検討を行う。

#### ii) データ収集

技術スタッフは必要なデータセットの調査及び収集を行う。

#### iii) データ変換

技術スタッフは必要に応じて、収集データの空間情報やドキュメント形式への変換を行う。

iv) マップ・ドキュメントデザイン

技術スタッフは FIP に掲載するコンテンツとして、マップやドキュメントの装飾を行う

v) 検証

RS/GIS 技術責任者は作成されたコンテンツの内容を検証する。掲載に必要な品質を満たさないと判断された場合は、却下し再作成を指示する。

vi) 承認

FIP 責任者はコンテンツの掲載許可を行う。

vii) FIP への追加と公開

技術スタッフは承認されたコンテンツを FIP に登録し、公開する。

### 1.3.3 各種地図作成に関する活動

#### (1) 2014 年版土地被覆/土地利用図の正確性についてプロセスのアセスメント

2014 年度版土地被覆/土地利用図の正確性のプロセスアセスメントでは、クリントン財団サポートによる SLEEK で作成された 2014 年度版土地被覆/土地利用図の作成手法について評価を行った。この土地被覆/土地利用図は、KFS、DRSRS、SOK、RCMRD からアサインされたリモートセンシングチームにより作成されている。評価においては下記に列挙したポイントについて、SLEEK で作成された技術マニュアル並びに作成チームへの聞き取りから行った。

- 1) 使用した地球観測衛星画像
- 2) 画像分類処理の準備
- 3) 土地被覆/土地利用図の分類項目
- 4) 画像分類手法

##### 1) 使用した地球観測衛星画像

使用された地球観測衛星画像は、2013 年 2 月 11 日に打ち上げられ、4 月 11 日にキャリブレーションが完了した LANDSAT-8 号により取得された 2014 年時の衛星画像であった。LANDSAT-8 号が搭載している Operational Land Imager (OLI) は、LANDSAT-7 号搭載の Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) と同様のセンサーである。また LANDSAT-8 号は米国の LANDSAT 衛星シリーズの最新衛星であり、グローバルな土地被覆や土地利用の変化モニタリングに適している。土地被覆図や土地利用図のもととなる過去参照が可能な LANDSAT 衛星シリーズのアーカイブ画像の活用にもつながる。

LANDSAT-8 号搭載の OLI センサーは、185km 刈幅で衛星の進行方向に沿って 180km を一つの単位（シーン）として地球表面の画像データを取得している。画像データの地上解像度は、1 ピクセルあたり 30m x 30m である。従って、0.5ha を最少マッピング単位(MMU : Minimal Mapping Unit) とした森林定義を満足させることが可能である。

衛星画像を選ぶにあたっては、雲、もや、かすみ、煙や季節の影響ができるだけ少なくなることを考慮しており、特に雲の被覆については最も考慮されていた。衛星画像の選択にあたっては、できる限り分類可能なエリアが最大化させており、取得衛星画像の観測時期については、森林、草地や農地について分類しやすい 6 月～9 月ならびに 1 月～2 月の乾期が主となっていた。その結果、最終的に未分類となってしまう雲量は、ケニア国全体で 3.75% であった。2014 年版土地被覆

/土地利用図作成に活用された衛星画像のリストを表 1.3.3.1 に示す。また図 1.3.3.1 は、LANDSAT-8 号のサンプル画像を示す。

表 1.3.3.1 2014 年版土地被覆/土地利用図で活用された衛星画像リスト

| 2014 観測 (32 画像シーン: 乾期 32 シーン、雨期 2 シーン) |     |    |        |                                              |    |
|----------------------------------------|-----|----|--------|----------------------------------------------|----|
| 番号                                     | パス  | ロー | シーン    | 画像 ID                                        | 季節 |
| 1                                      | 165 | 61 | 165061 | LC81650612014189LGN00                        | 乾期 |
| 2                                      | 165 | 62 | 165062 | LC81650622014189LGN00                        | 乾期 |
| 3                                      | 166 | 57 | 166057 | LC81660572014004LGN00                        | 乾期 |
| 4                                      | 166 | 58 | 166058 | LC81660582014020LGN00                        | 乾期 |
| 5                                      | 166 | 59 | 166059 | LC81660592014004LGN00                        | 乾期 |
| 6                                      | 166 | 60 | 166060 | LC81660602014004LGN00                        | 乾期 |
| 7                                      | 166 | 61 | 166061 | LC81660612014196LGN00                        | 乾期 |
| 8                                      | 166 | 62 | 166062 | LC81660622014084LGN00 、LC81660622014196LGN00 | 乾期 |
| 9                                      | 166 | 63 | 166063 | LC81660632014180LGN00                        | 乾期 |
| 10                                     | 167 | 57 | 167057 | LC81670572014011LGN00                        | 乾期 |
| 11                                     | 167 | 58 | 167058 | LC81670582014011LGN00                        | 乾期 |
| 12                                     | 167 | 59 | 167059 | LC81670592014267LGN00                        | 乾期 |
| 13                                     | 167 | 60 | 167060 | LC81670602014283LGN00                        | 雨期 |
| 14                                     | 167 | 61 | 167061 | LC81670612015014LGN00                        | 乾期 |
| 15                                     | 167 | 62 | 167062 | LC81670622014331LGN00                        | 雨期 |
| 16                                     | 167 | 63 | 167063 | LC81670632014059LGN00                        | 乾期 |
| 17                                     | 168 | 57 | 168057 | LC81680572014018LGN00                        | 乾期 |
| 18                                     | 168 | 58 | 168058 | LC81680582014034LGN00                        | 乾期 |
| 19                                     | 168 | 59 | 168059 | LC81680592014034LGN00                        | 乾期 |
| 20                                     | 168 | 60 | 168060 | LC81680602014258LGN00                        | 乾期 |
| 21                                     | 168 | 61 | 168061 | LC81680612014034LGN00                        | 乾期 |
| 22                                     | 168 | 62 | 168062 | LC81680622014034LGN00                        | 乾期 |
| 23                                     | 169 | 57 | 169057 | LC81690572014025LGN00                        | 乾期 |
| 24                                     | 169 | 58 | 169058 | LC81690582014185LGN00                        | 乾期 |
| 25                                     | 169 | 59 | 169059 | LC81690592014025LGN00                        | 乾期 |
| 26                                     | 169 | 60 | 169060 | LC81690602014025LGN00                        | 乾期 |
| 27                                     | 169 | 61 | 169061 | LC81690612014025LGN00                        | 乾期 |
| 28                                     | 170 | 56 | 170056 | LC81700562014016LGN00                        | 乾期 |
| 29                                     | 170 | 57 | 170057 | LC81700572014032LGN00                        | 乾期 |
| 30                                     | 170 | 58 | 170058 | LC81700582014032LGN00                        | 乾期 |
| 31                                     | 170 | 59 | 170059 | LC81700592014032LGN00                        | 乾期 |
| 32                                     | 170 | 60 | 170060 | LC81700602014032LGN00                        | 乾期 |
| 33                                     | 170 | 61 | 170061 | LC81700612014256LGN00                        | 乾期 |
| 34                                     | 171 | 57 | 171057 | LC81710572014007LGN00                        | 乾期 |



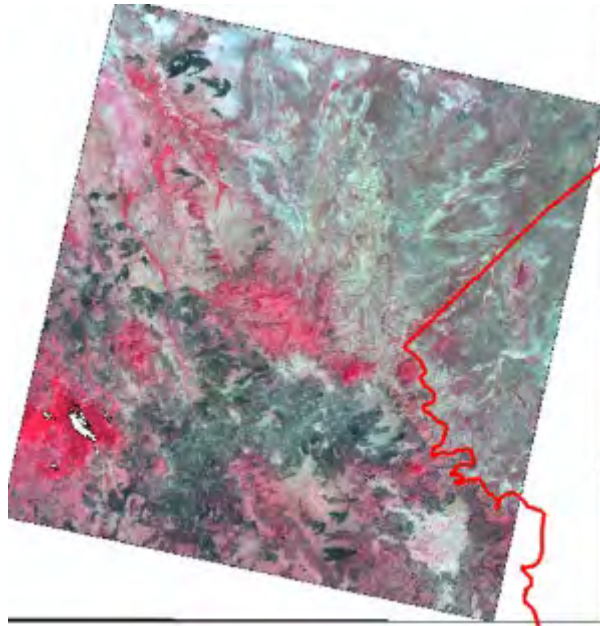


図 1.3.3.1 LANDSAT-8 号のサンプル画像

## 2) 画像分類処理の準備

画像処理分類の前準備については、下記の項目について考慮した。

- ✓ 地形による輝度値補正
- ✓ 雲および影の除去
- ✓ 画像分割

### 地形による輝度値補正について

リモートセンシングチームは、ミス分類を防ぐために画像補正を実施している。衛星画像は、地上からの太陽光の反射を捉えたものであるが、地形の傾斜や向きは地上からの太陽光の反射に影響するため、衛星画像にはその影響による輝度値の変化分が含まれている。そのため、地形を加味した輝度値補正が必要であり、分類処理前の事前処理として輝度値補正処理が実施された。下記の図 1.3.3.2 は、輝度値補正前の画像と補正後の画像である。

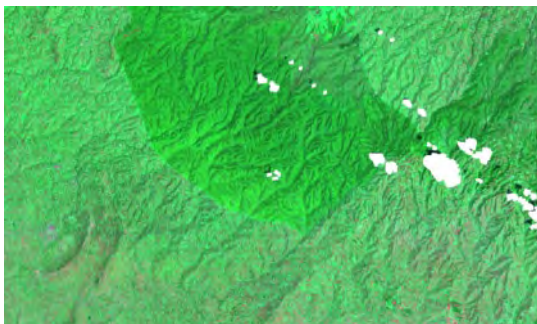


図 1.3.3.2 左：補正前画像、右：補正後画像

### 雲および影の除去について

衛星画像における雲の影響は、画像分類を行う上での光学系衛星画像を使う障害となる。雲のエ

リアは地上を隠すため、そのエリアの判読や分類が困難となるからである。また薄い雲や雲の影も、画像分類での分類精度に影響を及ぼす。そのため、できるだけ雲の領域を少なくすることを考慮して活用衛星画像を選択するが、それでも雲のエリアと影の影響は残ってしまう。この状況については、画像分類処理を行う前に雲ならびに影のエリアを衛星画像から除去することで対応できる。そのためリモートセンシングチームは、マスク処理手法により、雲と影のエリアの除去を行っていた。次の図 1.3.3.3 にマスク処理と雲を除去した結果について示す。

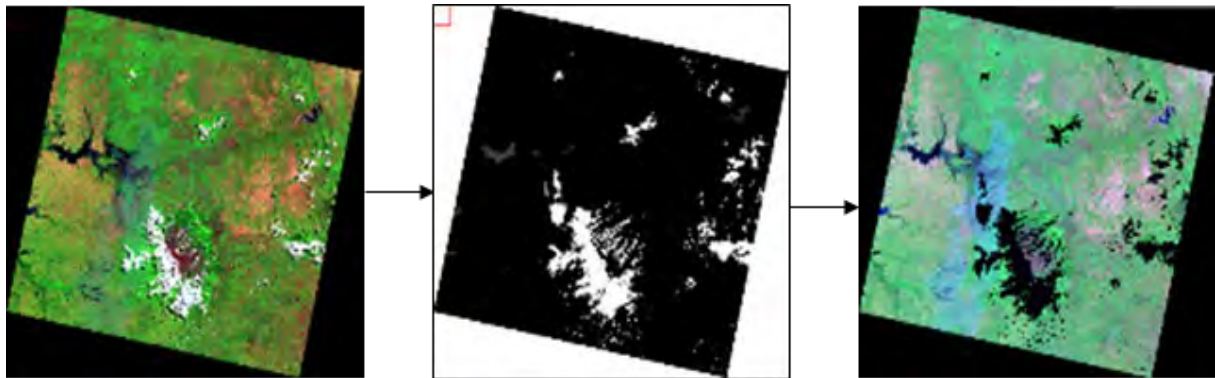


図 1.3.3.3 マスク処理および雲の除去結果

なお、雲を除去したシーンの欠損エリアについては、観測日が違うシーンの分類結果をモザイクすることで欠損エリアを補っている。

#### 画像分割について

土地被覆や土地利用は、ケニア国に全土にまたがって様々な様相を呈している。例えば森林密集地域、広大な乾燥林や灌木草地の地域や異なった農作物の地域などがあり、画像上で異なった特徴の色調を持っている。そのため全ての分類項目に対して、ケニア全土を一つの画像として同時に分類処理することは、ミス分類が増えてしまい分類精度に問題が出てくる。ミス分類を防ぐには、活用する LANDSAT-8 号の衛星画像を色調と土地被覆の特徴別に分割してから分類処理を実施する必要がある。

そのため、リモートセンシングチームでは、ケニア国のアグロ・エコロジカルゾーンを参考にスペクトル特性や土地被覆を考慮し、各シーンの衛星画像を特徴別に分割した上で、画像分類処理を行っている。また、大きな分類エラーが見つかった場合は、分割エリアの統合や変更を行い、画像分割や画像分類を再度実施している。なお、アグロ・エコロジカルゾーンとは、農業省がケニア気象局と共同で作成したゾーンマップで図 1.3.3.4 のとおりである。次の図 1.3.3.5 に LANDSAT-8 号のオリジナル衛星画像と衛星画像の分割例をそれぞれ示す。

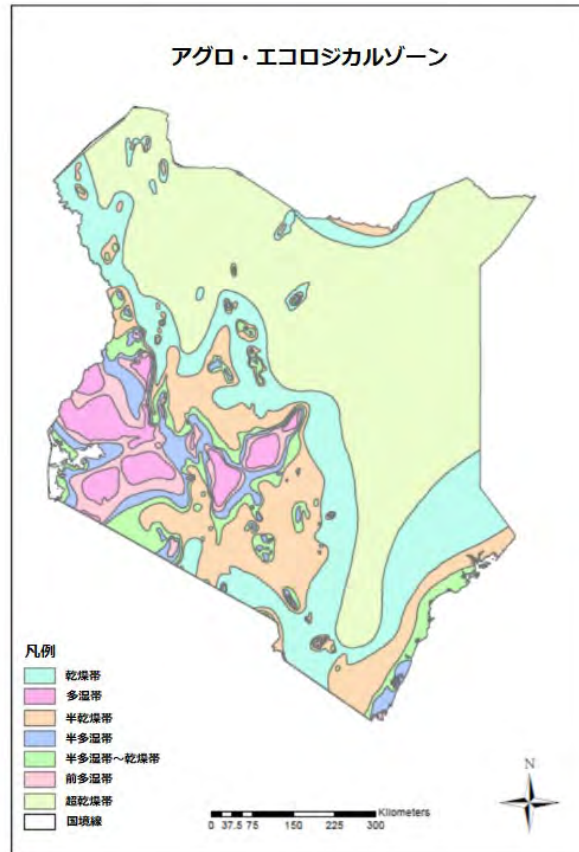


図 1.3.3.4 アグロ・エコロジカルゾーン図

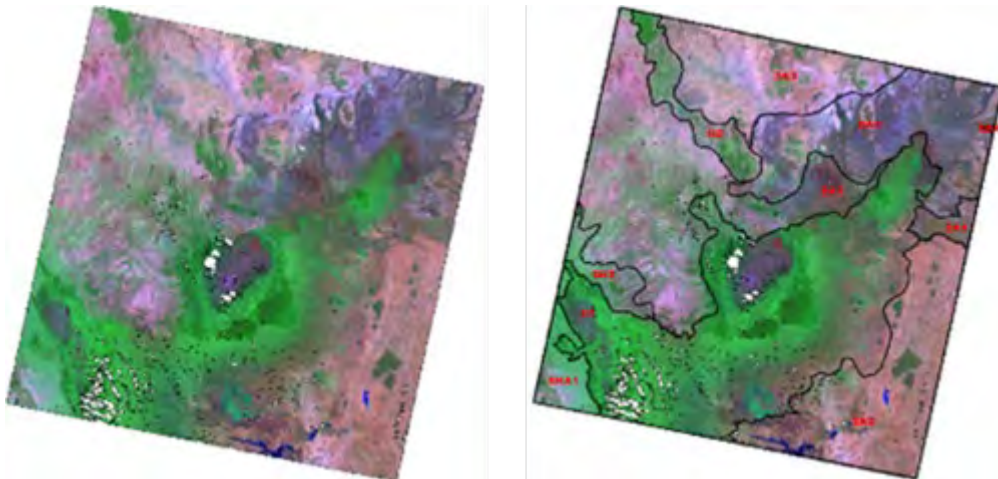


図 1.3.3.5 左：オリジナル画像、右：衛星画像の分割例

### 3) 土地被覆/土地利用図の分類

土地被覆/土地利用図の分類項目は、下記のとおり。

1. 高密度森林（樹冠率 65%以上）

2. 中密度森林（樹冠率 40 %以上 65%未満）
3. 疎密度森林（樹冠率 15 %以上 40%未満）
4. 単年生作物
5. 多年生作物
6. 草地
7. 灌木草地
8. 水域
9. 湿原
10. その他

これら上記の分類項目には、土地被覆の分類項目と土地利用の分類項目が混在している。土地被覆の分類項目は、高密度森林、中密度森林、疎密度森林、草地、灌木草地、水域、湿地、その他であり、土地利用の分類項目は、単年生作物、多年生作物の 2 項目。衛星画像を使った分類では、土地利用の分類項目を画像処理により分類することは難しいため分類処理工程について考慮する必要がある。そのため、リモートセンシングチームは、アグロ・エコロジカルゾーンにより各衛星画像シーンを分割し、画像処理分類を実施している。

#### 4) 画像分類手法

リモートセンシング技術による画像分類手法は、大きくわけて次の 2 つのアプローチに集約される。一つはピクセルベースによる分類手法、もう一つはオブジェクトベースによる分類手法である。リモートセンシングチームでは、ピクセルベースによる分類手法を使っている。よく使われる典型的な分類手法は下記のとおりである。

- ✓ マルチレベルスライス法
- ✓ ディシジョンツリー法
- ✓ 最短距離分類法
- ✓ 最尤分類法
- ✓ その他
  - ファジー理論の応用分
  - エキスパートシステムによる分類
  - ニューラルネットワークによる分類

リモートセンシングチームでは、ランダムフォレストと呼ばれる機械学習の要素が入った教師付き分類を 2014 年版の土地被覆/土地利用分類に使っている。この分類手法は、土地被覆/土地利用分類にも適しておりコンピュータ処理時間も他の機械学習アルゴリズムと比較して短い手法である。また前処理で実施している雲や影の除去やゾーンニングによる画像分割は前処理として必要プロセスであり、一種のディシジョンツリー法を使っていると言える。

1) ～4) の各プロセスを考慮すると、2014 年版土地被覆/土地利用図作成に活用した衛星画像の選択や画像分類手法は、分類項目に合った適切なプロセスを踏んでいたと言える。また、使われているランダムフォレストは、土地被覆上の変化がない限り継続して同じ教師が使えるだけでなく、同じモデルで分類処理を継続させるほどにコンピュータ処理による分類精度も上がる。前処理などの各工程ではマニュアル処理が必要であるが、分類処理については、コンピュータ処理による自動分類のため、判読などを必要とする他の手法と比較し、短時間・少人数でも国レベルでの土地被覆/土地利用図が作成できる。つまり SLEEK で使われた手法は、持続可能な手法と言える。



## (2) 2014 年版土地被覆/土地利用図の正確性について結果のアセスメント

2014 年度版土地被覆/土地利用図の正確性についての結果のアセスメントについては、2016 年 9 月 27 日～10 月 8 日にかけてグラウンドトゥールズ調査による確認調査を行い、2014 年版土地被覆/土地利用図を作成した際に行われた分類結果の確認調査結果に加味して行った。グラウンドトゥールズ調査で調査すべき地点については、カウンターパートと協議の上、決定した。決定にあたって考慮したのは、アクセスのしやすさと確認が必要なミス分類が起りやすいと思われる地域であることと、出来るだけ全ての分類項目が確認できる地域であることであった。特に森林タイプについては、他の分類項目よりも多く確認できるよう考慮した。

確認地点へのアクセスのしやすさについては、道路から地点への距離や 1 日あたりの調査点数が最大になるようベースとなる大きな町からの距離について考慮した。街から調査点までの距離については、調査にかかる時間を考慮し 20km を超えない範囲とし、道路から調査点までの距離は 50m 以内で次の調査点までの距離間は 1.5m km以内となるよう計画した。次の図 1.3.3.6 は、選択した調査点を土地被覆/土地利用図上に示したものである。

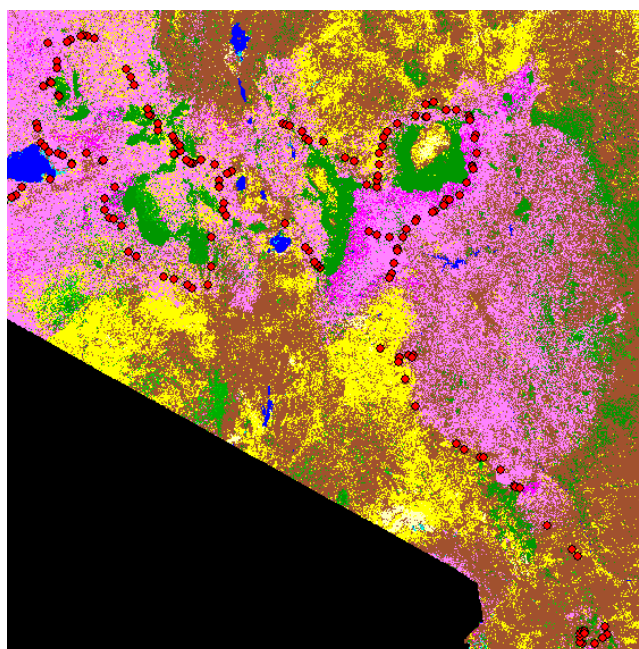


図 1.3.3.6 土地被覆/土地利用図に示した調査点

この確認調査には、KFS スタッフだけでなく SLEEK にかかわった関係機関である DRSRS や KEFRI などからも参加した。ケニア側の参加者リストと調査スケジュールについては、表 1.3.3.2、表 1.3.3.3 と表 1.3.3.4 に示す。

表 1.3.3.2 確認調査参加者リスト（ケニア側）

|      | グループ 1                        | グループ 2              |
|------|-------------------------------|---------------------|
| リーダー | Serah Kahuri (KFS)            | Faith Mutwiri (KFS) |
|      | Eunice Maina (KFS)            | Kioko Nzioka (KFS)  |
|      | Safi Ibrahim (KFS)            | Antony Ngari (KFS)  |
|      | Jira Chimanyi (KFS)           | Eric Nganga (RCMRD) |
|      | Tom Kemboi (African Wildlife) | John Ngugi (KEFRI)  |



|  | グループ 1                | グループ 2                   |
|--|-----------------------|--------------------------|
|  | Foundation)           |                          |
|  | Antony Macharia (SOK) | Merceline Ojwala (DRSRS) |

表 1.3.3.3 調査スケジュール (グループ 1)

|           |      |      |   |                                                                                  |
|-----------|------|------|---|----------------------------------------------------------------------------------|
| 2016<br>年 | 9 月  | 26 日 | 月 | Field Survey (Nairobi - Kabarnet)                                                |
|           |      | 27 日 | 火 | Field Survey (Kabarnet - Timboiwa – Sacho – Tenges –Kabarnet)                    |
|           |      | 28 日 | 水 | Field Survey (Kabarnet – Kipcherera – Kapchekor – Tirimionin - Kabarnet)         |
|           |      | 29 日 | 木 | Field Survey (Kabarnet – Chebloch – Biretwo – Tambach – Kessup – Iten - Eldoret) |
|           |      | 30 日 | 金 | Field Survey (Eldoret –Kipkabus – Kaptagat - Eldoret)                            |
|           | 10 月 | 1 日  | 土 | Field Survey (Eldoret – Soy – Kitale)                                            |
|           |      | 2 日  | 日 | Data arrangement / day off (Kitale)                                              |
|           |      | 3 日  | 月 | Field Survey (Kitale - Kaptalelia – Cheptais - Kitale)                           |
|           |      | 4 日  | 火 | Field Survey (Kitale – Kapenguria - Cherangani– Kitale)                          |
|           |      | 5 日  | 水 | Field Survey (Kitale – Lodwar)                                                   |
|           |      | 6 日  | 木 | Field Survey (Lodwar - Lodwar)                                                   |
|           |      | 7 日  | 金 | Field Survey (Lodwar - Lodwar)                                                   |
|           |      | 8 日  | 土 | Field Survey (Lodwar - Eldoret)                                                  |
|           |      | 9 日  | 日 | Field Survey (Eldoret - Nairobi)                                                 |

表 1.3.3.4 調査スケジュール (グループ 2)

|           |      |      |   |                                                                                                                                       |
|-----------|------|------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2016<br>年 | 9 月  | 26 日 | 月 | Field Survey (Nairobi – kimende – Naivasha - Nakuru)                                                                                  |
|           |      | 27 日 | 火 | Field Survey (Nakuru - Sobe – Mau Samit – Londiani – Molo - Elburgon – Njoro –Nakuru)                                                 |
|           |      | 28 日 | 水 | Field Survey (Nakuru – Total – Timboroa – Burnt Forest - Eldoret)                                                                     |
|           |      | 29 日 | 木 | Field Survey (Eldoret – Turbo – Kipkaren – Webuye – Malava – Lubao(Kakamega Forest) – Mukumu – Maragori – Vihiga – Kiboswa - Kisumu ) |
|           |      | 30 日 | 金 | Field Survey (Kisumu – Ahero – Awach-Kendu Bay- Homa Bay – Kisumu)                                                                    |
|           |      | 1 日  | 土 | Field Survey (Kisumu -Ahero – Awasi-Kericho - Bomet - Narok - Mau Narok - Nakuru)                                                     |
|           |      | 2 日  | 日 | Data arrangement / day off (Nakuru)                                                                                                   |
|           | 10 月 | 3 日  | 月 | Field Survey (Nakuru – Nyahururu – Nyeri –Naro Moru - Nanyuki)                                                                        |
|           |      | 4 日  | 火 | Field Survey (Nanyuki – Timau – Meru – Chogoria – Chuka - Embu)                                                                       |
|           |      | 5 日  | 水 | Field Survey (Embu –Kutus - Sagana –Muranga - Maragua - Thika)                                                                        |
|           |      | 6 日  | 木 | Field Survey (Thika - Nairobi – Machakos – Salama – Kibwezi - Voi)                                                                    |
|           |      | 7 日  | 金 | Field Survey (Voi –Mwatate - Wundanyi - Voi)                                                                                          |
|           |      | 8 日  | 土 | Field Survey (Voi - Nairobi)                                                                                                          |

確認調査では、各調査点で周辺の被覆状況が確認できる 4 方向（東西南北）の写真とハンディ GPS からの位置情報を取得するようにし、調査点情報として野帳に記録した。図 1.3.3.7 に記録した野帳の例を示す。野帳には、写真や位置情報だけでなく日時、地名、分類結果と地点の土地被覆/土地利用についても記録している。

リモートセンシング解析用野帳

|           |          |     |                   |
|-----------|----------|-----|-------------------|
| 番号        | : 015    | 日付  | : 2016年9月27日      |
| 土地被覆/土地利用 | :        | 調査者 | : Sirayo Peter    |
| 分類コード     | : 3      | 緯度  | : S 00° 32' 34.1" |
| 現地調査      | :        | 経度  | : E 35° 58' 09.9" |
| 分類コード     | : 3      | 標高  | : 2589            |
| カウンティ     | : Nakuru | 備考  | :                 |

|                                                                 |                                   |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>1. 森林域</b><br>タイプ : 自然林 (2次林)<br>高さ : 6M<br>樹冠密度 : 疎<br>備考 : | コメント<br><br>現場を見て、特筆すべきコメントがあれば記入 |
| <b>2. 非森林域</b><br>土地利用 :<br>備考 :                                |                                   |

写真



図 1.3.3.7 野帳の例

本確認調査では、176 地点について確認出来た。森林タイプについては、樹冠密度についてミス分類が認められ、特に疎密度と中密度での分類ミスが目立った。このようなミス分類は、単年生作物と草地にも見られた。ミス分類の理由としては、LANDSAT-8 号衛星の画像上の色調が似通っていることがあげられる。次の図 1.3.3.8 に現地調査時の様子を示す。また図 1.3.3.9 に確認分析として土地被覆/土地利用図上の検証点と 4 方向の地点写真を示す。



図 1.3.3.8 現地調査の様子

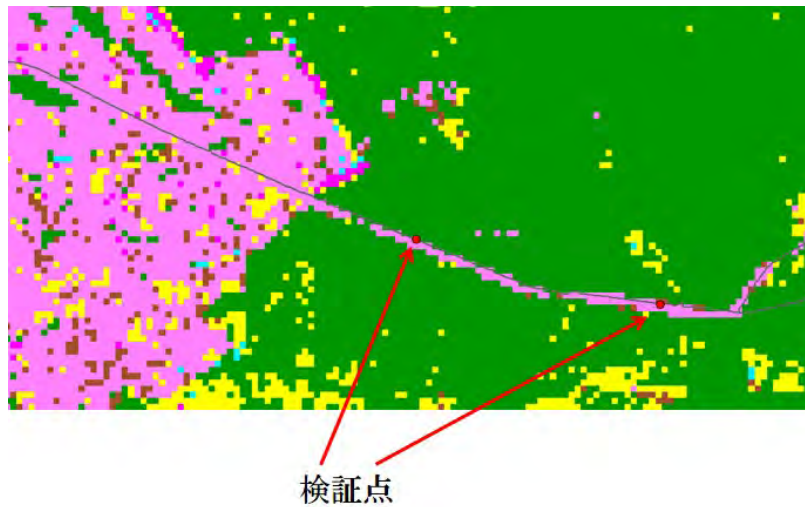


図 1.3.3.9 土地被覆図/土地利用図上の検証点と 4 方向の地点写真

全調査点を記録した野帳は、付属資料 13 を参照。この野帳は、アセスメントの結果報告に活用した。

### (3) アセスメント結果の報告

アセスメントの結果については、2017 年 3 月 28 日・29 日開催された関係者協議ワークショップ及び TWG ミーティングで報告した。SLEEK で作成された 2014 年版土地被覆/土地利用図の作成

方法とプロセスは、衛星リモートセンシング技術でよく使われている方法であり、現実的なプロセスであっただけでなく、今後の持続的な継続をふまえた効率の良い手法であった。また分類結果については、本確認調査による調査点及び SLEEK における調査点を加味して行った結果、3,799 地点数に対し全体精度 75.1%の正確さであり、LANDSAT 衛星の画像を使った土地被覆/土地利用図としては、活用可能な分類精度であった。各分類項目における正確性を表 1.3.3.5 に示す。

表 1.3.3.5 土地被覆/土地利用図の正確性のアセスメント結果

| 分類項目         | 土地被覆/<br>土地利用図 | 現地調査<br>検証数 | 精度           |
|--------------|----------------|-------------|--------------|
| 森林(密)        | 312            | 239         | 76.6%        |
| 森林(中)        | 221            | 153         | 69.2%        |
| 森林(疎)        | 150            | 97          | 64.7%        |
| 灌木草地         | 984            | 761         | 77.3%        |
| 草地           | 581            | 406         | 69.9%        |
| 多年生作物        | 205            | 165         | 80.5%        |
| 単年生作物        | 989            | 748         | 75.6%        |
| 湿原           | 95             | 70          | 73.7%        |
| 水域           | 47             | 40          | 85.1%        |
| その他          | 215            | 174         | 80.9%        |
| <b>TOTAL</b> | <b>3799</b>    | <b>2853</b> | <b>75.1%</b> |

#### (4) 土地被覆/土地利用図作成指導資料の整備

2020 年版土地被覆/土地利用図作成に向けた指導資料の整備については、SLEEK プログラムで実施された 2014 年版土地被覆/土地利用図の作成手法が今後もケニア国の地図として踏襲されることから、本コンポーネントで評価した土地被覆/土地利用図作成手法をもとに指導用の資料を整備することとした。またケニア側でもこの手法をもとにした技術マニュアルを整備中であり、本コンポーネントからも森林リモートセンシング/GIS 専門家が技術マニュアル作成会議に参加し、インプットを行った。

土地被覆/土地利用図作成用の指導資料については、パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図作成への参加した研修生がリモートセンシングの基礎知識を持たないことから、作成手法の説明だけでなく、衛星リモートセンシングの基礎、REDD+における Activity Data の役割についても説明できる資料とした。作成した指導資料の項目は、次のとおり。詳細は、付属資料 14 を参照のこと。

- ・ REDD+における Activity Data の役割
- ・ リモートセンシング基礎と画像処理
- ・ 現地調査について

- ・ 衛星画像データの選択とダウンロード
- ・ 画像分類処理のための前処理
- ・ 教師データの作成方法と画像分類処理

指導用資料とは別に、KFS スタッフが参照できるよう技術マニュアルについても作成した。本コンポーネントで作成した技術マニュアルは、森林リモートセンシング/GIS 専門家も参加した技術マニュアル作成会議でレビューした内容を踏襲している。また土地被覆/土地利用図作成に特化するようによりシンプルな内容とし、作成工程に合わせた構成及び目次とした。また本コンポーネントで検討した、土地被覆/土地利用図をケニア国の森林定義及び森林 10 分類と合致させるための方法について、技術マニュアルに追記した。追記した詳細については、後述の「(5) 土地被覆/土地利用図作成指導資料の改善」にて詳細を述べる。

### (5) 土地被覆/土地利用図作成指導資料の改善

ケニア国では、SLEEK プログラムで活用された土地被覆/土地利用図の作成手法をもとにタイムシリーズ土地被覆/土地利用図を作成しており、このタイムシリーズ土地被覆/土地利用図を活用して FRL に活用する AD を作成することとなった。タイムシリーズ土地被覆/土地利用図では、ピクセルベースの画像分類処理を行っているため、森林被覆は実際には樹木被覆である。このため本コンポーネントでは、AD を作成するため、LANDSAT4, 5, 7, 8 号衛星から作成された土地被覆/土地利用図の樹木被覆をケニア国の森林定義に合致させることを検討した。検討においては、森林 3 タイプ及び被覆率別の 3 層化と、人工林の区別による合計 10 分類となることも考慮した。

検討した結果、土地被覆/土地利用図は LANDSAT-8 号衛星画像をもとにしたピクセルベース (1 ピクセル辺り 30m\*30m、単位面積 0.09ha) による地図であることから、森林定義の最少面積 0.5ha を満たすため、6 ピクセル (0.54ha) が森林域の最小単位となるようフィルタリング処理を考案した。考案したフィルタリング処理は、図 1.3.2.4 に示すような 8 近傍サーチにより森林ピクセルが繋がったかたまりとして認識させ、5 ピクセル以下の森林ピクセルの集まりをその周辺で最大の土地被覆/土地利用の分類項目と置きかえるアルゴリズムとなっている。

フィルタリング処理後は、森林域をゾーニングにより「山岳林 / 西部熱帯降雨林」、「海岸林 / マングローブ」、「乾燥地林」、「人工林」の 4 区分に分類した。尚、この図 1.3.3.10 に示す森林タイプ別ゾーニングデータ (シェープ・ファイル) 及び「人工林」の境界データ (シェープ・ファイル) は KFS より提供された。



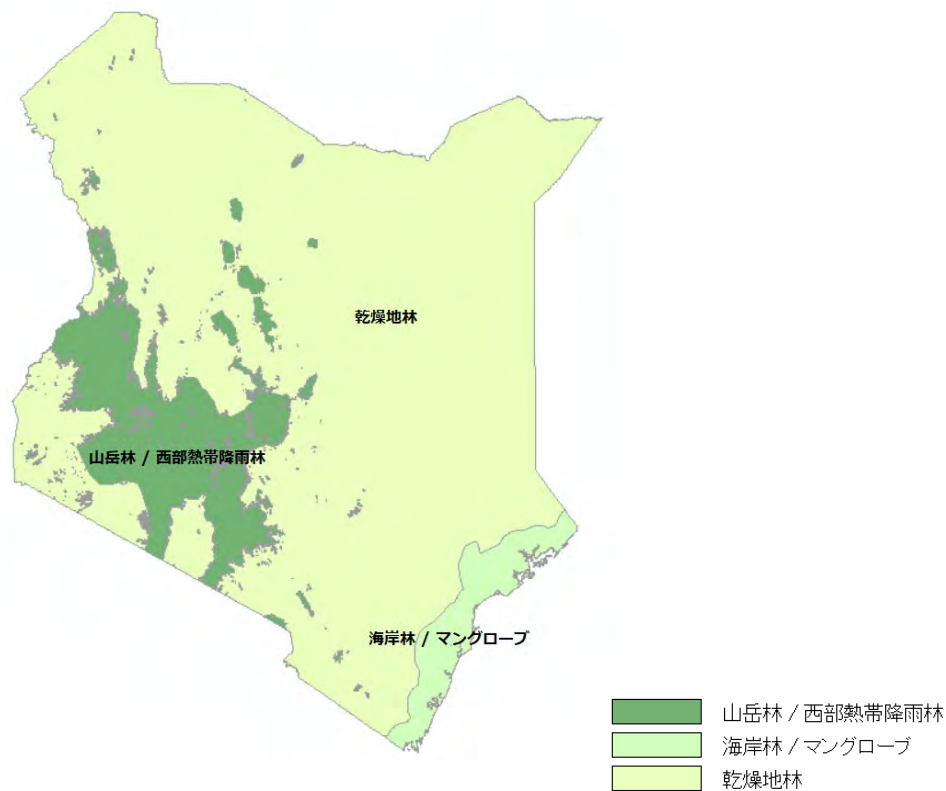


図 1.3.3.10 森林タイプ別ゾーニングデータ

ゾーニング後の土地被覆/土地利用図は、下記表 1.3.3.6 のようにコード化し森林タイプ毎の面積が算出できるようにした。

表 1.3.3.6 土地被覆/土地利用図コードとコード別面積

|                    |           | コード | 1990年      | 2000年      | 2010年      | 2014年      |
|--------------------|-----------|-----|------------|------------|------------|------------|
| 山岳林 / 西部熱帯降雨林 (10) | 密 (1)     | 11  | 1,174,515  | 978,308    | 1,074,485  | 1,110,721  |
|                    | 中 (2)     | 12  | 242,631    | 249,411    | 226,519    | 203,081    |
|                    | 疎 (3)     | 13  | 140,587    | 131,976    | 86,646     | 104,792    |
| 海岸林 / マングローブ (20)  | 密 (1)     | 21  | 283,968    | 177,556    | 303,810    | 421,452    |
|                    | 中 (2)     | 22  | 296,861    | 373,598    | 248,156    | 125,039    |
|                    | 疎 (3)     | 23  | 11,848     | 22,957     | 14,156     | 6,241      |
| 乾燥地林 (30)          | 密 (1)     | 31  | 844,301    | 971,645    | 966,123    | 970,632    |
|                    | 中 (2)     | 32  | 359,589    | 532,561    | 330,947    | 287,009    |
|                    | 疎 (3)     | 33  | 320,973    | 333,874    | 314,750    | 305,132    |
| 人工林 (40)           | 密 (1)     | 41  | 62,660     | 41,099     | 49,091     | 53,046     |
|                    | 中 (2)     | 42  | 2,519      | 2,216      | 3,369      | 1,073      |
|                    | 疎 (3)     | 43  | 251        | 868        | 321        | 546        |
| 農地 (50)            | 単年生作物 (1) | 51  | 3,139,213  | 4,227,298  | 5,786,329  | 5,900,262  |
|                    | 多年生作物 (2) | 52  | 303,801    | 222,932    | 260,347    | 299,515    |
| 草地 (60)            | 草地 (1)    | 61  | 9,430,989  | 9,773,592  | 9,488,048  | 8,825,587  |
|                    | 灌木草地 (2)  | 62  | 34,847,463 | 33,239,062 | 31,847,934 | 32,375,231 |
| 湿地 (70)            | 水域 (1)    | 71  | 1,206,488  | 1,215,703  | 1,215,930  | 1,224,234  |
|                    | 湿原 (2)    | 72  | 26,636     | 20,412     | 45,245     | 38,845     |
| その他 (80)           | 人工地 (1)   | 81  | —          | —          | —          | —          |
|                    | その他 (2)   | 82  | 6,505,448  | 6,685,673  | 6,938,535  | 6,948,302  |
| 合 計                |           |     | 59,200,742 | 59,200,742 | 59,200,742 | 59,200,742 |

土地被覆/土地利用図作成指導資料の改善では、本コンポーネントで検討した上述のフィルタリング処理及びゾーニング処理について、指導用資料に追記し、パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図の作成指導で活用した。このフィルタリング処理及びゾーニング処理については、土地被覆/土地利用図作成の技術マニュアルにも改善点として追記している。また技術マニュアルの方には、AD 作成として土地被覆/土地利用変化に関する処理についても追記している。

## (6) パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図の作成指導

パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図の作成指導では、2017 年 9 月 22 日～29 日、2019 年 10 月 7 日～15 日の 2 回で作成指導を実施した。

パイロットエリアについては、カウンターパートと協議し、LANDSAT-8 号の衛星画像 1 シーン分をパイロットエリアとして行った。衛星画像 1 シーン分を選ぶにあたり、土地被覆状況がバラエティに富んでおり、自然林の森林タイプが高樹冠密度、中樹冠密度、疎樹冠密度と 3 タイプが揃っていることを考慮し、カカメガ森林が含まれているエリアとした。

1 回目の作成指導は、カウンターパートである KFS 本局の職員 6 名を対象として実施した。職員 6 名とした理由は、SLEEK で使った手法が「1.1.3 各種地図作成に関する活動 (1)2014 年版土地被覆/土地利用図の正確性についてプロセスのアセスメント」で記載したように持続可能な効率的な手法であり、6 名が専任して実施した場合に 3 カ月程度でケニア国全土の土地被覆/土地利用図の作成が可能となるからである。参加者リスト及び講師とアシスタントは、表 1.3.3.7 のとおり。

表 1.3.3.7 参加者、講師並びにアシスタントリスト (1 回目)

### 講師

| 名前               | 部署         | 専門                |
|------------------|------------|-------------------|
| 佐藤圭              | CADEP-SFM  | リモートセンシング/GIS 専門家 |
| Faith K. Mutwiri | KFS (森林情報) | リモートセンシング/GIS 専門家 |

### 参加者

| 名前              | 部署            | 専門        |
|-----------------|---------------|-----------|
| Eunice W. Maina | KFS (森林情報)    | リモートセンシング |
| Kevin Ngigi     | KFS (森林情報)    | GIS       |
| Edna Kimenju    | KFS (森林情報)    | リモートセンシング |
| Divinah Nyasaka | KFS (インベントリー) | インベントリー   |
| Frank Juma      | KFS (測量)      | 測量        |
| Richard Mwangi  | KFS (森林情報)    | データベース    |

### アシスタント

| 名前                    | 部署        | 専門                           |
|-----------------------|-----------|------------------------------|
| 藤村さほり                 | CADEP-SFM | リモートセンシング/GIS アシスタント         |
| Florence Tuukuo Sialo | CADEP-SFM | CADEP-SFM component3 の現地スタッフ |

指導においては、AD の役割、リモートセンシングの基礎、土地被覆/土地利用図作成の目的やこれまでの取り組みと現地調査（グラウンドトゥールズ）の実施方法、衛星画像の選択の仕方、ダウンロードの仕方、教師データの取得方法や教師付き分類など多岐にわたって説明した。現地調査の実践では、24 日から 27 日にかけてケニア南西部のカカメガ森林域に赴き実際にデータ収集や野帳への記入の実習を行った。表 1.3.3.8 に研修スケジュールと指導内容を示す。

表 1.3.3.8 研修スケジュール（1 回目）

| 日時                 | 内容                                                                                                                                                                                                                                              | 講師                            |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 2017 年 9 月 22 日（金） | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. REDD+に対する AD の役割と位置づけ</li> <li>2. リモートセンシングの基礎と画像処理</li> <li>3. 現地調査がなぜ必要なのか？</li> <li>4. 現地調査の仕方</li> <li>5. 現地調査用の野帳について</li> <li>6. SLEEK 技術マニュアルの概要説明</li> </ol>                                  | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri<br>藤村さほり |
| 2017 年 9 月 24 日（日） | Kisumu へ移動                                                                                                                                                                                                                                      |                               |
| 2017 年 9 月 25 日（月） | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カカメガ森林へ移動</li> <li>2. カカメガ森林管轄事務所への訪問と説明</li> <li>3. 現地調査の実習               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 森林密度（疎・中・高）について</li> </ul> </li> <li>4. Kisumu へ移動</li> </ol>                     | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri<br>藤村さほり |
| 2017 年 9 月 26 日（火） | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カカメガ森林の周囲へ移動</li> <li>2. 現地調査の実習               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 単年生作物</li> <li>- 多年生作物</li> <li>- 灌木草地、草地、その他</li> </ul> </li> <li>3. 野帳の整理</li> <li>4. Kisumu へ移動</li> </ol> | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri<br>藤村さほり |
| 2017 年 9 月 27 日（水） | Nairobi へ移動                                                                                                                                                                                                                                     |                               |
| 2017 年 9 月 28 日（木） | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SLEEK 技術マニュアル書の説明</li> <li>2. 衛星画像の選択とダウンロードの仕方</li> <li>3. 分類処理のための画像の前処理について</li> <li>4. 雲と影のマスキ処理の仕方について</li> </ol>                                                                                | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri          |
| 2017 年 9 月 29 日（金） | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. エコロジカルゾーン処理について</li> <li>2. トレーニングデータの抽出について</li> <li>3. R スクリプト（ランダムフォレスト）について</li> </ol>                                                                                                            | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri          |

第 2 回目のパイロットエリアでの土地被覆/土地利用図の作成トレーニングは、5 名の研修生で実施した。研修生 5 名は、C/P の意向でより多くの職員にも経験してもらうこととしたため、1 人を除いて 4 名が新規の研修生となった。そのため、2017 年 9 月で実施したトレーニングと同様に REDD+での AD の必要性やリモートセンシングの基礎を含め、前回トレーニングと同様の内容を踏襲し、加えてフィルタリング処理ならびにゾーニング処理についてもトレーニングを実施した。

参加者リスト及び講師とアシスタントは、表 1.3.3.9 のとおり。

表 1.3.3.9 参加者、講師並びにアシスタントリスト（2 回目）

講師

| 名前               | 部署        | 専門                |
|------------------|-----------|-------------------|
| 佐藤圭              | CADEP-SFM | リモートセンシング／GIS 専門家 |
| Faith K. Mutwiri | KFS（森林情報） | リモートセンシング／GIS 専門家 |
| Merceline Ojwala | DRSRS     | リモートセンシング／GIS 専門家 |

参加者

| 名前            | 部署             | 専門      |
|---------------|----------------|---------|
| Kiyoko Nzioka | KFS（森林情報）      | データベース  |
| Edwin Kariuki | KFS（インベントリー）   | インベントリー |
| Peter Sirayo  | KFS（CADEP-SFM） | 森林      |
| Frank Juma    | KFS（測量）        | 測量      |
| Vancy Kangogo | KFS（測量）        | 測量      |

アシスタント

| 名前                    | 部署        | 専門                           |
|-----------------------|-----------|------------------------------|
| 佐藤嘉彦                  | CADEP-SFM | リモートセンシング／GIS アシスタント         |
| Florence Tuukuo Sialo | CADEP-SFM | CADEP-SFM component3 の現地スタッフ |

研修スケジュールの詳細は、表 1.3.3.10 のとおり。

表 1.3.3.10 研修スケジュール（2 回目）

| 日時                  | 内容                                                                                                                                                                  | 講師                                               |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 2019 年 10 月 7 日（月）  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. オリエンテーション</li> <li>2. 現地調査がなぜ必要なのか？</li> <li>3. 現地調査用の野帳について</li> <li>4. 現地調査用タブレットツールの使い方</li> <li>5. キスム群へ移動</li> </ol> | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri<br>Merceline Ojwala<br>佐藤嘉彦 |
| 2019 年 10 月 8 日（火）  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カカメガ森林へ移動</li> <li>2. カカメガ森林管轄事務所への訪問と説明</li> <li>3. 分類結果の現地での確認の仕方</li> <li>4. 森林タイプ（疎・中・密）の現地データ取得練習</li> </ol>         | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri<br>Merceline Ojwala<br>佐藤嘉彦 |
| 2019 年 10 月 9 日（水）  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. カカメガ森林の周辺へ移動</li> <li>2. 非森林（単年生農地、多年生農地、低木草原、草地、その他）の現地データ取得練習</li> </ol>                                                | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri<br>Merceline Ojwala<br>佐藤嘉彦 |
| 2019 年 10 月 10 日（木） | ナイロビへ移動                                                                                                                                                             |                                                  |
| 2019 年 10 月 11 日（金） | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. AD の必要性和研修の背景について</li> </ol>                                                                                              | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri                             |

| 日時                  | 内容                                                                                                                                                            | 講師                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                     | 2. FRL の為にこれまで実施した AD に関する<br>こと<br>3. リモートセンシングと画像処理の基礎<br>4. 衛星画像の選択及びダウンロードの仕方<br>5. 分類のための画像の前処理の仕方                                                       | Merceline Ojwala<br>佐藤嘉彦                 |
| 2019 年 10 月 14 日（月） | 1. 雲と影のマスキ処理の仕方<br>2. 現地調査の野帳のとりまとめ<br>3. 現地調査で取得したデータを衛星画像上で<br>確認<br>4. SLEEK プログラムで実施した分類方法の<br>説明<br>5. アグロ・エコロジカルゾーンによる画像分<br>割処理について<br>6. 教師データの取得について | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri<br>Merceline Ojwala |
| 2019 年 10 月 15 日（火） | 1. R スクリプトによるランダムフォレストに<br>ついて<br>2. フィルタリング処理<br>3. ゾーニング処理                                                                                                  | 佐藤圭<br>Faith Mutwiri                     |

研修時の様子を示した写真を図 1.3.3.11 に示す。





リモートセンシング講義



現地調査時の森林データの収集



現地調査時の非森林（茶畑）データの収集



地図作成に向けた実習

図 1.3.3.11 パイロットエリアでの土地被覆/土地利用図作成の研修の様子

#### (7) 2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分変更

2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分変更については、①「森林保全計画」で作成された土地被覆図（1990 年、2000 年、2010 年）の分類区分に合わせるか、②SLEEK で作成された 2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分を踏襲するかについて検討することとしていた。2014 年版土地被覆/土地利用図に関するプロセスと結果のアセスメント結果、2014 年版地図が FRL で活用される AD や森林被覆モニタリングの一つとして使えるため、②の分類区分をそのまま踏襲することとし、2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分の変更は実施しなかった。

#### (8) 土地被覆/土地利用変化図の作成

土地被覆/土地利用変化図については、FRL の参照年に合わせて作成することとなった。参照年については、KFS ならびに関係者を含めた TWG ミーティングにて協議を重ねた結果、様々な参照年時での変化図作成を行った。作成した土地被覆図/土地利用変化図の参照年時は、下記のとおり。

##### ➤ 最初の FRL の参照年に合わせた土地被覆図/土地利用変化図

- ・ 1990 年－2000 年
- ・ 2000 年－2010 年
- ・ 2010 年－2014 年

- 2 番目の FRL の参照年に合わせた土地被覆図/土地利用変化図
  - ・ 2000 年－2014 年
- 最終の FRL の参照年に合わせた土地被覆図/土地利用変化図
  - ・ 2002 年－2006 年
  - ・ 2006 年－2010 年
  - ・ 2010 年－2014 年
  - ・ 2014 年－2018 年

各年時の土地被覆/土地利用図には、変化図を作成する前にフィルタリング処理とゾーニング処理が施している。土地被覆/土地利用変化の作成にあたっては、チーム内で協議し強調すべき変化項目について表 1.3.3.11 のように変化項目別にコード化とカラーリングを行い作成した。土地被覆/土地利用変化図の参考例として 1990 年－2000 年間の土地被覆/土地利用変化図を図 1.3.3.12 に示す。

表 1.3.3.11 変化項目コード及びカラーリング

|       |                   | 2000年             |           |         |                   |         |        |           |         |       |          |       |       |
|-------|-------------------|-------------------|-----------|---------|-------------------|---------|--------|-----------|---------|-------|----------|-------|-------|
|       |                   | 山岳林 / 西部熱帯雨林 (10) |           |         | 海岸林 / マングローブ (20) |         |        | 乾燥地林 (30) |         |       | 人工林 (40) |       |       |
|       |                   | 密 (1)             | 中 (2)     | 疎 (3)   | 密 (1)             | 中 (2)   | 疎 (3)  | 密 (1)     | 中 (2)   | 疎 (3) | 密 (1)    | 中 (2) | 疎 (3) |
| 1990年 | 山岳林 / 西部熱帯雨林 (10) | 密 (1)             | 2         | 3       |                   |         |        |           |         |       |          |       |       |
|       |                   | 中 (2)             | 11        | 12      |                   |         |        |           |         |       |          |       |       |
|       |                   | 疎 (3)             | 21        | 22      |                   |         |        |           |         |       |          |       |       |
|       | 海岸林 / マングローブ (20) | 密 (1)             |           |         | 密 (1)             | 32      | 33     |           |         |       |          |       |       |
|       |                   | 中 (2)             |           |         | 中 (2)             | 41      | 42     |           |         |       |          |       |       |
|       |                   | 疎 (3)             |           |         | 疎 (3)             | 51      | 52     |           |         |       |          |       |       |
|       | 乾燥地林 (30)         | 密 (1)             |           |         |                   |         |        | 密 (1)     | 62      | 63    |          |       |       |
|       |                   | 中 (2)             |           |         |                   |         |        | 中 (2)     | 71      | 72    |          |       |       |
|       |                   | 疎 (3)             |           |         |                   |         |        | 疎 (3)     | 81      | 82    |          |       |       |
|       | 人工林 (40)          | 密 (1)             |           |         |                   |         |        |           |         |       | 密 (1)    | 92    | 93    |
|       |                   | 中 (2)             |           |         |                   |         |        |           |         |       | 中 (2)    | 101   | 102   |
|       |                   | 疎 (3)             |           |         |                   |         |        |           |         |       | 疎 (3)    | 111   | 112   |
|       | 農地 (50)           | 単年生作物 (1)         | 121       | 122     | 123               | 124     | 125    | 126       | 127     | 128   | 129      | 130   | 131   |
|       |                   | 多年生作物 (2)         | 140       | 141     | 142               | 143     | 144    | 145       | 146     | 147   | 148      | 149   | 150   |
|       | 草地 (60)           | 草地 (1)            | 159       | 160     | 161               | 162     | 163    | 164       | 165     | 166   | 167      | 168   | 169   |
|       |                   | 灌木草地 (2)          | 178       | 179     | 180               | 181     | 182    | 183       | 184     | 185   | 186      | 187   | 188   |
| 1990年 | 湿地 (70)           | 水域 (1)            | 197       | 198     | 199               | 200     | 201    | 202       | 203     | 204   | 205      | 206   | 207   |
|       |                   | 湿原 (2)            | 216       | 217     | 218               | 219     | 220    | 221       | 222     | 223   | 224      | 225   | 226   |
|       | その他 (80)          | 人工地 (1)           |           |         |                   |         |        |           |         |       |          |       |       |
|       |                   | その他 (2)           | 235       | 236     | 237               | 238     | 239    | 240       | 241     | 242   | 243      | 244   | 245   |
|       |                   | 2000年             |           |         |                   |         |        |           |         |       |          |       |       |
|       |                   | 農地 (50)           |           | 草地 (60) |                   | 湿地 (70) |        | その他 (80)  |         |       |          |       |       |
|       |                   | 単年生作物 (1)         | 多年生作物 (2) | 草地 (1)  | 灌木草地 (2)          | 水域 (1)  | 湿原 (2) | 人工地 (1)   | その他 (2) |       |          |       |       |
| 1990年 | 山岳林 / 西部熱帯雨林 (10) | 密 (1)             | 2         | 3       | 4                 | 5       | 6      | 7         | 8       | 9     | 10       | 11    | 12    |
|       |                   | 中 (2)             | 13        | 14      | 15                | 16      | 17     | 18        | 19      | 20    | 21       | 22    | 23    |
|       |                   | 疎 (3)             | 24        | 25      | 26                | 27      | 28     | 29        | 30      | 31    | 32       | 33    | 34    |
|       | 海岸林 / マングローブ (20) | 密 (1)             | 35        | 36      | 37                | 38      | 39     | 40        | 41      | 42    | 43       | 44    | 45    |
|       |                   | 中 (2)             | 46        | 47      | 48                | 49      | 50     | 51        | 52      | 53    | 54       | 55    | 56    |
|       |                   | 疎 (3)             | 57        | 58      | 59                | 60      | 61     | 62        | 63      | 64    | 65       | 66    | 67    |
|       | 乾燥地林 (30)         | 密 (1)             | 68        | 69      | 70                | 71      | 72     | 73        | 74      | 75    | 76       | 77    | 78    |
|       |                   | 中 (2)             | 79        | 80      | 81                | 82      | 83     | 84        | 85      | 86    | 87       | 88    | 89    |
|       |                   | 疎 (3)             | 90        | 91      | 92                | 93      | 94     | 95        | 96      | 97    | 98       | 99    | 100   |
|       | 人工林 (40)          | 密 (1)             | 101       | 102     | 103               | 104     | 105    | 106       | 107     | 108   | 109      | 110   | 111   |
|       |                   | 中 (2)             | 112       | 113     | 114               | 115     | 116    | 117       | 118     | 119   | 120      | 121   | 122   |
|       |                   | 疎 (3)             | 123       | 124     | 125               | 126     | 127    | 128       | 129     | 130   | 131      | 132   | 133   |
|       | 農地 (50)           | 単年生作物 (1)         | 134       | 135     | 136               | 137     | 138    | 139       | 140     | 141   | 142      | 143   | 144   |
|       |                   | 多年生作物 (2)         | 145       | 146     | 147               | 148     | 149    | 150       | 151     | 152   | 153      | 154   | 155   |
|       | 草地 (60)           | 草地 (1)            | 156       | 157     | 158               | 159     | 160    | 161       | 162     | 163   | 164      | 165   | 166   |
|       |                   | 灌木草地 (2)          | 167       | 168     | 169               | 170     | 171    | 172       | 173     | 174   | 175      | 176   | 177   |
| 1990年 | 湿地 (70)           | 水域 (1)            | 178       | 179     | 180               | 181     | 182    | 183       | 184     | 185   | 186      | 187   | 188   |
|       |                   | 湿原 (2)            | 189       | 190     | 191               | 192     | 193    | 194       | 195     | 196   | 197      | 198   | 199   |
|       | その他 (80)          | 人工地 (1)           | 200       | 201     | 202               | 203     | 204    | 205       | 206     | 207   | 208      | 209   | 210   |
|       |                   | その他 (2)           | 211       | 212     | 213               | 214     | 215    | 216       | 217     | 218   | 219      | 220   | 221   |
|       |                   |                   | 222       | 223     | 224               | 225     | 226    | 227       | 228     | 229   | 230      | 231   | 232   |
|       |                   |                   | 233       | 234     | 235               | 236     | 237    | 238       | 239     | 240   | 241      | 242   | 243   |
|       |                   |                   | 244       | 245     | 246               | 247     | 248    | 249       | 250     | 251   | 252      | 253   | 254   |
|       |                   |                   | 255       | 256     | 257               | 258     | 259    | 260       | 261     | 262   | 263      | 264   | 265   |
|       |                   |                   | 266       | 267     | 268               | 269     | 270    | 271       | 272     | 273   | 274      | 275   | 276   |
|       |                   |                   | 277       | 278     | 279               | 280     | 281    | 282       | 283     | 284   | 285      | 286   | 287   |
|       |                   |                   | 288       | 289     | 290               | 291     | 292    | 293       | 294     | 295   | 296      | 297   | 298   |
|       |                   |                   | 299       | 300     | 301               | 302     | 303    | 304       | 305     | 306   | 307      | 308   | 309   |
|       |                   |                   | 310       | 311     | 312               | 313     | 314    | 315       | 316     | 317   | 318      | 319   | 320   |
|       |                   |                   | 321       | 322     | 323               | 324     | 325    | 326       | 327     | 328   | 329      | 330   | 331   |
|       |                   |                   | 332       | 333     | 334               | 335     | 336    | 337       | 338     | 339   | 340      | 341   | 342   |

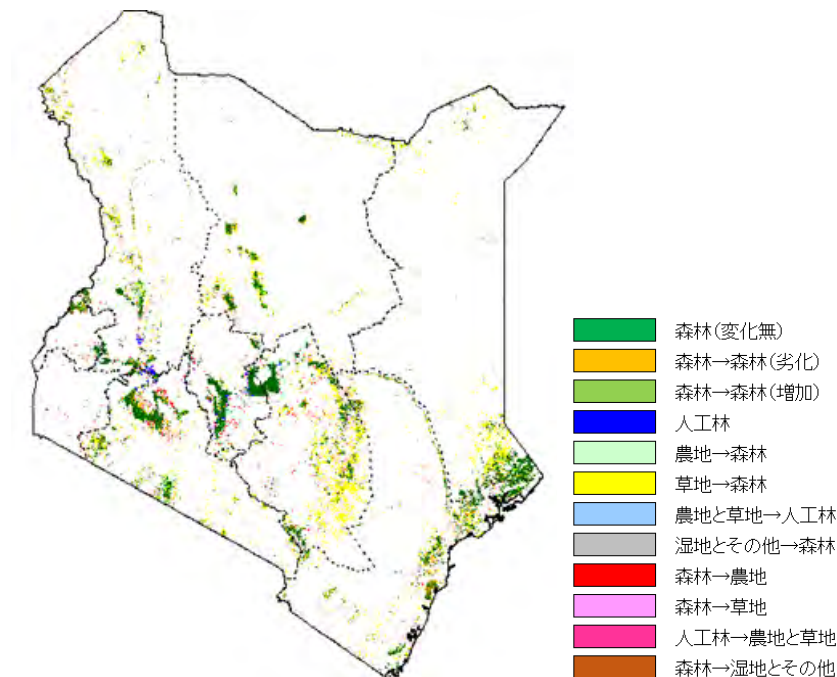


図 1.3.3.12 土地被覆/土地利用変化図（1990 年－2000 年）

FRL で活用する AD の参照期間は、2002 年－2006 年、2006 年－2010 年、2010 年－2014 年、2014 年－2018 年である。この AD として FRL に活用した土地被覆変化/土地利用変化図については、データとして図 1.3.3.13 のように FIP に格納されている。

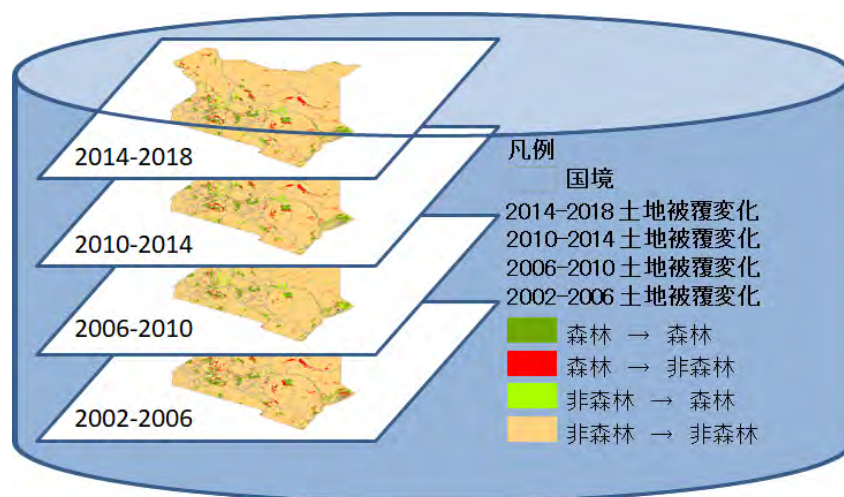


図 1.3.3.13 FIP に格納されている土地被覆/土地利用変化(例)

#### (9) 2020 年版土地被覆/土地利用図の作成指導

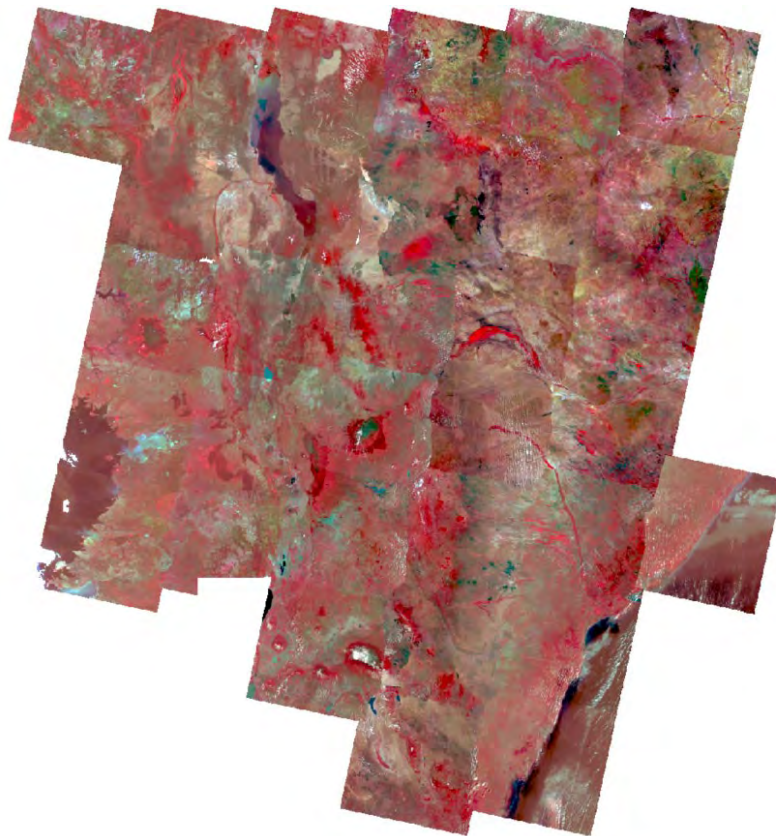
2020 年版土地被覆/土地利用図の作成指導は、LANDSAT-8 号衛星による観測が進んでいることから、2020 年 11 月より開始した。指導した事項は、下記のとおり。

- ・ 衛星画像データ検索、選択及びダウンロード
- ・ 衛星画像品質確認



- ・ 前処理
- ・ 前処理以降の進め方の見直し
- ・ 教師データ

衛星画像データ検索では、2020 年に観測されたデータをアーカイブから雲量 20%で検索すること、また、雲除去を考慮し、雲が多いシーンについては、複数シーンを候補とすることを指導した。衛星画像データの検索は、2020 年 1 月～10 月と 2020 年 10 月～2021 年 3 月の 2 回に分けて実施した。それぞれでダウンロードした衛星画像については、品質確認を行うよう指導した。品質確認レポートは、付属資料 15 を参照。ダウンロードしたケニア国をカバーする LANDSAT-8 号衛星画像を図 1.3.3.14 に示す。



。

図 1.3.3.14 ケニア国全域をカバーする LANDSAT-8 号衛星画像

ダウンロードした衛星画像の前処理については、タイムシリーズ土地被覆/土地利用図作成時に SOK がこれまで実施していたこと、コロナ禍の中、スタッフの事務所への出勤が限定されていたこと、アメリカ地質調査所（United States Geological Survey）からの衛星画像ダウンロード自体はインターネット接続環境が良い SOK で実施していたことから、2020 年版の衛星画像の前処理についても、SOK に少しずつ進めてもらうこととした。

また前処理以降の処理項目については、コロナ禍が続いていることから、限られたリソースを有効活用して土地被覆/土地利用図作成を加速させるため、作業の進め方を見直し、教師データ取得の為に現地調査を実施しないこととした。その代わりとして、2018 年版の土地被覆/土地利用図の作成で活用した教師データや精度検証で実施した現地調査結果を利活用するよう指導した。この

見直しにより、2021 年 7 月から画像分類処理を開始することが出来た。

2020 年版土地被覆/土地利用図の作成は、2021 年 10 月時点も画像分類処理が進んでおり、画像分類処理工程だけで見ると 90%が完了している。また全体工程での進捗としては、75%まで到達している。今後、画像分類処理が完了すれば、残りの工程はシーン別の分類結果をケニア国全体の分類結果としてとりまとめるモザイク処理、そして分類結果の精度検証（現地調査含む）の 2 項目のみとなり、2020 年版土地被覆/土地利用図の作成完了が期待できる。

### 1.3.4 FRL に関する活動

#### (1) 2014 年カーボンマップの作成

2014 年版土地被覆/土地利用図の分類区分の変更業務の中で実施したフィルタリング並びにゾーニング後の 2014 年版土地被覆/土地利用図を活用しカーボンマップを作成した。作成にあたっては、カウンティ毎の森林タイプ別面積を 2014 年版土地被覆/土地利用図から算出し、表 1.3.4.1 の森林タイプ別の二酸化炭素蓄積量（t/ha）を使って二酸化炭素蓄積量をカウンティ毎に算出した。

表 1.3.4.1 森林タイプ別総二酸化炭素蓄積量（t）

| 森林タイプ         | 樹冠密度 | (t/ha)        |               |                 |
|---------------|------|---------------|---------------|-----------------|
|               |      | AGB<br>二酸化炭素量 | BGB<br>二酸化炭素量 | TOTAL<br>二酸化炭素量 |
| 山岳林 / 西部熱帯降雨林 | 密    | 594.11        | 170.65        | 764.76          |
|               | 中    | 100.57        | 28.89         | 129.46          |
|               | 疎    | 39.67         | 11.39         | 51.06           |
| 海岸林及びマングローブ   | 密    | 159.95        | 50.22         | 210.17          |
|               | 中    | 104.17        | 25.01         | 129.18          |
|               | 疎    | 60.74         | 13.71         | 74.45           |
| 乾燥地林          | 密    | 136.62        | 57.36         | 193.98          |
|               | 中    | 58.31         | 23.32         | 81.63           |
|               | 疎    | 24.58         | 7.06          | 31.64           |
| 人工林           | 密    | 752.54        | 216.15        | 968.69          |
|               | 中    | 195.67        | 56.20         | 251.87          |
|               | 疎    | 238.20        | 68.42         | 306.62          |



カウンティ毎に二酸化炭素蓄積量を色分けした 2014 年版カーボンマップは、図 1.3.4.1 のとおり。

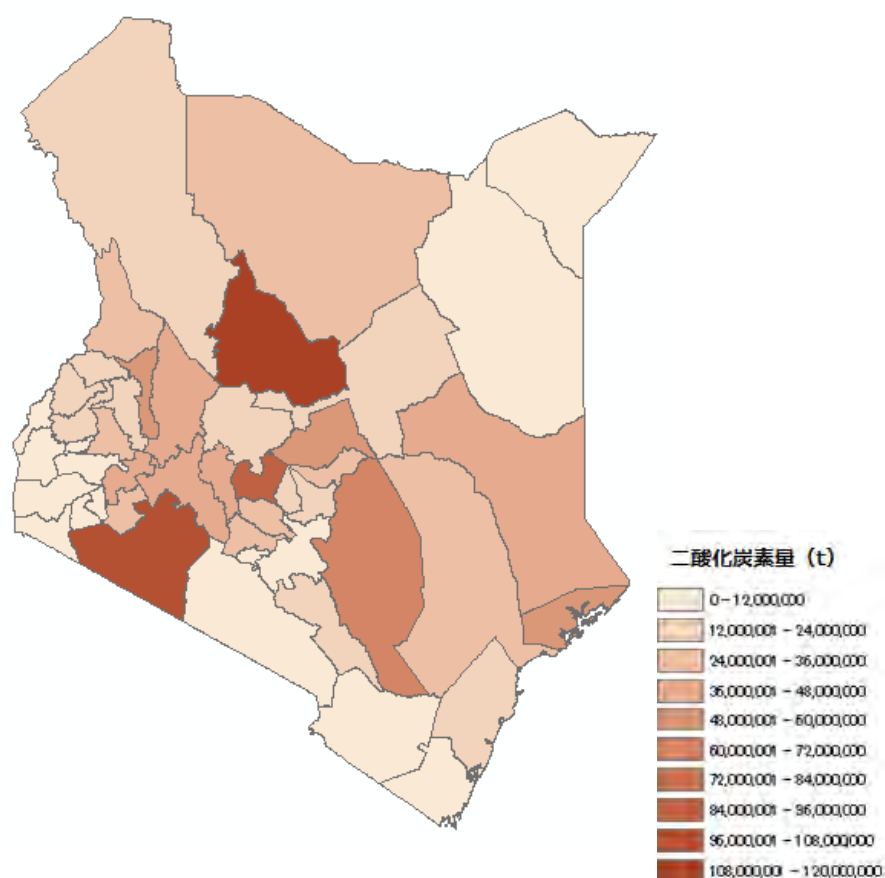


図 1.3.4.1 2014 年版カーボンマップ

また図 1.3.4.1 に示した 2014 年版カーボンマップは、属性データとしてカウンティ毎の二酸化炭素蓄積量の合計だけでなく、森林タイプ別の二酸化炭素蓄積量についても格納されている。そのため、森林情報プラットフォーム上でカーボンマップを表示する際には、カウンティ単位に各森林タイプ別の面積や森林タイプ毎の二酸化炭素蓄積量についても表示可能となっている。

## (2) 土地被覆/土地利用変化の分析

土地被覆/土地利用変化の分析を行い、ケニア国の森林変化の特徴について考察した。森林変化の特徴の把握することは、FRL 算出の妥当性や透明性の検証、UNFCCC 等の外部機関への情報提供や報告、ケニア国内の効果的な森林減少劣化対策の実施など、今後の REDD+の実践に向けた活動に資すると期待される。

ケニア国の FRL は当初、1990-2000 年、2000-2010 年、2010-2014 年の 3 期間を参照期間（1990-2014 年）として 2019 年 1 月に UNFCCC へ提出される予定であった。しかし、ケニア国内で関係機関の合意が得られず、2019 年 1 月に FRL レポートは UNFCCC へ提出されなかった。最終的にケニア国の FRL は、参照期間を 2002-2006 年、2006-2010 年、2010-2014 年、2014-2018 年の 4 期間に変更して 2020 年 1 月に提出された。このため、本活動では 2018 年に当初の FRL 参照期間（1990-2014 年）で分析を行い、さらに 2021 年に変更後の FRL 参照期間（2002-2018 年）で分析を行って、報告書にそれぞれ取りまとめた（詳細は、付属資料 16 及び付属資料 17 を参照）。取

りまとめた報告書は C/P 担当者等へ分析データとともに共有して、報告とした。

以下に、変更後の FRL 参照期間（2002-2018 年）を対象とした土地被覆/土地利用変化分析の要約を記述する。

### （方法）

ケニア国では、収集した衛星データの雲の影響や衛星画像の乱れによるノイズの影響を精査し、これらの影響が比較的小さい、2002 年、2006 年、2010 年、2014 年、2018 年の土地被覆/土地利用図を使用した（表 1.3.4.20）。これらの土地被覆/土地利用図を用いて、2002-2006 年、2006-2010 年、2010-2014 年、2014-2018 年の 4 つの期間を対象とした土地被覆/土地利用変化図が作成された。土地被覆/土地利用変化図の作成にあたり、抽出した変化の区分を表 1.3.4.2 に示す。作成した各期間の土地被覆/土地利用変化図および各土地被覆/土地利用変化区分の面積の推移から、土地被覆/土地利用変化の地理的および時間的な特徴を把握した。

また、ケニア国は FRL の設定において森林タイプを 4 つの区域に区分している（図 1.3.4.2）。各森林タイプの区域でも土地被覆/土地利用変化について、地理的及び時間的な特徴の把握を試みた。

表 1.3.4.2 土地被覆/土地利用変化抽出区分

| No | Forest Cover Change                      | The Legend of Forest Cover Change Map                                                                                 | REDD+ activities                      |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1  | Forest remaining as Forest (No Change)   |  Forest (No Change)                  | -                                     |
| 2  | Forest remaining as Forest (Degradation) |  Forest (Degradation)              | Reducing emissions from degradation   |
| 3  | Forest remaining as Forest (Enhancement) |  Forest (Enhancement)              | Enhancement of forest carbon stocks   |
| 4  | Cropland converted to Forest             |  Cropland to Forest                | Enhancement of forest carbon stocks   |
| 5  | Grassland converted to Forest            |  Grassland to Forest               | Enhancement of forest carbon stocks   |
| 6  | Other Land uses converted to Forest      |  Wetland and Other Lands to Forest | Enhancement of forest carbon stocks   |
| 7  | Forest converted to Cropland             |  Forest to Cropland                | Reducing emissions from deforestation |
| 8  | Forest converted to Grassland            |  Forest to Grassland               | Reducing emissions from deforestation |
| 9  | Forest converted to Other Land uses      |  Forest to Wetland and Other Lands | Reducing emissions from deforestation |

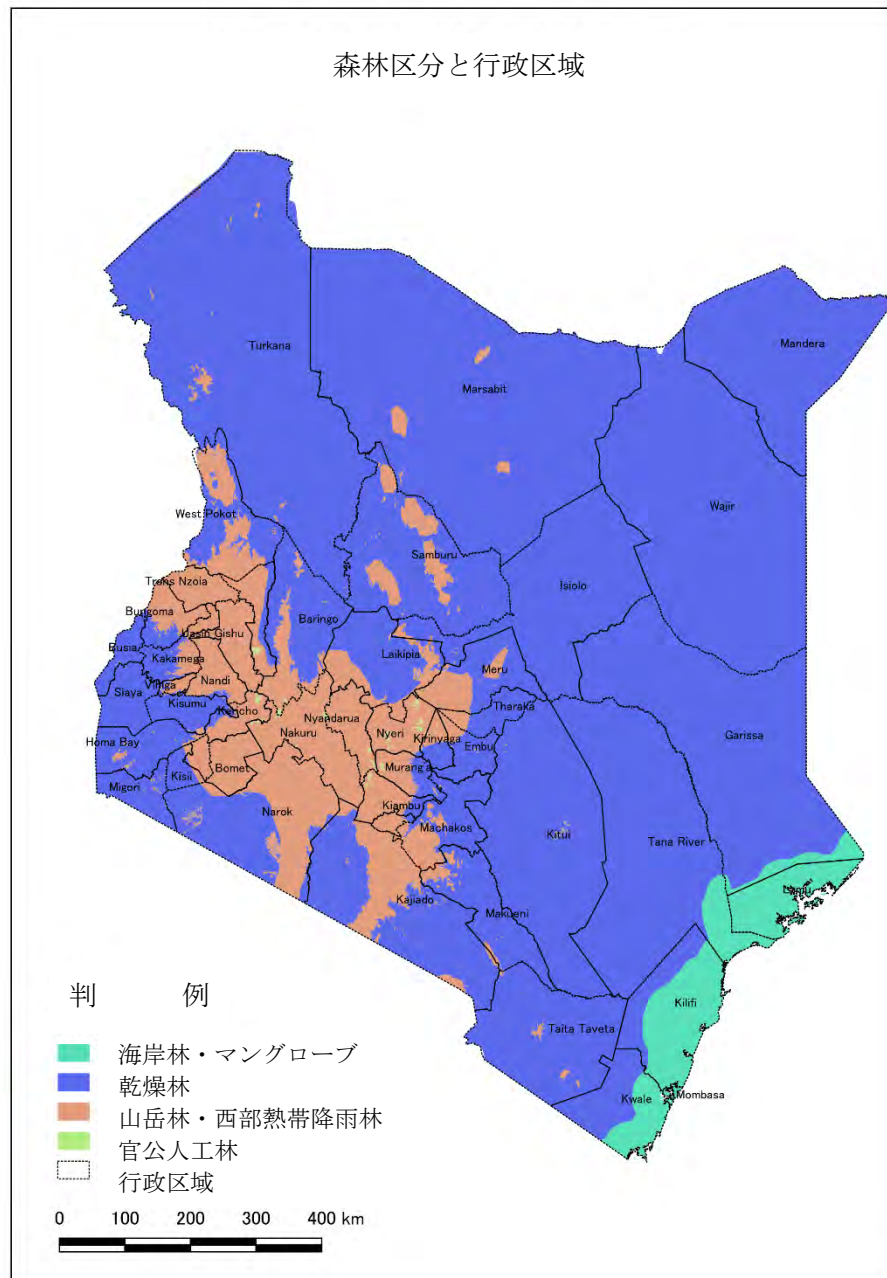


図 1.3.4.2 ケニア国の森林タイプ区域

### (結果)

各期間における変化の特徴は以下のとおり。

2002-2018 年（全期間）：

- ・ 森林に係る土地被覆・土地利用の変化が検出された地域は、ケニア国の南部に集中している。
- ・ 森林として維持されている地域の多くが森林保護区である。
- ・ 森林内の変化では、森林の樹冠粗密度が変化した面積（森林回復と森林劣化）に比べて、樹冠粗密度が変化しない面積が多かった。

2002-2006 年：乾燥林において草地と森林の間での変化、一部の地域で顕著な農地から森林への変

化（特に、この傾向は人口集中地域で顕著であった）が確認された。

2006-2010 年：乾燥林において草地から森林への変化、農地から森林地への変化が確認された。

2010-2014 年：乾燥林において森林から草地への変化、農地から森林地への変化が確認された。

2014：2018 年：乾燥林において草地から森林への変化が確認された。また、一部の地域で顕著な森林劣化が確認された。

次に、土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化発生面積の推移を図 1.3.4.3 に示す。この図から、各期間において森林として持続的に維持されている森林（棒グラフ：緑色）、草地から森林（棒グラフ：黄色）または森林から草地（棒グラフ：ピンク色）へ変化している面積が他の変化区分と比較して多いことが分かる。

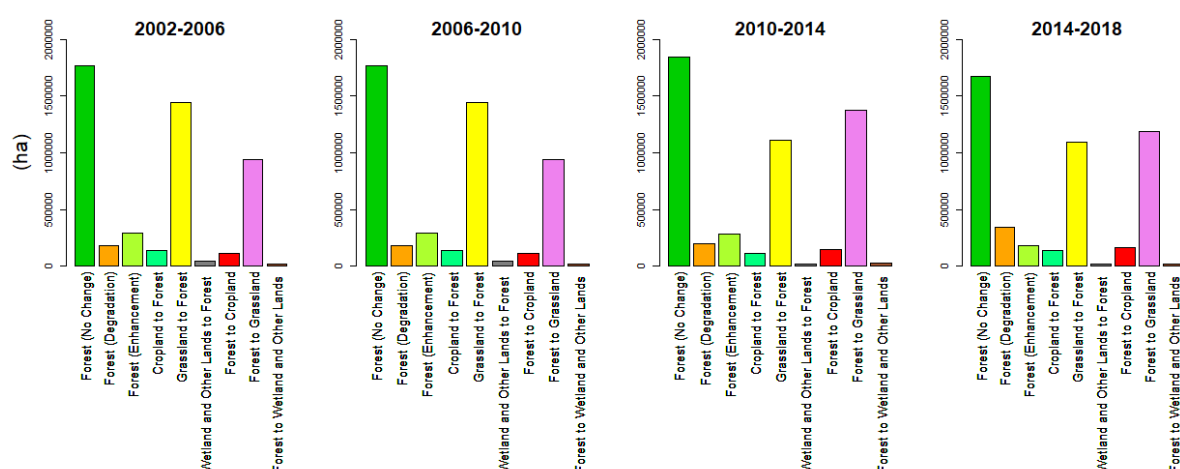


図 1.3.4.3 土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化の面積推移

図 1.3.4.4 に森林タイプ毎の土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化発生面積の推移を示す。この図から、樹冠粗密度が変化せず森林として維持されている森林（棒グラフ：緑色）は他の森林タイプと比較して山岳林・西部熱帯降雨林（M&W Forests）に多いこと、草地から森林（棒グラフ：黄色）または森林から草地（棒グラフ：ピンク色）へ変化している区域が乾燥林（D Forest）に多いことが分かる。

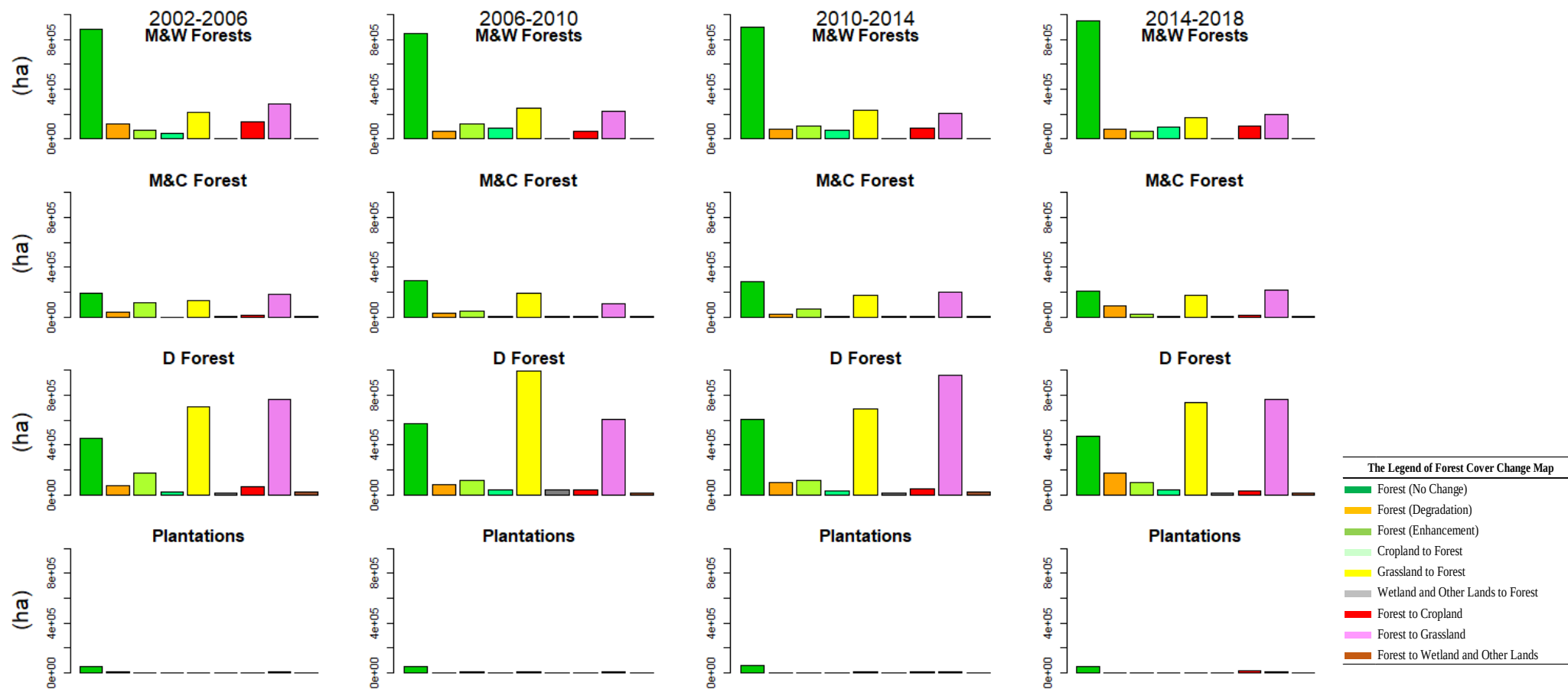


図 1.3.4.4 森林タイプ別の森林変化土地被覆/土地利用変化区分ごとの変化の面積推移



## (考察)

今回の分析から、ケニア国における2つの大きな土地被覆/土地利用変化の特徴を把握することができた（①人口集中地域での森林の農地転用、②乾燥林における草地と森林間で発生する大規模な変化）。今後の REDD+ の実践に向けた活動では、これらに関する森林減少および森林劣化の対策を検討することが重要と考えられる。また、今回の分析では、変化の要因を詳細に理解できていない（特に、乾燥林における草地と森林間の大規模な変化）。このため、現地におけるモニタリング調査や植生調査により原因究明を進めるとともに、土地被覆/土地利用変化図の作成方法の改良等により分析の精度を高め、現地の変化に応じた REDD+ の実践に向けた活動に繋げていくことが重要と考えられた。

### (3) 排出係数の情報収集及び排出係数の設定に必要な森林インベントリー調査手法の指導

#### 1) 排出係数の情報収集

排出係数については、「森林資源評価のキャパシティ向上パイロットプロジェクト（IC-FRA）」で実施されたパイロット森林インベントリーから情報を収集した。その収集されたデータを SLEEK 及びゾーニングによる山岳林及び西部熱帯降雨林等の森林タイプによる森林分類に層化して分析し直した。これは、IC-FRA のパイロット森林インベントリーは SLEEK と異なる層化に基づいて実施されたが、今回の FRL の設定は、右記のとおり SLEEK の層化にゾーニングによる山岳林等の森林タイプを加味した森林分類によりなされることとなっているためである。この森林分類に基づいて、IC-FRA のデータのうち、排出係数の設定のためのカントリーデータの計算に用いることが可能と判断されたプロット数を表 1.3.4.3 に記載した。

表 1.3.4.3 IC-FRA パイロット・インベントリーの各森林タイプの数

| 森林タイプ        | 密  | 中 | 疎 | 小計 |
|--------------|----|---|---|----|
| 山岳林及び西部熱帯降雨林 | 4  | 4 | 0 | 8  |
| 海岸林及びマングローブ林 | 10 | 2 | 3 | 15 |
| 乾燥地林         | 2  | 2 | 7 | 11 |
| 人工林          | 23 | 6 | 0 | 29 |
| 総計           |    |   |   | 63 |

#### 2) 排出係数の設定に必要な森林インベントリー調査手法の指導

まず、カントリーデータとしての排出係数を如何に設定するかということだけではなく、ケニア国の NFI の実施に向けてのプレ・インベントリー調査を実施するという考え方に基づいて、既存の IC-FRA データを精査した結果に基づくギャップ調査を実施した。ギャップ調査の考え方は、次の説明に記載するとおりである（図 1.3.4.5 参照）。

追加パイロット森林インベントリー調査で求められるプロット数の設定のために（この差異をギャップと呼ぶ）、まず、1) に記されたように、IC-FRA 森林インベントリーデータの有効なプロット調査データを調査した。FRL の活動データは、分類された 12 森林タイプに適合する IC-FRA のデータのみを有効なデータとして用いることが出来ると決定し、そのデータを抽出した（表 2.2.16）。次に、必要とされる調査プロット数が設定された。プレ・インベントリー調査としては、

各区分に、5 から 10 プロットのサンプル数が必要とされる<sup>2</sup>。一方、当然のことながら、NFI の必要サンプル数以下であるならば、そのデータには NFI 調査としての信頼性は無くなるが、CADEP-SFM においては、当初より予算的に NFI の調査の実施は出来ないことが確認されていたので、追加パイロット森林インベントリー調査で NFI を満たすだけのサンプル数は確保できないことは明白であった。したがって、このギャップ調査に基づいて、実施された追加パイロット森林インベントリー調査のデータは EF のための Tier 2 レベルのカントリーデータとして活用することのみならず、将来の Tier 3 レベルの NFI の必要サンプル数を決定するために信頼の置けるものとすることを目標とした。

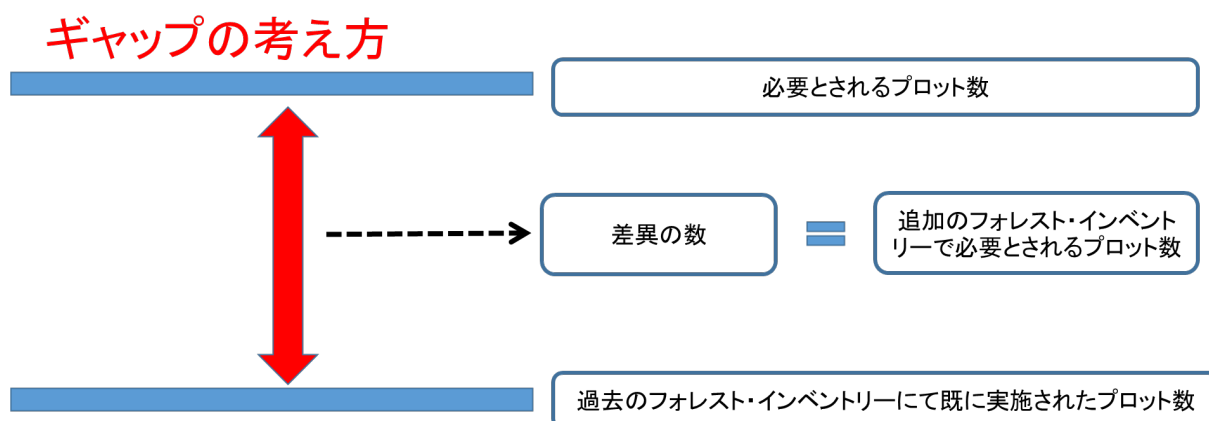


図 1.3.4.5 調査ギャップの考え方

表 1.3.4.4 追加パイロット・インベントリーの各森林タイプの調査実施数

| 森林タイプ        | 密 | 中  | 疎  | 小計 |
|--------------|---|----|----|----|
| 山岳林及び西部熱帯降雨林 | 5 | 3  | 6  | 14 |
| 海岸林及びマングローブ林 | 8 | 10 | 13 | 31 |
| 乾燥地林         | 6 | 6  | 0  | 12 |
| 人工林          | 0 | 0  | 7  | 7  |
| 総計           |   |    |    | 64 |

表 1.3.4.5 追加パイロット・インベントリーのアグロフォレストリーの調査実施数

| 森林タイプ      | 総計 |
|------------|----|
| アグロフォレストリー | 10 |

表 1.3.4.6 2つのパイロット・インベントリーの各森林タイプの合算数

| 森林タイプ        | 密  | 中  | 疎  | 小計  |
|--------------|----|----|----|-----|
| 山岳林及び西部熱帯降雨林 | 9  | 7  | 6  | 22  |
| 海岸林及びマングローブ林 | 18 | 12 | 16 | 46  |
| 乾燥地林         | 8  | 8  | 7  | 23  |
| 人工林          | 23 | 6  | 7  | 36  |
| 総計           |    |    |    | 127 |

<sup>2</sup> 片岡秀夫（1959）近代的森林調査法の実務 日本林業調査会

上記の考え方に基づいて、NFI に向けたプレ・インベントリーとして必要とされる調査プロット数から IC-FRA 森林インベントリーによる有効なデータとの差分の計算がギャップの結果となった。すなわち、その値は求められる追加パイロット森林インベントリーの調査プロット数となった。ギャップ調査の分析の結果から追加パイロット森林インベントリー調査としての野外調査は、76 プロットで実施されたが、その内正確なデータとしての有効な総数は、74 プロットであった。追加パイロット森林インベントリー調査での森林タイプとアグロフォレストリーでの調査結果数は、表 1.3.4.4 と表 1.3.4.5 に記載したとおりである。IC-FRA データ（表 1.3.4.3）と有効な追加パイロット森林インベントリーのデータ（表 1.3.4.4）を含めたプロット総数は表 1.3.4.6 に記載したとおりである。なお、海岸林及びマングローブ林の追加パイロット調査のプロット数を増やした理由は、それぞれの森林を将来、再区分して計算する可能性があったためによる。

追加のパイロット森林インベントリーの調査は、2017 年 2 月 15 日から 3 月 14 日で実施された。調査の概要は以下の i) から iv) のとおりである。

i) プロット設置：標準地調査

ii) プロット形状：円形プロット（IC-FRA パイロット森林インベントリーと同様）

iii) 測定方法：IC-FRA 野外調査マニュアルにより計画・実施

iv) 測定内容：樹高、胸高直径、調査地の傾斜、樹木の位置、森林被覆率、種の同定、プロットでは樹木、竹、蔓、枯死木、根株の測定結果を記録

調査終了後に、FRL 設定のための排出係数計算の準備として各調査チームの調査データは一つにまとめられ、地上部バイオマスの値はコンピュータによって計算された。その後、プロットの計算結果を用いて地下部バイオマスの値が、地上部・地下部の比率を使って算出された。一方、炭素量は CF によって計算された。この業務においては、地上部バイオマスの計算には、アロメトリ式が適用された。上記の方法に基づいて材積、バイオマス量、炭素量が計算された（詳細、付属資料 18 参照）。

#### **(4) FRL の作成**

##### **1) 2018 年 1 月に UNFCCC への提出に向けた FRL の最初のドラフトの作成**

FRL は、(a) FRL 設定のための必須条件の決定、(b) AD 及び EF の分析、(c) 炭素量推定の分析、(d) FRL の設定、(e) 国情の検討、(f) FRL レポートの文書化のプロセスを経て、チームと C/P の共同で作成された。2018 年 1 月にレポートを提出する目標とした FRL 設定のタイムラインは、表 1.3.4.7 に示した。以下、各項目を説明する。

表 1.3.4.7 FRL 設定のタイムライン



#### (a) FRL 設定のための必須条件の決定

FRL 設定のために決定された必須条件を以下に記す。

##### a) スケール：

国レベルと決定された。

##### b) 森林定義：

森林とされる最小の面積は 0.5 ha であり、森林被覆率は、15%以上、樹高は 2m がケニア国の森林定義であることから、同じ定義を用いた。

##### c) ケニアの森林区分：

森林は 人工林と天然林に分類される。また、その亜区分では、天然林は海岸林及びマングローブ、山岳林・西部熱帯降雨林及び竹林、乾燥地林に区分される。さらに、森林タイプ区分は、SLEEK 地図に基づいた森林被覆（15%以上 40 %未満, 40%以上 65 %未満, 65 %以上）を基に区分されている。SLEEK 地図に基づいた土地被覆/土地利用図の分類の定義は、以下の表に記す（表 1.3.4.8）。

表 1.3.4.8 SLEEK 地図層化の定義

|    | 定義                                  | 層化              | 準層化 | 定義                                 |
|----|-------------------------------------|-----------------|-----|------------------------------------|
| 森林 | 最小面積 0.5 ha 以上、樹高 2m 以上、森林被覆率 15%以上 | 山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林 | -   | 山岳林及び西部熱帯降雨林、竹林エリアの森林はゾーニングによって層化* |
|    | 森林被覆率は、                             | 海岸林及びマングローブ林    | -   | 海岸林及びマングローブ林エリアの森林はゾーニングによって層化     |

|     | 定義                                                                        | 層化             | 準層化         | 定義                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|
| 非森林 | 疎中密に区分<br>(疎 15%以上<br>40%未満、中<br>40%以上 65%未<br>満、密 65%以上)<br>→分類は画像解<br>析 | 乾燥地林           | -           | 乾燥地林エリアの森林はゾーニングに<br>よって層化                                             |
|     |                                                                           | 人工林            | -           | 人工林エリアは KFS の人工林の境界を<br>指し、このエリアは KFS の人工林の境<br>界情報によりゾーニングして層化        |
|     | 森林以外の土地<br>→分類は画像解<br>析                                                   | 草地             | 木本性草地       | 樹木を含む森林被覆率 15%未満の草地<br>及び被覆率に関わらずブッシュ系の樹<br>木が混入されている草地→分類は画像<br>解析    |
|     |                                                                           |                | 開放型草地       | 草地→分類は画像解析                                                             |
|     |                                                                           | 農地             | 多年性農地       | 茶、コーヒー、サイザル麻、サトウキビ<br>等のプランテーション、アグロフォレ<br>ストリーを含む多年生作物の農地→分<br>類は画像解析 |
|     |                                                                           |                | 一年生農地       | コーン、小麦等の一年生農地<br>→分類は画像解析                                              |
|     |                                                                           | 湿地             | 植生のある湿<br>地 | 分類は画像解析                                                                |
|     |                                                                           |                | 開放水域        | 湖、河川<br>→分類は画像解析                                                       |
|     |                                                                           | 居住地とその<br>他の土地 | 居住地         | データなし、その他の土地と合わせた<br>区分                                                |
|     |                                                                           |                | その他の土地      | 分類は画像解析                                                                |

\*森林層化のゾーニングはエコロジカルゾーニングによる天然林の 3 区分をした後、KFS の人工林の境界ファイルを用いて 4 区分された。

#### d) REDD+活動：

ケニアの REDD+ 活動は、森林減少による排出の削減、森林劣化による排出の削減、森林炭素蓄積の増大、持続可能な森林管理の 4 つを対象と決定した。表 1.3.4.9 に示される各 REDD+活動区分のマトリックスは、FRL を設定するために作成されたものである。



表 1.3.4.9 ケニア REDD+活動の土地被覆利用変化モニタリングマトリックス

|           |     | 200X+00年のエリア                  |      |      |      |      |      |              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|-----|-------------------------------|------|------|------|------|------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|           |     | 森林                            |      |      |      |      |      |              |      |      |      |      |      |      |      | 非森林  |      |
|           |     | 自然林、西部海岸林、林及び干林               |      |      |      |      |      | 海岸林及びマングローブ林 |      |      |      | 乾地森林 |      |      |      | 農地   |      |
|           |     | 2000                          | 2010 | 2014 | 2018 | 2020 | 2022 | 2000         | 2010 | 2014 | 2018 | 2020 | 2022 | 2000 | 2010 | 2020 | 2022 |
| 20XX年のエリア | 森林  | 森林減少                          | n    | dg   | dg   |      |      |              |      |      |      |      |      |      |      | dg   | dg   |
|           |     | 森林劣化                          | n    | n    | dg   |      |      |              |      |      |      |      |      |      |      | dg   | dg   |
|           |     | 森林炭素蓄積の増大                     | n    | n    | n    |      |      |              |      |      |      |      |      |      |      | dg   | dg   |
|           |     | 持続可能な森林管理 (KFS人工林内の土地被覆利用の変化) | n    | n    | dg   |      |      |              |      |      |      |      |      |      |      | dg   | dg   |
|           | 農地  | 森林減少                          |      |      |      |      |      | n            | dg   | dg   |      |      |      |      |      | dg   | dg   |
|           |     | 森林劣化                          |      |      |      |      |      | n            | n    | dg   |      |      |      |      |      | dg   | dg   |
|           |     | 森林炭素蓄積の増大                     |      |      |      |      |      | n            | n    | n    |      |      |      |      |      | dg   | dg   |
|           |     | 持続可能な森林管理 (KFS人工林内の土地被覆利用の変化) |      |      |      |      |      | n            | n    | n    |      |      |      |      |      | dg   | dg   |
|           | 人工林 | 森林減少                          |      |      |      |      |      |              |      |      |      | n    | n    | n    | n    | n    | n    |
|           |     | 森林劣化                          |      |      |      |      |      |              |      |      |      | n    | n    | n    | n    | n    | n    |
|           |     | 森林炭素蓄積の増大                     |      |      |      |      |      |              |      |      |      | n    | n    | n    | n    | n    | n    |
|           |     | 持続可能な森林管理 (KFS人工林内の土地被覆利用の変化) |      |      |      |      |      |              |      |      |      | n    | n    | n    | n    | n    | n    |
|           | 非森林 | 農地                            | n    | n    | n    | n    | n    | n            | n    | n    | n    | n    | n    | n    | n    | n    | n    |
|           |     | 森林減少                          | n    | n    | n    | n    | n    | n            | n    | n    | n    | n    | n    | n    | n    | n    | n    |

#### e) 炭素プール：

UNFCCC への FRL の第一回目の提出のプールとして地上部バイオマスと地下部バイオマスが最終決定された。また、枯死木、リター、土壌は、今回の提出の内容としては含まれないことが決定された。土壌については含めるべきという意見もあったが、最終的には土壌は除外された。土壌をプールから除外した理由は付属資料 19 に示す。

#### f) GHG:

2017 年 6 月 28 日開催の TWG ミーティングによって GHG は CO<sub>2</sub> のみを計算対象とすることが最終決定された。言い換えると、ケニアは CH<sub>4</sub> に示されるような非 CO<sub>2</sub> ガスの放出は含まないことを決定した。CH<sub>4</sub> ガスは、山火事や管理上で利用された火元等から特に放出される。しかしながら、現在のところ、ケニアでは CH<sub>4</sub> の計算のための森林火災の量的な空間データが保持されていないことが除かれた理由である。

#### g) 参照年・参照期間、及び森林定義と AD 調整：

参照年は当初、1990 年、2000 年、2010 年、2014 年が選択された。その後、GCF のスコアカード<sup>3</sup> から、20 年以上の参照期間が不可と評価されることになったことから 2000 年と 2014 年の 2 時点とした。また、これに伴って参照期間は 2000 年から 2014 年の 14 年間となった。

基準年および基準期間は、LANDSAT 画像データの雲量つまり NO-DATA のエリア率及びセンサーエラーによるストライプ状の欠損画像などの画質をスクリーニングした結果に基づいて決定した。データスクリーニングの結果を表 1.3.4.10 に示す。緑色で示された年は、NO-DATA 面積率が

<sup>3</sup> GCF 第 18 回理事会において成果払いの実施方法の決定がなされた。GCF スコアカードは、その成果払いを受けするための条件についての取り決めの詳細を示している。詳細資料は GCF (2017) GCF/B.18/23 参照。

小さく、ストライプ影響が小さい高品質な LANDSAT 画像が使用されている。一方、若干 NO-DATA 率が高いが良い品質、僅かな NO-DATA 率で中程度の品質、または若干 NO-DATA 率が高く中程度の品質の良い LANDSAT 画像の年度は、黄色で示した。

表 13.4.10 LANDSAT 衛星画像スクリーニング結果

|                 | 1990年   | 1995年   | 2000年  | 2002年  | 2003年  | 2004年   | 2005年   | 2006年   |
|-----------------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| No DATA(%)      | 10.59%  | 14.35%  | 6.50%  | 6.53%  | 8.56%  | 23.77%  | 20.86%  | 23.13%  |
| LANDSAT4(シーン数)  | 26      | 0       | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT5(シーン数)  | 8       | 34      | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT7(シーン数)  | 0       | 0       | 34     | 34     | 34     | 34      | 34      | 34      |
| 欠損シーン数          | 0       | 0       | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT8(シーン数)  | 0       | 0       | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| ストライプ影響画像(シーン数) | 0       | 0       | 0      | 0      | 0      | 34      | 34      | 34      |
| ストライプ影響シーン率(%)  | 0.00%   | 0.00%   | 0.00%  | 0.00%  | 0.00%  | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
|                 | 2007年   | 2008年   | 2009年  | 2010年  | 2011年  | 2012年   | 2013年   | 2014年   |
| No DATA(%)      | 26.14%  | 28.00%  | 15.85% | 6.81%  | 12.51% | 20.85%  | 16.98%  | 3.75%   |
| LANDSAT4(シーン数)  | 0       | 0       | 0      | 0      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT5(シーン数)  | 0       | 0       | 11     | 24     | 15     | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT7(シーン数)  | 34      | 34      | 23     | 9      | 19     | 34      | 13      | 0       |
| 欠損シーン数          | 0       | 0       | 0      | 1      | 0      | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT8(シーン数)  | 0       | 0       | 0      | 0      | 0      | 0       | 21      | 34      |
| ストライプ影響画像(シーン数) | 34      | 34      | 23     | 9      | 19     | 34      | 13      | 0       |
| ストライプ影響シーン率(%)  | 100.00% | 100.00% | 64.60% | 26.50% | 55.90% | 100.00% | 38.20%  | 0.00%   |

さらに、森林定義に伴う AD の調整に関して、LANDSAT のピクセルサイズは、30m x 30m で 0.09ha /ピクセルであるが、一方、森林定義での最小の森林面積は 0.5ha である。したがって、森林定義を満たすために、隣り合う森林区分のピクセルを最低で 6 ピクセル 0.54ha で構成されている必要がある。このため、本コンポーネントでは、6 ピクセル未満の森林ピクセルグループを除去するフィルタリング機能を開発した。詳細を付属資料 20 に示す。

#### h) 排出係数 (EF) :

パイロット・インベントリーの実施結果に基づく TIRE2 レベルのカントリーデータを用いた排出係数の計算方法については、文献調査をもとに材積からバイオマスに転換するアロメトリー式を用いて計算した。このアロメトリー式とそれを用いて計算したバイオマス量と炭素蓄積を付属資料 18 に示す。一方、2017 年 3 月に実施された関係者ワークショップで排出係数の設定に関しては、付属資料 21 に示すカントリーデータ、及びデフォルトデータを用いた二つの算出方法が示された。その後、6 月 28 日に実施された TWG ミーティングによって排出係数としてカントリーデータを FRL 設定のために用いることが決定された。決定の理由としては、カントリーデータは森林区分との一貫性があるためであった。

以下に、排出係数算出のための公式を記す。

排出係数（森林から森林への変更）＝二酸化炭素総量（参照期間の期末の森林タイプ）－二酸化炭素総量（期首の森林タイプ）

排出係数（森林から非森林への変更）＝二酸化炭素総量（森林タイプ）－二酸化炭素総量（非森林タイプ）

排出係数の計算の基となる各森林タイプの二酸化炭素総量は下記の表 1.3.4.11 に示す。

表 1.3.4.11 カントリーデータ各森林タイプの二酸化炭素総量

| (ton/ha)     |       |        |        |        |
|--------------|-------|--------|--------|--------|
| 森林タイプ        | 森林被覆率 | AGB    | BGB    | 小計     |
| 山岳林及び西部熱帯降雨林 | 密     | 594.50 | 170.76 | 765.26 |
|              | 中     | 100.70 | 28.92  | 129.62 |
|              | 疎     | 40.09  | 11.52  | 51.61  |
| 海岸林及びマングローブ林 | 密     | 163.07 | 50.89  | 213.96 |
|              | 中     | 104.17 | 25.01  | 129.18 |
|              | 疎     | 61.14  | 13.80  | 74.93  |
| 乾燥地林         | 密     | 138.42 | 58.13  | 196.56 |
|              | 中     | 59.49  | 23.83  | 83.32  |
|              | 疎     | 24.58  | 7.06   | 31.64  |
| 人工林          | 密     | 752.54 | 216.15 | 968.69 |
|              | 中     | 195.67 | 56.20  | 251.87 |
|              | 疎     | 238.20 | 68.42  | 306.62 |

#### i) FRL の設定方法：

設定方法は参照年度が二時点のため平均法を用いることが決定された。

#### j) 国情：

国情は加味しないことが決定された。詳細は (e) 国情に記載する。

#### (b) AD 及び EF の分析

決定された各参照年（2000 年と 2014 年）2 時点から 1 期間の参照期間内での土地利用土地被覆変化を算出した。その後、算出されたデータを元にして REDD+活動のマトリックスの区分(表 1.3.4.9)によりデータを集計して AD を設定した（表 1.3.4.12）。表 1.3.4.12 から見られる傾向として、森林炭素蓄積の増大においては、草地から天然林の密への変化の値が大きく見られる。また、森林減少については、乾燥地林から草地への変化の値が大きく見られた。

表 1.3.4.12 各区分の各参照年の土地被覆/土地利用面積から算出された参照期間の土地被覆/土地利用変化面積（AD）

|      |                 | (ha/14 years)   |         |        |              |         |        |         |         |         |         |        |      |         |
|------|-----------------|-----------------|---------|--------|--------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|------|---------|
|      |                 | 2014            |         |        |              |         |        |         |         |         |         |        |      |         |
|      |                 | 山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林 |         |        | 海岸林及びマングローブ林 |         |        | 乾燥地林    |         |         | 人工林     |        |      |         |
|      |                 | 密               | 中       | 疎      | 密            | 中       | 疎      | 密       | 中       | 疎       | 密       | 中      | 疎    |         |
| 2000 | 山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林 | 764,212         | 32,274  | 11,406 |              |         |        |         |         |         |         |        |      | 農地      |
|      | 密               | 764,212         | 32,274  | 11,406 |              |         |        |         |         |         |         |        |      | 75,352  |
|      | 中               | 80,651          | 75,942  | 13,003 |              |         |        |         |         |         |         |        |      | 74,634  |
|      | 疎               | 28,207          | 12,440  | 24,809 |              |         |        |         |         |         |         |        |      | 312     |
|      | 海岸林及びマングローブ林    |                 |         |        | 130,627      | 14,832  | 662    |         |         |         |         |        |      | 634     |
|      | 密               |                 |         |        | 130,627      | 14,832  | 662    |         |         |         |         |        |      | 18,195  |
|      | 中               |                 |         |        | 149,599      | 70,438  | 2,636  |         |         |         |         |        |      | 58,395  |
|      | 疎               |                 |         |        | 2,185        | 2,034   | 255    |         |         |         |         |        |      | 540     |
|      | 乾燥地林            |                 |         |        |              |         |        | 332,473 | 35,597  | 21,645  |         |        |      | 49,464  |
|      | 密               |                 |         |        |              |         |        | 332,473 | 35,597  | 21,645  |         |        |      | 30      |
|      | 中               |                 |         |        |              |         |        | 117,224 | 64,691  | 25,926  |         |        |      | 259     |
|      | 疎               |                 |         |        |              |         |        | 33,921  | 31,761  | 50,164  |         |        |      | 539     |
|      | 人工林             |                 |         |        |              |         |        |         |         |         | 46,713  | 1,029  | 525  | 7,748   |
|      | 密               |                 |         |        |              |         |        |         |         |         | 46,713  | 1,029  | 525  | 141,963 |
|      | 中               |                 |         |        |              |         |        |         |         |         | 3,392   | 302    | 47   | 377     |
|      | 疎               |                 |         |        |              |         |        |         |         |         | 1,403   | 53     | 7    | 838     |
|      |                 | 農地              | 47,186  | 4,175  | 1,804        | 2,304   | 303    | 18      | 16,270  | 1,756   | 421     | 6,557  | 134  | 14      |
|      |                 | 草地              | 164,906 | 76,748 | 53,075       | 134,762 | 36,753 | 2,624   | 462,145 | 148,928 | 194,297 | 20,137 | 853  | 116     |
|      |                 | 湿地              | 254     | 13     | 6            | 1,209   | 476    | 42      | 3,577   | 1,359   | 843     | 0      | 0    | 1523    |
|      |                 | 居住地及びその他の土地     | 450     | 236    | 289          | 775     | 196    | 4       | 4,597   | 2,877   | 11,836  | 109    | 0.90 | 2,734   |

\* 人工林用（KFS 管理植林地用）の総面積は 136,890 ha である。このうち、非森林から非森林への変化は、非森林

から非森林への総面積（表の黒塗りの部分）のうち 41,115 ha である。これらの地域はストックのない森林地域と定義され、REDD+実施中は持続可能な森林管理の下に置かれる。

また、EF の設定は、パイロット・インベントリー結果を活用したカントリーデータに基づいて REDD+活動のマトリックスの項目毎に計算し、データを計上した（表 1.3.4.13）。表中のプラスの値は排出を表し、マイナスは吸収を表す。表 2.2.28 から示される傾向として、表 1.3.4.11 は EF 値を設定するための各森林の二酸化炭素量を示しており、そのため、表 1.3.4.11 に示される山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林の密、並びに人工林の密における値の大きさは、表 1.3.4.13 に示される森林炭素の蓄積の増大、及び森林減少の値にも大きく影響を及ぼしている。また、持続可能な森林管理においては KFS の境界内の人工林の値を示すが、調査手法の結果、森林被覆率が疎の森林区分は間伐終了後の老齢林分からデータを採取したため、森林被覆率が疎の森林区分の値は、森林被覆率が中の森林区分の値よりも大きくなっている。

表 1.3.4.13 EF 値（カントリーデータ（森林））

(CO<sub>2</sub> (ton/ha))

|             |                 | 期間中最終年          |         |        |              |         |         |         |        |         |         |         |         |        |        |  | 農地     | 草地     | 湿地     | 居住地及びその他の土地 |        |
|-------------|-----------------|-----------------|---------|--------|--------------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--|--------|--------|--------|-------------|--------|
|             |                 | 山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林 |         |        | 海岸林及びマングローブ林 |         |         | 乾燥地林    |        |         | 人工林     |         |         |        |        |  |        |        |        |             |        |
|             |                 | 密               | 中       | 疎      | 密            | 中       | 疎       | 密       | 中      | 疎       | 密       | 中       | 疎       |        |        |  |        |        |        |             |        |
| 期間中<br>初年   | 山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林 | 密               | 0       | 635.64 | 713.66       |         |         |         |        |         |         |         |         |        |        |  | 765.26 | 749.31 | 765.26 | 765.26      |        |
|             |                 | 中               | -635.64 | 0      | 78.02        |         |         |         |        |         |         |         |         |        |        |  |        | 129.62 | 113.67 | 129.62      | 129.62 |
|             |                 | 疎               | -713.66 | -78.02 | 0            |         |         |         |        |         |         |         |         |        |        |  |        | 51.61  | 35.66  | 51.61       | 51.61  |
|             | 海岸林及びマングローブ林    | 密               |         |        |              |         | 0       | 84.78   | 139.03 |         |         |         |         |        |        |  |        | 213.96 | 198.01 | 213.96      | 213.96 |
|             |                 | 中               |         |        |              |         | -84.78  | 0       | 54.25  |         |         |         |         |        |        |  |        | 129.18 | 113.23 | 129.18      | 129.18 |
|             |                 | 疎               |         |        |              |         | -139.03 | -54.25  | 0      |         |         |         |         |        |        |  |        | 74.93  | 58.98  | 74.93       | 74.93  |
|             | 乾燥地林            | 密               |         |        |              |         |         |         |        | 0       | 113.24  | 164.91  |         |        |        |  |        | 196.56 | 180.61 | 196.56      | 196.56 |
|             |                 | 中               |         |        |              |         |         |         |        | -113.24 | 0       | 51.68   |         |        |        |  |        | 83.32  | 67.37  | 83.32       | 83.32  |
|             |                 | 疎               |         |        |              |         |         |         |        | -164.91 | -51.68  | 0       |         |        |        |  |        | 31.64  | 15.69  | 31.64       | 31.64  |
|             | 人工林             | 密               |         |        |              |         |         |         |        |         |         |         | 0       | 716.82 | 662.07 |  | 968.69 | 952.74 | 968.69 | 968.69      |        |
|             |                 | 中               |         |        |              |         |         |         |        |         |         |         | -716.82 | 0      | -54.75 |  | 251.87 | 235.92 | 251.87 | 251.87      |        |
|             |                 | 疎               |         |        |              |         |         |         |        |         |         |         | -662.07 | 54.75  | 0      |  | 306.62 | 290.67 | 306.62 | 306.62      |        |
| 農地          |                 | -765.26         | -129.62 | -51.61 | -213.96      | -129.18 | -74.93  | -196.56 | -83.32 | -31.64  | -968.69 | -251.87 | -306.62 |        |        |  |        |        |        |             |        |
| 草地          |                 | -749.31         | -113.67 | -35.66 | -198.01      | -113.23 | -58.98  | -180.61 | -67.37 | -15.69  | -952.74 | -235.92 | -290.67 |        |        |  |        |        |        |             |        |
| 湿地          |                 | -765.26         | -129.62 | -51.61 | -213.96      | -129.18 | -74.93  | -196.56 | -83.32 | -31.64  | -968.69 | -251.87 | -306.62 |        |        |  |        |        |        |             |        |
| 居住地及びその地の土地 |                 | -765.26         | -129.62 | -51.61 | -213.96      | -129.18 | -74.93  | -196.56 | -83.32 | -31.64  | -968.69 | -251.87 | -306.62 |        |        |  |        |        |        |             |        |

### (c) 炭素排出・吸収量推定の分析

上記 (b) の AD 及び EF の値から炭素排出・吸収量推定の分析を行なった結果を以下の表 1.3.4.14 に示す。表 1.3.4.14 の傾向としては、草地から天然林の密への変化に見られる森林炭素の蓄積の増大が甚だしく大きな値を示している。この原因としては、上記の AD のデータによる草地から天然林の密への変化に見られる森林炭素蓄積の増大の値の大きさや、EF 値の特徴として示された山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林と人工林の森林被覆率が密の森林区分の EF 値の大きさに影響されたことによると示唆される。

表 1.3.4.14 参照期間内の炭素量の推定

(tCO<sub>2</sub>/14 years)

|      |                 | 2014            |             |            |              |             |           |             |             |            |             |          |            |            |            |           |             |       |     |
|------|-----------------|-----------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-------------|------------|-------------|----------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-------|-----|
|      |                 | 山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林 |             |            | 海岸林及びマングローブ林 |             |           | 乾燥地林        |             |            | 人工林         |          |            | 農地         | 草地         | 湿地        | 居住地及びその他の土地 |       |     |
|      |                 | 密               | 中           | 疎          | 密            | 中           | 疎         | 密           | 中           | 疎          | 密           | 中        | 疎          |            |            |           |             |       |     |
| 2000 | 山岳林、西部熱帯降雨林及び竹林 | 密               | 0           | 20,514,964 | 8,140,090    | -           | -         | -           | -           | -          | -           | -        | -          | 57,664,330 | 55,924,102 | 238,647   | 485,009     |       |     |
|      |                 | 中               | -51,265,071 | 0          | 1,014,428    | -           | -         | -           | -           | -          | -           | -        | -          | 2,358,513  | 6,637,946  | 70,020    | 11,549      |       |     |
|      |                 | 疎               | -20,130,464 | -970,508   | 0            | -           | -         | -           | -           | -          | -           | -        | -          | 816,247    | 1,763,686  | 1,565     | 9,136       |       |     |
|      | 海岸林及びマングローブ林    | 密               | -           | -          | -            | 0           | 1,257,445 | 92,079      | -           | -          | -           | -        | -          | 249,042    | 5,835,443  | 55,400    | 115,403     |       |     |
|      |                 | 中               | -           | -          | -            | -12,682,673 | 0         | 142,987     | -           | -          | -           | -        | -          | 1,000,922  | 16,074,723 | 48,703    | 108,229     |       |     |
|      |                 | 疎               | -           | -          | -            | -303,777    | -110,368  | 0           | -           | -          | -           | -        | -          | 105,670    | 999,272    | 1,066     | 8,659       |       |     |
|      | 乾燥地林            | 密               | -           | -          | -            | -           | -         | 0           | 4,030,849   | 3,569,564  | -           | -        | -          | 13,519,989 | 92,020,176 | 389,141   | 299,423     |       |     |
|      |                 | 中               | -           | -          | -            | -           | -         | -           | -13,273,936 | 0          | 1,339,786   | -        | -          | 2,371,370  | 19,662,222 | 134,600   | 227,823     |       |     |
|      |                 | 疎               | -           | -          | -            | -           | -         | -           | -5,594,010  | -1,641,319 | 0           | -        | -          | 353,401    | 3,150,090  | 45,327    | 147,733     |       |     |
|      | 人工林             | 密               | -           | -          | -            | -           | -         | -           | -           | -          | -           | 0        | 737,266    | 347,626    | 6,372,412  | 5,676,949 | 7,323       | 6,190 |     |
|      |                 | 中               | -           | -          | -            | -           | -         | -           | -           | -          | -           | -        | -2,431,790 | 0          | -2,548     | 95,841    | 173,939     | 1,292 | 587 |
|      |                 | 疎               | -           | -          | -            | -           | -         | -           | -           | -          | -           | -        | -928,710   | 2,902      | 0          | 62,008    | 77,802      | 28    | 110 |
|      | 農地              | -36,109,674     | -541,130    | -93,072    | -493,039     | -39,146     | -1,269    | -3,197,946  | -146,288    | -13,311    | -6,351,675  | -33,795  | -22,794    |            |            |           |             |       |     |
|      | 草地              | -123,566,003    | -8,724,210  | -1,892,434 | -26,683,996  | -4,181,597  | -154,777  | -83,466,477 | -10,033,410 | -3,049,198 | -19,165,148 | -201,155 | -95,153    |            |            |           |             |       |     |
|      | 湿地              | -194,293        | -1,727      | 316        | -258,612     | -61,457     | -3,143    | -703,129    | -113,241    | -26,685    | 0           | 0        | 0          |            |            |           |             |       |     |
|      | 居住地及びその他の土地     | -344,644        | -30,600     | -14,918    | -165,739     | -25,287     | -290      | -803,505    | -239,702    | -374,538   | -105,752    | -227     | -83        |            |            |           |             |       |     |

\*参照期間における AD と EF の掛け算の値である。

#### (d) FRL の設定

上記 3) の炭素排出・吸収量の推定では、参照期間が 2000 年から 2014 年までの期間で算出された。この値を一年間の吸収・排出量の値として算出したものを表 1.3.4.15 に、これを REDD+活動から区分した排出・吸収量を表 1.3.4.16 に、また森林参照レベルを表 1.3.4.17 に示した。なお、FRL の設定方法は平均法を用いられたことにより、表 1.3.4.15 及び表 1.3.4.16 の総排出量が、FRL 値と同じとなる。また、これらの表により、ケニアの FRL はマイナスの値を示し、吸収量を示すこととなった。純吸収量が純排出量を上回った訳であるが、表 1.3.4.16 にその内訳が示されたとおり、森林減少の値よりも森林炭素蓄積の増大が示す値が大きい。

表 1.3.4.15 推定された炭素排出・吸収量

| (tCO <sub>2</sub> /year) |             |
|--------------------------|-------------|
| 参照期間                     | 2000-2014   |
| 総排出量                     | -7,471,382  |
| 純排出量                     | 24,039,316  |
| 純吸収量                     | -31,510,697 |

表 1.3.4.16 各 REDD+活動での推定された各炭素排出・吸収量

| (tCO <sub>2</sub> /year) |             |
|--------------------------|-------------|
| 参照期間                     | 2000-2014   |
| 森林減少                     | 20,206,141  |
| 森林劣化                     | 2,864,442   |
| 持続可能な森林管理                | -1,127,606  |
| 森林炭素蓄積の増大                | -29,414,359 |
| 総排出量                     | -7,471,382  |

表 1.3.4.17 森林参照レベル

| (tCO <sub>2</sub> /year) |            |
|--------------------------|------------|
| 参照期間                     | 2000-2014  |
| 森林参照レベル                  | -7,471,382 |

#### (e) 国情の検討

本来、付託条件（TOR）には必須ではない項目であったが、ケニア側の要望によりその検討が為された。以下に、(a)チームによる事前情報収集、(b)チームによる国情の検討方法の提案、(c) 現地専門家による国情の検討、(d) C/P との最終協議を含めた作業過程を記す。

##### a) チームによる事前情報収集

チームは、UNFCCC に提出済みの FRL レポートから各国の国情の反映状況を整理し、UN-REDD+、GEO-GFOI 及び FCPF- Carbon Fund の発行している FRL 設定に関するレポートから国情の追加について、国際的な動向の検討を行った。ケニアの FRL は過去のデータに基づいた平均法で設定しており、これに国情を加味する場合、参照期間後に森林減少、劣化が加速する等、参照期間と FRL



の期間の状況に変化があることを示す必要があった。このため、ケニアにおける森林減少、劣化ドライバーとなっている農業やエネルギー、社会インフラに関連する政策等の情報収集及び、ドライバーを抑制し、新たな森林炭素の増大に貢献する可能性のある新たな森林政策等について情報収集を行った。以下に検討した資料を表 1.3.4.18 に示す。

表 1.3.4.18 FRL 設定に関する事前情報収集の資料

| 資料名                                                                                                                                                 | 発行機関              | 内容                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| COP 決議 (4/CP.15, 1/CP.16, 12/CP.17 and 13/CP.19)                                                                                                    | UNFCCC            | FRL は透明性の高い過去のデータをもとに、国情を加味する (4/CP.15)                                                                                                                                                                            |
| Emerging approaches to Forest Reference Emission Levels and/or Forest Reference levels for REDD+(2014)                                              | UN-REDD,          | UNFCCC に提出済の FRL レポートから、ブラジル、チリ、コスタリカ、コンゴ民主主義共和国、ガーナ、ガイアナ、メキシコ、ネパール、ベトナムの FRL 設定を分析                                                                                                                                |
| Technical considerations for Forest Reference Emission Level and/or Forest Reference Level construction for REDD+ under the UNFCCC (2015)           | UN-REDD,          | UNFCCC に提出済の FRL レポートから構築方法を整理。国情は一律の%の加味とモデルによる加味の 2 つのアプローチを提示。                                                                                                                                                  |
| Integrating remote-sensing and ground-based observations for estimation of emissions and removals of green house gasses in forests Edision2.0(2016) | GEO - GFOI        | FRL の国情加味の決定のためのデシジョン・ツリーを提示、ドライバーの状況が続くか、続かないことが明確か、その影響が数値で表せるかがポイントになる。                                                                                                                                         |
| Methods and Guideline document module3 : Forest Reference Emission Levels and Forest Reference Levels : Extended Methodological Advice (2015)       | GEO - GFOI        | FRL の国情加味の決定のためのデシジョン・ツリーを提示、ドライバーの状況が続くか、続かないことが明確か、その影響が数値で表せるかがポイントになる。(Integrating remote-sensing and ground-based observations for estimation of emissions and removals of green house gasses in forests と同じ) |
| Sourcebook COP22 version01 (2016)                                                                                                                   | GOFCI - GOLD      | 国情を加味する場合にはどのように国情を考慮したかを明確に示す。                                                                                                                                                                                    |
| Methodological Framework (2016)                                                                                                                     | FCPF Carbon Fund, | ER-P の FRL は過去の森林減少率が低く、現在森林被覆が高い場合を除いて、過去の平均排出量を上限とする。また、高森林被覆率、低森林減少で、FRL の調整を行う場合は参照期間の年間排出量の 0.1%を超えてはならない。過去トレンドが明らかに減少している場合は、FRL 設定に反映する。                                                                   |
| UNFCCC に提出された FRL レポートと TA コメント (メキシコ、ベトナム、コスタリカ、ガイアナ、コロンビア、コンゴ共和国、ペルー)                                                                             | 各国                | コロンビア、コンゴ共和国は平均法で算出した後、国情を一律の%で加味、ベトナムは過去の政策の成果を一律減、ペルーは平均法ではなく直線回帰、メキシコは ER-PIN ではモデルを使ったが、UNFCCC では平均法、コスタリカは過去トレンドを 2 期に分けて算出。                                                                                  |
| Vision2030                                                                                                                                          | GoK               | 2030 年までに森林被覆率 10%を達成や、植林、カーボンオフセットスキームの利用による貢献の記載はあるが具体的数値無し                                                                                                                                                      |

| 資料名                                                                                                         | 発行機関                              | 内容                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Second National Communication to UNFCCC                                                                     | GoK                               | 今後の森林セクターの GHG の排出削減貢献について、REDD と植林と再生プログラムでの貢献割合を予測（REDD の貢献は森林セクターの貢献のうちの 4%） |
| Draft National Forest Policy,2015                                                                           | ケニア<br>環境省                        | 2030 年までに森林被覆率 10%を達成するための方針を述べているが、具体的な数値の記載はなし                                |
| Technical Report on the national assessment of Forest and Landscape restoration opportunities in Kenya 2015 | ケニア<br>環境省                        | ケニアにおける森林減少・劣化ドライバー分析と森林再生プログラムの可能性の検討で今後の具体的な数値目標等なし                           |
| National Forest Programme 2016-2030                                                                         | KFS                               | 植林プログラムや森林再生プログラムの記載はあるが、具体的な数値計画の記載なし                                          |
| AGRICULTURAL SECTOR DEVELOPMENT (ASDS)(2009-2020)                                                           | GoK<br>strategy                   | 森林から農地への転換による農地拡大計画等の数値の記載なし                                                    |
| Analysis of drivers and underlying cause of forest cover change in the various forest types of Kenya        | Ministry of Forestry and Wildlife | ケニアにおける森林減少の直接的なドライバーは農地等への土地利用の変化と木材、燃料等の確保のための森林伐採                            |
| Agriculture and Food Authority (AFA) Strategic Plan 2016 – 2021                                             | ケニア<br>農業畜産省                      | 森林から農地への転換による農地拡大計画等の数値の記載なし                                                    |
| ENERGY OPPORTUNITIES KENYA(2016)                                                                            | SECTOR IN<br>Business Sweden      | 現在のケニアの電力供給は約 50%が水力発電であるが、2030 年までにその割合は 5%に縮小し、地熱発電が拡大する。                     |

## b) チームによる国情の検討方法の提案

ケニア側の要望である国情についての検討方法についても同時に協議を進めた。チームからは、上記の収集した資料のうち、UNFCCC に提出された他の国の FRL レポートや UN-REDD や GEO-GFOI といった国際機関が発行している FRL 設定マニュアル等の検討の結果、国情を加味する場合、森林減少のドライバーの動向が、過去の参照期間と FRL 期間で変化する場合に数値として加味する必要があることを伝えた。また、ケニア側で今後森林減少のドライバーの動向が変化することを裏付けるデータ等がある場合、そのデータをどのように国情として加味するか検討を行い、十分な数値データがない場合は、レポートの文章のなかで国情について説明し、フェーズドアプローチで、数値データの入手が可能になってから FRL 値に反映していくことを提案した。

## c) 現地専門家による国情の検討

ケニア側は、2010 年に実施した GHG インベントリーで、今後の経済成長や政策を盛り込んだモデルを使って 2030 年までの森林セクターの排出量の予測を行っていることから、FRL 値に関しても同様に、今後始まる政策等の国情を盛り込んだモデルを開発して加味することの必要性を主張した。そのため、これまでのコンポーネント 3 の取り組みで開発した平均法による過去トレンドの値に、雇用した現地専門家の開発する国情モデルを加味し、ケニアの FRL 値を検討することとなった。

具体的には国情は数値として反映できる内容であるのかが検討され、まず、現地専門家の GHG インベントリーでの経験に基づき、森林ガバナンス、気候、経済、エネルギー、インフラ・工業発展、農業発展、森林、開発の分野が検討された。上記の各分野において、C/P 側の意向は、各分野の森林分野への関係性があるのかどうかを基に確認することであり、具体性を持たせられる分野のみが拾い上げられた。その結果、検討された分野のうち気候分野の内容を国情に反映することは、対象が広範囲となるため不適切であるとされ、右記の分野を構成する気温分布、年間気温変化、降水量分布、気候変動性、極度な気候事象については対象として削除されるに至った。また日本人専門家より、上記の検討された分野の内容を反映する FRL 算出方法・モデルに関して、当初は、EF のみを変数にした解析をする計算式であったものに対して、AD も含めて、AD 及び EF の変数全体に政策が反映されるように変数を設定するよう指摘された。

さらに、日本人専門家によって提案された国情を加味せず算出された FRL 値を基にした国情の加味が、現地専門家によって NDC の森林セクター部分の削減目標をもとに計算が実施されたが、途中、参照された土地被覆/土地利用図の参照年の精度に再度言及や、参照年及び参照期間の変更、草地と森林間の変化への対処方法の検討に時間が掛かったこと等がある中で、国情の検討が実施された。

#### **d) C/P との最終協議**

上記のプロセスを経た国情の検討は、12 月中旬に最終判断が実施された。2018 年 1 月に提出する予定の FRL レポートについては、正確なデータ等が揃わないために国情は投影されないことが決定された。これにより、平均法に基づいて出された炭素排出・吸収量の推定値から導かれた FRL が 2030 年まで投影することが決定された。

#### **(f) FRL レポートの文書化のプロセス**

2017 年 6 月の TWG ミーティングでは、FRL 設定を JICA 専門家が支援し、プロジェクト内で FRL の算出の後に UNFCCC へ提出するドキュメント案を共同で作成することが業務として決定された。これに基づきチームは C/P との共同の下、FRL レポートの文書化を実施した。

詳細としては、FRL 文書化のプロセスからのドラフトの作成は、第一回目の提出が 8 月上旬に C/P へ第一稿が送付された。ステークホルダー間での共有は C/P と専門家側が共に実施した。2017 年 10 月 31 日には、KFS 側から MENR を通して UNFCCC へ 2018 年 1 月に FRL レポートを提出する通知がなされ、おおよそのドラフトは 12 月中旬までに作成され、ケニア側に提出された。提出されたドラフトについては C/P との間で複数回、内部協議が重ねられた（国情については、上記（e）に詳細を記載。）。

また、2017 年 12 月下旬に作成された FRL レポートドラフトは、TWG ミーティング内で決定したとおり、KFS 側の意向により関係者間で、2018 年 1 月 1 日を期限に回覧が開始された。期限終了までにケニア側のネットワークから UNFCCC の査読者のコメント等も挙げられた。これらに伴い C/P からの要望に応えながら、第一回目の提出に向けて時間が限られる中、出されたコメントへどの様に対応しレポートの内容に一貫性を持たせて内容を纏め上げるかが専門家等で検討された。最終化されたドラフトは 2018 年 1 月 4 日に提案された。その後、引き続き 2018 年 1 月 8 日の UNFCCC への FRL レポート提出期限に向けてケニア側は提出準備を進めた。しかしながら、コメントへの完全な対応はできておらず、コメント対応に更なる検討が必要と判断され、とりわけ、

FRL の値そのものが排出量ではなく吸収量になっており、成果支払いを得ることを考慮するとネガティブな値であることから、AD の修正が一つのポイントとしてあげられ、2018 年 1 月の提出は次年度以降に延期された。

FRL レポートのドラフトについては、関係者によるピアレビューに廻す前のバージョンを付属資料 22 に詳細を記載。

## 2) 2020 年 1 月に UNFCCC への提出に向けた FRL の構築

FRL レポートを UNFCCC に提出するための FRL 設定条件の変更などを検討し、FRL ドラフトの改善に向けた一連の協議が行われた。改善・修正すべきポイントは、2017 年 12 月に行われたピアレビューのコメントを中心に、以下のとおり。

- (a) FRL の不確実性の方法論
  - a) EF の不確実性の方法論
  - b) AD の不確実性の方法論
- (b) FRL 設定の条件
  - a) 森林劣化による炭素排出量の推定
  - b) 枯損木やリターの炭素プールへの活用
  - c) 非森林から天然林の密への変化による EF の再検討
  - d) 参照期間における参照年の追加
  - e) 森林樹冠密度の低いクラスから高いクラスへの転換の EF の再検討
  - f) 人工林の樹冠密度の統合

各作業の概要は以下のとおり。

### (a) FRL 不確実性の方法論

FRL の不確実性の評価は、EF と AD のそれぞれの不確実性から算出する必要がある。以下、それぞれの不確実性の評価方法を記述する。

#### a) EF の不確実性の推定

EF の不確実性は、EF 設定の基礎となった 127 プロットのインベントリ調査データを用いて推定した。母集団としてのプロット数（127 プロット）が少ないため、不確実性を算出するには不十分であるため、ブートストラップ法を用いて母集団の近似分布を算出した。10,000 回のブートストラップにより、EF の不確実性を推定するため、信頼区間 95%の範囲を持つ平均値からの下限値と上限値はそれぞれ-22.8%と 24.7%であった。

#### b) AD の不確実性の評価

本コンポーネントでは、AD の不確実性をどのように算出するか、AD 評価のためのサンプリング方法をどのように設計するかを検討した。この検討では、リモートセンシング学会などで発表された科学論文を収集し、それらをレビューした。参考となった主な論文は以下の通り。

- ・ “Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change”
- ・ “Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation”

Olofsson 教授がメインで執筆した上記の 2 つの論文は、FRL レポートの AD 評価や AD の不確実性の算出において、多くの国から参照されている。本コンポーネントでは、論文で述べられている精度検証のためのサンプリング調査方法を参考に、必要なサンプリングポイント数の算出、サンプリングポイントの割当などのサンプリング設計を行った。また KFS のリモートセンシング担当者が持続的にサンプリング設計できるように、土地被覆/土地利用変化項目の面積を入力すれば、自動的に必要なサンプリングポイント数が計算できる計算シートの作成を行った。

不確実性の算出についても、論文を参考に不確実性の計算シートを作成し、AD アセスメントの結果を入力するだけで不確実性が算出できるようシンプルな計算シートとした。これら作成したサンプリングポイント数の計算シートならびに不確実性の計算シートについては、今後も KFS で持続的に実施できるようリモートセンシング担当者へは説明を行い技術移転した。

本コンポーネントで実施した、AD 評価のためのサンプリングの設計内容は、下記の通り。

- ・ 各土地被覆/土地利用変化パターンの面積に基づいて、必要なサンプリングポイント数を算出する。  
\*留意点：サンプリングポイントの総数は、信頼区間 95%を満たすこと。
- ・ 各土地被覆/土地利用変化パターンにおける最低限必要なサンプリングポイント数を 50 ポイントとし、希少な変化パターンへ強制的に 50 点を割当てる。  
\*Olofsson 教授が推奨する最低限必要なポイント数は 50～100 ポイント。
- ・ サンプリングポイントは、ランダムに発生させ、各土地被覆/土地利用変化パターンへ割当てたポイント数に応じて配置する。

上記のサンプリング設計にもとづき、本コンポーネントでは、FRL の参照年時間での AD の正確性について検証を行った。各参照年時間及び変化の正確性検証で統計上の信頼区間 95%を満たすのに必要なサンプリングポイント数を表 1.3.4.19 に示す。

表 1.3.4.19 参照年時間及びサンプリングポイント数

| 参照年時間         | 信頼区間 95%を満たすポイント数 |
|---------------|-------------------|
| 2002 年－2006 年 | 2,925             |
| 2006 年－2010 年 | 2,923             |
| 2010 年－2014 年 | 2,918             |
| 2014 年－2018 年 | 2,927             |

本コンポーネントでは、各サンプリングポイントを検証するにあたり、検証結果を入力する時のヒューマンエラーを出来るだけ軽減できるよう配慮し、サンプリングポイントチェックシートを作成した。

## (b) FRL 設定の条件

### a) 森林劣化による炭素排出量の推定

i) 薪・木炭消費による森林劣化からの炭素排出量（統計データの整合性とケニアの薪・木炭生産の状況の確認）



FAO によるケニアの薪・木炭生産に関する統計データである FAOSTAT と、イェール大学等が実施した WISDOM (Wood fuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping) との比較を行った。また、WISDOM データを用いた森林劣化による炭素排出量の推定方法を検討した。比較分析の結果、薪のデータは測定値が少なく、2005 年と 2006 年以降のデータにギャップがあるため、FAOSTAT データの利用は適さないことが予想された。一方、WISDOM データは個人消費と人口推移に基づいて推計されているため、最新の個人消費を用いることでケニアの実情を反映することが可能である。したがって、WISDOM データは FAOSTAT データと比較してより有効であると結論づけられた。

WISDOM では、森林の年間成長量を超えて生産される薪や木炭の量は、総生産量の 35% から 41% であると報告されている。したがって、森林劣化による炭素排出量の一部は、これらの年間の成長量分を超える生産量に基づいて推定できると考えられた。

しかしながら、この方法は、実際に森林で何が起きているかについてのより正しい情報を提供してくれるかも知れないが、その推定は、将来のモニタリングのためには、人口の変化、改良ストーブの採用に関するデータ、非バイオマスエネルギー源の活用に関するデータが必要になる。しかしながら、このような時系列で変化するデータは入手できず、正確な推定方法もない状況である。

以上のことから、現在の FRL の設定では、薪や木炭の消費量を用いた森林劣化による排出量の推定は見送られ、森林劣化による排出量の推定方法は、森林樹冠密度が密から中または疎、中から疎への変化に基づいた従来の方法を採用することとした。

## ii) 森林火災による森林劣化からの二酸化炭素排出量

中分解能撮像分光放射計 (MODIS)、FAOSTAT、KFS の統計データによる森林火災データを比較検討した。MODIS はアメリカ航空宇宙 (NASA) が開発した放射計で、放射線の観測により森林火災を検出することができる。FAOSTAT と KFS のデータを比較検討した結果、MODIS の火災データは森林地域で確認されており、FAOSTAT のデータも同様の傾向を示していたことから、MODIS の火災データが最も有効であると判断された。つまり、ケニアでは MODIS の火災データの精度と互換性が高い。

しかしながら、前述のように、森林劣化による排出量の推定方法は、薪や木炭の消費、森林火災を用いない従来の方法を採用することになったため、森林火災データも使用しないこととなった。

## b) 枯損木やリターの炭素プールへの活用

ケニアで実施された過去の森林インベントリ報告書によると、枯損木やリターの炭素量は少ないことが検出された。これにより、枯損木やリターは炭素プールとしては重要ではないことが証明された。また、枯損木は薪や木炭として利用されていると考えられている。薪や炭の生産量に基づいて森林劣化の炭素排出量を推定すると、炭素排出量が二重にカウントされてしまう危険性がある。したがって、枯損木やリターを測定対象の炭素プールに含めないこととした。

## c) 非森林から天然林の密への変化による EF の再検討

設定された非森林から天然林の密への変化の EF は、IPCC ガイドラインで示されている年間成長量の標準値に 2000 年と 2014 年の参照年の場合の参照期間 14 年を掛け合わせることで計算され

た量に比べて過大であると指摘された。天然林の密が成熟した森林であることを前提にすると、非森林から天然林の密への変化量の EF 値を、成熟した森林に成長するまでの期間を考慮して設定する必要がある。例えば、成熟した森林に成長するのに 60 年かかるとすれば、現在の EF を 60（年）で割った値に 14（年）を掛けて EF を修正する方法が考えられる。そのため、ケニアの森林がどのくらいの期間で成熟するのかを調査した。調査の結果、SLEEK による成長モデルの利用の可能性があることが認識された。しかしながら、この成長モデルを含む SLEEK のマニュアルはこの時点で開発されていないことが判明した。したがって、成長曲線を作成するためのキャパシティビルディングが将来的に必要であり、現状はこの方法を活用できないことが判明した。

一方、非森林から森林への転換については、上記の成長モデルを用いる代わりに、想定される参照期間から森林は 20 年に達していないことから、IPCC2006 年のガイドラインにある 20 年生未満の森林の成長率を用いて EF を算出することが提案された。また、成長量からの計算の結果、その量が特定の樹冠クラスのストック量を超えた場合は、そのストック量を EF とすることにした。

#### d) 参照期間における参照年の追加

FRL の最初のドラフトでは、参照期間に参照年を追加することが推奨された。そこで、参照期間である 2000 年～2014 年のポイントを増やすことが検討されたが、衛星画像の品質が良いのは 2000 年に近い年だけであり、その年のデータを使って参照年を増やすには近すぎるため、参照年を増やすことは困難と判断された。一方、DRSRS を主体として、2018 年の土地被覆/土地利用図が作成された。

このため、最新の土地被覆・土地利用データに基づいた年である 2018 年を基準年として追加することを検討した。検討した結果、2000 年、2014 年、2018 年を基準年とすることが当初考えられた。しかしながら、以下の理由により、2002 年と 2018 年の 2 点を基準年とすることが提案された。

まず、2000 年ではなく 2002 年を採用した理由は以下のとおり。

2001 年には、167,000 ヘクタールの林地を伐採する計画の一部が、マウ地区の森林で部分的に実施され、少なくとも 67,000 ヘクタールの林地が農地に転換された。2002 年は、2001 年に実施されたこの大規模な伐採の直後であり、それ以上の伐採は行われていない。

また、2002 年に新政府が誕生したことで、「ビジョン 2030」の目標のもと、大規模な開発が計画された。さらに、2002 年以降は、森林保護につながるような環境に優しい政策が数多く制定された。気候変動関連の政策としては、「2010 年国家気候変動戦略」、「2016 年ケニア気候変動法」、「2016 年国家気候変動枠組み政策」、「2018 年気候変動行動計画」などがある。

そのため、2000 年ではなく 2002 年を基準年とすることが提案された。

次に、基準年を 2 つにした理由は以下のとおりである。

2002 年、2014 年、2018 年の 3 点の基準年に基づいて過去の排出量を計算した結果、2014 年から 2018 年の年間排出量を、2002 年から 2014 年の同値と比較したところ、2014 年から 2018 年の年間排出量は、4 倍以上の大きな値となった。これは、前述のように森林炭素の強化の EF は参照期間を掛けて算出しており、2002 年から 2014 年までの 12 年間と 2014 年から 2018 年までの 4 年間で基準にすると、後者の EF の値が前者の値よりも小さくなっていることが考えられる。これは、

非森林から森林への変化としては同じであるにもかかわらず、2014 年から 2018 年までの 4 年間の方が吸収量も小さくなる。

また、例えば、2002 年から 2014 年まで非森林から森林に変化した場所が、2014 年から 2018 年まで非森林に再度変化した場合、前述のように、2002 年から 2014 年までの EF は、年間成長量に基づいて設定されており、2014 年時点ではその年間成長量をベースとした EF 値と同じ CO2 ストック量しか持っているにもかかわらず、現状の方法では、それよりも大きいプロットデータに基づく CO2 ストック量が 2014 年から 2018 年の間に排出された計算になってしまう。この点を解決するためには、時系列分析（TSA）の考え方（2 つの期間に分けて考えるのではなく、1 つのピクセルを全期間追うイメージ）で、同じ場所が 3 つの参照年でどのように変化したのかを捉えることができれば、1 つの期間の同じ変化において、異なる EF 値の採用によって、より正確な排出量を推定することができる。しかしながら、ケニアでは森林が密、中、疎に分類されているため、この TSA を実施することはかなりの労力を要するため困難であった。このような状況を考慮して、FRL の参照年と参照期間を 2002 年と 2018 年の 2 つの時点で設定することが提案された。

一方、参照年は、土地被覆/土地利用図の時系列作成に使用した衛星画像の品質などの技術的条件に基づいて選択する必要がある。表 1.3.4.20 は、衛星画像の品質を示している。緑色で示された年は、1) (a) で記述された NO-DATA 面積率が小さく、ストライプの影響の少ない品質の良い LANDSAT 画像を使用しており、地図作成に適している。一方、黄色で表示されている年は、無色で表示されている年に比べて、ストライプの影響の比率が低いため、2 番目に良い品質の LANDSAT 画像を利用している。これによると、2002 年と 2018 年は品質の良い年である。

表 1.3.4.20 衛星画像のデータスクリーニングの結果

|                               | 2000  | 2002  | 2003  | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    | 2008    |
|-------------------------------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| No DATA (%)                   | 6.50% | 6.53% | 8.56% | 23.77%  | 20.86%  | 23.13%  | 26.14%  | 28.00%  |
| LANDSAT4 (scene)              | 0     | 0     | 0     | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT5 (scene)              | 0     | 0     | 0     | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT7 (scene)              | 34    | 34    | 34    | 34      | 34      | 34      | 34      | 34      |
| Missing scenes                | 0     | 0     | 0     | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| LANDSAT8 (scene)              | 0     | 0     | 0     | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       |
| Stripping Effect (scene)      | 0     | 0     | 0     | 34      | 34      | 34      | 34      | 34      |
| Ratio of Stripping Effect (%) | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

|                               | 2009   | 2010   | 2011   | 2012    | 2013   | 2014  | 2015  | 2018  |
|-------------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|
| No DATA (%)                   | 15.85% | 6.81%  | 12.51% | 20.85%  | 16.98% | 3.75% | 4.00% | 4.30% |
| LANDSAT4 (scene)              | 0      | 0      | 0      | 0       | 0      | 0     | 0     | 0     |
| LANDSAT5 (scene)              | 11     | 24     | 15     | 0       | 0      | 0     | 0     | 0     |
| LANDSAT7 (scene)              | 23     | 9      | 19     | 34      | 13     | 0     | 0     | 0     |
| Missing scenes                | 0      | 1      | 0      | 0       | 0      | 0     | 0     | 0     |
| LANDSAT8 (scene)              | 0      | 0      | 0      | 0       | 21     | 34    | 34    | 34    |
| Stripping Effect (scene)      | 23     | 9      | 19     | 34      | 13     | 0     | 0     | 0     |
| Ratio of Stripping Effect (%) | 64.60% | 26.50% | 55.90% | 100.00% | 38.20% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |

2019 年 7 月の REDD + TWG では、参照年と参照期間は上記のように一旦決定されたが、同年 8 月に開催された国家インベントリー報告書と GHG インベントリーの研修では、1) 参照年の追加による参照期間の改善が可能であれば検討する、2) 1995 年から 2015 年までの 5 年間隔で排出量を推定する、などの提案がなされた。この研修では、FRL の参照年の追加についても議論され、2002 年、2006 年、2010 年、2014 年、2018 年の 5 つのデータを活用して、4 年間隔で参照年を追加することが提案された。

この研修を踏まえて、3 つ以上の参照年データポイントで AD を推定する方法を再度検討することとし、排出量の実績値を確認するために 3 つの参照年データポイントと 5 つの参照年データポイントで排出量の試算を行った結果、2002 年、2006 年、2010 年、2014 年、2018 年の 5 つのデータポイントの参照年と、2002-2006、2006-2010、2010-2014、2014-2018 の 4 つの期間に基づいて AD を設定することになった。

#### e) 森林樹冠密度の低いクラスから高いクラスへの転換の EF の再検討

森林の樹冠密度の高密度化による森林のストック量の改善に関して、森林樹冠密度の低いクラスから高いクラスへの転換のための EF を、IPCC2006 年のガイドラインに基づいて 20 年以上の森林層の年間成長量を用いて計算することとなった。20 年以上の数値を使うこととしたのは、以前に劣化し、ある程度年数が経っている森林が成長して、ストック量が増強されることによる。また、森林は保全を開始した後に成長のプロセスを経るということから、樹冠率の改善（天然林の疎林が天然林の密林に変わる場合など）による森林層は、年間成長量に年数を掛け合わせた炭素ストック量を獲得することとなる。

#### f) 人工林の樹冠密度の統合

人工林の樹冠率のばらつきは、森林劣化と森林炭素の強化に関連しない可能性がある。そのため、ケニアでは人工林の樹冠率を密・中・疎に区分せず、単一とした。

#### (c) UNFCCC に提出する FRL レポートの作成

上記の結果に基づき、FRL レポートが改訂された。修正された過去の排出量は以下のとおりである。

表 1.3.4.21 森林区分毎の過去の年間 CO<sub>2</sub> 排出量 (tCO<sub>2</sub>/年)

| 森林区分         | 年間 CO <sub>2</sub> 排出量 (CO <sub>2</sub> t/年) |            |            |            |            |
|--------------|----------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|              | 2002-2006                                    | 2006-2010  | 2010-2014  | 2014-2018  | 平均         |
| 山岳林及び西部熱帯降雨林 | 44,644,932                                   | 26,587,270 | 29,212,476 | 31,226,464 | 32,917,786 |
| 海岸林及びマングローブ林 | 4,824,805                                    | 2,015,603  | 5,196,054  | 9,712,528  | 5,437,247  |
| 乾燥林          | 10,631,166                                   | 7,666,989  | 14,132,878 | 12,239,340 | 11,167,593 |
| 官公人工林        | 2,732,682                                    | 1,829,312  | 1,887,435  | 4,276,302  | 2,681,433  |
| 合計           | 62,833,585                                   | 38,099,174 | 50,428,843 | 57,454,634 | 52,204,059 |

表 1.3.4.22 REDD+活動毎の過去の年間 CO<sub>2</sub> 排出量 (tCO<sub>2</sub>/年)

| REDD+活動    | 年間 CO <sub>2</sub> 排出量 (CO <sub>2</sub> t/年) |             |            |            |            |
|------------|----------------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|
|            | 2002-2006                                    | 2006-2010   | 2010-2014  | 2014-2018  | 平均         |
| 森林減少       | 54,755,246                                   | 39,143,087  | 48,736,134 | 50,033,292 | 48,166,940 |
| 森林劣化       | 13,836,587                                   | 8,350,601   | 9,563,829  | 11,792,785 | 10,885,950 |
| 森林の持続可能な管理 | 2,732,682                                    | 1,829,312   | 1,887,435  | 4,276,302  | 2,681,433  |
| 森林炭素の強化    | -8,490,930                                   | -11,223,826 | -9,758,555 | -8,647,746 | -9,530,264 |
| 合計         | 62,833,585                                   | 38,099,174  | 50,428,843 | 57,454,634 | 52,204,059 |

FRL の構築方法は、平均法であることから、2002 年から 2018 年までの排出量と吸収量の過去平均を 4 年間隔で算出したものを平均した。そのため、上の表の過去の平均的な年間排出量を基準にすると、FRL の値は以下ようになる。

森林参照レベル (CO<sub>2</sub>t/年) : 52,204,059

修正された FRL 報告書に基づいて、2019 年 12 月 9 日、10 日に最終の関係者ワークショップが開催された。KFS、DRSRS、MoEF、KEFRI などの政府機関、JICA 専門家、大学、民間企業、Wildlife Works などの NGO から合計 30 名が参加した。ワークショップでは、AD、EF、排出量推定といった FRL の各要素が詳しく説明され、それぞれのトピックについて議論が行われ、最終的には、参加者全員が改訂版の FRL 報告書に基本的に合意した。

関係者ワークショップでの議論を基に作成された FRL レポートの最終ドラフトは、2019 年 12 月 16 日に KFS の CCF に提出され、UNFCCC に提出するための最終承認を得るため、MoEF に廻された。MoEF の承認を得て、2020 年 1 月 6 日に UNFCCC に報告書を提出した (UNFCCC に提出した FRL レポートについては、付属資料 23 を参照)。

#### **(5) UNFCCC による技術評価に基づく FRL の改善の支援**

当初の計画では、UNFCCC による一連の技術評価 (TA) の中の評価セッションは、3 月 16 日の週にドイツのボンで開催される予定だったが、COVID-19 のパンデミックのために延期された (当初の計画については、付属資料 24 参照)。その後の UNFCCC の調整により、ケニアの FRL については、6 月 8 日から 12 日にかけてリモート・アセスメント・セッションとして開催された (改訂版の TA 計画については、付属資料 25 参照)。

リモートセッションに先立ち、ケニアの FRL を担当する UNFCCC の TA チームは、ケニアに対して、UNFCCC に提出された FRL 報告書に関する質問・確認事項への回答を求めた。その回答を作成し、TA チームに提供した。

リモート・アセスメントは、質問・確認事項とその回答に基づいて行われた。また、審査の際には、TA チームから追加の質問があり、ケニアはそれに対応し、回答した。TA で議論された主な事項は、1) 森林定義における森林タイプの閾値 (15%、40%、65%) の設定の根拠、2) Excel スプレッドシートに基づく排出量の推定方法の確認 (FRL 値の計算でエクセルの四捨五入の関係で、表面上の数値にずれが生じている点)、3) 衛星画像の解析方法の確認、4) 官公人工林を対象としている森林の持続的管理の活動の AD と EF 及び活動の考え方等の確認、5) GHG インベントリーと FRL の整合性、6) 森林炭素の強化に関する活動の EF の確認であった (照会・回答の詳細は付属資料 26 を参照)。

TA 結果に基づいて FRL 報告書の修正作業が進められ、修正した FRL レポートを 2020 年 8 月に UNFCCC に提出した (修正 FRL レポートについては、付属資料 27 を参照)。

修正された主な点は、1) 森林定義の根拠の追加、2) 5 つの REDD+活動のうち、森林の持続可能な管理の対象となる KFS 管理の人工林の明確化、3) 対象 REDD+活動に森林炭素ストックの保全を含めない理由の追記、4) GHG インベントリーとの整合性に関する記載の修正、5) 四捨五入による数値の違いの説明、6) FRL レポート表 20-23 の内容を本文で説明、7) 将来の改善に向けて、地下部バイオマスの計測や非森林地域の特に永年性農地等における炭素ストックの測定について



の追記であった。

UNFCCC に提出した修正 FRL レポートでは、過去の排出量は 2020 年 1 月に提出した FRL レポートから変更されず、表 1.3.4.21 及び表 1.3.4.22 のとおりである。したがって、FRL 値も修正されず、

FRL 値 (tCO<sub>2</sub>/年) : 52,204,059

である。

TA チームは、修正された FRL の提出を受けて、ドラフト TA レポートを作成した。この報告書のドラフト版には、ケニア側からコメントが提出され、TA 報告書は、同コメントに基づいて最終的に作成され、以下の URL で公表された。

<https://unfccc.int/documents/267566>

### 1.3.5 森林被覆変化モニタリング（ケニア国全土）に関する活動

ケニア国全土の森林被覆変化モニタリングについては、ケニア国では樹冠を疎、中、密の 3 つの森林タイプに区分して画像分類していることから、本コンポーネントでは、樹冠疎密度がモニタリングできる手法を検討し、モニタリング機能の構築を図った。しかしながら、2019 年 2 月 14 日～21 日までの中間レビューで、FRL 開発を含む REDD+プロセス活動に対し、限られた JICA 専門家の投入を行うためには、コンポーネントの活動を効率的かつ柔軟に調整することが求められたことから、この活動は中間レビュー時に中止となった。なお、ケニア国では、タイムシリーズ土地被覆／土地利用図を年ベースで更新する可能性があること、かつ、JJ-FAST による森林被覆変化モニタリングも可能であることも理由として挙げられる。本節では、中間レビューまでに本コンポーネントで実施した本活動に関しての(1)持続的な森林被覆モニタリング手法の検討、及び(2)森林被覆モニタリング機能の構築について述べる。

#### (1) 持続的な森林被覆モニタリング手法の検討

森林被覆変化モニタリングは、年に 1 回の頻度で実施することとされていた。一方、モニタリングの対象として「森林減少」、「森林劣化」、「森林回復」があげられる中で、年 1 回と言うことを考慮すると、「森林減少」と「森林回復」については、SLEEK による手法を活用して年毎に土地被覆/土地利用図を作成することで一つの持続的な森林被覆変化モニタリングとすることが可能である（2017 年～2018 年の協議時には、年 1 回の土地被覆/土地利用図の作成が検討されていた。NFMS 文書で示された NFMS カレンダーでは、2 年に 1 回の同地図の作成が計画されている）。そのため、「森林劣化」を対象とした変化モニタリングについて、カウンターパートと協議を重ね検討を行った。その結果、土地被覆/土地利用図における森林タイプ（疎・中・高樹冠密度別）の分類精度向上や森林劣化抽出の一環として、光学衛星画像を使った森林樹冠密度の解析手法について検討していくこととした。この森林樹冠密度を統一した指数として時系列に比較することで密度の変化具合が分かり、「森林劣化」の変化モニタリングが可能となる。

森林樹冠密度解析については、土地被覆分類から樹冠密度を 2 段階～3 段階に分ける方法や、植生指数 (NDVI : Normalized Difference Vegetation Index) の高低で樹冠密度を段階で分けるなどいろいろな手法があるが、土地被覆分類の場合における分類の困難さと分類エラーの発生、植生指数の高低が単なる樹冠密度だけに依存していない等の問題点もある。そのため、できるだけ樹冠密度の濃淡に依存した数値が出る手法となるよう心掛けて検討した。

検討を重ねた結果、樹冠密度を抽出する方法としては、植生指数と裸地指数（BI：Bare land Index）を組み合わせた疎密度解析を使うこととした。この方法の利点は、植生指数だけでなく裸地指数を組み合わせることで、植生指数に含まれている樹冠密度以外の要素を押さえ、樹冠密度で重要な指標の一つとなる地面の見え方の度合いも加味できる点にある。具体的には、両方の指数をそれぞれ個別に画像処理により抽出し、その両方の指数について各地点での割合を図 1.3.5.1 に示すようなグラフとしてプロットすることで、最適な樹冠疎密度指数の回帰式を導く。

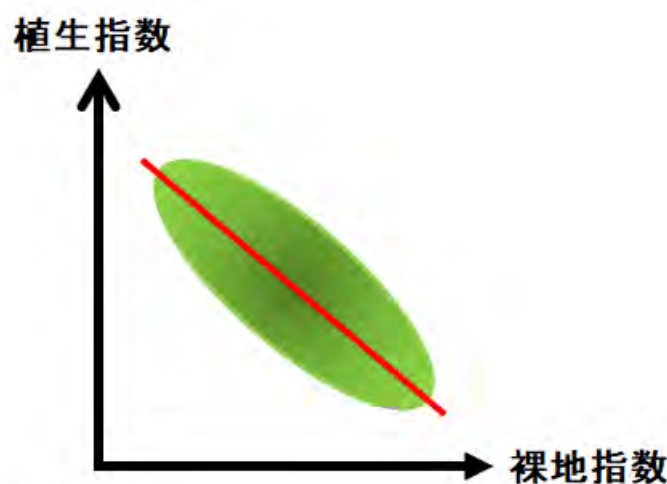


図 1.3.5.1 樹冠疎密度グラフ

樹冠密度解析を森林被覆変化モニタリングとして活用するには、年毎の衛星画像の平準化も必要である。平準化することにより、各年時の衛星画像における樹冠疎密度指数を同じ基準でモニタリングすることができるようになる。ここで言う衛星画像の平準化とは、同じ場所でも観測年時の違いによって輝度値にバラつきのある衛星画像を観測年時によらない均一衛星画像として揃えることであり、この平準化により衛星画像に含まれる大気による影響を除去する大気補正も同時に実施されることになる。

衛星画像の平準化後については、樹冠疎密度指数を算出することになるが、その前に地域特性にあった最適な植生指数ならびに裸地指数について求める必要がある。そのため、平準化後の衛星画像を使って、森林域における衛星画像の各バンド（例えば青、緑、赤、近赤外、中間赤外など）の輝度値について調査し、各バンドの有効性について検討することとした。これは、森林樹冠密度解析に最適なバンドを検討するために必要なステップとなる。

## (2) 森林被覆変化モニタリング機能の構築

森林被覆変化モニタリング機能の構築では、上記の持続的な森林被覆変化モニタリング手法の検討結果にもとづき、最適な衛星画像のバンドの組み合わせによる樹冠疎密度指数の算出について、具体的に実施することとした。

ケニア国の土地被覆状況は様々な様相を呈しており、森林域についても「山岳林 / 西部熱帯降雨林」、「海岸林 / マングローブ」、「乾燥地林」のように森林タイプが地域毎で違っているため、森林タイプ別に最適なバンドを調査する必要がある。また、これは、地域特性が違うことによる衛星画像の色調の違いに対応するためでもある。そのため、各森林タイプや地域特性が違っている衛星画像を使う必要があり、3 シーン分の衛星画像を機能構築のためのテストエリアとした。実

際に使うシーンについては、カウンターパートの方で検討し、一つは 2020 年版土地被覆/土地利用図作成指導のパイロットエリアとして設定したカカメガ森林域が入った衛星画像エリアとした。また、変化モニタリングの機能構築であることから、2013 年、2014 年、2015 年、2016 年、2017 年の 5 時期の LANDSAT-8 号衛星画像を活用することとした。

設定した 3 シーンの各年時における衛星画像については、各地域での各バンド（例えば青、緑、赤、近赤外、中間赤外など）を年時間で比較するためにも平準化を行うこととした。衛星画像の平準化については、各年時の衛星画像から共通して使える変化の無い明るい地点と暗い地点を抽出し、平準化式を算出することで行う。そのため、活用する各年時の衛星画像の観測時期をできるだけ同じにそろえることとした。

中間レビュー後、森林被覆モニタリング機能の構築は、上述の計画段階以降は中止となったが、本コンポーネントで検討した樹冠密度解析手法は、「森林劣化」を対象とした森林被覆変化モニタリングとなるだけでなく、森林タイプ（疎・中・高樹冠密度別）の分類精度向上につながる。今後、ケニア側でこの解析手法を活用した森林被覆モニタリング機能を構築していくことが期待される。

### 1.3.6 MRV 研修に関する活動

MRV 研修は、REDD+の概要や MRV の方法論の習得をとおして、ケニア国での REDD+活動の実践において MRV を適切に実施するための人材育成を目的としている。本コンポーネントで KFS 職員を対象に 4 回の MRV 研修を実施し、延べ参加者数は 94 名であった。第 1 回と第 2 回の MRV 研修では、REDD+の知識を有していない KFS 職員を中心に、REDD+の基礎知識の習得を目指した。第 3 回及び第 4 回 MRV 研修は、第 1 回及び第 2 回 MRV 研修の参加者を対象に、ケニア国に關係する REDD+の専門的知識やケニア国の REDD+準備活動の進捗状況等を把握するために応用編として実施した。表 1.3.6.1 に各 MRV 研修の開催概要を示す。また、各 MRV 研修資料を付属資料 28～付属資料 31 に示す。

なお MRV 研修は例年 7 月の開催を予定したが、第 3 回 MRV 研修については 2020 年 1 月に UNFCCC へ提出した FRL を講義内容に組み入れいることから開催時期を 2020 年 1 月に変更した。また、第 4 回 MRV 研修については当初、2020 年 7 月に開催を予定していたが、COVID-19 感染拡大の影響を受けて、日本人専門家の渡航が規制されたことから、2021 年 7 月へ開催時期を変更した。

表 1.3.6.1 MRV 研修の開催概要

| コース | 開催    | 日付                      | 場所       | 参加者数 | 内容                                                                | 付属資料    |
|-----|-------|-------------------------|----------|------|-------------------------------------------------------------------|---------|
| 基礎  | 第 1 回 | 2017 年<br>7 月 5 日、6 日   | Naivasha | 24   | REDD+ 概要、ケニア国の REDD+の取り組み、MRV としての NFMS の概要、AD 計測方法ほか、排出係数の計測方法ほか | 付属資料 28 |
|     | 第 2 回 | 2018 年<br>7 月 4 日、5 日   |          | 30   |                                                                   | 付属資料 29 |
| 応用  | 第 3 回 | 2020 年<br>1 月 21 日—23 日 | Nakuru   | 20   | REDD+と NFMS の概要の復習、FIP の概論と紹介、森林インベ                               | 付属資料 30 |

| コース | 開催  | 日付               | 場所 | 参加者数 | 内容                           | 付属資料       |
|-----|-----|------------------|----|------|------------------------------|------------|
|     | 第4回 | 2021年<br>7月7日—9日 |    | 20   | ントリーの現地実習、住民参加型モニタリング手法の紹介ほか | 付属資料<br>31 |

以下、各 MRV 研修の開催状況を、基礎：第1回及び第2回と、応用：第3回及び第4回に分けて記載する。

### (1) MRV 研修計画の策定

#### (基礎コース：第1回及び第2回)

第1回 MRV トレーニングについては C/P と協議の上、今後のケニアの REDD+ を担っていく人材を育成することを目指した。このため、REDD+ の知識を有していない KFS 職員を対象として、REDD+ の全般とケニアの状況を理解し、MRV の M、特に AD と EF についての理解を図る目的で講義を計画した。1 日目に REDD+ 概論と MRV の M としての NFMS について、2 日目に AD と EF（森林インベントリーとバイオマス調査）についての講義を取り入れた（表 1.3.6.2）。

また、第2回 MRV 研修では、第1回 MRV 研修実施後の改善として研修生による意見をより多く取り入れるため、第1回 MRV 研修講義内容にグループワークの時間を設定して、研修生による討議、発表の時間を設けた（表 1.3.6.3）。

表 1.3.6.2 第1回 MRV 研修の講義内容

| 1 日目              |                                |                     |
|-------------------|--------------------------------|---------------------|
| 時間                | 活動                             | 担当                  |
| 8.30am - 9.00am   | 受付                             | Ms. Florence Tuukuo |
| 9.00am - 9.20am   | 研修目的の確認と CADEP-SFM プロジェクトの概要   | Mr. Peter Nduati    |
| 9.20am - 10.50am  | REDD+ の概要－背景と REDD+ メカニズムについて① | 加藤和久                |
| 11.00am - 11.30am | 休憩                             |                     |
| 11.30am - 1.00pm  | REDD+ の概要－背景と REDD+ メカニズムについて② | 加藤和久                |
| 1.00pm - 2.00pm   | 昼休憩                            |                     |
| 2.00pm - 3.30pm   | ケニアにおける REDD+ の進捗              | Mr. Peter Nduati    |
| 3.30pm - 4.00pm   | 休憩                             |                     |
| 4.00pm - 5.30pm   | MRV における M としての NFMS の概要       | 加藤和久                |

| 2 日目               |                                                       |     |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-----|
| 時間                 | 活動                                                    | 担当  |
| 8.30am - 10.00am   | AD（活動データ）の計測<br>リモートセンシングの概要と森林モニタリングにおけるリモートセンシングの利用 | 佐藤圭 |
| 10.00am - 10.30 am | 休憩                                                    |     |

| 2 日目              |                                               |                   |
|-------------------|-----------------------------------------------|-------------------|
| 時間                | 活動                                            | 担当                |
| 10.30am - 12.00pm | AD（活動データ）の計測<br>SLEEK 地図の作成と土地被覆/土地利用変化マトリックス | Ms. Faith Mutwiri |
| 12.00pm - 1.30pm  | EF（排出係数）の計測<br>NFI                            | 山下一宏              |
| 1.30 pm - 2.30 pm | 昼休憩                                           |                   |
| 2.30 pm - 4.00pm  | EF（排出係数）の計測<br>バイオマス量から炭素蓄積量の算出               | 藤村さほり             |
| 4.00pm - 4.30pm   | 確認テストと研修終了挨拶                                  | Mr.Peter Nduati   |
| 4.30pm - 17.00pm  | 解散                                            |                   |

表 1.3.6.3 第 2 回 MRV 研修の講義内容

| 1 日目              |                                                           |                           |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|
| 時間                | 活動                                                        | 担当                        |
| 8 : 30 ~ 9 : 00   | 受付                                                        | Ms. Florence Tuukuo Sialo |
| 9 : 00 ~ 9 : 20   | オリエンテーションと自己紹介                                            | Mr.Peter Nduati           |
| 9 : 20 ~ 11 : 20  | REDD+の概要－背景と REDD+メカニズムについて                               | 加藤和久                      |
| 11 : 20 ~ 11 : 50 | 休憩                                                        |                           |
| 11 : 50 ~ 13 : 00 | NFMS の概要                                                  | 加藤和久                      |
| 13 : 00 ~ 14 : 00 | 昼休憩                                                       |                           |
| 14 : 00 ~ 15 : 30 | ケニア国における REDD+の進捗                                         | Mr.Peter Nduati           |
| 15 : 30 ~ 16 : 00 | 休憩                                                        |                           |
| 16 : 00 ~ 17 : 30 | AD（活動データ）の計測<br><br>リモートセンシングの概要と森林モニタリングにおけるリモートセンシングの利用 | 佐藤圭                       |

| 2 日目              |                                                        |                          |
|-------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|
| 時間                | 活動                                                     | 担当                       |
| 9 : 00 ~ 10 : 00  | AD（活動データ）の計測<br>SLEEK 地図の作成と土地被覆/土地利用変化マトリックス          | 佐藤圭                      |
| 10 : 00 ~ 10 : 30 | 休憩                                                     |                          |
| 10 : 30 ~ 11 : 30 | EF（排出係数）の計測<br>NFI                                     | 佐藤嘉彦                     |
| 11 : 30 ~ 12 : 30 | EF（排出係数）の計測<br>バイオマス量から炭素蓄積量の算出                        | Mr. Fredrick Ojuang      |
| 12 : 30 ~ 13 : 30 | 昼休憩                                                    |                          |
| 13 : 30 ~ 15 : 10 | グループワーク<br>・ 討議課題の導入<br>・ グループ討議<br>・ グループ討議内容の発表、質疑応答 | Mr. Peter Nduati<br>加藤和久 |
| 15 : 10 ~ 15 : 30 | 確認テスト                                                  | 加藤和久                     |
| 15 : 30 ~ 16 : 00 | 休憩                                                     |                          |
| 16 : 00 ~ 16 : 30 | 研修のふりかえり及び確認テストの正答確認                                   | Mr. Peter Nduati<br>加藤和久 |



| 2 日目              |        |                 |
|-------------------|--------|-----------------|
| 時間                | 活動     | 担当              |
| 16 : 30 ~ 17 : 00 | 研修終了挨拶 | Mr.Peter Nduati |

#### (応用コース：第3回及び第4回)

第3回及び第4回 MRV 研修については C/P と協議の上、主として第1回、第2回 MRV 研修の参加者を対象として、より高度な MRV の知識と技術の習得、ケニア国の REDD+準備状況の把握を目標とした。特に、ケニア国の森林由来の炭素排出量の基準となる FRL について、FRL 設定における方法論を学ぶことで、今後のケニア国内の REDD+活動の推進に繋げることを狙いとした。また、今後のモニタリング活動で重要となる NFI の実施を想定して、森林インベントリー調査におけるプロット設定や樹木測定の手法を現地実習として取り入れた。研修内容を表 1.3.6.4 に示す。

森林内での現地実習を行うことから、KFS 職員とともに Nakuru 県内の KFS が所管する森林を事前に踏査し、森林内の状況（林内の見通し、下草の繁茂状況等）や現地へのアクセス条件、安全を考慮して研修会場等を計画した。

表 1.3.6.4 第3回及び第4回 MRV 研修の講義内容と担当者

|      | 時間                           | 活動                                                            | 担当                                           |
|------|------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 日目 | 8:30 - 9:00                  | 受付                                                            | Ms. Florence Tuukuo<br>/Ms. Veronica Syombua |
|      | 9:00 - 9:20                  | オリエンテーション                                                     | Mr.Peter Nduati                              |
|      | 9:20 - 10:20                 | 1.1 REDD+の概要—背景と REDD+のメカニズム（復習）                              | 加藤和久                                         |
|      | 10:20 - 11:10                | 1.2 ケニア国の NFMS の概要（復習）                                        | 加藤和久                                         |
|      | 11:10 - 11:30                | 休憩                                                            |                                              |
|      | 11:30 - 12:30                | ケニア国の FIP 開発                                                  | Mr. Richard Ngugi<br>Mwangi<br>泉保明伸          |
|      | 12:30 - 13:30                | 昼食                                                            |                                              |
|      | 13:30 - 15:30                | 1.3 ケニア国の FRL 設定(1)                                           | Ms. Faith Mutwiri                            |
|      | 15:30 - 16:00                | 休憩                                                            |                                              |
|      | 16:00 - 17:30                | 1.4 ケニア国の FRL 設定(2)                                           | Dr. Kinyanjui Mwangi                         |
| 2 日目 | 8:30 - 9:30                  | 2.1 現地実習の概要説明<br>1) 調査機器の使用手法<br>2) 調査プロットの設定方法<br>3) 樹木の測定方法 | Mr. Fredrick Ojuang<br>泉保明伸<br>佐藤嘉彦          |
|      | 9:30 - 10:30<br>@Alps hotel  | 2.2 森林インベントリー調査の現地実習(1)<br>調査機器の使用手法                          | 〃                                            |
|      | 10:30 - 11:30                | 休憩                                                            |                                              |
|      | 11:30 - 13:00<br>@KFS forest | 2.2 森林インベントリー調査の現地実習(2)<br>調査プロットの設定方法                        | 〃                                            |
|      | 13:00 - 14:00                | 昼食                                                            |                                              |
|      | 14:00 - 16:00<br>@KFS forest | 2.2 森林インベントリー調査の現地実習(3)<br>樹木の測定方法                            | 〃                                            |
|      | 16:00 - 16:30                | 休憩                                                            |                                              |
| 3 日目 | 8:30 - 9:30                  | 3.1 プロットデータを用いた森林バイオマス量、森林炭素蓄積量の算出                            | Mr. Fredrick Ojuang                          |
|      | 9:30 - 10:00                 | 3.2 住民参加型モニタリング手法の紹介                                          | 佐藤嘉彦                                         |
|      | 10:00 - 10:30                | 休憩                                                            |                                              |
|      | 10:30 - 12:30                | 3.3 グループワーク                                                   | Mr.Peter Nduati                              |

| 時間            | 活動                                      | 担当                      |
|---------------|-----------------------------------------|-------------------------|
|               | テーマ：ケニア国の土地被覆/土地利用変化<br>図を用いた森林減少・劣化の分析 | 加藤和久                    |
| 12:30 - 13:30 | 昼食                                      |                         |
| 13:30 - 14:30 | 研修のふりかえり                                | Mr.Peter Nduati<br>加藤和久 |

## (2) MRV 研修の実施

### (基礎コース：第1回及び第2回)

第1回 MRV 研修は2017年7月5日、6日の2日間に Nivasha の Masada Hotel で開催した。開催概要は下記のとおり。

|      |                                                     |
|------|-----------------------------------------------------|
| 研修目標 | : REDD+の全般とケニアの状況を理解し、MRV の M、特に AD と EF についての理解を図る |
| 参加者  | : KFS 職員 24 名                                       |
| 日時   | : 第1回 2017年7月5日～6日（2日間）                             |
| 場所   | : Masada Hotel （Nivasha）                            |

参加者は REDD+の知識を有していない KFS 職員を対象とし、基本的に KFS 本局より 10 名、各 Conservancy （保全局）より 2 名（若手 1 名＋中堅 1 名）の計 30 名を参集した。研修当日に計 6 名の欠席があったため、合計 24 名での実施となった（表 1.3.6.5）。研修の実施状況を図 1.3.6.1 に示す。

表 1.3.6.5 第1回 MRV 研修参加者

| No. | 氏名                           | 県          | 所属                |
|-----|------------------------------|------------|-------------------|
| 1   | ERICK ABUNGU                 | Nandi      | North Rift        |
| 2   | TOBIAS ACHUNGU               | Uasingishu | North Rift        |
| 3   | PATRICIA KITHEKA             | Nairobi    | Nairobi           |
| 4   | PHILIP KOSGEY                | Nairobi    | Nairobi           |
| 5   | ROBERT KIPLAGAT TARUS        | Nyeri      | Central Highlands |
| 6   | CAROLINE JULIA NJUA          | Kiambu     | Central Highlands |
| 7   | BENJAMIN PARENO              | Kajiado    | Nairobi           |
| 8   | BENJAMIN MUINDI              | Kajiado    | Nairobi           |
| 9   | CHARLES MURIUKI              | Kajiado    | Nairobi           |
| 10  | DANIEL MBURU                 | Kajiado    | Nairobi           |
| 11  | ELIZABETH MUTHONI KARIUKI    | Embu       | Eastern           |
| 12  | MARGARET WANJIRU (NYANDARUA) | Nyandarua  | Central Highlands |
| 13  | EUNICE NJOROGE               | Nyandarua  | Central Highlands |
| 14  | DOMINIC MUSANGO              | Nairobi    | KFS HEADQUARTERS  |
| 15  | ALEX KATHUKU                 | Nairobi    | KFS HEADQUARTERS  |
| 16  | CAROLINE BUSURU              | Nairobi    | KFS HEADQUARTERS  |
| 17  | EDWARD K. MUNENE             | Baringo    | Mau               |

| No. | 氏名                        | 県         | 所属                |
|-----|---------------------------|-----------|-------------------|
| 18  | BONIFACE MULWA            | Kericho   | Mau               |
| 19  | AMBROSE GENGA             | Nakuru    | Mau               |
| 20  | PETER KARIUKI KOORO       | Kirinyaga | Central Highlands |
| 21  | PETER NGANGA              | Kirinyaga | Central Highlands |
| 22  | SIMON GUCHU               | Thika     | Central Highlands |
| 23  | FREDRICK OJUANG           | Nairobi   | KFS HEADQUARTERS  |
| 24  | MARGARET WANJIRU(NAIROBI) | Nairobi   | Nairobi           |



写真 1：C/P 職員によるファシリテーション



写真 2：日本人専門家による講義



写真 3：C/P 職員による講義



写真 4：講義終了後の集合写真

### 図 1.3.6.1 第 1 回 MRV 研修の実施状況

第 2 回 MRV の開催概要を下記に示す。

|      |                                                     |
|------|-----------------------------------------------------|
| 研修目標 | : REDD+の全般とケニアの状況を理解し、MRV の M、特に AD と EF についての理解を図る |
| 参加者  | : KFS 職員 30 名（表 1.3.6.6）                            |
| 日時   | : 第 2 回 2018 年 7 月 4 日～5 日（2 日間）                    |
| 場所   | : Masada Hotel（Naivasha）                            |

研修の実施状況を図 1.3.6.2 に示す。

### 表 1.3.6.6 第 2 回 MRV 研修参加者名簿

| No | 氏名                 | 職名       | 県             | 所属                |
|----|--------------------|----------|---------------|-------------------|
| 1  | Jane Chepkonga     | ACF*     | Kiambu        | Central Highlands |
| 2  | Charles Muriuki    | ACF      | Nakuru        | Mau               |
| 3  | Amina Osman        | ACF      | Muranga       | Central Highlands |
| 4  | Margaret Wanjiru   | ACF      | Nakuru        | Mau               |
| 5  | Beth Welemba       | ACF      | Narok         | Mau               |
| 6  | Erick Migaya       | ACF      | Uasin Gishu   | North Rift        |
| 7  | Edwin Kipkut       | ACF      | Nyandarua     | Central Highlands |
| 8  | Joseph Macharia    | ACF      | Kajiado       | Nairobi           |
| 9  | Isaac Omoding      | ACF      | Migori        | Nyanza            |
| 10 | Ambrose Genga      | ACF      | Kilifi        | Coast             |
| 11 | Brian Watiri       | ACF      | Kilifi        | Coast             |
| 12 | Hance Juma         | Forester | Isiolo        | Ewaso North       |
| 13 | Salome Biwott      | Forester | Tharaka Nithi | Eastern           |
| 14 | Antony Tompoi      | Forester | Meru          | Eastern           |
| 15 | Allan Awita        | Forester | Laikipia      | Central Highlands |
| 16 | David Keiza        | Forester | Kiambu        | Central Highlands |
| 17 | Dominic Mose       | Forester | Muranga       | Central Highlands |
| 18 | Pius Mugendi       | Forester | Meru          | Eastern           |
| 19 | Eliud Thuo         | Forester | Kericho       | Mau               |
| 20 | Everline Kiptoo    | Forester | Muranga       | Central Highlands |
| 21 | Geofrey Olemeibuko | Forester | Meru          | Eastern           |
| 22 | Irine Kiprono      | Forester | Makueni       | Eastern           |
| 23 | Jacob Kongo        | Forester | Kitui         | Eastern           |
| 24 | Sarah Keah         | Forester | Nyandarua     | Central Highlands |
| 25 | Peter Kirui        | Forester | Homabay       | Nyanza            |
| 26 | Nancy Gacheri      | Forester | Embu          | Eastern           |
| 27 | Newton Ngero       | Forester | Nyeri         | Central Highlands |
| 28 | Rose Wawira        | Forester | Kericho       | Mau               |
| 29 | William Shikuku    | Forester | Baringo       | Mau               |
| 30 | Winnie Jemosop     | Forester | Vihiga        | Western           |

\*ACF : Assistant Conservator Forests



写真 1：研修の実施状況



写真 2：グループ討議の様子

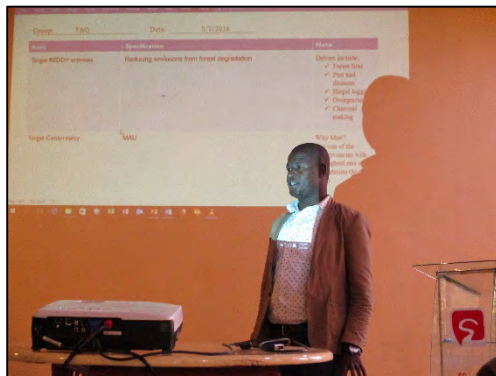


写真 3：グループ討議内容の発表



写真 4：小テストの実施状況

図 1.3.6.2 第 2 回 MRV 研修の実施状況

#### (応用コース：第 3 回及び第 4 回)

第 3 回 MRV 研修は、2020 年 1 月に UNFCCC へ提出された FRL レポートの内容を講義に取り入れるため、2019 年 7 月に予定した開催時期を 2020 年 1 月に移行して実施した。開催概要を下記に示す。

**研修目標** : 高度な MRV の知識と技術の習得、及びケニア国の FRL 設定における方法論の習得

**参加者** : KFS 職員 20 名（主として第 1 回、第 2 回 MRV 研修の修了者対象）

**日時** : 第 3 回 2020 年 1 月 21 日～1 月 23 日（3 日間）

**場所** : Alps Hotel（Nakuru）

第 3 回 MRV 研修では、各 Conservancy と KFS HQs の KFS 職員 20 名を参集し、参集者全員が研修に参加した（表 1.3.6.7）。

表 1.3.6.7 第 3 回 MRV 研修参加者一覧

| No | 氏名             | 職名       | 県         | 所属                |
|----|----------------|----------|-----------|-------------------|
| 1  | Jane Chepkonga | ACF*     | Kiambu    | Central Highlands |
| 2  | Edwin Kipkut   | ACF      | Nyandarua | Central Highlands |
| 3  | Allan Awita    | Forester | Laikipia  | Central Highlands |
| 4  | Robert Tarus   | Forester | Nyeri     | Central Highlands |
| 5  | Ambrose Genga  | ACF      | Kilifi    | Coast             |



| No | 氏名               | 職名       | 県           | 所属          |
|----|------------------|----------|-------------|-------------|
| 6  | Antony Tompoi    | Forester | Meru        | Eastern     |
| 7  | Irene Kiprono    | Forester | Makueni     | Eastern     |
| 8  | Hance Juma       | Forester | Isiolo      | Ewaso North |
| 9  | Margaret Mugure  | ACF      | Nakuru      | Mau         |
| 10 | Brian Watiri     | ACF      | Baringo     | Mau         |
| 11 | Boniface Mulwa   | ACF      | Kericho     | Mau         |
| 12 | Charles Muriuki  | ACF      | Nakuru      | Mau         |
| 13 | Joseph Macharia  | ACF      | Kajiado     | Nairobi     |
| 14 | Margaret Wanjiru | ACF      | Nairobi     | Nairobi     |
| 15 | Erick Migaya     | ACF      | Uasin Gishu | North Rift  |
| 16 | Carolyne Busuru  | ACF      | Nandi       | North Rift  |
| 17 | Peter Kirui      | Forester | Homabay     | Nyanza      |
| 18 | Winnie Jemosop   | Forester | Vihiga      | Western     |
| 19 | Amina Osman      | ACF      | Nairobi     | KFS HQs     |
| 20 | Isaac Omoding    | ACF      | Nairobi     | KFS HQs     |

\*ACF : Assistant Conservator Forests

第 3 回 MRV 研修の 2 日目に実施した現地研修では、インベントリー調査機器としてタブレットを用いた Survey123 と樹高測定用として Vertex の使用方法を指導した（図 1.3.6.3 写真 2）。現地研修では参加者を 4 班に分けて、各班に KFS からの指導職員または日本人専門家が随伴して個別に指導を行った。また同班は 3 日目のグループワークにおいて、班ごとにケニア国の森林減少・劣化の分析を実施した（図 1.3.6.3 写真 4）。



写真 1. 講義の様子



写真 2. 樹高測定機器を用いた実習



写真 3. プロット設定の現地実習



写真 4. グループワーク  
(ケニア国内の森林減少・劣化の分析)

図 1.3.6.3 第 3 回 MRV 研修の実施状況

第 4 回 MRV 研修は、コロナ感染防止策から日本人専門家のケニア国渡航が制限されたことから、2020 年 7 月から 2021 年 7 月へ移行して開催した。第 4 回 MRV 研修の開催概要を下記に示す。

**研修目標** : 高度な MRV の知識と技術の習得、及びケニア国の FRL 設定における方法論の習得  
**参加者** : KFS 職員 20 名（主として第 1 回、第 2 回 MRV 研修の修了者対象）  
**日時** : 第 4 回 2021 年 7 月 7 日～7 月 9 日（3 日間）  
**場所** : Alps Hotrel（Nakuru）

第 4 回 MRV 研修はコロナ禍の相対での開催のため、事前に JICA ケニア事務所担当者に協議して承認を得るとともに、コロナ感染対策として以下の点に留意した。

コロナ感染症対策：

1. 広い会場を借上げ、会議中のソーシャルディスタンス確保に努める。
2. 参加受付時の検温、マスクの常時着用、手指の消毒を徹底する。予備マスク及び消毒液を準備、持参する。
3. 昼食時、休息時のソーシャルディスタンス確保、飲食時の手指の消毒を呼びかける。
4. 研修参加のための移動時の感染リスクを避けるよう事前に参加者へ通知する。

第 4 回 MRV 研修では、各 Conservancy と KFS HQs の KFS 職員 20 名を参集し、参集者全員が研修に参加した（表 1.3.6.8）。研修の実施状況を図 1.3.6.4 に示す。

表 1.3.6.8 第 4 回 MRV 研修参加者名簿

| No | 氏名                 | 職名       | 県             | 所属                  |
|----|--------------------|----------|---------------|---------------------|
| 1  | Beth Welemba       | ACF*     | Narok         | EC's office         |
| 2  | Salome Biwott      | Forester | Tharaka Nithi | Eastern             |
| 3  | David Keiza        | Forester | Kajiado       | Nairobi             |
| 4  | Dominic Mose       | Forester | Muranga       | Central Highlands   |
| 5  | Pius Mugendi       | Forester | Meru          | Eastern             |
| 6  | Everline Kiptoo    | Forester | Nyeri         | Central Highlands   |
| 7  | Geofrey Olemeibuko | Forester | Baringo       | Mau                 |
| 8  | Jacob Kongo        | Forester | Kitui         | Eastern             |
| 9  | Sarah Keah         | Forester | Nyandarua     | Central Highlands   |
| 10 | Nancy Gacheri      | Forester | Embu          | Eastern             |
| 11 | Rose Wawira        | Forester | Meru          | Eastern             |
| 12 | Patricia Kitheka   | ACF      | Nairobi       | Nairobi             |
| 13 | Eunice Njoroge     | ACF      | Nyandarua     | Central Highlands   |
| 14 | Betina Odhiambo    | ACF      | Nairobi       | Karura              |
| 15 | Vashit Kivondo     | ACF      | Nairobi       | Karura              |
| 16 | Philip Kosgey      | ACF      | Kajiado       | Loitoktok           |
| 17 | Benjamin Muindi    | ACF      | Narok         | Mau                 |
| 18 | Erick Abungu       | ACF      | Marsabit      | Ewaso North/lorenge |
| 19 | Tobias Achungu     | ACF      | Uasin Gishu   | North Rift          |
| 20 | Newton Ngero       | Forester | Meru          | Eastern             |

\*ACF : Assistant Conservator Forests





写真 1. 講義の様子



写真 2. 樹高測定機器を用いた実習



写真 3. 樹木計測の現地実習



写真 4. 現地での集合写真

図 1.3.6.4 第 4 回 MRV 研修の実施状況

### (3) MRV 研修のレビュー・改善

#### (基礎コース：第 1 回及び第 2 回)

研修生の理解度は、講義終了後に小テストを用いて確認した。小テストは REDD+概要関連 8 問、AD 関連 4 問、NFI 関連（森林インベントリー）4 問、Carbon Stock 関連（バイオマス調査と計算）4 問の計 20 問で構成される、正誤問題である（図 1.3.6.5 及び図 1.3.6.6）。第 1 回の結果は、平均が 13.0 点（20 点満点）であり、正答率は 65.2%であった（図 1.3.6.7）。第 2 回の結果は、平均点が 13.3 点（20 点満点）であり、正答率は 66.7%であった（図 1.3.6.8）。いずれの結果からも、REDD+概要関連（REDD+の概論と NFMS 関連）における正答率が他の分野と比較して低かった。REDD+概論等は REDD+活動の枠組みや方法論等の理論や、国際的な議論の方向性等、抽象的な内容を多く含んでおり、REDD+の初心者が短期間で理解することが困難と考えられた。

なお、研修生側からの研修に対するコメントとしては、講義内容が REDD+を理解するに役立ったという意見が多くみられた。また要望として、「もっと多くの時間を研修時間に充ててもらいたい」、「研修の講義資料のデータをもらいたい」などが挙げられた。これらの結果は C/P と共有し、次回（第 3 回および第 4 回）の MRV 研修開催に向けて、研修日数や内容、講義形式の見直しに繋がった。

## The Short Test of REDD+ Training on Measurement, Reporting, and Verification (MRV)

The REDD+ component in the Capacity Development Project for the Sustainable Forest Management in the Republic of Kenya.

At Naivasha, 5th July 2018

| first name | family name |
|------------|-------------|
|            |             |

| Question                                                                                                                                                                                                                                                                      | Answer |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
| 1. According to the Fourth Assessment Report of the IPCC, which was published in 2007, about 30% of GHG emissions comes from deforestation and forest degradation. Also, FAO shows that deforestation is in progress in particular Brazil, Indonesia, and tropical Africa.    | True   | False |
| 2. In the Cancun agreement, the Parties are required to set (a) action plan and/or national strategy of REDD+, (b) Forest reference levels and / or forest reference emission levels, (c) National forest monitoring system, and (d) Safeguard information system.            | True   | False |
| 3. In a phased approach, it is divided into three phases, which are first phase; readiness, the second phase; implementation, and the third phase; full implementation.                                                                                                       | True   | False |
| 4. The five activities of REDD + are, (i) Reducing emissions from the deforestation, (ii)reducing emissions from the forest degradation, (iii) conservation of forest carbon stocks, (iv) Enhancement of forest carbon stocks, and (v)monitoring of the forest carbon stocks. | True   | False |
| 5. It is necessary to clarify the driving forces of the deforestation and forest degradation, which are the basis for implementation of the REDD + activities.                                                                                                                | True   | False |
| 6. For the calculation of the emission/removal, "Emission factor" that can be grasped by remote sensing image analysis and "Activity data" that can be grasped by National forest inventory and Biomass survey are required.                                                  | True   | False |
| 7. There are 5 items in the Safeguard for REDD+, (e.g. forest governance, respect for the knowledge and right of indigenes people, conservation of natural forest and biodiversity).                                                                                          | True   | False |
| 8. GCF is the biggest fund among international funds.                                                                                                                                                                                                                         | True   | False |
| 9. The resolution of LANDSAT satellite image which is used in SLEEK is 10m.                                                                                                                                                                                                   | True   | False |
| 10. High reflection from vegetation occurs in the near infrared.                                                                                                                                                                                                              | True   | False |
| 11. The classification method used in SLEEK is a supervised classification                                                                                                                                                                                                    | True   | False |



|                                                                                                        |      |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------|
| 12. The classification accuracy of the land cover / land use map created by SLEEK is less than 70%     | True | False |
| 13. Sampling for NFI implementation requires statistical processing.                                   | True | False |
| 14. The internationally approved shape of sampling plot is only square.                                | True | False |
| 15. The plot shape of Kenya is that circle is proposed.                                                | True | False |
| 16. In the plot of the ICFRA proposal, regeneration have to be measured.                               | True | False |
| 17. The amount of biomass is half (1/2) of the dry weight                                              | True | False |
| 18. Kenya has developed original allometric equation to calculate EF.                                  | True | False |
| 19. When designing a biomass survey, tree of the maximum diameter class must be included in the sample | True | False |
| 20. By using BCEF, the amount of biomass can be calculated from volume.                                | True | False |
| If you have any comments or request that you can share with us, please describe in below               |      |       |

Thank you .

図 1.3.6.6 第 1 回および第 2 回小テスト様式 (2)

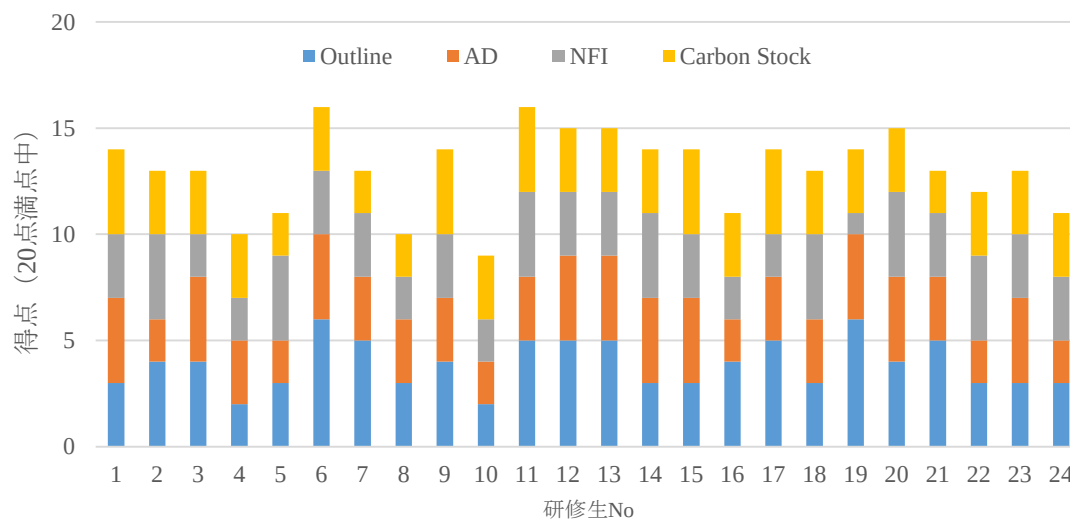


図 1.3.6.7 第1回 MRV 研修小テスト結果

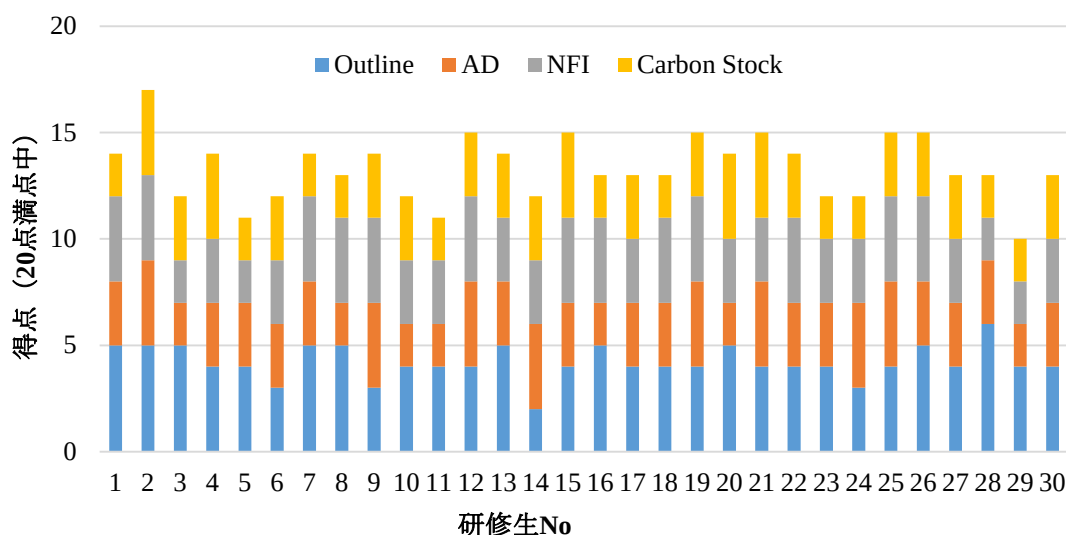


図 1.3.6.8 MRV 研修小テスト結果

(応用コース：第3回及び第4回)

研修最終日にアンケートを実施し、各参加者の各講義に対する理解度を5段階（5：よく理解できた、から1：とても難しかった、まで）で回答させた（図 1.3.6.9 及び図 1.3.6.10）。各講義の理解度平均値は5段階中の4.5（第3回）、3.9（第4回）であり、参加者は概ね講義内容を理解できたと考えられた（表 1.3.6.9 及び図 1.3.6.10）。コメントからは「研修内容が有益だった」と評価する意見が多く見られた。また、「研修の定期開催」や「現地実習の時間確保」等の要望も見られ、研修内容の定着やより内容を理解するための対応が求められた。

**4<sup>th</sup> REDD+ Training on Measurement, Reporting, and Verification (MRV) in 2021.**

Date → → : From 7<sup>th</sup> to 9<sup>th</sup> July 2021.

Place → → : Alps hotel and KFS forest in Nakuru.

..

Name → → : .....

Conservancy → → : .....

..

Please answer the following questions so that we can improve our training in the future. Your cooperation to this questionnaire will be appreciated. ↓

..

**Q1: About the contents of the training, How well did you understand each class? Please select an applicable number as below for each class..**

1. Very difficult to understand.

2. Difficult to understand ↓

3. Fair to understand ↓

4. Easy to understand ↓

5. Very easy to understand.

..

**Day1.**

1.0 Outline of CADEP-SFM, Forest Management in Japan, Introducing Drone.

(Select an applicable number):

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

1.1 Review of Outline of REDD+.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

1.2 Review of Outline of National Forest Monitoring System (NFMS) of Kenya.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

1.3 Forest Information Platform (FIP) in Kenya including practice of use of FIP.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

1.4 FRL setting in Kenya (1).

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

..

**Day2.**

2.1 Explanation of the field practice for National Forest Inventory.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

2.2 Field practice for forest inventory.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

**Day3.**

3.1 Conversion from volume to biomass amount and carbon stock.

1. → 2. → 3. → 4. → 5.

図 1.3.6.9 第 3 回及び第 4 回アンケート様式 (1)

3.2 Introduction of Community Based Forest Biomass Monitoring.

1. 2. 3. 4. 5.

3.3 Group Work.

Theme: Analysis of deforestation and forest degradation in Kenya.

1. 2. 3. 4. 5.

..

..

**Q2: If you have any comments or request that you can share with us, please describe in below.**

図 1.3.6.10 第 3 回及び第 4 回アンケート様式 (2)

表 1.3.6.9 第 3 回 MRV 研修参加者の理解度\*アンケート結果

| 講義<br>/No | 1 日目         |             |            |                    | 2 日目              |                 | 3 日目             |                 |           | 平均  |
|-----------|--------------|-------------|------------|--------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|-----|
|           | 1.1<br>REDD+ | 1.2<br>NFMS | 1.3<br>FIP | 1.4 FRL<br>setting | 2.1<br>現地実<br>習説明 | 2.2<br>現地実<br>習 | 3.1<br>蓄積量<br>算出 | 3.2<br>住民参<br>加 | 3.3<br>WG |     |
| 1         | 3            | 4           | 4          | 3                  | 5                 | 5               | 4                | 3               | 5         | 4.0 |
| 2         | 5            | 5           | 5          | 5                  | 5                 | 5               | 5                | 5               | 5         | 5.0 |
| 3         | 4            | 4           | 5          | 3                  | 3                 | 3               | 4                | 5               | 5         | 4.0 |
| 4         | 4            | 4           | 5          | 4                  | 5                 | 5               | 4                | 4               | 5         | 4.4 |
| 5         | 4            | 4           | 4          | 3                  | 4                 | 5               | 3                | 3               | 4         | 3.8 |
| 6         | 5            | 5           | 4          | 4                  | 4                 | 4               | 4                | 5               | 4         | 4.3 |

| 講義<br>/No | 1 日目         |             |            |                    | 2 日目                |                   | 3 日目               |                   |           | 平均  |
|-----------|--------------|-------------|------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-----------|-----|
|           | 1.1<br>REDD+ | 1.2<br>NFMS | 1.3<br>FIP | 1.4 FRL<br>setting | 2.1<br>現 地 実<br>習説明 | 2.2<br>現 地 実<br>習 | 3.1<br>蓄 積 量<br>算出 | 3.2<br>住 民 参<br>加 | 3.3<br>WG |     |
| 7         | 4            | 5           | 5          | 5                  | 5                   | 5                 | 4                  | 5                 | 5         | 4.8 |
| 8         | 4            | 5           | 4          | 3                  | 5                   | 4                 | 3                  | 4                 | 4         | 4.0 |
| 9         | 4            | 4           | 4          | 4                  | 4                   | 4                 | 4                  | 4                 | 4         | 4.0 |
| 10        | 5            | 5           | 5          | 5                  | 5                   | 5                 | 5                  | 5                 | 5         | 5.0 |
| 11        | 5            | 5           | 5          | 4                  | 5                   | 5                 | 5                  | 5                 | 5         | 4.9 |
| 12        | 4            | 4           | 4          | 4                  | 4                   | 4                 | 3                  | 3                 | 3         | 3.7 |
| 13        | 5            | 5           | 5          | 5                  | 5                   | 5                 | 5                  | 5                 | 5         | 5.0 |
| 14        | 4            | 5           | 3          | 5                  | 5                   | 5                 | 5                  | 4                 | 5         | 4.6 |
| 15        | 4            | 4           | 5          | 4                  | 4                   | 4                 | 4                  | 4                 | 5         | 4.2 |
| 16        | 5            | 5           | 5          | 4                  | 5                   | 5                 | 4                  | 5                 | 4         | 4.7 |
| 17        | 5            | 5           | 5          | 5                  | 4                   | 5                 | 4                  | 5                 | 5         | 4.8 |
| 18        | 5            | 5           | 5          | 5                  | 5                   | 5                 | 4                  | 5                 | 5         | 4.9 |
| 19        | 5            | 4           | 5          | 5                  | 5                   | 5                 | 4                  | 5                 | 5         | 4.8 |
| 20        | 5            | 5           | 5          | 5                  | 5                   | 5                 | 5                  | 4                 | 5         | 4.9 |
| 平均        | 4.4          | 4.6         | 4.6        | 4.2                | 4.6                 | 4.6               | 4.1                | 4.4               | 4.6       | 4.5 |

\*理解度の評価基準：

5. とてもよく理解できた
4. よく理解できた
3. だいたい理解できた
2. 難しかった
1. とても難しかった

表 1.3.6.10 第 4 回 MRV 研修参加者の理解度アンケート調査結果

| 講義<br>/No | 1 日目                 |              |             |            |                       | 2 日目                 |                   | 3 日目               |                  |           | 平均  |
|-----------|----------------------|--------------|-------------|------------|-----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|------------------|-----------|-----|
|           | 1.0<br>CADEP<br>-SFM | 1.1<br>REDD+ | 1.2<br>NFMS | 1.3<br>FIP | 1.4<br>FRL<br>setting | 2.1<br>現 地 実 習<br>説明 | 2.2<br>現 地<br>実 習 | 3.1<br>蓄 積 量<br>算出 | 3.2<br>住 民<br>参加 | 3.3<br>WG |     |
| 1         | 4                    | 5            | 5           | 4          | 4                     | 5                    | 5                 | 3                  | 4                | 5         | 4.4 |
| 2         | 4                    | 4            | 4           | 4          | 4                     | 4                    | 4                 | 3                  | 4                | 5         | 4.0 |
| 3         | 3                    | 4            | 3           | 3          | 2                     | 4                    | 5                 | 4                  | 3                | 5         | 3.6 |
| 4         | 3                    | 4            | 4           | 4          | 5                     | 5                    | 5                 | 3                  | 3                | 4         | 4.0 |
| 5         | 5                    | 4            | 5           | 4          | 4                     | 5                    | 5                 | 3                  | 3                | 5         | 4.3 |
| 6         | 4                    | 5            | 4           | 5          | 4                     | 3                    | 5                 | 4                  | 4                | 5         | 4.3 |
| 7         | 4                    | 4            | 3           | 3          | 4                     | 4                    | 3                 | 3                  | 4                | 5         | 3.7 |
| 8         | 4                    | 5            | 3           | 4          | 4                     | 5                    | 5                 | 3                  | 4                | 5         | 4.2 |
| 9         | 4                    | 5            | 4           | 4          | 4                     | 4                    | 4                 | 4                  | 4                | 4         | 4.1 |
| 10        | 4                    | 5            | 4           | 4          | 5                     | 5                    | 4                 | 4                  | 3                | 5         | 4.3 |
| 11        | 4                    | 4            | 4           | 4          | 4                     | 4                    | 4                 | 4                  | 4                | 5         | 4.1 |



| 講義<br>/No | 1 日目                 |              |             |            |                       | 2 日目              |                 | 3 日目             |                 |           | 平均  |
|-----------|----------------------|--------------|-------------|------------|-----------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------|-----|
|           | 1.0<br>CADEP<br>-SFM | 1.1<br>REDD+ | 1.2<br>NFMS | 1.3<br>FIP | 1.4<br>FRL<br>setting | 2.1<br>現地実習<br>説明 | 2.2<br>現地<br>実習 | 3.1<br>蓄積量<br>算出 | 3.2<br>住民<br>参加 | 3.3<br>WG |     |
| 12        | 4                    | 3            | 3           | 3          | 1                     | 1                 | 1               | 2                | 3               | 1         | 2.2 |
| 13        | 4                    | 4            | 4           | 4          | 4                     | 4                 | 5               | 3                | 4               | 5         | 4.1 |
| 14        | 4                    | 4            | 4           | 4          | 4                     | 5                 | 5               | 4                | 4               | 5         | 4.3 |
| 15        | 4                    | 5            | 5           | 4          | 4                     | 5                 | 5               | 4                | 5               | 5         | 4.6 |
| 16        | 3                    | 4            |             | 3          | 3                     | 4                 | 4               | 3                | 4               | 5         | 3.7 |
| 17        | 4                    | 5            | 4           | 4          | 4                     | 4                 | 4               | 4                | 5               | 4         | 4.2 |
| 18        | 5                    | 4            | 4           | 4          | 4                     | 4                 | 4               | 3                | 4               | 4         | 4.0 |
| 19        | 1                    | 1            | 2           | 1          | 2                     | 1                 | 1               | 2                | 1               | 1         | 1.3 |
| 20        | 4                    | 4            | 4           | 4          | 4                     | 4                 | 5               |                  | 3               | 4         | 4.0 |
| 平均        | 3.8                  | 4.2          | 3.8         | 3.7        | 3.7                   | 4.0               | 4.2             | 3.3              | 3.7             | 4.4       | 3.9 |

\*理解度の評価基準：

5. とてもよく理解できた
4. よく理解できた
3. だいたい理解できた
2. 難しかった
1. とても難しかった

#### (4) MRV 研修の NFMS への反映

##### (基礎コース：第 1 回及び第 2 回)

第 1 回 MRV 研修では、REDD+の知識を有していない KFS 職員を中心に座学を中心とした講義となったため、NFMS に反映することのできるフィードバックは少なかった。このため第 2 回 MRV 研修以降は、研修生からの幅広いフィードバックを得られるよう講義形式だけでなく、研修生のディスカッションや発表を研修に取り入れた。

MRV 研修参加者からは研修資料等の共有を求める声があったため、MRV 研修に利用した教材や参加者の情報を、FIP に掲載して共有を図った。

##### (応用コース：第 3 回及び第 4 回)

第 3 回及び第 4 回 MRV 研修では、NFI の実践を想定して Survey123 や Bertex を利用した実地での森林調査方法の研修に取り組んだ。また開発段階の FIP を研修生に紹介して、FIP に搭載される各種機能が C/P 開発担当者から説明した。これらの取り組みをとおして、Survey123 における調査フォームの改善、ユーザー目線による FIP の開発等に繋げた。

## 2 コンポーネントの成果

### 2.1 成果と指標

#### 2.1.1 指標 3-1NFMS における森林モニタリングの手法が構築され、文書化される

<達成>

活動データのための森林被覆と森林被覆変化及び排出係数のための森林炭素ストック等の森林モ

ニタリングの方法論が開発され、右記のようなモニタリング機能の方法論だけでなく、データ管理機能の構造、NFMS 運営の実施体制やカレンダー等を記載した NFMS ドキュメント Ver.1 (ドラフト) が作成された。

### 2.1.2 指標 3-2 NFMS のデータ管理機能としての森林情報プラットフォームが開発される

森林情報プラットフォーム(FIP)は新しく調達したサーバにインストールされた。FIP の基本となるソフトウェアはインストールされ、またアップデートされた。さらに、FIP コンテンツの作成や地図のようなデータのアップロードに関する方法について、改善を行った。FIP の運用や GIS アプリケーションの操作、現地調査ツールの利活用について、その知識・技能は強化された。FIP の運用と管理に関する組織体制は構築され、FIP の管理チーム体制が KFS 内に設立された。FIP に関係するステークホルダ全てが参加する上位組織については、将来設置される予定である。

### 2.1.3 指標 3-3 ケニア政府による UNFCCC への提出に向けて他の関係者との協議を通じ FRL (森林参照レベル) が設定される

<達成>

FRL レポートは、2020 年 1 月に UNFCCC に提出された。その後、2020 年 8 月に UNFCCC による技術評価 (TA) の結果に基づいて修正した FRL レポートを UNFCCC に提出した。TA レポートが作成され、UNFCCC のウェブサイトを通じて公開された。

### 2.1.4 指標 3-4 2020 年土地被覆/土地利用図の作成が企画される

2020 年版土地被覆/土地利用図の作成は、計画され、作成が開始されたことから、この指標は達成された。なお、作成自体は、活用される LANDSAT8 衛星画像データのダウンロード、前処理が実施された。画像分類も行われ、2020 年版土地被覆/土地利用図のドラフト版が作成された。現在は、分類エラーなどの品質について最終確認中。2021 年 10 月現在、地図作成の進捗率は 75%。

## 2.2 プロジェクト目標と指標

NFMS と FRL の構築により REDD+準備プロセスが進行する。(本コンポーネントに関する指標)

<達成>

FRL の構築は完了し、NFMS の開発もほぼ完了した。これらの開発プロセスを通じて、ケニアの REDD+準備プロセスは前進した。

## 3 PDM の変更

本コンポーネントによる提案を踏まえ、運営ミッション (2018 年 7 月) と中間評価 (2019 年 2 月) を通じて、複数の PDM 修正案が提言され、JCC における承認後、ケニア政府及び JICA により PDM の変更が行われた。中間レビューによる大きな変更点は、本コンポーネントの対象であるアウトプット 3 の名称であった。

| 成果 | PDM ver.2 の成果の名称                | PDM ver.3 の成果の名称                | 変更の理由                      |
|----|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 3  | KFS における REDD+の準備段階活動に関する技術的な能力 | KFS における REDD+の準備段階活動及び持続的森林管理の | 強化されるべき技術的な能力は、REDD+の準備段階の |

が強化される。

ための森林モニタリングに関する技術的な能力が強化される。  
能力だけではなく、持続的森林管理のためのモニタリング能力であるから。

本プロジェクト(含む本コンポーネント)は、当初2021年6月に終了する予定であったが、COVID19のパンデミックによる活動の遅れを理由に、2021年4月に4ヶ月延長(2021年10月まで)された。指標や活動に関するその他のPDMの変更点は、付属資料32を参照。

## 4 その他

### 4.1 環境・社会配慮の結果

特記事項なし。

### 4.2 ジェンダー/平和構築/貧困削減に関する配慮の結果

特記事項なし。

### III ジョイント・レビューの結果

#### 1 DAC 評価指標に基づくレビュー結果

DAC 指標に基づくレビュー結果については、本プロジェクトの事業完了報告書で評価していることから、同報告書を参照されたい。

#### 2 実施と成果に影響を与えた主な要因

##### 1) ESRI 製品の保守契約

ESRI 製品の保守契約の更新とその予算確保は KFS の責任であるが、それが遅れ、当初は予算確保ができない可能性があった。保守契約が更新されなければ、FIP や Survey123 を利用した現地調査システムの運用に支障をきたし、最悪の場合、システム自体が稼働しなくなる可能性もあった。

##### 2) FIP の管理・運営チームと上位委員会の設置

本コンポーネントでは、FIP を管理・運営するためのチームと上位委員会の必要性、構成、役割について議論した。KFS の管理チームは設立されたが、FIP には様々な機関が関わっているため、上位委員会の設立は遅れている。上位委員会が充足しないと、情報の収集・更新やその信頼性に問題が生じる可能性がある（除く KFS のコンテンツ）。

#### <教訓>

##### 1) ESRI 製品の保守契約

システムを継続的に稼働させるためには、保守契約の予算の確保が不可欠である。そのため、予算確保のために相手国の理解を得る活動/運動を実施し、相手国の反応や考えを注視する必要がある。

##### 2) FIP の管理運営チームと上位委員会の設立

政府機関の中に委員会を設置することには多くの困難があり、被援助国の事情に合わせて委員会の設置方法を検討する必要がある。

## IV プロジェクト終了後の上位目標の達成に向けて

### 1 上位目標達成の見通し

本プロジェクトにおいて設定された上位目標の指標のうち、コンポーネント 3 に関する指標の達成見通しについて以下のとおり述べる。

指標：NFMS で設定された手法によるモニタリングが持続的に実施され、NFMS のデータ管理機能としての森林情報プラットフォームが持続的に活用される。

NFMS で構築された方法論によるモニタリングの実施については、KFS を含むケニアの政府機関等は、NFMS のモニタリングの主要な構成要素である土地被覆/土地利用図の作成と NFI の実施能力を有している。また、NFI 用の Survey 123 を使用したデータ入力フォーマットを作成し、その使用方法を習得するための演習も実施した。さらに、森林情報プラットフォーム（FIP）の運用を持続的に行っていくために、FIP 等のデータ更新能力を確保するための検討を行ってきた。加えて、ESRI ArcGIS サーバー上に開発された FIP については、KFS が ESRI 社との保守契約を 2020 年 12 月に継続した。以上を考慮すると、持続可能な FIP が保証されてきている。しかしながら、PaMs のモニタリング等は、ケニアがこれまで実施してこなかったことであり、モニタリング項目ごとに具体的な方法をさらに開発する必要がある。

一方、FIP に蓄積されたデータや情報は、FIP が運用されれば、ケニアにおける REDD+ の実施や持続可能な森林管理に活用することができる。しかしながら、その運用のためには、ESRI 製品の保守契約を継続的に確保し、上記 III. のように FIP の管理・運用組織を構築・運営する必要がある。

なお、本指標を達成することにより、森林率 10% の目標や NDC の目標が達成されたかどうかを定量的に確認することができる。この意味からも、本指標の達成は重要である。

### 2 上位目標達成のケニア側の実施体制と運用計画

SLEEK は、土地被覆／土地利用地図を作成するための技術的能力を有する KFS を含む他の関連組織と協力して、土地被覆／土地利用地図の作成を調整する機能を有する。また、KFS は NFI を調整・実施する能力を持っている。したがって、技術的にも制度的にもモニタリングを実施することが可能である。しかしながら、モニタリングを実施するための予算計画はまだ作成されていない。

### 3 ケニア側への提言

ケニア政府は、NFMS 文書に記載されているモニタリングを継続して実施するための予算を確保するとともに、FIP を適切に管理・運営するためのコストを確保する必要がある。

また、現状の FRL レポートや NFMS 文書では、将来の改善について言及している。したがって、ケニアがこの改善に対応可能な技術を入手・習得した場合、ケニアはその改善を進めるべきである。



コンゴ民主共和国

環境・持続開発省 森林インベントリー・整備局

コンゴ民主共和国  
持続可能な森林経営及び REDD プラス  
促進のための国家森林モニタリング  
システム強化プロジェクト  
(開発計画調査型技術協力)

ファイナルレポート

平成 30 年 1 月  
(2018 年 1 月)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

一般社団法人 日本森林技術協会

|        |
|--------|
| 環境     |
| JR     |
| 18-005 |



## 目次

### I 要約

### II 主報告書

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 1. プロジェクトの背景 .....                            | 1   |
| 2. プロジェクトの概要 .....                            | 3   |
| 3. 業務の基本方針 .....                              | 12  |
| 4. 業務実施の方法 .....                              | 13  |
| 5. 業務実施結果 .....                               | 19  |
| 5.1 国内準備作業(2012年7月).....                      | 19  |
| 5.2 プロジェクト全体に係る作業 .....                       | 20  |
| 5.2.1 フェーズ1 (2012年8月～2013年10月) .....          | 20  |
| 5.2.2 フェーズ2 (2014年1月～2016年1月) .....           | 28  |
| 5.2.3 フェーズ3 (2016年4月～2018年2月) .....           | 36  |
| 5.3 成果1 旧バンドゥンドゥ州の森林基盤図作成に係る作業.....           | 40  |
| 5.3.1 フェーズ1 (2012年8月～2013年10月) .....          | 40  |
| 5.3.2 フェーズ2 (2014年1月～2016年1月) .....           | 50  |
| 5.3.3 フェーズ3 (2016年4月～2018年2月) .....           | 72  |
| 5.4 成果2 国家森林資源インベントリー調査の地上調査手法と手順の開発に係る作業.... | 78  |
| 5.4.1 フェーズ1 (2012年8月～2013年10月) .....          | 78  |
| 5.4.2 フェーズ2 (2014年1月～2016年1月) .....           | 83  |
| 5.4.3 フェーズ3 (2016年4月～2018年2月) .....           | 86  |
| 5.5 成果3 国家森林資源データベースの構築に係る作業.....             | 88  |
| 5.5.1 フェーズ1 (2012年8月～2013年10月) .....          | 88  |
| 5.5.2 フェーズ2 (2014年1月～2016年1月) .....           | 93  |
| 5.5.3 フェーズ3 (2016年4月～2018年2月) .....           | 100 |
| 5.6 成果4 国家森林資源インベントリーシステムの構築に係る作業.....        | 101 |
| 5.6.1 フェーズ3 (2016年4月～2018年2月) .....           | 102 |
| 5.7 成果5 基本FREL設定に係る作業.....                    | 107 |
| 5.7.1 フェーズ2 (2014年1月～2016年1月) .....           | 107 |
| 5.7.2 フェーズ3 (2016年4月～2018年2月) .....           | 111 |
| 6. プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓.....                  | 113 |
| 6.1 プロジェクト運営にかかる課題 .....                      | 113 |
| 6.2 NFMSにかかる課題 .....                          | 118 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 7. 提案計画の活用目標の達成見込み度 .....                                    | 123 |
| 8. 協力成果活用による達成目標の達成及び次期案件実施に向けての提言 .....                     | 124 |
| 8.1 協力成果活用による達成目標の達成に向けての提言 .....                            | 124 |
| 8.2 後継案件実施に向けての提言 .....                                      | 126 |
| 8.2.1 案件全体について .....                                         | 126 |
| 8.2.2 NFMS について .....                                        | 126 |
| 8.2.3 PIREDD (REDD+統合プログラム) について .....                       | 128 |
| 巻末資料 .....                                                   | 129 |
| 巻末資料 1 プロジェクト運営資料 (専門家投入、本邦研修、機材投入)                          |     |
| 巻末資料 2 森林・土地被覆区分図                                            |     |
| 巻末資料 3 森林インベントリー結果                                           |     |
| 巻末資料 4 森林減少ドライバー調査結果                                         |     |
| 巻末資料 5 森林インベントリーにおける地域住民へのインタビュー調査の結果                        |     |
| 巻末資料 6 旧バンドゥンドゥ州 (Mai-Ndombe、Kwilu、Kwango 州) の FREL/FRL 算定結果 |     |

### III 附属書 森林基盤図

## 図表リスト

|        |                                                      |    |
|--------|------------------------------------------------------|----|
| 図 1-1  | 本プロジェクトの全体像模式図.....                                  | 2  |
| 図 1-2  | 森林モニタリングシステムの全体構成概念と本プロジェクト範囲.....                   | 3  |
| 図 2-1  | 旧バンドゥンドゥ州の現在の行政区分.....                               | 5  |
| 図 4-1  | 作業のフローチャート .....                                     | 17 |
| 図 5-1  | 森林インベントリー実施までのプロセス.....                              | 24 |
| 図 5-2  | ALOS 衛星画像一次処理の主要ステップ .....                           | 41 |
| 図 5-3  | ALOS、SPOT 衛星画像を使用した森林基盤図作成の主要ステップ .....              | 42 |
| 図 5-4  | GT 現地作業風景 .....                                      | 44 |
| 図 5-5  | GT 地点の概況と衛星画像との比較 .....                              | 45 |
| 図 5-6  | GT の報告会風景 .....                                      | 48 |
| 図 5-7  | ALOS AVNIR-2 画像とパンシャープン画像の比較 .....                   | 49 |
| 図 5-8  | GT で使用した野帳 (1) .....                                 | 51 |
| 図 5-9  | GT で使用した野帳 (2) .....                                 | 52 |
| 図 5-10 | 土地被覆・森林タイプ区分図作成に係る OJT 研修の様子 .....                   | 55 |
| 図 5-11 | OJT 研修の実習内容の概要 (作業フロー) .....                         | 56 |
| 図 5-12 | 技術ワークショップにおける協議の様子.....                              | 56 |
| 図 5-13 | 「藪状植生」と「二次林」の分光反射特性の比較.....                          | 58 |
| 図 5-14 | 「乾燥林」、「乾燥疎林」、「木本サバンナ」の分光反射特性の比較.....                 | 59 |
| 図 5-15 | 「木本サバンナ」、「灌木サバンナ」、「草本サバンナ」の分光反射特性の比較 ..60            |    |
| 図 5-16 | 土地被覆・森林タイプ区分図 Ver.0 (左) と同 Ver.0.5 (右) の分類結果比較 ..... | 62 |
| 図 5-17 | 土地被覆・森林タイプ区分図のモデル解析エリア .....                         | 63 |
| 図 5-18 | うす雲に覆われた ALOS AVNIR-2 衛星画像 (2010 年 3 月 3 日観測) .....  | 65 |
| 図 5-19 | Landsat 画像の分類結果を使用した雲部補完のイメージ .....                  | 66 |
| 図 5-20 | 分類コードの修正イメージ.....                                    | 67 |
| 図 5-21 | 分類境界線の修正イメージ.....                                    | 68 |
| 図 5-22 | 土地被覆・森林タイプ区分図 Ver.1.....                             | 70 |
| 図 5-23 | OJT 研修 (左) 及び作業手順書についての協議 (右) の様子 .....              | 74 |
| 図 5-24 | Geomatique 課職員による変化エリア図データ確認の様子 .....                | 74 |
| 図 5-25 | 多時点の森林タイプ区分図.....                                    | 77 |
| 図 5-26 | 森林インベントリー方法論 (案) 作成のステップ .....                       | 79 |
| 図 5-27 | 森林インベントリー実施体制案.....                                  | 80 |
| 図 5-28 | 森林インベントリーSU のポイント.....                               | 84 |
| 図 5-29 | 森林インベントリーサンプリングユニット位置図.....                          | 87 |
| 図 5-30 | 想定する森林資源データベース概念図.....                               | 88 |



|        |                                                          |     |
|--------|----------------------------------------------------------|-----|
| 図 5-31 | データベース構築までの流れ.....                                       | 89  |
| 図 5-32 | DIAF におけるデータの管理方法 .....                                  | 91  |
| 図 5-33 | 本事業におけるデータベースの位置づけ.....                                  | 92  |
| 図 5-34 | データベースの開発コンセプト.....                                      | 92  |
| 図 5-35 | 森林資源データベース開発の基本コンセプト.....                                | 94  |
| 図 5-36 | データベース業務実施時期.....                                        | 96  |
| 図 5-37 | 森林資源データベースに関わるデータ入出力の流れ.....                             | 97  |
| 図 5-38 | 2000 年森林分布図の作成手順のイメージ.....                               | 107 |
| 図 5-39 | 自動抽出した変化オブジェクト（ポリゴン）例.....                               | 108 |
| 図 5-40 | 追加実施分インベントリーデータの入力.....                                  | 108 |
| 図 5-41 | インベントリーとデータベースの関係図.....                                  | 109 |
| 図 6-1  | 本プロジェクトと NFMS の関係.....                                   | 124 |
| 表 2-1  | 旧バンドゥンドゥ州の主な市及び集落.....                                   | 6   |
| 表 4-1  | 作業フローの概要 .....                                           | 13  |
| 表 5-1  | DIAF の課別の担当事業と保有データ .....                                | 20  |
| 表 5-2  | 収集予定または収集済みのデータ.....                                     | 21  |
| 表 5-3  | 本フェーズの研修のテーマおよび対象者.....                                  | 23  |
| 表 5-4  | 森林プレインベントリー工程案.....                                      | 25  |
| 表 5-5  | 本邦研修の日程 .....                                            | 28  |
| 表 5-6  | 地方ワークショップの日程（南部） .....                                   | 29  |
| 表 5-7  | 地方ワークショップの日程（北部） .....                                   | 29  |
| 表 5-8  | フェーズ 2 第一回日本邦研修参加者（森林 GIS／データベース研修） .....                | 31  |
| 表 5-9  | フェーズ 2 第 1 回日本邦研修日程（森林 GIS／データベース研修） .....               | 32  |
| 表 5-10 | フェーズ 2 第 2 回日本邦研修参加者（リモートセンシング解析技術研修） .....              | 33  |
| 表 5-11 | フェーズ 2 第 2 回日本邦研修本邦研修日程（リモートセンシング解析技術研修） ..              | 34  |
| 表 5-12 | 地方関係者への説明ミーティングの日程（1）.....                               | 37  |
| 表 5-13 | 地方関係者への説明ミーティングの日程（2）.....                               | 37  |
| 表 5-14 | コンゴ民国における森林区分の例.....                                     | 40  |
| 表 5-15 | GT を基に修正した土地被覆分類図の分類項目（案） .....                          | 48  |
| 表 5-16 | GT の現地検証結果と土地被覆・森林タイプ区分図 Ver.0 の適合表.....                 | 53  |
| 表 5-17 | 土地被覆・森林タイプ区分図 Ver.1 のメタデータ（仏語） .....                     | 54  |
| 表 5-18 | 質問票による理解度調査結果.....                                       | 55  |
| 表 5-19 | 土地被覆・森林タイプ区分図 Ver.0 とフェーズ 2 で更新した分類項目の対応表 .....          | 61  |
| 表 5-20 | GT の現地検証結果と土地被覆・森林タイプ区分図 Ver.0.5 の適合表.....               | 64  |
| 表 5-21 | 土地被覆・森林タイプ区分図 Ver.0、同 Ver.0.5、同 Ver.1 で使用した分類項目の対応表..... | 69  |

|        |                                                |     |
|--------|------------------------------------------------|-----|
| 表 5-22 | ALOS パンシャープン画像と森林タイプ分類図 Ver.1 の判別効率表（暫定） ..... | 71  |
| 表 5-23 | 分類項目ごとの面積集計結果（暫定） .....                        | 72  |
| 表 5-24 | 第二次 OJT 研修で使用した検証用属性コード .....                  | 75  |
| 表 5-25 | DIAF/FAO の森林プレインベントリー方法論概要 .....               | 78  |
| 表 5-26 | 森林フィールド調査チームの構成 .....                          | 80  |
| 表 5-27 | 旧バンドゥンドゥ州のプレインベントリープロット .....                  | 82  |
| 表 5-28 | フェーズ 2 終了までの実施済み SU 数 .....                    | 83  |
| 表 5-29 | フェーズ 3 終了時点での森林インベントリー実施サンプリングユニット数 .....      | 87  |
| 表 5-30 | 森林資源データベースの構成 .....                            | 95  |
| 表 5-31 | 増設したハードディスクの概要 .....                           | 99  |
| 表 5-32 | NFMS 技術調整プラットフォーム及び関連ミーティングの実施状況 .....         | 103 |
| 表 6-1  | DIAF-JICA プロジェクト成果の活用 .....                    | 119 |

## 略語表

| 略語       | 英語                                                                       | 仏語                                                                                                            | 和訳例                     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| AFD      | French Development Agency                                                | Agence Française de Développement                                                                             | フランス開発庁                 |
| CAFI     | Central Africa Forest Initiative                                         | Initiative des Forêts d'Afrique Centrale                                                                      | 中央アフリカ森林イニシアティブ         |
| C/P      | Counterpart                                                              | Homologue                                                                                                     | カウンターパート                |
| CCP      | Joint Coordination Committee                                             | Comité de Coordination du Projet                                                                              | JCC                     |
| COMIFA C | Central African Forest Commission                                        | Commission des Forêts de l'Afrique Centrale                                                                   | 中央アフリカ森林協議会             |
| DDD      | Department of Sustainable Development                                    | Direction Développement Durable                                                                               | 持続開発局                   |
| DIAF     | Department of Inventory and Forest Management                            | Direction Inventaire, Aménagement Forestier                                                                   | 森林インベントリー整備局            |
| DIF      | Forest Inventory Division                                                | Division Inventaire Forestier                                                                                 | 森林インベントリー課              |
| DG       | Geomatics Division                                                       | Division Géomatique                                                                                           | 地理情報課                   |
| F/R      | Final Report                                                             | Rapport Final                                                                                                 | ファイナルレポート               |
| FAO      | United Nations Food & Agriculture Organization                           | Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture                                                             | 食料農業機関                  |
| FCPF     | Forest Carbon Partnership Facility                                       |                                                                                                               | フォレストカーボンパートナーシップファシリティ |
| FIP      | Forest Investment Program                                                | Programme d'Investissement Forestier                                                                          | 森林投資プログラム               |
| GIS      | Geographic Information System                                            | Système d'Information Géographique (SIG)                                                                      | 地理情報システム                |
| GIZ      | Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (allemand)                |                                                                                                               | ドイツ国際協力公社               |
| GT       | Ground Truth                                                             | Vérité-terrain                                                                                                | グランドトゥルース               |
| IC/R     | Inception Report                                                         | Rapport de Démarrage                                                                                          | インセプションレポート             |
| ISO      | International Organization for Standardization                           | Organisation Internationale de Normalisation                                                                  | ISO                     |
| IT       | Information Technology                                                   | Technologie Informatique                                                                                      | IT                      |
| IT/R     | Interim Report                                                           | Rapport Intermédiaire                                                                                         |                         |
| ITTO     | International Tropical Timber Organization                               | Organisation Internationale des Bois Tropicaux(OIBT)                                                          | 国際熱帯木材機関                |
| JICA     | Japan International Cooperation Agency                                   | Agence Japonaise de Coopération Internationale                                                                | 国際協力機構                  |
| JICS     | Japan International Cooperation System                                   |                                                                                                               | 日本国際協力システム              |
| MECNT    | Ministry of Environment, Nature Conservation and Tourism                 | Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme                                           | 環境・自然保護・観光省             |
| MECND D  | Ministry of Environment, Nature Conservation and Sustainable Development | Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Développement Durable                              | 環境・自然保護・持続開発省           |
| OFAC     | Observatory for the Forests of Central Africa                            | Observatoire des Forêts d'Afrique Centrale                                                                    | 中央アフリカ森林観測              |
| P/R      | Progress Report                                                          | Rapport d'Avancement                                                                                          |                         |
| REDD     | Reducing Emissions from Deforestation & Forest Degradation               | Réduction des Emissions de gaz à effet de serre provenant de la déforestation et de la dégradation des forêts | 森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減    |
| WCS      | Wildlife Conservation Society                                            |                                                                                                               | 野生生物保護協会                |
| WRI      | World Resources Institute                                                |                                                                                                               | 世界資源研究所                 |
| WWF      | World Wide Fund for Nature                                               |                                                                                                               | 世界自然保護基金                |

# ファイナルレポート

## I 要約





## 1 プロジェクトの背景

コンゴ民主共和国（以下、コンゴ民国）は中部アフリカに位置し、その国土面積は 2,345,000 km<sup>2</sup>、人口はおよそ 8,330 万人である。コンゴ民国が位置するコンゴ盆地地域には、アマゾンに次ぐ面積を有する熱帯雨林が広がり、“地球の片肺”とも呼ばれ、炭素吸収源として気候変動対策の観点からもその重要性が認識されている。その一方、この熱帯雨林も、農地開拓、内戦、違法伐採など様々な人為的活動により減少傾向にあり、その保全は地球全体にとって重要な課題となっている。この 1990～2000 年にかけての時期はコンゴ民国での政治的混乱が頂点に達した時期でこの間、森林行政が著しく停滞したことが森林減少に大きく影響したと考えられる。コンゴ民国政府が国の森林政策や各種の施策に再び取り組み始めたのは 2002 年頃からで、法的整備として 1949 年制定の森林法に代わる新森林法が 2002 年 4 月 11 日付け政令で制定された。コンゴ民国は新森林法に示す森林施策として、各種国際機関、欧米諸国、国際 NGO などの協力を得て基礎となる森林資源状況の把握に取り組み始めている。

日本政府も環境プログラム無償資金協力「森林保全計画」により森林インベントリーや森林情報システム構築に必要な資機材の供与及びその初期研修としての技術支援（テクニカルアシスタンス）を実施した。コンゴ民国政府の取り組みの実現に向けた資機材面での体制は整備されつつある。このような背景の下、コンゴ民国政府はそれらの資機材を用いた実際の森林資源インベントリーシステムの構築を目指して、旧バンドゥンドゥ州をパイロット州として、国際協力機構（以下、“JICA”）に対して、技術協力を要請した。

## 2 プロジェクトの概要

### (1) 上位目標

国家森林モニタリングシステム（NFMS）の運用により、REDD+が実施され、持続的森林管理が促進される。

### (2) プロジェクト目標

持続的森林管理と REDD+実施のための国家森林モニタリングシステム（NFMS）が構築され運用される。

### (3) 期待される成果

成果 1：旧バンドゥンドゥ州（パイロット州）の森林基盤図が作成される。

成果 2：国家森林資源インベントリーの地上調査手法と手順が開発される。

成果 3：国家森林資源データベースが構築される。

成果 4：国家森林資源モニタリングシステム（NFMS）が設計され、その運用計画が策定される。

成果 5：基本 FREL 設定方法論を森林インベントリーシステム手順書に記述する。

### (4) 対象地域

- ・ プロジェクト拠点：キンシャサ市
- ・ パイロット州：旧バンドゥンドゥ州（現在は、Mai-Ndombe 州、Kwilu 州、Kwango 州の

3つの州に分割されている。)

- ・ 森林資源データベース及び森林資源インベントリーシステムの構築：全国

### 3 業務の基本方針

#### (1) 全体の基本方針

本プロジェクトは、日本の国際協力の技術協力の枠組みで実施されるもので、係る枠組みの原則についてコンゴ民主共和国政府及びカウンターパート機関の理解が必要不可欠である。日本調査団は、十分な理解を得るために、当該機関に対し、JICA と緊密なコミュニケーションをとりつつ繰り返し説明を行う。

#### (2) 技術面の基本方針

- (a) 国際的動向も視野に入れた汎用性の高い「国家森林資源インベントリーシステム」構築の基本手法を整備する
- (b) 具体的な森林資源インベントリーシステム構築では、コンゴ民主共和国及び／又は旧バンドゥンドゥ州の個別特性を考慮した取組みを行う
- (c) 協働を通じてコンゴ民主共和国技術者の能力向上を図る
- (d) 環境プログラム無償協力によって供与された資機材を有効活用する
- (e) 当該国で支援を行っている、或いは予定している他ドナーとの調整を十分に図る
- (f) 事業成果を当該国関係および他ドナーに積極的に発信する。

#### (3) 運営面の基本方針

- (a) 運営面においてカウンターパート機関と密接に連携して業務を進める
- (b) 調査団員の役割分担を明確にし、調査業務の効率的な運営を図る
- (c) 当協会の知見・経験を最大限活用する
- (d) 当協会内に危機管理体制を設け、調査団の安全管理を図る

### 4 業務実施の方法

本プロジェクトは、JICA の業務指示書に示された『第 2 調査の目的・内容に関する事項』並びに上述の 3.に示した『業務実施の基本方針』に基づき実施する。当初、本プロジェクトの期間は 2012 年 7 月～2015 年 5 月の 3 年間の予定であったが、プロジェクト業務に新たに FREL の開発及び森林区分図の Mai-Ndombe プログラムにおける活用が追加され、2015 年 3 月に締結されたミニッツにより 2017 年 5 月まで延長することとなった。

加えて、2016 年 9 月下旬に首都キンシャサで政権交代を求めるデモ参加者と警察との間で、激しい衝突が発生した。これを機に、キンシャサ市内の治安の急激な悪化が予想されたことから、派遣中の団員全員（3 名）が 2016 年 9 月 27 日に退避のため帰国し、渡航制限のため 2017 年 1 月 9 日まで再渡航することができなかった。この期間の活動が未実施であり、契約期間を延長実施する必要性が生じた。さらに、コンゴ民主共和国の国家森林モニタリングシステム (NFMS) 構築プロセスは、FAO 等国際機関やドナーの支援により急速に進んでいるこ

とを踏まえ、2012年に開始した本案件においてNFMS構築に関係する事業に変更が生じた。そのため、2017年4月に締結されたMEDD-JICA間の合意(R/D変更)により、追加業務を実施するために、2018年2月まで延長することとなった。

## 5 業務実施結果

5.1 成果1：旧バンドウンドゥ州（パイロット州）の森林基盤図が作成される。

- 森林区分図

森林区分図作成のための既存データをレビューした。森林インベントリー方法論との整合性、技術的な制約（時間、対象エリアの面積、利用可能な衛星画像等）を考慮し、DIAFとの意見交換を通して、本プロジェクトの森林区分を決定した。

使用した衛星画像は、ALOS、SPOT、Landsatである。衛星画像の前処理の後、一次解析し、この結果をもとに森林区分の代表的な地点、判読困難な地点を選び、教師用のグラントゥールズ（GT）を取得した。GTの結果に基づき、オブジェクト指向分類法により森林区分図を作成した。

森林区分図の完成後、精度検証を実施した。検証用のデータとして、検証用に取得したGT、森林インベントリー調査地点の情報、ALOSパンシャープン画像を使用した。

- 森林基盤図

森林区分図に、道路図、行政界図などの他の主題図のレイヤーを重ね合わせて、森林基盤図を作成した。上述の森林区分図作成にかかる研修及びOJTをDIAF地理情報課の技術者を対象に実施し、技術移転を行った。

- 多時点森林区分図

2010年森林区分図をベースに、旧バンドウンドゥ州の多時点の森林区分図を作成した。作成手法は、Landsat画像を用いた時系列変化抽出解析である。変化抽出結果を2010年の森林区分図と統合し、1995年、2000年、2014年の森林タイプ区分図を作成した。変化抽出にかかる研修をDIAF地理情報課職員に対して実施し、技術移転を行った。

5.2 成果2：国家森林資源インベントリーの地上調査手法と手順が開発される。

- プレインベントリー

FAOが先に策定したプレインベントリーの方法論をベースに、フィールドマニュアル、野帳を策定し、プレテストを行った後、バリデーションを行った。

DIAF森林インベントリー課の技術者を対象に、調査チームの編成、ロジスティクス体制の構築、技術者への森林インベントリー研修を実施した。

2014年5月～6月にプレインベントリーの現地調査を実施した。旧バンドウンドゥ州には6点が配点されており、その全ての地点で調査を実施した。

- インベントリー

プレインベントリーの結果をもとに、森林インベントリー方法論、野帳の検討を行い、修正案を作成し、バリデーションミーティングを経て、インベントリー方法論をバリデーションした。

完成した森林インベントリー方法論をもとに、森林インベントリーを実施した。フェーズ 1 は 2013 年 7 月～9 月下旬まで実施した。フェーズ 2 も引き続き乾季に現地調査を継続した。毎年、森林インベントリー現地調査実施前に、森林調査の質の向上及び維持安定のために、フィールドスタッフを対象に繰り返し研修を実施した。

取得したデータを森林インベントリーデータベースに入力し、データの集計、森林炭素量の算定、精度評価を行った。

フェーズ 2 までのデータから計算した結果、南部の密生林、乾燥林において、推定精度が低いことが判明した。そのため、フェーズ 3 にて、当該森林タイプの補足調査を行った。

森林インベントリー調査で取得したデータは、全てデータベースに格納した。フェーズ 3 終了までの全ての森林インベントリーデータを使って地上バイオマス量を計算し、推定精度を統計的に計算した。この結果、95%の信頼度では誤差率 7.00%で推定することができた。森林インベントリー技術手順書を、カウンターパートと協議し、完成させた。

### 5.3 成果 3 : 国家森林資源データベースが構築される。

本プロジェクトで構築する森林資源データベースの要求分析を行い、データベースの基本機能のデザインを行った。それを元に、論理設計（詳細設計）を行い、データベース設計仕様書を作成した。仕様書に基づき、物理設計（実装）を行った。

本プロジェクトでは、森林インベントリーデータベース（以下、森林インベントリーDB）と森林地図情報データベース（以下、森林地図情報 DB）の二つのデータベースを構築した。森林インベントリーDBは、インベントリー調査で得られたデータと樹種一覧表や樹種別比重表といったマスターテーブルを格納するための Access データベースである。森林地図情報 DB は、各種の図面や衛星画像などの地理情報に、インベントリープロット情報を加えた GIS データセットである。

#### ● 森林インベントリーDB

インベントリー調査結果を、まずプロトタイプに入力し、試行した。操作中に確認された不具合を元にシステム改良した。また、写真・GPS・地図・土壌リター分析結果等を含めたデーターズを整備するとともに、方法論理解の統一や調査の質の向上を目的としたインベントリーチームへのフィードバックを実施した。それに必要な研修を、C/P に実施した。

#### ● 森林地図情報 DB

衛星画像データならびに土地被覆・森林タイプ区分図を、森林地図情報データベース・プロトタイプに入力した。試行中に発見された不適合箇所について、その原因を特定し、修正した。

以上、二つのデータベースの動作確認を行い、森林資源データベースを完成させた。

同時に、森林資源データベース技術手順書、及びマニュアルを、C/P と協議の上、完成させた。

### 5.4 成果 4 : 国家森林資源モニタリングシステム (NFMS) が設計され、その運用計画が策定される。

国家森林インベントリーシステムについてのプロジェクト開始時点の想定は、旧バンドゥン州を対象にサブナショナルレベルで、リモートセンシング解析による森林区分図

作成、森林インベントリー地上調査、DB システム構築の3つのコンポーネントを相互に連携させたシステムを構築し、そのシステムを使って、コンゴ民国が主体となり、他ドナーの支援や国際的資金により全国レベルのデータを作成するというコンセプトであった。

一方、コンゴ民国環境省は、UN-REDD や世銀の支援を得て、NFMS を含む包括的な国レベルの計画を国家 REDD+戦略（2012 年）として取りまとめた。その後、同戦略に基づく REDD+投資計画 2015-2020 が 2015 年 11 月に策定され、その中で NFMS は REDD+実施に必要なコンポーネントとして位置づけられた。2016 年に投資計画の一部の実施に対し CAFI の資金が使われることになり、2017 年 1 月には、同資金を使って FAO が NFMS 最終化プログラムを開始した。

同プログラムには、関係者間の技術調整と方法論構築、FREL 構築、NFI 実施、隔年報告書の作成、大規模森林減少モニタリングなど NFMS の構成要素が含まれている。このため、本プロジェクトでは FAO の NFMS 最終化プログラムと連携しつつ、旧バンドゥンドゥ州のサブナショナルレベルの方法論及びデータをインプットすることでコンゴ民国の国レベルの NFMS の構築に貢献することが適切と判断した。フェーズ3では、FAO や他ドナーと連携して、DDD が主催する NFMS 技術調整プラットフォームに積極的に関与することを通じて、成果4の「国家森林資源インベントリーシステムの構築」を「コンゴ民国における NFMS 構築」と発展させる形で業務を進めた。同プラットフォームでは、森林区分図作成、森林インベントリー地上調査、DB の3つのコンポーネントをシステムとして連携させた JICA プロジェクトの知見・経験が大きく生かされたが、ナショナルレベルへの規模の拡大、IT 技術の進歩などの諸条件により、旧バンドゥンドゥ州の方法論をそのまま適用するのではなく、適宜、変更または他の手法を適用することとなった。

JICA プロジェクトは、NFMS プラットフォームの運営を支援した。特に旧バンドゥンドゥ州での森林モニタリングシステム構築の経験・知見を活かして、技術的なプレゼンや提案を通じてコンゴ民国における NFMS 構築に貢献している。本プラットフォームは、原則、毎月第一週の金曜日に開催され、これまでに以下のテーマにより、9回開催された。またプラットフォームの本会議のほか、随時ワーキンググループミーティングや関係者ミーティングが開催されている。

JICA プロジェクトでは、プラットフォーム及びワーキンググループ会合を1回ずつ主催したほか、プレゼンを4回、モデレータを1回行った。

NFMS の実施能力の向上のために、森林・土地被覆分類図作成の方法にかかる研修、森林インベントリー研修を実施し、能力向上を行った。また、NFMS 実施のためのマニュアル策定を行った。

## 5.5 成果5: 基本 FREL 設定方法論を森林インベントリーシステム手順書に記述する。

FREL の設定には、活動度データ（以下、AD）と排出係数（以下、EF）が必要である。AD については、森林基盤図で述べた時系列解析による 1995 年、2000 年、2010 年、2014 年の森林区分図を利用した。これらの区分図から森林変化面積を算出した。EF については、森林インベントリー現地調査で得られたデータをもとに、森林タイプ毎の森林炭素量を算出した。

AD および EF を乗算し、各時点間の炭素排出量を求め、FREL を算出した。以上の FREL

設定方法を、C/P と協議の上、FREL 技術手順書にとりまとめるとともに、FREL 研修を実施し、C/P の能力向上を行った。

COP22 (2016 年マラケシュ) にて、本案件で得られた成果及び教訓の情報発信を行った。

## 6 プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓

### 6.1 プロジェクト運営にかかる課題

#### (1) 他ドナーとの調整

コンゴ民国においては、多くの国際機関、主要国の協力機関及び国際 NGO が自然環境・森林分野での協力を行っており、これらの協力機関とは、十分な情報交換と協議を行い、協力の重複を避けるとともに、技術的手法の一貫性、データの共有・整合性・互換性、連携の可能性・方法などについて調整を図ることが課題であった。

プレインベントリー実施・インベントリー研修実施における FAO との連携、月 1 回の DIAF 関連ドナーミーティングの実施、NFMS 技術調整プラットフォームの開催などを通じて、解決を図ってきた。

#### (2) 州政府との関係

本案件は、コンゴ民国中央政府からの要請に基づき、日本政府との二国間の合意の下に行われているが、州政府からは州環境省への協力が要望されている。州政府との関係は主に次の点で重要である。

- 森林インベントリー、森林区分図作成にかかる現地検証調査などの際は、村落住民との調整、現地のアクセスにかかる情報、治安上のリスクの回避など、調査の安全と効率の面から地方行政官の同行が必要である。
- 今後 REDD+活動を行う際は、州政策との整合性や州関係者の能力向上が活動の妥当性と持続性の確保に不可欠である。

#### <今後の課題>

##### 資金支援

新たに置かれた州機関は環境省も含め人員、技術、予算の面で体制が脆弱である。技術面の能力強化については、これまでの技術協力でも高い評価を得られているとおり JICA 協力の強みであり、今後 REDD+活動などのプロジェクトを実施する際には州関係者の能力強化に大きく貢献できると考えられる。一方、脆弱な州の財政状況を考えると、資金的な支援を要請されることは確実であり、対応を考える必要がある。

また、州環境省及び中央環境省地方コーディネーション・オフィスは、IT 機器やバイク・車両が十分整備されておらず、円滑なプロジェクト運営には資機材支援も必要となる。

##### 事務所

旧バンドゥンドゥ州から分割された Kwilu 州政府は、州の北西端に位置する州都バンドゥンドゥ市に置かれているが、Kwilu 州で活動を行う場合、活動サイトと州都のアクセスが



非常に悪くなる可能性が高い。州関係者との協議や調整にはバンドゥンドゥ市にプロジェクトの拠点を置くことが望ましいが、活動サイトへのアクセスが非常に不便になる。州関係者との協議や調整は常に行うわけではないので、活動サイトに近い都市にプロジェクト拠点を置き、バンドゥンドゥ市には必要に応じて出張することが適当と思量される。

### (3) カウンターパートの能力強化

JICA 協力成果の持続性を担保するためには、カウンターパートの能力強化が非常に重要である。しかし、DIAF カウンターパートが主体的に国の森林モニタリングシステムを企画・運営していくまでには、まだ能力が十分には高まってはいない。

本プロジェクトは、コンゴ民主共和国側からは高く評価されているが、その大きな理由の一つがカウンターパートの能力強化を地道に行ってきたことによるものである。本プロジェクトの実施にあたっては、カウンターパートが体系的な能力を備えられるよう、Off-JT と OJT を有機的に組み合わせ、研修で学んだ知識・技術を実践することで、より深い理解を促し、柔軟な対応力と技術の定着に努めてきた。例えば次のような能力強化を行ってきた。

- 森林インベントリーの現地調査後（1 trip 毎）に、活動の報告会、技術面の分析と改善、現地出張中の困難・解決のための意見交換を行った。DB チームが森林インベントリー野帳で見つけたエラーをインベントリーチームにフィードバックし、エラーへの気づきと改善を行った。
- 森林インベントリーデータを用いて、アロメトリー式を用いたバイオマス計算の研修を行い、フィールドで収集するデータがどのように処理されるかを理解させ、森林インベントリーにかかる体系的な技術の習得を促した。
- リモートセンシング解析にかかるグラントゥルース（現地確認調査）をカウンターパートと共同で行い、リモートセンシングで分類した結果を現地で確認し、解析技術と精度を高めた。

能力強化の成果は目に見えにくく評価が難しいが、例えば以下のような点が具体的な成果として挙げられる。

- 現在、DIAF と FAO が NFMS 最終化プログラム内で実施している NFI の森林インベントリーチームの中核メンバーは、JICA プロジェクトで育成した、旧バンドゥンドゥ州で実施した森林インベントリーに参加したメンバーである。NFI チームのチームリーダー10名のうち、7名はバンドゥンドゥ森林インベントリーチームのメンバーである。
- DIAF 地理情報課は、DIAF-JICA プロジェクトが技術移転してきた手法を用いて、REDD+の基礎情報となる全国の森林・土地被覆区分マップを自力で作成した。なお、JICA はこの活動に対し、リモートセンシング解析マニュアルを提供したほか、全国の Landsat モザイク画像の提供、リモートセンシング解析ソフトの貸与、進捗管理に対する技術支援を行った。

<今後の課題>

## 能力強化

本プロジェクトやFAOのNFMS最終化プログラムを通じて、コンゴ民国の森林モニタリングシステムが構築されるが、このシステムを機能させる人材はDIAFの技術者である。DIAFの技術者がこの役割を担うためには、森林インベントリーやリモートセンシング解析の作業に参画するだけでなく、妥当性のある方法論の検討、予算作成、スケジュール管理、リポーティング、QA/QC、PDCAサイクルの適用など、幅広く対応できる能力を高める必要がある。また、活動実施の過程で発生する問題に柔軟に対応するためには技術の根底をきちんと体系的に理解する必要がある。今後の協力にあたっては、カウンターパートの能力の現状を見極め、段階的に高めていくことを意識して進める必要がある。またきめ細かい能力向上を行うことが、カウンターパートとの信頼関係の構築にもつながり、円滑かつ効果的なプロジェクトの実施に寄与する。

## 技術者の定着

DIAFの財政基盤の脆弱性は深刻であり、DIAF事務所のランニングコスト（賃貸料、光熱費、修繕など）や車両用燃料などもドナーの支援に頼っているのが実情である。また、DIAF職員には公務員として正式に登録され、公務員給与を得ている者のほかに、環境省DIAFに登録してはいるが、公務員定数の関係で公務員とは認定されず、給与を得ていないスタッフがいる。彼らは、プロジェクトがある時に各ドナーからの支援を得て業務に従事する形をとっている。当然、スタッフにかかる経費は環境省が負担すべきものだが、現実には非常に難しい。DIAFによれば、これはコンゴ民国政府の公務員省(Ministère de la Fonction Publique)が対応すべき問題であり、環境省だけでは解決できないと話している。

この問題は、技術者の定着の支障になるとともにモチベーションを低下させ、プロジェクトによる技術移転の効果を妨げるものである。この問題をドナー側が解決することはありえず、コンゴ民国による解決を促すしかない。今後、プロジェクトを実施する場合もこの問題の存在は理解しておく必要がある。他のドナーは、プロジェクトにカウンターパートを参加させるために、給与ではなくプライム（手当て）という名目で支払いを行っている。

## 6.2 NFMSにかかる課題

### (1) DIAF-JICAプロジェクトの成果の活用

本プロジェクトの目的・内容は、CAFIプログラムのうちFAOが受託して実施している国家森林モニタリングシステム（以下「NFMS」）最終化プログラムとは深い関連があることから、コンゴ民国側の担当機関であるDIAF及びDDD、並びにFAOとそのパートナーであるWCSとは密接に連携して業務を進めてきた。この連携は、DDDが事務局となって運営されているNFMS調整プラットフォームを通じて行っている。このプラットフォームはNFMSに関係する国家機関、国際機関、二国間ドナー、NGO、大学などがメンバーとなっているもので、JICAプロジェクトはFAOと協力して、プラットフォームの事務局支援を行ってきた。

これまでプラットフォームで協議されてきた具体的なテーマは次のとおりである。

#### 1) AD及びEF算定のベースとなる、森林・土地被覆区分（stratification）

- 2) 国家森林インベントリー手法
- 3) 森林参照レベル (FREL/FRL)

上記(1)～(3)のテーマに対して、本プロジェクトの旧バンドウンドゥ州における成果と知見を最大限生かし、国家レベルの NFMS の構築に貢献するよう努めてきた。これまでプラットフォームやその作業部会での議論を通じて合意された、DIAF-JICA プロジェクトの成果の活用方法は表のとおりである。

表 JICA 成果の活用

| 項目    | 現在の状況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林区分図 | <p>コンゴ民国の正式な stratification (森林・土地被覆区分) は、DIAF-JICA プロジェクトの stratification をベースにして NFMS プラットフォームで議論がなされてきた。その結果、DIAF-JICA プロジェクトの stratification の分類項目のいくつかを統合した形で国レベルの stratification で合意された。この分類項目の統合は、DIAF-JICA プロジェクトでは高解像度画像を使ったのに対し、国レベルでは解像度の低い Landsat 画像を使うという条件の差に由来するものである。すでに関連するドキュメントのドラフトは作成されており、今後、validation プロセスを経て正式に決定される。</p> |
|       | <p>AD 算定に必要な森林減少面積の推定のため、旧バンドウンドゥ州については JICA マップを使い、他の州については、DIAF-FAO が作成した森林-非森林-森林変化マップを使った。</p> <p>FAO が NFMS 最終化プログラムで AD 算定のために使った手法は、Collect Earth を使ってサンプルポイントを目視で判読し、精度検証を行い、その結果から面積の修正を行うというもの (Oloffson (2013)の手法)。</p>                                                                                                                  |
|       | <p>DIAF は、オブジェクト分類 (DIAF-JICA プロジェクトにおいて DIAF に指導してきた方法) により全国の土地被覆・森林区分マップを作成している。DIAF はこのマップを今後の REDD+関連の業務で活用したい意向を持っているが、FAO の AD 算定の手法ではマップを必要としないため、DIAF マップを具体的にどう活用するかは今後議論していく必要がある。</p>                                                                                                                                                   |
|       | <p>2018 年以降は、FAO は SEPAL を使ってクラウド上で分類する手法を使う可能性があるが、まだその具体的なスケジュールや手法についての FAO からの情報はない。</p> <p>DIAF 技術者は DIAF-JICA プロジェクトを通じて RS 解析の原理を理解できたため、目的や環境に合わせて臨機応変に技術の選択ができる能力を備えつつある。人材育成は JICA プロジェクトの大きな柱であり、コンゴ民国においても DIAF 地理情報課及び森林インベントリー課の技術者の能力強化に大きな貢献を果たした。</p>                                                                              |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林インベントリー       | <p>2018 年 1 月に UNFCCC に提出予定の FREL では、DIAF-JICA プロジェクトのインベントリーデータ、FAO のプレインベントリーデータ及び WWF カーボンマッププロジェクトでのインベントリーデータを使って EF を計算する。</p> <p>DIAF-JICA プロジェクトのインベントリーマニュアルをベースに全国 NFI 用に改訂し、正式に承認（validate）された。NFI マニュアルでは、コンゴ民国のアクセス条件を考慮してプロット面積を大きくするなど多少の違いはあるが、基本的に DIAF-JICA プロジェクトの手法が使用されている。</p> <p>DIAF-JICA プロジェクトの森林インベントリーでは、枯死木、土壌、リターを含めた 5 つの炭素プールの炭素量を計算した。コンゴ民国では、これまでこれらのデータがなかったため貴重なデータとなった。UNFCCC への提出が予定されているナショナル FREL 文書の参考資料として旧バンドゥンドゥ州の FREL が添付され、その中でこれらのデータについても言及する。</p> |
| 森林インベントリーデータベース | <p>DIAF-JICA プロジェクトで構築した森林インベントリーDB のマニュアルや設計書を使って FAO ナショナルスタッフへの説明を行った。DB として最も重要な要素はツールとしての IT システムではなく、そこに格納されている森林インベントリーデータであるとの認識のもと DIAF 及び FAO と調整を進めている。本事業で収集・整理したデータが案件了後も DIAF で適切に保管利用されることが重要であり、そのためには DIAF で新たに DB システムを開発する FAO に対し DB に係る情報を適切に共有することが必要である。FAO の専門家はこれからアサインされる予定であり、今後も協議を続けていく必要がある。</p>                                                                                                                                                                      |
| FREL            | <p>AD 及び EF については上記のとおり JICA 成果が活用される。</p> <p>また、UNFCCC 向け FREL 文書は WCS が中心となって取りまとめているが、WCS との協議やプラットフォームでの議論を経て、DIAF-JICA プロジェクトが作成した旧バンドゥンドゥ州の FREL 文書をコンゴ民国において蓄積された知見としてコンゴ民国の FREL 提出時に添付する技術文書に付属させることとなった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                              |

これまでの DIAF-JICA プロジェクトの成果の活用は上述のとおりであるが、今後、コンゴ民国における全国レベルの NFMS の構築が進む過程では、広大な国土と森林面積を対象とすることや技術の発展に伴い、方法論も変化していくことになる。現在コンゴ民国における NFMS を含む REDD+分野の動きは、非常に活発で状況がめまぐるしく変化している。常に情報をキャッチアップし、積極的に関与していくことが日本の協力のプレゼンスを確保するためには不可欠である。

## (2) プラットフォーム運営支援 課題

CAFI 資金による NFMS 最終化プログラムは 2 期に分かれて実施され、第 1 期の目標達成は、第 2 期の資金の継続に重要な条件になるとの情報を得ている。FONAREDD 及び FAO は第 1 期の目標達成を重視して実施しているが、DDD 及び DIAF の技術面・運営面での能力不足がプログラムの進捗に支障を来すことを懸念している。一方、技術協力を目的とする JICA プロジェクトは、DDD や DIAF の主体性と能力向上を重視した支援を行ってきた。両者に違いはあるものの、JICA と FAO は NFMS の構築という同じ目的を持っており、技術調整プラットフォームの支援においても連携することが重要である。

### 対応策

JICA プロジェクトは、FAO の NFMS 最終化プログラムの期待される成果とその達成時期を踏まえつつも、コンゴ民主共和国側のイニシアティブを尊重する協力をしてきた。具体的には、プラットフォームが円滑に進むよう DDD の事務局機能の強化を図ることとし、アジェンダ作成、プラットフォーム開催（ロジ、モデレータ、プレゼンによるインプット・提案）、議事録作成、通信環境などを支援してきた結果、プラットフォームの実施は軌道に乗って順調に進捗している。

またプラットフォーム開始当初は、同プラットフォームの技術作業部会における技術的な議論をリードすべき DIAF、JICA、FAO が事前打合せをしないまま作業部会の協議に臨んだ結果、論点が定まらず、参加者が散漫な意見を述べるだけの場となってしまった。この反省から、プラットフォームや作業部会で議論する前に DIAF、JICA、FAO（議題によっては DDD も含め）で事前に協議を行い、方向性について合意形成をするよう軌道修正した。この結果、作業部会では方向性を持った議論が行われるようになり、関係者が技術的な合意に至るための場として機能するようになった。例えば、森林インベントリー方法論や stratification に関しては、JICA と FAO が連携することにより、JICA 成果をベースにする方向で、プラットフォームの議論が進んだ。

### (3) 技術手順書・マニュアルの改訂

本プロジェクトの技術成果品として、リモートセンシング、森林インベントリー、DB、FREL にかかる技術手順書・マニュアルを作成し、2018 年 2 月頃を目処にコンゴ民主共和国側に提出する。これらの手順書・マニュアルは旧バンドundu州での活動をベースに作成したものであるが、DIAF や前述の FAO の NFMS 最終化プログラムと連携して、全国レベルの NFMS の構築に活用されるよう調整してきた。具体的には以下の活用を行った。

#### 森林リモートセンシング

DIAF が全国の森林・土地被覆区分マップを JICA プロジェクトで技術移転した手法を使って作成したが、この過程で、リモートセンシング解析マニュアルが活用された。同マップはコンゴ民主共和国が来年 2018 年 1 月に UNFCCC に提出する FREL 文書に添付される予定になっている。

#### 森林インベントリー

本プロジェクトで作成してきた森林インベントリーマニュアルをベースに、DIAF と FAO が実施する NFI（全国森林インベントリー）の技術マニュアルを作成した。

### 森林資源データベース

旧バンドウンドゥ州の森林インベントリーデータを NFI のデータとして活用できるよう、DIAF 及び FAO に森林インベントリーデータのデータ属性について技術マニュアル・設計書を使って説明した。また、旧バンドウンドゥ州の経験に基づいて入力プロセス及びデータベース管理について説明した。

### FREL

UNFCCC に提出する上記 FREL 文書に、DRC における取組み事例として本プロジェクトが作成した旧バンドウンドゥ州の FREL 手順書を添付する。旧バンドウンドゥ州の FREL は、全国 FREL には含まれていない forest degradation、土壌・リター・枯死木のカーボンなどのデータが含まれていることや、4 時点（全国 FREL は 3 時点）の AD を使って FREL を構築している点などで有用な情報を提供している。

上述のとおり本プロジェクトで作成してきた技術手順書・マニュアルを通じて、旧バンドウンドゥ州の知見に基づく NFMS へのインプットを行ってきたが、こうした手順書・マニュアルは実践を経て改良を加えることが不可欠である。したがって、全国 NFMS の進捗過程で得られる経験・知見に基づき改定していくことが今後の課題である。

### (4) 森林区分図の作成

本プロジェクトでは、旧バンドウンドゥ州を対象に高解像度の衛星画像と e-Cognition を用いて、オブジェクト分類によって 2010 年の森林区分図を作成した。この区分図を参照として、変化抽出により 1995、2000、2014 年の森林区分図を作成し、AD を算出した。

一方、FAO は NFMS 最終化プログラムにおいて、全国の AD の算出に Google Earth Engine を用いて森林変化箇所を抽出し、その変化箇所を目視で検証・判読し、統計的な計算から AD を計算した。この手法については「Map Accuracy Assessment and Area Estimation - A Practical Guide (FAO)」に解説されており、今後も FAO はこの手法を使っていくことが予想される。

コンゴ民主共和国では UNFCCC に提出した「約束草案」において基準年を 2000 年と設定していることから、REDD+においても全国 FREL 設定基準年を 2000 年としている。DIAF は上述の FAO 主導による森林変化箇所抽出を行うのと平行して Landsat 画像を用いて、e-Cognition による解析により全国の 2000 年のベンチマークマップを作成した。これは今後、REDD+活動をどの地域で実施し、モニターしていくかを特定する上で重要な情報となる。ただし、そのためにはベンチマークマップの精度確保が必須である。2017 年 7 月から 8 月にかけて、JICA プロジェクトでは精度向上に必要な eCognition 追加ライセンスの期間限定貸与などを通じてその作業を支援し、結果 DIAF は 2000 年の森林区分図の改訂版を作成した。本プロジェクトの期間内ではかかる協力にとどまるが、次期案件では引き続き必要に応じて DIAF 地理情報課の地図情報整備への支援が強く望まれる。



## 7 提案計画の活用目標の達成見込み度

2017年4月のR/Dの変更により、本プロジェクトのプロジェクト目標は、『策定された国家森林資源インベントリーシステムの運用計画に基づいて森林資源モニタリングが適切に実施される』から『持続的森林管理とREDD+実施のための国家森林モニタリングシステム（NFMS）が構築され運用される』に変更された。

本プロジェクトでは、旧バンドゥンドゥ州（現 Kwilu、Kwango、Mai-Ndombe の3州）を対象に、4時点の森林区分図の作成、森林インベントリーの実施、DBの整備を行い、その成果としてサブナショナルのAD及びEFの算定とFRELの構築を行った。また、サブナショナルでの森林モニタリングシステムの構築を通じて得た知見・経験を、NFMS技術調整プラットフォームを通じてインプットし、ナショナルレベルのNFMSの構築に貢献してきた。これらの活動実施及び成果の達成により、本プロジェクトが対象とする旧バンドゥンドゥ州の森林モニタリングシステムの構築という意味では目標を達成できたと考えられる。しかし、「全国レベルのNFMSの構築と運用」については、旧バンドゥンドゥ州で蓄積した知見・データの提供、NFI実施のための方法論策定及び能力強化などに留まる。これは本プロジェクトの枠組みとNFMS構築の規模・タイムラインを考えるとやむを得ないことである。これまでのプロジェクトの成果をNFMS構築に活かすためには、今後はコンゴ共和国のタイムラインに柔軟に対応しつつ、これに沿って継続した支援が必要である。

なお、ナショナルレベルのNFMS構築に向け、現在FAOがNFMS最終化プログラムを実施しており、そのプログラムでは2020年までに最終化する計画である。本プロジェクトとCAFI-FAOプロジェクトの関係を図に示した。

広大な面積を有するコンゴ共和国を対象にREDD+活動をモニタリングできる精度の高いNFMSを構築するのは困難な作業であり、関係国際機関、ドナー、NGOの連携が必要と考えられる。

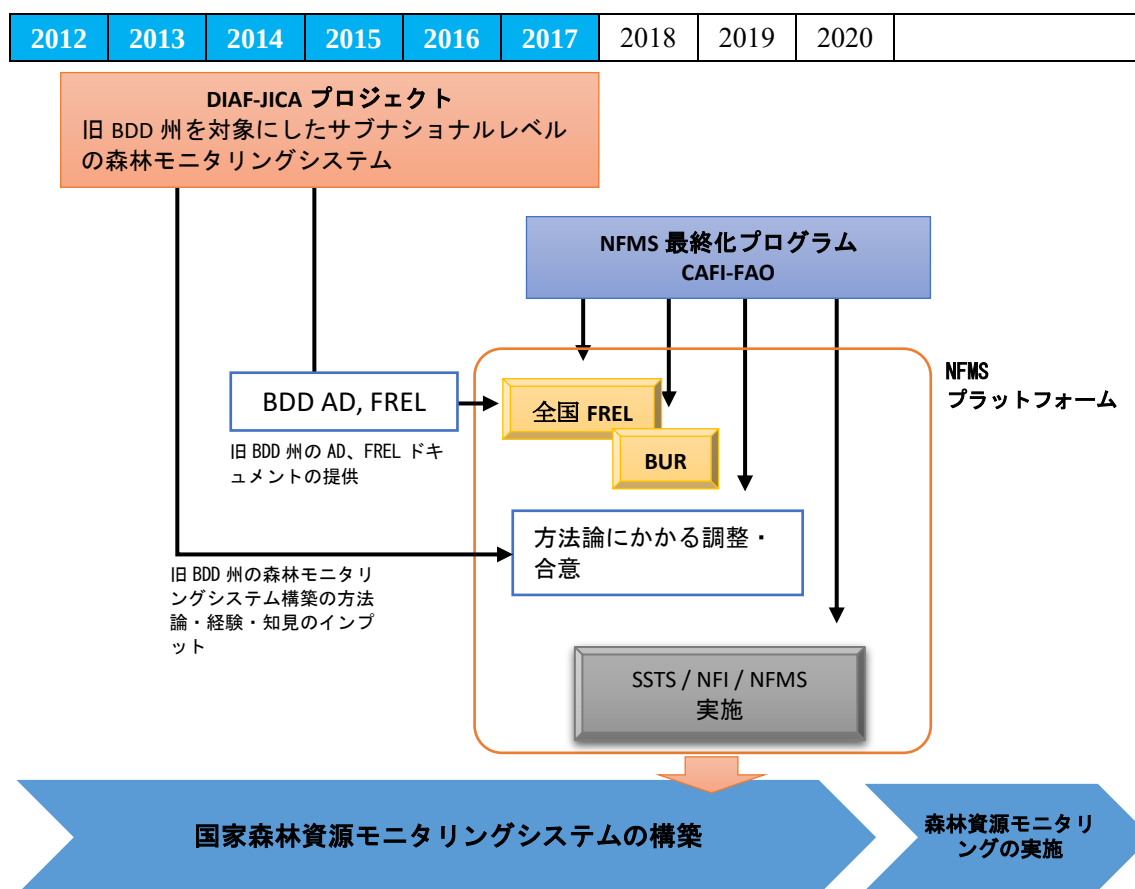


図 本プロジェクトと NFMS の関係

## 8 協力成果活用による達成目標の達成及び次期案件実施に向けて

### の提言

#### 8.1 プロジェクト運営にかかる課題

##### REDD+実施に関する事項

- REDD+活動をモニタリングできる精度を持ったシステムの構築  
将来的には REDD+活動の成果払いに活用することを考慮し、それに対応できる手法・精度によるシステムの構築が必要である。
- 定期的にモニタリングすることが可能なシステム  
コンゴ民国の広大な面積のモニタリングを定期的に実施するためには、Google Earth Engine などクラウド上でのデータ処理ができるシステムを活用していくことが必要である。
- 地方関係者のモニタリングへの巻き込み  
REDD+活動のモニタリングは、リモートセンシングだけでなく、フィールドでのデータ収集が必要であることから、地方関係者を巻き込んでいくことが重要である。
- 実際にフィールドで実施する排出削減活動のモニタリングシステムの構築と国レベルでのレジスターへの登録システムの構築

本格実施段階における適切なアカウンティングと BS（ベネフィットシェアリング）、SG（セーフガード）関連情報などを管理するため、REDD+レジスターシステムの構築および現地データの収集システムの構築が必要である。

#### 持続的森林管理に関する事項

- 持続的森林管理に活用できるシステムの構築

CAFI/FAO の NFMS 最終化プログラムにおいては、AD の算定に焦点をあてているため、森林・土地被覆区分図の作成は行わない手法をとっている。しかし持続的森林管理や REDD+活動のモニタリングには森林・土地被覆区分図が不可欠であるので、その作成・更新を NFMS に含めることが必要である。

- 大規模森林減少の早期警報システムの構築

早期警報システムに関し、その精度向上、データ提供の方法、検証システムの構築が必要である。上述の CAFI/FAO の NFMS 最終化プログラムでも WRI との連携で同様の活動実施が実施されている。とはいえ、コンゴ民主共和国環境省としては、かかる早期警報システムについては複数の選択肢をもつことも有用である。その意味で、JICA/JAXA が提供するレーダーセンサーを使って、雲の有無に関係なく観測可能な無償の森林減少検知システムの併用はきわめて有意義である。

## 8.2 後継案件実施に向けての提言

### 案件全体について

NFMS と PIREDD の 2 つのプロジェクトにより構成されるプログラムと考え、それに基づいた予算と体制を組んで実施すべきである。

### NFMS について

- (1) 現行案件の経験から、CAFI/FAO プロジェクトとのデマケをどうすすめるが課題になる。これまでも FAO とは連携する方向で進めてきたが、FAO には FAO の方針や FONAREDD の要求事項への対応という事情があり、必ずしも JICA 側の意向どおりには進まないこともある。現場レベルで調整できない事案に関しては、JICA と FAO のハイレベルでの調整も必要と思量する。
- (2) 現行の JICA プロジェクトが、NFMS 構築プロセスで影響力を持てたのは、旧バンドゥン州で着実に成果を残してきたからである。次期案件でもプレゼンスを確保するためには、現地の活動に基づくインプットをする必要がある。そのためにも FAO とのデマケまたは連携を図りつつ、現地の活動を実施する案件スキームにすることが必要である。
- (3) 技術プラットフォーム(PTC)は、FONAREDD と FAO の契約上、FAO の NFMS 最終化プログラムの枠組みに位置づけられている。しかし、本来は DDD-DIAF のイニシアティブの下、関係パートナーが協力して DRC 環境省としての方法論の共通化、データの共通活用を協議する場と考えるべきである。ここで重要なのは、関係者全体が FAO プログラムの枠組みではあるが、技術プラットフォームを経て合意される方法論や作成される文書は、関係パートナーの共同成果品であるという共通理解をもつことである。

- (4) 現行案件で作成した技術手順書・マニュアルはあくまでも旧バンドゥンドゥ州を対象に作成したものとして完結させ、これが現行案件の成果品となる。リモートセンシング、NFI、DB いずれも次期案件では技術の進歩や国レベルへの展開を勘案したモニタリング手法へ円滑に転換していく必要がある。
- (5) コンゴ民国における REDD+、特に NFMS 分野の動きは非常に活発で、状況がめまぐるしく変化するため、空白期間を作らないことが重要である。

#### PIREDD (REDD+統合プログラム) について

- (1) CAFI 資金を使ったプロジェクトを想定した場合、CAFI 資金を管理する FONAREDD の方針に沿った案件実施を求められることになる。案件について FONAREDD の方針と JICA の理念が異なる場面が出てくると予想され、両者の考え方を調整する努力が重要である。しかし、両者が完全に満足できる形で調整できないケースも考えられるが、最終的な判断は明確にすべきである。
- (2) 中央の関係部署（環境省、DDD、DIAF）と州の関係部署の参画の分野や役割の明確化が必要である。中央の関係部署は REDD+アクションプランや REDD+投資計画の実施と REDD+活動のモニタリング・登録、州の関係部署は州の開発計画や環境政策の実現をミッションとしている。それぞれの立場と目的を理解し、プロジェクトへの参画や能力強化を促進させることが重要である。
- (3) PIREDD 実施にはローカルリソースとの連携が不可欠であり、対象サイトや当該分野での経験を踏まえて、適切なパートナーを選ぶ必要がある。
- (4) CAFI については契約、調達、アカウンティング・監査などが JICA システムとは異なることが予想されるので、そのための体制が必要である。

# ファイナルレポート

## II 主報告書





## 1. プロジェクトの背景

コンゴ民主共和国（以下コンゴ民国）は中部アフリカに位置し、その国土面積は2,345千km<sup>2</sup>、人口はおよそ8,330万人である<sup>1</sup>。

コンゴ民国が位置するコンゴ盆地地域には、アマゾンに次ぐ面積を有する熱帯雨林が広がり、“地球の片肺”とも呼ばれ、炭素吸収源として気候変動対策の観点からもその重要性が認識されている。

その一方、この熱帯雨林も、農地開拓、内戦、違法伐採など様々な人為的活動により減少傾向にあり、その保全は地球全体にとって重要な課題となっている。

こうした事態に対処するため、コンゴ盆地諸国は1999年3月「ヤウンデ宣言」により「中央アフリカ森林協議会（Commission des Forêts de l'Afrique Central=COMIFAC）」を設置した。現在の加盟国は10カ国で、コンゴ民国は加盟国の一つとして森林保全に積極的に取り組んでいる。

コンゴ民国はコンゴ盆地に含まれる中央部が熱帯雨林気候帯に属し、一年中雲に覆われ多雨である。周辺部は熱帯モンスーン帯またはサバンナ気候帯に属し、乾季と雨季に分かれている。

「コンゴ盆地の森林-森林の状況2008(Forêts du Bassin du Congo-Etat des Forêts 2008)」<sup>2</sup>によれば、コンゴ民国の森林面積は、1,555千km<sup>2</sup>で、COMIFAC加盟国のうち森林が多い6カ国の森林面積全体の約62%に相当する広大な面積を占めている。同報告によれば、コンゴ盆地全体の1990年から2000年にかけての森林減少（deforestation）は0.17%で、国別ではコンゴ民国の減少率ももっとも高く、0.21%とされている。

この1990～2000年にかけての時期はコンゴ民国での政治的混乱が頂点に達した時期でこの間、森林行政が著しく停滞したことが森林減少に大きく影響したと考えられる。コンゴ民国政府が国の森林政策や各種の施策に再び取り組み始めたのは2002年頃からで、法的整備として1949年制定の森林法に代わる新森林法が2002年4月11日付け政令で制定された。

コンゴ民国は上記に示す森林施策として、各種国際機関、欧米諸国、国際NGOなどの協力を得て基礎となる森林資源状況の把握に取り組み始めている。日本政府も環境プログラム無償資金協力「森林保全計画」により森林インベントリーや森林情報システム構築に必要な資機材の供与及びその初期研修としての技術支援（テクニカルアシスタンス）を実施した。コンゴ民国政府のかかる取り組みの実現に向けた資機材面での体制は整備されつつある。このような背景の下、コンゴ民国政府はそれらの資機材を用いた実際の森林資源インベントリーシステムの構築を目指して、国際協力機構（以下、“JICA”）に対して技術協力を要請した。

JICAはコンゴ民国政府の要請に応じて、2010年8月の基礎情報収集調査と2011年10月の詳細計画策定調査の2回の調査を経て、2012年3月にコンゴ民国政府との間でR/Dを締結し、本プロジェクトを実施する運びとなった。

本プロジェクトは、コンゴ民国旧バンドゥンドゥ州<sup>3</sup>をパイロットエリアとして実施するものであるが、将来的には本プロジェクトで得られた成果をコンゴ民国全体に展開するだけでなく、

---

<sup>1</sup> 出典：CIA, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/cg.html>

<sup>2</sup> 「コンゴ盆地森林のためのパートナーシップ」の枠組みにおいて 2004 年から隔年で発表されているコンゴ盆地の森林に係る報告書。現在 2010 年版まで公表されている。

<sup>3</sup> 現在、コンゴ民主共和国においては州分割が進められており、バンドゥンドゥ州は 3 つの新州に分割される。本報告書においてバンドゥンドゥ州と記載する場合は、旧バンドゥンドゥ州を指している。

REDD+などの気候変動に対する国際的取組の枠組みでの活用も視野に入れて本プロジェクトの全体を構想すべきものと理解している。

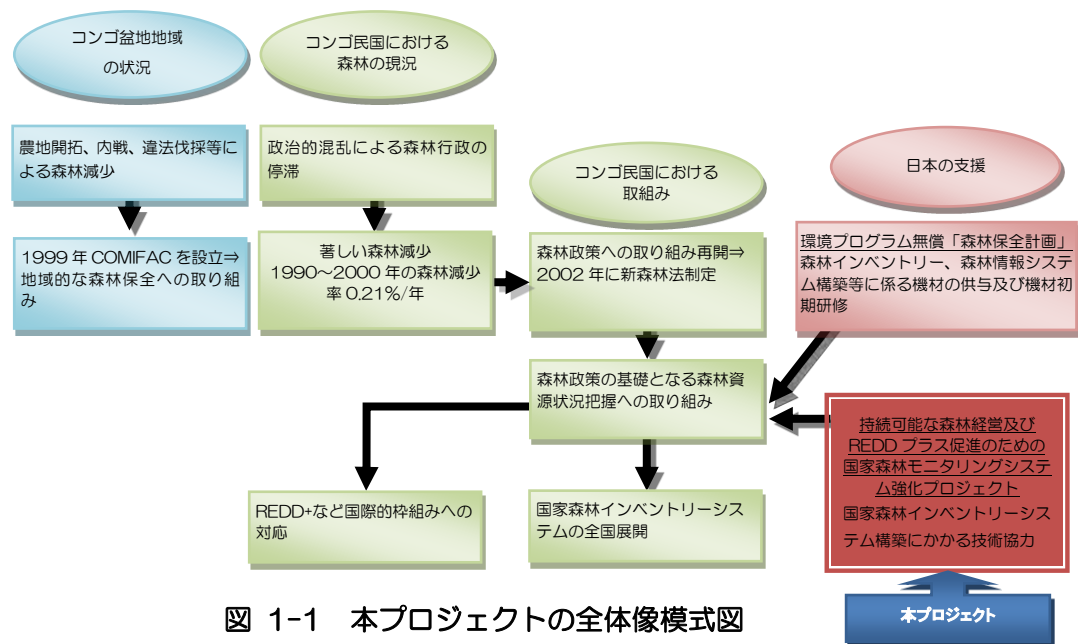


図 1-1 本プロジェクトの全体像模式図

上述した理解に基づき、本プロジェクトでは用語の意味を予め下記のとおり定義した。

- 森林基盤図：衛星画像のリモートセンシング解析で得られた土地被覆・森林タイプ区分図を森林GISの1レイヤーとし、これに別途森林GISに格納した既存の道路図、行政界図など他のレイヤーを重ね合わせて出力した地図。
- 地上調査：地上での調査には森林基盤図作成のための地上調査と森林インベントリーの地上調査があり、その箇所は必ずしも同一とは限らない。本報告書では曖昧さを避けるために、森林基盤図作成のための地上調査と森林インベントリーの地上調査と区別する。森林基盤図作成のための地上調査は、衛星画像の判読が難しい箇所や判読結果の精度を確認するために行う地上での調査を意味する。森林インベントリーと区別するために本レポートではグランド・トゥルース（以下、「GT」という。）という。
- 森林インベントリーの地上調査手法：例えば、サンプリングの方法、プロット形状、プロットでの測定方法などを示す方法論。
- 地上調査の手順：上記手法に沿って地上調査を行う手順で、「調査準備～調査ポイントまでのアクセス～プロット設定～測樹・その他データの収集～データ整理」などの作業の流れ。
- 森林資源データベース：森林資源に係る帳票(文書データ)やデジタルデータ(GIS、リモートセンシングデータ)を一元的／有機的に管理する仕組み。本プロジェクトでは環境プログラム無償資金協力「森林保全計画」で提供したソフトウェアを用いて森林タイプ、樹種、蓄積量などの森林情報を格納し、利用するデータの集合。データの整備状況や必要性を検討し、森林管理にかかる情報、木材伐採コンセッション情報、行政情報、地理情報、自然条件にかかる情報（土壌、気候等）、インフラ情報などを含める可能性もある。

- 森林資源インベントリーシステム：森林資源インベントリーを定期的に行って森林資源データベースの保守や更新を行うことを仕組みとしてまとめたもの。
- 森林資源モニタリングシステム：森林資源インベントリーだけでなく、森林資源以外の要素例えばセーフガードなどをデータベースに含めた、森林資源変化をモニタリングする広義の仕組み。

以上の定義に従って、本プロジェクトの全体像としての森林資源モニタリングシステムをイメージするとともに、本プロジェクトの範囲を示すと次図の通りとなる。

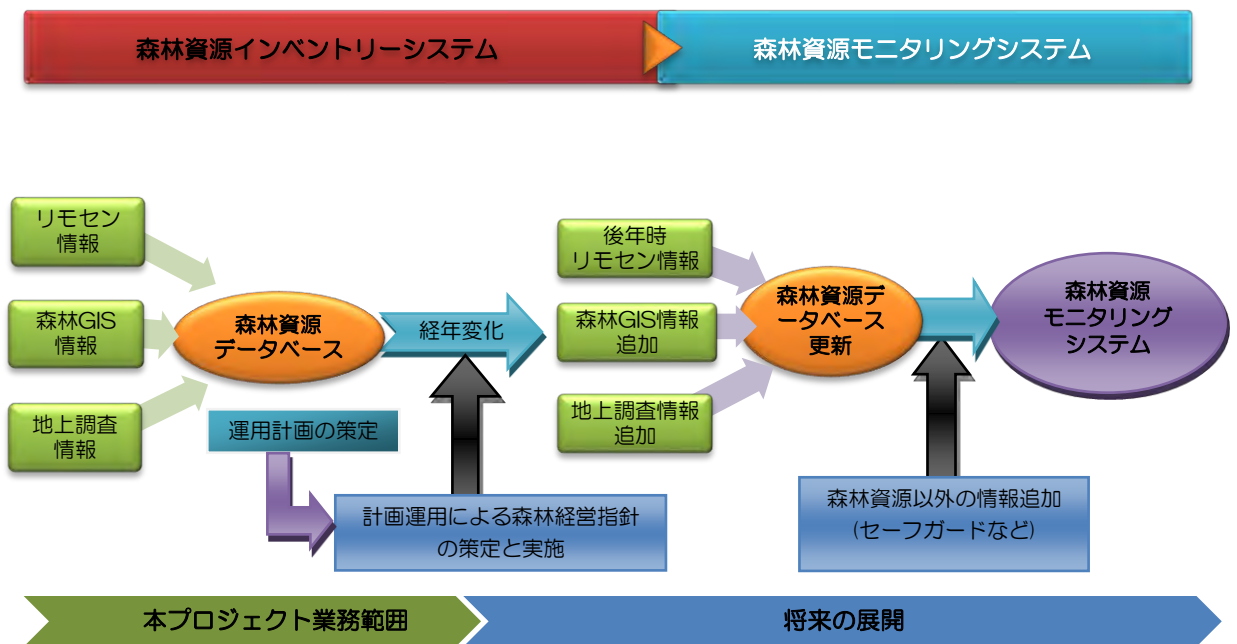


図 1-2 森林モニタリングシステムの全体構成概念と本プロジェクト範囲

## 2. プロジェクトの概要

R/D に示された本プロジェクトの概要は以下のとおりである。

### (1) 上位目標

国家森林モニタリングシステム（NFMS）の運用により、REDD+が実施され、持続的森林管理が促進される。

### (2) プロジェクト目標

持続的森林管理とREDD+実施のための国家森林モニタリングシステム（NFMS）が構築され運用される。

### (3) 期待される成果

成果 1：旧バンドゥンドゥ州（パイロット州）の森林基盤図が作成される。

成果 2：国家森林インベントリーの地上調査手法と手順が開発される。

成果 3：国家森林資源データベースが構築される。

成果 4：国歌森林資源モニタリングシステム (NFMS) が設計され、その運用計画が策定される。

成果 5：基本 FREL 設定方法論を森林インベントリーシステム手順書に記述する。

#### (4) 活動の概要

##### 成果1に係る活動

- 1) 森林タイプ区分を検討する
- 2) 衛星画像の予備判読を行う
- 3) 予備判読結果を現地で確認する
- 4) 衛星データと地上データの照合と分析を行う
- 5) 森林基盤図を作成する
- 6) 上記に関する能力向上のための研修を実施する

##### 成果2に係る活動

- 1) 地上調査に必要な情報を収集・分析する
- 2) 分析結果に基づき、調査手順を特定する
- 3) 策定された手順に基づき、旧バンドゥンドゥ州において地上調査を実施する
- 4) 上記に関する能力向上のための研修を実施する

##### 成果3に係る活動

- 1) 森林資源データベースを設計する
- 2) サンプルデータの入出力によりデータベースの機能を確認する
- 3) データベースを修正して完成させる
- 4) 上記に関する能力向上のための研修を実施する

##### 成果4に係る活動

- 1) 関係プログラム等との連携の下、NFMS のデザイン及び NFMS 文書のドラフト（目的等、タイムライン、技術的詳細等）を行うための NFMS プラットフォームを運営する。
- 2) 環境省及び関係機関により、NFMS が承認され、必要な際に改訂される。
- 3) CAFI-NFMS プログラムを含む他の NFMS 構築のためのプログラムと連携し、NFMS を実施するための能力（森林インベントリー管理、森林被覆図、データベース等）を向上する。
- 4) 旧バンドゥンドゥ州のために開発されたマニュアルを基にした NFMS 実施のためのマニュアルを策定する。

##### 成果5に係る活動

- 1) 2010 年の森林基盤図を参照しつつ、多時点の衛星画像を判読し土地被覆・森林タイプ区分図を作成する
- 2) 森林インベントリーデータの追加収集を継続して行い、収集されたデータを用いて排出係数を求める
- 3) 追加収集されたインベントリーデータを、DIAF スタッフを指導・監理しつつデータベースに格納する

- 4) 多時点の土地被覆・森林タイプ区分図を用いて、その変化を GIS で分析し、アクティビティデータ（森林面積変化）を求める。
- 5) 排出係数とアクティビティデータを用いて基本 FREL を設定する
- 6) 基本 FREL 設定方法論を森林インベントリーシステム手順書に記述する

## (5) 対象地域

対象地域は以下の通りである。

- プロジェクト拠点：キンシャサ市
- パイロット州(地上調査を含む)：バンドゥンドゥ州（正式には旧バンドゥンドゥ州。現在は州分割により Mai-Ndombe、Kwilu、Kwango の3つの新たな州に分けられている。）
- 森林資源データベース及び森林資源インベントリーシステムの構築：全国

## (6) 旧バンドゥンドゥ州の概要

### 1) 地理的位置と行政区分

旧バンドゥンドゥ州は、コンゴ民国の南西部に位置し、州都バンドゥンドゥ市は首都キンシャサから北東方向432kmにある。州の面積は295,658km<sup>2</sup>で、コンゴ民国全体の12.6%を占めていた。

コンゴ民国の州以下の地方行政区分は大きく分けて、テリトワール (Territoire)、市 (Ville)、シテー (Cité) などに区分されている。新たに制定されるマイ・ンドンベ(Mai-Ndombe)、クイル (Kwilu)、クワンゴ(Kwango)の3つの州の州都は、Inongo、Bandundu ville、Kengeとなった。

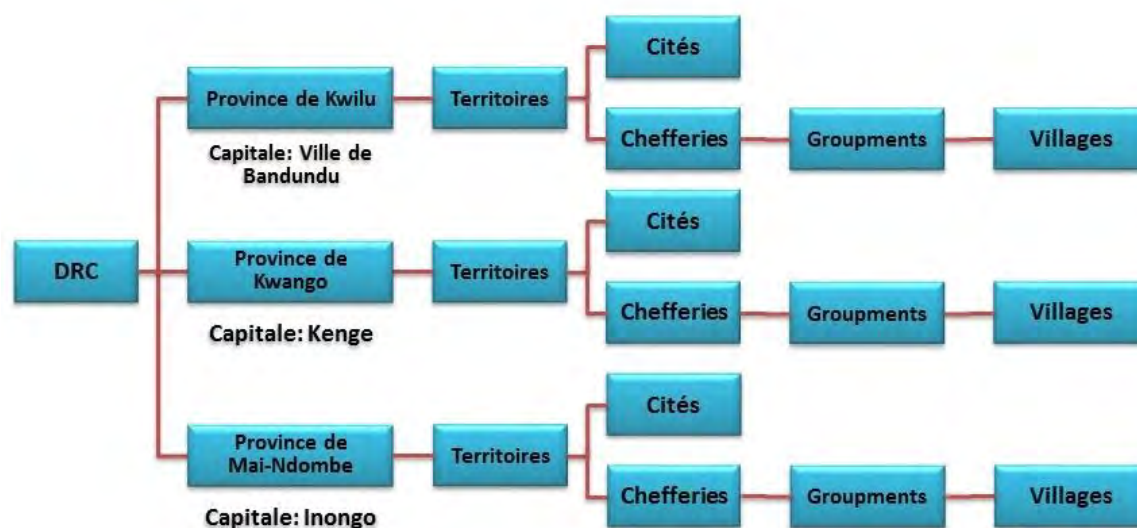


図 2-1 旧バンドゥンドゥ州の現在の行政区分

表 2-1 旧バンドゥンドゥ州の主な市及び集落

| 州<br>Province | テリトワール<br>Territoire | 市<br>Ville et Localité | 人口<br>Population |
|---------------|----------------------|------------------------|------------------|
| -             | (Ville)              | Bandundu               | 137,460          |
| -             | (Ville)              | Kikwit                 | 370,328          |
| Kwango        | Feshi                | Feshi                  | 7,591            |
|               | Kahemba              | Kahemba                | 18,061           |
|               | Kasongo-Lunda        | Kasongo-Lunda          | 22,860           |
|               | Kenge                | Kenge                  | 42,884           |
|               | Popokabaka           | Popokabaka             | 12,564           |
| Kwilu         | Bagata               | Bagata                 | 18,938           |
|               | Bulungu              | Bulungu                | 54,880           |
|               | Gungu                | Gungu                  | 22,946           |
|               | Idiofa               | Dibaya-Lubwe           | 37,390           |
|               | Idiofa               | Idiofa                 | 58,637           |
|               | Idiofa               | Mangai                 | 43,155           |
|               | Masi-Manimba         | Masi-Manimba           | 30,542           |
| Mai-Ndombe    | Inongo               | Inongo                 | 46,657           |
|               | Kiri                 | Kiri                   | 14,033           |
|               | Kutu                 | Kutu                   | 37,405           |
|               | Oshwe                | Oshwe                  | 21,681           |
|               | Bolobo               | Bolobo                 | 31,735           |
|               | Mushie               | Mushie                 | 42,409           |

2006年2月、現在の11州（うち1州はキンシャサ市）を27州（うち1州はキンシャサ市）に細分化することが国会で採択され、この3年後の2009年から新体制がスタートすることとなった。

2015年にはバンドゥンドゥ州のKwilu、Kwango、Mai-Ndombe（現Plateau郡を含む）の3州への分割が具体的に実施されたが新しい州政府の体制など依然として不明な点も多く、誰をインターロクターにすべきか必ずしも明確ではない等円滑なプロジェクト活動実施を難しくしている側面もある。

## 2) 自然概況

旧バンドゥンドゥ州の地形は、標高およそ1000mの州南部から州北部に向かって徐々に標高300mまで下っている。

気候は、州の北東部が熱帯雨林気候帯に属し規則的な乾季がなく、年平均降雨量は1500mm～2000mmである。州の残り部分は熱帯モンスーン気候帯に属し、雨季と乾季があり、年間降水量は800mm～1500mmとされている。DIAF職員の情報によれば乾季は4月から7月とされ、乾季、雨季が明確でない北部も6月、7月は比較的降雨量が少ない。年平均気温は熱帯雨林気候帯が摂氏30度、熱帯モンスーン気候帯が摂氏20度から25度となっている。

旧バンドゥンドゥ州は水系密度が高く、大小の河川網が広がっている。これらの河川は南から北へ流れ、最終的には西のコンゴ河に流れ込む支流を形成している。

土壌分布は州北部がFerralsols、州南部がArenosolsと大別できる。

旧バンドゥンドゥ州の森林地域は、マイ・ンドンベ州が熱帯雨林地域で密な熱帯雨林が広がっている。クイル州及びクワンゴ州の州中央部はサバンナ地域で、背丈の高い叢生エリアが河畔林で分断される形となっている。南部中央高原のステップ地域にはサバンナ及びステップが混交した疎林がある。

同州の植生被覆は、野火、木材伐採、開墾のための火入れなど人為的行為による劣化に継続的に脅かされている。



### 3) 森林資源利用状況

旧バンドゥンドゥ州の家庭用燃料は一般に薪炭で、統計数値はないが、森林破壊のひとつの原因であるとされている。

コンゴ民国では用材生産をコンセッション方式で実施しており、旧バンドゥンドゥ州では特に北部にコンセッションが存在している。森林法ではコンセッションを有する開発業者に対して森林整備計画の策定を義務付けており、業者はこの計画に沿って森林開発を行う体制となっている。しかし、実際には、登録されている大手開発業者のほかに中小の未登録業者が多数存在し、無秩序な森林伐採が行われ、これが組織的な森林破壊の原因となっている。

「バンドゥンドゥ州のモノグラフィ」に引用されている「Coordination Provinciale de l'environnement（中央政府環境・自然保護・持続開発省州環境調整局）/BDD, 2003年次報告書」の情報によれば、バンドゥンドゥ州ではおよそ30種類の用材生産用樹種がある。主要樹種は次の通りである。

|                                  |                                   |                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Piptadeniastrum africanum</i> | <i>Lovoa trichiloides</i>         | <i>Chlorophora excelsa</i>          |
| <i>Entandrophragma candolei</i>  | <i>Aimas pterocarpoides</i>       | <i>Staudtia stipitata</i>           |
| <i>Austranella congolensis</i>   | <i>Anthrocarium nannii</i>        | <i>Entandrophragma cyclindrucum</i> |
| <i>Erythrophleum swaveolens</i>  | <i>Entandrophragma angolensis</i> | <i>Tessmania africana</i>           |
| <i>Milletia laurentii</i>        |                                   |                                     |

このうち、*Entandrophragma cyclindrucum*はサペリ・マホガニー、*Milletia laurentii*(通称ウェンゲ)はグレイ・エボニー、*Erythrophleum swaveolens*はティアマ・マホガニーと呼ばれ、内装材、外装材、家具材などとして使われている。

### 4) 社会経済概況

旧バンドゥンドゥ州の人口は、2003年の州内務局(Division Provinciale de l'Intérieur)資料によれば、男性4,640,120人、女性5,252,347人の合計9,892,467人である。同州の主なエスニックグループは、ヤンシ(YANSI)、サカタ(SAKATA)、タケ(TAKE)、ピグミー(PYGMEE)、ンバラ(MBALA)、ヤカ(YAKA)の6つに大別され、それぞれが複数の下位グループに分かれている。

旧バンドゥンドゥ州の主要経済活動は農業、漁業、牧畜業である。コンゴ民国全体で州単位の生産量を比較すると、バンドゥンドゥ州はキャッサバが1位、メイズが2位、水産物が3位、肉が2位を占めている。

## (7) コンゴ民国における気候変動枠組み条約への対応状況

### 1) 気候変動枠組み条約に関する概況

コンゴ民国は、1997年に国連気候変動枠組条約（UNFCCC）、2005年に京都議定書を批准した。2015年8月に提出された同国の気候変動枠組み条約の約束草案では次のとおり目標が設定されている。

- 基準年：2000年
- 約束期間：2021年～2030年
- 寄与のタイプ：条件つき
- 対象分野：農業、森林、エネルギー
- 関連温暖化ガス：CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O
- 削減レベル：17%
- 必要な経費：21,622百万ドル（適応策 9,082百万ドル、緩和策 12,540百万ドル）

同約束草案によれば、次の分野での一連の活動を行っているとのことである。

- ✓ 2001年、2009年及び2014年に温室効果ガス（GHG）の排出量インベントリーを実施。
- ✓ 森林法を2002年8月29日に法律第011/2002として立法。
- ✓ 環境・森林・水及び生物多様性国家プログラムの策定。
- ✓ 気候変動インパクトに対するリスク及び脆弱性評価の実施（2006年）。並びに2010年以降の農業部門の適応プロジェクトの実施。
- ✓ 緩和ポテンシャルと技術ニーズの確認調査実施（2007年）。
- ✓ 森林減少・劣化からの排出削減プロセスの実施（REDD、2009）。
  - (i) 森林セクターの投資プログラムへのコミットメント（2010）
  - (ii) REDD+に関する国家戦略の採択（2012）
  - (iii) 国家REDD+基金の創設（2012年）
- ✓ 気候変動に関する次の三本柱の国家政策、戦略及び行動計画をスタート。
  - (i) 低炭素開発戦略（2012）
  - (ii) 気候変動への国家適応計画（2014年）
  - (iii) セクター戦略の横断的統合
- ✓ 再生可能エネルギーのアトラスを含む電力セクターの政策文書の作成。

## 2) 温室効果ガスインベントリーのための国家システム

温室効果ガスインベントリーにかかる国家システムについては、約束草案の中で次のとおり記述されている。

以下、約束草案からの抜粋

環境持続開発省（MEDD）の持続開発局（DDD）が温室効果ガスインベントリシステムの担当機関となっている。同局は、気候変動に関連する国際交渉の調整や関連する国のアクションの調整・実施も担当している。

MEDD次官の監督の下、国家気候変動委員会は、国際的かつ学際的アプローチの中で気候変動にかかるプログラムやプロジェクトの実行について指導を行う。

また、DDDの監督の下、政府省庁、国家研究センター、大学、民間機関、非政府組織などの専門家が構成するチームが、方法論的アプローチの決定と温室効果ガス排出量の推定の作業を実行している。また同チームは気候変動に対する脆弱性や技術ニーズの評価も担当している。温室効果ガス排出量のインベントリー報告書の正式な承認は、国家気候委員会の責任

で行われる。

REDD+のMRV国家システムは、MEDDにより開発された。このシステムの運用技術は次の3本柱から構成される。

- i. 衛星による土地探査システム (SSTS)
- ii. 国家森林インベントリー (NFI)
- iii. 温室効果ガスインベントリー (IGES)

現在までに、これらの三本柱のそれぞれが、具体的な成果と人材育成の両面でかなり進捗している。森林分野以外での同様のモニタリングシステムについては、低炭素開発戦略の策定及びNAMAs (Mesures Nationales Appropriées d'Atténuation) プロジェクト形成プロセスの枠組において現在開発中である。

以上のように、コンゴ民主共和国における気候変動枠組み条約に関連する取組みでは、森林分野での緩和策であるREDD+が先行している。

### 3) REDD+の進捗状況

コンゴ民主共和国におけるREDD+及び旧バンドundu州で実施が予定されているMai-Ndombeプログラムに関連する時系列的動向は、次のとおりである (Document de Programme de Réductions d'Emissions (ER-PD)より)。

- ✓ 2011年10月 – Joseph Kabila大統領が森林と気候変動に関する上級レベルフォーラムを開催し、持続可能な森林管理及び気候変動の緩和策の目的を設定するとともに、グリーン開発目標 (2035年までの) を設定した。
- ✓ 2011年12月 – COP17にて環境省が排出量低減プログラムのコンセプトを発表した。
- ✓ 2012年6月 – コロンビアのSanta Martaで開催されたFCPFのカーボンファンドの会議にて環境大臣が排出量低減プログラムのコンセプトを発表した。
- ✓ 2012年12月–COP18 (カタール国ドーハ) において副総理大臣及び財務大臣が仏国環境副大臣とともにREDD+国家基金及びER-PINにかかる国家戦略を発表した。
- ✓ 2013年2月 – 環境大臣がバンドundu州知事及び同州環境大臣とともにCN-REDDのワークショップにてER-PINの完成を発表した。
- ✓ 2013年3月 – 政府及び大臣評議会は、パリのカーボンファンド参加国委員会に提出されるER-PINの初稿を承認した。
- ✓ 2014年3月 – 大臣評議会は、カーボンファンド参加国会議に提出するER-PIN ver.2を承認した。
- ✓ 2014年9月 – コンゴ民主共和国は、森林減少緩和と森林生態系回復に重要な経済的奨励を引き出すための多国間の集団的コミットメントである「森林に関するニューヨーク宣言」に署名した。更に、環境大臣は、緩和策であるMai-Ndombeプログラムをニューヨークサミットのサイドイベントの場で諸基金・投資ファンドに対して公表した。
- ✓ 2014年12月 – コンゴ民主共和国は、森林減少由来の排出量を低減することにコミットメントした14の開発途上森林国が、国際社会に対して資金の投入を求めた「リマチャレンジ」に署

名した。

- ✓ 2015年2月 – バンドゥンドゥ州の州都であるバンドゥンドゥ市にて、同州の知事の後援の下、Mai-Ndombeプログラムの構想を発表するワークショップが開催された。
- ✓ 2015年8月 – コンゴ民国は、UNFCCCの枠組みでの約束草案を提出した。同草案は、2030年の排出量を2000年比で17%減少させるというものである。このための主な対策は、森林減少・劣化の緩和戦略である。
- ✓ 2015年9月–中央アフリカ森林イニシアティブ（Central African Forest Initiative）に提出されたREDD+国家資金計画の一部としてMai-Ndombeプログラムの補助資金への拠出が提案された。

また、コンゴ民国において実施されてきたREDD+関連の主なプロジェクトとしては、以下のものが挙げられる。

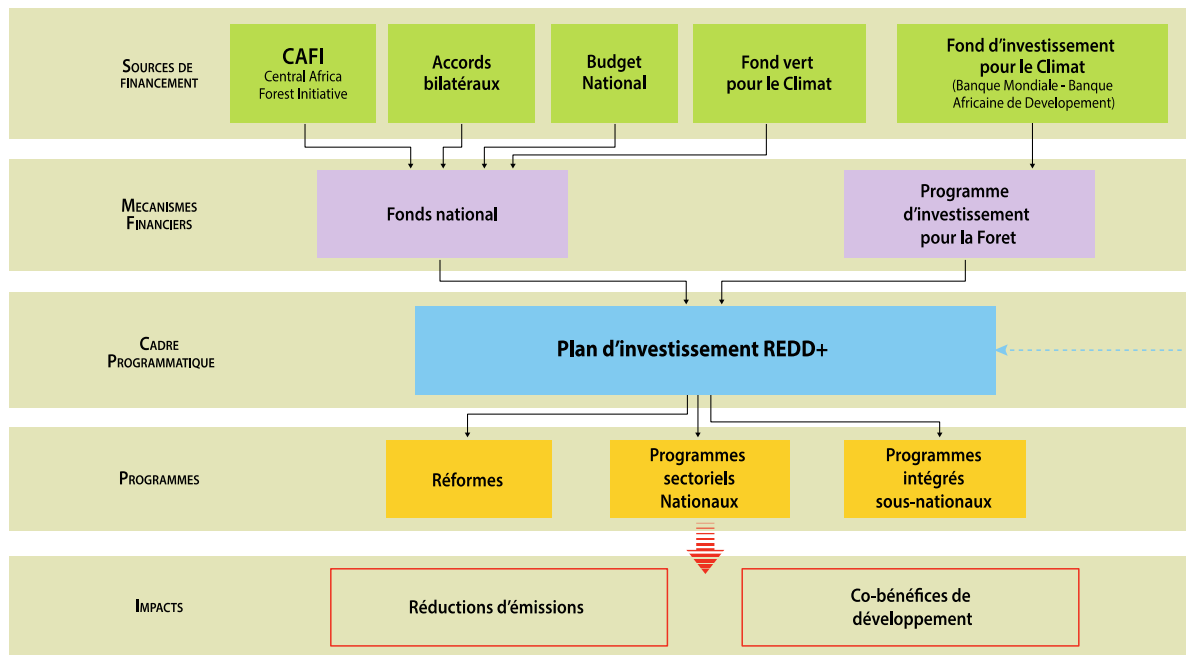
- Système de Surveillance des Terres par Satellite (SSTS) (衛星画像による土地監視システム) - (FAO)
- Inventaire Forestier National (IFN) (国家森林インベントリー) – (FAO)
- Carbon Map and Model (CO2M&M) - WWF
- Global Forest Change et FACET - OSFAC
- Atlas forestier de la RDC (DRC森林アトラス)- WRI
- Global Forest Watch – WRI

#### 4) REDD+実施に向けた資金メカニズム

REDD+実施のための資金は、国際的な基金メカニズムやその他の二国間・多国間合意等を原資とし、DRC環境省が2015年11月に策定したREDD+投資プラン(DRC REDD+ Investment Plan 2015-2020)に基づいて分配される仕組みとなっている。

現在具体的に活発な動きがあるのは、CAFI（中央アフリカ森林イニシアティブ）で、同資金にかかるLOI（Letter of Intent）がノルウェー気候・環境大臣、コンゴ民国財務大臣及びUNDPマルチパートナートラストファンドの間で2016年4月に署名され、正式なスタートの運びとなった。CAFI資金を使ってFAOが実施するNFMS最終化プログラムは、2017年1月にキックオフワークショップを開催し、活動を進めている。

また、世銀のFCPFは、REDD+国家戦略策定やMai Ndombe州を対象とするMai-Ndombeプログラム（準国レベルのREDD+プログラム）のプログラムドキュメント（ER-PD）の作成に資金支援を行ってきた。同ER-PDは2016年6月に承認され、2017年には活動が開始される見込みである。また、世銀はアフリカ開発銀行と協調してFIP（Forest Investment Program）を実施しているところである。



## (8) 本プロジェクトの留意点

本プロジェクト実施上の留意点は、以下のとおりである。

### 1) 旧バンドゥンドゥ州の森林基盤図作成に関して

- ✚ 森林タイプ区分の検討では、コンゴ民国や他ドナーが使っている分類法を、衛星画像判読の可能性も含めて C/P と十分すり合わせる。
- ✚ 衛星画像判読作業は、時間的制約と作業量とを勘案して、日本側とコンゴ民国側で分担して行う。
- ✚ GT ではアクセス条件を考慮して、時期とサイトを決める。
- ✚ 森林基盤図を衛星画像解析による土地被覆・森林タイプ区分図に道路情報や行政界情報を重ね合わせた図とすれば、それらの情報がデジタル化されていることが前提であり、本プロジェクトで用いるソフトウェアとの互換性にも留意が必要となる。
- ✚ 人材の能力強化に関しては、以下の 2) ～ 4) の項目も含めて、確保できる人員の人数とその能力レベルに十分配慮することが必要である。

### 2) 森林インベントリーの地上調査手法と手順の開発に関して

- ✚ コンゴ民国において検討されているインベントリーの手法及び手順を把握するとともに、REDD+の要求事項も考慮しつつ、投入資源（コスト・人材など）、アクセス可能性、時間的制約などを勘案し C/P と十分協議する。
- ✚ 地上調査の作業は基本的に C/P の人員が担い、日本人専門家は技術支援と作業監理を行うよう明確に業務分担する。

### 3) 国家森林資源データベースの構築に関して

- ✚ 最終的にコンゴ民国全体をカバーする国家森林資源データベースを想定した全体構想を描いて全体設計を行うものの、格納する各種データは基本的に旧バンドゥンドゥ州に

係るデータとする。

- ✚ 全体構想には C/P 職員との共通理解が必要である。
- ✚ データベースの操作、微修正、運用は、コンゴ民主共和国技術者で実施できるよう、必要な技術移転を行う。

#### 4) 国家森林資源インベントリーシステムの構築と運用計画の策定

- ✚ 最終的なシステムのイメージをコンゴ民主共和国側と十分検討した上で、全体像を構想する。
- ✚ 具体的な設計では、旧バンドゥンドゥ州での成果を基礎とする。
- ✚ 運用計画は、旧バンドゥンドゥ州での運用計画のほかに、情報工学システム上の拡張性を確認したうえで全国への拡張工程(ロードマップ)を示す。

### 3. 業務の基本方針

R/Dに示されるプロジェクトの目的、成果及び活動、さらに上述の留意点を考慮して、全体の基本方針を示した上で、技術面と運営面の基本方針を次のように設定する。

#### (1) 全体の基本方針

本プロジェクトは、日本の国際協力の技術協力の枠組みで実施されるもので、係る枠組みの原則についてコンゴ民主共和国政府及びカウンターパート機関の理解が必要不可欠である。日本調査団は、十分な理解を得るために、当該機関に対し、JICAと連絡をとりつつ繰り返し説明を行う。

#### (2) 技術面の基本方針

1. 国際的動向も視野に入れた汎用性の高い「国家森林資源インベントリーシステム」構築の基本手法を整備する
2. 具体的な森林資源インベントリーシステム構築では、コンゴ民主共和国及び／又は旧バンドゥンドゥ州の個別特性を考慮した取組みを行う
3. 協働を通じてコンゴ民主共和国技術者の能力向上を図る
4. 環境プログラム無償協力によって供与された資機材を有効活用する
5. 当該国で支援を行っている、或いは予定している他ドナーとの調整を十分に図る
6. 事業成果を当該国関係および他ドナーに積極的に発信する。

#### (3) 運営面の基本方針

1. 運営面においてカウンターパート機関と密接に連携して業務を進める
2. 調査団員の役割分担を明確にし、調査業務の効率的な運営を図る
3. 当協会の知見・経験を最大限活用する
4. 当協会内に危機管理体制を設け、調査団の安全管理を図る



## 4. 業務実施の方法

本プロジェクトは、JICA の業務指示書に示された『第2 調査の目的・内容に関する事項』並びに上記 3.に示した『業務実施の基本方針』に基づき、下図「作業のフローチャート」に沿って実施する。当初、本プロジェクトの期間は 2012 年 7 月～2015 年 5 月の 3 年間の予定であったが、プロジェクト業務に新たに FREL の開発及び森林区分図の Mai-Ndombe プログラムにおける活用が追加され、2015 年 3 月に締結されたミニッツにより 2017 年 5 月まで延長することとなった。

加えて、2016 年 9 月下旬に首都キンシャサで政権交代を求めるデモ参加者と警察との間で、激しい衝突が発生した。これを機に、キンシャサ市内の治安の急激な悪化が予想されたことから、派遣中の団員全員（3 名）が 2016 年 9 月 27 日に退避のため帰国し、渡航制限のため 2017 年 1 月 9 日まで再渡航することができなかった。この期間の活動が未実施であり、契約期間を延長実施する必要性が生じた。さらに、コンゴ民の国家森林モニタリングシステム（NFMS）構築プロセスは、FAO 等国際機関やドナーの支援により急速に進んでいることを踏まえ、2012 年に開始した本案件において NFMS 構築に関係する事業に変更が生じた。

そのため、2017 年 4 月に締結された MEDD-JICA 間の合意（R/D 変更）により、追加業務を実施するために、2017 年 12 月末まで延長することとなった。

表 4-1 作業フローの概要

| フェーズ                             | 業務内容                                                   | 主な成果      |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| フェーズ1<br>(2012 年 7 月～2013 年 9 月) | <b>国内準備作業 (2012.7)</b>                                 |           |
|                                  | 【1】既存資料・情報の整理・分析                                       |           |
|                                  | 【2】全体の調査方針明確化・調査手法及び手法詳細検討                             |           |
|                                  | 【3】Ic/R(素案)の作成及び課題別検討委員会での協議                           | IC/R 素案   |
|                                  | 【4】現地再委託の仕様書の作成                                        |           |
|                                  | <b>現地調査 (2012.8～2013.9)</b>                            |           |
|                                  | <b>プロジェクト全体にかかる作業</b>                                  |           |
|                                  | 【5】Ic/R(素案)の先方政府への説明・協議                                |           |
|                                  | 【6】技術移転計画書案の作成及び協議                                     |           |
|                                  | 【7】既存情報の収集・分析                                          |           |
|                                  | 【8】Ic/R の他ドナーへの説明・意見交換                                 | IC/R      |
|                                  | 【9】他ドナーの実績レビュー及び連携の可能性検討                               |           |
|                                  | 【10】環境プログラム無償の研修修了者・C/P 職員を対象とした研修計画策定                 |           |
|                                  | 【11】地上調査の実施計画書作成                                       |           |
|                                  | 【12】業務進捗報告書(フェーズ1)の作成                                  | P/R フェーズ1 |
|                                  | 【13】インテリムレポートの作成                                       | IT/R      |
|                                  | <b>成果1 (旧バンドゥンドゥ州の森林基盤図作成)に係る作業</b>                    |           |
|                                  | 【14】森林タイプ区分の検討                                         |           |
|                                  | 【15】本邦での衛星画像処理に係るコンゴ民国政府の要請確認・作業計画作成                   |           |
|                                  | 【16】森林タイプ区分のための旧バンドゥンドゥ州でのサンプルプロットの地上調査（グラウンドトゥールズ）の実施 |           |
|                                  | 【17】森林タイプ区分の見直し                                        |           |

| フェーズ                       | 業務内容                                                     | 主な成果    |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|---------|
|                            | <b>成果2（国家森林インベントリーの地上調査手法と手順の開発）に係る作業</b>                |         |
|                            | 【18】インベントリー手順書（案）（ブレインベントリー野帳）の策定                        |         |
|                            | 【19】インベントリー調査チームの組織及びフィールドスタッフ対象の研修実施                    |         |
|                            | 【20】旧バンドゥンドゥ州におけるブレインベントリー開始                             |         |
|                            | 【21】旧バンドゥンドゥ州におけるインベントリー方法論の検討・決定                        |         |
|                            | 【22】旧バンドゥンドゥ州におけるインベントリー実施                               |         |
|                            | 【23】インベントリーデータの結果を用いた森林資源 DB へのサンプルデータ入出力試行              |         |
|                            | <b>成果3（国家森林資源データベースの構築）に係る作業</b>                         |         |
|                            | 【24】森林資源データベース設計の必要情報収集及び基本機能等のデザイン                      |         |
|                            | 【25】森林資源データベースの設計及び詳細設計                                  |         |
|                            | 【26】衛星画像データとインベントリー調査データの森林資源 DB への入力及び森林区分と地上森林情報との適合確認 |         |
|                            | 【27】調査項目や森林区分の修正及び森林資源 DB の修正                            |         |
|                            | <b>国内作業（2012.9～2013.10）</b>                              |         |
|                            | 【32】衛星画像処理・予備判読及び本格解析・修正                                 |         |
|                            | 【33】森林資源 DB の実装及び修正                                      |         |
|                            | 【34】フェーズ1 現地調査進捗の JICA への報告                              |         |
|                            | <b>本邦研修に係る業務</b>                                         |         |
|                            | 【35】フェーズ1 本邦研修                                           |         |
| フェーズ2<br>（2014年1月～2016年1月） | <b>現地調査</b>                                              |         |
|                            | <b>プロジェクト全体にかかる作業</b>                                    |         |
|                            | 【36】先方政府へのフェーズ1 調査結果説明、フェーズ2の調査方針、技術移転方針の作成              |         |
|                            | 【36-1】インテリムレポート（フェーズ1）の説明                                |         |
|                            | 【36-2】キンシャサでのフェーズ1 活動報告セミナー                              |         |
|                            | 【36-3】郡（District）レベルでの説明 WS 開催                           |         |
|                            | 【36-4】地域ラジオ局からのスポット放送の実施                                 |         |
|                            | 【36-5】キンシャサでのフェーズ2 活動報告セミナー（1）                           |         |
|                            | 【36-6】キンシャサでのフェーズ2 活動報告セミナー（2）                           |         |
|                            | 【37】業務進捗報告書（フェーズ2）の作成                                    | 業務進捗報告書 |
|                            | 【63】業務実施報告書（フェーズ2）の作成                                    | 業務実施報告書 |
|                            | <b>成果1に係る活動</b>                                          |         |
|                            | 【38】追加 GT 調査点の選定と当該調査点での GT 実施                           |         |
|                            | 【39】衛星画像データからの森林タイプ区分結果と現地調査取得データとの照合・分析                 |         |
|                            | 【40】旧バンドゥンドゥ州の2010年森林基盤図の完成                              |         |
|                            | <b>成果2に係る活動</b>                                          |         |
|                            | 【41】インベントリー手順書暫定版の見直し及びインベントリー調査の実施                      |         |
|                            | 【42】インベントリー調査フィールドスタッフの繰り返し研修（OJTを含む）                    |         |
|                            | 【42-1】QA/QC                                              |         |
|                            | 【42-2】繰り返し研修（OJTを含む）                                     |         |
|                            | 【43】森林資源 DB へのサンプルデータ入出力試行                               |         |
|                            | 【44】インベントリー手順書暫定版の見直し                                    |         |
|                            | 【45】インベントリー調査フィールドスタッフの繰り返し研修(OJTを含む)                    |         |
|                            | 【46】インベントリー手順書暫定版の追記補正                                   |         |

| フェーズ                             | 業務内容                                                                 | 主な成果          |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|
|                                  | <b>成果3に係る活動</b>                                                      |               |
|                                  | 【25】森林資源データベースの設計及び詳細設計（フェーズ1からの継続）                                  |               |
|                                  | 【26】衛星画像データとインベントリー調査データの森林資源 DB への入力及び森林区分と地上森林情報との適合確認（フェーズ1からの継続） |               |
|                                  | 【27】調査項目や森林区分の修正及び森林資源 DB の修正（フェーズ1からの継続）                            |               |
|                                  | 【47】衛星画像データとインベントリー調査データの森林資源 DB への入力及び森林区分と地上森林情報の適合確認              |               |
|                                  | 【47-1】インベントリー調査データの森林資源 DB への入力                                      |               |
|                                  | 【47-2】森林インベントリーデータ管理ツールの改良                                           |               |
|                                  | 【47-3】衛星画像データの森林資源データベースへの入力                                         |               |
|                                  | 【48】調査項目や画像上の森林区分の修正及び森林資源 DB の修正                                    |               |
|                                  | 【48-1】森林区分の修正                                                        |               |
|                                  | 【48-2】森林資源 DB の動作確認及び修正                                              |               |
|                                  | 【48-3】森林資源 DB の完成                                                    |               |
|                                  | 【49】森林資源 DB の実装                                                      |               |
|                                  | 【49-1】森林資源 DB を保管する C/P 機関（DIAF）のサーバーの準備                             |               |
|                                  | 【49-2】DIAF サーバー上での森林資源 DB の動作確認、実装                                   |               |
|                                  | <b>成果5に係る作業</b>                                                      |               |
|                                  | 【54】多時点の Landsat 衛星画像の解析にかかる C/P との協議                                |               |
|                                  | 【55】森林インベントリー現地調査の追加実施、暫定排出係数の算定                                     |               |
|                                  | 【56】追加実施された森林インベントリーデータをデータベースに入力                                    |               |
|                                  | 【57】森林面積の試行的な変化分析及びアクティビティデータの算定                                     |               |
|                                  | 【58】暫定排出係数、試行的アクティビティデータを用いて、基本 FREL の設定手法を C/P と協議、C/P への研修         |               |
|                                  | 【59】基本 FREL 設定方法論を手順書に記述                                             |               |
|                                  | 【60】COP21 の C/P 発表支援                                                 |               |
|                                  | <b>国内作業</b>                                                          |               |
|                                  | 【33】森林資源 DB の実装及び修正                                                  |               |
|                                  | 【61-1】衛星画像処理・解析作業                                                    |               |
|                                  | 【61-2】衛星画像処理・解析作業（多時点の衛星画像解析）                                        |               |
|                                  | 【62】フェーズ2 現地調査の進捗状況を JICA へ報告                                        |               |
|                                  | <b>本邦研修に係る業務</b>                                                     |               |
|                                  | 【64】フェーズ2 本邦研修                                                       |               |
|                                  | 【64-1】フェーズ2 本邦研修（森林 GIS/DB）                                          |               |
|                                  | 【64-2】フェーズ2 本邦研修（リモートセンシング解析技術）                                      |               |
| フェーズ3<br>(2016 年 4 月～2018 年 2 月) | <b>現地調査</b>                                                          |               |
|                                  | <b>プロジェクト全体にかかる作業</b>                                                |               |
|                                  | 【65-1】先方政府へのフェーズ2 調査結果説明、フェーズ3の調査方針、技術移転方針の作成                        |               |
|                                  | 【65-2】FAO との連携                                                       |               |
|                                  | 【66】業務進捗報告書(フェーズ3)及びプロジェクト概要冊子の作成                                    | 業務進捗報告書       |
|                                  | 【67】ドラフトファイナルレポートの作成                                                 | ドラフトファイナルレポート |
|                                  | 【68】ドラフトファイナルレポートの先方政府への内容説明                                         |               |
|                                  | 【69】JCC（共同調整委員会）及び最終ワークショップの開催                                       |               |
|                                  | <b>成果1に係る活動</b>                                                      |               |
|                                  | 【70】旧バンドゥンドゥ州の衛星画像解析研修、OJT                                           |               |
|                                  | 【70-1】リモートセンシング技術手順書の完成                                              |               |

| フェーズ | 業務内容                                                     | 主な成果      |
|------|----------------------------------------------------------|-----------|
|      | <b>成果2に係る活動</b>                                          |           |
|      | 【71】収集済インベントリーデータ確認、補足現地調査実施                             |           |
|      | 【72】全インベントリーデータのデータベースへの格納                               |           |
|      | 【73】森林インベントリー技術手順書の完成                                    |           |
|      | <b>成果3に係る活動</b>                                          |           |
|      | 【74】全インベントリーデータの格納、出力などの動作最終確認、修正、データベース(帳票データ部分)の完成     |           |
|      | 【75】地図データの格納、出力などの動作最終確認、修正、データベース(地理情報部分)の完成            |           |
|      | 【76】森林資源データベース技術手順書、マニュアルの完成                             |           |
|      | <b>成果4に係る作業</b>                                          |           |
|      | 【28】NFMS プラットフォームの運営                                     |           |
|      | 【29】国家森林インベントリー実施への支援                                    |           |
|      | 【30】DB 構築にかかる支援                                          |           |
|      | 【31】GCF の動向の把握                                           |           |
|      | <b>成果5に係る作業</b>                                          |           |
|      | 【81】基本 FREL 設定のためのアクティビティデータのとりまとめ                       |           |
|      | 【82】基本 FREL 設定のための排出係数のとりまとめ                             |           |
|      | 【83】基本 FREL の設定                                          |           |
|      | 【83-1】基本 FREL の設定のための森林減少ドライバー調査、コンセッション調査の実施            |           |
|      | 【84】基本 FREL の設定にかかる C/P への技術移転                           |           |
|      | 【85】COP22 の C/P 発表支援                                     |           |
|      | 【85-1】Mai-Ndombe プログラムへの情報提供と活用協議                        |           |
|      | 【86】基本 FREL の設定にかかる手法を国家森林資源インベントリーシステム手順書に記述            |           |
|      | <b>国内作業</b>                                              |           |
|      | 【87】フェーズ3現地調査の進捗報告、業務進捗報告書(フェーズ3)の作成                     |           |
|      | 【88】Landsat 画像処理・解析作業                                    |           |
|      | 【90】ドラフトファイナルレポート(DF/R)及び技術移転セミナーの内容に係る課題別検討委員会における説明・協議 |           |
|      | 【91】技術移転セミナー資料の作成                                        |           |
|      | 【92】DF/R に対する先方政府のコメント対応に係る JICA との協議                    |           |
|      | 【93】ファイナルレポートの作成                                         | ファイナルレポート |
|      | 【94】技術移転実施報告書の作成                                         | 技術移転実施報告書 |

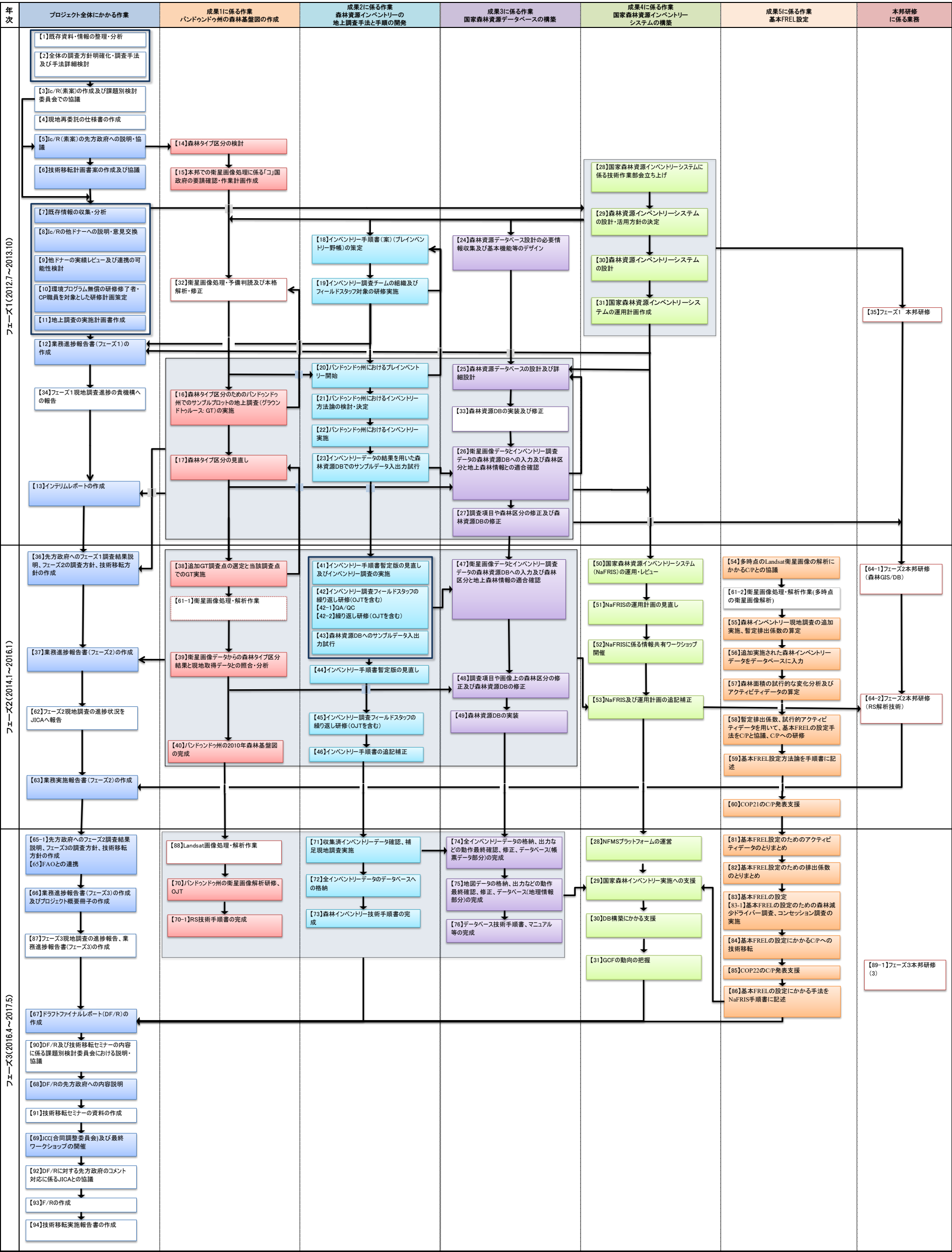


図 4-1 作業のフローチャート





## 5. 業務実施結果

### 5.1 国内準備作業（2012年7月）

#### 【1】既存資料・情報の整理・分析

JICAの業務指示書に添付された資料、環境プログラム無償資金協力関連資料等により日本国内で入手可能な資料、情報を収集し、それらの整理、分析を行った。

#### 【2】全体の調査方針明確化・調査手法及び手法詳細検討

R/D及びM/Mを踏まえ、本プロジェクトの実施に必要な前提条件を整理し、全体の調査方針を明確にし、調査手法及びその詳細を検討した。

#### 【3】インセプションレポート(素案)の作成及び課題別検討委員会での協議

上記【1】及び【2】の作業で明確にした全体の調査方針、資料・情報の分析結果等に基づいて、インセプションレポート素案を作成した。JICAが開催する課題別検討委員会において同素案に係る説明・協議を行い、調査実施方針及び技術移転実施方針について合意を得た。

#### 【4】現地再委託の仕様書の作成

JICAの業務指示書に記載の留意事項の（８）「業務実施体制並びに安全対策について」の「③業務の再委託について」にあるように、1)先方政府実施機関(C/P)への森林内での技術指導・研修業務と、2)インベントリー整備等の成果達成と品質管理に不可欠な地上調査への同行業務について業務再委託による実施を予定した。一方、衛星画像解析のグラウンドトゥルースに関しては、C/P担当技術者が実施することを想定し、再委託業務は予定しなかった。

業務再委託については、その方針や大枠についてC/Pと十分協議する必要があるため、まずはその協議を優先して行い、大枠が固まった段階で、具体的な仕様書を協働で固めることとした。

しかし結果として【10】及び【11】に述べるとおり、本プロジェクトでは再委託ではなく全て直営で実施することとなった。

## 5.2 プロジェクト全体に係る作業

### 5.2.1 フェーズ1（2012年8月～2013年10月）

#### <現地作業>

#### 【5】 インセプションレポート(素案)の先方政府への説明・協議

インセプションレポート(素案)は、コンゴ民主共和国環境・持続的開発省(以下“MEDD”)<sup>4</sup>等の関係機関に対して説明・協議を行い、調査の実施方針、調査内容と手法、技術移転実施方針、便宜供与事項等について合意を得た。また、この機会に合同調整委員会(英語略称JCC、仏語略称CCP)及び技術作業部会（英語略称TWG、仏語略称GTT)の設置についてコンゴ民主共和国側に依頼した。

#### 【6】 技術移転計画書案の作成及び協議

日本側プロジェクトチームが技術移転計画書案を作成し、これについてC/Pとの協議を行い、協働で技術移転計画書を作成した。本技術移転計画書は、インセプションレポートに含まれており、インセプションレポートとともにコンゴ民主共和国側と合意した。

#### 【7】 既存情報の収集・分析

本プロジェクトで構築するデータベースに格納するデータを検討することを目的とし、DIAFおよび関係機関が所有する既存情報を収集・分析した。

DIAFでは、各事業に係る情報や成果等を以下のとおり課ごとに管理している（表 5-1参照）。

表 5-1 DIAFの課別の担当事業と保有データ

| 担当課      | 主な事業／業務              | 支援団体                            | データの保管場所                                       |
|----------|----------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| 地理情報課    | 森林インベントリー            | FAO(Terra Congo)<br>JICA        | 地理情報課サーバー                                      |
|          | 森林動態把握               | OSFAC/FACET<br>OFAC             |                                                |
|          | 森林減少図整備              | WRI(Interactive Atlas, SyGIS)   |                                                |
|          | 森林空間情報整備             | World bank (Geo Data base)/     |                                                |
| インベントリー課 | 国家インベントリー            | FAO (70～90年代のNFI記録の<br>整理作業を含む) | 課担当職員のPC。本年<br>中にデータサーバーを設置<br>予定              |
|          |                      | JICA                            |                                                |
| 森林整備課    | コンセッションの森林管<br>理計画審査 |                                 | 課職員のPC。<br>ゾーニング情報の一部図<br>面は地理情報課のサーバ<br>ーにも保管 |
|          | ゾーニング情報整備            | USFS                            |                                                |
|          | コンセッションの支援           | AFD/AGEDOFOUR                   |                                                |

地理情報課：衛星画像や各種図面類はデジタルデータとして地理情報課のサーバーで管理して

<sup>4</sup>プロジェクト開始当初は「環境自然保護観光省」

いる。

インベントリー課：1970～90年代にカナダの支援で実施したインベントリーデータを所有する。

森林整備課：主にコンセッションの土地利用計画に係る業務を行い、それらに係る資料を管理している。土地利用計画等に係る図面については、地理情報課のサーバーにも保管されている。

これらデータから本事業に関連するものについて、メタデータを整理した。また、表 5-2の情報を候補として、DIAFとの協議を経てデータベースの格納データについて検討した。

表 5-2 収集予定または収集済みのデータ

| データ区分      | データ                                                            | 主な管理機関                                     |
|------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 衛星画像       | ALOS (Ave-2, PRISM)、SPOT 、ASTER、<br>Landsat、DEM 、Rapid-eye     | DIAF                                       |
| 地図類        | 地形図                                                            | 地理院                                        |
|            | 森林分布図（土地被覆/利用図）                                                | UCL、AFRICOVER、                             |
|            | 森林変化図                                                          | OSFAC/FACET 、<br>UCL/JRC/FAO、<br>DIAF(FAO) |
|            | 降水図、気象観測所位置図                                                   | METEOSAT                                   |
|            | 水系図、主要道路図                                                      | DIAF (WRI)                                 |
| 文書<br>印刷図面 | 行政界図、コンセッション境界図、保護区境界図                                         |                                            |
|            | 森林法、森林政策、森林管理計画書、<br>森林管理技術マニュアル、森林インベントリー記<br>録、有用樹種リスト、組織図、他 | DIAF                                       |
|            | インベントリー方法論、調査マニュアル、野帳様<br>式                                    | DIAF(FAO)                                  |
|            | コンセッション法                                                       | Journal official                           |
|            | 希少動植物リスト                                                       | ICCN/DCN                                   |
|            | 気象データ                                                          | METEOSAT                                   |
|            | REDD+関係書                                                       | CN-REDD                                    |

## 【8】インセプションレポートの他ドナーへの説明・意見交換

本プロジェクトのC/PであるDIAFは、国際連合食糧農業機関(FAO)、フランス開発公社 (AFD)、米国森林庁（US Forest Service）の協力を得て、それぞれ森林資源モニタリング、森林管理（コンセッション林の管理）、森林ゾーニングに係る活動を実施中である。

また、コンゴ民国においては世界資源研究所(WRI)、世界自然保護基金(WWF)等が森林被覆図、REDD+にかかる活動を行っている。従って、プロジェクトのキックオフミーティングを開催し、これらのドナーの参集を得てインセプションレポートの内容を説明し、意見交換を行った。

キックオフミーティングは2012年8月14日にキンシャサのSultani Hotelにて開催した。議事概要

および参加者リストは、フェーズ1 インテリムレポートの巻末資料6に掲げたとおりである。

## 【9】他ドナーの実績レビュー及び連携の可能性検討

他ドナーの実績については、衛星画像解析、森林GISの活用、地上調査の手法、森林資源データベース構築などに焦点を合わせ、主に以下の事項についてレビューを行った。

### i. 衛星画像解析

衛星画像データの種類、時期、カバーする地域、森林タイプの区分法、画像解析ソフトウェア、解析結果の保管状況、活用実態など。

### ii. 森林GIS・DB

他ドナーが森林GISの整備に使用しているソフトウェア、すでに整備されているデータ等をレビューするとともに、係るデータの本プロジェクトでの利用可能性等を検討した。

また、森林資源データベース構築に関連して、FAOがDIAFに対して支援中のTERRACONGOプロジェクトで使用しているデータベース管理ソフトウェア、格納情報の種類及び内容について調査した。

### iii. 森林インベントリー

コンゴ民主共和国全土を対象にNFIを構想し、その第一段階としてプレインベントリーの実施を計画しているFAOの手法のレビューを行った。本プロジェクトは、FAOと連携して実施することとなっていたため、FAOのプレインベントリー方法論をベースにDIAF-JICAプロジェクトで野帳を作成し<sup>5</sup>、全国のプレインベントリーに使用した。また、DIAFとFAOが設計した全国のプレインベントリーのうち旧バンドゥンドゥ州に選定された6点についてはDIAF-JICAプロジェクトで実施することとした。

上記のレビュー結果に基づいて、関係他ドナーとの間で成果の整合性、シナジー効果およびデータの互換性をどのように確保するのかといった観点で検討した。

## 【10】環境プログラム無償の研修修了者・C/P職員を対象とした研修計画策定

環境プログラム無償資金協力「森林保全計画」のテクニカルアシスタンス(以下“TA”)では、下記の分野及び人数で供与資機材の初期研修を行った。

- |                 |                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|
| － TA1 リモートセンシング | : DIAFの地理情報課職員10名                                             |
| － TA2 GIS       | : DIAFの地理情報課、森林整備課等の職員10名                                     |
| － TA3 森林調査      | : DIAFの森林インベントリー課職員35名、MECNT <sup>6</sup> 持続開発局(DDD)職員5名の計40名 |

---

<sup>5</sup> 2013年2月16日にDIAF、FAO、JICAの連携の下、バリデーションワークショップを開催し、JICAプロジェクトが作成した野帳がバリデーションされた。

<sup>6</sup> MECNT: 当時の環境・自然保全・観光省。現在は組織改編によりMEDD(環境・持続開発省)。

本プロジェクトでは、原則として上記の研修受講者を対象に、業務遂行に必要な能力向上と彼らが今後他の技術者に対するトレーナーになることを目的とした研修を予定していた。

プロジェクト開始後、研修ニーズおよび対象者についてカウンターパートと協議した結果、本プロジェクトにおける技術移転効果を考慮し、本フェーズの研修テーマおよび対象者を以下のとおりとした。

なお、コンゴ民国では治安上の問題から、森林インベントリーにかかる森林内での研修は、再委託により実施し、日本人専門家は研修監理のみ行うことを想定していた。しかし、プロジェクト開始後、現地の状況を調査した結果、木材コンセッションの施設に滞在することにより、安全を確保できることが判明した。そこで、研修の効果を考え、日本人専門家が直接実施することとした。

表 5-3 本フェーズの研修のテーマおよび対象者

| 分野        | 研修テーマ                                                        | 対象者<br>人数                                                    | 研修実施方法                                                                                      |
|-----------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| リモートセンシング | ERDAS IMAGINE を使用した ALOS オルソパニシャープン処理の手順                     | 地理情報課職員7名（環プロ無償ソフトコンポーネントにて実施したTA1を受講した職員）                   | 環プロ無償により供与された衛星画像および画像解析ソフトウェアを活用し、2012/12/12～12/14の3日間の日程で実施。研修は、1日間の座学及びTA1復習と2日間の実習から構成。 |
| 森林GIS/DB  | GISソフトの基本操作のレビューと森林インベントリーをサポートするための技術                       | 地理情報課技術者12名（1名は1日のみ出席。環プロ無償ソフトコンポーネントにて実施したTA2を受講した職員5名を含む。） | DIAPにて2013/3/20～3/22の3日間に実施。GISソフト（ArcGIS10）の基本操作をレビューした後、森林インベントリーに必要な地理情報の分析方法を指導。        |
| 森林インベントリー | FAOの森林インベントリー手法に基づき現地作業の方法および手順（現 Mai-Ndombe 州 Nioki において実施） | 森林インベントリー課技術者10名                                             | Niokiの木材コンセッション（SODEFOR社）の施設を活用し、2013/1/23～2/2の10泊11日の日程で実施。研修は2日間の座学と7日の実地研修（2日は移動日）。      |

これらの研修に使用した教材や研修レポートは、業務進捗報告書（フェーズ1）の巻末資料2、3及び4のとおりである。

#### 【11】地上調査の実施計画書作成

プロジェクト開始当初は、「研修⇒プレインベントリー⇒インベントリーデザイン⇒インベントリー実施」のプロセスで実施することを計画していた。しかし、プロジェクト開始後、DIAP技術者の現状の技術レベルでは精度の高いデータを取ることが不可能であるのみならず、調査の実施そのものも難しく、安全も確保できないと判断された。

また、旧バンドundu州の道路インフラは極めて未発達なため、雨季のアクセスが非常に困難である。そこで、2013年4月まではカウンターパートの能力向上に集中し、プレインベントリーおよびインベントリーは雨季が終わってから開始することとした。

現地で入手した情報では、旧バンドundu州の乾季は概ね5月～8月で、その期間以外に地上調査を行うことは難しいとのことである。従って、2012年7月～2013年4月は研修、体制作り、計画に必要な情報収集など準備作業を主体的に行い、乾季に入る2013年の5月頃からプレインベントリーおよびインベントリーの実施に取り掛かれるよう、契約変更をJICAに要請し、了承を受けた。

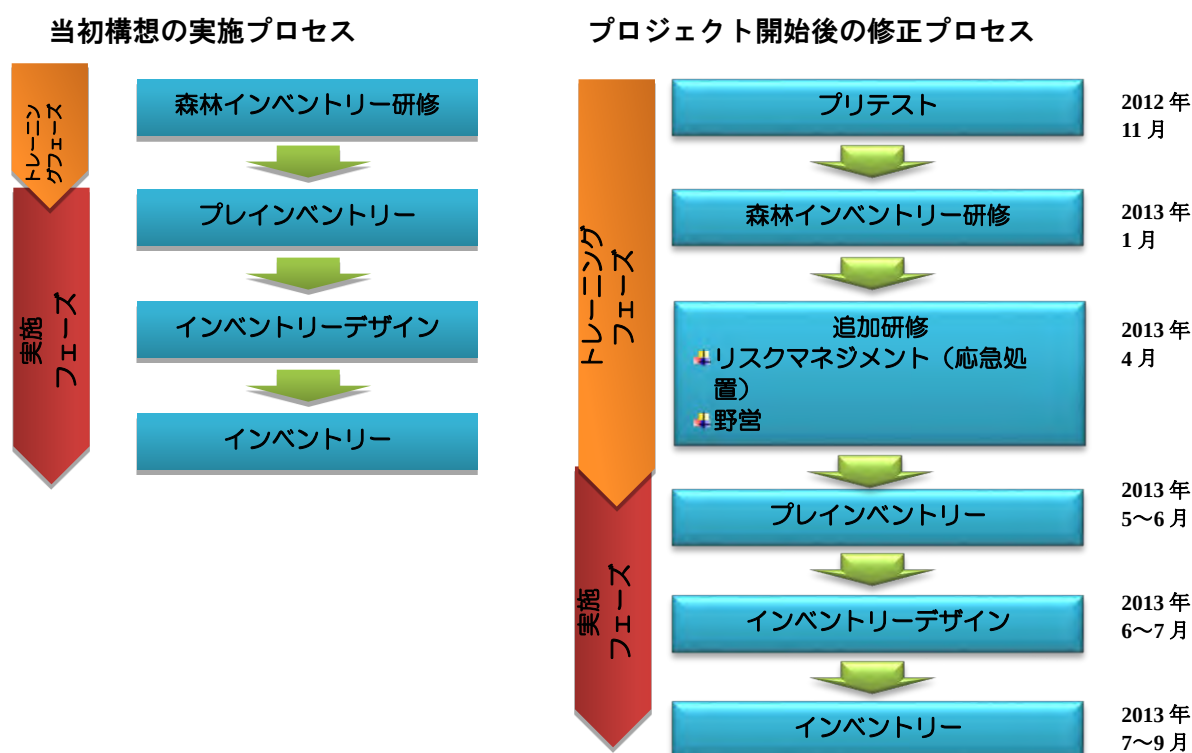


図 5-1 森林インベントリー実施までのプロセス

当初、地上調査は再委託での品質管理、技術支援を想定していたが、コンゴ民主共和国では当該業務実施に必要な技術力と実施体制が揃った適当な再委託先が見つからなかった。また、直営実施する上での懸案事項であった治安状況も改善されてきていることから、十分な注意とリスクマネジメント体制を構築したうえで、直営で実施することとした。

プリテストおよび研修においては、FAO手法のテスト、カウンターパートの技術向上という本来の目的のみならず、プレインベントリーの計画作成に必要な調査工程にかかるデータも収集し、このデータに基づいて、プレインベントリーの実施計画の素案を以下のとおり作成した。



表 5-4 森林プレインベントリー工程案

| 工程                                                                                                                                 | 主な移動手段        | 所要日数                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| アクセス 1 (バンドゥンドゥ⇒地方拠点⇒村落等のベースキャンプまで)                                                                                                | 車両、ボート、バイク、徒歩 | 1～3 日                                                                   |
| アクセス 2 (村落等のベースキャンプ⇒プロットまで)                                                                                                        | 徒歩            | 0.5～1 日                                                                 |
| プロット調査<br>1. 方形プロット<br>2. 円形プロット(10 プロット/SU)                                                                                       |               | 2 日<br>3 日                                                              |
| アクセス 3<br>(プロット⇒村落等のベースキャンプまで)                                                                                                     | 徒歩            | 0.5～1 日                                                                 |
| アクセス 4 (村落等のベースキャンプ⇒地方拠点⇒バンドゥンドゥまで)                                                                                                | 車両、ボート、バイク、徒歩 | 1～3 日                                                                   |
| 合計                                                                                                                                 |               | <方形プロット><br>5 日～10 日<br>平均 7.5 日<br><円形プロット><br>6 日～11 日<br>平均 8.5 日/SU |
| 旧バンドゥンドゥ州内のプレインベントリーSU 数<br>方形プロット 3 SU x 7.5 日=22.5 日<br>円形プロット 3 SU x 8.5 日=25.5 日<br>合計 48 日<br><br>3 チームで実施の場合 48 日÷3 チーム=16 日 |               |                                                                         |

\*SU: サンプルングユニット

上表のとおり、プレインベントリーの6サンプルングユニットの実施は、3チームで16日間かかると試算しているが、このほか事前にアクセス条件、燃料調達地点、宿泊施設などにかかる概況調査や資機材の準備を行う必要があり、計1か月程度と想定した。

後述の【20】で述べるとおり、プレインベントリーは上記想定通り、2013年5月18日から6月19日にかけての1ヶ月間で予定された6プロットの調査を終了した。

その後、C/Pとも協議の上、技術スタッフの向上心を考慮し、あまり間をおかずにインベントリーへ進んだほうがよいとの判断で、インベントリーを2013年7月半ばから着手し、9月下旬にフェーズ1で予定する作業を終了する計画とした。その方法論技術手順書及びマニュアルに示す通りである。

## 【12】業務進捗報告書（フェーズ1）の作成

2013年3月までの調査活動の進捗状況を、業務進捗報告書（フェーズ1）にまとめた。本報告書については、フェーズ1の後半に相手国に説明し、コンゴ民主共和国側の合意を得た。

## 【13】インテリムレポートの作成

2013年9月を目途にフェーズ1の結果を取りまとめた業務実施報告書フェーズ1を作成することとなっており、内容がプロジェクトの中間時点で作成すべきインテリムレポートと同じなので、重複を避け、当該報告書がインテリムレポートを兼ねるものとした。当該報告書は2013年10月にJICAへ提出した。

## <国内作業>

### 【34】フェーズ1 現地調査進捗のJICAへの報告

フェーズ1において実施した活動、成果及び課題を取りまとめ、2013年10月にJICAに対して報告を行った。

### 【35】フェーズ1 本邦研修

第1次本邦研修は、C/P機関であるDIAFの管理者及びリーダークラスを対象に以下のとおり実施した。なお、当時ガボン国においても、「ガボン国森林の持続的管理に資する国家森林資源インベントリーシステム強化プロジェクト（開発調査型技術協力）」が進行中であった。両プロジェクトは、基本構想や自然条件の点で類似性が高く、研修に参加するC/Pが両国の事例や考え方を共有することにより、研修の効果がより高まると判断し、合同の研修を企画し、実施した。

#### (1) 研修の概要

本研修の概要は、次の通りである。

a. 目的

国家森林インベントリー(NFI)に関する理解を深める

b. テーマ

持続可能な森林経営を目的とした森林情報の活用

c. 期間

2012年12月1日から20日（移動日込み）

d. 参加者

コンゴ民主共和国側： André KONDJO（森林インベントリー課長）、DIONGO Albert（森林インベントリー課技術者）

ガボン国側： Nah Mendome Paul Henri（森林総局森林開発課長）、Nteme Simplicie（森林総局森林インベントリー主任）

#### (2) 研修の内容

コンゴ民主共和国及びガボン国の森林インベントリー計画を統括する立場にある職員に対し、国家森林インベントリーの全体像、インベントリーの設計に必要な基礎知識と理論、および具体的な調査プロット的设计、REDD+等に関する情報の提供、必要とされる職員のスキル、資機材等について包括的かつ具体的な講義を行った。また、林野庁の国家森林データベースの視察、静岡県庁のGISシステムの視察、日本のNFIのプロット調査のデモンストレーションの見学及び意見交換も実施した。

#### (3) 主な成果

両国の参加者が、それぞれの国のプロジェクトで策定中の調査プロットデザインや野帳を発表し合い、ディスカッションを行うことで、有効な情報の共有がなされるとともに、改善点が明

確化された。

講義で得た情報の実際の運用例を視察により体験したことで、国家森林インベントリーに関する理解が進むとともに、その構築と運用に必要な各要素について具体的なイメージを持つことが出来た。これは研修生にとって非常に重要な体験となった。



座学



日本NFIのデモンストレーション

#### (4) 行程

表 5-5 本邦研修の日程

| 日<br>順 | 月日    | 曜日 | 研修                                                            |        |                    |              | 宿泊  |
|--------|-------|----|---------------------------------------------------------------|--------|--------------------|--------------|-----|
|        |       |    | 内容                                                            | 形式     | 講師                 | 場所           |     |
| 1      | 12/1  | 土  | リーブルビル・キンシャサ発                                                 |        |                    |              |     |
| 2      | 12/2  | 日  | ハワ経由                                                          |        |                    |              |     |
| 3      | 12/3  | 月  | 東京着                                                           |        |                    |              |     |
| 4      | 12/4  | 火  | 午前 オリエンテーション                                                  |        | TIC                | TIC          |     |
|        |       |    | 午後 挨拶・表敬(JICA13:45-14:30、JICS15:00-)                          |        | JAFTA(富岡、小林)       | JICA<br>JICS | TIC |
| 5      | 12/5  | 水  | 午前 我が国の森林・林業行政                                                | 講義     | JAFTA(西尾)          | JAFTA        |     |
|        |       |    | 午後 林野庁主催国際セミナー「森林を測り、知る、森林に関する国際的報告の現状と課題」参加                  | セミナー聴講 | JAFTA(富岡、小林)       | 三田共用<br>会議所  | TIC |
| 6      | 12/6  | 木  | 午前 両国からのプロジェクト概要の報告                                           | 討論     | JAFTA(富岡、小林)       | TIC          |     |
|        |       |    | 午後 我国の森林情報管理                                                  | 講義     | JAFTA(七海)          | TIC          | TIC |
| 7      | 12/7  | 金  | 午前 9:30-10:15 各国別にプロジェクトの課題点の共有と解決策の議論<br>10:45-12:00 林野庁DB見学 | 討論     | JAFTA(鈴木)          | JAFTA<br>林野庁 |     |
|        |       |    | 午後 各国別にプロジェクトの課題点の共有と解決策の議論                                   | 討論     | JAFTA(鈴木)          | JAFTA        | TIC |
| 8      | 12/8  | 土  | 休日                                                            |        |                    |              |     |
| 9      | 12/9  | 日  | 東京→静岡県(新幹線で移動)                                                |        | JAFTA(富岡)          |              | 静岡市 |
| 10     | 12/10 | 月  | 午前 静岡県森林情報システム概要説明                                            | 講義     | 静岡県森林局(JAFTA富岡)    | 静岡市内         |     |
|        |       |    | 午後 森林施業の実際、移動(静岡駅→東京駅)                                        | 視察     | 静岡県森林局(JAFTA富岡)    | 静岡市内         | TIC |
| 11     | 12/11 | 火  | 午前 木材トレーサビリティ(インドネシアの事例)                                      | 講義・討論  | JAFTA(西尾)          | JAFTA        |     |
|        |       |    | 午後 持続的森林管理を念頭においた森林情報の必要性                                     | 講義・討論  | JAFTA(鈴木)          | JAFTA        | TIC |
| 12     | 12/12 | 水  | 午前 森林インベントリーシステムに必要な情報                                        | 講義・討論  | JAFTA(鈴木)          | JAFTA        |     |
|        |       |    | 午後 森林インベントリーシステムに必要な情報                                        | 講義・討論  | JAFTA(鈴木)          | JAFTA        | TIC |
| 13     | 12/13 | 木  | 午前 森林資源モニタリング調査                                               | 講義     | JAFTA(金森)          | JAFTA        |     |
|        |       |    | 午後 森林資源モニタリング調査                                               | 講義     | JAFTA(金森)          | JAFTA        | TIC |
| 14     | 12/14 | 金  | 午前 森林資源モニタリング調査の模擬演習                                          | 野外演習   | JAFTA(佐藤、新妻、富岡、小林) | 代々木公園        |     |
|        |       |    | 午後 森林資源モニタリング調査の模擬演習                                          | 野外演習   | JAFTA(佐藤、新妻、富岡、小林) | 代々木公園        | TIC |
| 15     | 12/15 | 土  | 休日                                                            |        |                    |              | TIC |
| 16     | 12/16 | 日  | 休日                                                            |        |                    |              | TIC |
| 17     | 12/17 | 月  | 午前 持続的森林管理のための地図データと携帯型情報端末の利用                                | 講義と演習  | JAFTA(佐藤、富岡、小林)    | JAFTA        |     |
|        |       |    | 午後 持続的森林管理のための地図データと携帯型情報端末の利用                                | 講義と演習  | JAFTA(佐藤、富岡、小林)    | JAFTA        | TIC |
| 18     | 12/18 | 火  | 午前 研修のまとめ                                                     | 討議     | JAFTA(石塚、西尾、富岡、小林) | TIC          |     |
|        |       |    | 午後 評価会                                                        | 討議     | JAFTA(石塚、西尾、富岡、小林) | TIC          | TIC |
| 19     | 12/19 | 水  | 東京発、ハワ経由                                                      |        |                    |              |     |
| 20     | 12/20 | 木  | 帰国                                                            |        |                    |              |     |

#### 5.2.2 フェーズ2 (2014年1月～2016年1月)

##### <現地作業>

【36】先方政府へのフェーズ1 調査結果説明、フェーズ2の調査方針、技術移転方針の作成

【36-1】インテリムレポート(フェーズ1)の説明

2014年1月のフェーズ2 開始時に、インテリムレポート(業務実施報告書(フェーズ1))を活用しつつ、フェーズ1の調査結果を先方政府機関に説明し、フェーズ2の調査方針及び技術移

転方針を協働で作成した。

### 【36-2】キンシャサでのフェーズ1 活動報告セミナー

フェーズ1における活動や成果を、関係政府機関及び関係ドナー等の関係者と共有するとともに、広く意見を聞くためのセミナーをキンシャサにて開催した（議事録、参加者リストは業務進捗報告書（フェーズ2）の巻末資料1のとおり）。

日時/場所：2014年2月6日（木）/ Maison de France 会議室

参加者：約60名（日本大使代理、環境・自然保護・持続開発省次官、JICA 所長、DIAF 局長、BDD 州環境大臣、政府機関関係者、ドナー関係者等）

主な協議事項：

- BDD 州地方関係者の参画の重要性
- プロジェクト成果の共有
- リモートセンシング、森林インベントリー、DB 等にかかる技術的事項

### 【36-3】郡（District）レベルでの説明WS開催

森林インベントリーチームの安全確保と地域関係者からの協力を得るために、本プロジェクトの目的や活動を広く説明するためのワークショップを地方レベルで以下のとおり実施した。なお、ワークショップは、旧バンドウンドゥ州南部と北部に分けて行った。

表 5-6 地方ワークショップの日程（南部）

| 日付         | 活動                                    |
|------------|---------------------------------------|
| 2014年4月14日 | Kinshasa→Kenge Kengeにて説明会開催           |
| 2014年4月15日 | Kenge→Masi Manimba（テリトワール長へ説明）→Kikwit |
| 2014年4月16日 | Kikwitにて説明会開催                         |
| 2014年4月17日 | Kikwit→Kinshasa                       |
| 2014年4月14日 | Kinshasa→Kenge Kengeにて説明会開催           |

表 5-7 地方ワークショップの日程（北部）

| 日付        | 活動           |
|-----------|--------------|
| 2014年5月3日 | Kinshasa→BDD |
| 2014年5月4日 | BDD→Nioki    |
| 2014年5月5日 | Niokiにて説明会開催 |
| 2014年5月6日 | Nioki→BDD    |
| 2014年5月7日 | BDD→Kinshasa |

出席者リスト及び会議の内容は、業務進捗報告書（フェーズ2）の巻末資料2に掲げたとおりである。

#### 【36-4】地域ラジオ局からのスポット放送の実施

フェーズ1の経験から、森林インベントリーを実施する際は、地域住民と良好な関係を築き、キャンプの設営、森林での調査実施、インタビュー調査の実施、作業員の雇用を円滑に行うことが非常に重要であることが明らかになった。地域住民との関係構築の一環として、地域のラジオ放送局から、森林インベントリーの実施を広く住民に知らせるためのスポット広報を放送することとした。スポット広報は、旧バンドゥンドゥ州で広く話されているリンガラ語、キコンゴ語の2言語で作成し、これを地方のラジオ局に委託して放送した。地方のラジオ局への委託にあたっては、上記の地方説明ワークショップの出張の機会に、当該地域において広く聴かれているFMラジオ局を調査したうえで、その中の数社と契約した。後日、地域関係者と連絡をとり、スポット広報が実際に流されていることを確認した。

#### 【36-5】キンシャサでのフェーズ2進捗報告セミナー（1）

フェーズ2前半までの活動及びその成果、並びに延長フェーズの活動内容を関係政府機関及び関係ドナー等の関係者と共有するとともに、広く意見を聞くためのセミナーをキンシャサにて開催した（議事録、参加者リストは業務実施報告書（フェーズ2）巻末資料1-1のとおり）。

日時/場所：2014年11月21日（金）/Maison de France 会議室

参加者：約50名（DIAF 局長、BDD 州環境大臣、BDD 州環境調整官、関係政府機関関係者、ドナー関係者等）

主な協議事項：

- プロジェクト延長の理由と延長期間の活動
- BDD 州地方関係者の参画の重要性

#### 【36-6】キンシャサでのフェーズ2進捗報告セミナー（2）

フェーズ2後半の活動・成果、及びフェーズ3の活動予定を関係政府機関及び関係ドナー等の関係者と共有するとともに、広く意見を聞くためのセミナーをキンシャサにて開催した（議事録、参加者リストは業務実施報告書（フェーズ2）巻末資料1-2のとおり）。

日時/場所：2015年10月8日（木）/Maison de France 会議室

参加者：約60名（日本大使、JICA 所長、DIAF 局長、BDD 州知事代理及び環境大臣、政府機関関係者、ドナー関係者等）

主な協議事項：

- 地方人材育成の重要性
- 森林インベントリーの結果の政策や意思決定への反映
- リモートセンシング、森林インベントリー等にかかる技術的事項



### 【37】業務進捗報告書(フェーズ2)の作成

2014年5月までの調査活動の進捗状況をまとめて業務進捗報告書(フェーズ2)をコンゴ民主共和国現地で作成した。同報告書作成後、合同調整委員会(現在コンゴ民主共和国側に設置を依頼している)を開催して協議し、コンゴ民主共和国側の合意を得る予定であったが同委員会がまだ設置されていなかったため、2014年11月に開催したセミナーを通じて関係者と進捗状況を共有した。

### 【63】業務実施報告書(フェーズ2)の作成

2015年12月までの調査活動の進捗状況をまとめ、業務実施報告書(フェーズ2)を作成した。

#### <国内作業>

### 【62】フェーズ2現地調査の進捗状況をJICAへ報告

フェーズ2の現地調査の進捗状況を貴機構へ説明し、その内容を基礎に業務進捗報告書(フェーズ2)を作成し、2014年7月に貴機構に提出した。

### 【64】フェーズ2本邦研修

フェーズ2本邦研修は、従前計画の第2年次分と第3年次分の2回を実施した。

第1年次分の本邦研修はガボン案件との共同で実施したが、第2年次分、第3年次分については、扱うべきテーマが異なるため、別々に実施した。

#### 【64-1】フェーズ2本邦研修(森林GIS/データベース)

##### (1) 参加者及び日程

フェーズ2の本邦研修は、第1回目は「森林GIS/データベース」をテーマとし、2014年5月～6月にかけて実施した。同研修には、DIAFから下表の4名が参加した。研修日程は下記のとおりである。

表 5-8 フェーズ2第一回日本邦研修参加者(森林GIS/データベース研修)

| 氏名                           | 所属         |
|------------------------------|------------|
| Héritier KOY KONDJO          | 地理情報課      |
| Jacque BALEKOMAPE SOMBELE    | 地理情報課      |
| Baudouin KWETE YAMBA         | 森林インベントリー課 |
| Théophane MUKERALINGI KITOKO | 森林インベントリー課 |

表 5-9 フェーズ2第1回日本研修日程（森林GIS／データベース研修）

| 日付      | 時刻    |   |       | 形態 | 研修内容                                    |
|---------|-------|---|-------|----|-----------------------------------------|
| 5/22(木) |       | ～ |       |    | 成田来日                                    |
| 5/23(金) | 9:30  | ～ | 12:00 |    | 規定ブリーフィング                               |
|         | 13:45 | ～ | 14:45 |    | プログラム オリエンテーション、JICA表敬                  |
|         | 15:00 | ～ | 16:30 | 講義 | ①日本の森林・林業の概要                            |
| 5/24(土) |       | ～ |       |    |                                         |
| 5/25(日) |       | ～ |       |    |                                         |
| 5/26(月) | 9:30  | ～ | 10:20 | 発表 | ②パワーポイントによる自己紹介(現スキルの把握)                |
|         | 10:30 | ～ | 12:00 | 講義 | ③REDD+とプロジェクトの意義                        |
|         | 13:00 | ～ | 14:30 | 講義 | ④DB概論                                   |
|         | 14:30 | ～ | 16:00 | 講義 | ⑤森林モニタリングにおける国際的な動向 ～ベトナム・ボツワナにおける事例紹介～ |
| 5/27(火) | 9:30  | ～ | 11:30 | 講義 | ⑥事例紹介：日本の国家森林資源DB                       |
|         | 13:30 | ～ | 14:30 | 講義 | ⑦事例紹介：日本の国家森林資源DB見学(林野庁)                |
|         | 17:00 | ～ |       |    | →新幹線で移動(東京→静岡)                          |
| 5/28(水) | 9:00  | ～ | 11:00 | 講義 | ⑧事例紹介：静岡県森林GIS導入の背景と現状                  |
|         | 13:00 | ～ | 16:00 | 見学 | ⑨事例紹介：静岡県森林施業地見学                        |
|         | 17:00 | ～ |       |    | →新幹線で移動(静岡→東京)                          |
| 5/29(木) | 9:30  | ～ | 12:00 | 実習 | ⑩GISデータの共有と公開 ～ArcGIS Online の活用～       |
|         | 13:30 | ～ | 16:00 | 見学 | ⑪Esriジャパン ユーザ会主催GISコミュニティーフォーラム聴講・見学    |
| 5/30(金) | 9:30  | ～ | 11:30 | 講義 | ⑫事例紹介：日本の森林生態系多様性基礎調査におけるデータの活用         |
|         | 13:00 | ～ | 15:00 | 講義 | ⑬事例紹介：日本における希少種DB構築の取組み                 |
| 5/31(土) |       | ～ |       |    |                                         |
| 6/1(日)  |       | ～ |       |    |                                         |
| 6/2(月)  | 9:30  | ～ | 12:00 | 実習 | ⑭本プロジェクトでのDB運用・管理(Access実習)             |
|         | 13:00 | ～ | 15:30 | 実習 | ⑮プレゼンテーション実習                            |
| 6/3(火)  | 10:00 | ～ | 12:00 | 発表 | 研修成果発表、評価会                              |
| 6/4(水)  |       | ～ |       |    | 成田離日                                    |

## (2) 研修で得られた成果について

本研修において、研修員が得た成果は以下の通りである。

### 成果その1

- 管理者としてDBの運用・管理を行うための知識を習得した。
- データベース構築の基本方針、基本概念、将来の保守・運用計画について理解した。また、MS-Accessの基本コンポーネント（テーブル、クエリ等）の初歩について理解した。

### 成果その2

- GIS データを GIS を用いて操作・出力し、プレゼンテーション、公開等に活用できる知識を習得した。
- ArcGIS Online の実習、Esri GIS フォーラムへの参加によって、プロジェクトの成果を一般に公開するための方法を知ることができた。

### 成果その3

- 日本の森林分野において整備された DB について、先進事例を学んだ。
- 日本の国家森林資源 DB、日本の森林モニタリング DB、希少種 DB、静岡県庁森林 DB について学ぶ機会を得た。

### 成果の活用方法について

本研修で得られた知見は、研修員帰国後、インベントリーデータの入力など、DB関連の業務実施に反映される。

## 【64-2】フェーズ2本邦研修（リモートセンシング解析技術）

### (1) 参加者及び日程

フェーズ2の本邦研修第2回目は「リモートセンシング解析技術」をテーマとし、2014年12月2日(火)から12月20日(日)までの19日間で実施した。同研修には、DIAFから下表の2名が参加した。研修日程は下記のとおりである。

表 5-10 フェーズ2第2回日本邦研修参加者（リモートセンシング解析技術研修）

| 氏名                        | 所属                  |
|---------------------------|---------------------|
| François KAYEMBE MUMONAYI | 地理情報課GIS室長（現地理情報課長） |
| Chantal UBUTO BURONGU     | 地理情報課リモートセンシング室職員   |

表 5-11 フェーズ2第2回日本研修本邦研修日程（リモートセンシング解析技術研修）

| 日付       | 時刻            | 形態 | 研修内容                                             |
|----------|---------------|----|--------------------------------------------------|
| 11/27(木) | 14:00 ~ 15:00 |    | 事前打ち合わせ                                          |
| 12/2(火)  | ~             |    | 来日                                               |
| 12/3(水)  | 10:00 ~ 12:00 |    | ブリーフィング                                          |
|          | 14:00 ~ 16:00 |    | JICA本部表敬訪問、プログラムオリエンテーション                        |
| 12/4(木)  | 9:30 ~ 12:00  | 講義 | 日本の森林生態系多様性基礎調査の紹介                               |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 講義 | 日本の森林生態系多様性基礎調査におけるDBシステム(構築と運用)                 |
| 12/5(金)  | 10:30 ~ 11:30 | 見学 | 林野庁国家森林資源DB見学                                    |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 講義 | 国家森林資源インベントリースystemにおけるGISの活用例紹介                 |
| 12/6(土)  |               |    | 休日                                               |
| 12/7(日)  |               |    | 移動(東京→筑波)                                        |
| 12/8(月)  | 10:00 ~ 11:30 | 実習 | 日本の森林視察とグランドトゥールース実習                             |
|          | 12:30 ~ 14:30 | 実習 | 日本の森林視察とグランドトゥールース実習                             |
|          | 15:30 ~ 15:50 | 実習 | グランドトゥールース(GT)ポイント確認<br>※GTポイントは実習中に決定           |
| 12/9(火)  | 10:00 ~ 12:00 | 見学 | 国土地理院「地図と測量の科学館」見学                               |
|          | 14:00 ~ 15:30 | 見学 | JAXA筑波宇宙センター見学                                   |
|          |               |    | 移動(筑波→東京)                                        |
| 12/10(水) | 9:30 ~ 12:00  | 講義 | 講義「REDD+プロジェクト事例の紹介」<br>講義、見学「地理空間情報について」        |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 講義 | 講義「バンドウインドウ州森林タイプ区分図」                            |
| 12/11(木) | 9:10 ~ 9:30   |    | 講義打ち合わせ                                          |
|          | 9:30 ~ 12:00  | 講義 | 講義「画像解析について」<br>実習「衛星画像の前処理(オルソ補正、反射率変換、NDVIなど)」 |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 実習 | 実習「衛星画像の前処理(オルソ補正、反射率変換、NDVIなど)」                 |
| 12/12(金) | 9:30 ~ 12:00  | 講義 | 講義「オブジェクトベース分類について」                              |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 実習 | 実習「ALOS AVNIR-2のオブジェクトベース分類」                     |
| 12/13(土) |               |    | 休日                                               |
| 12/14(日) |               |    | 休日                                               |
| 12/15(月) | 9:30 ~ 12:00  | 実習 | 実習「ALOS AVNIR-2のオブジェクトベース分類」                     |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 実習 | 実習「ALOS AVNIR-2のオブジェクトベース分類」                     |
| 12/16(火) | 9:30 ~ 12:00  | 講義 | 講義「精度検証について」<br>実習「森林タイプ区分図の精度検証」                |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 実習 | 実習「森林タイプ区分図の精度検証」                                |
| 12/17(水) | 9:30 ~ 12:00  | 実習 | 実習「森林タイプ区分図作成についてフォローアップ」                        |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 実習 | 実習「森林タイプ区分図作成についてフォローアップ」<br>質疑応答                |
| 12/18(木) | 9:30 ~ 12:00  | 講義 | 森林インベントリーの設計や気候変動対策の国際的動向について                    |
|          | 13:00 ~ 15:30 | 実習 | 評価会発表準備                                          |
| 12/19(金) | 9:30 ~ 10:30  | 発表 | 研修成果発表                                           |
|          | 10:30 ~ 12:30 | 発表 | 評価会                                              |
| 12/20(土) |               |    | 帰国                                               |

## (2) 研修で得られた成果について

本研修において、研修員が得た成果は以下の通りである。

### 成果その1

- 日本のNFIである森林生態系多様性基礎調査の設計コンセプトおよびDBシステムの概要を理解し、コンゴ民主共和国で構築するシステムの参考とすることが出来た。

### 成果その2

- 日本の森林管理の歴史と現状が、どのように国家森林資源 DB に反映されているかを知ることが出来た。

### 成果その3

- 日本の森林の概要、代表的な樹種について学ぶことが出来た。

### 成果その4

- 日本に於ける地図と測量の歴史を学ぶことで、国家にとっての地図情報の重要性を認識し、宇宙開発の歴史と現状を学ぶことで、気候変動等さまざまな地球上の問題解決に航空宇宙技術が重要な役割を果たしていることを理解することが出来た。

### 成果その5

- 画像処理、画像分類に関する概念、DIAF が所有する GIS、画像解析ソフトウェアの操作方法を習得することができた。また、森林タイプ区分図作成に必要な画像処理、画像解析を体系的に実習したことで、本プロジェクトで作成中の森林タイプ区分図の内容や特徴（分類項目及び分類フロー含む）についても、理解を深めることができた。

### 成果その6

- COP20 で議論された気候変動、特に森林分野に関する最新の議論と今後の課題について知見を得ることが出来た。

### 成果の活用方法について

前述のように、本研修で得られた知見は、今後プロジェクトで作成する森林タイプ図や土地被覆図に生かされると共に、プロジェクト延長期間で作成するRELの開発に生かされた。

実習した画像処理や画像解析は、本プロジェクトで作成する森林タイプ区分図以外にも必要な作業である。本研修で作成したメモや成果データ、モデルを参照しながら、本研修の成果を自国の他職員と積極的に共有し、さらに実習した手順をマニュアル化することで、DIAF全体のレベルアップを図り、本プロジェクト以外の業務にも活用されることを期待する。

## 5.2.3 フェーズ3（2016年4月～2018年2月）

### <現地作業>

#### 【65-1】先方政府へのフェーズ2調査結果説明、フェーズ3の調査方針、技術移転方針の作成

##### (1) 情報共有ミーティングの開催

フェーズ2調査結果について先方政府実施機関および関係ドナー等に説明し、意見を聴取の上、カウンターパートとともに、フェーズ3の調査方針、技術移転方針を作成することを目的に情報共有ミーティングを開催した。同ミーティングの実施概要は次のとおりである。

##### i. 目的

フェーズ2までのプロジェクト活動の進捗状況及び実施結果、並びにフェーズ3の予定活動についての情報共有を行うもの。対象はJICA及びDIAFに留まらずコンゴ民国で活動する他ドナー及び関連機関関係者含む。

ii. 日時：2016年5月26日（木）10:00-14:30

iii. 場所：CN-REDD会議室

##### iv. 期待される成果

- ✓ 当該プロジェクトのこれまでの成果をコンゴ民国側関係機関及び関係ドナー共有し、プロジェクトの認知度を高めることによりプロジェクト成果の活用を図る。
- ✓ フェーズ3で予定されている活動を共有するとともに、質疑応答を通じて相互の理解を深める。
- ✓ 関係者の意見を聴取し、活動実施にあたっての留意点を整理する。

##### (2) 地方関係者への説明

森林インベントリーチーム・森林減少ドライバー調査チームの安全確保と地域関係者からの協力を得るために、本プロジェクトの目的や活動を広く説明するための地域関係者とのミーティングを以下のとおり実施した。



表 5-12 地方関係者への説明ミーティングの日程 (1)

| 日付         | 活動                                                                  |
|------------|---------------------------------------------------------------------|
| 5/30 (Mon) | 移動 (Kinshasa⇒BDD)                                                   |
| 5/31 (Tue) | 環境コーディネーターとのミーティング                                                  |
| 6/1 (Wed)  | Kwilu 州知事への表敬・説明                                                    |
| 6/2 (Thu)  | 移動 (BDD⇒Kenge)                                                      |
| 6/3 (Fri)  | Kenge 環境コーディネーターとのミーティング<br>Kwango 州副知事への表敬・説明<br>移動 (Kenge⇒Kikwit) |
| 6/4 (Sat)  | Kikwit 環境コーディネーターとのミーティング<br>Kikwit 市長への表敬・説明                       |
| 6/5 (Sun)  | 移動 (Kikwit⇒Kinshasa)                                                |

表 5-13 地方関係者への説明ミーティングの日程 (2)

| 日付         | 活動                                                    |
|------------|-------------------------------------------------------|
| 7/28 (Mon) | 移動 (BDD⇒Nioki)                                        |
| 7/29 (Tue) | 移動 (Nioki⇒Selenge)                                    |
| 7/30 (Wed) | 移動 (Selenge⇒Inongo)<br>Mai-Ndombe 州知事及びその他関係者とのミーティング |
| 7/31 (Thu) | 移動 (Inongo⇒Selenge)                                   |
| 8/1 (Fri)  | 移動 (Selenge⇒Nioki)                                    |
| 8/2 (Sat)  | 移動 (Nioki⇒BDD)                                        |

注) 2 回目の説明ミーティングは DIAF 森林インベントリー課長 (Kondjo 氏) のみで出張

## 【65-2】FAOとの連携

FAOはDIAFをカウンターパートとして2012年～2015年にかけて全国の森林プレインベントリー及びTerracongo (国家森林モニタリングシステム) プロジェクトを実施してきた。JICAプロジェクトは、旧バンドウンドゥ州のプレインベントリーを実施し、データを共有するなど連携して活動を行ってきた。

FAOは、2016年以降はCAFI資金を使って全国のNFMS構築を目指しているところである。JICAは、旧バンドウンドゥ州における森林タイプ区分図作成及び森林インベントリー実施の経験及び成果を全国レベルのNFMS構築に活かすため、FAOとのより密接な連携を図るべく継続的に意見交換・情報共有を行なうとともに、環境省DDD及びDIAFを中心とした技術調整プラットフォームの開催を支援しているところである。

## 【66】業務進捗報告書(フェーズ3)及びプロジェクト概要冊子の作成

### (1) 業務進捗報告書

フェーズ3 現地調査の結果を基に、業務進捗報告書 (フェーズ3) を作成した。本報告書を先方政府に説明し、協議のうえ内容について合意した。

## (2) プロジェクト概要冊子

プロジェクトの概要、技術方法論、成果等を広く広報するためのプロジェクト概要冊子を作成した。本冊子は、コンゴ民国の関係者に配布するほか、主に以下の活動の機会に配布し、プロジェクトの広報に活用した。

| 時期          | 活動                               |
|-------------|----------------------------------|
| 2016 年 11 月 | COP22                            |
| 2017 年 8 月  | REDD+と DRC におけるその現状にかかるジャーナリスト研修 |
| 2017 年 9 月  | FCPF 第 17 回パートナー会議               |
| 2017 年 11 月 | JCC                              |
| 2017 年 11 月 | プロジェクト最終ワークショップ                  |

### 【67】ドラフトファイナルレポートの作成

2012年8月のプロジェクト開始からプロジェクト終了までの全ての活動及び成果を取りまとめてドラフトファイナルレポートを作成した。ドラフトファイナルレポートは、2017年11月に完成した。

### 【68】ドラフトファイナルレポートの先方政府への内容説明

ドラフトファイナルレポートの内容について、先方政府へ説明・協議し、基本合意を得た。2017年12月末までにコメントを提出するよう調整した。

### 【69】JCC（共同調整委員会）及び最終ワークショップの開催

JCC及び最終ワークショップを先方政府と共同で開催した。ワークショップは、調査団及び先方政府双方から、調査結果及びその調査手法について概要を説明し、調査で得た知見を広く関係者と共有した。

#### (1) JCC

2017年3月24日にCN-REDDにて開催した。委員会の概要は以下のとおり。

参加者：RDに記載されたメンバー。

議長（環境省次官）による総括

- 本JCCではファイナンスの評価は行わない。
- 日本は安全面に関して非常にセンシティブであり、旧バンドゥンドゥ州以外の州も日本にお願いしたいが、残念ながらそれは難しい。
- このプロジェクトの結果、炭素蓄積量が分析できる。森林を持続的に管理にするた

め、コンゴ民の目標は、炭素クレジットを販売することである。コンゴ民の森林は炭素を吸収しており、それが日本のような産業国がコンゴ民の森林に関心を持つ理由である。

- コンゴ民が森林炭素を維持し、増強できるように今後も取り組みを続けていきたい。

第二回JCCは2017年11月に開催する。

## (2) 最終ワークショップ

プロジェクトの概要及び成果を広く関係者に報告するための最終ワークショップを2017年11月に開催する。

### <国内作業>

#### 【87】 フェーズ3現地調査の進捗報告、業務進捗報告書(フェーズ3)の作成

フェーズ3 現地調査の進捗状況をJICAに報告し、業務進捗報告書（フェーズ3）を作成し、合意を得た。

#### 【90】 ドラフトファイナルレポート（DFR）及び技術移転セミナーの内容に係る課題別検討委員会における説明・協議

ドラフトファイナルレポート及び技術移転セミナーの内容について、JICAが開催する課題別検討委員会において説明・協議を行い、合意を得た。

#### 【91】 技術移転セミナー資料の作成

技術移転セミナーの資料を作成する。資料の作成にあたっては、本件開発調査の調査結果、今後の計画の実行方針などについて、具体的に事例を示し簡潔で理解しやすい資料を作成する。

#### 【92】 DFRに対する先方政府のコメント対応に係るJICAとの協議

ドラフトファイナルレポートに関するコメントが先方政府より提出された場合、その対応についてJICAと協議し、回答を作成する。

#### 【93】 ファイナルレポートの作成

先方政府からのコメントを踏まえ、ドラフトファイナルレポートに必要な応じて修正を加え、ファイナルレポートを作成する。

## 【94】技術移転実施報告書の作成

本調査を通じて実施したカウンターパートへの技術移転及び技術移転セミナーに関し、その成果などを分野別に取りまとめ、技術移転実施報告書を作成する。

### 5.3 成果1 旧バンドゥンドゥ州の森林基盤図作成に係る作業

#### 5.3.1 フェーズ1（2012年8月～2013年10月）

##### <現地作業>

#### 【14】森林タイプ区分の検討

FAOは、DIAFをカウンターパート機関として、国家森林インベントリー（NFI）を計画し、その第一段階として2012～2015年の期間にプレインベントリーを実施した。本プロジェクトは、NFIとの整合性を確保することが必要であることから、FAOと連携して進めてきた。森林タイプ区分についても、インベントリーの方法論やデータの互換性を確保するため、FAOの方法論で使用しているUCLの区分をベースにし、技術的な検討を行ったうえで本プロジェクトの分類区分を決定することとした。最終的には【61-1】の表5-21に示したとおりの分類とした。

表 5-14 コンゴ民主共和国における森林区分の例

| No. | 区分                    | 概況                                   |
|-----|-----------------------|--------------------------------------|
| 1   | 半落葉及び／又は常緑密林          | 下層うっ閉の大径木半落葉又は常緑林                    |
| 2   | 移行帯林                  | うっ閉度 65%以上、半落葉林、樹高>14m、標高 1100～1750m |
| 3   | 山地林                   | うっ閉度 65%以上、半落葉林、樹高>14m、標高 1750m以上    |
| 4   | 湿地林                   | 一時的又は恒常的に浸水している土地の半落葉大径木林            |
| 5   | マングローブ                | うっ閉度 40%以上、海水冠水域                     |
| 6   | 森林・サバンナモザイク           | うっ閉度 65%の半落葉林、樹高>14m                 |
| 7   | 農村・林地コンプレックス          | 農地／一部うっ閉の半落葉林                        |
| 8   | 乾燥疎林及び／又は乾燥密林（ミオンボ）   | 大径木落葉林                               |
| 9   | 樹木サバンナ及び／又は高木サバンナ     | 草本被覆率が高い落葉森林サバンナ                     |
| 10  | 灌木サバンナ                | うっ閉度低（10～40%）で、草本被覆密のサバンナ            |
| 11  | 草本性サバンナ               | 密な草本植生に樹木が点在                         |
| 12  | 浸水草地                  | 一時的又は恒常的に冠水している密な草本植生                |
| 13  | 湿原                    | 河口部の密な叢生植生                           |
| 14  | 植生被覆低密度地域             | 樹木、灌木、叢生植生が点在                        |
| 15  | 耕作地／天然植生(草本又は灌木) モザイク | 耕作地、開墾地が、灌木や草本植生を多少伴ってモザイク状に存在       |
| 16  | 灌漑農地                  | 面積 70%以上が灌漑農地                        |
| 17  | 無植生被覆地域               | 裸地                                   |
| 18  | 都市部                   | 面積 50%以上が都市地域                        |
| 19  | 水部                    | 天然又は人口の水部                            |

FAO プレインベントリー方法論で記載されている UCL の森林カバー・土地被覆分類

本プロジェクトでは、環境プログラム無償資金協力で供与されたALOSの光学系データ(AVNIR-2、マルチスペクトル地上分解能10m、及びPRISM、パンクロマチック地上分解能2.5m)とその欠損部分はSPOT5データ(マルチスペクトル地上分解能2.5m)を用いた。また、画像解析ソフトウェアとしてはERDAS Imagine及びeCognitionを使用して分類を行った。従って、これらのデータとソフトウェアを使用して可能な森林タイプ区分を検討する。

コンゴ民主共和国では、関係ドナーが多く、既存の分類項目とどのように調整するかが、非常に重要である。当初は、FAO/UN-REDDの森林インベントリー方法論における分類項目に準じて画像解析を行う予定であったが、既存情報、現地の状況、DIAFの意見を収集した結果、そのままでは必ずしも適切ではなく、解析も難しいことが判明した。また、旧バンドウンドゥ州の面積が広大であるため、森林タイプ・土地被覆の区分には、地域性も十分に考慮する必要性が明らかになった。そのため、解析において参考にできる情報の収集及び精査を行い、現地の実態に適合し、かつ解析可能な分類項目の検討を行った。

#### 【15】本邦での衛星画像処理に係るコンゴ民主共和国政府の要請確認・作業計画作成

ALOS衛星画像一次処理のおおまかなステップは次の通りである。

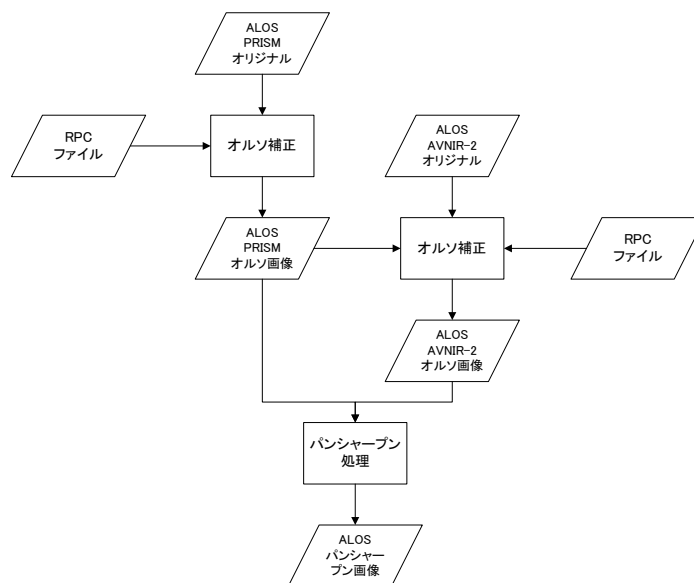


図 5-2 ALOS衛星画像一次処理の主要ステップ

また、ALOS、SPOT 衛星画像を使用した森林基盤図作成のおおまかなステップは次の通りである。なお、旧バンドウンドゥ州全域のデータをモザイクして、一ファイルとして格納することは、ファイルサイズが膨大になり、取り扱いが難しくなる。そこで、モザイクしたファイルを適切な管理単位でタイル化し、ラスターカタログ等を用いて擬似的に1ファイルとして取り扱うなどを検討した。

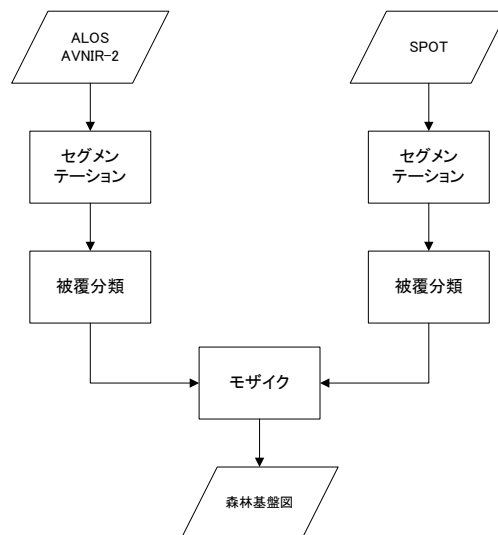


図 5-3 ALOS、SPOT衛星画像を使用した森林基盤図作成の主要ステップ

旧バンドゥンドゥ州の面積はおよそ30万km<sup>2</sup>(森林面積に限れば約11万km<sup>2</sup>)で、日本の国土面積の約8割に相当する。環境プログラム無償資金協力で供与される衛星画像は、旧バンドゥンドゥ州についていえば、ALOS衛星の光学センサーの画像だけでも約170シーンあるが、これは州面積のおよそ3分の2をカバーしているのみで、残りの部分はSPOT5衛星画像を使用することとした。これらの画像処理・解析には相当の時間を要することが想定された。本プロジェクトは、基本的にC/P職員との協働を原則としているが、時間的制約を考え、衛星画像解析作業の一部は日本国内で実施する必要があった。以上のことから、衛星画像解析作業の一部を日本国内で行うことについてコンゴ民主共和国政府の要請確認を行い、要請が確認されたため処理・解析作業の一部を国内作業として実施した。

また衛星画像解析は、その結果を森林インベントリーや森林資源データベース構築に使用するため、優先的、集中的に前倒しで実施する必要がある、そのための国内要員としてリモートセンシング補助を配置した。

前述のとおり、コンゴ民主国内には関係ドナーが多く、同国を対象とした衛星画像や地図データは、用途や対象範囲によって、様々な投影法に基づいて作成されている。また現在、旧バンドゥンドゥ州全体をカバーする複数の数値標高データ（DEM）の入手及び利用が可能である。衛星画像の一次処理には、膨大な作業量が発生するため、本格的なデータ処理の開始前にこれらの状況に対し十分な調査を行い、どのように調整するか検討する必要があった。中でも、FAO/UN-REDD がプレインベントリーの設計をする際に使用したデータの仕様との整合は、同機関との連携を図っていく本プロジェクトにおいては非常に重要である。そこで、FAO/UN-REDD 関係者への聞き取り調査を行った結果、FAO/UN-REDD が作成した森林プレインベントリー方法論には、プロットの位置情報が X、Y として記載されているが、同位置情報のベースとなっている測地系は WGS84 で、経緯度の地理座標系で示されていることを確認した。



以上の検討の結果、本プロジェクトで使用する DEM および投影法は、以下の理由からそれぞれ SRTM DEM および横ユニバーサルメルカトル図法（UTM）が適切と判断した。

(1) DEM : SRTM DEM

- ✓ 一般公開されており、無償で入手可能である。
- ✓ 旧バンドゥンドゥ州全域をカバーすることができる。
- ✓ データ欠損地域が無く、また観測回数の不足に因る不自然なデータが含まれていない。
- ✓ 地上分解能の違いが、オルソ補正処理の結果に大きな影響を及ぼさない。

(2) 投影法：横ユニバーサルメルカトル図法（UTM）

- ✓ メートル法に基づいているため、面積集計を行う際に便利である。
- ✓ C/P が所有又は参照する既存の衛星画像や地図データの仕様との整合が取れている。
- ✓ 既定の UTM ゾーンごとに整備することで、地図上の歪みを許容範囲内に抑えることが可能である。
- ✓ FAO の方法論でプロット位置を示している WGS84 と互換性がある（相互変換が可能）。

これら検討事項については、技術的な意見交換を DIAF 側と十分行ったうえで覚書を交わした。また、同覚書の内容を基に、国内作業において ALOS 衛星データのオルソパンシャープン処理を開始した。

## 【16】森林タイプ区分のための旧バンドゥンドゥ州でのサンプルプロットの地上調査(グラウンドトゥールス)の実施

### (1) 地上調査の実施

前記【15】で処理した画像データを使って、土地被覆および森林タイプにかかる分類解析を行い、その解析結果についてグラウンドトゥールス（GT）を行った。GTを行う地点は、森林インベントリーのプロット地点のほかに、画像解析作業で抽出された代表的地点や判別困難な地点を選び、アクセス条件などを勘案して最終的に選点した。

フェーズ1におけるGTは、2013年3月および6月に、それぞれ南部サバンナ気候帯および北部熱帯雨林気候帯を対象に実施した。GTにおける主な視点は、次のとおりである。

- モデル解析の結果、熱帯乾燥林（ミオンボ林を含む）、木本性サバンナ、灌木サバンナなど、旧バンドゥンドゥ州南部に広がるサバンナ気候帯の複数の植生タイプ間で誤分類が起りやすいことが判明したため、この誤分類を避けるための情報を収集する。
- 衛星画像の色調と森林タイプに係る情報を、広域かつ多くの色調パターンで蓄積する。

GTの結果から、該当する各土地被覆区分の特徴を理解し、解析の教師用データとして使用する。

本GTには、2名のカウンターパート（地理情報課、森林インベントリー課から各1名）が同行

し、現地において土地被覆にかかる特徴を確認した。また、OJTの一環として、カウンターパート自身も衛星画像を参照し、各土地被覆区分と衛星画像の色調の対応を学んだ。

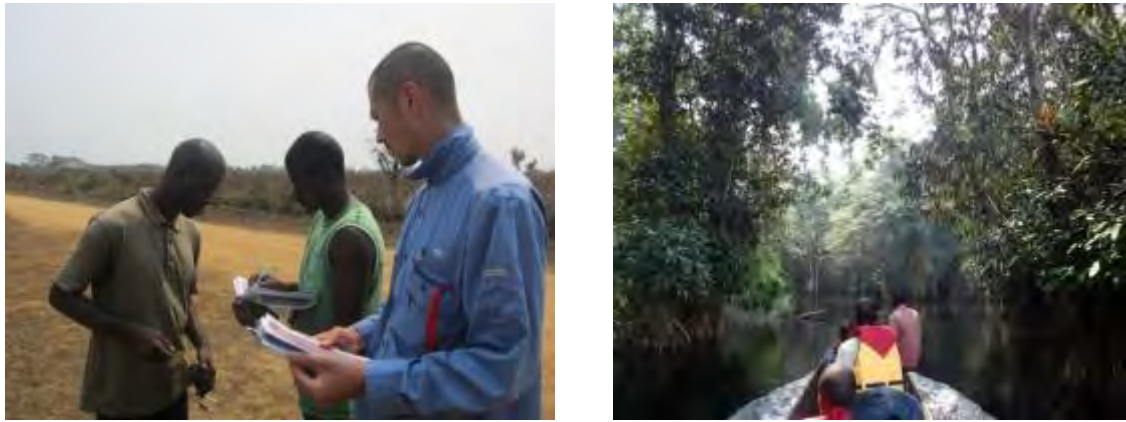


図 5-4 GT現地作業風景

GTを通じて確認した同地域の森林・植生概況は、以下のとおりである。なお、衛星画像は、ALOS AVNIR-2をフォールスカラー表示（近赤外線帯域のデータを使用して、森林など植物を赤色で表したもの）したものである。

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ミオンボ林 (S07 度 12 分 00 秒、E18 度 50 分 07 秒)<br/>特徴：赤色で、密なまだらのテクスチャの場所</p>            |                                                                                      |
|    |    |
| <p>木本性サバンナ (S04 度 42 分 00 秒、E16 度 50 分 00 秒)<br/>特徴：赤色で、まだらのテクスチャの場所</p>            |                                                                                      |
|   |   |
| <p>灌木サバンナ (S06 度 54 分 00 秒、E18 度 59 分 00 秒)<br/>特徴：赤色で、まだらのテクスチャの場所</p>             |                                                                                      |
|  |  |

図 5-5 GT地点の概況と衛星画像との比較

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>草本性サバンナ (S06 度 50 分 00 秒、E19 度 01 分 00 秒)<br/>特徴：薄い赤色で、まだらのないテクスチャの場所</p>        |                                                                                      |
|    |    |
| <p>河畔林 (S07 度 12 分 00 秒、E18 度 54 分 00 秒)<br/>特徴：線状で、濃い赤色の場所</p>                     |                                                                                      |
|   |   |
| <p>一次林 (S02 度 00 分 49 秒、E17 度 08 分 14 秒)<br/>特徴：濃い赤色の場所</p>                         |                                                                                      |
|  |  |

図 5-5 GT 地点の概況と衛星画像との比較 (2)



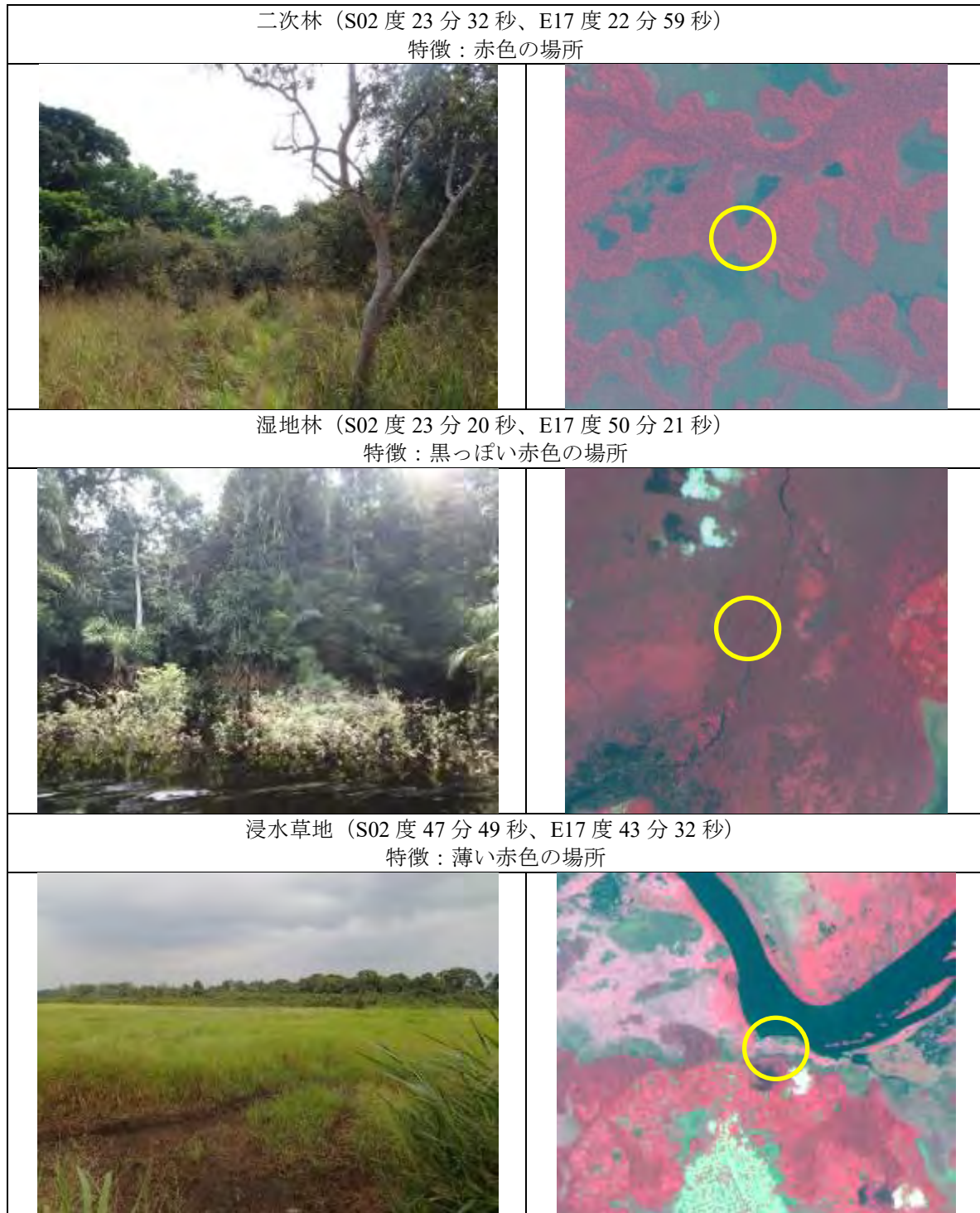


図 5-5 GT 地点の概況と衛星画像との比較 (3)

## (2) 報告会の実施

DIAF 事務所にて、森林インベントリー課及び地理情報課職員を対象に、GT の報告会を開催した。報告会では、現地で撮影した写真と衛星画像の色調を検証し、衛星画像から植生タイプを分類するための教師用データを確認した。一連の作業を通じて、森林基盤図作成における GT の重要性について説明した。



図 5-6 GTの報告会風景

## 【17】 森林タイプ区分の見直し

上記【16】のGTで得られた情報を分析し、森林タイプ区分および分類フローを修正した（表 5-15参照）。その後、修正した分類フローに基づき、森林基盤図の基礎レイヤーとなる土地被覆分類図第一稿の作成を開始した。

表 5-15 GTを基に修正した土地被覆分類図の分類項目（案）

| No. | FAO 方法論の分類項目<br>(UCL 分類項目) | 本プロジェクトにおける分類項目案          |
|-----|----------------------------|---------------------------|
| 1   | 半落葉及び／又は常緑密林               | 変更なし                      |
| 2   | 移行帯林                       | 変更なし                      |
| 3   | 山地林                        | 変更なし                      |
| 4   | 湿地林                        | 変更なし                      |
| 5   | マングローブ                     | 変更なし                      |
| 6   | 森林・サバンナモザイク                | 各種森林<br>草本性サバンナ、植生被覆低密度地域 |
| 7   | 農村・林地コンプレックス               | 農地<br>二次林                 |
| 8   | 乾燥疎林及び／又は乾燥密林（ミオンボ）        | 変更なし                      |
| 9   | 樹木サバンナ及び／又は高木サバンナ          | 木本性サバンナ及び／又は灌木サバンナ        |
| 10  | 灌木サバンナ                     |                           |
| 11  | 草本性サバンナ                    | 変更なし                      |
| 12  | 浸水草地                       | 浸水草地                      |
| 13  | 湿原                         |                           |
| 14  | 植生被覆低密度地域                  | 変更なし                      |
| 15  | 耕作地／天然植生(叢生又は灌木) モザイク      | 変更なし                      |
| 16  | 灌漑農地                       | 変更なし                      |
| 17  | 無植生被覆地域                    | 変更なし                      |
| 18  | 都市部                        | 変更なし                      |
| 19  | 水部                         | 変更なし                      |



## <国内作業>

### 【32】衛星画像処理・予備判読及び本格解析・修正

上記【15】で示したようにコンゴ民主共和国政府の要請確認後、日本国内で衛星画像の予備判読を行う予定であったが、同項で述べたとおり投影法及びDEMに関して詳細に検討・協議する必要性が生じた。したがって、2012年12月のリモートセンシング担当者の派遣期間中に投影法およびDEMに関して詳細な検討・協議を行い、DIAF側と合意が得られてからALOS衛星画像の一次処理を開始した。一次処理は、以下の手順で実施した。

- (1) RPCファイル<sup>7</sup>を使用し、ALOS PRISM（パナクロマチック、地上分解能2.5m）のオルソ補正処理を行う。
- (2) RPCファイル及びオルソ補正されたALOS PRISMを参照して地上基準点を取得し、両データを基にALOS AVNIR-2（マルチスペクトル、地上分解能10m）のオルソ補正処理を行う。
- (3) 上記のオルソ補正済みのALOS PRISMとALOS AVNIR-2画像に対して、パンシャープン処理を行い、地上分解能の高い（2.5m）マルチスペクトル画像を作成する（図表 5-2参照）。

本プロジェクトでは、対象地域である旧バンドundu州のうち、SPOT 画像でカバーする一部地域を除く全域をカバーする ALOS パンシャープン画像を作成した。パンシャープン画像は、道路や地物の特定、植生タイプの判読など、本プロジェクト内外で、多目的な利用が可能である。



ALOS AVNIR-2画像  
(10メートル地上分解能)



ALOSパンシャープン画像  
(2.5メートル地上分解能)

図 5-7 ALOS AVNIR-2画像とパンシャープン画像の比較

<sup>7</sup> Rational Polynomial Coefficient (有利多項式係数)。RPC ファイルには、画像上の座標と、実際の地上座標とを関連付ける変換式が含まれており、同ファイルの情報を利用することで、手作業による地上基準点なしでも、衛星画像に位置情報を付与し、オルソ幾何補正処理を行うことができる。

また、2012年9月に実施した空中踏査の結果を基に、旧バンドウンドゥ州森林基盤図の分類項目及びリモートセンシングによる分類の可能性を検討した。検討にあたっては、旧バンドウンドゥ州内でも特に典型的な植生区分が見られる地域のデータを使用し、モデル解析を行った。このモデル解析結果から、観測頻度の高い衛星画像を利用することで、熱帯雨林気候帯の浸水域の特定やサバンナ気候帯の植生の季節的変動を抽出できることが判明した。一方、旧バンドウンドゥ州南部に広がるサバンナ気候帯の複数の植生タイプ間で誤分類が起りやすいことも明らかになった。そのため、【16】で示した簡易なGTを2013年3月および6月に実施し、衛星画像の色調パターンおよび分類結果の検証を行った。さらに簡易GTの結果を基に、実際に分類フロー及び分類項目について再度検討し、森林基盤図の基本レイヤーとなる土地被覆分類図第一稿の作成を開始した（【17】参照）。

### 5.3.2 フェーズ2（2014年1月～2016年1月）

#### <現地作業>

#### 【38】追加GT調査点の選定と当該調査点でのGT実施

フェーズ1で実施した解析結果について、GTを実施した。GT調査点の選点は、フェーズ1の解析結果である土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0を参照し、次の基準で行った。

- ✚ 衛星画像の色調と現地状況との対応が不明瞭な地域
- ✚ 解析結果に不自然な不連続線が見られる地域
- ✚ 教師データが未取得の分類項目
- ✚ 各分類項目の代表的地点や判別困難な地点
- ✚ アクセスが可能

GT調査は、旧バンドウンドゥ州東部Kikwit周辺、同北西部Nioki周辺、同南東部Kahemba周辺で実施した。GT調査点の座標値及び位置を業務進捗報告書（フェーズ2）巻末資料3に示した。

広域を対象に多数のサンプルを追加取得するため、フェーズ2では次の三種類の異なった手法を用いてGTを行った。

#### 手法1

各GT調査点では、フェーズ1で実施したGTと同様に、座標値、GPSログ、局所地形、土壌タイプ、森林タイプ区分（JICAで提案する区分、UCLの区分、SPIAFの区分）や林況概要などを確認し、林況写真を撮影した（図5-8参照）。



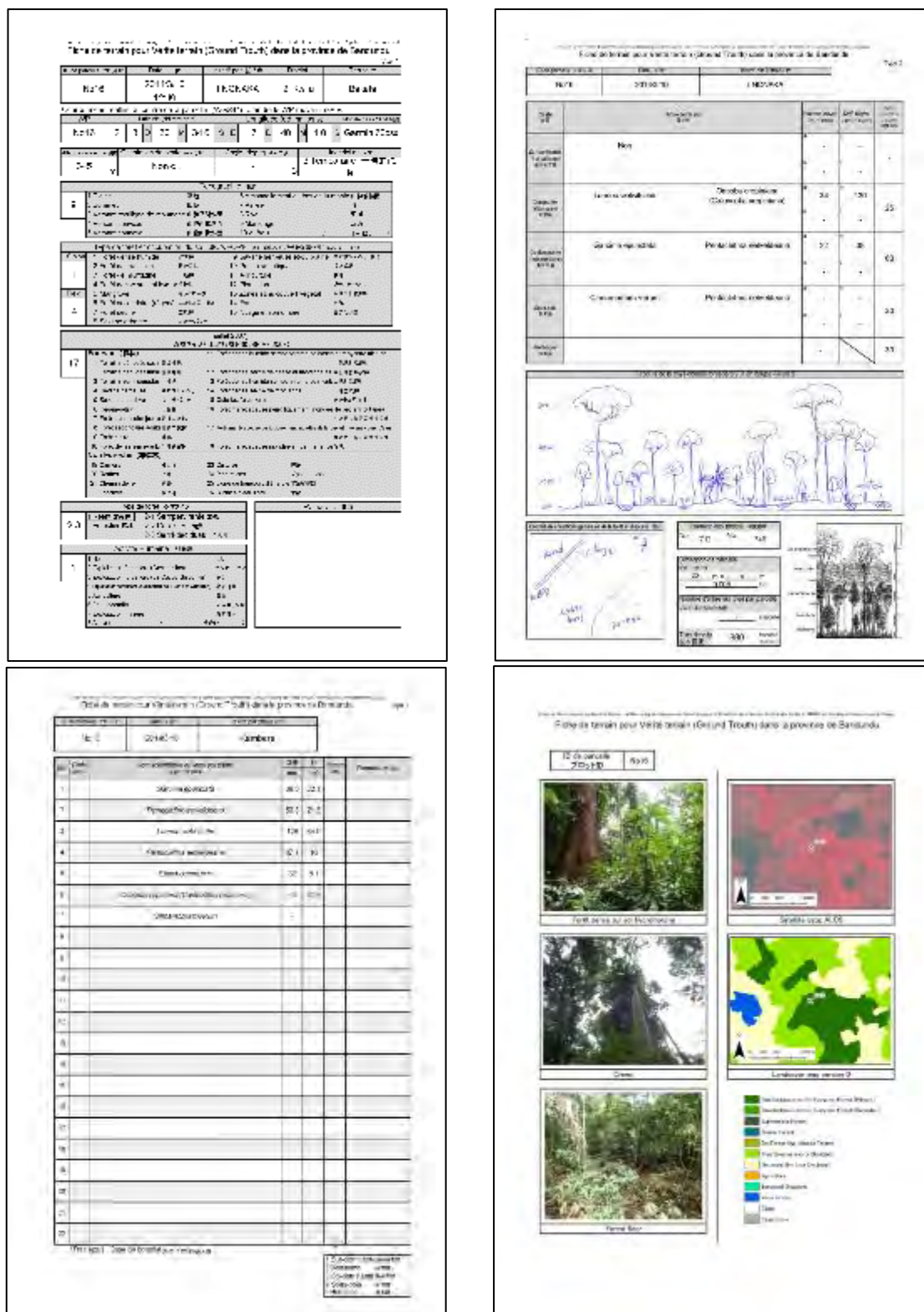


図 5-9 GTで使った野帳（2）

### 手法 3

調査対象地域への移動中、出力した衛星画像図を参照して、車両内から道路沿いの土地被覆状況を確認し、林況写真の撮影と撮影地点の座標値、森林タイプ区分、局所地形をその場で記録した。



GT終了後、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0に含まれる誤分類の全体傾向を把握するため、GTの現地検証結果と土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0の適合表を作成した（表5-16参照）。同表を作成した結果、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0には、(1)「密生湿潤林」と「二次林」、(2)「乾燥疎林」と「木本サバンナ」、(3)「木本サバンナ」と「灌木サバンナ」または「草本サバンナ／草地」、(4)「灌木サバンナ」と「草本サバンナ／草地」、(5)「草本サバンナ／草地」と「農地」、(6)「湿地林」と「密生湿潤林」、(7)「湿地林」と「二次林」の項目間の誤分類が多いことが分かった。

表 5-16 GTの現地検証結果と土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0の適合表

|           | 現地検証結果 |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 合計 |
|-----------|--------|-------|-----|----------|--------|-----|------|-------|--------|--------|-----------|----|-----|----|-------|-------|----|-------|----|
|           | 密生湿潤林  | 稀樹草原林 | 山岳林 | 乾燥疎林／二次林 | マングローブ | 二次林 | 乾燥疎林 | 密生湿潤林 | 木本サバンナ | 灌木サバンナ | 草本サバンナ／草地 | 農地 | 湿地林 | 水田 | 都市／集落 | 森林／灌叢 | 水田 | 森林／灌叢 |    |
| Ver. 0    |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       |    |
| 密生湿潤林     | 3      |       |     | 3        |        | 3   |      |       | 2      |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 11 |
| 稀樹草原林     |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 山岳林       |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 湿地林／二次林   |        |       |     | 3        |        | 5   |      |       | 1      |        |           |    |     | 3  |       |       |    |       | 12 |
| マングローブ    |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 二次林       | 1      |       |     |          |        | 1   |      |       |        |        | 1         |    |     |    |       |       |    | 1     | 4  |
| 乾燥疎林      |        |       |     |          |        |     |      | 3     |        | 2      |           |    |     |    |       |       |    |       | 5  |
| 密生湿潤林     |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 木本サバンナ    |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 灌木サバンナ    |        |       |     |          |        |     |      |       |        | 2      | 3         |    |     |    |       |       |    |       | 5  |
| 草本サバンナ／草地 |        |       |     | 1        |        | 1   |      |       | 2      | 5      | 4         | 3  |     |    |       |       |    |       | 15 |
| 農地        |        |       |     | 1        |        |     |      |       |        |        |           | 2  |     |    |       |       |    |       | 3  |
| 湿地        |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    | 1   |    |       |       |    |       | 1  |
| 水田        |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 都市／集落     |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 森林／灌叢     |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 水田        |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 森林／灌叢     |        |       |     |          |        | 1   |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 1  |
| フランシェーション |        |       |     |          |        |     |      |       |        |        |           |    |     |    |       |       |    |       | 0  |
| 合計        | 4      | 0     | 0   | 5        | 0      | 11  | 0    | 3     | 0      | 4      | 10        | 8  | 5   | 1  | 0     | 3     | 0  | 0     | 58 |

### 【39】 衛星画像データからの森林タイプ区分結果と現地調査取得データとの照合・分析

上記で作成した土地被覆・森林タイプ区分図について、区分ごとに調査点を複数選定し、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.1が完成した後、精度検証を実施した。適切な精度検証を行うため、各項目に対して必要なサンプルの数量を検討した。

本業務では、GTの現地検証結果の他、プレインベントリー調査の結果や、未使用の教師サンプルを、検証用サンプルとして使用した。検証用サンプルの数量が不足する場合は、本業務で整備したALOSパナシヤープン画像（2.5メートル分解能）を用いて不足分のサンプル数を補完し、土地被覆・森林タイプ区分図の精度検証を行うこととした。

### 【40】 旧バンドゥンドゥ州の2010年森林基盤図の完成

精度検証した土地被覆・森林タイプ区分図Ver.1をGISレイヤーとして格納した。土地被覆・森

林タイプ区分図Ver.1に、道路図や行政界図など他の主題図のレイヤーを重ね合わせて森林基盤図を作成した。

#### メタデータの作成

土地被覆・森林タイプ区分図の格納に際し、画像ファイルにメタデータ（データに関する情報）を付与した（表5-17）。作成したメタデータには、土地被覆・森林タイプ区分図の概要の他、同図の所有権や使用制限についての情報が明記されている。

表 5-17 土地被覆・森林タイプ区分図Ver.1のメタデータ（仏語）

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tags（キーワード）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| carte du couvert forestier, la province de Bandundu, la République Démocratique du Congo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Summary（概要）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Elle représente le couvert forestier de la province de Bandundu de la République Démocratique du Congo de l'année 2010.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Description（詳細概要）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Elle représente le couvert forestier de la province de Bandundu de la République Démocratique du Congo de l'année 2010. Cette carte suppose l'utilisation avec la gamme d'échelle de 1/1.000.000 à 1/150.000.                                                                                                                                                                                                                                  |
| Credits（所有権）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| DIAF (Direction Inventaire et Aménagement Forestiers) et JICA (Agence Japonaise de Coopération Internationale).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Use limitations（使用制限）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Cette carte est élaborée dans le cadre du projet DIAF/JICA-Forêts effectué par la DIAF et la JICA. La demande de l'utilisation doit s'adresser à la DIAF. Tiers instituts ou chercheurs sont permis de l'utiliser après avoir pris l'accord préalable de la DIAF et aucune modification du contenu des données n'est admise. Il faut spécifier le titre de la DIAF et de la JICA au cas où la tierce personne autorisée utiliserait la donnée. |

#### リモートセンシング OJT 研修の実施

土地被覆・森林タイプ区分図の完成と同時に、これまで日本国内で行ってきた土地被覆・森林タイプ区分図作成に必要な画像処理・解析の方法について OJT 研修を行った。計 4 名の地理情報課職員を対象に、画像解析ソフトウェアを使用した実習と、日本国内で作成した土地被覆・森林タイプ区分図の作業フローについて座学を行った。一部実習及び座学には森林インベントリー課職員も招集し、将来、土地被覆・森林タイプ区分図を実際に使用する同課職員へも画像処理、画像分類の方法について説明した。



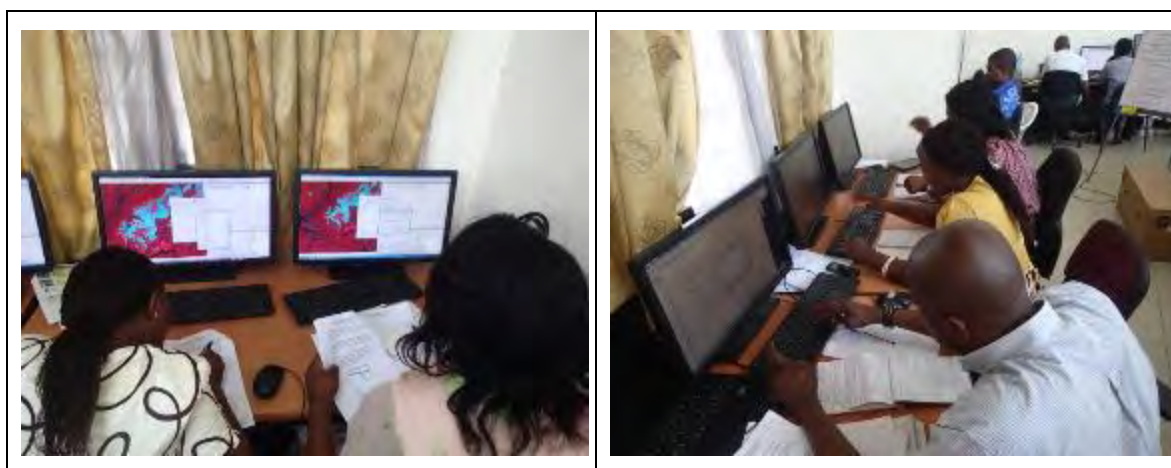


図 5-10 土地被覆・森林タイプ区分図作成に係るOJT研修の様子

本 OJT 研修では、衛星画像の前処理（反射率画像の作成など）、指標（NDVI）データの作成、オブジェクトベース分類、目視判読修正、判別効率表の作成など、土地被覆・森林タイプ区分図作成に係る主な作業内容を実習した（図 5-11）。また、OJT 研修初日、同最終日に質問表調査を行うとともに、研修期間中、定期的にテストを行い、実習内容の理解度を確認した。

計 8 名の研修員を対象に行った同調査の結果から、各研修員が本研修内容についておおむね基礎的な理解を示したことが分かった（表 5-18）。

表 5-18 質問票による理解度調査結果

| No. | 質問                                         | 研修前 |     | 研修後 |     |
|-----|--------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|     |                                            | はい  | いいえ | はい  | いいえ |
| 1   | 森林タイプ区分図の分類結果に対する総合精度、生産者精度、使用者精度を計算できますか？ | 4   | 4   | 8   | 0   |
| 2   | 森林タイプ区分図の分類結果に対するカッパ係数を計算できますか？            | 4   | 4   | 7   | 1   |
| 3   | Landsat 8 の特徴を説明できますか？                     | 4   | 4   | 8   | 0   |
| 4   | Landsat 8 のパンシャープン画像を作成できますか？              | 1   | 7   | 8   | 0   |
| 5   | Landsat 8 のデジタルナンバーを反射率へ変換できますか？           | 3   | 5   | 8   | 0   |
| 6   | 変化抽出解析について説明できますか？                         | 0   | 8   | 8   | 0   |
| 7   | NDVI などの指標画像を作成できますか？                      | 2   | 6   | 8   | 0   |
| 8   | 主成分分析を行えますか？                               | 0   | 8   | 8   | 0   |
| 9   | オブジェクトベース分類を行えますか？                         | 4   | 4   | 8   | 0   |
| 10  | 不要なポリゴンを削除するためのマスクデータを作成できますか？             | 0   | 8   | 8   | 0   |
| 11  | 目視判読修正を適切に行えますか？                           | 3   | 5   | 8   | 0   |

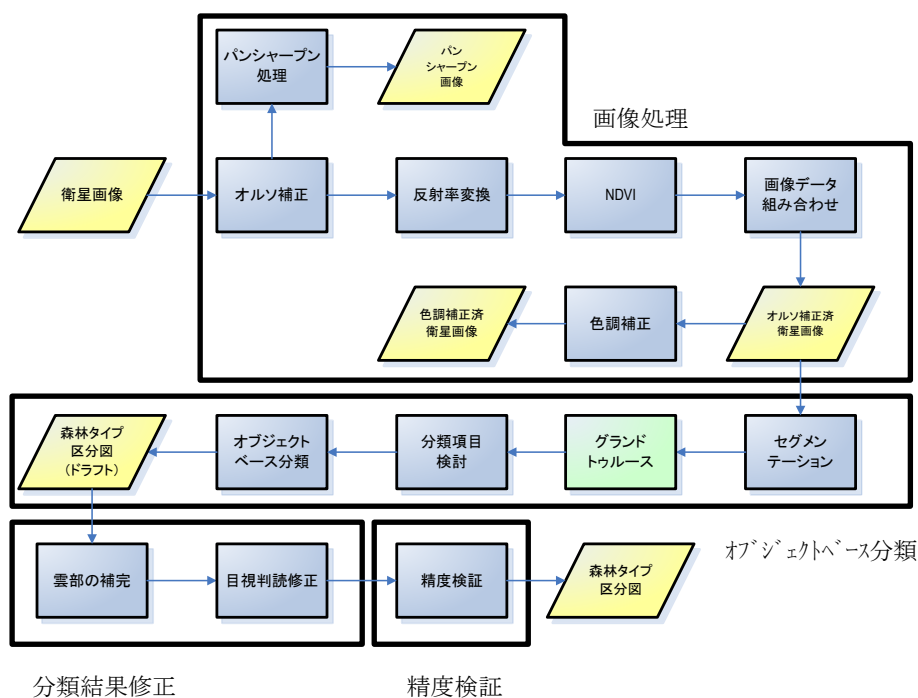


図 5-11 OJT研修の実習内容の概要（作業フロー）

#### 土地被覆・森林タイプ区分図の承認

また、土地被覆・森林タイプ区分図の承認プロセスの一環として、DIAF 職員を対象とした技術ワークショップを開催した。本ワークショップには、課長、技術者を含め地理情報課から 12 名、インベントリー課から 3 名が参加し、土地被覆・森林タイプ区分図作成の画像処理・解析フロー及び分類項目について説明した。また、同内容についての質疑応答を行い、DIAF 職員への技術移転を行った。本ワークショップの協議の結果、参加者の技術的理解を深め、DIAF との技術承認に係る合意文書を取り付けた。この承認プロセスを経ることにより、DIAF は JICA-DIAF プロジェクトにおける本区分図の共同作成者として、より高いオーナーシップと責任を持って活用することになる。

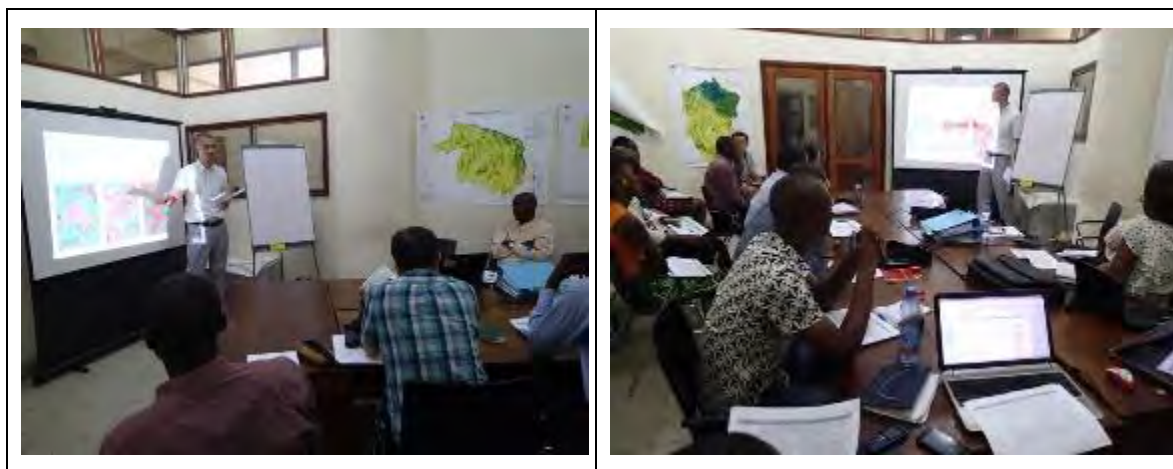


図 5-12 技術ワークショップにおける協議の様子

## ＜国内作業＞

### 【61-1】衛星画像処理・解析作業

【26】の表5-16のとおり、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0の結果とGTで取得した現地検証結果の適合を確認した。同結果から、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0には、(1)「密生湿潤林」と「二次林」、(2)「乾燥疎林」と「木本サバンナ」、(3)「木本サバンナ」と「灌木サバンナ」または「草本サバンナ／草地」、(4)「灌木サバンナ」と「草本サバンナ／草地」、(5)「草本サバンナ／草地」と「農地」、(6)「湿地林」と「密生湿潤林」、(7)「湿地林」と「二次林」の項目間において誤分類が多いことが分かった。これら誤分類の全体傾向を把握した上で、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5を作成した。

また、土地被覆・森林タイプ区分図の修正作業に先立ち、フェーズ1で設定した分類項目のうち、現地確認の結果、樹種構成や指標種など林況概要に違いが見られた、「二次林」と「藪状植生」、「乾燥林」と「乾燥疎林」、「木本サバンナ」と「灌木サバンナ」の細区分がそれぞれ可能かどうかを分光反射特性に基づいて検討した。

#### 分光反射特性の分析

「二次林」と「藪状植生」、「乾燥林」と「乾燥疎林」、「木本サバンナ」と「灌木サバンナ」の分光反射特性を比較した。「二次林」と「藪状植生」の比較検討結果を図5-13に示す。同図の左側のグラフでは、折れ線のパターンが似ているほど、分光反射特性が類似していることを意味し、区分が難しいことを示している。また、各点から上下に延びる線は標準偏差で、衛星画像データの数値（反射率）にばらつきがあることを意味する。各分類項目間で他バンドの数値と重なる場合は、区分が難しいことを示している。

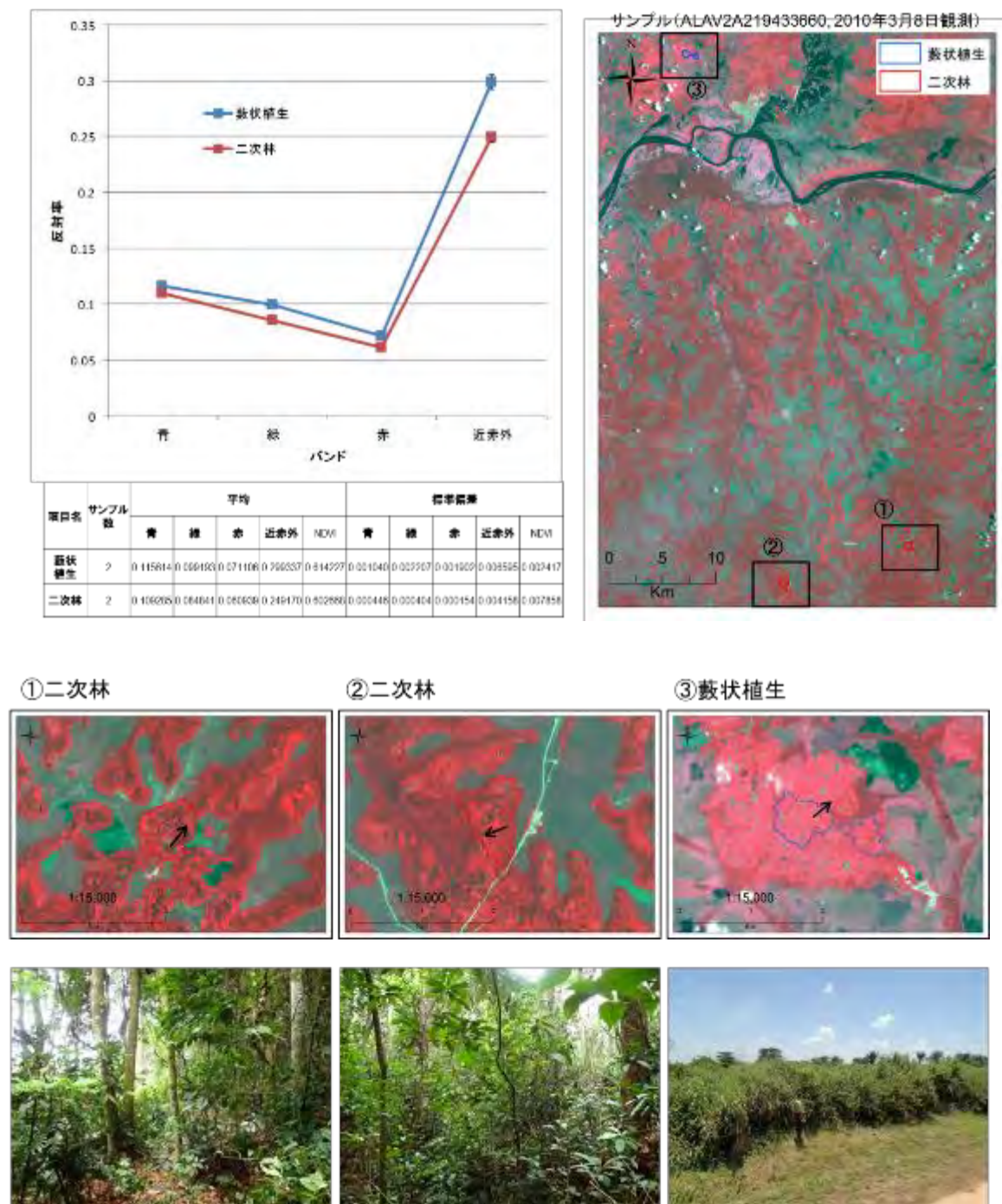


図 5-13 「藪状植生」と「二次林」の分光反射特性の比較

「藪状植生」（青）と「二次林」（赤）を現地確認した場所の衛星画像データを比較すると、分光反射特性に違いが見られたため、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5では、「藪状植生」と「二次林」をそれぞれ別区分とした。なお、図中の黒枠①、②、③は、各拡大図の範囲を示す。上段がサンプルを取得した場所のALOS AVNIR-2衛星画像（フォールスカラー合成）の拡大図、同図上の矢印（→）は、下段の写真が撮影された位置およびその撮影方向を示す。



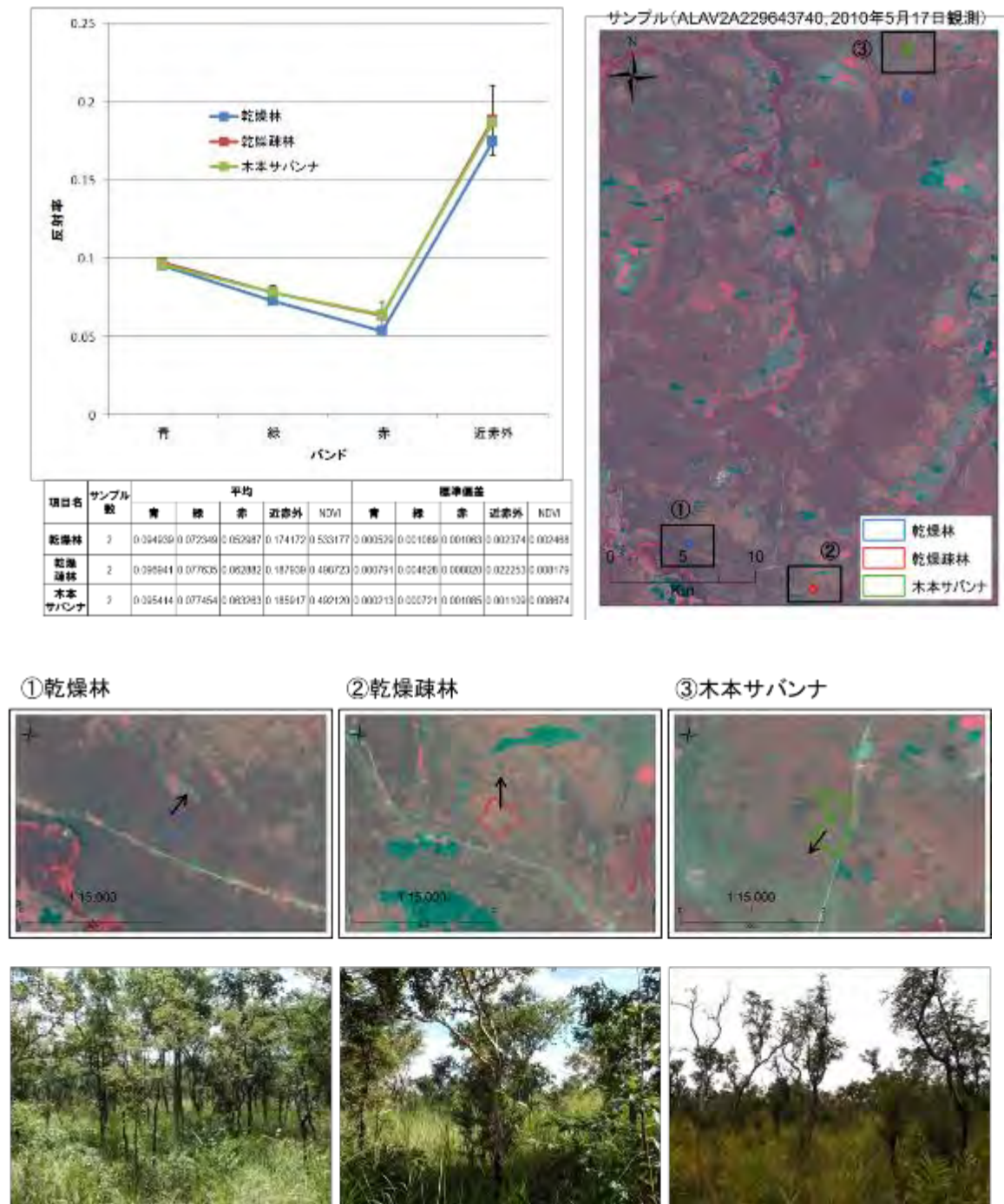


図 5-14 「乾燥林」、「乾燥疎林」、「木本サバンナ」の分光反射特性の比較

同様に「乾燥林」と「乾燥疎林」を現地確認した場所の衛星画像データを比較した結果、これらの場所で分光反射特性に違いが見られたため、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5では、「乾燥林」と「乾燥疎林」を別区分とした。一方、「乾燥疎林」は、「木本サバンナ」と比較して、分光反射特性が似ていることが分かったため、「乾燥疎林」と「木本サバンナ」を、「乾燥疎林又は木本サバンナ」として同区分とした。

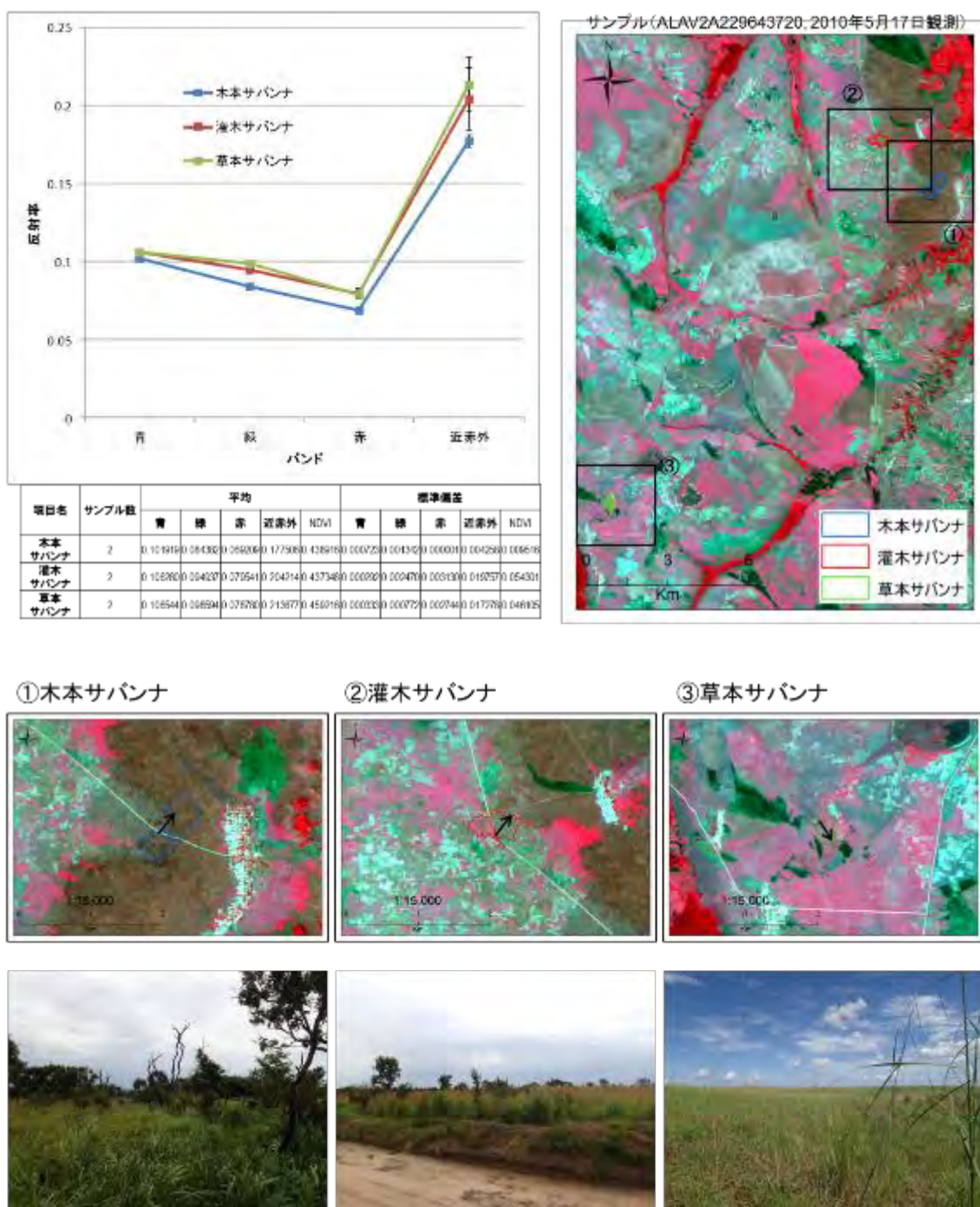


図 5-15 「木本サバンナ」、「灌木サバンナ」、「草本サバンナ」の分光反射特性の比較

「木本サバンナ」と「灌木サバンナ」を現地確認した場所の衛星画像データを比較した結果、これらの場所で分光反射特性に違いが見られたため、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5では、「木本サバンナ」と「灌木サバンナ」を別区分とした。一方、「灌木サバンナ」と「草本サバンナ」では、分光反射特性が似ていることが分かったが、GT調査で取得した情報を基に、「灌木サバンナ」と「草本サバンナ」を区分することとした。

#### 分類区分の更新



以上の検討結果を基に、土地被覆・森林タイプ区分図の分類区分を更新した（表5-19参照）。更新した分類項目を基に、土地被覆・森林タイプ区分図Ver. 0.5を作成した。

表 5-19 土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0とフェーズ2で更新した分類項目の対応表

| No. | 旧区分名（フェーズ1で使用した区分） |       | No. | 新区分名（フェーズ2で更新した区分） |       |
|-----|--------------------|-------|-----|--------------------|-------|
|     | 区分                 | カテゴリー |     | 区分                 | カテゴリー |
| 1   | 半落葉及び／又は常緑樹林（一次林）  | 森林    | 1   | 密生湿潤林              | 森林    |
| 2   | 移行帯林               | 森林    | 2   | 移行帯林               | 森林    |
| 3   | 山地林                | 森林    | 3   | 山地林                | 森林    |
| 4   | 浸水林／湿地林（一次林）       | 森林    | 4   | 浸水林／湿地林            | 森林    |
| 5   | 浸水林／湿地林（二次林）       | 森林    |     |                    |       |
| 6   | マングローブ             | 森林    | 5   | マングローブ             | 森林    |
| 7   | 半落葉及び／又は常緑樹林（二次林）  | 森林    | 6   | 二次林                | 森林    |
| 8   |                    |       | 7   | 藪状植生               | 非森林   |
| 9   | 乾燥林（ミオンボ林を含む）      | 森林    | 8   | 乾燥林                | 森林    |
| 10  |                    |       | 9   | 乾燥疎林及び木本サバンナ       | 非森林   |
| 11  | 木本性サバンナ及び／又は灌木サバンナ | 10    |     |                    |       |
| 12  |                    |       |     |                    |       |
| 13  | 草地（低灌木地を含む）        | 非森林   | 11  | 草本サバンナ／草地          | 非森林   |
| 14  | 草本性サバンナ、疎植生、又は草地   | 非森林   |     |                    |       |
| 15  | 浸水草地（ラフィアを含む）      | 非森林   | 12  | 浸水草地               | 非森林   |
| 16  | 農地                 | 非森林   | 13  | 農地                 | 非森林   |
| 17  | 裸地                 | 非森林   | 14  | 裸地                 | 非森林   |
| 18  | 都市部                | 非森林   | 15  | 都市／集落              | 非森林   |
| 19  | 水域                 | 非森林   | 16  | 水域                 | 非森林   |
| 20  | 雲／影                | 非森林   | 17  | 雲／影                | 非森林   |

#### 土地被覆・森林タイプ区分図の修正（Ver. 0.5作成）

上記検討結果を基に更新した分類項目を使用し、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5（土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0の一部地域を先行して再分類した図）を作成した。本解析では、GT調査を実施した地域をカバーするALOS AVNIR-2衛星画像20シーンを対象に、現地確認された誤分類や、同図Ver.0で見られた不自然な不連続線がどれだけ改善できたか、などを確認した。また、対象としたALOS AVNIR-2衛星画像には、雲の多い衛星画像が含まれているため、本解析では、このような地域のALOS AVNIR-2衛星画像を補完する目的で、SPOT衛星画像7シーンの自動分類も同時に行った。追加GTで取得した情報も参照して再分類を行った結果、現地の状況に合致した分類結果へ改善された（図5-16参照）。

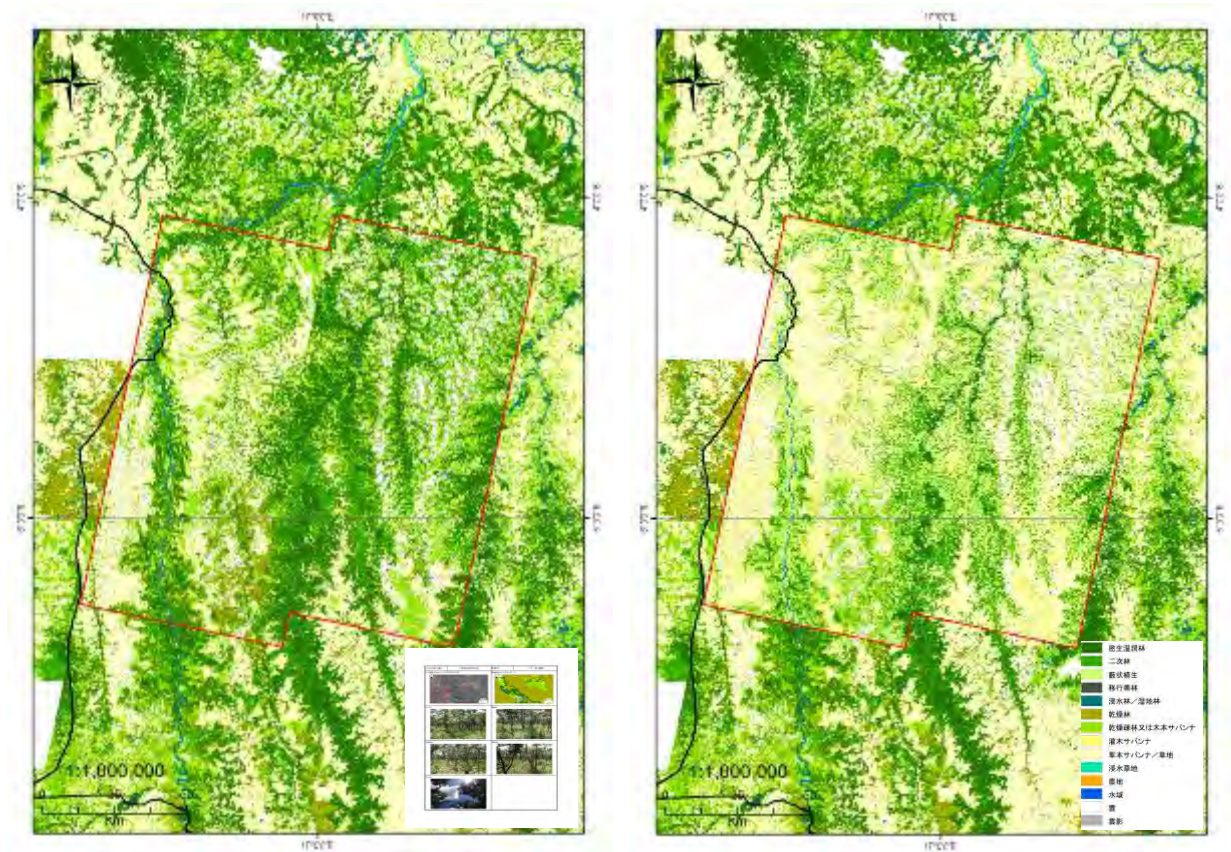


図 5-16 土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0（左）と同Ver.0.5（右）の分類結果比較

また、フェーズ1で作成した土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0とフェーズ2で更新した同図Ver.0.5（州全域を対象）を図5-17に示す。なお、赤枠が土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5のモデル解析対象範囲を示す。



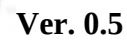


図 5-17 土地被覆・森林タイプ区分図のモデル解析エリア



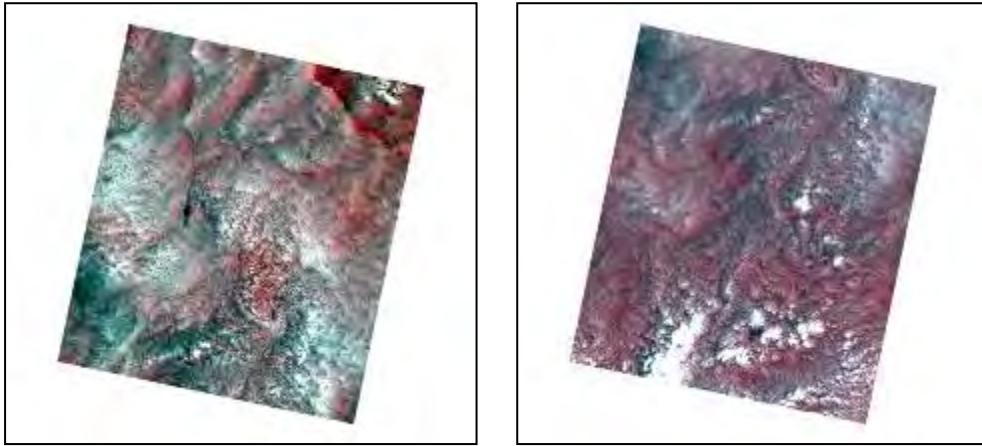


図 5-18 うす雲に覆われたALOS AVNIR-2衛星画像（2010年3月3日観測）

土地被覆・森林タイプ区分図の雲部補完には、豊富なアーカイブを無償で入手でき、かつC/Pが所有するLandsat衛星画像を使用した。使用するLandsat画像の選択にあたっては、以下条件のもと、雲量の少ない（10%以下）画像の検索を行った。

- a. ALOS AVNIR-2、SPOTと同じく、2007年1月1日から2011年3月31日の間に観測された画像
- b. a.で整備できない場合、Landsat8号（2013年打上げ）の画像または2007年以前の画像
- c. b.のうち、2007年に近い年に観測された画像

検索の結果、観測時期によっては、雲量の少ないLandsat画像が入手可能であることが分かった。フェーズ2前半では、入手したLandsat衛星画像に対して、ALOS AVNIR-2、SPOT衛星画像と同様に、分類解析を行った。図5-19にLandsat画像の分類結果を使用したALOS AVNIR-2画像の雲部の補完方法について示す。



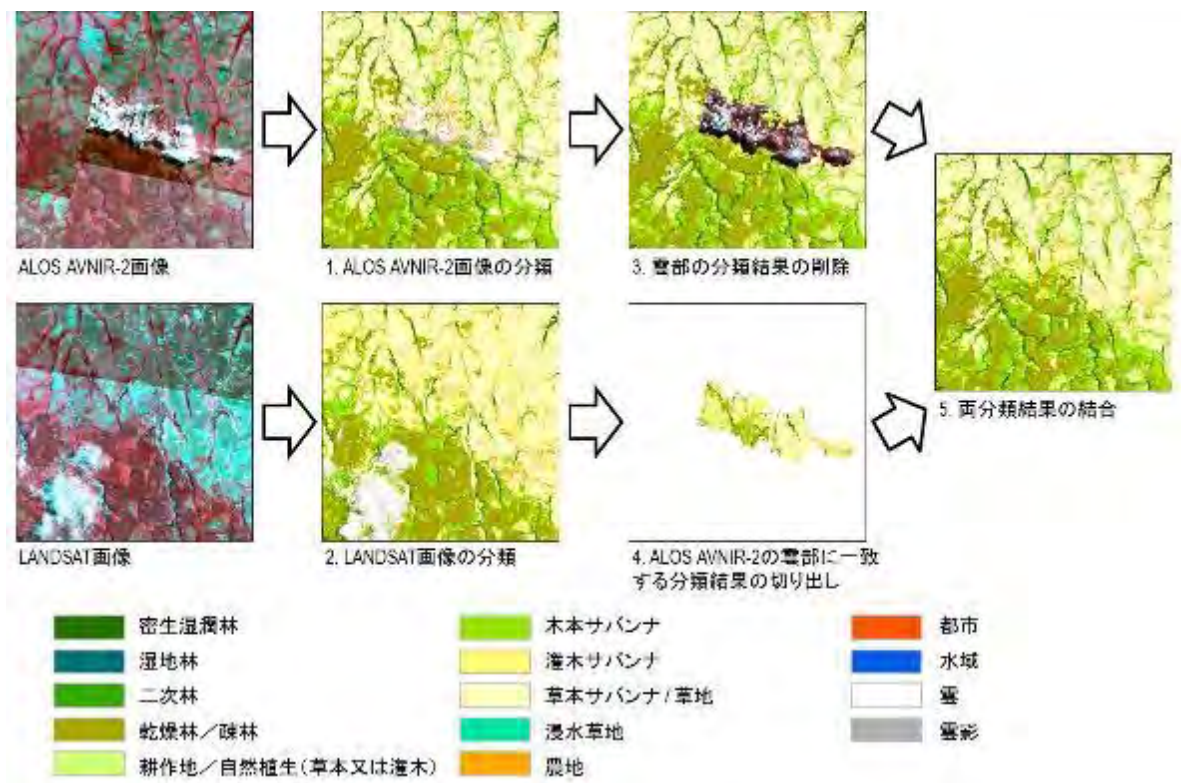


図 5-19 Landsat画像の分類結果を使用した雲部補完のイメージ

#### 土地被覆・森林タイプ区分図の目視判読修正 (Ver.1作成)

土地被覆・森林タイプ区分図の分類精度向上のため、目視判読による修正作業を次のとおり行った。

縮尺1:150,000で表示して目立つ誤分類に対して、衛星画像を目視で確認しながら適切な分類コードへ修正した。図5-20に、分類コードの修正方法を例示する。同図では、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5上で二次林（32）と分類されたオブジェクトのみを黄色で表示し、Ver.0.5では二次林（32）と分類されたが、衛星画像上では耕作地／自然植生（25）と目視判読ができるため、属性テーブル（下段）内の分類コードを‘32’から‘25’へ修正した。



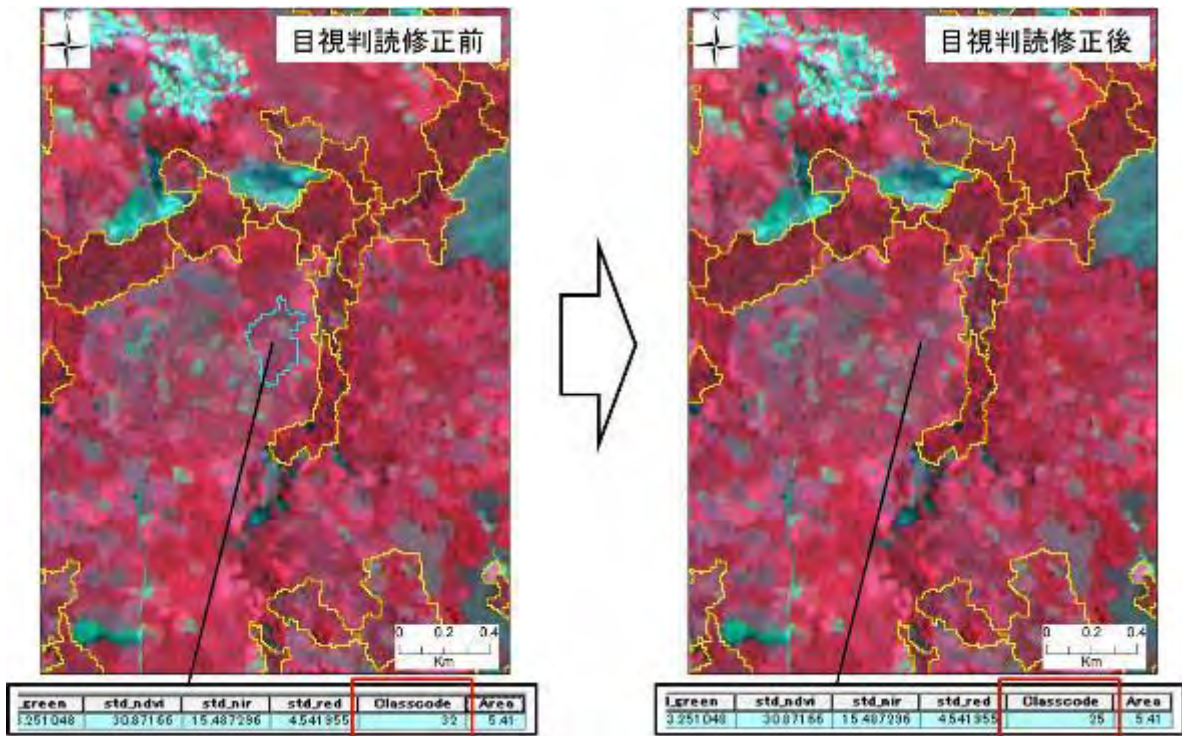


図 5-20 分類コードの修正イメージ

また、縮尺1:150,000の図面上で目立つ境界線の不一致については、衛星画像を確認しながら該当するオブジェクト（ポリゴン）を切断し、細分された各オブジェクト（ポリゴン）の分類コードを、それぞれ適切な分類コードへ修正した。図5-21に、オブジェクト（ポリゴン）の切断及び分類コードの修正方法を例示する。同図では、土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5上で耕作地／自然植生（草本または灌木）（25）と分類されたが、同一のオブジェクト（ポリゴン）内に二次林（32）と耕作地／自然植生（25）の両方が存在することが目視判読できるため、同オブジェクト（ポリゴン）を切断して境界線を修正し、また属性テーブル（下段）内の細分したオブジェクト（ポリゴン）の分類コードを‘25’から‘32’へ修正した。

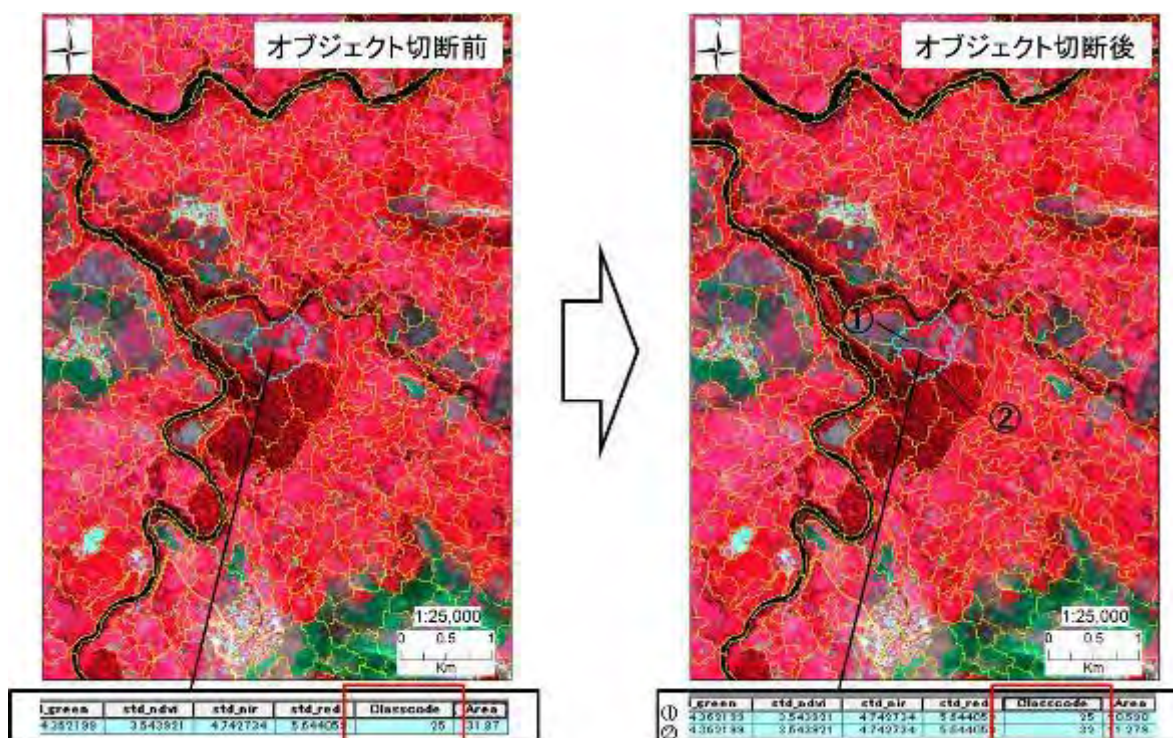


図 5-21 分類境界線の修正イメージ

#### 土地被覆・森林タイプ区分図Ver.1の分類区分の更新

土地被覆・森林タイプ区分図Ver.1及び同図に使用した分類項目を、表5-21の右列に示す。同図Ver.0.5作成時に分類項目を更新した後、分項項目の名称及び特徴についてC/Pと協議を行い、全分類項目のうち、旧バンドゥンドゥ州内に存在しない「移行帯林」、「山地林」、「マングローブ」、「裸地」を削除した。また、「湿地林」、「乾燥林／疎林」、「耕作地／自然植生（草本又は灌木）」、「木本サバンナ」、「都市」の項目名をそれぞれ修正した。

表 5-21 土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0、同Ver.0.5、同Ver.1で使用した分類項目の  
対応表

| No. | 旧区分名<br>(フェーズ1で使した区分)  |       | No. | 旧区分名<br>(Ver.0.5で使した区分) |       | No. | 新区分名<br>(Ver.1で使した区分) |       |
|-----|------------------------|-------|-----|-------------------------|-------|-----|-----------------------|-------|
|     | 区分                     | カテゴリー |     | 区分                      | カテゴリー |     | 区分                    | カテゴリー |
| 1   | 半落葉及び／又は常<br>緑樹林(一次林)  | 森林    | 1   | 密生湿潤林                   | 森林    | 1   | 密生湿潤林                 | 森林    |
| 2   | 移行帯林                   | 森林    | 2   | 移行帯林                    | 森林    | —   | —                     | —     |
| 3   | 山地林                    | 森林    | 3   | 山地林                     | 森林    | —   | —                     | —     |
| 4   | 浸水林／湿地林(一<br>次林)       | 森林    | 4   | 浸水林／湿地林                 | 森林    | 2   | 湿地林                   | 森林    |
| 5   | 浸水林／湿地林(二<br>次林)       | 森林    |     |                         |       |     |                       |       |
| 6   | マングローブ                 | 森林    | 5   | マングローブ                  | 森林    | —   | —                     | —     |
| 7   | 半落葉及び／又は常<br>緑樹林(二次林)  | 森林    | 6   | 二次林                     | 森林    | 3   | 二次林                   | 森林    |
| 8   |                        |       | 7   | 藪状植生                    | 非森林   | 5   | 耕作地／自然植生<br>(草本又は灌木)  | 非森林   |
| 9   | 乾燥林(ミオンボ林を<br>含む)      | 森林    | 8   | 乾燥林                     | 森林    | 4   | 乾燥林／疎林                | 森林    |
| 10  |                        |       | 9   | 乾燥疎林及び<br>木本サバンナ        | 非森林   | 6   | 木本サバンナ                | 非森林   |
| 11  | 木本性サバンナ及び<br>／又は灌木サバンナ | 非森林   | 10  | 灌木サバンナ                  | 非森林   | 7   | 灌木サバンナ                | 非森林   |
| 12  |                        |       |     |                         |       |     |                       |       |
| 13  | 草地(低灌木地を含<br>む)        | 非森林   | 11  | 草本サバンナ／草地               | 非森林   | 8   | 草本サバンナ／草地             | 非森林   |
| 14  | 草本性サバンナ、疎<br>植生、又は草地   | 非森林   |     |                         |       |     |                       |       |
| 15  | 浸水草地(ラフィアを<br>含む)      | 非森林   | 12  | 浸水草地                    | 非森林   | 9   | 浸水草地                  | 非森林   |
| 16  | 農地                     | 非森林   | 13  | 農地                      | 非森林   | 10  | 農地                    | 非森林   |
| 17  | 裸地                     | 非森林   | 14  | 裸地                      | 非森林   | —   | —                     | —     |
| 18  | 都市部                    | 非森林   | 15  | 都市／集落                   | 非森林   | 11  | 都市                    | 非森林   |
| 19  | 水域                     | 非森林   | 16  | 水域                      | 非森林   | 12  | 水域                    | 非森林   |
| 20  | 雲／影                    | 非森林   | 17  | 雲／影                     | 非森林   | 13  | 雲                     | 非森林   |
|     |                        |       |     |                         |       | 14  | 雲影                    | 非森林   |

#### 土地被覆・森林タイプ区分図Ver.1の完成

表5-21の分類項目を適用した土地被覆・森林タイプ区分図Ver.1を図5-22に示す。





|     |                 | 森下    |     |     |        | 非森下             |        |        |           |           |      |    |    |    |     | 計   |
|-----|-----------------|-------|-----|-----|--------|-----------------|--------|--------|-----------|-----------|------|----|----|----|-----|-----|
|     |                 | 原生種樹種 | 落葉樹 | 二次樹 | 常緑樹/雑草 | 樹皮剥/口咬害生(草本及低木) | 草本カバノナ | 草本カバノナ | 草本カバノナノ群集 | 草本カバノナノ群集 | 浸水地帯 | 湿地 | 畑地 | 水田 | 田   |     |
| 森下  | 原生種樹種           | 74    | 4   | 27  | 0      | 4               | 2      | 0      | 1         | 1         | 1    | 0  | 0  | 0  | 0   | 114 |
|     | 落葉樹             | 5     | 55  | 1   | 0      | 0               | 0      | 1      | 2         | 0         | 0    | 0  | 0  | 0  | 77  |     |
|     | 二次樹             | 0     | 3   | 37  | 0      | 3               | 0      | 0      | 0         | 0         | 0    | 0  | 0  | 0  | 43  |     |
|     | 落葉樹/雑草          | 0     | 0   | 0   | 75     | 0               | 2      | 0      | 0         | 0         | 0    | 0  | 0  | 0  | 78  |     |
| 非森下 | 樹皮剥/口咬害生(草本及低木) | 0     | 2   | 13  | 0      | 64              | 0      | 1      | 1         | 3         | 2    | 0  | 0  | 0  | 86  |     |
|     | 草本カバノナ          | 0     | 0   | 1   | 4      | 1               | 32     | 7      | 0         | 5         | 1    | 0  | 0  | 0  | 51  |     |
|     | 草本カバノナ          | 0     | 0   | 0   | 2      | 2               | 8      | 18     | 15        | 1         | 1    | 0  | 0  | 0  | 47  |     |
|     | 草本カバノナノ群集       | 1     | 1   | 1   | 0      | 8               | 15     | 29     | 48        | 11        | 3    | 0  | 0  | 0  | 118 |     |
|     | 浸水地帯            | 0     | 0   | 0   | 0      | 0               | 0      | 0      | 0         | 24        | 0    | 0  | 0  | 0  | 24  |     |
|     | 湿地              | 0     | 0   | 0   | 0      | 1               | 1      | 1      | 1         | 1         | 3    | 0  | 0  | 0  | 8   |     |
|     | 畑地              | 0     | 0   | 0   | 0      | 0               | 0      | 2      | 0         | 0         | 0    | 0  | 0  | 0  | 2   |     |
|     | 水田              | 1     | 1   | 0   | 0      | 1               | 0      | 0      | 0         | 2         | 0    | 0  | 50 | 0  | 55  |     |
|     | 田               | 0     | 0   | 0   | 0      | 0               | 0      | 0      | 1         | 0         | 0    | 0  | 0  | 0  | 1   |     |
|     | 雑草              | 0     | 0   | 0   | 0      | 0               | 0      | 0      | 0         | 0         | 0    | 0  | 0  | 0  | 0   |     |
| 計   |                 | 81    | 79  | 80  | 82     | 84              | 80     | 58     | 68        | 50        | 11   | 0  | 50 | 0  | 0   | 704 |

表 5-23 分類項目ごとの面積集計結果（暫定）

| カテゴリー | 面積(ha)               |            |            |
|-------|----------------------|------------|------------|
| 森林    | 密生湿潤林                | 7,973,400  | 13,313,287 |
|       | 湿地林                  | 2,205,029  |            |
|       | 二次林                  | 2,074,478  |            |
|       | 乾燥林/疎林               | 1,060,379  |            |
| 非森林   | 耕作地／自然植生<br>(草本又は灌木) | 2,762,856  | 15,853,824 |
|       | 木本サバンナ               | 1,511,780  |            |
|       | 灌木サバンナ               | 3,060,115  |            |
|       | 草本サバンナ／草地            | 8,181,080  |            |
|       | 浸水草地                 | 150,575    |            |
|       | 農地                   | 172,901    |            |
|       | 都市                   | 14,516     |            |
|       | 水域                   | 473,995    | 473,995    |
|       | 雲／雲影                 | 149,236    | 149,236    |
|       | 合計                   | 29,790,341 | 29,790,341 |

## 【61-2】衛星画像処理・解析作業（多時点の衛星画像解析）

土地被覆・森林タイプ区分図Ver.0.5で確認した自動分類解析を、旧バンドゥンドゥ州全域の衛星画像に対しても同様に行った。また、ALOS AVNIR-2やSPOT衛星画像の分類結果を参照し、フェーズ2前半で行ったLandsat分類結果の改善を図るとともに、シーン間の接合を取るよう調整しながら、土地被覆・森林タイプ区分図の雲部を補完した。

また、自動分類解析の結果に対して目視判読による修正を行い、土地被覆・森林タイプ区分図の精度向上を図った。最後に、現地調査で取得したサンプルデータやALOSパンシャープン画像などを参照して、同図Ver.1の精度検証を行った。

## 5.3.3 フェーズ3（2016年4月～2018年2月）

### <現地作業>

## 【70】旧バンドゥンドゥ州の衛星画像解析研修、OJT

2010年森林タイプ区分図を参照しつつ、引き続き旧バンドゥンドゥ州の多時点のLandsat衛星画像解析研修、現地調査OJTを実施した。

### ■ 土地被覆変化の抽出、分類、現地確認調査

#### (1) 研修内容

##### 1) 多時点画像の土地被覆変化箇所抽出と分類（繰り返し研修）

Landsat画像を用い、多時点の森林変化箇所の抽出および分類手法について研修を実



施した。この研修は、2015年10-11月に実施された内容の繰り返し研修で、カウンターパートに、本フェーズで作成する多時点の森林タイプ区分図の作成過程をより深く理解してもらうことを目的とした。

## 2) 現地調査による土地被覆変化箇所の確認

画像解析で森林減少が抽出された数地点で、実際に減少があったかを現地で確認するとともに、森林が減少した理由を近隣の集落でヒヤリングする調査をOJT形式で実施した。

## (2) 研修スケジュール

画像解析研修については、2016年5月27日、31日、6月3日の3日間、現地調査研修については、2016年6月5日～10日間で実施した。

## (3) 参加者

対象者は、リモートセンシング/GISを実務で担っている、Geomatique課の職員である。研修の参加人数は、画像解析研修が14名、現地調査が3名である。

## ■ 土地被覆変化抽出に係る総合演習

Geomatique課職員のリモートセンシングに関する技術的理解度及びオペレーションスキルを更に向上させるため、森林被覆分類、土地被覆変化抽出に係る総合的な演習を行った。本項では、

(1) Geomatique課職員の技術的理解度及びオペレーションスキルの向上と作業手順書の完成を目標とした第一次OJT研修（4/11（火）～4/21（金）まで計9日間）、(2) 衛星画像の目視判読作業に係る留意点並びに判読基準の共有、日本国内で作成した変化エリア図データの検証を目標とした第二次研修（4/24（月）、4/26（水）～4/27（木）まで計3日間）の概要をそれぞれ記す。

### 第一次 OJT 研修

第一次 OJT 研修では、事前に準備した作業手順書を参照しながら、森林タイプ区分図作成及び変化抽出に係る一連の画像処理・解析を実習した（図 5-23）。本研修では、手順書に記載した画像処理・解析の実習のほか、衛星画像の色調補正、変化パターンごとの面積集計、隣接する複数の分類データをモザイクして広域の分類図を作成する方法など、技術移転の要望が追加的に出た処理・解析方法の追記や、作業経験の少ない職員の使用も想定した作業手順書への編集が必要となった場合、随時職員全体で協議の上、作業手順書を更新した。

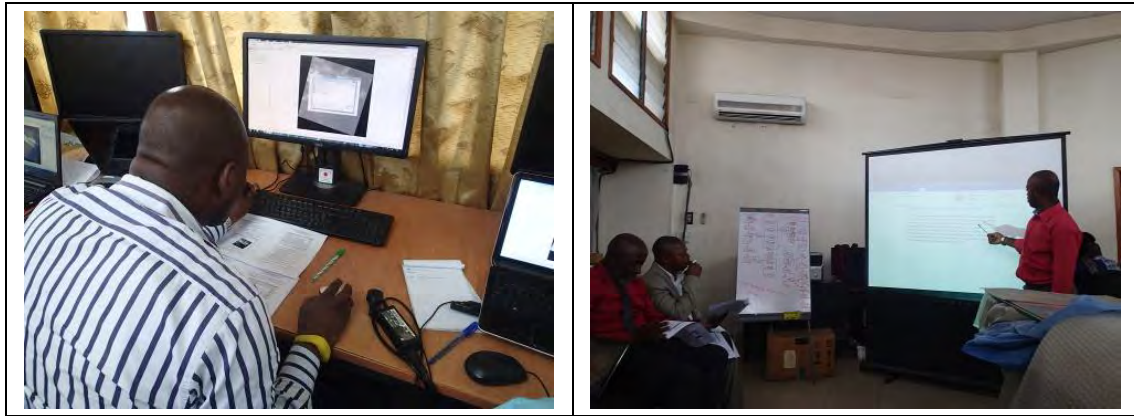


図 5-23 OJT研修（左）及び作業手順書についての協議（右）の様子

さらに、本研修では、前回の研修と異なる衛星画像に対して同じ処理・解析を繰り返し実施することで、作業フローの転用可能性についても併せて検証した。

### 第二次 OJT 研修

第二次 OJT 研修では、日本国内で作成した変化エリア図データを Geomatique 課職員と共有して、同データの分類結果を検証した。参加した職員は旧バンドウンドゥ州北部、中部、南部の3つのグループに分かれ、各地域内で特に変化が多い場所の変化エリア図データを衛星画像上に表示させ、日本国内での作業実施時と同じ仕様の下で検証を行った。

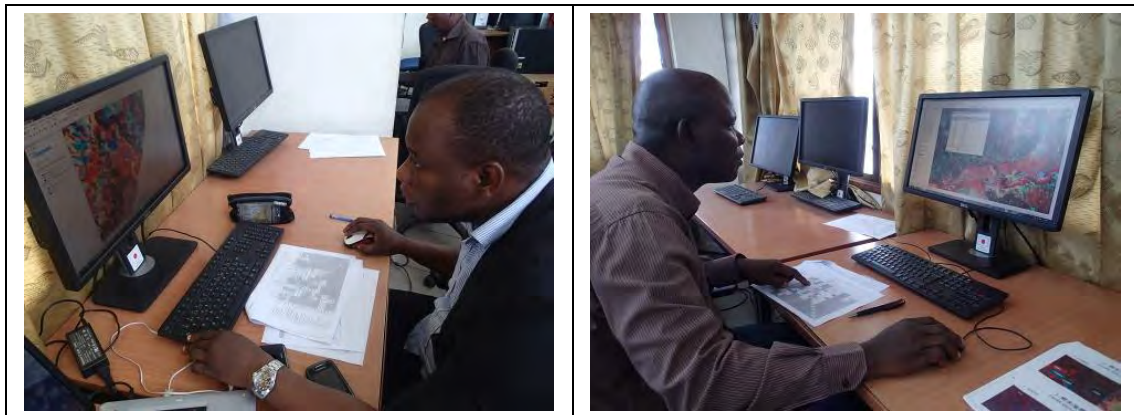


図 5-24 Geomatique課職員による変化エリア図データ確認の様子

検証したデータには、事前に指定したコードを各データの属性表に追記した。同検証作業では、判読者間の個人差が出ないように、目視判読時の留意点（作業時の地図縮尺や判読基準の統一）も併せて解説した。

表 5-24 第二次OJT研修で使用した検証用属性コード

| コード                        | 意味                                       |
|----------------------------|------------------------------------------|
| 0                          | 検証作業の対象外または検証前                           |
| 1                          | DIAFの検証結果が、日本国内の判読結果と同じ場合                |
| 2                          | DIAFで検証したが、判断が付かなかった場合                   |
| 10101、10202等(「変化無し」を示すコード) | DIAFの検証結果と日本国内の判読結果が異なる場合で、「変化無し」と判断した場合 |
| 10103、10105等(「変化有り」を示すコード) | DIAFの検証結果と日本国内の判読結果が異なる場合で、「変化有り」と判断した場合 |

Geomatique課職員が検証した全データのうち、日本国内で作成した変化エリア図の判読結果と同課職員による判読結果が異なる場合、本演習終了後、日本国内でデータの再検証を行った。

## 【70-1】リモートセンシング技術手順書の完成

これまで日本国内で実施してきた森林タイプ区分図作成および変化抽出解析の実施手順をC/Pへ説明するため、RS技術手順書および作業マニュアル初版をそれぞれ作成した。RS技術手順書は、RS業務の目的、RS業務のアウトプット、RS業務の流れ、RS業務に係る能力向上の4項目から構成され、各作業の概要及び技術的な留意事項について記載した。また、本業務における活用事例も同手順書内で紹介した。一方、RS作業マニュアルでは、将来、C/Pだけでも作業ができるように、各作業段階で必要なRSまたはGISソフトウェアの操作手順を詳細に説明するなど、具体的に記載した。

## <国内作業>

### 【88】Landsat画像処理・解析作業

成果5に追加された多時点のLandsat画像解析による森林タイプ区分図の作成は、時間的制約を考慮して、以下の業務を国内作業としても実施した。

- (1) 対象の1995年、2000年、2010年、2014年のLandsat画像を選択し、ダウンロードした。
- (2) 解析の前処理として、幾何補正、反射率の算出、植生指標を算出した。
- (3) 土地被覆変化解析

多時点の森林タイプ区分図の作成には、時系列の画像を解析する方法を用いた。変化箇所  
の分類までの流れは以下のとおりある。

- 1) 期首と期末の差分から差分画像を作成
  - 2) 画像の数値情報から土地被覆変化タイプ別のポリゴンを作成
  - 3) 閾値を設定して変化エリアを抽出し、変化箇所を教師付きで自動分類
- (4) 変化箇所の目視修正作業

分類結果の精度を向上させるため、目視で変化箇所の自動分類結果を修正した。

- (5) 各時点の森林タイプ区分図の作成

変化ポリゴンの分類結果を2010年の森林タイプ区分図（ベースマップ）と統合し、1995、2000、2010、2014年の森林タイプ区分図を作成した。各時点の森林タイプ区分図を下に示す。

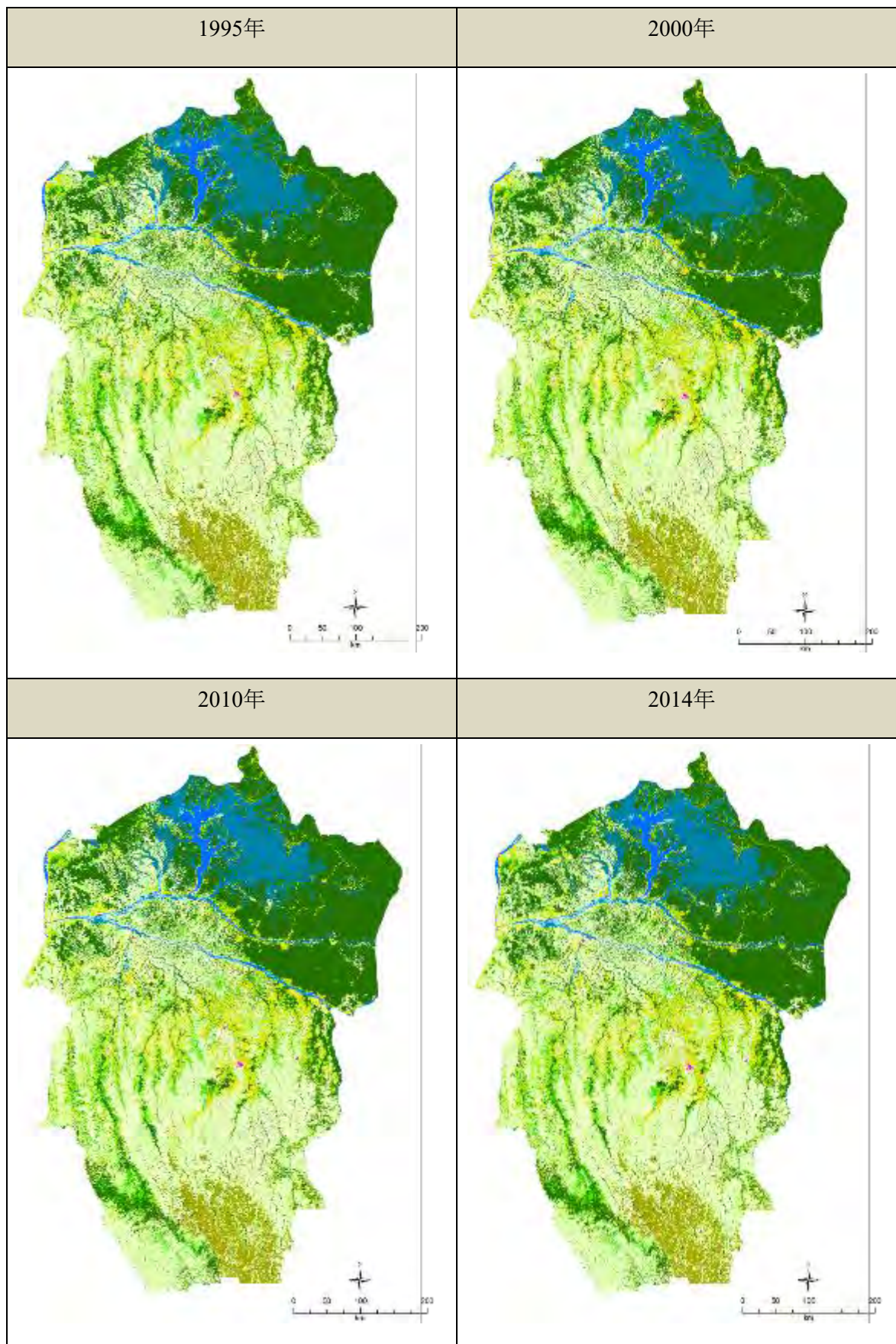


図 5-25 多時点の森林タイプ区分図



## 5.4 成果2 国家森林インベントリーの地上調査手法と手順の開発に係る作業

### 5.4.1 フェーズ1（2012年8月～2013年10月）

#### <現地作業>

#### 【18】インベントリー手順書(案)（プレインベントリー野帳）の策定

コンゴ民国においては、FAOの支援により国家森林インベントリー（Inventaire Forestier National、以下「NFI」とする。）が進められている。FAOのNFIプロジェクトは、フェーズ1の開始時点時点にはプレインベントリー段階にあり、そのための森林インベントリー方法論は、コンゴ民国の承認プロセス（バリデーション）を通過しており、正式に認められていた。

したがって、本プロジェクトで実施する森林インベントリーとFAOの森林インベントリー方法論との整合性は、本プロジェクト開始当初から必要事項として検討されていた。この整合性を確保することにより、本プロジェクトの成果が国家レベルで承認され、広く活用されることに繋がると考えた。FAO方法論の概要はのとおりでである。

表 5-25 DIAF/FAOの森林プレインベントリー方法論概要

| 大項目            | 項目                                                                                                                         |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| サンプリング         | システマティックサンプリング                                                                                                             |
| プロット選定         | 8つの森林区分を選定してプレインベントリー(65 サンプリングユニット)<br>各区分に一定数の調査サイトを選定<br>プロット形状は2タイプ: 密生林(Dense Forest) 地域は方形、その他の地域は円形                 |
| プロット形状         | 方形プロット<br>プロット: 60mx60m (0.36ha)<br>プロット内ブロック 20mx20m (0.04ha)                                                             |
|                | 円形プロット<br>サンプリングユニットのセンター(プロット No.6)から南方向に5プロット、東方向に4プロットを250m間隔で設定(合計10プロット)。各プロットは、直径30mの円型。各プロット約0.07ha、10プロットで約0.71ha。 |
| 測定項目<br>土壌サンプル | 方形プロット                                                                                                                     |
|                | 胸高直径測定<br>1サブプロット: dbh>5cm<br>プロット全体: dbh>10cm                                                                             |
|                | 樹高測定(全樹高)<br>プロット全体: 10cm 以上の各直径階から5本の立木の樹高を測定                                                                             |
|                | 枯死木、倒木ラインセクト<br>南北60mのライン上の枯死木(倒木)を測定                                                                                      |
|                | 土壌採取<br>直径5cmx深さ30cmの採土円筒で各サンプリングユニットで4サンプルを採取                                                                             |
|                | リター計測<br>実施しない                                                                                                             |
|                | 円形プロット                                                                                                                     |
|                | 胸高直径測定<br>センターから半径5mの内側: dbh>5cm                                                                                           |
|                | サブプロット: 直径10mの内円<br>センターから半径5mの外側: dbh>10cm                                                                                |
|                | 故死木、倒木トランセクト<br>プロット2, 4, 6, 8において、センターを通る南北ライン上で測定。                                                                       |
|                | 土壌採取<br>直径5cmx深さ30cmの採土円筒でサンプル採取。10プロットのうちNo. 1, 3, 5, 7で採取。                                                               |
| 層化             | Verhegghen et P. Defourny 開発層化法 2010 年、MERIS と SPOT の情報組み合わせ、8タイプ採用<br>森林の定義は、コンゴ民国が UNFCCC へ提示したものに準拠                     |

出典:『コンゴ民主共和国の全国森林インベントリーにおけるプレインベントリー方法論』ドラフト、2012年2月；UN-REDDプログラム、FAO

FAOは、このインベントリー方法論を現地で実施するためのフィールドマニュアルの作成を現



地機関に委託して作成する予定であったが、委託契約が遅れており、2013年3月現在も作成される見込みはたっていなかった。

JICA側は、FAOのインベントリー方法論およびフィールドマニュアルと整合性が取れた方法論による手順書を作成することが必要であるとの判断から、FAOのフィールドマニュアルが作成されるのを待っていたが、2012年11月になっても進捗が見られないため、DIAFと連携して独自に手順書の作成を進めることとした。手順書の作成にあたっては、できる限り具体的かつ実践的な内容となるよう、プリテスト及び森林インベントリー研修でのフィールドの経験を反映させた。この作成フローは以下のとおりである。



図 5-26 森林インベントリー方法論（案）作成のステップ

## 【19】 インベントリー調査チームの組織及びフィールドスタッフ対象の研修実施

### (1) 調査チーム編成

JICAの詳細計画策定調査報告書によれば、「各州にMEDD支所があり、DIAFはバンドウンドゥ州、赤道州、オリエンタル州にスタッフを数名ずつ派遣する計画を立てている」とのことであり、これを業務指示書で“フィールドスタッフ”と称していると解釈された。しかし、実態は、MEDDのコーディネーターは環境行政全般にわたる分野を担当しており、森林インベントリーに参加することはないことが判明した。

森林インベントリーの実施体制について、DIAFと協議した結果、森林インベントリーはDIAF本庁の技術者でチームを編成して実施することを確認した。

実際に現地で行ったプリテストおよび森林インベントリー研修の経験、およびDIAFの体制を考慮したうえで、旧バンドウンドゥ州における森林インベントリーの体制は以下のとおりとした。

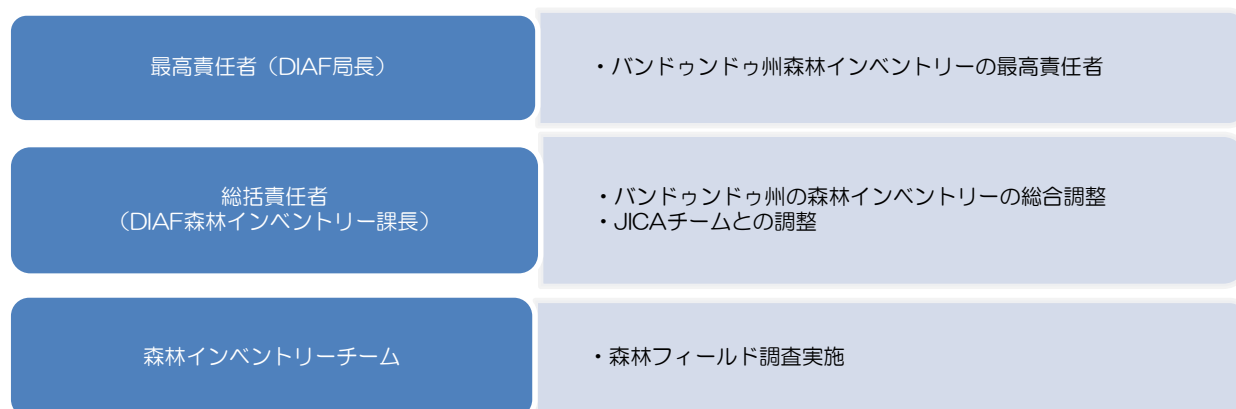


図 5-27 森林インベントリー実施体制案

表 5-26 森林フィールド調査チームの構成

|        |                                                                                            |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| チーム数   | 3チーム                                                                                       |
| チームの構成 | a. リーダー 1名<br>b. チームメンバー 2名（うち1名はボタニスト[樹種同定担当]を兼ねる）<br>c. 作業員（村落住民） 4名<br>d. 運転手 1名<br>計8名 |

プロジェクト開始当初は、森林インベントリー実施に際しては、現地機関への再委託により、ロジスティック支援（資機材・燃料の補給、調査票の回収・補給、調査チームの現場での生活環境整備など）やデータ整理支援などを考えていたが、適当な再委託先が存在しないことが判明したためプロジェクト直営で実施することとした。

## (2) ロジスティック体制

これまでの調査の結果、コンゴ民国において森林インベントリーを実施する際にロジ面で留意すべき点として以下の事項が明らかになった。

- 道路インフラが極めて未整備であり、車両で移動できる範囲は非常に限られている。
- 車両での通行可能な道路がある場合でも路面状況が悪く移動に多くの時間を要する。
- 道路マップ等の情報が存在せず、事前の概況調査を行う必要があるが、面積が広大かつ道路インフラが未整備なため、概況調査にも多大な時間を要する。
- 燃料を補給できるポイントが非常に少ない。また地方で調達できる燃料は非常に質が悪く、車両故障の原因に繋がるため、極力キンシャサまたはバンドウンドゥで調達した燃料を使う必要がある。（バンドウンドゥ市内でさえポリタンクに保管した燃料をペットボトルを切った漏斗で注入するためゴミやほこりが混入する危険がある）。
- 宿泊施設が未整備なため、地方では安全面・衛生面で質の低い宿泊施設または教会などに宿泊せざるを得ない。村落ではテント泊になる可能性もある。事前の情報収集が必要

である。

以上の状況も考慮したうえで、森林インベントリーを実施するためのロジ体制は、以下のとおりとした。

- a. DIAF 本部（キンシャサ）  
全体統括、データの最終的集積
- b. BDD メインベース（バンドゥンドゥ市事務所）
  - 調査準備（資機材、経費、野帳、図面等）
  - データ整理（コピー、PDF 化）
  - デポジット（資機材、車両、バイク、燃料）
  - 消耗品供給（各チームが購入）
  - 経費受け渡し、精算
  - 短期休息、健康管理

### (3) フィールドスタッフ対象の研修実施

#### a. インベントリー研修

プロジェクト開始当初は、森林内でのインベントリー研修は、安全面に配慮して再委託で実施することとしていたが、木材コンセッション会社の施設を活用することにより安全は確保できることが判明したため、プロジェクト直営で実施し、講師もJICA専門家が担当することとした。また、コンゴ民国においては体制面および技術面を兼ね備え、本プロジェクトが求めるレベルの研修を実施できる機関が存在しないことが明らかになったこと、さらにDIAF側が日本人専門家による直接研修を強く望んだことも、直営実施に変更した理由である。

【10】で述べたとおり、森林インベントリー研修は、NiokiにあるSODEFOR社の木材コンセッションの施設を活用し、2013/1/23～2/2の10泊11日の日程で実施した。研修は、2日間の座学と7日の実地研修（2日は移動日）で構成した。研修の詳細は、業務進捗報告書フェーズ1の巻末資料2に掲げたとおりである。

#### b. 追加研修

上述のインベントリー研修後に追加された調査項目や、新たに課題として確認された項目について、プレインベントリー実施前に必要な追加研修を2013年4月に実施した。追加研修の内容は、応急処置、GPS・Vertexの使用、土壌判定・サンプル採取である。応急処置研修に使用したテキストは、インテリムレポート（フェーズ1）巻末資料5に添付した。

## 【20】旧バンドゥンドゥ州におけるプレインベントリー開始

2013年4月の追加研修後、旧バンドゥンドゥ州でのプレインベントリーを実施した。本プレインベントリーは、FAOのプレインベントリー方法論で選点されているプロットにおいて行った。旧バンドゥンドゥ州には以下の6点が選点されていた。

表 5-27 旧バンドゥンドゥ州のプレインベントリープロット

| 森林・土地被覆タイプ                                               | 点数 |
|----------------------------------------------------------|----|
| 密生湿潤林（非原生林）(Forêt dense humide – forêt non-intacte)      | 3  |
| 樹木サバンナおよび/または高木サバンナ (Savane boisée et/ou savane arborée) | 2  |
| 森林-サバンナモザイク (Mosaïque forêt - savane)                    | 1  |
| 合計                                                       | 6  |

プレインベントリーは、DIAF森林インベントリー課職員が構成する3チーム体制で、2013年5月18日から6月19日にかけて実施した。プレインベントリーの結果は、インテリムレポート（フェーズ1）巻末資料3のとおりである。

## 【21】旧バンドゥンドゥ州におけるインベントリー方法論の検討・決定

プレインベントリー結果に基づいて、インベントリー方法論や野帳の検討を行い、必要に応じて修正した。方法論の検討は、主としてインテリムレポート（フェーズ1）の「6.(3)国家森林資源インベントリーの地上調査手法と手順の開発にかかる課題」を踏まえ、同レポート巻末資料4の旧バンドゥンドゥ州における森林インベントリー設計のとおり提案した。これを関係者に送付し、コメントを受けたうえで2013年7月8日にバリデーションミーティングを行い、インベントリー設計の最終版とした。

## 【22】旧バンドゥンドゥ州におけるインベントリー実施

プレインベントリーの実施結果に基づき、インベントリー方法論を検討・決定した後、本格的な森林インベントリーを計画した。フェーズ1のインベントリーは、2013年7月から開始し、9月下旬まで実施した。

## 【23】インベントリーデータの結果を用いた森林資源データベースへのサンプルデータ入力試行

上記のインベントリーで取得したデータをデータベースが完成するまでに暫定的に入力するためのフォーマットを作成し、インベントリーの実施と並行して入力した。入力フォーマットは、DIAF森林インベントリー課職員が使用しやすく、かつDIAFがライセンスを所有しているEXCELを使って作成した。

## 5.4.2 フェーズ2（2014年1月～2016年1月）

### <現地作業>

#### 【41】 インベントリー手順書暫定版の見直し及びインベントリー調査の実施

##### (1) インベントリー調査の進捗

フェーズ1の森林インベントリー調査での課題を整理し、インベントリー手順書暫定版の見直しを行った。見直された手順書暫定版に示された手順に則して、フェーズ2の森林インベントリーを再開した。フェーズ2の終了までに実施した森林インベントリーのSU（サンプリングユニット）の数及び位置は、それぞれ表5-28及び図5-28のとおりである。

表 5-28 フェーズ2終了までの実施済みSU数

| 森林タイプ      |       | フェーズ 1 | フェーズ 2 |      | 実施済みSU数 |
|------------|-------|--------|--------|------|---------|
|            |       | 2013   | 2014   | 2015 |         |
| 熱帯多雨林地域    | 密生湿潤林 | 4      | 3      | 3    | 10      |
|            | 密生湿地林 | 0      | 3      | 6    | 9       |
|            | 小計    | 4      | 6      | 9    | 19      |
| 乾燥林・サバンナ地域 |       | 6      | 21     | 0    | 27      |
| 合計         |       | 10     | 27     | 9    | 46      |

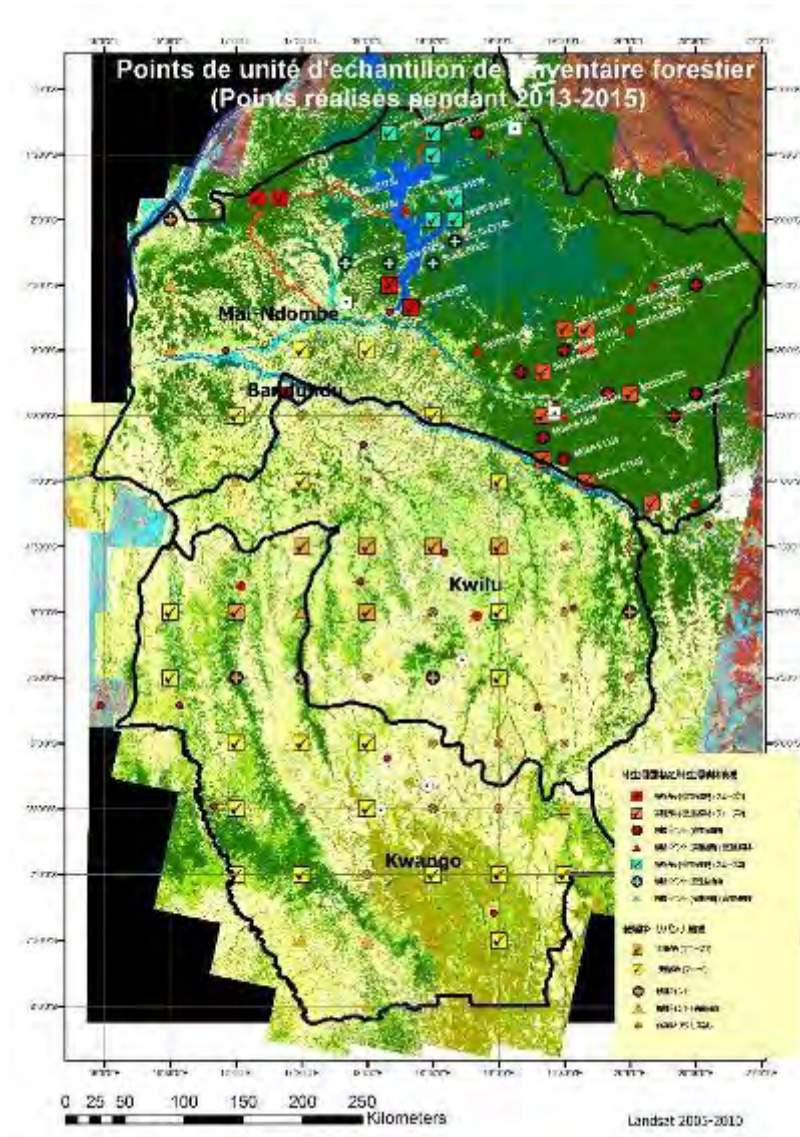


図 5-28 森林インベントリーSUのポイント

## (2) 森林インベントリー野帳のDBへの入力とデータ集計

森林インベントリーの現地調査終了後、野帳の記載漏れ、記載エラー等を確認した後、野帳のコピー及びPDF化を行った。

その後、Microsoft Access DBによりデータ入力し、一貫性・十全性のあるデータを作成した。この入力データを用いてEXCELのピボットテーブル、Vlook等の機能を使ってバイオマス量の集計を行った。

## (3) 土壌及びリターのサンプルの分析

土壌及びリターのサンプルをラボで分析し、その結果をDBに入力した。



#### (4) 森林カーボン量

フェーズ2終了までのインベントリー調査から算出した森林カーボン量（地上部、地下部、枯死木、土壌、リターの5つのプール）は、フェーズ2業務実施報告書の巻末資料2のとおりである。

#### 【42】インベントリー調査フィールドスタッフの繰り返し研修（OJTを含む）

##### 【42-1】QA/QC

DIAFスタッフが実施するインベントリー調査の精度と実施手順について評価するためQA/QCを行った。QA/QCは、フェーズ2開始当初の2014年2月12日～2月22日の期間、キンシャサ市近郊のLac Ma Vallée湖周辺の森林で実施した。その方法及び結果概要は、以下のとおりである。

パート1：DIAF インベントリーチームのインベントリー調査を現地で観察し、プロット設定・測樹作業の手順・方法、機材操作などについて、主に定性的に評価。

パート2：DIAF インベントリーチームがインベントリーを行ったプロットにおいて、JICA 専門家チームが再測を行い、プロット設定の精度、測定値の差などを定量的に比較。

##### 結果概要

現地観察による定量的評価においては、プロット設定・測樹作業の手順・方法、機材の操作等において問題・課題が確認された。定量的なデータの比較では、JICA 専門家チームと DIAF インベントリーチームの間で大きな差はなかった。QA/QC で確認した問題・課題については、BDD インベントリー研修においてワークショップ形式でディスカッションを行うとともに、JICA 専門家チームから説明し、フィードバックを行った。QA/QC の結果は、業務進捗報告書（フェーズ2）の巻末資料5に掲げたとおりである。

##### 【42-2】繰り返し研修（OJTを含む）

上記のQA/QCの評価に基づき課題を明確にしたうえで、研修を計画した。フェーズ1では現地作業実施に必要な技術の向上を中心に研修を行ったが、フェーズ2においては、インベントリーの設計やデータの取りまとめ等、理論面での技術向上も図り、インベントリー全体の理解を促した。なお、本研修の報告書は、業務進捗報告書（フェーズ2）巻末資料6に掲げたとおりである。

#### 【43】森林資源データベースへのサンプルデータ入出力試行

フェーズ2半ばまでに取得したインベントリー調査結果を森林資源データベースに入力し、出力試行を行い、システム上の不具合の有無を確認した。発見された不具合についてはその原因を特定し、是正措置を講じた。

#### 【44】 インベントリー手順書暫定版の見直し

フェーズ2半ばまでのインベントリー調査結果を踏まえ、課題を改めて整理し、インベントリー手順書を見直した。

#### 【45】 インベントリー調査フィールドスタッフの繰り返し研修（OJTを含む）

フェーズ2の2014年の森林インベントリーで新たに明らかになった課題への対応と、2014年3月に実施した繰り返し研修(1)のレベルアップとして、繰り返し研修(2)を2015年4月に実施した。

また、データベース（DB）への野帳データの入力作業を通じて、調査項目の一部記入漏れや、各項目の調査目的の理解不足から生じる不適当な記入内容等が認められた。そのため、品質の高い安定したデータを収集するために、2015年の現地調査に先立ちインベントリーチームに調査手法、野帳の記載方法及びエラー回避のための注意点を確認した。なお、野帳データのDBへの入力精度や効率を高めるためにDBチームも研修に参加した。

本研修の報告書は、フェーズ2業務実施報告書の巻末資料3に掲げたとおりである。

#### 【46】 インベントリー手順書暫定版の追記補正

フェーズ1及びフェーズ2のインベントリー調査での課題を整理し、改めてインベントリー手順書を確認し、追記補正を行った。

### 5.4.3 フェーズ3（2016年4月～2018年2月）

#### <現地作業>

#### 【71】 収集済インベントリーデータ確認、補足現地調査実施

フェーズ3では、フェーズ2終了時までには収集したインベントリーデータから推定精度を計算し、目標精度の達成に必要な補足調査を実施する。

フェーズ2までのデータから精度を計算した結果、旧バンドウンドゥ州南部の森林・サバンナモザイク地域の密生林及び乾燥林・Miombo林の推定精度が低いことが判明した。したがってフェーズ3の補足調査は当該森林のサンプリングユニット（以下「SU」）が多く取れる地域で実施することとした。

また、森林バイオマス量の観点からは北部の広域森林地域での精度を上げることも重要であるとの認識から、同地域での補足調査も実施することとした。

プロジェクト開始から現時点までの実施済みSU数及びその位置はそれぞれ表5-29及び図5-29に示すとおりである。

表 5-29 フェーズ3終了時点での森林インベントリー実施サンプリングユニット数

| Zone                                         | Strate                                                        | Ph. 1 | Ph. 2 | Ph. 3 | Total |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Zone de forêt majoritaire<br>広域森林地域          | Forêt dense humide<br>密生湿潤林                                   | 4     | 9     | 2     | 15    |
|                                              | Forêt dense sur sol hydromorphe<br>湿地林                        | -     | 6     | -     | 6     |
| Zone mixte forêt - savane<br>森林ーサバンナ<br>混成地域 | Forêt sèche et savane avec végétation ligneuse<br>乾燥林及び木生サバンナ | 6     | 21    | 6     | 33    |
| Total                                        |                                                               | 10    | 36    | 8     | 54    |

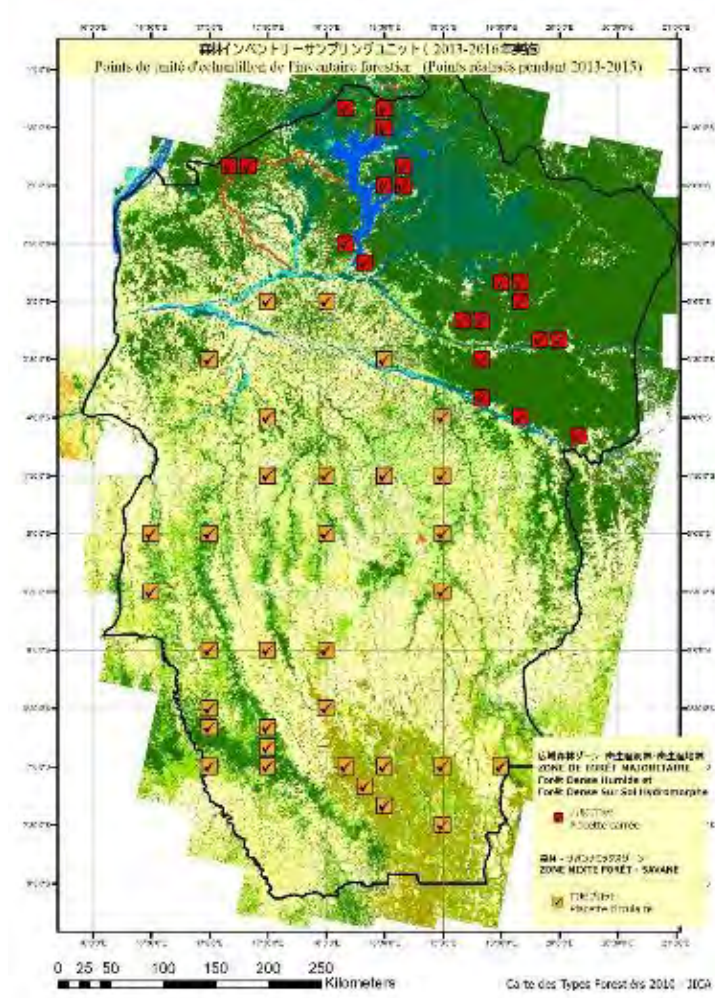


図 5-29 森林インベントリーサンプリングユニット位置図

## 【72】全インベントリーデータのデータベースへの格納

フェーズ1からフェーズ3までの森林インベントリー調査で取得したデータは、全てDBに格納した。

フェーズ3終了までの全ての森林インベントリーデータを使って地上バイオマス量を計算し、推定精度を統計的に計算した。この結果、95%の信頼度では誤差率7.00%で推定することができた（巻末資料3参照）。

### 【73】森林インベントリー技術手順書の完成

森林インベントリー技術手順書を完成させ、カウンターパートと共有し、内容について協議を行った。

## 5.5 成果3 国家森林資源データベースの構築に係る作業

### 5.5.1 フェーズ1（2012年8月～2013年10月）

#### ＜現地作業＞

### 【24】森林資源データベース設計の必要情報収集及び基本機能等のデザイン

本プロジェクトで構築する森林資源データベースの全体概念は次図に示すとおりとした。データベースとは“様々なデータを一元的／有機的に管理する仕組み”と定義する。一元化を確保し、管理するシステムを“データベース管理システム（Data Management System）”と称し、そのソフトウェアとしては、たとえばORACLEやACCESSがあるが、本プロジェクトでは環境プログラム無償資金協力で供与されたACCESSとした。

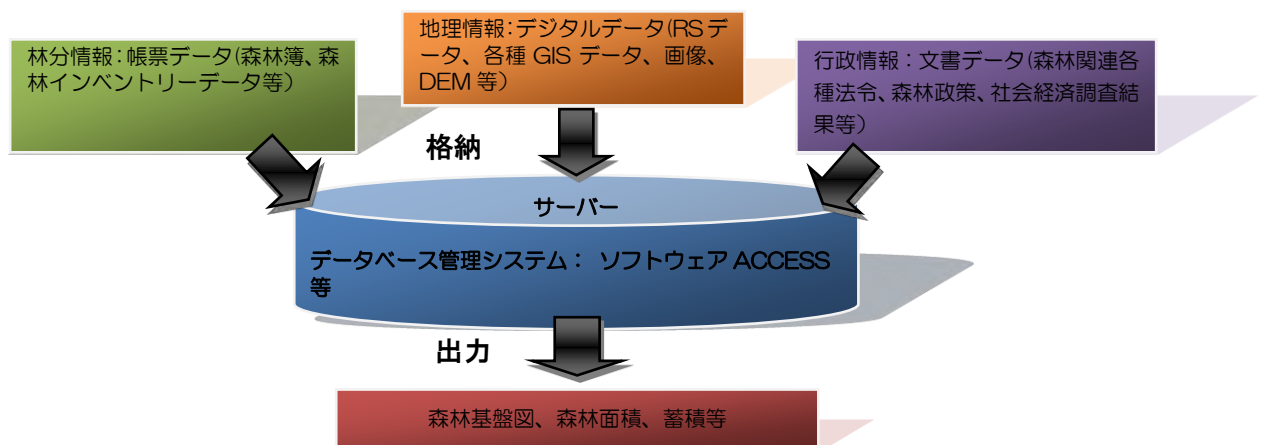


図 5-30 想定する森林資源データベース概念図

通常、データベースは、次のとおり要求分析⇒論理設計⇒物理設計⇒DB構築⇒運用・保守のステップで構築及び運用される。データベース構築に関してはコンゴ民主共和国C/P職員を“エンドユーザー”としてとらえ、使用ソフトウェアをカスタマイズする構築作業そのものは基本的に日本人専門家が主体となっており、構築されたデータベースの運用及び保守をコンゴ民主共和国C/P機関技

術者に委ねることとした。

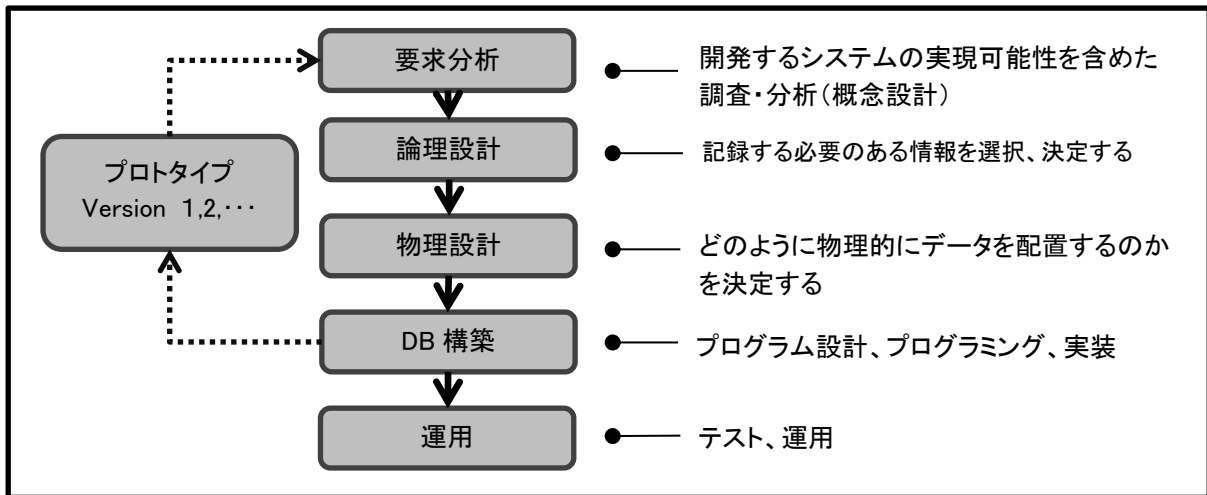


図 5-31 データベース構築までの流れ

フェーズ1では、上記ステップの要求分析と論理設計を実施した。要求分析では、C/Pとのディスカッションなどを通じて、森林資源データベースの目的を明確にし、それに基づきコンテンツとして必要な地理情報、林分情報、行政情報を検討した。

### (1) 要求分析概要

DIAFのデータベースに係る要求を整理することを目的として、聞き取りおよび資料収集を行った。以下が、主な聞き取りおよび分析項目である。

- a) DIAFの組織体系
- b) DIAFの役割と業務
- c) DIAFの既存プロジェクト
- d) DIAFの既存のデジタル環境
- e) DIAFの所有データ
- f) データベースに対する要望

分析結果はフェーズ2前半に「データベース設計仕様書（仮称）」として整理し、物理設計以降の作業を行うための資料とした。

### (2) 他プロジェクトの聞き取りと調整

DIAFには多くのプロジェクトが存在する。本事業のデータベースに格納するデータの一部は、これらのプロジェクトの成果をDIAFから提供を受けて使用することとなる。また、本事業の成果の一部は他のプロジェクトで使用される可能性もあり、プロジェクト間で相互にデータを利

用できる仕組みを検討しておくことが望ましい。ただし、各プロジェクトが構想しているデータベースを情報工学的に一つの“システム”として共通化することは、それぞれのコンセプトが異なること、異なるソフトを用いた開発度合いもすでに異なっていることから極めて難しい。従って、DIAF管理のデータベースとして本事業で構築すべきデータベースは、他ドナーのデータベースの内容を考慮しつつ、“システムの共通化”ではなく、“データの共有化”が可能なものとするのが現実的かつ实际的であると判断した。このような背景からDIAFで進行中のプロジェクト等を対象に聞き取りを行った。

また、DIAFは各プロジェクトで開発するデータベースの技術的検討を行う場として、データベース作業部会を発足させた（2013年6月）。構成メンバーは、DIAF地理情報課長、地理情報課職員1名、FAO専門家2名、WRI専門家1名、USFS専門家1名、本事業調査団員1名である。同部会において、各プロジェクトのデータベース担当者はその開発方針を説明した。その結果、プロジェクトごとの設計方針や進捗状況、技術背景が異なり、直ちに個別の技術課題を議論することは難しいことが明らかになった。そこで、各データベースの基本情報を共有することを目的として、次の資料を作成することを本事業から提案した。

- a) DIAFの既存プロジェクト概要一覧
- b) DIAFで計画されているデータベースの設計仕様一覧
- c) DIAFのサーバーシステム概要

a)については、インテリムレポート（フェーズ1）の巻末資料1のとおり整理した。b)およびc)については、関係者からの情報提供が進まず、作業を中断した。

また、作業部会では完成後のデータベースについて、データの共有方法が課題となっている。そこで本調査団から、DIAFサーバー内のデータをDIAFがオリジナルとして保存・管理するデータとプロジェクト間で共有可能なデータに分けて運用する方法を提案した（図5-32参照）。



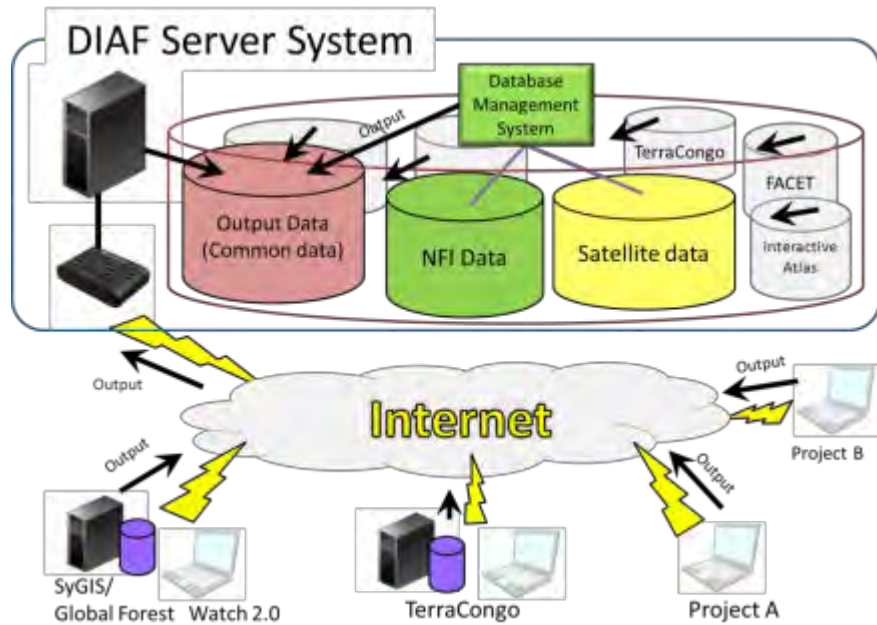


図 5-32 DIAFにおけるデータの管理方法

### (3) データベースの基本機能デザイン

データベースの設計方針をまとめ、DIAFに説明した。本事業で提案するデータベースの基本的な設計方針は以下のとおりである。

#### a) 基本方針

- 国家森林インベントリーの調査結果を格納するシステムとする。
- 引き渡し後はDIAFの職員で運用可能なシステムとする。
- 可能な限り基本操作を容易に習得できるシステムとする。
- DIAFのデジタル環境に即したシステムとする。

#### b) 主な入力データ

- 森林区分図
- 森林インベントリー調査野帳（写真、GPSデータ含む）
- 地理情報（行政界、道路図など）
- 材積・バイオマス算出式

#### c) 主な出力データ

- 森林インベントリー調査データ
- 森林インベントリー調査プロット位置図
- 材積、バイオマス集計値

#### d) 主な機能

- データの入力、閲覧、選択、抽出、出力などの操作を可能とする。
- ユーザー管理（制限）の可能とする。

- DIAF管理者によるデータ管理の承認課程を有する。

以上のコンセプトを図 5-33及び図 5-34に記す。

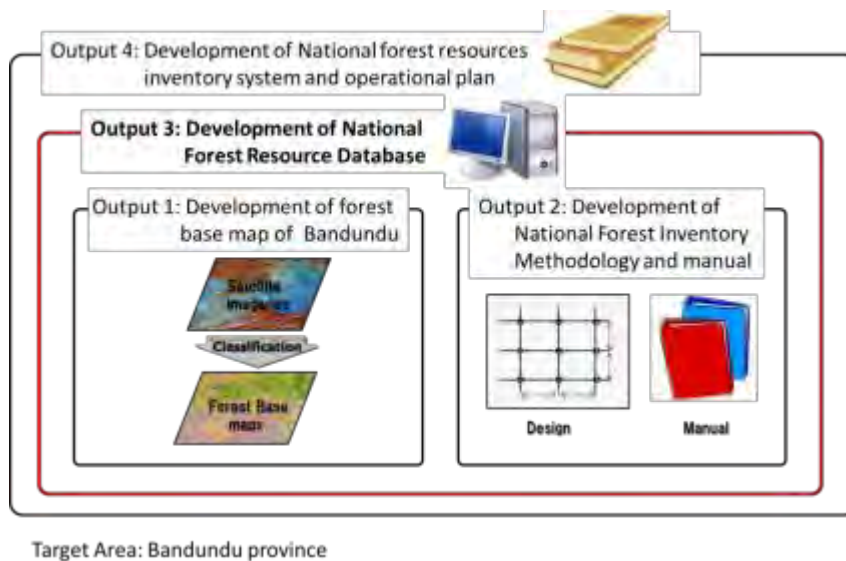


図 5-33 本事業におけるデータベースの位置づけ

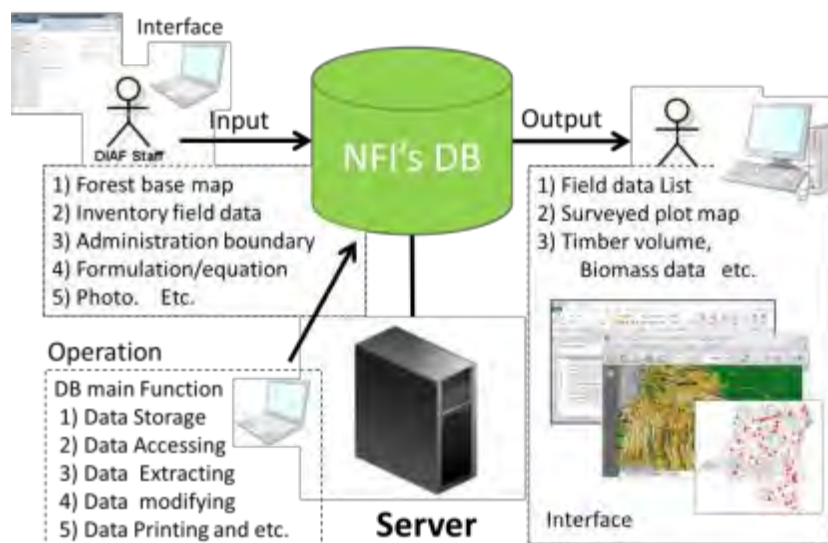


図 5-34 データベースの開発コンセプト

これらのコンセプトについて、DIAFに説明し、合意を得た。またデータベース作業部会において他ドナーに説明した。

## 【25】森林資源データベースの設計及び詳細設計

論理設計とは、要求分析で明確にされた地理情報、林分情報、行政情報のなかの必要項目とその項目間の関連性を記述することである。フェーズ1の後半にコンゴ民国においてその概要をC/Pと検討し、詳細化した。検討結果はフェーズ2前半に「データベース設計仕様書（仮称）」

として整理し、物理設計以降の作業を行うための資料とした。

また、物理設計とは、論理設計をデータベース管理システムに具体的に実装することを意味し、コンゴ民国C/P責任者の確認を得たうえで、実装作業は日本国内で行った。物理設計が終了した段階で設計ステージが終了する。

#### **【26】 衛星画像データとインベントリー調査データの森林資源データベースへの入力及び森林区分と地上森林情報との適合確認**

プレインベントリーおよびインベントリー調査結果、並びに衛星画像データをデータベースに入力し、衛星画像データとプロット地点の地上データを照合し、その森林タイプ区分と地上情報との適合を確認した。

#### **【27】 調査項目や画像上森林区分の修正及び森林資源データベースの修正**

上記で不適合箇所が見つかった場合、その原因を特定し、関連事項を修正し、同時に必要に応じて森林資源データベースの修正を行った。

#### **<国内作業>**

#### **【33】 森林資源データベースの実装及び修正**

論理設計で作成された仕様に準拠して、実装を行い、ソフトウェアをカスタマイズした。フェーズ1ではユーザーインターフェースのサンプル画像を作成し、DIAFと協議を行った。フェーズ2において実装プログラムを作成し、データの実装作業およびカスタマイズ作業を行った。実装作業はコンゴ民国C/Pの同意を得て国内作業で行った。カスタマイズした森林資源データシステムのサンプルデータを用いて、入出力試行を行った。試行の結果から不具合の有無を確認し、その原因を特定し、再度日本国内でシステムの修正を行った。

ユーザーインターフェースのサンプル画像作成、サンプルデータの実装、ソフトウェアのカスタマイズなど各作業段階の成果をプロトタイプとしてコンゴ民国C/Pに提示した。これにより途中段階の成果について議論し、適宜コンゴ民国側の要求や運用に適したシステムとするよう努めた。

### **5.5.2 フェーズ2（2014年1月～2016年1月）**

#### **<現地作業>**

#### **【25】 森林資源データベースの設計及び詳細設計（フェーズ1からの継続）**

森林資源データベース開発のためのコンセプトを明らかにした「データベース設計仕様書」を

作成した。その中でDIAFの森林資源データベースとして備えるべき要件を次のように整理し、DIAFに説明をした。

DIAF の森林資源データベースが備えるべき要件

- a) 導入・運用が容易であること
- b) 運用コストを抑えられること
- c) 他のデータベースとデータの互換性を有すること
- d) 外部環境が多少変化しても使用可能なシステムとすること
- e) 次世代のシステムに移行が可能なデータ構造とすること

「データベース設計仕様書」を作成する過程で、DIAFから提供を受けた資料の仕様を表したメタデータ（業務進捗報告書（フェーズ2）の巻末資料6）を作成した。

また、詳細設計作業として、樹種一覧表や樹種別比重表など、データベースに事前に組込んでおくデータ群を作成した。

一連のデータベース設計作業を経て策定された本プロジェクトの森林資源データベース開発の基本コンセプトは図5-35の通りである。



図 5-35 森林資源データベース開発の基本コンセプト

本プロジェクトでは、“森林インベントリーデータベース（以下、森林インベントリーDB）”と“森林地図情報データベース（以下、森林地図情報DB）”の二つのデータベースが構築された。“森林インベントリーDB”はインベントリー調査で得られたデータと樹種一覧表や樹種別比重表といったマスターテーブルを格納するための Access データベースである。“森林地図情報DB”は、各種の図面や衛星画像などの地理情報に、インベントリープロット情報を加えた GISデータセットである。

また、両データベースには、それぞれデータを操作するためのアプリケーションが存在する。一つは、“森林インベントリーDB”へのデータ入出力を行うための Access カスタムインターフェース“森林インベントリーデータ管理ツール”。もう一つは、森林地図情報DBに格納されたデータを利用するための“森林地図情報管理システム”である。森林地図情報管理システムはESRI社 ArcGIS Desktopで構成されたGISである。

本プロジェクトでは、上記の2つのデータベースとデータ操作の2アプリケーションを総称して森林資源データベースと呼ぶ。以上のコンセプトをベースに、データベースの実装作業を行うこととした。

表 5-30 森林資源データベースの構成

| 区分       | インベントリーデータ        | 地図データ        |
|----------|-------------------|--------------|
| データベース   | 森林インベントリーDB       | 森林地図情報DB     |
| アプリケーション | 森林インベントリーデータ管理ツール | 森林地図情報管理システム |

## 【26】衛星画像データとインベントリー調査データの森林資源データベースへの入力及び森林区分と地上森林情報との適合確認（フェーズ1からの継続）

“森林インベントリーデータ管理ツール”を用いて、インベントリー調査データの一部を“森林インベントリーDB”に試験入力した。この入力作業はDIAF職員が行い、そこで出された意見を参考に“森林インベントリーデータ管理ツール”を改良した（後述【33】参照）。また、収集したGISデータを整理し、“森林地図情報管理システム・プロトタイプ”を開発した。

土地被覆・森林タイプ区分図の森林タイプ区分と地上情報について適合性確認を行い、土地被覆・森林タイプ区分図に係る誤分類の発生傾向を明らかにした。使用データは、フェーズ1で作成した土地被覆・森林タイプ区分図 ver.0（2013年8月作成）とGT調査結果（2013年3月～5月実施）であり、それらデータの適合表を作成した（表5-16参照）。「誤分類の発生傾向」については、業務進捗報告書の「6.プロジェクト実施上の課題」に記述したとおりである。

## 【27】調査項目や画像上森林区分の修正及び森林資源データベースの修正（フェーズ1からの継続）

【26】で明らかにされた土地被覆・森林タイプ区分図の誤分類について、改善を図るため調査を行った。調査は、リモートセンシングのグランドトゥールズ（GT）をベースにブラン・ブランケ植生調査法の要素を加えた手法を採用した。調査結果から土地被覆・森林タイプ区分図の分類項目と分類基準を見直し、DIAFとの協議を経て、本事業で用いる土地被覆・森林タイプ区分を決定した（業務進捗報告書（フェーズ2）巻末資料7）。以上の作業に併せて、森林インベントリー調査野帳、データベース入力様式、データベース実装データ等の関係項目を修正した。

## 【47】 衛星画像データとインベントリー調査データの森林資源データベースへの入力及び森林区分と地上森林情報の適合確認

### 【47-1】 インベントリー調査データの森林資源データベースへの入力

フェーズ2終了までのインベントリー調査結果(46サンプリングユニット、346プロット分)を“森林資源データベース・プロトタイプ”に入力した。

入力作業は、森林インベントリーデータ管理ツールの操作中に確認された不具合をシステム開発者にフィードバックしつつ、システム改良と同時に実施した。

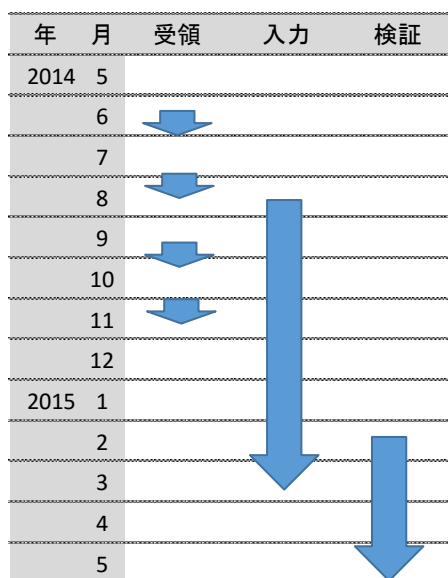


図 5-36 データベース業務実施時期

図5-36のとおり、入力の前後にはデータの「受領」および「検証」作業を実施した。写真・GPS・地図・土壌リター分析結果等を含めたデータ一式を整備するとともに、方法論理解の統一や調査の質の向上を目的としたインベントリーチームへのフィードバックを実施した。

データ入力の実施と平行して下記のような業務トレーニングを実施した。しかし、欠損なくデータセットを整備することや、インベントリーチームに対して技術的な助言を有効に実施できる水準には達しておらず、その後も実務と平行してトレーニングを継続する必要があった。

✓ トレーニング内容(2014年6月～2015年5月実施分)：

- 森林インベントリーデータ管理ツールの使用方法説明、PC環境設定解説
- データ整備状況の管理書式の作成と使用方法の解説、データバックアップシステムの解説
- インベントリーチームとのデータ検証作業の実施、データ修正作業手順解説
- インベントリー繰返し研修への参加、野帳管理方法の説明



## 【47-2】森林インベントリーデータ管理ツールの改良

インベントリーデータの入力作業（2014年8月から2015年4月実施）、並びに追加インベントリー調査のデータ入力作業（2015年6月から同年11月実施）で発見された課題に対応する形で“森林インベントリー管理ツール”を改良した。システムの主な改良事項は、業務実施報告書（フェーズ2）巻末資料4のとおりである。

## 【47-3】衛星画像データの森林資源データベースへの入力

衛星画像データならびに土地被覆・森林タイプ区分図を“森林資源データベース・プロトタイプ”に入力した。

また、地上データと土地被覆・森林タイプ区分図を照合し、各資料の森林タイプ区分が適合しているかを確認した（後出「表5-20 GTの現地検証結果と土地被覆・森林タイプ区分図ver0.5の適合表」参照）。

## 【48】調査項目や画像上の森林区分の修正及び森林資源データベースの修正

### 【48-1】森林区分の修正

上記で発見した不適合箇所について、その原因を特定し、森林タイプ区分の関連事項を修正した。

### 【48-2】森林資源データベースの動作確認及び修正

図5-37は、森林資源データベースに関わるデータ入出力の流れを表している。大きな流れは次のとおりである。

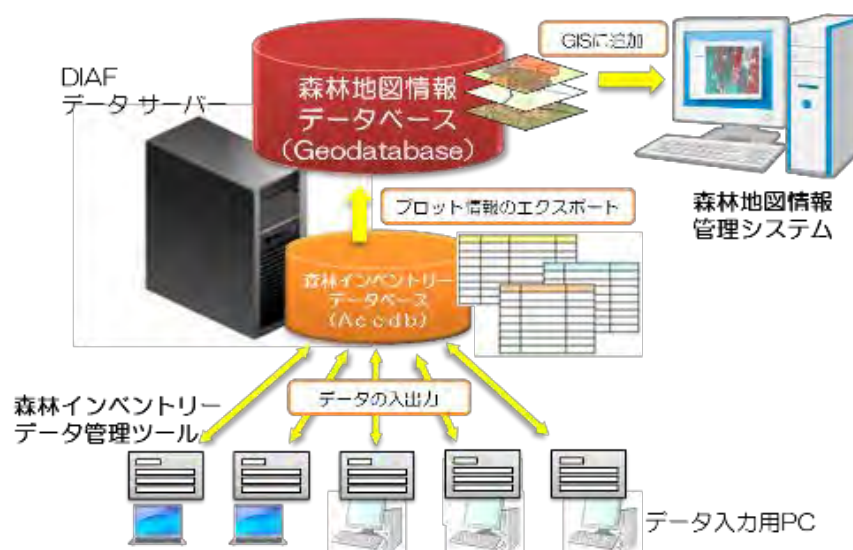


図 5-37 森林資源データベースに関わるデータ入出力の流れ

- (1) データ入力用PCにインストールされた“森林インベントリーデータ管理ツール”を用いて、インベントリー調査データを“森林インベントリーDB”に入力する。
- (2) “森林インベントリーDB”に入力されたインベントリーデータをサーバーの森林データベースにエクスポートする。
- (3) インベントリー調査データのプロット位置情報からポイントデータを作成し、“森林地図情報管理システム”にインポートし、GIS上で利用可能な状態にする。

“森林資源データベース・プロトタイプ”の動作確認として、上記一連の処理が適切に行われるか試行し、必要に応じて修正を行った。

### 【48-3】森林資源データベースの完成

以下の条件の達成をもって、“森林資源データベース”の完成とした。

森林インベントリーDB：森林インベントリーデータ一式がデータ管理用PCまたはサーバーに格納されること。

森林インベントリーデータ管理ツール：インベントリーデータの入力、編集、印刷、エクスポート、登録などの作業ができること。また、PC～サーバー間でネットワークまたは外部記憶装置を用いデータ転送ができること。

森林地図情報DB：2010年土地被覆・森林タイプ区分図、同図面を作成するために使用した衛星画像一式、その他のGISデータが格納されていること。

森林地図情報管理システム：“森林地図情報DB”に格納された各種地図データをGISとして利用（表示、検索、印刷）ができること。また、“森林インベントリーデータ管理ツール”でエクスポートされたプロット情報をインポートできること。事業成果である“森林基盤図”を表示、印刷できること。

### 【49】森林資源データベースの実装

#### 【49-1】森林資源データベースを保管するC/P機関（DIAF）サーバーの準備

DIAFでは、各プロジェクトのデータを、一つのデータサーバーで一元管理する方針を取っており、本プロジェクトのデータ格納場所もこれに準じることとした。しかし、データサーバーの既存ハードディスク（HDD）では、本プロジェクトで作成するデータを格納するには容量が不足していたため、データサーバーに新たに内蔵HDDを増設することとした。増設したHDDの概要は表5-31の通りである。

表 5-31 増設したハードディスクの概要

|          |                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| 品名       | HP 600GB 10krpm SC 2.5型 6G SASハードディスクドライブ (HP ProLiant Gen8用) |
| 型番       | 652589-B21                                                    |
| 回転速度     | 10000rpm                                                      |
| 容量       | 600,127MB (600GB)                                             |
| 形状       | SFF (Small Fall Factor、2.5型)、ホットプラグ                           |
| インターフェース | 6Gb/s SAS                                                     |
| 数量       | 2基 (1基は運用用、もう1基はバックアップ用)                                      |
| 増設日      | 2014年3月22日                                                    |
| 増設作業者    | DIAF/ITコンサルタント<br>Mr. Frank MUKENDI MULUMBA                   |

#### 【49-2】 DIAFサーバー上での森林資源データベースの動作確認、実装

【48-2】及び【48-3】の作業後、森林資源データベースをDIAFのサーバーへ格納した。改めて、DIAFサーバー上で、必要な各種データの取得、格納、システム上の不具合の再確認、不具合の修正などの作業を行い、森林資源データベースを最終的に完成させた。森林インベントリーで残されていたプロットのデータを森林資源データベースへ格納し、改めて同DBのシステム上の瑕疵確認を行い、必要に応じて修正を行った。

#### <国内作業>

#### 【33】 森林資源データベースの実装及び修正

##### (1) 森林インベントリーデータ管理ツール

- フェーズ2開始と共に国内でベースとなるプログラムを開発した (version 1.0)。2014年3月にバンドゥンダ市で実施した森林インベントリー研修で、森林インベントリー課のC/P職員に本ツールを用いて実際にデータ入力作業を行ってもらい、ツールの検証、動作確認を行った。その結果、いくつかの不具合が見つかったため、国内に持ち帰り改良を加えた。

##### (2) 森林地図情報管理システム

- 「森林地図情報管理システム」は、C/Pが持続的に運用していけるよう、特別なプログラミングは行わず、ArcGIS Desktopの標準機能で構築可能なGISデータセット (mxdファイル) とした。そこにプロット情報の閲覧を可能にする「ハイパーリンク (PDF、写真表示)」機能や、森林基盤図や現地調査用図面の印刷を容易にする「データドリブンページ」機能などを設定した。

- フェーズ2開始直後に、国内作業において基本となるGISデータセットを整理し、現地にてDIAFと協議しながら改良した。

### 5.5.3 フェーズ3（2016年4月～2018年2月）

#### ＜現地作業＞

#### 【74】全インベントリーデータの格納、出力などの動作最終確認、修正、データベース(帳票データ部分)の完成

フェーズ3に実施した追加森林インベントリーの収集データを森林資源データベースに格納した。データ格納工程は、以下のとおりである。

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| ✓ インベントリーチームからデータ受領準備 | 2016年6月末～2016年7月上旬 |
| ✓ データ受領とチェック          | 2016年7月中旬～2016年7月末 |
| ✓ データ入力               | 2016年7月中旬～2016年7月末 |
| ✓ 入力データの確認・修正         | 2016年8月            |

また、上記作業を通し、森林インベントリーデータベースおよび森林インベントリーデータ管理ツールの動作を確認した<sup>8</sup>。確認作業は、DIAF森林インベントリー課のデータベース担当職員が担当した。その結果、帳票データを扱うシステムについて、喫緊で手直しが必要な課題は見つからなかった。

#### 【75】地図データの格納、出力などの動作最終確認、修正、データベース(地理情報部分)の完成

フェーズ2（2015年9月）、森林地図情報データベースと森林地図情報管理システム<sup>9</sup>を格納したHDDをDIAF地理情報課に提供し、データベースシステムを評価するよう依頼した。HDD提供に併せデータベースおよび森林基盤図の仕様等を解説した。2016年7月、DIAF地理情報課長に指名された同課室長二名に聞き取りし、データベースの基本仕様について変更の必要がないことを確認した。

また、フェーズ2にデータベースのデータを自動保存するためのソフトウェアを導入した。2016年7月、DIAFのデータベース担当職員とサーバー管理職員とソフトの動作状況を確認し、問題がないことを合意した。

---

<sup>8</sup> 森林インベントリーデータベース：森林インベントリー調査データを格納するフォルダセット  
森林インベントリーデータ管理ツール：「森林インベントリーデータベース」を操作するアプリケーション

<sup>9</sup> 森林地図情報データベース：各種地図情報を格納するフォルダセット  
森林地図情報管理システム：「森林地図情報データベース」を操作するアプリケーション

## 【76】森林資源データベース技術手順書、マニュアルの完成

森林資源データベース技術手順書として、以下を作成した。

- 1) 森林資源データベース仕様書
- 2) 森林インベントリーデータ管理ツール操作マニュアル
- 3) 森林地図情報管理システム操作マニュアル
- 4) バックアップソフトウェア（Cobian backup 10）操作マニュアル

2016年6月、上記2) 森林インベントリーデータ管理ツール操作マニュアルをDIAF森林インベントリー課のデータベース担当職員に、4) バックアップソフトウェア操作マニュアルをDIAF地理情報課データベース担当職員、サーバー管理職員に解説した。協議の結果、両マニュアルの内容に問題がないことを合意した。また、同年7月、両マニュアルのドラフトをDIAF局長、地理情報課長、森林インベントリー課長、データベース管理職員、サーバー管理職員に提出した。

## 5.6 成果4 国家森林資源インベントリーシステムの構築に係る作業

国家森林インベントリーシステムについてのプロジェクト開始時点の想定は、旧バンドゥンドゥ州を対象にサブナショナルレベルで、リモートセンシング解析による森林区分図作成、森林インベントリー地上調査、DB システム構築の3つのコンポーネントを相互に連携させたシステムを構築し、そのシステムを使って、コンゴ民国が主体となり、他ドナーの支援や国際的資金により全国レベルのデータを作成するというコンセプトであった。

一方、コンゴ民国環境省は、UN-REDD や世銀の支援を得て、NFMS を含む包括的な国レベルの計画を国家 REDD+戦略（2012 年）として取りまとめた。その後、同戦略に基づく REDD+投資計画 2015-2020 が 2015 年 11 月に策定され、その中で NFMS は REDD+実施に必要なコンポーネントとして位置づけられた。2016 年に投資計画の一部の実施に対し CAFI の資金が使われることになり、2017 年 1 月には、同資金を使って FAO が NFMS 最終化プログラムを開始した。同プログラムには、関係者間の技術調整と方法論構築、FREL 構築、NFI 実施、隔年報告書の作成、大規模森林減少モニタリングなど NFMS の構成要素が含まれている。このため、本プロジェクトでは FAO の NFMS 最終化プログラムと連携しつつ、旧バンドゥンドゥ州のサブナショナルレベルの方法論及びデータをインプットすることでコンゴ民国の国レベルの NFMS の構築に貢献することが適切と判断した。フェーズ3では、FAO や他ドナーと連携して、DDD が主催する NFMS 技術調整プラットフォームに積極的に関与することを通じて、成果4の「国家森林資源インベントリーシステムの構築」を「コンゴ民国における NFMS 構築」と発展させる形で業務を進めた。同プラットフォームでは、森林区分図作成、森林インベントリー地上調査、DB の3つのコンポーネントをシステムとして連携させた JICA プロジェクトの知見・経験が大きく生かされたが、ナショナルレベルへの規模の拡大、IT 技術の進歩などの諸条件により、旧バ

ンドゥンドゥ州の方法論をそのまま適用するのではなく、適宜、変更または他の手法を適用することとなった。

上記のとおり、成果 4「国家森林資源インベントリースシステムの構築にかかる作業」については、フェーズ 1 及び 2 では、リモートセンシング解析による森林基盤図作成、森林インベントリー地上調査、データベース構築の 3 つの森林資源インベントリーコンポーネントの作業を重点的に行い、フェーズ 3 では旧バンドゥンドゥ州の活動で得られた知見・経験を活かして、全国レベルの NFMS 構築に貢献する作業を行った。成果 4 については、フェーズ 3 以降の作業について記載する。

## 5.6.1 フェーズ 3（2016年4月～2018年2月）

### <現地作業>

#### 【28】NFMSプラットフォームの運営

コンゴ民主共和国では様々な国際機関、ドナー、NGOがNFMSに関連する支援プログラム等を進めている。UNFCCCのワルシャワ・フレームワークで規定される、国で唯一で、当該国の状況に適し、透明かつ堅牢なNFMSを構築・運用する上では、これらのプログラム等が採用している方法論をコンゴ民主共和国の統一的な方法論として整理するとともに、既存の成果をレビューし有効に活用することが必要である。このためJICAとFAOの提案により、コンゴ民主共和国におけるNFMSを含むREDD+実施の責任機関である環境省持続的開発局（以下、「DDD」）とNFMSの技術面での担当機関であるDIAFが主催するNFMSプラットフォームが2017年1月に立ち上げられた（プラットフォームのTORは環境省次官により署名され、メンバーに配布された）。JICA及びFAOは連携して本プラットフォームの運営を支援している。具体的にはアジェンダ作成、プラットフォームや作業部会の開催、議事録の作成、技術的インプットを行っている。

JICAプロジェクトは、特に旧バンドゥンドゥ州での森林モニタリングシステム構築の経験・知見を活かして、技術的なプレゼンや提案を通じてコンゴ民主共和国におけるNFMS構築に貢献している。本プラットフォームは、原則、毎月第一週の金曜に開催され、これまでに以下のテーマにより、9回開催された。またプラットフォームの本会議のほか、随時ワーキンググループミーティングや関係者ミーティングが開催されている。

JICAプロジェクトでは、プラットフォーム及びワーキンググループ会合を1回ずつ主催したほか、プレゼンを4回、モデレーターを1回行った。



表 5-32 NFMS技術調整プラットフォーム及び関連ミーティングの実施状況

| 日時                | ミーティングの種類                  | 議題                                                                                                                                                                 | JICA の貢献・提案                                                                                                                                                        | 結果                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2017 年<br>2 月 3 日 | 第一回プラットフォーム                | プラットフォームの TOR について議論                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2 月 10 日          | 第二回プラットフォーム                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- NFMS の目的、技術詳細にかかる理解の共有</li> <li>- Stratification (森林・土地被覆区分) の重要性</li> </ul>                                              | NFMS の目的と技術詳細の理解共通化のためのプレゼン。                                                                                                                                       | 特に質問、反対意見はなかった。一般論として理解はしても DRC で何が必要か具体的なポイントを整理して議論する必要がある。                                                                                                                                                                                                                  |
| 2 月 24 日          | DIAF-JICA-FAO 3 者協議        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 森林インベントリーワークショップ (3/1 実施) のアジェンダ</li> <li>- stratification にかかる方針</li> </ul>                                              | プラットフォームでの議論の方向性にかかる 3 者の方針統一化のため、JICA がミーティングを提案。                                                                                                                 | stratification にかかる DIAF、JICA、FAO の方針を決め、最終的に JICA の stratification をベースに国の stratification を協議することで合意された。                                                                                                                                                                      |
| 3 月 1 日           | 森林インベントリーでの収集情報にかかるワークショップ | NFI において収集すべきデータを議論                                                                                                                                                | グループディスカッション参加                                                                                                                                                     | NFI における NTFP 情報の収集を提案。NFI での調査項目として採用された。                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3 月 3 日           | 第三回プラットフォーム                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stratification (森林・土地被覆区分) にかかる協議</li> <li>- 森林インベントリー方法論にかかる協議</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- JICA プロジェクトの stratification のプレゼン</li> <li>- 左記の両グループでの議論に参加</li> <li>- 2/24 の協議に沿ってプラットフォームにのぞみ、方向性の定まった議論に貢献</li> </ul> | <p><u>Stratification</u><br/>JICA の stratification に基づいての技術的インプットを行った結果、JICA の stratification をベースに国の stratification を協議することとなった。提案は RS 技術、分類精度、DRC の森林・土地被覆状況に基づいて行ったもので、その妥当性が認められた。</p> <p><u>森林インベントリー</u><br/>森林インベントリーにおいて収集すべき情報の提案。JICA と同じ層化・系統的抽出法、クラスタープロットを提案。</p> |
| 3 月 8 日           | FREL サブグループミーティング          | FREL 作成プロセスの協議                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                    | 森林減少の定義、エミッションファクターの算出方法について共通理解を深めた。                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3 月 31 日          | JICA-FAO 2 者協議             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- サンプリングの方法、サンプリングユニットのタイプに関する協議</li> <li>- 動物調査、NTFP 調査野帳案の検討</li> <li>- 必要なインベントリー研修に関する検討。JICA が担当する研修に関する検討。</li> </ul> |                                                                                                                                                                    | JICA と FAO との共通理解の促進                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4 月 7 日           | 第四回プラットフォーム                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- GHG インベントリー及び隔年報告書にかかるプレゼン</li> <li>- SSTS 及び NFI のワーキンググループ協議</li> </ul>                                                 |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4 月 11 日          | JICA-FAO 2 者協議             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 森林インベントリー実施までのプロセス</li> <li>- マニュアル (FAO から JICA マニュアルの共有依頼)</li> <li>- インベントリー方法論</li> </ul>                             |                                                                                                                                                                    | <p>旧バンドウンドゥ州については JICA マップを使うことを提案し、これを検討することで合意。</p> <p>JICA の森林インベントリーマニュアルをベースに NFI マニュアルを作成することを合意。</p>                                                                                                                                                                    |

| 日時           | ミーティングの種類                                               | 議題                                                                                                                                                    | JICA の貢献・提案                                     | 結果                                                                                                 |
|--------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 月 27 日     | JICA-FAO 2 者協議                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 森林インベントリー方法論</li> <li>- JICA 森林インベントリーデータの活用</li> <li>- JICA マップの活用</li> </ul>                               |                                                 | 旧バンドウンドゥ州については JICA マップを使うことで合意され、その方法を協議した。<br>エミッションファクターの算出に JICA のインベントリーデータを使うことで合意し、その方法を協議。 |
| 5 月 2 日      | DIAF、JICA、FAO、DDD、WWF、OSFAC                             | stratification の定義作成                                                                                                                                  | 旧バンドウンドゥ州の FREL を国の FREL ドキュメントに参考資料として入れることを提案 | 旧バンドウンドゥ州については JICA マップを使うことを再確認。<br>旧バンドウンドゥ州の FREL を FREL ドキュメントに参考資料として入れることを提案し、これについて基本合意。    |
| 5 月 5 日      | JICA-FAO 2 者協議                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- インベントリーデータの状態確認</li> <li>- バイオマス推定方法の検討</li> </ul>                                                           |                                                 | JICA のインベントリーデータと FAO のプレインベントリーデータを使ってエミッションファクターを算出することを合意。実際のエミッションファクターの算出は FAO が担当。           |
| 5 月 8 日      | JICA-FAO 2 者協議                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- JICA マップの共有</li> <li>- 精度検証手法の確認</li> </ul>                                                                  |                                                 | 旧バンドウンドゥ州の JICA マップの活用を確認。                                                                         |
| 5 月 26 日     | FREL サブグループミーティング (DIAF、DDD、JICA、FAO、WCS、OSFAC、WRI、WWF) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stratification でのサバンナの細区分</li> <li>- エミッションファクターの進捗</li> <li>- AD の算定</li> <li>- LiDAR データの活用</li> </ul>     |                                                 | FREL の進捗状況確認。<br>旧バンドウンドゥ州の JICA マップの活用を確認。<br>JICA の旧バンドウンドゥ州の FREL を関係者で共有し、チェックすることを合意。         |
| 6 月 2 日      | 第五回プラットフォーム                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- stratification</li> <li>- EF の計算方法</li> <li>- AD の方法論</li> <li>- FREL 方法論</li> <li>- FREL 構築の予定共有</li> </ul> |                                                 |                                                                                                    |
| 6 月 29 日     | FREL サブグループミーティング (DIAF、DDD、JICA、FAO、WCS、WWF、WRI)       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- FREL の進捗確認</li> <li>- FREL の変化マトリックス、対象カーボンプール、サバンナの細区分</li> <li>- FREL ドキュメントの目次共有</li> </ul>               |                                                 | JICA が指導した方法で DIAF が作成している全国森林区分マップの進捗確認                                                           |
| 7 月 7 日 (金)  | 第六回プラットフォーム                                             | 森林インベントリー方法論・マニュアルバリデーション                                                                                                                             |                                                 | JICA の方法論、マニュアルをベースにし、DIAF、JICA、FAO で協議した結果がバリデートされた。                                              |
| 7 月 28 日 (金) | FREL ワーキンググループミーティング                                    | FREL 技術論の協議                                                                                                                                           | JICA プロジェクトが主催。<br>BDD 州の FREL をプレゼン。           |                                                                                                    |
| 8 月 1 日 (火)  | FAO、JICA、WCS の 3 者協議                                    | FREL 作成に必要な森林減少面積検証のためのサンプルポイントにかかる協議                                                                                                                 |                                                 |                                                                                                    |
| 8 月 2 日 (水)  | FAO、JICA、WCS、DIAF の 4 者協議                               | FREL 作成に必要な森林減少面積検証のためのサンプルポイントにかかる協議 (継続)                                                                                                            |                                                 |                                                                                                    |
| 8 月 3 日 (木)  | FAO、JICA、WCS、DIAF の 4 者協議                               | FREL 作成に必要な森林減少面積検証のためのサンプルポイントにかかる協議 (継続)                                                                                                            |                                                 |                                                                                                    |
| 8 月 4 日 (金)  | 第七回 NFMS プラットフォーム                                       | FREL にかかる技術協議                                                                                                                                         | JICA プロジェクト主催。                                  | 旧バンドウンドゥ州の FREL を UNFCCC 提出文書に添付することで合意。                                                           |

| 日時              | ミーティングの種類         | 議題                                                                                                                                              | JICA の貢献・提案             | 結果 |
|-----------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----|
|                 |                   |                                                                                                                                                 | BDD 州の FREL をプレゼン。      |    |
| 8 月 9 日<br>(水)  | JICA、FAO の 2 者協議  | EF 技術書について協議                                                                                                                                    |                         |    |
| 9 月 8 日<br>(金)  | 第八回 NFMS プラットフォーム | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 森林・土地被覆区分の協議</li> <li>- DIAF が作成している全国森林・土地被覆区分図 (2000 年) の進捗</li> <li>- 大規模森林変化モニタリングのプレゼン</li> </ul> |                         |    |
| 10 月 6 日<br>(金) | 第九回 NFMS プラットフォーム | FREL のプラットフォームでのバリデーション                                                                                                                         | モデレーター (プロジェクト技術アドバイザー) |    |

NFMSに関して、コンゴ民主共和国は来年2018年1月のUNFCCC事務局への提出を最優先事項として進めている。したがってNFMS全体の議論はまだ行われておらず、その承認にはまだ時間がかかる見込みである。FRELは、NFMSの機能の一つであるMRVのモダリティに関するパラグラフ<sup>10</sup>において、当該国が成果払いを受けるために必要な技術文書に含まなければならない項目とされている。つまりFRELに基づいて、REDD+活動による排出削減効果がモニタリングされ、成果払いが可能となるもので、コンゴ民主共和国のREDD+が次の段階に進むために重要な位置づけにある。

## 【29】国家森林インベントリー実施への支援

### (1) 方法論及びマニュアルの作成

旧バンドゥンドゥン州の森林インベントリー方法論に基づいて作成した森林インベントリーマニュアルを基に、全国レベルのNFIのためのマニュアルを策定した。

NFIは、CAFI資金を使ってFAOがNFMS最終化プログラムの中で実施することになっており、本マニュアルもFAOとの共同で作成した。

NFIの方法論は、JICAプロジェクトが旧バンドゥンドゥン州で実施した森林インベントリーの方法論をベースに、林産物や野生動物にかかる情報収集を加えた形で策定された。また全国レベルの森林インベントリーでは、旧バンドゥンドゥン州の場合よりもアクセス条件が厳しくなるため、サンプリングユニット (SU) の面積を大きくすることで必要なSU数を少なくし、移動にかかる時間・コストの効率化を図ることとした。

### (2) 森林インベントリー研修の実施

<sup>10</sup> Décision 11/CP.19 : Modalités de fonctionnement des systèmes nationaux de surveillance des forêts, Paragraphe 7 et Annexe

NFI実施に向けて体制を強化するため、インベントリーチームへのトレーニングを次のとおり行った。

- a. 森林インベントリーに使う機材操作研修：GPS、Vertex、Trupulseの正しい操作にかかる研修。
- b. NFI研修：NFI方法論を正しく理解するための研修。研修はNFIマニュアルを使って行われ、その内容は、プロット構成、フィールド作業手順（GPSによるサンプルポイントへの到達、プロット設定、測樹）、樹木及び土壌サンプル採取、住民へのヒヤリング手法等。なお本研修はFAOと共同でコンゴ中央州ルキにおいて実施した。
- c. EFにかかる研修：DIAF及びDDDのカウンターパートを対象にFRELにかかる研修を行った。その中でEFの算出方法の研修を行った。

### 【30】DB構築にかかる支援

DIAFのDB担当者及びFAOのNFMS最終化プログラムのナショナルエクスパートを対象に、JICAプロジェクトが作成したDB手順書及びマニュアルの説明を行い、森林インベントリーデータのデータ属性、入力規制、ファイル構成等の統一化にかかる指導を行った。また、DIAFのDB担当者には、DB手順書及びマニュアルのレビューを通じて、NFI野帳データのチェック・入力の重要性について指導した。

### 【31】GCFの動向の把握

コンゴ民ではUNDPが中心となり非公式ながらも完全実施段階を見据えた成果支払（RBP：Result-based Payment）へのアクセスを模索している。しかし、GCFのパイロット型RBPに関するモダリティは検討が始まった段階であり、すぐに資金動員されるわけではない。

本プロジェクト期間中には、GCFの要求事項に則した対応をとるために、常に情報をアップデートすること、および成果払いに必要なMRVの精度が担保される手法の重要性をコンゴ民国側関係者に共有した。

## 5.7 成果5 基本FREL設定に係る作業

### 5.7.1 フェーズ2（2014年1月～2016年1月）

#### <現地作業>

#### 【54】多時点のLandsat衛星画像の解析にかかるC/Pとの協議

FREL設定に必要なアクティビティデータ作成のため、多時点のLandsat衛星画像解析について、その方法をC/Pと協議した。具体的には、日本国内で実施している変化抽出作業の作業フロー（図5-38）について、実際のLandsat衛星画像及びソフトウェアを使用した課題実習を行った。



図 5-38 2000年森林分布図の作成手順のイメージ

図5-39では、左側に2002年のLandsat衛星画像、右側に2013年のLandsat衛星画像を示しており、両衛星画像を比較した結果から、変化と判読できる場所（マット状の質感の濃い赤色からのつぺりとした質感のピンク色に変化した場所など）のオブジェクト（ポリゴン）が自動抽出されていることが分かる。

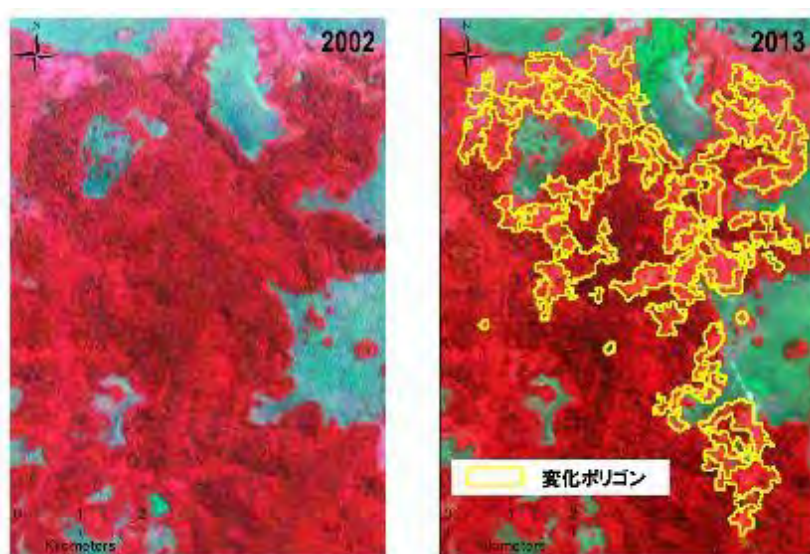


図 5-39 自動抽出した変化オブジェクト（ポリゴン）例

#### 【55】 森林インベントリー現地調査の追加実施、暫定排出係数の算定

フェーズ2までの森林インベントリー結果から、暫定的な森林カーボン量の算出及び統計的精度の計算を行った。その結果に基づき、排出係数を求めるために必要な森林インベントリー追加調査をフェーズ3に実施した。追加調査の後に、旧バンドゥンドゥ州のFREL設定のための排出係数を決定した。

#### 【56】 追加実施された森林インベントリーデータをデータベースに入力

旧バンドゥンドゥ州北部で追加実施された森林インベントリーデータ (9サンプリングユニット、36方形プロット分) をデータベースに格納した。

図5-40の通り、データ入力前にはデータ「受領」にかかる作業を、入力後にはデータ「検証」作業を実施した。図5-41の通り、インベントリー業務とデータベース業務がサイクルの関係にあることを意識させ、各作業に必要な能力を身につけるためのトレーニングを11日間にわたって実施した。

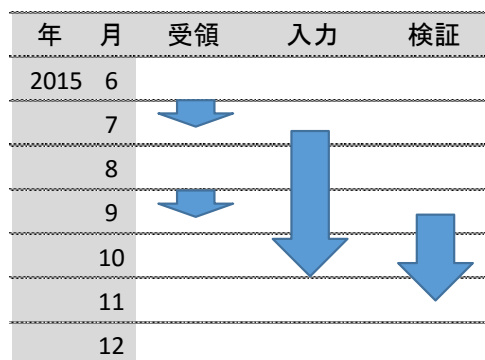


図 5-40 追加実施分インベントリーデータの入力



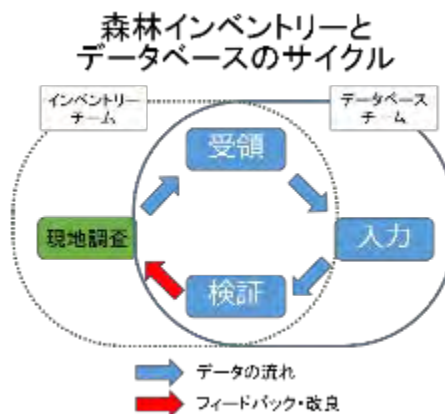


図 5-41 インベントリーとデータベースの関係図

✓ トレーニング内容(2015年7～8月実施分)：

- 森林インベントリーデータ管理ツール操作マニュアル(暫定版)の説明・配布
- QGISでのGPSデータ閲覧手順、地図作成手順、シェープファイル作成手順解説
- SIRSフォルダ構成とデータ格納の手順解説
- GPSの基本操作方法の復習、DNRGPSの操作方法説明
- ダミーデータ検出トレーニング (受領、入力、検証作業のシミュレーション)

また、森林インベントリーデータ管理ツール操作マニュアルを配布し、データベース業務全般について必要な作業を解説した。さらに、データ整備状況を管理するためのExcelファイルを準備し、更新方法について解説して、入力作業の進捗を整理する体制を整えた。

#### 【57】森林面積の試行的な変化分析及びアクティビティデータの算定

多時点のLandsat衛星画像解析の結果を基に、試行的に森林面積の変化分析及びアクティビティデータの算定を行った。この結果、Wall to Wall法を適用することにより、森林減少・劣化の面積的な傾向や変化パターンを把握できる可能性が示唆された。

#### 【58】暫定排出係数、試行的アクティビティデータを用いて、基本FRELの設定手法をC/Pと協議、C/Pへの研修

DIAFの森林インベントリー課及び地理情報課の技術者を対象に、FRELの基礎的な研修を実施した。参加者によりFRELに関する理解にばらつきが大きかったが、本研修を通じてFRELについて議論するための基礎的な知識を身につけることができた。本研修で身につけた知識をベースに、FREL設定の議論を進めた。

## 【59】基本FREL設定方法論を手順書に記述

### (1) FREL/RL方法論

NaFRIS手順書に記載する、基本FREL設定の方法論を検討した。現時点でのFREL設定の方法論は、次のとおりである。

AD: 2010年の土地被覆・森林タイプ区分図をベースマップとしてLandsat画像の変化抽出解析により1995年、2000年及び2014年の土地被覆・森林タイプ区分図を作成し、Wall to WallによりADを開発する。

EF: 旧バンドゥンドゥ州における森林インベントリーの結果から、密生林(湿潤林及び湿地林)、乾燥林(ミオンゴ林含む)、二次林、非森林についてEFを設定する。

FREL方法論: 4時点(1995年、2000年、2010年、2014年)の平均値。(コンゴ民環境省が、2000年を参照年として定めたため、3時点(2000年、2010年、2014年)のFRELも示す。)

### (2) 森林減少ドライバー調査

森林減少ドライバー調査の方法を検討するために、予備調査を次のとおり実施した。

時期: 2015年5月3日～9日(7日間)

対象エリア: 主に Masia-Mbioーバンドゥンドゥ市間のエリア

方法: 衛星画像、既存のマップ(JICA マップ、FACET、Hansen Map)を使って調査する森林減少地点を事前に選定し、森林減少の状態を現場で調査した。それによって、森林減少の特徴(サイズ、分布、原因、サイクル)、現実的に可能な調査行程検討に必要な情報などを得ることができた。

FREL 設定とともに、森林の減少・劣化の原因を明らかにし、有効な対応策を検討することを目的に森林減少ドライバー分析調査をフェーズ3に実施した。

その結果、

- ・ ほぼすべての世帯が薪採集を行っているが、直接、樹木の伐採を伴わない場合が多い。
- ・ 直接、樹木の伐採を伴う生業として、木炭と焼畑がある。
- ・ 木炭の需要があるのは都市部に限られており、農村部ではほとんど使われない。また、木炭生産も農村部で炭焼きに従事する世帯はごく少数である。
- ・ 焼畑は森林が身近にある集落においては、一般的な農法となっている。

以上から、

上記の焼畑が主要な森林減少ドライバーであると推定した。

## 【60】COP21のC/P発表支援

フェーズ2までに得られた本案件の成果と教訓をPPTに整理し、発表資料をC/Pと作成した。当初、JICAサイドイベント枠での本案件のプレゼンテーションを想定していたが、同枠の確保が

できず不可能となった。また、サイドイベントとして開催されるDRC day、COMIFAC dayでの成果発表を検討したが主催者との調整がつかず実現できなかった。

## 5.7.2 フェーズ3（2016年4月～2018年2月）

### <現地作業>

#### 【81】基本FREL設定のためのアクティビティデータのとりまとめ

高解像度のALOS及びSPOT画像から作成した2010年森林タイプ区分をベンチマークとし、Landsat画像を使った森林変化抽出により多時点（1995年、2000年、2010年及び2014年）の森林タイプ区分図を作成し、旧バンドゥンドゥ州の基本FREL設定に必要なアクティビティデータをまとめる。

2016年9月現在、すでに多時点の森林タイプ区分図ドラフト版が完成しており、これからアクティビティデータの集計を行う予定である。

#### 【82】基本FREL設定のための排出係数のとりまとめ

2016年度、補足的に森林インベントリー現地調査を実施している。2016年6月～7月、7月～9月の2回に分けて現地調査チームを派遣した。これらの調査で収集したデータの入力及び点検を経て、最終的に排出係数を計算した。

#### 【83】基本FRELの設定

上記、アクティビティデータ、排出係数の算出後、旧バンドゥンドゥ州のFRELを算出した。

FRELの算出結果は巻末資料6のとおりである。なお、FREL算出の詳細は、FREL作成技術手順書に取りまとめた。

#### 【83-1】基本FRELの設定のための森林減少ドライバー調査、コンセッション調査の実施

FRELに関連して、森林減少ドライバー調査を実施している。同調査は、現地NGOの社会経済調査専門家をアドバイザーとして雇用し、DIAFの森林インベントリー課及び地理情報課の職員と学際的チームを編成して実施している。具体的には次の手順で調査を進めている。

- 現地アドバイザー雇用（社会経済調査ローカルコンサルタント）
- ドライバー調査方法論及び質問票ドラフト作成
- ドライバー調査方法論テスト
- 現地調査準備
- 現地調査を実施

現地調査は、2016年7月～8月、8月～9月の2回に分けて実施しており、現在、第1次調査の質問票データの入力と、第2次調査の野帳整理を行っている。

コンセッション調査は、当初、コンセッションの大規模伐採が森林減少や劣化の主たるドライバーではないかとの想定で実施することにしたが、その後、コンセッションの森林整備体制の強化を進めているAFD支援のAGEDUFORなどからの聞き取りや上記のドライバー調査から、コンセッションが森林減少や劣化の主たる要因とは限らないことが分かってきた。とはいえ、コンセッションの活動をまったく考慮しないということもできないと判断し、調査は主に文献及びヒヤリングによって行った。

#### 【84】基本FRELの設定にかかるC/Pへの技術移転

旧バンドゥンドゥ州の基本FREL算出後、これを具体例としてC/P研修を行い、算定方法に係る技術移転を行った。

#### 【85】COP22のC/P発表支援

本案件で得られた成果及び教訓の情報発信を行うために、2016年11月にマラケシュで開催されるCOP22におけるC/Pの発表の支援を行った。

##### 【85-1】Mai-Ndombeプログラムへの情報提供と活用協議

世銀のFCPFが支援するMai-Ndombeプログラムでは、当初、JICAプロジェクトが作成する2010年森林タイプ区分図をベンチマークマップとして使用する予定であった（2016年1月時点ER-PD）。このため、2015年5月、Mai-Ndombeプログラムに情報を提供するためDIAF局長に森林タイプ区分図を提供した。しかし、その後2016年5月時点の改訂ER-PDでは、その記述が削除された。

Mai-Ndombeプログラムでは、LiDARによる排出係数、サンプリングによるアクティビティデータの算定を行っている。そのため、REL構築の方法論において、JICAプロジェクトやFAOとは相違が見られる。今後、国レベルでの方法論の統一、または一貫性の確保を図るための調整が必要となる。

#### 【86】基本FRELの設定にかかる手法を国家森林資源インベントリーシステム手順書に記述

旧バンドゥンドゥ州の基本FREL設定に係る手法を、国家森林資源インベントリーシステムの技術手順書として取りまとめた。

## 6. プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓

プロジェクト開始の2012年7月から2016年9月までに生じてきた課題と対応策については、これまでの報告書で記してきたとおりである。

本報告書では、プロジェクト開始から現時点までの中のプロジェクト運営に関する課題のうち、重要かつ今後の協力にも関連する事項について述べる。

また、フェーズ3の2017年1月以降は、CAFI（中央アフリカ森林イニシアティブ）資金による国家森林モニタリングシステム(NFMS)最終化プログラムが本格的に開始されたことにより、コンゴ民国におけるREDD+関連の活動が急速に進展し、本プロジェクトもこれに積極的に関与してきた。本報告書では、このNFMSの構築に関連して発生してきた課題と対応策についても述べる。

### 6.1 プロジェクト運営にかかる課題

#### (1) 他ドナーとの調整

##### <課題>

コンゴ民国においては、多くの国際機関、主要国の協力機関及び国際NGOが自然環境・森林分野での協力を行っている。本プロジェクトを開始当初の2012年時点には、DIAFをカウンターパート機関とする協力だけでもJICAプロジェクトのほか、以下プロジェクトやプログラムが実施されていた。

- FAO：TerraCongo 及び NFI プロジェクト（実際は森林プレインベントリー）
- ADF（フランス開発庁）：AGEDUFOR（持続的森林管理支援プロジェクト）
- GIZ（ドイツ国際協力公社）：生物多様性森林プログラム、森林マクロゾーニング・プログラムへの協力
- WRI（世界資源研究所）：Interactive Atlas を使った GIS 研修、森林マクロゾーニング・プログラムへの協力
- USFS（米国森林局）：森林マクロゾーニング・プログラム

これらの協力機関とは、十分な情報交換と協議を行い、協力の重複を避けるとともに、技術的手法の一貫性、データの共有・整合性・互換性、連携の可能性・方法などについて調整を図ることが課題であった。

##### <課題への対応>

プロジェクト実施中にはドナー連携として次のような活動を行ってきた。

#### a. 他ドナーとの共同活動

- プレインベントリーの実施

2012年当時、FAOは国レベルの森林プレインベントリーを準備していた段階にあ

った。そのための森林プレインベントリー方法論は、コンゴ民国の承認プロセス（バリデーション）を通過し正式に認められていた。本プロジェクトで実施する旧バンドウンドゥ州の森林インベントリーの成果が国家レベルでの承認を得て、広く活用されるためには、既に承認されているFAOの森林プレインベントリー方法論との整合性を確保する必要があると考えられた。そこで、本プロジェクトの森林インベントリーはFAO方法論をベースにして行うこととし、実施過程で得られる知見や経験を積極的にFAOのNFIプロジェクトへの提案としてフィードバックさせることによりプロジェクトの効果を高める方向で進めた。

FAOの森林プレインベントリー方法論は既にバリデートされていたが、実際にフィールドで調査を行うための野帳が作成されてなかったため、JICAプロジェクトが調査野帳を作成し、正式なバリデーションを受けた。また旧バンドウンドゥ州のプレインベントリーのサンプリングユニット6箇所（調査ポイント）はJICAプロジェクトで実施し、そのデータをDIAF及びFAOと共有した。

－ NFI 研修

2017年1月から、FAOはCAFI資金によりNFMS最終化プログラムを開始した。同プログラムの中で、国レベルのNFIを実施するが、そのための森林インベントリー方法論とフィールドマニュアルはDIAF-JICAプロジェクトの旧バンドウンドゥ州の森林インベントリー方法論と経験をベースに作成された。そのためNFI実施にかかる技術の正しい理解と適用を図り精度の高いデータを収集できるよう、DIAF-JICAプロジェクトはFAOと共同でNFI研修を実施した。

b. ドナーミーティング

DIAF関係ドナーでは月一回の定例ドナー会議を開催してきた。同会議を通じて次のような効果が得られた。

- － ドナー関係者間の交流（直接話す機会を作る）
- － 業務に関する意見や情報の交換
- － スケジュールの調整（研修、ワークショップ、カウンターパートの日程等）

c. NFMS 技術調整プラットフォーム

2017年1月から開始されたNFMS構築にかかるプラットフォームで、環境省の気候変動担当機関であるDDDが事務局となり、DIAFが森林モニタリング技術を担当する。森林モニタリングやREDD+に関係する国際機関、二国間ドナー、NGO、大学関係者等がメンバーとなり、月一回のプラットフォーム本会を開催し、必要に応じて作業部会を適宜実施している。このようなプラットフォームは、同じ分野のドナー間の方法論の調整に有効であり、政府担当機関が中心になることで、国内での方法論の統一が可能となる。



#### <教訓>

上記のようなドナー連携を進める中で、次のことが問題になっている。

- プラットフォームのように様々な関係者が参加する場で協議され、そこから生まれる成果の帰属。あくまでも先方国の成果とし、参加関係者はサポーターとしてクレジットされるのが適切な方法かもしれないが、様々な立場、思惑があり必ずしも合意がえられるとは限らない。また貢献度も異なるため、公平なクレジットが公平な扱いとも限らない。
- すでに各ドナーがそれぞれの方法論で活動を進め、成果も得られている場合、異なる方法論が国の方法論となることには合意が得にくい。

このような課題に対しては、政府機関の主体的関与、透明性のある決定プロセス、既存成果の最大限の活用が重要であると考えられる。

## (2) 州政府との関係

#### <課題>

2006年2月の国会採択により、コンゴ民国は11州（うち1州はキンシャサ市）から27州（うち1州はキンシャサ市）に細分化することとなった。この州分割は国会での決定にもかかわらず進んでいなかったが、2015年頃から具体的に動き始め、現在旧バンドゥンドゥ州はKwilu、Kwango、Mai-Ndombe（前Plateau郡を含む）の3州へと分割された。

この結果、各州に環境省が設立され環境行政が執り行われているが、同時に中央政府の環境省も各州に出先機関としてコーディネーション・オフィスを置いており、州環境省との調整を図っている。

JICAのプロジェクトはコンゴ民国中央政府からの要請に基づき、日本政府との二国間の合意の下に行われているが、州政府からは州環境省への協力が要望されている。州政府との関係は主に次の点で重要である。

- 森林インベントリー、森林区分図作成にかかる現地検証調査などの際は、村落住民との調整、現地のアクセスにかかる情報、治安上のリスクの回避など、調査の安全と効率の面から地方行政官の同行が必要である。
- 今後REDD+活動を行う際は、州政策との整合性や州関係者の能力向上が活動の妥当性と持続性の確保に不可欠である。

#### <今後の課題>

##### 資金支援

新たに置かれた州機関は環境省も含め人員、技術、予算の面で体制が脆弱である。技術面

の能力強化については、これまでの技術協力でも高い評価を得られているとおり JICA 協力の強みであり、今後 REDD+活動などのプロジェクトを実施する際には州関係者の能力強化に大きく貢献できると考えられる。一方、脆弱な州の財政状況を考えると、資金的な支援を要請されることは確実であり、対応を考える必要がある。

また、州環境省及び中央環境省地方コーディネーション・オフィスは、IT 機器やバイク・車両が十分整備されておらず、円滑なプロジェクト運営には資機材支援も必要となる。

### 事務所

旧バンドゥンドゥ州から分割された Kwilu 州政府は、州の北西端に位置する州都バンドゥン都市に置かれているが、Kwilu 州で活動を行う場合、活動サイトと州都のアクセスが非常に悪くなる可能性が高い。州関係者との協議や調整にはバンドゥン都市にプロジェクトの拠点を置くことが望ましいが、活動サイトへのアクセスが非常に不便になる。州関係者との協議や調整は常に行うわけではないので、活動サイトに近い都市にプロジェクト拠点を置くことが適当と思量される。活動サイトに近い場所に拠点を置く場合でも上層部や関係者への情報共有や成果の報告には十分留意する必要がある。

## (3) カウンターパートの能力強化

### <プロジェクトにおける課題>

JICA 協力成果の持続性を担保するためには、カウンターパートの能力強化が非常に重要である。しかし、DIAF カウンターパートが主体的に国の森林モニタリングシステムを企画・運営していくまでには、まだ能力が十分には高まってはいない。

本プロジェクトは、コンゴ民国側からは高く評価されているが、その大きな理由の一つがカウンターパートの能力強化を地道に行ってきたことによるものである。本プロジェクトの実施にあたっては、カウンターパートが体系的な能力を備えられるよう、Off-JT と OJT を有機的に組み合わせ、研修で学んだ知識・技術を実践することで、より深い理解を促し、柔軟な対応力と技術の定着に努めてきた。例えば次のような能力強化を行ってきた。

- 森林インベントリーの現地調査後には、活動の評価とフィードバックを行う。
- DB チームが、森林インベントリー野帳を入力する際に発見するエラーを森林インベントリーチームにフィードバックし、エラーへの気づきと改善に努める。
- 森林インベントリーにかかる QA/QC をカウンターパートと共同で行い、現地で犯す可能性のあるエラーや非効率的な作業を抽出し、その改善に努める
- 森林インベントリーデータを使ってバイオマスの計算にかかる研修を行うなど、フィールドで収集するデータをどう処理するかを体験し、森林インベントリーにかかる体系的な技術の習得を促す。

- リモートセンシング解析にかかるグラントゥルース（現地確認調査）をカウンターパートと共同で行い、リモートセンシングで分類した結果を現地で確認し、解析技術と精度を高める。

能力強化の成果は目に見えにくく評価が難しいが、例えば以下のような点が具体的な成果として挙げられる。

- 現在 DIAF と FAO が NFMS 最終化プログラム内で実施している NFI の森林インベントリーチームの中核メンバーは、旧バンドウンドゥ州で実施した森林インベントリーに参加したメンバーである。旧バンドウンドゥ州では3チーム（9名、うち7名が DIAF 職員）で実施したが、NFI は10チームに拡大して実施している。NFI チームのチームリーダー10名のうち、7名はバンドウンドゥ森林インベントリーチームのメンバーである。
- DIAF 地理情報課は、DIAF-JICA プロジェクトが技術移転してきた手法を用いて、REDD+の基礎情報となる全国の森林・土地被覆区分マップを自力で作成した。なお、JICA はこの活動に対し、リモートセンシング解析マニュアルを提供したほか、全国の Landsat モザイク画像の提供、リモートセンシング解析ソフトの貸与、進捗管理に対する技術支援を行った。なお、コンゴ民国ではインターネット環境が悪いため広大な面積の画像をモザイクし、ダウンロードすることが難しかったため、日本森林技術協会にてモザイク作成アプリケーションを使ってダウンロードし、DIAF 側に提供した。

#### <今後の課題>

##### 能力強化

本プロジェクトや FAO の NFMS 最終化プログラムを通じて、コンゴ民国の森林モニタリングシステムが構築されるが、このシステムを機能させる人材は DIAF の技術者である。DIAF の技術者がこの役割を担うためには、森林インベントリーやリモートセンシング解析の作業に参画するだけでなく、妥当性のある方法論の検討、予算作成、スケジュール管理、リポーティング、QA/QC、PDCA サイクルの適用など、幅広く対応できる能力を高める必要がある。また活動実施過程で発生する問題に柔軟に対応するためには技術の根底をきちんと体系的に理解する必要がある。今後の協力にあたっては、カウンターパートの能力の現状を見極め、段階的に高めていくことを意識して進める必要がある。またきめ細かい能力向上を行うことが、カウンターパートとの信頼関係の構築にもつながり、円滑かつ効果的なプロジェクトの実施に寄与する。

##### 技術者の定着

DIAF の財政基盤の脆弱性は深刻であり、DIAF 事務所のランニングコスト（賃貸料、光熱

費、修繕など）や車両用燃料などもドナーの支援に頼っているのが実情である。また、DIAF職員には公務員として正式に登録され、公務員給与を得ている者のほかに、環境省 DIAF に登録してはいるが、公務員定数の関係で公務員とは認定されず、給与を得ていないスタッフがいる。彼らは、プロジェクトがある時に各ドナーからの支援を得て業務に従事する形をとっている。当然、スタッフにかかる経費は環境省が負担すべきものだが、現実には非常に難しい。DIAF によればこれはコンゴ民政府の公務員省(Ministère de la Fonction Publique) が対応すべき問題で環境省だけでは解決できないと言っている。

この問題は、技術者の定着の支障になるとともにモチベーションを低下させ、プロジェクトによる技術移転の効果を妨げるものである。

この問題をドナー側が解決することはありえず、コンゴ民国による解決を促すしかない。今後、プロジェクトを実施する場合もこの問題の存在は理解しておく必要がある。他のドナーは、プロジェクトにカウンターパートを参加させるために、給与ではなくプライム（手当て）という名目で支払いを行っている。

## 6.2 NFMSにかかる課題

### (1) DIAF-JICA プロジェクトの成果の活用

本プロジェクトの目的・内容は、CAFI プログラムのうち FAO が受託して実施している国家森林モニタリングシステム（以下「NFMS」）最終化プログラムとは深い関連があることから、コンゴ民国側の担当機関である DIAF 及び DDD、並びに FAO とそのパートナーである WCS とは密接に連携して業務を進めてきた。この連携は、DDD が事務局となって運営されている NFMS 調整プラットフォームを通じて行っている。このプラットフォームは NFMS に関する国家機関、国際機関、二国間ドナー、NGO、大学などがメンバーとなっているもので、JICA プロジェクトは FAO と協力して、プラットフォームの事務局支援を行ってきた。

これまでプラットフォームで協議されてきた具体的なテーマは次のとおりである。

- (1) AD 及び EF 算定のベースとなる、森林・土地被覆区分 (stratification)
- (2) 国家森林インベントリー手法
- (3) 森林参照レベル (FREL/FRL)

上記(1)～(3)のテーマは、本プロジェクトが旧バンドウンドゥ州で実施してきた活動内容と重なるものであることから、旧バンドウンドゥ州における成果と知見を最大限生かし、国家レベルの NFMS の構築に貢献するよう努めてきた。これまでプラットフォームやその作業部会での議論を通じて合意された、DIAF-JICA プロジェクトの成果の活用方法は下表のとおりである。

表 6-1 DIAF-JICAプロジェクト成果の活用

| 項目        | 現在の状況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 森林区分図     | <p>コンゴ民国の正式な stratification（森林・土地被覆区分）は、DIAF-JICA プロジェクトの stratification をベースにして NFMS プラットフォームで議論がなされてきた。その結果、DIAF-JICA プロジェクトの stratification の分類項目のいくつかを統合した形で国レベルの stratification で合意された。この分類項目の統合は、DIAF-JICA プロジェクトでは高解像度画像を使ったのに対し、国レベルでは解像度の低い Landsat 画像を使うという条件の差に由来するものである。すでに関連するドキュメントのドラフトは作成されており、今後 validation プロセスを経て正式に決定される。</p>                                                                                                                           |
|           | <p>AD（アクティビティデータ）算定に必要な森林減少面積の推定のため、旧バンドゥンドゥ州については JICA マップを使い、他の州については、DIAF-FAO が作成した森林-非森林-森林変化マップを使った。</p> <p>FAO が NFMS 最終化プログラムで AD 算定のために使った手法は、Collect Earth を使ってサンプルポイントを目視で判読し、精度検証を行い、その結果から面積の修正を行うというもの（Oloffson の手法）。</p>                                                                                                                                                                                                                                      |
|           | <p>DIAF は、オブジェクト分類（DIAF-JICA プロジェクトにおいて DIAF に指導してきた方法）により全国の土地被覆・森林区分マップを作成している。</p> <p>DIAF はこのマップを今後の REDD+関連の業務で活用したい意向を持っているが、FAO の AD 算定の手法ではマップを必要としないため、DIAF マップを具体的にどう活用するかは今後議論していく必要がある。</p> <p>2018 年以降は、FAO は SEPAL を使ってクラウド上で分類する手法を使う可能性があるが、まだその具体的なスケジュールや手法についての FAO からの情報は無い。</p> <p>DIAF 技術者は DIAF-JICA プロジェクトを通じて RS 解析の原理を理解できたため、目的や環境に合わせて臨機応変に技術の選択ができる能力を備えつつある。人材育成は JICA プロジェクトの大きな柱であり、コンゴ民においても DIAF 地理情報課及びインベントリー課の技術者の能力強化に大きな貢献を果たした。</p> |
|           | <p>2018 年 1 月に UNFCCC に提出予定の FREL では、DIAF-JICA プロジェクトのインベントリーデータ、FAO のプレインベントリーデータ及び WWF カーボンマッププロジェクトでのインベントリーデータを使って EF を計算する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 森林インベントリー | <p>DIAF-JICA プロジェクトのインベントリーマニュアルをベースに全国 NFI 用に改訂し、正式に承認（validate）された。</p> <p>NFI マニュアルでは、コンゴ民国のアクセス条件を考慮してプロット面積を大きくするなど多少の違いはあるが、基本的に DIAF-JICA プロジェクトの手法</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| 項目          | 現在の状況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>が使用されている。</p> <p>DIAF-JICA プロジェクトの森林インベントリーでは、枯死木、土壌、リターを含めた 5 つのプールの炭素量を計算した。コンゴ民国では、これまでこれらのデータがなかったため貴重なデータとなった。UNFCCC への提出が予定されている FREL 文書では、参考資料として旧バンドウンドゥ州の FREL を添付するが、その中でこれらのデータについても言及する。</p>                                                                                                                    |
| 森林インベントリーDB | <p>DIAF-JICA プロジェクトで構築した森林インベントリーDB のマニュアルや設計書を使って FAO ナショナルスタッフへの説明を行った。DB として最も重要な要素はツールとしての IT システムではなく、そこに格納されている森林インベントリーデータであるとの認識のもと DIAF 及び FAO と調整を進めている。本事業で収集・整理したデータが案件了後も DIAF で適切に保管利用されることが重要であり、そのためには DIAF で新たに DB システムを開発する FAO に対し DB に係る情報を適切に共有することが必要である。FAO の専門家はこれからアサインされる予定であり、今後も協議を続けていく必要がある。</p> |
| FREL        | <p>AD 及び EF については上記のとおり JICA 成果が活用される。</p> <p>また、UNFCCC 向け FREL 文書は WCS が中心となって取りまとめているが、WCS との協議やプラットフォームでの議論を経て、DIAF-JICA プロジェクトが作成した旧バンドウンドゥ州の FREL 文書をコンゴ民国において蓄積された知見としてコンゴ民国の FREL 提出時に添付する技術文書に付属させることとなった。</p>                                                                                                         |

これまでの DIAF-JICA プロジェクトの成果の活用は上記のとおりであるが、今後コンゴ民国における全国レベルの NFMS の構築が進む過程では、広大な国土と森林面積を対象とすることや技術の発展に伴い、方法論も変化していくことになる。現在コンゴ民国における NFMS を含む REDD+分野の動きは、非常に活発で状況がめまぐるしく変化している。常に情報をキャッチアップし、積極的に関与していくことが日本の協力のプレゼンスを確保するためには不可欠である。

## (2) プラットフォーム運営支援

### 課題

CAFI 資金による NFMS 最終化プログラムは 2 期（第一期 2017-2018 と第二期 2019-2020）に分かれて実施され、FAO はまずは第 1 期の目標達成を重視し、スケジュールに沿って活動を進めている。



一方、技術協力を目的とする JICA プロジェクトは、DDD や DIAF の主体性と能力向上を重視した支援を行ってきた。

上記の違いはあるものの、JICA と FAO は NFMS の構築という同じ目的を持っており、技術調整プラットフォームの支援においても連携することが重要である。

### 対応策

JICA プロジェクトは、FAO の NFMS 最終化プログラムの期待される成果とその達成時期を踏まえつつも、コンゴ民主共和国側のイニシアティブを尊重する協力をしてきた。具体的には、プラットフォームが円滑に進むよう DDD の事務局機能の強化を図ることとし、アジェンダ作成、プラットフォーム開催（ロジ、モデレーター、プレゼンによるインプット・提案）、議事録作成、通信環境などを支援してきた結果、プラットフォームの実施は軌道に乗って順調に進捗している。

またプラットフォーム開始当初は、同プラットフォームの技術作業部会における技術的な議論をリードすべき DIAF、JICA、FAO が事前打合せをしないまま作業部会の協議に臨んだ結果、論点が定まらず、参加者が散漫な意見を述べるだけの場となってしまった。この反省から、プラットフォームや作業部会で議論する前に DIAF、JICA、FAO（議題によっては DDD も含め）で事前に協議を行い、論点を整理するよう軌道修正した。この結果、作業部会では方向性を持った議論が行われるようになり、関係者が技術的な合意に至るための場として機能するようになった。例えば、森林インベントリー方法論や stratification に関しては JICA と FAO が連携することにより、JICA 成果をベースする方向で進んだ。

### (3) 技術手順書・マニュアルの改訂

本プロジェクトの技術成果品として、リモートセンシング、森林インベントリー、DB、FREL にかかる技術手順書・マニュアルを作成し、2018 年 2 月頃を目処にコンゴ民主共和国側に提出する。これらの手順書・マニュアルは旧バンドゥンドゥ州での活動をベースに作成したものであるが、DIAF や前述の FAO の NFMS 最終化プログラムと連携して、全国レベルの NFMS の構築に活用されるよう調整してきた。具体的には以下の活用を行った。

リモートセンシング：DIAF が全国の森林・土地被覆区分マップを JICA プロジェクトで技術移転した手法を使って作成したが、この過程でリモートセンシング解析マニュアルが活用された。同マップはコンゴ民主共和国が来年 2018 年 1 月に UNCCC に提出する FREL 文書に添付される予定になっている。

森林インベントリー：本プロジェクトで作成してきた森林インベントリーマニュアルをベースに、DIAF と FAO が実施する NFI（全国森林インベントリー）の技術マニュアルを作成した。

DB：旧バンドゥンドゥ州の森林インベントリーデータを NFI のデータとして活用できるよ

う、DIAF 及び FAO に森林インベントリーデータのデータ属性について技術マニュアル・設計書を使って説明した。また、旧バンドゥンドゥ州の経験に基づいて入力プロセス及びデータベース管理について説明した。

**FREL**: UNFCCC に提出する上記 FREL 文書に、DRC における取組み事例として本プロジェクトが作成した旧バンドゥンドゥ州の FREL 手順書を添付する。旧バンドゥンドゥ州の FREL は、全国 FREL には含まれていない forest degradation、土壌・リター・枯死木のカーボンなどのデータが含まれていることや、4 時点（全国 FREL は 3 時点）の AD を使って FREL を構築している点などで有用な情報を提供している。

上述のとおり本プロジェクトで作成してきた技術手順書・マニュアルを通じて、旧バンドゥンドゥ州の知見に基づく NFMS へのインプットを行ってきたが、こうした手順書・マニュアルは実践を経て改良を加えることが不可欠である。したがって、全国 NFMS の進捗過程で得られる経験・知見に基づき改定していくことが今後の課題である。

#### (4) 森林・土地被覆区分図の作成

本プロジェクトでは、旧バンドゥンドゥ州を対象に高解像度の衛星画像と e-Cognition を用いて、オブジェクト分類によって 2010 年の森林・土地被覆マップを作成した。このマップを参照マップとして変化抽出により、1995、2000、2014 年のマップを作成し、AD を算出した。

一方、FAO は NFMS 最終化プログラムにおいて、全国の AD の算出に Google Earth Engine を用いて森林変化箇所を抽出し、その変化箇所を目視で検証・判読し、統計的な計算<sup>11</sup>から AD を計算した。この手法については「Map Accuracy Assessment and Area Estimation - A Practical Guide (FAO)」に解説されており、今後も FAO はこの手法を使っていくことが予想される。

コンゴ民主共和国では UNFCCC に提出した「約束草案」において基準年を 2000 年と設定していることから、REDD+においても全国 FREL 設定基準年を 2000 年としている。DIAF は上述の FAO 主導による森林変化箇所抽出を行うのと平行して Landsat 画像を用いて、e-Cognition による解析により全国の 2000 年のベンチマークマップを作成した。これは今後、REDD+活動をどの地域で実施し、モニターしていくかを特定する上で重要な情報になる。ただし、そのためにはベンチマークマップの精度確保が必須である。2017 年 7 月から 8 月にかけて、JICA プロジェクトでは精度向上に必要な eCognition 追加ライセンスの期間限定貸与などを通じてその作業を支援し、結果 DIAF は 2000 年の森林・土地被覆マップの改訂版を作成した。本プロジェクトの期間内ではかかる協力にとどまるが、次期案件では引き続

<sup>11</sup> Olofsson, P., Foody, G. M., Herold, M., Stehman, S. V., Woodcock, C. E., Wulder, M. A. 2014. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment*, 148:42–57.

き必要に応じて DIAF 地理情報課の地図情報整備への支援が強く望まれる。

## 7. 提案計画の活用目標の達成見込み度

2017年4月のR/Dの変更により、本プロジェクトの提案計画の活用目標は、『策定された国家森林資源インベントリーシステムの運用計画に基づいて森林資源モニタリングが適切に実施される』から『持続的森林管理とREDD+実施のための国家森林モニタリングシステム（NFMS）が構築され運用される』に変更された。

本プロジェクトでは、旧バンドゥンドゥ州（現 Kwilu、Kwango、Mai-Ndombe の3州）を対象に、4時点の森林・土地被覆区分図の作成、森林インベントリーの実施、DBの整備を行い、その成果としてサブナショナルのAD及びEFの算定とFREL（森林参照レベル）の構築を行った。また、サブナショナルでの森林モニタリングシステムの構築を通じて得た知見・経験を、NFMS技術調整プラットフォームを通じてインプットし、ナショナルレベルのNFMSの構築に貢献してきた。これらの活動実施及び成果の達成により、本プロジェクトが対象とする旧バンドゥンドゥ州の森林モニタリングシステムの構築という意味では目標（成果1～5）を達成できたと考えられる。技術協力で上位目標に相当する目標である「全国レベルのNFMSの構築と運用」については、旧バンドゥンドゥ州で蓄積した知見・データの提供、NFI実施のための方法論策定及び能力強化等、本協力成果が持続発展的に活用されることにより、当該提案計画の活用目標は達成が見込まれる。他方で、コンゴ民国におけるNFMS構築・運用については、未だ技術的かつ資源的な課題があるため、今後も、コンゴ民国のタイムラインに柔軟に対応しつつ、これに沿った継続的な支援が必要である。

なおナショナルレベルのNFMS構築に向け、現在FAOがNFMS最終化プログラムを実施しており、そのプログラムでは2020年までに最終化する計画である。また、JICAも、本案件の後継案件により、NFMS構築・運用を支援予定であり、関係国際機関、ドナー、NGOとの連携により、コンゴ民国が当該目標を達成していくことが期待される。

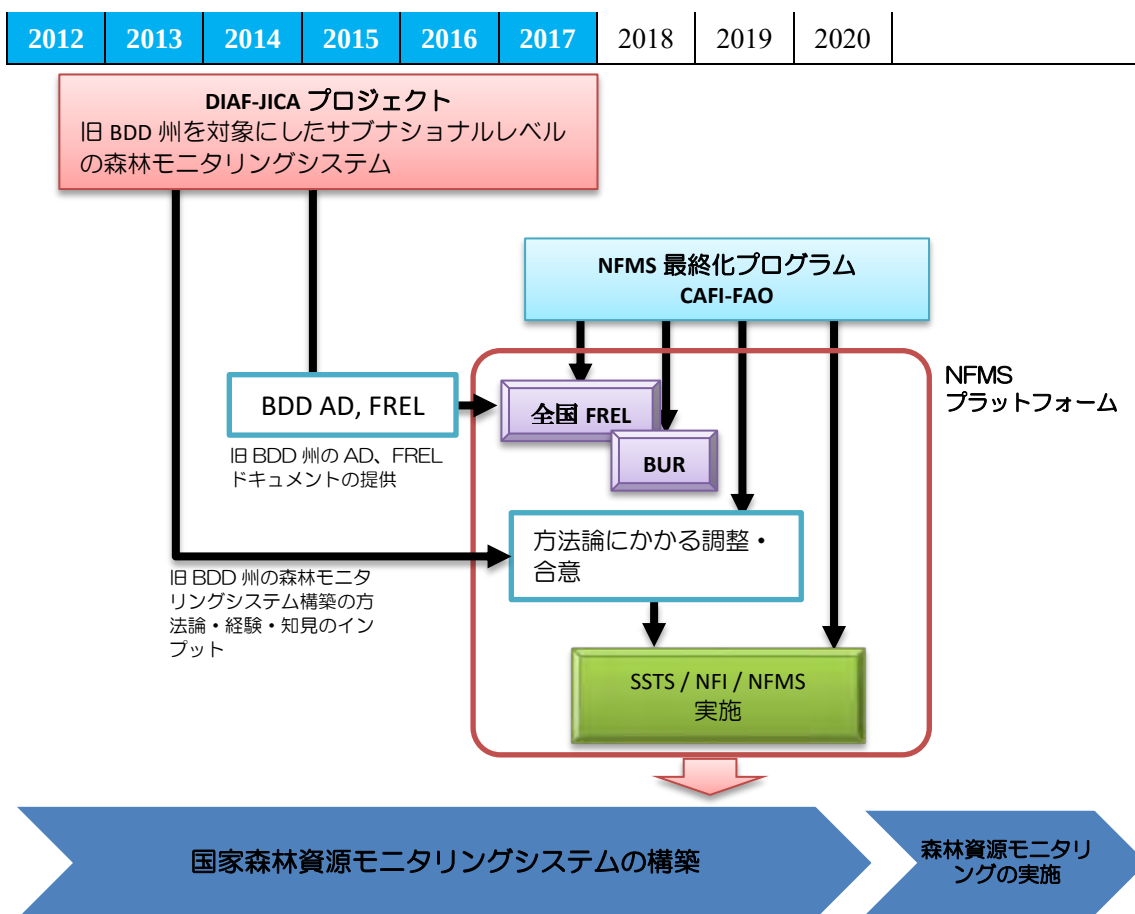


図 6-1 本プロジェクトとNFMSの関係

## 8. 協力成果活用による達成目標の達成及び次期案件実施に向けての提言

### 8.1 協力成果活用による達成目標の達成に向けての提言

2017年4月のR/Dの変更により、本プロジェクトのプロジェクト協力成果活用による達成目標は、『森林資源モニタリング実施により得られた情報を用いて持続的な森林経営が実践され、REDD+が促進される。』から『国家森林モニタリングシステム（NFMS）の運用により、REDD+が実施され、持続的森林管理が促進される。』に変更された。この目標の達成に向けて以下の事項を提言する。

#### REDD+実施に関する事項

- REDD+活動をモニタリングできる精度を持ったシステムの構築  
将来的には REDD+活動の成果払いに活用することを考慮し、それに対応できる手法・精度によるシステムの構築が必要である。
- 定期的にモニタリングすることが可能なシステム

コンゴ民国の広大な面積のモニタリングを定期的には実施するためには、GEE などクラウド上でのデータ処理ができるシステムを活用していくことが必要である。

- 地方関係者のモニタリングへの巻き込み

REDD+活動のモニタリングは、リモートセンシングだけでなく、フィールドでのデータ収集が必要であることから、地方関係者を巻き込んでいくことが重要である。

- 実際にフィールドで実施する排出削減活動のモニタリングシステムの構築と国レベルでのレジスターへの登録システムの構築。

本格実施段階における適切なアカウンティングと BS (ベネフィットシェアリング)、SG (セーフガード) 関連情報などを管理する REDD+レジスターの構築と実際に現地でデータを収集しするシステムを構築する必要がある。

### 持続的森林管理に関する事項

- 持続的森林管理に活用できるシステムの構築

CAFI/FAO の NFMS 最終化プログラムにおいては、AD の算定に焦点をあてているため、森林・土地被覆区分図の作成は行わない手法をとっている。しかし持続的森林管理や REDD+活動のモニタリングには森林・土地被覆区分図が不可欠であるので、その作成・更新を NFMS に含めることが必要である。

- 大規模森林減少の早期警報システムの構築

上記システムに関し、その精度向上、データ提供の方法、検証システムの構築が必要である。上述の CAFI/FAO の NFMS 最終化プログラムでも WRI との連携で同様の活動実施が実施されている。とはいえ、コンゴ民国環境省としては、かかるシステムについては複数の選択肢をもつことも有用である。その意味で、JICA/JAXA が提供する ALOS-2 を使った JJ-FAST は、雲の有無に関係なく観測可能な無償の森林減少検知システムであり、この併用はきわめて有意義である。

### コンゴ民国の国策への貢献

DRC が目指す森林・環境分野における国策は、NDC や国家 REDD+戦略に記されている。例えば NDC では森林セクターにおける具体的な“緩和策”について、植林や森林回復などの推進が謳われている。これに加えて、森林保全や森林造成という活動は、森林の経済的価値の発揮、森林の生態系サービスの向上、地域住民の生計向上など多様な便益を生み出すことが可能である、当プロジェクトの成果を含め関連する活動が国家目標である経済発展や国民生活の質的向上、持続的な森林管理など、更に上位の国家開発戦略計画（PNSD: Plan National Stratégique de Développement）の目標に資すると言える。

また、国家 REDD+戦略は、森林だけでなく、農業、エネルギー、ガバナンス、人口、国土整備、土地の7つの柱を対象としており、REDD+の推進は国家の持続可能な開発に資するものである。

当プロジェクトで得られた森林モニタリングシステムや FREL の成果は、REDD+の実施や持続的森林管理のベースとなるものであり上記の目標に直接貢献するものである。

## 8.2 後継案件実施に向けての提言

### 8.2.1 案件全体について

NFMS と PIREDD の 2つのプロジェクトにより構成されるプログラムと考え、それに基づいた予算と体制を組んで実施すべきである。

### 8.2.2 NFMSについて

- (1) 現行案件の経験から、CAFI/FAO プロジェクトとのデマケをどうするが課題になる。これまで FAO とは連携する方向で進めてきたが、FAO には FAO の方針や FONAREDD の要求事項への対応という事情があり、JICA 支援の方向性や方法論との相違点などが生じることもある。現場レベルで調整できない事案に関しては、JICA と FAO の政策レベルでの調整も必要と思量する。
- (2) 現行の JICA プロジェクトの知見・経験が、NFMS 構築プロセスに重要な貢献できたのは、旧バンドゥンドゥ州で着実に活動を実施し成果を残してきたため、具体的で有益なインプットができたことが大きな要因である。方法論だけでない現地活動に基づくインプットができるという強みを発揮するためにも、FAO とのデマケまたは連携を図りつつ、現地の活動を実施する案件スキームにすることが重要である。
- (3) 技術プラットフォーム(PTC)は、DDD-DIAF のイニシアティブの下、関係パートナーが協力して DRC 環境省としての方法論の共通化、データの共通活用を協議する場である。ここで重要なのは、技術プラットフォームを経て合意される方法論や作成される文書は、関係パートナーの共同成果品であるという共通理解を関係者で共有することである。
- (4) 現行案件で作成した技術手順書・マニュアルはあくまでも旧バンドゥンドゥ州を対象に作成したものとして完結させ、これが現行案件の成果品となる。リモートセンシング、NFI、DB いずれも次期案件では技術の進歩や国レベルへの展開を勘案したモニタリング手法へ円滑に転換していく必要がある。
- (5) コンゴ民主共和国における REDD+、特に NFMS 分野の動きは非常に活発で、状況がめまぐるしく変化するため、空白期間を作らないことが重要である。
- (6) NFMS は持続的森林経営に資するための基礎的森林情報を収集・更新・解析することが一義的な目的であることは言うまでもないが、これに加えて UNFCCC で取り上げられている REDD+に関して、活動成果の資金を得るために必要な要素として、NFMS の開発が義務付けられている。現時点で UNFCCC の下で何らかの資金が REDD+に投資されるスキームは存在せず、REDD+の活動に関する成果払いに取り組んでいる外部資金は FCPF-CF 及び GCF である。



2017 年 11 月に開催された第 18 回 GCF 理事会では、REDD+の成果払いに関するパイロットプロジェクトの Proposal に関する Modality が承認され、REDD+の成果払いが試行されることとなり、この Modality の中で、NFMS の設置・運営が義務付けられている。

逆に言えば NFMS が存在しなければ REDD+の成果払いを受けることができないことを意味し、GCF に取り組んでいく限り、NFMS の実施が求められることとなる。

当プロジェクトが取り組んできた成果(特に、NFI 及びリモートセンシング情報)は、NFMS の中核を成すものであり、この成果を活かすためには NFMS を完成させ、継続的に稼働させることが必須である。

上記に述べた NFMS が果たす役割から考えると、GCF 案件を形成・実施するプロセスでは NFMS との調整が必要となり、結果として NFMS の実施、運営、手法、精度などについても深く関与していくことになる。

その中で、コンゴ民主共和国側の能力向上や精度の確保に重点を置いて実施してきた当プロジェクトを通じて得られた知見や成果の有効な活用を提案することができる。また、NFMS 最終化プログラムを実施している DIAF 及び FAO との協議が不可欠である。FAO は、Google Earth Engine や SEPAL などのクラウドを使った手法を推進しているが、これらの技術と、これまで JICA プロジェクトが実施してきた手法との技術的な調整が重要な課題となる。

- (7) 当プロジェクトでは旧 BDD 州における FREL を作成することができたが、あくまでも Sub-National レベルのスケールであり、全国レベルへの統合やそれに向けた方法論を検討していく必要がある。

JICA がこれまでに行ってきた他国の事例を見ると、FREL は地域によって異なる挙動を示すことが分かっている。これは FREL を支配する要因が、森林減少・劣化や森林増加のドライバーであり、そのことが地域によって異なることが起因しているからである。実際に MaiNdombe 州と Kwilu 州、Kwango 州の FREL は異なる傾向を示している。そのことから考えると、全国 1 本で FREL を作成した場合、地域間の差や特徴が打ち消され、地域それぞれの排出削減活動の成果が適切に評価されないという結果に至る可能性がある。このことに対応するため、例えば全国の FREL とは別に州別の FREL を個別に作成し、それを合計する方式など、地域の特性を反映できる手法の検討を提案する。

- (8) 次に州別の FREL を作成する際に用いる衛星画像解析技術について述べる。近年クラウドコンピューティング技術が開発され、大量のデータを迅速に処理することが可能となってきた。衛星画像解析の分野においても Google が提供する GEE(Google Earth Engine)と呼ばれる画像処理モジュールが利用され始めた。このモジュールの最大の特徴は Landsat 衛星や Sentinel 衛星といった無料衛星画像を利用し、大量の画像データを極めて高速に処理することができる点にある。

当プロジェクトではローカルのデスクトップパソコンに衛星画像を格納し、オブジェクト分類を採用した商用ソフトウェアで画像解析する手法を採用したが、データ処理に時間を要することや商用ソフトウェアが有償であることなどの課題が残されていた。

先に紹介した GEE を用いることでデータ処理速度を飛躍的向上させ、森林減少・劣化等を把握することが可能となるが、その際にはオブジェクト分類ではなく、ピクセルベースによる森林変化解析の手法を用いることとなる。このような技術革新を用いることで、隔年若しくは毎年の頻度で森林変化解析を行うことが期待される。

### 8.2.3 PIREDD (REDD+統合プログラム) について

- (1) CAFI 資金を使ったプロジェクトを想定した場合、CAFI 資金を管理する FONAREDD の方針に沿った案件実施を求められることになる。案件について FONAREDD の方針と JICA の理念が異なる場面が出てくると予想され、双方のコミュニケーションと妥協点を探ることが重要である。
- (1) 中央の関係部署（環境省、DDD、DIAF）と州の関係部署の参画の分野や役割の明確化が必要である。中央の関係部署は REDD+アクションプランや REDD+投資計画の実施と REDD+活動のモニタリング・登録、州の関係部署は州の開発計画や環境政策の実現をミッションとしている。それぞれの立場と目的を理解し、プロジェクトへの参画や能力強化を促進させることが重要である。
- (2) PIREDD 実施にはローカルリソースとの連携が不可欠であり、対象サイトや当該分野での経験を踏まえて、適切なパートナーを選ぶ必要がある。
- (3) CAFI については契約、調達、アカウンティング・監査などが JICA システムとは異なることが予想されるので、そのための体制が必要である。

## 巻末資料

巻末資料1 プロジェクト運営資料（専門家投入、本邦研修、機材投入）

巻末資料2 森林・土地被覆区分図

巻末資料3 森林インベントリー結果

巻末資料4 森林減少ドライバー調査結果

巻末資料5 森林インベントリーにおける地域住民へのインタビュー調査の結果

巻末資料6 旧バンドゥンドゥ州（Mai-Ndombe、Kwilu、Kwango州）のFREL/FRL算定結果



## 巻末資料 1

### プロジェクト運営資料（専門家投入、本邦研修、機材投入）





(1) 専門家投入

フェーズ1 (2012年8月～2013年10月)

| 担当業務                | 氏名           | 所属先          | フェーズ1 (2012.8～2013.10) |    |     |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |         |  | 人・月 |
|---------------------|--------------|--------------|------------------------|----|-----|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|--|-----|
|                     |              |              | 8                      | 9  | 10  | 11 | 12 | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | フェーズ1合計 |  |     |
| 総括                  | 水品 修         | (一社)日本森林技術協会 | 15                     |    |     |    |    |   | 28 |    |    | 30 |    | 28 |    | 4  |    | 3.50    |  |     |
| 副総括/データベース(1)       | 鈴木 圭         | (一社)日本森林技術協会 |                        |    |     | 13 |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 0.43    |  |     |
| 副総括                 | 水品 修         | (一社)日本森林技術協会 |                        |    |     |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    | 17 |    | 0.57    |  |     |
| リモートセンシング           | 中西 平         | 国際航業株式会社     |                        | 15 |     | 30 |    |   |    | 15 |    |    | 43 |    |    |    |    | 3.43    |  |     |
| 森林GIS/データベース(2)     | 野仲一成         | (一社)日本森林技術協会 |                        |    | 62  |    |    |   |    | 30 |    |    | 44 |    |    | 44 |    | 6.00    |  |     |
| 森林インベントリー           | 小林周一         | (一社)日本森林技術協会 | 20                     |    |     | 40 |    |   | 63 |    |    |    | 67 |    |    | 53 |    | 8.10    |  |     |
| 業務調整/森林インベントリー補助(1) | 小林有人         | (一社)日本森林技術協会 |                        |    | 83  |    |    |   | 56 |    |    | 67 |    | 60 |    |    |    | 8.87    |  |     |
| 業務調整/森林インベントリー補助(2) | 伊東裕美         | (一社)日本森林技術協会 |                        |    |     |    |    |   |    |    | 30 |    |    |    |    |    |    | 1.00    |  |     |
| 通訳                  | クリスティアン マカアン |              |                        |    | 102 |    |    |   | 68 |    |    | 79 |    |    | 70 |    |    | 10.63   |  |     |

フェーズ2 (2014年1月～2016年1月)

| 氏名<br>(担当業務)                   | 格付 | 2014             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2015 |     |     |     |     |   |     |     |     |     |         |    | 日数<br>合計 | 人月<br>合計 |
|--------------------------------|----|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|---------|----|----------|----------|
|                                |    | 1                | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6 | 7   | 8   | 9   | 10  | 11      | 12 | 1        |          |
| 水品 修<br>(総括)                   | 2  |                  | 22日 |     | 48日 |     |     |     | 20日 |     | 18日 | 15日 |     | 33日  |     |     | 35日 |     |   |     |     |     | 16日 |         |    | 207      | 6.90     |
| 水品 修<br>(副総括)                  | 3  |                  |     |     |     |     |     |     |     |     | 10日 |     |     |      | 10日 |     | 15日 |     |   |     |     |     |     |         |    | 35       | 1.17     |
| 中西 平<br>(リモートセンシング)            | 4  |                  |     |     | 32日 |     |     |     |     |     |     | 29日 |     |      |     |     | 29日 |     |   |     |     |     | 46日 |         |    | 136      | 4.53     |
| 野仲 一成<br>(リモートセンシング(2))        | 4  |                  |     | 45日 |     |     |     |     |     |     | 45日 |     |     |      |     |     | 5日  |     |   |     |     |     |     |         |    | 95       | 3.17     |
| 野仲 一成<br>(森林GIS/データベース(2))     | 3  |                  | 31日 |     |     |     |     | 39日 |     |     | 31日 |     | 30日 |      |     | 31日 |     |     |   | 37日 |     |     |     |         |    | 199      | 6.63     |
| 永野 裕子<br>(データベース(3))           | 3  |                  | 30日 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |   |     |     |     |     |         |    | 30       | 1.00     |
| 小林 周一<br>(副総括/森林インベントリー)       | 3  |                  |     | 76日 |     |     | 53日 |     |     | 50日 |     |     |     |      |     | 49日 |     |     |   |     | 71日 |     |     |         |    | 299      | 9.97     |
| 小林 有人<br>(業務調整/森林インベントリー補助(1)) | 4  |                  | 59日 |     |     | 39日 |     | 69日 |     |     | 76日 |     |     |      |     | 50日 |     | 65日 |   |     |     | 22日 |     | 自社負担22日 |    | 380      | 12.67    |
| 永野 裕子<br>(業務調整/森林インベントリー補助(3)) | 4  |                  |     | 20日 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |   |     |     |     |     |         |    | 20       | 0.67     |
| 瀬古 敏彰<br>(業務調整/データベース補助)       | 6  |                  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      | 40日 |     |     | 35日 |   |     |     |     |     |         |    | 75       | 2.50     |
| 瀬古 敏彰<br>(通訳)                  | 6  |                  |     | 76日 |     |     | 83日 |     |     | 74日 |     |     | 43日 |      |     | 31日 |     | 23日 |   |     |     |     |     |         |    | 330      | 11.00    |
|                                |    | 現地業務小計<br>(通訳除く) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |     |   |     |     |     |     |         | 実績 | 1476     | 49.20    |

フェーズ3（2016年4月～2017年2月）

| 氏名     | 担当業務             | フェーズ3 契約期間       |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | 日数<br>合計 | 人月<br>合計 |       |  |
|--------|------------------|------------------|-----------------|--------------------|---------------|---|------------------|---------------------|----|----|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|---|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|------------------|------------|---------------------|------------------|-------------------|--------|----------|----------|-------|--|
|        |                  | 2016年            |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    | 2017年             |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        |          |          | 2018年 |  |
|        |                  | 4                | 5               | 6                  | 7             | 8 | 9                | 10                  | 11 | 12 | 1                  | 2                 | 3                  | 4                 | 5 | 6                  | 7                  | 8               | 9                   | 10               | 11         | 12                  | 1                | 2                 |        |          |          |       |  |
| 水品 修   | 総括               | 5/11-28<br>(18日) | 5/8-25<br>(18日) |                    |               |   | 9/17-29<br>(13日) |                     |    |    |                    |                   | 3/4-4/1<br>(29日)   |                   |   | 6/19-7/11<br>(12日) | 7/26-8/21<br>(17日) | 9/6-23<br>(18日) |                     | 11/15-23<br>(9日) | 11/24は自社負担 |                     |                  |                   | (155日) | 5.17     |          |       |  |
| 中西 平   | リモートセンシング        |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   | 3/16-4/29<br>(45日) |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (45日)    | 1.50     |       |  |
| 古田 朝子  | リモートセンシング(3)     |                  | 5/18<br>(30日)   | 6/16<br>(30日)      |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (30日)    | 1.00     |       |  |
| 野仲 一成  | リモートセンシング(2)     |                  | 5/18<br>(30日)   | 6/16<br>(30日)      |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (30日)    | 1.00     |       |  |
| 野仲 一成  | 森林GIS/データベース(2)  |                  |                 | 6/17<br>(30日)      | 7/16<br>(30日) |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    | 7/22-8/21<br>(10日) |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (61日)    | 2.03     |       |  |
| 古田 朝子  | 森林GIS/データベース(3)  |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     | 11/8-30<br>(23日) |                   | (23日)  | 0.77     |          |       |  |
| 小林 周一  | 副総括/森林インベントリ     | 4/30<br>(57日)    | 6/25<br>(30日)   | 7/27-9/29<br>(65日) |               |   |                  |                     |    |    |                    | 1/19-2/5<br>(18日) |                    | 4/1-5/30<br>(30日) |   |                    | 6/24-8/21<br>(28日) |                 | 9/30-11/30<br>(31日) |                  |            |                     |                  |                   |        | (321日)   | 10.70    |       |  |
| 小林 有人  | 業務調整/森林インベントリ    | 4/25<br>(107日)   | 6/25<br>(30日)   | 8/2<br>(31日)       |               |   | 9/5-17<br>(13日)  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    | 6/28-8/21<br>(15日) |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (175日)   | 5.83     |       |  |
| 小林 有人  | 業務調整/森林インベントリ    |                  |                 |                    |               |   | 9/18-29<br>(12日) | 11/6-11/15<br>(10日) |    |    | 4/12-18<br>(7日)    |                   | 3/11<br>(1日)       | 4/8-4/30<br>(23日) |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (53日)    | 1.77     |       |  |
| 原子 壮太  | 業務調整/森林インベントリ    |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   | 5/13-5/18<br>(6日)  | 6/28-8/10<br>(14日) |                 |                     |                  |            | 10/8-11/13<br>(24日) |                  |                   |        | (87日)    | 2.90     |       |  |
| 原子 壮太  | 業務調整/データベース補助    |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    | 1/11-3/11<br>(60日) |                   |                    | 4/8-5/12<br>(35日) |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (95日)    | 3.17     |       |  |
| 古田 朝子  | 業務調整/データベース補助(4) |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   | 3/15-4/13<br>(30日) |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (30日)    | 1.00     |       |  |
| 原子 壮太  | 業務調整/森林インベントリ    |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  | 11/14-29<br>(16日) | (16日)  | 0.53     |          |       |  |
|        |                  |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            | 現地業務<br>小計(1)       | 実績               | 1121              | 37.37  |          |          |       |  |
| 松尾 美紗子 | 通訳               |                  | 5/18<br>(30日)   | 6/16<br>(30日)      |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (30日)    | 1.00     |       |  |
| 小林 有人  | 通訳               |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    | 1/19-21<br>(3日)   |                    | 3/12-4/7<br>(27日) |   |                    |                    |                 |                     |                  |            |                     |                  |                   |        | (30日)    | 1.00     |       |  |
|        |                  |                  |                 |                    |               |   |                  |                     |    |    |                    |                   |                    |                   |   |                    |                    |                 |                     |                  |            | 通訳<br>小計            | 実績               | 60                | 2.00   |          |          |       |  |

## (2) 本邦研修

### ● フェーズ 1

#### 第 1 回

| 項目  | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| テーマ | 全国森林インベントリー(NFI)に関する理解を深める<br>持続可能な森林経営を目的とした森林情報の活用                                                                                                                                                                                                                     |
| 時期  | 2012 年 12 月 1 日～20 日                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 参加者 | André KONDJO (森林インベントリー課長)<br>DIONGO Albert (森林インベントリー課技術者)                                                                                                                                                                                                              |
| 成果  | <ul style="list-style-type: none"> <li>両国の参加者が、それぞれの国のプロジェクトで策定中の調査プロットデザインや野帳を発表し合い、ディスカッションを行うことで、有効な情報の共有がなされるとともに、改善点が明確化された。</li> <li>講義で得た情報の実際の運用例を視察により体験したことで、国家森林資源インベントリーに関する理解が進むとともに、その構築と運用に必要な各要素について具体的なイメージを持つことが出来た。これは研修生にとって非常に重要な体験となった。</li> </ul> |

### ● フェーズ 2

#### 第 2 回

| 項目  | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| テーマ | 森林 GIS/データベース                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 時期  | 2014 年 5 月 22 日～6 月 4 日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 参加者 | Héritier KOY KONDJO (地理情報課)<br>Jacquie BALEKOMAPE SOMBELE (地理情報課)<br>Baudouin KWETE YAMBA (森林インベントリー課)<br>Théophane MUKERALINGI KITOKO (森林インベントリー課)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 成果  | <p>成果その 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>管理者として DB の運用・管理を行うための知識を習得した。</li> <li>データベース構築の基本方針、基本概念、将来の保守・運用計画について理解した。また、MS-Access の基本コンポーネント（テーブル、クエリ等）の初歩について理解した。</li> </ul> <p>成果その 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GIS データを GIS を用いて操作・出力し、プレゼンテーション、公開等に活用できる知識を習得した。</li> <li>ArcGIS Online の実習、Esri GIS フォーラムへの参加によって、プロジェクトの成果を一般に公開するための方法を知ることができた。</li> </ul> <p>成果その 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本の森林分野において整備された DB について、先進事例を学んだ。</li> <li>日本の国家森林資源 DB、日本の森林モニタリング DB、希少種 DB、静岡県庁森林 DB について学ぶ機会を得た。</li> </ul> |

### 第 3 回

| 項目  | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| テーマ | リモートセンシング技術解析                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 時期  | 2014 年 12 月 2 日～12 月 20 日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 参加者 | François KAYEMBE MUMONAYI （地理情報課長）<br>Chantal UBUTO BURONGU （地理情報課）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 成果  | <p>成果その 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本の NFI である森林生態系多様性基礎調査の設計コンセプトおよび DB システムの概要を理解し、コンゴ民国で構築するシステムの参考とすることが出来た。</li> </ul> <p>成果その 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本の森林管理の歴史と現状が、どのように国家森林資源 DB に反映されているかを知ることが出来た。</li> </ul> <p>成果その 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本の森林の概要、代表的な樹種について学ぶことが出来た。</li> </ul> <p>成果その 4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本に於ける地図と測量の歴史を学ぶことで、国家にとっての地図情報の重要性を認識し、宇宙開発の歴史と現状を学ぶことで、気候変動等さまざまな地球上の問題解決に航空宇宙技術が重要な役割を果たしていることを理解することが出来た。</li> </ul> <p>成果その 5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>画像処理、画像分類に関する概念、DIAF が所有する GIS、画像解析ソフトウェアの操作方法を習得することができた。また、森林タイプ区分図作成に必要な画像処理、画像解析を体系的に実習したことで、本プロジェクトで作成中の森林タイプ区分図の内容や特徴（分類項目及び分類フロー含む）についても、理解を深めることができた。</li> </ul> <p>成果その 6</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>COP20 で議論された気候変動、特に森林分野に関する最新の議論と今後の課題について知見を得ることが出来た。</li> </ul> |

### (3) 機材投入

| 資産・物品番号     | 物品名称      | 規格・品番                        |
|-------------|-----------|------------------------------|
| 13-1-001380 | 内蔵ハードディスク | HP 600GB 10K SAS SC-ENT      |
| 13-1-001381 | 内蔵ハードディスク | HP 600GB 10K SAS SC-ENT      |
| 14-1-001891 | 複合プリンター   | Canon i-Sensys MF8550cdn     |
|             | 小型発電機     | ET950 Groupe Electro (ET950) |
|             | 小型発電機     | ET950 Groupe Electro (ET950) |
|             | コピー機      | CANON LBP 5050N              |
|             | プロジェクター   | ACER X111-2700L              |
| 15-1-001186 | 調査用車両     | TOYOTA LAND CRUISER HZJ79DC  |
| 15-1-001187 | 調査用車両     | TOYOTA LAND CRUISER HZJ79DC  |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |
|             | バーテックス    | Vertex IV                    |

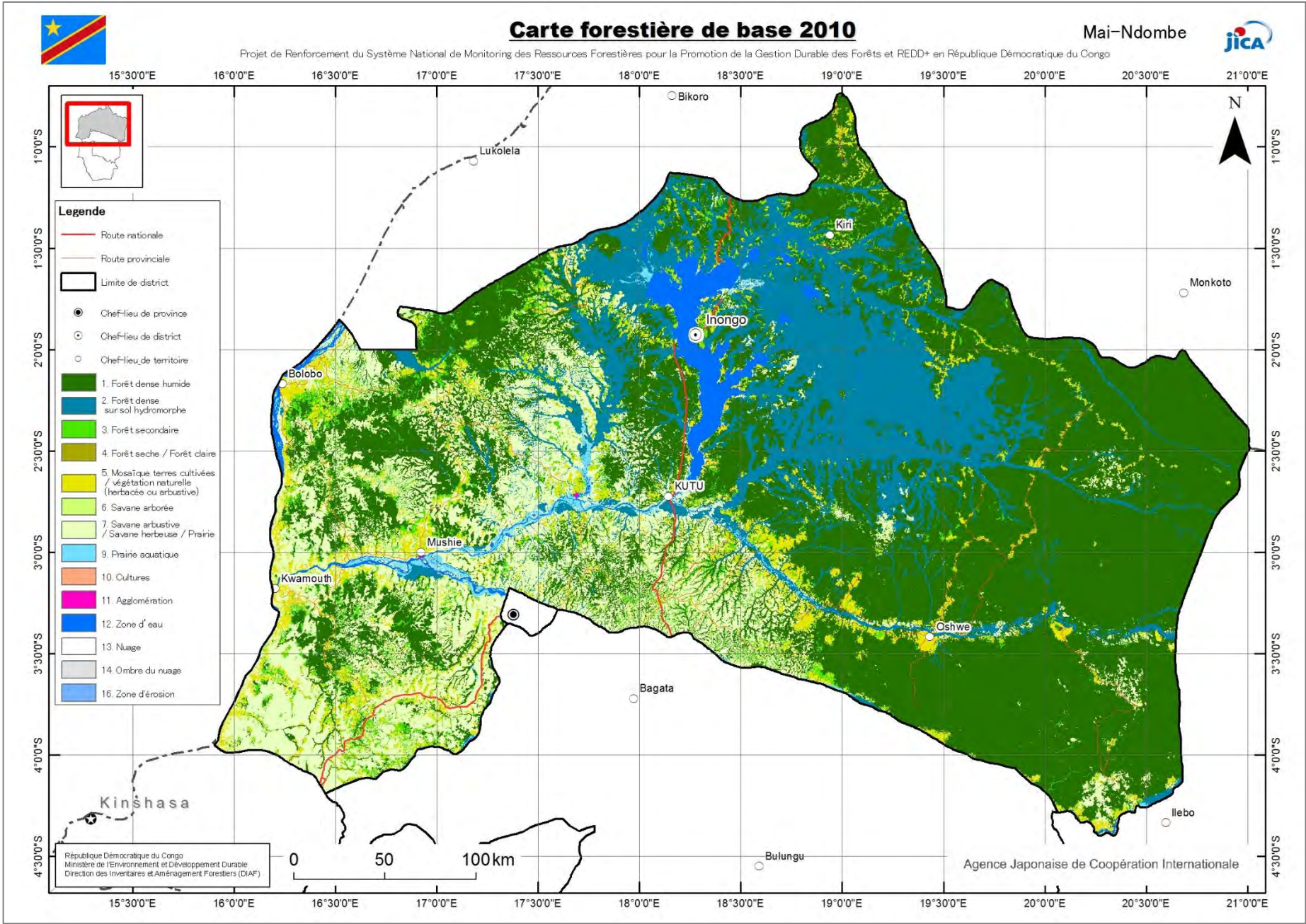




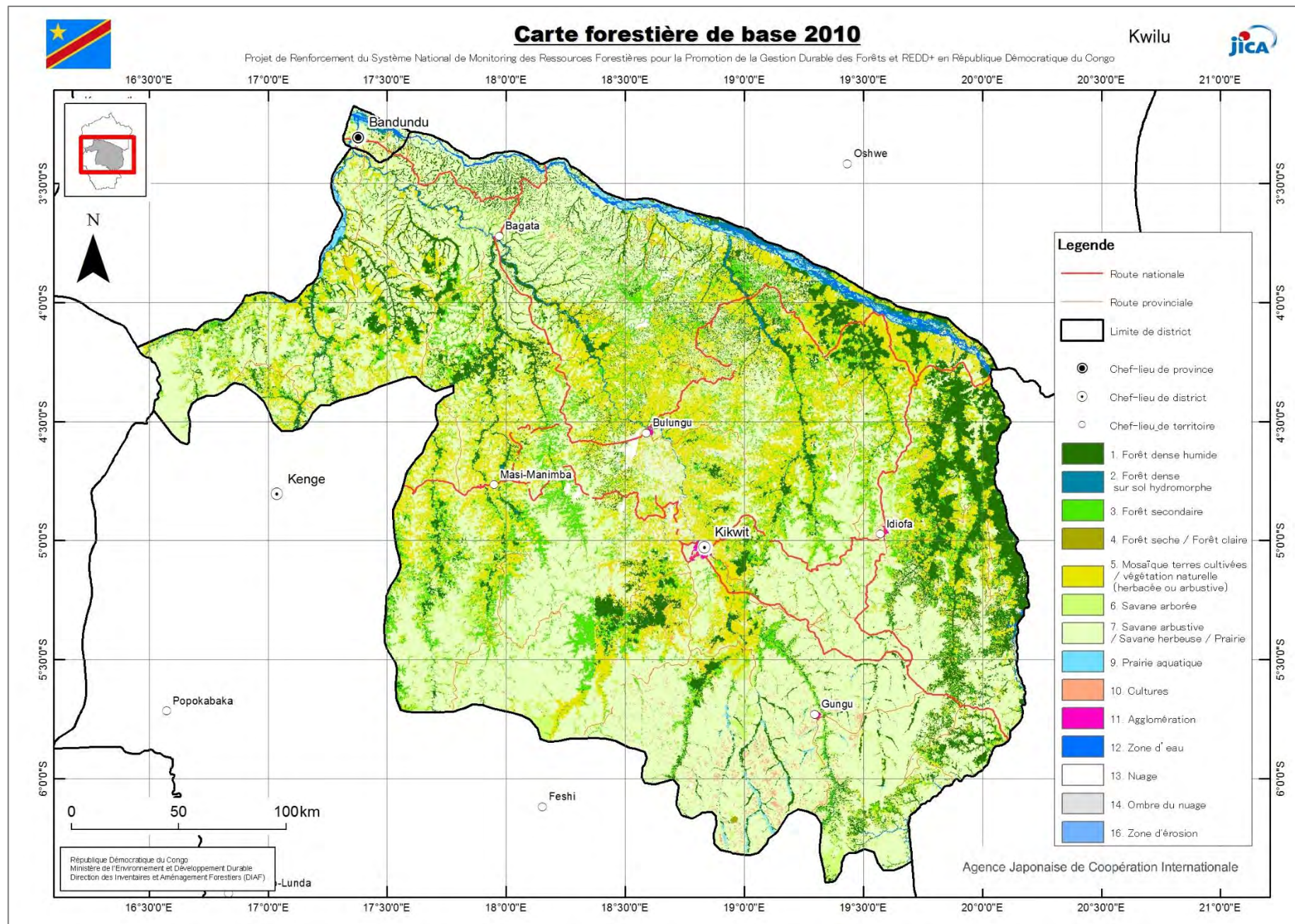
## 巻末資料 2

### 森林・土地被覆区分図

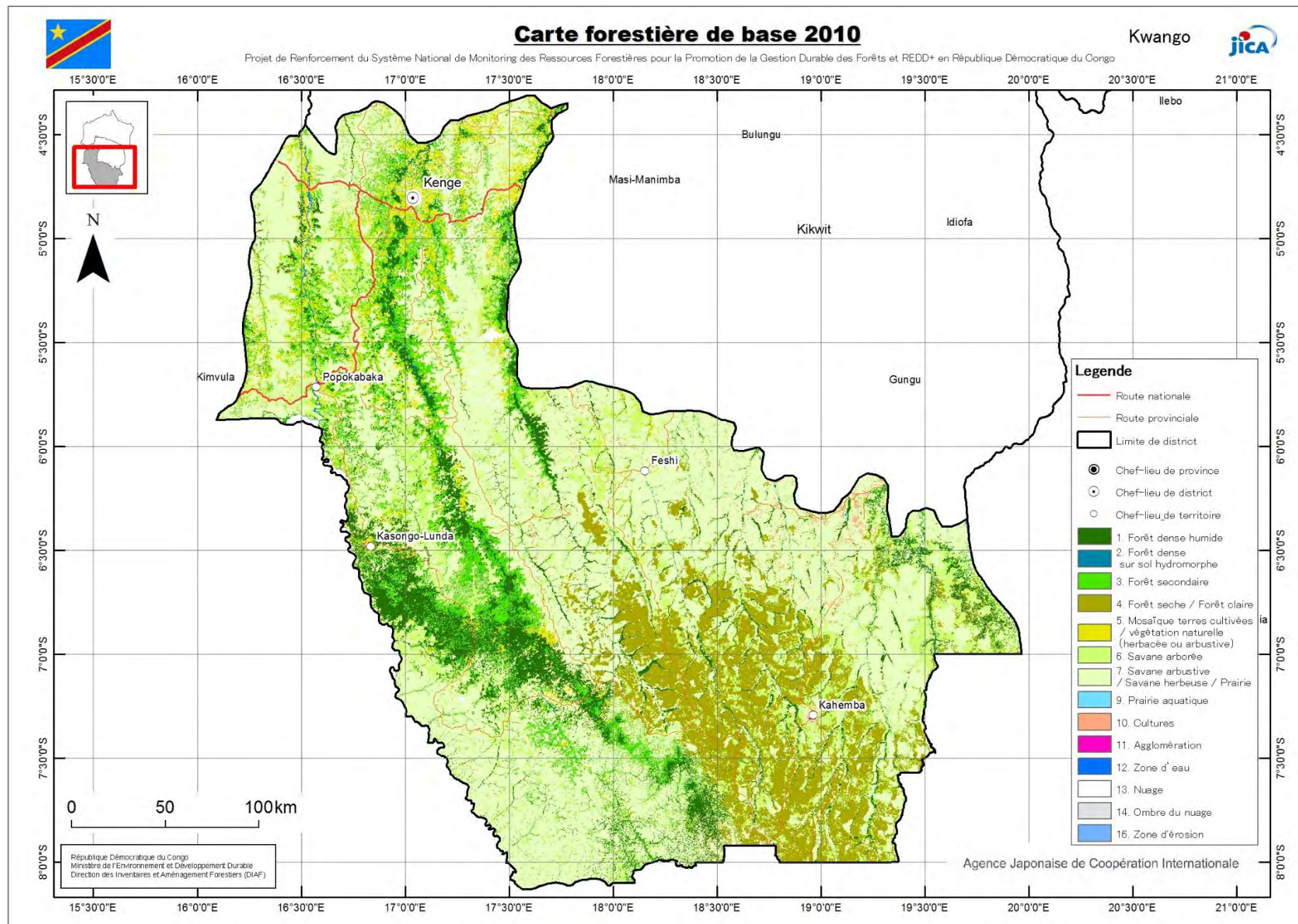












土地被覆・森林タイプ区分

| No. | 区分               | 概況                                                                                                                   | 衛星画像判読上の特徴                                                                                                            | カテゴリー |
|-----|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1   | 密生湿潤林            | 標高 1100m 以下に分布し、高木層が発達する半落葉林または常緑林。熱帯雨林気候、熱帯モンスーン気候下で広大な森林を形成し、サバンナ気候下では主に河畔林として分布する。成熟した二次林や軽度の択伐が行われた密生湿潤林も本区分に含む。 | 広域に分布する林地では林冠の形状が一様で、衛星画像上では、マット状の質感となる。また、密度が高いため、他の森林と比べても、濃い色調で表される。                                               | 森林    |
| 2   | 湿地林              | 一時的または恒常的に浸水する土地に分布する半落葉林または常緑林。熱帯雨林気候、熱帯モンスーン気候下では、湖沼、大河川の周囲に広大な森林を形成し、サバンナ気候下では主にサバンナを流れる水系に沿って河畔林として成立する。         | 広域に分布する林地では、類似した形の樹冠が広がっているため、衛星画像上では、マット状の質感となる。また、背景にある水面が投影されるため、陸域の森林と比較して、黒っぽい色調となる。                             | 森林    |
| 3   | 二次林              | 潜在植生は密生湿潤林であるが、人為／自然攪乱を受けて再生途上の森林。高木層を形成するが比較的若い立木で構成される。サバンナ気候下では主に河畔林として分布する。強度の択抜を受けた密生湿潤林も本区分に含む。                | 密生湿潤林や湿地林、乾燥林等の周辺部にパッチ状または虫食い状に分布する。密生湿潤林や湿地林などと比較して、明るい色調で表される。樹幹が発達していない場所では、のっぺりとした質感で表される。不規則に耕作地や裸地などに隣接することが多い。 | 森林    |
| 4   | 乾燥林／疎林           | サバンナ気候下に分布する季節性の落葉または半落葉林。主に南緯 5 度以南でかつ標高約 1000m 以上の地域に見られる。林床は草本植生に被覆される場合が多い。                                      | 密生湿潤林と比べて立木密度が低いため、林冠は凸凹感があり、ふっくらとした質感で表される。                                                                          | 森林    |
| 5   | 耕作地／自然植生（草本又は灌木） | 潜在植生は密生湿潤林であるが、人為／自然攪乱を受けて再生途上の植生。低灌木を中心とした藪状の植生。都市／村落周辺の樹林、農地、草地、藪などがパッチ状に混在する植生を含む。                                | 樹幹が発達していないため、のっぺりとした質感で表される。集落周辺や道路沿いなどで、二次林や耕作地、裸地と不規則に隣接していることが多い。                                                  | 非森林   |



| No. | 区分     | 概況                                                                                                              | 衛星画像判読上の特徴                                                                                                                                                 | カテゴリー         |
|-----|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 6   | 木本サバンナ | 主に密な草本植生に被覆され、その中に樹木が点在する植生。樹冠疎密度は疎の状態から約 30%以下まで。立木間が離れており一般に林冠は閉鎖しない。人為／自然攪乱または立地条件によって立木密度が極めて疎の状態にある乾燥林を含む。 | 木本サバンナの林冠は閉鎖せず、樹木の他に下層植生が映り込み凸凹感のある質感で表される。サバンナの中では比較的立木密度が高いため、のっぺりとした質感の面上に立木が点状に広がった凸凹感のあるテクスチャで表される。立木密度が特に高い場所では、大きなパッチ状に表される。                        | 非森林<br>(サバンナ) |
| 7   | 灌木サバンナ | 主に密な草本植生に被覆され、その中に低灌木が分布する植生。灌木の被覆度は疎の状態から約 30%以下まで。                                                            | 木本サバンナと同様、のっぺりとした質感の面上に灌木が点状に広がった凸凹感のあるテクスチャで表される。樹高の違いを衛星画像から判読することは難しいため、テクスチャに現れる灌木密度の違いにより、木本サバンナと区分した。木本サバンナと比べて灌木間の距離が長いいため、その凸凹感は弱く、のっぺりとした質感で表される。 | 非森林<br>(サバンナ) |
| 8   | 草本サバンナ | 草本植生に被覆された土地または草本植生の中に低灌木が点状に分布する土地。低灌木の被覆度はきわめて疎。耕地や耕作放棄地が含まれることもある。                                           | のっぺりとした質感で表される。過去に農地として利用され、その後草地へ遷移した場所もあり、そのような場所では、隣接する草地との間に、人工的な境界線が見られる。                                                                             | 非森林<br>(サバンナ) |
| 9   | 浸水草地   | 一時的または恒常的に冠水する草本植生地。主に州北部の熱帯雨林気候と熱帯モンスーン気候下において大河川や湖沼の周囲に広がる。州南部のサバンナ気候下においては、主に草本サバンナが一時的に冠水する箇所。              | のっぺりとした質感で表される。河川や湖沼などの水域に隣接していることが多い。陸域の草地と比較して、植生の密度が高く、フォールスカラー合成された衛星画像上では、ピンク色で表される。また、湿地林と隣接していることも多い。                                               | 非森林           |
| 10  | 農地     | 耕地とその休耕地。                                                                                                       | 農作物の種類や季節によって植生の状況や地表の露出の状況が異なるため、フォールスカラー合成された衛星画像上では、水色、ピンク色、青色などで表される。農地の規模によってパッチの大きさが異なる。集落周辺では二次林や耕地／自然植生（草本又は灌木）と隣接していることが多い。                       | 非森林           |

| No. | 区分 | 概況              | 衛星画像判読上の特徴                          | カテゴリー |
|-----|----|-----------------|-------------------------------------|-------|
| 11  | 都市 | 建物や道路などが密集した地域。 | 家屋の他、樹木作物なども混在しているため、凸凹感のある質感で表される。 | 非森林   |
| 12  | 水域 | 河川、湖沼など。        | 暗くのっぺりとした質感で表される。                   | 非森林   |
| 13  | 雲  | 雲。              | 白くて明るい、のっぺりとした質感で表される。              | 非森林   |
| 14  | 雲影 | 雲影。             | 黒くて暗い、のっぺりとした質感で表される。               | 非森林   |

注 1：Miombo 林：マメ科 *Brachystegia spicaeformis*, *Isoberlinia baumii* 等の特定樹種を主構成種とする乾燥林を Miombo 林と呼ぶ。通常の乾燥林と Miombo 林との間に画像判読上の基準となりうる外観の差はなく、本事業では区分しない。

注 2：植林地：GT でアカシア、ゴムの植林地を確認した。但し、出現地域が限定されるため一区分としては設けていない。図面上は主に密生湿潤林、二次林、耕作地／自然植生（草本又は灌木）の中に含まれる。

注 3：ヤシ林：多数のヤシが分布する土地。主に Kikwit 市街地を中心に半径 30km の範囲に出現する。ヤシの下は草本や藪、低灌木、農地など。人為による造成と自然成立した林地の両者を含む。他地域でもヤシ類が偏在する範囲は存在するが特殊な植生と判断し、一区分としては設けていない。図面上は、主に耕作地／自然植生（草本又は灌木）、二次林、都市、農地として区分される。

## 巻末資料 3

### 森林インベントリー結果



## I. バイオマス推定

### 1 バイオマス算定方法

#### 1.1 インベントリーの設計

森林タイプ毎にストックしているバイオマスを推定するため、バンドウンドゥ州において森林インベントリーを設計、実施した。目標とする精度を達成するために必要なプロット数を計算するために、バンドウンドゥ州のプレインベントリーの結果を利用した。2013 年当時、FAO が管理していたバンドウンドゥ州以外のプレインベントリーが完了しておらず、本設計には他州のプレインベントリーのデータを使用することができなかった。

インベントリー設計の主要な点は次の表の通りである。

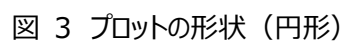
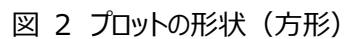
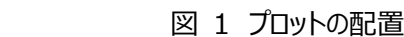
表 1 インベントリーの設計

| 項目      | 内容                                                                                                                                                                                     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 精度設計    | 許容誤差率 10 % (信頼率 95%)                                                                                                                                                                   |
| プロットの配置 | ・層化システムティックサンプリング<br>・バンドウンドゥ州北部の森林ゾーン：緯度経度 10 度おき<br>・バンドウンドゥ州南部のミックスゾーン：緯度経度 30 度おき（二次林、乾燥林/疎林のデータを増やすために、Popokabaka、Kahemba のエリアにおいて、10 度おきにプロットを追加設定した。）<br>・利用可能な陸路、水路から 10 km 以内 |
| プロットの形状 | ・北部の森林エリア：方形（60 m x 60m）、クラスター（4 個）<br>面積は $0.36 \text{ ha} \times 4 = 1.44 \text{ ha}$<br>・南部の森林エリア：円形（半径 30m）、クラスター（10 個）<br>面積は、 $0.07 \text{ ha} \times 10 = 0.7 \text{ ha}$       |

#### ● 森林ゾーン、ミックスゾーンの定義

森林ゾーンは、WWF のエコリージョン<sup>1</sup>で、Central congolian lowland forest、Eastern congolian swamp forest に分類されるゾーンである。ミックスゾーンは、Western congolian forest-savanna mosaic、southern congolian forest-savanna mosaic、Angolan miombo woodland に分類されるゾーンである。

<sup>1</sup> WWF(2004), Terrestrial Ecoregions of the World (<https://www.worldwildlife.org/publications/terrestrial-ecoregions-of-the-world>)



調査を実施したプロット数は次の表の通りである。



表 3 調査プロット数（森林タイプ毎）

| 森林タイプ            | 方形 | 円形  | 計   |
|------------------|----|-----|-----|
| 密生湿潤林            | 63 |     | 63  |
| 密生湿潤林            |    | 51  | 51  |
| 湿地林              | 21 |     | 21  |
| 二次林              |    | 38  | 38  |
| 乾燥林/疎林           |    | 44  | 44  |
| 耕作地／自然植生（草本又は灌木） |    | 76  | 76  |
| 木本サバンナ           |    | 45  | 45  |
| 灌木サバンナ／草本サバンナ／草地 |    | 76  | 76  |
| 計                | 84 | 330 | 414 |

全立木数は、23,913 本（森林ゾーン 16,858、ミックスゾーン 7,055）である。樹種数は 459 種類（同定が属のレベルまでのものを含む（sp.））。ただし、未同定は 1,141 本）である。

#### 1.1.1 バイオマス推定方法

- アロメトリー式（地上部バイオマス）

森林インベントリーによって収集した立木データをもとに地上部バイオマスを推定した。バイオマス推定式には、以下の Chave et al. (2014) を使用した。

$$AGB = 0.0673(\rho D^2 H)^{0.976}$$

AGB：地上部バイオマス（kg）、D：胸高直径（cm）、H：樹高（m）、ρ：材密度（g / cm<sup>3</sup>）

- 胸高直径

森林インベントリーによって計測した胸高直径を使用した。最小計測直径は 5 cm である。

（0.36 ha のプロット内で、0.04 ha で 5 cm 以上、0.32 ha で 10 cm 以上で計測している。）

- 樹高

Chave et al.を使用してバイオマスを推定するためには、樹高データが必要となる。しかし、森林インベントリーでは、すべての立木の樹高を測定していない（10cm の直径階毎に 3 本ずつ計測している）。そのため、計測した樹高を利用し、未測定の立木の樹高を以下の樹高式を用い推定した。樹高式は、森林タイプ毎に推定した。結果は以下の通りである。

密生林の樹高式（森林ゾーン）

$$\ln(H) = 0.873332 + 0.668793 \ln(D) - 0.01271(\ln(D))^2$$

密生湿潤林の樹高式（ミックスゾーン）

$$\ln(H) = 0.521315 + 0.927771 \ln(D) - 0.05488(\ln(D))^2$$

二次林の樹高式（ミックスゾーン）

$$\ln(H) = 0.578605 + 0.748499 \ln(D) + 0.02042(\ln(D))^2$$

乾燥林/疎林の樹高式（ミックスゾーン）

$$\ln(H) = -1.29673 + 1.743347 \ln(D) - 0.17046(\ln(D))^2$$

非森林の樹高式（ミックスゾーン）

$$\ln(H) = 0.470446 + 0.455642 \ln(D) + 0.040929(\ln(D))^2$$

樹高式として使用した式は、

$$\ln(H) = a + b \times \ln(D) + c(\ln(D))^2$$

である[Chave et al. (2014)]。

※ ただし、「密生林（森林ゾーン）」には、密生湿潤林、湿地林が含まれる。非森林には、耕作地／自然植生（草本又は灌木）、木本サバンナ、灌木サバンナ／草本サバンナ／草地が含まれる。

● 材密度

材密度データのために使用した材密度データベースは以下のデータベースである。

表 4 材密度データベース

| データベース | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GWddb  | Global Wood Density Database<br>( <a href="http://www.datadryad.org/handle/10255/dryad.235">http://www.datadryad.org/handle/10255/dryad.235</a> )<br>(Original publication: Chave J, Coomes DA, Jansen S, Lewis SL, Swenson NG, Zanne AE (2009) Towards a worldwide wood economics spectrum. Ecology Letters 12(4): 351-366. <a href="http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x">http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x</a> ) |
| IPCC   | 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| ITTO   | The database of Tropical Industrial Lasser-Used Wood Species - Reference guide to Tropical Timber Species" Nagoya University Museum, ITTO/PD58/97, 2006                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ICRAF  | ICRAF Database - Tree Functional Attributes and Ecological<br>"http://db.worldagroforestry.org/"2013 December,<br><a href="http://db.worldagroforestry.org/wd">http://db.worldagroforestry.org/wd</a>                                                                                                                                                                                                                                              |

1 つの樹種について、2 つ以上のデータベースに材密度の値が存在する場合、その平均値を当該樹種の材密度とした。もし、樹種リストに該当する樹種がない場合、プロット内に出現した樹種の材密度の平均値を使用した。プロット内に材密度のデータがある樹種が一つも存在しない場合、デフォルト値（0.58）を使用した。

# ● 地下部バイオマス

地下部バイオマスを推定するために使用した地下部バイオマス-地上部バイオマス比は以下のとおりである。

表 5 地下部バイオマス/地上部バイオマス比率

| 森林              | Ratio<br>BGB-AGB | 適用したカテゴリー *                                        |
|-----------------|------------------|----------------------------------------------------|
| 密生林（密生湿潤林及び湿地林） | 0.37             | Tropical rainforest                                |
| 二次林             | 0.37             | Tropical rainforest                                |
| 乾燥林／疎林          | 0.28             | Tropical dry forest<br>(AGB>20t ha <sup>-1</sup> ) |
| 非森林             | 0.40             | Tropical shrubland                                 |

（出展：2006 IPCC GPG, Table 4.4, Chapter 4 (AFOLU) - AGB/BGB 比 (R)

# ● 枯死木のバイオマス推定方法

## ➤ 立枯木

$$SDWB = V \times DWD$$

SDWB：立枯木のバイオマス、V：立枯木の体積、DWD：枯木の密度

## (1) 立枯木の体積 (V)

### (a) 立枯木の高さが 1.3 以上の場合

$$V = V_1 + V_2$$

V：立枯木の体積、V1：1.3 m より下部の体積、V2：1.3 より上部の体積

$$V_1 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi \times l \times \frac{1}{3}$$

$$V_2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi \times 1.3$$

D：胸高直径 (m)、π：円周率、l：樹高－1.3 (m)

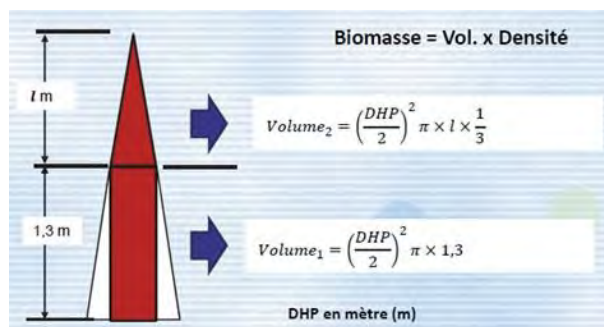


図 4 イメージ図

(b) 立枯木の高さが 1.3 以下の場合

$$V = \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times \pi \times l$$

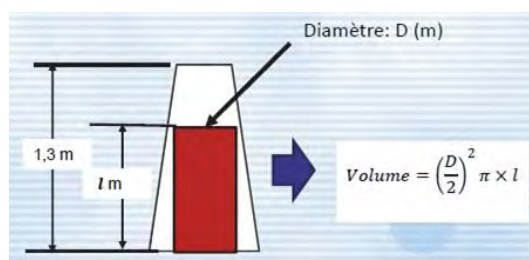


図 5 イメージ図

(2) 枯木の密度

(a) 状態 1 の場合（十分に固い）

$$DWD = 1.17 \times WD - 0.21 = 1.17 \times 0.58 - 0.21 = 0.47$$

DWD：枯死木の密度、WD：生木の材密度

(b) 状態 2 の場合（状態 1 と 3 の間）

$$DWD = 1.17 \times WD - 0.31 = 1.17 \times 0.58 - 0.31 = 0.37$$

(c) 状態 3 の場合（完全に腐っている）

$$DWD = 0.29$$

出典：RAINFOR, 2011

WD はデフォルト値（0.58）を使用する。（枯死木は樹種の同定がほぼ不可能であるため）

出典：Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer. (FAO Forestry Paper - 134)

➤ 倒木のバイオマス

$$FDWB = V \times DWD$$

(1) 倒木の体積 (V)

$$V = \left( \frac{D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2}{8L} \right) \times \pi^2$$

V : 倒木の体積 (m<sup>3</sup>/ha)、D : 倒木の直径 (m)、L : 調査ラインの長さ (m)

(2) 枯木の密度

立枯木の場合と同様である。すなわち、

(a) 状態 1 の場合 (十分に固い) DWD = 0.47

(b) 状態 2 の場合 (状態 1 と 2 の間) DWD = 0.37

(c) 状態 3 の場合 (完全に腐っている) DWD = 0.29

● リターのバイオマス推定方法

リターは 50 cm x 50 cm (0.25 m<sup>2</sup>) の区画内で採取している。その後、ラボで乾燥させ重量を計量している。

$$LB = LWDM \times \frac{10,000}{0.25} \times \frac{1}{1,000,000}$$

LB : Litter biomass (t/ha)、LWDB : Litter weight dry matter (g)

$$LC = LB \times 0.475$$

LC : Litter carbon (t/ha)

(出典 : FAO(2005), National Forest Assessment - Knowledge Reference, <http://www.fao.org/forestry/17111/en/>)

● 土壌のバイオマス推定方法

100 cm<sup>3</sup> の採土円筒で、3 層 (深さ 10cm、20cm、30cm) から採取している。その後、ラボで乾燥させ、乾式燃焼法によって、含有炭素量 (%) を分析している。

$$QCO_n = 10000 \times 0.1 \times DA \times TCO$$

(ただし、n = 10cm、20cm、30cm であり、QCO<sub>n</sub> は各層の炭素量である。)

QCO : Quantité de carbone organique(t/ha/10cm) (有機炭素量)、DA : Densité apparente (g/cm<sup>3</sup>) (仮比重)、TCO : Taux de carbone organique (有機炭素率)

## 2 バイオマス算定結果

上記の方法で求めたプロットごとの地上部のバイオマス、カーボン、CO<sub>2</sub> 量を計算した結果は、表 5、土地被覆・森林タイプ別に集計した結果は表 6、精度の推定結果は表 7 のとおりである。



表 6 プロットごとのバイオマス、カーボン及び CO2 量 (地上部)

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |           |         |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |          |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------|---------|--------|----------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------------------------|-----------|---------|--------|---------|----------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (枯死<br>木) | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total    |
| S0120-E1810-P01              | FDSH           | 方形          | 292.84                      | 108.35    | 0.74       | 19.60     | N/A     | 365.62 | 137.63                     | 24.65     | 9.56    | N/A    | N/A     | 171.84 | 504.64                    | 90.38     | 35.05   | N/A    | N/A     | 630.07   |
| S0120-E1810-P02              | FDSH           | 方形          | 363.24                      | 134.40    | 0.33       | 9.64      | N/A     | 436.66 | 170.72                     | 29.82     | 4.69    | N/A    | N/A     | 205.23 | 625.97                    | 109.34    | 17.20   | N/A    | N/A     | 752.51   |
| S0120-E1810-P03              | FDSH           | 方形          | 264.24                      | 97.77     | 0.29       | 0.00      | 41.30   | 353.72 | 124.19                     | 22.51     | 0.14    | N/A    | 19.41   | 166.25 | 455.36                    | 82.54     | 0.51    | N/A    | 71.17   | 609.58   |
| S0120-E1810-P04              | FDSH           | 方形          | 326.66                      | 120.86    | 0.96       | 6.11      | 2.70    | 394.19 | 153.53                     | 27.15     | 3.32    | N/A    | 1.27    | 185.27 | 562.94                    | 99.55     | 12.17   | N/A    | 4.66    | 679.32   |
| S0120-E1830-P01              | FDSH           | 方形          | 218.94                      | 81.01     | 0.93       | 8.40      | 3.50    | 272.33 | 102.90                     | 19.06     | 4.39    | 30.23  | 1.65    | 158.23 | 377.30                    | 69.89     | 16.10   | 110.84 | 6.05    | 580.18   |
| S0120-E1830-P02              | FDH            | 方形          | 244.89                      | 90.61     | 1.48       | 9.78      | 9.65    | 310.58 | 115.10                     | 21.05     | 5.29    | 30.13  | 4.54    | 176.11 | 422.03                    | 77.18     | 19.40   | 110.48 | 16.65   | 645.74   |
| S0120-E1830-P03              | FDH            | 方形          | 248.55                      | 91.96     | 0.67       | 8.67      | 4.35    | 307.61 | 116.82                     | 21.33     | 4.39    | 14.22  | 2.04    | 158.80 | 428.34                    | 78.21     | 16.10   | 52.14  | 7.48    | 582.27   |
| S0120-E1830-P04              | FDH            | 方形          | 204.91                      | 75.82     | 0.55       | 0.00      | 22.20   | 265.93 | 96.31                      | 17.98     | 0.26    | 14.23  | 10.43   | 139.21 | 353.14                    | 65.93     | 0.95    | 52.18  | 38.24   | 510.44   |
| S0130-E1830-P01              | FDSH           | 方形          | 153.97                      | 56.97     | 0.65       | 2.89      | 5.40    | 192.62 | 72.36                      | 13.97     | 1.66    | 58.50  | 2.54    | 149.03 | 265.32                    | 51.22     | 6.09    | 214.50 | 9.31    | 546.44   |
| S0130-E1830-P02              | FDSH           | 方形          | 237.72                      | 87.96     | 1.79       | 1.71      | 3.50    | 288.35 | 111.73                     | 20.50     | 1.64    | 31.67  | 1.65    | 167.19 | 409.68                    | 75.17     | 6.01    | 116.12 | 6.05    | 613.03   |
| S0130-E1830-P03              | FDSH           | 方形          | 156.13                      | 57.77     | 1.19       | 0.00      | 3.60    | 191.00 | 73.38                      | 14.14     | 0.56    | N/A    | 1.69    | 89.77  | 269.06                    | 51.85     | 2.05    | N/A    | 6.20    | 329.16   |
| S0130-E1830-P04              | FDSH           | 方形          | 309.71                      | 114.59    | 1.21       | 20.13     | 2.90    | 389.05 | 145.56                     | 25.90     | 10.03   | 46.77  | 1.36    | 229.62 | 533.72                    | 94.97     | 36.78   | 171.49 | 4.99    | 841.95   |
| S0150-E1710-P01              | FDH            | 方形          | 255.79                      | 94.64     | 0.00       | 12.06     | N/A     | 314.39 | 120.22                     | 21.87     | 5.67    | N/A    | N/A     | 147.76 | 440.81                    | 80.19     | 20.79   | N/A    | N/A     | 541.79   |
| S0150-E1710-P02              | FDH            | 方形          | 245.87                      | 90.97     | 0.00       | 23.29     | N/A     | 314.10 | 115.56                     | 21.12     | 10.95   | N/A    | N/A     | 147.63 | 423.72                    | 77.44     | 40.15   | N/A    | N/A     | 541.31   |
| S0150-E1710-P03              | FDH            | 方形          | 297.08                      | 109.92    | 0.00       | 6.41      | N/A     | 356.61 | 139.63                     | 24.97     | 3.01    | N/A    | N/A     | 167.61 | 511.98                    | 91.56     | 11.04   | N/A    | N/A     | 614.58   |
| S0150-E1710-P04              | FDH            | 方形          | 547.31                      | 202.51    | 0.00       | 9.41      | N/A     | 647.86 | 257.24                     | 42.84     | 4.42    | N/A    | N/A     | 304.50 | 943.21                    | 157.08    | 16.21   | N/A    | N/A     | 1,116.50 |
| S0150-E1720-P01              | FDH            | 方形          | 209.13                      | 77.38     | 0.00       | 4.44      | N/A     | 252.52 | 98.29                      | 18.31     | 2.09    | N/A    | N/A     | 118.69 | 360.40                    | 67.14     | 7.66    | N/A    | N/A     | 435.20   |
| S0150-E1720-P02              | FDH            | 方形          | 333.88                      | 123.54    | 0.09       | 14.22     | N/A     | 407.09 | 156.92                     | 27.68     | 6.73    | N/A    | N/A     | 191.33 | 575.37                    | 101.49    | 24.68   | N/A    | N/A     | 701.54   |
| S0150-E1720-P03              | FDH            | 方形          | 305.66                      | 113.09    | 0.00       | 0.00      | N/A     | 360.13 | 143.66                     | 25.60     | 0.00    | N/A    | N/A     | 169.26 | 526.75                    | 93.87     | 0.00    | N/A    | N/A     | 620.62   |
| S0150-E1720-P04              | FDH            | 方形          | 311.10                      | 115.11    | 0.00       | 8.24      | N/A     | 374.67 | 146.22                     | 26.00     | 3.87    | N/A    | N/A     | 176.09 | 536.14                    | 95.33     | 14.19   | N/A    | N/A     | 645.66   |
| S0150-E1840-P01              | FDSH           | 方形          | 329.95                      | 122.08    | 4.23       | 57.32     | N/A     | 449.78 | 155.08                     | 27.39     | 28.93   | N/A    | N/A     | 211.40 | 568.63                    | 100.43    | 106.08  | N/A    | N/A     | 775.14   |
| S0150-E1840-P02              | FDSH           | 方形          | 314.07                      | 116.21    | 0.31       | 24.95     | N/A     | 395.12 | 147.61                     | 26.22     | 11.87   | N/A    | N/A     | 185.70 | 541.24                    | 96.14     | 43.52   | N/A    | N/A     | 680.90   |
| S0150-E1840-P03              | FDSH           | 方形          | 298.58                      | 110.47    | 0.99       | 0.76      | N/A     | 353.69 | 140.33                     | 25.08     | 0.82    | N/A    | N/A     | 166.23 | 514.54                    | 91.96     | 3.01    | N/A    | N/A     | 609.51   |
| S0150-E1840-P04              | FDSH           | 方形          | 212.93                      | 78.78     | 0.44       | 0.00      | N/A     | 252.94 | 100.08                     | 18.60     | 0.21    | N/A    | N/A     | 118.89 | 366.96                    | 68.20     | 0.77    | N/A    | N/A     | 435.93   |
| S0200-E1830-P01              | FDSH           | 方形          | 265.35                      | 98.18     | 0.65       | 23.52     | 14.30   | 351.89 | 124.71                     | 22.59     | 11.36   | 37.98  | 6.72    | 203.36 | 457.27                    | 82.83     | 41.65   | 139.26 | 24.64   | 745.65   |
| S0200-E1830-P02              | FDSH           | 方形          | 246.45                      | 91.19     | 1.68       | 4.20      | 8.75    | 306.11 | 115.83                     | 21.17     | 2.77    | 43.10  | 4.11    | 186.98 | 424.71                    | 77.62     | 10.16   | 158.03 | 15.07   | 685.59   |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |         |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |          |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|---------|--------|----------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------------------------|-----------|---------|--------|---------|----------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒木<br>死木) | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total    |
| S0200-E1830-P03              | FDSH           | 方形          | 249.40                      | 92.28     | 0.79       | 12.71      | 9.90    | 318.32 | 117.22                     | 21.39     | 6.35    | 35.55  | 4.65    | 185.16 | 429.81                    | 78.43     | 23.28   | 130.35 | 17.05   | 678.92   |
| S0200-E1830-P04              | FDSH           | 方形          | 225.03                      | 83.26     | 0.04       | 4.65       | 5.10    | 276.38 | 105.76                     | 19.53     | 2.21    | 38.10  | 2.40    | 168.00 | 387.79                    | 71.61     | 8.10    | 139.70 | 8.80    | 616.00   |
| S0200-E1840-P01              | FDSH           | 方形          | 372.44                      | 137.80    | 0.81       | 0.00       | 5.50    | 443.61 | 175.05                     | 30.49     | 0.38    | N/A    | 2.59    | 208.51 | 641.85                    | 111.80    | 1.39    | N/A    | 9.50    | 764.54   |
| S0200-E1840-P02              | FDSH           | 方形          | 333.21                      | 123.29    | 2.00       | 0.00       | 5.05    | 399.04 | 156.61                     | 27.63     | 0.94    | N/A    | 2.37    | 187.55 | 574.24                    | 101.31    | 3.45    | N/A    | 8.69    | 687.69   |
| S0200-E1840-P03              | FDSH           | 方形          | 346.01                      | 128.02    | 0.17       | 1.80       | 4.40    | 413.16 | 162.63                     | 28.57     | 0.93    | N/A    | 2.07    | 194.20 | 596.31                    | 104.76    | 3.41    | N/A    | 7.59    | 712.07   |
| S0200-E1840-P04              | FDSH           | 方形          | 281.09                      | 104.00    | 0.36       | 5.35       | 4.45    | 341.84 | 132.11                     | 23.77     | 2.68    | N/A    | 2.09    | 160.65 | 484.40                    | 87.16     | 9.83    | N/A    | 7.66    | 589.05   |
| S0230-E1810-P01              | FDH            | 方形          | 294.20                      | 108.85    | 0.00       | 1.56       | N/A     | 348.42 | 138.27                     | 24.75     | 0.73    | N/A    | N/A     | 163.75 | 506.99                    | 90.75     | 2.68    | N/A    | N/A     | 600.42   |
| S0230-E1810-P02              | FDH            | 方形          | 225.03                      | 83.26     | 0.29       | 3.45       | N/A     | 270.33 | 105.76                     | 19.53     | 1.76    | N/A    | N/A     | 127.05 | 387.79                    | 71.61     | 6.45    | N/A    | N/A     | 465.85   |
| S0230-E1810-P03              | FDH            | 方形          | 266.13                      | 98.47     | 0.00       | 3.67       | N/A     | 318.00 | 125.08                     | 22.65     | 1.73    | N/A    | N/A     | 149.46 | 458.63                    | 83.05     | 6.34    | N/A    | N/A     | 548.02   |
| S0230-E1810-P04              | FDH            | 方形          | 222.95                      | 82.49     | 0.00       | 13.48      | N/A     | 277.64 | 104.78                     | 19.37     | 6.34    | N/A    | N/A     | 130.49 | 384.19                    | 71.02     | 23.25   | N/A    | N/A     | 478.46   |
| S0240-E1820-P01              | FDH            | 方形          | 73.15                       | 27.06     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 88.54  | 34.38                      | 7.24      | 0.00    | N/A    | N/A     | 41.62  | 126.06                    | 26.55     | 0.00    | N/A    | N/A     | 152.61   |
| S0240-E1820-P02              | FDH            | 方形          | 246.87                      | 91.34     | 0.00       | 43.64      | N/A     | 335.62 | 116.03                     | 21.20     | 20.51   | N/A    | N/A     | 157.74 | 425.44                    | 77.73     | 75.20   | N/A    | N/A     | 578.37   |
| S0240-E1820-P03              | FDH            | 方形          | 349.79                      | 129.42    | 0.00       | 2.91       | N/A     | 414.07 | 164.40                     | 28.84     | 1.37    | N/A    | N/A     | 194.61 | 602.80                    | 105.75    | 5.02    | N/A    | N/A     | 713.57   |
| S0240-E1820-P04              | FDH            | 方形          | 265.12                      | 98.09     | 0.00       | 52.29      | N/A     | 365.45 | 124.61                     | 22.58     | 24.58   | N/A    | N/A     | 171.77 | 456.90                    | 82.79     | 90.13   | N/A    | N/A     | 629.82   |
| S0250-E1930-P01              | FDH            | 方形          | 371.88                      | 137.59    | 2.17       | 17.72      | 13.00   | 469.54 | 174.78                     | 30.44     | 9.35    | 37.87  | 6.11    | 258.55 | 640.86                    | 111.61    | 34.28   | 138.86 | 22.40   | 948.01   |
| S0250-E1930-P02              | FDH            | 方形          | 389.81                      | 144.23    | 1.41       | 6.53       | 36.40   | 501.68 | 183.21                     | 31.74     | 3.73    | 40.22  | 17.11   | 276.01 | 671.77                    | 116.38    | 13.68   | 147.47 | 62.74   | 1,012.04 |
| S0250-E1930-P03              | FDH            | 方形          | 253.39                      | 93.75     | 1.62       | 9.65       | 27.50   | 338.32 | 119.09                     | 21.69     | 5.30    | 44.83  | 12.93   | 203.84 | 436.66                    | 79.53     | 19.43   | 164.38 | 47.41   | 747.41   |
| S0250-E1930-P04              | FDH            | 方形          | 286.81                      | 106.12    | 2.73       | 47.47      | 40.05   | 428.54 | 134.80                     | 24.20     | 23.59   | 53.20  | 18.82   | 254.61 | 494.27                    | 88.73     | 86.50   | 195.07 | 69.01   | 933.58   |
| S0250-E1940-P01              | FDH            | 方形          | 235.99                      | 87.32     | 1.57       | 7.51       | 26.00   | 314.41 | 110.91                     | 20.37     | 4.27    | 42.88  | 12.22   | 190.65 | 406.67                    | 74.69     | 15.66   | 157.23 | 44.81   | 699.06   |
| S0250-E1940-P02              | FDH            | 方形          | 322.66                      | 119.38    | 1.10       | 0.00       | 21.00   | 401.90 | 151.65                     | 26.86     | 0.52    | 49.53  | 9.87    | 238.43 | 556.05                    | 98.49     | 1.91    | 181.61 | 36.19   | 874.25   |
| S0250-E1940-P03              | FDH            | 方形          | 235.53                      | 87.14     | 0.40       | 7.81       | 5.60    | 292.61 | 110.70                     | 20.34     | 3.86    | 42.47  | 2.63    | 180.00 | 405.90                    | 74.58     | 14.15   | 155.72 | 9.64    | 659.99   |
| S0250-E1940-P04              | FDH            | 方形          | 196.78                      | 72.81     | 0.34       | 6.11       | 6.40    | 246.54 | 92.49                      | 17.35     | 3.03    | N/A    | 3.01    | 115.88 | 339.13                    | 63.62     | 11.11   | N/A    | 11.04   | 424.90   |
| S0300-E1940-P01              | FDH            | 方形          | 225.06                      | 83.27     | 0.66       | 76.00      | 6.80    | 350.08 | 105.78                     | 19.53     | 36.03   | 60.14  | 3.20    | 224.68 | 387.86                    | 71.61     | 132.11  | 220.51 | 11.73   | 823.82   |
| S0300-E1940-P02              | FDH            | 方形          | 165.00                      | 61.05     | 0.07       | 14.79      | N/A     | 211.45 | 77.55                      | 14.85     | 6.98    | N/A    | N/A     | 99.38  | 284.35                    | 54.45     | 25.59   | N/A    | N/A     | 364.39   |
| S0300-E1940-P03              | FDH            | 方形          | 131.18                      | 48.54     | 2.34       | 3.21       | N/A     | 162.53 | 61.65                      | 12.12     | 2.61    | N/A    | N/A     | 76.38  | 226.05                    | 44.44     | 9.57    | N/A    | N/A     | 280.06   |
| S0300-E1940-P04              | FDH            | 方形          | 218.38                      | 80.80     | 0.32       | 0.76       | 8.50    | 268.44 | 102.64                     | 19.02     | 0.51    | 49.55  | 4.00    | 175.72 | 376.35                    | 69.74     | 1.87    | 181.68 | 14.67   | 644.31   |
| S0310-E1910-P01              | FDH            | 方形          | 292.99                      | 108.40    | 2.97       | 74.15      | 3.55    | 426.12 | 137.70                     | 24.66     | 36.24   | 41.73  | 1.67    | 242.00 | 504.90                    | 90.42     | 132.88  | 153.01 | 6.12    | 887.33   |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |       |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |       |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |       |          |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|-------|--------|----------------------------|-----------|---------|--------|-------|--------|---------------------------|-----------|---------|--------|-------|----------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒木<br>死木) | リター   | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リター   | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リター   | Total    |
| S0310-E1910-P02              | FDH            | 方形          | 214.92                      | 79.52     | 1.54       | 1.87       | 3.65  | 261.88 | 101.01                     | 18.75     | 1.60    | 34.07  | 1.72  | 157.15 | 370.37                    | 68.75     | 5.87    | 124.92 | 6.31  | 576.22   |
| S0310-E1910-P03              | FDH            | 方形          | 175.64                      | 64.99     | 0.44       | 17.87      | 3.20  | 230.54 | 82.55                      | 15.69     | 8.61    | 52.60  | 1.50  | 160.95 | 302.68                    | 57.53     | 31.57   | 192.87 | 5.50  | 590.15   |
| S0310-E1910-P04              | FDH            | 方形          | 303.98                      | 112.47    | 0.38       | 44.50      | 9.70  | 412.77 | 142.87                     | 25.48     | 21.09   | 49.68  | 4.56  | 243.68 | 523.86                    | 93.43     | 77.33   | 182.16 | 16.72 | 893.50   |
| S0310-E1920-P01              | FDH            | 方形          | 239.22                      | 88.51     | 1.04       | 37.11      | 9.40  | 330.63 | 112.43                     | 20.62     | 17.93   | 40.30  | 4.42  | 195.70 | 412.24                    | 75.61     | 65.74   | 147.77 | 16.21 | 717.57   |
| S0310-E1920-P02              | FDH            | 方形          | 220.73                      | 81.67     | 0.29       | 45.38      | 30.35 | 337.60 | 103.74                     | 19.20     | 21.46   | 51.98  | 14.26 | 210.64 | 380.38                    | 70.40     | 78.69   | 190.59 | 52.29 | 772.35   |
| S0310-E1920-P03              | FDH            | 方形          | 247.86                      | 91.71     | 1.24       | 0.00       | 4.60  | 298.97 | 116.49                     | 21.27     | 0.58    | 42.03  | 2.16  | 182.53 | 427.13                    | 77.99     | 2.13    | 154.11 | 7.92  | 669.28   |
| S0310-E1920-P04              | FDH            | 方形          | 276.62                      | 102.35    | 3.08       | 31.73      | 4.90  | 366.20 | 130.01                     | 23.44     | 16.36   | 44.45  | 2.30  | 216.56 | 476.70                    | 85.95     | 59.99   | 162.98 | 8.43  | 794.05   |
| S0320-E1950-P01              | FDH            | 方形          | 279.18                      | 103.30    | 2.30       | 23.94      | 13.35 | 369.05 | 131.21                     | 23.63     | 12.34   | 55.55  | 6.27  | 229.00 | 481.10                    | 86.64     | 45.25   | 203.68 | 22.99 | 839.66   |
| S0320-E1950-P02              | FDH            | 方形          | 249.60                      | 92.35     | 0.85       | 102.78     | 23.65 | 422.43 | 117.31                     | 21.41     | 48.71   | 77.67  | 11.12 | 276.22 | 430.14                    | 78.50     | 178.60  | 284.79 | 40.77 | 1012.80  |
| S0320-E1950-P03              | FDH            | 方形          | 239.60                      | 88.65     | 3.74       | 18.44      | 20.80 | 326.50 | 112.61                     | 20.65     | 10.43   | 27.87  | 9.78  | 181.34 | 412.90                    | 75.72     | 38.24   | 102.19 | 35.86 | 664.91   |
| S0320-E1950-P04              | FDH            | 方形          | 190.28                      | 70.40     | 1.02       | 6.34       | 16.20 | 249.67 | 89.43                      | 16.84     | 3.46    | 36.23  | 7.61  | 153.57 | 327.91                    | 61.75     | 12.69   | 132.84 | 27.90 | 563.09   |
| S0320-E2000-P01              | FDH            | 方形          | 281.27                      | 104.07    | 3.95       | 6.70       | 4.80  | 347.33 | 132.20                     | 23.79     | 5.01    | 52.42  | 2.26  | 215.68 | 484.73                    | 87.23     | 18.37   | 192.21 | 8.29  | 790.83   |
| S0320-E2000-P02              | FDH            | 方形          | 329.59                      | 121.95    | 2.34       | 2.15       | 2.90  | 395.20 | 154.91                     | 27.36     | 2.11    | 48.80  | 1.36  | 234.54 | 568.00                    | 100.32    | 7.74    | 178.93 | 4.99  | 859.98   |
| S0320-E2000-P03              | FDH            | 方形          | 319.03                      | 118.04    | 2.84       | 2.25       | 3.20  | 383.90 | 149.95                     | 26.59     | 2.39    | 50.87  | 1.50  | 231.30 | 549.82                    | 97.50     | 8.76    | 186.52 | 5.50  | 848.10   |
| S0320-E2000-P04              | FDH            | 方形          | 264.59                      | 97.90     | 1.04       | 4.38       | 3.20  | 321.17 | 124.36                     | 22.54     | 2.55    | 51.77  | 1.50  | 202.72 | 455.99                    | 82.65     | 9.35    | 189.82 | 5.50  | 743.31   |
| S0330-E1920-P01              | FDH            | 方形          | 214.51                      | 79.37     | 5.95       | 4.29       | 5.05  | 269.64 | 100.82                     | 18.72     | 4.81    | 51.57  | 2.37  | 178.29 | 369.67                    | 68.64     | 17.64   | 189.09 | 8.69  | 653.73   |
| S0330-E1920-P02              | FDH            | 方形          | 141.44                      | 52.33     | 1.42       | 2.89       | 2.75  | 176.08 | 66.48                      | 12.96     | 2.03    | 46.00  | 1.29  | 128.76 | 243.76                    | 47.52     | 7.44    | 168.67 | 4.73  | 472.12   |
| S0330-E1920-P03              | FDH            | 方形          | 156.96                      | 58.08     | 0.98       | 0.00       | 3.75  | 191.92 | 73.77                      | 14.21     | 0.46    | 44.43  | 1.76  | 134.63 | 270.49                    | 52.10     | 1.69    | 162.91 | 6.45  | 493.64   |
| S0330-E1920-P04              | FDH            | 方形          | 166.39                      | 61.56     | 1.41       | 32.23      | 3.30  | 235.15 | 78.20                      | 14.96     | 15.81   | 44.22  | 1.55  | 154.74 | 286.73                    | 54.85     | 57.97   | 162.14 | 5.68  | 567.37   |
| S0350-E1920-P01              | FDH            | 方形          | 357.89                      | 132.42    | 7.99       | 23.01      | 13.10 | 464.61 | 168.21                     | 29.43     | 14.57   | 60.13  | 6.16  | 278.50 | 616.77                    | 107.91    | 53.42   | 220.48 | 22.59 | 1,021.17 |
| S0350-E1920-P02              | FDH            | 方形          | 383.01                      | 141.71    | 0.91       | 5.01       | 10.80 | 466.21 | 180.01                     | 31.25     | 2.78    | 42.02  | 5.08  | 261.14 | 660.04                    | 114.58    | 10.19   | 154.07 | 18.63 | 957.51   |
| S0350-E1920-P03              | FDH            | 方形          | 211.81                      | 78.37     | 0.22       | 4.06       | 10.20 | 265.68 | 99.55                      | 18.51     | 2.01    | 46.75  | 4.79  | 171.61 | 365.02                    | 67.87     | 7.37    | 171.42 | 17.56 | 629.24   |
| S0350-E1920-P04              | FDH            | 方形          | 292.64                      | 108.28    | 0.85       | 10.27      | 11.00 | 367.18 | 137.54                     | 24.64     | 5.23    | 62.58  | 5.17  | 235.16 | 504.31                    | 90.35     | 19.18   | 229.46 | 18.96 | 862.26   |
| S0400-E1940-P01              | FDH            | 方形          | 236.73                      | 87.59     | 0.55       | 32.08      | 13.70 | 326.53 | 111.26                     | 20.43     | 15.34   | 112.48 | 6.44  | 265.95 | 407.95                    | 74.91     | 56.25   | 412.43 | 23.61 | 975.15   |
| S0400-E1940-P02              | FDH            | 方形          | 249.97                      | 92.49     | 0.45       | 0.79       | 16.70 | 313.51 | 117.49                     | 21.43     | 0.58    | 56.82  | 7.85  | 204.17 | 430.80                    | 78.58     | 2.13    | 208.34 | 28.78 | 748.63   |
| S0400-E1940-P03              | FDH            | 方形          | 499.11                      | 184.67    | 1.09       | 21.37      | 21.75 | 627.34 | 234.58                     | 39.49     | 10.56   | 47.78  | 10.22 | 342.63 | 860.13                    | 144.80    | 38.72   | 175.19 | 37.47 | 1,256.31 |
| S0400-E1940-P04              | FDH            | 方形          | 339.96                      | 125.79    | 0.63       | 30.27      | 12.75 | 443.45 | 159.78                     | 28.12     | 14.52   | 57.75  | 5.99  | 266.16 | 585.86                    | 103.11    | 53.24   | 211.75 | 21.96 | 975.92   |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |         |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |          |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|---------|--------|----------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------------------------|-----------|---------|--------|---------|----------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒木<br>死木) | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total    |
| S0410-E2010-P01              | FDH            | 方形          | 294.04                      | 108.79    | 0.40       | 2.48       | 11.45   | 361.00 | 138.20                     | 24.74     | 1.35    | 53.40  | 5.38    | 223.07 | 506.73                    | 90.71     | 4.95    | 195.80 | 19.73   | 817.92   |
| S0410-E2010-P02              | FDH            | 方形          | 479.94                      | 177.58    | 1.02       | 13.42      | 20.25   | 595.78 | 225.57                     | 38.14     | 6.79    | 59.62  | 9.52    | 339.64 | 827.09                    | 139.85    | 24.90   | 218.61 | 34.91   | 1,245.36 |
| S0410-E2010-P03              | FDH            | 方形          | 479.90                      | 177.56    | 0.32       | 9.31       | 18.45   | 589.13 | 225.55                     | 38.14     | 4.53    | 52.88  | 8.67    | 329.77 | 827.02                    | 139.85    | 16.61   | 193.89 | 31.79   | 1,209.16 |
| S0410-E2010-P04              | FDH            | 方形          | 222.67                      | 82.39     | 0.87       | 15.85      | 21.25   | 301.81 | 104.65                     | 19.35     | 7.86    | 50.50  | 9.99    | 192.35 | 383.72                    | 70.95     | 28.82   | 185.17 | 36.63   | 705.29   |
| S0300-E1730-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00     |
| S0300-E1730-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00     |
| S0300-E1730-P03              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00     |
| S0300-E1730-P04              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00     |
| S0300-E1730-P05              | FDH            | 円形          | 146.68                      | 54.27     | 2.73       | 4.35       | N/A     | 182.22 | 68.94                      | 13.38     | 3.32    | N/A    | N/A     | 85.64  | 252.78                    | 49.06     | 12.17   | N/A    | N/A     | 314.01   |
| S0300-E1730-P06              | FDH            | 円形          | 300.61                      | 111.23    | 3.69       | 0.00       | N/A     | 357.97 | 141.29                     | 25.23     | 1.73    | N/A    | N/A     | 168.25 | 518.06                    | 92.51     | 6.34    | N/A    | N/A     | 616.91   |
| S0300-E1730-P07              | FDH            | 円形          | 374.97                      | 138.74    | 4.13       | 11.12      | N/A     | 455.47 | 176.23                     | 30.67     | 7.17    | N/A    | N/A     | 214.07 | 646.18                    | 112.46    | 26.29   | N/A    | N/A     | 784.93   |
| S0300-E1730-P08              | FDH            | 円形          | 62.68                       | 23.19     | 0.22       | 0.00       | N/A     | 76.33  | 29.46                      | 6.31      | 0.10    | 27.50  | N/A     | 63.37  | 108.02                    | 23.14     | 0.37    | 100.83 | N/A     | 232.36   |
| S0300-E1730-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 5.52                        | 2.21      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 7.09   | 2.59                       | 0.74      | 0.00    | N/A    | N/A     | 3.33   | 9.50                      | 2.71      | 0.00    | N/A    | N/A     | 12.21    |
| S0300-E1730-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 2.78                        | 1.11      | 0.10       | 0.00       | N/A     | 3.73   | 1.30                       | 0.40      | 0.05    | N/A    | N/A     | 1.75   | 4.77                      | 1.47      | 0.18    | N/A    | N/A     | 6.42     |
| S0300-E1800-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 25.56                       | 10.23     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 31.64  | 12.01                      | 2.86      | 0.00    | N/A    | N/A     | 14.87  | 44.04                     | 10.49     | 0.00    | N/A    | N/A     | 54.53    |
| S0300-E1800-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | 36.70  | N/A     | 36.70  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | 134.57 | N/A     | 134.57   |
| S0300-E1800-P03              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00     |
| S0300-E1800-P04              | FDH            | 円形          | 147.08                      | 54.42     | 4.83       | 0.00       | 11.90   | 192.34 | 69.13                      | 13.41     | 2.27    | 38.87  | 5.59    | 129.27 | 253.48                    | 49.17     | 8.32    | 142.52 | 20.50   | 473.99   |
| S0300-E1800-P05              | FDH            | 円形          | 309.40                      | 114.48    | 1.50       | 3.62       | N/A     | 369.57 | 145.42                     | 25.88     | 2.41    | N/A    | N/A     | 173.71 | 533.21                    | 94.89     | 8.84    | N/A    | N/A     | 636.94   |
| S0300-E1800-P06              | FDH            | 円形          | 255.93                      | 94.69     | 0.58       | 0.00       | 43.50   | 346.57 | 120.29                     | 21.88     | 0.27    | 31.00  | 20.45   | 193.89 | 441.06                    | 80.23     | 0.99    | 113.67 | 74.98   | 710.93   |
| S0300-E1800-P07              | FDH            | 円形          | 211.18                      | 78.13     | 3.59       | 9.23       | N/A     | 263.29 | 99.25                      | 18.47     | 6.03    | N/A    | N/A     | 123.75 | 363.92                    | 67.72     | 22.11   | N/A    | N/A     | 453.75   |
| S0300-E1800-P08              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | 30.90  | N/A     | 30.90  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | 113.30 | N/A     | 113.30   |
| S0300-E1800-P09              | FS             | 円形          | 522.58                      | 193.35    | 0.12       | 0.00       | N/A     | 610.19 | 245.61                     | 41.12     | 0.06    | N/A    | N/A     | 286.79 | 900.57                    | 150.77    | 0.22    | N/A    | N/A     | 1051.56  |
| S0300-E1800-P10              | RCA            | 円形          | 86.56                       | 34.63     | 0.10       | 0.00       | N/A     | 104.53 | 40.68                      | 8.40      | 0.05    | N/A    | N/A     | 49.13  | 149.16                    | 30.80     | 0.18    | N/A    | N/A     | 180.14   |
| S0330-E1700-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 4.45                        | 1.78      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 5.75   | 2.09                       | 0.61      | 0.00    | N/A    | N/A     | 2.70   | 7.66                      | 2.24      | 0.00    | N/A    | N/A     | 9.90     |
| S0330-E1700-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 8.06                        | 3.22      | 0.20       | 0.00       | N/A     | 10.45  | 3.79                       | 1.03      | 0.09    | 43.80  | N/A     | 48.71  | 13.90                     | 3.78      | 0.33    | 160.60 | N/A     | 178.61   |
| S0330-E1700-P03              | FDH            | 円形          | 267.88                      | 99.11     | 0.00       | 44.16      | N/A     | 360.51 | 125.90                     | 22.78     | 20.76   | N/A    | N/A     | 169.44 | 461.63                    | 83.53     | 76.12   | N/A    | N/A     | 621.28   |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |        |        |             |       |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |       |      |       |       |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |        |       |        |       |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|--------|--------|-------------|-------|--------|----------------------------|-------|------|-------|-------|--------|---------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
|                              |                |             | 立木地上部                       | 立木地下部  | (立枯死木) | (枯死木<br>倒木) | リター   | Total  | 立木地上部                      | 立木地下部 | 枯死木  | 土壌    | リター   | Total  | 立木地上部                     | 立木地下部  | 枯死木   | 土壌     | リター   | Total  |
| S0330-E1700-P04              | FDH            | 円形          | 137.08                      | 50.72  | 0.61   | 0.00        | 57.80 | 222.30 | 64.43                      | 12.60 | 0.29 | 32.17 | 27.17 | 136.66 | 236.24                    | 46.20  | 1.06  | 117.96 | 99.62 | 501.08 |
| S0330-E1700-P05              | FDH            | 円形          | 388.39                      | 143.71 | 3.05   | 0.00        | N/A   | 458.76 | 182.54                     | 31.64 | 1.43 | N/A   | N/A   | 215.61 | 669.31                    | 116.01 | 5.24  | N/A    | N/A   | 790.56 |
| S0330-E1700-P06              | FDH            | 円形          | 210.70                      | 77.96  | 0.00   | 0.00        | 48.60 | 298.51 | 99.03                      | 18.43 | 0.00 | 41.43 | 22.84 | 181.73 | 363.11                    | 67.58  | 0.00  | 151.91 | 83.75 | 666.35 |
| S0330-E1700-P07              | FS             | 円形          | 166.30                      | 61.53  | 0.00   | 1.42        | N/A   | 199.53 | 78.16                      | 14.95 | 0.67 | N/A   | N/A   | 93.78  | 286.59                    | 54.82  | 2.46  | N/A    | N/A   | 343.87 |
| S0330-E1700-P08              | FDH            | 円形          | 216.15                      | 79.97  | 0.39   | 0.00        | 31.40 | 288.04 | 101.59                     | 18.85 | 0.18 | 28.83 | 14.76 | 164.21 | 372.50                    | 69.12  | 0.66  | 105.71 | 54.12 | 602.11 |
| S0330-E1700-P09              | FDH            | 円形          | 69.21                       | 25.61  | 0.00   | 0.00        | N/A   | 83.87  | 32.53                      | 6.89  | 0.00 | N/A   | N/A   | 39.42  | 119.28                    | 25.26  | 0.00  | N/A    | N/A   | 144.54 |
| S0330-E1700-P10              | FDH            | 円形          | 168.75                      | 62.44  | 0.49   | 0.00        | N/A   | 201.46 | 79.31                      | 15.15 | 0.23 | N/A   | N/A   | 94.69  | 290.80                    | 55.55  | 0.84  | N/A    | N/A   | 347.19 |
| S0330-E1830-P01              | FS             | 円形          | 135.69                      | 50.20  | 2.72   | 0.00        | N/A   | 164.98 | 63.77                      | 12.49 | 1.28 | N/A   | N/A   | 77.54  | 233.82                    | 45.80  | 4.69  | N/A    | N/A   | 284.31 |
| S0330-E1830-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 46.76                       | 18.71  | 6.43   | 0.00        | 10.40 | 73.96  | 21.98                      | 4.87  | 3.02 | 21.97 | 4.89  | 56.73  | 80.59                     | 17.86  | 11.07 | 80.56  | 17.93 | 208.01 |
| S0330-E1830-P03              | FS             | 円形          | 131.61                      | 48.70  | 0.00   | 0.00        | N/A   | 157.48 | 61.86                      | 12.16 | 0.00 | N/A   | N/A   | 74.02  | 226.82                    | 44.59  | 0.00  | N/A    | N/A   | 271.41 |
| S0330-E1830-P04              | RCA            | 円形          | 10.01                       | 4.00   | 0.09   | 0.00        | N/A   | 12.76  | 4.70                       | 1.25  | 0.04 | 25.83 | N/A   | 31.82  | 17.23                     | 4.58   | 0.15  | 94.71  | N/A   | 116.67 |
| S0330-E1830-P05              | Sa/Pr          | 円形          | 7.26                        | 2.90   | 0.30   | 0.00        | N/A   | 9.56   | 3.41                       | 0.94  | 0.14 | N/A   | N/A   | 4.49   | 12.50                     | 3.45   | 0.51  | N/A    | N/A   | 16.46  |
| S0330-E1830-P06              | Sa/Pr          | 円形          | 7.80                        | 3.12   | 0.08   | 0.00        | N/A   | 10.01  | 3.67                       | 1.00  | 0.04 | 17.93 | N/A   | 22.64  | 13.46                     | 3.67   | 0.15  | 65.74  | N/A   | 83.02  |
| S0330-E1830-P07              | Sa/Pr          | 円形          | 13.12                       | 5.25   | 0.00   | 0.00        | N/A   | 16.50  | 6.17                       | 1.59  | 0.00 | N/A   | N/A   | 7.76   | 22.62                     | 5.83   | 0.00  | N/A    | N/A   | 28.45  |
| S0330-E1830-P08              | FS             | 円形          | 41.65                       | 15.41  | 0.74   | 0.00        | 39.20 | 90.94  | 19.57                      | 4.40  | 0.35 | 24.40 | 18.42 | 67.14  | 71.76                     | 16.13  | 1.28  | 89.47  | 67.54 | 246.18 |
| S0330-E1830-P09              | RCA            | 円形          | 25.38                       | 10.15  | 0.52   | 0.00        | N/A   | 31.94  | 11.93                      | 2.84  | 0.24 | N/A   | N/A   | 15.01  | 43.74                     | 10.41  | 0.88  | N/A    | N/A   | 55.03  |
| S0330-E1830-P10              | FS             | 円形          | 19.16                       | 7.09   | 0.00   | 0.00        | N/A   | 23.88  | 9.01                       | 2.22  | 0.00 | N/A   | N/A   | 11.23  | 33.04                     | 8.14   | 0.00  | N/A    | N/A   | 41.18  |
| S0400-E1730-P01              | FS             | 円形          | 78.36                       | 28.99  | 0.00   | 0.00        | N/A   | 94.72  | 36.83                      | 7.69  | 0.00 | N/A   | N/A   | 44.52  | 135.04                    | 28.20  | 0.00  | N/A    | N/A   | 163.24 |
| S0400-E1730-P02              | FS             | 円形          | 145.94                      | 54.00  | 0.00   | 0.00        | 30.60 | 204.89 | 68.59                      | 13.32 | 0.00 | 20.67 | 14.38 | 116.96 | 251.50                    | 48.84  | 0.00  | 75.79  | 52.73 | 428.86 |
| S0400-E1730-P03              | FS             | 円形          | 60.03                       | 22.21  | 0.00   | 0.00        | N/A   | 72.96  | 28.22                      | 6.08  | 0.00 | N/A   | N/A   | 34.30  | 103.47                    | 22.29  | 0.00  | N/A    | N/A   | 125.76 |
| S0400-E1730-P04              | FS             | 円形          | 182.98                      | 67.70  | 0.92   | 0.00        | N/A   | 218.52 | 86.00                      | 16.27 | 0.43 | 25.90 | N/A   | 128.60 | 315.33                    | 59.66  | 1.58  | 94.97  | N/A   | 471.54 |
| S0400-E1730-P05              | FS             | 円形          | 52.95                       | 19.59  | 0.00   | 0.00        | N/A   | 64.52  | 24.88                      | 5.44  | 0.00 | N/A   | N/A   | 30.32  | 91.23                     | 19.95  | 0.00  | N/A    | N/A   | 111.18 |
| S0400-E1730-P06              | FS             | 円形          | 144.04                      | 53.30  | 0.00   | 0.00        | 42.40 | 214.46 | 67.70                      | 13.17 | 0.00 | 27.03 | 19.93 | 127.83 | 248.23                    | 48.29  | 0.00  | 99.11  | 73.08 | 468.71 |
| S0400-E1730-P07              | Sa/Pr          | 円形          | 11.37                       | 4.55   | 0.00   | 0.00        | N/A   | 14.35  | 5.35                       | 1.40  | 0.00 | N/A   | N/A   | 6.75   | 19.62                     | 5.13   | 0.00  | N/A    | N/A   | 24.75  |
| S0400-E1730-P08              | Sa/Pr          | 円形          | 4.98                        | 1.99   | 0.00   | 0.00        | N/A   | 6.41   | 2.34                       | 0.67  | 0.00 | 20.60 | N/A   | 23.61  | 8.58                      | 2.46   | 0.00  | 75.53  | N/A   | 86.57  |
| S0400-E1730-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00   | N/A    | 0.00        |       | 0.00   | 0.00                       | 0.00  | 0.00 | N/A   |       | 0.00   | 0.00                      | 0.00   | 0.00  | N/A    |       | 0.00   |
| S0400-E1730-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00   | N/A    | 0.00        | N/A   | 0.00   | 0.00                       | 0.00  | 0.00 | N/A   | N/A   | 0.00   | 0.00                      | 0.00   | 0.00  | N/A    | N/A   | 0.00   |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |                 |             |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------------|-------------|--------|----------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|---------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (枯死<br>木<br>倒木) | リ<br>タ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total  |
| S0400-E1900-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 204.87                      | 81.95     | 3.30       | 13.39           | N/A         | 259.81 | 96.29                      | 17.98     | 7.84        | N/A    | N/A         | 122.11 | 353.06                    | 65.93     | 28.75       | N/A    | N/A         | 447.74 |
| S0400-E1900-P02              | RCA            | 円形          | 46.34                       | 18.54     | 0.46       | 0.00            | 42.00       | 99.09  | 21.78                      | 4.83      | 0.22        | 23.20  | 19.74       | 69.77  | 79.86                     | 17.71     | 0.81        | 85.07  | 72.38       | 255.83 |
| S0400-E1900-P03              | RCA            | 円形          | 25.03                       | 10.01     | 0.18       | 6.58            | N/A         | 37.76  | 11.76                      | 2.81      | 3.18        | N/A    | N/A         | 17.75  | 43.12                     | 10.30     | 11.66       | N/A    | N/A         | 65.08  |
| S0400-E1900-P04              | RCA            | 円形          | 15.65                       | 6.26      | 0.00       | 0.00            | 45.20       | 64.79  | 7.36                       | 1.85      | 0.00        | 19.03  | 21.24       | 49.48  | 26.99                     | 6.78      | 0.00        | 69.78  | 77.88       | 181.43 |
| S0400-E1900-P05              | RCA            | 円形          | 6.13                        | 2.45      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 7.85   | 2.88                       | 0.81      | 0.00        | N/A    | N/A         | 3.69   | 10.56                     | 2.97      | 0.00        | N/A    | N/A         | 13.53  |
| S0400-E1900-P06              | RCA            | 円形          | 26.15                       | 10.46     | 0.22       | 0.00            | 30.60       | 63.18  | 12.29                      | 2.92      | 0.10        | 30.80  | 14.38       | 60.49  | 45.06                     | 10.71     | 0.37        | 112.93 | 52.73       | 221.80 |
| S0400-E1900-P07              | RCA            | 円形          | 13.82                       | 5.53      | 1.27       | 0.00            | N/A         | 18.62  | 6.49                       | 1.66      | 0.60        | N/A    | N/A         | 8.75   | 23.80                     | 6.09      | 2.20        | N/A    | N/A         | 32.09  |
| S0400-E1900-P08              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | 23.40       | 23.40  | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | 26.07  | 11.00       | 37.07  | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | 95.59  | 40.33       | 135.92 |
| S0400-E1900-P09              | RCA            | 円形          | 7.17                        | 2.87      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 9.15   | 3.37                       | 0.93      | 0.00        | N/A    | N/A         | 4.30   | 12.36                     | 3.41      | 0.00        | N/A    | N/A         | 15.77  |
| S0400-E1900-P10              | FS             | 円形          | 162.43                      | 60.10     | 1.25       | 0.00            | N/A         | 194.84 | 76.34                      | 14.64     | 0.59        | N/A    | N/A         | 91.57  | 279.91                    | 53.68     | 2.16        | N/A    | N/A         | 335.75 |
| S0430-E1730-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 1.54                        | 0.62      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 2.05   | 0.72                       | 0.24      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.96   | 2.64                      | 0.88      | 0.00        | N/A    | N/A         | 3.52   |
| S0430-E1730-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 0.37                        | 0.15      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 0.51   | 0.17                       | 0.07      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.24   | 0.62                      | 0.26      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.88   |
| S0430-E1730-P03              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | 0.00       | 28.94           | N/A         | 28.94  | 0.00                       | 0.00      | 13.60       | N/A    | N/A         | 13.60  | 0.00                      | 0.00      | 49.87       | N/A    | N/A         | 49.87  |
| S0430-E1730-P04              | RCA            | 円形          | 32.76                       | 13.11     | 0.00       | 0.00            | N/A         | 40.34  | 15.40                      | 3.56      | 0.00        | N/A    | N/A         | 18.96  | 56.47                     | 13.05     | 0.00        | N/A    | N/A         | 69.52  |
| S0430-E1730-P05              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   |
| S0430-E1730-P06              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   |
| S0430-E1730-P07              | Sa/Pr          | 円形          | 4.23                        | 1.69      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 5.47   | 1.99                       | 0.58      | 0.00        | N/A    | N/A         | 2.57   | 7.30                      | 2.13      | 0.00        | N/A    | N/A         | 9.43   |
| S0430-E1730-P08              | Sa/Pr          | 円形          | 14.52                       | 5.81      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 18.21  | 6.82                       | 1.73      | 0.00        | N/A    | N/A         | 8.55   | 25.01                     | 6.34      | 0.00        | N/A    | N/A         | 31.35  |
| S0430-E1730-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 47.45                       | 18.98     | 0.00       | 0.00            | N/A         | 57.96  | 22.30                      | 4.94      | 0.00        | N/A    | N/A         | 27.24  | 81.77                     | 18.11     | 0.00        | N/A    | N/A         | 99.88  |
| S0430-E1730-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 0.30                        | 0.12      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 0.42   | 0.14                       | 0.06      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.20   | 0.51                      | 0.22      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.73   |
| S0430-E1800-P01              | RCA            | 円形          | 2.47                        | 0.99      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 3.24   | 1.16                       | 0.36      | 0.00        | N/A    | N/A         | 1.52   | 4.25                      | 1.32      | 0.00        | N/A    | N/A         | 5.57   |
| S0430-E1800-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 0.92                        | 0.37      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 1.24   | 0.43                       | 0.15      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.58   | 1.58                      | 0.55      | 0.00        | N/A    | N/A         | 2.13   |
| S0430-E1800-P03              | RCA            | 円形          | 32.18                       | 12.87     | 0.00       | 0.00            | N/A         | 39.64  | 15.13                      | 3.50      | 0.00        | N/A    | N/A         | 18.63  | 55.48                     | 12.83     | 0.00        | N/A    | N/A         | 68.31  |
| S0430-E1800-P04              | FS             | 円形          | 211.06                      | 78.09     | 0.00       | 0.00            | N/A         | 250.33 | 99.20                      | 18.46     | 0.00        | N/A    | N/A         | 117.66 | 363.73                    | 67.69     | 0.00        | N/A    | N/A         | 431.42 |
| S0430-E1800-P05              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   |
| S0430-E1800-P06              | RCA            | 円形          | 26.53                       | 10.61     | 0.00       | 0.00            | N/A         | 32.81  | 12.47                      | 2.95      | 0.00        | N/A    | N/A         | 15.42  | 45.72                     | 10.82     | 0.00        | N/A    | N/A         | 56.54  |
| S0430-E1800-P07              | RCA            | 円形          | 18.50                       | 7.40      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 23.07  | 8.69                       | 2.15      | 0.00        | N/A    | N/A         | 10.84  | 31.86                     | 7.88      | 0.00        | N/A    | N/A         | 39.74  |



| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |         |       | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |       | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|---------|-------|----------------------------|-----------|---------|--------|---------|-------|---------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒枯<br>死木) | リタ<br>ー | Total | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  |
| S0430-E1800-P08              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00  | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0430-E1800-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 2.56                        | 1.03      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 3.36  | 1.20                       | 0.37      | 0.00    | N/A    | N/A     | 1.57  | 4.40                      | 1.36      | 0.00    | N/A    | N/A     | 5.76   |
| S0430-E1800-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00  | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0430-E1830-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 17.55                       | 7.02      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 21.91 | 8.25                       | 2.05      | 0.00    | N/A    | N/A     | 10.30 | 30.25                     | 7.52      | 0.00    | N/A    | N/A     | 37.77  |
| S0430-E1830-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 3.40                        | 1.36      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 4.42  | 1.60                       | 0.48      | 0.00    | N/A    | N/A     | 2.08  | 5.87                      | 1.76      | 0.00    | N/A    | N/A     | 7.63   |
| S0430-E1830-P03              | RCA            | 円形          | 52.55                       | 21.02     | 0.00       | 16.37      | N/A     | 80.42 | 24.70                      | 5.40      | 7.69    | N/A    | N/A     | 37.79 | 90.57                     | 19.80     | 28.20   | N/A    | N/A     | 138.57 |
| S0430-E1830-P04              | RCA            | 円形          | 38.52                       | 15.41     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 47.26 | 18.11                      | 4.11      | 0.00    | N/A    | N/A     | 22.22 | 66.40                     | 15.07     | 0.00    | N/A    | N/A     | 81.47  |
| S0430-E1830-P05              | RCA            | 円形          | 17.80                       | 7.12      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 22.21 | 8.36                       | 2.08      | 0.00    | N/A    | N/A     | 10.44 | 30.65                     | 7.63      | 0.00    | N/A    | N/A     | 38.28  |
| S0430-E1830-P06              | RCA            | 円形          | 21.12                       | 8.45      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 26.25 | 9.93                       | 2.41      | 0.00    | N/A    | N/A     | 12.34 | 36.41                     | 8.84      | 0.00    | N/A    | N/A     | 45.25  |
| S0430-E1830-P07              | RCA            | 円形          | 12.77                       | 5.11      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 16.06 | 6.00                       | 1.55      | 0.00    | N/A    | N/A     | 7.55  | 22.00                     | 5.68      | 0.00    | N/A    | N/A     | 27.68  |
| S0430-E1830-P08              | RCA            | 円形          | 32.16                       | 12.87     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 39.61 | 15.12                      | 3.50      | 0.00    | N/A    | N/A     | 18.62 | 55.44                     | 12.83     | 0.00    | N/A    | N/A     | 68.27  |
| S0430-E1830-P09              | RCA            | 円形          | 17.08                       | 6.83      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 21.34 | 8.03                       | 2.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 10.03 | 29.44                     | 7.33      | 0.00    | N/A    | N/A     | 36.77  |
| S0430-E1830-P10              | RCA            | 円形          | 12.06                       | 4.83      | 1.13       | 0.00       | N/A     | 16.32 | 5.67                       | 1.47      | 0.53    | N/A    | N/A     | 7.67  | 20.79                     | 5.39      | 1.94    | N/A    | N/A     | 28.12  |
| S0430-E1900-P01              | RCA            | 円形          | 10.61                       | 4.25      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 13.41 | 4.99                       | 1.31      | 0.00    | N/A    | N/A     | 6.30  | 18.30                     | 4.80      | 0.00    | N/A    | N/A     | 23.10  |
| S0430-E1900-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 13.84                       | 5.53      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 17.37 | 6.50                       | 1.66      | 0.00    | N/A    | N/A     | 8.16  | 23.83                     | 6.09      | 0.00    | N/A    | N/A     | 29.92  |
| S0430-E1900-P03              | Sa/Pr          | 円形          | 3.35                        | 1.34      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 4.36  | 1.58                       | 0.47      | 0.00    | N/A    | N/A     | 2.05  | 5.79                      | 1.72      | 0.00    | N/A    | N/A     | 7.51   |
| S0430-E1900-P04              | Sa/Pr          | 円形          | 19.51                       | 7.81      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 24.30 | 9.17                       | 2.25      | 0.00    | N/A    | N/A     | 11.42 | 33.62                     | 8.25      | 0.00    | N/A    | N/A     | 41.87  |
| S0430-E1900-P05              | Sa/Pr          | 円形          | 1.37                        | 0.55      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 1.82  | 0.64                       | 0.21      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.85  | 2.35                      | 0.77      | 0.00    | N/A    | N/A     | 3.12   |
| S0430-E1900-P06              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00  | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0430-E1900-P07              | RCA            | 円形          | 0.53                        | 0.21      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 0.73  | 0.25                       | 0.09      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.34  | 0.92                      | 0.33      | 0.00    | N/A    | N/A     | 1.25   |
| S0430-E1900-P08              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 0.00  | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0430-E1900-P09              | RCA            | 円形          | 13.03                       | 5.21      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 16.38 | 6.12                       | 1.58      | 0.00    | N/A    | N/A     | 7.70  | 22.44                     | 5.79      | 0.00    | N/A    | N/A     | 28.23  |
| S0430-E1900-P10              | RCA            | 円形          | 36.79                       | 14.71     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 45.17 | 17.29                      | 3.94      | 0.00    | N/A    | N/A     | 21.23 | 63.40                     | 14.45     | 0.00    | N/A    | N/A     | 77.85  |
| S0500-E1630-P01              | Sa-b           | 円形          | 61.54                       | 24.62     | 0.23       | 10.22      | N/A     | 85.22 | 28.93                      | 6.21      | 4.91    | N/A    | N/A     | 40.05 | 106.08                    | 22.77     | 18.00   | N/A    | N/A     | 146.85 |
| S0500-E1630-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 2.36                        | 0.95      | 0.49       | 0.00       | N/A     | 3.59  | 1.11                       | 0.35      | 0.23    | 14.20  | N/A     | 15.89 | 4.07                      | 1.28      | 0.84    | 52.07  | N/A     | 58.26  |
| S0500-E1630-P03              | Sa/Pr          | 円形          | 15.11                       | 6.05      | 0.00       | 1.31       | N/A     | 20.25 | 7.10                       | 1.80      | 0.62    | N/A    | N/A     | 9.52  | 26.03                     | 6.60      | 2.27    | N/A    | N/A     | 34.90  |
| S0500-E1630-P04              | RCA            | 円形          | 6.06                        | 2.43      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 7.77  | 2.85                       | 0.80      | 0.00    | 27.93  | N/A     | 31.58 | 10.45                     | 2.93      | 0.00    | 102.41 | N/A     | 115.79 |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |         |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|---------|--------|----------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒枯<br>死木) | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  |
| S0500-E1630-P05              | FDH            | 円形          | 204.98                      | 75.84     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 243.25 | 96.34                      | 17.99     | 0.00    | N/A    | N/A     | 114.33 | 353.25                    | 65.96     | 0.00    | N/A    | N/A     | 419.21 |
| S0500-E1630-P06              | RCA            | 円形          | 33.99                       | 13.60     | 0.00       | 0.00       | 37.60   | 79.41  | 15.98                      | 3.68      | 0.00    | 37.70  | 17.67   | 75.03  | 58.59                     | 13.49     | 0.00    | 138.23 | 64.79   | 275.10 |
| S0500-E1630-P07              | RCA            | 円形          | 2.09                        | 0.84      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 2.76   | 0.98                       | 0.31      | 0.00    | N/A    | N/A     | 1.29   | 3.59                      | 1.14      | 0.00    | N/A    | N/A     | 4.73   |
| S0500-E1630-P08              | FS             | 円形          | 13.49                       | 4.99      | 2.64       | 0.00       | N/A     | 19.60  | 6.34                       | 1.63      | 1.24    | N/A    | N/A     | 9.21   | 23.25                     | 5.98      | 4.55    | N/A    | N/A     | 33.78  |
| S0500-E1630-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 78.70                       | 31.48     | 0.50       | 0.00       | N/A     | 95.63  | 36.99                      | 7.72      | 0.24    | N/A    | N/A     | 44.95  | 135.63                    | 28.31     | 0.88    | N/A    | N/A     | 164.82 |
| S0500-E1630-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 2.58                        | 1.03      | 0.46       | 0.00       | N/A     | 3.84   | 1.21                       | 0.38      | 0.22    | N/A    | N/A     | 1.81   | 4.44                      | 1.39      | 0.81    | N/A    | N/A     | 6.64   |
| S0500-E1700-P01              | RCA            | 円形          | 9.36                        | 3.74      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 11.86  | 4.40                       | 1.18      | 0.00    | N/A    | N/A     | 5.58   | 16.13                     | 4.33      | 0.00    | N/A    | N/A     | 20.46  |
| S0500-E1700-P02              | RCA            | 円形          | 14.65                       | 5.86      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 18.36  | 6.88                       | 1.75      | 0.00    | N/A    | N/A     | 8.63   | 25.23                     | 6.42      | 0.00    | N/A    | N/A     | 31.65  |
| S0500-E1700-P03              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0500-E1700-P04              | FS             | 円形          | 119.28                      | 44.13     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 143.00 | 56.06                      | 11.15     | 0.00    | N/A    | N/A     | 67.21  | 205.55                    | 40.88     | 0.00    | N/A    | N/A     | 246.43 |
| S0500-E1700-P05              | RCA            | 円形          | 13.08                       | 5.23      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 16.45  | 6.15                       | 1.58      | 0.00    | N/A    | N/A     | 7.73   | 22.55                     | 5.79      | 0.00    | N/A    | N/A     | 28.34  |
| S0500-E1700-P06              | RCA            | 円形          | 0.29                        | 0.12      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 0.40   | 0.14                       | 0.05      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.19   | 0.51                      | 0.18      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.69   |
| S0500-E1700-P07              | FS             | 円形          | 150.33                      | 55.62     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 179.43 | 70.66                      | 13.68     | 0.00    | N/A    | N/A     | 84.34  | 259.09                    | 50.16     | 0.00    | N/A    | N/A     | 309.25 |
| S0500-E1700-P08              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0500-E1700-P09              | RCA            | 円形          | 3.50                        | 1.40      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 4.55   | 1.65                       | 0.49      | 0.00    | N/A    | N/A     | 2.14   | 6.05                      | 1.80      | 0.00    | N/A    | N/A     | 7.85   |
| S0500-E1700-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 187.31                      | 74.92     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 222.65 | 88.03                      | 16.61     | 0.00    | N/A    | N/A     | 104.64 | 322.78                    | 60.90     | 0.00    | N/A    | N/A     | 383.68 |
| S0500-E1800-P01              | RCA            | 円形          | 51.68                       | 20.67     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 63.01  | 24.29                      | 5.32      | 0.00    | N/A    | N/A     | 29.61  | 89.06                     | 19.51     | 0.00    | N/A    | N/A     | 108.57 |
| S0500-E1800-P02              | RCA            | 円形          | 22.95                       | 9.18      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 28.48  | 10.79                      | 2.60      | 0.00    | N/A    | N/A     | 13.39  | 39.56                     | 9.53      | 0.00    | N/A    | N/A     | 49.09  |
| S0500-E1800-P03              | Sa-b           | 円形          | 40.52                       | 16.21     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 49.65  | 19.04                      | 4.29      | 0.00    | N/A    | N/A     | 23.33  | 69.81                     | 15.73     | 0.00    | N/A    | N/A     | 85.54  |
| S0500-E1800-P04              | RCA            | 円形          | 11.72                       | 4.69      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 14.78  | 5.51                       | 1.44      | 0.00    | N/A    | N/A     | 6.95   | 20.20                     | 5.28      | 0.00    | N/A    | N/A     | 25.48  |
| S0500-E1800-P05              | FS             | 円形          | 90.68                       | 33.55     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 109.29 | 42.62                      | 8.75      | 0.00    | N/A    | N/A     | 51.37  | 156.27                    | 32.08     | 0.00    | N/A    | N/A     | 188.35 |
| S0500-E1800-P06              | FS             | 円形          | 243.95                      | 90.26     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 288.58 | 114.65                     | 20.98     | 0.00    | N/A    | N/A     | 135.63 | 420.38                    | 76.93     | 0.00    | N/A    | N/A     | 497.31 |
| S0500-E1800-P07              | RCA            | 円形          | 29.75                       | 11.90     | 0.00       | 33.21      | N/A     | 69.91  | 13.98                      | 3.27      | 15.61   | N/A    | N/A     | 32.86  | 51.26                     | 11.99     | 57.24   | N/A    | N/A     | 120.49 |
| S0500-E1800-P08              | FS             | 円形          | 63.99                       | 23.68     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 77.67  | 30.07                      | 6.43      | 0.00    | N/A    | N/A     | 36.50  | 110.26                    | 23.58     | 0.00    | N/A    | N/A     | 133.84 |
| S0500-E1800-P09              | FS             | 円形          | 84.81                       | 31.38     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 102.36 | 39.86                      | 8.25      | 0.00    | N/A    | N/A     | 48.11  | 146.15                    | 30.25     | 0.00    | N/A    | N/A     | 176.40 |
| S0500-E1800-P10              | RCA            | 円形          | 6.22                        | 2.49      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 7.96   | 2.92                       | 0.82      | 0.00    | N/A    | N/A     | 3.74   | 10.71                     | 3.01      | 0.00    | N/A    | N/A     | 13.72  |
| S0500-E1900-P01              | FDH            | 円形          | 162.46                      | 60.11     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 193.62 | 76.36                      | 14.65     | 0.00    | N/A    | N/A     | 91.01  | 279.99                    | 53.72     | 0.00    | N/A    | N/A     | 333.71 |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |           |         |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |         |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------|---------|--------|----------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------------------------|-----------|---------|--------|---------|---------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (枯死<br>木) | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total   |
| S0500-E1900-P02              | FDH            | 円形          | 338.74                      | 125.33    | 0.00       | 0.00      | 38.80   | 437.19 | 159.21                     | 28.03     | 0.00    | 20.63  | 18.24   | 226.11 | 583.77                    | 102.78    | 0.00    | 75.64  | 66.88   | 829.07  |
| S0500-E1900-P03              | FDH            | 円形          | 285.06                      | 105.47    | 11.88      | 0.00      | N/A     | 348.15 | 133.98                     | 24.07     | 5.58    | N/A    | N/A     | 163.63 | 491.26                    | 88.26     | 20.46   | N/A    | N/A     | 599.98  |
| S0500-E1900-P04              | FDH            | 円形          | 146.78                      | 54.31     | 0.00       | 0.00      | N/A     | 175.27 | 68.99                      | 13.39     | 0.00    | 20.03  | N/A     | 102.41 | 252.96                    | 49.10     | 0.00    | 73.44  | N/A     | 375.50  |
| S0500-E1900-P05              | FDH            | 円形          | 195.36                      | 72.28     | 0.26       | 0.00      | N/A     | 232.30 | 91.82                      | 17.24     | 0.12    | N/A    | N/A     | 109.18 | 336.67                    | 63.21     | 0.44    | N/A    | N/A     | 400.32  |
| S0500-E1900-P06              | FDH            | 円形          | 155.15                      | 57.41     | 0.00       | 0.00      | N/A     | 185.07 | 72.92                      | 14.06     | 0.00    | N/A    | N/A     | 86.98  | 267.37                    | 51.55     | 0.00    | N/A    | N/A     | 318.92  |
| S0500-E1900-P07              | FDH            | 円形          | 590.66                      | 218.55    | 0.08       | 0.00      | N/A     | 688.24 | 277.61                     | 45.82     | 0.04    | N/A    | N/A     | 323.47 | 1017.9<br>0               | 168.01    | 0.15    | N/A    | N/A     | 1186.06 |
| S0500-E1900-P08              | FDH            | 円形          | 271.74                      | 100.55    | 0.00       | 0.00      | N/A     | 320.84 | 127.72                     | 23.07     | 0.00    | N/A    | N/A     | 150.79 | 468.31                    | 84.59     | 0.00    | N/A    | N/A     | 552.90  |
| S0500-E1900-P09              | FDH            | 円形          | 151.09                      | 55.90     | 0.00       | 0.00      | N/A     | 180.32 | 71.01                      | 13.74     | 0.00    | N/A    | N/A     | 84.75  | 260.37                    | 50.38     | 0.00    | N/A    | N/A     | 310.75  |
| S0500-E1900-P10              | FDH            | 円形          | 238.59                      | 88.28     | 1.41       | 0.00      | N/A     | 283.76 | 112.14                     | 20.57     | 0.66    | N/A    | N/A     | 133.37 | 411.18                    | 75.42     | 2.42    | N/A    | N/A     | 489.02  |
| S0530-E1630-P01              | FS             | 円形          | 120.28                      | 44.50     | 1.85       | 0.00      | N/A     | 146.03 | 56.53                      | 11.23     | 0.87    | N/A    | N/A     | 68.63  | 207.28                    | 41.18     | 3.19    | N/A    | N/A     | 251.65  |
| S0530-E1630-P02              | RCA            | 円形          | 2.62                        | 1.05      | 7.27       | 0.00      | 55.00   | 65.71  | 1.23                       | 0.38      | 3.42    | 20.23  | 25.85   | 51.11  | 4.51                      | 1.39      | 12.54   | 74.18  | 94.78   | 187.40  |
| S0530-E1630-P03              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | 0.00       | 0.00      | N/A     | 0.00   |                            |           | 0.00    |        | N/A     | 0.00   |                           |           | 0.00    |        | N/A     | 0.00    |
| S0530-E1630-P04              | RCA            | 円形          | 42.82                       | 17.13     | 9.78       | 0.00      | 63.60   | 125.79 | 20.12                      | 4.51      | 4.60    | 28.53  | 29.89   | 87.65  | 73.77                     | 16.54     | 16.87   | 104.61 | 109.60  | 321.39  |
| S0530-E1630-P05              | FS             | 円形          | 142.72                      | 52.81     | 1.61       | 6.47      | N/A     | 178.60 | 67.08                      | 13.06     | 3.80    | N/A    | N/A     | 83.94  | 245.96                    | 47.89     | 13.93   | N/A    | N/A     | 307.78  |
| S0530-E1630-P06              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00      | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | 26.37  | N/A     | 26.37  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | 96.69  | N/A     | 96.69   |
| S0530-E1630-P07              | RCA            | 円形          | 16.83                       | 6.73      | 0.00       | 0.00      | N/A     | 21.03  | 7.91                       | 1.98      | 0.00    | N/A    | N/A     | 9.89   | 29.00                     | 7.26      | 0.00    | N/A    | N/A     | 36.26   |
| S0530-E1630-P08              | Sa-b           | 円形          | 14.95                       | 5.98      | 0.00       | 0.00      | N/A     | 18.74  | 7.03                       | 1.78      | 0.00    | 27.80  | N/A     | 36.61  | 25.78                     | 6.53      | 0.00    | 101.93 | N/A     | 134.24  |
| S0530-E1630-P09              | FS             | 円形          | 170.05                      | 62.92     | 0.00       | 0.00      | N/A     | 202.49 | 79.92                      | 15.25     | 0.00    | N/A    | N/A     | 95.17  | 293.04                    | 55.92     | 0.00    | N/A    | N/A     | 348.96  |
| S0530-E1630-P10              | RCA            | 円形          | 22.49                       | 8.99      | 0.78       | 0.00      | N/A     | 28.69  | 10.57                      | 2.55      | 0.36    | N/A    | N/A     | 13.48  | 38.76                     | 9.35      | 1.32    | N/A    | N/A     | 49.43   |
| S0530-E1900-P01              | RCA            | 円形          | 12.57                       | 5.03      | 0.00       | 35.06     | N/A     | 50.87  | 5.91                       | 1.53      | 16.48   | N/A    | N/A     | 23.92  | 21.67                     | 5.61      | 60.43   | N/A    | N/A     | 87.71   |
| S0530-E1900-P02              | RCA            | 円形          | 8.16                        | 3.26      | 1.44       | 0.00      | N/A     | 11.82  | 3.84                       | 1.04      | 0.68    | 43.00  | N/A     | 48.56  | 14.08                     | 3.81      | 2.49    | 157.67 | N/A     | 178.05  |
| S0530-E1900-P03              | Sa/Pr          | 円形          | 14.49                       | 5.79      | 0.00       | 0.00      | N/A     | 18.17  | 6.81                       | 1.73      | 0.00    | N/A    | N/A     | 8.54   | 24.97                     | 6.34      | 0.00    | N/A    | N/A     | 31.31   |
| S0530-E1900-P04              | Sa-b           | 円形          | 26.90                       | 10.76     | 0.24       | 0.00      | N/A     | 33.50  | 12.64                      | 2.99      | 0.11    | 29.00  | N/A     | 44.74  | 46.35                     | 10.96     | 0.40    | 106.33 | N/A     | 164.04  |
| S0530-E1900-P05              | FS             | 円形          | 115.48                      | 42.73     | 0.34       | 9.19      | N/A     | 148.05 | 54.27                      | 10.83     | 4.48    | N/A    | N/A     | 69.58  | 198.99                    | 39.71     | 16.43   | N/A    | N/A     | 255.13  |
| S0530-E1900-P06              | RCA            | 円形          | 66.05                       | 26.42     | 0.00       | 0.00      | 12.90   | 93.02  | 31.04                      | 6.61      | 0.00    | 25.60  | 6.06    | 69.31  | 113.81                    | 24.24     | 0.00    | 93.87  | 22.22   | 254.14  |
| S0530-E1900-P07              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | 4.97       | 0.00      | N/A     | 4.97   | 0.00                       | 0.00      | 2.34    | N/A    | N/A     | 2.34   | 0.00                      | 0.00      | 8.58    | N/A    | N/A     | 8.58    |
| S0530-E1900-P08              | FS             | 円形          | 196.51                      | 72.71     | 0.94       | 0.00      | N/A     | 234.32 | 92.36                      | 17.33     | 0.44    | 42.83  | N/A     | 152.96 | 338.65                    | 63.54     | 1.61    | 157.04 | N/A     | 560.84  |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |         |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|---------|--------|----------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|---------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒枯<br>死木) | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  |
| S0530-E1900-P09              | FS             | 円形          | 135.14                      | 50.00     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 161.62 | 63.52                      | 12.45     | 0.00    | N/A    | N/A     | 75.97  | 232.91                    | 45.65     | 0.00    | N/A    | N/A     | 278.56 |
| S0530-E1900-P10              | FS             | 円形          | 109.66                      | 40.58     | 1.38       | 0.00       | N/A     | 133.07 | 51.54                      | 10.35     | 0.65    | N/A    | N/A     | 62.54  | 188.98                    | 37.95     | 2.38    | N/A    | N/A     | 229.31 |
| S0600-E1700-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | 1.32       | 0.00       | N/A     | 1.32   | 0.00                       | 0.00      | 0.62    | N/A    | N/A     | 0.62   | 0.00                      | 0.00      | 2.27    | N/A    | N/A     | 2.27   |
| S0600-E1700-P02              | RCA            | 円形          | 31.25                       | 12.50     | 1.21       | 0.00       |         | 39.72  | 14.69                      | 3.41      | 0.57    | 30.33  |         | 49.00  | 53.86                     | 12.50     | 2.09    | 111.21 |         | 179.66 |
| S0600-E1700-P03              | Sa-b           | 円形          | 65.00                       | 26.00     | 1.24       | 0.00       | N/A     | 80.11  | 30.55                      | 6.52      | 0.58    | N/A    | N/A     | 37.65  | 112.02                    | 23.91     | 2.13    | N/A    | N/A     | 138.06 |
| S0600-E1700-P04              | Sa-b           | 円形          | 88.93                       | 35.57     | 0.84       | 0.00       | N/A     | 108.06 | 41.80                      | 8.60      | 0.39    | 50.97  | N/A     | 101.76 | 153.27                    | 31.53     | 1.43    | 186.89 | N/A     | 373.12 |
| S0600-E1700-P05              | Sa-b           | 円形          | 40.68                       | 16.27     | 0.34       | 0.00       |         | 50.19  | 19.12                      | 4.31      | 0.16    | N/A    |         | 23.59  | 70.11                     | 15.80     | 0.59    | N/A    |         | 86.50  |
| S0600-E1700-P06              | Sa-b           | 円形          | 36.81                       | 14.72     | 1.22       | 0.00       | N/A     | 46.42  | 17.30                      | 3.94      | 0.57    | 52.53  | N/A     | 74.34  | 63.43                     | 14.45     | 2.09    | 192.61 | N/A     | 272.58 |
| S0600-E1700-P07              | Sa/Pr          | 円形          | 21.65                       | 8.66      | 2.05       | 1.47       | N/A     | 30.42  | 10.18                      | 2.47      | 1.65    | N/A    | N/A     | 14.30  | 37.33                     | 9.06      | 6.05    | N/A    | N/A     | 52.44  |
| S0600-E1700-P08              | Sa/Pr          | 円形          | 28.16                       | 11.27     | 1.55       | 0.00       | N/A     | 36.34  | 13.24                      | 3.11      | 0.73    | 39.30  | N/A     | 56.38  | 48.55                     | 11.40     | 2.68    | 144.10 | N/A     | 206.73 |
| S0600-E1700-P09              | Sa-b           | 円形          | 41.30                       | 16.52     | 0.54       | 0.00       | N/A     | 51.12  | 19.41                      | 4.37      | 0.25    | N/A    | N/A     | 24.03  | 71.17                     | 16.02     | 0.92    | N/A    | N/A     | 88.11  |
| S0600-E1700-P10              | Sa-b           | 円形          | 65.27                       | 26.11     | 0.64       | 0.00       | N/A     | 79.82  | 30.68                      | 6.54      | 0.30    | N/A    | N/A     | 37.52  | 112.49                    | 23.98     | 1.10    | N/A    | N/A     | 137.57 |
| S0600-E1730-P01              | Sa-b           | 円形          | 40.26                       | 16.10     | 0.00       | 2.69       | N/A     | 52.03  | 18.92                      | 4.27      | 1.26    | N/A    | N/A     | 24.45  | 69.37                     | 15.66     | 4.62    | N/A    | N/A     | 89.65  |
| S0600-E1730-P02              | Sa-b           | 円形          | 41.15                       | 16.46     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 50.41  | 19.34                      | 4.35      | 0.00    | 29.10  | N/A     | 52.79  | 70.91                     | 15.95     | 0.00    | 106.70 | N/A     | 193.56 |
| S0600-E1730-P03              | Sa-b           | 円形          | 89.72                       | 35.89     | 0.99       | 0.00       | N/A     | 109.15 | 42.17                      | 8.67      | 0.46    | N/A    | N/A     | 51.30  | 154.62                    | 31.79     | 1.69    | N/A    | N/A     | 188.10 |
| S0600-E1730-P04              | Sa-b           | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | 43.30  | N/A     | 43.30  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | 158.77 | N/A     | 158.77 |
| S0600-E1730-P05              | Sa/Pr          | 円形          | 27.86                       | 11.15     | 0.47       | 0.00       | N/A     | 34.90  | 13.10                      | 3.08      | 0.22    | N/A    | N/A     | 16.40  | 48.03                     | 11.29     | 0.81    | N/A    | N/A     | 60.13  |
| S0600-E1730-P06              | Sa-b           | 円形          | 26.81                       | 10.73     | 3.75       | 0.00       | N/A     | 36.91  | 12.60                      | 2.98      | 1.76    | 33.73  | N/A     | 51.07  | 46.20                     | 10.93     | 6.45    | 123.68 | N/A     | 187.26 |
| S0600-E1730-P07              | Sa-b           | 円形          | 51.31                       | 20.52     | 2.90       | 0.00       | N/A     | 65.46  | 24.11                      | 5.29      | 1.36    | N/A    | N/A     | 30.76  | 88.40                     | 19.40     | 4.99    | N/A    | N/A     | 112.79 |
| S0600-E1730-P08              | Sa/Pr          | 円形          | 12.82                       | 5.13      | 0.31       | 0.00       | N/A     | 16.43  | 6.03                       | 1.55      | 0.14    | 29.37  | N/A     | 37.09  | 22.11                     | 5.68      | 0.51    | 107.69 | N/A     | 135.99 |
| S0600-E1730-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 9.25                        | 3.70      | 0.71       | 0.00       | N/A     | 12.44  | 4.35                       | 1.16      | 0.34    | N/A    | N/A     | 5.85   | 15.95                     | 4.25      | 1.25    | N/A    | N/A     | 21.45  |
| S0600-E1730-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 16.03                       | 6.41      | 1.34       | 0.00       | N/A     | 21.39  | 7.53                       | 1.89      | 0.63    | N/A    | N/A     | 10.05  | 27.61                     | 6.93      | 2.31    | N/A    | N/A     | 36.85  |
| S0600-E1800-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0600-E1800-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | 31.70  | N/A     | 31.70  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | 116.23 | N/A     | 116.23 |
| S0600-E1800-P03              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0600-E1800-P04              | Sa/Pr          | 円形          | 1.37                        | 0.55      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 1.82   | 0.64                       | 0.21      | 0.00    | 25.93  | N/A     | 26.78  | 2.35                      | 0.77      | 0.00    | 95.08  | N/A     | 98.20  |
| S0600-E1800-P05              | Sa/Pr          | 円形          | 8.94                        | 3.57      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 11.34  | 4.20                       | 1.13      | 0.00    | N/A    | N/A     | 5.33   | 15.40                     | 4.14      | 0.00    | N/A    | N/A     | 19.54  |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |                 |             |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------------|-------------|--------|----------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|---------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (枯死<br>木<br>倒木) | リ<br>タ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total  |
| S0600-E1800-P06              | Sa/Pr          | 円形          | 0.27                        | 0.11      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 0.38   | 0.13                       | 0.05      | 0.00        | 20.23  | N/A         | 20.41  | 0.48                      | 0.18      | 0.00        | 74.18  | N/A         | 74.84  |
| S0600-E1800-P07              | Sa/Pr          | 円形          | 1.36                        | 0.54      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 1.82   | 0.64                       | 0.21      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.85   | 2.35                      | 0.77      | 0.00        | N/A    | N/A         | 3.12   |
| S0600-E1800-P08              | Sa/Pr          | 円形          | 25.93                       | 10.37     | 0.23       | 0.00            | N/A         | 32.32  | 12.19                      | 2.89      | 0.11        | 29.07  | N/A         | 44.26  | 44.70                     | 10.60     | 0.40        | 106.59 | N/A         | 162.29 |
| S0600-E1800-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 0.29                        | 0.12      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 0.41   | 0.14                       | 0.05      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.19   | 0.51                      | 0.18      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.69   |
| S0600-E1800-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 5.03                        | 2.01      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 6.47   | 2.36                       | 0.68      | 0.00        | N/A    | N/A         | 3.04   | 8.65                      | 2.49      | 0.00        | N/A    | N/A         | 11.14  |
| S0630-E1700-P01              | RCA            | 円形          | 8.91                        | 3.57      | 0.93       | 0.00            | N/A         | 12.24  | 4.19                       | 1.13      | 0.44        | N/A    | N/A         | 5.76   | 15.36                     | 4.14      | 1.61        | N/A    | N/A         | 21.11  |
| S0630-E1700-P02              | RCA            | 円形          | 17.85                       | 7.14      | 0.00       | 0.00            | 16.90       | 39.18  | 8.39                       | 2.08      | 0.00        | 38.03  | 7.94        | 56.44  | 30.76                     | 7.63      | 0.00        | 139.44 | 29.11       | 206.94 |
| S0630-E1700-P03              | RCA            | 円形          | 6.54                        | 2.62      | 0.35       | 0.00            | N/A         | 8.71   | 3.07                       | 0.86      | 0.16        | N/A    | N/A         | 4.09   | 11.26                     | 3.15      | 0.59        | N/A    | N/A         | 15.00  |
| S0630-E1700-P04              | RCA            | 円形          | 19.94                       | 7.98      | 0.14       | 0.00            | 13.30       | 38.26  | 9.37                       | 2.30      | 0.06        | 50.97  | 6.25        | 68.95  | 34.36                     | 8.43      | 0.22        | 186.89 | 22.92       | 252.82 |
| S0630-E1700-P05              | RCA            | 円形          | 22.51                       | 9.00      | 0.24       | 0.00            | N/A         | 28.19  | 10.58                      | 2.55      | 0.11        | N/A    | N/A         | 13.24  | 38.79                     | 9.35      | 0.40        | N/A    | N/A         | 48.54  |
| S0630-E1700-P06              | RCA            | 円形          | 10.70                       | 4.28      | 0.00       | 0.00            | 13.70       | 27.21  | 5.03                       | 1.32      | 0.00        | 40.50  | 6.44        | 53.29  | 18.44                     | 4.84      | 0.00        | 148.50 | 23.61       | 195.39 |
| S0630-E1700-P07              | RCA            | 円形          | 53.94                       | 21.57     | 1.27       | 1.72            | N/A         | 68.69  | 25.35                      | 5.53      | 1.41        | N/A    | N/A         | 32.29  | 92.95                     | 20.28     | 5.17        | N/A    | N/A         | 118.40 |
| S0630-E1700-P08              | RCA            | 円形          | 8.59                        | 3.44      | 1.37       | 0.00            | 9.20        | 21.49  | 4.04                       | 1.09      | 0.65        | 32.53  | 4.32        | 42.63  | 14.81                     | 4.00      | 2.38        | 119.28 | 15.84       | 156.31 |
| S0630-E1700-P09              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   |
| S0630-E1700-P10              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | 0.03       | 0.00            | N/A         | 0.03   | 0.00                       | 0.00      | 0.01        | N/A    | N/A         | 0.01   | 0.00                      | 0.00      | 0.04        | N/A    | N/A         | 0.04   |
| S0630-E1800-P01              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   |
| S0630-E1800-P02              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | 37.87  | N/A         | 37.87  | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | 138.86 | N/A         | 138.86 |
| S0630-E1800-P03              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   |
| S0630-E1800-P04              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | 36.33  | N/A         | 36.33  | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | 133.21 | N/A         | 133.21 |
| S0630-E1800-P05              | Sa/Pr          | 円形          | 6.71                        | 2.68      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 8.57   | 3.15                       | 0.88      | 0.00        | N/A    | N/A         | 4.03   | 11.55                     | 3.23      | 0.00        | N/A    | N/A         | 14.78  |
| S0630-E1800-P06              | Sa/Pr          | 円形          | 8.55                        | 3.42      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 10.86  | 4.02                       | 1.09      | 0.00        | 38.93  | N/A         | 44.04  | 14.74                     | 4.00      | 0.00        | 142.74 | N/A         | 161.48 |
| S0630-E1800-P07              | Sa-b           | 円形          | 12.24                       | 4.90      | 1.42       | 22.34           | N/A         | 39.17  | 5.75                       | 1.49      | 11.17       | N/A    | N/A         | 18.41  | 21.08                     | 5.46      | 40.96       | N/A    | N/A         | 67.50  |
| S0630-E1800-P08              | Sa-b           | 円形          | 3.74                        | 1.50      | 0.27       | 0.00            | N/A         | 5.13   | 1.76                       | 0.52      | 0.13        | 37.30  | N/A         | 39.71  | 6.45                      | 1.91      | 0.48        | 136.77 | N/A         | 145.61 |
| S0630-E1800-P09              | Sa-b           | 円形          | 7.34                        | 2.93      | 0.46       | 0.00            | N/A         | 9.81   | 3.45                       | 0.95      | 0.22        | N/A    | N/A         | 4.62   | 12.65                     | 3.48      | 0.81        | N/A    | N/A         | 16.94  |
| S0630-E1800-P10              | Sa-b           | 円形          | 16.18                       | 6.47      | 0.82       | 0.00            | N/A         | 21.06  | 7.61                       | 1.91      | 0.38        | N/A    | N/A         | 9.90   | 27.90                     | 7.00      | 1.39        | N/A    | N/A         | 36.29  |
| S0640-E1700-P01              | FDH            | 円形          | 336.62                      | 124.55    | 3.11       | 0.00            |             | 399.04 | 158.21                     | 27.88     | 1.46        | N/A    |             | 187.55 | 580.10                    | 102.23    | 5.35        | N/A    |             | 687.68 |
| S0640-E1700-P02              | FDH            | 円形          | 384.65                      | 142.32    | 0.30       | 0.00            | 20.00       | 471.69 | 180.79                     | 31.37     | 0.14        | 25.43  | 9.40        | 247.13 | 662.90                    | 115.02    | 0.51        | 93.24  | 34.47       | 906.14 |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |             |                     | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |         |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|-------------|---------------------|----------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|---------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|---------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒木<br>死木) | リ<br>タ<br>ー | Total               | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total   |
| S0640-E1700-P03              | FDH            | 円形          | 202.02                      | 74.75     | 3.74       | 14.99      |             | 258.53              | 94.95                      | 17.76     | 8.80        | N/A    |             | 121.51 | 348.15                    | 65.12     | 32.27       | N/A    |             | 445.54  |
| S0640-E1700-P04              | FDH            | 円形          | 506.77                      | 187.51    | 2.64       | 0.00       | 13.10       | 607.66              | 238.18                     | 40.02     | 1.24        | 27.30  | 6.16        | 312.90 | 873.33                    | 146.74    | 4.55        | 100.10 | 22.59       | 1147.31 |
| S0640-E1700-P05              | RCA            | 円形          | 11.60                       | 4.64      | 0.82       | 11.20      |             | 26.64               | 5.45                       | 1.42      | 5.65        | N/A    |             | 12.52  | 19.98                     | 5.21      | 20.72       | N/A    |             | 45.91   |
| S0640-E1700-P06              | FDH            | 円形          | 25.35                       | 9.38      | 4.94       | 0.00       | 14.90       | 51.23               | 11.92                      | 2.84      | 2.32        | 30.10  | 7.00        | 54.18  | 43.71                     | 10.41     | 8.51        | 110.37 | 25.67       | 198.67  |
| S0640-E1700-P07              | FDH            | 円形          | 201.18                      | 74.43     | 3.73       | 34.77      |             | 277.31              | 94.55                      | 17.69     | 18.09       | N/A    |             | 130.33 | 346.68                    | 64.86     | 66.33       | N/A    |             | 477.87  |
| S0640-E1700-P08              | FDH            | 円形          | 277.69                      | 102.75    | 2.09       | 0.00       | 6.30        | 336.13              | 130.51                     | 23.52     | 0.98        | 27.90  | 2.96        | 185.87 | 478.54                    | 86.24     | 3.59        | 102.30 | 10.85       | 681.52  |
| S0640-E1700-P09              | FDH            | 円形          | 327.66                      | 121.24    | 0.79       | 0.00       |             | 386.37              | 154.00                     | 27.22     | 0.37        | N/A    |             | 181.59 | 564.67                    | 99.81     | 1.36        | N/A    |             | 665.84  |
| S0640-E1700-P10              | FDH            | 円形          | 241.08                      | 89.20     | 1.89       | 0.00       |             | 287.13              | 113.31                     | 20.76     | 0.89        | N/A    |             | 134.96 | 415.47                    | 76.12     | 3.26        | N/A    |             | 494.85  |
| S0640-E1730-P01              | FDH            | 円形          | 447.57                      | 165.60    | 0.00       | 0.00       |             | 523.87              | 210.36                     | 35.86     | 0.00        | N/A    |             | 246.22 | 771.32                    | 131.49    | 0.00        | N/A    |             | 902.81  |
| S0640-E1730-P02              | FDH            | 円形          | 167.72                      | 62.06     | 0.00       | 0.00       | 44.20       | 243.98              | 78.83                      | 15.06     | 0.00        | 28.83  | 20.77       | 143.49 | 289.04                    | 55.22     | 0.00        | 105.71 | 76.16       | 526.13  |
| S0640-E1730-P03              | FDH            | 円形          | 123.75                      | 45.79     | 1.75       | 5.86       |             | 155.86              | 58.16                      | 11.52     | 3.58        | N/A    |             | 73.26  | 213.25                    | 42.24     | 13.13       | N/A    |             | 268.62  |
| S0640-E1730-P04              | FDH            | 円形          | 438.43                      | 162.22    | 0.94       | 0.00       | 6.30        | 520.58              | 206.06                     | 35.21     | 0.44        | 28.07  | 2.96        | 272.74 | 755.55                    | 129.10    | 1.61        | 102.92 | 10.85       | 1000.03 |
| S0640-E1730-P05              | FDH            | 円形          | 296.11                      | 109.56    | 2.48       | 6.15       |             | 357.69              | 139.17                     | 24.89     | 4.05        | N/A    |             | 168.11 | 510.29                    | 91.26     | 14.85       | N/A    |             | 616.40  |
| S0640-E1730-P06              | FDH            | 円形          | 250.82                      | 92.80     | 0.00       | 0.00       | 4.70        | 301.26              | 117.89                     | 21.50     | 0.00        | 31.80  | 2.21        | 173.40 | 432.26                    | 78.83     | 0.00        | 116.60 | 8.10        | 635.79  |
| S0640-E1730-P07              | FDH            | 円形          | 560.80                      | 207.49    | 0.30       | 0.00       |             | 654.22              | 263.57                     | 43.77     | 0.14        | N/A    |             | 307.48 | 966.42                    | 160.49    | 0.51        | N/A    |             | 1127.42 |
| S0640-E1730-P08              | FDH            | 円形          | 98.36                       | 36.39     | 17.34      | 0.00       | 13.10       | 148.80              | 46.23                      | 9.40      | 8.15        | 29.53  | 6.16        | 99.47  | 169.51                    | 34.47     | 29.88       | 108.28 | 22.59       | 364.73  |
| S0640-E1730-P09              | FDH            | 円形          | 314.53                      | 116.37    | 0.13       | 0.00       | N/A         | 370.53              | 147.83                     | 26.26     | 0.06        | N/A    | N/A         | 174.15 | 542.04                    | 96.29     | 0.22        | N/A    | N/A         | 638.55  |
| S0640-E1730-P10              | FDH            | 円形          | 141.01                      | 52.17     | 0.41       | 0.00       | N/A         | 168.91              | 66.27                      | 12.92     | 0.19        | N/A    | N/A         | 79.38  | 242.99                    | 47.37     | 0.70        | N/A    | N/A         | 291.06  |
| S0650-E1730-P01              | FDH            | 円形          | 140.56                      | 52.01     | 7.46       | 0.00       | N/A         | 175.44              | 66.06                      | 12.89     | 3.50        | N/A    | N/A         | 82.45  | 242.22                    | 47.26     | 12.83       | N/A    | N/A         | 302.31  |
| S0650-E1730-P02              | FDH            | 円形          | 921.40                      | 340.92    | 4.08       | 0.00       | 17.20       | 1087.0 <sub>9</sub> | 433.06                     | 67.87     | 1.92        | 33.53  | 8.08        | 544.46 | 1587.8 <sub>9</sub>       | 248.86    | 7.04        | 122.94 | 29.63       | 1996.36 |
| S0650-E1730-P03              | FDH            | 円形          | 287.65                      | 106.43    | 2.99       | 13.32      | N/A         | 355.58              | 135.19                     | 24.26     | 7.67        | N/A    | N/A         | 167.12 | 495.70                    | 88.95     | 28.12       | N/A    | N/A         | 612.77  |
| S0650-E1730-P04              | FDH            | 円形          | 192.47                      | 71.21     | 6.65       | 0.00       | 17.20       | 252.52              | 90.46                      | 17.01     | 3.13        | 29.53  | 8.08        | 148.21 | 331.69                    | 62.37     | 11.48       | 108.28 | 29.63       | 543.45  |
| S0650-E1730-P05              | FDH            | 円形          | 250.55                      | 92.70     | 0.66       | 11.39      |             | 308.29              | 117.76                     | 21.48     | 5.66        | N/A    |             | 144.90 | 431.79                    | 78.76     | 20.75       | N/A    |             | 531.30  |
| S0650-E1730-P06              | FS             | 円形          | 613.43                      | 226.97    | 0.53       | 0.00       | 30.00       | 744.77              | 288.31                     | 47.38     | 0.25        | 29.07  | 14.10       | 379.11 | 1057.1 <sub>4</sub>       | 173.73    | 0.92        | 106.59 | 51.70       | 1390.08 |
| S0650-E1730-P07              | FS             | 円形          | 448.47                      | 165.93    | 0.00       | 8.19       |             | 533.09              | 210.78                     | 35.92     | 3.85        | N/A    |             | 250.55 | 772.86                    | 131.71    | 14.12       | N/A    |             | 918.69  |
| S0650-E1730-P08              | FS             | 円形          | 78.42                       | 29.02     | 2.60       | 0.00       | 7.50        | 104.89              | 36.86                      | 7.70      | 1.22        | 29.53  | 3.53        | 78.84  | 135.15                    | 28.23     | 4.47        | 108.28 | 12.94       | 289.07  |
| S0650-E1730-P09              | FS             | 円形          | 107.95                      | 39.94     | 0.00       | 0.00       | N/A         | 129.66              | 50.73                      | 10.21     | 0.00        | N/A    | N/A         | 60.94  | 186.01                    | 37.44     | 0.00        | N/A    | N/A         | 223.45  |



| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |             |            |                 |             |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |        | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |         |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-------------|------------|-----------------|-------------|--------|----------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|---------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|---------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部   | (立枯<br>死木) | (枯死<br>木<br>倒木) | リ<br>タ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total   |
| S0650-E1730-P10              | FS             | 円形          | 247.09                      | 91.42       | 0.00       | 0.00            |             | 292.23 | 116.13                     | 21.21     | 0.00        | N/A    |             | 137.34 | 425.81                    | 77.77     | 0.00        | N/A    |             | 503.58  |
| S0700-E1700-P01              | Sa-b           | 円形          | 0.00                        | 0.00        | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00    |
| S0700-E1700-P02              | Sa-b           | 円形          | 0.00                        | 0.00        | N/A        | 0.00            | N/A         | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00   | 0.00                      | 0.00      | 0.00        | N/A    | N/A         | 0.00    |
| S0700-E1700-P03              | FS             | 円形          | N/A                         | #VALU<br>E! | N/A        | N/A             | N/A         | N/A    | N/A                        | N/A       | N/A         | N/A    | N/A         | N/A    | N/A                       | N/A       | N/A         | N/A    | N/A         | N/A     |
| S0700-E1700-P04              | Sa-b           | 円形          | 10.14                       | 4.05        | 0.43       | 0.00            | 9.30        | 22.55  | 4.76                       | 1.26      | 0.20        | 27.27  | 4.37        | 37.86  | 17.45                     | 4.62      | 0.73        | 99.99  | 16.02       | 138.81  |
| S0700-E1700-P05              | Sa-b           | 円形          | 58.65                       | 23.46       | 0.16       | 0.00            | N/A         | 71.47  | 27.56                      | 5.95      | 0.07        | N/A    | N/A         | 33.58  | 101.05                    | 21.82     | 0.26        | N/A    | N/A         | 123.13  |
| S0700-E1700-P06              | Sa-b           | 円形          | 64.90                       | 25.96       | 0.55       | 0.00            | 10.30       | 89.60  | 30.50                      | 6.51      | 0.26        | 40.80  | 4.84        | 82.91  | 111.83                    | 23.87     | 0.95        | 149.60 | 17.75       | 304.00  |
| S0700-E1700-P07              | Sa-b           | 円形          | 45.30                       | 18.12       | 0.89       | 4.35            | N/A         | 60.63  | 21.29                      | 4.74      | 2.46        | N/A    | N/A         | 28.49  | 78.06                     | 17.38     | 9.02        | N/A    | N/A         | 104.46  |
| S0700-E1700-P08              | Sa-b           | 円形          | 58.87                       | 23.55       | 1.33       | 0.00            | 7.30        | 80.22  | 27.67                      | 5.97      | 0.63        | 42.87  | 3.43        | 80.57  | 101.46                    | 21.89     | 2.31        | 157.19 | 12.58       | 295.43  |
| S0700-E1700-P09              | Sa-b           | 円形          | 62.93                       | 25.17       | 0.39       | 0.00            | N/A         | 76.79  | 29.58                      | 6.34      | 0.18        | N/A    | N/A         | 36.10  | 108.46                    | 23.25     | 0.66        | N/A    | N/A         | 132.37  |
| S0700-E1700-P10              | Sa-b           | 円形          | 75.58                       | 30.23       | 0.31       | 0.00            | N/A         | 91.73  | 35.52                      | 7.45      | 0.14        | N/A    | N/A         | 43.11  | 130.24                    | 27.32     | 0.51        | N/A    | N/A         | 158.07  |
| S0700-E1730-P01              | RCA            | 円形          | 5.74                        | 2.30        | 0.00       | 0.00            | N/A         | 7.37   | 2.70                       | 0.76      | 0.00        | N/A    | N/A         | 3.46   | 9.90                      | 2.79      | 0.00        | N/A    | N/A         | 12.69   |
| S0700-E1730-P02              | RCA            | 円形          | 12.37                       | 4.95        | 0.00       | 0.00            | 16.50       | 32.07  | 5.81                       | 1.51      | 0.00        | 29.60  | 7.76        | 44.68  | 21.30                     | 5.54      | 0.00        | 108.53 | 28.45       | 163.82  |
| S0700-E1730-P03              | RCA            | 円形          | 8.85                        | 3.54        | 2.70       | 5.77            | N/A         | 19.70  | 4.16                       | 1.12      | 3.98        | N/A    | N/A         | 9.26   | 15.25                     | 4.11      | 14.59       | N/A    | N/A         | 33.95   |
| S0700-E1730-P04              | RCA            | 円形          | 2.65                        | 1.06        | 0.82       | 0.00            | 20.50       | 24.79  | 1.25                       | 0.39      | 0.39        | 30.30  | 9.64        | 41.97  | 4.58                      | 1.43      | 1.43        | 111.10 | 35.35       | 153.89  |
| S0700-E1730-P05              | FS             | 円形          | 405.65                      | 150.09      | 0.00       | 52.97           | N/A         | 528.57 | 190.66                     | 32.88     | 24.89       | N/A    | N/A         | 248.43 | 699.09                    | 120.56    | 91.26       | N/A    | N/A         | 910.91  |
| S0700-E1730-P06              | RCA            | 円形          | 52.23                       | 20.89       | 1.13       | 0.00            | 14.00       | 78.79  | 24.55                      | 5.37      | 0.53        | 42.13  | 6.58        | 79.16  | 90.02                     | 19.69     | 1.94        | 154.48 | 24.13       | 290.26  |
| S0700-E1730-P07              | RCA            | 円形          | 1.48                        | 0.59        | 0.36       | 0.00            | N/A         | 2.32   | 0.69                       | 0.23      | 0.17        | N/A    | N/A         | 1.09   | 2.53                      | 0.84      | 0.62        | N/A    | N/A         | 3.99    |
| S0700-E1730-P08              | FS             | 円形          | 400.36                      | 148.13      | 1.01       | 0.00            | 12.80       | 483.31 | 188.17                     | 32.50     | 0.47        | 36.50  | 6.02        | 263.66 | 689.96                    | 119.17    | 1.72        | 133.83 | 22.07       | 966.75  |
| S0700-E1730-P09              | FS             | 円形          | 161.21                      | 59.65       | 0.94       | 8.19            | N/A         | 201.28 | 75.77                      | 14.55     | 4.29        | N/A    | N/A         | 94.61  | 277.82                    | 53.35     | 15.73       | N/A    | N/A         | 346.90  |
| S0700-E1730-P10              | FS             | 円形          | 724.41                      | 268.03      | 0.00       | 0.00            | N/A         | 841.17 | 340.47                     | 54.88     | 0.00        | N/A    | N/A         | 395.35 | 1248.3<br>9               | 201.23    | 0.00        | N/A    | N/A         | 1449.62 |
| S0700-E1810-P01              | Sa-b           | 円形          | 35.04                       | 14.02       | 0.63       | 0.00            |             | 43.70  | 16.47                      | 3.78      | 0.30        | N/A    |             | 20.55  | 60.39                     | 13.86     | 1.10        | N/A    |             | 75.35   |
| S0700-E1810-P02              | Sa-b           | 円形          | 13.56                       | 5.42        | 1.06       | 0.00            | N/A         | 18.10  | 6.37                       | 1.63      | 0.50        | 34.10  | N/A         | 42.60  | 23.36                     | 5.98      | 1.83        | 125.03 | N/A         | 156.20  |
| S0700-E1810-P03              | Sa/Pr          | 円形          | 69.39                       | 27.75       | 0.43       | 6.15            |             | 90.66  | 32.61                      | 6.91      | 3.09        | N/A    |             | 42.61  | 119.57                    | 25.34     | 11.33       | N/A    |             | 156.24  |
| S0700-E1810-P04              | Fsec/FC        | 円形          | 91.29                       | 25.56       | 0.11       | 0.00            | N/A         | 110.13 | 42.91                      | 8.80      | 0.05        | 42.90  | N/A         | 94.66  | 157.34                    | 32.27     | 0.18        | 157.30 | N/A         | 347.09  |
| S0700-E1810-P05              | Fsec/FC        | 円形          | 83.75                       | 23.45       | 0.17       | 0.00            |             | 101.27 | 39.36                      | 8.16      | 0.08        | N/A    |             | 47.60  | 144.32                    | 29.92     | 0.29        | N/A    |             | 174.53  |
| S0700-E1810-P06              | Fsec/FC        | 円形          | 52.21                       | 14.62       | 2.36       | 0.00            | N/A         | 65.99  | 24.54                      | 5.37      | 1.11        | 36.97  | N/A         | 67.99  | 89.98                     | 19.69     | 4.07        | 135.56 | N/A         | 249.30  |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |         |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |       | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |         |        |         |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|---------|--------|----------------------------|-----------|---------|--------|---------|-------|---------------------------|-----------|---------|--------|---------|--------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒枯<br>死木) | リタ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯死<br>木 | 土<br>壌 | リタ<br>ー | Total  |
| S0700-E1810-P07              | Fsec/FC        | 円形          | 89.14                       | 24.96     | 0.60       | 0.00       | N/A     | 108.07 | 41.89                      | 8.62      | 0.28    | N/A    | N/A     | 50.79 | 153.60                    | 31.61     | 1.03    | N/A    | N/A     | 186.24 |
| S0700-E1810-P08              | Fsec/FC        | 円形          | 55.07                       | 15.42     | 4.92       | 0.00       | N/A     | 71.97  | 25.88                      | 5.63      | 2.31    | 34.97  | N/A     | 68.79 | 94.89                     | 20.64     | 8.47    | 128.22 | N/A     | 252.22 |
| S0700-E1810-P09              | Fsec/FC        | 円形          | 24.32                       | 6.81      | 0.28       | 0.00       | N/A     | 30.41  | 11.43                      | 2.73      | 0.13    | N/A    | N/A     | 14.29 | 41.91                     | 10.01     | 0.48    | N/A    | N/A     | 52.40  |
| S0700-E1810-P10              | Fsec/FC        | 円形          | 66.34                       | 18.58     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 80.47  | 31.18                      | 6.64      | 0.00    | N/A    | N/A     | 37.82 | 114.33                    | 24.35     | 0.00    | N/A    | N/A     | 138.68 |
| S0700-E1830-P01              | Fsec/FC        | 円形          | 37.73                       | 10.56     | 0.00       | 1.94       | N/A     | 48.25  | 17.73                      | 4.03      | 0.91    | N/A    | N/A     | 22.67 | 65.01                     | 14.78     | 3.34    | N/A    | N/A     | 83.13  |
| S0700-E1830-P02              | Fsec/FC        | 円形          | 62.52                       | 17.51     | 0.81       | 0.00       | N/A     | 76.73  | 29.38                      | 6.30      | 0.38    | 37.83  | N/A     | 73.89 | 107.73                    | 23.10     | 1.39    | 138.71 | N/A     | 270.93 |
| S0700-E1830-P03              | Sa-b           | 円形          | 43.51                       | 17.40     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 53.24  | 20.45                      | 4.57      | 0.00    | N/A    | N/A     | 25.02 | 74.98                     | 16.76     | 0.00    | N/A    | N/A     | 91.74  |
| S0700-E1830-P04              | Fsec/FC        | 円形          | 67.45                       | 18.89     | 0.96       | 0.00       | N/A     | 82.75  | 31.70                      | 6.74      | 0.45    | 35.30  | N/A     | 74.19 | 116.23                    | 24.71     | 1.65    | 129.43 | N/A     | 272.02 |
| S0700-E1830-P05              | Fsec/FC        | 円形          | 35.07                       | 9.82      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 43.11  | 16.48                      | 3.78      | 0.00    | N/A    | N/A     | 20.26 | 60.43                     | 13.86     | 0.00    | N/A    | N/A     | 74.29  |
| S0700-E1830-P06              | Sa-b           | 円形          | 6.80                        | 2.72      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 8.69   | 3.20                       | 0.89      | 0.00    | 35.60  | N/A     | 39.69 | 11.73                     | 3.26      | 0.00    | 130.53 | N/A     | 145.52 |
| S0700-E1830-P07              | Fsec/FC        | 円形          | 22.87                       | 6.40      | 0.17       | 0.00       | N/A     | 28.56  | 10.75                      | 2.59      | 0.08    | N/A    | N/A     | 13.42 | 39.42                     | 9.50      | 0.29    | N/A    | N/A     | 49.21  |
| S0700-E1830-P08              | Fsec/FC        | 円形          | 44.93                       | 12.58     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 54.94  | 21.12                      | 4.70      | 0.00    | 37.53  | N/A     | 63.35 | 77.44                     | 17.23     | 0.00    | 137.61 | N/A     | 232.28 |
| S0700-E1830-P09              | Fsec/FC        | 円形          | 36.68                       | 10.27     | 1.30       | 0.00       | N/A     | 46.35  | 17.24                      | 3.93      | 0.61    | N/A    | N/A     | 21.78 | 63.21                     | 14.41     | 2.24    | N/A    | N/A     | 79.86  |
| S0700-E1830-P10              | Fsec/FC        | 円形          | 48.01                       | 13.44     | 0.29       | 0.00       | N/A     | 58.91  | 22.57                      | 4.99      | 0.13    | N/A    | N/A     | 27.69 | 82.76                     | 18.30     | 0.48    | N/A    | N/A     | 101.54 |
| S0700-E1900-P01              | Fsec/FC        | 円形          | 113.69                      | 31.83     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 136.42 | 53.43                      | 10.68     | 0.00    | N/A    | N/A     | 64.11 | 195.91                    | 39.16     | 0.00    | N/A    | N/A     | 235.07 |
| S0700-E1900-P02              | Fsec/FC        | 円形          | 57.48                       | 16.09     | 1.87       | 0.00       | N/A     | 71.79  | 27.01                      | 5.85      | 0.88    | 42.03  | N/A     | 75.77 | 99.04                     | 21.45     | 3.23    | 154.11 | N/A     | 277.83 |
| S0700-E1900-P03              | Fsec/FC        | 円形          | 57.48                       | 16.09     | 0.75       | 3.47       | N/A     | 74.14  | 27.01                      | 5.85      | 1.98    | N/A    | N/A     | 34.84 | 99.04                     | 21.45     | 7.26    | N/A    | N/A     | 127.75 |
| S0700-E1900-P04              | Fsec/FC        | 円形          | 70.07                       | 19.62     | 0.90       | 0.00       | N/A     | 85.79  | 32.93                      | 6.97      | 0.42    | 33.47  | N/A     | 73.79 | 120.74                    | 25.56     | 1.54    | 122.72 | N/A     | 270.56 |
| S0700-E1900-P05              | Fsec/FC        | 円形          | 42.64                       | 11.94     | 0.49       | 1.91       | N/A     | 54.60  | 20.04                      | 4.49      | 1.13    | N/A    | N/A     | 25.66 | 73.48                     | 16.46     | 4.14    | N/A    | N/A     | 94.08  |
| S0700-E1900-P06              | Fsec/FC        | 円形          | 80.64                       | 22.58     | 0.00       | 0.00       | N/A     | 97.42  | 37.90                      | 7.89      | 0.00    | 41.20  | N/A     | 86.99 | 138.97                    | 28.93     | 0.00    | 151.07 | N/A     | 318.97 |
| S0700-E1900-P07              | RCA            | 円形          | 0.00                        | 0.00      | 2.07       | 1.84       | N/A     | 3.91   | 0.00                       | 0.00      | 1.84    | N/A    | N/A     | 1.84  | 0.00                      | 0.00      | 6.75    | N/A    | N/A     | 6.75   |
| S0700-E1900-P08              | Sa/Pr          | 円形          | 0.00                        | 0.00      | N/A        | 0.00       | N/A     | 0.00   | 0.00                       | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00  | 0.00                      | 0.00      | 0.00    | N/A    | N/A     | 0.00   |
| S0700-E1900-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 66.83                       | 26.73     | 0.37       | 0.00       | N/A     | 81.41  | 31.41                      | 6.68      | 0.17    | N/A    | N/A     | 38.26 | 115.17                    | 24.49     | 0.62    | N/A    | N/A     | 140.28 |
| S0700-E1900-P10              | Sa-b           | 円形          | 50.42                       | 20.17     | 1.12       | 0.00       | N/A     | 62.63  | 23.70                      | 5.21      | 0.53    | N/A    | N/A     | 29.44 | 86.90                     | 19.10     | 1.94    | N/A    | N/A     | 107.94 |
| S0700-E1930-P01              | Sa-b           | 円形          | 6.75                        | 2.70      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 8.63   | 3.17                       | 0.88      | 0.00    | N/A    | N/A     | 4.05  | 11.62                     | 3.23      | 0.00    | N/A    | N/A     | 14.85  |
| S0700-E1930-P02              | Sa-b           | 円形          | 9.07                        | 3.63      | 0.00       | 0.00       | N/A     | 11.50  | 4.26                       | 1.14      | 0.00    | 27.00  | N/A     | 32.40 | 15.62                     | 4.18      | 0.00    | 99.00  | N/A     | 118.80 |
| S0700-E1930-P03              | Sa-b           | 円形          | 11.03                       | 4.41      | 0.00       | 1.74       | N/A     | 15.67  | 5.19                       | 1.36      | 0.82    | N/A    | N/A     | 7.37  | 19.03                     | 4.99      | 3.01    | N/A    | N/A     | 27.03  |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |           |            |            |             |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |       | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |           |             |        |             |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|-------------|--------|----------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|-------|---------------------------|-----------|-------------|--------|-------------|--------|
|                              |                |             | 立木<br>地上部                   | 立木<br>地下部 | (立枯<br>死木) | (倒枯<br>死木) | リ<br>タ<br>ー | Total  | 立木<br>地上部                  | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total | 立木<br>地上部                 | 立木<br>地下部 | 枯<br>死<br>木 | 土<br>壌 | リ<br>タ<br>ー | Total  |
| S0700-E1930-P04              | Sa-b           | 円形          | 13.28                       | 5.31      | 0.00       | 0.00       | N/A         | 16.69  | 6.24                       | 1.60      | 0.00        | 33.80  | N/A         | 41.64 | 22.88                     | 5.87      | 0.00        | 123.93 | N/A         | 152.68 |
| S0700-E1930-P05              | Sa-b           | 円形          | 12.74                       | 5.10      | 0.00       | 0.00       | N/A         | 16.03  | 5.99                       | 1.54      | 0.00        | N/A    | N/A         | 7.53  | 21.96                     | 5.65      | 0.00        | N/A    | N/A         | 27.61  |
| S0700-E1930-P06              | Sa-b           | 円形          | 13.57                       | 5.43      | 0.17       | 0.00       | N/A         | 17.21  | 6.38                       | 1.63      | 0.08        | 38.43  | N/A         | 46.52 | 23.39                     | 5.98      | 0.29        | 140.91 | N/A         | 170.57 |
| S0700-E1930-P07              | Sa-b           | 円形          | 7.25                        | 2.90      | 0.37       | 0.00       | N/A         | 9.61   | 3.41                       | 0.94      | 0.17        | N/A    | N/A         | 4.52  | 12.50                     | 3.45      | 0.62        | N/A    | N/A         | 16.57  |
| S0700-E1930-P08              | Sa-b           | 円形          | 12.02                       | 4.81      | 0.00       | 0.00       | N/A         | 15.15  | 5.65                       | 1.47      | 0.00        | 36.00  | N/A         | 43.12 | 20.72                     | 5.39      | 0.00        | 132.00 | N/A         | 158.11 |
| S0700-E1930-P09              | Sa-b           | 円形          | 17.08                       | 6.83      | 1.33       | 0.00       | N/A         | 22.66  | 8.03                       | 2.00      | 0.62        | N/A    | N/A         | 10.65 | 29.44                     | 7.33      | 2.27        | N/A    | N/A         | 39.04  |
| S0700-E1930-P10              | Sa-b           | 円形          | 19.11                       | 7.64      | 0.55       | 0.00       | N/A         | 24.36  | 8.98                       | 2.21      | 0.26        | N/A    | N/A         | 11.45 | 32.93                     | 8.10      | 0.95        | N/A    | N/A         | 41.98  |
| S0710-E1820-P01              | Fsec/FC        | 円形          | 51.11                       | 14.31     | 0.86       | 0.00       | N/A         | 63.19  | 24.02                      | 5.27      | 0.40        | N/A    | N/A         | 29.69 | 88.07                     | 19.32     | 1.47        | N/A    | N/A         | 108.86 |
| S0710-E1820-P02              | Fsec/FC        | 円形          | 89.27                       | 25.00     | 1.36       | 0.00       | N/A         | 108.99 | 41.96                      | 8.63      | 0.64        | 28.07  | N/A         | 79.30 | 153.85                    | 31.64     | 2.35        | 102.92 | N/A         | 290.76 |
| S0710-E1820-P03              | Fsec/FC        | 円形          | 49.06                       | 13.74     | 2.27       | 0.00       |             | 62.14  | 23.06                      | 5.08      | 1.06        | N/A    |             | 29.20 | 84.55                     | 18.63     | 3.89        | N/A    |             | 107.07 |
| S0710-E1820-P04              | Fsec/FC        | 円形          | 55.38                       | 15.51     | 0.24       | 0.00       | 3.20        | 70.86  | 26.03                      | 5.66      | 0.11        | 29.57  | 1.50        | 62.87 | 95.44                     | 20.75     | 0.40        | 108.42 | 5.50        | 230.51 |
| S0710-E1820-P05              | Fsec/FC        | 円形          | 126.17                      | 35.33     | 0.62       | 0.00       | N/A         | 151.72 | 59.30                      | 11.71     | 0.29        | N/A    | N/A         | 71.30 | 217.43                    | 42.94     | 1.06        | N/A    | N/A         | 261.43 |
| S0710-E1820-P06              | Fsec/FC        | 円形          | 65.74                       | 18.41     | 0.00       | 0.00       | N/A         | 79.75  | 30.90                      | 6.58      | 0.00        | 28.23  | N/A         | 65.71 | 113.30                    | 24.13     | 0.00        | 103.51 | N/A         | 240.94 |
| S0710-E1820-P07              | Fsec/FC        | 円形          | 49.83                       | 13.95     | 3.16       | 0.00       |             | 63.95  | 23.42                      | 5.15      | 1.48        | N/A    |             | 30.05 | 85.87                     | 18.88     | 5.43        | N/A    |             | 110.18 |
| S0710-E1820-P08              | Fsec/FC        | 円形          | 55.74                       | 15.61     | 0.30       | 0.00       |             | 68.14  | 26.20                      | 5.69      | 0.14        | 25.77  |             | 57.80 | 96.07                     | 20.86     | 0.51        | 94.49  |             | 211.93 |
| S0710-E1820-P09              | Fsec/FC        | 円形          | 52.84                       | 14.80     | 2.92       | 0.00       |             | 67.31  | 24.83                      | 5.43      | 1.37        | N/A    |             | 31.63 | 91.04                     | 19.91     | 5.02        | N/A    |             | 115.97 |
| S0710-E1820-P10              | Fsec/FC        | 円形          | 40.19                       | 11.25     | 2.58       | 0.00       |             | 51.84  | 18.89                      | 4.26      | 1.21        | N/A    |             | 24.36 | 69.26                     | 15.62     | 4.44        | N/A    |             | 89.32  |
| S0720-E1830-P01              | Fsec/FC        | 円形          | 70.80                       | 19.82     | 0.00       | 0.00       | N/A         | 85.76  | 33.28                      | 7.03      | 0.00        | N/A    | N/A         | 40.31 | 122.03                    | 25.78     | 0.00        | N/A    | N/A         | 147.81 |
| S0720-E1830-P02              | Fsec/FC        | 円形          | 98.20                       | 27.50     | 0.12       | 0.00       |             | 118.30 | 46.15                      | 9.39      | 0.06        | 25.00  |             | 80.60 | 169.22                    | 34.43     | 0.22        | 91.67  |             | 295.54 |
| S0720-E1830-P03              | Fsec/FC        | 円形          | 96.90                       | 27.13     | 1.97       | 2.68       | N/A         | 121.29 | 45.54                      | 9.28      | 2.19        | N/A    | N/A         | 57.01 | 166.98                    | 34.03     | 8.03        | N/A    | N/A         | 209.04 |
| S0720-E1830-P04              | Fsec/FC        | 円形          | 49.16                       | 13.77     | 1.31       | 0.00       | N/A         | 61.31  | 23.11                      | 5.09      | 0.62        | 25.67  | N/A         | 54.49 | 84.74                     | 18.66     | 2.27        | 94.12  | N/A         | 199.79 |
| S0720-E1830-P05              | Fsec/FC        | 円形          | 67.83                       | 18.99     | 0.31       | 0.00       |             | 82.54  | 31.88                      | 6.77      | 0.15        | N/A    |             | 38.80 | 116.89                    | 24.82     | 0.55        | N/A    |             | 142.26 |
| S0720-E1830-P06              | Fsec/FC        | 円形          | 21.08                       | 5.90      | 3.21       | 0.00       |             | 29.42  | 9.91                       | 2.41      | 1.51        | 29.87  |             | 43.70 | 36.34                     | 8.84      | 5.54        | 109.52 |             | 160.24 |
| S0720-E1830-P07              | Fsec/FC        | 円形          | 47.58                       | 13.32     | 0.00       | 1.68       |             | 59.79  | 22.36                      | 4.95      | 0.79        | N/A    |             | 28.10 | 81.99                     | 18.15     | 2.90        | N/A    |             | 103.04 |
| S0720-E1830-P08              | Fsec/FC        | 円形          | 52.52                       | 14.71     | 0.39       | 0.00       |             | 64.40  | 24.69                      | 5.40      | 0.18        | 30.13  |             | 60.40 | 90.53                     | 19.80     | 0.66        | 110.48 |             | 221.47 |
| S0720-E1830-P09              | Fsec/FC        | 円形          | 72.68                       | 20.35     | 0.23       | 0.00       |             | 88.22  | 34.16                      | 7.20      | 0.11        | N/A    |             | 41.47 | 125.25                    | 26.40     | 0.40        | N/A    |             | 152.05 |
| S0720-E1830-P10              | Fsec/FC        | 円形          | 63.19                       | 17.69     | 0.73       | 0.00       |             | 77.45  | 29.70                      | 6.36      | 0.34        | N/A    |             | 36.40 | 108.90                    | 23.32     | 1.25        | N/A    |             | 133.47 |

| サンプリング<br>ユニット及び<br>プロット No. | 土地被覆・<br>森林タイプ | プロット<br>タイプ | バイオマス (t ha <sup>-1</sup> ) |       |        |             |      |        | カーボン (t ha <sup>-1</sup> ) |       |      |       |      |       | CO2 (t ha <sup>-1</sup> ) |       |      |        |       |        |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------------------|-------|--------|-------------|------|--------|----------------------------|-------|------|-------|------|-------|---------------------------|-------|------|--------|-------|--------|
|                              |                |             | 立木地上部                       | 立木地下部 | (立枯死木) | (枯死木<br>倒木) | リター  | Total  | 立木地上部                      | 立木地下部 | 枯死木  | 土壌    | リター  | Total | 立木地上部                     | 立木地下部 | 枯死木  | 土壌     | リター   | Total  |
| S0730-E1900-P01              | Sa-b           | 円形          | 9.28                        | 3.71  | 0.07   | 0.00        | N/A  | 11.83  | 4.36                       | 1.17  | 0.03 | N/A   | N/A  | 5.56  | 15.99                     | 4.29  | 0.11 | N/A    | N/A   | 20.39  |
| S0730-E1900-P02              | FDH            | 円形          | 164.68                      | 60.93 | 0.00   | 0.00        | 7.00 | 203.22 | 77.40                      | 14.82 | 0.00 | N/A   | 3.29 | 95.51 | 283.80                    | 54.34 | 0.00 | N/A    | 12.06 | 350.20 |
| S0730-E1900-P03              | Fsec/FC        | 円形          | 24.59                       | 6.88  | 0.37   | 0.00        | N/A  | 30.84  | 11.56                      | 2.76  | 0.18 | N/A   | N/A  | 14.50 | 42.39                     | 10.12 | 0.66 | N/A    | N/A   | 53.17  |
| S0730-E1900-P04              | Fsec/FC        | 円形          | 74.46                       | 20.85 | 0.17   | 0.00        | N/A  | 90.27  | 35.00                      | 7.35  | 0.08 | 32.30 | N/A  | 74.73 | 128.33                    | 26.95 | 0.29 | 118.43 | N/A   | 274.00 |
| S0730-E1900-P05              | Sa/Pr          | 円形          | 32.17                       | 12.87 | 0.00   | 0.00        | N/A  | 39.62  | 15.12                      | 3.50  | 0.00 | N/A   | N/A  | 18.62 | 55.44                     | 12.83 | 0.00 | N/A    | N/A   | 68.27  |
| S0730-E1900-P06              | Fsec/FC        | 円形          | 74.20                       | 20.78 | 0.00   | 0.00        | N/A  | 89.80  | 34.88                      | 7.33  | 0.00 | 35.03 | N/A  | 77.24 | 127.89                    | 26.88 | 0.00 | 128.44 | N/A   | 283.21 |
| S0730-E1900-P07              | Sa/Pr          | 円形          | 37.38                       | 14.95 | 0.60   | 3.73        | N/A  | 50.22  | 17.57                      | 4.00  | 2.04 | N/A   | N/A  | 23.61 | 64.42                     | 14.67 | 7.48 | N/A    | N/A   | 86.57  |
| S0730-E1900-P08              | Sa/Pr          | 円形          | 20.08                       | 8.03  | 0.82   | 0.00        | N/A  | 25.81  | 9.44                       | 2.31  | 0.39 | 34.47 | N/A  | 46.61 | 34.61                     | 8.47  | 1.43 | 126.39 | N/A   | 170.90 |
| S0730-E1900-P09              | Sa/Pr          | 円形          | 10.06                       | 4.03  | 1.16   | 0.00        | N/A  | 13.90  | 4.73                       | 1.25  | 0.55 | N/A   | N/A  | 6.53  | 17.34                     | 4.58  | 2.02 | N/A    | N/A   | 23.94  |
| S0730-E1900-P10              | Sa/Pr          | 円形          | 14.71                       | 5.89  | 1.14   | 0.00        | N/A  | 19.59  | 6.92                       | 1.75  | 0.54 | N/A   | N/A  | 9.21  | 25.37                     | 6.42  | 1.98 | N/A    | N/A   | 33.77  |

土地被覆・森林タイプ

密生湿潤林：FDH

湿地林：FDSH

二次林：FS

乾燥林/疎林：FSec/FC

灌木・草本サバンナ/草地：Sa/Pr

木本サバンナ：Sa-b

耕作地/自然植生(草本または灌木)：RCA

プロットタイプ

方形：60m x 60m

円形：ø30m (0.0707ha)

表 7 土地被覆・森林タイプごとのバイオマス、カーボン及び CO2 量（地上部）

| カーボンプール |     | 密生湿潤林（熱帯雨林地域）                  |                            |                              | 非森林                            |                            |                              | 密生湿潤林（森林-サバンナ混在地域）             |                            |                              | 二次林                            |                            |                              | 乾燥林/疎林                         |                            |                              |
|---------|-----|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|
|         |     | バイオマス<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | C<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | CO2<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | バイオマス<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | C<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | CO2<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | バイオマス<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | C<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | CO2<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | バイオマス<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | C<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | CO2<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | バイオマス<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | C<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | CO2<br>(t ha <sup>-1</sup> ) |
| 立木      | 地上部 | 271.78                         | 127.74                     | 468.37                       | 19.89                          | 9.35                       | 34.27                        | 260.92                         | 122.63                     | 449.64                       | 189.14                         | 88.90                      | 325.95                       | 61.09                          | 28.71                      | 105.28                       |
| 立木      | 地下部 | 100.56                         | 47.26                      | 173.30                       | 7.95                           | 3.74                       | 13.70                        | 96.53                          | 45.37                      | 166.36                       | 69.98                          | 32.89                      | 120.60                       | 17.10                          | 8.04                       | 29.47                        |
| 小計      |     | 372.34                         | 175.00                     | 641.67                       | 27.84                          | 13.08                      | 47.98                        | 357.45                         | 168.00                     | 616.01                       | 259.12                         | 121.79                     | 446.55                       | 78.19                          | 36.75                      | 134.75                       |
| 枯死有機物   | 枯死木 | 15.93                          | 7.49                       | 27.46                        | 1.60                           | 0.75                       | 2.76                         | 5.23                           | 2.46                       | 9.01                         | 2.86                           | 1.35                       | 4.94                         | 1.15                           | 0.54                       | 1.99                         |
|         | リター | 11.69                          | 5.50                       | 20.15                        | 23.77                          | 11.17                      | 40.97                        | 23.29                          | 10.95                      | 40.14                        | 27.08                          | 12.73                      | 46.67                        | 3.20                           | 1.50                       | 5.51                         |
| 小計      |     | 27.62                          | 12.98                      | 47.61                        | 25.38                          | 11.93                      | 43.73                        | 28.53                          | 13.41                      | 49.16                        | 29.95                          | 14.08                      | 51.61                        | 4.35                           | 2.05                       | 7.50                         |
| 土壌有機物   |     | 0.00                           | 47.08                      | 172.62                       | 0.00                           | 32.55                      | 119.34                       | 0.00                           | 29.58                      | 108.47                       | 0.00                           | 29.49                      | 108.13                       | 0.00                           | 33.25                      | 121.93                       |
| 合計      |     | 0.00                           | 235.06                     | 861.89                       | 0.00                           | 57.56                      | 211.05                       | 0.00                           | 210.99                     | 773.63                       | 0.00                           | 165.35                     | 606.30                       | 0.00                           | 72.05                      | 264.19                       |

表 8 地上バイオマスの推定精度

| 統計量                                       | 層          |                      |           |           |                   | 4層の合計      |
|-------------------------------------------|------------|----------------------|-----------|-----------|-------------------|------------|
|                                           | 0          | 1                    | 2         | 3         | 4                 |            |
|                                           | 非森林        | 密生湿潤林<br>(森林-サバンナ地域) | 二次林       | 乾燥林       | 密生湿潤林<br>(熱帯雨林地域) |            |
| Ni (層別面積 ha)                              | 15,374,000 | 1,750,466            | 1,903,900 | 1,076,100 | 8,432,434         | 28,536,900 |
| Wi (層別面積率)                                | 53.9       | 6.1                  | 6.7       | 3.8       | 29.5              | 100        |
| ni (層別サンプリングユニット数)                        | 197        | 51                   | 37        | 44        | 21                | 350        |
| {バイオマス合計}                                 | 3,918      | 13,307               | 6,998     | 2,688     | 5,707             | 32,618     |
| {バイオマス二乗計 $x_i^2$ }                       | 224,977    | 4,650,886            | 2,291,490 | 187,867   | 1,607,982         | 8,963,202  |
| (層別平均バイオマス)                               | 19.89      | 260.92               | 189.14    | 61.09     | 271.78            |            |
| <sup>2</sup> (各層の標本分散)                    | 750.3      | 23,579.2             | 26,885.2  | 550.4     | 2,839.3           |            |
| (各層の標準偏差)                                 | 27.39      | 153.56               | 163.97    | 23.46     | 53.29             |            |
| $\bar{x}_i$                               | 10.72      | 15.92                | 12.67     | 2.32      | 80.18             | 121.81     |
| <sup>2</sup> $\bar{x}$ (総平均の分散) $\bar{x}$ | 1.11       | 1.72                 | 3.26      | 0.02      | 11.77             | 17.87      |
| $\sqrt{{}^2\bar{x}}$ (総平均の標準偏差)           |            |                      |           |           |                   | 4.23       |

|             |      |
|-------------|------|
| e (誤差率) (%) | 7.00 |
|-------------|------|

有効自由度  $fe$  及び誤差率  $e$  は次のとおり求めた。

$$f_e \approx \frac{\left\{ \sum \frac{(W^2 - 2)}{n} \right\}}{\sum n_i^2 (n_i - 1)} = 43$$

$$e = \frac{t(fe, 0.05) \cdot}{121.81} \times 100 = \frac{2.0167 \times 4.23}{121.81} \times 100 = 7.00$$



## II. 材積の算定

森林・土地利用区分ごとの利用材積（net volume）を樹種別に計算した結果が、次の表である。計算には「オペレーションガイド – コンゴ民主共和国樹種リスト（DIAF）<sup>2</sup>」に記された材積式及び樹種クラスを使った。樹種クラスは次のとおりである。

表 9 樹種クラスの定義

| 樹種クラス    | 定義                                                    |
|----------|-------------------------------------------------------|
| Classe 1 | 伝統的有用樹種 essences traditionnelles                      |
| Classe 2 | 潜在的商業樹種 essences ayant un potentiel commercial        |
| Classe 3 | 推進樹種 essences à promouvoir                            |
| Classe 4 | 利用者から価値を認められていない樹種 essences ignorées des utilisateurs |
| Classe 5 | 保護種 essences protégées                                |

<sup>2</sup> “Guide Operationnel - Listes des essences forestières de la République Démocratique du Congo -DIAF”

## (1) 樹種、樹種クラス、直径階ごとの利用材積 (m<sup>3</sup>/ha)

### a. 熱帯雨林地域の密生湿潤林 (湿地林含む)

| No. | Espèce                                | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|---------------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                       |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 1   | Dialium pachyphyllum                  | 4               | 9.7255            | 4.09 | 1.1613        | 1.1353      | 1.2517      | 1.5176      | 4.6596         |
| 2   | Guibourtia demeusei                   | 1               | 8.2989            | 3.49 | 1.1989        | 2.0397      | 1.9167      | 2.3362      | 0.8074         |
| 3   | Plagiostyles africana                 | 4               | 6.2820            | 2.64 | 1.6713        | 3.5672      | 1.0435      | 0.0000      | 0.0000         |
| 4   | Aphanocalyx sp.                       | -               | 6.2031            | 2.61 | 0.9261        | 2.0678      | 2.0827      | 1.1265      | 0.0000         |
| 5   | Cleistanthus mildbraedii              | 4               | 5.8560            | 2.46 | 0.8783        | 1.6830      | 1.6057      | 0.9304      | 0.7587         |
| 6   | Manilkara sp.                         | -               | 5.2085            | 2.19 | 0.6407        | 2.9632      | 1.3741      | 0.2305      | 0.0000         |
| 7   | Strombosia pustulata                  | 4               | 4.9321            | 2.07 | 0.6016        | 1.8101      | 1.5705      | 0.4860      | 0.4639         |
| 8   | Cryptosepalum sp.                     | -               | 4.6251            | 1.94 | 1.4328        | 2.0868      | 0.7977      | 0.3079      | 0.0000         |
| 9   | Baphia dewevrei                       | 4               | 4.5221            | 1.90 | 2.3652        | 1.8150      | 0.2417      | 0.1002      | 0.0000         |
| 10  | Strombosiosis tetrandra               | 4               | 4.2726            | 1.80 | 0.1594        | 0.8096      | 1.7882      | 0.9827      | 0.5327         |
| 11  | Musanga cecropioides                  | 3               | 3.8582            | 1.62 | 0.0988        | 0.4087      | 1.6905      | 1.2222      | 0.4380         |
| 12  | Drypetes sp.                          | -               | 3.4431            | 1.45 | 0.9625        | 1.4807      | 0.6628      | 0.3372      | 0.0000         |
| 13  | Milletia laurentii                    | 1 et 5          | 3.3457            | 1.41 | 0.1444        | 0.6125      | 1.1235      | 0.8996      | 0.5656         |
| 14  | Azelia bella                          | 4               | 3.2936            | 1.38 | 0.4826        | 0.9772      | 1.1180      | 0.7159      | 0.0000         |
| 15  | Garcinia epunctata                    | 4               | 3.0072            | 1.26 | 0.3073        | 0.6385      | 1.0630      | 0.9985      | 0.0000         |
| 16  | Symphonia globulifera                 | 4               | 2.9292            | 1.23 | 0.6188        | 0.2572      | 0.7643      | 0.7054      | 0.5835         |
| 17  | Diospyros sp.                         | -               | 2.8917            | 1.22 | 2.3401        | 0.4418      | 0.1097      | 0.0000      | 0.0000         |
| 18  | Dialium bipendensis                   | 4               | 2.7710            | 1.16 | 0.5151        | 0.9297      | 0.4140      | 0.7007      | 0.2114         |
| 19  | Anonidium mannii                      | 4               | 2.7696            | 1.16 | 0.1531        | 0.6967      | 1.3904      | 0.5293      | 0.0000         |
| 20  | Pentaclethra eetveldeana              | 3               | 2.5593            | 1.08 | 0.1012        | 0.7742      | 0.9888      | 0.4768      | 0.2184         |
| 21  | Berlinia congolensis                  | 4               | 2.3874            | 1.00 | 0.5907        | 1.1771      | 0.3851      | 0.2344      | 0.0000         |
| 22  | Irvingia sp.                          | -               | 2.3704            | 1.00 | 0.1021        | 0.3272      | 0.3451      | 0.4255      | 1.1706         |
| 23  | Polyalthia suaveolens                 | -               | 2.3163            | 0.97 | 0.6212        | 1.2193      | 0.4759      | 0.0000      | 0.0000         |
| 24  | Cryptocarpium sp.                     | -               | 2.2879            | 0.96 | 1.7706        | 0.5172      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 25  | Hymenostegia pellegrinii              | 4               | 2.2309            | 0.94 | 0.1509        | 0.6594      | 0.7203      | 0.3428      | 0.3574         |
| 26  | Julbernardia seretii                  | 4               | 2.1648            | 0.91 | 0.0678        | 0.2391      | 0.7251      | 0.9622      | 0.1705         |
| 27  | Coelocaryon preussii                  | 4               | 2.1622            | 0.91 | 0.2759        | 0.7668      | 0.6565      | 0.4630      | 0.0000         |
| 28  | Garcinia punctata                     | 4               | 2.1210            | 0.89 | 0.2355        | 0.5262      | 0.9660      | 0.1624      | 0.2309         |
| 29  | Xylopia sp.                           | -               | 2.0289            | 0.85 | 0.3177        | 1.1056      | 0.6057      | 0.0000      | 0.0000         |
| 30  | Entandrophragma palustre              | 4               | 1.9095            | 0.80 | 0.0817        | 0.1000      | 0.4252      | 1.0776      | 0.2250         |
| 31  | Cleistanthus ripicola                 | 4               | 1.8910            | 0.79 | 0.5479        | 0.7530      | 0.3682      | 0.2219      | 0.0000         |
| 32  | Isolona hexaloba                      | 4               | 1.8785            | 0.79 | 0.1928        | 0.4375      | 1.0462      | 0.2020      | 0.0000         |
| 33  | Uapaca guineensis                     | 4               | 1.7959            | 0.75 | 0.1774        | 0.9785      | 0.5401      | 0.0999      | 0.0000         |
| 34  | Tessmannia anomala                    | 4               | 1.7669            | 0.74 | 0.0985        | 0.2011      | 0.4732      | 0.3727      | 0.6215         |
| 35  | Pterocarpus soyauxii                  | 1               | 1.7421            | 0.73 | 0.0110        | 0.1446      | 0.4124      | 0.1259      | 1.0481         |
| 36  | Klainedoxa sp.                        | -               | 1.7317            | 0.73 | 0.0545        | 0.1938      | 0.1687      | 0.8813      | 0.4335         |
| 37  | Pycnanthus angolensis                 | 2               | 1.6853            | 0.71 | 0.1592        | 0.1566      | 0.6026      | 0.7669      | 0.0000         |
| 38  | Anthostema aubryanum                  | -               | 1.5986            | 0.67 | 1.3272        | 0.2714      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 39  | Irvingia gabonensis                   | 4               | 1.5861            | 0.67 | 0.0859        | 0.3117      | 0.1683      | 0.2865      | 0.7337         |
| 40  | Xylopia hypolampra                    | 4               | 1.5543            | 0.65 | 0.3383        | 0.6571      | 0.4407      | 0.1183      | 0.0000         |
| 41  | Greenwayodendron suaveolens           | 4               | 1.5408            | 0.65 | 0.5370        | 1.0038      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 42  | Ongokea gore                          | 2               | 1.5333            | 0.64 | 0.0446        | 0.2087      | 0.4798      | 0.3033      | 0.4969         |
| 43  | Dialium sp.                           | -               | 1.5303            | 0.64 | 0.4293        | 0.4041      | 0.4995      | 0.1973      | 0.0000         |
| 44  | Piptadeniastrum africanum             | 2               | 1.5042            | 0.63 | 0.0352        | 0.0875      | 0.0768      | 0.0000      | 1.3046         |
| 45  | Klainedoxa gabonensis                 | 3               | 1.4628            | 0.61 | 0.0493        | 0.1282      | 0.2950      | 0.4631      | 0.5272         |
| 46  | Garcinia smeathmani                   | 4               | 1.3811            | 0.58 | 0.1786        | 0.0606      | 0.2459      | 0.7227      | 0.1733         |
| 47  | Trichilia welwitschii                 | 4               | 1.3462            | 0.57 | 0.1967        | 0.7445      | 0.3066      | 0.0985      | 0.0000         |
| 48  | Diospyros ituriensis (alboflavescens) | 4               | 1.3124            | 0.55 | 0.9938        | 0.2778      | 0.0409      | 0.0000      | 0.0000         |
| 49  | Scottellia klaineana                  | -               | 1.2759            | 0.54 | 0.3397        | 0.4454      | 0.3732      | 0.1176      | 0.0000         |
| 50  | Trichilia prieuriana                  | 4               | 1.2312            | 0.52 | 0.4182        | 0.6094      | 0.0607      | 0.1429      | 0.0000         |
| 51  | Lasiodiscus sp.                       | -               | 1.2274            | 0.52 | 0.9461        | 0.2813      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 52  | Corynanthe sp.                        | -               | 1.2129            | 0.51 | 0.2276        | 0.5419      | 0.3262      | 0.1172      | 0.0000         |
| 53  | Cola sp.                              | -               | 1.1869            | 0.50 | 1.0128        | 0.1740      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 54  | Hymenostegia sp.                      | -               | 1.1648            | 0.49 | 0.1325        | 0.2704      | 0.5249      | 0.0000      | 0.2369         |
| 55  | Drypetes gossweileri                  | 3               | 1.1373            | 0.48 | 0.0999        | 0.2821      | 0.3927      | 0.3626      | 0.0000         |
| 56  | Picalima nitida                       | 4               | 1.1359            | 0.48 | 0.5725        | 0.2473      | 0.0602      | 0.2559      | 0.0000         |
| 57  | Uapaca heudelotii                     | 4               | 1.0919            | 0.46 | 0.1609        | 0.5609      | 0.3702      | 0.0000      | 0.0000         |
| 58  | Chaetocarpus africanus                | 4               | 1.0806            | 0.45 | 0.7954        | 0.1561      | 0.0000      | 0.1291      | 0.0000         |
| 59  | Strombosia grandifolia                | 4               | 1.0756            | 0.45 | 0.2063        | 0.4125      | 0.1585      | 0.1084      | 0.1899         |
| 60  | Alstonia boonei                       | 3               | 1.0654            | 0.45 | 0.0038        | 0.0529      | 0.1995      | 0.4024      | 0.4069         |
| 61  | Macaranga sp.                         | -               | 1.0606            | 0.45 | 0.1532        | 0.3284      | 0.3662      | 0.2128      | 0.0000         |
| 62  | Monodora myristica                    | 4               | 1.0568            | 0.44 | 0.3402        | 0.4159      | 0.2062      | 0.0945      | 0.0000         |
| 63  | Tessmannia lescrauwaetii              | 4               | 1.0352            | 0.44 | 0.0270        | 0.0366      | 0.4514      | 0.5203      | 0.0000         |
| 64  | Xylopia acutiflora                    | 4               | 1.0117            | 0.43 | 0.0645        | 0.2895      | 0.2774      | 0.0000      | 0.3802         |
| 65  | Daniella pynaertii                    | 4               | 1.0026            | 0.42 | 0.0028        | 0.0884      | 0.7126      | 0.1988      | 0.0000         |
| 66  | Beilschmiedia congolana               | 3               | 0.9949            | 0.42 | 0.0119        | 0.1109      | 0.2984      | 0.3656      | 0.2080         |
| 67  | Trichilia sp.                         | -               | 0.9944            | 0.42 | 0.5193        | 0.4252      | 0.0499      | 0.0000      | 0.0000         |
| 68  | Naucleria sp.                         | -               | 0.9581            | 0.40 | 0.0219        | 0.1067      | 0.1774      | 0.1187      | 0.5334         |
| 69  | Canarium schweinfurthii               | 3               | 0.9515            | 0.40 | 0.0907        | 0.1501      | 0.0000      | 0.1111      | 0.5997         |
| 70  | Staudtia sp.                          | -               | 0.9302            | 0.39 | 0.2474        | 0.2777      | 0.1282      | 0.1013      | 0.1756         |
| 71  | Angylocalyx sp.                       | -               | 0.8663            | 0.36 | 0.3952        | 0.4254      | 0.0457      | 0.0000      | 0.0000         |

| No. | Espèce                                    | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|-------------------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                           |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 72  | Ricinodendron heudelotii subsp. Africanum | 4               | 0.8421            | 0.35 | 0.0215        | 0.0831      | 0.1965      | 0.2137      | 0.3273         |
| 73  | Eriocoelum microspermum                   | 4               | 0.8421            | 0.35 | 0.6484        | 0.1442      | 0.0494      | 0.0000      | 0.0000         |
| 74  | Fillaeopsis discophora                    | 4               | 0.8415            | 0.35 | 0.0105        | 0.0260      | 0.1837      | 0.0921      | 0.5291         |
| 75  | Dacryodes edulis                          | 4               | 0.8278            | 0.35 | 0.1572        | 0.2847      | 0.0394      | 0.0000      | 0.3465         |
| 76  | Daniella soyauxii                         | 4               | 0.8277            | 0.35 | 0.0132        | 0.0535      | 0.1504      | 0.3961      | 0.2145         |
| 77  | Monopetalanthus microphyllus              | 4               | 0.8222            | 0.35 | 0.0341        | 0.1650      | 0.4365      | 0.1866      | 0.0000         |
| 78  | Hallea stipulosa                          | 1               | 0.7887            | 0.33 | 0.0253        | 0.0856      | 0.1700      | 0.5078      | 0.0000         |
| 79  | Macaranga spinosa                         | 4               | 0.7784            | 0.33 | 0.0932        | 0.1563      | 0.4252      | 0.1037      | 0.0000         |
| 80  | Uapaca sp.                                | -               | 0.7510            | 0.32 | 0.3084        | 0.3984      | 0.0441      | 0.0000      | 0.0000         |
| 81  | Celtis tessmannii                         | -               | 0.7411            | 0.31 | 0.0307        | 0.0637      | 0.0000      | 0.1484      | 0.4984         |
| 82  | Gilbertiodendron dewevrei                 | 2               | 0.7373            | 0.31 | 0.0640        | 0.2307      | 0.2896      | 0.0000      | 0.1530         |
| 83  | Guarea cedrata                            | 1               | 0.7280            | 0.31 | 0.0967        | 0.0573      | 0.2345      | 0.1146      | 0.2248         |
| 84  | Desplatsia dewevrei                       | 4               | 0.7163            | 0.30 | 0.0759        | 0.3064      | 0.2076      | 0.1264      | 0.0000         |
| 85  | Xylopia staudtii                          | 4               | 0.7102            | 0.30 | 0.0086        | 0.1484      | 0.5533      | 0.0000      | 0.0000         |
| 86  | Pausinystalia sp.                         | -               | 0.6857            | 0.29 | 0.0943        | 0.2872      | 0.0853      | 0.2187      | 0.0000         |
| 87  | Blighia welwitschii                       | 4               | 0.6844            | 0.29 | 0.0531        | 0.1141      | 0.0773      | 0.1429      | 0.2969         |
| 88  | Cola griseiflora                          | 4               | 0.6726            | 0.28 | 0.5434        | 0.1292      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 89  | Pentaclethra macrophylla                  | 3               | 0.6708            | 0.28 | 0.0257        | 0.0936      | 0.3134      | 0.2380      | 0.0000         |
| 90  | Diospyros bipindensis                     | 4               | 0.6426            | 0.27 | 0.5125        | 0.1301      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 91  | Angylocalyx pynaertii                     | 4               | 0.6289            | 0.26 | 0.1055        | 0.4730      | 0.0504      | 0.0000      | 0.0000         |
| 92  | Anthonotha fragrans                       | 4               | 0.6239            | 0.26 | 0.1823        | 0.1081      | 0.0794      | 0.2541      | 0.0000         |
| 93  | Berlinia grandiflora                      | 4               | 0.6234            | 0.26 | 0.2815        | 0.2772      | 0.0647      | 0.0000      | 0.0000         |
| 94  | Carapa sp.                                | -               | 0.6167            | 0.26 | 0.2499        | 0.3173      | 0.0494      | 0.0000      | 0.0000         |
| 95  | Coelocaryon botryoides                    | 4               | 0.6141            | 0.26 | 0.3329        | 0.1787      | 0.1024      | 0.0000      | 0.0000         |
| 96  | Grewia sp.                                | -               | 0.5959            | 0.25 | 0.0829        | 0.2704      | 0.2426      | 0.0000      | 0.0000         |
| 97  | Scorodophloeus zenkeri                    | 3               | 0.5892            | 0.25 | 0.0447        | 0.3161      | 0.2285      | 0.0000      | 0.0000         |
| 98  | Monodora louisii                          | 4               | 0.5500            | 0.23 | 0.1575        | 0.3925      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 99  | Prioria oxyphylla                         | 2               | 0.5455            | 0.23 | 0.0053        | 0.0253      | 0.0000      | 0.0000      | 0.5149         |
| 100 | Xylopia rubescens                         | 4               | 0.5425            | 0.23 | 0.0611        | 0.3456      | 0.1358      | 0.0000      | 0.0000         |
| 101 | Dacryodes sp.                             | -               | 0.5404            | 0.23 | 0.1400        | 0.3602      | 0.0402      | 0.0000      | 0.0000         |
| 102 | Rinorea sp.                               | -               | 0.5276            | 0.22 | 0.2451        | 0.2825      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 103 | Sapium ellepticum                         | 4               | 0.5050            | 0.21 | 0.4848        | 0.0202      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 104 | Carapa procera                            | 4               | 0.5033            | 0.21 | 0.1393        | 0.3030      | 0.0609      | 0.0000      | 0.0000         |
| 105 | Staudtia stipitata                        | -               | 0.4988            | 0.21 | 0.1953        | 0.1765      | 0.1270      | 0.0000      | 0.0000         |
| 106 | Berlinia sp.                              | -               | 0.4972            | 0.21 | 0.0759        | 0.2167      | 0.0955      | 0.1091      | 0.0000         |
| 107 | Prioria balsamifera                       | 1               | 0.4944            | 0.21 | 0.0044        | 0.0000      | 0.0000      | 0.1366      | 0.3533         |
| 108 | Monodora angolensis                       | 4               | 0.4908            | 0.21 | 0.3198        | 0.1098      | 0.0612      | 0.0000      | 0.0000         |
| 109 | Blighia inujugata                         | 4               | 0.4891            | 0.21 | 0.3305        | 0.1587      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 110 | Anthonotha macrophylla                    | 3               | 0.4888            | 0.21 | 0.3264        | 0.1624      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 111 | Petersianthus macrocarpus                 | 3               | 0.4794            | 0.20 | 0.0324        | 0.0100      | 0.0312      | 0.0662      | 0.3397         |
| 112 | Sygygium sp.                              | -               | 0.4532            | 0.19 | 0.0156        | 0.1151      | 0.1432      | 0.0000      | 0.1794         |
| 113 | Treculia africana                         | 4               | 0.4451            | 0.19 | 0.0545        | 0.2059      | 0.1847      | 0.0000      | 0.0000         |
| 114 | Albizia sp.                               | -               | 0.4446            | 0.19 | 0.1458        | 0.1754      | 0.1234      | 0.0000      | 0.0000         |
| 115 | Erismadelphus exsul                       | 4               | 0.4335            | 0.18 | 0.0000        | 0.0191      | 0.1381      | 0.2763      | 0.0000         |
| 116 | Grewia louisii                            | 4               | 0.4285            | 0.18 | 0.0367        | 0.3919      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 117 | Cynometra hankei                          | 3               | 0.4185            | 0.18 | 0.0179        | 0.0481      | 0.1452      | 0.0000      | 0.2073         |
| 118 | Enantia sp.                               | -               | 0.4114            | 0.17 | 0.3938        | 0.0175      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 119 | Diospyros gillettii                       | 4               | 0.4106            | 0.17 | 0.3122        | 0.0984      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 120 | Anopyxis sp.                              | -               | 0.3810            | 0.16 | 0.0060        | 0.0624      | 0.1138      | 0.1988      | 0.0000         |
| 121 | Entandrophragma cylindricum               | 1               | 0.3793            | 0.16 | 0.0156        | 0.0135      | 0.0484      | 0.0000      | 0.3019         |
| 122 | Eriocoelum sp.                            | -               | 0.3737            | 0.16 | 0.3061        | 0.0676      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 123 | Cynometra sp.                             | -               | 0.3686            | 0.15 | 0.2746        | 0.0940      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 124 | Pycnanthus marchalianus                   | 4               | 0.3609            | 0.15 | 0.0661        | 0.1407      | 0.1541      | 0.0000      | 0.0000         |
| 125 | Santiria trimera                          | 4               | 0.3557            | 0.15 | 0.0947        | 0.2017      | 0.0594      | 0.0000      | 0.0000         |
| 126 | Trilepisium madagascariense               | 4               | 0.3370            | 0.14 | 0.0192        | 0.1135      | 0.1082      | 0.0961      | 0.0000         |
| 127 | Dialium polyanthum (corbisieri)           | 4               | 0.3367            | 0.14 | 0.0539        | 0.0581      | 0.0538      | 0.0000      | 0.1710         |
| 128 | Parinari excelsa                          | 4               | 0.3174            | 0.13 | 0.0111        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.3062         |
| 129 | Sapium sp.                                | -               | 0.3167            | 0.13 | 0.1275        | 0.1320      | 0.0573      | 0.0000      | 0.0000         |
| 130 | Scottellia sp.                            | -               | 0.3167            | 0.13 | 0.0340        | 0.1243      | 0.0518      | 0.1066      | 0.0000         |
| 131 | Cleistopholis patens                      | 4               | 0.3128            | 0.13 | 0.0180        | 0.0482      | 0.1444      | 0.1023      | 0.0000         |
| 132 | Pachyloasma tessmannii                    | 4               | 0.3125            | 0.13 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.3125         |
| 133 | Diospyros crassiflora                     | 1               | 0.3121            | 0.13 | 0.2060        | 0.1061      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 134 | Celtis gomphophylla (brieyi)              | 3               | 0.3078            | 0.13 | 0.0205        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.2873         |
| 135 | Garcinia sp.                              | -               | 0.3036            | 0.13 | 0.2739        | 0.0297      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 136 | Hexalobus crispiflorus                    | 4               | 0.3004            | 0.13 | 0.0539        | 0.0525      | 0.0455      | 0.1484      | 0.0000         |
| 137 | Cleistanthus sp.                          | -               | 0.2968            | 0.12 | 0.0139        | 0.0536      | 0.1203      | 0.1091      | 0.0000         |
| 138 | Macaranga monandra                        | 4               | 0.2964            | 0.12 | 0.0298        | 0.0667      | 0.0873      | 0.1127      | 0.0000         |
| 139 | Syzygium staudtii                         | 4               | 0.2911            | 0.12 | 0.0342        | 0.0166      | 0.1052      | 0.1351      | 0.0000         |
| 140 | Baphia sp.                                | -               | 0.2905            | 0.12 | 0.1226        | 0.0933      | 0.0746      | 0.0000      | 0.0000         |
| 141 | Dialium tessmannii                        | 4               | 0.2880            | 0.12 | 0.0000        | 0.0773      | 0.1179      | 0.0928      | 0.0000         |
| 142 | Pterocarpus castelsii                     | 2               | 0.2854            | 0.12 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0960      | 0.1894         |
| 143 | Millettia drastica                        | 4               | 0.2717            | 0.11 | 0.0860        | 0.1858      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 144 | Celtis mildbraedii                        | 4               | 0.2703            | 0.11 | 0.0469        | 0.0399      | 0.1835      | 0.0000      | 0.0000         |

| No. | Espèce                              | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|-------------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                     |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 145 | Grewia oligoneura                   | 4               | 0.2697            | 0.11 | 0.1426        | 0.1271      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 146 | Digueta sp.                         | -               | 0.2690            | 0.11 | 0.1049        | 0.1642      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 147 | Ochthocosmus africanus              | 4               | 0.2599            | 0.11 | 0.0405        | 0.1333      | 0.0861      | 0.0000      | 0.0000         |
| 148 | Xylopia phloiodora                  | 4               | 0.2499            | 0.11 | 0.0591        | 0.1525      | 0.0384      | 0.0000      | 0.0000         |
| 149 | Synsepalum stipulatum               | 4               | 0.2497            | 0.10 | 0.1369        | 0.1128      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 150 | Pancovia harmsiana                  | 4               | 0.2496            | 0.10 | 0.0670        | 0.1826      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 151 | Maranthes glabra                    | 4               | 0.2480            | 0.10 | 0.0513        | 0.1409      | 0.0558      | 0.0000      | 0.0000         |
| 152 | Guarea thompsonii                   | 2               | 0.2469            | 0.10 | 0.0132        | 0.1004      | 0.1332      | 0.0000      | 0.0000         |
| 153 | Mammea africana                     | 3               | 0.2458            | 0.10 | 0.0136        | 0.0000      | 0.0000      | 0.2322      | 0.0000         |
| 154 | Diogoia zenkeri                     | 4               | 0.2456            | 0.10 | 0.0538        | 0.1917      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 155 | Irvingia smithii                    | 4               | 0.2442            | 0.10 | 0.0316        | 0.1702      | 0.0424      | 0.0000      | 0.0000         |
| 156 | Syzygium sp.                        | -               | 0.2415            | 0.10 | 0.0599        | 0.1136      | 0.0680      | 0.0000      | 0.0000         |
| 157 | Chrysophyllum lacourtiana (Gambeya) | 3               | 0.2397            | 0.10 | 0.0266        | 0.0257      | 0.0841      | 0.1033      | 0.0000         |
| 158 | Funtumia africana (latifolia)       | 3               | 0.2375            | 0.10 | 0.0114        | 0.0000      | 0.0746      | 0.1515      | 0.0000         |
| 159 | Zanthoxylum sp.                     | -               | 0.2286            | 0.10 | 0.0064        | 0.0000      | 0.0485      | 0.0000      | 0.1738         |
| 160 | Cleistopholis glauca                | 4               | 0.2268            | 0.10 | 0.0110        | 0.1169      | 0.0000      | 0.0989      | 0.0000         |
| 161 | Pterocarpus tinctorius              | 2               | 0.2251            | 0.09 | 0.0000        | 0.0151      | 0.0000      | 0.0000      | 0.2100         |
| 162 | Coffea sp.                          | -               | 0.2197            | 0.09 | 0.1705        | 0.0491      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 163 | Drypetes likwa                      | 4               | 0.2189            | 0.09 | 0.0743        | 0.1054      | 0.0392      | 0.0000      | 0.0000         |
| 164 | Beilschmiedia sp.                   | -               | 0.2162            | 0.09 | 0.1032        | 0.0443      | 0.0686      | 0.0000      | 0.0000         |
| 165 | Corynanthe paniculata               | 4               | 0.2092            | 0.09 | 0.0238        | 0.0575      | 0.1279      | 0.0000      | 0.0000         |
| 166 | Irvingia grandifolia                | 3               | 0.2075            | 0.09 | 0.0179        | 0.0099      | 0.0000      | 0.0000      | 0.1797         |
| 167 | Antiaris sp.                        | -               | 0.2045            | 0.09 | 0.0655        | 0.0994      | 0.0396      | 0.0000      | 0.0000         |
| 168 | Homalium sp.                        | -               | 0.1926            | 0.08 | 0.0544        | 0.0477      | 0.0905      | 0.0000      | 0.0000         |
| 169 | Anthonotha sp.                      | -               | 0.1817            | 0.08 | 0.0653        | 0.0711      | 0.0453      | 0.0000      | 0.0000         |
| 170 | Amphimas pterocarpoides             | 2               | 0.1807            | 0.08 | 0.0043        | 0.0000      | 0.0000      | 0.1764      | 0.0000         |
| 171 | Millettia sp.                       | -               | 0.1794            | 0.08 | 0.0881        | 0.0166      | 0.0746      | 0.0000      | 0.0000         |
| 172 | Vitex welwitschii                   | 4               | 0.1790            | 0.08 | 0.0084        | 0.1707      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 173 | Pancovia laurentii                  | 4               | 0.1775            | 0.07 | 0.0553        | 0.1222      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 174 | Massularia acuminata                | 4               | 0.1741            | 0.07 | 0.1654        | 0.0087      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 175 | Pseudospondias microcarpa           | 4               | 0.1665            | 0.07 | 0.0072        | 0.0113      | 0.1479      | 0.0000      | 0.0000         |
| 176 | Oncoba welwitschii                  | 4               | 0.1656            | 0.07 | 0.0634        | 0.0302      | 0.0720      | 0.0000      | 0.0000         |
| 177 | Aphania senegalensis                | 4               | 0.1578            | 0.07 | 0.1272        | 0.0306      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 178 | Cordia millenii                     | 4               | 0.1549            | 0.07 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.1549      | 0.0000         |
| 179 | Omphalocarpum sp.                   | -               | 0.1499            | 0.06 | 0.0217        | 0.0415      | 0.0868      | 0.0000      | 0.0000         |
| 180 | Allanblackia floribunda             | 4               | 0.1494            | 0.06 | 0.0634        | 0.0438      | 0.0422      | 0.0000      | 0.0000         |
| 181 | Tabernaemontana crasa               | 4               | 0.1493            | 0.06 | 0.0701        | 0.0792      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 182 | Barteria fistulosa                  | 4               | 0.1462            | 0.06 | 0.1036        | 0.0425      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 183 | Strombosia sp.                      | -               | 0.1434            | 0.06 | 0.0644        | 0.0790      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 184 | Entandrophragma sp.                 | -               | 0.1414            | 0.06 | 0.0461        | 0.0221      | 0.0732      | 0.0000      | 0.0000         |
| 185 | Pteleopsis hyalodendron             | 4               | 0.1411            | 0.06 | 0.0053        | 0.0000      | 0.0413      | 0.0945      | 0.0000         |
| 186 | Microdesmis yafungana               | 4               | 0.1399            | 0.06 | 0.0657        | 0.0271      | 0.0471      | 0.0000      | 0.0000         |
| 187 | Enantia chlorantha                  | -               | 0.1337            | 0.06 | 0.0892        | 0.0445      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 188 | Phyllanthus discoidea               | 4               | 0.1298            | 0.05 | 0.0082        | 0.0179      | 0.1037      | 0.0000      | 0.0000         |
| 189 | Autranella sp.                      | -               | 0.1268            | 0.05 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.1268      | 0.0000         |
| 190 | Rothmannia sp.                      | -               | 0.1264            | 0.05 | 0.0864        | 0.0400      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 191 | Margaritaria discoidea              | 4               | 0.1262            | 0.05 | 0.0151        | 0.1110      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 192 | Blighia sp.                         | -               | 0.1246            | 0.05 | 0.0034        | 0.0480      | 0.0732      | 0.0000      | 0.0000         |
| 193 | Synsepalum subcordatum              | 4               | 0.1212            | 0.05 | 0.0977        | 0.0235      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 194 | Ochna sp.                           | -               | 0.1202            | 0.05 | 0.0808        | 0.0394      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 195 | Vitex ferruginea                    | 4               | 0.1197            | 0.05 | 0.0000        | 0.0784      | 0.0413      | 0.0000      | 0.0000         |
| 196 | Hymenocardia ulmoides               | 4               | 0.1187            | 0.05 | 0.0000        | 0.0000      | 0.1187      | 0.0000      | 0.0000         |
| 197 | Turraeanthus africanus              | 4               | 0.1156            | 0.05 | 0.0356        | 0.0800      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 198 | Acioa gillettii                     | 4               | 0.1153            | 0.05 | 0.0324        | 0.0829      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 199 | Pterygota bequaertii                | 4               | 0.1147            | 0.05 | 0.0023        | 0.0000      | 0.1124      | 0.0000      | 0.0000         |
| 200 | Chrysophyllum sp.                   | -               | 0.1143            | 0.05 | 0.0084        | 0.0174      | 0.0885      | 0.0000      | 0.0000         |
| 201 | Antrocaryon nannanii                | 3               | 0.1137            | 0.05 | 0.0000        | 0.0340      | 0.0797      | 0.0000      | 0.0000         |
| 202 | Markhamia lutea                     | 4               | 0.1131            | 0.05 | 0.0328        | 0.0803      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 203 | Dacryodes yangambiensis             | 4               | 0.1126            | 0.05 | 0.0593        | 0.0533      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 204 | Markhamia tomentosa                 | 4               | 0.1092            | 0.05 | 0.0112        | 0.0980      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 205 | Macaranga saccifera                 | 4               | 0.1078            | 0.05 | 0.0112        | 0.0967      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 206 | Albizia gummifera                   | 4               | 0.1058            | 0.04 | 0.0105        | 0.0532      | 0.0422      | 0.0000      | 0.0000         |
| 207 | Syzygium congolense                 | 4               | 0.1056            | 0.04 | 0.0242        | 0.0813      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 208 | Brachystegia sp.                    | -               | 0.1053            | 0.04 | 0.0252        | 0.0801      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 209 | Grewia pinnatifida                  | 4               | 0.1034            | 0.04 | 0.0118        | 0.0468      | 0.0448      | 0.0000      | 0.0000         |
| 210 | Vitex welwitschii                   | -               | 0.1002            | 0.04 | 0.0110        | 0.0000      | 0.0892      | 0.0000      | 0.0000         |
| 211 | Rhabdolophyllum sp.                 | -               | 0.0985            | 0.04 | 0.0842        | 0.0143      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 212 | Entandrophragma utile               | 1               | 0.0981            | 0.04 | 0.0096        | 0.0885      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 213 | Dialum sp.                          | -               | 0.0979            | 0.04 | 0.0157        | 0.0000      | 0.0822      | 0.0000      | 0.0000         |
| 214 | Cryptocephalum pellegrissium        | -               | 0.0967            | 0.04 | 0.0429        | 0.0538      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 215 | Psyrax sp.                          | -               | 0.0964            | 0.04 | 0.0594        | 0.0370      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 216 | Amphimas ferrugineus                | 3               | 0.0955            | 0.04 | 0.0078        | 0.0323      | 0.0555      | 0.0000      | 0.0000         |
| 217 | Plagiostyles sp.                    | -               | 0.0938            | 0.04 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0938      | 0.0000         |
| 218 | Sterculia tragacantha               | 4               | 0.0892            | 0.04 | 0.0019        | 0.0000      | 0.0872      | 0.0000      | 0.0000         |
| 219 | Oncoba glauca                       | 4               | 0.0877            | 0.04 | 0.0047        | 0.0830      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

| No. | Espèce                             | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|------------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                    |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 220 | Ixora sp.                          | -               | 0.0861            | 0.04 | 0.0861        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 221 | Caloncoba sp.                      | -               | 0.0852            | 0.04 | 0.0054        | 0.0000      | 0.0797      | 0.0000      | 0.0000         |
| 222 | Celtis sp.                         | -               | 0.0822            | 0.03 | 0.0281        | 0.0542      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 223 | Maesopsis eminii                   | 4               | 0.0772            | 0.03 | 0.0279        | 0.0494      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 224 | Gilbertiodendron ogoouense         | 4               | 0.0728            | 0.03 | 0.0155        | 0.0000      | 0.0573      | 0.0000      | 0.0000         |
| 225 | Nesogordonia papaverifera          | 4               | 0.0709            | 0.03 | 0.0437        | 0.0272      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 226 | Hunteria congolana                 | 4               | 0.0706            | 0.03 | 0.0706        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 227 | Tessmannia africana                | 3               | 0.0681            | 0.03 | 0.0091        | 0.0000      | 0.0590      | 0.0000      | 0.0000         |
| 228 | Trichoscypha sp.                   | -               | 0.0676            | 0.03 | 0.0424        | 0.0252      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 229 | Chrysophyllum oxyphyllum (Gambeya) | 4               | 0.0653            | 0.03 | 0.0000        | 0.0103      | 0.0550      | 0.0000      | 0.0000         |
| 230 | Homalium africanum                 | 4               | 0.0649            | 0.03 | 0.0161        | 0.0488      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 231 | Khaya anthotheca                   | 1               | 0.0640            | 0.03 | 0.0218        | 0.0421      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 232 | Cola acuminata                     | 4               | 0.0637            | 0.03 | 0.0519        | 0.0118      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 233 | Barteria nigritana                 | 4               | 0.0607            | 0.03 | 0.0519        | 0.0087      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 234 | Copaifera mildbraedii              | 3               | 0.0599            | 0.03 | 0.0067        | 0.0000      | 0.0532      | 0.0000      | 0.0000         |
| 235 | Aidia micrantha                    | 4               | 0.0594            | 0.03 | 0.0594        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 236 | Uvariostrum sp.                    | -               | 0.0583            | 0.02 | 0.0583        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 237 | Cola lateritia                     | 4               | 0.0578            | 0.02 | 0.0000        | 0.0578      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 238 | Tetraberlinia bifoliolata          | 4               | 0.0575            | 0.02 | 0.0280        | 0.0295      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 239 | Cordia sp.                         | -               | 0.0567            | 0.02 | 0.0567        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 240 | Lannea welwitschii                 | 4               | 0.0550            | 0.02 | 0.0000        | 0.0550      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 241 | Zanthoxylum gillettii              | 2               | 0.0531            | 0.02 | 0.0043        | 0.0488      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 242 | Trichilia gillettii                | 4               | 0.0526            | 0.02 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0526      | 0.0000      | 0.0000         |
| 243 | Isolona sp.                        | -               | 0.0483            | 0.02 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0483      | 0.0000      | 0.0000         |
| 244 | Parinari sp.                       | -               | 0.0467            | 0.02 | 0.0229        | 0.0238      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 245 | Maranthes sp.                      | -               | 0.0457            | 0.02 | 0.0370        | 0.0086      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 246 | Diospyros zenkeri                  | -               | 0.0452            | 0.02 | 0.0254        | 0.0198      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 247 | Massularia africana                | 4               | 0.0444            | 0.02 | 0.0444        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 248 | Berlinia bracteosa                 | 4               | 0.0443            | 0.02 | 0.0034        | 0.0409      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 249 | Trichilia retusa                   | 4               | 0.0440            | 0.02 | 0.0321        | 0.0119      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 250 | Tetrapleura tetraptera             | 4               | 0.0428            | 0.02 | 0.0243        | 0.0185      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 251 | Dialium reygaertii (lacourtiana)   | 4               | 0.0428            | 0.02 | 0.0092        | 0.0336      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 252 | Afrostryax lepidophyllus           | 4               | 0.0426            | 0.02 | 0.0167        | 0.0259      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 253 | Cola digitata                      | 4               | 0.0425            | 0.02 | 0.0425        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 254 | Ficus sp.                          | -               | 0.0411            | 0.02 | 0.0000        | 0.0411      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 255 | Entandrophragma angolense          | 1               | 0.0407            | 0.02 | 0.0158        | 0.0249      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 256 | Baillonella toxisperma             | 4               | 0.0396            | 0.02 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0396      | 0.0000      | 0.0000         |
| 257 | Daniella sp.                       | -               | 0.0384            | 0.02 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0384      | 0.0000      | 0.0000         |
| 258 | Ficus exasperata                   | 4               | 0.0384            | 0.02 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0384      | 0.0000      | 0.0000         |
| 259 | Psydrax odorata                    | 4               | 0.0377            | 0.02 | 0.0000        | 0.0377      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 260 | Harungana madagascariensis         | 4               | 0.0373            | 0.02 | 0.0067        | 0.0306      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 261 | Baikiaea insignis                  | 4               | 0.0371            | 0.02 | 0.0075        | 0.0296      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 262 | Casearia barteri                   | 4               | 0.0368            | 0.02 | 0.0368        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 263 | Trichoscypha acuminata             | 4               | 0.0366            | 0.02 | 0.0151        | 0.0215      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 264 | Daniella klainei                   | 4               | 0.0358            | 0.02 | 0.0000        | 0.0358      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 265 | Pterygota sp.                      | -               | 0.0334            | 0.01 | 0.0095        | 0.0239      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 266 | Scottellia coriacea                | 4               | 0.0334            | 0.01 | 0.0000        | 0.0334      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 267 | Elaeis guineensis                  | 4               | 0.0326            | 0.01 | 0.0000        | 0.0326      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 268 | Cola diversifolia                  | 4               | 0.0321            | 0.01 | 0.0321        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 269 | Scytopetalum pierreanum            | 4               | 0.0320            | 0.01 | 0.0115        | 0.0205      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 270 | Synsepalum sp.                     | -               | 0.0319            | 0.01 | 0.0044        | 0.0275      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 271 | Funtumia elastica                  | 4               | 0.0318            | 0.01 | 0.0188        | 0.0130      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 272 | Allophylus africanus               | 4               | 0.0317            | 0.01 | 0.0047        | 0.0270      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 273 | Monodora sp.                       | -               | 0.0309            | 0.01 | 0.0107        | 0.0202      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 274 | Spathodea campanulata              | 4               | 0.0304            | 0.01 | 0.0030        | 0.0274      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 275 | Pleiocarpa pycnantha var. tubicyna | 4               | 0.0302            | 0.01 | 0.0302        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 276 | Alstonia congensis                 | 4               | 0.0288            | 0.01 | 0.0022        | 0.0266      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 277 | Schumanniohyton magnificum         | 4               | 0.0283            | 0.01 | 0.0187        | 0.0096      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 278 | Sterculia sp.                      | -               | 0.0267            | 0.01 | 0.0118        | 0.0149      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 279 | Ganophyllum giganteum              | 4               | 0.0266            | 0.01 | 0.0000        | 0.0266      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 280 | Acioa sp.                          | -               | 0.0264            | 0.01 | 0.0000        | 0.0264      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 281 | Milicia excelsa                    | 1               | 0.0250            | 0.01 | 0.0000        | 0.0250      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 282 | Canthium oddonii                   | 4               | 0.0249            | 0.01 | 0.0087        | 0.0162      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 283 | Antidesma laciniatum               | 4               | 0.0246            | 0.01 | 0.0246        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 284 | Thomandersia sp.                   | -               | 0.0237            | 0.01 | 0.0237        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 285 | Tetrorchidium didymostemon         | 4               | 0.0236            | 0.01 | 0.0236        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 286 | Manilkara castelsii                | 4               | 0.0234            | 0.01 | 0.0026        | 0.0208      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 287 | Diospyros hoyleana                 | 4               | 0.0229            | 0.01 | 0.0000        | 0.0229      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 288 | Pterocarpus sp.                    | -               | 0.0224            | 0.01 | 0.0132        | 0.0092      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 289 | Porterandia clamydantha            | 4               | 0.0222            | 0.01 | 0.0041        | 0.0181      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 290 | Fernandoa -adolphi- frederici      | 4               | 0.0221            | 0.01 | 0.0135        | 0.0086      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 291 | Dialium excelsum                   | 4               | 0.0219            | 0.01 | 0.0020        | 0.0198      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

| No. | Espèce                           | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|----------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                  |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 292 | Morinda lucida                   | 4               | 0.0216            | 0.01 | 0.0129        | 0.0087      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 293 | Milletia hylobia                 | 4               | 0.0209            | 0.01 | 0.0000        | 0.0209      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 294 | Anthonotha gillettii             | 4               | 0.0204            | 0.01 | 0.0088        | 0.0117      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 295 | Anthocleista sp.                 | -               | 0.0203            | 0.01 | 0.0084        | 0.0120      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 296 | Holarrhena sp.                   | -               | 0.0192            | 0.01 | 0.0075        | 0.0118      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 297 | Magnistipula sp.                 | -               | 0.0192            | 0.01 | 0.0000        | 0.0192      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 298 | Copaifera sp.                    | -               | 0.0188            | 0.01 | 0.0000        | 0.0188      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 299 | Sorindeia sp.                    | -               | 0.0187            | 0.01 | 0.0187        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 300 | Myrianthus arboreus              | 4               | 0.0181            | 0.01 | 0.0041        | 0.0139      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 301 | Garcinia kola                    | 4               | 0.0171            | 0.01 | 0.0171        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 302 | Rinorea oblongifolia             | 4               | 0.0170            | 0.01 | 0.0170        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 303 | Librevillea klaineana            | 4               | 0.0162            | 0.01 | 0.0162        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 304 | Ochna afzelii                    | 4               | 0.0157            | 0.01 | 0.0000        | 0.0157      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 305 | Klaineanthus sp.                 | -               | 0.0156            | 0.01 | 0.0000        | 0.0156      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 306 | Guarea laurentii                 | 2               | 0.0154            | 0.01 | 0.0154        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 307 | Allanblackia sp.                 | -               | 0.0135            | 0.01 | 0.0135        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 308 | Cola ballayi                     | 4               | 0.0131            | 0.01 | 0.0000        | 0.0131      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 309 | Coffea liberica                  | 4               | 0.0126            | 0.01 | 0.0126        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 310 | Cola bruneelii                   | 4               | 0.0126            | 0.01 | 0.0126        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 311 | Coelocaryon sp.                  | -               | 0.0126            | 0.01 | 0.0126        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 312 | Rhadbolphyllum arnoldianum       | 4               | 0.0126            | 0.01 | 0.0126        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 313 | Anthocleista vogelii             | 4               | 0.0117            | 0.00 | 0.0117        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 314 | Coffea canephora                 | 4               | 0.0111            | 0.00 | 0.0111        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 315 | Occhthocosmus sp.                | -               | 0.0108            | 0.00 | 0.0000        | 0.0108      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 316 | Chaetocarpus sp.                 | -               | 0.0105            | 0.00 | 0.0105        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 317 | Garcinia ovalifolia              | 4               | 0.0101            | 0.00 | 0.0101        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 318 | Voacanga sp.                     | -               | 0.0100            | 0.00 | 0.0100        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 319 | Oxystigma sp.                    | -               | 0.0096            | 0.00 | 0.0000        | 0.0096      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 320 | Spondianthus preussii            | 4               | 0.0096            | 0.00 | 0.0000        | 0.0096      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 321 | Rauvolfia sp.                    | -               | 0.0095            | 0.00 | 0.0095        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 322 | Pentadesma butyracea             | 4               | 0.0095            | 0.00 | 0.0000        | 0.0095      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 323 | Sorindeia gillettii              | 4               | 0.0093            | 0.00 | 0.0093        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 324 | Dracaena arborea                 | 4               | 0.0089            | 0.00 | 0.0089        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 325 | Simaroubaceae sp.                | -               | 0.0089            | 0.00 | 0.0089        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 326 | Lovoa trichilioides              | 1               | 0.0088            | 0.00 | 0.0088        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 327 | Vitex sp.                        | -               | 0.0087            | 0.00 | 0.0000        | 0.0087      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 328 | Cuviera sp.                      | -               | 0.0086            | 0.00 | 0.0086        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 329 | Canthium sp.                     | -               | 0.0084            | 0.00 | 0.0084        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 330 | Hunteria sp.                     | -               | 0.0084            | 0.00 | 0.0084        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 331 | Entandrophragma candollei        | 1               | 0.0083            | 0.00 | 0.0083        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 332 | Anthonotha pyraertii             | 4               | 0.0082            | 0.00 | 0.0082        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 333 | Coffea congensis                 | 4               | 0.0080            | 0.00 | 0.0080        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 334 | Treculia sp.                     | -               | 0.0079            | 0.00 | 0.0079        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 335 | Diospyros boala                  | 4               | 0.0079            | 0.00 | 0.0079        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 336 | Baphia pubescens                 | 4               | 0.0076            | 0.00 | 0.0076        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 337 | Bersama yangambiensis            | 4               | 0.0073            | 0.00 | 0.0073        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 338 | Dialium englerianum              | 4               | 0.0071            | 0.00 | 0.0071        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 339 | Rhadbolphyllum sp.               | -               | 0.0063            | 0.00 | 0.0063        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 340 | Brenania brieyi                  | 4               | 0.0062            | 0.00 | 0.0062        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 341 | Anopyxis ealensis                | 4               | 0.0061            | 0.00 | 0.0061        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 342 | Chrysophyllum africana (Gambeya) | 1               | 0.0061            | 0.00 | 0.0061        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 343 | Scytopetalum sp.                 | -               | 0.0060            | 0.00 | 0.0060        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 344 | Tridesmostemon omphalocarpoides  | 4               | 0.0060            | 0.00 | 0.0060        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 345 | Pauridiantha dewevrei            | 4               | 0.0057            | 0.00 | 0.0057        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 346 | Voacanga africana                | 4               | 0.0056            | 0.00 | 0.0056        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 347 | Aubrevillea sp.                  | -               | 0.0056            | 0.00 | 0.0056        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 348 | Fillaeopsis sp.                  | -               | 0.0055            | 0.00 | 0.0055        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 349 | Pauridiantha sp.                 | -               | 0.0052            | 0.00 | 0.0052        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 350 | Pancovia sp.                     | -               | 0.0048            | 0.00 | 0.0048        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 351 | Dictyandra arborescens           | 4               | 0.0044            | 0.00 | 0.0044        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 352 | Phyllocosmus africanus           | -               | 0.0042            | 0.00 | 0.0042        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 353 | Combretum sp.                    | -               | 0.0041            | 0.00 | 0.0041        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 354 | Pseudomacrolobium mengei         | 4               | 0.0041            | 0.00 | 0.0041        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 355 | Greenwayodendron sp.             | -               | 0.0039            | 0.00 | 0.0039        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 356 | Oxyanthus sp.                    | -               | 0.0039            | 0.00 | 0.0039        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 357 | Trichilia tessmannii             | -               | 0.0039            | 0.00 | 0.0039        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 358 | Drypetes paxii                   | 4               | 0.0038            | 0.00 | 0.0038        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 359 | Trichilia rubescens              | 4               | 0.0036            | 0.00 | 0.0036        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 360 | Porterandia sp.                  | -               | 0.0035            | 0.00 | 0.0035        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 361 | Amphimas sp.                     | -               | 0.0034            | 0.00 | 0.0034        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 362 | Barteria sp.                     | -               | 0.0034            | 0.00 | 0.0034        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 363 | Dichostemma sp.                  | -               | 0.0034            | 0.00 | 0.0034        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 364 | Diospyros canaliculata           | 4               | 0.0032            | 0.00 | 0.0032        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 365 | Lasiodiscus pseudostipularis     | 4               | 0.0032            | 0.00 | 0.0032        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |



| No.                   | Espèce                 | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %      | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----------------------|------------------------|-----------------|-------------------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                       |                        |                 |                   |        | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 366                   | Ganophyllum sp.        | -               | 0.0030            | 0.00   | 0.0030        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 367                   | Mussaenda sp.          | -               | 0.0029            | 0.00   | 0.0029        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 368                   | Tricalysia sp.         | -               | 0.0029            | 0.00   | 0.0029        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 369                   | Gilbertiodendron sp.   | -               | 0.0028            | 0.00   | 0.0028        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 370                   | Tarena sp.             | -               | 0.0028            | 0.00   | 0.0028        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 371                   | Azelia bipindensis     | 1               | 0.0028            | 0.00   | 0.0028        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 372                   | Brachystegia laurentii | 2               | 0.0026            | 0.00   | 0.0026        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 373                   | Antidesma sp.          | -               | 0.0023            | 0.00   | 0.0023        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 374                   | Croton sp.             | -               | 0.0022            | 0.00   | 0.0022        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 375                   | Garcinia chromocarpa   | 4               | 0.0021            | 0.00   | 0.0021        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 376                   | Grewia trinervira      | 4               | 0.0020            | 0.00   | 0.0020        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 377                   | Autre                  | -               | 13.4953           | 5.67   | 3.0871        | 3.4277      | 3.9618      | 1.4188      | 1.5999         |
| 378                   | Inconnu                | -               | 4.8131            | 2.02   | 1.1931        | 1.2290      | 1.3877      | 0.6530      | 0.3504         |
| Toutes les classes    |                        |                 | 237.9186          | 100.00 | 52.0809       | 68.5345     | 55.2488     | 34.3239     | 27.7305        |
| Classe 1              |                        |                 | 12.9971           | 5.46   | 1.6312        | 2.6273      | 2.7820      | 3.2211      | 2.7355         |
| Classe 2              |                        |                 | 7.0146            | 2.95   | 0.3482        | 0.8731      | 1.5820      | 1.3426      | 2.8688         |
| Classe 3              |                        |                 | 16.2515           | 6.83   | 1.0163        | 2.6390      | 4.9890      | 4.1949      | 3.4123         |
| Classe 4              |                        |                 | 118.4524          | 49.79  | 24.5925       | 35.9085     | 27.8458     | 17.3090     | 12.7965        |
| Classe non-identifiée |                        |                 | 79.8572           | 33.56  | 24.3484       | 25.8740     | 16.9264     | 7.3566      | 5.3518         |
| Classe 1 et 5         |                        |                 | 3.3457            | 1.41   | 0.1444        | 0.6125      | 1.1235      | 0.8996      | 0.5656         |

## b. 森林-サバンナミックスゾーンの密生湿潤林

| No. | Espèce                              | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|-------------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                     |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 1   | Alstonia boonei                     | 3               | 13.7917           | 5.36 | 0.0409        | 0.0000      | 1.1874      | 3.6761      | 8.8873         |
| 2   | Milicia excelsa                     | 1               | 7.9666            | 3.10 | 0.0516        | 0.0000      | 0.6918      | 1.0034      | 6.2198         |
| 3   | Celtis tessmannii                   | -               | 7.9303            | 3.08 | 0.4108        | 1.2070      | 0.0000      | 2.2319      | 4.0806         |
| 4   | Anonidium mannii                    | 4               | 6.3927            | 2.49 | 0.7966        | 3.9957      | 1.6004      | 0.0000      | 0.0000         |
| 5   | Coelocaryon botryoides              | 4               | 5.7479            | 2.24 | 0.8696        | 1.8641      | 1.3264      | 1.6878      | 0.0000         |
| 6   | Plagiostyles africana               | 4               | 5.6053            | 2.18 | 1.0575        | 3.6432      | 0.9046      | 0.0000      | 0.0000         |
| 7   | Dracaena arborea                    | 4               | 4.9357            | 1.92 | 0.2066        | 0.2279      | 1.4515      | 1.2414      | 1.8083         |
| 8   | Celtis sp.                          | -               | 4.6855            | 1.82 | 0.1340        | 0.6925      | 0.7029      | 1.3435      | 1.8127         |
| 9   | Pycnanthus angolensis               | 2               | 4.5432            | 1.77 | 0.2325        | 1.0554      | 0.8995      | 2.3558      | 0.0000         |
| 10  | Elaeis guineensis                   | 4               | 4.4031            | 1.71 | 0.0000        | 3.1952      | 1.2080      | 0.0000      | 0.0000         |
| 11  | Antiaris sp.                        | -               | 4.0096            | 1.56 | 0.0163        | 0.5385      | 0.5428      | 0.0000      | 2.9120         |
| 12  | Musanga cecropioides                | 3               | 3.6581            | 1.42 | 0.5018        | 0.3021      | 1.8158      | 1.0385      | 0.0000         |
| 13  | Pterygota bequaertii                | 4               | 3.5212            | 1.37 | 0.1043        | 0.1447      | 1.3485      | 0.0000      | 1.9236         |
| 14  | Khaya sp.                           | -               | 3.4702            | 1.35 | 0.1680        | 0.7863      | 1.5487      | 0.9672      | 0.0000         |
| 15  | Piptadeniastrum africanum           | 2               | 3.4409            | 1.34 | 0.1451        | 0.2167      | 0.4594      | 0.9050      | 1.7147         |
| 16  | Newtonia leucocarpa                 | 2               | 3.2332            | 1.26 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 3.2332         |
| 17  | Mammea africana                     | 3               | 2.9030            | 1.13 | 0.0000        | 0.2017      | 1.8143      | 0.8870      | 0.0000         |
| 18  | Guarea thompsonii                   | 2               | 2.8901            | 1.12 | 0.8583        | 1.0341      | 0.9977      | 0.0000      | 0.0000         |
| 19  | Macaranga spinosa                   | 4               | 2.8414            | 1.11 | 1.4955        | 1.3459      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 20  | Petersianthus macrocarpus           | 3               | 2.8016            | 1.09 | 0.3744        | 0.7880      | 1.6392      | 0.0000      | 0.0000         |
| 21  | Chrysophyllum lacourtiana (Gambeya) | 3               | 2.8000            | 1.09 | 0.0897        | 0.2482      | 1.1587      | 1.3034      | 0.0000         |
| 22  | Ongokea gore                        | 2               | 2.6196            | 1.02 | 0.1031        | 0.2895      | 2.2269      | 0.0000      | 0.0000         |
| 23  | Symphonia globulifera               | 4               | 2.6178            | 1.02 | 0.0000        | 0.3846      | 1.3183      | 0.9149      | 0.0000         |
| 24  | Strombosia grandifolia              | 4               | 2.6089            | 1.01 | 0.3948        | 1.3021      | 0.0000      | 0.9119      | 0.0000         |
| 25  | Hymenocardia ulmoides               | 4               | 2.6088            | 1.01 | 0.3480        | 1.2334      | 1.0274      | 0.0000      | 0.0000         |
| 26  | Allanblackia floribunda             | 4               | 2.5192            | 0.98 | 0.7473        | 1.0927      | 0.6793      | 0.0000      | 0.0000         |
| 27  | Tessmannia anomala                  | 4               | 2.4871            | 0.97 | 0.0000        | 0.2239      | 0.0000      | 0.0000      | 2.2632         |
| 28  | Greenwayodendron suaveolens         | 4               | 2.4848            | 0.97 | 0.4225        | 2.0623      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 29  | Sterculia tragacantha               | 4               | 2.4329            | 0.95 | 0.2174        | 0.6540      | 1.5615      | 0.0000      | 0.0000         |
| 30  | Staudtia stipitata                  | -               | 2.3483            | 0.91 | 1.2761        | 0.6456      | 0.4266      | 0.0000      | 0.0000         |
| 31  | Berlinia congolensis                | 4               | 2.3368            | 0.91 | 0.6560        | 1.6808      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 32  | Strombosiosis tetrandra             | 4               | 2.3349            | 0.91 | 0.6691        | 0.7087      | 0.9570      | 0.0000      | 0.0000         |
| 33  | Funtumia elastica                   | 4               | 2.2476            | 0.87 | 0.5409        | 1.2196      | 0.4871      | 0.0000      | 0.0000         |
| 34  | Vitex welwitschii                   | 4               | 2.2468            | 0.87 | 0.1495        | 0.6282      | 0.3592      | 1.1098      | 0.0000         |
| 35  | Pseudospondias microcarpa           | 4               | 2.2146            | 0.86 | 0.1452        | 0.8179      | 0.3305      | 0.9210      | 0.0000         |
| 36  | Drypetes sp.                        | -               | 2.1896            | 0.85 | 0.7853        | 0.4187      | 0.9856      | 0.0000      | 0.0000         |
| 37  | Trilepisium madagascariense         | 4               | 2.0895            | 0.81 | 0.7786        | 0.9197      | 0.3912      | 0.0000      | 0.0000         |
| 38  | Cola sp.                            | -               | 1.9538            | 0.76 | 1.6904        | 0.2634      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 39  | Macaranga sp.                       | -               | 1.8951            | 0.74 | 0.3048        | 0.5650      | 1.0254      | 0.0000      | 0.0000         |
| 40  | Trichilia sp.                       | -               | 1.8699            | 0.73 | 0.5154        | 0.9916      | 0.3629      | 0.0000      | 0.0000         |
| 41  | Prioria balsamifera                 | 1               | 1.8099            | 0.70 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 1.8099         |
| 42  | Cola bruneelii                      | 4               | 1.8023            | 0.70 | 1.8023        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 43  | Uapaca guineensis                   | 4               | 1.7327            | 0.67 | 0.0637        | 0.7235      | 0.0000      | 0.9455      | 0.0000         |
| 44  | Trichilia priuriana                 | 4               | 1.7069            | 0.66 | 0.3923        | 0.8960      | 0.4186      | 0.0000      | 0.0000         |
| 45  | Chaetocarpus africanus              | 4               | 1.6039            | 0.62 | 1.1646        | 0.4393      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 46  | Blighia unijugata                   | 4               | 1.5913            | 0.62 | 1.0936        | 0.4977      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 47  | Pentaclethra macrophylla            | 3               | 1.5573            | 0.61 | 0.1994        | 0.9409      | 0.4170      | 0.0000      | 0.0000         |
| 48  | Baphia dewevrei                     | 4               | 1.5476            | 0.60 | 0.6956        | 0.8520      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 49  | Millettia laurentii                 | 1 et 5          | 1.5120            | 0.59 | 0.0768        | 0.3114      | 1.1237      | 0.0000      | 0.0000         |
| 50  | Strombosia pustulata                | 4               | 1.4153            | 0.55 | 0.1534        | 0.8860      | 0.3759      | 0.0000      | 0.0000         |
| 51  | Coelocaryon preussii                | 4               | 1.3920            | 0.54 | 0.7354        | 0.3083      | 0.3483      | 0.0000      | 0.0000         |
| 52  | Polyalthia suaveolens               | -               | 1.3783            | 0.54 | 0.4001        | 0.9782      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 53  | Cola griseiflora                    | 4               | 1.3637            | 0.53 | 0.2909        | 0.1273      | 0.0000      | 0.9455      | 0.0000         |
| 54  | Dacryodes sp.                       | -               | 1.3622            | 0.53 | 0.3104        | 0.3905      | 0.6613      | 0.0000      | 0.0000         |
| 55  | Carapa procera                      | 4               | 1.3600            | 0.53 | 0.9922        | 0.3678      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 56  | Dialium pachyphyllum                | 4               | 1.3292            | 0.52 | 0.0369        | 0.1859      | 0.0000      | 1.1064      | 0.0000         |
| 57  | Anopyxis sp.                        | -               | 1.3188            | 0.51 | 0.0000        | 0.1683      | 0.0000      | 1.1505      | 0.0000         |
| 58  | Pentaclethra eetveldeana            | 3               | 1.3144            | 0.51 | 0.0000        | 0.4300      | 0.0000      | 0.8844      | 0.0000         |
| 59  | Irvingia sp.                        | -               | 1.3028            | 0.51 | 0.3242        | 0.4762      | 0.5024      | 0.0000      | 0.0000         |
| 60  | Cynometra alexandrii                | 3               | 1.2745            | 0.50 | 0.0617        | 0.0000      | 0.0000      | 1.2129      | 0.0000         |
| 61  | Autranella congolensis              | 2               | 1.2674            | 0.49 | 0.0000        | 0.5388      | 0.7286      | 0.0000      | 0.0000         |
| 62  | Xylopia rubescens                   | 4               | 1.2357            | 0.48 | 0.0536        | 0.5924      | 0.5896      | 0.0000      | 0.0000         |
| 63  | Guarea cedrata                      | 1               | 1.2252            | 0.48 | 0.6871        | 0.1064      | 0.4317      | 0.0000      | 0.0000         |
| 64  | Parkia filicoidea                   | 4               | 1.2158            | 0.47 | 0.0000        | 0.1294      | 0.0000      | 1.0864      | 0.0000         |

| No. | Espèce                                   | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|------------------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                          |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 65  | Ricnodendron heudelotii subsp. Africanum | 4               | 1.1994            | 0.47 | 0.0838        | 0.0000      | 1.1156      | 0.0000      | 0.0000         |
| 66  | Brachystegia sp.                         | -               | 1.1974            | 0.47 | 0.1049        | 1.0925      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 67  | Xylopia sp.                              | -               | 1.1878            | 0.46 | 0.6983        | 0.4895      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 68  | Cola digitata                            | 4               | 1.1447            | 0.45 | 0.7301        | 0.0000      | 0.4146      | 0.0000      | 0.0000         |
| 69  | Klainedoxa gabonensis                    | 3               | 1.0668            | 0.41 | 0.0195        | 0.3837      | 0.6635      | 0.0000      | 0.0000         |
| 70  | Croton sp.                               | -               | 1.0426            | 0.41 | 0.0579        | 0.0000      | 0.9847      | 0.0000      | 0.0000         |
| 71  | Azalia bella                             | 4               | 1.0282            | 0.40 | 0.1461        | 0.4413      | 0.4408      | 0.0000      | 0.0000         |
| 72  | Homalium sp.                             | -               | 1.0069            | 0.39 | 0.0472        | 0.2196      | 0.7401      | 0.0000      | 0.0000         |
| 73  | Lannea welwitschii                       | 4               | 1.0010            | 0.39 | 0.1774        | 0.0000      | 0.0000      | 0.8236      | 0.0000         |
| 74  | Trema orientalis                         | 4               | 0.9986            | 0.39 | 0.9986        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 75  | Macaranga monandra                       | 4               | 0.9760            | 0.38 | 0.2469        | 0.3863      | 0.3429      | 0.0000      | 0.0000         |
| 76  | Hallea stipulosa                         | 1               | 0.9371            | 0.36 | 0.1462        | 0.0000      | 0.7909      | 0.0000      | 0.0000         |
| 77  | Cleistanthus ripicola                    | 4               | 0.8790            | 0.34 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.8790      | 0.0000         |
| 78  | Maranthes glabra                         | 4               | 0.8134            | 0.32 | 0.1008        | 0.7125      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 79  | Garcinia kola                            | 4               | 0.8126            | 0.32 | 0.3043        | 0.5083      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 80  | Drypetes likwa                           | 4               | 0.7965            | 0.31 | 0.1403        | 0.0000      | 0.6562      | 0.0000      | 0.0000         |
| 81  | Ganophyllum giganteum                    | 4               | 0.7840            | 0.30 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.7840      | 0.0000         |
| 82  | Microdesmis yafungana                    | 4               | 0.7452            | 0.29 | 0.6563        | 0.0888      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 83  | Irvingia grandifolia                     | 3               | 0.7285            | 0.28 | 0.0931        | 0.0000      | 0.6354      | 0.0000      | 0.0000         |
| 84  | Entandrophragma angolense                | 1               | 0.7207            | 0.28 | 0.0697        | 0.6510      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 85  | Celtis mildbraedii                       | 4               | 0.7201            | 0.28 | 0.3090        | 0.4111      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 86  | Cleistanthus patens                      | 4               | 0.7190            | 0.28 | 0.0956        | 0.1887      | 0.4347      | 0.0000      | 0.0000         |
| 87  | Drypetes gossweileri                     | 3               | 0.7086            | 0.28 | 0.0328        | 0.2105      | 0.4652      | 0.0000      | 0.0000         |
| 88  | Cleistanthus glauca                      | 4               | 0.6995            | 0.27 | 0.0469        | 0.2340      | 0.4186      | 0.0000      | 0.0000         |
| 89  | Amphimas sp.                             | -               | 0.6870            | 0.27 | 0.0000        | 0.0000      | 0.6870      | 0.0000      | 0.0000         |
| 90  | Entandrophragma palustre                 | 4               | 0.6735            | 0.26 | 0.0241        | 0.3259      | 0.3235      | 0.0000      | 0.0000         |
| 91  | Beilschmiedia sp.                        | -               | 0.6638            | 0.26 | 0.0000        | 0.0000      | 0.6638      | 0.0000      | 0.0000         |
| 92  | Antiaris toxicaria subsp. africana       | 3               | 0.6534            | 0.25 | 0.0667        | 0.2325      | 0.3543      | 0.0000      | 0.0000         |
| 93  | Tetrapleura tetraptera                   | 4               | 0.6478            | 0.25 | 0.0320        | 0.1436      | 0.4721      | 0.0000      | 0.0000         |
| 94  | Garcinia punctata                        | 4               | 0.6388            | 0.25 | 0.4827        | 0.1561      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 95  | Xylopia pholidora                        | 4               | 0.6327            | 0.25 | 0.0000        | 0.1170      | 0.5157      | 0.0000      | 0.0000         |
| 96  | Canarium schweinfurthii                  | 3               | 0.6076            | 0.24 | 0.0183        | 0.5893      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 97  | Oncoba welwitschii                       | 4               | 0.6029            | 0.23 | 0.4756        | 0.1273      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 98  | Isolona hexaloba                         | 4               | 0.6011            | 0.23 | 0.5207        | 0.0804      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 99  | Uapaca heudelotii                        | 4               | 0.5728            | 0.22 | 0.3122        | 0.2607      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 100 | Pterocarpus soyauxii                     | 1               | 0.5728            | 0.22 | 0.2679        | 0.3049      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 101 | Entandrophragma sp.                      | -               | 0.5548            | 0.22 | 0.0000        | 0.1241      | 0.4306      | 0.0000      | 0.0000         |
| 102 | Grewia louisii                           | 4               | 0.5289            | 0.21 | 0.1376        | 0.3912      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 103 | Staudtia sp.                             | -               | 0.5158            | 0.20 | 0.1497        | 0.3661      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 104 | Trichilia welwitschii                    | 4               | 0.5096            | 0.20 | 0.2037        | 0.3059      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 105 | Monodora myristica                       | 4               | 0.5078            | 0.20 | 0.0000        | 0.0932      | 0.4146      | 0.0000      | 0.0000         |
| 106 | Daniella klainei                         | 4               | 0.4915            | 0.19 | 0.0000        | 0.0000      | 0.4915      | 0.0000      | 0.0000         |
| 107 | Berlinia sp.                             | -               | 0.4890            | 0.19 | 0.2106        | 0.2784      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 108 | Diogoia zenkeri                          | 4               | 0.4821            | 0.19 | 0.0216        | 0.4605      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 109 | Rinorea welwitschii                      | 4               | 0.4613            | 0.18 | 0.4613        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 110 | Xylopia hypoleuca                        | 4               | 0.4590            | 0.18 | 0.0715        | 0.3875      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 111 | Dichostemma glaucescens                  | 4               | 0.4531            | 0.18 | 0.3371        | 0.1160      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 112 | Dialium sp.                              | -               | 0.4492            | 0.17 | 0.3569        | 0.0923      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 113 | Treulia africana                         | 4               | 0.4483            | 0.17 | 0.0591        | 0.0000      | 0.3892      | 0.0000      | 0.0000         |
| 114 | Hymenostegia sp.                         | -               | 0.4327            | 0.17 | 0.0000        | 0.0000      | 0.4327      | 0.0000      | 0.0000         |
| 115 | Pteleopsis hylodendron                   | 4               | 0.4269            | 0.17 | 0.0296        | 0.3973      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 116 | Margaritaria discoidea                   | 4               | 0.4135            | 0.16 | 0.0000        | 0.0724      | 0.3411      | 0.0000      | 0.0000         |
| 117 | Lovoa trichilioides                      | 1               | 0.3970            | 0.15 | 0.0746        | 0.3224      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 118 | Macaranga saccifera                      | 4               | 0.3833            | 0.15 | 0.3833        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 119 | Strombosia sp.                           | -               | 0.3761            | 0.15 | 0.0533        | 0.3228      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 120 | Chrysophyllum sp.                        | -               | 0.3734            | 0.15 | 0.0000        | 0.3734      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 121 | Myrianthus arboreus                      | 4               | 0.3645            | 0.14 | 0.0622        | 0.3023      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 122 | Corynanthe paniculata                    | 4               | 0.3555            | 0.14 | 0.0212        | 0.3343      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 123 | Garcinia sp.                             | -               | 0.3547            | 0.14 | 0.0550        | 0.2998      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 124 | Markhamia tomentosa                      | 4               | 0.3491            | 0.14 | 0.0641        | 0.2850      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 125 | Librevillea sp.                          | -               | 0.3483            | 0.14 | 0.0000        | 0.0000      | 0.3483      | 0.0000      | 0.0000         |
| 126 | Eriocaulum sp.                           | -               | 0.3199            | 0.12 | 0.0286        | 0.2913      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 127 | Garcinia epunctata                       | 4               | 0.3141            | 0.12 | 0.1027        | 0.2113      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 128 | Scorodophloeus zenkeri                   | 3               | 0.3124            | 0.12 | 0.0000        | 0.3124      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 129 | Cleistanthus mildbraedii                 | 4               | 0.2946            | 0.11 | 0.2946        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 130 | Markhamia lutea                          | 4               | 0.2853            | 0.11 | 0.1229        | 0.1625      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 131 | Diospyros ituriensis (alboflavescens)    | 4               | 0.2824            | 0.11 | 0.2824        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 132 | Millettia versicolor                     | 4               | 0.2821            | 0.11 | 0.0320        | 0.2501      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 133 | Barteria fistulosa                       | 4               | 0.2815            | 0.11 | 0.2815        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 134 | Sterculia louisii                        | 4               | 0.2768            | 0.11 | 0.0000        | 0.2768      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

| No. | Espèce                           | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|----------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                  |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 135 | Grewia oligoneura                | 4               | 0.2733            | 0.11 | 0.2733        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 136 | Albizia sp.                      | -               | 0.2718            | 0.11 | 0.0619        | 0.2099      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 137 | Synsepalum stipulatum            | 4               | 0.2549            | 0.10 | 0.2549        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 138 | Bridelia sp.                     | -               | 0.2534            | 0.10 | 0.0000        | 0.2534      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 139 | Uapaca sp.                       | -               | 0.2511            | 0.10 | 0.1723        | 0.0787      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 140 | Alstonia congensis               | 4               | 0.2340            | 0.09 | 0.0000        | 0.2340      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 141 | Xylopia staudtii                 | 4               | 0.2340            | 0.09 | 0.0000        | 0.2340      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 142 | Scottellia sp.                   | -               | 0.2297            | 0.09 | 0.1525        | 0.0771      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 143 | Pausinystalia sp.                | -               | 0.2294            | 0.09 | 0.2294        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 144 | Pancovia laurentii               | 4               | 0.2281            | 0.09 | 0.1141        | 0.1140      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 145 | Manilkara sp.                    | -               | 0.2202            | 0.09 | 0.0981        | 0.1221      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 146 | Sapium ellepticum                | 4               | 0.2173            | 0.08 | 0.2173        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 147 | Pancovia harmsiana               | 4               | 0.2086            | 0.08 | 0.2086        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 148 | Tabernaemontana crasa            | 4               | 0.2054            | 0.08 | 0.2054        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 149 | Sorindeia gillettii              | 4               | 0.2044            | 0.08 | 0.0000        | 0.2044      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 150 | Maesopsis eminii                 | 4               | 0.2043            | 0.08 | 0.1075        | 0.0968      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 151 | Anthostema aubryanum             | -               | 0.2014            | 0.08 | 0.0834        | 0.1180      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 152 | Brachystegia laurentii           | 2               | 0.1979            | 0.08 | 0.1084        | 0.0895      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 153 | Rinorea oblongifolia             | 4               | 0.1953            | 0.08 | 0.1953        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 154 | Anthonotha fragrans              | 4               | 0.1908            | 0.07 | 0.1908        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 155 | Barteria nigrifolia              | 4               | 0.1888            | 0.07 | 0.1888        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 156 | Omphalocarpum sp.                | -               | 0.1864            | 0.07 | 0.1864        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 157 | Nauclea sp.                      | -               | 0.1717            | 0.07 | 0.0547        | 0.1170      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 158 | Dacryodes yangambiensis          | 4               | 0.1705            | 0.07 | 0.0389        | 0.1315      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 159 | Diospyros bipindensis            | 4               | 0.1694            | 0.07 | 0.1694        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 160 | Cola gigantea                    | 4               | 0.1692            | 0.07 | 0.1692        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 161 | Rauvolfia vomitoria              | 4               | 0.1625            | 0.06 | 0.0320        | 0.1305      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 162 | Eriocoelum microsporum           | 4               | 0.1612            | 0.06 | 0.1612        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 163 | Chrysophyllum africana (Gambeya) | 1               | 0.1607            | 0.06 | 0.0000        | 0.1607      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 164 | Combretum sp.                    | -               | 0.1589            | 0.06 | 0.0241        | 0.1348      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 165 | Diospyros sp.                    | -               | 0.1537            | 0.06 | 0.1537        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 166 | Caloncoba welwitschii            | 4               | 0.1523            | 0.06 | 0.1523        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 167 | Lasiodiscus mannii               | 4               | 0.1452            | 0.06 | 0.1452        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 168 | Monopetalanthus microphyllus     | 4               | 0.1403            | 0.05 | 0.0000        | 0.1403      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 169 | Berlinia grandiflora             | 4               | 0.1324            | 0.05 | 0.1324        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 170 | Milletia sp.                     | -               | 0.1304            | 0.05 | 0.1304        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 171 | Sapium sp.                       | -               | 0.1273            | 0.05 | 0.0341        | 0.0932      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 172 | Synsepalum sp.                   | -               | 0.1267            | 0.05 | 0.1267        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 173 | Albizia adianthifolia            | 3               | 0.1246            | 0.05 | 0.0473        | 0.0772      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 174 | Oncoba sp.                       | -               | 0.1241            | 0.05 | 0.0000        | 0.1241      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 175 | Newtonia sp.                     | -               | 0.1231            | 0.05 | 0.0000        | 0.1231      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 176 | Tetrorchidium didymostemon       | 4               | 0.1221            | 0.05 | 0.1221        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 177 | Aidia micrantha                  | 4               | 0.1155            | 0.04 | 0.0424        | 0.0731      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 178 | Ficus exasperata                 | 4               | 0.1141            | 0.04 | 0.1141        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 179 | Anonidium sp.                    | -               | 0.1120            | 0.04 | 0.0000        | 0.1120      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 180 | Anthocleista vogelii             | 4               | 0.1111            | 0.04 | 0.1111        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 181 | Funtumia africana (latifolia)    | 3               | 0.1101            | 0.04 | 0.1101        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 182 | Vitex sp.                        | -               | 0.1100            | 0.04 | 0.0000        | 0.1100      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 183 | Harungana madagascariensis       | 4               | 0.1051            | 0.04 | 0.1051        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 184 | Anthonotha macrophylla           | 3               | 0.1018            | 0.04 | 0.1018        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 185 | Hunteria congolana               | 4               | 0.0987            | 0.04 | 0.0987        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 186 | Ficus leprii                     | 4               | 0.0918            | 0.04 | 0.0918        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 187 | Oxyanthus sp.                    | -               | 0.0833            | 0.03 | 0.0833        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 188 | Beilschmiedia congolana          | 3               | 0.0826            | 0.03 | 0.0826        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 189 | Cleistanthus sp.                 | -               | 0.0791            | 0.03 | 0.0791        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 190 | Coffea sp.                       | -               | 0.0744            | 0.03 | 0.0744        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 191 | Albizia laurentii                | 4               | 0.0740            | 0.03 | 0.0740        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 192 | Cola acuminata                   | 4               | 0.0735            | 0.03 | 0.0735        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 193 | Pycnanthus sp.                   | -               | 0.0724            | 0.03 | 0.0000        | 0.0724      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 194 | Barteria sp.                     | -               | 0.0722            | 0.03 | 0.0722        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 195 | Thomandersia sp.                 | -               | 0.0704            | 0.03 | 0.0704        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 196 | Corynanthe sp.                   | -               | 0.0685            | 0.03 | 0.0685        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 197 | Hunteria mayombensis             | 4               | 0.0662            | 0.03 | 0.0662        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 198 | Vitex doniana                    | 4               | 0.0612            | 0.02 | 0.0612        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 199 | Cola lateritia                   | 4               | 0.0577            | 0.02 | 0.0577        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 200 | Rauvolfia sp.                    | -               | 0.0570            | 0.02 | 0.0570        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 201 | Lasiodiscus sp.                  | -               | 0.0570            | 0.02 | 0.0570        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 202 | Blighia welwitschii              | 4               | 0.0541            | 0.02 | 0.0541        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 203 | Cola cordifolia                  | 4               | 0.0532            | 0.02 | 0.0532        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 204 | Xylopia welwitschii              | 4               | 0.0530            | 0.02 | 0.0530        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

| No.                   | Espèce                      | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %      | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                       |                             |                 |                   |        | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 205                   | Picralima nitida            | 4               | 0.0469            | 0.02   | 0.0469        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 206                   | Blighia sp.                 | -               | 0.0466            | 0.02   | 0.0466        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 207                   | Zanthoxylum gillettii       | 2               | 0.0434            | 0.02   | 0.0434        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 208                   | Ficus sp.                   | -               | 0.0404            | 0.02   | 0.0404        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 209                   | Turraeanthus africanus      | 4               | 0.0389            | 0.02   | 0.0389        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 210                   | Massularia acuminata        | 4               | 0.0384            | 0.01   | 0.0384        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 211                   | Millettia drastica          | 4               | 0.0373            | 0.01   | 0.0373        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 212                   | Monodora angolensis         | 4               | 0.0360            | 0.01   | 0.0360        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 213                   | Santiria trimera            | 4               | 0.0357            | 0.01   | 0.0357        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 214                   | Hexalobus sp.               | -               | 0.0301            | 0.01   | 0.0301        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 215                   | Angylocalyx sp.             | -               | 0.0277            | 0.01   | 0.0277        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 216                   | Sterculia bequaertii        | 4               | 0.0263            | 0.01   | 0.0263        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 217                   | Pycnanthus marchalianus     | 4               | 0.0254            | 0.01   | 0.0254        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 218                   | Dacryodes edulis            | 4               | 0.0245            | 0.01   | 0.0245        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 219                   | Hunteria sp.                | -               | 0.0245            | 0.01   | 0.0245        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 220                   | Hymenocardia acida          | 4               | 0.0241            | 0.01   | 0.0241        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 221                   | Synsepalum subcordatum      | 4               | 0.0241            | 0.01   | 0.0241        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 222                   | Allanblackia sp.            | -               | 0.0237            | 0.01   | 0.0237        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 223                   | Entandrophragma cylindricum | 1               | 0.0213            | 0.01   | 0.0213        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 224                   | Julbernardia sp.            | -               | 0.0208            | 0.01   | 0.0208        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 225                   | Cola ballayi                | 4               | 0.0204            | 0.01   | 0.0204        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 226                   | Symphonia sp.               | -               | 0.0192            | 0.01   | 0.0192        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 227                   | Autre                       | -               | 18.7552           | 7.29   | 5.8489        | 4.8541      | 5.1838      | 1.1885      | 1.6799         |
| 228                   | Inconnu                     | -               | 4.2950            | 1.67   | 0.9353        | 0.5545      | 1.9787      | 0.8264      | 0.0000         |
| Toutes les classes    |                             |                 | 257.1512          | 100.00 | 52.3501       | 71.9609     | 60.1632     | 34.3318     | 38.3453        |
| Classe 1              |                             |                 | 13.8115           | 5.37   | 1.3185        | 1.5455      | 1.9144      | 1.0034      | 8.0298         |
| Classe 2              |                             |                 | 18.2356           | 7.09   | 1.4908        | 3.2241      | 5.3120      | 3.2608      | 4.9479         |
| Classe 3              |                             |                 | 34.5970           | 13.45  | 1.8400        | 4.7165      | 10.1508     | 9.0023      | 8.8873         |
| Classe 4              |                             |                 | 116.1827          | 45.18  | 30.4389       | 42.9374     | 23.4541     | 13.3572     | 5.9951         |
| Classe non-identifiée |                             |                 | 72.8125           | 28.31  | 17.1851       | 19.2260     | 18.2081     | 7.7081      | 10.4852        |
| Classe 1 et 5         |                             |                 | 1.5120            | 0.59   | 0.0768        | 0.3114      | 1.1237      | 0.0000      | 0.0000         |

## c. 二次林

| No. | Espèce                                    | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|-------------------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                           |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 1   | Milicia excelsa                           | 1               | 11.0897           | 5.34 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 11.0897        |
| 2   | Elaeis guineensis                         | 4               | 11.0222           | 5.31 | 0.0000        | 9.6103      | 1.4118      | 0.0000      | 0.0000         |
| 3   | Musanga cecropioides                      | 3               | 7.8364            | 3.77 | 0.3908        | 0.7462      | 4.5548      | 0.0000      | 2.1446         |
| 4   | Ricinodendron heudelotii subsp. africanum | 4               | 6.5085            | 3.13 | 0.1212        | 0.5619      | 3.0828      | 2.7426      | 0.0000         |
| 5   | Entandrophragma sp.                       | -               | 5.1258            | 2.47 | 0.0883        | 0.3988      | 0.5769      | 1.3853      | 2.6764         |
| 6   | Chrysophyllum lacourtiana (Gambeya)       | 3               | 4.9485            | 2.38 | 0.1168        | 0.0876      | 1.0466      | 0.0000      | 3.6974         |
| 7   | Petersianthus macrocarpus                 | 3               | 4.4661            | 2.15 | 0.5447        | 1.1009      | 1.8634      | 0.9570      | 0.0000         |
| 8   | Pseudospondias microcarpa                 | 4               | 4.2213            | 2.03 | 0.2496        | 2.0132      | 0.7016      | 1.2570      | 0.0000         |
| 9   | Ceiba pentandra                           | 2               | 4.1681            | 2.01 | 0.0000        | 0.2926      | 0.0000      | 0.0000      | 3.8755         |
| 10  | Sterculia tragacantha                     | 4               | 3.8500            | 1.85 | 0.2634        | 0.6389      | 1.6656      | 1.2821      | 0.0000         |
| 11  | Pentaclethra eetveldeana                  | 3               | 3.8129            | 1.84 | 0.3932        | 2.6899      | 0.7298      | 0.0000      | 0.0000         |
| 12  | Drypetes sp.                              | -               | 3.6630            | 1.76 | 0.3534        | 2.1901      | 0.0000      | 1.1195      | 0.0000         |
| 13  | Strombosiaopsis tetrandra                 | 4               | 3.5381            | 1.70 | 0.3087        | 0.7423      | 2.4871      | 0.0000      | 0.0000         |
| 14  | Coelocaryon botryoides                    | 4               | 3.5119            | 1.69 | 0.8327        | 2.6792      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 15  | Hymenocardia ulmoides                     | 4               | 3.4949            | 1.68 | 1.7936        | 1.2361      | 0.4652      | 0.0000      | 0.0000         |
| 16  | Ongokea gore                              | 2               | 3.1758            | 1.53 | 0.2345        | 0.6894      | 1.0766      | 1.1753      | 0.0000         |
| 17  | Coelocaryon preussii                      | 4               | 3.0849            | 1.49 | 1.0455        | 2.0394      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 18  | Plagiostyles africana                     | 4               | 2.9736            | 1.43 | 0.9237        | 1.5699      | 0.4800      | 0.0000      | 0.0000         |
| 19  | Trichilia sp.                             | -               | 2.9559            | 1.42 | 1.3965        | 0.3844      | 0.0000      | 1.1751      | 0.0000         |
| 20  | Trilepisium madagascariense               | 4               | 2.9015            | 1.40 | 0.3216        | 2.0002      | 0.5797      | 0.0000      | 0.0000         |
| 21  | Piptadeniastrum africanum                 | 2               | 2.6590            | 1.28 | 0.1209        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 2.5381         |
| 22  | Xylopia sp.                               | -               | 2.5736            | 1.24 | 0.4082        | 0.8237      | 1.3416      | 0.0000      | 0.0000         |
| 23  | Blighia welwitschii                       | 4               | 2.4859            | 1.20 | 0.4775        | 0.3266      | 0.0000      | 1.6818      | 0.0000         |
| 24  | Staudtia sp.                              | -               | 2.4501            | 1.18 | 0.4056        | 1.1455      | 0.8990      | 0.0000      | 0.0000         |
| 25  | Pycnanthus angolensis                     | 2               | 2.1838            | 1.05 | 0.8428        | 0.3274      | 1.0136      | 0.0000      | 0.0000         |
| 26  | Croton sp.                                | -               | 2.1073            | 1.01 | 0.1217        | 0.3951      | 0.0000      | 1.5906      | 0.0000         |
| 27  | Cordia sp.                                | -               | 2.1069            | 1.01 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 2.1069         |
| 28  | Sapium ellepticum                         | 4               | 2.0781            | 1.00 | 0.3925        | 1.0808      | 0.6048      | 0.0000      | 0.0000         |
| 29  | Brachystegia laurentii                    | 2               | 2.0686            | 1.00 | 0.0687        | 0.2222      | 0.0000      | 0.0000      | 1.7776         |
| 30  | Funtumia elastica                         | 4               | 2.0242            | 0.97 | 0.9606        | 0.6178      | 0.4459      | 0.0000      | 0.0000         |
| 31  | Chaetocarpus africanus                    | 4               | 1.9195            | 0.92 | 1.9195        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 32  | Symphonia globulifera                     | 4               | 1.8122            | 0.87 | 0.1251        | 0.1201      | 0.0000      | 1.5670      | 0.0000         |
| 33  | Daniella pynaertii                        | 4               | 1.7188            | 0.83 | 0.0000        | 0.4269      | 1.2918      | 0.0000      | 0.0000         |
| 34  | Maesobotrya longipes                      | 4               | 1.6453            | 0.79 | 0.0723        | 1.1272      | 0.4459      | 0.0000      | 0.0000         |
| 35  | Celtis tessmannii                         | -               | 1.6290            | 0.78 | 0.0529        | 1.1182      | 0.4579      | 0.0000      | 0.0000         |
| 36  | Anonidium mannii                          | 4               | 1.6158            | 0.78 | 0.0960        | 0.9619      | 0.5579      | 0.0000      | 0.0000         |
| 37  | Homalium sp.                              | -               | 1.6048            | 0.77 | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 1.6048      | 0.0000         |
| 38  | Celtis mildbraedii                        | 4               | 1.5481            | 0.75 | 0.2821        | 0.7810      | 0.4851      | 0.0000      | 0.0000         |
| 39  | Cola sp.                                  | -               | 1.5232            | 0.73 | 0.8078        | 0.7154      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 40  | Caloncoba welwitschii                     | 4               | 1.4771            | 0.71 | 1.3763        | 0.1008      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 41  | Cleistopholis glauca                      | 4               | 1.4658            | 0.71 | 0.0584        | 0.0000      | 0.0000      | 1.4074      | 0.0000         |
| 42  | Albizia sp.                               | -               | 1.4158            | 0.68 | 0.1778        | 1.2380      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 43  | Celtis sp.                                | -               | 1.4068            | 0.68 | 0.1912        | 0.0000      | 0.0000      | 1.2156      | 0.0000         |
| 44  | Macaranga monandra                        | 4               | 1.3684            | 0.66 | 0.2353        | 1.1331      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 45  | Albizia gummifera                         | 4               | 1.3548            | 0.65 | 0.1810        | 0.2936      | 0.8802      | 0.0000      | 0.0000         |
| 46  | Antiaris sp.                              | -               | 1.2562            | 0.61 | 0.2322        | 0.1335      | 0.8906      | 0.0000      | 0.0000         |
| 47  | Millettia laurentii                       | 1 et 5          | 1.2537            | 0.60 | 0.7512        | 0.5025      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 48  | Grewia oligoneura                         | 4               | 1.2442            | 0.60 | 0.2109        | 1.0333      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 49  | Croton sylvaticus                         | 4               | 1.2107            | 0.58 | 1.2107        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 50  | Pterygota bequaertii                      | 4               | 1.1545            | 0.56 | 0.1006        | 0.0000      | 1.0539      | 0.0000      | 0.0000         |
| 51  | Macaranga spinosa                         | 4               | 1.1186            | 0.54 | 1.1186        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 52  | Trema orientalis                          | 4               | 1.0920            | 0.53 | 0.4908        | 0.6013      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 53  | Hymenocardia acida                        | 4               | 1.0849            | 0.52 | 1.0849        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 54  | Maesopsis eminii                          | 4               | 1.0780            | 0.52 | 0.2448        | 0.1557      | 0.6774      | 0.0000      | 0.0000         |
| 55  | Funtumia africana (latifolia)             | 3               | 1.0475            | 0.50 | 0.4151        | 0.0000      | 0.6324      | 0.0000      | 0.0000         |
| 56  | Baphia dewevrei                           | 4               | 1.0026            | 0.48 | 0.5283        | 0.4742      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 57  | Microdesmis yafungana                     | 4               | 0.9854            | 0.47 | 0.8802        | 0.1052      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 58  | Carapa procera                            | 4               | 0.9586            | 0.46 | 0.8213        | 0.1373      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 59  | Strombosia grandifolia                    | 4               | 0.9459            | 0.46 | 0.0000        | 0.9459      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 60  | Librevillea klaineana                     | 4               | 0.9221            | 0.44 | 0.0000        | 0.0000      | 0.9221      | 0.0000      | 0.0000         |
| 61  | Petersianthus sp.                         | -               | 0.9221            | 0.44 | 0.0000        | 0.0000      | 0.9221      | 0.0000      | 0.0000         |
| 62  | Margaritaria discoidea                    | 4               | 0.9046            | 0.44 | 0.0442        | 0.8605      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 63  | Klainedoxa gabonensis                     | 3               | 0.8887            | 0.43 | 0.0000        | 0.2475      | 0.6412      | 0.0000      | 0.0000         |
| 64  | Fernandoa -adolfi-frederici               | 4               | 0.8855            | 0.43 | 0.0326        | 0.0000      | 0.8529      | 0.0000      | 0.0000         |



| No. | Espèce                                   | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %    | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|------------------------------------------|-----------------|-------------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                          |                 |                   |      | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 65  | Lannea welwitschii                       | 4               | 0.8138            | 0.39 | 0.2008        | 0.6130      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 66  | Sapium sp.                               | -               | 0.7372            | 0.36 | 0.7372        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 67  | Macaranga saccifera                      | 4               | 0.7208            | 0.35 | 0.4281        | 0.2927      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 68  | Macaranga sp.                            | -               | 0.7191            | 0.35 | 0.6049        | 0.1142      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 69  | Dialium sp.                              | -               | 0.7100            | 0.34 | 0.1565        | 0.5534      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 70  | Staudtia stipitata                       | -               | 0.6807            | 0.33 | 0.3717        | 0.3089      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 71  | Irvingia grandifolia                     | 3               | 0.6745            | 0.32 | 0.0000        | 0.1267      | 0.5478      | 0.0000      | 0.0000         |
| 72  | Hymenostegia sp.                         | -               | 0.6407            | 0.31 | 0.0499        | 0.0000      | 0.5908      | 0.0000      | 0.0000         |
| 73  | Irvingia sp.                             | -               | 0.6299            | 0.30 | 0.0395        | 0.1373      | 0.4531      | 0.0000      | 0.0000         |
| 74  | Trichilia prieuriana                     | 4               | 0.6296            | 0.30 | 0.1458        | 0.4839      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 75  | Sterculia bequaertii                     | 4               | 0.6187            | 0.30 | 0.0362        | 0.0000      | 0.5824      | 0.0000      | 0.0000         |
| 76  | Rauvolfia sp.                            | -               | 0.5886            | 0.28 | 0.3087        | 0.2799      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 77  | Julbernardia seretii                     | 4               | 0.5787            | 0.28 | 0.0000        | 0.5787      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 78  | Cola bruneellii                          | 4               | 0.5770            | 0.28 | 0.5770        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 79  | Nesogordonia dewevrei                    | 2               | 0.5533            | 0.27 | 0.0000        | 0.0000      | 0.5533      | 0.0000      | 0.0000         |
| 80  | Blighia uninjugata                       | 4               | 0.5381            | 0.26 | 0.2198        | 0.3183      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 81  | Prioria balsamifera                      | 1               | 0.5166            | 0.25 | 0.1695        | 0.3471      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 82  | Psydrax vulgaris                         | 4               | 0.5130            | 0.25 | 0.0000        | 0.0000      | 0.5130      | 0.0000      | 0.0000         |
| 83  | Baphia pubescens                         | 4               | 0.5060            | 0.24 | 0.3262        | 0.1798      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 84  | Oncoba welwitschii                       | 4               | 0.5000            | 0.24 | 0.5000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 85  | Myrianthus arboreus                      | 4               | 0.4581            | 0.22 | 0.2602        | 0.1980      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 86  | Entandrophragma angolense                | 1               | 0.4492            | 0.22 | 0.1373        | 0.3118      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 87  | Allanblackia floribunda                  | 4               | 0.4375            | 0.21 | 0.0449        | 0.3926      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 88  | Milletia eetveldeana                     | 4               | 0.4350            | 0.21 | 0.2566        | 0.1784      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 89  | Vitex welwitschii                        | 4               | 0.4334            | 0.21 | 0.2923        | 0.1411      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 90  | Albizia adianthifolia                    | 3               | 0.4294            | 0.21 | 0.0000        | 0.4294      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 91  | Strombosia sp.                           | -               | 0.4134            | 0.20 | 0.2336        | 0.1798      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 92  | Morinda lucida                           | 4               | 0.3684            | 0.18 | 0.0000        | 0.3684      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 93  | Dacryodes sp.                            | -               | 0.3665            | 0.18 | 0.1576        | 0.2090      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 94  | Anthocleista vogelii                     | 4               | 0.3646            | 0.18 | 0.2102        | 0.1544      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 95  | Markhamia lutea                          | 4               | 0.3618            | 0.17 | 0.0856        | 0.2762      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 96  | Guarea thompsonii                        | 2               | 0.3588            | 0.17 | 0.2490        | 0.1099      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 97  | Dacryodes edulis                         | 4               | 0.3535            | 0.17 | 0.0000        | 0.3535      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 98  | Dracaena arborea                         | 4               | 0.3440            | 0.17 | 0.1786        | 0.1654      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 99  | Dialium bipendensis                      | 4               | 0.3413            | 0.16 | 0.2212        | 0.1201      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 100 | Anthocleista schweinfurthii (squarmarta) | 4               | 0.3349            | 0.16 | 0.1256        | 0.2093      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 101 | Afrostryax lepidophyllus                 | 4               | 0.3307            | 0.16 | 0.0000        | 0.3307      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 102 | Strombosia pustulata                     | 4               | 0.3286            | 0.16 | 0.1516        | 0.1769      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 103 | Donella sp.                              | -               | 0.3210            | 0.15 | 0.1352        | 0.1858      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 104 | Entandrophragma palustre                 | 4               | 0.3196            | 0.15 | 0.0435        | 0.2762      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 105 | Nesogordonia sp.                         | -               | 0.3157            | 0.15 | 0.1932        | 0.1225      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 106 | Mangifera indica                         | 4               | 0.3109            | 0.15 | 0.0000        | 0.3109      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 107 | Klaineanthus gabonensis                  | 4               | 0.3027            | 0.15 | 0.0000        | 0.3027      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 108 | Vitex doniana                            | 4               | 0.2986            | 0.14 | 0.0442        | 0.2544      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 109 | Alstonia boonei                          | 3               | 0.2925            | 0.14 | 0.0000        | 0.2925      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 110 | Milletia sp.                             | -               | 0.2848            | 0.14 | 0.0868        | 0.1980      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 111 | Barteria fistulosa                       | 4               | 0.2835            | 0.14 | 0.2835        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 112 | Maranthos glabra                         | 4               | 0.2756            | 0.13 | 0.2756        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 113 | Markhamia tomentosa                      | 4               | 0.2728            | 0.13 | 0.1290        | 0.1437      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 114 | Polyalthia suaveolens                    | -               | 0.2687            | 0.13 | 0.1579        | 0.1108      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 115 | Tabernaemontana crasa                    | 4               | 0.2675            | 0.13 | 0.1677        | 0.0998      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 116 | Milletia drastica                        | 4               | 0.2507            | 0.12 | 0.1147        | 0.1360      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 117 | Cola griseiflora                         | 4               | 0.2423            | 0.12 | 0.1360        | 0.1063      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 118 | Alstonia congensis                       | 4               | 0.2378            | 0.11 | 0.2378        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 119 | Khaya sp.                                | -               | 0.2364            | 0.11 | 0.0965        | 0.1399      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 120 | Omphalocarpus sp.                        | -               | 0.2336            | 0.11 | 0.0000        | 0.2336      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 121 | Berlinia grandiflora                     | 4               | 0.2203            | 0.11 | 0.0000        | 0.2203      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 122 | Craterispermum cerinantum                | 4               | 0.2199            | 0.11 | 0.0998        | 0.1201      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 123 | Desplatsia dewevrei                      | 4               | 0.2173            | 0.10 | 0.2173        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 124 | Amphimas ferrugineus                     | 3               | 0.2023            | 0.10 | 0.2023        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 125 | Anopyxis sp.                             | -               | 0.1995            | 0.10 | 0.0000        | 0.1995      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 126 | Garcinia punctata                        | 4               | 0.1975            | 0.10 | 0.1975        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 127 | Trichilia welwitschii                    | 4               | 0.1912            | 0.09 | 0.1912        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 128 | Garcinia epunctata                       | 4               | 0.1907            | 0.09 | 0.0522        | 0.1386      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 129 | Cola acuminata                           | 4               | 0.1807            | 0.09 | 0.1807        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 130 | Mammea africana                          | 3               | 0.1792            | 0.09 | 0.0000        | 0.1792      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 131 | Synsepalum sp.                           | -               | 0.1627            | 0.08 | 0.0000        | 0.1627      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 132 | Synsepalum stipulatum                    | 4               | 0.1627            | 0.08 | 0.0000        | 0.1627      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 133 | Diospyros sp.                            | -               | 0.1576            | 0.08 | 0.1576        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 134 | Grewia sp.                               | -               | 0.1515            | 0.07 | 0.1515        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 135 | Cola digitata                            | 4               | 0.1512            | 0.07 | 0.0382        | 0.1131      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 136 | Vitex sp.                                | -               | 0.1461            | 0.07 | 0.0224        | 0.1237      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

| No.                   | Espèce                          | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %      | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                       |                                 |                 |                   |        | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 136                   | Canarium schweinfurthii         | 3               | 0.1416            | 0.07   | 0.1416        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 138                   | Bridelia atroviridis            | 4               | 0.1390            | 0.07   | 0.1390        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 139                   | Barteria sp.                    | -               | 0.1357            | 0.07   | 0.1357        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 140                   | Scottellia sp.                  | -               | 0.1280            | 0.06   | 0.1280        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 141                   | Hunteria congolana              | 4               | 0.1154            | 0.06   | 0.0000        | 0.1154      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 142                   | Rothmannia sp.                  | -               | 0.1131            | 0.05   | 0.0000        | 0.1131      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 143                   | Pancovia laurentii              | 4               | 0.1130            | 0.05   | 0.1130        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 144                   | Dialium pachyphyllum            | 4               | 0.1060            | 0.05   | 0.1060        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 145                   | Coffea sp.                      | -               | 0.1026            | 0.05   | 0.1026        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 146                   | Ochthocosmus africanus          | 4               | 0.0995            | 0.05   | 0.0995        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 147                   | Beilschmiedia sp.               | -               | 0.0987            | 0.05   | 0.0987        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 148                   | Dialium reygartii (lacourtiana) | 4               | 0.0987            | 0.05   | 0.0987        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 149                   | Trichoscypha acuminata          | 4               | 0.0946            | 0.05   | 0.0946        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 150                   | Klainedoxa sp.                  | -               | 0.0944            | 0.05   | 0.0944        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 151                   | Monodora angolensis             | 4               | 0.0944            | 0.05   | 0.0944        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 152                   | Ficus mucoso                    | 3               | 0.0912            | 0.04   | 0.0912        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 153                   | Craterispermum sp.              | -               | 0.0908            | 0.04   | 0.0908        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 154                   | Santiria trimera                | 4               | 0.0908            | 0.04   | 0.0908        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 155                   | Sterculia sp.                   | -               | 0.0873            | 0.04   | 0.0873        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 156                   | Dialium polyanthum (corbisieri) | 4               | 0.0855            | 0.04   | 0.0855        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 157                   | Antidesma membranaceum          | 4               | 0.0853            | 0.04   | 0.0853        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 158                   | Holoptelea grandis              | 3               | 0.0816            | 0.04   | 0.0816        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 159                   | Corynanthe paniculata           | 4               | 0.0757            | 0.04   | 0.0757        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 160                   | Angylocalyx sp.                 | -               | 0.0721            | 0.03   | 0.0721        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 161                   | Celtis gomphophylla (brieyi)    | 3               | 0.0715            | 0.03   | 0.0715        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 162                   | Diogoia zenkeri                 | 4               | 0.0695            | 0.03   | 0.0695        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 163                   | Barteria nigriflora             | 4               | 0.0690            | 0.03   | 0.0690        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 164                   | Monodora myristica              | 4               | 0.0676            | 0.03   | 0.0676        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 165                   | Morus sp.                       | -               | 0.0642            | 0.03   | 0.0642        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 166                   | Pancovia harmsiana              | 4               | 0.0557            | 0.03   | 0.0557        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 167                   | Ochna afzelii                   | 4               | 0.0537            | 0.03   | 0.0537        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 168                   | Erythrina abyssinica            | 4               | 0.0529            | 0.03   | 0.0529        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 169                   | Pentaclethra macrophylla        | 3               | 0.0522            | 0.03   | 0.0522        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 170                   | Dacryodes yangambiensis         | 4               | 0.0522            | 0.03   | 0.0522        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 171                   | Anthonotha gillettii            | 4               | 0.0499            | 0.02   | 0.0499        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 172                   | Ficus sp.                       | -               | 0.0414            | 0.02   | 0.0414        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 173                   | Psydrax sp.                     | -               | 0.0388            | 0.02   | 0.0388        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 174                   | Grewia louisii                  | 4               | 0.0362            | 0.02   | 0.0362        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 175                   | Uapaca guineensis               | 4               | 0.0303            | 0.01   | 0.0303        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 176                   | Drypetes gossweileri            | 3               | 0.0297            | 0.01   | 0.0297        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 177                   | Syzygium sp.                    | -               | 0.0260            | 0.01   | 0.0260        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 178                   | Harungana madagascariensis      | 4               | 0.0249            | 0.01   | 0.0249        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 179                   | Cola gigantea                   | 4               | 0.0234            | 0.01   | 0.0234        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 180                   | Garcinia sp.                    | -               | 0.0234            | 0.01   | 0.0234        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 181                   | Didelotia sp.                   | -               | 0.0224            | 0.01   | 0.0224        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 182                   | Autre                           | -               | 5.6872            | 2.74   | 1.4037        | 3.2388      | 1.0446      | 0.0000      | 0.0000         |
| 183                   | Inconnu                         | -               | 8.7244            | 4.20   | 0.2035        | 1.9351      | 1.9247      | 0.0000      | 4.6612         |
| Toutes les classes    |                                 |                 | 207.6497          | 100.00 | 42.7760       | 68.1973     | 41.9479     | 20.1610     | 34.5675        |
| Classe 1              |                                 |                 | 12.0555           | 5.81   | 0.3068        | 0.6589      | 0.0000      | 0.0000      | 11.0897        |
| Classe 2              |                                 |                 | 15.1673           | 7.30   | 1.5159        | 1.6414      | 2.6434      | 1.1753      | 8.1912         |
| Classe 3              |                                 |                 | 25.2459           | 12.16  | 2.5307        | 5.9000      | 10.0161     | 0.9570      | 5.8421         |
| Classe 4              |                                 |                 | 99.6728           | 48.00  | 27.1418       | 42.4060     | 20.1872     | 9.9378      | 0.0000         |
| Classe non-identifiée |                                 |                 | 54.2545           | 26.13  | 10.5294       | 17.0885     | 9.1012      | 8.0908      | 9.4445         |
| Classe 1 et 5         |                                 |                 | 1.2537            | 0.60   | 0.7512        | 0.5025      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

#### d. 乾燥林/疎林

| No.                   | Espèce                   | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %      | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                       |                          |                 |                   |        | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 1                     | Brachystegia sp.         | -               | 22.0086           | 22.44  | 5.0181        | 11.0354     | 5.9551      | 0.0000      | 0.0000         |
| 2                     | Albizia lebbeck          | 4               | 9.8636            | 10.06  | 3.8145        | 4.6405      | 1.4086      | 0.0000      | 0.0000         |
| 3                     | Erythrophleum africanum  | -               | 9.6433            | 9.83   | 4.0277        | 4.7371      | 0.8785      | 0.0000      | 0.0000         |
| 4                     | Burkea africana          | -               | 9.5182            | 9.70   | 1.5766        | 6.5391      | 1.4025      | 0.0000      | 0.0000         |
| 5                     | Erythrophleum sp.        | -               | 6.1252            | 6.24   | 3.5853        | 1.7470      | 0.7929      | 0.0000      | 0.0000         |
| 6                     | Daniella oliveri         | 4               | 4.8558            | 4.95   | 0.9105        | 1.4751      | 1.1954      | 1.2747      | 0.0000         |
| 7                     | Julbernardia sp.         | -               | 3.2749            | 3.34   | 1.1217        | 2.1532      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 8                     | Dialium sp.              | -               | 2.9944            | 3.05   | 2.2872        | 0.7072      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 9                     | Uapaca nitida            | -               | 2.2904            | 2.34   | 2.1115        | 0.1789      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 10                    | Dialium englerianum      | 4               | 1.9707            | 2.01   | 1.1651        | 0.8056      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 11                    | Hymenocardia acida       | 4               | 1.3666            | 1.39   | 1.3666        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 12                    | Swartzia madagascariensi | -               | 1.3389            | 1.36   | 1.3389        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 13                    | Albizia antunesiana      | 3               | 1.1794            | 1.20   | 1.0676        | 0.1118      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 14                    | Uapaca sp.               | -               | 0.8791            | 0.90   | 0.6622        | 0.2169      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 15                    | Pachystela brevipes      | 4               | 0.8350            | 0.85   | 0.1626        | 0.0000      | 0.6724      | 0.0000      | 0.0000         |
| 16                    | Manotes sp.              | -               | 0.8176            | 0.83   | 0.0305        | 0.7871      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 17                    | Maprounea africana       | 4               | 0.7868            | 0.80   | 0.7868        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 18                    | Combretum sp.            | -               | 0.6798            | 0.69   | 0.6798        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 19                    | Manotes kerstingii       | -               | 0.6774            | 0.69   | 0.2250        | 0.4524      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 20                    | Vitex sp.                | -               | 0.3504            | 0.36   | 0.0000        | 0.3504      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 21                    | Bridelia sp.             | -               | 0.3267            | 0.33   | 0.2228        | 0.1040      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 22                    | Pericopsis sp.           | -               | 0.2180            | 0.22   | 0.1036        | 0.1144      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 23                    | Maprounea sp.            | -               | 0.1730            | 0.18   | 0.1730        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 24                    | Albizia sp.              | -               | 0.1551            | 0.16   | 0.1551        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 25                    | Tetrapleura sp.          | -               | 0.1537            | 0.16   | 0.0000        | 0.1537      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 26                    | Ochna sp.                | -               | 0.1442            | 0.15   | 0.1442        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 27                    | Parinari sp.             | -               | 0.1186            | 0.12   | 0.1186        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 28                    | Berlinia bracteosa       | 4               | 0.1102            | 0.11   | 0.0000        | 0.1102      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 29                    | Pterocarpus tinctorius   | 2               | 0.1078            | 0.11   | 0.1078        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 30                    | Autre                    | -               | 14.9945           | 15.29  | 6.9740        | 5.5952      | 2.4253      | 0.0000      | 0.0000         |
| 31                    | Inconnu                  | -               | 0.1312            | 0.13   | 0.1312        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| Toutes les classes    |                          |                 | 98.0889           | 100.00 | 40.0683       | 42.0152     | 14.7307     | 1.2747      | 0.0000         |
| Classe 1              |                          |                 | 0.0000            | 0.00   | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| Classe 2              |                          |                 | 0.1078            | 0.11   | 0.1078        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| Classe 3              |                          |                 | 1.1794            | 1.20   | 1.0676        | 0.1118      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| Classe 4              |                          |                 | 19.7887           | 20.17  | 8.2062        | 7.0314      | 3.2764      | 1.2747      | 0.0000         |
| Classe non-identifiée |                          |                 | 77.0130           | 78.51  | 30.6868       | 34.8720     | 11.4543     | 0.0000      | 0.0000         |
| Classe 1 et 5         |                          |                 | 0.0000            | 0.00   | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

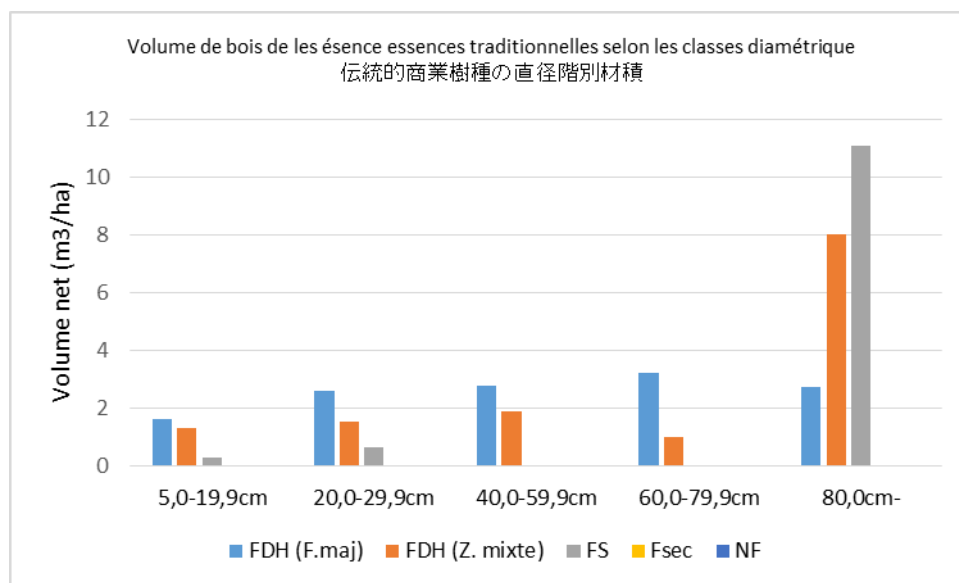
## e. 非森林

| No. | Espèce                                               | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %     | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|     |                                                      |                 |                   |       | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 1   | Erythrophleum sp.                                    | -               | 7.3850            | 19.14 | 3.5981        | 3.4710      | 0.3159      | 0.0000      | 0.0000         |
| 2   | Elaeis guineensis                                    | 4               | 4.3928            | 11.39 | 0.0000        | 2.9984      | 1.3944      | 0.0000      | 0.0000         |
| 3   | Hymenocardia acida                                   | 4               | 2.8054            | 7.27  | 2.6790        | 0.1264      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 4   | Brachystegia sp.                                     | -               | 1.5175            | 3.93  | 0.4535        | 0.8359      | 0.2281      | 0.0000      | 0.0000         |
| 5   | Hymenocardia ulmoides                                | 4               | 1.3320            | 3.45  | 0.6466        | 0.5905      | 0.0949      | 0.0000      | 0.0000         |
| 6   | Pentaclethra eetveldeana                             | 3               | 0.9226            | 2.39  | 0.1470        | 0.3160      | 0.2369      | 0.2228      | 0.0000         |
| 7   | Dialium sp.                                          | -               | 0.8687            | 2.25  | 0.2587        | 0.6100      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 8   | Julbernardia sp.                                     | -               | 0.7659            | 1.99  | 0.4561        | 0.2201      | 0.0897      | 0.0000      | 0.0000         |
| 9   | Maprounea africana                                   | 4               | 0.7537            | 1.95  | 0.6639        | 0.0897      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 10  | Daniella oliveri                                     | 4               | 0.6910            | 1.79  | 0.1378        | 0.2805      | 0.0000      | 0.2727      | 0.0000         |
| 11  | Berlinia bracteosa                                   | 4               | 0.6813            | 1.77  | 0.5173        | 0.1641      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 12  | Albizia gummifera                                    | 4               | 0.6458            | 1.67  | 0.3695        | 0.2763      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 13  | Macaranga spinosa                                    | 4               | 0.5420            | 1.40  | 0.4190        | 0.1230      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 14  | Croton sp.                                           | -               | 0.5257            | 1.36  | 0.1117        | 0.1284      | 0.0000      | 0.2856      | 0.0000         |
| 15  | Vitex sp.                                            | -               | 0.3942            | 1.02  | 0.1086        | 0.2856      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 16  | Pentaclethra macrophylla                             | 3               | 0.3625            | 0.94  | 0.0237        | 0.0000      | 0.0000      | 0.3388      | 0.0000         |
| 17  | Uapaca sp.                                           | -               | 0.3541            | 0.92  | 0.3152        | 0.0389      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 18  | Pseudospondias microcarpa                            | 4               | 0.3152            | 0.82  | 0.0627        | 0.1656      | 0.0869      | 0.0000      | 0.0000         |
| 19  | Musanga cecropioides                                 | 3               | 0.3060            | 0.79  | 0.0540        | 0.2519      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 20  | Macaranga monandra                                   | 4               | 0.2998            | 0.78  | 0.0650        | 0.1451      | 0.0897      | 0.0000      | 0.0000         |
| 21  | Lannea welwitschii                                   | 4               | 0.2938            | 0.76  | 0.0610        | 0.2327      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 22  | Oncoba welwitschii                                   | 4               | 0.2662            | 0.69  | 0.2662        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 23  | Psyrax sp.                                           | -               | 0.2575            | 0.67  | 0.2575        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 24  | Ricinodendron heudelotii subsp. Africanum            | 4               | 0.2566            | 0.67  | 0.0327        | 0.0000      | 0.2239      | 0.0000      | 0.0000         |
| 25  | Pycnanthus angolensis                                | 2               | 0.2526            | 0.65  | 0.0374        | 0.0390      | 0.1762      | 0.0000      | 0.0000         |
| 26  | Petersianthus macrocarpus                            | 3               | 0.2498            | 0.65  | 0.1697        | 0.0800      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 27  | Trema orientalis                                     | 4               | 0.2375            | 0.62  | 0.2167        | 0.0208      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 28  | Sapium ellepticum                                    | 4               | 0.2201            | 0.57  | 0.0340        | 0.0000      | 0.1860      | 0.0000      | 0.0000         |
| 29  | Vitex doniana                                        | 4               | 0.2121            | 0.55  | 0.1234        | 0.0887      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 30  | Albizia antunesiana                                  | 3               | 0.2108            | 0.55  | 0.2108        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 31  | Sapium sp.                                           | -               | 0.1763            | 0.46  | 0.1763        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 32  | Monopetalanthus microphyllus                         | 4               | 0.1725            | 0.45  | 0.0000        | 0.0000      | 0.1725      | 0.0000      | 0.0000         |
| 33  | Strombosia grandifolia                               | 4               | 0.1686            | 0.44  | 0.0000        | 0.0000      | 0.1686      | 0.0000      | 0.0000         |
| 34  | Vitex welwitschii                                    | 4               | 0.1615            | 0.42  | 0.1380        | 0.0235      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 35  | Albizia lebbeck                                      | 4               | 0.1602            | 0.42  | 0.1094        | 0.0508      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 36  | Albizia sp.                                          | -               | 0.1506            | 0.39  | 0.0926        | 0.0580      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 37  | Bridelia ferruginea                                  | 4               | 0.1492            | 0.39  | 0.0551        | 0.0942      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 38  | Manotes kerstingii                                   | -               | 0.1438            | 0.37  | 0.1036        | 0.0402      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 39  | Uapaca nitida                                        | -               | 0.1431            | 0.37  | 0.1431        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 40  | Maprounea sp.                                        | -               | 0.1409            | 0.37  | 0.1409        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 41  | Celtis sp.                                           | -               | 0.1405            | 0.36  | 0.0862        | 0.0543      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 42  | Newtonia sp.                                         | -               | 0.1401            | 0.36  | 0.0223        | 0.0210      | 0.0968      | 0.0000      | 0.0000         |
| 43  | Margaritaria discoidea                               | 4               | 0.1370            | 0.36  | 0.1370        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 44  | Markhamia lutea                                      | 4               | 0.1324            | 0.34  | 0.1324        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 45  | Ochna afzelii                                        | 4               | 0.1286            | 0.33  | 0.1286        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 46  | Albizia adianthifolia                                | 3               | 0.1245            | 0.32  | 0.0305        | 0.0000      | 0.0939      | 0.0000      | 0.0000         |
| 47  | Pterygota bequaertii                                 | 4               | 0.1222            | 0.32  | 0.0000        | 0.0000      | 0.1222      | 0.0000      | 0.0000         |
| 48  | Staudtia sp.                                         | -               | 0.1174            | 0.30  | 0.0000        | 0.1174      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 49  | Garcinia sp.                                         | -               | 0.1136            | 0.29  | 0.0000        | 0.0000      | 0.1136      | 0.0000      | 0.0000         |
| 50  | Maranthes glabra                                     | 4               | 0.1131            | 0.29  | 0.0000        | 0.0000      | 0.1131      | 0.0000      | 0.0000         |
| 51  | Annona senegalensis subsp. Oulotricha (Chrysophilla) | 4               | 0.1055            | 0.27  | 0.1055        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 52  | Harungana madagascariensis                           | 4               | 0.0940            | 0.24  | 0.0940        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 53  | Strombosiaopsis tetrandra                            | 4               | 0.0939            | 0.24  | 0.0000        | 0.0000      | 0.0939      | 0.0000      | 0.0000         |
| 54  | Burkea africana                                      | -               | 0.0932            | 0.24  | 0.0932        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 55  | Millettia versicolor                                 | 4               | 0.0925            | 0.24  | 0.0434        | 0.0491      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 56  | Funtumia elastica                                    | 4               | 0.0905            | 0.23  | 0.0314        | 0.0591      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 57  | Carapa procera                                       | 4               | 0.0883            | 0.23  | 0.0000        | 0.0000      | 0.0883      | 0.0000      | 0.0000         |
| 58  | Rauvolfia sp.                                        | -               | 0.0849            | 0.22  | 0.0111        | 0.0737      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 59  | Markhamia tomentosa                                  | 4               | 0.0840            | 0.22  | 0.0840        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 60  | Cola sp.                                             | -               | 0.0838            | 0.22  | 0.0838        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 61  | Morinda lucida                                       | 4               | 0.0725            | 0.19  | 0.0398        | 0.0327      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 62  | Macaranga sp.                                        | -               | 0.0719            | 0.19  | 0.0719        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 63  | Erythrophleum africanum                              | -               | 0.0707            | 0.18  | 0.0296        | 0.0411      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 64  | Rauvolfia vomitoria                                  | 4               | 0.0684            | 0.18  | 0.0684        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 65  | Maesopsis eminii                                     | 4               | 0.0684            | 0.18  | 0.0245        | 0.0439      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 66  | Sarcocephalus latifolius                             | 4               | 0.0679            | 0.18  | 0.0679        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 67  | Millettia eetveldeana                                | 4               | 0.0651            | 0.17  | 0.0361        | 0.0290      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 68  | Craterispermum cerinanthum                           | 4               | 0.0610            | 0.16  | 0.0610        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 69  | Trichilia sp.                                        | -               | 0.0609            | 0.16  | 0.0151        | 0.0458      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 70  | Syzygium sp.                                         | -               | 0.0501            | 0.13  | 0.0000        | 0.0501      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 71  | Croton sylvaticus                                    | 4               | 0.0450            | 0.12  | 0.0000        | 0.0450      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 72  | Bridelia sp.                                         | -               | 0.0442            | 0.11  | 0.0442        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

| No.                   | Espèce                                   | Classe d'espèce | Volume/ha (total) | %      | Classe de DHP |             |             |             |                |
|-----------------------|------------------------------------------|-----------------|-------------------|--------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
|                       |                                          |                 |                   |        | 5,0-19,9cm    | 20,0-29,9cm | 40,0-59,9cm | 60,0-79,9cm | plus de 80,0cm |
| 73                    | Barteria nigritana                       | 4               | 0.0442            | 0.11   | 0.0442        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 74                    | Hexalobus sp.                            | -               | 0.0435            | 0.11   | 0.0435        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 75                    | Dacryodes sp.                            | -               | 0.0416            | 0.11   | 0.0416        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 76                    | Terminalia sp.                           | -               | 0.0405            | 0.11   | 0.0121        | 0.0285      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 77                    | Hymenocardia sp.                         | -               | 0.0387            | 0.10   | 0.0387        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 78                    | Scottellia sp.                           | -               | 0.0380            | 0.10   | 0.0380        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 79                    | Dracaena arborea                         | 4               | 0.0359            | 0.09   | 0.0359        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 80                    | Millettia drastica                       | 4               | 0.0355            | 0.09   | 0.0355        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 81                    | Swartzia madagascariensi                 | -               | 0.0341            | 0.09   | 0.0341        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 82                    | Chaetocarpus africanus                   | 4               | 0.0321            | 0.08   | 0.0321        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 83                    | Milicia excelsa                          | 1               | 0.0320            | 0.08   | 0.0320        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 84                    | Dracaena mannii                          | 4               | 0.0320            | 0.08   | 0.0320        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 85                    | Anthocleista vogelii                     | 4               | 0.0317            | 0.08   | 0.0317        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 86                    | Zanthoxylum sp.                          | -               | 0.0288            | 0.07   | 0.0288        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 87                    | Tetrorchidium didymostemon               | 4               | 0.0279            | 0.07   | 0.0279        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 88                    | Trilepisium madagascariense              | 4               | 0.0278            | 0.07   | 0.0278        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 89                    | Dacryodes edulis                         | 4               | 0.0270            | 0.07   | 0.0000        | 0.0270      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 90                    | Pterocarpus tinctorius                   | 2               | 0.0261            | 0.07   | 0.0261        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 91                    | Anthocleista sp.                         | -               | 0.0253            | 0.07   | 0.0000        | 0.0253      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 92                    | Millettia laurentii                      | 1 et 5          | 0.0235            | 0.06   | 0.0235        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 93                    | Oncoba glauca                            | 4               | 0.0229            | 0.06   | 0.0229        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 94                    | Combretum sp.                            | -               | 0.0228            | 0.06   | 0.0228        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 95                    | Pterocarpus sp.                          | -               | 0.0221            | 0.06   | 0.0221        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 96                    | Myrianthus arboreus                      | 4               | 0.0190            | 0.05   | 0.0190        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 97                    | Dialum sp.                               | -               | 0.0188            | 0.05   | 0.0188        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 98                    | Sygygium sp.                             | -               | 0.0165            | 0.04   | 0.0165        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 99                    | Millettia sp.                            | -               | 0.0149            | 0.04   | 0.0149        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 100                   | Dialium englerianum                      | 4               | 0.0141            | 0.04   | 0.0141        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 101                   | Rothmannia sp.                           | -               | 0.0131            | 0.03   | 0.0131        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 102                   | Ochna sp.                                | -               | 0.0122            | 0.03   | 0.0122        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 103                   | Celtis adolfi friderici                  | 4               | 0.0120            | 0.03   | 0.0120        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 104                   | Entandrophragma utile                    | 1               | 0.0120            | 0.03   | 0.0120        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 105                   | Maprounea membranacea                    | 4               | 0.0113            | 0.03   | 0.0113        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 106                   | Canarium schweinfurthii                  | 3               | 0.0102            | 0.03   | 0.0102        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 107                   | Ficus sp.                                | -               | 0.0101            | 0.03   | 0.0101        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 108                   | Sterculia tragacantha                    | 4               | 0.0098            | 0.03   | 0.0098        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 109                   | Ficus vallis-choudae                     | 4               | 0.0097            | 0.03   | 0.0097        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 110                   | Alstonia congensis                       | 4               | 0.0094            | 0.02   | 0.0094        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 111                   | Plagiostyles africana                    | 4               | 0.0082            | 0.02   | 0.0082        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 112                   | Cola bruneelii                           | 4               | 0.0078            | 0.02   | 0.0078        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 113                   | Cola lateritia                           | 4               | 0.0077            | 0.02   | 0.0077        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 114                   | Pachystela brevipes                      | 4               | 0.0074            | 0.02   | 0.0074        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 115                   | Chrysophyllum sp.                        | -               | 0.0073            | 0.02   | 0.0073        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 116                   | Guarea thompsonii                        | 2               | 0.0068            | 0.02   | 0.0068        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 117                   | Antiaris sp.                             | -               | 0.0068            | 0.02   | 0.0068        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 118                   | Synsepalum sp.                           | -               | 0.0062            | 0.02   | 0.0062        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 119                   | Drypetes sp.                             | -               | 0.0061            | 0.02   | 0.0061        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 120                   | Anthocleista schweinfurthii (squarmarta) | 4               | 0.0059            | 0.02   | 0.0059        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 121                   | Lannea sp.                               | -               | 0.0054            | 0.01   | 0.0054        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 122                   | Pentaclethra sp.                         | -               | 0.0054            | 0.01   | 0.0054        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 123                   | Crossopteryx febrifuga                   | 4               | 0.0047            | 0.01   | 0.0047        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 124                   | Coelocaryon botryoides                   | 4               | 0.0045            | 0.01   | 0.0045        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 125                   | Chrysophyllum lacourtiana (Gambeya)      | 3               | 0.0034            | 0.01   | 0.0034        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 126                   | Didelotia sp.                            | -               | 0.0000            | 0.00   | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 127                   | Petersianthus sp.                        | -               | 0.0000            | 0.00   | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 128                   | Piptadeniastrum africanum                | 2               | 0.0000            | 0.00   | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 129                   | Staudtia stipitata                       | -               | 0.0000            | 0.00   | 0.0000        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| 130                   | Autre                                    | -               | 4.1144            | 10.66  | 2.7645        | 1.0834      | 0.2665      | 0.0000      | 0.0000         |
| 131                   | Inconnu                                  | -               | 0.6377            | 1.65   | 0.1570        | 0.3096      | 0.1712      | 0.0000      | 0.0000         |
| Toutes les classes    |                                          |                 | 38.5833           | 100.00 | 18.8589       | 13.9812     | 4.6233      | 1.1199      | 0.0000         |
| Classe 1              |                                          |                 | 0.0441            | 0.11   | 0.0441        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |
| Classe 2              |                                          |                 | 0.2855            | 0.74   | 0.0703        | 0.0390      | 0.1762      | 0.0000      | 0.0000         |
| Classe 3              |                                          |                 | 2.1897            | 5.68   | 0.6493        | 0.6479      | 0.3308      | 0.5616      | 0.0000         |
| Classe 4              |                                          |                 | 16.9356           | 43.89  | 8.0725        | 5.7559      | 2.8345      | 0.2727      | 0.0000         |
| Classe non-identifiée |                                          |                 | 19.1050           | 49.52  | 9.9992        | 7.5384      | 1.2818      | 0.2856      | 0.0000         |
| Classe 1 et 5         |                                          |                 | 0.0235            | 0.06   | 0.0235        | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000      | 0.0000         |

## (2) 樹種、樹種クラス、直径階ごとの利用材積 (m<sup>3</sup>/ha) にかかる考察

### a. 伝統的商業樹種の直径階分布



FDH (F.maj) : 密生湿潤林 (熱帯雨林地域) / FDH (Z. mixte) : 密生湿潤林 (森林-サバンナミックスゾーン) / FS : 二次林 / Fsec : 乾燥林・疎林 / NF : 非森林

図 6 伝統的商業樹種の直径階別材積

上図からは、次のことが特徴的な点として挙げられる。

- 熱帯雨林地域の密生湿潤林では、伝統的商業樹種の材積の直径階分布は稚樹・若齢樹～壮齢樹～成熟樹まで、ほぼ一様に分布している。
- 密生湿潤林が劣化した二次林では、老齢木のみが突出して多く、稚樹・若齢樹～壮齢樹はほぼ生育していない。これは森林資源の持続性の観点からは望ましくない状態といえる。
- 森林-サバンナミックスゾーンの密生湿潤林は、二次林と同様の傾向が見られるが、稚樹・若齢樹～壮齢樹がまだ残存しており、森林資源の育成及び生物多様性の観点からこれらの保護・育成が重要である。

### b. 伝統的商業樹種の分布

森林タイプ及び樹種クラスごとの直径階別材積 (m<sup>3</sup>/ha) を表したのが、図 7 である。旧バンドゥン州の森林インベントリーでは、伝統的商業樹種は密生湿潤林及び二次林のみで出現し、乾燥林/疎林及び非森林にはほとんど出現しなかった。



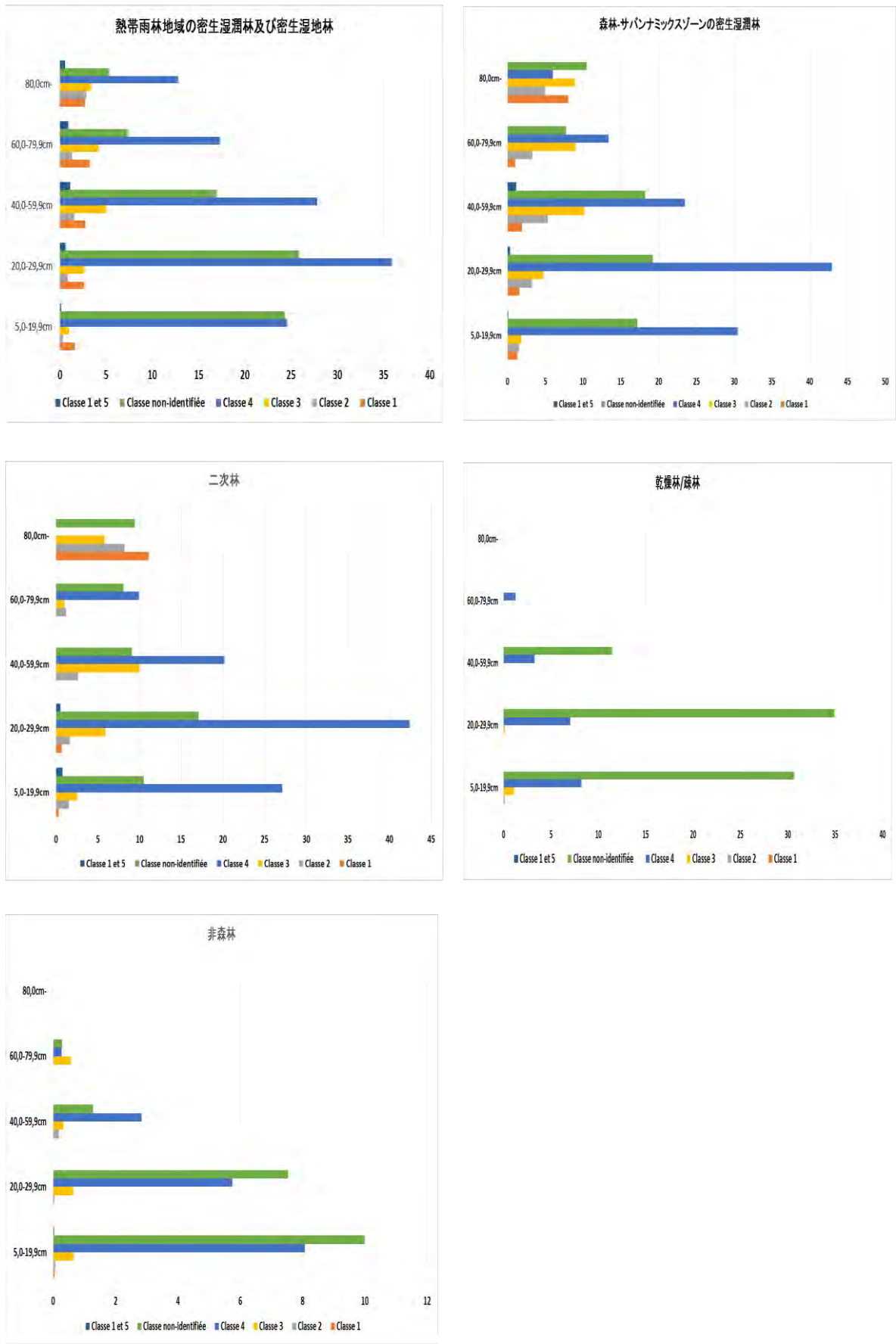


図 7 樹種クラスごとの直径階別材積 (m3/ha)

### (3) 森林タイプごとの直径階別立木本数

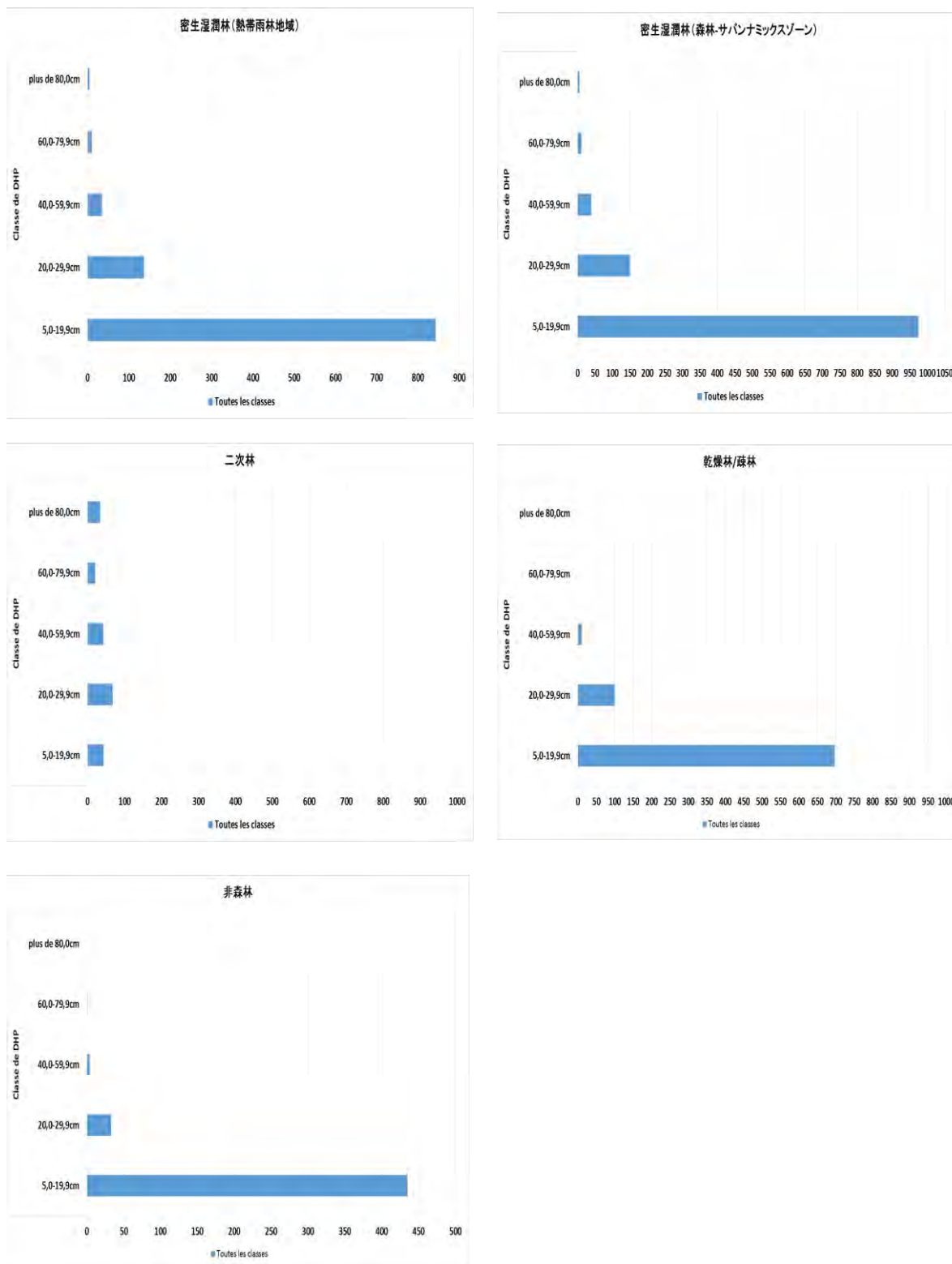


図 8 森林タイプごとの直径階別立木本数 (本/ha)

直径階別の立木本数について特徴的なのが、二次林において小径木（DBH20cm 以下）が非常に少ないことである。これは、薪炭材利用、森林火災など人為による影響が大きいことが原因と推察される。このような状況は、森林資源の持続性や生物多様性の観点から望ましくないもので、より詳細な森林減少ドライバー調査を行い、適切な森林保全対策が必要と考えられる。

マケドニア旧ユーゴスラビア共和国  
森林火災危機管理能力向上  
プロジェクト  
詳細計画策定調査報告書

平成23年11月  
(2011年)

独立行政法人 国際協力機構(JICA)  
地球環境部

環境

JR

11-203



マケドニア旧ユーゴスラビア共和国  
森林火災危機管理能力向上  
プロジェクト  
詳細計画策定調査報告書

平成23年11月  
(2011年)

独立行政法人 国際協力機構(JICA)  
地球環境部





## 序 文

日本国政府は、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国（以下、マケドニア）政府の要請に基づき、同国において「森林火災危機管理能力向上プロジェクト」を独立行政法人国際協力機構が実施することを決定しました。

当機構は、プロジェクト開始に先立ち、本プロジェクトを円滑かつ効果的に進めるため、平成 22 年 6 月 27 日から同年 7 月 18 日までの 22 日間に渡り、当機構地球環境部森林・自然環境保全グループ森林・自然環境保全第二課長遠藤浩昭を団長とする詳細計画策定調査団を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともに、マケドニア政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果をふまえ、本プロジェクトに関する協議議事録に署名しました。

本報告書は、今回の調査の結果を取りまとめるとともに、これから予定している本プロジェクトの実施に資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 23 年 11 月

独立行政法人 国際協力機構  
地球環境部部長 江島 真也



## プロジェクト対象地域





写

真



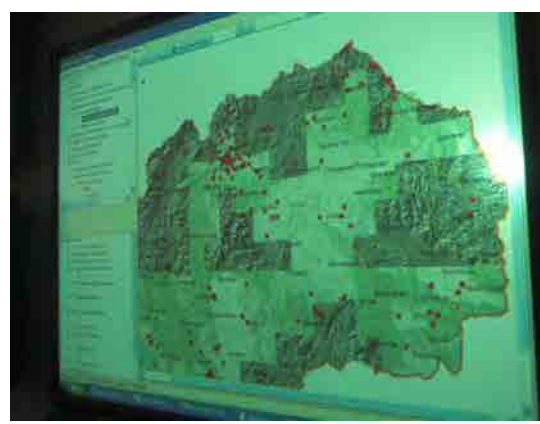
危機管理センター（CMC）本部



CMC 長官表敬



CMC オペレーションセンター



CMC オペレーションセンターの GIS システム



CMC 地方本部オペレーション室



マケドニア西部の閉鎖林



マケドニア東部の疎林



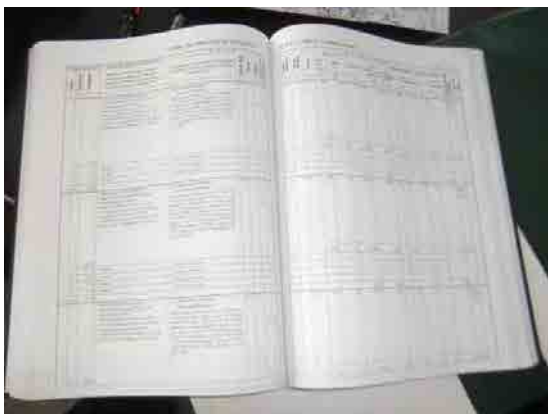
森林火災跡



農業・森林・水経済省のうち  
森林・狩猟局のある建物



マケドニア森林公社（PEMF）



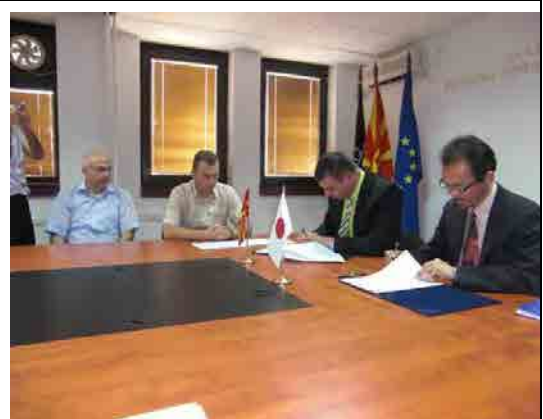
森林計画区の森林計画書  
（PEMF にて撮影）



森林計画区の主題図  
（PEMF にて撮影）



地方関係機関との協議



ミニッツ署名  
（右端が調査団長、その隣が CMC 長官）



略語一覧

| 略 語    | 正式名称                                                                | 和 名                |
|--------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| CMC    | Crisis Management Center                                            | 危機管理センター           |
| CMS    | Crisis Management System                                            | 危機管理システム           |
| C/P    | Counterpart Personnel                                               | カウンターパート           |
| EC     | European Commission                                                 | 欧州委員会              |
| EFFIS  | European Forest Fire Information System                             | 欧州森林火災情報システム       |
| EU     | European Union                                                      | 欧州連合               |
| FAO    | Food and Agriculture Organization                                   | 国連食糧農業機関           |
| GIS    | Geographic Information System                                       | 地理情報システム           |
| ICT    | Information and Communication Technology                            | 情報通信技術             |
| JICA   | Japan International Cooperation Agency                              | 独立行政法人国際協力機構       |
| JST    | Japan Science and Technology Agency                                 | 独立行政法人科学技術振興機構     |
| LCM    | Law on Crisis Management                                            | 危機管理法              |
| M/M    | Minutes of Meeting                                                  | 協議議事録              |
| MAFWE  | Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy                 | 農業・森林・水経済省         |
| NATO   | North Atlantic Treaty Organization                                  | 北大西洋条約機構           |
| ODA    | Official Development Assistance                                     | 政府開発援助             |
| PDM    | Project Design Matrix                                               | プロジェクト・デザイン・マトリックス |
| PEMF   | Public Enterprise Macedonian Forests                                | マケドニア森林公社          |
| PO     | Plan of Operations                                                  | 活動計画               |
| R/D    | Record of Discussion                                                | 討議議事録              |
| SAA    | Stabilization and Association Agreement                             | 安定化・連合協定 (EU)      |
| UNDP   | United Nations Development Program                                  | 国連開発計画             |
| UNECE  | United Nations Economic Commission for Europe                       | 国連欧州経済委員会          |
| UNOCHA | United Nations, Office for the Coordination of Humanitarian Affairs | 国連人道問題調整事務所        |
| WTO    | World Trade Organization                                            | 世界貿易機関             |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1. 案件名</b></p> <p>国名：マケドニア旧ユーゴスラビア共和国</p> <p>案件名：森林火災危機管理能力向上プロジェクト</p> <p>Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>2. 協力概要</b></p> <p><b>(1) プロジェクト目標とアウトプットを中心とした概要の記述</b></p> <p>本案件は、マケドニア旧ユーゴスラビア共和国（以下、マケドニア）において、危機管理センター（Crisis Management Centre: CMC）が国家的なリスクアセスメントの仕組みを構築し、さらにその仕組みを機能させるために森林火災の予防・早期警戒に係る国内の主要な関係者<sup>1</sup>間の連携・情報共有を図ることを通じて、CMC が森林火災の予防・早期警戒について国内の関係者に情報を発信し関係者間の連携・調整を図る能力を強化するものである。</p> <p><b>(2) 協力期間</b></p> <p>2011 年 4 月～2014 年 3 月（3 年間）</p> <p><b>(3) 協力総額（日本側）</b></p> <p>3.0 億円</p> <p><b>(4) 協力相手先機関</b></p> <p>危機管理センター（Crisis Management Centre: CMC）</p> <p><b>(5) 国内協力機関</b></p> <p>農林水産省林野庁</p> <p><b>(6) 裨益対象者及び規模、等</b></p> <p>森林火災を含めた災害予防・早期警戒・モニタリングに関連する業務に従事する CMC 本部職員（約 20 名）及び CMC 地方センター職員</p> |
| <p><b>3. 協力の必要性・位置付け</b></p> <p><b>(1) 現状及び問題点</b></p> <p>マケドニアはバルカン半島南部に位置する内陸国であり、国土面積の約 38%を森林地帯が占めている。近年、マケドニアを含むバルカン半島地域全体では、森林火災の発生が多く、その被害が深刻な問題となっている。マケドニアでは、過去 10 年間で森林火災の発生件数は約 2,400 件、消失した森林面積は約 9.6 万 ha（東京都面積の約半分）、被害総額は約 60 億円に及ぶと推計されている。特に 2007 年に広範な地域に及んだ大規模森林火災が発生した際には、14 日間にわたり、国家緊急事態宣言が発せられる事態であった。</p> <p>このような状況の中、マケドニア政府は、2005 年に「危機管理法（Law on Crisis: LCM）」を制定・施行し、森林火災を含むあらゆる国家的脅威の予防、早期警戒、及び関係機関の調整に基づく効果的な対処を目指す国家的な仕組みとして、「危機管理システム（Crisis</p>                                                                                                                                                                 |

<sup>1</sup> 農業・森林・水経済省（MAFWE）、森林公社（MAFWE の下部組織）、地方政府、各地域の消防隊、国立大学森林学部等

Management System : CMS)」の構築・運営を定めた。CMS には、全ての中央省庁、議会、援護・救助部門、地方政府、国営企業、マケドニア赤十字、NGO、メディア、一般市民等の幅広い関係者の参加が規定されている。

この CMS の意思決定機関の実務を担う独立した行政機構として、同じく 2005 年に「危機管理センター (Crisis Management Centre: CMC)」が設立された。CMC は、あらゆるリスク・脅威に係わる情報蓄積と分析を行い、関係各機関との連携・調整を図ることを目的とする。よって、森林火災の予防・早期警戒を行うためには、CMC で森林火災に係る情報が一元管理され、それらの情報に基づく分析結果やそこから導かれる提言が CMS 意思決定機関に伝えられ、危機勃発時には、迅速に CMS 傘下の関係機関や国民に指示が出され、調整のとれた対応が実施されることが想定される。

しかし、CMC は他の行政機構の施設や人材を移管する形で発足しており、一定の実施能力を有するものの、危機管理に関する情報の収集・蓄積・分析を実施する能力、さらにそれらの情報を所有又は利用する関係各機関と CMC 自身、また、関係機関間の連携を図る調整能力の双方に、課題を抱えている。特に、CMC に森林火災対策用と導入されている統合 GIS システム<sup>2</sup>があるが、同システムには、国土の一部の地図情報しか組み込まれていない、ライセンス数不足による入力非効率が生じていること、ユーザーである CMC 職員の GIS 利用に関する能力向上が必要であることなど、森林火災のリスクアセスメントを実施するには不十分な点が多い。さらに、森林火災に関する様々な情報・データは複数の関係機関が個別に保有しており、CMC に情報が集まる体制が確立されていない。

このように、マケドニアにとって国家的な課題である森林火災に対処するためには、まず中核機関である CMC が、十分な情報に基づいた的確な分析を行い、関係機関間の連携を図る調整能力を強化することが必要となっている。

## (2) 相手国政府国家政策上の位置付け

マケドニアは 1991 年の旧ユーゴスラビア連邦崩壊を受けての建国以来、EU への加盟を目下の外交目標とし、改革・経済自由化のプロセスを進め、行政機構の再編・強化や様々な分野の制度整備や実施体制の強化を目指している。また、2000 年代半ばから近隣国を含む周辺の情勢の安定化に伴い、国内の国家安全保障・危機管理体制の改編・整備が順次進められてきた CMS 及び CMC を規定している法律 LCM はこのような背景のもとに制定・施行されたものである。

本案件は、CMC が森林火災の予防・早期警戒について国内の関係者に情報を発信し、調整を図る能力を強化するものである。この能力は森林火災にかかわらず、国家的脅威に係わる各種情報を収集・分析し、関係各機関の調整を効果的に実施していくという CMC の任務遂行に必要な基本的能力であり、マケドニア政府が CMC に期待する機能のベースを作るものと位置づけられる。

## (3) 我が国援助政策との関連、JICA 国別事業実施計画上の位置付け

我が国はマケドニアに対する援助重点分野として、市場経済化、平和の定着、環境保全の 3 分野を掲げている。森林火災の予防・早期警戒は、森林保全につながるため、本件は上記重点

<sup>2</sup> 2007 年の森林大火災で予防・早期警戒の重要性が認識された結果、マケドニア政府予算にて導入された GIS システム。システム内のデータは LAN によって CMC 本部内でのみ共有可能となっている。GIS 地図情報が部分的に入っているが、森林そのものや森林火災に関する情報を重ね合わせて分析することが期待されている。

分野のうち、環境保全に資するものである。

#### 4. 協力の枠組み

##### (1) 協力の目標（アウトカム）

1) 協力終了時の達成目標（プロジェクト目標）と指標・目標値

##### 【プロジェクト目標】

CMC の森林火災の予防・早期警戒について国内の関係者に情報を発信し、関係者間の調整を図る能力が強化される。

##### 【指標】

1. 統合 GIS システムの情報が定期的に更新されている
2. 国内の森林火災の予防・早期警戒に係る関係者間で連携状況の確認及び見直しが行なわれている
3. 森林火災の予防・早期警戒に係る国内の関係者が、CMC からの情報に基づき森林火災に対応している

2) 協力終了後に達成が期待される目標（上位目標）と指標・目標値

##### 【上位目標】

森林火災の予防・早期警戒に対する対応能力の向上により、大規模森林火災<sup>3</sup>の発生が抑制される。

##### 【指標】

1. CMC から危機管理システム下の機関に伝達される情報の正確性及び伝達速度が増す。
2. 大規模森林火災に発展した森林火災の件数が減る。

##### (2) 成果（アウトプット）と活動

成果 1: 森林火災についての国家的なリスクアセスメントの仕組みが構築される。

活動

- 1-1 森林火災リスクアセスメントに必要な手順を設計し、手順書<sup>4</sup>を作成する
- 1-2 森林火災リスクアセスメントに必要なデータを特定し、収集する
- 1-3 統合 GIS システムの機能強化に必要なソフトウェア、ハードウェアの整備を行い、同システムの運用・維持管理に必要な研修を実施する
- 1-4 森林火災 GIS ハザードマップを作成し、発行する
- 1-5 森林火災の被害・影響の評価手法を設計する
- 1-6 森林火災の早期発見に係る具体的な技術手法を検討<sup>5</sup>する
- 1-7 森林火災リスクアセスメントについてのワークショップを開催する

<sup>3</sup> 具体的な面積規模はプロジェクト開始後半年を目処に決定する。

<sup>4</sup> 関係機関すべてにおける森林火災リスクアセスメント業務の体系的な手法と手順を定義した一連の文書を意味する。たとえば、(1) 情報収集の手法とそのために適切な機材の活用方法 (2) データ収集の具体的方法と適切なデータ加工の具体的方法、等である。

<sup>5</sup> 先方政府の想定する手法を含む複数の具体的な手法を洗い出し、実現可能性を検討した上で、本プロジェクト内で早期発見システムの構築を実施するかどうかを判断する。実施する場合、後半の活動内容に変更を加える可能性がある。

#### 指標

- 1-1 統合 GIS システムに森林火災のリスクアセスメントに必要なデータが整備される
- 1-2 統合 GIS システムの使用者の数が同システムの運用に必要なレベル<sup>6</sup>まで増える
- 1-3 GIS ハザードマップのカバー範囲が増える
- 1-4 整備された森林火災リスクアセスメント手順を関係機関が理解し、活用している

成果 2：森林火災の予防・早期警戒に係る国内の関係者間で情報共有・連携を図る調整機能が強化される

#### 活動

- 2-1 CMC 及び関係機関の情報共有・連携についての課題を抽出し、継続的な情報共有の仕組みを作る
- 2-2 技術調整グループ会議（Technical Coordination Group Meetings：TCGM）を定期的に開催する
- 2-3 調整方法の有効性を確認するために、複数のモデル地域で住民に対する森林火災の予防・早期警戒についての意識の伝達状況を確認する
- 2-4 2-3の結果から CMC 及び関係機関の連携の調整状況を評価し、追加措置の必要性和その内容を検討する

#### 指標

- 2-1 CMC 及び国内の関係機関間で森林火災の予防・早期警戒に必要な情報交換が行われている
- 2-2 モデル地域で住民の森林火災の予防・早期警戒に対する意識が向上する

### （3）投入（インプット）

#### 1）日本側

専門家派遣（総括／森林火災管理、業務調整/GIS システム、データベース管理、システム基本設計 等）、供与機材（サーバー、ハードディスク、各種ソフトウェア等）、本邦研修

#### 2）マケドニア側

マケドニア側プロジェクトスタッフ人件費、プロジェクト実施に必要な施設・土地、機材、総務・運営経費

### （4）外部要因（満たされるべき外部条件）

#### 1）前提条件

- ・プロジェクトパートナーとして関係機関の協力関係が担保される。

#### 2）成果達成のための外部条件

- ・関係機関による予算・人員の配置等の協力が確保される。

#### 3）プロジェクト目標達成のための外部条件

- ・CMC の予算と人員が大きく減少しない。

#### 4）上位目標達成のための外部条件

<sup>6</sup> 具体的な人数等についてはプロジェクト開始後 1 年後を目処に設定する。



- ・森林火災に係る危機管理政策の大幅な変更が生じない。
- ・想定以上の異常気象が発生しない。

## 5. 評価5項目による評価結果

### (1) 妥当性

以下の理由により、妥当性が高いと見込まれる。

マケドニアでは、前述3.(1)に記載の通り、森林が国土の大半を占める貴重な自然資源であるにもかかわらず、毎年森林火災による被害が深刻であり、各種の国家的脅威に対する対応の必要性においても特に森林火災の予防・管理に係わる実施能力の向上は極めて重要な課題と認識されている。その中核を担う CMC の情報分析や発信、関係機関の調整能力の不足は、森林火災の予防・早期警戒に対する国家的な仕組みを技術的にも制度的にも欠く事態を招いている。このような状況において、CMC の森林火災危機管理能力向上に資する技術協力が必要とされている。また、活動2-3で複数のモデル地域を選定する際は、限られた期間で地域住民への森林火災の予防・早期警戒に関する情報の伝達状況や、そこから醸成される予防・早期警戒への意識の向上を実証するために、地域の組織体制や CMC 地方センターとの協力関係が既にある地域を選定する予定である。例えば、過去に日本と UNDP の資金で実施された UNDP 技術協力プロジェクトで活動を行った地域等を想定している。

本件は、我が国のマケドニアに対する援助の重点分野の一つである環境保全に資するものであり、先方政府の国家方針及び我が国の援助戦略の双方と整合性が取れている。さらに、日本はインドネシアにおいて「森林火災予防計画」に係わる技術協力を実施しており、森林火災の早期発見・警戒態勢の整備、火災予防に関する普及・啓発の強化等における経験、技術的優位性、人的リソースを有している。

### (2) 有効性

以下の理由により、有効性が高いと見込まれる。

プロジェクト目標である「CMC の森林火災の予防・早期警戒について国内の関係者に情報を発信し関係者間の調整を図る能力が強化される。」の達成のために、「森林火災についての国家的なリスクアセスメントの仕組みが構築される」「森林火災の予防・早期警戒に係る国内の関係者間の連携・情報共有を図る調整機能が強化される」の2つの成果を設定している。

前述3.(1)に記載の通り、CMC は情報の収集・蓄積・分析といった技術面、関係各機関との情報共有・連携を促進する調整能力の双方に課題を抱えている。よって、まずは、適切な情報を獲得するための技術面の能力を向上するために、CMC が森林火災のリスクアセスメントの全体像を設計して手順書に落とし込み、必要な情報を関係機関から入手して CMC が運用する統合 GIS システムで一元管理できるようになるというリスクアセスメント全体の仕組みの構築（成果1）が必要である。さらに、この仕組みを円滑に動かすためには、CMC が関係機関間の連携・調整を図り、関係機関から CMC へのデータや情報の提供、また CMC からの各機関への分析結果や提言等の情報の周知が迅速になされるようにすること（成果2）が必要である。上

記二つの成果が達成され、CMC の予算及び人員が大きく減少せず、上記の成果が維持されれば、プロジェクト目標の達成が可能となる。

### (3) 効率性

以下の理由により、一定の効率性を有すると見込まれる。

CMC には 2007 年の大規模森林火災を契機として、2008 年に省庁・分野横断の利用を目的とする統合 GIS システム がマケドニア自身の政府予算により導入されている。森林火災対策用として導入された本システムは、現在、同センターのシステムの根幹となっており、IT セクション等の関係部署に同システムを活用する人員配置がなされている。

今回拡充しようとしている同システムは、上記のように新しくゼロから導入するものではないこと、3 (1) で述べたようにある程度課題が明らかになっていることから、機材投入を最小限に抑え、技術者への研修実施を速やかに実施することができると考えられる。

またプロジェクト・マネージャーに就任予定である CMC の研究・分析・アセスメント・戦略計画部長は、JICA 帰国研修員であり技術協力に対する理解が十分あり、限られた CMC の予算と人員の中で円滑なプロジェクトを遂行するための有効な潤滑油となることが期待できる。

### (4) インパクト

以下の通り、正のインパクトが見込まれる。

本件では森林火災の危機管理に係わる情報センター・調整機関としての CMC の調整能力の向上を目標としている。この、調整能力向上とは、まず森林火災のリスクアセスメントの手順が策定され、CMC が森林火災の予防・早期警戒に必要な情報を一元管理できるようになることが前提となっており、さらに、そこから得られる情報が関係各機関に迅速に周知され、適切な対応がとられるようになることを意味している。

CMC は、全ての省庁から国民まであらゆる関係者の参加を規定した CMS の意思決定機関に提言を行う立場にあるため、CMC が自立的に、森林火災予防・早期警戒に係わる人的・組織的な仕組みと能力を向上・発展・拡大させて調整能力を発揮することで、国内で CMS 下の様々な関係機関での連携・調整が効果的に機能し、森林火災の発生を予防し、早期警戒の発信がより効果的に実施され、大規模な森林火災の発生の抑制に貢献することが期待される。また、バルカン地域の他国には CMC と同様の機能を担う危機管理センターがあるため、それらの機関との情報発信・情報共有を積極的に行うことで域内への効果の波及を目指すことができる。

### (5) 自立発展性

以下の理由により、自立発展性は高いと見込まれる。

#### 1) 政策・制度面

3. (1) 記載の通り、森林火災は国家的課題と認識されていること、国内の国家安全保障・危機管理体制の改編・整備を順次進めるというマケドニアの政策のもと 2005 年に LCM が制定されていることから、森林火災に対して国家的に取り組むという姿勢が維持される可能性は極

めて高い。

## 2) 組織・財政面

CMC は 2005 年創設の新しい政府機関であるが、国家的な危機対応の中核機関として政府直轄の独立官庁としてマケドニア政府機関の中でも特に重要視されており、配置されている人員は基礎的能力を有したものであり、政府による人員と予算の担保が継続する可能性が高い。

## 3) 技術面

マケドニア自身によって設置されている GIS システムの基盤や技術者を活用するものであるため、プロジェクト実施前と同内容の業務を同じ要員が継続して実施することで自ずとプロジェクト期間中に向上させた能力の定着と更なる向上が見込まれる。

## 6. 貧困・ジェンダー・環境等への配慮

ハザードマップの活用やワークショップ、住民への啓発活動の際は、環境保全のみならず住民の生活を守るという視点に留意して活動を計画・実施する。

## 7. 過去の類似案件からの教訓の活用

マケドニア測地局を実施機関として実施された開発調査「全国地理情報データベース整備計画調査」(2004～2006)により国土基本図の整備と空間データ基盤、GIS 技術に係るに技術移転が行われた。同案件の成果品の活用状況等を確認するとともに、本案件において森林火災システムの構築での活用可能性を検討する。また、日本がインドネシアで実施した技プロ案件「森林火災予防計画 I・II」にて、地域内の近隣国との協力や情報交換の促進が必要との教訓が得られている。これより本案件では、プロジェクト目標の達成と共にバルカン地域の他国の CMC と同様の機能を担う危機管理センターに対する情報発信・情報共有を積極的に行うことも目指す。

## 8. 今後の評価計画

2012 年 10 月頃 (プロジェクト協力期間の中間時) : 中間評価

2013 年 10 月頃 (プロジェクト終了の約 6 ヶ月前) : 終了時評価

2017 年 3 月 (プロジェクト終了 3 年後) : 事後評価



## 目 次

序文

プロジェクト位置図

写真

略語表

事業事前評価表

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 第 1 章 詳細計画策定調査の概要 .....              | 1  |
| 1-1. 調査の背景 .....                     | 1  |
| 1-2. 調査の目的 .....                     | 1  |
| 1-3. 調査団の構成 .....                    | 1  |
| 1-4. 調査日程 .....                      | 2  |
| 1-5. 主要面談者 .....                     | 3  |
| 1-6. 協議結果概要 .....                    | 4  |
| 1-7. 団長総括 .....                      | 5  |
| 第 2 章 プロジェクト基本計画 .....               | 7  |
| 2-1. プロジェクトの概要 .....                 | 7  |
| 2-1-1. マケドニアの概況 .....                | 7  |
| 2-1-2. 森林火災の概況 .....                 | 9  |
| 2-2. プロジェクトの概要 .....                 | 10 |
| 2-2-1. プロジェクトのターゲット・グループと最終受益者 ..... | 10 |
| 2-2-2. プロジェクト目標 .....                | 10 |
| 2-2-3. 上位目標 .....                    | 11 |
| 2-2-4. 成果（アウトプット）と活動 .....           | 11 |
| 2-2-5. 実施スケジュール .....                | 12 |
| 2-2-6. 実施体制 .....                    | 14 |
| 2-2-7. 投 入 .....                     | 14 |
| 2-2-8. 前提条件・外部条件・リスクコントロール .....     | 16 |
| 2-2-9. 実施上の留意点 .....                 | 16 |
| 第 3 章 事前評価結果 .....                   | 18 |
| 3-1. 事前評価結果総括 .....                  | 18 |
| 3-2. 5 項目ごとの事前評価 .....               | 18 |
| 3-2-1. 妥当性 .....                     | 18 |
| 3-2-2. 有効性 .....                     | 18 |
| 3-2-3. 効率性 .....                     | 19 |
| 3-2-4. インパクト .....                   | 19 |
| 3-2-5. 自立発展性 .....                   | 20 |
| 第 4 章 主要関係機関 .....                   | 21 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 4-1. 危機管理センター（CMC）の組織運営体制 .....                                   | 21 |
| 4-1-1. 危機管理システム（CMS）における CMC の位置づけと所管業務 .....                     | 21 |
| 4-1-2. 組織体制 .....                                                 | 22 |
| 4-1-3. 本プロジェクトで関係する主要部門の業務と人員配置 .....                             | 25 |
| 4-1-4. 予 算 .....                                                  | 27 |
| 4-1-5. GIS 等機材の基盤インフラの整備状況及びユーザーに関する課題 .....                      | 28 |
| 4-1-6. CMS における農業・森林・水経済省とマケドニア森林公社との機能分担 .....                   | 30 |
| 4-2. 農業・森林・水経済省 .....                                             | 32 |
| 4-3. マケドニア森林公社 .....                                              | 32 |
| 第 5 章 森林火災の現状と留意すべきアプローチ .....                                    | 34 |
| 5-1. マケドニアの森林火災の現状 .....                                          | 34 |
| 5-1-1. マケドニアの森林 .....                                             | 34 |
| 5-1-2. マケドニアの森林火災 .....                                           | 34 |
| 5-1-3. 森林火災対策の現状 .....                                            | 35 |
| 5-2. 留意すべきアプローチ .....                                             | 35 |
| 5-2-1 技術情報の整備にかかるアプローチ .....                                      | 35 |
| 5-2-2. 衛星情報を活用した予防・早期警戒システムの構築にかかるアプローチ .....                     | 38 |
| 5-2-3. 予防・早期警戒システムのための調整メカニズムの強化にかかるアプローチ .....                   | 40 |
| 第 6 章 当該分野における他ドナーの取り組み .....                                     | 41 |
| 6-1. E U .....                                                    | 41 |
| 6-1-1. EU による支援の概況 .....                                          | 41 |
| 6-1-2. EC「共同研究センター」の概況 .....                                      | 42 |
| 6-1-3. 欧州森林火災情報システム（EFFIS） .....                                  | 43 |
| 6-2. 国連欧州経済委員会（UN Economic Commission for Europe: UNECE） .....    | 44 |
| 6-3. 国連食糧農業機関（UN Food and Agriculture Organization: UN FAO） ..... | 45 |
| 6-3-1. 概 況 .....                                                  | 45 |
| 6-3-2. 「森林火災への国家対応能力強化」プロジェクト .....                               | 46 |
| 6-4. 国連開発計画（UN Development Program: UNDP） .....                   | 48 |
| 6-4-1. 概 況 .....                                                  | 48 |
| 6-4-2. 「危機管理センターの能力強化」プロジェクト .....                                | 49 |



## 付属資料

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 1: 日本側署名レター 調査団協議議事録 (M/M) 添付※ .....                   | 53  |
| 2: 先方署名レター 調査団協議議事録 (M/M) 添付※ .....                    | 75  |
| 3: 日本側署名レター及び先方署名レター 討議議事録 (R/D) 添付※ .....             | 121 |
| 4: 日本側署名レター及び先方署名レター PDM1, PO1 承認に係る協議議事録 (M/M) 添付※ .. | 111 |
| 5: 収集資料                                                |     |
| 5-1 CMC 作成資料 1 .....                                   | 117 |
| 5-2 CMC 作成資料 2 .....                                   | 129 |
| 5-3 IZIIS 作成資料 .....                                   | 143 |
| 5-4 マケドニア森林公社 作成資料 .....                               | 161 |
| 5-5 農業・森林・水経済省 作成資料.....                               | 167 |

※マケドニアについては、同国の憲法上の国名（マケドニア共和国）と日本が承認している名称（マケドニア旧ユーゴスラビア共和国）が異なるという状況があるため、通常行われているように一つの合意文書にマケドニア側、日本側が署名することは困難という状況があり、レター交換方式が取られている。各国ごとに作成したカバーレターに、各国が使用可能な国名（基本的に日本側では Former Yugoslav Republic of Macedonia、マケドニア側では Republic of Macedonia）を記載した M/M、R/D 等の本文を添付し、交換する。



# 第 1 章 詳細計画策定調査の概要

## 1-1. 調査の背景

マケドニア旧ユーゴスラビア共和国（以下、マケドニア）はバルカン半島南部に位置する内陸国であり、国土面積の約 4 割を森林地帯が占める。近年、マケドニアを含むバルカン半島地域各国（ギリシア国、セルビア国、モンテネグロ国等）において、森林火災による被害が深刻な問題となっている。マケドニアでは、過去 10 年間の森林火災発生件数は約 2,400 件、延焼した森林面積は約 9.6 万 ha であり、その被害総額は約 60 億円に及ぶと推計されている<sup>1</sup>。特に 2007 年の大規模森林火災発生の際には 14 日間にわたり国家緊急事態宣言が発せられる事態となっており、マケドニア政府は森林火災を緊急に対処すべき国家レベルでの脅威のひとつと見なしている。

こうした状況のなか、マケドニア政府は 2005 年に、森林火災を含むあらゆる国家的脅威の予防、早期警戒、及び関係機関の調整に基づく効果的な対処を目指す国家的な仕組みとして、「危機管理システム（Crisis Management System : CMS）」の構築・運営を定め、この CMS の意思決定機関の実務を担う機関として「危機管理センター（Crisis Management Centre: CMC）」を設立した。マ国が森林火災に適切に対処するためには、CMC が森林火災に関する的確な分析を行い、関係機関の連携を図り、森林火災の予防、早期警戒、危険時の即時対応に対する中枢機能を発揮することが必要である。

以上の背景から、マケドニア政府は、2009 年 8 月に技術協力プロジェクト「森林火災危機管理能力向上プロジェクト」を日本国に要請した。

## 1-2. 調査の目的

本詳細計画策定調査は、本プロジェクトの実施に向けて、関連情報の収集を行い、先方関係機関とプロジェクトの枠組みについて協議を行い、PDM (Project Design Matrix) (案)、詳細活動計画 (Plan of Operation : PO) (案) 及び協力計画（詳細活動、投入人月、分野、期間、資機材等）を含む討議議事録 (R/D) (案) として取りまとめ、協議議事録 (M/M) の署名・交換を行うことを目的とする。

その際に、プロジェクトを実施する上での、日本側協力事項（専門家派遣、研修員受入、機材供与計画など）、マケドニア側実施事項（C/P 配置計画、予算措置等）について確認するとともに、事業事前評価を行うための情報を収集、分析する。

## 1-3. 調査団の構成

調査団の構成は、以下の通りである。

|   | 氏名    | 担当分野   | 所属                                            | 期間                     |
|---|-------|--------|-----------------------------------------------|------------------------|
| 1 | 遠藤 浩昭 | 総括     | 国際協力機構<br>地球環境部森林・自然環境グループ<br>森林・自然環境保全第二課 課長 | 2010 年<br>7 月 7 日～18 日 |
| 2 | 岸田 匡  | 協力企画   | 国際協力機構<br>地球環境部森林・自然環境グループ<br>森林・自然環境保全第二課    | 2010 年<br>7 月 4 日～18 日 |
| 3 | 佐藤 雄一 | 森林火災対策 | 農林水産省                                         | 2010 年                 |

<sup>1</sup> マケドニア危機管理センター（CMC : Crisis Management Center）の報告に基づく。

|   |       |      |             |                      |
|---|-------|------|-------------|----------------------|
|   |       |      | 林野庁 計画課 調査官 | 7月4～18日              |
| 4 | 岩瀬 信久 | 評価分析 | 有限会社 アイエムジー | 2010年<br>6月27日～7月18日 |

#### 1-4. 調査日程

調査日程は、以下の通りである。

|       |   | 総括                                    | 協力企画                                       | 森林火災対策 | 評価分析                                                |
|-------|---|---------------------------------------|--------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|
| 6月27日 | 日 |                                       |                                            |        | 東京→ウィーン<br>ウィーン→ジュネーブ                               |
| 6月28日 | 月 |                                       |                                            |        | 欧州経済委員会訪問                                           |
| 6月29日 | 火 |                                       |                                            |        | ジュネーブ→ウィーン<br>ウィーン→スコピエ<br>照井企画調査員と打ち合わせ            |
| 6月30日 | 水 |                                       |                                            |        | CMC と打合せ<br>UNDP プロジェクトオフィス訪問                       |
| 7月1日  | 木 |                                       |                                            |        | CMC と打合せ<br>CMC キチエボ地方事務所、<br>DPR キチエボ事務所           |
| 7月2日  | 金 |                                       |                                            |        | UNDP スコピエ事務所、SV.<br>Kiril I Metodij 大学森林学部、IZIIS 訪問 |
| 7月3日  | 土 |                                       |                                            |        | SV. Kiril I Metodij 大学<br>森林学部                      |
| 7月4日  | 日 |                                       | 東京→ウィーン<br>ウィーン→ベオグラード                     |        | 資料整理                                                |
| 7月5日  | 月 |                                       | バルカン事務所打合せ<br>ベオグラード→スコピエ                  |        | 森林公社、Hydro-Meteo<br>Institute<br>農業・森林・水経済省         |
| 7月6日  | 火 |                                       | 照井企画調査員と打合せ<br>危機管理センターと打合せ                |        |                                                     |
| 7月7日  | 水 | 東京→ウィーン                               | 現地調査（Strumica）：Strumica 地方関係者と協議、CMC 地方本部等 |        |                                                     |
| 7月8日  | 木 | ウィーン→スコピエ<br><br>課題分析ワークショップに合流       | 課題分析ワークショップ                                |        |                                                     |
| 7月9日  | 金 | ミニッツ協議                                |                                            |        |                                                     |
| 7月10日 | 土 | 現地調査（Ohrid）、CMC Ohrid Regional Center |                                            |        |                                                     |

|       |   |                                   |                   |
|-------|---|-----------------------------------|-------------------|
| 7月11日 | 日 | 資料整理、団内協議                         |                   |
| 7月12日 | 月 | ミニッツ協議                            |                   |
| 7月13日 | 火 | ミニッツ協議                            |                   |
| 7月14日 | 水 | ミニッツ署名                            | 補足調査              |
| 7月15日 | 木 | スコピエ→ベオグラード<br>JICA バルカン事務所打合せ    | 補足調査              |
| 7月16日 | 金 | ベオグラード→ウィーン<br>在オーストリア日本大使館表敬・打合せ | 補足調査<br>スコピエ→ウィーン |
| 7月17日 | 土 | ウィーン→                             |                   |
| 7月18日 | 日 | 東京着                               |                   |

#### 1-5. 主要面談者

<マケドニア側>

##### **Crisis Management Center (CMC)**

- Mr. Toni Jakimovski, Director
- Mr. Zulfi Adli, Deputy Director, CMC
- Mr. Urim Vejseli, Head of Department for NATO and International Coordination
- Mr. Stevko Stefanovski, Head of Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning
- Mr. Gordana Naumovska, Deputy Head of Department for Organization and Internal Cooperation
- Mr. Vladimir Kuzmanovski, Associate, IT Department
- Mr. Dragi Tarchugovski, Deputy Head of Department for Operations & Operational Logistics
- Mr. Ivan Mitevski, Advisor
- Mr. Milan Rusev, Director, Regional CMC Strumica
- Ms. Suzana Atanasova, Regional CMC Strumica
- Mr. Stojovski Dimitar, Regional CMC Strumica

##### **Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy (MAFWE)**

- Mr. Vojo Gogovski, Director, Department for Forestry and Hunting
- Mr. Jurant Dika, Department for Forestry and Hunting
- Mr. Jurant Dika, Associate

##### **Public Enterprise Macedonian Forests (PEMF)**

- Mr. Jovan Cakovski, Assistant Director
- Mr. Blagoj Chobanov, Head of regional Office, Strumica

##### **Directorate of Protection and Rescue (DPR)**

- Ms. Lidija Bjelica, Head of Department

##### **Hydro-Meteo Institute**

- Ms. Rada Avramovska, Head of Department

**Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology (IZIIS)**

- Dr. Mittail Garevski, Director
- Dr. Zoran Milutinovic, Professor & Head of Department, grad. Civil eng.

**Faculty of Forestry, University “SV. Kiril I Metodij” Skopje**

- Dr. Nikola Nikolov, Associate Professor, Department of Forest Protection

**Others**

- Mr. Vane Stojanov, Mayor of Vasilevo
- Mr. Mijalce Krstev, Fire Fighting Unit Strumica

<他ドナー>

**UNDP**

- Ms. Anan-Marie Ali, Deputy Resident Representative
- Ms. Anita Kodzoman, Program Officer, Head of Environment Practice
- Mr. Vasko Popovski, Project Manager
- Mr. Samir Memedov, Project Manager

**Forestry and Timber Section, Trade and Timber Division, UNECE**

- Ms. Paola DEDA, Chief
- Mr. Roman MICHALAK, Forest Resource Officer

<日本側>

**Embassy of Japan in Austria**

- Mr. Masato Iso, Minister
- Mr. Tatsuhiko ICHIHARA, Second Secretary
- Ms. Noriko NOGUCHI, Adviser-Balkan Affairs

**JICA Skopje Office**

- Ms. Kanako Terui, Project Formulation Adviser
- Mr. Sasho Dimitrov, Technical Coordinator

1-6. 協議結果概要

(1) 気候変動の緩和・適応に対する貢献

森林火災は森林減少や森林劣化の原因であるとともに、温室効果ガスの発生源の一つでもあり、地球規模での気候変動をもたらす要因にもなりうる。そのため、森林火災の予防・早期警戒に資する本案件は気候変動への緩和・適応にも貢献するものであることを双方は確認した。

(2) プロジェクト成果の普及について



マケドニア側は本件の成果をマケドニア国内のみならず、森林火災がバルカン地域内での課題でもあること踏まえ、域内での普及に努めることを明言した。

### (3) 関係機関の間での調整の必要性

本案件は農業・森林・水経済省やマケドニア森林公社等の関係機関とデータ収集や情報の共有が重要であることから、CMCのみならず関係機関との調整が重要であることを確認した。

### (4) 技術調整グループ

上記(3)も踏まえ、ステアリングコミッティとは別に、農業・森林・水経済省、森林公社、大学、研究機関等の関係機関と本件の技術的な課題を調整する「技術調整グループ (Technical Coordination Group)」をプロジェクト開始後に設けることとした。

## 1-7. 団長総括

➤ カウンターパート機関である危機管理センター (CMC) の対応は非常に真摯かつ熱心である。バケーションシーズンで担当者が不在にしがちであるにもかかわらず、休暇返上で会議に参加し、関連する部局からの情報収集、協議を滞りなく行うことができた。一方、森林専門官が在籍する他機関(特に農業・森林・水経済省、森林公社、大学など)との情報交流が少なく、本調査時においても森林火災にかかる関連部局とのワークショップを開催したが、プロジェクト実施に際しては関係機関との情報共有に留意していく必要がある。

➤ 森林火災に貢献する本件は、2007年に発生した大規模森林火災の経験に基づいたマケドニア側の重要課題に沿ったものである。また、近隣国での発生由来による森林火災被害も甚大であった。近隣国にも同様の CMC が設立されており、これら CMC ネットワークを通じてワークショップを開催し、プロジェクト成果の普及を活動に含むこととした。

さらに、本件を通じた森林火災の予防・初期警告の実施促進を行うことで、火災による森林減少・二酸化炭素排出を抑制することから、気候変動にも貢献するものであることを先方政府と確認した。

➤ マケドニア側は、JICA の技術協力プロジェクト(開発調査を除く)は初めての実施である。そのため、M/M に添付した「R/D(案)」の専門家の特権や免税事項等の理解を得るため、外務省・財務省・欧州統合府と調整の上、M/M の締結となった。今後 R/D 署名時や専門家派遣など再度関係機関と調整する必要があると思われるが、双方の実情を理解した上で、円滑な実施を進めるための対処が肝要である。

➤ 森林火災発見システムの開発については、マケドニア側は煙感知器を森林に配備するイメージを持っているが、インターネット情報によるものであり近隣で実践している国があるわけではない。日本側はリモートセンシング技術の活用を提案したが、マケドニア国内での、欧州委員会による EFFIS(European Forest Fire Information System)という全欧州をカバーする森林火災モニタリング・危険予測等にかかる汎用 ICT インフラに対する理解と情報が少ない。協議の結果、森林火災発見システムの開発については、プロジェクト前半でフィージビリティスタデ

ィを実施した上でその後の対応を決めることとなった。

➤ 関係機関間の連携、地域レベルへの成果発信等が非常に重要である本件において、派遣される日本人専門家は(1)CMC 幹部、他省庁の部局長レベルとの調整、(2)森林官のいない CMC における森林政策や森林火災対策を踏まえた技術支援、(3)技術調整グループをはじめ森林関連部局との技術的な意見交換、(4)セミナー等における調整・発信能力、が期待される。調整と発信による多種多様な業務、JICA 事務所がないことなどを考慮すると長期専門家 2 名と短期専門家で対応することが望ましいと考える。

## 第2章 プロジェクト基本計画

### 2-1. プロジェクトの概要

#### 2-1-1. マケドニアの概況

マケドニアは 1991 年の旧ユーゴ連邦解体により同年 11 月に独立を宣言し、その後の西バルカン地域の政治・経済混乱の中で厳しい時期を経験したが、2000 年代初頭からは EU 加盟を視野に入れた改革・自由化のプロセスを急速に進めている（次頁囲み欄「マケドニアの EU 加盟及び地域情勢について」を参照）。EU との「安定化・連合協定（Stabilization and Association Agreement: SAA）」が発効した 2004 年以降は主要貿易相手国がバルカン諸国から EU 諸国へと変化し、経済成長も安定的な動きを見せるようになってきている（表 2-1 参照）<sup>1</sup>。2000 年代半ばからは行政機構の再編・強化や様々な分野の制度整備や実施体制強化が進められている。

表 2-1. マケドニア旧ユーゴスラビア共和国の主要社会・経済指標

|                   | 1998  | 2006  | 2007  | 2008   | 2008年<br>地域平均値 |
|-------------------|-------|-------|-------|--------|----------------|
| 人 口 (百万人)         | 2.0   | 2.0   | 2.0   | 2.0    | 443            |
| 人口増加率 (%)         | 0.5%  | 0.1%  | 0.1%  | 0.1%   | 0.3%           |
| 実質GDP成長率 (%)      | 3.4%  | 4.0%  | 5.9%  | 5.0%   | 4.1%           |
| 農 業 (%)           | 3.3%  | 4.6%  | -1.5% | 7.0%   | 6.4%           |
| 工 業 (%)           | 2.6%  | 4.3%  | 7.6%  | 6.7%   | 3.6%           |
| サービス業 (%)         | 3.6%  | 6.2%  | 5.5%  | 3.6%   | 4.6%           |
| 産業構造(対GDP比) (%)   | —     | —     | —     | —      | —              |
| 農 業 (%)           | 13.2% | 12.6% | 11.0% | 10.9%  | 6.7%           |
| 工 業 (%)           | 33.8% | 30.1% | 32.6% | 34.0%  | 32.4%          |
| サービス業 (%)         | 52.9% | 57.3% | 56.4% | 55.1%  | 60.8%          |
| 1人当名目GNI (US\$/人) | 1,930 | 3,110 | 3,470 | 4,130  | 7,350          |
| 消費者物価上昇率 (%)      | 0.5%  | 3.3%  | 3.6%  | 7.2%   | n.a.           |
| 経常収支比率(対GDP、%)    | -7.8% | -0.9% | -3.1% | -12.7% | n.a.           |
| 為替レート(ディナール/\$)   | 54.5  | 48.8  | 44.7  | 41.9   | n.a.           |

出所:「主要指標一覧 [マケドニア旧ユーゴスラビア共和国]」JICA 2010年5月版

<sup>1</sup> マケドニアは従来、農業国だったが旧ユーゴ時代に掲げられた「市場社会主義(Market Socialism)」によって工業化され、経済的に旧ユーゴ諸国、特にセルビアと相互補完的な関係にあった。旧ユーゴ分解に伴い、同地域内での経済・産業連鎖(産業連鎖チェーン)が崩壊し、実質 GDP の水準は 1995 年時で独立前の 70%まで落ち込み、2001 年でも 80%の水準にとどまっていた。特に旧ユーゴ時代に生産量の 75%が他の旧ユーゴ共和国に供給(移出)されていた鉄鋼製品を始めとする金属製品を中心とする工業セクターの落ち込みが激しく 2001 年時の工業生産水準は独立前の 46%にとどまっていた。

## 「マケドニアの EU 加盟及び地域情勢について」

### (1) EU 加盟に向けた改革

マケドニアは旧ユーゴスラビア連邦のスロベニアとクロアチアが独立を宣言した 1991 年 6 月時点では独立準備ができておらず、独立を宣言したのは同年 11 月でその後の市場経済移行も遅れた。民族問題を含めた同国を巡る政治情勢が安定化し、経済・社会発展が進み始めたのは 2001 年 8 月に合意・成立した「オフリード枠組み協定」以降である。同協定はかつてマケドニア人に優先的扱いを与えていた憲法のいくつかの条項を修正し、大学教育での使用を含めてアルバニア語も公用語と認め、公務員や警察官に積極的にアルバニア人を登用することを定めた。また、その直前の 2001 年 4 月にはマケドニアは旧ユーゴ諸国の中で初めて EU との SAA を締結し EU 加盟を目指した改革路線を歩み始めた。マケドニアは EU 加盟を最重点課題としており、2001 年 4 月に EU と「安定化・連合協定 (Stabilization and Association Agreement: SAA\*)」を締結（発効は 2004 年 4 月）の上、2004 年 3 月に EU 加盟申請を行って、本格的な加盟交渉開始を待ち望んできた。すでに EU 加盟を実現したスロベニア以外の旧ユーゴ諸国の中では、マケドニアは EU 加盟を含めた国際化の努力を最も積極的に図ってきたと言われている。

(2) 国名問題と地域情勢マケドニアは 2003 年 4 月に WTO 加盟を果たし、2005 年 12 月には欧州理事会 (EU 首脳会議) がマケドニアを EU 加盟候補国に認定するなど、2000 年代半ばから順調に改革・自由化のプロセスを歩んできた。しかし、国名について同名（「マケドニア」の名称）の州を北部に持つ EU 加盟国であるギリシアとの間で紛争が続いていることもあり\*\*、EU 加盟交渉は本格化していない。また、EU 加盟交渉が始まったとしても、同国の司法改革、汚職は依然、問題点として指摘されており加盟までの道のりはまだ遠いと認識されている。また、NATO 加盟も同様にギリシアの反対で実現していない\*\*\*。

一方、EU は 2005 年 12 月、バルカン諸国に対する EU 例外貿易条例（無関税で無制限に輸出が可能）の期限を 2006 年 1 月 1 日から 2010 年 12 月 31 日まで延長することを決定しており、経済・貿易面での EU との一体化は着実に進んでいる。

\*: SAA とは、将来の EU 加盟を目指す西バルカン諸国に対して、協定締結国のマクロ経済、産業、競争政策、インフラ、環境等の諸分野における EU の政策・制度面の整合性を確保しながら社会・経済基盤の構築・発展を促すための枠組みである。中欧・バルト諸国に対して EU が 90 年代以降、活用してきた (EU 加盟を前提とした) 「連合協定 (Association Agreement)」を基礎として、西バルカン地域の地域協力と発展を目指す地域アプローチを重視した取り組みだと言われている。マケドニアは EU と SAA を締結した最初の国であり、その後、クロアチアが 2001 年 1 月、アルバニアが 2006 年 6 月と続いている。

\*\*\*: 1991 年 11 月 20 日に旧ユーゴ連邦から独立を宣言した後、マケドニアは国名をめぐる、ギリシアと対立を続けている。「マケドニア」という国名が北部ギリシアに住むスラブ系マケドニア人を併合する大マケドニア建設の意図を表しているのではないかと恐れてギリシアが反発したため、しばらくの間、国連への加盟を認められなかった。国名を「マケドニア旧ユーゴスラビア共和国 (FYR of Macedonia)」とすることで、ようやく 1993 年 4 月に国連への加盟が認められた。その後も、ギリシアはマケドニアの承認に抵抗し、93 年 12 月には全欧安全保障協力会議 (CSCE) への加盟を拒否、94 年 3 月に経済封鎖を実施しテッサロニキ港を通じた貿易を不可能にした。95 年に経

済封鎖は解除されたが、その後も NATO 加盟を拒否するなど、ギリシアの強硬姿勢は続いている。

\*\*\*:これに対して、クロアチアとアルバニアは 2009 年 4 月に NATO に加盟済みである。なお、NATO を主導する米国は、マケドニアのイラク戦争に対する支持を背景に、2004 年にブッシュ政権が「マケドニア共和国」という国名を承認している。

## 2-1-2. 森林火災の概況

マケドニアは豊かな農業国であると同時に山がちな国土を有し、森林面積は約 95 万 ha、国土面積の約 38%を占める貴重な自然資源である。しかし、森林火災による被害は深刻で、過去 10 年間の森林火災発生件数は約 2,200 件、延焼した森林は約 10 万 ha、被害総額は約 60 億円を超えると推計されている（図表 2-2 参照）。特に 2007 年夏にバルカン半島を襲った森林大火災ではマケドニアで初の「国家緊急事態宣言」が 14 日間にわたり発令された。近年、欧州では夏に猛暑が続きマケドニアだけでなくバルカン半島地域全体で森林火災の発生が多く、マケドニア政府は森林火災を緊急に対応すべき国家的脅威の一つとみなしている。

| 年    | 発生件数  | 延焼面積<br>(1,000ha) | 被害材積<br>(1,000m <sup>3</sup> ) | 被害総額<br>(1,000 ユーロ) |
|------|-------|-------------------|--------------------------------|---------------------|
| 2000 | 476   | 46.2              | 711.8                          | 15,700              |
| 2001 | 161   | 6.3               | 88.3                           | 9,890               |
| 2002 | 65    | 1.2               | 24.7                           | 300                 |
| 2003 | 144   | 1.1               | 11.0                           | 252                 |
| 2004 | 94    | 0.9               | 4.3                            | 1,475               |
| 2005 | 182   | 1.4               | 1.1                            | 410                 |
| 2006 | 138   | 2.1               | 13.0                           | 2,408               |
| 2007 | 652   | 35.2              | 617.7                          | 21,235              |
| 2008 | 249   | 7.4               | 37.4                           | 4,535               |
| 2009 | 38    | 0.2               | 0.8                            | 95                  |
| 合 計  | 2,199 | 102.0             | 1,509.9                        | 56,300              |

表 2-2. 過去 10 年のマケドニア森林火災の状況（出所：CMC）

このような中で、マケドニア政府は行政機構の改革・再編を進めており、2005 年に制定・施行された「危機管理法 (Law on Crisis: LCM)」に基づいて同国「危機管理システム (Crisis Management System: CMS)」の構築・運営を行うことを決め、そのための支援・調整を行う新たな政府機構として「危機管理センター (Crisis Management Center: CMC)」を設立した。CMC は地震、洪水、森林火災、干ばつ、テロリズム等のあらゆる国家的脅威の防止、早期警報、即時対処の調整等を任務としているが、期待される機能に対して現時点での実施能力には改善・向上すべき課題が多い。本プロジェクトはマケドニア政府の要請を踏まえて、CMC の人的・組織的能力の強化を図るとともに、CMC による森林火災予防・危機管理に係わる関係各機関との調整能力強化を図ることを目的とする 3 年

間の技術協力プロジェクトである。

## 2-2. プロジェクトの概要

### 2-2-1. プロジェクトのターゲット・グループと最終受益者

プロジェクト基本計画の要約である PDM と PO については、2010 年 7 月調査時に、暫定版として PDM0 および PO0 が策定された（詳細は各々、添付資料 1.2 の Appendix II, III を参照）。

その後、文言微修正等の追加検討を踏まえ、PDM および PO が見直され、2011 年 1 月の R/D 締結時に、PDM1、PO1 として承認された（詳細はそれぞれ、添付資料 4 の Appendix I, II を参照）。

以下、確定版の内容を記す。

本プロジェクトのカウンターパート（実施）機関はマケドニアの中央政府行政機構の一つである CMC である。直接的なターゲット・グループは CMC において森林火災を含めた災害予防・早期警戒・モニタリングに関連する業務に従事する職員約 20 名である。この中には、統合 GIS システムの開発・運用に係わる情報通信技術（ICT）の開発を担う部門の職員と、このシステムのユーザーとして森林火災リスクのモニタリングやアセスメントを行う職員、さらには森林火災予防・早期警戒の国内調整メカニズムの運用に携わる CMC 職員等が含まれる。

また、間接的なターゲット・グループとして、危機管理システム（CMS）下において CMC に必要なデータ・情報を提供した上で、本プロジェクトで強化される統合 GIS システムに蓄積された情報を活用して森林火災予防や森林資源管理の強化を図ることが可能になることを目指す関係各機関の職員 10-20 名程度を想定する。さらに、CMC 地方センター職員を含めた地方部の CMS 関係者も本プロジェクトによって間接的に裨益することが想定されるとともに、森林火災予防・早期警戒に関する情報の CMC ウェブサイト等を通じた事前入手の可能化と、将来的な森林火災減少の実現により、森林火災リスクの高い地域に住むマケドニア国民が本プロジェクトによる最終受益者となることを想定している。

### 2-2-2. プロジェクト目標

既述のように、CMS を支える「情報センター・調整機関」として新たに設置・運営されている CMC の実施能力向上はマケドニアにとって重要な開発課題である。マケドニアの要請内容と詳細計画策定調査での関係者ワークショップの結果等を踏まえ、本プロジェクトでは特に以下の課題への対応を図ることとする。

- (1) 関係各機関に分散している関連データ・情報を効果的に活用した森林火災予防・早期警戒に係わる CMC の統合 GIS システムの強化を含めた、森林火災リスクアセスメントに係わる国家システムの開発
- (2) 統合 GIS システムを活用した関係各機関への情報提供や分析・アセスメント・早期警戒に係わる手順・システムの整備による森林火災予防・早期警戒に係わる国内調整メカニズムの強化

これを踏まえて、2011 年始めから 3 年間の実施を想定する本プロジェクトにおけるプロジェクト目標を「CMC の森林火災の予防・早期警戒について国内の関係者に情報を発信し、関係者間の調整を図る能力が強化される」と設定する。このプロジェクト目標の達成状況を測る指標として以下の 3



つを設定する<sup>2</sup>。

【プロジェクト目標の指標】

- (1) 統合 GIS システムの情報が定期的に更新されている
- (2) 国内の森林火災の予防・早期警戒に係る関係者間で連携状況の確認及び見直しがなされている
- (3) 森林火災の予防・早期警戒に係る国内の関係者が、CMC からの情報に基づき森林火災に対応している

プロジェクト目標を達成するためには、「CMC の予算と人員が大きく減少しない。」ことが外部条件となる。

### 2-2-3. 上位目標

本プロジェクトの上位目標は「森林火災の予防・早期警戒に対する対応能力の向上により、大規模森林火災 の発生が抑制される。」と設定する。この上位目標の達成状況を測る指標として以下の 2 つを設定する。

【上位目標の指標】

- (1) CMC から危機管理システム下の機関に伝達される情報の正確性及び伝達速度が増す
- (2) 大規模森林火災に発展した森林火災の件数が減る

上位目標を達成するためには、プロジェクト期間中に CMC の森林火災予防・早期警戒についての情報発信及び関係者の調整を行う能力が向上することで、マケドニアの森林火災の予防・早期警戒に関わる人的及び組織的な仕組みができ、その能力や仕組みを CMC が自立的に向上・発展させることが肝要である。また、CMC 以外のマケドニア国内の関係省庁・機関が、CMC が構築する森林火災予防・早期警戒に係わる国内調整メカニズムを有効に活用することが重要である。その前提として、「森林火災に係る危機管理政策の大幅な変更が生じない」ことが外部条件となる。また調整能力の向上を上回って大規模森林火災を勃発させるようなレベルの「想定以上の異常気象が発生しない」ことが外部条件となる。

### 2-2-4. 成果（アウトプット）と活動

本プロジェクトでは、上記のプロジェクト目標を達成するために以下の 2 つの具体的成果を実現することを目指す。

【成果】

- (1) 森林火災についての国家的なリスクアセスメントの仕組みが構築される。
- (2) 森林火災の予防・早期警戒に係る国内の関係者間で情報共有・連携を図る調整機能が強化される。

---

<sup>2</sup> 本調査において、プロジェクト・マネージャーに就任予定の CMC の Stevko Stefanoski 氏と議論の上で合意を得たものを帰国後に文言を調整して RD 締結時に再度合意を得たものである。ただし、具体的な数値目標等については、プロジェクト初期段階での活動内容を踏まえながら詳細を検討し、中間評価調査時点までに設定または必要に応じた修正を行うこととする。

上記の成果の達成状況を測る指標としては以下のものを設定する。

【成果の指標】

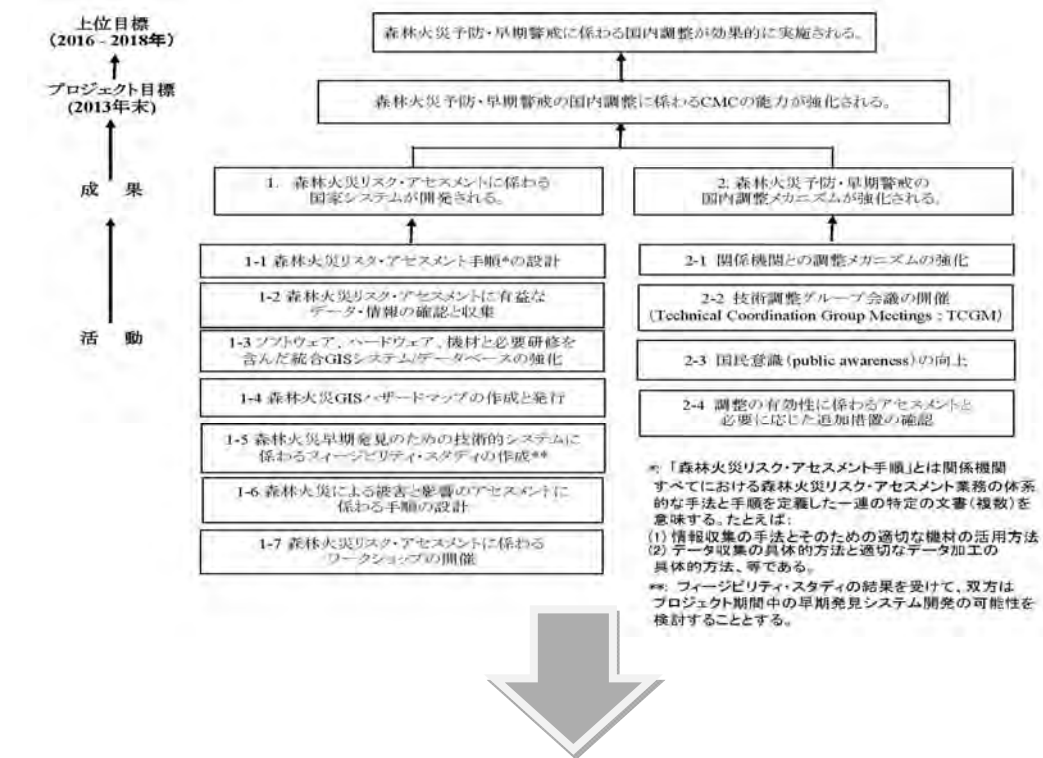
- 1-1 統合 GIS システムに森林火災のリスクアセスメントに必要なデータが整備される
  - 1-2 統合 GIS システムの利用者の数が同システムの運用に必要なレベルまで増える
  - 1-3 GIS ハザードマップのカバー範囲が増える
  - 1-4 整備された森林火災リスクアセスメント手順を関係機関が理解し、活用している
- 
- 2-1 CMC 及び国内の関係機関間で森林火災の予防・早期警戒に必要な情報交換が行われている
  - 2-2 モデル地域で住民の森林火災の予防・早期警戒に対する意識が向上する

以上の成果を実現するために、各成果ごとに活動を実施する。具体的な各活動項目については図 2-1 に記載している。また、各分野における活動内容と運営管理上のポイント、実施上の留意点については第 5 章で述べる。

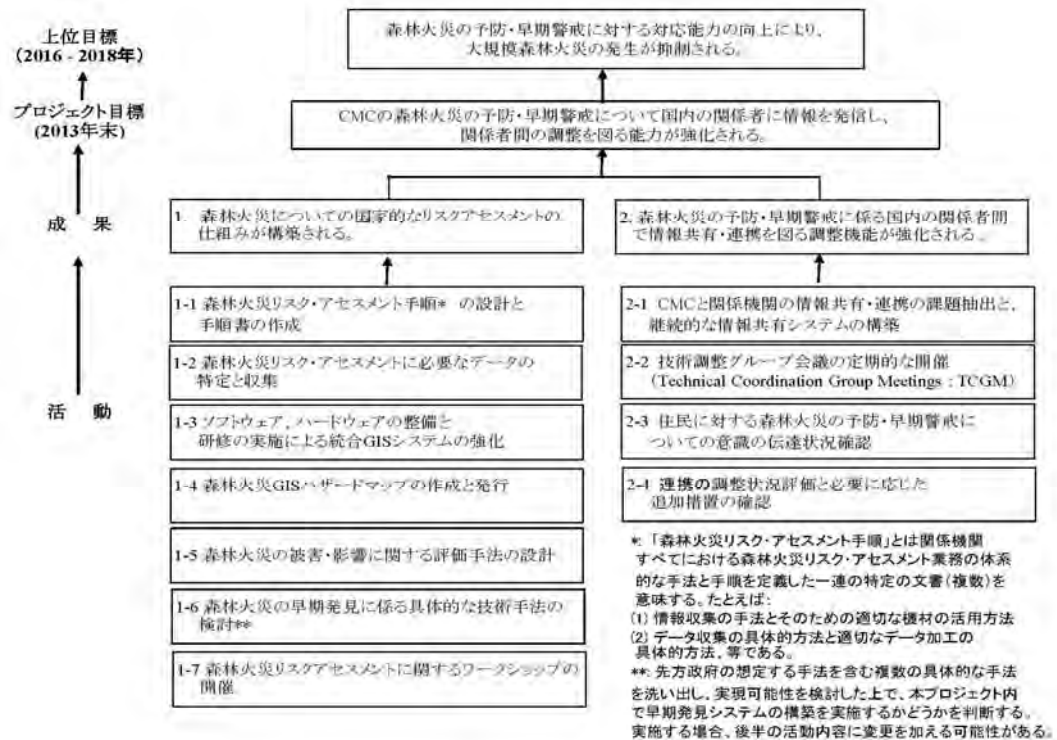
#### 2-2-5. 実施スケジュール

本プロジェクトの詳細活動計画(PO1)を添付資料 4 Appendix II に示す。本プロジェクトは 2011 年始めに開始し 2013 年末までの 3 年間の実施を想定する。なお、活動 1-5 と活動 1-6 に関して、プロジェクト初期段階に森林火災に関する評価手法の設計や森林火災の早期発見にかかる具体的な技術手法の検討を行い、本プロジェクトで採用する手法や活動の範囲を決定することを想定している。その結果によってプロジェクト後半での活動内容とスケジュールが変化することに留意して、詳細活動計画を柔軟かつ適切に修正していくことが必要である。

図 2-1. プロジェクトの上位目標、プロジェクト目標、成果、活動  
 <<ドラフト版>>



<<合意内容 R/D 署名>>



出所： 詳細計画策定調査団作成

## 2-2-6. 実施体制

### (1) 運営委員会の設置

本プロジェクトでは、実施機関である CMC の本部（スコピエ市内に立地）において、C/P である CMC 職員と本邦派遣専門家が日々の共同作業を行いながら、プロジェクト活動の実施を通じた技術移転を行う。また、プロジェクト全体の進捗についてモニタリングを行うとともに、課題の分析や解決の方向性について議論を行い、必要に応じた助言を行う運営委員会（Steering Committee: SC）を下記の要領で設置する。

#### ①機 能

- (a) R/D の協力枠組み及び合意された PDM・PO に沿って策定されるプロジェクトの年度運営計画を承認する。
- (b) プロジェクト運営管理全般の状況をレビューし、年度目標や目的達成の状況について評価する。
- (c) プロジェクトに関連する主要課題の解決に資する適切な方法や手段を見出す。
- (d) なお、少なくとも年 1 回開催し、その他必要に応じて開催する。

#### ②メンバー

- (a) 議長：CMC 長官
- (b) プロジェクト・マネージャー（CMC 研究・分析・アセスメント・戦略計画部長）
- (c) 欧州統合部（Secretariat for European Affairs）の代表
- (d) 双方の協議により指名されるマケドニア側関係者
- (e) 日本人専門家
- (f) JICA バルカン事務所・スコピエ事務所の代表
- (g) 必要に応じて、JICA バルカン事務所・スコピエ事務所により指名される関係者

#### ③ オブザーバー

必要に応じて、日本大使館職員がオブザーバーとして参加する。

### (2) モニタリング体制

日常的な活動と成果のモニタリングは日本人専門家の支援の下でマケドニア側 C/P を始めとする CMC 職員が主体的に実施することを想定する。PDM 上で設定された個別指標のモニタリングは PO 上に記載された CMC 担当職員（責任者）が日本人専門家の支援の下で実施し、運営委員会（SC）の監督の下でプロジェクト・ディレクターである CMC 長官が全体の確認・調整を行う。

なお、本プロジェクトの評価については、①妥当性、②有効性、③効率性、④インパクト、⑤自立発展性の 5 項目に基づいて、両国の評価チームによる合同評価を本プロジェクトの実施後、中間レビュー及び終了時評価調査を通じて実施する。

## 2-2-7. 投 入

(1) 日本側投入

a) 専門家

本プロジェクトにおける日本人専門家の投入としては、森林火災対策全般または森林火災対策を含む森林の経営管理全般と関係機関の調整メカニズムの効果的運用に係わる専門的知見・能力を有する「森林火災管理」専門家と、統合 GIS システムを中心とする情報通信技術 (ICT) システムの設計・構築・運用に係わる専門的知見を持った「GIS システム/データベース」専門家の投入を想定する。

前者については我が国林野庁の当該分野の技術専門家をチーフ・アドバイザーとして長期に派遣することを想定され、同時に、関係機関との調整を中心とするプロジェクト・マネジメントが本プロジェクトで重要であることから、この分野を担う業務調整員の長期の派遣を想定する。後者については、CMC では既存の GIS システムが運用されていることを踏まえて、個別の技術課題に応じた複数の短期専門家を派遣することを想定する。

なお、プロジェクトの根幹部分となる GIS システムの「ニーズ把握」と「基本設計」については本邦人材（既述の短期専門家を想定）の知見と経験を生かしつつ、「詳細設計」「開発」「導入・初期運用」等の段階においては、マケドニア国内の ICT ソフトウェア関連企業を有効活用することで、プロジェクトの効率性を高めることを想定する。

b) 機材供与

日本側による機材供与については、CMC における統合 GIS システム強化に係わるサーバー、ハードディスク、各種ソフトウェア等の ICT 関連のものを中心とすることを想定し、本プロジェクトの目標と活動に見合う限定的なものとする。なお、プロジェクト初期段階で設計される予定の森林火災リスクアセスメント手順の詳細内容によって必要な技術データ・情報の収集・変換・入力・蓄積の方法や容量、分析ツールの具体的な内容などが順次、明確になってくることを想定するとともに、森林火災早期発見のための技術的システムに係わるフィージビリティ・スタディ等の結果によっては、プロジェクト後半の活動内容と投入が変化する可能性がある。

このため、ICT 機器を中心とする必要機材の供与・導入については、日本側予算の範囲内で、具体的な調達の内容とタイミング等をプロジェクト開始後の早い段階でマケドニア側と十分な協議を行って柔軟に対応、決定していく必要がある。

c) C/P の本邦研修

CMC 職員、CMS 下のマケドニア関係機関の人材を対象者として、我が国における森林経営全般や森林火災のリスクアセスメントの技術・経験の移転や GIS システム有効活用に係わる能力向上を目的とした本邦研修を実施することがプロジェクト効果を高める上で有効と考えられる。本プロジェクトでは、GIS システムの開発というハード面と調整能力の向上というソフト面の双方が必要であるため、研修目的に合った人材の選定が重要である。

(2) マケドニア側投入

マケドニア側の C/P 要員としては、(a) プロジェクト・ディレクター (CMC 長官)、(b) プロジェ

クト・マネージャー（CMC 研究・分析・アセスメント・戦略計画部長）、(c) CMC の「研究・分析・アセスメント・戦略計画部」と「オペレーション及びオペレーション・ロジスティクス部」を中心とする関係職員 10 名程度、が配置されることを想定する。PO において各活動に対応した担当職員（C/P）として担当各部・課の責任者役職名が記載されているが、実際の活動に当たっては各責任者が適切な担当者を指名することが双方で合意されている。また、プロジェクト実施にあたって必要な施設・土地、機材、総務・運営経費のマケドニア側による提供については、CMC がこれまで UNDP プロジェクトの実施に際して、これら投入を適切に行って円滑に実施・対応していることから大きな問題は無いと考えられる。

#### 2-2-8. 前提条件・外部条件・リスクコントロール

本プロジェクトを実施するに当たっての前提条件としては、プロジェクトパートナーとして関係機関の協力関係が担保されることが必要である。具体的には、(a) CMC と関係機関のプロジェクトパートナーとしてのコミットメントと意志、(b)C/P 要員が計画通りに任命されること、(c) マケドニア側による予算が計画通りに十分確保されることなどが必要である。本調査において、CMC 幹部がその強いコミットメントを元に、これらの点について最大限の努力を払う意思を表明し、また訪問した関係機関からも前向きな姿勢が見られたことから、大きな問題は無いと考える。また、プロジェクト目標と上位目標の達成に係わる外部条件についてはすでに記述した通りであり、現時点ではこれらがプロジェクトの実施を阻害する危機的外部条件とはならないと想定する。

なお、本プロジェクトでは CMC の能力強化を中心に据えつつ、CMS 下の関係機関との情報共有や協力による調整機能の強化を図ることとしており、この観点から「技術調整グループ（Technical Coordination Group）」を形成して頻繁な会合（Technical Coordination Group Meeting: TCGM）やワークショップを通じた情報共有や技術的な検討・議論を進めることとしている。プロジェクト目標達成の外部条件となっている「CMC の予算と人員が大きく減少しない。」ことを前提として、本メカニズムを円滑かつ有効に機能させていくことが大変、重要である。

#### 2-2-9. 実施上の留意点

本プロジェクトの目標は、「CMC の森林火災の予防・早期警戒について国内の関係者に情報を発信し、関係者間の調整を図る能力が強化される」ことであり、森林管理技術の向上ではない。このため、本プロジェクトの中心課題は「森林火災予防・早期警戒」に係わる能力向上であるが、CMC には森林分野の技術専門家は在籍していない。情報発信と調整こそが CMC の役割であり、必要な能力であることに留意が必要である。

即ち、森林管理や森林火災に係わるデータ・情報や技術的知見については、農業・森林・水経済省（Ministry of Agriculture, Forestry and Water Resources）、森林公社（Public Enterprise Macedonian Forests）、マケドニア大学関係者などの関係機関の協力を得ながら、それらの期間から必要情報を収集し、それを CMC 自身が有する統合 GIS システムに入力・蓄積し、森林火災リスクアセスメントの諸手法を通じてそれら情報の有効活用と共有化を図っていくこととなる。その意味で、多種多様な関係者の参加意識と協力を確保しつつ、設定された諸活動を想定するスケジュールに沿って円滑に進めていく「プロジェクト・マネジメント」のノウハウと能力が、プロジェクトにおけるマケドニア・我が国双方の中核人材には強く求められる。

同時に、CMC と関係機関の保有データ・情報の把握や関係者の森林火災リスクアセスメントに係わるニーズを把握して、その分析結果を CMS の統合 GIS システムの強化につなげていくことが、プロジェクトの重要な要素となっている。このため、ICT システムの概念設計・基本設計とシステム開発管理に知見と経験のある人材が必要である。

これらの点に十分に留意した本邦専門家の選定・派遣と、日本人専門家とプロジェクト・ディレクター、プロジェクト・マネージャーとの緊密かつ円滑なコミュニケーション確保を前提としたプロジェクト運営が強く望まれる。

また、森林火災は森林減少や森林劣化の原因であるとともに、温室効果ガスの発生源の一つでもあり、地球規模での気候変動をもたらす要因にもなりうる。森林火災予防・早期警戒分野の能力向上に資する本プロジェクトは長期的に気候変動の適応・緩和にも貢献することが期待される。また、森林火災は西バルカンを中心とする地域課題でもある。以上の点を十分に意識した上で、本プロジェクトでは活動 1-7 で設定している「森林火災リスクアセスメントについてのワークショップの開催」において、マケドニア国内関係者のみならず、広く近隣諸国関係者の参加を促していくことも想定している。プロジェクト実施にあたっては、この点に留意して、本プロジェクトの成果によってより大きなインパクトが将来、発現するように留意していく必要がある。



## 第3章 事前評価結果

### 3-1. 事前評価結果総括

本プロジェクトの目的は、森林火災予防・危機管理に係わる実施能力向上を重要な開発課題とし、同国「危機管理システム（Crisis Management System: CMS）」とそれを支える CMC の強化を図ろうとするマケドニアの政策に合致しており、本件実施は高い妥当性を有している。本プロジェクトでは「CMC の森林火災の予防・早期警戒について国内の関係者に情報を発信し、関係者間の調整を図る能力が強化される」というプロジェクト目標と、そのための CMC の組織的・人的リソースと能力の現状に即した実現可能な成果と活動を設定しており、各成果の達成とそれに伴うプロジェクト目標の達成は十分、可能であることから高い有効性を持つと考えられる。また、成果と目標達成のために必要な限定的な人材、機材の投入とマケドニア内外での研修を有機的に組み合わせることにより、日「マ」双方の投入に見合う成果が効率的に達成できることが見込まれる。さらに、森林火災分野での予防・早期警戒に係わる能力向上は他の災害予防分野への適用拡大やバルカン地域全体への正の波及効果が見込まれることから、大きなインパクト発現の可能性と十分な自立発展性確保の可能性を有している。以上から、本件実施は極めて妥当かつ重要なものとして評価される。

### 3-2. 5項目ごとの事前評価

#### 3-2-1. 妥当性

以下の理由により、妥当性が高いと見込まれる。

マケドニアでは、森林が国土の大半を占める貴重な自然資源であるにも関わらず、毎年の森林火災による被害が深刻であり、各種の国家的脅威に対する対応の必要性においても特に森林火災の予防・管理に係わる実施能力の向上は極めて重要な課題と認識されている。その中核を担う CMC の情報分析や発信、関係機関の調整能力の不足は、森林火災の予防・早期警戒に対する国家的な仕組みを技術的にも制度的にも欠く事態を招いている。このような状況において、CMC の森林火災危機管理能力向上に資する技術協力が必要とされている。また、活動2-3で複数のモデル地域を選定する際は、限られた期間で地域住民への森林火災の予防・早期警戒に関する情報の伝達状況や、そこから醸成される予防・早期警戒への意識の向上を実証するために、地域の組織体制や CMC 地方センターとの協力関係が既にある地域を選定する予定である。例えば、過去に日本と UNDP の資金で実施された UNDP 技術協力プロジェクトで活動を行った地域等を想定している。

本件は、我が国のマケドニアに対する援助の重点分野の一つである環境保全に資するものであり、先方政府の国家方針及び我が国の援助戦略の双方と整合性が取れている。さらに、日本はインドネシアにおいて「森林火災予防計画」に係わる技術協力を実施しており、森林火災の早期発見・警戒態勢の整備、火災予防に関する普及・啓発の強化等における経験、技術的優位性、人的リソースを有している。

#### 3-2-2. 有効性

以下の理由により、有効性が高いと見込まれる。

プロジェクト目標である「CMC の森林火災の予防・早期警戒について国内の関係者に情報を発信し関係者間の調整を図る能力が強化される。」の達成のために、「森林火災についての国家的なリスクアセスメントの仕組みが構築される」「森林火災の予防・早期警戒に係る国内の関係者間の連携・情報共有を図る調整機能が強化される」の2つの成果を設定している。

CMC は情報の収集・蓄積・分析といった技術面、関係各機関との情報共有・連携を促進する調整能力の双方に課題を抱えている。よって、まずは、適切な情報を獲得するための技術面の能力を向上するために、CMC が森林火災のリスクアセスメントの全体像を設計して手順書に落とし込み、必要な情報を関係機関から入手して CMC が運用する統合 GIS システムで一元管理できるようになるというリスクアセスメント全体の仕組みの構築（成果 1）が必要である。さらに、この仕組みを円滑に動かすためには、CMC が関係機関間の連携・調整を図り、関係機関から CMC へのデータや情報の提供、また CMC からの各機関への分析結果や提言等の情報の周知が迅速になされるようにすること（成果 2）が必要である。上記二つの成果が達成され、CMC の予算及び人員が大きく減少せず、上記の成果が維持されれば、プロジェクト目標の達成が可能となる。

### 3-2-3. 効率性

以下の理由により、一定の効率性を有すると見込まれる。

CMC には 2007 年の大規模森林火災を契機として、2008 年に省庁・分野横断の利用を目的とする統合 GIS システム がマケドニア自身の政府予算により導入されている。森林火災対策用として導入された本システムは、現在、同センターのシステムの根幹となっており、IT セクション等の関係部署に同システムを活用する人員配置がなされている。

今回拡充しようとしている同システムは、上記のように新しくゼロから導入するものではないこと、3 (1) で述べたようにある程度課題が明らかになっていることから、機材投入を最小限に抑え、技術者への研修実施を速やかに実施することができると考えられる。

またプロジェクト・マネージャーに就任予定である CMC の研究・分析・アセスメント・戦略計画部長は、JICA 帰国研修員であり技術協力に対する理解が十分あり、限られた CMC の予算と人員の中で円滑なプロジェクトを遂行するための有効な潤滑油となることが期待できる。

### 3-2-4. インパクト

以下の通り、正のインパクトが見込まれる。

本件では森林火災の危機管理に係わる情報センター・調整機関としての CMC の調整能力の向上を目標としている。この、調整能力向上とは、まず森林火災のリスクアセスメントの手順が策定され、CMC が森林火災の予防・早期警戒に必要な情報を一元管理できるようになることが前提となっており、さらに、そこから得られる情報が関係各機関に迅速に周知され、適切な対応がとられるようになることを意味している。

CMC は、全ての省庁から国民まであらゆる関係者の参加を規定した CMS の意思決定機関に提言を行う立場にあるため、CMC が自立的に、森林火災予防・早期警戒に係わる人的・組織的な仕組みと能力を向上・発展・拡大させて調整能力を発揮することで、国内で CMS 下の様々な関係機関での

連携・調整が効果的に機能し、森林火災の発生を予防し、早期警戒の発信がより効果的に実施され、大規模な森林火災の発生抑制に貢献することが期待される。また、バルカン地域の他国には CMC と同様の機能を担う危機管理センターがあるため、それらの機関との情報発信・情報共有を積極的に行うことで域内への効果の波及を目指すことができる。

### 3-2-5. 自立発展性

以下の理由により、自立発展性は高いと見込まれる。

#### 1) 政策・制度面

森林火災は国家的課題と認識されていること、国内の国家安全保障・危機管理体制の改編・整備を順次進めるというマケドニアの政策のもと 2005 年に LCM が制定されていることから、森林火災に対して国家的に取り組むという姿勢が維持される可能性は極めて高い。

#### 2) 組織・財政面

CMC は 2005 年創設の新しい政府機関であるが、国家的な危機対応の中核機関として政府直轄の独立官庁としてマケドニア政府機関の中でも特に重要視されており、配置されている人員は基礎的能力を有したものであり、政府による人員と予算の担保が継続する可能性が高い。

#### 3) 技術面

マケドニア自身によって設置されている GIS システムの基盤や技術者を活用するものであるため、プロジェクト実施前と同内容の業務を同じ要員が継続して実施することで自ずとプロジェクト期間中に向上させた能力の定着と更なる向上が見込まれる。

## 第4章 主要関係機関

### 4-1. 危機管理センター（CMC）の組織運営体制

#### 4-1-1. 危機管理システム（CMS）における CMC の位置づけと所管業務

CMC は 2005 年に制定・施行された「危機管理法（Law on Crisis Management: LCM）」に基づいて新設されたマケドニア中央政府の独立した行政機構である。この背景としてマケドニア及び旧ユーゴ諸国の周辺情勢が安定化するのに伴い、2000 年代中頃から同国の国家安全保障・危機管理体制の改編・整備が順次、進められてきたという経緯がある。この分野における主要な法律制定を含めた近年の制度整備状況は次のようになっている。

##### < 関連法制度 >

- (a) National Concept of Security and Defense (2003)
- (b) Strategic Defense Review (2004)
- (c) Law on Rescue and Protection (2004)→Directorate for Protection and Rescue（DPR）<sup>3</sup>の新設
- (d) Law on Crisis Management (LCM、危機管理法、Official Gazette No. 29, 2005) )→CMC の新設
- (e) National Security Strategy (2008)
- (f) National Platform for Disaster Risk Reduction (2008)

新たに定義された「危機管理システム（CMS）」は、森林火災を含む自然災害、伝染病、テロリズム等の国家的脅威の予防及び関係機関による「効果的な調整の取れた対処」を図ることを目的としており、脅威の「予防→早期警戒→対処→復興」という 4 つの段階の内、「予防」から「対処」までの 3 段階を効果的に実施することを目指している。CMS には、すべての中央省庁、大統領・議会、軍事部門、援護・救助部門、スコピエ市を含むすべての地方政府、国営企業、一般市民、マケドニア赤十字、NGO、メディア等の幅広い関係者の参加が規定されている。より具体的には CMS は次の機能を果たすことを目指している。

##### < CMS の有する機能 >

- (a) CMS 下のすべての関係者により提供される情報の収集、
- (b) データ・情報の分析、
- (c) リスクアセスメント手順の策定と（異なるリスク毎の適切な手法に基づいた）あらゆるリスク・脅威に係わる一貫したアセスメントの提供、
- (d) 予防・緩和措置に係わる調整の取れた活動、
- (e) リスクに対する準備活動、
- (f) 早期警戒と警報システム、
- (g) 調整の取れた対応と危機対処、
- (h) 調整の取れた復興手順

<sup>3</sup> DPR は、CMC 同様、中央政府の独立した行政機構で、消防や災害救等を所管している。

LCM は、CMS における意思決定機関としての運営委員会 (Steering Committee) <sup>4</sup>と、その下のアセスメント・グループ(Assessment Group)を設置することを規定している。アセスメント・グループは、国家的脅威に係わる情報を常時、収集・分析し、必要に応じて運営委員会に対してその分析・提言結果、及び結論を報告することとなっている<sup>5</sup>。CMC はアセスメント・グループの実務を担う行政機構として、国家的脅威に係わる各種情報を収集・分析し、それをアセスメント・グループ及び運営委員会に報告しながら、実際の「危機」時において関係各機関の調整を効果的に実施していくことを期待される機関である。

CMC の所管業務は LCM 第 21 条によって具体的に次のように規定されている<sup>6</sup>。

＜CMC の所管業務＞

- (1) マケドニア省庁間及び海外の関係機関と、危機管理の協力・コンサルテーション・調整を継続的に実施すること。
- (2) マケドニアの安全に関するあらゆるリスク・脅威に係わる統合的アセスメントを提供・更新すること。
- (3) 危機状況 (Crisis situation) 解決のための対策・活動について提言すること。
- (4) その他法に基づく諸活動を実施すること。

また、同条は CMC が「危機管理局 (Crisis Management Directorate)」として CMS の運営委員会とアセスメント・グループの全面的な支援を行うと規定している。

なお、マケドニアは 2008 年に「National Platform for Disaster Risk Reduction」を制定しており、これに基づき CMC は 2005 年に UNDP、国連人道問題調整事務所 (UNOCHA)、ILO 等のイニシアチブで設立された国際防災復興協力機構により採択された「兵庫フレームワーク 2005－2015」の指針に沿った運営を行っている。

#### 4-1-2. 組織体制

CMC はスコピエの本部 (CMC Directorate) と 35 カ所の地方センターを有する。地方センターは、8 つの地方本部 (Regional Headquarter) と、その下の 27 の地方センターで構成されている。全体の職員数は 300 名弱で、本部に約 90 名程度、地方センターに全体で約 200 名程度が在籍している (図 4-1 参照)。主に防衛省 (Ministry of Defense) の施設 (建物)、人材を移管する形で発足し、運営されている。

CMC 本部はスコピエ市内の内務省敷地にある旧防衛省建物<sup>7</sup>を移管したもので、地方センターも旧防衛省所有の建物を移管したものか地方政府 (Municipality) 庁舎に立地しているところが多い。

<sup>4</sup> LCM 第 13 条は、運営委員会メンバーとして内務、保健、運輸、通信、防衛、外務の 6 大臣とアセスメント・グループ議長を規定するとともに、必要に応じて関係各省庁・機関からの関係者を招集するとしている。また、LCM 第 14 条は危機の状況に応じて首相が運営委員会議長を指名するとしている。

<sup>5</sup> LCM 第 19 条。また、LCM 第 18 条は「首相がアセスメント・グループ議長を指名する」としているが、現在の同グループ議長は CMC 長官である (出所: 調査団ヒアリング)。

<sup>6</sup> CMC の全体的な機能、組織については LCM の第 20 条から第 29 条までで定義されている。

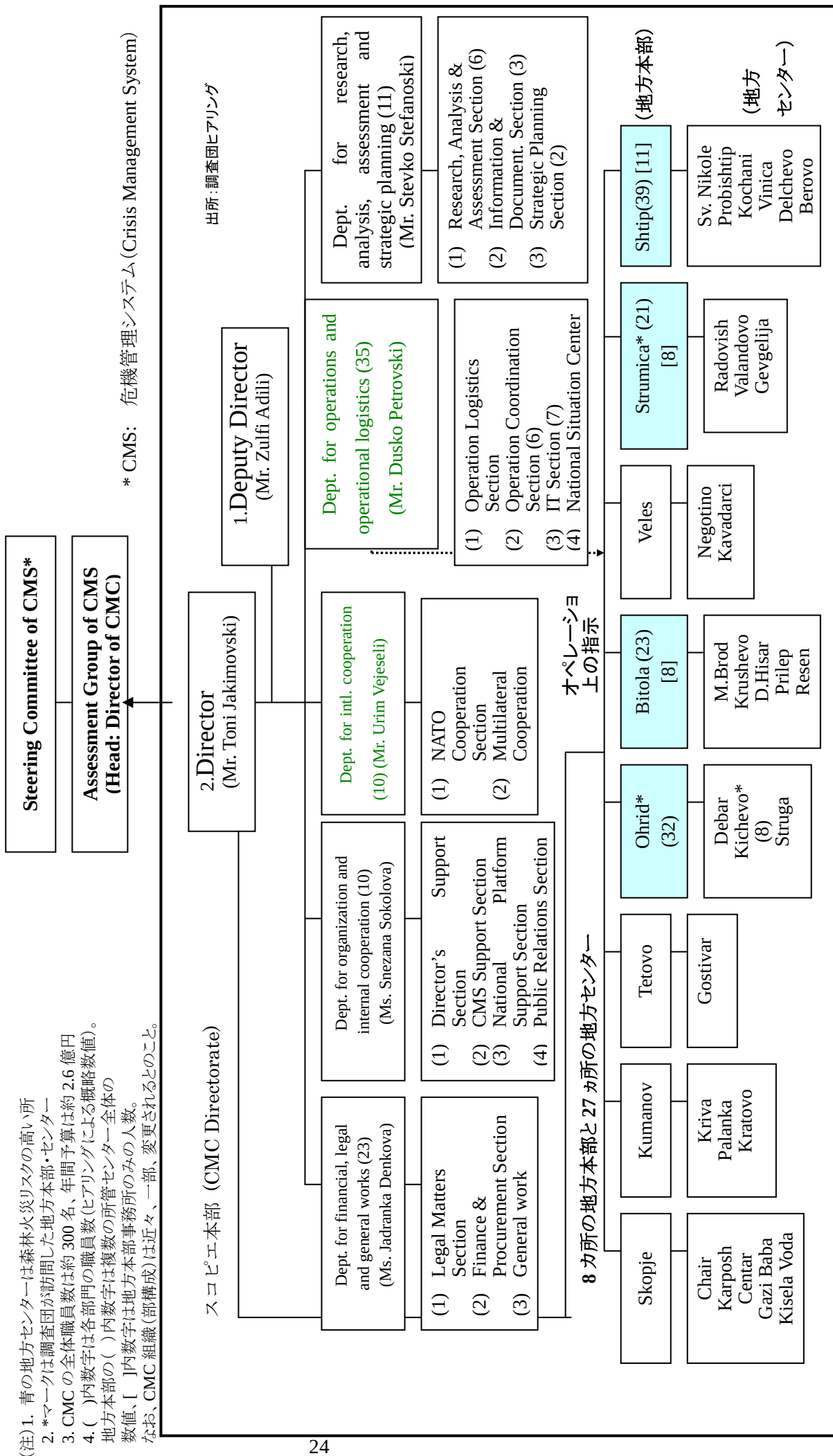
<sup>7</sup> 5 階建ての建物で、1 フロアは約 240 m<sup>2</sup>、総床面積 1,200 m<sup>2</sup>程度と見られる (調査団推計)。

CMC は多省庁と同格の政府(首相)直属の機関で独自予算を持っている(後述)。CMC 長官(Director) は、中央政府の行政官として 6 年以上の経験を有する軍事部門出身者でない文民の中から指名され、4 年間の任期を有することが LCM で規定されている。現長官(Director) の Toni Jakimovski 氏は 2010 年 5 月に就任したが、長官、副長官(Deputy Director) 人事は政権内の政党人事等を背景として指名(ポリティカル・アポインティー)される模様である。

図 4-1. 「危機管理センター (Crisis Management Center: CMC)」組織図

※ CMC 自体は組織図を有していない(マケドニア語においても同様)。本組織図は、調査団がCMC にヒアリングし作成した。

「危機管理センター (Crisis Management Center : CMC)」組織図 2010 年 7 月 16 日時点





#### 4-1-3. 本プロジェクトで関係する主要部門の業務と人員配置

既述のように、CMC は首都スコピエにある本部と 8 カ所の地方本部、27 カ所の地方センターがあり、全体で 300 名弱の職員を有している<sup>15</sup>。本部には長官の下に 5 つの部が設置され、約 90 名の職員がいる。この内、本プロジェクトの主なカウンターパート候補者が所属しているのは次の 2 つの部 (Department)<sup>16</sup>である。

##### (1) 研究・分析・評価・戦略計画部 (Dept. for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning)

各種リスク (森林火災を含む) に関する情報の分析・評価や戦略計画の立案等を業務としており<sup>17</sup>、本件協議を主導する Stevko Stefanoski 氏が部長を務める<sup>18</sup>。部長を含む 11 名の職員が在籍する。CMC 本部建物 4 階に執務スペースがあり、

###### ① Research Analysis and Assessment Section

###### ② Information and Document Section

###### ③ Strategic Planning Section

の 3 つのセクション (課) からなる。上記①と③のセクション (課) には課長がおらず、Stefanoski 部長が課長代行として業務全般を主導している。

② Research, Analysis and Assessment Section では、過去 24 時間以内に起きた災害・事故等の出来事について、CMC 本部が CMC の 8 地方本部から受けた情報<sup>19</sup>を編集した上、毎日、報告書 (日報) を作成している。この日報は、毎朝 8 時半に作成され、大統領本人や首相府、関係省庁に配布されるとのことであった。

③ Information and Document Section は、情報を書類 (電子媒体ではなく) として書類庫 (本部建物 1 階) に記録・保存する業務を担当し、③ Strategic Planning Section は、得られた情報の分析と戦略計画の立案を担当しているとの説明を受けた。①のセクション (課) が作成する報告書 (日報) は、発生した事実をとにかく即時に整理し報告する性格を持つが、同部では日報以外にも、事実さらに分析を加えて報告する週報や月報、四半期報告、年報を作成しているとのことであった。

以上のことから、本プロジェクトでは、① Research, Analysis and Assessment Section (職員数 6 名) と ③ Strategic Planning Section (職員数 2 名) が主要な技術移転先と想定される。

---

<sup>15</sup> 調査団ヒアリングによれば、職員数の内訳としては男性職員約 245 名、女性職員約 50 名で、全体の約 60%に上る約 180 名が大学卒 (学士) 以上で内、5 名が修士保持者とのことである。また、「共通緊急コール 112」への対応のため今後 20-30 名の増員を計画中とのことである。

<sup>16</sup> 本報告書では英語として Department とするが、マケドニアでは Sector という呼称を用いる場合も多い。

<sup>17</sup> CMC 各部の所掌事務に関する資料はない (調査団ヒアリングによる)。

<sup>18</sup> 同氏は、本件要請書を起草した者であり、本プロジェクトのプロジェクト・マネージャーとして実質的に本件遂行に責任を有する予定である。マケドニア士官学校出身 (経済学修士) の元軍人で、以前は防衛省の予算・会計部で業務を行っていた模様である (調査団ヒアリング)。

<sup>19</sup> CMC の各地方本部・地方センターへの直接の通報情報のほか、地方では、警察、救急、消防との相互の情報共有が行われているとのことであった。

(2) オペレーション及びオペレーション・ロジスティクス部 (Dept. for Operation and Operation Logistics)

CMC が防衛省に所属していた時代から「緊急電話番号 195」<sup>20</sup>を運営・管理し、8 地方本部からの直接の情報収集（緊急連絡の受信）と地方本部への具体的なオペレーション指示を行ってきた実働（オペレーション）部門を抱える部である。部長を含む 35 名の職員が在籍する。CMC 本部建物の 3 階及び 1 階に執務スペースがあり、

- ① Operation Logistics Section
- ② Operation Coordination Section
- ③ IT Section
- ④ National Situation Center

の 4 つのセクション（課）からなる。

② Operation Coordination Section は CMC 本部建物 3 階に執務スペースがあり、6 台のスクリーンと PC が設置されたオペレーション・ルーム（約 30 m<sup>2</sup>）で、報告された災害・事故（イベント）の GIS システムへの入力を行い、必要に応じて過去から現在までにいたる各種災害発生場所の GIS 地図（スクリーン）上での表示ができるようになっている。この GIS システムは 2008 年始めに稼動したもので、現在、GIS ソフトウェアの世界的デファクト・スタンダードとなっている ESRI ArcGIS（バージョン 9.3）を中心とした構成となっている。ただし、ArcGIS のソフトウェア・ライセンスを 1 つしか有していないため、データ入力のできる PC が 1 台しか無いという制約がある（詳細は後述）。また、GIS 地図は JICA 開発調査（2004-2006 年）によって開発・整備され旧測地局に導入された 105 面の 2 万 5 千分の一の地図情報を UNDP プロジェクトによって 2010 年 5 月に CMC に導入したものである。したがって、GIS 地図情報の位置データの入力はその後、発生した災害・事故（イベント）についてのみ行われており、GIS 地図（スクリーン）上に表示できる情報は 2010 年 5 月以降のものに限られている<sup>21</sup>。本プロジェクトにおいては、同課職員による GIS システムのより効果的な活用に係わる質・量（人数）両面での能力向上が重要であると想定される。

③ IT Section は CMC 本部建物 1 階に立地し、職員の執務室とともに、サーバー・ルーム内に各種サーバー、データ・ストレージ、通信機器等が設置されている。同課の課長、副課長は一定のシステム設計・分析、及び初歩的な GIS システムの知識・経験があると見られるが、同 2 名を含めて同セクション 7 名全員に関して GIS 関連 ICT スキルに係わる能力向上が必要であることが想定される<sup>22</sup>。これら 7 名の要員は比較的、若い人材が多い。これら要員の GIS（ICT）システム・スキルに

<sup>20</sup> 我が国の 110 番（警察）や 119 番（消防）に類似するものである。マケドニアでは、現在 192（警察）、193（救急医療等）、194（消防等）、195（左以外の緊急通報）の 4 つの緊急の電話番号がある。なお、4 つの緊急電話番号を EU 標準に沿った「共通の緊急電話番号 112」に統一することが現在進められている。

<sup>21</sup> 過去のイベント・データについて GIS 地図上の位置データの入力が行われれば、蓄積される情報とモニター上に表示できる情報量はともに増えるが、現時点でそのような対応は実施されていない。これは、主にデータ入力できる PC 数が限られていることと、どの時点のデータまで遡って入力して、それを効果的な分析・各種アセスメント作業に活用すべきかについて十分な検討が行われていないためと見られる。

<sup>22</sup> この点について同課の課長を始めとする IT セクションの関係者は強い問題意識を有していることが本詳細計画調査でのヒアリング、ワークショップ等で確認された。

係わる能力把握（査定）や、それを踏まえた上で、強化する GIS システムに対応するための具体的な技術移転の内容・活動計画をプロジェクトの初期段階で詳細に検討していく必要がある。

④ National Situation Center は、CMC 本部 3 階のオペレーション・ルーム（Operation Coordination Section のオペレーション・ルームの横に別にある）において 365 日 24 時間体制で業務を行っており、CMC の 8 地方本部からの情報（連絡）を適宜、受信・把握の上、事実関係や対応措置の必要性等について関係部署への連絡を行っている。

同部の中では、統合 GIS システムをユーザーとして活用しながら、森林火災をリアルタイムで把握・モニタリングする ② Operation Coordination Section（職員数 6 名）と、統合 GIS システムの設計・運用・保守更新を行う ③ IT Section（職員数 7 名）が主要な技術移転先と想定される。

### (3) その他

関係機関との国内調整や広報に係わる活動については、国内調整を担当する部（Dept. for Organization and Internal Cooperation）の本プロジェクトへの参加が必要で、同部の職員についても技術移転の対象になると想定される。国際協力を担当する部（Dept. for International Cooperation）もプロジェクトの管理運営上、関係する部署となる。

#### 4-1-4. 予 算

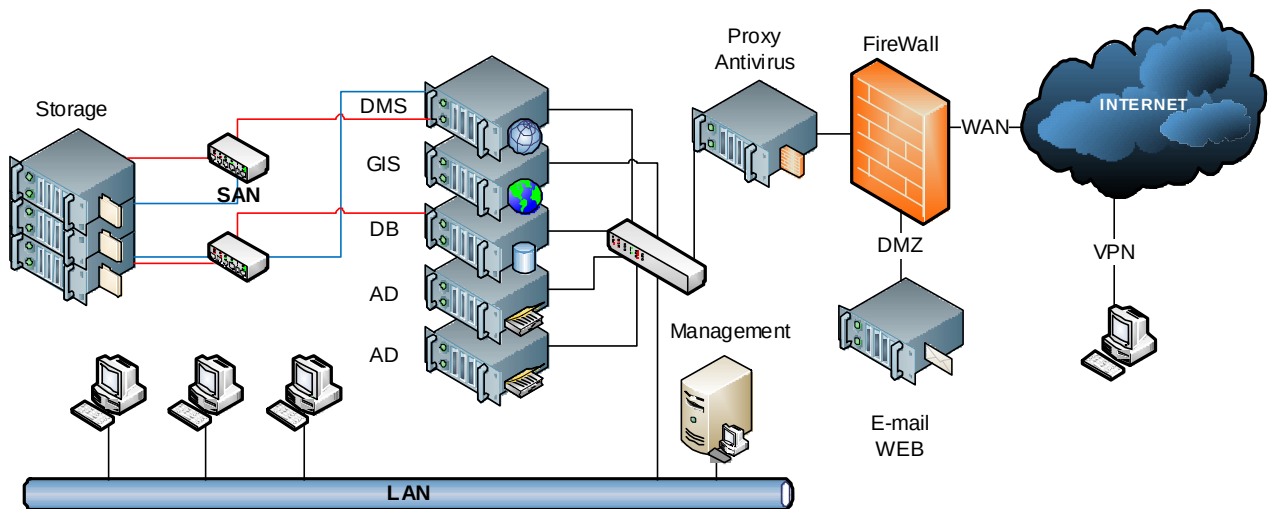
CMC は省庁と同格の政府（首相）直属機関で、マケドニア政府内で独自予算を有している。2010 年の当初予算規模は 149.14 百万ディナール（約 244 万ユーロ、約 2.69 億円）だったが、ギリシア問題を始めとする欧州金融・経済危機の影響を受けて本年 7 月に実施された政府予算全体の縮減策により、143.01 百万ディナール（約 234 万ユーロ、約 2.58 億円）に 4.1% 削減された<sup>23</sup>。内容的には、「給与・諸手当」が期中に約 10%増額されたことに伴い、この部分が全体の約 87%を占める一方、一般消費・設備投資・プログラム資金は大幅に削減されるなど運営予算には厳しいものと見られる。なお、マケドニアではこれまで 192、193、194、195（CMC）と事故・救急・消防等に関して 4 つの緊急電話番号があったものを EU 標準に沿った一元化された「共通の緊急電話番号 112」に統一することが進められており、これに対応するための CMC 職員の増員が開始されている。共通緊急コール 112 対応に係わる予算として 2011 年度、2012 年度の 2 年度で、それぞれ 6,000 万ディナール（約 98 万ユーロ、約 1.08 億円）の大幅な CMC 予算増額が行われることが原則、承認されている。

<sup>23</sup> マケドニア政府の一般会計予算規模（歳出ベース）は 2010 年当初予算で 153,796 百万ディナール（約 25.2 億ユーロ、約 2,773 億円）で、CMC 予算はこの内、約 0.1%を占める。また、7 月に改訂された 2010 年度の歳入額、歳入額はそれぞれ 138,618 百万ディナール（当初比-3.3%）、149,174 百万ディナール（当初比-3.0%）で、差し引き 10,556 百万ディナールの財政赤字予算となっている。なお、マケドニアの予算年度は 1-12 月で、毎年夏に CMC を含めた各省庁により次年度の予算要求が行われる。

#### 4-1-5 GIS 等機材の基盤インフラの整備状況及びユーザーに関する課題

CMC には事務処理用を中心に現在、120 台程度の PC が導入されていると見られる。中でも、2007 年の大規模な森林火災以降、CMC における GIS（地理情報）システムを活用した災害モニタリング・予防・早期警戒の重要性が強く認識された結果、約 550 万ディナール（約 9 万ユーロ、約 990 万円）の政府予算を確保して、2007 年 12 月に災害リスク・対策の管理用として新たな GIS システムが導入された。現在の GIS システム構成は次の通りである（図 4-2 参照）。

図 4-2. CMC の情報通信技術(ICT)インフラ



##### (1) ハードウェア構成

- (a) Server for GIS (Fujitsu Siemens Primergy RX200-S3), 2xCPU Intel Xeon Dual Core 2.33 GHz, 4GB DDR2, 2x73GB SAS (RAID1)
- (b) Database Server (Fujitsu Siemens Primergy RX200-S3), 2xCPU Intel Xeon Dual Core 2.33 GHz, 4GB DDR2, 2x73GB SAS (RAID1)
- (c) Storage (Fujitsu Siemens FibreCat SX80), 5x146GB SAS (RAID5) - dedicated 223 GB for geo-database
- (d) Tape Library (Fujitsu Siemens FibreCat TX10)
- (e) Firewall - SonicWall PRO 2040
- (f) Server for Document Management System (Fujitsu Siemens Primergy RX300-S3) 2xCPU Intel Xeon Quad Core 1.86 GHz, 4GB DDR2, 2x73GB SAS (RAID1)
- (g) WEB & mail Server (Fujitsu Siemens Primergy RX200-S3) 2xCPU Intel Xeon Quad Core 1.86 GHz, 2GB DDR2, 4x73GB SAS (RAID5)
- (h) 2xServers for Active Directory (IBM Xseries 100) Dual Core 3.0Ghz, 1 GHz, 80GB HDD

##### (2) ソフトウェア構成（サーバー側）

- (a) Microsoft Windows Server 2003 R2 Standard Edition
- (b) ArcGIS Server Enterprise Standard v.9.3

(c) Microsoft SQL Server 2005 Workgroup Edition

(3) ソフトウェア構成（クライアント側）

(a) Microsoft Windows XP Professional

(b) ArcEditor 9.3 (1 User Concurrent License) + ArcGis Extension 3D Analyst

(c) Custom developed data viewer web-based application

(d) Custom developed desktop application for entry of spatial and attribute data into the geo-database

このように現在、CMC には 6 台のサーバーがあり、その内の 1 つが GIS 対応、1 つがデータベース用となっている。現在、CMC 本部内の LAN（イントラネット）によって、これらの情報は本部内でのみ共有可能となっており、CMC の地方センターや関連省庁・機関から CMC のデータ（イントラネット）へのアクセスはできない。また、UNDP プロジェクトによって、上記(3)-(d)のソフトウェアが開発され、GIS システムへのデータ入力の簡素化が図られ、また、JICA 開発調査の成果品である 105 面の二万五千分の一 GIS 地図データが 2010 年 5 月に CMC の GIS システムに導入された。

このように、CMC の GIS システム環境は少しずつ整備されつつあるが、まだ対応すべき課題が多い<sup>24</sup>。CMC の IT Section からヒアリングした結果によれば、ハードウェア、ソフトウェアに関する課題としては次のようなものがある。

- (a) JICA 開発調査の成果品である地図情報を入力・保管したこと等によって、既存の 225GB のストレージ容量がほぼ限界に来ている。下記(b)の地図情報や機能拡張のためのソフトウェアの導入等のために、ストレージ容量の追加が必要。
- (b) マケドニアの約 50%を占める地域については、GIS 地図情報（JICA 開発調査の成果品）が GIS システムに導入されておらず背景地図が空白となっている。同地図情報の導入（購入）が必要<sup>25</sup>。
- (c) GIS ソフトウェアのライセンス数不足（1 ライセンスのみ）により、データ入力の作業能力が低い。GIS ソフトウェアの追加購入等により、データ入力の作業能力の向上が必要。
- (d) ArcGIS 関連ソフトウェアのバージョン・アップと機能拡張（より広範な用途のソフトウェアの導入）が必要。
- (e) UNDP プロジェクトで開発したカスタム仕様のデータ入力ソフトの機能拡張と操作性改善が必要。

また、GIS システムに係わる人的能力向上（教育・訓練）に係わる課題としては次のような点が指摘された。

- (a) これまで、IT セクションの職員 3 名、ユーザー部門（オペレーション及びオペレーション・

---

<sup>24</sup> 現在の CMC の GIS システムは、基本的な概念設計を CMC が行い、テンダーにより受注ソフトウェアハウスを決定して、当該マケドニア企業 (GISData Skopje) が詳細設計・構築・運用開始を行った。現行システムのプロトタイプ設計の文書は無いが、ソフトハウスに公示を出した際のマケドニア語の発注仕様書があるとのことである。

<sup>25</sup> CMC からは、CMC の予算逼迫のため、CMC 予算による購入が困難なので、本プロジェクトによる購入の検討を求められた。

ロジスティクス部 Operation Coordination Section) の職員 1 名が GIS 関連の初歩的な研修と IT 監理に係わる研修を受けたが、これら人材に対するより高度な GIS 関連の研修が必要。

- (b) ユーザー部門のより多くの職員に GIS システムへのデータ入力に係わる研修が必要。
- (c) ハザードマップ作成の基礎的概念、同作成ソフトウェア、同作成実務に係わる Spatial analysis 分野の GIS 研修が必要。

さらに、CMC における今後の GIS システム改善・拡張に係わる課題として次のような点が指摘された。

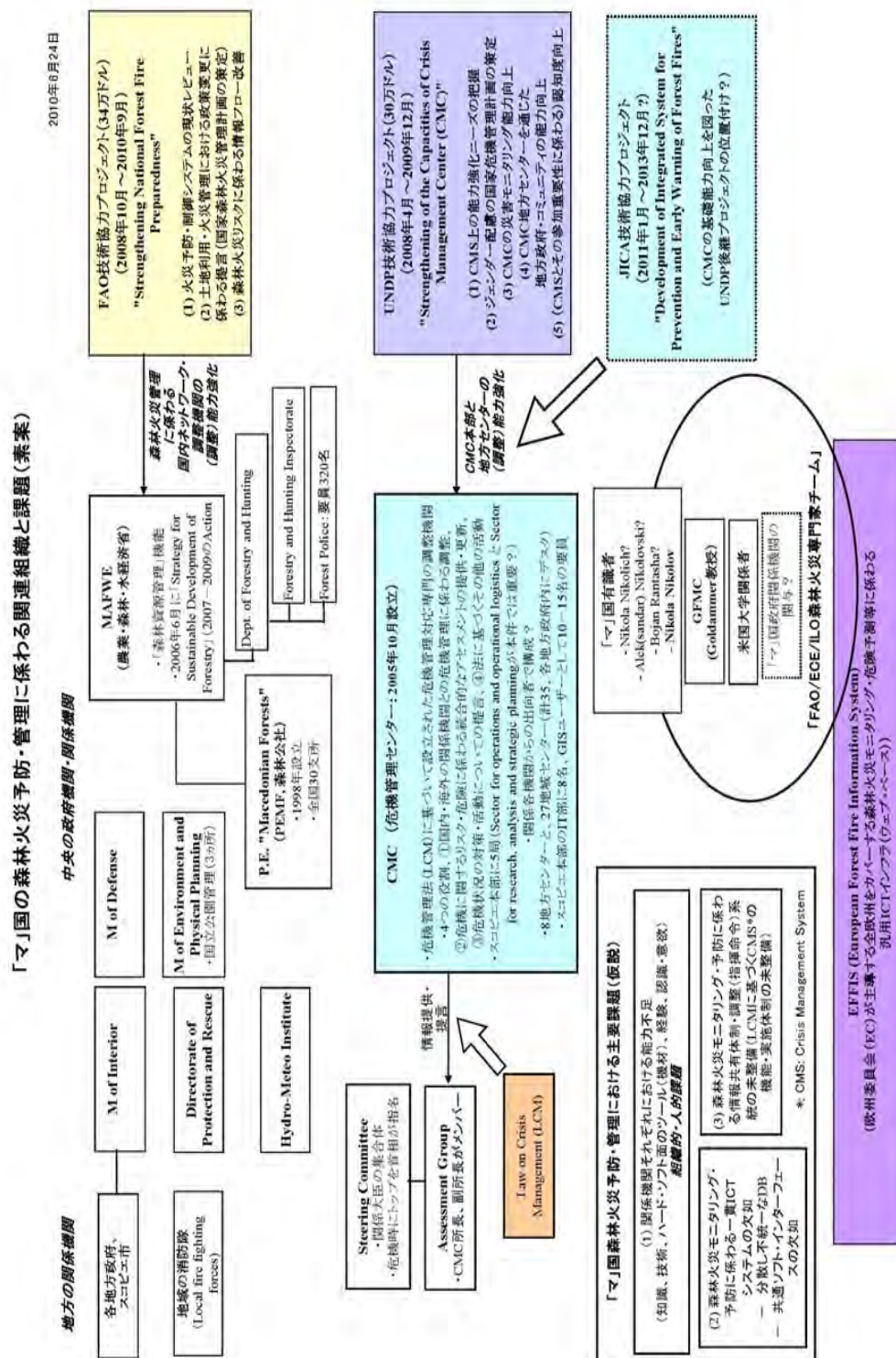
- (a) 統合 GIS システム/データベースの設計・構築・運用、
- (b) 地方センターでの関連機材（ハード、関連アプリケーション・ソフト（ライセンス））整備によるデータ入力の可能化、
- (c) ウェブサイトの強化と森林火災情報・早期警戒に係わる情報のインターネットを通じた公開、
- (d) ハザードマップの作成とウェブ上での公開（地方ユーザーの利用拡大による防災意識向上）、
- (e) シミュレーションやモデリング等のより高度な分析ツールの導入。

#### 4-1-6. CMS における農業・森林・水経済省とマケドニア森林公社との機能分担

既述のように、CMS においては災害やリスクの種類に応じて関係する中央省庁や国営企業、その他関係機関が協力した上で、CMC がそれに係わる情報収集・分析と調整を実施することになっている。森林火災予防・早期警戒の分野では、農業・森林・水経済省（Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy）とその傘下にある国営企業であるマケドニア森林公社（Public Enterprise Macedonian Forests）が重要な関係機関である（森林火災予防・管理に係わる関連組織と課題については図 4-3 を参照）。

この 2 つの機関は森林に係わる膨大な諸情報・データを保有しており、CMS においてこれらの情報・データの内、必要と判断されるものを CMC に対して提供した上で、協力して効果的なデータ蓄積・活用を行うことが期待されている。

図4-3. マケドニアの森林火災予防・管理に係わる関連組織と課題





#### 4-2. 農業・森林・水経済省

農業・森林・水経済省には森林・狩猟局（Department for Forestry and Hunting）があり、同局の業務には森林資源管理を含む。同局は4課15名の職員を有し、その内12名が森林技術者である<sup>26</sup>。マケドニア森林法（Law on Forestry）に基づく森林資源管理の内容・手順等に係わる制度（Rule Book）整備と管理業務実施のモニタリング等を業務としている。マケドニアの森林は全国197の管理区域（Management Unit）に分割されており、その区域ごとに二万分の一縮尺の7種類の管理用地図が作成・保管されている。各管理区域では10年間の長期とそれに基づく毎年の「森林管理計画（Forest Management Plan）」を策定・提出することが義務付けられており、森林・狩猟局には提出されたこれら計画が保管されている。

同省にはこれまで数度にわたり森林管理分野でFAOによる支援が入っており、2006年6月には同支援により「森林の持続的開発戦略（Strategy for Sustainable Development of Forestry）」が策定され、2007－2009年の行動計画（Action Plan）が定められた。現在は2010年9月までの予定でFAO技術協力プロジェクト「森林火災への準備強化（Strengthening National Forest Fire Preparedness）」を実施中で、(1) 火災予防・制御システムの現状レビュー、(2) 土地利用・火災管理における政策変更に係わる提言（国家森林火災管理計画の策定）、(3) 森林火災リスクに係わる情報フロー改善、を目標としている。しかし、同プロジェクトの予算規模は34万ドルと小さく、森林火災管理の課題を含めた森林・狩猟局の森林保護担当課職員が2名だけという事実もあり、同省が森林火災に係わる情報の一元的な蓄積・管理を行いつつ、森林火災リスクアセスメントに係わる分析を積極的に実施できる状況には無い<sup>27</sup>。

なお、森林・狩猟局の傘下には、森林警察（Forestry Police）に約300名の職員と22名の地域森林監視員（Regional Inspector）が全国に配置されている。

#### 4-3. マケドニア森林公社

マケドニア森林公社は1998年に設立され、森林管理の実務を担う国営企業である。8地域の下に計30の地方支部があり、マケドニア森林面積の約90%を占める約85万haの森林管理を行っている。9つの部に約120名の職員を有するスコピエ本社を含めて約2,500名の常勤雇用者と約2,000名の臨時職員を有する。森林公社が管轄する管理区域は全国に184あり、農業・森林・水経済省で保管されている管理区域毎に7種類ある森林地図のほとんどは森林公社が作成・管理しているものである。なお、これらの地図は基本的に電子化されておらず、紙ベースでの管理・保管が行われている。ただ最近、国立大学森林学科の協力を得てごく一部の地図の電子化がAuto-CADを活用して開始されていた。

同公社は管理区域毎に監視員が巡回しており、森林火災を発見した場合は各地方支部長を経由して公社本部の「森林保護部」に通報が来る仕組みとなっている。また、初期消火に係わる一定の機材・能力を有しており、森林公社管轄下の森林火災の約30%は独自の初期消火で対応できているとのこ

<sup>26</sup> 森林・狩猟局の4課とは、(1) Unit for Utilization and Use of Forest, (2) Unit for Afforestation and Breeding of Forests, (3) Unit for Protection of Forests, (4) Unit for Hunting の4つである。

<sup>27</sup> この点に関連して、CMCをC/P機関とした本プロジェクトを実施することについて農業・森林・水経済省職員（FAOプロジェクト担当者）とヒアリングをしたところ、本プロジェクト実施について歓迎の意を示した。

とである<sup>28</sup>。森林公社だけで対応できないと判断した場合には、地方政府、DPR (Directorate for Protection and Rescue)、CMC の各地方組織に連絡をして必要な対応を行うとこのことである。地方レベルでは、森林火災予防・対策分野において情報収集・調整機構としての CMC の地方センターと、災害対処の実行部隊である DPR 地方センター、PEMF 地方支部、地方政府、その他関係機関の情報共有や連絡は緊密な模様である<sup>29</sup>。なお、PEMF には過去の森林火災に係わるデータの蓄積があり、これらのデータや各種地図情報を含めて、本プロジェクトにおいて CMC での情報蓄積・関係機関との情報共有・有効活用が行われる際には積極的に協力する、としている。

---

<sup>28</sup> マケドニア森林公社の資料によれば、保有する消火機材として、ポンプ 254 台、レーキ 253、ショベル 279、手斧 153、電気ソー63 等と、ブルドーザー60 台、トラクター44 台、トラクター84 台、クレーン 27 機等の一般輸送機材を有している。

<sup>29</sup> 出所:調査団によるキチェボ、ストリミツア、オフリッドの訪問によるヒアリングによる。

## 第5章 森林火災の現状と留意すべきアプローチ

### 5-1 マケドニアの森林火災の現状

#### 5-1-1. マケドニアの森林

マケドニアの国土面積（内水面の面積を除く）は約 257 万ヘクタールで、森林はこの約 4 割を占める<sup>30</sup>。所有形態別から見ると、森林の約 9 割は公的な森林<sup>31</sup>で、主に農業・森林・水経済省の下にあるマケドニア森林公社によって管理されており（その他の公的森林として、環境省下の国立公園、等）、私有林は少ない。森林タイプ別では、森林の約 8 割強が広葉樹林でヨーロッパナやオーク（ナラ・カシ類）が多く、針葉樹林は 1 割程度でオウシュウクロマツが多く、また針広混交林もあると報告されている<sup>32</sup>。

今回の調査期間中に地方調査を 2 度（同国東部、同西部）行った。その間に観察した森林地域は比較的傾斜があり、一部で伐採跡地や植栽地（共に同国西部）が見られ、2007 年の森林火災被害跡（立木の集団的な立枯れ）も数カ所で散見された。森林に関する詳細な情報は、農業・森林・水経済省／森林公社による森林計画区毎の森林計画書で参照可能である。

#### 5-1-2. マケドニアの森林火災

マケドニアに限らず、森林火災の問題が国際的な注目を浴びるようになったのは 1980 年代（インドネシア、中国）で、その後もエルニーニョの影響による乾期の長期化等が東南アジア等で森林火災を周期的に悪化させてきた。森林火災は森林の延焼だけでなく、ヘイズ（煙霧）を発生させて自国だけでなく近隣国にも健康被害や交通障害を引き起こし、国境を越える環境被害となり、最近では、森林火災による大気中への温室効果ガスの排出が、気候変動に大きな影響を与えることが危惧されている。

マケドニアでは、2000 年と 2007 年に森林火災が特に多く、それぞれ約 4.6 万ヘクタール、約 3.5 万ヘクタールの森林が延焼し、また、1999～2009 年の 11 年間では約 9.7 万ヘクタールが延焼して、その被害総額は約 60 億円（約 36 億ディナール）に及ぶと報告されている<sup>33</sup>。特に 2007 年は、欧州に猛暑をもたらすとともに大規模な森林火災が南欧各国で発生して、マケドニアでは同年 7 月に国家緊急事態宣言が 14 日間にわたり発せられた。これまでマケドニアで国家緊急事態宣言が発せられたのはこの時だけである。このように、森林火災の予防・早期警戒は、マケドニアの国家危機管理システムの重要な要素の一つとなっている。

異常気象の発生は今後も危惧され、また、これまでの世界的な経験から見て、大規模な森林火災は数年おきに繰り返され、強度が増すことも多い。

<sup>30</sup> 森林面積は、①本プロジェクト要請書では約 97 万ヘクタール、②農業・森林・水経済省資料（添付資料 5-5 パワーポイント資料、2010）では約 95 万ヘクタール（Strategy for sustainable development of forest in RM, 2006 から引用）、③FAO 世界森林資源評価 2005（FAO, 2006）では約 91 万ヘクタール、④FAO 世界森林資源評価 2010 用に提出された各国別のレポートのうちマケドニアのレポート（FAO, 2010）の報告値では約 100 万ヘクタールである。同資源評価 2005 では、1990 年～2005 年の間に森林面積の増減はないとされており、同資源評価 2010 用の各国別レポートでは 1990 年～2010 年の間に約 9 万ヘクタール増加したとされている。データソースにより森林面積の数値やその増減傾向は異なる。

<sup>31</sup> 上記脚注と同じく、①89%（State owned）②約 90%（同左）、③約 78%（Public ownership）、④約 90%（Public ownership）。

<sup>32</sup> 農業・森林・水経済省及び森林公社資料（添付資料 5-5 パワーポイント、2010）による。

<sup>33</sup> マケドニア森林公社資料（添付資料 5-4 パワーポイント、2010）による。

### 5-1-3. 森林火災対策の現状

2007 年の大規模な森林火災を受けて、マケドニアでは森林火災に関する対応が、①国家危機管理センター（省庁横断の独立機関）、②農業・森林・水経済省及びその下にある森林公社との 2 つの異なった系統の機関の下で行われている。

#### ① 危機管理センター（CMC）

2007 年の大規模森林火災を契機として、2008 年に統合 GIS システム（省庁・分野横断の利用を目的とする GIS システム）<sup>34</sup>がマケドニア独自予算により導入された。森林火災対策用として導入された本システムは、現在、同センターのシステムの根幹となっており、IT セクション等の関係部署に同システムを活用する人員配置がなされている。また、同センターでは、現在、森林火災を含む危機管理情報を同地方センター等から受信し、集約情報を 24 時間以内に（毎朝）、大統領本人、首相府、関係省庁に報告している。なお、UNDP による CMC への協力（我が国 ODA 資金）の一環として、一部 GIS ソフトウェアの供与や、森林火災予防のための啓蒙活動等への支援が行われた。

#### ② 農業・森林・水経済省、マケドニア森林公社

農業・森林・水経済省の森林担当部局である森林・狩猟局に対して、FAO による森林火災対策の技術協力が行われており、森林火災関連の規定の改訂等の計画策定や普及啓蒙等が実施されている。特に、1997 年に公布された森林法（Law on Forests）の下で 1998 年に策定された森林火災関連の規定（Rulebook<sup>35</sup>）の方式（カナダ方式）を EU 統一方式にできるだけ合わせるための検討と規定改正作業が行われている。同省の下にあるマケドニア森林公社では、同地方センターが森林火災の情報把握及び消火活動を実施しており、2009 年に改正された森林法の規定に基づき<sup>36</sup>、森林火災発生から 8 日以内に、集約情報が同公社本部を通じ農業・森林・水経済省に報告されることになっている。

### 5-2 留意すべきアプローチ

森林火災対策の現状、CMC 側の要請内容や協議の結果、次の 2 つの分野を課題として整理した。

#### ① GIS 上での予防・早期警戒システム、左に活用できるデータ、分析手法、人材育成等

⇒ アウトプット 1

#### ② 当センターを中心とする関係機関との調整メカニズム

⇒ アウトプット 2

詳細は本報告書の「第 2 章 プロジェクト基本計画」のとおりであるが、CMC との協議や合意に至った経緯等を含め、留意すべき点について以下に記述する。

#### 5-2-1 技術情報の整備にかかるアプローチ

<sup>34</sup> ArcGIS, ArcEditor 等のソフトウェア 6 種、GIS server, database server 等のハードウェア 9 種。内容は、2008 年時点で最新のものと考えられる。

<sup>35</sup> FAO プロジェクトによる英訳版タイトルは Rulebook on special measures for forest protection against fires

<sup>36</sup> 該当条項は、森林法（2009）の第 80 条の(2)。

## ① 情報の所在

危機管理センター（CMC）では、大規模な森林火災の予防・早期警戒のため、森林や森林火災に係る様々な情報を統合 GIS システム上に重ね合わせ、分析したいとしている。危機管理システム（CMS）や CMC の役割（本報告書の第 4 章 4-1 を参照）を鑑みると、CMC としては、関連する情報を網羅的に収集し、入力・分析したいであろうことが想定でき、また CMC との協議中もとにかく森林に関連する情報を GIS に入力できる形で収集したいという意向があった。しかし、それは容易なことではないことが十分想定できた。

これらの情報は、i) 森林火災の発生情報、ii) 森林の様々な属性情報の 2 つに分けて考えてみるができる。

i) の森林火災の発生情報については、CMC が地方本部等から毎日報告を受けており、位置情報の正確さ等の課題はあるものの、情報の所在や入力に大きな問題はみられない。2007 年に国家緊急事態宣言が発せられた期間中で、一日に発生していた森林火災件数が最大であった日に全国で 67 の森林火災があったと報告されているが<sup>37</sup>、今後同様の件数が CMC に報告されてきても入力自体は基本的に可能であろう。

一方で、ii) の森林の属性情報（樹種、施業履歴等）は CMC ではなく、農業・森林・水経済省や同省下のマケドニア森林公社に主に所在しており、森林計画区毎の森林計画書に掲載されている表や主題別の図面等といった形で存在している<sup>38</sup>。これらの情報の入手やその意義付け等の検討を行うには、農業・森林・水経済省や森林公社との連携が不可欠である<sup>39</sup>。

なお、JICA がマケドニア旧測地局をカウンターパート機関として実施した開発調査<sup>40</sup>により作成された国土基本図が、最近、CMC の統合 GIS の背景地図（バックグラウンド）として活用されるようになっており、本調査時点で全国土の約半分がカバーされるようになった。国土全域をカバーするには追加的な経費支出が必要であり、CMC の予算削減の中、本プロジェクトによる対応が必要と考えられる。

## ② 情報の量

上記で述べたように、森林の属性情報は、森林計画区毎の森林計画書に掲載されている表や主題別の図面等といった形で存在している。その量は膨大で、さらに、GIS 上に容易に入力できるような電子情報にはなっていない（紙ベース）。このためこれらの情報をすべてはもちろん、一部でも入力しようとするれば、多くの労力と時間が必要になる<sup>41</sup>。これに加え、CMC では ArcGIS のソフトウェア・

<sup>37</sup> 国家危機管理センター資料（パワーポイント資料、2010）による。

<sup>38</sup> 全国に約 200 ある森林計画区（Forest management unit）毎の森林計画書に記載された林小班毎の各種表データ及び主題別の図面（7 種）。図面だけでも、200 計画区 × 7 枚 = 1,400 枚になる。

<sup>39</sup> 今回、CMC との協議等に時間が割かれたため、農業・森林・水経済省の森林・狩猟局や森林公社本部への訪問と情報収集は、ミニッツ署名日（調査最終日）の午前中という短時間なものとなった。農業・森林・水経済省の森林・狩猟局は本省から離れ別の建物に入っており、森林公社本部の森林保護部と森林計画部は、廃止された広大な鉄鋼工場跡地等に分散し離れて所在していた（各部門間の移動には車両で 20 分程度必要）。この中央組織の距離的な分散は、本省・本部の内部においても情報共有や連携が進みにくい状況を生んでいるのではないかと考えられた。仮にそのような状況があることを考慮すれば、森林公社との関係づくりも先行している森林・狩猟局の FAO プロジェクトとの情報共有・連携を当面率先して進めることが、限られたプロジェクト期間中に効率的な「連携」を進める上で不可欠と考えられる。

<sup>40</sup> 「全国地理情報データベース整備計画調査」（JICA、2004～2006 年）

<sup>41</sup> 例えば、図面（手書き）のスキャンは短時間で相当枚数を取り込めても、分析のため図面上のポリゴンの区分や属性情報を与える必要があり、この場合の作業量は相当なものとなる。

ライセンスを1つしか有しておらず、統合GISでデータ入力のできるPCは1台しかない。このため、入力のための作業量はさらに大幅に限られてしまう。このことから、データ・情報の確認等（プロジェクト活動1-2：森林火災リスクアセスメントに必要なデータを特定し、収集する）に当たって、活用（入力）する情報をできるだけ限定し少なくしていく必要がある。

森林火災の予防・早期警戒に特に必要な森林の属性情報とは何かを考えると、協議中にCMCから指摘があったように、農業・森林・水経済省における森林火災関連の規定（Rulebook<sup>42</sup>）に示されたものがある。この規定は、1997年に公布された森林法（Law on Forests）の下で1998年に作成されたもので、森林火災の危険地区分をi)森林のタイプ<sup>43</sup>、ii)人為的な影響、iii)気候（気温・雨量・相対湿度）iv)土壌の母材、v)地形（斜面の方位、標高、傾斜）の情報を段階的に数値化し、全体の数値を総計して、そこから危険地区分を4つに分けるものである。その後、森林法が2009年に改訂されたことに伴い、同規定も現在、EU統一方式にできるだけ合わせるための検討と改定のための作業が行われているとのことであった（改訂案については未入手）。本プロジェクトの活動として挙げられている森林火災のリスク・アセスメントやハザードマップの検討に当たっては、同規定やその改訂内容、またそれらに沿ったデータの有無や入手容易性を考慮しつつ、必要情報を特定する必要がある。

### ③ 情報の分析

ハザードマップの作成等の森林火災に係るリスク・アセスメントの手法は、米国・カナダを中心として欧米において発達している分野である<sup>44</sup>。マケドニアにおいても、カナダ式の手法が農業・森林・水経済省の規定に取り入れられているとのことであったが、同省へのFAOの技術協力により、現在これをEU統一方式に合わせる方向で再検討しているとのことであった。このように我が国では一般的ではないリスクアセスメントに関する考え方が定着しており、また我が国から派遣される専門家がマケドニアにおける森林火災の実状を熟知しているわけではない中、3年という期間で成果を期待することを考慮すれば、分析手法の開発に当たっては、カウンターパートや大学・研究機関等の知見を有効に引き出すマネジメント型の仕方がとられるべきと考える。そのため、ワークショップ（プロジェクト活動1-7：森林火災リスクアセスメントについてのワークショップを開催する）や有識者との会議（プロジェクト活動2-2：技術調整グループ会議の開催）が有効活用されることが期待される。

森林火災の発生情報については、衛星情報の活用（ホットスポットの検出）が、世界的に統一されてきている手法であり、我が国の知見も高く、途上国への技術協力も実施してきている（インドネシア）。5-2-2に詳述するように、衛星画像の活用は積極的な検討課題とされてきていない。そのため、当初PDMでは、フィージビリティ・スタディによる検討が含まれていたが、（プロジェクト活動1-6：森林火災の早期発見に係る具体的な技術手法を検討する）に変更された。

森林火災の被害と影響に関する分析（プロジェクト活動1-5：森林火災の被害・影響の評価手法を設計する）に当たっては、経済的な（市場的な）価値の評価は一般的に行われるが、環境的な（市場的な価値を伴わない）価値の評価の手法は代替法等様々なものがあり統一的な手法はない。環境的価値の評価手法をテーマとしたワークショップの開催もオプションの一つとしつつ、CMC側の理解を

<sup>42</sup> FAOプロジェクトによる英訳版タイトルは Rulebook on special measures for forest protection against fires

<sup>43</sup> この規定では、森林のタイプを、天然林・人工林別、針葉樹林・落葉樹林・混交林別、若齢林・高齢林別、特に天然林では代表的な樹種別に区分している。

<sup>44</sup> 自然・社会条件の違いから、欧米式のリスク・アセスメントの手法は我が国では一般的ではなく、また、この分野で我が国独自の技術的基盤が発達してきたとはいえない。

深めてはどうかと考える。

分析に必要なソフトウェア、ハードウェアの強化とそれらの効果的な使用のための研修（プロジェクト活動 1-3: 統合 GIS システムの機能強化に必要なソフトウェア、ハードウェアの整備を行い、同システムの運用・維持管理に必要な研修を実施する）については、既に現地でソフトウェア、ハードウェアの供与や研修を実施できる現地企業（本社は隣国クロアチア）を 1 社確認した<sup>45</sup>。メンテナンスや費用対効果を考慮すれば、現地企業の活用が適当と考えられる。

特に、GIS ハザードマップの作成（プロジェクト活動 1-4: 森林火災 GIS ハザードマップを作成し、発行する）に当たって、空間分析（Spatial analysis）の分野の技術が必要で、カウンターパートへの研修の実施が必要である。通常の GIS 研修は、暫定 PO では、ソフトウェアやハードウェアが強化された後のプロジェクトの 2 年次後半からセットしたが（プロジェクト活動 1-3）、空間分析分野の研修は、研修後にハザードマップの作成・発行という業務が続くため、通常の GIS 研修から時期的にタイミングを早め、プロジェクトの 1 年次後半にも実施することが好ましい。プロジェクト 1 年次は様々な準備で多忙と考えられるが、空間分析分野の GIS 研修が早期に実施されるよう留意する必要がある（プロジェクト活動 1-4）。

#### ④ 情報の活用

大規模な森林火災の予防・早期警戒には、関係機関との活動の連携が重要であるが、現時点では連携・情報交流に欠けている現状がある。関係機関間の情報共有と相互理解・協力を促す仕組みづくり（プロジェクト活動 2-1: CMC 及び関係機関の情報共有・連携についての課題を抽出し、継続的な情報共有の仕組みを作る）、このため特に技術調整グループ会議（プロジェクト活動 2-2）やワークショップ（プロジェクト活動 1-7）による情報共有等の促進に取り組むと共に、机上での議論や手法開発に現地での感覚・試行的な実証を取り入れるためのモデル的な現地での普及活動や TV プログラム等を通じた一般市民への情報提供<sup>46</sup>の検討が積極的に取り組まれてもよい（プロジェクト活動 2-3: 調整方法の有効性を確認するために、複数のモデル地域で住民に対する森林火災の予防・早期警戒についての意識の伝達状況を確認する）。また、当地域では、森林火災が近隣国間で国境を越えて被害を及ぼし合い、共同で取り組むべき対策や共有すべき情報もあると考えられることから、当地域の CMC のネットワークを活用したワークショップの開催等を検討することも有益である（プロジェクト活動 1-7）。

#### 5-2-2. 衛星情報を活用した予防・早期警戒システムの構築にかかるアプローチ

森林で発生する森林火災の早期警戒には、森林が遠隔地域にあることから、衛星情報（ホットスポットの検出）の活用が有効である。我が国（JICA）は、2005 年からインドネシアで実施してきた森林火災分野の技術協力（森林火災予防プロジェクト）が、NOAA センサーを使用して毎日ホットスポット情報をインドネシア側に提供してきた。ホットスポット情報は毎日リアルタイムで得られることから、早期警戒にとって大きな成果となった<sup>47</sup>。

<sup>45</sup> GISData 社（<http://www.gisdata.com>）の現地法人

<sup>46</sup> モデル的な現地での普及活動や TV プログラムを通じた情報提供は、UNDP のプロジェクトで実施されてきた実績がある。CMC 側も関心を持っている。

<sup>47</sup> NOAA センサーを使ったインドネシアでのホットスポット情報（JICA 協力）は、例えばインドネシア林業省の次のウェブサイ



ホットスポットの検出の原理は、衛星情報における 1 ピクセルの地面の平均温度が通常のピクセルの平均温度と比べ一定の閾値を超えて高くなった場合、それを森林火災等の影響によるものと見るものである。NOAA センサーの場合の 1 ピクセルの大きさは衛星直下で約 1km×1km である。一方、最近各国でホットスポット検出に使用されている MODIS センサーは、熱バンドは NOAA と同様分解能が約 1 km であるが、位置精度と雲の判定能力が格段に向上すると共に、地上の状況が 250m 分解能で確認できることから、ホットスポットの判定精度が向上し、より正確な情報が得られるようになった。

欧州では、欧州各国をカバーする欧州森林火災情報システム（European Forest Fire Information System: EFFIS）が稼働しており、MODIS によるホットスポット情報が、マケドニアも含め、掲載されている<sup>48</sup>。同情報は有用であると考えられるが、マケドニアでは、危機管理センターを含め、うまく活用されてはいない。このため早期警戒・発見に当たっての衛星情報の活用の有効性を同センター側に説明したが、

- ① 危機管理センターとしては、気象観測用のレーダー等の自国固有の情報源に基づく（他国・他機関に依存しない）早期発見にこだわりを見せ、EFFIS によるホットスポット情報の活用に対して消極的であったこと、
- ② 調査期間中に面談した他機関の専門家等の中で、EFFIS のホットスポット情報の活用を担うことが可能な人材・機関が見あたらなかったこと、
- ③ 同センター側では、森林火災の早期発見システムとして、衛星情報の活用と違い、森林火災の発生を監視し自動送信する煙感知器のような機器<sup>49</sup>を森林内に多数配置するイメージを持っていたこと、

等の理由<sup>50</sup>から、衛星情報の活用について議論を進めることができなかった。まず衛星情報の活用についての相互理解の促進から進めることが必要と考えられたため、当初アウトプットの 1 つとして想定していた「衛星情報の活用」も当初はフィージビリティ・スタディに留めることを計画したが、前述のとおり、活動は（プロジェクト活動 1-6 森林火災の早期発見に係る具体的な技術手法を検討する）に変更された。なお、衛星情報分野については、特に高い専門性が必要であるため、我が国から短期専門家を派遣して実施することが好ましい。計画にとどまったフィージビリティ・スタディに限定せず、プロジェクト活動を通じて、衛星情報活用に関する CMC 側の理解を深めていくことの重要性が一層増したと考えられる。

---

トで見ることができる。 <http://www.dephut.go.id/index.php?q=id/node/929>

<sup>48</sup> ウェブで検索すると、例えば 2007 年 7 月 25-31 日の間のマケドニア国内及び周辺のホットスポットの状況が以下のサイトで見れる。

[http://www.reliefweb.int/rw/fullmaps\\_eu.nsf/luFullMap/89953E216EC0A7C28525732A004945C4/\\$File/unosat\\_FR\\_mkd070731.pdf?OpenElement](http://www.reliefweb.int/rw/fullmaps_eu.nsf/luFullMap/89953E216EC0A7C28525732A004945C4/$File/unosat_FR_mkd070731.pdf?OpenElement)

<sup>49</sup> いわゆる「煙感知器」については、同センター側から具体的な資料の提供はなく、インターネット情報から知見を入手したとの説明があった程度だった。我が国ではアメダス（AMeDAS、地域気象観測システム）が気象情報を定点観測し自動送信するように、気象観測的なイメージをもっているのではないかと思われた。実用性やコストから見て実現可能性はないと考えられる。プロジェクト開始後のカウンターパートとの検討の中で、先方の理解が促されることを期待したい。

<sup>50</sup> 農業・森林・水経済省の FAO プロジェクトのカウンターパートからは、マケドニアでは EFFIS のシステムとリンクしようとしてもなかなか入れないが、それはマケドニアがまだ EU 加盟国ではないためではないだろうかと感じている、との指摘があった（真偽は未確認）。

### 5-2-3. 予防・早期警戒システムのための調整メカニズムの強化にかかるアプローチ

上記 5-1-3)に述べたとおり、CMC と農業・森林・水経済省やマケドニア森林公社で情報収集や対策検討が別々に行われること等に見られるように、関係機関間の相互調整がなされているとはいえない。調整メカニズムは、情報共有が適切に図られていたり、意思疎通が適度に行われているかどうか大きく依っていることが多い。農業・森林・水経済省や森林公社、その他関係機関との情報共有や意思疎通を、技術調整グループ会議や技術的なワークショップを通じ頻度を多くして実施したり、地方での啓蒙活動を共同で行う等、様々な工夫を通じて、関係機関間の調整メカニズムの強化が促されることが期待される（プロジェクト活動 2-1）。

## 第6章 当該分野における他ドナーの取り組み

### 6-1. EU

#### 6-1-1. EUによる支援の概況

マケドニアは2001年4月に旧ユーゴ諸国の中で初めてEUとの安定化・連合協定(Stabilization and Association Agreement: SAA)を締結し、本格的な加盟交渉こそ現時点で始まっていないものの、2005年12月以降「EU加盟候補国(Candidate country)」の資格を得て加盟準備を進めている。EU加盟を求める国はすべて、35(章)の政策分野にわたる9万ページに上るEU諸基準への政策・制度の整備・実施両面での整合性確保が求められる。

一方、EUの政策実施主体である欧州委員会(European Commission: EC)は加盟候補国及び加盟候補準備国(Potential candidate country)に対してEU基準に沿った制度設計・実施能力の向上に資する技術支援を実施している。特に、西バルカン諸国やトルコに対しては2007年以降、IPA(Instrument for Pre-Accession Assistance)と称する技術支援スキームを創設して支援している。同地域に対するIPAによる支援額は2007-2012年の6年間合計で80億ユーロを上回る計画となっている(図表6-1参照)。また、マケドニアに対する支援は2010年で9,230万ユーロ、5年間合計で5億730万ユーロに上ると推定されている。

| 国/年          | 2007年   | 2008年   | 2009年   | 2010年   | 2011年   | 2012年   | 6年間     |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| マケドニア        | 58.5    | 70.2    | 81.8    | 92.3    | 98.7    | 105.8   | 507.3   |
| クロアチア        | 141.2   | 146.0   | 151.2   | 154.2   | 157.2   | 160.4   | 910.2   |
| トルコ          | 497.2   | 538.7   | 566.4   | 653.7   | 781.9   | 899.5   | 3,937.4 |
| セルビア         | 189.7   | 190.9   | 194.8   | 198.7   | 202.7   | 206.8   | 1,183.6 |
| モンテネグロ       | 31.4    | 32.6    | 33.3    | 34.0    | 34.7    | 35.4    | 201.4   |
| コソボ          | 68.3    | 184.7   | 106.1   | 67.3    | 68.7    | 70.0    | 565.1   |
| ボスニア・ヘルツェゴビナ | 62.1    | 74.8    | 89.1    | 106.0   | 108.1   | 110.2   | 550.3   |
| アルバニア        | 61.0    | 70.7    | 81.2    | 93.2    | 95.0    | 96.9    | 498.0   |
| 合計           | 1,109.4 | 1,308.6 | 1,303.9 | 1,399.4 | 1,547.0 | 1,685.0 | 8,353.3 |

表 6-1. EC IPA による西バルカン諸国及びトルコへの支援額 (百万ユーロ)

出所: 欧州委員会 (European Commission)

ECによるマケドニア支援は現在、運輸交通セクターと環境分野の2つが中心となっている。環境分野ではIPAの地方開発(Regional Development)と制度構築支援(Technical Assistance for Institutional Building)の2つの支援スキームを主に活用して、水資源、固形廃棄物、大気汚染モニタリング等の分野に注力している。主要なマケドニア側実施機関は環境・自然計画省(Ministry of Environment and Physical Planning)である。一方、森林火災予防・早期警戒に係わる技術支援は実施しておらず、JICAによる同分野での支援を歓迎するとしている<sup>51</sup>。

<sup>51</sup> 出所: 調査団へのEU代表部(スコピエ)の環境担当官の発言

## 6-1-2. EC「共同研究センター」の概況

欧州委員会（European Commission: EC）の「共同研究センター（Joint Research Center: JRC）」は 1957 年に欧州経済共同体（European Economic Community: EEC）が発足すると同時に設立された「欧州原子力エネルギー共同体（European Atomic Energy Community (Euratom)）」をその起源とする。欧州委員会の他の総局（Directorate General: DG）と同列にある独立機関（注：省庁に相当）で、トップは研究・技術革新・科学担当委員（注：大臣に相当、現在は Maire Geoghegan-Quinn 氏）である。イタリア（イスプラ、1959 年設置）、ベルギー（ギール、同 1960 年）、オランダ（ペッテン、同 1962 年）、ドイツ（カールスルーエ、同 1965 年）、スペイン（セビリヤ、同 1994 年）の 5 ヶ所に研究拠点をもち、組織機構として以下の 7 つの研究所を有している。

- (a) Institute for Reference Material and measurement (IRMM)
- (b) Institute for Transuranium Elements (ITU)
- (c) Institute for Energy (IE)
- (d) Institute for the Protection and Security of the Citizen (IPSC)
- (e) Institute for Environment and Sustainability (IES)**
- (f) Institute for Health and Consumer Protection (IHCP)
- (g) Institute for Prospective Technological Studies (IPTS)

この内、「環境・持続発展研究所（**Institute for Environment and Sustainability: IES**）」が欧州の環境政策の形成・実施に係わる研究・開発面からの支援を行うことを目的としている。IES は 200 名以上の専任の研究者・事務職員を有し、臨時職員、客員研究員、研修員等を含めると 400 名以上の中心的メンバーを擁する。

IES には 8 つの研究部門があり、この内、「土地管理・自然災害ユニット（Land Management and Natural Hazards Unit）」が、森林、土壌、天災（洪水、干ばつ、森林火災等）に関連した「欧州情報センター」としての機能整備に注力している。IES では現在、以下の 4 つの研究活動を実施しているが、この内、FOREST において森林火災に関連する研究や情報整備・提供を行っている<sup>52</sup>。

- (a) FOREST (Forest Data and Information system)
- (b) SOIL (Soil Data and Information System)、
- (c) DESERT (Desertification, Land Degradation and Drought – Monitoring, Mitigation and Early Warning)、
- (d) FLOODS (Prediction, Mitigation, Impact Assessment)

FOREST は、EU が 1980 年代以降、重視してきた森林地域のモニタリング機能・活動を強化するために、EC JRC の IES が実施する森林のモニタリングのための研究活動である。欧州森林担当閣僚会議（Ministerial conference of the Protection of Forest in Europe, MCPFE）や FAO の世界森

---

<sup>52</sup> UNECE で得た情報では EC の JRC-IES と環境総局は各国からの報告書を元に欧州森林火災に係わる分析を不定期で出版している。事例として 2009 年に出版された「Forest Fires in Europe 2008」(EUR 23971 EN – 2009)があり、調査団は同書を UNECE で入手済みである。

林資源評価、国連生物多様性条約に対して欧州の森林情報の報告を向上させる取組（European Forest Data Centre (EFDAC)の創設）として、森林のマッピング、森林の生物多様性、森林火災、森林と気候変動について研究活動を行っており、この中で、「欧州森林火災情報システム（European Forest Fire Information System: EFFIS）」の運用と改善（6-1-3 に詳述）が行われている。

#### 6-1-3 欧州森林火災情報システム（EFFIS）<sup>53</sup>

欧州森林火災情報システム（European Forest Fire Information System: EFFIS）は上記の FOREST の中核を成すプロジェクトで、森林火災予防・管理技術の研究・開発・応用に係わる共通 ICT インフラである。EC 共同研究センター（EC JRC）は、1998 年に、欧州全域の森林火災の危険度の評価と延焼地域のマッピングに係わる先進的手法の開発と運用のための研究グループを立ち上げた。同時に、加盟国による「森林火災専門家チーム」の第 1 回会合が行われた。これらの活動を通じて「欧州森林火災情報システム（EFFIS）」の開発が進められ、2000 年に同システムが稼動した。EFFIS は森林火災研究を行う JRC の科学・技術的な（ソフト）インフラ<sup>54</sup>とウェブ・ベース・プラットフォームの提供によって構成されている。

EFFIS の諸活動は EC 環境総局（Directorate General for Environment: DG ENV、日本では省庁に相当）の「農業・森林・土壌ユニット（Agriculture, Forest & Soils Unit）」と JRC IES の「土地管理・自然災害ユニット（Land Management and Natural Hazards Unit）」の調整の元に行われ、EFFIS ネットワークにはマケドニアを含む 24 カ国が現在、参加している<sup>55</sup>。

創設以来、EFFIS のウェブ・ベース・プラットフォームは拡張を続け、現在、すべての欧州諸国に公開されている。また、FAO Silva-Mediterranea<sup>56</sup>との合意の下に、EU 非加盟の地中海諸国にも拡張されている。初期からの「火災危険予測・被害アセスメント（Fire danger forecast and damage assessment）」モジュールの拡張に加えて、最近では次のようなモジュールの追加が行われている。

- (a) 2003 年：準リアルタイムで南欧の延焼地域を示すための Rapid Damage Assessment の導入
- (b) 2004 年：欧州火災データベースの構築（以降、参加国が継続的に増加）
- (c) 2005 年：Web Map Viewer の全面改訂と検索機能等の新たな機能の追加
- (d) 2007 年：ホットスポット地図やインターネット・ニュース等のリアルタイムの情報の提供を標準装備する「Up-to-date situation」インターフェイスの追加。Fire danger assessment の EFFIS で

<sup>53</sup> この項の記述は、欧州森林火災情報システムのウェブサイト（<http://effis.jrc.ec.europa.eu/>）から引用。

<sup>54</sup> ソフト・インフラ機能の一例として、JRC は 2008 年 5 月にイタリアで開催された「Workshop on Forest Fires in the Mediterranean Region: Prevention and Regional Cooperation」を共催（他の共催機関は FAO 等）し、後述する EFFIS の紹介・活用に係わるプレゼンテーションを行っている。なお、同ワークショップにはマケドニアの Nikola Nikolov 教授が参加している。

<sup>55</sup> EFFIS ネットワーク参加国は**ブルガリア、クロアチア、キプロス、チェコ、エストニア、フィンランド、フランス、マケドニア**、ドイツ、**ギリシア**、ハンガリー、イタリア、ラトビア、リトアニア、**モンテネグロ**、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スロバキア、スペイン、スウェーデン、スイス、**トルコ**、英国（アルファベット順）の 24 カ国である。

<sup>56</sup> Silva Mediterranea は FAO 下の独立機関で、森林分野における政策、制度、実施に係わる課題分析・提言を行う中立機関である。現在、6 つのワーキング・グループ（WG）を有し、その一つ（WG1）が「森林火災（Forest Fire）WG」である。地中海地域の欧州、アフリカ、中東の 27 の国と欧州委員会（EC）が加盟している。マケドニアは非加盟だが、オブザーバーとして同機関による活動や各種機会への参加が認められている。

の統一化、Fire danger forecasts の 6 日間への拡張。

(a) 2008 年：EFFIS での Fire danger index の採用と、絶対値ランキングや火災危険異常値を示す地図の提供

その結果、現時点の EFFIS は、主に次によって構成されている。

(a) 火災危険予測 (Fire Danger Forecast) :

- カナダの火災天候インデックス (Fire Weather Index: FWI、5 段階) を活用した今後 6 日間の火災危険度レベルの予測
- 36 k m (DWD データ) 及び 45 k m (MF データ) の解像度
- EFFIS のウェブサイト上での公開やユーザーへの E メールによる配信 (毎日)

(b) 発生火災検出 (Active Fire Detection)

- TERRA、ACQUA 衛星搭載の MODIS センサーによる「ホットスポット」検出

(c) 被害アセスメント速報 (Rapid Damage Assessment)

- MODIS (分解能 250m) で捉えた延焼地域を日単位で毎日図示化

(d) 火災被害アセスメント (Fire Damage Assessment)

- 延焼地域が図示 (ウェブで見る限り、「被害アセスメント」の意味する内容は不明。図示は 2004 年までのみ。)

(e) 欧州火災データベース (European Fire Database)

- 2004 年以降、各国により報告された森林火災データを EFFIS のデータベースに蓄積
- EFFIS 参加の 24 か国中、現在、マケドニア、モンテネグロ、英国の 3 カ国を除く 21 カ国のデータが各国から報告され蓄積されている<sup>57</sup>。

(f) 開発中アプリケーション

- 開発中モジュールとして火災後植生回復、火災後土壌浸食リスク等

なお、EU 未加盟の地中海諸国による EFFIS ネットワークへの参加・有効活用、及び各国の森林火災データベースや火災危険予測システム構築の際の EFFIS との整合性確保などの重要性が国際会議等でたびたび指摘されている<sup>58</sup>。

## 6-2. 国連欧州経済委員会 (UN Economic Commission for Europe: UNECE)

国連欧州経済委員会 (UNECE) は国連の地域経済委員会の一つでジュネーブに本拠を置く。第 2 次世界大戦後の冷戦構造の下で東西の政府・産業関係者とのネットワーク形成を有する貴重な人材・情報ネットワーク拠点として機能してきた。1990 年代以降、冷戦構造の終結と国連改革の中で、旧ソ

<sup>57</sup> マケドニアが森林火災データを EFFIS に報告・入力していない詳細な理由は不明だが、(a) EFFIS に係わる情報や、森林火災 DB への報告・入力や同データ利用の重要性がマケドニア関係者内で周知・共有されていない、(b) EFFIS とのネットワーク確保・コミュニケーションの拠点となるべきマケドニア政府機関が特定されていない (注: EFFIS に係わる情報交換・共有を実施・支援してきた FAO/ECE 森林火災ネットワークには、これまで農業・森林・水経済省 (FAO プロジェクト担当官) と国立大学森林学科の Nikola Nikolov 教授が参加している。)、(c) 国外に正式にマケドニア森林火災データを報告できる情報・データの整備が行われておらず、責任官庁が特定されていない、等の要因が考えられる。

<sup>58</sup> たとえば「Workshop on Forest Fires in the Mediterranean Region: Prevention and Regional Cooperation」で採択された提言の No. 16 及び No. 17 を参照 (出所: 同報告書 (JRC、FAO 等、2008)、PP. 4, 9, 11)

連・東欧の市場経済化支援に注力するとともに、その組織構造と機能を大きく変えてきた。その中でも、2000年代半ばまで森林火災分野のネットワーク形成に一定の役割を果たしてきた。

現在の活動は、加盟各国の参加による 7 つの常設委員会（Committee）を中心に行われており、この中に「木材委員会（Timber Committee）」がある。これら委員会活動においては、6 つのセクター別局（Division）を始めとする事務局（在ジュネーブ）が活動の企画・調整・運営・支援を行っている。森林分野では、長年にわたりセクター別局の中に「森林・木材課（Forestry and Timber Section）」があり、現在では「貿易・木材部（Trade and Timber Division）」の中に同課が置かれている。同課の主要な活動は、各国の機関・人材ネットワークの維持・拡大<sup>59</sup>、森林・木材分野の各種課題に係わる政策・制度面の情報共有、市場開発・課題に係わる分析<sup>60</sup>、各種セミナー・ワークショップの企画・運営等である。たとえば、ECE 木材委員会は 2004 年 4 月に FAO、ILO との共催で、トルコにおいて「東部地中海地域とその近隣における森林火災管理と国際協力に係わる国際会議」<sup>61</sup>を開催している。このような中で、ECE 加盟国の立場からマケドニア関係者も森林火災分野でのネットワーク形成や情報共有・交換等の面で、ECE の支援を受けてきた<sup>62</sup>。

一方、国連改革の影響もあり過去数年、森林火災分野のネットワーク維持・拡大や諸課題の対応に係わる具体的活動の実施は、国連組織の中で徐々に FAO に移行しつつあり、現在、UNECE の同課は FAO との共同組織としての名称を用いている。しかし、森林資源管理や森林火災分野の各種セミナーやワークショップの企画・運営支援や各国関係者の利害調整等の面で依然、一定の役割を果たしている。

### 6-3. 国連食糧農業機関（UN Food and Agriculture Organization: UN FAO）

#### 6-3-1. 概 況

FAO は創設以来、50 年以上にわたって森林分野の諸課題への対応を重点分野としており、森林火災管理に係わる情報提供や技術協力にも注力してきた。FAO は国連機関としての中立的立場から、森林火災に係わる用語の定義、データ収集・送付、森林火災管理におけるガイドラインの整備、現状

<sup>59</sup> 6-1-3. EFFIS の項で記述した「森林火災専門家チーム」は EU のイニシアチブとともに、ECE 同課の持つネットワークの共有・活用によって、FAO とともに創設されたものである。

<sup>60</sup> 各国からの情報提供を元に、市場分析に係わる年次報告書「Forest Products Annual Market Review」を毎年、編集・発行している。また、2006 年には世界森林資源評価「Global Forest Resource Assessment 2005」を発行しており、この中にはマケドニア国立大学森林学部 of Nikola Nikolov 教授によるワーキング・ペーパー「Report on fires in the Balkan Region」も収録されている。

<sup>61</sup> 「Conference on Forest Fire Management and International Cooperation in Fire Emergencies and in the Eastern Mediterranean, Balkan and Adjoining Regions of the near East and Central Asia」、Artalya, Turkey, April 2004

<sup>62</sup> 過去に ECE が主催・共催する会合・セミナー等に参加したマケドニア関係者は次の通りである。

- (1) Mr. Aco SPASENOSKI, Minister, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy (MAFWE)
- (2) Mr. Jurant DIKA, Forestry Officer, Department for Forestry and Hunting, MAFWE
- (3) Ms. Jana JOVANOVSKA, Forestry Officer, Department for Forestry and Hunting, MAFWE
- (4) Dr. Nikola NIKOLOV, Professor and Head of Institute for Forestry, Department of Forest Protection, Faculty of Forestry, University "SV.Kiril I Metodij"-Skopje
- (5) Ms. Makedonka STOJANOVSKA, Professor, Forestry Faculty, Skopje University（出所: UNECE）



報告書作成や各国への個別アドバイス等を通じて、中長期的な森林火災管理計画に係わる技術や政策に係わる議論の場を関係各国に提供している。また、FAO は国連欧州経済委員会（UNECE）とともに、欧州森林火災情報システム（本報告書の 6-1-3）の開発を担った研究グループ「森林火災専門家チーム」を主導するなど、衛星リモートセンシングと GIS を活用した研究・開発の一翼を担っている。

最近のマケドニアに対する広義の森林火災分野の具体的技術支援は次の 2 件である。

- (a) 「農業・森林・水資源経済省におけるプロジェクト調整ユニット支援（Technical Assistance to support the Project Coordination Unit in the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy）」： 2009－2010 年、US\$85,988
- (b) 「森林火災への国家対応能力強化（Strengthening national forest fire preparedness）」： 2008－2010 年、US\$340,000 （6-3-2 で詳述）

#### 6-3-2. 「森林火災への国家対応能力強化」プロジェクト

農業・森林・水経済省を実施機関とするマケドニア森林火災予防・管理に係わる能力向上を図るための 2 年間のプロジェクトで、概要は以下の通りである。

- (a) 目 標： 「森林火災管理を担当する国家管理・実施機関の能力向上」
- (b) 成 果：
  - i. 法制度レビューを含めた国家森林火災管理計画（National forest fire management plan）が策定される。
  - ii. 国民意識の啓発と教育に係わるプログラムが開発・実施される。認知度向上に係わる研修コースが組織される。
  - iii. 主要関係機関の森林管理スタッフが火災管理手法とデータ収集の計画・運用を含めた「体系的な森林火災管理（Integrated Forest Fire Management）」活動に関する研修を受ける。
- (c) 実施期間： 2008 年 10 月～2010 年 9 月 （2 年間）
- (d) FAO 投入コスト： US\$ 340,000
- (e) 主な投入（FAO）：
  - i. 国際専門家<sup>63</sup>： 一貫森林火災管理 1 名（4 回のミッション計 2MM）  
（計 2 名） 森林火災管理・制御 1 名（4 回のミッション計 2MM）
  - ii. FAO 職員（専門家）派遣による技術支援： 森林保護オフィサー1 名（1 週間の出張 2 回）と法律オフィサー1 名（1 週間の出張 2 回）
  - iii. マケドニア専門家<sup>64</sup>： 森林火災法制度（2MM）  
（計 4 名） 参加型火災管理（6MM）  
森林火災管理・制御（3MM）

<sup>63</sup> 米国人専門家（コンサルタント）2 名が業務委託を請けシャトル・ベースで現地業務に従事している。調査団はその内の 1 名とスコピエにて面談した。

<sup>64</sup> 4 名のマケドニア専門家の内、2 名と調査団はスコピエにて面談した。また、その内の 1 名は国立大学森林学部ของ Nokola Nikolov 教授である。

認知度向上（6MM）

- iv. プロジェクト支援スタッフ： 1 名（12MM）
- v. 旅費
- vi. 認知度向上に係わる資料及び「森林管理ボランティア・ガイドライン（FAO 作成）」のマケドニア語への翻訳に係わる経費
- vii. 資機材（一部、防火装備を含む）
- viii. 研修費： 8 回の国内研修（各回 20 名程度）と最終ワークショップ（50 名）とポルトガルへの 2 名の研修
- ix. その他一般プロジェクト経費

(f) 実施体制：

- i. 実施機関は農業・森林・水経済省。同省高官をマケドニア側プロジェクト調整員とする（Mr. Vojo Gogovski, State Advisor for Forestry and Hunting）。
- ii. プロジェクトの調整に係わるステアリング・コミティーを形成する。主な参加省庁・機関は、
  - Ministry of Interior
  - Public Enterprise “Macedonian Forests” （森林公社）
  - National Association of the Owners of Private Forests
  - CMC
  - Ministry of Environment and Physical Planning
  - Ministry of Local Self Governance
  - Ministry of Defense
  - MAEFA
  - University “St. Cyril and Methodius”
  - 他にプロジェクト雇用のマケドニア専門家（コンサルタント）4 名

また、プロジェクト開始後の関係者による分析の結果、当該プロジェクトに含まれない森林火災管理能力向上に係わるマケドニアの重要課題として次の 5 つが指摘されている。

- (a) 火災予防にかかわる国家的な認知度向上キャンペーン（FAO 職員（専門家）のスコピエへの派遣）
- (b) 火災危険度レイティング・システムと予測（同分野のマケドニア専門家 1-4 名のイタリア National Interagency Fire Center 及び地域センターへの派遣・研修）
- (c) 航空マネジメント（イタリア人専門家のマケドニア Directorate for Protection and Rescue: DPR）への派遣・航空（機材）マネジメントに係わる技術移転）
- (d) 国家的調整機関のマネジメント（CMC、DPR、森林公社、農業・森林・水経済省関係者 2-4 名のイタリア National Interagency Fire Center への派遣・研修）

なお、調査団と、上記 FAO プロジェクト関係者との複数回にわたる面談では、上記プロジェクトで対応している範囲は限定的で、森林火災リスクアセスメントに有益な情報・データの統合 GIS システム/データベースでの蓄積や有効活用は FAO プロジェクトでは対応できていない重要課題であ

り、CMC を実施機関として JICA が当該技術協力を行うことは妥当かつ重要であるとの言質を得た。

#### 6-4. 国連開発計画（UN Development Program: UNDP）

##### 6-4-1. 概 況

国連は旧ユーゴ連邦分解により 1990 年代以降、混乱の続いたマケドニアに対して、傘下の各機関による協調した支援枠組みに基づくプロジェクトの計画・実施を行ってきた。この協調支援の枠組みは UNDAF（United Nations Development Assistance Framework）」と称するもので、昨年までの UNDAF 2005-2009 に続き、2010 年から UNDAF 2010-2015 と称する新たな 5 ヶ年枠組みが策定されている<sup>65</sup>。同枠組みではマケドニアの EU 加盟に係わる努力を重視しつつ、「法のルールと多民族国家におけるすべての人々の人権尊重に基づいて、開放された持続的成長に必須の制度的・戦略的な能力の向上に関して、政府と市民社会を支援する」<sup>66</sup>とのミッションの下で、(1) 社会的包含（Social Inclusion）、(2) 地方ガバナンスと地域開発（Local Governance and Territorial Development）、(3) 環境保護（Environmental Protection）の 3 分野を中心課題にしている。

UNDAF 2010-2015 における 3 番目の中心課題である環境保護分野では「中央と地方の両レベルの関係機関が、環境・災害リスク軽減の課題を国家及び地方開発枠組みの中に体系化する能力を 2015 年までに向上させること」を目標としている<sup>67</sup>。この目標に対して 3 つの主要課題が設定され、その一つが「国内関係機関が 2015 年までに自然災害及び人工的災害のリスクを軽減し、その対応を強化できるようになる。」であり、CMC、DPR、環境・自然計画省、MAWFE 等が積極的に関与していくことが想定されている。

以上を背景として、UNDP マケドニア代表事務所は 2009 年 12 月に今後 5 年間のマケドニアに対する支援プログラム計画（Country Program Action Plan: CPAP）を作成・提出し、2010 年 3 月にマケドニア外務大臣の署名を得てその内容について政府と合意している。上記環境保護分野での災害リスク軽減に係わる課題については次のような分野で関係機関の能力向上を図るとしている。

- (a) 各セクター間の調整を促進し国家・地域・地方の各レベルでの幅広い対話環境を実現するメカニズムとしての災害リスク軽減のための国家的プラットフォームの強化、
- (b) 災害リスク軽減におけるコミュニティ参加の促進、
- (c) 国家及び地方レベルでのリスクアセスメントの開発の支援、
- (d) 全レベルの学校カリキュラムの該当科目における災害リスク軽減に係わる知識の導入

<sup>65</sup> UNDAF2010-2015 を承認・署名している国連機関は、(1)UNDP, (2) UNFPA, (3) UNHCR, (4) UNICEF, (5) UNIFEM, (6) IOM, (7) WHO, (8) UN Them Group on AIDS Chair, (9) UNECE, (10) UNEP, (11) UNESCO, (12) UNIDO, (13) ILO の 13 機関である。また、本フレームワークの実施に当り、9,980 万ドルの資金規模が必要になると推計しており、その内、54%に当たる 5,410 万ドルが UNDP によって確保されるべきであるとしている。

<sup>66</sup> 英文ミッション・ステートメントは「Assisting the government and civil society in developing the institutional and strategic capacity that is essential to ensure inclusive and sustainable development based on the rule of law and a respect for human rights for all people in a multi-ethnic state.」である。

<sup>67</sup> 該当する環境保護分野での「成果」の英文は「By 2015 the central and local level authorities have improved capacities to integrate environment and disaster risk reduction into national and local development frameworks, and communities and Civil Society Organizations (CSOs) participate more effectively in environmental protection and disaster risk reduction planning, implementation and monitoring.」である。また、本分野での必要資金額は 2,452 万ドルと想定している（全体の約 25%）。

## 促進と、学校での地方リスクアセスメントと災害に対する準備プログラムの実施

なお、UNDP による 2009 年の文書<sup>68</sup>では、災害分野でのマケドニアに対するこれまでの JICA 支援の成功事例を踏まえて、上記分野の活動において JICA の名前を潜在的パートナーの一つとしてあげている。

また、UNDP による 2005-2009 年のプログラムにおいて、マケドニアに対する（広義の）森林火災分野での具体的な技術支援は次の 2 件が実施された。

- (a) 「森林火災早期回復・予防/国家災害管理 2007 (2007 Forest Fires Early Recovery and Prevention / Natural Disaster management)」: US\$ 100,000 の資金規模で、森林火災分野での世界的権威であるドイツの Goldammer 教授とマケドニアの Nikola Nikolov 教授の執筆による「Ecological Damage Assessment of the Wildfires in the FYRM in 2007」(2007 年 9 月)がまとめられた。
- (b) 「危機管理センター (CMC) の能力強化 (Strengthening of the capacities of the Crisis Management Center)」: 2009-2010 年、US\$300,000 (6-4-2 で詳述)

### 6-4-2. 「危機管理センターの能力強化」プロジェクト

危機管理センター (CMC) を実施機関として、マケドニアの「危機管理法 (Law on Crisis Management)」に基づく「危機管理システム (CMS)」の現状把握と改善課題を明らかにするとともに、CMC の中央・地方の組織の実施能力向上と、国民の CMS に係わる認知度向上を図る 2 年間のプロジェクト。日本政府からの国連拠出ファンドの資金を活用しており、プロジェクト概要は次の通りである。

- (a) 目 標: 「自然災害、人工的災害、突発的危機に対する調整の取れたタイムリーなセクター横断的な国家対応が強化される」
- (b) 成 果:
  - (1) CMS 上の能力強化ニーズの把握
  - (2) ジェンダー配慮の国家危機管理計画の策定
  - (3) CMC の災害モニタリング能力向上
  - (4) CMC 地方センターを通じた地方政府・コミュニティの能力向上
  - (5) CMS とその参加重要性に係わる) 国民認知度の向上
- (b) 実施期間: 2008 年 4 月～2009 年 12 月 (2 年間弱) <sup>69</sup>
- (c) UNDP 投入コスト: 日本政府拠出金 (JWIDE/Partnership fund) 20 万ドル、UNDP BCPR 資金 10 万ドルの、合計 US\$ 300,000
- (d) 主な投入 (UNDP):

<sup>68</sup> “UNDP country program document for the FYR of Macedonia (2010-2015)”, United Nations, DP/DCP/MKD/1, 20 April 2009

<sup>69</sup> 当初は 2009 年 12 月でプロジェクト終了の予定だったが、開始が 4 ヶ月ほど遅れたのに伴い、2010 年春までプロジェクトは継続した。また、その後も別の資金ソースを得て、特定の地方部 (Strumica) で住民の災害リスク対応準備強化や認知度向上等の活動が 2010 年末までを目標として継続している。

- (1) マケドニア専門家： プロジェクト・マネージャー1名<sup>70</sup>
  - (2) プロジェクト支援スタッフ： 1名
  - (3) 旅費、資料作成、資機材購入、研修等に係わる経費
  - (4) その他一般プロジェクト経費
- (e) 実施体制：
- (1) 実施機関は CMC
  - (2) プロジェクトの調整に係わるプロジェクト・ボードを形成する。主な参加者（予定）は、CMC 長官、UNDP 代表、JICA 代表、必要に応じて UNDP BCPR 代表、その他関係機関の代表<sup>71</sup>。

同プロジェクトは CMC の災害対策全般にわたる基礎的能力向上を図ろうとしたもので、森林火災予防・早期警戒面での直接的な能力向上支援を狙ったものではなく、支援規模も小さい。しかし、災害リスク軽減に関連して次のような一定の成果を出しており、JICA プロジェクトを開始する上での基盤を形成していると考えられることから、当該プロジェクトの成果と UNDP の動向には今後も十分に留意する必要がある。

- プロジェクト活動の中で、JICA 開発調査によって作成され旧測地局（現在の名称：Agency for Real Estate and Cadastre）が保有していた 105 面の GIS 地図を、CMC の GIS システムに導入した。これにより、CMC では発生・通報された災害・事故情報（イベント情報）の位置データを CMC 本部で入力し、それをオペレーションセンターで表示または CMC 職員に情報提供できるようになった。
- CMC が導入し 2008 年初頭から稼動していた GIS システムに関して、データ簡易入力のカスタム・アプリケーションを開発・導入し、上記 GIS 地図導入とのリンクを図ることで、CMC における災害モニタリングの質を向上させた。
- Strumica、Veles、Kichevo の 3 地方都市における地震、洪水、地滑り、雪崩、落石、森林火災等の各種災害の危険を地図上に表現しようと試みた結果を、同地域の CMC、DPR 地方センターや関係機関に配布して啓蒙活動を行った。
- Strumica、Veles、Kichevo の 3 地方都市で CMC、DPR、森林公社地方支部、地方政府等を始めとする関係者のネットワーキング活動を行い、地方部での情報共有・調整に係わる基盤形成を図った。
- Strumica、Veles、Kichevo の 3 地方都市の学校教育現場で災害リスクとその対応に係わる認知度向上・啓蒙の活動を行い、避難訓練等を実施した。

---

<sup>70</sup> 当該プロジェクト・マネージャーである Vasko Popovski 氏は CMC 本部 4 階の UNDP プロジェクトオフィスで現在も執務中である。調査団は同氏と複数回にわたる面談を行い、同氏は 7 月 8 日ワークショップにも参加した。なお、本 JICA プロジェクトの要請書は同氏のアドバイスの下で CMC の Stevko Stefanoski 氏が起草したものとのことである。

<sup>71</sup> JICA 企画調査員（在スコピエ）の話によると、同ボードの会議に招聘された事実は無く、どの程度の実態があるかどうかは不明という。

## 付属資料

- 1: 日本側署名レター 調査団協議議事録 (M/M) 添付
- 2: 先方署名レター 調査団協議議事録 (M/M) 添付
- 3: 日本側署名レター及び先方署名レター 討議議事録 (R/D) 添付
- 4: 日本側署名レター及び先方署名レター PDM1, PO1 承認に係る協議議事録 (M/M) 添付
- 5: 収集資料
  - 5-1 CMC 作成資料 1
  - 5-2 CMC 作成資料 2
  - 5-3 IZIIS 作成資料
  - 5-4 マケドニア森林公社 作成資料
  - 5-5 農業・森林・水経済省 作成資料





14<sup>th</sup> July, 2010**Mr. JAKIMOVSKI Toni**

Director

Crisis Management Center,

Former Yugoslav Republic of Macedonia

Dear Sir,

With reference to the discussions held between the Detailed Planning Survey Team of the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and the Crisis Management Center (hereinafter referred to as “CMC”), from 27<sup>th</sup> June, to 18<sup>th</sup> July, 2010, concerning the “Project on Development of Integrated system for Prevention and Early Warning of Forest Fires” (hereinafter referred to as “the Project”) to be undertaken by JICA, I hereby confirm that the Minutes of Meeting, which is duly recorded in the attachment, have been agreed upon between JICA and CMC.

I would appreciate it very much if you could confirm the aforementioned Minutes of Meeting on behalf of CMC.

Sincerely yours,

**ENDO Hiroaki**

Leader

Detailed Planning Survey Team

Japan International Cooperation Agency (JICA)

**MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
THE AUTHORITY CONCERNED  
OF  
THE GOVERNMENT OF  
THE FORMER YUGOSLAV REPUBLIC OF MACEDONIA  
ON  
THE PROJECT ON DEVELOPMENT  
OF  
INTEGRATED SYSTEM FOR PREVENTION  
AND EARLY WARNING OF FOREST FIRES**

For Japanese side

## ATTACHED DOCUMENT

### 1. Background and the points to be considered for formation of the Project

Both sides confirmed to the following:

#### (1) Contribute to Mitigation of and Adaptation to Climate Change

Forest fires are one of the major potential factors on national crisis as Macedonia faced in 2007. In addition, forest fires are also one of the causes of deforestation and forest degradation, as well as a source of Greenhouse Gas (GHG) emissions, which could lead to Climate Change globally. Therefore, prevention and early warning of forest fires through the project activities could contribute to the mitigation of and adaptation to climate change, which is to be addressed by the international community.

#### (2) Disseminate the results of the Project

CMC would take necessary measures to disseminate the results of the Project within Macedonia and also the Balkan region. The possible measures against the forest fires could be applicable to the countries in the Balkan region, as they easily become the trans-boundary and/or regional issue.

#### (3) Cooperate on Inter-institutional level

In addition to the points above, inter-institutional cooperation in Macedonia is necessary for the smooth implementation of the Project, specifically in terms of data collection, data unification and integration, such as with the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy, the Public Enterprise Macedonian Forests and others.

### 2. Implementation Agency

Both sides agreed that the Crisis Management Center is the implementing agency for the Project.

### 3. Draft of Record of Discussions

As a result of the discussions, both sides agreed on the draft of Record of Discussions (hereinafter referred to as “R/D”) shown in APPENDIX I. After the approval of JICA headquarters, JICA Balkan Office and the authorities concerned of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will prepare final R/D to be signed by both sides before the commencement of the Project.

The Team explained that the attached R/D was draft and was subject to change in the authorization process by the competent authorities of both sides. The Team also explained that this Minutes of Meetings was a technical document to describe the discussion results between

For Japanese side

the Macedonian related authorities and the Team, as a preparation process to formulate R/D.

#### **4. Project Design Matrix (PDM)**

The Team explained that the Project Design Matrix (hereinafter referred to as “PDM”) is commonly used in Japanese technical cooperation in order to manage and implement projects efficiently and effectively. It will also be used as a reference for monitoring and evaluating the Project.

As a result of the discussions, both sides agreed to apply the tentative PDM to the Project, as shown in APPENDIX II, with the following understanding:

- 1) The PDM is a logically designed matrix, which defines the initial understanding of the framework of technical cooperation for the Project and indicates the logical steps toward the achievement of the Project purpose.
- 2) The PDM is to be flexibly revised according to the progress and achievements of the Project, upon approval by the Steering Committee.

#### **5. Duration and Schedule of the Project**

The duration of the Project would be three (3) years from the date when the first expert arrives.

The Plan of Operation has been tentatively formulated according to the draft of R/D. The tentative Plan of Operation for the entire period of the Project is shown in APPENDIX III.

The Annual Plan of Operation is to be drafted by both sides according to the Plan of Operation and is to be submitted to the Steering Committee. The activities are subject to change within the scope of the R/D, if necessity arises, in the course of the Project implementation.

#### **6. Undertakings of the Government of Japan**

After the approval of JICA headquarters and signing of R/D, JICA will take, at its own expense, the following measures in accordance with the laws and regulations in force in Japan.

##### **(1) Dispatch of Japanese Experts**

JICA will provide the services of the Japanese experts.



For Japanese side

(2) Provision of Machinery and Equipment

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as “the Equipment”) necessary for the implementation of the Project.

(3) Training of Macedonian Personnel in Japan

JICA will receive the Macedonian personnel connected with the Project for technical training in Japan.

**7. Undertakings of the Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia**

(1) Allocation of Budget

Both sides confirmed that the following would be allocated by the Macedonian side to ensure effective implementation of the Project.

- a. Travel costs and daily allowances for the Macedonian personnel related to in-country project activities should be borne by each organization which counterpart personnel belongs to.
- b. Expenses for utility such as electricity, Internet connection and water supply for the project office provided at CMC should be borne by CMC.
- c. Operational expenses for customs clearance, storage and domestic transportation for the equipment provided by the Japanese side should be borne by CMC, if necessity arises. The Equipment would be procured from abroad, only if such equipment cannot be found in Macedonia.
- d. Expenses for installation, operation and maintenance of facilities and equipment procured by the Project should be borne by CMC, if necessary.
- e. Cost for repair work and construction should be borne by the Macedonian side.
- f. Travel costs and daily allowances for the Steering Committee members to attend committee meetings should be borne by each organization which committee members belong to.

(2) Allocation of Personnel

Both sides confirmed that the Macedonian side would assign suitable number of capable counterpart personnel in order to ensure the effective implementation of the Project. The list of counterpart personnel is attached as ANNEX IV of the draft of R/D.

(3) Office and facilities

Both sides confirmed that the following should be provided by the Macedonian side to ensure effective implementation of the Project:



For Japanese side

- a. CMC will provide furnished and air-conditioned office space in CMC with telephone line, Internet connection, desks and chairs, which can accommodate Japanese experts and supporting staff for the smooth implementation of the Project.
- b. CMC will provide rooms and space necessary for installation and storage of the equipment procured by the Project.
- c. CMC, in accordance with its current possibilities, will provide meeting rooms for training and meetings.

(4) Providing necessary information

Both sides confirmed that the relevant Macedonian institutions would provide necessary information and documents on implementing the Project.

(5) Privileges, exemptions and benefits

Both sides confirmed that the Macedonian side would take necessary measures to grant privileges, exemptions and benefits to the Japanese experts referred in ANNEX II of the draft of R/D which are no less favorable than those accorded to experts of third countries working in Macedonia.

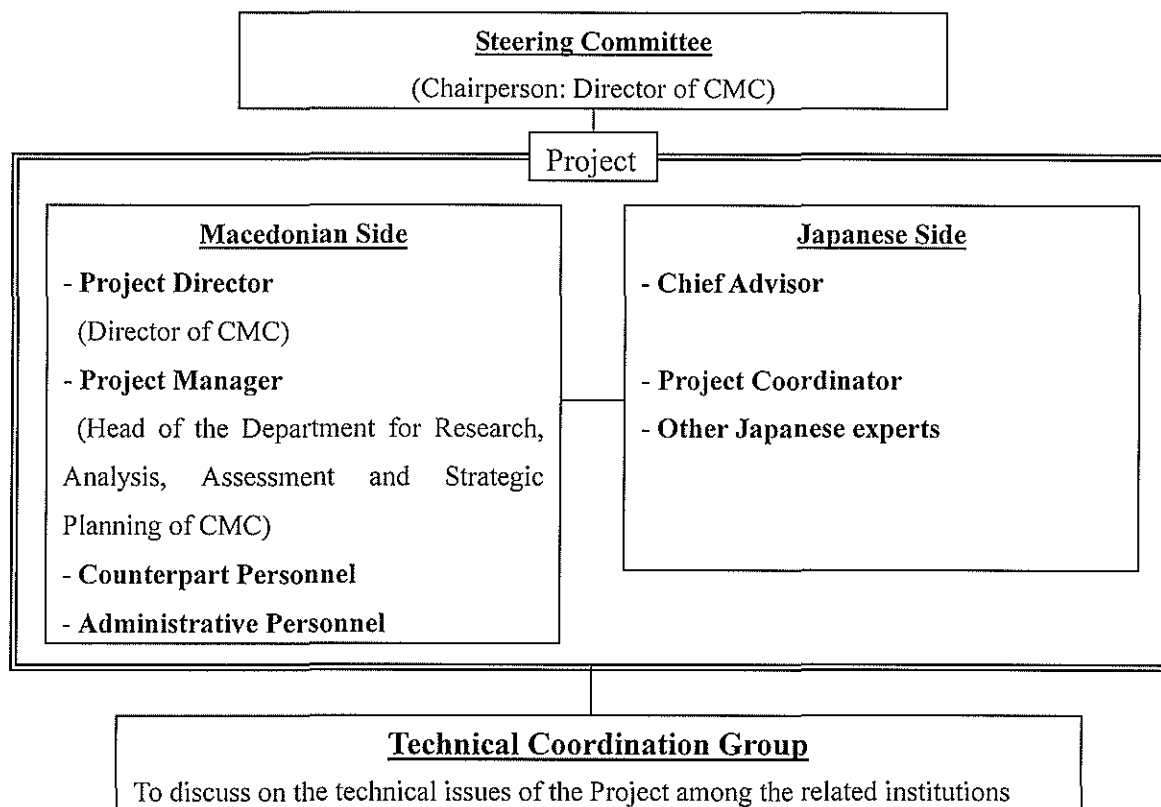
**8. Other relevant issues**

(1) Implementation Structure

Both sides confirmed to establish following implementation structure as described in the draft of R/D to ensure smooth execution of the Project. CMC will take necessary procedural action to set up the structure.



For Japanese side



## (2) Technical Coordination Group

Both sides confirmed to organize Technical Coordination Group in which technical issues of the Project are discussed. The members of the Group will be determined after the Project starts.

## (3) The feasibility study on the technical system for forest fire early detection

Given the result of the feasibility study, the both sides will discuss the possibility of development of the early detection system(s) within the project period.

APPENDIX I Draft of Record of Discussions

APPENDIX II Draft Project Design Matrix

APPENDIX III Tentative Plan of Operation



(Draft)

**RECORD OF DISCUSSIONS  
BETWEEN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
AUTHORITY CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF  
THE FORMER YUGOSLAV REPUBLIC OF MACEDONIA  
ON  
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE PROJECT ON DEVELOPMENT OF INTEGRATED SYSTEM FOR PREVENTION  
AND EARLY WARNING OF FOREST FIRES**

With regard to the Minutes of Meetings signed between the Detailed Planning Survey Team and the Former Yugoslav Republic of Macedonia dated on July 14<sup>th</sup>, 2010, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), through the Resident Representative of JICA in Serbia, had a series of discussions with the Macedonian authority concerned on desirable measures to be taken by JICA and the Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia for the successful implementation of the Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires (hereinafter referred to as “the Project”).

As a result of the discussions, JICA and the Macedonian authority concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

Skopje, (date), 2010

---

**Mr. Satoru KUROSAWA**  
Resident Representative  
JICA Balkan Office  
Japan International Cooperation Agency

---

**Mr. Toni JAKIMOVSKI**  
Director  
Crisis Management Center  
Former Yugoslav Republic of Macedonia

## THE ATTACHED DOCUMENT

### I. COOPERATION BETWEEN JICA AND MACEDONIAN GOVERNMENT

1. The Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will implement the Project in cooperation with JICA.
2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan which is given in ANNEX I.

### II. MEASURES TO BE TAKEN BY JICA

In accordance with the laws and regulations in force in Japan, JICA, as the executing agency for technical cooperation by the Government of Japan, will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures of its technical cooperation scheme.

#### 1. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

JICA will provide the services of the Japanese experts as listed in ANNEX II.

#### 2. PROVISION OF MACHINERY AND EQUIPMENT

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as “the Equipment”) necessary for the implementation of the Project as listed in ANNEX III.

The Equipment will become the property of the Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia upon being delivered C.I.F.(cost, insurance and freight) to the Macedonian authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.

#### 3. TRAINING OF MACEDONIAN PERSONNEL IN JAPAN

JICA will receive the Macedonian personnel connected with the Project for technical training in Japan.

### III. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF FORMER YUGOSLAV REPUBLIC OF MACEDONIA

1. The Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will take necessary measures to ensure that the self-reliant operation of the Project will be sustained during and after the period of Japanese technical cooperation, through full and active involvement in the Project by all related authorities, beneficiary groups and institutions.



2. The Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will ensure that the technologies and knowledge acquired by the Macedonian nationals as a result of the Japanese technical cooperation will contribute to the economic and social development of the Former Yugoslav Republic of Macedonia.
3. The Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will grant in the Former Yugoslav Republic of Macedonia privileges, exemptions and benefits as listed in Annex VII no less favorable than those granted to experts of third countries or international organizations performing similar missions to the Japanese experts in the Former Yugoslav Republic of Macedonia.
4. The Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will take the measures necessary to receive and use the Equipment provided by JICA under II-2 above and equipment, machinery and materials carried in by the Japanese experts referred to in II-1 above.
5. The Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will take necessary measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Macedonian personnel from technical training in Japan will be utilized effectively in the implementation of the Project.
6. In accordance with the laws and regulations in the Former Yugoslav Republic of Macedonia, the Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will take necessary measures to provide at its own expense for the project:
  - (1) Services of Macedonian counterpart personnel and administrative personnel as listed in ANNEX IV;
  - (2) Land, buildings and facilities as listed in ANNEX V;
  - (3) Supply or replace at its own expense machinery, equipment, instruments, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the Equipment provided by JICA under II-2 above.
7. In accordance with the laws and regulations in force in the Former Yugoslav Republic of Macedonia, the Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will take necessary measures to meet:
  - (1) Expenses necessary for transportation within the Former Yugoslav Republic of Macedonia of the Equipment referred to in II-2 above as well as for the installation,

- operation and maintenance thereof, if necessary;
- (2) Customs duties, internal taxes and any other charges imposed in the Former Yugoslav Republic of Macedonia on the Equipment referred to in II-2 above;
- (3) Running expenses necessary for the implementation of the Project.

#### IV. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. Director of Crisis Management Center (CMC), as the Project Director, will bear overall responsibility for the administration and implementation of the Project.
2. Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center (CMC), as the Project Manager, will be responsible for the managerial and technical matters and smooth implementation of the Project with close relation with other authorities concerned.
3. The Japanese Chief Advisor will provide necessary recommendations and advice to the Project Director and the Project Manager on any matters pertaining to the implementation of the Project.
4. The Japanese experts will provide necessary technical guidance and advice to Macedonian counterpart personnel on technical matters pertaining to the implementation of the Project.
5. For the effective and successful implementation of technical cooperation for the Project, a Steering Committee will be established whose functions and composition are described in ANNEX VI.

#### V. JOINT EVALUATION

Evaluation of the Project will be conducted jointly by JICA and the Macedonian authorities concerned, at the middle and during the last six months of the cooperation term in order to examine the level of achievement.

#### VI. CLAIMS AGAINST JAPANESE EXPERTS

The Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia undertakes to bear claims, if any arises, against the Japanese experts engaged in technical cooperation for the Project



resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in the Former Yugoslav Republic of Macedonia except for those arising from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.

## **VII. MUTUAL CONSULTATION**

There will be mutual consultation between JICA and the authorities concerned in the Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia on any major issues arising from, or in connection with this Attached Document.

## **VIII. MEASURES TO PROMOTE UNDERSTANDING OF AND SUPPORT FOR THE PROJECT**

For the purpose of promoting support for the Project among the people of the Former Yugoslav Republic of Macedonia, the Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of the Former Yugoslav Republic of Macedonia.

## **IX. TERM OF COOPERATION**

The duration of the technical cooperation for the Project under this Attached Document will be 3 (three) years from the date of the first dispatch of Japanese expert(s).

|           |                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| ANNEX I   | MASTER PLAN                                                              |
| ANNEX II  | LIST OF JAPANESE EXPERTS                                                 |
| ANNEX III | LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT                                          |
| ANNEX IV  | LIST OF MACEDONIAN COUNTERPART PERSONNEL AND<br>ADMINISTRATION PERSONNEL |
| ANNEX V   | LIST OF LAND, BUILDINGS AND FACILITIES                                   |
| ANNEX VI  | STEERING COMMITTEE                                                       |
| ANNEX VII | PRIVILEGES, EXEPTION AND BENEFITS FOR JAPANESE EXPERTS                   |

## ANNEX I

### MASTER PLAN

#### 1. Title of the Project

Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires

#### 2. Overall Goal

National coordination for the prevention and early warning of forest fires is effectively implemented.

#### 3. Project Purpose

The capacity of CMC for the national coordination for prevention and early warning of forest fires is strengthened.

#### 4. Outputs

1. National system for forest fire risk assessment is developed.
2. Mechanism on national coordination for prevention and early warning of forest fires is reinforced.

#### 5. Activities

- 1-1 Design risk assessment methodology for forest fires
- 1-2 Identify and collect data/information useful for the forest fire risk assessment
- 1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training
- 1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fires
- 1-5 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection
- 1-6 Design methodology on the assessment of damages and consequences from forest fires
- 1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment
  
- 2-1 Strengthen coordination mechanism with relevant institutions
- 2-2 Organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)
- 2-3 Increase public awareness
- 2-4 Assess the effectiveness of coordination and identify supplementary measures, if necessary

#### 6. Project site

The Project site is Skopje.



## ANNEX II LIST OF JAPANESE EXPERTS

Japanese experts in the field described below may be dispatched depending on the needs as specified in the annual plan of the Project.

- Forest Fire Management
- GIS system/database,
- Other fields required

Chief Advisor and Project Coordinator will be assigned from the experts listed above.

Note: Experts may serve concurrently with other field(s). Specialization, number and terms of assignment of JICA Project Experts will be decided in consideration of the progress of the Project through mutual consultations.





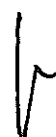
### ANNEX III LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT

Machinery, equipment, materials mutually agreed upon as necessary will be provided.

Provision of equipment for the Project activities as follows:

- Forest fire management
- GIS system/database
- Others if necessary

Note: Contents, specifications and quantity of the equipment will be decided through mutual consultation within the allocated budget.



## **ANNEX IV LIST OF MACEDONIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL**

### **1. Project Director**

Director of Crisis Management Center

### **2. Project Manager**

Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center

### **3. Administrative Personnel**

(1) Administrator(s)

(2) Secretaries

(3) Other necessary staff



## **ANNEX V LIST OF LAND, BUILDINGS AND FACILITIES**

1. Land, building and facilities necessary for the implementation of the Project
2. Buildings and facilities necessary for the installation and storage of the equipment provided by the Government of Japan.
3. Suitable office rooms and any other facilities necessary for Japanese experts to hold office.



## **ANNEX VI      STEERING COMMITTEE**

### **1. Functions**

A Steering Committee will be created, which will meet at least once a year or whenever necessity arises.

The functions of the Steering Committee are as follows:

- (1) To supervise the annual work plan of the Project in line with the Plan of Operation and Project Design Matrix that will be formulated based on the Record of Discussions.
- (2) To review the annual and overall progress of the Project, and to evaluate the accomplishment of annual targets and achievement of the objectives.
- (3) To find out proper ways and means for the solutions of major issues arising from or in connection with the Project.

### **2. Members of the Committee**

(1) Chairperson: Director of Crisis Management Center

(2) Members

a. Macedonian side

- Project Manager; Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center
- Representative of Secretariat for European Affairs (SEA)
- Other personnel concerned appointed in consultation with both sides

b. Japanese side

- Japanese experts
- Representative of the JICA Balkan office/Skopje office
- Other persons concerned, to be appointed by JICA Balkan office/Skopje office, if necessary.

Note:

- Official(s) of the Embassy of Japan may attend the Committee meetings as observer(s).



## ANNEX VII PRIVILEGES, EXEMPTIONS AND BENEFITS FOR JAPANESE EXPERTS

1. Exemption from income tax and other charges of any kind of imposed on or in connections with the living allowances remitted from abroad.
2. Exemption from import tax, export duties and any other charges in respect of personal and household effects of the Japanese experts and their families.
3. To issue, upon application, entry visa for the Japanese experts and their families free of charge.
4. To issue identification card to the Japanese experts and their families to secure the cooperation of all governmental organization necessary for the performance of duties of the experts.
5. Exemption from customs duties for import and export of professional equipment by the Japanese experts in connection with the activities of the Project.



## APPENDIX II Draft Project Design Matrix (PDM)

Version: PDM 0

Date: July 14, 2010

PROJECT TITLE: Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires

DURATION: Three years from the date of the first dispatch of expert(s)

IMPLEMENTING AGENCY: Crisis Management Center (CMC)

PROJECT SITE: Skopje

TARGET GROUP: (Direct) Relevant personnel of CMC, (Indirect) Relevant personnel of related institutions under Crisis Management System

|                        | Narrative Summary                                                                                                   | Objectively Verifiable Indicators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Means of Verification                                                                    | Important Assumptions                                                                                                                                                     |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Overall Goal</b>    | National coordination for the prevention and early warning of forest fires is effectively implemented.              | (1) Institutions under the Crisis Management System constantly share data/information.<br>(2) Mechanism on national coordination is periodically reviewed and updated.                                                                                                                                                                                                                            | Regulations, guidelines, reports and documents of CMC and of the government of Macedonia | N/A                                                                                                                                                                       |
| <b>Project Purpose</b> | The capacity of CMC for the national coordination for prevention and early warning of forest fires is strengthened. | (1) Level of operation and use of the integrated GIS system at CMC<br>(2) Level of shared/used information on prevention and early warning of forest fires among the relevant institutions                                                                                                                                                                                                        | Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey                      | 1. Budget and number of personnel of CMC will not be significantly decreased.<br>2. There will be no significant change in crisis management policy against forest fires. |
| <b>Outputs</b>         | 1. National system for forest fire risk assessment is developed.                                                    | (1) Number/volume of data/information stored in the integrated GIS system<br>(2) Number of the integrated GIS system users with their capacity improvement<br>(3) Number of developed GIS hazard maps<br>(4) Level of sharing and use of risk assessment methodology among relevant institutions.<br>(5) Level of sharing and use of methodology for detection system among relevant institutions | Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey                      | 1. Necessary cooperation by relevant institutions is secured according to the plan.<br>2. Trained personnel will continue to work in CMC and relevant institutions.       |
|                        | 2. Mechanism on national coordination for prevention and early warning of forest fires is reinforced.               | (1) Level of information and technologies shared by the Technical Coordination Group<br>(2) Level of increased public awareness                                                                                                                                                                                                                                                                   | Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey                      |                                                                                                                                                                           |

APPENDIX 2-1/2

| Activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Inputs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Pre-Conditions                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1-1 Design risk assessment methodology for forest fires*</p> <p>1-2 Identify and collect data/information useful for the forest fire risk assessment</p> <p>1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training</p> <p>1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fires</p> <p>1-5 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection**</p> <p>1-6 Design methodology on the assessment of damages and consequences from forest fires</p> <p>1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment</p> <p>2-1 Strengthen coordination mechanism with relevant institutions</p> <p>2-2 Organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)</p> <p>2-3 Increase public awareness</p> <p>2-4 Assess the effectiveness of coordination and identify supplementary measures, if necessary</p> <p>*: "Risk assessment methodology for forest fires" means of a set of specific documents that define integrated method and procedures for work on forest fire risk assessment in all relevant institutions such as:</p> <p>(1) Method of collecting information and utilization of proper equipment; and</p> <p>(2) How to make data collection and how to conduct appropriate data processing.</p> <p>** : Given the result of the feasibility study, the both sides will discuss the possibility of development of the early detection system(s) within the Project period.</p> | <p><u>Japanese Side</u></p> <p>1. Experts</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forest Fire Management</li> <li>- GIS system/database</li> <li>- Other fields required</li> </ul> <p>Chief Advisor and Project Coordinator will be assigned from above experts.</p> <p>2. Training of counterpart personnel in Japan</p> <p>3. Provision of equipment for the Project activities in the followings:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forest fire management</li> <li>- GIS system/database</li> <li>- Others if necessary</li> </ul> <p>4. Operational costs</p> <p><u>Macedonian Side</u></p> <p>1. Government Staff as counterpart personnel and Project staff as needed for the Project</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Project Director</li> <li>(2) Project Manager</li> <li>(3) Counterpart personnel</li> <li>(4) Supporting staff</li> </ul> <p>2. Administrative and operational costs</p> <p>3. Provision of land, building, facilities and equipment for the Project.</p> | <p>1. Commitment and willingness of project partners in CMC and relevant institutions</p> <p>2. Counterpart personnel are appointed as planned</p> <p>3. Allocation of sufficient budget by the Macedonian side according to the plan.</p> |



| Activities / Year                                                                                                     | CY2011                                                                          |                                                    |                                                          |    | CY2012                                        |    |             |    | CY2013                                 |    |             |    | Responsible person(s)<br>(Counterpart Personnel: C/P)                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------|----|-------------|----|----------------------------------------|----|-------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                       | I                                                                               | II                                                 | III                                                      | IV | I                                             | II | III         | IV | I                                      | II | III         | IV |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Project Year                                                                                                          | Year 1                                                                          |                                                    |                                                          |    | Year 2                                        |    |             |    | Year 3                                 |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Evaluation Activities                                                                                                 |                                                                                 |                                                    |                                                          |    | *<br>Mid-term                                 |    |             |    | *<br>Terminal                          |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1. National system for forest fire risk assessment is developed.                                                      |                                                                                 |                                                    |                                                          |    |                                               |    |             |    |                                        |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-1 Design risk assessment methodology for forest fires                                                               | Review of existing methodology                                                  |                                                    | Design                                                   |    | Documentation                                 |    |             |    |                                        |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning                                                                                                                                                                                 |
| 1-2 Identify and collect data/information useful for forest fire risk assessment                                      | Review of existing data at CMC and relevant institutions                        |                                                    | Design of data specification                             |    | Data collection & accumulation (initial)      |    |             |    | Further data collection & accumulation |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics                                                                                                                 |
| 1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training |                                                                                 |                                                    | System/DB development                                    |    |                                               |    |             |    | System/DB operation and                |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>In particular, IT Section                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                       | Review of the current CMC System/DB and basic/detailed design for reinforcement |                                                    | Installation of hardware/software to CMC with Data entry |    | Training implementation                       |    |             |    |                                        |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fires                                                              | Basic design and detailed specification                                         |                                                    |                                                          |    | Preparation and publication                   |    |             |    |                                        |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of Operation Coordination Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>(3) Head of IT Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics |
|                                                                                                                       | Training on GIS Hazard Map Technology                                           |                                                    |                                                          |    | Training for Hazard Map creation/preparation  |    |             |    |                                        |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-5 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection                             |                                                                                 | Review of existing/applicable detection system     |                                                          |    | Feasibility study                             |    |             |    |                                        |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of Operation Coordination Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>(3) Head of IT Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics |
| 1-6 Design methodology on the assessment of damages and consequences from forest fires                                |                                                                                 | Collection of existing documents and desk analysis |                                                          |    | Design of methodology                         |    |             |    |                                        |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Financial, Legal and General Works                                                                                                                 |
| 1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment                                                                     |                                                                                 |                                                    |                                                          |    |                                               |    |             |    |                                        |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for International Cooperation                                                                                                                          |
|                                                                                                                       |                                                                                 |                                                    |                                                          |    | Finalization                                  |    |             |    | Finalization                           |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2. Mechanism on national coordination for prevention and early warning of forest fires is reinforced.                 |                                                                                 |                                                    |                                                          |    |                                               |    |             |    |                                        |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2-1 Strengthen coordination mechanism with relevant institutions                                                      |                                                                                 |                                                    |                                                          |    |                                               |    |             |    |                                        |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
| 2-2 Organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)                                                             | *<br>TCGM 1                                                                     |                                                    | *<br>TCGM 2                                              |    | *<br>TCGM 3                                   |    | *<br>TCGM 4 |    | *<br>TCGM 5                            |    | *<br>TCGM 6 |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
| 2-3 Increase public awareness                                                                                         |                                                                                 |                                                    |                                                          |    | Plan and implementation                       |    |             |    |                                        |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
|                                                                                                                       |                                                                                 |                                                    |                                                          |    | Finalization                                  |    |             |    | Finalization                           |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2-4 Assess the effectiveness of coordination and identify supplementary measures, if necessary                        |                                                                                 | SC                                                 |                                                          |    | Monitoring, Evaluation, Reporting and Actions |    |             |    |                                        |    |             |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics                                                                                                                 |
|                                                                                                                       |                                                                                 | *                                                  |                                                          |    |                                               |    |             |    |                                        |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                       |                                                                                 |                                                    |                                                          |    | Finalization                                  |    |             |    | Finalization                           |    |             |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |

Note: (1) CY on the top of the chart is Calendar Year (January - December), which matches with the Macedonian fiscal year system.

ВЛАДА НА  
РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА



GOVERNMENT OF  
THE REPUBLIC OF MACEDONIA

ЦЕНТАР ЗА УПРАВУВАЊЕ СО КРИЗИ

CRISIS MANAGEMENT CENTER

14<sup>th</sup> July, 2010

**Mr. ENDO Hiroaki**

Leader

Detailed Planning Survey Team

Japan International Cooperation Agency (JICA)

Dear Sir,

I have the honor to acknowledge the receipt of your letter, dated 14<sup>th</sup> July, 2010, regarding the signature of the Minutes of Meeting concerning the “Project on Development of Integrated system for Prevention and Early Warning of Forest Fires” (hereinafter referred to as “the Project”), agreed upon between the Crisis Management Center of the Republic of Macedonia and Japan International Cooperation Agency.

Hereby, I confirm that the Crisis Management Center of the Republic of Macedonia agrees with the provisions of the annexed text, and considers the said Minutes of Meeting as being signed with your letter and this letter in reply as equivalent of its signature.

However, I declare that the Republic of Macedonia does not accept the denomination used for my country in the above-mentioned Minutes of Meeting, having in view that the constitutional name of my country is the Republic of Macedonia.

Please accept, Sir, the assurances of my highest consideration,

**JAKIMOVSKI Toni**

Director,

Crisis Management Center,

Republic of Macedonia

**MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
THE AUTHORITY CONCERNED  
OF  
THE GOVERNMENT OF  
THE REPUBLIC OF MACEDONIA  
ON  
THE PROJECT ON DEVELOPMENT  
OF  
INTEGRATED SYSTEM FOR PREVENTION  
AND EARLY WARNING OF FOREST FIRES**



For Macedonian side

## ATTACHED DOCUMENT

### 1. Background and the points to be considered for formation of the Project

Both sides confirmed to the following:

#### (1) Contribute to Mitigation of and Adaptation to Climate Change

Forest fires are one of the major potential factors on national crisis as Macedonia faced in 2007. In addition, forest fires are also one of the causes of deforestation and forest degradation, as well as a source of Greenhouse Gas (GHG) emissions, which could lead to Climate Change globally. Therefore, prevention and early warning of forest fires through the project activities could contribute to the mitigation of and adaptation to climate change, which is to be addressed by the international community.

#### (2) Disseminate the results of the Project

CMC would take necessary measures to disseminate the results of the Project within Macedonia and also the Balkan region. The possible measures against the forest fires could be applicable to the countries in the Balkan region, as they easily become the trans-boundary and/or regional issue.

#### (3) Cooperate on Inter-institutional level

In addition to the points above, inter-institutional cooperation in Macedonia is necessary for the smooth implementation of the Project, specifically in terms of data collection, data unification and integration, such as with the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy, the Public Enterprise Macedonian Forests and others.

### 2. Implementation Agency

Both sides agreed that the Crisis Management Center is the implementing agency for the Project.

### 3. Draft of Record of Discussions

As a result of the discussions, both sides agreed on the draft of Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") shown in APPENDIX I. After the approval of JICA headquarters, JICA Balkan Office and the authorities concerned of the Republic of Macedonia will prepare final R/D to be signed by both sides before the commencement of the Project.

The Team explained that the attached R/D was draft and was subject to change in the authorization process by the competent authorities of both sides. The Team also explained that this Minutes of Meetings was a technical document to describe the discussion results between the Macedonian related authorities and the Team, as a preparation process to formulate R/D.



#### **4. Project Design Matrix (PDM)**

The Team explained that the Project Design Matrix (hereinafter referred to as “PDM”) is commonly used in Japanese technical cooperation in order to manage and implement projects efficiently and effectively. It will also be used as a reference for monitoring and evaluating the Project.

As a result of the discussions, both sides agreed to apply the tentative PDM to the Project, as shown in APPENDIX II, with the following understanding:

- 1) The PDM is a logically designed matrix, which defines the initial understanding of the framework of technical cooperation for the Project and indicates the logical steps toward the achievement of the Project purpose.
- 2) The PDM is to be flexibly revised according to the progress and achievements of the Project, upon approval by the Steering Committee.

#### **5. Duration and Schedule of the Project**

The duration of the Project would be three (3) years from the date when the first expert arrives.

The Plan of Operation has been tentatively formulated according to the draft of R/D. The tentative Plan of Operation for the entire period of the Project is shown in APPENDIX III.

The Annual Plan of Operation is to be drafted by both sides according to the Plan of Operation and is to be submitted to the Steering Committee. The activities are subject to change within the scope of the R/D, if necessity arises, in the course of the Project implementation.

#### **6. Undertakings of the Government of Japan**

After the approval of JICA headquarters and signing of R/D, JICA will take, at its own expense, the following measures in accordance with the laws and regulations in force in Japan.

##### **(1) Dispatch of Japanese Experts**

JICA will provide the services of the Japanese experts.

##### **(2) Provision of Machinery and Equipment**

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as



For Macedonian side

“the Equipment”) necessary for the implementation of the Project.

### (3) Training of Macedonian Personnel in Japan

JICA will receive the Macedonian personnel connected with the Project for technical training in Japan.

## 7. Undertakings of the Government of the Republic of Macedonia

### (1) Allocation of Budget

Both sides confirmed that the following would be allocated by the Macedonian side to ensure effective implementation of the Project.

- a. Travel costs and daily allowances for the Macedonian personnel related to in-country project activities should be borne by each organization which counterpart personnel belongs to.
- b. Expenses for utility such as electricity, Internet connection and water supply for the project office provided at CMC should be borne by CMC.
- c. Operational expenses for customs clearance, storage and domestic transportation for the equipment provided by the Japanese side should be borne by CMC, if necessity arises. The Equipment would be procured from abroad, only if such equipment cannot be found in Macedonia.
- d. Expenses for installation, operation and maintenance of facilities and equipment procured by the Project should be borne by CMC, if necessary.
- e. Cost for repair work and construction should be borne by the Macedonian side.
- f. Travel costs and daily allowances for the Steering Committee members to attend committee meetings should be borne by each organization which committee members belong to.

### (2) Allocation of Personnel

Both sides confirmed that the Macedonian side would assign suitable number of capable counterpart personnel in order to ensure the effective implementation of the Project. The list of counterpart personnel is attached as ANNEX IV of the draft of R/D.

### (3) Office and facilities

Both sides confirmed that the following should be provided by the Macedonian side to ensure effective implementation of the Project:

- a. CMC will provide furnished and air-conditioned office space in CMC with telephone line, Internet connection, desks and chairs, which can accommodate Japanese experts and



For Macedonian side

supporting staff for the smooth implementation of the Project.

- b. CMC will provide rooms and space necessary for installation and storage of the equipment procured by the Project.
- c. CMC, in accordance with its current possibilities, will provide meeting rooms for training and meetings.

(4) Providing necessary information

Both sides confirmed that the relevant Macedonian institutions would provide necessary information and documents on implementing the Project.

(5) Privileges, exemptions and benefits

Both sides confirmed that the Macedonian side would take necessary measures to grant privileges, exemptions and benefits to the Japanese experts referred in ANNEX II of the draft of R/D which are no less favorable than those accorded to experts of third countries working in Macedonia.

**8. Other relevant issues**

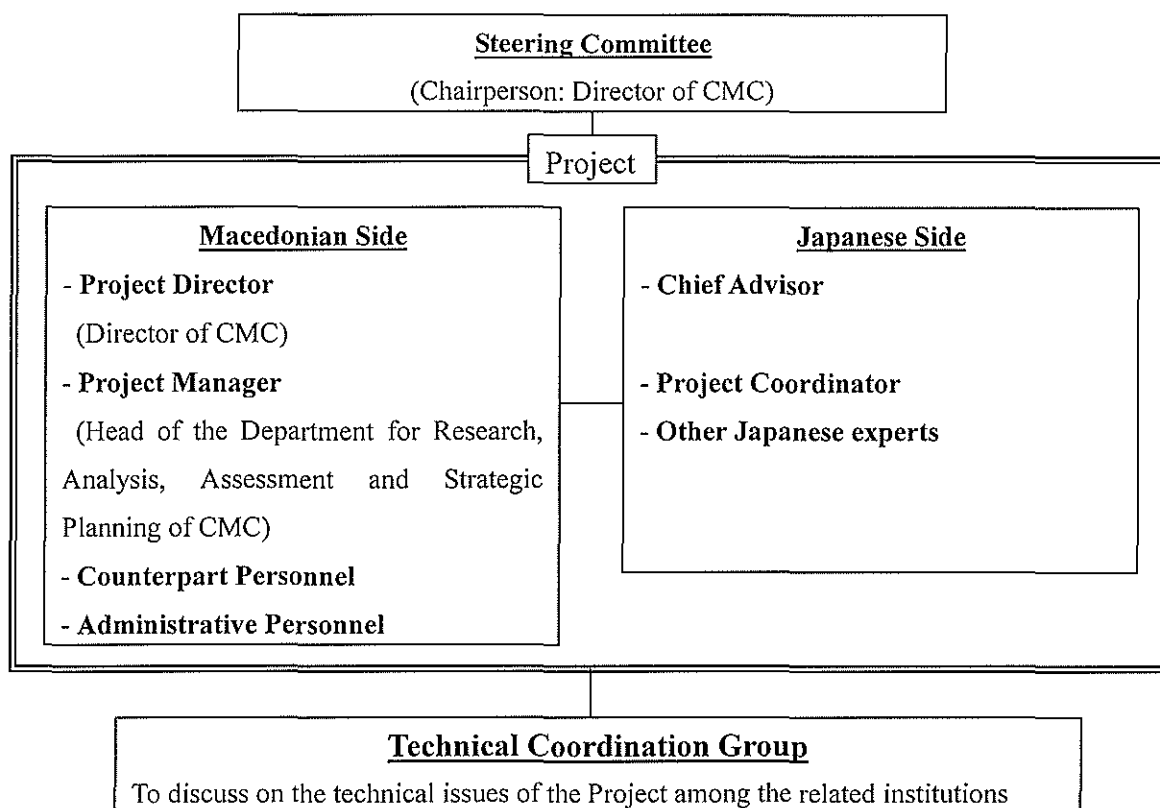
(1) Implementation Structure

Both sides confirmed to establish following implementation structure as described in the draft of R/D to ensure smooth execution of the Project. CMC will take necessary procedural action to set up the structure.





For Macedonian side



## (2) Technical Coordination Group

Both sides confirmed to organize Technical Coordination Group in which technical issues of the Project are discussed. The members of the Group will be determined after the Project starts.

## (3) The feasibility study on the technical system for forest fire early detection

Given the result of the feasibility study, the both sides will discuss the possibility of development of the early detection system(s) within the project period.

APPENDIX I Draft of Record of Discussions

APPENDIX II Draft Project Design Matrix

APPENDIX III Tentative Plan of Operation

(Draft)

**RECORD OF DISCUSSIONS  
BETWEEN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
AUTHORITY CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF  
THE REPUBLIC OF MACEDONIA  
ON  
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE PROJECT ON DEVELOPMENT OF INTEGRATED SYSTEM FOR PREVENTION  
AND EARLY WARNING OF FOREST FIRES**

With regard to the Minutes of Meetings signed between the Detailed Planning Survey Team and the Republic of Macedonia dated on July 14<sup>th</sup>, 2010, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), through the Resident Representative of JICA in Serbia, had a series of discussions with the Macedonian authority concerned on desirable measures to be taken by JICA and the Government of the Republic of Macedonia for the successful implementation of the Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires (hereinafter referred to as “the Project”).

As a result of the discussions, JICA and the Macedonian authority concerned agreed on the matters referred to in the document attached hereto.

Skopje, (date), 2010

---

**Mr. Satoru KUROSAWA**  
Resident Representative  
JICA Balkan Office  
Japan International Cooperation Agency



---

**Mr. Toni JAKIMOVSKI**  
Director  
Crisis Management Center  
Republic of Macedonia

## THE ATTACHED DOCUMENT

### I. COOPERATION BETWEEN JICA AND MACEDONIAN GOVERNMENT

1. The Government of the Republic of Macedonia will implement the Project in cooperation with JICA.
2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan which is given in ANNEX I.

### II. MEASURES TO BE TAKEN BY JICA

In accordance with the laws and regulations in force in Japan, JICA, as the executing agency for technical cooperation by the Government of Japan, will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures of its technical cooperation scheme.

#### 1. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

JICA will provide the services of the Japanese experts as listed in ANNEX II.

#### 2. PROVISION OF MACHINERY AND EQUIPMENT

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in ANNEX III.

The Equipment will become the property of the Government of the Republic of Macedonia upon being delivered C.I.F.(cost, insurance and freight) to the Macedonian authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.

#### 3. TRAINING OF MACEDONIAN PERSONNEL IN JAPAN

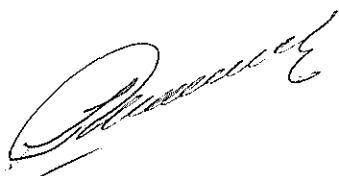
JICA will receive the Macedonian personnel connected with the Project for technical training in Japan.

### III. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA

1. The Government of the Republic of Macedonia will take necessary measures to ensure that the self-reliant operation of the Project will be sustained during and after the period of Japanese technical cooperation, through full and active involvement in the Project by all related authorities, beneficiary groups and institutions.



2. The Government of the Republic of Macedonia will ensure that the technologies and knowledge acquired by the Macedonian nationals as a result of the Japanese technical cooperation will contribute to the economic and social development of the Republic of Macedonia.
3. The Government of the Republic of Macedonia will grant in the Republic of Macedonia privileges, exemptions and benefits as listed in Annex VII no less favorable than those granted to experts of third countries or international organizations performing similar missions to the Japanese experts in the Republic of Macedonia.
4. The Government of the Republic of Macedonia will take the measures necessary to receive and use the Equipment provided by JICA under II-2 above and equipment, machinery and materials carried in by the Japanese experts referred to in II-1 above.
5. The Government of the Republic of Macedonia will take necessary measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Macedonian personnel from technical training in Japan will be utilized effectively in the implementation of the Project.
6. In accordance with the laws and regulations in the Republic of Macedonia, the Government of the Republic of Macedonia will take necessary measures to provide at its own expense for the project:
  - (1) Services of Macedonian counterpart personnel and administrative personnel as listed in ANNEX IV;
  - (2) Land, buildings and facilities as listed in ANNEX V;
  - (3) Supply or replace at its own expense machinery, equipment, instruments, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the Equipment provided by JICA under II-2 above.
7. In accordance with the laws and regulations in force in the Republic of Macedonia, the Government of the Republic of Macedonia will take necessary measures to meet:
  - (1) Expenses necessary for transportation within the Republic of Macedonia of the Equipment referred to in II-2 above as well as for the installation, operation and maintenance thereof, if necessary;
  - (2) Customs duties, internal taxes and any other charges imposed in the Republic of Macedonia on the Equipment referred to in II-2 above;
  - (3) Running expenses necessary for the implementation of the Project.



#### IV. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. Director of Crisis Management Center (CMC), as the Project Director, will bear overall responsibility for the administration and implementation of the Project.
2. Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center (CMC), as the Project Manager, will be responsible for the managerial and technical matters and smooth implementation of the Project with close relation with other authorities concerned.
3. The Japanese Chief Advisor will provide necessary recommendations and advice to the Project Director and the Project Manager on any matters pertaining to the implementation of the Project.
4. The Japanese experts will provide necessary technical guidance and advice to Macedonian counterpart personnel on technical matters pertaining to the implementation of the Project.
5. For the effective and successful implementation of technical cooperation for the Project, a Steering Committee will be established whose functions and composition are described in ANNEX VI.

#### V. JOINT EVALUATION

Evaluation of the Project will be conducted jointly by JICA and the Macedonian authorities concerned, at the middle and during the last six months of the cooperation term in order to examine the level of achievement.

#### VI. CLAIMS AGAINST JAPANESE EXPERTS

The Government of the Republic of Macedonia undertakes to bear claims, if any arises, against the Japanese experts engaged in technical cooperation for the Project resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in the Republic of Macedonia except for those arising from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.



## **VII. MUTUAL CONSULTATION**

There will be mutual consultation between JICA and the authorities concerned in the Government of the Republic of Macedonia on any major issues arising from, or in connection with this Attached Document.

## **VIII. MESURES TO PROMOTE UNDERSTANDING OF AND SUPPORT FOR THE PROJECT**

For the purpose of promoting support for the Project among the people of the Republic of Macedonia, the Government of the Republic of Macedonia will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of the Republic of Macedonia.

## **IX. TERM OF COOPERATION**

The duration of the technical cooperation for the Project under this Attached Document will be 3 (three) years from the date of the first dispatch of Japanese expert(s).

|           |                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| ANNEX I   | MASTER PLAN                                                              |
| ANNEX II  | LIST OF JAPANESE EXPERTS                                                 |
| ANNEX III | LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT                                          |
| ANNEX IV  | LIST OF MACEDONIAN COUNTERPART PERSONNEL AND<br>ADMINISTRATION PERSONNEL |
| ANNEX V   | LIST OF LAND, BUILDINGS AND FACILITIES                                   |
| ANNEX VI  | STEERING COMMITTEE                                                       |
| ANNEX VII | PRIVILEGES, EXEPTION AND BENEFITS FOR JAPANESE EXPERTS                   |



## ANNEX I

### MASTER PLAN

#### 1. Title of the Project

Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires

#### 2. Overall Goal

National coordination for the prevention and early warning of forest fires is effectively implemented.

#### 3. Project Purpose

The capacity of CMC for the national coordination for prevention and early warning of forest fires is strengthened.

#### 4. Outputs

1. National system for forest fire risk assessment is developed.
2. Mechanism on national coordination for prevention and early warning of forest fires is reinforced.

#### 5. Activities

- 1-1 Design risk assessment methodology for forest fires
- 1-2 Identify and collect data/information useful for the forest fire risk assessment
- 1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training
- 1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fires
- 1-5 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection
- 1-6 Design methodology on the assessment of damages and consequences from forest fires
- 1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment
- 2-1 Strengthen coordination mechanism with relevant institutions
- 2-2 Organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)
- 2-3 Increase public awareness
- 2-4 Assess the effectiveness of coordination and identify supplementary measures, if necessary

#### 6. Project site

The Project site is Skopje.





## ANNEX II LIST OF JAPANESE EXPERTS

Japanese experts in the field described below may be dispatched depending on the needs as specified in the annual plan of the Project.

- Forest Fire Management
- GIS system/database,
- Other fields required

Chief Advisor and Project Coordinator will be assigned from the experts listed above.

Note: Experts may serve concurrently with other field(s). Specialization, number and terms of assignment of JICA Project Experts will be decided in consideration of the progress of the Project through mutual consultations.

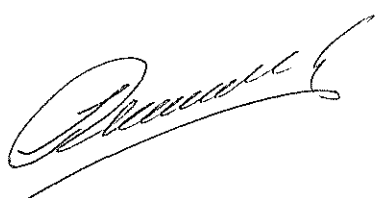
A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Munetaka', is located in the bottom left corner of the page.

### ANNEX III LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT

Machinery, equipment, materials mutually agreed upon as necessary will be provided.  
Provision of equipment for the Project activities as follows:

- Forest fire management
- GIS system/database
- Others if necessary

Note: Contents, specifications and quantity of the equipment will be decided through mutual consultation within the allocated budget.



## **ANNEX IV LIST OF MACEDONIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL**

### **1. Project Director**

Director of Crisis Management Center

### **2. Project Manager**

Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center

### **3. Administrative Personnel**

(1) Administrator(s)

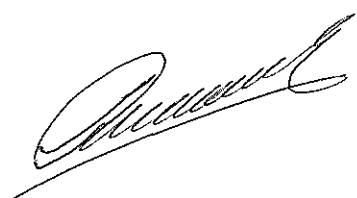
(2) Secretaries

(3) Other necessary staff



## ANNEX V LIST OF LAND, BUILDINGS AND FACILITIES

1. Land, building and facilities necessary for the implementation of the Project
2. Buildings and facilities necessary for the installation and storage of the equipment provided by the Government of Japan.
3. Suitable office rooms and any other facilities necessary for Japanese experts to hold office.



## ANNEX VI STEERING COMMITTEE

### 1. Functions

A Steering Committee will be created, which will meet at least once a year or whenever necessity arises.

The functions of the Steering Committee are as follows:

- (1) To supervise the annual work plan of the Project in line with the Plan of Operation and Project Design Matrix that will be formulated based on the Record of Discussions.
- (2) To review the annual and overall progress of the Project, and to evaluate the accomplishment of annual targets and achievement of the objectives.
- (3) To find out proper ways and means for the solutions of major issues arising from or in connection with the Project.

### 2. Members of the Committee

(1) Chairperson: Director of Crisis Management Center

(2) Members

a. Macedonian side

- Project Manager; Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center
- Representative of Secretariat for European Affairs (SEA)
- Other personnel concerned appointed in consultation with both sides

b. Japanese side

- Japanese experts
- Representative of the JICA Balkan office/Skopje office
- Other persons concerned, to be appointed by JICA Balkan office/Skopje office, if necessary.

Note:

- Official(s) of the Embassy of Japan may attend the Committee meetings as observer(s).



## ANNEX VII PRIVILEGES, EXEMPTIONS AND BENEFITS FOR JAPANESE EXPERTS

1. Exemption from income tax and other charges of any kind of imposed on or in connections with the living allowances remitted from abroad.
2. Exemption from import tax, export duties and any other charges in respect of personal and household effects of the Japanese experts and their families.
3. To issue, upon application, entry visa for the Japanese experts and their families free of charge.
4. To issue identification card to the Japanese experts and their families to secure the cooperation of all governmental organization necessary for the performance of duties of the experts.
5. Exemption from customs duties for import and export of professional equipment by the Japanese experts in connection with the activities of the Project.



## APPENDIX II Draft Project Design Matrix (PDM)

Version: PDM 0

Date: July 14, 2010

PROJECT TITLE: Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires

DURATION: Three years from the date of the first dispatch of expert(s)

IMPLEMENTING AGENCY: Crisis Management Center (CMC)

PROJECT SITE: Skopje

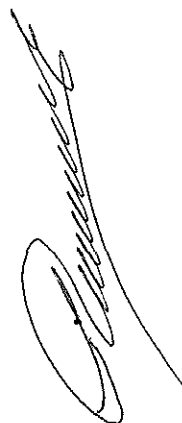
TARGET GROUP: (Direct) Relevant personnel of CMC, (Indirect) Relevant personnel of related institutions under Crisis Management System

| Narrative Summary                                                                                                                             | Objectively Verifiable Indicators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Means of Verification                                                                    | Important Assumptions                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Overall Goal</b><br>National coordination for the prevention and early warning of forest fires is effectively implemented.                 | (1) Institutions under the Crisis Management System constantly share data/information.<br>(2) Mechanism on national coordination is periodically reviewed and updated.                                                                                                                                                                                                                            | Regulations, guidelines, reports and documents of CMC and of the government of Macedonia | N/A                                                                                                                                                                       |
| <b>Project Purpose</b><br>The capacity of CMC for the national coordination for prevention and early warning of forest fires is strengthened. | (1) Level of operation and use of the integrated GIS system at CMC<br>(2) Level of shared/used information on prevention and early warning of forest fires among the relevant institutions                                                                                                                                                                                                        | Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey                      | 1. Budget and number of personnel of CMC will not be significantly decreased.<br>2. There will be no significant change in crisis management policy against forest fires. |
| <b>Outputs</b><br>1. National system for forest fire risk assessment is developed.                                                            | (1) Number/volume of data/information stored in the integrated GIS system<br>(2) Number of the integrated GIS system users with their capacity improvement<br>(3) Number of developed GIS hazard maps<br>(4) Level of sharing and use of risk assessment methodology among relevant institutions.<br>(5) Level of sharing and use of methodology for detection system among relevant institutions | Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey                      | 1. Necessary cooperation by relevant institutions is secured according to the plan.<br>2. Trained personnel will continue to work in CMC and relevant institutions.       |
| 2. Mechanism on national coordination for prevention and early warning of forest fires is reinforced.                                         | (1) Level of information and technologies shared by the Technical Coordination Group<br>(2) Level of increased public awareness                                                                                                                                                                                                                                                                   | Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey                      |                                                                                                                                                                           |

APPENDIX 2-1/2



| Activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Inputs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Pre-Conditions                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1-1 Design risk assessment methodology for forest fires*</p> <p>1-2 Identify and collect data/information useful for the forest fire risk assessment</p> <p>1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training</p> <p>1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fires</p> <p>1-5 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection**</p> <p>1-6 Design methodology on the assessment of damages and consequences from forest fires</p> <p>1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment</p> <p>2-1 Strengthen coordination mechanism with relevant institutions</p> <p>2-2 Organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)</p> <p>2-3 Increase public awareness</p> <p>2-4 Assess the effectiveness of coordination and identify supplementary measures, if necessary</p> <p>*: "Risk assessment methodology for forest fires" means of a set of specific documents that define integrated method and procedures for work on forest fire risk assessment in all relevant institutions such as:</p> <p>(1) Method of collecting information and utilization of proper equipment; and</p> <p>(2) How to make data collection and how to conduct appropriate data processing.</p> <p>** : Given the result of the feasibility study, the both sides will discuss the possibility of development of the early detection system(s) within the Project period.</p> | <p><u>Japanese Side</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Experts <ul style="list-style-type: none"> <li>Forest Fire Management</li> <li>GIS system/database</li> <li>Other fields required</li> </ul> </li> </ol> <p>Chief Advisor and Project Coordinator will be assigned from above experts.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Training of counterpart personnel in Japan</li> <li>Provision of equipment for the Project activities in the followings: <ul style="list-style-type: none"> <li>Forest fire management</li> <li>GIS system/database</li> <li>Others if necessary</li> </ul> </li> <li>Operational costs</li> </ol> <p><u>Macedonian Side</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Government Staff as counterpart personnel and Project staff as needed for the Project <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Project Director</li> <li>(2) Project Manager</li> <li>(3) Counterpart personnel</li> <li>(4) Supporting staff</li> </ul> </li> <li>Administrative and operational costs</li> <li>Provision of land, building, facilities and equipment for the Project.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>Commitment and willingness of project partners in CMC and relevant institutions</li> <li>Counterpart personnel are appointed as planned</li> <li>Allocation of sufficient budget by the Macedonian side according to the plan.</li> </ol> |



## APPENDIX III. Tentative Plan of Operation

as of July 14, 2010

| Activities / Year                                                                                                     | CY2011                                                                          |    |                                                          |    | CY2012      |                                               |     |    | CY2013                                 |             |     |    | Responsible person(s)<br>(Counterpart Personnel: C/P)                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------|----|-------------|-----------------------------------------------|-----|----|----------------------------------------|-------------|-----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                       | I                                                                               | II | III                                                      | IV | I           | II                                            | III | IV | I                                      | II          | III | IV |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Project Year                                                                                                          | Year 1                                                                          |    |                                                          |    | Year 2      |                                               |     |    | Year 3                                 |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Evaluation Activities                                                                                                 |                                                                                 |    |                                                          |    |             | *                                             |     |    |                                        | *           |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                       |                                                                                 |    |                                                          |    | Mid-term    |                                               |     |    | Terminal                               |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>1. National system for forest fire risk assessment is developed.</b>                                               |                                                                                 |    |                                                          |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-1 Design risk assessment methodology for forest fires                                                               | Review of existing methodology                                                  |    | Design                                                   |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                       |                                                                                 |    | Documentation                                            |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-2 Identify and collect data/information useful for forest fire risk assessment                                      | Review of existing data at CMC and relevant institutions                        |    | Design of data specification                             |    |             | Data collection & accumulation (initial)      |     |    | Further data collection & accumulation |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics                                                                                                                 |
| 1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training |                                                                                 |    | System/DB development                                    |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>In particular, IT Section                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                       | Review of the current CMC System/DB and basic/detailed design for reinforcement |    | Installation of hardware/software to CMC with Data entry |    |             |                                               |     |    | System/DB operation and                |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                       |                                                                                 |    |                                                          |    |             | Training implementation                       |     |    |                                        |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fires                                                              | Basic design and detailed specification                                         |    |                                                          |    |             |                                               |     |    | Preparation and publication            |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of Operation Coordination Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>(3) Head of IT Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics |
|                                                                                                                       | Training on GIS Hazard Map Technology                                           |    |                                                          |    |             | Training for Hazard Map creation/preparation  |     |    |                                        |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-5 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection                             |                                                                                 |    |                                                          |    |             | Feasibility study                             |     |    |                                        |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of Operation Coordination Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>(3) Head of IT Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics |
|                                                                                                                       | Review of existing/applicable detection system                                  |    |                                                          |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-6 Design methodology on the assessment of damages and consequences from forest fires                                |                                                                                 |    |                                                          |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Financial, Legal and General Works                                                                                                                 |
|                                                                                                                       | Collection of existing documents and desk analysis                              |    |                                                          |    |             | Design of methodology                         |     |    |                                        |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment                                                                     |                                                                                 |    |                                                          |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for International Cooperation                                                                                                                          |
|                                                                                                                       |                                                                                 |    |                                                          |    |             | Finalization                                  |     |    | Finalization                           |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>2. Mechanism on national coordination for prevention and early warning of forest fires is reinforced.</b>          |                                                                                 |    |                                                          |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2-1 Strengthen coordination mechanism with relevant institutions                                                      |                                                                                 |    |                                                          |    |             |                                               |     |    |                                        |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
| 2-2 Organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)                                                             | *<br>TCGM 1                                                                     |    | *<br>TCGM 2                                              |    | *<br>TCGM 3 | *<br>TCGM 4                                   |     |    | *<br>TCGM 5                            | *<br>TCGM 6 |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
| 2-3 Increase public awareness                                                                                         |                                                                                 |    |                                                          |    |             | Plan and implementation                       |     |    |                                        |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
|                                                                                                                       |                                                                                 |    |                                                          |    |             | Finalization                                  |     |    | Finalization                           |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2-4 Assess the effectiveness of coordination and identify supplementary measures, if necessary                        |                                                                                 |    |                                                          |    |             | Monitoring, Evaluation, Reporting and Actions |     |    |                                        |             |     |    | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics                                                                                                                 |
|                                                                                                                       |                                                                                 |    | SC                                                       |    |             | SC                                            |     |    | SC                                     |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                       |                                                                                 |    | *                                                        |    |             | *                                             |     |    | *                                      |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                       |                                                                                 |    |                                                          |    |             | Finalization                                  |     |    | Finalization                           |             |     |    |                                                                                                                                                                                                                                                               |

Note: (1) CY on the top of the chart is Calendar Year (January - December), which matches with the Macedonian fiscal year system.



Japan International Cooperation Agency

14 - 255 / 1

January 27, 2011

**Mr. Toni JAKIMOVSKI**  
Director  
Crisis Management Center,  
Former Yugoslav Republic of Macedonia

Dear Sir,

With regard to the Minutes of Meetings signed between the Detailed Planning Survey Team and the Former Yugoslav Republic of Macedonia dated on July 14, 2010, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") had a series of discussions with the Macedonian authorities concerned on desirable measures to be taken by JICA and the Government of the Former Yugoslav Republic of Macedonia for the successful implementation of the Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires (hereinafter referred to as "the Project").

As a result of the discussions, I hereby confirm that the Record of Discussions, which is attached hereto, have been agreed between JICA and the Crisis Management Center.

I would appreciate it very much if you could confirm the aforementioned Record of Discussions on behalf of the Macedonia authorities concerned.

Please note that the government of Japan recognizes your state as the Former Yugoslav Republic of Macedonia, as authorized by the United Nations.

Sincerely yours,

**Satoru KUROSAWA**  
Chief Representative  
Japan International Cooperation Agency  
JICA Balkan Office



Republic of Macedonia  
Government of Republic of Macedonia  
**Crisis Management Center**

Mr. Satoru **KUROSAWA**  
Chief Representative  
Japan International Cooperation Agency  
JICA Balkan Office

Government of  
Republic of  
Macedonia  
14-255/1  
27.01.2011  
Crisis management  
center

Dimca Mircev n.n.  
P.O.Box 372 1000 Skopje  
Republic of Macedonia  
Phone: (02) 3249 101  
Fax: (02) 3249 213  
[www.cuk.gov.mk](http://www.cuk.gov.mk)

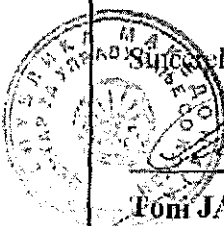
Dear Sir,

I have herein acknowledged receipt of your letter, dated January 27, 2011, regarding the signature of the Record of Discussions concerning the "Project on Development of Integrated system for Prevention and Early Warning of Forest Fires" (hereinafter referred to as "the Project"), agreed between Crisis Management Center and Japan International Cooperation Agency, and have confirmed the contents of the attachment of the letter.

However, I declare that the Republic of Macedonia does not accept the denomination used for my country in the above-mentioned Record of Discussions, having in view that the constitutional name of my country is the Republic of Macedonia.

I consider this exchange of letters as equivalent of signature of the Record of Discussions.

Sincerely yours,



  
**Toni JAKIMOVSKI**  
Crisis Management Center,  
Republic of Macedonia



## THE ATTACHED DOCUMENT

### I. COOPERATION BETWEEN JICA AND MACEDONIAN GOVERNMENT

1. The Government of the Republic of Macedonia will implement the Project in cooperation with JICA.
2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan which is given in ANNEX I.

### II. MEASURES TO BE TAKEN BY JICA

In accordance with the laws and regulations in force in Japan, JICA, as the executing agency for technical cooperation by the Government of Japan, will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures of its technical cooperation scheme.

1. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS  
JICA will provide the services of the Japanese experts as listed in ANNEX II.
2. PROVISION OF MACHINERY AND EQUIPMENT  
JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in ANNEX III.  
The Equipment will become the property of the Government of the Republic of Macedonia upon being delivered C.I.F.(cost, insurance and freight) to the Macedonian authorities concerned at the ports and/or airports of disembarkation.
3. TRAINING OF MACEDONIAN PERSONNEL IN JAPAN  
JICA will receive the Macedonian personnel connected with the Project for technical training in Japan.

### III. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA

1. The Government of the Republic of Macedonia will take necessary measures to ensure that the self-reliant operation of the Project will be sustained during and after the period of Japanese technical cooperation, through full and active involvement in the Project by all related authorities, beneficiary groups and institutions.




2. The Government of the Republic of Macedonia will ensure that the technologies and knowledge acquired by the Macedonian nationals as a result of the Japanese technical cooperation will contribute to the economic and social development of the Republic of Macedonia.
3. The Government of the Republic of Macedonia will grant in the Republic of Macedonia privileges, exemptions and benefits as listed in Annex VII no less favorable than those granted to experts of third countries or international organizations performing similar missions to the Japanese experts in the Republic of Macedonia.
4. The Government of the Republic of Macedonia will take the measures necessary to receive and use the Equipment provided by JICA under II-2 above and equipment, machinery and materials carried in by the Japanese experts referred to in II-1 above.
5. The Government of the Republic of Macedonia will take necessary measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Macedonian personnel from technical training in Japan will be utilized effectively in the implementation of the Project.
6. In accordance with the laws and regulations in the Republic of Macedonia, the Government of the Republic of Macedonia will take necessary measures to provide at its own expense for the project:
  - (1) Services of Macedonian counterpart personnel and administrative personnel as listed in ANNEX IV;
  - (2) Land, buildings and facilities as listed in ANNEX V;
  - (3) Supply or replace at its own expense machinery, equipment, instruments, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the Equipment provided by JICA under II-2 above.
7. In accordance with the laws and regulations in force in the Republic of Macedonia, the Government of the Republic of Macedonia will take necessary measures to meet;
  - (1) Expenses necessary for transportation within the Republic of Macedonia of the Equipment referred to in II-2 above as well as for the installation, operation and maintenance thereof, if necessary;
  - (2) Customs duties, internal taxes and any other charges imposed in the Republic of Macedonia on the Equipment referred to in II-2 above;
  - (3) Running expenses necessary for the implementation of the Project.

#### IV. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. Director of Crisis Management Center (CMC), as the Project Director, will bear overall responsibility for the administration and implementation of the Project.
2. Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center (CMC), as the Project Manager, will be responsible for the managerial and technical matters and smooth implementation of the Project with close relation with other authorities concerned.
3. The Japanese Chief Advisor will provide necessary recommendations and advice to the Project Director and the Project Manager on any matters pertaining to the implementation of the Project.
4. The Japanese experts will provide necessary technical guidance and advice to Macedonian counterpart personnel on technical matters pertaining to the implementation of the Project.
5. For the effective and successful implementation of technical cooperation for the Project, a Steering Committee will be established whose functions and composition are described in ANNEX VI.

#### V. JOINT EVALUATION

Evaluation of the Project will be conducted jointly by JICA and the Macedonian authorities concerned, at the middle and during the last six months of the cooperation term in order to examine the level of achievement.

#### VI. CLAIMS AGAINST JAPANESE EXPERTS

The Government of the Republic of Macedonia undertakes to bear claims, if any arises, against the Japanese experts engaged in technical cooperation for the Project resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in the Republic of Macedonia except for those arising from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.

17.

18.



## **VII. MUTUAL CONSULTATION**

There will be mutual consultation between JICA and the authorities concerned in the Government of the Republic of Macedonia on any major issues arising from, or in connection with this Attached Document.

## **VIII. MESURES TO PROMOTE UNDERSTANDING OF AND SUPPORT FOR THE PROJECT**

For the purpose of promoting support for the Project among the people of the Republic of Macedonia, the Government of the Republic of Macedonia will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of the Republic of Macedonia.

## **IX. TERM OF COOPERATION**

The duration of the technical cooperation for the Project under this Attached Document will be 3 (three) years from the date of the first dispatch of Japanese expert(s).

|           |                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| ANNEX I   | MASTER PLAN                                                              |
| ANNEX II  | LIST OF JAPANESE EXPERTS                                                 |
| ANNEX III | LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT                                          |
| ANNEX IV  | LIST OF MACEDONIAN COUNTERPART PERSONNEL AND<br>ADMINISTRATION PERSONNEL |
| ANNEX V   | LIST OF LAND, BUILDINGS AND FACILITIES                                   |
| ANNEX VI  | STEERING COMMITTEE                                                       |
| ANNEX VII | PRIVILEGES, EXEPTION AND BENEFITS FOR JAPANESE EXPERTS                   |

## ANNEX I

### MASTER PLAN

#### 1. Title of the Project

Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires

#### 2. Overall Goal

The occurrences of massive forest fire are reduced by strengthening the social capacity for prevention and early warning of forest fire.

#### 3. Project Purpose

The capacity of CMC for transmitting information to domestic relevant institutions for prevention and early warning of forest fire and coordinating them is strengthened.

#### 4. Outputs

1. National system for forest fire risk assessment is developed.
2. National coordination mechanism of information sharing and cooperation among domestic relevant institutions for prevention and early warning of forest fires is reinforced.

#### 5. Activities

- 1-1 Design risk assessment methodology for forest fire and document the methodology
- 1-2 Identify and collect data/information useful for the forest fire risk assessment
- 1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training for operating and maintaining the system
- 1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fire
- 1-5 Design methodology on assessment of damages and consequences of forest fire
- 1-6 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection
- 1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment
  
- 2-1 Develop sustainable coordination mechanism of CMC and relevant institutions through identifying problems about information sharing and coordination
- 2-2 Periodically organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)
- 2-3 Confirm the state of transmission of information and public awareness on prevention and early warning of forest fire at some model areas
- 2-4 Assess the effectiveness of coordination of CMC and relevant institutions and identify supplementary measures, if necessary, utilizing the results of 2-3.

#### 6. Project site

The Project site is Skopje.

*ST.*

*ST.*

## **ANNEX II LIST OF JAPANESE EXPERTS**

Japanese experts in the field described below may be dispatched depending on the needs as specified in the annual plan of the Project.

- Forest Fire Management
- GIS system/database,
- Other fields required

Chief Advisor and Project Coordinator will be assigned from the experts listed above.

Note: Experts may serve concurrently with other field(s). Specialization, number and terms of assignment of JICA Project Experts will be decided in consideration of the progress of the Project through mutual consultations.

17.

SA

### **ANNEX III LIST OF MACHINERY AND EQUIPMENT**

Machinery, equipment, materials mutually agreed upon as necessary will be provided.  
Provision of equipment for the Project activities as follows:

- Forest fire management
- GIS system/database
- Others if necessary

Note: Contents, specifications and quantity of the equipment will be decided through mutual consultation within the allocated budget.

17.

18.

## **ANNEX IV LIST OF MACEDONIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL**

### **1. Project Director**

Director of Crisis Management Center

### **2. Project Manager**

Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center

### **3. Administrative Personnel**

(1) Administrator(s)

(2) Secretaries

(3) Other necessary staff

*AT*

*Q*

## **ANNEX V     LIST OF LAND, BUILDINGS AND FACILITIES**

1. Land, building and facilities necessary for the implementation of the Project
2. Buildings and facilities necessary for the installation and storage of the equipment provided by the Government of Japan.
3. Suitable office rooms and any other facilities necessary for Japanese experts to hold office.

17-

## **ANNEX VI      STEERING COMMITTEE**

### **1. Functions**

A Steering Committee will be created, which will meet at least once a year or whenever necessity arises.

The functions of the Steering Committee are as follows:

- (1) To supervise the annual work plan of the Project in line with the Plan of Operation and Project Design Matrix that will be formulated based on the Record of Discussions.
- (2) To review the annual and overall progress of the Project, and to evaluate the accomplishment of annual targets and achievement of the objectives.
- (3) To find out proper ways and means for the solutions of major issues arising from or in connection with the Project.

### **2. Members of the Committee**

(1) Chairperson: Director of Crisis Management Center

(2) Members

#### **a. Macedonian side**

- Project Manager; Head of the Department for Research, Analysis, Assessment and Strategic Planning of Crisis Management Center
- Representative of Secretariat for European Affairs (SEA)
- Other personnel concerned appointed in consultation with both sides

#### **b. Japanese side**

- Japanese experts
- Representative of the JICA Balkan office/Skopje office
- Other persons concerned, to be appointed by JICA Balkan office/Skopje office, if necessary.

Note:

- Official(s) of the Embassy of Japan may attend the Committee meetings as observer(s).



## **ANNEX VII PRIVILEGES, EXEMPTIONS AND BENEFITS FOR JAPANESE EXPERTS**

1. Exemption from income tax and other charges of any kind of imposed on or in connections with the living allowances remitted from abroad.
2. Exemption from import tax, export duties and any other charges in respect of personal and household effects of the Japanese experts and their families.
3. To issue, upon application, entry visa for the Japanese experts and their families free of charge.
4. To issue identification card to the Japanese experts and their families to secure the cooperation of all governmental organization necessary for the performance of duties of the experts.
5. Exemption from customs duties for import and export of professional equipment by the Japanese experts in connection with the activities of the Project.

*Handwritten mark*

*Handwritten mark*





Japan International Cooperation Agency

14-21611

January 27, 2011

**Mr. Toni JAKIMOVSKI**  
Director  
Crisis Management Center,  
Former Yugoslav Republic of Macedonia

Dear Sir,

Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") had a series of discussion with the Crisis Management Center (hereinafter referred to as "CMC") for the purpose of working out the details of the technical cooperation project for the "Project on Development of Integrated system for Prevention and Early Warning of Forest Fires" (hereinafter referred to as "the Project").

As a result of the discussions, I hereby confirm that the Minutes of Meeting, which is duly recorded in the attachment, have been agreed upon between JICA and CMC.

I would appreciate it very much if you could confirm the aforementioned the Minutes of Meeting on behalf of CMC.

Please note that the government of Japan recognizes your state as the Former Yugoslav Republic of Macedonia, as authorized by the United Nations.

Sincerely yours,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Satoru Kurosawa", written over a horizontal line.

**Satoru KUROSAWA**  
Chief Representative  
Japan International Cooperation Agency  
JICA Balkan Office



Republic of Macedonia  
Government of Republic of Macedonia  
**Crisis Management Center**

Mr. Satoru **KUROSAWA**  
Chief Representative  
Japan International Cooperation Agency  
JICA Balkan Office

Dear Sir,

I have herein acknowledged receipt of your letter, dated January 27, 2011, regarding the signature of the Minutes of Meeting concerning the "Project on Development of Integrated system for Prevention and Early Warning of Forest Fires" (hereinafter referred to as "the Project"), agreed upon between the Crisis Management Center and Japan International Cooperation Agency, and have confirmed the contents of the attachment of the letter.

However, I declare that the Republic of Macedonia does not accept the denomination used for my country in the above-mentioned Minutes of Meeting, having in view that the constitutional name of my country is the Republic of Macedonia.

I consider this exchange of letters as equivalent of signature of the Minutes of Meeting

Sincerely yours,

  
**Toni JAKIMOVSKI**  
Crisis Management Center,  
Republic of Macedonia

Government of  
Republic of  
Macedonia  
14-25611  
27.01.2011  
Crisis management  
center

Dimce Mircev n.n.  
P.O.Box 372 1000 Skopje  
Republic of Macedonia  
Phone: (02) 3249 101  
Fax: (02) 3249 213  
[www.cuk.gov.mk](http://www.cuk.gov.mk)



## ATTACHED DOCUMENT

## I. PROJECT DESIGN MATRIX (PDM) AND PLAN OF OPERATION (PO)

With regard to the minutes of meeting between JICA and CMC on July 14, 2010, the tentative Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM") is finalized as the "PDM Ver.1" in the attached hereto.

Based on the PDM Ver.1, the Plan of Operation Ver.1 (hereinafter referred to as "PO") is also prepared to monitor the progress of the Project. The both sides will modify the PDM and the PO at the initial stage of the Project through mutual consultation.

APPENDIX I      Project Design Matrix

APPENDIX II     Plan of Operation

17

5

## APPENDIX I

### Project Design Matrix (PDM)

Version: PDM 1.0  
Date: Jan, 12 2011

PROJECT TITLE: Project on Development of Integrated System for Prevention and Early Warning of Forest Fires  
DURATION: Three years from the date of the first dispatch of expert(s)  
IMPLEMENTING AGENCY: Crisis Management Center (CMC)  
PROJECT SITE: Skopje

TARGET GROUP: Relevant personnel in charge of prevention, early warning and monitoring of disasters including forest fire of CMC headquarters and regional centres

| Narrative Summary                                                                                                                                                                                                                                                       | Objectively Verifiable Indicators                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Means of Verification                                                                                                                                              | Important Assumptions                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Overall Goal</b><br>The occurrences of massive forest fire <sup>1</sup> are reduced by strengthening the social capacity for prevention and early warning of forest fire.                                                                                            | 1. Data/information provided from CMC to institutions under the Crisis Management System will become more promptly and adequately.<br>2. Rate of forest fire that reaches massive level will be reduced.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Regulations, guidelines, reports and documents of CMC and of the government of Macedonia                                                                           | 1. There will be no significant change in crisis management policy against forest fires.<br>2. Unexpected extreme weather will not occur.                     |
| <b>Project Purpose</b><br>The capacity of CMC for transmitting information to domestic relevant institutions for prevention and early warning of forest fire <sup>2</sup> and coordinating them is strengthened.                                                        | 1. Data/information stored in the integrated GIS system will be regularly updated.<br>2. National coordination mechanism will be monitored and updated if necessary by domestic relevant institutions for prevention and early warning of forest fire.<br>3. Domestic relevant institutions will conduct prevention and early warning of forest fires based on data/information from CMC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey                                                                                                | 1. Budget and number of personnel of CMC will not be significantly decreased.                                                                                 |
| <b>Outputs</b><br>1. National system for forest fire risk assessment is developed.<br><br>2. National coordination mechanism of information sharing and cooperation among domestic relevant institutions for prevention and early warning of forest fire is reinforced. | 1.a Number/volume of data/information stored in the integrated GIS system will be enough for forest fire risk assessment<br>1.b Number of the integrated GIS system users with their capacity improvement will be enough <sup>3</sup> for operating the system.<br>1.c GIS hazard maps will cover wider area.<br>1.d Relevant institutions will utilize the developed risk assessment methodology based on appropriate understanding.<br>2.a Information and technologies on prevention and early warning of forest fires will be shared by CMC and domestic relevant institutions.<br>2.b Public awareness on prevention and early warning of forest fire is raised at some model areas of this project. | Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey<br><br><br><br><br><br><br>Records of the Project activities<br>Questionnaire/Interview survey | 1. Necessary cooperation such as appointment of project staffs and allocation of sufficient budget by relevant institutions is secured according to the plan. |

# APPENDIX I

| Activities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Inputs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Pre-Conditions                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-1 Design risk assessment methodology for forest fire and document the methodology <sup>*a</sup><br>1-2 Identify and collect data/information useful for the forest fire risk assessment<br>1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training for operating and maintaining the system<br>1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fire<br>1-5 Design methodology on assessment of damages and consequences of forest fire<br>1-6 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection <sup>**</sup><br>1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment | <b>Japanese Side</b><br>1. Experts <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forest Fire Management</li> <li>- GIS system/database</li> <li>- Other fields required</li> </ul> Chief Advisor and Project Coordinator will be assigned from above experts.<br>2. Training of counterpart personnel in Japan<br>3. Provision of equipment for the Project activities in the followings: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forest fire management</li> <li>- GIS system/database</li> <li>- Others if necessary</li> </ul> 4. Operational costs<br><b>Macedonian Side</b><br>1. Government Staff as Project staff as needed for the Project <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Project Director</li> <li>(2) Project Manager</li> <li>(3) Project staff (Counterpart personnel)</li> <li>(4) Supporting staff</li> </ul> 2. Administrative and operational costs<br>3. Provision of land, building, facilities and equipment for the Project. | 1. Commitment and willingness of project partners in CMC and relevant institutions. |
| 2-1 Develop sustainable coordination mechanism of CMC and relevant institutions through identifying problems about information sharing and coordination.<br>2-2 Periodically organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)<br>2-3 Confirm the state of transmission of information and public awareness on prevention and early warning of forest fire at some model areas.<br>2-4 Assess the effectiveness of coordination of CMC and relevant institutions and identify supplementary measures, if necessary, utilizing the results of 2-3.                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                     |

i. Definition of "massive forest fire" will be determined and mutually agreed after about 6 months after the start of project.

a. Supposed "relevant institutions for prevention and early warning of forest fire" are MAPWE, PEMF, local government, local fire fighting forces and forestry department at national university

m. Definition of "enough number" will be determined and mutually agreed after about 1 year after the start of project.

iv. "Document of the risk assessment methodology for forest fires" means of a set of specific documents that define integrated method and procedures for work on forest fire risk assessment in all relevant institutions such as:  
 (1) Method of collecting information and utilization of proper equipment; and  
 (2) How to make data collection and how to conduct appropriate data processing.

v. Given the result of the feasibility study as some approaches, the both sides will discuss the possibility of development of the early detection system(s) within the Project period.



APPENDIX II  
Plan of Operation(Ver.1.0)

as of Jan 12, 2011

as of Jan 12, 201

| Activities / Year                                                                                                                                              | CY2011                                                                          |             |    | CY2012                                             |             |     | CY2013                                         |             |    | CY2014                                 |    |   | Responsible person(s)<br>(Counterpart Personnel: C/P)                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|----|----------------------------------------------------|-------------|-----|------------------------------------------------|-------------|----|----------------------------------------|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                | II                                                                              | III         | IV | I                                                  | II          | III | IV                                             | I           | II | III                                    | IV | I |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                | Year 1                                                                          |             |    | Year 2                                             |             |     | Year 3                                         |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Project Year                                                                                                                                                   |                                                                                 |             |    |                                                    |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Evaluation Activities                                                                                                                                          |                                                                                 |             |    | *<br>Mid-term                                      |             |     | *<br>Terminal                                  |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-1 Design risk assessment methodology for forest fire and document the methodology                                                                            | Review of existing methodology                                                  |             |    | Design                                             |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning                                                                                                                                                                                 |
| 1-2 Identify and collect data/information useful for the forest fire risk assessment                                                                           | Review of existing data at CMC and relevant institutions                        |             |    | Documentation                                      |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics                                                                                                                 |
| 1-3 Reinforce the integrated GIS system/database, including software, hardware and equipment, with necessary training for operating and maintaining the system |                                                                                 |             |    | Design of data specification                       |             |     | Data collection & accumulation (initial)       |             |    | Further data collection & accumulation |    |   | (1) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>In particular, IT Section                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                |                                                                                 |             |    | System/DB development                              |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                | Review of the current CMC System/DB and basic/detailed design for reinforcement |             |    | Installation of hardware software to CMC with Data |             |     | System/DB operation and continuous improvement |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                |                                                                                 |             |    |                                                    |             |     | Training implementation                        |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-4 Prepare and publish GIS hazard maps for forest fire                                                                                                        |                                                                                 |             |    | Basic design and detailed specification            |             |     | Preparation and publication                    |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of Operation Coordination Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>(3) Head of IT Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics |
| 1-5 Design methodology on assessment of damages and consequences of forest fire                                                                                |                                                                                 |             |    |                                                    |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of Operation Coordination Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics<br>(3) Head of IT Section of the Dept. for Operations & Operational Logistics |
|                                                                                                                                                                | Collection of existing documents and desk analysis                              |             |    | Design of methodology                              |             |     | Training for Hazard Map creation/preparation   |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                | Training on GIS Hazard Map Technology                                           |             |    |                                                    |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-6 Prepare the feasibility study on the technical system for forest fire early detection                                                                      |                                                                                 |             |    |                                                    |             |     | Feasibility study                              |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Financial, Legal and General Works                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                | Review of existing/applicable detection system                                  |             |    |                                                    |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1-7 Hold workshops on forest fire risk assessment                                                                                                              |                                                                                 |             |    |                                                    |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for International Cooperation                                                                                                                          |
| 2-1 Develop sustainable coordination mechanism of CMC and relevant institutions through identifying problems about information sharing and coordination.       |                                                                                 |             |    |                                                    |             |     |                                                |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
| 2-2 Periodically organize Technical Coordination Group Meetings (TCGM)                                                                                         | *<br>TCGM 1                                                                     | *<br>TCGM 2 |    | *<br>TCGM 3                                        | *<br>TCGM 4 |     | *<br>TCGM 5                                    | *<br>TCGM 6 |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
| 2-3 Confirm the state of transmission of information and public awareness on prevention and early warning of forest fire at some model areas.                  |                                                                                 |             |    |                                                    |             |     | Plan and implementation                        |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Organization and Internal Cooperation                                                                                                              |
| 2-4 Assess the effectiveness of coordination of CMC and relevant institutions and identify supplementary measures, if necessary, utilizing the results of 2-3. |                                                                                 |             |    |                                                    |             |     | Monitoring, Evaluation, Reporting and Actions  |             |    |                                        |    |   | (1) Head of the Dept. for Research, Analysis, Assessment & Strategic Planning<br>(2) Head of the Dept. for Operations & Operational Logistics                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                |                                                                                 | SC          |    |                                                    | SC          |     |                                                | SC          |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                                                                                                                                                |                                                                                 | *           |    |                                                    | *           |     |                                                | *           |    |                                        |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                               |

Note: (1) CY on the top of the chart is Calendar Year (January - December), which matches with the Macedonian fiscal year system.  
(2) SC: Steering Committee