

ボツワナ共和国 環境・自然資源保全・観光省 (MENT)
森林局 (DFRR)

ボツワナ国
国家森林モニタリングシステム
強化プロジェクト

業務完了報告書

平成 29 年 12 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
一般社団法人 日本森林技術協会

環境
JR
17-130

ボツワナ共和国 環境・自然資源保全・観光省 (MENT)
森林局 (DFRR)

ボツワナ国
国家森林モニタリングシステム
強化プロジェクト

業務完了報告書

平成 29 年 12 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

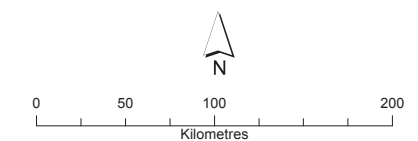
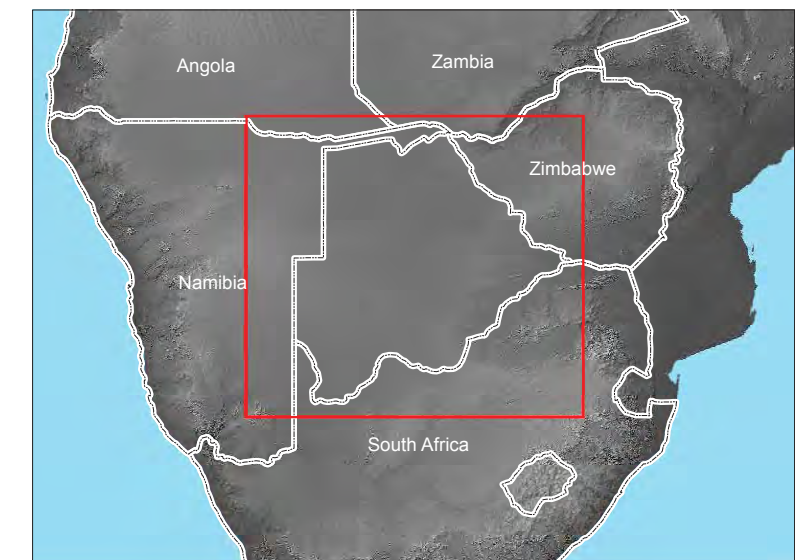
株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
一般社団法人 日本森林技術協会

DFRR/JICA: Botswana Forest Distribution Map



Legend

- Settlement
- Country Boundary
- Riparian Forest
- Typical Forest
- Woodland
- Bushland/Shrubland
- Savanna/Grassland/Forbs
- Baregorund
- Desert/Sand Dunes
- Marsh/Wetland
- Waterbody/Pan



Coordinate System: GCS WGS 1984
 Datum: WGS 1984
 Botswana Forest Distribution Map
 Produced from 2015 30m Landsat-8 OLI
 satellite imagery supplied by USGS.
 Published March 2016

Prepared for:



Prepared By:



要 約

<p>第 1 章</p> <p>プロジェクトおよび国家森林モニタリング計画の概要</p> <p>❖ 国家森林モニタリングプロジェクト</p> <p>❖ 全国森林分布図 (BFDM2015)</p> <p>❖ 国家森林モニタリング計画</p>	<p>2013 年 7 月～2017 年 12 月に実施された「国家森林モニタリングシステム強化プロジェクト(「プロジェクト」と言う)」の概要および、プロジェクトから得られた成果を用いて作成された、「国家森林モニタリング計画(「計画」という)」の概要についてまとめた。</p> <p>プロジェクト目標: 森林分布図の作成、森林インベントリー手法の確立ならびに森林 GIS データベースの整備によりボツワナ国の国家森林モニタリングシステムを構築し、関連する C/P 機関等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する。さらに、構築されたシステムが、森林火災管理やコミュニティーベース自然環境資源管理などの持続的森林管理に実際に活用されることを目指す。</p> <p>成果: 1) 全土の森林分布図(森林基盤図)が作成される、2) 国家森林インベントリーの方法論が確立される、3) 森林 GIS データベースが DFRR(森林局)に整備される、4) 国家森林モニタリング計画が策定される、5) 構築される NFMS が DFRR 地方局や他省庁を含む関係機関の間で持続的森林管理に必要な情報の共有と資料の作成に活用される、6) 国家森林モニタリングシステムが持続的森林管理のための森林火災管理に活用される、7)NFMS が持続的森林管理の一部としてのコミュニティーベース自然資源管理に活用される、8) 南部アフリカ開発共同体(SADC)や他の開発期間と連携してプロジェクトから得られる知識や経験がボツワナ内外において共有される。</p> <p>協力期間: 2013 年 7 月～2017 年 12 月 (54 ヶ月・延長フェーズ 18 ヶ月含む)</p> <p>プロジェクトの最大の成果の一つとして、全国森林分布図(BFDM2015)が作成され、2016 年 6 月に公式に公開された。BFDM2015 によれば、ボツワナ国における森林率は 27%、森林面積は 157,279km² であり、その内訳は、河畔林 1,552 km²、Typical Forest 36,517 km²、Woodland 119,210km² であることが判明した。</p> <p>森林の定義については、樹冠投影面積が 10%以上、0.5ha 以上、平均樹高 5m 以上とし、ボツワナ国森林政策 2011 および国際連合食糧農業機関(FAO)による定義を踏襲した。但し、本計画では森林を、河畔林 / Typical Forest / Woodland の 3 つに分類した。森林の中でも、平均樹高 8m 以下で単層構造の森林を Woodland と定義した。</p> <p>上記プロジェクトの結果まとめ、作成された計画である。「定期的なモニタリングを通じた正確な森林情報の把握と更新」を目的としている。1)国家森林インベントリー(NFI)、2)森林分布図(森林リモートセンシング)、3)森林 GIS データベースの 3 つのコンポーネントから構成されている。実施機関は、ボツワナ国環境自然資源保全観光省(MENT)森林局(DFRR)である。</p>
<p>第 2 章</p> <p>「国家森林モニタリング計画」の妥当性</p> <p>❖ 国内政策・国家開発計画および国際的枠組みからの検討</p>	<p>ボツワナ国における妥当性として、「森林政策 2011」および「第 10 次国家開発計画」と、現在実施中の「第 11 次国家開発計画」からの検討を行った。</p> <p>また、国際的枠組みからの検討として、「国連気候変動枠組条約」から REDD+(途上国における森林減少・森林劣化に由来する排出の抑制、並びに森林保全、持続可能な森林経営、森林炭素蓄積の増強)や温室効果ガスインベントリー、およびパリ協定に鑑みた検討を行い、その他「生物多様性条約」、「砂漠化対処条約」および「南部アフリカ開発共同体森林議定書」からの確認を行った。</p> <p>以上の検討の結果、国内政策・国家開発計画および国際的枠組みに十分に合致しており、計画の適切性が認められることから、実施の意義は高い。</p>

<p>第3章 「国家森林モニタリング計画書」</p> <p>❖ 国家森林モニタリング計画の構成、計画のスケジュール、各コンポーネントの説明、実施体制等計画のスコープ</p>	<p>本計画は、その上位目標を「森林モニタリングシステムにより生成された情報が、DFRR のみならず関連するステークホルダーに共有され、持続的森林管理の実現と促進に用いられる」とし、「定期的に森林モニタリングが実施され、森林の現況が的確に更新される」ことを目的に実施される計画である。</p> <p>1)国家森林インベントリー(NFI)、2)森林分布図(森林リモートセンシング)、3)森林GIS データベースの3つのコンポーネントから構成され、各コンポーネントは、さらに方法論とマニュアルから構成されている。</p> <p>コンポーネント1:国家森林インベントリー(NFI)</p> <p>国家森林インベントリーの目的は、ボツワナ国森林の正確なデータを定期的に収集し、持続的森林管理やそれに関わる意思決定を支援、実現させることにある。森林地域に、永久サンプルユニット (PSU) をボツワナ全国へ 640 地点配置し、DFRR の調査班が森林インベントリー調査を 2015 年 6 月より開始した。PSU は、3 つの円形プロットで構成され、これらのサンプルユニットは、GIS によりランダムに選定・配置されている。NFI 第 1 期は、ボツワナ会計年度 2020 年度末までに、完了させる予定としている。</p> <p>コンポーネント2:森林分布図(森林リモートセンシング)</p> <p>リモートセンシング技術は広大な地域をモニタリングするために有益で効果的であり、コンポーネント 2 では、定期的に全国森林分布図(BFDM)を提供することを旨とし、ボツワナ国の最初の全国森林分布図である BFDM2015 が 2016 年 6 月に公式に発行された。本コンポーネントは、将来作成する森林分布図と、BFDM2015 をベンチマークとして、2 つの異なる期間の森林分布図を比較することによって得られる定期的な森林モニタリングを通して森林被覆変化に関する情報を提供する。</p> <p>コンポーネント3:森林GIS データベース</p> <p>森林 GIS データベースはコンポーネント 1、2 のデータをとりまとめる本計画の核となるコンポーネントである。地上調査データである全ての森林インベントリーデータ、つまり、コンポーネント 1 で生み出されたフィールドで撮影された GPS 情報付写真他、調査情報全てがデータベースに組み込まれる。同様にコンポーネント 2 で作成される全リモートセンシング画像や、その他収集した空間情報等が、森林 GIS データベースに組み込まれる。森林 GIS データベースは簡単で、使いやすく、管理者やオペレーター用の一連のマニュアルが開発された。</p>
<p>❖ 森林情報の発信</p>	<p>NFI は 5 年サイクルで行われ、それに合わせて BFDM を定期的に更新する。DFRR は、NFI と BFDM の両者の結果を分析し、ボツワナの森林情報・状況について Forest Status Report として定期的に発信する。</p>
<p>第4章 国家森林モニタリングシステムの活用</p> <p>❖ 地方事務所と本部との連携システムの構築</p>	<p>「全国森林モニタリング計画」の技術体系である国家森林モニタリングシステムの具体的活用方法について、以下の4つの取り組みが示された。</p> <p>地方事務所と本部との連携システムの構築への活用:地方の現地調査等で確認される状況(グラウンド・トゥールズ)を直接本部データベースに反映することで、本部のデータベースコンテンツを常に新しいものに保つことができる。そこで、地方事務所と本部が双方向で情報共有を行うことが可能なプロトタイプ連携システムの開発を実施した。具体的には、インターネット地図サーバーの設定、現地でモバイル端末を利用してデータ収集するための地図作成及び地図サーバー上での地方と本部の地図情報の共有設定などを行った。</p>

<ul style="list-style-type: none"> ❖ 世界森林資源評価 (FRA)/GHG への活用 ❖ 森林火災管理への活用 ❖ コミュニティーベース自然資源管理 (CBNRM) 	<p>森林インベントリーデータへの活用:FAO は世界森林資源評価 (FRA) を 5 年に一度実施しており、ボツワナ政府は過去 25 年間で 5 度、評価のためデータを提供している。この FRA へのデータ提供には定められた規定のフォーマットに沿って、例えば、バイオマス算出において、データが正しく処理・操作され、長期に亘り報告データの精度が保たれる事が肝要である。そのため、FRA/温室効果ガスインベントリー基準を満たすデータ処理の方法論を開発し、技術供与を行った。具体的には、これまで得られた NFI データを用い FRA 規定に沿って解析する研修を行うなどした。</p> <p>森林火災管理への活用:ボツワナ国では森林火災管理が重要な課題となっている。また、森林火災管理計画の策定には様々な空間情報が必要である。しかし、DFRR は必要とされるすべての情報を保有している状態ではない。そこで、森林火災担当部署と協議の上、火災危険指数等を示す主題図や情報の作成方法を開発し、DFRR に技術供与を行った。</p> <p>コミュニティーベース自然資源管理 (CBNRM) への活用:ボツワナ政府は地域住民の生計向上と貧困改善のためにコミュニティーによる持続可能な自然資源利用を進めている。この CBNRM の取り組みとして、主題図(樹木被覆図)や衛星画像を用いてコミュニティーによる自然資源管理の取り組みに対する事例を示した。具体的には、地域住民とのワークショップによるコミュニティーのニーズに即した主題図・衛星画像の作成や、地域住民によるそれら活用の促進などである。</p>
<p>第 5 章 結論と提言</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 結論 ❖ 提言 	<p>今後の森林モニタリング実施の基準ともなる全国森林分布図(BFDM2015)が開発され、森林の現況が把握された。その結果、国レベルにおける現況の森林の面積およびその分布状況が確認された。</p> <p>5 年サイクルで実施する NFI の方法論が開発され、DFRR は森林インベントリー調査を実施する能力を獲得した。また、森林リモートセンシング技術を用いた森林分布図作成に関連した能力向上研修が行われ、DFRR は同技術を習得した。その結果、DFRR は BFDM を更新しながら情報を解析し、定期的に森林の状況が把握出来るようになった。</p> <p>また、本計画の成果である NFI データや主題図作成技術を活用する取り組みが行われ、活用の方向性が示された。</p> <p>国家森林モニタリング計画を推進する上で、各コンポーネントの実施に必要な、具体的利用・運用例として、次の 6 つのモジュールからなる技術マニュアルを開発した。1)国家森林インベントリー、2)森林リモートセンシング、3)森林 GIS データベース、4)森林インベントリーデータ活用、5)森林火災プログラムへの活用、6)コミュニティーベース自然資源管理への活用、である。</p> <p>1)計画の持続性を保つため、DFRR は早急に実施体制を整えること、2)計画実施に必要な車両等の移手段を政府は確保すること、2)調査員の安全確保は第一であり、そのために関係者間で取り決めを行うこと、3)計画の実施(特に NFI の実施)には、調査員の出張、時間外労働の手当や、調査用機材等の装備面等において、十分な予算を政府は確保し、支給する必要があること、4)DFRR 地方局における GIS 関連ハードおよびソフトウェア環境の改善、5)NFI のさらなる効率化、6)上位計画の必要性について、提言を行った。</p>

略語表

略語	英語表記	日本語表記
A/R CDM	Afforestation / Reforestation Clean Development Mechanism	植林 CDM
AFRRO	Assistant Forest and Range Resources Officer	アシスタント林野資源官
AGB	Above Ground Biomass	地上部バイオマス
BCA	Botswana College of Agriculture	ボツワナ農業大学
BCEF	Biomass Conversion and Expansion Factor	バイオマス変換拡張指数
BDF	Botswana Defence Force	ボツワナ防衛軍
BEF	Biomass Expansion Factor	バイオマス拡張指数
BFDM	Botswana Forest Distribution Map	全国森林分布図
BGB	Below Ground Biomass	地下部バイオマス
BIUST	Botswana International University of Science & Technology	ボツワナ国際科学技術大学
BTO	Botswana Tourism Organization	ボツワナ観光組織
BUAN	Botswana University of Agriculture and Natural Resources	ボツワナ農業自然資源大学
CBD	Convention on Biological Diversity	生物多様性条約
CBNRM	Community-Based Natural Resource Management	コミュニティーベース自然資源管理
CBO	Community-Based Organization	コミュニティーベース組織
CCF	Community Conservation Fund	コミュニティー保全ファンド
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
COP	Conference of the Parties	締約国会議
CSO	Central Statistics Office	ボツワナ中央統計局
CTO	Chief Technical Officer	最高技術責任者
DAP	Department of Animal Production	畜産局
DB	Database	データベース
DBH	Diameter at Breast Height	胸高直径
DEA	Department of Environment Affaires	環境局
DFDM	Detailed Forest Distribution Map	詳細森林分布図
DFRR	Department of Forestry and Range Resource	森林局
DMS	Department of Meteorological Service	気象庁
DNMM	Department of National Museum and Monuments	国立博物館・遺跡局
DSM	Department of Survey & Mapping	測量地図局
DWNP	Department of Wildlife and National Parks	野生生物国立公園局
EAD	Energy Affair Division	エネルギー局

略語	英語表記	日本語表記
EU	European Union	欧州連合
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
FCB	Forest Conservation Botswana	ボツワナ森林保全組織
FDI	Fire Danger Index	火災危険指数
FDM	Forest Distribution Map	森林分布図
F-GIS-DB	Forest GIS Database	森林 GIS データベース
FIS	Forest Inventory Survey	森林インベントリー調査
FRA	Forest Resource Assessments	世界森林資源評価
FRRO	Forest and Range Resources Officer	林野資源官
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GIZ	German Society for International Cooperation	ドイツ国際協力公社
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GT	Ground Truth	現地調査/グランドトゥルース
HQ	Headquarters	本部
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
JAFTA	Japan Forest Technology Association	(一社)日本森林技術協会
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	独立行政法人宇宙航空研究開発機構
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KyT	Kgetsi ya Tsie Women Resources Enterprise Community Trust	Kgetsi ya Tsie 女性資源事業コミュニティートラスト
LANDSAT	Land Satellite	LANDSAT/ランドサット
LIDAR	Light Detection and Ranging	光検出と測距
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry	土地利用・土地利用変化および林業
MENT	Ministry of Environment, Natural Resources Conservation and Tourism	環境自然資源保全観光省
MESA	Monitoring for Environment and Security in Africa	アフリカ環境安全モニタリング
MEWT	Ministry of Environment, Wildlife and Tourism	環境野生生物環境省
MLH	Ministry of Land and Housing	土地住宅省
MMEWR	Ministry of Mine, Energy and Water Resources	鉱山エネルギー水資源省
MRV	Measurement, Reporting, Verification	測定・報告・検証

略語	英語表記	日本語表記
NAPCD	Botswana National Action Program to Combat Desertification	ボツワナ砂漠化対処国家行動計画
NBSAP	National Biodiversity Strategy and Action Plan	国家生物多様性戦略・行動計画
NC	National Communication (UNFCCC)	国別報告書(気候変動に関する国際連合枠組条約)
NDP	National Development Plan	国家開発計画
NEF	National Environmental Fund	国家環境基金
NFDM	National Forest Distribution Map	全国森林分布図
NFI	National Forest Inventory	国家森林インベントリー
NFMS	National Forest Monitoring System	国家森林モニタリングシステム
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NTFP	Non Timber Forest Products	非木材林産物
OCG	Oriental Consultants Global Co., Ltd.	(株)オリエンタルコンサルタンツグローバル
O-J-T	On the Job Training	オンザジョブトレーニング
OLI	Operational Land Imager	陸域イメージャ
PALSAR	Phased Array Type L-band Synthetic Aperture Radar	フェーズドアレイ方式 Lバンド合成開口レーダー
PC	Personal Computer	パソコン
PCA	Principle Component Analysis	主成分分析
PCR	Project Completion Report	業務完了報告書
PDP	Performance Development Plan	業績進捗計画
PFRRO	Principal Forest and Range Resources Officer	首席林野資源官
PTO	Principal Technical Officer	首席技術官
QAQC	Quality Assurance / Quality Control	品質保証/品質管理
R	R language (open source programing language and software for statistic)	R 言語(統計用オープンソースプログラミング言語・ソフト)
R/S	Root-Shoot Ratio	RS 比(地下部重量/地上部重量比)
RD	Record of Discussion	協議議事録
REDD+	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	森林減少・劣化に由来する温室効果ガス排出の削減等
RS	Remote Sensing	リモートセンシング
S.I.	Statutory Instruments	行政委任立法

略語	英語表記	日本語表記
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SAR	Synthetic Aperture Radar	合成開口レーダー
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice	科学上及び技術上の助言に関する補助機関
SFM	Sustainable Forest Management	持続的森林管理
SFRRO	Senior Forest and Range Resources Officer	上級森林資源官
SPOT	<i>Satellite Pour l'Observation de la Terre</i>	SPOT (地球観測衛星)
STO	Senior Technical Officer	上級技術官
TAC	Technical Advisory Committee	技術助言委員会
TWG	Technical Working Group	技術作業部会
UB	University of Botswana	ボツワナ大学
UNCCD	United Nations Convention to Combat Desertification	国連砂漠化対処条約
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組条約
USAID	U.S. Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
UTM	Universal Transverse Mercator	ユニバーサル横メルカトル
VDC	Village Development Committee	村落開発委員会
WAD	Women's Affairs Department	女性局
WMA	Wildlife Management Area	野生動物管理区域

目次

ボツワナ森林分布図 2015

要約

略語表

第 1 章	プロジェクトおよび国家森林モニタリング計画の概要	1-1
1.1	プロジェクトの概要.....	1-1
1.1.1	背景	1-1
1.1.2	プロジェクトの作業フロー	1-2
1.1.3	機材の投入について	1-2
1.1.4	コンサルタントの投入	1-2
1.1.5	JCC について	1-3
1.1.6	能力向上研修および本邦研修について	1-3
1.2	国家森林モニタリング計画の概要.....	1-4
1.2.1	国家森林モニタリング計画の主目的.....	1-4
1.2.2	国家森林モニタリング計画の上位目標.....	1-5
1.2.3	実施機関	1-5
1.2.4	ボツワナ全国森林分布図および国家森林モニタリング計画の開発.....	1-5
1.2.5	本報告書の範囲.....	1-7
第 2 章	国家森林モニタリング計画の妥当性	2-1
2.1	政府の政策との整合性.....	2-1
2.1.1	森林政策 2011.....	2-1
2.1.2	国家開発計画 (NDP).....	2-3
2.2	国際協定や枠組みとの整合性.....	2-7
2.2.1	気候変動に関する国際連合枠組条約(UNFCCC).....	2-7
2.2.2	生物多様性条約(CBD).....	2-10
2.2.3	砂漠化対処条約(UNCCD).....	2-11
2.2.4	南部アフリカ開発共同体(SADC)森林議定書	2-12
第 3 章	国家森林モニタリング計画書	3-1
3.1	計画名	3-1
3.2	目標	3-1
3.3	上位目標	3-1
3.4	対象地域	3-1

3.5 国家森林モニタリング計画の構成.....	3-1
3.5.1 コンポーネント 1:国家森林インベントリー (NFI).....	3-1
3.5.2 コンポーネント 2:森林分布図(森林リモートセンシング).....	3-2
3.5.3 コンポーネント 3:森林 GIS データベース.....	3-2
3.6 国家森林モニタリング計画のサイクル.....	3-3
3.7 コンポーネント 1: 国家森林インベントリー—(NFI).....	3-3
3.7.1 目的.....	3-3
3.7.2 方法論.....	3-3
3.7.3 サンプルプロットのデザイン.....	3-4
3.7.4 サンプリングユニットの構成.....	3-5
3.7.5 野帳と記録項目.....	3-5
3.7.6 サンプル数.....	3-7
3.7.7 サンプルユニットの配置.....	3-8
3.7.8 NFI の作業段取り.....	3-9
3.7.9 データ整理.....	3-11
3.7.10 調査チームの構成.....	3-12
3.7.11 調査実績.....	3-13
3.7.12 実施スケジュール.....	3-13
3.7.13 QAQC.....	3-15
3.7.14 自動撮影カメラによる調査.....	3-16
3.7.15 マニュアル.....	3-19
3.8 コンポーネント 2:森林分布図.....	3-19
3.8.1 目的.....	3-19
3.8.2 方法論.....	3-24
3.8.3 実施体制.....	3-26
3.8.4 作業工程.....	3-27
3.8.5 マニュアル.....	3-28
3.8.6 詳細森林分布図.....	3-29
3.9 コンポーネント3:森林 GIS データベース (GIS/DB).....	3-32
3.9.1 目的.....	3-32
3.9.2 方法論.....	3-32
3.9.3 定期的な時系列森林分布図、国家森林インベントリーデータの格納.....	3-37
3.9.4 DFRR・本部データベース・コンテンツの最新状態への維持.....	3-38
3.9.5 実施体制.....	3-39
3.9.6 運用スケジュール.....	3-40
3.9.7 マニュアル.....	3-41
3.10 実施体制.....	3-42

3.10.1	NFMS 管理体制.....	3-42
3.10.2	NFMS 担当者の要件・役割.....	3-43
3.10.3	他の省庁や機関との協力.....	3-47
3.10.4	調査員の安全確保.....	3-48
第4章	国家森林モニタリングシステムの活用.....	4-1
4.1	国家森林モニタリングシステムの活用について.....	4-1
4.2	地方事務所と本部との連携システム.....	4-1
4.2.1	背景.....	4-1
4.2.2	活用方法・活用事例.....	4-2
4.2.3	マニュアル.....	4-8
4.3	国家森林インベントリーデータの FRA/GHG への活用.....	4-9
4.3.1	背景.....	4-9
4.3.2	理念.....	4-10
4.3.3	方法論.....	4-10
4.3.4	インベントリーデータの活用.....	4-10
4.4	Fire Program への活用.....	4-12
4.4.1	背景.....	4-12
4.4.2	活用方法・活用事例.....	4-13
4.4.3	マニュアル.....	4-24
4.5	CBNRM への活用.....	4-25
4.5.1	背景.....	4-25
4.5.2	活用方法・活用事例.....	4-25
4.5.3	CBNRM への応用へ向けた提言 - 応用事例集.....	4-36
4.6	情報発信・報告.....	4-37
4.6.1	プロジェクトからの成果.....	4-37
4.6.2	Botswana Forest Status Report.....	4-38
4.7	NFMS の活用に関する現況と課題.....	4-39
第5章	結論と提言.....	5-1
5.1	結論.....	5-1
5.2	提言.....	5-3
5.2.1	NFMS 実施体制の早期確立(NFMS メンバーの任命や雇用).....	5-3
5.2.2	移動手段.....	5-4
5.2.3	調査員の安全確保と関連機関合意による NFI の効率的な実施.....	5-5
5.2.4	行政／財政の制約.....	5-5
5.2.5	全国森林分布図(BFDM)の更新.....	5-5

5.2.6	地方局における GIS に係るハード・ソフト環境の改善	5-7
5.2.7	NFI のさらなる効率化へ向けて	5-7
5.2.8	上位計画の必要性和 NFMS の活用	5-8

付属資料 (Appendices)

Appendix-1	Workflow of the Project (July-2013 – June 2016)
Appendix-2	Plan of Operation for the extension phase (July 2016 – December 2017)
Appendix-3	Certificate of handover
Appendix-4	List of equipment
Appendix-5	CBNRM -1 Action Plan of KyT to manage natural resource by using tree cover map and satellite imagery map -2 Short list and long list for the selection of CBNRM CBOs -3 Long listed CBNRM CBOs
Appendix-6	Record of Discussion and Amendment
Appendix-7	Man-Month Table
Appendix-8	JCC Minutes of Meeting
Appendix-9	Technical Transfer Report
Appendix-10	本邦研修受入実績
Appendix-11	Interpretation Table

表目次

表 1-1	プロジェクトの概要(2015年10月5日変更 R/D)	1-1
表 1-2	JICA 調達機材一覧および費用	1-2
表 1-3	JCC 開催日時および主な討議内容	1-3
表 1-4	本邦研修参加者および実施期間一覧	1-3
表 1-5	プロジェクトで実施した DFRR 向け能力向上研修実績のまとめ	1-4
表 1-6	District 別の土地被覆および森林率.....	1-6
表 2-1	森林政策 2011 で掲げられている 10 原則	2-1
表 2-2	森林政策 2011 における国家森林モニタリングシステムとの関連記述.....	2-2
表 2-3	Vision 2016 の柱と NDP 10 目標.....	2-4
表 2-4	国連持続的開発目標(SDGs)と、NDP11 および Vision2036 における優先分野等の対比	2-5
表 2-5	NBSAP 2016、目標 2、ターゲット 5 の NFMS に関する戦略的活動.....	2-11
表 3-1	調査対象木と調査範囲.....	3-4

表 3-2	森林と Woodland の面積、材積の平均値と標準偏差	3-8
表 3-3	土地被覆、面積、サンプルユニット数.....	3-8
表 3-4	調査実績(2017年9月時点).....	3-13
表 3-5	2020 ボツワナ会計年度(FY2017)までの NFI 第 1 期スケジュール	3-14
表 3-6	NFI のサイクル(計画).....	3-14
表 3-7	QAQC 調査の成果・再確認・確認作業実施項目一覧	3-15
表 3-8	確認動物種	3-18
表 3-9	ボツワナ国, FAO, UNFCCC における森林定義.....	3-19
表 3-10	森林分布図の分類項目の概要	3-21
表 3-11	8 通りの実施体制	3-27
表 3-12	森林分布図の更新方法に関する追加的なオプション.....	3-37
表 3-13	他省庁・機関との連携.....	3-47
表 4-1	本プロジェクトで取り組んだ NFMS の具体的な活用方法	4-1
表 4-2	連携システムが応用できる可能性がある分野	4-8
表 4-3	GIS と NFI データベースを使った森林バイオマスの予備計算結果.....	4-12
表 4-4	DFRR から要望された主題図一覧.....	4-12
表 4-5	List of necessary attributes for firebreak management	4-14
表 4-6	list of asset, data availability and buffer distance	4-20
表 4-7	火災管理関連マニュアルリスト (Module 5)	4-24
表 4-8	各過程での選定基準.....	4-26
表 4-9	最終選定スコアリング結果.....	4-27
表 4-10	活動で採集される植物.....	4-27
表 4-11	KyT から海外に輸出された Marula オイル	4-28
表 4-12	KyT 会員が自然資源管理する上で関心の高い資源一覧	4-29
表 4-13	購入した衛星画像(SPOT6/7).....	4-29
表 4-14	出力図のタイプ	4-32
表 4-15	本プロジェクトからの知見共有や情報発信	4-37
表 4-16	Botswana Forest Status Report 目次案	4-39
表 4-17	NFMS 活用における現況と課題・対策	4-39
表 5-1	BFDM(ボツワナ全国森林分布図)2015 結果.....	5-1
表 5-2	BFDM(ボツワナ全国森林分布図)2015 結果.....	5-3
表 5-3	Botswana Forest Status Report 目次案	5-3
表 5-4	リモートセンシングソフトウェアのライセンス状況.....	5-6
表 5-5	GIS システム要求スペック表	5-7
表 5-6	新規プロジェクトの要請概要	5-8

目次

図 1-1	BFDM2015 によるボツワナ国土地被覆.....	1-6
図 1-2	国家森林モニタリング計画全体スケジュール.....	1-7
図 2-1	排出推定の手法.....	2-8
図 3-1	国家森林モニタリング計画の技術体系(NFMS).....	3-1
図 3-2	NFMS 全体スケジュール.....	3-3
図 3-3	サンプルプロットの設置.....	3-4
図 3-4	ユニットの構成.....	3-5
図 3-5	Forest、Woodland、サンプル合計のサンプルプロット計算表.....	3-8
図 3-6	サンプルユニットの配置モデル.....	3-9
図 3-7	自動撮影カメラの設置個所とラインセンサスのルート.....	3-16
図 3-8	トレイルカメラ調査.....	3-17
図 3-9	ラインセンサス調査.....	3-17
図 3-10	トレイルカメラ調査期間と動物の確認種数.....	3-19
図 3-11	森林分布図の分類項目.....	3-20
図 3-12	方法論の選択.....	3-25
図 3-13	ボツワナ全土の Landsat 画像のシーン.....	3-26
図 3-14	BFDM および NFI の更新サイクル案.....	3-28
図 3-15	BFDM 作成に関わるマニュアル (Module 2).....	3-28
図 3-16	詳細森林分布図および林分サイズ分布図作成の流れ.....	3-29
図 3-17	ハボロネパイロットエリアの詳細森林分布図.....	3-30
図 3-18	ハボロネパイロットエリアの林分サイズ分布図.....	3-30
図 3-19	フランシスタウンパイロットエリアの詳細森林分布図.....	3-31
図 3-20	フランシスタウンパイロットエリアの林分サイズ分布図.....	3-31
図 3-21	プロトタイプ森林 GIS データベース開発のバージョン遷移.....	3-32
図 3-22	データベース Ver. 1のインターフェース(背景図が中心).....	3-33
図 3-23	データベース Ver. 2のインターフェース(主題図が中心).....	3-33
図 3-24	データベース Ver. 3のインターフェース(ラピッドアイ画像 解像度・5m画素).....	3-34
図 3-25	データベース Ver. 3のインターフェース(主題図:バイオマス変化抽出)....	3-34
図 3-26	データベース Ver. 3のインターフェース(スポット6画像 解像度・1. 5m画素).....	3-35
図 3-27	周期的に無料で入手可能なオープンデータ.....	3-36
図 3-28	Google Earth Engine(森林分布図更新に係るオプション・ツールの一つ)....	3-37
図 3-29	PDCA サイクルに基づくデータベース・コンテンツ更新の概念図.....	3-38
図 3-30	地方局からのフィードバックを考慮したシステムの概念設計図.....	3-39
図 3-31	特定のオペレーション・スタッフによる業務フロー.....	3-40
図 3-32	ステップワイズ・アプローチによる国家森林モニタリングシステム開発.....	3-40

図 3-33	持続可能なシステム開発に係る指標.....	3-41
図 3-34	実習マニュアル及びマニュアルを用いた自習風景.....	3-42
図 3-35	NFMS 実施体制.....	3-43
図 3-36	調査員の安全確保(調査員を取り囲むリスク).....	3-48
図 4-1	インターネット地図サーバー上での配信地図・共有設定のイメージ.....	4-2
図 4-2	モバイル端末上での主題図(防火帯ラインデータ)表示のイメージ.....	4-3
図 4-3	プロトタイプ連携システムの現地フィールドにおける有効性の確認.....	4-5
図 4-4	システム有効性確認で使用したマテリアル(防火帯図形データ).....	4-5
図 4-5	現地視察サイトの外観.....	4-6
図 4-6	メンテナンスが良く実施されている防火帯の現地視察の結果.....	4-6
図 4-7	防火帯データが現地視察の結果、画像判読で誤判読であると分かった事例.....	4-7
図 4-8	インベントリーデータの活用図.....	4-10
図 4-9	FRA の規定に沿った地上部と地下部バイオマスの計算工程.....	4-11
図 4-10	技術トレーニングで実施された段階的アプローチ(EXCEL から R).....	4-11
図 4-11	Flow of update of firebreak shape file.....	4-13
図 4-12	Attribute table and firebreak GIS data.....	4-14
図 4-13	Flow of development of FDI map.....	4-15
図 4-14	Fire Weather Index map sample on June 1st, 2014.....	4-16
図 4-15	Flow of fire zoning map development.....	4-17
図 4-16	Fire zoning map sample.....	4-18
図 4-17	Flow of development of asset map.....	4-19
図 4-18	Asset map sample for Kweneng district.....	4-20
図 4-19	Two options for development of burnt area polygon.....	4-21
図 4-20	Flow of burnt area extraction.....	4-22
図 4-21	Original satellite imagery and burnt area polygon.....	4-22
図 4-22	Vectorization of burnt area product.....	4-23
図 4-23	Stand volume change map using PALSAR satellite imagery.....	4-24
図 4-24	パイロットエリア選定手順.....	4-26
図 4-25	パイロットエリア選定後から主題図・衛星画像の供与までの流れ.....	4-28
図 4-26	SPOT 画像と選定場所のリスト.....	4-30
図 4-27	現地調査ポイントの SPOT 拡大図(左図)および調査ポイント(右図).....	4-31
図 4-28	インデックスページのサンプル画像.....	4-32
図 4-29	樹木被覆図のサンプル画像(スケール 1:10,000).....	4-33
図 4-30	ワークショップを行う KyT メンバー.....	4-34
図 5-1	NFMS 実施体制図.....	5-4
図 5-2	経済成長源の多様化に鑑みた国家森林マスタープランおよび国有林マスタープラン開発.....	5-9

マニュアル (技術協力成果品)

Module 1 National Forest Inventory (NFI)

- 1.1 Forest Inventory Manual
- 1.2 GPS Handling Manual
- 1.3 TruePulse Manual

Module 2 Forest Distribution Map (Forest Remote Sensing)

- 2.1 Remote Sensing Training Manual & Accuracy Assessment
- 2.2 Manual for change detection of land cover using satellite imagery for updating Botswana Forest Distribution Map

Module 3 Forest GIS Database

- 3.1 Operation Manual
- 3.2 System Administration Manuals
- 3.3 Practice Manual

Module 4 Provide the data to the international mechanism - Manual for Practical Application of National Forest Inventory Data -

Module 5 Forest Fire Program – Manual for the effective use of the forest information to the fire management -

Module 6 CBNRM - The good practice manual to apply the output of NFMS to CBNRM activities -

第 1 章 プロジェクトおよび国家森林モニタリング計画の概要

1.1 プロジェクトの概要

1.1.1 背景

ボツワナにおいて森林資源とは、特に農村地域の人々にとっては、燃材、数々の食料、薬用、文化や宗教目的の利用や、生態系、温室効果ガス排出による影響の軽減、生物多様性保全、レクリエーションや観光資源ともなる生態系サービス等、様々な製品とサービスを提供する多目的な再生可能資源である。特に燃材は、今日のボツワナにおいても、欠くことの出来ない重要なエネルギー源であり、家庭用燃料の 46%、農村地域においては、実にその 77%を燃材が占めている¹。

その一方では、ボツワナ国においては、森林が国家経済へどのような影響を与えているかについての情報が不足しており、大きな課題となっている。政府は、森林資源管理に資する統計的なデータをこれまで有していない。さらに、燃材利用は、森林資源を圧迫し、その管理と保全が重要課題となっている。しかしながら、森林資源の利用現況が不明であり、モニターされていないのが実情である。

このような課題に対処するため、ボツワナ政府による森林モニタリングのための能力向上を目的として、JICA による技術協力の下、「国家森林モニタリングシステム強化プロジェクト」(以下、「プロジェクト」ないし、「NFMS Project」と称す)が 2013 年 7 月より 3 年間の予定で開始された。

その後、プロジェクトは順調に推移し、開始後約 2 年を目前にした 2015 年 4 月、JICA はプロジェクトとその進捗について DFRR(Department of Forestry and Range Resources)と協議を行うためにミッションを派遣した。DFRR は、上位目標である「持続的な森林管理」を達成するため、1) NFMS の持続的森林管理への活用(地方連携)、2) 森林火災プログラムへの活用、3) 参加型森林管理への活用の 3 つの分野において優先的に NFMS を活用していく意向が示され、2015 年 4 月 2 日付協議議事録(M/M)が作成された。

この議論をもとに、2015 年 10 月 5 日に政府間合意議事録(R/D)が変更され、協力期間が 2017 年 12 月まで延長となり、ツールとしての NFMS を活用するために、新たに 4 つの成果が追加され、2016 年 7 月から 2017 年 12 月までを延長フェーズとして実施された。次表に、プロジェクトの概要を示す。

表 1-1 プロジェクトの概要(2015 年 10 月 5 日変更 R/D)

案件名	ボツワナ国国家森林モニタリングシステム強化プロジェクト
協力期間	2013 年 7 月～2016 年 6 月 (36 ヶ月) 2016 年 7 月～2017 年 12 月 (延長フェーズ 18 ヶ月)
プロジェクト目標	本プロジェクトは、森林分布図の作成、森林インベントリー手法の確立ならびに森林 GIS データベースの整備によりボツワナ国の国家森林モニタリングシステムを構築し、関連する C/P 機関等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する。さらに、構築されたシステムが、森林火災管理やコミュニティーベース自然環境資源管理などの持続的森林管理に実際に活用されることを目指す。
期待される成果	成果 1: 全土の森林分布図(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方法論が確立される 成果 3: 森林 GIS データベースが DFRR(森林局)に整備される 成果 4: 国家森林モニタリング計画が策定される 延長フェーズでの追加成果 成果 5: 構築される NFMS が DFRR(森林局)地方局や他省庁を含む関係機関の間で持

¹ ENERGY STATISTICS 2003, STATS BRIEF February 2007

成果 6:	続的森林管理に必要な情報の共有と資料の作成に活用される
成果 7:	NFMS が持続的森林管理のための森林火災管理に活用される
成果 8:	NFMS が持続的森林管理の一部としてのコミュニティーベース自然資源管理に活用される
	南部アフリカ開発共同体(SADC)や他の開発期間と連携してプロジェクトから得られる知識や経験がボツワナ内外において共有される

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

1.1.2 プロジェクトの作業フロー

本プロジェクトは、Appendix-1 に示したとおりの作業フロー(2013年7月～2016年6月)に基づいて作業を実施し、完了した。また、延長フェーズ(2016年7月～2017年12月)においては、Appendix-2 に示す作業計画に基づき活動を実施し、作業を完了した。

1.1.3 機材の投入について

本プロジェクトでは、NFMS の実施に必要として予定した機材を全て調達し、DFRR 側へ全てハンドオーバー済みである。Appendix-3 に Certificate of Handover を付す。また、Appendix-4 に全機材リストを添付する。JICA 側で投入した機材費を表 1-2 に示す。現地調達分 BWP1,976,295、本邦調達分 17,753 円、合計で円換算額で 41,439,188 円となった。

表 1-2 JICA 調達機材一覧および費用

カテゴリー	主な品名	現地調達 (単位 BWP 税込)	本邦調達 (単位:円・税込)
Satellite image	PALSAR (2sets :3 tiles)		331,490
	SPOT6 (6,504 km ²)		3,250,699
	RapidEye (6,334 km ²)		1,806,995
RS Software	ENVI	671,440.00	
	eCognition	-	3,999,975
RS/GIS Hardware	RS/GIS Hardware	172,506.88	
	Hand held PC	19,353.60	
	LED monitor	7,100.80	
Forest Inventory Survey	GPS, Vertex IV, TruPulse360, Calliper, Diameter tape, Measuring tape, Tree tag, etc.	26,544.00	6,358,705
Biodiversity Survey	Trail camera, Binoculars, Field Scope, Single-lens reflex camera, etc.		2,005,420
Project Management	Multi-function printer, Projector, Note & Desktop PC	160,051.42	
Vehicles	Vehicles (02 Toyota Land Cruiser)	919,299.00	
	小計	BWP 1,976,295.70	JPY 17,753,284
		(1)	(2)
		Total amount ordered in Botswana (円換算額/税込)	Total Amount ordered in Japan (円)
	小計	JPY 23,685,904	JPY 17,753,284

総計(円換算)

(1) + (2) = **JPY 41,439,188**

* Exchange rate applied: BWP 1.00 = JPY 11.985 (Average JICA exchange rate Apr.2015- Jan.2016)
http://www.jica.go.jp/announce/manual/form/consul_g/ku57pq0000kzv7m-att/rate_201601.pdf

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

1.1.4 コンサルタントの投入

プロジェクトには、「総括/森林資源管理」、「森林リモートセンシング」、「森林 GIS データベース」、「森林インベントリー」、「生物多様性」、「業務調整」、「研修同行」についてのコンサルタントがプロジェクト前半

(2013年7月～2016年6月)に投入された。延長フェーズにおいては、これらに加え、「CBNRM(コミュニティベース自然資源管理)」のコンサルタントが追加された。

コンサルタントの総投入MMは、104.15MM²である。Appendix-7に、コンサルタント人月表を添付する。

1.1.5 JCCについて

本プロジェクトにおいては、合計4回のJCCを開催した。各JCCの開催日と主な内容を次表に示す。また、JCC議事録をAppendix-8に示す。

表 1-3 JCC開催日時および主な討議内容

J	C	C	開催日時	主な内容
第1回	JCC		2014年1月30日	第1年次の活動報告(業務完了報告書についての説明)と次期計画についての討議
第2回	JCC		2015年6月3日	進捗報告(モニタリングレポート第2年次前期の説明)と、次期計画およびプロジェクトの延長にかかる討議
第3回	JCC		2016年4月21日	進捗報告(モニタリングレポート第2年次後期の説明)と、次期計画および、BFDM2015の完成について。
第4回	JCC		2017年3月23日	進捗報告(モニタリングレポート第2年次延長フェーズ)の説明と、プロジェクト終了までの活動計画について。
最終	JCC		2017年11月3日	本JCCについては、同日に開催した技術普及セミナーと同日に開催しており、業務完了報告書最終案の印刷版の手交とコメントの取り付けをJCCに依頼したのみであり、議事録の作成を行っていない。*

注: *最終JCCについては、業務完了報告書最終案提出レターにDFRR局長による受取署名入りのレターを添付する。

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

1.1.6 能力向上研修および本邦研修について

(1) 本邦研修について

本邦研修については、2013年、2014年、2015年の3回実施した。DFRRから毎回3名を受入、延べ9名の研修員を受け入れた。次表に本邦研修参加者、各回の派遣期間等の一覧を示す。各研修における詳細については、Appendix-10 本邦研修実績記録を参照。

表 1-4 本邦研修参加者および実施期間一覧

No.	年次・期間*	研修者名	役職・職位(参加当時)	配属先(当時)
1	1年次 2013/12/3～20	Mr Anthony N. Tema	DFRR 調査モニタリング部部长 Chief Forestry & Range Resources Officer	Gaborone
2		Mr Motsheganyi Sekgopo	プロジェクトマネージャー Principal Forestry & Range Resources Officer I	Gaborone
3		Mr Keletso Seabo	DFRR・調査モニタリング部職員兼 SADC-MRV プロジェクトリーダー Assistant Scientific Officer	Gaborone
4	2年次 2014/12/3～ 12/19	Ms.Tshenolo Gogola	DFRR 職員 Forestry & Range Resources officer	Gaborone
5		Mr.Wazha Lucas	DFRR 職員 Forestry & Range Resources officer	Kanye
6		Mr Etsang Phokoletso	DFRR 職員 Forestry & Range Resources officer	Molepolole
7	3年次 2015/12/1～18	Ms Gloria Komanyane	DFRR 職員 Senior Forest Range Resource Officer	Gaborone
8		Mr Joseph Lesenya	DFRR 職員 Forest Range Resource Officer II	Tsabong

² 自社負担分を除く。総MMは、1年次27.39MMと2年次以降の76.76MMの合計値

No.	年次・期間*	研修者名	役職/職位(参加当時)	配属先(当時)
9		Ms Thomologo Mutukwa	DFRR 職員 Chief Technical Officer	Maun

*注:前後の渡航期間を含まない

出典:DFRR-JICA NFMS Botswana Project

(2) その他能力向上研修について

本プロジェクトでは、適宜、コンサルタントによる DFRR 職員向けの研修を実施した。研修は、講義と実習を組み合わせた形で実施された。また、本省の限られた職員にのみ研修が偏ることがないように、地方職員も含めて、できる限り多くの職員を対象として実施した。なるべく多数の職員を対象としたことは、職員が転職等をして、研修成果が失われることを防ぐ意味もある。

地方職員が研修に参加するための手当等は DFRR が全て負担した。次表に能力向上研修の実績参加者数および延べ日数を示す。プロジェクト期間全体で、延べで 396 人、1,524 人日の研修生を動員した。各テーマにおける内訳等については、Appendix-9 Technical Transfer Report に付す。

表 1-5 プロジェクトで実施した DFRR 向け能力向上研修実績のまとめ

テーマ	人数・人日・年	研修参加者数*					研修人日					人数 合計	人日 合計
		2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017		
森林インベントリー			60	26	16	32		325	52	25	80	134	482
森林 GIS データベース				33	6	5			33	6	10	44	49
リモートセンシング			116	53	25	15		466	254	39	75	209	834
本邦研修		3	3	3			54	51	54			9	159
総計		3	179	115	47	52	54	854	402	70	165	396	1,524

注:*本邦研修の実績を含む、*研修参加者数は延べ人数であり、研修生に重複がある(例、同じ人物が別のテーマ・機会に参加した場合、それぞれを一人参加したとカウントする)

出典:DFRR-JICA NFMS Botswana Project

以上の DFRR 職員向け研修の他に、コミュニティによる組織の一つである、Kgetsi ya Tsie Women Resources Enterprise の評議員やコーディネーターからなる事務局やメンバー(延べ 19 名動員)、を対象として、NFMS をツールとした CBNRM 活動の一環として、OJT による能力向上研修を実施し、Action Plan を策定している。詳細は第 4 章「4.5 NFMS の活用-Output 7 CBNRM への活用」を参照。

1.2 国家森林モニタリング計画の概要

以上のセクションにおいては、2013 年 6 月～2017 年 12 月まで実施したプロジェクトの概要について述べたが、本セクションにおいては、プロジェクトの結果として導き出された「国家森林モニタリング計画」についての概要を述べる。

1.2.1 国家森林モニタリング計画の主目的

プロジェクトの目標としては、1.1 に述べたとおり、「森林分布図の作成、森林インベントリー手法の確立ならびに森林 GIS データベースの整備によりボツワナ国の国家森林モニタリングシステムを構築し、関連する C/P 機関等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が目的であった。さらに、構築されたシステムが、森林火災管理やコミュニティベース自然環境資源管理などの持続的森林管理に実際に活用されることを目指す」ことである。

さらに、本プロジェクトを通じて作成された国家森林モニタリングシステム計画の目的は、「定期的なモニタリングを通じた正確な森林情報の把握と更新」することである。

1.2.2 国家森林モニタリング計画の上位目標

国家森林モニタリング計画の上位目標を次のとおり定める。

「森林モニタリングシステムにより生成された情報が、DFRR のみならず関連するステークホルダーに共有され、持続的森林管理の実現と促進に用いられる」

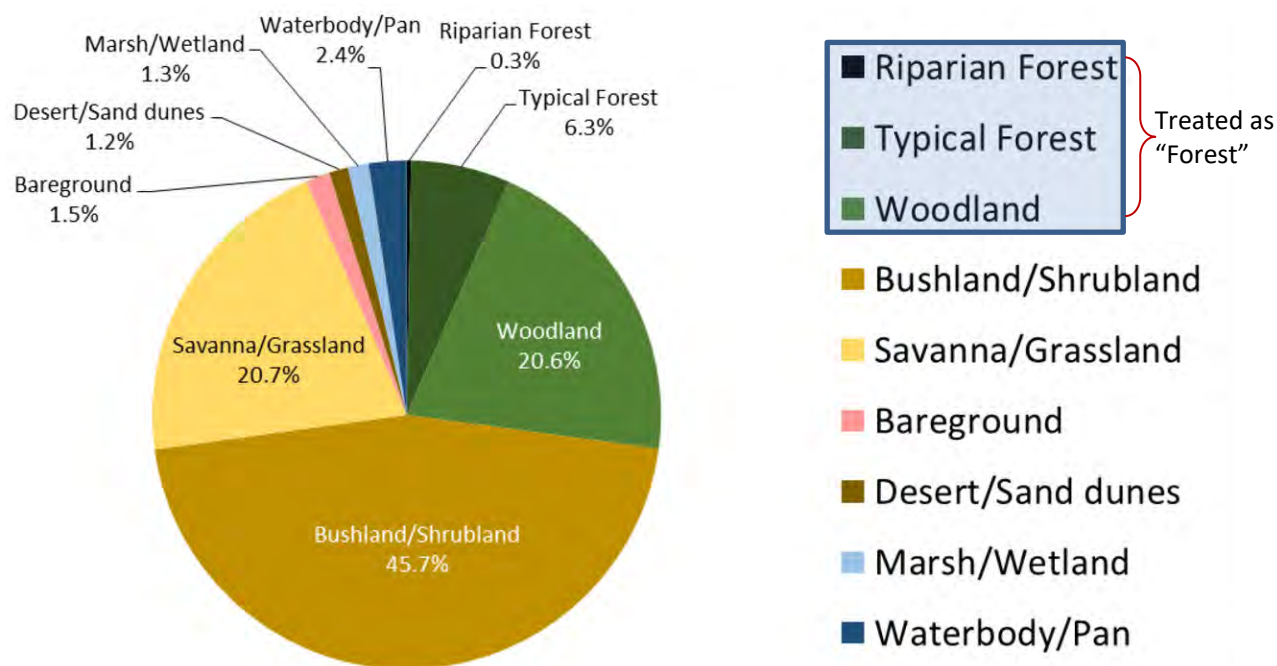
1.2.3 実施機関

(和文) ボツワナ国環境自然資源保全観光省森林局

(英文) Department of Forestry and Range Resources (DFRR), Ministry of Environment, Natural Resources Conservation and Tourism (MENT)

1.2.4 ボツワナ全国森林分布図および国家森林モニタリング計画の開発

プロジェクトによりボツワナ全国森林分布図(BFDM 2015)が、作成され、2016年6月に公式に公開された。BFDM2015によれば、ボツワナ国における森林面積は157,279km²(森林率27%)であり、その内訳は、河畔林1,552 km²、Typical Forest36,517 km²、Woodland 119,210km²であることが明らかになった。ボツワナ国においては、以上の3つのカテゴリーを森林として取り扱う。森林定義については、基本的にはFAOで定める基準に準じており、河畔林とTypical Forestは平均樹高が8m以上で階層構造を有する森林であり、それに対して、平均樹高が8m以下で単層構造の森林をWoodlandと分類する。森林の定義や森林の分類項目の詳細については「3.8.1(1)森林の定義および森林分布図の概要」にて説明する。BFDM2015は、解像度30m、2013年および2015年のLANDSAT画像をベースに作成されており、同分布図によって、はじめてボツワナ国森林分布の情報が明らかとなった。さらに、森林資源の変化の状況に関しては、このようなりモートセンシングデータと森林の地上調査結果との組み合わせにより分析可能となるが、その地上調査データを取得するために、本プロジェクトの枠組みの下、2015年6月より国家森林インベントリー(NFI)調査がDFRR主導の下で進行中であり、現在その第1回目のサイクルの調査が実施中である。



出典:BFDM2015, DFRR-JICA NFMS Botswana Project

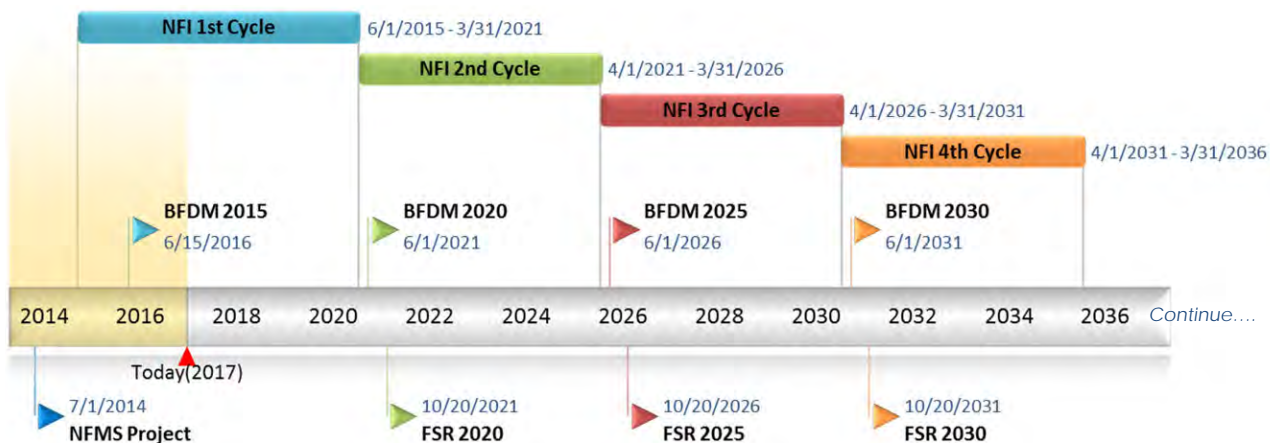
図 1-1 BFDM2015 によるボツワナ国土地被覆

表 1-6 District 別の土地被覆および森林率

Class	Central	Chobe	Ghanzi	Kgalagadi	Kgatleng	Kweneng	Ngamiland	North East	South East	Southern	Total (km ²)	%
Riparian Forest	558	86	2				863	42			1,552	0.3
Typical Forest	14,054	8,104	22		360	1,206	11,163	949	193	467	36,517	6.3
Woodland	35,022	5,834	15,762	5,152	1,137	3,944	48,603	1,680	254	1,821	119,210	20.6
Total "Forest"	49,634	14,024	15,786	5,152	1,497	5,150	60,629	2,671	447	2,288	157,279	27.1
Forest Rate in District (%)	33.8%	66.9%	13.7%	4.9%	19.5%	13.9%	54.1%	49.0%	22.4%	8.4%		
Bushland/Shrubland	55,834	3,375	65,578	65,872	4,618	20,002	32,650	1,175	1,200	14,601	264,906	45.7
Savanna/Grassland	27,403	2,716	31,594	25,099	1,487	11,314	8,929	1,317	295	9,982	120,134	20.7
Bareground	3,220	441	1,065	1,518	50	451	1,414	244	28	475	8,905	1.5
Desert/Sand dunes				7,008							7,008	1.2
Marsh/Wetland	7	339					7,315				7,661	1.3
Waterbody/Pan	10,662	67	1,069	728	12	51	1,176	48	20	43	13,875	2.4
Total	146,759	20,961	115,093	105,377	7,663	36,968	112,113	5,455	1,991	27,388	579,768	100.0

出典: BFDM2015, DFRR-JICA NFMS Botswana Project

このように、現在実施中の第1巡目の NFI 結果と BFDM2015 を分析することにより、ベンチマークとしての最初の国の森林状況が明らかになり、さらにそれを指標として、将来の森林モニタリングや政策策定が行えるようになる。さらに、国家森林モニタリングシステム(NFMS)は、国の森林の拡大および破壊の状況を知ることにより、森林の持続性を保つことに役立てられるものとなる。このような森林の情報は、DFRR のみに資することなく、すべてのステークホルダーに対して必要な情報であり、それ故に、今後、定期的な森林現況報告書(forest status report)の出版が DFRR によりなされるべきであり、森林情報は、全てのステークホルダーや市民に情報が共有され、関連する様々な戦略、管理計画、実施計画等の策定に役立てられなければならない。次図に、N 国家森林モニタリング計画の全体スケジュールを示す。



略語等: NFI: National Forest Inventory, BFDM Botswana Forest Distribution Map, NFMS: National Forest Monitoring System, FSR Forest Status Report, Date format: Month/Day/Year

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 1-2 国家森林モニタリング計画の全体スケジュール

上段に示すタスクは 5 年おきの NFI サイクルを示している。中段のマイルストーンは、5 年おきの BFDM の更新予定、そして、NFI と BFDM の両者の結果を分析し、ボツワナの森林状況について、Forest Status Report として定期的に報告する予定とする。下段に示すマイルストーンが、Forest Status Report の発行予定である。

1.2.5 本報告書の範囲

本報告書は、2016 年 7 月に提出したインテリムレポートを基として、2016 年 7 月から 2017 年 12 月の延長フェーズでの成果と、プロジェクト開始の 2013 年 6 月から 2017 年 12 月の完了までの全ての成果を含め、「ボツワナ国国家森林モニタリング計画」として、作成するものである。

第2章 国家森林モニタリング計画の妥当性

本章では、ボツワナ国国家森林モニタリングシステム強化プロジェクトにより作成された「国家森林モニタリング計画」、およびその技術体系であるシステム(国家森林モニタリングシステム:NFMS)の、ボツワナ国政府の政策と、国際的な枠組みにおける位置づけを確認し、その妥当性について述べる。

ボツワナ国政府政策からの妥当性については、森林分野における基本政策となっている「森林政策2011」と、国家の基本計画である国家開発計画(NDP)からの検討を行う。NDPについては、本プロジェクト実施期間中のNDPであった第10次国家開発計画(NDP10)および、現在の計画である第11次国家開発計画(NDP11)の二つのNDPからの検討を行う。

また、国際的な枠組みにおいては、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)、生物多様性条約(CBD)、砂漠化対処条約(UNCCD)、および、南部アフリカ地域における枠組みから、南部アフリカ開発共同体(SADC)森林議定書からの位置づけの検討を行い、NFMSの妥当性を確認する。

2.1 政府の政策との整合性

2.1.1 森林政策2011

森林政策は2011年に承認され、森林や草地資源管理の促進を保全や開発、そして持続的な利用を通じて提供する枠組みである。この政策は保全、開発、そして持続的な利用を通じて森林や森林資源管理のための基本的な原則、目的、戦略、そして実施計画を定めている。またそれは現在、そして未来の世代の社会的、文化的、経済的、環境的、そして生態的ニーズを満たすためでもある。

同政策においては、持続的な環境のガイドラインとして、次の10原則が掲げられている。

表 2-1 森林政策2011で掲げられている10原則

10原則		概要
1	人間中心	人びとのニーズを中心とした森林管理を行い、社会経済的、精神的、文化的、美的、そして開発の利益を公平に享受する。
2	持続的開発	森林管理は社会的に受容されるものでなければならず、環境に親和的であり、経済的に見合うものでなければならない。
3	汚染者負担/利用者負担	森林破壊の原因を生み出す者がその修復費用を負担する。
4	公共財としての森林管理	公共財として森林を扱い、森林資源の利用は公的な利益に資するとともに、人々の共同財産として保護されなければならない。
5	よりよい森林管理	森林管理は総合的なものであるべきであり、すべての森林の要素、環境的側面を考慮せねばならない。
6	よりよい環境行政	とりわけ、立場の弱い、もしくは不利な人々へ対しての不当な差別をなくすこと。
7	公平なアクセス	森林からの資源、利益、産品やサービス等は基本的ニーズに応えるため、福祉に資するために使用される。
8	伝統的知識の活用	政策決定には、認識され得るさまざまな形態の知識、全関係者の利益、ニーズ、価値観が反映されなければならない。
9	コミュニティ福祉 / エンパワメント	環境教育の推進、知識・経験の共有。

10 原則		概要
10	予防的アプローチの採用	環境保護のため予防的な措置を講じる。従って、深刻な環境破壊の脅威がある場合、科学的根拠の欠如は環境劣化を防ぐために費用効果のある対策を延期する理由にはならない。それゆえ、現代のバイオテクノロジーが森林や森林資源に有害な作用があるかどうか不確かな場合はバイオテクノロジーマネジメントの予防原則を考慮に入れなければならない。

出典: Forest Policy, MEWT, 2011

この森林政策の上位目標は現在、そして未来の全ての人のびとに公平で持続的な利益の流れを保障することによってボツワナの長期的な社会経済の発展に森林や森林資源が最大限貢献することである。この上位目標は次の 10 目標・戦略によって達成される。

- 1) 森林資源管理
- 2) 原野火災管理
- 3) 市民参加、教育、意識向上
- 4) 生産林
- 5) 研究・開発
- 6) エコツーリズムやその他の社会経済的機会
- 7) 非木材林産物の開発
- 8) 林業訓練、能力向上
- 9) 多国間の環境協定
- 10) 伝統的知識や知的所有権

この中で、1) 森林資源管理と 5)研究・開発の戦略については、国家森林モニタリングシステムと特に関連が強く、持続的な森林管理や保全を目指していることや、森林インベントリーや森林モニタリングの必要性について合致している。

表 2-2 森林政策 2011 における国家森林モニタリングシステムとの関連記述

戦略	内容
森林資源管理	<p>長年に渡り、ボツワナの森林は消失分の植林や必要な環境保護が追いつかない薪材資源、建築資材、不十分な保護基準、頻繁な干ばつ・火事、土地利用圧力など増え続ける要求から生まれる継続的な圧力によって消失し続けてきた。</p> <p>地球温暖化や気候変動に関して、政府は二酸化炭素吸収能力の維持・向上を目指すために森林管理の必要性を認めている。他の発展途上国のようにボツワナは気候変動に対し脆弱である。この点について生態系保護の失敗は必然的に地球規模の大気循環パターンに影響を及ぼすことになる。</p> <p>保全(conservation)は保護(protection)、復元、維持、持続的利用、そして自然環境の充実を伴う。森林資源が長期的発展と自然遺産や生物多様性を保全するために持続的に管理されるには持続的管理、保護、保全、そして文化財の問題に関する明確な認識が必要不可欠である。</p> <p>森林政策はボツワナが森林や放牧地を重要視していることやこれらの資源や生物多様性を適切に保護していく義務を認めている。このためには人間、動物、植物など全ての生命体が生きていくために必要な環境的な安定性や生態系バランスの維持を確保することが必要である。さらにその土地固有の植物相と動物相(どちらも陸生と水生の両方を指す)の自然の相互関係と森林生態系が健全であることも重要である。このような目的を達成するためにこの政策は全ての固有の動植物の種の保全を目的としている。</p>

戦略	内容
研究・開発	<p>森林資源の研究・開発は未だ始まったばかりである。その結果、森林管理、利用や保全、森林生態系、そして景観に関する確かな情報に基づいた意思決定をするための自然資源に関する情報は不十分で得難い状況となっている。</p> <p>この政策はより効率的な森林管理の実践や森林資源から得られるより高い生産性を生み出すための急速な研究を実施することの重要性を訴えている。研究は生物学的、物理的、社会的、経済的な変化や技術的な発達を保全や生産的な森林管理の中で応用していくことと同様に考慮にいれ、行われている。さらに、森林や森林生態系に関する適時で正確な情報はより良い理解や意思決定に役立つ。また、森林に関する研究は数ある研究分野の中でも生態学的研究、樹木の育成、社会経済分析を優先的に採用していくべきである。</p> <p><u>インベントリーやモニタリングが持続的森林管理の中で欠くことのできないものであるという事実によって資源評価は決まってくる。植物資源評価は意思決定、管理計画の進展、そしてモニタリングをするために必要不可欠な情報を得るために定期的に行われる。</u></p>

出典: Forest Policy, MEWT, 2011

前述のように、NFMS は特にそれらの管理に必要な森林情報を提供することができるため、「森林資源管理」の目的に貢献することができ、森林資源管理に関する意思決定のために利用することができる。

研究・開発に関しては、森林政策の中で「森林資源の研究・開発は未だ始まったばかりである」、また「インベントリーやモニタリングが持続的森林管理の中で欠くことのできないものであるという事実によって資源評価は決まってくる。」とされている。さらに研究・開発の戦略部分の中で、「資源の量、質、そして価値を定期的な植物資源のインベントリーとモニタリングを通じて決める」、「意思決定を確保するための植生データベースの発展は現実的な時間で最善の利用可能な情報に基づいて行われる」とされている。研究・開発がこの課題に対する具体的な解決案を提供することができるため、本計画は、これに合致している。

2.1.2 国家開発計画 (NDP)

ボツワナの長年にわたる経済計画は、ボツワナの社会経済的開発の暫定的な計画を描いた独立時から策定され続けている。以来、国家開発計画(NDP)は、ボツワナ経済開発を推進し、歳入に基づいた開発プロジェクト等、公共予算の計画や方向性を示すものとなっている。ボツワナは独立以来 50 年余りに渡り、非常に大きな転換を経験してきているが、NDP の基本的なアプローチは民主主義、発展、自立、結束という国家原則を堅持しながら変わっていない。現在の NDP は NDP10 であり、2009 年 4 月に始まり、2016 年 3 月にその役目を終えるはずであったが、次期計画の策定が遅れたことから、NDP10 は 2017 年 3 月まで 1 年延長された。本項では、プロジェクト実施中における NDP10 からの妥当性を確認し、さらに最新の NDP11 からの妥当性についても確認する。

(1) 第 10 次国家開発計画(NDP10)からの妥当性

政府は、国家マニフェストである Vision2016 で打ち出した柱と連動し、その具体的計画として第 10 次国家開発計画(NDP10)を策定した。NDP10 には、10 の目標があり、次表に NDP10 における目標と Vision 2016 における柱の関係を示す。

表 2-3 Vision 2016 の柱と NDP 10 目標

Vision 2016 の柱	重要な結果	NDP 10 目標
1. 教育のある、知識ある国家	1. 競争力のある、生産的な人材 2. 知識社会	1. 適格、生産的、競争力のある人材の適切な供給 2. 革新的で生産的な情報と技術利用
2. 豊かな、生産性と革新的な国家	3. 持続的経済成長 4. 持続的環境	3. 持続的で急速な経済成長 4. 十分に発達し、信頼性のある社会基盤 5. 持続的な自然資源管理
3. 思いやり、正義と思いやりなる国家	5. 幸福の増大、社会的責任	6. 絶対的貧困の根絶 7. 適切な社会サービス 8. 手ごろで十分な質のヘルスケア 9. HIV/エイズ感染予防
4. 安全・安心な国家	6. 安心・安全、平和な国家	10. 国家安全、防衛 11. 領土統治、保全
5. 開けた、民主的、説明責任のある国家	7. 開けた、透明性のある政府 8. 参加民主主義	12. 公共・民間組織の透明性、説明責任 13. 参加民主主義の向上と持続 14. 法による支配
6. 道徳的があり寛容な国家	9. 倫理観、寛容	15. 文化的財産と多様性の向上
7. 団結し、誇りある国家	10. 国家の自尊心、結束	16. 強固な国家アイデンティティと結束

出典: The 10th National Development Plan (2009-2016), Ministry of Finance and Development Planning

「Vision2016 の達成を加速させる」ことが、NDP10 の役目であり主題であり、ダイヤモンド依存経済を脱却し製造業や観光業、農業などの民間部門における経済多様化を加速させることを狙いとしている。

Vision 2016 には、持続的環境によって支えられた持続的経済成長と多様化を通じて「将来性があり生産的で革新的な国家」が達成されることが期待されており、また持続的発展や環境保護の重要性、特に地域経済の発展に力を入れている。このような背景の中で、自然資源保全と持続的管理は再生のバランスを一定の割合で図りながら再生可能資源を利用することに重きを置き、調和のとれた開発を実現することとしている。

NDP10 の中の一つの目標として、「自然資源の持続的管理」があり、第 11 章持続的環境、第 5 節で定義されている。同目標は、次の戦略の実施によって達成される。

- 1) 開発プロセスにおける環境及び気候変動問題対策のメインストリーム化
- 2) 気象観測・予測、データサービスの充実
- 3) 廃棄物管理セクターの新戦略の策定、インフラストラクチャー整備
- 4) 森林資源管理における政策決定に資する森林資源インベントリーの実施
- 5) 野生生物管理の改善。人間と野生動物の軋轢の軽減。
- 6) ローカルコミュニティのエンパワメントを通じた自然資源管理。コミュニティベース自然資源管理(CBNRM) の実施

この中で、NDP10 は、持続的森林管理を確実にし、適切な政策決定を行うための基本的な森林情報を得るために森林インベントリーを重要視している。そのため、国家森林インベントリーシステムを含む NFMS の計画や活動は NDP10 の目標とも合致している。

(2) 第 11 次国家開発計画(NDP11)からの妥当性

初期の NDP10 の実施期間は 2009 年 4 月 1 日から 2016 年 3 月 31 日までであった。しかし、2017 年 3 月 31 日まで 1 年間延長された。その後、ボツワナ政府は、独立 50 周年の節目となる 2016 年 9 月に Vision 2036 を発表し、これに続いて 2016 年 12 月に第 11 次国家開発計画(NDP11)を策定した。NDP11 の計画期間は、2017 年 4 月～2023 年 3 月の 7 年間となっている。

Vision2036 および NDP11 は、国連の枠組みのもと、2015 年 9 月に策定された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」で設定されている持続的開発目標(SDG)に沿って作成されている。Vision2036 の目的は、「全ての人の繁栄」にあり、2036 年までに、現在の高所得国(Upper Middle Income Country)から、高所得国(High Income Country)となることを目指しており、次の 4 つを柱としている。

- 1) 持続的経済開発、
- 2) 人間・社会開発、
- 3) 持続的環境、
- 4) グッドガバナンス・平和・安全

そして、NDP11 は、Vision 2036 の実現のための最初の中期経済開発の指針とすべく策定されている。NDP11 のテーマは、「持続的な雇用の創出と貧困撲滅を実現するための包括的な成長」である。

NDP11 では、計画を実現するための戦略として、次に掲げる 6 つの優先分野を掲げている。

- 1) 経済成長のための収入源の多様化
- 2) 人的資本開発
- 3) 社会開発
- 4) 持続的な自然資源の利用
- 5) グッドガバナンスと国家安全保障の強化
- 6) 効果的なモニタリング・評価システムの実施

次表に、SDGs と、NDP11 および Vision2036 における優先分野等の対比を示す。

表 2-4 国連持続的開発目標(SDGs)と、NDP11 および Vision2036 における優先分野等の対比

国連 SDGs	Vision 2036 Pillars	NDP 11 Priorities
目標 1. あらゆる場所で、あらゆる携帯の貧困に終止符を打つ	1) 持続的経済開発 2) 人間・社会開発	1) 経済成長のための収入源の多角化 3) 社会開発
目標 2. 飢餓に終止符を打ち、食料の安定確保と栄養状態の改善を達成するとともに、持続可能な農業を推進する	2) 人間・社会開発	3) 社会開発
目標 3. あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を推進する	2) 人間・社会開発	3) 社会開発
目標 4. すべての人々に包摂的かつ公平で質の高い教育を提供し、生涯学習の機会を促進する	2) 人間・社会開発	2) 人的資源開発 3) 社会開発

国連 SDGs	Vision 2036 Pillars	NDP 11 Priorities
目標 5 ジェンダーの平等を達成し、すべての女性と女兒のエンパワメントを図る	2) 人間・社会開発	2) 人的資源開発 3) 社会開発
目標 6 すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する	2) 人間・社会開発	3) 社会開発
目標 7 すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する	1) 持続的経済開発	1) 経済成長のための収入源の多角化 2) 人的資源開発
目標 8 すべての人々のための持続的、包摂的かつ持続可能な経済成長、生産的な完全雇用およびディーセント・ワークを推進する	1) 持続的経済開発	1) 経済成長のための収入源の多角化 2) 人的資源開発
目標 9 レジリエントなインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、イノベーションの拡大を図る	1) 持続的経済開発	1) 経済成長のための収入源の多角化 2) 人的資源開発
目標 10 国内および国家間の不平等を是正する	1) 持続的経済開発	1) 経済成長のための収入源の多角化 2) 人的資源開発
目標 11 都市と人間の居住地を包摂的、安全、レジリエントかつ持続可能にする	1) 持続的経済開発	1) 経済成長のための収入源の多角化 2) 人的資源開発
目標 12 持続可能な消費と生産のパターンを確保する	2) 人間・社会開発	3) 社会開発
目標 13 気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る	3) 持続的環境	4) 持続的な自然資源の利用
目標 14 海洋と海洋資源を持続可能な開発に向けて保全し、持続可能な形で利用する	3) 持続的環境	4) 持続的な自然資源の利用
目標 15 陸上生態系の保護、回復および持続可能な利用の推進、森林の持続可能な管理、砂漠化への対処、土地劣化の阻止および逆転、ならびに生物多様性損失の阻止を図る	3) 持続的環境	4) 持続的な自然資源の利用
目標 16 持続可能な開発に向けて平和で包摂的な社会を推進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供するとともに、あらゆるレベルにおいて効果的で責任ある包摂的な制度を構築する	4) グッドガバナンス・平和・安全保障	5) グッドガバナンスと国家安全保障の強化
目標 17 持続可能な開発に向けて実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する	-	6) 効果的なモニタリング・評価システムの実施

出典: Source: National Development Plan 11 Volume 1, April 2017-March 2023, Botswana Government

よって、本計画は、森林の現況に関する必要な情報を提供出来ることから、NDP11の4つめの優先分野である「持続的な自然資源の利用」に直接的に貢献できるものである。

さらに、1番目の柱とである「経済成長のための収入源の多角化」においては、ツーリズム(エコツーリズム)セクターが、経済成長と多様化および貧困撲滅を実現するための優先経済セクターとして特定され

ている。同セクターの開発と成長は、野生生物とその生息域となっている森林における自然環境の持続的利用をベースとして成り立つものである、それらの自然資源の状況は恒常的にモニタリングされていなければならない。さらに、国有林(Forest Reserves)のツーリズムへの解放が現在、議論されている。その関係から、UNDP により「エコツーリズムのための国有林利用ガイドライン」が 2009 年 7 月にドラフトされている。NFMS がもたらすことが出来る情報は、この国有林管理にも用いることが可能である。

以上の結論として、本計画は、NDP10 における「持続的自然資源管理」、現行の NDP11 においては、1 番目および 4 番目の柱である「持続的な自然資源の利用」および、「経済成長のための収入源の多角化」に貢献することが出来るため、その妥当性が高い。

2.2 国際協定や枠組みとの整合性

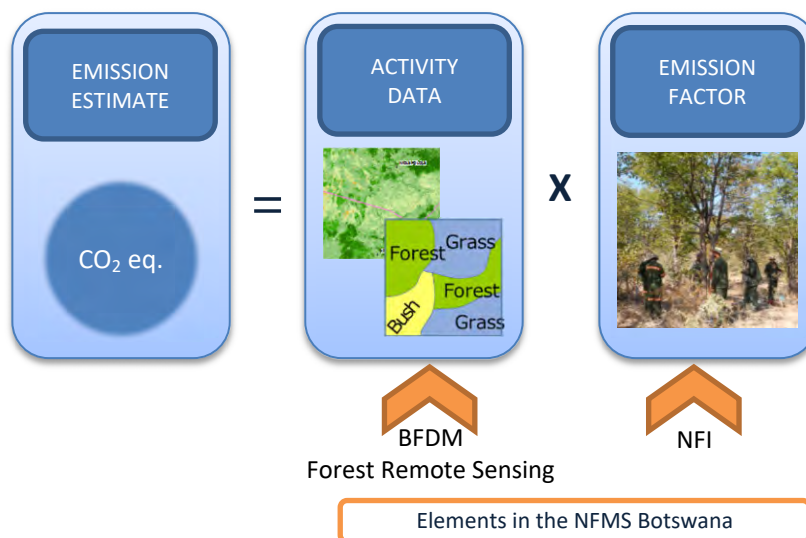
2.2.1 気候変動に関する国際連合枠組条約(UNFCCC)

(1) 温室効果ガス(GHGs)インベントリー

この条約は 1992 年 5 月 9 日にニューヨークの国連本部で採択され、ボツワナ政府は 1992 年 6 月 12 日に署名し、1995 年 4 月 27 日に発効している。ボツワナは非附属書 I 国であり、全ての非附属書 I 国は、人為的に発生した排出源の国家インベントリーを提出する必要がある、国別報告書(National Communication)の一部として、全ての温室効果ガス(GHGs)の発生源別の排出量・吸収量の報告が求められている。

非附属書 I 国においては、国別報告書を、4 年毎を基本として提出する必要がある、ボツワナ政府は最初の国別報告書を 2001 年 10 月に、二回目の国別報告書を 2011 年 12 月に、そして三回目の国別報告書を近い将来に提出する予定である。過去の国別報告書は森林の被覆率を含む国全土の土地利用に関する信頼できるデータが存在しなかったため、土地利用・土地利用変化および林業(LULUCF)分野を含んでいなかった。そのため、国別報告書と現実の間には隔たりがあったと言わざるを得ない。しかし、現在では、特に森林分布図に関しては、NFMS は、森林などの土地被覆に関する LULUCF の情報を提供することができる。これらの情報は炭素の吸収量(蓄積)を計算したり、BFDM2015 と将来発表される BFDM を比較し、森林から他の土地利用への変化を分析したりする上で必要不可欠である。

炭素量推定の原則を、次図に示す。活動度データ(Activity Data)は、森林面積の変化を捉えることであり、排出係数(Emission Factor)は、排出源の単位あたり炭素量を捉えることである。活動度データは BFDM によって得ることができ、排出係数のデータは NFI によって推測することができる。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 2-1 排出推定の手法

(2) REDD+ MRV

ボツワナは「森林減少・劣化からの排出削減活動の方法論に関するガイダンスと保全の役割、途上国における持続的森林管理と森林炭素ストックの増大」をUNFCCC (FCCC/SBSTA/2011/MISC.7)のSBSTA¹ 35th セッションに2011年9月に提出した。これによるとボツワナは将来UNFCC REDD+への取り組みから得られる利益に積極的であることが分かる。ボツワナの森林被覆は、比較的小規模であるが生物多様性保全や、炭素吸収という点で非常に重要である。またこれに関して、ボツワナはREDD+のガイダンスにおいて有意義な合意ができることを望んでいる。

しかし、REDD+を実施するためには次の条件を達成する必要がある

- (a) 国家戦略、または行動計画
- (b) 森林参照排出レベルおよびまたは森林参照レベル
- (c) REDD+の取り組みをモニタリング、報告するための堅牢で透明性のある国家森林モニタリングシステム
- (d) セーフガードの取り扱い、また遵守情報を提供するためのシステム

NFMS は (b) と(c)に活動データなどの有益な情報を提供することができる。また、(a) と (d)のツールとしても役立つことができる。

さらに、Decision 4/CP.15 国家森林モニタリングシステムの設立を次のように定義している。

「堅牢で透明性のある国家森林モニタリングシステムの設立」

- i. リモートセンシングと地上調査による組み合わせによる森林炭素蓄積・変化の推定
- ii. 各国の能力と許容量を考慮し、透明で一貫した、そして可能な限り正確な推定の提供

¹ Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice

- iii. 透明性があり、その結果は、締約国会議で合意された評価に利用可能で適していること

このボツワナ NFMS もリモートセンシングと地上調査による森林インベントリーの組み合わせとしてのアプローチを採用しており、現行のシステムにおいては、NFI に関する品質保証/品質管理を強化する必要があるにせよ、NFMS に採用された全ての方法論は UNFCCC で示される国際基準を満たすようになる。

総じて、本計画は UNFCCC からの要請に応えるためには、不可欠なものであり、GHG インベントリー作成の際の LULUCF 部門の推定や、REDD+実施、より正確な国別報告書の提出等、様々な要求に貢献出来るものである。

(3) パリ協定からの検討

パリ協定は、世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも摂氏 2 度高い水準を十分に下回ることおよび世界全体の平均気温の上昇を工業化以前よりも摂氏 1.5 度高い水準までのものに制限するための努力を継続すること(第 2 条 1)等により、気候変動の脅威に対する世界全体での対応を強化することを目的として、2015 年 12 月、パリで開催された COP21 にて採択された。ボツワナ政府においては、同年 11 月に同協定を批准している。

同協定により、締結各国は、1)削減目標を策定し国内措置を遂行し、5 年ごとに報告する義務を生じ(第 4 条 2 および 9)、2) 自国の取り組み状況を定期的に報告し、レビューを受け(第 13 条 7 および 11)、さらに、3)世界全体としての実施状況の検討を 2023 年に行い、その後、5 年ごとに実施すること(第 14 条 2)となっている。

さらに、第 5 条 1 においては、「温室効果ガスの吸収源および貯蔵庫(森林を含む)を保全」することとしており、さらに、第 5 条 2 において、「森林の減少および劣化から生ずる排出の削減に関連する活動並びに開発途上国における森林の保全、持続可能な森林経営および森林の炭素蓄積の向上が果たす役割に関する政策上の取組および積極的な奨励措置について並びに総合的かつ持続可能な森林経営のための緩和および適応の一体的な取組等の代替的な政策上の取組についての既存の枠組みであって条約に基づいて既に合意された関連の指針及び決定に定めるものを、これらの取組に関連する非炭素の便益を適宜奨励することの重要性を再確認しつつ、実施し、及び支援する(成果に基づく支払により行うことを含む。)ための行動をとること」としている。

本計画においては、5 年ごとに森林現況についての報告書(Forest Status Report)を、NFMS を構成する各コンポーネントから得られる情報を用いて作成することを提案しており、その最初の報告が 2021 年中には可能となる計画となっている。よって、同協定における報告の間隔と本計画は合致しており、さらに、2023 年に予定されている世界における実施状況の検討に対しても、本計画を通じた貢献が可能である。

さらに、森林をモニタリングすることは、温室効果ガスの吸収源でもある森林を保全するには、必要不可欠であり、同協定をボツワナ政府が今後確実に遂行していく上で、NFMS はなくてはならないツールとなっており、その妥当性は高い。

また、同協定第 10 条 1 においては、「気候変動に対する強靱性を向上させ、および温室効果ガスの排出を削減するために技術開発および技術移転を十分に実現することについての重要性に関する長期

的な展望を共有する」としており、この行動のための支援がなされていくべきことが述べられている。これについては、本書第 5 章で提言しているとおり、本計画をツールとして活用し、森林セクターにおけるマスタープランおよび国有林マスタープラン策定を提言しており、森林保全と持続可能な森林経営についての具体化に本計画が貢献出来る。

2.2.2 生物多様性条約(CBD)

1995 年以来ボツワナは CBD の締約国であり、2004 年に最初の国家生物多様性戦略・行動計画 (NBSAP) を策定した。NBSAP は、2007 年に、ボツワナ独自の戦略計画や、愛知ターゲットに対して、より現実に即するような改訂を行った。さらに、ボツワナは 2001 年のカルタヘナ議定書批准し、2013 年の名古屋議定書に同意した。

ボツワナは CBD 2011-2020 戦略や愛知ターゲットに沿った形で CBD 政策を進めており、NBSAP の中で策定されたビジョンと目標は次のとおりである。

NBSAP2016、ビジョンと 5 つの目標

ビジョン

2025 年までにすべての社会部門を巻き込み、堅実な管理のための十分な資源供給を通して生態系、種、遺伝的多様性が評価され、保護され、持続的かつ公平に利用される

目標

- (a) 生物多様性が主要課題として認識され、社会の全ての分野で評価される
- (b) 生物多様性への負担が軽減され自然資源が持続的に利用される
- (c) 生態系、種、遺伝資源が堅実な管理によって保護される
- (d) 生物多様性の利益への公正かつ衡平なアクセスが守られる
- (e) NBSAP を実施するにあたって参加型計画、ナレッジマネジメント、キャパシティビルディングが機能している

それぞれの目標はそれぞれの国家ターゲットを持ち、NFMS は次に示すように、NBSAP の目標とターゲットを達成することに貢献できる。

目標 2 のターゲット 5「生物多様性への負担が軽減され、自然資源が持続的に利用される」は「2025 年までに自然地の壊変を最低でも半減させ、劣化や破壊を著しく減少させる」としている。また NFMS は継続的な森林モニタリングによる森林被覆変化データの提供により、このターゲットに貢献可能である。

さらに、それぞれのターゲットは戦略的活動を含んでおり、NBSAP2016 によると DFRR は以下に示すような活動を指導しなければならない。また次の表は NFMS に関する戦略的活動を示している。

表 2-5 NBSAP 2016、目標 2、ターゲット 5 の NFMS に関する戦略的活動

戦略的活動		指導機関	実施相手	開始	完了
5-3	2018年までに全ての部族の放牧の土地の持続的土地管理(SLM)の実施	DFRR	DEA, DAP	2016	2018
5-4	2016年までに生態学的、政策的な研究の相互作用を考慮し、樹木の a)消失、b)北部のエコリジョンの生息域の分断の潜在的影響、そして研究から得られた知見の実施	DFRR	DWNP	2016	2024

注: DEA: 環境局(Department of Environment Affairs)、DAP: 畜産局(Department of Animal Production)、DWNP: 野生生物国立公園局(Department of Wildlife and National Parks)

出典: NBSAP 2016

NFMS は意思決定や土地管理のための有益な森林情報を提供することを意図している。そのため、ターゲット 5-3 と 5-4 を達成することも可能である。また、NFMS は森林を定期的にモニタリングするため目標 2「生物多様性への負担が軽減され、自然資源が持続的に利用される」が達成されているかを確認するためのツールとしても役立つ。

2.2.3 砂漠化対処条約(UNCCD)

ボツワナは砂漠化対処条約(UNCCD)に 1995 年に署名、96 年に批准した。条約締約国として、ボツワナ政府は UNCCD に求められていた国家砂漠化対処行動プログラム(NAPCD)を策定した。NAPCD は 2006 年に完了した。

NAPCD の目標と目的は以下のとおりである。

目標

コミュニティを含む様々なステークホルダーの参加やパートナーシップを結ぶことによって砂漠化に対処し、干ばつの影響を軽減する。

目的

一連の目的は以下に示すとおりに立てられ、成果、活動、時間フレームや責任の指標は目的をベースに展開した

1. 財源を集め、国家行動プログラムを実施すること
2. 干ばつや砂漠化のプロセスに関する研究に着手すること
3. 砂漠化対処や干ばつ影響の軽減に従事するステークホルダーのキャパシティビルディングを押し進めること
4. 特に地方の土地劣化地域に住む人々への生計手段を開発すること
5. 砂漠化や干ばつの原因と結果に対する認識を生み出すこと
6. 異なるステークホルダー間での砂漠化や干ばつに対する干渉やアプローチの整合性をとること
7. 地域や国家レベルでの干ばつへの準備や管理を改善すること
8. 国家行動プログラムを施行するプロセスの中で全てのステークホルダー、特に女性の効果的な参加を保証すること
9. 土地の劣化をコントロールし、防ぐこと

NFMS は目的 2.「干ばつや砂漠化のプロセスに関する研究に着手すること」に対して有効である。それは NFMS が 2 つの異なる期間の土地被覆を比較することで将来の土地利用変化の状況を把握することができるからである。つまり、森林から裸地や農地に土地被覆が変化するような森林減少地域をリモートセンシングデータによって確認することができる。NFMS は NAPCD の実施にも有効である。

2.2.4 南部アフリカ開発共同体(SADC)森林議定書

SADC 森林議定書は 2002 年に署名され Article3 において次のような目標が掲げられている。

- (a) 全てのタイプの森林及び樹木の開発、保全、持続的管理及び利用の促進
- (b) 貧困削減や収入機会の創出を目的とした域内林産物貿易の促進
- (c) 効果的な環境保護と現在および将来世代のための利益の保全

森林モニタリングに関して、Article 9 で、締結各国が定期的な国家レベルの森林資源の評価を行うことに関して述べている。Article 10 においては、リージョナルデータベースに関して定めており、地域内の全ての森林資源データを含む森林資源管理・利用状況や動向を示すリージョナルデータベースを立ち上げ、既存の地域のデータベースを補完することを目的としている。NFMS は、森林インベントリーやマッピングデータなどの森林評価のための有益な情報を提供することができ、これらの条項で言及されている試みに対しても有効であり、その実現に必要なデータは、本計画においては、森林 GIS データベースの中で保管・管理されるようになり、この GIS データベースは、同議定書の Article10 の中で言及されているように、将来的に開発されるであろうリージョナルデータベースと調和していく可能性がある。

SADC との連携に関しては、「アフリカ南部における森林保全と森林資源の持続的管理プロジェクト」、SADC-JICA Forest Project が、JICA の技術支援の下、2020 年までの予定で実施されている。SADC-JICA Forest Project の主な構成は 1. 森林情報システム、2. 森林火災管理、3. 参加型森林管理を促進させるため、の各国のキャパシティの向上となっている。これらの構成要素は DFRR-JICA NFMS Project の延長フェーズにおける期待される成果と合致しており、本計画はその要素を含んでいる。

よって、SADC 森林議定書にも、本計画は沿っており、貢献が可能であり、その妥当性は高い。

第3章 国家森林モニタリング計画書

本章では、2013年7月～2017年12月に実施された、ボツワナ国国家森林モニタリングシステム強化プロジェクトによって導き出された結果から、ボツワナ国における「国家森林モニタリング計画」について述べるものである。尚、計画の中で位置づけられる中心的な技術体系(システム)を、「国家森林モニタリングシステム」(National Forest Monitoring System: NFMS)と称す。

3.1 計画名

ボツワナ国家森林モニタリング計画

3.2 目標

定期的に森林モニタリングが実施され、森林の現況が的確に更新される。

3.3 上位目標

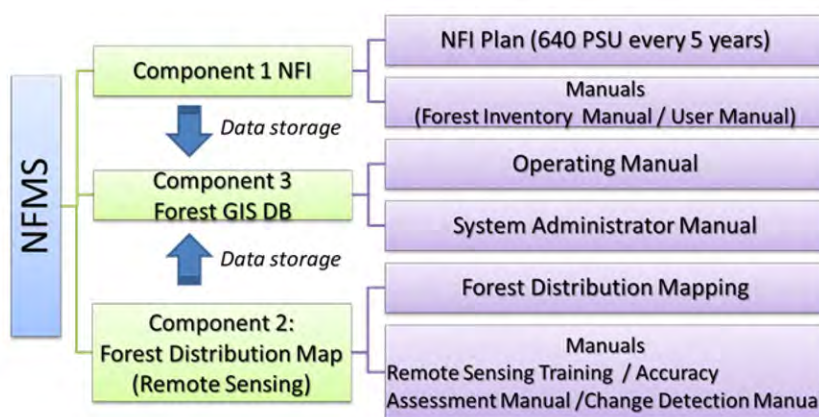
上位目標は、「森林モニタリングシステムにより生成された情報が、DFRR のみならず関連するステークホルダーに共有され、持続的森林管理の実現と促進に用いられる」ことである。

3.4 対象地域

国家森林モニタリング計画の対象地域は、typical forest、riparian forest、woodland 等の森林を含むボツワナ国全土。

3.5 国家森林モニタリング計画の構成

国家森林モニタリング計画は、3つのコンポーネントから構成される、国家森林モニタリングシステム(NFMS)で構成され、NFMS コーディネーターが、そのリーダー役としての取りまとめを行う。それぞれのコンポーネントは、方法論とマニュアルで構成される。概念図を次図に示す。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-1 国家森林モニタリング計画の技術体系(NFMS)

3.5.1 コンポーネント 1 : 国家森林インベントリー (NFI)

国家森林インベントリー(NFI)はボツワナの森林の正確なデータを定期的に収集し、持続的森林管理や

それに関わる意思決定を支援、実現させることにある。

NFIの詳細については、後章で述べるが、樹高、樹種、火災や動物によるダメージ、更新状況等の様々なデータを収集する。本コンポーネントがもたらす主たる成果は、森林の蓄積(材積)が明らかになるということである。NFI から得られるこのような基礎データから、様々な係数をかけることにより、地上部および地下部バイオマスが推定することが可能となり、森林への炭素、二酸化炭素吸収量も推定可能となる。

Forest (typical forest + riparian forest + woodland)については、永久サンプルユニット (PSU) をボツワナ全国へ 640 地点配置し、DFRR の調査班が森林インベントリー調査を 2015 年 6 月より開始した。PSU は、3 つの円形プロットで構成され、これらのサンプルユニットは、GIS によりランダムに選定・配置されている。また、PSU は半永久的に設置され、将来にわたり、地上調査を同じ PSU で繰り返し実施するものである。

2017 年 9 月現在、Forest と Woodland において、全体(640)の約 27%に相当するプロットで調査が実施されている。予定では第 1 期は、ボツワナ会計年度 2020 年度(FY2020)末までに、完了させる予定としている。尚、第 2 期は FY2021~FY2025 を予定している。

さらに、NFI が定期的に、持続的に実施されることが重要である。持続的に NFI を実施することにより、二つの異なる時点における NFI 結果を比較することで初めて、個体や林分の成長率が推定可能となり、さらに、土地被覆の変化をモニタリングすることが可能となる。これらの基礎的なデータは、持続的森林管理にとって不可欠のものである。

また、地上調査データの質を確保するために、QAQC (quality assurance and quality control)チームを DFRR 内に立ち上げ、2016 年に 2 度 QAQC 作業を行った。また、QAQC 成果の結果を分析して修正が必要な作業項目に関しては再確認を行い、チーム内での統一を図った。

3.5.2 コンポーネント 2 : 森林分布図(森林リモートセンシング)

リモートセンシング技術は広大な地域をモニタリングするために有益で効果的であり、NFMS は、本コンポーネントによる森林リモートセンシング技術からの成果と、コンポーネント 1.「国家森林インベントリー」による地上調査からの成果を組み合わせる。コンポーネント 2 では、定期的にボツワナ森林分布図(BFDM)を提供することを旨とし、そのボツワナ国の最初の森林分布図であるボツワナ森林分布図(BFDM)2015 が 2016 年 6 月 9 日に正式に発表された。BFDM は、Typical Forest や Woodland など森林の分類によって、森林に関する地域や分布に関する情報を提供する。また、本コンポーネントは、将来作成する森林分布図と、開発済みの BFDM2015 をベンチマークとして、2 つの異なる期間の森林分布図を比較することによって得られる定期的な森林モニタリングを通して森林被覆変化に関する情報を提供することとなる。

3.5.3 コンポーネント 3 : 森林 GIS データベース

コンポーネント 3 森林 GIS データベースは NFMS の主要コンポーネントである。地上調査データである全ての森林インベントリーデータ、つまり、コンポーネント 1 で生み出されたフィールドで撮影された GPS 情報付写真他、調査情報全てがデータベースに組み込まれる。同様にコンポーネント 2 で作成される全リモートセンシング画像や、その他収集した空間情報等が、森林 GIS データベースに組み込まれる。森

林 GIS データベースは簡単で、使いやすく、一連のマニュアルは管理者やオペレーターのために開発された。

3.6 国家森林モニタリング計画のサイクル

次図に、国家森林モニタリング計画全体の予定を示す。

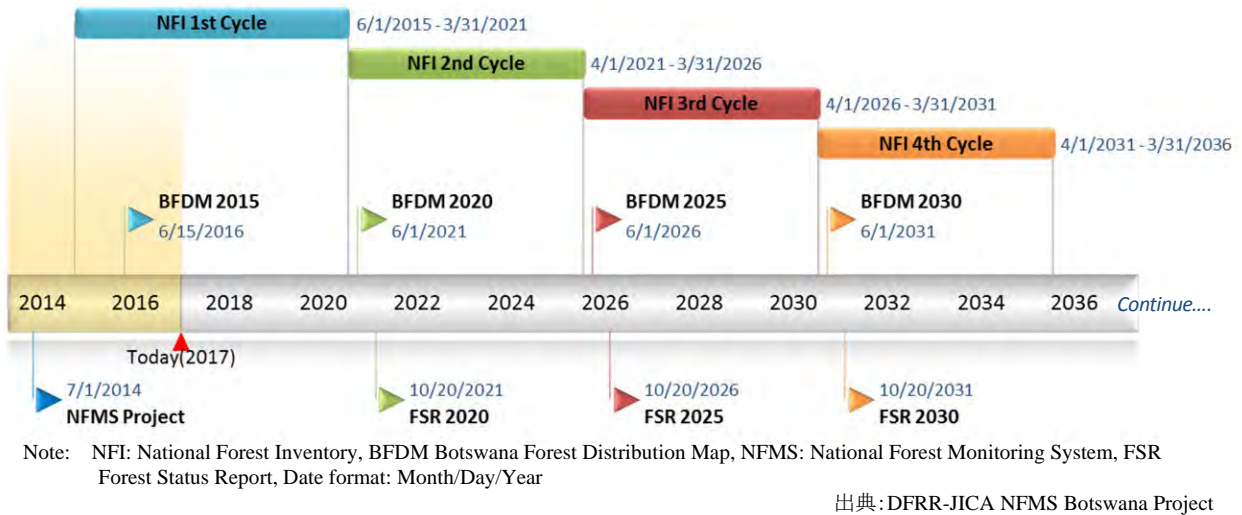


図 3-2 NFMS 全体スケジュール

上段に示すタスクは5年おきのNFIサイクルを示しており、最初のサイクルは2020年度末までに完了予定である。中段のマイルストーンは、5年おきのBFDMの更新予定を示す。そして、それらNFIとBFDMの両者の結果を分析し、ボツワナの森林状況についてForest Status Reportとして定期的に報告する予定としている。森林状態が定期的に発表される。下段に示すマイルストーンが、Forest Status Reportの発行予定である。

3.7 コンポーネント 1: 国家森林インベントリー—(NFI)

3.7.1 目的

DFRR が持続的森林管理を行うためには、森林面積、分布、構成、材積等の森林情報を有する必要がある。NFMS は、リモートセンシング技術と地上調査を組み合わせたアプローチを採用し、堅牢で透明性のある国家森林モニタリングシステムの構築を目指している。本コンポーネント・国家森林インベントリー(NFI)は、そのうち、地上調査を担うものであり、森林の構成と材積を明らかにしようとするものである。

そのための手段として、森林モニタリングを行うための固定サンプルプロット(PSU)を全国に配置し、その変化、各樹木の胸高直径、樹高などを数年間隔で計測する。NFIの主目的は、森林資源の国レベルないしDistrictレベルでの推定を高い精度(±5%精度、95%信頼度)で行うことにある。その他、NFIの結果から、土地利用変化の継続的な観察や、炭素蓄積、自然更新の状況、火災や動物による被害程度の把握が、本コンポーネント結果を分析することにより可能である。

3.7.2 方法論

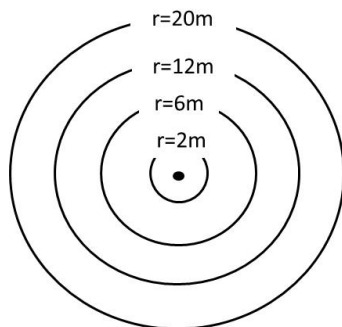
森林インベントリーの詳細については、森林インベントリーマニュアルに詳細を記すため、この項では概

要を述べるのみとする。

3.7.3 サンプルプロットのデザイン

図 3-3 に示すとおり、サンプルプロットは、直径 2m、6m、12m および 20m の 4 つの同心円から構成される。それぞれの円毎に、計測対象とする立木の胸高直径(DBH)が異なっている。その区分を、表 3-1 に示す。

プロットのデザイン決定に先立って、JICA/DFRR のチームは 1960 年代、1990 年代、2000 年代初期、および 2013 年に行われてきた、過去の森林インベントリー調査手法をレビューした。その結果、2013 年に SADC によるプロジェクトで用いた森林インベントリー手法に DFRR の技術者は馴染んでいることから、図 3-3 に示したプロット設置方法を採用することに決定した。しかし、試験的に実施した森林インベントリー調査の結果から、直径 2m の最小半径の更新木調査の円は、中心から 6m の位置から中心点に移すこととした。DFRR の技術者にとっては、更新木調査用の円が中心にあった方が、よりサイズの小さな木本植物への注意をより払い易く、現場の攪乱をより避けやすいと判断した。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-3 サンプルプロットの設置

表 3-1 調査対象木と調査範囲

調査対象木		調査範囲 (中心点からの距離)			
		2m	6m	12m	20m
立木	DBH : 30cm 以上(大径木)				✓
	DBH: 15cm 以上、30cm 未満(中径木)			✓	
	DBH: 5cm 以上、15cm 未満(小径木)		✓		
更新木 (DBH: 5cm 未満)		✓			
枯死倒木 (直径 5cm 以上)			✓		

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

次の計算式は、それぞれの対象とする立木が、対象とする範囲に1本立っていたとした場合のヘクタール当たりの本数を示している。

- 大径木 本/ha = $10,000\text{m}^2 / (20\text{m} \times 20\text{m} \times 3.14) = 7.96 \approx 8$ 本/ha
- 中径木 本/ha = $10,000\text{m}^2 / (12\text{m} \times 12\text{m} \times 3.14) = 22.12 \approx 22$ 本/ha
- 小径木 本/ha = $10,000\text{m}^2 / (6\text{m} \times 6\text{m} \times 3.14) = 88.46 \approx 88$ 本/ha
- 更新木 本/ha = $10,000\text{m}^2 / (2\text{m} \times 2\text{m} \times 3.14) = 796.18 \approx 796$ 本/ha

そこで、プロット毎の立木の直径区分毎のヘクタール当たり材積は次ように求めることができる。

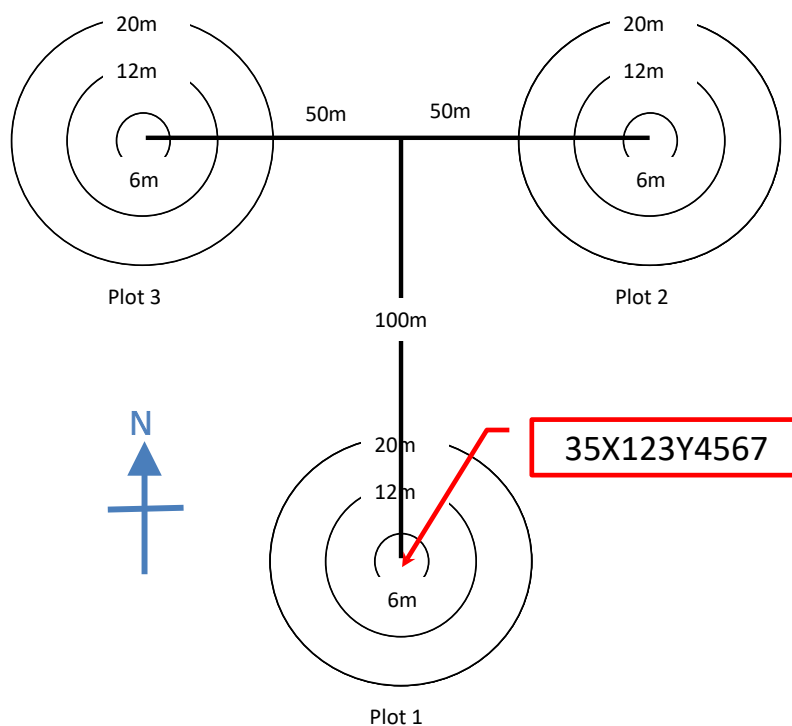
大径木	$m^3/ha = \text{プロット内材積} \times 8$
中径木	$m^3/ha = \text{プロット内材積} \times 22$
更新木	$m^3/ha = \text{プロット内材積} \times 88$

尚、更新木の材積は求めない。

3.7.4 サンプルユニットの構成

3つのプロットで1つのユニット(図 3-4 参照)とする。それぞれのプロットには番号が付いており、下段(南側)の円がプロット-1、北東方向にあるものがプロット-2、北西方向にあるものがプロット-3 である。プロット-2 は、プロット-1 から北に 100m、東に 50m の位置にある。プロット-3 は、プロット-2 から真西に 100m の位置にある。

それぞれのユニットは、プロット-1 の中心点の UTM 座標を使って、「35X123Y4567」のようにコード化されている。例えば、ユニット 35X123Y4567 の場合、UTM ゾーン 35 の基準点から東へ 123km、北へ 4,567km の位置にあることを示している。ボツワナは、二つの UTM ゾーンに分かれており、東経 24 度の線を境に西側がゾーン 34、東側はゾーン 35 となっている。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-4 ユニットの構成

3.7.5 野帳と記録項目

1つのプロットに対して二つの野帳が必要である。野帳 - 1 は立木用であり、野帳 - 2 は更新木と枯死倒木用である。これらの野帳は森林インベントリーマニュアルの付属資料 1 と 2 に示している。なお、野帳は強い反射日光から調査者の目を守るためにピンク色としている。

野帳-1 の記録項目は、次のとおりである。

1) 基本事項

- ✓ 調査日
- ✓ ユニットコード -----このコードは例えば「35X123Y4567」のように GIS によってランダムに選定される。
- ✓ プロット番号----- プロット-1、プロット-2、プロット-3
- ✓ 調査者氏名
- ✓ 各プロットの中心点の UTM コード-----プロット - 1 の UTM コードはユニットコードに同じ
- ✓ 各プロット中心点の UTM 平均値
- ✓ 土地被覆型(Forest、Woodland、その他)
- ✓ 調査チームが基地としたキャンプの名称とそこからの到達ルートの概要

2) 立木の記載項目

- ✓ 樹種名-----森林インベントリーマニユアル付属資料-3 による樹種コードで記載
- ✓ 胸高直径(cm)
- ✓ 樹高(m)-----胸高直径区分毎に平均的な高さの樹木 3 本の樹高
- ✓ タグ番号
- ✓ プロット内での樹木位置-----プロット中心点から距離と方位
- ✓ 被害の種類(象、火災、その他)と被害の程度
- ✓ 野帳-1 の写真、プロット中心点からの東西南北方向の写真および写真を撮ったことを示す「✓」

タグ番号と立木位置を記録することで、5 年後の次回調査時において立木の特定に限らず、プロットの中心点の確定が容易となる。

野帳-2 の記録項目は次のとおりである。

1) 基本事項

- ✓ 調査日
- ✓ ユニットコード
- ✓ プロット番号----- プロット1、プロット 2、プロット 3

2) 更新木の調査項目

- ✓ 樹種名-----森林インベントリーマニユアル付属資料-3 による樹種コードで記載
- ✓ 本数
- ✓ 高さ区分

3) 枯死倒木の調査項目

- ✓ 中心部分の直径(cm)

- ✓ 長さ(m)----半径 6m の範囲内
- ✓ 不朽度合い-----高 (70-90%)、中 (40-60%)、低 (0-30%)

3.7.6 サンプル数

サンプル数を求める基本的な式は次のとおりである。

$$\text{サンプル数} = \left[\frac{t \times CV}{E} \right]^2$$

t = 信頼度レベル 95% であれば 1.96
 CV = 変動係数 (%)
 = $(s/m) \times 100\%$
 s = 標準偏差
 m = 平均値
 E = 許容誤差

標準偏差および平均値は、もし既存データがあればそれを参照するが、適当なデータがなければ本格的な調査に先立つ事前調査から得ることとなる。

上の式からは次のことが言える。

- ❖ 1. データにバラつきが大きい場合には(分子が大きくなれば)、サンプル数はより多くなる。
- ❖ 2. 許容誤差が小さくなれば(分子が小さくなれば)サンプル数はより多くなる。

上の式は、森林分野だけでなくサンプル調査においては様々な分野で使われているものである。一方、次に示す「Winrock Terrestrial Sampling Calculator」は、ウインロックインターナショナルによって「Sourcebook for Land use, Land use change, and Forestry Project」により、森林調査用、およびモニタリング調査用として開発されたものである。同ツールは、層化抽出法に基づき、森林区分毎に必要な固定調査プロットの設置数を算出するツールであり、UNFCCC 枠組下の A/R CDM 方法論 “Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities” Version 2.1.0 を適用したものである。

この式に代入する必要情報は次のとおりである。

1. 許容誤差率..... 5%とする。
2. 信頼度..... 95%とする。
3. Forest と Woodland の面積(ha)..... このデータは、DFRR-JICA NFMS Project で作成された森林分布図から得た。
4. 材積の平均値と標準偏差値 このデータは DFRR-JICA NFMS Project のプレ森林インベントリーおよび SADC-MRV プロジェクト結果から得た。
5. プロットサイズ 0.38ha (= 20m x 20m x 3.14 x 3)

森林と Woodland の面積、材積の平均値と標準偏差は次のとおりである。

表 3-2 森林と Woodland の面積、材積の平均値と標準偏差

土地被覆	面積 (ha)	材積の平均値 (m ³)	標準偏差値
Forest	3,833,800	70.85	32.21
Woodland	11,997,500	19.46	12.73

出典:DFRR-JICA NFMS Botswana Project

REQUIRED ERROR AND CONFIDENCE LEVEL						
e - level of error (%)	5.0%					
Error level (decimal)	0.05					
Z(1-a) - Confidence level	95.0%					
Sample statistic Z(1-a)	1.96					
Total project area size	15831300	hectares				

Allowable entries are 99, 95 or 90 percent.

INTERMEDIATE CALCULATIONS	
N = sum N _i	41661316
Total Area	15831300 hectares
Weighted Mean C	31.904902 tonnes/ha
Weighted Plot Size	0.38 ha
Weighted SD	17.44739
Weighted Total Variance	374.05243

SIZE AND VARIANCE OF EACH STRATA							
Stratum	Stratum Name	Area (ha)	Mean C/ha (tonnes)	Standard Deviation (tonnes C/ha)	Plot size (ha)	Cost C _n if no cost, put C _n = 1	
stratum 1	Forest	3833800	70.85	32.21	0.38	1	
stratum 2	Woodland	11997500	19.46	12.73	0.38	1	
stratum 3						1	
stratum 4						1	
stratum 5						1	
stratum 6						1	
stratum 7						1	
stratum 8						1	
stratum 9						1	
stratum 10						1	

Results - Aboveground Carbon - Number of plots to be used							
		Sourcebook for LULUCF Projects		AR-AM0001, AM0005, AM0006		AR-AM0003, AM0004, AM0007	
Stratum	Stratum Name	Plot Quantity	Rounded Plot	Plot Quantity	Rounded Plot	Plot Quantity	Rounded Plot
Total Sample Size		459.53	529	459.53	529	459.53	529
stratum 1	Forest	205.44	237	205.44	237	205.44	237
stratum 2	Woodland	254.09	293	254.09	293	254.09	293
stratum 3							
stratum 4							
stratum 5							
stratum 6							
stratum 7							
stratum 8							
stratum 9							
stratum 10							
TOTAL NUMBER OF PLOTS			530		530		530

出典:DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-5 Forest、Woodland、サンプル合計のサンプルプロット計算表

この計算表の結果から、Forest には 237、Woodland には 293、計 530 のサンプルが必要とされた。530 サンプル数は数学的な見地からは十分であるが、将来に土地利用の変化によるサンプル地の消失、植生の破壊などの理由によるサンプルが少なくなることを考慮して 20%を追加することとした。結果としては、次表のとおり 640 サンプルとなった。

表 3-3 土地被覆、面積、サンプルユニット数

土地被覆	面積(ha)	サンプルユニットの数		
		Winrock calculator	予備 (20%)	計
Forest	3,833,800	237	48	285
Woodland	11,997,500	293	62	355
計	15,831,300	530	110	640

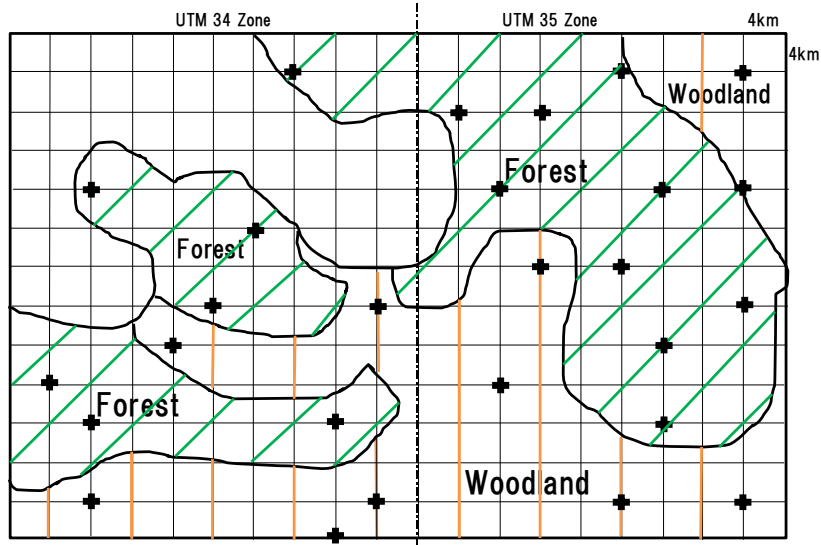
出典:DFRR-JICA NFMS Botswana Project

3.7.7 サンプルユニットの配置

サンプルユニットの配置手法は次のとおりである。

1. 森林配置図(FDM)の上で南北方向・東西方向の線でボツワナ全国に GIS の技術で格子線を 4km x 4km 間隔で描く。
2. 格子点の中から Forest については285点、Woodland については355点をランダムに選択する。
3. 選定された点は、「35X123Y4567」のように UTM コードで示し、サンプルユニットの地点コードとする。
4. ボツワナは UTM ゾーンの 34 と 35 に分かれており、「35X123Y4567」は、UTM ゾーン 35 の基準点から東に 123km、北へ 456km の位置にあることを意味している。

5. この選定された地点は、各ユニットの中のプロット-1 の中心点となる(図 3-4 参照)。
6. 下記の図 3-6 は、サンプルユニットの配置を模式的に描いたものである。



注: +印の位置が各ユニットのプロット-1の中心点となる

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-6 サンプルユニットの配置モデル

森林分布図は必ずしも完全ではなく、Woodland が森林区分の区域の中に位置していること、また Forest が Woodland 区分の区域の中に位置していることもあり得る。また、その他の土地被覆型が森林区分あるいは Woodland 区分の区域に位置しているかもしれない。このことは、半乾燥地域での衛星画像解析に難しさを物語っている。よって、一つのユニットの中の3つのプロットが森林あるいは Woodland のような必ずしも同じタイプに被覆されているとは限らない。そこで、3つのプロットのうち、2つあるいは3つが森林であればそのユニットは森林とし、2つあるいは3つが Woodland であればそのユニットは Woodland にカウントする。一つのユニットのうち、2つのプロットが森林でも Woodland でもない場合には、そのユニットはその他として 640 ユニットの数に含めない。

3.7.8 NFI の作業段取り

NFI 作業は、「準備」、「野外作業」および「データ整理」の概ね 3つの段階に分かれる。

1. 準備段階

A) 野外調査に先立つ道具の確認と荷造り



❖ 道具	❖ 数量
① GPS (Garmin GPSMap 62S)	1 (乾電池 2 個/1.5 ユニット)
② 測量ポール	2
③ Vertex セット	1 (Vertex 本体, トランスポンダー, スプレッダー, 支柱, 予備乾 電池 2 本)
④ 輪尺	1
⑤ 直径巻尺	1
⑥ 測量テープ	1
⑦ 金属タグと釘	各 150 個/ユニット
⑧ コンパス	1
⑨ 金属棒とピンクリボン	3 本とリボン1巻
⑩ ナタ(斧)	1
⑪ 野帳	野帳-1 は 4~ 5 枚/ユニット 野帳-2は 3 枚/ユニット 道具チェックリストは 3 枚/ユニット
⑫ 鉛筆、消しゴム、鉛筆削り	鉛筆 2 本、消しゴム1個、鉛筆削り1個
⑬ クリップ画板	1
⑭ カメラ	1 (2 本の充電済みバッテリーと SD カード1個)
⑮ 樹木リスト	1 (プラスチックカバー付き)
⑯ リュックサック	1

B) 目的地の UTM コードを GPS に入力

C) 車両とキャンピング道具の準備

D) 関係機関との調整

- ◆ 調査者や予算確保のために DFRR 本部および地方事務所での調整
- ◆ エスコートを要請するための DWNP 本部および地方事務所との調整
- ◆ 密猟誤認防止のためのボツワナ防衛軍(BDF)地方分隊への連絡

2. 現地調査

現地調査は、別添の「NFI Manual」、「GPS User Manual」および「Vertex User Manual」を参照して実施するが、大まかな作業手順は次のとおりである。

- A) GPS を用いて目的ユニットのプロット-1に到達する。
- B) プロット-1 の中心地点に金属棒を打ち込み、ピンク色リボンを付ける。
- C) GPS により UTM コードの平均値を求め、その値を野帳-1 に記載する。
- D) 先ず、更新木調査から開始し、その次に立木調査、枯死倒木調査を行い野帳-1 および2 に記載する。
- E) 野帳-1 をカメラで撮影し、その後にプロットの中心点に立ち北、東、南、西の準に地上写真を撮影する。
- F) 調査地を去る前に、道具確認リストに基づき道具を確認し、紛失防止に努める。

3.7.9 データ整理

現地調査後、可及的速やかに全データをエクセルシートに入力する。3 種のエクセルシートが準備されており、それぞれ「立木用」、「更新木用」および「枯死倒木用」である。

立木用

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15							
Survey date	UTM Zone	UNIT ID X	UNIT ID Y	UNIT ID	Plot No	Surveyer 1	Surveyer 2	Surveyer 3	Surveyer 4	UTM Ave. E.	UTM Ave. N.	Tag No.	Sp. Code	Sp. Name	DBH Cat.	DBH (cm)	Height (m)	Distance (m)	Azimuth (deg)	Damage Code1	T Vol (m ³)
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	1	G. Abbbbbb	B. Cddddd	W. Yxxxxx	T. Osssst	215999	7961000	1951	37	Baikiaea plurijuga	Small	5.3	4.8	3.90	126	0	0.006
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	1	G. Abbbbbb	B. Cddddd	W. Yxxxxx	T. Osssst	215999	7961000	1956	37	Baikiaea plurijuga	Medium	15.8	6.5	8.40	202	31	0.1021
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	1	G. Abbbbbb	B. Cddddd	W. Yxxxxx	T. Osssst	215999	7961000	1957	37	Baikiaea plurijuga	Medium	16.1	7.1	11.40	356	0	0.1072
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	G. Abbbbbb	B. Cddddd	W. Yxxxxx	T. Osssst	216051	7961103	1932	82	Croton grattissimus	Big	33.0	10.8	14.60	90	0	0.4394
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	G. Abbbbbb	B. Cddddd	W. Yxxxxx	T. Osssst	216051	7961103	1933	82	Croton grattissimus	Small	8.8	4.80	4.80	26	31	0.0083
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	G. Abbbbbb	B. Cddddd	W. Yxxxxx	T. Osssst	216051	7961103	1934	37	Baikiaea plurijuga	Small	5.7		4.40	28	0	0.0072

- 1. 調査日
- 2. 地点コード
- 3. プロット番号 1,2,3
- 4. 調査者名
- 5. UTM 平均値
- 6. タグ番号
- 7. 樹種名コード
- 8. 樹種名
- 9. 胸高直径区分
- 10. 胸高直径
- 11. 樹高
- 12. 中心点からの距離
- 13. 方位角
- 14. 被害コード
- 15. 単木材積

白色の列に必要な事項を入力すると色が付いた列は自動的に埋まることになっている。例えば、7 番の列に樹種名コードを入力すると 8 番の列には樹種名が現れる。

更新木

1		2			3	4	5	6	7
Survey date	UTM Zone	UNIT ID X	UNIT ID Y	UNIT ID	Plot_No	Sp. Code	Sp. Name	eg. Catego	Reg. Count
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	1	38	Baphia obovata	Small	13
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	1	63	Combretum collinum	Small	2
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	1	38	Baphia obovata	Medium	8
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	1	63	Combretum collinum	Medium	1
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	38	Baphia obovata	Small	13
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	195	Ziziphus mucronata	Small	4
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	82	Croton gratissimus	Small	2
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	195	Ziziphus mucronata	Medium	11
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	82	Croton gratissimus	Medium	4
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	38	Baphia obovata	Medium	2
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	195	Ziziphus mucronata	Big	3
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	82	Croton gratissimus	Big	3
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	3	38	Baphia obovata	Small	19
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	3	82	Croton gratissimus	Small	1
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	3	38	Baphia obovata	Medium	4
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	3	82	Croton gratissimus	Big	1
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	3	38	Baphia obovata	Big	1

- 1. 調査日 2. 地点コード 3. プロット番号 1,2,3 4. 樹種名コード
- 5. 樹種名 6. 樹高区分 7. 更新木本数 ❖

枯死倒木

Survey date	UTM Zone	UNIT ID X	UNIT ID Y	UNIT ID	Plot_No	Decay Level	Diameter (m)	Length (m)	Dec_Vol
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	1	M	8.0	3.5	0.017584
11 June 2015	35	216	7961	X216Y7961	2	M	6.7	1.0	0.003524
17 June 2015	35	308	7933	X308Y7933	1	M	5.6	0.8	0.001969
17 June 2015	35	308	7933	X308Y7933	2	H	5.8	0.7	0.001849
04 June 2015	35	328	7961	X328Y7961	1	M	12.0	1.5	0.016391
04 June 2015	35	328	7961	X328Y7961	1	M	9.7	1.4	0.010340
04 June 2015	35	328	7961	X328Y7961	1	M	10.1	1.8	0.014414
04 June 2015	35	328	7961	X328Y7961	2	H	8.9	0.8	0.004663
04 June 2015	35	328	7961	X328Y7961	2	M	18.0	2.2	0.054683
04 June 2015	35	328	7961	X328Y7961	3	H	14.3	0.8	0.012842
09 June 2015	35	220	7893	X220Y7893	1	M	9.1	2.2	0.014301

- 1. 調査日 2. 地点コード 3. プロット番号 1,2,3 4. 不朽レベル
- 5. 直径 6. 長さ 7. 材積(m³) ❖

3.7.10 調査チームの構成

1つの調査チームは、4人で構成され、それぞれの役割は次のとおりである。

- 1. 記録係 野帳への記録
- 2. 測定係 胸高直径、樹高、長さ、距離、方位角の測定
- 3. 樹種判定係 樹種の同定
- 4. 補助員 Vertex のトランスポンダーの保持、タグの打ち付けなどの作業

4人のうち、一人はチーリーダーとして円滑かつ安全に野外作業が終了するようにメンバーを管理する。

3.7.11 調査実績

ターゲットとされる Forest と Woodland のプロット数(285 と 355)に対して、2017 年 9 月現在までに 52(18%) と 119(34%) のプロットでインベントリー調査が実施され、全体(640)の約 27% に相当する(表 3-4 参照)。尚、現在までの調査済プロット総数(215)の約 20%(44)がその他(others)として特定されている。

表 3-4 調査実績(2017 年 9 月時点)

分類	時期	NFI-1	NFI-2	NFI-3	NFI-4	NFI-5	調査済み PSU 数	目標数
	Jun. 2015	Feb. 2016	Jun. 2016	Aug. 2016	Jun. 2017			
Forest	9	15	12	14	2	52	285	
Woodland	22	16	20	25	36	119	355	
Others	12	9	10	3	10	44	-	
Total	43	40	42	42	48	215	640	

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

3.7.12 実施スケジュール

(1) 第 1 期 NFI のスケジュール

次表に、第 1 期 NFI スケジュールを示している。ハイライトした部分は実績値であり、今後、四半期に一度のペースで NFI を実施し、ボツワナ会計年度の 2020 年度末までに、第 1 期を完了する予定となっている。

表 3-5 2020 ボツワナ会計年度(FY2017)までの NFI 第 1 期スケジュール

Target number of the PSU: 640 (285 forests + 355 woodland)

Year	FY2015												Total
Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
No. PSU			43								40		83
Cumulative total	0	0	43	43	43	43	43	43	43	43	83	83	83

Year	FY2016												Total
Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
No. PSU			42		42								84
Cumulative total	83	83	125	125	167	167	167	167	167	167	167	167	167

Year	FY2017												Total
Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
No. PSU			48					36		36			168
Cumulative total	167	167	215	215	215	215	215	251	251	287	287	287	287

Year	FY2018												Total
Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
No. PSU		36			36			36			36		144
Cumulative total	287	323	323	323	359	359	359	395	395	395	431	431	431

Year	FY2019												Total
Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
No. PSU		36			36			36			36		144
Cumulative total	431	467	467	467	503	503	503	539	539	539	575	575	575

Year	FY2020												Total
Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
No. PSU		36			36			36					108
Cumulative total	575	611	611	611	647	647	647	683	683	683	683	683	683

注: グレーの箇所は、実績値。一つの調査チームの調査実施能力を12 PSU/月/調査班とする。一つの調査班は、チームリーダー1名、調査員3名、運転手2名、その他補助要員(エスコート等)から構成され、一度の調査期に4チームの動員を想定する
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

(2) NFI のサイクル(計画)

次の表は、NFI の暫定的サイクルを示している。NFI は 5 年おきに繰り返し行われる。しかし、第 1 期と第 2 期の結果の差が顕著でない場合において、第 3 期の間隔について、再考する必要がある。その場合、第 3 期は 6 年、もしくはそれ以上の期間として、実施計画を立てることも可能である。しかしながら、国家開発計画(NDP)の期間が 5、6 年間を考慮すると NFI サイクルはそれぞれの NDP 計画期間に対応するものとして考慮されるべきである。

表 3-6 NFI のサイクル(計画)

NFI サイクル	期間	目標 PSU 数
1 期	FY2015 - FY 2020 (6 years)	640
2 期	FY 2021 - FY 2025 (5 years)	640
3 期	FY 2023 - FY 2027 (5 years)	640

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

3.7.13 QAQC

森林インベントリーに係る QAQC (Quality Assurance and Quality Control)では、次のことを目的として実施する。

1. 測定誤差の確認
2. 測定誤差の発生傾向の検討
3. 測定作業の改善の検討
4. 測定結果の精度の確保

このような目的のために、既に調査したユニットの中から4ユニット選定し、NFI マニュアルに記載された QAQC 作業手順を基に DFRR スタッフが再調査を行う。事前に準備をしてきた複写版の野帳に赤色ボールペンで測定値を記載し誤差を分析する事で、DFRR スタッフの能力向上を図り取得データの精度を確保する。

NFI チームによる QAQC 作業が、2016年8月、および、2016年11-12月の2期間において、OJTの一環として実施された。合計4チーム(計17名)が、2チームに分かれ、2期間のうちのいずれかで、QAQCのための再調査を行った。尚、QAQCの作業手順については、NFI マニュアルに記述されており、DFRR スタッフがNFI 作業と同様に参照できるようになっている。

上記 QAQC 調査の結果を基に、次表に示すとおりの事象が判明した。また、今後、QAQCにより再確認が必要な作業項目が出てきた場合においては、DFRR のNFI チームによる改善や方法論統一のためのワークショップを開催し、さらに、マニュアルの改定等を行っていく必要がある。

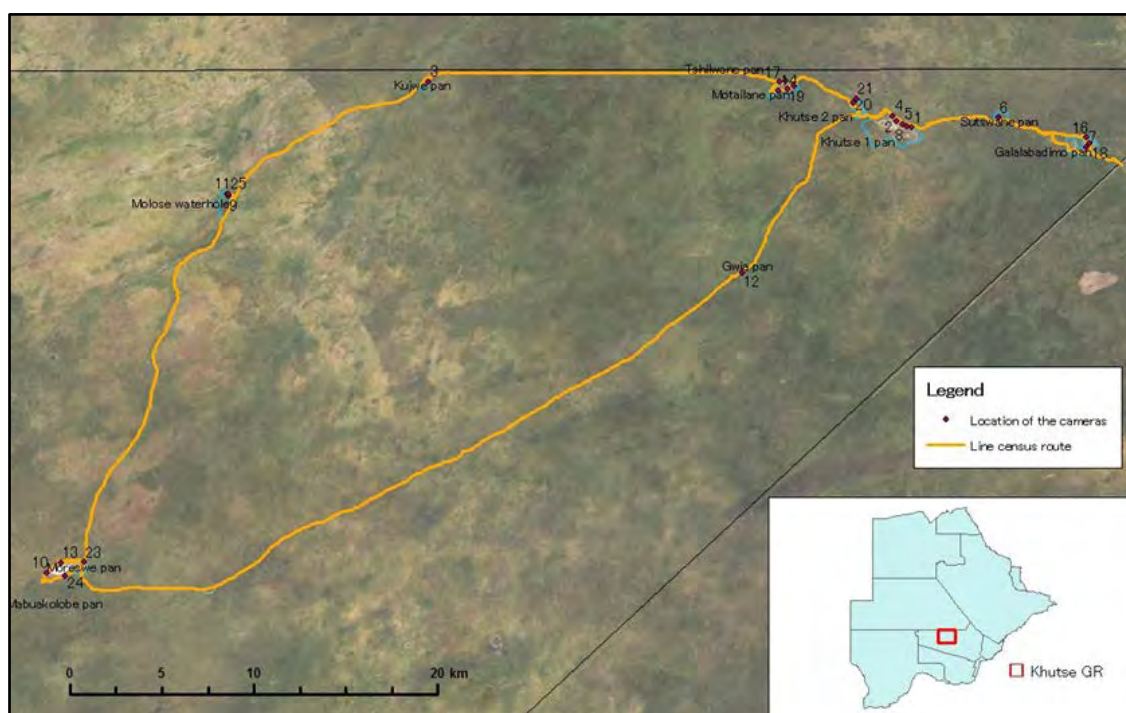
表 3-7 QAQC 調査の成果・再確認・確認作業実施項目一覧

	実施項目	結果	要再確認事項	確認作業の実施
QAQC 作業	調査地への到達	✓ GPS を使った到達点への移動は問題なく実施された。	-	-
	プロット探査	✓ プロット中心点の探査および判別も問題なく実施された。	-	-
	測定	✓ 胸高直径(DBH)の比較では、若干の大小の違いが見られた。	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 赤白の測量ポールを用いて確実に地上1.3mの高さで測定することの必要性の再確認が求められた。 ✓ 複数に分かれる樹幹あるいは歪な樹幹の胸高直径(DBH)の測り方の再確認も求められた。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ポールの先端は1.3mに含まない旨を明確にした。 ✓ 歪な樹幹の測定方法を図表を使い再確認した。 ✓ 複数に分かれる樹幹も図表を使い再確認した。また、枝分かれした樹幹でも5cm以上であれば測定する事とした。
		✓ 更新木の本数カウント法に混乱があった。	✓ 更新木のカウント法の統一の必要性があった。	✓ 樹木と低木のカウント方法を再確認した
	野帳への記載	✓ 準備された複写版の野帳に赤色ボールペンで測定値を問題なく記載できた。	-	-

その他 (QAQC 作業により気づいた事)		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 樹幹に付けた金属タグはしっかりと残っていた。 ✓ 樹高の値および中心杭から立木までの距離の値などには若干の違いはあったが受容範囲であると考えられた。 	-	-
	野帳への記載	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プロット3のユニットコードの誤記 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プロット番号によって、異なるユニットコードを記載してはいけない。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プロット1-3は同じユニットコードを使うよう統一を図った。
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調査箇所を本来の位置から移した場合のユニットコードの誤記 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 本来のプロット中心点から2km範囲内であれば、移動されたプロットのユニットコードも本来と同じコードを使う。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調査ポイントを移した場合でも本来の中心点から2km以内であれば同じユニットコードを記載するよう統一した。
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プロット2と3の逆記載 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調査順序によって、プロットユニットコードを変えて記載してはいけない。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 調査順序によってプロット番号を変えて記載してはいけない。また、野帳は調査順ではなくプロット番号順に整理するよう統一を図った。 	

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

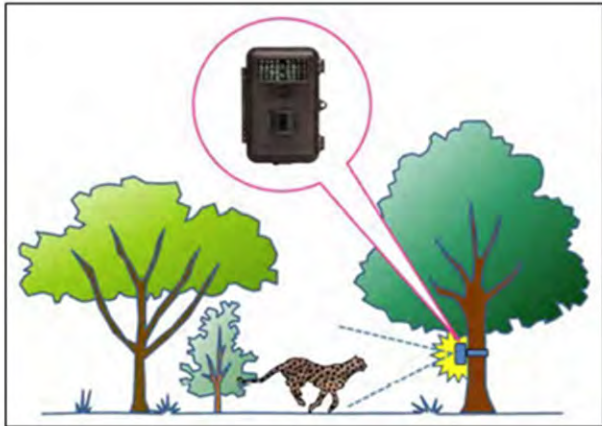
3.7.14 自動撮影カメラによる調査



出典: 背景図は、ESRI Imagery World 2D より作成、DFRR-JICA NFMS Project

図 3-7 自動撮影カメラの設置個所とラインセンサスのルート

生物多様性の評価手法を開発するため、ボツワナでは典型的な自然環境の一つと考えられる Khutse Game Reserve において、自動撮影カメラによるカメラトラップ調査とラインセンサス調査を実施した。カメラトラップ調査は、雨季と乾季の両方の自然環境をカバーするために 25 台のカメラを使って 2014 年 7 月に開始し、2015 年 2 月まで続けた。



(カメラは何か動きを感知すると自動的にシャッターを切るために無人の調査が可能)

出典:DFRR-JICA NFMS Project

図 3-8 トレイルカメラ調査



ゆっくりと走る車両から確認される動物の種類、数、位置などを記録する

出典:DFRR-JICA NFMS Project

図 3-9 ラインセンス調査

調査期間のうち 2014 年の 7 月、9 月、11 月および 2015 年の 1 月、2 月の 5 回にわたりトレイルカメラの状態の確認とデータの回収が行われ、最終日にはカメラ事態も回収された。ラインセンス調査は、2014 年の 7 月に 2 回、9 月に 1 回、2015 年 1 月と 2 月にそれぞれ 1 回の合計 5 回実施された。

トレイルカメラ調査とラインセンス調査のデータを整理し分析した結果、それぞれの調査で 38 種と 22 種の動物が確認された(次表参照)。

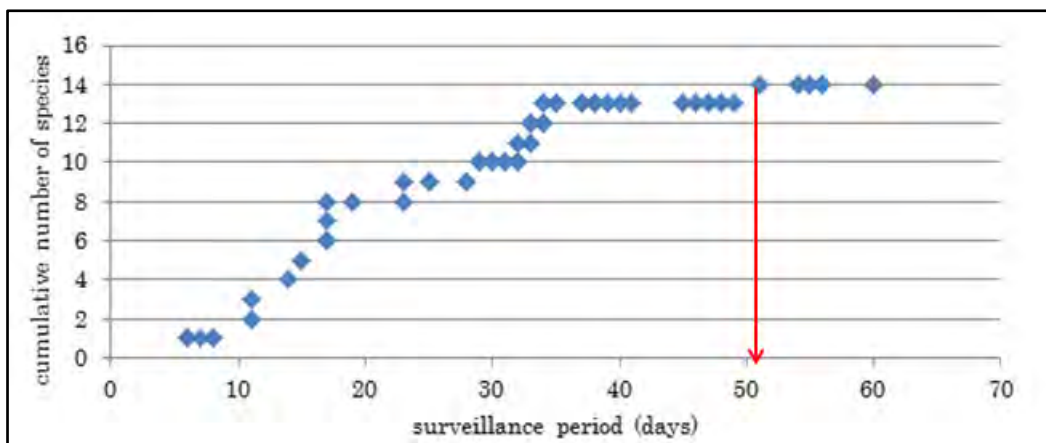
表 3-8 確認動物種

Animal species identified by camera trap			
1	African elephant	21	Northern black korhaan
2	African wild cat	22	Orange river francolin
3	African wild dog	23	Ostrich
4	Bat-eared fox	24	Other birds
5	Black-backed jackal	25	Red hartebeest
6	Blue wildebeest	26	Red-billed francolin
7	Brown hyaena	27	Scrub hare
8	Cape Porcupine	28	Secretary bird
9	Caracal	29	Slender mongoose
10	Cheetah	30	Small-spotted genet
11	Eland	31	Southern African ground squirrel
12	Giraffe	32	Southern African springhare
13	Greater kudu	33	Southern oryx (Gemsbok)
14	Ground pangolin	34	Springbok
15	Guinea fowl	35	Steenbok
16	Honey badger (Ratel)	36	Vulture sp.
17	Kori bustard	37	Warthog
18	Leopard	38	Yellow mongoose
19	Lion		
20	Mouse sp.		

Animal species identified by line census			
1	African white backed vulture	11	Kori bustard
2	Black backed jackal	12	Kudu
3	Black korhaan	13	Lion
4	Gemsbok	14	Ostrich
5	Giraffe	15	Red-crested korhaan
6	Ground squirrels	16	Secretary bird
7	Guinea fowl	17	Springbok
8	Hammerkop	18	Steenbok
9	Scrub hare	19	Stork sp.
10	Hartebeest	20	Vulture sp.
		21	Warthog
		22	Wildebeest
		23	Other birds

出典:DFRR-JICA NFMS Project

さらに、これらのデータを用いて、トレイルカメラの設置期間の理想的な長さを推定した。下の図 3-10 はトレイルカメラの設置後 50 日以降は確認される動物の種類は増えていないことを示しており、**時間と費用を考慮すればトレイルカメラによる動物の種類確認には 2 か月で十分**であることを示唆している。



出典:DFRR-JICA NFMS Project

図 3-10 トレイルカメラ調査期間と動物の確認種数

3.7.15 マニュアル

コンポーネント 1 では、以下のマニュアルを作成した。(Module 1)

1. 森林インベントリーマニュアル I 導入、II 計測、III 調査ユニットの配置、IV データ入力・分析、V. QAQC の 5 章からなる
2. GPS ユーザーマニュアル GPS は、目的調査地点に至るためだけでなく、安全にキャンプに戻るためのものでもある。
3. TruPulse ユーザーマニュアル TruPulse はレーザーを測距にレーザーを用い、距離、樹高を測定する。

3.8 コンポーネント 2:森林分布図

3.8.1 目的

(1) 森林の定義および森林分布図の概要

- 次表に、ボツワナ国森林政策 2011、世界森林資源評価(Global Forest Resource Assessment. FAOにより実施)、UNFCCC における森林定義の指標を示す。森林被覆面積、樹高、樹冠被覆率が共通の指標として使われている。森林政策 2011 に記載されているボツワナ国の森林定義は、FAO による定義と同義である。

表 3-9 ボツワナ国, FAO, UNFCCC における森林定義

Criteria	Forest Policy 2011	FRA2015	UNFCCC
Minimum unit	0.5ha	0.5ha	0.05-1.0ha
Tree height	5m	5m	2-5m
Canopy cover	10%	10%	10-30%

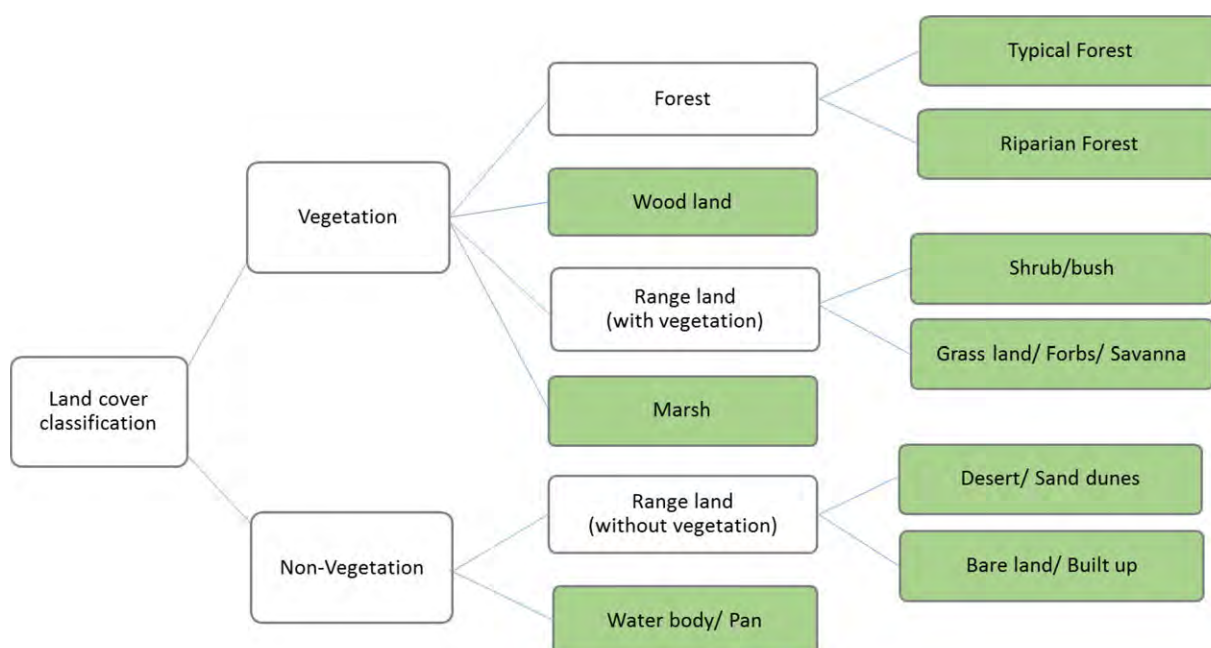
注:農地内や都市用途地内は対象外

出典:Forest Policy 2011 / Government of Botswana, Global Forest Resource Assessment 2015 / FAO, FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.1 Page 63 / Kyoto Protocol / UNFCCC

- ボツワナ森林分布図(以下 BFDM)はボツワナ全土をカバーする地図で、国境から 1km 外側までをその範囲としている。分類項目の構造は図 3-11 に示したとおりである。Riparian Forest(河畔林)、Typical Forest、Woodland の 3 つのカテゴリの土地被覆が「森林」に該当する。平均受

講が 8m 以上で、階層構造を有するものが、Riparian Forest(河畔林)および Typical Forest、平均受講が 8m 以下で単層構造の森林を woodland と分類する。表 3-10 に、土地被覆分類における説明を付す。

- BFDM 作成に使用した画像は Landsat-8 OLI でシーン数は 41 枚である。解析に用いた画像は、主に、2013 年の乾季および 2015 年の雨季の 2 時期であるが、一部 2014 年の画像も含む。
- 分類手法については、まずピクセルベースで分類し、次に 3x3 ピクセルでフィルタリングした。フィルタリングにより、ノイズ除去および極小ポリゴンが除去され、最小マップユニット 1ha に適合した結果が得られる。
- BFDM の全体精度は 71.7% である。












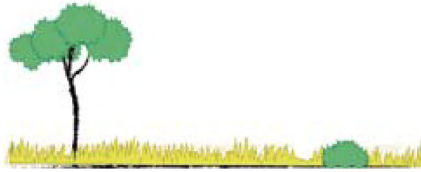

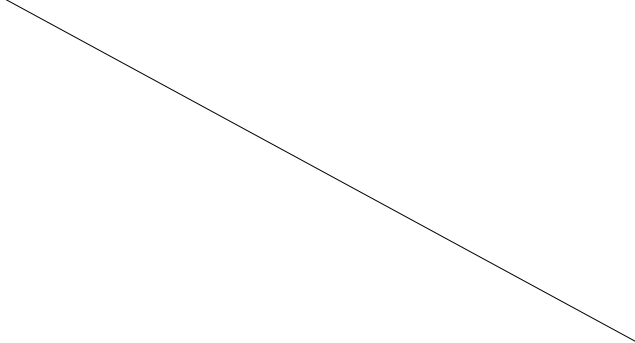
注：緑のボックスは BFDM で使われている分類項目。ボツワナの森林定義に基づき、“Typical Forest”, “Riparian Forest”, “Woodland”の 3 クラスが森林に含まれる。


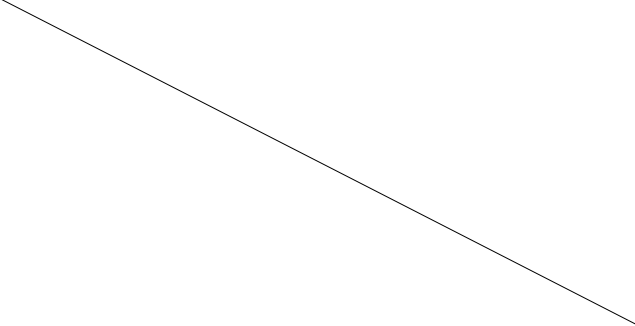

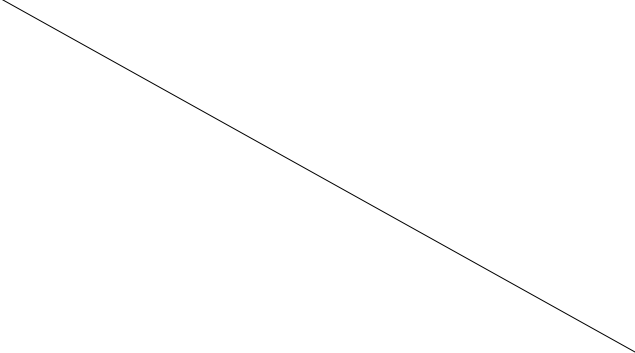

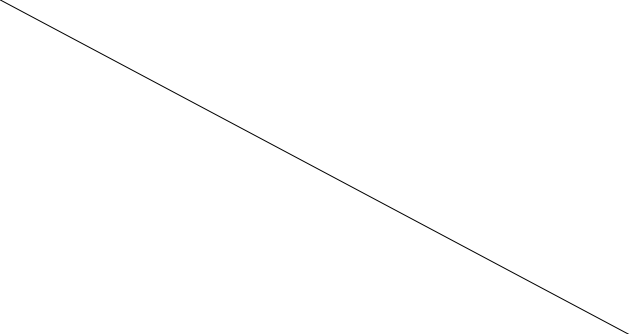
出典：DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-11 森林分布図の分類項目

表 3-10 森林分布図の分類項目の概要

Classes	Ground photo	Pattern diagram	Description
<p>Riparian forest</p>			<p>Forest class is divided into two classes; Typical Forest and Riparian Forest. These both forests are structured as multi-layers of the canopy with closed to neighbouring trees. Typical forest does not stand beside the water body however riparian forest stands beside it. It does not include land that is predominantly under agricultural or urban land use. Land spanning more than 1 hectares with trees of top layer higher than 8 meters or trees able to reach these thresholds in situ.</p>
<p>Typical forest</p>			<p>Woodland is structured as single-layer of the canopy. Trees stand alone or scatter in small groups. Tree height and volume are richer than Shrub/bush, but poorer than Forest. It does not include land that is predominantly under agricultural or urban land use. Woodland is included as Forest under the international forest definition i.e. FAO. Land spanning more than 1 hectares with trees higher than 5 meters or trees able to reach these thresholds in situ.</p>
<p>Woodland</p>			<p>Woodland is structured as single-layer of the canopy. Trees stand alone or scatter in small groups. Tree height and volume are richer than Shrub/bush, but poorer than Forest. It does not include land that is predominantly under agricultural or urban land use. Woodland is included as Forest under the international forest definition i.e. FAO. Land spanning more than 1 hectares with trees higher than 5 meters or trees able to reach these thresholds in situ.</p>

<p>Bush/ Shrub</p>			<p>Shrub refers to vegetation types where the dominant woody elements are shrubs i.e. woody perennial plants, generally less than 5 meters in height at maturity and without a definite crown.</p>
<p>Grassland/ Forbs/ Savanna</p>			<p>Grass/Forbs consists of all open land, used primarily for pasture and grazing. Savanna is structured as scattering tree with grass covering on the floor.</p>
<p>Marsh</p>			<p>Land covered wet grass/ forbs</p>

<p>Desert/ Sand dunes</p>			<p>Land covered sand</p>
<p>Waterbody /Pan</p>			<p>Pan is a land covered bare sands/grasses during dry season, and covered water, bare sands or grasses during rainy season. Waterbody is covered water, such as river, lake, pond, and so on.</p>
<p>Bare land/ Build up</p>			<p>Bareland is a land covered bare soil with less herbal vegetation, such as clearing, mining and rocky area. Build up is a land covered build up area such as settlement and urban, and industrial area.</p>

出典：DFRR-JICA NFMS Project

(2) 用途

BFDM (Component2)は、NFMS のコンポーネントの一つとして、以下の情報を提供する。

- a. ボツワナ国の森林域の分布、およびその面積の推定
- b. NFI データとの組み合わせることによる、森林蓄積やバイオマス等、国の森林資源量の推定
- c. 持続可能な森林管理を実現するための森林計画に資するひとつの検討材料

詳細森林分図については、森林のモニタリングに資するデータへの展開があげられる。具体的には、C/Pらが現地住民による木材利用をモニタリングするデータを提供する。

3.8.2 方法論

BFDM の更新については、その方法論の選択において、以下の二つの事項がある。第1に対象エリアの選択、第2に手法の選択である。

(1) 対象エリア

対象エリアの選択については、全ての土地被覆を対象に更新するか、森林地域のみで更新するか、の2つのオプションがある。全ての土地被覆(全国)を対象とする場合は、ベースとなる図面の非森林域の誤分類を確認・修正できるという利点があるが、対象エリアが広いため、作成までに時間を要するという欠点がある。

他方、森林域のみであれば、森林以外の土地被覆の誤分類のリスクは残るものの、森林についてのみは、国土の四分の一の面積であるため、作業時間が短くて済む。

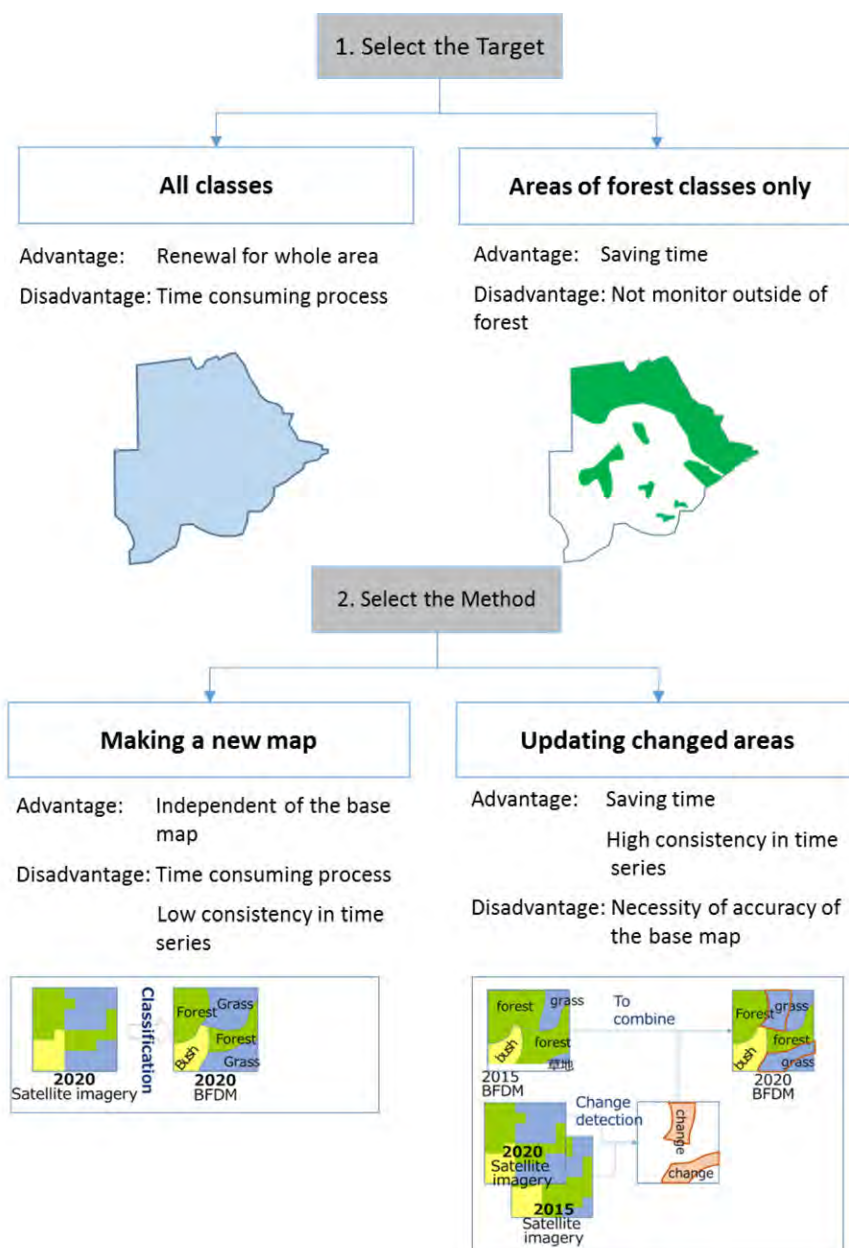
(2) 手法

更新手法には、時点ごとに新しく地図を作成する方法、および時点間の変化抽出から作成する方法の二つの代表的な更新方法から選択する。前者は、BFDMと同様の方法で単時点の画像を用いて新規の図面を作る方法、後者は時系列画像を用いて変化箇所を抽出する方法である。新規図面を作成する方法は、時間を要する上、時点間の一貫性がとりにくい。ただし、ベースマップに依存しないため、ベースマップの精度が悪い場合は有効である。

変化抽出の手法については、変化箇所のみを分析するため時間を短縮でき、ベースマップをもとにするため一貫性が高い。ただし、ベースマップの精度が低い場合はこの方法は適さない。

ベースマップとなるBFDMは、71.7%とある程度の精度が確保されているため、地図の更新方法として変化抽出法を提案する。

更新図の作成には、比較的安価か、無料の画像を用いることが望ましい。Landsat8画像はUSGSウェブサイトから無料で提供されており、BFDM2015の作成にも、同画像が使われており、更新に適した画像である。



出典:DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-12 方法論の選択

国家森林モニタリング計画を長期間、持続的に運用するためには、精度も重要ではあるが、時間とコスト効率についても、十分に検討を加える必要がある。また、ボツワナは半乾燥林地帯であり、植生タイプの境界が衛星画像上でも、現地でも不明瞭な場合があることから、植生の分類がそもそも難しいということを考慮する必要がある。この理由から、BFDMには“typical forest”と“woodland,”間、および“woodland”と“shrub/bush”間に、誤分類が多い傾向がある。BFDM2015作成の際、この分類の難しさを解決するため、雨季・乾季の2時期の画像を分類に用いることで、BFDMの精度向上を図った。加えて、判読の個人差を減らすために判読表を作成した(Appendix-11)。

以上に述べた対象エリアと手法の組み合わせについて、状況に適した選択により、BFDMの持続的な更新を行う。

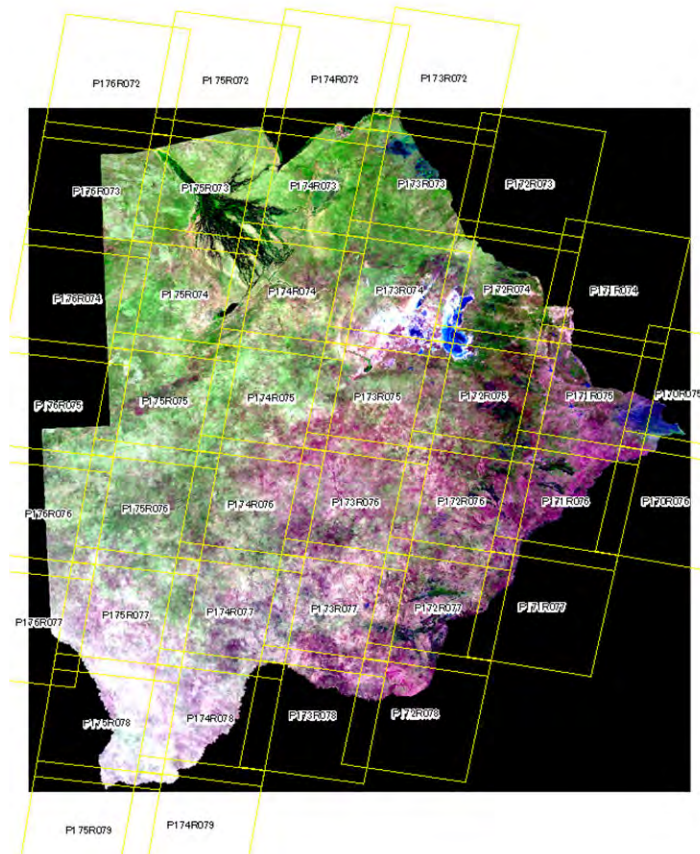
3.8.3 実施体制

(1) 地図作成に関する課題

リモートセンシング技術による地図作成には、作業のための十分な時間と、衛星画像解析の経験を積んだ専門家が必要である。

ボツワナ全土を対象とする場合は、Landsat 41 シーンを使用する(図 3-13)。変化抽出法による地図の更新には、1シーンあたり 10-15 日、ボツワナ全土となれば 200-300 日の作業期間を要する。

リモートセンシングの専門家に求められる能力は、画像判読技術および画像解析ソフトを用いた解析技術で、これらを会得するには十分な経験が必要である。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-13 ボツワナ全土の Landsat 画像のシーン

(2) 実施体制

上述の方法論で述べた手法の選択肢をふまえると、表 3-11 に示した 8 通りの実施体制がある。この中から実施体制を決定する際には、予算および人的資源を比較しながら検討することが重要である。表中の“ORDER OF THE COST”と“MANPOWER OF DFRR”に記載した数字は、標準的な作業量に基づき推定した順位である。

表 3-11 8通りの実施体制

OPTION	MAPPING STAFF	TARGET	METHOD	ORDER OF THE COST 1 is most expensive	MANPOWER OF DFRR 1 is most consumptive
1	DFRR	All classes	Renewal	5	1
2	DFRR	All classes	Updating changed area	7	2
3	DFRR	Forest area	Renewal	6	3
4	DFRR	Forest area	Updating changed area	8	4
5	Contractor	All classes	Renewal	1	5
6	Contractor	All classes	Updating changed area	3	5
7	Contractor	Forest area	Renewal	2	5
8	Contractor	Forest area	Updating changed area	4	5

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図面作成はかなりの作業量であるため、“MANPOWER OF DFRR”の順位 4 と 5 の差は、実際のところかなり大きい。ただし、オプション 5～8 には、DFRR 職員による委託先への TOR の作成および委託先の管理が業務に追加され、委託業務としても、リモートセンシングの専門的な知識は必要とされる。

TOR には最低限以下の項目の記載が必要である。

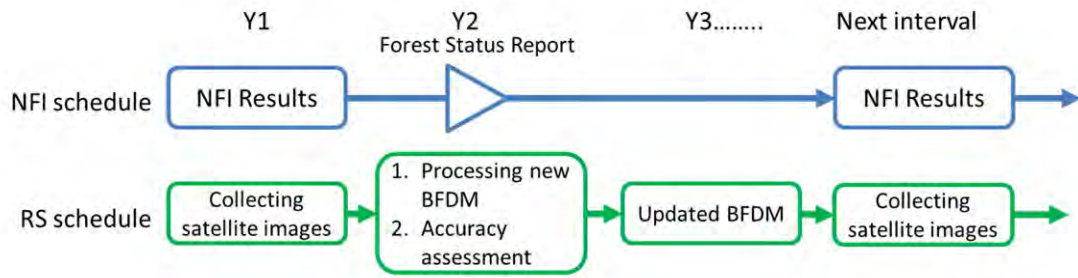
- a) データ: センサー名(例 Landsadt-8)、画像の季節(乾季、雨季、または精度が低い場合は両時季)、画像取得(撮影)期間の指定
- b) 対象エリア: ボツワナ全土または森林エリア。全土を選択する場合は国境の外側もある程度入るように指定
- c) 前処理: 1. 大気補正、2. 幾何補正(画像に位置ずれがある場合)、3. モザイク画像の作成(必要な場合)
- d) 分類項目図
- e) 分類手法: 1. 新規作成または変化箇所の更新、2. オブジェクト指向分類またはピクセルベース分類、3. 教師つき分類または教師なし分類、4. ポリゴン化した際の最小面積単位
- f) 納品物: 1. ラスターおよびベクター形式の図面、2. オリジナルおよびモザイク画像、3. 判読表、4. 活動報告書

3.8.4 作業工程

以下のように、更新地図の承認までには 3 年を要すると想定される。

- 1 年目: データの収集
- 2 年目: BFDM 作成作業および精度検証
- 3 年目: BFDM 更新の承認

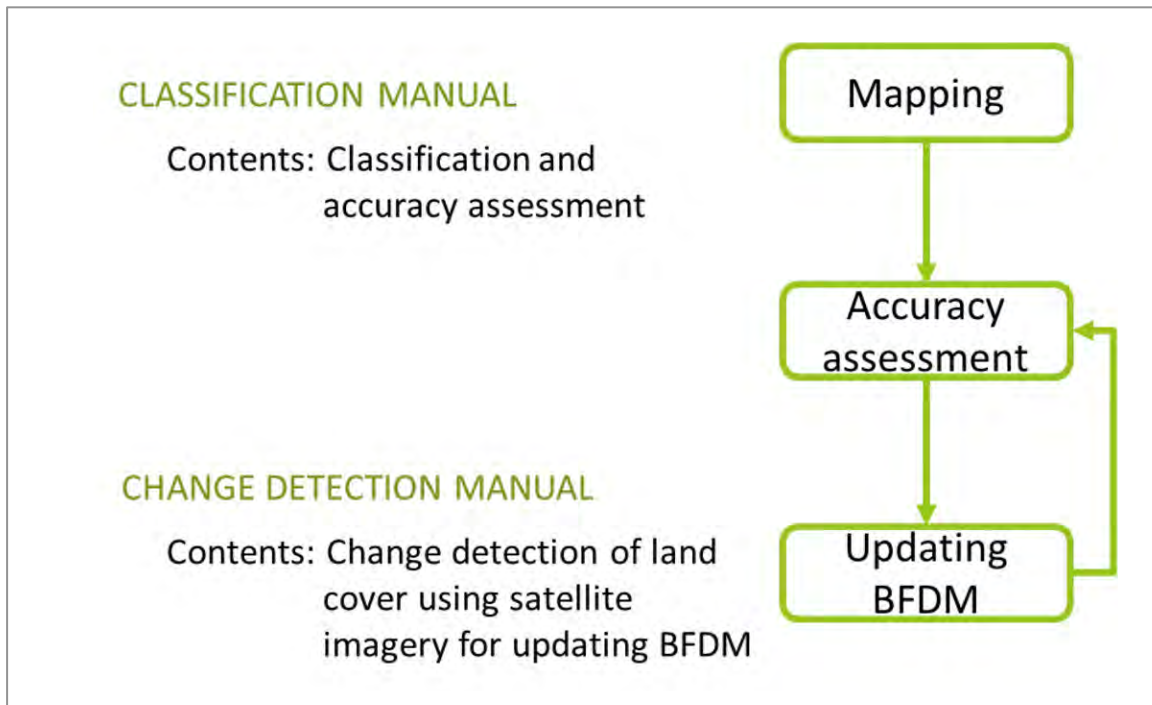
図 3-14 に BFDM と NFI の更新サイクル案を示す。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-14 BFDM および NFI の更新サイクル案

3.8.5 マニュアル



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-15 BFDM 作成に関わるマニュアル (Module 2)

森林モニタリングためのリモートセンシング技術マニュアルとして、図 3-15 に示した 2 種類を準備した (Module 2)。各マニュアルの目的および内容は以下のとおりである。

1. Classification Manual

目的: 衛星画像解析の全プロセスの実施

内容: 画像判読、解析作業、分類の手順、精度検証

2. Change Detection Manual

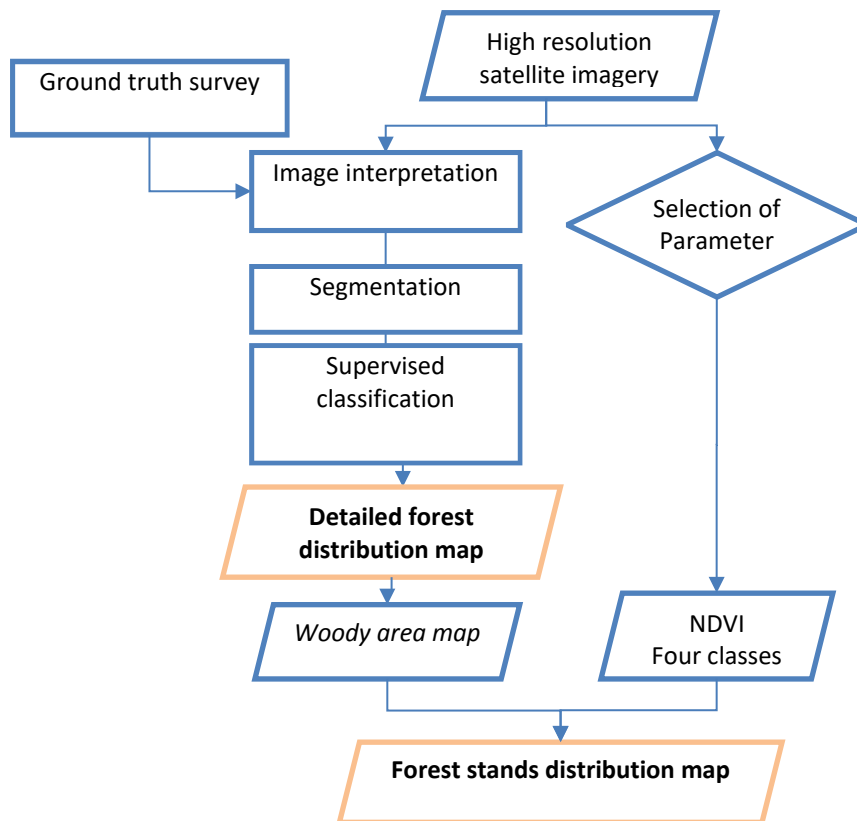
目的: 変化箇所抽出による地図の更新

内容: 差分画像解析、変化抽出、図面のオーバーレイの手順

3.8.6 詳細森林分布図

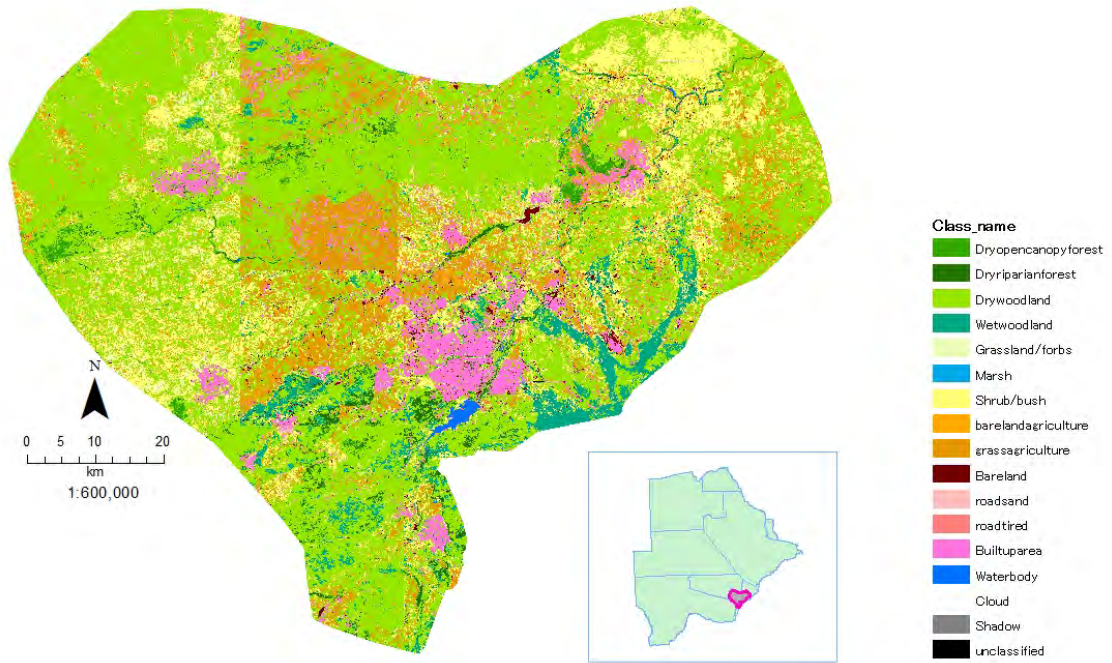
BFDM だけでは詳細なモニタリングは困難なので、ハボロネとその周辺(以下ハボロネパイロットエリア)およびフランシスタウンとその周辺(以下フランシスタウンパイロットエリア)を対象として、高分解能衛星画像を用いて BFDM よりも小縮尺な詳細森林分布図および林分サイズ分布図の開発を行った。ここで、林分サイズとは、林分蓄積を相対的に Extra-large、large、Middle、Small に 4 区分したものである。使用した画像はハボロネパイロットエリアが Rapid Eye 画像(分解能 5m)、フランシスタウンパイロットエリアが SPOT 画像(分解能 1.5m)である。これらの分布図を用いることにより、小スケールでの詳細な森林のモニタリングが可能になる。

図面作成の流れを図 3-16 に示した。詳細森林分布図の分類手法はオブジェクト指向型分類である。また林分サイズ分布図については、まず詳細分類図から Forest、Woodland、Shrub/Bush といった木本植生が生育している土地被覆クラスを抽出した。次に、木本植生エリアについて NDVI の数値から閾値を決定し、四つのクラスのエリアを設定した。作成した図面をハボロネパイロットエリアについては図 3-17 と図 3-18 に、フランシスタウンパイロットエリアについては図 3-19 と図 3-20 に示した。



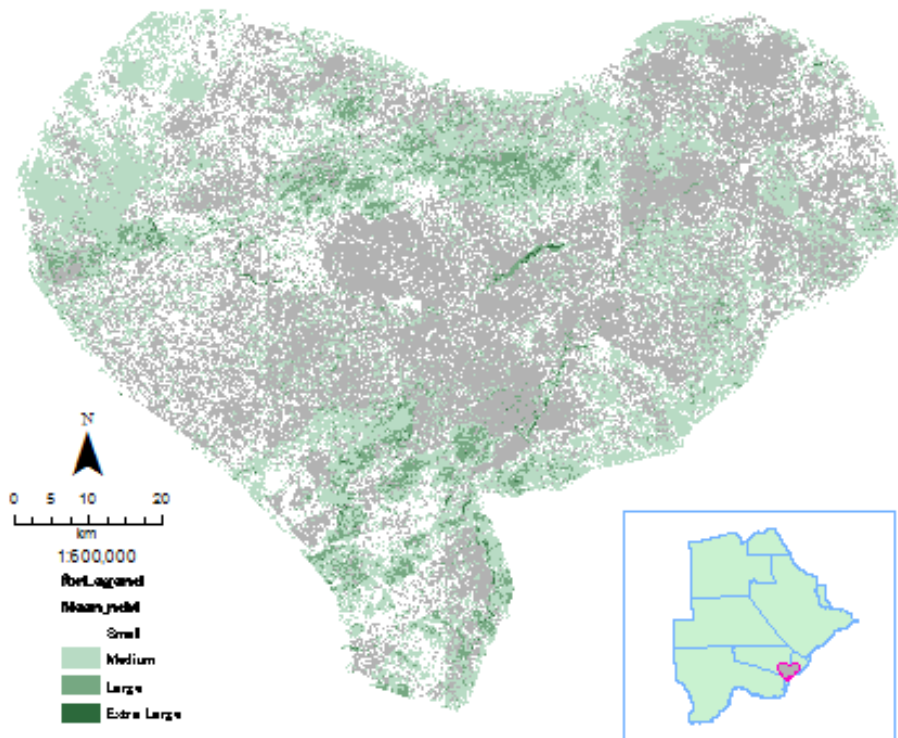
出典:DFRR-JICA NFMS Project

図 3-16 詳細森林分布図および林分サイズ分布図作成の流れ



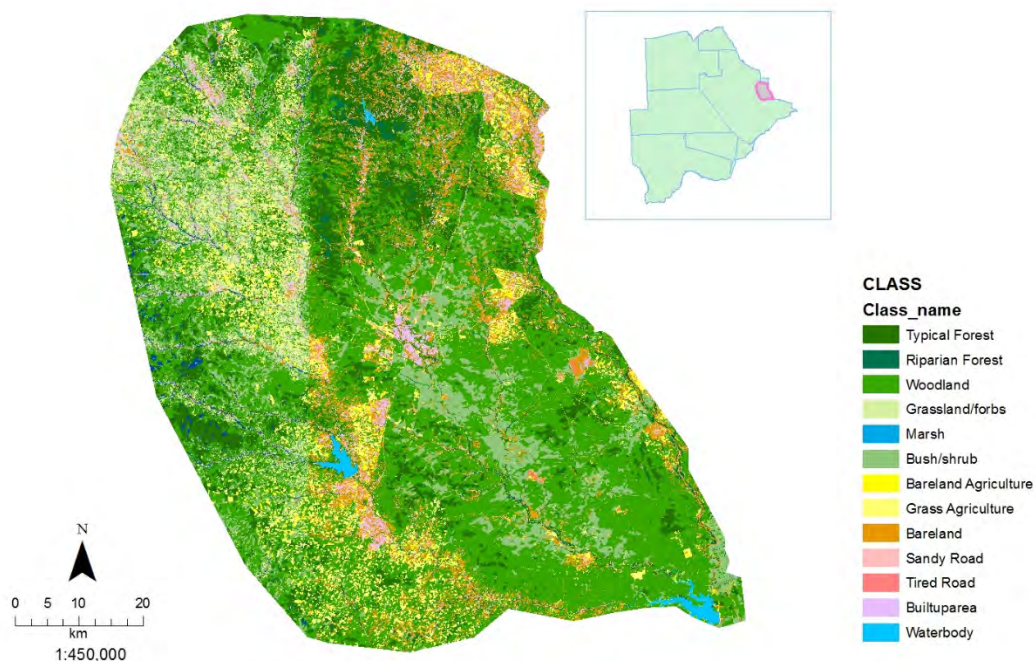
出典:DFRR-JICA NFMS Project

図 3-17 ハボロネパイロットエリアの詳細森林分布図



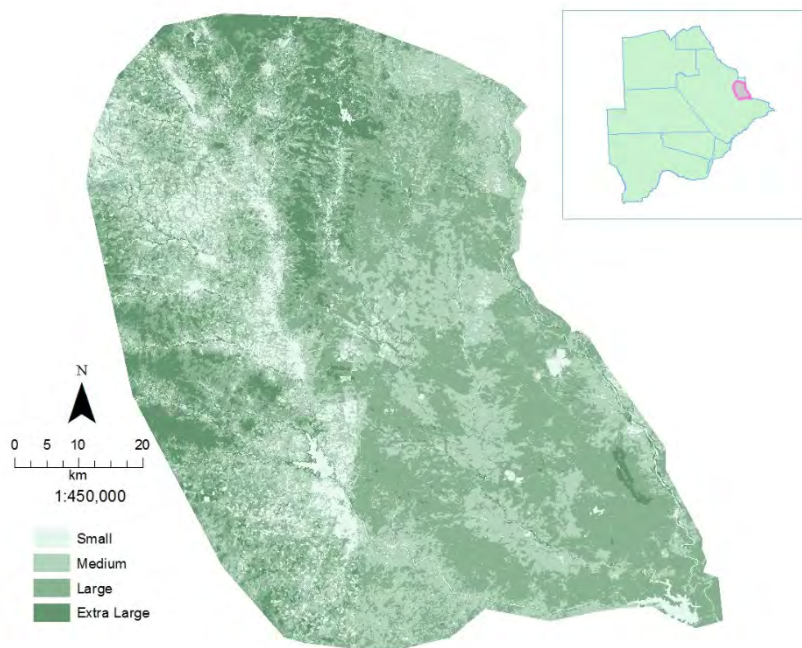
出典:DFRR-JICA NFMS Project

図 3-18 ハボロネパイロットエリアの林分サイズ分布図



出典: DFRR-JICA NFMS Project

図 3-19 フランシスタウンパイロットエリアの詳細森林分布図



出典: DFRR-JICA NFMS Project

図 3-20 フランシスタウンパイロットエリアの林分サイズ分布図

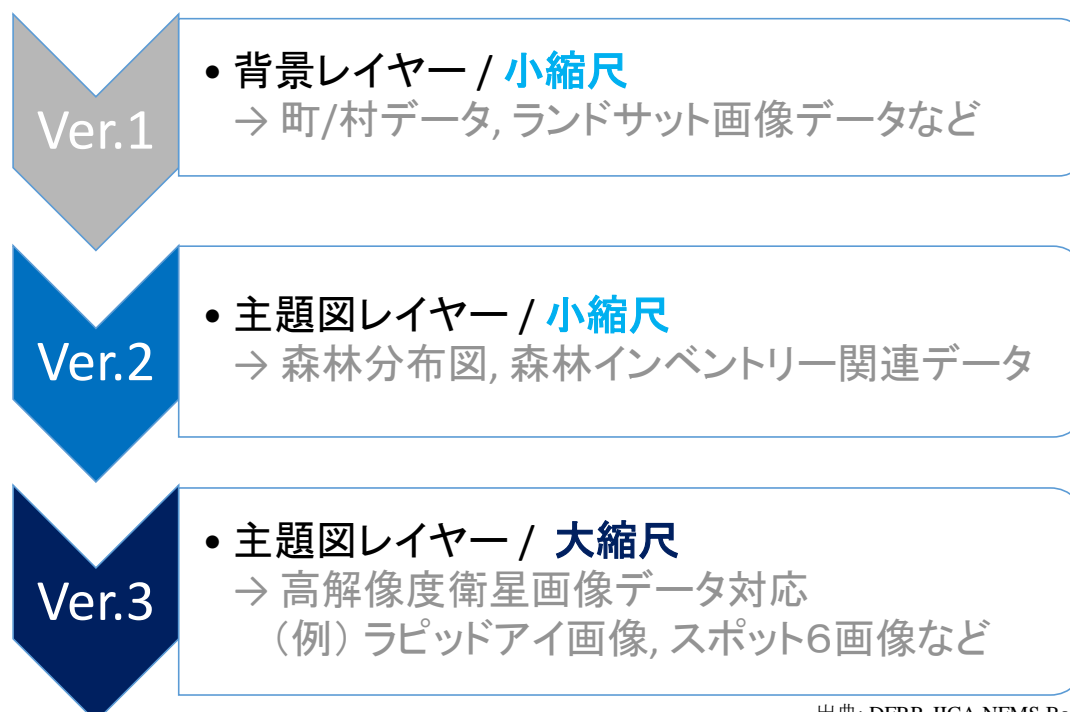
3.9 コンポーネント3：森林 GIS データベース (GIS/DB)

3.9.1 目的

森林 GIS データベースの目的は、国家森林インベントリーデータやリモートセンシング・データ、他組織からもたらされる森林情報を格納し、適切に管理することである。森林 GIS データベースは、持続的に国家森林モニタリングシステムを運営する上でキーとなる情報システムとも言える。国家森林モニタリングシステムの持続的な運用を考慮すると、データベースシステムは、継続的に維持管理を行うべきものであり、また、必要に応じてシステム改修が為されるべきものである。持続的にデータベースシステムの維持を行うコストは、3.9.5「実施体制」で記述があるとおり、GIS データベース担当職員または、担当のコンサルタントが、日常の国家森林モニタリングシステムの運用に携わるような体制とすることである。

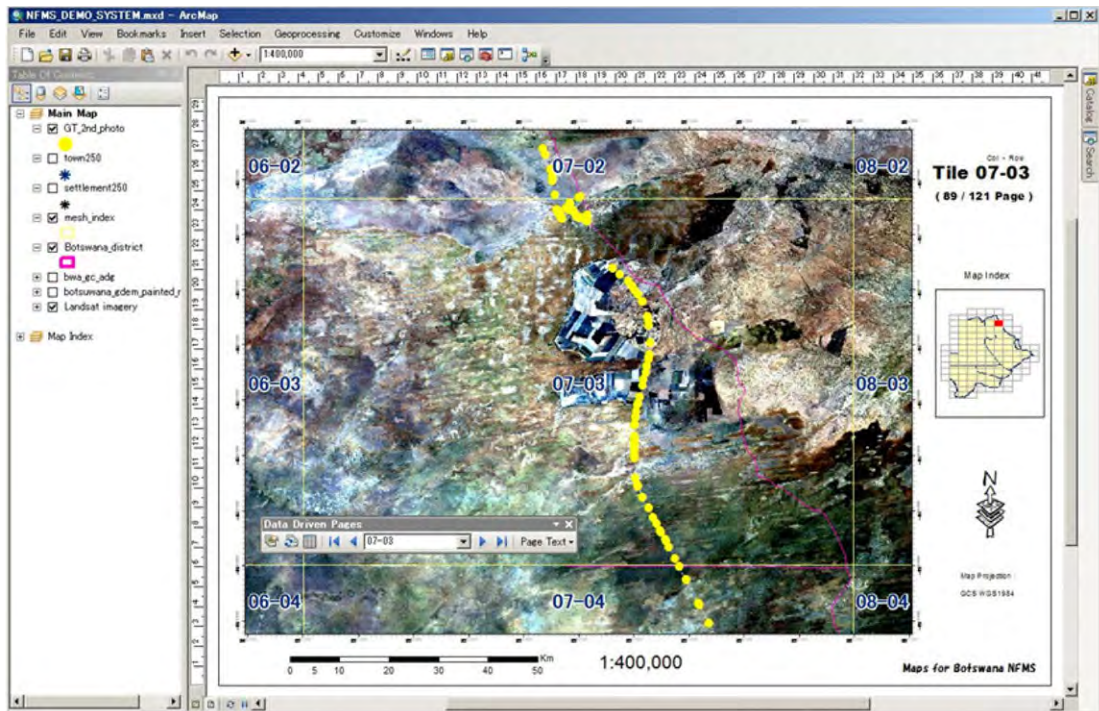
3.9.2 方法論

本 NFMS においては、DFRR の中央森林 GIS データベースについて、プロトタイプ・システム開発手法を用いてシステム開発を実施した。数あるシステム開発手法の中でもプロトタイプ・システム開発手法は、システムを実際に使用するユーザー(ここでは主に DFRR の職員)が、システムについてどのような物を開発すればよいか明らかなイメージを持っていない場合などに、特に有効なシステム開発手法と言える。なぜならば、プロトタイプ・システム開発手法では、システム開発のプロセスの中で想定されるユーザーに対して、適宜、操作画面イメージなどの実際のシステム・インターフェースを見せながら開発するアプローチのため、ユーザーにとって、どのようなシステムができるのかシステムに対する知識がなくても非常に分かり易いためである。本 NFMS によるシステム開発段階において、プロトタイプ・システムが、どのようにバージョン遷移してきたかを次図に示す。



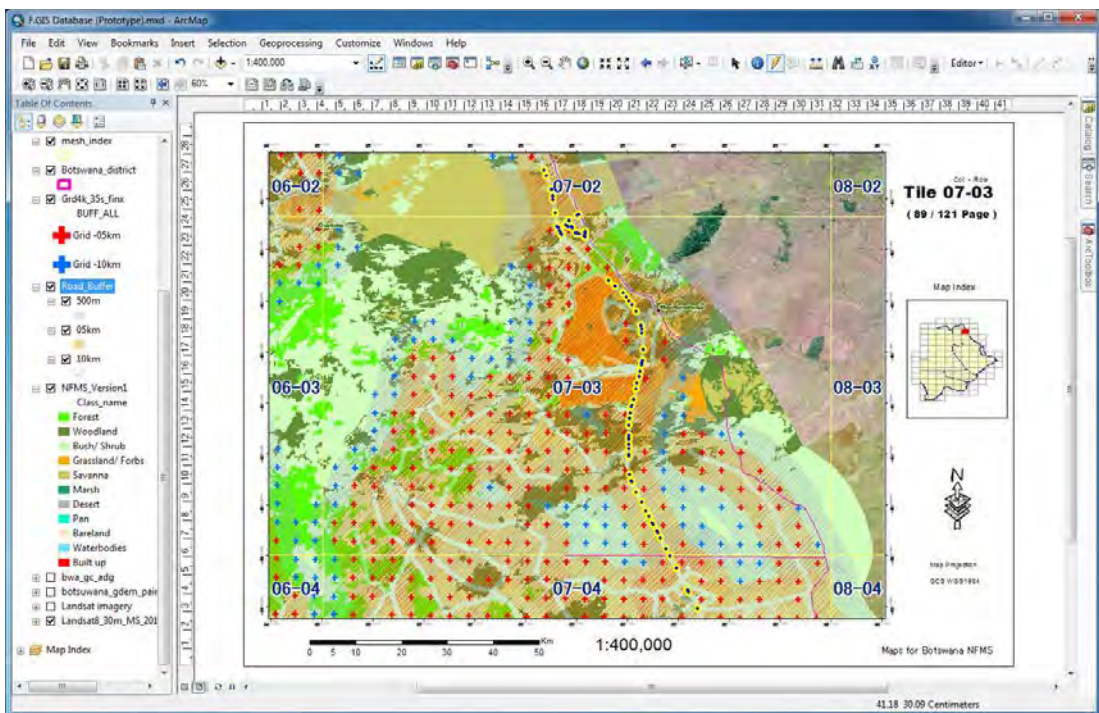
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-21 プロトタイプ森林 GIS データベース開発のバージョン遷移



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-22 データベース Ver. 1 のインターフェース(背景図が中心)

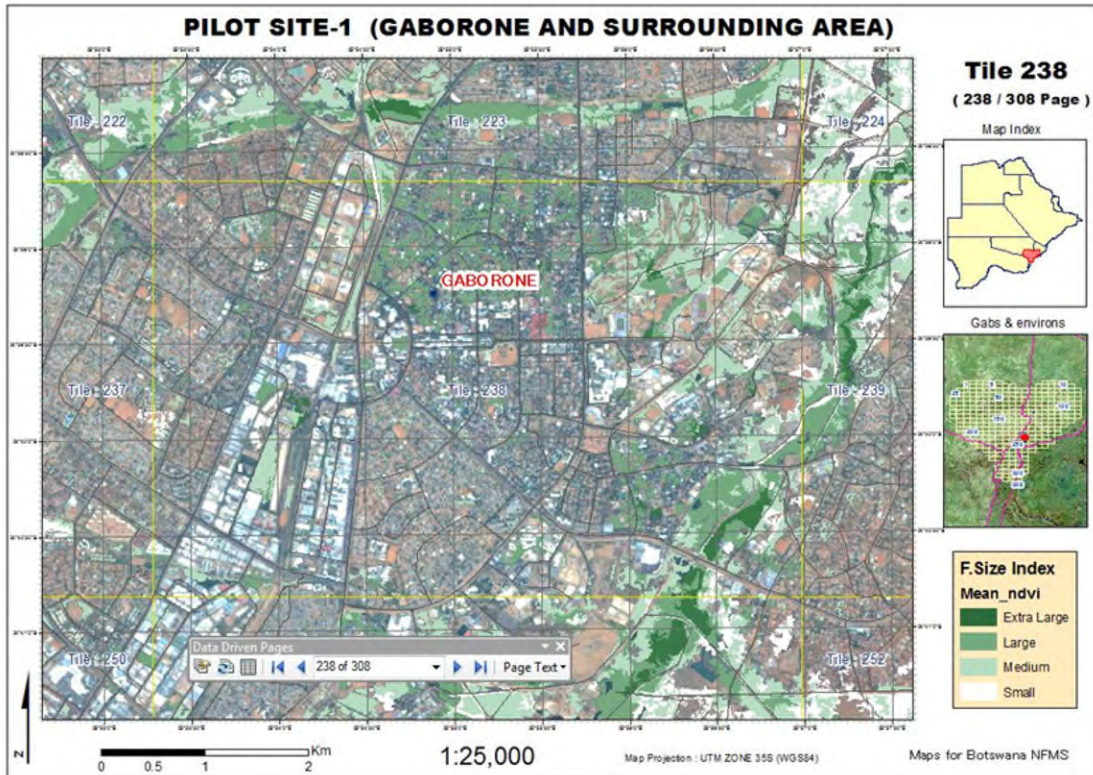


出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-23 データベース Ver. 2 のインターフェース(主題図が中心)

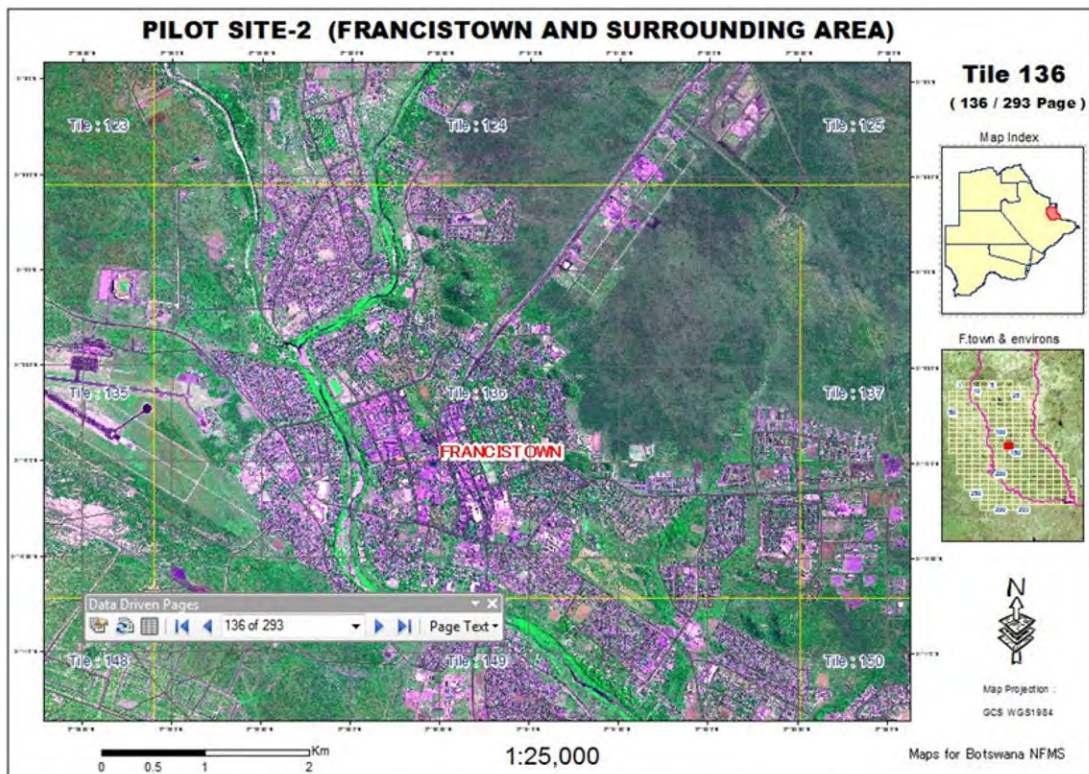
プロトタイプ森林 GIS データベースのバージョン 2 には、ボツワナ森林分布図(BFDM2015)や、森林インベントリー調査に使用される 4km グリッドデータ、森林調査のアクセス性を考慮するために作成された道路バッファポリゴンなど、DFRR にとって重要な主題図データが格納されている。特に、4km 格子点データには、ポイントデータの属性情報として、調査地点の選定の際、恣意性を排除するため乱数を発生させて作成された調査優先番号、最寄りの道路からの距離情報(道路バッファポリゴンをオーバーレイす

ることにより作成された情報)など、森林インベントリー調査に有益な情報が含まれている。国家レベルの小縮尺における地図操作を前提として森林 GIS データベースの利用を考えた場合、このプロトタイプ森林 GIS データベースのバージョン 2 が最も利用に適している。



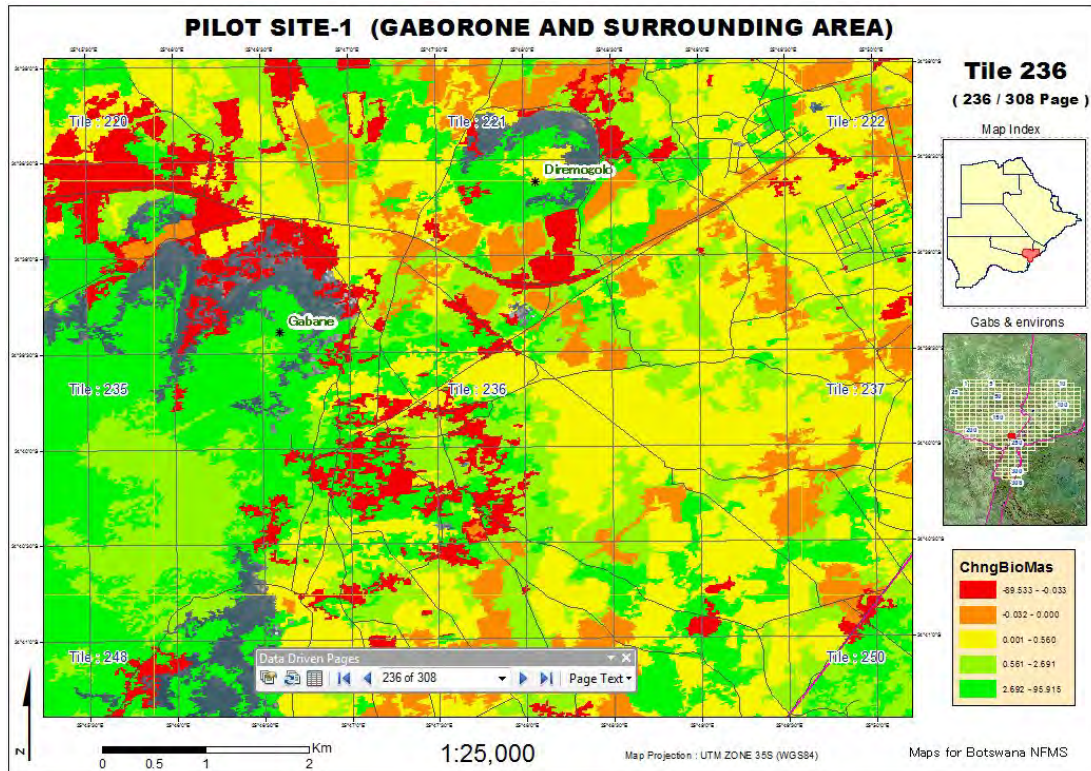
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-24 データベース Ver. 3 のインターフェース(ラピッドアイ画像 解像度・5m画素)



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-25 データベース Ver. 3 のインターフェース(主題図: バイオマス変化抽出)



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-26 データベース Ver. 3 のインターフェース(スポット6画像 解像度・1.5m画素)

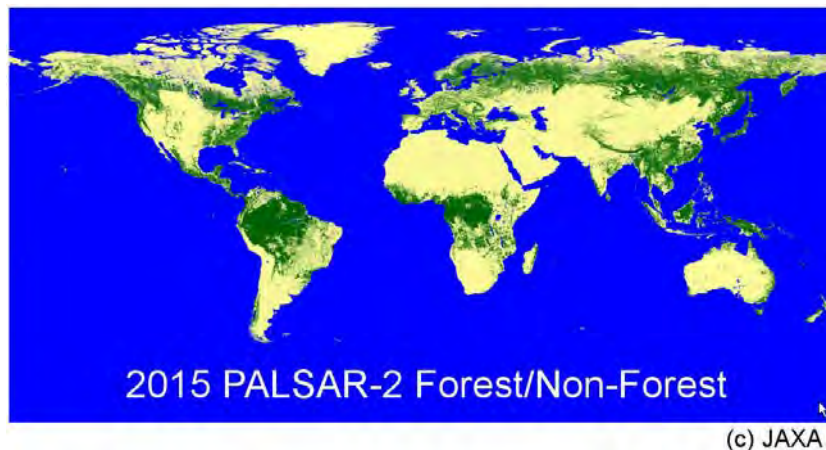
プロトタイプ森林GISデータベースのバージョン3は、RapidEye 画像データ(解像度:5m画素)や、SPOT 6 画像データ(解像度:1.5m)の高解像度衛星画像データを背景として表示する大縮尺の地図操作に適している。プロジェクト期間中においては、二つの異なるパイロットサイト(1. 首都ハボロネとその周辺地区、2. フランシスタウンとその周辺地区)を設けて、より詳細な解析を実施している。このパイロットサイトにおける解析において、主題図表示など地図操作を行うには、このバージョン3が利用可能である。

さて、DFRR 職員が持続的に森林 GIS データベースを利用できるようにするためには、以下に挙げる二つのコンセプトが重要なファクターとなる。また、このことは、持続的に利用可能な森林 GIS データベースを構築することの目的を達成する方法論でもある。

- ✓ 定期的なタイミングで時系列森林分布図と国家森林インベントリーデータを格納すること
- ✓ DFRR・本部のデータベース(コンテンツ)をいつも最新の状態に維持すること

時系列のボツワナ森林分布図(BFDM)の整備に関しては、NFI サイクルと連動し、5年間隔での地図更新が予定となっている。仮に、地図更新を1年や2年間隔の短い期間で実施しようとした場合、衛星画像データの分類誤差の影響なのか、本当の森林変化が抽出できているのか、不確実性が高いためにその違いを区別することが困難な問題が生じる可能性がある。DFRR では、衛星画像データの分類手法に係る研修を通して地図更新の知識を習得しつつ、4年の歳月をかけて BFDM2015 を調製したが、森林インベントリー調査と平行して、次の森林分布図(例えば、BDFM2020)を作成することを考えた場合、衛星画像データ分類手法によるこれまでの手法を用いた地図更新の方法では、時間とコストが(コストの目安は表3-9参照)かかり過ぎて、本当に地図更新が自力でできるのか実現可能性について疑問が残る懸念がある。この点に関して、今後、DFRR がとり得る地図更新の追加的なオプションとして二つの

手法を補足的に紹介する。一つは、無料で公開されているオープンデータを活用する代替オプションである。日本の JAXA(宇宙航空研究開発機構)は、世界全球データ(森林・非森林マップ)と呼ばれるオープンデータを生成してきている。このオープンデータは、PALSAR/PALSAR2 衛星画像データをモザイク処理することによって、地上解像度 25m の精度で、2015 年から毎年1年間隔でインターネット・ウェブサイト上に無償で公開される。これは、ランドサット衛星画像データと同等の地上解像度を持つデータである。



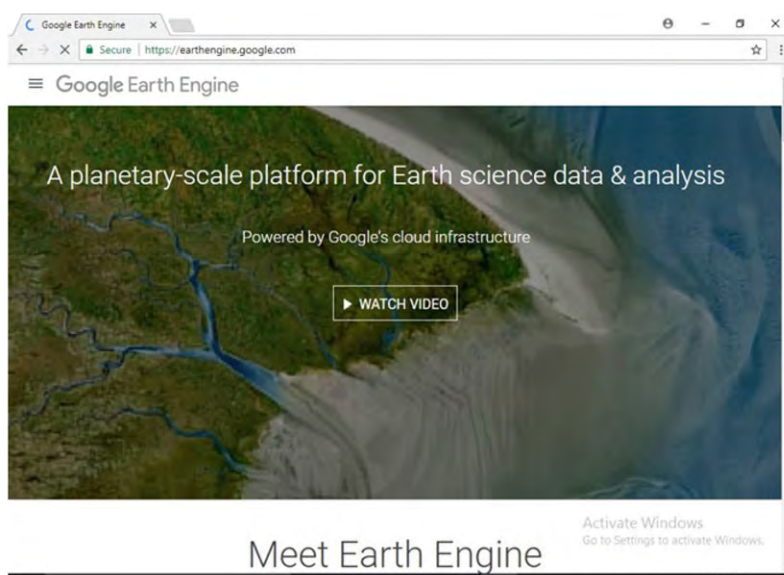
出典:ALOS Research and Application Project of EORC, JAXA, Whole ball 25m Resolving Power PALSAR-2/PALSAR Mosaic and Forest/Non Forest Map (http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/palsar_fnf/fnf_jindex.htm)(July 21, 2016)

図 3-27 周期的に無料で入手可能なオープンデータ

2時点のオープンデータ(例えば 2015 年と 2020 年のデータ)から森林変化部分を抽出し、それを BFD2015 に重ね合わせることで簡易的な森林分布図の調整が可能である。しかしながら、このデータの森林タイプは、2 クラス(森林、非森林)しかないことに留意する必要がある。このオープンデータは、次の森林分布図を調製するまでの一時的な利用や、1 年間隔で入手できる利点を活かして森林面積変化を概算で積算するための用途に限定するなどの取扱いが必要である。SADC-JICA プロジェクト(2015 年 6 月より開始)では、SADC 加盟各国の NFIS(各国森林情報システム)の能力強化の一環でこのオープンデータを活用することを計画している。ボツワナ森林局は、SADC-JICA プロジェクトで得られた経験や知見を活かすことで、上記のような課題はあるものの次の森林分布図の更新に向けた準備を行うことが可能である。この多国間支援プロジェクトとの協調は、ボツワナ森林局にとっても SADC 事務局にとってもお互いにメリットを享受できる関係にある。SADC 事務局サイドから見れば、特に、本プロジェクトの森林インベントリー調査で得られた膨大なランドサット・データ(森林の状態が撮影された写真含む)は、乾燥、半乾燥地、サバンナ地域に関するオープンデータの精度検証や精度向上等に大きく貢献できる余地がある。ボツワナ森林局は、これらの情報を共有することで、この多国間支援のプロジェクトに対して貢献することが可能な位置づけにある。

もう一つは、近年、利用環境が整いつつあるインターネット・クラウド上のツールを利用するオプションである。例えば、検索ポータルサイトのグーグルは、グーグル・アース・エンジンと呼ばれる非常に強力な画像処理ツールをインターネット・クラウド環境で提供してきており、一部の科学者や研究者、システム開発者が実際に地球上の森林変化を抽出、森林変化のトレンド解析などを行うのに活用し始めている。グーグル・アース・エンジンは、インターネット・クラウド環境にて、時系列ランドサット衛星画像データやセンチネル衛星画像データを含むオープンデータも無償で公開しており、Python や JavaScript などの開発言語によるシンプルかつ強力な API(アプリケーション・プログラム・インターフェース)の提供も行

っており将来のボツワナ森林分布図(BFDM)の更新においても活用できる可能性が高い。以下に、参考としてグーグル・アース・エンジンのウェブサイトを示す。



出典: Google Earth Engine, Google, (<https://earthengine.google.com/>)(October 30, 2017)

図 3-28 Google Earth Engine(森林分布図更新に係るオプション・ツールの一つ)

上記、森林分布図の更新に係る追加的なオプションについて、手法の選択基準や利用条件をまとめると下表のようになる。

表 3-12 森林分布図の更新方法に関する追加的なオプション

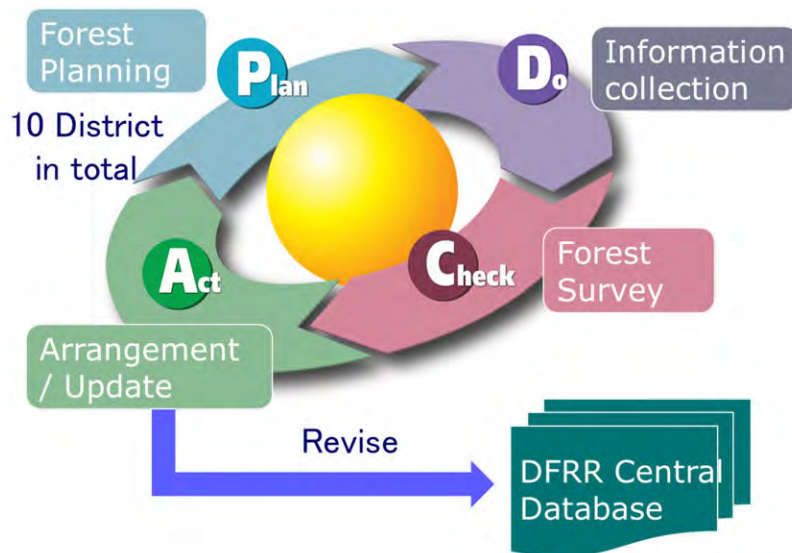
地図更新の追加的なオプション	手法の選択基準	手法の利用条件
JAXA オープンデータを利用する方法	地図調製に係る時間をかけずに簡易的な森林分布図を調整する場合(更新精度は低めになる)	<ul style="list-style-type: none"> 森林変化抽出の精度を高めるためには、2時点のデータ期間をなるべく長くする
Google Earth Engineを利用する方法	地図調製に係る精度を維持しつつ作業時間を大幅に短縮(作業量:従来手法の約 1/5 程度)しようとする場合	<ul style="list-style-type: none"> リモートセンシング画像処理のフローについて、ある程度熟知している必要がある Python や JavaScript などスクリプト言語に関する知識がある程度必要となる

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

一方で、「DFRR・本部のデータベース(コンテンツ)をいつも最新の状態に維持すること」に関しては、データベースのコンテンツが更新されず古い状態になってしまえば、自ずと利用価値が下がるため、重要なコンセプトとして常に考えておく必要がある。このことについては、次の 3.9.3 項で具体的な方法論について記述する。

3.9.3 定期的な時系列森林分布図、国家森林インベントリーデータの格納

一般的に、データベースのコンテンツは、下図に示す特定のタイミングで更新される。



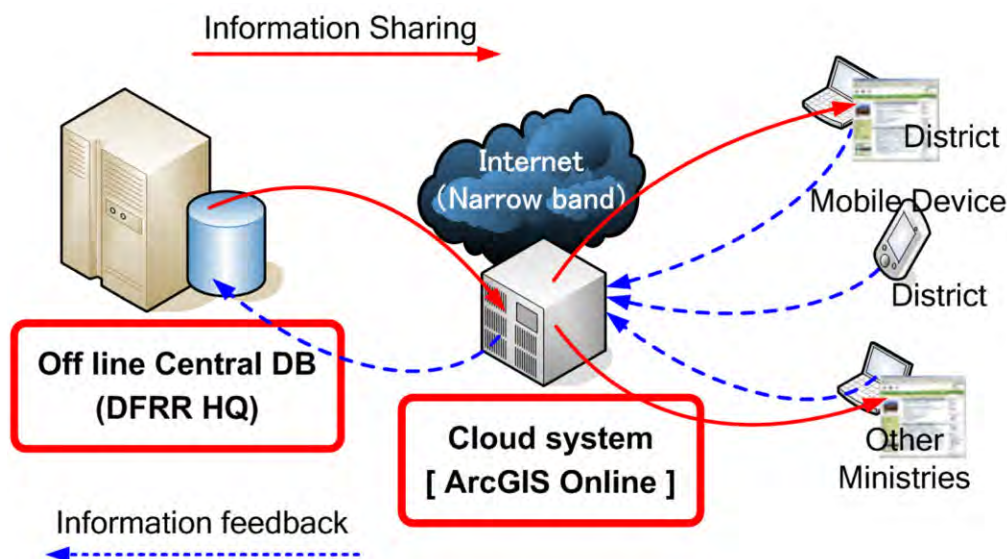
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-29 PDCA サイクルに基づくデータベース・コンテンツ更新の概念図

上図で最も重要なことは、DFRR 本部のデータベースを常に更新された状態に維持することである。なぜならば、コンテンツが陳腐化したデータベースは誰も興味を抱かないからである。このことは、データベースに対する当事者意識を醸成しないと困難なことでもある。この懸念に対する解決策としては、3.9.4「DFRR・本部データベース・コンテンツの最新状態への維持」に記述があるとおり、地方局の職員をデータベース・コンテンツの更新プロセスに巻き込むことである。

3.9.4 DFRR・本部データベース・コンテンツの最新状態への維持

GIS ソフトウェアベンダーの世界的なシェアを占める米国 ESRI 社は、「ArcGIS オンライン」と呼ばれるユニークなソフトウェアを供給している。このソフトウェアは、インターネット・クラウド環境を基盤としたシステム開発環境を提供している。「ArcGIS オンライン」は、DFRR 本部と地方局の間で双方向の情報共有を行うための様々な機能を提供している。下図に、インターネット・クラウド基盤を利用したシステム開発における概念設計図を示す。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-30 地方局からのフィードバックを考慮したシステムの概念設計図

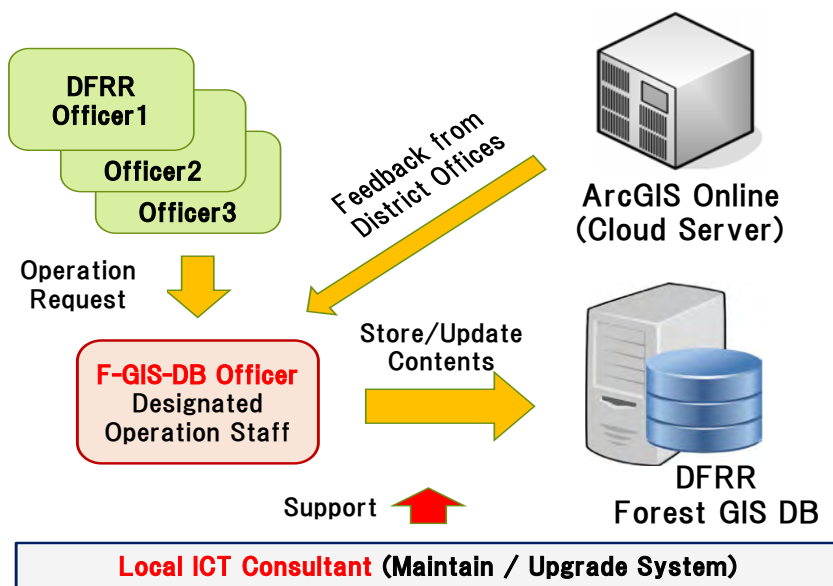
上図は、DFRR・本部の中央データベースに格納された様々な情報が、各地方局などへ情報配信されることを表している。併せて、現地のグラントルース・データに基づく情報修正に係るデータが中央のデータベースにフィードバックされることを表している。この類の双方向の情報共有サービスを構築することで、中央データベースのコンテンツを常に最新の状態に保つことができ、結果として持続可能なシステムとすることが可能である。

3.9.5 実施体制

DFRR の職員は地方局の職員も含めて、過去 4 年間で自習教材を用いたトレーニングによって森林 GIS データベースの操作について十分習熟している。しかしながら、システムの維持管理(保守)やアップグレードについては別問題である。システムを持続的に維持管理するためには、ある程度の ICT スキルを持った特定の職員を「森林 GIS データベース・オフィサー」として責任を持たせた上で任命すべきである。以下のリストは、システムを持続的なオペレーション、維持管理を念頭に置いた場合、重要な考え方である。

- ✓ ICT スタッフ、または、ローカル ICT コンサルタントがシステム維持管理に関係すべき
- ✓ 森林 GIS データベース・オフィサーとして、特定のオペレーション・スタッフが配置されるべき
- ✓ オペレーション・スタッフは、定期的に研修マニュアル(自習マニュアル)を活用して訓練されるべき

下図に、任命された特定のオペレーション・スタッフを中心とした業務フロー図を示す。

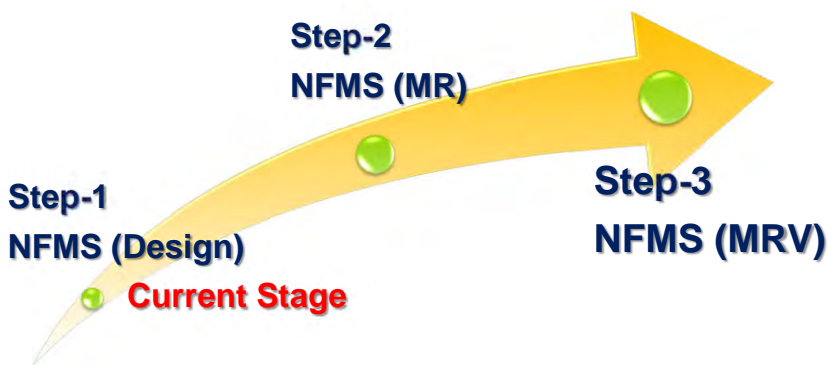


出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-31 特定のオペレーション・スタッフによる業務フロー

3.9.6 運用スケジュール

国家森林モニタリングシステムの中核である森林 GIS データベースの開発を行う際は、現在、自分達のシステムが開発段階のどの位置にいるか認識することが重要である。下図は、一般的な国家森林モニタリングシステムのシステム開発段階を示したものである。最も進んだ状態のシステム(下図で、ステップ3)は、活動度データと国家森林インベントリーデータについてMRV(測定、報告、検証)に関する機能を有したものとなっている。



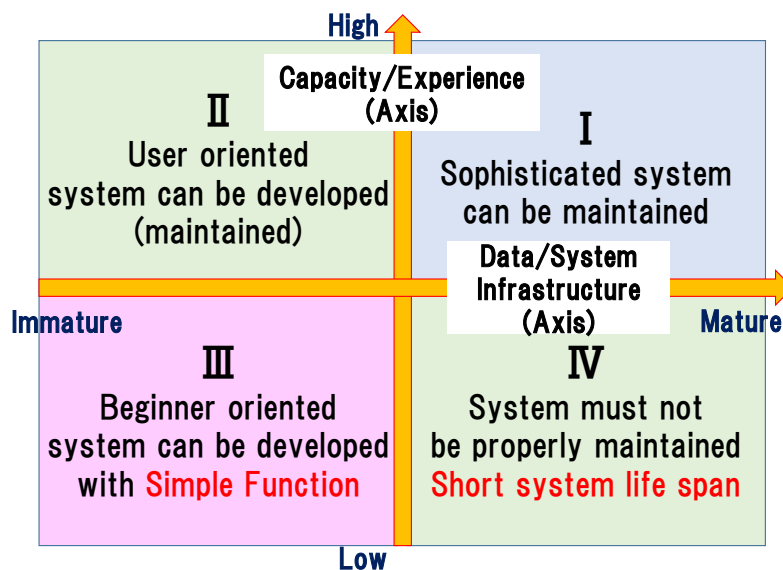
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-32 ステップワイズ・アプローチによる国家森林モニタリングシステム開発

DFRR のケースでは、上図のステップ1(デザイン・ステージ)に位置すると考えられる。一時点のスナップショットとなり得る BFDM2015 が整備されたばかりであり、国家森林インベントリー調査も現在進行中で完了していない段階にある。MRV(測定、報告、検証)に関する機能を適切に開発するには、時系列の活動度データと少なくとも1サイクルが完了した森林インベントリーデータがデータベースに格納され、森林の減少や増加に伴う森林面積動態、森林蓄積動態が解析、モニタリングできる状態となっている必要がある。これまで、DFRR においては1時点のスナップショット・ベースマップが整備され、また、DFRR 職員の能力や経験についても高いポテンシャルが認められることから、先の図に示したようなステップワ

イズ・アプローチを導入し、持続的にシステム開発を進めていくことが推奨される。

参考として、下図に、国家森林モニタリングシステムのような一般的なシステム開発においてシステムの持続性を念頭に置いた場合の指標を図示する。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-33 持続可能なシステム開発に係る指標

DFRR は、4 年前まで上図の第三象限にあったが、現在は第二象限内に位置する。DFRR の職員は、過去 4 年間でよく技術移転されてきており、現在はシステムをオペレーション、維持管理するための十分な能力や経験が備わっている。

図 3-32 におけるステップ 2 の NFMS ソフトウェアの開発(MR 機能を具備)に関しては、SADC-JICA プロジェクトでオープン・ソース・ソフトウェア(QGIS 等)を用いた開発の計画が進められつつある。DFRR においても JICA/SADC プロジェクトの取組みと協調すれば、効率的に同プロジェクトの成果を利活用することが可能である。これは、システム開発への費用対効果の面で非常に有益な事である。

3.9.7 マニュアル

森林 GIS データベースについては、以下に示すマニュアルが整備されている(Module 3)。

✓ 操作マニュアル

- 小縮尺マッピングシステム(マップブックレット作成システム)

目的: 国レベル小縮尺データベースの操作マニュアル(バージョン1とバージョン2向け)

内容: システム概要、簡単な地図操作(データドリブンページの使い方、JPEG 写真のポップアップ方法、任意レイヤーの追加方法、リファレンス(データセットの確認方法))

- 大縮尺マッピングシステム(マップブックレット作成システム)

目的: 地方レベル大縮尺データベースの操作マニュアル(バージョン3向け)

内容: システム概要、簡単な地図操作(任意のマップへの移動方法、メイン地図フレームの地図操作ツール)、大縮尺主題図の表示方法、複数地図のエクспорт、リファレンス(デ

ータセットの確認方法)

✓ 実習(自習)マニュアル

➤ 国家森林インベントリー調査のための準備

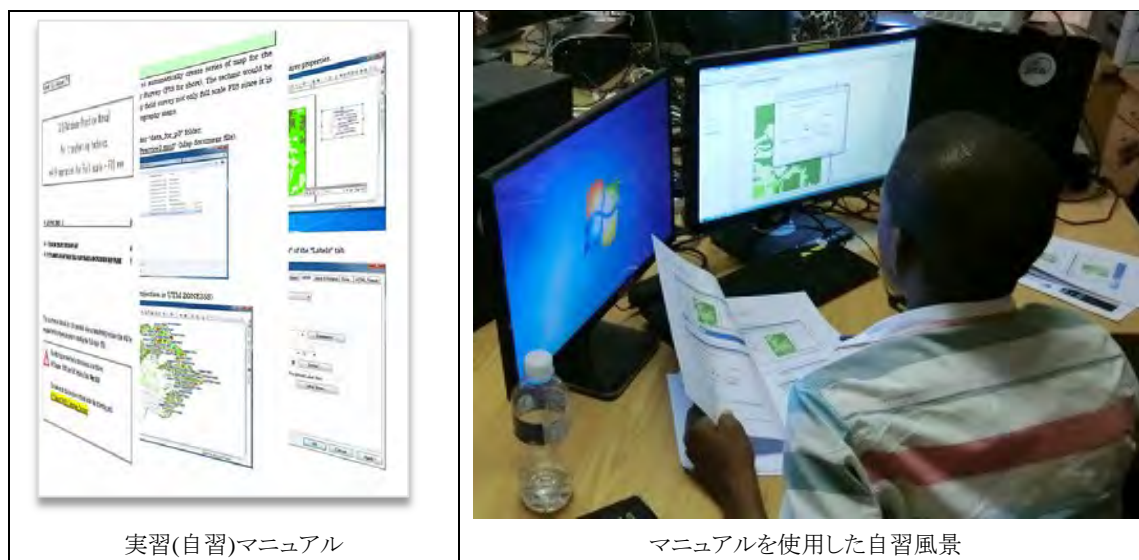
目的: 森林インベントリー調査に必要なデータ作成方法の習得

内容: メッシュポリゴン作成方法、メッシュポリゴンからのラベルの生成方法、格子点 ID のデザイン及び作成方法、森林分布図ポリゴンから格子点ポイントへの属性付与、道路バッファポリゴンの作成方法、道路バッファポリゴンから格子点ポイントへの属性付与、データ変換(エクセルへの出力)

➤ 森林面積動態のモニタリング

目的: 時系列森林分布図を使用しての森林変化面積、炭素変化のモニタリング手法の習得

内容: ArcGIS を使った 2 時点地図のオーバーレイ、2. 森林変化マトリックスの作成手順



実習(自習)マニュアル

マニュアルを使用した自習風景

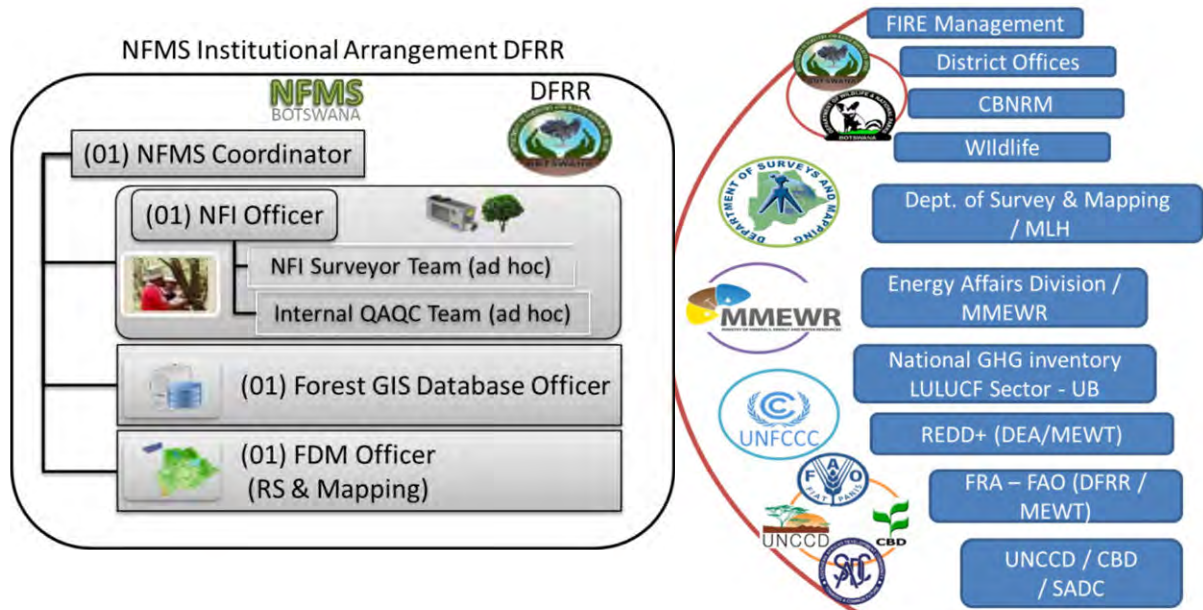
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-34 実習マニュアル及びマニュアルを用いた自習風景

3.10 実施体制

3.10.1 NFMS 管理体制

NFMS を円滑に、そして適切に維持・実施するためには、管理ユニットが必要である。次図に DFRR 内での NFMS 実施体制案を示す。NFMS 管理チームは DFRR 内に創設され、NFMS コーディネーターが、管理チームのリーダーとして従事し、また国家森林インベントリー (NFI)、森林分布図(森林リモートセンシング)、そして森林 GIS データベースのそれぞれのコンポーネントから各 1 名、計 3 名のメンバーがコーディネーターを支える。さらに、NFI コンポーネントの中には、調査班と、QAQC 班を組織する。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-35 NFMS 実施体制

3.10.2 NFMS 担当者の要件・役割

上記で述べた NFMS 実施体制の確立するため、各ポストに求められる要件を示す。これらの人材については、ある程度の能力向上が既になされており、要件を満たす職員が、DFRR 内に複数在籍している。よって、DFRR は、これら担当者を指名し(ないし必要に応じてリクルート)、DFRR 内の人事管理システムの一つである PDP(Performance Development Plan)に、以下の要件を明示的に加筆すること。

(1) NFMS コーディネーターにかかる要件

1) 資格 / 専門技能・知識

NFMS コーディネーターは、Forestry および環境管理に関する応用レベル (Master もしくは Ph.D) の学位を有していなければならない。その他主要な要件は以下のとおりである。

- ❖ 国内外における 10 年以上の forestry、森林/環境/火災/野生生物/森林保全・計画管理等にかかる専門分野における経験
- ❖ 森林インベントリー、森林リモートセンシング、森林 GIS データベースにおける基本的な知識
- ❖ 同分野における調査、報告書作成に関する確かな能力
- ❖ District Office、DWNP や BDF、その他省庁、国際条約事務局との連携能力
- ❖ NFMS やその進捗について技術者向けおよび非技術者に向けた高いプレゼンテーション能力

2) 業務内容 (TOR)

2.1 概要

NFMS コーディネーターは、NFMS チーム全体のリーダーとして、1) NFI、2) 森林リモートセンシング、3) 森林 GIS データベースらのコンポーネントからなる、NFMS チーム全体のリーダーとして、NFMS の円滑、かつ確実な実施に対しての責任を有する。

2.2 担当業務

- ❖ 活動計画
- ❖ NFMS に関する予算編成・予算折衝
- ❖ NFMS 全体の進捗モニタリング(定期的な会合の開催、進捗監理、必要な助言や指示)
- ❖ NFMS 実施に関する全ての事項に関する的確な調整
- ❖ 年間報告書、Forest Status Report その他必要に応じた報告書での報告、編集、レビュー

2.3 期待される成果

- ❖ NFMS 年間報告書(年 1 回、内部利用)
- ❖ Forest Status Report (5 年に 1 回、原則公開)

3) 人材確保の方針

上記 1)と 2)の要件を満たす職員が森林局内に複数在籍していることから、今後は、森林局内の人事管理システムの一つである PDP(Performance Development Plan)に上記要件を明示的に加筆するなど職務責任をより明確化するなどの対応が必要である。

(2) NFI オフィサーにかかる要件

1) 資格 / 専門技能・知識

国家森林インベントリーオフィサー(NFI オフィサー)は、NFI 調査チームのリーダーであり、NFI に関する十分な調査能力と MS-Excel や森林 GIS データベースを用いた分析能力を有していなければならない。その他、NFI オフィサーに必要な経験・技術は以下のとおりである：

- ❖ 確かな調査能力と報告書作成能力
- ❖ 調査計画能力とチーム管理能力
- ❖ District Office や DWNP、BDF 等との NFI 実施に関する機関との連携
- ❖ 基本的な GIS や ArcMap を用いた地図調整能力

2) 業務内容(TOR)

2.1 概要

NFI オフィサーは、NFI 調査チームのリーダーであり、NFI の計画、管理、調整、報告書作成の責任を有する。

2.2 担当業務

- ❖ NFI の年間活動計画の作成と、予算編成
- ❖ Transport Office との連携し、調査班のための交通手段の計画と確保、調整
- ❖ 本省および District Office と連携しての調査班の編成
- ❖ 特に北部 NFI 調査時における安全確保のために DWNP や BDF との調整
- ❖ フィールドデータの管理、チェック、結果の分析
- ❖ NFMS コーディネーターへの年間レポート作成(進捗、結果や問題点等)
- ❖ 調査機材のインベントリー(少なくとも年 1 回)と故障品等の補充
- ❖ Supply Office と連携した NFI 用消耗品の準備・調達(野帳、GPS 用乾電池、釘、チョーク、鉛

筆等)

2.3 期待される成果

- ❖ NFMS コーディネーターへの年間レポート
- ❖ 実施した NFI のデータセット(森林 GIS データベースへ格納する)

3) 人材確保の方針

- ❖ NFMS コーディネーターと同様、PDP に上記要件を記載し、職務責任をより明確化する必要がある。

(3) FDM オフィサーに係る要件

1) 資格 / 専門技能・知識

リモートセンシング&マッピング・オフィサー(以下 FDM オフィサー)は、画像解析ソフトウェア(例 ENVI)、GIS ソフトウェア(例 ArcGIS)を操作し、基礎的な画像解析や GIS 解析の技能をもつことが求められる。特に、以下の経験や技能を持っていることが必要とされる。

- ❖ 国内外を問わず、森林、林業、環境、森林火災や野生動物管理、森林保全、森林計画などに関するある程度の知識があること。
- ❖ リモートセンシング解析による地図作成の実質的な知識や経験があること。
- ❖ 衛星画像の目視判読で森林タイプを区分する能力および現地にて森林タイプを区別する能力があること。
- ❖ 精度検証によって地図を評価する能力があること。
- ❖ 必要に応じて、地図の作成手順や地図の特徴を説明できる能力があること。

2) 業務内容

2.1 概要

FDM オフィサーは、BFDM を更新することが求められる。スムーズかつ持続的なシステムの運用のために、オフィサーは DFRR の職員、NFMS コーディネーター、NFI オフィサー、森林 GIS データベース・オフィサーと適宜、調整することが求められる。

2.2 担当業務

2.2.1 FDM オフィサーによる地図作成の場合

- ❖ 更新地図の作成計画
- ❖ BFDM の更新地図作成作業
- ❖ 精度検証(第三者による検証が望ましい)
- ❖ 進捗報告書、精度検証報告書、その他必要に応じた報告書の作成

2.2.2 委託先による地図作成の場合

- ❖ 更新地図の作成計画
- ❖ 委託先への作業依頼契約書の作成
- ❖ 委託先の管理

- ❖ 精度検証(FDM オフィサーもしくは第三者による検証が望ましい)
- ❖ 進捗報告書、精度検証報告書、その他必要に応じた報告書の作成

2.3 地期待される成果

- ❖ BFDM の進捗報告書(毎年)
- ❖ 精度検証報告書(更新年)

3) 人材確保の方針

- ❖ NFMS コーディネーター他のオフィサーと同様、PDP に上記要件を記載し、職務責任をより明確化する必要がある。

(4) 森林 GIS データベース・オフィサーに係る要件

1) 資格 / 専門技能・知識

森林 GIS データベース・オフィサーは、ArcMap や MS-オフィスに係る操作方法など基礎的な GIS や ICT スキルを持っていること。特に、以下の経験や技能を持っていることが必要とされる。

- ❖ 国内外を問わず、森林、林業、環境、森林火災や野生動物管理、森林保全、森林計画などに関するある程度の知識があること。
- ❖ ArcMap を使用した GIS 地図調製や操作方法の実質的な知識や経験があること。
- ❖ シェープファイルや地理座標付きイメージファイル等の空間データの作成能力があること。
- ❖ システムの更新時やシステム障害時に ICT コンサルタントや GIS ソフトプロバイダーとの調整能力があること。
- ❖ 必要に応じて、森林 GIS データベースのシステムや格納されているコンテンツについてプレゼンテーションが行える能力があること。

2) 業務内容(TOR)

2.1 概要

森林 GIS データベース・オフィサーは、データベースシステム及び、格納コンテンツについて維持・管理、システム更新、プレゼンテーションを行うことが求められる。スムーズかつ持続的なシステムの運用のために、森林 GIS データベース・オフィサーは DFRR の職員、NFMS コーディネーター、GIS ソフトプロバイダーや ICT コンサルタントと適宜、調整することが求められる。

2.2 担当業務

- ❖ DFRR 職員のリクエストに応じてデータ登録、更新などの操作を行う。
- ❖ データベースに格納された森林資源情報を解析する等、NFMS コーディネーターのサポートを行う。
- ❖ システム(コンテンツ含む)のバックアップ、リカバリーなどシステム管理に係る操作を実施する。
- ❖ システム障害時に、ICT コンサルタントや GIS ソフトプロバイダーとトラブルシューティングの調整を行う。
- ❖ 一定の間隔でトレーニング講師としてトレーニング教材の準備及びトレーニングを実施する。
- ❖ システムメンテナンスやシステム後進の計画を行う。

2.3 期待される成果

- ❖ システム操作やメンテナンスに係る報告書(一定の間隔)
- ❖ トレーニング教材やマニュアル

3) 人材確保の方針

- ❖ NFMS コーディネーター他のオフィサーと同様、PDP に上記要件を記載し、職務責任をより明確化する必要がある。

3.10.3 他の省庁や機関との協力

NFMS や管理ユニットは、他省庁や機関と協力する必要がある。中でも DFRR の District Office、野生生物国立公園局(DWNP)および、ボツワナ防衛軍(BDF)の 3 組織との連携が、調査員の動員や安全確保という点から最も重要である。さらには、調査班)の移手段の確保という観点からは、Transport Office との緊密な連携も重要である。

ボツワナ大学(UB)やボツワナ農業自然資源大学(BUAN)、ボツワナ国際科学技術大学(BIUST)等の学術研究機関とは、温室効果ガスインベントリーや森林調査技術、その他、気候変動対策分野で協力・連携する必要性がある。

森林リモートセンシングや地図作成、BFDM の公開については、測量地図局(DSM)との連携が必要である。その他、NFMS が、連携すべき他省庁・機関について、およびその連携分野について次表にまとめた。ここに示すような分野について、NFMS が、持続的森林管理やそれぞれの意思決定に活用されていくことが期待される。

表 3-13 他省庁・機関との連携

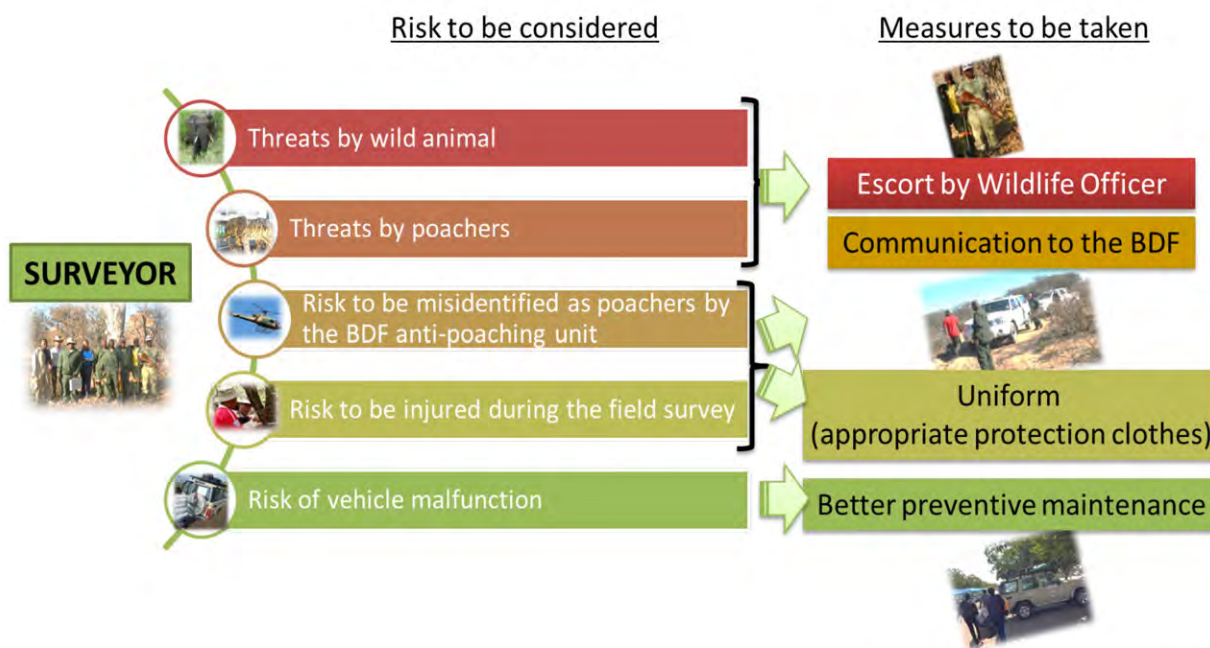
機 関		連携分野	
MENT (環境自然資源保全観光省)	DFRR	District Office	NFI への協力、調査員の動員、車両確保
		Division Technical Support Services	火災管理分野。森林 GIS-DB をつうじた、火災情報の共有と分析
		Transport Office	NFI 用車両確保
		Extension Services	森林 GIS データベースを通じた非木材林産物や CBNRM に関する情報・知見の共有
	DWNP	Wildlife offices	NFI 調査班のエスコート(安全確保)
	DEA(環境局)		UNFCCC (REDD+)、UNCCD、CBD 等国際条約との調整
	DMS(気象局)	火災管理関連での気象データや火災リスク情報の共有、UNFCCC の指定国家機関(DNA)としての DMS との連携	
MLH (土地住宅省)	DSM(測量地図局)	リモートセンシングや GIS 技術に関する連携、および、BFDM およびそのデータの一般公開(販売)	
MMEWR (鉱山エネルギー水資源省)	EAD(エネルギー局)	エネルギー源としての森林資源評価およびモニタリング	
CSO (中央統計局)		森林面積や蓄積等の森林情報の提供	
UB (ボツワナ大学)	Botswana GHG Inventory Project	GHG インベントリーにおける LULUCF セクターにおける蓄積や変化に関する情報	
BUAN (ボツワナ農業自然資源大学)		森林計測や森林評価に関する技術開発および連携。森林分野における人材育成	
BIUST (ボツワナ国際科学技術大学)			

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

3.10.4 調査員の安全確保

NFI 実施の際の調査員(DFRR 職員)の安全に関しては、これまである程度の対策がとられてきている。しかしながら、調査員の安全確保については、NFMS を実施する上では、最優先事項であり、安全確保とその徹底を行う必要がある。

森林インベントリ実施時や DFRR 職員が現場調査を実施する際において、調査員の安全を確保するためには、次図に示すようなリスク、野生動物からのリスク、密猟者からのリスク、密猟者と間違われるリスク、怪我や事故等に対して配慮して、予めの対策をしておく必要がある。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 3-36 調査員の安全確保(調査員を取り囲むリスク)

(1) ユニフォーム(作業着)の着用

NFI で調査員が着用している現行の作業着は、必ずしも NFI 向きではない。密閉した森林では、有棘低木や、枝や茂み、時には鋭い岩もあり、移動が非常に困難な場合がある。また、密猟が横行している北部地域では、作業着は怪我からの保護だけでなく、地域で保護活動しているボツワナ防衛軍に対して、密猟者と間違われたいための明確な目印となるという意味で、非常に重要である。そのため、地上調査用の特別な作業着が DFRR によって支給される必要がある。

(2) 野生動物からの脅威への対策

ライオン、バッファロー、ゾウなどの危険な野生動物が行き来している地域にプロットが存在する場合がある。野生生物国立公園局の支援を受けられるが、過去の経験からその手続きが長く官僚的で困難を生じており、今後、この連携の改善が必要である。

(3) 密猟者からの脅威への対策

北部では、チームが密猟地域にあるプロットに行く問題に直面する場合がある。警備官がチームを密猟者と間違ふことや密猟者が調査要員を脅威と感じて攻撃してくる危険性もある。

密猟者(野生動物においても同じ)は、保護地域外でも活動しているため、強調すべきは、DWNP 管轄外であり、責任外となる国立公園等の保護地域周辺でのエスコートが課題である。

結論として、NFI 実施期間中の調査員チームの安全を確保するために、DFRR と DWNP やボツワナ防衛軍(BDF)のような他のステークホルダーの間で、NFI 調査員の安全確保に関する正式な合意、取り決め等をする必要がある(第 5 章提言参照)。

第4章 国家森林モニタリングシステムの活用

4.1 国家森林モニタリングシステムの活用について

プロジェクトの上位目標である「持続的な森林管理」及び「国際枠組への報告のための必要な情報提供」を達成するため、国家森林モニタリングシステム(NFMS)を一つのツールとして、以下に示す分野において優先的に活用する取り組みを、2016年7月～2017年12月のプロジェクト終了時までの本プロジェクト延長フェーズにおいて実施した。本章では、その活動から導き出された NFMS 活用・運用方法を述べる。

表 4-1 本プロジェクトで取り組んだ NFMS の具体的な活用方法

NFMS 活用方法	関連するプロジェクトの成果
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 森林 GIS データベースの活用 1(地方との連携) ◆ 森林 GIS データベースの活用 2(国際約束へのデータ提供・報告) 	成果 5 構築される NFMS が DFRR 地方局や他省庁を含む関係機関の間で持続的森林管理に必要な情報の共有と資料の作成に活用される 成果 5.1 地方との連携 成果 5.2 国際機関への報告支援(森林資源評価や温室効果ガスインベントリ報告等)
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 森林火災管理への活用 	成果 6 NFMS が持続的森林管理のための森林火災管理に活用される
<ul style="list-style-type: none"> ◆ コミュニティーベース自然資源管理(CBNRM)への活用 	成果 7 NFMS が持続的森林管理の一部としてのコミュニティーベース自然環境資源管理(CBNRM)に活用される

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

以上に加えて、プロジェクトでは、情報発信や知見の共有を様々な機会を捉えてこれまで実施した。それらについても、本プロジェクトの延長フェーズにおける成果 8「南部アフリカ開発共同体(SADC)や他の開発期間と連携してプロジェクトから得られる知識や経験がボツワナ内外において共有される」の結果として報告する。また、4.7 において各活用方法における現況と今後の課題についてまとめた。

4.2 地方事務所と本部との連携システム

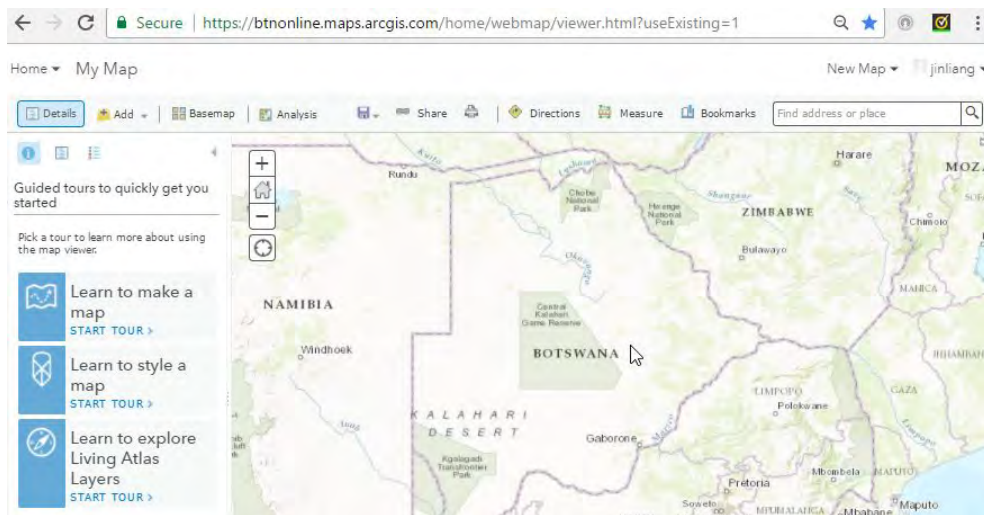
4.2.1 背景

ボツワナ DFRR の本部に設置された森林 GIS データベースを持続的に運用することを考えた時、地方オフィスから何らかの方法で本部にデータのフィードバックが行えるようなメカニズム、システムを構築することは理にかなった事と言える。なぜならば、そうした仕組みは、現地の地上で確認される生の状況(グラウンド・トゥールズ)を直接データベースに反映する取り組みであり、それが本部のデータベースに適切に反映されるならば、中央の森林 GIS データベースのコンテンツを常に新しいものに保つための役割を担うことができるからである。持続的なデータベースの運用を実践するに際して、こうしたインタラクティブな情報共有の仕組みは、森林 GIS データベースの目的を達成する上で重要なファクターとなり得る。本 4.2 節では、地方と DFRR 本部を連携するためのコミュニケーション・ツールとして本プロジェクトで開発したプロトタイプ連携システムについて、既に 3.9.4 項で紹介した概念設計図を基に記述することとする。合わせて、開発したプロトタイプ連携システムが実際に現場で役立つのか機能面から現地検証を行った。そこで、現地検証の結果と合わせて、開発したプロトタイプ連携システムが、将来、どのような用途に役立つ可能性があるかについても記述する。

4.2.2 活用方法・活用事例

(1) プロトタイプ連携システム開発

3.9.4 項で述べたシステム概念設計に基づき、地方と本部が双方向で情報共有を行うことが可能なプロトタイプ連携システムの開発を実施した。プロトタイプ連携システムの開発は、インターネット地図サーバーのパラメーター設定、現地でモバイル端末を利用してデータ収集(データコレクション)するための地図作成及び地図サーバー上での地図情報共有(ウェブ・パブリッシング)設定などが含まれる。サーバーの設定作業においては、まず、DFRR 職員などのユーザーが実際に現地フィールドでモバイル端末を利用して情報収集する場合、現在、自分がどこにいるか場所を特定するための背景地図情報が必要となる。

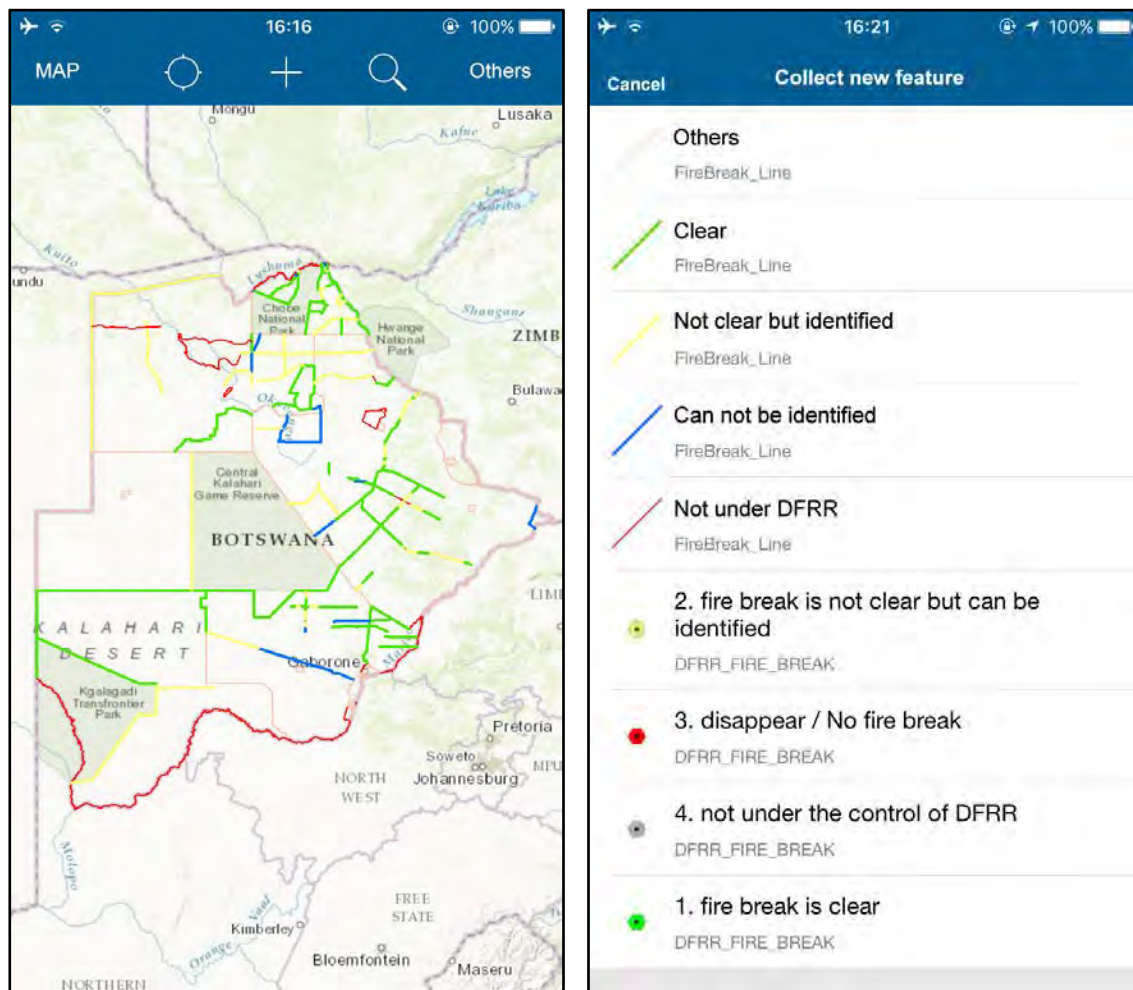


出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-1 インターネット地図サーバー上での配信地図・共有設定のイメージ

背景地図情報には、通常、ディストリクト境界線などの行政界情報や河川、道路、村や町の名前や位置などの地図情報が含まれる。インターネット地図サーバーのパラメーター設定作業は、これらの共有地図情報を登録し組織内のユーザーに対して閲覧権限を付与する作業などが含まれる。図 4-1 に、参考として、これらインターネット地図サーバー上での配信地図の共有(ウェブ・パブリッシング)設定を行うインターフェース画面のイメージを掲載する。

インターネット地図サーバー設定の次のステップとしては、主題地図を何に決めるのが重要である。主題地図とは、現地調査実施者が何を調査するかという調査対象を示す主題となり得る地図のことを意味する。プロトタイプ連携システムの開発においては、防火帯ライン図形データを主題地図として実際のシステム構築作業を実施した。なぜならば、防火帯のメンテナンスに関する情報は、DFRR 内において大きな関心が置かれているテーマであり、主題図として設定するのに共通の理解が得られ易いテーマの一つだからである。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-2 モバイル端末上での主題図(防火帯ラインデータ)表示のイメージ

もともと防火帯ライン図形データ(シェープファイル形式)は、ボツワナ測量地図局(DSM)によって、衛星画像データからの判読によって作成されたものである。このデータは、DFRR 職員の間で、必ずしも現地の状況を適切に反映していないというネガティブな共通の課題認識があることが以前から知られている。それは、衛星画像データから目視によって判読作成されたものであるため判読による誤差が多分に含まれていること、防火帯によってはメンテナンスが行き届いていないため下草が生い茂ってしまったため誤判読により防火帯として認識されなかったなどの原因によるものである。実際に、メンテナンスが行き届いていない防火帯は、衛星画像データからの判読では、ボツワナでは乾燥して干上がってしまった小河川や舗装されていない道路など見分けが困難なため、誤判読を誘引する原因となっている可能性が高い。図 4-2 は、防火帯ライン図形データを主題図として地図サーバー上で情報共有設定を行いモバイル端末上でそれを表示したイメージである。主題図(防火帯ライン図形データ)が色分けされているのは、衛星画像データ上で防火帯を判読した時の確からしさが図形データの属性情報として入力されており、それを使って色分け表示したためである。本プロジェクトのリモートセンシング研修において、実際に衛星画像データの目視判読研修を実施した時に教材として防火帯図形データを使用しており、その時の実習の成果として得られた判読の確からしさ属性情報付き(属性名:Conf_level)

の防火帯ライン図形データをプロトタイプ連携システムの主題図(調査対象)として設定した形になる。

(2) システムの有効性確認テスト(システム開発工程における検証プロセス)

プロトタイプ連携システムの機能が DFRR で実際に利用価値のあるものとなっているかどうか検証するため、実際に現地フィールドに赴きシステム有効性テストを実施した。有効性テストの実施手順は以下に示すとおりである。

<システム有効性テストの実施手順>

- 1) 防火帯ライン図形データへ「確認レベル」という名称の新規属性フィールドを追加した。この新規属性フィールドには、リモートセンシング研修の一環で衛星画像データ判読作業において、防火帯判読の確認レベルを「判断がつかない」、「はっきり見える」、「ぼんやりしている」、「見えない」、「DFRR 管轄外」の5段階でデータが入力されている。なお、この段階では、画像判読者による読取り不確実性が含まれている。
- 2) インターネット地図サーバー上に上記主題地図(防火帯ライン図形データ)を登録、ユーザーへの地図共有設定を実施した。
- 3) 現地フィールドにてグラウンド・トゥルース調査を実施。現地調査者は、iPhone などのモバイル端末上でインターネット地図サーバーから配信される防火帯地図情報を閲覧しながら現地確認を実施した。
- 4) 上記の一連の手順を通して、現地調査から得られた結果の解析をもとに、最後にプロトタイプ連携システムが DFRR の業務に有効に活用できるかどうかの検証を行うという手順である。

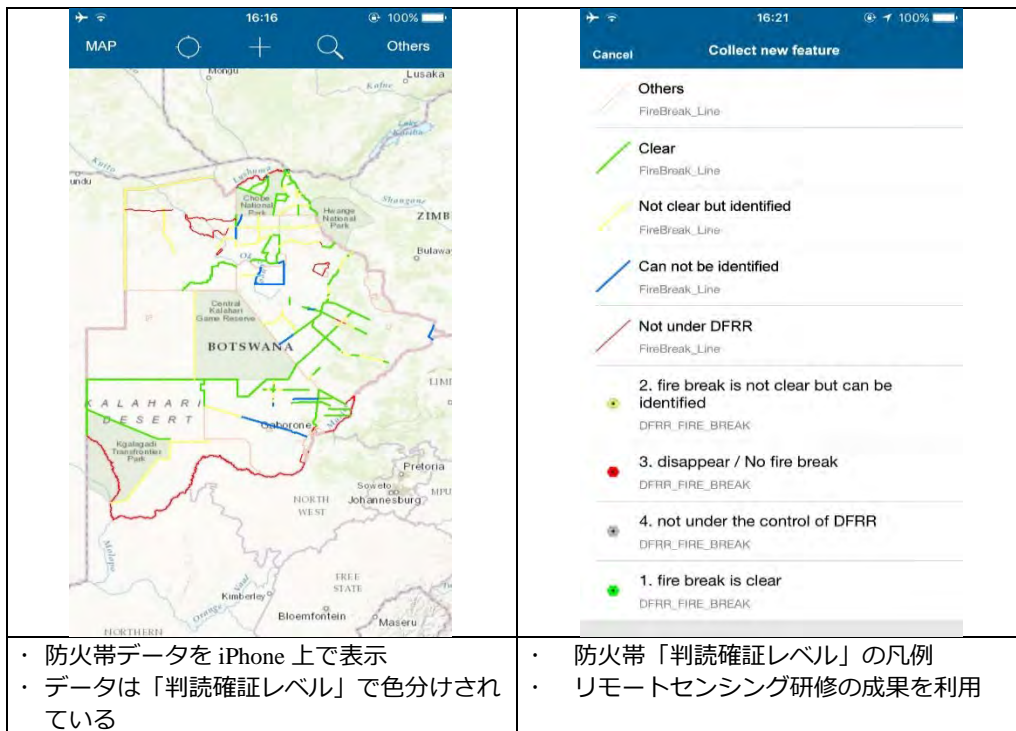
下記に、Molepolole 北部の現地フィールド(地図上で防火帯があるとされるフィールド)にて、実際にプロトタイプ連携システムの有効性テストを実施した際の写真、コメントをまとめた。現地フィールド調査には、本プロジェクトから森林 GIS データベース専門家2名と DFRR 本部職員1名の他、Molepolole 事務所職員2名が同行した。

なお、プロトタイプ連携システムのクライアント(モバイル端末)での地図操作は、インターネットが接続されていない環境、いわゆる WiFi が無い環境においても「オフライン・モード」としての利用が可能である。その場合、ユーザーがインターネットに接続可能な事務所等に戻った時などに、インターネット地図サーバー上に現地で収集したデータや情報をまとめてアップロード利用することが可能である。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

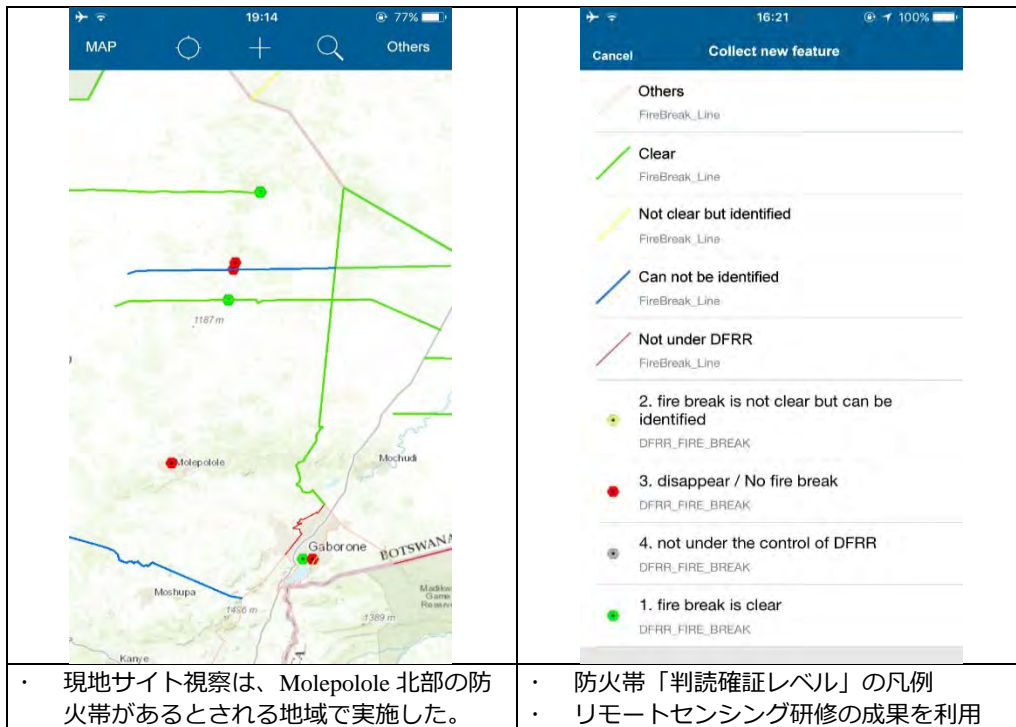
図 4-3 プロトタイプ連携システムの現地フィールドにおける有効性の確認



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-4 システム有効性確認で使ったマテリアル(防火帯図形データ)

上図で示されているように、現地調査員は、インターネット地図サーバー上から配信された主題地図(調査対象の防火帯データ)をモバイル端末上に表示しながら調査が実施可能である。また、モバイル端末上の地図操作は、直感的でマニュアルが無くても簡単に操作が可能なレベルとなっている。

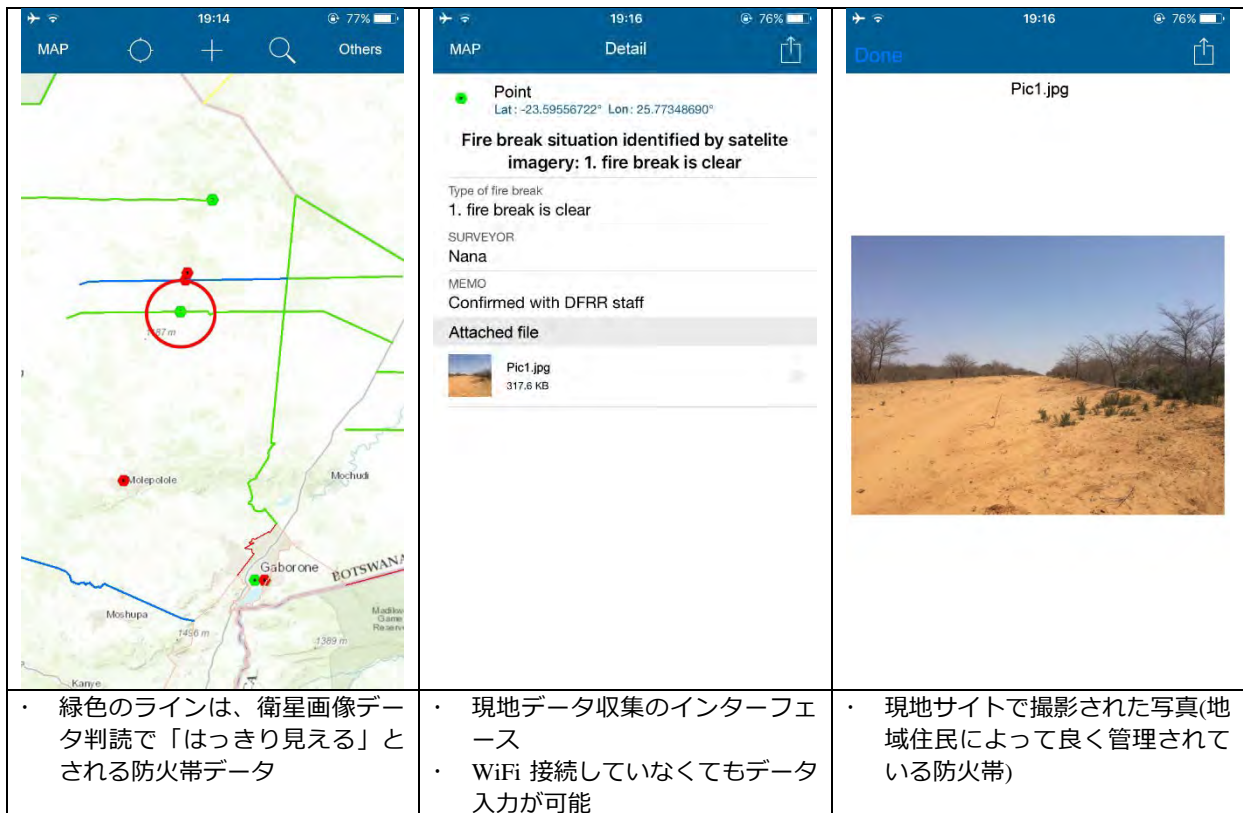


- ・ 現地サイト視察は、Molepolole 北部の防火帯があるとされる地域で実施した。
- ・ 防火帯「判読確認レベル」の凡例
- ・ リモートセンシング研修の成果を利用

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-5 現地視察サイトの外観

図 4-5 でポイントマーカー(赤、緑色のカラーポイントマーカー)は、現地での実際の調査地点を表している。これらの点情報は、現地でモバイル端末から入力されたデータである。

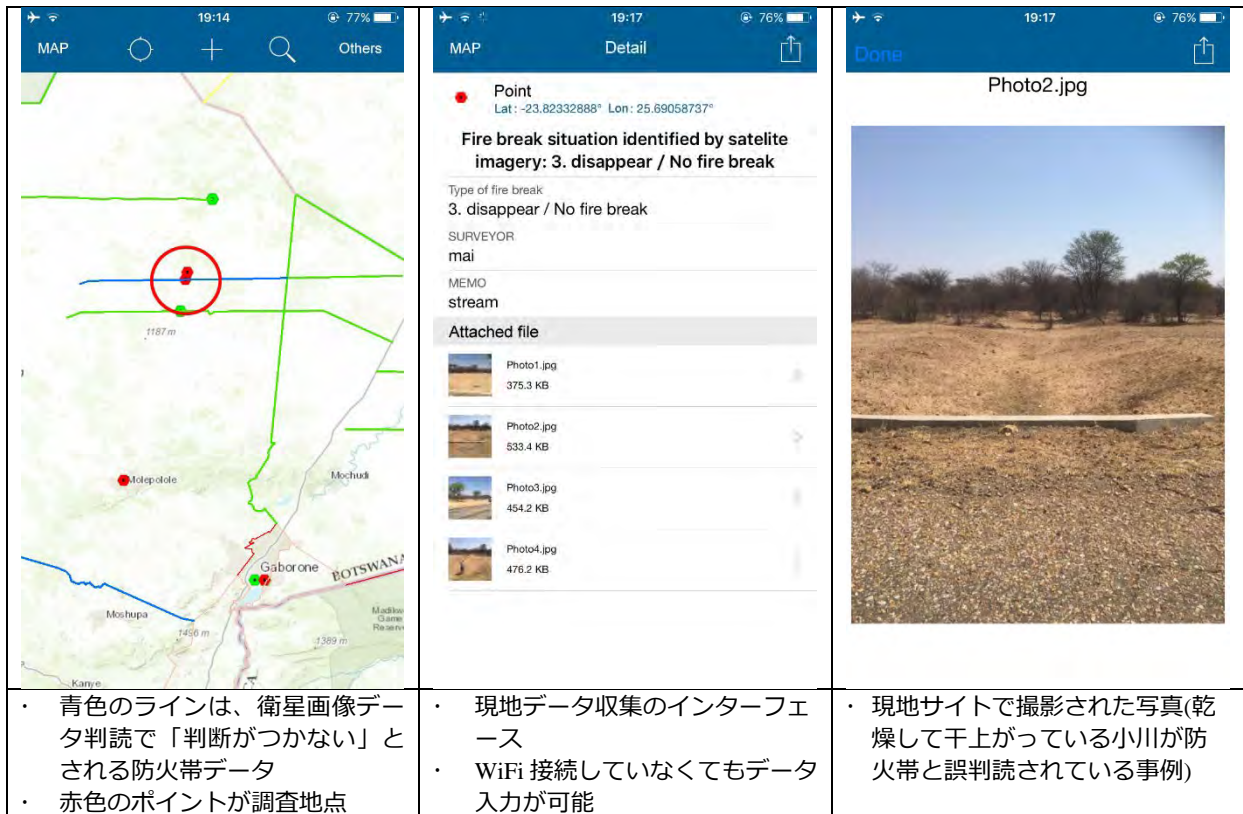


- ・ 緑色のラインは、衛星画像データ判読で「はっきり見える」とされる防火帯データ
- ・ 現地データ収集のインターフェース
- ・ WiFi 接続していなくてもデータ入力が可能
- ・ 現地サイトで撮影された写真(地域住民によって良く管理されている防火帯)

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-6 メンテナンスが良く実施されている防火帯の現地視察の結果

プロトタイプシステムのクライアントソフトウェアには二つのモードがある。一つはオンライン・モードで、SIM カード等を使いインターネット接続時のモード、もう一つが、オフライン・モード、すなわちインターネット接続できない環境時に使用するモードである。オフライン・モード時、ユーザーはインターネット接続が可能な環境に戻り次第、現地で収集したデータをサーバーにアップロード可能である。したがって、ユーザーはインターネット接続環境に縛られず現地で情報の収集、格納が可能である。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-7 防火帯データが現地視察の結果、画像判読で誤判読であると分かった事例

図 4-7 の事例は、プロトタイプ連携システムの有効性テストにおいて特筆すべき事例である。モバイル端末上に表示されている青色ラインは、防火帯ラインデータとして登録されているが、衛星画像データ判読の結果では「判断がつかない」とされており、現地においてのみ状況が確認可能なものである。実際に、現地では写真に示されているとおり乾燥して干上がった小川が誤判読され防火帯データとして登録されていたものである。これは、地方事務所が現地データの収集に重要な役割を持っていることを示唆している。これら地方で収集されたデータが適時適切に DFRR 本部の森林 GIS データベースにフィードバックされれば、データベースの中身(コンテンツ)を常に新鮮に保つことが可能である。こうした意味で、プロトタイプ連携システムが運用次第で有効であることが現地検証の結果得られた。

(3) システムの他分野への応用の可能性

将来、プロトタイプ連携システムがどのような分野に応用可能なのか特定の地方局を対象としてヒアリング調査を行った。ヒアリング調査は、持続的な森林管理を念頭に 7 つの国有林を有しボツワナ国内でも比較的森林被覆率が高く、また、頻繁に森林火災が発生する地域であるチョベ地方局を選定して実施した。ヒアリング調査の結果は、表 4-2 に示すとおり 3 つの活動カテゴリーへの応用としてまとめた。一つは「森林火災モニタリング活動」への応用、二つ目は「森林資源の利用状況のモニタリング活動」への応用、そして最後は「国有林内のコンプライアンス・モニタリング活動」への応用である。

表 4-2 連携システムが応用できる可能性がある分野

連携システムが応用できる可能性がある分野	レポート 頻度
森林火災モニタリング活動への応用	レポート
・地方局レベルの森林火災発生状況報告	月次
・現場での森林火災発生頻度の報告	月次
・火災発生跡地の解析	月次
・防火帯メンテナンス状況の報告	四半期
森林資源の利用状況のモニタリング活動への応用	レポート
・森林被覆のグラントゥルース調査	月次
・薪炭材バイオマス量の調査	月次
・特定樹種の分布調査(チョベでは、ムクワ樹種が徐々に減少傾向にあるなど)	月次
・樹木の感染症アウトブレイク調査	月次
・外来樹種の進入状況の調査	即時
・調査研究目的での特定樹種の分布調査 (例: チョベのエリア 256 では、プロテア樹種分布に関心があるなど)	四半期
・新たに発生した野生動物が集まる水辺の調査 (例: 水辺にはゾウが集まることから森林密度の劣化と相関がある)	四半期
・林木育種分野における枯死率の調査(枯死木数のカウント)	四半期
国有林内のコンプライアンス・モニタリング活動への応用	レポート
・違法ゲームドライブ、違法キャンプの報告	即時
・違法薪炭木採取、違法萱葺き草の採取の報告	即時
・不法投棄の報告	即時
・違法砂採取の報告	即時
・違法野生動物ハンティングの報告	即時

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

本プロジェクトにて開発されたプロトタイプ連携システムの応用分野は、表に示すとおり DFRR の地方局においても多岐に渡るニーズがあることが分かった。特筆すべきは、月次や四半期ごとの報告に対する活動のみならず、「国有林内のコンプライアンス・モニタリング活動」への応用に見られるとおり、現場で発見され次第、即時に報告が必要な活動へのニーズがあることも分かった。

4.2.3 マニュアル

本プロジェクトにおいて開発されたプロトタイプ連携システムのマニュアル(Module 3)を整備した。マニュアルは、サーバー設定に関する四つの「システム管理者マニュアル」とクライアント・アプリケーションの

使い方に関する一つの「ユーザー操作マニュアル」から構成されている。

<システム管理者マニュアル>

- 1) アカウント設定マニュアル
目的: インターネット地図サーバー(ウェブサーバー)の管理を行うもの
構成: ライセンス管理、言語設定、地域設定、公開するメンバー、グループの設定など
- 2) ArcGIS デスクトップによる地図データの準備
目的: インターネット地図サーバーで公開する背景地図データの準備など
構成: ジオデータベース作成、ジオデータベースのドメイン設定、フィーチャークラスの定義、フィールド設定、主題図の登録設定、地図データの公開
- 3) データ収集のための地図作成と地図公開
目的: インターネット地図サーバーで公開する主題地図の設定など
構成: 地図作成、地図へのレイヤーの追加、地図の保存、作成した地図の公開
- 4) データのバックアップ
目的: 作成した地図データのバックアップなど
構成: ウェブサイトへのサインイン、地図データのエクスポート、ダウンロードなど

<ユーザー操作マニュアル>

- 1) 連携システムのクライアントアプリ(データコレクター)の操作マニュアル
目的: 現地フィールドでのモバイル端末を利用したデータ収集方法など
構成: クライアントアプリ(データコレクター)のインストール、地図の開き方、(事例として)防火帯アセスメント情報の設定、(事例として)防火帯アセスメントのレビュー、オフライン・モード(WiFi に接続できない場合の使用方法)など

なお、これらのマニュアル類を使用し DFRR のシステム管理者を対象として 2 日間の技術移転研修も実施している。この研修においても、プロトタイプ連携システムの将来の現地レベルでの活動分野への適用可能性について研修参加者から表 4-2 に示された活動以外でも応用できる旨のポジティブな意見が寄せられている。

4.3 国家森林インベントリーデータの FRA/GHG への活用

4.3.1 背景

森林は重要な炭素の吸収・貯蓄源であり、劣化・減少を抑制することで地球温暖化に歯止めをかける重要な役割を担っているため、森林の炭素貯蓄を維持及び増加する一層の努力が各国で求められている。食糧農業機関(FAO)や気候変動に関する国際連合枠組条約(UNFCCC)では、持続可能な森林管理を通して森林炭素の貯蓄と吸収源を維持・促進するよう、各国に働きかけている。そのための重要な情報源である森林面積、森林バイオマスと炭素量を収集する事は、地球規模で森林資源の動向を把握する事に繋がる。そのため、ボツワナ DFRR でもこれらの森林情報を国際的に共有する目的からも、インベントリー情報が持続的に活用されるシステムを構築する事が必要である。

4.3.2 理念

FAO は世界森林資源評価(FRA)を 5 年に一度実施しており、ボツワナ政府は過去 25 年間で 5 度、評価のためデータを提供している。この FRA へのデータ提供には定められた規定のフォーマットに沿って、例えば、バイオマス算出において、データが正しく処理・操作され、長期に渡り報告データの精度が保たれる事が肝要である。そのためには、NFI データが長期に渡り活用される事も不可欠となるため、以下の理念に基づき、NFI データの活用方法を考えた。

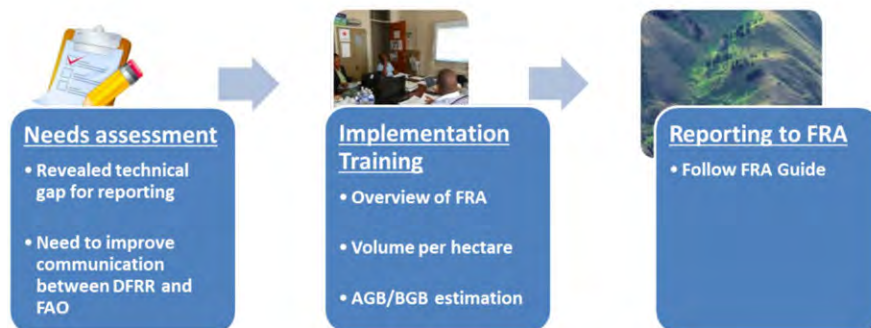
- 1) DFRR 職員により、長期に渡り活用される NFI データ
- 2) FRA/GHG 基準を満たす、データ処理の方法論

4.3.3 方法論

上記理念を基に、インベントリーデータ活用マニュアルが作成された。マニュアルは、経験の少ない DFRR 職員でも一定の算出精度が保たれるように作成された。詳細は Module 4 の Manual for Practical Application of NFI data を参照。

4.3.4 インベントリーデータの活用

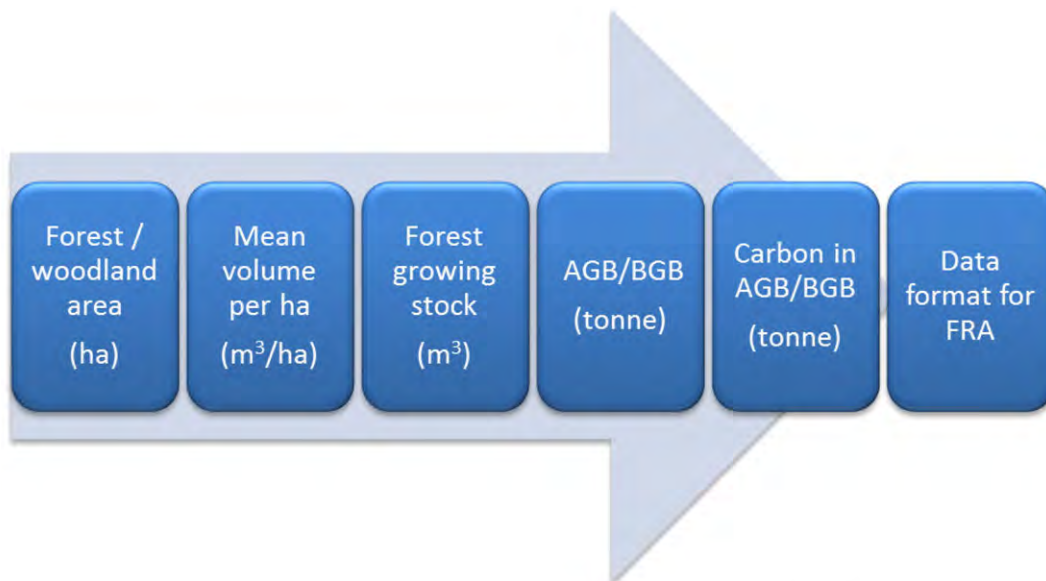
インベントリーデータを使い、材積、地上部・地下部バイオマスの算出を FRA 基準に沿って算出した。このような計算に係る DFRR 職員の技術的な溝を埋めるため、ニーズアセスメントとワークショップを実施した。以下の図にその流れを示す。



出典:DFRR-JICA Botswana Project

図 4-8 インベントリーデータの活用図

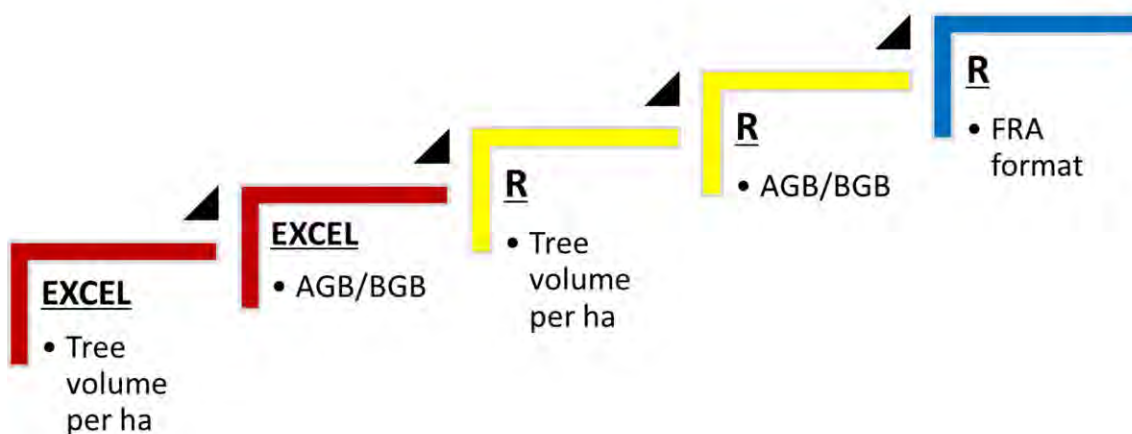
具体的には、森林材積を Forest/Woodland と平均材積から算出し、その後地上部・地下部バイオマスを FRA が提供する係数を使って計算した。最後に、FRA のフォーマットに変換した(図 4-9)。



出典: DFRR-JICA Botswana Project

図 4-9 FRA の規定に沿った地上部と地下部バイオマスの計算工程

DFRR 職員には、上記図の計算を算出する技術が不足していたため、初めに EXCEL を使用した練習を実施し計算過程の理解力を上げた後に、R 言語を使った計算を行った(図 4-10)。EXCEL はデータベースとして利用するには十分だが、複雑な計算には不向きであるため、R 言語を使用した。R 言語は無料で入手でき複雑な計算を自動で行える特徴があり、森林分野でも需要が高まっていることから、ワークショップでもこの R の機能を活用し、バイオマスの算出を行った。



出典: DFRR-JICA Botswana Project

図 4-10 技術トレーニングで実施された段階的アプローチ(EXCEL から R)

次表は、これまでに得られた NFI データを用い、FRA の規定に沿って R プログラムで解析した結果を示している。注意が必要なのは、この算出結果は、あくまでも途中経過であり、現在までに蓄積されたイベントリーデータのみを使用した場合のものである(第一期の NFI 調査は現在も継続中)。さらに、今回の算出結果では、前年度(2015)に比べて地下部バイオマスが地上部の 28%と非常に低い。これは、地上部バイオマスから地下部バイオマスに変換するため、FRA(Guide for country reporting for FRA 2015) が提供する Root-Shoot 比を使用した結果である。使用される Root-Shoot 比は、地上部バイオマス

(tonne/ha)と対象エリアが属するエコゾーンの二つの情報を基に決定されるが、今回のように不完全な NFI データが基となっているため、地下部バイオマスの評価はインベントリー調査の第一期が終了次第、再計算し確認する必要がある。

表 4-3 GIS と NFI データベースを使った森林バイオマスの予備計算結果

TOPIC/Variable	FRA Reporting year			
	2005	2010	2015	Training
3.1 Total forest growing stock	770	735	725	394
3.5 Above-ground biomass	893	881	868	749
3.6 Below-ground biomass	500	493	485	210
3.8 Carbon in AGB	420	414	407	352
3.9 Carbon in BGB	235	232	229	99

出典: DFRR-JICA Botswana Project

4.4 Fire Program への活用

4.4.1 背景

林野火災管理計画の策定には様々な空間情報が必要である。しかし、DFRR は必要とされるすべての情報を保有している状態ではない。そこで、火災担当部署の Technical Support Services と協議の上、表 4-4 に示した 5 つの主題図や情報の作成方法について DFRR に技術供与することになった。主題図は、これまでの研修で向上したリモートセンシングや GIS などの技術をもとに、前フェーズの成果である森林分布図(BFDM)や既存の GIS 等を利用して作成したものである。また、地方事務所での作業も視野に入れ、一部の主題図の作成にはフリーソフトを用いた。

なお本活動の目的は、主題図の完成ではなく、DFRR が主題図を作成するための技術と考え方の供与である。

表 4-4 DFRR から要望された主題図一覧

No	項目	スケール	概要
1	Firebreak GIS	全国	ボツワナの火災管理に適した防火帯 GIS データの作成
2	Fire danger index, FDI	全国	ボツワナ独自の FDI(火災危険指数)の作成
3	Fire zoning map	全国	火災履歴や植生分布などをもとに火災の特徴を示すゾーニングマップの作成
4	Asset map	全国/ District	火災から保護すべき国家資産・資源を示す Asset map の作成
5	Burnt scar	全国/ パイロット	火災跡 GIS ポリゴンの作成

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

これら主題図が要望された背景は以下のとおりである。

- 1) 防火帯 GIS: 火災管理で既存データを活用するには内容・精度が不十分である
- 2) Fire Danger Index (気象データ等により計算される火災危険指数。以下 FDI): SADC 加盟国共通の広域の FDI はあるが、現場と一致しないためボツワナ国を対象にした FDI を必要としている

- 3) ゾーニングマップ(Fire zoning map)・資産マップ(Asset map): 火災管理計画策定の際に必要なある
- 4) 火災跡 GIS: 火事跡の位置の特定や面積推定を国や地方に早急に報告するため、火災跡地ポリゴンの効率的な作成が求められている。

主題図 1~5 に加え、林野資源の損失量を把握する手法の一つとして、2 時点の PALSAR 画像を用いたバイオマス変化図作成についても技術供与した。DFRR 職員は研修を通じて各主題図の作成方法を取得した。マニュアル一式については、後述の 4.4.3 に記載している。

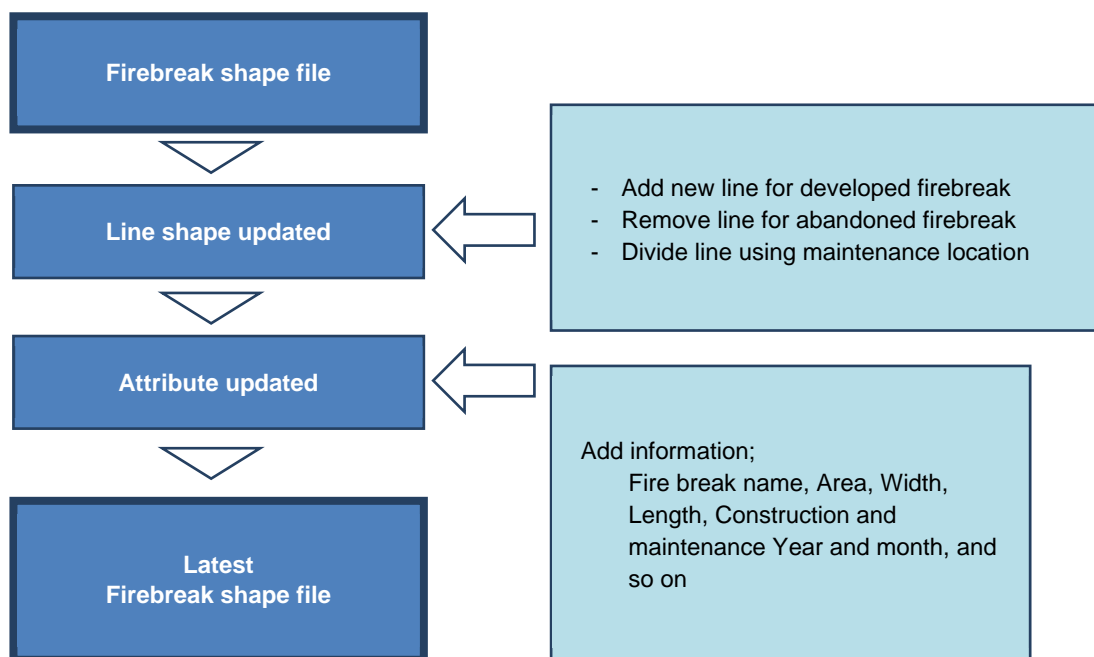
4.4.2 活用方法・活用事例

各主題図の活用方法、作成方法、出力サンプル図については、以下のとおりである。

(1) Firebreak

防火帯の管理は火災管理でも重要なタスクである。防火帯の地理空間情報は、ラインシェープファイルとして Ministry of Lands and Housing の Department of Survey and Mapping が作成している。しかし、メンテナンス情報など DFRR が防火帯管理に必要なとしている情報は含まれていない。

DFRR はこの GIS データに情報を追加・更新することで、現状把握やメンテナンス計画に利用しようと考えている。更新の流れを図 4-11 に示した。新規の防火帯や管理を中止した防火帯について、防火帯の名前やメンテナンス等の属性情報(表 4-5)の追加・更新を行う。属性情報は GIS ソフトを用いて簡単に更新することができる。このことにより DFRR に最新の防火帯情報が整備される。図 4-12 は、GIS ソフトで防火帯の属性テーブルを示したものである。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-11 Flow of update of firebreak shape file

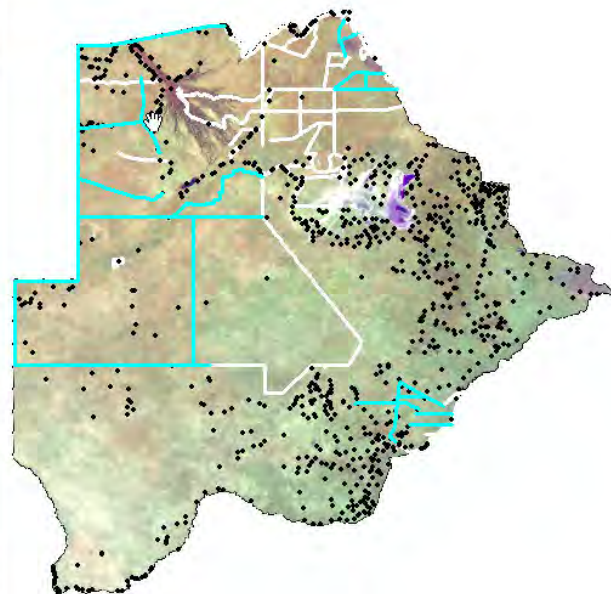
表 4-5 List of necessary attributes for firebreak management

No	Information
1	Name *
2	Area *
3	Width *
4	Construction Length *
5	shape length
6	Construction Year *
7	Construction Month*
8	Maintenance Year*
9	Maintenance Month*
10	Vegetation
11	Terrain
12	Soil
13	Fire break situation
14	Boundary type
15	Administrative dist.

No	Information
16	Access road name
17	Village/settlement
18	Heritage site
19	active *
20	Coordinate of start point latitude *
21	Coordinate of start point longitude*
22	Coordinate of end point latitude *
23	Coordinate of end point longitude *

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

NAME_DFRR	ORIG_FID	CNSTY	CNSTM	MNTNY	MNTM
Kasane Extension Forest Reserve	56	2003	1	2010	
Maikaelelo/ Kasane	82	2003	7	2010	
Sibuyu Forest Reserve	3	2002	10	2010	
Maikaelelo/ Kasane	0	2003	7	2010	
Sibuyu Forest Reserve	3	2002	10	2010	
Kwando/Mokaukau	21	2000	0	2011	
TSAU/XAXA	0	2006	0	2011	
Mosu/Shakawe	0	1994	0	2014	
Makalamabedi/Kuke	1	2000	0	2014	
KARENG/NAMBIA	0	1997	0	2014	
Kgatleng/Kweneng Boundary	26	0	0	2014	
Notwane/Ramamelwana	27	0	0	2014	
line 27 Dibete	16	0	0	2014	
Line 33 Artesia	18	0	0	2014	
Dikgama/Tlejwane	19	0	0	2014	
Marico/Malotwane	20	0	0	2014	
Palamaokue/Ncojane	1	0	0	2014	
Kalkfontein/Mamuno	7	2003	0	2014	
Mokaukau/Matswere	0	0	0	2014	
Palamaokue/Tsau	5	2001	0	2014	
Grootlaagte	7	2000	0	2014	
Mamuno/Ncojane	7	2003	0	2014	
CKGR/Kutse	1	0	0	2014	



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-12 Attribute table and firebreak GIS data

(2) Fire Danger Index

FDI は無料の統計ソフトウェア R を用いて計算する。FDI 作成の流れを図 4-13 に示した。

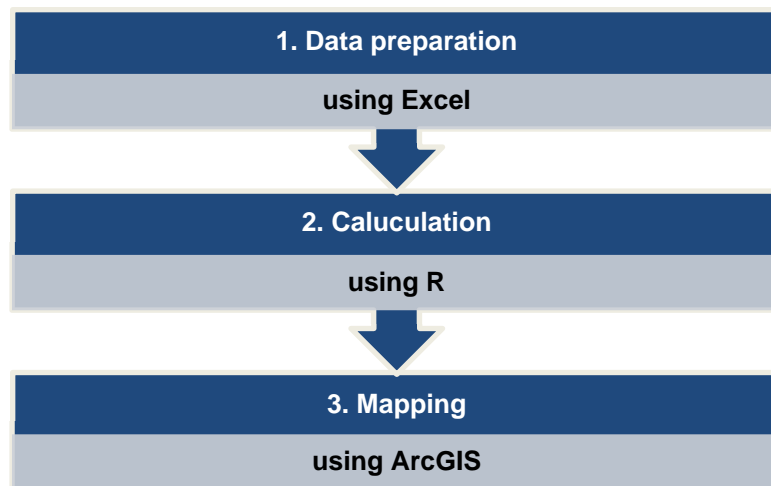
FDI の計算には気象データセット(気温、降水量、相対湿度、風速)が必要である。ボツワナには全国で 17 か所の気象観測所があるが、現在のところ、一部の観測所のデータのみ利用可能である。利用可能な観測所についてもデータが取得されている期間や取得されたデータの内容がばらばらな状態である。風速についてはすべての観測所でデータが取得されていない。今回の計算では風速データはダミーデータを用いた。

次に R で FDI を計算する。FDI には様々な計算方法があるが、本プロジェクトでは多くの国で使

用されている the Canadian Forest Fire Danger Rating System の主要構成要素の Fire Weather Index を採用した。

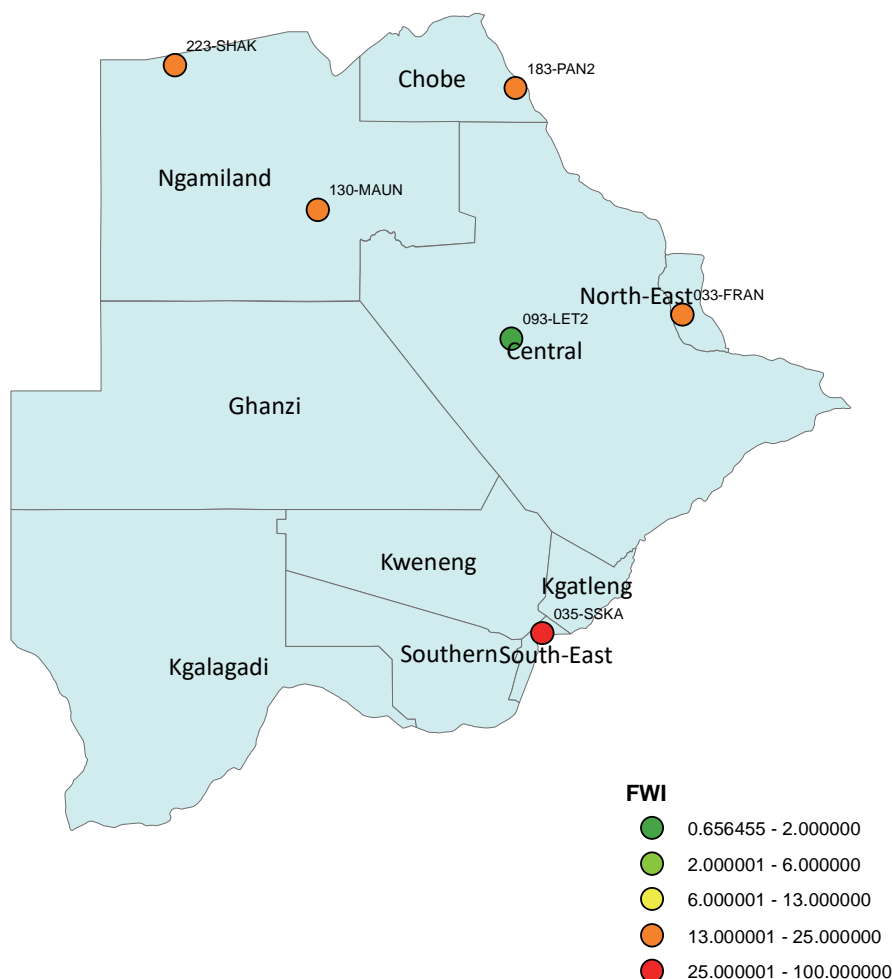
最後に、GISソフトを用いFDIを図化する。FDI map の出力イメージ図を図 4-14 に示す。データが整備されている6か所の観測所のFDI(2014年6月1日)を示している。数値が高いほど火災発生リスクが高い。

将来、計算に必要なデータが整備されるようになれば、FDI を用いた火災危険予報を一般に示すことができる。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-13 Flow of development of FDI map



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-14 Fire Weather Index map sample on June 1st, 2014

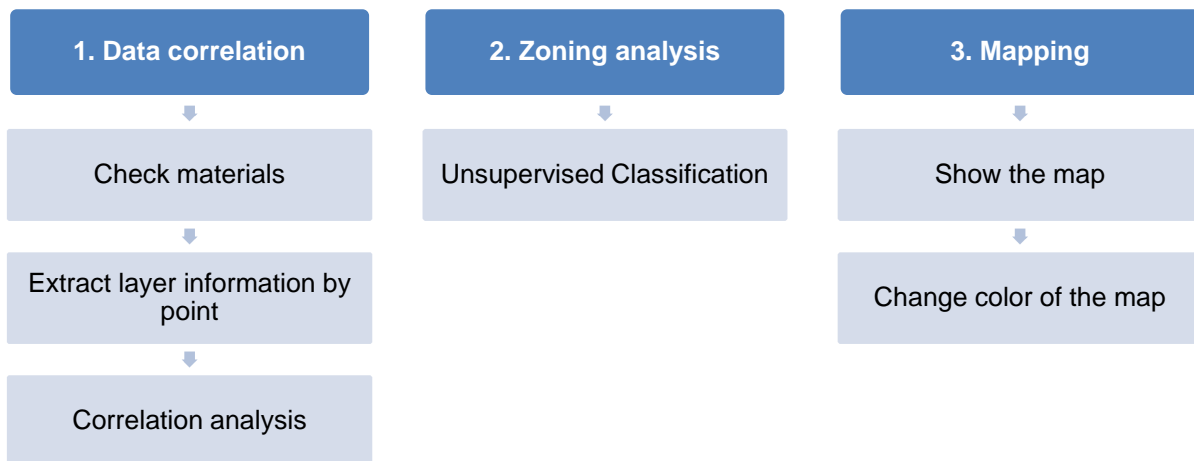
(3) Fire zoning map

火災ゾーニングマップは、過去の火災履歴や気象の特徴、植生などの情報を基に、全国スケールの潜在的火災リスクの把握に用いることができる。

ゾーニングマップの作成の流れを図 4-15 に示す。まず、使用する材料として、火災履歴、FDI(なければ気温)、植生(フェーズ 1 で作成の BFDM)、標高の4つのラスターデータを候補に挙げた。次に、材料の間の多重共線性を避けるために相関解析し、候補の中から相関関係のない材料を選択する。最後に、選択された候補を用いてピクセルベースの教師なし分類¹を行い、全国をいくつかのリスクレベルで示す。

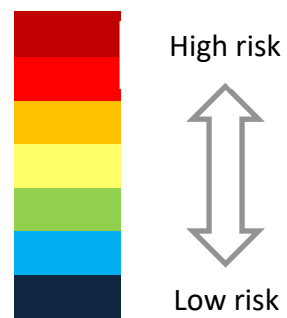
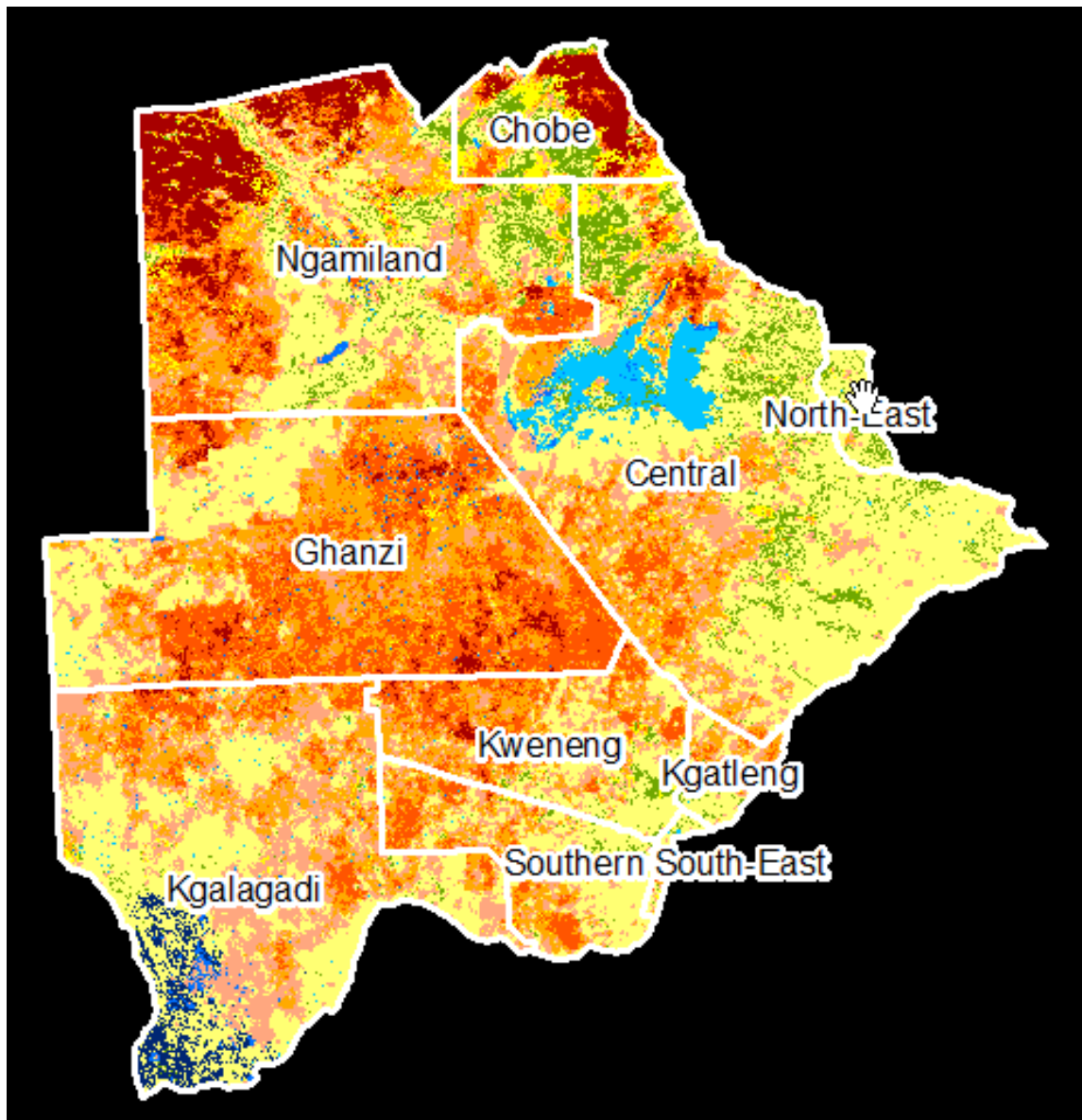
図 4-16 にゾーニングマップのサンプルを示す。赤色は潜在的に火災リスクが高いエリア、青色は低いエリアである。

¹ 分類対象の画像の特徴を、ユーザーがある条件を設定した上で自動的に抽出し、分類処理を行うこと。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-15 Flow of fire zoning map development



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-16 Fire zoning map sample

(4) Asset map

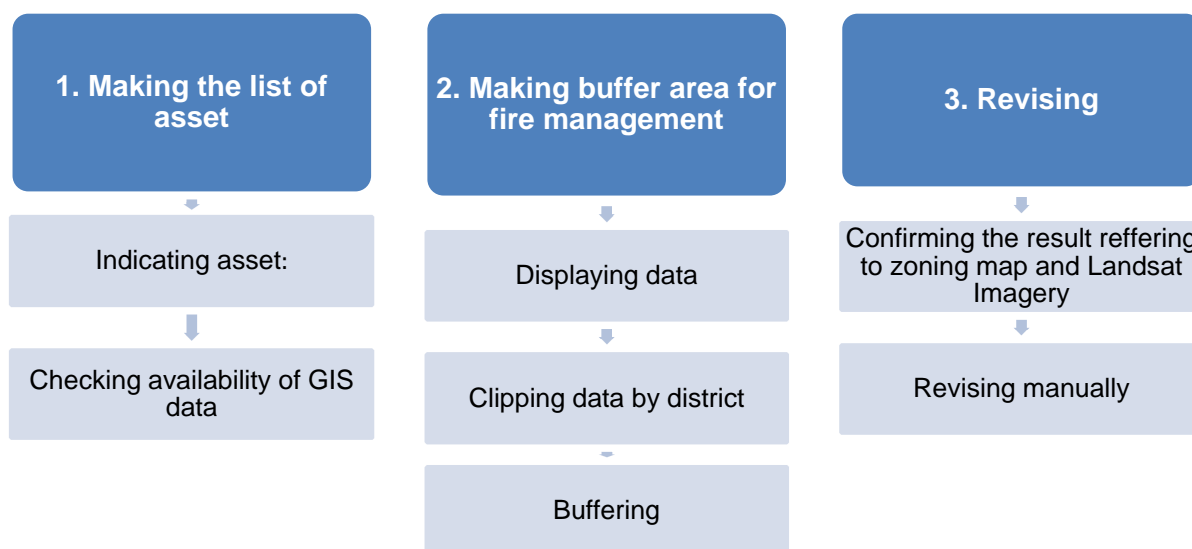
Fire zoning map にアセットの空間情報を重ねることで、火災リスクが高くかつアセットが集まるエリアを特定できる。これにより、予算や人を投入すべきエリアが検討でき、火災管理計画の策定が可能になる。

アセットマップ作成の手順を図 4-17 に示した。まず、何が火災から守るべきアセットであるか、そのアセットの GIS データが入手可能かを確認する。次に、アセットの周囲どれくらいを火災禁止範囲(バッファゾーン)にするかを検討し、前節のゾーニングマップと各アセットデータを GIS 上で重ね合わせる。アセット情報を修正したい場合は手動で編集作業をする。

研修を通じてリストアップされたアセットを表 4-6 に示す。ボツワナでは、District ごとに火災の発生原因や土地利用、主要なアセットが異なることから District 別にアセットマップを作成することが望ましい。各 District のアセットマップを統合することで、より地域を反映した全国版アセットマップが作成できる。図 4-18 に Kweneng District の職員が研修で作成したアセットマップを示す。ゾーニングマップ(赤がリスクが高く黄色が低い)をベースに、保全地域(水色の透過)、集落(赤丸)、道路(緑線)、牛の水のみ場(青丸)、そして防火帯(赤線)を重ねている。

この地図をもとに、火災リスクが高くかつまたアセットが集中する場所や、リスクは高いがアセットが少ないエリアなどを特定することが出来る。

アセットマップを用いることで、アセットを考慮した防火帯配置計画等の火災管理計画策定が可能になる。



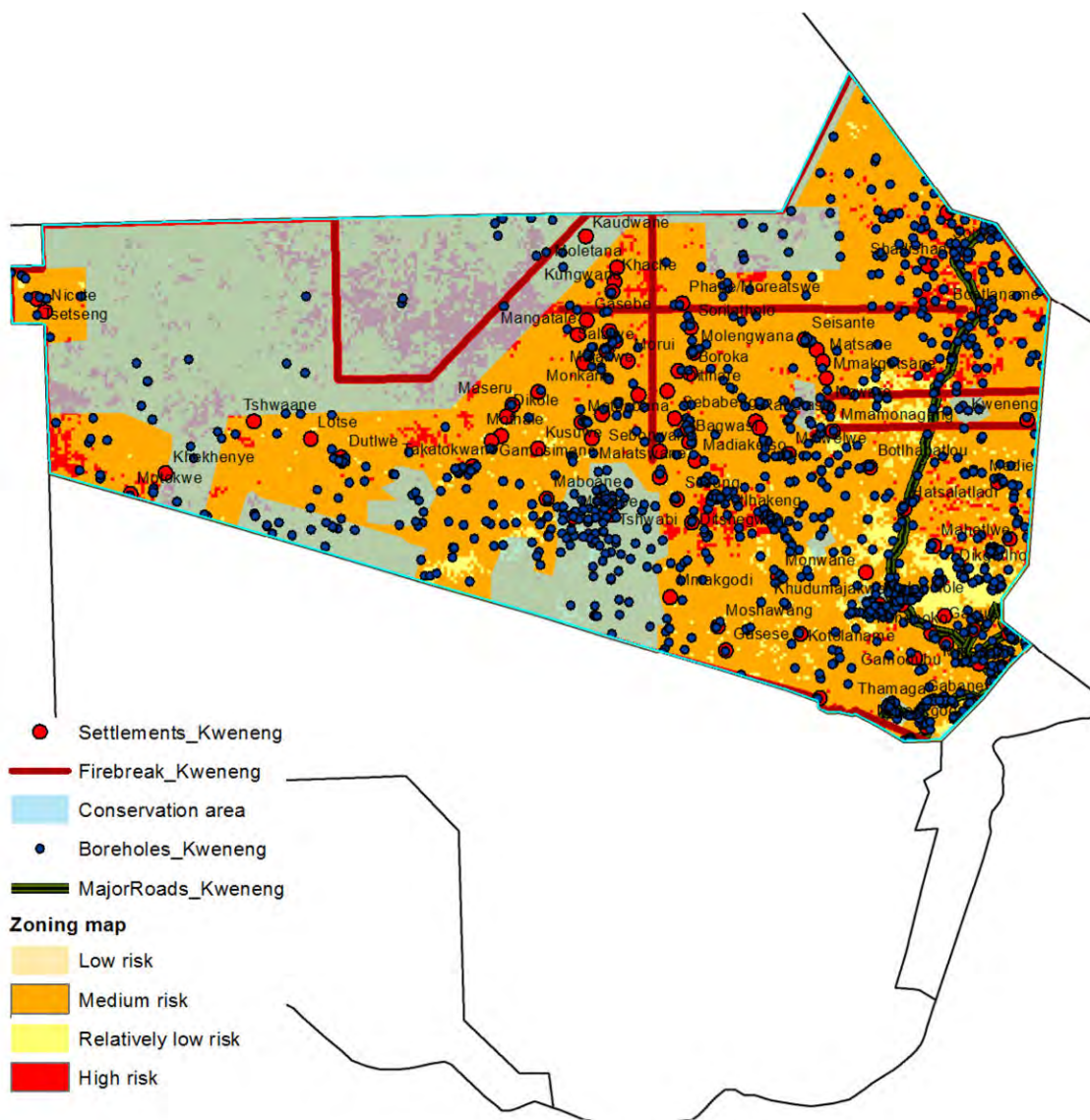
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-17 Flow of development of asset map

表 4-6 list of asset, data availability and buffer distance

Assets	GIS data	Buffer (m)
Buildings	Settlement	500
Roads	Road	10
Wildlife		
Power line		
Farms	Farm	12
Livestock	Livestock	
Forest reserved	Land use	20
National park	Land use	20
Game Reserve	Land use	20
Heritage site		
Water pipeline		
water borehole	water borehole	1000

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-18 Asset map sample for Kweneng district

(5) Burnt area map

Technical Supprt Service では、日々の火災報告業務のため、火災シーズンの間は MESA が提供する MODIS 衛星画像を目視判読し、火災ポリゴンを作成している。また、どこで火災が発生した際には、発生場所の情報をなるべく早く地方事務所に連絡する必要がある。しかし、時には担当者が不在ですぐに対応できないこともある。

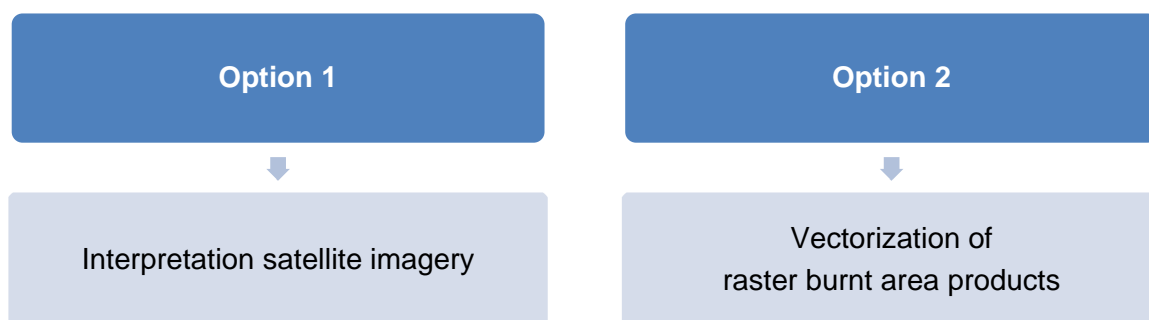
担当者以外の職員や地方事務所の職員が火災ポリゴンの作成方法を習得することにより担当者不在時の対応が可能になり、また、地方事務所の職員が衛星画像を用いて火災を判読できるようになれば、現場での消火活動計画を速やかにたてることが可能になる。

火災ポリゴンの作成方法には図 4-19 に示した 2 つの方法がある。一つは従来の方法によるもので衛星画像の目視判読、もう一つは MESA や Maryland 大などが提供している火災焼失ラスター画像のポリゴン化である。前者は、画像自体は早く入手できることからより早い対応ができるが、目視判読に時間を要する。後者は、生成画像が配信されるまで時間を要するが、画像を入手すれば面積算出までの処理が早い。通信環境によるデータの入手可能性を検討し、どちらを選ぶかを決めることになる。いずれの手法も無料の GIS ソフトウェアで作業できるので、地方事務所でも処理が可能である。

Option1 の目視判読による火災跡地の抽出の流れを図 4-20 に示した。まず画像を入手し、火災跡地を目視判読で同定する。その火災跡地を GIS ソフト上でトレーシングしてポリゴンを作成する。最後に、GIS の面積計算ツールで面積を算出する。

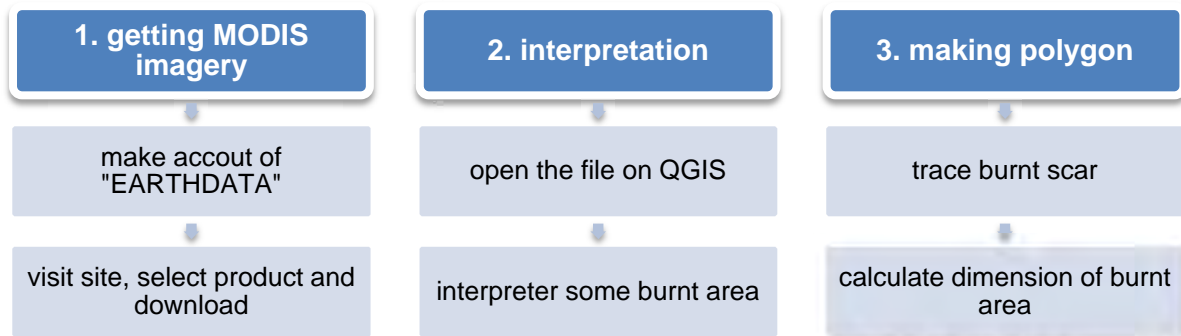
図 4-21 は、2016 年 9 月にチョベ District で発生した火災跡地のポリゴン作成結果である。火災が拡大した場合は、その都度、火災跡地ポリゴンも追加で作成する。

Option2 のベクター化は、GIS ソフトのツールであるベクター変換を使うだけで処理できる。出力サンプルを図 4-22 に示す。各ポリゴンには火災発生日が属性として含まれる。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-19 Two options for development of burnt area polygon



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-20 Flow of burnt area extraction

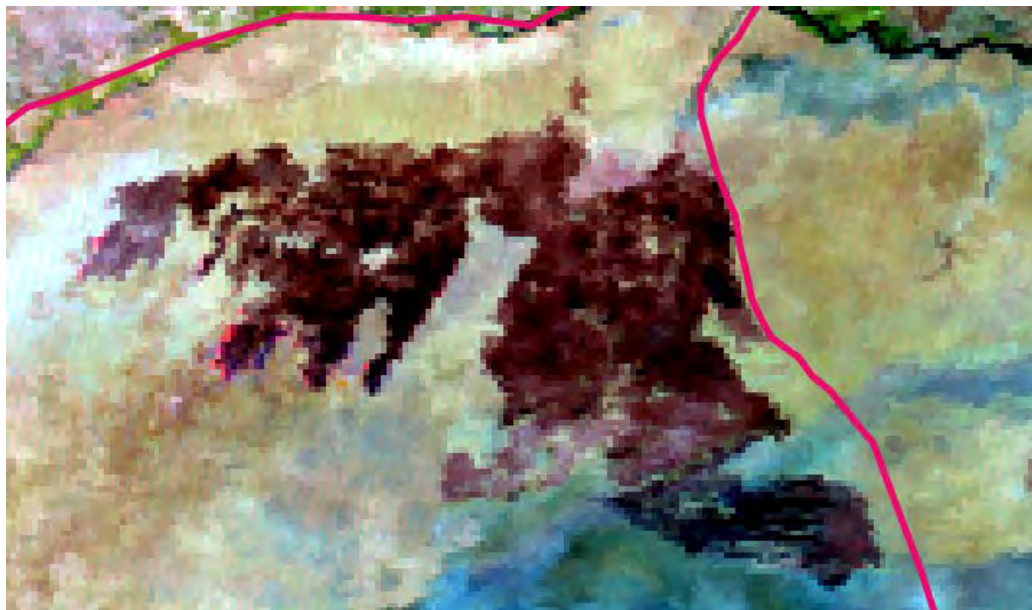


Image 1: Original satellite imagery (MODIS)

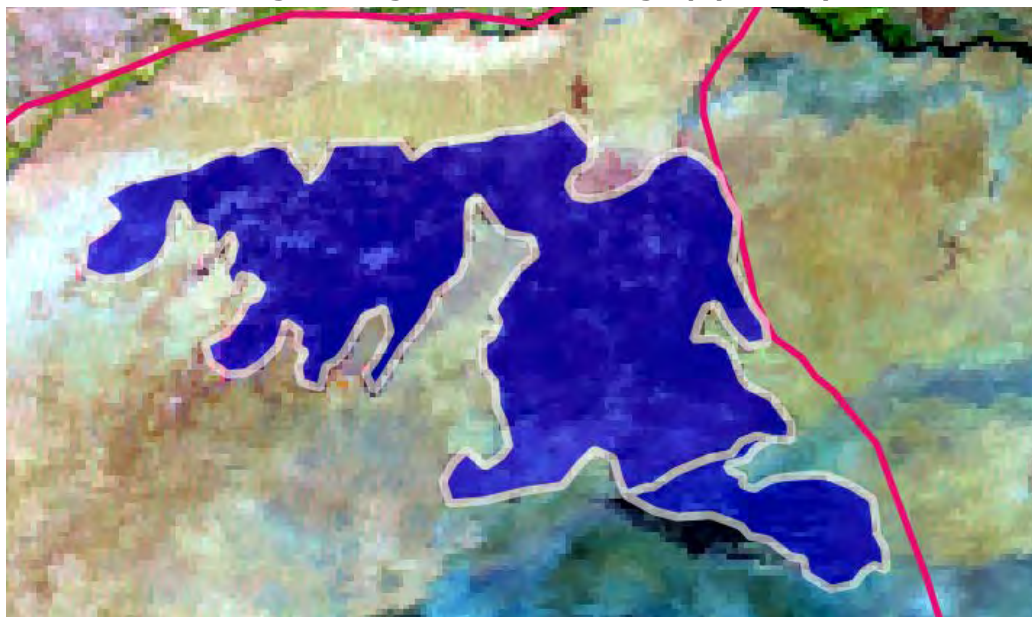
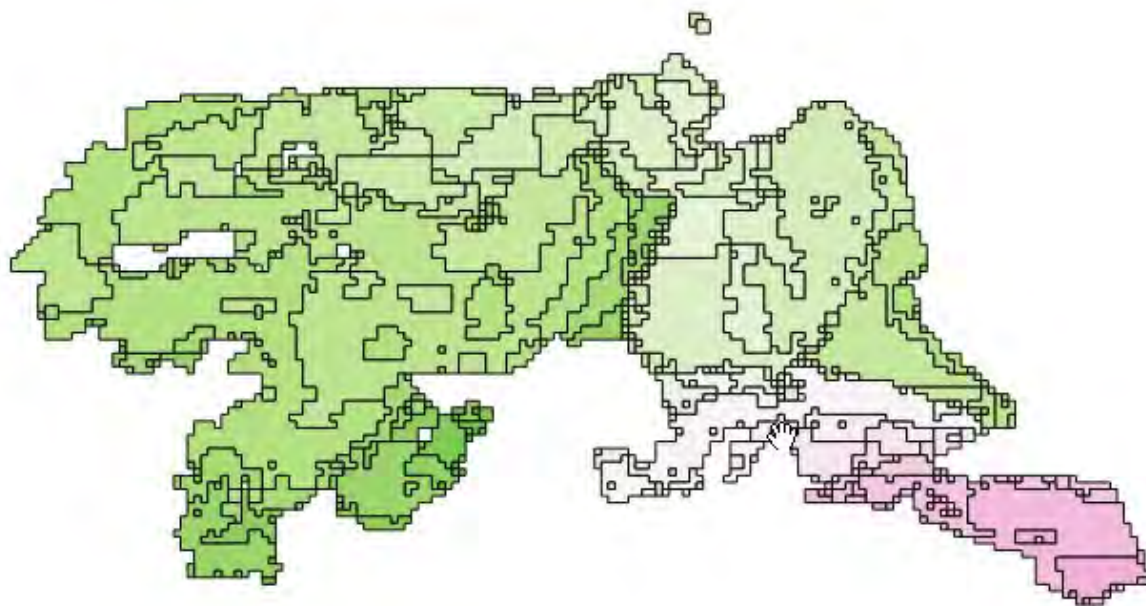


Image 2: Burnt area polygon by interpretation MODIS imagery

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-21 Original satellite imagery and burnt area polygon



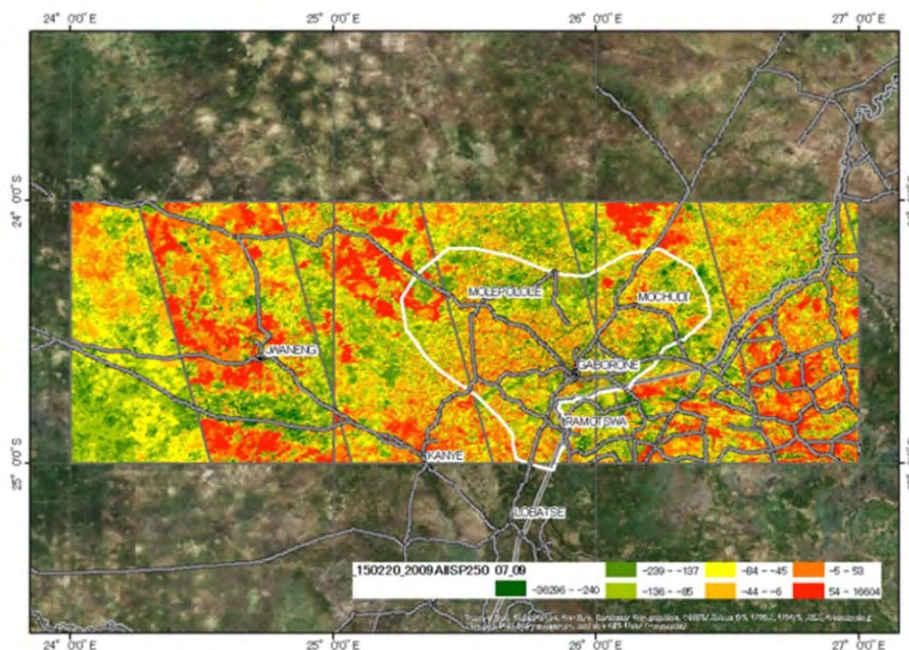
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-22 Vectorization of burnt area product

(6) Biomass estimation

火災によって森林資源が消失するが、その量を把握することは地上調査や光学衛星からは困難である。一方、合成開口レーダー(SAR)データを用いると一定範囲の地上部バイオマスの推定が可能である。そこで、地上部バイオマスの変化量を把握するためには2時点の SAR データを用いて求めることになる。手法の詳細についてはモニタリングレポート(第 2 年次後期)を参照のこと。

次図に材積変化図サンプルを示す。赤色で示したエリアは材積が減少しており、緑色で示したエリアは増加している。地上部バイオマスへの換算は、材積に拡大係数を乗算することで可能である。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-23 Stand volume change map using PALSAR satellite imagery

4.4.3 マニュアル

各マニュアル(Module5)のタイトルと概要は以下の表のとおりである。

表 4-7 火災管理関連マニュアルリスト (Module 5)

Manuals	Contents
1) Updating of firebreak information 1: Editing the fire break GIS data using satellite imagery	<ul style="list-style-type: none"> ● Landsat 衛星画像を用いた防火帯管理状況の把握 ● 管理状況を4つにカテゴリ分けし、衛星画像から評価 ● DFRR による防火帯管理に必要な情報を抽出し、防火帯 GIS データに属性データとして追加 ● 防火帯の現況を現場で確認し、衛星画像での見え方と照合(現地調査)
2) Updating of firebreak information 2: Editing the attribute of GIS data using firebreak maintenance information	<ul style="list-style-type: none"> ● 防火帯メンテナンス請負業者からの報告書の確認 ● メンテナンスが実施された時期、場所を特定し、防火帯 GIS データを更新
3) Calculation method of fire danger index	<ul style="list-style-type: none"> ● 計算用データセットの準備 ● R を用いた Fire Weather Index の計算 ● FWI の GIS データ化および ArcGIS 上での図化
4) Development of fire zoning map and asset map	<ul style="list-style-type: none"> ● ゾーニングマップ解析対象データ選択のための回帰解析 ● 教師なし分類による火災リスクのクラス分け ● 分類結果の解釈とゾーニングマップの図化 ● ボツワナアセットの抽出 ● 各アセットからの防火バッファの作成 ● アセットマップの図化
5) Extracting of burnt scar	<ul style="list-style-type: none"> ● MODIS 画像を用いた目視判読による火災跡地ポリゴンの作成 ● 既存の火災跡地ラスター画像のベクター化
6) Estimating above ground biomass changes using PALSAR	<ul style="list-style-type: none"> ● PALSAR 画像を用いたバイオマス変化の時系列解析の紹介 ● 現地調査結果と PALSAR の相関関係の紹介 ● バイオマス変化の表示

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

4.5 CBNRM への活用

4.5.1 背景

ボツワナ政府は 2007 年にコミュニティーベース自然資源管理(CBNRM: Community Based Natural Resource Management)政策を議会で承認し、地域住民の生計向上と貧困改善のために、コミュニティーによる持続的な自然資源利用を進めている。

ボツワナの CBNRM の導入は 1990 年のアメリカ合衆国国際協力庁 (USAID) が Natural Resource Management Project (NRMP) をボツワナ政府と立ち上げたことから始まる²。ハンティングやサファリからの収益で活動する Chobe Enclave Community Trust 等この頃ほとんどの CBNRM プロジェクトは野生動物を対象とするものであった³。2014 年にハンティングは禁止されたものの、2016 年の CBNRM Status Report によると、CBNRM プロジェクトを実施する CBO (Community Based Organisation) が位置する地区としては野生動物が多く生息する北部の Ngamiland 区が一番多い。

一方で、ボツワナの森林は 1990 年から 2015 年にかけて 21.0% 減少している⁴。これらの主要因は森林火災による森林劣化や、地域住民による薪炭材の過剰採取、野生動物による食害や倒木とされている。ボツワナでは地域住民は Mopane (*Colophospermum mopane*) などの薪炭材や、土地境界を示すための柵などに用いられる Morukuru (*Spirostachys africana*) など、非木材林産物を含む森林資源を日常的に利用しながら生活を行っており、地域住民が持続的な森林資源の利用を行っていくことは、ボツワナにおける森林減少・劣化を防止するために重要である。

持続的な森林管理 (SFM: Sustainable Forest Management) の促進は本プロジェクトの上位目標でもあり、本プロジェクトではこれまで森林資源のモニタリングやデータベース化など、森林資源管理のために必要な知識・技術を深めてきた。そこで CBNRM 活動に本プロジェクトのこれまでの成果を活用し、主に森林資源を対象とした CBNRM 活動をより円滑に進め、SFM を推進する取り組みが始まった。

4.5.2 活用方法・活用事例

(1) NFMS 成果の主な活用ツール

2013 年から行われた NFMS プロジェクトの成果として高分解能の衛星画像を用いた詳細森林分布図や地上部バイオマス変化分析図などの主題図がある。主題図は衛星画像を用いて地域の特徴を分かりやすく示す図であり、自然資源管理計画をたてるために重要な役割を果たす。そのため、本プロジェクトでは主題図を NFMS の成果の主な活用ツールとして用いた。

(2) パイロットエリアの選定

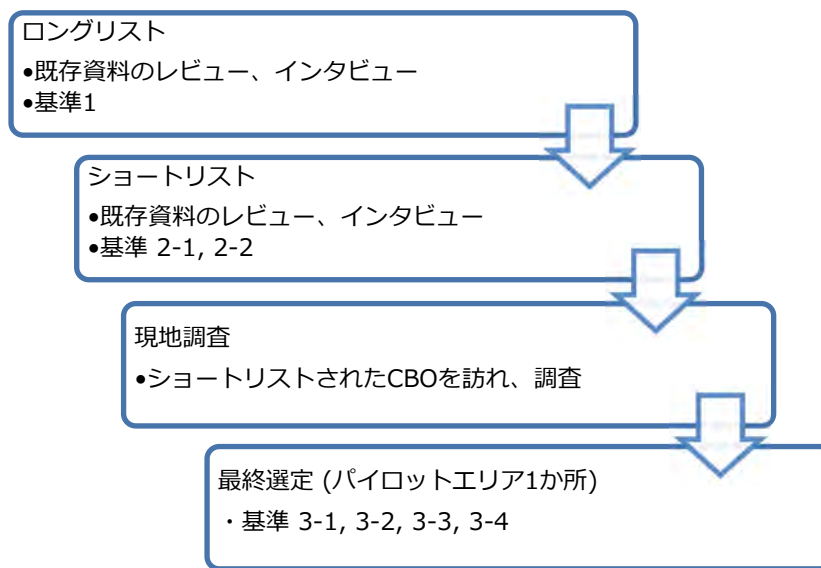
主題図を活用した CBNRM 活動を行うため、現在活動中の CBOs (Community Based

² Arntzen J., Buzwani B., Setlhogile T., Kgathi D.L., Motsholapheko.M.R., 2007 Community-Based Resource Management, Rural Livelihoods, and Environmental Sustainability, IUCN-South Africa Office and USAID Frame (Phase Three)

³ Arntzen et al., 2007

⁴ Global Forest Resources Assessment 2015, FAO

Organizations)の中からパイロットエリアの選定を行った。その際、以下の手順と基準を用いて選定を行った。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-24 パイロットエリア選定手順

パイロットエリアは図 4-24 のように、1. ロングリスト作成、2. ショートリスト作成、3. ショートリストにある CBO での現地調査、4. 最終選定の 4 つの手順を通して選定した。各過程で用いた選定基準を次の表に示す。

表 4-8 各過程での選定基準

選定過程	選定基準
1. ロングリスト	基準 1. 現時点で活動中の CBO
2. ショートリスト、 現地調査	基準 2-1. 自然資源保護・利用に関わる活動が行われている、もしくは計画されている
	基準 2-2. DFRR によって活動が支援されている
3. 最終選定	基準 3-1. CBO 内で争いや揉め事がなく、CBO を運営するうえで大きな問題がない
	基準 3-2. CBO メンバーが活動に対して積極的である 積極的であるかは現地調査を通して以下の 2 つの基準で判断する
	基準 3-2-1. 活動が定期的に行われている。特に最近における定期的活動を高く評価する
	基準 3-2-2. 活動頻度
	基準 3-3. ハボロネから地理的にアクセスしやすい
	基準 3-4. CBO の活動が非木材林産物利用や森林資源の管理に関連している

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

ロングリスト⁵から 6 つの CBOs が絞られ、それぞれ現地調査が行われた。その後最終選定が行われた。その結果、Kgetsi ya Tsie Women Resources Enterprise Community Trust (KyT) がパイロットエリアとして選定された。表 4-9 はその最終選定のスコアリング結果を示している。

⁵ ロングリスト、ショートリストは付属資料を参照されたい。

表 4-9 最終選定スコアリング結果

Criteria	3-1(1-5)	3-2-1(1-5)	3-2-2(1-5)	3-3(1-5)	3-4(1-5)	Total
Shortsited CBOs						
Mapoka VDC	4	3	3	2	4	16
Nhlapkhwane Lingilila Environment Conservation Trust	4	4	4	2	4	18
Kgetsi ya Tsie Women Resources Enterprise Community Trust (KyT)	5	5	5	3	5	23
Nthantlhe VDC	5	3	2	5	3	18
Kawii Development Trust	3	1	1	2	1	8
Matsheng Community Trust	1	2	2	4	2	11

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

調査時点では KyT は他のトラストと比べてトラスト内での揉め事がなく、他の 5 組織の中で現在活動が一番活発に行われていた。また、KyT はボツワナ大学(University of Botswana (UB))と連携し、KyT メンバーを中心とした自然資源のモニタリングプロジェクトを行っている。モニタリングプロジェクトは大きく 2 つに分かれ、一つは Marula(*Sclerocarya birrea*)や Mopane(*Colophospermum mopane*)などの自然資源を GPS を用いてモニタリングすることであり、もう一つはモニタリングデータを管理するための IT スキルを得るための地域の若者へのキャパシティービルディングである。このキャパシティービルディングは 2016 年 9 月から、モニタリングは 2017 年 7 月から開始されている。本プロジェクトの CBNRM 活動で使用予定であった主題図・衛星画像の KyT-UB プロジェクトへの応用可能性もあることから、本プロジェクトでの活動の持続性という意味でも選定基準外ではあるが、期待された。

(3) パイロットエリア紹介

Kgetsi Ya Tsie Women Resources Enterprise Community Trust (KyT) はボツワナの中東部にある Tswapong と呼ばれる地域に位置する。この地域にある 27 村で構成されており、832 人の会員がいる。会員は主に女性であり、自然資源の採集、加工、マーケティングを通じて地域経済の強化や生計向上、さらには女性の社会的、経済的なエンパワメントを目的として設立された。

KyT の主な活動は会員から自然資源を購入し、客に商品を販売することである。

表 4-10 活動で採集される植物

	植物名(現地名)	学名	目的	使用部位	採集時期
1	Marula	<i>Sclerocarya birrea</i>	食用	果実	3, 4 月
2	Gala la tshwene	<i>Myrothamnus flabellifolius</i>	薬用	葉、茎	全季節
3	Monepenepe	<i>Cassia abbreviata</i>	薬用	樹皮、根	全季節

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

Marula (*Sclerocarya birrea*) はオイル、ジャム、石鹼に加工され、商品を購入する客は主に KyT 地域の外から来ることが多い。2016 年には 12ℓ の Marula オイルと 8 つの石鹼を販売している。

また、2009 年までは Marula オイルをヨーロッパやアメリカなどの海外に輸出していた。マルーラジャムについては、KyT の資金が不足し、会員から Marula の果実を十分な量購入できず、生産できていない。

表 4-11 KyT から海外に輸出された Marula オイル

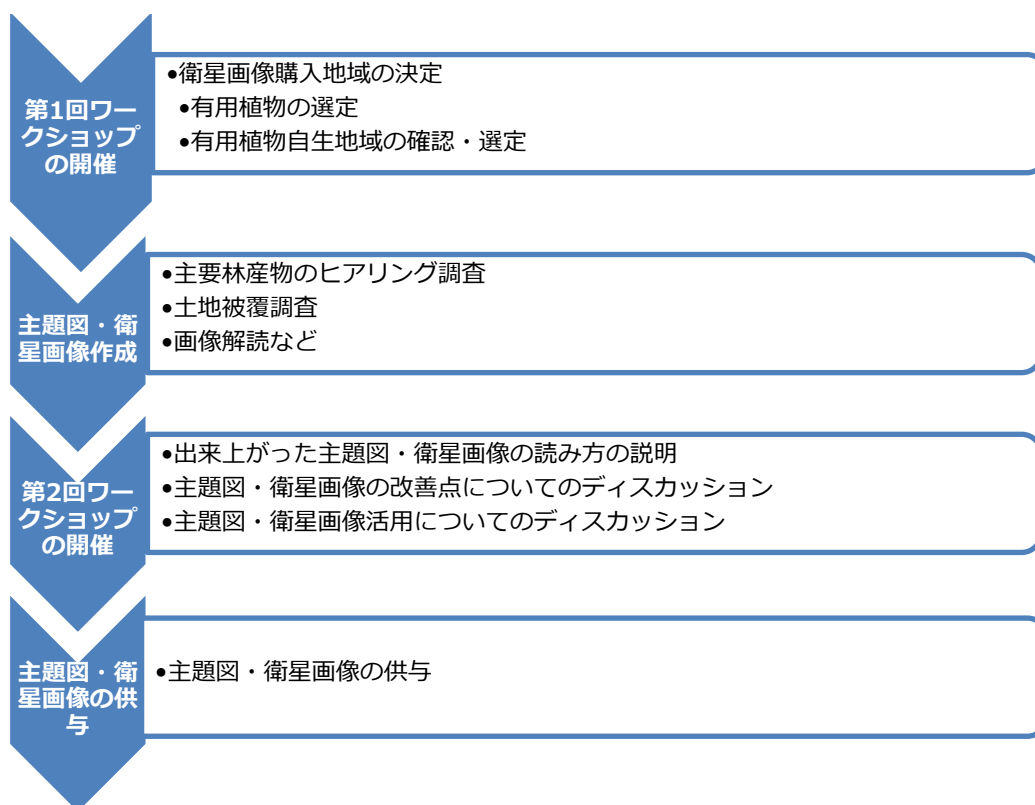
年	量(ℓ)	国
2003	800	France
2007	11	Germany
2007	11	UK
2009	150	US

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

(4) パイロットエリアにおける主題図活用方法

1) ワークショップの開催

パイロットエリア選定後から主題図・衛星画像を KyT に供与するまでの流れを次図に示す。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-25 パイロットエリア選定後から主題図・衛星画像の供与までの流れ

まず、第1回ワークショップについて説明を行う。主題図を作成するにあたって高解像度衛星画像を購入する地域を決める必要があるため、2016年11月にKyT会員とのワークショップを行った。ワークショップではまず、KyT会員が管理したい重要な植物について議論を行った。表4-12にその結果を示す。

表 4-12 KyT 会員が自然資源管理する上で関心の高い資源一覧

	Setswana name	学名	主な用途	使用部位	収穫期
1	Marula*	<i>Sclerocarya birrea</i>	Food	Kernel and pulp	Mar. & Apr.
2	Gala la tshwene*	<i>Myrothamnus flabellifolius</i>	Medicinal	leaf and stalk	All season
3	Mosata*	<i>Orphanthera jasminiflora</i>	Food	Fruit and root	Feb.
4	Monepenepe*	<i>Cassia abbreviata</i>	Medicinal	Bark and root	All season
5	Motlopi	<i>Bosicia albitrunca</i>	Food	Fruit	Jan. - Feb.
6	Mopane*	<i>Colophospermum mopane</i>	Food (Mopane worm)	Mopane worm	Dec. & Apr.
7	Motsikiri	<i>Motshikiri spp.</i>	roofing and broom	Every part except root	Jul. - Sep.
8	Mogwana	<i>Grewia bicolor</i>	food	Fruit	Jan. & Feb.
9	Mmupudu	<i>Mimusops zeyheri</i>	food	Fruit	Sep.-Oct.
10	Mmilo	<i>Vangueria infausta</i>	food	Fruit	Jan.-Feb.
11	Moretlwa	<i>Grewia flava</i>	food	Fruit	Dec. - Jan.
12	Moretologa	<i>Ximenia americana</i>	food	Fruit	Dec. - Jan.

*は 12 種の中でも KyT の活動と会員を含む地域住民の生業という視点から特に重要だとワークショップの中で選ばれた植物。

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

これら 12 種が話し合いで出された後、さらに、Marula, Gala la tshwene (*Myrothamnus flabellifolius*), Mosata (*Orphanthera jasminiflora*), Monepenepe (*Cassia abbreviata*), Mopane (*Colophospermum mopane*) の 5 種が KyT の活動と会員を含む地域住民の生業という視点から最も重要な種として KyT 会員によって選定された。最後にこれら 5 つの種が比較的多く自生する 5 つの地域が同じく話し合いの中で購入地域として KyT 会員によって選定された。

2) 主題図・衛星画像の作成

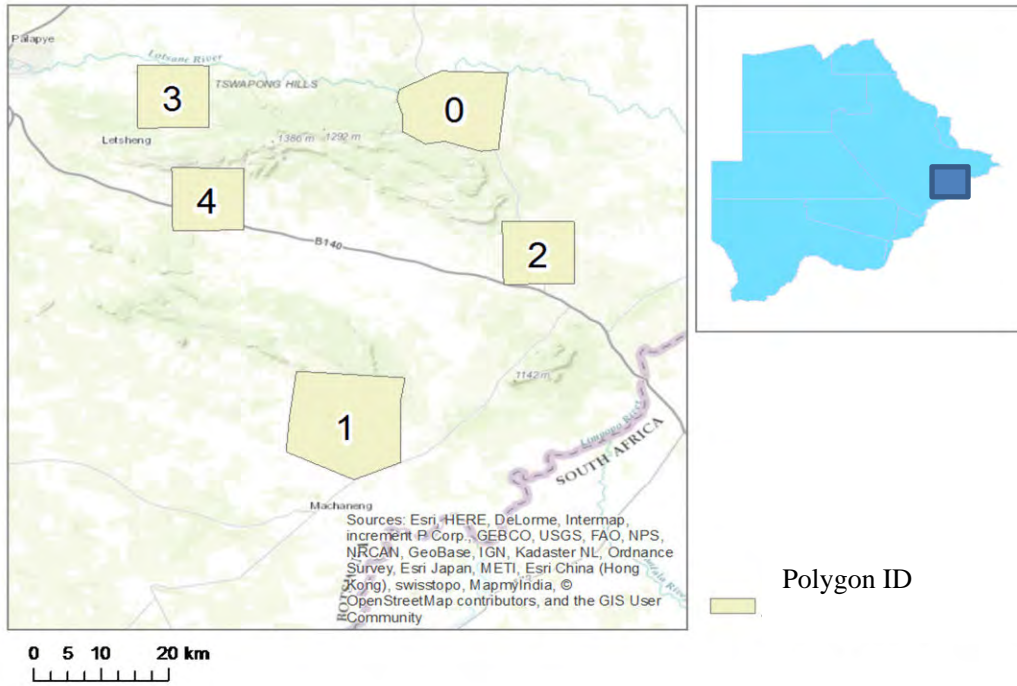
ワークショップ後、ワークショップで話し合われた地域を対象に主題図を作成した。KyT における CBNRM のプロットエリアの主題図に使用した画像は、高分解能の雨季の SPOT6/7 で、解像度は 1.5 m である。主題図作成のための対象エリアは、上記ワークショップで出された 5 つのエリアを選択した。取得した画像リストとエリアを表 4-13 と図 4-26 に示す。

KyT エリアの主要林産物のヒアリング調査と現地の土地被覆調査は 2016 年 11 月に実施した。主要林産物は、マルレーラ、モパネをはじめとする 10 種ほどである。現地調査では、これらが被覆する箇所で植生と位置を記録した。調達した画像と現地調査のポイント、調査地の拡大図を図 4-27 に示す。衛星画像から植物種の判読が難しいが、樹木の判読は可能であった。そこで、オブジェクト指向型分類手法により、樹木被覆図を作成した。この図から樹木の分布を明示することができる。

表 4-13 購入した衛星画像(SPOT6/7)

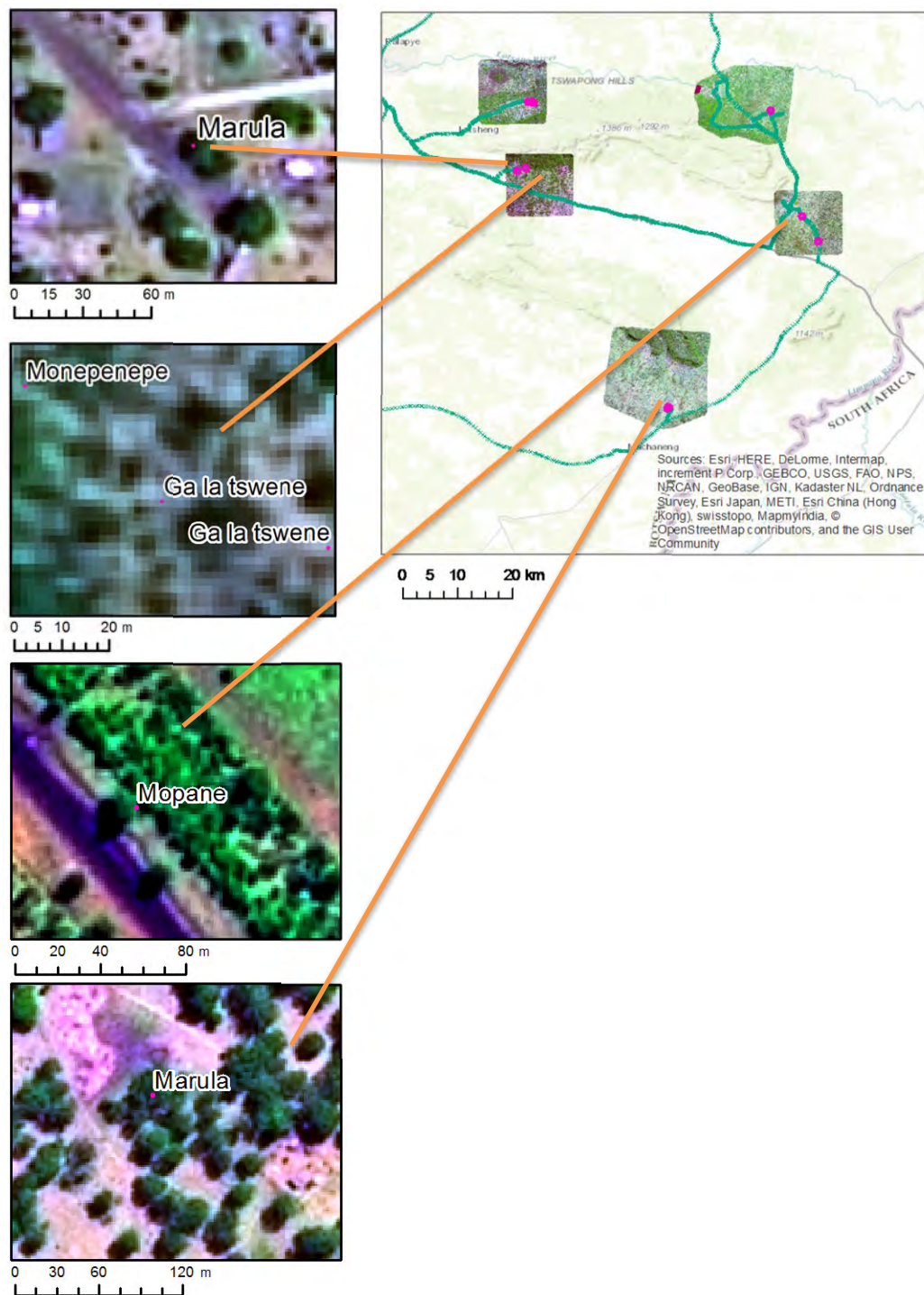
撮影日	Scene ID	Polygon ID
2016-03-31	DS_SPOT7_201603310800572_FR1_FR1_SE1_SE1_E028S22_01871	0
2016-05-03	DS_SPOT7_201605030757581_FR1_FR1_FR1_FR1_E028S23_01871	1, 2, 4
2016-01-19	DS_SPOT6_201601190805581_FR1_FR1_SE1_SE1_E027S23_03251	3

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-26 SPOT 画像と選定場所のリスト



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-27 現地調査ポイントの SPOT 拡大図(左図)および調査ポイント(右図)

右図は調査に使用した SPOT 画像を示している。なお、現地調査ポイントはピンクの点で表示されている。

出力図には、オリジナルの衛星画像、樹木被覆図を、5つの地域でそれぞれ準備した。出力図のタイプを表 4-14 に示す。

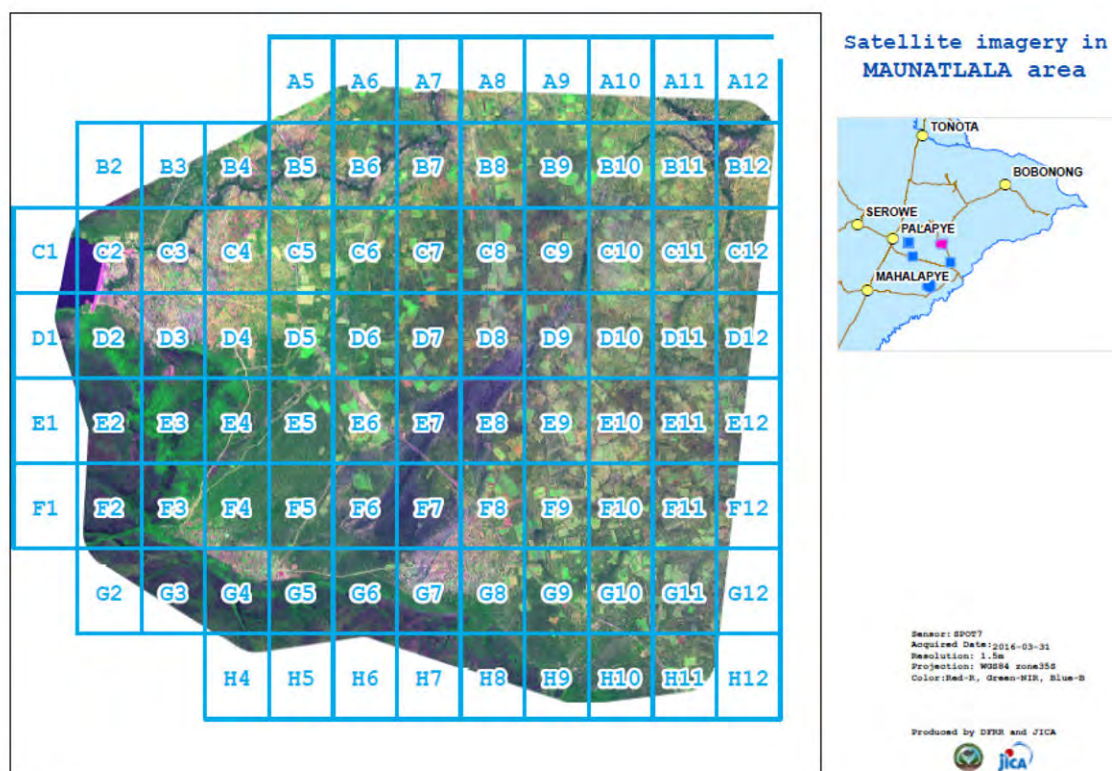
5つの各地域を、A0の大判紙とA4のブックレット形式で準備した。ブックレットは、内表紙、イン

デックスページ(サンプルを図 4-28 に示す)、SPOT 画像、樹木被覆図(サンプルを図 4-29 に示す)で構成されている。SPOT 画像と樹木被覆図の作成では、1:10,000 のスケールと、より詳細に地物が見える 1:2,500 のスケールの 2 種類を用意した。なお、1:2,500 のスケールは居住地のみをカバーしている。

表 4-14 出力図のタイプ

出力図のタイプ	サイズ	内容	備考
大判紙	A0	各地域を含む SPOT6/7 画像	-
ブックレット	A4	表紙	-
		インデックスページ (サンプルを図 4-28 に示す)	-
		SPOT6/7 画像	1:10,000 と 1:2,500 のスケールを使用 1:2,500 のスケールは定住区域のみを カバー
		樹木被覆図 (サンプルを図 4-29 に示す)	1:10,000 と 1:2,500 のスケールを使用 1:2,500 のスケールは定住区域のみを カバー

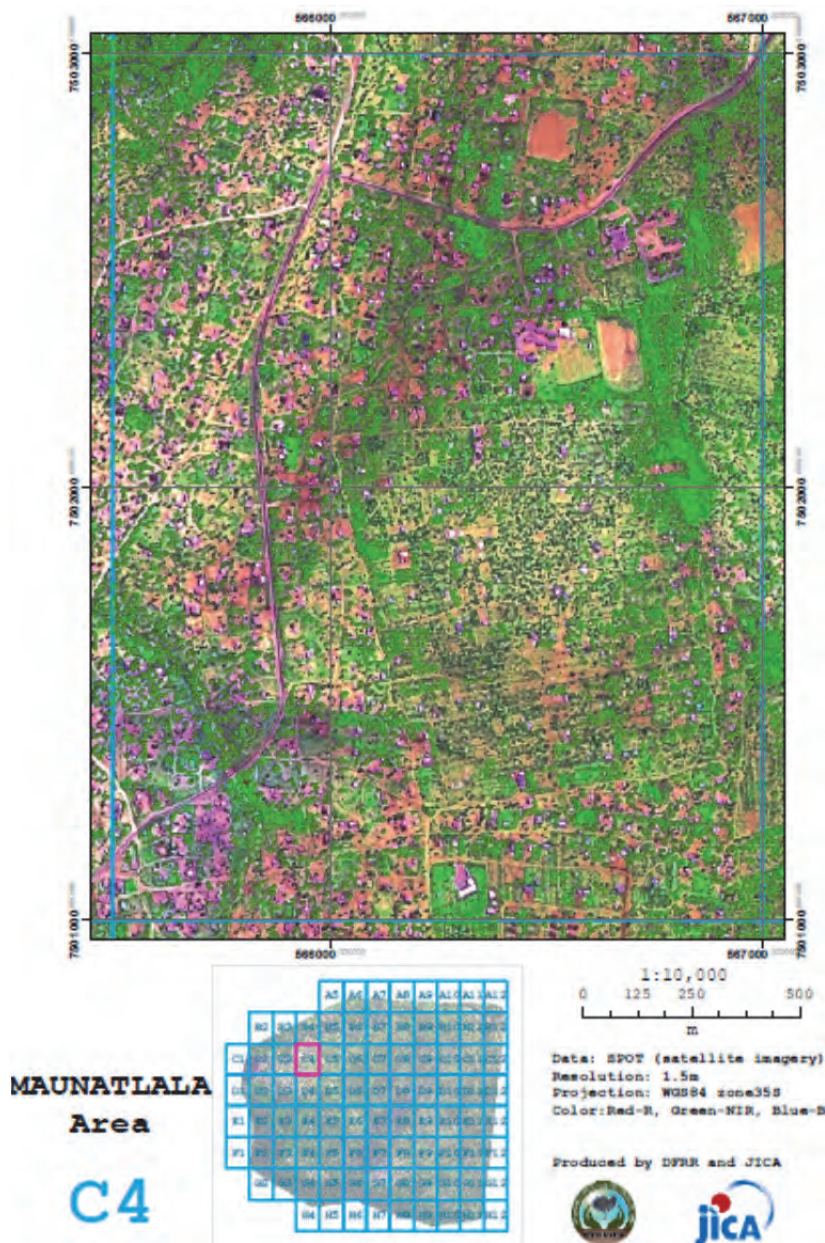
出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-28 インデックスページのサンプル画像

ボックスサイズは 1.5 x 2 km



注：上図は Maunatlala 地域のインデックス C4(下図)の抜取画像でピンクのボックスで表示。
上図の黄緑は樹木の場所を表示。

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-29 樹木被覆図のサンプル画像(スケール 1:10,000)

主題図、衛星画像作成後、KyT 会員からのフィードバックを得るために第 2 回目のワークショップを行った。その際、フィールドで衛星画像と現地地物とを照合しながら KyT 会員に衛星画像の読み方を説明し、さらに主題図・衛星画像活用方法についてもディスカッションを行った。その結果、Index の表示方法や一部地域の名前の表示などに改善点が見られた。そのため、改善点を踏まえたうえで図・画像を修正し、KyT 会員に供与した。

また、本プロジェクトで作成予定の主題図・衛星画像が KyT-UB のモニタリングプロジェクトに活用できないか大学関係者と協議を行い、2017 年 3 月上旬に UB にデータを供与した。これらの

データが KyT-UB のプロジェクトに活かされ、より効果的なモニタリングにつながることを期待される。また、図・画像を作る際の住民とのディスカッションにおいても UB 関係者も参加し、より使いやすい図・画像の作成につながった。

(5) アクションプラン

上述の通り、KyT 会員を対象として自然資源管理のための主題図・衛星画像活用方法について第 2 回目のワークショップを行った。ワークショップでは「どのような自然資源を」「どの地域で」「誰が」「どのように」「どの時期に」管理するかについて会員が複数のグループに分かれて図や画像を参照しながら話し合いを行った。実際に管理計画をたてるために図・画像を活用する経験を会員にしてもらうこと、またこのディスカッション内容をアクションプランにつなげることを目標とした。ディスカッションの結果、以下のような案が出された。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 4-30 ワークショップを行う KyT メンバー

1) 「どのような自然資源を」

Marula, Gala la tshwene, Mosata, Monepenepe, Motlopi(*Bosicia albitrunca*), Mopane, Mmupudu (*Mimusops zeyheri*), Moretlwa (*Grewia flava*), の 8 種類の植物が提案された。これら植物の詳細情報は表 4-12 を参照されたい。会員だけでなく KyT 活動地域の住民の生計に密接に関係していることが提案された主な理由であった。

2) 「どの地域で」

上記の植物がある箇所が管理地域として提案された。また地域について話し合う際に、サンプル画

像を判読しながらそれぞれの箇所が画像上でどこに位置するかを認識できる会員もみられた。

3) 「誰が」

KyT 会員だけでなく、DFRR、村の伝統的首長や地域の自然資源保全委員会 (Conservation Committee)、村落開発委員会(Village Development Committee)も含めた管理が必要であると提案された。

4) 「どのように」、

5) 「どの時期に」

この2項目については下記の提案がなされた

- 1) 提案された8種類の植物の収穫期において収穫を許可制にすること
- 2) 植物の生育環境を調べ、雨期にモニタリングすること
- 3) 1年を通じて重要な樹木の伐採を禁止すること
- 4) それぞれの植物の収穫期においては収穫する際に根は抜かず残しておくことなどが提案された。

これらの内容がKyTにおける自然資源管理のためのアクションプランに盛り込まれた。また、図・画像の活用を自然資源管理だけでなく、他の目的にも活用できることをコンサルタントから提案した。提案内容は以下の通りである。

6) 土地境界線の明確化への活用

コンサルタントのこれまでのKyT地域での調査により、地域内の数か所で土地の境界線を巡り、村人同士の認識が異なるケースがあることが分かった。そこで、衛星画像を用いて土地境界線を明確化し、土地境界認識を一致させる一助として活用されることが期待される。また、土地管理委員会(Land Board)に対し、自身の土地境界を主張する際に活用できる可能性もある。

7) エコツーリズム活動への活用

Lerala村やChadibe村では村の一部をエコツーリズムとして利用する計画がある。そのため、利害関係者とエコツーリズムの対象となる土地利用について協議する際に図・画像を利用することができる。またエコツーリズムをする際に、主催する団体をトラストとして登録する必要性が出てくる可能性が高い。そこでトラストのマネジメントプラン作成の際にトラスト活動対象地域などの情報として図・画像を活用できる可能性もある。

8) ドナーへの援助申請への活用

これまでKyTは12組織以上からの援助を受けている。援助を受ける際に、KyTの概要について書面上で説明する必要がある場合は図・画像をKyTの活動地域を示すものとして活用できる。

以上、3つの提案に対して会員も前向きであり、参加していたKyTコーディネーターも意欲的であったため、自然資源利用だけでなくこれら3つについても図・画像の活用方法の一つとしてアクションプランに盛り込むこととした。

4.5.3 CBNRM への応用へ向けた提言 – 応用事例集

(1) はじめに

前セクションの4.5.2「活用方法・活用事例」ではKyTにおける本CBNRM活動の内容を示した。この活動記録はNFMS成果を活用したCBNRM活動の一例となるとともに、DFRRにとっての事例集となる。そのため、応用事例集の主な内容は4.5.2で既に示した。一方で事例集ではさらにNFMS成果をCBNRM活動に活用するためのDFRRへの提言を述べている。ここでは、この提言内容を以下に記載する。

(2) DFRRとDeeds of Registryとの協力体制の構築

Botswana CBNRM status report 2016によると、ボツワナには53の活動中のCBO (Community Based Organisation) が存在する。そのためDFRRはCBOを管理する組織の一つであるが、一部のトラストはDFRRや技術助言委員会(TAC)の関与なしに活動を行っている。そのようなトラストはDFRRの助言なしに、規約や管理計画を自身で作成し、Deeds of Registryにトラストとして登録する。そのためDFRRが全てのトラストの状況を把握することは困難である。DFRRにとって森林資源を利用するトラストの活動状況を把握することはNFMS成果の活用方法や活用先を検討するうえで重要である。Deeds of RegistryとDFRRが協力し、最新のトラストの登録状況を把握することが必要である。

(3) DFRR スタッフ間での主題図や衛星画像作成に関する情報の共有

1) DFRR 職員間での主題図や衛星画像作成に関する研修

地方事務所のDFRR職員は主に地域のトラストをモニタリングしており、トラストのニーズや状況を把握している。一方で主題図や衛星画像の提供によってそれらのニーズを満たし、問題を解決できるのかどうかといった、主題図や衛星画像に関する知識は職員の間ではあまり共有されていない。そのため、職員間での主題図や衛星画像に関する情報共有が必要である。本プロジェクトにおける、これまでの主題図作成や衛星画像に関する研修に参加しているDFRR職員が研修で得られた知識や技術を地方事務所の職員と共有することが必要である。例えば、既に研修を受けた職員の地方事務所職員への研修などである。

2) トラストの現状などのDFRR本部と地方事務所との共有

主題図や衛星画像を作成するにあたっては、DFRR本部に必要な機材があるため、DFRR本部と地方事務所が連携を図る必要がある。例えば、トラストがエコツーリズムを始めるにあたって、トラストの活動範囲を衛星画像を用いて示す必要があるとき、最初にトラストから相談を受けるのは主に

地方事務所の職員である。地方事務所職員がこのようなトラストの要望や現状を本部と共有しておくことでよりトラストのニーズに沿った図や画像の作成ができる。そのためにも、現在のトラストの活動状況などを地方事務所内だけでなく、本部も共有できる体制が必要である。

4.6 情報発信・報告

4.6.1 プロジェクトからの成果

これまでに述べたとおり、本プロジェクトを通じて、以下に示す知見が得られた。

- 森林モニタリング計画がドラフトされた(本報告書)
- 全国森林分布図が作成された
- 森林モニタリングシステムを用いて、
 - 持続的森林資源管理に資する、DFRRにある中央データベースと同地方事務所との相互情報交換、業務連携の方向性が示された
 - 森林現況に関する情報(森林蓄積や面積)を提供・報告出来るようになる
 - 森林火災管理支援を行うことが出来る
 - CBNRM に活用できる

以上については、次表に示すとおりの方々を通じて、この広報や情報発信を実施した。

表 4-15 本プロジェクトからの知見共有や情報発信

組織	会議・ワークショップ等	期間	場所	内容
SADC-JICA*	the 1 st Joint Coordinating Committee (JCC)	2015/11/24-27	Tokyo/Japan	Knowledge sharing about the NFMS Botswana Project in the SADC member country and JICA
	the 2 nd JCC	2016/9/7-8	Dar es Salaam / Tanzania	Discussion and information exchanges on 3 thematic pillars (FIS*, FFM*, PFM*)
	the 3 rd JCC	2017/4/25-26	Johannesburg/ South Africa	Discussion and information exchanges on 3 thematic pillars (FIS*, FFM*, PFM*)
	Expert Working Group (EWG) Meeting : PFM* 1	2016/11/28-12/2	Moshi / Tanzania	Knowledge sharing and information exchange on the participatory forest management with the SADC member states
	EWG-PFM* 2	2017/2/2-2/12	Bangkok / Thailand	Discussion and information exchanges on the Good practice in Thailand
	EWG-PFM* 3	2017/5/23-25	Johannesburg/ South Africa	Cooperation to the Participatory Forest Management Guideline
	EWG-PFM* 4	2017/10/2-6	Arusha, Tanzania	Cooperation to the Participatory Forest Management Guideline
	Expert Working Group Meeting : FIS* 1, FFM* 1	2016/11/7-8	Johannesburg/ South Africa	Cooperation to Forest Information System Management and Forest Fire management
	The 1 st Basic Training on the FIS Management 1	2017/6/26-30	Gaborone / Botswana	Cooperation to Forest Information System Management
NFMS Project	the 1 st Stakeholder Meeting	2014/7/7	Gaborone / Botswana	Information sharing on the progress of the project (Presentation and exhibition)
	the 2 nd Stakeholder Meeting	2015/7/24	Kasane / Botswana	
	Technical Dissemination Seminar	2016/6/8	Phakalane / Botswana	Knowledge and information sharing on the outcomes of the NFMS Project (presentation and exhibition)
	Technical Dissemination Seminar	2017/11/3	Gaborone / Botswana	

組織	会議・ワークショップ等	期間	場所	内容
DFRR	the 6 th National Fire Management Conference	2017/5/31-6/2	Kasane / Botswana	Collaboration on Fire Management in the NFMS Project (presentation and exhibition)

* SADC-JICA: Project for Forest Conservation and Sustainable Management of Forest Resources in Southern Africa

* FIS: Forest Information System, * FFM: Forest Fire Management, * PFM: Participatory Forest Management

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

4.6.2 Botswana Forest Status Report

NFMS から生成される情報を用いて、森林情報を提供するための情報共有ツールとして、また、DFRR の責務としても、森林情報に関する報告書を定期的に発行する必要がある。

(1) 目的

Botswana Forest Status Report の目的は、国内外のステークホルダーに対し、持続的森林管理や、気候変動問題等に関する意思決定に資する森林情報を共有することである。

(2) 報告期間

同報告書は、NFMS からもたらされる森林情報を組み合わせて作成し NFI と BFDM のスケジュール間隔と同様の 5 年間隔で定期的に発行する。この発行間隔は、FAO による世界森林資源評価の間隔とも同じである。これにより、国内外のステークホルダーが NFMS から生成される情報へのアクセスが可能となる。

第 1 期 NFI 結果および BFDM2015 の結果を用いて、第 1 号報告書(Forest Status Report 2020)を 2021 年に発行する予定とする。以降同様に、Forest Status Report 2025、2030 を、それぞれ、第 2 期 NFI と BFDM2020 の結果、第 3 期 NFI と BFDM2025 の結果から、5 年間隔で作成する(図 3-2 NFMS の全体スケジュール参照)。

(3) 共有方法

同報告書については、印刷版と電子版を作成する。印刷版は、ボツワナ政府刊行物サービスから入手可能とし、電子版については、DFRR の WEB サイトから情報公開できるようにする。

(4) 報告書の内容案

報告書目次案を次表に示す。この目次案はあくまで案であり、どのような内容を盛り込むべきかについて、引き続き議論を行い、最終報告書へその結果を反映させることとする。それらについても、定期的に報告、モニターされるべきである。同様に、火災、観光、コミュニティーベース自然資源管理等についても、報告書に含まれるべきである。

表 4-16 Botswana Forest Status Report 目次案

章	内容
1	導入
2	森林面積および変化 BFDM の解析から得られる森林情報を記述する。全国および District 別の森林面積、Woodland 面積、その他土地被覆面積。土地利用変化についての分析等
3	森林資源およびその経済評価
3.1	木質資源の評価(森林、woodland の蓄積を、NFI と BFDM の結果の解析から評価する)
3.2	非木材林産物の評価
4	森林と火災 火災地域の統計およびその傾向等
5	森林とツーリズム
6	コミュニティーベース自然資源管理と森林
7	森林行政・政策
8	提言

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

4.7 NFMS の活用に関する現況と課題

上述のとおり、NFMS の具体的な活用方法について述べてきたが、各活用方法における現況と今後の課題について、次表のとおりまとめる。DFRR は、この現況を認識し、積極的な対策をとるべきである。

表 4-17 NFMS 活用における現況と課題・対策

NFMS 活用分野	現況	課題と対策
1. 地方連携	<ul style="list-style-type: none"> 地方連携システムの核となる技術(ArcGIS Online を用いたインターネットマップサーバーの設定)についての研修により、一部の IT 部門の職員がその能力を有する。 実際に課題である防火帯ラインデータの修正について、現地情報を反映する取組みが開始された。 表 4-2 「連携システムが応用できる可能性がある分野」で示したとおり、他分野への応用ニーズがある 	<ul style="list-style-type: none"> 地方連携システムの核となる ArcGIS Online の正規ライセンスが取得できていないのが課題。 現行のプロトタイプシステムは、試用版ライセンスで開発されている。 ボツワナ政府と米国 ESRI 社とのライセンス合意に従い正規ライセンス取得が急がれる。 正規ライセンス取得後のシステム移植作業については、管理者マニュアル (Module 3) を使用して作業が DFRR で実施可能。
2. NFI データ活用しての報告	<ul style="list-style-type: none"> 事前に用意されたプログラムコードを使用して、NFI データから地上部と地下部のバイオマス等、FRA(世界森林資源評価)に必要な情報を算出できる。 DFRR 職員は QAQC の実施を通して、NFI データ取得に係る能力及び技術向上を図り、取得されるデータの質が向上した。 	<ul style="list-style-type: none"> 今後、膨大に蓄積される NFI データから地上部と地下部バイオマスを正確に算出し、かつ、算出過程で問題が発生した際、自ら解決する能力を有するためには、DFRR 職員のプログラミングスキルの更なる強化が課題。 対応策: マニュアル Module 4 を活用してスキルアップが可能) 生成データの情報共有を促進させるため、FAO や UNFCCC との連携強化を図る。 対応策: DFRR 内に国際機関との連携を受け持つ Focal Point を設置する。

NFMS 活用分野	現況	課題と対策
3. 火災管理関連	<ul style="list-style-type: none"> DFRR は、防火帯 GIS データのメンテナンス情報を更新できる。更新された情報が、中央および地方間で情報共有できる。(防火帯計画や現場確認に有効) DFRR は、気象データを用いて日単位の火災危険指標を算出できる。現状データ不足の課題があり、より多くの気象データで分析出来れば、公表出来るレベルのプログラムとなる。 潜在的火災マップ、アセットマップ、火災跡ポリゴンが作成可能 以上のプログラムは、無料の GIS ソフトを用いることにより District 事務所でも作成可能。現状、District に GIS ソフトが不備である。 	<ul style="list-style-type: none"> 防火帯のメンテナンスは委託業者が実施しているが、その情報が集約されていない。 対策: 担当者を指名し、防火帯メンテナンスに関する情報管理を集約する。 分析に用いる気象データが完備されていない 対策: 気象局との連携を強化し、各気象観測所からのデータ入手体制を整える。 潜在的火災マップに用いるデータについて、その精度等、有識者による評価が求められる。 アセットマップは現地に詳しい各 District の職員が、District 別にアセットマップを作成することが望ましい。 地方ではインターネットの通信速度が障壁になるため、通信インフラの向上が必要。
4. CBNRM	<ul style="list-style-type: none"> NFMS の CBNRM への活用方法が示され、その活用方法について、OJT により能力向上がなされた。 高分解能の衛星画像を用いれば、樹木の分布を示すことが可能だが、樹種判定までは技術的に不可能であった。 	<ul style="list-style-type: none"> 4.5.3 で示したように、主題図作成方法を知る職員が一部に限られていることから、その手法について、マニュアルを活用して、職員間で共有していく必要がある。 本事例を好例として、CBO 等の組織運営にも NFMS がもたらすデータや主題図の活用が可能であることについて、DFRR は、年一度の植樹祭や、各種イベント等を通じて、関係者間へのより積極的な情報共有をする必要がある。
5. 知見共有	<ul style="list-style-type: none"> BFDM2015 については、問合せが増えている。Survey and Mapping からハードコピー、ソフトコピーともに購入可能 NFMS については、表 4-15 に示すとおり、様々な機会を通じて、情報共有・発信に取り組んでいる。 SADC-JICA 森林プロジェクトを通じて知見共有がなされている。 	<ul style="list-style-type: none"> NFMS からもたらされる森林情報について、DFRR が定期的に報告・発表する機会が設けられていない。よって、関係者は、その都度、DFRR へ問合せを行う必要があるが、その窓口も現状では定かではない。 対策として、早急に NFMS 実施体制を整備し、森林情報に関する Forest Status Report のような定期刊行物を一般向けに発行すべきである(第 5 章「結論と提言」参照。もしくは、ボツワナ統計局と連携し、政府の統計書に NFMS からもたらされる森林情報を含めるべきである。

出典:DFRR-JICA NFMS Botswana Project

第5章 結論と提言

5.1 結論

国家森林モニタリング計画の検討の結果、以下の結論がプロジェクトにより導き出された。

1. 国家森林モニタリング計画は、ボツワナ国政府の政策および国家開発計画とも合致しており、これを推進することは、持続的自然資源の利用に寄与することとなり、その妥当性は高い。また、気候変動枠組条約をはじめとする様々な国際社会への報告へも寄与することが可能であり、計画実施の妥当性は非常に高い。
2. 国家森林モニタリング計画は、地上調査(森林インベントリー)および森林リモートセンシング技術を活用しての森林分布図の作成との組み合わせによって実施される。
3. 森林インベントリー調査手法が検討され、開発され、能力向上研修が実施された。その結果、DFRRは、森林インベントリー調査を実施する能力を獲得した。また、その調査方法については、マニュアルとしてまとめられた(Module 1)。
4. 国家森林インベントリーについては、全国の森林を対象として 640 の PSU を設置し、これを 5 年間隔で、調査を行う。(DFRR によって、第 1 巡目が既に開始されており、2020 年度終わりまでに完了する予定)
5. 全国森林分布図を作成するにあたり、土地被覆分類クラスが決定された。1.Riparian Forest, 2.Typical Forest, 3.Woodland, 4.Shrub/bush, 5.Grass land / Forbs / Savanna, 6.Marsh, 7.Desert / Sand Dune, 8.Bareland / Built up, 9.Water body / Pan
6. 森林の定義は、森林政策 2011 を踏襲した。この定義は FAO による森林定義と同じである。但し、平均樹高 8m 以下で単層構造の森林を、Woodland とする。よって、森林分布図においては、1.Riparian Forest, 2.Typical Forest, 3.Woodland の 3 分類クラスが「森林」に該当する。
7. 今後の森林モニタリングを継続していく上でのベンチマークとなる全国森林分布図(BFDM2015)が作成され、2016 年 6 月に公開された。BFDM2015 によれば、ボツワナ国における森林面積は、157, 279 km²であり、森林率は 27.1%であった。

表 5-1 BFDM(ボツワナ全国森林分布図)2015 結果

Class	Area (km ²)	%
Riparian Forest	1,552	0.3
Typical Forest	36,517	6.3
Woodland	119,210	20.6
Total "Forest"	157,279	27.1
Bush/Shrub land	264,906	45.7
Savanna/Grassland	120,134	20.7
Bareground	8,905	1.5
Desert/Sand dunes	7,008	1.2
Marsh/Wetland	7,661	1.3
Waterbody/Pan	13,875	2.4
Total	579,768	100

出典: BFDM 2015, DFRR-JICA NFMS Botswana Project

8. 森林リモートセンシング技術を用いた森林分布図作成に関連した能力向上研修が実施され、マニュアルが開発された(**Module 2**)。DFRR は同技術を習得したが、今後は、プロジェクトから得られた知見や開発されたマニュアルを参考に、森林分布図の更新していく必要がある。しかしながら、日常的に同技術を担当するスタッフの不在により、継続性については、疑問が残るところ、DFRR による体制作りが待たれるところである(提言参照)。
9. 森林リモートセンシング技術に関連して、全国森林分布図作成以外の具体的な活用方法として、火災管理への適用が示され、以下の主題図作成についての能力向上研修が実施され、関連するマニュアル(**Module 5**)が作成された。
 - Fire danger information
 - Fire zoning map
 - Asset map
 - Burnt scar
 - Biomass change
10. 森林 GIS データベースが DFRR に装備された。今後は、DFRR により同データベースの管理が行われる。同データベースには、現時点における持続的森林管理に資する各種データが格納され、森林インベントリーデータの入力と解析や、森林リモートセンシング技術を用いた森林分布図関連情報や、衛星画像データ、画像解析、各種主題図の作成等が、同森林GISデータベースを用いて実現可能となっている。
11. 森林 GIS データベースに関連して、**Operation Manual** および **System Administrator Manual** が開発された。さらに、今後の継続性に鑑み、研修用教材としての **Practice Manual** が開発された。(Module 3) ただし、森林リモートセンシング分野と同様、恒常的に GIS ラボを管理する担当者が不在であり、責任のありかが不明瞭である(提言参照)。
12. 森林 GIS データベースで重要な事は、格納データを継続的に更新し、常にフレッシュな状態としておかなければ、使えるデータベースにはならないということである。これには、中央のスタッフのみではなく、District からの情報も重要であり、どのように、District との情報連携をしていくかについての検討がなされ、その方向性が示された。(提言参照)
13. NFMS の具体的な活用方法として、FAO 世界森林資源評価報告書(FRA)への報告を前提とした、データ活用研修を実施した。同報告への結果報告には、森林分布図からもたらされる森林面積情報と、森林の地上調査データのどちらも必要であり、NFMS により、それらの情報提供が可能となった。今後、DFRR は、ボツワナ独自のデータを用いた報告が部分的に可能となった。また、地上部・地下部バイオマスの推計も同様に可能となり、LULUCF 分野での GHG 国別報告書に対しての貢献も可能となった。同ツールについては、マニュアルとしてまとめられ、森林 GIS データベースに格納されており、今後、DFRR によって活用が可能である(Module 4)。次表に、現時点(NFI の目標 PSU 調査数の 27%時点)での結果を示す。

表 5-2 BFDM(ボツワナ全国森林分布図)2015 結果

TOPIC/Variable in FRA	FRA Reporting year			Preliminary results obtained by the Training*
	2005	2010	2015	
3.1 Total forest growing stock	770	735	725	394
3.2 Total other wooded land growing stock	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
3.5 Above-ground biomass	893	881	868	749
3.6 Below-ground biomass	500	493	485	210
3.8 Carbon in AGB	420	414	407	352
3.9 Carbon in BGB	235	232	229	99

出典: BFDM 2015, DFRR-JICA NFMS Botswana Project

14. NFMS を活用しつつ、持続的な森林管理に資する CBNRM 活動支援の一事例を示し、関連する能力向上を DFRR 職員および対象 Trust 会員に対して OJT で行った。また、その事例についての方法や、その際に得た知見や提言をついてとりまとめ、Good Practice Manual (Module 6)としてまとめた。
15. 5 年間隔の NFI および BFDM の情報を解析し、DFRR は定期的に Forest Status Report を発行することが可能となる。Forest Status Report は、NFMS のみから出てくる情報のみならず、DFRR 全ての活動が含まれるべきで有り、その目次案が次表のとおり作成された。

表 5-3 Botswana Forest Status Report 目次案

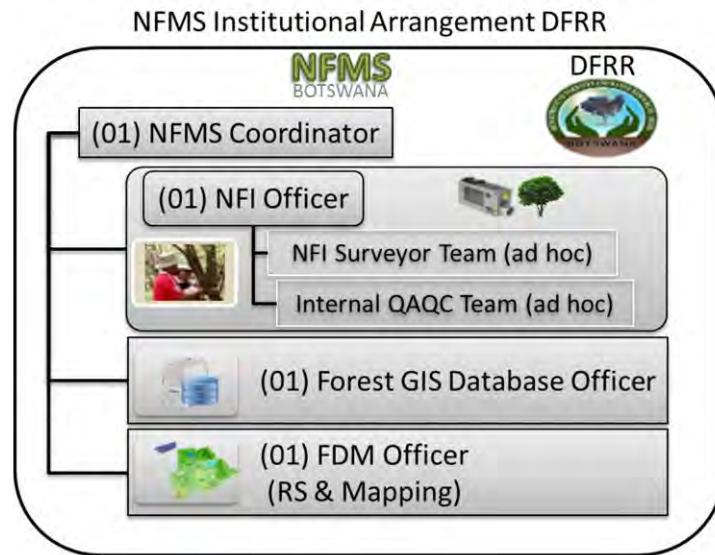
章	内容
1	導入
2	森林面積および変化 BFDM の解析から得られる森林情報を記述する。全国および District 別の森林面積、Woodland 面積、その他土地被覆面積。土地利用変化についての分析等
3	森林資源およびその経済評価
3.1	木質資源の評価(森林、woodland の蓄積を、NFI と BFDM の結果の解析から評価する)
3.2	非木材林産物の評価
4	森林と火災 火災地域の統計およびその傾向等
5	森林とツーリズム
6	コミュニティーベース自然資源管理と森林
7	森林行政・政策
8	提言

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

5.2 提言

5.2.1 NFMS 実施体制の早期確立(NFMS メンバーの任命や雇用)

第 3 章 3.10 で示したとおり、NFMS の持続的な実施を確実にするため、現状、担当者が明確ではない DFRR における実施体制は不十分であるため、一刻も早く、DFRR における NFMS 実施体制を整えることが必要である。次図にその体制図を示す。そのため、早期の NFMS メンバーを任命もしくは必要に応じた雇用を行うことを提言する。また、各コンポーネントの業務や責任を TOR に従って、各メンバーに明確に振り分け、体制を築くことを推奨する。DFRR は、メンバーの指名や雇用に際しては、第 3 章 3.10 に記載した TOR を考慮し、PDP (Performance Development Plan)に必要な業務を加えること。



出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 5-1 NFMS 実施体制図

5.2.2 移動手段

国家森林インベントリー (NFI) の最も困難な点として、調査員の移動を安全に行うことである。調査員チームは短期間で移動を行い、ボツワナ国全土にランダムに配置された全ての PSU を調査する必要があるため、以下のような状況に遭遇した場合、PSU への到達が困難となる場合がある。

- ❖ 車両の通行や“Bush Crashing”(ブッシュの中を車両で進むこと)が出来ない
- ❖ 丘の頂上や、樹木が密生して車両が入れない
- ❖ 非常に離れており、かつアクセス道がない

通常の状況下では、1 調査班は、車両 2 台を使い、4~5 人の調査員と 2 人の運転手で構成される。そのため、1 班 6~7 人の調査員で構成される。2 チームを組織する場合は、4 台の車両が同時に、NFI 実施期間中に必要になる。同様に 4 班編制する場合は、同時期に 8 台の車両確保が必要になる。

さらに、車両は、灌木林や、砂利道、砂道、でこぼこの多い岩道、水たまり、沼沢地やガリー等、通行困難な状況下で使用されるため、オーバーヒート、パンク、その他の損傷等の高いリスクがある。そのため、よく整備され、どのような地形でも走行可能な車両が NFI 調査には必要不可欠である。また、車両にはエンジンを保護するためのブッシュ・ガードが必要である。プロジェクト供与車両の 2 台については、ブッシュガード、スペアタイヤ、タイヤ修理キット、予備燃料缶等の装備済みである。

以上のように、NFI の円滑な実施のためには、一定数の車両を確保する必要がある。政府が供与する整備状態の悪い車両や、車両不足を補完すべく、NFI 開始直後にあたっては、プロジェクトによる車両借上や、プロジェクト車両の投入を行った。現状については、DFRR の努力により、外部からの NFI に必要な財政支援なしで、実施が出来ている。しかしながら、特に林野火災の消火活動時期と NFI 実施時期が競合する場合、政府側の車両確保が、困難となる。よって、ボツワナ政府は、円滑な NFI 実施のために、車両確保のための対策を常に取り取る必要がある。そのため、現在、ボツワナ政府が実施促進を図ろうとし

ている、整備不良や老朽化車両の更新を図るのみならず、最低でも4台のピックアップトラックをNFMS用に調達し、必要な際に利用できるようにすることを提言する。

現状として、2台のトヨタ・ランドクルーザーがプロジェクトで調達され、プロジェクト用途に限った使用を行っている。最低でも、これら2台の車両については、プロジェクト終了後においても引き続き、NFMS目的で専有的に利用可能とすることが望ましく、強く提言を行う。

5.2.3 調査員の安全確保と関連機関合意によるNFIの効率的な実施

3.10において、NFMS実施体制および調査員の安全確保について、述べたとおり、既にDFRRによる対応がなされてきているが、森林インベントリー調査実施時における、DFRR職員たる調査員の安全確保は、NFMSを持続的に実施していく上での最重要事項であることは普遍である。この安全確保の一環として、NFI調査員の現場での安全を確保するかについて、DFRRとDWNPやボツワナ防衛軍(BDF)等のステークホルダー間において、恒久的な合意や取り決め等を行い、より安全を期し、より効率的にNFIを実施する必要がある。DFRRは今後、その草案作成にとりかかるべきである。

現状としては、NFI実施の都度、安全確保のための要員や車両確保のために費やす事務的作業が増加している弊害がある。よって、調査員の安全確保とNFI実施への協力を各機関と取り決めを作成し、各機関は、調査員の安全を確保に努め、NFIの円滑な実施を確約し、NFI調査の効率化を図るべきである。また、それが、NFIの結果の質の向上にも繋がる。

5.2.4 行政/財政の制約

現在進行中の第1巡目の森林インベントリー調査は、DFRR職員が定期的に決められた数量を実施し、計画的に行われている。調査員には、大変な労力や時間外労働が課せられるため、調査用資機材等の装備面や、各種手当の確実な予算確保と支給を政府には、これまでと同様に引き続き求められる。

予算措置がなされなければ、今後においてNFMS実施の規模、持続性やNFI収集データ質にまで、悪影響を及ぼす可能性がある。

5.2.5 全国森林分布図(BFDM)の更新

(1) 全国森林分布図(BFDM)更新における課題

ボツワナ全国森林分布図2015が、プロジェクトによって作成された。これは、本プロジェクトの最大の成果の一つである。しかしながら、今後の森林モニタリングのためには、定期的に森林分布図を作成し、今回作成したBFDMをベンチマークとして活用し、新たに作成する森林分布図と比較して初めて森林面積の増減の議論が行えることになる。現状としては、プロジェクトによる研修やOJTによる作業により、BFDMに関する能力向上がなされ、BFDMが開発されたが、今後においてもDFRRは、継続的にこれを更新していく必要がある。

また、詳細森林分布図に関しては、高解像度衛星画像分析がDFRR内で必要になった際、目的に応じて衛星、SARなどのセンサー、適正な解析手法を選択していかなくてはならない。この場合、DFRRは、本プロジェクトにおけるOJT等の研修や作成されたマニュアル等の成果を用いて、持続的に対処する必要がある。そのためにも、5.1に示した実施体制を整える必要があり、場合によっては、全国森林分布図

の作成を、アウトソーシングすることにより、解決出来る。しかしながら、アウトソーシングする場合においても、使用の作成や作業の指示、または、成果物の品質を確保するためにも、やはり DFRR 側に、森林分布図作成に必要な知見を有した専門家を配置することは必要である。

(2) 画像解析ソフトウェアのライセンス (ENVI and eCognition)

プロジェクトによって導入された ENVI や eCognition などのリモートセンシング画像を解析するソフトウェアは、ライセンス保守費用を支払うことで、ユーザーは最新版の製品とサポートを得ることができる。初年度費用は、JICA によって賄われたが、すでにサポート期間を終了しており、今後は、必要に応じて DFRR が、同費用を拠出しなければならない。JICA が購入した画像解析ソフトウェアのライセンス状況を次表に示す。

表 5-4 リモートセンシングソフトウェアのライセンス状況

ソフトウェア	メンテナンス ユニット料	メンテナンス料* (税込)	初期費用 (税込)	有効期限、 サービスプロバイダー
ENVI Single Use Node locked License (2 license)	BWP 12,700	BWP 25,400	BWP 65,600	有効期限: 30 Oct 2014
ENVI Atmospheric Correction Module Single use Node locked License (2 license)	BWP 6,600	BWP 13,200	BWP 27,000	コンタクト: GIMS BOTSWANA (PTY) LTD P.O.BOX AD 816, ADD, Gaborone, Tel: 267-390744 Fax:267-3973086 Email: info@gimsbw.co.bw sales@gimsbw.co.bw support@gimsbw.co.bw
ENVI Orthorectification Module, Single Use Node locked license (2 license)	BWP 22,700	BWP 45,400	BWP 100,800	
ENVI Floating Licence	BWP 16,700	BWP 33,400	BWP 84,900	
ENVI Atmospheric Correction Module, Floating License	BWP 6,600	BWP 13,200	BWP 27,000	
ENVI Orthorectification Module, Floating License	BWP 22,700	BWP 44,500	BWP 100,800	
eCognition		¥1,200,000 * BWP 115,163 ** *Update rate: Over 18 month from expire date **JICA Rate Feb2016 (BWP1 = JPY10.42)	¥2,390,000 BWP 229,367**	有効期限: 31 July 2014 コンタクト: infoserve INC. Sotokanda 6-2-8, Chiyoda, Tokyo, Japan Tel: +81-3-3833-8201 Fax: +81-3-3833-8203 E-mail: product_info@infoserve.co.jp

* 2016 年時点の料金

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

Windows の OS がバージョンアップした場合、現時点での画像解析ソフトのバージョンでは作動しなくなる可能性もあることから、最新の有料ソフトを確保しておくことを推奨する。しかし、全てのライセンスの保守費用は高額となる。そこで、ENVI での BFDM の更新作業を想定すると、ENVI (single use node lock license で可) を 1 ライセンスだけ保守継続することを提案する。

衛星画像解析ソフトには、GRASS といったフリーソフトがあるが、操作性の点で有料ソフトに及ばない。また Google Earth Engine といったクラウドソフトもあるが、インターネット通信の点で課題がある。

5.2.6 地方局における GIS に係るハード・ソフト環境の改善

諺にあるように「習うより、慣れろ。」は、如何なる分野においても有効である。GIS データベースについても、それをマスターするためには十分な訓練が必要である。DFRR の本部には、GIS の知識や技能を維持するために十分なハードウェア、ソフトウェアを兼ね備えた GIS ラボがある。ところが、地方のディストリクト・オフィスは、そのようなハード、ソフトの環境が整っておらず、状況が異なっている。GIS 研修生が知識や技能を維持するためのハードウェアやソフトウェアが欠如し、継続的なトレーニングを行う上で適切な環境が整備されていないと思われる。地方のオフィスには、少なくとも ArcMap (ベーシック) のライセンスが稼動できるハードウェアの環境を導入することが強く薦められる。下表に研修生が GIS データベースの技能を維持するために薦められるハードウェア (ソフトウェア) スペック表を示す。(参考:ボツワナ政府と ArcMap のプロバイダーである米国 ESRI 社との間には、ELA と呼ばれるライセンス協定が結ばれている。)

表 5-5 GIS システム要求スペック表

ハードウェア		
CPU	2.2 GHz	HHT/Multi core 推奨
Platform	x86 / x64	
Memory/RAM	2GB (最低)	
Display	24bit カラー	
Monitor resolution	96dpi 1024*768 (最低)	
Swap domain	500MB (最低)	
Internal HDD	2.8GB (最低)	
Video Graphics	64MB RAM (最低), 256MB 以上 recommended	NVIDIA/ATI/Intel chip サポート
ソフトウェア		
OS	Windows 7 Ultimate/Professional	32bit / 64bit
	Windows 10 Home/Pro/Enterprise	32bit / 64bit
GIS	ArcMap Basic (最低)	1 ノードロック・ライセンス

出典: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

5.2.7 NFI のさらなる効率化へ向けて

これまでの NFI の経験から、ボツワナにおける NFI は、1 日平均 0.6 Unit/Day/Team というのが実績である。この数字には、休日や移動日なども含めて算出している。例えば、1 時期に 40PSU の調査をしようと計画したい場合、4 チームで計画すれば、 $40 / 4 / 0.6 = 17$ 日間の工程を計画する必要がある。

1 つの PSU の調査にかかる時間は、森林の密度によるが、現場に到着後からは、平均して 2 時間以内で調査を終えることが出来きている。しかしながら、1 日一つの PSU しか調査できておらず、移動時間他を含めると、平均して 0.6 Unit/Day/Team という結果になっている。

調査期間が長引けば、調査のコストが増大する結果にもつながり、また、長期間の調査にかかる調査員の疲労は、調査結果の品質にも重大な負の要因として働くことになることが予想される。そのため、森林インベントリー調査の効率性の改善は、NFI を長期に継続していくためには必須事項である。

改善する方法として、考えられるオプションは、次の 3 点が考えられる。

- 1) 調査員の継続的な能力向上による習熟度の向上による改善
- 2) 関係機関との連携による調査体制の効率化 (関係者の合意: 提言 5.2.3 参照)

3) 最新技術の導入による調査技術の改善・効率化

5.2.8 上位計画の必要性と NFMS の活用

第 2 章において、国家森林政策 2011 からと、国家開発計画からの NFMS の妥当性について議論を行い、その妥当性を確認した。しかしながら、ボツワナ国の森林行政においては、森林政策 2011 以降、国全体の森林資源をどのように活用し、管理していくかについての具体的な計画やマスタープランが存在していない状況である。DFRR が管理する国有林においても、計画の欠如は同様である。よって、次のステップとして、Vision2016 や NDP11 における開発目標に沿い、国家レベルでの森林セクターにおけるマスタープランや、国有林管理のためのマスタープランを、開発された NFMS を活用しつつ、策定することを提言する。

国の森林資源を把握し、それを今後どのように保全や利用、管理をしていくかについて、国全体での議論を行うためには、その科学的根拠に基づいた合理的な判断が求められるが、NFMS は、そのツールとして最適である。よって、森林セクターはもとより、エネルギーや火災管理、CBNRM 等における政策や計画策定においても、NFMS の成果を DFRR が中心となって、最大限活用することを提言する。

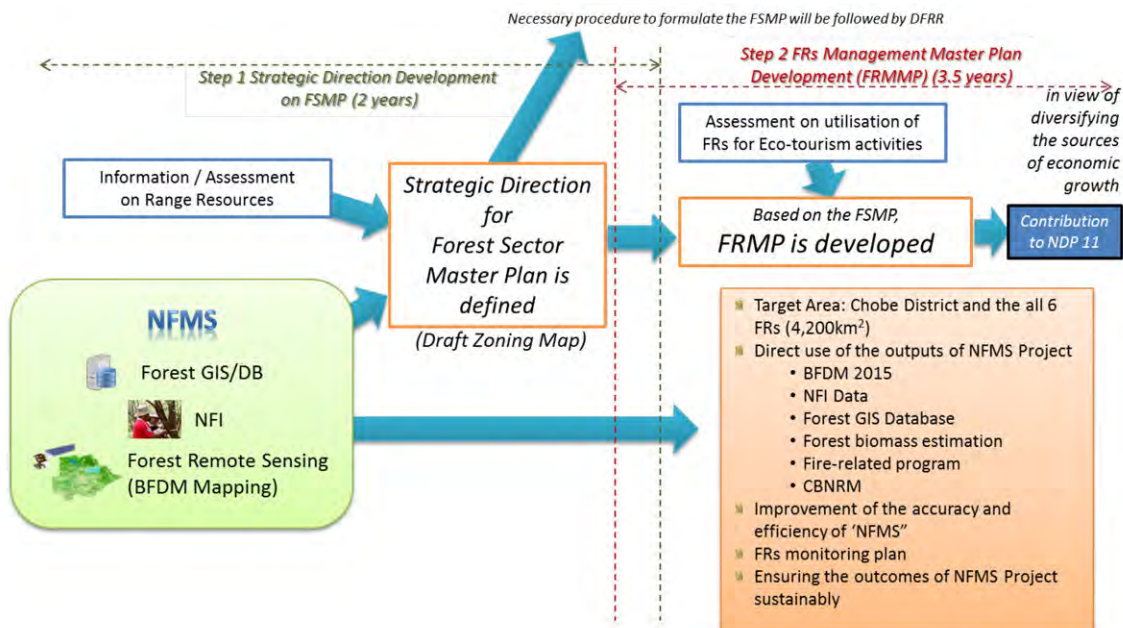
実際、上位計画の必要性については、DFRR としてもその必要性を認識しており、2017 年 8 月にボツワナ政府は、日本政府に対して森林セクターマスタープランについての技術協力の要請を行っている。次表にその要請の概要を示す。

表 5-6 新規プロジェクトの要請概要

項目	内容
プロジェクト名	経済成長源の多様化に鑑みた国家森林マスタープランおよび国有林マスタープラン開発 National Forest Master Plan and (Forest Reserves Master Plan Development) in view of diversifying the sources of economic growth in the Republic of Botswana
背景	<p>最新の国家開発計画(NDP11)においては、「経済成長源の多様化」が最優先事項となっており、特に、ツーリズム(エコツーリズム)セクターが、経済成長と多様化および貧困撲滅を実現するための優先経済セクターとして特定されている。同セクターの開発と成長は、野生生物とその生息域となっている森林や Woodland 等における自然環境の持続的利用をベースとして成り立つものであり、それらの自然資源の状況は恒常的にモニタリングされていなければならない。さらに、その関連から、国有林(Forest Reserves)のツーリズムへの解放が現在、議論されており、UNDP 支援により「エコツーリズムのための国有林利用ガイドライン」が 2009 年 7 月にドラフトされている。さらに、「持続的な自然資源の利用」も NDP11 における一つの優先分野であり、持続的な自然資源の利用を行いつつ、経済成長を実現していくことを目指している。</p> <p>以上の結論として、まず、ボツワナ政府は、国家レベルの森林資源をどう扱って行くかについての、戦略的な方向性やガイドラインを示す森林セクターマスタープランを策定する必要がある、さらに、その方向性に基づいた、国有林の有効活用を計画する必要性に迫られている。</p> <p>一方で、森林行政を担う、DFRR においては、JICA 支援による「国家森林モニタリングシステム(NFMS)プロジェクト」が 2013 年 6 月～2017 年 12 月に実施され、森林モニタリングをするためのツールを得ており、同ツールを活用しつつ、「持続的な自然資源の利用」に貢献することが可能である。</p>

上位目標	現在および将来において、全ての国民における平等で持続的な便益を確保することにより、ボツワナ国の長期的な社会経済開発において、森林セクターからの貢献を最適化すること
プロジェクト目標	ボツワナの森林の生産性改善や持続的管理の戦略の方向性を示し、国の社会経済開発や地域住民生計向上にも貢献する国有林マスタープランを策定すること
期待される成果	成果 1: 国家森林草原資源マスタープランの戦略的方向性が定められる 成果 2: 国および国有林の森林資源が評価される 成果 3: 国有林における観光資源が評価される 成果 4: 国有林管理マスタープランが策定される
プロジェクト期間	5年間 Step 1: 森林セクターマスタープラン戦略的方向性の策定(2年) Step 2: 国有林マスタープラン策定(3.5年)(コンサルテーション期間を含む)
カウンターパート機関	森林局: Department of Forestry and Range Resources (DFRR)

Phase \ Year	1	2	3	4	5
Step 1 Forest Sector MP					
Step 2 Forest Reserves MP					



出典:DFRR-JICA NFMS Botswana Project

図 5-2 経済成長源の多様化に鑑みた国家森林マスタープランおよび国有林マスタープラン開発

ボツワナ共和国環境・自然資源保全・観光省 (MENT)
森林局(DFRR)
独立行政法人国際協力機構 (JICA)

ボツワナ国国家森林モニタリングシステム強化プロジェクト

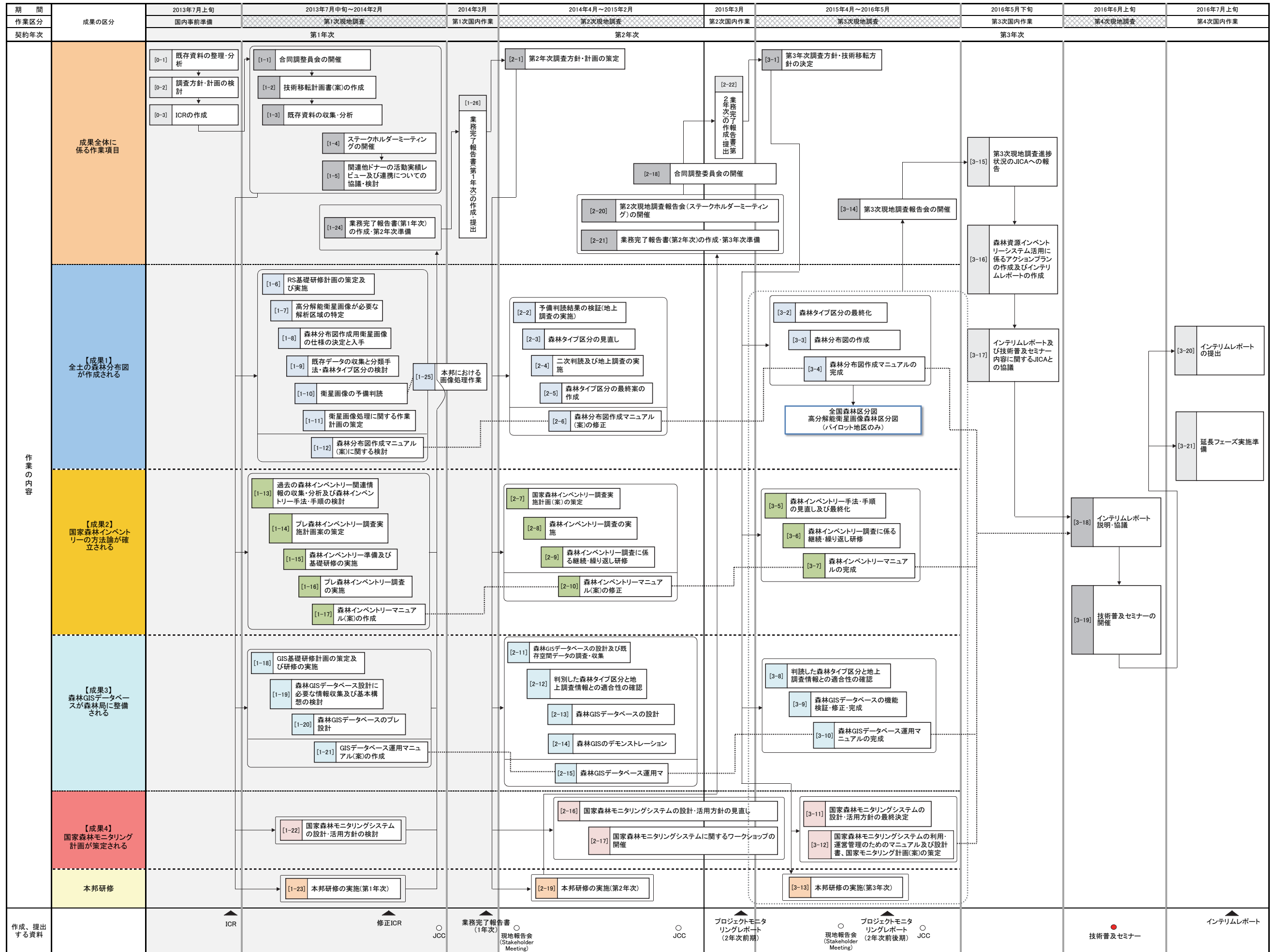
業務完了報告書

2017年12月

付属資料 (APPENDICES)

- | | |
|-----------------|--|
| 1. Appendix-1 | Workflow of the Project (July-2013 – June 2016) |
| 2. Appendix-2 | Plan of Operation for the extension phase (July 2016 – December 2017) |
| 3. Appendix-3 | Certificate of handover |
| 4. Appendix-4 | List of equipment |
| 5. Appendix-5 | CBNRM |
| | -1 Action Plan of KyT to manage natural resource by using tree cover map and satellite imagery map |
| | -2 Short list for the selection of CBNRM CBOs |
| | -3 Long listed CBNRM CBOs |
| 6. Appendix-6 | Record of Discussion and Amendment |
| 7. Appendix-7 | Man-Month Table |
| 8. Appendix-8 | JCC Minutes of Meeting |
| 9. Appendix-9 | Technical Transfer Report |
| 10. Appendix-10 | 本邦研修受入実績 |
| 11. Appendix-11 | Interpretation Table |

Appendix-1
Worklfow of the Project (July-2013 – June 2016)



ICR: Inception Report, RS: リモートセンシング
JCC: 合同調査委員会, TWG: 技術作業部会

Appendix-2
Plan of Operation for the Extension Phase
(July 2016 – December 2017)

Challenges and Key tasks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	2016						2017											
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Output 5. Developing NFMS																		
1.1 Linkage with Regional Offices and other Ministries																		
1.1.1 Assess the capacity of the DFRR District offices in the pilot area																		
1.1.2 Review the data storage specification to the central Forest GIS-DB																		
1.1.3 Assess the needs for the contents to be delivered to the other ministries																		
1.1.4 Review the deliver contents to the DFRR District offices and the other ministries																		
1.1.5 Design and construct the WEB-based information sharing prototype system																		
1.1.6 Customise the deliver contents in consideration of the internet conditions and register the data																		
1.1.7 Implement the training on the operation of the WEB-based information sharing prototype system																		
1.1.8 Develop the operation manual for the information sharing Web system																		
1.2 Support to provide the data to the international mechanism such as FRA and/or GHG inventory																		
1.2.1 Assess the capacity and the needs of the focal person/organisation for the FRA and/or GHG inventory																		
1.2.2 Implement the training on the reporting for the FRA and/or GHG inventory by use of the F-GIS-DB																		
1.2.3 Implement the QAQC																		
1.2.4 Conduct the training on the estimation of the AGB/BGB																		
Output 6. Applying to Forest Fire Program																		
2.1 Review the fire monitoring system in DFRR and confirm the availabilities of the fire related data																		
2.2 Develop thematic maps on fire (Hazard map, fire break map, fire scar map etc.) according to data availability																		
2.3 Develop the related manuals																		
Output 7. Applying to CBNRM																		
3.1 Collect and analyse the data about the legal framework, procedure and the stakeholders of the CBNRM																		
3.2 Identify the CBNRM potential areas (pilot areas) through the existing data and discussion with the DFRR																		
3.3 Collect and analyse the data on the CBNRM in the pilot area																		
3.4 Develop thematic map in the pilot area by using the tool developed and existing data collected																		
3.5 Develop the action plan in the pilot areas through the activities 7-1 to 7-4																		
3.6 Develop the good practice manual of the regarding the CBNRM																		
Output 8. [Linkage with JICA-SADC Project] - Sharing knowledge and experiences inside/outside Botswana in collaboration with SADC & developing partners																		
5.1 Compile the knowledge and experience obtained in the Project																		
5.2 Identify appropriate knowledge and experience to be shared inside/outside Botswana																		
5.3 Hold seminars to share the knowledge and experiences inside / outside Botswana in collaboration with SADC and other Developing Partners.																		
Work in Japan (i)																		
J-i-1 Report to JICA about the work progress of the WORK IN BOTSWANA (I)																		
J-i-2 Formulation of the Draft Completion Report of the Project by reflecting the results obtained through the extensior phase																		
J-i-3 Discussions with JICA concerning the Draft Completion Report of the Project and the Contents of Final Technical Dissemination Seminar																		
J-i-4 Formulation of the presentation materials for the final Technical Dissemination Seminar																		
Work in botswana (ii)																		
B-ii-1 Presentation and discussions about the Draft Completion Report of the Project																		
B-ii-2 Holding the final Technical Dissemination Seminar in collaboration with the DFRR/MEWT																		
Work in Japan (ii)																		
J-ii-1 Prepare the answer to the comments on the draft Completion Report which are submitted by the DFRR in consultation with JICA																		
J-ii-2 Finalise the Project Completion Report with the necessary modification based on the comments submitted by the DFRR.																		
J-ii-3 Prepare the Technical Transfer Report and compile the results as an appendix of the Completion Report (final)																		
Deliverables																		

Appendix-3
Certificate of Handover

CERTIFICATE OF HANDOVER

PROJECT TITLE: "THE PROJECT FOR ENHANCING NATIONAL FOREST MONITORING SYSTEM
FOR THE PROMOTION OF
SUSTAINABLE NATURAL RESOURCE MANAGEMENT"

This is to certify that the equipments in the attached list for above-mentioned project have been handed over properly as of November 4, 2013 to Department of Forestry Range Resources of Ministry of Environmental, Wildlife and Tourism.

Gaborone,
November 4, 2013

TEJIMA Shigeharu

Team Leader / Forest Resource Management

The Project for Enhancing National Forest
Monitoring System for the Promotion of
Sustainable Natural Resource Management
Japan International Cooperation Agency



Dr. M Manthe Tsuaneng

Director

Department of Forestry Range Resources,
Ministry of Environment, Wildlife and Tourism

List of Equipment (1/2)

Reg. No.	Name of Item	Model	Name of Manufacturer	Quantity		Remarks
3-1-1	ENVI Single-user node-locked License	ENVI 5.0 SN	Exelis	2	Licenses	
3-1-2	ENVI Atmospheric Correction Module Single-user node-locked License	ENVI Atmospheric Correction Module SN	Exelis	2	Licenses	
3-1-3	ENVI Orthorectification Module Single-user node-locked License	ENVI Orthorectification Module SN	Exelis	2	Licenses	
3-2-1	ENVI Floating License	ENVI 5.0 FL	Exelis	1	License	
3-2-2	ENVI Atmospheric Correction Module Floating License	ENVI Atmospheric Correction Module FL	Exelis	1	License	
3-2-3	ENVI Orthorectification Module Floating License	ENVI Orthorectification Module FL	Exelis	1	License	
3-3	eCognition Developer	eCognition Developer Version 8.90	Nikon-Trimble	2	Licenses	
4-1	Desktop personal computers for RS/GIS	VOSTROS 470 i7-3770	Dell	4	sets	Including Monitor, Keyboard, Mouse, Cables, Office Software, and Anti-Virus Software
4-2	Notebook computers for RS/GIS	HP ProBook 470 i5-3230M	HP	3	sets	Including AC adapter, Office Software, and Anti-Virus Software
4-3	UPS for PC of RS/GIS	100VA Line Interactive UPS	MECER	4	units	
4-4	Network attached storage (NAS)	HDWDBACG0020, My Book Live	Western Digital	6	units	
4-6	A3 Color-page Printers	CE708SA, HP Color LaserJet5525DN	HP	1	sets	Including Printer Server (J8021A)
4-10	PDF software	Acrobat 11.0 Win APP License IE	Adobe	9	Licenses	Including DVD Install Media
5-1	Handheld GPS navigators	GPSMAP 62s	Garmin	5	sets	Including USB cable
5-2	Digital cameras	AW-110	Nikon	5	sets	Including Spare Battery, Carry Case, and Memory Card
5-3	Ultrasonic hypsometers	Vertex IV 360°	Haglof	4	sets	Including Transponder, L-form metal fittings, Monopod, and Carrying Case
5-4	Laser hypsometers	TruePulse360	Laser Technology	4	sets	Including Reflect for laser hypsometer, Tripod for laser hypsometer, Filter for laser hypsometer, Bracket for laser hypsometer, Screw for bracket, Eyecup for laser hypsometer, and Bracket for laser hypsometer
5-5	Hypsometers BLUME-LEISS	BL-6	Carl-leiss	4	sets	Including Carrying Bag
5-6	Clinometers	PM-5/360PC	SUUNTO	4	sets	Including Carrying Bag
5-7	Compass	MC-2G	SUUNTO	6	units	
5-8	Calipers	Mantax Blue 650 11-100-1103	Haglof	4	sets	Including Belt Holder
5-9	Digital calipers	CD-67-S15PS	Mitutoyo	4	sets	Including Case
5-10	Diameter tapes	D3M	Yamayo	4	units	
5-11	Measuring tapes	3X Million OTR100X	Yamayo	4	units	
5-12	Measuring rope	100-LN	Sekisui	4	units	
5-13	Ranging rod	No.102-2	Senshin	20	sets	Including Carrying Bag
5-14	Tree Tags	AlumiTag	FSI	6	sets	
5-17	Hatchets	-	-	5	units	
5-18	Marking tapes	VT-305, 10 tapes/bundle	Takeya Shoji	10	units	

List of Equipment (2/2)

Reg. No.	Name of Item	Model	Name of Manufacturer	Quantity		Remarks
6-1	Trail camera	SG560P-8M	BMC	8	sets	Including Security Box, Mounting Bracket, Security Lock, and SD Memory Card.
6-2	Waterproof binoculars	Monarch 10x36 DCF	Nikon	2	sets	Including Carrying Bag
6-3	Field scope with digital camera (Digiscope)	TSN-664	KOWA	1	sets	Including Eyepiece, Adapter, Digital Camera, Camera's Bracket, Coupler, Cable Release, Sighting device, LCD hood, SD Memory Card, Spare Battery for Camera, Tripod, Camera Platform, and Long Plate.
6-4	Single-lens reflex camera	D7100(J)	Nikon	1	sets	Including Spare Battery, 2 SD Memory Card, Telephoto Lens, Lens Protection Filter, Zoom Lens, and Carrying Bag.
6-5	Handheld digital thermo-hygrometer	Thermo-hygrometer "Ondotori RH" TR72Ui	T AND D	1	unit	
6-6	Data logger for thermometer and hygrometer	HOBO ProV2 2ch CO-U23-001	Oneset	1	set	Including USB Vase Station, HOBOWare Pro Starter Kit, and Spare Battery.
6-7	Night vision scopes	NVSCP55	Sanko	1	unit	
6-8	Flashlights	P5 OPT-8405	LED LENSER	1	unit	
6-9	Sample bottles	Sample Bottles PS-15, 110bottles/carton	AS ONE Corporation	1	set	
6-10	Insect Nets	Extensible Metallic Rod 250cm, Net Flame 40cm, Net	Shiga Kontyu	1	set	
7-1	Multi-Function Printer (Scanning , Copying)	TASKALFA 5550ci MFP (012LC3NL)	Kyocera Mita	1	set	Including Accessories and Stabilizer
7-2	Projector	EB-X12XGA	Epson	1	set	Including Projector Screen and Laser Pointer
7-3	Notebook computers	HP ProBook 4540s	HP	1	set	Including AC Adapter, Office Software and Antivirus Software
7-4	Desktop personal computers	Dell Optilex 3010MT	Dell	1	set	Including Monitor, Keyboard, Mouse, Office Software, Antivirus Software, and UPS
8	Vehicles	Land Cruiser 76 series (Station Wagon)	TOYOTA	2	units	Including bush guard, roof rack, and 2 spare tires.

CERTIFICATE OF HANDOVER

PROJECT TITLE: "THE PROJECT FOR ENHANCING NATIONAL FOREST MONITORING SYSTEM
FOR THE PROMOTION OF
SUSTAINABLE NATURAL RESOURCE MANAGEMENT"

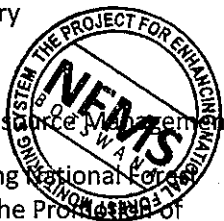
This is to certify that the equipment in the attached list for above-mentioned project have been handed over properly as of September 29, 2014 to Department of Forestry Range Resources of Ministry of Environmental, Wildlife and Tourism.

Gaborone,
September 29, 2014

菅原 史緒

Sugawara Fumio
Assistant Forest Inventory

For TEJIMA Shigeharu
Team Leader / Forest Resource Management
The Project for Enhancing National Forest
Monitoring System for the Promotion of
Sustainable Natural Resource Management
Japan International Cooperation Agency



Sonny W. Mokgwathi
Acting Director

Department of Forestry Range Resources,
Ministry of Environment, Wildlife and Tourism

List of Equipment

Reg. No.	Name of Item	Model	Name of Manufacturer	Quantity		Remarks
4-1	PC Monitor for Desktop Personal Computer ✓	DELL S2240L	Dell	4	units	
4-12	Handheld Computer ✓	HP ElitePad 1000 G2 Tablet	HP	2	units	Including Tablet Pen, Pad Case, USB3 Adapter, microSD card
	GPS Receiver/Logger for Handheld Computer ✓	M-241	Holux	2	units	microSDHC Cards(×2)
	Rechargeable Battery Kit for Handheld Computer ✓	Eneloop KJ23MCC20	Panasonic	2	units	
	Car Inverter for Handheld Computer ✓	OWM-10	Owltech	2	units	
5-1	Handheld GPS navigator ✓	GPSMAP 62s	Garmin	2	unit	
	Vehicle Power Cable for Handheld GPS navigator ✓	010-10851-11	Garmin	7	units	
5-3	Ultrasonic hypsometer ✓	Vertex IV 360°	Haglof	3	units	Including L form metal fitting,
5-4	Laser hypsometer ✓	TruePulse360	Laser Technology	3	units	Including Reflect, Tripod, Fitter, Bracket, Screw, Eyecup
5-8	Caliper ✓	Mantax Blue 650 11-100-1103	Haglof	3	units	Including Belt holder
5-10	Diameter tapes 2m ✓	W606PM	Lufkins	7	units	
5-14	Measuring tapes 50m ✓	3X Million OTR50X	Yamayo	7	units	
5-14	Tree tag ✓	AlumiTag	Forest Supplier Inc	18	units	
6-1	Trail Camera ✓	SG560P-8M	BMC	16*	units	Including security box, direct tree mount, locking cable, SD memory card

*Remark: 17 trail cameras were purchased originally, but one was destroyed by wildlife during biodiversity survey in Khutse game reserve before the official handover.

李原史緒
29/09/14

Appendix-4
List of Equipment

List of Equipment
DFRR-JICA NFMS Botswana Project

Category	No.	Item	Quantity	Place of Procurement	Procurement	
1. Satellite Images	1-1	LANDSAT satellite images (FREE)	41 scenes (whole territory of Botswana)	Japan	Project (JICA HQ)	
	1-2	High resolution satellite images (Rapid Eye)	6334 km ² (Gaborone area)	Japan	Project (JICA HQ)	
	1-3	High resolution satellite images (SPOT)	6504 km ² (Francistown area)	Japan	Project (JICA HQ)	
	1-4	PALSAR Mosaic Data	Gaborone area (3 tiles x 2007 & 2009)	Japan	Project (JICA HQ)	
2. GIS Software	2-1-1	Arc GIS for Desktop Advance Concurrent Use	1	Botswana	MEWT	
	2-1-2	ArcGIS 3D Analyst Concurrent Use	1	Botswana	MEWT	
	2-1-3	ArcGIS Spatial Analyst Concurrent Use	1	Botswana	MEWT	
	2-2-1	Arc GIS for Desktop Standard Single Use	1	Botswana	MEWT	
	2-2-2	ArcGIS Spatial Analyst Single Use	1	Botswana	MEWT	
	2-3-1	Arc GIS for Desktop Standard Concurrent Use	1	Botswana	MEWT	
	2-3-2	ArcGIS Spatial Analyst Concurrent Use	1	Botswana	MEWT	
	2-4	Arc GIS for Desktop Basic Single Use	3	Botswana	MEWT	
3. RS Software	3-1-1	ENVI Single-user node-locked License	2	Botswana	JICA Botswana	
	3-1-2	ENVI Atmospheric Correction Module Single-user node-locked License	2	Botswana	JICA Botswana	
	3-1-3	ENVI Orthorectification Module Single-user node-locked License	2	Botswana	JICA Botswana	
	3-2-1	ENVI Floating License	1	Botswana	JICA Botswana	
	3-2-2	ENVI Atmospheric Correction Module Floating License	1	Botswana	JICA Botswana	
	3-2-3	ENVI Orthorectification Module Floating	1	Botswana	JICA Botswana	
	3-3	eCognition Developer	1	Japan	JICA Botswana	
4. Hardware for GIS&RS	4-1	Desktop personal computers and additional monitor	4	Botswana	Project (JICA HQ)	
	4-10	PDF software for view, create, manipulate, print and manage files in PDF	1 set (9 licences)	Botswana	Project (JICA HQ)	
	4-11	Wireless broadband router	1	Botswana	Project (JICA HQ)	
	4-2	Notebook computers	3	Botswana	Project (JICA HQ)	
	4-3	UPS	7	Botswana	Project (JICA HQ)	
	4-4	Network attached storage (NAS)	1 set (2TB x 6)	Botswana	Project (JICA HQ)	
	4-6	A3 Colour Page Printers	1	Botswana	Project (JICA HQ)	
5. Forest Inventory Sur	5-1	Handheld GPS navigators	5	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-2	Digital cameras	6	Botswana	Project (JICA HQ)	
	5-3	Ultrasonic hypsometers (Vertex IV 360°)	7	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-4	Laser hypsometers (TruPulse 360° Package)	7	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-5	Hypsometers BLUME-LEISS	4	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-6	Clinometers	4	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-7	Compass	6	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-8	Callipers	7	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-9	Digital callipers	4	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-10	Diameter tapes (synthetic fabric & steel)	11	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-11	Measuring tapes 50m	11	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-12	Measuring rope	4	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-13	Ranging rod	20	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-14	Tree Tags	24 sets	Japan	Project (JICA HQ)	
	5-17	Hatchets	5	Botswana	Project (JICA HQ)	
	5-18	Marking tapes	1 set	Japan	Project (JICA HQ)	
	6. Biodiversity	6-1	Trail camera	25	Japan	Project (JICA HQ)
		6-2	Waterproof binoculars	2	Japan	Project (JICA HQ)
6-3		Field scope with digital camera (Digi-scope)	1 set	Japan	Project (JICA HQ)	
6-4		Single-lens reflex camera	1 set	Japan	Project (JICA HQ)	
6-5		Handheld digital thermo-hygrometer	1	Japan	Project (JICA HQ)	
6-6		Data logger for thermometer and hygrometer	1	Japan	Project (JICA HQ)	
6-7		Night vision scopes	1	Japan	Project (JICA HQ)	
6-8		Flashlights	1	Japan	Project (JICA HQ)	
6-9		Sample bottles	1 set	Japan	Project (JICA HQ)	
6-10		Insect Nets	1 set	Japan	Project (JICA HQ)	
7. Project Management	7-1	Multi Function Printer (Scanning , Copying)	1	Botswana	Project (JICA HQ)	
	7-2	Projector	1	Botswana	Project (JICA HQ)	
	7-3	Notebook computers	1	Botswana	Project (JICA HQ)	
	7-4	Desktop personal computers	1	Botswana	Project (JICA HQ)	
8. Vehicles		Vehicles (02 Toyota Land Cruiser 76 SW)	2	Botswana	JICA Botswana	

Appendix-5 CBNRM

- Appendix-5-1 Action Plan of KyT to manage natural resource by using tree cover map and satellite imagery map
- Appendix-5-2 Short list for the selection of CBNRM CBOs
- Appendix-5-3 Long listed CBNRM CBOs



THE PROJECT FOR ENHANCING NATIONAL FOREST
MONITORING SYSTEM FOR THE PROMOTION OF
SUSTAINABLE NATURAL RESOURCE MANAGEMENT

**Action Plan of KyT to manage natural
resource by using tree cover map and
satellite imagery map**

July 2017

Created by Department of Forestry and Range Resources, Ministry of
Environment, Natural Resource Conservation and Tourism
and Japan International Cooperation Agency

1. Introduction

Kgetsi ya Tsie Women Resources Enterprise Community Trust (KyT) has been collecting Marula fruits and Gala la tshwene to make their product. But, according to the coordinator of KyT, Ms.Mmpi, the amount of these natural resource are decreasing. The reason is still unknown but, it is important for them to manage them sustainably.

The project for enhancing National Forest Monitoring System for the promotion of sustainable natural resource management (NFMS) has been implemented in Botswana since 2013, and some outputs of this project are already done, such as Botswana forest distribution map and establishing national forest inventory methodology.

Applying these outputs to the Community Based Natural Resource Management (CBNRM) activity is also one of the outputs of this project. KyT has been doing their CBNRM activity since 1997, and their achievements are abundant. Therefore, NFMS selected KyT as the pilot area of its' CBNRM activity. By implementing some survey, NFMS decided to create the wood cover map and satellite imagery map for KyT to manage natural resource in their area. The discussion and workshop were done on 15th November, 2016 and 16th February, 2017 for selecting the areas to create map for and to make the plan to manage natural resource by using the map.

2. Objective

The first objective of this action plan is to show how to manage natural resources in KyT area by using the tree cover maps and the satellite imagery maps based on the workshop done on 16th February, 2017.

The second objective is to show the activities of KyT. There are few resources to show their activities at present, and KyT sometimes face difficulty in explaining their activities to the visitors or people who are interested in KyT. Thus, this action plan can be a guide to show what they have done and are doing to outsiders. Also this action plan can be shared among members of KyT to know what they have done until now, because KyT is consisted of many villages and it is difficult for them to share information together among themselves.

In this action plan, first, it shows the activities of KyT. Second, it explains how to manage natural resources in KyT based on the content of the workshop.

3. The content of the activities of KyT

3-1. The Basic information in KyT area

Kgetsí Ya Tsie Women Resources Enterprise Community Trust (KyT) is located in Tswapong hill area and established in 1997. It is composed of 27 villages, and close to 832 members. The total population in 27 villages is close to 53000, and 75 % of the households of KyT members are female headed. Also KyT is composed of three regions, which is Central Region, North Region, and South Region.

Table 1 The population of three regions

KyT Region	MALE	FEMALE	TOTAL
Central Region (9 villages)	8,609	9,994	18,603
North Region (7 villages)	6,888	7,735	14,623
South Region (8 villages)	9,020	10,797	19,817
total	24,517	28,526	53,043

Source: Data provided by Central Statistics Office

Note: The population in the table represent only 3 out of 27 villages due to lack of statistics

The head office is in Lerala village (Central District), nearly 353km away from Gaborone, and about 45 minutes from Palapye by car. Except Tswapong hills, it “ has mixed vegetation ranging from small bushed to dense savannah and mopane woodland¹” and these area has mostly sandy-clay loams with slight surface crusting that are moderately fertile and suitable for crop farming². Main ethnic group is Batswapong. The unemployment rate is 10.9% and south region is highest among three regions.

Table 2 The unemployment rate in the three regions

Region	Unemployment rate male	Unemployment rate female	total
Central Region	12.5%	6.6%	9.3%
North Region	11.1%	8.3%	9.5%
South Region	15.8%	12.2%	13.8%
Total (3 regions)	13.1%	9.0%	10.9%

Source: Central Statistics Office, 2011, Botswana

Note: The population in this table represents only 3 out of 27 villages due to lack of statistics.

¹ Motlhanka D.M.T. Nthoiwa G.P., 2012. *Ethnobotanical Survey of Medicinal Plants of Tswapong North, in Eastern Botswana: A Case of Plants from Mosweu and Seolwane Villages European Journal of Medicinal Plants*3(1):10-24

3-2. Detail of KyT Organisation

a. Mandate

KyT's mandate is to strengthen the local economy and livelihoods by gathering, processing, and marketing of veld products². The further goal is to empower women in Tswapong area socially and economically. According to the coordinator of KyT, working environment is not fully reserved for women in this area. Also it is difficult for them to raise their children while they work at the same time. Hence KyT pursues making a balance between those two. KyT also has the following long-term aims²;

- Continue to develop the skills of KyT's members to run the trust themselves
- Ensure the long-term financial sustainability of the trust
- Improve the income-generating potential for KyT members
- Enhance the ability of members to play an active role in their own communities
- Manage and use the local natural resources in a sustainable manner

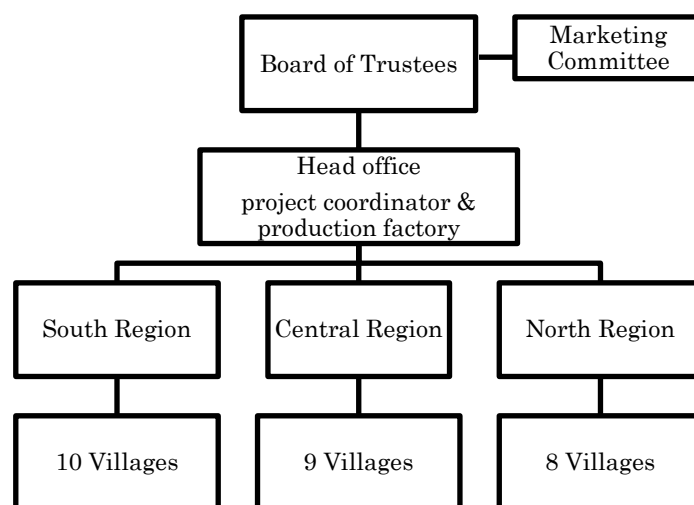
b. Structure of KyT

The board of trustees decides the policy of KyT. There are 10 boards of Trustees. Under the Board of Trustees, there is a project coordinator who usually works in a head office located in Lerala village. The head office is connected with the production factory and there are some oil expression machines to make Marula (*Sclerocarya birrea*) oil.

Marketing Committee advertises their products and activity. There are 3 members in this committee who sometimes go to some shops and supermarket outside of KyT and advertise themselves.

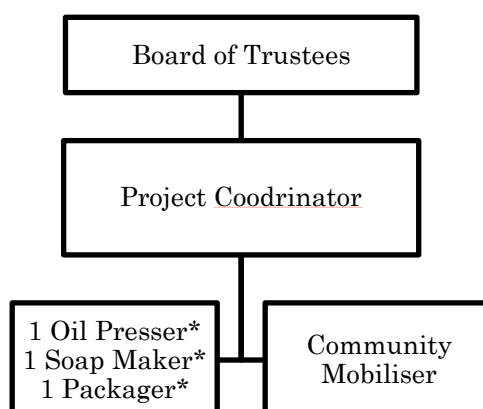
A project coordinator employs and instructs three part-timers intermittently for extracting Marula oil and making Marula soaps. There are community mobilizers who stay in each village and help the project coordinator when coordinator buys natural resources from villagers.

² Arntzen J., Buzwani B., Setlhogile T., Kgathi D.L., Motsholapheko. M. R. 2007. *Community-Based Resource Management, Rural Livelihoods, and Environmental Sustainability*, IUCN-South Africa Office and USAID Frame (Phase Three)



Source : Community-Based Resource Management, Rural Livelihoods, and Environmental Sustainability, Prepared for IUCN-South Africa Office and USAID Frame (Phase Three), March 2007 and the interview

Figure 1 Structure of KyT



Note : * Part-time staff

Source : Community-Based Resource Management, Rural Livelihoods, and Environmental Sustainability, Prepared for IUCN-South Africa Office and USAID Frame (Phase Three), March 2007 and the interview

Figure 2 Structure of the staff in KyT

A project coordinator also makes a lecture about social entrepreneur, prevention of HIV, and gender base violence in local primary school, high school, and college because trust considers economic and social independence of women and socially vulnerable people.

Table 3 The lecture of Project Coordinator

Place of lecture	Content of Lecture	Frequency
Moeng College,	Sexually Transmitted Disease, Gender Based Violence Entrepreneurship	1 / year
Lerala junior high school	Sexually Transmitted Disease, Gender Based Violence Entrepreneurship	2 / year
Primary school in Lerala	Sexually Transmitted Disease, Gender Based Violence	2 / month

Source: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

c. The activity of KyT

Kyt’s main activity is buying natural resources from members and selling products to the customers.

Table 4 Plants collected in the activity

	Setswana name	Scientific name	Main purpose	part to use	collection season
1	Marula	Sclerocarya birrea	Food	Fruit	March and April
2	Gala la tshwene	Myrothamnus flabellifolius	Medicinal	Leaf and stalk	all season
3	Monepenepe	Cassia abbreviata	Medicinal	Bark and root	all season

Source: DFRR-JICA NFMS Botswana Project



Photo 1 Marula tree and fruit in Lerala village

KyT members pick up the ripe fruits of Marula from the ground in season, February. After they harvest the fruits, they peel the skin followed by taking it inside out, squeezing the pulp, and getting the fruit juice. Approximately 20L (litre) of Marula juice can be produced from 80L of Marula fruits collected. The juice eventually turns into what they call “Beer” after fermented, which they sell to other villagers or customers. According to the consultant’s survey, the seller sets the price of beer arbitrarily whose price ranges from BWP 0.50 to 4.00 in 750 ml.

After the pulps are squeezed, kernels are desiccated by sun drying, preserved until August, and cracked, after which white oil is extracted. The white oil is retailed to KyT

at about BWP 30 per kg. However, some members are encouraged to sell the oil in neighbouring towns such as Mahalapye, Palapye or even in South Africa, because of its high retail price of about BWP 210 per kg. It is reported that some people earned more than BWP 1000 through the out-of-town business. There are lodges in Sherwood adjacent to the boundary between South Africa and Botswana, and the lodge staffs were reported to purchase the white oil at more than BWP 100 per kg in the past. The oil is popular in Botswana being used for a variety of dishes such as beef stew as a good seasoning.



Photo 2 Kyt member is squeezing Marula fruits



Photo 3 Marula fruits, juice, peeled fruit, peel of fruits (from left)

As the Marula beer or white oil generates such income, it is treated as valuable financial resource for KyT members. One women member S.G. indicated that Mopane worm also becomes an important income source for the members, as the worm sometime occurs in copious amounts. On the other hand, the annual production from Marula is reported to be stable with a certain amount being harvested every year. In that sense, Marula is considered to be more valuable than Mopane in supporting their livelihood.

Gala la tshwene (*Myrothamnus flabellifolius*) and Monepenepe (*Cassia abbreviata*) is used for medicinal purpose and sold to the customers without any processing.

Table 5 Amount of Marula oil exported to overseas

Year	Littre	Country
2003	800	France
2007	11	Germany
2007	11	UK
2009	150	US

Source: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

Table 6 The price of products

Commodity	Unit	Price
Marula oil (normal)	1 L.	BWP 300
Marula oil (extra virgin)	1 L.	BWP 450
Marula soap	1 soap	BWP 10
Marula jam*	-	-

Note: * Marula jam was not sold in 2016.

Source: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

A project Coordinator uses a public bus to go to each village and buy natural resources from members. In the season of Marula collection, she visits one village twice a month.

d. The revenue of KyT

The revenue of KyT has recently been low. There is less than BWP 2000 in their bank account as of November 2016. The table below shows the sales of veld products from August until October 2016. According to the project coordinator, expenditure exceeds income in this season.

Table 7 Sales of veld products from August until October 2016

Month-Year	Sales (BWP)	Breakdown
Aug-2016	504	Marula oil and Gala la tshwene
Sep- 2016	300	Marula oil
Oct-2016	270	Gala la tshwene
Total	1074	-

Source: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

e. The history of KyT

KyT activities started in 1997. At that time, buying and selling Mopane worm were the main activity. But because Mopane worm has offensive odour when preserved, they stopped this activity and instead embarked on buying and selling Marula and other medicinal plants such as Gala la tshwene. At the same time in 1999, Micro-lending activity was started. The purpose of micro-lending activities is to make women members become more independent socially and economically by managing their own businesses. KyT provides BWP 500 to applicants with 2.5% interest. The applicants can use the money for their businesses such as running and managing their own grocery stores. If they can pay back the money, KyT provides additional BWP 750 at the second time, and BWP 1500 at the third. The project coordinator sometimes gave advice to members about their business. Because many members could not pay back the money, this activity was terminated in 2010.

Table 8 Major events in KyT

Year	Major events
1997	KyT was established and activities started with Mopane worm
1999	<ul style="list-style-type: none"> • Trust was legally registered in Deeds of Registry • Micro-lending activity started • Buying and selling Gala la tshwene, Monepenepe, Marula, and Marula jam were started
2001	Selling Marula oil, Marula soap were started
2002	The factory in Lerala village was established
2007	The lecture by project coordinator started

Source: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

f. External funding and cooperation to KyT

Table 9 List of donorOrganisations to KyT

1	ADF	7	NEF
2	BHC	8	American Embassy
3	CFDP	9	UNDP
4	WAD	10	RESLIM
5	Labour Dept	11	PCI
6	GERICS(SASSCAL)	12	HPI

Note: ADF: African Development Foundation, BHC: British High Commission, CFDP: EU-Community Forestry Development Programme, WAD: Women's Affairs Department, GERICS (SASSCAL): The Climate Service Center Germany (Southern African Science Service Centre for Climate , Change and Adaptive Land Management), NEF: National Environmental Fund, UNDP: United Nations Development Program, RESLIM: USAID's Resilience in the Limpopo River Basin program, PCI: Project Concern International, HPI: Health Policy Initiative

Source: DFRR-JICA NFMS Botswana Project

Over 12 Organisations and program donated to KyT. ADF and Labour Dept started their donation from 1998. The latest donation will be done by NEF from 2017 until 2018.

g. Collaboration with University of Botswana

University of Botswana (UB) implements the projects on monitoring natural resources in KyT. There are two parts in this project, one is monitoring the natural resources including Marula and Mopane trees by using GPS, and the other is capacity building of the young local people to be able to get IT skill to manage monitoring data. They already started capacity building on September, 2016. The monitoring started in January 2017. There was a discussion between the consultants and UB staffs about utilizing the thematic map and the satellite imagery map created in the project for UB’s project, and the map data are going to be handed by the beginning of March. Also UB staff participated in the discussions on selecting areas to buy satellite imagery for, which contributed to creating better maps for KyT members.

4. The action plan for managing natural resource in KyT

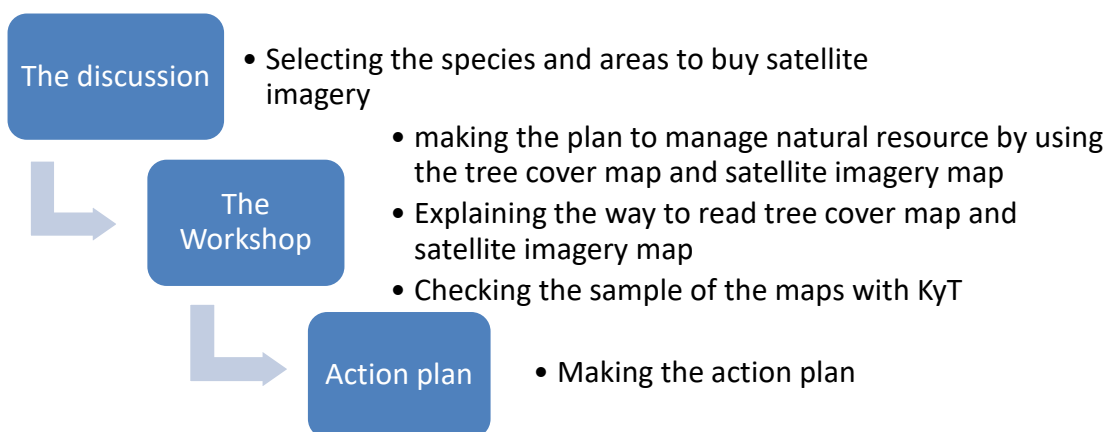


Figure 3 The step before making the action plan

To make the action plan was created, the discussion and the workshop were held. Figure 3 shows the step.

4-1. The discussion

Before the tree cover map and satellite imagery map were created, the discussions for selecting the areas to create the tree cover map and satellite image were held with the community members. The discussions were held on 15th November at KyT head office in Lerala village. The main content of the discussion were 1.The species of the natural resources to manage, 2. The areas to manage this natural resource. The participants list of these discussions is below.

Table 10 Participant list of the discussion

NAME	Affiliation	Position
Mooketsi Osekilwe	Lerala Village	Kgosi
Sebopelo Boitumelo	Lerala Village	Kgosi
Phodiso Koobonye	Lerala Village	Kgosi
Masego Mmipi	Kgetsu Ya Tsie HQ	Coordinator
Reuben Sebego	University of Botswana (Gaborone)	Lecturer
Onalenna Manene	DFRR (Gaborone)	Forest Officer
Tomoko Furuta	JICA Consultant Team	Forest Remote Sensing 3
Hiroshi Sasakawa	JICA Consultant Team	Forest Remote Sensing 2
Mulalu Mulalu	UB (Gaborone)	Lecturer
Bonana Kelebetse	Seolwane Village	Chairperson of Botlataote Centre (one satellite centre of KyT)
Mmakale Puoeng	Sefhare	Community Mobiliser
Tebagano Kesebonye	Chadibe	Board member of KYT
Rechan Mathare	Lerala	Board member of KYT
Moipoledi Mathare	Lerala	Board member of KYT
Ezekiel Lekhutile	Serowe DFRR	Soil Surveyor
Kenaope Tantsidi	Lesenepole	Chairperson of KYT
Reo Watanabe	JICA Consultant Team	CBNRM / Facilitator of the meeting

a. The species of the natural resources to manage

The result of the discussion about the species, 12 important species are proposed in terms of their livelihood by the participants of the discussion. From 12 species, 5 species are selected as highly important species to be protected, which is Marula (*Sclerocarya birrea*), Gala la tshwene (*Myrothamnus flabellifolius*), Mosata (*Orthanthera jasminiflora*), Monepenepe (*Cassia abbreviata*), and Mopane (*Colophospermum mopane*) by the participants.

Table 11 The list of plants suggested in the discussion

	Setswana name	Scientific name	Main purpose	Part to use	Collection season
1	Marula*	<i>Sclerocarya birrea</i>	Food	Kernel and pulp	March and April
2	Gala la tshwene*	<i>Myrothamnus flabellifolius</i>	Medicinal	leaf and stalk	All season
3	Mosata*	<i>Orthanthera jasminiflora</i>	Food	Fruit and root	February
4	Monepenepe*	<i>Cassia abbreviata</i>	Medicinal	Bark and root	All season
5	Motlopi	<i>Boscia albitrunca</i>	Food	Fruit	January and February
6	Mopane*	<i>Colophospermum mopane</i>	Food (Mopane worm)	Mopane worm	December and April
7	Motsikiri	<i>Motshikiri spp.</i>	for roof and broom	Everything except root	July until September
8	Mogwana	<i>Grewia bicolor</i>	food	Fruit	January and February

	Setswana name	Scientific name	Main purpose	Part to use	Collection season
9	Mmupudu	<i>Mimusops zeyheri</i>	food	Fruit	October and September
10	Mmilo	<i>Vangueria infausta</i>	food	Fruit	January and February
11	Moretlwa	<i>Grewia flava</i>	food	Fruit	December and January
12	Moretologa	<i>Ximenia americana</i>	food	Fruit	December and January

*means the plants are considered highly important among others in terms of the activity of KyT and communities' livelihood.

b. The area to manage selected natural resource

5 areas where the 5 plants chosen before grow wild were selected by the participants. These areas are shown in the next page.

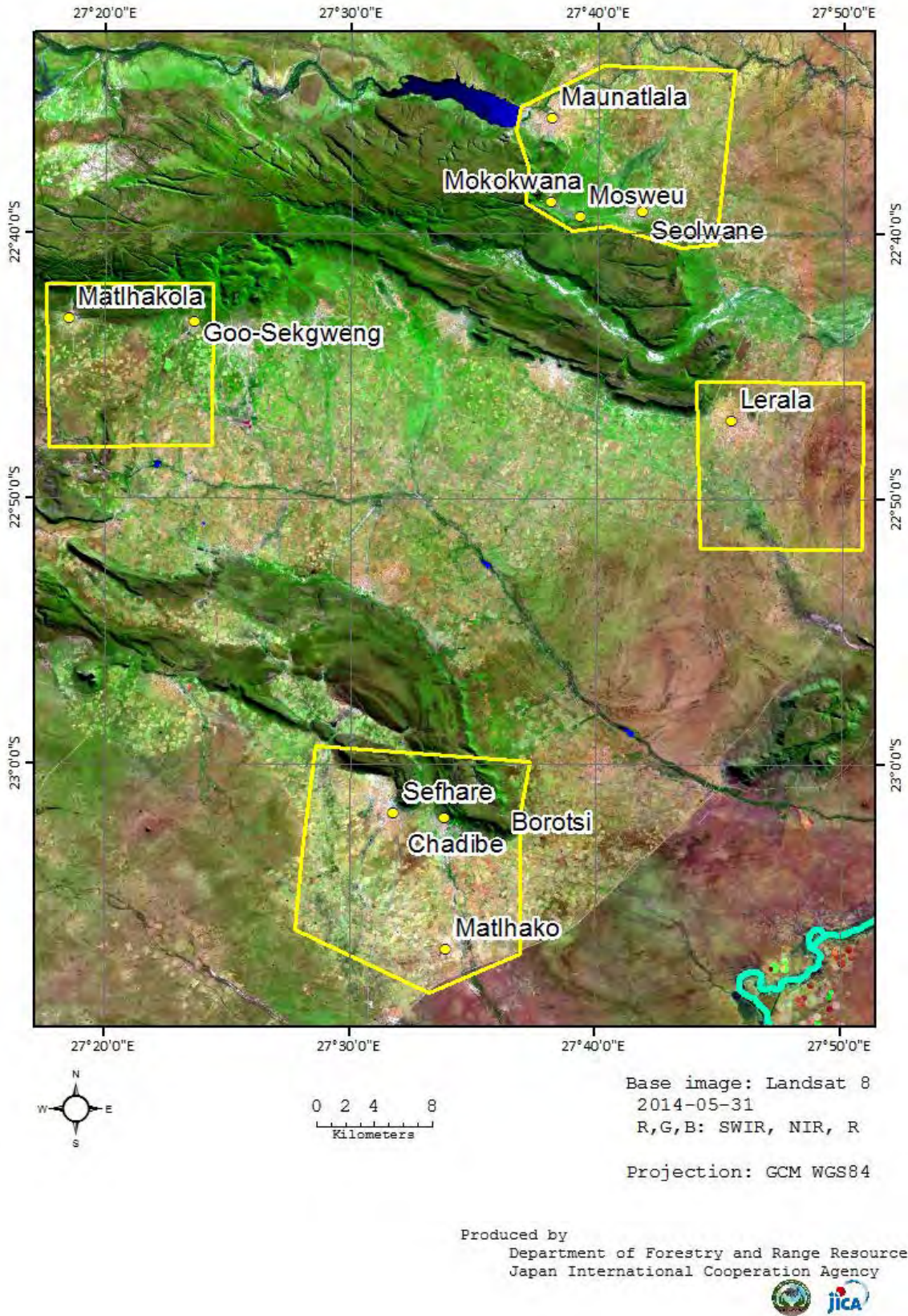


Figure 4 The map of selected area



Photo 4 Discussion for selecting the area to manage natural resource

4.2 The workshop

The objective of this workshop was 1. To make the plan to manage natural resource by using the tree cover map and satellite imagery map, 2. To explain how to read tree cover map and satellite imagery map, and 3. To check the sample of the maps with KyT members and JICA members to improve the maps. The workshop was held on 16th February, 2017 at KyT head office, in Lerala village. The participant list of this workshop is as below.

Table 12 Participant list of the workshop

NO	NAME	VILLAGE or ORGANISATION	POSITION
1	Odiitse Malekane	Matlhakola	Community mobiliser
2	Golayamang Lechaina	Moshopha	Community mobiliser
3	Tebagano Kesebonye	Chadibe	Vice Chairperson of KyT
4	Bonana Kelebetse	Seolwane	Chairperson in Seolwane group
5	Kesegofetse Kabelo	Mokokwana	Community mobiliser
6	Basuti Obonetse	Mosweu	Board member
7	Rachel Matlhare	Lerala	Chairperson in Lerala group
8	Kediegile Keeteletswe	Mosweu	Community mobiliser
9	Sarah Bosupeng	Lesenepole	Community mobiliser
10	Sophia Maila	Matlhako	Community mobiliser
11	Kenaope Tantsidi	Lesenepole	Board Chairperson of KyT
12	Onalenna Manene	Gaborone - DFRR	FRROI
13	Phetogo Selelo	Gaborone - DFRR	AFRRO
14	Agnes Ditau	Sefhare	Board Secretary of KyT
15	Mmakalo Puoeng	Sefhare	Community mobiliser
16	Namasiku Mufwanrala	Serowe	PFRROI

NO	NAME	VILLAGE or ORGANISATION	POSITION
17	Masego Mmipi	KyT Office	KyT Coordinator
18	Edward Kegaisang	Gaborone - JICA Forest	Driver of NFMS Project
19	Frige G. Seiphologo	Gaborone - JICA Forest	Driver of NFMS Project
20	Bathusi Mokganedi	Serowe	Driver DFRR
21	Reo Watanabe	Gaborone - JICA Forest	CBNRM (NFMS Project)
22	Furuta Tomoko	Gaborone - JICA Forest	FRS (NFMS Project)

- ※FRROI: Forest and Range Resources Officer I
- AFRRO: Assistant Forest and Range Resources Officer
- PFRROI: Principal Forest and Range Resources Officer II
- CBNRM: Community Based Natural Resources Management
- FRS: Forest Remote Sensing

In the workshop, the participants were divided into 4 groups and had a discussion about how to manage natural resources in KyT area (Lerala area, Sefhare area, Mokokwana and Maunatala Area, Mathakola Area) with the maps. These areas were selected based on the high number of participants. 5 topics were discussed in the workshop; (1) What kind of natural resources should be managed, (2) Where to be managed, (3) Who should manage, (4) How to be managed, and (5) When to be managed. The result of this workshop was adopted into the action plan to manage natural resource in KyT.



Photo 5 JICA member explaining about the satellite imagery



Photo 6 Participants are discussing in the workshop



Photo 7 After the workshop

4.3 The suggestion from JICA consultants how to use the maps

(1) How to use tree cover map

a. For making management plan of the trees

By using the tree cover map, the KyT can make a plan to manage trees because the map can help to overlook the place of the trees and share this knowledge among members.

b. For revising the map by adding GIS data

Additional GIS data can be added to the tree cover map (data version) by implementing inventories or every tree measurement by University of Botswana. The GIS data of the map has each trees data, so the new information such as the amount of production of fruits, the usage by community, the land property information can be added by additional inventory. Imputing these additional data can contribute to managing trees.

(2) How to use satellite imagery map

a. For making management plan of natural resources

The satellite imageries were used as the map to be able to grasp the distribution of the natural resources in the management area visually and share the information among KyT members.

b. For Ecotourism activity

JICA consultants found that there are some people who want to start ecotourism in the area of KyT. The satellite imagery map can be utilized for discussing about the land use for ecotourism with stakeholders. Also, there is a high possibility that an organisation has to be registered as a Trust to implement ecotourism. So the map can be used for showing the activity area of a Trust when they make a management plan.

c. For applying to donors

KyT had received funds from almost 12 donors. The consultant suggested to KyT using the maps for introducing the KyT area when they need to explain about their activities in the document applying to donors.

d. For clarifying land boundaries

The JICA consultant found that the recognition of the land boundaries among villagers in some areas of KyT is different. Then the JICA consultant suggested to KyT using the

satellite imageries for clarifying land boundaries and reconciling the recognition among them. Also the JICA consultant suggested to KyT villagers can propose their land boundaries to Land Board by using the imagery.

4.4 The action plan

Based on the result of the workshop, the action plan was created. To implement the plan, the wood cover map and the satellite imagery map can be referred to detect the place and share the area among members to manage the resource. The detail plan of each area is written below.

Lerala Area

(1) What kind of natural resources should be managed

- Marula (*Sclerocarya birrea*)
- Mophane (*Colophospermum mopane*)
- Motlopi (*Bosicia albitrunca*)
- Moretlwa (*Grewia flava*)

(2) Where to be managed

- Thakadiawa forest
- Lephane
- Mmabahumi
- Nakatsakgokong
- Mmakgabo
- Molapong
- Pakame
- Sekgarapaneng
- Sesulelwa
- Lotsane, and members' own field

(3) Who should manage

- Conservation Committee
- KyT members
- Village leaders
- DFRR staff

(4) How to be managed

- Make a permit system to go inside of the specific area of bush. The permit to be issued by relevant authority.
- Make guidelines on natural resource management and utilization.
- Planting tree every year
- Make botanical Gardens

(5) When to be managed

- Seasonally according to season for each plant species selected for management.

Sefhare Area

(1) What kind of natural resources should be managed

- Marula (*Sclerocarya birrea*)
- Gala la tshwene (*Myrothamnus flabellifolius*)
- Mosata (*Orthanthera jasminiflora*)
- Motopi (*Bosicia albitrunca*)

(2) Where to be managed

- Marula (*Sclerocarya birrea*) →Mathako
- Gala la tshwene (*Myrothamnus flabellifolius*) →Sefhare, Chadibe, Moshopha, and Borotsi
- Mosata (*Orthanthera jasminiflora*) →Moshopha
- Motopi (*Bosicia albitrunca*) →Sefare, Borotsi, Mathako, Chadibe, and Moshopha

(3) Who should manage

- KyT members
- Village leader (Kgosi)
- Village Development Committee (VDC)
- Farmers

(4) How to be managed

- Prohibit cutting plants, which are going to be managed.

(5) When to be managed

- The management will be started from March 2017.

Mokokwana and Maunatala Area

(1) What kind of natural resources should be managed

- Marula (*Sclerocarya birrea*)
- Gala la tshwene (*Myrothamnus flabellifolius*)
- Mosata (*Orthanthera jasminiflora*)
- Monepenepe (*Cassia abbreviata*)
- Mmupudu (*Mimusops zeyheri*)
- Mophane (*Colophospermum mopane*)

(2) Where to be managed

- Marula (*Sclerocarya birrea*) →Mabanyana (bush area) in Seolwane
- Gala la tshwene (*Myrothamnus flabellifolius*) →Metsimahibitshwane (hill area) in Mokokwana
- Mosata (*Stomatostemma monteiroae*) →Chebeng Hill (bush, hill, and forest area) in Mokokwana
- Monepenepe (*Cassia abbreviata*) →Mabalane Lands (bush area) in Mosweu
- Mmupudu (*Mimusops zeyheri*) →Makopong Dam (hill area) in Mokokwana
- Mophane (*Colophospermum mopane*)
→Setshoumane Lands (bush area) in Mokokwana, Mosweu, and Mabalane

(3) Who should manage

- KyT members
- Conservation Committee
- DFRR staff

(4) How to be managed

- Prohibit cutting plants, which are going to be managed.
- Cut dead trees not alive trees when people collect trees.
- Leave the roots when people harvest plants such as Gala la tshwene.

(5) When to be managed

- Marula (*Sclerocarya birrea*) →From January to March
- Gala la tshwene (*Myrothamnus flabellifolius*) →September or whole year
- Mosata (*Orthanthera jasminiflora*) →From March to May
- Monepenepe (*Cassia abbreviata*) →From August to September
- Mophane (*Colophospermum mopane*) →April and December

Matlhakola Area

(1) What kind of natural resources should be managed

- Mosata (*Orthanthera jasminiflora*)
- Marula (*Sclerocarya birrea*)
- Moretlwa (*Grewia flava*)
- Motlopi (*Bosicia albitrunca*)

(2) Where to be managed

- Mosata (*Stomatostemma monteiroae*) →Top of the hill in Matlhakola
- Marula (*Sclerocarya birrea*) →Surrounding area of Matlhakola
- Moretlwa (*Grewia flava*) →Surrounding area of Matlhakola
- Motlopi (*Bosicia albitrunca*) →Surrounding of the fields and inside of Mathakola village

(3) Who should manage

- Village Development Committee (VDC)
- Kgosi
- People who use natural resources

(4) How to be managed

1. Check the exact location where the plants, which are going to be managed grow
2. Research the growing environment of these areas
3. Monitor these plants

(5) When to be managed

- Mosata (*Orthanthera jasminiflora*)→From October to March
- Marula (*Sclerocarya birrea*)→From October to March
- Moretlwa (*Grewia flava*)→October
- Motlopi (*Bosicia albitrunca*)→November and March

N.	Name of CBO	Village name	District	Main Activity	supporting organisation
1	Mapoka VDC	Mapoka	North East	Land Reclamation	DFRR, FCB
2	Nhlapkhwane Lingilila Environment Conservation Trust	Nhlapkhwane	North East	Land Reclamation	DFRR, FCB, EU, GEF
3	Kgetsi ya Tsie Women Resources Enterprise Community Trust	26 villages include Lerala	Central	Selling Marula nuts and Marula products	DFRR, UB, FCB, EU, NFTRC, BCA
4	Nthantlhe VDC	Nthantlhe	Southern	Land Reclamation	DFRR
5	Kawii Development Trust	Khwee	Central	Breeding & selling wildlife animals, Monitoring natural resources	DFRR
6	Matsheng Community Trust	Shadi-Shadi, Loologane, Sojwe, Boatlaname, Lephephe	Kweneng	Selling Marula nuts and oil	DFRR, UNDP, GIZ, FCB, US embassy
7	The Zone 4 life	Kanye	Southern	Bee-keeping	Consumer Fare

Note:

- VDC Village Development Committees
DFRR Department of Forestry and Range Resources
FCB Forest Conservation Botswana
EU European Union
GEF Global Environment Facility
NFTRC National Food Technology Research Centre
BCA Botswana College of Agriculture

Long list for the selection of CBNRM CBOs

N.	Name	Year established	Place / Village	Activity
1	Bosele Lake Ngami Conservation Trust	unknown	Sehitwa, Bothatogo, Legothwana	Conservation of birds and special avifauna
2	Botlhale Jwa Phala Community Development Trust	unknown	Otse	Producing fuel briquettes from waste paper
3	Botlhale Jwa Phala Conservation Trust	unknown	Lerala	Unknown
4	Bukakhwe Cultural Conservation Trust	2002	Gudigwa, Seshora	Preserving the cultural heritage
5	Cgaecgae Tlhabololo Trust	1996	XaiXai, Xaa, Qubi, Maun	Ecotourism
6	Chobe Enclave Conservation Trust	1994	Kasane, Kachikau, Mabele, Parakarungu, Satau, Kavimba,	Ecotourism (mainly on wildlife)
7	D'kar/Kuru Community Trust	unknown	D'kar	education, community mobilisation and empowerment
8	Gaing-O Community Trust	1997	Mmatshumo, Lekhubu island	Ecotourism
9	Huiku Community Based Natural Resources Conservation Trust	1999	Groot Laagte, Qabo	Wildlife management
10	Kalepa Conservation Trust	1996	Kasane, Kazungula, Lesoma, Pandamantenga	Unknown
11	Kgetsi ya Tsie Women Resources Enterprise Community Trust	1997	Chadibe, Goo Mosweu, Goo-Tau, Lecheng, Lerala, Lesenepole, Majwaneng, Malaka, Manaledi, Mathakola, Matolwane, Maunatlala, Mhalapitsa, Moeng, Mokobeng, Mookane, Mokungwane, Moremi, Mosweu, Pilikwe, Ramokgonami, Ratholo, Sefhare, Sekgweng, Seleka, Seolwane,	Collecting and selling natural resources
12	Khawa Kopanelo Development Trust	2001	Khawa	Safari based tourism
13	Khwai Development Trust	2000	Khwai	Photographic tourism, management of campsite and lodge, thatching grass and craft marketing
14	Koinaphu Community Trust	1999	Tshabong, Kokotsha, Inalegolo, Phuduhudu	Safari based tourism
15	Mababe Zukutsham Community Trust	1998	Mababe	Photographic tourism, management of campsite and lodge
16	MAHUMO Community Trust	2008	Maake, Hunhukwe, Monong	Safari based tourism
17	Manyana Community Trust	2006	Manyana	Unknown
18	Mapanda Conservation Trust	2002	Lepokole	Unknown
19	Matsheng Community Development Trust	2006	Boatlaname, Leogolane, Lephephe, Shadushadi, Sojwe	Collecting and selling natural resources
20	Mekgatshi Conservation Trust	2001	Sekoma, Kokong, Mahotshwane, Keng, Khomkhwa, Kanaku, Kutuku,	unknown

Long list for the selection of CBNRM CBOs

N.	Name	Year established	Place / Village	Activity
			Mabutsane, Khakhea, Itholoke, Morwamosu	
21	Mmadinare Development Trust	2001	Mmadinare	Manage local natural resources
22	Mmamotshwane Conservation Trust	unknown	unknown	Ecotourism
23	Mokopi Community Trust	unknown	Mopipi	Produce land use and rangeland resource management plans
24	MOLEMA Trust	2001	Motlhabaneng, Lentswe le moriti, Mathathane	Develop economic opportunities for the villagers
25	Moremi Manonnye Conservation Trust	1999	Moremi village	Ecotourism
26	Mowana Trust		Mokokwana, Mosweu	Promotes economic development
27	Nata Bird Sanctuary Trust	1992	Nata, Sepako, Maposa, Mmanxotae	Conservation of birds and ecotourism
28	Ngande Community Trust	2002	Khumaga	Support appropriate land use, development and needs of the population within the Khumaga area
29	Nqwaa Khobee Xeya Trust	1998	Ukhwi, Ncaag, Ngwatle	Safari based tourism
30	Ngwao Boswa Women's Co-operative	unknown	Gumare	Production and marketing of mokolwane baskets, domestication of mokolwane tree, woodcarving
31	Okavango Community Trust	1995	Gudigwa, Beetsha, Eretsha, Gunotsoga, Seronga	Photographic tourism, boat Ferry between villages
32	Okavango Jakotsha Community Trust	1999	Jao, Ikoga, Etsha 1, Etsha 6, Etsha 13	Photographic tourism
33	Okavango Kopano Mokoro Community Trust	1997	Ditshiping, Quxau, Daonara, Boro, Xaxaba, Xharaxao	Photographic tourism, management of campsite and gate fees, management of mokoro packages, grass, reedsand fish marketing, making and selling crafts
34	Okavango Polers Trust	1998	Seronga, Etsha 13, Gunotsoga, Mokatsha	Tourism, sale of crafts, campsite and Chalets
35	Pandamatenga Lesoma Kazungula Community Trust	1996	unknown	Ecotourism and some cultural issues
36	Qangwa Community Trust	2014	Qangwa, Magopa, Dobe, Qooshe	Eco-cultural tourism, campsites
37	Qhaa Qhing Trust	2001	Zutshwa	Safari based tourism
38	Sankuyo Tshwaragano Management Trust	1995	Sankuyo	Photographic tourism, management of campsite and lodge
39	Xhauxhwatubi Community Development Trust	2002	Phuduhudu	Photographic tourism
40	Xwiskurusa Community Trust	1996	East Hanahai, West Hanahai, Kacgae	Community tourism and craft sales
41	The Zone 4 life	unknown	Kanye	Bee-keeping