

モザンビーク国
土地・環境・村落開発省(MITADER)
森林総局(DINAF)

モザンビーク国
REDD+モニタリングのための持続可能
な森林資源情報プラットフォーム整備
プロジェクト
業務完了報告書
(最終)

平成 30 年 5 月

(2018 年 5 月)

独立行政法人

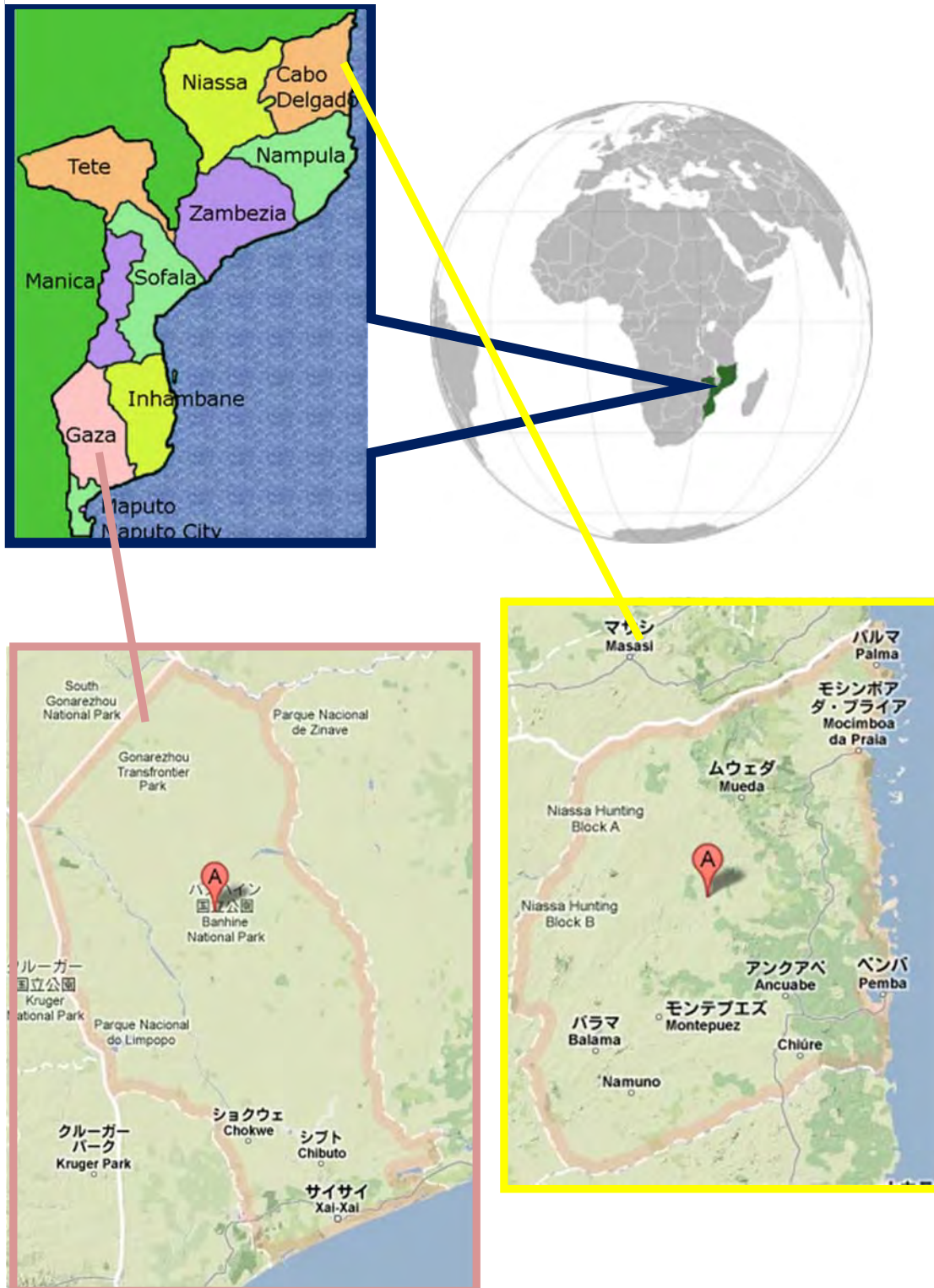
国際協力機構(JICA)

一般社団法人 海外林業コンサルタンツ協会

国際航業株式会社

環境
JR
18-049

モザンビーク対象地域（ガザ州、カーボデルガド州）の位置図



目次

摘要	1
要約	- 1 -
はじめに	1
1 業務実施方法	2
1.1 全体にかかる活動	2
1.1.1 インセプション・レポート（案）の説明・協議・作成	2
1.1.2 各年次での調査方針・技術移転方針の作成	2
1.1.3 技術移転計画書の作成	2
1.1.4 各年次でのプロジェクト活動の結果報告について	3
1.1.5 技術普及セミナーの実施	7
1.1.6 既存情報の収集・分析	7
1.1.7 技術作業部会の立上げ	8
1.1.8 各年次における業務完了報告書及びインテリム・レポート（中間報告書）の作成	8
1.2 成果 1 にかかる活動	9
1.2.1 森林資源情報プラットフォームの設計	9
1.2.2 森林資源情報プラットフォームの運用計画案の検討	10
1.2.3 森林資源情報プラットフォームの構築	10
1.2.4 必要な情報の森林資源情報プラットフォームのデータベースへの入力	10
1.2.5 データベースの更新	11
1.2.6 データベースシステムについてのワークショップの開催	14
1.2.7 画像解析やインベントリー等の設計のための自然・社会・経済条件に関する包括的事前調査の実施	15
1.2.8 リモートセンシング分析手法の検討	20
1.2.9 森林被覆図作成の為に GT の実施手法の検討と実施	20
1.2.10 GT の実施手法のガイドラインの作成及び改訂	24
1.2.11 森林タイプ区分の検討	25
1.2.12 森林タイプ区分の再検討	25
1.2.13 リモートセンシング分析手法のガイドラインの作成及び改訂	27
1.2.14 リモートセンシング及び GT のガイドラインを利用した OJT による技術移転	27
1.2.15 森林被覆・土地利用図の作成	31
1.2.16 森林被覆・土地利用図の修正	42
1.2.17 森林被覆・土地利用図の精度検証	45
1.2.18 森林被覆・土地利用図を活用した主題図の作成	46
1.2.19 国家森林計画等の策定に向けた基礎調査及び同計画の方向性の検討の支援	47
1.3 成果 2 にかかる活動	48
1.3.1 レーダ画像解析の試行	48
1.3.2 森林被覆変化の把握に向けたレーダ画像の定期的観測の確認	49
1.3.3 レーダ画像解析結果の評価と解析手法の改訂	51

1.3.4	レーダ画像解析の技術ガイドラインの作成と改訂	55
1.3.5	レーダ画像解析の研修の実施	55
1.3.6	森林インベントリー調査手法の設計・技術ガイドラインの検討	59
1.3.7	森林インベントリー調査の実施	62
1.3.8	森林インベントリー調査の研修の実施	71
1.3.9	地上での森林モニタリング体制の設計とガイドラインの作成	76
1.3.10	地上での森林モニタリングのトライアル実施	79
1.3.11	改訂された方法による地上での森林モニタリングの実施	81
1.3.12	地上での森林モニタリングに関連する研修の実施	85
1.4	成果 3 にかかる活動	88
1.4.1	FREL/FRL の策定	88
1.4.2	FREL/FRL に関するセミナーの開催	92
1.4.3	過去参照年の地図作成	95
1.4.4	FREL/FRL の算出マニュアルの作成	104
1.5	成果 4 にかかる活動	104
1.5.1	バイオマス及び炭素量推定に関するセミナーの開催	104
1.5.2	炭素量推定の方法論の検討	107
1.5.3	バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドラインの作成及び改訂	107
1.5.4	アロメトリー式開発のためのバイオマス調査の実施	108
1.6	作業フロー	114
1.7	業務実施人月表	116
1.8	業務実施の運営体制	116
1.9	研修員受入れ実績	116
2	協力の成果	117
2.1	全体分野	117
2.1.1	各年次での JCC 等の開催	117
2.1.2	各年次における業務計画書の作成	118
2.1.3	各年次における現地調査結果の報告	118
2.1.4	技術普及セミナー	119
2.1.5	国家森林モニタリングシステム文書の作成	119
2.2	森林資源情報プラットフォーム分野	120
2.2.1	森林資源情報プラットフォーム TWG のメンバー及び TWG の実施	120
2.2.2	既存のデータベース等の調査	123
2.2.3	プラットフォームのコンセプトの検討	124
2.2.4	プラットフォームのロードマップ	125
2.2.5	プラットフォームの関連機関、および森林資源情報として必要と考えられる情報	127
2.2.6	データ項目、データ仕様	128
2.2.7	森林資源情報プラットフォームの設計	128
2.2.8	森林資源情報プラットフォームの運用計画書（案）	150
2.2.9	森林資源情報プラットフォームの構築	152
2.2.10	森林資源情報プラットフォームのインターネット公開	174

2.2.11 必要な情報の森林資源情報プラットフォームのデータベースへの入力.....	176
2.3 リモートセンシング分野.....	176
2.3.1 リモートセンシング TWG の実施.....	176
2.3.2 各種 GT 調査の実施.....	178
2.3.3 GT の実施手法のガイドライン.....	179
2.3.4 分類項目の検討.....	179
2.3.5 森林被覆図の作成と修正.....	180
2.3.6 森林被覆・土地利用図の作成.....	187
2.3.7 森林面積の算出.....	191
2.3.8 森林被覆・土地利用図の分類精度検証.....	194
2.3.9 森林被覆・土地利用図を活用した主題図の作成.....	196
2.3.10 リモートセンシング OJT の実施.....	199
2.3.11 参照年地図の作成.....	207
2.3.12 リモートセンシング分析手法のガイドライン.....	242
2.3.13 森林被覆変化の把握に向けたレーダ画像の定期的観測と画像の入手.....	242
2.3.14 レーダ画像解析による森林減少の抽出.....	245
2.3.15 自動分類による森林減少抽出.....	254
2.3.16 GBFM 結果を用いた森林減少抽出のための閾値検討.....	259
2.3.17 仮定した閾値を用いて森林減少を抽出した結果の精度検証.....	260
2.3.18 森林減少抽出地における境界線の解析.....	264
2.3.19 改良した閾値 BLUE+を用いた森林減少抽出結果の検討.....	268
2.3.20 水域マスクの作成および追加精度検証.....	270
2.3.21 州レベルでの森林減少抽出.....	273
2.3.22 全国レベルでの森林減少抽出.....	275
2.3.23 森林減少抽出箇所を活用に向けた分析.....	277
2.3.24 森林減少抽出箇所の活用のためのワークショップ.....	282
2.3.25 各年次におけるレーダ画像解析研修.....	284
2.3.26 レーダ画像解析技術ガイドライン.....	284
2.4 森林インベントリー分野.....	285
2.4.1 森林インベントリー-TWG のメンバー及び TWG の実施.....	285
2.4.2 森林インベントリー調査手法の設計に係る成果.....	285
2.4.3 森林インベントリー調査の実施.....	294
2.4.4 森林インベントリーガイドラインの作成と改定.....	307
2.4.5 森林インベントリー調査の基礎研修の実施.....	308
2.4.6 森林インベントリー調査の QA/QC 研修の実施.....	308
2.5 地上での森林モニタリング分野.....	311
2.5.1 地上での森林モニタリング TWG のメンバー及び TWG の実施.....	311
2.5.2 第 2 年次に試行した地上での森林モニタリングのガイドライン及びマニュアルの作成.....	312
2.5.3 第 2 年次に試行した地上での森林モニタリングに関する研修の実施.....	313
2.5.4 各年次における地上での森林モニタリングの進捗状況.....	313
2.6 FREL/FRL 分野.....	327

2.6.1 FREL/FRL の技術作業部会のメンバー及び技術作業部会会合の実施	327
2.6.2 FREL/FRL に関するセミナーの開催	327
2.6.3 FREL/FRL の策定	328
2.6.4 FREL/FRL の算出マニュアルの作成	350
2.7 バイオマス/炭素量推定分野	350
2.7.1 バイオマス/炭素量推定の技術作業部会のメンバー及び技術作業部会会合の実施	350
2.7.2 バイオマス/炭素量推定に関するセミナーの開催	351
2.7.3 炭素量推定の方法論の検討結果	352
2.7.4 バイオマス及び炭素量推定の推定モデル策定のためのガイドライン	358
2.7.5 アロメトリー式開発のためのバイオマス調査の実施結果	360
3 プロジェクト実施運営上の課題と教訓	367
3.1 森林資源情報プラットフォーム分野	367
3.2 リモートセンシング分野	369
3.2.1 森林被覆図作成に関する課題と教訓	369
3.2.2 参照年地図作成に関する課題と教訓	370
3.2.3 レーダ画像解析に関する課題と教訓	371
3.3 森林インベントリー分野	372
3.4 FREL/FRL 分野	374
3.5 バイオマス/炭素推定分野	376
4 モザンビークにおける森林行政及び REDD+に関する状況	378
4.1 森林行政に関する状況	378
4.1.1 森林行政に関する組織	378
4.1.2 森林行政の関連政策・法令	380
4.2 REDD+に関する状況	381
4.2.1 REDD+関連法令	381
4.2.2 REDD+関連の他ドナー等の動向	382
4.2.3 UNFCCC の REDD+実施のための 4 要件の設定状況	382
5 上位目標達成に向けての提言	386
6 森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン及びその実施に向けた提言	388
6.1 森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン	388
6.1.1 プラットフォームの機能の改良に関するロードマップ	388
6.1.2 データ・情報の更新に関するロードマップ	391
6.2 アクションプランの実施に向けた提言	399
7 今後のモザンビークにおけるリモートセンシングを利用した森林モニタリングに関する提言	401
8 モザンビーク政府による REDD+の実施における本プロジェクトの成果の活用の在り方に関する提言	404
9 相手国との会議議事録、その他関係機関との会議議事録等	408
10 業務実施機材の譲渡品目リスト	409
11 収集資料一覧表	410

付属資料

- 付属資料 1 業務人月表 (第1年次～第5年次)
- 付属資料 2 業務実施の運営体制 (第1年次～第5年次)
- 付属資料 3 研修員受け入れ実績 (第1年次～第5年次)
- 付属資料 4 第1年次インセプション・レポート協議議事録
- 付属資料 5 第1年次 JCC 協議議事録
- 付属資料 6 第2年次 JCC 協議議事録
- 付属資料 7 第3年次 JCC 協議議事録
- 付属資料 8 第4年次 JCC 協議議事録
- 付属資料 9 第5年次 第1回 JCC 協議議事録
- 付属資料 10 第5年次 第2回 JCC 協議議事録
- 付属資料 11 普及セミナープレゼンテーション資料 *
- 付属資料 12 包括的事前調査での自然・社会経済条件再委託調査報告書 *
- 付属資料 13 社会経済調査にかかる TOR *
- 付属資料 14 GBFM の工程と実施と方法
- 付属資料 15 GPS マニュアル *
- 付属資料 16 GBFM 実施マニュアル *
- 付属資料 17 GIS 研修講義資料の詳細の目次
- 付属資料 18 第1年次における現地調査結果の報告プレゼンテーション資料 *
- 付属資料 19 第2年次における現地調査結果の報告プレゼンテーション資料 *
- 付属資料 20 第3年次における現地調査結果の報告プレゼンテーション資料 *
- 付属資料 21 第4年次における現地調査結果の報告プレゼンテーション資料 *
- 付属資料 22 GT の結果 (全体取りまとめと調査地点)
- 付属資料 23 GT の結果 (各調査地毎の結果) *
- 付属資料 24 参照年地図作成に係る概況調査結果概要
- 付属資料 25 レーダ画像解析研修アンケート結果
- 付属資料 26 森林インベントリー現地再委託業務の監督結果 (第3年次・第4年次)
- 付属資料 27 インベントリー報告書 (ガザ州・カーボデルガド州) *
- 付属資料 28 森林インベントリー調査の基礎研修へのアンケート結果
- 付属資料 29 GBFM の結果 (第3・4年次)
- 付属資料 30 FREL/FRL セミナーの協議内容と発表資料 *
- 付属資料 31 UNFCCC に提出された各国の FREL/FRL 及び TA による提言の概要
- 付属資料 32 バイオマス/炭素量測定に関するセミナー協議内容と発表資料 *
- 付属資料 33 技術移転実施報告書
- 付属資料 34 NFMS ドキュメント (案) *

* : 電子ファイルにて付属 CD に格納

図の目次

図 1.2.11.1	AIFM における森林タイプ区分	25
図 1.2.12.1	森林被覆図(左)と AIFM のミオンボ林の境界(中)と森林被覆図の落葉林からミオンボ林を抽出するイメージ(右)	26
図 1.2.14.1	森林被覆図作成に係る実習内容の作業フロー	30
図 1.2.14.2	パンシャープン画像作成の作業フロー	31
図 1.2.15.1	使用衛星画像(ガザ州)	32
図 1.2.15.2	使用衛星画像(カーボデルガド州)	34
図 1.2.15.3	自動分類による森林被覆図(ガザ州)	37
図 1.2.15.4	自動分類による森林被覆図(カーボデルガド州)	38
図 1.2.15.5	雲部および火入れ部の補完例	40
図 1.2.15.6	パス間の修正例	41
図 1.2.15.7	C/P によるチケットの判読修正例	41
図 1.2.15.8	日本側による草地の判読修正例	42
図 1.2.16.1	最低面積 0.5ha 以上 1.0ha 未満のポリゴンの修正例	43
図 1.2.16.2	モパネ林の樹冠率の推定例	43
図 1.2.16.3	森林タイプの修正箇所例	44
図 1.2.16.4	焼畑の影響により樹冠率が推定できない例	44
図 1.2.18.1	焼畑リスクエリアに使用する既存データ	46
図 1.2.18.2	焼畑リスクエリアの作成方法	47
図 1.3.1.1	森林被覆変化の解析例(カーボデルガド州)	49
図 1.3.2.1	ALOS-2 基本観測シナリオ(世界:森林モニタリング)	50
図 1.3.2.2	51 回帰(2016/6/20~2016/7/3)の ALOS-2 観測計画	51
図 1.3.3.1	ALOS-2 を用いたパイロット郡における森林減少の抽出例	52
図 1.3.3.2	自動分類による森林減少抽出の処理手順	55
図 1.3.6.1	森林インベントリーの実施フロー	60
図 1.3.7.1	層化無作為抽出法の図	63
図 1.3.7.2	地図上のクラスターの分布図	64
図 1.3.7.3	マングローブ林を除く森林を対象とするプロット形状	66
図 1.3.7.4	マングローブ林を対象とするプロット形状	67
図 1.3.7.5	アルミタグによる測定木のラベリングの写真	68
図 1.3.7.6	プロット設定手順	69
図 1.3.9.1	地上での森林モニタリングの 3 つの枠組みを統合したシステムの概念図	77
図 1.3.11.1	教師データを取得する箇所のレーダ画像の例	82
図 1.3.11.2	解析に使用する ALOS-2 画像	82
図 1.3.11.3	5 種類の閾値による森林減少範囲の抽出	83
図 1.3.11.4	GBFM-GT 調査の野帳	84
図 1.4.1.1	FREL/FRL の策定フロー	88
図 1.4.3.1	参照年地図の作成イメージ	96
図 1.4.3.2	変更前(左)と変更後(右)の衛星画像検索条件の比較	97
図 1.4.3.3	時点間の変化パターン案(2017年2月末時点)	99
図 1.4.3.4	概況調査で適用した作業フロー	102

図 1.4.3.5	本業務で適用したセグメントと 1～3ha 程度の変化エリア	102
図 1.4.3.6	Landsat 衛星画像前処理の解析フロー	103
図 1.4.3.7	セグメンテーションから参照年地図作成までの解析フロー	104
図 1.5.4.1	サンプル木 (A) の根の掘り取り範囲 (Monda et al. (改造))	112
図 2.2.3.1	森林資源情報プラットフォームの具体的な目的	124
図 2.2.3.2	森林資源情報プラットフォームのコンポーネントの概念図	125
図 2.2.7.1	プラットフォームのシステム概念構成図	129
図 2.2.7.2	森林インベントリーデータ構造 (UML クラス図)	131
図 2.2.7.3	排出量推計の手順	134
図 2.2.7.4	プラットフォームの全体構成における本プログラムの位置づけ	139
図 2.2.7.5	森林インベントリー調査結果集計プログラムの構成	140
図 2.2.7.6	リモートセンシングによるレーダデータ解析による森林モニタリングの流れ(案)	142
図 2.2.7.7	REDD+プロジェクトの申請から承認までの流れ	143
図 2.2.7.8	国家 REDD+レジストリへの REDD+プロジェクトの登録の流れ(案)	143
図 2.2.7.9	国家 REDD+レジストリで取り扱う REDD+プロジェクト	146
図 2.2.7.10	国家 REDD+レジストリへの REDD+プロジェクトの登録の流れ(案)	146
図 2.2.7.11	森林コンセッションのライセンス発行の流れ	147
図 2.2.7.12	GESTERRA 画面イメージ	148
図 2.2.7.13	プラットフォームで取り扱うべき GESTERRA で管理されるデータ(案)(赤字)	148
図 2.2.7.14	森林管理区分と保護エリア	149
図 2.2.8.1	森林資源情報プラットフォームの持続的運用体制(案)	151
図 2.2.9.1	森林資源情報プラットフォームでできること	153
図 2.2.9.2	使用ソフトウェアの構成	154
図 2.2.9.3	DNRI におけるサーバ・ネットワーク構成	155
図 2.2.9.4	森林資源情報プラットフォームトップ画面	155
図 2.2.9.5	森林資源情報プラットフォームの表示画面の例	156
図 2.2.9.6	管理機能による編集画面の例	158
図 2.2.9.7	編集権限のあるユーザログインによる直接編集画面の例	158
図 2.2.9.8	ガザ州、カーボデルガド州 2 州の土地利用・土地被覆図参照年地図	160
図 2.2.9.9	インベントリー調査プロット調査箇所の表示と現地写真へのリンク	161
図 2.2.9.10	森林インベントリー調査結果入力ツール 入力フォーム 1	165
図 2.2.9.11	森林インベントリー調査結果入力ツール 入力フォーム 2	166
図 2.2.9.12	森林インベントリー調査結果の調査木検索機能	172
図 2.2.9.13	森林タイプ別 1ha 当たり材積/バイオマス量の集計のための Excel マクロ画面イメージ	173
図 2.2.10.1	プラットフォームのインターネット公開に向けたネットワーク構成	175
図 2.3.1.1	リモートセンシング TWG の様子	178
図 2.3.5.1	落葉疎林から草地に修正した例	181
図 2.3.5.2	C/P により農地とチケットの確認・修正を行ったシーン位置図	182
図 2.3.5.3	農地・チケットの修正例	182

図 2.3.5.4	カーボデルガド州の森林被覆図	183
図 2.3.5.5	ガザ州の森林被覆図	184
図 2.3.5.6	カーボデルガド州の森林被覆図	185
図 2.3.5.7	ガザ州の森林被覆図	186
図 2.3.6.1	森林被覆・土地利用図に重ね合わせた既存データの例	187
図 2.3.6.2	森林被覆・土地利用図の配色	188
図 2.3.6.3	カーボデルガド州の森林被覆・土地利用図	189
図 2.3.6.4	ガザ州の森林被覆・土地利用図	190
図 2.3.9.1	焼畑リスク森林マップ（カーボデルガド州）	197
図 2.3.9.2	焼畑リスク森林マップ（ガザ州）	198
図 2.3.10.1	本研修におけるグループワークの様子	199
図 2.3.10.2	本研修で C/P が作成した ALOS/AVNIR-2 オルソ画像（左）及び NDVI 画像（右）	200
図 2.3.10.3	本研修で C/P が作成した ALOS/AVNIR-2 オルソ画像（左）及び被覆分類図（右）	200
図 2.3.10.4	C/P の画像解析の個別実習（左）及び日本人専門家による説明（右）	203
図 2.3.10.5	画像解析の個別実習（左）及び補助講師を務めた C/P による補足説明（右）	204
図 2.3.10.6	フォローアップ研修参加者が作成した目視判読資料	205
図 2.3.10.7	C/P が作成した変化マトリックス（単位：ピクセル数）	206
図 2.3.11.1	変化エリア図作成に使用した画像データ	209
図 2.3.11.2	LANDSAT 画像から作成した各種画像データ	209
図 2.3.11.3	異なるパラメータで作成したセグメント	210
図 2.3.11.4	マスクデータを使用したポリゴン絞り込みのイメージ	211
図 2.3.11.5	対象とした集落位置図（左：ガザ州、右：カーボデルガド州）	214
図 2.3.11.6	森林から集落への変化の見え方例	215
図 2.3.11.7	2 時点の衛星画像から変化エリア図を作成する手順のイメージ	216
図 2.3.11.8	ガザ州変化エリア図	217
図 2.3.11.9	カーボデルガド州変化エリア図	218
図 2.3.11.10	変化エリア図から参照年地図を作成する手順のイメージ	219
図 2.3.11.11	変化エリア図から参照年地図を作成した手順	220
図 2.3.11.12	2002-2005 年変化マトリックス（ガザ州）	223
図 2.3.11.13	2005-2008 年変化マトリックス（ガザ州）	224
図 2.3.11.14	2008-2010 年変化マトリックス（ガザ州）	225
図 2.3.11.15	2010-2013 年変化マトリックス（ガザ州）	226
図 2.3.11.16	2002-2005 年変化マトリックス（カーボデルガド州）	227
図 2.3.11.17	2005-2008 年変化マトリックス（カーボデルガド州）	228
図 2.3.11.18	2008-2010 年変化マトリックス（カーボデルガド州）	229
図 2.3.11.19	2010-2013 年変化マトリックス（カーボデルガド州）	230
図 2.3.11.20	2002 年参照年地図（ガザ州）	232
図 2.3.11.21	2005 年参照年地図（ガザ州）	233
図 2.3.11.22	2010 年参照年地図（ガザ州）	234
図 2.3.11.23	2013 年参照年地図（ガザ州）	235

図 2.3.11.24	2002 年参照年地図 (カーボデルガド州)	236
図 2.3.11.25	2005 年参照年地図 (カーボデルガド州)	237
図 2.3.11.26	2010 年参照年地図 (カーボデルガド州)	238
図 2.3.11.27	2013 年参照年地図 (カーボデルガド州)	239
図 2.3.11.28	土地被覆・土地利用タイプ別面積集計結果 (ガザ州)	240
図 2.3.11.29	土地被覆・土地利用タイプ別面積集計結果 (カーボデルガド州) (単位: ha)	241
図 2.3.13.1	K&C Phase 4 より入手した ALOS-2 の位置図	243
図 2.3.14.1	森林減少抽出の判読基準	246
図 2.3.14.2	レーダ画像解析位置図	247
図 2.3.14.3	目視判読により抽出された森林減少箇所 (青枠)	248
図 2.3.14.4	目視判読により抽出された森林減少箇所 (青枠)	249
図 2.3.14.5	目視判読により抽出された森林減少箇所 (青枠)	250
図 2.3.14.6	目視判読により抽出された森林減少箇所 (白枠)	251
図 2.3.14.7	目視判読により抽出された森林減少箇所 (白枠)	252
図 2.3.14.8	目視判読により抽出された森林減少箇所 (白枠)	253
図 2.3.15.1	自動分類による森林減少抽出の処理手順	255
図 2.3.15.2	レーダ画像解析位置図 (GBFM 調査シーン検討のための解析を含む)	256
図 2.3.15.3	自動分類により抽出された森林減少箇所	257
図 2.3.15.4	自動分類により抽出された森林減少箇所	258
図 2.3.16.1	ALOS-2 期首期末におけるデシベル (dB) 値分布図	259
図 2.3.16.2	それぞれの閾値を用いた森林減少抽出の例	260
図 2.3.17.1	RED を用いて抽出されたポリゴンのデシベル (dB) 値分布図	264
図 2.3.18.1	BLUE と GREEN のポリゴン形状が概ね一致している例	265
図 2.3.18.2	BLUE のポリゴンが過少推定な例	265
図 2.3.18.3	GREEN のポリゴンが過大推定な例	266
図 2.3.18.4	誤検出ポリゴンを用いた作業イメージ	267
図 2.3.18.5	BLUE の過少部分と GREEN の過大部分の dB 値プロット図	267
図 2.3.18.6	BLUE の改良案 (BLUE の過少推定を改善)	268
図 2.3.19.1	BLUE が過小、BLUE+ がほぼ最適な例	269
図 2.3.19.2	BLUE、BLUE+ とともにほぼ同じ結果の例	269
図 2.3.19.3	BLUE+ が最適な例	270
図 2.3.20.1	水域マスクの例	271
図 2.3.20.2	水域マスクにより誤検出を除外できる例と除外できない例	272
図 2.3.21.1	2015 年と 2016 年のレーダ画像の観測日の比較	273
図 2.3.21.2	カーボデルガド州における 2010-2015 年比較	275
図 2.3.22.1	森林減少を抽出するための閾値 (最終版)	276
図 2.3.22.2	全国レベルでの森林減少抽出結果	277
図 2.3.23.1	保護区・国立公園内における森林減少抽出結果	279
図 2.3.23.2	バッファ作成による森林減少モニタリング範囲の作成例 (カーボデルガド州)	281
図 2.3.24.1	ワークショップの様子	284

図 2.4.2.1	各森林タイプの林内生立木の DBH と樹高(H)の関係	293
図 2.4.2.2	森林タイプ別の ha 当り炭素換算 AGB 重量 (C-t/ha) の分布	294
図 2.4.3.1	森林タイプ別 ha 当たりの幹材積と商業材積 (ガザ州)	304
図 2.4.3.2	森林タイプごとの ha 当たりの立木本数 (ガザ州)	305
図 2.4.3.3	森林タイプごとの ha 当たりの材積 (ガザ州)	305
図 2.4.3.4	森林タイプ別 ha 当たりの幹材積と商業材積 (カーボデルガド州)	306
図 2.4.3.5	森林タイプごとの ha 当たりの立木本数 (カーボデルガド州)	306
図 2.4.3.6	森林タイプごとの ha 当たりの材積 (カーボデルガド州)	307
図 2.5.4.1	GBFM のスケジュール.....	314
図 2.5.4.2	カーボデルガド州アंकアベ郡ナクアレ・コミュニティのモニタリング・エリア	315
図 2.5.4.3	カーボデルガド州モンテプエズ郡シペンベ・コミュニティのモニタリング・エリア	315
図 2.5.4.4	ガザ州ビレーネ郡ゴゾ・コミュニティ、シリングネ・コミュニティ及びシアシヨ・コミュニティのモニタリング・エリア	316
図 2.5.4.5	ガザ州ムバラネ郡マブンブケ・コミュニティのモニタリング・エリア	316
図 2.5.4.6	ナクアレ・コミュニティの GBFM 進捗図	317
図 2.5.4.7	シペンベ・コミュニティの GBFM 進捗図	318
図 2.5.4.8	マブンブケ・コミュニティの GBFM 進捗図	318
図 2.5.4.9	ビレーネ郡の 3 パイロット・コミュニティの GBFM 進捗図	319
図 2.5.4.10	GBFM の実施風景写真	320
図 2.5.4.11	森林火災の原因	321
図 2.5.4.12	森林火災の被害状況	321
図 2.5.4.13	GBFM でチェックした森林減少エリアの写真	322
図 2.5.4.14	木炭生産に関する写真	323
図 2.5.4.15	RTM エリアと AFP と BA エリアを重ねた図	324
図 2.6.3.1	CF-MF の参照期間の規定への対応策 (一例)	340
図 2.6.3.2	森林変化マトリックスの一例 (ガザ州 2005 年と 2008 年の比較)	342
図 2.6.3.3	土地被覆タイプの変化に伴う平均炭素ストックの変化 (EF) を示すマトリックス	344
図 2.6.3.4	炭素ストック変化マトリックスの一例 (ガザ州 2005 年と 2008 年の比較)	346
図 2.6.3.5	参照期間における炭素排出量/吸収量の推移 (カーボデルガド州)	348
図 2.6.3.6	参照期間における炭素排出量/吸収量の推移 (ガザ州)	349
図 2.7.5.1	各サンプル木の DBH と地上部バイオマスの関係を示す散布図及びアロメトリー式	362
図 2.7.5.2	各サンプル木の DBH と地上部バイオマスの関係を示す散布図及びアロメトリー式	363
図 2.7.5.3	各サンプル木の DBH と地下部バイオマスの関係を示す散布図及びアロメトリー式	365
図 4.1.1.1	森林総局の組織図	379
図 4.1.1.2	土地・環境・農村開発省の組織図	379
図 4.2.3.1	REDD+実施体制	383

図 5.1.1.1	森林資源情報プラットフォームの活用方法	386
図 8.1.1.1	プロジェクトの主要成果ごとの活用方法の概要	404
図 8.1.1.2	プロジェクト成果の持続的森林管理への活用方法(政策ベースでの詳細活用方法)	405
図 8.1.1.3	プロジェクト成果の REDD+への活用方法(政策ベースでの詳細活用方法)	406
図 8.1.1.4	プロジェクト成果の活用における課題の対処期間	407

表の目次

表 1.2.5.1	森林資源情報プラットフォーム 第2年次データベース更新内容	11
表 1.2.5.2	森林資源情報プラットフォーム 第3年次データベース更新内容	11
表 1.2.5.3	森林資源情報プラットフォーム 第4年次データベース更新内容	12
表 1.2.5.4	森林資源情報プラットフォーム 第5年次データベース更新内容	13
表 1.2.6.1	第1年次プラットフォームに関するトレーニングおよびワークショップ	14
表 1.2.6.2	第2年次プラットフォームに関するトレーニング	14
表 1.2.6.3	第4年次プラットフォームに関するトレーニング	15
表 1.2.6.4	第5年次プラットフォームに関するトレーニング	15
表 1.2.9.1	カーボデルガド州で実施した事前現地調査日程	20
表 1.2.9.2	ガザ州で実施した事前現地調査日程	20
表 1.2.9.3	カーボデルガド州で実施した GT 調査日程	21
表 1.2.9.4	ガザ州で実施した GT 調査日程	21
表 1.2.9.5	ガザ州で実施した追加 GT 調査日程	22
表 1.2.9.6	カーボデルガド州で実施した追加 GT 調査日程	22
表 1.2.9.7	マニカ州 GT 調査日程	23
表 1.2.9.8	テテ州 GT 調査日程	23
表 1.2.9.9	ニアッサ州 GT 調査日程	24
表 1.2.10.1	GT の実施手法のガイドラインの目次	24
表 1.2.13.1	リモートセンシング分析手法のガイドラインの目次	27
表 1.2.14.1	OJT の開催日時	28
表 1.2.14.2	OJT 参加者	28
表 1.2.14.3	第1回 OJT プログラム	28
表 1.2.14.4	第2回 OJT プログラム	29
表 1.2.14.5	第3回 OJT プログラム	29
表 1.2.15.1	使用衛星画像リスト(ガザ州)	33
表 1.2.15.2	使用衛星画像リスト(カーボデルガド州)	35
表 1.2.15.3	再自動分類に使用した衛星画像リスト(ガザ州)	39
表 1.2.15.4	再自動分類に使用した衛星画像リスト(カーボデルガド州)	39
表 1.2.17.1	各分類項目の精度検証点数	45
表 1.3.2.1	2016 年度以降の ALOS-2 基本観測計画(世界)	50
表 1.3.3.1	ALOS-2 の観測モード一覧	52
表 1.3.5.1	レーダ研修実施内容(第1年次)	56
表 1.3.5.2	レーダ研修実施内容(第2年次)	56
表 1.3.5.3	レーダ研修実施内容(第3年次)	57

表 1.3.5.4	レーダ研修実施内容（第4年次）	58
表 1.3.5.5	第5年次のレーダ画像解析研修（本邦研修）	58
表 1.3.7.1	層化抽出法の式	63
表 1.3.7.2	計画サンプル数（クラスター数）	63
表 1.3.7.3	ガザ州における森林インベントリー業務の実施工程	70
表 1.3.7.4	カーボデルガド州における森林インベントリー業務の実施工程	70
表 1.3.7.5	森林インベントリー調査再委託成果品	70
表 1.3.8.1	森林インベントリー基礎研修実施内容（第1年次）	71
表 1.3.8.2	森林インベントリー基礎研修実施内容（第2年次）	72
表 1.3.8.3	森林インベントリーQA/QC研修の実施日程（ガザ州にて）	74
表 1.3.8.4	森林インベントリーQA/QC研修の実施日程（カーボデルガド州にて）	74
表 1.3.8.5	研修使用機材	75
表 1.4.1.1	UNFCCCにFREL/FRLを提出した国一覧	89
表 1.4.1.2	FREL/FRLの設定に関する検討事項とそのポイント	90
表 1.4.3.1	LANDSAT衛星画像の優先順位（案）	96
表 1.4.3.2	ガザ州で使用するLandsat衛星画像（2017年2月末時点）	98
表 1.4.3.3	カーボデルガド州で使用するLandsat衛星画像（2017年2月末時点）	98
表 1.4.3.4	ガザ州調査行程	100
表 1.4.3.5	カーボデルガド州調査行程	100
表 1.4.3.6	ガザ州調査実施体制	101
表 1.4.3.7	カーボデルガド州調査実施体制	101
表 1.5.4.1	バイオマス調査の活動日程	109
表 1.5.4.2	バイオマス調査の参加者	113
表 2.2.1.1	森林資源情報プラットフォームTWGメンバーリスト	120
表 2.2.1.2	森林資源情報プラットフォームTWGの開催状況	121
表 2.2.1.3	森林資源情報プラットフォームに関する協議等の実施状況	121
表 2.2.2.1	森林資源情報プラットフォームと連携可能なデータベース	123
表 2.2.3.1	森林資源情報プラットフォームのコンポーネントと具体的項目の対応表	125
表 2.2.4.1	森林資源情報プラットフォーム ロードマップ	126
表 2.2.5.1	森林資源情報として必要と考えられる情報、および関係機関	127
表 2.2.6.1	森林コンセッションに関する情報の公開/非公開区分	128
表 2.2.7.1	ガザ州での森林インベントリー調査での入力結果を踏まえて追加した主な機能	132
表 2.2.7.2	材積計算における枯死木等の考慮	134
表 2.2.7.3	各森林タイプのバイオマス推定に適用するアロメトリー式、R/S比一覧（2018年1月更新版）	136
表 2.2.7.4	バイオマス量計算における枯死木等の考慮	138
表 2.2.7.5	使用したソフトウェア	139
表 2.2.7.6	森林インベントリー調査結果集計様式	140
表 2.2.7.7	国家REDD+レジストリで管理する情報項目の整理	145
表 2.2.7.8	その他関連データ項目（案）	149
表 2.2.8.1	ユーザタイプと権限	151

表 2.2.9.1	森林資源情報プラットフォームで使したソフトウェア	153
表 2.2.9.2	森林資源情報プラットフォームサイトマップ	156
表 2.2.9.3	プラットフォームに登録した GIS データ一覧	162
表 2.2.9.4	調査樹木別材積・バイオマス量計算表	167
表 2.2.9.5	森林タイプ別 1ha 当たり材積/バイオマス量の集計のための Excel マクロの機能	173
表 2.3.1.1	リモートセンシング TWG のメンバーリスト	176
表 2.3.1.2	リモートセンシング TWG の開催日と議事	177
表 2.3.4.1	本プロジェクトで採用する分類項目(左)と全国レベルの AIFM 分類項目(右)との対応表	180
表 2.3.7.1	森林区分毎の面積(カーボデルガド州)	192
表 2.3.7.2	森林区分毎の面積(ガザ州)	193
表 2.3.8.1	森林/非森林の分類精度検証結果	194
表 2.3.8.2	森林タイプ別の分類精度検証結果	195
表 2.3.9.1	焼畑リスク面積(カーボデルガド州)	196
表 2.3.9.2	焼畑リスク面積(ガザ州)	196
表 2.3.10.1	第 1 回 OJT 時に行った質問表調査結果(一部抜粋)	201
表 2.3.10.2	第 2 回 OJT 時に行った質問表調査結果(一部抜粋)	201
表 2.3.10.3	第 3 回 OJT 時に行った質問表調査結果(一部抜粋)	202
表 2.3.10.4	基本操作研修前後に実施した質問表調査結果	203
表 2.3.10.5	フォローアップ研修前後に実施した質問表調査結果	207
表 2.3.11.1	マスクデータと作成手順	211
表 2.3.11.2	第一次目視判読で対象とした変化パターン(ガザ州)	212
表 2.3.11.3	第一次目視判読で対象とした変化パターン(カーボデルガド州)	213
表 2.3.11.4	ガザ州に見られた不自然な変化	221
表 2.3.11.5	カーボデルガド州に見られた不自然な変化	221
表 2.3.13.1	第 4 年次の ALOS-2 観測状況	244
表 2.3.14.1	アंकアベ郡の森林減少箇所数とその面積	248
表 2.3.14.2	モンテプエズ郡の森林減少箇所数とその面積	249
表 2.3.14.3	モルンバラ郡の森林減少箇所数とその面積	250
表 2.3.14.4	ギジャ郡の森林減少箇所数とその面積	251
表 2.3.14.5	モシンボア・ダ・プライア郡の森林減少箇所数とその面積	252
表 2.3.14.6	チモヨ市の森林減少箇所数とその面積	253
表 2.3.15.1	モルムベネ郡の森林減少箇所数とその面積(閾値は-4.0dB で算出)	257
表 2.3.15.2	ヌエンピ郡の森林減少箇所数とその面積(閾値は-4.0dB で算出)	258
表 2.3.17.1	期首時点において森林でないことが確認できたポリゴン数一覧	263
表 2.3.20.1	水域マスクを適用した場合の森林減少誤検出の除外数結果	271
表 2.3.20.2	総計	272
表 2.3.21.1	最小面積 1ha 以上の Tree loss 面積 (ha/year)	274
表 2.3.21.2	森林減少面積(森林被覆図およびレーダ解析結果)	274
表 2.3.21.3	精度検証結果(Producer's Accuracy)	275
表 2.3.22.1	全国レベルでの森林減少面積	277

表 2.3.23.1	森林減少面積サイズ別の集計結果	278
表 2.3.23.2	森林タイプ別の森林減少面積（カーボデルガド州）	280
表 2.3.23.3	森林タイプ別の森林減少面積（ガザ州）	280
表 2.3.24.1	ワークショップでの主な意見	282
表 2.4.1.1	森林インベントリー-TWG メンバーリスト	285
表 2.4.1.2	森林インベントリー-TWG の開催状況	285
表 2.4.2.1	インベントリー設計のための試験的調査結果	286
表 2.4.2.2	プレインベントリー調査地点の位置情報	289
表 2.4.2.3	森林タイプ別にみた生立木の DBH 及び樹高	291
表 2.4.2.4	森林タイプ別 ha 当り立木本数	293
表 2.4.2.5	森林タイプ別の ha 当り炭素換算 AGB 重量	294
表 2.4.3.1	ガザ州で森林インベントリー調査を実施したクラスターの内訳（クラスター数）	295
表 2.4.3.2	カーボデルガド州で森林インベントリー調査を実施したクラスターの内訳（クラ スター数）	296
表 2.4.3.3	誤差の計算に用いたクラスター数及びプロット	297
表 2.4.3.4	サンプリングの誤差（ガザ州及びカーボデルガド州一体）	297
表 2.4.3.5	大木 1 本を除外した場合のサンプリングの誤差	298
表 2.4.3.6	サンプリングの誤差（ガザ州）	299
表 2.4.3.7	サンプリングの誤差（カーボデルガド州）	300
表 2.4.3.8	大木 1 本を除外した場合のサンプリングの誤差（カーボデルガド州）	301
表 2.4.3.9	ガザ州における森林区分別の材積（DBH 5cm）	303
表 2.4.3.10	カーボデルガド州における森林区分別の材積（DBH 5cm）	303
表 2.5.1.1	GBFM の TWG メンバーリスト	311
表 2.5.1.2	GBFM の TWG の開催状況	312
表 2.5.4.1	コミュニティ内 BA 検出数	317
表 2.5.4.2	RTM、3 ヶ月後 RTM、MODIS モニタリング実施状況	317
表 2.5.4.3	RTM 調査結果とりまとめ表	319
表 2.5.4.4	3 ヶ月後 RTM 調査結果とりまとめ表	320
表 2.5.4.5	MODIS モニタリング調査結果とりまとめ表	322
表 2.5.4.6	炭生産モニタリング調査結果とりまとめ	323
表 2.6.1.1	FREL/FRL 及びバイオマス/炭素量推定の TWG メンバーリスト	327
表 2.6.1.2	FREL/FRL を議題に含めた TWG の開催状況	327
表 2.6.3.1	各国が採用した FREL/FRL の設定条件	330
表 2.6.3.2	「森林減少要因に関する調査」におけるモザンビーク内の各郡の分類	336
表 2.6.3.3	「森林減少要因に関する調査」の結果	337
表 2.6.3.4	本プロジェクトで設定する FREL/FRL の設定条件	339
表 2.6.3.5	森林、非森林の土地被覆タイプ別の ha 当たり平均炭素ストック	343
表 2.6.3.6	参照期間の年間平均炭素排出/吸収量（FREL/FRL）の計算（カーボデルガド州）	348
表 2.6.3.7	参照期間の年間平均炭素排出/吸収量（FREL/FRL）の計算（ガザ州）	349
表 2.7.1.1	バイオマス/炭素量推定を議題に含めた TWG の開催状況	351

表 2.7.3.1	各森林タイプのバイオマス推定に適用するアロメトリー式、R/S 比一覧（2018 年 1 月更新版）	356
表 2.7.3.2	非森林土地被覆カテゴリーのバイオマスに関するデフォルト値（Tier 1）	358
表 2.7.5.1	各サンプル木の計測データ	361
表 2.7.5.2	各サンプル木の総乾燥重量（バイオマス）	361
表 6.1.1.1	プラットフォームの機能の改良に関するロードマップ	389
表 6.1.2.1	データ・情報の更新に関するロードマップ	392
表 7.1.1.1	森林モニタリング（森林被覆図更新）のスケジュール	402
表 7.1.1.2	森林被覆図更新年の作業スケジュール	402
表 7.1.1.3	レーダ画像解析による森林減少抽出の対象年	403
表 7.1.1.4	レーダ画像解析の対象年の作業スケジュール	403
表 10.1.1.1	調達機材リスト	409

略語表

略語表記	正式名	和名
AIFM	Integrated Assessment of Land and Forests	土地森林総合評価
AFD	French Development Agency	フランス開発庁
AGB	Above Ground Biomass	地上部バイオマス
ALOS	Advanced Land Observing Satellite	陸域観測技術衛星
AVNIR-2	Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-2	高性能可視近赤外放射計 2 型
BA	Burned Area	MODIS のバーンドエリア
BCEF	Biomass Conversion and Expansion Factor	バイオマス変換拡大係数
BGB	Below Ground Biomass	地下部バイオマス
C/P	Counter Part	カウンターパート
CDS	Centre for Sustainable Development	持続的開発センター
CENACARTA	National Centre of Cartography and Remote Sensing	国家リモートセンシングセンター
DBH	Diameter Breast Height	胸高直径
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DINAGECA	National Directorate of Geography and Cadaster	国立地理及び地籍総局
DINAF	National Directorate of Forests	森林総局
DINAT	National Directorate of Lands	土地総局
DFRI/DIRF	Department of Forest Resources Inventory	森林資源評価部
DNRI/DIRN	Department of Natural Resources Inventory	自然資源評価部
DNTF	National Directorate of Lands and Forests	土地森林総局
FCPF	Forest Carbon Partnership Facility	森林炭素パートナーシップ基金
FNDS	Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (National Sustainable Development Fund)	持続可能な開発のための国家基金
FREL/FRL	Forest Reference Emission Level/ Forest Reference Level	森林参照排出レベル及び森林参照レベル
FRIP	Forest Resource Information Platform	森林資源情報プラットフォーム
GBFM	Ground-Based Forest Monitoring	地上での森林モニタリング
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GOFC-GOLD	Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics	森林および土地被覆ダイナミックスに関する全球観測実験
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GT	Ground Truth	グランド・トゥルース
IGN FI	National Institute of Geographic and Forest Information France International	フランス地理・森林情報国立研究所
IIAM	Mozambique Institute for Agrarian Research	モザンビーク農業研究機関
IIED	International Institute for Environment and Development	国際環境開発研究所
IND	National Demining Institute	国立地雷除去機構
INTIC	National Information and Communication Institute	国立情報処理通信院
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
MASA	Ministry of Agriculture and Food Security	農業・食料安全省

略語表記	正式名	和名
MCA	Millennium Challenge Account	ミレニアム・チャレンジ・アカウント
MICOA	Ministry of Coordination of Environmental Affairs	環境調整省
MINAG	Ministry of Agriculture	農業省
MITADER	Ministry of Land, Environment and Rural Development	土地・環境・村落開発省
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer	中分解能撮像分光放射計
MRV	Measurement, Reporting and Verification	測定・報告・検証
MozFIP	Mozambique Forest Investment program	モザンビークにおける森林投資プログラム
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
OJT	On-the-Job Training	企業等機関内で業務の遂行を通じて行われる訓練・教育・研修
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
PaMs	Policy and Measures	政策と対策
PEDSA	Strategic Plan for Sustainable Development of Agriculture	持続的農業開発戦略計画
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control	品質保証/品質管理
RD	Record of Discussion	合意文書
REL/RL	Reference Emission Level/ Reference Level	参照排出レベル及び参照レベル
R-PP	Readiness Preparation Proposal	準備計画
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
SDAE	Services for Economic Activities	郡レベル経済活動サービス
SPF	Provincial Service of Forest	州レベル森林サービス
SPFFB	Provincial Service of Forest and Wildlife	州レベル森林野生生物サービス
SPGC	Provincial Service of Geography and Cadaster	州レベル地理土地登記サービス
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre	地球観測衛星
TWG	Technical Working Group	技術作業部会
UEM	Eduardo Mondlane University	エドワルドモンドラーネ大学
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組条約
UPG	Pedagogic University	教育大学
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
UT-REDD+	REDD+ Technical Unit	REDD+技術部会
WB	World Bank	世界銀行
ZAE	Agroecological Zoning	アグロエコロジカルゾーニング

摘要

「モザンビーク国 REDD+モニタリングのための持続可能な森林資源情報プラットフォーム整備プロジェクト」(以下、本プロジェクト)は、ガザ州とカーボデルガド州をパイロット州に設定し、2013年4月から2018年3月の5年間、MITADERとJICAにより実施されたものである。本プロジェクトのプロジェクト目標は「森林資源情報プラットフォームの運用計画に基づいて、森林資源モニタリングが定期的に適切に実施される」ことであり、そのプロジェクト目標を達成するために、成果1:森林資源情報プラットフォームとして機能するデータベース・システムを構築する、成果2:森林資源情報プラットフォームの計測・報告・検証(MRV)のための基盤の開発を行う、成果3:森林資源情報プラットフォームのための参照排出レベルあるいは参照レベルの策定を行う、成果4:バイオマス及び炭素量を推定するために必要なデータセットの整備を行うことが設定され、プロジェクト運営がなされた。

具体的には、主に以下の点が、本プロジェクトの成果である。

森林資源情報プラットフォームは FREL/FRL MRV セーフガード 吸収排出量 国家 REDD+ 戦略 森林行政関連データ その他データ 国家 REDD+レジストリの 8 項目のコンポーネントにより設計・構築された。(http://www.dinaf.gov.mz/pirf_mreddplus/)

- ガザ州とカーボデルガド州の森林被覆/土地利用図が光学衛星画像を用いて2002年、2005年、2008年、2010年、2013年の時系列で作製された。
- レーダ画像による解析により、1年間のスパンでの森林減少エリア抽出のモニタリング手法が開発された。
- ガザ州でのインベントリー調査(合計205カ所のクラスター)とカーボデルガド州でのインベントリー調査(合計272カ所のクラスター)が実施され、REDD+のFRL設定のための排出係数が設定されるとともに州レベルの持続的森林管理のための基礎データが提供された。
- モパネ林を対象としたバイオマス調査を実施し、アロメトリー式が開発された。
- ガザとカーボデルガド州2州の準国レベル FREL/FRL が設定された。

また、本プロジェクトの大きな特徴として、持続可能な森林管理や REDD+の実施のための国家としての森林資源情報プラットフォームというデータベース・システムを構築し、関係機関とも連携し関連するすべての情報やデータを格納・更新することや随時必要な機能の改良を行うことが可能であることがあげられる。また、実施した活動すべての分野(森林資源情報プラットフォーム、リモートセンシング、インベントリー、バイオマス調査等)でモザンビーク側スタッフの能力向上を行い、プロジェクト終了後、モザンビーク側で同種の活動を継続していくことが可能であることがあげられる。

以上のプロジェクト成果の REDD+及び持続的森林管理への主な活用方法としては、森林資源情報プラットフォームについては森林管理計画の策定や、コンセッションライセンス発行のための基礎データの提供、REDD+プロジェクトのためのレジストリ機能の活用(含む REDD+実施のモニタリング管理)への活用等が可能である。また、2州の森林被覆/土地利用図及び変化図については、森林管理計画の策定と実施監督及びコンセッション管理のベースマップの作成や、森林減少が発生している位置の確認と国家 REDD+戦略に基づいた森林保全活動等をどのエリアで実践するかの計画への活用等が可能である。さらに、2州のインベントリー調査のデータについては、森林管理計画やコンセッション計画を作る際のベースとなる森林タイプ別の蓄積、商業用樹種のクラス別での蓄積情報を提供し伐採許容量の算出の根拠や、REDD+のモニタリング等に必要な排出係数の根拠としての活用等が可能である。最後にレーダ画像を用いた森林減少エリアの抽出につ

いては、国家 REDD+戦略上の森林保全活動等の実践、森林保全のパトロールや対策の実施における優先エリアの選定、政策決定者への説明資料や住民への啓蒙活動資料への活用等が可能である。

要約

1 概要

1.1 背景

モザンビーク共和国（以下、モザンビークという）は、国土の約 50%にあたる約 39 百万 ha を森林が占めるが、特に 2006 年からの 5 年間の年平均減少率約 0.53%は過去 5 年間のそれを上回り、森林の減少が進んでいる。森林減少の主な理由は、薪炭材採取、鉱山開発、過度の焼畑利用、農地転用、違法伐採などが上げられ、根本的な要因として、農村部の住民の森林資源への依存度の高さと森林行政の統治力の弱さがあると考えられる。

また、国際社会においても、気候変動対策の観点から、森林の減少及び劣化を抑制し、森林からの温室効果ガスの排出抑制・吸収増大を進めること（REDD+）が重要であるとの認識が高まっており、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）次期議定書のメカニズムの一つとして検討されているところである。

このような状況のもと、モザンビークは REDD+の実施に積極的に取り組んでいるところである。また、モザンビークは REDD+を活用して持続的な経済発展と森林保全の両立の実現を推進することを目指している。

しかしながら、REDD+のモニタリング・測定・報告・検証（M&MRV）に関して森林総局の職員の能力は限定的であり、全国レベルでの森林情報の更新等はシステム化されていない。また、広大なモザンビークの森林資源情報を整備するために必要な衛星画像解析や森林インベントリーの手法についても関係者の技術・知識の向上が必要である。更に、FREL/FRL の策定、バイオマス及び炭素量の算出方法といった REDD+の MRVのために必要なその他の個別の知識・技術も自国のみでは習得困難な状況にある。

以上の背景から、土地・環境・村落開発省の森林総局と JICA が協働で「モザンビーク国 REDD+モニタリングのための持続可能な森林資源情報プラットフォーム整備プロジェクト」（以下、本プロジェクト）を実施した。

1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクトにおけるプロジェクト目標、上位目標及び成果等を取りまとめたプロジェクトの構成を以下に示す。

表 1.1 プロジェクトの構成

【上位目標】： 森林資源情報プラットフォームから得られる情報に基づき、モザンビーク全土において持続的な森林管理、REDD+の準備体制が確立される。
【プロジェクト目標】： 森林資源情報プラットフォームの運用計画に基づいて、森林資源モニタリングが定期的に適切に実施される。

<p>成果:</p> <p>成果 1:森林資源情報プラットフォームとして機能するデータベースシステムの構築</p> <p>成果 2:森林資源情報プラットフォームの計測・報告・検証 (MRV) のための基盤の開発</p> <p>成果 3:森林資源情報プラットフォームのための参照排出レベル (FREL) あるいは参照レベル (FRL) の策定</p> <p>成果 4:バイオマス及び炭素量を推定するために必要なデータセットの整備</p>
<p>プロジェクト期間: 2013 年 4 月 - 2018 年 3 月 (5 年間)</p>
<p>【プロジェクト対象地域】</p> <p>拠点:マプト市</p> <p>パイロット州:ガザ州及びカーボデルガド州 (モザンビークでの典型的な植生を含む)</p> <p>森林資源情報プラットフォームのデータベースの対象地域:全国</p>
<p>【C/P 機関】</p> <p>土地・環境・村落開発省森林総局 (MITADER DINAF)</p>

また、プロジェクトの成果の概要を取りまとめた全体像を以下の図 1.1 に示す。



図 1.1 プロジェクト成果の概要

本要約では、以下、1) 森林資源情報プラットフォーム、2) リモートセンシング、3) 森林インベントリー、4) バイオマス/炭素量推定、5) FREL/FRL の各分野別に実施した活動内容や成果等について記述する。

2 森林資源情報プラットフォーム分野

2.1 森林資源情報プラットフォームの目的

森林資源情報プラットフォームは、森林・林業とそれに関連する問題にかかる情報及びデータの一元的な管理及び共有を可能にし、それらの検索、活用及び更新の機能を提供するためのデータベースシステムとして開発され、REDD+の推進と持続可能な森林経営の策定に貢献するという目

的を持っている。これらの目的に基づいて、プラットフォームがどのように利用されるかというアウトプットを意識した6つの具体的な目的が図 2.1 のように設定された。

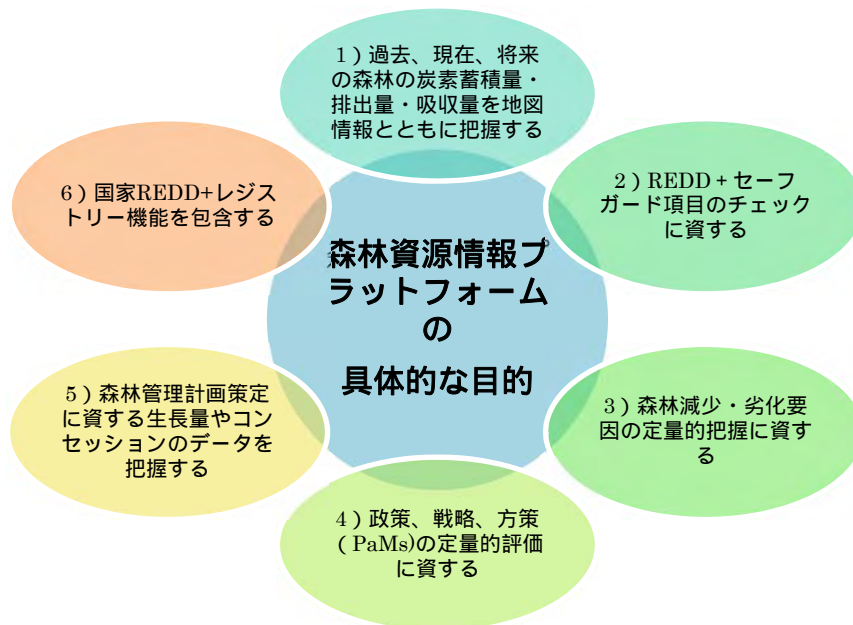


図 2.1 森林資源情報プラットフォームの具体的な目的

2.2 森林資源情報プラットフォームの構築

上記の6つの具体的な目的に基づいて、プラットフォームは、図 2.2 で示す8項目のコンポーネントで構成された。



図 2.2 森林資源情報プラットフォームのコンポーネントの概念図

2.3 森林資源情報プラットフォームの機能

森林資源情報プラットフォームは、主に図 2.3 に示す3つの機能を提供する。

- ・ REDD +に関する情報の提供
- ・ 地図上の森林被覆/土地利用図の可視化
- ・ 森林インベントリー結果の排出量の推定と分析



図 2.3 森林資源情報プラットフォームのアウトライン

REDD+に関する情報は、表 2.1 に示す 8 つのコンポーネントのそれぞれについて提供される。

表 2.1 8 つのコンポーネントから提供される情報/データのアウトライン

コンポーネント	提供される情報のアウトライン
FREL/FRL	<ul style="list-style-type: none"> ● REDD+活動を通じて達成される排出削減量を推定する FREL/FRL が示される。 ● FREL/FRL の設定に使用された活動データ、排出係数および排出量推定に関連するすべての要素が明確に示される。
MRV	<ul style="list-style-type: none"> ● REDD+に関してモザンビークにおいて何をどのように測定し、報告し、検証するかを示したコンセプトと計画が示される。
セーフガード	<ul style="list-style-type: none"> ● REDD+活動を通じてセーフガードがいかに対処され尊重されたかに関する情報は、セーフガード情報システムを通じて提供される。
吸収・排出量モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> ● 森林炭素蓄積量、および吸収・排出量の推移が示される。
国家 REDD+戦略	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家 REDD+戦略に関する情報が提供される。 ● 森林管理や REDD+等に関連に関する法体系の情報が提供される。 ● 政策と方策 (PaM) の定量的評価が示される。
国家 REDD+レジストリ	<ul style="list-style-type: none"> ● 「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」に従って申請・承認された REDD+プロジェクトに関する情報が提供される。具体的には、プロジェクト名称、活動タイプ、実施面積、プロジェクトサイト位置(シェイプファイル)、プロジェクトの開始日・終了日、目標排出減少・吸収増加量(CO2 t)、現実排出減少・吸収増加量(CO2 t)等である。

コンポーネント	提供される情報のアウトライン
森林行政関連データ	● 森林管理における組織体系、REDD+の推進体制、コンセッション等に関する情報が提供される。
その他データ	● 地図データ（道路データ、河川データ、行政界データ等）等その他の関連データの提供がされる。

この森林資源情報プラットフォームは以下の URL により、一般公開されている。

URL : http://www.dinaf.gov.mz/pirf_mreddplus/

2.4 森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン

森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプランとして、プラットフォームの機能の改良に関するロードマップ及びデータ・情報の更新に関するロードマップを整理することで、同アクションプランとした。

プラットフォームの機能の改良に関するロードマップは、改良すべき機能について、1) 機能の内容、2) 当該機能の利用者、3) 改良時期を整理した。

機能の利用者については、森林資源情報プラットフォームより提供する情報には、一般にアクセス可能な情報と、DINAF 内部など関係者のみがアクセス可能な情報に分けられる。利用者によって、利用方法や求める機能、アクセス方法が異なるため、それを明確にした。

改良時期については、データ・情報の更新に関するロードマップと概ね整合を図ったが、他のプロジェクト等の進捗に影響される場合がある。

データ・情報の更新に関するロードマップは、1) 統計、2) 法律・規則、3) プロジェクト・レジストリ、4) 活動データ、5) 土地被覆・土地利用、6) 森林劣化、7) 森林減少、8) 森林インベントリー、9) 永久（固定）プロット、10) FREL、11) 森林コンセッション、12) 植林、13) セーフガード、14) MozFIP、15) SUSTENTA プロジェクト関連の情報に分類して、1) 情報の内容、2) 最初のプラットフォームにアップロードする時期、3) データ・情報の更新頻度、4) 情報のフォーマット、5) データ・情報の作成・アップロード責任機関等を整理した。

2.5 森林資源情報プラットフォーム分野でのキャパシティビルディング

森林資源情報プラットフォーム分野に関しては、「戦略的情報計画」と「運営・維持管理」に重点を置いたキャパシティビルディングが(1)テクニカルワーキンググループにおける森林資源情報プラットフォームの扱うデータと機能について議論する過程での OJT、(2) 成果報告のためのワークショップや他の組織との会合での、C/P 自身による森林資源情報プラットフォームのプレゼンテーション、(3) 森林資源情報プラットフォームの内容と地図の更新に関する講義と演習、によって実施された。



図 2.4 森林資源情報プラットフォーム分野におけるキャパシティビルディング

3 リモートセンシング分野

3.1 森林被覆・土地利用図の作成

2008年のALOS AVNIR-2画像を用いて、カーボデルガド州とガザ州の森林被覆・土地利用地図を作成した。主な作製のプロセスは以下のとおり。

- (1) 過去のプロジェクトを参照した分類クラスの検討 (図 3.1)
- (2) グラントゥルース調査 (図 3.2) からの教師データによるオブジェクトベースの分類
- (3) グラントゥルース調査における初期分類結果の検証
- (4) 視覚的解釈によるエラーを訂正することによる分類精度の向上

(半) 常緑密林	紫
(半) 常緑疎林	緑
メクルース林	青
マングローブ林	赤
(半) 落葉密林	黄緑
(半) 落葉疎林	黄
モバネ林	茶
落葉チケツ	黄緑
非森林樹林地・草地 (シュラブを含む)	白
浸水草地 (浸水シュラブを含む)	青
樹木作物地	黄
耕作地	黒
裸地	黄
集落・都市域	黒
水域	青



図 3.1 森林被覆・土地利用図の配色

図 3.2 グラントゥルース調査

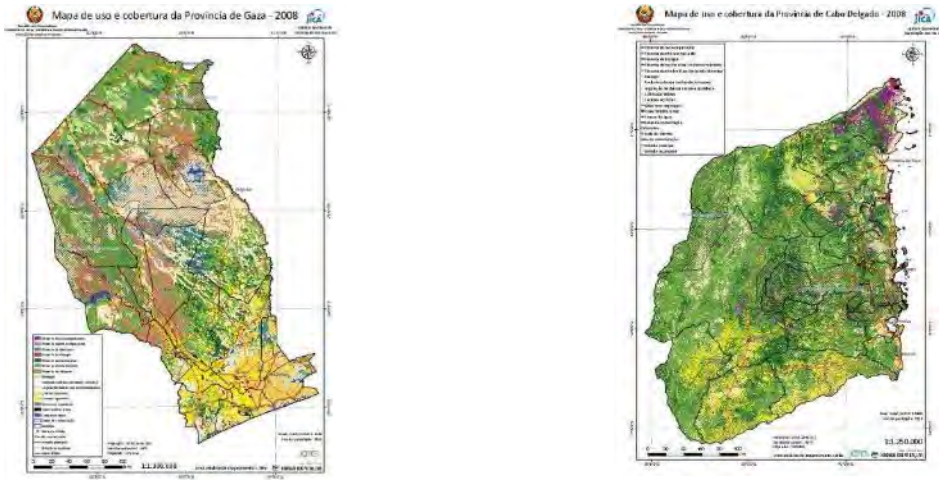


図 3.3 2008 年の森林被覆・土地利用図

これらの地図(図 3.3)は、モザンビークで最初の州レベルの 1/200,000 スケールマップであり、参照年地図及び FREL/REL 設定の開発の基礎として使用された。これは将来の持続可能な森林管理にも利用されることが期待されている。

3.2 参照年地図の作成

基準となる 2008 年の森林被覆図(2008 年ベースマップ)と時系列 Landsat 画像を用いて、2002 年、2005 年、2010 年、および 2013 年の参照年(参照年地図)の森林被覆図が作製され、ヒストリカル・トレンドを分析した。その結果、カーボデルガド州とガザ州の 2 州の FREL/FRL の設定に必要な活動データ(AD)が設定された。以下に図 3.4 とともに作製のプロセスを記述する。

- 1) 2 つの連続する基準点の Landsat 画像を比較して変化エリアを検出する。
- 2) 検出された変化エリアは変化パターンによって分類され、変化エリア図が作成される。
- 3) 2008 年のベースマップに変化エリア図を重ねて、参照年地図を作成する。

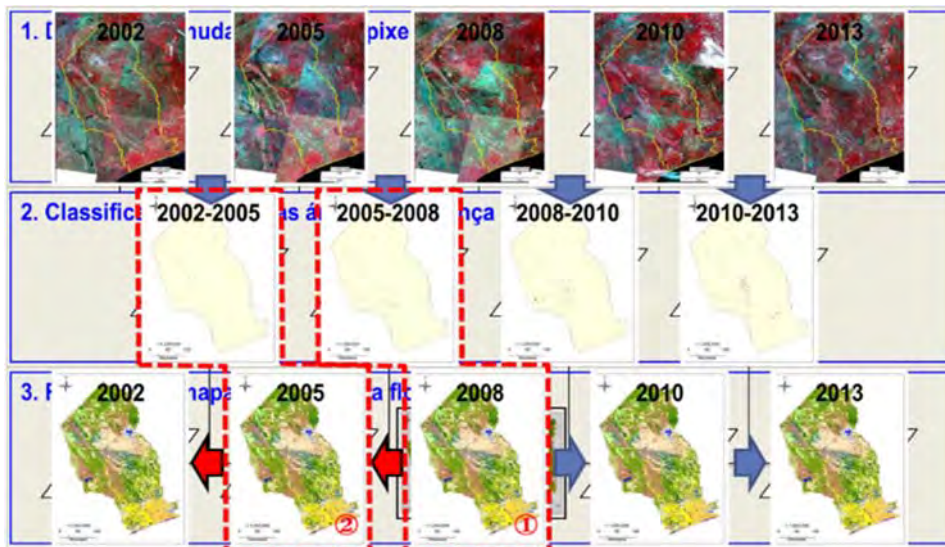


図 3.4 変化エリア図から参照年地図を作成する手順のイメージ

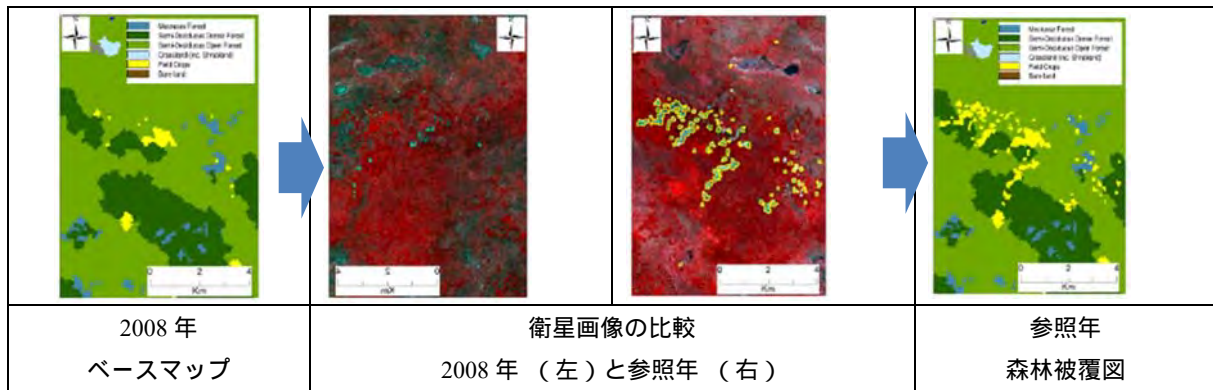


図 3.5 参照年地図作成の例

3.3 レーダ画像を利用した森林減少モニタリング

NFMS の一部であるレーダ画像（レーダーモニタリング）を用いた森林減少モニタリングの概要を以下の表 3.1 に示す。

表 3.1 レーダ画像（レーダーモニタリング）を用いた森林減少モニタリングの概要

項目	内容
主たる目的	<ul style="list-style-type: none"> ● 森林減少エリアを検出し、森林減少面積を推定する。さらに、森林被覆図や道路情報、地形の傾斜情報なども追加して複合的な分析を行い、森林減少対策を優先的に実施するエリアを選定する。 ● 森林減少発生箇所にバッファを設けて、そのバッファゾーンを重点的にモニタリング・対策していくことで、焼畑のような移動耕作に起因する森林減少を抑制する。 ● ボルティン（広報誌）を活用し、住民には森林減少の現状を伝えるとともに、政策決定者には森林減少対策の必要性を報告する。
ターゲットエリア	モザンビーク全地域
衛星画像	ALOS-2/PALSAR-2（25m プロット）
観測時期	主に 7 月から 9 月
観測期間	年 1 回
最少エリア	1 ha

ALOS-2/PALSAR-2 画像を用いて、森林減少エリアの検出のための予備レーダー画像解析を行い、以下の解析手法を開発した。

1) 対象とする地域がカバーされている 2 時点のレーダ画像を入手する。

2) 2 時期のレーダ画像間の後方散乱係数の差を計算する。
 3) 現地調査結果を参考にして求めた閾値以下の差がある区域を森林減少区域として抽出する。

図 3.6 は、2 つの異なる時点のレーダ画像から計算された後方散乱係数の差異の分布を示す。差が赤線で示す閾値より大きい場合、かつ期首の後方散乱係数が-18dB 以上の場合（森林減少エリアと示されている黄緑色の枠内に該当した場合）、その区域は森林減少とみなされる。また、期首の後方散乱係数が-18dB 未満の場合は、元から非森林であることから、差の大小に関わらず森林減少とはみなされない（非森林エリアと示されている灰色の枠内に該当した場合）。図 3.6 の現地検証結果は、作成された赤線の閾値を使用することで、ほぼ全ての森林減少地域が検出できていることを示している。

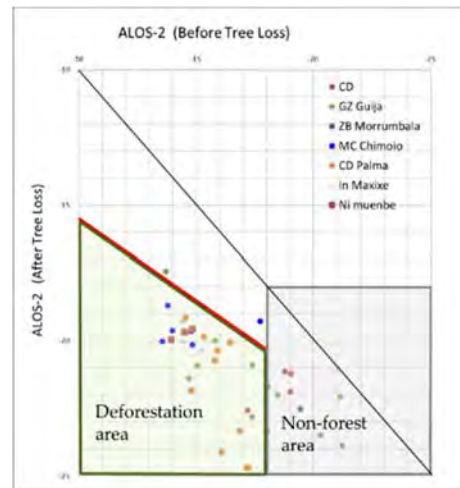


図 3.6 2 時点間の後方散乱係数の差異による森林減少抽出の



図 3.7 閾値を用いて抽出された森林減少エリア（赤ポリゴンのエリア）の例

3.4 リモートセンシング分野でのキャパシティビルディング

リモートセンシング分野のキャパシティビルディングのプログラムは、(1) 新しい知識と技術を伝達するための講義と演習、(2) 実際のプロジェクト活動の一環としてのグランドトゥールズ調査と画像解析と分類を含む実地訓練を含めたOJT、(3) 仕様および分析結果を協議するテクニカルワーキンググループから構成されている。これらのプログラムは、森林被覆/土地利用図の作成、森林被覆の変化の検出と参照年地図の作成、レーダ画像を用いた森林被覆の変化のモニタリングなど、さまざまな活動をカバーしている。



図 3.8 リモートセンシング分野におけるキャパシティビルディング

4 森林インベントリー分野

4.1 プロジェクトでの森林インベントリーのコンセプト

本プロジェクトで設計された森林インベントリーの目的は、森林減少と森林劣化からの排出量及び REDD +活動による植林などの活動からの吸収量を推定するための要素の 1 つである排出係数を算出することであり、また、モザンビークの森林タイプ別の単位面積当たりの森林蓄積を確認することを通じて将来の持続可能な森林管理計画策定にも資することである。

この森林インベントリー・システムの開発において、モザンビークの過去の事例を参照して様々な方法論を研究し、モザンビークの実施能力を考慮して、シンプルで効率的かつ持続可能な方法を設計することが不可欠である。

4.2 森林インベントリーの方法

(1) 必要なクラスター数の算出と設置

1) 必要なクラスター数の計算

層化無作為抽出法を用いてクラスターを設定し、層化毎に必要なクラスター数を Winrock によるサンプリングプログラムを用いて計算した。

2) 調査地点の選定方法

まず、ArcGIS で森林被覆・土地利用図及び地形図に 1km グリッドを描いた。次に、層化無作為抽出法により、森林タイプ別の必要数に対応するクラスターをグリッド交点から無作為に抽出し、優先クラスターとした。また優先クラスターと同数程度の予備クラスターを地図上のグリッドの交点から無作為に抽出した。

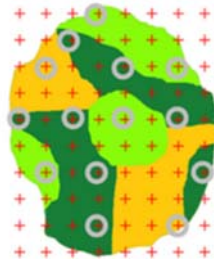


図 4.1 層化無作為抽出法の図



図 4.2 地図上のクラスターの分布図
(●= 優先クラスター, ▲= 予備クラスター)

(2) クラスター及びプロットの形状

クラスターの形状は 100m×100m の正方形を採用した。クラスターの 4 つの角をプロットの開始地点とし、クラスターの南西端にプロット No.1 を設定し、クラスター内で No.2～No.4 のプロットを時計回りに設定した。プロットの形状は 2 つのパターンがあり、1 つはマングローブ林を除くすべての森林タイプに適用された方形 (50m×20m) で、もう 1 つはマングローブ林に適用された円形 (半径 17.84m) であった。(図 4.3 参照)

プロット形状の仕様

単位	形状	サイズ(面積)
クラスター	正方形	100 m x 100 m
プロット	長方形	50 m x 20 m(1,000 m ²)
サブプロット	長方形	25 m x 10 m(250 m ²)
プロット	円形	半径 r = 17.84 m (999.9 m ²)
サブプロット	円形	半径 r = 8.92 m (250 m ²)

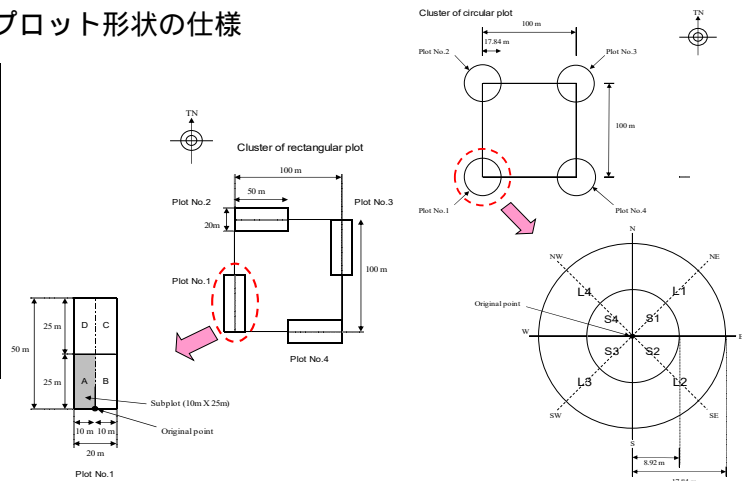


図 4.3 マングローブ林とその他森林を対象とするプロット形状

4.3 森林インベントリーの結果

森林インベントリーの結果の一つとして、ガザ州とカーボデルガド州の 2 州それぞれについて森林タイプ別の材積等を算出してまとめたものを表 4.1 および表 4.2 に示す。

表 4.1 ガザ州における森林区分別の材積 (DBH 5cm)

森林区分	プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数(本/ha)	総立木本数(1000本)	a 当り胸高断面面積 (m ² /ha)	ha 当り商業材積 (m ³ /ha)	総商業材積 (m ³)	ha 当り幹材積 (m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
半常緑林	76	142,082	322	45,750	6.98	15.39	2,187,068.23	40.10	5,696,919.87
メクルース林	123	291,616	1,332	388,433	17.87	32.87	9,586,584.38	75.01	21,872,949.70

森林区分	プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数(本/ha)	総立木本数(1000本)	a 当り胸高断面面積(m ² /ha)	ha 当り商業材積(m ³ /ha)	総商業材積(m ³)	ha 当り幹材積(m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
マングローブ林	0	291	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
半落葉林(ミオンボ含む)	339	2,545,795	418	1,064,142	6.80	12.97	33,016,415.36	33.78	85,996,955.10
モパネ林	138	1,073,261	449	481,894	4.97	8.78	9,426,451.36	20.87	22,397,883.81
合計	676	4,053,045	489	1,980,219	7.12	13.38	54,216,519.33	33.55	135,964,708.48

表 4.2 カーボデルガド州における森林区分別の材積 (DBH 5cm)

森林区分	プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数(本/ha)	総立木本数(1000本)	ha 当り胸高断面面積(m ² /ha)	ha 当り商業材積(m ³ /ha)	総商業材積(m ³)	ha 当り幹材積(m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
半常緑林	180	365,682	540	197,468	12.26	44.24	16,175,943.27	92.04	33,655,908.55
メクルース林	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
マングローブ林	135	31,412	1,636	51,390	16.20	35.16	1,104,571.57	68.98	2,166,736.94
半落葉林(ミオンボ含む)	753	5,287,878	385	2,035,833	9.95	34.22	180,935,321.53	71.71	379,172,579.87
モパネ林	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	1,068	5,684,972	402	2,284,691	10.13	34.87	198,215,836.36	73.00	414,995,225.36

- 注) 1. ガザ州でマングローブ林調査を実施していない。インベントリー調査のサンプリングをガザ州とカーボデルガド州を一体とした形で設計したことにより、層化無作為抽出法でサンプルを抽出した結果ガザ州のマングローブ林からはサンプルが抽出されなかったためである。
2. プロット数は 2013 年の森林被覆/土地利用図上で各タイプの森林と判断されたプロットの数である。

4.4 森林タイプごとの写真とインベントリーの実施の様子



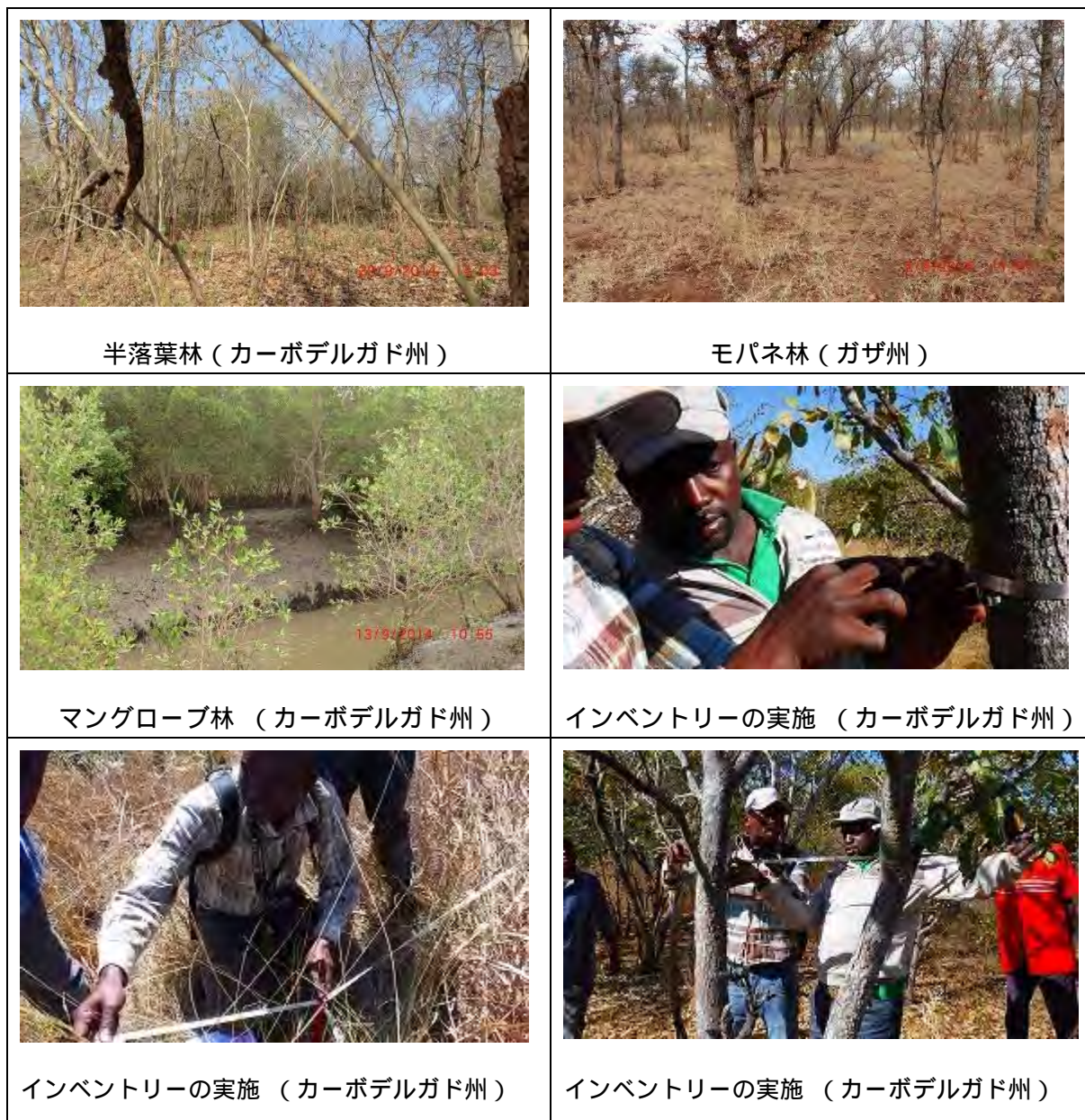


図 4.4 森林タイプごとの写真とインベントリーの実施の様子

4.5 森林インベントリー分野でのキャパシティビルディング

森林インベントリー分野については、（１）DIRF と SPF スタッフに調査器具を使用しながら森林インベントリーの実施方法を学ばせるための、森林インベントリー基礎研修の実施、（２）森林インベントリーの精度の検証、精度の改善及びインベントリーの方法論の改良のために QA / QC に関する知識を提供するトレーニングの実施、（３）再委託先による森林インベントリーの実施を監督する業務を通じての OJT をキャパシティビルディングとして実施した。



図 4.5 森林インベントリー分野におけるキャパシティビルディング

5 バイオマス/炭素量推定分野

5.1 バイオマス調査

本プロジェクトは、モパネ林のバイオマスを推定するためのアロメトリー式を開発する目的で、2016年にガザ州のマサンジェナ地区でモパネ林のバイオマス調査を実施した。モザンビークでは常緑林、モパネ林及びマングローブ林の地下部バイオマス（BGB）を推定するためのアロメトリー式は見つからず、これらの森林タイプの1つについてバイオマス調査を実施することが決定され、中でもモパネ林はこれらの森林タイプの中でモザンビーク最大の被覆面積をカバーしており、重要な森林タイプであるとみなされたため選択された。調査の結果、地上部バイオマス（AGB）およびBGBを推定するためのアロメトリー式が開発された。前者は、モザンビークの既存のアロメトリー式と比較した結果現状ではより適したアロメトリー式として判断され、モパネ林のAGBを算出するために用いられた。

(1) 調査方法

バイオマス調査は以下の手順で行われた。

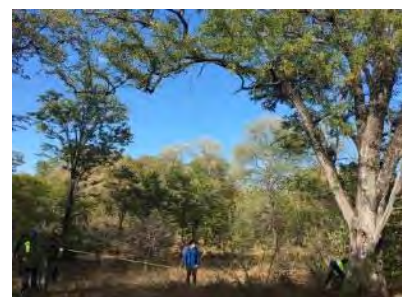
1) フィールドでのサンプル木の計測



a. 胸高直径ごとのサンプル木の選択



b. サンプル木の胸高直径及び樹高等の計測



c. 根の掘り取り範囲の設定

2) フィールドでのサンプリング木の破壊調査



a. サンプル木周辺の掘り起こしと根の収集



b. サンプル木を押し倒す(バックホウにより押し倒す)



c. サンプル木を4つのパート(幹、枝、葉、根)に分ける



d. 各パートの総生重量測定(写真は幹の重量を測定)

e. 各部分からサブサンプルを抽出する；各サブサンプル片の生重量を測定する

3) 乾燥重量の測定：各部分のサブサンプルを乾燥炉で完全に乾燥させ、その重量を測定する。

4) 測定結果の分析：

a. 各サンプル木の総乾燥重量(バイオマス)の推定

総乾燥重量=総生重量×サブサンプルの乾燥重量/サブサンプルの生重量

b. DBH と樹高とバイオマスとの関係を見つける回帰分析を行う。

(2) 調査結果

1) サンプル木の生重量及び乾燥重量の測定結果

各サンプルツリー(DBH、高さおよび総生重量)のフィールドで収集されたデータ及び推定総乾燥重量のデータを表 5.1 に示す。

表 5.1 サンプル木のデータ

No.	胸高直径 (cm)	高さ (m)	総生重量 (kg)					総乾燥重量 (kg)				
			幹	枝	葉	AG 合計	根	幹	枝	葉	AG 合計	根
1	5.0	4.7	4.3	2.3	0.8	7.3	4.5	2.8	1.4	0.5	4.7	3.0

No.	胸高直径 (cm)	高さ (m)	総生重量 (kg)					総乾燥重量 (kg)				
			幹	枝	葉	AG 合計	根	幹	枝	葉	AG 合計	根
2	8.0	6.9	17.2	4.8	2.5	24.4	18.4	11.4	2.9	1.3	15.6	11.4
3	17.0	11.7	113.3	46.7	6.7	166.8	46.9	82.1	30.3	3.4	115.8	29.9
4	21.0	12.8	189.1	17.3	6.3	212.6	61.8	139.6	11.3	3.3	154.1	41.2
5	24.5	13.7	318.5	173.7	18.7	510.9	164.2	249.4	125.9	9.6	384.9	101.1
6	31.0	16.7	631.6	299.4	14.7	945.7	242.2	473.0	200.7	8.7	682.4	155.9
7	33.5	14.2	568.3	468.7	22.7	1,059.7	250.5	427.4	307.6	12.1	747.1	155.8
8	40.0	17.9	828.3	706.1	68.0	1,602.3	346.0	618.4	499.1	32.7	1,150.2	196.5
9	45.0	16.8	862.0	527.4	25.0	1,414.4	310.5	664.3	404.9	13.1	1,082.3	189.0
10	51.0	16.3	1,268.8	1,598.3	46.3	2,913.4	582.0	957.9	1,037.4	26.4	2,021.7	382.8
11	56.6	17.7	1,599.0	1,196.1	42.3	2,837.4	489.2	1,269.8	860.9	24.4	2,155.1	359.5
12	62.3	22.6	1,798.0	2,938.5	100.5	4,837.0	1,060.9	1,340.5	1,941.2	51.2	3,332.8	815.7
13	74.5	19.2	3,134.4	2,931.3	114.3	6,180.0	1,292.7	2,409.8	2,098.5	59.3	4,567.7	758.7
14	80.5	20.2	2,108.1	4,070.7	39.5	6,218.3	962.2	1,613.9	2,621.5	22.3	4,257.8	541.8
15	87.6	18.9	2,554.1	2,497.3	72.2	5,123.6	1,237.1	2,129.5	1,970.8	39.9	4,140.3	867.9
16	101.8	21.6	3,766.3	4,611.9	66.0	8,444.1	1,928.9	2,929.8	3,039.0	33.6	6,002.5	1,339.0
17	109.2	17.9	4,156.0	5,840.5	95.1	10,091.6	2,142.7	3,299.1	3,808.4	57.4	7,165.0	1,446.3

2) 測定結果の回帰分析

a. AGB 推定のためのアロメトリー式の開発

バイオマス量を 2 変数 (DBH と樹高) で回帰分析した。適用される回帰モデルは

“AGB (kg) = a * DBH (cm) ^ b * 樹高 (m) ^ c”である。

アロメトリー式: AGB (kg) = 0.03325*DBH^1.848*樹高^1.241 R² = 0.9918

b. BGB を推定するためのアロメトリー式の開発

バイオマス量を 2 変数 (DBH と樹高) で回帰分析した。適用される回帰モデルは、

“BGB (kg) = a * DBH (cm) ^ b * Height (m) ^ c”である。

アロメトリー式: BGB (kg) = 0.09572*DBH^1.7969*樹高^0.3797 R² = 0.9806

5.2 森林タイプごとのバイオマスを推定するためのアロメトリー式

本プロジェクトは、森林のインベントリー・データとアロメトリー式を用いて、森林タイプごとのバイオマス量と炭素量を推定した。本プロジェクトはまず国内で既に開発されたアロメトリー式を調査した。その結果、エドワルドモンドラーネ大学では、いくつかの森林タイプのアロメトリー式が開発されていることが判明した。また、適切なアロメトリー式が国内で開発されていない森林タイプについては、同様の生態学的条件を有する近隣諸国で開発されたアロメトリー式の有無を調査した。適切なアロメトリー式がモザンビークまたはその周辺国のどちらからも見つからない場合は、2006 年度版 IPCC ガイドラインに示されている方程式が適用された。なお、本プロジェクトは、上記のバイオマス調査を実施することによってモパネ林のためのアロメトリー式を開発した。

5.3 バイオマス炭素量推定のキャパシティビルディング

バイオマスおよび炭素量推定のために、次のようにキャパシティビルディングが実施された。(1) バイオマスおよび炭素量推定に関するセミナーを開催した。セミナーは講義と演習から構成され、炭素蓄積量の推定に関する基礎知識、測定手順、他国で実施された調査の事例などについて講義により指導された。また、セミナー参加者はサンプルデータを用いてアロメトリー式の開発や、森林の炭素蓄積量を計算する方法を実習で学んだ。(2) バイオマス調査を実施することによる OJT では、現場での測定方法に関する技術指導が行われた。(3) テクニカルワーキンググループでは、様々なテーマについて話し合うことで、カウンターパートは、バイオマス及び炭素ストックの推定方法並びに関連する問題を理解することができた。



図 5.1 バイオマス/炭素量推定におけるキャパシティビルディング

6 FREL/FRL 分野

6.1 FRL の設定の方法

本プロジェクトは、以下の FRL の開発の枠組みの図に示されている手順に従って、カーボデルガド州とガザ州の森林参照レベル (FRL) を設定した。

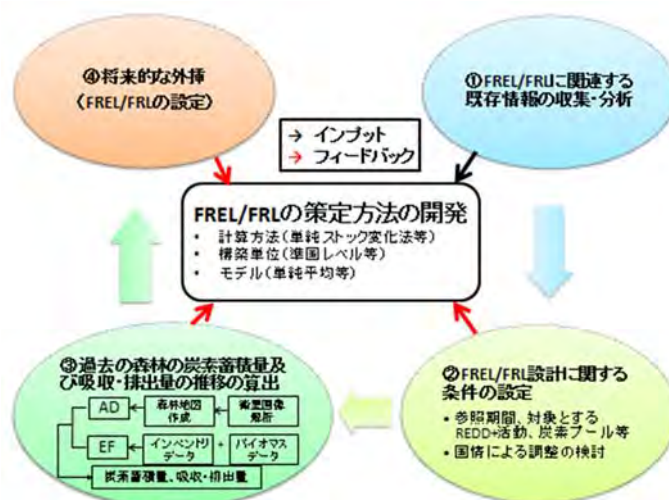


図 6.1 FRL 開発のための業務フロー

FRL の開発に適用された設定方法は、以下の表 6.1 のとおり。

表 6.1 カーボデルガド州とガザ州での FREL/FRL の設定方法

FRL の設定に必要な各項目	採用された方法
対象とする REDD+活動	森林減少からの排出削減；森林炭素ストックの増大
計測対象とする炭素プール	AGB、BGB
参照期間及びデータ分析時点数	参照期間：2002 年～2013 年 分析時点数：5 時点（2002 年、2005 年、2008 年、2010 年、2013 年）
活動データ(AD)の設定方法	ALOS と Landsat の衛星画像を用いて森林被覆の変化を分析し、森林面積変化マトリックスを開発する（図 6.2 参照）
排出係数(EF)の設定方法	<ul style="list-style-type: none"> 各森林タイプの炭素ストック：森林インベントリー・データ（DBH、樹高）およびアロメトリー式に基づいて設定。 非森林の土地被覆の炭素ストック：2006 年 IPCC ガイドラインで提供されているバイオマスのデフォルト値を適用
層化のレベル	13 クラス（森林 5 クラス；非森林 8 クラス） 森林被覆図に基づいて分類
将来の排出/吸収量の推定方法	参照期間の平均年間純排出量
将来予測に考慮された社会経済要因、国情	国情による調整は行わない。

6.2 過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推定

過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推移は、以下に示すように AD と EF に分けて推定された。

1) AD

AD は各分析時点間において、ある土地被覆タイプから異なる土地被覆タイプに変化した面積とした。参照年地図を基に時系列分析を行い、各分析時点間の森林面積変化マトリックス（例として図 6.2 参照）を作成し、各土地被覆タイプ間の変化面積を推定した。

AD: 2005 - 2008 (単位: ha)		期末													合計	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
種別	11 常緑林	142,736	0	0	0	0	0	0	7	0	0	18	0	0	1	142,762
	13 メグリス林	0	292,377	0	0	0	0	8	81	0	13	407	1	0	1	292,888
	19 マングローブ	0	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291
	21 落葉林	1	0	0	2,556,864	100	26	429	7	86	1,633	10	93	3	2,559,252	
	23 モリバシ	0	0	0	493	1,086,175	0	161	11	4	863	7	62	5	1,087,781	
	33 チケット	0	1	0	123	1	218,111	140	5	42	605	1	84	1	219,114	
	35 草地	25	0	0	173	787	0	1,917,775	27	7	69	14	75	1,270	1,920,223	
	36 渾水草地	0	0	0	0	0	0	0	115,979	0	0	0	0	0	115,979	
	37 樹木作物地	0	0	0	1	0	0	11	0	404,489	21	0	132	0	404,654	
	38 耕作地	2	0	0	7	11	0	16	0	31	602,243	2	122	0	602,434	
	41 湿地	461	2	0	70	51	0	227	22	7	90	52,166	3	1,053	54,154	
	42 都市域	0	0	0	5	0	0	13	0	0	9	0	60,450	0	60,478	
	43 氷域	28	0	0	12	5	0	93	41	8	61	230	0	71,347	71,826	
合計	143,254	292,380	291	2,557,748	1,087,131	218,145	1,918,954	116,091	404,688	606,019	52,431	61,021	73,682	7,531,834		

図 6.2 森林変化マトリックスの一例（ガザ州 2005 年と 2008 年の比較）

2) EF

EF は、ある土地被覆タイプが異なる土地被覆タイプに転換される際に変化（増減）する ha 当たりの平均炭素ストックとした。

森林、非森林の各土地被覆タイプの ha 当たり平均炭素ストックは以下の表 6.2 に示すとおりである。

表 6.2 森林、非森林の土地被覆タイプ別の ha 当たり平均炭素ストック

森林タイプ別炭素ストック (CO2-ton/ha)			非森林タイプ別炭素ストック (CO2-ton/ha)		
被覆タイプ	AGB	BGB	被覆タイプ	AGB	BGB
(半)常緑林	156.43	45.01	チケツト	3.964	11.03
メクルーセル	113.12	8.48	草地	3.964	11.03
(半)落葉林	101.23	33.84	浸水草地	3.964	11.03
モパネ林	35.88	12.15	樹木作物地	3.964	11.03
マングローブ林	275.26	114.27	耕作地	0	0
			裸地	0	0
			集落	0	0
			水域	0	0

また、これらのデータを基に EF をマトリックスとして図 6.3 のとおり設定した。

EF (単位:CO ₂ -ton/ha)		期末												
		11	12	13	21	23	25	35	36	37	38	41	42	43
森林	11 常緑林	0.00	-79.84	188.10	-66.37	-153.41	-186.45	-186.45	-186.45	-186.45	-201.44	-201.44	-201.44	-201.44
	12 メクルーセル	79.84	0.00	267.93	13.47	-73.57	-106.61	-106.61	-106.61	-106.61	-121.60	-121.60	-121.60	-121.60
	13 マングローブ	-188.10	-267.93	0.00	-254.46	-341.50	-374.54	-374.54	-374.54	-374.54	-389.53	-389.53	-389.53	-389.53
	21 落葉林	66.37	-13.47	254.46	0.00	-87.04	-120.08	-120.08	-120.08	-120.08	-135.07	-135.07	-135.07	-135.07
	23 モパネ林	153.41	73.57	341.50	87.04	0.00	-33.04	-33.04	-33.04	-33.04	-48.03	-48.03	-48.03	-48.03
	35 チケツト	186.45	106.61	374.54	120.08	33.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.99	-14.99	-14.99	-14.99
	36 草地	186.45	106.61	374.54	120.08	33.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.99	-14.99	-14.99	-14.99
	37 浸水草地	186.45	106.61	374.54	120.08	33.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.99	-14.99	-14.99	-14.99
	38 樹木作物地	186.45	106.61	374.54	120.08	33.04	0.00	0.00	0.00	0.00	-14.99	-14.99	-14.99	-14.99
	41 耕作地	201.44	121.60	389.53	135.07	48.03	14.99	14.99	14.99	14.99	0.00	0.00	0.00	0.00
	42 裸地	201.44	121.60	389.53	135.07	48.03	14.99	14.99	14.99	14.99	0.00	0.00	0.00	0.00
	43 集落	201.44	121.60	389.53	135.07	48.03	14.99	14.99	14.99	14.99	0.00	0.00	0.00	0.00
	43 水域	201.44	121.60	389.53	135.07	48.03	14.99	14.99	14.99	14.99	0.00	0.00	0.00	0.00

図 6.3 土地被覆タイプの変化に伴う平均炭素ストックの変化 (EF) を示すマトリックス

6.3 カーボデルガド州及びガザ州の FRL の開発

上述の方法に基づいて、参照期間の平均年間純排出量が試算され、この平均年間純排出量が FRL となる。この結果、FRL は、カーボデルガド州において 1,123,456 CO₂-ton/yr、ガザ州において 250,108 CO₂-ton/yr となった。

カーボデルガド州：

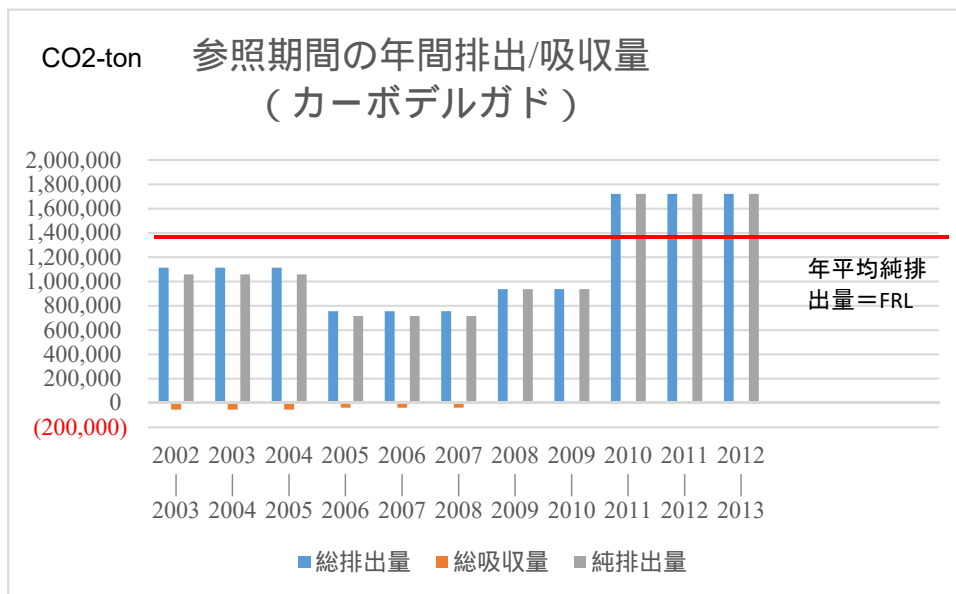


図 6.4 参照期間における炭素排出量/吸収量の推移 (カーボデルガド州)

表 6.3 参照期間の年間平均炭素排出/吸収量 (FREL/FRL) の計算 (カーボデルガド州)

期間	排出/吸収量 (CO2-ton)		年間排出/吸収量 (CO2-ton/yr)		
	総排出量	総吸収量	総排出量	総吸収量	純排出(吸収)量
2002 - 2003	3,339,379	165,700	1,113,126	55,233	1,057,893
2003 - 2004			1,113,126	55,233	1,057,893
2004 - 2005			1,113,126	55,233	1,057,893
2005 - 2006	2,267,074	118,937	755,691	39,646	716,046
2006 - 2007			755,691	39,646	716,046
2007 - 2008			755,691	39,646	716,046
2008 - 2009	1,872,568	0	936,284	0	936,284
2009 - 2010			936,284	0	936,284
2010 - 2011	5,163,634	0	1,721,211	0	1,721,211
2011 - 2012			1,721,211	0	1,721,211
2012 - 2013			1,721,211	0	1,721,211
年間平均			1,149,332	25,876	1,123,456
平均法による 2018 年 FRL 値					1,123,456

ガザ州：

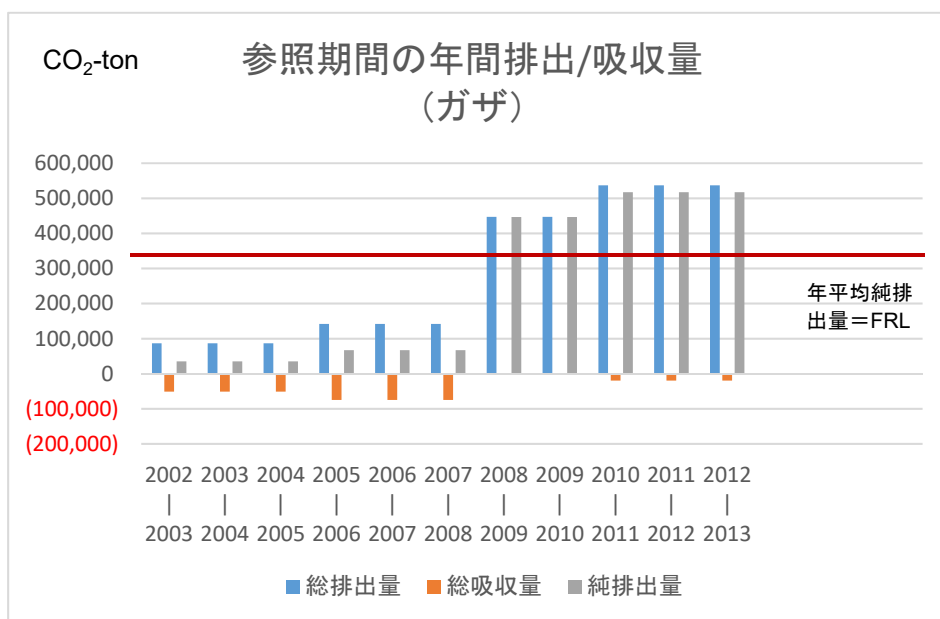


図 6.5 参照期間における炭素排出量/吸収量の推移 (ガザ州)

表 6.4 参照期間の年間平均炭素排出/吸収量 (FREL/FRL) の計算 (ガザ州)

期間	排出/吸収量 (CO ₂ -ton)		年間排出/吸収量 (CO ₂ -ton/yr)		
	総排出量	総吸収量	総排出量	総吸収量	純排出 (吸収) 量
2002 - 2003	259,199	154,344	86,400	51,448	34,952
2003 - 2004			86,400	51,448	34,952
2004 - 2005			86,400	51,448	34,952
2005 - 2006	425,908	224,620	141,969	74,873	67,096
2006 - 2007			141,969	74,873	67,096
2007 - 2008			141,969	74,873	67,096
2008 - 2009	893,752	227	446,876	113	446,763
2009 - 2010			446,876	113	446,763
2010 - 2011	1,610,894	59,374	536,965	19,791	517,174
2011 - 2012			536,965	19,791	517,174
2012 - 2013			536,965	19,791	517,174
年間平均			289,978	39,869	250,108
平均法による 2018 年 FRL 値					250,108

6.4 FREL/FRL 分野のキャパシティビルディング

FREL/FRL については、次のようにキャパシティビルディングが実施された。(1) FREL/FRL に関するセミナーを開催し、FREL/FRL が何であるか、FREL/FRL の開発手順、及び COP 決定に基づいて FREL/FRL を開発するための基本的なポイントが説明された。また、今まで UNFCCC に提出されていた FREL/FRL の概要と、他国が適用する FREL/FRL の開発方法について説明がされた。これらの情報は、モザンビークで適用される FREL/FRL の開発方法の分析の参考となるように提供された。(2) OJT を目的としたテクニカルワーキンググループが開催され、さまざまなテーマを話し合うことで、カウンターパートは REDD+ とそれに関連する問題を理解することができた。



図 6.6 FREL/FRL 分野におけるキャパシティビルディング

7 ガイドライン及びマニュアルの作成

本プロジェクトでは、以下図 7.1 に示された 9 種類のガイドライン及びマニュアル等が作成された。それぞれの概要については以下のとおり。



図 7.1 プロジェクトにより作成されたガイドライン及びマニュアル等

(1) リモートセンシング分析ガイドライン

森林被覆図作成：既存データの収集・精査や衛星画像の仕様確認と処理、また分類項目の検討や画像判読の方法と精度検証等

参照年地図の作成：衛星画像の反射率変換、指標データの作成、差分抽出、主成分分析、セグメンテーション、自動変化抽出、GIS 処理による区分、基盤図と変化エリア図の統合、変化マトリックス作成に関する作業手順等

(2) グラントゥールズ調査ガイドライン

GT に必要な準備と現地調査：衛星画像からの画像判読と調査地点の選定や、調査項目と調査方法及び調査時の注意点等

GT の結果とりまとめ：調査データの整理方法と GIS への取り込み方法、衛星画像と調査結果を整理した現地調査箇所票の作成等

(3) 地上での森林モニタリングガイドライン

森林状況の把握のための定期的な地上での森林モニタリングの設計：森林モニタリング手法としての1)リアルタイム森林火災モニタリング、2)3ヶ月後森林減少確認モニタリング、3)リアルタイム木炭生産者数モニタリングの方法等

(4) 森林インベントリーガイドライン

森林インベントリー調査のデザインと実施手法：必要クラスターの計算方法、クラスターの形状、クラスターの設置方法、プロットの形状と面積、インベントリー実施の調査項目、固定調査プロットの設定方法等

(5) 森林資源情報プラットフォームのデータ作成・更新・利用・管理及びセットアップマニュアル

森林資源情報プラットフォームのデータの作成・更新・利用・管理方法：森林資源情報プラットフォームの目的、アクセス方法、記事・メニューの作成・編集・修正方法、ユーザの設定、データのバックアップと復元の方法、地図の追加・修正の方法等

森林資源情報プラットフォームのセットアップの方法：プラットフォームのメイン・プログラム及び地図プログラムのインストールの方法等

(6) 森林資源情報プラットフォーム基本設計書

森林資源情報プラットフォームの目的・機能概要、機能・使用ソフトウェア・機器構成、開発にあたっての留意事項、機能要件、画面遷移、画面構成、森林インベントリー調査結果集計プログラム（集計処理の流れや計算方法等）

(7) 森林資源情報プラットフォーム運用計画書

プラットフォームの目的、ユーザと権限、運用条件、運用項目、運用体制、運用計画（利用者からの問合せ対応、障害発生時の対応、ソフトウェア・ハードウェアの状態と変更、稼働状況の確認と保守、情報セキュリティ管理等）

(8) FREL/FRL の開発マニュアル

FREL/FRL の設定要件を考慮すべきポイント：スケール、森林定義、REDD+活動、炭素プール、参照期間等

FREL/FRL の設定：過去データの分析や将来の排出量の予測方法、国情による FREL/FRL の調整等

(9) バイオマス及び炭素量推定モデル策定のためのガイドライン

バイオマスと炭素推定モデルの策定：バイオマスと炭素ストックの推定モデルの設計プロセスの説明とモデル設計のために考慮すべき事項等

モザンビークにおけるバイオマスおよび炭素ストックの推定モデル：モザンビークに提案するバイオマスおよび炭素ストックの推定モデルの説明等

8 本プロジェクトの成果の活用の在り方に関する提言

持続可能な森林管理及び REDD+の実施にむけて本プロジェクトで発現させた成果をいかに活用していくのかを検討し、以下のように提言として取りまとめた。

まず、以下の図 8.1 では、本プロジェクトでの主要な成果である、1) 森林資源情報プラットフォーム、2) 2 州の森林被覆・土地利用図及びその変化図、3) 2 州のインベントリー調査のデータ、4) レーダ画像を用いた森林減少範囲の抽出の 4 項目を取り上げ、それらが持続可能な森林管理及び REDD+の実施にむけての活用方法を述べた。ここに記載されたものは、特に重要なものだけであり、成果活用の概要として捉えることができる。

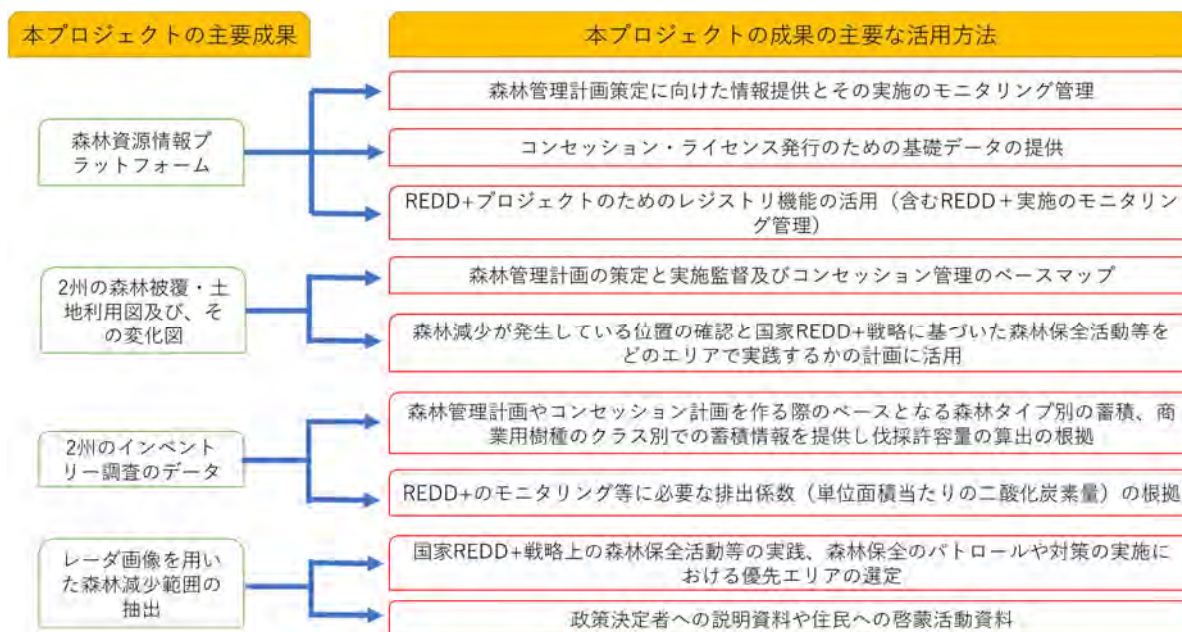


図 8.1 プロジェクトの主要成果ごとの活用方法の概要

次に、持続可能な森林管理及び REDD+の実施に向けた政策課題毎に、より詳しく本プロジェクトの各成果がどのように活用でき、かつ、今後何が課題になるのかをまとめた図 8.2 から図 8.3 を以下に示す。持続可能な森林管理は、1) 森林管理計画の策定・実施(含む、コンセッション計画)、2) 違法伐採対策に、REDD+は、1) REDD+活動の実践、2) FRL の更新、3) NFMS の策定・実施にさらに政策課題を細分化し、活用方法を検討し、最終の JCC での合意を得た。

森林政策上の課題	本プロジェクトの活用可能な成果	成果活用方法	今後の課題	
持続可能な森林経営	(1) 森林管理計画の策定・実施(含む、コンセッション計画)	森林資源情報プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> ・森林管理計画やコンセッションの閲覧が出来る。 ・森林管理計画策定のための基礎データとして、森林被覆/土地利用図及びインベントリー・データの閲覧が可能 ・特別な管理が必要な国立公園や保護区の表示 ・インベントリーのプロットの植生が写真(一部360°画像)により視覚的に確認でき、どのような森林管理が必要かの検討に活用できる。 ・伐採可能量の試算に活用 ・管理計画の基礎となる地形や地質、土壌の情報が入手できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 伐採許容量の試算等森林資源情報プラットフォームの必要な機能の改良
		2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> ・森林管理計画の基礎となる、森林被覆/土地利用状況の提供ができる。 ・コンセッション地図のベースマップになり得る。 ・SPFスタッフが管理計画実施を監督する際のベースマップになる。 	<ul style="list-style-type: none"> 森林資源情報プラットフォーム上への情報・データのタイムリーな更新
		2州のインベントリー結果のデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・森林管理計画を検討する上での森林タイプ別の蓄積がわかる。 ・森林管理計画の伐採計画やコンセッション計画を作る際のベースとなる商業樹種や商業クラス別での蓄積が把握できる。 ・伐採許容量の算出根拠になる。 	<ul style="list-style-type: none"> 森林被覆/土地利用図をベースにした森林管理上必要な主題図の作成
		レーダ画像を用いた森林減少範囲の抽出	<ul style="list-style-type: none"> ・コンセッションの実施管理(森林減少が発生するような計画を無視した伐採をしていないかどうかチェック) ・パトロールや森林保全対策を実施する優先エリアの選定 ・政策決定者への説明資料や住民への啓蒙活動資料 	<ul style="list-style-type: none"> 森林管理上必要な対策の特定と対策を講ずべきエリアの特定の手法を森林被覆/土地利用図やプラットフォームから導き出す手法の開発
(2) 違法伐採対策	森林資源情報プラットフォーム	過去にどの場所で違法伐採があったかを公表出来る。	<ul style="list-style-type: none"> ・過去にどの場所で違法伐採があったかを公表出来る。 ・違法伐採業者の公開 ・法的整備情報(林産物取扱規定など)を公開する。 ・トレーサビリティ(生産者、仲卸業者、小売店の公開) ・第三機関による業者(生産者、仲卸業者、小売店)の評価 	<ul style="list-style-type: none"> パトロール活動の実施に向けたプラットフォーム等の活用方法の開発
		2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> ・違法伐採が発生したエリアを示すベースマップになり得る ・現場パトロールの際のベースマップとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> トラッキングツールの整備等木材のトレーサビリティの向上に向けたプラットフォームの貢献手法の開発

図 8.2 プロジェクト成果の持続的森林管理への活用方法(政策ベースでの詳細活用方法)

森林政策上の課題	本プロジェクトの活用可能な成果	成果活用方法	今後の課題	
REDD+	(1) REDD+活動の実践	森林資源情報プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> ・REDD+プロジェクトのためのレジストリ機能の活用。 ・活動の成果の閲覧機能(グラフ等で視覚的に) ・森林減少の原因(Driver)、セーフガード情報、植林情報の開示。 ・FRLに対する将来の排出削減見通しの推定。 ・REDD+活動のスケジュールの公開 ・REDD+活動における基本情報は全てプラットフォームに収められる。 	<ul style="list-style-type: none"> セーフガード情報システムの組み込みや将来削減見直し推定の追加等森林資源情報プラットフォームの必要な機能の改良
		2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> ・どこで森林変化が起きているかを確認でき、REDD+活動をどのエリアで実践するか計画に活用。 ・CO2ベースで実際にどの程度の森林減少・劣化による排出削減量あるいは吸収量の増加を把握出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> 森林資源情報プラットフォーム上への情報・データのタイムリーな更新
		アロメトリー式等バイオマスへの変換情報	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングの際のEFのベースとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 森林資源情報プラットフォームのデータ管理の安全性の確立(経済性、メンテナンス、一般職員も扱えるか等)
		2州のインベントリー結果のデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・森林減少のエリアが確認でき、森林被覆/土地利用図と重ね合わせることで、REDD+活動をどのエリアで実践するか計画に活用。 	<ul style="list-style-type: none"> 森林被覆・土地利用図の継続作成
		レーダ画像を用いた森林減少範囲の抽出	<ul style="list-style-type: none"> ・FRL策定に必要なADとEFのデータを確認出来る。 ・FRLを地域ごとに設定することが出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> レーダ画像のネットからのダウンロード
(2) FRLの更新	森林資源情報プラットフォーム	次期FRL更新の際にADをWall to Wall方式とすると、2013年地図をベースイヤー等の地図として利用出来る	<ul style="list-style-type: none"> ・EFのベースとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 森林劣化の抽出方法の開発
		2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図	<ul style="list-style-type: none"> ・参照期間のCO2ベースでの排出量・吸収量の計算に活用できる。 	
		2州のインベントリー結果のデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・透明性のあるNFMS文書の公開 ・M・MRVの中長期カレンダーの公開 ・NFMSの実施結果の公開 ・地図の作成方法及び変化抽出による地図の更新方法の活用 	
		アロメトリー式等バイオマスへの変換情報	<ul style="list-style-type: none"> ・EF設定の基礎データとなる。 ・固定プロットを定期的に観測することが可能である。 	
(3) NFMSの策定・実施	森林資源情報プラットフォーム	2州の森林被覆・土地利用図及び、その変化図		
		2州のインベントリー結果のデータ		

図 8.3 プロジェクト成果のREDD+への活用方法(政策ベースでの詳細活用方法)

はじめに

本書は、2012年10月12日に国際協力機構とモザンビーク共和国土地・環境・村落開発省との間で合意、署名、交換された討議議事録(R/D)に基づいて実施されている「モザンビーク国 REDD+ モニタリングのための持続可能な森林資源情報プラットフォーム整備プロジェクト」(以下、本プロジェクト)に係る業務完了報告書(最終)である。本報告書は、第1年次から第5年次の業務の実施に基づいて、業務の実施方法、協力の成果、プロジェクト実施運営上の課題や教訓、いくつかの観点からの提言等について述べる。

1 業務実施方法

1.1 全体にかかる活動

1.1.1 インセプション・レポート（案）の説明・協議・作成

調査開始に先立ちインセプション・レポート（案）の内容について先方政府に対し説明、協議を行い、調査実施方針、調査内容と手法、技術移転実施方針、便宜供与事項等について合意を得て、協議の内容をミニッツに取りまとめるとともに、インセプション・レポートを最終化し、提出した。

1.1.2 各年次での調査方針・技術移転方針の作成

第2年次から第5年次においては、その前年次の調査結果について先方政府実施機関とともにレビューし、意見を聴取の上、C/P 機関とともに、その年の調査方針、技術移転方針を取りまとめ、各年次の業務計画書を作成した。内容については以下のとおり。

- (1) 本プロジェクトの概要
- (2) 業務実施方針
- (3) 業務実施の内容と方法
- (4) 作業計画
- (5) 本プロジェクト実施体制
- (6) 提出する報告書
- (7) 必要なデータと入手方法
- (8) 便宜供与依頼事項
- (9) その他必要事項
- (10) 附属資料等

1.1.3 技術移転計画書の作成

技術移転計画書を以下の内容で作成した。

- 技術移転に関する全体的な方針
- 以下の6分野別に1) 技術移転の方針とターゲット及び2) プログラムを記載した。
 - i) 森林資源情報プラットフォーム
 - ii) リモートセンシング
 - iii) 森林インベントリー
 - iv) 森林モニタリング
 - v) REL/RL
 - vi) バイオマス及びカーボン推定

1) の技術移転の方針とターゲットでは、どのような考えでキャパシティ・ビルディングを実施するか、及び対象者の現状のレベル及びキャパシティ・ビルディング後の目標レベルの全体像等を記載した。2) のプログラムでは、過年次に関しては、実際に実施したプログラムをベースに、プログラム・タイトル、内容、時期、対象者、方法、講師等について記載した。また、当年次の技術

移転計画に関しては、プログラム・タイトル、内容、時期、対象者、方法、講師等についての計画を記載した。さらに、次年次以降の計画については、年次とプログラム・タイトルのみ記載し、各年次で改訂する技術移転計画書において、当年次の同計画と同様の内容のプログラムを記載することとする。なお、Working Group での活動も OJT としてこのプログラムに含めることとした。

なお、手順としては、技術移転計画書（案）を先方政府実施機関に説明し、意見を聴取の上、技術移転計画書を C/P 機関とともに作成した。なお、第 1 年次に作成された技術移転計画書については、各年次で改訂を行いその年次の業務計画書に添付している。

1.1.4 各年次でのプロジェクト活動の結果報告について

本プロジェクトでは毎年、その年次でのプロジェクト活動の結果を、先方政府及び他ドナーを対象に実施している。プログラムについては以下のとおり。

(1) 第 1 年次プロジェクト活動結果報告会

- 日時 : 2014 年 2 月 24 日 (月)
 時間 : 8 時 ~ 15 時
 場所 : VIP グランドホテル
 目的 : 1) 1 年次のプロジェクト活動の進捗と成果の報告
 2) 2 年次に実施すべきプロジェクト活動の意見の収集

時間	内容	担当者
08:00 - 08:15	登録	DNRI
08:15 - 08:25	開会の挨拶 1	DNTF 総局長
08:25 - 08:30	開会の挨拶 2	JICA モザンビーク事務所長
08:30 - 08:50	全体の枠組みと 1 年次活動のアウトライン	JICA 専門家チーム - 加藤和久
08:50 - 09:30	森林資源情報プラットフォームの構成とデザイン	JICA 専門家チーム - 石井邦宙
09:30 - 10:10	森林インベントリー - TWG の活動と森林インベントリー研修の結果 - 森林インベントリーのデザイン案	DNRI - Mr. Luís Tomás Sande
10:10 - 10:40	質疑応答	司会者
10:40 - 11:00	休憩	
11:00 - 11:30	選択された 10 のパイロット郡における自然・社会経済条件調査の結果	エドワルド・モンドラーネ大学 - Dr. Andrade Fernando Egas
11:30 - 12:10	リモートセンシング分析 - 森林分布図作成のための光学衛星画像の活用 - 森林変化把握のためのレーダ画像の活用	JICA 専門家チーム - 河合雅己
12:10 - 12:30	質疑応答	司会者
12:30 - 13:40	昼食休憩	
13:40 - 14:00	地上での森林モニタリングのデザイン	DNRI - Mr. Danilo Cunhete
14:00 - 14:30	質疑応答	司会者
14:30 - 14:45	閉会	DNTF

(2) 第2年次プロジェクト活動結果報告会

日時 : 2015年2月27日(金)
 時間 : 8時~15時
 場所 : VIP グランドホテル
 目的 : 1) 2年次のプロジェクト活動の進捗と成果の報告;
 2) 3年次に実施すべきプロジェクト活動の意見の収集

時間	内容	担当者
08:00-08:15	登録	DNRI
08:15-08:25	開会の挨拶 1	DNTF 総局長
08:25-08:30	開会の挨拶 2	JICA モザンビーク事務局長
08:30-08:50	全体の枠組みと2年次活動のアウトライン	JICA 専門家チーム - 加藤和久
08:50-09:30	森林資源情報プラットフォームの構成とデザインの更新	JICA 専門家チーム - 石井邦宙
09:30-10:10	森林インベントリー - 森林インベントリー研修の結果 - プレ森林インベントリーの結果 - インベントリー・デザイン	DNRI - Mr. Isaac
10:10-10:40	質疑応答	司会者
10:40-11:00	休憩	
11:00-11:30	リモートセンシング分析 - 光学衛星画像による森林分布図作成 - 森林変化把握のためのレーダ画像の活用	DNRI - Mr. Mugus
11:30-12:10	地上での森林モニタリング(GBFM) - GBFMの結果 - GBFMの新しいアイデアによる再検討	DNRI - Mr. Danilo Cunhete
12:10-12:30	質疑応答	司会者
12:30-13:40	昼食休憩	
13:40-14:00	バイオマス推定とFREL/FRL - バイオマス推定とFREL/FRLのセミナーの結果	JICA 専門家チーム - 千葉裕起
14:00-14:30	質疑応答	司会者
14:30-14:45	閉会	DNTF

(3) 第3年次プロジェクト活動結果報告会

日時 : 2016年2月26日(金)
 時間 : 8時~15時
 場所 : VIP グランドホテル
 目的 : 1) 3年次のプロジェクト活動の進捗と成果の報告
 2) 4年次に実施すべきプロジェクト活動の意見の収集

時間	内容	担当者
08:00-08:15	参加者登録	DFRI
08:15-08:25	開会挨拶 1	DINAF 総局長
08:25-08:30	開会挨拶 2	JICA モザンビーク事務局長

時間	内容	担当者
08:30 – 08:50	プロジェクトの枠組みと3年次活動のアウトライン	JICA 専門家チーム - 加藤和久
08:50 – 9:30	森林資源情報プラットフォームの構成の更新とプラットフォームの運営・更新のための調整委員会の設置の計画	JICA 専門家チーム - 石井邦宙
9:30 – 10:10	森林インベントリー - ガザ州での森林インベントリーの結果 - 森林インベントリーの QA/QC 研修の結果	DFRI - イザック・オマー ル
10:10 – 10:30	Q/A と協議	DINAF
10:30 – 10:50	休憩	
10:50 – 11:30	リモートセンシング分析 - 光学衛星画像の解析による森林被覆図作成の OJT の結果 - ガザ州とカーボデルガド州の森林被覆図の修正 - 森林変化の把握のためのレーダ衛星画像の活用	DFRI - パトリック・ムー ガス
11:30 – 12:10	地上での森林モニタリング (GBFM) - GBFM の結果	DFRI - ダニーロ・クネテ
12:10 – 12:30	Q/A、協議	DINAF
12:30 – 13:30	昼食	
13:30 – 14:00	FRELS/FRLs とカーボン推量 - モザンビークの FREL/FRL を開発するための適用すべきデザインの分析 - カーボン推量のために必要なバイオマスデータの整理	JICA 専門家チーム - 千葉裕起
14:00 – 14:20	Q/A、協議	DINAF
14:20 – 14:35	結論と閉会	DINAF

(4) 第4年次プロジェクト活動結果報告会

日時 : 2017年2月23日(木)
時間 : 8時~15時
場所 : VIP グランドホテル
目的 : 1) 4年次のプロジェクト活動の進捗と成果の報告
2) 5年次に実施すべきプロジェクト活動の意見の収集

時間	内容	担当者
08:00 – 08:15	参加者登録	DFRI
08:15 – 08:25	開会挨拶 1	DINAF 総局長
08:25 – 08:30	開会挨拶 2	JICA モザンビーク事 務所長
08:30 – 09:00	プロジェクトの枠組みと4年次活動のアウトライン	JICA 専門家チーム - 加藤和久

時間	内容	担当者
09:00 – 9:20	森林資源情報プラットフォームの構成の更新と同プラットフォームの公開の状況	DFRI - Mr. Joaquim A. Macuacua
9:20 – 9:50	森林インベントリー - カーボデルガド州での森林インベントリー - 森林インベントリーの QA/QC 研修の結果	DFRI - Mr. Isaac Omar カーボデルガド州 SPFFB -Mr. Márcio Inofaine Jacinto
9:50 – 10:20	Q/A と協議	司会者
10:20 – 10:40	休憩	
10:40 – 11:10	リモートセンシング分析 - ガザ州とカーボデルガド州の森林被覆図の修正 - 土地被覆変化（森林減少エリア）の把握のためのレーダ衛星画像の活用 - 参照年の森林被覆図の作成	DFRI - Mr. Pachis Mugas -Mr. Obasanjo S. Dembele
11:10 – 11:40	Q/A と協議	司会者
11:40 – 12:00	カーボン推量 - バイオマス調査とモパネ林のアロメトリック式の開発	DFRI - Mr. Renato Timane
12:00 – 12:30	FRELs/FRLs - モザンビークの FRELs/FRLs に適用すべきデザイン	JICA 専門家チーム -千葉裕起
12:30 – 13:00	Q/A と協議	司会者
13:00 – 13:15	結論と閉会	DINAF
13:15 – 14:15	Lunch Break	

(5) 第5年次プロジェクト活動結果報告会

第5年次のプロジェクト活動結果報告会は、プロジェクトの終了に向けた技術普及セミナーを兼ねて実施された。したがって、内容は、5年次のみでの活動結果報告ではなく、5年間のプロジェクト全体の活動の結果報告となっている。

- 日時 : 2018年3月8日(木)
時間 : 8時～14時30分
場所 : VIP グランドホテル
目的 : 1) プロジェクトで実施した様々な活動の方法論を示すこと
2) プロジェクトの実施を通じて開発された最終の成果を示すこと
3) プロジェクトの成果の活用方法を協議すること

時間	内容	担当者
08:00 – 08:15	参加者登録	DIRF
08:15 – 08:25	開会挨拶 1	DINAF 総局長

時間	内容	担当者
08:25 – 08:30	開会挨拶 2	JICA モザンビーク事務所長
08:30 – 08:45	プロジェクトの枠組み	JICA 専門家チーム - 加藤和久
08:45 – 9:30	森林資源情報プラットフォーム (FRIP) - プラットフォームのコンポーネント - プラットフォームの利用方法	DIRF - Mr. Joaquim A. Macuacua
9:30 – 10:10	リモートセンシング分析 - 主題図を含むガザ州とカーボデルガド州の森林被覆/土地利用図の作成 - 変化抽出法による参照年の森林被覆/土地利用図の作成 - 土地被覆変化 (森林減少エリア) 抽出のためのレーダ画像解析	DIRF - Mr. Pachis Mugas - Mr. Obassanjo S. Dembele JICA 専門家チーム - 中西平
10:10 – 10:30	休憩	
10:30 – 11:00	カーボン推定 - バイオマス調査の実施を通じたモパネ林を対象としたアロメトリー式式の開発 - EF の設定のために適用されたアロメトリー式	JICA 専門家チーム - Mr. Tarquinio Magalhães - 千葉裕起
11:00 – 11:30	森林インベントリー - ガザ州とカーボデルガド州のインベントリーの方法論 - インベントリーの結果	DIRF - Mr. Isaac Omar JICA 専門家チーム - 加藤和久
11:30 – 12:00	FRELs/FRLs - FRELs/FRLs 設定の条件 - FRELs/FRLs の成果	JICA 専門家チーム - 千葉裕起
12:00 – 13:00	協議及び Q/A	DINAF
13:00 – 13:15	結論と閉会	DINAF
13:15 – 14:30	ランチ	

1.1.5 技術普及セミナーの実施

これまでの成果を踏まえ、先方政府関係者、関連分野ドナー等に対して技術普及セミナーを実施し、成果の普及を図った。本セミナーは、1.1.4 で記述された第5年次プロジェクト活動結果報告会を兼ねて開催された。したがって、同セミナーのアジェンダは、1.1.4 (5) を参照。

1.1.6 既存情報の収集・分析

既存情報の収集・分析 (気象データ、行政界データ、インフラデータ等の基礎データ、森林定義、森林管理制度の現状、森林利用状況、既存のデータベースの管理状況、既存の地図の測地系と地図投影法) を行った。また、併せて本プロジェクトで実施する作業の一部について、現地リソースのキャパシティについても確認・評価し、その活用可能性について検討した。なお、収集内容に関しては、11 収集資料一覧表を参照のこと。

1.1.7 技術作業部会の立上げ

各活動の具体的な実施方法やデザイン等を検討するために、つぎのような分野別に技術作業部会（TWG：テクニカル・ワーキング・グループ）を設置した。

- ◆ 森林資源情報プラットフォーム
- ◆ リモートセンシング及び GIS
- ◆ 森林インベントリー
- ◆ 森林モニタリングシステム
- ◆ REL/RL 及びカーボン推量

なお、旧 DNTF との協議において、以下の点についても確認した。

- TWGの議論の進行に伴って、必要とあれば追加のメンバーを選定する。
- GISについては、リモートセンシングとの合同TWGの形式を取っているが、GISは、森林資源情報プラットフォームとも関連しており、必要であれば、森林資源情報プラットフォームのTWGでも協議する。

1.1.8 各年次における業務完了報告書及びインテリム・レポート（中間報告書）の作成

第1年次現地調査の結果及び、上記の本プロジェクトの結果報告会を踏まえ、業務完了報告書（第1年次）を作成した。業務完了報告書の内容は以下のとおりとした。

- 1) 業務実施方法
- 2) 協力の成果
- 3) 次年次の活動方針
- 4) 上位目標達成に向けての提言
- 5) 相手国との会議議事録、その他関係機関との会議議事録等
- 6) 業務実施機材の譲渡品目リスト
- 7) 収集資料一覧表（機構様式）

また、第2年次までの活動の結果及び評価を踏まえ、インテリムレポート（中間報告書）を作成した。内容については上記の第1年次の業務完了報告書に準拠しつつ、必要な項目の構成とした。

第3年次及び第4年次については、その年次の現地調査の結果及び、報告会を踏まえ、業務完了報告書（第3年次）と業務完了報告書（第4年次）を作成した。内容については第1年次の業務完了報告書に準拠しつつ、必要な項目の構成とした。

第5年次については、第1年次から第5年次までの活動の全体評価を踏まえ、モザンビーク政府による森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプランを作成し、業務完了報告書（最終）に取り纏めた。

業務完了報告書（最終）の内容は、

- (1) モザンビークにおける森林行政及び REDD+に関する状況
- (2) 業務実施方法及びプロジェクト業務運営上の課題・工夫・教訓
- (3) 協力の成果

- (4) 上位目標達成に向けての提言
- (5) 相手国との会議議事録等
- (6) 業務実施機材の譲渡品目リスト
- (7) 収集資料一覧表（機構様式）
- (8) その他必要事項

とし、これに加えて以下についても含める。

- 1) モザンビーク政府による森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン
 - 2) モザンビーク政府による REDD+の実施における本プロジェクトの成果の活用の在り方に関する提言
 - 3) 今後のモザンビークにおけるリモートセンシングを利用した森林モニタリングに関する提言
 - 4) 技術移転実施報告書
- 添付資料

- 1) 業務フローチャート
- 2) 業務人月表
- 3) 研修員受け入れ実績
- 4) 合同調整委員会議事録
- 5) その他活動実績

1.2 成果 1 にかかる活動

1.2.1 森林資源情報プラットフォームの設計

既存のデータベースに関する情報や、先方政府の活用方針など森林資源情報プラットフォームを設計するために必要な情報を収集した。特に連携対象のデータベースについては、データベースの構成やインポート/エクスポートの可否など、詳細な調査を行い、連携方法を検討した。具体的な連携方法については、連携対象情報項目の検討が必要となるため、第 4 年次・第 5 年次に実施した。情報収集と並行して、森林資源情報として必要と考えられる情報をリストアップした。このリストに情報の入手先を加えることで、どの機関に問い合わせる必要があるかを明確にした。また、各機関へ必要な情報の保有の有無の問合せ、および保有している場合の入手は、データの更新状況等も考慮して各年度共通で実施を行った。

次に、森林資源情報プラットフォームのコンセプト、ロードマップについては、素案を作成し、関係機関連携会議や TWG にて検討した。検討したロードマップに基づき、TWG において森林資源情報プラットフォームを設計した。なお、その際には国レベルでの使用、州レベルでの使用など異なった空間スケールを対象とした利用となることも考慮した設計とした。ロードマップについては、各年の作業の進捗状況や作業方針の変更に応じて見直しを行った。

FREL/FRL、セーフガード、国家 REDD+戦略、森林行政関連データなどのデータについて、下記の項目に関してデータ仕様を決定した。各データ項目に対応して、具体的な既存データの記載も行った。これらの作業は各年度で継続して実施し、追加・修正を行った。

- ◆ データ項目（名称、定義）
- ◆ データ内容（空間的な情報、時間的な情報、その他情報）
- ◆ データ構造

- ◆ データタイプ
- ◆ データの公開/非公開区分

設計に際しては、機能を文書として整理するだけでなく、モックアップ（画面イメージ）を作成し、どのような情報がどういう状態でプラットフォームに表示されるかを具体的にカウンターパートがイメージできるようにした。

1.2.2 森林資源情報プラットフォームの運用計画案の検討

森林資源情報プラットフォームの運用計画案を検討し、同運用計画書として取りまとめた。運用計画書案の作成にあたっては、プラットフォームの継続的な運用のため、作業の重複なく運用を行えるよう、コンピュータシステムの運用・管理に関する体系的なガイドラインである ITIL（Information Technology Infrastructure Library）を参考に、12の運用項目を設定した。

- ◆ プラットフォームの目的、運用実施体制、ユーザ設定と権限
- ◆ 運用条件（サービスレベル）
- ◆ 運用項目の定義
- ◆ 運用計画*（定義した運用項目に基づいた具体的な作業内容・作業の流れ）
 - *利用者からの問合せ対応、障害発生時の対応、データ等プラットフォームの内容の更新手順・ルール、システム保守・バックアップ、情報セキュリティ管理の方針など

1.2.3 森林資源情報プラットフォームの構築

森林資源情報プラットフォームを定められた設計に基づき、第1年次に構築を行い、まずはDIRF内での運用を開始した。第2年次以降は、各活動の進捗等に応じた一部構成の変更、使用ソフトウェアのアップデート、インベントリー調査結果入力プログラムの開発、インベントリー調査結果の集計・材積算出機能の追加等を実施した。第4年次には、インターネット環境での運用を開始した。

あわせて、プラットフォームのインストール方法や、データを更新する方法を示したマニュアルについても作成した。

プラットフォームの構築にあたっては、データベースやGISについては環境プログラム無償で調達したソフトウェアを使用した。ユーザが直接アクセスする部分には、データの登録管理の容易さを考慮し、コンテンツマネジメントシステム（CMS）を採用した。コンテンツマネジメントシステムのうち、世界的にもシェアの高い、かつオープンソースのソフトウェアの中からJoomlaというソフトウェアを選定した。Joomlaは、旧DNTFのウェブサイトにも利用されている。同一のソフトウェアを使用することで、人員の共用が可能になるなど、情報管理の面での効果を期待した。

インターネット環境での運用においては、Gov.netの運用を行っているINTICのデータセンターを利用した。

1.2.4 必要な情報の森林資源情報プラットフォームのデータベースへの入力

初期構築段階では、まずは収集できた既存データについて、プラットフォームに登録を行い、プラットフォームからデータの閲覧が出来るようにした。

1.2.5 データベースの更新

第1年次に構築されたプラットフォームに対し、各活動等の進捗に応じて、各年で必要に応じてデータベースの更新を行った。また、C/Pからの要望に応じて本プロジェクトの第2年次から第5年次に実施された活動により作成された成果や収集したデータをデータベースに登録し、プラットフォームの内容の充実を図った。なおデータベースへの登録に際しては、その一部をデータベース管理の一環としてC/Pのトレーニングを兼ねて実施した。

データベースの更新状況について、年次ごとに以下に示す。

表 1.2.5.1 森林資源情報プラットフォーム 第2年次データベース更新内容

森林資源プラットフォームコンポーネント	第2年次に更新した情報
FREL/FRL	(1) FREL/FRL に関する情報 ・ FREL/FRL セミナーの資料 (2) 活動データに関する情報 ・ リモートセンシング分析ガイドライン(案)(森林基盤図の分類項目・分類手法を含む) ・ グランドトゥルースガイドライン(案) ・ 森林被覆図ドラフト版(ガザ州、カーボデルガド州の2010年版) ・ 衛星画像(ガザ州、カーボデルガド州の2州分のフォールスカラー処理画像) (3) エミッションファクターに関する情報 ・ インベントリー調査ガイドライン
MRV	なし
セーフガード	なし
吸収・排出量モニタリング	(1) レーダ画像解析に関する情報 ・ リモートセンシング分析ガイドライン(レーダ画像解析技術手順書ドラフト版) (2) 地上モニタリングに関する情報 ・ なし
国家 REDD+戦略	なし
国家 REDD+レジストリ	なし
森林行政関連データ	なし
その他関連データ	なし
その他	森林インベントリーデータ入力ツールの開発と利用マニュアルの作成

表 1.2.5.2 森林資源情報プラットフォーム 第3年次データベース更新内容

森林資源プラットフォームコンポーネント	第3年次に更新した情報
FREL/FRL	(1) FREL/FRL に関する情報

	<ul style="list-style-type: none"> ・ FREL/FRL 設計のための基礎資料 (COP17 および COP19 の FREL/FRL に関するガイドラインへのリンク) (2) 活動データに関する情報 <ul style="list-style-type: none"> ・ 特になし (当初、ガザ州、カーボデルガド州の森林被覆・土地利用図 (2008 年版) の更新を実施する計画であったが、2015 年 11 月に決定した森林定義の変更 (樹冠率 10% 樹冠率 30% への変更) に伴う修正が必要になったため) (3) 排出係数に関する情報 <ul style="list-style-type: none"> ・ 特になし (森林インベントリー調査結果については、精査中であったため)
MRV コンセプト	MRV コンセプト
セーフガード	特になし
吸収・排出量モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> (1) レーダ画像解析に関する情報 <ul style="list-style-type: none"> ・ レーダ画像解析による森林被覆変化 (2) 地上での森林モニタリングに関する情報 <ul style="list-style-type: none"> ・ なし
国家 REDD+戦略	特になし
国家 REDD+レジストリ	特になし (REDD+プロジェクト承認法に基づいた REDD+プロジェクトの承認プロセスは未運用)
森林行政関連データ	特になし (省庁再編により、2015 年 1 月 16 日付け (大統領令 1/2015) で設立された MITADER については、2015 年 3 月 16 日付け (13/2015) で役割や権限等が定められ、組織の大枠が定められたものの、詳細については 2016 年 2 月時点で未確定であったため)
その他関連データ	特になし
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ SISFLOF (森林コンセプション) や GESTERRA (土地管理) などの既存データベースとの連携、森林資源等のデータの集計、REDD+プロジェクト承認法の承認プロセスに基づく REDD+プロジェクトの登録などの調査・協議 ・ 森林インベントリー調査結果入力ツールの実際の入力作業を踏まえた一部修正

表 1.2.5.3 森林資源情報プラットフォーム 第 4 年次データベース更新内容

森林資源プラットフォームコンポーネント	第 4 年次に更新した情報
FREL/FRL	<ul style="list-style-type: none"> (1) FREL/FRL に関する情報 <ul style="list-style-type: none"> ・ 特になし (2) 活動データに関する情報 <ul style="list-style-type: none"> ・ 土地利用・土地被服図 (2008 年版) (ガザ州、カーボデルガド州) (3) エミッションファクターに関する情報

	<ul style="list-style-type: none"> ・森林インベントリー調査集計結果・森林タイプ別材積量（ガザ州） ・バイオマスと炭素量の推定モデル（第4年次時点のアロメトリー式を掲載）
MRV	MRV コンセプト
セーフガード	特になし
吸収・排出量モニタリング	特になし
国家 REDD+戦略	国家 REDD+戦略、および REDD+に関する法律・規則の電子ファイル（PDF形式）を掲載
国家 REDD+レジストリ	特になし （REDD+プロジェクト承認法に基づく REDD+プロジェクトの承認プロセスの運用実績がないため）
森林行政関連データ	組織改編に対応した更新
その他関連データ	関連する外部機関等へのリンクを追加

表 1.2.5.4 森林資源情報プラットフォーム 第5年次データベース更新内容

森林資源プラットフォームコンポーネント	第5年次に更新した情報
FREL/FRL	<p>(1) FREL/FRL に関する情報 特になし（承認手続きを経ていないため）</p> <p>(2) 活動データに関する情報 ・土地利用・土地被覆図（ガザ州、カーボデルガド州）の過去参照年地図（2002年、2005年、2008年、2010年、2013年）</p> <p>(3) エミッションファクターに関する情報 ・森林インベントリー調査集計結果・森林タイプ別材積量（カーボデルガド州）（データ作成はしたがプラットフォームには未掲載） ・バイオマスと炭素量の推定モデル（アロメトリー式）</p> <p>(4) その他 ・他ドナーによる FREL/FRL に関する調査等の成果</p>
MRV	特になし
セーフガード	特になし
吸収・排出量モニタリング	・準リアルタイム森林減少モニタリング（必要に応じて）
国家 REDD+戦略	・関連する資料の追加
国家 REDD+レジストリ	特になし
森林行政関連データ	<ul style="list-style-type: none"> ・DINAF のビジョン、ミッション、組織図の更新 ・C/P 作成の下記資料（PDF）の掲載 <ul style="list-style-type: none"> - ガザとカーボデルガドの2州の森林被覆図および森林面積を記述した資料 - マングローブ林分布入りの森林コンセッション分布マップ - 森林セクターからの収入の推移図

その他関連データ	・ AIFM の成果を掲載した Web サイトの INTIC サーバへの移行とリンク (AIFM 成果の Web サイトの内容についての変更は行っていない)
----------	--

1.2.6 データベースシステムについてのワークショップの開催

TWG 及び関係機関に対し、システムについての情報共有を行うことを目的としたワークショップを開催した。また、プラットフォームのデータの更新方法等に関するトレーニングを行った。トレーニングでは、データ更新マニュアルを活用した。

ワークショップおよびトレーニングの概要を以下に示す。

表 1.2.6.1 第 1 年次プラットフォームに関するトレーニングおよびワークショップ

開催日	2014 年 2 月 25 日
時間	9:00 ~ 12:00
場所	DNRI 執務室 (トレーニングにおいて、PC およびサーバへのネットワーク接続が必要であるため)
ワークショップの目的	プラットフォームに関する情報共有のため
トレーニングの目的	プラットフォームの内容および地図の更新方法の習得のため
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・森林資源情報プラットフォームの概要 ・森林資源情報プラットフォームのデモンストレーション ・トレーニング <ul style="list-style-type: none"> -プラットフォームへのアクセス -プラットフォームの記事の追加・修正 ・管理サイトへのアクセス ・記事の修正 <ul style="list-style-type: none"> -画像の挿入 -テキストの挿入と修正 -リンクの設定 ・メニューアイテムの作成 ・リンク集の作成 -地図の追加・修正 ・レイヤの追加・修正 ・Flex viewer でのウェブサイトの追加 (デモンストレーション)
出席者	Ms.Milda Mousse(DNRI)、Mr.Renato Timane(DNRI)、Mr.Pachis Mugas(DNRI)、Mr.Danilo Cunhete(DNRI)、DNRI への研修生 2 名、石井邦宙、田辺早苗

表 1.2.6.2 第 2 年次プラットフォームに関するトレーニング

開催日	2015 年 2 月 26 日
時間	14:00 ~ 15:00

場所	DNRI 執務室(トレーニングにおいて、PC およびサーバへのネットワーク接続が必要であるため)
トレーニングの目的	プラットフォームの更新方法の習得のため
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・プラットフォームへのログイン ・プラットフォームの記事の追加・修正 <ul style="list-style-type: none"> -記事の追加 -画像の挿入 ・Flex viewer での衛星画像の確認
出席者	Mr.Pachis Mugas(DNRI)、Mr.Danilo Cunhete(DNRI)、石井邦宙、田辺早苗

表 1.2.6.3 第4年次プラットフォームに関するトレーニング

開催日	2017年2月28日
時間	10:00～14:00
場所	DINAT(トレーニングにおいて、PC およびサーバへのネットワーク接続が必要であるため)
トレーニングの目的	プラットフォームのインストール方法の習得のため
内容	<ul style="list-style-type: none"> セットアップマニュアルを基に、下記を実施 ・プラットフォームに必要なソフトウェアのインストール ・IIS の設定、PHP の設定 ・プラットフォームのデータのセットアップ
出席者	Mr. Mateus Lewane (DINAT)、ほか1名、石井邦宙

表 1.2.6.4 第5年次プラットフォームに関するトレーニング

開催日	2017年8月19日
時間	10:00～12:00
場所	DNRI 執務室(トレーニングにおいて、PC およびサーバへのネットワーク接続が必要であるため)
トレーニングの目的	プラットフォームの更新方法の習得のため
内容	<ul style="list-style-type: none"> ・プラットフォーム管理画面へのログイン ・プラットフォームの記事の追加・修正 <ul style="list-style-type: none"> -記事の追加 -画像の挿入
出席者	Mr.Pachis Mugas(DNRI)、Mr. Obasanjo S. Dembele (DNRI)、石井邦宙

1.2.7 画像解析やインベントリ等の設計のための自然・社会・経済条件に関する包括的事前調査の実施

画像解析やインベントリ等の設計のための自然・社会・経済条件に関する包括的事前調査を1年

次に実施した。包括的事前調査は、次のとおり、直営での実施と再委託での実施の 2 つの枠組みで実施された。

直営実施：森林タイプ及び土地利用の状況等を確認するための事前の現地踏査

再委託実施：森林減少・劣化のドライビング・フォース把握のための自然・社会経済調査

(1) 直営による調査

本プロジェクトを開始するにあたり、1.1.5 で記載した既存の資料やデータを収集・分析するとともに、調査対象地域の森林の状況を確認しておくことが重要であることから、包括的事前調査の一環として、主としてリモートセンシングの画像解析に資する直営による調査を実施した。また、現地調査に行く季節も重要であり、特にカーボデルガド州については、主な森林タイプはミオンボ林であり、これは落葉林である。第 1 年次のリモートセンシング解析のための GT 調査は乾季の終わり、すなわち落葉している時季である 10 月末～11 月中旬に実施することにしたため、乾季の始まり、すなわち落葉前の森林の状況を確認しておくためにも、4 月末～5 月初旬に本直営による調査を実施した。本調査には、日本人専門家の他にも旧 DNRI のスタッフ 1 名および各州の旧 SPFFB のスタッフ 1 名が同行して、州および郡の地域特性や森林の専門的な知見を収集した。その際には、過去の森林タイプや土地利用の状況が示された地図情報も参考にした。調査時期および工程については、本直営調査が GT の事前調査 (プレ・GT) も兼ねていることから 1.2.9 森林被覆図作成のための GT の実施手法の検討と実施に記載する。また調査結果については、2.3.2 に記載する。なお、本直営調査は、北部、中部、南部のそれぞれのパイロット郡で実施することとしており、中部はソファラ州のパイロット郡で計画したが、治安状況の悪化から実施ができなかった。その代わりに、北部のカーボデルガド州及び南部のガザ州では、パイロット郡にかかわらず、州全体において必要な地域で調査を実施した。

(2) 再委託による調査

本プロジェクトでは、森林減少・劣化のドライビング・フォース把握を主とする自然・社会経済調査を可能な限り定量的な把握が可能となるように業務再委託による包括的事前調査を実施した。調査はエドアルド・モンドラーネ大学農業経済・森林工学部の農業調査・天然資源管理センター (CENTER FOR AGRICULTURAL STUDIES AND NATURAL RESOURCES MANAGEMENT) が受託した。以下に調査の方法論、調査結果の概要、調査報告書の構成、調査の課題、工夫、教訓について記述する。

1) 調査の方法論

自然・社会・経済条件にかかる包括的事前調査は以下に示す 8 州内の 10 郡 (ガザ州とカーボデルガド州のみ 2 郡、残り 6 州は各 1 郡ずつ) において実施した。

ガザ 州	: <u>Bilene 郡</u> 、 <u>Mabalane 郡</u>
カーボデルガド 州	: <u>Ancuabe 郡</u> 、 <u>Montepuez 郡</u>
マプト 州	: <u>Magude 郡</u>
イニャンバネ 州	: <u>Vilanculo 郡</u>
ザンベジア州	: <u>Morrumbala 郡</u>
テチ 州	: <u>Tsangano 郡</u>
ナンブラ 州	: <u>Mecuburi 郡</u>

ニアッサ 州 : Majune 郡

上記各州及び各郡における自然・社会・経済条件情報の収集先として、州全体の情報は旧 SPFFB にて、各郡の情報は SDAE にてそれぞれ情報収集を行った。旧 SPFFB 及び SDAE における調査の項目については以下のとおりである。

- ・土地利用と植生に関する情報
- ・森林及び林業に関する情報
- ・林産業及び木材加工業に関する情報
- ・木炭生産に関する情報
- ・違法伐採に関する情報
- ・山火事に関する情報
- ・地域の農業開発に関する情報
- ・地域の鉱業開発に関する情報

また、上記 10 郡でそれぞれ (1)木炭生産を主たる生業としている集落、(2)乾季に山火事が頻繁に発生する集落、(3)コンセッションで森林伐採が行われている集落、を 2 集落ずつ、合計 6 集落選定し、各々の集落において自然・社会・経済条件にかかる情報を収集した。各郡で上記(1)、(2)、(3)の条件に該当する集落が無かった場合には、代わりに焼畑移動耕作が盛んな集落を選定し、同様に調査を実施した。集落における調査の項目については以下のとおりである。

- ・集落の基礎的情報（集落名、位置、人口、集落の生業等）
- ・集落の周辺環境に関する情報
- ・木炭生産に関する情報
- ・農業生産に関する情報
- ・木材産品及び非木質林産物の生産、収穫に関する情報
- ・森林保全にかかる活動に関する情報

これら各州、各郡及び各集落における情報収集は、インタビュー形式で実施された。

2) 調査結果の概要

業務再委託による現地調査は 2013 年 8 月から 11 月の 3 か月間で行われた。調査対象州 8 州のうち、ガザ州とカーボデルガド州の 2 州は、本プロジェクトのパイロット州でもあり、衛星画像判読のための GT 調査でも情報が必要となることから、この 2 州について先に調査を実施し、この 2 州の調査が終了後、残りの 6 州での調査を実施した。

各 10 郡で選定された集落とインタビュー結果で示されたその集落における森林減少・劣化のドライビング・フォースを以下に示す。

ガザ州 Bilene 郡

- Ngondze（山火事被害）
- Chihacho（山火事被害）
- Maguaza（焼畑移動耕作）
- Muzui（木炭生産）
- Primeiro Bairro de Maganhane（木炭生産）
- Rehano A（焼畑移動耕作）

ガザ州 Mabalane 郡

Sangue -sede (山火事被害)
Nwamandzele (焼畑移動耕作)
Tindzawene (木炭生産)
Mavumbuque (木炭生産)
Mabuia-Passe (焼畑移動耕作)
Matongue (山火事被害)

カーボデルガド州 Montepuez 郡

Chichano (違法伐採、焼畑移動耕作)
Chipembe (山火事被害)
Nacololo (違法伐採)
Nairoto (違法伐採)
Namahaka (山火事被害)
Namoro (山火事被害、焼畑移動耕作、違法伐採)

カーボデルガド州 Ancuabe 郡

Jiote-sede (木炭生産)
Nacussa (木炭生産)
Campine (違法伐採)
Muaja (違法伐採)
Mahera (山火事被害)
Nacololo (山火事被害)

マプト州 Magude 郡

Chibelane (山火事被害)
Magudzulane (山火事被害)
Mahel sede (木炭生産)
Xivongoene sede (木炭生産)
Matsandzane (違法伐採、木炭生産)
Moine sede (焼畑移動耕作)

イニャンバネ州 Vilanculo 郡

Chincungo (木炭生産)
Mucome (違法伐採)
Munavalate sede (違法伐採、木炭生産)
Pambarra II (木炭生産、山火事被害)
Machengue (違法伐採、山火事被害)
Mulungo sede (違法伐採、山火事被害)

ザンベジア州 Morrumbala 郡

Cebola (山火事被害)
Fumo fogueiro (木炭生産)
Chilo (山火事被害)

Maticula (違法伐採)
Chirimane (焼畑移動耕作)
Almeida (木炭生産)

テチ州 Tsangano 郡

Liverange (山火事被害)
Vanone 1 (焼畑移動耕作)
Sanka-Chaconda village (焼畑移動耕作、山火事被害)
Chiandame sede (木炭生産、山火事被害)
Ciambeze (木炭生産)
Chivano (山火事被害)

ナンブラ州 Mecuburi 郡

Muchicuari (木炭生産)
Minhawene (違法伐採)
Bloco A (山火事被害)
Minhare Centro (違法伐採、山火事被害)
Issipe-sede (違法伐採)
Mutapua (木炭生産)

ニアッサ州: Majune 郡

Mapichite (焼畑移動耕作)
Metomone (違法伐採)
Nambilange (山火事被害、木炭生産)
Namtunda (木炭生産)
Nzilo (焼畑移動耕作)
Paúnde (木炭生産)

3) 調査報告書の構成

調査報告書の標準的な構成を以下に示す。なお、各州、各郡及び各集落においては該当しない調査項目もあることから、報告書の構成は各州で多少異なるものとなっている。なお、本調査の報告書は付属資料 12 を参照。

1. 省

- 1.1 SPFFB の体制
- 1.2 林業に関する情報
- 1.3 木材生産
- 1.4 木炭生産
- 1.5 その他の生産
- 1.6 植林
- 1.7 農業
- 1.8 山火事
- 1.9 鉱山開発
- 1.10 森林保全

2. 郡
 - 2.1 SDAE の体制
 - 2.2 林業活動
 - 2.3 木材生産活動
 - 2.4 木炭生産
 - 2.5 農業
 - 2.6 山火事
 - 2.7 鉱山開発
 - 2.8 調査村落
3. 参考文献
4. 付属資料

1.2.8 リモートセンシング分析手法の検討

C/P の既存データ及び他ドナーの使用するデータの仕様を確認し、基礎情報を収集した。収集した情報は、既存分類図、AIFM 分類図の精度、CENACARTA の規定、採用している投影法・測地系・DEM、衛星画像（AVNIR-2）、過去参照年ベースマップ用データ、環プロによる供与機材を確認した。また、既存の森林タイプ区分を参考に、森林分類項目および分類フローを作成し、リモートセンシング TWG で検討した。

1.2.9 森林被覆図作成の為の GT の実施手法の検討と実施

GT に必要な情報を収集・分析し、実施手法を検討した。パイロット州において概況調査を行い、森林分類項目の検討のための教師データを取得した。なお、本活動は、リモートセンシング分析と連携して実施した。また、GT のためのリモセン画像のプレ解析を行った。必要なデータの利用については、C/P 機関の協力により、日本への持ち出し許可を得たのちに、前処理及びプレ解析を実施した。カーボデルガド州およびガザ州において実施した事前現地調査の日程を、表 1.2.9.1 と表 1.2.9.2 にそれぞれ示す。

表 1.2.9.1 カーボデルガド州で実施した事前現地調査日程

調査日	内 容	
2013/4/28	日	Maputo から Pemba へ移動（飛行機利用）
2013/4/29	月	SPFFB 事務所訪問、Pemba 周辺にて調査
2013/4/30	火	Ancuabe 周辺にて調査
2013/5/1	水	Montepuez 周辺にて調査
2013/5/2	木	Mueda 周辺にて調査、Mueda から Pemba へ移動
2013/5/3	金	SPFFB 事務所訪問、Pemba から Maputo へ移動（飛行機利用）

表 1.2.9.2 ガザ州で実施した事前現地調査日程

調査日	内 容	
2013/5/5	日	Maputo から Bilene へ移動（車両利用） Bilene 周辺にて調査

調査日		内 容
2013/5/6	月	SDAE マバラネ事務所を訪問、Mabalane 周辺にて調査
2013/5/7	火	Chokwe から Maputo へ移動（車両利用）

プレ・GT 調査後、第 1 回目の GT 調査を実施した。同調査では、カーボデルガド州、ガザ州の全域を対象とした。実施前に、プレ・GT 調査時に使用した野帳及び調査方法の内容をレビューし、不要と判断した項目や調査内容は、より適切なものへと改良した。カーボデルガド州、ガザ州で実施した GT 調査の行程を表 1.2.9.3、表 1.2.9.4 に示す。

表 1.2.9.3 カーボデルガド州で実施した GT 調査日程

調査日		内 容
2013/10/30	水	Maputo から Pemba へ移動（飛行機利用）、SPFFB 事務所訪問
2013/10/31	木	Pemba 周辺にて調査
2013/11/1	金	Ancuabe 周辺にて調査
2013/11/2	土	Montepuez 周辺にて調査
2013/11/3	日	Montepuez から Mueda へ移動
2013/11/4	月	Mueda 周辺にて調査
2013/11/5	火	Mocimboa da Praia 周辺にて調査
2013/11/6	水	Palma 周辺にて調査
2013/11/7	木	Mocimboa da Praia から Pemba へ移動
2013/11/8	金	Pemba から Maputo へ移動（飛行機利用）

表 1.2.9.4 ガザ州で実施した GT 調査日程

調査日		内 容
2013/11/11	月	Maputo から Xai-Xai へ移動（車両利用） SPFFB 事務所訪問、Xai-Xai 周辺にて調査
2013/11/12	火	Mandlakazi 周辺にて調査
2013/11/13	水	Chokwe 周辺にて調査
2013/11/14	木	Mabalane 周辺にて調査
2013/11/15	金	Mabalane、Chicualacuala 間にて調査
2013/11/16	土	Massagena 周辺にて調査
2013/11/17	日	Machaila 周辺にて調査
2013/11/18	月	Chicualacuala から Chokwe へ移動
2013/11/19	火	Chibuto 周辺にて調査、SPFFB 事務所訪問 Xai-Xai から Maputo へ移動（車両利用）

上記の第 1 回目の GT 調査後、自動分類による森林被覆図を作成したが、その森林被覆図はまだドラフトの状態であり、誤分類も多く見られた。それらの誤分類を修正するため、また、光学衛星画像から判読修正が難しい場所について現地の実際の状況を確認するために、追加の GT 調査を

実施した。モザンビーク側からは旧 DNRI の職員 1 名、ガザ州の調査については CENACARTA から 1 名、そして各州の旧 SPFFB 職員 1 名が同行して、光学衛星画像および森林被覆図のドラフトと現地の森林状況について確認するとともに、C/P から現地の森林について情報を得た。カーボデルガド州、ガザ州で実施した追加 GT 調査の行程を表 1.2.9.5、表 1.2.9.6 に示す。

表 1.2.9.5 ガザ州で実施した追加 GT 調査日程

調査日		内 容
2014/5/21	水	陸路移動、SPFFB 説明、Manjacaze 郡調査
2014/5/22	木	Bilene 郡、Chokwe 郡調査
2014/5/23	金	Chigubo 郡、Guija 郡調査
2014/5/24	土	Mabalane 郡、Chicualacuala 郡調査
2014/5/25	日	Chicualacuala 郡調査
2014/5/26	月	Chicualacuala 郡、Massangena 郡調査
2014/5/27	火	Massangena 郡、Chigubo 郡、Chicualacuala 郡、Mabalane 郡調査
2014/5/28	水	Massingir 郡調査
2014/5/29	木	Massingir 郡、Chibuto 郡調査、SPFFB 報告、陸路移動

表 1.2.9.6 カーボデルガド州で実施した追加 GT 調査日程

調査日		内 容
2014/6/10	火	空路移動、SPFFB 説明、Mecúfi 郡、Pemba 郡調査
2014/6/11	水	Mecúfi 郡、Chiúre 郡調査
2014/6/12	木	Ancuabe 郡、Chiúre 郡、Namuno 郡、Montepuez 郡調査
2014/6/13	金	Montepuez 郡調査
2014/6/14	土	Montepuez 郡調査
2014/6/15	日	休日
2014/6/16	月	Mueda 郡調査
2014/6/17	火	Mueda 郡、Nangade 郡、Mocimboa da Praia 郡調査
2014/6/18	水	Palma 郡調査
2014/6/19	木	Macomia 郡調査
2014/6/20	金	Macomia 郡調査、SPFFB 報告
2014/6/21	土	空路移動

GT 調査時の工夫として、実際に現地を調査したのは 2013 年だが、衛星画像が撮影されたのは 2008 年であるため、どうしても衛星画像の状況と現地の状況が異なる問題が発生する。そのため、現地調査時には現地の森林状況を確認しつつも、C/P に当時の状況を確認し、当時の様子を可能な限り野帳に記載した。また、成長しきった森林は当ても成長した状況であるので、そのような場合も野帳にその旨を記載して、森林被覆分類を行う際の参考となるように努めた。

また、第 2 年次時点で、全国の FREL/FRL 作成のための過去参照年も含めた全国森林被覆図作成

を行うことが課題としてあり、そのため、過去参照年のベースとなると想定された 2010 年の LANDSAT 森林被覆図の作成に向けて、マニカ州、テテ州およびニアッサ州において GT 調査を実施した。主に、これまでの対象 2 州には存在しなかった森林タイプを調査することを目的に、気候や標高を考慮して調査地点を設定した。モザンビーク側からは、旧 DNRI の職員 1 名、各州の旧 SPFFB 職員 1 名が同行して、LANDSAT 衛星画像と現地の森林状況について確認するとともに、C/P から現地の森林について情報を得た。なお、最終的には、本プロジェクトでは、ガザとカーボデルガド州以外の残り 8 州の森林被覆図を作成することにはならず、環境プログラム無償で残り 8 州の 2013 年時点の森林被覆・土地利用図を作成することとなり、この GT 調査の結果は、その還プロ無償での地図作成に活用されることとなった。

(1) マニカ州

2014 年 8 月 20 日から 8 月 26 日にかけて GT 調査を実施した。調査日程を表 1.2.9.7 に示す。

表 1.2.9.7 マニカ州 GT 調査日程

調査日		内 容
2014/8/20	水	空路移動、SPFFB 訪問、Gondola 郡調査
2014/8/21	木	Manica 郡調査
2014/8/22	金	Sussundenga 郡調査
2014/8/23	土	Mossurize 郡、Machaze 郡調査
2014/8/24	日	休日
2014/8/25	月	Barue 郡、Macossa 郡調査
2014/8/26	火	Guro 郡調査、陸路移動（テチ州へ）

(2) テテ州

2014 年 8 月 27 日から 9 月 5 日にかけて GT 調査を実施した。調査日程を表 1.2.9.8 に示す。

表 1.2.9.8 テテ州 GT 調査日程

調査日		内 容
2014/8/27	水	SPFFB 訪問、Tete 郡、Moatize 郡、Changara 郡調査
2014/8/28	木	Cahora Bassa 郡、Magoé 郡調査
2014/8/29	金	Moatize 郡、Tsangano 郡調査
2014/8/30	土	Angonia 郡、Macanga 郡、Chifunde 郡調査
2014/8/31	日	休日
2014/9/1	月	Macanga 郡、Chifunde 郡調査
2014/9/2	火	Zumbu 郡、Maravia 郡調査
2014/9/3	水	Maravia 郡調査
2014/9/4	木	Moatize 郡、Mutarara 郡調査、SPFFB 報告
2014/9/5	金	空路移動

(3) ニアッサ州

2014年9月15日から9月25日にかけてGT調査を実施した。調査日程を表 1.2.9.9 に示す。

表 1.2.9.9 ニアッサ州 GT 調査日程

調査日		内 容
2014/9/15	月	空路移動、SPFFB 説明
2014/9/16	火	Sanga 郡、Lago 郡調査
2014/9/17	水	Muembe 郡、Sanga 郡調査
2014/9/18	木	Majune 郡、Marrupa 郡調査
2014/9/19	金	Marrupa 郡、Mecula 郡調査
2014/9/20	土	Marrupa 郡、Nipepe 郡、Maua 郡、Metarica 郡調査
2014/9/21	日	休日
2014/9/22	月	Mecanhelas 郡調査
2014/9/23	火	Mandimba 郡、Ngauma 郡調査
2014/9/24	水	Lichinga 郡調査、SPFFB 報告
2014/9/25	木	空路移動

1.2.10 GT の実施手法のガイドラインの作成及び改訂

GT に必要な情報を収集・分析し、実施手法についてのガイドライン（以下、実施手順書を指す）第1版を第2年次に作成した。具体的には、(1) 準備（衛星画像から画像特徴を判読して調査地点を選定する方法、野帳の準備など）、(2) 現地調査（調査項目と調査方法および調査時の注意点、衛星画像と森林状況との比較方法など）、(3) とりまとめ（調査データの整理方法、調査データのGISへの取り込み、衛星画像と調査結果を用いた検討方法など）についてとりまとめた。GT の実施手法のガイドライン第2版の目次を表 1.2.10.1 に示す。

表 1.2.10.1 GT の実施手法のガイドラインの目次

内 容	
1	概要
1 - 1	調査目的
1 - 2	調査目標
1 - 3	使用機材
2	GT 調査地点の設定
2 - 1	衛星画像の表示
2 - 2	GT 調査地点の検討と設定
2 - 3	ナビゲーション用 waypoint 設定
3	GPS へのデータ保存
3 - 1	DNRGPS の起動
3 - 2	調査地点情報の転送
4	現地でのナビゲーション
4 - 1	調査地点の設定
4 - 2	車でのナビゲーション
4 - 3	森林内（徒歩）でのナビゲーション
5	GT 調査
5 - 1	野帳

内 容
5 - 2 . 各項目の調査
5 - 3 . GPS ポイント登録
5 - 4 . 写真撮影
6 . GPS からのデータ取り込み
6 - 1 . DNRGPS の起動
6 - 2 . データの取り込み
7 . GT 調査結果整理
7 - 1 . 野帳整理
7 - 2 . 写真整理
7 - 3 . 調査地点票の作成

1.2.11 森林タイプ区分の検討

図 1.2.11.1 で示された AIFM の森林分布図にある 2 パターンをベースに、過去データ等との整合性を考慮して、衛星画像より解析可能な森林タイプ区分や概況調査の結果をとりまとめ、森林分類項目を検討した。なお、森林タイプ 1 には、高地湿潤ミオンボ林等純粋に画像解析からは判読が難しく、気候区分等に基づいている分類項目がある。そのため、気象情報など衛星画像以外の情報が利用可能かどうかや、存在した場合のデータの観測頻度や観測精度、また、分類項目としての必要性について検討した。また、森林タイプ 2 にあるような密林と疎林の区分は、森林劣化を判断するには必要な区分となる。しかし、分類に使用する衛星画像の空間分解能は 10m であり、対象の森林タイプによっては疎密の区分が難しいため、モデル解析を実施して分類可能性を検討した。検討した結果について、第 3 回および第 4 回リモートセンシング TWG において議論した。カーボデルガド州およびガザ州の森林被覆図で採用する分類項目について協議して、現状の課題や今後の本格森林被覆分類に向けての対策が整理された。



図 1.2.11.1 AIFM における森林タイプ区分

1.2.12 森林タイプ区分の再検討

モデル解析の結果、以下の分類項目については、光学衛星画像の反射特性のみでは分類が難しいため、他の既存データを用いて分類することが可能かどうか、該当する分類項目を森林被覆図から除外するかどうかについて、リモートセンシング TWG 内で検討した。

(1) 海岸林の検討

海岸林と隣接するチケットの光学衛星画像の特徴を比較・検討した結果、反射特性にほとんど違いが見られなかった。IIAM でのヒアリング調査でも、海岸林は第一に樹種構成で分類されており、その次に地形の特徴で判断している。また、海岸林は地域によってそれぞれ特徴があり、カーボデルガド州とガザ州でもその差は大きい、ということから、他の情報を参考にしても、海岸林を分類することが難しいことが判明した。仮に海岸林を分類できたとしても、インベントリー調査を追加で行う必要が発生し、不確定な条件下で分類すれば、その分類結果の不確実性も高くなり、バイオマス計算等で他の項目と同等に使用するには不適當となることが考えられる。これらの理由から、本プロジェクトで作成する森林被覆図から海岸林の項目を除外することとした。

(2) 河畔林の検討

河畔林についても、他の常緑樹林の光学衛星画像の反射特性を比較・検討した結果、反射特性にほとんど違いが見られなかった。モザンビークに、河畔林の土地利用的な定義（例：河川から両岸何メートル以内の森林）は存在しない。洪水等で浸水した場所であれば、河川から離れた場所の森林も、河畔林とされている。FREL の観点から見ても、河畔林に特化したアロメトリー式は存在しないと考えられる。FREL 作成時には他の森林区分のアロメトリー式が適用されるので、河畔林を区分する必要は無い。これらの理由から、本プロジェクトで作成する森林被覆図から河畔林の項目を除外することとした。河畔林については、常緑林として分類される。

(3) ミオンボ林の検討

ミオンボ林は南部アフリカ地域では特徴的な森林タイプであり、特にカーボデルガド州には広く分布している。しかし、ミオンボ林は、*Brachystagia* sp.を代表とする落葉林の1つの森林タイプであり、光学衛星画像の反射特性からでは分類できない。既存の AIFM や ZAE の森林被覆図にはミオンボ林が分類されており、その境界を利用することは可能である。しかし、図 1.2.12.1 に示すようにその境界は粗いため、ミオンボ林を区分したとしても分類精度が落ちてしまうことが懸念される。落葉林のほとんどはミオンボ林であるため、本プロジェクトではミオンボ林は落葉林と統合し、「落葉林（ミオンボ林を含む）」と表記することとした。

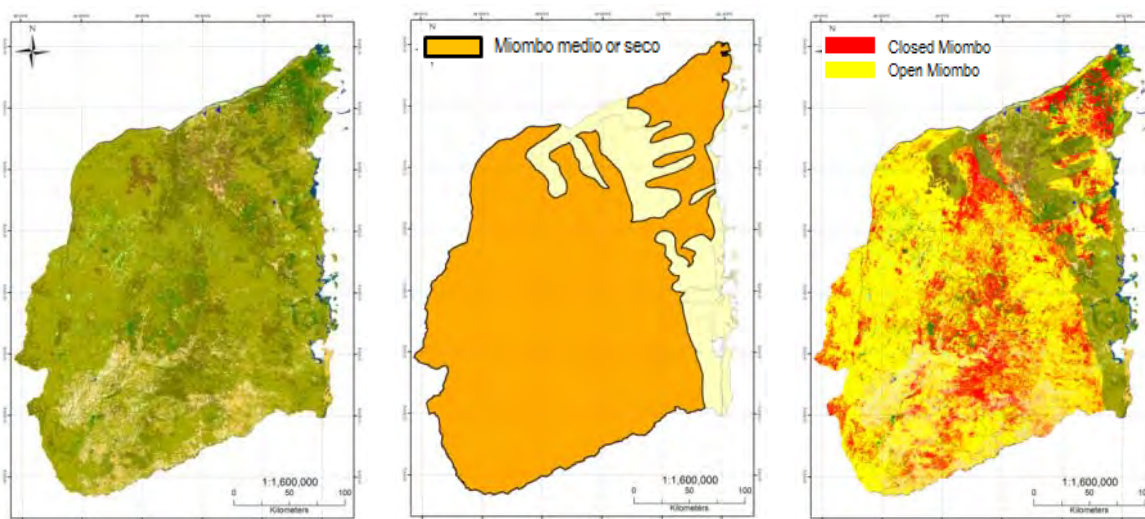


図 1.2.12.1 森林被覆図（左）と AIFM のミオンボ林の境界（中）と森林被覆図の落葉林からミ

オンボ林を抽出するイメージ（右）

（４）移動耕作地の検討

移動耕作地（Shifting Cultivation）は既存の AIFM や ZAE で分類されており、モザンビーク全国各地で多く見られ、森林減少の原因の 1 つでもあることから、C/P 側の強い要望により、森林被覆図の分類項目として検討された。しかし、Shifting Cultivation は土地利用形態であり、土地被覆ではないため、1 時期の衛星画像から分類することは難しい。また、作付状況により、農地～裸地～耕作放棄地（チケット）となり、それらをどのように一括りにして Shifting Cultivation と判断するかは判読する個人の主観により異なることが懸念される。これらの理由から、本プロジェクトで作成する森林被覆図から Shifting Cultivation の項目を除外することとした。Shifting Cultivation とされる部分については、その土地被覆から判読してチケットまたは農地に分類される。

1.2.13 リモートセンシング分析手法のガイドラインの作成及び改訂

1.2.11 や 1.2.12 の検討を受けて、リモートセンシング分析手法についてのガイドライン第 1 版（以下、分析手順書を指す）を第 2 年次に作成した。本ガイドラインには、分類フローの解析手順および適用するパラメータ等の詳細をとりまとめた。リモートセンシング分析手法のガイドラインの目次を表 1.2.13.1 に示す。

表 1.2.13.1 リモートセンシング分析手法のガイドラインの目次

内 容
1．森林被覆図作成の作業フロー
2．既存データの収集・精査
3．衛星画像の仕様確認
4．衛星画像の一次処理
5．分類項目の検討
6．オブジェクトベース分類
7．画像判読
8．成果データ作成
9．精度検証

1.2.14 リモートセンシング及び GT のガイドラインを利用した OJT による技術移転

第 2 年次に作成されたリモートセンシングガイドラインを基に、C/P 主導により森林被覆図作成に係る実習を行った。本森林被覆図の作成は技術移転を目的としているため、作業数量は 1 シーンとした。C/P 自身が森林被覆図作成の一連の解析を行い、作業方法や作業内容を理解した。解析が手順通りに上手く進めなかった場合には、日本人専門家が手順をフォローしたが、基本的にはリモートセンシングガイドラインの手順に沿って実施した。その結果、本リモートセンシングガイドラインは、有効に機能したことが確認できた。また、OJT として繰り返し作業を行うことで、C/P への技術移転を行うとともに、C/P 自身で対象 2 州以外の森林被覆図を作成する作業フローについて理解を深めることができた。OJT の概要、特に開催日時、目的、参加者、プログラム、作業フローについて、以下に示す。

（１）日時

本 OJT は、C/P と事前に協議し、他業務とも調整した結果、以下日程で実施した（表 1.2.14.1 参照）。

表 1.2.14.1 OJT の開催日時

No.	期間	時間
第 1 回	2015 年 6 月 15 日～同 24 日 (計 8 日間)	8:30～14:00 (休憩：12:00～13:00)
第 2 回	2015 年 8 月 12 日～同 21 日 (計 8 日間)	8:30～14:00 (休憩：12:00～13:00)
第 3 回	2015 年 11 月 25 日～同 12 月 4 日 (計 8 日間)	8:30～14:00 (休憩：12:00～13:00)

(2) 目的

本 OJT は、以下内容の技術移転を目標に計画、実施した。

- ALOS/AVNIR-2 衛星画像を使用したガザ州、カーボデルガド州の森林被覆図作成に必要な画像処理・解析方法について技術移転すること
- 環プロ無償で供与されたパンシャープン画像の作成方法について技術移転すること
- 判別効率表を使用した分類一致度の確認方法について技術移転すること

(3) 参加者

本 OJT は、リモートセンシング TWG メンバーを対象に実施した。本 OJT の参加者を表 1.2.14.2 に示す。Milda Mausee 氏は、第 2 回 OJT のみ、Carla Mariza 氏は第 3 回のみ参加した。また、Belmina António Saeze 氏は、本邦研修参加のため第 1 回 OJT のみ参加した。

表 1.2.14.2 OJT 参加者

1	Joaquim Macuacua (Mr.)	森林資源評価部 (Dept. Inventario)
2	Danilo Cunhete (Mr.)	森林資源評価部 (Dept. Inventario)
3	Pachis Mugas (Mr.)	森林資源評価部 (Dept. Inventario)
4	Milda Mausee (Ms.)	森林資源評価部 (Dept. Inventario)
5	Belmina António Saeze (Ms.)	国家リモートセンシングセンター (CENACARTA)
6	Carla Mariza (Ms.)	国家リモートセンシングセンター (CENACARTA)
7	Paula Mendes (Ms.)	土地台帳部 (Dept. Cadastro)

(4) OJT プログラム

本 OJT のプログラムを、それぞれ表 1.2.14.3 から表 1.2.14.5 に示す。全ての OJT について実技を中心とした内容で構成し、複数のグループに分けて実施した。実習内容とも関連し重要と思われる内容については、講義・ディスカッションの形態で補足的に説明すると共に、小テストを複数回行って、参加者の理解度を深めた。また、研修開始時、終了時には質問表調査を行い、参加者の理解度や本 OJT への要望などを適時確認した。

表 1.2.14.3 第 1 回 OJT プログラム

日	内容
6/15 (月)	質問表 (研修前レベルチェック) 実習：衛星画像の前処理 (オルソ補正など)
6/16 (火)	実習：衛星画像の前処理 (反射率変換など)
6/17 (水)	実習：衛星画像の前処理 (NDVI 計算、セグメンテーション処理など)

6/18 (木)	実習：衛星画像分類（オブジェクトベース分類など）
6/19 (金)	実習：画像判読（目視判読による誤分類の修正など）
6/22 (月)	実習：実技試験（グループワーク）
6/23 (火)	実習：実技試験（グループワーク）
6/24 (水)	実習：実技試験（グループワーク） 質問表（研修後レベルチェック）

上記のほか、前日の実習内容を確認するため、計5回の小テストを実施した。

表 1.2.14.4 第2回 OJT プログラム

日	内容
8/12 (水)	質問表（研修前レベルチェック） 実習：第1回 OJT レビュー（ALOS/AVNIR-2 のオルソ補正など）
8/13 (木)	実習：第1回 OJT レビュー（反射率変換など）
8/14 (金)	実習：第1回 OJT レビュー（NDVI 計算、セグメンテーション処理など）
8/17 (月)	実習：第1回 OJT レビュー（オブジェクトベース分類、目視判読による誤分類修正など）
8/18 (火)	実習：画像処理（画像の幾何補正）
8/19 (水)	実習：画像処理（パンシャープン画像処理）
8/20 (木)	実習：実技試験（グループワーク）
8/21 (金)	実習：実技試験（グループワーク） 質問表（研修後レベルチェック）

上記のほか、前日の実習内容を確認するため、計4回の小テストを実施した。

表 1.2.14.5 第3回 OJT プログラム

日	内容
11/25 (水)	質問表（研修前レベルチェック） 実習：OJT 研修レビュー（ALOS AVNIR-2 のオルソ補正など）
11/26 (木)	実習：OJT 研修レビュー（反射率画像、NDVI 画像作成など）
11/27 (金)	実習：OJT 研修レビュー（オブジェクトベース分類など）
11/30 (月)	実習：判読カードの作成
12/1 (火)	実習：目視判読修正
12/2 (水)	実習：目視判読修正
12/3 (木)	実習：判別効率表の作成、誤分類パターンの確認
12/4 (金)	実習：目視判読修正、判別効率表の作成、分類一致度の確認 質問表（研修後レベルチェック）

上記のほか、前日の実習内容を確認するため、計5回の小テストを実施した。

(5) 作業フロー

本 OJT で採用した作業フローを図 1.2.14.1、図 1.2.14.2 に示す。図 1.2.14.1 は、複数のソフトウェアを使用して行った ALOS/AVNIR-2 を使用した森林被覆図作成に係る実習内容の作業フローを示す。図 1.2.14.2 は、ALOS/AVNIR-2 と ALOS/PRISM を使用したパンシャープン画像作成の作業フローを示す。

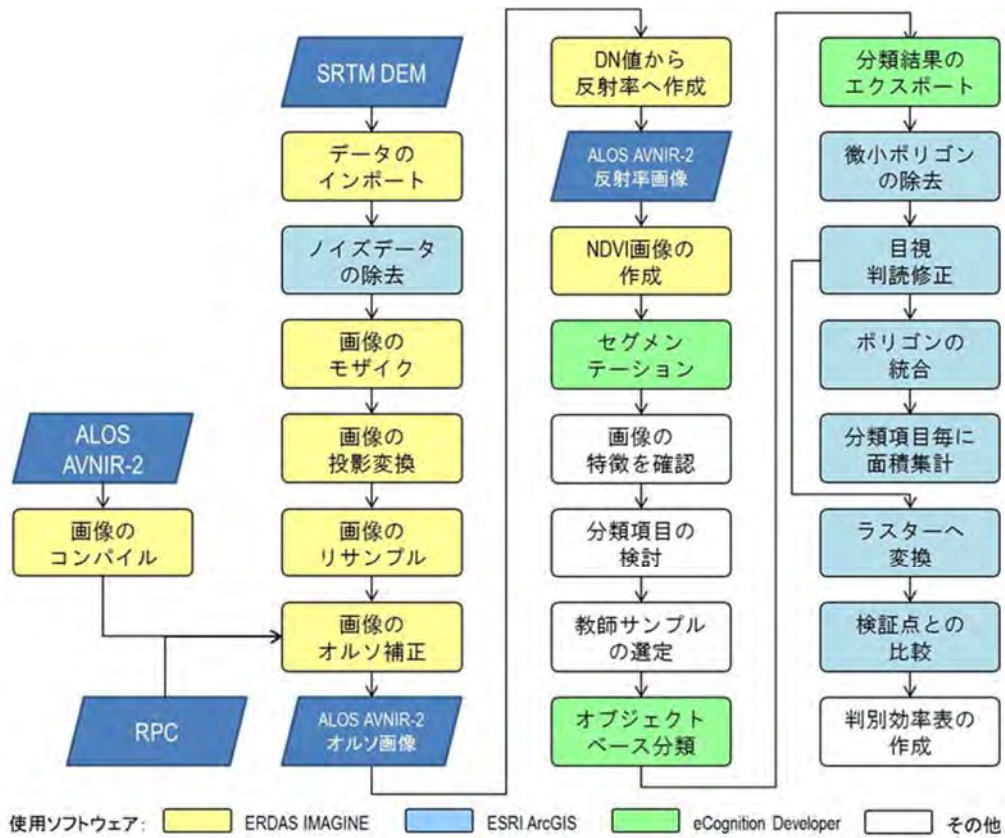


図 1.2.14.1 森林被覆図作成に係る実習内容の作業フロー

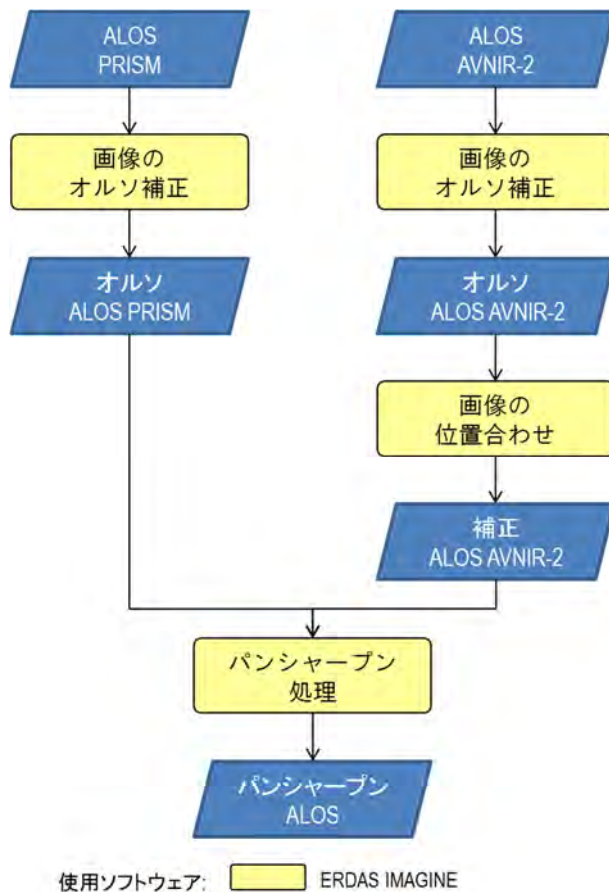


図 1.2.14.2 パンシャープン画像作成の作業フロー

1.2.15 森林被覆・土地利用図の作成

上述した 1.2.11 森林タイプ区分の検討、1.2.12 森林タイプ区分の再検討の結果および 1.2.9 GT の実施手法を受けて、日本国内作業として対象 2 州全域の森林被覆・土地利用図を作成した。

(1) 光学衛星画像の確認および決定

環プロ無償において、光学衛星画像 (ALOS/AVNIR-2) が供与された。このうち、対象 2 州分については、2008 年乾季で統一された画像が供与されている。しかし、一部シーンについては観測できていないものもあり、それについては SPOT 衛星画像を使用した。これらの光学衛星画像について、対象 2 州の境界内に含まれているもののみを抽出し、画質に問題がないかを確認した。ガザ州において使用する光学衛星画像を図 1.2.15.1 に、そのシーンリストを表 1.2.15.1 に示す。同様に、カーボデルガド州において使用する光学衛星画像を図 1.2.15.2 に、そのシーンリストを表 1.2.15.2 に示す。最終的に、ガザ州 37 シーン、カーボデルガド州 36 シーンの画像を使用した。

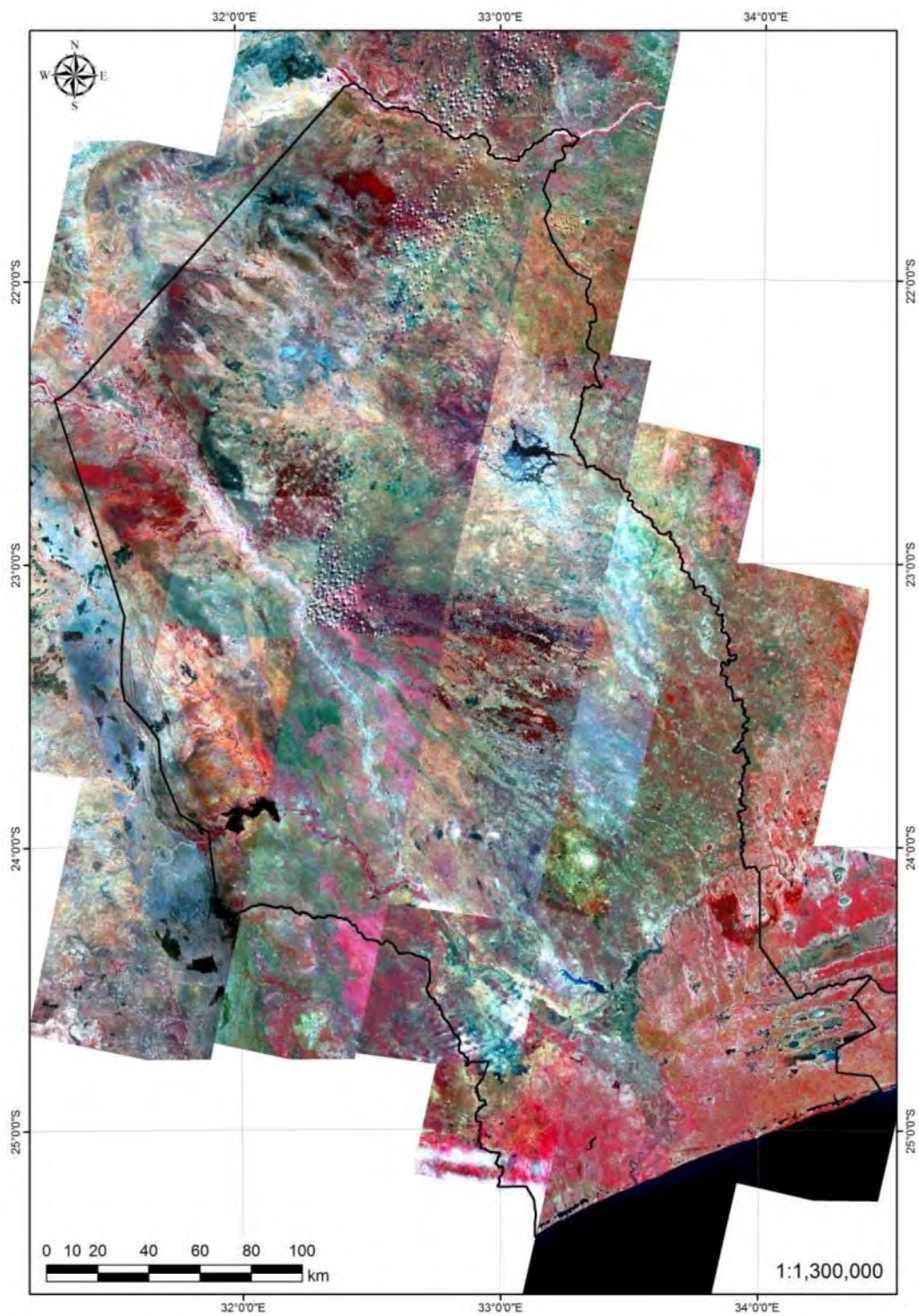


図 1.2.15.1 使用衛星画像（ガザ州）

表 1.2.15.1 使用衛星画像リスト（ガザ州）

衛星	シーン ID	観測日
ALOS	ALAV2A130154070	2008/7/4
ALOS	ALAV2A130154080	2008/7/4
ALOS	ALAV2A130154090	2008/7/4
ALOS	ALAV2A133654090	2008/7/28
ALOS	ALAV2A133654100	2008/7/28
ALOS	ALAV2A134384030	2008/8/2
ALOS	ALAV2A134384040	2008/8/2
ALOS	ALAV2A135114040	2008/8/7
ALOS	ALAV2A135114050	2008/8/7
ALOS	ALAV2A135114060	2008/8/7
ALOS	ALAV2A135114070	2008/8/7
ALOS	ALAV2A136134070	2008/8/14
ALOS	ALAV2A136134080	2008/8/14
ALOS	ALAV2A136134090	2008/8/14
ALOS	ALAV2A136134100	2008/8/14
ALOS	ALAV2A136134110	2008/8/14
ALOS	ALAV2A136864030	2008/8/19
ALOS	ALAV2A136864040	2008/8/19
ALOS	ALAV2A136864050	2008/8/19
ALOS	ALAV2A136864060	2008/8/19
ALOS	ALAV2A138614060	2008/8/31
ALOS	ALAV2A138614070	2008/8/31
ALOS	ALAV2A138614080	2008/8/31
ALOS	ALAV2A138614090	2008/8/31
ALOS	ALAV2A138614100	2008/8/31
ALOS	ALAV2A139344030	2008/9/5
ALOS	ALAV2A139344040	2008/9/5
ALOS	ALAV2A139344050	2008/9/5
ALOS	ALAV2A139344060	2008/9/5
ALOS	ALAV2A139344070	2008/9/5
ALOS	ALAV2A139344080	2008/9/5
ALOS	ALAV2A139344090	2008/9/5
SPOT	41413950811020807121R0	2008/11/2
SPOT	41413960811020807211R0	2008/11/2
SPOT	41413970811020807291R0	2008/11/2
SPOT	41413980811020807381R0	2008/11/2
SPOT	41413990812030811102R0	2008/12/3

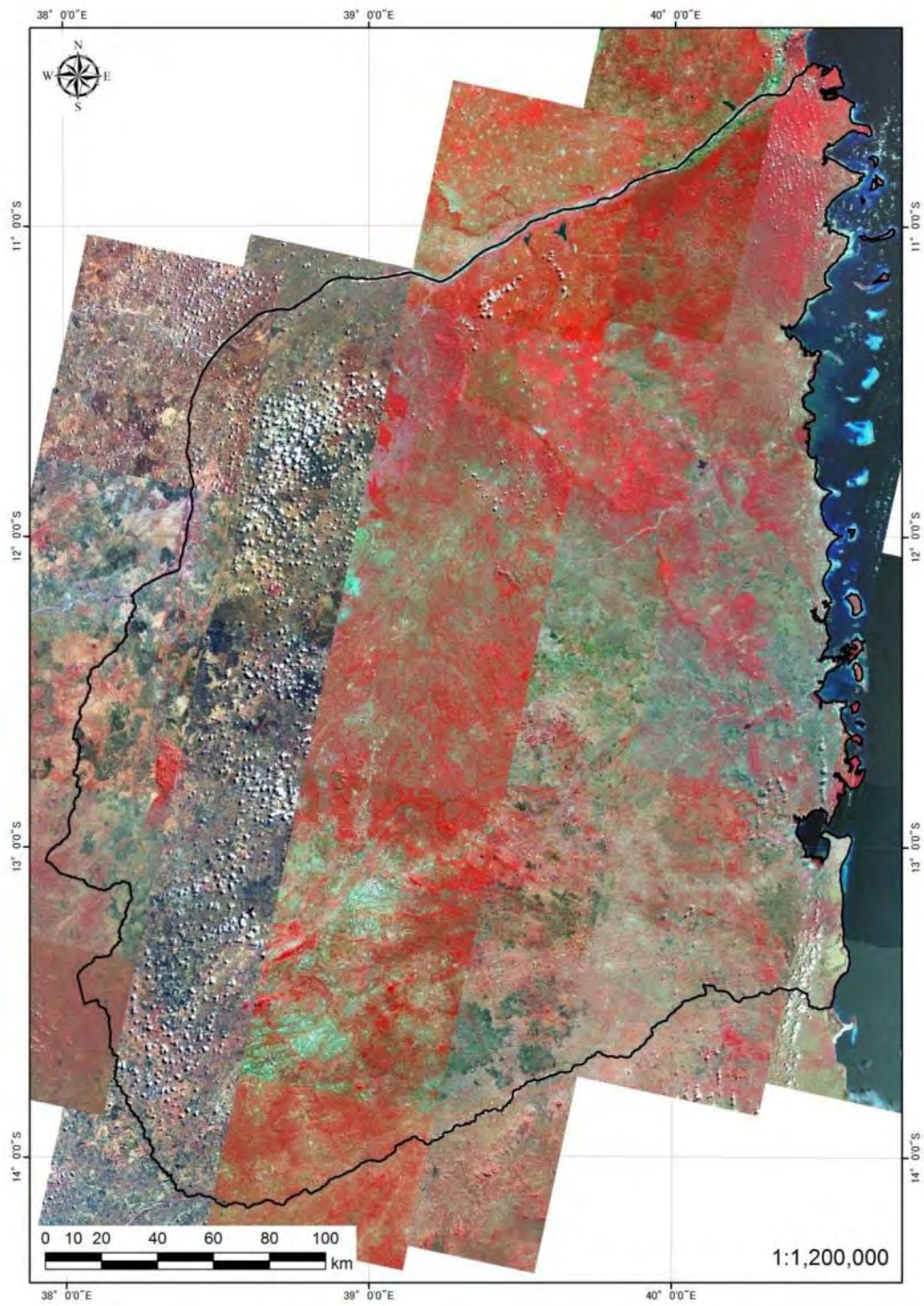


図 1.2.15.2 使用衛星画像（カーボデルガド州）

表 1.2.15.2 使用衛星画像リスト（カーボデルガド州）

衛星	シーン ID	観測日
ALOS	ALAV2A123733820	2008/5/21
ALOS	ALAV2A123733830	2008/5/21
ALOS	ALAV2A123733840	2008/5/21
ALOS	ALAV2A123733850	2008/5/21
ALOS	ALAV2A123733860	2008/5/21
ALOS	ALAV2A123733870	2008/5/21
ALOS	ALAV2A123733880	2008/5/21
ALOS	ALAV2A132193810	2008/7/18
ALOS	ALAV2A132193820	2008/7/18
ALOS	ALAV2A132193830	2008/7/18
ALOS	ALAV2A132193840	2008/7/18
ALOS	ALAV2A132193850	2008/7/18
ALOS	ALAV2A132193860	2008/7/18
ALOS	ALAV2A132193870	2008/7/18
ALOS	ALAV2A134673810	2008/8/4
ALOS	ALAV2A134673820	2008/8/4
ALOS	ALAV2A134673830	2008/8/4
ALOS	ALAV2A134673840	2008/8/4
ALOS	ALAV2A134673850	2008/8/4
ALOS	ALAV2A134673860	2008/8/4
ALOS	ALAV2A134673870	2008/8/4
ALOS	ALAV2A134673880	2008/8/4
ALOS	ALAV2A135403840	2008/8/9
ALOS	ALAV2A135403850	2008/8/9
ALOS	ALAV2A135403860	2008/8/9
ALOS	ALAV2A135403870	2008/8/9
ALOS	ALAV2A139633830	2008/9/7
ALOS	ALAV2A139633840	2008/9/7
ALOS	ALAV2A139633850	2008/9/7
ALOS	ALAV2A139633860	2008/9/7
ALOS	ALAV2A139633870	2008/9/7
ALOS	ALAV2A139633880	2008/9/7
ALOS	ALAV2A142113830	2008/9/24
ALOS	ALAV2A149843850	2008/11/16
ALOS	ALAV2A149843870	2008/11/16
ALOS	ALAV2A149843860	2008/11/16

(2) 光学衛星画像の前処理

使用する光学衛星画像のプロダクトは、輝度値 (DN 値、Digital Number) と言われるセンサが観測した値そのものを保持している。この状態では、天候 (太陽の明るさ) によって反射の強弱が異なるため、正確な分類に影響を及ぼす。そのため、天候に左右されない反射率 (Reflectance) に変換する必要がある。限られたプロジェクト工期の中で大量処理を効率的に行うために、今回の国内作業では、既に自社開発済み (国際航業株式会社) の反射率変換ツールを用いて、輝度値から反射率に変換した。

また、GIS ソフトウェア上で光学衛星画像を表示する際に、雲量によっては画像強調表示の影響で、画像が明るく、または暗く表示されたりすることがある。教師サンプルの取得や目視判読修正の際に光学衛星画像の色調を正しく調整しておくことは重要であるため、この時点で標準偏差または部分クリップの手法による色調補正を施した。

次に、ピクセルベースの画像から同じような特徴量の画像の固まりを抽出して、オブジェクト化するセグメンテーション処理を実施した。この処理には、オブジェクト分類では有数のソフトウェアである eCognition (環プロ無償にてモザンビーク側にも供与済) を使用した。

(3) 自動分類

各オブジェクトは、光学衛星画像 4 バンドの反射率の平均値や標準偏差値、NDVI の値を用いて、GT 調査によって得られた教師サンプルと同じ特徴量を持つオブジェクトを、教師サンプルと同じ分類項目となるように分類した。光学衛星画像は観測日によって画像の色調が異なるため、シーン毎に教師サンプルを設定し自動分類を行うことで、誤分類が少なくなるように処理した。ガザ州の自動分類による森林被覆図を図 1.2.15.3 に、カーボデルガド州の自動分類による森林被覆図を図 1.2.15.4 に示す。

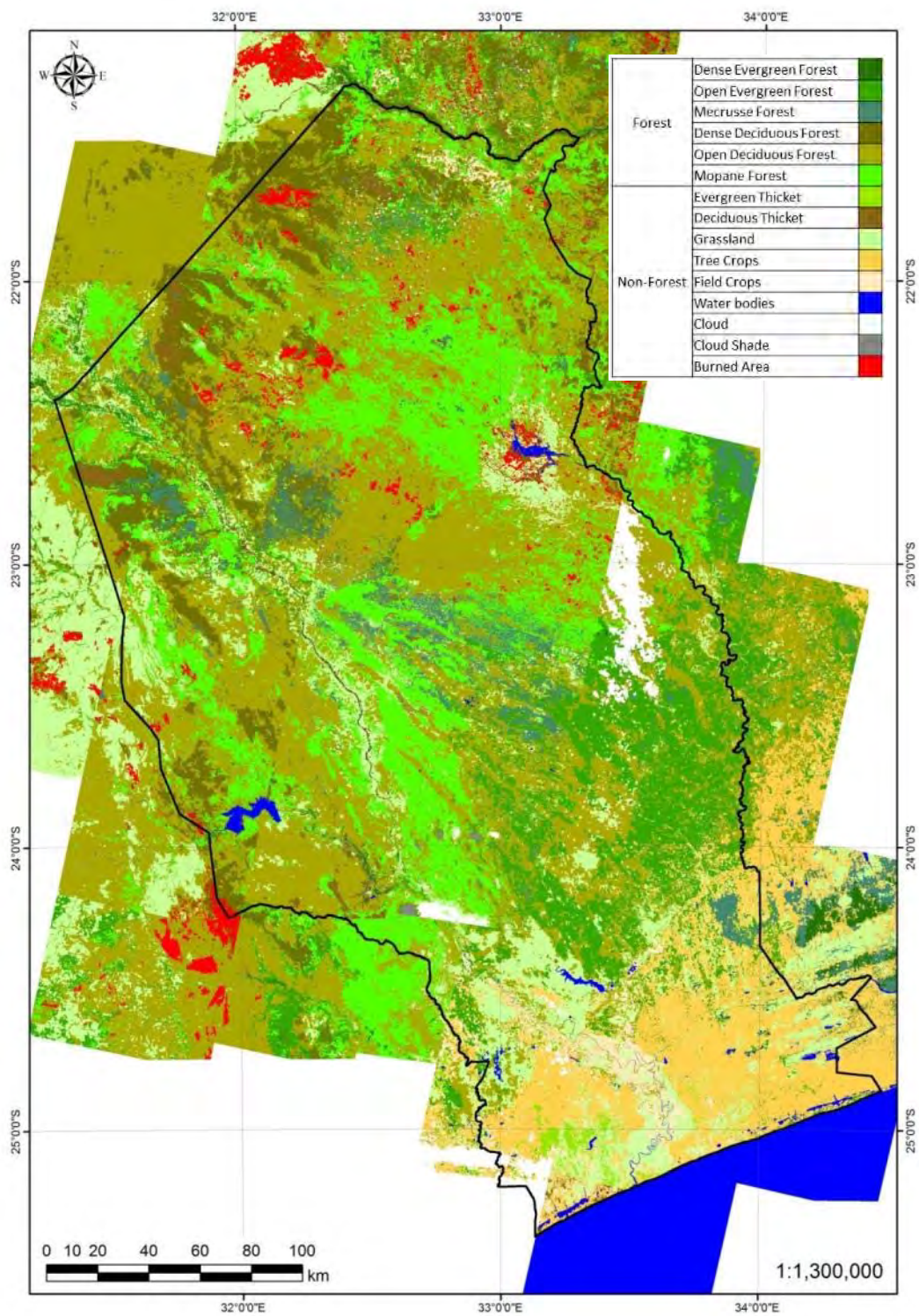
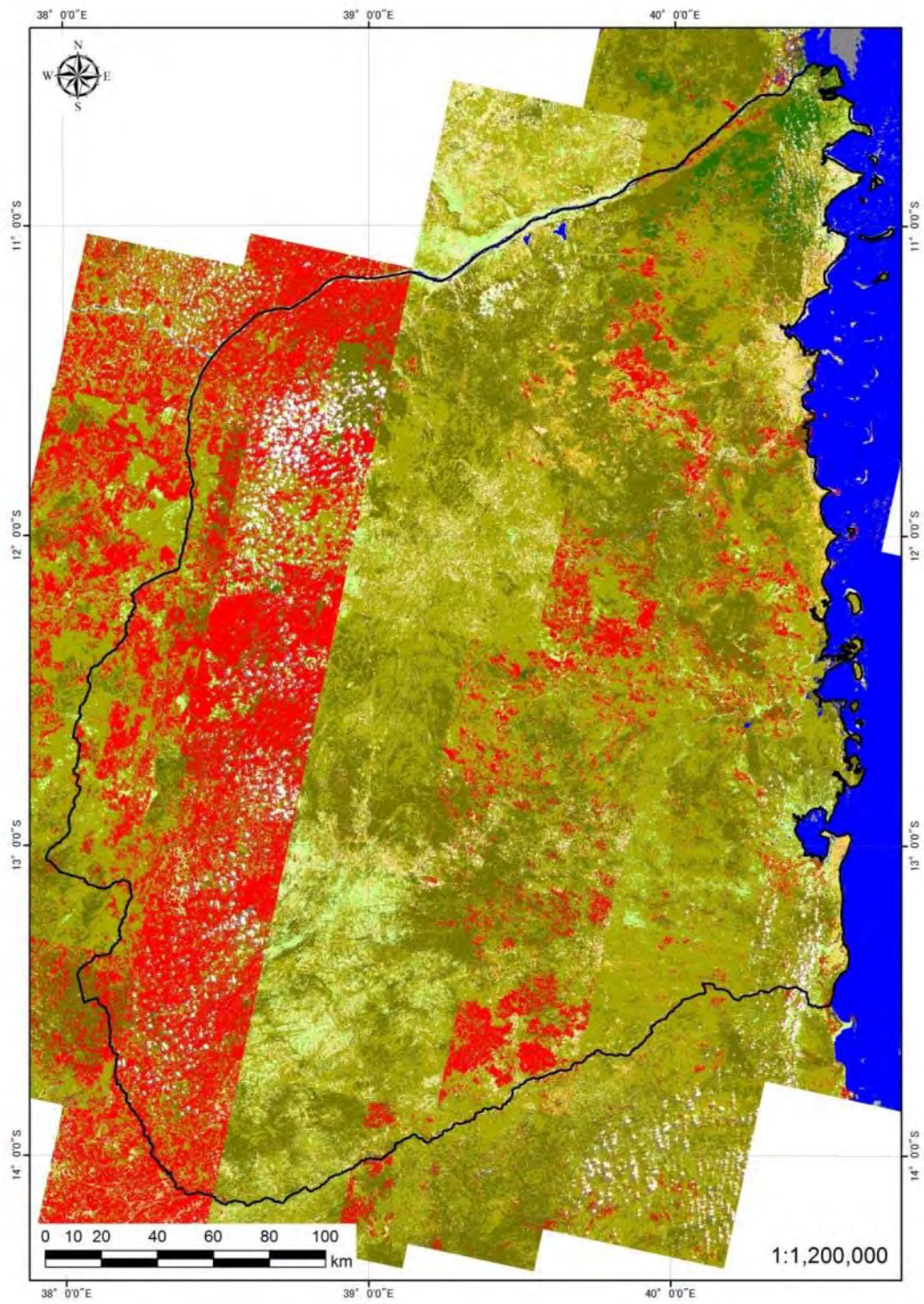


図 1.2.15.3 自動分類による森林被覆図（ガザ州）



Forest	Dense Evergreen Forest	
	Open Evergreen Forest	
	Dense Deciduous Forest (inc. Miombo Forest)	
	Open Deciduous Forest (inc. Miombo Forest)	
	Evergreen Thicket	
Non-Forest	Deciduous Thicket	
	Grassland	
	Tree Crops	
	Field Crops	
	Water bodies	
	Cloud	
	Cloud Shade	
	Burned Area	

図 1.2.15.4 自動分類による森林被覆図（カーボデルガド州）

(4) 再自動分類の実施

1.2.9 で記述した、追加 GT において得られた調査結果を用いて、森林被覆図の修正を行った。現地調査結果と分類結果が異なる地点については、光学衛星画像の色調を再度 C/P と確認して、再分類の方針を決定した。ガザ州は雲量や観測時期といった光学衛星画像の品質が良かったため、再自動分類の必要性が少なかった。

1) ガザ州

特にモパネ林や半落葉林について再自動分類を実施した。追加 GT によって得られた教師サンプルを用いて再自動分類を実施したところ、大きな誤分類を解消することができた。

表 1.2.15.3 再自動分類に使用した衛星画像リスト (ガザ州)

衛星	シーン ID	観測日
ALOS	ALAV2A084934060	2007/8/29
ALOS	ALAV2A084934070	2007/8/29

2) カーボデルガド州

追加 GT の結果、特に樹木作物地と半落葉疎林について、誤分類が多く確認された。これは、自動分類において、半落葉疎林が多めになるように教師サンプルを設定していたためである。実際には、道路沿いには樹木作物地が広くみられたため、教師サンプルの設定を樹木作物地寄りに設定して、再自動分類を行った。

次に、カーボデルガド州の光学衛星画像は、特に州の西側については乾季の後半に観測されているため、森林の広範囲に火が入れられており、自動分類の結果に悪影響を与えていた。これを改善するために、別時期の ALOS/AVNIR-2 の光学衛星画像を使用して、前処理および自動分類をやり直した。別画像を用いて再自動分類したシーンリストを表 1.2.15.4 に示す。その結果、森林被覆図上で赤く表示されている火入れの面積が大幅に減少した。しかし、まだ少なからず火入れの場所が残っているため、これらの場所については後述する目視判読により修正した。

表 1.2.15.4 再自動分類に使用した衛星画像リスト (カーボデルガド州)

衛星	シーン ID	観測日
ALOS	ALAV2A206733830	2009/12/11
ALOS	ALAV2A206733840	2009/12/11
ALOS	ALAV2A206733850	2009/12/11
ALOS	ALAV2A206733860	2009/12/11
ALOS	ALAV2A206733870	2009/12/11
ALOS	ALAV2A206733880	2009/12/11
ALOS	ALAV2A242763850	2010/8/15
ALOS	ALAV2A242763860	2010/8/15
ALOS	ALAV2A242033860	2010/8/10
ALOS	ALAV2A242033870	2010/8/10

(5) 目視判読修正の実施

自動分類および追加 GT 調査後に、目視判読修正を行った。目視判読修正は、光学衛星画像を人間が目視により直接判読して、該当するオブジェクトがどの分類項目に相当するかを確認して、自動分類が間違っていた場合には分類結果を修正した。自動分類の誤分類以外に、雲部の補完および火入れ箇所の修正や、シーン間およびパス間の接合部分の修正も行った。

1) 雲部の補完

光学衛星画像を使用している以上、完全に雲の無い画像を利用することは不可能である。雲が存在するシーンについては、別の観測時期の ALOS/AVNIR-2 画像や LANDSAT 衛星画像を参考にしながら、1つずつ目視判読修正した。LANDSAT は ALOS/AVNIR-2 と比較して空間分解能が劣り、見え方も少し異なるため、判読の際には誤分類をしないように判読基準を統一して実施した。

2) 火入れ箇所の補完

今回使用した AVNIR-2 画像は 2008 年の乾季で統一されているが、乾季と言っても 5 月から 10 月までの観測期間の幅があり、乾季の始まりと乾季の終わりでは森林の状況も異なる。特にモザンビークでは、乾季の森林火災が問題になっており、下草を焼き払ったり、ハンティングなどの目的で、多くの森林で人為的に火が放たれている。5 月頃の光学衛星画像には森林火災の影響がないため、自動分類の結果は良好であるが、7 月から 8 月以降の光学衛星画像では、森林火災の影響により近赤外の反射が弱くなり、正しい分類結果を得ることができなかった。この火入れとして分類されたオブジェクトを正しい分類項目に修正するために、1) と同様に別の観測時期の ALOS/AVNIR-2 画像や LANDSAT 衛星画像を参考にしながら、1つずつ目視判読修正した(図 1.2.15.5 参照)。特に、カーボデルガド州の西部の光学衛星画像に森林火災の影響が広く見られたため、集中的に目視判読修正を行った。

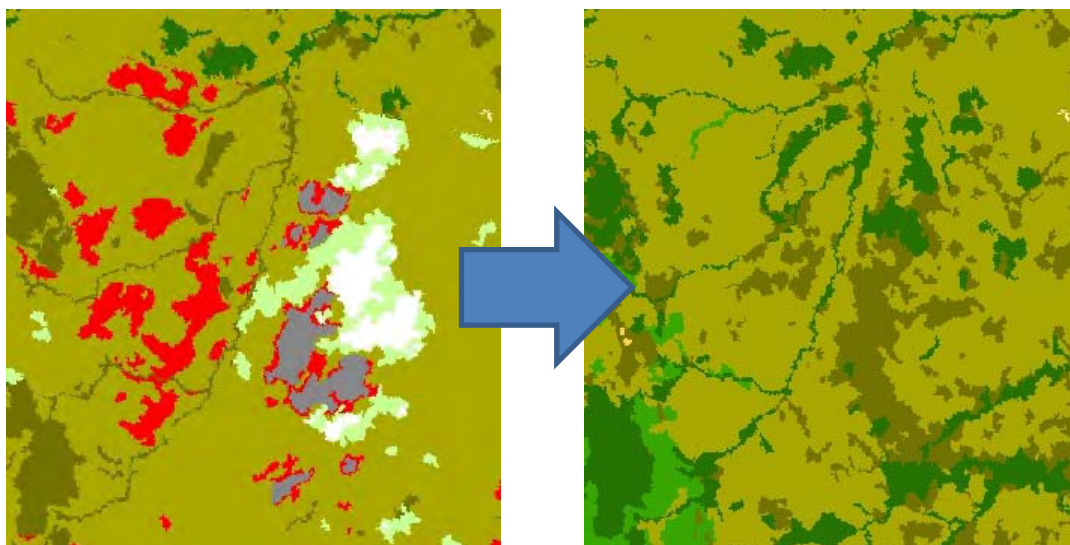


図 1.2.15.5 雲部および火入れ部の補完例

3) 接合部分の修正

自動分類および目視判読修正はシーン毎に実施しているため、州毎のデータにとりまとめる際には、シーン間およびパス間といったシーンの接合部分に不整合が生じる場合がある。この不整合を修正するために、最後にシーンの境界を全て目視により確認し、不整合を確認した場合には、

光学衛星画像を確認し、正しい分類区分に目視判読修正を行った（図 1.2.15.6 参照）。



図 1.2.15.6 パス間の修正例

4) 微小オブジェクトの削除

目視判読修正後、全オブジェクトの面積を自動処理により計算・確認し、最低森林面積である 0.5ha 以下のオブジェクトが存在する場合には削除した。

5) 集落周辺の農地及びチケットを目視判読

移動耕作地の分類については、第3年次の開始時に C/P が目視判読する作業工程となっていたが、第8回リモートセンシング TWG の議論の結果、移動耕作地を目視判読するのではなく、集落周辺の農地及びチケットを目視判読することとなった（図 1.2.15.7 参照）。

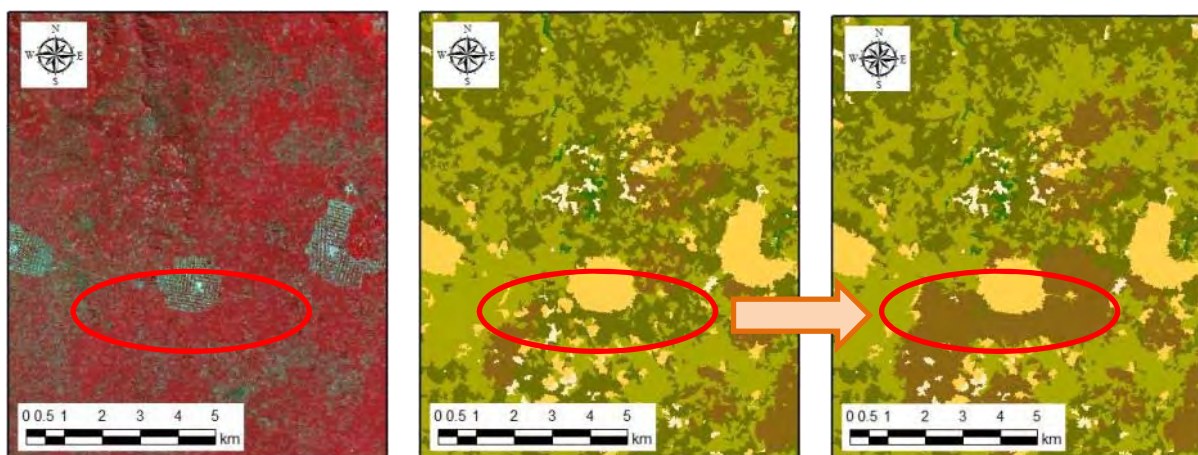


図 1.2.15.7 C/P によるチケットの判読修正例

6) 残存する誤分類の目視判読修正

一部の地域で誤分類が見られたため、日本側の作業として残存する誤分類の目視判読修正を行った（図 1.2.15.8 参照）。

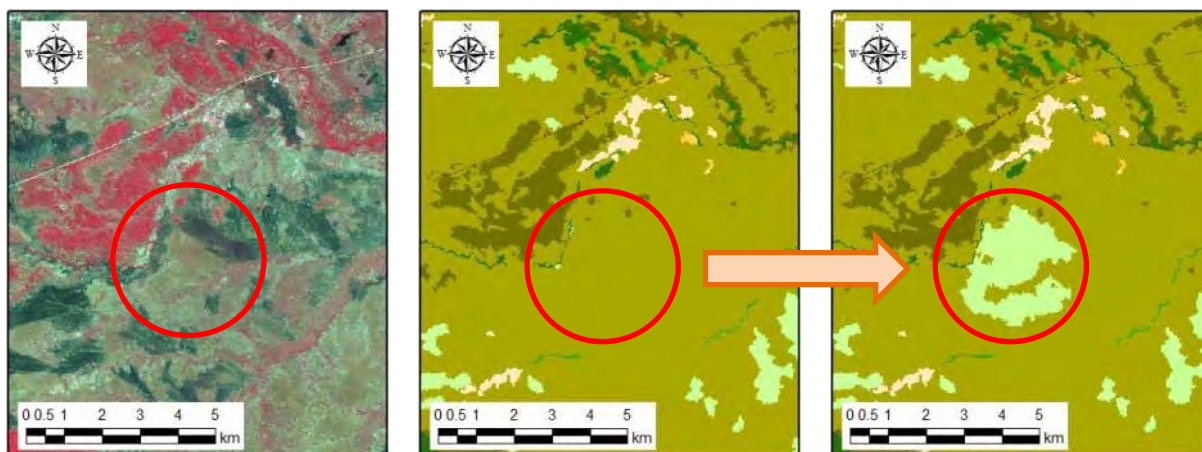


図 1.2.15.8 日本側による草地の判読修正例

7) 非森林の目視判読と既存データの追加

非森林のうち未作業であった集落を目視判読して、さらに C/P と協議の上、各郡の郡都、既存の道路データ、鉄道データ、森林保護区を重ね合わせて森林被覆・土地利用図を作成した。

当初の計画では、森林被覆図と土地利用図は、別々に作成することとなっていたが、森林被覆図にも非森林の分類項目として、チケット、草地、浸水草地、樹木作物地、耕作地、集落、裸地、水域が分類されている。これらの分類項目を非森林としてひとまとめに表示して森林被覆図とするよりも、現状の分類項目のまま全てを表示させて森林被覆図と土地利用図の両方を確認できた方が利便性は良いことから、C/P と協議した結果、森林被覆・土地利用図として作成することとした。また、JICA 本部・JICA 事務所と協議の結果、森林被覆図と土地利用図を統合した森林被覆・土地利用図を成果品として納品することとなった。

一方、この森林被覆・土地利用図の作成は、第 3 年次に一旦完了していたが、後述するようにモザンビークが新しい森林定義を採用したため、その修正が必要となった。

1.2.16 森林被覆・土地利用図の修正

本プロジェクトにおいては、モザンビークの森林定義は過去から採用されていた「最低面積 0.5ha、最低樹冠率 10%、最低樹高 5m」に準じて、1.2.15 で述べたとおり森林被覆・土地利用図を作成した。しかしながら、2015 年 11 月にモザンビークの新しい森林定義が MITADER 大臣決定され、森林定義は「最低面積 1.0ha、最低樹冠率 30%、最低樹高 5m」となった。これまでのモザンビークの森林定義の最低樹冠率は 10%を想定して森林被覆図を作成していたため、最低樹冠率が 10%から 30%未満に相当する部分を非森林に修正した。また、最低面積についても、0.5ha 以上 1.0ha 未満のポリゴンを検索して修正した。第 3 年次においては、カーボデルガド州を先行して修正し、第 4 年次はガザ州について森林被覆・土地利用図の修正を行った。これは、第 4 年次にカーボデルガド州のインベントリー調査を予定しており、その設計のためには 2016 年の乾季前までにカーボデルガド州の森林被覆・土地利用図の更新を完了させることが必須なためであった。具体的な森林被覆・土地利用図の修正方法は、まず最低面積について 0.5ha 以上 1.0ha 未満のポリゴンを検索し、それが森林であった場合には隣接するポリゴンに同じ森林区分の森林があった場合には森林として残し、隣接するポリゴンが非森林であった場合には非森林とするような処理を行い、森林定義を満たすようにした(図 1.2.16.1 参照)。次に、最低樹冠率については、まず植生指数を利

用した自動分類により、おおまかな樹冠率を推定した（図 1.2.16.2 参照）。そして、森林（常緑疎林や落葉疎林など）で最低樹冠率が 30%以下のポリゴンについて、目視により判読修正を行った（図 1.2.16.3 参照）。また、衛星画像の観測時期によっては、下草を焼き払うための焼畑が行われており、樹木が生存していたとしても葉が焼け落ちてしまった場合は、光学衛星画像の近赤外からの反射がなくなり、結果として植生指数が低くなることから、植生指数による樹冠率の推定は困難なため、目視で状況を確認して判読修正を行った（図 1.2.16.4 の赤丸部分を参照）。また、モパネ林やメクルース林はガザ州（モザンビーク南部）に分布する森林タイプであることから、これらの修正に際しては、C/P と検討してから実施した。

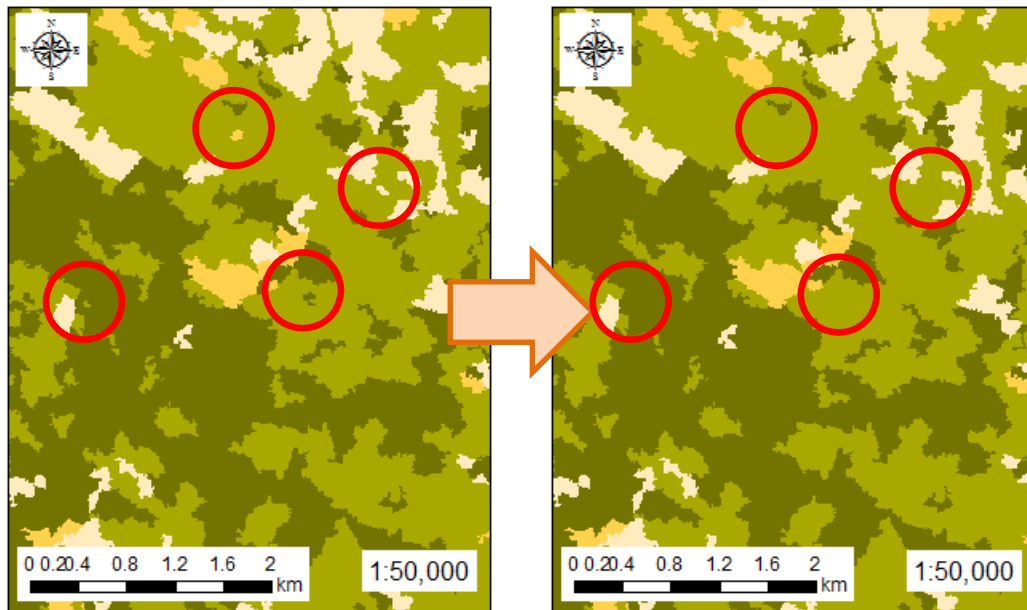


図 1.2.16.1 最低面積 0.5ha 以上 1.0ha 未満のポリゴンの修正例

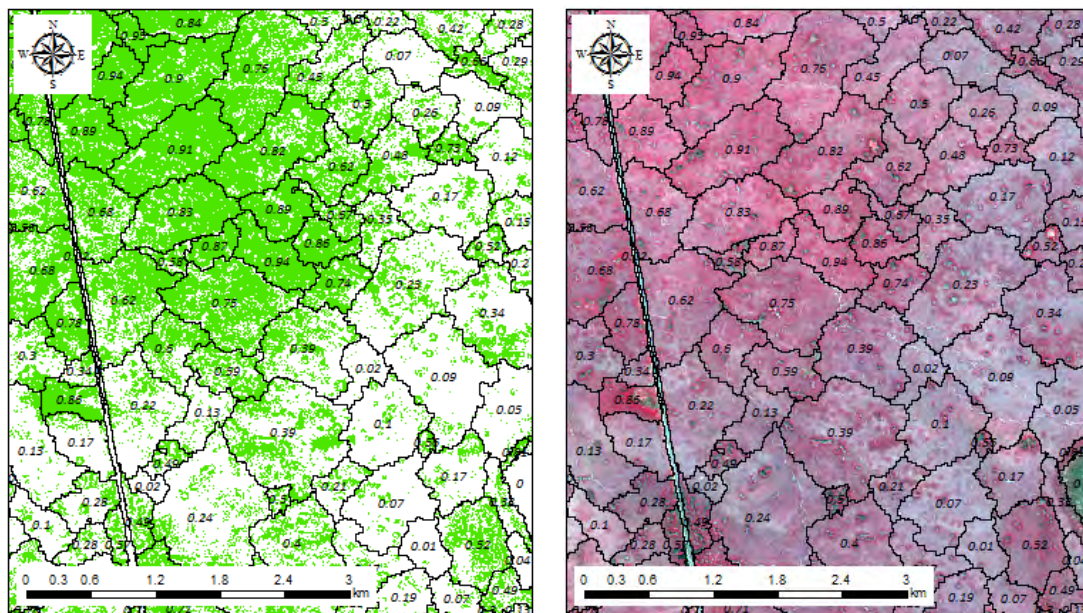


図 1.2.16.2 モパネ林の樹冠率の推定例

（左：NDVI による樹冠率算出、右：光学画像上での樹冠率の確認）

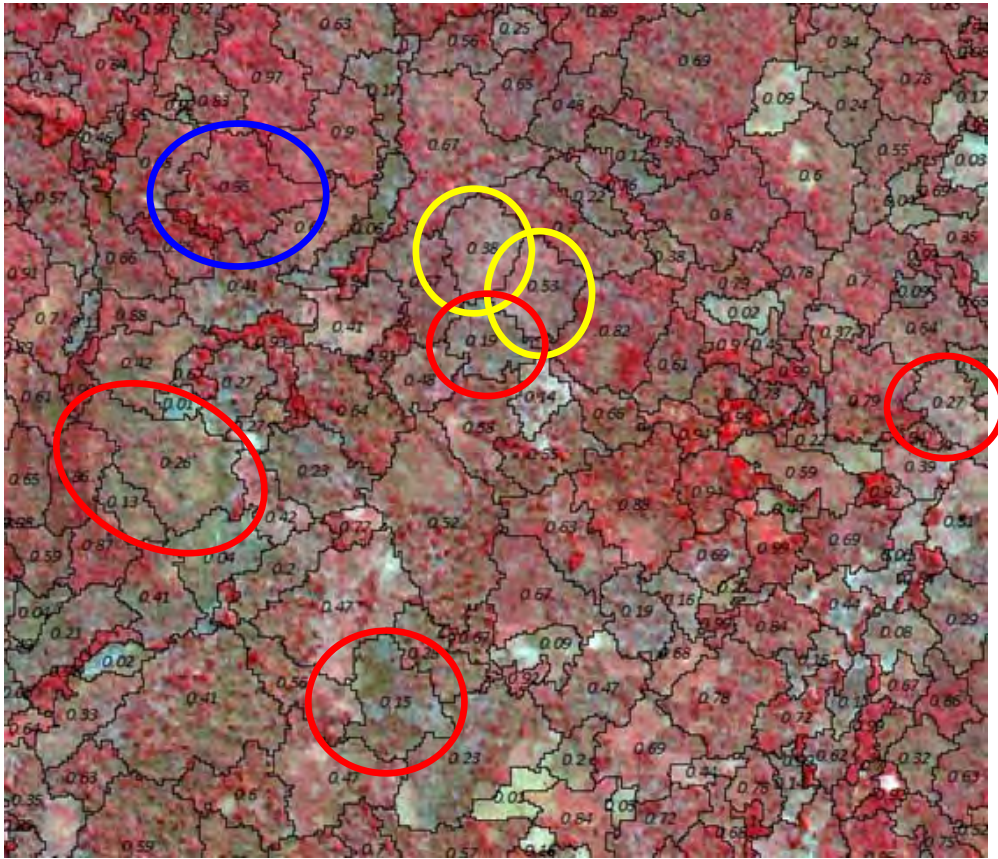


図 1.2.16.3 森林タイプの修正箇所例

(赤印：要修正箇所、黄印：光学画像確認箇所、青印：修正不要箇所)

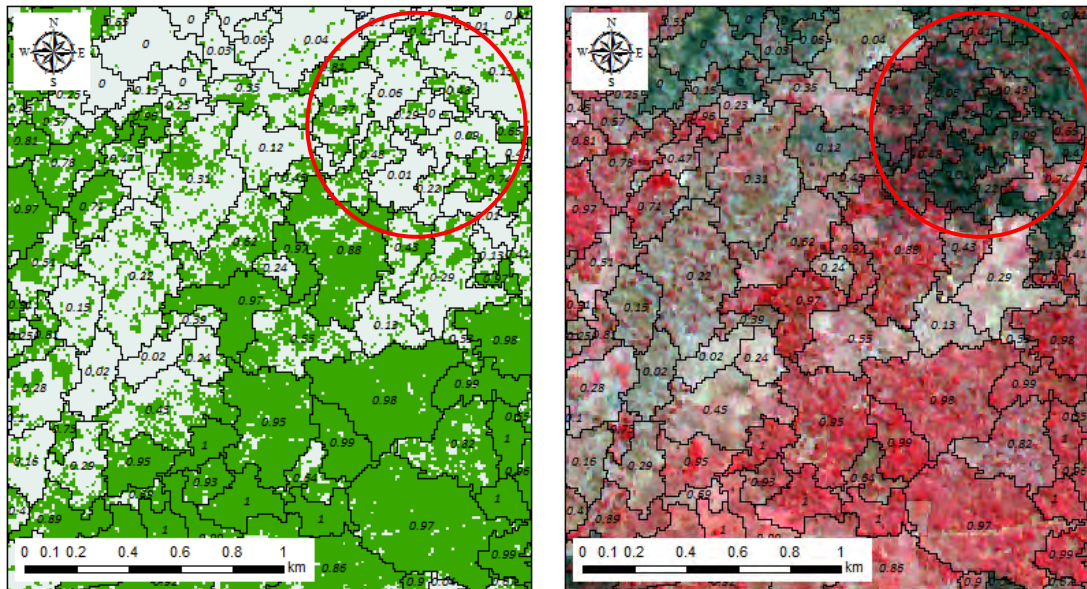


図 1.2.16.4 焼畑の影響により樹冠率が推定できない例

(左：NDVI による樹冠率算出、右：光学画像上での樹冠率の確認)(赤丸：焼畑の影響で、樹冠率が推定できていない範囲)

これらの修正が完了した後は、各郡の郡都、既存の道路データ、鉄道データ、森林保護区を重ね合

わせて森林被覆・土地利用図を作成した。C/P および JICA 本部・JICA 事務所と協議の結果、森林被覆図と土地利用図を統合した森林被覆・土地利用図を成果品として納品することとした。

1.2.17 森林被覆・土地利用図の精度検証

対象 2 州の全区分について、精度検証を実施した。Russell G. Congalton and Kass Green, Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data (Second Edition), CRC Press によると、15 クラスの分類項目の精度検証に必要な点数は以下の式で求められる。

$$n = B/4b^2$$

ここで、B は χ^2 分布のパーセント点で 8.615 (信頼度 95%、分類クラス 15 クラス)、b は自由度で 0.05 (5%) として、n (検証に必要な点数) を計算すると 861.5 点となる。これを 2 州の各分類項目の面積比により配分するとともに、最低点数を 50 点とした時の各分類項目の検証点数は表 1.2.17.1 のとおりである。

表 1.2.17.1 各分類項目の精度検証点数

コード	森林区分	面積 (ha)			面積比	配分点数	検証点数
		ガザ州	カーボデルガド州	2 州合計			
11	常緑林 (密)	38,152	222,887	261,039	1.70%	14.7	50
12	常緑林 (疎)	105,158	152,753	257,911	1.68%	14.5	50
13	メクルース林	292,386	0	292,386	1.91%	16.5	50
14	マングローブ	291	30,332	30,623	0.20%	1.7	50
21	落葉林 (密)	467,492	1,610,245	2,077,737	13.57%	116.9	117
22	落葉林 (疎)	2,090,635	3,729,108	5,819,743	38.00%	327.6	328
23	モパネ林	1,087,189	0	1,087,189	7.10%	61.2	62
33	チケツト	218,145	230,379	448,524	2.93%	25.2	50
35	非森林樹林地 (草地・シュラブを含む)	1,918,998	883,343	2,802,341	18.30%	157.7	158
36	浸水草地	116,177	15,319	131,496	0.86%	7.4	50
37	樹木作物地	404,755	261,628	666,383	4.35%	37.5	50
38	耕作地	605,716	512,126	1,117,842	7.30%	62.9	63
41	裸地	52,486	56,779	109,265	0.71%	6.2	50
42	集落	61,021	35,522	96,543	0.63%	5.4	50
43	水域	73,748	41,948	115,696	0.76%	6.5	50
	合計	7,532,349	7,782,369	15,314,718	100.00%	862.0	1,228

2008 年の ALOS-AVNIR2 の画像を使用し、インベントリーの設計に用いた 1km グリッド上に、表 1.2.17.1 に示す点数を各分類項目について無作為に抽出して、目視判読により分類結果が正しいかどうかを検証した。

1.2.18 森林被覆・土地利用図を活用した主題図の作成

2008年の森林被覆・土地利用図と参照年地図を統合して、2013年の森林被覆・土地利用図を完成した。この2013年の森林被覆・土地利用図を活用した主題図を作成したいという要望がC/Pからあったことから、以下の主題図を作成した。

・焼畑リスク森林マップ

本プロジェクトにおいて森林被覆・土地利用図を作成したが、単一時期の衛星画像を用いて作成したことから、焼畑に関する森林タイプは存在していない。一方で、今後、森林保全対策を行う上で、モザンビークの森林減少ドライバーとして大きな割合を占める焼畑について、対策すべきエリアを絞り込むことが重要である。そのため、既存のデータおよび本プロジェクトで作成してきたデータを活用して、焼畑リスクのある森林マップを作成する手法を検討した。

既存データおよび本プロジェクトで作成したデータとして、焼畑に関連するデータとしては以下のものがある（図 1.2.18.1 参照）。

- AIFMのShifting Cultivation関連のエリア（CXFおよびFXC）を抽出したもの
- レーダ画像により抽出された森林減少範囲（2008～2010年）を抽出し、そこから1kmバッファを発生させたもの
- 参照年地図の変化エリア図（2002～2013年）のうち、森林から農地または樹木作物地になっている範囲を抽出し、そこから1kmバッファを発生させたもの

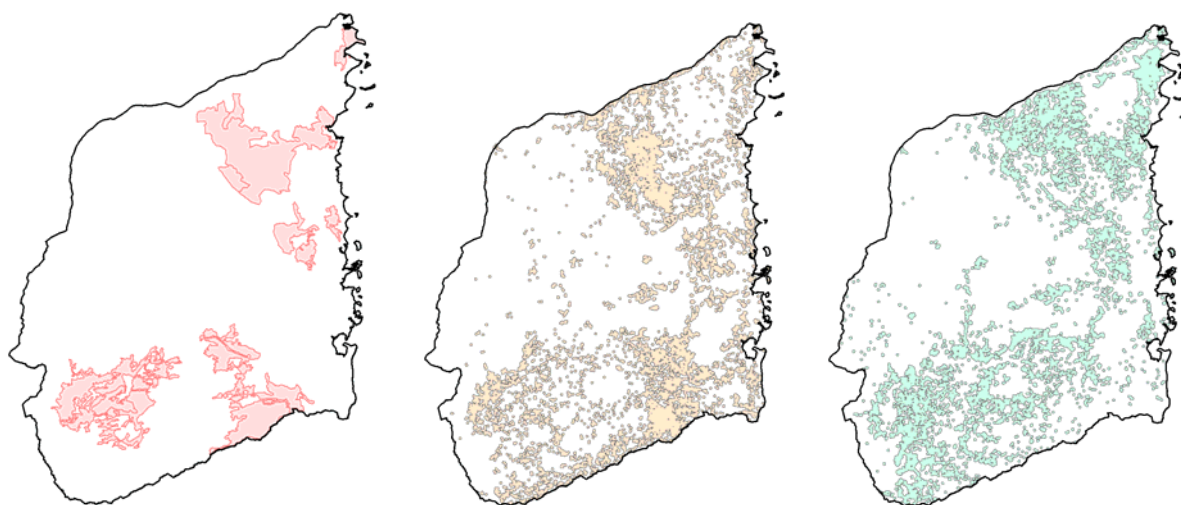


図 1.2.18.1 焼畑リスクエリアに使用する既存データ

（左：AIFMの移動耕作地、中央：レーダによる森林減少、右：参照年地図による森林変化）

これらのデータを統合して、焼畑リスクエリアについて検討したところ、レーダ画像解析による森林減少エリア（2008～2010年）と、参照年地図による森林から農地・樹木作物地への変化エリア（2002-2005-2008-2010-2013年）から作成した焼畑リスクエリアにAIFMのエリアは概ね含まれていることと、AIFMの図面縮尺精度はその他の2図と比べて劣ることから、AIFMは使用せずに焼畑リスクエリアを作成した（図 1.2.18.2 参照）。

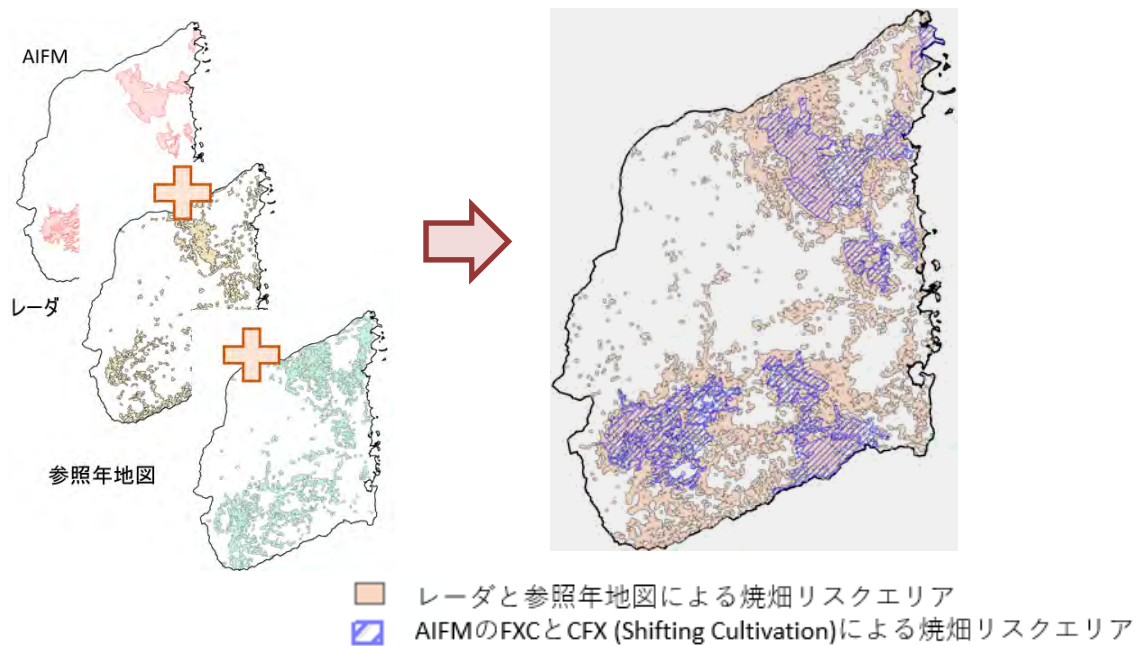


図 1.2.18.2 焼畑リスクエリアの作成方法

1.2.19 国家森林計画等の策定に向けた基礎調査及び同計画の方向性の検討の支援

モザンビークでは、森林野生生物法(1999年)に基づき、森林伐採コンセッション制度を導入し、森林資源の適切な利用に努めているが、拡大する木材需要に応じた森林資源の無秩序な伐採・供給による減少・劣化が懸念されており、国レベルはもとより地域レベルでの持続可能な森林管理に係る中長期計画の策定が課題となっている。本プロジェクトでは、森林資源情報プラットフォームの構築を行っているが、同プラットフォームに蓄積されていく情報・データの活用によるアウトプットのの一つとしてこの持続可能な森林経営に資する森林計画策定は、非常に重要なものと思料される。

この国家森林計画では、国の森林・林業・木材産業のあるべき姿を示して、現在とのギャップをどのように埋めていくのか、そのあり方を示すものとなる。また、国家森林計画の内容は、木材需給予測をベースにした伐採・造林に関する計画を主体としつつ、木材産業や林業研究等に関する計画を含むべきものと想定される。

このような国家森林計画を策定するためには、森林セクター全般に係る情報収集及び既存の計画・法制度等のレビューを行うとともに、自然・社会経済調査を行うなど、今後の国家森林計画の策定に向けた基本情報の調査・分析等を行う必要があった。

また、この調査結果等からは、例えば、

- ✓ 無秩序な伐採が継続されると何年後かに森林資源が枯渇するような状況であること
- ✓ 水資源保全のために森林の保全が必要であることなど

森林計画に基づく持続可能な森林経営の必要性が浮き彫りになるような分析を行うことが可能となる。

以上のことに鑑みて、想定される国家森林計画の骨組みに対してどのような情報・データが必要かを念頭に社会経済調査を実施することが必要になった。また、同時に関連する計画・法制度の

レビューを行うとともに森林計画の単位を検討するために自然・社会条件を確認することが必要である。さらに、これらの基礎調査結果に基づく国家森林計画の方向性を検討することが肝要である。以上の必要な業務に関して、JICA 個別専門家（森林管理能力強化アドバイザー）が主体的に行うことになったが、本プロジェクトにおいては以下の業務支援等を行った。

- 社会経済調査の再委託業務に関して、TOR及び契約書等の作成支援並びに再委託先との契約業務
- 国家森林計画の方向性検討の業務に関して、調査結果の詳細分析の支援、他国の森林計画分析の支援及び森林計画の検討の支援

現地再委託による社会経済調査については、付属資料 13 で示された TOR のように実施された。

1.3 成果 2 にかかる活動

1.3.1 レーダ画像解析の試行

第 1 年次から第 2 年次においては、JAXA の ALOS K&C 3 (The ALOS Kyoto & Carbon Initiative Phase 3) から供与されたレーダ画像を使用して、レーダ画像解析を試行した。C/P はレーダ画像の解析に慣れていないため、基礎的な解析から実施した。下記に記す処理は、第 1 年次および第 2 年次のレーダ画像解析研修でも実施した。なお、この時点では ALOS-1 は運用を終えており、かつ、ALOS-2 の運用前であったため、ALOS-1 のモザイクデータセットを使用して解析した。

(1) 前処理

K&C3 にて供与されるレーダ画像は、主に研究者向けを対象としており、一般的な GeoTIFF 形式ではないため、そのままでは ERDAS Imagine や ArcGIS で画像を開くことができない。そのため、バイナリ形式のファイルを ERDAS Imagine でインポートして、ERDAS のイメージ形式(拡張子.img)で保存した。次に、img 形式にインポートしたファイルは HH 偏波と HV 偏波に分かれており、同時に扱うためにレイヤースタック処理を行い、HH 偏波と HV 偏波を同一ファイルに処理した。

(2) モザイク処理

森林被覆の特徴を把握したり、森林被覆変化を抽出する際に、作業者がどの地域を見ているのかを分かり易くするために、一度メッシュのレーダ画像を州単位で扱えるようにモザイク処理を行った。また、モザイク後は、州の外側となる地域を除外するために、州の境界情報を用いてクリップ処理を行った。

(3) レーダ画像解析

レーダ画像にはレーダ画像特有のノイズが含まれており、これらはスペckルノイズと呼ばれ、レーダ解析用のリモートセンシングソフトウェアには、これらを低減するフィルタを適用することができる。必要に応じて、これらのフィルタを適用して、レーダ画像解析を行った。また、レーダ画像はそのままでは 0 から 65,535 の 16 ビットの値を持ち、値の範囲が大きいため、森林変化を抽出する際にそのまま差分を取った場合には変化を確認しづらいことがある。そのため、値を対数に変換して単位を dB とすることで、異なる時期のレーダ画像を比較する際に扱い易くなるようにした。

(4) 森林特徴の把握

2008 年のレーダ画像（HH 偏波および HV 偏波）と光学衛星画像を比較して、各森林タイプについて、レーダ画像と光学衛星画像がどのように見えるのか、またレーダの散乱特性や光学衛星画像の反射特性にどのような違いがあるのかを確認した。

（5）森林変化抽出

複数時期のレーダ画像を用いて、森林減少が見られる地域を目視判読により抽出した。判読を分かり易くするために、ここでは 2007 年と 2010 年のレーダ画像を使用して、2007 年から 2010 年までの森林被覆変化を抽出した。2007 年と 2010 年の 2 時期の画像を並べて比較する方法や、2 時期の画像をレイヤースタックしてカラー合成画像することで、変化している箇所が色付けられるので、それらの箇所を抽出する方法（図 1.3.3.1 参照）や、2 時期の差分の画像を作成して、森林変化を抽出する方法を実施した。

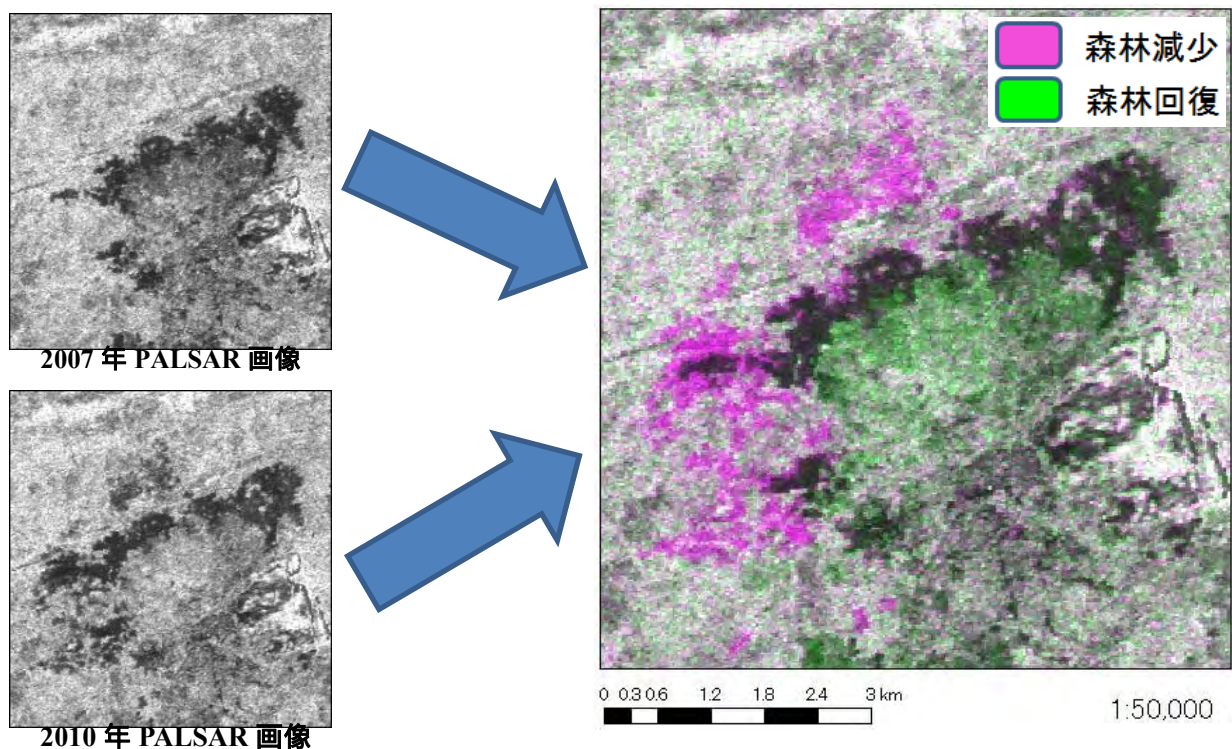


図 1.3.1.1 森林被覆変化の解析例（カーボデルガド州）

1.3.2 森林被覆変化の把握に向けたレーダ画像の定期的観測の確認

第 3 年次の JCC において、レーダ画像解析は、当初考えられていた全国での森林減少・増加をモニタリングしていくために使用されるのではなく、将来的に 1 年程度のタイムスパンの準リアルタイムで森林減少のホットスポット的な箇所のみで森林減少箇所を特定し、それを森林減少対策への活用するために使用されることが合意された。

2014 年 5 月に打ち上げられた陸域観測衛星 ALOS-2 に搭載されている PALSAR-2 のレーダ画像を利用して、森林被覆変化を定期的に観測した。JAXA ホームページに掲載されている ALOS-2 基本観測シナリオ（第 1 版 平成 26 年 1 月 10 日 http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/obs/jobs_scenario.htm）によると、世界の森林地域については、高分解能モード（HH+HV の二偏波、空間分解能 10m）で年に 2～6 回の観測が予定されている（表 1.3.2.1 参照）。第 4 年次（2016 年度）以降の ALOS-2 基

本観測計画を表 1.3.2.1 に示す。表 1.3.2.1 を参考にしながら、モザンビークの詳細な観測範囲や観測日を確認して、観測データを定期的に入手した。データの入手については、DINAF と JAXA K&C Phase 4 との間で共同研究契約を締結しており、そのスキームを利用して年間 50 シーンのデータを入手し利用した。

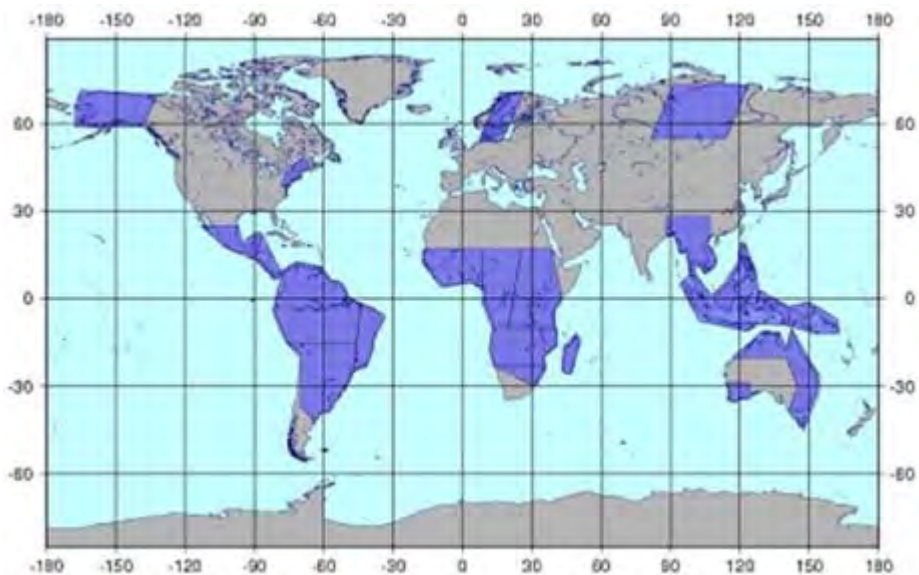


図 1.3.2.1 ALOS-2 基本観測シナリオ (世界：森林モニタリング)

引用：JAXA HP(http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/obs/jobs_scenario.htm)

表 1.3.2.1 2016 年度以降の ALOS-2 基本観測計画 (世界)

回帰	開始日	降交軌道	昇交軌道
45	2016/3/28	W2(2)R 26.2°-41.8°	FP(6)R 32.7°
46	2016/4/11	F2(6)R 32.5°	FP(5)R 30.4°
47	2016/4/25	F2(6)R 32.5°	FP(4)R 28°
48	2016/5/9	W2(2)R 26.2°-41.8°	FP(3)R 25°
49	2016/5/23	F2(7)R 36.2°	FP(7)R 34.9°
50	2016/6/6	F2(7)R 36.2°	Any mode
51	2016/6/20	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(7)R 36.2°
52	2016/7/4	Any mode	F2(5)R 28.2°
53	2016/7/18	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(6)R 32.5°
54	2016/8/1	Any mode	W2(2)R 26.2°-41.8°
55	2016/8/15	Any mode	W2(2)R 26.2°-41.8°
56	2016/8/29	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(7)R 36.2°
57	2016/9/12	Any mode	F2(5)R 28.2°
58	2016/9/26	Any mode	F2(6)R 32.5°
59	2016/10/10	W2(2)R 26.2°-41.8°	Any mode
60	2016/10/24	U2(6)R	Any mode
61	2016/11/7	U2(7)R	F2(7)R 36.2°
62	2016/11/21	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(5)R 28.2°
63	2016/12/5	U2(8)R	F2(6)R 32.5°
64	2016/12/19	U2(9)R	W2(2)L
65	2017/1/2	W2(2)R 26.2°-41.8°	W2(2)L
66	2017/1/16	Any mode	F2(7)R 36.2°
67	2017/1/30	Any mode	F2(5)R 28.2°
68	2017/2/13	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(6)R 32.5°
69	2017/2/27	F2(5)R 28.2°	Any mode
70	2017/3/13	F2(5)R 28.2°	Any mode

回帰	開始日	降交軌道	昇交軌道
71	2017/3/27	W2(2)R 26.2°-41.8°	FP(6)R 32.7°
72	2017/4/10	F2(7)R 36.2°	FP(5)R 30.4°
73	2017/4/24	F2(5)R 28.2°	FP(4)R 28°
74	2017/5/8	W2(2)R 26.2°-41.8°	FP(3)R 25°
75	2017/5/22	F2(6)R 32.5°	FP(7)R 34.9°
76	2017/6/5	F2(7)R 36.2°	Any mode
77	2017/6/19	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(7)R 36.2°
78	2017/7/3	Any mode	F2(5)R 28.2°
79	2017/7/17	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(6)R 32.5°
80	2017/7/31	Any mode	W2(2)R 26.2°-41.8°
81	2017/8/14	W2(2)R 26.2°-41.8°	W2(2)R 26.2°-41.8°
82	2017/8/28	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(7)R 36.2°
83	2017/9/11	Any mode	F2(5)R 28.2°
84	2017/9/25	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(6)R 32.5°
85	2017/10/9	W2(2)R 26.2°-41.8°	Any mode
86	2017/10/23	F2(7)R 36.2°	F2(7)R 36.2°
87	2017/11/6	F2(5)R 28.2°	F2(5)R 28.2°
88	2017/11/20	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(6)R 32.5°
89	2017/12/4	F2(6)R 32.5°	W2(2)R 26.2°-41.8°
90	2017/12/18	W2(2)R 26.2°-41.8°	Any mode
91	2018/1/1	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(7)R 36.2°
92	2018/1/15	Any mode	F2(5)R 28.2°
93	2018/1/29	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(6)R 32.5°
94	2018/2/12	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(6)R 32.5°
95	2018/2/26	Any mode	F2(6)R 32.5°
96	2018/3/12	F2(5)R 28.2°	F2(7)R 36.2°
97	2018/3/26	W2(2)R 26.2°-41.8°	F2(5)R 28.2°

青色：森林観測（二偏波：空間分解能 10m）

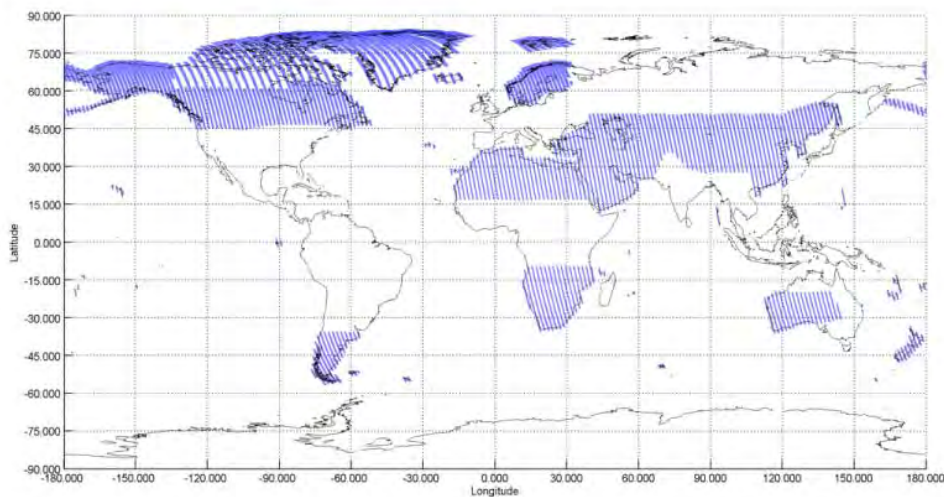


図 1.3.2.2 51 回帰（2016/6/20～2016/7/3）の ALOS-2 観測計画

（青色が観測範囲を示す。隙間が見られるが、51～53 回帰でモザンビーク全域が観測される。）

1.3.3 レーダ画像解析結果の評価と解析手法の改訂

ALOS-2/PALSAR-2 のレーダ画像を用いて、レーダ画像解析を実施した。第 3 年次と第 4 年次においては、GBFM の活動と連携しており、レーダ画像を用いて農地開発に伴う森林伐採による森林

減少を把握した。対象地域については、GBFM-TWGにて協議して決定した。ただし、ALOS-2画像の年間の利用可能シーン数が限られていることから、森林減少の抽出は地上モニタリングで対象としているパイロット4郡、特にパイロット・コミュニティについては、優先的に解析を行った。例として、2014年10月と12月に観測されたALOS-2画像を用いて、カーボデルガド州アンクアベ郡のナクアレ・コミュニティ内の森林減少を試行的に抽出した結果を図1.3.3.1に示す。赤枠はリアルタイム・モニタリングで森林火災が確認された範囲で、青枠は実際に現地で森林減少が確認された範囲である。レーダ画像の後方散乱係数が減少した範囲(2014年10月のレーダ画像で明るく表示されている場所が、2014年12月のレーダ画像では暗く表示されている場所を指す)と青枠の範囲が概ね一致していることが確認できる。この例のように、レーダ画像解析による森林減少地域の抽出結果は、GBFMで実施したGT調査結果との検証を行い、レーダ画像解析手法を改善した。

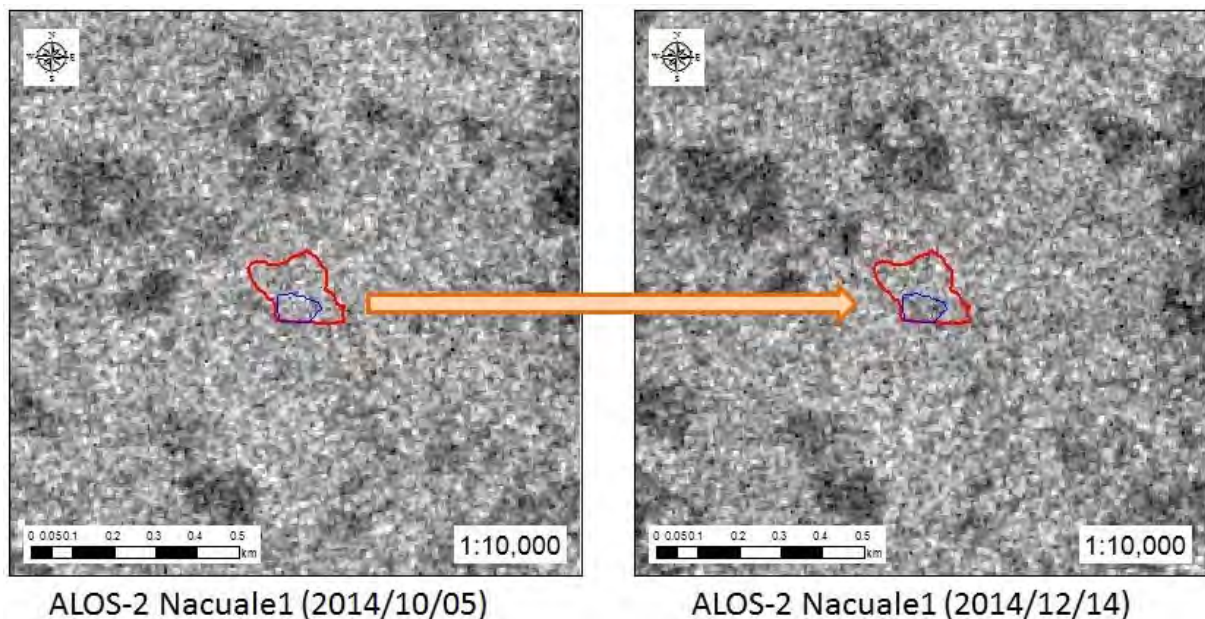


図 1.3.3.1 ALOS-2 を用いたパイロット郡における森林減少の抽出例

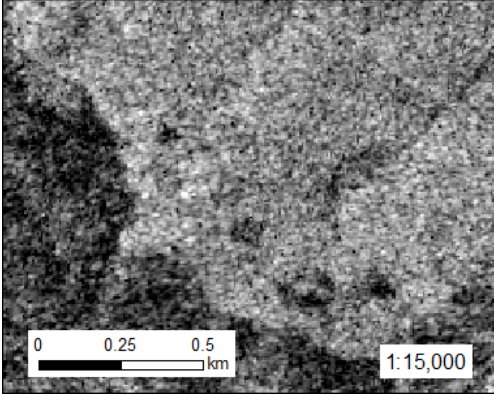
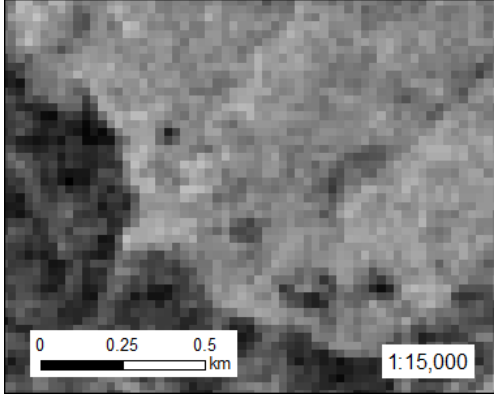
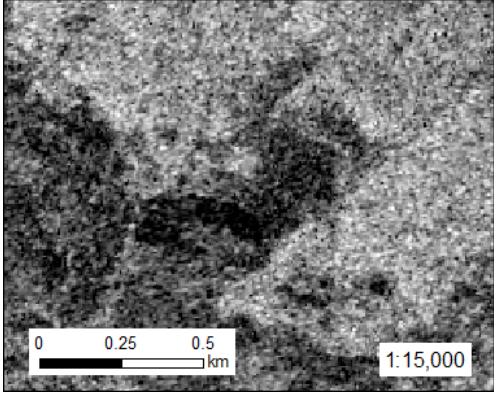
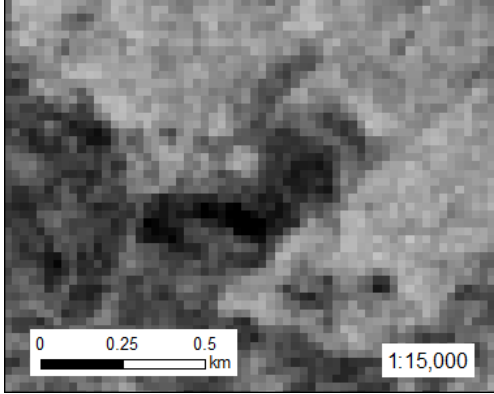
上記レーダ画像解析結果の評価を基に、ALOS-2の観測手法および解析手法を改定した。観測手法については、レーダ解析に最適なALOS-2の観測モード・レーダ画像の画像分解能を検討した。ALOS-2の観測モード一覧については、表1.3.3.1に示す。解析手法については、森林減少抽出の際に使用する後方散乱係数の減少値の閾値を検討するとともに、自動で森林減少を抽出する手順について検討した。

表 1.3.3.1 ALOS-2 の観測モード一覧

観測モード		空間分解能	観測幅	観測可能偏波
スポットライト		3m × 1m	25km × 25km	単偏波
ストリップマップ	高分解能[3m]	3m	50km	単偏波/二偏波
	高分解能[6m]	6m	50km	単偏波/二偏波/四偏波/コンパクト偏波
	高分解能[10m]	10m	70km	単偏波/二偏波/四偏波/コンパクト偏波

観測モード		空間分解能	観測幅	観測可能偏波
ScanSAR	広域観測	100m	350km	単偏波/二偏波

第3年次では、GBFM-GT 調査およびその結果を踏まえたレーダ画像解析により、森林被覆の変化抽出の処理手順や解析パラメータ（後方散乱係数の閾値）を検討した。第4年次は、これまでに入手した100シーン超のALOS-2画像のなかから対象2州を優先的に解析した。第3年次は目視判読による森林減少抽出と、手法検討を行いながら半自動で森林減少抽出を行っていたが、第4年次は最初のステップとして、図1.3.3.2に示す手順を自動化して森林減少を抽出した。分類に使用した閾値は、期首（森林減少前）の後方散乱係数が-18dB以上、期首と期末の2期間の後方散乱係数の変化が-5.0dB以下、この2条件を満たす箇所を森林減少地として抽出した。この一定の閾値により自動抽出された森林減少範囲と、GBFMの現地調査において実際の森林減少範囲をハンディGPS(GARMIN)により実測した結果を比較して、森林減少範囲内のレーダ画像の後方散乱係数の統計値を分析することにより、自動抽出の解析手法を改良した。この部分についての詳細は、協力の成果の2.3.15以降に記述した。さらに、第3年次に解析に使用している高空間分解能の6.25mのレーダ画像と、第4年次は追加で25mに意図的に劣化させたレーダ画像の両方について解析した。なお、25mの画像は無償で入手できることから、将来を見据えた場合に、分解濃度は落ちるが無償画像での解析による森林減少検知の方法は持続性が高いと想定されることを考慮して、同画像での解析を加えた。

	高分解能レーダ画像（空間分解能6.25m）	空間分解能を落としたレーダ画像（同25m）
期首画像 （2015年）		
期末画像 （2016年）		

	高分解能レーダ画像（空間分解能 6.25m）	空間分解能を落としたレーダ画像（同 25m）
2 時期の 差分画像		
二値化画像 （閾値は -4.0dB を 使用） （フィル タ適用済）		
ポリゴン 化 （微小ポ リゴン除 去済）		

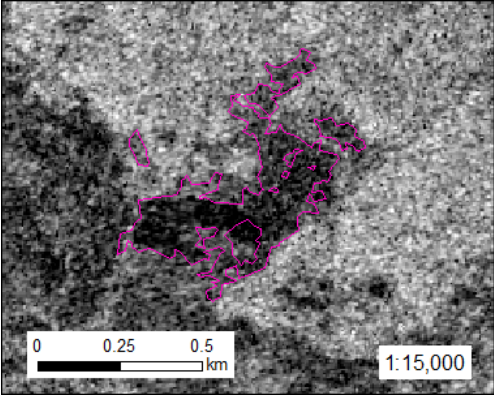
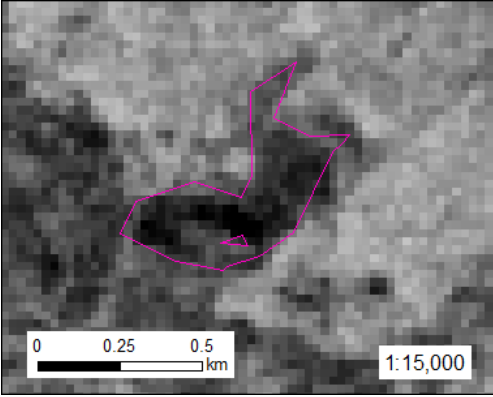
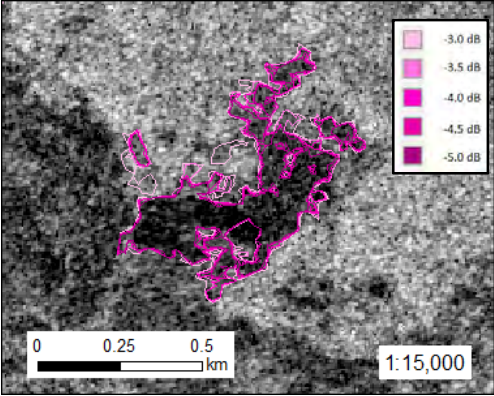
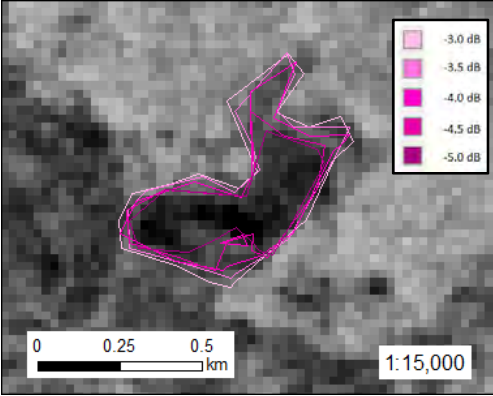
	高分解能レーダ画像（空間分解能 6.25m）	空間分解能を落としたレーダ画像（同 25m）
レーダ画像との重ね合わせ		
レーダ画像との重ね合わせ (閾値 5 種類の比較)		

図 1.3.3.2 自動分類による森林減少抽出の処理手順

1.3.4 レーダ画像解析の技術ガイドラインの作成と改訂

C/Pの既存データを確認するなど基礎情報を収集し、(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)による京都・炭素イニシアチブプロジェクトフェーズ3(K&C3)及びフェーズ4(K&C4)からレーダ画像提供を受けて、レーダ画像解析技術ガイドラインを作成した。本ガイドラインでは、使用するソフトウェアをERDAS IMAGINE および ArcGIS とし、これらのソフトウェアを用いたレーダ画像の取り込み、解析および出力・図面作成・印刷の手順をとりまとめた。具体的には、(1) 画像の入出力、(2) 前処理(バンド合成および色調補正など)、(3) レーダ画像の基本解析、(4) 光学画像との画像特徴比較、(5) 多時期のレーダ画像を用いた変化抽出、(6) 図面作成および出力について記載した。本ガイドラインは1.3.5に記述するレーダ画像解析研修で利用されるとともに、第3年次以降では研修の実習を通じてC/Pによって改訂された。

1.3.5 レーダ画像解析の研修の実施

(1) レーダ画像解析の研修の実施(第1年次)

第1年次のレーダ研修は、インセプション・レポートでは雨季である2014年2月に実施する予定であった。しかし、KC3の契約に伴いJAXA側への報告が必要となったため、研修を前倒して実施することとした。レーダ画像解析に関する第1年次の基礎研修は、旧DNRI職員計6名に対し

て2013年10月21日から25日の5日間と、2014年2月11日から13日の3日間、合計8日間旧DNRIにて実施した。また、研修の効果を確認し、1.3.4の技術ガイドラインに反映させるために、研修実施後にその評価を行った。研修の実施内容を表1.3.5.1に示す。

表 1.3.5.1 レーダ研修実施内容（第1年次）

日		内 容
2013/10/21	月	講義：レーダ画像の基礎 講義：レーダ画像の応用
2013/10/22	火	講義：モザンビークの森林減少について 実習：レーダ/光学画像による森林減少の抽出方法について
2013/10/23	水	実習：森林減少地域の抽出 実習：森林減少地域の抽出
2013/10/24	木	実習：森林減少地域の抽出 検討：森林減少地域についてのとりまとめ
2013/10/25	金	検討：森林減少地域についてのとりまとめ
		検討：森林減少地域についての議論

日付	曜日	内 容
2014/02/11	火	講義：前回の研修の復習 実習：レーダ画像と光学画像の違いについて
2014/02/12	水	講義：2時期の PALSAR 画像を用いた森林減少の抽出 講義：多時期の PALSAR 画像を用いた森林減少の抽出
2014/02/13	木	実習：森林減少のドライビングファクターと PALSAR 画像を用いた森林減少の抽出 検討：議論およびとりまとめ

（2）レーダ画像解析の研修の実施（第2年次）

K&C3にて供与された PALSAR データを使用して、森林被覆判読・解析について研修を行った。データの解析には、環プロ無償で供与されているリモセン画像処理ソフトウェア ERDAS IMAGINE を使用した。第2年次では、レーダ画像の前処理(画像のインポートや偏波画像の合成)および基本解析を行った。これらの研修の一部は、第1年次のレーダ画像解析研修にて実施したが、第1年次の研修後のアンケート結果より実習の時間が不足していることが判明したため、第2年次はレビューの講義を行った後に、より実務に即した形で実施した。レーダ画像と光学画像および地上調査結果を比較して、レーダ画像における森林(ミオンボ林やモパネ林)の特徴(レーダ反射強度の違いやテクスチャの違いなど)を理解することを目標とした。第2年次の研修は、リモートセンシング TWG メンバーを中心に DNRI 職員も含め計5名に対して、2015年2月9日から13日の5日間 DNRIにて実施した。また、研修の効果を確認し、第3年次の研修内容に反映させるとともに、引き続きレーダ画像解析技術ガイドラインを改訂していくために、研修の最後にその評価を行った。研修の実施内容を表1.3.5.2に示す。

表 1.3.5.2 レーダ研修実施内容（第2年次）

日		内 容
2015/2/9	月	講義：第1年次の研修の復習 講義：前処理(バンド合成、色調補正)

日		内 容
2015/2/10	火	講義：レーダ画像の基礎解析 講義：レーダ画像と光学画像の画像特性の比較
2015/2/11	水	実習：レーダ画像と光学画像の画像特性の比較 実習：レーダ画像と光学画像の画像特性の比較
2015/2/12	木	講義：多時期のレーダ画像による変化抽出 実習：多時期のレーダ画像による変化抽出
2015/2/13	金	実習：多時期のレーダ画像による変化抽出 検討：とりまとめおよび研修評価

(3) レーダ画像解析の研修の実施（第3年次）

複数時期のレーダ画像を使用した森林被覆変化箇所抽出の研修を行った。研修に先立ち、まずは第2年次までの研修内容の復習を行った。第3年次は森林減少を抽出するためのレーダ画像解析を実施していることから、本レーダ画像解析研修においても、実際にパイロット2州のALOS-2画像を複数枚使用して、目視判読および自動分類による森林減少箇所を抽出した。これらの作業一式をC/P機関自ら作業マニュアルとしてとりまとめることで、C/P機関の技術向上を図った。第3年次の研修は2016年2月8日から2月19日の12日間DIRFにて行われた。研修の実績内容を表1.3.5.3に示す。研修の最終日には、研修の理解度を確認するためのアンケート評価を行い、第3年次の研修内容を評価するとともに、第4年次以降の研修内容に反映させる資料とした。

表 1.3.5.3 レーダ研修実施内容（第3年次）

日		研 修 内 容
2016/2/8	月	講義：第2年次までの研修内容のレビュー
2016/2/9	火	講義：目視による森林減少抽出
2016/2/10	水	実習：目視による森林減少抽出
2016/2/11	木	実習：ScanSARとFBDの画像の違い
2016/2/12	金	講義：GBFMによる現地調査について 実習：レーダ画像からの閾値算出
2016/2/15	月	講義：森林減少箇所の自動抽出方法
2016/2/16	火	実習：森林減少箇所の自動抽出方法
2016/2/17	水	実習：森林減少箇所の自動抽出方法
2016/2/18	木	実習：作業マニュアルの作成
2016/2/19	金	実習：作業マニュアルの作成 検討：とりまとめおよび研修評価

(4) レーダ画像解析の研修の実施（第4年次）

衛星画像を使用したレーダ画像解析の研修を行った。当初計画では、第4年次には、ERDAS IMAGINEの基本的な画像処理ツールに加えて、レーダセンサ専用の処理ツールであるRADAR MAPPING SUITEについても研修を行う計画であったが、近年、ALOS-2を含めたレーダ画像はデータプロバイダ側でオルソ補正が施され、データ形式もGeoTIFF形式となり地理座標が付与された形式でデータ提供されていることから、ユーザ側はこれまでは必要であった前処理を行わなく

てもレーダ画像を即座に扱うことができるようになった。これらの状況を鑑みて、2017年2月6日から2月10日の5日間に行われた第4年次のレーダ画像解析研修もより実利用に重きを置いた形で研修を実施した。GBFM-GTと関連したレーダ画像解析について、解析手順を学習し、実際にC/Pが後方散乱係数の減少箇所から森林減少箇所を抽出する実習を行った。レーダ画像解析研修のスケジュールを表1.3.5.4に示す。

表 1.3.5.4 レーダ研修実施内容（第4年次）

日 程		研 修 内 容
2月6日	月	講義：第3年次のレーダ画像解析の復習 実習：第3年次のレーダ画像解析の実習（一定閾値による手法）
2月7日	火	講義：GBFMの結果を用いた森林減少抽出の閾値の検討 実習：新しい閾値を用いた森林減少の抽出
2月8日	水	実習：新しい閾値を用いた森林減少の抽出
2月9日	木	実習：広域（州全体）を対象とした森林減少の抽出
2月10日	金	講義：多時期レーダ画像を用いた水域マスク作成 実習：水域マスクも参照した森林減少抽出 検討：とりまとめおよび研修評価

（5）レーダ研修の実施（第5年次：本邦研修にて実施）

第4年次のレーダ研修では、GBFMによって検討された森林減少抽出手法について講義を行い、一部実習を行いながら解析手順を理解させた。ただし、モザンビークでの研修はDIRFの業務もあり集中して実習する時間を取ることが難しいこともあり、森林減少抽出手法を完全に理解するまでには至らなかった。そのため、第5年次の本邦研修では、光学画像解析の研修（参照年地図作成に係る研修）だけでなく、レーダ画像解析の研修も行い、大量のレーダ画像を解析するような実践的な内容の研修を実施した。そうすることで、本プロジェクト終了後には、C/P自身で森林減少を抽出できるスキルを身につけることを目標とした。第5年次の本邦研修におけるレーダ研修のプログラムを表1.3.5.5に示す。研修期間（日数）については、光学画像解析の研修（参照年地図作成）と調整の上、最終決定した。

研修内容：準リアルタイム森林減少モニタリングのためのレーダ画像解析

研修期間：2017年7月13日～19日の4日間（本邦研修内で実施）

研修対象者：DIRF職員2名（Mr. Pachis Mugas and Mr. Obasanjo Dembele）

表 1.3.5.5 第5年次のレーダ画像解析研修（本邦研修）

日 程	内 容
7月13日	午前 講義：準リアルタイム森林減少モニタリングのためのレーダ画像解析（モザンビークでの研修内容のレビューを含む） 午後 実習：レーダ画像の入手と前処理
7月14日	午前 実習：レーダ画像解析による森林減少抽出 午後 実習：森林減少範囲の抽出

7月18日	午前 実習：森林減少範囲の抽出（州単位） 午後 実習：森林減少抽出結果の精度検証（光学画像との比較検証）
7月19日	午前 実習：森林減少抽出結果の精度検証（光学画像との比較検証） 午後 :とりまとめ・解析手順書作成・研修評価

1.3.6 森林インベントリー調査手法の設計・技術ガイドラインの検討

(1) 内容

森林資源における立木の蓄積や炭素量の把握を目的として、森林インベントリー調査手法の設計（含む永久プロットの設定）及び技術ガイドラインの検討を行い、森林インベントリー調査手法の設計及び技術ガイドラインを策定した。同設計におけるサンプルプロットの抽出方法については、カーボデルガド州とガザ州の2州で、ALOSを用いて作成された同2州の森林被覆図を基に設計した。

「インベントリー設計のための試験的調査」については、カーボデルガド州及びガザ州における森林タイプの概況を把握しサンプリングプロットの抽出方法や形状の検討を行うとともに、技術ガイドライン（フィールドマニュアル）の内容の検討を第1年次に行った。

「C/Pの能力向上」については、DNRIや地方州の職員に対しインベントリーに関する技術的な知識や、再委託によって行われるインベントリー調査の監督能力を向上するための基礎的な研修を第1年次と第2年次に行った。研修にあたり、DNRIや地方州の職員の現状の能力について聞き取りを行い、研修計画を策定した。

「プレインベントリーの実施」については、第2年次にガザ州とカーボデルガド州の2州で実施し、その結果を基に森林インベントリー調査手法の設計を行った。

「インベントリーの実施」については、第2年次に作成した調査手法の設計に基づき、ガザ州とカーボデルガド州の2州を対象にして現地再委託により第3年次（ガザ州）と第4年次（カーボデルガド州）に実施した。

「プレインベントリーの実施」については、森林インベントリー調査手法の設計のために、カーボデルガド州とガザ州の2州で実施した。プレインベントリーの実施内容を以下に示す。

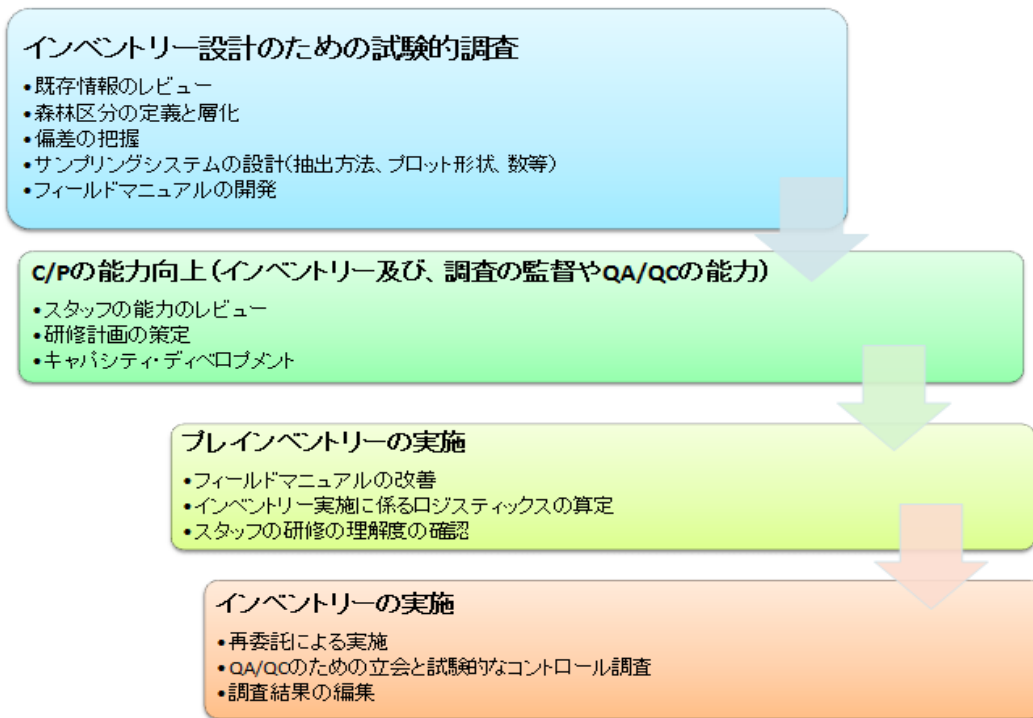


図 1.3.6.1 森林インベントリーの実施フロー

目的: インベントリー調査ガイドラインの改善、インベントリー研修受講者の研修理解度の確認、インベントリー実施のロジスティック面の算定 (調査時間、交通費、人工等) を行うこと。

期間: 2014年8月~9月 (移動日含む27日間)

対象地域: カーボデルガド州及びガザ州

調査する森林タイプ: メクルース林、モパネ林、落葉樹林、常緑樹林、マングローブ林

調査方法: 複数のプロットで構成されるクラスターを用いた森林インベントリー

- クラスターの形状: クラスターの形状は1辺100mの正方形とし、1クラスターは4つのプロットで構成される。
- プロットの形状と面積:
 - マングローブ林以外の森林: 20m x 50m (1,000m²) の長方形プロット
 - マングローブ林: 半径17.84m (1,000m²) の円形プロット
- クラスター地点の選定: 本プロジェクトで作成した森林被覆図(案)に1km間隔の格子線を描き、森林タイプ別に格子点からアクセスの良さそうな点を選定して調査クラスター地点とした。

調査員数: 12人、2チーム(1チーム6人)

調査チームの構成:

チーム	リーダー	チームメンバーとなる州	調査対象地域
A (6人)	DNRI (1人)	マカ、ソファラ、ガザ、イハバネ、マート (5人)	ガザ州
B (6人)	DNRI (1人)	カーボデルガド、ニア、ナブラ、ザンバジア、テ (5人)	カーボデルガド州

調査チーム別調査期間と調査森林タイプ:

チーム	期間	調査州	調査森林タイプ
A	2014年8月25日~9月5日(12日間)	ガザ州	メクルース林(マンジャカゼ3地点)、モパネ林(コンボムネ1地点、マシンジール2地点)、落葉樹林(ディンディザ2地点)
B	2014年9月10日~9月24日(15日間)	カーボデルガド州	マングローブ林(メトゥージ2地点、パルマ2地点)、常緑樹林(パルマ3地点)、落葉樹林(メクフィー付近2地点)

調査日程：

日程	行程	活動	宿泊
8月 25 月	マプト シャイシャイ マンジャカゼ	SPFFB 表敬	マンジャカゼ
26 火		プロット調査：メクルース	マンジャカゼ
27 水		プロット調査：メクルース	マンジャカゼ
28 木		プロット調査：メクルース	マンジャカゼ
29 金	マンジャカゼ コンボムネ		コンボムネ
30 土		プロット調査：モパネ	コンボムネ
31 日	コンボムネ ショクエ マシンジール		マシンジール
9月 1 月		プロット調査：モパネ	マシンジール
2 火	マシンジール(調査) ショクエ	プロット調査：モパネ	ショクエ
3 水	ショクエ(調査) ディンディザ	プロット調査：落葉樹	ディンディザ
4 木		プロット調査：落葉樹	ディンディザ
5 金	ディンディザ ショクエ シャイシャイ マプト	SPFFB 報告	
6 土			
7 日			
8 月			
9 火			
10 水			
11 木	マプト ベンバ	SPFFB 表敬	ベンバ
12 金		プロット調査：マングローブ	ベンバ
13 土		プロット調査：マングローブ	ベンバ
14 日	ベンバ モシンボア パルマ		パルマ
15 月		プロット調査：マングローブ	パルマ
16 火		プロット調査：常緑樹林	パルマ
17 水		プロット調査：常緑樹林	パルマ
18 木		プロット調査：常緑樹林	パルマ
19 金	パルマ(調査) モシンボア	プロット調査：落葉樹林	モシンボア
20 土		プロット調査：落葉樹林	モシンボア
21 日	(自由行動)		モシンボア
22 月		プロット調査：落葉樹林	モシンボア

日程	行程	活動	宿泊
23 火	モシンボア ペンバ	SPFFB 報告	ペンバ
24 水	ペンバ マプト		

使用機材：

機材種類	数量
タブレットパソコン	1 組
携帯情報端末 PDA	1 組
GPS	2 組
アナログコンパス	1 組
デジタルコンパス	1 組
超音波測高器	1 組
直径巻尺	3 組
巻尺 (100m)	1 組
測桿 (12m)	1 組
GPS 付カメラ	1 組
ガンタッカー	2 組
ナンバーテープ	2 組
充電器 (電池用)	1 組
木材チョーク	2 組
野帳	2 組
画板	1 組
筆記具	2 組
鉋	2 組
ハンマー	1 組
メタル杭	2 組
スプレーペイント	2 組

1.3.7 森林インベントリー調査の実施

第 2 年次に本プロジェクトで作成したインベントリー調査ガイドライン等に基づいて、第 3 年次はガザ州、第 4 年次はカーボデルガド州で森林インベントリー調査を以下に示した要領・方法等により実施した。

目的：モザンビークにおける持続可能な森林計画を構築する上で必要な森林資源を把握するだけでなく、REDD+における炭素の吸収・排出量を推定するためのエミッションファクターを算出する。

調査地域：ガザ州・カーボデルガド州

調査期間：ガザ州 2015 年 5 月頃から 2016 年 2 月頃

カーボデルガド州 2016 年 5 月頃から 2017 年 2 月頃

調査方式：現地再委託

調査方法：

(1) 必要なクラスター数の算出方法

クラスターの設定にあたっては図 1.3.7.1 のように、層化無作為抽出法を用い、層化毎の必要なクラスター数を表 1.3.7.1 の式を用いて算出した。

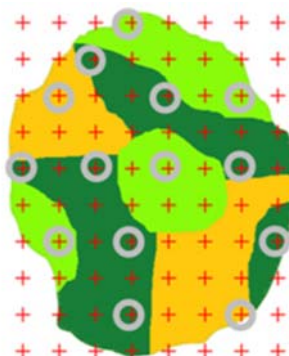


図 1.3.7.1 層化無作為抽出法の図

表 1.3.7.1 層化抽出法の式

(出典: Winrock Terrestrial Sampling Calculator)

$$n = \left(\frac{t}{E} \right)^2 \left[\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h \cdot \sqrt{C_h} \right] \cdot \left[\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h} \right]$$

$$n_h = n \cdot \frac{W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}}{\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}}$$

E = 許容誤差 (本調査では、E/平均炭素蓄積量=10%とした。)
C _h = h層のクラスターあたりの調査にかかる費用 (本調査では、C _h =1とした。)
t = 信頼度 (本調査では、95%とした。) と自由度に応じたt分布の値
n _h = 各層の必要クラスター数
n = 全体の必要クラスター数
s _h = h層の標準偏差
W _h = N _h /N (母集団全体及び各層の標本抽出単位数をNおよびN _h とする。) N _h = (h層の面積) / (1クラスター面積) , N = N _h

また、クラスター数を算出するための各層の標準偏差は、AIFMの森林インベントリーデータ及び、プロジェクトで実施したプレインベントリーデータを用いて算出した。

以上の方法により、ガザ州及びカーボデルガド州における森林タイプ別の計画クラスターを求めたところ、表 1.3.7.2 に示すとおりとなった。

表 1.3.7.2 計画サンプル数 (クラスター数)

森林区分	ガザ州	カーボデルガド州	計
常緑密林 [11]	5	30	35

森林区分	ガザ州	カーボデルガド州	計
常緑疎林 [12]	16	19	35
メクルース林 [13]	35	0	35
マングローブ林 [14]	0	35	35
落葉密林（ミオンボ林含む）[21]	21	44	65
落葉疎林（ミオンボ林含む）[22]	94	146	240
モパネ林 [23]	35	0	35
計	206	274	480

(2) 調査地点の選定方法

ArcGIS で、調査対象地域について森林被覆図及び地形図に 1 kmグリッドを描いた。次に、層化無作為抽出法により、図 1.3.7.2 のように、必要とするクラスター数に相当するクラスターをグリッド交点から無作為に抽出し、優先クラスターとした。また優先クラスターと同数程度の予備クラスターを地図上のグリッドの交点から無作為に抽出した。予備クラスターを設定したのは、優先クラスターに到達することが困難な場合に、そこから最も近く森林区分が同一の予備クラスターを代替として調査するためである。

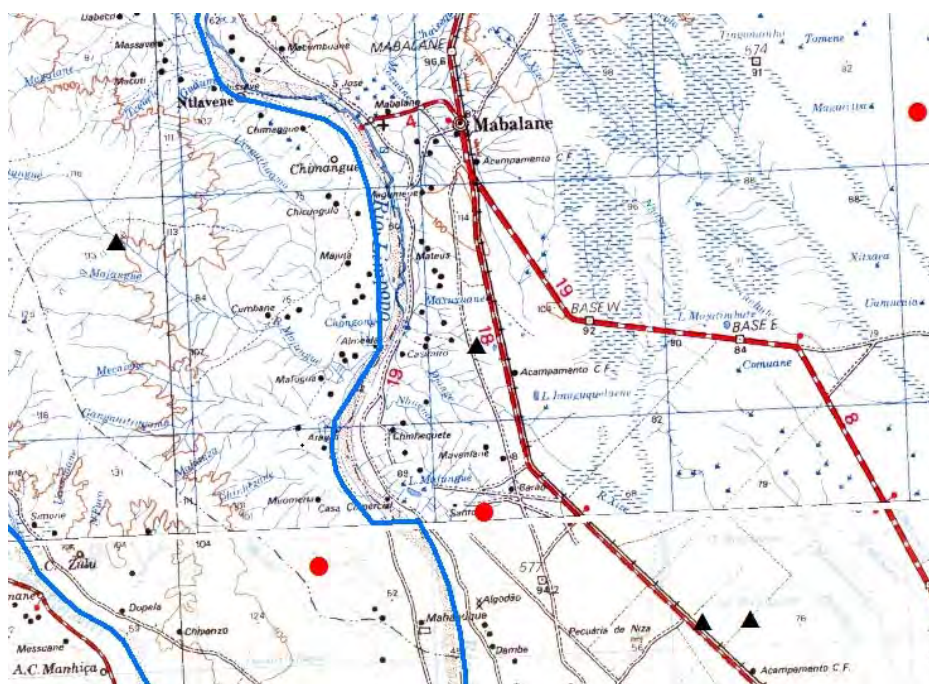


図 1.3.7.2 地図上のクラスターの分布図

(● = 優先クラスター, ▲ = 予備クラスター)

(3) プロット調査の方法

1) 関係行政機関への説明

現地で調査を開始する前に、関係する行政機関や村長等に対する活動内容の説明をインベントリー調査再委託業者が行うようにし、円滑な実施を目指した。

2) クラスターへのアクセス

事前に GPS にクラスター内の各プロットの座標を入力しておき、ナビゲーション機能を用いてクラスターに到達することとした。

この際、トラックデータを記録することで、QA/QC 等で再度、同じクラスターへの到達を容易にするとともに、調査を実施した証拠としての活用を図った。

また、クラスターへの到達が川や崖等の障害により困難な場合には、クラスターの調査開始地点を真北、真東のいずれかの方角に 100m、1 回だけ移転して調査を実施するものとした。移転しても調査が困難な場合には、その理由の記載と、現場の状況を GPS とカメラで記録した上で、(2) で述べた予備クラスターに移動し、調査することとした。

3) クラスター及びプロットの形状

クラスターの形状は、100m×100mの正方形を採用した。その四隅が、4つのプロットの始点となり、常に南西の角をプロット No.1 とし、以降、時計回りに、No.2~4 とした。

プロットの形状は、以下の図 1.3.7.3 及び図 1.3.7.4 に示したようにマングローブ以外の森林に使用される方形プロット(50m×20m)とマングローブ林に使用される円形プロット(半径 17.84m)の 2 パターンとした。マングローブ林以外の森林において、方形プロットを採用したのは、モザンビークでの既存のインベントリー調査が、方形で実施されており、再委託会社や、調査に立ち会う政府職員が方法論に慣れているためである。一方、マングローブ林において、円形プロットを採用したのは、潮の干満を考慮し少しでも早くプロットを設定するためである。

また、プロットの内部にサブプロットを設定し、サブプロット外のプロットでは、DBH10 cm以上の樹木を測定対象とするのに対し、サブプロットでは、DBH5 cm以上を測定対象とした。サブプロットの位置と形状について、方形プロットでは、図 1.3.7.3 のように、A、B、C、D の 4 つに分けられたブロックのうち、A の位置に、25m×10m の方形のサブプロットを設定した。円形プロットでは、図 1.3.7.4 のように、S1~S4 のブロックからなる半径 8.92m の小円をサブプロットとしてプロットの中心に設定することとした。

プロット形状の仕様

単位	形状	サイズ (面積)
クラスター	正方形	100 m x 100 m
プロット	長方形	50 m x 20 m (1,000 m ²)
サブプロット	長方形	25 m x 10 m (250 m ²)

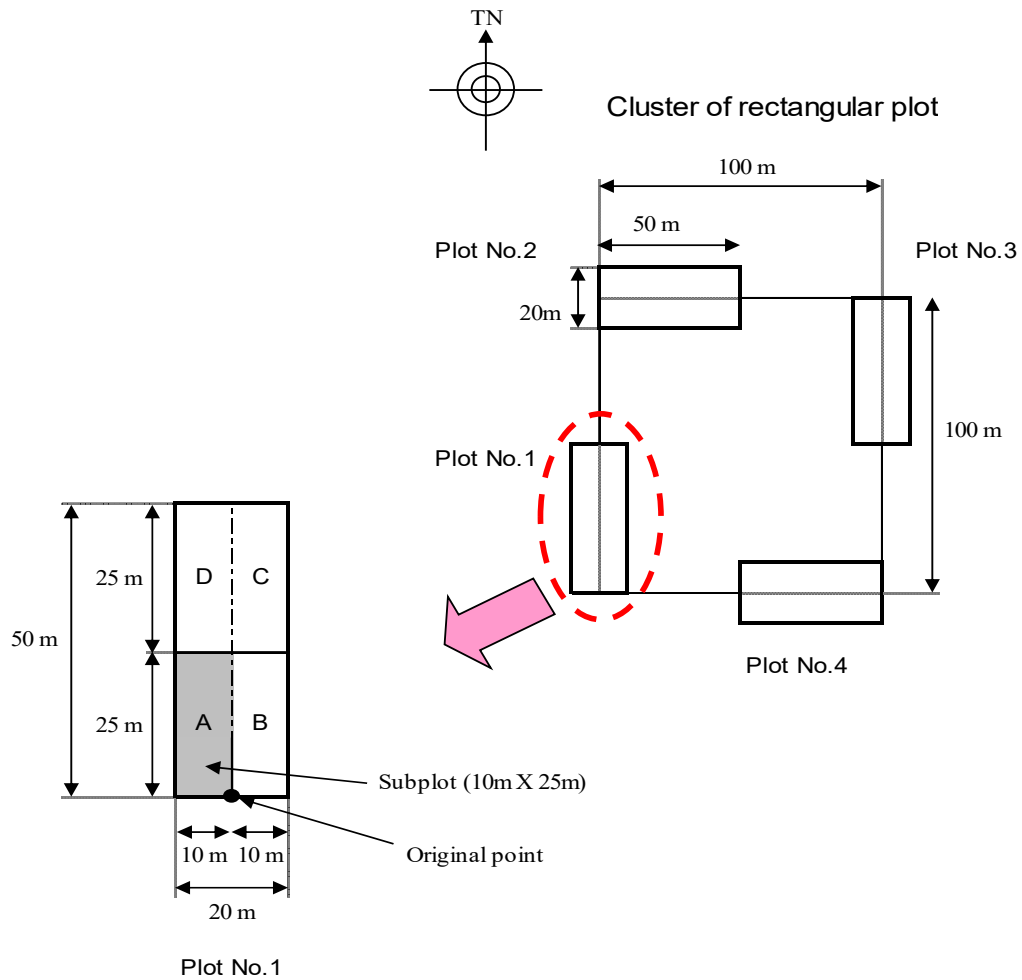


図 1.3.7.3 マングローブ林を除く森林を対象とするプロット形状

プロット形状の仕様

単位	形状	サイズ (面積)
クラスター	正方形	100 m x 100 m
プロット	円形	半径 $r = 17.84$ m (999.9 m ²)
サブプロット	円形	半径 $r = 8.92$ m (250 m ²)

Cluster of circular plot

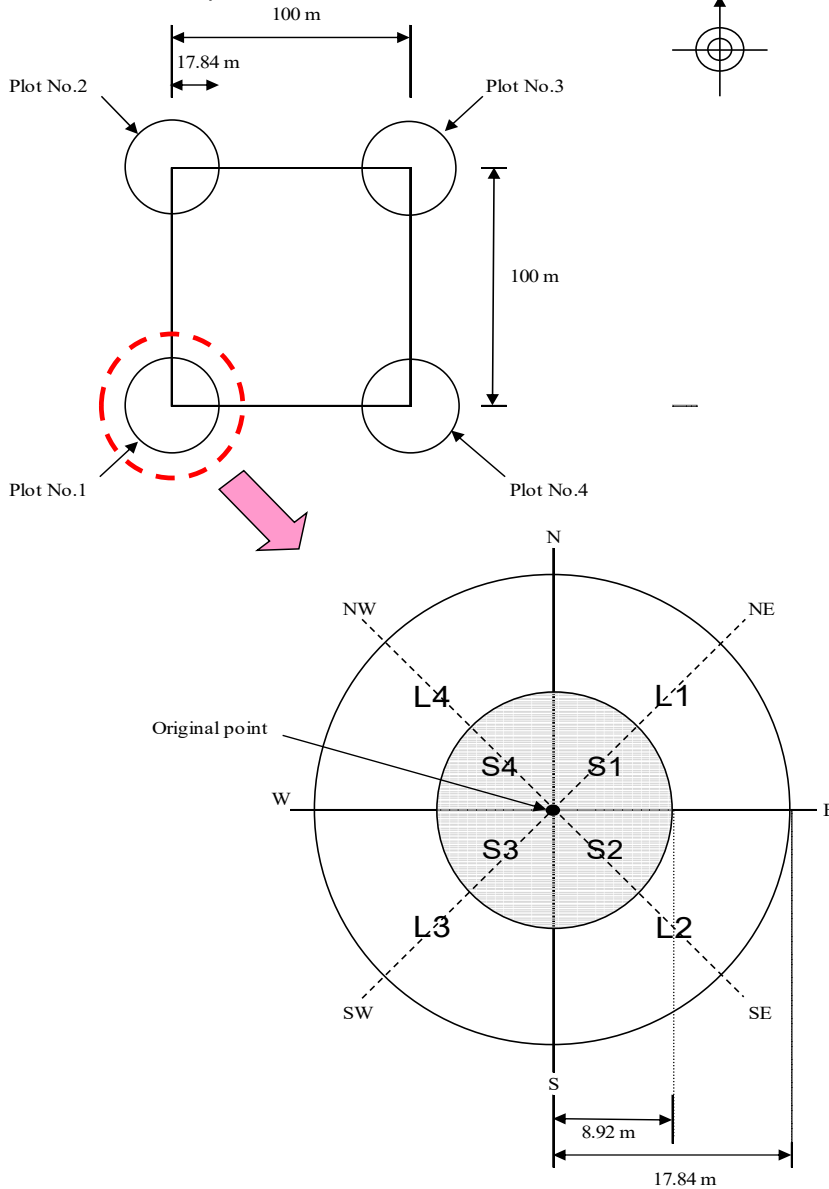


図 1.3.7.4 マングローブ林を対象とするプロット形状

4) 固定プロット

第3年次と第4年次のインベントリーではリンポゴ国立公園内とキリンバス国立公園内に設置したプロットは、QA/QCの実施や、生長量のモニタリングを効率的に行うために固定プロットとし

た。固定プロットでは、図 1.3.7.5 の写真のようなタグを用いて、測定木にラベリングした。固定プロットを国立公園内に限定した理由としては、地域住民の焼畑・伐採等に伴うタグの消失・損壊・盗難の可能性が低いためである。



図 1.3.7.5 アルミタグによる測定木のラベリングの写真

5) プロット設定

プロット設定は以下の手順で行った。

(a) プロット調査の開始点 (original point) に長さ 40-60 cm、直径 3-4 cm の金属杭を、ハンマーを用いて設置した。(固定プロットの場合)

(b) 設置された金属杭の上に、GPS を置き、GPS の「Average Location」機能を用いて、正確な座標を取得した。

(c) 方形プロットでは、図 1.3.7.6 左のように、開始点から水平距離 25m の地点まで中心線をメジャーで引き、その地点に木杭を打ち標識テープをつけた。次いで、中心線に直角になるよう左右に水平距離 10m の短辺を描き、その端点に木杭を打ち標識テープをつけた。以降同様の作業をして、中心線 50m (水平距離) の方形プロットを設定した。なお、開始点から中心線を設定する方位についてはプロット No. によって異なり、No.1 の場合真北方向となる。

一方、円形プロットは、図 1.3.7.6 右のように、サブプロットである小円 (半径 8.92m) を設定するために、開始点から東西南北 4 方向、水平距離 8.92m の位置に木杭を打ち、標識テープをつけることとした。以降同様に、半径 17.84m の大円を設定することとした。

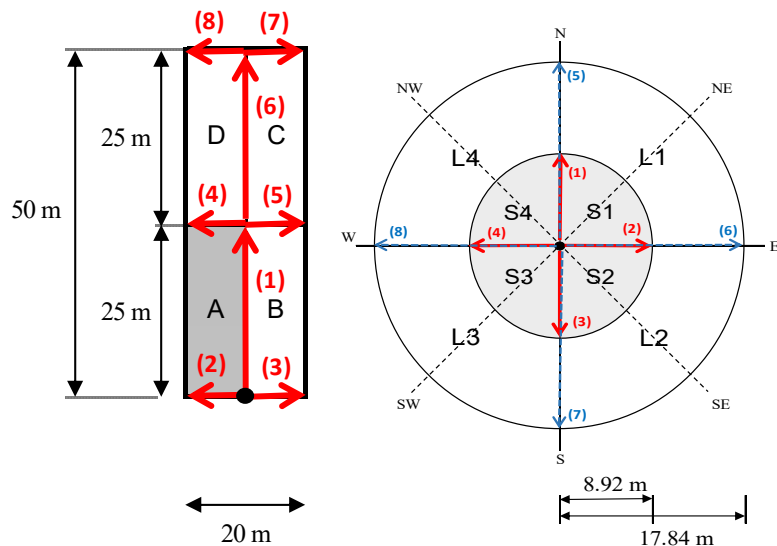


図 1.3.7.6 プロット設定手順

6) 調査項目

データ収集と記録に関しては、主に以下の項目のデータを収集し、野帳に記録した。

- ・ 調査した日付（年・月・日）
- ・ プロット形状
- ・ 調査した場所（州・郡等）
- ・ プロットの開始点のGPS座標
- ・ プロット到達できなかった場合、その理由
- ・ 車から降りてプロット到達に向け歩き始めた時間、プロット到達時間、プロット調査終了時間
- ・ 立木（樹種、胸高直径、商業樹高、全樹高）
- ・ 立ち枯れ木（樹種、胸高直径、商業樹高、全樹高、腐敗度）
- ・ 切り株（樹種、中間直径、樹高、腐敗度）
- ・ 倒木（樹種、直径、腐敗度）
- ・ 写真（プロット開始点に設置した金属杭、金属杭を見つけるための目印、プロットの中心からみた東西南北・天頂・上層・中層・下層の植生状況）
- ・ 写真（プロット原点及び目印の画像、プロットの中心での360°イメージ画像）【4年次のみ】

(4) データ入力方法

データ入力のために、本プロジェクトでは、調査に使用する野帳のフォーマットに合わせて、データ記録フォーマットを、MS Access.を用いて作成した。このフォーマットを用いて再委託業者がデータ入力を行った。

(5) 第3年次ガザ州のインベントリー業務の工程

第3年次の森林インベントリー業務の実施工程を表 1.3.7.3 に示す。

表 1.3.7.3 ガザ州における森林インベントリー業務の実施工程

	2015年									2016年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
業者選定		■	■									
再委託契約			■									
インベントリー準備			■	■								
業務実施方法説明会			■									
インベントリー実施				■	■	■	■	■	■			
インベントリー現場監督				■	■	■						
データ入力						■			■	■	■	
成果品提出											■	
成果品検査・修正											■	■
業務完了												■

(6) 第4年次カーボデルガド州のインベントリー業務の工程

第4年次の森林インベントリー業務の工程を表 1.3.7.4 に示す。

表 1.3.7.4 カーボデルガド州における森林インベントリー業務の実施工程

	2016年									2017年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
再委託契約	■											
インベントリー準備		■	■									
業務実施方法説明会		■										
インベントリー実施			■	■	■	■	■	■	■			
データ入力					■	■	■	■	■			
成果品提出									■	■		
成果品検査・修正									■	■	■	
業務完了												■

(7) 現地再委託の成果品

森林インベントリー業務の現地再委託による成果品は、表 1.3.7.5 に示すものとした。

表 1.3.7.5 森林インベントリー調査再委託成果品

項目	数量
調査データの記載された野帳の原本	原本：1式

項目	数量
調査データが入力されたデータベースフォーマット	電子データ：1式
各プロットの写真データ	電子データ：1式
各クラスターまでのGPSトラックデータ	電子データ：1式

1.3.8 森林インベントリー調査の研修の実施

(1) 森林インベントリー基礎研修

第1年次及び第2年次に、森林インベントリー調査に関する初歩的な研修を旧 DNRI 職員と地方州職員を対象として、マプト（講義、実習）及びナマーシャ（現地実習）において行った。また、研修の効果を確認しインベントリー調査ガイドラインに反映させるため、研修実施後にその評価を行った。

1) 研修概要

第1年次には、DNRI 職員と地方州職員の計13名に対して、2013年10月16日から10月25日の10日間で実施した。第2年次には同機関職員計12名に対して、2014年6月19日から7月4日の16日間で実施した。

第1年次及び第2年次の研修の実施内容は以下の表1.3.8.1と表1.3.8.2のとおりである。

表 1.3.8.1 森林インベントリー基礎研修実施内容（第1年次）

日付	午前/午後	内容	講師名	場所
10月16日	水	午前 開会式、オリエンテーション 講義：森林インベントリーの概要	梶垣、福地	DNTF
		午後 講義/実習：サンプリングの方法、測量機材の使用法（GPS）		
10月17日	木	午前 講義/実習：測量機材の使用法（PDA）	森川	DNTF
		午後 講義：固定プロット設定手法	ジャコブ・ビラ	
10月18日	金	午前 講義/実習：測量機材の使用法（タブレットPC）	森川、梶垣	DNTF
		午後 講義/実習：測量機材の使用法（デジタルコンパス、アナログコンパス）	梶垣、福地	
10月19日	土	午前 実習：測量機材の使用法（超音波測定器、レーザー測定器）		公園（マプト）
		午後 （自由行動）		
10月20日	日	午後 移動（マプト ナマーシャ）		
10月21日	月	午前/午後 野外実習：円形プロット設定、測樹	梶垣、福地	ナマーシャ
10月22日	火	午前/午後 野外実習：プロットアクセス、方形プロット設定、測樹	森川、梶垣、福地	ナマーシャ
10月23日	水	午前 野外実習：固定プロット設定、測樹	ジャコブ・ビラ	ナマーシャ
		午後 移動（ナマーシャ マプト）		

日付		午前/午後	内容	講師名	場所
10月24日	木	午前	講義/実習：機材間のデータ転送、隠しプロットの設定方法、プロットデータ処理	森川、梶垣、福地	DNTF
		午後	講義/実習：機材間のデータ転送、バイオマスの推定方法		
10月25日	金	午前	プレゼンテーション資料準備	梶垣、森川、福地、加藤	DNTF
		午後	プレゼンテーション、討論 閉会式		

表 1.3.8.2 森林インベントリー基礎研修実施内容（第2年次）

日付		午前/午後	内容	講師名	場所
6月19日	木	午前	開会式、オリエンテーション 講義：REDD+に係るインベントリーの概要	福地 梶垣	DNTF
		午後	講義：サンプリング調査法 講義：磁気偏角調整（アナログコンパス、TruPulse、LaserAce）		
6月20日	金	午前	講義：タブレットPCの使用法	森川	DNTF
		午後	講義：PDAの使用法	森川	DNTF
6月21日	土	午前	野外実習：GPSの使用法	福地	公園(マプト)
		午後	(自由行動)		
6月22日	日		休日		
6月23日	月	午前	野外実習：GPS、Vertexの使用法	福地	公園(マプト)
		午後	野外実習：PDAの使用法	森川	公園(マプト)
6月24日	火	午前	野外実習：TruPulseの使用法	梶垣	公園(マプト)
		午後	野外実習：アナログコンパス、LaserAceの使用法	梶垣	公園(マプト)
6月25日	水		独立記念日（休日）		
6月26日	木	午前	移動：マプト→マシャ		
		午後	野外実習：プロットアクセス法（GPS、PDA）	森川、福地	マシャ
6月27日	金	午前	野外実習：長方形プロットの設定法	梶垣、福地	マシャ
		午後	野外実習：長方形プロットにおける測樹法	梶垣、福地	マシャ
6月28日	土	午前	野外実習：円形プロットの設定法と測樹法	梶垣、福地	マシャ
		午後	移動：マシャ→マプト		マプト
6月29日	日		休日		
6月30日	月	午前	講義/実習：機材間データ転送	森川	DNTF
		午後	講義/実習：バイオマスに係るデータ解析	梶垣	DNTF
7月1日	火	午前	講義/実習：バイオマスに係るデータ解析 アンケート	梶垣 福地	DNTF
		午後	プレゼンテーション準備作業	梶垣、森川、福地	DNTF
7月2日	水	午前/午後	セミナー：バイオマス及び炭素量推定	千葉、佐藤	TM Institute

日付		午前/午後	内容	講師名	場所
7月3日	木	午前/午後	講義：バイオマス及び炭素量推定	千葉、佐藤	DNTF
7月4日	金	午前	プレゼンテーション、討論 閉会式	加藤、梶垣、 森川、福地	DNTF

本研修に使用した機材、教材は下記のとおりである。

機材種類	数量
ノートパソコン	13組
タブレットパソコン	13組
携帯情報端末 PDA	13組
GPS	13組
デジタルコンパス	13組
アナログコンパス	4組
レーザー測高器	13組
直径巻尺	4組
巻尺（100m）	2組
GPS 付カメラ	2組
充電器	5組
超音波測高器	6組
プロット設定用テープ（250m）	4組
木材チョーク	4組
野帳	4組
画板	2組
筆記具	4組
鉋	2組
延長コード	6組

配布教材（プリント）：インベントリー調査ガイドライン（案）、野帳

配布教材（電子データ）：インベントリー調査ガイドライン（案）、野帳、機材マニュアル（GPS、バーテックス、トゥルーパルス、レーザーエース）

2) 当初計画との変更点及びその理由

森林インベントリー研修について当初計画では、対象人数を最大 25 名、日数を最大 13 日として第 1 年次に実施すると考えていたが、経費の制約上規模を縮小する必要が生じたため対象人数 13 名、日数 10 日として行った。またモパネ、ミオンボの 2 つの森林タイプで現地研修を行うことを想定したが、同理由で実現できなかった。第 2 年次にある程度の予算が確保できたため、対象人数 12 名で 16 日間として類似の研修を追加的に行った。結果的に当初計画で第 1 年次に 1 回行うとした研修が、第 1 年次と第 2 年次の 2 回に分けて行われたことになった。

(2) QA/QC に係る研修

森林インベントリー調査の QA/QC に係る研修を 3 年次及び 4 年次に実施した。研修目標は、今後、モザンビークで行われる再委託によるインベントリー調査において、政府職員がその調査の精度を検証するための QA/QC ができるようにすることとし、研修方法は、講義・実習、現地実習（試験的な QA/QC）の組合せによるものとした。

2015 年 10 月に 9 日間の研修をガザ州において実施した。研修対象者は、DNRI 職員 1 名、全国 10 州のうち南部の 5 州（マプト、ガザ、イニャンバネ、マニカ、ソファラの 5 州）各州 2 名の職員（主に SPFFB）の計 11 名とした。講義・実習はガザ州マシンジールで行い、現地実習はリンボポ国立公園において 2015 年に再委託により実施された森林インベントリーのクラスター（GZ011646、GZ021177）を実習対象とした。研修日程は表 1.3.8.3 に示すとおりである。

表 1.3.8.3 森林インベントリー-QA/QC 研修の実施日程（ガザ州にて）

日付	研修方法	内容
10/20（火）	集合	マシンジール集合。
10/21（水）	講義・実習	森林インベントリー-QA/QCの方法及び器具の使用法。
10/22（木）	現地実習	プロットアクセス法、プロット設定法。
10/23（金）	現地実習	樹木測定
10/24（土）	講義・実習	現地調査データの分析方法。
10/25（日）	休日	
10/26（月）	講義・実習	試験的なQA/QCの準備作業
10/27（火）	現地実習	試験的なQA/QCの現地作業
10/28（水）	現地実習	試験的なQA/QCの現地作業
10/29（木）	講義・実習	試験的なQA/QC現地取得データの分析作業
10/30（金）	解散	帰路

2016 年 8 月から 9 月にかけて 10 日間の研修をカーボデルガド州において実施した。全国 10 州のうち北部の 5 州（ザンベジア、テテ、ナンブラ、ニアサ、カーボデルガドの 5 州）の各州 2 名の SPFFB 職員計 10 名を研修対象者とし、DIRF 職員 1 名を講師補助として実施した。講義及び屋内実習の場所はカーボデルガド州 DPA（ペンバ）とし、現地実習は、キリンバス国立公園において 2016 年にすでに再委託により実施された森林インベントリーのクラスター（CD058659 及び CD059873）を調査対象とした。研修日程は表 1.3.8.4 に示すとおりである。

表 1.3.8.4 森林インベントリー-QA/QC 研修の実施日程（カーボデルガド州にて）

日付	研修方法	内容
8/22（月）	集合	ペンバ集合。SPFFB 打合せ。
8/23（火）	打合せ・視察	キリンバス国立公園事務所打合せ。マングローブ林調査地視察。
8/24（水）	講義・実習	森林インベントリー-QA/QCの方法。
8/25（木）	現地実習	プロットアクセス法、プロット設定法。
8/26（金）	現地実習	測樹と野帳記載の方法。
8/27（土）	講義・実習	現地調査データの分析方法。
8/28（日）	休日	
8/29（月）	講義・実習	試験的なQA/QCの準備作業。
8/30（火）	現地実習	試験的なQA/QCの現地作業。
8/31（水）	現地実習	試験的なQA/QCの現地作業。

日付	研修方法	内容
9/1(木)	講義・実習	試験的な QA/QC 現地取得データの分析作業。
9/2(金)	解散	帰路。

以上の研修の実施のために JICA プロジェクト・チーム、DIRF、SPFFB は、それぞれ表 1.3.8.5 に示す機材を準備した。

表 1.3.8.5 研修使用機材

機材所有者	研修用機材・施設	機材数量	
		森林インベントリー研修	QA/QC 研修
JICA プロジェクト・チーム	インベントリーガイドライン	27	-
	QA/QC 教材	-	26
	プロジェクター、レーザーポインター	1	1
	クラスター配置図	-	24
	森林被覆図	-	24
	乾電池	50	50
	充電器(充電池含む)	4	4
	超音波測高器(Vertex)	1	1
	反射板(ポール付き)	1	1
	測桿	1	1
	直径巻尺	3	3
	QA/QC 野帳	-	22
	360°イメージカメラ(Theta)	-	1
	調査済野帳のコピー	-	5
	画板	5	5
	木材チョーク	20	20
	赤色ボールペン	-	20
	山刀	-	2
	標識テープ	2	2
	Wi-Fi 接続器	-	2
	延長コード	4	4
	ホワイト・ボード用ペン	5	5
	スネーク・ガード	-	13
4WD 車両(運転手付き)	8	8	
宿泊部屋	27	24	
DIRF	ノート型 PC	2	2
	タブレット型 PC (Yuma)	1	1
	GPS (ケーブル付き)	2	2
	デジタル・コンパス (TruPulse)	1	1
	アナログ・コンパス(ウシカタ)(三脚付き)	1	1
カーボデガド州 SPFFB	ノート型 PC	1	1
	タブレット型 PC (Yuma)	1	1
	GPS (ケーブル付き)	1	1
	デジタル・コンパス (TruPulse)	1	1
	アナログ・コンパス(ウシカタ)(三脚付き)	1	1
	測量ポール	-	4
	GPS カメラ	1	1
	測桿	-	1
	ホワイト・ボード	-	1
	プロジェクター用スクリーン	-	1
	会議室	-	1
カーボデルガド州以外の 9 州の SPFFB	ノート型 PC	9 (=1×9 州)	9 (=1×9 州)
	タブレット型 PC (Yuma)	9 (=1×9 州)	9 (=1×9 州)
	GPS (ケーブル付き)	9 (=1×9 州)	9 (=1×9 州)
	デジタル・コンパス (TruPulse)	9 (=1×9 州)	9 (=1×9 州)

機材所有者	研修用機材・施設	機材数量	
		森林インベントリー研修	QA/QC 研修
	アナログ・コンパス(ウシカタ)(三脚付き)	9 (=1×9州)	-
	GPS カメラ	9 (=1×9州)	9 (=1×9州)

1.3.9 地上での森林モニタリング体制の設計とガイドラインの作成

第 1 年次に森林状況の把握のための定期的な地上での森林モニタリング (GBFM: Ground-Based Forest Monitoring) の方法論をモザンビーク側と協議して設計した。また、設計及び方法論をまとめた地上での森林モニタリングのガイドラインを作成した。GBFM の目的は、以下のように設定した。

- 将来の森林分布図作成の際に、森林減少エリアの参考データとして活用する。
- レーダ衛星画像での森林変化モニタリングの精度を確認するとともに、必要なら森林分布図を調整する。
- 森林減少の要因を確認する。
- 森林減少の要因分析に基づいた将来的な森林保全や持続可能な森林管理のための政策・対策の開発及び評価に資する。

また、上記の目的を達成しつつ、森林資源情報プラットフォームへ GBFM 結果の情報を提供し、プラットフォームの更新を図っていった。

GBFM のシステムは、以下の 3 つの枠組みで構築した。

- (1) リアルタイム森林火災モニタリング
- (2) 3 ヶ月後森林減少確認モニタリング
- (3) リアルタイム木炭生産者数モニタリング

GBFM は、この 3 つのモニタリングの枠組みを統合した形で進めることにした。また、この 3 つの枠組みを統合したモニタリングシステムの概念図を図 1.3.9.1 に示す。さらに、以下に各枠組みの手順を詳述する。

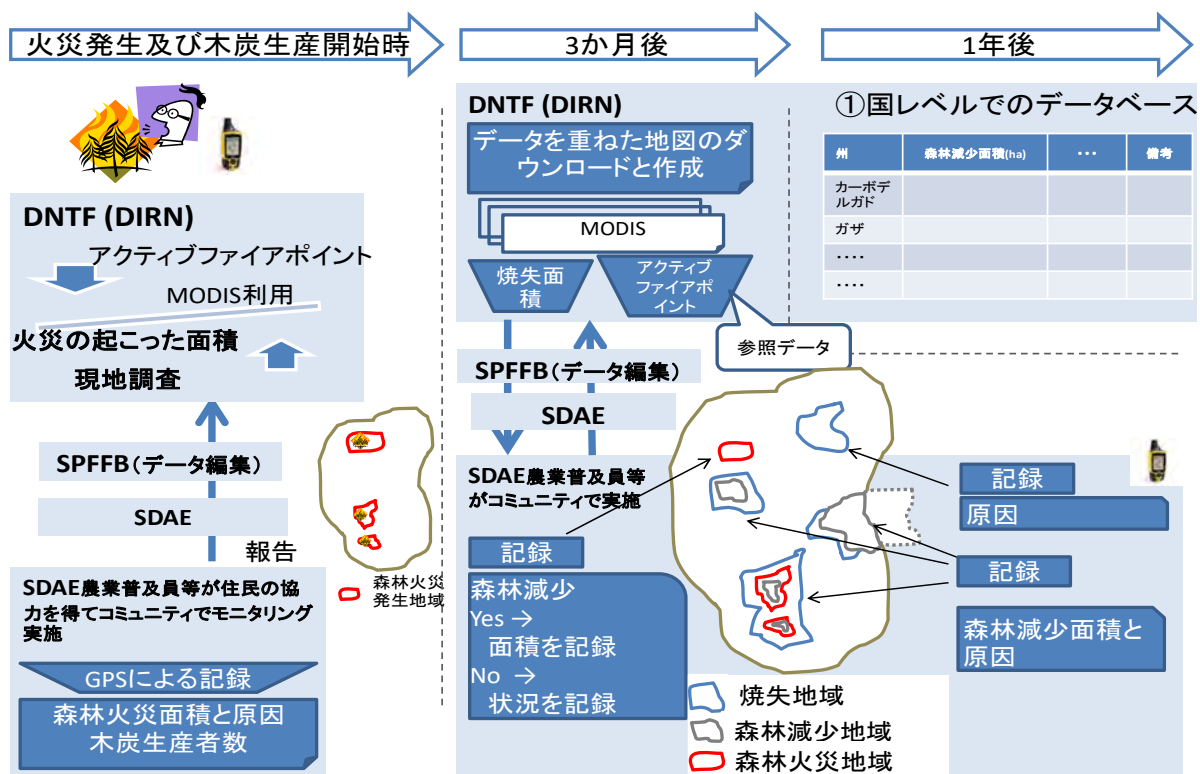


図 1.3.9.1 地上での森林モニタリングの3つの枠組みを統合したシステムの概念図

(1) リアルタイム森林火災モニタリング

一つ目の枠組みは、対象のコミュニティ内で発生した森林火災をリアルタイムでモニタリングするシステムである。モニタリングは以下の手順に沿って実施される。

- (i)パイロットエリアとして設定されたコミュニティの地元住民は、リアルタイムで自分たちのコミュニティの境界内に森林火災を発見した場合、そのコミュニティを担当している普及員あるいは技術補助員に知らせる。普及員等は、コミュニティの住民とともに（必要に応じて）、現地へ向かい、この火事の原因を特定し、GPSによる森林火災の面積を測定するための作業を実施する。
- (ii)普及員等は、森林火災の原因と面積をその地域を管轄するSDAEに報告する。
- (iii)上記の活動を通じて収集された森林火災データは、SDAEを通じて州内の旧SPFFBに報告される。旧SPFFBは、このデータをGISにより編集する。
- (iv)旧SPFFBは、GISにより編集されたデータを定期的に旧DNTF(DNRI)に報告する。
- (v)旧DNTF(DNRI)のスタッフは報告されたデータを確認した後取りまとめるとともに、その報告された火災箇所とMODISデータによるアクティブファイアポイントと比較するといった分析を行う。

(2) 3ヶ月後森林減少確認モニタリング

2つ目のフレームワークは、MODISの分析により森林火災等によって植生消失したと想定される burned area と呼ばれるエリア（対象のコミュニティ内）をモニタリングする、及びリアルタイム

でモニタリングした森林火災の場所を再度モニタリングするシステムである。MODIS の burned area 情報は、実際に MODIS が植生消失と捉えてから約 3 ヶ月後に burned area データとして提供されるので、リアルタイムでの森林火災が発生してから約 3 か月後のモニタリングとなる。

なお、MODIS は時間分解能に優れた衛星で、ほぼ毎日同じ場所の画像を撮影することが出来る。米国のメリーランド大学では、MODIS の衛星画像データを解析して、世界各地の森林火災の発生個所に関するデータを配信している。本プロジェクトの C/P 機関である DNRI もメリーランド大から MODIS の衛星画像データの提供を受けている。

モニタリングは以下の手順に沿って実施される。

- (i) 旧DNRIは、MODISデータを用いた森林火災等による植生の減少及び劣化のエリアが示されたburned areaデータを入手する。また、それが同様にMODISが検知したアクティブファイアーポイントと地図上で重なっているかどうかを確認する。
- (ii) 旧DNRIは旧SPFFBとSDAEを通じて対象となるコミュニティに特定されたburned areaを普及員等に通知する。
- (iii) 普及員等は、旧DNRIより指示されたburned areaに行き、現状を確認し、森林減少が発生していたら、その原因を特定する。ただし、そのburned areaがリアルタイムでモニタリングした森林火災のエリアと重なる場合は、原因を特定する必要はない。そしてその事象により森林減少が発生した場合には、その減少面積をGPSを用いて計測する。また、リアルタイムでモニタリングした森林火災の場所で、burned areaとして認定されなかった場所にも再度行き、森林の回復状態をチェックし、森林減少が確認された場合には、その面積を計測する。
- (iv) 普及員等はモニタリング結果をSDAEに報告、その情報は旧SPFFBに報告される。
- (v) 旧SPFFBの担当者はSDAEから受け取ったこの情報をGISを使用して編集する。
- (vi) 旧SPFFBの担当者はGISで編集した情報を定期的に旧DNRIへ報告する。
- (vii) 旧DNRIは、モニタリングの結果に基づいて旧SPFFBより送られてきたGISデータを地域別や原因別等に整理し、データベースに格納する。また、burned areaとして指定された場所でも、森林減少が発生していない場所もあると想定されることから、burned area情報の精度を分析する。さらに、森林火災の種類を区別し、森林減少を伴う森林火災とはどのようなものか、反対にどの程度の火災であれば森林減少に影響を及ぼさないかを分析する。

(3) リアルタイム木炭生産者数モニタリング

3つ目のフレームワークは、対象のコミュニティ内での木炭生産が実施される場合、その生産者数をリアルタイムでモニタリングするシステムである。モニタリングは以下の手順に沿って実施される。

- (i) パイロットエリアとして設定されたコミュニティの地元住民は、リアルタイムで自分たちのコミュニティの境界内での木炭生産が実施された場合、そのコミュニティを担当している普及員あるいは技術補助員にその木炭生産者数を知らせる。

- (ii) 普及員等は、木炭生産者数のデータをその地域を管轄するSDAEに報告する。
- (iii) SDAEは、同データを旧SPFFBに報告する。旧SPFFBは、このデータを様式に則り編集する。
- (iv) 旧SPFFBは、編集されたデータを定期的に旧DNTRF (DNRI) に報告する。
- (v) 旧DNRIのスタッフは報告されたデータを取りまとめるとともに、確認を行う。

1.3.10 地上での森林モニタリングのトライアル実施

GBFM は、上記 1.3.9 で示された方法論に基づいて、第 2 年次にまずはトライアルで実施した。

GBFM に関して、第 2 年次は、パイロット郡である、カーボデルガド州のアンクアベ郡、モンテプエズ郡、ガザ州のムバラネ郡、ビレーネ郡の中から以下のクライテリアに基づいて選定されたパイロット・コミュニティにおいて、森林火災が始まる時期を考慮してパイロット活動を実施した。

- 森林火災が発生するコミュニティ
- 森林減少の圧力がかかる森林が残っているコミュニティ
- SDAEの普及員等が機能するコミュニティ
- モニタリングの実施を同意するコミュニティ
- 電話等によるコンタクトが容易に取れるコミュニティ

パイロットのコミュニティ及び実施時期は以下の案をベースにモニタリング活動を実施することとした。

州	郡	パイロット・コミュニティ	リアルタイム・モニタリング実施期間	3ヶ月後モニタリング実施期間
ガザ州	ビレーネ郡	ンゴゾ・コミュニティ、シリングネ・コミュニティ及びシアショ・コミュニティ	8月～12月	11月～3月
	ムバラネ郡	マブンブケ・コミュニティ	7月～11月	10月～2月
カーボデルガド州	アンクアベ郡	ナクアレ・コミュニティ	7月～11月	10月～2月
	モンテプエズ郡	シペンベ・コミュニティ	7月～12月	10月～3月

また、次のような中央レベル及び州レベルでの運営体制を構築して実施することを試みた。

担当レベル	業務タイプ	業務内容	決定事項
中央レベル	監督業務	GBFM の現状の進捗について SPFFB と SDAE に確認	誰が、いつ(どれくらいの頻度) 誰に
		SPFFB と SDAE の間の情報コミュニケーションの状態の確認	誰が、いつ(どれくらいの頻度)
		パイロット・コミュニティへ赴いてのチェック	誰が、いつ(どれくらいの頻度)

担当レベル	業務タイプ	業務内容	決定事項
	MODIS の BA 関連業務	パイロット・コミュニティ内のモニタリング・エリアの BA データの検出	誰が、いつ(どれくらいの頻度)
		SPFFB へ検出した BA データの送信	誰が、いつ(どれくらいの頻度) 誰に、どのように
	SPFFB からの情報/データの受取りに関連する業務	誰が、いつ(どれくらいの頻度) 誰から	
	データ整理業務	誰が、いつ(どれくらいの頻度)	
州レベル	監督業務	GBFM の現状の進捗について SDAE に確認	誰が、いつ(どれくらいの頻度) 誰に
		バイク用ガソリンの管理	誰が、いつ(どれくらいの頻度) 誰に、どのように
		パイロット・コミュニティへ赴いてのチェック(含む写真撮影)	誰が、いつ(どれくらいの頻度)
	データ取扱い関連業務	情報/データの DNRI 及び SDAE へのデータの送信	誰が、いつ(どれくらいの頻度) 誰に、どのように
		DNRI 及び SDAE からの情報/データの受取りに関連する業務	誰が、いつ(どれくらいの頻度) 誰から
		GBFM 結果に基づく情報/データのデジタル化	誰が、いつ(どれくらいの頻度)

また、第 1 年次に作成した地上モニタリングの実施に関するガイドライン及び第 2 年次に作成した GBFM 実施マニュアルに基づいて GBFM を実施していくことにした。さらに、GBFM の結果データの編集を行った。

このように、第 2 年次に GBFM を試行的に実施したが、一部の普及員のパイロット・コミュニティを除き、旧 DNRI のスタッフと一緒に日本人専門家が現場に行った時にしか実施が為されないということが発生した。総じて、カーボデルガド州では普及員自身で GBFM が実施されたが、ガザ州での実施には困難を伴った。これは、ガザ州には移動手段がないとかの問題が当初はあったが、途中でバイク及びそのガソリンが提供されたにも関わらず、実施されない状況もあり、GBFM 業務への責任感の欠如が考えられる。また、上記の決定された運営体制が、中央レベル・州レベルともに適切には機能しなかった。これは、中央レベル(旧 DNRI スタッフ)は責任感や技術力があってもマンパワーが完全に不足しているし、州レベルではマンパワーの不足と同時に普及員同様 GBFM 業務への責任感の欠如が考えられる。また、機能しない理由としては、インターネットが通じない、電話が通じないなどで(カーボデルガドでは大規模な停電が 1 ヶ月以上継続した期間もあった)旧 DNRI、旧 SPFFB 及び SDAE(普及員)間のコミュニケーションを取ることが困難であった。さらに、中央、州、郡、パイロット・コミュニティのレベルが関与しており、レベル数の多さが同じ情報を共有するための的確なコミュニケーションを行うことの困難さをもたらした。さらに、一部の訓練された普及員(カーボデルガド州のモンテプエズ郡)は担当コミュニティの配置換えが発生し、パイロット・コミュニティでの GBFM 継続が困難になるということも発生した。このように、技術的にはある程度実施ができる目途はついたが、適切なマネジメントが確保され得なかった。

また、技術的にも、広大な火災や森林減少がある場合、果たして本当に測量が可能なのかという課題や道路もない奥地でそれらが発生した場合、アクセスをどう確保するのかという課題は解消されなかった。

さらに、トライアルで実施した GBFM の結果を分析すると、森林火災はほとんど森林減少を引き起こしておらず、また、BA についても森林減少を引き起こしているエリアは少ないことが分かってきた。したがって、森林減少を確認する目的としてのこの方法の GBFM の必要性は低減した。

このような状況を勘案すると、調査・研究レベルであるならまだしも、他の場所への普及（最終的には全国展開）を目指すのであれば、方法論の再検討が必要であることが明白となった。このようなことから、次節に記述するように方法を変更して実施することとした。

1.3.11 改訂された方法による地上での森林モニタリングの実施

2015 年 5 月 12 日に開催された JCC では、今後レーダ画像分析を活用した準リアルタイムでの森林減少モニタリングを実施していくことが合意され、将来的には、1 年程度のタイムスパンでレーダ画像解析により森林減少箇所を特定し、それを森林減少対策へ活用していくことが計画されることになった。以上を鑑みて、第 3 年次以降はレーダ画像解析の教師データ取得のための GT 調査を GBFM として実施することにした。以下に具体的な方法を記載する。

レーダ画像では、森林蓄積がある場所ほど白っぽく表示され、森林蓄積の無い場所ほど黒っぽく表示される。これを利用して、直近の 2 時点のレーダ画像を使用して、白っぽく示された箇所が、黒っぽく変わった箇所を森林減少が発生した箇所として抽出する。第 3 年次は、KC4 により提供された 2014 年 11～12 月頃の ALOS-2 画像と 2015 年 7 月及び 11 月～12 月の ALOS-2 画像、第 4 年次は、同様に 2015 年の ALOS-2 画像、2016 年の ALOS-2 画像を比較して、森林減少エリアを解析した（プレ GBFM についてはこの限りではない）。

具体的には、森林蓄積のない箇所として解析される黒色のパターンをいくつかに区分し、それ毎に GBFM を実施することとする。以下の図 1.3.11.1 に示されたようなパターンが考えられる。この図のように、森林減少が発生しているかどうか微妙な箇所を事前に画像上で抽出して、その箇所に実際に赴き、森林か非森林かの現地データを取得していくこととした。また、調査点はアクセスを考慮して選択することにした。目視による判読では、白っぽい箇所から黒っぽく変化した場所を判読すればよいが、自動分類を行うためには、レーダ画像上での森林と非森林の閾値を決定する必要があるため、その閾値を決定・検証するための GBFM を実施した。

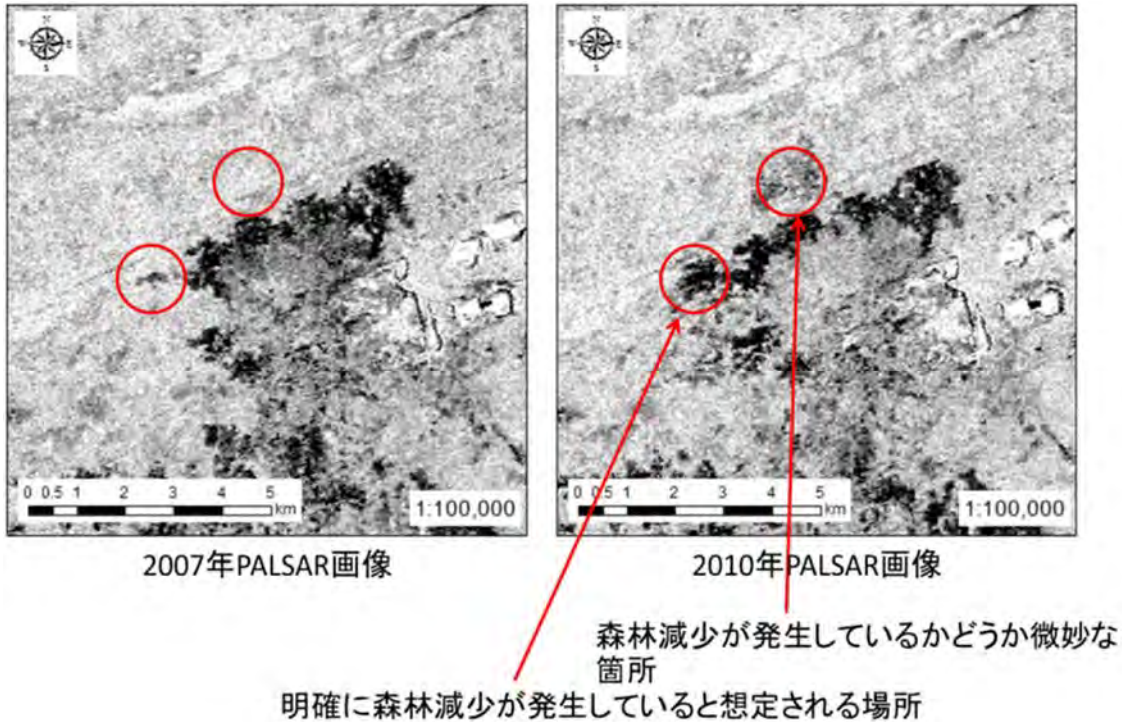


図 1.3.11.1 教師データを取得する箇所のレーダ画像の例

また、現在は JAXA の K&C 4 と協力しており、高分解能画像を無償で利用可能だが、将来的には一般に無償で公開されている 25m 分解能の画像を使用することを踏まえて、第 4 年次では、空間分解能を疑似的に 25m に悪くした画像を作成して解析するとともに(図 1.3.11.2 参照) これまでよりも森林減少の範囲が広い箇所(例えば、数 ha から 10ha の規模)を重点的に調査することとした。

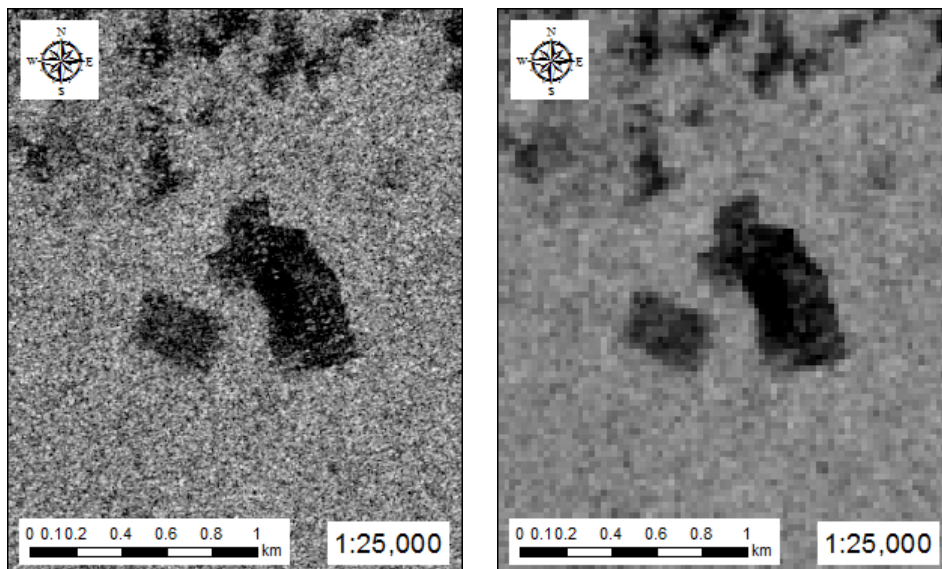


図 1.3.11.2 解析に使用する ALOS-2 画像
(左：6.25m 分解能、右：25m 分解能)

さらに、森林減少を抽出する際の閾値は、第 3 年次の分析結果を参考に、まずは-3.0dB から-5.0dB までの 0.5dB きざみの 5 種類の閾値を設定し、各閾値を用いて森林減少範囲を自動分類した。5 種

類の森林減少抽出例を図 1.3.11.3 に示す（違いが微妙なため、拡大して図示している）。

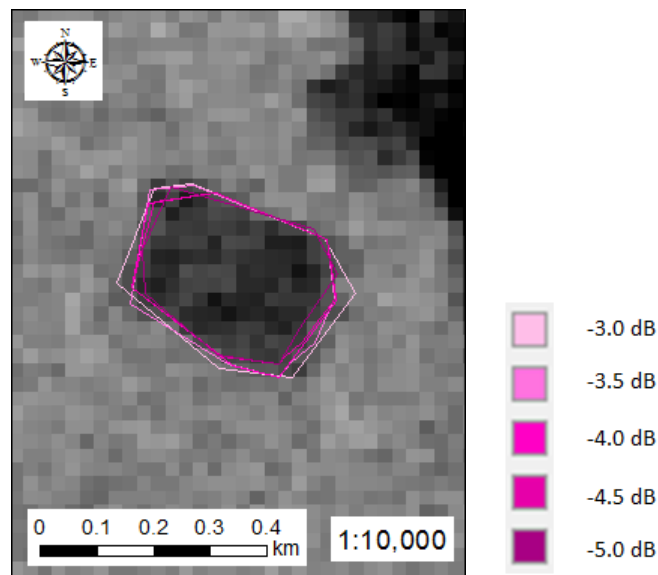


図 1.3.11.3 5種類の閾値による森林減少範囲の抽出

以上の方法により、第3年次は、8月～12月の乾季の期間に、合計6回GBFMを実施した。第4年次はALOS-2観測（2016/06/20～2016/07/31）後に、GBFMの現地調査を8月に合計2回実施した。

調査項目は以下のとおり。また、現地調査での野帳を図 1.3.11.4 に示す。なお、野帳は、調査の実施を通じて改良を施し、図 1.3.11.4 は、最終版である。

- 森林・非森林の確認
- 調査地点の基礎情報（場所情報、標高、緯度経度等）
- 現状の土地被覆の状況と樹冠率
- 森林減少の発生の有無
- 非森林の場合、調査点を含む非森林地の範囲のおおよその面積（実測あるいは目測）
- 森林減少が発生している場合、森林減少の原因、減少時期、減少前の森林タイプを把握する。把握の方法は、SDAEの現場の普及員や地元の住民への聞き取りとする。
- 東西南北方向の地上写真撮影
- その他気付いた点

Province	<input checked="" type="checkbox"/> Inhambane		Name		
District	<input type="checkbox"/> Funhalouro <input type="checkbox"/> Govuro		<input type="checkbox"/> Homoine	<input type="checkbox"/> Inharrime <input type="checkbox"/> Inhassoro	
Date	2016/ 08 /		Time		
Point No.	(GPS)		Elevation	m	
Latitude	S		Longitude	E	
Current Land cover condition	<input type="checkbox"/> Forest or <input type="checkbox"/> Non-forest (Current Crown Cover: %)				
Deforestation	<input type="checkbox"/> Deforestation <input type="checkbox"/> Not deforestation (Include deforestation before 2015)				
Cause of deforestation	a Slush & burned cultivation b Hunting c Leaping flames from charcoal making				
	d Another cause_specify:				
	e Unidentified				
Area of deforestation					
Timing of deforestation					
Track No.					
Past Forest Type	General	<input type="checkbox"/> Deciduous	<input type="checkbox"/> Evergreen	<input type="checkbox"/> Miombo <input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> Mangrove	<input type="checkbox"/> Mecrusse	<input type="checkbox"/> Mopane	
	Age	<input type="checkbox"/> Young	<input type="checkbox"/> Medium	<input type="checkbox"/> Old (years old)	
	Height	<input type="checkbox"/> 0m	<input type="checkbox"/> -3m	<input type="checkbox"/> -5m	<input type="checkbox"/> -10m
		<input type="checkbox"/> -15m	<input type="checkbox"/> -20m	<input type="checkbox"/> -25m	<input type="checkbox"/> -30m
	Density	<input type="checkbox"/> Dense	<input type="checkbox"/> Medium	<input type="checkbox"/> Open	
	Health	<input type="checkbox"/> Good	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Death	
Others	<input type="checkbox"/> None	<input type="checkbox"/> Burned	<input type="checkbox"/> Clear-cut	<input type="checkbox"/> Selective	
Soil moisture	Yes or No				
Photo No.	North		Ground		
	East		Others		
	South				
	West				
Comments					

図 1.3.11.4 GBFM-GT 調査の野帳

第 3 年次での実際の実施場所は、解析の進捗に応じて選択することになるが、カーボデルガド州とガザ州のパイロット郡のエリアは優先して解析を進めることとしているので、GBFM も両州での実施が優先された。一方、第 4 年次は、必要に応じて第 3 年次に実施した箇所を継続して行うとともに、GBFM-TWG にて新たに調査すべき場所を検討し、テテ州の大規模タバコ栽培地域やイニャンバネ州の大規模木炭生産地が調査候補地として挙げられた。これらのうち、ALOS-2 の観測結果や現地の治安状況を確認しながら、C/P や JICA モザンビーク事務所とともに調査箇所を決定した。実際には、さらに ALOS-2 の画像を入手・解析して、有意義な森林減少が見られる地域であることを確認してから最終決定した。

この GBFM を実施した後に、森林地であった調査ポイントのデータを教師データとして活用し、レーダ画像解析上の森林と非森林の閾値の修正を行い、以後のレーダ画像解析の精度を向上させた。

以上を踏まえて、第 3 年次・第 4 年次に実施した GBFM の工程と実施と方法については付属資料 14 を参照のこと。

第3年次の各州での調査ポイントを集計すると、カーボデルガド州でプレ GBFM の19箇所を含めて53カ所、ガザ州で21カ所、ザンベジア州で11カ所、マニカ州で23カ所の合計108カ所で実施した。また、第4年次の各州での調査ポイントを集計すると、イニャンバネ州で12箇所、ニアッサ州で12カ所の合計24カ所で実施した。

1.3.12 地上での森林モニタリングに関連する研修の実施

本節では、GBFM に関する活動の一環として実施した、普及員等が実際に GBFM を実施する際に使用する道具である GPS に関する研修（含むフォローアップ）、GBFM の実施方法の研修（含むフォローアップとOJT）、現場で収集されたデータを SPFFB が取りまとめるに際して使用する GIS に関する研修について記述する。

(1) GPS 研修

GPS による地上データ収集の研修は、現場招集型の基礎研修として実施した。また、1回の研修では、完全な習得は難しいため、フォローアップ研修も実施した。研修概要は以下のとおり。

GPS 研修	
研修目的	地上での森林モニタリングを実施していく上で必要な GPS スキル及びデータ記録方法の習得。各郡における指導者になることも期待する。
研修内容	作成した GPS 操作マニュアルに基づいた GPS の基本操作及び面積測定並びに GPS データ転送（含む現場での演習）
研修期間	カーボデルガド州：主研修 2014 年 5 月 27 日～29 日（3 日間） フォローアップ 2014 年 7 月 7 日～10 日（4 日間） ガザ州：主研修 2014 年 6 月 10 日～12 日（3 日間） フォローアップ 2014 年 7 月 28 日～30 日（3 日間）
研修場所	カーボデルガド州：主研修は、モンテプエズ郡において、フォローアップは、モンテプエズ郡及びアंकアベ郡のそれぞれにおいて実施。なお、パイロット・コミュニティであるシペンベ・コミュニティ（モンテプエズ郡）及びナクアレ・コミュニティ（アंकアベ郡）へも実際の現地での GPS 操作のための演習を実施。 ガザ州：主研修は、ムバラネ郡において、フォローアップは、ビレーネ郡において実施。なお、パイロット・コミュニティであるマブンブケ・コミュニティ（ムバラネ郡）へも実際の現地での GPS 操作のための演習を実施。
参加者	カーボデルガド州： アंकアベ郡 SDAE Sr. Frai Sufo（技術補助員で主 GBFM 実施者） Sra. Julieta Eusebio（普及員で GBFM 監督者） モンテプエズ郡 SDAE Sr. Benedito Ramadane（普及員で主 GBFM 実施者） Sr. Antonio Macoca（普及員で GBFM 監督者） SPFFB Sr. Alves Tomás Amaral（オブザーバー） ガザ州： ビレーネ郡 SDAE Sr. Floriano Muianga（普及員で主 GBFM 実施者） Sra. Alice Benedito Manjate（普及員で GBFM 監督者）

	実施。なお、パイロット・コミュニティであるマブンブケ・コミュニティ（ムバラネ郡）でも実際の演習を実施
参加者	<p>カーボデルガド州： アンクアベ郡 SDAE Sr. Frai Sufo（技術補助員で主 GBFM 実施者） Sra. Julieta Eusebio（普及員で GBFM 監督者） モンテプエズ郡 SDAE Sr. Benedito Ramadane（普及員で主 GBFM 実施者） Sr. Antonio Macoca（普及員で GBFM 監督者） SPFFB Sr. Alves Tomás Amaral（オブザーバー） Sr. Fabião Valentim Mbanguile（オブザーバー）</p> <p>ガザ州： ビレーネ郡 SDAE Sr. Floriano Muianga（普及員で主 GBFM 実施者） Sra. Alice Benedito Manjate（普及員で GBFM 監督者） ムバラネ郡 SDAE Sr. Bartolomeu Cuna（普及員で主 GBFM 実施者） Sr. Justino Chongo（普及員で GBFM 監督者） SPFFB Sr. Lourenço Roberto Tsambe（オブザーバー） Sr. Serafim Ferrão Mondlane（オブザーバー）</p> <p>SDAE から計 8 名（2 名/郡（SDAE）×2 郡×2 州）+ SPFFB から計 4 名（2 名/州（SPFFB）×2 州）の合計 12 名が対象であるが、SPFFB の 4 名は毎回全員参加した訳ではない。</p>
講師	日本人調査団員の監理のもと、C/P 主体で実施。

第 1 年次に GBFM の実施に関するガイドラインを作成しているので、そのガイドラインの内容に沿って活動を進めることとしたが、同ガイドラインのみでは GBFM の活動の実施は困難であるため、同ガイドラインに基づいた GBFM 実施マニュアルを作成した。したがって、そのマニュアルに基づいて GBFM 研修を実施した。なお、マニュアルは Ver1 をまず作成し、GBFM の OJT 等を実施していく中で、一部を改訂した。このマニュアル Ver2 は、付属資料 16 を参照のこと。

（3）GIS 研修

GIS の使用方法の研修は、中央招集型の基礎研修を実施した。研修概要は以下のとおり。

GIS 研修	
研修目的	GBFM を実施していく上で必要な GIS の基本的な概念を学ぶと共に、基本操作を習得する。また、GBFM の基本コンセプトを理解し、必要な操作を習得する。各州における指導者になることも期待する。
研修項目	基本操作および初級レベルの応用（ESRI 社提供の教材である「ArcGIS Desktop 1 & 2 コース」から森林モニタリングに必要な項目を抽出）。研修最終日の午後に GBFM を実施するために必要な GIS 操作項目に特化した繰り返し演習。
研修期間	2014 年 6 月 2 日～6 日（5 日間）
研修場所	マプト（DNRI オフィス）

参加者	カーボデルガド州 SPFFB : Sr. Alves Tomás Amaral (GBFM 主担当者) Sr. Fabião Valentim Mbanguile ガザ州 SPFFB : Sr. Lourenço Roberto Tsambe (GBFM 主担当者) Sr. Serafim Ferrão Mondlane 4 名 (2 名/州 (SPFFB) × 2 州)
講師	日本人調査団員と C/P の監督に基づいて、GIMS 社という現地リソースを活用し実施した。最終日の森林モニタリングに特化した研修は日本人調査団員が担当した。

通常 ESRI 社において GIS 導入編として実施されている GIS Desktop 及び の講義項目から以下のような GBFM に必要な項目を抽出した内容とした。

コマンド例：クリップ、マージ、バッファ、属性選択等

内容例：地形図から国立公園ポリゴン作成、管理地の面積計算等

この講義資料の詳細の目次は、付属資料 17 を参照のこと。

1.4 成果 3 にかかる活動

1.4.1 FREL/FRL の策定

FREL/FRL の策定及びその方法の開発に関しては、以下の図 1.4.1.1 に示される枠組みに従って進めた。

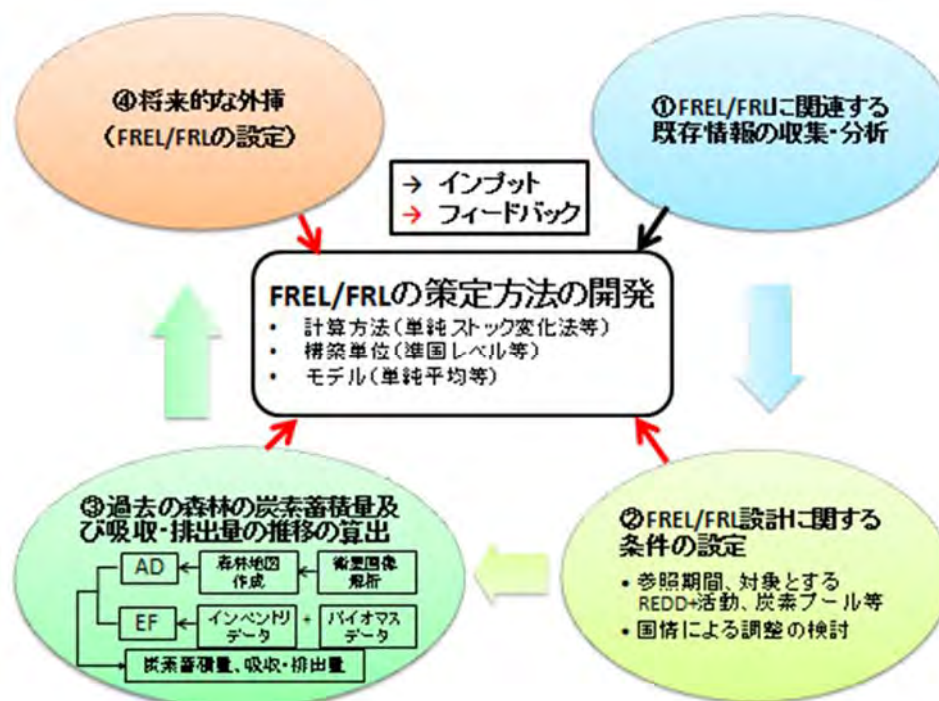


図 1.4.1.1 FREL/FRL の策定フロー

この全体フローの中では、まず、過去の FREL/FRL の策定方法・結果や、モザンビークの森林及びその他の自然・社会条件に関する情報、FREL/FRL を調整するための国情を検討、特定するため

に必要な情報等の収集・分析を行う(図 1.4.1.1 のフロー)。次に、フロー で収集・分析した情報を基に、本プロジェクトで適用する FREL/FRL の策定方法を検討し、FREL/FRL を設定するための要件を決定する(図 1.4.1.1 のフロー)。この過程では、国情を考慮するかどうかの検討も行う。なお、国情による FREL/FRL の調整は、その不確かさに伴う FREL/FRL の精度と関連し、将来的に UNFCCC 等での技術審査の結果に影響し得るため、国情の組み込みは慎重に検討した。さらに、衛星画像解析や、インベントリー及び、バイオマス・炭素蓄積量のデータから算出した各森林や土地利用区分の活動データ(AD)と排出係数(EF)を基に過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推移を分析する(図 1.4.1.1 のフロー)。なお、フロー 、 、及び の中で国情に関連する情報収集の作業は同時並行的に進めてきた。そして、国情を考慮するかどうかの判断に従って、過去の森林変化に基づいた将来の排出量の推測方法を決定し、FREL/FRL を設定する(図 1.4.1.1 のフロー)。FREL/FRL の策定フローの各活動の詳細について、以下に項目別に記述する。

(1) FREL/FRL に関連する既存情報の収集・分析

FREL/FRL に関連する既存情報は、過去に設計された FREL/FRL に関する情報と FREL/FRL を調整する国情の適用を検討するための情報とに分けて収集及び分析を行った。また、過去に設計された FREL/FRL に関しては、UNFCCC に提出された各国の FREL/FRL とモザンビーク内で設計された FREL/FRL とに分けて情報を収集した。収集した情報は、本プロジェクトで設定するガザ州及びカーボデルガド州の準国 FREL/FRL への適合性の観点で分析を行い、本プロジェクトで適用する方法を検討した。分析に当たっては、第 5 年次業務計画書第 2 章「業務実施方針」の 2.1「技術面からの基本方針」に記述された観点を留意した。さらに、これらの情報を基に TWG メンバー、UT-REDD 等との協議を行い、モザンビークの FREL/FRL の設定に適用する方法を検討した。

1) 過去に設計された FREL/FRL の分析

(a) UNFCCC に提出された FREL/FRL

UNFCCC に提出された FREL/FRL に関しては、UNFCCC のウェブサイトからダウンロードして入手した。また、UN-REDD プログラムにより出版された“Emerging approaches to Forest Reference Emission Levels and/or Forest Reference Levels for REDD+”は、10 か国の FREL/FRL の開発事例(開発中のものを含む)を紹介しており、こちらも併せて参照した。

2017 年 11 月時点では、以下の表 1.4.1.1 に示された 25 か国が UNFCCC に FREL/FRL を提出している。

表 1.4.1.1 UNFCCC に FREL/FRL を提出した国一覧

提出時期	UNFCCC に FREL/FRL を提出した国
2015 年 1 月時点	ブラジル、コロンビア、エクアドル、ガイアナ、マレーシア、メキシコ
2016 年 1 月時点	チリ、コンゴ、コスタリカ、エチオピア、インドネシア、パラグアイ、ペルー、ベトナム、ザンビア
2017 年 1 月時点	カンボジア、コートジボワール、ガーナ、ホンデュラス、マダガスカル、ネパール、パプアニューギニア(PNG)、スリランカ、タンザニア、ウガンダ

これら国の FREL/FRL については、その概要(対象とする REDD+活動及び炭素プール、参照期間等の FREL/FRL 設定条件、将来の排出量の予測方法等)について整理した。また、これらの FREL/FRL のうち、ブラジル、コロンビア、エクアドル、ガイアナ、マレーシア、メキシコ、チリ、

コスタリカ、インドネシア、ペルー、ベトナムの 11 か国の FREL/FRL については UNFCCC による技術アセスメント (TA) が完了しており、そのレポートが UNFCCC のウェブサイトアップロードされている。これらの FREL/FRL に関しては TA の結果と合わせて分析して、本プロジェクトで適用する FREL/FRL の設計、及び FREL/FRL の算出マニュアル作成のための検討材料とした。

分析に際しては、以下の表 1.4.1.2 に示されたものをベースに各検討事項について検討・確認する上でのポイントを整理して、可能な限り検討・確認を進め、収集できた情報の分析結果を本プロジェクトにおける FREL/FRL 設定方法の検討に反映できるようにした。また、収集、分析した情報を基に TWG メンバーと本プロジェクトで適用でき得る FREL/FRL の要件、方法論について検討した。

表 1.4.1.2 FREL/FRL の設定に関する検討事項とそのポイント

検討事項	検討・確認ポイント
対象とする REDD+活動	<ul style="list-style-type: none"> - 当該国の状況と対象とする REDD+活動との関係 - 除外された活動が重要でないこと理由 - (TA による) 重要な活動が除外されているとの指摘及びその理由 - 当該国が段階的アプローチにより対象とする REDD+活動を増やす意思があるかどうか
計測対象とする炭素プール	<ul style="list-style-type: none"> - 当該国の状況と計測対象とする炭素プールとの関係 - 除外された炭素プールが重要でないこと理由 - (TA による) 重要な炭素プールが除外されているとの指摘及びその理由 - 当該国が段階的アプローチにより計測対象とする炭素プールを増やす意思があるかどうか
参照期間及び分析時点数	<ul style="list-style-type: none"> - 当該国の森林変化と参照期間との関係 - 将来の森林変化を予測する上で必要な過去の分析時点数
AD の構築	<ul style="list-style-type: none"> - 高解像度の衛星画像の活用 - 参照期間を通じた衛星データ及び解析方法の一貫性
EF の算出方法	<ul style="list-style-type: none"> - 適用された Tier レベル - 炭素蓄積量の推定方法 - 過去の分析時点毎に EF を算出しているか全ての分析時点に共通の (1 つの) EF を算出しているか
AD 及び EF の層化の方法及び層化のレベル	<ul style="list-style-type: none"> - 層化のベース (森林タイプ、アグロエコリージョン、IPCC 等) - 各カテゴリーの炭素蓄積の均質性について統

検討事項	検討・確認ポイント
	計学的検証を行っているかどうか
将来の排出/吸収量の外挿方法	- 当該国の森林変化の状況と採用された外挿方法との関係
将来予測に考慮された社会経済要因、国情等	- 森林減少ドライバーを特定する方法 - 森林減少ドライバーを定量的な指標に変換する方法

(b) モザンビーク内で設計された FREL/FRL

モザンビーク内では、2011年に国際環境開発研究所(IIED)の支援の下、イギリスのEdinburgh大学がマニカ州における過去の森林及び炭素蓄積の変化及びその要因を分析して将来の森林減少ドライバーを予測し、FREL/FRLの試算を行っている。この調査事例を、本プロジェクトのFREL/FRL設定方法を検討する材料として検討を行った。また、この情報は国情によるFREL/FRLの調整方法を検討する材料としても活用した。

2) FREL/FRLを調整する国情の適用を検討するための情報

モザンビークでは、2015年に国際NGOのWinrock Internationalの支援により、モザンビーク政府機関(Agricultural Research Centre and Natural Resource Management)が「森林減少要因に関する調査」を実施している。この調査結果を、モザンビークのFREL/FRLを調整する国情として活用でき得るかの観点で分析を行い、国情によるFREL/FRLの調整を検討するための材料とした。

(2) FREL/FRL設計に関する条件の設定

上記(1)で記述した検討材料としての情報を収集・分析し、本プロジェクトで適用するFREL/FRL設計に関しての条件(対象とするREDD+活動、炭素プール、過去データ分析に基づく将来の排出量の予測方法等)をTWGメンバー及びUT-REDDとの協議を通じて検討し、決定した。これらの多くは第5年次に決定したが、FREL/FRLの規模、森林定義、参照期間及び分析時点に関しては、FREL/FRLを設定するために準備すべきデータと関連するため、早めの段階で決定した。

1) FREL/FRLの規模

FREL/FRLの規模、つまり、全国か準国かは、準備すべきADの規模が大きく異なることから、早急に決定していくべき課題であった。準国レベルのFREL/FRLを設定する場合、ALOS画像を解析して作成した2008年の森林被覆図のあるガザとカーボデルガドの2州を対象と考えた。一方、全国レベルでFREL/FRLを設定するためにはこの他の8州も含めた全国レベルの2010年前後の森林分布図が必要であり、それを日本側の技術移転を通じつつモザンビーク側が準備することについて協議した。全国レベルのFREL/FRLを作成するにはこの全国森林分布図の作成が遅くとも3年次終了時にまでは完成している必要があると考え、それが可能かどうかについて検討したが、最終的に第3年次のJCCにおいて、FREL/FRLの規模はガザとカーボデルガドの2州を対象とした準国レベルとすることが決定された。

2) 森林定義

モザンビークの森林定義については、森林総局が中心となって検討されたが、2015年11月に新しい森林定義が大臣承認され、森林定義は「最低面積1.0ha、最低樹冠率30%、最低樹高3m」と決

定された。

3) 参照期間及び分析時点に関する検討

モザンビークでは、FCPF のカーボンファンドを申請することを目指して、同ファンドの Carbon Fund Methodological Framework (CF-MF) に準拠して全国 FREL/FRL を設定する計画があったことから、本プロジェクトで設定するガザ州及びカーボデルガド州の FREL/FRL についても、全国の FREL/FRL と平仄を合わせ、カーボンファンドのオプションを残しておくことを考慮して、CF-MF に準拠しておく方がよいという考え方ができた。2013 年に発行された CF-MF では、FREL/FRL の参照期間を 10 年以内とし、最新時点を 2012 年以前に置くようにと規定されている（正当な理由があれば参照期間を最大 15 年まで延長し、最新時点を 2013 年以降に置くことが許される）。一方で、本プロジェクトにおいては、2013 年以降でしか入手できない Landsat 8 の画像を使用して、参照期間の最新時点の森林被覆図を作成することを計画していたため、2013 年以降のデータをいかに CF-MF の規定に適合させるのかについて検討した。その後、CF-MF は 2016 年に改訂されたため、最終的には、改訂後の CF-MF に合わせた参照期間の設定を検討した。また、参照期間の分析時点についても協議した。

(3) 過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推移の算出

上記(2)で決定した参照期間のデータを分析して、参照期間における対象 2 州の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推移を計算した。参照期間のデータは AD と EF とに分けて分析した。

1) AD の構築

参照期間内の 5 時点（2002 年、2005 年、2008 年、2010 年、2013 年）において作成した参照年地図を基に森林変化マトリックスを作成し、各時点間における土地被覆タイプ間の転換面積を集計した。

2) EF の計算

第 3、第 4 年次に実施した森林インベントリーの結果と、既存の若しくは新たに開発したアロメトリー式を用いて、森林タイプ別の ha 当り炭素ストックを計算した。このデータを基にして各土地被覆タイプ間の転換における ha 当り炭素変化量（単位：CO₂-ton/ha）を計算した。

上記 1) と 2) の結果を基にして、ガザ州及びカーボデルガド州の各土地被覆タイプ間の転換における炭素吸収・排出量を計算した。

(4) 将来の炭素吸収・排出量の予測（FREL/FRL の設定）

図 1.4.1.1 のフロー ~ フロー の工程を経て集積した過去のデータ（森林の炭素蓄積量、吸収・排出量等）及びデータ分析や関係者との協議を通じて決定した FREL/FRL 設定に関する要件を基に、森林による炭素吸収・排出量の将来予測、即ち、FREL/FRL を設定した。

1.4.2 FREL/FRL に関するセミナーの開催

(1) FREL/FRL に関するセミナーの開催準備

技術移転計画書に基づいて、関係者間で FREL/FRL に関する基礎的な知識の共有を図るためのセミナーの開催準備を行った。具体的には、セミナー開催の目的、セミナーの開催日時及び開催場

所、参加者、各発表の内容及び発表者、議事進行を務める議長、セミナーの進め方、使用言語についてカウンターパート（TWG メンバー）と協議し、合意を得た。またこの合意内容に基づいて、開催場及び通訳の確保、招待者への通知、資料作成を行った。

この過程においては、TWG での協議において、モザンビーク側メンバーの FREL/FRL に関する基本的理解の確認を行い、FREL/FRL の開発方法、開発に必要な情報、その中で活用できる既存情報及び新たに入手が必要な情報の整理等を行った。セミナーでの発表内容はこれらを網羅するものであると共に、国情も加味したうえでの FREL/FRL の設定の検討項目についてのポイントについても参加者に十分理解してもらえるような内容を加味した。

（２）FREL/FRL に関するセミナーの開催

上述の準備を経て、FREL/FRL に関するセミナーを 2015 年 2 月 20 日にマプト市内の VIP ホテルにて開催した。セミナーは、REDD+を実施するために必要な要素である FREL/FRL の構築に関する理解を促すために、以下の点を目的とした。

- ✓ FREL/FRL の概要を理解すること
- ✓ FREL/FRL 開発の方法論を理解すること
- ✓ モザンビークにおいてどのように FREL/FRL を設定するのかについて協議すること

セミナーには、合計 36 名（DNTF から 12 名、MITADER、CENACARTA、IIAM から各 1 名、UT-REDD、エドゥアルド・モンドラーネ大学（UEM）から各 2 名、ドナー・NGO から 6 名、その他 11 名）が参加した。なお、発表及び協議での使用言語はポルトガル語と英語とし、同時通訳を活用した。セミナーのプログラム及び各発表内容のアウトラインは以下に示す通りである。

プログラム：

時間	内容	発表者	議長
08:00 – 08:30	参加者記名		
08:30 – 08:45	開会挨拶	Simao Pedro Santos Joaquim (DNTF 局長)	Alima Issufo Taquidir (DNRI 部長)
08:45 – 09:00	発表 1：REDD+概要、及び COP 会議の最新動向	Joaquim Macuacua (DNRI 職員)	
09:00 – 09:15	発表 2：REL/RL 入門	千葉裕起 (JICA プロジェクト専門家)	
09:15 – 09:45	発表 3：REL/RL 開発の方法論		
09:45 – 10:15	質疑		
10:15 – 10:30	休憩		
10:30 – 11:00	発表 4：他国における REL/RL 開発の動向	千葉裕起 (JICA プロジェクト専門家)	Alima Issufo Taquidir (DNRI 部長)
11:00 – 11:15	発表 5：事例 – 1 マダガスカルにおける人口予測モデルの開発	Correntin Mercier (AFD プロジェクト専門家)	
11:15 – 11:30	発表 6：事例 – 2: ベトナムにおける国情の考慮	千葉裕起 (JICA プロジェクト専門家)	

時間	内容	発表者	議長
11:30 – 12:00	質疑		
12:00 – 13:30	昼食		
13:30 – 13:45	発表 7：モザンビークにおける REL/RL 開発上の課題	千葉裕起（JICA プロジェクト専門家）	Alima Issufo Taquidir（DNRI 部長）
13:45 – 14:45	協議：発表 7 を基にモザンビークにおける REL/RL の開発方法についての意見交換		
14:45 – 15:00	閉会挨拶	Alima Issufo Taquidir（DNRI 部長） Kazuhisa Kato（JICA プロジェクトリーダー）	

発表内容のアウトライン：

発表 1：REDD+概要、及び COP 会議交渉の最新動向

発表 2：REL/RL 入門

- (1) REL/RL の定義
- (2) REL/RL 設定に関する一般的規則

発表 3：REL/RL 開発の方法論

- (1) 過去の森林変化の分析
 - 1) 過去データの整備
 - a. 活動データの整備（衛星画像の活用）
 - モザンビーク内の既存データ
 - 新たに構築するデータ
 - b. 排出係数の整備（インベントリー・データ、バイオマス・データ等の活用）
 - モザンビーク内の既存データ
 - 新たに構築するデータ
 - c. 課題
 - 2) 過去参照年の各時点に置ける森林炭素量推定
 - 3) 過去参照年の各時点間の森林炭素量変化の分析
 - a. 森林変化の直接要因
 - b. 森林変化に影響するドライバー
- (2) 森林変化の外挿（過去の変化 将来の変化）
 - 1) 外層方法：
 - a. 平均法
 - b. 推定モデル（回帰式等の構築）
 - 2) 国情の考慮
 - a. 国情として考慮する因子
 - b. データの入手可能性の考慮
- (3) REL/RL 設定に関する留意事項
 - 1) 層化
 - a. Agro-eco-region による層化

b. 行政界による層化

2) 目標とする Tier レベル

発表 4：他国における REL/RL 開発の動向

発表 5：事例紹介 1：マダガスカルで開発した森林減少予測モデル、及び Gile 国立森林保護区への応用（AFD プロジェクト）

発表 6：事例紹介 2：ベトナムにおける REL/RL の試算（JICA プロジェクト）

発表 7：モザンビークにおける REL/RL 開発上の課題

- (1) モザンビークの森林定義の確定
- (2) 対象とする REDD+活動
- (3) REL/RL の計算に含める炭素プール
- (4) REDD+のアプローチ（全国または準国）
- (5) 活動データの整備
- (6) 排出係数の整備
- (7) 森林変化の外挿方法

発表に関しては、セミナー参加者の多くが、REDD+に関する知見を持ち合わせていないと考えられたため、まずは REDD+の概論及び COP 会議における REDD+に関連する決定文書の説明を行った。そして、COP 会議での決定文書等を基に、FREL/FRL とは何か、FREL/FRL の構築手順、構築上の留意点について説明を行った。さらに、現時点で UNFCCC に提出された FREL/FRL の概要、その他各国で進められている FREL/FRL の構築方法についての説明を行い、モザンビークにおける FREL/FRL 構築方法を考察する上での参考情報を提供した。これに関連して、過去に FREL/FRL 構築に携わった経験を持つ参加者による事例紹介を行った。

これらの情報を踏まえ、モザンビークにおいて FREL/FRL を構築する上での検討事項を挙げ、それぞれの検討項目についてどのように対処してモザンビークの FREL/FRL を構築していくのかについてセミナー参加者と協議を行った。

1.4.3 過去参照年の地図作成

参照年の地図作成については、新しい森林定義の決定に伴い修正した 2008 年森林被覆図を基に、2002 年、2005 年、2010 年及び 2013 年の 4 時点の参照年地図を作成することとなり（図 1.4.3.1 参照）、2008 年から過去及び未来の両方向に変化を追っていく手法を適用した。また、2008 年の森林被覆図は上記理由からカーボデルガド州の地図は 2016 年 4 月、ガザ州の地図は 2016 年 9 月末に完成したが、ベースとなる森林被覆・土地利用図については第 4 年次中の完成となるため、各参照年の衛星画像同士を比較して変化箇所を抽出して変化箇所内部を変化パターンごとに区分し、同区分結果を第 4 年次に完成する 2008 年森林被覆・土地利用図に重ねて、各参照年の森林被覆・土地利用図を作成した。

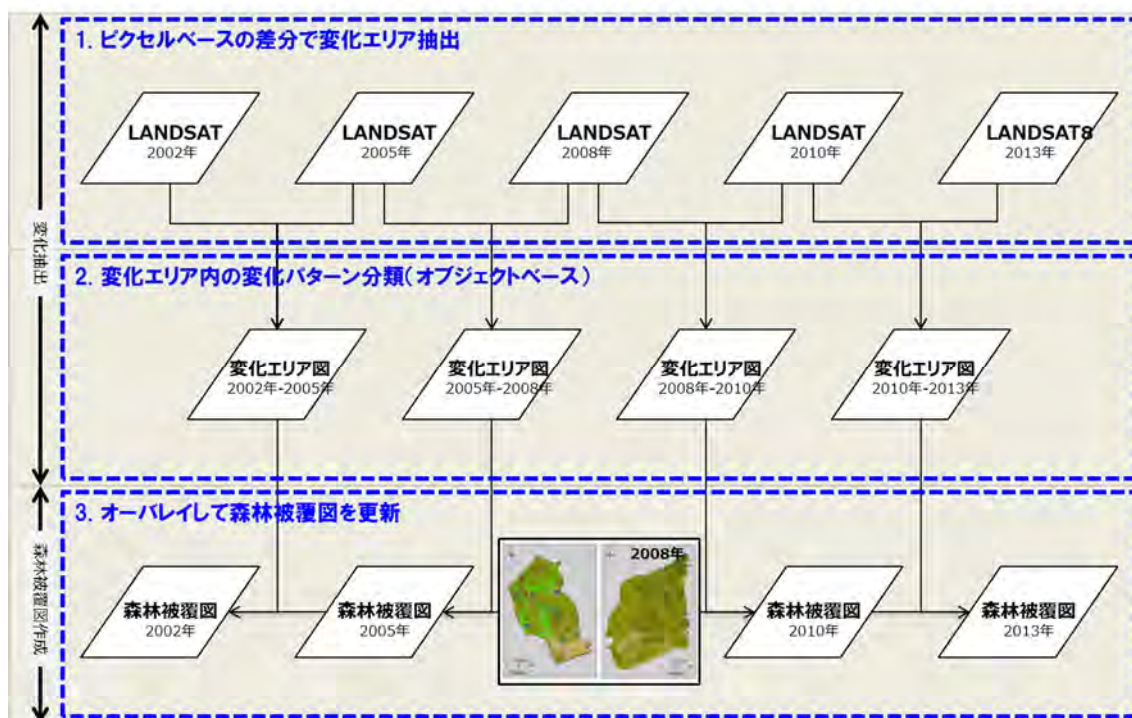


図 1.4.3.1 参照年地図の作成イメージ

参照年地図作成で重要となる、1) 衛星画像データ、2) 変化パターンについては、以下方針に基づいてそれぞれ検討・使用した。また、3) 概況調査を実施したので、その方法等を以下に記述する。さらに、上記検討及び概況調査の結果を勘案した上で、4) 変化エリアの面積、5) 解析フローを検討・適用した。

(1) 衛星画像データ

変化抽出を行うにあたり、適切な衛星画像を選定することが重要となる。衛星画像を検索する際、検索条件を任意で指定することができるが、本プロジェクトでは、雲量のほか、モザンビークの季節性（落葉や火入れの時期を含む）を考慮して、観測時期についても十分な注意を払う必要があった。また、2008年森林被覆図作成に使用した衛星画像（ALOS AVNIR-2）の多くは、同年の5月から9月（モザンビークの乾季前半に相当）の期間に観測されたものであることから、本プロジェクトのLANDSAT衛星画像もこれに倣い、アーカイブデータが十分に整備されていることを前提に、各参照年の5月から9月に観測された画像（特に火入れが行われる前の5月から7月に観測された画像）で、かつ雲で覆われる割合が少ない画像を最優先して選定した。以上の下、当初、衛星画像の選定にかかる暫定的な優先順位を表1.4.3.1に示したように決定した。


表 1.4.3.1 LANDSAT 衛星画像の優先順位（案）

順位	検索条件
1	各参照年の5月から7月で、雲量が少ない画像
2	各参照年の8月から9月で、雲量が少ない画像
3	各参照年の前後1年の5月から7月で、雲量が少ない画像
4	各参照年の前後1年の8月から9月で、雲量が少ない画像
5	各参照年またはその前後1年の5月から9月以外で、雲量が少ない画像

上述の通り、当初は、各参照年に観測された衛星画像を優先的に使用することを想定していたが、

初期検討を行った結果、乾季に行われる火入れの前後で画像の色調が大きく異なることから、観測年だけでなく、観測月も優先的に考慮することとした。具体的には、参照年または各参照年の前後1年の5から7月に観測された画像を最優先に、同4月、同8から9月、それ以外の順に使用することとした(図 1.4.3.2 参照)。

順位	色	検索条件
1	赤	各参照年の5月から7月で、雲量が少ない(10%以下)画像
2	黄	各参照年の8月から9月で、雲量が少ない(10%以下)画像
3	白	各参照年の4月で、雲量が少ない(10%以下)画像
4	青	各参照年の前後一年の5月から7月で、雲量が少ない(10%以下)画像
5	緑	各参照年の前後一年の8月から9月で、雲量が少ない(10%以下)画像
6	黒	各参照年の前後一年の4月で、雲量が少ない(10%以下)画像
7		各参照年またはその前後一年の4月から9月以外で、雲量が少ない画像



順位	色	検索条件
1	赤	各参照年の5月から7月で、雲量が少ない(10%以下)画像
2	青	各参照年の前後一年の5月から7月で、雲量が少ない(10%以下)画像
3	白	各参照年の4月で、雲量が少ない(10%以下)画像
4	黒	各参照年の前後一年の4月で、雲量が少ない(10%以下)画像
5	黄	各参照年の8月から9月で、雲量が少ない(10%以下)画像
6	緑	各参照年の前後一年の8月から9月で、雲量が少ない(10%以下)画像
7		各参照年またはその前後一年の4月から9月以外で、雲量が少ない画像

図 1.4.3.2 変更前(左)と変更後(右)の衛星画像検索条件の比較

変更した条件を基に選定し直した衛星画像のシーン ID (2017 年 2 月末時点) を、表 1.4.3.2、表 1.4.3.3 に示す。なお、同表に記載された ID の色は、図 1.4.3.2 で指定した色と基本合致する。再選定の結果、ガザ州、カーボデルガド州ともに、各参照年の 5 から 7 月(赤色)あるいはその前後 1 年の 5 から 7 月(青色)に観測された衛星画像で大部分カバーできることが分かった。ガザ州に関して、各参照年の前後 1 年の 4 月末に観測された衛星画像(黒色)は、5 月とほぼ同様の土地被覆状況と捉えられることから採用した。またカーボデルガド州に関して、参照年の 8 から 9 月(乾季後半に相当)に観測された衛星画像(黄色)は、その他の時期に観測された衛星画像と比較して色調が大きく異なるため、自動分類だけでは区分できない可能性が想定されるが、目視判読により別途対応することを前提に採用した。またカーボデルガド州の雲の多いエリアでは、複数の画像を組み合わせて対象範囲をカバーすることとした。

表 1.4.3.2 ガザ州で使用する Landsat 衛星画像（2017 年 2 月末時点）

バス	ロー	2002年 - 2005年		2005年 - 2008年		2008年 - 2010年		2010年 - 2013年	
		シェーブファイル	Landsat画像(期首)	シェーブファイル	Landsat画像(期首)	シェーブファイル	Landsat画像(期首)	シェーブファイル	Landsat画像(期首)
			Landsat画像(期末)		Landsat画像(期末)		Landsat画像(期末)		Landsat画像(期末)
166	77	166077_2005_40	LE71660772001152SGS00	166077_2008_40	LT51660772005203JSA00	166077_2010_40	LT51660772007177JSA00	166077_2013_40	LT5166077201012LJSA00
			LT51660772005203JSA00		LT51660772007177JSA00		LT5166077201012LJSA00		LC81660772013209LGN00
		167075_2005_40	LE71670752002178JSA00	167075_2008_40	LT51670752004144JSA00	167075_2010_40	LT51670752007120JSA00	167075_2013_40	LT51670752009125JSA01
167	76	167076_2005_40	LE71670762002130EDC00	167076_2008_40	LT51670762004144JSA00	167076_2010_40	LT51670762007120JSA00	167076_2013_40	LT51670762010336JSA01
			LT51670762005114JSA00		LT51670762007120JSA00		LT51670762010336JSA01		LC81670762013136LGN01
		167078_2005_40	LE71670782002130EDC00	167078_2008_40	LT51670782005162JSA00	167078_2010_40	LT51670782007200JSA00	167078_2013_40	LT5167078201115JSA00
168	75	168075_2005_40	LE71680752002137EDC00	168075_2008_40	LT51680752005137JSA00	168075_2010_40	LT51680752007143JSA00	168075_2013_40	LT51680752010336JSA01
			LT51680752005137JSA00		LT51680752007143JSA00		LT51680752010336JSA01		LC81680752013136LGN01
		168076_2005_40	LE71680762002169JSA00	168076_2008_40	LT51680762005201JSA00	168076_2010_40	LT51680762007143JSA00	168076_2013_40	LT51680762010119JSA00
169	75	169075_2005_40	LE71690752002144JSA00	169075_2008_40	LT51690752004158JSA00	169075_2010_40	LT51690752007198JSA00	169075_2013_40	LT5169075201026JSA00
			LT51690752005158JSA00		LT51690752007198JSA00		LT5169075201026JSA00		LC81690752013150LGN00
		169076_2005_40	LE71690762002144JSA00	169076_2008_40	LT51690762005160JSA00	169076_2010_40	LT51690762007198JSA00	169076_2013_40	LT51690762010126JSA00

表 1.4.3.3 カーボデルガド州で使用する Landsat 衛星画像（2017 年 2 月末時点）

バス	ロー	枝番	2002年 - 2005年		2005年 - 2008年		2008年 - 2010年		2010年 - 2013年	
			シェーブファイル	Landsat画像(期首)	シェーブファイル	Landsat画像(期首)	シェーブファイル	Landsat画像(期首)	シェーブファイル	Landsat画像(期首)
				Landsat画像(期末)		Landsat画像(期末)		Landsat画像(期末)		Landsat画像(期末)
67	68	164067_2005_40	LE71640672002205SGS00	164067_2008_40	LT51640672006176JSA00	164067_2010_40	LT51640672008166JSA00	164067_2013_40	LT51640672010107JSA00	
			LT51640672005205SGS00		LT51640672008166JSA00		LT51640672010107JSA00		LC81640672013211LGN00	
		164068_2005_40	LE71640682002125JSA00	164068_2008_40	LT51640682006176JSA00	164068_2010_40	LT51640682009136JSA00	164068_2013_40	LT51640682014134LGN00	
164	69	164069_2005_40	LE71640692002125JSA00	164069_2008_40_1	LT51640692006176JSA00	164069_2010_40_1	LT51640692008166JSA00	164069_2013_40	LT51640692010107JSA00	
			LT51640692005125JSA00		LT51640692006176JSA00		LT51640692008166JSA00		LC81640692013195LGN00	
		164070_2005_40	LE71640702002125JSA00	164070_2008_40	LT51640702006176JSA00	164070_2010_40_2	LT51640702009136JSA00	164070_2013_40	LT51640702013154LGN00	
67	68	165067_2005_40	LE71650672002132SGS00	165067_2008_40	LT51650672004130JSA00	165067_2010_40	LT51650672008141MLK00	165067_2013_40	LT51650672011229MLK00	
			LT51650672005132SGS00		LT51650672008141MLK00		LT51650672011229MLK00		LC81650672014205LGN00	
		165068_2005_40	LE71650682002132SGS00	165068_2008_40	LT51650682004130JSA00	165068_2010_40	LT51650682007122JSA00	165068_2013_40_1	LT51650682010194MLK00	
165	69	165069_2005_40	LE71650692002132SGS00	165069_2008_40_1	LT51650692004130JSA00	165069_2010_40_1	LT51650692007122JSA00	165069_2013_40_1	LT51650692010194MLK00	
			LT51650692005132SGS00		LT51650692007122JSA00		LT51650692010194MLK00		LC81650692013154LGN00	
		165070_2005_40	LE71650702002196SGS00	165070_2008_40	LT51650702004130JSA00	165070_2010_40_2	LT51650702007170JSA00	165070_2013_40	LT51650702009143JSA00	
68	69	166068_2005_40	LE71660682002139JSA00	166068_2008_40	LT51660682004169JSA00	166068_2010_40	LT51660682008157JSA01	166068_2013_40	LT5166068201157JSA00	
			LT51660682005139JSA00		LT51660682008157JSA01		LT5166068201157JSA00		LC8166068201317LGN01	
		166069_2005_40	LE71660692002139JSA00	166069_2008_40	LT51660692004169JSA00	166069_2010_40	LT51660692007170JSA00	166069_2013_40	LT51660692009143JSA00	
166	70	166070_2005_40	LE7166070200203SGS00	166070_2008_40	LT5166070200517JSA00	166070_2010_40	LT5166070200812JSA00	166070_2013_40	LT5166070201157JSA00	
			LT5166070200517JSA00		LT5166070200812JSA00		LT5166070201157JSA00		LC8166070201316LGN00	
		166070_2005_40	LE7166070200203SGS00	166070_2008_40	LT5166070200517JSA00	166070_2010_40	LT5166070200812JSA00	166070_2013_40	LT51660702009198MLK00	

(2) 変化パターン

本プロジェクトで作成する 2008 年森林被覆図の全分類項目（計 15 項目）を対象に 2 時点間の変化抽出を行う場合、本プロジェクトで提案する参照期間（2002 年から 2012 年まで最長約 10 年間）も考慮すると、実際には起こり得ない変化パターンも存在し得るため、全ての項目の組み合わせ

を対象とする必要はない。例えば、期首の時点でマングローブ林の場所が、2年後の期末の時点でメクルース林に変化していることは考えにくいいため、このような変化パターンは、当初から変化抽出の対象から除外することができるものと考えた。また、地上で特定可能な森林クラスまたは変化パターンと、衛星画像上で分類可能な森林クラスまたは変化パターンとでは必ずしも一致しない点にも留意する必要がある。

これまで本プロジェクトで行ったフィールド調査及び第9回 RS-TWG にて C/P と協議した結果を参考に変化パターン表(案)を作成した(表 1.4.3.3)。同表の縦軸は期首時点の分類項目、横軸は期末時点の分類項目を示し、また“ ”は、期首から期末の時点間に起こり得る変化パターン、“ ”は、期首から期末の時点間に起こり得る変化パターンではあるが、技術的な検討が必要で、かつ現場確認もされていない変化パターン、“×”は、期首から期末の時点間に起こり得ない変化パターンを示す。同表の内容から、変化抽出の対象とする変化パターンを大きく絞り込むことができることを確認した。同表の内容を基に変化抽出作業を行い、作業の進捗に合わせて、適宜更新した。

		期末															
		11	12	13	14	21	22	23	33	35	36	37	38	41	42	43	
		半常緑林(密)	半常緑林(疎)	メクルース林	マングローブ林	半常緑林(密)	半常緑林(疎)	モハベ林	チケント	非森林樹林地・草地	浸水草地	樹木作物地	耕作地	裸地	都市域	水域	
期首	11 半常緑林(密)		○	×	×	×	×	×	△	○	×	○	○	×	○	×	
	12 半常緑林(疎)	○		×	×	×	×	×	△	○	×	○	○	×	○	×	
	13 メクルース林	×	×		×	×	×	×	△	○	×	△	○	×	○	×	
	14 マングローブ林	×	×	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	
	21 半常緑林(密)	×	×	×	×		○	△	△	○	×	○	○	×	○	×	
	22 半常緑林(疎)	×	×	×	×	○		△	△	○	×	○	○	×	○	×	
	23 モハベ林	×	×	×	×	△	△		△	○	×	○	○	×	○	×	
	33 チケント	×	△	×	×	×	△	×		×	×	○	○	×	○	×	
	35 非森林樹林地・草地	×	○	×	×	×	○	○	△		○	○	○	×	○	○	
	36 浸水草地	×	×	×	×	×	×	×	×	○		○	○	×	○	○	
	37 樹木作物地	×	○	×	×	×	○	○	△	△	×		△	×	○	×	
	38 耕作地	×	×	×	×	×	×	×	△	△	△	△		×	○	×	
	41 裸地	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		×	○	
	42 都市域	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	△	△	×		×	
	43 水域	×	×	×	△	×	×	×	×	○	○	×	×	○	×		

図 1.4.3.3 時点間の変化パターン案(2017年2月末時点)

(3) 概況調査の実施

参照年地図作成に先立ち、ガザ州、カーボデルガド州でどのような森林変化が発生しているかを確認するために概況調査を実施した。過去に実施した森林被覆図作成に係る GT 調査では、調査時点あるいは近年の土地被覆タイプを確認することを目的として実施したが、本概況調査では、調査時点の土地被覆タイプまたは土地利用タイプのほかに、2002年から2013年までの参照期間中に起こった森林動態(変化パターン)の把握を目的として実施した。本概況調査の概要を、以下に示す。

1) 目的

- 現地確認及び地元住民への聞き取り調査を介して、ガザ州、カーボデルガド州内に見られる典型的な変化パターンを特定する。
- 衛星画像の色調と典型的な変化パターンの土地被覆状況の対応関係を繰り返し確認し、変化エリア図作成に係る自動分類の教師データとして蓄積する。

2) 対象地域

事前分析の結果を基に、ガザ州マバラネ郡、ギジャ郡、カーボデルガド州パルマ郡及びモシンボア・ダ・プライア郡、アंकアベ郡を調査対象地域に選定した。

3) 行程

ガザ州、カーボデルガド州の調査行程を、表 1.4.3.4、表 1.4.3.5 にそれぞれ示す。ガザ州では 6 月 6 日から同 11 日までの 6 日間、カーボデルガド州では 6 月 19 日から同 25 日までの 7 日間、調査を実施した。

表 1.4.3.4 ガザ州調査行程

月日			目的地及び活動
6	6	月	マプトからシャイシャイへ移動 SPFFB 表敬訪問 シャイシャイからマバラネへ移動
6	7	火	マバラネ郡 SDAE 局長を表敬訪問 マバラネ郡内で GT 実施 (3 点)
6	8	水	給油車の到着が遅れ、マバラネ村で待機
6	9	木	マバラネ郡内で GT 実施 (4 点) マバラネからショクエへ移動
6	10	金	ギジャ郡 SDAE 局長を表敬訪問 ギジャ郡内で GT 実施 (3 点)
6	11	土	ショクエからシャイシャイへ移動 シャイシャイからマプトへ移動

表 1.4.3.5 カーボデルガド州調査行程

月日			目的地及び活動
6	19	日	マプトからペンバへ移動 (空路) ペンバからモシンボア・ダ・プライアへ移動
6	20	月	パルマ郡 SDAE 局長を表敬訪問 パルマ郡内で GT 実施
6	21	火	パルマ郡内で GT 実施
6	22	水	モシンボア・ダ・プライア郡 SDAE 局長を表敬訪問 パルマ、モシンボア・ダ・プライア郡内で GT 実施 モシンボア・ダ・プライアからメトロへ移動
6	23	木	アंकアベ郡 SDAE 局長を表敬訪問 アंकアベ郡内で GT 実施

月日			目的地及び活動
			モンテプエズへ移動
6	24	金	アंकアベ郡内で GT 実施 モンテプエズからペンバへ移動
6	25	土	SPFFB 局長を表敬訪問 ペンバからマプトへ移動（空路）

4) 実施体制

本調査では、C/P 職員への技術移転も兼ねており、日本人専門家と C/P 職員が共同で実施した。各州の調査実施体制を、表 1.4.3.6、表 1.4.3.7 に示す。

表 1.4.3.6 ガザ州調査実施体制

日本人専門家	中西平	主査
	戸田真理子	調査補佐（ロジ含む）
C/P (DNRI)	Mr. Pachis Mugas	調査、渉外
C/P (SPFFB)	Mr. Mário Aleluia Beca	調査、渉外
運転手	ローカルスタッフ 2 名	車両の運転

表 1.4.3.7 カーボデルガド州調査実施体制

日本人専門家	中西平	主査、ロジ
C/P (DNRI)	Mr. Danilo Cunhete	調査、渉外
	Ms. Émia Pedro	調査、渉外
C/P (SPFFB)	Mr. Diomba	調査、渉外
運転手	ローカルスタッフ 2 名	車両の運転

5) 調査方法

本調査では、（1）事前分析（衛星画像の選定及び前処理含む）、（2）周辺住民への聞き取り調査、（3）フィールドデータの収集、（4）調査結果を踏まえた手法検討、の順で実施した（図 1.4.3.4 参照）。

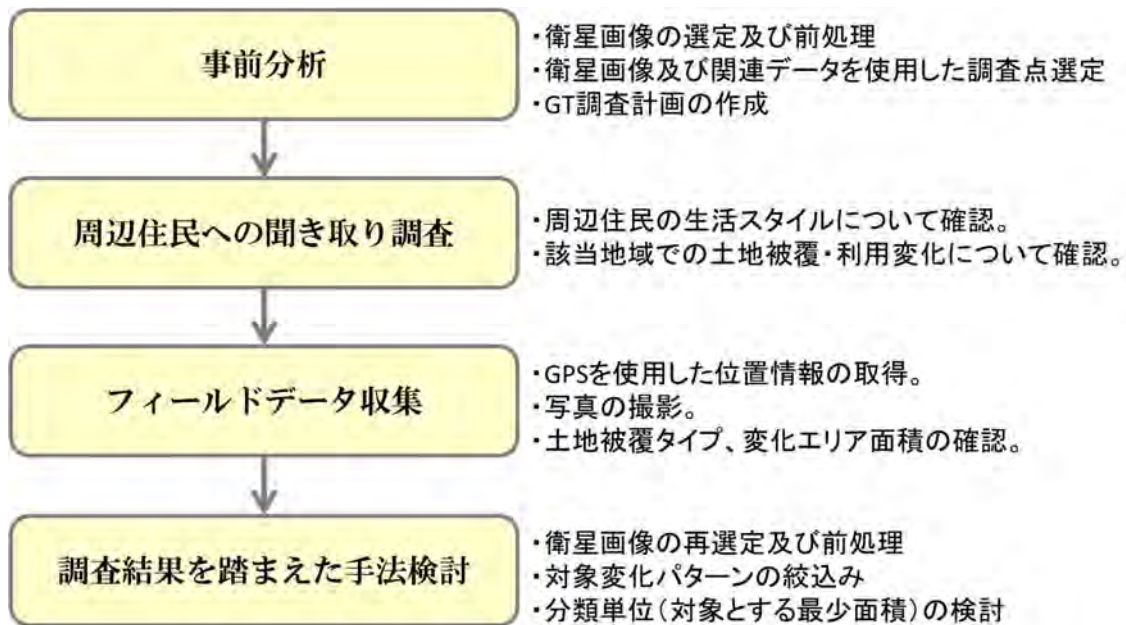


図 1.4.3.4 概況調査で適用した作業フロー

(4) 変化エリアの面積

衛星画像の解析作業に先立って実施した概況調査及び衛星画像を使用した事前分析から、ガザ州、カーボデルガド州では、森林から耕作地へ変化した場所では、1ha 程度の面積の場所も多く確認された。そのため本業務では、このような面積の小さい変化場所が変化面積全体の多くを占める可能性が高いことから、1ha 程度の面積の変化エリアまで抽出の対象とした。図 1.4.3.5 は、本業務で適用したセグメントを示しており、また同図上の黄色い楕円は、概況調査で現地確認した 1～3ha 程度の面積の変化エリアを示す。

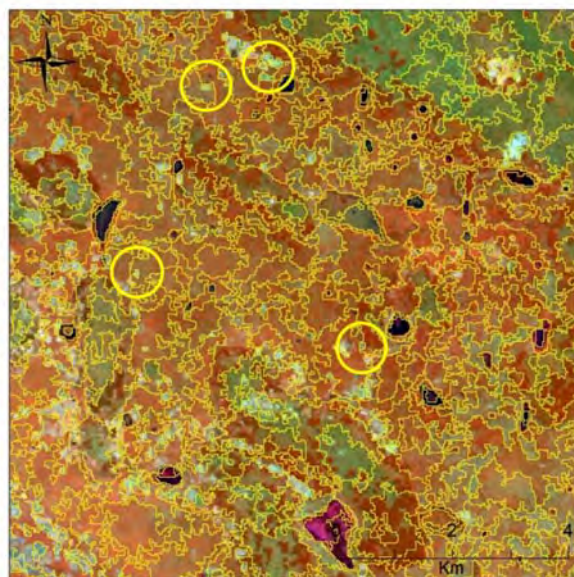


図 1.4.3.5 本業務で適用したセグメントと 1～3ha 程度の変化エリア

(5) 解析フロー

衛星画像データや変化パターンの検討及び概況調査の結果を勘案した上で、図 1.4.3.1 図 1.4.3.2

で示した参照年地図の作成イメージを達成するために必要な解析フローを検討した。同解析フローは、衛星画像の前処理、セグメンテーション（類似した特徴量を持った隣接する画素をグループ化してオブジェクトを作成する処理）、自動分類、GIS 解析、目視判読、変化エリア図作成、参照年地図作成から構成されている。具体的に、衛星画像の前処理では、衛星画像の幾何補正、DN 値から反射率への変換、指標データの作成、2 時点の衛星画像の差分抽出を行った。セグメンテーションでは、前処理を行った衛星画像からポリゴンを作成した。自動分類では、教師付き分類を行い、変化エリアを区分した。GIS 解析では、2008 年森林被覆図から作成したデータを使用して、樹木作物地など、変化が少ないと考えられる地域のポリゴンを特定し、判読対象ポリゴンの絞り込みを行った。また、雲や雲影などは衛星画像の反射率や指標データを基にマスクデータを作成して区分を行った。目視判読では、教師付き分類で区分し、さらに GIS 解析で絞り込みを行ったポリゴンを、さらに個々の変化パターンへ区分し、また誤抽出されたポリゴンの修正を行った。衛星画像の前処理フローを図 1.4.3.6 に、またセグメンテーションから参照年地図作成までの解析フローを図 1.4.3.7 にそれぞれ示す。

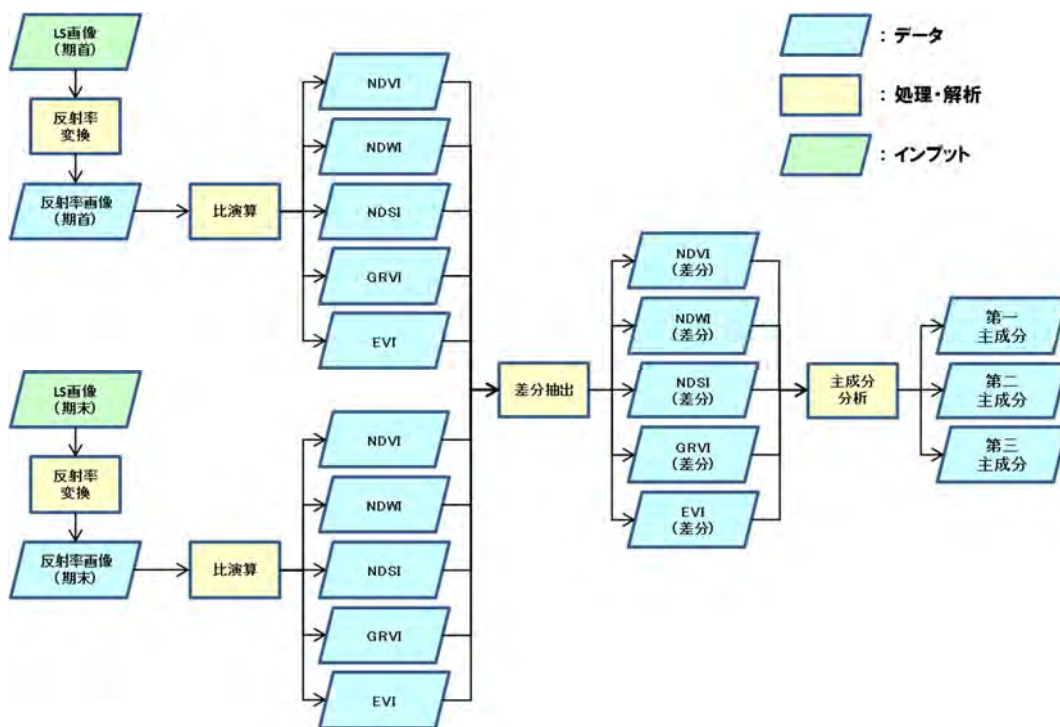


図 1.4.3.6 Landsat 衛星画像前処理の解析フロー

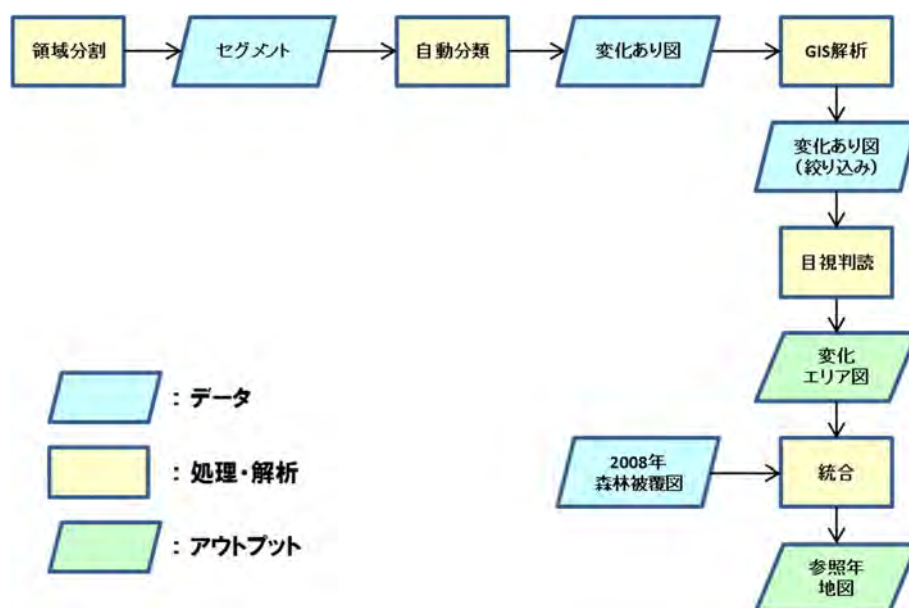


図 1.4.3.7 セグメンテーションから参照年地図作成までの解析フロー

1.4.4 FREL/FRL の算出マニュアルの作成

FREL/FRL の策定方法は、上記の図 1.4.1.1 に示された手順で開発した。まず、FREL/FRL 策定工程のフロー において収集・分析した既存の関連情報に基づいて策定方法案を作成し、フロー～フロー の工程を進めていく中で得られた教訓を、適宜、策定方法案にフィードバックしながら開発した。このように開発した FREL/FRL の策定方法を基に、FREL/FRL の算出マニュアルを作成した。また、FREL/FRL の策定過程においては、モザンビークの社会経済状況及び C/P の能力や、COP、SBSTA での FREL/FRL に関する議論の動向を考慮に入れ、必要に応じて、FREL/FRL の策定に反映させて、マニュアルの中でも取り扱った。

1.5 成果 4 にかかる活動

1.5.1 バイオマス及び炭素量推定に関するセミナーの開催

(1) バイオマス及び炭素量推定に関するセミナーの開催準備

バイオマス及び炭素量推定に関して関係者を集めて基礎的な知識の共有を行うためのセミナーの準備を行った。具体的には、REL/RL に関するセミナーと同様に、セミナー開催の目的及び位置付け、セミナーの開催日時及び開催場所、参加者、各発表の内容及び発表者、議事進行を務める議長、セミナーの進め方についてカウンターパート(TWG メンバー)と協議し、合意を得た。また、この合意内容に基づいて、開催場の確保、招待者への通知、資料作成を行った。

この過程においては、TWG での協議において、炭素量推定の方法・手順や炭素量データの活用(排出係数の構築等)について確認を行った。セミナーでの発表内容は、これらを明確にするものとした。

(2) バイオマス及び炭素量推定に関するセミナーの開催

TWG での協議結果を踏まえ、バイオマス/炭素量測定に関するセミナーを 2014 年 7 月 2 日に開催した。また、セミナー翌日の 7 月 3 日には、バイオマス/炭素量推定の計算演習を行うトレーニング

グ開催した。バイオマス調査の方法論については現場の政府関係者もその知識習得の必要性があることから、このセミナー及びトレーニングには地方の SPFFB の職員も参加した。

なお、セミナーの位置付けは結論を出すためのものではなく、参加者の意見を引き出す場とすることとした。その上で、セミナーで出された意見を基に TWG で改めて協議を行い、大まかな合意を得るという進め方とした。

1) バイオマス/炭素量測定に関するセミナー

REDD+における炭素データの活用方法及び炭素量推定の計測方法・手順の理解を促す目的で、マプト市内の Institute of Telecommunication の講義室においてセミナーを開催した。セミナーには、合計 30 名 (DNTF から 6 名、MICOA から 1 名、SPFFB から 10 名、ドナー・NGO から 4 名、JICA 事務所から 1 名、その他 8 名) が参加した。多くの参加者が REDD+に関する知識を持ち合わせていないと思われたため、発表内容には森林減少・劣化が温室効果ガス排出ソースとして重要である点や、その対策として REDD+という仕組みが生まれた背景等についての説明を加えた。セミナーのプログラム及び各発表内容のアウトラインは以下に示す通りである。

プログラム：

時間	内容	発表者	議長
08:00 – 08:30	参加者記名		
08:30 – 08:45	開会挨拶	Joaquim Macuacua (DNRI 部長)	
08:45 – 09:00	発表 1：REDD+概要、及び実施のための必要事項	Joaquim Macuacua (DNRI 部長)	Joaquim Macuacua (DNRI 部長)
09:00 – 09:30	発表 2：炭素量分析に関する基礎的事項	千葉裕起 (JICA 専門家)	
09:30 – 11:15	発表 3：炭素量推定のための計測方法及び手順	佐藤顕信 (JICA 専門家)	
11:00 – 11:15	休憩		
11:15 – 11:45	発表 4：炭素量分計測より得られたデータの活用	千葉裕起 (JICA 専門家)	
11:45 – 12:15	質疑		
12:15 – 13:30	昼食		
13:30 – 14:45	発表 5：事例紹介 (他国における炭素量計測の結果)	佐藤顕信 (JICA 専門家)	Joaquim Macuacua (DNRI 部長)
14:45 – 15:00	質疑		
15:00 – 15:15	休憩		
15:15 – 16:15	協議 - REDD+実施に必要なデータのモザンビーク内での整備状況 - モザンビーク内での既存データの活用		Joaquim Macuacua (DNRI 部長)
16:15 – 16:30	閉会挨拶	Joaquim Macuacua (DNRI 部長)	

発表内容のアウトライン：

発表 1：REDD+の概要及び実施のための必要事項

- (1) 森林減少・劣化からの排出を削減することにより得られる便益
- (2) 精度の高い炭素吸収及び排出量の測定の必要性

発表 2：炭素量分析に関する基礎的事項

- (1) 基礎概要：インベントリー・データの炭素量への変換の必要性
- (2) 容積 (m³) から質量 (ton) への変換方法
 - 1) 変換に使われる係数及びアロメトリー式：BCEF、BEF、WD、R/S Ratio 等
 - 2) デフォルトの係数及びアロメトリー式の活用 (Tier 1 データの活用)
 - 3) フィールド調査により収集したデータに基づく係数及びアロメトリー式の作成

発表 3：炭素量推定のための計測方法・手順

- (1) フィールド計測
 - 1) サンプリングによる調査方法
 - サンプリングによるフィールド調査の理論的方法
 - 個々の樹木データの入手：個々の樹木の係数を算出
 - 2) サンプルのバイオマス計測
 - 地上部バイオマス：幹；枝；葉
 - 地下部バイオマス
 - 3) 土壌炭素、枯死木、リターの扱い
- (2) 実験室での作業：乾燥重量の計測
- (3) 分析作業
 - 1) 個々の樹木データの分析：個々の樹木の係数の算出
 - 2) 個々の樹木データの林分データへの変換 (インベントリー・データの活用)

発表 4：計測により得られたデータの活用

- (1) REL/RL の設定
- (2) 排出係数の計算

発表 5：調査事例：他国における計測結果

- (1) カメルーンの事例
- (2) ベトナムの事例

セミナーにおいては、炭素量推定に関する基礎知識、測定手順、他国における調査事例等の説明を行った。その上で、モザンビーク内でのデータの整備状況及び既存データをどのように REDD+ に活用できるのかについて協議を行った。また、計測対象とすべき炭素プール、バイオマス調査の必要性等についても協議を行った。

2) バイオマス/炭素量推定に関する計算演習トレーニング

セミナーの翌日、セミナー参加者のうち、今後カーボン推定を実施あるいは監督していく立場になり得る旧 DNTF の職員及び旧 SPFFB の職員に対して、バイオマス/炭素量推定に関する計算演習を行うトレーニングを行った。トレーニングの目的は、実際の調査で計測したサンプル・データを基にセミナーで説明した炭素量推定の手順の理解を促進することで、合計 12 名 (旧 DNTF から 2 名、旧 SPFFB から 10 名) が参加した。また、トレーニングの講師は本プロジェクト専門家の佐藤顕信が務めた。

トレーニングでは、主に、実際のインベントリー・データを基に胸高直径とバイオマスの関係を推測するアロメトリー式を構築し、その式を基にインベントリー・データで計測した胸高直径の値を活用して各樹木のバイオマスを計測した。そして、その結果をサンプル及び ha 当りのバイオマス量に変換する作業を基に行った。また、バイオマス変換拡大係数 (BCEF) を基にした、ha 当

りのバイオマスの計算を行った。このトレーニングで演習を行った項目は以下の通りである。

トレーニング演習項目：

- サンプル木の各器官のドライ・ファクターの計算
- サンプル木の各器官の総乾燥重量の計算
- サンプル木の胸高直径 (DBH) とバイオマスの関係を示す散布図の作成及び近似線の構築
- アロメトリー式とサンプルプロットのデータを活用した、各サンプル木の地上部バイオマス (AGB) の推定；プロット当たり、ha 当りの AGB の計算
- アロメトリー式及びサンプルプロットデータを活用した各サンプル木の幹及び地下部バイオマス (BGB) の推定；プロット及び ha 当りの幹及び地下部バイオマスの計算
- 各プロットの炭素量の計算
- 容積、AGB 及び BGB データを活用した BCEF、R/S レシオの計算
- BCEF、R/S レシオを活用した AGB 及び BGB の推定；炭素量の推定

1.5.2 炭素量推定の方法論の検討

本プロジェクトで設定する FREL/FRL の主要な要素である EF の計算に適用する炭素量推定の方法論を検討した。炭素量推定のベースとなるデータの整備に関しては、バイオマス及び炭素量推定に関するセミナー（後述）及び TWG メンバーとの協議結果に従って、国内の既存のデータ収集から開始した。そして、不足しているデータをどのように補完していくのかについて検討した。具体的には以下の点について、TWG メンバー及びその他専門家との協議を通じて確認を行った。

- 既存のアロメトリー式、BCEF、BEF、R/S レシオの有無
- 既存のアロメトリー式がカバーできる森林タイプ：モザンビーク内には様々な森林タイプが存在するが、その 1 つ 1 つにアロメトリー式を整備するのは難しい。既存の各アロメトリー式についてどの範囲の森林タイプに適用でき得るのかについての考察
- 計測対象とする炭素プール：技術、コスト等の観点から計測でき得る炭素プール。
- 既存のアロメトリー式がない森林タイプの炭素量推定方法：IPCC ガイドラインのデフォルト値 (Tier 1) の活用、バイオマス調査の実施等。

炭素量推定の方法論の検討に際しては、上述の活動を通じて確認できた既存のデータ、及び本プロジェクトで実施される活動を通じて開発されるデータ等を考慮して、TWG メンバー、UEM の研究者、UT-REDD 等との協議を通じて、最も適切な方法を適用することを念頭に置いた。

1.5.3 バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドラインの作成及び改訂

(1) バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドラインの作成

モザンビーク側カウンターパートが、本プロジェクト終了後においても独自で REDD+ のモニタリングに係る排出係数構築のためのデータを整備することを促進するため、『バイオマス及び炭素量推定の推定モデル策定のためのガイドライン』を第 2 年次に作成した。

ガイドラインの作成に当たっては、上述の「バイオマス/炭素量測定に関するセミナー」、「バイオマス/炭素量推定に関する計算演習トレーニング」、TWG での協議内容等を基に、その構成、内容を検討した。その結果、ガイドラインを「バイオマス及び炭素量推定モデルを策定するための手順及び留意点」を説明する第 1 部、モザンビークに提案する「バイオマス及び炭素量推定方法」

を説明する第 2 部から成る 2 部構成とした。

第 1 部に関しては上述のセミナーにおいてバイオマス調査の実施に伴うコストを考慮して国内の既存データの収集から始めるといったコメントがあり、また、セミナー後に開催した TWG においても同様の共通認識を得ていたため、既存のデータ収集をベースに、Tier2 レベルのデータがない場合にどのようにデータを補完していくのかという観点も含めてモデル策定プロセスを説明することとした。第 2 部に関しては、上述のセミナー及びその翌日に開催したトレーニングで説明した方法をベースに、バイオマス調査を行う際のフィールドでのデータ収集方法、収集したデータを基にしたアロメトリー式の開発方法手順等についての説明を記載した。

(2) バイオマス及び炭素量の推定モデルの見直し

第 4 年次に実施したバイオマス調査の実施及び実施結果に基づいて、バイオマス及び炭素量の推定モデルの見直しを行った。バイオマス調査は、基本的に『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』で示された手順に従って実施したが、実際に調査を実施する過程において、同ガイドラインとは異なる手順の方がスムーズに調査を進められる点、同ガイドラインで触れられていないが、バイオマス調査実施において考慮すべき点(技術面、運営面)などが確認できた。これらの点を踏まえ、『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』改訂のポイントを取りまとめた。

(3) バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドラインの改訂

上述の改訂ポイントに基づいて、『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』を改訂した。具体的な改訂項目は以下のとおりである。

- 調査実施のロジスティックに関する説明の追加
- サンプル破壊調査の代替手順・手法に関する記述の追加
- アロメトリー式の作成方法に関する説明の追加
- 非森林地の炭素ストックに関する情報の追加
- モザンビークにおけるバイオマス推定で適用できるアロメトリー式に関する情報の更新

1.5.4 アロメトリー式開発のためのバイオマス調査の実施

第 2～第 3 年次においてモザンビーク内におけるバイオマス推定アロメトリー式の整備状況を確認したところ、地上部バイオマス (AGB) に関しては、既存のアロメトリー式により森林被覆図で示される森林タイプ全てに対応できることが確認できた。一方、地下部バイオマス (BGB) に関しては、常緑林、モパネ林、マングローブ林のアロメトリー式が確認できなかった。従って、モザンビークにおける Tier 2 レベルの排出係数の整備に資するため、これら 3 つの森林タイプのいずれかにおいて BGB 推定のアロメトリー式開発を目的としたバイオマス調査を実施することとした。さらに、これら 3 つの森林タイプの中では、モパネ林がモザンビーク内において最大面積をカバーしていることから、モパネ林を対象としたバイオマス調査を実施した。調査の概要については以下に記述する。

(1) 実施期間：2016 年 7 月 4 日～7 月 22 日 (移動日を含む)

事前準備に必要な期間を考慮して、バイオマス調査は 2016 年 7 月に実施した。この時期は、乾季の始まりから数か月経過しているため葉が幾分落ち、AGB の計測結果には多少影響が出ることが

予想されたが、本調査の主目的は BGB 推定のアロメトリー式開発であるため、特に問題はないと考えた。

なお、調査計画時には調査予定期間を 7 月 4 日～7 月 18 日（7 月 19 日～7 月 21 日を調査が長引いた際の予備日とした）としたが、調査実施中において、サンプル木の取り方の変更を余儀なくされたこと（以下に詳細記述）、調査地の近隣村落のしきたりに従う必要が生じたこと、機材の故障などの理由により 4 日間の延長となり、実施期間は 7 月 4 日～7 月 22 日となった。バイオマス調査の活動日程を以下の表 1.5.4.1 に示す。

表 1.5.4.1 バイオマス調査の活動日程

日付		活動内容	宿泊地
7 月 4 日	月	移動：マプト マパイ	マパイ
7 月 5 日	火	移動：マパイ マッサンジェナ サンプル木の選定	マッサンジェナ
7 月 6 日	水	フィールド調査：1 サンプル（DBH 56.6cm）	マッサンジェナ
7 月 7 日	木	フィールド調査：1 サンプル（DBH 62.3cm）	マッサンジェナ
7 月 8 日	金	フィールド調査：3 サンプル（DBH 5cm/21cm/51cm）	マッサンジェナ
7 月 9 日	土	フィールド調査：3 サンプル（DBH 8cm/17cm/45cm）	マッサンジェナ
7 月 10 日	日	休息日	マッサンジェナ
7 月 11 日	月	フィールド調査：1 サンプル（DBH 87.6cm）	マッサンジェナ
7 月 12 日	火	フィールド調査：1 サンプル（DBH 74.5cm） サンプル木の選定	マッサンジェナ
7 月 13 日	水	フィールド調査：2 サンプル（DBH 24.5cm/31cm）	マッサンジェナ
7 月 14 日	木	フィールド調査：2 サンプル（DBH 33.5cm/40cm）	マッサンジェナ
7 月 15 日	金	フィールド調査：1 サンプル（DBH 109.2cm）	マッサンジェナ
7 月 16 日	土	フィールド調査：1 サンプル（DBH 80.5cm）	マッサンジェナ
7 月 17 日	日	休息日	マッサンジェナ
7 月 18 日	月	サンプル木の選定	マッサンジェナ
7 月 19 日	火	フィールド調査：1 サンプル（DBH 101.8cm）	マッサンジェナ
7 月 20 日	水	フィールド調査：7 月 19 日からの継続	マッサンジェナ
7 月 21 日	木	移動：マッサンジェナ シャイシャイ	シャイシャイ
7 月 22 日	金	移動：シャイシャイ マプト バイオマス調査の全体手順に関する講義 アロメトリー式開発の計算実習	マプト

（2）調査対象地：ガザ州マッサンジェナ郡

バイオマス推定のアロメトリー式を開発するためには、対象とする樹種の最大径級の個体をサンプル木に含める必要がある。モザンビーク内のモパネ林の多くは開発の影響をうけており、モパネの最大径級の個体は少なくなっていると考えられていたが、2016 年 3 月にガザ州マッサンジェナ郡において事前調査を実施したところ、モパネの最大径級と考えられていた胸高直径が 80cm を超える個体の存在が確認できた。従って、ガザ州マッサンジェナ郡において調査を実施した。

（3）実施方法

基本的には、本プロジェクトの第 2 年次に作成した『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』に従い、以下に示した手順で進めた。また、あくまで目的は BGB のアロメトリー式開発であるが、AGB のアロメトリー式開発に必要なデータの収集も行った。

1) フィールドでのサンプル木の計測

データを収集する各径級のサンプル木を選定し、各サンプル木の樹高、胸高直径等を計測した。



樹高の計測



胸高直径等の計測位置の確認



地上での根の掘り取り範囲の設定

2) フィールドでのサンプル木の破壊調査

『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』では、まず、地上部を(チェーンソー等を用いて)伐倒し、その後で(バックホウ等を用いて)根を掘り起こす手順が示されている。しかし、この手順に従って調査を進めたところ、地中に残った根株を掘り起こすのに多くの時間と労力を費やしたため、3本目のサンプル木からは、まずサンプル木の周りの土壌、根(側根)をバックホウで掘り起こし、地上部分が不安定な状態になったところで幹を(バックホウにより)押し倒すことで根株を掘り起こす方法を採用した。伐倒した後、サンプル木を地上0cm部分で地上部と地下部に分離し、地上部は、幹、枝、葉の各組織に分解し、組織別に生重量を計測した。そして、各組織から乾燥重量計測用のサブサンプルを抽出し、その生重量を計測した。

地下部に関しては、伐倒後にもバックホウによる根の掘り起こしを行い、収集した根に付着した土を落としてから生重量を計測した。また、バックホウにより細かく粉碎された根の破片が掘り起こされた土の中に多数残るため、掘り起こしが終わった後にバックホウのローダー1杯分(1m³)の土を取り、その中に含まれている細かい根の破片を拾ってその生重量を計測した。そして、掘り起こされたエリアに戻される土の量(ローダー何杯分)を数え、それをローダー1杯の土に含まれている細かい根の生重量にかけて、細かい根全体の生重量を推定した。そして、地上部の各組

織と同様に根のサブサンプルを抽出して、その生重量を計測した。



サンプル木周辺の掘り起しと根の収集



サンプル木を押し倒す



幹と枝葉の切り離し



枝と葉の分離



幹の生重量測定



枝の生重量測定

モパネ (*Colophospermum mopane*) は伐採や干ばつ、山火事等のストレスにより蘖(ひこばえ)を形成し根茎更新することから、サンプル木として選んだ個体が根茎更新を含んでいた場合の地下部バイオマスの計測方法を、外部専門家の協力を得ながら検討した。結果として、サンプル木(単木)の根を全て掘り出すのではなく、地上での根の掘り取り範囲を決めてその範囲内にあるモパネの根を全て(サンプル木以外の根も含めて)掘り出すという方法を採用した。なお、この

方法は、REDD-Plus COOKBOOK ANNEX (Research Manual Vol. 2, Destructive Sampling for Tree Biomass)で紹介された方法に基づいている。

根の掘り取り範囲は、サンプル木の樹冠の投影エリアとしたが、サンプル木と隣接木の樹冠の投影エリアが重なる場合は、サンプル木と隣接木の DBH 比で両木間の距離を案分し、サンプル木側のエリアを根の掘り取り範囲とした(図 1.5.4.1 参照)。なお、根の掘り取り範囲設定に考慮する隣接木は、サンプル木と樹冠の階層が同レベル以上のもののみとした。

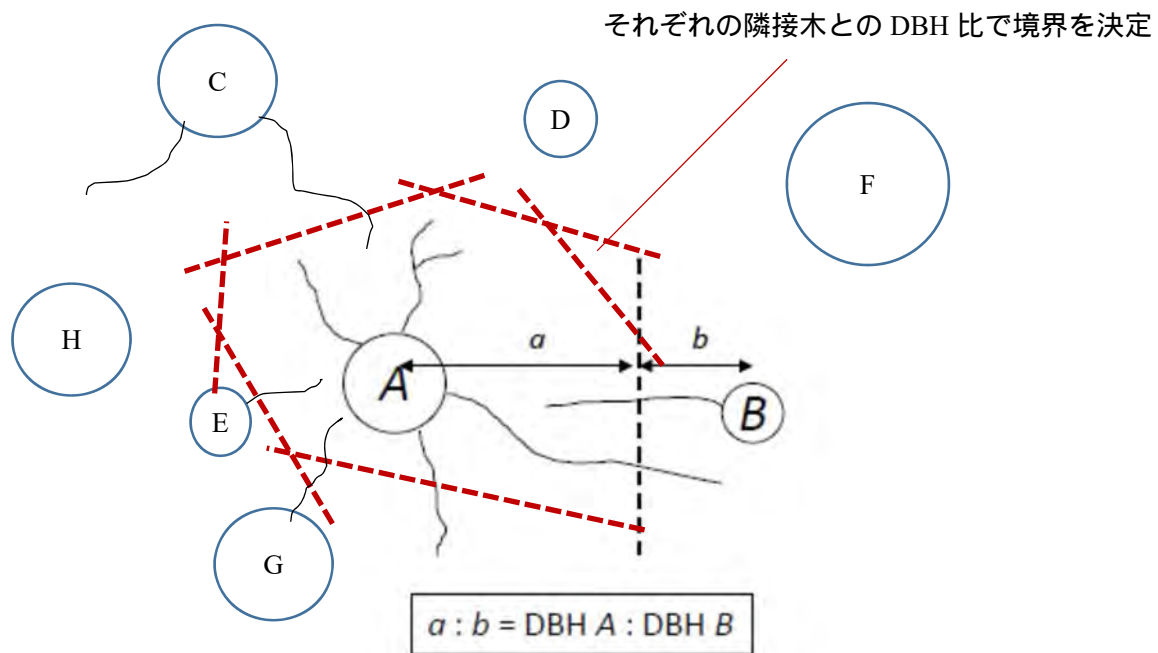


図 1.5.4.1 サンプル木 (A) の根の掘り取り範囲 (Monda et al. (改造))

3) 乾燥重量の計測

各組織のサブサンプルを実験室に持ち帰り、乾燥機を用いて乾燥重量を計測した。サブサンプルは、90 に温度設定した乾燥機の中に、まず 72 時間入れて乾燥後の重量を計測した(1 回目の計測)。そのサブサンプルは同様の環境でさらに 24 時間乾燥させて重量を計測した(2 回目の計測)。1 回目と 2 回目の計測値の差が 1 グラム未満であれば 2 回目の計測値を乾燥重量として確定した。計測値の差が 1 グラム以上の場合、計測値の差が 1 グラム未満になるまで乾燥及び 24 時間毎の計測を継続した。

4) 計測結果の分析

フィールドで計測した各サンプル木の組織別の生重量、サブサンプルの組織別の生重量、及び実験室で計測した組織別の乾燥重量のデータから各サンプル木の AGB と BGB の総乾燥重量(バイオマス)を推定した。そして、フィールドで計測した各サンプル木の樹高、胸高直径等のデータとバイオマスを比較する散布図を作成し、これらの関係を分析し、アロメトリー式を開発した。

(4) サンプル数 : 17 本

2016 年 3 月に実施した事前調査において確認できた最大の個体は胸高直径が約 80cm であった

め、調査実施前は、胸高直径 5cm～80cm の範囲で 5cm 毎にサンプル木を 1 本ずつ取り、計 16 本のサンプルを採取することを計画した。しかし、調査を開始後、調査現場において胸高直径が 80cm を超える個体（最大 109cm）がいくつか発見されたため、109cm を最大径級としたサンプルの取り方を再度検討する必要性が生じた。しかし、時間的制約等により胸高直径 5cm～109cm の範囲で 5cm 毎にサンプルを取ることは難しく、最小直径と最大直径の間で、サンプル木の直径階に偏りが無いようバランスを考慮してサンプルを取った結果、17 本のサンプルデータを採取した。

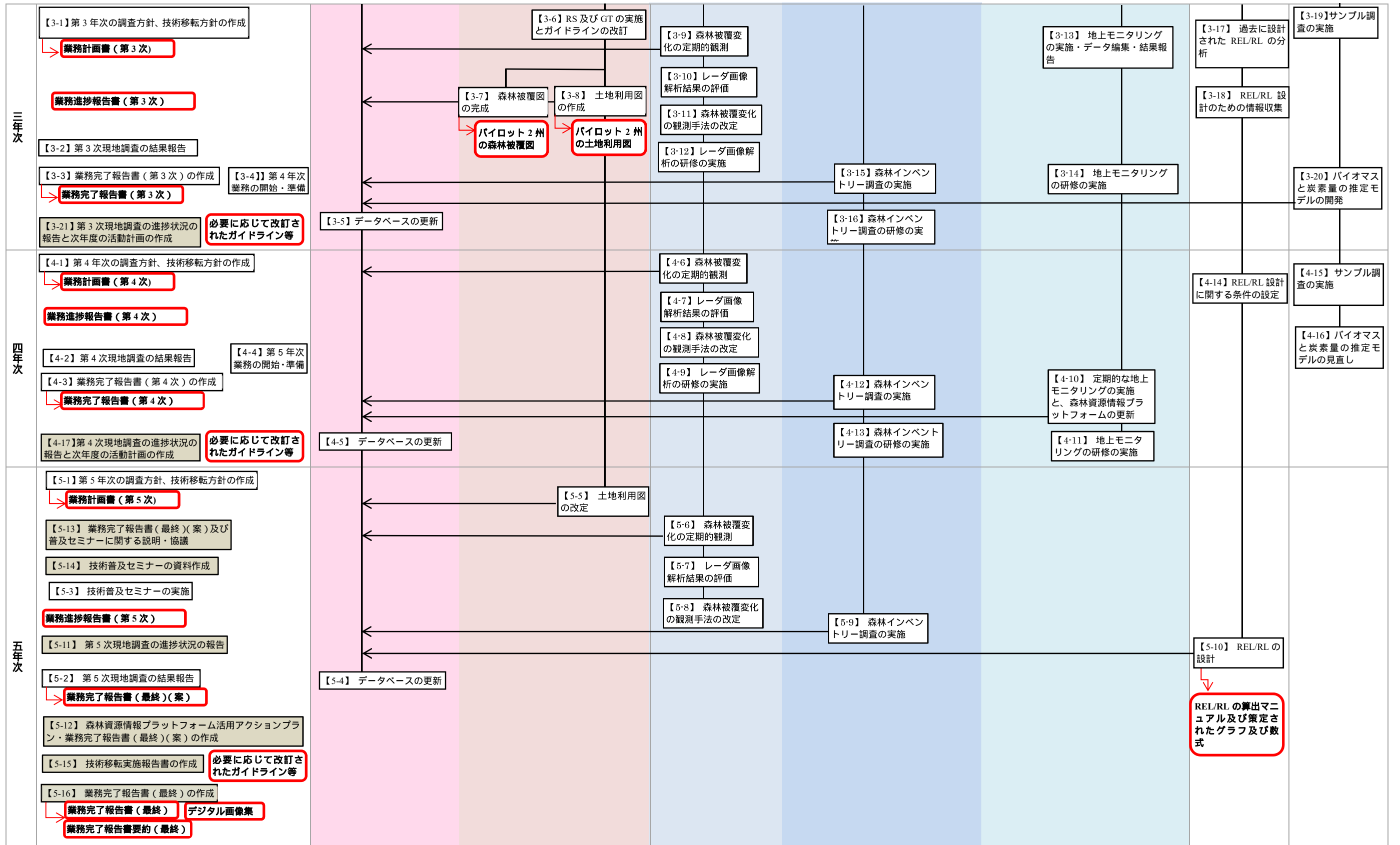
(5) キャパシティ・ビルディング

バイオマス調査は、キャパシティ・ビルディングの要素も取り入れて実施した。中央の DIRN からは、炭素量推定分野の TWG メンバーを中心に 5 名（内 3 名は最初の 5 日間のみ参加）、各州の SPFFB からは 1 名ずつ 10 名（うち 6 名は第 2 年次の 2014 年 7 月期に実施したカーボン・セミナーの参加者であり、バイオマス・カーボン推定の知識・技術の定着のため、今回も可能な限り同セミナー参加者に参加させるよう手配してきた）の合計 15 名が参加し、OJT による技術指導を行った。また、モザンビーク内でバイオマス調査を率先して行っている UEM から講師を招聘し、その講師と協力して現場における作業の指導及び監督を行った。バイオマス調査の参加者は以下の表 1.5.4.2 に示す通りである。

表 1.5.4.2 バイオマス調査の参加者

参加者氏名	所属先	備考
Renato Timane	DIRN (炭素量推定 TWG メンバー)	
Pachis Mugas	DIRN (炭素量推定 TWG メンバー)	
Joaquim Macuacua	DIRN (炭素量推定 TWG メンバー)	初めの 5 日間のみ参加
Isaac Omar	DIRN	初めの 5 日間のみ参加
Obasanjo Dembele	DIRN	初めの 5 日間のみ参加
Danilo Amado	マプト州 SPFFB	
Mario Aleluia Beca	ガザ州 SPFFB	
Paulino Manuel Omoine	イニャンバネ州 SPFFB	
Jaime Mandeia Jose Gomes	ソファアラ州 SPFFB	
Wilson Taela	マニカ州 SPFFB	
Alferes Tomas Simbe	テテ州 SPFFB	
Pedro Benjamim	ザンベジア州 SPFFB	
Aly Awasse	ナンブラ州 SPFFB	
Orlando Domingos	ニアッサ州 SPFFB	
Marcio Inofaine	カーボデルガド州 SPFFB	
Tarquinio Magalhaes	UEM	
本間 卓也	JICA 森林管理能力強化アドバイザー	初めの 5 日間のみ参加
千葉 裕起	FRIP プロジェクト専門家	
藤村 さほり	FRIP プロジェクト専門家	

また、主に州の参加者から「バイオマス調査の全体の流れを復習したい」という要望に応じて、現場での調査終了後マプトに戻ってから、DIRN の事務所において、バイオマス調査の全体手順を説明する講義を行うとともにアロメトリー式開発の計算実習を 2014 年度に実施した研修教材を用いて行った。



1.7 業務実施人月表

業務実施人月表については付属資料 1 を参照

1.8 業務実施の運営体制

業務実施の運営体制については付属資料 2 を参照

1.9 研修員受入れ実績

研修員受入れ実績については付属資料 3 を参照

2 協力の成果

2.1 全体分野

2.1.1 各年次での JCC 等の開催

(1) 第1年次のインセプション・レポート協議会議

第1年次の業務は、2013年4月の現地業務開始直後のインセプション・レポートの説明・協議後より開始された。この協議においては本プロジェクトの実施に係る基本的合意を得られた。アジェンダを含む協議内容の詳細については、付属資料4の第1年次の同会議の協議議事録を参照。

(2) 第1年次の JCC の開催

第1年次の JCC を2013年11月に開催し、プロジェクトの進捗等を協議した。プロジェクト活動は順調に推移していることを相互に確認し、来年次の JCC は、4月末～5月はじめに開催し、2年次の計画等について協議・決定することに合意した。アジェンダを含む協議内容の詳細については、付属資料5の第1年次の JCC 協議議事録を参照。

(3) 第2年次の JCC の開催

第2年次の JCC を2014年5月に開催し、基本方針の変更と第2年次の業務計画の承認を得た。アジェンダを含む協議内容の詳細については、付属資料6の第2年次の JCC 協議議事録を参照。

(4) 第3年次の JCC の開催

第3年次の JCC を2015年5月に開催し、基本方針の変更と第3年次の業務計画の承認を得た。また、プロジェクト成果の REDD+及び持続可能な森林管理への活用方針について、協議・合意した。アジェンダを含む協議内容の詳細については、付属資料7の第3年次の JCC 協議議事録を参照。

(5) 第4年次の JCC の開催

運営指導ミッションの来モザンビークに合わせて、2016年4月15日に JCC を開催した。JCC においては第3年次調査結果についてレビューし、第4年次の活動の実施計画について協議し、合意に達し、業務計画書(第4年次)を速やかに提出することとなった。また、JCC では、主に以下の内容についても協議され、一部合意に達した。アジェンダを含む協議内容の詳細については、付属資料8の第4年次の JCC 協議議事録を参照。

- プロジェクトの成果は順調に構築されつつあるので、この成果が他ドナー等とも適切に調整して、効果的に活用されることが確認された。
- DINAFは、現プロジェクトの成果に基づいて次期プロジェクトについてその提案書を作成することとする。
- プロジェクトが適切に実施されるようにCPの人員を確保すること等をモザンビーク側に求めた。

(6) 第5年次の JCC の開催

第5年次の第1回の JCC を2017年5月5日に開催し、第4年次のプロジェクト活動の結果をレビューし、第5年次のプロジェクト活動の実施計画について協議し、合意に達し、業務計画書(第

5年次)を速やかに提出することとなった。また、JCCでは、主に以下の内容についても協議された。アジェンダを含む協議内容の詳細については、付属資料9の第5年次のJCC協議議事録を参照。

- DINAFとUT-REDD+が定期的な会合の開催等により更なる密なコミュニケーションを取る必要があることを確認し、DINAFはMITADER次官に申請し、そのような定期会合を開くこととしている。
- UT-REDD+は、国で一つのNFMSドキュメントを作成することに同意し、その作成のためにDINAFやプロジェクトと協力・調整しつつ作成する。さらに、プロジェクトが提供するベース地図に基づく土地被覆変化抽出による森林被覆図作成方法を技術移転するための研修にUT-REDD+のMRVユニットを参加させることを再確認した。

また、第5年次の第2回でかつ最終のJCCを2018年3月9日に開催し、5年間のプロジェクト活動の成果を報告したところ同成果は承認され、また、プロジェクト終了後のプロジェクト成果の活用方法について協議し合意に達した。また、業務完了報告書案(最終)をモザンビーク側に提出し、業務完了報告書(最終)の完成に向けて、モザンビーク側は3月末までにコメントを提出することに合意した。さらに、JCCでは、主に以下の内容についても協議された。なお、プロジェクトの成果は、MITADERの技術委員会でも承認されたことがJCCで報告された。アジェンダを含む協議内容の詳細については、付属資料10のJCC協議議事録を参照。

- 森林資源情報プラットフォームについて、構築されたプラットフォームの管理システムを通じて、適宜更新・改良していくことの重要性について確認された。また、プラットフォームの機能の改良とデータの更新のロードマップを含む同プラットフォームの活用に向けたアクション・プランの重要性についても確認された。
- DINAFとFNDSが、プロジェクトで開発された国家森林モニタリングシステム(NFMS)ドキュメントを参照しつつ、国で一つのNFMSドキュメントを作成することを確認した。

2.1.2 各年次における業務計画書の作成

上述のJCC及びC/P機関との非公式協議において、各年次の調査方針について協議・確認・合意を行い、これらに基づいて業務計画書を作成し、提出した。内容についてはインセプション・レポートの項目に準拠し取りまとめた。

2.1.3 各年次における現地調査結果の報告

業務実施の方法1.1.4に記述されたように、毎年、プロジェクト活動の結果について年次報告会を開催してきた。なお、第5年次については、普及セミナーと抱き合わせて実施した。参加者は、モザンビーク側は、DINAFを中心に、MITADERの他局、カーボデルガド州とガザ州等のSPFのプロジェクト関係者、他省庁の関係者等並びにUT-REDD+、FAO、IIAM等の外部機関も多く参加し、日本側は、大使館、JICAモザンビーク事務所及びプロジェクト専門家が参加してきており、第1年次36名、第2年次40名、第3年次45名、第4年次68名、第5年次75名(次項の2.1.4の最終の技術普及セミナーを兼ねたもの)と年々増加してきた。これは、プロジェクトの認識が高まってきたことによると考えられる。また、1.1.4に記述されたプログラムのとおり、すべてのプレゼンテーションを日本人専門家が実施するのではなく、年々モザンビーク側のC/Pが発表するプレゼンテーションを増やしてきた。また、第4年次にはインベントリーの発表の一部(QA/QC研修部分)は、QA/QC研修に参加したカーボデルガド州のSPFのスタッフが発表した。このように年々C/Pが発表するプレゼンテーションは、分野も発表者も多様になっている。C/Pは、発表資料を取りまとめたり、発表したりすることで、1年間自分達が何をどのように実施してきたのかを

改めてレビューすることができたとともに、プレゼン能力の向上につながった。また、報告会では様々な分野での活発な質疑応答も行った。また、参加者からは、このようにモザンビーク側のスタッフがそれぞれの分野の技術的な内容を理解して、適切に発表するのは、持続性の観点からも素晴らしいワークショップであったとの評価があった。プレゼンテーション資料は付属資料 11、18～21 にあるとおり。

2.1.4 技術普及セミナー

プロジェクト終了にあたって、2.1.3 の項でも記述したように、プロジェクト成果の技術普及セミナーをプロジェクトの最終年度の結果報告会を兼ねたものとして実施した。参加者は、全 10 州の SPF (各 3 名を招待) MITADER、DINAF、IIAM、FNDS、DINAT、CENACARTA、AQUA、UEM、JICA モザンビーク事務所を含めた合計 75 名であった。全州の SPF から参加したことにより、今後プロジェクト成果の活用に向けて、ガザ州及びカーボデルガド州の 2 州のみならず、他州においても、活用されていくことが期待される。プレゼンテーション資料は付属資料 11 にあるとおり。

2.1.5 国家森林モニタリングシステム文書の作成

国家森林モニタリングシステム (NFMS) の構築は、REDD+を実施し成果払いを受けるために必要な 4 要件の一つとして UNFCCC によって定められたものであり、その NFMS の内容を示すものとして、NFMS ドキュメントは効果的であると考えられている。このようなことから、プロジェクトでは、NFMS ドキュメントの作成を支援してきた。同ドキュメントのドラフトは、以下の目次で構成されているが、NFMS のデザイン、NFMS のコンポーネント、NFMS のカレンダーの部分が特に重要である。同ドキュメントのドラフトは、付属資料 34 に添付されたとおりである。

- 1 背景と目的
- 2 UNFCCC の要求事項
- 3 NFMS のための基本条件
 - 3.1 スケール
 - 3.2 REDD+活動
 - 3.2.1 モザンビークで選択された活動
 - 3.2.2 モザンビークでの各 REDD+活動の定義
 - 3.3 森林定義
 - 3.4 炭素プール
 - 3.5 GHG の範囲
- 4 モザンビークでの NFMS の概念デザイン
 - 4.1 NFMS の構成
 - 4.1.1 モニタリング機能
 - 4.1.2 データ管理機能
 - 4.2 他の活動との関連
- 5 NFMS のコンポーネント
 - 5.1 活動データ (モニタリング)
 - 5.1.1 アプローチと土地利用・被覆の分類
 - 5.1.2 光学衛星画像に基づく土地被覆の地図化
 - 5.2 排出係数
 - 5.2.1 目的
 - 5.2.2 範囲

- 5.2.3 方法論
- 5.3 森林被覆変化モニタリング
 - 5.3.1 レーダ画像を用いた森林被覆変化モニタリング
 - 5.3.2 他のモニタリング・オプション
- 5.4 森林資源情報プラットフォームによるデータ管理
 - 5.4.1 データ管理機能
 - 5.4.2 更新と運用
- 6 NFMS の体制整備
 - 6.1 モニタリング機能のための体制整備
 - 6.2 データ管理機能のための体制整備
- 7 NFMS のカレンダー
- 8 費用
- 付属資料
 - 付属資料 I リモートセンシング解析ガイドライン
 - 付属資料 II グランド・トゥルス調査ガイドライン
 - 付属資料 III 森林インベントリーガイドライン
 - 付属資料 IV バイオマス及び炭素推定モデルの公式化のためのガイドライン
 - 付属資料 V FREL/FRL 開発のためのマニュアル
 - 付属資料 VI インストールマニュアル
 - 付属資料 VII データ登録・更新マニュアル

なお、同ドキュメントでの AD の設定方法は、Wall-to-wall 方式による森林被覆図作成をベースにしたものとしているが、FNDS は、サンプリング方式で FRL を設定していることから、今後のモニタリングもサンプリング方式で行うことが見込まれることから、少なくとも Wall-to-wall ベースに転換するまでの間はサンプリング方式もモニタリング機能の一部に含めておく必要がある。また、体制整備のところ、特にモニタリングの体制整備については、現状の国家 REDD+戦略に基づいて記載されているが、UT-REDD+ が DINAF と統合されるという情報もあることから、このような点も考慮しつつどのような体制にするのかをモザンビーク側で検討・決定する必要がある。さらに、NFMS カレンダーについては、FRL の Wall-to-wall での更新を行うか行わずにすればいつ行うかなどについて議論を深めて、カレンダーを完成させ関係機関で合意する必要がある。また、森林被覆/土地利用図の更新等各種のモニタリングについても予算が必要であることから、予算の担保も念頭においてカレンダーを決定していく必要がある。

2.2 森林資源情報プラットフォーム分野

2.2.1 森林資源情報プラットフォーム TWG のメンバー及び TWG の実施

森林資源情報プラットフォームの設計、構築にあたっては、森林資源情報プラットフォーム TWG を設立し、検討を行った。TWG のメンバーは下記のとおりである。

表 2.2.1.1 森林資源情報プラットフォーム TWG メンバーリスト

名前	所属、担当	備考
石井邦宙	日本人専門家（データベース）	
森川悠太	日本人専門家（森林 GIS）	
Joaquim Macuacua	DNRI	プロジェクトマネージャー
Milda Mousse	DNRI（森林火災担当）	TWG コーディネーター

名前	所属、担当	備考
Renato Timane	DNRI (FRA 2015 担当)	TWG コーディネーター
Pachis Mugas	DNRI (AIFM 担当)	TWG コーディネーター
Danilo Cunhete	DNRI (ZAE 担当)	TWG コーディネーター
Hilario Akissa	森林部 (森林統計担当)	
Jossai Herinque Uamusse	土地台帳部 (GESTERRA/DUAT 担当)	
Eugénio Manhiça	計画部 (SISFLOF 担当)	(第 5 回 TWG まで)
Kennedy Ismael	IT 担当リーダー (IT データベース、システム管理者)	
Voloide Tamele	IT 担当技術者 (IT データベース技術者)	

TWG の開催日ならびに検討内容は下記のとおりである。

表 2.2.1.2 森林資源情報プラットフォーム TWG の開催状況

TWG	開催日	TWG での検討事項
第 1 回	2013 年 6 月 21 日	プラットフォームのコンセプト プラットフォームのロードマップ プラットフォームの構成、データ項目
第 2 回	2013 年 6 月 28 日	関係機関と関連するデータ
第 3 回	2013 年 10 月 29 日	プラットフォームの設計 (画面イメージ)
第 4 回	2014 年 2 月 18 日	プラットフォームのデモンストレーション プラットフォーム運用計画書案
第 5 回	2014 年 9 月 4 日	データ項目リスト案をもとにしたデータ項目および内容の検討
第 6 回	2015 年 2 月 18 日	プラットフォームで取り扱うべき土地データ REDD+デモンストレーションプロジェクトの取扱い方法 国家 REDD+レジストリのデータ登録方法
第 7 回	2016 年 2 月 11 日	「プラットフォームの運営・更新に関する調整会議」の役割、メンバー TWG のメンバーの更新 プラットフォームで公開するデータ、非公開とするデータ
第 8 回	2016 年 5 月 13 日	森林資源情報プラットフォームで公開するデータ、非公開とするデータ 炭素排出量算出の手順

TWG の実施に加え、FAO や UT-REDD に対して森林資源情報プラットフォームの説明を行うとともに、構築の考え方やハードウェア等の構成について技術面、連携等の運用面での協議を実施した。また、森林総局長に対しても森林資源情報プラットフォームの説明を実施した。

表 2.2.1.3 森林資源情報プラットフォームに関する協議等の実施状況

相手先	開催日	内容
FAO	2017 年 2 月 8 日	森林資源情報プラットフォームの紹介を行い、今後のプラットフォームへの情報の集約について認識の確認
UT-REDD	2017 年 9 月 4 日	森林資源情報プラットフォームの改良に向けた認識合わせ
	2017 年 9 月 5 日	UT-REDD 技術者に対する森林資源情報プラットフォームの概要の説明と改良に向けた方向性の協議
	2017 年 9 月 14 日	UT-REDD の IT 技術者に対する森林資源情報プラットフォーム

相手先	開催日	内容
		ームの設計・開発方針、具体的なシステム構成の説明
	2017年9月15日	UT-REDDのIT技術者に対する実際のシステム運用環境の説明
SISFLOF	2016年5月4~5日	SISFLOFとの連携に関して、TWGメンバーの一部、SISFLOFの担当部である森林部、SISFLOFの開発委託先のEXI社の技術者が参加して実施 SISFLOFとの連携については、1つのシステムとして統合して運用する考え方もあるが、すでに設計は完了し、機能の概ねの部分の開発も終わっていることから統合は行わず、データの連携により運用する方法とすることを確認。



第1回 TWG



第4回 TWG



UT-REDDとの協議状況(2017年9月5日)



FAOへのプラットフォームの説明状況(2017年2月8日)



森林総局長に対するプラットフォームの説明
会開催状況（2016年2月29日）

2.2.2 既存のデータベース等の調査

連携可能な下記データベースについて、調査を行った。

表 2.2.2.1 森林資源情報プラットフォームと連携可能なデータベース

データベース名称	含まれるデータ項目	所有機関	調査内容等
AIFM	土地被覆等	DNRI	実際に ArcGIS Desktop を利用してデータベースにアクセスし、報告書・メタデータ一覧表をもとにデータの内容を確認した。ArcGIS を利用することでデータベースの連携が可能であることを確認した。
SAMOQUE	MODIS による森林火災の推定データ	DNRI	開発を担当した Mr.Massimiliano Lorenzini より、システム全体の説明を受けた。
SISFLOF	森林コンセッション、伐採許可、州と州の間の木材運搬に関する情報、各州の最大伐採可能量、伐採企業に関する情報		設計書入手し、データ項目や機能を確認した。 開発を受託した EXI 社の Ms.Marisa Balas にヒアリングを行った。データベースを連携するために、場合によっては API（Application Program Interface）開発が必要であるとのコメントを得た。 DNTF でのヒアリングの結果、2 年次開始時点でシステムは完成していたものの、予算上の問題で運用は開始していない。2015 年 6 月のマニカ州、ソファアラ州の 2 州での運用開始に向けて手続きが行われているとのことである。
GESTERRA	土地被覆、土地利用	計画部	開発を担当している MCA の Mr.Ian M. Rose 氏にヒアリングを行った。 また、TWG メンバーでもある

データベース名称	含まれるデータ項目	所有機関	調査内容等
			Mr.Knedy より、GESTERRA の概要を説明した資料を入手し、システムのデモンストレーションによる説明を受けた。さらに、システムへのアクセス権限を付与いただき、データ等の内容を確認した。

2.2.3 プラットフォームのコンセプトの検討

森林資源情報プラットフォームのシステムの設計のためには、プラットフォームを何に活用するかというアウトプットを頭に描くことが重要である。そのためには、まず、同プラットフォーム構築の目的を固める必要がある。

森林資源情報プラットフォームは、本プロジェクトの上位目標上では、i) REDD+ 準備体制の確立と ii) 持続的な森林管理の確立を目的として作成されることになっている。これをさらにかみ砕いたより具体的な目的として、下の図 2.2.3.1 にあるような 6 つを想定した。これについては TWG において提案し、了解を得た。

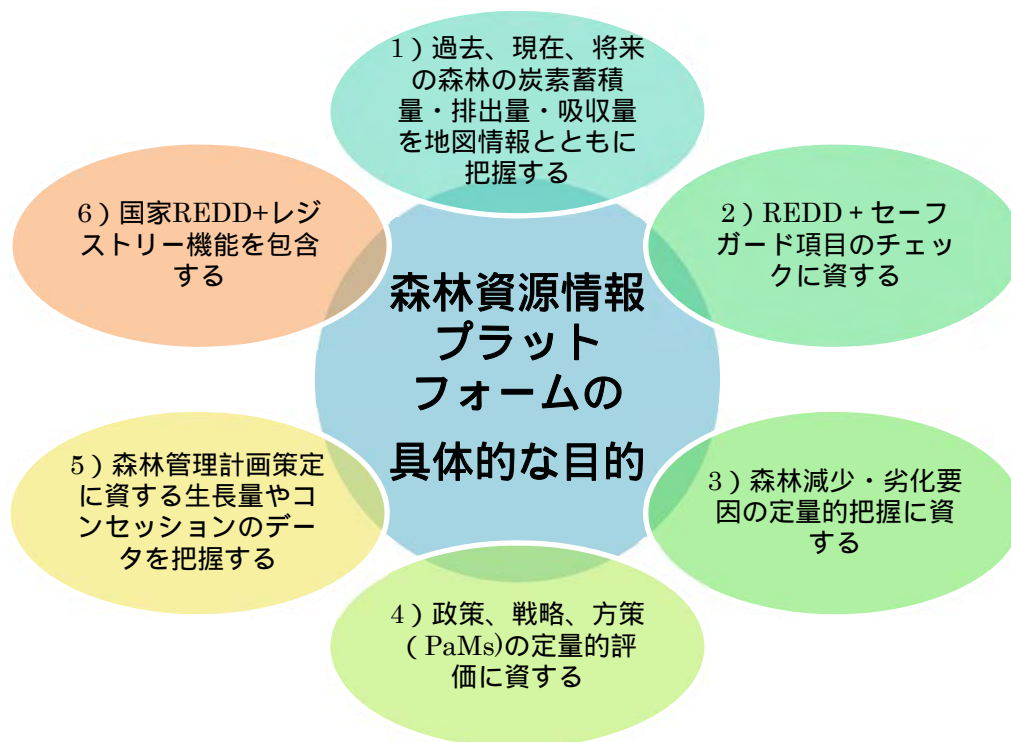


図 2.2.3.1 森林資源情報プラットフォームの具体的な目的

このコンセプトをもとに、下図で示す 8 項目の情報を取り扱うものと定義した。



図 2.2.3.2 森林資源情報プラットフォームのコンポーネントの概念図

プラットフォームのコンポーネントと上記具体的な目的との関係は以下の表のようになる。

表 2.2.3.1 森林資源情報プラットフォームのコンポーネントと具体的項目の対応表

プラットフォームのコンポーネント	具体的目的
FREL/FRL	1)
MRV	1)、2)、4)
セーフガード	2)
吸収・排出量モニタリング	1)
国家 REDD+戦略	3)、4)
国家 REDD+レジストリ	6)
森林行政関連データ	1)、5)
その他関連データ	5)

なお、プロジェクト開始段階では「国家 REDD+レジストリ」は「森林行政関連データ」の一項目として取り扱うことを想定していた。2013年8月に「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」(The Decree on Rule for Procedures to Approve Projects of REDD+) が閣議決定され、その第11条において、国家 REDD+レジストリを REDD+に関する活動の実施の責任機関である UT-REDD に設置することが明示された。国の規定において国家 REDD+レジストリが明確に定義され、かつその責任機関も明示されたことにより、モザンビークにおける REDD+活動において国家 REDD+レジストリの重要性が増加したといえるため、第5回 TWG における C/P との協議の上、森林資源情報プラットフォームのコンポーネントの一つとして、明確に位置づけることとした。

2.2.4 プラットフォームのロードマップ

プラットフォームのロードマップを表 2.2.4.1 に示す。ロードマップは、国家 REDD+戦略等の策定状況やプロジェクトの進捗に応じて適宜修正を行った。

表 2.2.4.1 森林資源情報プラットフォーム ロードマップ

年次 年度	第1年次 2013年度	第2年次 2014年度	第3年次 2015年度	第4年次 2016年度	第5年次 2017年度
プラットフォーム および 関連事項の状況	<ul style="list-style-type: none"> 要件定義、基本設計 プラットフォームプロトタイプ完成 <ul style="list-style-type: none"> コンポーネントごとの情報整理 既存データベースからデータをインポート GISによるデータ閲覧 	<ul style="list-style-type: none"> プラットフォームの改良 <ul style="list-style-type: none"> ログインフォーム、英語版/ポルトガル語版切替などの追加 地上での森林モニタリング試行開始 	<ul style="list-style-type: none"> パイロットエリアでのインベントリー調査の開始 	<ul style="list-style-type: none"> 国家 REDD+戦略策定 ベースマップ(土地利用・土地被覆図)の運用開始 	<ul style="list-style-type: none"> 森林被覆等のモニタリング開始 バイオマス・炭素量推定の試行開始
プラットフォーム の機能	<ul style="list-style-type: none"> コンポーネントごとの情報閲覧 GISによるデータ閲覧 <ul style="list-style-type: none"> 衛星画像の閲覧 既存データの閲覧 	<ul style="list-style-type: none"> コンポーネントごとの情報閲覧 GISによるデータ閲覧 <ul style="list-style-type: none"> 衛星画像の閲覧 森林被覆図の閲覧(試作データ) 既存データの閲覧 	<ul style="list-style-type: none"> コンポーネントごとの情報閲覧 GISによるデータ閲覧 <ul style="list-style-type: none"> 衛星画像の閲覧 森林被覆図の閲覧(試作データ) 既存データの閲覧 森林インベントリーデータ(調査位置図)の閲覧 	<ul style="list-style-type: none"> コンポーネントごとの情報閲覧 GISによるデータ閲覧 <ul style="list-style-type: none"> 衛星画像の閲覧 土地利用・土地被覆図の閲覧 既存データの閲覧 森林インベントリーデータ、および森林タイプ別材積量の閲覧 	<ul style="list-style-type: none"> コンポーネントごとの情報閲覧 GISによるデータ閲覧 <ul style="list-style-type: none"> 衛星画像の閲覧 土地利用・土地被覆図の閲覧(過去参照年地図を含む) 既存データの閲覧 森林インベントリーデータ、および森林タイプ別材積量の閲覧 地上での森林モニタリングデータの閲覧 バイオマス・炭素量の閲覧
	<ul style="list-style-type: none"> ArcGIS デスクトップによるデータ管理 	<ul style="list-style-type: none"> ArcGIS デスクトップによるデータ管理 インベントリー調査結果入力ツール (MS Access) 	<ul style="list-style-type: none"> ArcGIS デスクトップによるデータ管理 インベントリー調査結果入力ツール (改良) 	<ul style="list-style-type: none"> ArcGIS デスクトップによるデータ管理 インベントリー調査結果入力ツール 材積量推定ツール レポート機能 	<ul style="list-style-type: none"> ArcGIS デスクトップによるデータ管理 インベントリー調査結果入力ツール バイオマス・炭素量推定ツール レポート機能(改修)
利用可能なデータ	<ul style="list-style-type: none"> 衛星画像(一部) AIFM データベース <ul style="list-style-type: none"> 森林被覆図(2005年) 行政界、市町村、流域界・河川、道路、気象観測所、ランドユニット、エコロジカルゾーン、土壌、地形 鉱山コンセッション、アグロエコロジカルゾーン、GT その他 	<ul style="list-style-type: none"> + 森林被覆図(パイロット2州の試作データ) 	<ul style="list-style-type: none"> + 森林インベントリーデータ(調査位置図) 	<ul style="list-style-type: none"> + 土地利用・土地被覆図(パイロット2州) 	<ul style="list-style-type: none"> + 森林被覆モニタリングデータ バイオマス・炭素量
			(以下については要協議・調整) ・過去の森林インベントリー調査(1980年、1995年、2007年) ・DINAF 森林コンセッションデータ(SISFLOF) ・DINAT 土地管理データ(GESTERRA) ・国情関連データ など		<ul style="list-style-type: none"> セーフガード情報システム REDD+プロジェクト承認法に基づく承認プロセスの実施

注) 白字は、既年度に完成したシステム等をベースに継続して実施・利用していくもの

2.2.5 プラットフォームの関連機関、および森林資源情報として必要と考えられる情報

プラットフォームの関連機関として、それらの機関が保有する森林資源情報として必要と考えられる情報を整理した。これらの情報については、必要に応じてカウンターパートを通じて入手を行い、プラットフォームに登録を行った。

表 2.2.5.1 森林資源情報として必要と考えられる情報、および関係機関

省・機関名	局名	部・課	保有する、もしくは保有すると考えられる情報項目
MINAG	DNTF	土地調査部	土地調査に関する情報
		土地台帳部	土地管理に関する情報
		森林部	森林利用に関する情報
		野生動物部	野生生物の保護に関する情報
		自然資源調査部 (DNRI)	自然資源インベントリーに関する情報
		法制部	土地、森林、野生生物に関する法規制に関する情報
		計画部	計画、モニタリング、評価に関する情報
		管理・財政部	人事と財政の管理に関する情報
		CBNRM 課	ローカルコミュニティに関する情報
		DPA/SPFFB	(現地的一次データの作成・収集に貢献)
	CENACARTA	各種地図 衛星画像	
	農業調査研究所 (IIAM)	土壌、アグロエコロジカルゾーン	
	DNSA	農業統計 (特に、カシューナッツ、ココナッツ等)	
	DEA	カシューナッツ、ココナッツ	
環境調整省 (MICOA)			REDD+に関する調整機関 災害 (土壌浸食)
鉱物資源省 (MIREME)			鉱山コンセッション、探鉱、地質
観光省			自然公園、保全地域 Natural parks and reserves
外務省	国立統計研究所 (INE)		統計
国家管理省 (MAE)	国立災害管理研究所 (INGC)		災害 (洪水)
	国立気象研究所 (INAM)		気象
公共事業住宅省	国家道路公社 (ANE)		道路
			河川
	特別経済地区公社 (GAZEDA)		特別経済地区 Special economic zone
NGO	IUCN		マングローブ、バイオマス
	WWF		マングローブ、バイオマス
	CTV		社会経済

2.2.6 データ項目、データ仕様

プラットフォームで取り扱う 8 つの分野 (FREL/FRL、MRV、セーフガード、吸収・排出量モニタリング、国家 REDD+戦略、国家 REDD+レジストリ、森林行政関連データ、その他関連データ) ごとに、必要と考えられるデータ項目を整理した。

あわせて、森林資源情報プラットフォームで公開するデータ、非公開とするデータについても TWG 等での検討結果を踏まえて整理した。非公開とするものについては、下記のとおりである。

- ・ GT の結果
- ・ 森林インベントリー調査の結果
- ・ バイオマス調査の結果

森林インベントリー調査の結果については、調査結果の生データのほか、各プロットの材積やバイオマス量を計算した資料についても非公開とすることとした。森林インベントリー調査結果を基に、森林タイプごとの単位面積当たりの材積や排出量については公開とすることとした。

また、公開対象とした森林コンセッションに関する情報について、表 2.2.6.1 に示すとおりライセンス保有者等一部の情報については非公開とする方針とした。

表 2.2.6.1 森林コンセッションに関する情報の公開/非公開区分

情報項目	公開/非公開区分
森林コンセッション契約によるコンセッション実施区域	公開
実施状況 (計画/実施済み)	公開
ライセンス発行日	公開
ライセンス満了日	公開
ライセンス保有者	非公開
森林コンセッション契約における管理計画	非公開
年間の伐採許可量	公開
管理計画の提出状況	公開
森林コンセッションエリアタイプ (20,000ha 未満、20,000-100,000ha、100,000ha 以上)	公開
森林インベントリー調査実施状況	非公開
森林インベントリー調査レポート	公開

2.2.7 森林資源情報プラットフォームの設計

検討したプラットフォームのコンセプト、取り扱うデータに基づき、プラットフォームのシステム概念構成と、8 つの情報項目ごとに機能要件、関連データおよびその表示方法について検討した。

プラットフォームのシステム概念構成を以下に示す。プラットフォームを概念的に 5 つのコンポーネントに区別した。

すなわち利用者は、データの種類ごとに作成された入り口 (ポータル) からプラットフォームにアクセスする。これが利用者プラットフォームのインタフェースとなる。プラットフォームのデータは、地理的情報を持つ GIS データ、地理的情報を持たない表形式のデータ、メタデータ (データの説明) がデータベースとして一元的に管理され、これを、GIS 機能、レポート機能、データ検索機能といった基本サービス、および FREL/FRL の設定などの応用サービスを通じて、利用者が利用できるような構成とする。また、既存のデータベースや将来構築されるデータベースとの

間でもデータ交換ができるよう、相互運用性を持った構成とする。

このように、データが蓄積されるデータ層と、利用者が直接アクセスするインタフェース層を分離することにより、利用方法に応じて適切な形でデータを提供できる構成とした。例えば国レベルで利用する場合と、州レベルで利用する場合には、データベースにあるデータを、その空間スケールに応じて基本サービスにより集計・調整し、それぞれの空間スケールでポータルに配置することになる。

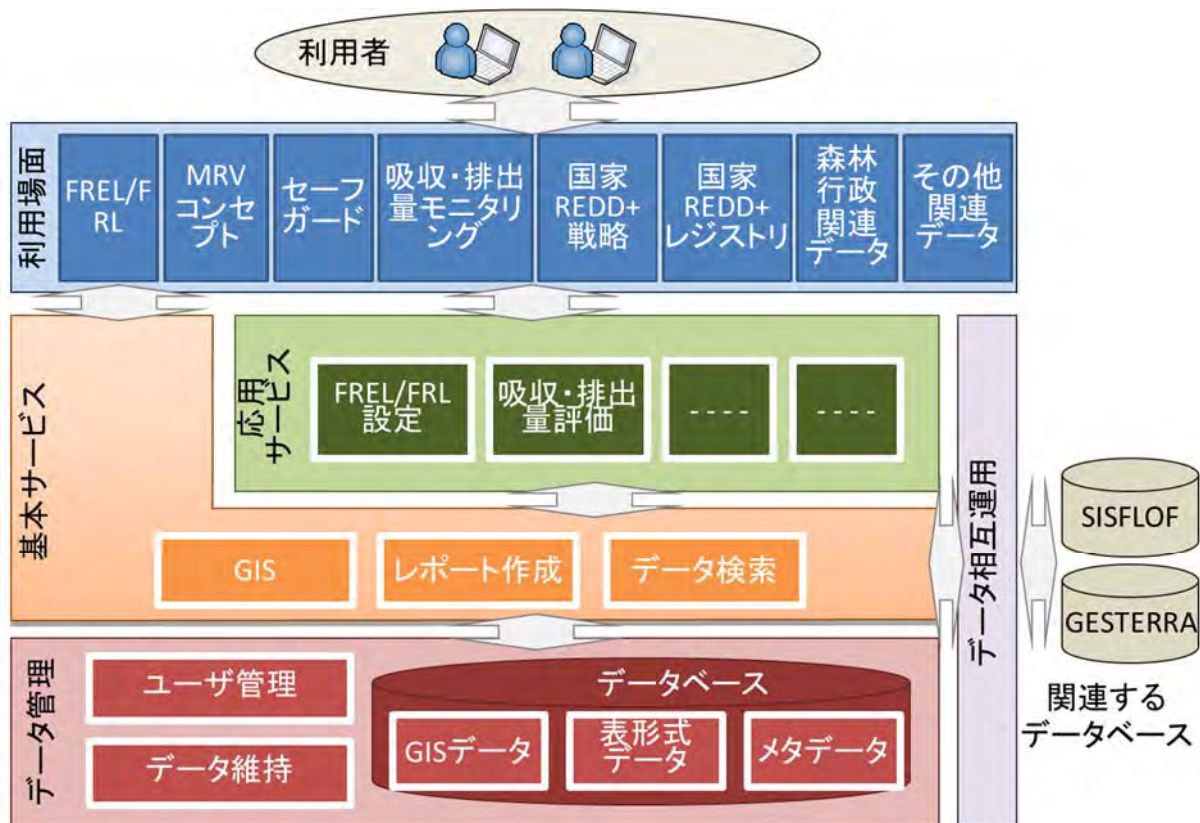


図 2.2.7.1 プラットフォームのシステム概念構成図

情報項目ごとに機能要件、関連データおよびその表示方法については、基本設計書に添付した。

これらの検討結果をもとに、ソフトウェア開発時に画面設計（モックアップ）に利用されるオープンソースのソフトウェア（Pencil：<http://pencil.evolus.vn/>）を使用した画面設計、ラップトップパソコン内にサーバ環境を構築したアプリケーションの試作を行った。また地図表示については ArcGIS Desktop を使用して既存データを整理した。

プラットフォームの設計における前提条件は下記のとおりである。

- ・日本国政府による環境プログラム無償で調達され、DNRI に設置されているサーバ機（富士通 PRIMERGY RX300 S6）で運用すること
- ・日本国政府による環境プログラム無償で調達されたソフトウェア（ArcGIS Server、SQL Server2012）を使用すること

また、1年次に実施した設計段階においては、5年間のプロジェクト期間内に、順次データが整備されることとなり、様々なパターンのデータの格納方法、表示方法への対応が必要となる可能性も考えられた。構築したプラットフォームがその制約とならないよう、各プログラム間の自動連

携や固定化した入出力機能の構築を避けた設計とした。

プラットフォームで取り扱う 8 種類の情報について、最終的に搭載まで至らなかった情報も含め、検討した内容を以下に示す。

1) FREL/FRL

(a) 森林インベントリー調査データ

森林インベントリー調査結果をデータベースとして確実に利用できるようにするために、調査結果を入力するためのプログラムの設計を行った。データベースへの移行を念頭に、Microsoft Access を利用することとした。入力画面やデータベースの設計は、プレインベントリー実施に向けて作成された野帳（ドラフト）を基に行った。

入力画面については、野帳と同一となるような構成とした。ラジオボタンやプルダウンにより、入力の手間を省き、スペルミス等の入力間違いを防止する画面構成とした。

データベースの設計にあたっては、野帳の記載項目と各項目やフォーム間の関連を整理した。森林インベントリー調査データのデータ構造を、図 2.2.7.2 に示す。

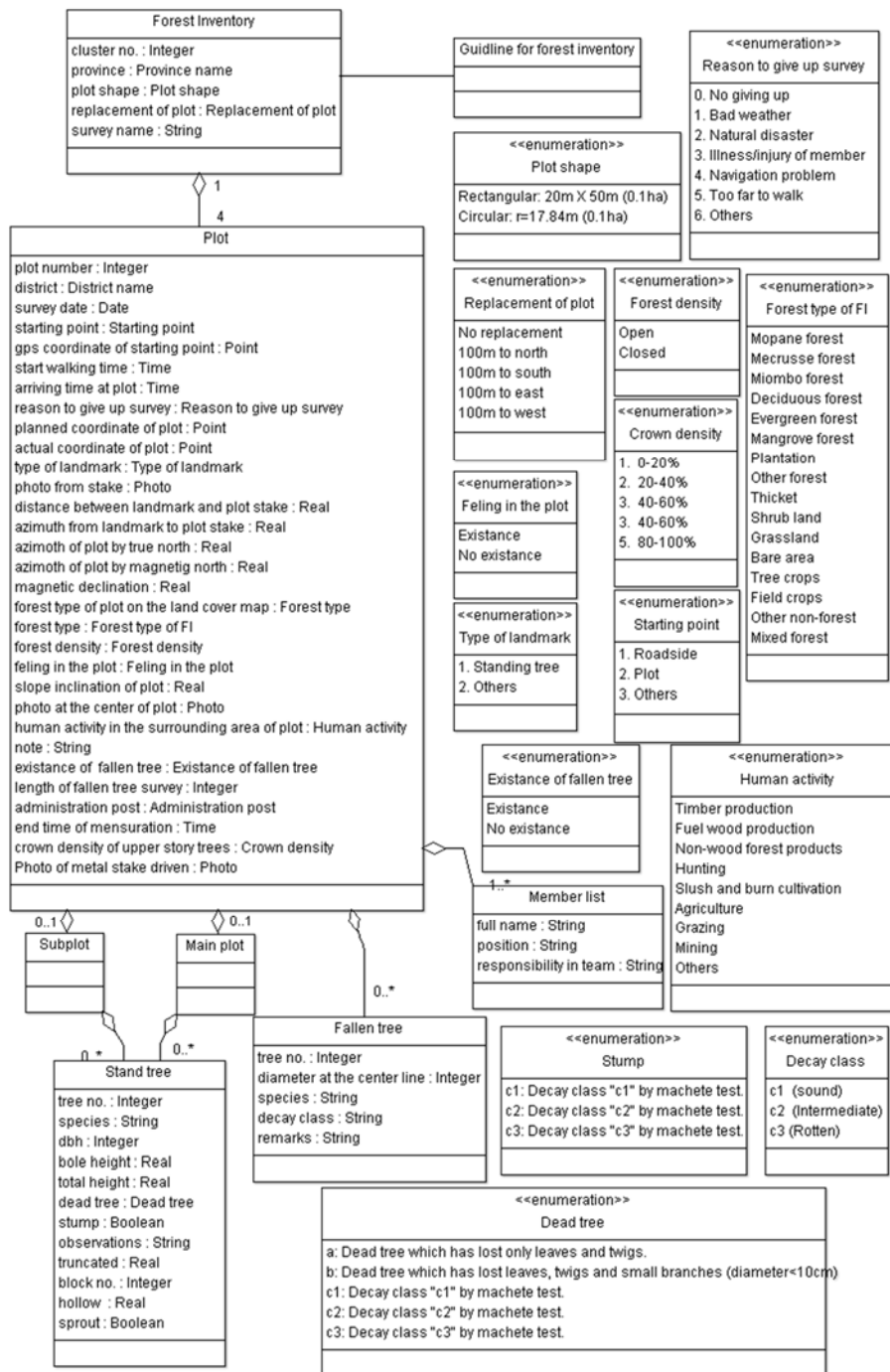


図 2.2.7.2 森林インベントリーデータ構造 (UML クラス図)

(参考) 図 2.2.7.2 の見方

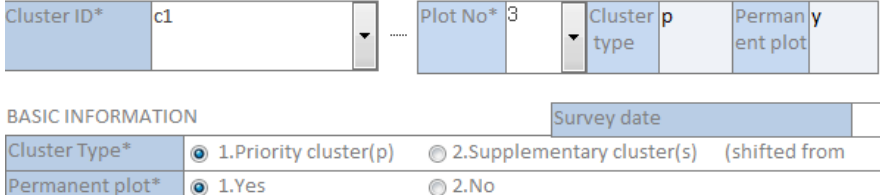
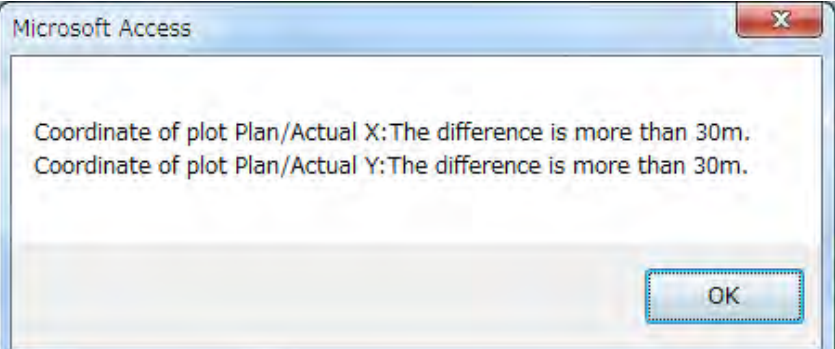
- ・ 3 段に分かれている各ボックスは、「クラス」と呼ばれ、情報のまとまりを示す。
- ・ 各クラスの上段には、クラスの名称が記載される。左上のクラスの名称は、「Forest inventory」となる。
- ・ 各クラスの中段は、そのクラスの保有する属性が順番に記載される。各属性の前半部分（「：」より前）が属性の名称、後半がその属性のデータタイプを示す。データタイプは、別のクラスの場合がある。例えば Forest inventory には、Cluster No.、Province、Plot shape、Replacement of plot、Survey name の 5 つの属性を含む。Cluster No.のデータタイプは Integer 型（整数型）であり、Plot shape 属性のデータタイプは Plot shape という名称のクラスで定義される。Plot shape クラスは、

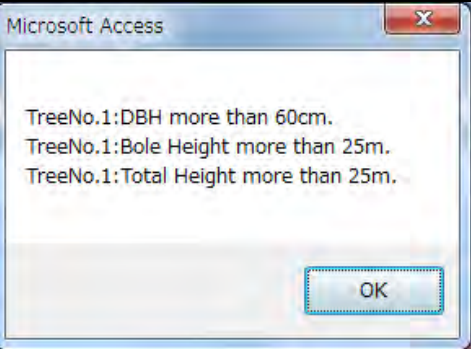
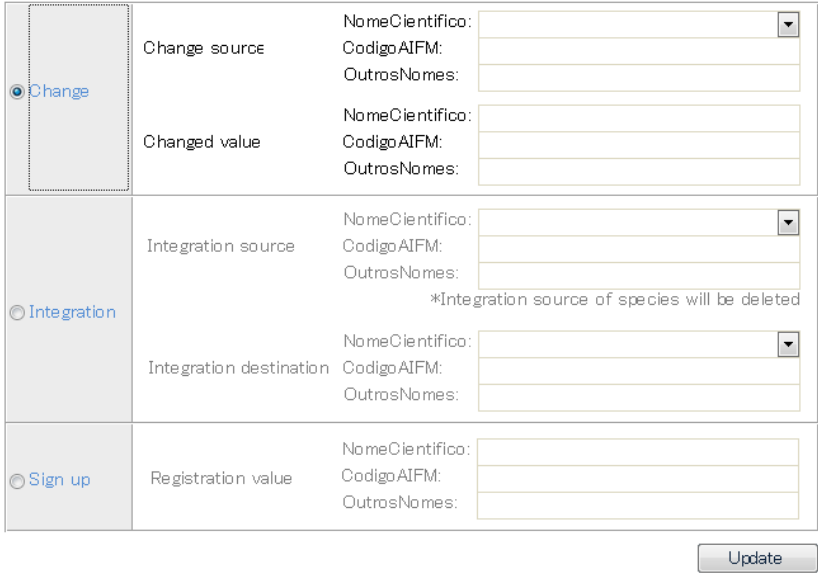
enumeration 型（列挙型）のクラスであるため、Plot shape は Rectangular と Circular の 2 項目のいずれかから選択する必要がある。

・他のクラスと関連がある場合には、クラス間が線で結ばれる。一方にひし形を持つ関連は「集約」と呼ばれ、例えば車とハンドル・タイヤのような全体部分の関係を持つ。関連の近くにある“1”や“4”などの数字や“0..*”は、多重度と呼ばれ、全体に対して部分がいくつあるかを示す。上記の例で言えば、Forest inventory には Plot が 4 つ存在する、各 Plot に対して Subplot、Main Plot は、調査が行われない場合は 0、行われた場合は 1 つ存在する、Subplot と Main Plot には Stand tree の情報が 0 以上複数個存在するということになる。

これらの設計を元に開発された森林インベントリー調査結果は、2 年次のガザ州での森林インベントリー調査で利用されたが、入力フォームの見直しが行われ、またデータ入力の際に入力ミス等が認められたため、3 年次のカーボデルガド州での調査に向けて、ミスを防止するための機能等の強化を実施した。追加した機能の設計内容は下記のとおりである。

表 2.2.7.1 ガザ州での森林インベントリー調査での入力結果を踏まえて追加した主な機能

追加した機能	機能の概要
クラスターマスターテーブルの追加	クラスターID、プロット番号ごとに、計画上の位置座標をマスターテーブルとして作成し、入力フォームからクラスターID およびプロット番号を参照し選択すると、計画上の位置座標も同時に表示される。
クラスタータイプ、パーマネントプロットの区別の追加	<p>クラスタータイプの区分 (Priority cluster / Supplementary cluster) およびパーマネントプロットかどうかの区分を入力できる。</p> 
プロットの座標値の計画座標とのチェック	<p>プロットの GPS により現地で計測した座標値を入力した際に、計画座標との差が 30m 以上ある場合に、入力した値に間違いがないかどうかの注意喚起画面を表示する。</p> 
立木調査および枯死木調査の DBH、商用樹高、総樹高の入力値のチェック	DBH が 60 cm 以上の場合、商用樹高が 25m 以上の場合、および総樹高が 25m 以上の場合に、入力した値に間違いがないかどうかの注意喚起画面を表示する。

追加した機能	機能の概要
	
パーマネントタグの入力欄の追加	パーマネントプロットの場合に、各調査対象木に取り付けたパーマネントタグの番号を入力できる。
樹種の変更、統合、追加	<p>樹種リストを変更、統合、追加できる。また調査結果にすでに記載された樹種についても、変更、統合、追加の結果を反映できる。</p> <p>「変更」では、別名の存在が判明した場合に追加等の変更をできる。</p> <p>「統合」では、複数の調査者等で同一の樹種を別々のものとして登録してしまった際に、同一のものとして統合できる。</p> <p>「追加」では、樹種リストにない樹種が見つかった場合に、それを追加できる。</p> <p>07_Species_Change</p> 

(b) 材積・排出量の推計

FREL/FRL における排出量の推計に関して、森林インベントリー調査結果から排出量等を推計するための具体的な手順を図 2.2.7.3 のとおりに整理した。

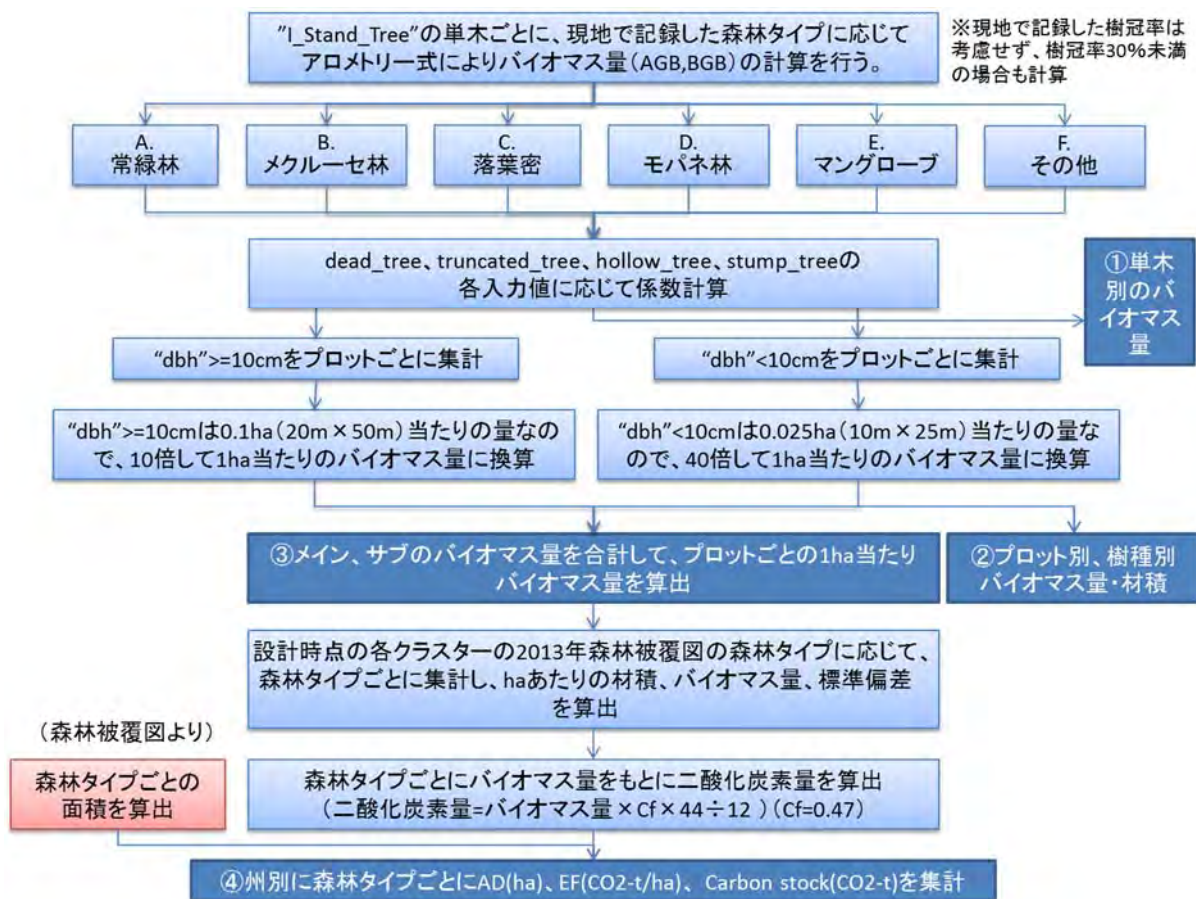


図 2.2.7.3 排出量推計の手順

① 材積の計算方法

総材積および商用材積は、AIFM の調査レポート (Inventário Florestal Nacional António Marzoli Coordenador da equipe da AIFM Relatório Final, 2007) で示された下記の計算式を使用した。なお枯死木や切り株等に対しては、表 2.2.7.2 のとおりとした。

総材積 $V_t = \frac{\pi * D^2}{4} * ht * f + \text{存在する場合は枝の量}$

商用材積 $V_c = \frac{\pi * D^2}{4} * hc * fc$

V : 材積

D : 直径

ht : 総樹高

hc : 商用樹高

f : 総材積に関する係数 (0.65)

fc : 商用材積に関する係数 (0.8)

表 2.2.7.2 材積計算における枯死木等の考慮

材積計算	空白の場合	値が入っている場合	備考
Dead tree	×1	×0	Dead tree は材積の計算はしない
Truncated tree	×1	×1	

材積計算	空白の場合	値が入っている場合	備考
Hollow tree	×1	× (入力値÷100)	
Stump tree	×1	×0	Stump tree は材積の計算はしない

AGB、BGBの計算方法

AGB、BGBについては、本プロジェクトでの検討を踏まえ、インベントリー調査で各プロットの現地確認結果として記録された森林タイプ (Actual land use of plot) に応じて、表2.2.7.3に示した式を使用した。

計算の流れとしては、最初に森林タイプに関係なく、表2.2.7.3の最後に示した3種類の樹種についてそれぞれ専用のアロメトリー式を適用して計算を行った。その後、森林タイプごとに、表2.2.7.3のとおり樹種に応じたアロメトリー式を適用して計算を行った。(半)常緑樹林、メクルーセ林、モパネ林については、*Androstachys johnsonii*、ミオンボ樹種、*Colophospermum mopane*については専用のアロメトリー式を、それ以外についてはIPCCの式によった。(半)落葉樹林(ミオンボ林含む)については、*Androstachys johnsonii*、*Colophospermum mopane*については専用のアロメトリー式を、それ以外については(半)落葉樹種全般(ミオンボ樹種含む)のアロメトリー式によった。マングローブ林については、マングローブ樹種ごとの木比重を用いたアロメトリー式により計算を行った。

なお枯死木や切り株等に対しては、表2.2.7.4のとおりとした。

表 2.2.7.3 各森林タイプのバイオマス推定に適用するアロメトリース式、R/S比一覧（2018年1月更新版）

森林被覆図上の分類	樹種	地上部バイオマス (AGB) の推定		地下部バイオマス (BGB) の推定			
		アロメトリース式	出典	アロメトリース式	R/S比	出典	
(半)常緑樹林	(半)常緑樹種全般	$AGB (kg) = \exp [-2.289 + 2.649 * \ln (DBH (cm)) - 0.021 * (\ln (DBH (cm)))^2]$	IPCC 2003		0.28	IPCC 2006	
	<i>Androstachys johnsonii</i>	$AGB (kg) = 1.1544 + 0.0398 * DBH (cm) \wedge 2 * H (m)$	Magalhaes 2015	$BGB (kg) = 0.0185 * (DBH (cm) \wedge 2.1990 * H (m)) \wedge 0.4699$		Magalhaes 2015	
	ミオンボ樹種	$AGB (kg) = 0.0763 * DBH (cm) \wedge 2.2046 * HT (m) \wedge 0.4918$	Mugasha 2013	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) \wedge 1.7844 * HT (m) \wedge 0.3434$		Mugasha 2013	
	<i>Colophospermum mopane</i>	$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017	
	<i>Androstachys johnsonii</i>	$AGB (kg) = 1.1544 + 0.0398 * DBH (cm) \wedge 2 * H (m)$	Magalhaes 2015	$BGB (kg) = 0.0185 * (DBH (cm) \wedge 2.1990 * H (m)) \wedge 0.4699$		Magalhaes 2015	
	ミオンボ樹種	$AGB (kg) = 0.0763 * DBH (cm) \wedge 2.2046 * HT (m) \wedge 0.4918$	Mugasha 2013	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) \wedge 1.7844 * HT (m) \wedge 0.3434$		Mugasha 2013	
	<i>Colophospermum mopane</i>	$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017	
	その他	$AGB (kg) = \exp [-2.289 + 2.649 * \ln (DBH (cm)) - 0.021 * (\ln (DBH (cm)))^2]$	IPCC 2003		0.28	IPCC 2006	
	(半)落葉樹林 (ミオンボ樹種含む)	(半)落葉樹種全般 (ミオンボ樹種含む)	$AGB (kg) = 0.0763 * DBH (cm) \wedge 2.2046 * HT (m) \wedge 0.4918$	Mugasha 2013	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) \wedge 1.7844 * HT (m) \wedge 0.3434$		Mugasha 2013
		<i>Androstachys johnsonii</i>	$AGB (kg) = 1.1544 + 0.0398 * DBH (cm) \wedge 2 * H (m)$	Magalhaes 2015	$BGB (kg) = 0.0185 * (DBH (cm) \wedge 2.1990 * H (m)) \wedge 0.4699$		Magalhaes 2015
<i>Colophospermum mopane</i>		$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017	
<i>Colophospermum mopane</i>		$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017	
モパネ林	<i>Androstachys johnsonii</i>	$AGB (kg) = 1.1544 + 0.0398 * DBH (cm) \wedge 2 * H (m)$	Magalhaes 2015	$BGB (kg) = 0.0185 * (DBH (cm) \wedge 2.1990 * H (m)) \wedge 0.4699$		Magalhaes 2015	

森林被覆図 上の分類	樹種	地上部バイオマス (AGB) の推定		地下部バイオマス (BGB) の推定			
		アロメトリート式	出典	アロメトリート式	R/S 比	出典	
マングローブ 林	ミオンボ樹種	$AGB (kg) = 0.0763 * DBH (cm) ^ 2.2046 *$ $HT (m) ^ 0.4918$	Mugasha 2013	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) ^$ $1.7844 * HT (m) ^ 0.3434$		Mugasha 2013	
	その他	$AGB (kg) = \exp [-2.289 + 2.649 * \ln (DBH$ $(cm)) - 0.021 * (\ln (DBH (cm))) ^ 2]$	IPCC 2003		0.28	IPCC 2006	
	マングローブ樹種全般	$AGB (kg) = 0.251 * \rho * DBH (cm) ^ 2.46$ (ρ : 木比重)	Komiyama 2005	$BGB (kg) = 0.199 * \rho ^ 0.899 *$ $DBH (cm) ^ 2.22$ (ρ : 木比重)		Komiyama 2005	
	全ての森林 タイプに共 通	<i>Azelia quanzensis</i>	$AGB (kg) = 3.1256 * DBH ^ 1.5833$	Mate 2014	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) ^$ $1.7844 * HT (m) ^ 0.3434$		Mugasha 2013
		<i>Millettia stuhlmannii</i>	$AGB (kg) = 5.7332 * DBH ^ 1.4567$	Mate 2014	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) ^$ $1.7844 * HT (m) ^ 0.3434$		Mugasha 2013
<i>Pterocarpus angolensis</i>		$AGB (kg) = 0.2201 * DBH ^ 2.1574$	Mate 2014	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) ^$ $1.7844 * HT (m) ^ 0.3434$		Mugasha 2013	

表 2.2.7.4 バイオマス量計算における枯死木等の考慮

バイオマス計算	空白の場合	値が入っている場合	備考
Dead tree	×1	×0	Dead tree はバイオマスの計算はしない
Truncated tree	×1	× (入力値÷100)	ただし、アロメトリー式で H (樹高) が入っている場合は×1
Hollow tree	×1	× (入力値÷100)	
Stump tree	×1	×0	Stump tree はバイオマスの計算はしない 将来計算する場合は、別式で計算する

単位面積 (1ha) あたりの計算方法

単位面積 (1ha) あたりの材積、バイオマス量の計算においては、森林インベントリー調査におけるプロットの大きさを考慮する必要がある。

プロットは 50×20m (0.1ha) であり、それを 25×10m (0.025ha) の4つの区画に分けてそのうちの1つをサブプロットとして DBH が 5 cm以上を対象としている。それ以外は DBH が 10 cm以上の樹木が対象となっている。すなわち、DBH が 5 cm以上 10 cm未満の樹木については 0.025ha の測定、DBH が 10 cm以上の樹木については 0.1ha の測定である。ある森林タイプ (A) の ha あたりの材積は、下記のとおり計算できる。

$$\begin{aligned}
 \text{森林タイプAのhaあたりの材積} &= \frac{\text{森林タイプAに該当するプロットの材積の合計}}{\text{森林タイプAに該当するプロットの面積}} \\
 &= \frac{\text{森林タイプAの}5\text{cm} \leq \text{DBH} < 10\text{cm}\text{の樹木の材積の合計}}{0.025\text{ha} \times \text{森林タイプAのプロット数}} + \frac{\text{森林タイプAの}10\text{cm} \leq \text{DBH}\text{の樹木の材積の合計}}{0.1\text{ha} \times \text{森林タイプAのプロット数}} \\
 &= \frac{40 \times (\text{森林タイプAの}5\text{cm} \leq \text{DBH} < 10\text{cm}\text{の樹木の材積の合計}) + 10 \times (\text{森林タイプAの}10\text{cm} \leq \text{DBH}\text{の樹木の材積の合計})}{\text{森林タイプAのプロット数}}
 \end{aligned}$$

森林タイプごとの単位面積当たりの材積、バイオマス量の算出

森林タイプごとの単位面積当たりの材積、バイオマス量の算出においては、インベントリー調査の設計時点のクラスター位置における 2013 年地図による森林タイプごとに集計をおこなった。森林定義の変更等により、2013 年地図で非森林に分類されたクラスターについては、計算対象外とした。

プログラムの構成

上記の検討を踏まえ、森林資源プラットフォームでバイオマスと炭素量の推定を行うためのプログラムを設計した。本プログラムは、森林資源プラットフォームの全体構成のうち、基本サービスのレポート作成機能を利用した応用サービス部分に該当する (図 2.2.7.4)。

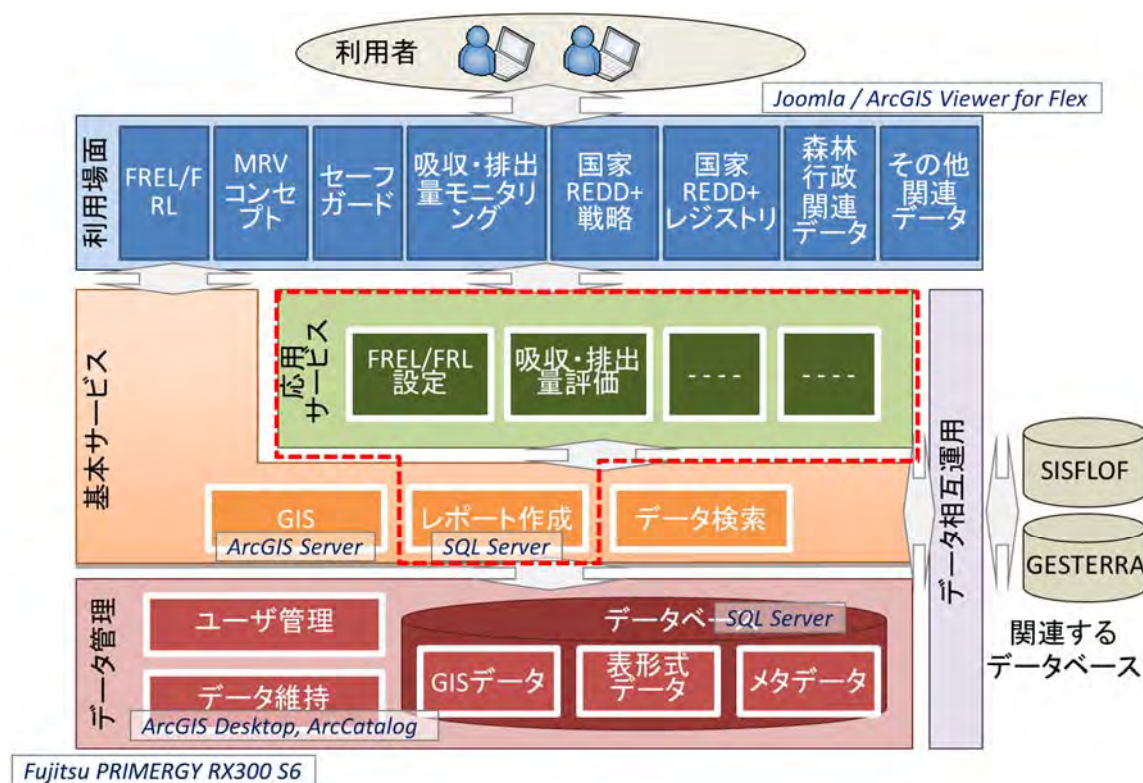


図 2.2.7.4 プラットフォームの全体構成における本プログラムの位置づけ

本機能の開発にあたり、森林インベントリー調査の結果を定められた様式に表示する場合には、その様式にできるようなプログラムを開発すればよいが、その場合には様式が追加されるたびにプログラミング作業が発生してしまう。データベースに登録された森林インベントリー調査の結果をより簡便に様々なレポート様式に表示できる仕組みとして、森林資源プラットフォームのデータベースとして使用している SQL Server の関連ソフトウェアである表 2.2.7.5 に示すソフトウェアを採用した。

表 2.2.7.5 使用したソフトウェア

構成要素	使用ソフトウェア	備考
基本サービス	SQL Server 2012 レポートビルダー3.0	環境プログラム無償で調達されたデータベースマネジメントシステムソフトウェアである SQL Server のレポートビルダサービスをサポートするソフトウェア。 スタンドアロンで動作し、SQL Server に接続してデータベースのデータを参照してレポートを作成するとともに、作成したレポートをネットワーク上に公開する。

機能の構成を図 2.2.7.5 に示す。基本的には、SQL Server 2012 レポートビルダーを用いて、SQL Server に格納されている森林インベントリー調査結果のデータを参照し、バイオマス量、材積量を計算、集計し、一覧表としてレポート表示できるようにする(図 2.2.7.5 の左上の網掛け部分)。

これらのベースとなる森林インベントリー調査結果は、先に述べた森林インベントリー調査結果入力システムで入力され、その結果がデータベースに登録される(図 2.2.7.5 の左下の破線部分)。

FREL/FRL の設定においては、森林被覆図から求められる森林タイプ別の面積に、森林タイプ別の単位面積あたりのバイオマス量を乗じて、森林全体のバイオマス量を算出する。プロットごと

に集計した材積・バイオマス量から、森林被覆図の森林タイプ別の単位面積あたりの材積・バイオマス量の計算を SQL Server 2012 レポートビルダーのみで計算するのが困難であるため、一旦 SQL Server 2012 レポートビルダーで作成したプロット別単位面積あたりのバイオマス量・材積量の集計結果を Excel で取り込み、マクロを利用して森林タイプ別の集計を行い、その結果を SQL Server に登録する流れとした（図 2.2.7.5 の右側部分）。

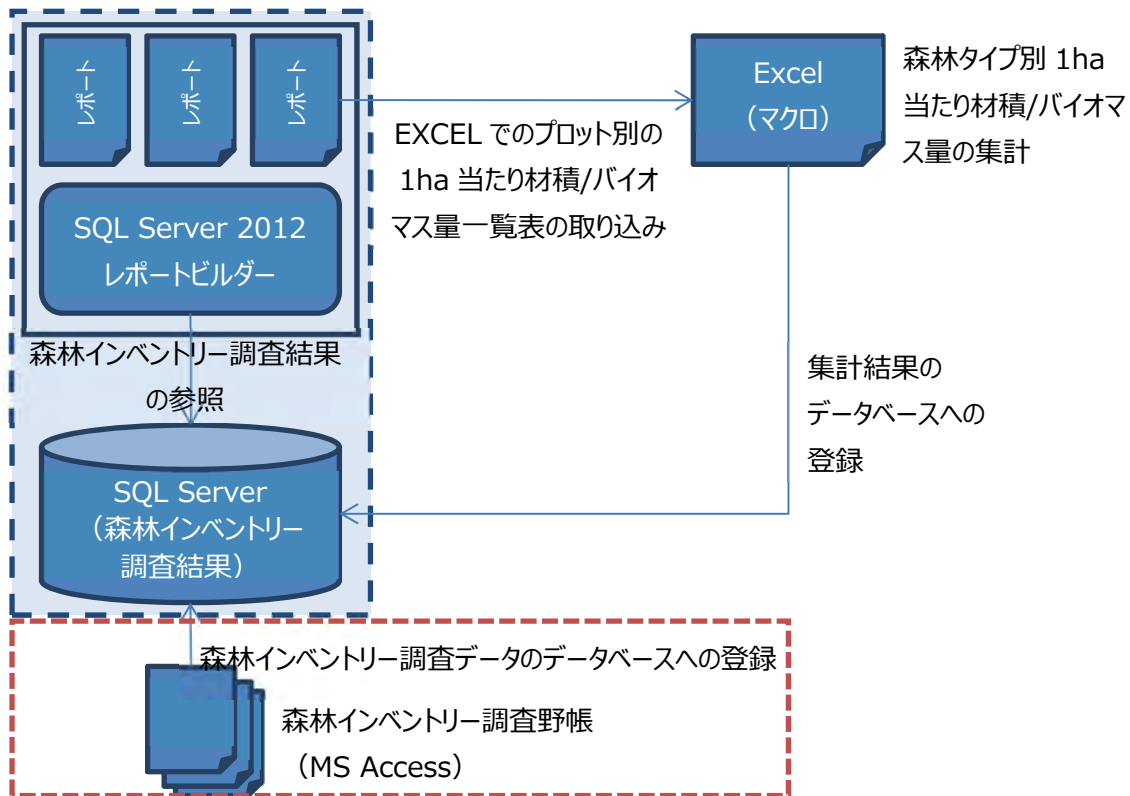


図 2.2.7.5 森林インベントリー調査結果集計プログラムの構成
森林インベントリー調査結果の集計

C/P との協議を踏まえ、森林インベントリー調査結果の集計様式を定めた。集計は、州別と各州を統合したものをそれぞれ作成した。

表 2.2.7.6 森林インベントリー調査結果集計様式

NO.	集計表	内容
1	樹木数、断面積、幹材積	5cm ≤ DBH、5cm ≤ DBH < 10cm、10cm ≤ DBH について、各森林タイプ別に、ha あたりの樹木数、断面積、幹材積、および樹木数、断面積、幹材積の総量を表示
2	DBH 別の樹木数と材積の分布	各森林タイプ別に、DBH について、5-10cm、10-20 cm、20-30 cm、30-40 cm、40-50 cm、50-60 cm、60 cm 以上の各クラス別に、ha あたりの樹木数、ha あたりの幹材積と幹材積の総量を表示
3	森林タイプ別の総幹材積による優勢樹種トップ 10	森林タイプ別に、総幹材積による優勢樹種トップ 10 を表示 ha あたりの樹木数、断面積、幹材積も表示

NO.	集計表	内容
4	商用樹種の材積	森林タイプ別に、5cm ≦ DBH、5cm ≦ DBH < 10cm、10cm ≦ DBH のそれぞれについて ha あたり幹材積と総幹材積、最小伐採直径の ha あたりの商用材積と幹材積、総商用材積、総幹材積を表示 森林タイプ別に、5cm ≦ DBH、最低伐採直径の商用クラス別の商用樹種の総幹材積を表示
5	樹種別の商用樹種の材積	森林タイプ別に、5cm ≦ DBH、5cm ≦ DBH < 10cm、10cm ≦ DBH のそれぞれについて、ha あたり樹木数、断面積、幹材積、および最小伐採直径の ha あたりの樹木数、断面積、商用材積、幹材積と総商用材積、総幹材積を商用樹種別に表示
6	非商用樹種の幹材積	森林タイプ別に、5cm ≦ DBH、5cm ≦ DBH < 10cm、10cm ≦ DBH のそれぞれについて、ha あたり幹材積と総幹材積を表示
7	郡別の森林面積と材積	森林タイプ別に、郡別の森林面積、全樹種による総幹材積、商用樹種による総幹材積（5cm ≦ DBH、DBH が最低伐採直径以上）を表示

2) MRV

MRV については、そのコンセプトのみを整理した。

3) セーフガード

セーフガードに関するガイドライン、セーフガード情報システムについては、FCPF により別途作成されることになっていたため、項目検討等の作業は行なわなかった。

4) 吸収・排出量モニタリング

(a) 地上モニタリングに関する情報

地上モニタリングに関する情報については、モニタリング野帳（森林火災リアルタイム、3 ヶ月後モニタリング、MODIS によるバンドエリアのモニタリング）から、情報項目を整理した。

(b) リモートセンシングによるレーダデータモニタリングに関する情報

リモートセンシングによるレーダデータモニタリングに関する情報については、プラットフォームでどのようなデータを取り扱うかを想定するため、目標とするモニタリングの流れを図 2.2.7.6 のとおり整理した。ここでは、2010 年森林被覆図が全国レベルで製作できる場合（図の左側）とカーボデルガドとガザの 2 州の同図しか製作できない場合（図の右側）に分けて整理した。

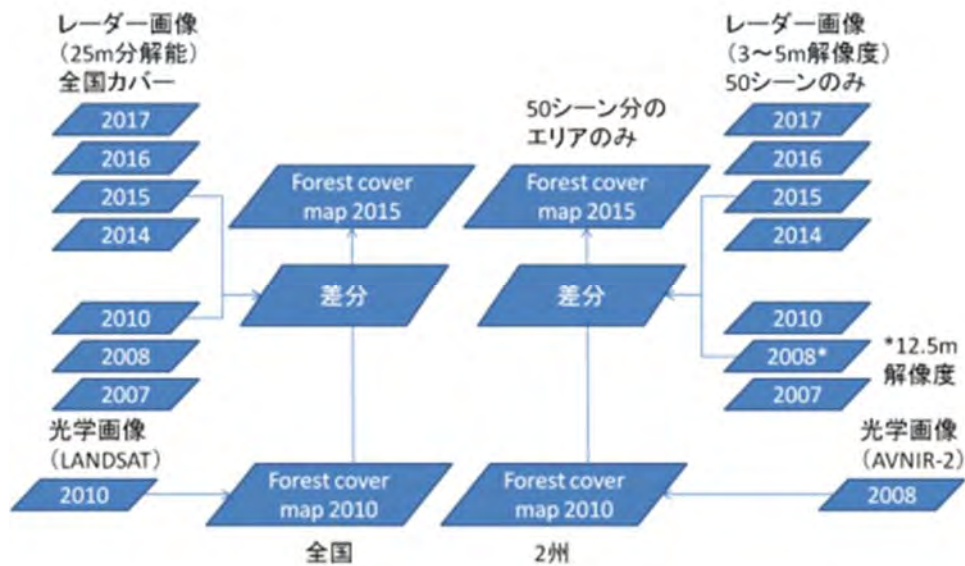


図 2.2.7.6 リモートセンシングによるレーダデータ解析による森林モニタリングの流れ（案）

5) 国家 REDD+戦略

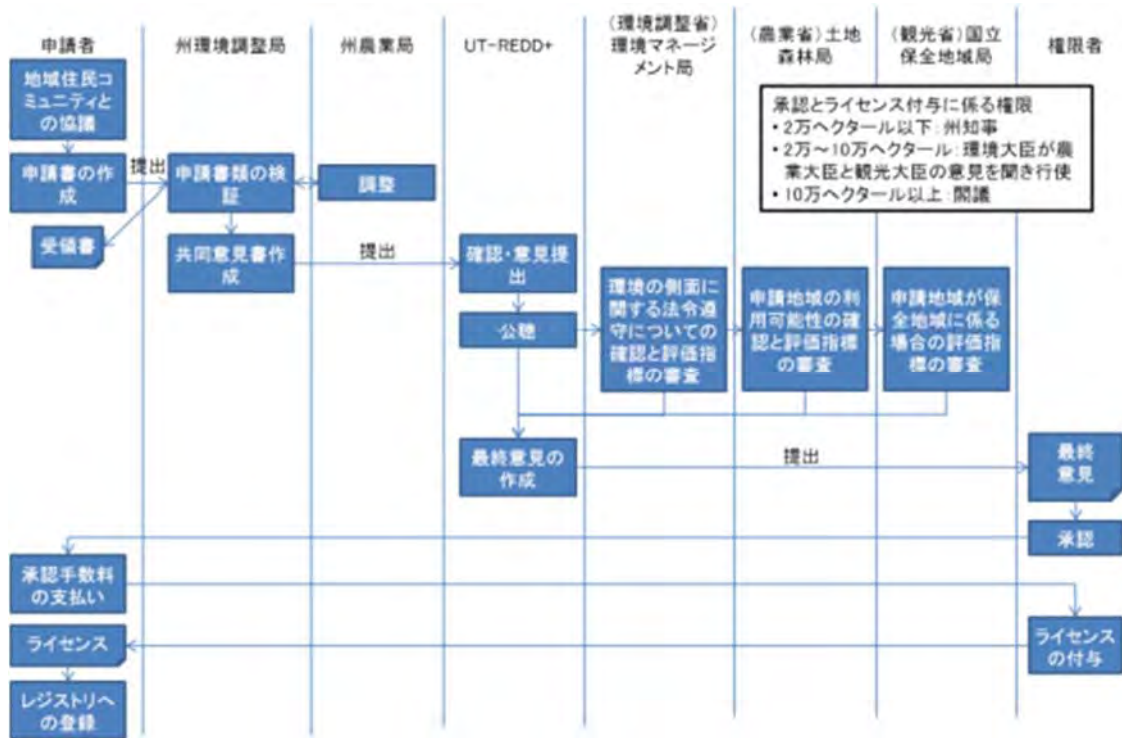
2016年の国家 REDD+戦略の策定を受け、関連法等の整理を行った。

6) 国家 REDD+レジストリ

「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」に基づいて、REDD+プロジェクトの申請から承認までの手続きを整理（図 2.2.7.7）し、国家 REDD+レジストリへの登録の流れを検討した（図 2.2.7.8）。本プロジェクト完了時点では本規定法に基づく運用は行なわれていないため、参考として検討の結果を記しておく。

「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」では、国家 REDD+レジストリはプロジェクトの国家承認プロセスを情報として含むものとして定義している。本規定法では、プロジェクト提案者より提出された申請書に基づいて UT-REDD+が関係機関の意見を取りまとめ、最終意見を権限者に提出する流れが規定されている。国家 REDD+レジストリへの登録は、ライセンス保持者の義務となっている。

これを踏まえ、国家 REDD+レジストリへの登録の流れを検討し、REDD+パイロットプロジェクトの提案者、またはライセンス取得者より必要な情報の提出を受け、ライセンス発行者が登録する流れとした。



REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法を元に作成

図 2.2.7.7 REDD+プロジェクトの申請から承認までの流れ

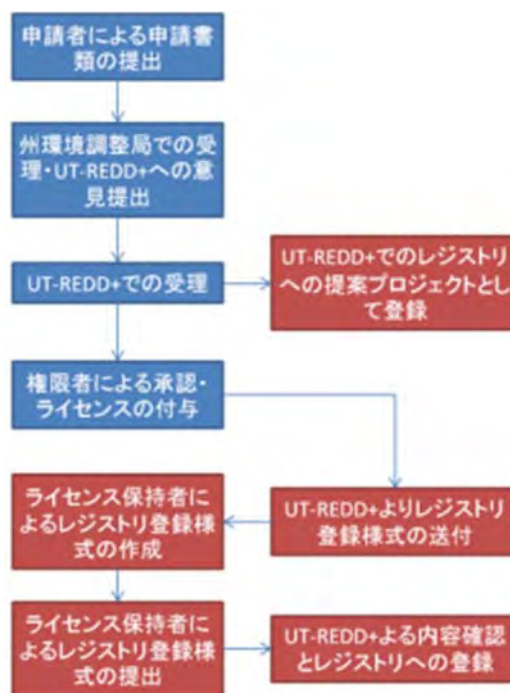


図 2.2.7.8 国家 REDD+レジストリへの REDD+プロジェクトの登録の流れ（案）

国家 REDD+レジストリで登録すべき情報の検討のため、「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」に基づく申請書等の記載項目を抽出し、表 2.2.7.7 に整理した。

これをもとに国家 REDD+レジストリで管理する情報項目について TWG で検討を行い、プラットフォームにおいては、プロジェクト提案者より提出された申請書、プロジェクト書類に記載され

る情報のうち、その一部を国家 REDD+レジストリの中で管理することとした。プラットフォームで参照する情報項目案を以下に示す。

- ・プロジェクト名称
- ・プロジェクト提案者
- ・活動タイプ
- ・実施面積
- ・プロジェクトサイト位置（シェイプファイル）
- ・州
- ・郡
- ・提出日
- ・国家ステータス
- ・ライセンス発行日
- ・開始日
- ・終了日
- ・目標排出量(CO2 t)
- ・減少排出量(CO2 t)
- ・関連資料

表 2.2.7.7 国家 REDD+レジストリで管理する情報項目の整理

規定法(*)第一条のレジストリの定義によるレジストリに含まれるべき情報	規定法(*)付属書 I によるデモンストレーションプロジェクトの申請様式に記載する情報	規定法(*)第 15 条によるプロジェクト書類	JICA プロジェクトによるプラットフォーム掲載情報項目案	コンゴ民主共和国の国家 REDD+レジストリによるプロジェクトシート掲載項目(参考)
<ul style="list-style-type: none"> - プロジェクトの国家承認の手続き - モニタリング - プロジェクトの開発 - ライセンスの権利の変遷 	<ol style="list-style-type: none"> 1 提案者の名前 2 REDD+活動のタイプ 3 実施面積 4 郡 5 州 6 補足資料 <ul style="list-style-type: none"> --身分証明書の公証コピー --解除証明書 --プロジェクト --手数料支払い済証明 --プロジェクトに関するデータ 7 担当者氏名、役職、国籍 8 連絡先(携帯電話、固定電話、email、スカイプ) 9 提出の期日と時間 10 申請者の法的署名 11 監督官庁の氏名と署名 	<ol style="list-style-type: none"> a) 一般的コンセプト b) 実施面積 c) 位置図 d) 森林減少原因の分析 e) プロジェクトの目的 f) 実施戦略と到達目標 g) 活動の展開スケジュールとそれぞれの実施主体・実施者 h) 便益者 i) 各ステークホルダーの権利と責任 j) モニタリング計画 k) リークエージを防ぐための手段とセーフガード l) セーフガード計画 m) プロジェクト参照レベルと分析手法 n) 計画—便益とリスクの分配、炭素蓄積の見積もりを含む o) 失効の要件 p) 申請する自主的カーボン認証 q) 予算—自主的カーボン認証制度への申請に必要な経費を含む 	<ul style="list-style-type: none"> - プロジェクト名称 - プロジェクト提案者 - 活動タイプ - 実施面積 - プロジェクトサイト位置(シェイプファイ) - 州 - 郡 - 提出日 - 国家ステータス - ライセンス発行日 - 開始日 - 終了日 - 目標排出量(CO2 t) - 減少排出量(CO2 t) - 関連資料 	<ul style="list-style-type: none"> - 活動タイプ - 名称 - プロジェクトリーダー - パートナー機関 - 技術的パートナー - 財務面パートナー - 国家ステータス - プロジェクト開始日・終了日 - 行政位置 - 予算 (CAPEX) - 財政的ステータス (CAPEX) - カーボン・ファイナンスやその他の継続的な収入 (OPEX) - 国家戦略とのリンク(戦略の構築から30のテーマのうちから取り組んだ主要テーマ) - 説明 - 備考 - 関連資料 - ウェブサイトへのリンク

() 規定法とは、「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」を指す。

(下線) 本プロジェクトによるプラットフォーム掲載項目案のうち、規定法で定められた情報項目との一致が明らかな項目

なお、「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」に従って申請、承認される REDD+デモンストレーションプロジェクトに対し、この手順に依らずプロジェクトが実施される場合も想定される。このようなプロジェクトについても把握しておく必要があるが、正規の手順によって申請・承認されたプロジェクトと明確に区別するため、これ以外のプロジェクトについては「その他プロジェクト」として「その他関連データ」の中で取り扱うこととした。

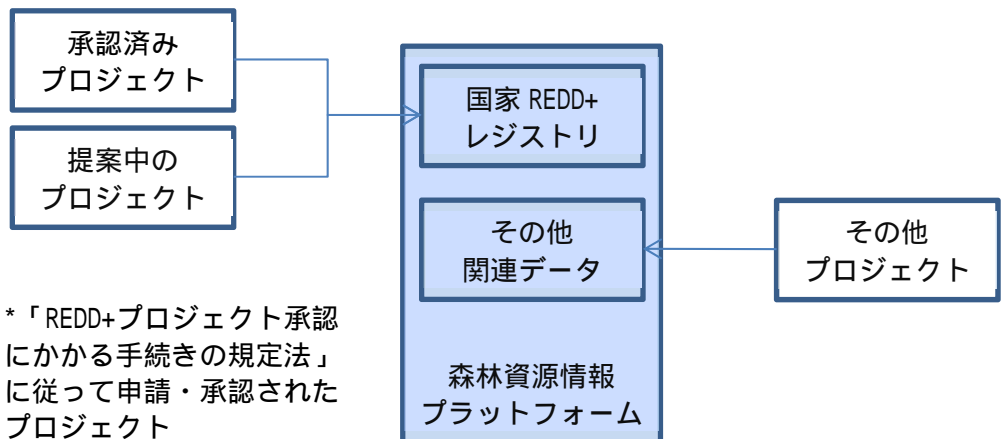


図 2.2.7.9 国家 REDD+レジストリで取り扱う REDD+プロジェクト

国家 REDD+レジストリについては、TWG において、下図の A 案に示すようにプラットフォームのデータベースとは別に構築することが C/P より提案された。一方で、このような仕組みの構築には時間がかかることが想定されるため、国家 REDD+レジストリとして必要な情報を提供するためには、場合によっては B 案のような必要な情報を直接国家 REDD+レジストリに登録する方法も考えられる。なお、プロジェクト提案者から提出された様式、プロジェクト書類の具体的な管理方法等が定まっていないため、これ以降の検討は実施していない。

「REDD+プロジェクト承認にかかる手続きの規定法」で REDD+プロジェクトの申請の際に作成する資料の項目は定められているものの、具体的な記述の内容・程度に関する説明はない。この場合、申請様式やプロジェクト資料に記載される内容にばらつきが生じ、データベース化が困難となることが想定されるため、記載要領等の作成が必要と考えられる。

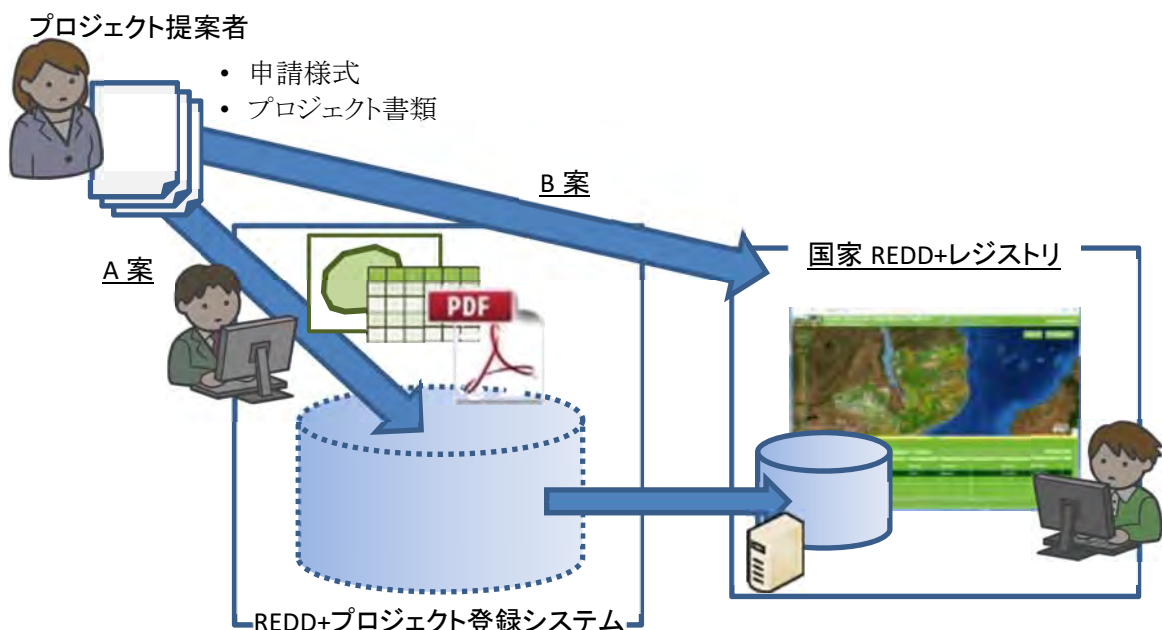


図 2.2.7.10 国家 REDD+レジストリへの REDD+プロジェクトの登録の流れ (案)

7) 森林行政関連データ

(a) 森林コンセッション・シンプルライセンス

森林コンセッションおよびシンプルライセンスに関する情報は、プロジェクト開始当初においては SISFLOF により管理されることになっていた。本プロジェクトにおいては、SISFLOF が運用される場合を想定し、森林コンセッションの情報をプラットフォームでどのように取り扱うかについて検討したが、SISFLOF は、2014 年に開発が完了したものの、予算の問題により運用されなかった。SISFLOF にデータが登録される状況にないため、プラットフォームでは取り扱えないこととなった。図 2.2.7.11 は、森林コンセッションのライセンス発行の流れであり、参考までに記しておく。

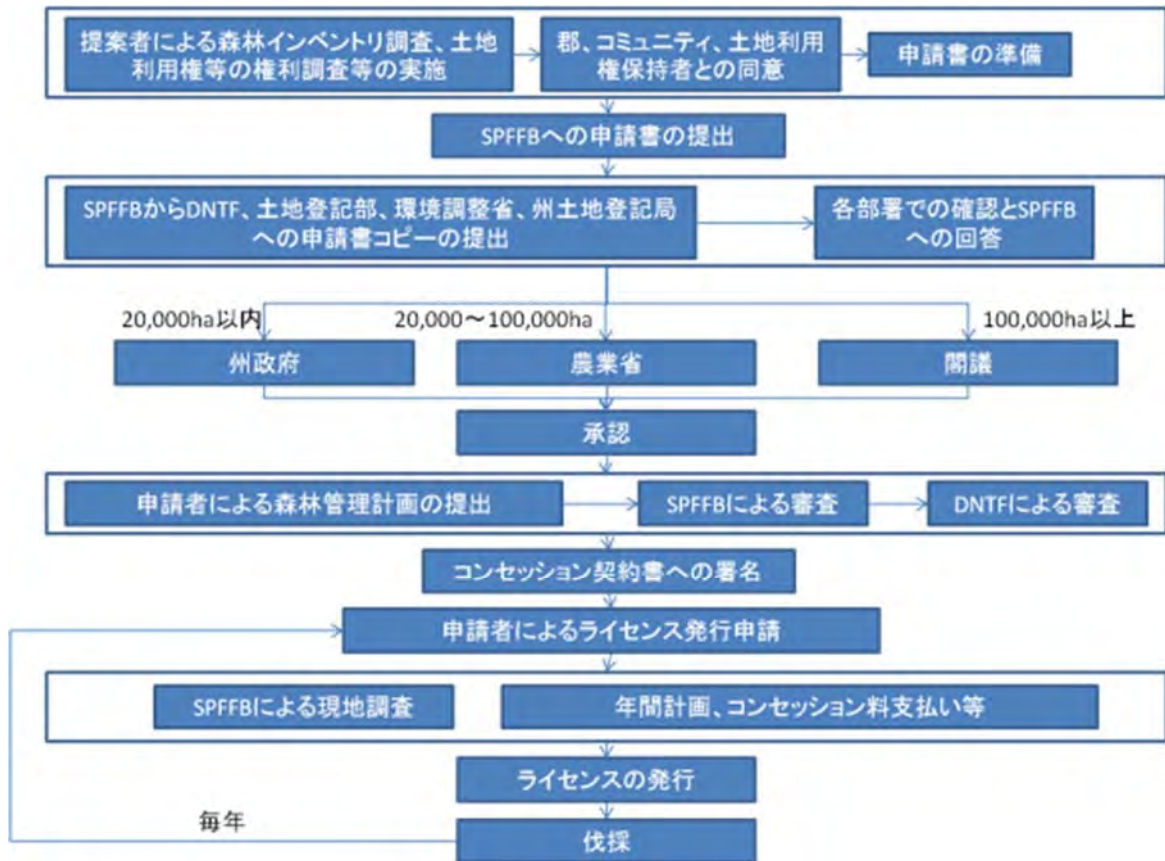


図 2.2.7.11 森林コンセッションのライセンス発行の流れ

(b) 土地管理情報

DUAT を含む土地に関する手続きや土地利用の目的など、土地に関する情報は GESTERRA (土地情報管理システム) により管理される。全国運用はまだ行われておらず、北部 4 州のみでの運用となっている。

GESTERRA では、各州において申請された土地の範囲を GIS データとして登録する仕組みを有している。GIS データは、プラットフォームと同様に ArcGIS で管理されていることから、必要に応じてプラットフォームからデータを参照することが可能な仕組みとなっている。

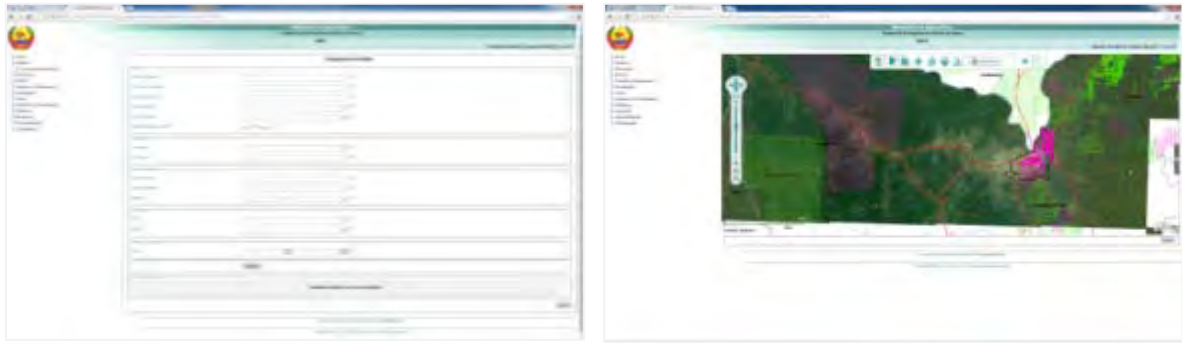


図 2.2.7.12 GESTERRA 画面イメージ

GESTERRA では、以下の図に示すデータを取り扱っている。Cadastro より下側が GIS データとして管理されているもの、上側が台帳情報である。TWG での検討の結果、これらの情報のうち、プラットフォームで取り扱うべきデータを赤色で示した。土地管理に関する情報は慎重に取り扱うべき情報項目の 1 つであることから、プラットフォームでこれらの情報を取り扱う場合には、GESTERRA の管理者との間で、具体的な連携方法について協議を行う必要がある。

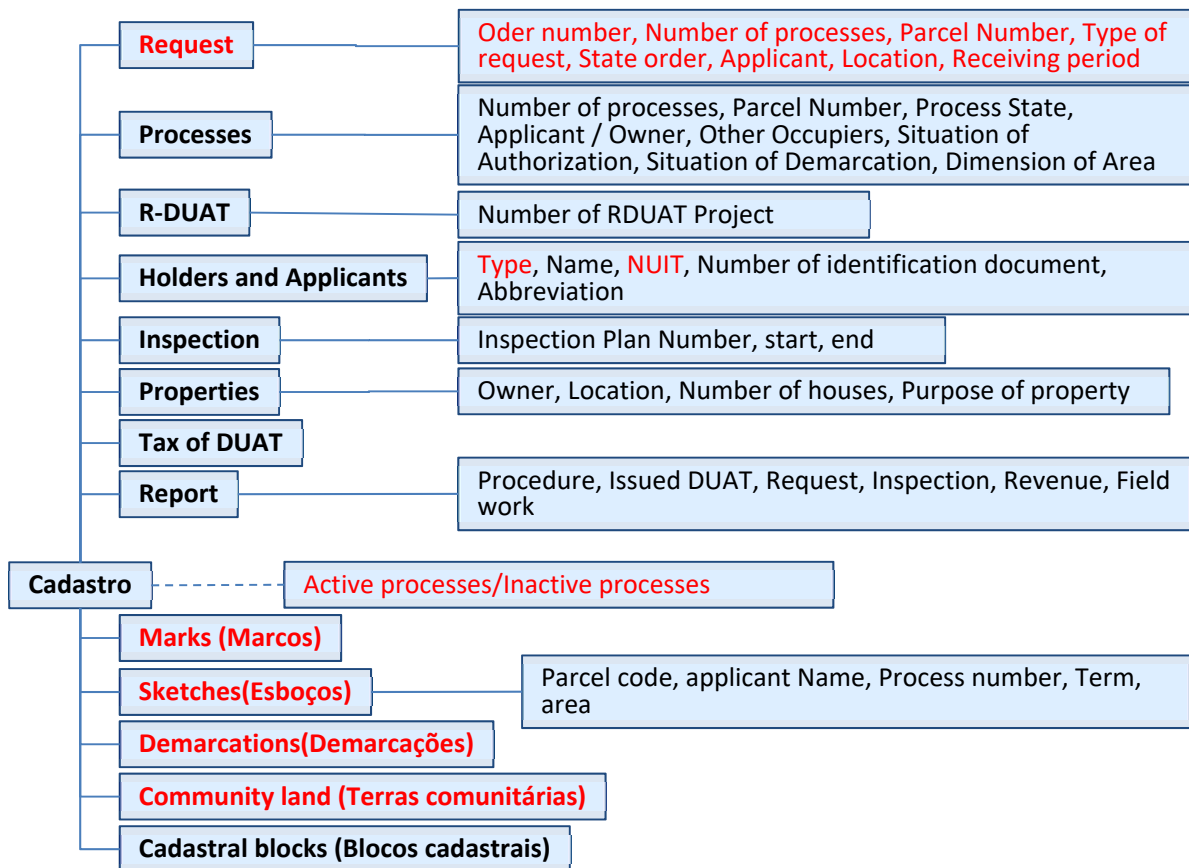


図 2.2.7.13 プラットフォームで取り扱うべき GESTERRA で管理されるデータ (案) (赤字)

(c) 森林管理区分と保護エリア

TWG において確認した森林管理区分と保護エリアの関係を図 2.2.7.14 に示す。

森林管理区分は、区域の指定等を行われないため明確な境界を有さない情報であるが、管理上必要な項目の 1 つである。現状では AIFM の森林被覆図を基に作成されたものが存在する。

保護エリアは、森林・野生生物法で規定されたエリアであり、エリアが指定されている。国立保護地には、野生生物国立保護地のほか、森林を対象とした森林保護地がある。

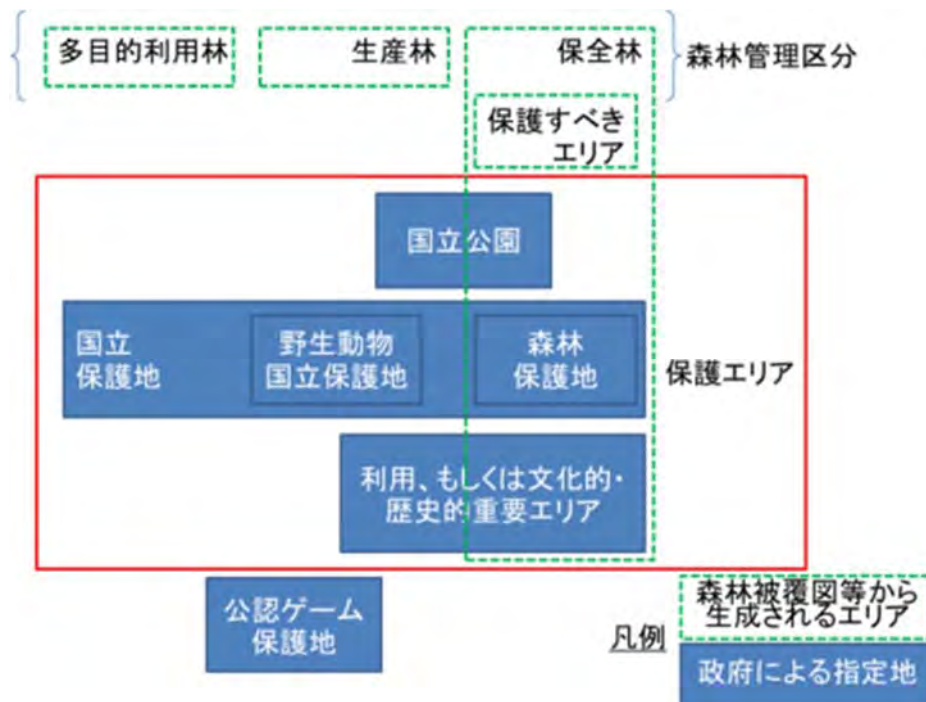


図 2.2.7.14 森林管理区分と保護エリア

8) その他関連データ

その他関連データとしては、以下の表に示す項目を想定した。

表 2.2.7.8 その他関連データ項目(案)

都市、町、村	郡・州都
	市町
	クラスター
河川	河川
	流域
気象	気象観測所・気象観測データ
道路	
鉱山	鉱山コンセッション
	探鉱
ランドシステム・ランドユニット	ランドシステム
	ランドユニット
	ランドリージョン
農業	農業経済ゾーン
	農業統計
地質・土壌	土壌
	地質
地形	標高
	傾斜
土地利用	

災害	土壌浸食
	洪水
経済	特別経済ゾーン
行政界	国境
	州
	郡
	ポスト アドミニストラティブ
その他の REDD+プロジェクト	

2.2.8 森林資源情報プラットフォームの運用計画書（案）

作成した森林資源情報プラットフォーム運用計画書（案）の概要を下記に示す。

1.はじめに

プラットフォームの目的、運用実施体制、ユーザと権限について記載した。

運用実施体制については、モザンビークの REDD+に関する政策に基づいて運用する必要性を考慮し、図 2.2.8.1 の左側に示すとおりプラットフォームの所有者、運用者、利用者という 3 階層に区分した。プラットフォーム所有者は、モザンビークの REDD+政策の責任機関の立場から、プラットフォームの持続的な運用に対して政策的・財政的な責任を持つ機関として定義した。プラットフォーム運用者は、プラットフォーム所有者の下で、実際に運用を担う機関として位置づけた。関係機関による「プラットフォームの運営・更新に関する調整会議（Coordination meetings for operation and update of the Platform）」を想定している。プラットフォーム利用者は、モザンビークの持続可能な森林管理及び REDD+の活動に関わる全ての個人・組織とした。

プラットフォーム利用者には、図 2.2.8.1 の右下部分に示すとおり、システム管理者、情報管理者、情報提供者、および一般利用者の 4 つのユーザタイプを設定した。システム管理者は、プラットフォーム運用者の指示の下、プラットフォームを運用するサーバ機器、プラットフォームで取り扱うデータ、ユーザなど、プラットフォームに関する全ての項目の管理を行う。情報管理者は、プラットフォームで取り扱う 8 種類の情報ごとに設置し、各情報の管理を行う者とした。情報提供者は、REDD+の実質的な推進者であり、必要な情報を収集し、プラットフォームに提供する者である。一般利用者は、プラットフォームに提供された情報を利用するユーザである。なお、当初一般利用者としては、閲覧制限のある情報にもアクセス可能な登録利用者と、閲覧制限のない情報のみアクセス可能な利用者の 2 種類を想定していた。閲覧制限のある情報に対しては、閲覧可能期間等を設ける必要があるが、ユーザ単位で閲覧可能期間等を設定することはユーザ管理が煩雑になる可能性があり、結果として十分な情報管理が行えない可能性が考えられることから、登録利用者の区分を設けないこととした。

各ユーザタイプにおける具体的な利用権限を表 2.2.8.1 に示す。

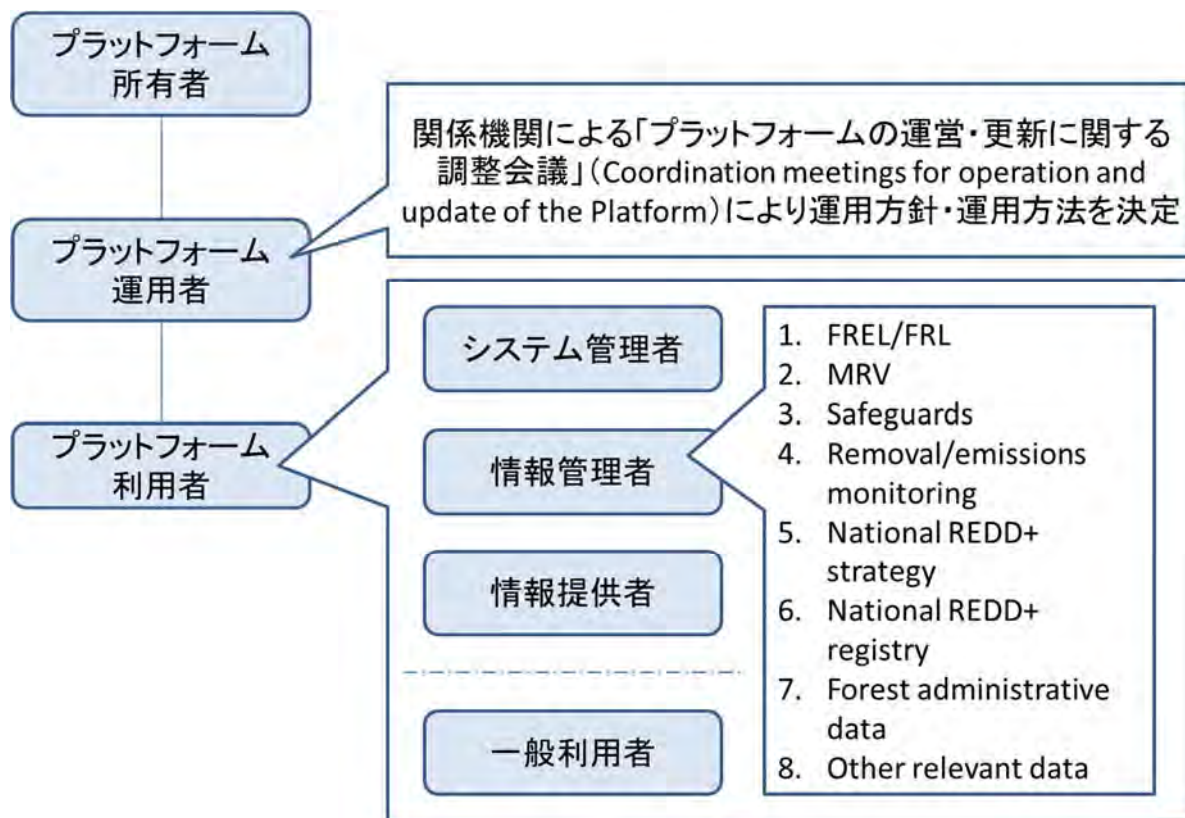


図 2.2.8.1 森林資源情報プラットフォームの持続的運用体制(案)

表 2.2.8.1 ユーザタイプと権限

ユーザタイプ 権限	システム 管理者	情報管理者	情報提供者	一般利用者
ユーザ管理				
ユーザ権限設定				
メニューリスト追加 等のプラットフォーム 構造の変更				
記事のプラットフォ ーム上での直接編集 (登録・変更・削除)				
閲覧制限のある記事 の閲覧				
閲覧制限のない記事 の閲覧				
ログインの必要	要	要	要	不要
管理サイトへのアク セス(要ログイン)	(管理サ イト全機能 を利用可)	(管理サ イトの記事 編集機能の みを利用 可)		

2.運用条件(サービスレベル)

プラットフォーム運用の条件（利用者に提供するサービスのレベル）を定義した。

プラットフォームのサービス提供時間は、停電やサーバ機の故障等での停止は考慮しつつ、基本的にはサーバ機が動作する限り、24 時間 365 日のサービス提供としたが、問合せ等の各種対応については、モザンビーク政府職員の勤務時間に準拠するものとした。

3.運用項目

コンピュータシステムの運用・管理に関する体系的なガイドラインである ITIL（Information Technology Infrastructure Library）を参考に、12 の運用項目を設定した（サービスデスク、インシデント管理、問題管理、構成管理、変更管理、リリース管理、サービスレベル管理、IT サービス財務管理、可用性管理、IT サービス継続性管理、キャパシティ管理、情報セキュリティ管理）。

4.運用体制

1 章で定義した運用実施体制に対し、具体的な機関、役職を定義した。

5.運用計画

3 章で定義した 12 の運用項目について、運用項目ごとに具体的な作業内容、作業の流れを記した。利用者からの問合せ対応、障害発生時の対応、データ等プラットフォームの内容の更新手順・ルール、システム保守・バックアップ、情報セキュリティ管理の方針などについて記載した。

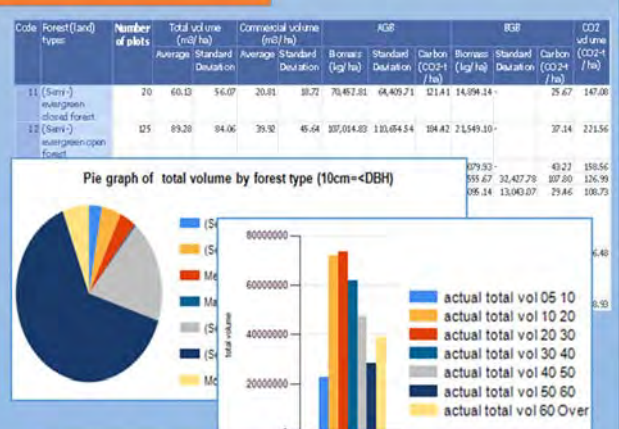
2.2.9 森林資源情報プラットフォームの構築

作成した森林資源情報プラットフォーム設計書に基づき、森林資源情報プラットフォームの開発を行った。国内作業において開発作業を実施した後、現地において、サーバ機にインストールを行った。森林資源情報プラットフォームでできることを図 2.2.9.1 に示す。

森林資源情報プラットフォーム



土地利用/土地被覆の地図上での可視化



二酸化炭素排出量の推定と森林インベントリ調査結果の分析

図 2.2.9.1 森林資源情報プラットフォームでできること

設計要件を考慮し、以下のソフトウェアを使用した。

表 2.2.9.1 森林資源情報プラットフォームで使ったソフトウェア

構成要素	使用ソフトウェア	備考
利用場面ごとの情報提供	Joomla (ver.3.4.8)	世界的に利用されているオープンソースのコンテンツ管理システム (CMS : Contents management system) DNTF の Web サイトにも利用されている
	ArcGIS Viewer for flex (ver.3.7)	ESRI 社より提供されている ArcGIS をベースとした Web での地図アプリケーションソフトウェア コンゴ民主共和国国家森林モニタリングシステム(UN-REDD プログラムの下で構築)でも同ソフトウェアが利用されている。
基本サービス	ArcGIS Server (ver.10.2.2)	環境プログラム無償で調達されたサーバでの地図管理ソフトウェア。Web での地図提供に使用。
	SQL Server 2012	環境プログラム無償で調達されたデータベースマネジメントシステムソフトウェア。データベースに各のされたデータのレポート化に使用。
データ管理	SQL Server 2012	環境プログラム無償で調達されたデータベースマネジメント

構成要素	使用ソフトウェア	備考
		システムソフトウェア。 GIS データやその他データの蓄積・管理に使用。
	ArcGIS Desktop	環境プログラム無償で調達された GIS データの表示・解析・管理ソフトウェア。 GIS データの更新・管理に使用。データは SQL Server に格納される。
	ArcCatalog	ArcGIS Desktop の一部として環境プログラム無償で調達された GIS データの管理ソフトウェア。 GIS データのメタデータの管理に使用。

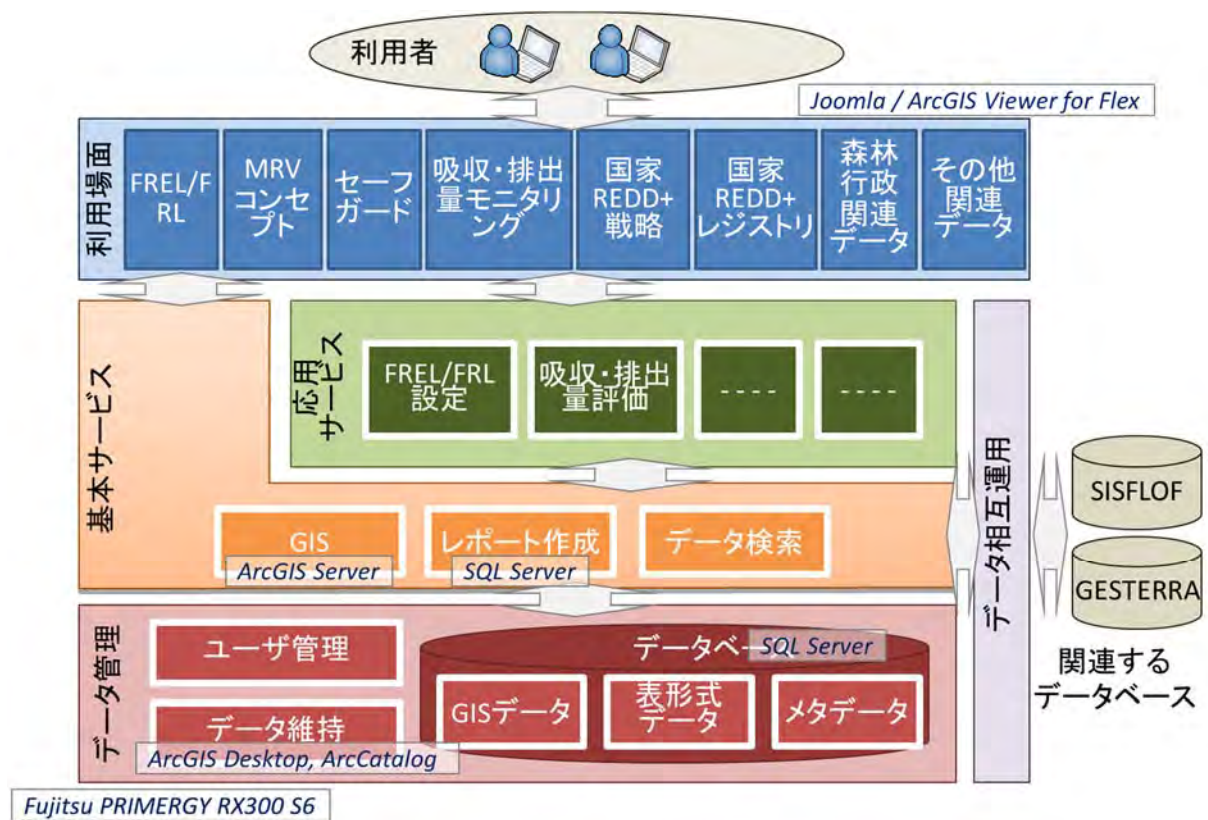


図 2.2.9.2 使用ソフトウェアの構成

DNRI/DNTF におけるサーバ機器およびネットワーク構成は、プロジェクト開始当初は下記のとおりとなっていた。Web サーバとデータサーバの 2 台構成であり、Web サーバは、Gov ネットワークに接続しており、DNRI 内だけでなく、DNTF や SPFFB からアクセスが可能となっていた。初期の運用においては、利用者が直接アクセスするプラットフォーム本体は、Web サーバに配置し、データはデータサーバに配置した。

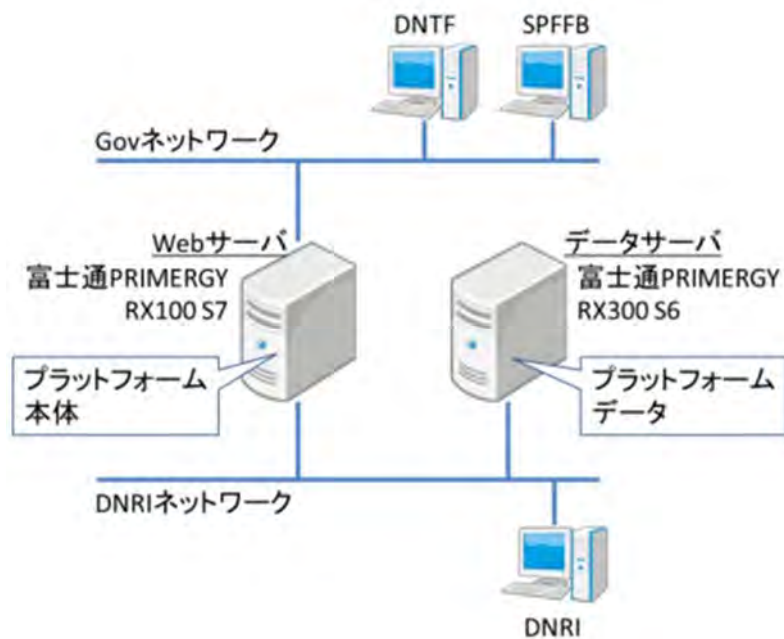


図 2.2.9.3 DNRI におけるサーバ・ネットワーク構成
構築した森林資源情報プラットフォームについて、以下に説明する。

1) 利用場面ごとの情報提供

利用場面ごとの情報提供については、オープンソースのコンテンツ管理システムである Joomla により構築した。トップ画面、および各ページの表示例を、図 2.2.9.4、図 2.2.9.5 に示す。また画面構成を表 2.2.9.2 に示す。これらのページの編集は、図 2.2.9.6 に示す管理機能、もしくは図 2.2.9.7 に示す編集権限をもつユーザでのログインにより直接これらの画面より行うことができる。

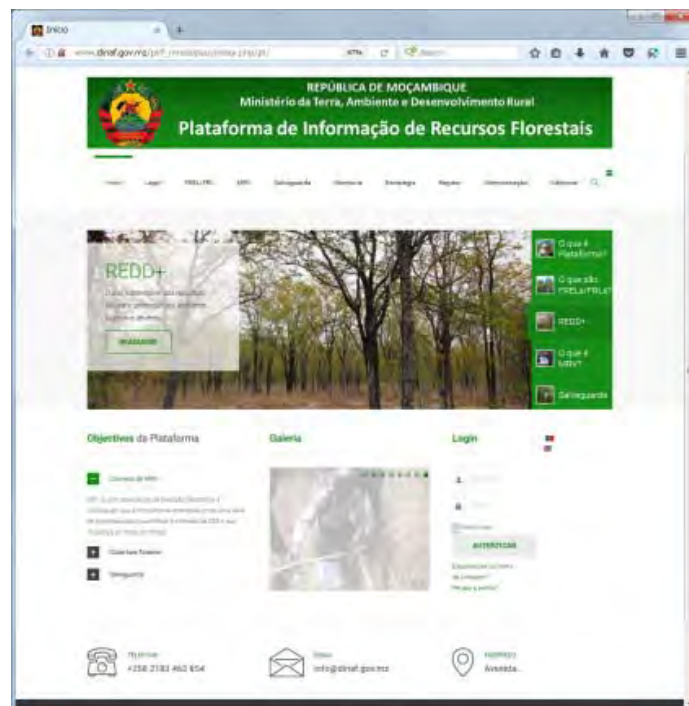


図 2.2.9.4 森林資源情報プラットフォームトップ画面

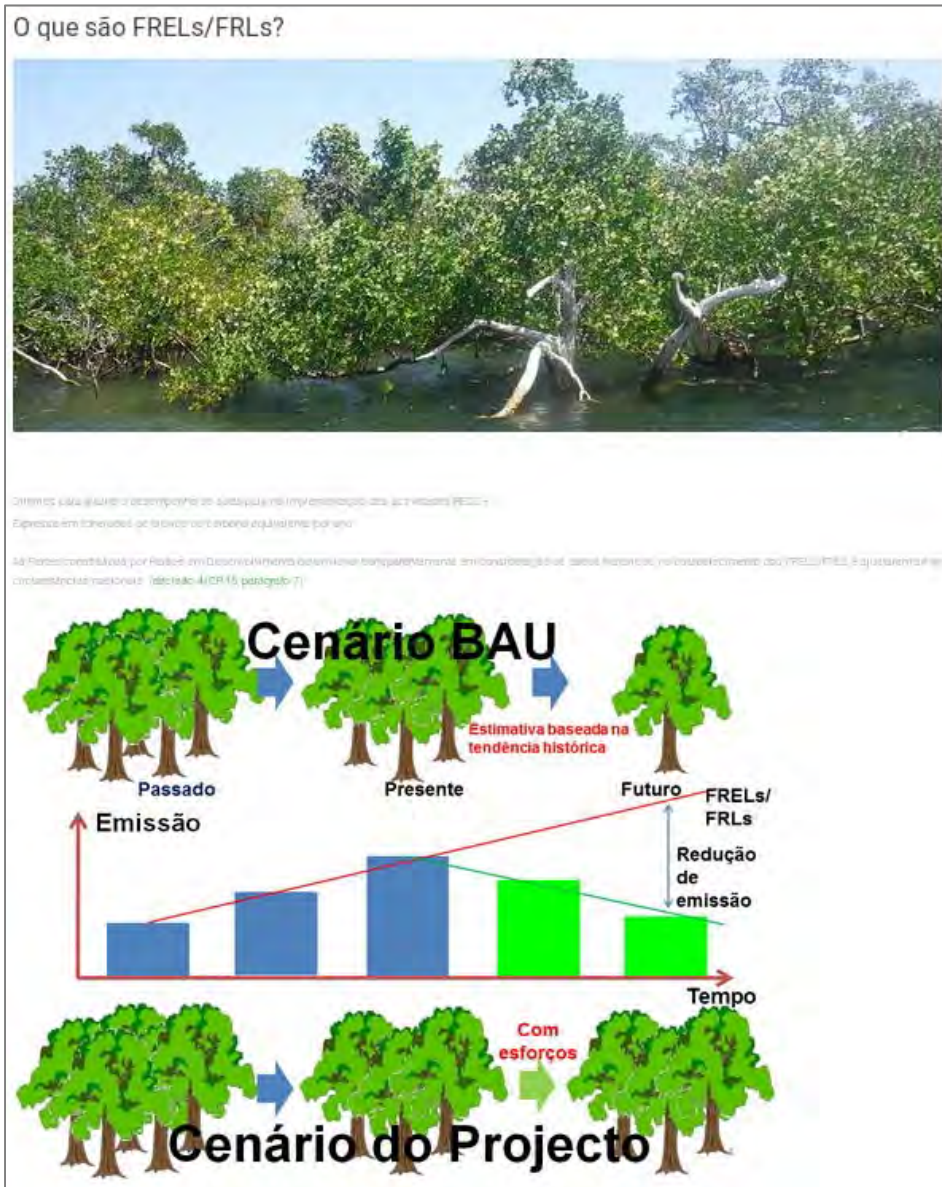


図 2.2.9.5 森林資源情報プラットフォームの表示画面の例

表 2.2.9.2 森林資源情報プラットフォームサイトマップ

コンポーネント	内容
トップ	
FREL/FRL	FREL/FRL (*) FREL/FRL とは何か? FREL/FRL 作成の根拠資料 アクティビティデータ 森林被覆 過去参照年の土地利用・土地被覆図 エミッションファクター(*)

コンポーネント	内容
	<ul style="list-style-type: none"> 森林インベントリー調査 バイオマス情報 排出量推定(*) 国情（準備中） FREL/FRL に関する参考情報
MRV	MRV とは何か? 測定システム(*) 報告システム(*) 検証システム(*)
セーフガード	セーフガード情報システム(*)
吸収・排出量モニタリング	国家森林モニタリングシステム(*) 森林被覆変化(*) 準リアルタイム森林減少モニタリング 炭素蓄積量吸収・排出量(*) 森林被覆図
国家 REDD+戦略	国家 REDD+戦略 <ul style="list-style-type: none"> 国家 REDD+2016-2030 REDD+に関する法律・規則 森林劣化・減少のドライビングフォース PaMs(*)
国家 REDD+レジストリ	国家 REDD+レジストリ(*)
森林管理データ	森林管理と REDD+ <ul style="list-style-type: none"> 森林管理の法的管轄権 REDD +に関する国家的責任 準備段階における制度的枠組み 森林コンセッション(*)
その他関連情報	その他関連情報 その他地図情報 プラットフォームとは何か? (プラットフォームの目的、プラットフォームで取り扱う情報、プラットフォーム機能の概要)

(*)：未承認、もしくは未実施のため、非公開もしくは「準備中」として掲載。

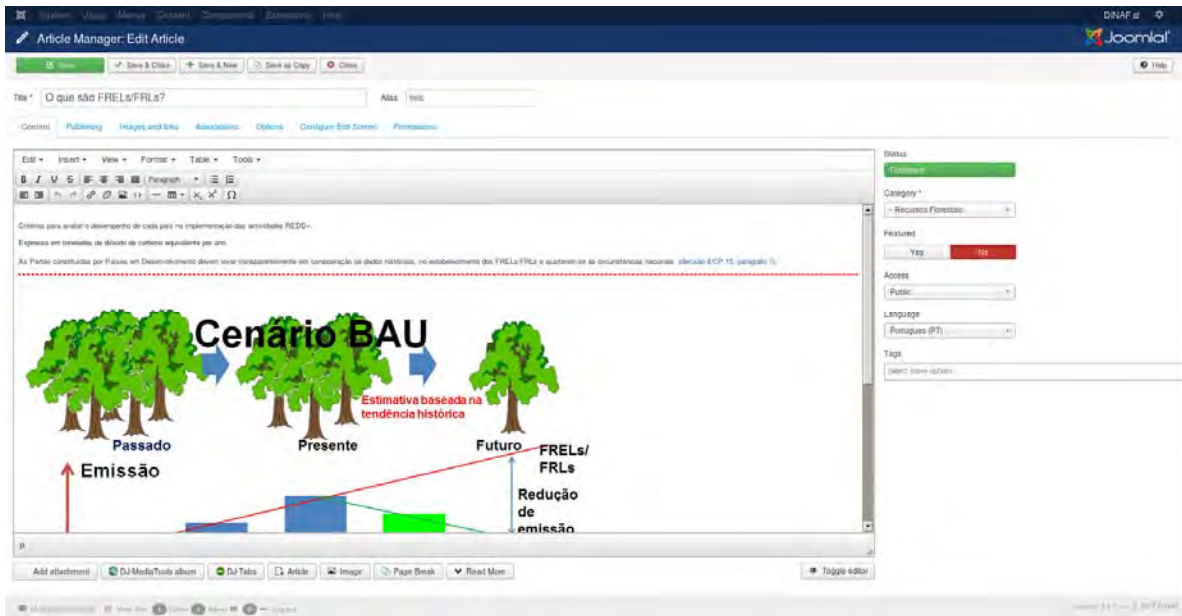


図 2.2.9.6 管理機能による編集画面の例

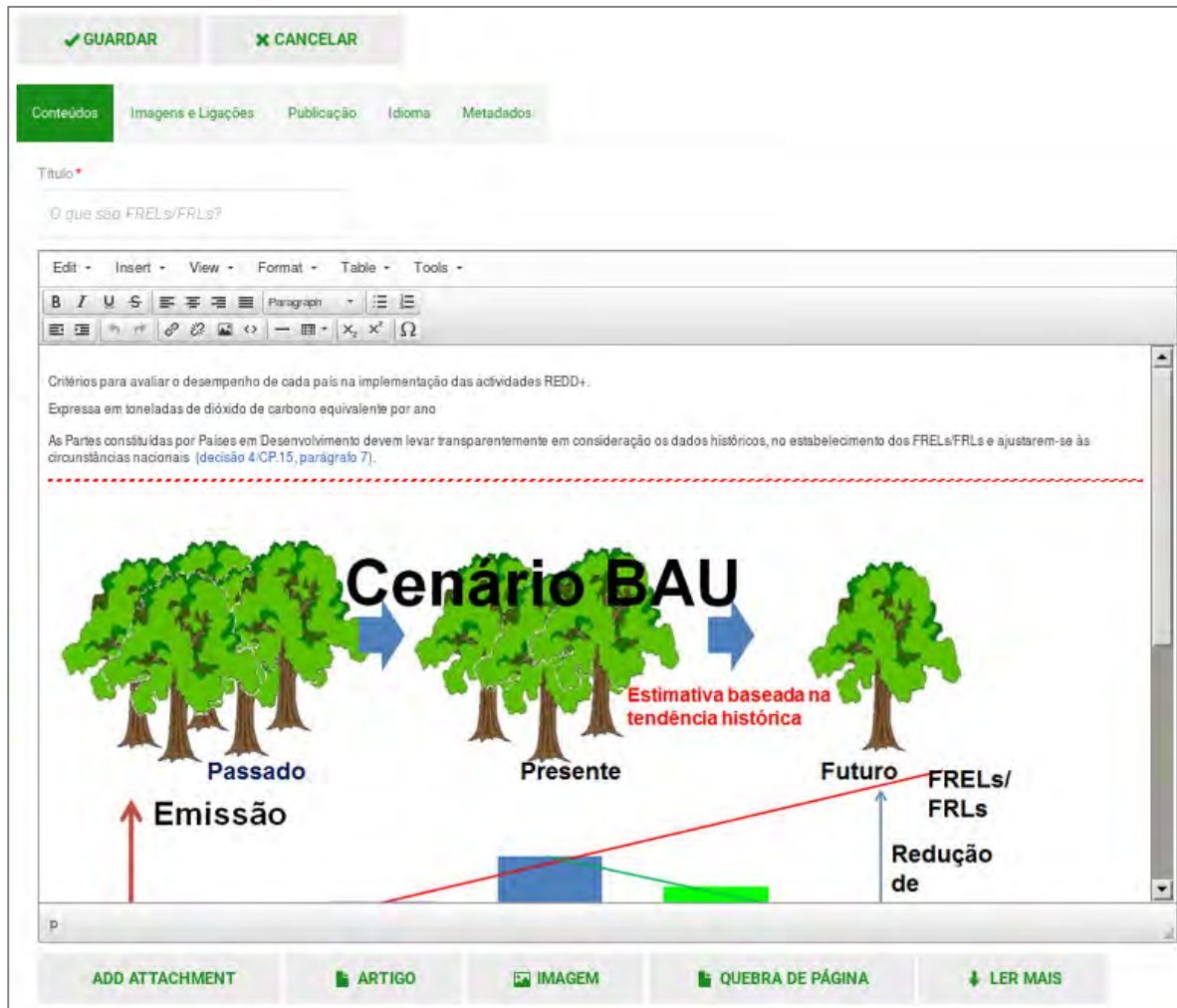


図 2.2.9.7 編集権限のあるユーザログインによる直接編集画面の例

2) 地図表示機能

地図表示については、ArcGIS Viewer for flex を使用して構築した。図 2.2.9.8 に、土地利用・土地被覆図の各参照年地図の表示結果を示す。インベントリー調査のプロット調査実施個所については、図 2.2.9.9 に示すように、現地状況も合わせて確認できるよう、現地写真等を掲載した PDF ファイルへのリンクを行った。



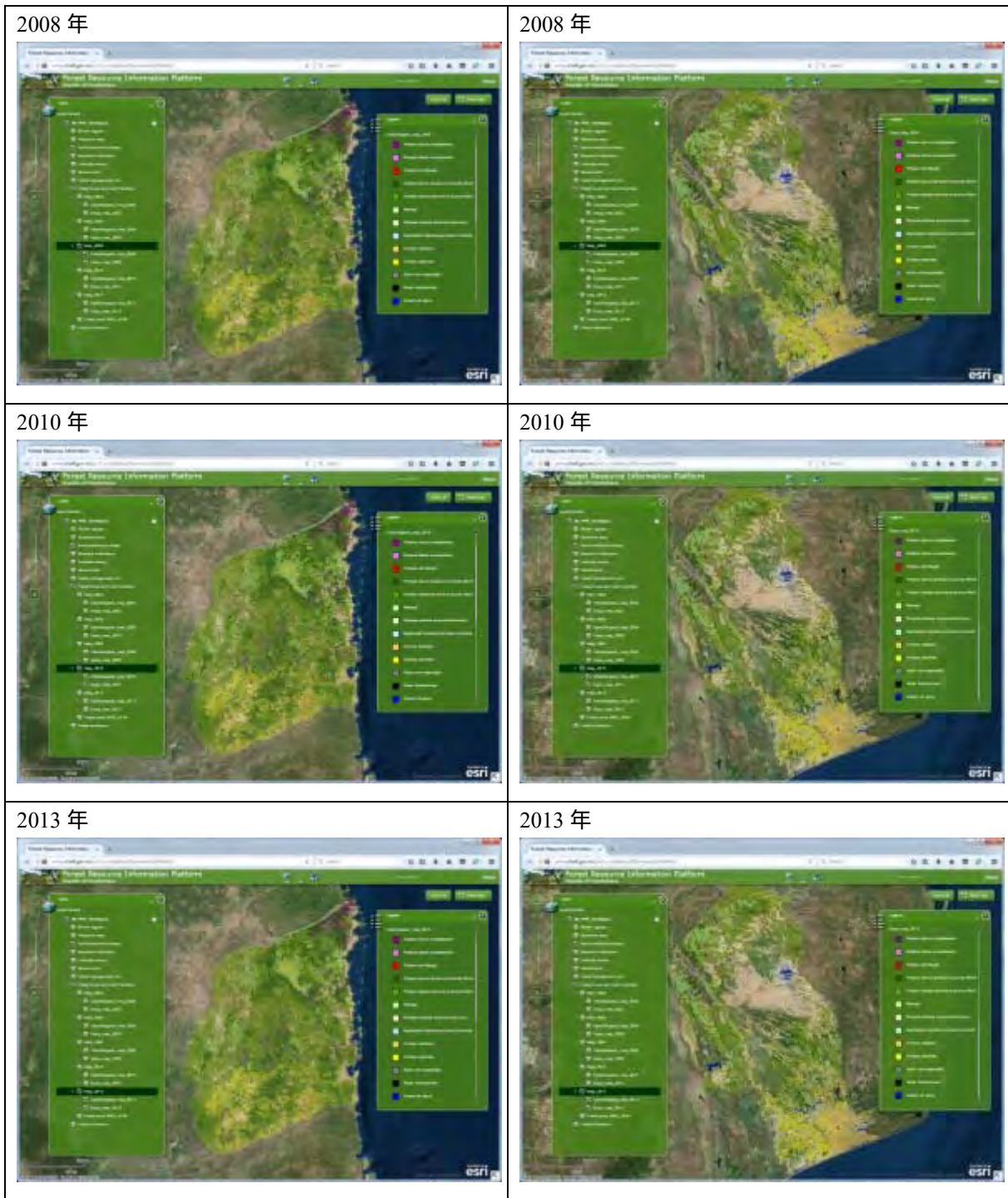


図 2.2.9.8 ガザ州、カーボデルガド州 2 州の土地利用・土地被覆図参照年地図

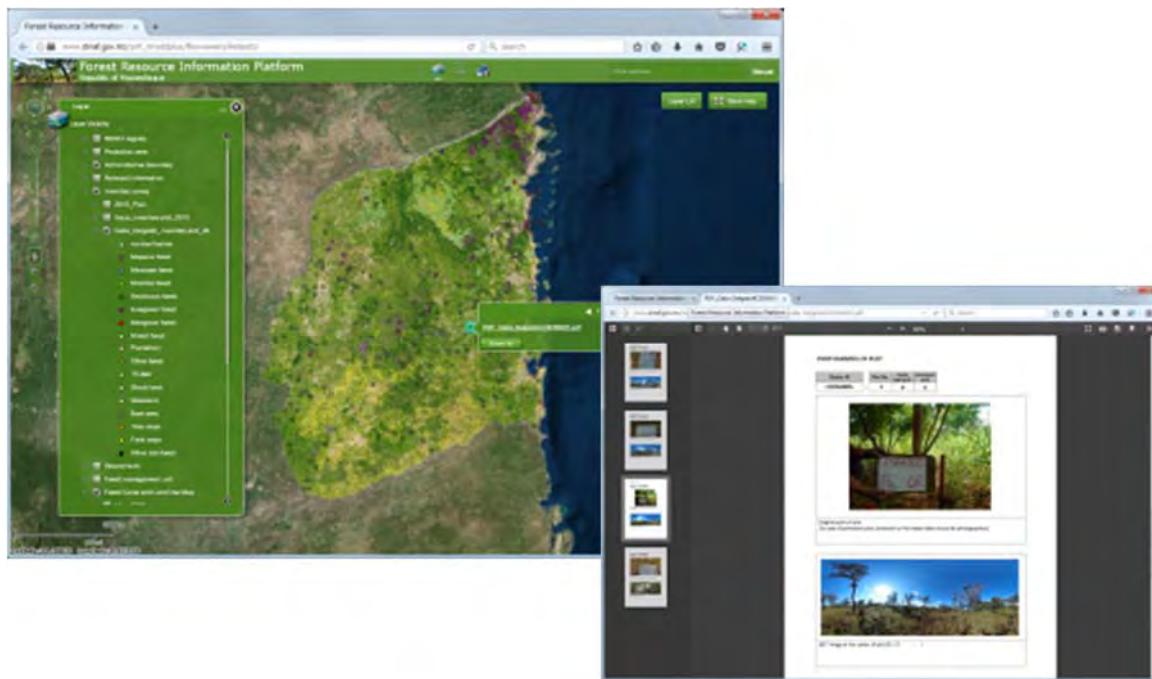


図 2.2.9.9 インベントリー調査プロット調査箇所の表示と現地写真へのリンク

表 2.2.9.3 プラットフォームに登録したGISデータ一覧

No.	地図アプリケーション名	レイヤグループ名	レイヤ名(データ名)	出所	説明
1	森林被覆	土地利用・土地被覆図参照 年地図	2002年(ガザ州)	本プロジェクト	本プロジェクトで作成された土地利用・土地被覆図参照年地図
			2005年(ガザ州)		
			2008年(ガザ州)		
			2010年(ガザ州)		
			2013年(ガザ州)		
			2002年(カーボデルガド州)		
			2005年(カーボデルガド州)		
			2008年(カーボデルガド州)		
			2010年(カーボデルガド州)		
			2013年(カーボデルガド州)		
2	森林イベントリ	イベントリ-調査	AIFM2005	BaseNacional	2005年のAIFMによる森林被覆図
			ガザ州	本プロジェクト	ガザ州での2013年および2014年のグランドトルース地点
			カーボデルガド州	本プロジェクト	カーボデルガド州での2013および2014年のグランドトルース地点
			2015年ガザ州実施プロット	本プロジェクト	ガザ州での2015年のイベントリ-調査実施プロット及び現地状況

No.	地図アプリケーション名	レイヤグループ名	レイヤ名(データ名)	出所	説明
			2016年カーボデルガド州実 施プロット 2015年・2016年2州インベ ントリー調査計画：優先ク ラスター 2015年・2016年2州インベ ントリー調査計画：補充ク ラスター 2015年・2016年2州インベ ントリー調査計画：追加優 先クラスター 2015年・2016年2州インベ ントリー調査計画：追加補 完クラスター	本プロジェクト 本プロジェクト 本プロジェクト 本プロジェクト 本プロジェクト	カーボデルガド州での2016年のインベン トリー調査実施プロット及び現地状況 ガザ州、カーボデルガド州の2015年・ 2016年のインベントリー調査プロット計 画 ガザ州、カーボデルガド州の2015年・ 2016年のインベントリー調査プロット計 画 ガザ州、カーボデルガド州の2015年・ 2016年のインベントリー調査プロット計 画 ガザ州、カーボデルガド州の2015年・ 2016年のインベントリー調査プロット計 画
3	森林モニタリング	なし			
4	REDD+ レジストリ	REDD+レジストリ	REDD プロジェクト	(サンプル)	画面イメージ検討用サンプルデータ
5	森林行政関連デー タ	森林管理単位	生産森林	AIFM	2005年 AIFM 森林被覆図より作成
		保護区	保護区	BaseNacional	モザンビークの保護区(国立公園など)
		行政界	国境	BaseNacional	モザンビーク領土
			州界	BaseNacional	モザンビークの州
			郡界	BaseNacional	モザンビークの郡
			ポストアドミニストラティ ブ界	BaseNacional	モザンビークのポストアドミニストラティ ブ
6	その他関連データ	市町村	州都・郡都	AIFM	州都・郡都(ポイント)

No.	地図アプリケーション名	レイヤグループ名	レイヤ名(データ名)	出所	説明
			市・町	BaseNacional	市・町(ポイント)
			クラスター	BaseNacional	クラスター(ポイント)
			流域	BaseNacional	主要河川流域界
			河川	BaseNacional	河川(ライン)
			水部	BaseNacional	湖沼、大規模河川(ポリゴン)
			気象	AIFM	モザンビークにおける気象観測地点
			道路	BaseNacional	モザンビークにおける道路
			鉱山コンセクション	DNG	DNGによる2009年のコンセクションデータ
			ランドシステム-ランドユニット	DNG	
			ランドシステム-ランドユニット	BaseNacional	モザンビークにおける土地単位
			農業	BaseNacional	
			土壌	BaseNacional	
			地形	BaseNacional	
			光学画像	BaseNacional	
7	衛星画像	レイヤグループ名	レイヤ名(データ名)	出所	説明
		レイダ画像	レイダ画像	環プロ無償	ライセンス上インターネット公開ができないため、非公開設定
		光学画像	光学画像	環プロ無償	
		レイダ画像	レイダ画像	環プロ無償	
		農業	アグロエコロジカルゾーン	IIAM	IIAMによるエコロジカルゾーン区分
		土壌	エコロジカルゾーン	AIFM	AIFMによるエコロジカルゾーン区分
		地形	土壌	BaseNacional	土壌区分図
		光学画像	標高	BaseNacional	DEMによる標高区分図
		レイダ画像	レイダ画像	環プロ無償	ライセンス上インターネット公開ができないため、非公開設定
		レイダ画像	レイダ画像	環プロ無償	

3) 森林インベントリー調査結果入力ツール

Microsoft Access を用いて開発した森林インベントリー調査結果入力ツールの入力画面を、図 2.2.9.10 に示す。

01_Forest_Inventory_Form

Survey Name*			
Cluster ID*		Plot No.	
BASIC INFORMATION			
Plot Shape*	<input checked="" type="radio"/> 1. Rectangular: 20m × 50m (0.1ha)		<input type="radio"/> 2. Circular: r=(7.84m) (0.1ha)
Province*	<input checked="" type="radio"/> 1. Maputo <input type="radio"/> 2. Gaza <input type="radio"/> 3. Inhambane <input type="radio"/> 4. Manica <input type="radio"/> 5. Zambezia <input type="radio"/> 6. Tete <input type="radio"/> 7. Sofala <input type="radio"/> 8. Nampula <input type="radio"/> 9. Niassa <input type="radio"/> 10. Cabo Delgado		
District*	Administration post*		
Starting point*	<input checked="" type="radio"/> 1. Roadside <input type="radio"/> 2. Plot No. () <input type="radio"/> 3. Others ()		
Reason to give to survey*	<input checked="" type="radio"/> 0. No living up <input type="radio"/> 1. Bad weather <input type="radio"/> 2. Natural disaster <input type="radio"/> 3. Illness/injury of member <input type="radio"/> 4. Navigation problem <input type="radio"/> 5. Too far to walk <input type="radio"/> 6. Others ()		
Time	Start walking ()	Arrival at plot ()	End of measurement ()
PLOT SETTING			
Coordinate of plot	Plane*	X	Y
	Actual by GPS*	X	Y
Replacement of plot No. ()	<input checked="" type="radio"/> 0. No replacement <input type="radio"/> 1. 100m to north <input type="radio"/> 2. 100m to east <input type="radio"/> 3. 100m to south <input type="radio"/> 4. 100m to west		
Landmark to find plot/stake	Type of landmark*	<input checked="" type="radio"/> 1. Standing tree <input type="radio"/> Others ()	
	Distance between landmark and plot stake	m	
	Azimuth from landmark to plot stake	° (True North)	
Azimuth of rectangular plot	True North*		Magnetic declination*
	Magnetic North*		
LAND USE OF PLOT			
Forest type of plot on the land cover map*	Code: ()		Name: ()
Actual land use of plot	Forest	Forest type	Forest density
		<input type="radio"/> 1. Moque forest <input type="radio"/> 2. Mecruise forest <input type="radio"/> 3. Miombo forest <input type="radio"/> 4. Deciduous forest <input type="radio"/> 5. Evergreen forest <input type="radio"/> 6. Mangrove forest <input type="radio"/> 7. Mixed forest () <input type="radio"/> 8. Plantation () <input type="radio"/> 9. Other forest ()	<input type="radio"/> 1. Open <input type="radio"/> 2. Closed Crown density of upper story trees <input type="radio"/> 1. 0-10% <input type="radio"/> 6. 50-60% <input type="radio"/> 2. 10-20% <input type="radio"/> 7. 60-70% <input type="radio"/> 3. 20-30% <input type="radio"/> 8. 70-80% <input type="radio"/> 4. 30-40% <input type="radio"/> 9. 80-90% <input type="radio"/> 5. 40-50% <input type="radio"/> 10. 90-100%
	Non-forest	<input type="radio"/> 1. Thicket <input type="radio"/> 2. Shrub land <input type="radio"/> 3. Grassland <input type="radio"/> 4. Bare area <input type="radio"/> 5. Tree crops <input type="radio"/> 6. Field crops <input type="radio"/> 7. Other non-forest ()	
Felling in the plot	<input checked="" type="radio"/> 0. No existence <input type="radio"/> 1. Existence		
Photo of metal stake driven	Photos at the center of plot	North	East
		South	West
		Sky	Tree layer
		Sub-tree layer	Shrub layer
HUMAN ACTIVITY IN THE SURROUNDING AREA OF PLOT			
<input checked="" type="radio"/> 0. No human activity <input type="radio"/> 1. Timber production <input type="radio"/> 2. Fuel wood production <input type="radio"/> 3. Non-wood forest products <input type="radio"/> 4. Hunting <input type="radio"/> 5. Slash and burn cultivation <input type="radio"/> 6. Agriculture <input type="radio"/> 7. Grazing <input type="radio"/> 8. Mining <input type="radio"/> 9. Others ()			
Note:			
<input type="text"/>			
*This item should be described before field survey			
		Clear	Add

図 2.2.9.10 森林インベントリー調査結果入力ツール 入力フォーム 1

Survey Name: Cluster ID:

Block No.	Tree No.	Species (Local Name/Japanese Name)	DBH (cm)		Total H (m)	Dead for 1.5 (m)	Top 1.5 (m)	Hole W 1.5 (m)	Surv 1.5 (%)	Surv 1.5 (%)	Surv 1.5 (%)	Observation
			DBH1	DBH2								
	1	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	2	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	3	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	4	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	5	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	6	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	7	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	8	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	9	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	10	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	11	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	12	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	13	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	14	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	15	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	16	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	17	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	18	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	19	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	20	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	21	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	22	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	23	Code:AFM Name:Gentiana Outros:Name:							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Notes) *1 Describe mid-height diameter in case of stump.
 *2 Describe the following classification of "a", "b", "c1", "c2" or "c3" in dead tree:
 a: Dead tree which has lost only leaves and twigs; b: Dead tree which has lost leaves, twigs and small branches (diameter 10cm);
 "c1", "c2" and "c3" are classification for dead tree except "a" and "b".
 c1: Decay class "c1" by machete test; c2: Decay class "c2" by machete test; c3: Decay class "c3" by machete test.
 *3 Describe the proportion of remnant volume of truncated tree in percentage.
 *4 Describe the proportion of remnant volume of fallen tree in percentage.
 *5 Describe the following classification of "c1", "c2" or "c3" in stump:
 c1: Decay class "c1" by machete test; c2: Decay class "c2" by machete test; c3: Decay class "c3" by machete test.

図 2.2.9.11 森林インベントリー調査結果入力ツール 入力フォーム 2

4) 森林インベントリー調査結果集計プログラム

SQL Server2012 レポートビルダーを用いて開発した森林インベントリー調査結果集計プログラムについて、その一部を例として表 2.2.9.4 に示す。クエリー式として記載されている「I_Stand_Tree.cluster_id」等は、データベースのテーブル名称とそのカラム名称を示す。

「I_Stand_Tree.cluster_id」の場合は、「I_Stand_Tree」がテーブル名称、「cluster_id」がカラム名称である。

表 2.2.9.4 調査樹木別材積・バイオマス量計算表

Excel 出力結果	<p>(1)Biomass values and tree volume of each tree</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cluster ID</th> <th>Plot No.</th> <th>Tree No.</th> <th>Main/Sub</th> <th>Scientific species name</th> <th>Other species name</th> <th>Forest type</th> <th>DBH (cm)</th> <th>Bole Height (m)</th> <th>Total Height (m)</th> <th>Dead</th> <th>Truncated (%)</th> <th>Hollow (%)</th> <th>Sprout</th> <th>Burned</th> <th>Stump</th> <th>Total Volume(m3)</th> <th>Comercial Volume(m3)</th> <th>AGB(kg)</th> <th>BGB(kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="11">2015-G2002148</td> <td rowspan="4">1</td> <td>1</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nchupa</td> <td>Evergreen forest</td> <td>18</td> <td>1.54</td> <td>6.07</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.100</td> <td>0.091</td> <td>179,856</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nchupa</td> <td>Evergreen forest</td> <td>18</td> <td>2.16</td> <td>7.01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.116</td> <td>0.044</td> <td>179,856</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nchupa</td> <td>Evergreen forest</td> <td>15.5</td> <td>2.47</td> <td>6.05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.074</td> <td>0.037</td> <td>123,190</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Adansonia digitata</td> <td>Olapa,Ximuo,Imbondeiro</td> <td>Evergreen forest</td> <td>16.5</td> <td>4.26</td> <td>11.28</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.157</td> <td>0.073</td> <td>144,325</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="7">2</td> <td>1</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Acacia sp.</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>16.5</td> <td>2.47</td> <td>5.15</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.447</td> <td>0.185</td> <td>622,227</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Ntungulo</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>6</td> <td>1.42</td> <td>3.35</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.072</td> <td>0.042</td> <td>144,325</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Ntungulo</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>7.5</td> <td>1.54</td> <td>3.26</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.009</td> <td>0.005</td> <td>19,360</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Ntungulo</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>6.5</td> <td>1.25</td> <td>3.59</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.008</td> <td>0.003</td> <td>13,408</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>comifera sp</td> <td>chifata</td> <td>Evergreen forest</td> <td>35</td> <td>1.41</td> <td>5.05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.316</td> <td>0.109</td> <td>956,869</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Acacia sp.</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>19</td> <td>2.71</td> <td>6.55</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.121</td> <td>0.061</td> <td>206,181</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>comifera sp</td> <td>chifata</td> <td>Evergreen forest</td> <td>24</td> <td>1.62</td> <td>4.57</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.134</td> <td>0.059</td> <td>371,595</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4</td> <td>1</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Acacia sp.</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>40</td> <td>1.59</td> <td>7.01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.666</td> <td>0.283</td> <td>1,722,561</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Acacia sp.</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>26</td> <td>1.99</td> <td>6.28</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.573</td> <td>0.160</td> <td>1,335,522</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="16">Total</td> <td>1.902</td> <td>0.713</td> <td>4,139,620</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Cluster ID	Plot No.	Tree No.	Main/Sub	Scientific species name	Other species name	Forest type	DBH (cm)	Bole Height (m)	Total Height (m)	Dead	Truncated (%)	Hollow (%)	Sprout	Burned	Stump	Total Volume(m3)	Comercial Volume(m3)	AGB(kg)	BGB(kg)	2015-G2002148	1	1	Main	-	Nchupa	Evergreen forest	18	1.54	6.07							0.100	0.091	179,856		2	Main	-	Nchupa	Evergreen forest	18	2.16	7.01							0.116	0.044	179,856		3	Main	-	Nchupa	Evergreen forest	15.5	2.47	6.05							0.074	0.037	123,190		4	Main	-	Adansonia digitata	Olapa,Ximuo,Imbondeiro	Evergreen forest	16.5	4.26	11.28						0.157	0.073	144,325		2	1	Sub	-	Acacia sp.	-	Evergreen forest	16.5	2.47	5.15							0.447	0.185	622,227		2	Sub	-	Ntungulo	-	Evergreen forest	6	1.42	3.35							0.072	0.042	144,325		3	Sub	-	Ntungulo	-	Evergreen forest	7.5	1.54	3.26							0.009	0.005	19,360		4	Sub	-	Ntungulo	-	Evergreen forest	6.5	1.25	3.59							0.008	0.003	13,408		9	Main	-	comifera sp	chifata	Evergreen forest	35	1.41	5.05							0.316	0.109	956,869		10	Main	-	Acacia sp.	-	Evergreen forest	19	2.71	6.55							0.121	0.061	206,181		11	Main	-	comifera sp	chifata	Evergreen forest	24	1.62	4.57							0.134	0.059	371,595		4	1	Sub	-	Acacia sp.	-	Evergreen forest	40	1.59	7.01							0.666	0.283	1,722,561		2	Sub	-	Acacia sp.	-	Evergreen forest	26	1.99	6.28							0.573	0.160	1,335,522		Total																1.902	0.713	4,139,620																																																																																																
Cluster ID	Plot No.	Tree No.	Main/Sub	Scientific species name	Other species name	Forest type	DBH (cm)	Bole Height (m)	Total Height (m)	Dead	Truncated (%)	Hollow (%)	Sprout	Burned	Stump	Total Volume(m3)	Comercial Volume(m3)	AGB(kg)	BGB(kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2015-G2002148	1	1	Main	-	Nchupa	Evergreen forest	18	1.54	6.07							0.100	0.091	179,856																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		2	Main	-	Nchupa	Evergreen forest	18	2.16	7.01							0.116	0.044	179,856																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		3	Main	-	Nchupa	Evergreen forest	15.5	2.47	6.05							0.074	0.037	123,190																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		4	Main	-	Adansonia digitata	Olapa,Ximuo,Imbondeiro	Evergreen forest	16.5	4.26	11.28						0.157	0.073	144,325																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	2	1	Sub	-	Acacia sp.	-	Evergreen forest	16.5	2.47	5.15							0.447	0.185	622,227																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		2	Sub	-	Ntungulo	-	Evergreen forest	6	1.42	3.35							0.072	0.042	144,325																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		3	Sub	-	Ntungulo	-	Evergreen forest	7.5	1.54	3.26							0.009	0.005	19,360																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		4	Sub	-	Ntungulo	-	Evergreen forest	6.5	1.25	3.59							0.008	0.003	13,408																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		9	Main	-	comifera sp	chifata	Evergreen forest	35	1.41	5.05							0.316	0.109	956,869																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		10	Main	-	Acacia sp.	-	Evergreen forest	19	2.71	6.55							0.121	0.061	206,181																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		11	Main	-	comifera sp	chifata	Evergreen forest	24	1.62	4.57							0.134	0.059	371,595																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
4	1	Sub	-	Acacia sp.	-	Evergreen forest	40	1.59	7.01							0.666	0.283	1,722,561																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	2	Sub	-	Acacia sp.	-	Evergreen forest	26	1.99	6.28							0.573	0.160	1,335,522																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Total																1.902	0.713	4,139,620																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Webブラウザでの表示結果	<p>(1)Biomass values and tree volume of each tree</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cluster ID</th> <th>Plot No.</th> <th>Tree No.</th> <th>Main/Sub</th> <th>Scientific species name</th> <th>Other species name</th> <th>Forest type</th> <th>DBH (cm)</th> <th>Bole Height (m)</th> <th>Total Height (m)</th> <th>Dead (%)</th> <th>Truncated (%)</th> <th>Hollow (%)</th> <th>Sprout</th> <th>Burned</th> <th>Stump</th> <th>Total Volume (m3)</th> <th>Comercial Volume (m3)</th> <th>AGB (kg)</th> <th>BGB (kg)</th> <th>AGB+BGB(kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="18">2015-G2001295</td> <td rowspan="18">1</td> <td>1</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Ndenga</td> <td>Evergreen forest</td> <td>66.50</td> <td>0.00</td> <td>11.50</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Acacia senegal</td> <td>Micaa,Munga</td> <td>Evergreen forest</td> <td>46.00</td> <td>5.17</td> <td>8.68</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.938</td> <td>0.687</td> <td>1,891,722</td> <td>529,682</td> <td>2,421,404</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>20.00</td> <td>2.78</td> <td>9.67</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.197</td> <td>0.070</td> <td>234,682</td> <td>65,711</td> <td>300,393</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>11.50</td> <td>1.55</td> <td>7.44</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.050</td> <td>0.013</td> <td>57,715</td> <td>16,160</td> <td>73,875</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>15.50</td> <td>2.77</td> <td>7.03</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.086</td> <td>0.042</td> <td>123,190</td> <td>34,493</td> <td>157,683</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>7.50</td> <td>1.91</td> <td>5.01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.014</td> <td>0.007</td> <td>19,360</td> <td>5,421</td> <td>24,781</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Sub</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>18.50</td> <td>1.58</td> <td>6.59</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.115</td> <td>0.034</td> <td>192,750</td> <td>53,970</td> <td>246,720</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>22.50</td> <td>1.45</td> <td>7.73</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.200</td> <td>0.046</td> <td>315,806</td> <td>88,426</td> <td>404,232</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>14.50</td> <td>1.58</td> <td>6.80</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.073</td> <td>0.021</td> <td>104,027</td> <td>29,127</td> <td>133,154</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>10.50</td> <td>1.77</td> <td>6.84</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.038</td> <td>0.012</td> <td>45,773</td> <td>12,816</td> <td>58,589</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>20.50</td> <td>3.40</td> <td>8.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.172</td> <td>0.090</td> <td>249,766</td> <td>69,934</td> <td>319,700</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>21.00</td> <td>3.74</td> <td>11.02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.248</td> <td>0.104</td> <td>265,413</td> <td>74,316</td> <td>339,729</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>29.50</td> <td>4.19</td> <td>10.43</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.463</td> <td>0.229</td> <td>623,728</td> <td>174,644</td> <td>798,372</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>15.00</td> <td>1.94</td> <td>8.22</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.094</td> <td>0.027</td> <td>113,366</td> <td>31,742</td> <td>145,108</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>13.50</td> <td>2.86</td> <td>8.85</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.082</td> <td>0.033</td> <td>86,771</td> <td>24,296</td> <td>111,067</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>11.00</td> <td>2.36</td> <td>8.82</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.054</td> <td>0.018</td> <td>51,536</td> <td>14,420</td> <td>65,956</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>55.00</td> <td>3.21</td> <td>13.39</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.068</td> <td>0.610</td> <td>2,948,915</td> <td>825,696</td> <td>3,774,611</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>Main</td> <td>-</td> <td>Nhimbe</td> <td>-</td> <td>Evergreen forest</td> <td>66.50</td> <td>3.90</td> <td>11.19</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.660</td> <td>1.150</td> <td>5,076,106</td> <td>1,421,870</td> <td>6,497,976</td> </tr> </tbody> </table>	Cluster ID	Plot No.	Tree No.	Main/Sub	Scientific species name	Other species name	Forest type	DBH (cm)	Bole Height (m)	Total Height (m)	Dead (%)	Truncated (%)	Hollow (%)	Sprout	Burned	Stump	Total Volume (m3)	Comercial Volume (m3)	AGB (kg)	BGB (kg)	AGB+BGB(kg)	2015-G2001295	1	1	Sub	-	Ndenga	Evergreen forest	66.50	0.00	11.50							0.000	0.000	0.000	0.000	0	2	Sub	-	Acacia senegal	Micaa,Munga	Evergreen forest	46.00	5.17	8.68							0.938	0.687	1,891,722	529,682	2,421,404	3	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	20.00	2.78	9.67							0.197	0.070	234,682	65,711	300,393	4	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	11.50	1.55	7.44							0.050	0.013	57,715	16,160	73,875	5	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	15.50	2.77	7.03							0.086	0.042	123,190	34,493	157,683	6	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	7.50	1.91	5.01							0.014	0.007	19,360	5,421	24,781	7	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	18.50	1.58	6.59							0.115	0.034	192,750	53,970	246,720	8	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	22.50	1.45	7.73							0.200	0.046	315,806	88,426	404,232	9	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	14.50	1.58	6.80							0.073	0.021	104,027	29,127	133,154	10	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	10.50	1.77	6.84							0.038	0.012	45,773	12,816	58,589	11	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	20.50	3.40	8.00							0.172	0.090	249,766	69,934	319,700	12	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	21.00	3.74	11.02							0.248	0.104	265,413	74,316	339,729	13	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	29.50	4.19	10.43							0.463	0.229	623,728	174,644	798,372	14	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	15.00	1.94	8.22							0.094	0.027	113,366	31,742	145,108	15	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	13.50	2.86	8.85							0.082	0.033	86,771	24,296	111,067	16	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	11.00	2.36	8.82							0.054	0.018	51,536	14,420	65,956	17	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	55.00	3.21	13.39							2.068	0.610	2,948,915	825,696	3,774,611	18	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	66.50	3.90	11.19							2.660	1.150	5,076,106	1,421,870	6,497,976
Cluster ID	Plot No.	Tree No.	Main/Sub	Scientific species name	Other species name	Forest type	DBH (cm)	Bole Height (m)	Total Height (m)	Dead (%)	Truncated (%)	Hollow (%)	Sprout	Burned	Stump	Total Volume (m3)	Comercial Volume (m3)	AGB (kg)	BGB (kg)	AGB+BGB(kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
2015-G2001295	1	1	Sub	-	Ndenga	Evergreen forest	66.50	0.00	11.50							0.000	0.000	0.000	0.000	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
		2	Sub	-	Acacia senegal	Micaa,Munga	Evergreen forest	46.00	5.17	8.68							0.938	0.687	1,891,722	529,682	2,421,404																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		3	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	20.00	2.78	9.67							0.197	0.070	234,682	65,711	300,393																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		4	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	11.50	1.55	7.44							0.050	0.013	57,715	16,160	73,875																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		5	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	15.50	2.77	7.03							0.086	0.042	123,190	34,493	157,683																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		6	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	7.50	1.91	5.01							0.014	0.007	19,360	5,421	24,781																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		7	Sub	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	18.50	1.58	6.59							0.115	0.034	192,750	53,970	246,720																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		8	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	22.50	1.45	7.73							0.200	0.046	315,806	88,426	404,232																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		9	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	14.50	1.58	6.80							0.073	0.021	104,027	29,127	133,154																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		10	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	10.50	1.77	6.84							0.038	0.012	45,773	12,816	58,589																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		11	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	20.50	3.40	8.00							0.172	0.090	249,766	69,934	319,700																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		12	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	21.00	3.74	11.02							0.248	0.104	265,413	74,316	339,729																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		13	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	29.50	4.19	10.43							0.463	0.229	623,728	174,644	798,372																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		14	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	15.00	1.94	8.22							0.094	0.027	113,366	31,742	145,108																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		15	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	13.50	2.86	8.85							0.082	0.033	86,771	24,296	111,067																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		16	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	11.00	2.36	8.82							0.054	0.018	51,536	14,420	65,956																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		17	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	55.00	3.21	13.39							2.068	0.610	2,948,915	825,696	3,774,611																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		18	Main	-	Nhimbe	-	Evergreen forest	66.50	3.90	11.19							2.660	1.150	5,076,106	1,421,870	6,497,976																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
SQL Server2012 レポートビルダーレポート作成設計画面	<p>(1)Biomass values and tree volume of each tree</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cluster ID</th> <th>Plot No.</th> <th>Tree No.</th> <th>Main/Sub</th> <th>Scientific species name</th> <th>Other species name</th> <th>Forest type</th> <th>DBH (cm)</th> <th>Bole Height (m)</th> <th>Total Height (m)</th> <th>Dead (%)</th> <th>Truncated (%)</th> <th>Hollow (%)</th> <th>Sprout</th> <th>Burned</th> <th>Stump</th> <th>Total Volume (m3)</th> <th>Comercial Volume (m3)</th> <th>AGB (kg)</th> <th>BGB (kg)</th> <th>AGB+BGB(kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="16">Total</td> <td>[Sum(TotalVol)]</td> <td>[Sum(Comerc)]</td> <td>[Sum(AGBCalc)]</td> <td>[Sum(BGBCalc)]</td> <td>[Sum(AGB+BGB)]</td> </tr> <tr> <td colspan="16">Total</td> <td>[Sum(TotalVol)]</td> <td>[Sum(Comerc)]</td> <td>[Sum(AGBCalc)]</td> <td>[Sum(BGBCalc)]</td> <td>[Sum(AGB+BGB)]</td> </tr> </tbody> </table>	Cluster ID	Plot No.	Tree No.	Main/Sub	Scientific species name	Other species name	Forest type	DBH (cm)	Bole Height (m)	Total Height (m)	Dead (%)	Truncated (%)	Hollow (%)	Sprout	Burned	Stump	Total Volume (m3)	Comercial Volume (m3)	AGB (kg)	BGB (kg)	AGB+BGB(kg)	Total																[Sum(TotalVol)]	[Sum(Comerc)]	[Sum(AGBCalc)]	[Sum(BGBCalc)]	[Sum(AGB+BGB)]	Total																[Sum(TotalVol)]	[Sum(Comerc)]	[Sum(AGBCalc)]	[Sum(BGBCalc)]	[Sum(AGB+BGB)]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Cluster ID	Plot No.	Tree No.	Main/Sub	Scientific species name	Other species name	Forest type	DBH (cm)	Bole Height (m)	Total Height (m)	Dead (%)	Truncated (%)	Hollow (%)	Sprout	Burned	Stump	Total Volume (m3)	Comercial Volume (m3)	AGB (kg)	BGB (kg)	AGB+BGB(kg)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Total																[Sum(TotalVol)]	[Sum(Comerc)]	[Sum(AGBCalc)]	[Sum(BGBCalc)]	[Sum(AGB+BGB)]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Total																[Sum(TotalVol)]	[Sum(Comerc)]	[Sum(AGBCalc)]	[Sum(BGBCalc)]	[Sum(AGB+BGB)]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
SQL Server2012 レポートビルダーレポート作成設計画面	<p>SELECT</p> <p>cluster_id ,survey_id ,plot_no ,main_sub ,block_no ,tree_no ,code_aifm ,species_nome_cientifico ,species_outros_nomes ,GRIDCODE ,land_cover_map_name ,forest_type_id ,forest_type ,dbh ,bole_height ,total_height ,dead_tree ,truncated_tree ,hollow_tree ,SproutTree ,BurnedTree ,stump_tree ,observations</p>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

```

TotalVolume =
CASE WHEN dead_tree IS NOT NULL then
0
WHEN stump_tree IS NOT NULL then
0
WHEN hollow_tree IS NOT NULL then
TotalVolume * hollow_tree / 100
ELSE
TotalVolume
END

```

幹材積に対する
枯死木等の考慮

```

ComercialVolume =
CASE WHEN dead_tree IS NOT NULL then
0
WHEN stump_tree IS NOT NULL then
0
WHEN hollow_tree IS NOT NULL then
ComercialVolume * hollow_tree / 100
ELSE
ComercialVolume
END

```

商用材積に対する
枯死木等の考慮

```

AGBCalc =
CASE WHEN dead_tree IS NOT NULL then
0
WHEN stump_tree IS NOT NULL then
0
WHEN truncated_tree IS NOT NULL then
CASE WHEN truncated_tree_ExclusionListAGB = 1 then
AGBCalc
ELSE
AGBCalc * truncated_tree / 100
END
WHEN hollow_tree IS NOT NULL then
AGBCalc * hollow_tree / 100
ELSE
AGBCalc
END

```

AGB に対する
枯死木等の考慮

```

BGBCalc =
CASE WHEN dead_tree IS NOT NULL then
0
WHEN stump_tree IS NOT NULL then
0
WHEN truncated_tree IS NOT NULL then
CASE WHEN truncated_tree_ExclusionListBGB = 1 then
BGBCalc
ELSE
BGBCalc * truncated_tree / 100
END
WHEN hollow_tree IS NOT NULL then
BGBCalc * hollow_tree / 100
ELSE
BGBCalc
END

```

BGB に対する
枯死木等の考慮

END

FROM

(

```

SELECT
cluster_id

```

(途中省略)

```

,IIF(sprout_tree=0,',IIF(sprout_tree=1,',*','No Data')) AS SproutTree
,IIF(burned_tree=0,',IIF(burned_tree=1,',*','No Data')) AS Burned
,stump_tree
,observations

```

材積の計算式

```

,PI() * POWER(CAST(dbh/100 As Decimal(18,6)) ,2) * total_height * 0.65 / 4 As
TotalVolume

```

```

,PI() * POWER(CAST(dbh/100 As Decimal(18,6)) ,2) * bole_height

```

3 樹種の
AGB の計算

```

Comercial volume

```

```

,AGBCalc =

```

```

CASE WHEN species nome científico = 'Afzelia quanzensis' then

```

```

ROUND(3.1256 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.5833), 3)
WHEN species_nome_cientifico = 'Millettia stuhlmannii' then
ROUND(5.7332 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.4567), 3)
WHEN species_nome_cientifico = 'Pterocarpus angolensis' then
ROUND(0.2201 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.1574), 3)
ELSE

```

```

-- Mopane forest
CASE WHEN GRIDCODE = 23 then
-- Androstachys johnsonii or Mecrusse
CASE WHEN allometryPattern = 1 then
ROUND(1.1544 + 0.0398 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2) *
total_height,3)
-- Miombo
WHEN allometryPattern = 2 then
ROUND(0.0763 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2.2046) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.4918),3)
-- Colophospermum mopane
WHEN allometryPattern = 3 then
ROUND(0.03325 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.848) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),1.241),3)
-- Other
ELSE
ROUND(EXP(-2.289 + 2.649 * LOG(dbh) - 0.021 * POWER(CAST(LOG(dbh) As
Decimal(18,6)),2)),3)

```

モパネ林の
AGB の計算

```

END
-- Mecrusse forest
WHEN GRIDCODE = 13 then
-- Androstachys johnsonii or Mecrusse
CASE WHEN allometryPattern = 1 then
ROUND(1.1544 + 0.0398 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2) *
total_height,3)
-- Miombo
WHEN allometryPattern = 2 then
ROUND(0.0763 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2.2046) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.4918),3)
-- Colophospermum mopane
WHEN allometryPattern = 3 then
ROUND(0.03325 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.848) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),1.241),3)
-- Other
ELSE
ROUND(EXP(-2.289 + 2.649 * LOG(dbh) - 0.021 * POWER(CAST(LOG(dbh) As
Decimal(18,6)),2)),3)

```

メクルーセ林の
AGB の計算

```

END
-- Miombo forest Or Deciduous forest
WHEN GRIDCODE = 21 Or GRIDCODE = 22 then
-- Androstachys johnsonii or Mecrusse
CASE WHEN allometryPattern = 1 then
ROUND(1.1544 + 0.0398 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2) *
total_height,3)
-- Colophospermum mopane
WHEN allometryPattern = 2 then
ROUND(0.03325 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.848) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),1.241),3)
-- Other
ELSE
ROUND(0.0763 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2.2046) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.4918),3)

```

落葉広葉樹林の
AGB の計算

```

END
-- Evergreen forest
WHEN GRIDCODE = 11 Or GRIDCODE = 12 then
-- Androstachys johnsonii or Mecrusse
CASE WHEN allometryPattern = 1 then
ROUND(1.1544 + 0.0398 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2) *
total_height,3)
-- Miombo
WHEN allometryPattern = 2 then
ROUND(0.0763 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2.2046) *

```

常緑樹林の
AGB の計算

```

POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.4918),3)
-- Colophospermum mopane
WHEN allometryPattern = 3 then
  ROUND(0.03325 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.848) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),1.241),3)
-- Other
ELSE
  ROUND(EXP(-2.289 + 2.649 * LOG(dbh) - 0.021 * POWER(CAST(LOG(dbh) As
Decimal(18,6)),2)),3)
END

```

マングローブ林
の AGB の計算

```

-- Mangrove forest
WHEN GRIDCODE = 14 then
  CASE WHEN EXISTS(SELECT codigo_aifm FROM M_WoodDencity MwdT
WHERE code_aifm = codigo_aifm) then
    ROUND(0.251 * woodDencity * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.46),3)
  ELSE
    ROUND(0.251 * 0.8725 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.46),3)
  END
ELSE

```

その他の森林タイプ
の AGB の計算

```

-- Androstachys johnsonii or Mecrusse
CASE WHEN allometryPattern = 1 then
  ROUND(1.1544 + 0.0398 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2) *
total_height,3)
-- Miombo
WHEN allometryPattern = 2 then
  ROUND(0.0763 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),2.2046) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.4918),3)
-- Colophospermum mopane
WHEN allometryPattern = 3 then
  ROUND(0.03325 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.848) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),1.241),3)
-- Other
ELSE
  ROUND(EXP(-2.289 + 2.649 * LOG(dbh) - 0.021 * POWER(CAST(LOG(dbh) As
Decimal(18,6)),2)),3)
END

```

3 樹種の
BGB の計算

```

END
END
END
. BGBCalc =
CASE WHEN species_nome_cientifico = 'Afzelia quanzensis' then
  ROUND(0.1766 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.7844) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)), 0.3434), 3)
WHEN species_nome_cientifico = 'Millettia stuhlmannii' then
  ROUND(0.1766 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.7844) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)), 0.3434), 3)
WHEN species_nome_cientifico = 'Pterocarpus angolensis' then
  ROUND(0.1766 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.7844) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)), 0.3434), 3)
ELSE

```

モパネ林の
BGB の計算

```

-- Mopane forest
CASE WHEN GRIDCODE = 23 then
-- Androstachys johnsonii or Mecrusse
CASE WHEN allometryPattern = 1 then
  ROUND(0.0185 * POWER(POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.1990) *
CAST(total_height As Decimal(18,6)), 0.4699),3)
-- Miombo
WHEN allometryPattern = 2 then
  ROUND(0.1766 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.7844) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3434),3)
-- Colophospermum mopane
WHEN allometryPattern = 3 then
  ROUND(0.09572 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.7969) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3797),3)
-- Other
ELSE
  ROUND(EXP(-2.289 + 2.649 * LOG(dbh) - 0.021 * POWER(CAST(LOG(dbh) As
Decimal(18,6)),2)) * 0.28,3)
END

```

メクルーセ林の
BGB の計算

```

-- Mecrusse forest

```

```

WHEN GRIDCODE = 13 then
  -- Androstachys johnsonii or Mecrusse
  CASE WHEN allometryPattern = 1 then
    ROUND(0.0185 * POWER(POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.1990) *
    CAST(total_height As Decimal(18,6)), 0.4699),3)
  -- Miombo
  WHEN allometryPattern = 2 then
    ROUND(0.1766 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.7844) *
    POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3434),3)
  -- Colophospermum mopane
  WHEN allometryPattern = 3 then
    ROUND(0.09572 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.7969) *
    POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3797),3)
  -- Other
  ELSE
    ROUND(EXP(-2.289 + 2.649 * LOG(dbh) - 0.021 * POWER(CAST(LOG(dbh) As
    Decimal(18,6)),2)) * 0.28,3)
  END

```

```

-- Miombo forest Or Deciduous forest
WHEN GRIDCODE = 21 Or GRIDCODE = 22 then
  -- Androstachys johnsonii or Mecrusse
  CASE WHEN allometryPattern = 1 then
    ROUND(0.0185 * POWER(POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.1990) *
    CAST(total_height As Decimal(18,6)), 0.4699),3)
  -- Colophospermum mopane
  WHEN allometryPattern = 2 then
    ROUND(0.09572 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.7969) *
    POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3797),3)
  -- Other
  ELSE
    ROUND(0.1766 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.7844) *
    POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3434),3)
  END

```

落葉広葉樹林の
BGB の計算

```

-- Evergreen forest
WHEN GRIDCODE = 11 Or GRIDCODE = 12 then
  -- Androstachys johnsonii or Mecrusse
  CASE WHEN allometryPattern = 1 then
    ROUND(0.0185 * POWER(POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.1990) *
    CAST(total_height As Decimal(18,6)), 0.4699),3)
  -- Miombo
  WHEN allometryPattern = 2 then
    ROUND(0.1766 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.7844) *
    POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3434),3)
  -- Colophospermum mopane
  WHEN allometryPattern = 3 then
    ROUND(0.09572 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.7969) *
    POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3797),3)
  -- Other
  ELSE
    ROUND(EXP(-2.289 + 2.649 * LOG(dbh) - 0.021 * POWER(CAST(LOG(dbh) As
    Decimal(18,6)),2)) * 0.28,3)
  END

```

常緑樹林の
BGB の計算

```

-- Mangrove forest
WHEN GRIDCODE = 14 then
  CASE WHEN EXISTS(SELECT codigo_aifm FROM M_WoodDensity MwdT
  WHERE code_aifm = codigo_aifm) then
    ROUND(0.199 * POWER(POWER(CAST(woodDensity As Decimal(18,6)), 0.899) *
    POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.22),3)
  ELSE
    ROUND(0.199 * POWER(CAST(0.8725 As Decimal(18,6)), 0.899) *
    POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.22),3)
  END

```

マングローブ林
の BGB の計算

```

ELSE
  -- Androstachys johnsonii or Mecrusse
  CASE WHEN allometryPattern = 1 then
    ROUND(0.0185 * POWER(POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 2.1990) *
    CAST(total_height As Decimal(18,6)), 0.4699),3)
  -- Miombo
  WHEN allometryPattern = 2 then

```

その他の森林タイプ
の BGB の計算

```

ROUND(0.1766 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)), 1.7844) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3434),3)
-- Colophospermum mopane
WHEN allometryPattern = 3 then
ROUND(0.09572 * POWER(CAST(dbh As Decimal(18,6)),1.7969) *
POWER(CAST(total_height As Decimal(18,6)),0.3797),3)
-- Other
ELSE
ROUND(EXP(-2.289 + 2.649 * LOG(dbh) - 0.021 * POWER(CAST(LOG(dbh) As
Decimal(18,6)),2)) * 0.28,3)
END
END

```

(以下省略)

また、森林インベントリー調査結果集計プログラムについては、クラスターID、プロット番号、調査年、2013年森林被覆・土地利用図上の森林タイプ、現地で記録した森林タイプ、商用樹種/非商用樹種区分、商用樹種クラス、商用樹種、DBH区分、樹高区分、森林粗密度、樹冠率、永久プロット/非永久プロット区分、国立公園等の制限地の区分により、調査木の絞り込み検索を行えるようにした。

Cluster ID	Plot No.	Tree No.	Main/Sub	Scientific species name	Other species name	Forest type by 2013 map	Forest type	DBH(cm)	Bole Height(m)	Total Height(m)	Dead
2015-GZ002532	1	17	Sub	Colophospermum mopane	Chanato,Nissano,Missanye,mopane	(Semi-) deciduous forest (incl. Miombo)	Mopane forest	41.00	2.63	8.97	
		3	3	Sub	Colophospermum mopane	Chanato,Nissano,Missanye,mopane	(Semi-) deciduous forest (incl. Miombo)	Mopane forest	55.00	4.01	7.63
	4	1	Sub	Colophospermum mopane	Chanato,Nissano,Missanye,mopane	(Semi-) deciduous forest (incl. Miombo)	Mopane forest	45.00	2.64	8.77	
		5	5	Sub	Colophospermum mopane	Chanato,Nissano,Missanye,mopane	(Semi-) deciduous forest (incl. Miombo)	Mopane forest	45.00	2.95	8.85

図 2.2.9.12 森林インベントリー調査結果の調査木検索機能

5) 森林タイプ別 1ha 当たり材積/バイオマス量の集計のための Excel マクロ

森林インベントリー調査で観察した森林タイプおよび樹冠率から森林被覆図の森林タイプへの対比を行い、それを元に森林タイプ別の単位面積当たりの総材積および商用材積を集計するため、Excel のマクロとして開発を行った。本 Excel マクロの機能を表 2.2.9.5 に、画面イメージを図 2.2.9.13 に示す。それぞれの機能は、図 2.2.9.13 のワークシート上部にあるコマンドボタンで行う。

表 2.2.9.5 森林タイプ別 1ha 当たり材積/バイオマス量の集計のための Excel マクロの機能

機能名称	機能概要
プロット別の単位面積 (1ha) あたり材積計算表のインポート	レポートビルダーで出力された「プロット別の単位面積 (1ha) あたり材積計算表 ()」の Excel ファイルを、集計のためにインポートする。
森林被覆タイプ別調査結果の集計	インポートしたプロット別の単位面積 (1ha) あたり材積計算表をもとに、各プロットの森林インベントリー調査で観察された森林タイプおよび樹冠率から、森林被覆図による森林タイプに変換を行い、森林被覆タイプ別にプロット数、総材積の平均値と標準偏差、商用材積の平均値と標準偏差を集計し、Excel のシートとして作成する。
SQL Server データベースへの登録	作成された森林被覆タイプ別調査結果集計表を、SQL Server データベースに登録する。

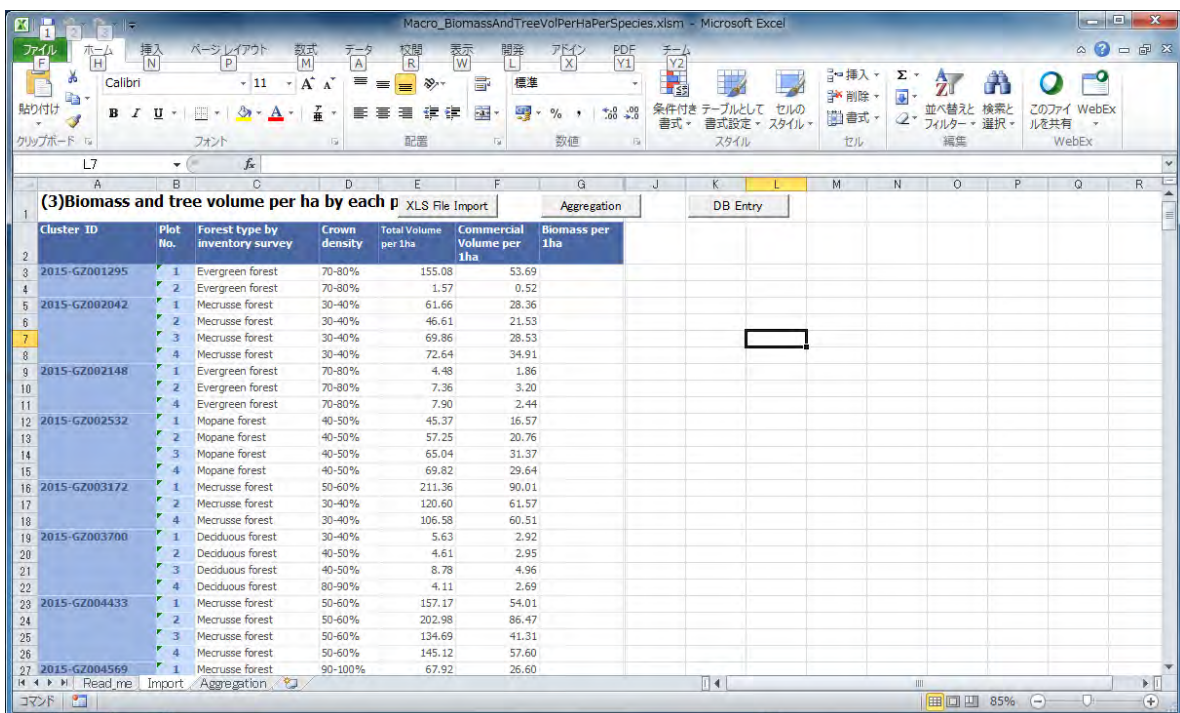


図 2.2.9.13 森林タイプ別 1ha 当たり材積/バイオマス量の集計のための Excel マクロ画面イメージ

6) プラットフォームデータ登録・更新マニュアル、セットアップの作成

プラットフォームのデータを登録・更新する方法を示したマニュアル、およびサーバにセットアップする方法を示したマニュアルの 2 種類を作成した。

データ登録・更新マニュアルは、プラットフォームでの説明内容を更新する方法と、地図データの更新方法を記載した。マニュアルの目次を以下に示す。なお、必要な手順のみを示した簡易版の作成も行った。

1. はじめに
 - 1.1. Forest Resource Information Platform について
 - 1.2. Technical Details
 - 1.3. プラットフォームへのアクセス方法
2. 記事の追加・修正

- 2.1. 管理画面へのアクセス
- 2.2. 記事の修正
- 2.3. メニューの作成・編集
- 2.4. モジュールの設定
- 2.5. テンプレートの編集
- 3. ユーザの設定
- 4. その他の設定
 - 4.1. トップ画面のスライダーヘッダーコンテンツの設定
 - 4.2. 記事中表示する画像の設定
 - 4.3. ギャラリーに表示する画像の設定
- 5. 記事のバックアップ
 - 5.1. 記事のバックアップ
 - 5.2. バックアップデータによるデータベースの更新
- 5. 地図の追加・修正
 - 3.1. レイヤの修正・追加
 - 3.2. Flex viewer での Web サイトの追加
 - 3.3. Flex viewer でのアプリケーションの設定

セットアップマニュアルには、Web サーバである IIS の設定のほか、必要なソフトウェア等のインストールおよび設定方法について記載した。マニュアルの目次を以下に示す。

- 1. はじめに
 - 1.1. 準備するもの
 - 1.2. プログラムの配置
- 2. プラットフォームメインプログラムのインストール
 - 2.1. IIS7 のインストール
 - 2.2. FRIP フォルダの設定
 - 2.3. PHP のインストールと設定
 - 2.4. サイトの設定
 - 2.5. MySQL のインストール
 - 2.6. Forest Resource Information Platform 用のデータのインポート
 - 2.7. Forest Resource Information Platform の表示
 - 2.8. SQL Server のインストール
 - 2.9. ArcGIS Server のインストール
- 3. プラットフォーム地図プログラムのインストールと設定
 - 3.1. ArcGIS Server Viewer for Flex のインストール
 - 3.2. Web サイト公開設定
 - 3.3. Flex viewer での Web サイト構築
 - 3.4. Flex viewer のアプリケーションの詳細設定

2.2.10 森林資源情報プラットフォームのインターネット公開

森林資源情報プラットフォームをインターネットで公開するにあたり、試験的に運用をおこなっていた DIRF のサーバから公開する方法、モザンビーク政府の電子ネットワークである GovNet のデータセンターを利用する方法が考えられたが、DIRF の方針により、GovNet のデータセンターを利用して公開することとなった。

GovNet のデータセンター利用、プラットフォーム公開までの手順は下記のとおりである。GovNet は、INTIC（国立情報処理通信院）により運営されている。必要な手続き等は CP が行った。

- ・ GovNet 使用に向けた利用申請書作成、MITADER 次官の承認
- ・ IP アドレス、ドメイン (dinaf.gov.mz) の取得
- ・ モザンビークドメイン登録機関である UEM へのドメイン使用料の支払い
- ・ プラットフォームのインストールに必要なサーバスペックの確認
- ・ INTIC によるサーバの準備
- ・ サーバへのプラットフォームのインストール

INTIC のデータセンターにおけるネットワーク構成を、図 2.2.10.1 に示す。

INTIC のデータセンターには、インターネット、GovNet の両方からアクセスが可能である。したがって、DINAF をはじめとする政府機関においては、両方からのアクセスが可能となる。

データの更新等は、セキュリティポリシー上、GovNet からのみとなっている。衛星画像による森林被覆解析、地図データ作成、インベントリーデータによる森林資源解析等については、従来通り DIRF サーバを利用して行い、その結果のうち、公開可能なものをプラットフォームにアップロードする流れとなる。

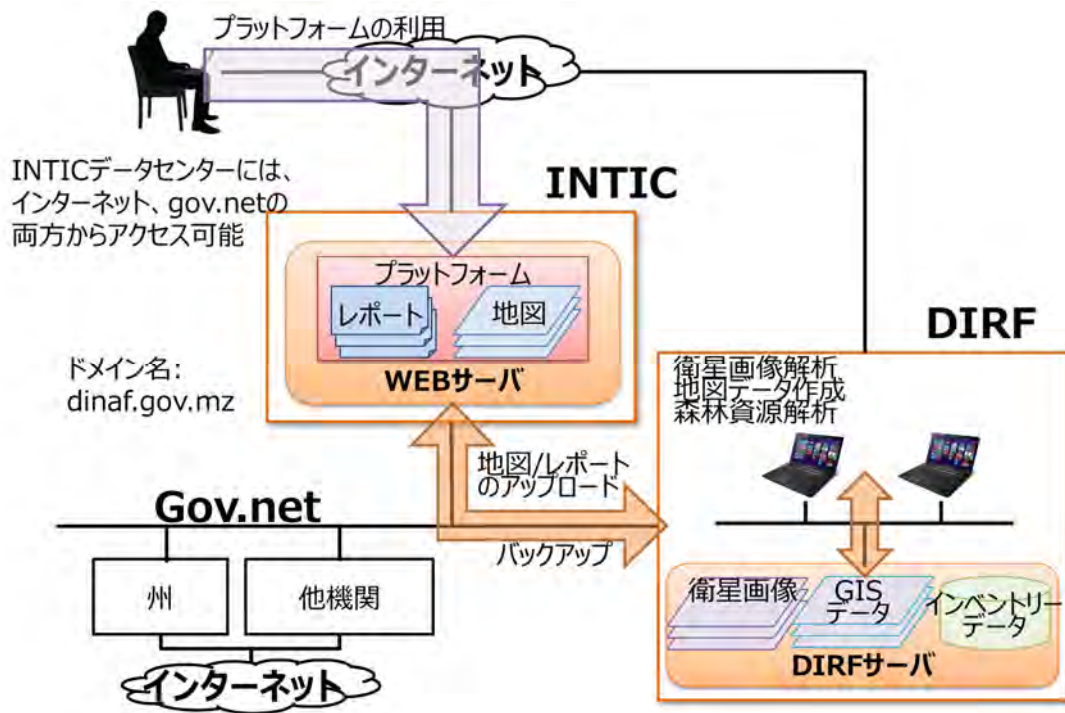


図 2.2.10.1 プラットフォームのインターネット公開に向けたネットワーク構成

森林資源プラットフォームのセットアップ手順に基づき、INTIC のサーバへのプラットフォームのセットアップを開始した。セットアップの手順は、概ね以下のとおりである。これらの作業について、INTIC データセンターにて直接、もしくは DIRF よりリモートアクセスにより実施した。

- ・ 現プラットフォームのデータのバックアップ
- ・ Web サーバサービス (IIS) の設定
- ・ プラットフォームで利用するプログラムである PHP のインストールと設定
- ・ プラットフォーム管理用 DB である MySQL のインストール
- ・ プラットフォームの CMS (コンテンツマネジメントシステム) である Joomla のインストール

- ・現プラットフォームからバックアップしたデータの登録
- ・ArcGIS Server のインストール
- ・プラットフォーム地図アプリケーションのインストール
- ・地図データのアップロード
- ・SQLServer のインストール

これらのインストール、設定作業により、森林資源情報プラットフォームについて、4年次より下記の URL で公開となった。

森林資源情報プラットフォーム URL : http://www.dinaf.gov.mz/pirf_mreddplus/

なお地図データについては、使用する ArcGIS Server のライセンスについて、DIRF から利用可能な状態で運用する必要があったため、これまでどおり、DIRF のサーバに配置し、運用する方法とした。このため、そのままではインターネットからのアクセスができないため、INTIC にある公開用サーバより、イントラネット内にある DIRF サーバにアクセスできるよう設定を行い、インターネットからも利用できるようにした。

2.2.11 必要な情報の森林資源情報プラットフォームのデータベースへの入力

森林資源情報プラットフォームに必要な情報として整理した項目を踏まえ、既存データとして収集できたもの、プロジェクト実施期間中に整備等が行われたデータについて、プラットフォームに登録した。

2.3 リモートセンシング分野

2.3.1 リモートセンシング TWG の実施

森林被覆図作成およびレーダ画像の解析を行うにあたり、C/P の各部門および日本人専門家から構成されるリモートセンシング TWG を設立し、検討を行った。TWG のメンバーを表 2.3.1.1 に示す。

表 2.3.1.1 リモートセンシング TWG のメンバーリスト

名前	所属、担当	備考
河合雅己	日本人専門家（森林リモートセンシング）	
中西平	日本人専門家（森林リモートセンシング）	
森川悠太	日本人専門家（森林 GIS）	
Joaquim Macuacua	Head, Natural Resource Information Department	
Danilo Cunhete	Technical Staff, Natural Resource Information Department	TWG コーディネーター
Pachis Mugas	Technical Staff, Natural Resource Information Department	TWG コーディネーター
Paula Mendes	Department of Cadastro	
Daniel Queifasse	Department of Agrimensura	
Technical Staff	CENACARTA, DNTF	

第 1 年次には TWG を 4 回開催し、第 2 年次には TWG を 4 回開催した。第 3 年次以降は随時 C/P と議論をしながら進めたため、TWG については第 3 年次と第 5 年次に各 1 回のみ開催した。各 TWG では、森林被覆図作成に必要な分類項目や分類フローや、参照年地図作成に際しての、

事前解析内容とその結果など、多くの議題について議論を交わした。TWG の開催日および主な議題と TWG での成果を表 2.3.1.2 に示す。また TWG の様子を図 2.3.1.1 に示す。

表 2.3.1.2 リモートセンシング TWG の開催日と議事

回数	日付	議題	成果
第 1 回	2013 年 7 月 10 日	<ul style="list-style-type: none"> ・リモセン TWG の概要 ・光学画像による森林被覆分類について ・レーダ画像による森林変化について 	<ul style="list-style-type: none"> ・光学、レーダ衛星データの基本的特徴の理解 ・光学、レーダ衛星データの利活用事例についての理解
第 2 回	2013 年 7 月 30 日	<ul style="list-style-type: none"> ・PALSAR 画像による森林変化抽出例 ・森林減少のドライビングファクターについて 	<ul style="list-style-type: none"> ・森林減少や森林劣化と関係する潜在的なドライビングファクターの洗い出し
第 3 回	2014 年 2 月 10 日	<ul style="list-style-type: none"> ・GT 調査のレビューおよび実習 ・森林被覆図に必要な分類項目及び分類フロー 	<ul style="list-style-type: none"> ・分類項目及び分類フロー暫定版の作成
第 4 回	2014 年 2 月 25 日	<ul style="list-style-type: none"> ・森林被覆図に必要な分類項目及び分類フロー（続き） 	<ul style="list-style-type: none"> ・分類項目及び分類フロー暫定版の作成
第 5 回	2014 年 5 月 15 日	<ul style="list-style-type: none"> ・自動分類によるドラフト森林被覆図について ・追加 GT 調査の調査地点について ・分類項目とその定義、および分類実施時期について 	<ul style="list-style-type: none"> ・ドラフト森林被覆図について、大きな問題となる誤分類がないことを確認 ・今後の作業方針について問題ないことを確認
第 6 回	2014 年 7 月 1 日	<ul style="list-style-type: none"> ・追加 GT 調査の結果および課題について ・ミオンボ林の分類について 	<ul style="list-style-type: none"> ・モパネ林については再自動分類をして改善する ・樹木作物地を疎林として分類している場所を修正する
第 7 回	2014 年 9 月 26 日	<ul style="list-style-type: none"> ・国内作業による森林被覆図作成の進捗について ・「海岸林」、「河畔林」、「都市/集落」の判読基準について 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガザ州の森林被覆図は全体的に良いが、不連続線については要修正 ・都市/集落の判読作業は DNRI により実施する
第 8 回	2015 年 2 月 18 日	<ul style="list-style-type: none"> ・森林被覆図の分類結果について ・3 年次の作業内容について 	<ul style="list-style-type: none"> ・分類結果は全体的に良好 ・集落周辺の農地は DNRI が修正し、疎林/草地については日本側で修正する
第 9 回	2016 年 3 月 4 日（一部参加者を対象に、フォローアップ会議を同 7 日に開催）	<ul style="list-style-type: none"> ・2008 年森林被覆図修正の作業方針の説明 ・参照年地図作成に係る変化抽出方法（案）の協議 ・2016 年度の作業工程（案）及び主な検討事項の共有 	<ul style="list-style-type: none"> ・森林被覆図修正に係る方針について、C/P の合意を得た ・参照年地図作成に必要な変化抽出方法案及び技術的課題とその対処案について、C/P と合意を得た ・来年度の作業工程について、C/P と共有された
第 10 回	2017 年 8 月 17 日、同 18 日	<ul style="list-style-type: none"> ・第 4 年次に作成した参照年地図を基に算出した森林減少率と AIFM との比較検証結果の説明 	<ul style="list-style-type: none"> ・本プロジェクト参照年地図を基に算出した森林減少率と AIFM が示す森林減少

回数	日付	議題	成果
		・2013年森林被覆図から各郡の森林タイプ別生産林面積を算出し、伐採許容量のベースを把握するための森林機能別区分(保護林、保安林、生産林)の基準について協議	率の差異について、C/Pの同意を得た ・森林機能別区分(保護林、保安林、生産林)の基準についてC/Pの同意を得た

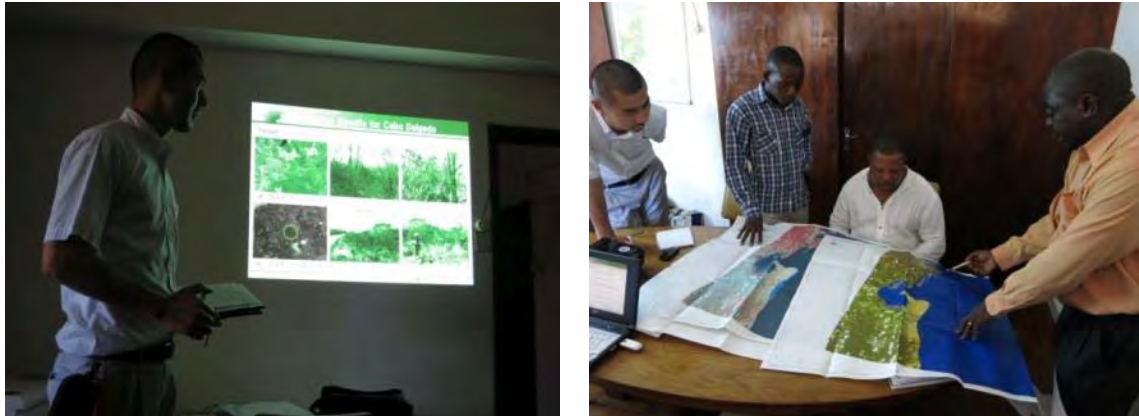


図 2.3.1.1 リモートセンシング TWG の様子

2.3.2 各種 GT 調査の実施

(1) プレ GT の実施

プレ GT 調査を実施した。地点数は、カーボデルガド州で合計 26 点、ガザ州で合計 10 点であった。調査結果の全体取りまとめと調査地点の図を付属資料 22 に示す。また、各調査地毎の結果は付属資料 23 に示す。これらプレ GT 調査の結果より、対象 2 州の森林タイプ区分の概要を把握した。

(2) GT の実施

カーボデルガド州およびガザ州にて GT 調査を実施した。調査位置図と結果については付属資料 22 に示す。プレ GT 調査と同様に、上記表に記載のある分類項目名は、暫定的に使用したものである。調査地点数は、カーボデルガド州で合計 91 点、ガザ州で合計 104 点であった。調査実施前には、使用する衛星画像の色調をしっかりと確認し、典型的な森林被覆タイプと分かる場所に調査点を設定した。また調査地点図からも、両州における GT が広域に行われたことを示している。本 GT の結果は、これから本格的に実施する森林被覆分類のサンプルデータとして利用した。また、同サンプルデータを参照して、分類フローを検討した。

(3) 追加 GT の実施

森林被覆図の誤分類を修正するため、および、光学衛星画像から判読修正が難しい場所について現地の実地の状況を確認するため、追加の GT 調査を実施した。

1) ガザ州

ガザ州における追加 GT の調査地点と調査結果は付属資料 22 に示す。追加 GT の調査ポイントは以下のとおりである。

- モパネ林と半落葉林について分類結果の確認
- 常緑林と半落葉林について分類結果の確認

- 半落葉林とチケットについて分類結果の確認
- 草地の確認
- 薄雲がかかっている場所の確認

2) カーボデルガド州

カーボデルガド州における追加 GT の調査地点と調査結果は付属資料 22 に示す。追加 GT の調査ポイントは以下のとおりである。

- 常緑林と半落葉林について分類結果の確認
- 半落葉林とチケットについて分類結果の確認
- 草地と半落葉疎林について分類結果の確認
- 実際にチケットが存在する場所の確認
- 樹木作物地と耕作地について分類結果の確認

(4) 全土 GT の実施

1) マニカ州

調査地点と調査結果は付属資料 22 に示す。調査結果の概要について記述すると、マニカ州では合計 42 点のポイントを調査して、その内訳は、半落葉林：13、ミオンボ林：8、半常緑林：9（内プランテーション：5）、チケット：1、草地：5、農地：6であった。マニカ州では常緑林やプランテーションが見られ、南部ではミオンボ林が分布していた。北部ではテテ州に近づくにつれて、半落葉林の中にモパネ林が混生していた。

2) テテ州

調査地点と調査結果は付属資料 22 に示す。調査結果の概要について記述すると、テテ州では合計 56 点のポイントを調査して、その内訳は、常緑林：2、半落葉林：18、ミオンボ林：14、モパネ林：5、チケット：1、草地：7、農地：7、都市域：2であった。テテ州では南部にはモパネ林が、北部にはミオンボの純林が分布していた。また、北東部には移動耕作地が広く見られた。

3) ニアッサ州

調査地点と調査結果は付属資料 22 に示す。調査結果の概要について記述すると、ニアッサ州では合計 62 点のポイントを調査して、その内訳は、常緑林：8（うち、プランテーション：5）、半落葉林：17、ミオンボ林：22、チケット：1、草地：9、シュラブ：3、農地：2であった。ニアッサ州は全体的に標高が高く、1,000m 前後の標高帯が広がっていて気候的に涼しいことから、マツなどのプランテーションが多く見られることが特徴である。他には、半落葉林やミオンボ林が広く分布していた。

2.3.3 GT の実施手法のガイドライン

GT の実施手法のガイドラインを作成した。本ガイドラインについては、別途冊子として取りまとめられた。本ガイドラインは、2.3.2 の各種 GT の実施の際に利用された。

2.3.4 分類項目の検討

リモートセンシング TWG において、カーボデルガド州およびガザ州の森林被覆図で採用する分類項目について協議し決定された。本プロジェクトで作成する森林被覆図の分類項目と AIFM の

分類項目の対応関係を表 2.3.4.1 に示す。

表 2.3.4.1 本プロジェクトで採用する分類項目（左）と全国レベルの AIFM 分類項目（右）との対応表

森林/ 非森林	JICA（対象 2 州における凡例）		AIFM（全国レベルにおける凡例）	
	森林タイプ	コード	森林タイプ	コード
森林	（半）常緑密林	11	（半）常緑林 & 木質植生	2FE
	メクルース林	13		
	（半）常緑疎林	12	（半）常緑疎林 & 疎な木質植生	2WE
	マングローブ林	14	水辺または恒久浸水林	4FF
	（半）落葉密林（ミオンボ林（密）を含む）	21	（半）落葉林	2FD
	モパネ林	23		
	（半）落葉疎林（ミオンボ林（疎）を含む）	22	（半）落葉疎林	2WD
非森林	（半）常緑チケット	31	チケット	2TK
	（半）落葉チケット	33		
	草地（灌木林を含む）	35	灌木林	2SL
			草地	2GL
	浸水草地（浸水灌木林を含む）	36	水辺または恒久浸水灌木林	4SF
			水辺または恒久浸水草本植生	4HF
	樹木作物地	37	樹木作物地	1TC
	耕作地	38	低木作物	1SC
			耕作地（草本、低木作物）	1FC
			水辺または恒久浸水農地	3AC
	裸地	41	裸地	6BA
集落	42	都市域	5BU	
水域	43	人工水域	7WB	
		天然水域	8WB	

2.3.5 森林被覆図の作成と修正

1.2.15 森林被覆・土地利用図の作成に沿って作成された森林被覆図の分類結果について、リモートセンシング TWG で意見を確認したところ、全体的にはそれぞれ 2 州の森林分布の特徴や傾向が捉えられており、かつ、森林タイプ毎の境界は詳細であることから、モザンビークの既存の森林被覆図と比べても良い森林被覆図である、という評価であった。また、細かい部分まで確認していった場合には、不整合や誤分類が見られるが、それらは本森林被覆図が保障している分類精度（約 10 万～15 万分の 1）からすると許容範囲である。一方で、カーボデルガド州の北部海岸域やガザ州のリンボボ国立公園内の地域に、明らかな誤分類が見られたので、これらについては C/P と確認しながら修正した。併せて、C/P 側の目視判読修正項目である移動耕作地については、移動耕作地として分類することが難しいことが判明したため、チケットまたは農地として判読修正し

た。

(1) 落葉疎林と草地の修正

第2年次に開催した第8回リモートセンシング TWG において、落葉疎林の面積が多い傾向が指摘されたため、日本国内作業として、落葉疎林を中心に目視判読による修正を行った。カーボデルガド州では、特に州北東部のパルマ周辺を、ガザ州については州北部を中心に確認した。落葉疎林から草地に修正した箇所例を図 2.3.5.1 に示す。図 2.3.5.1 において、薄い緑が草地であり、濃い緑と茶系が森林であり、修正前と修正後を比較すると、修正後は海岸沿いで薄い緑の草地に修正されたことが分かる。

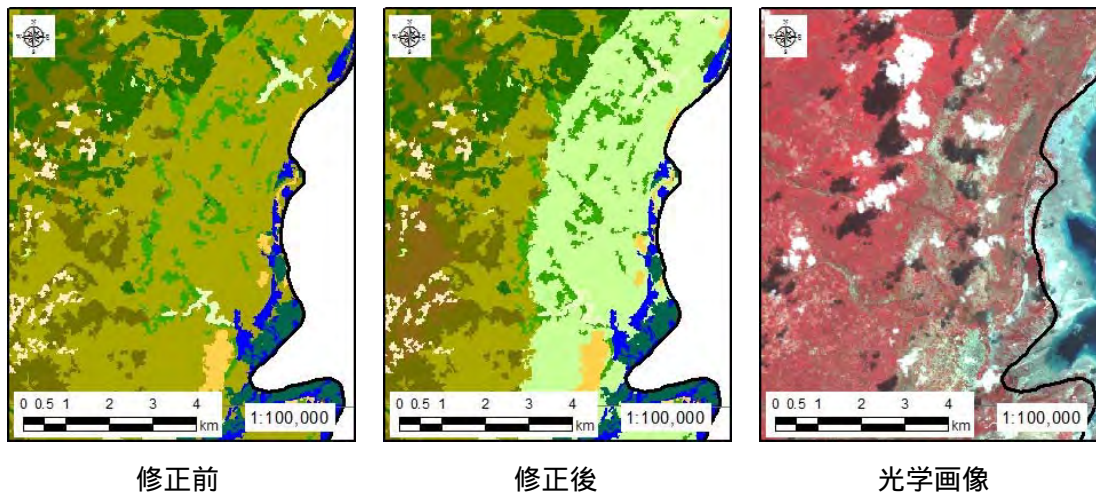
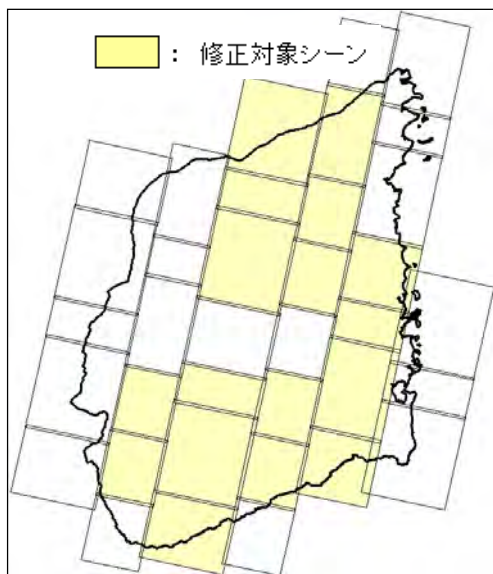


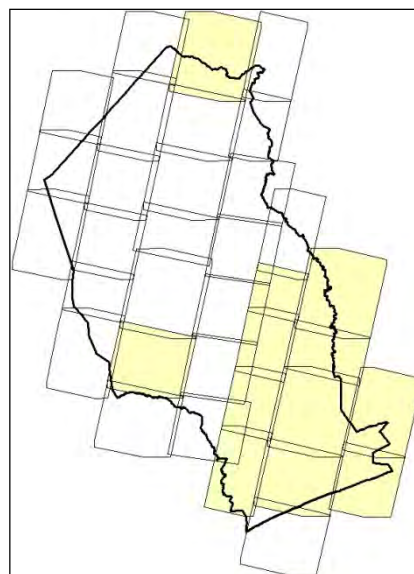
図 2.3.5.1 落葉疎林から草地に修正した例

(2) 農地とチケットの修正

日本国内で判読修正作業を行う一方で、モザンビーク側では DIRN 職員によりチケットと農地の判読修正を行った。カーボデルガド州では、州北東部および南西部を、ガザ州については州東部を中心に確認した。重点的に確認した AVNIR-2 のシーン位置図を図 2.3.5.2 に示す。また、農地とチケットを修正した箇所例を図 2.3.5.3 に示す。図 2.3.5.3 において、肌色は農地、黄色は樹木作物地、濃い茶色はチケット、そして黄土色は落葉疎林である。修正前と修正後を比較すると、修正後では中央に見られる落葉疎林が農地に修正されていることが分かる。

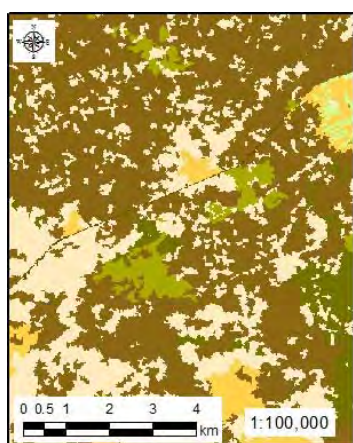


カーボデルガド州

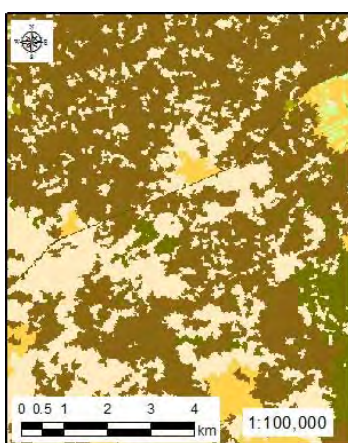


ガザ州

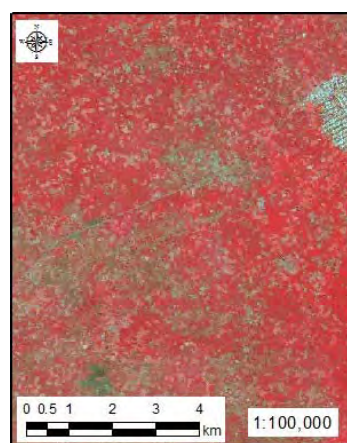
図 2.3.5.2 C/P により農地とチケットの確認・修正を行ったシーン位置図



修正前



修正後



光学画像

図 2.3.5.3 農地・チケットの修正例

修正したカーボデルガド州の森林被覆図を図 2.3.5.4 に、ガザ州の森林被覆図を図 2.3.5.5 に示す。ただし、これらの森林被覆図は古い森林定義（最低樹冠率 10%、最低面積 0.5ha）を採用しているため、最終版ではない。

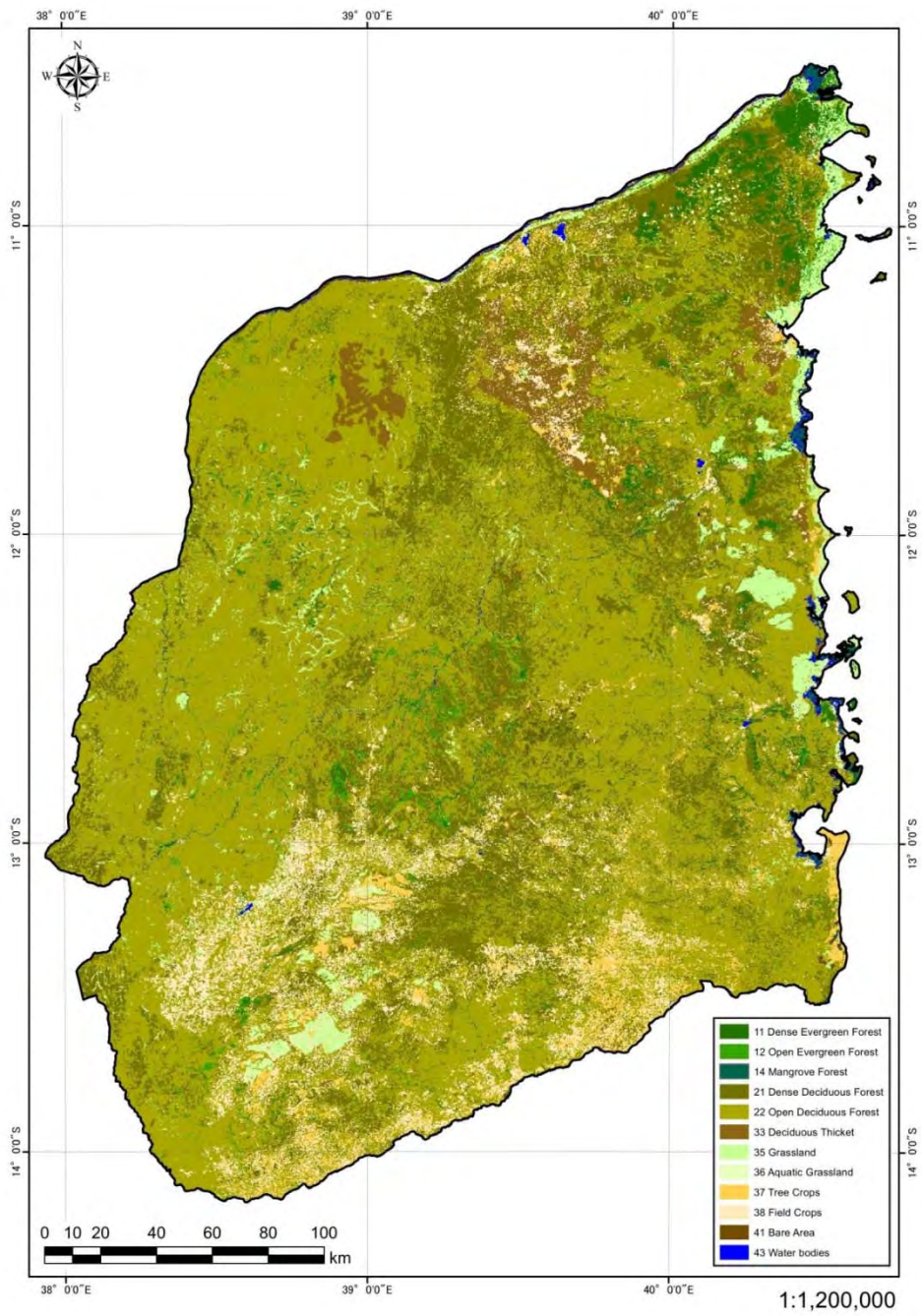


図 2.3.5.4 カーボデルガド州の森林被覆図
 (注：森林定義の最低樹冠率は10%である)

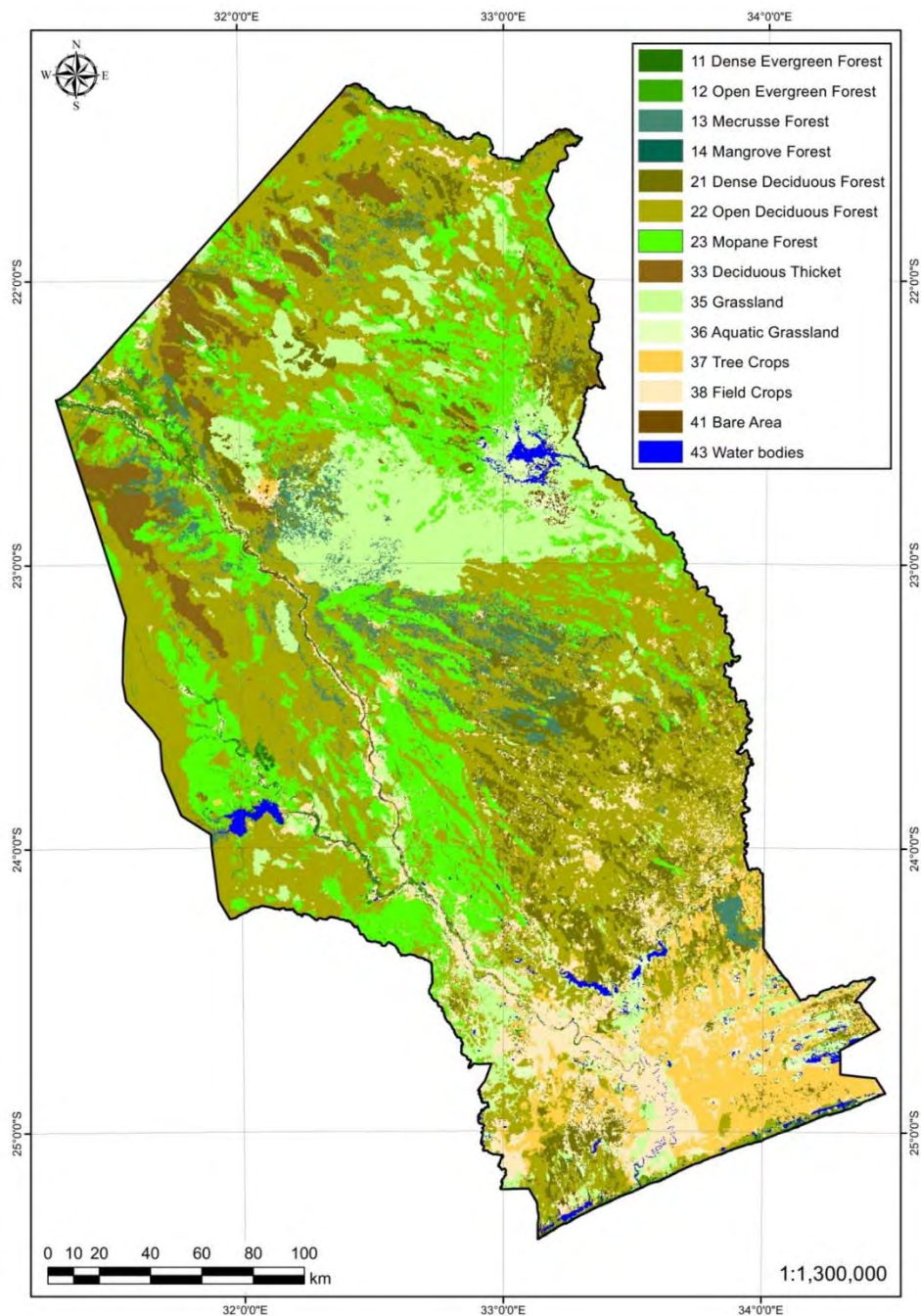


図 2.3.5.5 ガザ州の森林被覆図
 (注：森林定義の最低樹冠率は 10%である)

(3) 新しい森林定義による森林被覆図の作成

第 4 年次にはカーボデルガド州とガザ州の森林被覆図を 1.2.16 の方法に則り修正した。森林定義の最低樹冠率が 10%から 30%に変更になったことから、修正の中心は落葉疎林・常緑疎林と非森林樹林地との間を確認することになるが、他の分類項目についても誤分類を見つけた時点で修正を行った。

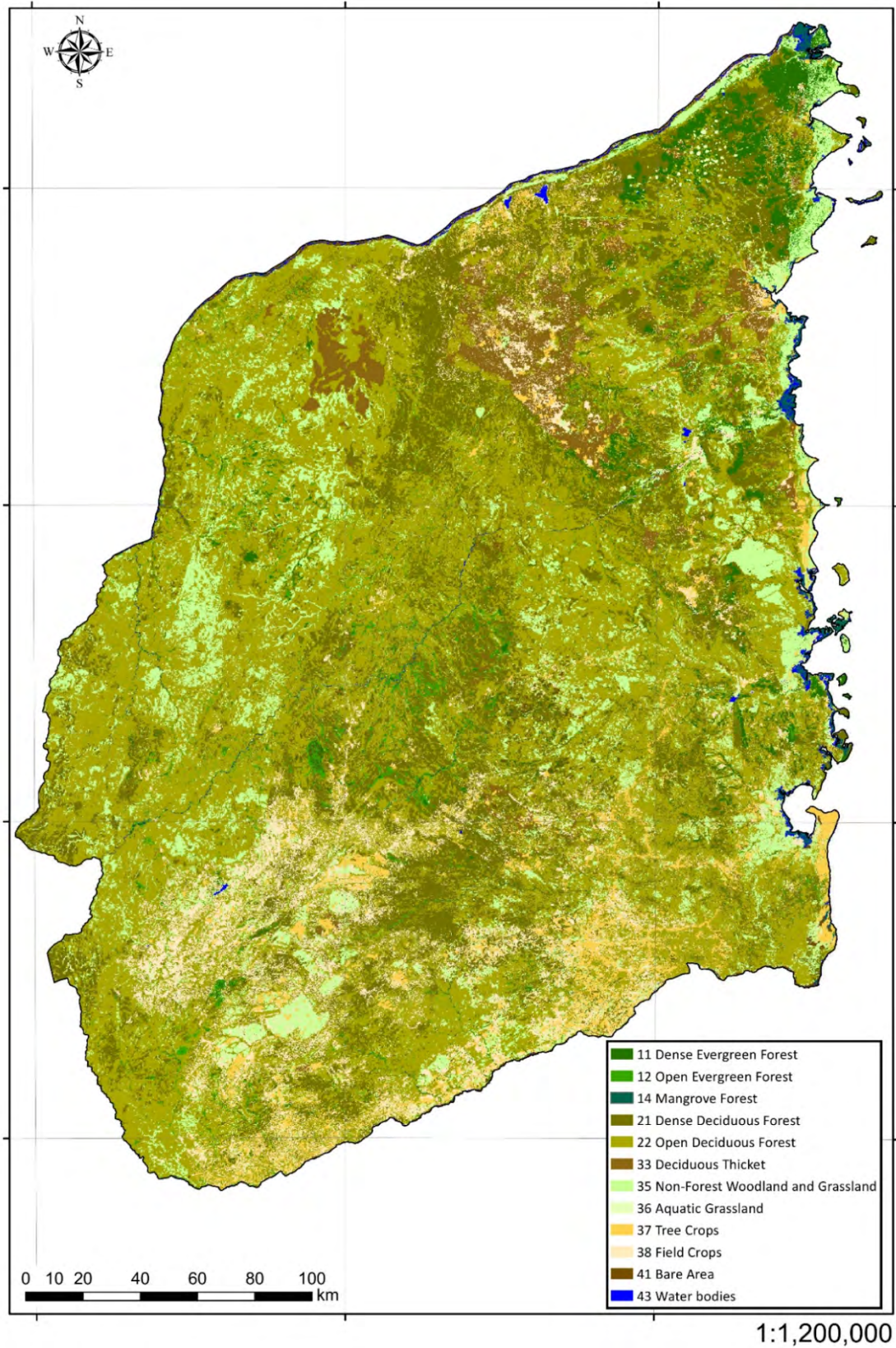


図 2.3.5.6 カーデルガド州の森林被覆図
 (注：森林定義の最低樹冠率を 30% に修正)

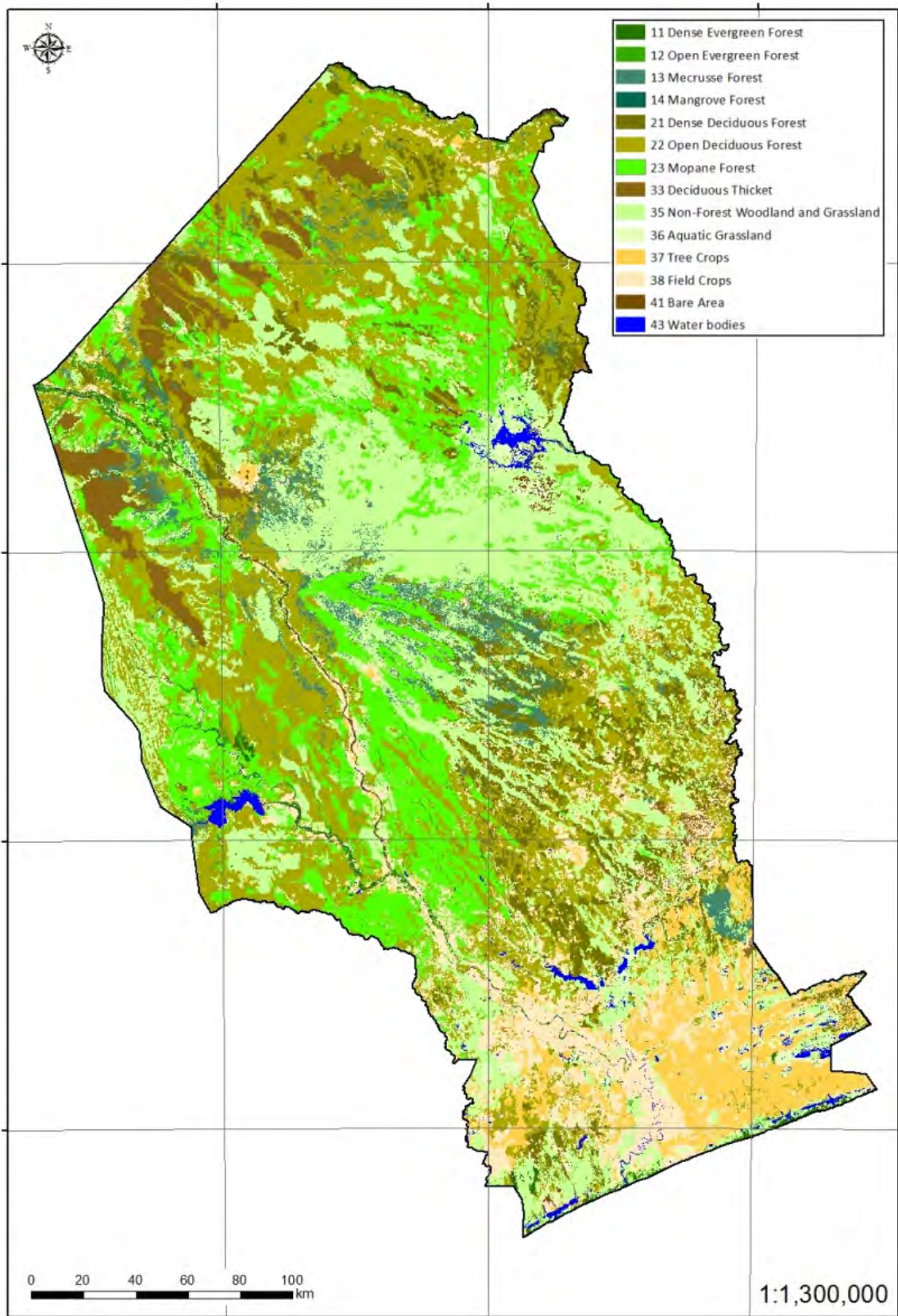


図 2.3.5.7 ガザ州の森林被覆図
 (注：森林定義の最低樹冠率を 30% に修正)

2.3.6 森林被覆・土地利用図の作成

2.3.5 にて作成した森林被覆図に、都市域・集落を目視判読して森林被覆土地利用図を作成した。都市域（村や集落を含む範囲）の分類については、C/P による目視判読により実施した。AVNIR-2 画像から集落が含まれるオブジェクトを目視判読することを試みたが、10m 空間分解能では集落の判読が難しいことが分かったため、C/P と協議の上、Google Earth の高分解能衛星画像を利用することとした。Google Earth 上で集落のポリゴンを作成して kml 形式で出力・保存した。州毎に全ての kml を統合し、最終的には shp 形式で保存して、森林被覆・土地利用図と統合した。

C/P と協議の上で追加した既存データ（道路・鉄道・郡都・森林保護区）を図 2.3.6.1 に示す。また、2.3.5 で作成した森林被覆図の配色は仮の配色であったため、C/P と協議して森林被覆・土地利用図用の配色を決定した。配色を決める上で、既存の配色（例：マングローブは赤色）や C/P の意向（例：モパネ林は茶色系）を尊重しつつも、2 州の配色を同一にしなが、地図に表示した時のコントラスト（認識しやすさ）を検討して、最終的に図 2.3.6.2 に示す配色とした。

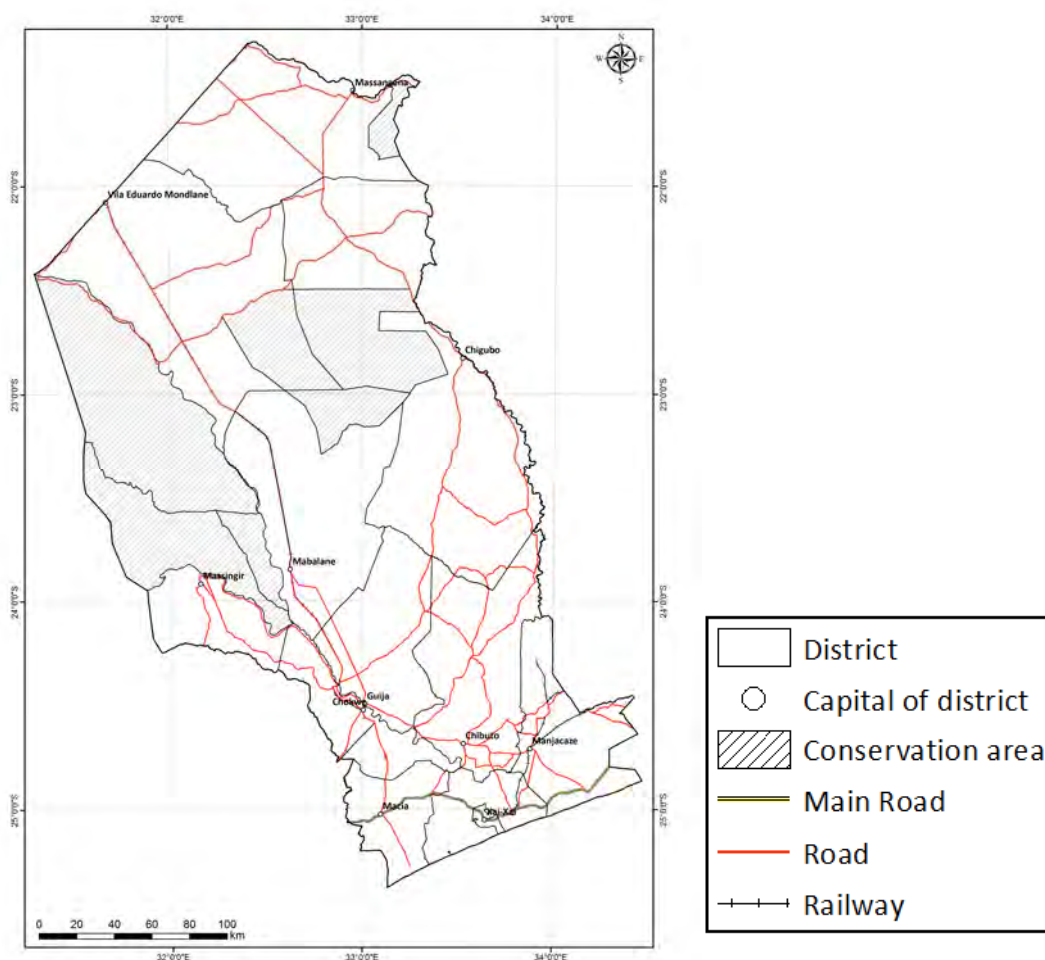


図 2.3.6.1 森林被覆・土地利用図に重ね合わせた既存データの例

(半) 常緑密林	紫
(半) 常緑疎林	淡紫
メクルース林	青
マングローブ林	赤
(半) 落葉密林	緑
(半) 落葉疎林	黄緑
モパネ林	茶
落葉チケット	黄緑
非森林樹林地・草地（シュラブを含む）	黄
浸水草地（浸水シュラブを含む）	水色
樹木作物地	黄
耕作地	黄
裸地	灰
集落・都市域	黒
水域	青

図 2.3.6.2 森林被覆・土地利用図の配色

最終版のカーボデルガド州の森林被覆・土地利用図を図 2.3.6.3 に、ガザ州の森林被覆・土地利用図を図 2.3.6.4 に示す。両州の森林被覆・土地利用図は、第 4 年次の成果報告会において森林総局長とカーボデルガド州とガザ州の SPF 長に寄贈された。

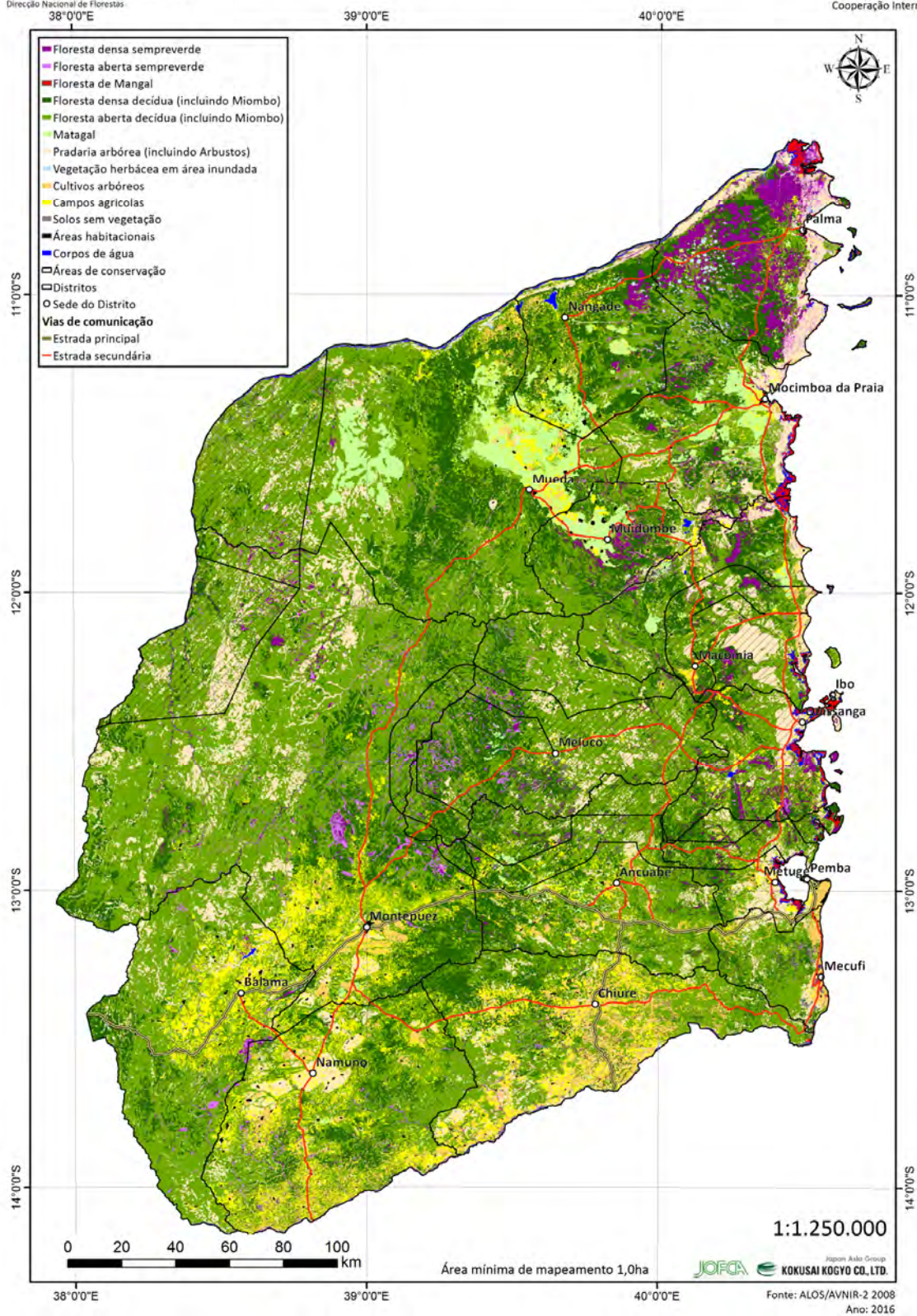


図 2.3.6.3 カーボデルガド州の森林被覆・土地利用図

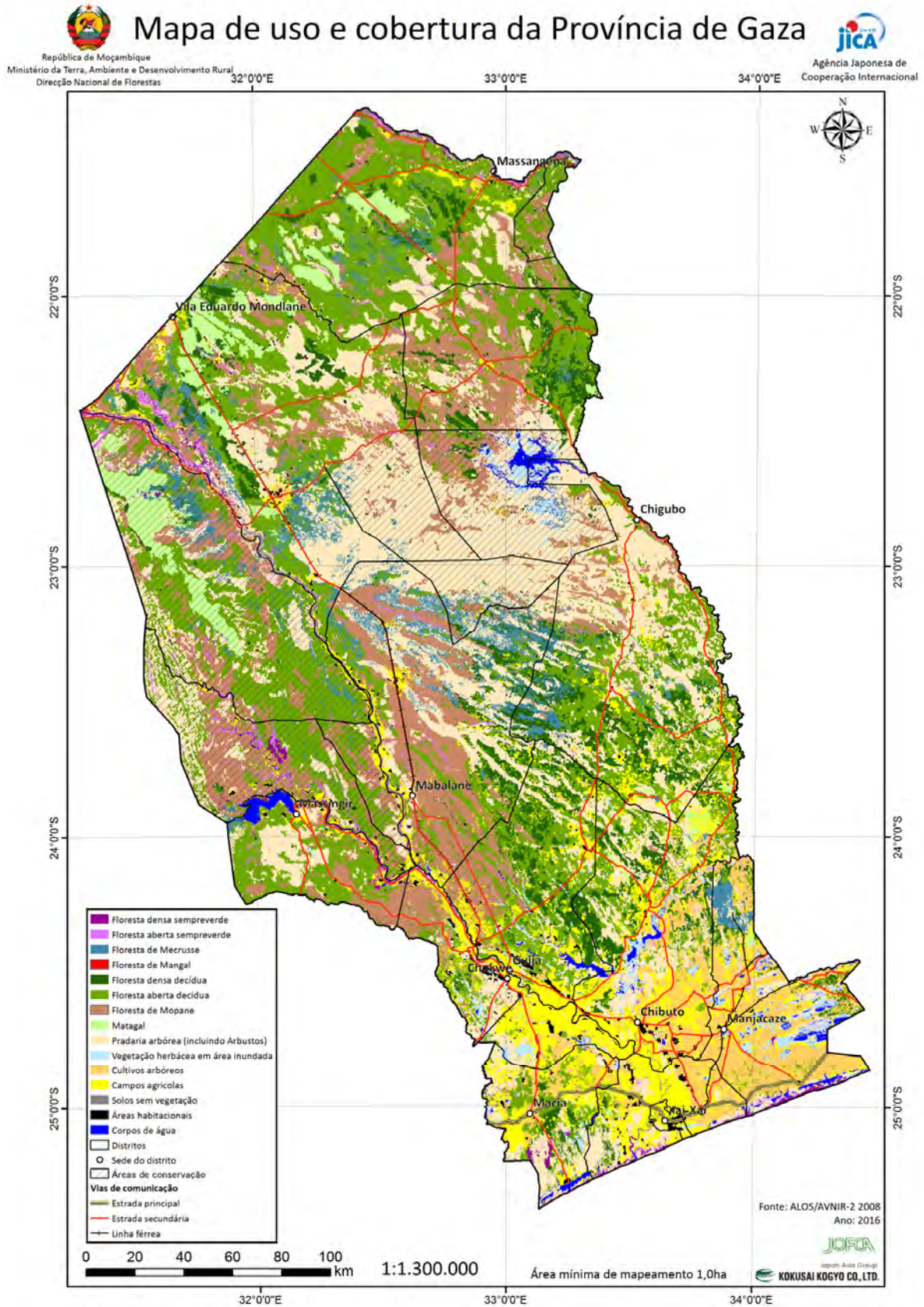


図 2.3.6.4 ガザ州の森林被覆・土地利用図

2.3.7 森林面積の算出

作成された森林被覆・土地利用図のデータより、森林区分毎の面積を算出した。森林定義の修正前（樹冠率 10%）と修正後（樹冠率 30%）の森林面積を比較すると、カーボデルガド州では 6,433,848ha から 5,733,656ha に約 70 万 ha 減少し（表 2.3.7.1 参照）、ガザ州では 5,113,189ha から 4,081,173ha に約 103 万 ha 減少した（表 2.3.7.2 参照）。森林率は、カーボデルガド州では 82.7% から 73.7%へ、ガザ州では 67.9%から 54.2%へ減少した。

1.2.16 にて記載したとおり、修正の中心は落葉疎林・常緑疎林と非森林樹林地との間であるため、カーボデルガド州では森林面積の減少分のほとんどは（半）落葉疎林であるが、ガザ州では（半）落葉疎林の他に、（半）落葉密林やモパネ林からの減少も見られた。これは、（半）落葉密林については、ガザ州の光学画像がシーンによって色調が大きくことなるため、修正前の分類結果にはまだ誤分類が含まれていたことから、その誤分類を修正したことによる面積減少である。また、モパネ林については、森林タイプとして疎密の区分はしていないが、明確に森林定義を満たさないと判断できるものについてのみ、非森林樹林地に修正をしたためである。さらに、両州ともにこれらの修正の際に、森林間での微修正および非森林間での微修正も実施しているため、その他の森林タイプについても修正前後で面積の変動が生じている。

表 2.3.7.1 森林区分毎の面積（カーボデルガド州）

F/N F	森林タイプ	コード	森林定義修正前		森林定義修正後		森林定義変更に伴う 面積の変化 (ha)
			樹冠率 10%、最低面積 0.5ha 面積 (ha)	樹冠率 30%、最低面積 1.0ha 面積 (ha)			
森林	(半)常緑密林	11	223,645	220,865	▲ 2,780		
	(半)常緑疎林	12	154,419	152,703	▲ 1,716		
	メクルース林	13	0	0	0		
	マンガローブ林	14	30,414	31,456	1,042	▲ 700,192	
	(半)落葉密林（ミオンボ林を含	21	1,685,535	1,605,137	▲ 80,398		
	(半)落葉疎林（ミオンボ林を含	22	4,339,834	3,723,495	▲ 616,339		
	モパネ林	23	0	0	0		
	落葉子ケット	33	194,640	242,795	48,155		
	非森林樹林地・草地（シユラブを	35	272,133	887,639	615,506		
	浸水草地（浸水シユラブを含む）	36	15,314	15,271	▲ 43		
	樹木作物地	37	247,725	261,756	14,031	702,707	
	耕地	38	519,564	512,677	▲ 6,887		
	裸地	41	57,920	55,447	▲ 2,473		
集落・都市域	42	0	35,513	35,513			
水域	43	41,225	40,130	▲ 1,095			
カーボデルガド州 合計			7,782,369	7,784,884			

森林定義修正後については、最新の州境界データを使用了ため、州全体の面積は異なる

表 2.3.7.2 森林区分毎の面積（ガザ州）

F/NF	森林タイプ	コード	森林定義修正前		森林定義修正後		森林定義変更に伴う 面積の変化 (ha)	
			樹冠率 10%、最低面積 0.5ha	面積 (ha)	樹冠率 30%、最低面積 1.0ha	面積 (ha)		
森林	(半)常緑密林	11	36,003		38,178	2,175		
	(半)常緑疎林	12	102,233		105,309	3,076		
	メクレス林	13	290,936		292,382	1,446		
	マングローブ林	14	291	5,113,189	291	0	▲ 1,032,016	
	(半)落葉密林	21	536,941		467,470	▲ 69,471		
	(半)落葉疎林	22	2,988,617		2,090,398	▲ 898,219		
	モパネ林	23	1,158,168		1,087,145	▲ 71,023		
	落葉チケット	33	200,656		218,192	17,536		
	非森林樹林地・草地(シユラブを含む)	35	981,272		1,919,036	937,764		
	浸水草地(浸水シユラブを含む)	36	101,316		116,160	14,844		
非森林	樹木作物地	37	448,629	2,419,159	404,744	▲ 43,885	1,032,972	
	耕作地	38	559,348		606,041	46,693		
	裸地	41	53,149		53,055	▲ 94		
	集落・都市域	42	0		61,021	61,021		
	水域	43	74,789		73,882	▲ 907		
	ガザ州 合計			7,532,349		7,533,303		

森林定義修正後については、最新の州境界データを使用したため、州全体の面積は異なる

2.3.8 森林被覆・土地利用図の分類精度検証

1.2.17 に則り、森林被覆・土地利用図の分類精度を検証した。森林/非森林について精度検証した結果を表 2.3.8.1 に示す。目視判読修正時に、森林と非森林の誤分類はできるだけ少なくするように注意したことから、約 90%と良い検証結果が得られた。

表 2.3.8.1 森林/非森林の分類精度検証結果

		分類データ			
		森林	非森林	合計	Producer's Accuracy
参 照 デ ー タ	森林	552	27	579	0.953
	非森林	93	556	649	0.857
	合計	645	583	1,228	0.902
	User's Accuracy	0.856	0.954		

次に、森林タイプ別の精度検証結果を表 2.3.8.2 に示す。総合分類精度は 78.4%であり、疎密の分類も含めて 70%以上の分類精度を出せたことから、良い分類精度といえる。個別の分類精度については、光学画像から分類が容易なメクルース林やマングローブ林については、Producer's Accuracy、User's Accuracy とともに 90%以上となっており、正しく分類できていることが確認できた。一方で、常緑疎林や落葉密林については、どちらも疎密に起因する誤分類が多くみられ、User's Accuracy が約 60%と低くなっている。また、落葉疎林と分類されたもののうち、約 15%は非森林樹林地であったことから、こちらについても疎密(樹冠率)に起因する誤分類がみられた。元々、中空間分解能の衛星画像から疎密を完全に分類することは難しいことから、疎密についての誤分類はある程度は許容する必要があるが、樹種として区分した時には正しく分類できていることから、大きな問題はないと考える。

2.3.9 森林被覆・土地利用図を活用した主題図の作成

1.2.18 に則り、焼畑リスク森林マップを作成した。カーボデルガド州の焼畑リスク森林マップを図 2.3.9.1 に、ガザ州の焼畑リスク森林マップを図 2.3.9.2 に示す。また、焼畑リスクのある森林面積を森林タイプ毎に集計した結果を表 2.3.9.1（カーボデルガド州）、表 2.3.9.2（ガザ州）に示す。

表 2.3.9.1 焼畑リスク面積（カーボデルガド州）

コード	森林タイプ	面積 (ha)
11	(半)常緑密林	87,588
12	(半)常緑疎林	40,204
13	メクルース林	0
14	マングローブ林	0
21	(半)落葉密林(ミオンボ林を含む)	627,239
22	(半)落葉疎林(ミオンボ林を含む)	1,085,331
23	モパネ林	0
	合計	1,840,363

表 2.3.9.2 焼畑リスク面積（ガザ州）

コード	森林タイプ	面積 (ha)
11	(半)常緑密林	8,495
12	(半)常緑疎林	18,221
13	メクルース林	25,130
14	マングローブ林	0
21	(半)落葉密林(ミオンボ林を含む)	87,564
22	(半)落葉疎林(ミオンボ林を含む)	263,788
23	モパネ林	182,588
	合計	585,786

Mapa de Áreas de Risco de Agricultura Itinerante da Província de Cabo Delgado 2013

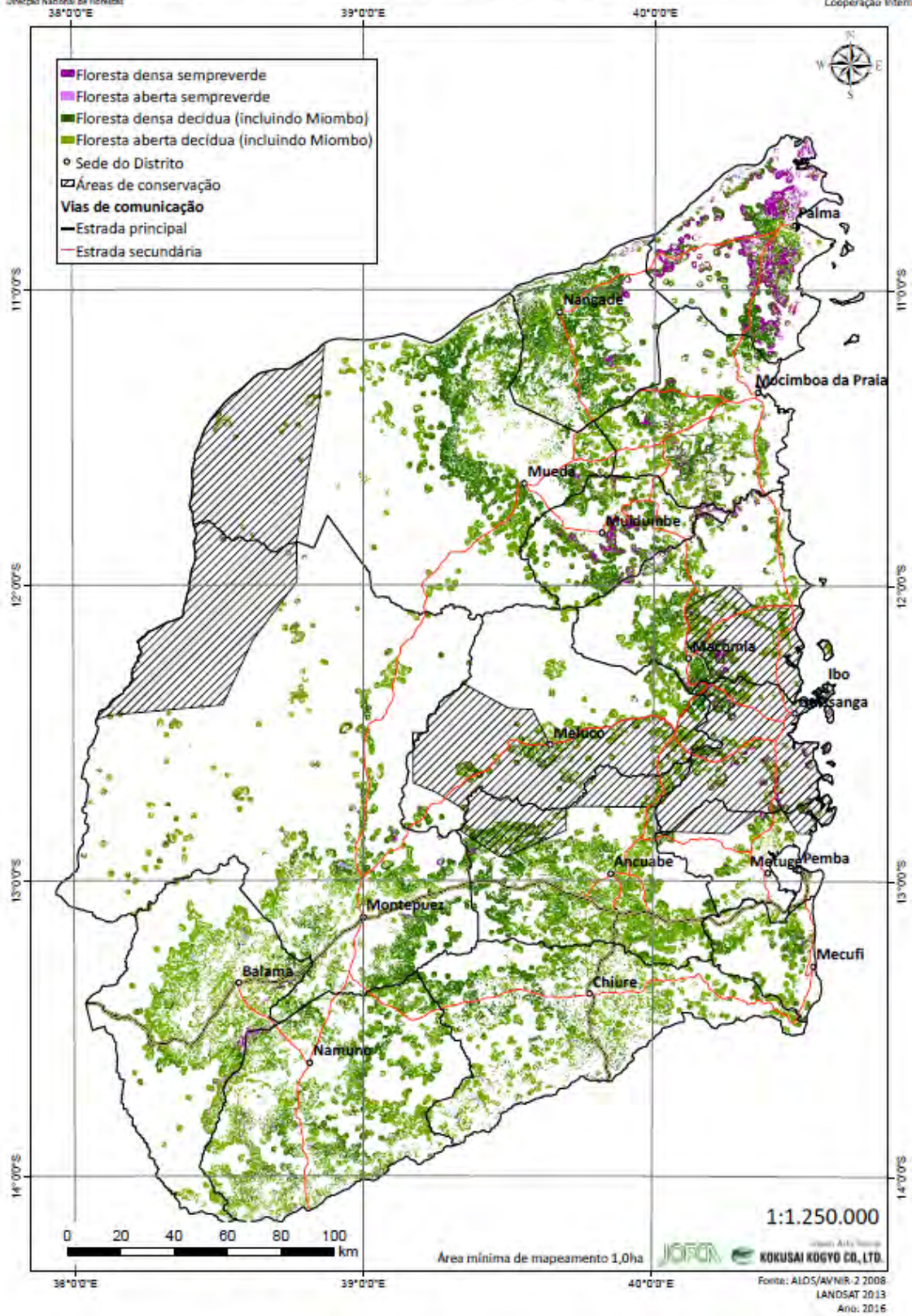


図 2.3.9.1 焼畑リスク森林マップ (カーボデルガド州)

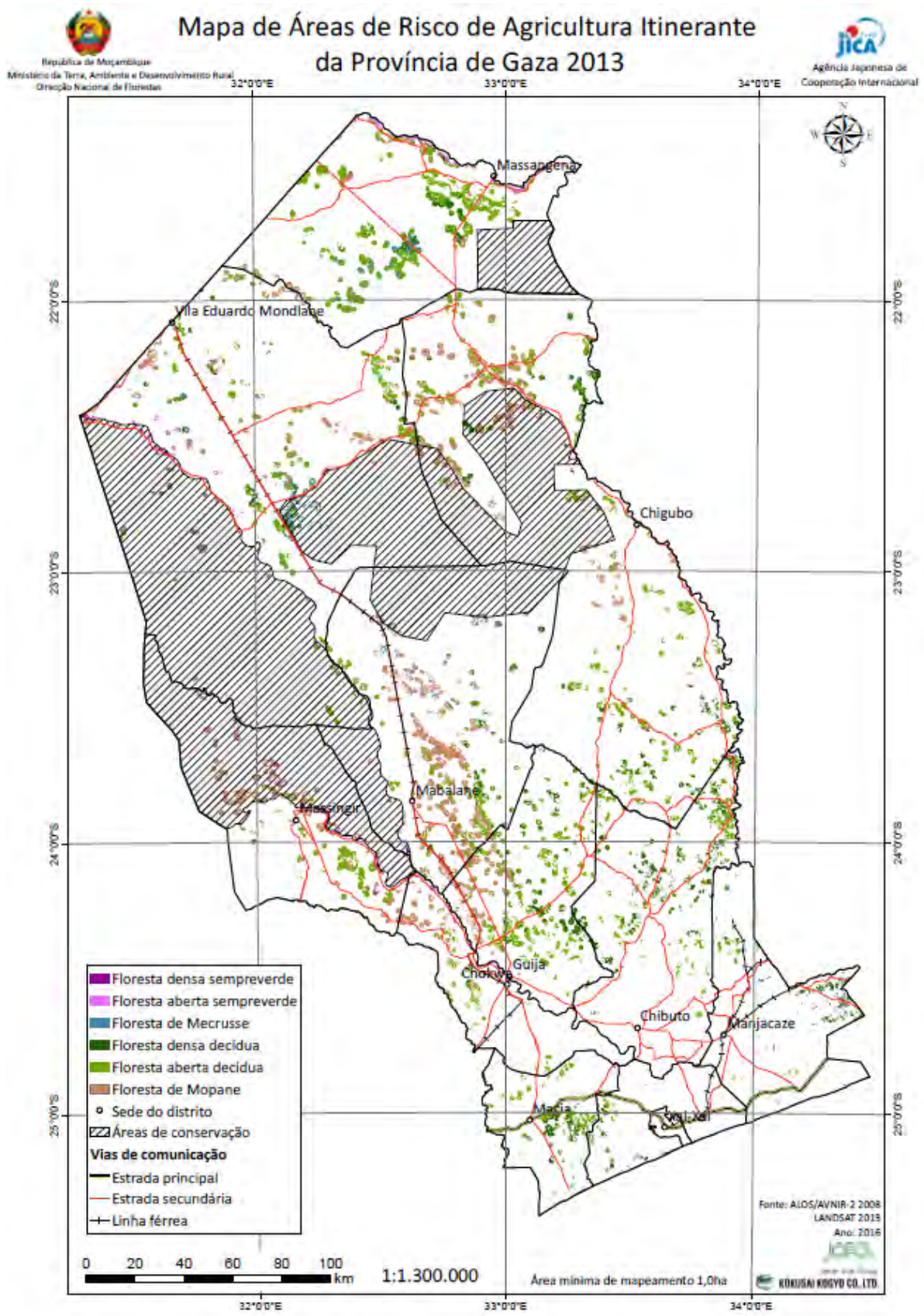


図 2.3.9.2 焼畑リスク森林マップ（ガザ州）

2.3.10 リモートセンシング OJT の実施

本業務では、日本国内で実施した森林被覆図及び参照年地図作成に係るリモートセンシング OJT をそれぞれ実施した。

(1) 森林被覆図作成に係る OJT

森林被覆図作成に係る一連の作業フローを技術移転するため、第3年次に基本操作研修を計3回実施した。

1) 基本操作研修

(a) 研修の様子

本 OJT では、使用可能なライセンス数や研修時間を考慮して、複数のグループに分かれて画像処理、分類解析を行った(図 2.3.10.1 左参照)。また、他業務のため研修の一部を欠席した参加者には、個別にフォローアップ講習を行った。フォローアップ講習時、一部は研修に参加した他 C/P から説明するように促し、C/P 職員同士の技術移転を行った(図 2.3.10.1 右参照)。

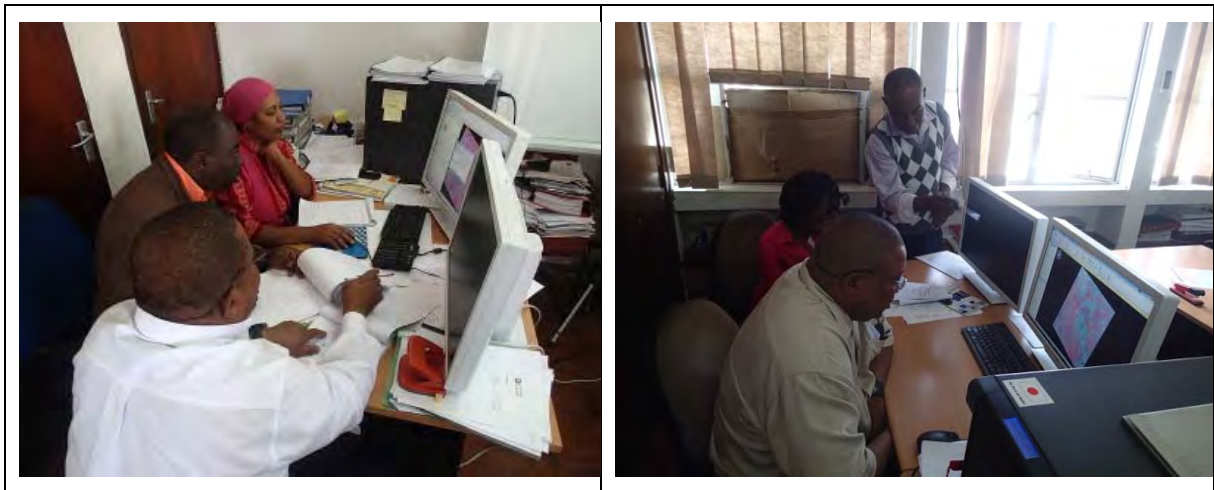


図 2.3.10.1 本研修におけるグループワークの様子

(b) 研修の成果

研修内で C/P が作成した成果画像の例として、ALOS AVNIR-2 オルソ画像と同 NDVI 画像を図 2.3.10.2 に示す。

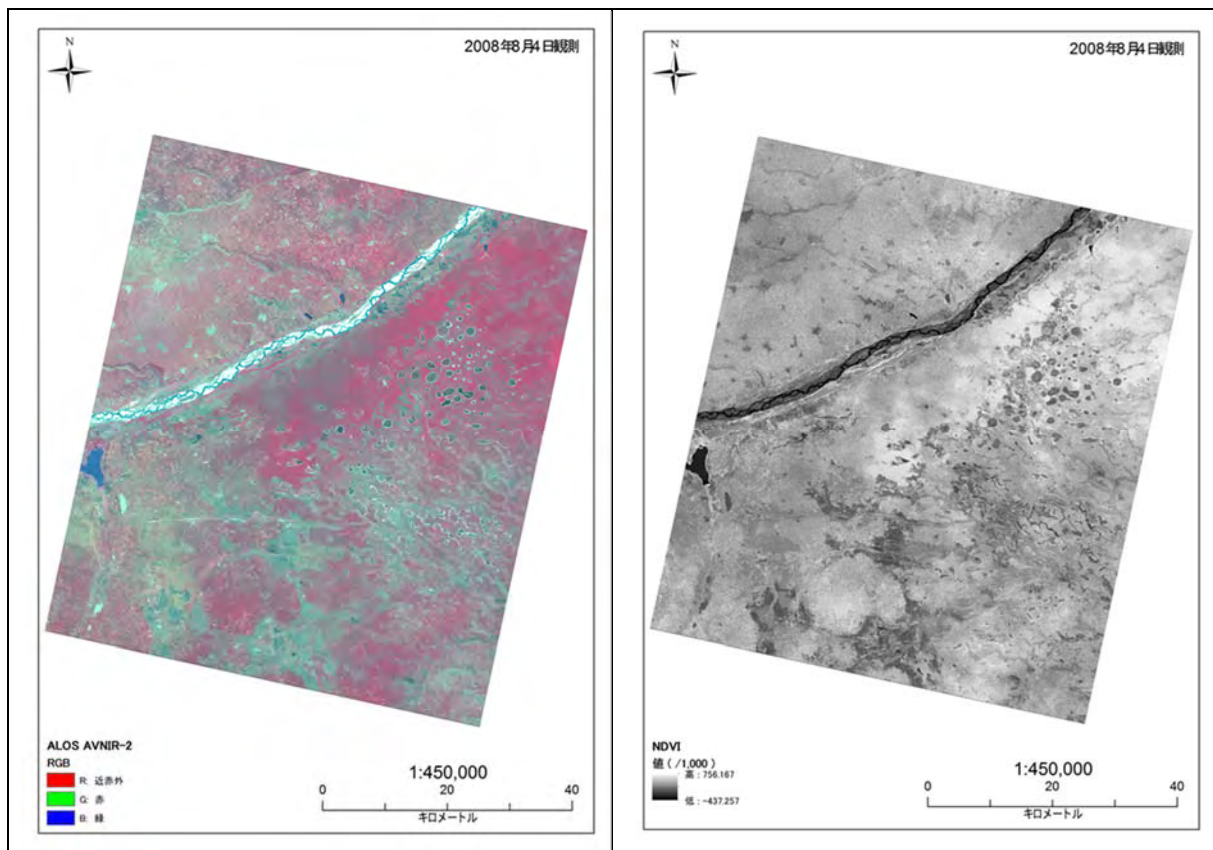


図 2.3.10.2 本研修で C/P が作成した ALOS/AVNIR-2 オルソ画像（左）及び NDVI 画像（右）

本 OJT 研修で C/P が作成した分類図を図 2.3.10.3 に示す。本実習の主目的は、C/P がオブジェクトベース分類に必要な一連の作業を実践することであり、分類結果の精度や分類項目数は問わない前提で実施した。なお本実習では、(1) 高い植生域（緑）(2) 低い植生域（薄い緑）(3) 植生のない土地（ベージュ）(4) 水域（青）の四つの分類タイプを設定した。

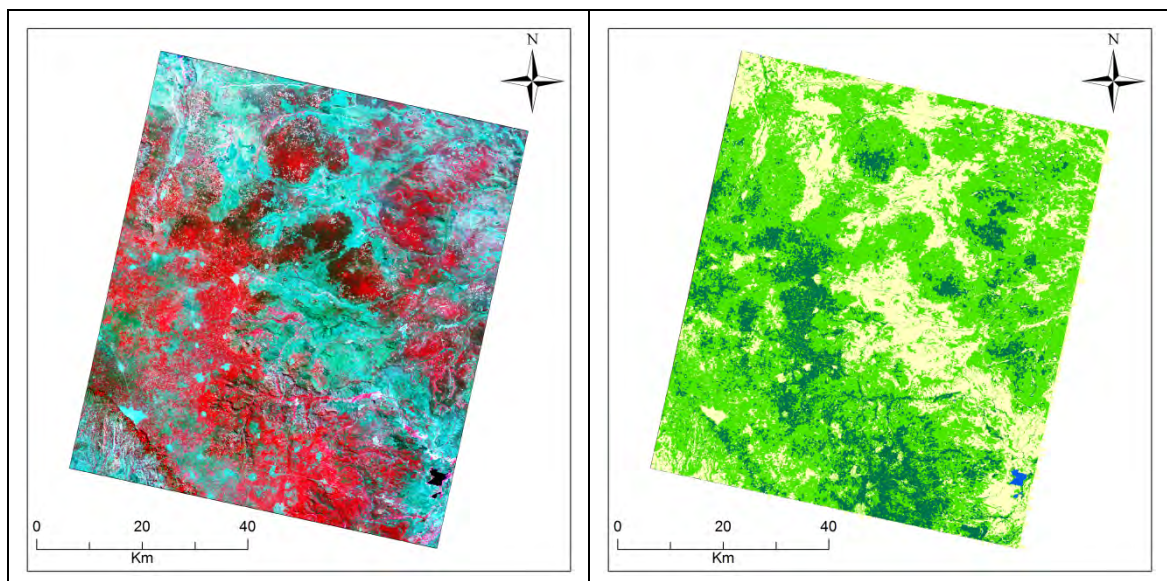


図 2.3.10.3 本研修で C/P が作成した ALOS/AVNIR-2 オルソ画像（左）及び被覆分類図（右）

(c) 質問表調査の結果

上述のとおり、C/P の理解度を確認するため、各 OJT の開始時、終了時に質問表調査を行った(表 2.3.10.1、表 2.3.10.2、表 2.3.10.3)。同調査結果から、研修前と比べて、森林被覆図作成に必要な画像処理・解析の基礎内容、全体の作業フローについて、参加者が理解を深めたものと言える。

表 2.3.10.1 第 1 回 OJT 時に行った質問表調査結果 (一部抜粋)

No.	質問	研修前			研修後	
		はい	いいえ	はい	いいえ	
1	ALOS/AVNIR-2 画像の特徴を説明できますか？	2	3	5	0	
2	オルソ補正処理に使用する SRTM DEM データを準備できますか？	1	4	5	0	
3	ALOS/AVNIR-2 画像のオルソ補正を行えますか？	0	5	5	0	
4	ALOS/AVNIR-2 画像のデジタルナンバーを反射率へ変換できますか？	2	3	5	0	
5	(4) の画像を使用して、NDVI を計算できますか？	1	4	5	0	
6	セグメンテーション処理を行えますか？	2	3	5	0	
7	分類に必要な閾値の検討を行えますか？	2	3	5	0	
8	オブジェクトベース分類を行えますか？	2	3	5	0	
9	本研修の中で、最も興味を覚えた/将来の実務に役立つような内容はありますか？	<ul style="list-style-type: none"> ・ ALOS/AVNIR-2 画像の反射率変換 (2 名) ・ NDVI の計算 (2 名) ・ ALOS/AVNIR-2 画像のオルソ補正 (1 名) ・ Model Maker ツール全般 (3 名) 				

表 2.3.10.2 第 2 回 OJT 時に行った質問表調査結果 (一部抜粋)

No.	質問	研修前		研修後		
		はい	いいえ	はい	いいえ	
1	ALOS/AVNIR-2 画像の特徴を説明できますか？	4	1	4	1	
2	LANDSAT 8 画像の特徴を説明できますか？	4	1	4	1	
3	オルソ補正処理に使用する SRTM DEM データを準備できますか？	5	0	5	0	
4	RPC ファイルを使用して、ALOS/AVNIR-2 画像のオルソ補正をできますか？	5	0	5	0	
5	パンシャープン画像を作成できますか？	3	2	5	0	
6	NDVI、NDWI、NDSI などの指標値を計算できますか？	4	1	5	0	
7	ALOS/AVNIR-2 画像のデジタルナンバーを反射率へ変換できますか？	4	1	5	0	
8	セグメンテーション処理を行えますか？	4	1	5	0	
9	分類に必要な閾値の検討を行えますか？	4	1	5	0	
10	オブジェクトベース分類を行えますか？	4	1	5	0	
11	本研修の中で、最も興味を覚えた/将来の実務に役立つような内容はありますか？	<ul style="list-style-type: none"> ・ デジタルナンバーから反射率への変換処理 (1 名) ・ 衛星画像のオルソ補正 (RPC ファイルまたは GCP 使用) (1 名) 				

・分類に必要な閾値の検討及びオブジェクトベース分類（2名）

表 2.3.10.3 第3回 OJT 時に行った質問表調査結果（一部抜粋）

No.	質問	研修前		研修後	
		はい	いいえ	はい	いいえ
1	ALOS AVNIR-2 画像の特徴を説明できますか？	2	1	3	0
2	オルソ補正処理に使用する SRTM DEM データを準備できますか？	3	0	3	0
3	RPC ファイルを使用して、ALOS AVNIR-2 画像のオルソ補正をできますか？	2	1	3	0
4	NDVI の指標画像を作成できますか？	3	0	3	0
5	ALOS AVNIR-2 画像のデジタルナンバーを反射率へ変換できますか？	2	1	3	0
6	セグメンテーション処理を行えますか？	3	0	3	0
7	分類に必要な閾値の検討を行えますか？	2	1	3	0
8	オブジェクトベース分類を行えますか？	3	0	3	0
9	目視判読修正を適切に行えますか？	2	1	3	0
10	分類項目ごとに面積集計を行えますか？	2	1	3	0
11	判別効率表を作成し、一致度を確認できますか？	0	3	3	0
12	Landsat 8 画像の特徴を説明できますか？	3	0	2	1
13	本研修の中で、最も興味を覚えた/将来の実務に役立ちそうな内容は何ですか？				
<ul style="list-style-type: none"> ・段階的に目視判読を行う方法（2名） ・分光反射特性の比較及び分類の閾値（Thresholds）の検討（1名） ・判別効率表の作成（1名） 					

（2）参照年地図作成に係る OJT

森林被覆図作成のほか、第5年次に、参照年地図作成に係る（1）基本操作研修及び（2）フォローアップ研修を実施した。

1）基本操作研修

（a）研修の様子

本研修参加者は、配布した作業手順書に従い、変化抽出及び参照年地図作成に係る画像処理・解析を実習した（図 2.3.10.4 左参照）。また、少人数を対象としていることから、不明な点については、日本人専門家から個別に補足説明を行った（図 2.3.10.4 右参照）。



図 2.3.10.4 C/P の画像解析の個別実習（左）及び日本人専門家による説明（右）

(b) 質問表調査の結果

本研修前後に、参加者全員（有効回答人数：2名）を対象に質問表調査を行った（表 2.3.10.4）。研修前に行った質問表調査の結果から、一部の画像処理・解析方法が分からないとの回答が複数見受けられたが、研修後は、両 C/P から、実習した画像処理・解析方法について理解できたと回答を得られたことから、個々の画像処理・解析の目的及びプロジェクトで適用した解析フローについて C/P の理解度を高めることができた。

表 2.3.10.4 基本操作研修前後に実施した質問表調査結果

No.	質問内容	研修前	研修後
1	LANDSAT 画像の仕様（空間分解能やバンド構成）について説明できますか。	2	2
2	反射率変換処理に必要なメタデータを確認できますか。	2	2
3	デジタルナンバーから反射率への変換できますか。	2	2
4	トゥルーカラー、フォールスカラーなど、バンド構成を調整できますか。	2	2
5	NDVI、NDSI、NDWI、GRVI、EVI などの指標データ及びその差分を算出することができますか。	2	2
6	主成分分析を行うことができますか。	1	2
7	セグメンテーション処理を行うことができますか。	2	2
8	自分分類の教師データを準備することができますか。	1	2
9	オブジェクトベース分類を行うことができますか。	1	2
10	衛星画像の色調を調整することができますか。	1	2
11	衛星画像の目視判読を行うことができますか。	1	2
12	森林被覆図と変化エリア図を統合することができますか。	1	2
13	2 時期の森林被覆図を比較して、面積の差を算出することができますか。	1	2

また、本研修で使用した作業手順書について、参加した C/P からの意見を集約した。収集した C/P からの意見を参照して、作業手順書へ必要な修正を加え、より分かりやすい記載へ更新した。

2) フォローアップ研修

(a) 研修の様子

本研修参加者は、配布した作業手順書に従い、変化抽出及び参照年地図作成に係る画像処理・解析を実習した(図 2.3.10.5 左参照)。また、補助講師を務めた C/P は、本邦研修の経験を活かして、作業手順書の補足説明、実演を率先して行った(図 2.3.10.5 右参照)。さらに、研修期間中、適時小テストを行い実習内容の理解度を適時図り、必要に応じて、補足説明を行った。

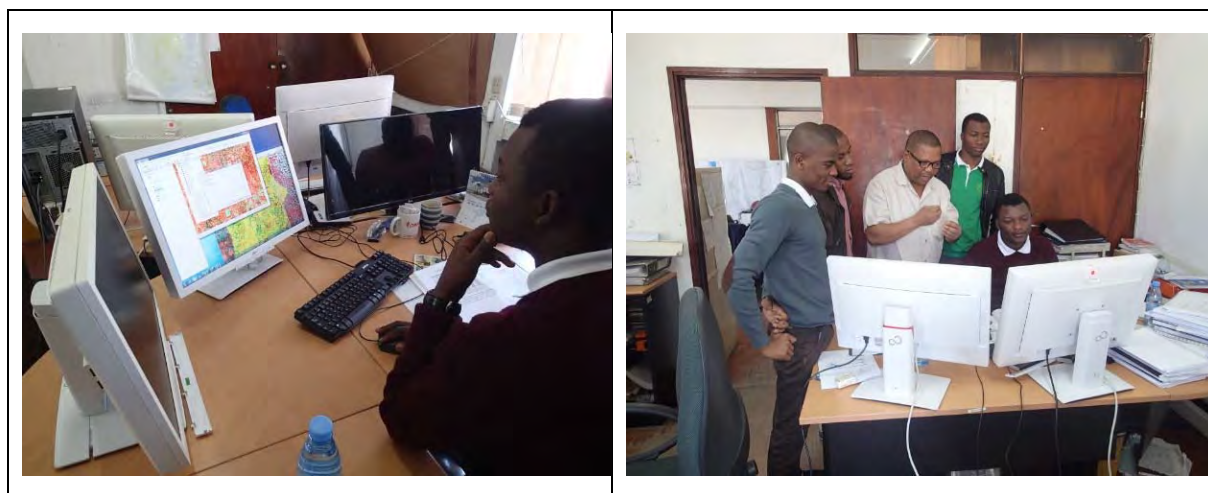


図 2.3.10.5 画像解析の個別実習(左)及び補助講師を務めた C/P による補足説明(右)

(b) 研修の成果

本研修では、作業手順書に従って、カーボデルガド州変化エリア図とマップを作成した。同解析フローでは、自動変化抽出を行った後、衛星画像の目視判読を実習したが、同作業では判読基準を統一させる必要があることから、衛星画像のどの色調あるいはテクスチャがどの土地被覆・土地利用タイプに対応するか繰り返し確認して、分類項目毎に対応関係を整理した。図 2.3.10.6 に参加者が作成した資料を示す。

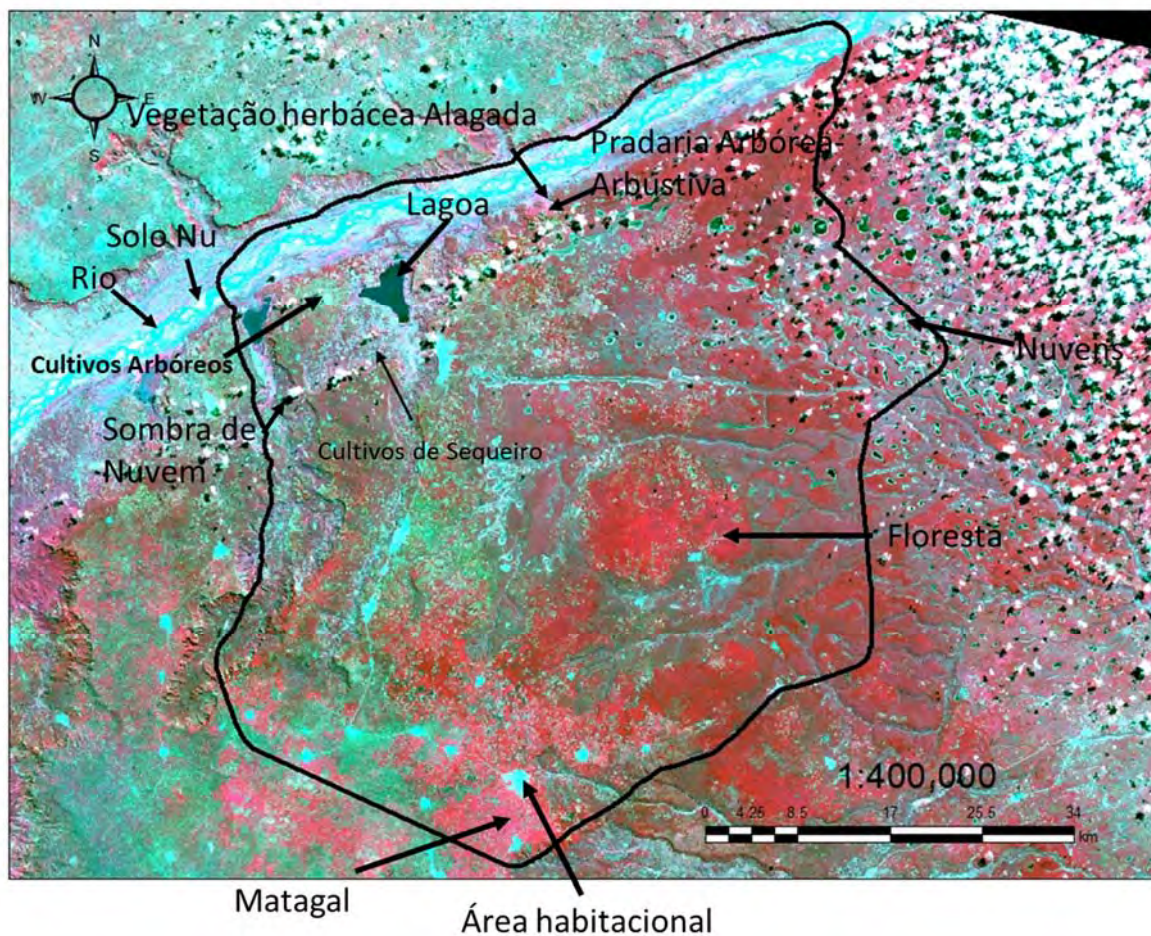


図 2.3.10.6 フォローアップ研修参加者が作成した目視判読資料

また、実習の最後に、変化マトリックスを作成した。任意で特定した 25 キロメートル四方の区域内の変化エリア図を作成して、その後、2008 年ベースマップに重ね、変化箇所だけを更新することで 2014 年参照年地図を作成した。新たに作成した 2014 年参照年地図と 2008 年のベースマップを比較して、変化パターンごとに面積を算出し、マトリックスに整理した（図 2.3.10.7 参照）。同マトリックスの縦軸が 2008 年（期首）時点、横軸が 2014 年（期末）時点の分類項目を示している。なお、限られた実習時間内で分類作業を終えられるよう、対象地域を小さく指定したため、同マトリックスではピクセル数（1 ピクセル = 100 平方メートル）で変化面積を表示した。

知 縣	期 末														合計		
	11 常緑林(密)	12 常緑林(疎)	13 メクレス林	14 マングローブ	21 落葉林(密)	22 落葉林(疎)	23 モノクシ林	33 チケット	35 草地(低灌木地含む)	36 浸水草地	37 樹木作物地	38 耕作地	41 裸地	42 都市域		43 水域	
	749	0	/	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	749
	0	374	/	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	374
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	0	0	/	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	/	0	26,026	0	/	2	0	0	121	0	0	8	0	0	26,157
	0	0	/	0	0	17,100	/	0	0	0	15	0	0	4	0	0	17,119
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	0	0	/	0	0	0	/	9,712	0	0	113	0	0	2	0	0	9,827
	0	0	/	0	0	0	/	874	0	0	2	0	0	0	0	0	877
	0	0	/	0	0	0	/	0	74	0	0	0	0	0	0	0	74
	0	0	/	0	0	0	/	0	0	2,546	1	0	0	1	0	0	2,548
	0	0	/	0	0	0	/	5	0	0	4,399	0	0	1	0	0	4,405
	0	0	/	0	0	0	/	0	0	0	0	47	0	0	0	0	47
	0	0	/	0	0	0	/	0	0	0	0	0	314	0	0	0	315
	0	0	/	0	0	0	/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	749	374	/	0	26,026	17,100	/	9,720	874	74	4,651	47	330	0	0	0	62,491

図 2.3.10.7 C/P が作成した変化マトリックス(単位:ピクセル数)

(c) 質問表調査の結果

基本操作研修と同様に、本研修前後に、参加者全員（有効回答人数：5名）を対象に質問表調査を行った（表 2.3.10.5）。研修前に行った質問表調査の結果から、一部の画像処理・解析方法が分からないとの回答が複数見受けられたが、研修後は、全ての参加者から、実習した画像処理・解析方法について理解できたと回答を得られたことから、個々の画像処理・解析の目的及びプロジェクトで適用した解析フローについて C/P の理解度を高めることができた。また、C/P のみならず、UT-REDD MRV ユニットのスタッフへの技術移転を行い、本プロジェクトで適用した変化抽出方法について理解を深めた。

表 2.3.10.5 フォローアップ研修前後に実施した質問表調査結果

No.	質問内容	研修前	研修後
1	LANDSAT 画像の仕様（空間分解能やバンド構成）について説明できますか。	5	5
2	反射率変換処理に必要なメタデータを確認できますか。	3	5
3	デジタルナンバーから反射率への変換できますか。	4	5
4	トゥルーカラー、フォールスカラーなど、バンド構成を調整できますか。	4	5
5	NDVI、NDSI、NDWI、GRVI、EVI などの指標データ及びその差分を算出することができますか。	5	5
6	主成分分析を行うことができますか。	2	5
7	セグメンテーション処理を行うことができますか。	4	5
8	自分分類の教師データを準備することができますか。	5	5
9	オブジェクトベース分類を行うことができますか。	2	5
10	衛星画像の色調を調整することができますか。	4	5
11	衛星画像の目視判読を行うことができますか。	5	5
12	森林被覆図と変化エリア図を統合することができますか。	3	4
13	2 時期の森林被覆図を比較して、面積の差を算出することができますか。	3	4

さらに、本研修で使用した作業手順書について C/P の意見を集約した。新たに収集した C/P からの意見も参照して、作業手順書へ必要な修正を加え、より分かりやすい記載へ修正した。

2.3.11 参照年地図の作成

参照年地図作成に関する主な活動として、モザンビーク内で実施した概況調査と日本国内で実施した技術検討及び変化エリア図、参照年地図作成が含まれる。本項では、これらの活動についてそれぞれ記載する。

1.4.3 で記述したように、参照年地図作成に先立ち、ガザ州、カーボデルガド州でどのような森林変化が発生しているかを確認するために概況調査を実施した。本概況調査の結果概要は付属資料 24 を参照。なお、参照年地図作成には、複数の変化パターンを対象とする必要があるが、概況調査の結果も踏まえ、変化パターンに関する作業上の優先順位付けを行った。具体的には、森林（常

緑林、落葉林、モパネ林)から農地への変化は概況調査でも多く確認でき、また衛星画像からも同様の变化パターンの区分妥当性を確認できたことから、優先的に抽出することとした。

(1) 变化エリア図及び参照年地図の作成

概況調査の結果も踏まえ、参照年地図作成に必要な技術検討及び衛星画像の前処理を開始した。本項では、(a) 解析に使用する画像データの作成、(b) 領域分割処理(セグメンテーション)、(c) 自動分類、(d) GIS 解析による対象ポリゴンの絞り込み、(e) 第一回目視判読、(f) 第二回目視判読、(g) GIS 解析による落葉林の区分、(h) 变化エリア図作成、(i) 参照年地図作成、(j) 变化マトリックス作成、(k) 不自然な变化パターンの修正、(l) 参照年地図の完成について記載する。

(a) 画像データの作成

ガザ州、カーボデルガド州の植生タイプ及び概況調査で確認した变化パターンの特徴も考慮して、使用する画像データを検討した。LANDSAT 画像では複数の波長帯バンド(青、緑、赤、近赤外、中間赤外 1、同 2)が利用可能であるため、期首、期末の各バンドの反射率画像だけでなく、特定の複数バンドを組み合わせることで指標データを作成することができる。そこで本プロジェクトでは、自動分類処理のため、使用する全シーンに対して、各バンドの反射率画像とその差分画像()、指標データ及びその差分画像()、主成分分析画像()をそれぞれ作成した(図 2.3.11.1 参照)。

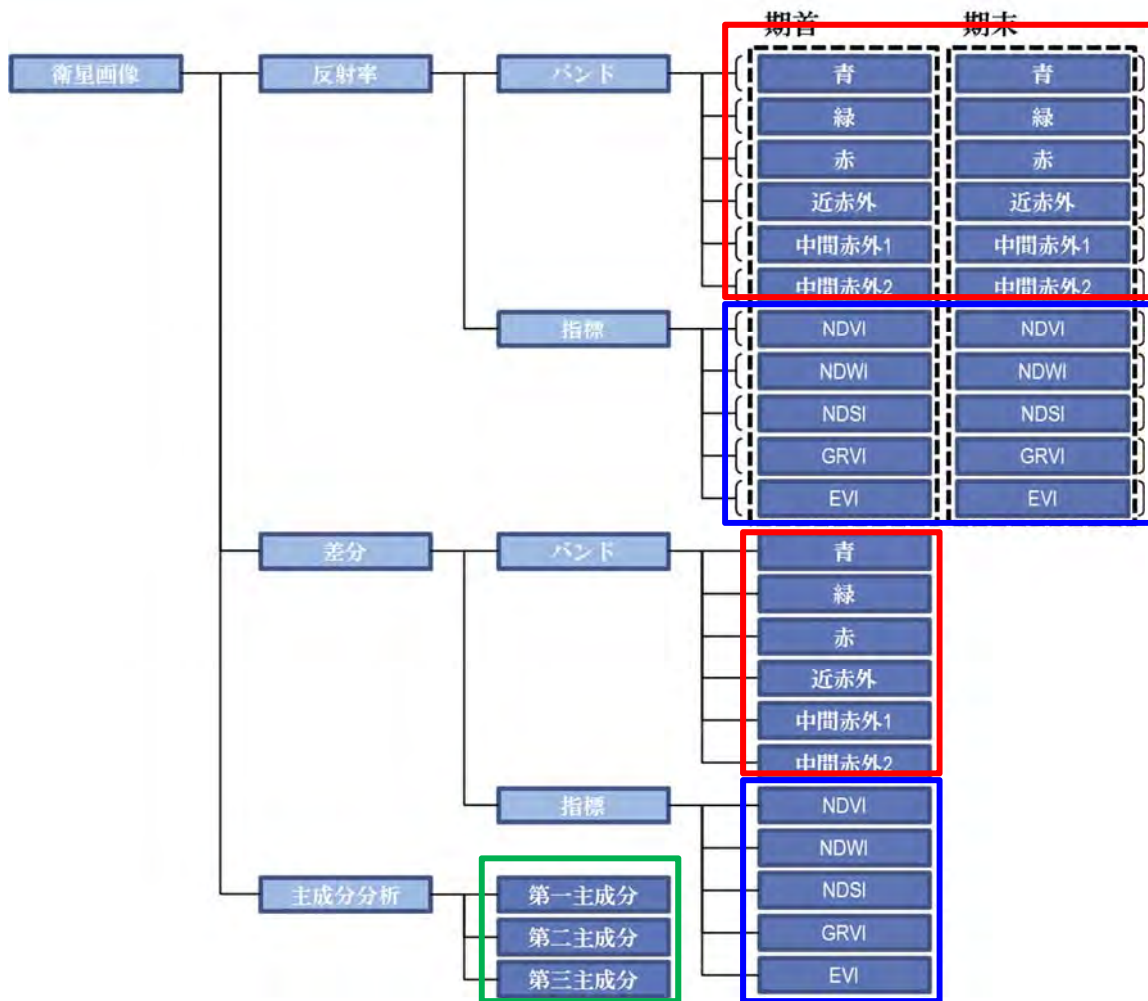


図 2.3.11.1 変化エリア図作成に使用した画像データ

LANDSAT 衛星画像から作成した画像データのうち、耕作地（黄色い枠で囲われた画像中央の矩形）を示す中間赤外バンドの反射率画像、NDSI の指標画像、主成分分析（第二主成分）画像を例示する（図 2.3.11.2 参照）。各画像で白っぽい画素が高い値を、黒っぽい画素が低い値を示しており、耕作地に相当する画素の値が、隣接する画素と比べて大きく異なっていることが分かる。



図 2.3.11.2 LANDSAT 画像から作成した各種画像データ

（左：中間赤外バンドの反射率画像、中：NDSI の指標画像、右：第二主成分画像）

(b) セグメンテーション

作成した画像データのうち、主成分分析データの各画素が持つ特徴量を基に領域分割処理（セグメンテーション）を行った。セグメンテーションは、類似した特徴量を持った隣接する画素をグループ化してオブジェクトを作成する。各セグメントのサイズは、スケールパラメータや形、緊密さのパラメータを調整して確定した。必要パラメータは、現地確認した変化エリアの面積や、データの取扱い易さ（ファイルサイズ及びポリゴン数）などを考慮して選定した。

図 2.3.11.3 に異なるパラメータを使用して作成したセグメントを示す。同図左に、比較的大きいパラメータを使用して作成したセグメント、同図右に、比較的小さいパラメータを使用して作成したセグメントをそれぞれ示す。また、両図上の黄色い楕円が示す通り、右図のセグメントは、概況調査で多く確認した変化エリア（1～3ha 程度）と同等の面積の変化エリアを区分できているが、左図のセグメントは、同一のセグメントを区分できていないため、本プロジェクトでは、右図と同等のサイズのセグメントを作成した。作成したセグメントは、後続の教師付き自動分類において使用した。

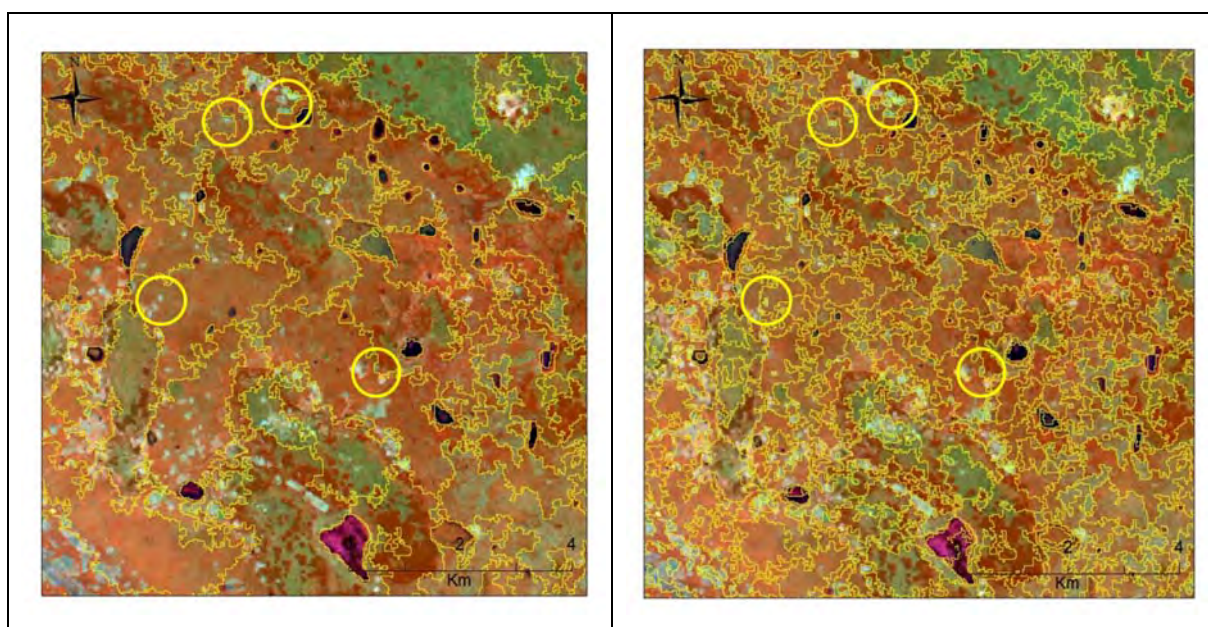


図 2.3.11.3 異なるパラメータで作成したセグメント

(c) 自動分類処理

2 時期の衛星画像を比較して、画像の色調が変化した場所にトレーニングデータ（教師データ）を作成し、教師付き分類を行った。画像ごとに変化パターンが異なるため、画像の組み合わせごとにトレーニングデータを作成した。

(d) GIS 解析による対象ポリゴンの絞り込み

変化のある場所として分類したポリゴン（以下、変化ありポリゴン）に対して、目視判読を行うにあたり、全てのポリゴンを一律に判読することは時間と労力を要するため、先ず始めに GIS 解析を行って変化ありポリゴンの絞り込みを行い、典型的な変化パターンを示すポリゴンを優先的に判読した。図 2.3.11.4 に、全ての変化ありポリゴンのうち、マスクデータの内側に位置する変化ありポリゴンのみを目視判読の対象とする絞り込みのイメージを示す。同図左では、自動分類

により抽出した、各土地被覆タイプ内に散在する変化ありポリゴンを示す。同図中央では、同図左の変化ありポリゴンのうち、赤色の実線で示したマスクデータの内側に位置し、目視判読の対象となる変化ありポリゴンが選択されたことを、水色の枠線にて示す。同図右では、マスクデータの外側に位置し、目視判読の対象から外れたポリゴンが削除され、目視判読の対象となる変化ありポリゴンのみが残ったことを示す。

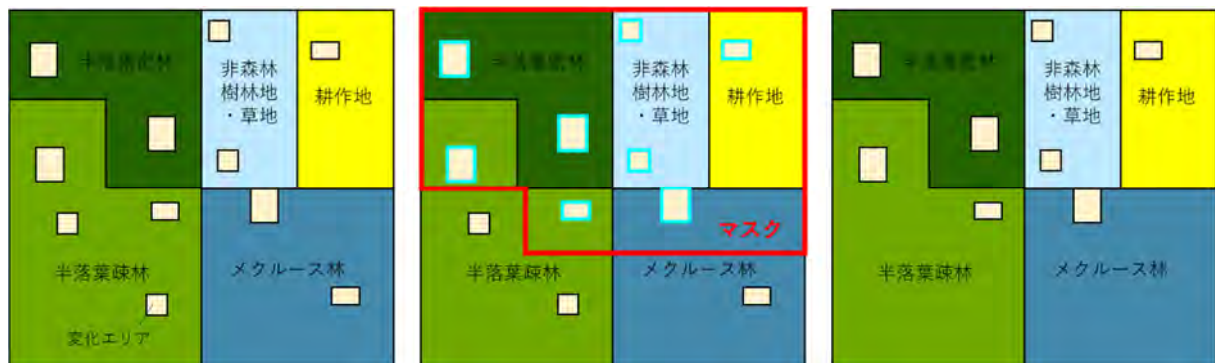


図 2.3.11.4 マスクデータを使用したポリゴン絞り込みのイメージ

本業務で作成したマスクデータとその作成手順を、表 2.3.11.1 に示す。具体的には、変化ありポリゴンのうち、面積が 1ha 未満のポリゴン、州境界線の外側に位置するポリゴン、雲、雲影と重なるポリゴンを目視判読の対象から外した。また、変化が特に集中している地域を示すマスクデータを作成して、同マスク内に位置する変化ありポリゴンを第一回目視判読の優先対象とした。一方、樹木作物地では、森林の変化が少ないと仮定して、2008 年森林被覆図の樹木作物地のみを抽出してマスクデータを作成して、同マスクデータの内側に位置する変化ありポリゴンは第一回目視判読の対象から外した。なお、表中に記載した第一回目視判読対象から除外したポリゴンは、別途目視確認を行い、必要な修正作業を行った。

表 2.3.11.1 マスクデータと作成手順

データ名	データ作成手順
面積（属性情報のみ）	面積が 1ha 未満のポリゴンを、目視判読の対象から外した。
州境界マスク	前述のセグメンテーションでは衛星画像のシーンごとに画像処理を行うため、シーンによっては、対象 2 州の外側（2 州の境界線の外側の地域）までポリゴンが作成される。そこで、AIFM の州境界線の外側に 2 km バッファを付与して本マスクデータを作成し、マスクの外側に位置する変化ありポリゴンを目視判読の対象から外した。
雲マスク	各種データを比較検討した結果、期首または期末の衛星画像の青バンドの反射率画像が、他データと比べて、雲に対して特徴を示したことから、青バンドの反射率画像に閾値を設定して二値化処理（閾値を境に 2 つのクラスへ区分）を行い、本マスクデータを作成した。本マスクと重なるポリゴンを、雲からの変化、または雲への変化と見なし、目視判読の対象から外した。
雲影マスク	各種データを比較検討した結果、期首または期末の衛星画像から作成した正規化水指数（NDWI）の画像が、他データと比べて、雲影

データ名	データ作成手順
	に対して特徴を示したことから、NDWIの指標画像に閾値を設定して二値化処理（閾値を境に2つのクラスへ区分）を行い、本マスクデータを作成した。本マスクと重なるポリゴンを、雲影からの変化、または雲影への変化と見なし、目視判読の対象から外した。
変化集中ゾーンマスク	2013年（参照期間終了年）と2002年（参照期間開始年）の衛星画像に対して変化抽出を行った。参照期間の開始年と終了年の衛星画像を使用することで、同参照期間内に発生した変化を最も多く抽出できるものと仮定して、本マスクデータを作成した。本マスクの内側に位置する変化ありポリゴンを第一回目視判読の対象とした。
樹木作物地マスク	2008年森林被覆図から樹木作物地のみを抽出して本マスクデータを作成した。樹木作物地内では森林の変化が少ないと仮定して、本マスクの内側に位置する変化ありポリゴンを第一回目視判読の対象から外した。
非変化エリアマスク	期首と期末の衛星画像を目視確認して、面積は大きい、変化の無い、あるいは極めて少ない地域をカバーするポリゴン（本マスクデータ）を作成した。本マスクの内側に位置するポリゴンを第一回目視判読の対象から外した。

(e) 第一回目視判読（典型的な変化パターン）

自動分類で区分した変化ありポリゴンのうち、GIS解析により絞り込まれたポリゴンに対して、第一回目視判読を行った。第一回目視判読では、6月の概況調査で多く確認した典型的な変化パターン（カーボデルガド州で12パターン、ガザ州で14パターン）で、中でも図2.3.11.14で示した最優先する変化パターンを対象とした。また、衛星画像上での見え方が特徴的なメクルース林やモパネ林、マングローブ林を除き、常緑林と落葉林は、第一回目視判読では森林として扱った。第一回目視判読で対象としたガザ州、カーボデルガド州の変化パターンを、表2.3.11.2、表2.3.11.3にそれぞれ示す。同表の解釈の仕方として、例えばガザ州の最上段の変化パターンの場合、「森林（期首の分類タイプ）から耕作地（期末の分類タイプ）へ変化とした」と解釈する。

表 2.3.11.2 第一回目視判読で対象とした変化パターン（ガザ州）

期首	期末
森林	耕作地
森林	非森林樹林地・草地
モパネ林	耕作地
モパネ林	非森林樹林地・草地
メクルース林	耕作地
非森林樹林地・草地	モパネ林
チケット	耕作地
非森林樹林地・草地	水域
水域	非森林樹林地・草地
裸地	水域

期首	期末
水域	裸地
期首、期末が雲または雲影	
変化無し	

表 2.3.11.3 第一回目視判読で対象とした変化パターン（カーボデルガド州）

期首	期末
森林	耕作地
森林	非森林樹林地・草地
森林	チケット
耕作地	チケット
チケット	耕作地
非森林樹林地・草地	水域
水域	非森林樹林地・草地
裸地	水域
水域	裸地
期首、期末が雲または雲影	
変化無し	

(f) 第二回目視判読（集落周辺の変化パターン）

衛星画像を使用した事前分析及び概況調査の結果から、土地被覆・土地利用状況の変化が特に著しいと考えられる集落周辺を対象に、第二回目視判読を行った。ガザ州、カーボデルガド州には、衛星画像上で集落と判読できる場所が、小規模の集落も含めると数多く存在するため、本業務では、対象集落を 2008 年森林被覆図で集落と分類した場所に限定して、目視判読を行った。ガザ州、カーボデルガド州の対象集落の位置図を、図 2.3.11.5 にそれぞれ示す。

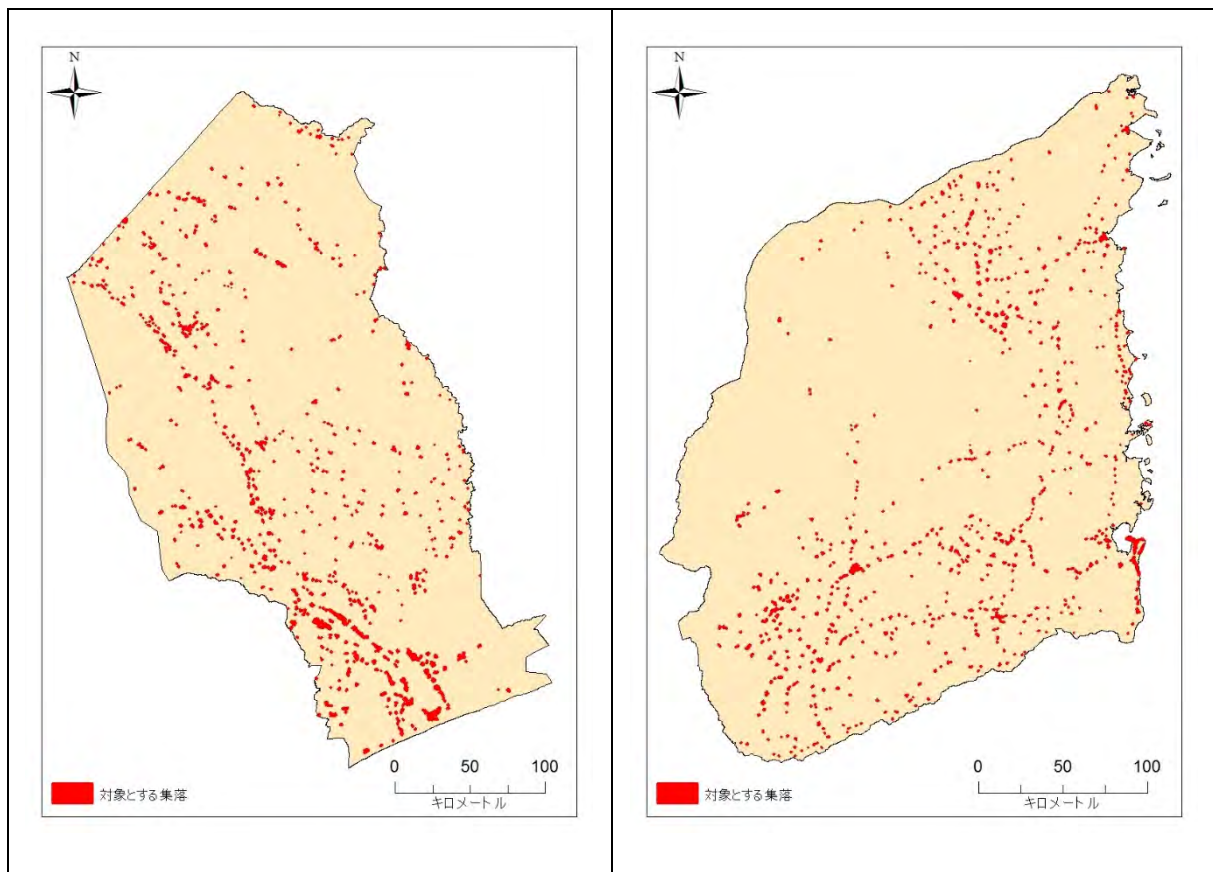


図 2.3.11.5 対象とした集落位置図（左：ガザ州、右：カーボデルガド州）

図 2.3.11.6 に、森林から集落へ変化した場所の例を示す。主な特徴として、衛星画像上で道路沿いに位置し、明るく白っぽい色に見える幾何学的な模様をした場所を集落として判読した。なお、その他の判読定義については、第一次目視判読と同じとした。

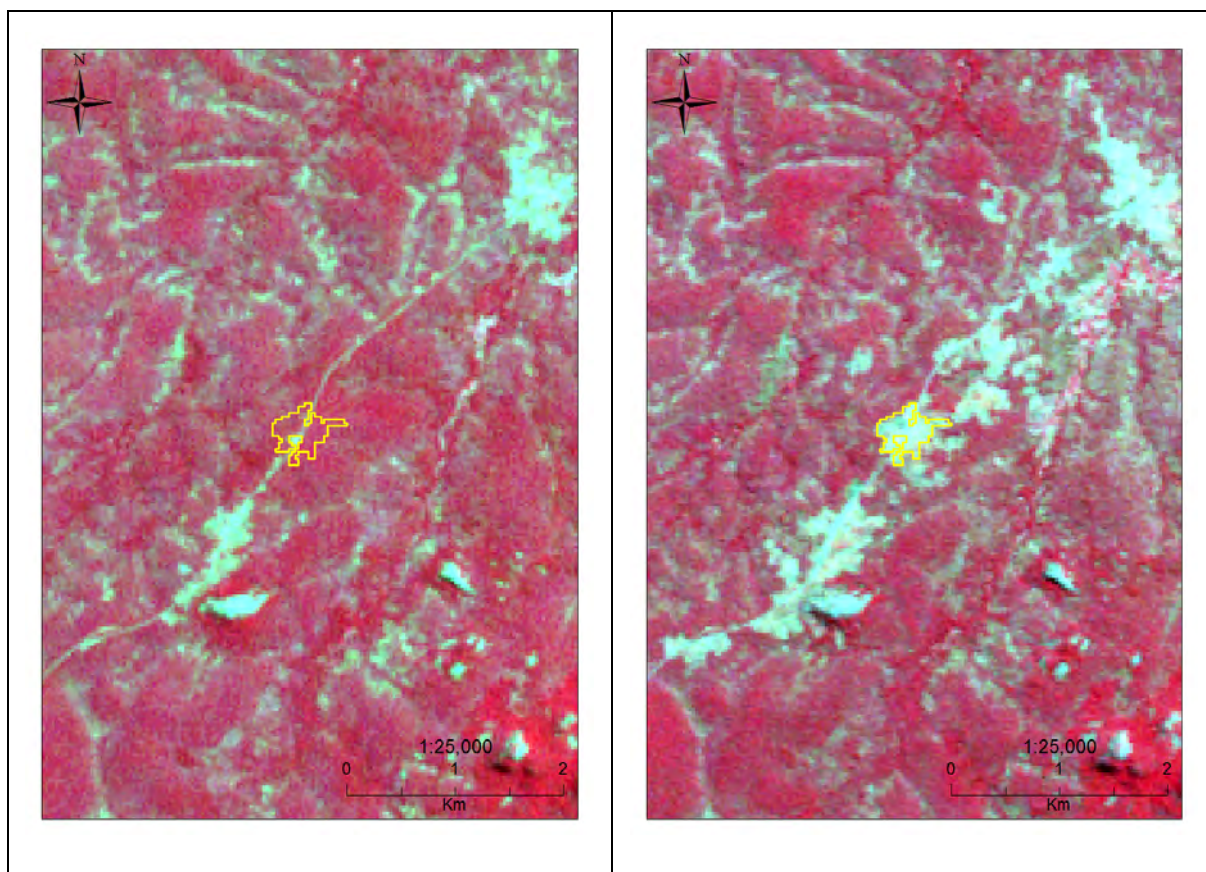


図 2.3.11.6 森林から集落への変化の見え方例
 (左：変化前、右：変化後)

(g) GIS 解析による常緑林と落葉林の区分

前述の自動分類、目視判読においては、メクルース林、モパネ林、マングローブ林を除くすべての森林を、森林と区分していた。この森林には、常緑林と落葉林の両方が含まれているため、GIS 解析を利用して、同項目の中から落葉林を区分する。2008 年森林被覆図から、常緑林と落葉林の境界線を抽出してマスクデータを作成し、同マスクデータの内側に位置するかどうかによって森林を常緑林と落葉林へそれぞれ区分した。

(h) 変化エリア図 (2017 年 2 月末時点) の作成

各変化パターンを示すポリゴンを参照期間ごとに統合し、変化エリア図を作成した。図 2.3.11.7 の に、ガザ州の 2002 年と 2005 年の 2 時点の衛星画像から変化エリア図を作成した手順を例示する。

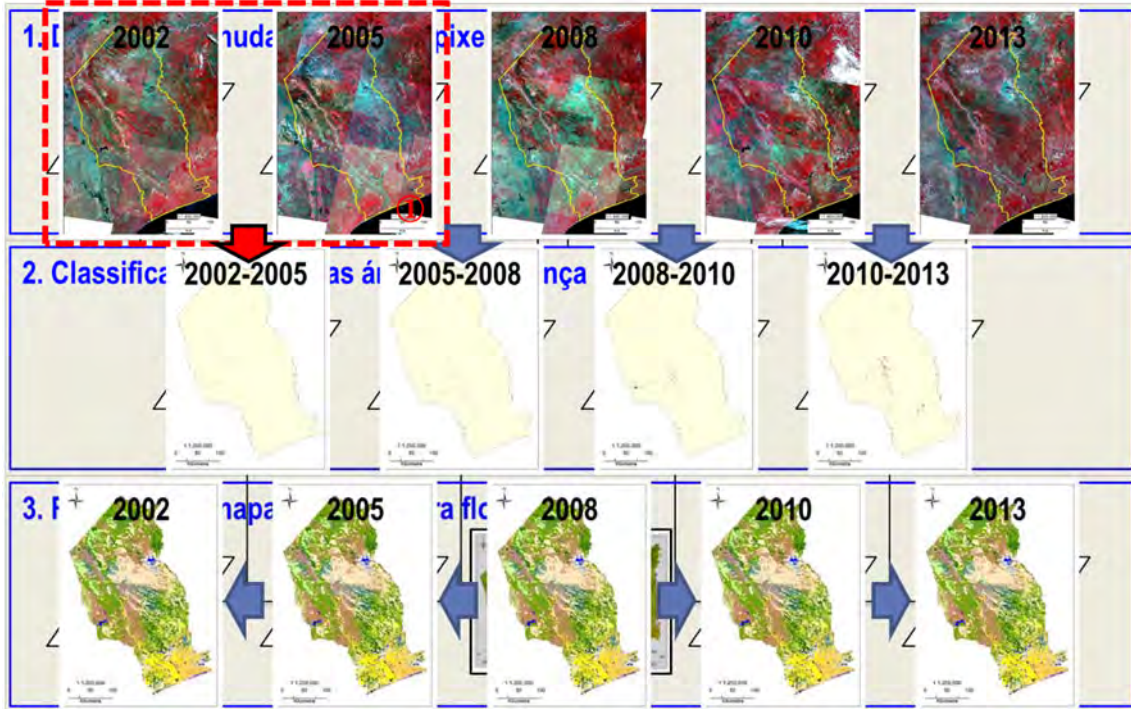


図 2.3.11.7 2 時点の衛星画像から変化エリア図を作成する手順のイメージ

図 2.3.11.8、図 2.3.11.9 に、ガザ州、カーボデルガド州の各参照期間の変化エリア図（2017 年 2 月末時点）をそれぞれ示す。なお、各図の赤色で示した場所が、該当する参照期間の変化エリアを示す。



図 2.3.11.8 ガザ州変化エリア図

(左上：2002～2005年、右上：2005～2008年、左下：2008～2010年、右下：2010～2013年)

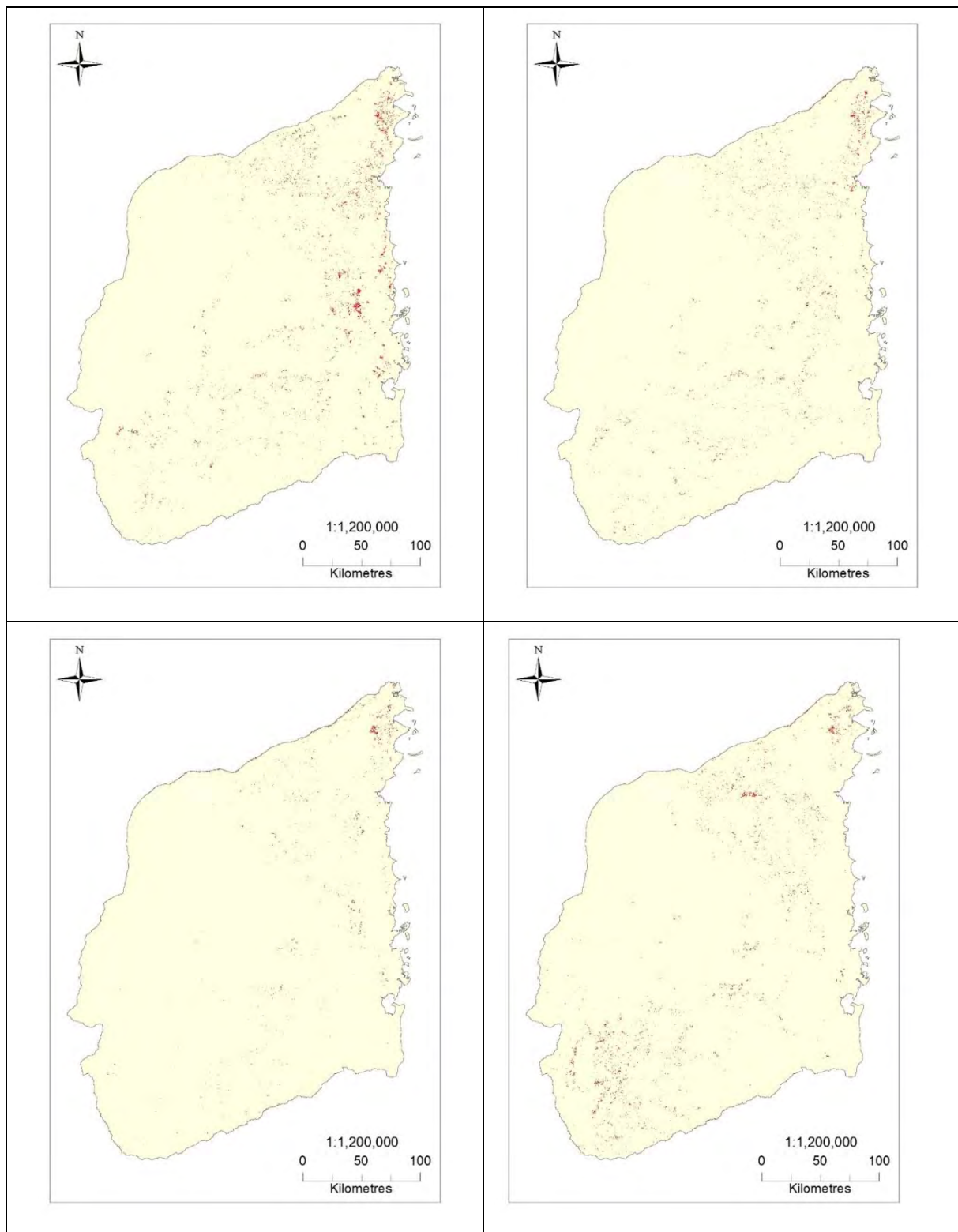


図 2.3.11.9 カーボデルガド州変化エリア図

(左上：2002～2005年、右上：2005～2008年、左下：2008～2010年、右下：2010～2013年)

(i) 参照年地図の作成

2008年森林被覆図に参照期間の変化エリア図を重ね合わせて、各参照年の森林被覆図（参照年地図）を作成した。図 2.3.11.10 に、2008年から2002年にかけて、ガザ州の変化エリア図から参

照年地図を作成する手順を例示する。まず始めに、2008年森林被覆図に2005～2008年の変化エリア図を重ね合わせて、2005年参照年地図を作成し（図2.3.11.10参照）、次に2005年参照年地図に2002～2005年の変化エリア図を重ね合わせて、2002年参照年地図を作成した（図2.3.11.10参照）。2008年から2013年にかけても同様に、2008年森林被覆図に2008～2010年の変化エリア図を重ね合わせて、2010年参照年地図を作成し、次に2010年参照年地図に2010～2013年の変化エリア図を重ね合わせて、2013年参照年地図を作成した。

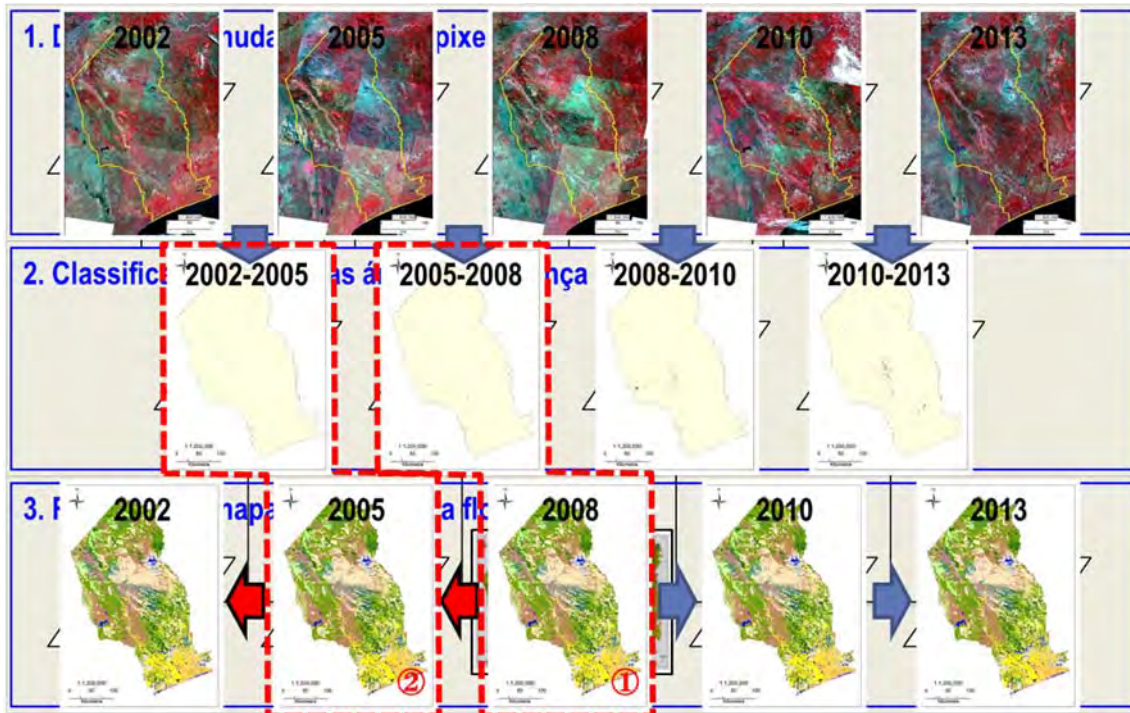


図 2.3.11.10 変化エリア図から参照年地図を作成する手順のイメージ

実際のデータを使用して、変化エリア図と森林被覆図の重ね合わせた場所を図2.3.11.11に例示した。期首の衛星画像（同図左上）と期末の衛星画像（同図右上）を比較して、変化エリアを自動抽出した（同図右上、黄色枠）。次に、ベースとなる森林被覆図（同図左下）に自動抽出した変化エリアを統合し、森林被覆図を更新した（同図右下）。

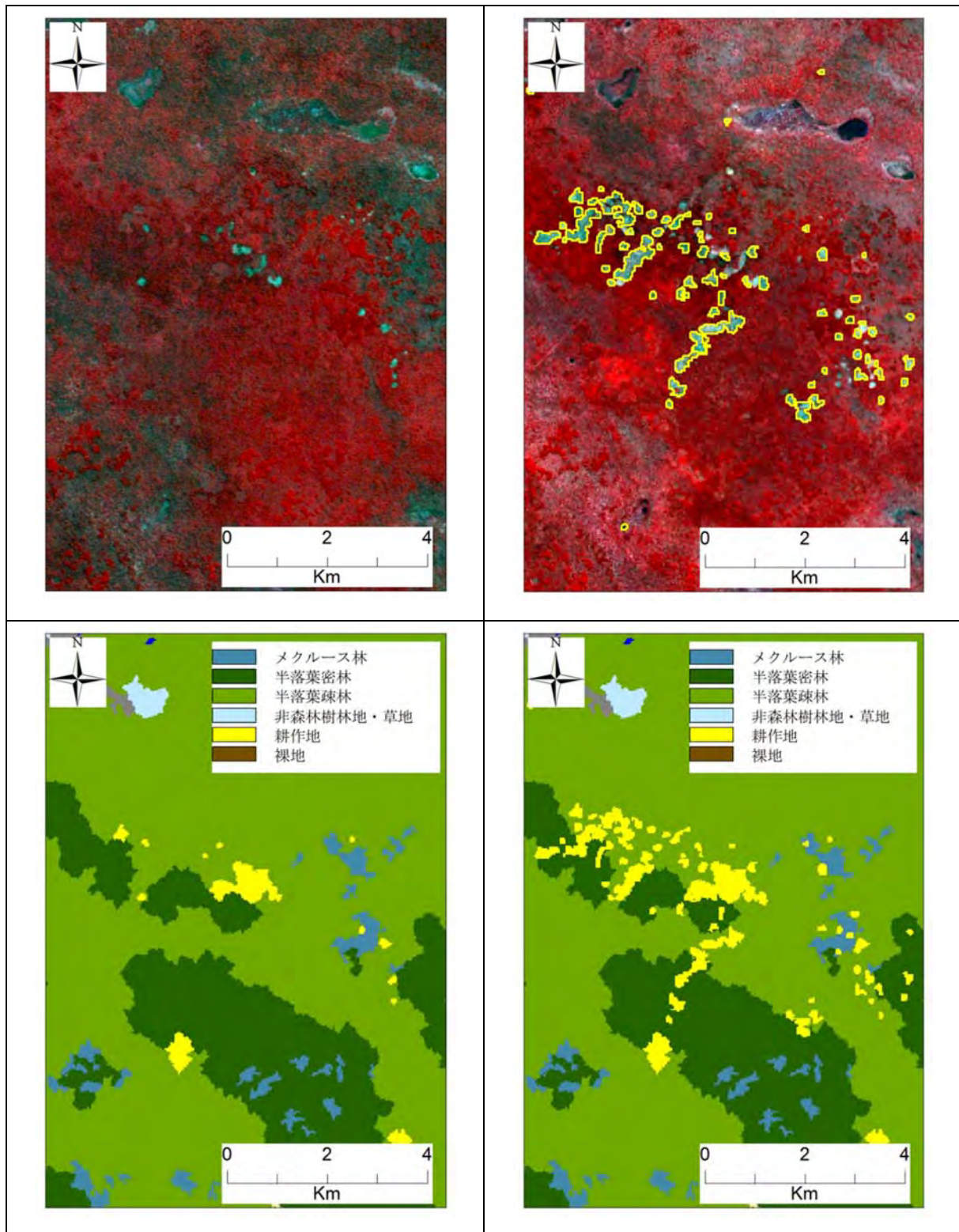


図 2.3.11.11 変化エリア図から参照年地図を作成した手順

(左上：期首の衛星画像、右上：期末の衛星画像と自動抽出した変化エリア、
左下：期首の森林被覆図、右下：期末の参照年地図)

(j) 変化マトリックスの作成

参照期間ごとに、各州の変化マトリックスをそれぞれ作成した。変化パターンごとの面積をマトリックスに整理した結果、数値上、不自然な変化が含まれていることが分かった。そこで、不自然な変化パターンが見られた箇所に対して目視確認を行った。修正の対象としたガザ州、カーボデルガド州の不自然な変化パターンを、表 2.3.11.4、表 2.3.11.5 に示す。

表 2.3.11.4 ガザ州に見られた不自然な変化

変化タイプ	参照期間	期首	期末
森林 森林	2002-2005	モパネ	常緑林（密）
森林 非森林	2002-2005	モパネ	常緑林（疎）
	2002-2005	モパネ	メクルーセ
	2002-2005	常緑林（密）	モパネ
	2002-2005	常緑林（疎）	モパネ
	2002-2005	メクルーセ	モパネ
	2002-2005	落葉林（密）	メクルーセ
	2002-2005	落葉林（疎）	メクルーセ
	2002-2005	メクルーセ	落葉林（密）
	2002-2005	メクルーセ	落葉林（疎）
	2005-2008	モパネ	常緑林（密）
	2005-2008	モパネ	常緑林（疎）
	2005-2008	モパネ	メクルーセ
	2005-2008	メクルーセ	モパネ
	2005-2008	落葉林（密）	メクルーセ
	2005-2008	落葉林（疎）	メクルーセ
2005-2008	メクルーセ	落葉林（密）	
2005-2008	メクルーセ	落葉林（疎）	
非森林 非森林	2010-2013	耕作地	水域

表 2.3.11.5 カーボデルガド州に見られた不自然な変化

変化タイプ	参照期間	期首	期末
森林 森林	2005-2008	落葉林（疎）	マングローブ
森林 非森林	2002-2005	耕作地	常緑林（密）
	2002-2005	耕作地	常緑林（疎）
	2002-2005	耕作地	落葉林（密）
	2002-2005	耕作地	落葉林（疎）
	2005-2008	耕作地	常緑林（密）
	2005-2008	耕作地	常緑林（疎）
	2005-2008	耕作地	落葉林（密）
	2005-2008	耕作地	落葉林（疎）

(k) 不自然な変化パターンの修正

前項で選定した不自然な変化パターンについて、以下の優先順位に従い、画素単位で修正を行った。該当する参照期間を修正したことで、前後の参照期間に不自然な変化パターンが新たに生じ

ている可能性があるため、2002年～2013年までの参照期間全体を通して確認し、前後の参照期間で不自然な変化パターンが見られた場合は、こちらの不自然な変化も併せて修正した。

順位	方針
1	2008年森林被覆図の分類結果を採用
2	2008年森林被覆図上で目立つ誤分類の場合に限り、その前後の分類結果を優先し2008年マップを修正

修正後のガザ州、カーボデルガド州の各参照期間の変化マトリックスを、図 2.3.11.12 から図 2.3.11.19 に示す。

	期末													合計		
	11 (畑)雑穀類	12 (畑)雑穀類	13 メクリース林	14 マングローブ	21 (畑)落葉林	22 (畑)落葉林	23 モハナ林	33 サトウ	35 如農(中)米 米	36 米	37 米	38 米	41 米		42 米	43 米
11 常緑林(密)	38,000	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	38,003
12 常緑林(疎)	0	104,564	0	0	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	0	104,578
13 メクリース林	0	0	292,889	0	0	0	0	19	107	0	1	281	2	2	0	293,301
14 マングローブ	0	0	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291
21 落葉林(密)	0	0	0	0	467,459	0	0	0	15	0	0	89	2	2	0	467,567
22 落葉林(疎)	0	0	0	0	0	0	63	8	144	9	35	776	7	105	0	2,092,569
23 モハナ林	0	0	0	0	15	213,108,167	1	337	6	6	0	594	15	77	61,088,431	
33 チケット	0	1	1	0	13	29	7	219,130	89	0	5	197	0	23	0	219,493
35 草地 (低灌木地含む)	15	54	0	0	4	131	542	0	1,919,156	221	12	239	32	148	134,192,689	
36 浸水草地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115,023	0	0	0	0	0	115,023
37 樹木作物地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	404,619	0	1	27	0	404,647
38 耕作地	0	10	0	0	3	7	0	0	3	0	2	600,226	6	116	0	600,372
41 裸地	26	49	0	0	0	8	0	0	9	1	5	4	53,123	0	155	53,380
42 都市域	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	22	9	1	59,975	0	60,016
43 水域	36	231	0	0	2	67	15	2	426	787	8	36	1,595	2	71,735	74,942
合計	38,077	104,909	292,890	291	467,496	2,091,877	1,087,795	219,160	1,920,305	116,047	404,709	602,455	54,784	60,477	72,030	7,533,303

図 2.3.11.12 2002-2005 年変化マトリックス(ガザ州)

	期末															
	11	12	13	14	21	22	23	33	35	36	37	38	41	42	43	
11 常緑林(闊)	38,064	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	10	0	0	0	38,077
12 常緑林(疎)	0	104,896	0	0	0	0	0	0	4	0	0	7	0	0	1	104,909
13 メクルース林	0	0	292,379	0	0	0	0	8	81	0	13	407	1	0	1	292,890
14 マングローブ	0	0	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291
21 落葉林(闊)	0	1	0	0	467,402	0	0	0	5	0	0	87	0	0	1	467,496
22 落葉林(疎)	0	0	0	0	0	0	100	26	424	6	85	1,547	10	93	32,091,877	
23 モハナ林	0	0	0	0	28	465,1,086,190	0	0	161	11	4	863	7	62	51,087,795	
33 チケント	0	0	1	0	33	90	1	218,157	140	5	42	605	1	84	1	219,160
35 草地 (低灌木地含む)	5	20	0	0	4	169	787	0	1,917,857	27	7	69	14	75	1,270	1,920,305
36 浸水草地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116,047	0	0	0	0	0	116,047
37 樹木作物地	0	0	0	0	0	1	0	0	11	0	404,545	21	0	132	0	404,709
38 耕作地	0	2	0	0	1	5	11	0	16	0	31	602,264	2	122	0	602,455
41 雑地	98	369	2	0	2	68	51	1	227	22	7	90	52,770	3	1,073	54,784
42 都市域	0	0	0	0	0	5	0	0	13	0	0	9	0	60,450	0	60,477
43 水域	11	22	0	0	0	12	5	0	93	41	8	61	249	0	71,527	72,030
合計	38,178	105,309	292,382	291	467,470	2,090,398	1,087,145	218,192	1,919,036	116,160	404,744	606,041	53,055	61,021	73,882	7,533,303

図 2.3.11.13 2005-2008 年変化マトリックス(ガザ州)

	期末															
	11	12	13	14	21	22	23	33	35	36	37	38	41	42	43	
11 常緑林(密)	38,036	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	83	1	0	50	
12 常緑林(疎)	0	104,832	0	0	0	0	0	0	167	0	0	77	6	4	224	
13 メクルース林	0	0	292,173	0	0	0	0	0	16	0	0	188	0	0	5	
14 マングローブ	0	0	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21 落葉林(密)	0	0	0	0	466,265	0	0	0	185	0	0	766	0	31	223	
22 落葉林(疎)	0	0	0	0	0	0	0	3	909	0	0	1,323	2	84	760	
23 モハネ林	0	0	0	0	0	0	0	0	4,311	0	0	736	0	70	102	
33 チケット	0	0	0	0	0	0	0	218,115	0	0	0	75	1	0	1	
35 草地 (低灌木地含む)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	703	4	94	2,005	
36 浸水草地	0	0	0	0	0	0	0	0	42	113,936	0	2	2	1	2,176	
37 樹木作物地	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	404,480	115	0	127	20	
38 耕作地	0	0	0	0	0	0	5	0	2,378	0	0	603,109	0	291	257	
41 裸地	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	28	50,495	5	2,526	
42 都市域	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	18	0	60,976	18	
43 水域	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	29	0	73,852	
合計	38,036	104,832	292,173	291	466,265	2,087,317	1,081,926	218,118	1,924,256	113,936	404,480	607,224	50,540	61,684	82,218	753,303

図 2.3.11.14 2008-2010 年変化マトリックス(ガザ州)

		期末																	
		1	12	13	14	21	22	23	32	33	35	36	37	38	41	42	43	44	
		常緑林(密)	常緑林(疎)	メクリース林	マングローブ	落葉林(密)	落葉林(疎)	モハネ林	チケツト	草地 (低灌木地含む)	浸水草地	樹木作物地	耕作地	雑地	都市域	水域	合計		
11	常緑林(密)	37,850	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	71	56	0	44	38,036	
12	常緑林(疎)	0	104,268	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	118	181	5	141	104,832	
13	メクリース林	0	0	291,618	0	0	0	0	0	0	95	0	0	456	0	1	3	292,173	
14	マングローブ	0	0	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291	
21	落葉林(密)	0	0	0	0	464,640	0	0	0	0	207	0	0	725	0	1	674	466,265	
22	落葉林(疎)	0	0	0	0	0	0	0	2,081,222	283	800	0	0	2,152	36	181	2,643	2,087,317	
23	モハネ林	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,757	0	0	1,820	27	59	71	1,081,931	
33	チケツト	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121	0	0	69	218,118	
35	草地 (低灌木地含む)	0	0	0	0	0	0	0	0	1,628	0	0	0	854	157	150	7,852	1,924,256	
36	浸水草地	0	0	0	0	0	0	0	31	0	69	111,425	0	10	6	0	2,396	113,936	
37	樹木作物地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	404,058	179	3	159	81	404,480	
38	耕作地	0	0	0	0	0	0	0	95	0	92	0	0	606,619	46	372	0	607,224	
41	雑地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	0	0	43	49,147	2	1,262	50,540	
42	都市域	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	101	1	61,474	107	61,684	
43	水域	0	0	0	0	0	0	0	0	0	638	0	0	3	1,789	0	79,788	82,218	
合計		37,850	104,268	291,618	291	464,640	2,081,222	1,071,197	217,928	1,628	111,425	0	0	606,619	51,448	62,405	95,130	7,533,303	

図 2.3.11.15 2010-2013 年変化マトリックス(ガザ州)

		期末																
		11	12	13	14	21	22	23	33	33	33	33	33	38	41	42	43	告知
		(假)雑草類	(假)雑草類	メクルース林	マングローブ	常緑林(疎)	常緑林(疎)	メクルース林	常緑林(疎)	常緑林(疎)	常緑林(疎)	常緑林(疎)	常緑林(疎)	常緑林(疎)	常緑林(疎)	常緑林(疎)	常緑林(疎)	告知
11	常緑林(疎)	221,652	0			0	0		64	140	3	39	970	7	0	0	222,874	
12	常緑林(疎)	0	152,704			0	0		0	14	0	2	35	2	1	1	152,759	
13	メクルース林																	
14	マングローブ	0	0		31,454	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	31,454	
21	常緑林(疎)	0	0		0	1,608,043	0		105	502	0	335	2,826	18	18	11,611,849		
22	常緑林(疎)	0	0		0	0	0		3,591	3,485	11	1,171	11,722	27	144	43,754,904		
23	モハメ林																	
33	チケント	12	12			170	1,061		225,420	316	1	490	952	45	71	4	228,553	
35	草地 (低灌木地含む)	0	0		0	1	0		3	879,016	5	0	1	2	0	32	879,060	
36	浸水草地	0	0		0	0	0		0	0	15,106	0	0	0	0	0	15,106	
37	樹木作物地	0	0		0	0	0		0	0	0	256,602	0	0	0	0	256,602	
38	耕作地	0	0		0	0	0		10,005	1,185	0	920	488,867	10	31	0	501,019	
41	裸地	0	0		0	0	1		0	0	0	0	0	53,302	0	51	53,354	
42	都市域	0	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	35,043	0	35,043	
43	水域	1	19		0	20	30		0	41	13	6	2	883	0	41,292	42,307	
合計		221,665	152,734		31,455	1,608,235	3,735,840		239,189	884,699	15,138	259,566	505,376	54,295	35,308	41,385	7,784,864	

図 2.3.11.16 2002-2005 年変化マトリックス (カーボデルガド州)

		期末													計		
		11	12	13	14	21	22	23	33	35 (仮) 都市域 都市域(仮)	36	37	38	41	42	43	計
11	常緑林(密)	220,847	0				0		57	233	8	70	440	9	0	2	221,665
12	常緑林(疎)	0	152,646				0		2	38	0	0	43	4	0	2	152,734
13	メケルース林																
14	マングローブ	0	0		31,455		0		0	0	0	0	0	0	0	0	31,455
21	落葉林(密)	0	0		0	1,605,009	0		44	418	5	277	2,447	25	8	21,608,235	
22	落葉林(疎)	0	0		0	0	0		1,835	2,012	4	968	8,025	47	136	123,735,840	
23	モハネ林																
33	チケツト	2	6		1	106	568		236,415	178	0	780	1,062	5	60	6	239,189
35	草地 (低灌木地含む)	11	16		0	12	56		0	884,233	52	1	121	25	0	173	884,699
36	浸水草地	0	0		0	0	0		0	0	15,138	0	0	0	0	0	15,138
37	樹木作物地	0	0		0	0	0		0	0	0	259,566	0	0	0	0	259,566
38	耕作地	0	0		0	0	0		4,441	352	1	84	500,493	4	1	0	505,376
41	裸地	1	5		0	1	18		0	12	0	5	4	53,828	0	420	54,295
42	都市域	0	0		0	0	0		0	0	0	0	0	0	35,308	0	35,308
43	水域	4	30		0	9	51		0	164	63	6	44	1,501	0	39,512	41,385
	合計	220,865	152,703		31,456	1,605,137	3,723,495		242,795	887,639	15,271	261,756	512,677	55,447	35,513	40,130	7,784,864

図 2.3.11.17 2005-2008 年変化マトリックス(カーボデルガド州)

		期末												合計			
		11	12	13	14	21	22	23	33	35	36	37	38	41	42	43	
		常緑林(部)	常緑林(部)	メクレス林	マングローブ	落葉林(部)	落葉林(部)	モハネ林	チケツト	傾斜地(部)	傾斜地(部)	傾斜地(部)	傾斜地(部)	傾斜地(部)	傾斜地(部)	傾斜地(部)	傾斜地(部)
11	常緑林(部)	217,523	0			0	0		565	2	0	0	2,774	1	0	1	220,865
12	常緑林(部)	0	152,499			0	0		41	0	0	0	154	4	0	4	152,703
13	メクレス林																
14	マングローブ				31,453	0	0		0	0	0	0	3	0	0	0	31,456
21	落葉林(部)	0	0			0	0		1,326	0	0	0	3,896	0	0	0	11,605,137
22	落葉林(部)	0	0			0	0		790	1	0	0	2,796	7	0	0	33,723,495
23	モハネ林																
33	チケツト	0	0			0	0		242,343	0	0	0	452	0	0	0	242,795
35	草地 (低灌木地含む)	0	0			0	0		399	886,382	0	0	821	16	0	22	887,639
36	浸水草地	0	0			0	0		4	30	15,228	0	2	0	0	8	15,271
37	樹木作物地	0	0			0	0		149	0	0	261,381	220	0	0	6	261,756
38	耕作地	0	0			0	0		1,186	0	0	0	511,488	1	0	2	512,677
41	裸地	0	0			0	0		8	0	0	0	15	54,933	0	492	55,447
42	都市域	0	0			0	0		12	0	0	0	23	0	35,477	0	35,513
43	水域	0	0			0	0		0	50	0	0	10	1,307	0	38,763	40,130
	合計	217,523	152,499		31,453	1,599,913	33,719,898		246,823	886,465	15,228	261,381	522,654	56,269	35,477	39,302	784,884

図 2.3.11.18 2008-2010 年変化マトリックス(カーボデルガド州)

		期末															
		11	12	13	14	21	22	23	33	35	36	37	38	41	42	43	44
		(仮)延滞費	(假)延滞費	メクス林	アベロー	(假)延滞費	(假)延滞費	モハネ林	カシ	何者(仮)延滞費	留滞米	留滞米	留滞米	留滞米	留滞米	留滞米	留滞米
11	常緑林(密)	213,903	0		0	0	0		230	3	0	0	3,377	9	0	1	217,523
12	常緑林(疎)	0	151,792		0	0	0		7	12	0	0	665	21	0	3	152,499
13	メクス林																
14	マングローブ	0	0		31,448	0	0		4	0	0	0	0	0	0	0	31,453
21	落葉林(密)	0	0		0	1,583,635	0		117	22	0	0	16,131	1	0	71,599,913	
22	落葉林(疎)	0	0		0	0	0		160	42	0	0	15,309	44	0	163,719,898	
23	モハネ林																
33	チケツト	0	0		0	0	0		242,758	0	0	0	4,065	0	0	0	246,823
35	草地 (低灌木地含む)	0	0		0	0	0		70	884,048	0	0	2,262	25	0	60	886,465
36	渾水草地	0	0		0	0	0		7	9	15,168	0	22	3	0	20	15,228
37	樹木作物地	0	0		0	0	0		38	11	0	260,439	886	6	0	1	261,381
38	耕作地	0	0		0	0	0		1,057	7	0	0	521,559	11	0	20	522,654
41	裸地	0	0		0	0	0		0	17	0	0	29	55,713	0	510	56,269
42	都市域	0	0		0	0	0		10	0	0	0	37	0	35,430	0	35,477
43	水域	0	0		0	0	0		1	84	0	0	4	1,090	0	38,123	39,302
合計		213,903	151,792		31,448	1,583,635	3,704,326		244,460	884,254	15,168	260,439	564,345	56,923	35,430	38,762	7,784,884

図 2.3.11.19 2010-2013 年変化マトリックス (カーボデルガド州)

(1) 参照年地図の完成

図 2.3.11.20 から図 2.3.11.27 までに、ガザ州、カーボデルガド州の 2002 年、2005 年、2010 年、2013 年の参照年地図（完成版）をそれぞれ示す。

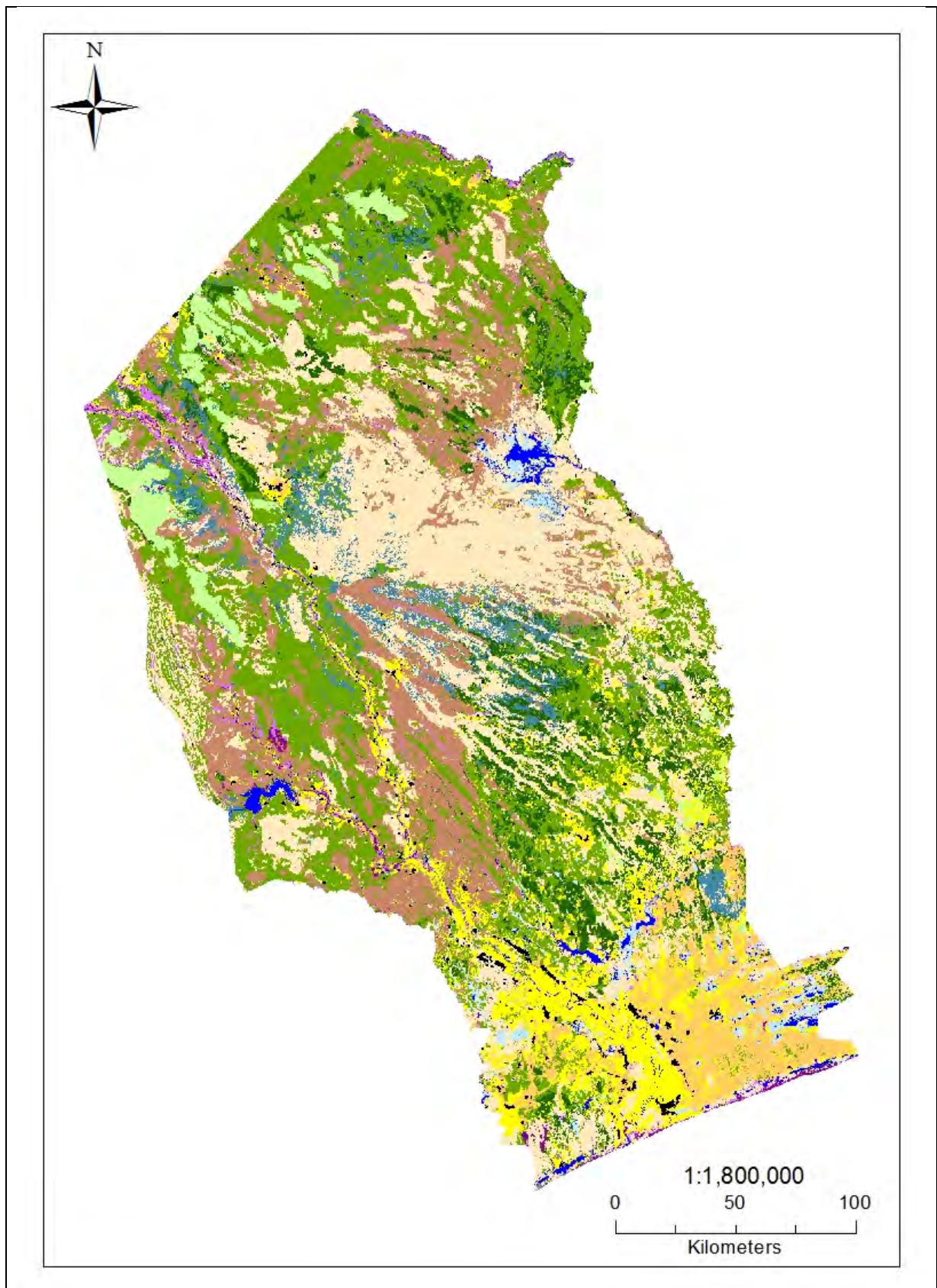


图 2.3.11.20 2002 年参照年地图 (ガザ州)

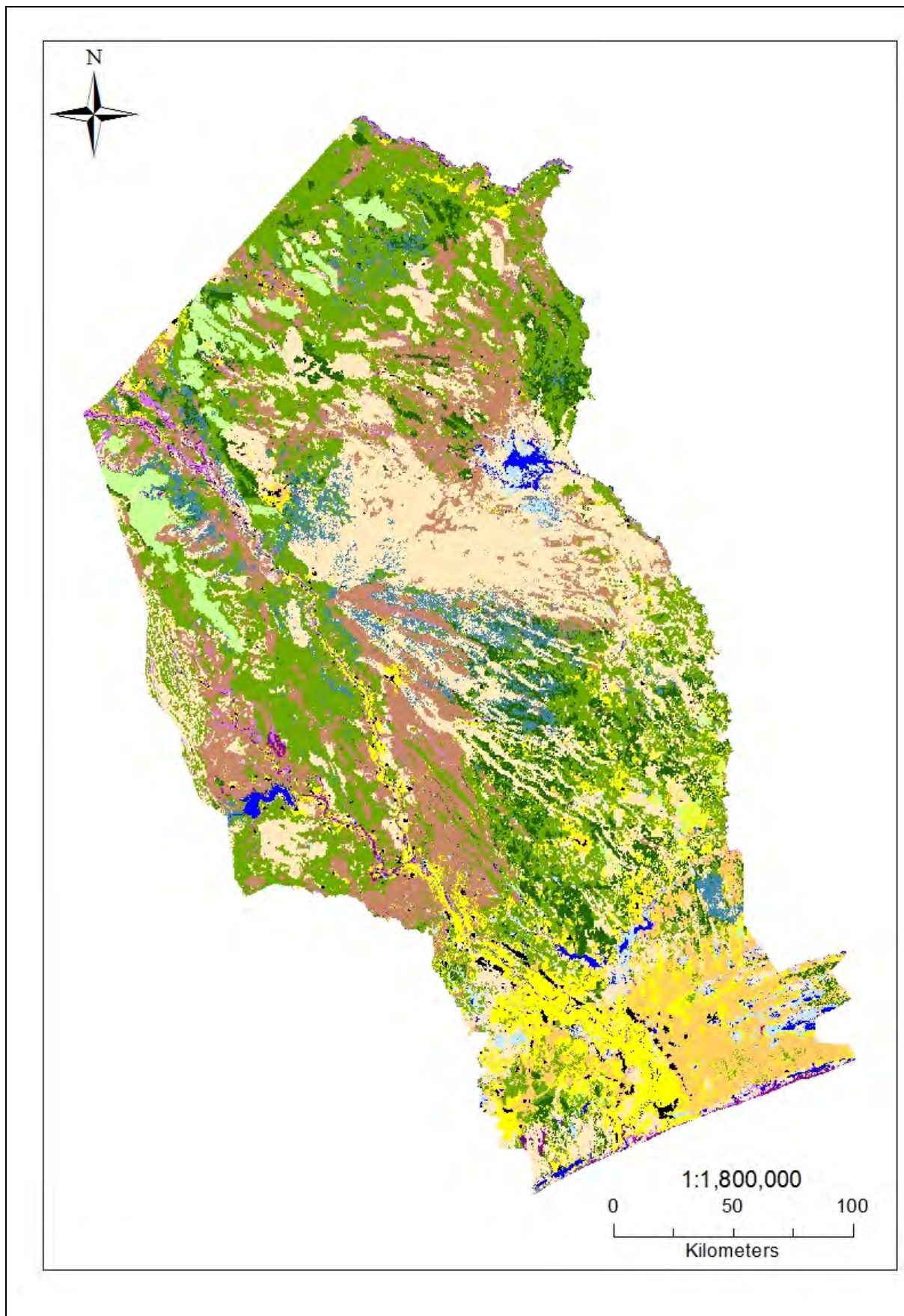


図 2.3.11.21 2005 年参照年地図（ガザ州）

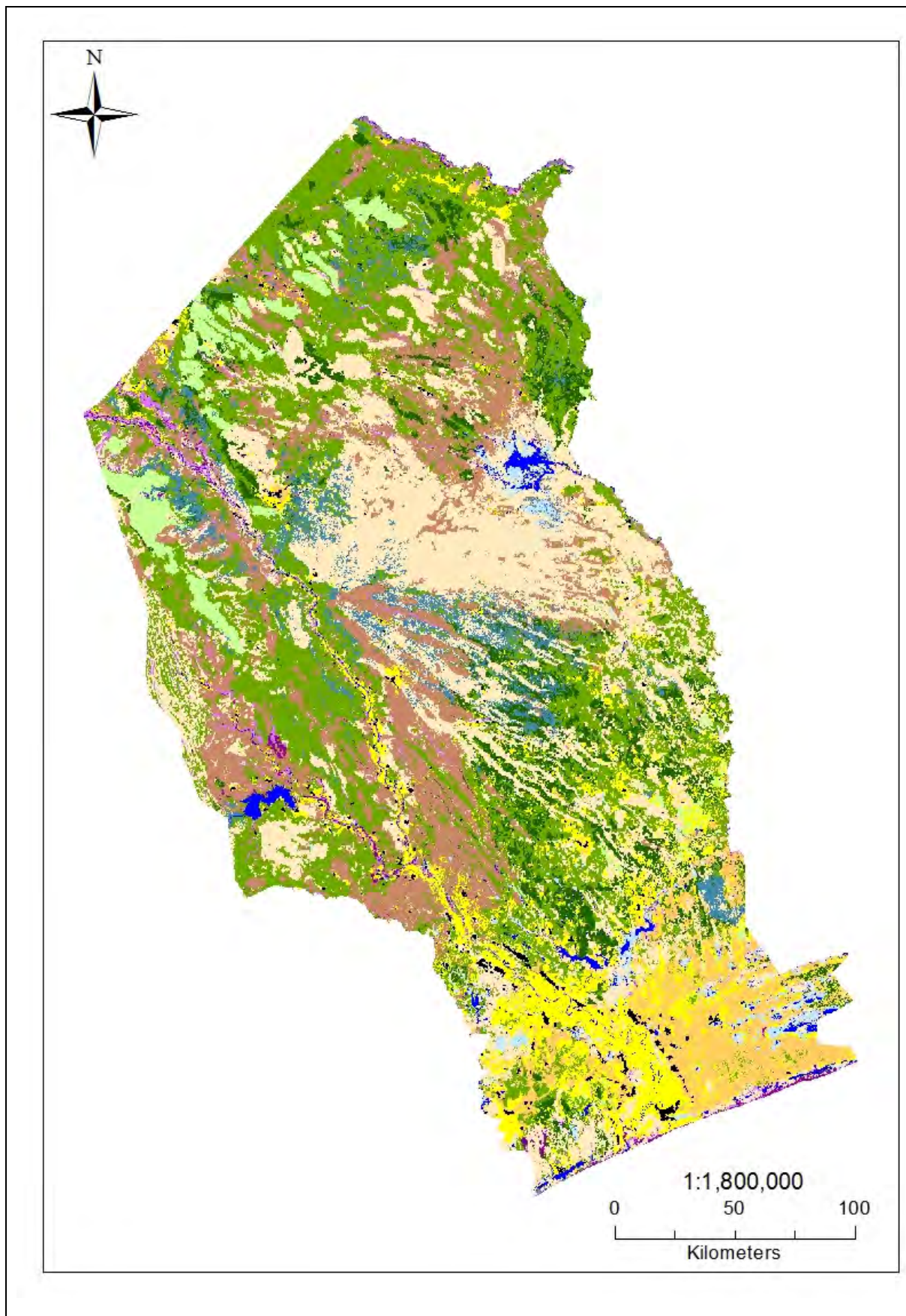


図 2.3.11.22 2010 年参照年地図（ガザ州）

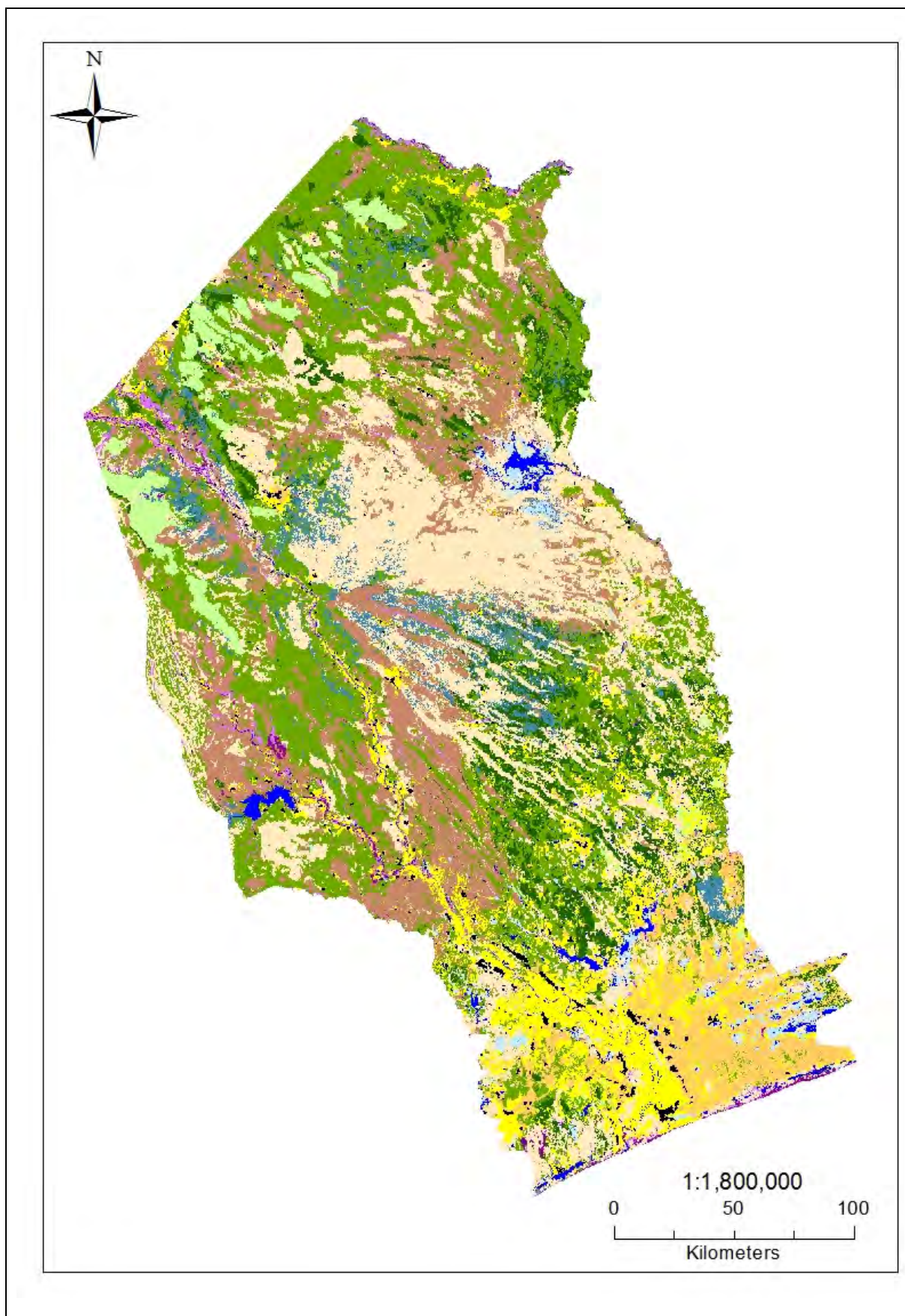


図 2.3.11.23 2013 年参照年地図（ガザ州）

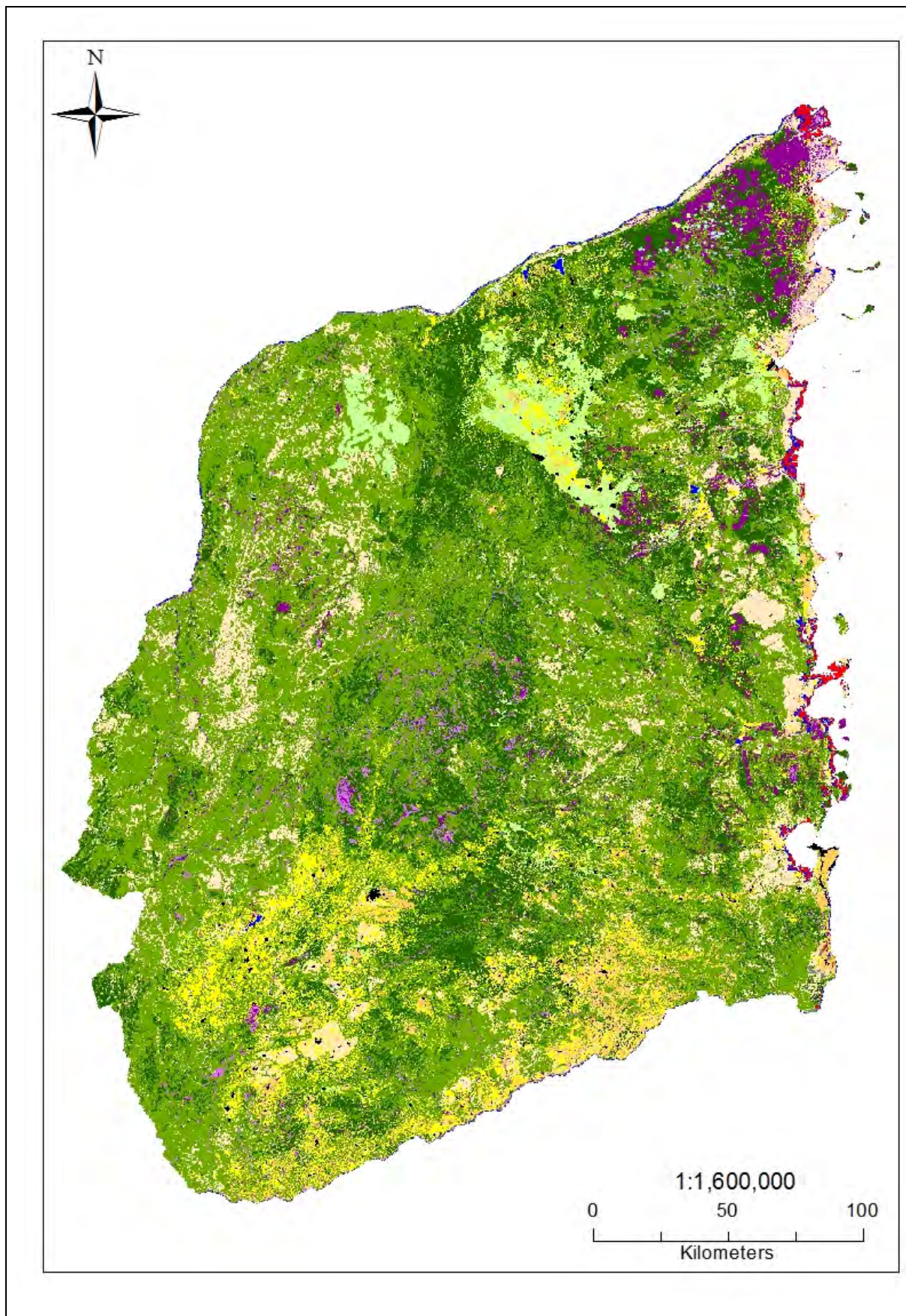


図 2.3.11.24 2002 年参照年地図（カーボデルガド州）

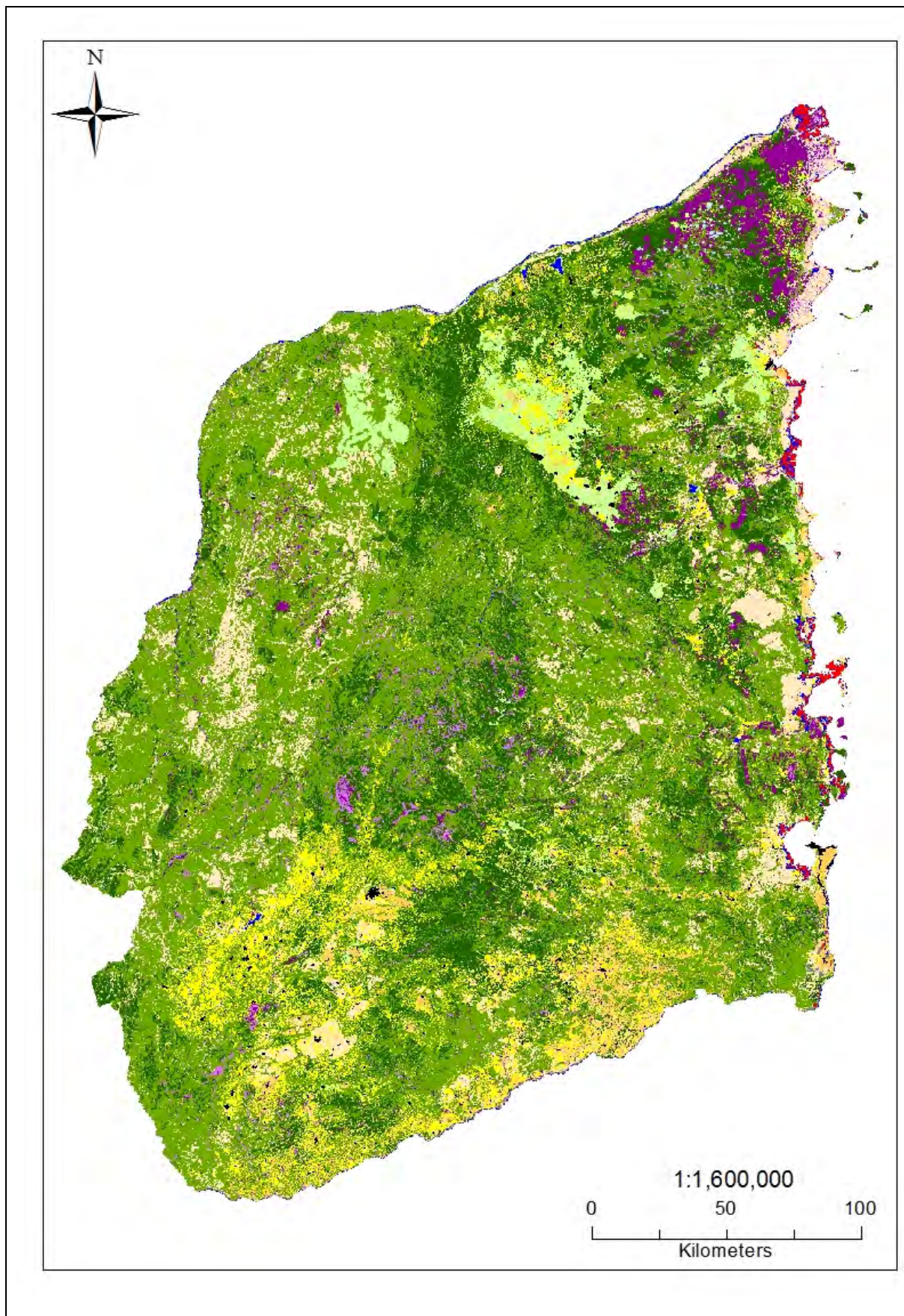


図 2.3.11.25 2005 年参照年地図（カーボデルガド州）

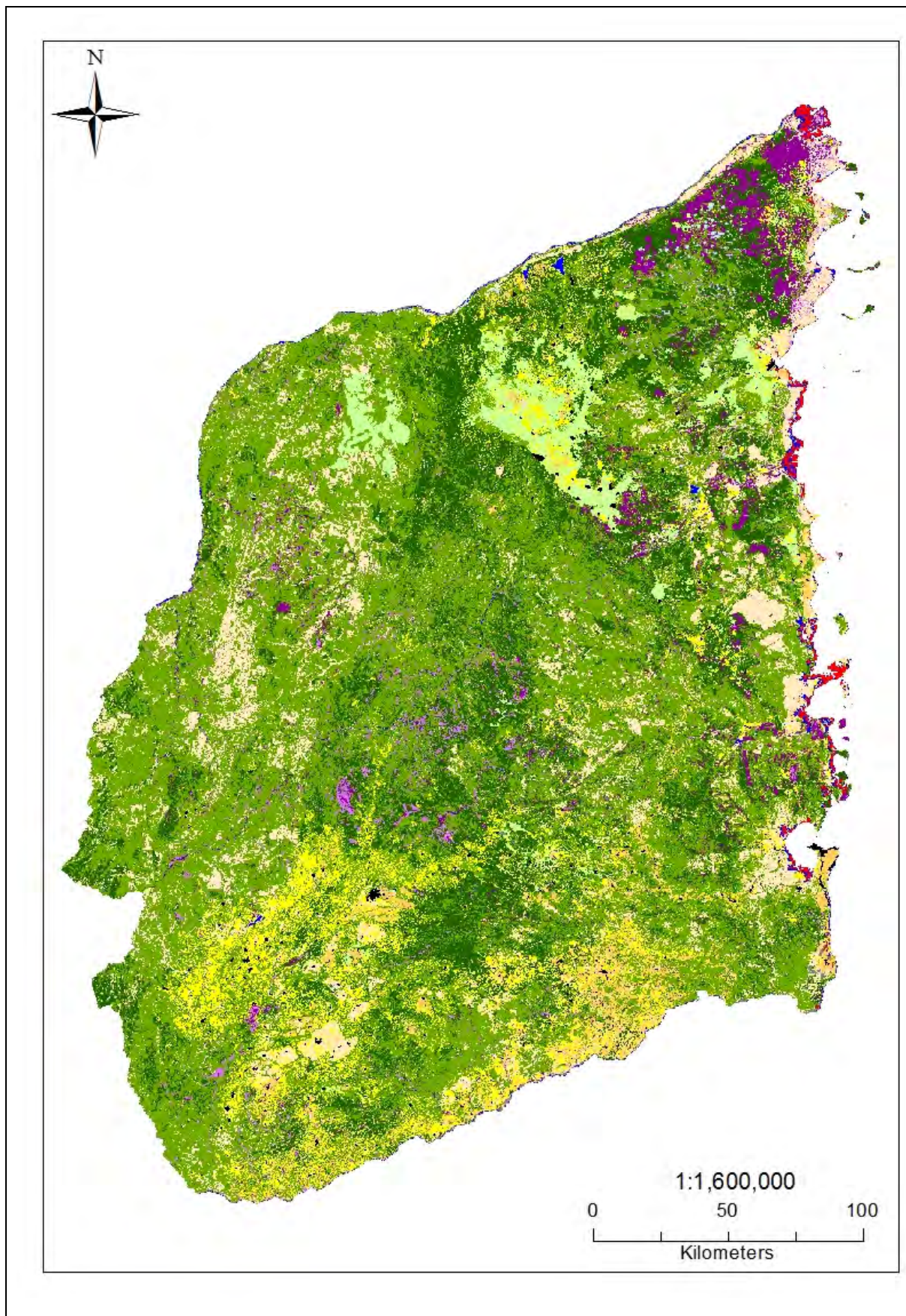


図 2.3.11.26 2010 年参照年地図 (カーボデルガド州)

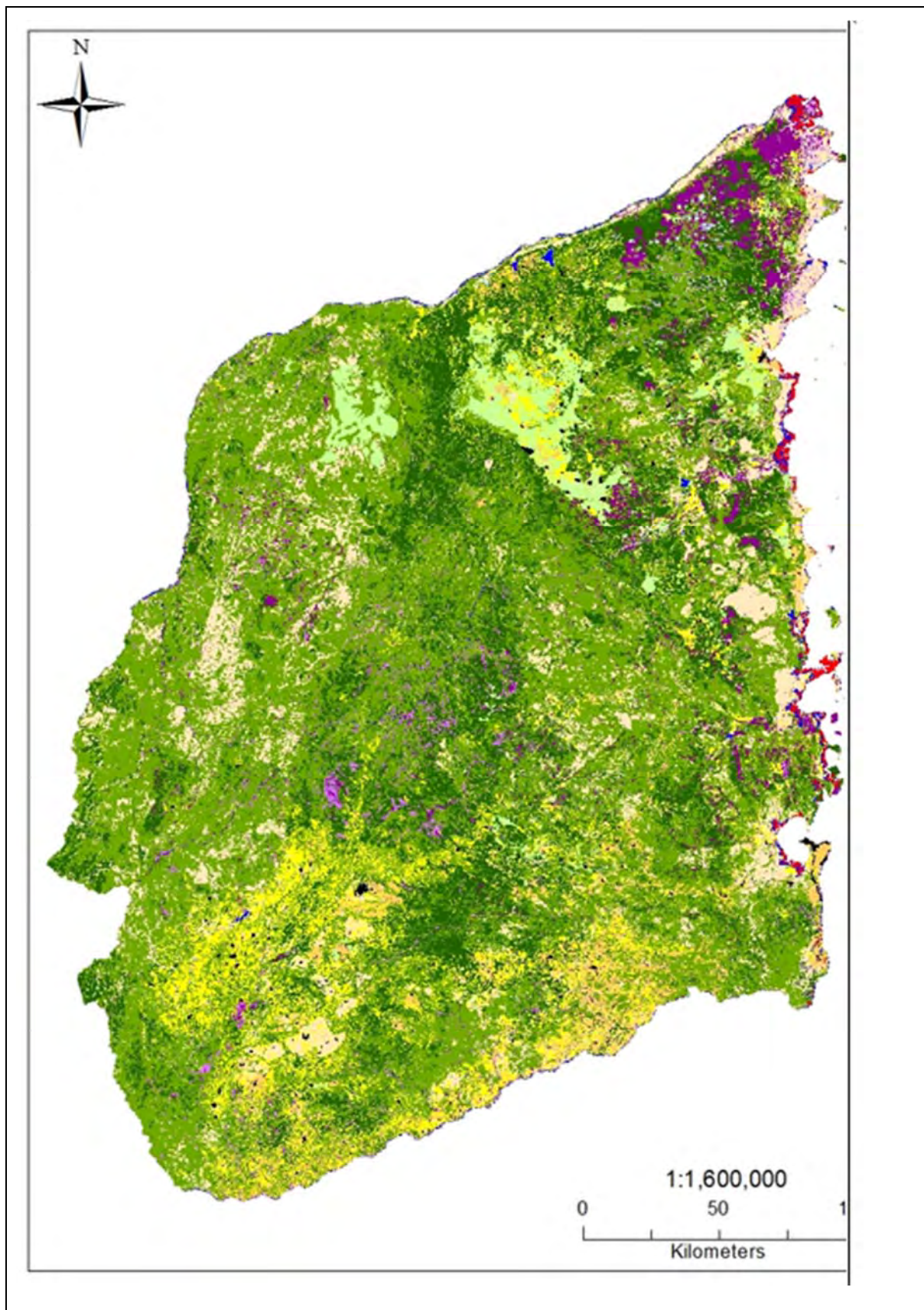


図 2.3.11.27 2013 年参照年地図（カーボデルガド州）

また、ガザ州、カーボデルガド州の土地被覆・土地利用タイプ別の面積集計結果を、図 2.3.11.28、図 2.3.11.29 にそれぞれ示す。

分類項目		2002	2005	2008 (ALOS使用)	2010	2013
1	11 常緑林(密)	38,003	38,077	38,178	38,036	37,850
2	12 常緑林(疎)	104,578	104,909	105,309	104,832	104,268
3	13 メグロース林	293,301	292,890	292,382	292,173	291,618
4	14 マングローブ林	291	291	291	291	291
5	21 落葉林(密)	467,567	467,496	467,470	466,265	464,640
6	22 落葉林(疎)	2,092,569	2,091,877	2,090,398	2,087,317	2,081,222
7	23 モハネ林	1,088,431	1,087,795	1,087,145	1,081,931	1,073,270
小計		4,084,741	4,083,335	4,081,173	4,070,846	4,053,159
8	33 チケツト	219,493	219,160	218,192	218,118	217,928
9	35 草地 (低灌木地含む)	1,920,689	1,920,305	1,919,036	1,924,256	1,924,477
10	36 浸水草地	115,023	116,047	116,160	113,936	111,425
11	37 樹木作物地	404,647	404,709	404,744	404,480	404,058
12	38 耕作地	600,372	602,455	606,041	607,224	613,273
13	41 裸地	53,380	54,784	53,055	50,540	51,448
14	42 集落	60,016	60,477	61,021	61,684	62,405
小計		3,373,621	3,377,938	3,378,247	3,380,239	3,385,013
15	43 水域	74,942	72,030	73,882	82,218	95,130
小計		74,942	72,030	73,882	82,218	95,130
合計		7,533,303	7,533,303	7,533,303	7,533,303	7,533,303

図 2.3.11.28 土地被覆・土地利用タイプ別面積集計結果（ガザ州）
（単位：ha）

分類項目		2002	2005	2008 (ALOS使用)	2010	2013
1	11 常緑林(密)	222,874	221,665	220,865	217,523	213,903
2	12 常緑林(疎)	152,759	152,734	152,703	152,499	151,792
3	13 メケルース林					
4	14 マングローブ林	31,454	31,455	31,456	31,453	31,448
5	21 落葉林(密)	1,611,849	1,608,235	1,605,137	1,599,913	1,583,635
6	22 落葉林(疎)	3,754,904	3,735,840	3,723,495	3,719,898	3,704,326
7	23 モリス林					
小計		5,773,840	5,749,928	5,733,655	5,721,285	5,685,104
8	33 チケツト	228,553	239,189	242,795	246,823	244,460
9	35 草地 (低灌木地含む)	879,060	884,699	887,639	886,465	884,254
10	36 浸水草地	15,106	15,138	15,271	15,228	15,168
11	37 樹木作物地	256,602	259,566	261,756	261,381	260,439
12	38 耕作地	501,019	505,376	512,677	522,654	564,345
13	41 裸地	53,354	54,295	55,447	56,269	56,923
14	42 集落	35,043	35,308	35,513	35,477	35,430
小計		1,968,738	1,993,571	2,011,099	2,024,297	2,061,018
15	43 水域	42,307	41,385	40,130	39,302	38,762
小計		42,307	41,385	40,130	39,302	38,762
合計		7,784,884	7,784,884	7,784,884	7,784,884	7,784,884

図 2.3.11.29 土地被覆・土地利用タイプ別面積集計結果（カーボデルガド州）（単位：ha）

2.3.12 リモートセンシング分析手法のガイドライン

本業務では、リモートセンシング分析手法のガイドラインを作成した。本ガイドラインは、(1) 森林被覆図作成と(2) 参照年地図作成に係る作業手順から構成され、別途冊子として取りまとめた。森林被覆図作成に係るガイドラインは、上述した 1.2.11 分類項目の検討、1.2.15 森林被覆図の作成の際に利用された。また、第 5 年次の本邦研修並びにフォローアップ研修の結果を踏まえて作成した参照年地図作成に係るガイドラインでは、衛星画像の反射率変換、指標データの作成、差分抽出、主成分分析(以上、ピクセルベース)、セグメンテーション、自動変化抽出、GIS 処理による区分(以上、オブジェクトベース)、基盤図と変化エリア図の統合、変化マトリックス作成に関する作業手順を記述した。また、C/P からの要望が出た、LANDSAT 画像の入手方法や大量データのバッチ処理方法を記載した手順書や、研修期間中に実施した小テスト(模範解答を付与済み)を追加作成した。

2.3.13 森林被覆変化の把握に向けたレーダ画像の定期的観測と画像の入手

レーダ画像解析のための ALOS-2 画像については、DINAF と JAXA K&C Phase 4 との間で共同研究契約を締結しており、そのスキームを利用して年間 50 シーンのデータを入手して利用している。入手可能な範囲内で、できる限り対象 20 郡を網羅するような形でレーダ画像を入手した(図 2.3.13.1 参照)。また、入手したシーンについては、毎年観測されているか観測状況を確認し、定期的なモニタリングが必要な地域については実際に画像を入手した。

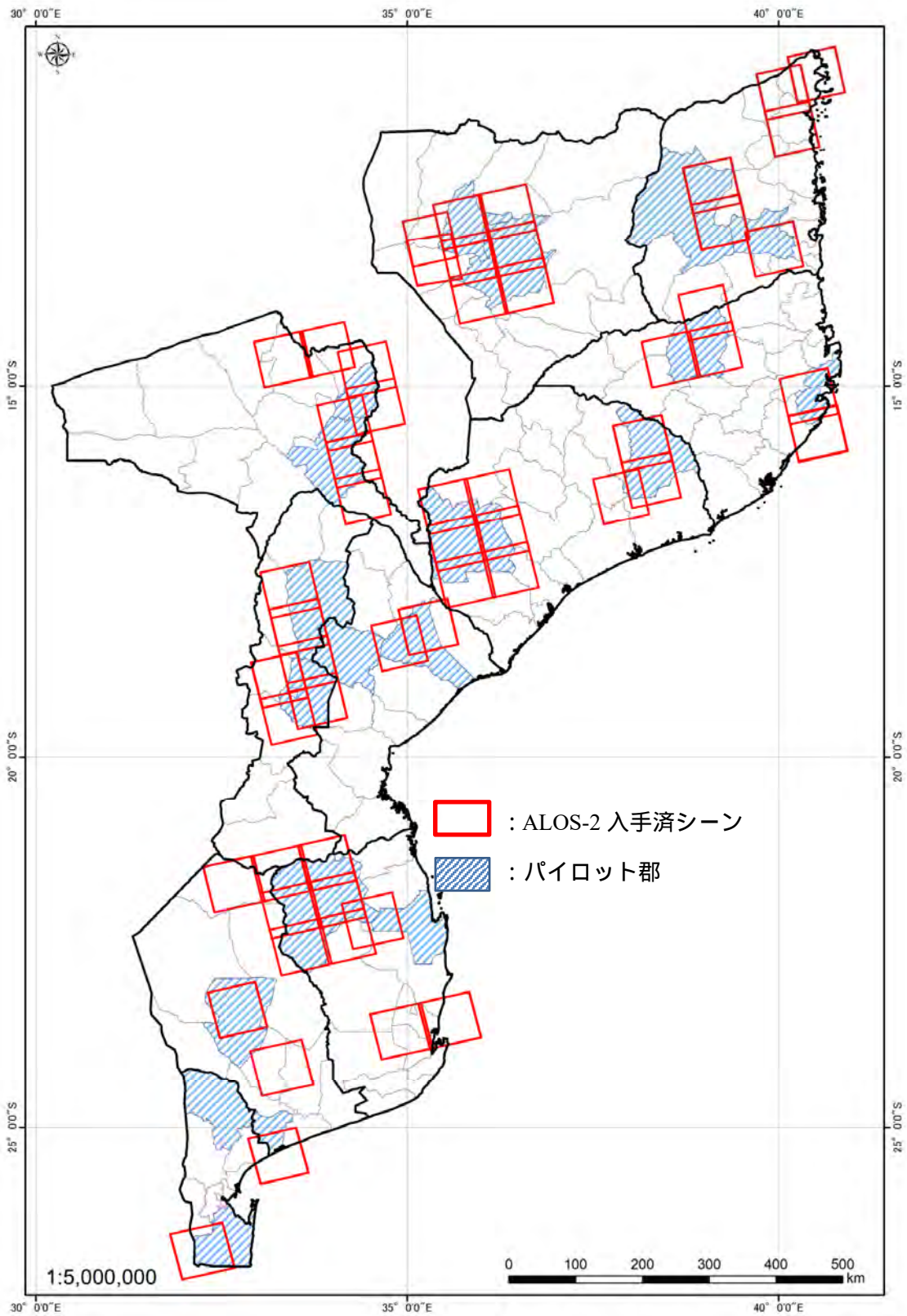


図 2.3.13.1 K&C Phase 4 より入手した ALOS-2 の位置図

観測状況の確認例として、第3年次までに入手したシーンについて、第4年次の観測日を確認した結果を表2.3.13.1に示す。

表 2.3.13.1 第4年次のALOS-2観測状況

No.	Scene ID	第4年次(2016年度)観測日			
1	ALOS2027466970-141125	2016/7/5	2016/11/22	2017/1/3	2017/1/31
2	ALOS2026136950-141116	2016/6/26	2016/10/30		
3	ALOS2019926920-141005	2016/7/24			
4	ALOS2028206940-141130	2016/7/10	2016/11/27	2017/1/8	
5	ALOS2017856930-140921	2016/7/10	2016/11/27	2017/1/8	
6	ALOS2019336930-141001	2016/12/7			
7	ALOS2019336920-141001	2016/12/7			
8	ALOS2019336910-141001	2016/12/7			
9	ALOS2027616930-141126	2016/7/6			
10	ALOS2027616920-141126	2016/7/6			
11	ALOS2027616910-141126	2016/7/6			
12	ALOS2019926880-141005	2016/7/24			
13	ALOS2019926870-141005	2016/7/24			
14	ALOS2026876900-141121	2016/7/1	2016/11/4	2016/12/30	2017/1/27
15	ALOS2026876890-141121	2016/7/1	2016/11/4	2016/12/30	2017/1/27
16	ALOS2020666890-141010	2016/7/29	2016/12/16		
17	ALOS2028946870-141205	2016/12/2	2017/2/10		
18	ALOS2028946860-141205	2016/12/2	2017/2/10		
19	ALOS2025546850-141112	2016/6/22	2016/11/9		
20	ALOS2036636850-150126	2016/6/27	2016/10/31		
21	ALOS2036636840-150126	2016/6/27	2016/10/31		
22	ALOS2036636830-150126	2016/6/27	2016/10/31		
23	ALOS2020076850-141006	2016/7/25	2016/12/12		
24	ALOS2020076840-141006	2016/7/25	2016/12/12		
25	ALOS2020076830-141006	2016/7/25	2016/12/12		
26	ALOS2028356890-141201	2016/7/11	2016/11/28	2017/1/9	2017/2/6
27	ALOS2028356880-141201	2016/7/11	2016/11/28	2017/1/9	2017/2/6
28	ALOS2027026870-141122	2016/7/2	2016/11/5		
29	ALOS2027026860-141122	2016/7/2	2016/11/5		
30	ALOS2027026850-141122	2016/7/2	2016/11/5		
31	ALOS2027026890-141122	2016/7/2	2016/11/5		
32	ALOS2041516890-150228	2016/7/30	2016/12/17		
33	ALOS2028356820-141201	2016/7/11	2016/11/28	2017/2/6	

No.	Scene ID	第4年次(2016年度)観測日			
34	ALOS2027026810-141122	2016/7/2	2016/11/5		
35	ALOS2029096830-141206	2016/12/3			
36	ALOS2029096820-141206	2016/12/3			
37	ALOS2029096810-141206	2016/12/3			
38	ALOS2029096800-141206	2016/12/3			
39	ALOS2025696800-141113	2016/6/23	2016/11/10		
40	ALOS2025696790-141113	2016/6/23	2016/11/10		
41	ALOS2029096740-141206	2016/12/3			
42	ALOS2025696750-141113	2016/6/23	2016/11/10		
43	ALOS2025696740-141113	2016/6/23	2016/11/10		
44	ALOS2025696730-141113	2016/6/23	2016/11/10		
45	ALOS2019486750-141002	2016/6/9	2016/7/21		
46	ALOS2019486740-141002	2016/6/9	2016/7/21		
47	ALOS2019486730-141002	2016/6/9	2016/7/21		
48	ALOS2020816710-141011	2016/7/30	2016/12/17		
49	ALOS2029096710-141206	2016/12/3			
50	ALOS2026436710-141118	2016/6/28	2016/11/1		
51	ALOS2026436670-141118	2016/6/28	2016/11/1		
52	ALOS2017416700-140918	2016/7/7	2016/12/22		
53	ALOS2027766750-141127	2016/7/7	2016/12/22		
54	ALOS2028506650-141202	2016/7/12	2016/11/29		

2.3.14 レーダ画像解析による森林減少の抽出

(1) ALOS-2 画像の入手

K&C Phase 4 との連携により、JAXA の AUIG-2(ALOS User Interface Gateway 2)のサイトから、観測済の ALOS-2 画像を検索して、注文・入手した。年間 50 シーンという制限があるため、入手するシーンについては C/P と協議して決定した。また、画像の処理レベル¹については、オルソ補正済のレベル 2.1、画像形式については利便性を考慮して GeoTIFF 形式とした。画像形式は CEOS と GeoTIFF の 2 種類あり、CEOS 形式を利用するためにはリモートセンシングソフトウェアが必要であるが、GeoTIFF 形式であれば一般的な画像ソフトウェアでも画像を確認することが可能である。

(2) 目視判読による森林減少の抽出

(1) にて入手した ALOS-2 画像を用いて、レーダ画像解析により森林減少を抽出した。まずは目

¹ 処理レベル(プロダクトレベル)については、<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS-2/doc/jformat.htm> を参照。

レベル 1.1: レンジ圧縮及びアジマス圧縮を行ったスラントレンジ上の複素数データ

レベル 1.5: レンジ圧縮及びアジマス圧縮後、地図投影された振幅データをマルチルックしたグラントレンジ上のデータ

レベル 2.1: レベル 1.1 データに数値標高データを用いて幾何補正(オルソ補正)を行ったデータ

レベル 3.1: レベル 1.5 データに画質補正(雑音除去処理、ダイナミックレンジ圧縮処理)を行ったデータ

視による判読により森林減少を抽出した。2 時期の画像から、古い画像と新しい画像を比較して、画像の明るさが暗くなっている箇所（後方散乱係数が減少している箇所）を森林減少箇所として判読した。その際には、明確に森林減少が発生していると想定されている箇所と、森林減少が発生しているかどうか微妙な箇所の両パターンを考慮して判読している（図 2.3.14.1 参照）。

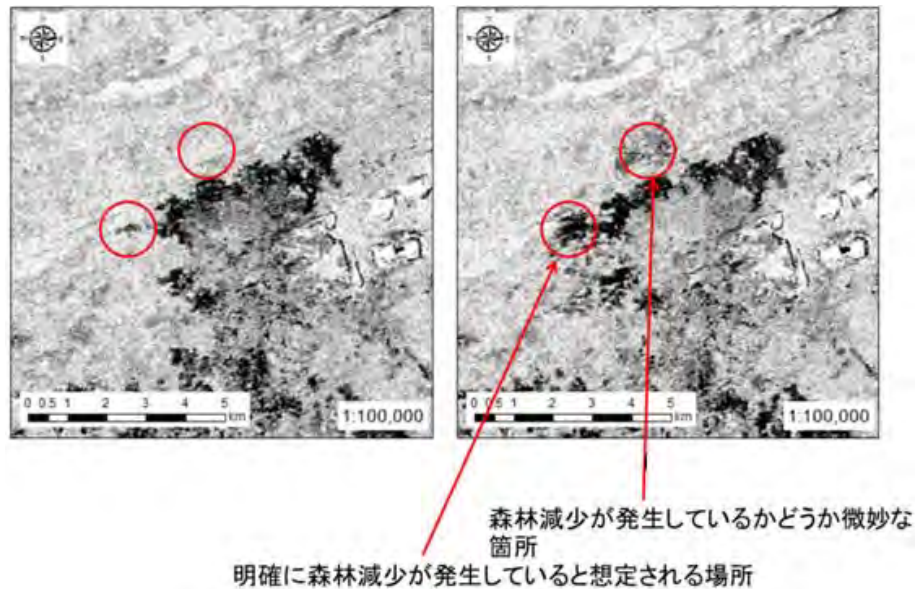


図 2.3.14.1 森林減少抽出の判読基準

第 3 年次は、カーボデルガド州のパイロット郡であるアंकアベ郡とモンテプエズ郡から各 1 シーンと、パルマ郡～モシンボア・ダ・プライア郡にわたる 1 シーンを対象に解析した。また、比較的森林減少が多く見られるザンベジア州から、パイロット郡であるモルンバラ郡でも 1 シーン実施した。これは、州によって森林減少の特徴に違いが見られるかを確認するために実施した。なお、ガザ州については、パイロット郡であるマバラネ郡とビレーネ郡が乾季に観測されなかったため、ギジャ郡を対象に解析した。これら 6 シーンの解析対象位置図を図 2.3.14.2 に示す。また、アंकアベ郡の森林減少箇所判読結果を図 2.3.14.3 に、モンテプエズ郡については図 2.3.14.4 に、モルンバラ郡については図 2.3.14.5 に、ギジャ郡については図 2.3.14.6 に、パルマ郡～モシンボア・ダ・プライア郡については図 2.3.14.7 に、チモヨ市については図 2.3.14.8 に示す。また、それぞれのシーンの森林減少面積を表 2.3.14.1 から表 2.3.14.6 に示す。表より、カーボデルガド州のアंकアベ郡やモンテプエズ郡では個々の森林減少面積は狭め（1.0ha 前後の森林減少が多く見られる）であるが、ザンベジア州のモルンバラ郡では比較的個々の森林減少面積が広い（2.0ha から 5.0ha の森林減少が多く見られる）ことが分かる。

なお、この抽出した森林減少地の現地確認については、地上での森林モニタリング（GBFM）においてランド・トゥールース調査を実施した。詳細については、2.5「地上での森林モニタリング分野」において記述されている。

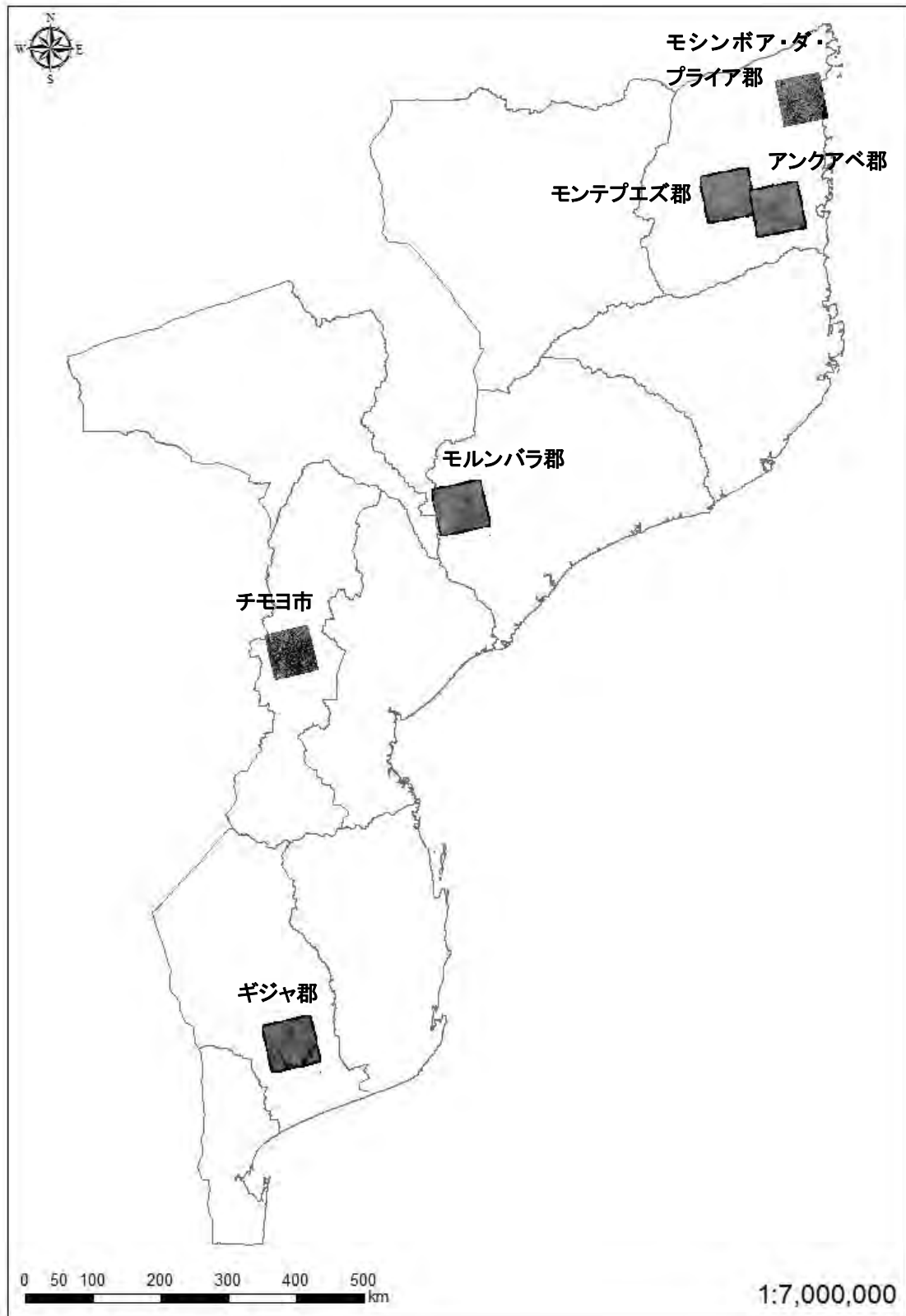


図 2.3.14.2 レーダ画像解析位置図

1) カーボデルガド州アंकアベ郡

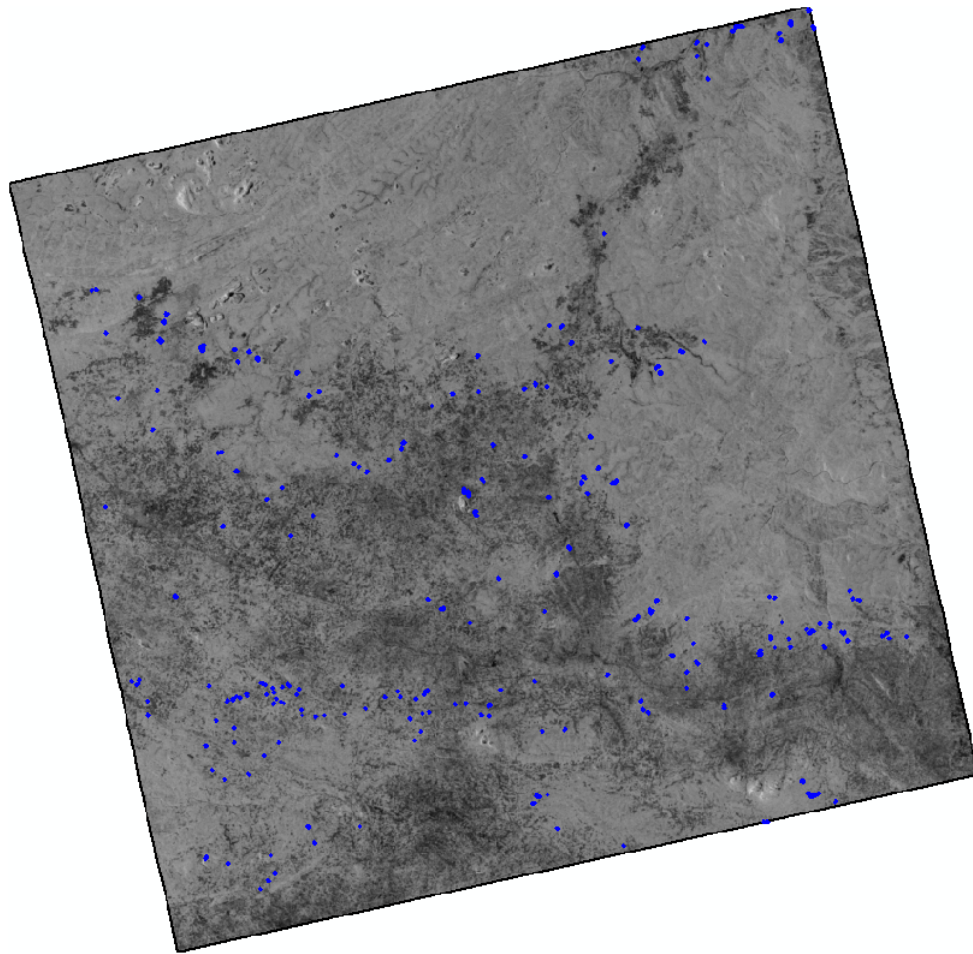


図 2.3.14.3 目視判読により抽出された森林減少箇所（青枠）

表 2.3.14.1 アंकアベ郡の森林減少箇所数とその面積

森林減少面積	森林減少箇所数	森林減少合計面積 (ha)
0.0 ~ 0.5 ha	44	15.18
0.5 ~ 1.0 ha	77	57.88
1.0 ~ 2.0 ha	61	88.49
2.0 ~ 5.0 ha	30	86.19
5.0 ~ 10.0 ha	10	61.00
10.0 ~ 20.0 ha	2	24.28
20.0 ~ 50.0 ha	0	0.00
合計	224	333.21

2) カーボデルガド州モンテプエズ郡

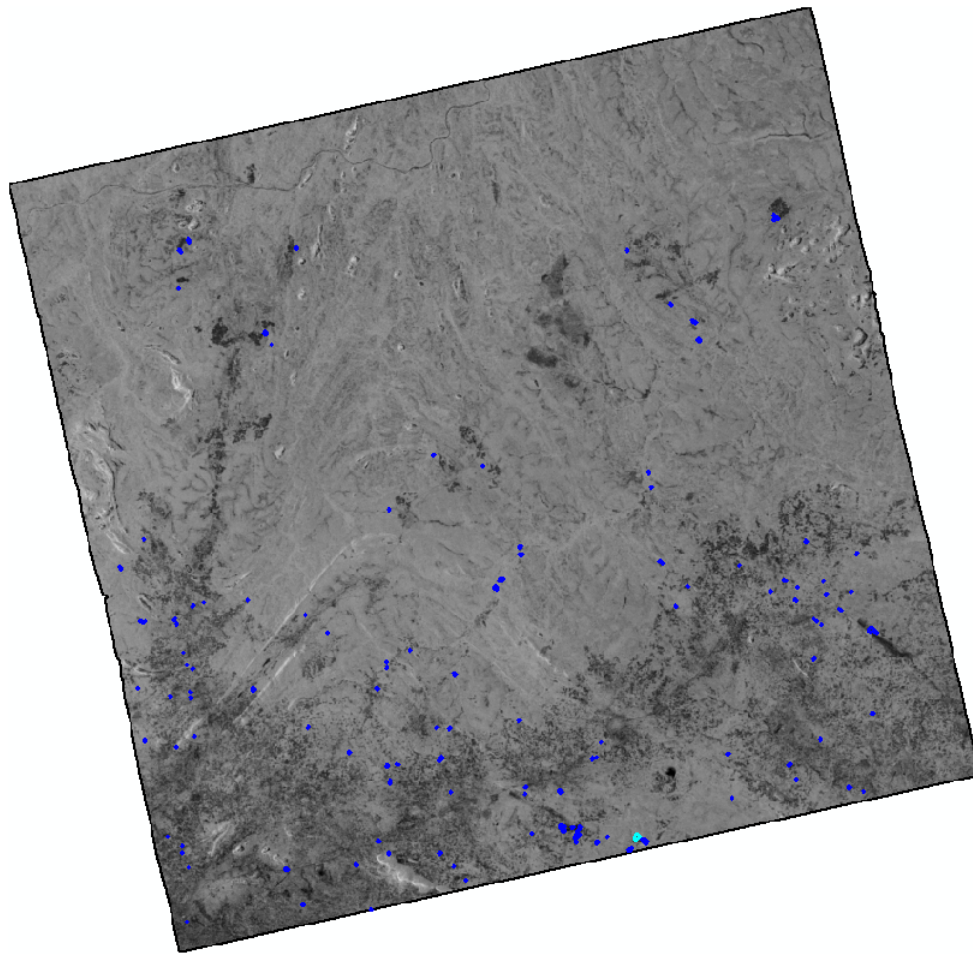


図 2.3.14.4 目視判読により抽出された森林減少箇所（青枠）

表 2.3.14.2 モンテプエズ郡の森林減少箇所数とその面積

森林減少面積	森林減少箇所数	森林減少合計面積 (ha)
0.0 ~ 0.5 ha	13	4.90
0.5 ~ 1.0 ha	28	20.61
1.0 ~ 2.0 ha	41	58.37
2.0 ~ 5.0 ha	29	91.34
5.0 ~ 10.0 ha	8	55.55
10.0 ~ 20.0 ha	2	33.23
20.0 ~ 50.0 ha	0	0.00
合計	121	263.99

3) ザンベジア州モルンバラ郡

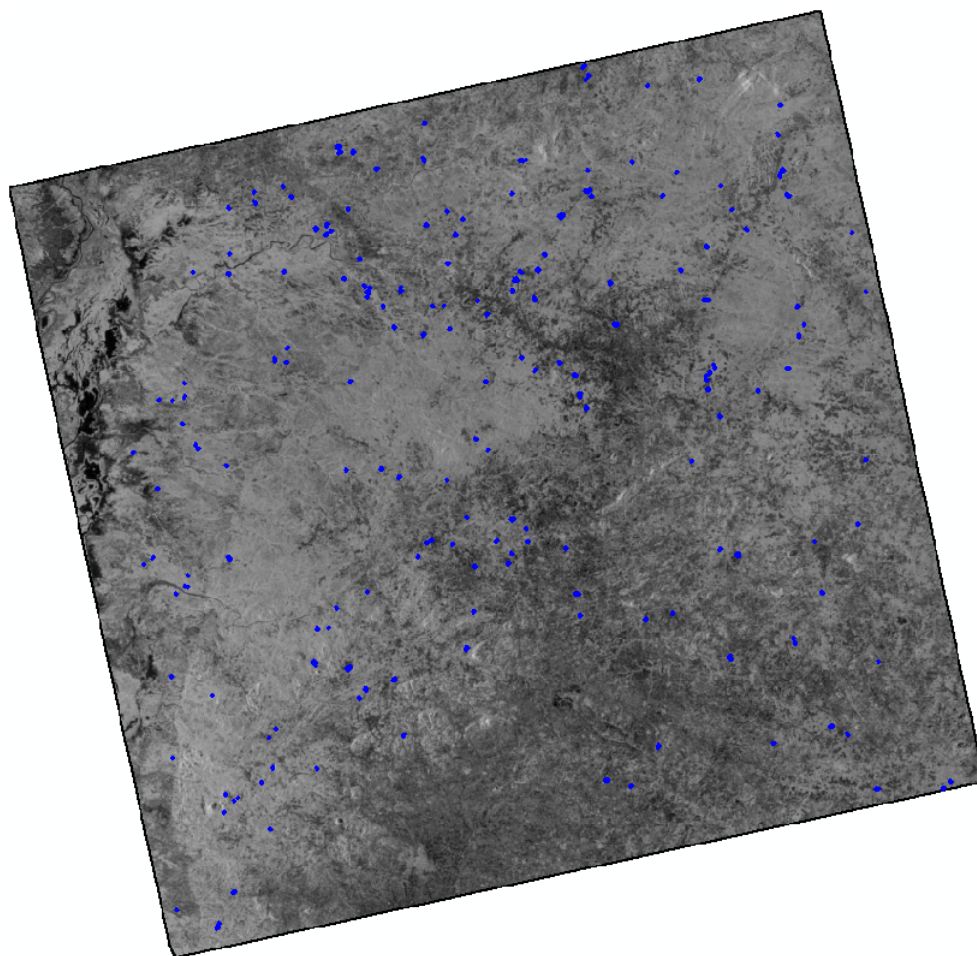


図 2.3.14.5 目視判読により抽出された森林減少箇所（青枠）

表 2.3.14.3 モルンバラ郡の森林減少箇所数とその面積

森林減少面積	森林減少箇所数	森林減少合計面積 (ha)
0.0 ~ 0.5 ha	2	0.75
0.5 ~ 1.0 ha	18	14.98
1.0 ~ 2.0 ha	72	113.27
2.0 ~ 5.0 ha	83	251.81
5.0 ~ 10.0 ha	17	110.23
10.0 ~ 20.0 ha	2	21.44
20.0 ~ 50.0 ha	0	0.00
合計	194	512.47

4) ガザ州ギジャ郡

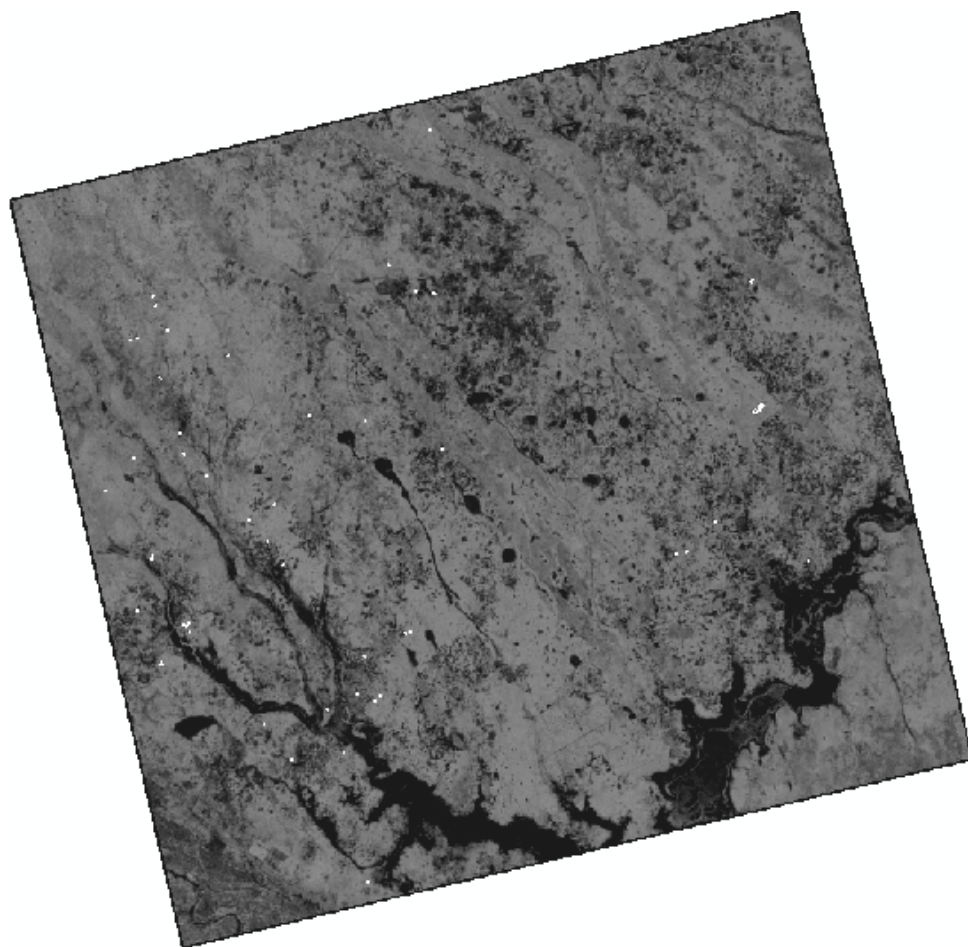


図 2.3.14.6 目視判読により抽出された森林減少箇所（白枠）

表 2.3.14.4 ギジャ郡の森林減少箇所数とその面積

森林減少面積	森林減少箇所数	森林減少合計面積 (ha)
0.0 ~ 0.5 ha	15	4.89
0.5 ~ 1.0 ha	24	18.73
1.0 ~ 2.0 ha	7	8.97
2.0 ~ 5.0 ha	7	18.03
5.0 ~ 10.0 ha	2	13.55
10.0 ~ 20.0 ha	0	0.00
20.0 ~ 50.0 ha	0	0.00
合計	55	64.17

5) カーボデルガド州モシンボア・ダ・プライア郡

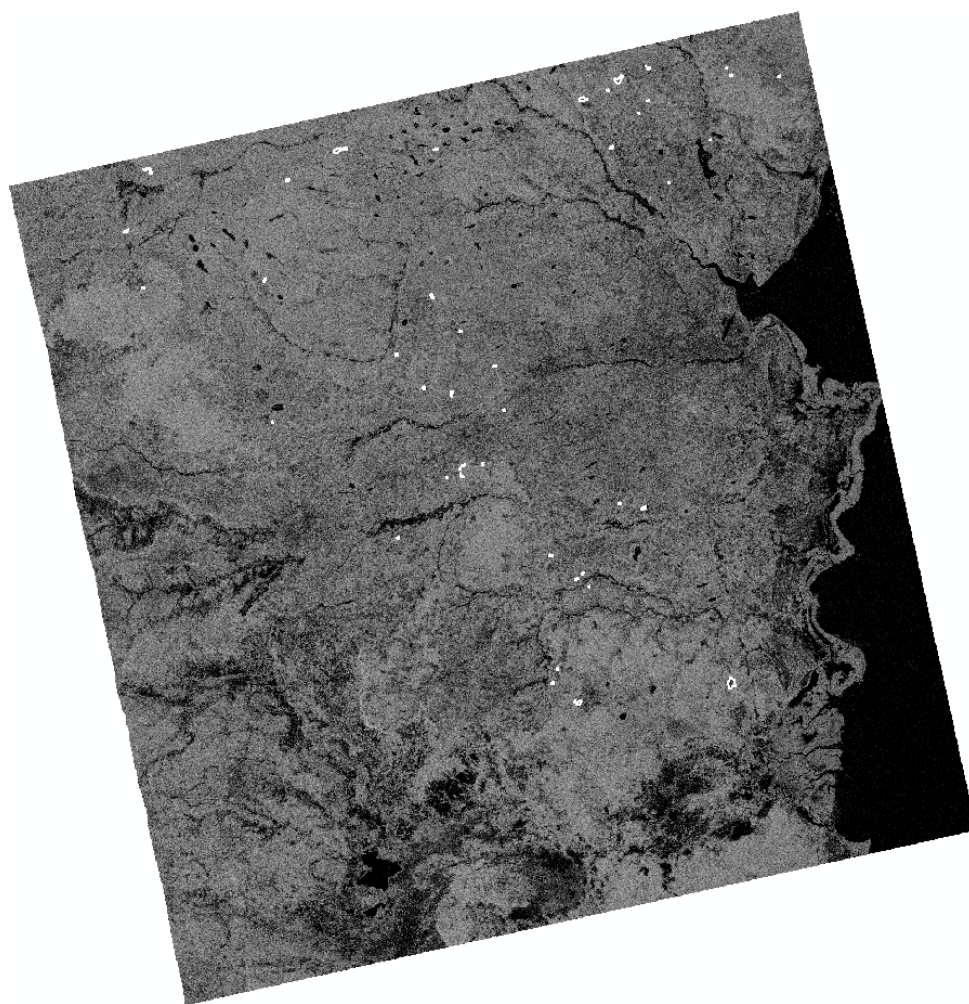


図 2.3.14.7 目視判読により抽出された森林減少箇所（白枠）

表 2.3.14.5 モシンボア・ダ・プライア郡の森林減少箇所数とその面積

森林減少面積	森林減少箇所数	森林減少合計面積 (ha)
0.0 ~ 0.5 ha	0	0.00
0.5 ~ 1.0 ha	1	0.96
1.0 ~ 2.0 ha	9	13.44
2.0 ~ 5.0 ha	26	77.07
5.0 ~ 10.0 ha	4	30.18
10.0 ~ 20.0 ha	2	24.03
20.0 ~ 50.0 ha	3	77.17
合計	45	222.85

6) マニカ州チモヨ市

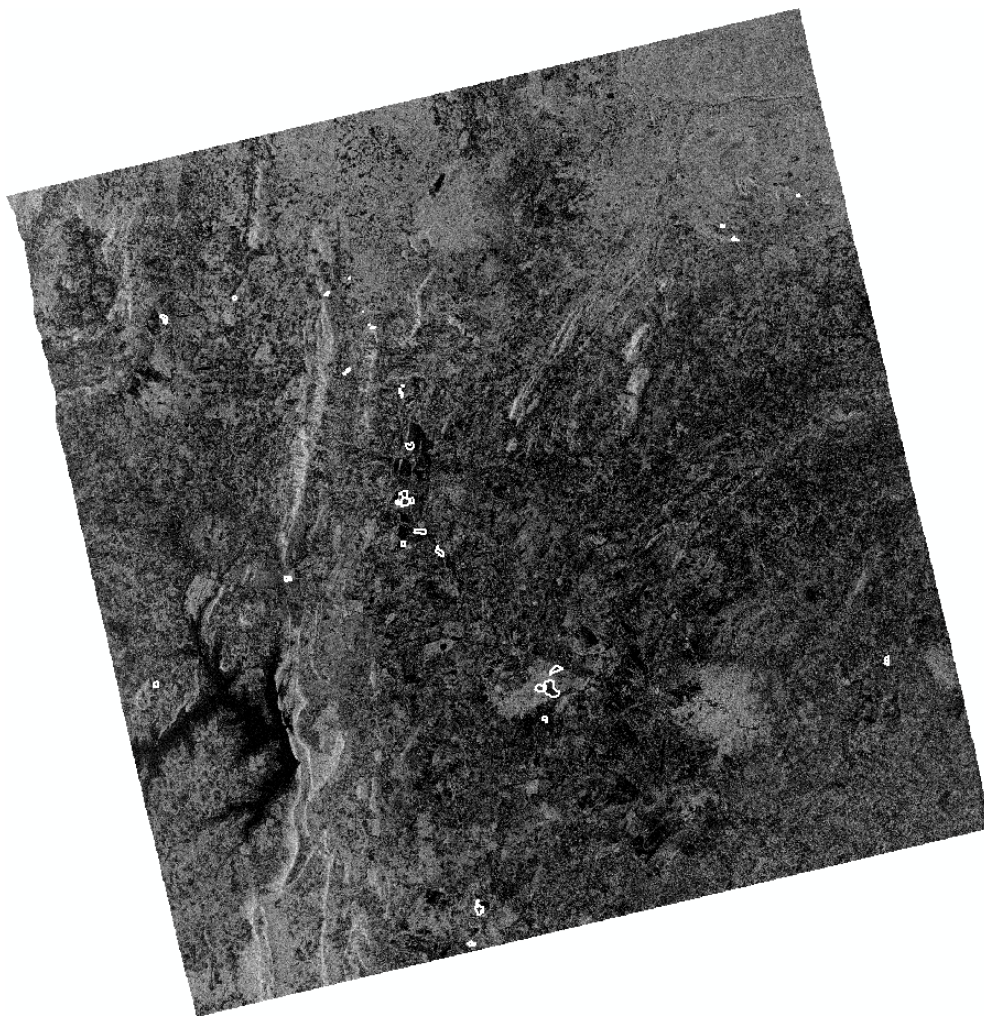


図 2.3.14.8 目視判読により抽出された森林減少箇所（白枠）

表 2.3.14.6 チモヨ市の森林減少箇所数とその面積

森林減少面積	森林減少箇所数	森林減少合計面積 (ha)
0.0 ~ 0.5 ha	0	0.00
0.5 ~ 1.0 ha	17	12.05
1.0 ~ 2.0 ha	13	17.27
2.0 ~ 5.0 ha	8	28.96
5.0 ~ 10.0 ha	4	29.07
10.0 ~ 20.0 ha	7	89.87
20.0 ~ 50.0 ha	9	250.16
合計	58	427.37

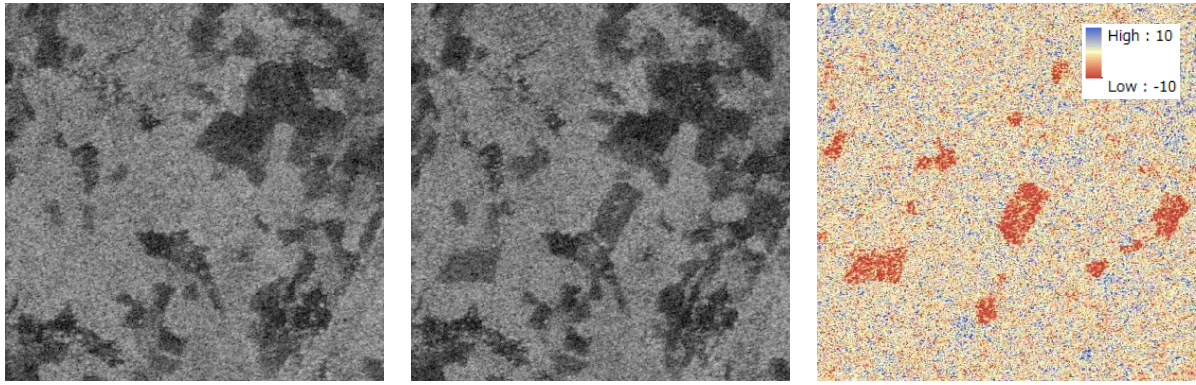
2.3.15 自動分類による森林減少抽出

次に、レーダ画像から森林減少を自動的に抽出する方法を検討し、第3年次に実施した。森林減少を含むと思われる2時期の画像を入手して、レーダ画像の後方散乱係数（反射強度）の差分を計算して、その差分値がある一定の閾値より下回る場所を森林減少として抽出する方法である。2.3.13で目視判読した森林減少箇所について、GBFMで現地調査を行い、森林減少の境界線をハンディGPSにより測量した。現地で測量した森林減少範囲を真値と定義して、この森林減少範囲内のレーダ画像の後方散乱係数の統計量を計算し、2時期の後方散乱係数の減少量を計算した。GBFMで取得した全ての森林減少範囲について、後方散乱係数の減少量の平均値を計算して閾値とした。カーボデルガド州およびザンベジア州の減少量の平均値を確認したところ、-5.0dB（単位はデシベル、電波の強度を表す）であった。

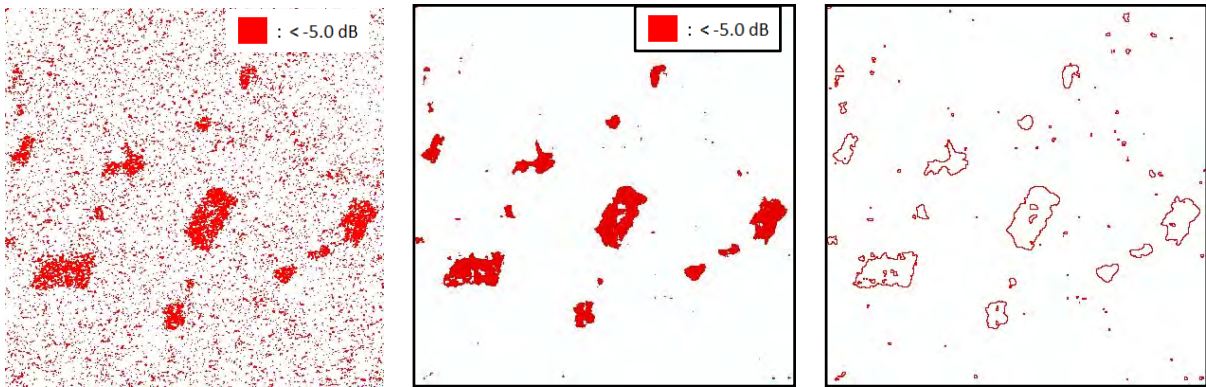
この閾値を使用して、自動分類による森林減少抽出を試行した。期末（2015年10月）（図2.3.15.1のb）参照）のレーダ画像から、期首（2014年10月）（図2.3.15.1のa）参照）のレーダ画像の後方散乱係数の差分を計算すると、森林減少が発生している場所は、マイナスの値となる（図2.3.15.1のc）参照）。この差分画像から、森林減少箇所を抽出するために、閾値（例：-5.0dB）で二値化した（図2.3.15.1のd）参照）。二値化した差分画像は、画素が細かいごま粒状になって表示されるため、1画素だけ表示されている場所は不要なデータ（ノイズ）として削除して、複数の画素がまとまって表示されている部分のみを森林減少箇所とした。そのため、5x5のウィンドウサイズのフィルタを適用した（図2.3.14.1のe）参照）。フィルタ適用後の二値化画像は、森林減少箇所を示しているが、現状ではラスタ画像のため、森林減少箇所の面積集計などの統計処理ができない。そのため、ラスタからベクタ（ポリゴン）への変換処理を行った（図2.3.15.1のf）参照）。このポリゴンは既にフィルタを適用しているので小さなノイズは除去されているが、ポリゴン化した後に、再度、小さな面積（例えば、0.5ha以下）のポリゴン（森林減少候補箇所）を削除して、誤分類を少なくした（図2.3.15.1のg）参照）。抽出された森林減少ポリゴンと、期末のレーダ画像を重ね合わせて、抽出された森林減少ポリゴンが正しいかどうかを確認した（図2.3.15.1のh）参照）。

第4年次は入手済のレーダ画像についても解析し、森林減少箇所を自動で抽出するとともに、GBFMと連携して閾値の検討を行った。

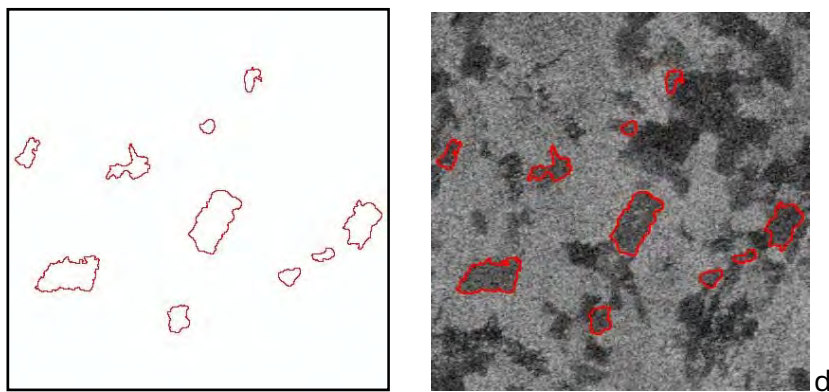
2.3.13にて入手したALOS-2画像を用いて、レーダ画像解析により森林減少を抽出した。レーダ画像解析の手法の詳細は1.3.2を参照されたい。GBFMにおいて現地調査をする候補地を検討する必要があったため、可能性のあるシーンについて優先的に画像解析を行い、有意な森林減少が見られた場合については、さらに詳細な解析（複数の閾値を用いた解析、空間分解能6.25mと25mの両方による解析）を実施した。第4年次の上半期にレーダ画像解析をしたシーンを図2.3.15.2に示す。図2.3.15.2には、GBFM調査シーン検討のための簡易的な解析のみのシーンも含まれる。



a)期首 (2014年10月)の ALOS-2 b)期末 (2015年10月)の ALOS-2 c)2 時期の差分画像



d) -5.0dB で二値化した画像 e) フィルタ適用後の二値化画像 f) ポリゴン化



g) 微小ポリゴンの削除 h) レーダ画像との重ね合わせ

図 2.3.15.1 自動分類による森林減少抽出の処理手順

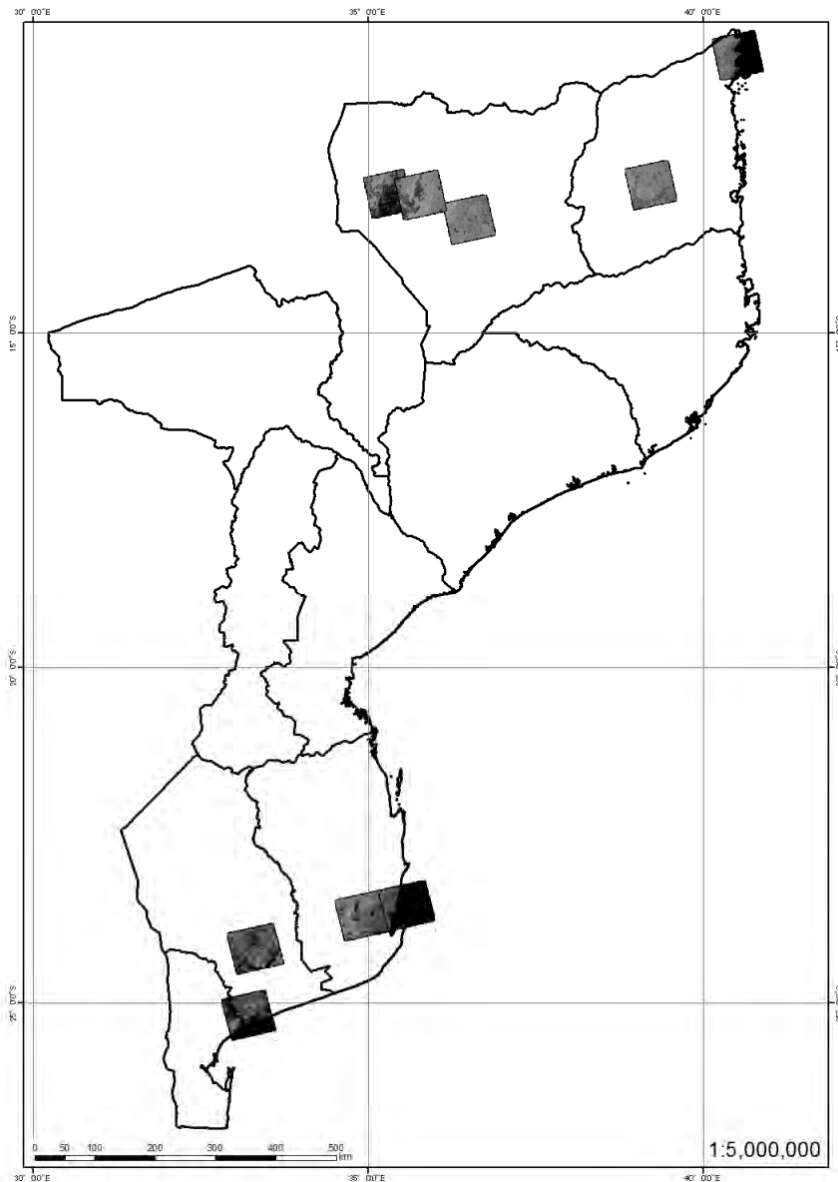


図 2.3.15.2 レーダ画像解析位置図（GBFM 調査シーン検討のための解析を含む）

また、詳細なレーダ画像解析を実施したシーンのうち、実際にGBFMを実施したイニャンバネ州モルムベネ郡（西側）とニアッサ州ヌエンビ郡の2シーンについて、レーダ画像解析結果を以下に示す。

1) イニャンバネ州モルムベネ郡（西側）

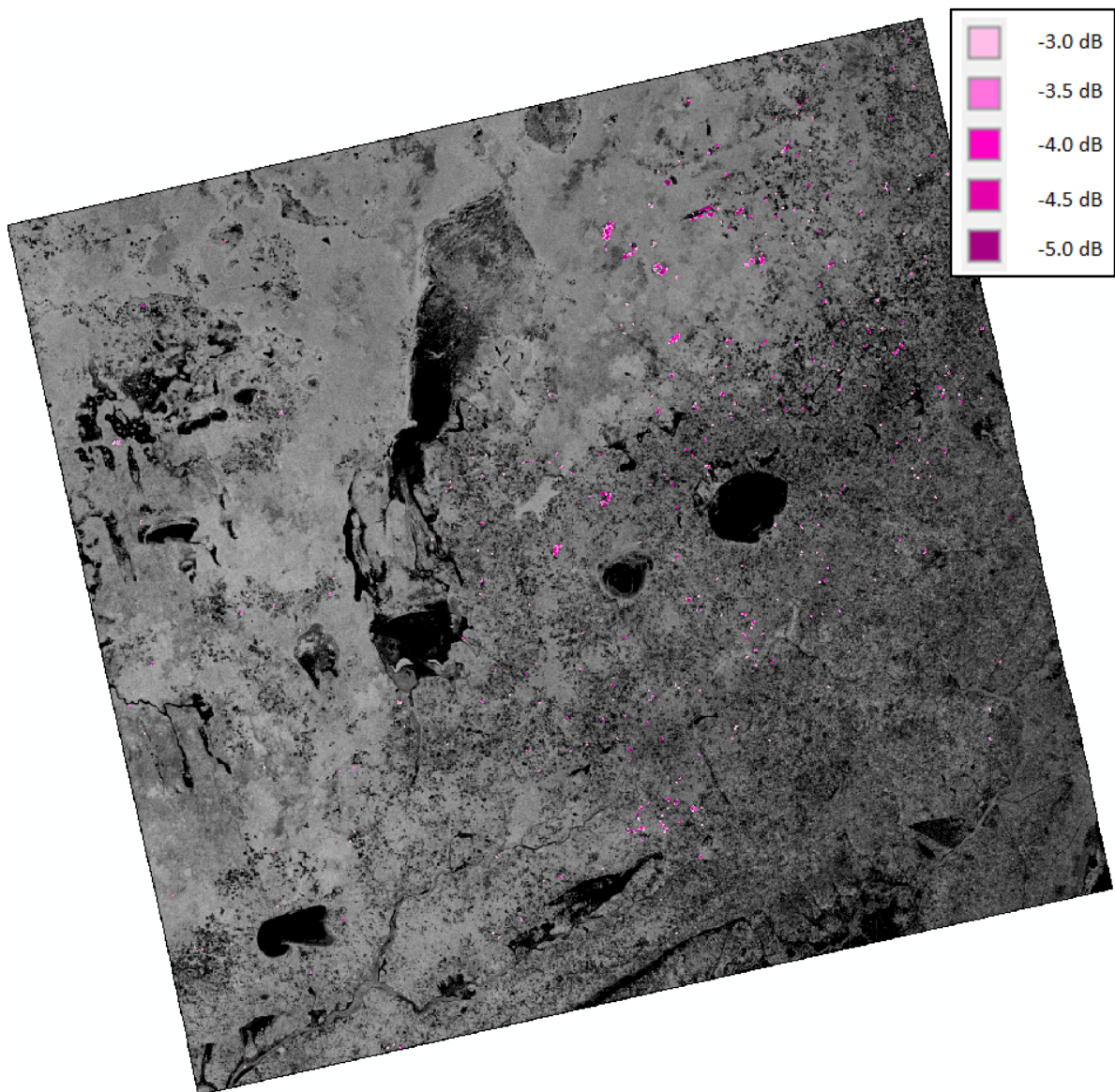


図 2.3.15.3 自動分類により抽出された森林減少箇所

表 2.3.15.1 モルムベネ郡の森林減少箇所数とその面積（閾値は-4.0dB で算出）

森林減少面積	森林減少箇所数	森林減少合計面積 (ha)
0.2 ~ 0.49 ha	54	18.13
0.5 ~ 0.99 ha	51	36.10
1.0 ~ 1.99 ha	20	27.75
2.0 ~ 4.99 ha	21	60.54
5.0 ~ 9.99 ha	4	31.12
10.0 ~ 19.99 ha	1	10.75
20.0 ~ 49.99 ha	0	0.00
合計	151	184.38

2) ニアッサ州ヌエンビ郡

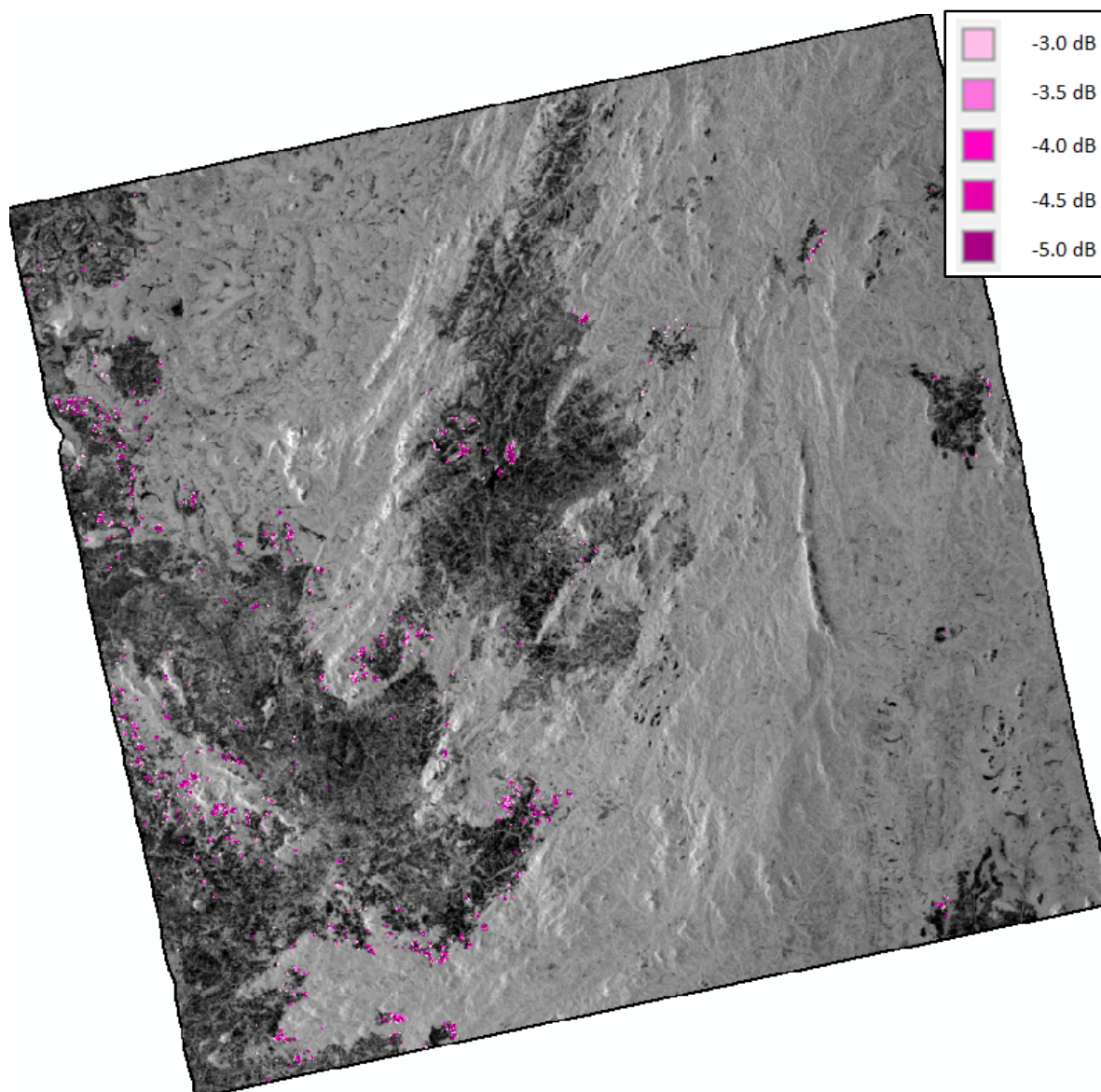


図 2.3.15.4 自動分類により抽出された森林減少箇所

表 2.3.15.2 ニエンビ郡の森林減少箇所数とその面積（閾値は-4.0dB で算出）

森林減少面積	森林減少箇所数	森林減少合計面積 (ha)
0.2 ~ 0.49 ha	105	38.02
0.5 ~ 0.99 ha	115	84.88
1.0 ~ 1.99 ha	92	131.43
2.0 ~ 4.99 ha	47	143.83
5.0 ~ 9.99 ha	11	67.30
10.0 ~ 19.99 ha	2	28.08
20.0 ~ 49.99 ha	1	33.30
合計	373	526.84

2.3.16 GBFM 結果を用いた森林減少抽出のための閾値検討

森林減少地抽出に最適な閾値を検討するにあたり、諸条件を下記の様に整理した。

必要な調査地点数

後方散乱係数のプロットから閾値を設定する場合、使用する調査地点数が重要となる。地点数は多いほど閾値のラインは収束してくるが、調査できる数には限りがある。本 GBFM では、統計的に誤差率 15%、信頼度 95%、母比率 50%と設定し、必要サンプル数を 43 件以上と設定した。

調査地点の面積

レーダ画像は光学画像に比べ、後方散乱係数のゆらぎ (= 誤差) が大きいことから、面積が狭い (画素が少ない) と抽出範囲内の後方散乱係数の分散が高くなることが想定される。その為、閾値検討には最低 3×3 画素 (75m×75m = 0.56ha) が必要と考え、それらを含む森林減少地ということで最低面積を 1.0ha (16 画素) とすることが現実的と考えた。

以上の条件を満たす 43 箇所の現地調査地点内の閾値の変化結果をプロットした結果を図 2.3.16.1 に示す。

これらの図は、横軸に期首のレーダ画像上での反射強度 (後方散乱係数、以下、dB 値という) 縦軸に期末のレーダ画像上での反射強度を示したマトリックスであり、各州での現地調査で非森林地として認識された現地測量エリアの平均の反射強度を期首期末の画像で計算し、その数値結果をマトリックス上に落とした分析図である。

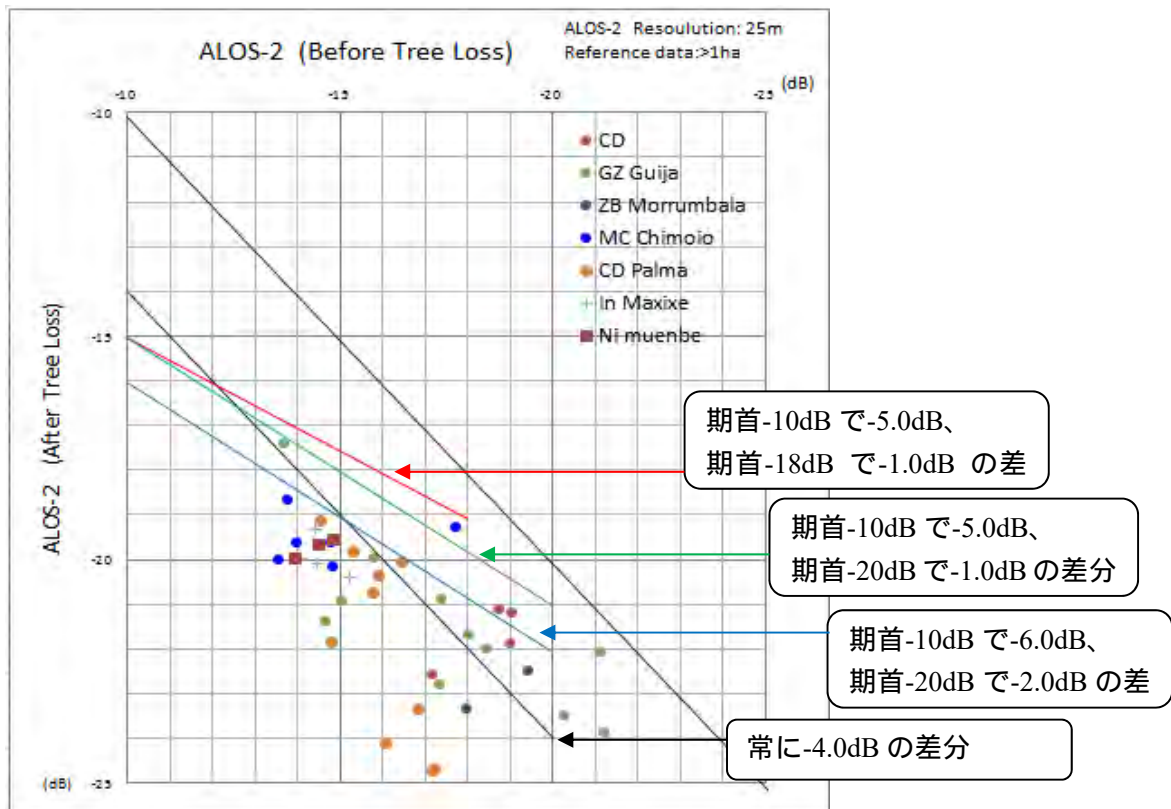


図 2.3.16.1 ALOS-2 期首期末におけるデシベル (dB) 値分布図

図 2.3.16.1 から 3 種類の閾値を仮に設定した。各閾値を処理に用いることで線よりも下に分布される箇所は森林減少地として抽出されることとなる。なお、当初は傾きが一定の線を想定していたが、密な森林では後方散乱係数の落差が大きく、疎な森林では落差が小さいという特性から図

2.3.16.1のように傾きを工夫した。ここでは暫定的に各閾値の設定を図2.3.16.1に基づいてBLUE、GREEN、REDと呼ぶこととする。

それぞれの閾値を用いて森林減少地を検出した結果の例を図2.3.16.2に示す。なお期首は2015年7月26日、期末は2016年7月24日を用いている。場所はナンブラ州東部のモスリル郡(ナカラ市の南部)である。背景画像は2016年10月2日撮影のSentinel-2を用いた。

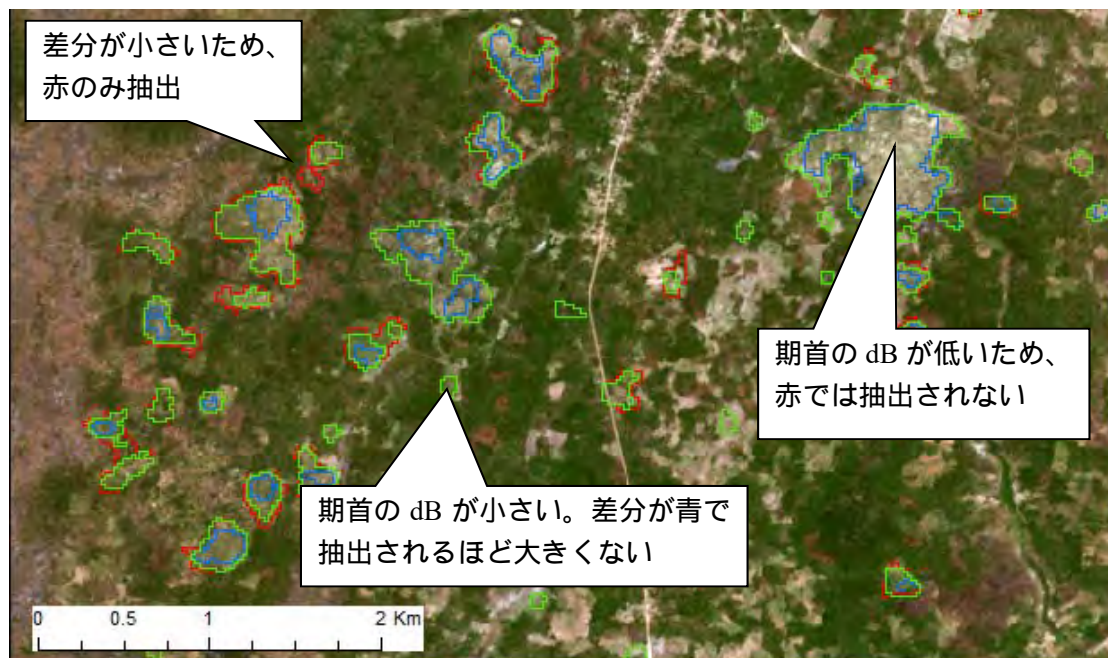


図 2.3.16.2 それぞれの閾値を用いた森林減少抽出の例

図 2.3.16.1 において定めた仮閾値の精度を検証し、より高い精度を得る事の出来る新しい閾値の検討を主に下記2つの項目で実施した。なお、期首時点で森林と判定する最小値を-18dB、-19dB、-20dBの3種類設定した。これにより、期首のdB値がこれらの設定値よりも低い場合には非森林と判定されるため、森林減少を抽出する解析対象としないこととなる。今回の検討段階では、森林(疎林)と非森林(チケットを含む)の境界を一定のdB値で明瞭に区分することができなかつたため、期首の森林として判定する最小dB値を3種類設定して、それぞれ精度検証を行った。

➤ 精度検証(詳細は2.3.8に記述)

各閾値(RED、GREEN、BLUE)×期首の値(-18、-19、-20dB)の設定条件下において正しく森林減少地が抽出できているかを空間分解能10mのSentinel-2衛星画像を用いて精度を検証した。なお、REDはBLUE、GREENと比べて傾きが大きいことから、期首のdB値が-18dBの場合、期末のdB値が-19dBで森林減少として抽出されてしまうことになるが、この1dBの差はレーダ画像のゆらぎの範囲内(誤差範囲)であることから、期首のdB値が-18dBまでを検討することとして、期首のdB値が-19dBと-20dBは対象外とした。

➤ 抽出地における境界線の分析(詳細は2.3.18に記述)

BLUEとGREENの閾値を用いて抽出された森林減少地と実際の森林減少地のあてはまり(位置精度)を確認した。

2.3.17 仮定した閾値を用いて森林減少を抽出した結果の精度検証

各閾値で抽出された森林減少地の検出精度検証をGoogle Earth画像及びSentinel-2画像の目視判

読結果を正として実施した。本来であれば、期首・期末ともに Sentinel-2 画像を用いて検証すべきであるが、Sentinel-2 画像のダウンロードは容量が膨大でありモザンビークでのダウンロードが厳しいことから、日本でダウンロードしてきた Sentinel-2 画像を限定的に利用した。また、期首・期末を同時に確認して森林減少の精度検証をするべきではあるが、暫定的に期首は期首のみ、期末は期末のみで森林/非森林の分類精度を確認した。なお、RED の閾値を用いた際の精度検証は後述する。

作業手順

- ・森林減少として抽出されたポリゴンの中から 1ha 以上のポリゴンを選択
- ・さらに、ArcGIS 上で Subset Feature 機能を用いて、無数に抽出された森林減少地の中から 100 ポリゴンを検証ポリゴンとしてランダムに選択
- ・選択された 100 ポリゴンの森林/非森林の分類精度を目視判読により検証する

(1) BLUE および GREEN の期末の精度検証結果

1) ナンプラ州

諸条件

レーダ画像撮影時期：期首（2015 年 7 月 26 日）、期末（2016 年 7 月 24 日）

撮影箇所：ナンプラ州東部のモスリル郡（ナカラ市の南部）

検証用画像：2016 年 10 月 2 日撮影の Sentinel-2（光学）

なお、下表の（）書きの dB 値は期首の dB 値を示しており、その dB 値よりも大きい場所を解析対象としている。また、ナンプラ州については背景画像として用いた Sentinel-2 画像がレーダ画像全体を満たしていないことと、期首の dB 値が大きくなると解析対象範囲も減ることから、BLUE(-18dB)や RED(-18dB)についてはサンプル数が 100 に達しなかった。

BLUE (-20dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	90	92.8%
森林	5	90/97 雲除く
雲（影含む）	3	
水域	2	
計	100	

GREEN (-20dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	87	94.6%
森林	2	87/92 雲除く
雲（影含む）	8	
水域	3	
計	100	

BLUE (-19dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	90	97.8%
森林	2	90/92 雲除く
雲（影含む）	8	
水域	0	
計	100	

GREEN (-19dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	88	96.7%
森林	3	88/91 雲除く
雲（影含む）	9	
水域	0	
計	100	

BLUE (-18dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	61	100.0%
森林	0	61/61 雲除く
雲(影含む)	8	
水域	0	
計	69	

GREEN (-18dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	92	98.9%
森林	1	92/93 雲 除く
雲(影含む)	7	
水域	0	
計	100	

BLUE および GREEN の条件下で抽出された箇所において、期末時点が非森林である精度はどの設定においても 90%以上と十分な信頼度を持つ結果となった。

2) パルマ郡(カーボデルガド州)

諸条件

レーダ画像の撮影時期：期首(2015年7月7日)、期末(2016年7月5日)

撮影箇所：カーボデルガド州東部のパルマ郡

検証用画像：2016年10月2日撮影の Sentinel-2(光学)

BLUE (-20dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	58	84.1%
森林	0	58/69 雲除く
雲(影含む)	31	
水域	11	
計	100	

GREEN (-20dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	55	84.6%
森林	0	55/65 雲除く
雲(影含む)	35	
水域	10	
計	100	

BLUE (-19dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	47	74.6%
森林	0	47/63 雲除く
雲(影含む)	37	
水域	16	
計	100	

GREEN (-19dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	64	91.4%
森林	0	64/70 雲除く
雲(影含む)	30	
水域	6	
計	100	

BLUE (-18dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	47	83.9%
森林	1	47/56 雲除く
雲(影含む)	44	
水域	8	
計	100	

GREEN (-18dB)

区分	ポリゴン数	精度
非森林	66	91.7%
森林	0	66/72 雲除く
雲(影含む)	38	
水域	6	
計	100	

パルマ郡については、検証データの Sentinel-2 は光学画像であることから雲があり、正否を確認できないポリゴンが多くみられた。また、水域の影響もいくつか確認できたため、2.3.20 で水域に対する解決策を検討した。

(2) BLUE および GREEN の期首の精度検証結果

期末時点の精度は高い事が確認されたが、BLUE および GREEN の期首時点が森林でないポリゴン数を表 2.3.17.1 にまとめた。期首の時点については、検討段階で Sentinel-2 画像が未入手だったため、Google Earth の画像を用いて目視により確認した。

表 2.3.17.1 期首時点において森林でないことが確認できたポリゴン数一覧

		Number of Non-Forest polygon in before image			
		-20	-19	-18	
Nampula	BLUE	9(5)	5(5)	9(4)	()内は水域における誤検出を示している。
	GREEN	14(6)	7(3)	15(9)	
Cabo Delgado	BLUE	13(13)	20(20)	16(16)	
	GREEN	12(11)	9(8)	15(9)	

平均して約 12 箇所、その内 9 箇所のポリゴンで水域周辺が期首時点において非森林を示している。なお、水域とはいえ、ALOS-2 の撮影時期は期首・期末共に 7 月～9 月（乾季）であることを考慮すると、必ずしも水の影響だけとはいえない。恐らくススキのような草本が密に生息していることが森林と誤分類される要因と推察される。現地調査においても、その様な植生は火災の影響を受けやすく、容易に消失することが確認されている。水域の影響を軽減する方法は 2.3.19 で別途検討した。

(3) RED (-18dB)の期首・期末の精度検証結果

RED (-18dB)の閾値を用いた精度検証結果を以下に示す。

諸条件：

レーダ画像撮影時期：期首（2015 年 7 月 26 日）、期末（2016 年 7 月 24 日）

撮影箇所：ナンプラ州東部のモスリル郡（ナカラ市の南部）

検証用画像：2016 年 10 月 2 日撮影の Sentinel-2（光学）

本検証に関しては、期首については Google Earth 画像により目視判読し、期末については Sentinel-2 の画像を目視判読して検証した。

RED (-18dB) 期末

区分	ポイント数	精度
非森林	62	82.7%
森林	13	62/75 雲除く
雲（影含む）	17	
水域	0	
計	92	

RED (-18dB) 期首

区分	ポイント数	精度
非森林	46	50.0%
森林	46	
雲（影含む）	0	
水域	0	
計	92	

RED (-18dB)では、期末の分類精度は落ちているが、BLUE、GREEN の抽出漏れという観点では、取りこぼしがまだ残っていると考え、RED において、期首が森林、期末が非森林と確認された検出結果を図 2.3.17.1 にプロットした。結果として、取りこぼしは極限定的であることが確認された。

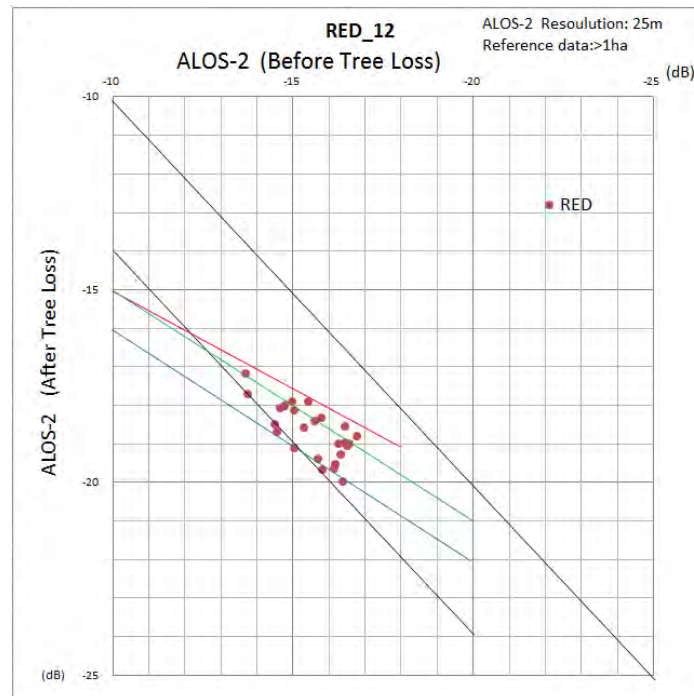


図 2.3.17.1 RED を用いて抽出されたポリゴンのデシベル (dB) 値分布図

一方、RED の期首の分類精度を確認すると、非森林が 46 か所となり、約半分が誤分類という結果になった。RED (-18dB) は一番閾値が緩いため、特に期首の値が低いところ (チケットに近い疎林や耕作地など) では後方散乱係数の微妙な変化による誤抽出があると考えられる。(期首が-18dB の場合、RED では-1dB の変化で森林減少として抽出されてしまうが、GREEN では-2dB の変化、BLUE では-3dB の変化が必要になり、レーダのゆらぎや微妙な植生の変化でも誤抽出は起きにくい。) RED を用いることで抽出できる BLUE ないしは GREEN の取りこぼしは非常に限定的であり、期首の誤分類の影響の大きさを考慮すると RED を閾値として用いることは適切ではない。

以上のことから、精度検証を通して以下のことが確認できた。

- ・ 期首時点における-18dB, -19dB, -20dB の設定の違いによる精度への影響は限定的であった
- ・ 期末時点の精度は BLUE と GREEN では 90% 以上と高く、RED では 80% であった
- ・ 期首時点の精度は BLUE, GREEN では 100 箇所中平均 12 箇所誤分類が起きており、その内 9 箇所は水域周辺で発生していた
- ・ RED の期首時点の精度は 50% と低い
- ・ RED との比較より、BLUE と GREEN における取りこぼしは限定的である
- ・ BLUE ないし GREEN を以降の解析で採用する

2.3.18 森林減少抽出地における境界線の解析

BLUE (-18dB) および GREEN (-18dB) で抽出されたポリゴンのうち、精度検証に用いた 100 ポリゴンを用いて、BLUE および GREEN の実際の森林減少地とのあてはまり (位置精度) の程度を確認するとともに、大きく異なる場所に統計的な傾向があるかどうかを検討した。

(1) ポリゴン形状の比較

ナンブラ州の GREEN (-18dB) の 100 ポリゴンのうち、BLUE (-18dB) でも抽出された 57 ポリゴンを用いて、まずは目視にてポリゴンの形状の特徴について確認した。以下に特徴的な例を示す。

- ・形状が概ね一致している例

下図は BLUE と GREEN のポリゴンが概ね一致している場所の例である。BLUE は確実に森林減少と思われる部分を抽出しているのに対し、GREEN は森林/非森林の境界を明瞭に捉えている点があれば、まだ森林として残っている部分も森林減少として抽出してしまっている点もある。いずれも 25m 分解能での 1 画素の違いなので、BLUE と GREEN はほぼ一致していると考えられる。

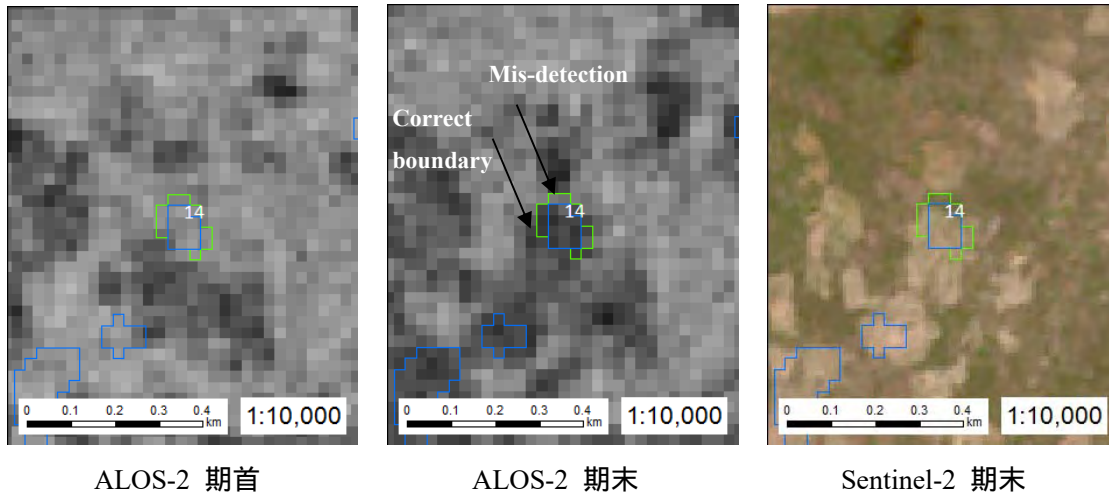


図 2.3.18.1 BLUE と GREEN のポリゴン形状が概ね一致している例

- ・ BLUE が過少推定な例

期首に森林だった場所が森林減少している場所であるが、光学画像を確認すると GREEN のポリゴン内が正しい森林減少範囲と確認できる。BLUE の閾値を使った場合には、過少推定になる場所である。特に、GREEN の左上側が森林減少として抽出できていないが、レーダ画像を目視で確認した場合には容易に森林減少と確認できる。

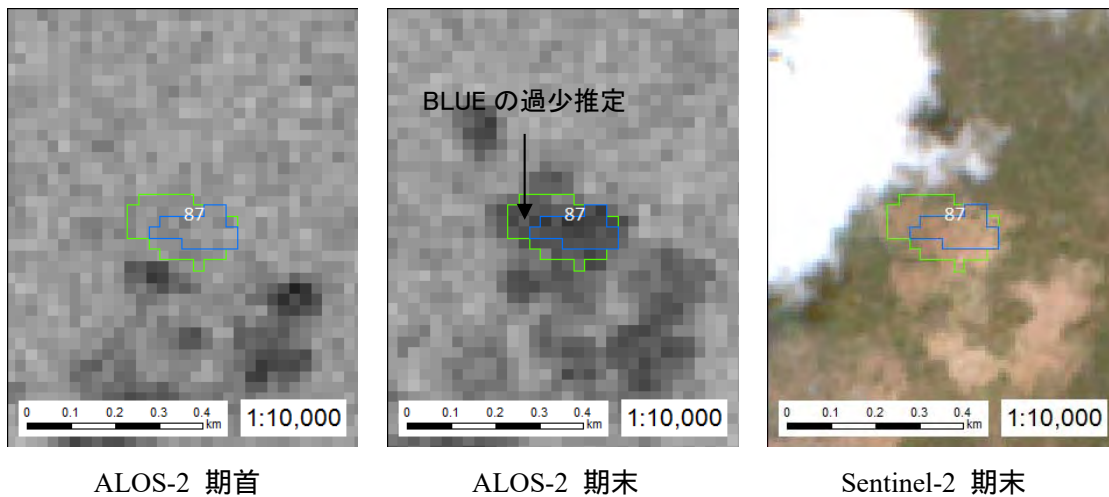


図 2.3.18.2 BLUE のポリゴンが過少推定な例

- ・ GREEN が過大推定な例

農地周辺の森林が農地開拓された例である。BLUE と GREEN が重なる部分は森林減少として正しく抽出されているが、GREEN の右上側は過大抽出と考えられる。光学画像では、一部の樹木が残っているように確認できるため、抜き切りのような部分的な伐採の影響があると考えられる。

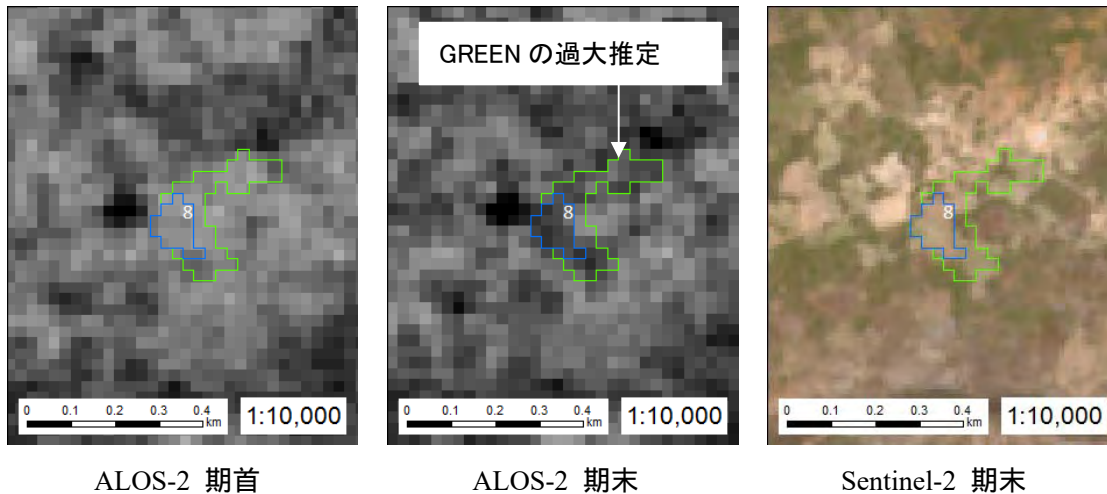


図 2.3.18.3 GREEN のポリゴンが過大推定な例

例示した図 2.3.18.1 から図 2.3.18.3 の画像を含め、100 地点の概況を確認した結果、以下のことが確認できた。

- ・ BLUE は確実に森林減少といえる範囲を抽出していることから、シーンもしくは州全体で集計した時には全体的に森林減少面積は保守的になると考えられる。
- ・ GREEN は森林減少ではない部分も抽出してしまっていることから、全体的には森林減少面積は実際よりも過大推定になると考えられる。

したがって、現状の BLUE (-18dB) と GREEN (-18dB) の閾値を改良する方法として、BLUE と GREEN の中間の閾値を検討する。

(2) BLUE (-18dB)未検出部分と GREEN (-18dB)誤検出部分の統計値検討

BLUE (-18dB) と GREEN (-18dB) の中間の閾値のラインを設定するための妥当性を検討するために、BLUE (-18dB)未検出部分と GREEN (-18dB)誤検出部分の統計値を確認した。

GREEN (-18dB) と BLUE (-18dB) のポリゴンから、BLUE (-18dB) の範囲を除いたポリゴンを作成し、光学画像 (Sentinel-2) と重ねて目視判読により、非森林 (BLUE の過少部分) か森林 (GREEN の過大部分) かを確認した。作業イメージを図 2.3.18.4 に示す。

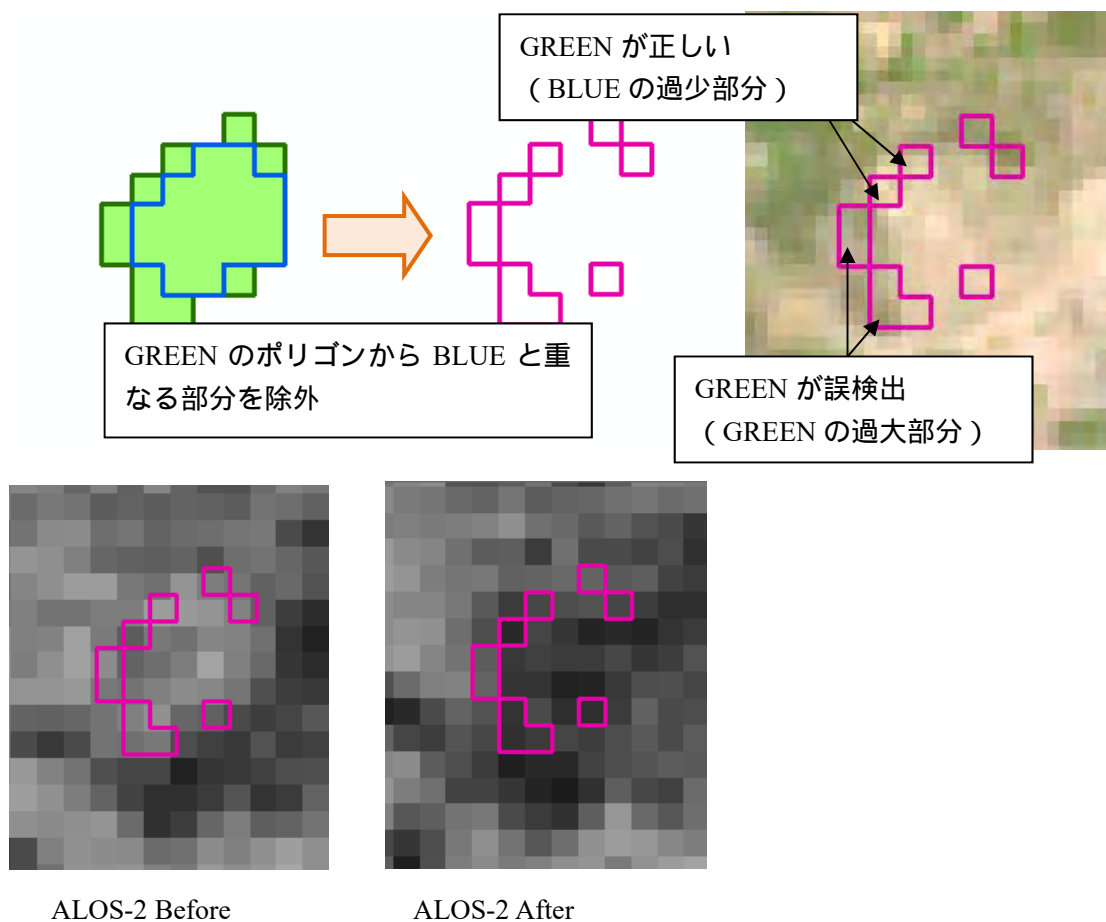


図 2.3.18.4 誤検出ポリゴンを用いた作業イメージ

BLUE の過少部分と GREEN の過大部分のポリゴンに対して、ALOS-2 の dB の平均値を算出して、散布図上にプロットした。その結果を図 2.3.18.5 に示す。

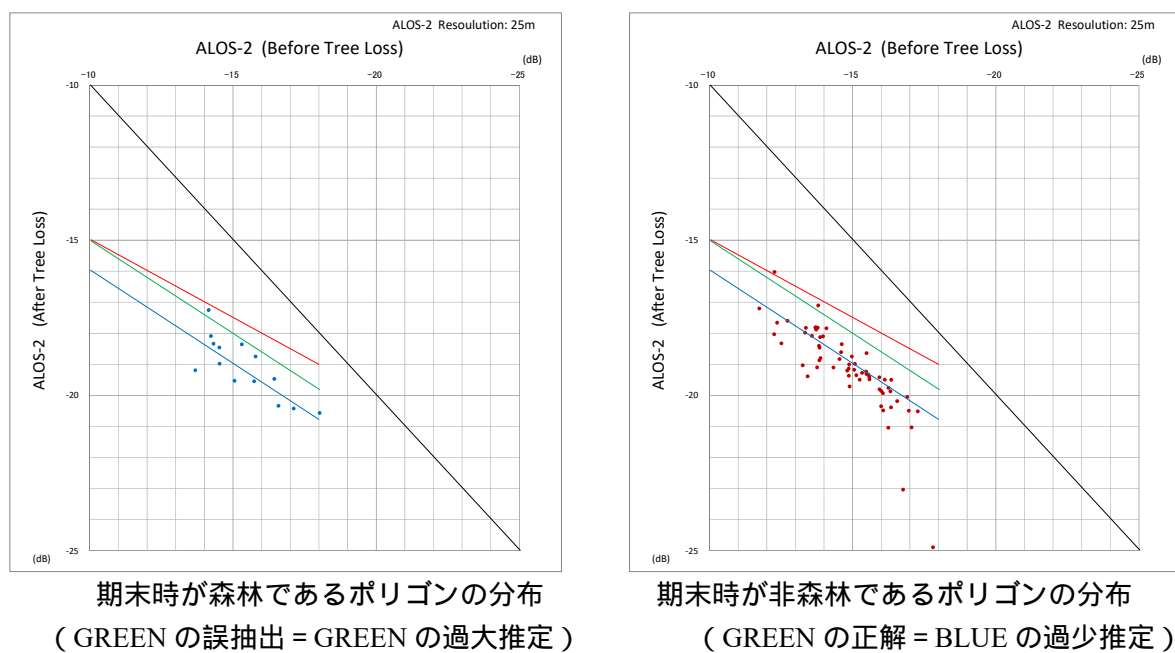


図 2.3.18.5 BLUE の過少部分と GREEN の過大部分の dB 値プロット図

これらの結果より、以下のことが確認できた。

図 2.3.18.5 の左図の GREEN の過大推定については、プロットされている点が抽出されないようにするには GREEN のラインを下げないといけないが (GREEN のラインより上にプロットがないといけない) 現状の分布では GREEN のラインを下げるとしたら、図 2.3.18.5 の左図でプロットされているほとんどの点より下にラインを持っていくこととなり、BLUE のラインよりも下げないといけないことから GREEN のラインを設定する意味がなくなるため、GREEN については改良できなかった。

一方、図 2.3.18.5 の右図の BLUE の過少推定については、プロットされている点が抽出されないといけないため、BLUE のラインを上げて、BLUE のラインよりも下にプロットがあるようにしないといけない。これについては、現状の BLUE を 0.3 ~ 0.5dB 引き上げることで、改良できると考えられる (図 2.3.18.6 参照)。

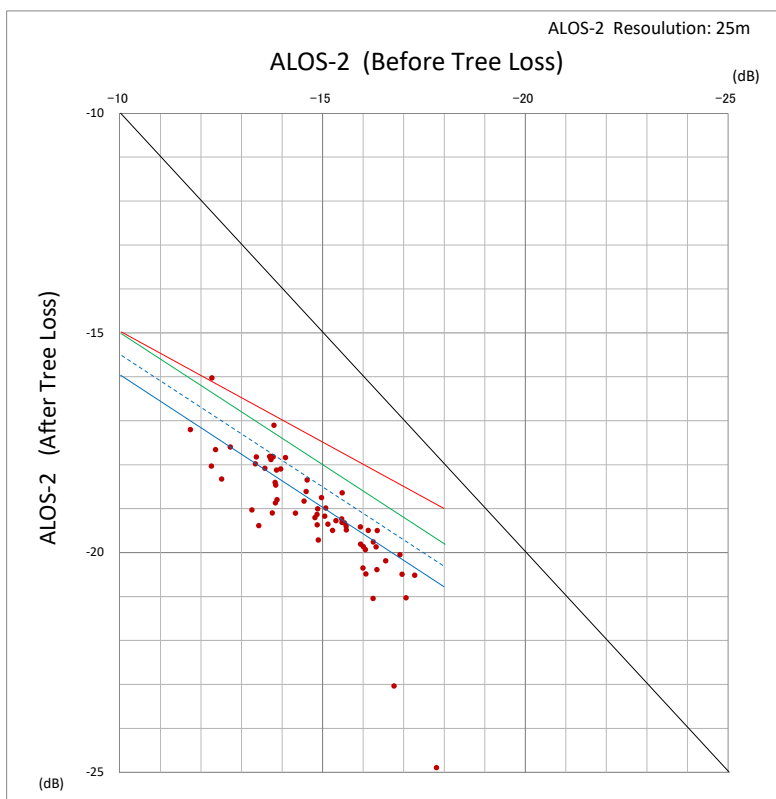


図 2.3.18.6 BLUE の改良案 (BLUE の過少推定を改善)

2.3.19 改良した閾値 BLUE+を用いた森林減少抽出結果の検討

便宜的に BLUE+と呼ぶこととした閾値において解析した結果を以下に示す。

青線が BLUE、緑線が GREEN、紫線が BLUE+ の検出エリアを示す。

図 2.3.19.1 の例は BLUE が過小となっているエリアであり、BLUE + はほぼ最適な検出となっていることがわかる。

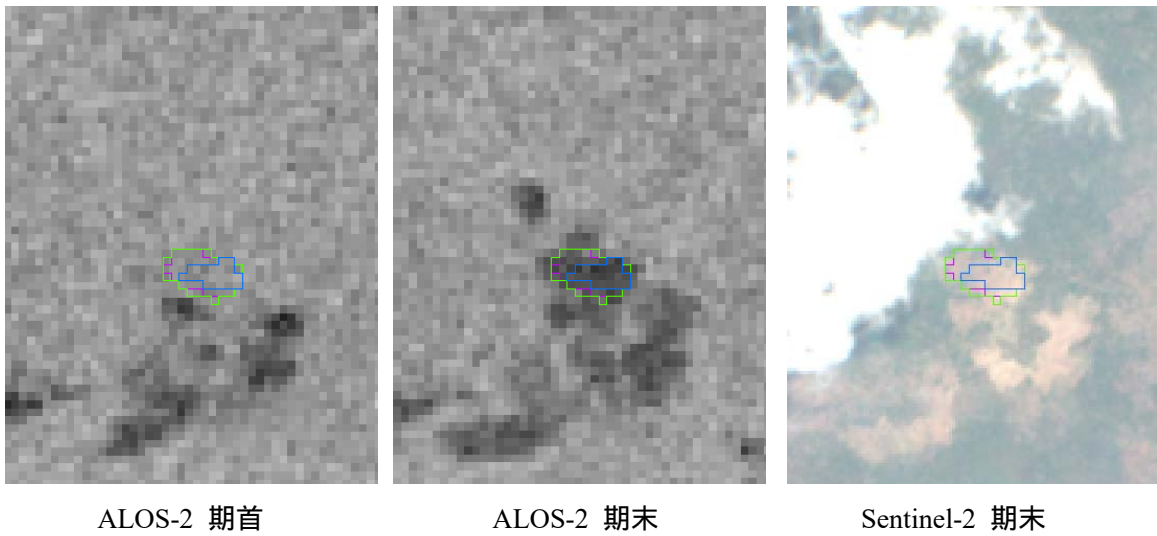


図 2.3.19.1 BLUE が過小、BLUE+がほぼ最適な例

図 2.3.19.2 の例からは BLUE と BLUE + がほとんど同じ結果であることがわかるが、1 ピクセル分の改善はみられる。逆に GREEN で過大抽出であった箇所を BLUE+は検出していない。

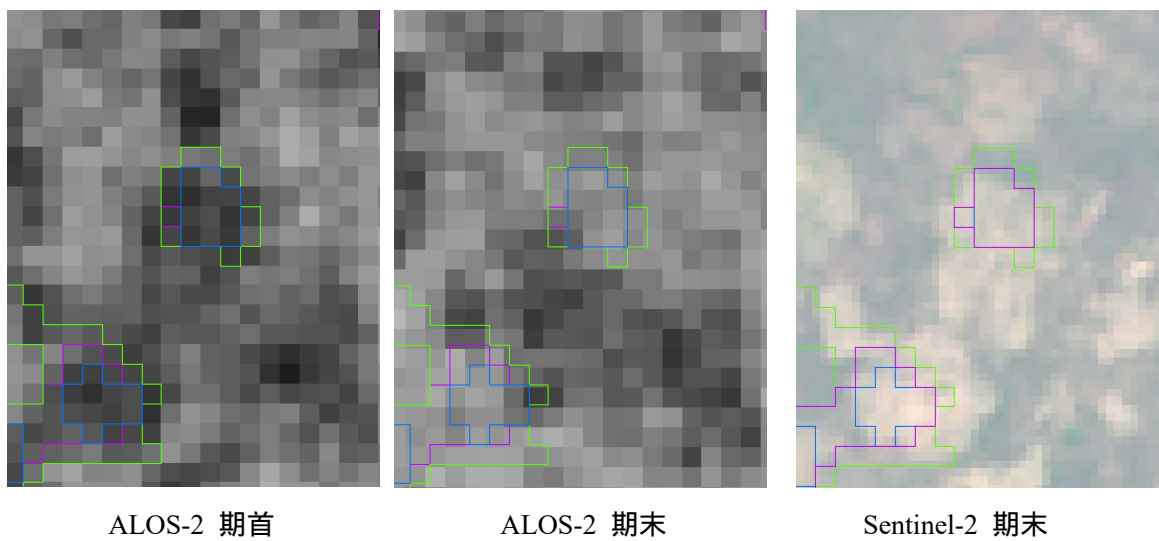


図 2.3.19.2 BLUE、BLUE+ともにほぼ同じ結果の例

図 2.3.19.3 の例から BLUE + が最適な検出結果を示していることがわかる。

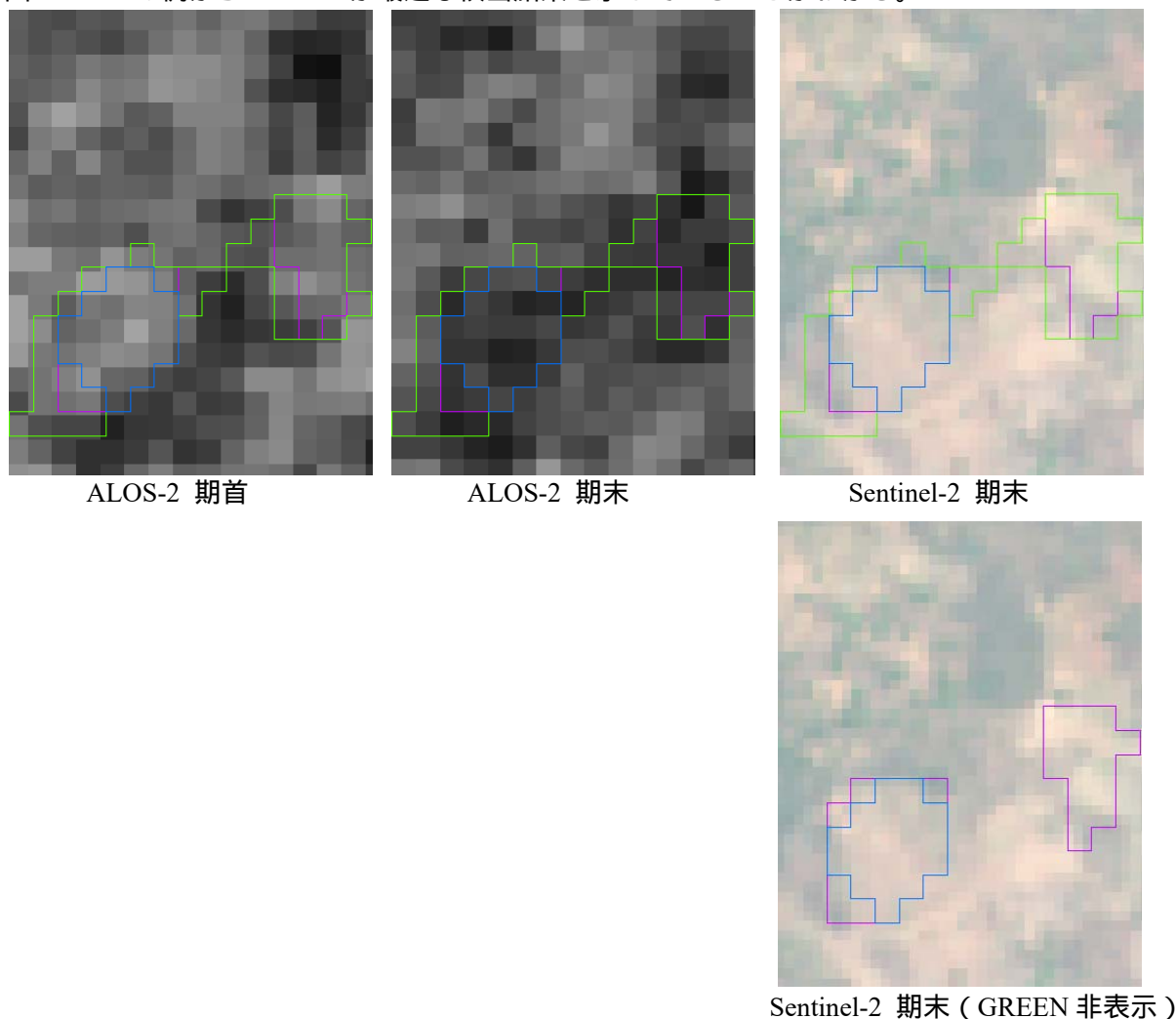


図 2.3.19.3 BLUE + が最適な例

図 2.3.19.2 の精度検証においては、GREEN と BLUE の分類精度に関する明確な差は確認できなかったが、図 2.3.19.3 の境界線解析で GREEN の過大抽出、BLUE の過小抽出が明確となり、新しい閾値である BLUE + を用いることが最適であることが確認できた。

2.3.20 水域マスクの作成および追加精度検証

2.3.17 の精度検証で確認したように、期首時点における誤分類の理由の多くが水域周辺で発生している。そこで、多時期のレーダ画像（無償公開している ALOS モザイクデータセット）を用いて、水域（常に非森林の場所も含む）マスクを作成して、沼地や湿地のような場所に分布する植生の影響を除外することが可能かどうかを検討した。それにより、森林減少として誤分類される箇所が減少することが期待される。

- マスク作成に使用したデータ
ALOS 2007, 2008, 2009, 2010 年
- 検証地域
カーボデルガド州パルマ郡周辺（湿地帯が比較的多い地域）
- 精度検証用データ
BLUE (-18dB, -19dB, -20dB)および GREEN (-18dB, -19dB, -20dB)抽出結果

(1) マスク作成手法

各時期のレーダ画像から、各画素について以下の条件を満たすものを水域マスクとした。

- ・ 3 時期：2008, 2009, 2010 年のうち、2 時期以上が水域 (-18dB 以下)
- ・ 4 時期：2007, 2008, 2009, 2010 年のうち、3 時期以上が水域 (-18dB 以下)

本解析における対象箇所例を図 2.3.20.1 で示す。

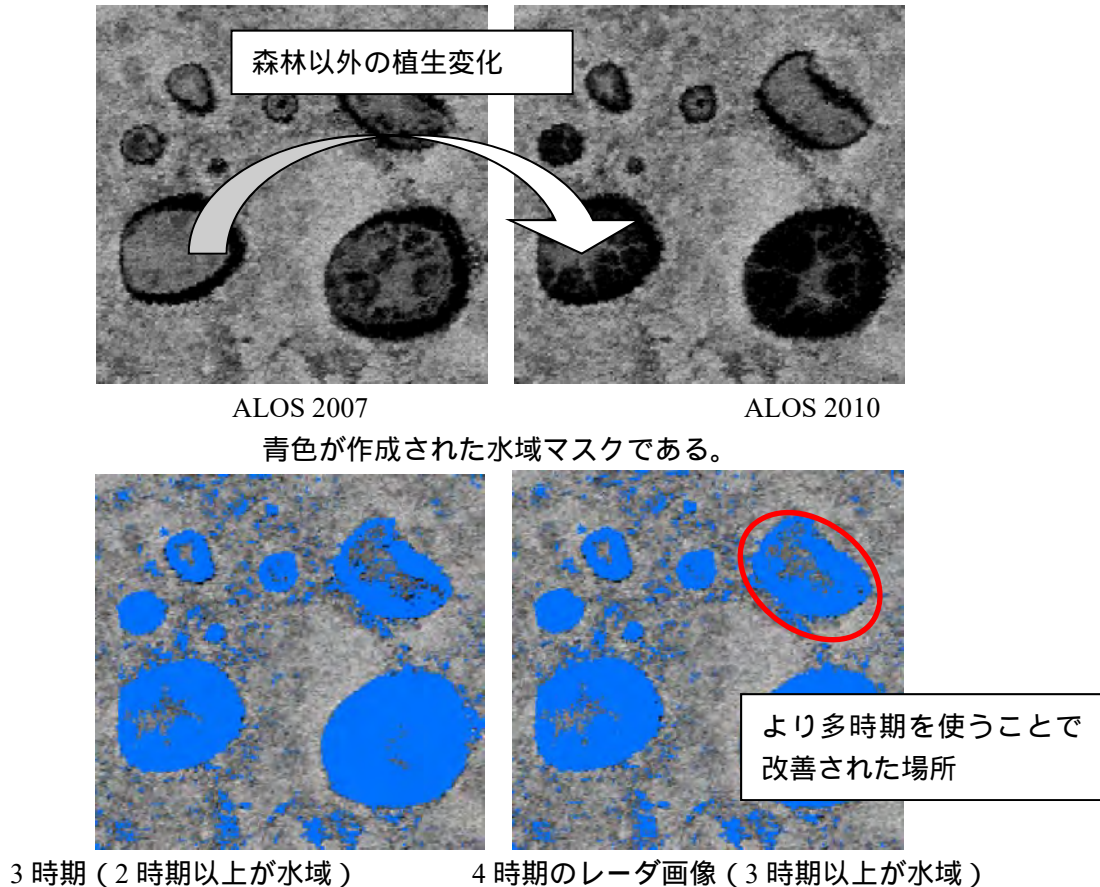


図 2.3.20.1 水域マスクの例

(2) 精度検証結果

各条件下で作成した水域マスクにより、森林減少として誤検出（期首が非森林）されていたポリゴンがどの程度除外できたかを表 2.3.20.1 にとりまとめた。

表 2.3.20.1 水域マスクを適用した場合の森林減少誤検出の除外数結果

	Blue+ (-18dB)		Blue+ (-19dB)		Blue+ (-20dB)	
	3 時期	4 時期	3 時期	4 時期	3 時期	4 時期
誤分類数	16	16	20	20	13	13
除外数	12	12	15	14	11	11
除外割合	75.0%	75.0%	75.0%	70.0%	84.6%	84.6%

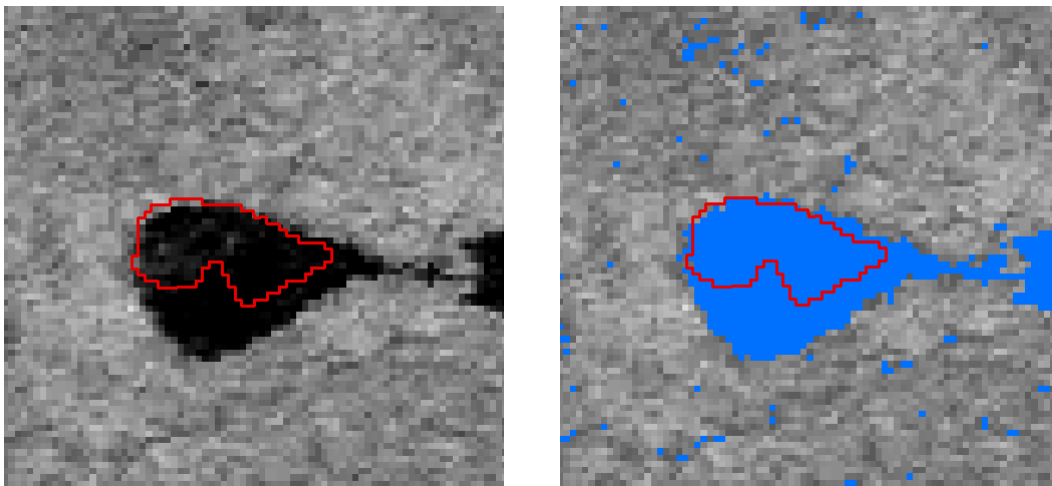
注) 本来、期首の dB 値が -20dB の方が抽出の範囲が広がるので、誤分類数も、-18dB、-19dB より多くなることが想定されたが、-18dB、-19dB、-20dB ごとにランダムに 100 ポリゴン選択されていることから、偶然 BLUE(-20dB) は水域の影響が少なかったことが考えられる。

表 2.3.20.2 総計

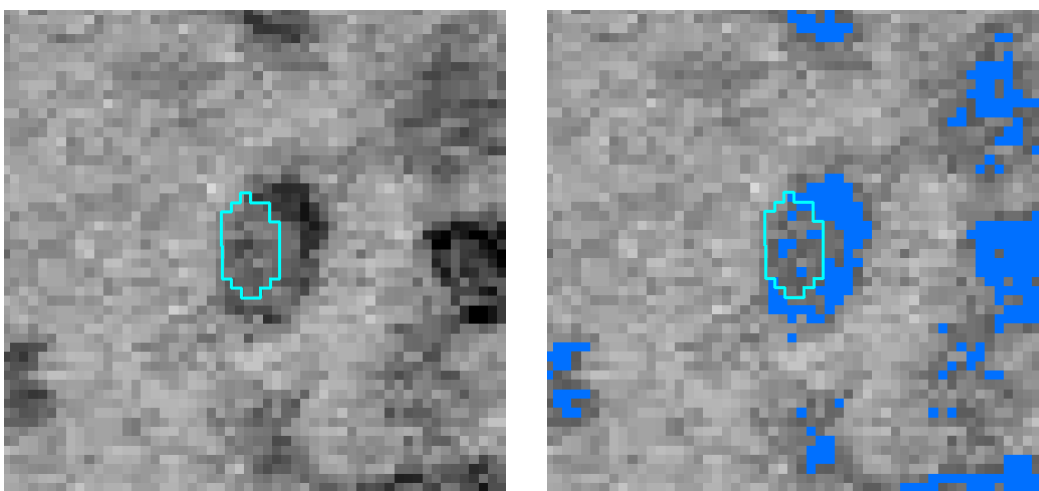
	3 時期	4 時期
誤分類数	74	74
除外数	56	52
	75.7%	70.3%

表 2.3.20.2 の総計の表より、どのマスク画像を用いても、70～75%の誤検出を除外することができた。また、マスクの種類による除外割合の違いは確認できなかった。なお、現時点で ALOS-2 の 2015 年のモザイクデータセットに問題があり、ALOS の 2007 年から 2010 年の 4 時期のデータセットしか利用できない。一方、2007 年と 2010 年を比較して森林減少を抽出したが、2007 年から 2010 年の 4 時期でマスクを作成すると、2010 年に森林減少が発生しても、2010 年の dB 値が低いことからマスクとなってしまう、森林減少として抽出不可能となる。したがって、2007 年から 2010 年での広域解析ができなくなることから、2010 年のモザイクデータセットはマスクを作成するデータからは除外することとした。これらのことから、以下の条件で水域マスクを作成した。

- ・ 3 時期：2007, 2008, 2009 年のうち、2 時期以上が水域 (-18dB 以下)



水域マスクにより誤検出を除外できる例（左：レーダ画像、右：マスク画像）



水域マスクにより誤検出を除外できない例（左：レーダ画像、右：マスク画像）

図 2.3.20.2 水域マスクにより誤検出を除外できる例と除外できない例

なお、図 2.3.20.2 で示した例は 1 ピクセルも含んだ形で表示されているが、マスクとして使用する際にはフィルタ処理を行い、微小ポリゴンを省いた形で採用する。

2.3.21 州レベルでの森林減少抽出

(1) 全国レベルでの森林減少抽出の試行とその問題点

2.3.19 で改良した閾値 BLUE+や、2.3.20 で作成した水域マスクを森林減少抽出のアルゴリズムに加え、州レベルや全国レベルで森林減少を抽出した。しかしながら、一部地域において、森林減少地が全く抽出されなかった。問題のある地域において各年の画像観測日を確認した結果、2016 年観測として公開されている画像の一部地域においては 2015 年観測の画像が使われていることが判明した。図 2.3.21.1 はある地域のレーダ画像の観測日(ALOS-2 打ち上げ開始からの通算日数)を示しているが、3 種類見られる帯状の観測パスは本来であれば 2015 年と 2016 年では異なっていなければいけないが、中央の観測パスは 2015 年も 2016 年も 420day となっており、同じ日のデータを使用していることが確認された。その為、2015 年と 2016 年で差分をとっても森林減少地が抽出されなかったと考える。恐らく 2016 年において何らかの理由で観測されなかった為、2015 年に観測された画像で補ってモザイク画像を作成していると考えられるが、少なくとも対象エリアにおいては 2015-2016 年の森林減少地を正しく抽出することはできなかった。なお、その様な対象地は全 10 州中、カーボデルガド州、ガザ州、マプト州を除く 7 州で確認された。

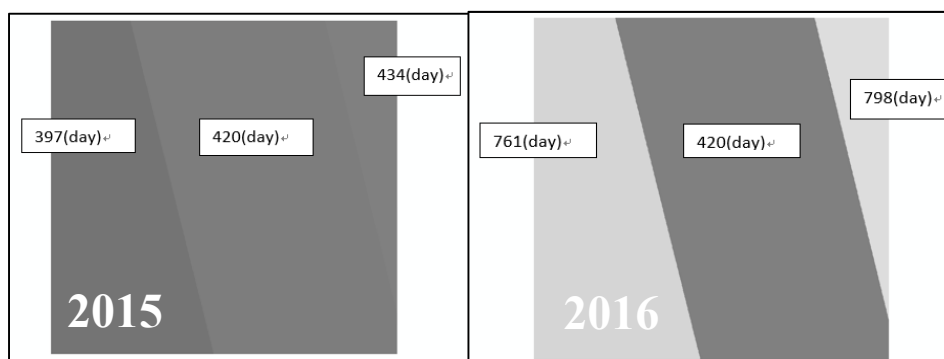


図 2.3.21.1 2015 年と 2016 年のレーダ画像の観測日の比較
(画像上の数字は、ALOS-2 打ち上げからの累積日数を示す)

(2) カーボデルガド州での森林減少抽出の試行

次に、観測日の問題が発生していないカーボデルガド州において森林減少地抽出を試みた。1 年間における森林減少地を抽出するためには、各年における観測時期が近い必要がある。ALOS-2 の基本観測計画によると、モザイク画像は 7~9 月に観測された画像とのことであるが、実際の画像観測日を確認したところ、5 月や 10 月に観測された画像が多く使用されていることが判明した。その為、州単位の様なある一定の範囲における一定期間(例:1 年間)における森林減少地を抽出することはできない。ただし、特定の地域においてある期間(例:7 か月)の森林減少地を抽出することは可能である。精度検証という観点からは Producer's Accuracy を確認する際には問題にはならないが、User's Accuracy を確認する際には適切な観測時期の参照画像を選択する必要がある。

(3) 観測年を限定した対象 2 州の森林減少抽出

これまでの結果より、2015 - 2016 年の森林減少地解析は一部地域を除いて適切に実施することが

できないことが判明した。代替手段として、ALOS/PALSAR において観測された 2007, 2008, 2009, 2010 年の画像を用いて、カーボデルガド州およびガザ州において 2008-2010 年の森林減少地の抽出およびカーボデルガド州における 2010 - 2015 年森林減少地抽出を行った。結果を表 2.3.21.1 に示す。

表 2.3.21.1 最小面積 1ha 以上の Tree loss 面積 (ha/year)

	Hansen Tree Loss	Radar Image analysis		
		-18dB	-19dB	-20dB
CD 2008-2010 年	20,883	19,521	22,568	24,370
GZ 2008-2010 年	2,572	2,856	3,606	4,031
CD 2010-2015 年	9,356	32,327	40,652	47,643

この結果を用いて、期首の dB 値を検討した。実際の画像を見る限り、-19dB や-20dB では期首の時点で非森林を解析対象として含んでしまうことから、森林減少面積が大きくなることが確認された。Hansen Tree Loss との比較結果からも期首は-18dB を採用することが妥当であると考えた。

また、表 2.3.21.2 は Tree Loss として抽出されたポリゴンと 2008 年ないしは 2010 年の森林被覆図において森林とされているエリアが重複している箇所のみ抽出した結果である。表 2.3.21.1 と表 2.3.21.2 の CD2008-2010 の結果を比較することで、dB 値を-18dB に設定しても一部非森林を抽出していることがわかる。仮に-19dB、-20dB で設定すればより多くの非森林地を抽出することから、期首時点における適切な dB 値は-18dB であることが確認された。

表 2.3.21.2 森林減少面積 (森林被覆図およびレーダ解析結果)

	森林被覆図 (ha)	レーダ解析 (ha)
		-18dB
CD 2008-2010 年	7,913	11,070
GZ 2008-2010 年	6,472	1,844
CD 2010-2015 年	9,328	16,295

森林被覆図における森林減少面積とは対象期間において森林から非森林に変化した面積を表す

以上の結果から、森林被覆図が正しく実態を捉えていると仮定したときには、レーダ解析結果は森林減少地と呼ぶには多くの非森林地(例: チケット)を含んでいることから、Hansen 同様に Tree Loss ないしは Vegetation Loss と呼ぶことが適切かと考える。将来的に全国において森林被覆図が作成された際にはレーダ解析において期首の時点で森林被覆図の森林エリアと重複する箇所を抽出することで森林減少地のみ抽出が可能となる。

なお、カーボデルガド州における 2010 - 2015 年の比較においては、いずれもレーダ解析結果は比較している Hansen や森林被覆図に比べて相当大きな値を示している。図 2.3.21.2 で示されている通り、森林減少ないしは植生現象が発生しているエリアをレーダ解析は正しく抽出しているが、Hansen Tree Loss は過小であることがわかる。原因として考えられるのは、Hansen Tree Loss は 2000 年時に森林であった箇所において Tree loss が発生した場合に抽出されるため、2001 年以降に森林域に達した箇所は抽出の対象とならないことが一因である。また、Hansen Tree Loss は同じ個所で 2 回抽出しないことから、2001 年以降に一度でも Tree Loss が起きている箇所では抽出しないため、Hansen Tree Loss の抽出域は過小傾向にある。

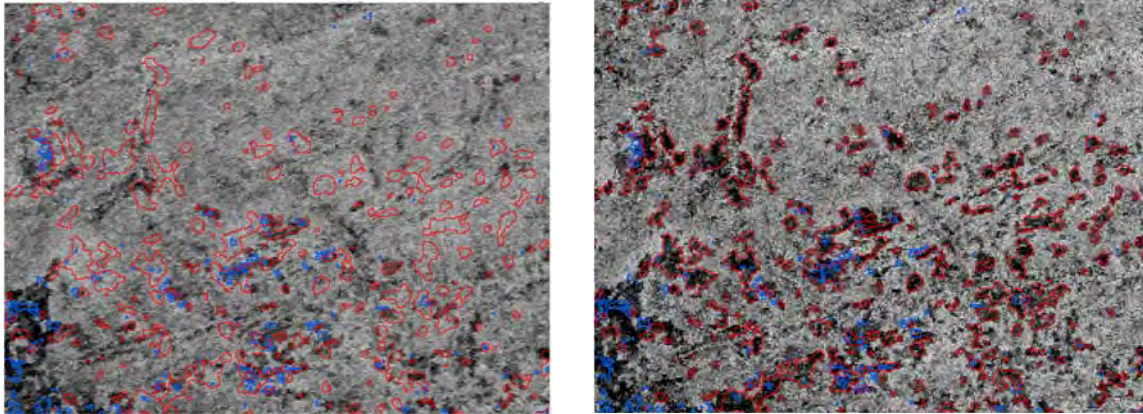


図 2.3.21.2 カーボデルガド州における 2010-2015 年比較
 (青：Hansen Tree Loss、赤：レーダ解析)

最後に、精度検証について、2.3.17 で記載している方法にて実施した Producer's Accuracy の結果を表 2.3.21.3 に示す。一部誤抽出も期首期末共に確認されたが、総合精度(期首および期末)は 96% と非常に精度が高い結果となった。

表 2.3.21.3 精度検証結果 (Producer's Accuracy)

精度検証 (%)		
期首	期末	期首 & 期末
98	98	96

2.3.22 全国レベルでの森林減少抽出

2.3.21 では、対象 2 州において州レベルでの森林減少を抽出し、州全体の森林減少面積を算出した。また、既存の森林被覆図(参照年地図)や Hansen による森林減少面積と比較して、期首が森林である閾値を -18dB と決定した。この期首の閾値と、2.3.19 で改良した Blue+ の閾値を組み合わせ、最終的な森林減少を抽出するための閾値を図 2.3.22.1 に示す赤線のように決定した。

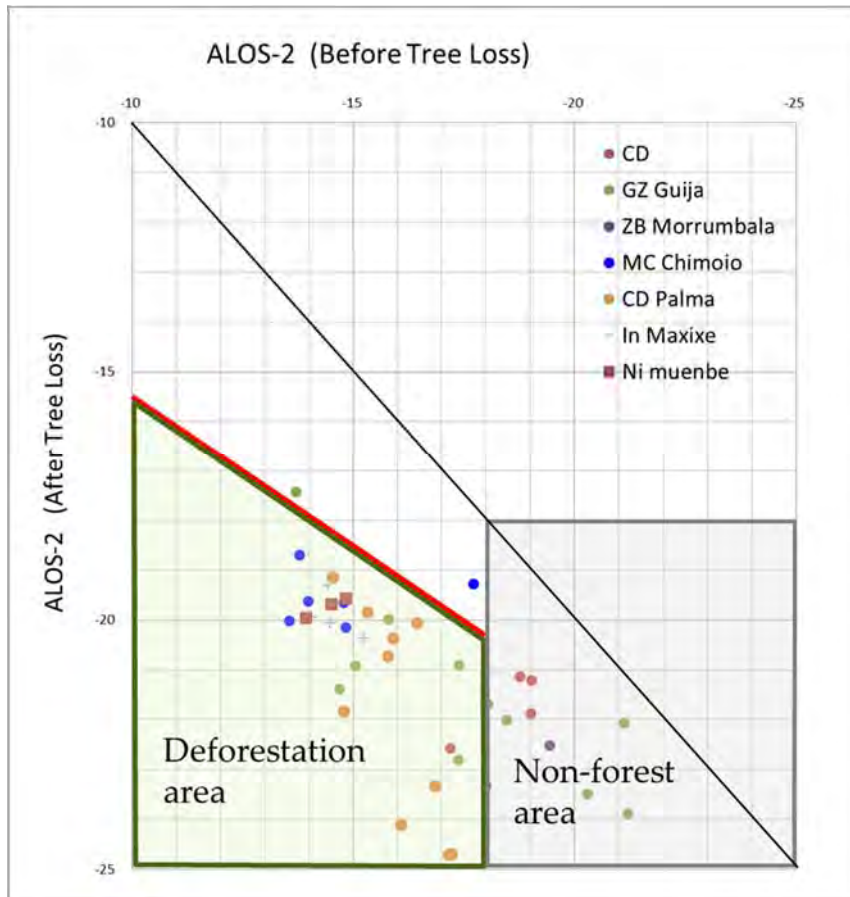


図 2.3.22.1 森林減少を抽出するための閾値（最終版）

図 2.3.22.1 には森林減少エリア（黄緑色で示す枠）と非森林エリア（灰色で示す枠）を示しており、二時期の後方散乱係数の差分が黄緑色の枠内にプロットされた場合には、その箇所は森林減少地として抽出される。一方で、灰色の枠内にプロットされた場合には、二時期の後方散乱係数の差分の大小に関わらず、期首が-18dB 以下のため非森林とみなされる。

この閾値を適用して、2008 年から 2010 年におけるモザンビーク全国の森林減少箇所を抽出し、州毎に森林減少面積を算出した。その結果を表 2.3.22.1 と図 2.3.22.2 に示す。表 2.3.22.1 に示す森林減少面積については、年単位に換算するために 2 で割っているため、図 2.3.22.2 に示す森林減少抽出箇所の合計面積については 2 倍する必要があるので注意されたい。なお、2015 年と 2016 年の間でも森林減少箇所の抽出を行ったが、2.3.21 (1) で示されたように、2016 年データに問題があるため、本報告書ではその結果は示さない。また、2.3.21 (3) で示されたように、期首の時点で非森林地（例：チケット）を含んでいる可能性があることから、数値は過大にでている可能性がある。将来的に全国において森林被覆図が作成された際にはレーダ解析において期首の時点で森林被覆図の森林エリアと重複する箇所を抽出することでより精度の高い森林減少地の抽出が可能となる。

表 2.3.22.1 全国レベルでの森林減少面積

州	森林減少箇所数	森林減少面積 (ha/year)
カーボデルガド	12,600	* 19,267
ニアッサ	10,098	21,158
ナンブラ	10,571	14,250
ザンベジア	4,425	21,037
テテ	17,345	24,765
マニカ	22,667	37,354
ソファアラ	11,415	26,413
イニャンバネ	3,947	4,488
ガザ	1,748	* 2,852
マプト	1,042	3,156
合計	95,858	174,740

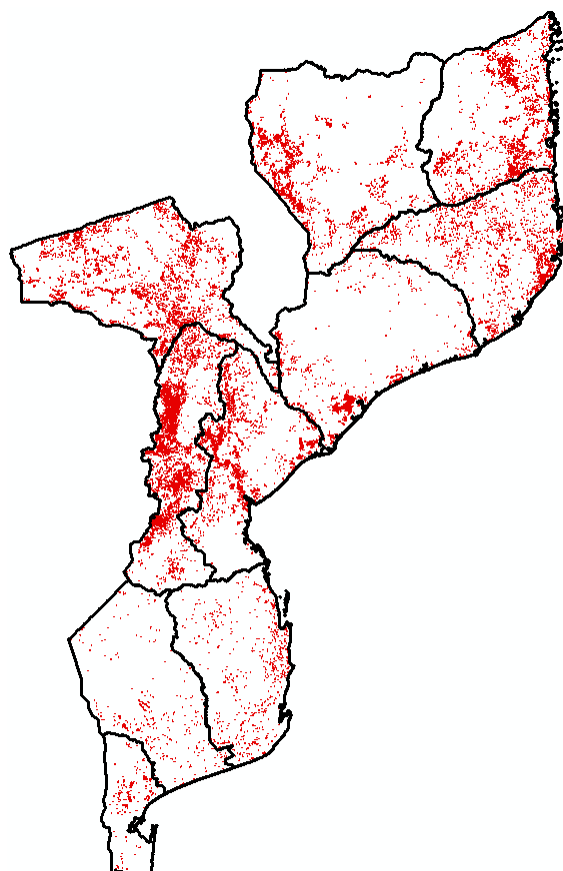


図 2.3.22.2 全国レベルでの森林減少抽出結果

* 表 2.3.21.1 の森林減少面積と微妙に異なるのは、表 2.3.21.1 の森林減少面積を算出した後に、州の境界データを最新版に更新したため、カーボデルガド州とガザ州の面積が微妙に変化したことに起因する。

2.3.23 森林減少抽出箇所の活用に向けた分析

レーダ画像解析により抽出された森林減少範囲の情報を、州 SPF の現場レベルでどのように活用していくべきかを検討するために、森林減少範囲のデータを分析した。2.3.21 でも記述したように、最新のデータ(2015年-2016年)にはデータの未観測のパスがあることから、2008年-2010年の2年間の森林減少抽出結果を使用して分析した。

(1) 森林減少面積サイズ別の把握

カーボデルガド州とガザ州の森林減少について、1.0ha から 10ha まで 1ha 刻みで森林減少面積を集計した。その結果を表 2.3.23.1 に示す。

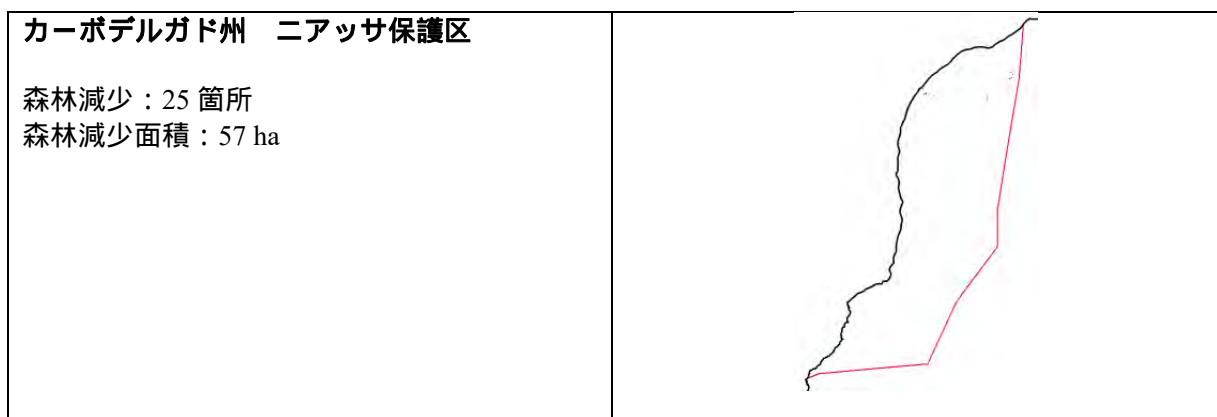
表 2.3.23.1 森林減少面積サイズ別の集計結果

森林減少面積 (ha)	カーボデルガド州		ガザ州	
	検出箇所数	総面積 (ha)	検出箇所数	総面積 (ha)
1 ~ 2	7,048	9,742	1,010	1,404
2 ~ 3	2,371	5,724	308	750
3 ~ 4	1,096	3,761	160	547
4 ~ 5	614	2,732	70	314
5 ~ 6	369	2,018	44	242
6 ~ 7	229	1,482	26	167
7 ~ 8	164	1,221	25	186
8 ~ 9	135	1,147	15	126
9 ~ 10	85	807	15	141
10 ~	489	9,897	75	1,826
州合計	12,600	38,531	1,748	5,703

表 2.3.23.1 より、焼畑のような小規模（1～2ha）の森林減少が半数以上を占めており、森林減少面積も多いことが確認できる。その一方で、大規模な森林減少（10ha以上）については森林減少の箇所数としては少ないが、森林減少の面積としては小規模農業と同等以上の面積となっていることが分かる。大規模な森林減少は、商業的農地開発や都市化、さらには鉱業開発などの要因が考えられる。このように規模別に表し、森林減少の要因と絡めて分析することで、規模と要因の両面から、対策を講じることが必要である。また、この結果は、大規模開発が違法であるかどうかの確認にも活用することができるであろう。

（2）保護区内の森林減少の把握

既存保護区における森林減少状況を確認し、モニタリングやパトロールに貢献できる情報を提供できるかどうかを検討した。カーボデルガド州とガザ州の保護区および国立公園について、森林減少箇所数と面積を集計した。その結果を図 2.3.23.1 に示す。



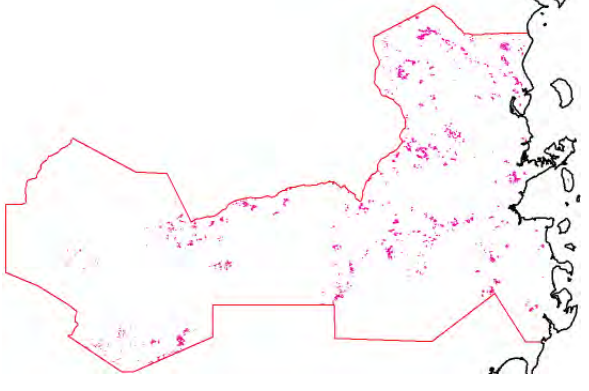
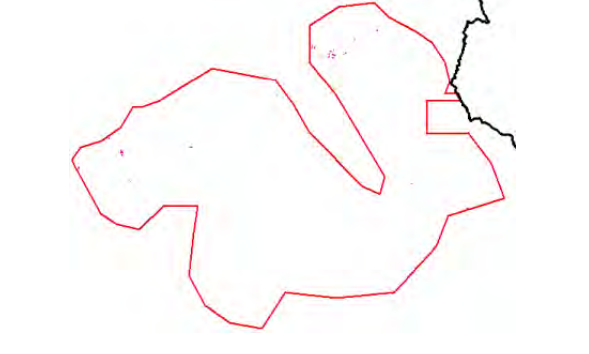

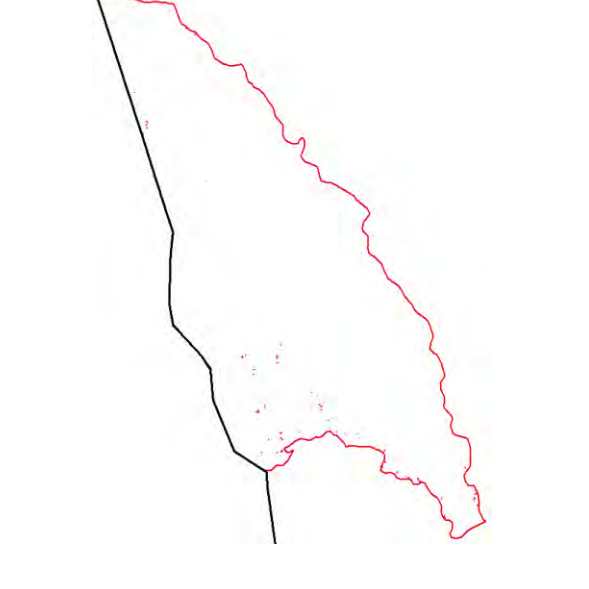
<p>カーボデルガド州 キリンバス国立公園</p> <p>森林減少：890 箇所 森林減少面積：5,766 ha</p>	
<p>ガザ州 パニーネ国立公園</p> <p>森林減少：38 箇所 森林減少面積：85 ha</p>	
<p>ガザ州 ジナーベ国立公園</p> <p>森林減少：0 箇所 森林減少面積：0 ha</p>	
<p>ガザ州 リンボボ国立公園</p> <p>森林減少：108 箇所 森林減少面積：294 ha</p>	

図 2.3.23.1 保護区・国立公園内における森林減少抽出結果

図 2.3.23.1 より、カーボデルガド州のキリンバス国立公園では、多くの森林減少が確認された。キリンバス国立公園については、国立公園内にも多くのコミュニティが存在すると思われ、コミ

ユニティの住民により小規模な農業による森林減少が発生していると推定される。このような国立公園での森林減少エリアについては、その回復に向けたアプローチを優先的に実施するなどの案が考えられる。

(3) 森林タイプ別の森林減少面積の把握

2008年の森林被覆・土地利用図とレーダ画像解析による森林減少範囲の情報を重ね合わせることで、森林減少箇所の森林タイプを把握することができる。ここでは、森林タイプ別に森林減少サイズと面積を集計した。

表 2.3.23.2 森林タイプ別の森林減少面積（カーボデルガド州）

森林減少面積 (ha)	(半)常 緑密林	(半)常 緑疎林	マングロ ーブ林	(半)落 葉密林	(半)落 葉疎林
1 ~ 2	279	122		1,915	3,137
2 ~ 3	202	63		1,070	1,794
3 ~ 4	119	45		657	1,171
4 ~ 5	124	48	4	501	871
5 ~ 6	97	22		388	835
6 ~ 7	91	19		368	486
7 ~ 8	90	8		304	240
8 ~ 9	43			288	400
9 ~ 10	47			180	238
10 ~	696	73		2,204	3,348
CD 州合計	1,787	399	4	7,875	12,519
CD 州の各森林タイプ 面積に占める割合	0.81%	0.26%	0.01%	0.49%	0.34%

表 2.3.23.3 森林タイプ別の森林減少面積（ガザ州）

森林減少面積 (ha)	(半)常 緑密林	(半)常 緑疎林	メクルー ス林	(半)落 葉密林	(半)落 葉疎林	モバネ 林
1 ~ 2	31	52	16	133	370	314
2 ~ 3	45	36	13	56	149	162
3 ~ 4	17	45	10	51	123	143
4 ~ 5	14	23		18	50	93
5 ~ 6	22	16		6	33	65
6 ~ 7	19	7		6	13	58
7 ~ 8	15	7		8	30	52

森林減少面積 (ha)	(半)常 緑密林	(半)常 緑疎林	メクル ス林	(半)落 葉密林	(半)落 葉疎林	モパネ 林
8 ~ 9	8	25		9	9	42
9 ~ 10					38	57
10 ~	51	13		125	203	869
GZ 州合計	222	223	39	413	1,017	1,855
GZ 州の各森林 タイプ面積に占 める割合	0.58%	0.21%	0.01%	0.09%	0.05%	0.17%

表 2.3.23.2 および表 2.3.23.3 より、森林減少の多くは落葉疎林に見られ、次いで落葉密林であることが確認できる。しかし、各州の森林タイプ別の面積に占める割合を見ると、常緑密林の森林減少の割合が高いことが確認された。そのため、川沿いの常緑林やカーポデルガド州北部にある常緑林についても森林減少対策をしていくことが重要である。

(4) 森林減少モニタリングエリアの把握

焼畑のような小規模な森林減少（1.0～2.0ha 程度）について、周囲 500m～1km 程度のバッファゾーンを作成した。これにより、今後、新たな森林減少（焼畑）が発生しそうな範囲を特定し、モニタリングに活用することができるかを検討するためのデータとした。バッファゾーンの作成例を図 2.3.23.2 に示す。

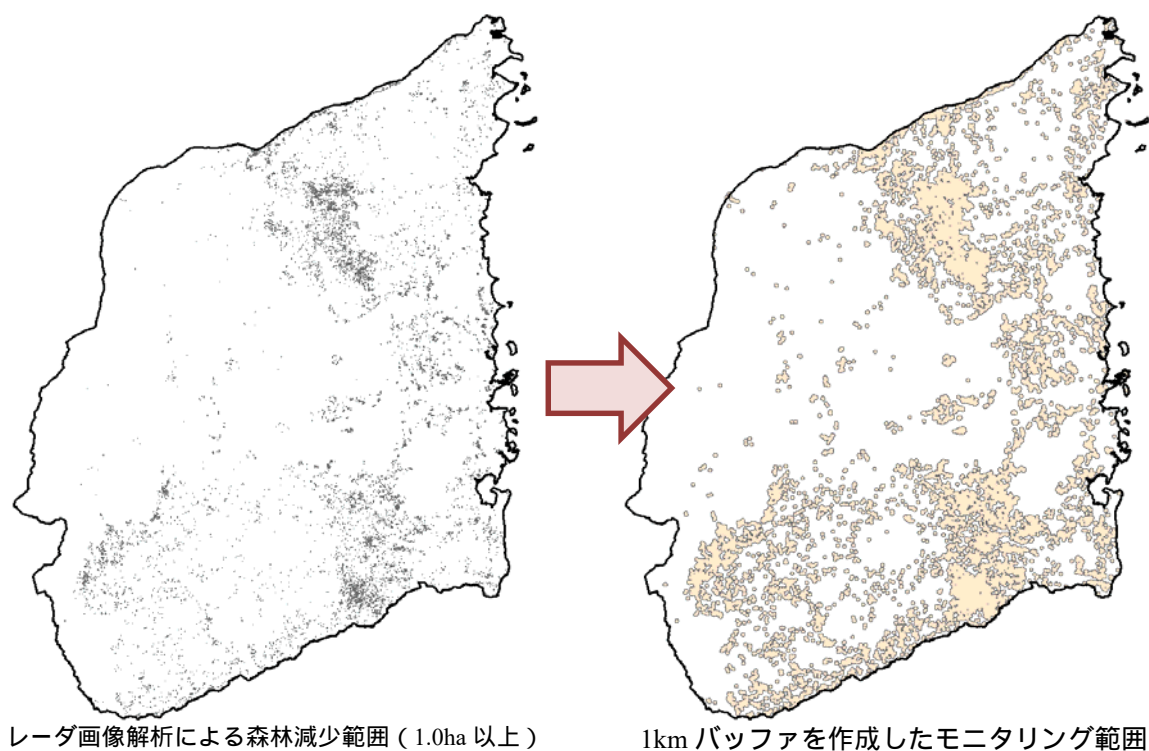


図 2.3.23.2 バッファ作成による森林減少モニタリング範囲の作成例（カーポデルガド州）

2.3.24 森林減少抽出箇所の活用のためのワークショップ

上記 2.3.23 で分析した情報を用いて、レーダ画像解析による森林減少抽出結果の活用のためのワークショップを 2018 年 2 月 9 日に開催した。DIRF 職員および日本人専門家による発表の後に、DINAF と DIRF の本部と各州からの SPF チーフによる議論が行われた。基本的には、「レーダ画像による森林減少抽出結果はとても有用な情報である」という意見であったが、一方で、「各州でこの結果を活用するためのリソース（人材、車両、インフラ（ネット環境）、資金）が不足している」という意見が多く得られた。また、「今回の解析結果を初めて知ったが、これらの解析を各州でもできるのか？各州にも技術移転してほしい」という意見も寄せられた。このレーダ画像解析は基本的には本部である DIRF で解析して、各州に結果を送付することを考えているが、時期をみながら DIRF 本部から各州にも技術移転しながら森林減少データを活用していく意識が醸成できるように望ましい。また、「各州が問題を分析し、それらの問題を解決すべき優先エリアを決めて、できるところから順番に対策・解決すれば良いのではないか」という意見や、「広報（定期的な簡易報告（ニュースレターのようなもの））を発行して森林減少を農民にも知らせたり出来ないだろうか」という意見があった。これら 2 つの意見は、今後の利活用のためにとても参考になる意見であった。

ワークショップでの SPF からの主な意見と DINAF/DIRF 側の回答を、表 2.3.24.1 にとりまとめた。

表 2.3.24.1 ワークショップでの主な意見

<p>各州の職員が、今回の結果を活用可能な技術レベルを持っているか疑問である。システムは使いやすいし、利用出来れば早く計画を立てることは可能だが、州の職員が使いこなせるかどうかの問題である。本日の会議資料は非常に良く出来ているが、現場の知識の少ない職員でも理解できるレベルのマニュアルが必要である。</p> <p>5 年間のプロジェクトでは、レーダ画像解析の基礎の理解から始まり、手法の完成に注力した。本日ようやくその結果を SPF の所長に伝えることができた。今後は現場にも結果を伝えていくことが重要である。DIRF では毎年研修を実施しており、DIRF 職員自身で解析することができる。また、同時にマニュアルも作成している。</p>
<p>解析データをどう活用するかが重要になる。全てを SPF が解析できるように DIRF が技術指導を各州に訪問して教える時間も予算も無い。DIRF から情報を提供されたら、各州が問題を分析し、それらの問題を解決すべき優先エリアをたてて対策・解決していけば良いのではないか。</p> <p>予算が潤沢ではない中で、まずできることとして、優先エリアを選定していくという方法は有効であり、現実的な活用法の 1 つであると思慮される。</p>

レーダ画像を利用することで、定期的なモニタリングが可能で、森林減少ドライバーの特定も出来るはずだ。しかし、これは SPF にとって使いやすいシステムではない。機材や人や金などの現場の状況を考えると、決していいシステムとは言えない。

会場から意見があったように、各州が問題を分析し、それらの問題を解決すべき優先エリアを決めて、できるところから順番に対策・解決していけば良いのではないか。まずは、解析データを如何に活用するのかに注力してもらいたい。

とても良いワークショップであった。しかし、この場には欠けている人がいる。ディビジョンメーカーがいない。都心部での薪や木炭の需要に対する供給圧力はガザ州にもかかっている。海外のオペレーターライセンスの問題もある。今回のようなワークショップには政治的意思決定権のある人間を呼ばなくてはいけない。木炭は使わず、ガスや電気を使うように呼び掛ける必要がある。

今回のセミナーは、まず各州の現場の職員に森林減少の結果を伝えて、どのように活用していくかを考えていくことが目的であった。したがって、これらの結果を用いて、SPF がディビジョンメーカーにこのように森林が減少していき、農業生産の増大が森林減少を引き起こしていることを説明し、焼畑対策等の重要性を理解してもらう材料に活用してもらえればと考えるところである。

木炭や薪がドライバーかもしれないが、焼畑も大きな問題だ。DINAF は各州に対してセミナーを開催して、移動耕作型農業から定着型農業などの代替農業があるかなどの方法を示すべきである。生活様式にかかる行動変化をさせるためには、国が動く必要がある。

今回の手法を用いれば、社会に警告が出来るようになると考えている。手法の有効性についての疑問の意見が出て無かったため、概ね合意してもらえていると思う。しかし、人・金・車が不足していることも理解している。それらを社会にどう知らせるかについては、レーダ画像解析結果を用いて、広報により森林減少の現状を農民に知らせたり、焼き畑情報を配布したり出来ると良い。

また、ワークショップの様子を図 2.3.24.1 に示す。



図 2.3.24.1 ワークショップの様子
 (左：参加者の集合写真、右：C/P による発表の様子)

ワークショップでの意見を踏まえて、森林減少抽出結果を活用していくためのオプションを以下のとおり整理した。

- ・レーダ画像解析による森林減少範囲だけでなく、森林被覆図や道路情報、地形の傾斜情報なども追加して、複合的な分析を行う。その分析結果から、森林減少対策を優先的に実施するエリアを選定して、まずはできるところから各州で活用していく方法が考えられる。

- ・森林減少のホットスポットの推定については、技術的にはまだ課題があり明示することは難しい。しかしながら、森林減少発生箇所にバッファを設けて、そのバッファゾーンを重点的にモニタリング・対策していくことで、焼畑のような移動耕作に起因する森林減少を抑制する方法が考えられる。

- ・ボルティン（広報誌）を活用して、住民には森林減少の現状を伝えるとともに、政策決定者にはそれを使って森林減少対策が必要であることを伝えていくことが考えられる。

以上に加えて、前節の 2.3.23 で示したような活用方法も考えられる。今後も継続して、活用方法について、検討し、実際に活用につなげていく必要がある。

2.3.25 各年次におけるレーダ画像解析研修

第 1 年次から第 4 年次でのレーダ画像解析研修終了後、および第 5 年次の本邦研修終了後に、研修の理解度および来年次の研修内容検討のため、参加者に対して研修評価のアンケートを実施した。アンケート結果については付属資料 25 参照のこと。

2.3.26 レーダ画像解析技術ガイドライン

JAXA K&C 3/4 の協定の下に入手した PALSAR 画像を利用して、レーダ画像解析技術ガイドラインを作成した。ガイドラインを作成するにあたり、レーダ画像の特徴を最大限生かせるように留意した。ALOS/PALSAR を利用した解析については、2007 年から 2010 年の 4 年分のデータが利用可能なため、3 年間の変化を解析する方法を記載した。また、ALOS-2 を利用した定期的なモニタリングの利用についても記載し、毎年の森林減少の変化を追っていく方法についても記載した。

2.4 森林インベントリー分野

2.4.1 森林インベントリー-TWGのメンバー及びTWGの実施

森林インベントリーの方法論、研修内容の決定にあたっては、森林インベントリー-TWGを設立し、検討を行った。TWGのメンバーは下記のとおりである。

表 2.4.1.1 森林インベントリー-TWGメンバーリスト

名前	所属、担当	備考
梶垣純	日本人専門家(森林インベントリー-1)	
福地大輔	日本人専門家(森林インベントリー-2)	
西尾秋祝	日本人専門家(森林インベントリー-3)	
Joaquim Macuacua	DNRI 部長	プロジェクトマネージャー
Tomás Luís Sande*	DNRI 職員	TWG コーディネーター
Isaac Omar*	DNRI 職員	TWG コーディネーター
Castelo Banze*	DNRI 職員	TWG コーディネーター
Oswaldo Manso	森林部職員	
Fabião Penicela	測量部職員	
Fatima Kanji	コミュニティ管理部職員	

TWGの開催日ならびに検討内容は下記のとおりである。

表 2.4.1.2 森林インベントリー-TWGの開催状況

TWG	開催日	TWGでの検討事項
第1回	2013年6月11日	森林インベントリーにおけるプロット形状とサイズ 森林インベントリー研修計画 固定プロット
第2回	2013年11月8日	森林インベントリー研修(1年次)実施の評価 プレインベントリー調査(2年次)の計画
第3回	2013年11月17日	森林インベントリーにおけるプロット形状とサイズ 森林インベントリー再委託先候補の確認
第4回	2014年7月9日	森林インベントリー研修(2年次)実施の評価 プレインベントリー調査(2年次)の計画
第5回	2014年10月1日	プレインベントリーの進捗状況 森林インベントリーガイドライン
第6回	2015年2月	森林インベントリーガイドライン 森林インベントリー再委託候補 3年次の活動計画

2.4.2 森林インベントリー調査手法の設計に係る成果

(1) 試験的調査

インベントリー研修、ガイドライン作成、プレインベントリー等のために、1年次に試験的調査として行った簡易プロット調査(20m×25m)の結果を表2.4.2.1に掲げる。

表 2.4.2.1 インベントリー設計のための試験的調査結果

調査期間：2013年5月15日～6月5日

プロット No.	森林タイプ	州	GPS 座標		5cm =< DBH < 10 cm			10cm =< DBH		
			緯度	経度	平均DBH cm	平均樹高 m	ha 当り立 木本数	平均DBH cm	平均樹高 m	ha 当り立 木本数
TP-1	落葉疎林	カーボデルガド	S 13 ° 10' 11.1"	E 40 ° 26' 56.4"	8	5.2	260	19	7.1	260
TP-2	常緑閉鎖林	カーボデルガド	S 13 ° 13' 23.4"	E 40 ° 26' 15.0"	7	5.7	5380	13	8	5050
TP-3	ミオンボ閉鎖林	カーボデルガド	S 12 ° 50' 40.6"	E 39 ° 41' 31.5"	6	5.6	1120	16	10.8	380
TP-4	若齢ミオンボ閉鎖林	カーボデルガド	S 13 ° 00' 15.5"	E 38 ° 59' 26.1"	6	5	1120	13	10.2	160
TP-5	ミオンボ疎林	カーボデルガド	S 12 ° 51' 13.2"	E 39 ° 08' 40.3"	7	5.6	240	23	10.3	360
TP-6	疎林	カーボデルガド	S 12 ° 50' 03.0"	E 39 ° 09' 11.3"	6	3.7	240	15	6.2	160
TP-7	ミオンボ疎林	カーボデルガド	S 12 ° 50' 36.5"	E 39 ° 09' 03.1"	7	6.2	240	14	8	380
TP-8	ミオンボ疎林	カーボデルガド	S 12 ° 48' 57.2"	E 39 ° 09' 25.4"	6	5.4	240	20	10.9	300
TP-9	ミオンボ疎林	カーボデルガド	S 12 ° 49' 05.8"	E 39 ° 10' 17.0"	6	4.8	360	15	7.5	320
TP-10	ミオンボ疎林	カーボデルガド	S 12 ° 00' 25.8"	E 39 ° 14' 38.5"	7	6.6	720	19	8.8	380
TP-11	ミオンボ疎林	カーボデルガド	S 11 ° 15' 17.0"	E 39 ° 16' 47.7"	7	5.3	320	16	9.6	380
TP-12	ミオンボ疎林	カーボデルガド	S 11 ° 15' 12.3"	E 39 ° 16' 48.2"	7	5.5	320	15	7.5	340
TP-13	半落葉閉鎖林	カーボデルガド	S 12 ° 42' 42.3"	E 40 ° 25' 35.5"	7	6.2	320	38	12.8	400
TP-14	落葉灌木閉鎖植生	ガザ	S 25 ° 02' 22.6"	E 33 ° 10' 24.6"	6	5.2	1680	13	6.6	160

プロット No.	森林タイプ	州	GPS 座標		5cm =< DBH < 10 cm			10cm =< DBH		
			緯度	経度	平均 DBH cm	平均樹高 m	ha 当り立 木本数	平均 DBH cm	平均樹高 m	ha 当り立 木本数
TP-15	落葉疎林	ガザ	S 23 ° 57' 28.1"	E 32 ° 46' 09.6"	7	5.4	400	16	6.9	240
TP-16	灌木閉鎖植生	ガザ	S 23 ° 55' 08.5"	E 32 ° 39' 50.8"	7	4.5	880	13	5.8	200
TP-17	落葉疎林	ガザ	S 23 ° 55' 55.4"	E 32 ° 53' 35.9"	6	5	360	18	7.7	180
TP-18	モパネ閉鎖林	ガザ	S 23 ° 10' 18.9"	E 32 ° 27' 23.0"	6	4.6	3240	0	0	0
TP-19	落葉疎林	ガザ	S 24 ° 05' 16.2"	E 32 ° 15' 05.6"	7	4.5	120	25	8.8	60
TP-20	モパネ疎林	ガザ	S 23 ° 30' 37.6"	E 31 ° 53' 36.0"	7	5.3	320	20	8.3	340
TP-21	モパネ閉鎖林	ガザ	S 23 ° 31' 26.2"	E 31 ° 54' 31.1"	7	5	520	22	10	400
TP-22	モパネ疎林	ガザ	S 23 ° 46' 59.8"	E 31 ° 56' 46.2"	6	4.2	960	14	6.3	280
TP-23	モパネ疎林	ガザ	S 23 ° 49' 18.7" (*1)	E 32 ° 06' 55.9" (*1)	7	5.9	800	14	7.8	280

注) プロットサイズ: 20m × 25m (500m²)

(*1) 精度は低い

(2) プレインベントリー

第3年次に予定するインベントリーに先立ち、第2年次に旧 DNRI 及び旧 SPFFB 職員による調査チームを結成し、ガザ州及びカーボデルガド州でプレインベントリーを行った。森林タイプ別に ha 当たり炭素換算 AGB 重量について数値の分布をみると、メクルース、モパネ、マングローブについてはそれぞれ数値の大きさが異なるうえ、いずれも数値の分散が小さく、層化により AGB 推定精度の向上に寄与する可能性が示唆された。落葉樹林、常緑樹林についてはともに数値の分散が大きく層化における効果は不明であるが、疎密度で細分することにより層化の効果が得られた。プレインベントリーにより得られた結果を以下に示す。

表 2.4.2.2 ブレインベントリ調査地点の位置情報

番号	クラスターID	州	ディストリクト	プロット No.1 の状況							1クラスター内で調査したプロット数	調査日 (日/月/年)
				緯度	経度	傾斜 (°)	磁気偏差 (°)	森林タイプ	疎密度			
1	GZ-D2	ガザ	シグボ	S 23° 57' 10.0	E 033° 04' 7.9"	0.0	-16.93 (W)	落葉樹林	疎	2	3/9/2014	
2	GZ-D3-1	ガザ	シグボ	S 23° 33' 23.8"	E 033° 22' 24.6"		-16.47 (W)	落葉樹林	密	4	4/9/2014	
3	GZ-Me1	ガザ	マンジヤ カゼ	UTM597000	UTM7307005		-17.89 (W)	メクルース	密	1	26/8/2014	
4	GZ-Me2-2	ガザ	マンジヤ カゼ	UTM592812	UTM7309533	2.0	-17.82 (W)	メクルース	密	1	27/8/2014	
5	GZ-Me3-2	ガザ	マンジヤ カゼ	S 24° 17' 03.4"	E 033° 53' 01.8"		-17.75 (W)	メクルース	密	1	28/8/2014	
6	GZ-Mo4	ガザ	マシンジ ール	S 23° 44' 59.3"	E 031° 51' 07.1"	1.0	-16.16 (W)	モパネ	疎	1	1/9/2014	
7	GZ-Mo5	ガザ	マシンジ ール	S 23° 44' 59.9"	E 031° 52' 53.1"	0.0	-16.17 (W)	モパネ	疎	2	2/9/2014	
8	GZ-Mo7-1	ガザ	マバラネ マバラネ	S23° 24' 46.4"	E 032° 28' 02.4"	1.0	-15.9 (W)	モパネ	密	1	30/8/2014	

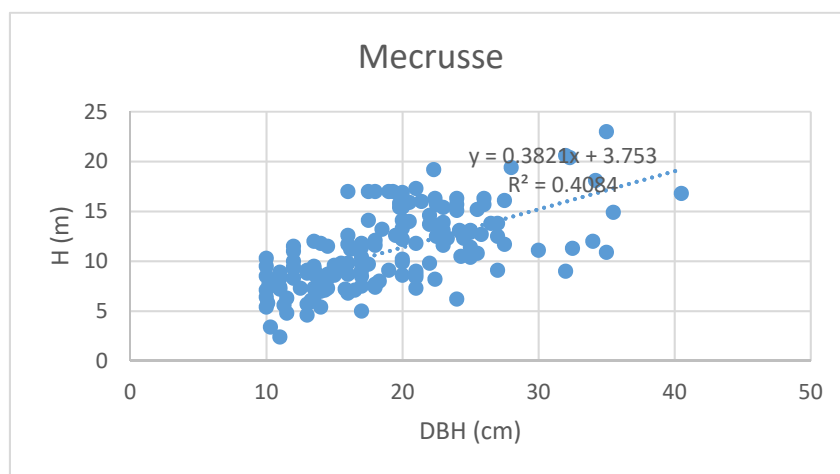
番号	クラスターID	州	ディストリクト	プロット No.1 の状況							1クラスター内で調査したプロット数	調査日 (日/月/年)
				緯度	経度	傾斜 (°)	磁気偏差 (°)	森林タイプ	疎密度			
9	CD-D3-1	カーボ・デルガド	シウレ	S 13° 23' 45.6"	E 040° 14' 27.2"	12.0	-6.79 (W)	落葉樹林	疎	3	20/9/2014	
10	CD-D4-1	カーボ・デルガド	シウレ	S 13° 24' 35.9"	E 040° 19' 19.0"	5.0	-6.82 (W)	落葉樹林	密	2	22/9/2014	
11	CD-E1	カーボ・デルガド	パルマ	S 10° 47' 23.7"	E 040° 11' 53.5"	1.0	-4.7 (W)	常緑樹林	密	2	17/9/2014	
12	CD-E3-2	カーボ・デルガド	パルマ	S 10° 49' 33.8"	E 040° 19' 25.9"	17.0	-4.77 (W)	常緑樹林	密	2	16/9/2014	
13	CD-E4-1	カーボ・デルガド	パルマ	S 10° 52' 19.1"	E 040° 01' 17.6"	4.0	-4.7 (W)	混交林	密	2	18/9/2014	
14	CD-Ma-1	カーボ・デルガド	パルマ	S 10° 35' 23.2"	E 040° 27' 45.1"	2.0	-5.0 (W)	マングローブ	密	1	15/9/2014	
15	CD-Ma-2	カーボ・デルガド	パルマ	S 10° 35' 23.0"	E 040° 28' 17.9"	1.0	-4.64 (W)	マングローブ	密	1	15/9/2014	
16	CD-Ma-4	カーボ・デルガド	メトウー ジ	S 13° 04' 26.9"	E 040° 28' 54.1"		-6.58 (W)	マングローブ	疎	1	13/9/2014	
17	CD-Ma-7	カーボ・デルガド	メトウー ジ	S 12° 54' 16.1"	E 040° 24' 56.9"	0.0	-6.43 (W)	マングローブ	密	1	12/9/2014	

表 2.4.2.3 森林タイプ別にみた生立木の DBH 及び樹高

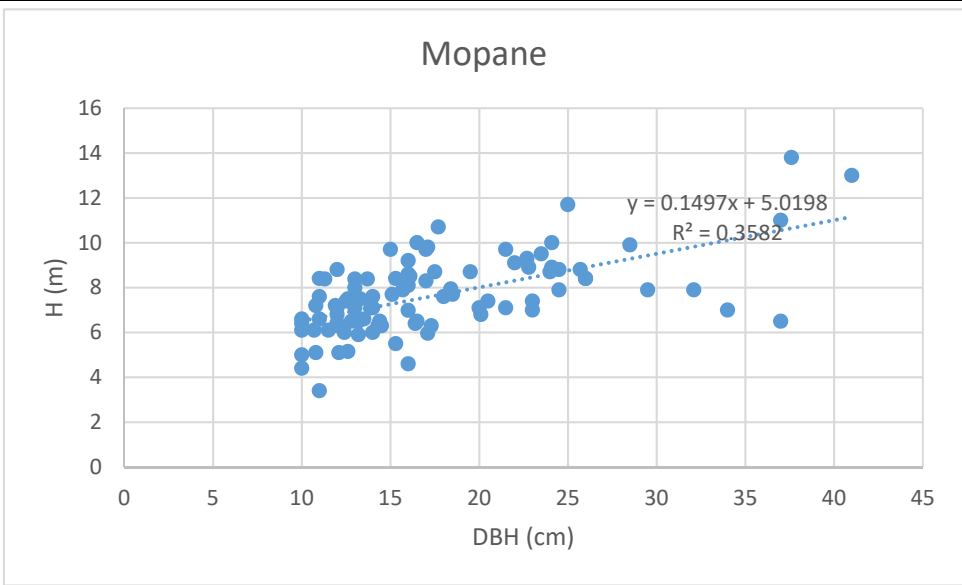
森林タイプ	5=<DBH<10cm			10cm=<DBH			
	DBH	樹高		DBH		Height	
	平均** (cm)	平均** (m)	最大 (m)	平均** (cm)	最大 (cm)	平均** (m)	最大 (m)
メクルース	7	6	11	19	41	11	23
モパネ	7	4	7	18	41	8	14
落葉樹林	7	5	10	17	10	7	17
常緑j 樹林*	6	5	9	18	37	9	16
マングローブ	7	4	8	15	44	6	9

注：

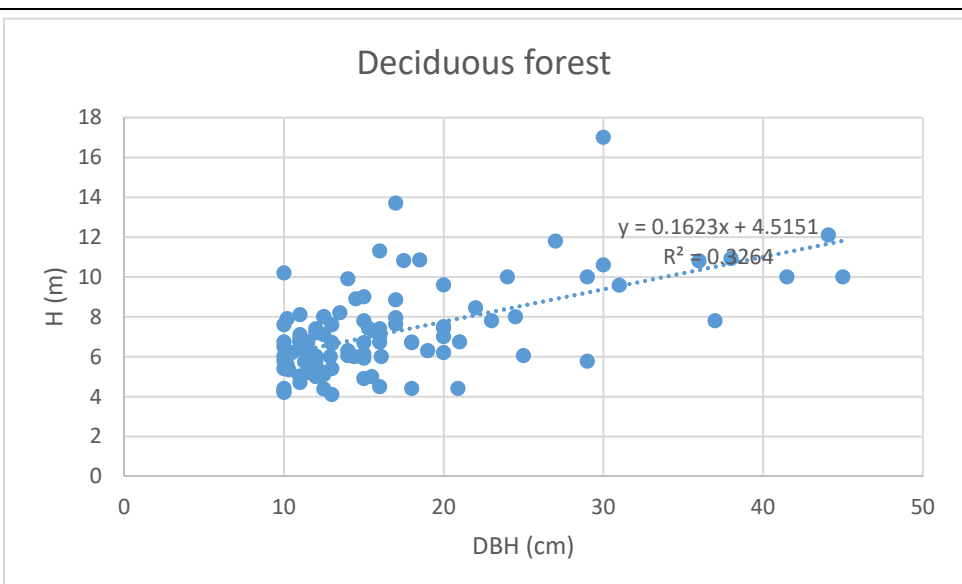
- 1) 各クラスターのプロット No1 について集計。プロット面積：0.1ha (20m × 50m)
- 2) プロット数： メクルース 3 プロット、モパネ 3 プロット、落葉樹林 4 プロット、常緑樹林 3 プロット、マングローブ林 4 プロット
- 3) *混交林を含む。
- 4) **全プロットの生立木合計の平均値



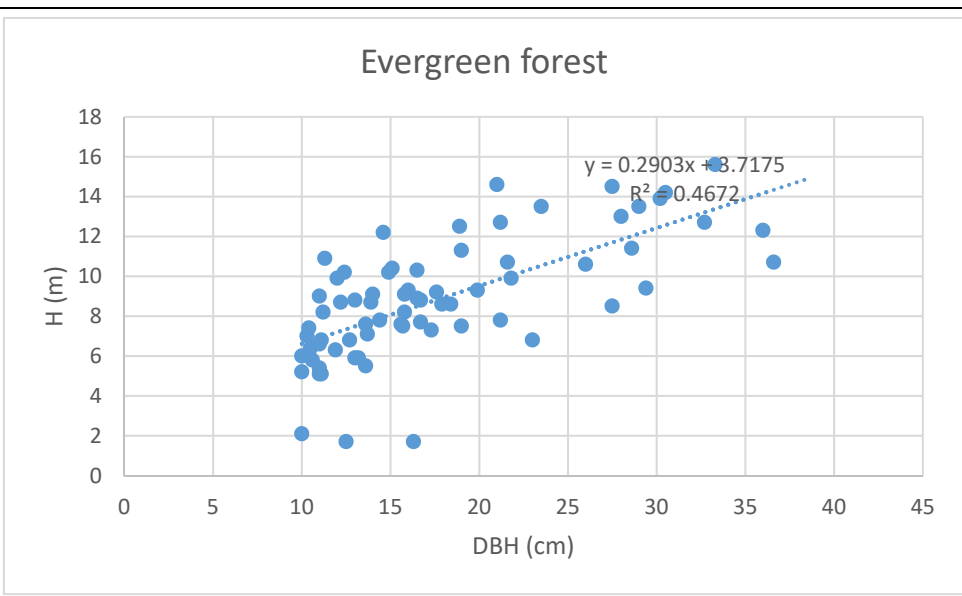
メクルース林
内生立木の
DBH と樹高
(H)の関係



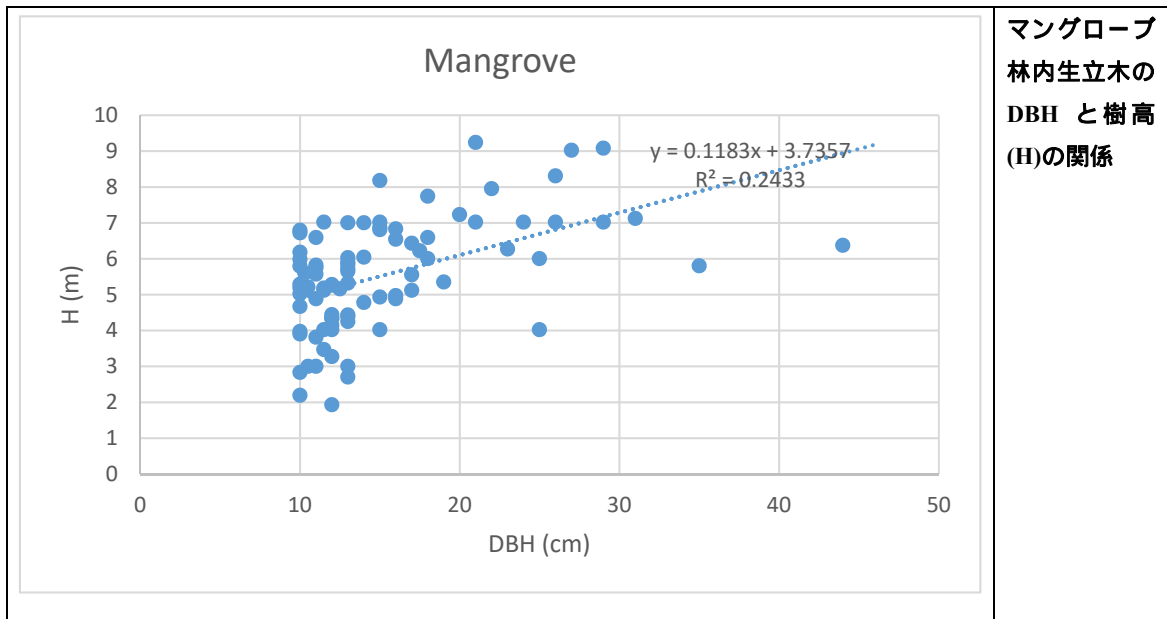
モパネ林内生
立木の DBH
と樹高(H)の
関係



落葉樹林内生
立木の DBH
と樹高(H)の
関係



常緑樹林(混
交林を含む)
内生立木の
DBH と樹高
(H)の関係



マングローブ
林内生立木の
DBH と樹高
(H)の関係

図 2.4.2.1 各森林タイプの林内生立木の DBH と樹高(H)の関係

表 2.4.2.4 森林タイプ別 ha 当り立木本数

森林タイプ	5≦DBH<10cm	10cm≦DBH	計
メクルース	533	593	1,126
モパネ	547	330	877
落葉樹林	700	295	995
常緑樹林*	573	357	930
マングローブ	1,080	473	1,553
全森林タイプ	3,433	2,048	5,481

注：

- 1) 各クラスターのプロット No1 について集計。プロット面積：0.1ha (20m × 50m)
- 2) プロット数：メクルース 3 プロット、モパネ 3 プロット、落葉樹林 4 プロット、常緑樹林 3 プロット、マングローブ林 4 プロット
- 3) *混交林を含む。

表 2.4.2.5 森林タイプ別の ha 当り炭素換算 AGB 重量

森林タイプ	平均	標準偏差	変動係数
	C-t/ha	C-t/ha	%
メクルース	46.85	2.09	4
モパネ	25.61	3.36	13
落葉樹林	21.29	14.54	68
常緑樹林*	23.10	13.01	56
マングローブ	4.54	3.29	73
全森林タイプ	22.94	16.08	70

注：

- 1) 各クラスターのプロット No1 について集計。プロット面積：0.1ha (20m × 50m)
- 2) プロット数：メクルース 3 プロット、モパネ 3 プロット、落葉樹林 4 プロット、常緑樹林 3 プロット、マングローブ林 4 プロット
- 3) *混交林を含む。
- 4) AGB は、根株、倒木、リターを除く。

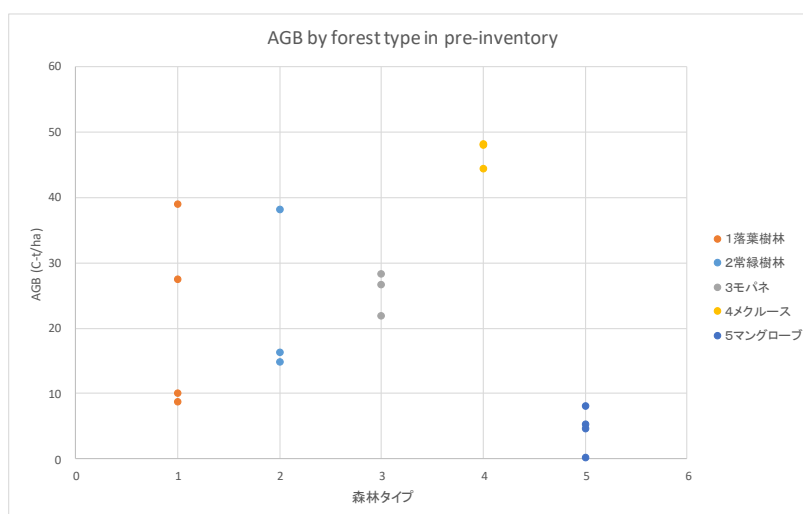


図 2.4.2.2 森林タイプ別の ha 当り炭素換算 AGB 重量 (C-t/ha) の分布

2.4.3 森林インベントリー調査の実施

(1) 森林インベントリー現地再委託業務の監督

第3年次に現地再委託先の Traforest は 2015 年 7 月からガザ州におけるインベントリー調査を開始した。これに伴い本プロジェクトチームは再委託業務の監督を実施した。なお、付属資料 26 に示された監督業務は日本人専門家が同行した期間だけのものであり、2015 年 7 月 15 日から 8 月上旬までは、日本人専門家の同行なしで DNRI とガザの SPFFB のスタッフのみによる監督業務が行われた。

第4年次は現地再委託先の Traforest は 2016 年 5 月からカーボデルガド州におけるインベントリー調査を開始した。これに伴い本プロジェクトチームは再委託業務の監督を実施した。業務の監

督の詳細は付属資料 26 に示されている。

(2) 森林インベントリー現地再委託業務の結果

1) インベントリー実施クラスター

ガザ州

第 3 年次にガザ州において現地再委託により森林インベントリー調査を実施した。同州内リンボポ国立公園内に位置するクラスターでは、プロットの位置を示す金属杭を設置し、測定木には金属タグによるラベリングを行った。インベントリーを実施したクラスター数について、森林区分（森林被覆図の区分）別、リンボポ国立公園の内外別、優先・予備別に整理すると表 2.4.3.1 のようになる。インベントリーの計画クラスター数 206 に対し、実施したクラスター数は 205 であり、計画数の 99%以上が達成された。また森林タイプ別に実施数をみても計画数と大差はなく、計画したクラスター数は概ね満たされた結果となった。実施したクラスター数 205 のうち、優先クラスターにアクセスできずに予備クラスターで代替したのは 34 クラスターで 17%となり、妥当な範囲と思われる。森林タイプ別に予備クラスターを使用した割合をみると、常緑疎林と落葉疎林がともに 21%で最も大きく、次いで常緑密林 20%であった。

表 2.4.3.1 ガザ州で森林インベントリー調査を実施したクラスターの内訳（クラスター数）

森林区分コード*	リンボポ国立公園外			リンボポ国立公園内			計			
	優先クラスター	予備クラスター	小計	優先クラスター	予備クラスター	小計	優先クラスター	予備クラスター	合計	計画数
11	2	1	3	2	0	2	4	1	5	5
12	9	2	11	2	1	3	11	3	14	16
13	26	3	29	2	1	3	28	4	32	35
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	18	3	21	0	0	0	18	3	21	21
22	65	17	82	12	4	16	77	21	98	94
23	29	2	31	4	0	4	33	2	35	35
計	149	28	177	22	6	28	171	34	205	206

注 1) * コード 11：常緑密林、12：常緑疎林、13：メクルース林、14：マングローブ林、21：落葉密林（ミオンボ林含む）、22：落葉疎林（ミオンボ林含む）、23：モパネ林

注 2) 森林被覆図の森林は、樹冠疎密度 10%以上を対象とする。

カーボデルガド州

第 4 年次にカーボデルガド州において現地再委託により森林インベントリー調査を実施した。同州内キリンバス国立公園内に位置するクラスターでは、プロットの位置を示す金属杭を設置し、測定木には金属タグによるラベリングを行った。インベントリーを実施したクラスター数について、森林区分（森林被覆図の区分）別、キリンバス国立公園の内外別、優先・予備別に整理すると表 2.4.3.2 のようになる。インベントリーの計画クラスター数 274 に対し、実施したクラスター数は 272 であり、計画数の 99%が達成された。また森林タイプ別に実施数をみても計画数とほぼ一致しており、計画したクラスター数はほぼ満たされた結果となった。実施したクラスター数 272 のうち、優先クラスターにアクセスできずに予備クラスターで代替したのは 45 クラスターで 17%となり、妥当な範囲と思われる。森林タイプ別に予備クラスターを使用した割合をみるとマングローブ林が 29%で最も大きく、次いで落葉疎林 21%であり、マングローブ林におけるアクセ

スの困難さが伺える。

表 2.4.3.2 カーボデルガド州で森林インベントリー調査を実施したクラスターの内訳（クラスター数）

森林区分コード*	キリンバス国立公園外			キリンバス国立公園内			全体			
	優先クラスター	予備クラスター	小計	優先クラスター	予備クラスター	小計	優先クラスター	予備クラスター	合計	計画数
11	21	2	23	6	1	7	27	3	30	30
12	14	0	14	4	0	4	18	0	18	19
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	14	6	20	11	4	15	25	10	35	35
21	34	2	36	8	0	8	42	2	44	44
22	89	26	115	26	4	30	115	30	145	146
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	172	36	208	55	9	64	227	45	272	274

注1)* コード 11：常緑密林、12：常緑疎林、13：メクルース林、14：マングローブ林、21：落葉密林（ミオンボ林含む）、22：落葉疎林（ミオンボ林含む）、23：モパネ林

注2) 森林被覆図の森林は、樹冠疎密度 30%以上を対象とする。

2) サンプリングの誤差

上述したように第3年次（2015年）から第4年次（2016年）にかけて、ガザ州及びカーボデルガド州を対象に森林インベントリーを実施した。インベントリーの設計では、層化無作為抽出法によるサンプリングとし、バイオマスについて信頼度 95%、誤差率 10%で2州を一体としてサンプル数を計画した。サンプリングでは、本プロジェクトで作成した森林被覆図上の森林区分により7区分の層化を行い、ウインロックのサンプリング計算プログラムを用いて各層に配分するクラスター数を求めた。サンプルの形状は1,000m²のプロット（長方形または円形）4個を正方形の4隅に配置するクラスターとした（1サンプル面積 4,000 m²）。

第3年次のガザ州におけるインベントリー終了後にモザンビークの森林定義が変更になり、樹冠疎密度については30%以上が森林の条件になった。本プロジェクトでは旧森林定義に従い樹冠疎密度 10%以上を森林とする森林被覆図がインベントリー設計時点で作成されていたので、それを用いてインベントリー設計を行った。カーボデルガド州ではガザ州でのインベントリー実施後に新たに作成された樹冠疎密度 30%以上を森林とする森林被覆図を用いてクラスターを抽出しなおすことができた。

以上の作業には2008年撮影の衛星画像による森林被覆図を用いたが、インベントリー実施結果の集計では、インベントリーの現地調査と森林被覆図との時期的要因による乖離を少なくするため、インベントリー現地調査の実施時期に近い2013年撮影の衛星画像による森林被覆図を使用した。インベントリーを実施したプロットについて、2013年撮影の衛星画像による森林被覆図上で森林内に位置するプロットを単位としてバイオマスの集計を行った。これに応じ、誤差の計算には層化2段階抽出法（第1次抽出単位：クラスター、第2次抽出単位：プロット）を適用した誤差の計算には、同一森林区分内に4つのプロットを有するクラスターのプロットを用いた（表 2.4.3.3）。

表 2.4.3.3 誤差の計算に用いたクラスター数及びプロット

インベントリー実施年	インベントリー実施地域	森林区分コード	森林被覆図 ¹⁾ 上の森林タイプ	計画クラスター数	誤差計算用クラスター数	誤差計算用プロット数
2015	ガザ州	15	半常緑林	21	17	68
		13	メクルース林	35	27	108
		14	マングローブ林	0	0	0
		24	半落葉林(ミオンボ含む)	115	79	316
		23	モパネ林	35	34	136
小計				206	157	628
2016	カーボデルガド州	15	半常緑林	49	43	172
		13	メクルース林	0	0	0
		14	マングローブ林	35	30	120
		24	半落葉林(ミオンボ含む)	190	185	740
		23	モパネ林	0	0	0
小計				274	258	1032
	2州(ガザ州、カーボデルガド州)合計	15	半常緑林	70	60	240
		13	メクルース林	35	27	108
		14	マングローブ林	35	30	120
		24	半落葉林(ミオンボ含む)	305	264	1056
		23	モパネ林	35	34	136
合計				480	415	1660

注：1) 2013年撮影の衛星画像から作成された森林被覆図。

各層別にプロットを単位としてバイオマス(AGB+BGB)の標本平均、クラスター間分散、クラスター内分散を計算し、標本抽出の誤差率、信頼区間を求めると表 2.4.3.4 のようになった。信頼度を 95%としたときの誤差 42.5%となり、計画目標の誤差率 10%を大きく上回る結果となった。誤差率が大きくなった原因はカーボデルガド州の一つのプロット(クラスターID: CD038471、プロット No.4)にバオバブノキ(*Adansonia digitata*)の大木(胸高直径約 10m)が 1 本存在するため、この大木 1 本を除外した場合の誤差率は 6.6%であった(表 2.4.3.5)。

表 2.4.3.4 サンプルの誤差(ガザ州及びカーボデルガド州一体)

森林区分	森林区分コード	面積(ha)	クラスター数 m_i	プロット数 n_i	バイオマスの標本平均 \bar{x}_i (kg/ha)	クラスター間分散 S_b^2	クラスター内分散 S_{iw}^2
半常緑林	15	507,764	60	240	120222.4041	8440199296	10261210192
メクルース	13	291,616	27	108	69361.57877	646435287.1	663811541.3

標本抽出の誤差：	$t(0.05, d_f) \cdot \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^L N_i^2 \left(\frac{s_{ib}^2}{m_i} + \frac{s_{iw}^2}{n_i} \right)} = 4236.373317$
	N : 調査対象数 ⁴⁾ 、 L : 層の数、 N_i : i 層の調査対象数、 \bar{n} : 1 クラスタあたりのプロット数
	x_{ijk} : i 層の j クラスタの k 番目のプロットのパイオマス値、 d_f : 自由度
	$s_{ib}^2 = \frac{1}{m_i - 1} \sum_{j=1}^{m_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2$ 、 $s_{iw}^2 = \frac{1}{m_i(\bar{n} - 1)} \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{\bar{n}} (x_{ijk} - \bar{x}_j)^2$
百分率誤差 (%) :	6.58
信頼区間 (t/ha) :	64.349 ± 4.236

注 1) ミオンボ含む

2) パイオマスは AGB+BGB

3) 各森林タイプ別に平均 ha 当たりバイオマス量を計算して、その後それらのバイオマス量を加重平均した。

4) 森林タイプ面積をプロット面積である 0.1ha で割ったもの。

なお 2 州それぞれについて、信頼度を 95% としたときの標本抽出の誤差率を求めると、ガザ州が 9.8%、カーボデルガド州が 54.3% であった (表 2.4.3.6、表 2.4.3.7)。前述のバオバブの大木 1 本を除外した場合のカーボデルガド州の誤差率は 7.7% であった (表 2.4.3.8)。カーボデルガド州の誤差率が非常に大きいこと、ガザ州のマングローブ林からはサンプルは抽出されていないことから、排出係数の算出においては 2 州を別々にするのではなく、当初の設計どおり 2 州を一体として行うことが望ましい。また、モザンビークは準国レベル FRL ではなく、国レベル FRL を設定しており、その際の排出係数は、残り 8 州のインベントリー結果と JICA が実施した 2 州のインベントリー結果を合体させ、国一本で設定されたことから、今回は 2 州一体で排出係数の設定を行うことが妥当と考えられる。

表 2.4.3.6 サンプルの誤差 (ガザ州)

森林区分	森林区分コード	面積 (ha)	クラスタ数 m_i	プロット数 n_i	バイオマス ²⁾ の標本平均 \bar{x}_i (kg/ha)	クラスタ間分散 S_{ib}^2	クラスタ内分散 S_{iw}^2
半常緑林	15	142,082	17	68	62108.04742	2476512646	2769557393
メクルース林	13	291,616	27	108	69361.57877	646435287.1	663811541.3
マングローブ林	14	291	0	0	0		
半落葉林 ¹⁾	24	2,545,795	79	316	45372.28777	489735140.1	552976010.1
モパネ林	23	1,073,261	34	136	27146.87379	401464597.6	443350023.5
計		4,053,045	157	628			
信頼度： 95%							
バイオマスの推定量 (kg/ha) ³⁾ : $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L \frac{N_i}{n_i} \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{\bar{n}} x_{ijk} = 42855.5829$							

標本抽出の誤差： $t(0.05, d_f) \cdot \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^L N_i^2 \left(\frac{s_{ib}^2}{m_i} + \frac{s_{iw}^2}{n_i} \right)} = 4201.549746$

N ：調査対象数⁴⁾、 L ：層の数、 N_i ： i 層の調査対象数、 \bar{n} ：1クラスター当りのプロット数

x_{ijk} ： i 層の j クラスターの k 番目のプロットのバイオマス値、 d_f ：自由度

$$s_{ib}^2 = \frac{1}{m_i - 1} \sum_{j=1}^{m_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2, \quad s_{iw}^2 = \frac{1}{m_i(\bar{n} - 1)} \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{\bar{n}} (x_{jk} - \bar{x}_j)^2$$

百分率誤差(%)： 9.80

信頼区間(t/ha)： 42.856 ± 4.202

注 1) ミオンボ含む

2) バイオマスは AGB+BGB

3) 各森林タイプ別に平均 ha 当たりバイオマス量を計算して、その後それらのバイオマス量を加重平均した。

4) 森林タイプ面積をプロット面積である 0.1ha で割ったもの。

表 2.4.3.7 サンプルの誤差 (カーボデルガド州)

森林区分	森林区分コード	面積 (ha)	クラスター数 m_i	プロット数 n_i	バイオマスの標本平均 \bar{x}_i (kg/ha)	クラスター間分散 S_{ib}^2	クラスター内分散 S_{iw}^2
半常緑林	15	365,682	43	172	143197.8475	9005604036	13223026414
メクルース林	13	0	0	0	0		
マングローブ林	14	31,412	30	120	214627.0858	8283918878	9705471684
半落葉林 ¹⁾	24	5,287,878	185	740	93709.14582	79912204114	3.02503E+11
モパネ林	23	0	0	0	0		
計		5,684,972	258	1032			

信頼度： 95%

バイオマスの推定量 (kg/ha)³⁾： $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L \frac{N_i}{n_i} \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{\bar{n}} x_{ijk} = 97560.59869$

標本抽出の誤差： $t(0.05, d_f) \cdot \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^L N_i^2 \left(\frac{s_{ib}^2}{m_i} + \frac{s_{iw}^2}{n_i} \right)} = 52966.49607$

N ：調査対象数⁴⁾、 L ：層の数、 N_i ： i 層の調査対象数、 \bar{n} ：1クラスター当りのプロット数

x_{ijk} ： i 層の j クラスターの k 番目のプロットのバイオマス値、 d_f ：自由度

百分率誤差(%)： 54.29

信頼区間(t/ha)： 97.561 ± 52.966

注 1) ミオンボ含む

2) バイオマスは AGB+BGB

- 3) 各森林タイプ別に平均 ha 当たりバイオマス量を計算して、その後それらのバイオマス量を加重平均した。
- 4) 森林タイプ面積をプロット面積である 0.1ha で割ったもの。

表 2.4.3.8 大木 1 本を除外した場合のサンプリングの誤差 (カーボデルガド州)

森林区分	森林区分 コード	面積 (ha)	クラスター 数 m_i	プロット 数 n_i	バイオマス ²⁾ の標本平均 \bar{x}_i (kg/ha)	クラスター 間分散 S_{ib}^2	クラスター 内分散 S_{iw}^2
半常緑林	15	365,682	43	172	143197.8475	9005604036	13223026414
メクルース 林	13	0	0	0	0		
マングロー ブ林	14	31,412	30	120	214627.0858	8283918878	9705471684
半落葉林 ¹⁾	24	5,287,878	185	740	73424.58767	1489363083	1245668870
モパネ林	23	0	0	0	0		
計		5,684,972	258	1032			

信頼度: 95%

バイオマスの推定量 (kg/ha)³⁾: $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L \frac{N_i}{n_i} \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{\bar{n}} x_{ijk} = 78692.91231$

標本抽出の誤差: $t(0.05, df) \cdot \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{i=1}^L N_i^2 \left(\frac{s_{ib}^2}{m_i} + \frac{s_{iw}^2}{n_i} \right)} = 6085.307742$

N : 調査対象数⁴⁾、 L : 層の数、 N_i : i 層の調査対象数、 \bar{n} : 1 クラスタあたりのプロット数

x_{ijk} : i 層の j クラスタの k 番目のプロットのバイオマス値、 df : 自由度

$$S_{ib}^2 = \frac{1}{m_i - 1} \sum_{j=1}^{m_i} (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_i)^2, \quad S_{iw}^2 = \frac{1}{m_i(\bar{n} - 1)} \sum_{j=1}^{m_i} \sum_{k=1}^{\bar{n}} (x_{ijk} - \bar{x}_j)^2$$

百分率誤差 (%) : 7.73

信頼区間 (t/ha) : 78.693 ± 6.085

注 1) ミオンボ含む

2) バイオマスは AGB+BGB

3) 各森林タイプ別に平均 ha 当たりバイオマス量を計算して、その後それらのバイオマス量を加重平均した。

4) 森林タイプ面積をプロット面積である 0.1ha で割ったもの。

3) インベントリー結果の分析と報告書の作成

2015 年度及び 2016 年度に実施されたガザ州とカーボデルガド州のインベントリー結果を新森林定義に基づいて森林と判定されたプロットを単位として州別に集計し、インベントリー報告書を作成した。なお、森林インベントリーでは半常緑林と半落葉林について樹冠率 30%以上 70%未満を疎林、70%以上を密林と区分して設計され実施された。しかし、UT-REDD との協議の結果、疎林と密林の区分は統合して分析することとなった。

インベントリー報告書は、以下の目次のとおりであり、その主な内容は樹木数、幹材積、州ごとの植生の多い樹種上位 10 種の ha 当たりの幹材積、有用樹種 (commercial tree) の森林タイプごとの幹材積 (stem volume) と商業材積 (commercial volume)²等である。

2015 年と 2016 年にガザ州とカーポデルガド州で実施されたインベントリーのクラスターの場所を、2013 年の森林被覆土地利用図上に重ね、森林に設定されたクラスターの全てのプロットについて調査木の材積の集計を行った。材積の集計は 2013 年森林被覆土地利用図上の森林区分により行った。

調査木の幹材積は $(DBH)^2 / 4 * h_t * 0.65$ を、商業材積は $(DBH)^2 / 4 * h_c * 0.8$ を用いて計算している。

なお、森林区分ごとの材積を求めるための森林面積は 2013 年の森林被覆土地利用図上の面積を用いた。

Table of Contents

Introduction

1. Methodology of Forest Inventory
 - 1.1 Calculation of the Required Cluster Number
 - 1.2 Sampling Methods
 - 1.2.1 Forest Classification
 - 1.2.2 Plot Shape (Square Plot and Circular Plot)
 - 1.2.3 Data Items to be Collected and Recorded
 - 1.3 Implementation of Forest Inventory Survey
 - 1.3.1 Study Area
 - 1.3.2 Calculation of the Necessary Number of Clusters
 - 1.3.3 Location of Clusters
2. Result
 - 2.1 Summary of the Inventory of the Forest Inventory Survey
 - 2.2 Number of Trees and Stem Volume
 - 2.3 Distribution of Number and Volume of Trees by DBH
 - 2.4 Top10 Dominate Tree Species in Total Stem Volume(%) by Forest Type
 - 2.5 Total Stem Volume of All Species and Commercial Trees Species
 - 2.6 Total Commercial Volume of Commercial Tree Species

インベントリー報告書は、付属資料 27 に示すが、以下にその主要な点について記述する。

² 商業材積(commercial volume)とは、木の根元から第一枝までの材積のことである。

まず、2州それぞれについて森林タイプ別の材積を算出してまとめたものが表 2.4.3.9、表 2.4.3.10のとおりとなる。

表 2.4.3.9 ガザ州における森林区分別の材積 (DBH 5cm)

森林区分	対象プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数(本/ha)	総立木本数(1000本)	ha 当り胸高断面面積 (m ² /ha)	ha 当り商業材積 (m ³ /ha)	総商業材積 (m ³)	ha 当り幹材積 (m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
半常緑林	76	142,082	322	45,750	6.98	15.39	2,187,068.23	40.10	5,696,919.87
メクルース林	123	291,616	1,332	388,433	17.87	32.87	9,586,584.38	75.01	21,872,949.70
マングローブ林	0	291	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
半落葉林 (オボ含む)	339	2,545,795	418	1,064,142	6.80	12.97	33,016,415.36	33.78	85,996,955.10
モパネ林	138	1,073,261	449	481,894	4.97	8.78	9,426,451.36	20.87	22,397,883.81
合計	676	4,053,045	489	1,980,219	7.12	13.38	54,216,519.33	33.55	135,964,708.48

注) ガザ州でマングローブ林調査を実施していない。インベントリー調査のサンプリングをガザ州とカーボデルガド州を一体とした形で設計したことにより、層化無作為抽出法でサンプルを抽出した結果ガザ州のマングローブ林からはサンプルが抽出されなかったためである。

表 2.4.3.10 カーボデルガド州における森林区分別の材積 (DBH 5cm)

森林区分	対象プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数(本/ha)	総立木本数 (1000本)	ha 当り胸高断面面積 (m ² /ha)	ha 当り商業材積 (m ³ /ha)	総商業材積(m ³)	ha 当り幹材積 (m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
半常緑林	180	365,682	540	197,468	12.26	44.24	16,175,943.27	92.04	33,655,908.55
メクルース林	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
マングローブ林	135	31,412	1,636	51,390	16.20	35.16	1,104,571.57	68.98	2,166,736.94
半落葉林 (オボ含む)	753	5,287,878	385	2,035,833	9.95	34.22	180,935,321.53	71.71	379,172,579.87

森林区分	対象プロット数	面積(ha)	ha 当り立木本数(本/ha)	総立木本数(1000本)	ha 当り胸高断面積(m ² /ha)	ha 当り商業材積(m ³ /ha)	総商業材積(m ³)	ha 当り幹材積(m ³ /ha)	総幹材積(m ³)
む)									
モパネ林	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合計	1,068	5,684,972	402	2,284,691	10.13	34.87	198,215,836.36	73.00	414,995,225.36

次に、上記の表に示したそれぞれの州の集計結果について詳細に述べる。まずはガザ州について、図 2.4.3.1 で示されるように、森林タイプごとの Ha 当たりの幹材積は、メクルース林が最も多く 75.006 m³/ha である。次いで半常緑林が 40.096 m³/ha、半落葉林が 33.780 m³/ha、モパネ林が 20.869 m³/ha である。同様に商業材積はメクルース林が 32.874 m³/ha と最も多く、次いで半常緑林が 15.393 m³/ha、半落葉林が 12.969 m³/ha、モパネ林が 8.783 m³/ha となっている

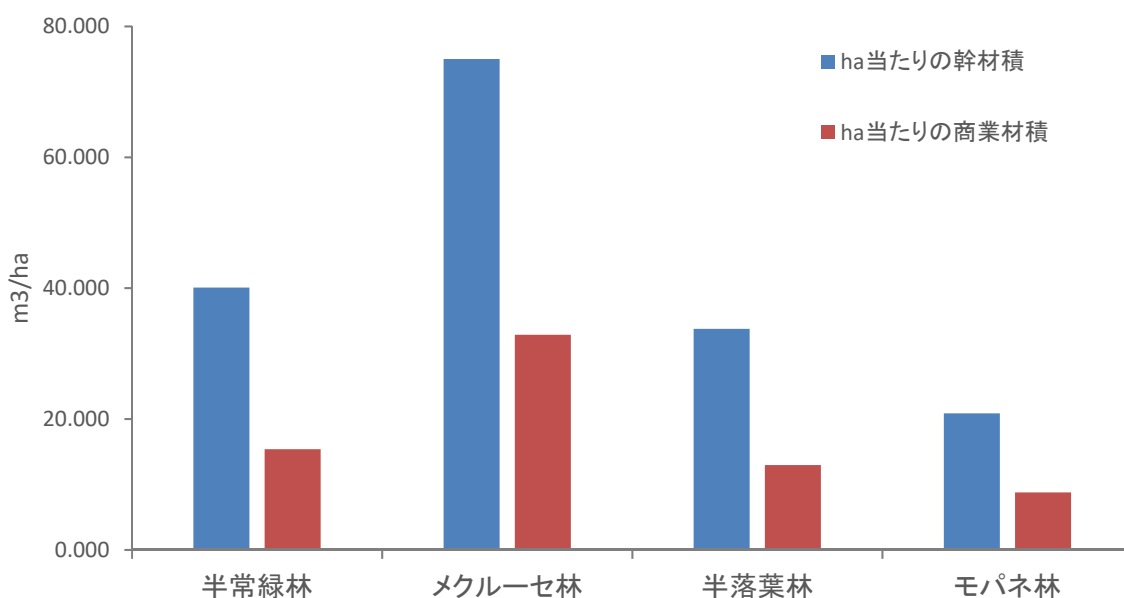


図 2.4.3.1 森林タイプ別 ha 当たりの幹材積と商業材積 (ガザ州)

図 2.4.3.2 で示されるように、森林タイプと胸高直径ごとの ha 当たりの立木本数が 1 番多いのは、5cm ~ 10cm のメクルース林が 784 本/ha と突出している。メクルース林の ha 当たりの本数は、胸高直径が 10cm ~ 20cm が 494/ha、20cm ~ 30cm が 44 本/ha、30 ~ 40cm が 6 本と続いている。

また、モパネ林においても胸高直径 5cm ~ 10cm が 319 本/ha と 1 番多く、同様に胸高直径が 10cm ~ 20cm が 104 本/ha、20cm ~ 30cm が 16 本/ha、30 ~ 40cm が 6 本/ha と続いている。

ha 当たりの立木本数を森林タイプごとに比較をすると、全森林タイプにおいて胸高直径が小さいもの (5cm ~ 10cm) が ha 当たりの立木本数が 1 番多いことがわかる。また、胸高直径が大きくなるにつれて、ha 当たりの立木本数は減少していく。

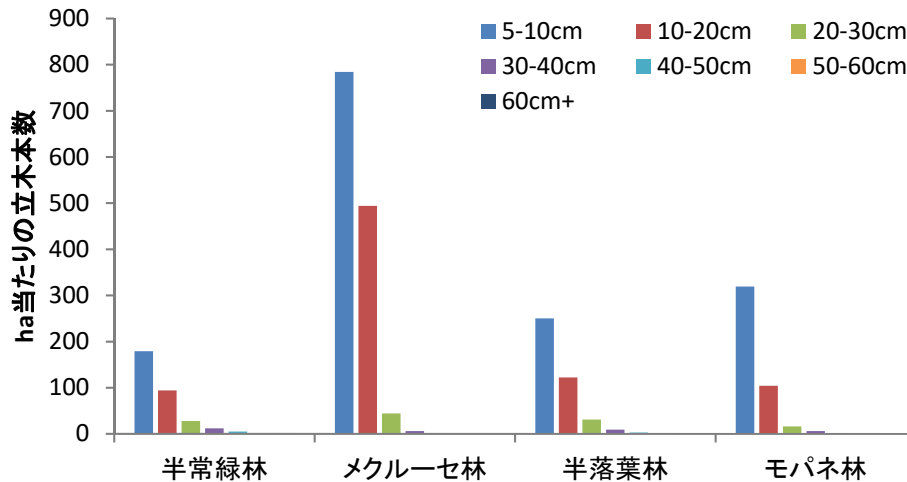


図 2.4.3.2 森林タイプごとの ha 当たりの立木本数 (ガザ州)

図 2.4.3.3 で示されるように、胸高直径ごとの ha 当たりの幹材積はメクルース林の胸高直径 10cm ~ 20cm が 35.491 m³/ha と突出した大きい値を示している。次いで大きな値を示しているのはメクルース林の 5cm ~ 10cm で 13.869 m³/ha である。

それぞれの森林タイプごとの特徴を見ると半常緑林は胸高直径 40cm ~ 50cm と 60cm 以上の時に ha 当たりの幹材積が大きな値を示しているが、50cm ~ 60cm ではそれらと比べると低い値を示している。

メクルース林は胸高直径 5cm ~ 30cm の ha 当たりの幹材積が 30cm ~ 60cm に比べて大きく、50cm ~ 60cm の幹材積よりも 60cm 以上の幹材積の方が多くなっている。また、上述した通り胸高直径 10cm ~ 20cm の ha 当たりの幹材積が突出した大きい値を示している。

半落葉林とモパネ林は胸高直径 10cm ~ 20cm の ha 当たりの幹材積が 1 番多く、その後胸高直径が増えるにあわせて、ha 当たりの幹材積は減少していく。

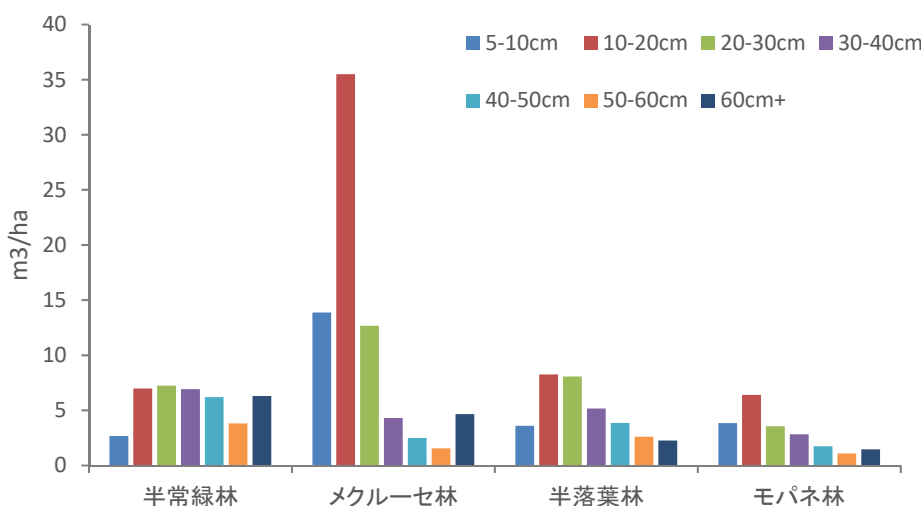


図 2.4.3.3 森林タイプごとの ha 当たりの材積 (ガザ州)

続いてカーボデルガド州では図 2.4.3.4 で示されるように、森林タイプごとの ha 当たりの幹材積

は、半常緑林が1番多く 92.036 m³/ha である。次いで半落葉林が 71.706 m³/ha、マングローブ林が 68.978 m³/ha である。同様に商業材積は半常緑林が 44.235 m³/ha と1番多く、次いでマングローブ林が 35.164 m³/ha、半落葉林が 34.217 m³/ha となっている

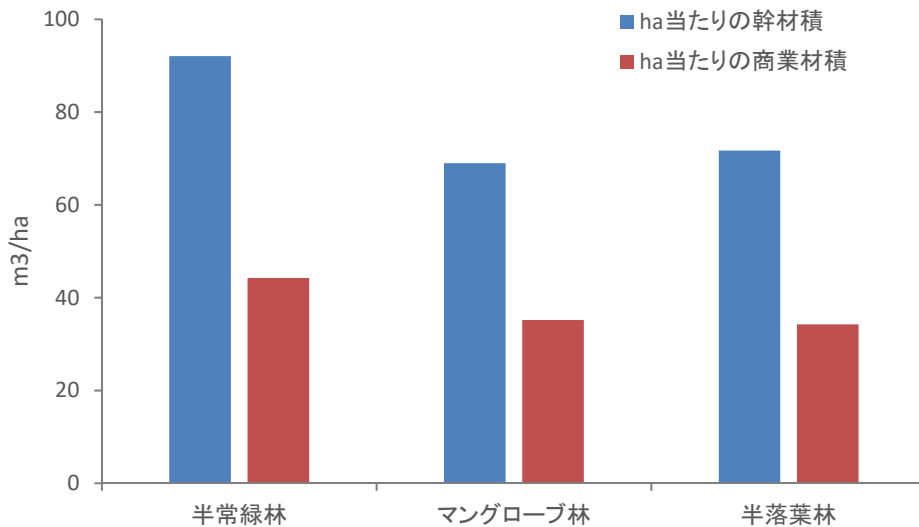


図 2.4.3.4 森林タイプ別 ha 当たりの幹材積と商業材積 (カーボデルガド州)

図 2.4.3.5 で示されるように、森林タイプと胸高直径ごとの ha 当たりの立木本数が最も多いのは、5cm ~ 10cm のマングローブ林が 1,064 本/ha と突出している。マングローブ林の ha 当たりの本数は、胸高直径 10cm ~ 20cm が 502 本/ha、20cm ~ 30cm が 60 本/ha、30 ~ 40cm が 8 本と続いている。

また、半常緑林においても胸高直径 5cm ~ 10cm が 285 本/ha と1番多く、同様に胸高直径 10cm ~ 20cm が 180 本/ha、20cm ~ 30cm が 44 本/ha、30 ~ 40cm が 15 本/ha と続いている。

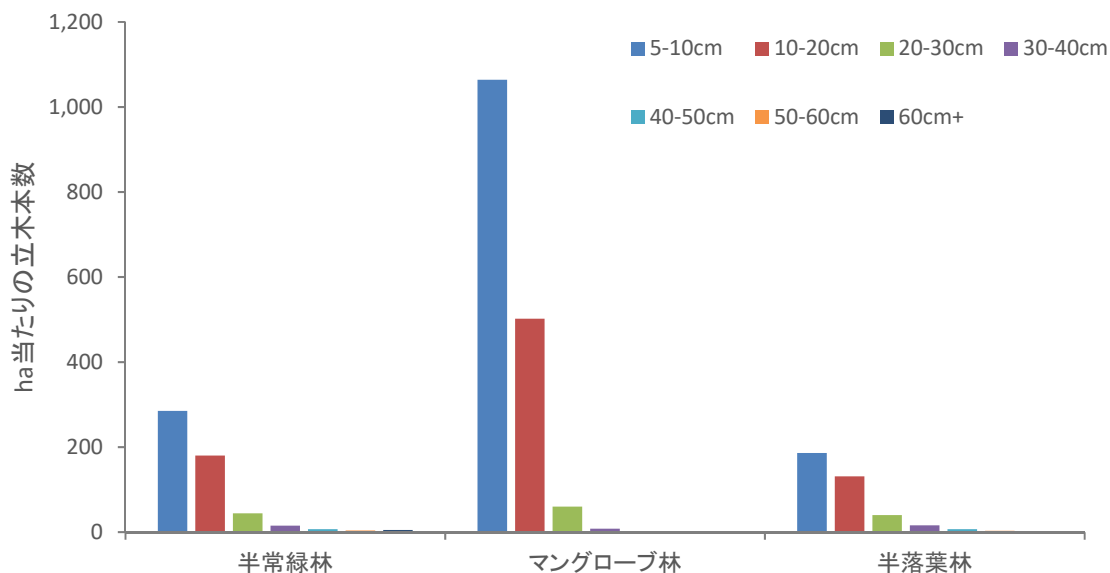


図 2.4.3.5 森林タイプごとの ha 当たりの立木本数 (カーボデルガド州)

図 2.4.3.6 で示されるように、胸高直径ごとの ha 当たりの幹材積はマングローブ林の胸高直径 10cm ~ 20cm が 33.374 m³/ha と大きい値を示している。次いで大きな値を示しているのは半常緑林の胸高直径 60cm 以上で 25.423 m³/ha である。それに続いて半常緑林の 60cm-が 19.201 m³/ha と数値が続くが、3 位 ~ 10 位までは大きな差は見られない。

それぞれの森林タイプごとの特徴を見ると、半常緑林では胸高直径 10cm から 20cm の ha 当たりの幹材積が 1 番多く、その後胸高直径が増えるにあわせて、ha 当たりの蓄積は減少していく。しかしながら、胸高直径 60cm 以上の際に、最も蓄積が多くなる。

また、胸高直径ごとにマングローブ林の幹材積を比べると、胸高直径 5cm ~ 30cm までの幹材積が 30 ~ 60cm の幹材積と比較して多いことがわかる。また、半常緑林と半落葉林と比較をして、胸高直径 30 ~ 60cm の ha 当たりの幹材積は少ないことがわかる。

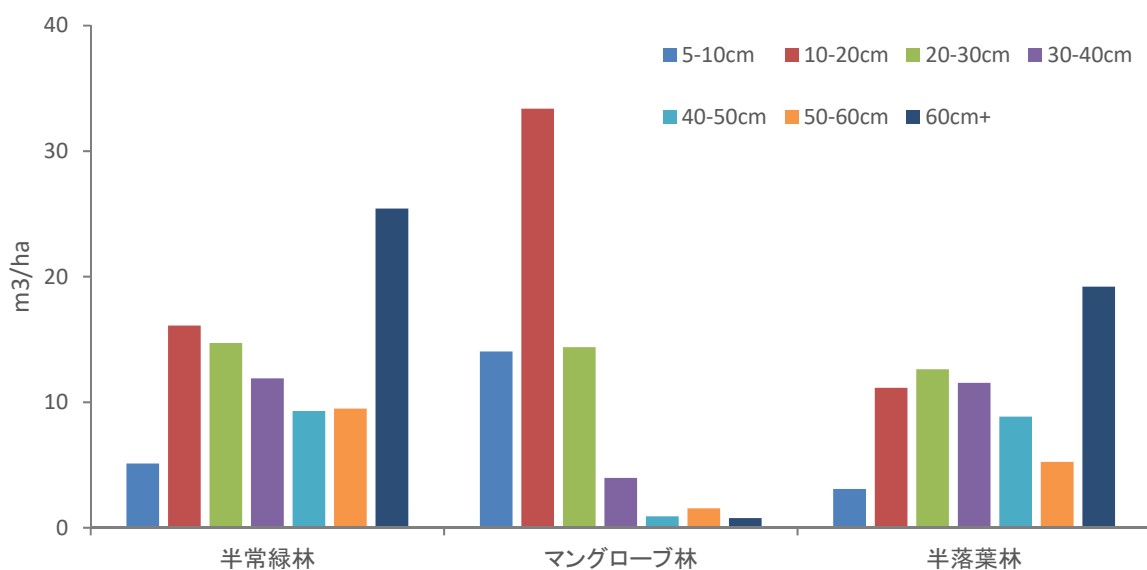


図 2.4.3.6 森林タイプごとの ha 当たりの材積 (カーボデルガド州)

2.4.4 森林インベントリーガイドラインの作成と改定

森林インベントリーガイドラインを第 2 年次に作成し、それを用いて第 3 年次、第 4 年次にガザ州及びカーボデルガド州において現地再委託によりインベントリーを実施した。作成したガイドラインを用いて行ったインベントリー研修や、現地再委託によるインベントリーの実施経験をもとに第 5 年次にガイドラインの改定を行った。改定後のガイドラインの内容は下記のとおりである。

1. 序文
2. 準備作業
 - 2.1 標本数の計算
 - 2.2 標本の抽出
 - 2.3 発注者から提供/貸与される書類と機器
 - 2.4 調査計画の作成
 - 2.5 野帳及び地図の準備
 - 2.6 データ/情報の収集
 - 2.7 調査機器の準備
 - 2.8 GPS へのデータ・ローディング
 - 2.9 調査チームのトレーニング
 - 2.10 交通手段と宿泊の手配
3. 現地調査
 - 3.1 関連行政機関への説明
 - 3.2 作業員の確保
 - 3.3 プロットへのアクセス
 - 3.4 プロットの基本情報
 - 3.5 プロット設定（マングローブ林除く）
 - 3.6 データ収集（マングローブ林除く）
 - 3.7 プロット設定（マングローブ林）
 - 3.8 データ収集（マングローブ林）
4. 事務所内作業
 - 4.1 野帳の点検と製本
 - 4.2 野帳データをデータベースに入力
 - 4.3 標本誤差の計算
5. 成果品
 - 5.1 調査データ記載済み野帳
 - 5.2 データベース様式に入力された調査データ
 - 5.3 GPS トラック・データ
6. 付属資料
 - 6.1 野帳様式
 - 6.2 データベース様式

2.4.5 森林インベントリー調査の基礎研修の実施

森林インベントリー研修終了後に参加者に対して研修評価のアンケートを行った。それによれば、測定器を使用して森林インベントリーを実施するための知識と技術を得るという研修目的は、達成されたと評価できる。しかしながら悪天候に妨げられたこともあり、測定器の演習時間、野外演習の時間が不足したと思われる。アンケートの結果は付属資料 28 を参照のこと。

2.4.6 森林インベントリー調査の QA/QC 研修の実施

(1) ガザ州における QA/QC 研修

1) 研修の実施

2015年10月にガザ州リンボポ国立公園付近にて、森林インベントリー研修として、DNRI職員及び南部5州(マプト、ガザ、イニャンバネ、マニカ、ソファラ)のSPFFB職員の計11名を対象に11日間のインベントリーQA/QC研修を実施した。

2) 研修の評価・課題

(a) **研修参加人数**：11名の参加人数は、研修会場の広さ・設備、屋外実習現場の環境、宿泊施設の規模・設備に対して、運営面からは妥当であった。

(b) **研修施設**：宿泊施設はマシンジールにあり、1人1室を確保したが、エアコンがなかったので参加者は暑い様子だった。食事については提供開始時間が遅れがちであった。研修会場は宿泊施設の食堂を使用したので施設間の移動は容易であった。2人で1つのテーブルが容易され、必要な電源も確保され、内業には支障がなかった。食事時間、特に朝食の遅れは朝の業務開始に影響するので、定時に提供されることが望ましい。プロジェクター用のスクリーンは食堂の壁を使用した。少し見づらかった。スクリーンの適切な代替品がない場合には、プロジェクター用スクリーンを用意する必要がある。また発表者の説明時に使用するためのホワイトボードが必要と思われた。

(c) **研修時期・日数**：10月の屋外作業は非常に暑く熱中症の危険があり、研修時期はもっと早くしたほうがよいと思われた。10日間(休日1日含む)の研修期間は妥当と思われた。

(d) **研修器材**：ソーラー式充電器の使用法については説明を省略した。主要な器材のうち、タブレットPC、GPS、TruPulse、ウシカタ・コンパス、測桿については実習で使用することができたが、測定木の樹高が低かったためVertexは使用しなかった。樹高の高いプロットを探して研修を行うか(プロットへのアクセスの利便性を考慮する必要がある) Vertexを使用する講習の機会を設けることが望ましい。

(e) **実施体制**：当初は研修講師2名を予定していたが、急病のため研修講師1名での対応となり、スタッフ1名(通訳、ロジ対応)とともに研修を実施することとなった。PC及び各種測定器による実習が中心の研修であったことから、講師1名では研修生各人への対応が不十分となり、少なくとも講師補助を追加することは不可欠と思われた。

(f) **研修内容**：当初10名の研修生を2つのグループに分けて、2名の講師によりQA/QCの現場実習を行う予定であったが、講師が1名になったことに伴い、グループ分けをしないで1グループで行うこととした。全員参加によりその場で問題点と対策の共有ができたことは有効であり、10名程度の人数であれば、1グループでも支障がないように思われた。解析作業はPCによる作業であったが、講師が1名だったので各人に十分な対応をする時間がとれず、また研修内容も簡素化して実施した。インターネット環境が整っていなかったため、プロットアクセスに必要な衛星画像のダウンロード、磁気偏差情報の取得実習ができなかった。実習現場は2箇所いずれも下車後徒歩2km以内に位置し、実習において無理のない距離、地況、林況であった。参加者は現場でのデータの収集方法、室内でのデータ解析方法についての理解を深めた。参加者は積極的に研修に参加し、森林インベントリーのQA/QCの重要性を認識したようであった。

(g) 研修の改善案：

上記の評価結果を踏まえ、今後研修を行ううえで次の改善案が考えられる。

-実習の能率と安全性に配慮して、研修時期は8月までに実施する。

-専門家 2 名で研修の指導にあたりるとともに、中央政府職員 1 名以上をアシスタントとして研修に参加させる。

-参加者各人がインターネットに接続できる環境を整備する。

(2) カーボデルガド州における森林インベントリー研修の実施

1) 研修の実施

2016 年 8 月から 9 月にかけて、森林インベントリー調査の QA/QC に係る 9 日間(移動日を除く) の研修をカーボデルガド州のペンバ及びキリンバス国立公園において実施した。研修対象者は北部の 5 州(ザンベジア、テテ、ナンブラ、ニアサ、カーボデルガド) の SPFFB 職員 10 名で、DIRF 職員 1 名が講師補助として参加した。

2) 研修の評価・課題

(a) 研修参加人数： 11 名の参加人数は、研修会場の広さ・設備、屋外実習現場の環境、宿泊施設の規模・設備に対して、運営面からは妥当であった。

(b) 研修施設： 研修会場はペンバにある DPA の会議室(無料借用) を使用した。エアコン、電源設備が整い、十分な数のテーブルと椅子があり、プロジェクター用スクリーンが設置され、ホワイトボードが利用でき、屋内作業には支障がなかった。宿泊施設はペンバの Complexo Mac E Filhos を使用した。宿泊施設は研修会場に近く(車で 5 分以内)、施設間の車での移動には便利であり、昼食は宿泊施設の食堂を使用した。各自が部屋で休憩もできて好都合であった。宿泊所は 1 人 1 室を確保し、部屋は広めでエアコン付きであり、第 3 年次のガザで実施した研修参加者が感じたような不快感については、今回の参加者は感じていないようであった。食事も概ね予定どおりの時間に提供されたので、第 3 年次のように食事時間の遅れが研修実施に悪影響を及ぼすことはなかった。

(c) 研修時期・日数： 第 3 年次の研修の教訓から研修時期は猛暑の時期を避けるようにし、屋外作業は 8 月中に実施した。その結果、猛暑とはならず、研修時期は妥当なものとなった。屋内でのデータ分析作業の時間が不足したことから、研修日数を 1 日増やすか、講師補助を充実させることが必要と思われる。

(d) 研修器材： 主な器材としてノート PC、GPS を室内作業で使用し、直径巻尺、GPS、TruPulse、ウシカタ・コンパス、測桿、360° イメージカメラを野外作業で使用した。TruPulse のキャリブレーションが不慣れであり、通常業務において使用頻度を多くして習得する必要がある。研修で採用したプロットでは測定木の樹高が低かったため Vertex は使用しなかったが、Vertex について講習の機会を設けることが望ましい。当初タブレット PC(Yuma) を使用してプロットアクセスを行う予定であったが、世界銀行による全国インベントリー(ガザ州、カーボデルガド州を除く 8 州を対象) との実施時期が重なり、各州のタブレット PC は全国インベントリーで使用されることになったので、本研修ではタブレット PC(Yuma) を用いた研修を断念した。プロットへのアクセスはグーグル画像と GPS を活用して行った。対象とするプロットが近距離にあったため大きな支障はなかったが、タブレット PC(Yuma) を使用していれば生じなかったと思われるアクセス上のミスが見られた。今後、タブレット PC(Yuma) によるアクセス法を習得しておくことが望ましい。

(e) 実施体制： 研修講師 1 名、講師補助 1 名(DIRF 職員)、スタッフ 1 名(通訳、ロジ担当) の体制で研修を実施した。参加した講師補助がグーグルアース画像の活用について詳しくだったので、講師補助が直接ポルトガル語による説明を行ったところ、研修生は理解しやすいようであっ

た。研修をさらに効率的に行うためには、講師補助をもう1名追加することが有効と思われる。

(f) **研修内容：** 屋内実習ではノート PC を使用し、フリーソフトによるデータ活用や MS エクセルによるデータ分析を中心に行った。研修生がポルトガル語版の MS エクセルを使用していたこと、研修生の多くが MS エクセルの使用に不慣れであったこと、研修生の PC と研修使用ソフトとの動作不良等への対応に時間をとられた。野外実習では、本研修に先行して実施されたインベントリーのプロットについて再計測を行い、先行調査の結果との比較・検討をした。各参加州に1名の記帳者を決め、講師補助が中心となってプロット設定、プロット観察、樹木測定、写真撮影を行い、先行インベントリーの評価を行った。野外実習で得られたデータを用いて、屋内実習において解析・評価を行った。参加者は野外でのデータの収集方法、屋内でのデータ解析方法についての理解を深めた。参加者は積極的に研修に参加し、必要なデータ数、先行インベントリー実施団体へのフィードバック、モザンビークのインベントリーにおける QA/QC の必要性等について言及し、森林インベントリーの QA/QC の重要性を認識したようであった。

(g) **第3年次研修からのフィードバック：**

第3年次の QA/QC 研修の結果から考えられた研修の改善案に対し、第4年次 QA/QC 研修の実施結果は次表のようになり、改善案は部分的に達成されたが今後さらなる努力が必要と思われる。

表 2.4.6.1 第3年次研修からの改善案への対応結果

第3年次 QA/QC 研修の結果による改善案	第4年次 QA/QC 研修の結果	結果の背景・理由
実習の能率と安全性に配慮して、研修は8月までに実施する。	野外実習は8月中に実施した	本体契約が複数年度契約となったことで、現地再委託によるインベントリーの開始を早い時期に開始できたことが大きく影響した。
専門家2名で研修の指導にあたりるとともに、中央政府職員1名以上をアシスタントとして研修に参加させる。	講師1名と補助講師1名で研修での指導をした。	現地再委託によるインベントリーの監督業務と時期が重なり、2人講師の体制はとれなかった。
参加者各人がインターネットに接続できる環境を整備する。	1人分のインターネット接続が可能な環境を整備した。	研修生の個別対応に時間がとられ、インターネット接続を用いた実習を行う時間が不足した。

2.5 地上での森林モニタリング分野

2.5.1 地上での森林モニタリング TWG のメンバー及び TWG の実施

地上での森林モニタリング (GBFM) の設計や同システムの構築にあたっては、TWG を設立し、検討を行った。TWG のメンバーは下記のとおりである。

表 2.5.1.1 GBFM の TWG メンバーリスト

名前	所属、担当	備考
加藤和久	日本人専門家 (業務主任/REDD+)	
豊田貴樹	日本人専門家 (副業務主任/REDD+)	
河合雅己	日本人専門家 (森林モニタリング)	

名前	所属、担当	備考
中西平	日本人専門家（森林リモセン）	
森川悠太	日本人専門家（森林 GIS）	
福地大輔	日本人専門家（森林インベントリー）	
Joaquim Macuacua	資源評価部部長	プロジェクトマネージャー
Milda Mause	資源評価部	TWG コーディネーター
Renato Timane	資源評価部	TWG コーディネーター
Pachis Mugas	資源評価部	TWG コーディネーター
Danilo Cunhete	資源評価部	TWG コーディネーター
Teresa Nube	森林部(コミュニティ・コントロール)	
Claudio Afonso	森林部(木炭生産ライセンス)	
Olavo Manhique	法律執行部	

TWG の開催日ならびに検討内容は下記のとおりである。

表 2.5.1.2 GBFM の TWG の開催状況

TWG	開催日	TWG での検討事項
第 1 回	2013 年 10 月 30 日	森林モニタリングのコンセプト(何を何故モニタリングしたいのか) 森林モニタリングの枠組み
第 2 回	2013 年 11 月 15 日	森林モニタリングの方法論 森林モニタリング結果の活用方法
第 3 回	2014 年 1 月 24 日	州、郡との森林モニタリング協議の内容
第 4 回	2014 年 2 月 26 日	州、郡との森林モニタリング協議結果
第 5 回	2014 年 5 月 16 日	(1) 森林モニタリングの調査野帳及び取りまとめ表 (2) 森林モニタリングのための GIS 及び GPS 研修 (3) 普及員、SDAE 及び SPFFB への森林モニタリング実施に向けた指導方法 (4) MODIS の BA モニタリングのためのパイロット・コミュニティの境界確定方法
第 6 回	2014 年 8 月 1 日 2014 年 8 月 7 日(アドホック)	(1) GPS、GBFM の方法及び GIS に関する研修及びフォローアップの実施結果 (2) MODIS Burned Area のモニタリング・エリアの確定 (3) GBFM 管理システム
第 7 回	2016 年 3 月 4 日	(1) 2015 年度に実施された GBFM の結果の共有 (2) レーダ画像上での森林減少地の自動検出方法の精度向上に向けた GBFM 結果の分析と協議 (3) 2016 年度の活動計画(案)の協議

2.5.2 第 2 年次に試行した地上での森林モニタリングのガイドライン及びマニュアルの作成

1.3.9 に記述されたように、第 2 年次に試行した GBFM の方法論が示された GBFM・ガイドライン(第 1 版)を作成した。ガイドラインは、1) ガイドラインの目的、読者、使用方法といったガイドラインの概要、2) 森林モニタリングの実施のフロー、3) フローの項目毎の手順等について、

記載されている。内容については、別冊の同ガイドラインを参照されたい。

また、実際の GBFM は、ガイドラインだけでは実施できないので、上記ガイドラインに基づいた GBFM 実施マニュアルを作成した。同マニュアルは、GBFM の実施フレームワークに基づいて、1) 森林火災モニタリング、2) MODIS Burned Area (BA) のモニタリング、3) 木炭生産者数モニタリングのそれぞれにおいて、1) モニタリングの実施方法、2) 野帳の記入方法、3) 取りまとめ表の作成方法について記載し、また、野帳及び取りまとめ表を掲載した。なお、マニュアルは Ver1 をまず作成し、GBFM の OJT 等を実施していく中で、一部を改訂し、Ver2 まで作成したこのマニュアル Ver2 は、付属資料 16 を参照のこと。

2.5.3 第 2 年次に試行した地上での森林モニタリングに関する研修の実施

(1) GPS 研修

研修及びフォローアップの終了時には参加者は、概ね次のようなレベルに達したと思われる。

- モニタリングのために GPS をセットアップできる
- Waypoint を取得することで、現在置の緯度経度を取得できる
- Track データを取得できる
- Area Calculation 機能について習得し、面積を測量できる
- 方向を確認できる
- 現在地を確認した上で目的地に達する

(2) GBFM 研修

研修生は、マニュアルを丁寧に読み込んでおり、3 つのフレームワークでの GBFM の実施に向けて、1) 森林火災や森林減少の原因特定方法、2) 火災及び森林減少発生地状況把握方法、3) 面積把握 (GPS によるもの) 方法及び 4) 野帳の記載方法について概ね理解できたと思われる。

(3) GIS 研修

委託先の GIMS 社は GIS 研修分野で豊富な経験を持ち、今回の講義においても単に操作方法を教えるのではなく、対象者の業務に沿った内容で講義を進めるなど質の高さが伺えた。

研修の最後に実際にモニタリングの内容を説明し、追加で必要な操作 (例: GPS データ変換) を取得した上で与えた課題は概ね全員が処理できた。したがって、研修終了時には参加者は、概ね次のようなレベルに達したとみなせる。

- GBFM の概論を理解した
- DNR GPS (ファイル変換ソフト) の使用方法を理解した
- バンドエリアのポリゴンからトラックデータを作成できる
- トラックデータからポリゴンデータを作成できる
- Waypoints からポイントデータを作成できる
- ポリゴンの面積を計算できる

2.5.4 各年次における地上での森林モニタリングの進捗状況

(1) 第 2 年次の GBFM

第 2 年次は、1.3.9 で記述したように、試行的に 1) リアルタイム森林火災モニタリング、2) 3 ヶ月後森林減少確認モニタリング、3) リアルタイム木炭生産者数モニタリングの 3 つの方法でモニ

タリングを実施した。最終的には少なくとも現状ではこの GBFM システムは機能しないという結論に達したが、実施した結果では、多くの知見があり、それを以下に記述する。

1) 第2年次のGBFMスケジュール

第2年次におけるGBFMの試行は5月下旬に実施されたGPS及びGBFM研修後に各コミュニティで開始した。その後日本人専門家およびDNRI職員が数回にわたり現地を訪れ、フォローアップ研修、OJTを実施している。スケジュール概況を下图に示す。

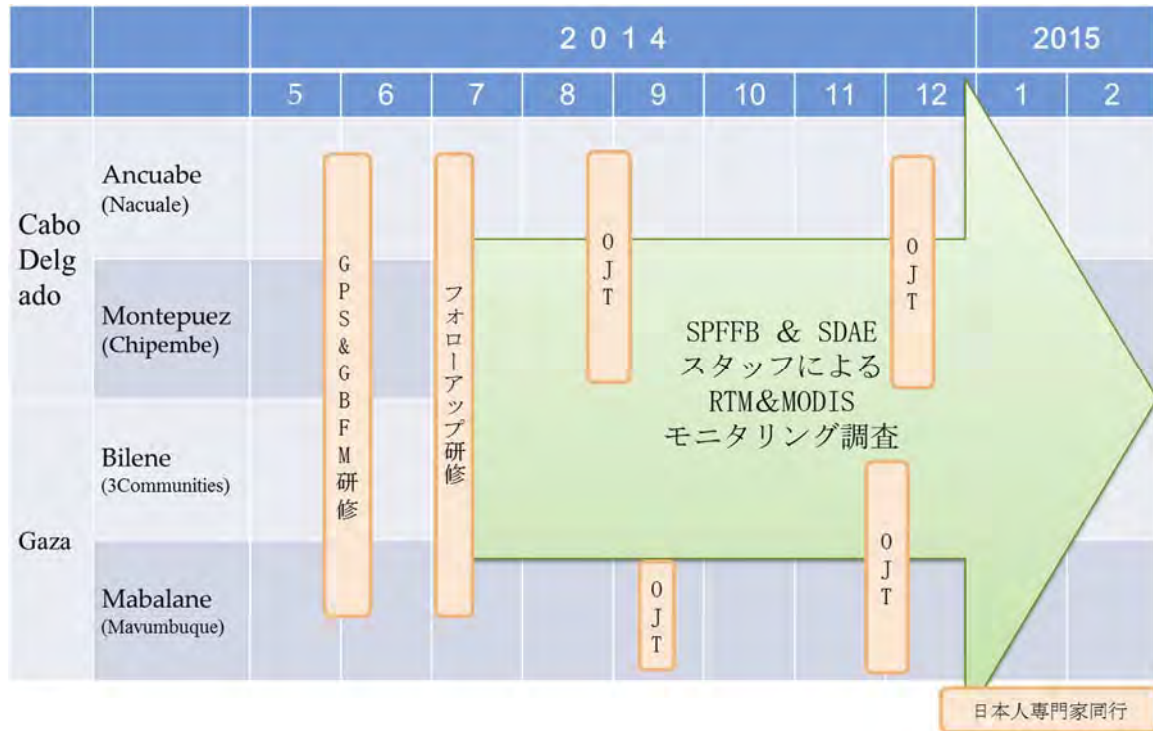


図 2.5.4.1 GBFMのスケジュール

RTM は森林火災のリアルタイム・モニタリング、BA は MODIS 情報の Burned Area の略である。以下同様。

2) バードエリアのモニタリング・エリアの設定

MODIS バードエリアのモニタリングを実施するには、提供されたバードエリアがパイロット・コミュニティの境界内に発生したかどうかを判断する必要がある。一方、コミュニティの境界を確定するのは、社会的にも政治的にも簡単ではない。したがって、本プロジェクトでは、コミュニティ境界に近いエリアを便宜的にバードエリアのモニタリング・エリアとして設定した。各パイロット・コミュニティで最終的に設定されたモニタリング・エリアとその設定経緯は以下のとおりである。また、本作業は、GPS 操作の習熟も兼ねてその OJT として実施された。

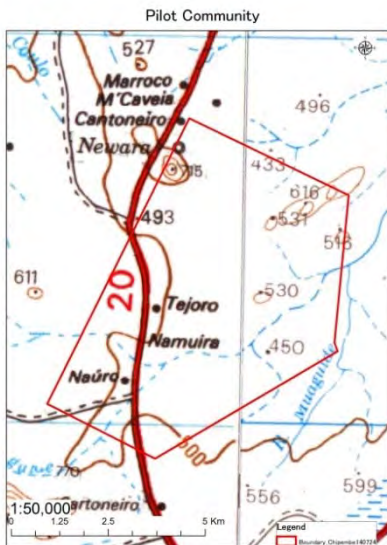
(a) カーボデルガド州アंकアベ郡ナクアレ・コミュニティ



GPS研修時に研修を受講した技術補助員及び普及員にGPSの操作復習（OJT）を兼ねて、Community住民と共にモニタリング・エリアのデータを取得することを指示した。これにしたがって、普及員等がGPSで取得した6点のポイントをつなげて、当初同エリアを作成した。その後、フォローアップを実施した際に、ポイントをつなげた地図を元に、コミュニティの住民に確認したところ、1）北部はMepupua川が境界でその北部は他コミュニティであること、2）南東部は、Muaguide川の支流沿いが境界であり、その南部は他コミュニティであることが判明したため、地形図及びGoogle earthを元に左図のように修正して、モニタリング・エリアとした。モニタリング・エリアの面積は5,894.06haである。

図 2.5.4.2 カーボデルガド州アंकアベ郡ナクアレ・コミュニティのモニタリング・エリア

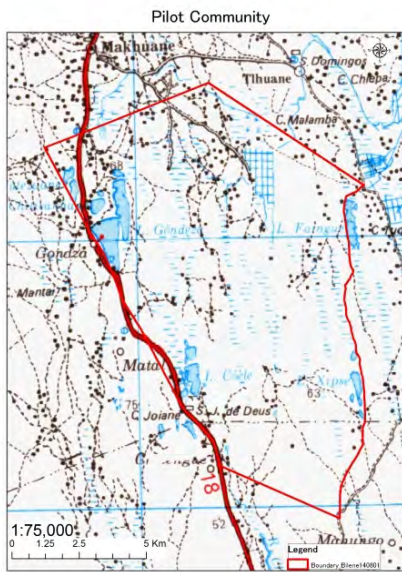
(b) カーボデルガド州モンテプエズ郡シペンベ・コミュニティ



GPS研修時に研修を受講した普及員にGPSの操作復習（OJT）を兼ねて、Community住民と共にモニタリング・エリアのデータを取得することを指示した。これにしたがって、普及員等がGPSで取得した4点のポイントをつなげて、当初同エリアを作成した。その後、フォローアップを実施した際に、ポイントをつなげた地図を元に、コミュニティの住民に確認したところ、北東部にある小高い丘も同コミュニティの範囲であるとのことであり、普及員が後日バイクでアクセスできるところで取得したポイントを加えてモニタリング・エリアとした。モニタリング・エリアの面積は4,065.92haである。

図 2.5.4.3 カーボデルガド州モンテプエズ郡シペンベ・コミュニティのモニタリング・エリア

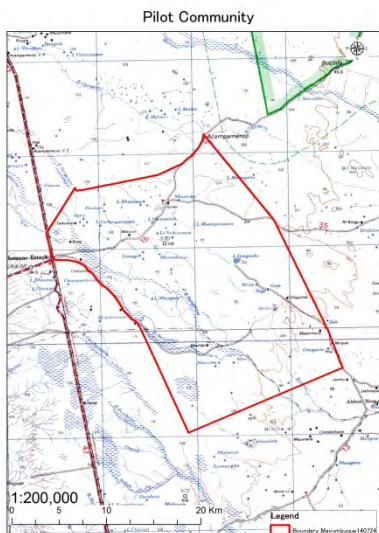
(c) ガザ州ビレーネ郡ンゴゾ・コミュニティ、シリंगाネ・コミュニティ及びシアショ・コミュニティ



GPS のフォローアップをガザ州ビレーネ郡で実施した際に、モニタリング・エリアの境界を確定するためのポイントを取得した。その際に、当初は、ンゴゾ・コミュニティとシアショ・コミュニティは、隣接しており、火災の頻度が少ないことから、2コミュニティを対象とすることにしていたが、両コミュニティの間に、シリंगाネ・コミュニティが存在することが判明し、同コミュニティを除いてモニタリング・エリアを設定することは複雑になるため、同コミュニティも含めた形でモニタリング・エリアを設定した。また、主要道路の西側にもコミュニティのエリアは広がっているが、車両で行けないことから（バイクなら可とのこと）、まずは、主要道路の東側のエリアのみでスタートさせ、バイクが供与された後に、可能であれば、西側にもモニタリング・エリアを広げるかどうかを検討・決定することにした。モニタリング・エリアの面積は 11,360.94 ha である。

図 2.5.4.4 ガザ州ビレーネ郡ンゴゾ・コミュニティ、シリंगाネ・コミュニティ及びシアショ・コミュニティのモニタリング・エリア

(d) ガザ州ムバラネ郡マブンブケ・コミュニティ



ムバラネ郡では、マブンブケ・コミュニティを対象とすることとしていた。しかしながら、同コミュニティは約 50,000ha と非常に広大であることから、その中心集落のみを対象地とすることを検討したが、1) 中心集落では、炭も作っておらず、火災も起きない、2) 過去 10 年間で Burned Area が発生している箇所も少ない為、当初予定どおりマブンブケ・コミュニティ全体を対象地とした。GPS 研修時に GPS 操作の演習を兼ねて、いくつかポイントを取得するとともに、林道が境界と明確な部分そのラインを採用するとともに境界紛争があるエリアはその内側を採用した。また、アクセス道路のないところは、地図上でおよそのポイントを設定して、左図のようにモニタリング・エリアを設定した。モニタリング・エリアの面積は 50,744.12 ha である。

図 2.5.4.5 ガザ州ムバラネ郡マブンブケ・コミュニティのモニタリング・エリア

3) GBFM 調査結果概要

各コミュニティ調査対象範囲内で検出された BA の数を以下の表 2.5.4.1 に示す。

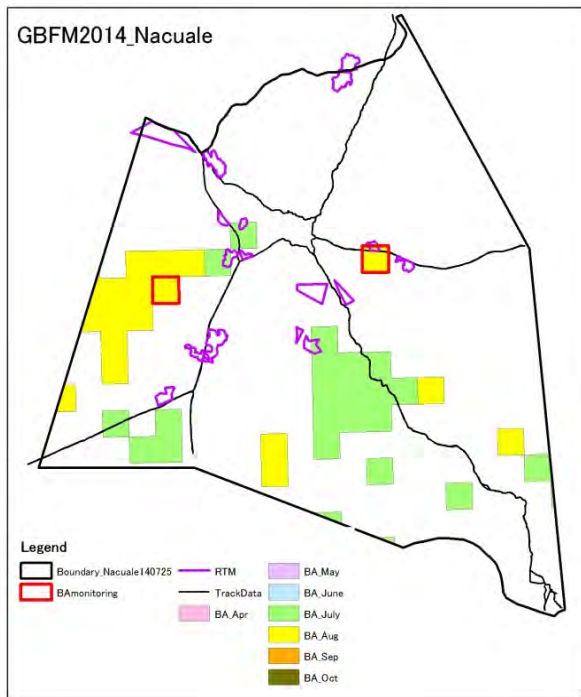
表 2.5.4.1 コミュニティ内 BA 検出数

州	郡	コミュニティ	コミュニティ内 BA検出数														
			2014									2015			合計		
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
Cabo Delgado	Ancuabe	Nauale	0	0	0	23	18	0	0								41
	Montepuez	Chipembe	0	0	0	4	45	0	0								49
Gaza	Mabalane	Mavumbuque	0	0	2	61	15	34	4								116
	Bilene	Ngondzo	0	0	0	0	12	4	0								16
合計			0	0	2	88	90	38	4								222

各コミュニティにおける RTM、3 ヶ月後 RTM および BA モニタリングの実施状況を以下の表 2.5.4.2 に示す。

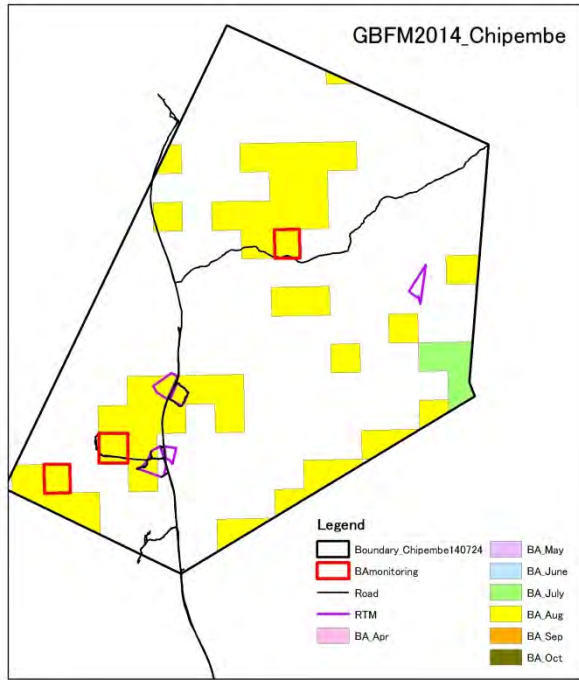
表 2.5.4.2 RTM、3 ヶ月後 RTM、MODIS モニタリング実施状況

州	郡	コミュニティ	実施箇所数		
			RTM	3ヶ月後 RTM	MODIS BA モニタリング
Cabo Delgado	Ancuabe	Nauale	14	8	2
	Montepuez	Chipembe	6	6	3
Gaza	Mabalane	Mavumbuque	1	1	3
	Bilene	Ngondzo	0	0	1
合計			21	15	9



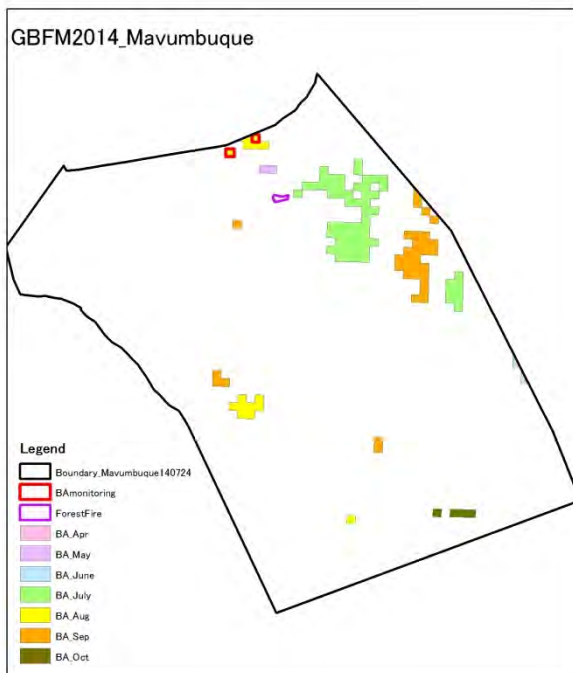
ナクアレ・コミュニティでは41箇所のBAが検出され、14箇所のRTM、8箇所のRTMの3ヶ月後モニタリング、2箇所のBAモニタリングが実施された。

図 2.5.4.6 ナクアレ・コミュニティの GBFM 進捗図



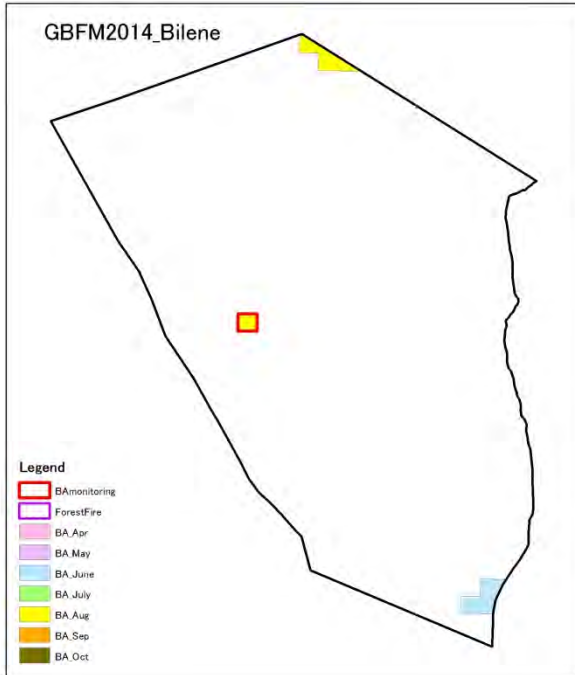
シペンベ・コミュニティでは49箇所のBAが検出され、6箇所のRTM、6箇所のRTMの3ヶ月後モニタリング、3箇所のBAモニタリングが実施された。

図 2.5.4.7 シペンベ・コミュニティのGBFM進捗図



マブンブケ・コミュニティでは116箇所のBAが検出され、1箇所のRTM、1箇所のRTMの3ヶ月後モニタリング、3箇所のBAモニタリングが実施された。

図 2.5.4.8 マブンブケ・コミュニティのGBFM進捗図



ビレーネ郡の3コミュニティでは16箇所のBAが検出され、0箇所のRTM、1箇所のBAモニタリングが実施された。

図 2.5.4.9 ビレーネ郡の3パイロット・コミュニティのGBFM進捗図

(a) 森林火災モニタリングについて

調査結果の抜粋を下記表 2.5.4.3、表 2.5.4.4 に示す。

表 2.5.4.3 RTM 調査結果とりまとめ表

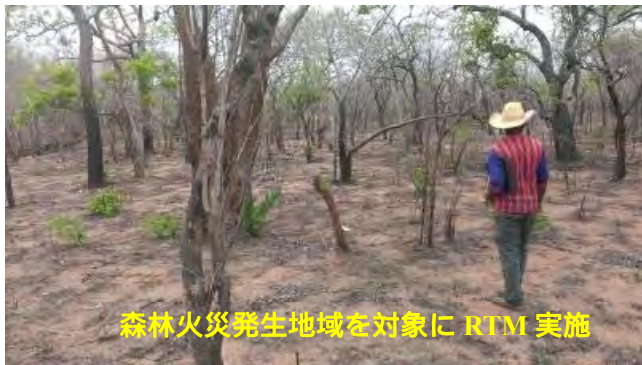
No	ポイント名	日付	州	郡	コミュニティ	RTM				
						火災原因 (a/b/c/d/e)	その他の詳細	根拠 (明確 or 推測)	森林火災の 被害状況 (a/b/c/d)	森林 火災 面積 (ha)
1	R01	8/9	CD	Ancuabe	Nauale	d	カシューナッツの枝除去目的の火災からの延焼	明確	b	11.0
2	R02	8/19	CD	Ancuabe	Nauale	d	カシューナッツの枝除去目的の火災からの延焼	明確	b	11.0
3	R03	8/13	CD	Ancuabe	Nauale	a		明確	c	1.4
4	R04	8/20	CD	Ancuabe	Nauale	e		推測	b	2.8
5	R05	8/21	CD	Ancuabe	Nauale	e		推測	b	25.6
6	R06	8/22	CD	Ancuabe	Nauale	e		推測	c	6.1
7	R07	8/27	CD	Ancuabe	Nauale	a		明確	N/A	3.2
8	R08	8/27	CD	Ancuabe	Nauale	b		明確	b	6.6
9	R09	9/11	CD	Ancuabe	Nauale	d	竹林伐採	明確	b	5.7
10	R10	9/11	CD	Ancuabe	Nauale	d	竹林伐採	明確	b	5.7
11	R11	9/12	CD	Ancuabe	Nauale	b		明確	b	1.6
12	R12	9/15	CD	Ancuabe	Nauale	b		明確	b	3.5
13	R13	9/17	CD	Ancuabe	Nauale	b		明確	a	2.5
14	R15	12/2	CD	Ancuabe	Nauale	b		明確	a	9.1
15	R01	8/4	CD	Montepuez	Chipembe	e		推測	c	N/A
16	1	8/5	CD	Montepuez	Chipembe	e		推測	c	5.95
17	R001	10/14	CD	Montepuez	Chipembe	a		明確	a	5.9
18	R002	10/7	CD	Montepuez	Chipembe	b		推測	b	3.28
19	R003	10/7	CD	Montepuez	Chipembe	a		明確	a	11.5
20	R004	10/14	CD	Montepuez	Chipembe	b		推測	a	8.15
21	A001	6/12	GZ	Mabalane	Mavumbuque	e		推測	a	22.4

火災原因
a 焼畑
b 狩猟
c 炭焼きからの延焼
d その他
e 不明

森林火災の被害状況
a 地表面のみ
b 低木への影響有
c 成木への影響有
d 他

表 2.5.4.4 3ヶ月後 RTM 調査結果とりまとめ表

No	ポイント名	日付	州	郡	コミュニティ	3ヶ月後RTM								
						日付	MODIS BA 重複 (Yes/ /No)	森林 減少 (Yes/ /No)	森林 減少 面積 (ha)	Condition of the area			d 樹種	e 備考
										a 苗木 per 100m2	b 残存 率 %	c 樹冠 率 %		
1	R01	8/9	CD	Ancuabe	Nauale	12/2		Yes	1.5	15	100	80	Messassa	農地開発による森林減少
2	R02	8/19	CD	Ancuabe	Nauale	12/4		No		12	75	60	Messassa	
3	R03	8/13	CD	Ancuabe	Nauale									
4	R04	8/20	CD	Ancuabe	Nauale	12/3		No		10	100	70	Jambire, Messassa	
5	R05	8/21	CD	Ancuabe	Nauale									
6	R06	8/22	CD	Ancuabe	Nauale	12/14		No		11	100	75		
7	R07	8/27	CD	Ancuabe	Nauale	12/6		Yes	2	15	100	80	Umbila, Combretum	農地開発による森林減少
8	R08	8/27	CD	Ancuabe	Nauale	11/17	No	Yes		N/A	75	25	Jambire,Acacia	
9	R09	9/11	CD	Ancuabe	Nauale	11/17	Yes	No		12	100	70	Messassa	
10	R10	9/11	CD	Ancuabe	Nauale									
11	R11	9/12	CD	Ancuabe	Nauale									
12	R12	9/15	CD	Ancuabe	Nauale	12/2	No	No		14	100	0	Messassa	
13	R13	9/17	CD	Ancuabe	Nauale									
14	R15	12/2	CD	Ancuabe	Nauale									
15	R01	8/4	CD	Montepuez	Chipembe	12/4	No	No		N/A	N/A	N/A		周囲に別の火災有
16	1	8/5	CD	Montepuez	Chipembe	12/4	No	No		28	100	65	Messassa	周囲に別の火災有
17	R001	10/14	CD	Montepuez	Chipembe	12/4	No	No		21	100	40	Mpene pene	
18	R002	10/7	CD	Montepuez	Chipembe	12/4	No	No		14	100	40	Anona,Mpau	残存していたのはacacias
19	R003	10/7	CD	Montepuez	Chipembe	12/4	No	No		N/A	100	45	Cumbre- Nlori,Ripa Ripa	
20	R004	10/14	CD	Montepuez	Chipembe	12/4	No	No		17	100	45	Massassa	
21	A001	6/12	GZ	Mabalane	Mavumbuque									



森林火災発生地域を対象に RTM 実施



取得した GPS データを PC で確認

図 2.5.4.10 GBFM の実施風景写真

3 コミュニティにおいて 21 箇所リアルタイム・モニタリングが実施された。内訳は Nacuale で 14 箇所、Chipembe で 6 箇所、Mavumbue で 1 箇所となった。Bilene においては自動二輪車の導入の遅れ等からリアルタイム・モニタリングは実施されなかった。

リアルタイム・モニタリングは森林火災発生後に調査を行い、その約 3 か月後に森林減少等の状況確認のため再訪する。2 月時点で 21 箇所中 15 箇所 3 か月後モニタリング結果の報告がなされている。その中で森林減少が確認されたのは 3 箇所のみである。農地開発（焼畑）と狩猟目的の森林火災である。前者については、1 箇所目は、森林火災面積が 11ha に対して農地開発による森林減少面積は 1.5ha であった。2 箇所目は、森林火災面積が 3.2ha に対して農地開発による森林減少面積は 2ha であった。後者については、残念ながら調査不備のため、森林減少面積の測定は記録されていない。逆に残り 12 箇所に関しては既に植生回復が始まっており、森林減少につながることは考えられない。

なお、火災原因および森林火災の被害状況を下記にまとめた。

最も原因として多いのが狩猟であった。対象コミュニティでは、狩猟する際に森林内の見通しを

確保するため下草に火を放つ。(図 2.5.4.11 参照)

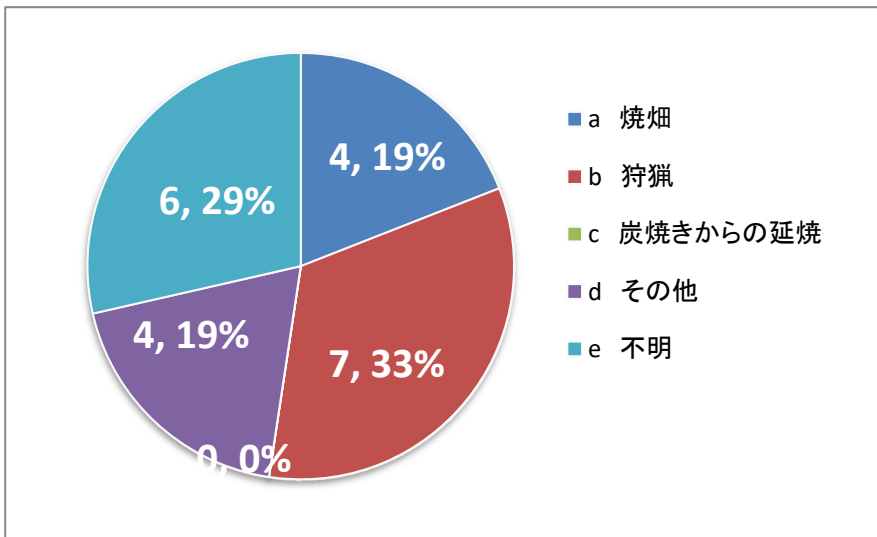


図 2.5.4.11 森林火災の原因

成木への影響が確認された 4 箇所を除けば、下草及び低木への影響に留まる割と小規模の火災であったことが左記よりわかる。(図 2.5.4.12 参照)

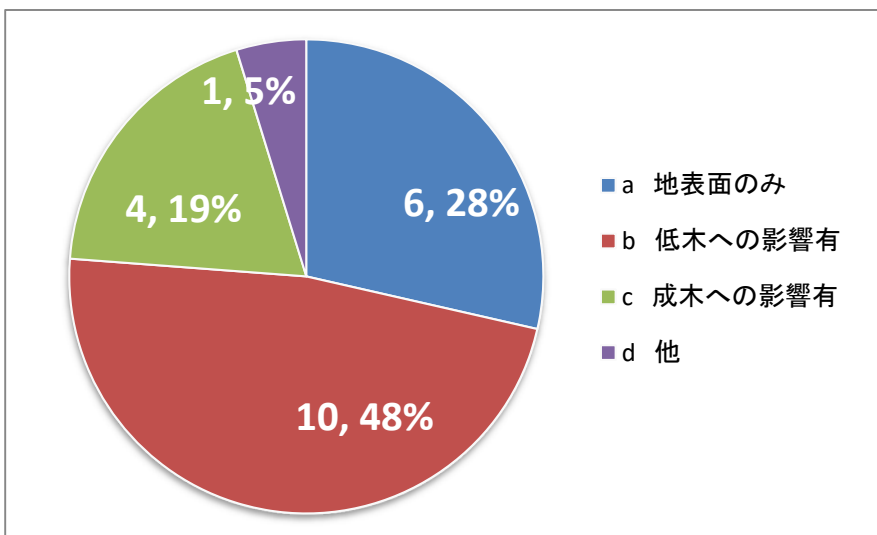


図 2.5.4.12 森林火災の被害状況

21 箇所の RTM のうち 20 箇所において GPS で測定された森林火災面積の平均は 7.6ha であった。モザンビークでは焼畑を実施する際にはまず小径木を伐採し、火を放つ。その後燃え残った大木を切り倒し、今一度火を放つ。焼畑のように特定のエリアを対象として火を放つ場合は火災面積も小規模となる傾向があるようだが (No.3 では 1.4ha)、不明も含めそれ以外が要因の火災は特に管理をしていないため、ある程度大規模に燃え広がる事が確認された。

また、森林火災原因を全地点において選択しているが、半分弱の調査地では推測された結果である。リアルタイム・モニタリングは森林火災発生後に現地を訪問しているが、原因を特定するのは容易ではない。

(b) BA モニタリングについて

調査結果の抜粋を下記表 2.5.4.5 に示す。

表 2.5.4.5 MODIS モニタリング調査結果とりまとめ表

No.	ポイント名	日付	州	郡	コミュニティ	RTM エリア (Yes/ /No)	森林 減少 (Yes/ /No)	森林 減少 面積 (ha)	モニタリングエリア概況					森林減少 の原因 a 農業開発 b 伐採 c 石炭 d 火災 e 他 f 不明
									a 苗木 per 100m2	b 残 存 率 %	c 樹 冠 率 %	d 樹種	e 他	
1	Nacuale1	12/1	Cabo Delgado	Ancuabe	Nauale	Yes	No		13	100	60	Mesasse	森林火災の影響を最も受けているDiplorinchus condiocarpiorも更新が始まっている	a
2	Nacuale2	12/2	Cabo Delgado	Ancuabe	Nauale	No	No		10	100		Mesasse		
3	Chipembe1	12/3	Cabo Delgado	Montepuez	Chipembe	No	Yes	N/A	19	100	75	Mesasse	木炭および炭生産のための伐採	a
4	Chipembe2	12/3	Cabo Delgado	Montepuez	Chipembe	No	No		43	100	60	N'Bacala, N'Rope	木炭および炭生産のための伐採	
5	Chipembe3	12/3	Cabo Delgado	Montepuez	Chipembe	No	Yes	0.63					更新樹種は大きな被害を受けている	a
6	M1	11/26	Gaza	Mabalane	Mavumbuque	No	No					Chivondzuqua		
7	Bilene	11/28	Gaza	Bilene	Ngondzo	No	No		100	100	45	Jambalao		

BA モニタリングは9箇所で行われたが、調査結果がDNRIに上がってきているのは2015年2月時点で7箇所分である。その内1箇所がリアルタイム・モニタリング調査を実施した箇所であり、2箇所で森林減少が確認された。なお2箇所とも原因は農地開発(焼畑)である。コミュニティにおける農地開発は機械に頼らず、人力で実施している為、大規模な開発ではなく、調査結果にあるように0.6haのように小規模のものが多く、村人への聞き取り調査からもわかった。

また、訪れたすべてのBAにおいて火災の被害が確認されたことから、少なくとも調査した範囲内では、BAの信頼度もある程度高いと考えられる。ただし、調査していないBAもまだあり、後述するようにRTMの結果とBAと重ね合わせた様子を見ると、どれほど信頼度が高いか疑わしい面もある。また、大規模な火災や大きな植生消失のみ抽出するような機能はなく、森林減少を目的としたモニタリングとして検出された全てのバンドエリアを調査するのは人的リソース、効率性、コストの面から考えて非現実的である。



図 2.5.4.13 GBFM でチェックした森林減少エリアの写真

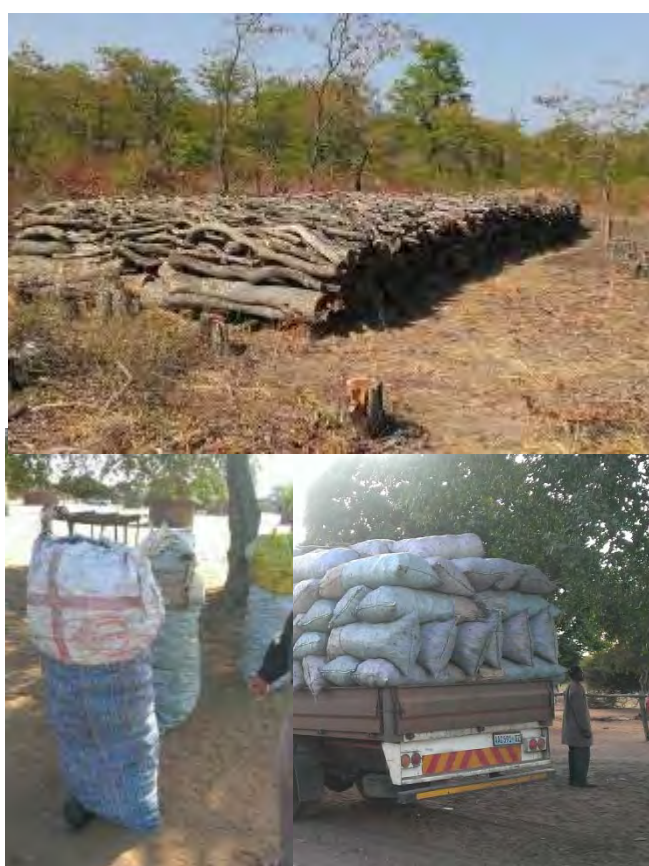
(c) 炭生産モニタリングについて

調査結果を下記表 2.5.4.6 に示す。

表 2.5.4.6 炭生産モニタリング調査結果とりまとめ

州	郡	コミュニティ	2014										2015			小計	
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Cabo Delgado	Ancuabe	Nauale															0
Cabo Delgado	Montepuez	Chipembe															0
Gaza	Mabalane	Mavumbuque	352	215	47	546	396										1,556
Gaza	Bilene	Ngondzo															0

炭生産モニタリング調査が実施されたのは、Mavumbuque コミュニティのみであった。5月から9月までの5ヶ月間で1,556袋が21人の生産者によって生産された。



左上：炭生産前の状況
 左下：炭を市内に運ぶトラック
 右下：炭（約80kg）

図 2.5.4.14 木炭生産に関する写真

4) GBFM 調査結果の分析

(a) 森林減少について

第2年次の調査から確認された森林減少は Nacuale で3箇所、Chipembe で2箇所の計5箇所であった。共にカーボデルガード州のコミュニティである。その内4箇所では農地開発（焼畑）が原因で森林減少が発生しており、森林火災のみとの因果関係は考えにくい。上述したように、農地開発する際に、伐倒した後に火を放つのがモザンビークの開発手法である。結果的にバーンドエリアとして検出されているが、森林火災のみで森林減少しているわけではなく、焼畑という火入れを発生させながらも人力による樹木の伐倒という行為を伴う農地開発（焼畑）があることによる森林減少である。

また、ガザ州においても森林火災は発生しており、焼け跡が樹木の 7~10m に達していることから考えても、決して小規模ではない。それに関わらず、森林減少につながっていないのは、構成樹種がある程度耐火性を備えているからだと考えられる。調査対象地では乾季の終わりにはいたるところで森林火災が発生している。そのことから考えても現存している樹種の多くは毎年森林火災の影響を大なり小なり受けてはいるが、生存しているため、余程の大規模な火災や同じ箇所でも何度も火災が発生しない限り、森林減少にはつながらないと考えられる。

(b) RTM エリアと BA エリア及びアクティブ・ファイア・ポイントとの重なりについて

MODIS による情報は BA だけではなく、アクティブ・ファイア・ポイント (AFP) と名付けられた MODIS 衛星が熱感知したポイントを毎日知らせるシステムもある。AFP は、火災が発生した箇所を示すと言われている。この AFP の場所と RTM のエリアをカーボデルガド州のパイロット・コミュニティであるナクアレとシペンベの両コミュニティで比較してみると、図 2.5.4.15 に示されたように、RTM のエリアと AFP が重なっているところは 1 つもなかった。AFP の箇所

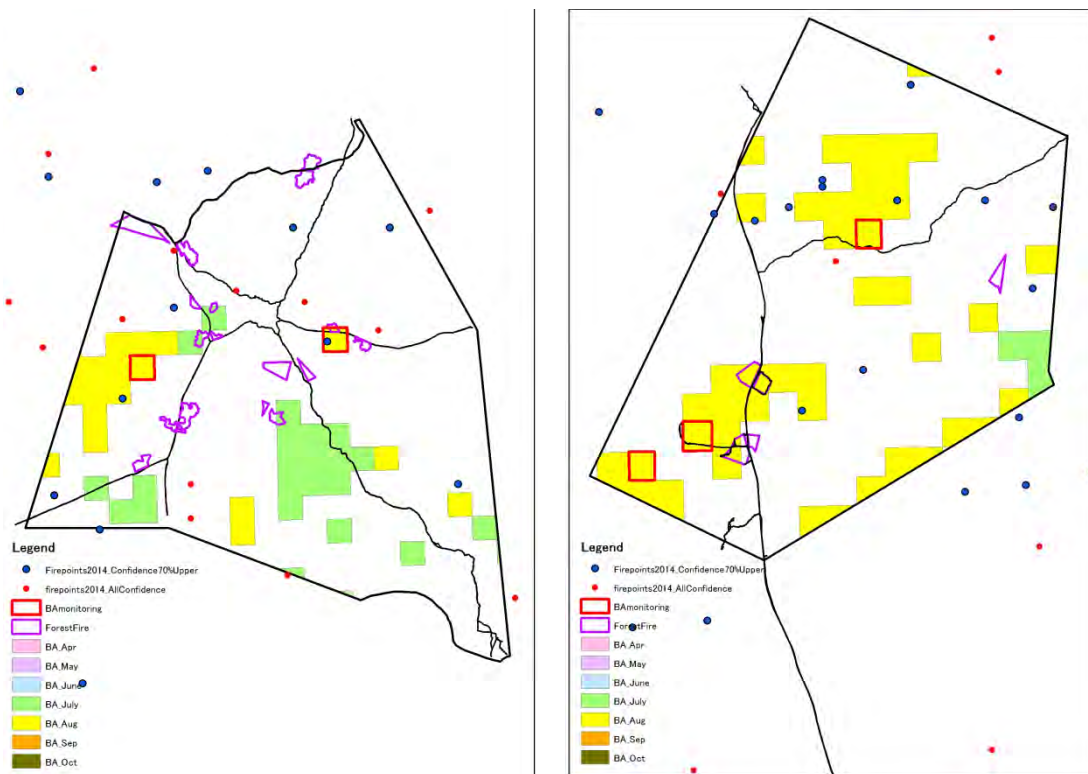


図 2.5.4.15 RTM エリアと AFP と BA エリアを重ねた図

実際に森林火災が発生していたとして、普及員がその箇所を RTM しなかったという可能性は否定できない。しかしながら、RTM の箇所は間違いなく火災が発生した箇所であり、少なくとも AFP がその RTM の箇所を表示できなければ、AFP の信頼性は下がると言わざるを得ない。また、BA と AFP もほとんど重なっていない。BA も信頼性が必ずしも高いわけではないと想定されるが、いくつかの BA 調査では、火災跡地が確認されている。以上のことから、AFP の情報は、非常に精度が低いのではと考えられる。

(2) 第 3・4 年次の GBFM

1.3.11 に記述されたように、第 3 年次からは、レーダ画像解析のための GT 調査を GBFM として

実施した。以下にその結果を記述する。

1) 第3・4年次のGBFMスケジュール

第3年次のGBFMは2015年6月上旬のプレ調査でその方法等のトライアルを行い、8月下旬でのカーボデルガド州でのGBFM調査をかわきりに、カーボデルガド州で2回、ガザ州で2回、ザンベジア州で1回、マニカ州で1回の都合6回実施した。また、第4年次のGBFMは、2016年8月上旬～中旬のイニャンバネ州及び8月中旬のニアッサ州で都合2回実施した。

2) 第3年次・第4年次のGBFM調査結果概要

上記のスケジュールで実施したGBFMの結果と調査箇所、期首と期末のレーダ画像や現地の地上写真等をまとめたものについては付属資料29を参照。

3) 第3年次・第4年次のGBFM調査結果の分析

2015年8月のカーボデルガド州の現地調査より確認できた事項は、以下のとおりである。

- ✓ 森林減少の原因として、以下のものが確認できた
 - 農業（焼畑）
 - 農業（商業）
 - 施設開発
- ✓ 木炭生産は森林劣化の原因となっている

2015年9月のザンベジア州の現地調査より確認できた事項は、以下のとおりである。

- ✓ 全ての森林減少は焼畑によるものであった
- ✓ 焼畑の80%以上が、ごまの生産のためであった
- ✓ 1つの森林減少地は、家族単位で開拓されていた
- ✓ ザンベジア州での一森林減少地当たりの森林減少面積がカーボデルガド州のそれよりも広い理由の1つは、土地の持ち主が複数の労働者を雇って開発しているからである
- ✓ 倒木は地面上に横たわったままであり、この倒木がレーダ画像解析に影響していることが確認できた。現地にてYUMA（タブレットPC）上でレーダ画像を確認したところ、倒木のある箇所（画素）は周辺の伐採箇所（画素）よりもレーダの反射強度が強く、画像上で少し明るく表示されていることが確認できた

2015年10月及び11月のガザ州の現地調査より確認できた事項は、以下のとおりである。

- ✓ 全ての森林減少は焼畑によるものであり、ただし、伐採木を木炭生産に活用しているポイントが何カ所もあった。
- ✓ 概して面積の小さな焼畑地が多かったが、本GBFMのために検知された箇所に隣接したエリアが同様に焼畑耕作地になっている箇所も多く、1度に大きな面積を焼畑地化しているのではなく、数年間かけて焼畑耕作地として開墾しているようである。
- ✓ 2014年11月と2015年7月のレーダ画像の比較のため、7月以降に森林減少が起こっているところは、画像上はまだ森林となっている。したがって、2015年11月のレーダ画像が入手できれば、その画像と2015年7月の画像と比較し、かつそれにより森林減少地として検出されたエリアと現地調査結果を比較することにより、森林減少が7月から11月の間に発生したかどうかを確認することができる。

2015年12月のカーボデルガド州の現地調査より確認できた事項は、以下のとおりである。

- ✓ カーボデルガド州の北部では、焼畑耕作の平均面積は、土壌の肥沃が低いことや大型動物の襲撃を防ぐことから数家族が固まって焼畑耕作をする習慣があることから、他のエリアより大きめである。
- ✓ 森林減少の原因は1カ所（ガス会社による開発）を除き焼畑であった。
- ✓ 6.25m解像度のレーダ画像では、森林減少として検出されたところも、25m解像度レーダ画像では森林減少地として検出されなかったポイントがある。

2015年12月のマニカ州の現地調査より確認できた事項は、以下のとおりである。

- ✓ 森林減少の原因は、焼畑、建設物、商業的農地開発及び木炭生産であった。
- ✓ 森林減少地の自動検出では、2014年11月以前より湿地や農業地であった場所が、2014年11月以降の森林減少地のように検出されたので、土地被覆・利用図等を参照して、もともと非森林地の箇所については森林減少地候補から除外するなどの方法で、マスク・フィルタリングを行うことは重要である。
- ✓ マニカ州のシーン37では、調査ポイントでの森林減少面積は、多くの調査ポイントで、GPSトラックによる実測面積の方が、自動検出での森林減少面積より大きい傾向があった。したがって、自動検出の閾値の修正の必要性がある。

2016年8月上旬から中旬のイニャンバネ州の現地調査より確認できた事項は、以下のとおりである。

- ✓ 森林減少の原因として、以下のものが確認できた
 - 農業（焼畑）
 - 木炭生産
 - 施設開発
 - インフラ開発
- ✓ 森林火災による森林減少が確認された
- ✓ チェーンソーによる農地開発が見られた
- ✓ 樹木作物地が森林減少箇所として含まれていた
 - マスク処理の必要性
- ✓ 調査地点数は限られるが、森林減少を抽出するための閾値は-3.0dBに近い可能性がある
- ✓ 東側のシーンは森林減少が確認できなかった
 - ALOS-2画像の前処理が上手く行われていない可能性がある（JAXAに要問合せ）

2016年8月中旬のニアッサ州の現地調査より確認できた事項は、以下のとおりである。

- ✓ 森林減少の主な原因は、農業（焼畑）であった
- ✓ リチング郡やラゴ郡では、多くの耕作地が見られた
 - ラゴ郡は豆の一大生産地であり、リチングやマプトに出荷されている
- ✓ プランテーション地における広域な森林伐採が見られた
- ✓ 森林火災による森林減少の誤分類が見られた
- ✓ 伐採後の枝が放置されている場所では、閾値が-3.0dBでも森林減少であった

第3・4年次に実施したGBFMの現地調査結果および自動分類結果を用いて、森林減少箇所の自動抽出方法に向けた分析に関しては、2.3.4で記載したとおりである。

2.6 FREL/FRL 分野

2.6.1 FREL/FRL の技術作業部会のメンバー及び技術作業部会会合の実施

FREL/FRL 分野の業務にあたっては、FREL/FRL の技術作業部会（TWG）を設立し、検討を行った。なお、FREL/FRL の TWG はバイオマス/炭素量推定の TWG と合同の TWG である（後述）。TWG のメンバーは下記のとおりである。

表 2.6.1.1 FREL/FRL 及びバイオマス/炭素量推定の TWG メンバーリスト

名前	所属、担当	備考
加藤和久	日本人専門家（業務主任）	
千葉裕起	日本人専門家（REL/RL・炭素蓄積量推定）	
河合雅巳	日本人専門家（リモートセンシング(1)）	
中西 平	日本人専門家（リモートセンシング(2)）	
梶垣 純	日本人専門家（森林インベントリー(1)）	
Joaquim Macuacua	Chefe do DNRI	プロジェクトマネージャー
Renato Timane	Dept. Inventário: FRA 2015	TWG コーディネーター
Pachis Mugas	Dept. Inventário: AIFM	TWG コーディネーター
Tomás Luís Sande	Dept. Inventário	TWG コーディネーター
Hilario Akissa	Dept. Florestas	

FREL/FRL に関する検討を行った TWG の開催日ならびに検討内容は下記のとおりである。

表 2.6.1.2 FREL/FRL を議題に含めた TWG の開催状況

TWG	開催日	TWG での検討事項
第 1 回	2014 年 2 月 26 日	REL/RL の概念、REL/RL の設定方法、REL/RL 設定に必要な情報、及びその中で国内で活用できる情報及び新たに収集が必要な情報等
第 2 回	2014 年 3 月 7 日	REL/RL に関するセミナーのアジェンダ案
第 4 回	2014 年 7 月 9 日	REL/RL の設定方法の課題
第 5 回	2014 年 9 月 22 日	REL/RL セミナーのアジェンダ案、開催要領
第 6 回	2015 年 8 月 28 日	FREL/FRL 設定の要件（参照期間、対象とする REDD+活動、対象とする炭素プール、外挿方法/国情の考慮）：UNFCCC に提出された FREL/FRL を題材に、モザンビーク FREL/FRL の設定に採用する方法について検討した。
第 7 回	2015 年 10 月 9 日	第 1 回の内容の継続：FREL/FRL 設定の要件のうち、対象とする REDD+活動、対象とする炭素プール、外挿方法/国情の考慮について検討した。

（第 3 回 TWG においては、バイオマス/炭素量推定分野に関する検討のみを行った。）

2.6.2 FREL/FRL に関するセミナーの開催

FREL/FRL に関するセミナーの参加者の大半は、REDD+を専門的に担当している職員ではなく、FREL/FRL に関する知識は殆ど持ち合わせていなかったと考えられる。しかし、セミナーで得ら

れたコメント及び質問内容から、セミナーを通じて FREL/FRL の概要、FREL/FRL を構築していく上でクリアしていかななくてはならない課題についてある程度の理解が得られたものと推測する。

セミナーにおいて、FREL/FRL を構築する上での課題に関する協議において指摘された主なポイントは以下の通りである。

- 森林定義の決定においては、最低面積、最低樹高、最低被覆率の各項目において与えられているレンジの中で選択する数値の利点及び欠点を明確にしておく必要がある。例えば、森林被覆率をレンジ内最大の 30% とすると、国内の多くの森林が森林としてカウントされなくなるため、森林減少・劣化からの排出の減少に関する活動ができなくなる。また、FCPF による現在実施中の調査結果をフォローする必要がある。
- モザンビークの森林(例 Gile 国立保護区)では、木のバイオマスよりも土壌中に多くの炭素が蓄積されているところがあり、土壌炭素は重要な炭素プールであると考えられる。また、計測が難しければ Tier 1 を活用するオプションもある。
- バイオマス等のデータ計測を行うには大きなコストを伴うため、多くの国で、Tier 1 と Tier 2 の併用を行っている。
- 過去参照年をどれくらいの期間で設定するかについては、それぞれの期間が REL/RL にどのように影響するのかを明確にする必要がある。
- 過去の森林変化の外挿方法に関しては、モザンビークが REDD+ のどの制度(UNFCCC の結果支払、FCPF のカーボン・ファンド等)に対して REL/RL を開発し、提出するのかによって変わってくる。
- 人口動態は、モザンビークが REDD+ 便益を得るためにより有利な FREL/FRL を設定するために考慮する国情としての有用な因子と考えられる。

セミナーの参加者及び協議内容の詳細は、付属資料 30 に示す通りである。また、セミナーの発表資料一式を付属資料 30 に添付する。

2.6.3 FREL/FRL の策定

本プロジェクトにおけるガザ州とカーボデルガド州の FREL/FRL の策定結果について、図 1.4.1.1 で示したフローに従って以下に記述する。

(1) FREL/FRL に関連する既存情報の収集・分析結果

収集した FREL/FRL に関連する既存情報の分析結果は、「過去に設計された FREL/FRL」と「FREL/FRL を調整する国情の適用を検討するための情報」とに分けて記述する。

1) 過去に設計された FREL/FRL の分析

過去に設計された FREL/FRL の分析結果は、UNFCCC に提出された FREL/FRL とモザンビーク内で設計された FREL/FRL とに分けて記述する。

(a) UNFCCC に提出された FREL/FRL

2017 年 11 月時点で UNFCCC に提出された FREL/FRL に関して、各国が採用した設定条件は表 2.6.3.1 に示すとおりである。表 2.6.3.1 でリストされている 20 か国の他に、コンゴ共和国、パラ

グアイ、コートジボワール、ホンデュラス、マダガスカルの5か国が FREL/FRL を提出しているが、英語版のレポートが提出されていないため、本プロジェクトにおいて分析は行っていない。以下に、各項目の傾向について記述する。

FREL/FRL の規模(スケール): 提出時期が遅い FREL/FRL ほど、全国レベルの割合が高い。ブラジルやインドネシアといった、国土面積が比較的大きく、且つ森林資源が豊富な国は、多くの排出削減量が見込めるエリアを対象とした準国レベルの FREL/FRL を提出している。

森林定義: ほとんどの国が京都議定書で示された3つの指標及びその中で与えられているレンジの中で森林を定義している。3つの指標の中で各国が選んだ閾値については特に傾向はみられないが、最低樹冠率については、メキシコ、ネパール、ベトナムといった森林率の低い国は下限の10%で設定している。このように森林率の低い国では、最低樹冠率を低く設定することにより、“森林減少・劣化からの排出削減”の活動の対象となる森林を確保できると考えられる。

対象となる REDD+活動: マレーシアを除いたすべての国が“森林減少からの排出削減”を含めている一方で、“森林劣化からの排出削減”を含めている国は半数以下である(提出時期が遅い FREL/FRL ほど、“森林劣化からの排出削減”を含めている割合が高い傾向にある)。これは、モニタリングの難しさと考えられる。また、上述の森林率の低い国は“森林炭素蓄積量の増大”を含める傾向が見られる。また、ここで挙げられている多くの国が段階的アプローチに従って活動の数を増やしていくことについて言及している。

計測対象の炭素プール: 殆どの国が AGB 及び BGB を計測対象としているのに対し、土壌については多くの国が計測対象から外している。この理由としてはモニタリングの難しさが考えられるが、対象となる REDD+活動と同様に、多くの国がデータの整備状況が向上すると共に炭素プールを追加していくことについて言及している。

参照期間: 10年前後で設定している国が大半である。表 2.6.3.1 で挙げられている国の中には、FCPF カーボンファンドに向けて FREL/FRL を開発している国も含まれており、カーボンファンドのガイドラインに従うと過去参照年を10年以内で設定しなければならない(理由次第では15年まで認められる場合がある)。20年以上といった比較長いスパンで過去参照年を設定することは可能であるが、そのためには過去の森林変化を分析して長い期間を遡った森林変化ドライバーが現時点の森林変化に対して影響し得ることを説明する必要がある。

将来の炭素吸収・排出量の予測方法: 多くの国が平均法を採用している。上述の「参照期間」のところでは言及したカーボンファンドのガイドラインが、参照期間の年間平均吸収・排出量を FREL/FRL の上限値と定めていることも1つの要因であると考えられる。また、殆どの国は国情による FREL/FRL による調整を行っていない。

また、表 2.6.3.1 で示された20か国の FREL/FRL のうち、2017年11月時点で TA が完了しているブラジル、コロンビア、エクアドル、ガイアナ、マレーシア、メキシコ、チリ、コスタリカ、インドネシア、ペルー、ベトナムの FREL/FRL については、提出された FREL/FRL 及び TA による提言の概要を、FREL/FRL の設定条件ごとに付属資料 31 のようにまとめた。

表 2.6.3.1 各国が採用した FREL/FRL の設定条件

国名	スケール	森林定義	REDD+活動	炭素プール	参照期間	将来予測方法
ブラジル	準国	樹冠率：10% 樹高：5m 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減	AGB BGB リター	第1期間（2006－2010）： 1996－2005 第2期間（2011－2015）： 1996－2010	過去平均
コロンビア	準国	樹冠率：30% 樹高：5m 面積：1ha	森林減少からの排出削減	AGB BGB	2000－2012	過去平均 国情による調整あり
エクアドル	全国	樹冠率：30% 樹高：5m 面積：1ha	森林減少からの排出削減	AGB BGB 枯死木 リター	2000－2008	過去平均
ガイアナ	全国	樹冠率：30% 樹高：5m 面積：1ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減	AGB BGB 枯死木 リター 土壌	2001－2012	過去平均 国情による調整あり
マレーシア	準国(全国の永久指定林)	樹冠率：30% 樹高：5m 面積：0.5ha	持続的森林管理	AGB BGB	第1期間（2006－2010）： 1992－2005 第2期間（2011－2015）： 1997－2010	過去平均
メキシコ	全国	樹冠率：10% 樹高：4m 面積：50ha	森林減少からの排出削減	AGB BGB 枯死木 リター	2000－2010	過去平均

国名	スケール	森林定義	REDD+活動	炭素プール	参照期間	将来予測方法
チリ	準国	樹冠率：10% 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減 森林炭素ストックの増大 森林炭素ストックの維持	AGB BGB 枯死木 土壌	1997 - 2012	過去平均
コスタリカ	準国	樹冠率：30% 樹高：5m 面積：1ha	森林減少からの排出削減 森林炭素ストックの増大	AGB BGB 枯死木 リター	第1期間（1997 - 2009）： 1986 - 1996 第2期間（2010 - 2025）： 1997 - 2009	過去平均
エチオピア	全国	樹冠率：20% 樹高：2m 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減 森林炭素ストックの増大	AGB BGB 枯死木	2000 - 2013	過去平均
インドネシア	準国	樹冠率：30% 樹高：5m 面積：0.25ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減	AGB 土壌	1990 - 2012	過去平均
ペルー	準国	樹冠率：10% 樹高：5m 面積：0.09ha	森林減少からの排出削減	AGB BGB	2001 - 2014	過去の森林変化トレンド の外挿
ベトナム	全国	樹冠率：10% 樹高：5m 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減 森林炭素ストックの増大	AGB BGB	1995 - 2010	過去平均 国情による調整あり
ザンビア	全国	樹冠率：10% 樹高：5m 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減	AGB BGB 枯死木	2000 - 2014	過去平均

国名	スケール	森林定義	REDD+活動	炭素プール	参照期間	将来予測方法
カンボジア	全国	樹冠率：10% 樹高：5m 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減 森林炭素ストックの増大	AGB BGB	2006 - 2014	過去平均
ガーナ	全国	樹冠率：15% 樹高：5m 面積：1ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減 森林炭素ストックの増大	AGB BGB 枯死木 リター 土壌	2000 - 2015	過去平均
ネパール	全国	樹冠率：10% 樹高：5m 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減 森林炭素ストックの増大	AGB BGB	2000 - 2010	過去平均
PNG	全国	樹冠率：10% 樹高：3m 面積：1ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減 森林炭素ストックの増大	AGB BGB	2001 - 2013	過去の森林変化トレンド の外挿
スリランカ	全国	樹冠率：10% 樹高：5m 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減 森林炭素ストックの増大	AGB BGB リター	2000 - 2010	過去平均
タンザニア	全国	樹冠率：10% 樹高：3m 面積：0.5ha	森林減少からの排出削減	AGB BGB 枯死木	2002 - 2013	過去平均
ウガンダ	全国	樹冠率：30% 樹高：4m 面積：1ha	森林減少からの排出削減 森林劣化からの排出削減 森林炭素ストックの維持 持続的森林管理	AGB BGB	2000 - 2015	過去平均

(b) モザンビーク内で設計された FREL/FRL に関する情報

2011年にマニカ州で実施された調査、及びその調査結果により試算した FREL/FRL について、以下にこの調査の方法・結果に対する分析を記述する。

森林減少の直接要因及び背景となるドライバーの影響を定量的に推定するという観点ではこの調査事例で採用された方法は確実なものであると考えられる。しかし、調査事例がカバーしているのが約 7,500km² のまとまったエリアであるのに対してマニカ州の面積が 62,272km² であることを考えると、この事例で設定した FREL/FRL は州レベル（準国レベル）よりもプロジェクトレベルのものとする方が適している。

一方、本プロジェクトは、ガザ州（面積：75,334km²）及びカーボデルガド州（面積：78,778km²）において州レベル（準国レベル）の FREL/FRL を設定することとしているため、森林減少ドライバー等の影響を定量的に推定するという観点を FREL/FRL 設定に取り入れるとしても、準国レベルへの対応が必要となる。例えば、サンプルの取り方に関しては、調査事例のように 1 箇所のまとまったエリアでデータを取るよりも、ある程度地理的な広がり確保してサンプルデータを収集することを検討する必要がある。

以下に、このマニカ州での調査事例で特定された森林減少要因（土地利用活動）、森林減少ドライバー、大規模農場等の開発計画の、本プロジェクトにおける FREL/FRL 設定への適用可能性について検討する。

土地利用活動（森林減少要因）: この調査事例では、森林減少・劣化要因としての土地利用活動を小規模農業、木炭生産、地域住民の住居建築のための伐採、商業伐採、インフラ開発、蜂蜜採取、放棄耕作地、大規模農業の 8 つのカテゴリーに分類しているが、州レベルの FREL/FRL 設定においては、これよりも大まかなカテゴリー分けにするか、森林減少・劣化への影響が強い土地利用活動のみを考慮して、その影響の将来予測を行うことが考えられる。

人口増加（森林減少ドライバー）: NFI の結果と INE の人口統計データにより、モザンビーク全国に渡って森林被覆率と人口密度の関係が示されているという点で、本プロジェクトにおけるガザ州、カーボデルガド州の FREL/FRL 設定にも適用可能である可能性はある。

この調査事例で森林減少ドライバーとして特定された人口増加に関するデータは INE が公表しているものであり、本プロジェクトが対象とするガザ州及びカーボデルガド州の人口のデータも INE のウェブサイトから入手できる。人口は郡レベルまでブレイクダウンされており、また、州レベルの都市部/農村部の人口割合も提供されている。

木材輸出用の増加（森林減少ドライバー）: 商業伐採の将来予測は、機械的に木材輸出量の増加率をかけるのではなく、生産される木材と市場のリンクの分析が必要と考える。また、州レベルでの分析となると、調査事例のようにフィールド調査で商業伐採を確認するよりも、コンセッションやシンプルライセンスの登録面積、及び生産量（更に生産された木材の流通先）の信頼性のある記録データ等があれば、それらに関連機関から入手・分析する方が効率的であると考えられる。

大規模農業等の開発計画: 州レベルの森林減少予測に開発計画の影響を考慮するためには、この調査事例のようにフィールド調査で確認するよりも、まず中央の関係機関等で州全体の開発計画に関する情報を収集することが効率的と考える。また実施中の開発計画であれば、その実施状況が分かるデータを収集し、計画と実施状況の違いを考慮して将来予測を行う必要がある。

2) FREL/FRL を調整する国情の適用を検討するための情報

2015 年に、国際 NGO の Winrock International の支援によりモザンビーク政府機関（Agricultural Research Centre and Natural Resource Management）が「森林減少要因に関する調査」を実施している。この調査結果はモザンビークの国情を考慮する上で応用が可能なデータと考えられる。

この調査は、全国レベルで森林減少要因を定量的に把握する目的で実施されており、2000 年、2006 年、2012 年の 3 時点の森林被覆図を基に、森林変化の分析を行っている。この分析には以下の地図を活用している。

- ✓ 2000年地図（森林/非森林地図）：CENACARTAの土地被覆図（1997）を基に、12の森林タイプ植生を1つの森林カテゴリーに、3つの非森林タイプ植生を1つの非森林カテゴリーにまとめた。なお、CENACARTAの土地被覆図では“other woody plant”が森林カテゴリーとして扱われていたが、2007年の土地被覆図（Marzoli）を基に、非森林カテゴリーに変更されている。
- ✓ ハンセンの地図：2000年～2006年の森林消失地図と2000年～2012年の森林消失地図をCENACARTAの2000年地図（森林/非森林地図）と合わせて分析している。

これらの地図を基に、全国の各郡を、以下の項目について分析している。

- 2012年の森林被覆率
- 総森林減少率（2000～2006）
- 総森林減少率（2006～2012）
- 総森林減少率（2000～2012）

この調査では、モザンビーク内の各郡について、その状況が近いものをグループ化し、グループごとに森林減少・劣化の要因を分析している。各郡の分類には、森林変遷モデル、人口密度、潜在的優占植生の3つの基準を適用している。

森林変遷モデル：

森林の減少・劣化の進行には、森林資源多、森林減少少、森林資源多、森林減少多、森林資源少、森林減少多、森林資源少、森林減少少の4つのステージがあると考えられる（Fonseca et al, 2007; Hosonuma et al, 2012）。この調査では、このステージをモザンビークの状況に合わせて、以下のように定義している。

ステージ1：森林被覆 50%以上；森林減少率 0.27%以下；森林減少率 2000－2006 < 2006－2012

ステージ2：森林被覆 50%以下；森林減少率 0.27%以上；森林減少率 2000－2006 < 2006－2012

ステージ3：森林被覆 15%以下；森林減少率 0.27%以上；森林減少率 2000－2006 > 2006－2012

ステージ4：森林被覆 50%以下；森林減少率 0.27%以下；森林減少率 2000－2006 > 2006－2012

人口密度：

モザンビークの2007年の統計データから、以下の3クラスに分類している。

高	50－3,444 人/km ²
中	19－49 人/km ²
低	< 18 人/km ²

潜在的優占植生：

1967年の植生図（Wild, Barbosa）に基づいて、以下の9クラスに分類している。各郡に占める面

積が1番大きい植生タイプをその郡潜在的優占植生としている。

森林/非森林	植生タイプ
森林	乾燥落葉林
	山岳常緑林
	半湿潤沿岸林
	ミオンボ林
	モバネ林
	マングローブ林
	沿岸モザイク植生
非森林	半乾燥地
	浸水地

上記の3つの基準に従い、モザンビークの各郡を13のクラスに分類した(表2.6.3.2)。表2.6.3.2には、本プロジェクトでFREL/FRLの対象となる、ガザ州とカーボデルガド州の各郡が帰属するクラスも示している。

そして、各クラスからサンプル郡(計23郡)を選択し、森林が減少・劣化したフィールドにおいてインタビュー調査を実施し、森林減少・劣化の要因を定量的に分析した。調査結果は、表2.6.3.3に示すとおりである。表2.6.3.3においても、本プロジェクトの対象2州の各郡が帰属するクラスが分かるようになっている。

この調査では、7つの森林減少・劣化要因が確認されているが、本プロジェクトの対象となっている2州の郡が帰属するクラスに関しては、零細農業が最大の森林減少・劣化要因であることが分かる。この調査結果を、FREL/FRLを調整するための国情として考慮するかどうかの検討については、以下の「(2) FREL/FRL設計に関する条件の設定」で記述する。

表 2.6.3.2 「森林減少要因に関する調査」におけるモザンビーク内の各郡の分類

クラス	森林変遷モデル	人口密度	潜在的優占植生	州	郡
0	n.a.	n.a.	非森林	ガザ	シャイシャイ、シヨクエ、ジブート
1	1	中	乾燥落葉林	ガザ	ビレーネ、ギジャ
2	1	中	ミオンボ林	カーボデルガド	バラマ
3	1	低	乾燥落葉林 モパネ林	ガザ	シクアラクアラ、シグボ、マバラネ、マッサンジェナ、マッシンンジル
4	1	低	半湿潤沿岸林 ミオンボ林	カーボデルガド	メルコ、モンテプエズ、ムエダ
5	2	高	半湿潤沿岸林 半湿潤沿岸林/ ミオンボ林及び常緑林 ミオンボ林		
6	2	中	ミオンボ林	カーボデルガド	アंकアベ、シウレ、マコミア、モシンボア・ダ・プライア、ナムノ
7	2	低	半湿潤沿岸林 ミオンボ林	カーボデルガド	パルマ
8	3	高	ミオンボ林		
9	3	高 中	乾燥落葉林		
10	4	高	乾燥落葉林 モパネ林		

クラス	森林変遷モデル	人口密度	潜在的優占植生	州	郡
11	4	高	ニオンボ林		
12	2	高	乾燥落葉林	カーボデルガド	メクフイ、ナンガンデ、ペンバ、キッサンガ
		中			
13	1	低	半湿潤沿岸林		
		高	ニオンボ林 常緑林		

表 2.6.3.3 「森林減少要因に関する調査」の結果

クラス	州	郡	森林減少・劣化要因の面積割合 (%)						
			大規模農業	零細農業	商業伐採	薪炭材採取	都市開発	採鉱	家畜放牧
1	ガザ	ビレーネ、ギジャ	2	70	6	6	10	2	4
2	カーボデルガド	バラマ	7	81	3	3	3	1	2
3	ガザ	シクアラクアラ、シグボ、マバラネ、マッサンジェナ、マッシンジル	2	64	9	10	7	2	7
4	カーボデルガド	メルコ、モンテプエズ、ムエダ	5	59	16	8	7	3	3
5			6	67	6	8	8	2	3
6	カーボデルガド	アंकアベ、シウレ、マコミア、モシンボア・ダ・プライア、ナムノ	3	75	7	7	5	1	2
7	カーボデルガド	パルマ	2	55	10	6	21	4	2

クラス	州	郡	森林減少・劣化要因の面積割合（％）						
			大規模農業	零細農業	商業伐採	薪炭材採取	都市開発	採鉱	家畜放牧
8			12	62	11	5	6	2	1
9			6	61	9	6	13	0	5
10			2	21	0	0	74	0	4
11			1	52	4	2	39	0	2
12	カーボデルガド	メクファイ、ナンガンデ、ペンバ、キッサンガ	1	77	8	6	4	0	3
13			1	57	9	4	23	0	5

(2) FREL/FRL 設計に関する条件の設定

図 1.4.1.1 のフロー で収集した情報の分析結果、TWG メンバー及び UT-REDD との協議等を踏まえ、本プロジェクトにおいて FREL/FRL を設定する上での設定条件を表 2.6.3.4 にまとめた。

表 2.6.3.4 本プロジェクトで設定する FREL/FRL の設定条件

各種条件項目	FREL/FRL の設定条件
スケール	ガザ、カーポデルガドの各州を対象とした準国レベル
森林定義	最低平均樹高：3m、最低面積：1ha、最低樹冠率：30%
対象とする REDD+活動	森林減少からの排出削減；森林炭素ストックの増大 対象とする REDD+活動の検討過程については、本セクションの以下 1)「対象とする REDD+活動に関する検討」に記述した。
計測対象とする炭素プール	AGB、BGB 計測対象とする炭素プールの検討過程については、本セクションの以下 2)「計測対象とする炭素プールに関する検討」に記述した。
参照期間及びデータ分析時点数	参照期間：2002 年～2013 年 分析時点数：5 時点（2002 年、2005 年、2008 年、2010 年、2013 年） 参照期間及び分析時点の検討過程については、本セクションの以下 3)「参照期間及び分析時点に関する検討」に記述した。
層化のレベル、方法	13 クラス（森林 5 クラス；非森林 8 クラス） 森林被覆図に基づいて分類
将来予測に考慮された社会経済要因、国情	国情による FREL/FRL の調整は行わない。 調整しない理由については、本セクションの以下 4)「FREL/FRL を調整する国情に関する検討」に記述した。

1) 対象とする REDD+活動に関する検討

国家 REDD+戦略においては、森林減少を減らすこと、再植林により炭素吸収を促進することが中心的な活動コンポーネントとして記述されている。

2) 計測対象とする炭素プールに関する検討

国家 REDD+戦略の中では、炭素プールに関する記述がない。AGB と BGB については、本プロジェクトで実施したインベントリーの結果、及び、既存の（Tier2 及び Tier1 レベルの）アロメトリー式により、本プロジェクトの森林被覆図で分類される全ての森林タイプの炭素蓄積推定が可能である。AFD プロジェクトがザンベジア州 Gile 国立保護区において実施しているミオンボ林の土壌調査の結果では、森林消失と土壌炭素蓄積変化の関係が分かるデータは出ていない。従って、同州で実施される世銀のファンドによる REDD+プロジェクトでは土壌炭素を計測対象から外している。

3) 参照期間及び分析時点に関する検討

Landsat 8 画像が使用可能となる 2013 年を参照期間の最新時点とすることを、参照期間の最新時点を 2012 年以前とする CF-MF の規定にどのように適合できるのかについて、以下の 2 つの対応策を検討した。

対応策 : 2013 年の Landsat 8 画像のみで作成した森林被覆図を 2012 年の森林被覆図とみなす。

対応策 : (一例) 参照期間の最新時点を 2012 年に設定するが、2010 年と 2013 年の森林被覆図

を作成し、森林減少量（2010年～2012年）＝森林減少量（2010年～2013年）×2/3 として計算する（図 2.6.3.1 参照）。なお、この対応策を取る前提として、FREL/FRL の設定方法に単純平均法を選択する必要がある。

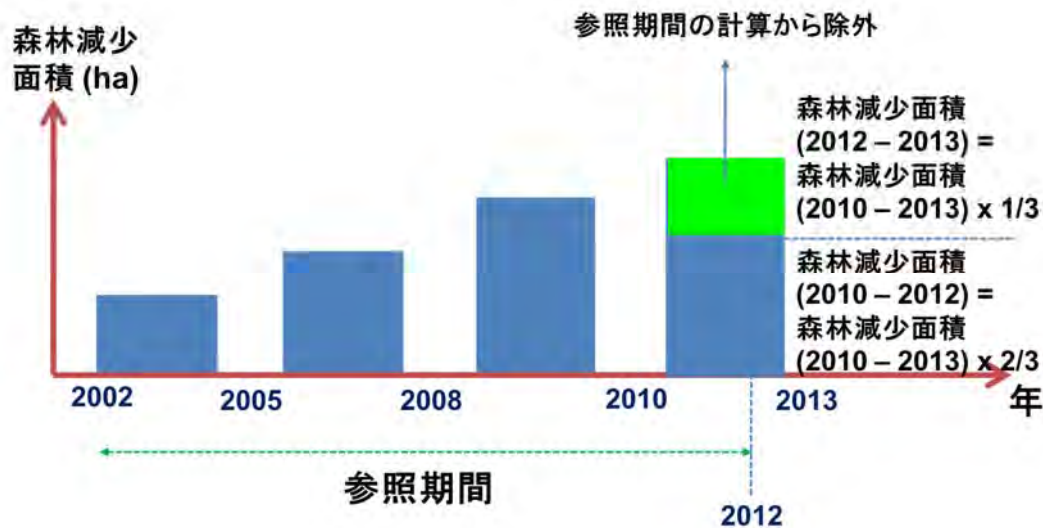


図 2.6.3.1 CF-MF の参照期間の規定への対応策（一例）

対応策 について検討したところ、対応策 に関しては、参照期間内の森林減少面積の際に過大推定/過小推定といった不確実性が残るものの、対応策 よりは説明がしやすいと考えた。しかしながら最終的に、CF-MF は 2016 年に改訂され、参照期間の最新時点を 2012 年以前とするのではなく、提出した FREL/FRL の技術審査の 2 年前以前とすることに変更されたため、対応策 及び を採用することなく、2013 年の Landsat 8 画像の解析結果はそのまま活用した。

参照期間の分析時点数に関しては、将来的に二国間クレジット制度（JCM）へのオプション³を維持するために 5 時点取ることとした。分析時点に関しては、参照期間の期首（2002 年）と期末（2013 年）、基準年である 2008 年、さらに、2002 年と 2008 年の中間である 2005 年、2008 年と 2013 年の中間である 2010 年とした。

4) FREL/FRL を調整する国情に関する検討

「2.6.3 FREL/FRL の策定」、「(1) FREL/FRL に関連する既存情報の収集・分析結果」、「2) FREL/FRL を調整する国情の適用を検討するための情報」で記述した、2015 年に国際 NGO の Winrock International の支援によりモザンビーク政府機関（Agricultural Research Centre and Natural Resource Management）が実施した「森林減少要因に関する調査」の結果を分析し、本プロジェクトの FREL/FRL を調整する国情としての適用可能性について検討を行った。

この調査の結果によると、モザンビークの最大の森林減少要因は零細農業用地への転換であり、同国における森林減少要因全体の約 65% を占めている。また、2007 年に実施された AIFM の調査結果から森林被覆と人口密度が密接に関連している（Marzoli）ことが確認されているが、零細農業による森林減少・劣化は農村部の人口増加により影響を受けると考えられる。INE から入手可能な人口統計データから、1997 年及び 2007 年のガザ州、カーボデルガド州の農村部の人口が分

³ 2015 年 7 月 3 日に開催された REDD+ シンポジウム『REDD プラスの早期実現に向けて』において紹介された JCM の方法論ガイドライン（ドラフト）によると、FREL/FRL 設定のための参照期間において 5 時点以上のデータを分析することが規定されている。

かるが、このデータを基に推定した将来の人口増加率を森林から農地への転換面積にかけて、将来の森林減少面積を推測する方法を検討した。なお、この方法は、「2.6.3FREL/FRLの策定」(1) FREL/FRLに関連する既存情報の収集・分析結果、「1)過去に設計されたFREL/FRLの分析」で記述した方法である。

しかし、上述の調査で適用された森林定義による最低樹冠率が10%である一方で、モザンビークが2015年に新たに設定した森林定義による最低樹冠率は30%である。上述の調査では、森林減少に至るまでのプロセスを分析しているが、それによると、一般的にモザンビークの森林はまず商用樹種の択伐により劣化し、次に薪炭材の採取によりさらに(森林/非森林の閾値レベルまで)劣化し、その後に農地に転換されるとしている。このプロセスに従うと、新たな森林定義(最低樹冠率:30%)の下では「零細農業用地への転換」は非森林カテゴリーの中で起きている可能性があるため、森林減少要因にはなり得ない。上述の調査結果を活用して将来の森林減少の予測を行うと、「零細農業用地への転換」による森林減少面積が過大に推定されることになり、結果として過大推定になる恐れがある。

さらに、この方法を活用するためには、人口増加と森林減少のトレンドが一致している必要がある。人口統計データは10年おきに更新されるため参照期間のトレンドを把握するのに使えるのは2時点分のデータのみであるが、森林状況のデータは5時点分揃うことになる。この5時点の各時点間の変化は常に森林減少が増加しているという結果が出ていなければこの方法の活用は難しいと考えるが、参照期間の森林変化を分析した結果、そのようなトレンドは確認できなかった。上記の分析を考慮して、森林減少ドライバーの影響を考慮する方法はFREL/FRLを調整する方法としては適さないと考え、今回のカーボデルガド州とガザ州のFREL/FRLの設定に際しては、国情による調整を行わなかった。

(3) 過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推移の算出

過去の森林の炭素蓄積量及び吸収・排出量の推移は、以下に示すようにADとEFに分けて計算した。

1) AD

今回のカーボデルガド州とガザ州のFREL/FRLの設定に際して、ADは各分析時点間においてある土地被覆タイプから異なる土地被覆タイプに変化した面積とする。参照年地図(2008年のALOS衛星画像解析によりベースマップ作成、2002年、2005年、2010年、2013年のランドサット衛星画像解析により森林被覆図作成)を基に時系列分析を行い、各分析時点間の森林変化マトリックス(図2.6.3.2参照)を作成し、各土地被覆タイプ間の変化面積を計算した。

AD: 2005 - 2008 (単位: ha)		期末													
		11	13	14	21	23	33	35 (樹木) (樹木)	36 樹木	37 樹木	38	41	42	43	
11	常緑林	142,736	0	0	0	0	0	7	0	0	18	0	0	1	142,762
13	メクルース林	0	292,377	0	0	0	8	81	0	13	407	1	0	1	292,888
14	マングローフ	0	0	291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	291
21	落葉林	1	0	0	2,556,864	100	26	429	7	86	1,633	10	93	3	2,559,252
23	モハネ林	0	0	0	493	1,086,175	0	161	11	4	863	7	62	5	1,087,781
33	チケット	0	1	0	123	1	218,111	140	5	42	605	1	84	1	219,114
35	草地	25	0	0	173	787	0	1,917,775	27	7	69	14	75	1,270	1,920,223
36	浸水草地	0	0	0	0	0	0	0	115,979	0	0	0	0	0	115,979
37	樹木作物地	0	0	0	1	0	0	11	0	404,489	21	0	132	0	404,654
38	耕作地	2	0	0	7	11	0	16	0	31	602,243	2	122	0	602,434
41	裸地	461	2	0	70	51	0	227	22	7	90	52,166	3	1,053	54,154
42	都市域	0	0	0	5	0	0	13	0	0	9	0	60,450	0	60,478
43	水域	28	0	0	12	5	0	93	41	8	61	230	0	71,347	71,826
合計		143,254	292,380	291	2,557,748	1,087,131	218,145	1,918,954	116,091	404,688	606,019	52,431	61,021	73,682	7,531,834

図 2.6.3.2 森林変化マトリックスの一例（ガザ州 2005 年と 2008 年の比較）

2) EF

今回のカーボデルガド州とガザ州の FREL/FRL の設定に際して、EF は、ある土地被覆タイプが異なる土地被覆タイプに転換される際に変化（増減）する ha 当たりの平均炭素ストックとする。炭素ストックは、森林と非森林に分けて、それぞれ以下の要領で計算した。

各森林タイプの平均炭素ストック：2 州の森林インベントリーの計測値（DBH、樹高）を該当する森林タイプのアロメトリー式に代入して単木のバイオマスを計算し（一部の森林タイプ、樹種の BGB は、AGB の値と R/S 比を用いて推定した）森林タイプ別に ha 当たりバイオマスの値を集計した。さらに、バイオマス値に炭素変換係数、二酸化炭素変換係数をかけて CO₂-ton/ha の値を計算した。なお、各森林タイプの平均炭素ストックは 2 州のデータを一体化して計算している。また、森林タイプのバイオマス推定に適用したアロメトリー式の一覧は表 2.7.3.1 に示すとおりである。

非森林の平均炭素ストック：過去に UNFCCC に提出された FREL/FRL の中には、森林から非森林への転換後の非森林土地被覆タイプの炭素ストックを 0 として森林消失の排出係数を計算した結果、TA において排出量の推定値の過大推定を指摘され、転換後の炭素ストックを考慮することを推奨されたケースがある。従って、今回の FREL/FRL の設定においてもこの TA のコメントに対応することとし、非森林の土地被覆タイプについては、2006 年 IPCC ガイドラインで提供されているバイオマスのデフォルト値を適用して炭素ストックを推定した。バイオマスから炭素ストックへの変換は、森林タイプと同様に、バイオマス値に炭素変換係数、二酸化炭素変換係数をかけて CO₂-ton/ha の値を計算した。

上述の要領で計算した森林、非森林の各土地被覆タイプの ha 当たり平均炭素ストックは以下の表 2.6.3.5 に示すとおりである。

表 2.6.3.5 森林、非森林の土地被覆タイプ別の ha 当たり平均炭素ストック

森林タイプ別炭素ストック (CO ₂ -ton/ha)			非森林タイプ別炭素ストック (CO ₂ -ton/ha)		
被覆タイプ	AGB	BGB	被覆タイプ	AGB	BGB
(半)常緑林	156.43	45.01	チケツト	3.964	11.03
メクルーセ林	113.12	8.48	草地	3.964	11.03
(半)落葉林	101.23	33.84	浸水草地	3.964	11.03
モパネ林	35.88	12.15	樹木作物地	3.964	11.03
マングローブ林	275.26	114.27	耕作地	0	0
			裸地	0	0
			集落	0	0
			水域	0	0

注) 本プロジェクトで採用した非森林の土地被覆分類に対応するバイオマスのデフォルト値の詳細については表 2.7.3.2 を参照のこと。

これらのデータを基に、土地被覆タイプの変化に伴う平均炭素ストック (CO₂-ton/ha) の変化量が EF であり、この EF をマトリックスとして作成した (図 2.6.3.3 参照)。

上述の方法で計算した AD と EF をかけ合わせ、参照期間における土地被覆タイプの変化に伴う炭素ストックの変化量 (CO₂-ton) を時点間毎に計算した。参照期間内の 2 時点間における炭素ストック変化の一例を示すものとして、図 2.6.3.4 は図 2.6.3.2 と図 2.6.3.3 の対応する部分をかけ合わせたもので、ガザ州における 2005 年から 2008 年にかけての土地被覆変化に伴う炭素ストックの変化量を示す。

排出/吸収 (単位: CO2-ton) 2005 - 2008		期末															
		11	13	14	21	23	33	35	36	37	38	41	42	43			
11	常緑林	0	0	0	0	0	-1,327	0	0	0	0	0	0	0	0	-230	-5,098
13	メクルース林	5	0	0	0	-867	-8,601	0	0	-1,421	-49,473	-135	0	0	-96	-60,588	
14	マングローブ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	落葉林	69	0	0	0	-8,714	-51,487	-813	-10,288	-220,616	-1,386	-12,504	-466	-309,337			
23	モ/ワシ林	0	0	0	42,896	0	-5,307	-353	-131	-41,465	-341	-2,994	-220	-7,915			
33	チケツト	32	78	0	14,794	37	0	0	0	-9,069	-16	-1,255	-13	4,588			
35	草地	4,693	17	0	20,798	26,004	0	0	0	-1,034	-205	-1,132	-19,047	30,094			
36	浸水草地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
37	樹木作物地	19	0	0	60	0	0	0	0	-310	-2	-1,980	-2	-2,214			
38	耕作地	320	0	0	893	545	242	0	466	0	0	0	0	2,466			
41	裸地	92,922	246	0	9,496	2,440	3,410	334	109	0	0	0	0	108,956			
42	都市域	0	0	0	696	4	200	0	0	0	0	0	0	900			
43	水域	5,717	0	0	1,613	229	1,401	614	122	0	0	0	0	9,696			
合計		103,776	341	0	91,244	20,545	-4,000	-61,469	-217	-11,144	-325,508	-2,085	-19,864	-20,073	-228,453		

図 2.6.3.4 炭素ストック変化マトリックスの一例（ガザ州 2005 年と 2008 年の比較）

(4) 将来の炭素吸収・排出量の予測 (FREL/FRL の設定)

2018年2月時点で整備されたデータを基にカーボデルガド州、及びガザ州の FREL/FRL の試算を行った。

上述の分析をカーボデルガド州、ガザ州のそれぞれにおいて参照期間の時点間毎に行った結果は以下に示すとおりである。参照期間における年間平均純排出量は、カーボデルガド州において 1,123,456 CO₂-ton/yr、ガザ州において 250,108 CO₂-ton/yr となった。

本プロジェクトで分析した 20 か国の FREL/FRL のうち、18 か国の FREL/FRL が過去平均法を採用している。また、TA において、過去平均法を採用していることに対する、外挿方法の修正を提案するコメントは出されていない。一方、ペルーの FREL は過去平均法ではなく、過去の森林変化の傾向に基づいた外挿を行っている。しかし、TA の結果が、森林減少と森林減少要因の関係を分析してその森林減少要因が将来的にどのように推移するのかを予測することを要求していることから、参照期間において森林減少が増加しているという事実だけでは将来的に森林減少が増加するという理由として認めてもらえない可能性が高い。従って、上記の参照期間の年間平均純排出量を本プロジェクトの FRL として設定した。

参照期間における年間平均純排出量 (吸収量) の計算過程は以下に示すとおりである。

カーボデルガド州：

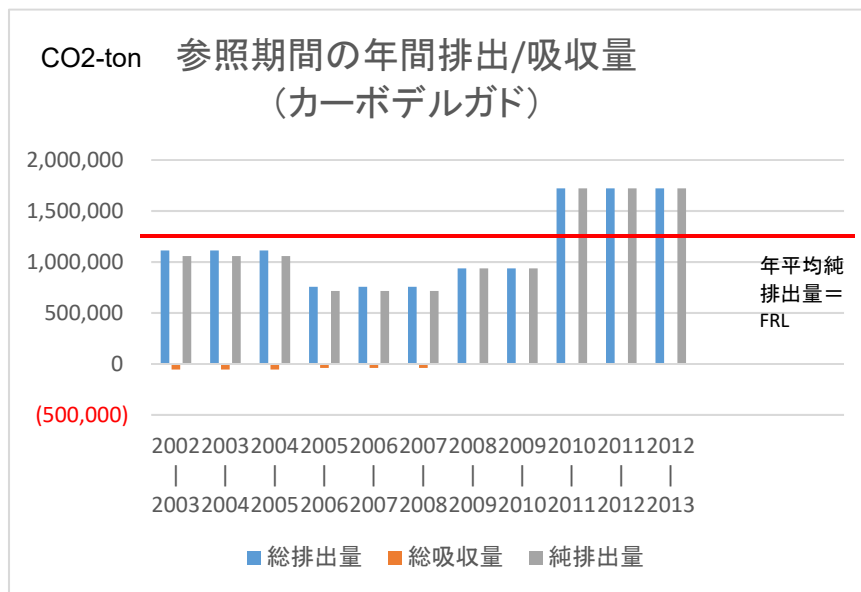


図 2.6.3.5 参照期間における炭素排出量/吸収量の推移 (カーボデルガド州)

表 2.6.3.6 参照期間の年間平均炭素排出/吸収量 (FREL/FRL) の計算 (カーボデルガド州)

期間	排出/吸収量 (CO2-ton)		年間排出/吸収量 (CO2-ton/yr)		
	総排出量	総吸収量	総排出量	総吸収量	純排出 (吸収) 量
2002 - 2003	3,339,379	165,700	1,113,126	55,233	1,057,893
2003 - 2004			1,113,126	55,233	1,057,893
2004 - 2005			1,113,126	55,233	1,057,893
2005 - 2006	2,267,074	118,937	755,691	39,646	716,046
2006 - 2007			755,691	39,646	716,046
2007 - 2008			755,691	39,646	716,046
2008 - 2009	1,872,568	0	936,284	0	936,284
2009 - 2010			936,284	0	936,284
2010 - 2011	5,163,634	0	1,721,211	0	1,721,211
2011 - 2012			1,721,211	0	1,721,211
2012 - 2013			1,721,211	0	1,721,211
年間平均			1,149,332	25,876	1,123,456
平均法による 2018 年 FRL 値					1,123,456

ガザ州：

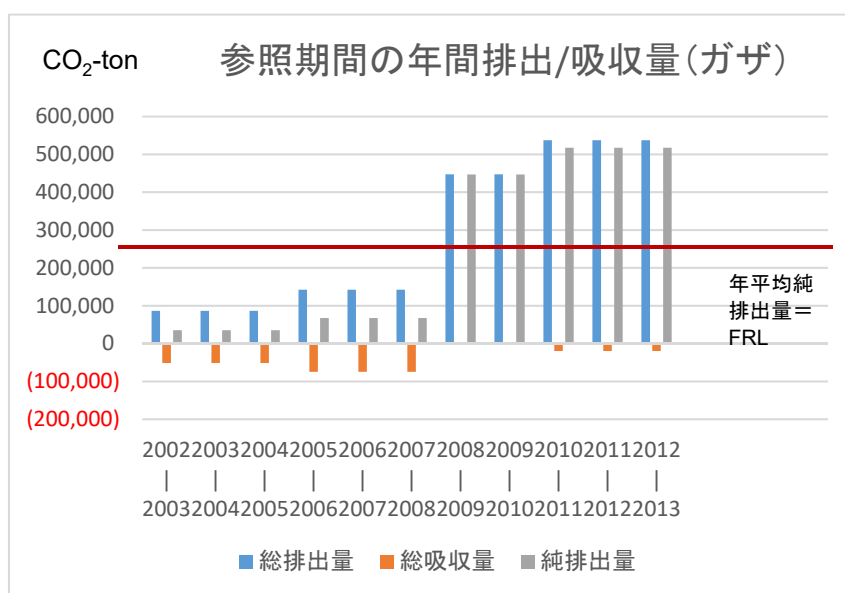


図 2.6.3.6 参照期間における炭素排出量/吸収量の推移（ガザ州）

表 2.6.3.7 参照期間の年間平均炭素排出/吸収量（FREL/FRL）の計算（ガザ州）

期間	排出/吸収量 (CO ₂ -ton)		年間排出/吸収量 (CO ₂ -ton/yr)		
	総排出量	総吸収量	総排出量	総吸収量	純排出(吸収)量
2002 - 2003	259,199	154,344	86,400	51,448	34,952
2003 - 2004			86,400	51,448	34,952
2004 - 2005			86,400	51,448	34,952
2005 - 2006	425,908	224,620	141,969	74,873	67,096
2006 - 2007			141,969	74,873	67,096
2007 - 2008			141,969	74,873	67,096
2008 - 2009	893,752	227	446,876	113	446,763
2009 - 2010			446,876	113	446,763
2010 - 2011	1,610,894	59,374	536,965	19,791	517,174
2011 - 2012			536,965	19,791	517,174
2012 - 2013			536,965	19,791	517,174
年間平均			289,978	39,869	250,108
平均法による 2018 年 FRL 値					250,108

なお、上記のとおり、本プロジェクトでは、2州のFRLを設定するためのADは森林被覆/土地利用図に基づくWall-to-wall方式で設定したが、2018年1月にUNFCCCに提出された国家FRLでは統計的な手法であるサンプリング方式での設定であった。この件に関する詳細は、「3 プロジェクト実施運営上の課題と教訓」の「3.4 FREL/FRL 分野」及び「4 モザンビークにおける森林行政及びREDD+に関する状況」の「4.2.3 UNFCCCのREDD+実施のための4要件の設定状況」の「(2) FRLの設定」のところで記述する。

2.6.4 FREL/FRL の算出マニュアルの作成

FREL/FRL の算出マニュアルは、以下に示す構成となっている。

1. FREL/FRLの設定要件：以下の各要件を決定する上での考慮すべきポイントについて記述した。
 - (1) スケール：全国レベルか、準国レベルかの決定
 - (2) 森林定義：最低樹高（2m～5m）、最低樹冠率（10%～30%）、最低面積（0.5ha～1ha）の各閾値の決定
 - (3) REDD+活動：COPで決定した5つのREDD+活動からFREL/FRLの対象となる活動の決定
 - (4) 炭素プール：COPで決定した5つの炭素プールFREL/FRLの対象となる炭素プールの決定
 - (5) 参照期間：FREL/FRLを設定するために、過去のどの時点からどの時点までのデータを分析するかの決定
2. 過去データの分析：FREL/FRLのベースとなる過去の森林及び排出のトレンドを分析するためのデータ構築方法について、活動データ（AD）と排出係数（EF）に分けて記述した。
 - (1) 活動データ（AD）：森林/土地被覆タイプの層化、森林被覆図の作成
 - (2) 排出係数（EF）：森林インベントリーの実施、材積データの炭素ストック換算方法（アロメトリー式の活用等）
3. FREL/FRLの設定（将来の排出量の予測方法）：過去データを基に将来の排出量を推定する方法について記述する。主として過去平均法と過去トレンドの回帰外挿の2つの方法があるが、選択する上で考慮するポイント、それぞれを選択する場合に必要なデータ等について記述した。
 - (1) 過去平均法
 - (2) 過去トレンドの外挿
4. 国情によるFREL/FRLの調整：FREL/FRLを調整し得る国情、及びその国情を適用する際に必要となるデータ等について記述した。

2.7 バイオマス/炭素量推定分野

2.7.1 バイオマス/炭素量推定の技術作業部会のメンバー及び技術作業部会会合の実施

バイオマス/炭素量推定分野の業務（バイオマス/炭素量推定に関するセミナーの準備）にあたっては、炭素量推定の技術作業部会（TWG）を設立し、検討を行った。なお、前述のとおり炭素量推定のTWGはREL/RLのTWGと合同で1つのTWGであり、メンバーは、表 2.6.1.1 に示したメンバーと同様である。

バイオマス/炭素量推定分野に関する検討を行った TWG の開催日ならびに検討内容は下記のとおりである。

表 2.7.1.1 バイオマス/炭素量推定を議題に含めた TWG の開催状況

TWG	開催日	TWG での検討事項
第 1 回	2014 年 2 月 26 日	炭素量推定において対象とする炭素プールの範囲等
第 2 回	2014 年 3 月 7 日	バイオマス/炭素量推定に関するセミナーのアジェンダ案
第 3 回	2014 年 6 月 18 日	バイオマス/炭素量推定に関するセミナーのアジェンダ案、開催要領
第 4 回	2014 年 7 月 9 日	バイオマス/炭素量推定方法、既存データ収集方法
第 5 回	2015 年 10 月 27 日	第 4 年次に予定されているバイオマス調査：実施の必要性、実施する場合の目的、調査対象とする森林タイプ、対象者等について協議した。
第 6 回	2015 年 10 月 29 日	第 1 回の内容の継続：調査実施サイト及び実施時期について協議した。

2.7.2 バイオマス/炭素量推定に関するセミナーの開催

(1) バイオマス/炭素量測定に関するセミナー

セミナーで協議された主なポイントとして、モザンビーク内で、炭素量推定に活用するアロメトリー式の構築するためのバイオマス調査は実施されているが、地上部バイオマスを対象としたもののみであり、地下部バイオマスも含めた調査は技術的な問題があり、実施は難しいといったコメントが出された。また、地域別といった観点でバイオマス・データが不足しているといったコメントが出された一方で、バイオマス調査を実施するためのコスト、労力を考慮して、データ整備に関してはあくまで既存のものを継続して探していくことが賢明という意見があった。

このセミナーを実施したことで、参加者に森林の蓄積を炭素量(CO₂量)に変換するためには様々なデータや変換式の必要性について理解するとともに、同データの取得のためには困難を伴うバイオマス調査が必要であることについても理解が図られた。

セミナーの参加者及び協議内容の詳細は、付属資料 32 に示す通りである。また、セミナーの発表資料一式を付属資料 32 に添付する。

(2) バイオマス/炭素量推定に関する計算演習トレーニング

計算演習トレーニングを実施して、実際にフィールドで得られたデータを基に炭素量の計算を行ったことにより、セミナーで理解したカーボン推定の方法論の習熟が図られた。また、多くの参加者にとっては、エクセル・ソフトウェアの計算機能を習熟する機会にもなった。なお、トレーニング参加者は以下の表に示す通りである。

	氏名	所属
01	Danilo Cunhete	DNTF/DNRI
02	Isaac Omar	DNTF/DNRI
03	Domingos Zeminino	SPFFB-マニカ州
04	Jaime Mandeia José Gomes	SPFFB-ソファアラ州
05	João Roberto	SPFFB-マプト州

	氏名	所属
06	João Paulo	SPFFB-ニアッサ州
07	Pedro Benjamin	SPFFB-ザンベジア州
08	Márcio Infofaine	SPFFB-カーボデルガド州
09	Paulino Manuel Omoine	SPFFB-イニャンバネ州
10	Alferes Tomás Simbe	SPFFB-テテ州
11	Alexandre Paulo Zimba	SPFFB-ガザ州
12	Aly Awasse	SPFFB-ナンブラ州

2.7.3 炭素量推定の方法論の検討結果

バイオマス推定の主な方法として、インベントリーで計測したデータ（胸高直径等）を基にアロメトリー式を用いて地上部バイオマス量（AGB）もしくは地下部バイオマス量（BGB）に変換する方法、インベントリーで計測したデータ（幹材積）に拡大係数（BEF）及び木比重（WD）をかけて AGB を計算する方法、インベントリーで計測したデータ（ha 当たり材積）にバイオマス変換拡大係数（BCEF）をかけて ha 当たり AGB を計算する方法の3つがある。なお、
、
を採用する場合、BGB を計測するためには更に R/S 比が必要となる。また、
を採用する場合でも、AGB との関係性を推定するアロメトリー式しか構築されていなければ R/S 比が必要となる。モザンビーク内で確認できた既存のデータはアロメトリー式に関連するものが比較的多く、国内の既存データを活用してバイオマスを推定するには
の方法が有効であると考え、本プロジェクトにおけるバイオマス推定の方法として採用した。

（1）森林地のバイオマス推定

TWG メンバー、及び全国 FREL/FRL の開発を中心的に担う UT-REDD+との協議結果に従い、森林被覆図で分類された5つの森林タイプ（（半）常緑樹林、メクルーセ林、（半）落葉樹林、モパネ林、マングローブ林）のそれぞれに適用するアロメトリー式（AGB、BGB）を決定した。また、BGB の推定に適用できるアロメトリー式がない森林タイプ（樹種）には、R/S 比を適用した。各森林タイプのバイオマス推定に適用したアロメトリー式、及び R/S 比は表 2.7.3.1 にまとめた通りである。なお、この表は『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』の改訂版にも反映させた。以下に、各森林タイプのバイオマス推定に適用するアロメトリー式、及び R/S 比の概要について記述する。

1)（半）常緑樹林

（a）AGB

（半）常緑樹種全般の AGB 推定に適用するアロメトリー式（Lisboa, et al.）を UEM から入手したが、このアロメトリー式開発のために採取された最大サンプル木の DBH が 57cm であることが確認された。それに対し、ガザとカーボデルガドの2州の森林インベントリーの結果、（半）常緑樹林のプロットにおいて DBH が 57cm を超える個体は計 200 本以上記録されており、UEM の Magalhaes 助教と協議した結果、このアロメトリー式の適用はできないと判断し、（半）常緑樹種全般の AGB の推定には、IPCC Good Practice Guidance for LULUCF, 2003 で提供されている Tropical moist hardwoods 用の式を適用した。また、（半）常緑樹林のプロットで記録された、メクルーセ（*Androstachys johnsonii*）ミオンボ樹種、及びモパネ（*Colophospermum mopane*）に関しては、それぞれ対応する樹種のアロメトリー式（2）メクルーセ林、3)（半）落葉樹林、4）モパネ林の項を参照）を適用して AGB の推定を行った。

(b) BGB

(半)常緑樹種全般の BGB 推定に適用でき得るアロメトリー式はモザンビーク内で開発されていないため、IPCC Good Practice Guidance for LULUCF, 2003 で提供されている Tropical forests 用のアロメトリー式を適用することを検討したが、この式は ha 当たりの AGB の値を基に計算するものであり、個体単位で計算するものではないため、(半)常緑樹種全般の BGB 推定には、アロメトリー式の代わりに、2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories で提供されている Tropical dry forests 用の R/S 比を適用した。また、(半)常緑樹林のプロットで記録された、メクルーセ (*Androstachys johnsonii*)、ミオンボ樹種、及びモパネ (*Colophospermum mopane*) に関しては、それぞれ対応する樹種のアロメトリー式(2)メクルーセ林、3)(半)落葉樹林、4)モパネ林の項を参照)を適用して BGB の推定を行った。

2) メクルーセ林

(a) AGB

メクルーセ (*Androstachys johnsonii*) の AGB 推定には UEM により開発されたアロメトリー式 (Magalhaes, et al.) を適用した。また、メクルーセ林のプロットで記録された、ミオンボ樹種、及びモパネ (*Colophospermum mopane*) に関しては、それぞれ対応する樹種のアロメトリー式(3)(半)落葉樹林、4)モパネ林の項を参照)を適用して AGB の推定を行った。上記以外の樹種の AGB 推定には、IPCC Good Practice Guidance for LULUCF, 2003 で提供されている Tropical moist hardwoods 用の式を適用した。

(b) BGB

メクルーセ (*Androstachys johnsonii*) の BGB 推定には UEM により開発されたアロメトリー式 (Magalhaes, et al.) を適用した。また、メクルーセ林のプロットで記録された、ミオンボ樹種、及びモパネ (*Colophospermum mopane*) に関しては、それぞれ対応する樹種のアロメトリー式(3)(半)落葉樹林、4)モパネ林の項を参照)を適用して BGB の推定を行った。上記以外の樹種には、2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories で提供されている Tropical dry forests 用の R/S 比を適用して炭素量を推定した。

3)(半)落葉樹林(ミオンボ林含む)

(a) AGB

(半)落葉樹種全般(ミオンボ樹種含む)に関しては、AIFM で開発された Beira 回廊の Miombo 林のアロメトリー式 (Tchauque, et al.) を基に AGB の推定を試みたが、DBH が 7.5cm を下回る個体の推定値が負の値になる不具合が生じた。この式の開発に活用したオリジナルの計測データが部分的にしか入手できず、式の検証ができなかったため、このアロメトリー式の適用を諦め、周辺国(マラウイ、タンザニア、ザンビア)で開発されたアロメトリー式の収集を行い、モザンビークにおけるバイオマス推定への適用可能性を分析した。Magalhaes 助教と協議した結果、タンザニアのミオンボ林のデータで開発されたアロメトリー式 (Mugasha, et al.) が、サンプル数、サンプル木の最大径級、アロメトリー式の相関係数等の観点で最も適していると考え、(半)落葉樹種全般(ミオンボ樹種含む)の AGB 推定のアロメトリー式として適用することとした。なお、IPCC ガイドラインの Tier レベルの定義によると、タンザニアで開発されたアロメトリー式は、モザンビークにおいて Tier-2 レベルで活用できると考えられる。また、(半)落葉樹林のプロットで記録された、メクルーセ (*Androstachys johnsonii*) 及びモパネ (*Colophospermum mopane*) に関しては、

それぞれ対応する樹種のアロメトリー式（2）メクルーセ林、4）モパネ林の項を参照）を適用して AGB の推定を行った。

（b）BGB

（半）落葉樹種全般（ミオンボ樹種含む）の BGB 推定に関しては、タンザニアのミオンボ林のデータで開発されたアロメトリー式（Mugasha, et al.）を適用した。また、（半）落葉樹林のプロットで記録された、メクルーセ（*Androstachys johnsonii*）及びモパネ（*Colophospermum mopane*）に関しては、それぞれ対応する樹種のアロメトリー式（2）メクルーセ林、4）モパネ林の項を参照）を適用して BGB の推定を行った。

4）モパネ林

（a）AGB

モパネ（*Colophospermum mopane*）の AGB 推定に適用でき得るアロメトリー式がモザンビーク内で開発されていなかったため、TWG メンバーと協議した結果、バイオマス調査を実施して新たにアロメトリー式を開発した。また、モパネ林のプロットで記録された、メクルーセ（*Androstachys johnsonii*）及びミオンボ樹種に関しては、それぞれ対応する樹種のアロメトリー式（2）メクルーセ林、3）（半）落葉樹林の項を参照）を適用して AGB の推定を行った。上記以外の樹種の AGB 推定には、IPCC Good Practice Guidance for LULUCF, 2003 で提供されている Tropical moist hardwoods 用の式を適用した。

（b）BGB

モパネ（*Colophospermum mopane*）の BGB 推定に適用でき得るアロメトリー式がモザンビーク内で開発されていなかったため、TWG メンバーと協議した結果、バイオマス調査を実施して新たにアロメトリー式を開発した。また、モパネ林のプロットで記録された、メクルーセ（*Androstachys johnsonii*）及びミオンボ樹種に関しては、それぞれ対応する樹種のアロメトリー式（2）メクルーセ林、3）（半）落葉樹林の項を参照）を適用して BGB の推定を行った。上記以外の樹種の BGB 推定には、2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories で提供されている Tropical dry forests 用の R/S 比を適用した。

5）マングローブ林

（a）AGB

UEM により開発されたアロメトリー式（Siteo, et al.）を基に AGB の計算を行ったところ、推定値が非常に低い値となった。このアロメトリー式は、モザンビークのソファアラ湾で収集したデータを基に開発されたものであるが、実際に計測されているサンプル木の乾燥重量が非常に低い数値（DBH42cm の個体の総乾燥重量が約 50 kg）であることが確認できた。また、UEM の Siteo 教授からも、「ソファアラ湾のマングローブ林は、国内他地域のマングローブ林と比較して、平均的に樹高が低く、樹種構成も異なっている。その結果、炭素蓄積量は、他の調査結果と比較して低かった。」と説明されたこともあり、このアロメトリー式の代わりに、世界汎用版のアロメトリー式（Komiyama, et al.）を適用して AGB 推定を行った。

（b）BGB

AGB と同様に BGB の推定にも世界汎用版のアロメトリー式（Komiyama, et al.）を適用した。

6) 上記の全森林タイプに共通

(a) AGB

Afzelia quanrensis、*Millettia stuhlmannii*、*Pterocarpus angolensis* に関しては、記録されたプロットの森林タイプに関係なく、それぞれの樹種に対応するアロメトリー式を適用して AGB を推定した（表 2.7.3.1 参照）。

(b) BGB

Afzelia quanrensis、*Millettia stuhlmannii*、*Pterocarpus angolensis* に関しては、記録されたプロットの森林タイプに関係なく、それぞれの樹種に対応するアロメトリー式を適用して BGB を推定した（表 2.7.3.1 参照）。

表 2.7.3.1 各森林タイプのバイオマス推定に適用するアロメトリー式、R/S 比一覧（2018年1月更新版）

森林被覆図上の分類	樹種	地上部バイオマス (AGB) の推定		地下部バイオマス (BGB) の推定		
		アロメトリー式	出典	アロメトリー式	R/S 比	出典
(半)常緑樹林	(半)常緑樹種全般	$AGB (kg) = \exp [-2.289 + 2.649 * \ln (DBH (cm))] - 0.021 * (\ln (DBH (cm)))^2]$	IPCC 2003		0.28	IPCC 2006
	<i>Androstachys johnsonii</i>	$AGB (kg) = 1.1544 + 0.0398 * DBH (cm) \wedge 2 * H (m)$	Magalhaes 2015	$BGB (kg) = 0.0185 * (DBH (cm) \wedge 2.1990 * H (m)) \wedge 0.4699$		Magalhaes 2015
	ミオンボ樹種	$AGB (kg) = 0.0763 * DBH (cm) \wedge 2.2046 * HT (m) \wedge 0.4918$	Mugasha 2013	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) \wedge 1.7844 * HT (m) \wedge 0.3434$		Mugasha 2013
	<i>Colophospermum mopane</i>	$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017
	<i>Androstachys johnsonii</i>	$AGB (kg) = 1.1544 + 0.0398 * DBH (cm) \wedge 2 * H (m)$	Magalhaes 2015	$BGB (kg) = 0.0185 * (DBH (cm) \wedge 2.1990 * H (m)) \wedge 0.4699$		Magalhaes 2015
	ミオンボ樹種	$AGB (kg) = 0.0763 * DBH (cm) \wedge 2.2046 * HT (m) \wedge 0.4918$	Mugasha 2013	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) \wedge 1.7844 * HT (m) \wedge 0.3434$		Mugasha 2013
メクルーゼ林	<i>Colophospermum mopane</i>	$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017
	その他	$AGB (kg) = \exp [-2.289 + 2.649 * \ln (DBH (cm))] - 0.021 * (\ln (DBH (cm)))^2]$	IPCC 2003		0.28	IPCC 2006
(半)落葉樹林 (ミオンボ樹種含む)	(半)落葉樹種全般 (ミオンボ樹種含む)	$AGB (kg) = 0.0763 * DBH (cm) \wedge 2.2046 * HT (m) \wedge 0.4918$	Mugasha 2013	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) \wedge 1.7844 * HT (m) \wedge 0.3434$		Mugasha 2013
	<i>Androstachys johnsonii</i>	$AGB (kg) = 1.1544 + 0.0398 * DBH (cm) \wedge 2 * H (m)$	Magalhaes 2015	$BGB (kg) = 0.0185 * (DBH (cm) \wedge 2.1990 * H (m)) \wedge 0.4699$		Magalhaes 2015
	<i>Colophospermum mopane</i>	$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017
	<i>Colophospermum mopane</i>	$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017
モパネ林	<i>Colophospermum mopane</i>	$AGB (kg) = 0.03325 * DBH (cm) \wedge 1.848 * HT (m) \wedge 1.241$	JICA 2017	$BGB (kg) = 0.09572 * DBH (cm) \wedge 1.7969 * HT (m) \wedge 0.3797$		JICA 2017
	<i>Androstachys johnsonii</i>	$AGB (kg) = 1.1544 + 0.0398 * DBH (cm) \wedge 2 * H (m)$	Magalhaes 2015	$BGB (kg) = 0.0185 * (DBH (cm) \wedge 2.1990 * H (m)) \wedge 0.4699$		Magalhaes 2015

森林被覆図上の分類	樹種	地上部バイオマス (AGB) の推定		地下部バイオマス (BGB) の推定		
		アロメトリート式	出典	アロメトリート式	R/S 比	出典
ミオンボ樹種	ミオンボ樹種	$AGB (kg) = 0.0763 * DBH (cm) ^ 2.2046 *$ $HT (m) ^ 0.4918$	Mugasha 2013	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) ^$ $1.7844 * HT (m) ^ 0.3434$		Mugasha 2013
	その他	$AGB (kg) = \exp [-2.289 + 2.649 * \ln (DBH (cm)) - 0.021 * (\ln (DBH (cm))) ^ 2]$	IPCC 2003		0.28	IPCC 2006
マングローブ林	マングローブ樹種全般	$AGB (kg) = 0.251 * \rho * DBH (cm) ^ 2.46$ (ρ : 木比重)	Komiyama 2005	$BGB (kg) = 0.199 * \rho ^ 0.899 *$ $DBH (cm) ^ 2.22$ (ρ : 木比重)		Komiyama 2005
全ての森林タイプに共通	<i>Azelia quanrensis</i>	$AGB (kg) = 3.1256 * DBH ^ 1.5833$	Mate 2014	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) ^$ $1.7844 * HT (m) ^ 0.3434$		Mugasha 2013
	<i>Millettia stuhlmannii</i>	$AGB (kg) = 5.7332 * DBH ^ 1.4567$	Mate 2014	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) ^$ $1.7844 * HT (m) ^ 0.3434$		Mugasha 2013
	<i>Pterocarpus angolensis</i>	$AGB (kg) = 0.2201 * DBH ^ 2.1574$	Mate 2014	$BGB (kg) = 0.1766 * DBH (cm) ^$ $1.7844 * HT (m) ^ 0.3434$		Mugasha 2013

(2) 非森林地のバイオマスの推定

本プロジェクトにおいて非森林として分類されている土地被覆タイプに適用可能と考えられるバイオマスのデフォルト値に関して、2006年 IPCC ガイドラインから収集した結果を以下の表 2.7.3.2 に示す。実際にチケットと草地とではバイオマス値に差があると考えられるが、IPCC ガイドラインにはチケットに適したデフォルト値がないため、現状では、草地と同じデフォルト値を適用せざるを得ない。IPCC ガイドラインでは、灌木地 (Tropical Shrubland) のバイオマスのデフォルト値を提供しているが、数値が非常に大きいため、この値を適用すると、FREL/FRL の値が非常に小さくなってしまうため、検討を続けていくこととする。

『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』の改訂版では、非森林地の炭素ストックに関する記述を追加し、以下の表についても記載することとする。

表 2.7.3.2 非森林土地被覆カテゴリーのバイオマスに関するデフォルト値 (Tier 1)

土地被覆タイプ	バイオマス (ton-dm/ha)		備考
	AGB	BGB	
チケット	2.3	6.4	出典：IPCC 2006/ § 6.3.1.2/ Table 6.4 IPCC 2006/ § 4.5/Table 4.7 に記載された “ Tropical Shrubland ” の排出係数 (AGB: 70 (20 – 200) ton-dm/ha、BGB: 19.6 (5.6 – 56) ton-dm/ha) の適用を検討する。
草地	2.3	6.4	出典：IPCC 2006/ § 6.3.1.2/ Table 6.4
浸水草地	2.3	6.4	出典：IPCC 2006/ § 6.3.1.2/ Table 6.4
樹木作物地	2.3	6.4	出典：IPCC 2006/ § 6.3.1.2/ Table 6.4 IPCC 2006/ § 4.5/Table 4.7 に記載された “ Tropical Shrubland ” の排出係数 (AGB: 70 (20 – 200) ton-dm/ha、BGB: 19.6 (5.6 – 56) ton-dm/ha) の適用を検討する。
耕作地	0	0	出典：IPCC 2006/ § 5.3.1.1 IPCC 2006/ § 6.3.1.2 に記載された排出係数 (AGB+BGB: 10 ton-dm/ha) の適用を検討する。
裸地	0	0	出典：IPCC 2006/ § 9.3.1.2
集落	0	0	出典：IPCC 2006/ § 8.3.1.2
水域	0	0	出典：IPCC 2006/ § 9.3.1.2

(3) 計測対象とする炭素プール

費用対効果を考慮して、AGB と BGB のみを含めることとし、枯死木、リター、土壌有機炭素は含まないこととした。有機土壌炭素に関して、AFD プロジェクトがザンベジア州 Gile 国立保護区において実施しているミオンボ林の土壌調査の結果では、森林消失と土壌炭素蓄積変化の関係が分かるデータが確認できなかった。従って、同州で実施される世銀のファンドによる REDD+ プロジェクトでは土壌炭素を計測対象から外している。

2.7.4 バイオマス及び炭素量推定の推定モデル策定のためのガイドライン

『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』は大きく 2 部に分かれた構成になっており、第 1 部にはバイオマス及び炭素量推定モデルを策定するための手順及び留意点を

示した。また、第 2 部には技術的難易度、モザンビークにおけるデータの整備状況、費用対効果等を鑑みて考案した、AGB と BGB に焦点を当てたバイオマス及び炭素量推定のモデルを示した。改訂後のガイドラインの目次は以下の通りである。

第 1 部 バイオマス/炭素量推定モデルの策定

1. バイオマス/炭素量推定モデル策定のプロセス
2. バイオマス/炭素量推定モデル策定過程における留意点
 - 2.1 計測対象とする炭素プール
 - 2.2 目標とするデータの Tier レベルの設定
 - 2.3 バイオマス/炭素量推定に考慮すべき条件
 - 2.4 推定に活用する方法論の検討
 - 2.5 炭素量に基づく森林タイプの層化

第 2 部 モザンビークに提案するバイオマス/炭素量推定モデル

1. バイオマス/炭素量推定プロセスの全体像
 - 1.1 バイオマス/炭素量推定のプロセス
 - 1.2 調査チームの構成及び調査用機材
 - 1.3 調査の実施計画上の留意点
2. フィールドでの計測
 - 2.1 プロット調査
 - 2.2 サンプル木の選定
 - 2.3 サンプル破壊調査
 - 2.4 サンプル破壊調査の代替手順
3. 乾燥重量の計測
4. サンプル木のデータに基づくアロメトリー式の構築
 - 4.1 サンプル木の総乾燥重量（バイオマス）の推定
 - 4.2 関連する変数（DBH、樹高、総乾燥重量）の回帰分析
5. アロメトリー式に基づく ha 当りバイオマス（AGB, BGB）の計算
 - 5.1 Tier 1 による AGB 及び BGB の推定
 - 5.2 Tier 2 による AGB 及び BGB の推定
6. 非森林地の炭素ストックに関する情報
7. バイオマスから炭素量への変換
8. その他のバイオマス推定方法オプション
 - 8.1 バイオマス拡大変換係数（BCEF）を活用した AGB の推定
 - 8.2 バイオマス拡大係数（BEF）及び木比重（WE）を活用した AGB の推定
 - 8.3 林分データに基づく AGB の推定
 - 8.4 地下/地上バイオマス比を活用した BGB の推定

以下に示された点は、第 2 年次に作成した『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』の改訂を検討するうえで考慮したポイントである。

- i. 調査実施のロジスティック: バイオマス調査を実施する前に、調査地域の近隣村落を訪問し、そのしきたり、風習などを把握しておく、実際に調査を実施する段階において予期せぬ出来事により調査スケジュールの変更が余儀なくされるリスクをある程度回避できると考え

られる。第4年次に実施したバイオマス調査では、フィールド調査初日に近隣村落と初めてコンタクトしたが、木を伐採する前に祈祷の儀式が必要であることが分かり、調査の開始が遅れた経緯がある。

- ii. 根の掘り起しから始める場合の調査実施手順：『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』のオリジナル版は、まずチェーンソーを用いて地上部を伐倒し、その後バックホウを用いて地下部を掘り起こす調査実施手順を記述している。第4年次に、実際にこの手順に従ってバイオマス調査を進めたところ、根株を掘り起こすことが非常に困難であることが分かり、以降、初めにサンプル木の周りの土壌、根（側根）をバックホウで掘り起こし、地上部分が不安定な状態になったところで幹を（バックホウにより）押し倒すことで根株を掘り起こす方法を採用した。特に大きな個体のサンプル木ほど、この方法を用いる方がスムーズに進むと考えられる。
- iii. 地下部バイオマスの計測方法：『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』のオリジナル版では、単木レベルで、サンプル木の根を全て掘り起こす方法を記述している。一方、モパネは、伐採や干ばつ、山火事等のストレスにより蘗（ひこばえ）を形成し、根茎更新するため、サンプル木として選んだ個体が別の個体と根がつながっている可能性があり、サンプル木の根をどこまで計測するのかについて判断が難しいケースがあり得る。また、実際に根がつながっていても、地中でそれを確認できないケースも考えられる。従って、第4年次に実施したモパネ林を対象としたバイオマス調査では、単木レベルで根を掘り起こすのではなく、サンプル木の根の掘り取り範囲を地上で定めて、その範囲内にある根を（他の個体の根も含めて）収集する方法を採用した。
- iv. アロメトリー式の作成：『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』のオリジナル版では、1変数（胸高直径）により各単木のバイオマスを推定する回帰式の設定方法のみについて記述している。一方、樹高も単木のバイオマスを推定する因子として考えられ、第4年次に実施したバイオマス調査の結果、胸高直径と樹高の2変数によるアロメトリー式を算出している。
- v. 非森林地の炭素ストックに関する情報：本プロジェクトにおいては、当初、森林から転換された非森林地の炭素ストックを0としてEFを計算することを想定しており、『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』のオリジナル版に非森林の炭素ストックに関する情報は記述していないが、第4年次に、UNFCCCに提出されたFREL/FRLのTAの結果を分析したところ、森林消失後の炭素ストックを0とすることが認められない可能性があることが分かった。従って、森林以外の土地被覆（草地、耕作地等）の炭素ストックに関するデータを整備する必要があるが、本プロジェクトにおいて2州で実施した森林インベントリーでは、非森林での計測は行っていないため、非森林の炭素ストックに関するデータが不足している。従って、2006年のIPCCガイドラインから非森林の炭素ストックのデフォルト値に関する情報を収集した。
- vi. 炭素量推定に適用するアロメトリー式の更新：モザンビークにおけるバイオマス推定で適用できるアロメトリー式に関する情報を更新した。

2.7.5 アロメトリー式開発のためのバイオマス調査の実施結果

(1) 各サンプル木の総乾燥重量の推定

フィールド調査において収集した各サンプル木のデータ（DBH、樹高、総生重量、サブサンプル

生重量) 及びオープンで乾燥した後に計測したサブサンプルの重量は、表 2.7.5.1 に示すとおりである。

表 2.7.5.1 各サンプル木の計測データ

サンプル木 NO.	DBH (cm)	樹高 (m)	総生重量 (kg)		サブサンプル 生重量 (g)		サブサンプル 乾燥重量 (g)	
			地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部
1	5.00	4.72	7.38	4.53	582.8	236.2	364.9	155.2
2	8.00	6.90	24.42	18.41	403.5	181.8	248.0	112.9
3	17.00	11.7	166.73	46.93	1,063.3	141.6	711.8	90.2
4	21.00	12.8	212.62	61.84	652.9	195.2	444.6	130.0
5	24.50	13.7	510.90	164.20	683.8	285.4	492.6	175.7
6	31.00	16.7	945.74	242.17	943.6	324.9	678.8	209.1
7	33.50	14.2	1,059.65	250.51	981.5	360.1	683.1	223.9
8	40.00	17.9	1,602.30	346.00	739.0	269.7	495.5	153.2
9	45.00	16.8	1,414.35	310.53	886.9	368.3	652.1	224.1
10	51.00	16.3	2,913.40	581.98	775.9	220.0	554.9	144.7
11	56.55	17.7	2,837.35	489.15	1,666.6	550.9	1249.3	404.9
12	62.30	22.6	4,836.98	1,060.94	2,211.6	595.2	1,506.2	457.6
13	74.50	19.2	6,180.03	1,292.66	1,264.0	446.9	921.4	262.3
14	80.50	20.2	6,218.31	962.17	1,505.0	361.4	1,084.8	203.5
15	87.60	18.9	5,123.56	1,237.13	1,926.9	399.7	1,539.4	280.4
16	101.80	21.6	8,444.10	1,928.90	935.9	379.3	657.9	263.3
17	109.20	17.9	10,091.58	2,142.69	1,240.3	603.7	905.6	407.5

上記のデータを基に各サンプル木の総乾燥重量(バイオマス)を、『総乾燥重量 = 総生重量 × サブサンプル乾燥重量/サブサンプル生重量』の式を用いて計算した。結果は、以下の表 2.7.5.2 に示すとおりである。

表 2.7.5.2 各サンプル木の総乾燥重量(バイオマス)

サンプル木 NO.	DBH (cm)	樹高 (m)	総乾燥重量 (kg)	
			地上部	地下部
1	5.00	4.72	4.62	2.97
2	8.00	6.90	15.01	11.43
3	17.00	11.7	111.61	29.89
4	21.00	12.8	144.78	41.18
5	24.50	13.7	368.05	101.08
6	31.00	16.7	680.34	155.86
7	33.50	14.2	737.49	155.76
8	40.00	17.9	1,074.34	196.54
9	45.00	16.8	1,039.91	188.95
10	51.00	16.3	2,083.57	382.78
11	56.55	17.7	2,126.91	359.52
12	62.30	22.6	3,294.20	815.67
13	74.50	19.2	4,504.97	758.71
14	80.50	20.2	4,482.14	541.79

サンプル木 NO.	DBH (cm)	樹高 (m)	総乾燥重量 (kg)	
			地上部	地下部
15	87.60	18.9	4,093.21	867.88
16	101.80	21.6	5,935.86	1,338.99
17	109.20	17.9	7,368.32	1,446.32

(2) アロメトリー式の開発

フィールド調査で収集したデータ、及び上述(1)で推定した各サンプル木のバイオマスを基にそれぞれの関係性を分析し、バイオマスを推定するためのアロメトリー式を開発した。

1) DBH と地上部バイオマスの関係を示すアロメトリー式

上記のデータを活用して、各サンプル木の DBH と地上部のバイオマスの関係を示す散布図を作成し、累乗近似による曲線を設定した。結果は以下の図 2.7.5.1 に示すとおりであり、曲線を表す式(アロメトリー式)は $y = 0.1307x^{2.3933}$ と計算された。相関係数は 0.9858 であり、非常に高い相関性が表れている。

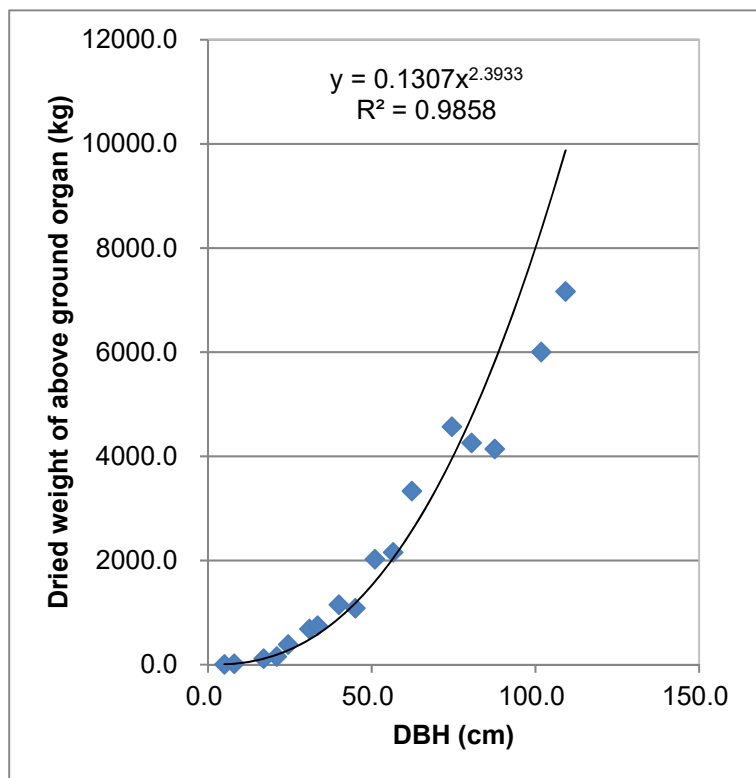


図 2.7.5.1 各サンプル木の DBH と地上部バイオマスの関係を示す散布図及びアロメトリー式
 その一方で、フィールド調査において、DBH が大きいモパネの木には、非常に高い確率で幹に大きな空洞が確認できた。以下の写真が示すように、中規模のサンプル木(DBH 45cm)と比較して、大きなサンプル木(DBH 87cm)の幹には大きな空洞が確認できる。空洞があるということは、直径のサイズが大きくなっても、空洞の分だけバイオマスは増加していないということであり、図 2.7.5.1 においても、DBH が 80cm を超えたサンプル木の実際のバイオマス計測値は全て近似曲線上の数値よりも低い値となっている。従って、サイズが大きい木に関しては、バイオマス値の上昇が緩やかになる近似曲線を設定する方が適当であるという考え方ができる。



サンプル木断面図 (DBH 45cm)



サンプル木断面図 (DBH 87cm)

上述の考えに基づき、大径木のバイオマスを低く推定する 3 次の多項式近似による曲線を設定した (図 2.7.5.2)。その結果、以下のアロメトリー式を設定した。この式の相関係数は累乗近似によるアロメトリー式よりも若干低いが、0.9763 であり、依然として非常に高い数値を維持している。

$$Y = -0.0044x^3 + 1.1335x^2 - 7.9853x - 42.821$$

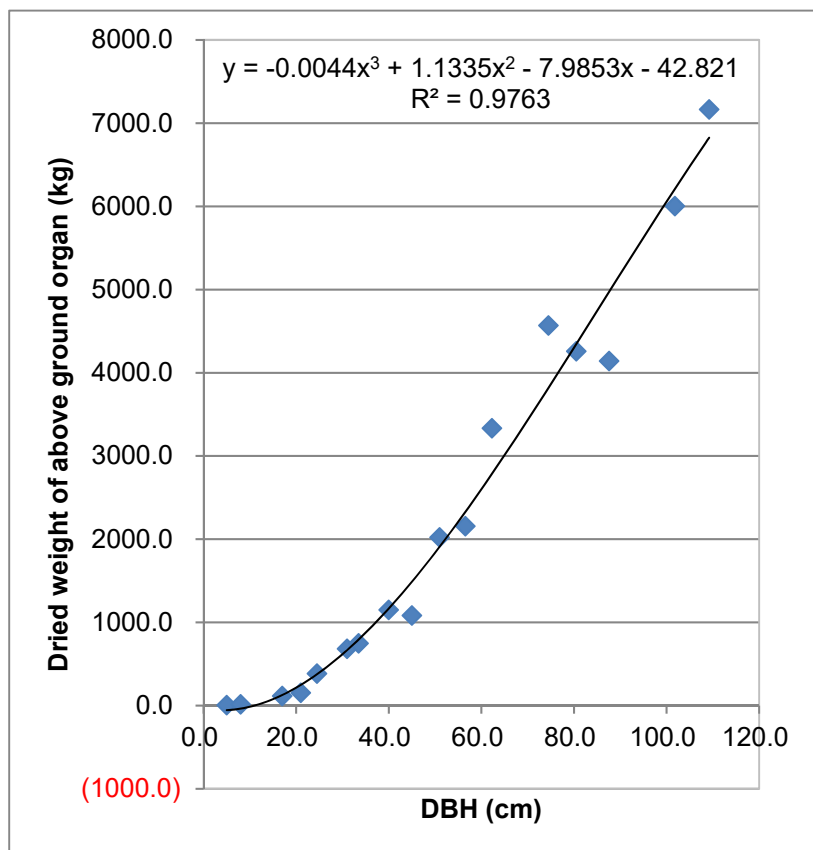


図 2.7.5.2 各サンプル木の DBH と地上部バイオマスの関係を示す散布図及びアロメトリー式 (大きな個体の幹中にできる空洞を考慮)

しかし、この式を用いる場合、DBH が 11cm に満たない木のバイオマスは 0 を下回ってしまうため、小径木のバイオマス推定に用いることはできない。

2) DBH 及び樹高と地上部バイオマスの関係を示すアロメトリー式

上述のアロメトリー式は DBH のみを変数としたものであるが、DBH と樹高の 2 変数によるアロメトリー式の分析をエクセル・ソフトウェアの回帰分析機能を活用して行った。回帰モデルは、 $AGB (kg) = a * DBH (cm)^b * 樹高 (m)^c$ を適用した。以下に、結果を示す。

アロメトリー式： $AGB (kg) = 0.03325 * DBH^{1.848} * 樹高^{1.241}$ $R^2 = 0.9918$

観測値 (kg)	予測値 (kg)	残差
4.71	4.46	0.25
15.62	17.04	-1.42
115.81	132.08	-16.27
154.09	218.20	-64.11
384.86	315.63	69.22
682.44	623.35	59.09
747.08	588.29	158.79
1,150.15	1,088.14	62.01
1,082.26	1,250.37	-168.11
2,021.67	1,517.77	503.90
2,155.12	2,034.75	120.37
3,332.83	3,295.42	37.40
4,567.66	3,746.15	821.51
4,257.75	4,603.70	-345.95
4,140.25	4,955.61	-815.36
6,002.45	7,719.98	-1,717.53
7,164.96	6,961.25	203.71

この式の相関係数は 1 変数の累乗近似、3 次多項式近似によるアロメトリー式の相関係数よりも高い。また、最大サンプルの観測値が予測値を上回っており、空洞のある大径木にも対応できるものと考えられる。さらに、3 次多項式近似によるアロメトリー式を適用する際の問題点であった、小径木のバイオマスの推定値が 0 を下回るようなことがない。

3) DBH と地下部バイオマスの関係を示すアロメトリー式

上記 1) と同様の方法で、各サンプル木の DBH と地下部のバイオマスの関係を示す散布図を作成し、累乗近似による曲線を設定した。結果は以下の図 2.7.5.3 に示すとおりであり、曲線を表す式（アロメトリー式）は $y = 0.144 x^{1.9663}$ と計算された。相関係数は 0.9796 であり、非常に高い相関性が表れている。

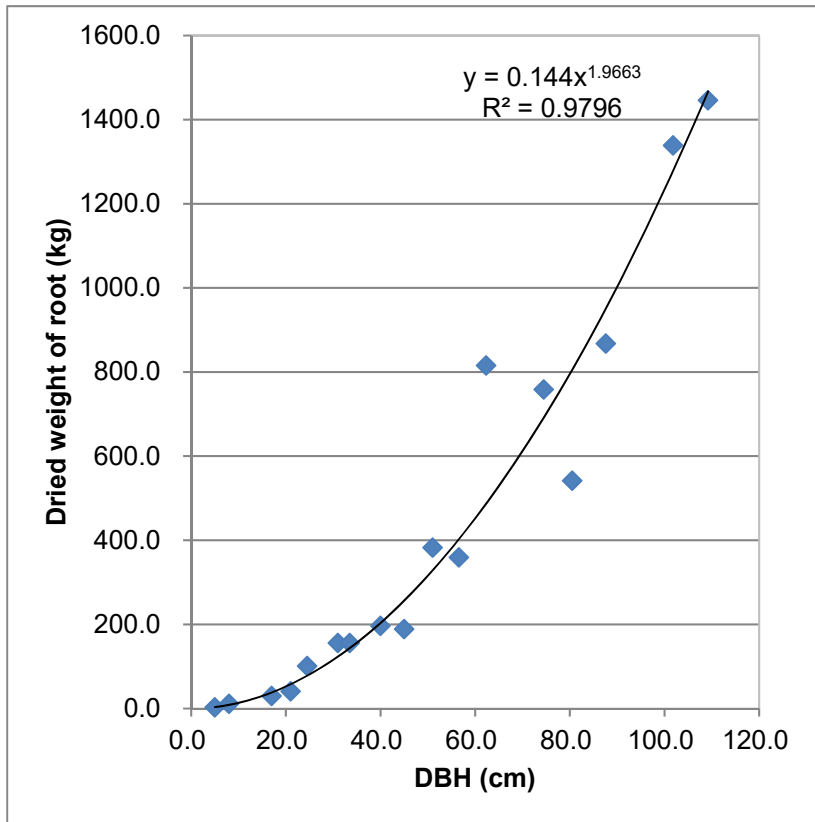


図 2.7.5.3 各サンプル木の DBH と地下部バイオマスを示す散布図及びアロメトリー式

4) DBH 及び樹高と地下部バイオマスの関係を示すアロメトリー式

上記 3) のアロメトリー式は DBH のみを変数としたものであるが、BGB の推定についても、DBH と樹高の 2 変数によるアロメトリー式の分析をエクセル・ソフトウェアの回帰分析機能を活用して行った。回帰モデルは、地上部バイオマスのケースと同様に $BGB (kg) = a * DBH (cm)^b * 樹高 (m)^c$ を適用した。以下に、結果を示す。

アロメトリー式： $BGB (kg) = 0.09572 * DBH^{1.7969} * 樹高^{0.3797}$ $R^2 = 0.9806$

観測値 (kg)	予測値 (kg)	残差
2.97	3.11	-0.14
11.43	8.36	3.07
29.89	39.58	-9.69
41.18	59.87	-18.69
101.08	81.04	20.04
155.86	133.35	22.50
155.76	144.14	11.62
196.54	216.45	-19.91
188.95	261.10	-72.16
382.78	323.23	59.55
359.52	401.52	-42.00
815.67	524.29	291.38
758.71	679.59	79.12

観測値 (kg)	予測値 (kg)	残差
541.79	796.28	-254.49
867.88	903.77	-35.88
1,338.99	1,245.40	93.59
1,446.32	1,315.48	130.84

この式の相関係数は 0.9806 であり、1 変数の累乗近似によるアロメトリー式よりも高い数値となっている。

3 プロジェクト実施運営上の課題と教訓

本章においては、プロジェクト実施運営を通じて得た課題と教訓について記述する。課題については、プロジェクトの実施を通じて顕わになった今後モザンビーク側が解決すべきことを整理したものであり、言い換えると目標と現状とのギャップでもある。一方、教訓については、プロジェクトが実施したことについて、必ずしも適切な方法が取れなかったこと等について整理し、将来同様のことを実施する際の参考にするためのものである。

3.1 森林資源情報プラットフォーム分野

(1) 課題

1) ハードウェアやソフトウェアの維持管理及び森林資源に関するデータの登録、管理、利用

プラットフォームを運用していくには、情報システムに関する知識や経験が必要となる。ネットワークの設定やサーバの設定といったハードウェアやソフトウェアの維持管理に加え、森林資源に関するデータの登録、管理、利用が必要であり、前者は DINAT の IT 部門の技術者に、後者は DIRF 及び UT-REDD+ の技術者にそれぞれ技術移転を実施した。

前者については、専門的な知識レベルを有するものの、サーバのある DIRF とは物理的に離れており、また組織が異なるため、森林に関するデータの管理までは踏み込んで対応ができなかったことから今後は、UT-REDD+ の IT 技術者や外部リソースを含めて、プラットフォームの機能面の拡充・改善やシステムそのものの維持管理について対応できるよう、プロジェクトで作成した「森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン」に基づいて、DINAF と UT-REDD+ で十分協議し、システムの維持管理を進めていくことが必要となっている。

後者については、プラットフォームの全体像については理解し運用できるようになった。また、プラットフォームへの情報登録について、説明文の登録や報告書ファイル等の登録については、簡易なユーザインターフェースの Joomla を採用することで、登録作業等を実施できるスキルは身につけている。ただ、少ない人員で森林調査や画像解析もこなしており、また慣れない作業となるため、データの登録、管理にまで十分に対応できていないのが実態である。このため、この点についても、「森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン」に基づいて、データを更新することで、データの管理・利用を含めて能力を向上させるていくことが重要である。

2) サーバの設置場所

プラットフォームについては、外部公開用サーバは INTIC に、インベントリ調査や GIS 等のデータの管理サーバは DIRF に設置されている。

外部公開用サーバのある INTIC は、専門の管理者により運用が行われており、サーバの停止等があるものの、概ね良好な管理がなされている。

一方、DIRF 内のサーバについては、DINAF 本部からは離れたところにあり、人材面でも述べたように専用の管理者がいるわけではない。冷房が完備された個室とはなっているが、窓枠に隙間があり、また自由に出入りができる状態になっており、必ずしもサーバールームとして良好な管理がおこなわれているわけではない。このようなことから、近い将来に環境プログラム無償で新たなサーバが導入されたら、DINAF 本部のビルにあるサーバールーム等サーバールームとして良好な設

備のあるサーバールームに設置し、現在の DIRF のサーバは、DIRF 職員の GIS 等特殊ソフトでの作業用に特化するのが良いと考えるところである。したがって、このような設置ができるように MITADER 内部で協議をする必要がある。

3) 現状では不十分であるデータ・情報のアップロード

TWG において、登録・管理すべきデータについて議論を行ったが、未整備のデータもあり、プラットフォームとしては発展途上にある。

一方で、DIRF をはじめ、各部門では様々なマップの作成や、レポートの作成を行っており、登録・管理可能なデータは、議論して整理した以上にあると考えられる。ただ、それらの登録可否について、議論の俎上にあがっておらず、登録に関する意思決定が行われていない状況にある。これらのデータを含めてまとめられた「森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン」に基づいて、データ・情報をプラットフォームにアップロードしていく必要がある。

4) プラットフォームの運営体制の構築

プラットフォームについては、INTIC が運営するサーバにセットして、インターネット上で公開を行っている。しかし、データ・情報量が十分とは言えず、MITADER 内で大臣等幹部クラスに正式に披露されていない状況である。コンサルタント・チーム側としては、プラットフォームは常に更新・改善を続けるものであり、まずは、プラットフォームの運営に関する体制を構築するのが必要であると考えてきたところであるが、DINAF 側としては、ある程度データ・情報量が蓄積されプラットフォームとして機能していると言えるレベルにいたってから運営に関する体制を構築するというスタンスである。このようなことから、できるだけ早急にプラットフォームを正式に披露して、運営体制を構築する必要がある。なお、運営体制としては、DINAF と UT-REDD+が中心となって行うのが適当であると考ええる。

(2) 教訓

1) 専任の CP の配置の必要性

各担当者が重複して複数の分野で活動せざるを得ず、必ずしも情報システムの知見、経験を持つ技術者がいるわけではなかったため、結果としてプラットフォーム分野の人材育成が十分に行うことができなかった。少なくとも専任となる CP の配置が必要であった。

必ずしも 1 つの組織で賄えない場合もあるため、関連する他の組織との連携も必要であった。

2) 専任の管理者がいるサーバールームでのサーバの管理

サーバ機の設置環境を考えると、DINAT のような専任の管理者がいる専用のサーバールームでの管理が望ましい。場所が離れることで、主たる利用者である DIRF 職員による物理的なデータの管理は困難となり、物理的に離れることで通信速度の低下の可能性があるが、システム運用上の安定性は向上すると考えられる。

3) 登録・管理すべきデータのリスト化の徹底

登録・管理すべきデータについて、リスト化することで、概要の把握は行なえたと考えられる。その後、UT-REDD+でも整備すべきデータのリストが作成され、目標が明確化された。このように、保有しているデータや、今後整備すべきデータについて棚卸を行うことで、役割分担、実施

の進捗管理が可能になると考えられる。

また、関連する法律や規則などのすでにオープンになっている情報等については随時登録はしてきたが、プロジェクト終了時になって追加で登録すべき多くのものがでてきた。このような種類のもものは、随時確認をして、その都度登録しておくことが必要であった。

4) プラットフォームの早期公開に向けての協議の必要性

運営体制を構築する上では、プラットフォームを早期に公開し、データ、情報の登録を促すことが必要であった。一方で、公開可能なデータは必ずしも多くはないため、限界があるのは否めない。このような場合にどのように対処していくのかであるが、このようなケースが発生することを見越してC/P側とどう対処していくかを協議していく以外に道はないかと考えられる。

3.2 リモートセンシング分野

今後のリモートセンシング分野における課題と教訓について、森林被覆図関連、参照年地図関連、レーダ画像解析関連の3つに分けて記載した。

3.2.1 森林被覆図作成に関する課題と教訓

(1) 課題

1) 2州における森林被覆図の活用

第4年次の成果報告会において、作成された森林被覆図はカーボデルガド州とガザ州に印刷された図面として渡された。しかし、A0サイズの図面に州全体を収めていることから、どうしても小縮尺(約1/400,000)となり、州全体の森林被覆の概要を把握するには適しているが、森林被覆の詳細を確認するには限度がある。SPFにおいてプラットフォームを活用することができれば、自分達の関心のあるエリアを拡大表示して森林被覆状況を確認することができる。また、SPFがこの拡大表示した部分を印刷するか、あるいは、SPFからの要望を受けて、DIRF本部では森林被覆状況を確認したい範囲を拡大印刷し、各州(または各郡)に送付して、森林パトロール、違法伐採対策、森林回復活動といった持続可能な森林管理に向けて利用してもらうような活用方法も検討していく必要がある。

2) 森林被覆図を活用した主題図の作成

森林被覆図を活用して、第5年次には「焼畑リスクのある森林マップ」という主題図を作成した。この主題図は、既存のGIS情報やプロジェクトで作成された他の成果を森林被覆図に重ね合わせて分析することで、新たな用途に活用できる図面となる。主題図はArcGISによるGIS処理で作成可能で、DIRF職員はGISのスキルを持っていることから、今後は、DINAF/DIRF自身で、課題を解決するために必要な主題図を作成していくことが期待される。

(2) 教訓

1) 森林定義の変更

森林被覆図は当初、森林定義「最低面積0.5ha、最低樹冠率10%、最低樹高5m」で作成し始めたが、森林総局が中心となって検討されてきた新しいモザンビークの森林定義が2015年11月に大臣承認され、森林定義は「最低面積1.0ha、最低樹冠率30%、最低樹高5m」と決定された。2014年10月の時点で、「これ以上森林定義の決定が遅れると、森林被覆図の作成に影響を及ぼす」と

強く意見したが、森林定義が変更になるかならないか決まらなかった。プロジェクトとしては、森林被覆図を用いてインベントリの設計をする必要もあることから、当初の森林定義で森林被覆図を作成せざるを得なかった。最終的に、第3年次に森林定義が変更になり、常緑林と落葉林の疎林について確認・修正することになった。政治的な外部要因ではあるが、森林被覆図作成の肝となる森林定義の変更が起こりうるということも念頭に置きながら作業する必要がある。

2) 最新の GIS 情報の確認

2 州の森林被覆図を作成する際に使用した州境界などのモザンビークの基本情報は、第1年次に公式に入手したものを利用した。しかしながら、森林被覆図が完成した後で、実は最新の州境界データを使用していなかったことが判明した。そのため、森林被覆図完成後に、再度、州境界周辺の森林被覆図を修正することとなった。数年にわたる地図作成においては、常に使用するデータが最新のものであるかどうかを確認しながら実施していく必要がある。

3) 森林被覆・土地利用図から作成した主題図の活用

本プロジェクトで作成した2州の森林被覆・土地利用図の森林区分は、AIFMの森林区分を基にAIFMと対応が取れる形で現実的に衛星画像から分類可能なものとした。しかしながら、本プロジェクトの森林被覆・土地利用図は2008年の一時期から作成しており、森林から非森林への動態を判読することが不可能であることから、AIFMで区分されているShifting Cultivation with Forestについては、農地もしくはチケットと分類した。また、Forest with Shifting Cultivationについては、森林の樹冠率が30%未満の場合は非森林樹林地、30%以上の場合は森林として分類されている。そのため、Shifting Cultivationを区分する別の方法として、新たな主題図(焼畑リスクのある森林マップ)を作成することで対応した。今後は、DINAFがSPFとも協議しつつ、この主題図の活用方法を検討していく必要がある。

3.2.2 参照年地図作成に関する課題と教訓

(1) 課題

1) 作業フローの自動化

変化抽出法による広域の森林被覆/土地利用図の更新を行うためには、大量のデータ処理と解析を必要とする。変化抽出法による森林被覆/土地利用図の更新を行う場合、繰り返し行う作業をできるだけ自動化することは、時間短縮及び作業効率化のために非常に重要である。本プロジェクトにおいても、全工程の一部に対して自動処理モデルを適用し、また本邦研修及びフォローアップ研修においても、自動処理モデルの作成方法についてCPへ技術移転しており、今後は、このようなスキルアップを継続的に図ることが必要である。

2) 工程管理能力の強化

本プロジェクトで実施した技術移転について、研修後のアンケート結果から、各研修の講義と実習を通して、本プロジェクトで適用した作業フローを大方理解し、技術員としてスキルを向上させることができた。一方、実業務では、州または全国を対象とした場合に、大量のデータを取り扱う必要があり、役所として今後も外部委託することも想定して、地図作成等のマネジメントについて、技術管理者としての能力強化も必要である。

3) UT-REDD の活動成果との棲み分け

本プロジェクトと並行して、UT-REDD による森林面積並びに変化面積の集計が行われた。DINAF-JICA は Wall-to-wall アプローチ、UT-REDD はサンプリングアプローチを採用するなど、仕様及び作成方法が異なるため、両者の成果品を単純に比較することは難しいが、それぞれの定義や仕様を比較した上で、成果品の内容を比較することは重要である。また、両者が採用した手法の特徴も理解した上で、それぞれの抱える問題を分析し、データの改善に向けた課題整理が今後必要である。

(2) 教訓

1) 対象とする変化パターンの再確認

本プロジェクトでは、2008 年森林被覆図の分類項目に倣い、森林の疎密間の変化も対象にすることを検討していたが、LANDSAT 衛星画像(30m 空間分解能)では、対象地域にみられる森林の疎密間の変化を的確に抽出することが難しいことが分かり、最終的には、森林(密)と森林(疎)間の変化を統合することとした。今後、同仕様を基に参照年地図を作成する場合、使用する衛星データの仕様や特徴を精査の上、対象とする変化パターンを調整する必要がある。

3.2.3 レーダ画像解析に関する課題と教訓

(1) 課題

1) 森林被覆図の活用

森林被覆図が正しく実態を捉えていると仮定したとき、期首の森林の最低 dB 値に-18dB を適用したとしても、ごく一部に期首で非森林地を抽出してしまっていることが確認された。現状では、レーダ画像解析の結果を厳密に扱う場合には、森林減少地ではなく、Tree Loss ないしは Vegetation Loss として扱うことも考慮する必要がある(おおよそとしては、森林減少地として扱っても構わない)。また、今後整備される全国森林被覆図における森林地ポリゴンを活用することで、上記のような誤抽出を減らし、レーダ画像解析結果を森林減少地として扱うことが可能となる。

2) 精度検証

User's Accuracy については、観測時期の問題(期間のバラつきや 2 時期間において同じ観測日が使用されている)があり、LANDSAT 8 や Google Earth を用いた精度検証では結果を出すことができなかった。User's Accuracy については、レーダの観測日を確認し、それに近い Sentinel-2(光学画像、無償利用可能)の期首・期末の画像をダウンロードして、改めて精度検証をする必要がある。

3) 将来的な高解像度データの利用

経済産業省が開催した「政府衛星データのオープン&フリー化及びデータ利用環境整備に関する検討会」が 10 月に公開した報告書によると、ALOS-2 を含む政府衛星データが 2018 年度に無償化することが結論づけられた。該当衛星データには、本解析で用いた画像以上の解像度を持つ画像も含まれていることから、モザンビークにおけるダウンロードの速度も考慮しつつ、将来的な利用を検討すべきである。

4) 森林減少抽出結果の活用

レーダ画像解析により抽出された森林減少箇所について、各州の現場で実際に活用してもらうた

めに、各州のチーフを集めてワークショップを開催した。まずは、毎年の森林減少箇所がレーダ画像解析により把握できることを知ってもらうことができたが、今後はこの結果をどのように活用していくかを検討していく必要がある。具体的には、森林減少対策を優先的に実施するエリアを選定して、まずはできるところから各州で活用していく方法が考えられる。また、ボルティン（広報誌）を発行して、住民に森林減少の現状を伝えるとともに、政策決定者には森林減少対策が必要であることを伝えていくような活用方法が考えられる。

（２）教訓

1) 広域解析

現在、JAXA で公開されているモザイク画像がエラーを含むことから、全国や州といった広域解析が困難な状況である。ガザ州で発生しているようなシーン間不整合は、JAXA による修正の余地はあるかと考えるが、2016 年に撮影されていないシーンを今後補うことは困難である。レーダ画像解析を活用する範囲は、撮影画像の有無を確認した上で特定の範囲に絞り実行することが現実的である。

2) GT 調査を中解像度画像で実施

レーダ画像解析を検討し始めた当初は、高頻度で撮影する中解像度の衛星画像が整備されておらず、検証情報となる森林減少地情報は現地調査において GPS を持ちながら踏査する方法で収集していた。その為多くの時間と費用を要したが、現在では整備された中解像度の衛星画像（例：Sentinel-2、Landsat 8）を用いて森林減少地を抽出することが可能である。また、現地で情報収集するとしても、UAV を活用することで効率的に情報収集が可能となるため、必要に応じて活用を検討すべきである。

3.3 森林インベントリー分野

2015 年から 2016 年にかけて、ガザ州及びカーボデルガド州で実施した森林インベントリー及び森林インベントリー分野の人材育成研修の結果をもとに、課題と教訓を検討した。

（１）課題

1) 森林インベントリーの QA/QC の技術の定着

2015 年及び 2016 年に森林インベントリーの QA/QC 研修を実施し、QA/QC の有用性について中央機関職員及び各州 SPFFB 職員の理解が得られたと思われる。今後のインベントリーにおいて、OJT による QA/QC を実施することにより QA/QC の技術に習熟することがモザンビークのインベントリーの品質向上において重要である。

2) 森林区分別の適正なサンプル面積

本プロジェクトのインベントリーを実施した再委託先からは、メクルース林とマングローブ林では測定木の立木密度が高く、作業能率の低下が著しいことから、クラスターやプロットの大きさを小さくしてインベントリーを効率的に実施することが重要であるとの提案があった。今回のインベントリーデータに加え必要に応じ追加調査を行うことにより、メクルース林とマングローブ林の適正なクラスター及びプロットの大きさを設定することが、今後のインベントリーを効率的に実施するうえで有効と考えられる。

3) マングローブ林調査方法の改善

マングローブ林のインベントリーは足場が不安定なうえ、潮の干満による調査時間の制約を受けるため調査が容易ではない。広い面積の調査が求められる場合には、ドローン等を用いた迅速で簡易な調査手法の開発を行い、通常の方法と組み合わせることにより能率的なデータ収集を実施することが肝要である。

4) 樹種コードの整備について

本プロジェクトでは、インベントリーのデータ入力のために仮の樹種コードを作成したが、今後もインベントリーにおいて樹種コードを検討する必要があると考えられる。学識経験者により、モザンビークの全土に活用できる統一した樹種コードの整備を行うことが有益である。

5) 樹冠疎密度の測定について

樹冠疎密度は森林・非森林の判定基準のひとつであるが、目視による判定には個人差があり正確な判定は困難である。樹冠疎密度を重視する場合には、デンストメーター、360°撮影カメラ、ドローン等の活用により、客観的な方法で測定精度を高めることが考えられる。

6) インベントリーにおけるバオバブノキの扱いについて

本プロジェクトで実施したインベントリーにおけるサンプリングの誤差率は、DBH 約 10m のバオバブノキの大木 1 本が原因で大きな値となった(2.4.3、(2)、2 サンプリングの誤差を参照)。誤差率を小さくしかつ能率的なインベントリーを実施するためには、バオバブノキの大木の取扱いが課題となる。したがって、バオバブノキの大木については通常のインベントリーとは別調査とするのが有効と思われ、バオバブノキの大木の大きさや位置を単木単位で把握する調査を行うことが提案可能と考えられる。

(2) 教訓

1) 同一クラスター内のプロット間における森林タイプの相違について

インベントリーのためのクラスターは本プロジェクトで作成した森林被覆図における森林区分を用いて、1つのクラスター内のプロットはすべて同一の森林タイプとなるよう設計されている。実際にインベントリーを実施したところ、同一クラスター内のプロット間で森林タイプが異なる場合が見られた。同一クラスター内プロットで森林タイプの相違が発生することを少なくするには、森林被覆図作成に使用する衛星画像データの撮影時期とインベントリー実施時期をできるだけ近づけること、画像解析精度を向上させること、森林区分の分類基準を工夫すること、森林タイプの分類に地上調査データを用いる場合には地上調査の精度向上を図ること等が考えられる。

2) マングローブ林調査方法の改善

マングローブ林のインベントリーを効率よく調査を実施するためには、予め調査日の干潮、満潮の時間を調べておき、何時から調査を始めればよいのか、どのくらいの時間を現地調査に当てることが出来るのか等をチェックしておくことが良かった。また、陸地からのアプローチだけでなく、サンプルプロットの場所によっては、ボートを活用してのアプローチを検討することも時間の短縮に繋がることから、やはり予備調査によって、プロットへのアプローチの方法を検討しておく必要があった。

3.4 FREL/FRL 分野

(1) 課題

1) 森林タイプにおいて疎・密のカテゴリー分けについて

森林インベントリーの結果から、(半)常緑樹林及び(半)落葉樹林の疎・密と材積(バイオマス)との関係性が確認できなかったこともあり、これらの森林タイプにおいて疎・密のカテゴリー分けをしないことになった。しかし、森林劣化をモニタリングしていくためには、森林被覆分類の中で炭素蓄積量の違いを区分する層化が不可欠であり、森林インベントリーの結果(及び計測方法)を見直すなどして、森林劣化モニタリングを可能にする層化方法を検討していく必要がある。

2) 州 FREL と全国 FREL の方法論の相違について

UT-REDD が中心となって開発した全国 FREL で採用された方法論は、本プロジェクトが開発した 2 州の FRL の方法論と異なっている。方法論が異なる部分は、以下の表にまとめたとおりであり、2 州の FREL/FRL が全国 FREL/FRL の一部という位置づけにはなっていない。

	州 FRL	全国 FREL
対象とする REDD+活動	森林減少からの排出削減 森林炭素ストックの増大	森林減少からの排出削減
参照期間	2002 年～2013 年	2003 年～2013 年
AD の構築方法	5 時点(2002、2005、2008、2010、2013)の衛星画像を用いて wall-to-wall により土地被覆変化を解析	Collect Earth Open を活用した土地被覆変化の統計的分析 2001～2016 の様々な衛星画像を活用している。
FREL/FRL の計算方法	参照期間における二酸化炭素の純排出量(吸収量と相殺)を計算し、その値を参照期間の年数で割っている。	参照期間における二酸化炭素の総排出量を計算し、その値を参照期間の年数で割っている。

(2) 教訓

本プロジェクトは、C/P 機関である DINAF と協議した結果、1) FRL 設定のための AD を森林被覆/土地利用図をベースに試算するとしたが、本プロジェクトで作成するカーボデルガド州及びガザ州以外の同地図(含む参照年の地図)の作成が 2015 年 5 月の JCC 時点で目途が立たなかったこと、2) いきなり全国レベルで FRL を設定し REDD+を実施するよりも州レベル(準国レベル)といったより規模の小さいレベルでまずは FRL を設定し REDD+を実践することで、REDD+の知見・実績等を蓄積した後、全国レベルにスケールアップさせるというステップワイズ的なアプローチが有効と判断されたことから、2015 年 5 月の JCC で州レベルの FREL/FRL を開発することになった。しかし、その後モザンビークでは世銀の支援により全国 FREL/FRL を開発することになり、FREL/FRL のスケールを全国とすると定めたことにより、州レベル FREL/FRL のモザンビークの準国 FREL/FRL としての用途は失われた。それでも、全国と州レベルとで FREL/FRL 開発の方法論の整合性を確保することにより、州レベル FREL/FRL 開発で構築されるデータが全国 FREL/FRL の一部として貢献できる可能性が残されていたため、プロジェクト側は、FREL/FRL の方法論の整合性を確保するために、全国 FREL の開発を中心的に担っている UT-REDD+との合意

文書を作るなどの措置を講じてきたが、結果として2018年1月にモザンビーク政府がUNFCCCに提出した全国FRELには異なる方法論(特にAD)が採用された。今後このような状況に陥ることを避けるために、以下の対策が考えられる。

1) スケール(全国か準国か)の観点

- 対象国が設定するスケールに合わせる：FREL/FRLの開発を開始する時点で、対象国が既にFREL/FRLのスケールを設定していれば、それに合わせる。スケールが設定されていない場合は、FREL/FRLの開発を始める前に対象国政府と協議を行い、初めから全国FREL/FRLを開発するのか、段階的アプローチを採用して準国FREL/FRLの開発から始める意図があるのかについて明確にしておくことが賢明である。ただ、このようなことをその時点で明確にしても、成果払い等を巡るREDD+の動きは非常に早く、また、複数の国際機関やドナーが関わっていることにより、当初の計画と異なる方針が先方政府によって決定されることも想定し得る。この点を考慮すると、国際場裏の議論や当該国を取り巻くREDD+の状況を常にフォローし、C/P機関のみならず、関係機関や他ドナー等との意見交換などを絶えず実施し、また、重要な事項に関しては、責任者が署名する文書等によって確認することが重要である。また、当初の計画に変更が生じる可能性を可能な限り速やかに把握するとともに、協力成果が最大限活用され、先方政府の開発政策及び国際約束に資するアプローチを提案することが望ましい。

なお、本プロジェクトに関しては、C/Pとの協議により、2州のFRLをwall to wallにて開発することとし、UT-REDD+等との協議により、全国FRLも同じくwall to wallで設定するため、ガザ州とカーポデルガド州の2州以外の残り8州の参照年の森林被覆/土地利用図については、UT-REDD+側で作成することで合意し(2013年の森林被覆/土地利用図のベースマップは、環境プログラム無償で作成することになった)、参照年の同地図作成方法についてUT-REDD+のMRVユニットのスタッフに技術移転を行うなどの業務を進めてきたが、2017年11月頃にUT-REDD+から、全国FRLをサンプリング方式で設定、提出する意向が示された。これに対し、DINAF総局長から、2018年1月のFRL提出となれば、サンプリング手法によるADを活用する事になる為、日本政府支援によるAD設定のための活動成果を利用しないこととなることから、当該FRL提出を取りやめる旨をMITADERの次官に提言する書簡が出されたが、結果として、2018年1月にサンプリング方式によって全国FRLがUNFCCCに対して提出された。

- 可能な限り全国FREL/FRLを開発する計画を立てる：対象国の国土面積、構築すべきデータ量、プロジェクト実施期間などを考慮して、極めて困難な場合を除いて、全国FREL/FRLを開発するようにすることも考えられる。この場合、たとえプロジェクト期間中に全国FREL/FRLが設定できなくても、あるいは、データが一部不足した不完全な全国FREL/FRLをUNFCCCに提出することになったとしても、プロジェクト実施期間中にFREL/FRL開発の方法論を明確にしてC/P職員に技術移転しておけば、プロジェクト終了後にC/P職員独自で不足データを追加したFREL/FRLの改訂版を開発することが可能となる。この場合、成果はFREL/FRLそのものではなく、その開発の方法論が成果とすべきであろう。

ただし、この場合、特に国土が広い場合等では、全国レベルの森林被覆地図の作成やインベントリーの実施のためには多額の予算と長期間の時間が必要となり、投入量的はデメリットであることから、このような全国FRELの設定計画には開始に時間がかかってしまう可能性も十分あることを念頭に置いて、全国FRELの設定を行うかどうかを決定する必要がある。

2) 方法論の観点

- 州 FREL/FRL 完成までに要する残り時間を考慮して目標を見直す：準国 FREL/FRL を開発中に、（別のドナーの支援により）全国 FREL/FRL を開発することになった場合、開発中の準国 FREL/FRL が比較的早く（例えば、全国 FREL/FRL が開発されることが分かった時点から 1 年以内に）完成する予定であれば、全国 FREL/FRL との方法論の整合性を確認した上で、準国 FREL/FRL の開発をそのまま継続し、完成させておけば、全国 FREL/FRL に方法論が反映される可能性は高くなると考えられる。一方、準国 FREL/FRL 開発の残り期間が長ければ長いほど、その間に生じ得る、予測できない事態に遭うリスクは高まると考えられる。従って、準国 FREL/FRL の開発期間が比較的長く残っている時点で、全国 FREL/FRL が開発されることになった場合、準国 FREL/FRL の開発を中止することがオプションとして考えられる。

3.5 バイオマス/炭素推定分野

(1) 課題

1) バイオマス調査について

第 4 年次にキャパシティ・ビルディングを兼ねたバイオマス調査を実施した。調査終了後にも調査手順をレビューするためのレクチャーを行うなどして技術習得のサポートに努めたが、参加者の習得レベルには多少の個人差があると思われる。また、一度調査に参加しただけでその後にもフォローがなければ、習得した技術を忘れてしまう可能性が高いため、参加者にとって今後も調査に参加できる機会があることが望ましい。モザンビークでは、UT-REDD+が中心となって全国 FREL が開発されているが、UNFCCC に提出した FREL のレポートの中で、新たなアロメトリー式の開発を今後の改善点として挙げている。そのためにバイオマス調査が実施される際には、DIRN 及び SPFFB の職員が参加できると、本プロジェクトによるバイオマス調査実施の効果の持続性が高まると考えられる。

2) アロメトリー式の開発

本プロジェクトが実施したモパネ林のバイオマス調査で採取したのは 17 の個体のサンプルデータである。サンプルサイズは大きいとは言えないが、全国 FREL の計算においても、本プロジェクトによる 2 州の FRL においても、モパネ林のバイオマス推定には、本プロジェクトが実施したバイオマス調査により開発したアロメトリー式を適用している。DIRF には、プロジェクト終了後に可能な限り追加調査を実施し、サンプル数を増やしてアロメトリー式の精度を上げていくように提案している。また、UEM もモパネ林のバイオマス調査（AGB のみを対象）を実施しているため、そのデータと合わせて、（AGB 推定の）アロメトリー式を開発することが検討されているが、本プロジェクトと UEM の調査に適用されたサンプル木の計測方法が一致しているかどうかを確認する必要がある。

(2) 教訓

1) バイオマス調査実施における現場での教訓

モパネ林のバイオマス調査は、第 2 年次に作成した『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』が解説する手順に従って調査を実施した。このガイドラインは、それ以前に出版された同様のガイドライン等を参考にして一般的な方法論を紹介しているが、実際にこの方法論に従って現場で作業を行うと、非常に時間がかかる作業であることを実感した。例えば、

まずチェーンソーを用いてサンプル木を伐倒し、残った切株以下の部分はバックホウを用いて掘り起こす手順で作業を行った。しかし、この手順では根株を掘り起こすことが非常に困難であったため、参加者間で協議した結果、まずサンプル木の周りの土壌、根（側根）をバックホウで掘り起こし、地上部分が不安定な状態になったところで幹を（バックホウにより）押し倒すことで根株を掘り起こす方法を採用した。その結果、この作業に費やした時間と労力を大幅に軽減することができた。特に、大きな個体のサンプル木ほど、より多くの作業時間を短縮できた。

モパネの材質は非常に硬く、作業に用いたチェーンソーのチェーンが早いペースで傷んだ。バイオマス調査用にチェーンのスペアを1セットしか用意していなかったため、そのスペアが壊れた際には、追加のチェーンを入手するまでの間、（予備の）小型のチェーンソーで作業しなければならず、作業効率が落ちることとなった。このような状態になることを避けるために、機材の維持管理及び機材の交換部品の準備は万全にしておかなければならない。

バイオマス調査では、調査の初日に初めて近隣村落の住民とコンタクトしたが、その時になって木を伐採する前に祈祷の儀式が必要であることが分かり、調査の開始が遅れることとなった。また、近隣の村落で不幸があった際には、1日間（伐採を伴う）調査ができなかった。このように、予期せぬ出来事により調査スケジュールの変更が余儀なくされる事態を回避するために、事前に近隣の村落とコンタクトして、調査の許可を得るとともに、村のしきたり、風習等を把握しておくことが望ましい。

なお、上述の教訓は全て、『バイオマス及び炭素量の推定モデル策定のためのガイドライン』の改訂版に反映されている。

4 モザンビークにおける森林行政及び REDD+に関する状況

4.1 森林行政に関する状況

本節では、森林行政に関する状況として、森林行政組織及び森林関連政策・法令について記述する。

4.1.1 森林行政に関する組織

森林行政に関する組織は、中央と地方においては、以下のように構成されている。

(1) 森林総局（中央レベル）

2015年1月の省庁再編により、それまでの土地・森林総局から分割する形で設立された森林総局は、土地・環境・農村開発省（MITADER）の下部機関であり、もっぱら天然林資源の管理を担っている。森林総局は、森林ライセンスなどを担当する天然林・林産部、森林モニタリングを担当する森林資源評価部、そして住民参加型の森林管理の推進を担当するコミュニティ森林資源管理部のほか、総局長直轄の総務課、監視評価課などの下部組織を有し、約35名の職員が働いている（森林総局の組織図については図4.1.1.1を参照）。

一方、植林とアグロフォレスリー分野は農業食糧安全保障省農業・造林総局の所管となった。また、2016年2月のMITADERの内部組織の再編により、それまで森林総局の内部組織であった違法な木材伐採・流通を取り締まる法執行部は、環境品質規制庁（AQUA）へ移管された。このように、違法伐採の取り締まりが森林総局からAQUAへと権限が委譲されたことで、森林行政の一体化が失われ、森林総局のみでは適切な森林管理のための総合的な取り組みが困難になったのではないかと危惧される。ただし、森林伐採ライセンスの発行機関（森林総局）と取り締まり機関（ANAC）が別になり牽制機能が働く可能性もあり、必ずしもデメリットだけではないと考えられる。

また、森林総局が天然林を担当する一方で、保全地域国家管理庁（ANAC）が国立公園や保全地域（森林保護区を除く）を管理することになった。以上のように様々な組織に森林管理の所管が移されたことで、森林の管理運営組織が複雑化している（MITADERの組織図については図4.1.1.2を参照）。

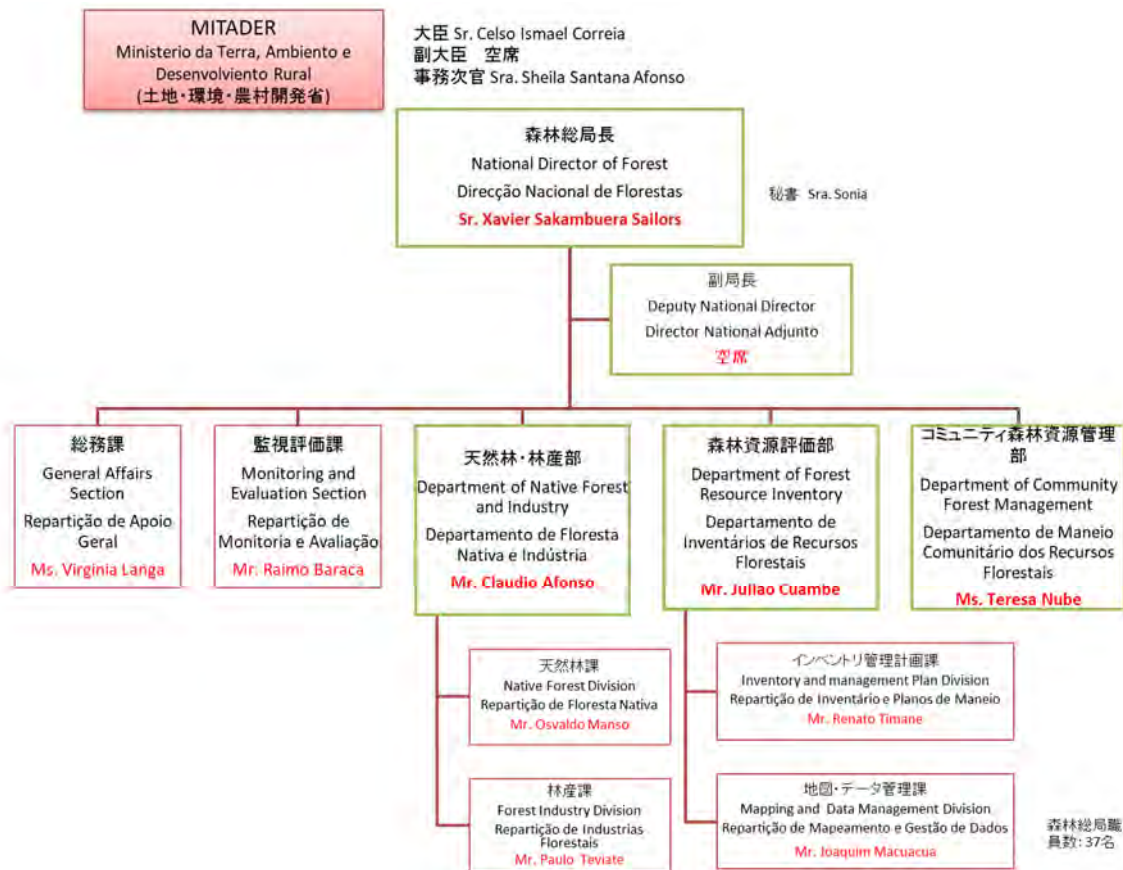


図 4.1.1.1 森林総局の組織図

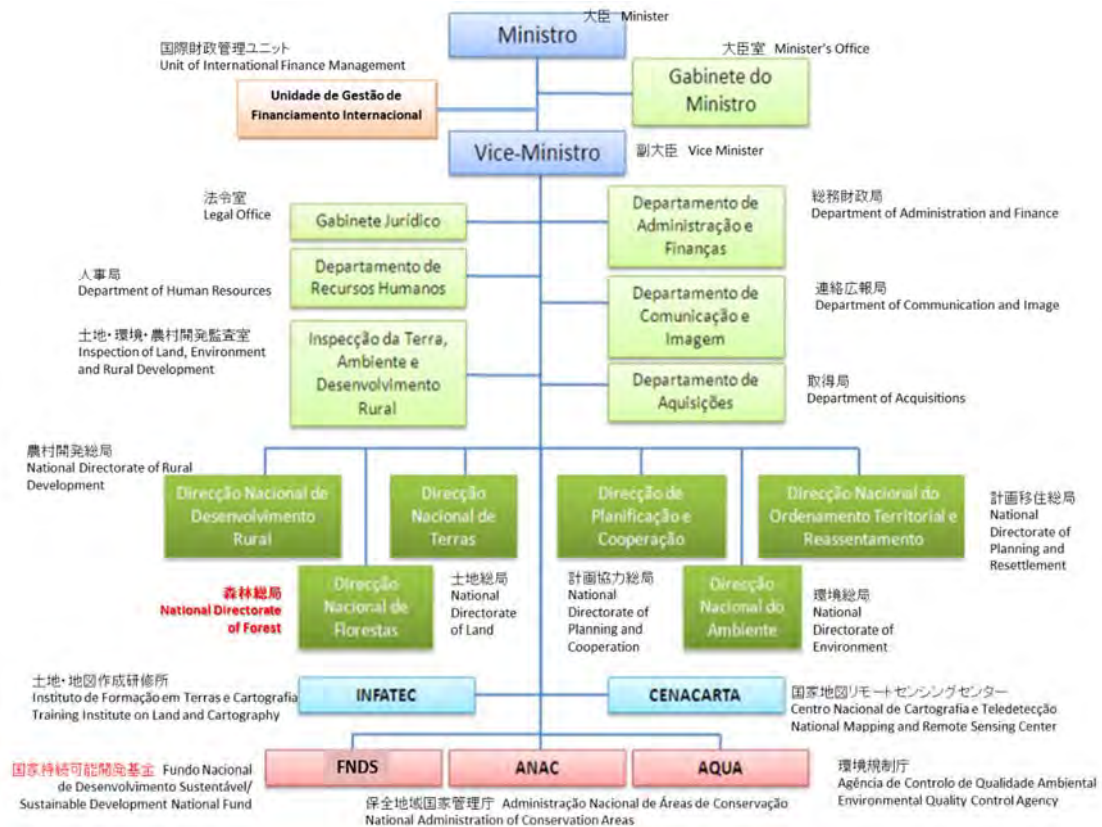


図 4.1.1.2 土地・環境・農村開発省の組織図

(2) 地方政府

モザンビークの地方行政機構は、州 (Provincias : 10) とその下の郡 (Distritos : 約 128) などから構成される。

1) 州土地・環境・農村開発局森林サービス部 (SPF)

中央省庁の再編に伴い、州政府組織の再編が進行中である。再編前は、州農業局の森林・野生動物部 (SPFFB) であったものが、州土地・環境・農村開発局の森林サービス部 (SPF) に改組された。森林サービス部は、森林課、コミュニティ森林管理課、法執行課、野生動物課などがある (いずれ法執行課及び野生動物課は他部局へ再編される予定)。SPF 職員は、技術スタッフ 10 名程度 + アドミニスタフ数名、これに法執行課に所属する森林野生動物監視官 (Fiscais) 50 ~ 70 名程度で構成されている。

2) 郡経済活動サービス所 (SDAE)

郡レベルには地域経済活動サービス所があり、様々な経済活動の管理と住民支援等を実施している。地域経済活動サービス所には、農業課、畜産業課、森林課、商業課、産業課などのセクションがあり、技術スタッフ 15 ~ 20 名を抱えている。森林を専門とするスタッフはまれであり、通常は農業普及員の業務を兼ねて森林分野の活動を行っているところが多い。

4.1.2 森林行政の関連政策・法令

森林行政に最も重要な法令として、森林・野生生物法があり、その他土地法等が密接に関わっている。関連法令の概要について、以下に記述する。なお、REDD+承認規則については、4.2 に記述する。

(1) 森林・野生生物法 (1999)

総合的な国の経済と社会の発展の枠組みの中における、森林資源と野生生物の保護、保全と持続的な利用に関する基本的ルールと理念を規定している。森林は、その可能性、場所、使用方法に応じて、(a)保全林：国立公園や保全地域 (Forest Reserve) 等内の森林、(b)生産可能林：森林開発コンセッションやシンプルライセンスを承認できる森林、(c)多目的林：生産可能林より資源価値が低く、住民の生計上必要に応じて利用される樹林地、に分類している。

また、森林伐採のための許可制度として、森林コンセッション及びシンプルライセンスを規定し住民参加型森林管理のために、コミュニティの森林管理協議会の設置のための条文なども規定している。さらに、地域、国家の管理監督による火災のコントロールと防止は、森林・野生生物法の管轄にあることが明示されている。

なお、現行の森林・野生生物法は 1999 年に制定され、昨今の気候変動対策への対応や違法伐採対策など森林保全の強化を図るため、新たに森林法の制定を検討しているところである。

新・森林法案ドラフト (2016 年 9 月版) は、全 13 章 67 条で構成されており、野生生物関連の規定を含む現行法 (全 8 章 47 条) から条文数は大幅に増加する見込みであり、森林計画制度や森林保護区などの条文を新たに追加したことに加え、森林保全の強化を図るため、これまで森林野生生物法規則に規定されていたような記述を本法案に位置づけたことなどによるものである。

(2) 土地法 (1997)

土地利活用権については、(a)伝統的慣習による占有、(b)善意による 10 年以上の占有、(c)政府へ

の申請による場合、取得できるとしている。政府に登録することにより土地利用権 (DUAT) を得ることができるが、前述の(a)や(b)に該当する土地については、政府に正式に登録をして DUAT を取得しなくても土地利用権が認められていることになる。これは登記にかかる煩雑な手続きや費用を負担できない村落部の住民の実情を踏まえて設定されたものである。

(3) コミュニティ 20%利益配分省令 (2005)

森林野生動物法規則では、森林伐採あるいは野生動物ライセンスに係る収入のうち 20%については、コミュニティにその利益を還元することとしている。この規定を受けて、20%の利益配分のための省令 (Diploma Ministerial) が 2005 年に定められた。

本省令における受益団体となるためには、10 名以上の会員で構成される自然資源管理委員会を組織して、登録する必要がある。資金の入金に必要な銀行口座を開くことになるが、これには少なくとも 3 人の会員の署名が必要となっている。未だに銀行のない郡もあり、コミュニティから遠く離れた町で銀行口座を開設するのは大きな負担となっている。

MICOA と UNDP の調査 (2014 年) によると、コミュニティ基金の 72%は学校や診療所の建設、水施設の整備などの社会プロジェクトに使われている。21%はヤギや子牛の購入などの生計向上のための経済プロジェクトに、マングローブ林の保全や植林地造成などの環境プロジェクトにも 7%が使用されている。

4.2 REDD+に関する状況

4.2.1 REDD+関連法令

本節では、REDD+に関連する法令として REDD+承認規則 (2013 年 8 月 27 日閣議決定) について、以下概要を記述する。

REDD+承認規則は、REDD+の実証調査、プロジェクトの承認の手続き、組織体制の枠組み等について定めたものである。同規則は、森林減少・劣化のリスクにさらされている生産林、保護林、植林地の地域において REDD+プロジェクトの実施の申請を行う場合に適用するとしている。また、REDD+プロジェクトの承認とライセンスの付与にかかる権限は、州知事 (2 万 ha 以下) 環境大臣 (2 万 ~ 10 万 ha) 閣議 (10 万 ha 以上) とする。

同規則により承認されたプロジェクトは承認手数料の支払いを以てライセンスが付与される。ライセンスの有効期限は 20 年間で同じ年数を更新できる。また、REDD+プロジェクトの申請等にあたって、次の手数料が課される。

- a) プロジェクト提案書の提出 : 10 万メティカル
 - b) プロジェクトが承認を受けたのち、ライセンスを受ける場合 : 1 ha 当たり 100 メティカル (10 万 ha が対象だと、1,000 万メティカル : 約 15 万 USD)
 - c) 年間手数料 : 1 ha 当たり 10 メティカル (10 万 ha で、20 年間とすると、2,000 万メティカル : 約 30 万 USD)
 - d) 更新手数料 : 1 ha 当たり 40 メティカル
 - e) 炭素クレジット収入があった場合 : その収入の 10%相当額
- 地域住民コミュニティはこれらの手数料の支払いから除外される。

手数料収入は、国家予算 (60%) 環境基金 (20%) コミュニティ (20%) に配分される。

このような REDD+プロジェクト実施のための手数料は、政府の REDD+に係る承認や調整、森林資源情報プラットフォームの維持と森林モニタリングの実施などに必要な経費を賄うためには必要である。しかし、現行の手数料額はあまりにも過大すぎるため、REDD+活動への民間参入は困難な状況であり、現在まで承認規則を活用した REDD+プロジェクトの登録は 1 件もない。このようなこともあり、2017 年末を目途に REDD+承認規則の改正を行う方向で協議されてたが、2018 年 2 月現在協議中であり改正は承認されていない。

4.2.2 REDD+関連の他ドナー等の動向

本節では、REDD+関連の他ドナーの支援の状況について記述することとするが、世銀、FAO、AFD、WWF 等が支援をしている中で、本プロジェクトと最も密接な関連性がある世銀の支援について、特に FCPF 準備資金 (Readiness Fund) について、記述する。

REDD+に関しては 2013 年 2 月に FCPF 準備資金 (3.6 百万 USD) の署名がなされ、2013 年 4 月より、FCPF 準備資金を活用した REDD+準備活動を開始し、本格活動は 2014 年 8 月頃からとなり、REDD+戦略の策定等がなされた。2016 年 2 月に FCPF 追加資金 (5 百万 USD) の署名がなされ、REDD+パイロットプロジェクトの準備とともに、JICA が対象とするガザとカーボデルガド以外の 8 州についてインベントリ等を実施し、全国 REL の設定や全国 M&MRV の設計も行うことになっている。本プロジェクトとの関連も含めて、次節の 3.2.3 で UNFCCC での REDD+実施の 4 要件と関連させて詳述する。

また、ザンベジア州のランドスケープアプローチの REDD+成果ベース払いの資金として、FCPF カーボンファンドを活用するため、2015 年 12 月に世銀との間で同意書 (Pipeline 資金供与) の署名が行われた。加えて、2017 年 3 月には、モザンビークの FIP 投資計画 (総額 47 百万米ドル) が承認され、1) ザンベジア州とカーボデルガド州でのランドスケープアプローチ (REDD+化される)、2) 森林ガバナンスの強化を主たるコンポーネントとする Mozambican government's Forest Investment Project (MozFIP) に着手している。

4.2.3 UNFCCC の REDD+実施のための 4 要件の設定状況

UNFCCC が定めている REDD+実施のための 4 要件は、1) REDD+戦略の作成、2) FRL の設定、3) 国家森林モニタリングシステムの構築、4) セーフガード情報システムの構築であり、これごとに状況を記述する。

(1) モザンビーク国家 REDD+戦略 (2016 年 11 月 2 日政府承認)

モザンビークの国家 REDD+戦略の検討は、当初、ノルウェーの支援を受けて、2008 年に始まったが、FCPF 準備資金を得るための R-PP の作成に注力することとなり、一時中断することになった。その後、2015 年に FCPF による活動として、国家 REDD+戦略の執筆が再開され、2016 年 1 月に第一次ドラフト案が示された。その後、REDD+実施体制等について大幅な修正が行われ、国家 REDD+戦略行動計画とともに、2016 年 11 月 2 日に政府承認がなされた

国家 REDD+戦略においては、森林減少・劣化による CO₂ 排出量削減、森林生態系保全の改善及び森林炭素固定の増進により、2030 年までに 170 百万 CO₂ トンの排出回避を目指すとしている。

また、同排出量削減に向け、以下の 6 つの戦略目標を設定 (国家 REDD+戦略行動計画で見込む資金総額: 1,800 百万 USD)

戦略目標 1 - 組織間調整と横断的行動: 森林減少を確実に防止する組織間調整のための制度的か

- 法的な基盤を確立する。(同：6.9 百万 USD)
- 戦略目標 2 - 農業：自給自足と収入作物の生産性を高めるために、移動耕作に代わる持続可能な農業技術を促進する。(同：56.5 百万 USD)
- 戦略目標 3 - エネルギー：都市部の代替バイオマス源へのアクセスを増やすとともに、バイオマスエネルギーの生産と利用の効率を高める。(同：11.6 百万 USD)
- 戦略目標 4 - 保全分野：保全地域のシステムを強化し、所得創出の方策を確保する。(同：14.5 百万 USD)
- 戦略目標 5 - 持続可能な森林管理：森林コンセッション制度及びコミュニティ管理の促進、森林ガバナンスを強化する。(同：23.5 百万 USD)
- 戦略目標 6 - 劣化森林の復旧と樹木の植栽：植林面積の拡大や森林ビジネス、天然林の復旧、様々な目的で樹木を植栽するための、良好な環境の確立を図る。(同：1,687.0 百万 USD)

また、国家 REDD+戦略の実施と調整のために、既存の枠組みを活用した組織機構を構築することとしている。また、M&MRV において、UT-REDD+は森林総局と密接に連携を図りながら、全州の炭素ストックと FREL に関する情報とともに全国森林資源に関する情報のプラットフォームを整備、維持し、公的に利用可能に資するとしている。しかしながら、森林総局の関与の仕方や度合いがどのようになるのかが明確ではなく、この点について今後監視していく必要がある。この実施体制について、図 4.2.3.1 に示す。

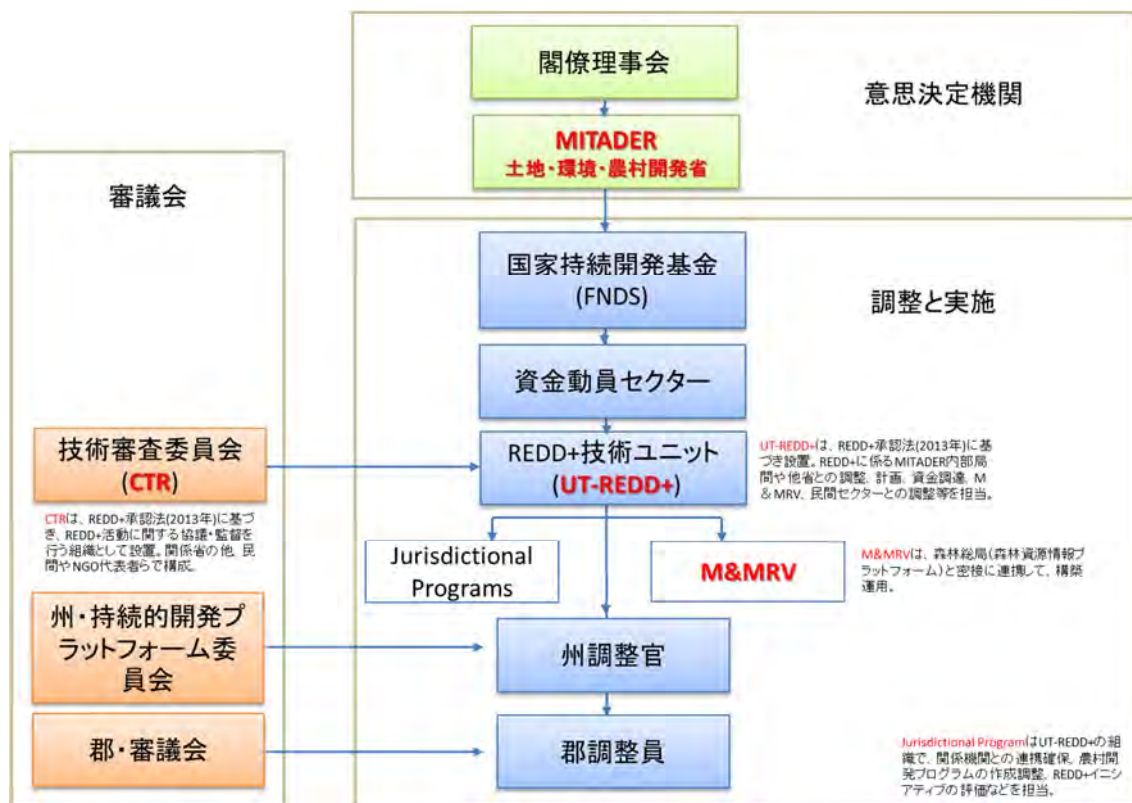


図 4.2.3.1 REDD+実施体制

なお、FIP 資金で Land Landscape プログラムを実施しているカーボデルガド州では、国家 REDD+戦略に基づき、2017 年 6 月 30 日に州持続可能な開発プラットフォームが立ち上がり、同プログラムの具体的実施にあたっての関係者間の連携・調整が行われる。JICA の次期案件でのカーボデルガドでの取組についても、同プラットフォームを通じた、関係機関との連携・協力が必要となる。

また、国家 REDD+戦略行動計画において、次の 3 期間に区分して、REDD+の実施を進めるとして

いる。

第1 フェーズ (2016~2019年): REDD+のパイロット的实施、法的制度的条件整備、ガバナンス強化など

第2 フェーズ (2020~2024年): REDD+パイロット地域の面的拡大、REDD+本格実施

第3 フェーズ (2025~2030年): REDD+の評価、成果払い

(2) FRL の設定

REDD+実施における国家レベルか準国レベルの選択に関しては、モザンビークは、2016年に策定された国家 REDD+戦略において、国家レベルを選択していることから、FRL も国家レベルの FRL の設定が必要となっている。FCPF 準備資金で、全国 FRL を開発することとし、2018年1月に UNFCCC への提出を行った。この提出された FRL では、AD について、Wall-to-wall ベースではなく、サンプリング方式を採用したところである。

一方、FRL 設定の際の AD については、本プロジェクトで2州を対象に森林被覆・土地利用図を参照年も含めて作成し、また、環プロ無償で8州の2013年の森林被覆・土地利用図を作成しているところである。また、REDD+活動の実践をしていくには、どこで森林減少が発生しているか、あるいはどの森林を保全していくかなどの属地計画が欠かせない。そのためには、Wall-to-wall のベースとなる森林被覆/土地利用図及びその変化図が必須となる。FRL は REDD+活動を実施する上でのベンチマークであることから、REDD+活動を Wall-to-wall の情報をベースに実践していくなら、FRL も Wall-to-wall で設定する方がより整合性が取れていると考え得る。

このようなことから、本プロジェクトでは、Wall-to-wall ベースでの活動データの設定をアドバイスし、環プロ無償対象の8州の参照年の森林被覆・土地利用図を UT-REDD+が作成することで一旦は合意し、UT-REDD+の MRV ユニットのスタッフを対象に変化箇所抽出法による参照年地図作成のための研修も実施したところである(2.3.10(2)2参照)。しかしながら、UT-REDD+は、この参照年の地図を作成する人員と予算が不足していることを理由に、以前より UT-REDD+が同時並行的に進めてきたサンプリング方法による AD の設定を選択した。しかしながら、上記の理由からも将来的には Wall-to-wall ベースでの FRL 更新が望まれるところである。

(3) 国家森林モニタリングシステム (NFMS)

FCPF 準備資金において、UT-REDD+が NFMS における活動データや排出係数等の設定の方法論の骨格となる M&MRV (モニタリング+計測・報告・検証)を構築しているところであるが、本プロジェクトにおいて、NFMS の内容を示す文書のドラフト作成を行った。また、国の森林を管轄している DINAF には、森林資源評価部があり、NFMS は森林資源評価部の業務そのものでもある。したがって、本プロジェクトも関与して、DINAF と UT-REDD+の間で NFMS の構築について、協議を開始し、継続しているところである。両機関とも NFMS 文書の作成及び1つの文書で協議をすることの必要性については、合意している。今後、本 NFMS 文書の完成に向けて、両機関の協働作業が必要となっている。なお、NFMS 文書の中では、今後の AD や EF の設定のための地図作成やインベントリ実施等についての中長期の M&MRV のカレンダーを示しており、このカレンダーに基づいて、今後の M&MRV にどの程度の予算等が必要であることも見えてくることから、同カレンダーについて、早急に合意・承認することが望まれる。

(4) セーフガード情報システム (SIS)

REDD+の SIS では、1)国家森林プログラム/国際条約、2)透明かつ効率的な国家森林ガバナンス、

3)先住民や地域住民の知見や権利、4)利害関係者の参加、5)天然林の保全及び生物多様性保全、6)反転の防止、7)排出移転の抑制、といった7項目のセーフガード項目に対して、どのように対処し、守られているかに関する情報を提供することが必要となっている。

モザンビークでは、FCPF 準備資金を活用して、この SIS 構築に向けた Strategy Environment and Social Assessment (SESA) を実施しており、セーフガード項目のうち1)~4)について分析を行っている。

また、SIS の指標についての協議もなされている。ガバナンスと透明性、環境、社会・文化・経済のトピック毎に指標を設定しようとしている。また、単なる文書ではなく、データベース・システムとして SIS の構築を目指しているが、詳細は決まっていない。

5 上位目標達成に向けての提言

プロジェクト終了時点において、上位目標である「森林資源情報プラットフォームから得られる情報に基づき、モザンビーク全土において持続的な森林管理、REDD+の準備体制が確立される。」の達成に向けての提言について以下のように取りまとめた。

まず、プラットフォームに関して、そもそも森林資源情報プラットフォームは、i) REDD+ 準備体制の確立と ii) 持続的な森林管理の確立を大目標として開発されている。また、この大目標に沿った形での 6 つの具体的な目的が設定された。さらに、この具体的な目的に基づいてプラットフォームのコンポーネントはデザインされた（本報告書の 2.2.3 参照）。ここでは、REDD+の実施に必要な情報が掲載されている。また、森林被覆地図や森林インベントリー調査の結果は、持続的な森林管理の基礎となる情報である。したがって、プラットフォームが適切に運用されれば、上位目標の達成に近づくことができると考える。

上記を鑑みて、プラットフォームの適切な運用のためには、プラットフォームが適切に利用され、かつデータが更新されるとともにこの利用・更新のためのプラットフォームの運営が確保されることが重要である。そのためには、今般作成された「森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクション・プラン」に基づいて、データ・情報や機能の更新が進んでいくことが望ましい。また、同アクション・プランもその都度現実をベースにして、見直しをかけることが必要である。

また、「REDD+の実施における本プロジェクトの成果の活用の在り方に関する提言」に示された、REDD+や持続可能な森林経営の実施という大きな政策の目標の達成に向けての森林資源情報プラットフォームの活用方法を採用することも重要である。

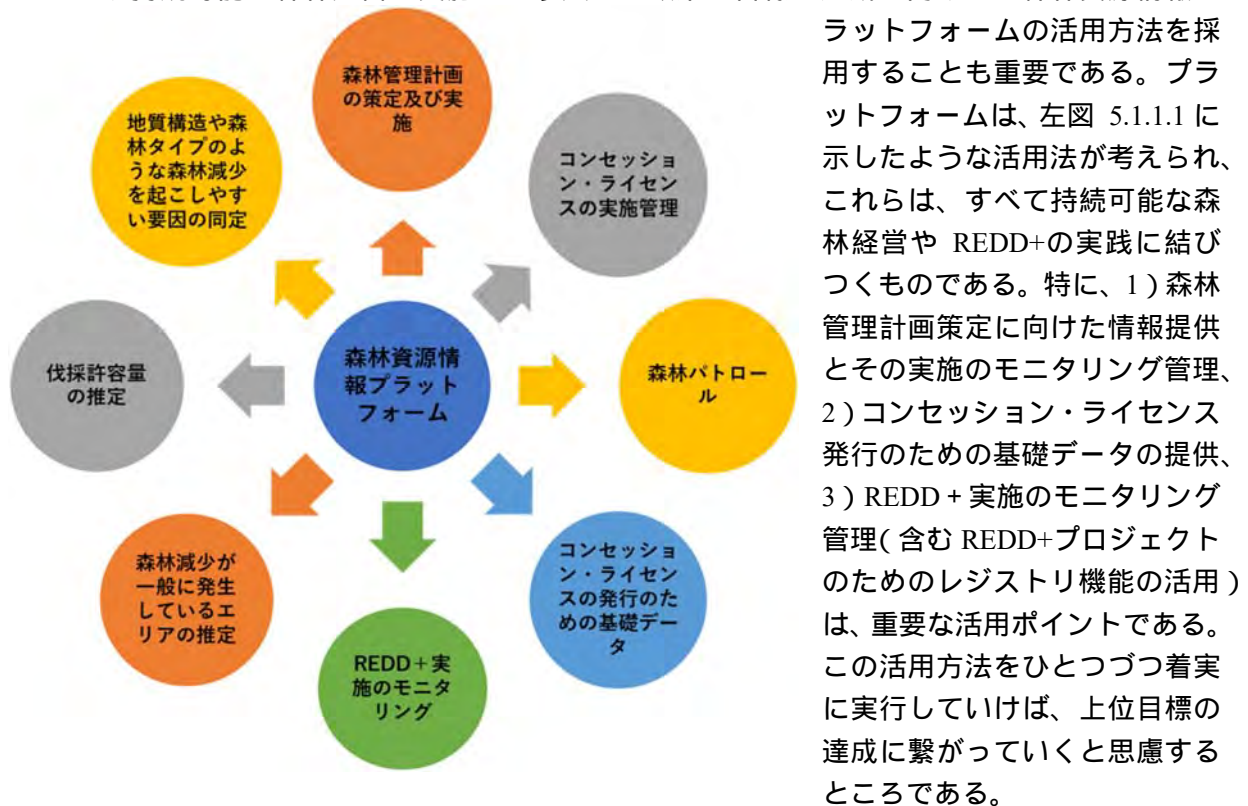


図 5.1.1.1 森林資源情報プラットフォームの活用方法

さらに、プラットフォームを利用・更新する役割を担う DINAF や UT-REDD+、地方の SPF のスタッフ等に利用方法や更新方法のキャパシティ・ビルディングを図っていくことが必要である。利用方法に関しては、プラットフォームを活用して、如何にして持続的な森林管理や REDD+の準備体制が確立を達成しているのかという観点からの利用方法の伝授が重要となるであろう。また、州レベル等、地方へのプラットフォームの活用の浸透を図っていくことも必要である。そのためにも、インターネットからプラットフォームに入り込み、少しでも多くの人にプラットフォームに慣れてもらう必要があるが、特に地方については、インターネットの整備状況が極めて悪く、この点は今後モザンビークのネット環境の改良を期待するとともに、DEPATADER 等で、USB によるインターネット接続の予算を確保することが必須である。

一方、更新方法に関しては、第 1 年次に作成したマニュアルを更新し、最終版として整備したところである。また、DINAF と UT-REDD+の協力に基づくタイムリーな更新が図れるような体制を構築し、担当スタッフに適切に教授していくことが肝要である。なお、UT-REDD+には、更新方法についてのキャパシティ・ビルディングも行ったところである。

さらに、プラットフォームの運営に関しては、上記の更新のための体制を含めて、DINAF と UT-REDD+が共同で運営管理していくことが望ましいと考えるところである。現状では、UT-REDD+が、REDD+の実践の主務機関となることから、REDD+の実践のためのプラットフォームの活用という観点からは、UT-REDD+との協働が必須と考えるところである。

また、持続的な森林管理や REDD+の準備体制を確立するためには、国家森林計画等の森林管理計画や REDD+戦略等が策定されていく必要がある。前者の策定の際に、プラットフォームの情報がその策定に貢献できれば、上位目標の到達に達成に繋がっていくと考えられる。また、後者については、世銀の FCPF を活用して、UT-REDD がドラフトを策定し、閣議決定された。今後は、この戦略が実施されていくことになるが、当然のことながら、その実施は、州レベルや郡レベルでの現場での活動を伴うことになる。その際に、プラットフォームに格納されているデータが活用されることが期待される。なお、森林計画や REDD+戦略は、それ自体がプラットフォームのコンテンツにもなる。

6 森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン及びその実施に向けた提言

6.1 森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプラン

森林資源情報プラットフォーム活用に係るアクションプランとして、プラットフォームの機能の改良に関するロードマップ及びデータ・情報の更新に関するロードマップを整理することで、同アクションプランとする。

6.1.1 プラットフォームの機能の改良に関するロードマップ

プラットフォームの機能の改良に関するロードマップは、以下の表 6.1.1.1 に示したとおりであり、改良すべき機能について、1) 機能の内容、2) 当該機能の利用者、3) 改良時期を整理した。

機能の利用者については、森林資源情報プラットフォームより提供する情報には、一般にアクセス可能な情報と、DINAF 内部など関係者のみがアクセス可能な情報に分けられる。利用者によって、利用方法や求める機能、アクセス方法が異なるため、それを明確にした。

改良時期については、データ・情報の更新に関するロードマップと概ね整合を図ったが、他のプロジェクト等の進捗に影響される場合がある。

改良する機能のうち地図表示について補足する。現在運用している地図表示機能は、本プロジェクトの1年次に、当時コンゴ民主共和国の REDD+レジストリーとしても利用され、環境プログラム無償で導入された ArcGIS Server をベースとするソフトウェア (ArcGIS Viewer for Flex) を利用して設計・開発したものである。その後、ベースとなる ArcGIS Server のバージョンアップ、ArcGIS Server の開発元である ESRI 社の商品ラインナップの変更による同アプリケーションのサポート終了、さらにそのアプリケーションが利用している他社アプリケーション (Adobe Flash Player) のサポート終了が発表されたところである。機能面の追加等を行う上で、まずは本機能の早期の刷新が必要である。当面最も簡易に実施する方法としては、環境プログラム無償で導入予定の ArcGIS Server の最新版に付属する ArcGIS Portal をセットアップし、それにデータ一式を移行し、カスタマイズを実施する方法が考えられる。

表 6.1.1.1 ブラットフォームの機能の改良に関するロードマップ

機能	機能細分	機能概要	利用者	改良時期*	備考
地図表示	ArcGIS Server のバージョンアップとそれに対応した GIS 表示アプリケーションの再構築	GIS 表示アプリケーションで使用しているソフトウェアがサポート切れとなるため、最新の ArcGIS Server で利用できる仕組みに再構築する	一般/DINAF 内部	2018 年 3Q-4Q	
森林関連情報の検索・閲覧	森林行政に関する統計データの表示	モザンビークにおける森林に関する統計データを検索・表示する	一般/DINAF 内部	2019 年 2Q-3Q	
イベントトリー調査データの検索・閲覧	自然・社会・経済状況等の統計データ等の表示	モザンビークにおける自然・社会・経済状況等のデータを検索・表示する	一般/DINAF 内部	2019 年 4Q-2020 年 1Q	
	全国イベントトリー調査サマリーの表示	全国イベントトリー調査のサマリーを表示する	一般	2018 年 4Q-2019 年 1Q	
	全国イベントトリー調査プロット別樹木状況検索・表示	DBH、樹高、樹種、商用樹種クラスなどにより、樹木を検索・表示する	DINAF 内部	2019 年 2Q-3Q	
	全国イベントトリー調査箇所の表示・検索	GIS 上で、森林タイプ別、ha あたり蓄積・CO2 量等で検索・表示する	DINAF 内部	2019 年 2Q-3Q	
パラメネットサンプルプロットの管理	パラメネットサンプルプロットの位置、調査結果の表示	パラメネットサンプルプロットの位置、調査結果を検索・表示する	DINAF 内部	2020 年 2Q-3Q	
REDD+プロジェクトの登録・承認	パラメネットサンプルプロット調査結果の登録	パラメネットサンプルプロットの調査結果を登録し、そのデータを検索・表示する	DINAF 内部	2020 年 4Q-2021 年 1Q	
	REDD+プロジェクト情報の申請・登録・確認	REDD+プロジェクト情報の申請・登録・登録結果の確認、表示する	一般（申請者限定）	2020 年 2Q-3Q	
	登録された REDD+プロジェクト情報の承認	申請された REDD+プロジェクトを確認、承認する	DINAF 内部	2020 年 2Q-3Q	
	REDD+プロジェクト情報の表示	申請情報等を踏まえた表示内容、表示方法を修正する		2020 年 3Q	
セーフガード情報システム	セーフガード関連情報の表示	セーフガードに関連する情報を検索・表示する ・国際条約・国内規制の表示 ・先住民/地域コミュニティの分布・森林利用状況等 ・動植物に関する情報（レッドデータブック等）など	一般	2019 年 2Q-3Q	
森林コンセンション	FAO 構築システムとの連携	FAO が構築しているシステムから、必要な森林コンセンション情報をインポートする	DINAF 内部	2020 年 2Q-3Q	

機能	機能細分	機能概要	利用者	改良時期*	備考
	森林コンセンションの検索・表示	FAO が構築しているシステムからインポートしたコンセンションの位置、ライセンス期間等の情報を検索・表示する	一般	2020 年 4Q	
レポート管理	レポートの検索・表示	MRV 等、DINAF 内で作成された各種レポートを検索・表示する	DINAF 内部	2019 年 2Q-3Q	
PaMS モニタリング	政策等の実績モニタリング状況の登録	政策等の実績モニタリング状況の結果を登録する	DINAF 内部	2020 年 2Q-4Q	
	政策等の実績モニタリング結果の表示	政策等の実績モニタリング結果を検索・表示する	一般	2020 年 2Q-4Q	

*改良の終了時期が公開開始時期

6.1.2 データ・情報の更新に関するロードマップ

データ・情報の更新に関するロードマップは、以下の表 6.1.2.1 に示したとおりであり、1) 統計、2) 法律・規則、3) プロジェクト・レジストリ、4) 活動データ、5) 土地被覆・土地利用、6) 森林劣化、7) 森林減少、8) 森林インベントリー、9) 永久(固定)プロット、10) FREL、11) 森林コンセッション、12) 植林、13) セーフガード、14) MozFIP、15) SUSTENTA プロジェクト関連の情報に分類して、1) 情報の内容、2) 最初のプラットフォームにアップロードする時期、3) データ・情報の更新頻度、4) 情報のフォーマット、5) データ・情報の作成・アップロード責任機関等を整理した。

表 6.1.2.1 データ・情報の更新に関するロードマップ

機関	ユニット/ 部課/プロジェクト	カテゴリー	データ・情報	最初にFRIP にアップロードする時期	更新等の 頻度	データ・情報 のフォーマット	データ・情報作 成及びFRIPへの アップロード の責任者	備考
DINA F	DIRF	統計	自然環境、社会経済等の 統計データ	2019年10月	年毎	表(シエーブ ファイル)	DIRF	
DINA F	DIRF	統計	森林関連統計データ	2019年4月	年毎	表(シエーブ ファイル)	DIRF	
DINA F		法律・規則	REDD+を含む森林分野に 関連する法律と規則	一部既にアッ プロード済み	承認され たら適時	文書	DIRF	
FNDS	U-MRV	プロジェクト・レジスト リ	REDD+のプロジェクトの 承認のための手続き規則 に則ったREDD+プロジェ クト	最初のプロジ エクトが承認 された時点	年毎	シエーブファ イルと表	UT-REDD+	
DINA F/FND S	DIRF/U- MRV	プロジェクト・レジスト リ	承認規則による承認なし のREDD+ プロジェクト	最初のプロジ エクトが開始 された時点	年毎	シエーブファ イルと表	DIRF	
FNDS	U-MRV	活動データ	サンプリングによる現状 の土地被覆利用	2018年3月	2年毎	表(シエーブ ファイル)	UT-REDD+	承認(遅くとも 2018年10月) までは限定アク セス
FNDS	U-MRV	活動データ	サンプリングによる2001 ~2016年の土地被覆/土地 利用の変化	2018年3月	2年毎	表(シエーブ ファイル)	UT-REDD+	承認(遅くとも 2018年10月) までは限定アク セス
FNDS	U-MRV	活動データ	サンプリングによる森林 減少	2018年3月	2年毎	表(シエーブ ファイル)	UT-REDD+	承認(遅くとも 2018年10月) までは限定アク セス
FNDS	U-MRV	土地被覆と土地利用	2016年土地利用/土地被覆 地図	2018年10月	2年毎	ラスタ-	UT-REDD+	
DINA F	DIRF	土地被覆と土地利用	8州の2013年土地被覆/土 地利利用図	2018年5月	single	ラスタ-	DINAF	
DINA F	DIRF	土地被覆と土地利用	レーダ画像解析による森 林減少地図	2018年5月	年毎	シエーブファ イル	DINAF	

機関	ユニット/ 部課/プロ ジェクト	カテゴリー	データ・情報	最初にFRIP にアップロー ドする時期	更新等の 頻度	データ・情報 のフォーマット	データ・情報作 成及びFRIPへ のアップロード の責任者	備考
DINA F	DIRF	土地被覆と土地利用	生産林エリア	2018年7月	年毎	シエープファ イル		
FNDS	U-MRV	森林劣化	レーダ画像解析による森 林劣化地図	早くて2019 年	2年毎 (計画)	ラスター	UT-REDD+	
FNDS	U-MRV	森林劣化	バイオマス地図	早くて2019 年	2年毎	ラスター	UT-REDD+	
FNDS	U-MRV	Wall-to-wall 森林減少	森林減少地図	早くて2019 年	2年毎	ラスター	DINAF/UT- REDD+	
DINA F	DIRF	森林インベントリー	固定サンプルプロット	早くて2019 年	5年毎 (計画)	シエープファ イルと表	DIRF	
FNDS	U-MRV	森林インベントリー	8州のサンブル・クラス ターの位置	2018年3月	10年毎 (計画)	シエープファ イル	DINAF/UT- REDD+	承認までは限定 アクセス
FNDS	U-MRV	森林インベントリー	直径分布	2018年3月	10年毎 (計画)	図表	DINAF/UT- REDD+	調査リストが作 成されているか もしれない(樹 種毎、層化毎 等) 承認までは限定 アクセス
FNDS	U-MRV	森林インベントリー	森林タイプ毎の平均蓄積	2018年3月	10年毎 (計画)	図表	DINAF/UT- REDD+	承認までは限定 アクセス
FNDS	U-MRV	森林インベントリー	商業用蓄積	2018年3月	10年毎 (計画)	図表	DINAF/UT- REDD+	承認までは限定 アクセス
FNDS	U-MRV	森林インベントリー	森林の層化毎の排出係数	2018年10月	10年毎 (計画)	図表	DINAF/UT- REDD+	プール別に明記 されている (SOC, AGB, BGB等)
FNDS	U-MRV	永久(固定)プロット	直径分布	早くて2019 年	2年毎	図表	IIAM/UT-REDD+	
FNDS	U-MRV	永久(固定)プロット	商業用蓄積	早くて2019 年	2年毎	図表	IIAM/UT-REDD+	
FNDS	U-MRV	永久(固定)プロット	年生長量	予想不可	2年毎	図表	IIAM/UT-REDD+	

機関	ユニット/ 部課/プロ ジェクト	カテゴリー	データ・情報	最初にFRIP にアップロー ドする時期	更新等の 頻度	データ・情報 のフォーマット	データ・情報作 成及びFRIPへ のアップロード の責任者	備考
FNDS	U-MRV	永久(固定)プロット	枯死率	予想不可	2年毎	図表	IIAM/UT-REDD+	
FNDS	U-MRV	永久(固定)プロット	補充	予想不可	2年毎	図表	IIAM/UT-REDD+	
FNDS	U-MRV	FREL	森林参照排出レベル	2018年10月		図表	UT-REDD+	
DINA F		森林コンセッション	FAOによって開発中のデータベースシステムを通じて更新された森林コンセッション・データ/情報	FAO データベースが開発された時	年毎	シエーブフアイルと表(文書?)	DIRF	
MASA		植林	植林エリア(面積)	早くて2019年	年毎	シエーブフアイルと表	DIRF	
FNDS	セーフガード	REDD+の実施におけるグッド・ガバナンスと透明性	土地保有の規則化のためのコミュニティ協議の登録	2018年7月	6ヶ月毎	表	セーフガード/UT-REDD+	
FNDS	セーフガード	REDD+の実施におけるグッド・ガバナンスと透明性	対話と苦情に関する体系的な報告を伴うMDR運用	2018年7月	自動	インタラクティブ・モジュール	セーフガード/UT-REDD+	
FNDS	セーフガード	REDD+の実施におけるグッド・ガバナンスと透明性	発行(更新)された環境ライセン্স	早くて2019年	6ヶ月毎	表と文書	セーフガード/UT-REDD+	
FNDS	セーフガード	REDD+の実施におけるグッド・ガバナンスと透明性	発行(更新)された森林コンセッション	早くて2019年	6ヶ月毎	表と文書	セーフガード/UT-REDD+	
FNDS	セーフガード	森林と生物多様性の環境的管理	構築された植林(再植林)のエリア	早くて2019年	6ヶ月毎	表と文書	セーフガード/UT-REDD+	
FNDS	セーフガード	森林と生物多様性の環境的管理	持続可能な管理を採用する森林コンセッションのエリア	早くて2019年	6ヶ月毎	表と文書	セーフガード/UT-REDD+	
FNDS	セーフガード	森林と生物多様性の環境的管理	センシティブエリア(HCVA & HCVF)が必要な場合の同定、登録、保存	早くて2019年	6ヶ月毎	表	セーフガード/UT-REDD+	

機関	ユニット/ 部課/プロ ジェクト	カテゴリー	データ・情報	最初にFRIP にアップロー ドする時期	更新等の 頻度	データ・情報 のフォーマット	データ・情報作 成及びFRIPへ のアップロー ドの責任者	備考
FNDS	セーフガ ード	森林と生物多様性の環境 的管理	絶滅危惧種のリスト（動 植物）	早くて2019 年	10年毎	表	セーフガード /UT-REDD+	
FNDS	セーフガ ード	土地の利用と権利の規則 の確保及び社会文化的 伝統の尊重と保護	既存の尊重された文化的 儀式的登録	早くて2019 年	年毎	表	セーフガード /UT-REDD+	
FNDS	セーフガ ード	土地の利用と権利の規則 の確保及び社会文化的 伝統の尊重と保護	記録・保存されている神 聖なサイト	早くて2019 年	年毎	表	セーフガード /UT-REDD+	
FNDS	セーフガ ード	土地の利用と権利の規則 の確保及び社会文化的 伝統の尊重と保護	コミュニティの住人数に 関する情報を含む区画さ れたコミュニティの数	早くて2019 年	6ヶ月毎	表	セーフガード /UT-REDD+	
FNDS	セーフガ ード	土地の利用と権利の規則 の確保及び社会文化的 伝統の尊重と保護	発行された土地からの利 益と利用の個人の権利の 数（年齢別および性別 別）	早くて2019 年	6ヶ月毎	表	セーフガード /UT-REDD+	
FNDS	セーフガ ード	土地の利用と権利の規則 の確保及び社会文化的 伝統の尊重と保護	森林破壊を減らすための 訓練プログラムに参加し た人の数（アップローチ/対 象、年齢別、性別別）	早くて2019 年	年毎	表	セーフガード /UT-REDD+	テンプレート
FNDS	セーフガ ード	土地の利用と権利の規則 の確保及び社会文化的 伝統の尊重と保護	アグロフォレストリー・ システムと保全型農業技 術を採用している農家の 数	早くて2019 年	6ヶ月毎	表	セーフガード /UT-REDD+	テンプレート
FNDS	MozFIP	プロジェクトの結果とし て持続的土地管理の实践 が採用された土地エリア	人工林が造成されたエリ ア	早くて2019 年	年毎	シエープファ イル	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		アグロフォレストリー・ システムが構築されたエ リア	早くて2019 年	年毎	シエープファ イル	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		森林管理の下での木炭生 産のためのエリア	早くて2019 年	年毎	シエープファ イル	UT-REDD+ (FNDS)	

機関	ユニット/ 部課/プロ ジェクト	カテゴリー	データ・情報	最初にFRIP にアップロー ドする時期	更新等の 頻度	データ・情報 のフォーマット	データ・情報作 成及びFRIPへ のアップロード の責任者	備考
FNDS	MozFIP		持続可能な森林管理の下 での森林コンセプション のエリア	早くて2019 年	年毎	シエープファ イル	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		改良型ランドスケープ管 理の下での保全地域	早くて2019 年	年毎	シエープファ イル	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP	プロジェクトの結果とし て持続的な良い土地管理 の実践を採用している土 地利用者	人工林所有者	早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		人工林を所有している女 性の割合	早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		アグロフォレストリー・ システムを採用している 農民	早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		アグロフォレストリー・ システムを所有している 女性の割合	早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		木炭生産者	早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		木炭生産の女性の割合	早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		森林コンセプション所有 者	早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		森林ガバナンス評価に基 づく対象ランドスケープ 内の平均スコア	早くて2019 年	2年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP	参加を伴う満足した対象 受益者のシェア及び森林 と土地利用の決定に関す る情報		早くて2019 年	プロジェクトの中 間と終了 時点	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		参加して満足した女性の 割合率と森林および土地	早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	

機関	ユニット/ 部課/プロ ジェクト	カテゴリー	データ・情報	最初にFRIP にアップロー ドする時期	更新等の 頻度	データ・情報 のフォーマット	データ・情報作 成及びFRIPへ のアップロード の責任者	備考
			利用についての決定に関 わる情報					
FNDS	MozFIP	採択と承認のため政府に 提出された土地計画策定 のための国家計画		早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP	国家運営森林情報システ ム		早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP	毎年検査された森林コン セッション		早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP	林業経営者に政府が行っ た評価で少なくとも80点 を取得した対象ランドス ケープの林業経営者	カーボデルガド州での林 業経営者の割合	早くて2019 年	2年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP		ザンベジア州での林業経 営者の割合	早くて2019 年	2年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP	発行されたコミュニテイ 画定証明書（公式証明 書）		早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	MozFIP	マルチステークホルダ ー・ランドスケープ・フ ォーラム（MSLF）の年 次戦略アクション・プラ ンでの活動の完了		早くて2019 年	年毎	表	UT-REDD+ (FNDS)	
FNDS	SUSTENT A		プロジェクトの直接受益 者	2018年7月	年毎	シエープフア イル	SUSTENTAプロ ジェクト	
FNDS	SUSTENT A		女性の受益者	2018年7月	年毎	シエープフア イル	SUSTENTAプロ ジェクト	
FNDS	SUSTENT A		コミュニテイの区画の証 明	2018年7月	年毎	シエープフア イル	SUSTENTAプロ ジェクト	
FNDS	SUSTENT A		回復地域	2018年7月	年毎	シエープフア イル	SUSTENTAプロ ジェクト	

機関	ユニット/ 部課/プロ ジェクト	カテゴリー	データ・情報	最初にFRIP にアップロー ドする時期	更新等の 頻度	データ・情報 のフォーマット	データ・情報作 成及びFRIPへ のアップロード の責任者	備考
FNDS	SUSTENT A		農業保険の受益者	2018年12月	毎年	シエー プ フ ア イ ル	SUSTENTA プロ ジェ クト	
FNDS	SUSTENT A		修復された灌漑施設を伴 う地域	2018年7月	毎年	シエー プ フ ア イ ル	SUSTENTA プロ ジェ クト	
FNDS	SUSTENT A		維持された道路	2018年7月	毎年	シエー プ フ ア イ ル	SUSTENTA プロ ジェ クト	
FNDS	SUSTENT A		プロジェクトによって奨 励された改良農業技術を 採用した受益者	2018年7月	毎年	シエー プ フ ア イ ル	SUSTENTA プロ ジェ クト	
FNDS	SUSTENT A		プロジェクトの結果とし て登録された土地利用及 び土地利用権利を伴う土 地のプロット	2018年7月	毎年	シエー プ フ ア イ ル	SUSTENTA プロ ジェ クト	
FNDS	SUSTENT A		プロジェクトの結果とし て女性に属する登録され た利用・所有の権利を伴 った土地区画	2018年7月	毎年	シエー プ フ ア イ ル	SUSTENTA プロ ジェ クト	
FNDS	SUSTENT A		コミュニティ土地利用計 画	2018年7月	毎年	シエー プ フ ア イ ル	SUSTENTA プロ ジェ クト	

6.2 アクションプランの実施に向けた提言

このアクションプランの実施、つまりは、上記 2 つのロードマップを遂行していくにあたっての提言を、以下のように、1) 人材面、2) 環境面、3) 運営体制面に分けて行った。

(1) 人材面

機能の改良に関するロードマップを実施していくためには、情報システムに関する知識や経験が必要となる。DINAF には、そのような IT 技術者のスタッフがいらないが、UT-REDD+には 1 名そのような契約ベースでの IT 技術者のスタッフが存在する。

IT 技術者や外部リソースを含めて、プラットフォームの機能面の拡充・改善やシステムそのものの維持管理について対応できるよう、DINAF と UT-REDD+で十分協議し、システムの維持管理を進めていくのが望ましい。

データ・情報の更新のロードマップを実施していくためには、更新作業ができる人材が必要となる。DIRF のスタッフや UT-REDD+のスタッフに更新作業のガイダンスを実施してきており、更新作業等を実施できるスキルは身につけている。したがって、更新作業ができるスタッフが今後は同ロードマップに則り更新作業を進めていくこととなる。

(2) 環境面

プラットフォームについては、外部公開用サーバは INTIC に、インベントリ調査や GIS 等のデータの管理サーバは DIRF に設置されている。

機能の改良やデータ・情報の更新にあたっては、簡易なユーザインターフェースの Joomla 上で可能な機能改良やデータ・情報更新は、INTIC のサーバにインターネット上でアクセスして可能である。INTIC については、専門の管理者が駐在し、サーバの停止等はあるものの概ね良好な管理がなされている。モザンビーク政府の電子ネットワークである GovNet のデータセンターであるため、継続して利用していくことで問題はない。

一方、SQL サーバ及び ArcGIS サーバ上で可能な機能改良やデータ・情報更新は、DIRF 内のサーバに直接アクセスできるコンピューター(現状、すべて DIRF 事務所に設置されている)からではできない状況である。したがって、UT-REDD+のスタッフが改良・更新する場合、DIRF の事務所で行う必要があり、当面はこの方法で行うことになる。しかしながら、近い将来に環境プログラム無償で導入される新たなサーバについては、DINAF 本部のビルにあるサーバールーム等、機能改良やデータ・情報更新にするにあたってアクセスする際に最も都合の良いところに設置し進めていくのが得策と考える。

(3) 運営体制面

機能の改良や情報・データの更新については、DINAF と UT-REDD+が中心となって運営体制を構築して、行っていくのが適当であると考えられる。したがって、両者が協議して、データ・情報の更新についてはルーチン化を図るとともに、機能の改良については、実施者・予算等を決定していく必要がある。

また、機能の改良や情報・データの登録・更新が進むにつれ、新たなニーズが出てくる可能性がある。プラットフォームの機能の改良に関するロードマップ、データ・情報の更新に関するロー

ドマップとも、定期的に見直しを行い、新たなニーズに対応して見直しをしていく必要がある。

7 今後のモザンビークにおけるリモートセンシングを利用した森林モニタリングに関する提言

今後の森林モニタリングの提言について、光学画像とレーダ画像の2種類の観点から記述する。

(1) 光学衛星画像を用いた森林モニタリング

本プロジェクトでは、光学衛星画像を用いて2州の Wall-to-Wall の森林被覆・土地利用図(参照年地図を含む)を作成した。具体的には、2008年の森林被覆・土地利用図を作成して、それを基に変化抽出による方法で更新して2013年の森林被覆・土地利用図を作成した。今後は、2013年以降の森林被覆・土地利用図を定期的に更新していくことが必要である。更新手法については、今回2013年の森林被覆・土地利用図を作成したように、2時期の衛星画像から変化した箇所を抽出してその部分だけ地図を更新することで、一から森林被覆・土地利用図を作成するよりも作業時間と費用を省力化することが望ましい。更新に使用する衛星画像については、現在、無償で利用可能な光学衛星画像(LANDSAT-8 や Sentinel-2)を利用して、衛星画像入手に係る費用をゼロにすることが望ましい。実施については、第5年次の本邦研修(DIRFから職員2名参加)や、DIRFやUT-REDDの職員を対象とした参照年地図作成の研修を実施していることから、その研修において作成されたマニュアルを参考にしながら、C/P等研修を受講したスタッフを中心に森林被覆・土地利用図の更新が実施されることを期待する。Wall-to-Wallにより作成された森林被覆・土地利用図は、Collect Earthによるサンプリング手法と異なり、森林(変化)の位置が把握できることから、持続可能な森林経営や国家REDD+戦略に基づくREDD+活動の実践に欠くことのできないものである。また、FREL/FRLの設定やREDD+モニタリング、MRVのMにも活用できる。さらには、更新された森林被覆・土地利用図はナショナル・コミュニケーションないしは隔年報告書やFREL/FRLの更新にも利用される。そのため、更新時期はナショナルコミュニケーションのスケジュールやMRVの実施タイミングを勘案して決めるべきである。モザンビークにおけるナショナルコミュニケーションは、2018年、2022年、2026年に予定されていることから、2022年、2026年のナショナルコミュニケーション実施に向けて、その前年である2021年、2025年に森林被覆・土地利用図の更新作業が終了していることが望ましい。ただし、ナショナルコミュニケーションが予定の年に実施されなかった場合はこの限りではない。いずれにせよ、ナショナルコミュニケーションは4年毎の実施が推奨されていることから、ナショナルコミュニケーションの1年前の4年おきに森林被覆・土地利用図が更新されることが望ましい。

- ・実施体制：DIRF、UT-REDD+(FNDS) (双方の組織から合計6~8名程度による更新作業)
- ・財源(人件費)：モザンビークの業務の一環として実施(更新作業への集中度により約21M/M以上を想定)
- ・財源(機材費)：必要なし(無料の衛星画像を使用)。ただし、更新作業に必要なソフトウェアのライセンス及びPCがDIRF内に人数分無いため、新規購入が必要となる可能性がある。
- ・その他：LANDSAT 8を使用する場合、50シーン以上の衛星画像をインターネット経由でダウンロードする必要がある(シーン内の雲量により、必要に応じて追加入手する)。

森林モニタリングのスケジュールについて、更新年を整理したものを表 7.1.1.1 に、更新年における作業スケジュールを表 7.1.1.2 に示す。

表 7.1.1.1 森林モニタリング（森林被覆図更新）のスケジュール

年	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
森林被覆図更新	×								×				×

表 7.1.1.2 森林被覆図更新年の作業スケジュール

月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
計画準備	×											
衛星画像観測	×	×	×	×								
データ入手			×	×								
森林被覆図更新								×	×	×	×	×

DIRF 本来の業務（乾季の現地調査など）を考慮して除外

（2）レーダ衛星画像を用いた森林モニタリング

レーダ衛星画像を用いた森林モニタリングについては、レーダ画像の特性から、「森林」「非森林」を明確に把握することができることから、本プロジェクトでは森林減少の抽出を実施してきた。また、レーダ画像は光学画像と異なり雲を通過して（雲の影響を受けずに）観測することが可能であることから、定期的なモニタリングに適している。光学衛星画像を用いたモニタリングでは4年毎に森林被覆・土地利用図を更新していくことになるが、レーダ衛星画像については、毎年森林減少箇所を抽出し、森林パトロール、違法伐採対策などに活用していくことが期待される。さらに、森林被覆・土地利用図と重ね合わせることで、森林被覆・土地利用図が更新されない年においても森林減少範囲（もしくは、森林から非森林への変化）を反映させることが可能となり、限定的ではあるが森林被覆・土地利用図の更新にも寄与することが期待される。また、森林被覆・土地利用図を更新する年においては、レーダ画像解析による森林減少範囲（ポリゴン）を、森林減少（もしくは、森林から非森林への変化）地域の分布を事前に全体把握するための参照データとして使用することができる。また、変化面積集計時における比較対照データとしても使用することができる。このように、レーダ画像解析により抽出した森林減少範囲は、光学衛星画像と組み合わせることで活用価値を高めることが可能である。

- ・実施体制：DIRF GIS 課（課職員2名にて実施）
- ・財源（人件費）：DIRF GIS 課の業務の一環として実施（約0.5～1カ月）
- ・財源（機材費）：必要なし（JAXA/K&C が無償公開している ALOS モザイクデータセットを使

用)

・その他：データ入手のためにインターネットを経由したダウンロードが必要（約 70M Byte × モザンビーク全土 104 タイル=7.3G Byte）

レーダ画像解析による森林減少抽出のスケジュールについて、対象年を整理したものを表 7.1.1.3 に、対象年における作業スケジュールを表 7.1.1.4 に示す。

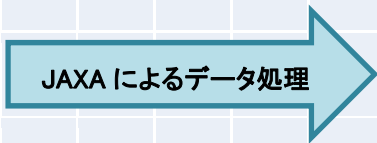
表 7.1.1.3 レーダ画像解析による森林減少抽出の対象年

年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
森林減少箇所抽出		×	×	×	×	(×)	(×)	(×)	(×)	(×)

(×)については、ALOS-2 衛星が運用されている場合に限る

表 7.1.1.4 レーダ画像解析の対象年の作業スケジュール

月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
計画準備	×											
衛星画像観測		×	×	×	×							
データ入手											×	
森林減少抽出・結果分析											×	×



また、上述した森林パトロールや違法伐採対策については、JJ-FAST を活用する可能性も考えられる。JJ-FAST は ALOS-2 の広域観測モードの画像を使用しており、広域を観測できることから観測間隔が約 1.5 か月と短く、リアルタイムに近い森林モニタリングとして活用できる。また、地方における PC やインターネット環境の厳しいモザンビークにおいて、スマホやタブレットから JJ-FAST を利用できる点は大きなメリットである。ただし、現時点では、検出できる最小森林減少面積が約 5.0ha であり、大規模な違法伐採の把握に限られるため、今後の開発に期待するところである。

(1)、(2)の更新作業は、いずれも DIRF が主体的になって実施することから、現状の人員体制では作業が滞ることが予想される。したがって、モザンビークにおける持続的な森林モニタリング体制の構築に向けて、現時点から人員を増強し、DIRF 職員による DIRF 職員向けの OJT を通じて技術移転を進めていき、準備していくことが必要である。

8 モザンビーク政府による REDD+の実施における本プロジェクトの成果の活用の在り方に関する提言

持続可能な森林管理及び REDD+の実施にむけて本プロジェクトで発現させた成果をいかに活用していくのかを検討し、以下のように提言として取りまとめた。

まず、以下の図 8.1.1.1 では、本プロジェクトでの主要な成果である、1) 森林資源情報プラットフォーム、2) 2州の森林被覆・土地利用図及びその変化図、3) 2州のインベントリー調査のデータ、4) レーダ画像を用いた森林減少範囲の抽出の4項目を取り上げ、それらが持続可能な森林管理及び REDD+の実施にむけての活用方法を述べた。ここに記載されたものは、特に重要なものだけであり、成果活用の概要として捉えることができる。したがって、実際にはさらに多くの成果及び活用方法がある。次により詳細に記載する。

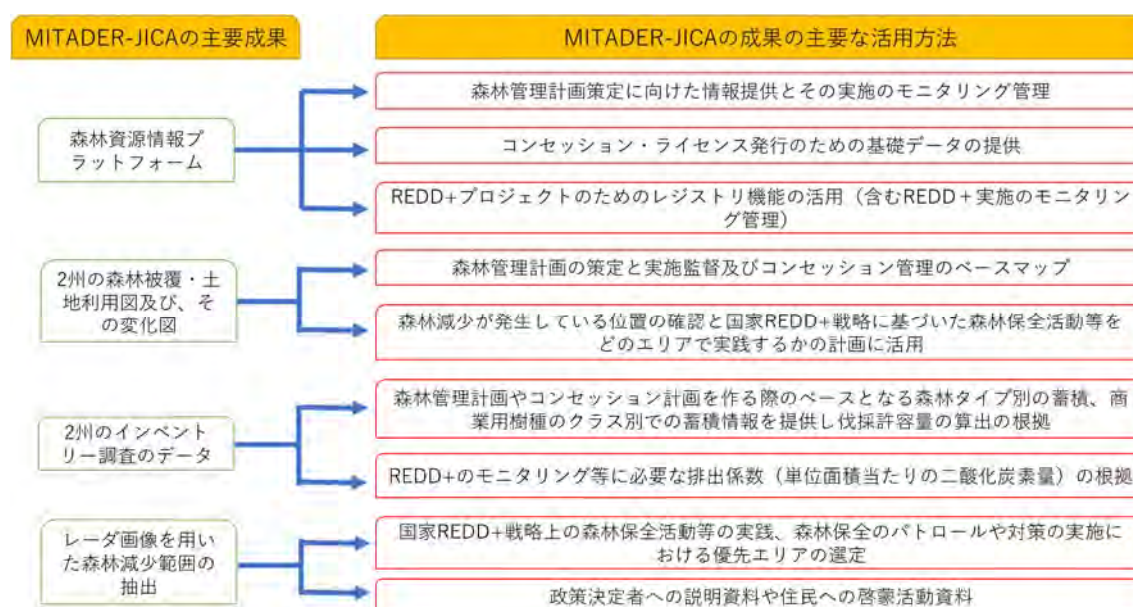


図 8.1.1.1 プロジェクトの主要成果ごとの活用方法の概要

次に、持続可能な森林管理及び REDD+の実施に向けた政策課題毎に、本プロジェクトの各成果がどのように活用でき、かつ、今後何が課題になるのかをまとめた図 8.1.1.2 から図 8.1.1.3 を以下に示す。持続可能な森林管理は、1) 森林管理計画の策定・実施（含む、コンセッション計画）、2) 違法伐採対策に、REDD+は、1) REDD+活動の実践、2) FRL の更新、3) NFMS の策定・実施にさらに政策課題を細分化し、活用方法を検討し、最終の JCC での合意を得た。プロジェクト終了後は、モザンビーク側が、この提言にそって、成果を活用していくことを期待する。なお、ここに記載されていない方法での活用が進めば、更に本プロジェクトの成果が有効活用されることから、そのような活用方法にも期待したい。

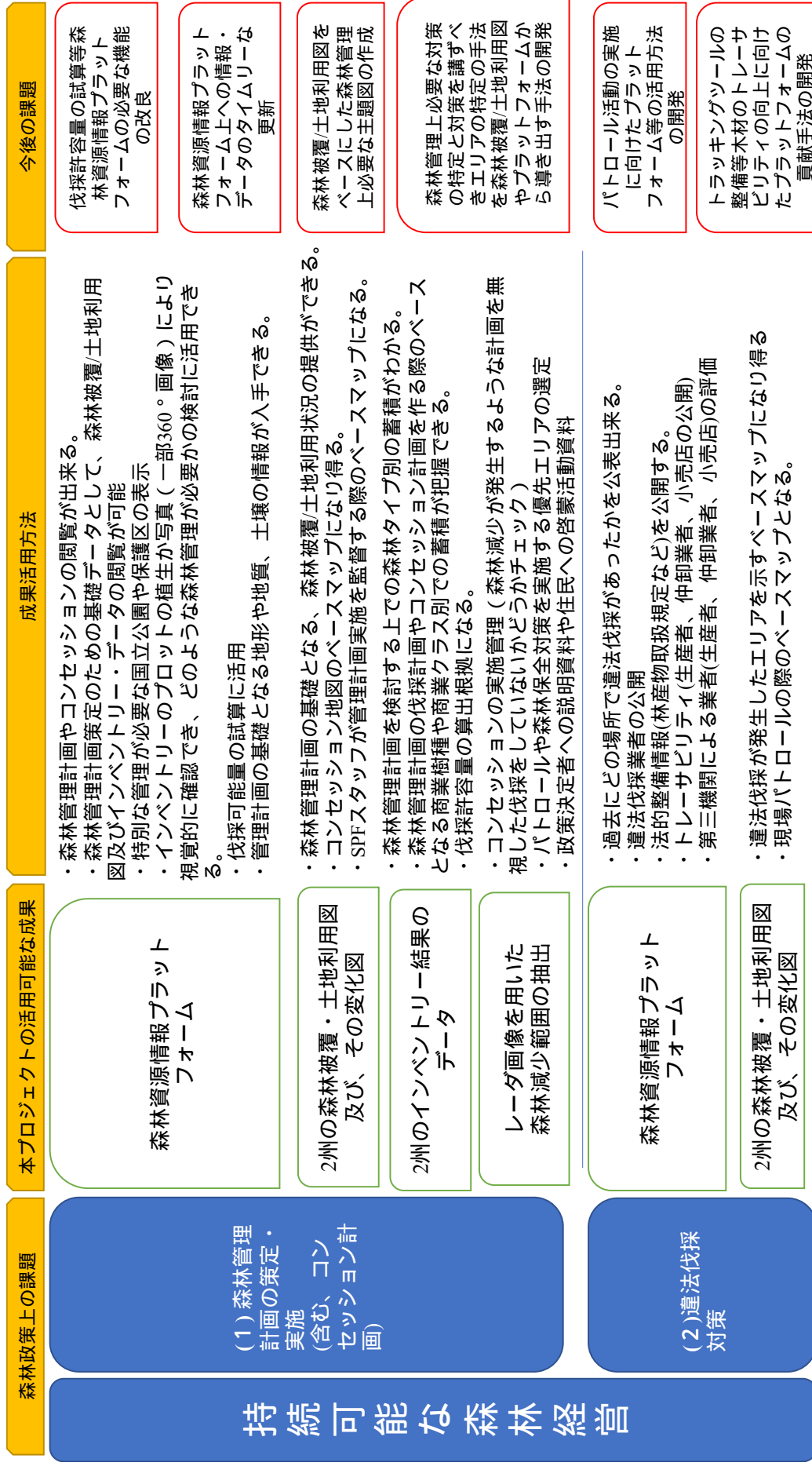


図 8.1.1.2 プロジェクト成果の持続的森林管理への活用方法 (政策ベースでの詳細活用方法)

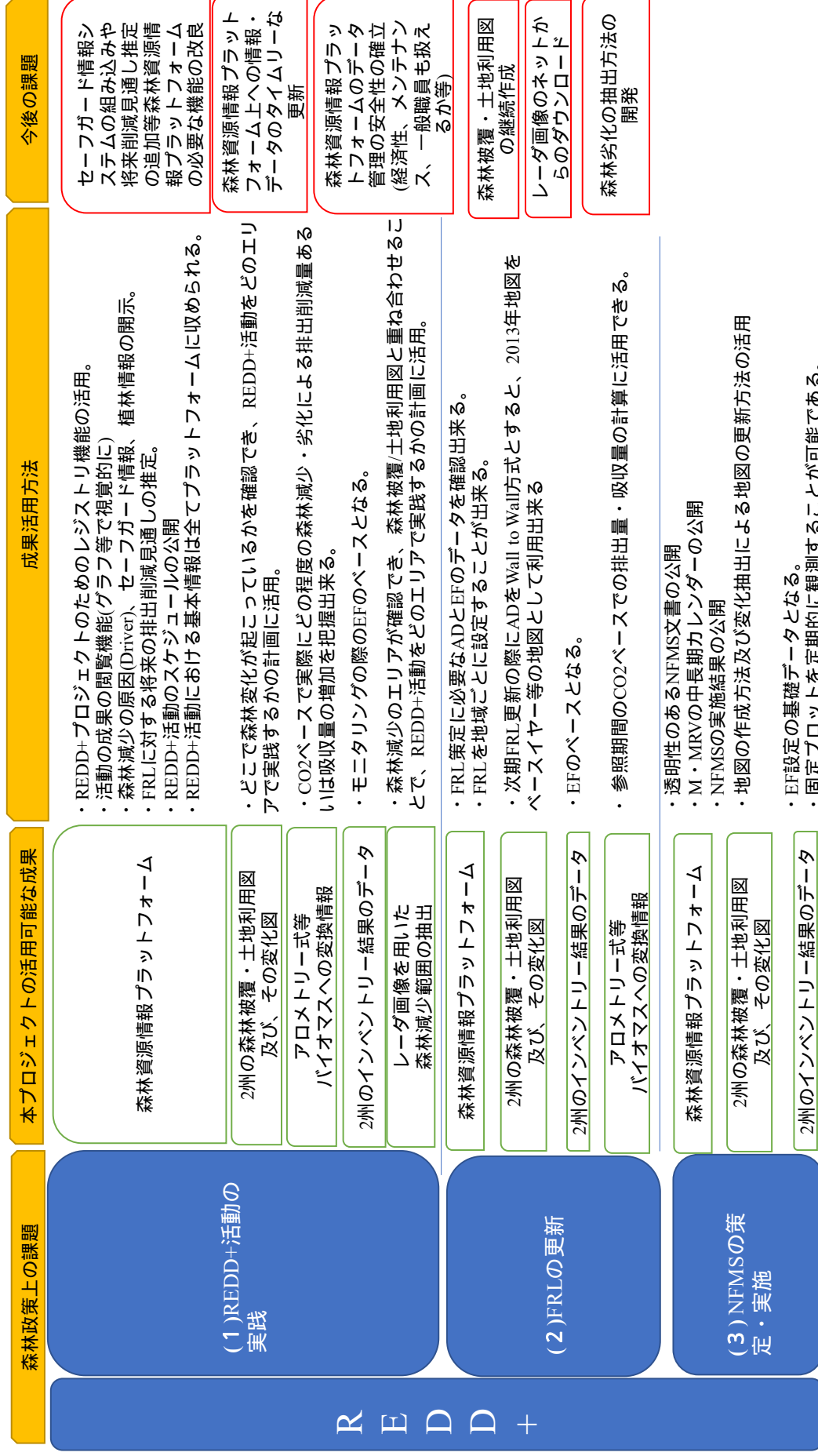


図 8.1.1.3 プロジェクト成果の REDD+への活用方法 (政策ベースでの詳細活用方法)

また、図 8.1.1.2 及び図 8.1.1.3 で示した今後の課題に対して、各々今後 5 年間の間のいつの時点で対処していくかの案を以下の図 8.1.1.4 に示した。なお、課題への対処の取組み状況にしたがって、この対処期間は修正が加えられるべきである。

持続可能な森林経営上の今後の課題	2018年		2019年		2020年		2021年		2022年	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期	上期	下期
伐採許容量の試算等森林資源情報プラットフォームの必要な機能の改良										
森林資源情報プラットフォーム上への情報・データのタイムリーな更新										
森林被覆/土地利用図をベースにした森林管理上必要な主題図の作成										
森林管理上必要な対策の特定と対策を講ずべきエリアの特定の手法を森林被覆/土地利用図やプラットフォームから導き出す手法の開発										
パトロール活動の実施に向けたプラットフォーム等の活用方法の開発										
トラッキングツールの整備等木材のトレーサビリティの向上に向けたプラットフォームの貢献手法の開発										
REDD+にかかる今後の課題										
セーフガード情報システムの組み込みや将来削減見通し推定の追加等森林資源情報プラットフォームの必要な機能の改良										
森林資源情報プラットフォーム上への情報・データのタイムリーな更新										
森林資源情報プラットフォームのデータ管理の安全性の確立(経済性、メンテナンス、一般職員も扱えるか等)										
森林被覆・土地利用図の継続作成										
レーダ画像のネットからのダウンロード										
森林劣化の抽出方法の開発										

図 8.1.1.4 プロジェクト成果の活用における課題の対処期間

9 相手国との会議議事録、その他関係機関との会議議事録等

各年の JCC については付属資料 5～10 参照。

10 業務実施機材の譲渡品目リスト

1～5年次の、機材の譲渡品は以下のとおり。

表 10.1.1.1 調達機材リスト

年次	機材名	数量	型番/仕様
1	バーテックス IV360°	6 台	Haglof Vertex IV
1	プロジェクタ ー	3 台	acer P1163 DLP 3000ANSI 7000HRS HDMI
2	ソーラーパネル	2 台	GoalZero シェルパ50リチャージングキット
4	ウエイトメー ター（油圧式）	2 台	型番: WM-10 秤量 1000kg 仕様: 最少目盛 10 kg
4	ウイルスソフ ト	1 台	型番 Anti-Virus security for business Kaspersky Small Office Security 5
5	パソコン （ラップトッ プ）	1 台	HP250 COREi3 5005U 2,0GHZ,500GHDD,4GB,DVDRW,WINDOWS10HOME,WebCAM
5	ウイルスソフ ト	2 台	型番 Anti-Virus security for business,Kaspersky Small Office Security V 10.58 File Server

11 収集資料一覧表

当該期間に収集した資料の一覧を示す。

資料リスト(■収集資料/□専門家作成資料)

地域	アフリカ	調査団名又は 専門家氏名	モザンビーク国 REDD+モニ タリングのための持続可能 な森林資源情報プラットフォーム オーム整備プロジェクト(4 年次)	調査の種類又は指導科目	開発調査型技術協カブロ ジェクト	担当部課	地球環境部 森 林・自然環境 グループ 自然環境第一 兼第二チーム
国名	モザンビーク	配属機関名	土地環境農村開発省森林 局	現地調査期間又は派遣期間	2013年3月～2018年5 月	担当者名	三浦 真理

番号	資料の名称	形態	収集資料	専門家 作成資料	JICA 作成資料	テキスト	発行機関
1	Checklist of vernacular plant names in Mozambique	PDF	○				Wageningen Agriculture University
2	The Assembly of the Republic, Act No.10 of 7th July 1999	PDF	○				The Assembly of the Republic
3	Assembleia Da Republica, Lei no 10/99 de 7 de Julho	MS-Word	○				The Assembly of the Republic
4	Regulamento Da Lei De Florestas E Fauna Bravia	MS-Word	○				Mozambique Government
5	Decreto No 12/2002	MS-Word	○				Mozambique Government
6	Forest Loss in Manica Province, Mozambique: Recent Trends and Future Prospect (Draft)	PDF	○				University of Edinburgh

番号	資料の名称	形態	収集資料	専門家 作成資料	JICA 作成資料	テキスト	発行機関
7	Study for the Determination of the rate of Deforestation of the Mangrove Vegetation in Mozambique	PDF	○				DNRI
8	Report on the Updating of the Exploratory National Forest Inventory	PDF	○				DNRI
9	Methodology and Results of the Forestry Vegetation Mapping at 1:250000	PDF	○				DNRI
10	Avaliacao Dos Recursos Florestais Da Republica Popular De Mocambique	PDF	○				MINAG
11	Inventario Florestal Da Regiao De Sabie – Incomati (Blocos 5 E 50)	PDF	○				Forest Engineer Department of Faculty of Agronomy and Forestry of the University of Eduardo Mondlane
12	Proposal of a Model of Integrated Forest Management Plan for the Timber Concession of Maciambosse Cheringoma, North of Sofala	PDF	○				DNTF
13	Satellite Image Interpretation of Land-cover Types in Manica and Maputo Provinces at nominal scale of 1:250,000 and at National level at nominal scale of 1:1,000,000	PDF	○				Agriconsulting S.p.A., 他
14	Guião Ilustrado para os Levantamentos de Uso e Cobertura da Terra	MS-Word	○				Rural Consult, Ltd.
15	Brazil's submission of a forest reference emission level for deforestation in the Amazonia biome for results-based payments for REDD+ under the UNFCCC	PDF	○				Government of Brazil

番号	資料の名称	形態	収集資料	専門家 作成資料	JICA 作成資料	テキスト	発行機関
16	Report of the technical assessment of the proposed forest reference emission level of Brazil submitted in 2014	PDF	○				UNFCCC
17	Proposed Forest Reference Emission Level for deforestation in the Colombian Amazon Biome for results-based payments for REDD+ under the UNFCCC	PDF	○				Government of Colombia
18	Report on the technical assessment of the proposed forest reference emission level of Colombia submitted in 2014	PDF	○				UNFCCC
19	Forest Reference Emission Level / Forest Reference Level of Native Forests in Chile Preliminary Document	PDF	○				Government of Chile
20	Forest reference emission level/forest reference level Costa Rica	PDF	○				Government of Costa Rica
21	Ethiopia's Forest Reference level Submission to the UNFCCC	PDF	○				Government of Ethiopia
22	National Forest Reference Emission Level for Deforestation and Forest Degradation	PDF	○				Government of Indonesia
23	Peru's submission of a Forest Reference Emission Level (FREL) for reducing emissions from deforestation in the Peruvian Amazon	PDF	○				Government of Peru
24	Viet Nam's Submission on Reference Levels for REDD+ Results Based Payments under the UNFCCC	PDF	○				Government of Vietnam

番号	資料の名称	形態	収集資料	専門家 作成資料	JICA 作成資料	テキスト	発行機関
25	Zambia's Forest Reference Emissions Level Submission to the UNFCCC	PDF	○				Government of Zambia
26	Report on the technical assessment of the proposed forest reference emission level of Indonesia submitted in 2016	PDF	○				UNFCCC
27	Report on the technical assessment of the proposed forest reference emission level of Paraguay submitted in 2016	PDF	○				UNFCCC
28	Report on the technical assessment of the proposed forest reference emission level of Peru submitted in 2016	PDF	○				UNFCCC
29	Identificação e análise dos agentes e causas directas e indirectas de desflorestamento e degradação florestal em Moçambique (Identification and analysis of agents, direct and indirect causes of deforestation, and forest degradation in Mozambique)	PDF	○				UNFCCC
30	Report on the technical assessment of the proposed forest reference emission level of Chile submitted in 2016	PDF	○				UNFCCC
31	Report of the technical assessment of the proposed forest reference emission level of Costa Rica submitted in 2016	PDF	○				UNFCCC
32	Report of the technical assessment of the proposed forest reference emission level of Viet Nam submitted in 2016	PDF	○				UNFCCC
33	Initial Forest Reference Level for Cambodia under the UNFCCC Framework	PDF	○				Government of Cambodia
34	Ghana's National Forest Reference Level	PDF	○				Government of Ghana

番号	資料の名称	形態	収集資料	専門家 作成資料	JICA 作成資料	テキスト	発行機関
35	National Forest Reference Level of Nepal (2000 – 2010)	PDF	○				Government of Nepal
36	Papua New Guinea's National REDD+ Forest Reference Level	PDF	○				Government of Papua New Guinea
37	Sri Lanka's Forest Reference Level submission to the UNFCCC	PDF	○				Sri Lanka UN-REDD Programme
38	TANZANIA'S FOREST REFERENCE EMISSION LEVEL SUBMISSION TO THE UNFCCC	PDF	○				Government of Tanzania
39	Proposed Forest Reference Level for Uganda, Preliminary Document	PDF	○				Government of Uganda
40	Mozambique's Forest Reference Emission Level for Reducing Emissions from Deforestation in Natural Forests	PDF	○				Government of Mozambique
41	Allometric models for prediction of above- and belowground biomass of trees in the miombo woodlands of Tanzania	PDF	○				ELSEVIER