

平成 15 年度 CDM/JI 事業調査

マダガスカル・トアマシナ州における循環型
バイオマスプラントリーの事業化

報告書

平成 16 年 3 月

王子製紙株式会社

本報告書はエコマーク事業対象商品を使用しており、カラーページを除く古紙利用率は100%である。

マダガスカル・トアマシナ州における循環型 バイオマスプランテーションの事業化

第 1 章	目的	1
1.1	調査の目的	1
1.2	プロジェクトの内容	1
1.3	マダガスカルの一般の概況	1
1.3.1	国土・自然環境	1
1.3.1.1	位置・国土面積	2
1.3.1.2	地形	2
1.3.1.3	気候	2
1.3.2	社会・経済概況	2
1.4	森林概況	2
1.4.1	森林面積	
第 2 章	調査実施体制、調査計画	6
2.1	調査地	6
2.2	調査実施体制	6
2.3	調査の内容	6
2.4	現地カウンターパート	7
2.5	調査活動実績	7
第 3 章	ホスト国、当該地域のプロジェクト受入体制、実状	12
3.1	議定書批准、DNA 設置、CDM 政策等	12
3.1.1	京都議定書の批准	12
3.1.2	DNA の設置について	13
3.1.3	CDM 政策について	14
3.1.3.1	優先するカテゴリー	
3.1.3.2	全体的な留意点	
3.1.3.3	本事業を CDM として承認する可能性、サポートの姿勢	
3.1.3.4	日本政府への協力の要請について	
3.2	経済状況	16
3.2.1	一般概観	16
3.2.2	主要物価・コスト指標等	17
3.2.3	経済政策の基本方針	19
3.2.4	経済復興・再生に向けて具体的アクションプラン	19
3.2.5	ビジネス環境の整備状況	20
3.3	外資政策	21
3.4	労働事情	23

3.5	エネルギー政策	25
3.5.1	概要	25
3.5.2	マクロ経済適枠組	25
3.5.3	政策の目的	26
3.5.4	対策	26
3.5.5	戦略	27
3.5.6	行動計画	27
3.6	森林政策、森林整備状況等	29
3.7	道路、港湾等のインフラ整備状況	32
3.7.1	現状概観	
3.7.2	関係者への状況聴取	
3.8	トアマシナ州の政策	39
3.8.1	トアマシナ州の現況	39
3.8.2	トアマシナ州知事からのサポートレター	41
3.9	在マダガスカル日本大使館、並びに国際協力事業団 JICA	43
3.9.1	在マダガスカル日本大使館	43
3.9.2	在マダガスカル国際協力事業団 (JICA)	44
3.10	環境治水森林大臣との面談	46
3.10.1	面談録	46
3.10.2	サポートレター	47
第 4 章	吸収源 CDM について	51
4.1	吸収源 CDM の定義	51
4.2	プロジェクトの進め方	51
4.2.1	バウンダリーの設定	52
4.2.2	プロジェクトエリアの階層化	53
4.2.3	炭素プールと CO ₂ 以外の GHG の選択	53
4.2.4	サンプリング方法の決定	54
4.2.5	フィールド調査	55
4.2.6	CO ₂ 以外の温室効果ガス (GHG) の排出/吸収の定量	61
4.2.7	モニタリングプランに関する問題	61
4.2.8	品質保証と品質管理	63
4.3	ベースラインの定量手法	65
4.4	恒久的な草地における炭素変化	69
4.5	吸収源 CDM からのクレジット獲得イメージ	71
第 5 章	現地調査結果	73
5.1	目的	73
5.2	事業候補地の概要	73
5.2.1	気候、土壌	74

5.2.2	植生	74
5.2.3	土地利用	74
5.2.4	土地の所有形態	76
5.3	植林部門に関する調査結果	76
5.3.1	産業植林の前提	76
5.3.2	植林木の成長量推定	76
5.3.3	植林木、草地等の炭素量の測定	78
5.3.4	炭素プール別、吸収・排出量の推定	79
5.3.5	伐採時の蓄積量及び炭素量の推定	81
5.3.6	伐採、輸送、チップ加工、船積み等のプロセス、評価)	86
5.3.7	植林部門の評価と課題	90
5.4	木炭等バイオマスエネルギー利用に関する調査結果	91
5.4.1	目的	91
5.4.2	地元民の木炭等熱エネルギーへの依存量調査結果	91
5.4.2.1	プロジェクトエリア内から調達可能なバイオマス量の推定	94
5.4.2.2	木炭生産方法の実状、受入可能な生産設備	98
5.4.2.3	木炭等バイオマスエネルギー利用の評価と課題	102
5.4.2.4	利用の評価と課題	102
5.4.3	余剰バイオマスへの発電への利用	105
5.4.3.1	マダガスカル共和国のエネルギー事情	105
5.4.3.2	バイオマス発電に対する現地のニーズ	109
5.4.3.3	バイオマス発電規模の検討	112
5.4.3.4	バイオマス発電利用への技術的課題	113
5.4.3.5	バイオマス発電利用の国内調査報告	115
5.4.3.6	バイオマス発電についての総括	120
第6章	ベースラインの設定	121
6.1	COP9の現状と課題	121
6.1.1	森林と対象プロジェクトの定義	121
6.1.2	ベースラインの設定方法	122
6.2	データセットの作成と管理	122
6.2.1	地理情報データ	122
6.2.2	リモートセンシングデータ	123
6.2.3	現地取得データ	125
6.2.4	データの統合化	127
6.3	プロジェクトタイプの定義	128
6.4	植林部におけるバウンダリーの設定	133
6.4.1	バウンダリー設定手順	134

6.4.2	土地被覆分類精度の評価	140
6.4.3	プロジェクトエリアにおける土地被覆状況と植林適地	144
6.4.4	植林部におけるバウンダリーの決定	146
6.4.5	周辺地域を含めた土地被覆状況と植林適地	147
6.4.6	潜在植林適地面積に対する考察	149
6.4.7	バウンダリー設定における留意点	149
6.5	ベースラインの方法論、採択	150
6.5.1	ベースライン設定方法	150
6.5.2	ベースライン設定における留意点	150
第7章	モニタリング方法論・計画、不確実性(リスク)の評価	153
7.1	COP9の現状と課題	153
7.2	モニタリング手法・計画	153
7.2.1	衛星画像解析手法の適用可能性	155
7.2.1.1	リモートセンシングデータに必要とされる条件	157
7.2.1.2	プロジェクトタイプとバウンダリーの設定	159
7.2.1.3	ベースラインの設定 1	162
7.2.1.4	プロジェクトエリアの階層化	165
7.2.1.5	炭素プールとCO ₂ 以外のGHGの選択	166
7.2.1.6	サンプリング手法の決定	167
7.2.1.7	フィールド調査と炭素蓄積の計測	167
7.2.1.8	CO ₂ 以外のGHG排出/吸収の定量	167
7.2.1.9	品質保証と管理	168
7.2.1.10	モニタリングコストに対する考察	168
7.2.2	モニターされるデータ	170
7.2.3	採用した手法の評価と課題	170
7.3	不確実性(リスク)・リーケージの計測・評価	171
7.3.1	不確実性(リスク)・リーケージの定義	171
7.3.2	試験植林におけるリスクの事例	172
7.3.3	野火による森林火災の現状、対策	174
7.3.4	気象害(サイクロン)の現状、対策	176
7.3.5	病虫害の現状、対策	176
7.3.6	リーケージの顕在化と対策	177
7.3.7	リスク・リーケージの評価	177
第8章	プロジェクトの実施期間/クレジットの発生期間	182
8.1	COP9の現状と課題	182
8.1.1	t CERとl CER	182
8.1.1.1	t CER(Temporary CER)	182

8.1.1.2	1 CER(Long term CER)	182
8.1.2	t/l CER の活用方法と問題点	183
8.2	クレジット期間	185
8.2.1	本プロジェクトに採用するクレジット期間	185
8.3	クレジットの選択	185
8.3.1	本プロジェクトが採用するクレジット期間	185
第 9 章	温室効果ガス	186
9.1	本調査における温室効果ガスの変化の計算	186
9.2	グッドプラクティスガイダンスで用いられる手法/データの整合性	186
9.2.1	前提条件	186
9.2.2	炭素蓄積量定量の対象	187
9.2.3	対象別の炭素蓄積、GHG 排出定量手法	187
9.2.4	考察	201
第 10 章	クレジット移転、売買等を考慮したプロジェクトの採算性	206
10.1	クレジットの価格	206
10.1.1	バイオ・カーボン・ファンド(BioCF)	206
10.1.2	一般事業者にとっての t/l CER	206
10.1.3	本調査で使用するクレジット価格	207
10.2	評価と課題	208
10.2.1	課題	208
10.2.2	本事業のクレジット部門の評価	208
第 11 章	プロジェクトの環境影響	210
11.1	当国の環境影響評価の準備状況	210
11.2	当国の環境影響評価ガイドライン	211
11.3	他国の事例紹介	213
11.4	プロジェクト実施における留意事項	214
第 12 章	プロジェクトの社会経済的・環境的影響	216
12.1	プロジェクトバウンダリーの定義	216
12.2	社会経済的・環境的影響に関する COP9 での定義	216
12.3	社会経済的・環境的影響に関する地元民への聞き取り	217
12.3.1	調査目的	217
12.3.2	調査手法	217
12.3.3	調査結果	219
12.4	地元民への社会経済的・環境的影響に対する聞き取り	223
12.5	事業者による社会経済的・環境的影響	223
12.5.1	事業者による社会経済的・環境的影響の評価手法、並びに評価結果	223

12.5.2	経済的側面	224
12.5.3	社会・文化的側面	225
12.5.4	GHG 以外の環境的側面(生物多様性、生態系への影響、水分学他)	225
12.6	評価と課題	226
第 13 章	利害関係者のコメント	242
13.1	専門家、NGO 等への聞き取り結果	242
13.1.1	現地、専門家、NGO 等への聞き取り結果	243
13.1.2	国内の専門家への聞き取り結果	224
13.2	コメントに対する対策、方向性	247
第 14 章	プロジェクトの立案	249
14.1	プロジェクトの前提	249
14.2	プロジェクトの内容	249
14.2.1	産業植林部門(植林、伐採・輸送・加工、チップ輸出)	249
14.2.2	木炭等バイオマスエネルギー利用部門	250
14.2.3	炭素クレジット取引部門	250
14.3	炭素固定量/クレジット発生期間	251
14.3.1	炭素固定量	251
14.3.2	クレジットの発生期間	254
14.4	ベースライン/アカウンティングシステム	254
14.5	モニタリング/リーケージ	254
14.6	プロジェクトの採算性	255
第 15 章	資金計画	256
15.1	プロジェクトの前提	256
15.2	産業植林部門の資金収支推定	256
15.2.1	植林コスト(苗木代、植林費、管理費他)、間接費	256
15.2.2	伐採、原木輸送、チップ加工、チップ輸出(船積)等	257
15.2.3	チップ販売価格と地元住民からの原木買入価格	257
15.3	炭素クレジット取引部門の資金収支	257
15.3.1	モニタリング部門の収支前提	257
15.3.2	炭素クレジット部門の収支前提	258
15.4	プロジェクトの総資金と評価	258
15.4.1	ベースの総所要資金	258
15.4.2	ベースの投資効率の評価	259
15.4.3	炭素クレジットをおりこんだ場合の総所要資金	259
15.5	プロジェクトの採算性の評価	260

第 16 章	地元民の便益性	267
16.1	木炭、チップ用材販売による資金計画	267
16.2	期待される経済的便益性	267
16.3	期待される社会的・環境的便益性	267
16.4	評価と課題	267
第 17 章	プロジェクトの評価/追加性の検証	268
17.1	資金面による評価	268
17.1.1	資金の追加性	268
17.1.2	公的資金の利用	268
17.2	炭素獲得による評価	268
17.2.1	本調査における温室効果ガスの収支	268
17.2.2	炭素収支における追加性	268
17.3	環境的・社会的追加性	269
17.4	総評価と課題	269
第 18 章	PDD 策定に向けた評価と課題の試作	270
18.1	PDD 策定にあたっての体制	270
18.2	PDD 作成にあたっての問題点の整理	270
18.3	来年度のスキーム(パイロットプロジェクト)	273
調査概要	(目)	
1.	目的	1
2.	COP9 (ミラノ合意) で規定された排出権	1
3.	プロジェクト(PJ)の概要	5
3.1	産業植林部門	5
3.2	木炭等バイオマスエネルギー利用部門	5
4.	調査国、地域の概要	6
5.	調査実施体制、調査内容	9
6.	調査結果概要	11
6.1	産業植林部門	11
6.2	木炭等バイオマスエネルギー部門	12
6.3	炭素クレジット部門	12
6.4	バウンダリーの設定	13
6.5	ベースラインの設定	15
6.6	環境影響評価他	15
7.	プロジェクトの評価	16
8.	来年度のスキーム	16

第1章 調査目的、並びに当国の森林概況

1.1 調査の目的

本調査事業は、「京都議定書」で採択された CDM/JI プロジェクトの具体化に向けて、炭素クレジット獲得のための手法等を蓄積することを目的に、温室効果ガスの排出削減につながるプロジェクトとして、プロジェクト設計書(PDD)の策定を視野にフィージビリティ調査を実施するものである。

1.2 プロジェクトの内容

本プロジェクトは、下記の内容を想定している。

木炭生産のため違法かつ過度な伐採により荒廃地化した森林跡地に、 CER 獲得と製紙原料の確保を目的とした産業植林と、 森林再生による環境保全と植林木の一部を木炭等バイオマス・エネルギーとして利用する再生可能エネルギー志向型経済発展の導入を目的としたバイオマスプランテーション事業。

- ・カーボンクレジットの獲得と製紙原料確保のために、ユーカリ、アカシア等を年間 1,000ha~ 1,500ha 程度植林し、植林 8 年~ 10 年後に伐採する(最終目標面積 10,000ha ~ 15,000ha)。伐採木はチップに加工・輸出し、植林~パルプ生産、紙製品の製造・加工~再植林を継続的に行う。
- ・地元民が必要とする熱エネルギー源として伐採木の一部で木炭等バイオマス・エネルギーを生産し、伐採跡地は再植林を行う。
- ・木炭等バイオマス・エネルギー生産の過程で発生する熱エネルギーとチップ化工程における未利用部位(枝条、葉等)を燃焼する際に発生する熱エネルギーを活用して発電を行い、チップ化工程における追加的な化石燃料の使用量を減らすと共に、地域住民へ余剰電力供給の可能性を追求し、現地の安定的なエネルギー需給に寄与する。
- ・本プロジェクトは、森林再生を礎とする環境保全的、かつバイオマスという再生可能エネルギー活用型植林プロジェクトである。

本調査は、平成 15 年度採択され今回はじめての調査報告である。調査結果は、次章より述べることとし、本章では我々が提案した背景として当国の一般概況、並びに森林概況について、以下に述べる。

1.3 マダガスカル的一般概況

下記的一般概況は、社)海外林業コンサルツ協会「平成 8 年度 海外林業開発協力事業事前調査事業(森林・林業技術協力情報調査)報告書(マダガスカル共和国編)」より、抜粋した。

1.3.1 国土・自然環境

1.3.1.1 位置、国土面積

マダガスカル共和国(以下「マダガスカル」と略す)は、モザンビーク海峡を挟んでアフリカ大陸から約 400km 離れたインド洋南西部、東経 43~50 度、南緯 11~25 度に位置する島国である。南北約 1,600km、東西約 570km の細長い島であり、総面積は、587,041km²(日本の約 1.6 倍)。

1.3.1.2 地形

マダガスカル島は先カンブリア紀に属する岩石から構成されている。現在の島の表面は、盾状地に加えられた浸食作用、火山活動、地殻帯形成運動等により地域毎に多様な地形を示しているが、大別すると 中央高原大地(標高約 500m~1,500m)、 東部海岸地帯、 西部海岸地帯である。

1.3.1.3 気候

気候は雨期と乾期が明瞭に分かれ、雨期は 11 月~3 月、乾期は 4 月~10 月である。

- ・中央高地の気候は温暖で、首都アンタナナリボ(Anntananarivo)の月平均の最高気温は 24.7 、同最低気温は 14.5 である。
- ・東部海岸地帯は、熱帯多雨林地域で年間を通じ、高温多湿である。年平均気温は 20 、年間平均降水量 2,000mm 以上、一部では 3,000mm~4,000mm に達する場合もある。また、この気候帯の北部はしばしばインド洋で発生するサイクロンの被害を受ける。
- ・西部海岸地帯は、年平均気温は 21 ~26 で、年平均降水量は 800mm 以下、最も少ない海岸部では 400mm 以下で、マダガスカル島内最少の降雨量地帯である。

1.3.2 社会・経済概況¹

1) 人口：1,640 万人(2002 年)

FAO2003 によれば 1995 年~2000 年の人口増加率は年間 3.0%。

2) 首都：アンタナナリボ(人口 484 万人)

3) 人種：黒人系、マレーシア系、部族は約 18(メリナ、ベチレオ他)

4) 言語：マダガスカル語、フランス語(共に公用語)

5) 宗教：キリスト教 41%、伝統宗教 52%、イスラム教 7%

6) 経済：経済状況、外資政策、労働事情等は第 3 章で述べる。

1.4 森林概況

1.3.1 森林面積

降水量、気温、土壌等のデータに基づけば、西部海岸地帯の乾燥地帯を除く広い地域に鬱蒼とした森林が広がっているはずだが、実際の森林はそれほど多くない。植生は東側の

¹ 外務省ホームページ、各国地域情報、マダガスカル共和国
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/madagascar/data.html>

常緑湿潤林、西・南西部の乾燥落葉樹林・サバンナ、中央部の高地林・灌木植生、及び海岸林、マングローブに大別される(図 1.1 参照)。

マダガスカルは、地質等の研究により、人類がマダガスカルに到着する以前の国土面積に対する森林面積は 80%であったと言われている。しかしながら、FAO の 2000 年の推定では、現在の森林面積は国土面積の約 23%、面積は約 12 百万 ha である。残り約 46 百万 ha(約 77%)は草地等の非森林植生となっている。1990 年-2000 年の年平均減少率は 0.95%、約 117 千 ha の森林が毎年減少している(表 1.1 参照)。

森林減少の主因は、急速に進む人口増加(年率 3%/FAO2003)に起因する焼畑・放牧ための火入れ、建材・薪炭材生産による不法伐採等の拡大によるものである。この背景は、都市部も含め地元民の熱エネルギーとしての木炭 = 薪炭材への利用依存度が高いことも一因である。また、エネルギー効率の低い伝統的な手法により木炭を生産し、そのサイクルも約 6,7 年と比較的短い。参考までに、2000 年、森林からの生産量の殆どが薪炭材で、国内消費に向けられている(表 1.2 参照)。また、焼畑・放牧等による失火、延焼による森林火災被害も多い。

その結果、森林が荒廃地化し、草地化した土地は降雨による土壌浸食を引き起こし、ひいては水資源の枯渇、低地への土砂堆積による水田の埋没等、農業生産基盤に直接的かつ深刻な被害を及ぼしている。これら森林の消滅・環境問題は、さらに人口問題、当国の経済事情、社会文化的な要因と複雑に絡み合い、この悪循環のプロセスを断ち切れないのが現状である。

上述の通り、当国における森林再生は緊急かつ最重要な問題であり、本プロジェクトが実施されれば、薪炭材確保のために発生する違法伐採が減少し、必要な熱エネルギーは再生可能な植林木により代替されることが期待される。また、植林、伐栽、再植林、さらにはチップ、木炭生産等、雇用機会の創出等環境的経済的な効果が期待される。

表1.1 マダガスカルの森林の概況(FAO2000)

国土面積	国土面積 (,000ha)	森林面積(被覆率) (,000ha)	森林減少(1990 - 2000)		土地利用の区分(%) / 1996		
			(,000ha/年)	(%/年)	森林	疎林	その他
マダガスカル	58,154	11,727	-117	-0.95	20.2	2.5	77.1
アフリカ	3,090,228	649,866	-5,264	0.78	21	15.5	61.6
世界	13,139,618	3,869,453	-9,319	-0.24	29.4	11.2	58.6

表1.2 マダガスカルの林産物生産量(FAO2000)

(単位: ,000m³)

薪炭材		その他用材				
生産量	国内消費	生産量	輸入	輸出	国内消費	計
9,637	9,637 100%	590 70%	8 1%	179 21%	66 8%	843

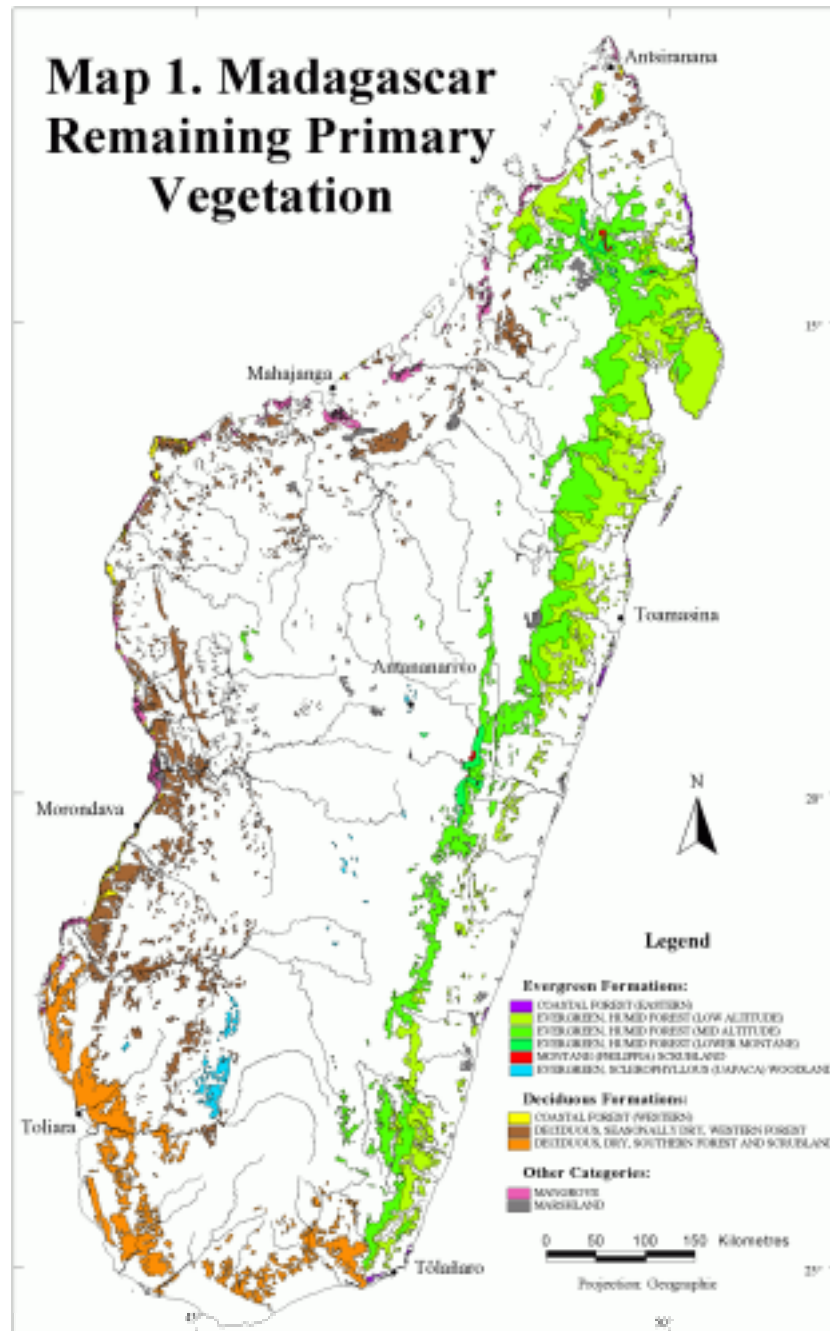


図 1.1 現存の森林地域(常緑湿潤林は東部山岳に沿って数 km の幅で細長く分布)

<http://www.rbgekew.org.uk/gis/projects/madagascar/download.html>

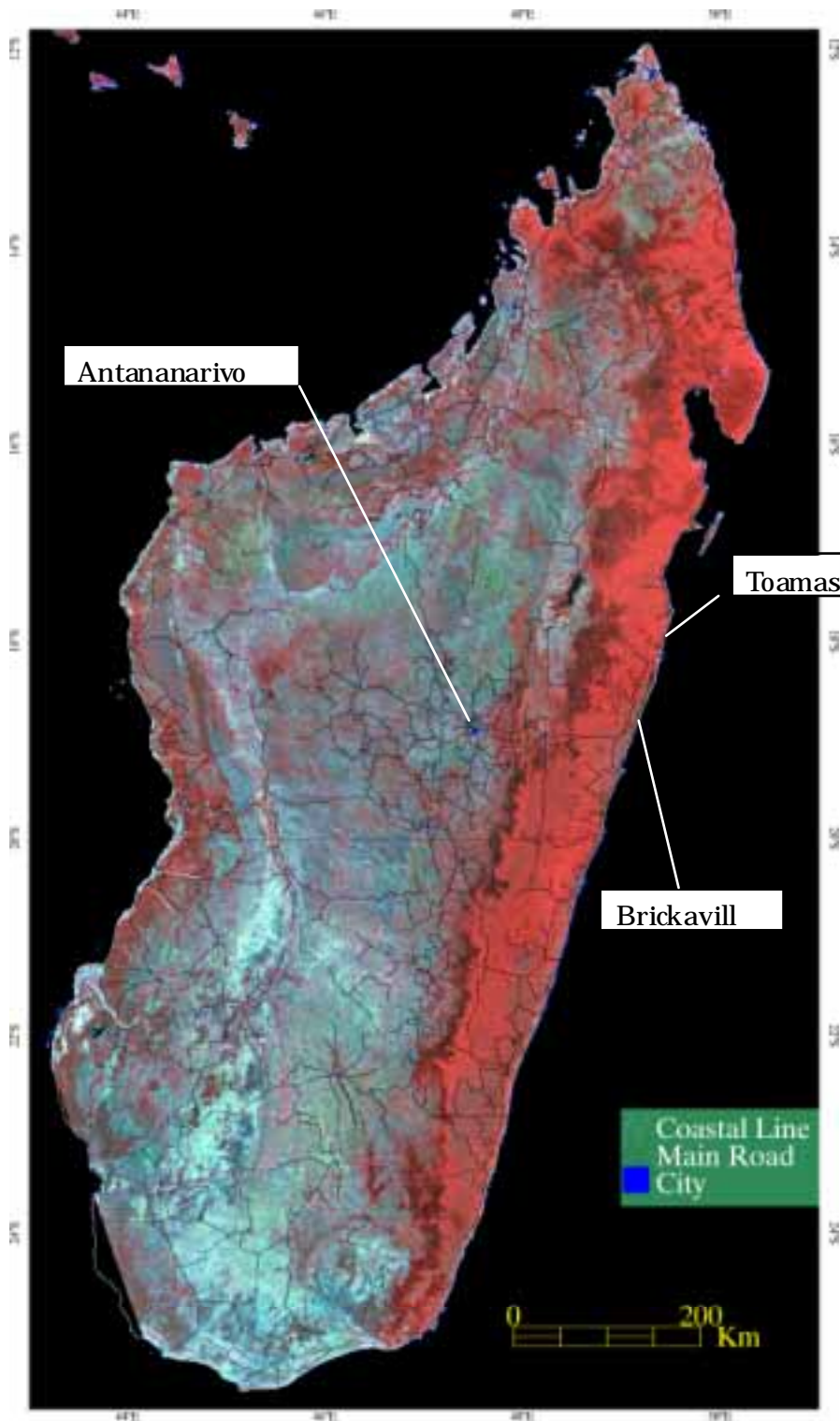


図 1.2 Terra/MODIS データと地理情報データ(主要道路・海岸線・主要都市)の重ね合わせ (2003年6月9日から16日間に取得されたデータを用いて作成された雲なし画像) 画像上の濃い赤が森林、薄い赤が草地・畑地・水田等の植生、その他が裸地等である。

第 2 章 調査計画、調査実施体制

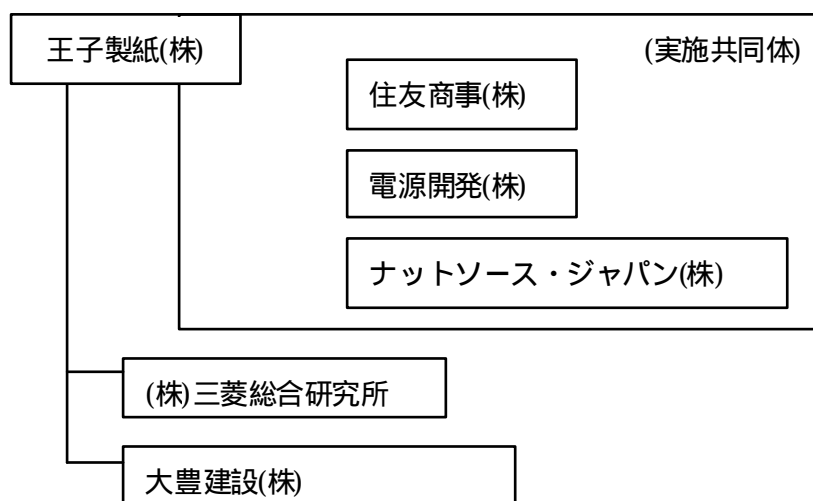
2.1 調査地

- 1) 位置： トアマシナ州ブリッカビル地区、並びにその周辺。
- 2) 面積： 約 23,000ha。
- 3) 選定事由：

1998 年、当時の環境治水森林省森林担当局及びトアマシナ州担当相より、植林候補地として約 42,000ha の提案があった。ブリッカビル地区は、将来のチップ輸出港であるトアマシナ港より約 100km と比較的近く、植林対象とする草地在りまとまっている。このため当地での最適樹種及びその成長量を明らかにするために、2000 年 10 月より、当社、住友商事(株)、並びに電源開発(株)の 3 社は、ユーカリ、アカシア等の試験植林を実施中である。

2.2 調査実施体制

当社を幹事会社として、住友商事(株)、電源開発(株)、並びにナットソースジャパン(株)と実施共同体を形成した。さらに GIS、衛星データ等に関する知見・技術を有する(株)三菱総合研究所を調査体制に加え、実施共同体が現地で取得したデータを基に、衛星データによる土地被覆状況の解析、ベースラインの設定、並びにモニタリング手法検討を再委託した。また、現地に事務所のある大豊建設(株)に現地調査時における通訳、面談者等の手配、調査補助業務等を外注した。下記に実施体制を図示する。また、調査チームを表 2.1 に示す。



2.3 調査の内容

まず、既知情報を整理し、プロジェクト実施及び PDD 作成に必要な事項を洗い出して、本 F/S 調査における調査事項を、下記の通りとした。

ベースライン方法論に関する調査

(産業植林部門)

- ・ 植林適地、土地利用区分、リスク・リーケージ等
- ・ 植林木の成長量、炭素プール、並びに草地の炭素吸収/排出量の推定
- ・ 植林、伐採、チップ加工、港湾等におけるインフラ調査等
- ・ 特に、衛星データを用いた土地被覆状況の解析等によるベースラインの設定。

(木炭等バイオマスエネルギー利用)

- ・ 木炭生産方法の実状、受入れ可能な生産設備等
- ・ マダガスカル国内のエネルギー事情、バイオマス発電利用の可能性等
プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間に関する調査
モニタリング手法/計画に関する調査
温室効果ガス排出量計算に関する調査
環境影響に関する調査
その他の間接影響に関する調査
利害関係者のコメントに関する調査
資金計画に関する調査
その他の調査

上記調査事項に係る質問表を、別紙に示す。

2.4 現地カウンターパート

在マダガスカル) 日本大使館の協力により、本調査に関する現地マダガスカル政府の担当相及び担当部局を紹介頂いた。調査団の現地調査における面談者及び調査者を、表 2.2 に示す。また、別紙にマダガスカル政府組織図及び環境治水森林省の組織図を示す。

2.5 調査活動実績

- ・ 2003 年 10 月、実施共同体及び実施体制の形成
調査事項及び質問表の作成。
面談者のリストアップ、質問表の配布(別紙、参照)
- ・ 2003 年 10 月 25 日～11 月 8 日
当社、住友商事(株)、ナットソース・ジャパン(株)による現地調査
- ・ 2003 年 11 月中旬～12 月末、質問表の回収、分析、追加聞き取り調査の依頼
- ・ 2004 年 1 月～2 月、ベースライン、モニタリング、CDM 事業性の評価
- ・ 2004 年 3 月、報告書作成。

表 2.1 調査チーム

王子製紙(株)	執行役員 原材料本部長	神田 憲二
	原材料本部 植林部長	安藤 正博
	原材料本部 植林部 マネージャー	原口 直人
	研究開発本部 森林資源研究所	松平 昇
	原材料本部 林材部 部員	玉石 紀和
住友商事(株)	生活資材本部 ウッドチップ部長 部長代理	草野 善信
	生活資材本部 ウッドチップ部 課長	中村 哲
電源開発(株)	経営企画部 地球環境グループ リーダー - 副部長	後藤 秀樹
	経営企画部 地球環境兼経営企画グループ 課長	平岡 憲道
ナットソース・ジャパン(株)	シニア・マネージャー	鈴木 紀夫
	マネージャー	船曳 尚
(株)三菱総合研究所	宇宙・地球管理研究部	関根 秀真
大豊建設(株)	マダガスカル営業所長	原田 新二

表 2.2 現地カンターパート(面談者、調査協力者)

省 庁	部 局	面談者/調査協力者
環境水森林省	大臣	M.Sylvain Charles ROBOARISON
	治水環境総局長	M.Paul RAONINTSOA
	気象変動条約担当	M.KOTO Bernard
		M.RANDRIASANDRATANA Germain
		M.RAKOTONDRA SOA Norbert
	プロジェクト総調整役	Mme Fleurette ANDRIANTSILAVO
	生物多様性保護課長	M.Jean Philippe RANDRIANANTOANDRO
	環境保護課長	M.DAMA
		(代理)M.RATSIMISARAKA Thelesphore L.L.M
	森林資源利用局長	Mme.Lydie
植林課長	ローラン氏	
予算経済省	民間分野開発局長	M.Henri RAKOTOARISOA
	税務センター責任者	M.ANDRIAMALALA Richard
副首相府	公共事業中央部長	M.Andre Jean RANDRIAMBOLANTSOA
	運輸部長	M.RALSON Jean Honore
エネルギー鉱山省	エネルギー局長	M.RAMANANTSOA Rodolphe
労働社会法省	労働職業開発部長	M.Laureat RASOLOFONIAINARISON
トマシナ州関係者	DIREF局長	M.Henri
	FOFIFA	M.Vololona
	ムマガ 営林局CIREF	Mme.RAZAFINTSALAMA Claudie
	トアマシナ州政府	
	地元民間取組調査	10軒/集落×3集落
	トアマシナ港湾関係	M.Johnson RAKOTONIRIANA
	ブリック 調陸工事	Mme.Toduavy PO SCALINE
	JIRAMA電力公社	M.Williams
	SIRAMA精糖会社	M.Simon RANDRIANANTOANDRO
	ムマガの新炭業者、道中、木炭販売業者	
	ムマガの炭材業者、Ampitabeの飲食店	
アカカバ / NGO他関係者	LDI	M.Jean Robert Estime
	CIRAD	M.Pascal DANTHU
		M.Philippe Collas de Chatelperron
	ANGAP	M.Charles Alfred Rakotondrainibe
日本関係者	吉原大使/中川参事官	
	JICA佐々木所長、大塚専門官、JICA緑川専門官	

質問表

記入日 _____

担当者 _____
組織名 _____

1 大統領府

- 1) 京都議定書批准についての考え方（批准時期）
- 2) 京都議定書批准時の主管官庁（DNA設置時の体制について）
- 3) マ国における京都メカニズム活用時の留意点（社会的な制約）
- 4) マ国におけるCDM事業の優先分野（本件エネルギー部分の重要度）
- 5) 本事業のCDM事業としての承認についての可能性
- 6) 本事業へのマ国としてのサポートの姿勢
- 7) 本事業周辺インフラ整備にかかる日本国政府へのODA要請の可能性
- 8) その他留意事項

2 外資政策

- 1) 政治情勢
- 2) 経済情勢
- 3) 外国からの投資状況
国別外国投資概要
産業別外国投資概要
今後の投資見込み/日本-マダ関係他
- 4) 外資政策、支援措置、外国投資に係る法令
外資政策
支援措置
外国投資に係る法令

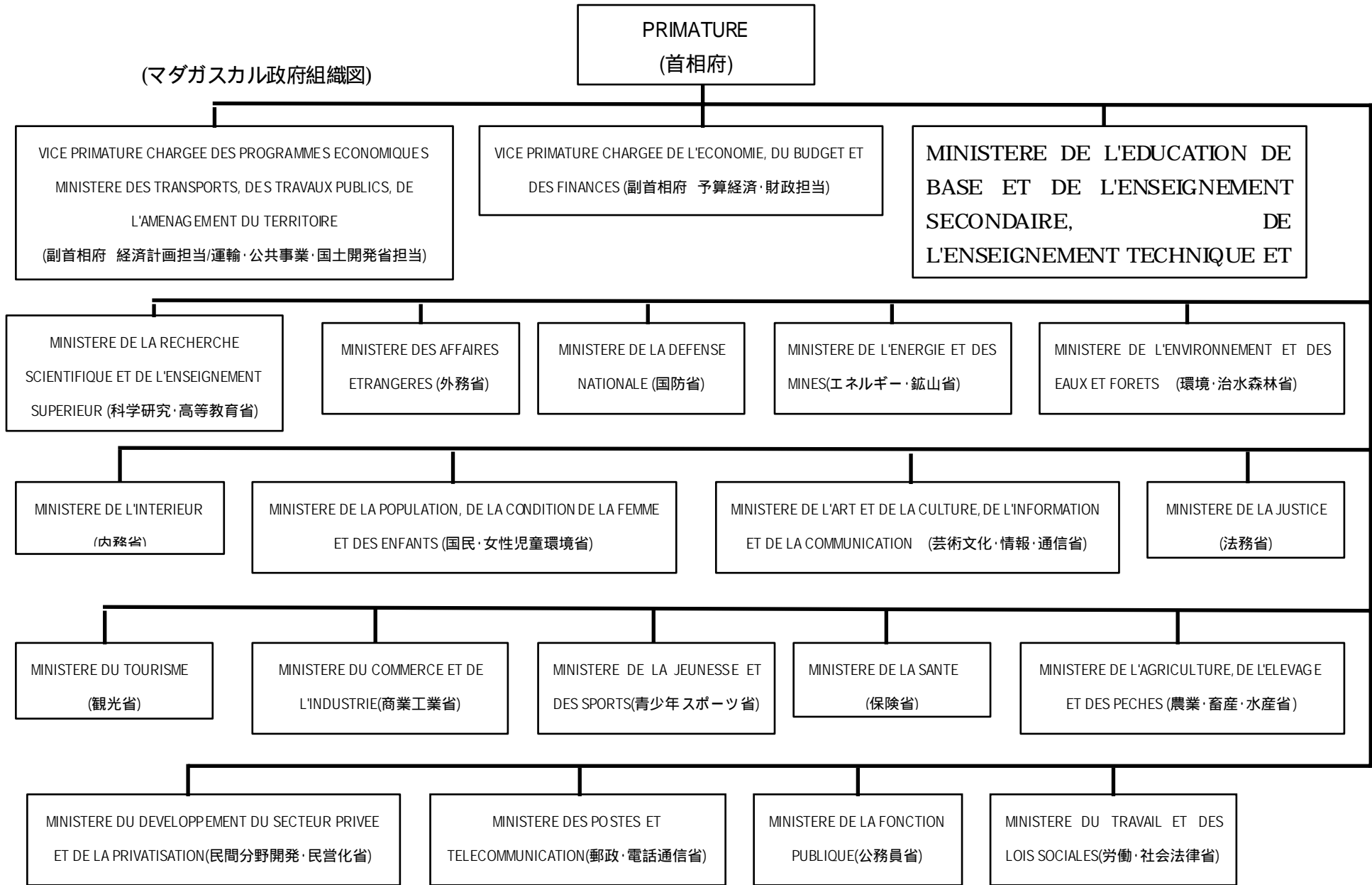
3 経済省、交通省及びエネルギー省

- 1) マ国のエネルギー需給（現状及び中長期計画）及びインフラの状況
- 2) 道路事情
- 3) 輸送事情
- 4) 港湾事情
- 5) 労働事情
- 6) マ国が受け入れ可能な技術水準（バイオマスのエネルギー利用関連）

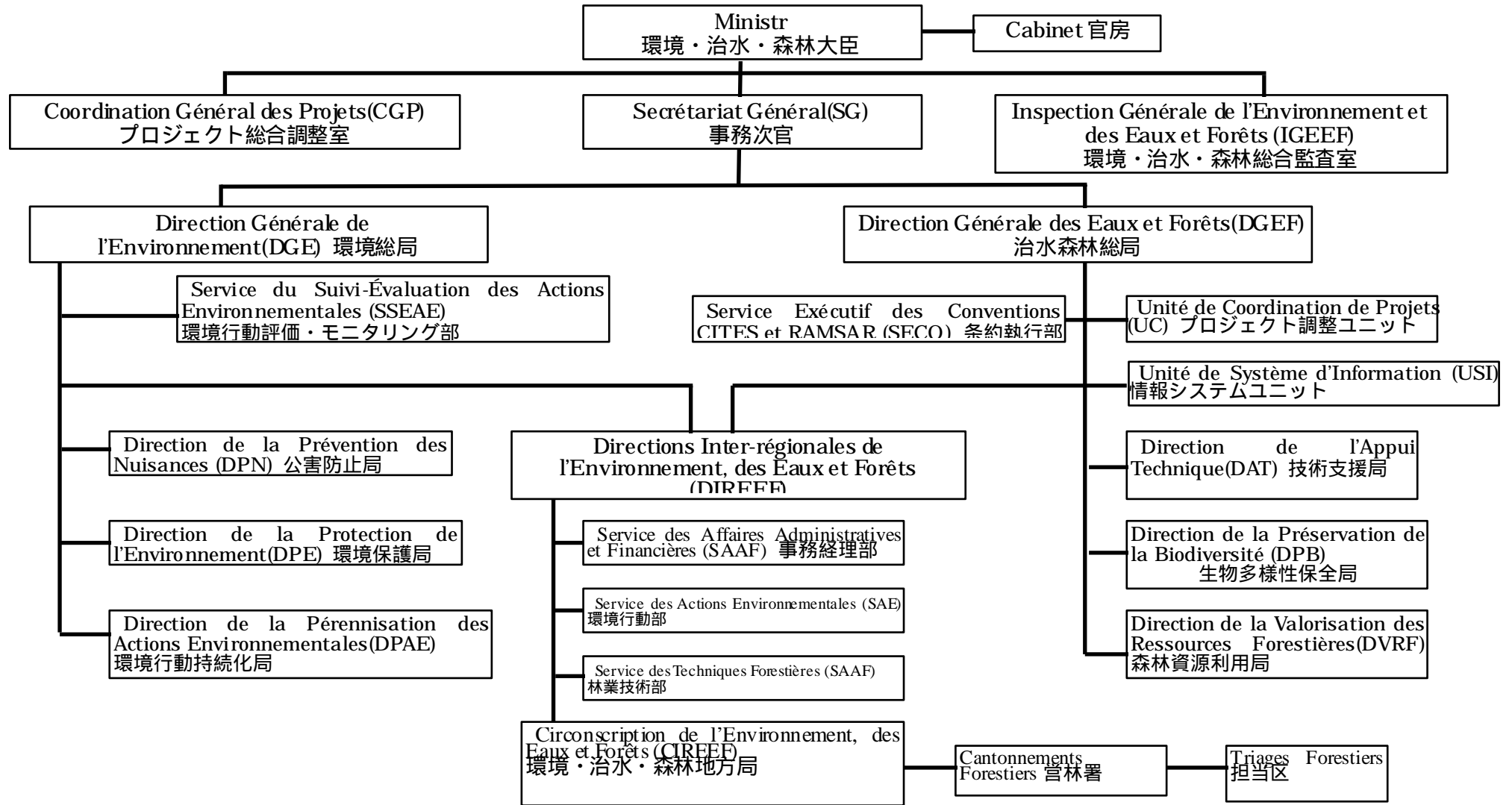
4 環境治水森林省

- 1) マ国の森林政策
森林の状況
森林政策、法令等
森林区分
政策実施体制、進捗等
- 2) リスク（森林火災、違法伐採、気象害、病虫害等）に対する政策、対策等
- 3) 環境影響評価
- 4) CDM政策
- 5) プロジェクトの受入体制他
・プロジェクトに係る政令、政策、方針等
・土地、立木に係る政令、政策等
・土地の提供方法、計画、土地代等
・プロジェクトの受入体制、組織等
・関係省庁、関係機関、並びに利害関係者との調整等
- 6) その他、利害関係者

(マダガスカル政府組織図)



環境・治水・森林省組織図（2003年2月11日）
 Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts (MINENVEF)



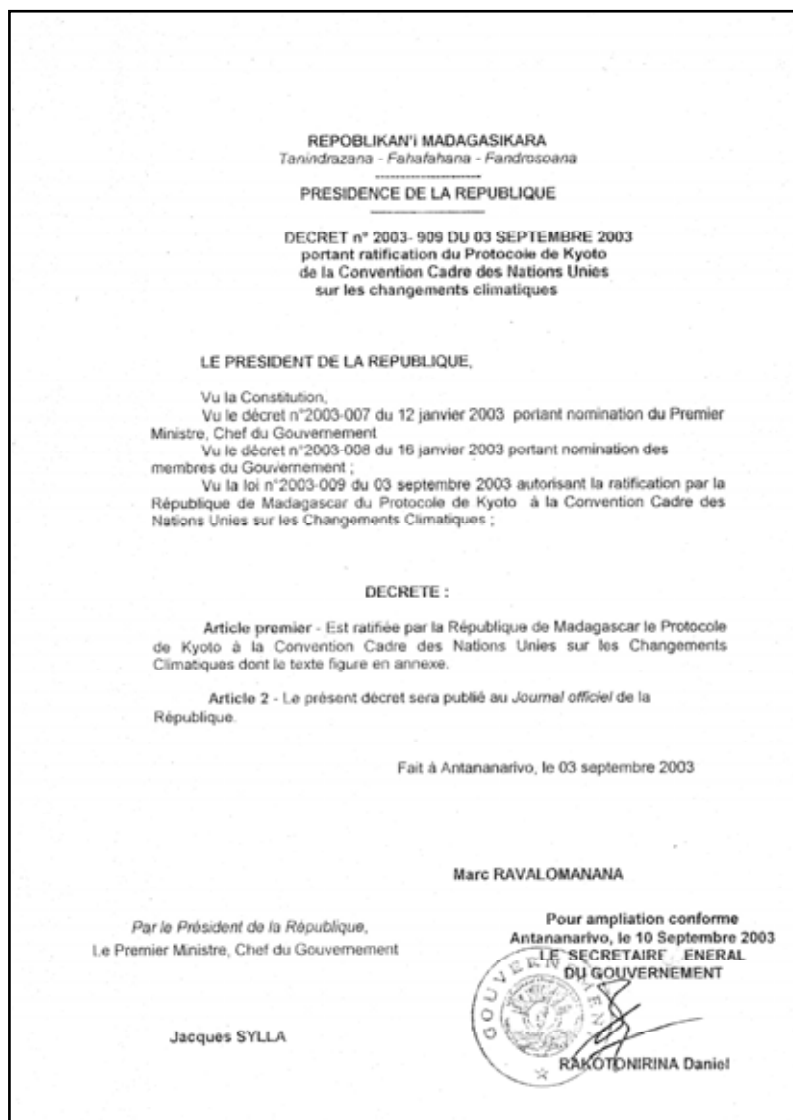
第3章 ホスト国、当該地域のプロジェクト受入体制、実状

3.1 京都議定書批准、DNA 設置、CDM 政策

京都議定書に関して、今回の現地調査ではマダガスカル共和国環境・治水森林省の気候変動枠組条約担当官より状況を調査票による回答及び説明を受けた。

3.1.1 京都議定書の批准

京都議定書について、2003年6月10日に国会に付され、9月3日に上院、下院とも通過し、大統領令として公布された(参考文書 3.1-1 参照)9月24日付でUNFCCCに受理され¹、90日が経過し異議が無かったため既に京都議定書批准国となっている。以下に面談録を付す。



参考文書 3.1-1 大統領令文書 (コピー、本現地調査において受領)

¹ <http://unfccc.int/resource/kpstats.pdf> P3 参照

面談録

面談日：2003年9月23日

面談者：Dr. Germain RANDRIASANDRATANA

* 本年2月にCDMセミナー参加の為、日本（つくば）に滞在

（氏名）M. Norbert PAKOTONDROSA * 両名とも同一タイトル

- マダガスカル政府の京都議定書批准決議に関しては2003年6月10日に国会に提起され、9月3日に上院、下院とも通過した。（通常手続きは、マダガスカル政府の批准意思が国連に提出され、90日以内に第三者期間審査（マダガスカルがその体制にあるかどうか）があり、国際承認の運び。）
- マダガスカル国内での京都議定書受入体制（独立した組織必要）についての質問に関しては、現在上記2名が事務局となり準備中との回答。
- マダガスカル森林破壊はseriousな問題であり、斯様な植林プロジェクトは大歓迎。
- 当方よりは、今回の調査レポートに関しては、最終的には仏語翻訳の上、マダガスカル政府関係者にもフィードバックしていく予定でもあり、その為にも本調査を共同で行い双方への良きサンプルとしたいと提案。調査事例欲しいのは事実であり、前向きに検討させて貰うとの回答。

3.1.2 DNA 設置について

マダガスカル政府としてDNAを設立する指令を出しており、調査対象である環境・治水森林省のUNFCCCのフォーカル・ポイントの担当官がその任にあっている。当該部署では、DNAになる「委員会」を創る準備を行っている。「委員会」を設立すれば、全ての種類の事業について、この「委員会」が窓口となる。（植林もエネルギーも「委員会」が窓口で、「委員会」が各省庁との調整を行う）ただし、委員会設立までは、各省庁が個別に対応となる。以下に面談録を付す。

面談録

先方：環境治水森林省 環境総局長 KATO 氏、UNFCCC 担当 PAKOTONDROSA 氏

日時：2003年11月7日 10:30~11:00

当方：原口調査員、中村調査員、船曳調査員、通訳

要旨

- 政府としてDNAを創る命令は出ている。
- DNAになる「委員会」を創る準備を行っている。設立すれば、全ての種類の事業の窓口がこの委員会になる。（植林もエネルギーも委員会が窓口で、委員会が各省庁との調整を行う）
- 委員会設立までは、各省庁が個別に対応となる。
委員会の運営方法（SDとのリンクなど）などこれから決める事が多く、日本国政府がキャパシティービルディングの協力していただけるなら、是非お願いしたい。

本調査後、マダガスカル共和国はUNFCCCに対して、同国のDNAを以下のように申請した。（<http://cdm.unfccc.int/DNA>）

組織名： Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forets
住所： BP.571 Ampandrianomby Antananarivo 101
連絡先： Monsieur Randriasandratana Germain
電話： (261) 320 75 4490 または(261) 202 2521 68
Fax： (261) 202 241 919

なお、連絡先の人物は、3.3.1 に記載の面談者である。

3.1.3 CDM 政策について

マダガスカル共和国は、基本的に CDM に該当するプロジェクトに対して積極的な受入を行う姿勢を示している。

3.1.3.1 優先するカテゴリー

特に優先的に受け入れたい事業範囲として以下の 4 カテゴリーを挙げている。

- エネルギー
経済成長のためのエネルギーが不足しており、エネルギー供給の新設及び再生可能エネルギーの導入（風力、太陽光、水力、天然ガス等）に期待が強い
- 運輸
現状マダガスカル共和国では最大の温室効果ガス排出源であるため
- 森林
森林破壊が進行し、吸収量の減少のみならず国土保全を脅かしているため
- 廃棄物
廃棄物からのメタン発生が引き続き増加しているため

3.1.3.2 全体的な留意点

CDM 全体としての留意点として、以下の二つを挙げている。これに反する場合には DNA としても CDM としての承認は出せない様であるが、概念的で細部の検討は今後委ねられている。

- プロジェクトが、同国のプライオリティーを満たし、同国の開発と持続可能な発展の基準を満たしている事
- 技術移転と社会的要求（雇用創造、健康増進、エネルギーの自給、再生可能エネルギーの導入等）に適合したプロジェクトである事

3.1.3.3 本事業を CDM として承認する可能性、サポートの姿勢

植林をベースにした本プロジェクトに対し、事業化に際しては CDM 案件としては第 1 号事業となる可能性が高く、同国が直面する森林破壊に対するひとつの解決策である点を指摘し、CDM 承認を与える可能性が非常に高いと評価した上で、上記 3.1.3.2 に留意する様にとの指摘があった。さらに、同国で政府として近い将来、プロジェクトの投資にあたって優遇措置の導入を図る事を開示した。その内容は、いくつかの商品/資材購入や長期のリースに対する税の軽減や外国人による土地購入の許可である。

3.1.3.4 日本政府への協力（ODA を含む）要請について

日本政府に対して、同国の気候変動に対する適応に悪影響のある事項を排除する目的で CDM による下記事項のインフラ整備への協力が期待されている。

- 発電及び灌漑/治水目的のダムの建設
- 道路インフラの整備
- 健康/福祉分野のインフラ整備
- バイオガス、風力、太陽光等の持続可能な再生可能エネルギー導入

また、DNA の設立/運用について、同国における持続可能性についての判断基準等これから決める事が多く、日本国政府がキャパシティービルディングの協力をしていただけのなら、是非お願いしたい旨、発言があった。

3.2 経済状況

3.2.1 一般概観

マダガスカルの主要経済指標等は以下の通りである。

- 1) 主要産業： 農牧業（米、コーヒー、バニラ、砂糖等） 漁業（えび、まぐろ）
- 2) 国民総所得： 42億米ドル（2001年）
- 3) 一人当たりの国民総所得： 260米ドル（2001年）
- 4) 経済成長率： 6%（2001年）
- 5) インフレ率： 7.4%（2001年） 15.3%（2002年）
- 6) 通貨単位： マダガスカル・フラン及びアリアリ
（2003年8月から仏植民地化前の通貨であるアリアリを復活させ併用中。
交換レートは25,000マダガスカル・フラン = 5,000アリアリ）
- 7) 輸出高： 7億米ドル（2002年、FOBベース）
主要輸出産品： コーヒー、バニラ、甲殻類、砂糖、綿布、クロム鉄鉱、石油製品等

* 主要農産品の輸出货量（単位：トン）

（製品）	（1999年）	（2000年）
コーヒー	217.6	369.4
バニラ	9.0	14.9
ペッパー	16.9	28.0
シナモン・クローブ	9.3	63.8

輸出相手国： フランス(29.9%)、米国(27.6%)、ドイツ(6.4%)、イギリス(3.5%)、日本(3.0%)

* 2001年実績

- 8) 輸入高： 9億9千万米ドル（2002年）
主要輸入産品： 資本金、消費材、石油、食品
輸入相手国： フランス(24.1%)、香港(7.0%)、中国(6.6%)、シンガポール(3.5%)、
ドイツ(2.9%) * 2001年実績
- 9) 主要産出天然資源： 黒鉛、クロム、石炭、ボーキサイト、水晶、雲母
- 10) 主要農産品： コーヒー、バニラ、砂糖キビ、クローブ、ココア、米、キャッサバ、
豆類、バナナ、ピーナッツ、畜産品
- 11) 主要第二次産業： 食品加工、石鹼製造、醸造業、製革、製糖、観光
- 12) 金融システム： マダガスカル中央銀行（BCRM）が中心となり、経済復興に向けて
金融・融資政策の方向性を策定中。
マダガスカルにおいて営業している主な金融機関は、
Credit Lyonnais Madagascar、Bank of Africa、General Society、
Malagasy Bank of the Ocean Indian、Union Commercial Bank、
State Bank of Mauritius Madagascar の6行

3.2.2 主要物価・コスト指標等

Factors Cost

1- EXCHANGE RATE

Medium exchange rate in Malagasy Francs in 2003

Months	January	February	March	April
EURO	6,781.73	6,807.85	6,883.90	6,985.11
USD	6,385.27	6,319.11	6,370.93	6,440.64

Prices based upon 1 USD = 6,500 MGF

2 - LANDS AND CONSTRUCTION

Items	
Cost of private land :	
in the centre city	7.70 to 277 USD/m ²
Residential area	46.15 to 55.30 USD/m ²
Suburb:	9.50 to 18.50 USD/m ²
House :	
House renting Studio	692.50 to 2,307.70 USD / month
renting House	153.85 to 538.50 USD/ month
construction (average)	from 77 to 384.65 USD/m ²
Industrial buildings :	
For sale	150 to 300 USD/m
For rent	220 to 25 USD/m ²

For the companies under the EPZ regime that do not have the malagasy nationality, state-owned lands are attributed by a long lease or by an ordinary lease. The duration of long lease : 18 to 99 years maximum.

Source : Direction des Domaines / Real estate companies

3 - SALARY

Senior Management : > 500 USD / month

Worker and employees : 30 USD to 50 USD / month

4 - MOTOR FUEL

1 Gallon = 3.7853 litres

Item	Unit	Oct-00	Jun-01	Jan-02	Aug-02	Mar-03	May-03
Super gasoline	USD/L	0.85	0.86	0.77	1.06	1.06	1.02
Gasoline	USD/L	0.65	0.71	0.62	0.85	0.84	0.82
Diesel	USD/L	0.46	0.46	0.36	0.64	0.62	0.60
Petroleum	USD/L	0.38	0.38	0.42	0.45	0.45	0.42

5 - ELECTRICITY

Fixed premium	12 USD / KWH / month
Energy cost	4 Cents / KWH
Oil fees	50 USD / month

6 - TRANSPORTATION

6.1 - Sea transportation

ORIGIN: MADAGASCAR (Toamasina's harbour) Indicative price, negotiable under quantity, regularity, and boat frequency. Minimum, US \$ 200 by shipment in bulk.

Type / Destination	Europe (Euro)	North America (USD)	Asia / Oceania (USD)
30 m3 or 20 feet container	1,150	1,500 to 2,700	1,500 to 2,400
60 m3 or 40 feet container			3,000
Refrigerated container:	2,300		

harbour overcharge: +7.5%

DESTINATION: MADAGASCAR (Toamasina's harbour)

Type / Origin	Europe (USD)	North America (USD)	Asia / Oceania (USD)
30 m3 or 20 feet container	1,750 to 1,850	1,500 to 2,700	1,500 to 2,400
60 m3 or 40 feet container	3,500 to 3,700		3,500 to 5,000

harbour overcharge: +7.5%

Madagascar land of Opportunities

Factors Cost

6.2 - Air freight transportation (USD)

Flights	Minimal perception in Kg	< 45 Kg	> 45 Kg
Antananarivo-Reunion	40	1.40	1.10
Antananarivo-Johannesburg	45	1.85	1.47
Antananarivo-Mauritius	45	2.70	2.10
Antananarivo-Paris	54	7.70	5.80
Antananarivo-Marseille	54	7.80	5.90
Antananarivo-London	67	17.15	12.84
Antananarivo-Hong-Kong	82	17.50	13.00
Antananarivo-Bombay	82	9.49	7.18
Antananarivo-New York	86	17.70	13.33

7 - TELECOMMUNICATION (USD/mn)

Destination	Normal rate	Low rate
Reunion-Mauritius	1.39	1.08
South Africa, Comores, Kenya, Mayotte, Mozambique, Seychelles, Tanzania	1.73	1.21
Southern Africa Except RSA	2.60	1.82
Europe: France, Italia,		
Other European countries	2.60	2.02
Singapore, China, India	2.31	1.61
Asia, Oceania	2.77	1.94
USA, Canada	2.60	1.82
Other America	2.77	1.94

Low rate: from 10 pm to 6 am + Sunday + days off
Internet : Average rate 3 cents/mn (1 cent/mn in cyberspaces)

8 - INSURANCE

Rolling stock Trucks Tourism vehicle Renting car	Premium/guarantee 14% of the value 5.35 to 8.74 of the value 20% of the value
Fire and connected risks Buildings and its contents Habitation and its contents Commercial risks Industrial risks	Premium/guarantee 1.45 to 2.7/1000 18.2/1000 2.2 to 10.2/1000 2.8 to 33.4/1000
Robbery Habitation risks	Premium/guarantee 7.5 to 22.5/1000
Commercial and industrial risks Raw material, packaging, manufactured products, decorative products Pharmaceutical products, office materials, audio and video tapes, hardware Value < 500 millions Mgf Value > 500 millions Mgf Equipments park/Plane equipments Fund transportation (from or to the bank)	Premium/guarantee 5/1000 2 to 4/1000 12.5/1000+1000 7.5 to 10.3/1000 4 to 7.3/1000 2 to 22/1000
Building insurance All working sites risks All assembling risks 10 years Civil responsibilities	Premium/guarantee 2 to 20/1000 3 to 20/1000 4 to 20/1000
Maritime and transportation insurance Ships Faculties Civil responsibilities for maritime transportations	Premium/guarantee 2 to 13% 0.4 to 6.3% 0.4 to 6.3%
Plane insurance Individual insurance Corporal insurance	Premium/guarantee 1.4 to 6/1000 2 to 20/1000
Special risks insurance Computer all risks Prepress terms all risks Electronic equipment	Premium/guarantee 4 to 22/1000 2 to 15/1000 4 to 22/1000

Madagascar land of Opportunities

3.2.3 経済政策の基本方針

2001年12月に行われた大統領選挙での得票結果を巡り、半年強に及ぶ政治的混乱の後、2002年7月に正式に誕生した現ラヴァルマナナ大統領の強力なリーダーシップの下、社会経済状況の改善、及び迅速かつ持続可能な経済発展に実施にむけて、さまざまな活動を開始している。これらを目的として、2002年から2005年の4年間にわたる以下の経済復興・再生の基本方針が打ち出され、様々な具体的プランが承認、実施されている。

- 1) 政府は確固たる法治国家の樹立を目指し、透明性の確立及び腐敗との戦いを重点的に進め、腐敗撲滅キャンペーンは、大統領自らがリーダーとなって推進する。
- 2) 政府は民間企業に対し、海外直接投資などをはじめとした、投資に必要なインフラを提供する。
- 3) 発展を推進・調整するものとして“官民パートナーシップ”というアプローチは大きな役割を果たすかたわら、資源配分を通じて発展の触媒として機能するものと期待されており、マダガスカルは民間セクターによって推進することを期待し、政府は各種支援・援助策を提供する。
- 4) マダガスカル政府は、世界市場からの投資受け入れに対して非常に積極的に対応し、世界市場への参入を通じての経済成長を目指す。
- 5) 社会に関連して、政府は良質な社会保障プログラムを導入するほか、医療、教育、住宅、環境に関するプログラムを実施し、経済成長ができる限り多くの国民に恩恵をもたらすように努力する。
- 6) マダガスカルは重債務貧困国イニシアチブの適用を受けている。政府は今後10年間で、貧困率を半減させる計画で、この原資としては、2004年に実施が予定されている、債務の50%削減により充当する見込みで、この計画実現に向け、政府は今後5年間、年間8～10%の経済成長率を達成するという目標を掲げる。

3.2.4 経済復興・再生に向けて具体的アクション・プラン

規制及び財政金融に関するインセンティブ・プランは以下の通り。

- ・ 資本及び所得の自由移転の許可
- ・ 海外株主配当の自由移転の許可
- ・ 輸出加工区における税制優遇措置の導入
- ・ 民間開発によるフリーゾーン造成の促進
- ・ 輸出税の撤廃
- ・ 資本財及び消費財に対する輸入税の撤廃
- ・ 許可取得の簡素化を目指した労働規制の合理化
- ・ 大型工業投資法に基づく、財政上のインセンティブ
- ・ 裁判法及び商法の改正

- ・仲裁・調停機関の設立
- ・周辺地域との協力体制の確立。東南部アフリカ共同市場 (COMESA) クロスボーダー・イニシアチブ(CBI)、インド洋委員会、環インド洋地域協力連合への加入。

3.2.5 ビジネス環境の整備状況

1)投資保証

- ・多数国間投資保証期間 (MIGA) 加入により、非商業的リスクから投資家を保護。
- ・アフリカ貿易保証期間 (ACA/ATI) への加入により、投資家の政治的リスクをカバーするとともに、国際的な金融・貿易取引の保証。
- ・IMF との間で合意した協定規約により、資本移動の自由の保証。

2)土地に対する外国企業のアクセス

- ・国有地に関しても、産業または観光業に投資する外国企業への売却が可能。
- ・国有地の洗い替えの作業を実施しており、いったん特別地域に指定した後、観光業または産業用の地域としての開発が可能となる。

3)受入機関

- ・企業情報事務局(Office of Information for Companies, BIPE)が既に活動を開始しており、民間セクターによる市場調査の導入と実施をサポートしている。
- ・「ワン・ストップ・ストップ」の導入により、会社の設立、投資、安定的な事業運営に必要な各種行政手続 (政府承認、税体系、長期滞在ビザ等) の円滑化及び諸手続きの削減を図っている。
- ・政府と民間セクターとの間の効果的なパートナーシップの実現を目指し、企業再生支援委員会 (Supporting Committee for the Revival of Companies, CAPE) を設立予定。同委員会は、民間セクターの発展を目的としたさまざまな対策を考案・実施し、政府と民間の対話を行う為のプラットフォームとする。

4)物流及びサプライチェーン

- ・ASYCUDA (税関データ管理自動システム) 導入による、税関手続きのコンピュータ化を実施予定。港湾・空港における通関手続きの合理化により、通関時間の短縮を目指す。
- ・巨大インフラ整備事業 (道路、鉄道、港湾、空港) を実施する。

5)諸外国との協調状況

- ・各種国際援助団体より、マダガスカルを経済発展を支援するとの表明が行われており、2002年7月にパリで開催された「マダガスカル友好国会議」の席上では、支援パートナーより援助実施の発表があった。パートナーには世銀、EU、アフリカ開発銀行等が含まれている。

3.3 外資政策

- 1)マダガスカルを経済復興・再生にむけて、民間・外資の活用を積極的に打ち出している

ことから、外資誘致・各種政策立案担当機関である民間セクター開発局との面談を以下の通り実施した。

面談者：Directeur General du Developpment de Secteur Privee

Ministere de Budget de l'economie et des Finance

(氏名) M. Henri RAKOTOARISOA

主要議事：

- ・外国投資誘致政策の担当者。
- ・現状では、国内外資本に関して差別的制度は無く、100%外資企業の設立も可能。
- ・マダガスカル会社形態としては、基本的に有限会社と株式会社の2種類である。
- ・関税免除の Free Zone 制度はある。但し、単純に原料を輸入しマダガスカルにて加工の上輸出という業態では不可であり、マダガスカル資源を使った輸出が基本原則であるが、その認定基準もその加工度合による部分が多い。(単純加工品では不可の可能性高い)
- ・チップ輸出事業迄のスキームを説明するに、植林会社とチップ加工・輸出会社を別会社にするやり方が better ではないかとのアドバイス有。
- ・外資優遇税制等に関しては、財務省側に別の担当組織があるとのこと。

2)同局の機能

国内投資推進

外国企業(海外資本)の誘致

投資家への各種情報の提供

投資家に対する以下各種手続き、規制の簡素化

- ・会社設立、変更、解散等
- ・外国投資家に対するビザ発行
- ・外国労働者に対する労働許可
- ・外国投資家に対する土地取得申請、許可
- ・会社設立申請手続き
- ・フリーゾーン許認可
- ・詳細施策に関しては、同局より投資ガイドライン“MADAGASCAR Land of Opportunities”が発行、配布されている。

3)その他外資政策

外国人による土地保有自由化

- ・外資誘致政策の一環として、外国人による土地所有を認める。
- ・フランスによる19世紀からの植民地化以来、マダガスカル政府は外国人土地所有権に関しては非常に慎重に国民の間にも抵抗感が非常に強かったが、今回これを認めたことは大きな変革であり、それ以上に経済発展を目指すという意欲の現れとの見方が大勢である。

税制改正

- ・各種輸入品目(建設資材、農業資材、輸送機器)に対する関税を大幅免除。
- 税務セクター責任者との面談では、

- ・ 自由貿易、自由市場の推進
- ・ 経済発展に向け民間セクター活力の導入
- ・ 経済発展に向けた外資誘致の推進

の実現に向け、税制面での各種具体的インセンティブ・プランを策定中との非常に積極的コメント有。

3.4 労働事情

1) マダガスカルにおける労働事情調査を主目的に、労働・職業省との聞き取り調査を以下の通り実施した。

面談者：Directeur du Travail et des Relations Professionnelles

Ministere de Travail et de la loi Sociale

(氏名) M. Laureat

主要議事：

・労働法・法規及び社会保険関係が管轄とのことで、本プロジェクトが日本の技術のマダガスカル

への移転、地元の雇用創出(延いては地方開発による地方の活性化)、森林再生に繋がることを大いに期待しているとの意見聴取。

2) 基本労働条件等

週 40 時間労働 (非農業部門)

週 42 時間 30 分労働 (農業部門)

週 20 時間以上の超過労働に対しては労働省の許可制

年間有給休暇 30 日 (2.5 日 × 12 ヶ月)、制度は義務であり、未消化、買取は制度上無。

公休日：年間 14 日

最低賃金規制：以下の熟練度によるカテゴリー別賃金テーブルを参照のこと。

(非農業部門) Non agricultural section

Index point : 1,143 Monthly wage volume : 173,33

Professional category	EMPLOYEMENT			SENIORITY		
	Index	HOURLY WAGE (fmg)	MONTHLY WAGE (fmg)	Index	HOURLY WAGE (fmg)	MONTHLY WAGE (fmg)
M1-1A	995	1 137	197 075	1020	1 166	202 105
M2-1B	1025	1 172	203 145	1080	1 234	216 890
OS1-2A	1090	1 246	215 970	1145	1 309	226 890
OS2-2B	1150	1 314	227 755	1220	1 394	241 620
OS3-3A	1225	1 400	242 660	1310	1 497	259 475
OP1A-3B	1315	1 503	260 515	1430	1 634	283 220
OP1B-4A	1440	1 646	285 300	1570	1 795	311 125
OP2A-4B	1580	1 806	313 035	1780	2 035	352 725
OP2B-5A	1835	2 097	3663 475	2105	2 406	417 030
OP3-5B	2160	2 469	427 950	2370	2 709	469 550

(農業部門) Agricultural section

Index point : 1,143 Monthly wage volume : 173,33

Professional category	EMPLOYEMENT			SENIORITY		
	Index	HOURLY WAGE (fmg)	MONTHLY WAGE (fmg)	Index	HOURLY WAGE (fmg)	MONTHLY WAGE (fmg)
M1-1A	995	1 000	200 000	1020	1 025	205 000
M2-1B	1025	1 030	206 000	1080	1 085	217 000
OS1-2A	1090	1 095	219 000	1145	1 151	230 200
OS2-2B	1150	1 156	231 200	1220	1 226	245 200
OS3-3A	1225	1 231	246 200	1310	1 317	263 400
OP1A-3B	1315	1 322	264 400	1430	1 437	287 400
OP1B-4A	1440	1 447	289 400	1570	1 578	315 600
OP2A-4B	1580	1 588	317 600	1780	1 789	357 800
OP2B-5A	1835	1 844	368 800	2105	2 116	423 200
OP3-5B	2160	2 171	434 200	2370	2 382	476 400

有休制度は年間 30 日。制度は義務であり、未消化、買取りは制度上ない。

労働組合は、産業別。大きなものは 7~8 組合。

最近ストライキはない。労働争議については労働・職業省が担当。

3.5 エネルギー政策

本調査では、マダガスカル共和国エネルギー・鉱山省エネルギー局長と面談し、同国のエネルギー政策について説明を受けた。以下に面談録を付す。

面談録

先方役職/氏名 : エネルギー・鉱山省 エネルギー局長 M.RAMANANTSOA

日時 : 2003年10月29日 14:00~14:30

当方出席者 : 原口調査員、中村調査員、船曳調査員、他通訳

要旨

- ・電力はJIRAMA（電力と水道の供給公社）が供給している。
- ・IPP事業は政策として奨励している。
- ・国としてのエネルギー計画はある。
- ・ヨハネスブルグの世界環境サミットでバイオマスの促進を政府として発表している。
- ・植林地そばのブリッカビルには、200kW超のJIRAMAの火力発電所があるが、需要は商業用民生部門のみ。また近郊にサトウキビ（バガス）を用いたバイオマス発電施設がある。
- ・トアマシナ州は、全体としては首都のアンタナナリボに電力供給をしている。
- ・州都トアナシナ（タマタブ）の電力需要は逼迫している。

なお、エネルギー局長より、同国のエネルギー政策について書面にて回答を得たので、以下の項においてその内容を記す。

3.5.1 概要

本調査におけるマダガスカル共和国のエネルギー政策については、同国エネルギー局長よりの開示された資料に記載されている。本資料は、マダガスカル国政府が自国のエネルギー部門に対して、その発展と再構築のために要請した詳細な現状報告と、行動計画、その導入計画の要約であり、政府によるマクロ経済的な方針に適合し、貧困の低減と、経済発展に資することをその目的としている。

3.5.2 マクロ経済的枠組

マダガスカル政府は経済成長を加速するために、民間投資の活力/主導のもとでの広範な経済再生策を打ち出しているおり、この政策は以下の4点をその根幹としている。

- 国家の生産活動現場からの撤退。
- ビジネス環境の改善。
- 公共機関の管理機能の向上。
- 新たな部門別の法規制枠組みによる、民間参入を促進する環境の創出。

近年の調査では、政府が望ましい改革を行った場合、2003年における経済成長は7%、インフレ率は5%以下になると予測している。経済インフラの不足が経済成長と貧困の撲滅に対する障壁となっており、特にエネルギー部門での障壁を軽減するために、政府は以下の施策を採用している。

- ・ 受益者、民間部門の参加および再生可能エネルギー導入の推進による、電力アクセス

人口の増加。

これにより、最貧困層の雇用/所得の改善、発電コストの削減と、売電収益の向上を見込む。地方の電化による住民生活の質的向上と、(周辺社会から)完全に隔絶された地域の解消を目指す。

- ・ 貧困層の燃料である薪炭材の取引と、その利用方法の改善。これにより以下のような成果が見込まれる。
 - ・ 薪炭剤を調理、熱供給に用いる際の健康リスクの軽減。
 - ・ 森林破壊、土壌流出、生物多様性喪失の軽減。
 - ・ 温室効果ガス (GHG) の排出削減。
 - ・ 家計の薪炭材購入支出の軽減。
 - ・ 雇用創出と所得増加、農村地域での生活質向上。
- ・ エネルギー部門の法規制改革

3.5.3 政策の目的

政府のエネルギー部門の政策は、貧困層に安定的で良質で安価なエネルギーを供給することにより、(エネルギー利用の改善を)直接的に支援することである。

このエネルギー政策は3つの点に重点を置いている。

- ・ 経済性： エネルギー供給、生産、分配、消費の合理化。
- ・ 環境： エネルギー供給目的の森林経営の上での、農村地域における適切な管理と基本的な生態系バランスを尊重。
- ・ 社会： 都市部/農村地域の双方での、エネルギー供給が受けられる人口の増大。

3.5.4 対策

生活の質を持続的に拡大、改善させるための国家のキャパシティは、電力部門の近代化と成長に大きく依存している。電力需要はここ数年で大きく成長することが予想され、電力部門の再構築が急務である。

国営電力部門への民間の参入による電力産業の発展は、経済成長への支援と、国民の切望する福祉の向上を保証するものである。民間参入は徐々に達成されつつあり、国が規制ツールを産業部門に設定することは競争の阻害につながる。電力部門の効率性と競争は、電力市場の存在により促進され、これにより高い安全性と安定性、適切な価格で電力を供給できる。

再構築のその他の目的は以下を含む

- ・ 電力コストの削減
- ・ 公共所得と、環境保全の最大化

石油部門に関しては、これらの目的は石油生産物の安定的な供給システムを提供することである。この目的は、

- ・ 社会保障と環境保全を、全ての石油設備において導入。
- ・ 全ての石油消費者に対する、石油製品とサービスの、最適価格 (best price) での公平な提供の保証。
- ・ 自由で競争的な市場の設立と、一部に対する優先的な供給の排除。

- ・供給インフラの多様化と改善のための、新たな投資家と事業化を呼び込むための最適な環境を構築。

電気部門に関しては、政策の目的は、

- ・安全で最適な価格の電力供給の保証。
- ・都市部の電化率の加速（2005年で50%を目標）と、農村部の電化率の加速（2010年で10%を目標）
- ・民間の参入と、裕福な地域共同体による、電力にアクセス可能な人口の増強（国営電力事業とのパートナーシップ）。
- ・再生可能エネルギーの促進（太陽光、風力、水力等）

3.5.5 戦略

エネルギーを利用可能な人口を増加させ経済成長を支援するために、ここでの戦略は以下に焦点をおいている。

- ・エネルギー部門の法規制枠組の見直し。
- ・自由化と競争原理の導入の加速（可能であれば）。
- ・事業部門での規制解除。
- ・事業開始時と運営過程における、環境と健康に対する基準の導入。
- ・エネルギーにアクセスできる人口の増加。
- ・地域的エネルギー源、特に再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力等）の開発。
- ・エネルギーシステムの効率性、経済性の向上。
- ・その他部門でのエネルギーの調整。

3.5.6 行動計画

短期計画

- ・エネルギー部門に関するさまざまな法律の制定
- ・第三者による電力規制管轄部署の設立
- ・電力に関わるエネルギー関連行政のチェックと追跡調査
- ・規制の導入
- ・法手続きに従った、電力価格の追跡調査
- ・中立的な立場からの、電力部門への競争と民間参入の促進
- ・電力事業を管轄するための、明解で公正な制度/契約の整備。
- ・電力事業に関わる国営ファンドの設定。

ファンドは2002年7月制定の法律により設立、農村地域の電力開発補助金をファンドにより調達し、（電力事業の）委任/譲渡契約を保有する事業者に提供する（この額は総投資額の70%を超えない範囲であり、これを超えた分は割り引かれる）。

- ・ADER（Agency for Rural Electrification Development：農村電化開発局）の設立。この部局の主要な任務は、
 - ✓ 民間事業者による電力、電話、テレビといった電気関連サービス提供の促進。
 - ✓ FNE 資源を利用した農村の電化計画の監督とファイナンス。
 - ✓ 事業者に対する技術的なアドバイスの提供。
 - ✓ 事後評価と、社会経済的/環境的な評価の実施。

- ✓ 当該事業の新興と構築の推進と推奨
- ・（電力市場における）競争と、経営監査、経営契約に対応するための、JIRAMA 社の再構築。
- ・ FNE との協力による、年間 150 ヲ村の農村電化プログラムの開始。
- ・ IPP 事業の開始（新たな水力発電所の建設）

中期計画

- ✓ 石油製品の輸入・精製・取引の完全な自由化、および石油産業に対する全ての規制と助成を撤廃することによる、製品価格の正常化。
 - ✓ 石油製品に対する税金の正常化。
 - ✓ 農村地域における薪炭使用の、ガス/灯油への転換を促進するプログラムの導入。
 - ✓ 薪炭の非効率的な利用、生産、使用、取引の改善。
 - ✓ 既存の森林の自主的な経営の促進。
 - ✓ Mahajanga Integrated Pilot Program project (PPIM)²の拡大と、薪炭節約プログラム(PNEBE)³の拡大。
 - ✓ エネルギーの節約と代替エネルギー（ガス、灯油、植物残渣）の普及。
- エネルギー消費の少ないランプや精糖工場でのコジェネレーションの拡大による、Program for proper use of energy (PURE)の推進

² Mahajanga Integrated Pilot Program project (PPIM): マダガスカルエネルギー鉱物省による、持続的な薪炭材供給を目指したプログラム。

<http://www.bergergroup.com/berger/now/services/14madagascar.html>

³ Firewood Saving National Program (PPIM): 薪炭消費の軽減と、家計のエネルギー支出の低下を目指す政策。 http://www.itdg.org/html/energy/docs48/bp48_pp20-22.pdf

3.6 森林政策、森林整備状況

第1章で述べたが、FAOの調べによれば2000年時点でのマダガスカル¹の森林面積は約11,727千ha。内、1990年から2000年における森林減少率は0.9%と、毎年約117千haの森林が消失している。森林減少の主因は、慣習的に行われている焼畑や放牧のための火入れ、薪炭材生産のための火入れ等による森林火災であるとされている。

当国の森林政策及び実施状況を把握するために、関係者への面談を以下の通り実施した。

1) 環境・治水・森林省

面談者：治水・森林局長 M. Paul RAONINTSOA s Eaux et Forets

面談内容

- ・当国において、森林減少問題は大変頭の痛い問題であり、現在、各種政策を進めている。本案件はタイムリーな調査であり、現政策の促進/今後の日本との投資関係等非常に重要な調査と理解する。
- ・新大統領/新体制の元、現在3P(Public：公共整備、Protection^{注1)}：森林整備・保護、Polcy：対外投資の促進)を政権の柱とし、精力的に公共投資及び制度等の見直しを行っている。
- ・植林プロジェクトに関しては期待大であり、必要な限り協力したい。また、マダガスカルとしては政府として全国区プロジェクトとして2004年からの5年間で100万ha植林計画もあり、
そうした観点からも、日本資本の地元民への技術伝授はありがたく評価できる部分。
- ・現状では、植林関係及び公共事業関連の法律も整備できているとは言いがたい状況ではあるが、現在整備を進めている最中であり2005年中の整備を目指している。
- ・当方よりは、このプロジェクトのマダガスカル側責任者になって欲しい旨を伝えた。

注1)：2004年から5年間で100万haの植林計画。但し、2002年度実績700ha。野火の厳禁等。

2) Toamasina州森林局(DIREF)

当森林局は、我々が2000年10月より実施した試験植林の植林作業及び監督者である。森林局が管理している森林面積は保護林が約240万ha、ユーカリ等の植林地が約7万~10万ha。ファナラマンガのマツの植林地が約5万ha。森林局員は約36人で全体の森林を管理しているが、人員・資金不足(車両等の移動手段が乏しい)により、実際の森林面積、蓄積量を把握できていない模様。以下に面談録を記す。

面談者：DIREF 局長 M. ANDRIANIANA

FOFIA Mme. RAZAFIMAHARO

要旨

- ・森林データ(現状のバイオマスの材積量)は未整備。当方よりJICAを通じ日本の森林管理システム導入を依頼してはどうかと提案。
- ・データが未整備なのは、行政と事業者のコミュニケーション不足、政治家や金が絡み監督しきれていない点、政策に地元の意向が入っていない点が根底にある。
- ・DIREFとしては、各県の案件ニーズの発掘を開始(森林局にてデータを一元管理。出

張等を行い実情把握に努める。現状机上の管理のみで実地に調査は行っておらず、かつ、現状の伐採許可が役人や地元有力者等の圧力で調整が上手く出来ていない。(現在のベースとなるバイオマス量でなく、今後のバイオマス量の変化を記録する事が行われる)

- ・ 森林局の予算は、中央政府の予算に比べ森林局独自予算が圧倒的に多い。森林局独自予算の財源は森林開発(伐採)に許可権(地方森林局の CIREEF が徴収)が主なものである。

(権利関係)

- ・ 立木

自然林は政府のもの

人工林で民間が管理すれば伐採の契約の中に法に基づいて立木権を設定する

- ・ 伐採

自然林の伐採権は政府が売却する

地元行政(州・県・市・村)の許可を基に DIREF が伐採権を認める。実地検証の上、木の大きさ等を勘案し金額を決める。申請は 年毎(は3年程度)に更新可。

- ・ 植林

自分の土地に植林した場合、立木は事業者のもの。伐採権は無料。但し統計を取るため申請は必要。

- ・ 土地がリースの場合、土地の開発権の契約が有効な間、立木は事業者のもの。伐採権は無料。但し統計を取るため申請は必要。

- ・ 土地開発権が効力を持たなくなった場合、土地所有者と事業者とで協議の上シェアしなくてはいけない

- ・ 土地所有権

植林区画については、事業者が森林局に申請する。

土地境界が不明な場合、交渉で決める。森林局、土地管理局、地元有力者、地元関係者と交渉し配分を確定する。

決められた区割りについてそれぞれリース契約を行う。

3) ムラマンガ森林局

当森林局は、上記の Toamasina 森林局の下部組織である。ムラマンガ周辺は Amntananarivo と Toamasina との中間に位置し、周囲に森林資源が多いことから、マダガスカル国内の製材業の中心地である。以下に、面談録を記す。

面談者：森林局長 Mme.RAZAFINTSALAMA

要旨

- ・ 森林局が管理している森林面積を正確には把握していない。天然林は 30 万 ha。来年 1 ~ 2 月に衛星画像分析で植林面積が判明すると思うが、今は分からない。
- ・ 伐採業者への許可総量や現在有効な許可量も把握できていない。
- ・ 自然林の伐採も、切ってよい木、そうでない木など分類している(但し、基準は不明)。
- ・ 伐採量は、今後、伐採時に輸送についても許可を出すため、把握できている(業者からのデータ)。
- ・ 野火は、乾季に行われ、規制しているが慣習でもありなかなか守られない。薪炭販売業者周辺の先週の山火事は 300ha。

3) ムラマンガの製材業者

面談者 ヘンリー・マンセル・チャンベン氏一家)

要旨

- ・ 森林局より5年間で800haの伐採許可を得ている。森林局への支払いは800ha5年分を2ヶ月ごとに分割して払う。
- ・ 森林資源が枯渇し、新規の許可はなかなか下りない。
- ・ 同社は、800haのうち4年半分程度しか伐採出来ていない。残りは伐採が困難な場所。
- ・ 伐採後の植林は、森林局が上記支払いで代行する(但し、実態は不明)。
- ・ 現在、製材業者が組合を作り、組合自らが植林を行おうとしている。
- ・ 製材会社が、伐採、輸送の手配を行う。(伐採専門は少ない)
- ・ 輸送コストは、30km、角材(20cm×16cm×2.5m)を80~100本(乾季)で1万MFG。但し輸送は乾季の間の3ヶ月程度(10台/月)。雨季は山にトラックは入れない。
- ・ 製材業者はムラマンガで30社程度。
- ・ 伐採現場への道は伐採業者がつける。

(面談所感)

面談時に管理面積、蓄積量等質問しても正確な情報は得られなかった。Toamasina州森林局の事例にみる通り、現在の森林局員数で十分な森林の管理することは可能と思われにくい。また土地や立木の所有権に関し、慣習的な所有権があることははっきりしたが、実態は不明である。プロジェクト実施における植林の申請手続き、許可、土地の区分、法的な根拠等不明な所が多い。当国の森林減少の一因に森林管理の未整備があると思われ、必要な財源・情報・技術等に対する対外的な支援が望まれる。



写真 3.6.1 ムラマンガ付近での野火による森林火災跡地

3.7 道路、港湾等のインフラ整備状況

3.7.1 現状概観

マダガスカルは道路網は全長 3 万キロであり、その内 1 万 4 千キロは今後 6 年間に改修・整備工事を実施する予定。

鉄道網は 8 7 0 キロでありこれについても改修工事を計画している。

また、民営化の観点より、北部鉄道網については 1997 年より COMAZAR グループにて運営されており、南部鉄道網についても USAID、世界銀行の資金提供のもとに整備が進められている。

航空網に関しては、マダガスカルには 12 の空港が存在し、内 5 つが国際空港で運営は政府系の会社 ADEMA によって行われている。

航空路線については、ヨーロッパ、アフリカ、アジアの三大陸との直行便が運航されている。現在、Air Madagascar によって、国内、国際線ともにネットワーク整備が進められている。

港湾設備については、マダガスカルには国際港 6、国内港 12 があり、このうち最大規模の最重要国際港は、東部に位置する Toamasina 港。

通信網は、政府系の会社 TELMA によって運営されており、主要な都市がカバーされている。携帯電話網は、ANTARIS、MADACOM、INTERCEL の 3 社によって運営が行われている。

インターネットプロバイダーは、WANADOO、SIMICRO、BLUE LINE 等の大手を中心に多数が事業を行っている。

郵便網は、政府系の会社 PAOSITRA MALAGASY を中心に運営されており、一部の国内便を民間の COLIS EXPRESS、国際便については UPS、FEDEX、TNT、DHL 等の大手業者が参入している。

* 過去 10 年間に於ける道路網の深刻な荒廃、並びに鉄道網の封鎖に対処すべく、政府は援助団体の支援を受けながら、大規模なインフラ補修事業に着手中。

3.7.2 関係者への状況聴取

マダガスカルは経済復興・再生にむけて、インフラ整備の関連局である公共事業中央局、運輸局への面談を以下の通り実施した。

1) 公共事業中央局

面談者：Directeur Central des TP,

Vice Primature,

(氏名) M. Andre

主要議事：

- ・ Antananarivo ~ Toamasina への N 2 道路は、雨期の崖崩れひどく、頭の痛いところであり、この対策の為に植林により法面植栽効果・技術を教えて欲しい。
- ・ マダガスカル道路に関しては、A ~ D 迄のランク付があり、それにより整備要領が決められる。
- ・ 事業化想定の場合、Brickavill ~ Toamasina 港間の道路整備が必須であると考えが、この計画はとの問いに対して、Toamasina 港は物流拠点になりつつあり、交通量も増

えてきていることから、現状は相当悪いが、近々整備工事入札の必要あると考えている。
(あくまで予算つけばの話であるが)

- ・マダガスカル主要幹線道路の建設、大型整備は海外援助に依存している部分大で、メンテナンスを自国資金で賄っているのが現状とのこと。
- ・マダガスカル総道路距離：31,438km で、その内 5889km は整備状態良好。
- ・整備計画は A ~ D の 4 ランク評価をの上、優先順位を決めて整備計画策定中。
- ・乗用車：115,805 台、トラック：15,820 台、荷馬車：7,000 ~ 8,000 台
- ・主要国際港は 3 港 (Toamasina 港、Antsiranana 港、Mahajanga 港)

2) 運輸局

面談者：Directeur des Transport,
Vice Primature,
(氏名) M. RALSON Jean Honore

主要議事：

- ・陸海との輸送問題に関しては管轄部署とのこと、事業化の際に対象となるであろう地区の道路、鉄道(アンタナ/ピリッカビル間線路有) バージ輸送の現況につき調査依頼。
- ・マダガスカル政府としては大量輸送の観点より、鉄道輸送に注力の方向性ありとのこと、又、同趣旨にて運河の整備計画もあるとのこと。

3) Toamasina 港 (チップ輸出候補港) の状況

本プロジェクト実施の際に、日本向け製紙原料用木材チップの輸出港である Toamasina 港を訪問し、関係者と以下の打合せを実施した。

面談者：Assistant du Directeur des Operations Portuaires, Toamasina
(氏名) M. Johnson RAKOTONIRINA

主要議事：

- ・外国企業の貨物大歓迎とのこと、但し過去中国企業に騙され土地整備等先行したが、結局逃げられたという苦い経験有。
- ・将来的に港近辺にてチップ工場建設の可能性はとの問いに関しては、現状港の後背地は相当手狭(見た感じも)とのこと、幹線道路から 4km のバイパスを繋ぐ計画有り、道路周辺に工場、倉庫用地 150ha を準備する予定とのこと。
- ・翌日、この道路を見に行ったが、確かに幹線道路より約 1km 程度は立派なコンクリート舗装道がついていたが、現在は予算不足にて工事中断中の状況。

Toamasina 港概容

a) 水路等状況

- ・入港用の水路は最浅水深 19m、可航幅 250m。
- ・潮差は約 0.3m とのこと、潮流の影響は少ない港である。
- ・岸壁付近の操船水域は半径 300m であり十分な広さである。

b) タグ・ボート等

- ・稼動中のタグ・ボートは2隻。能力は2,350HP×1隻、1,750HP×1隻。
- ・水先人は3名体制。

c) バース状況

< 外貨バース × 3 >

- ・コンテナ用×1：岸壁長171.5m、水深10.5m
- ・バルク用×1：岸壁長219.5m、水深9.5m
- ・共用×1：岸壁長135m、水深10.0m
- ・過去の実績より最大船長210mまでの船が接岸可能であるが、チップ専用大型船が入港するためには、係留設備（フェンダー容量不足、不適切配置等）の整備が必須。
- ・インド洋のサイクロン襲来に十分注意が必要で、バース実稼働時間への制約となるとともに、STORM BITT（停泊中の強風への措置）の増設が必要。

< 内貨バース × 5 >

d) Toamasina 港レイアウト図

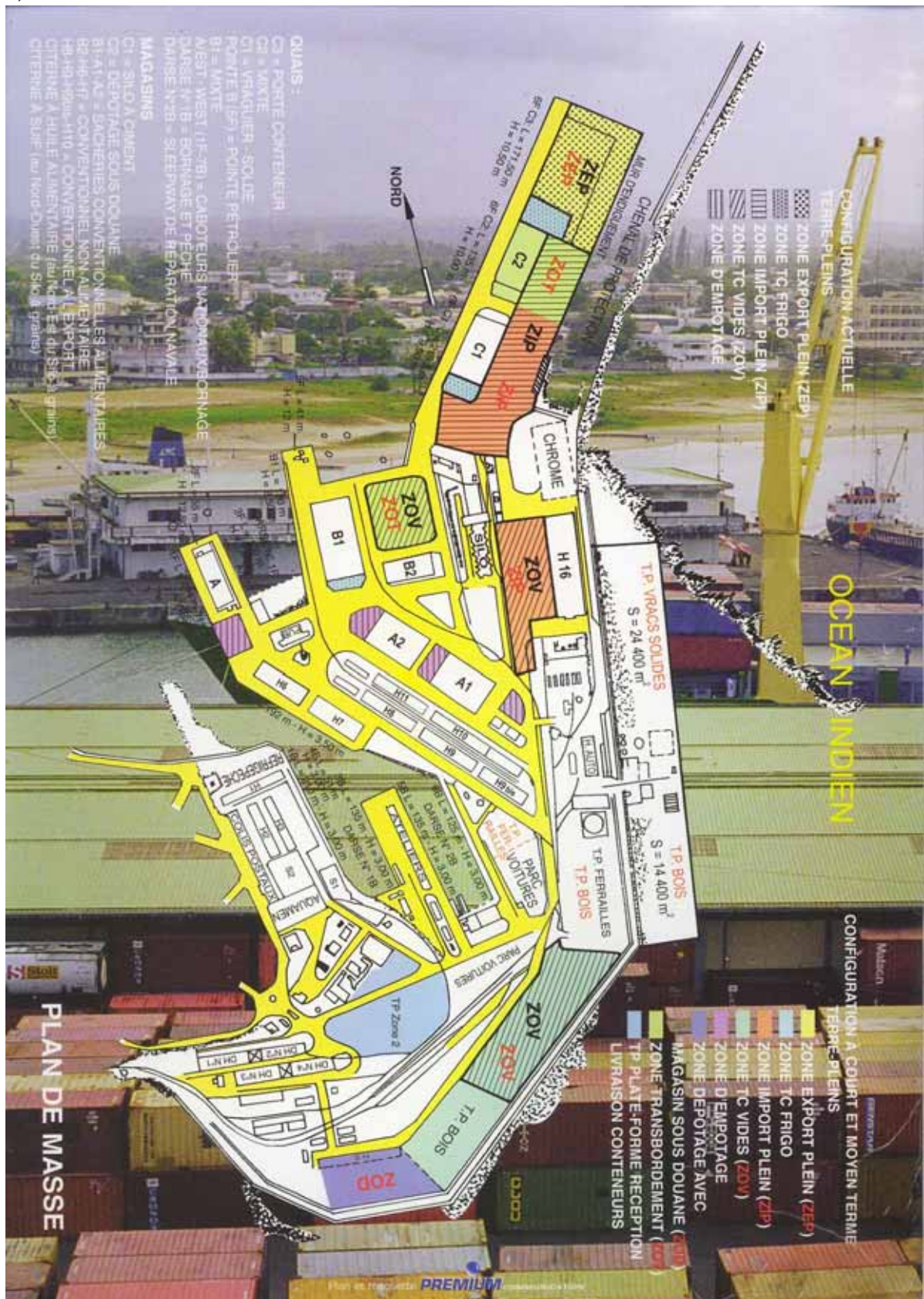




図 3.7.2-1 Toamasina 港外貨バース（コンテナバース）



図 3.7.2-1 港までのバイパス（工事中断）工場、倉庫用地に整備計画有

e)主要輸出入品目実績 (1999年～2002年実績)

DESIGNATION	1999	2000	2001	2002
EXPORTATION				
Conteneurisé				
Produits agricoles	75 932	58 961	69 862	31 628
Produits miniers	16 733	20 061	15 375	11 389
Produits raffinés	11 922	10 904	6 349	4 561
Produits forestiers	20 179	27 436	29 769	17 660
Autres produits	29 801	53 261	38 664	23 302
Conventionnel				
Chrome	76 170	62 360	73 500	62 400
Bloc de granite	1 209	2 249	113	0
Palettes litchis	8 336	9 808	11 266	8 456
Bois	23 923	0	9	0
Ferraille	0	0	5 529	0
IMPORTATION				
Conteneurisé				
PPN	60 969	91 559	67 469	77 535
Matériaux de construction	26 502	48 238	49 963	22 122
Produits dangereux	28 053	44 972	41 009	28 233
Autres produits	138 989	140 622	169 531	87 662
Conventionnel				
Ciment en vrac	93 439	128 030	132 945	109 968
Huile en vrac	24 194	28 470	24 460	5 000
Sulf	7 260	3 575	3 423	1 136
Bile en vrac	20 434	0	29 907	25 000
Fardeaux de fer	20 963	30 437	18 566	16 931
Bib big ciment	13 308	0	7 158	5 000
Sac farine	20 373	47 003	14 837	2 495
Sac sucre	9 181	17 504	25 133	0
Sac riz blanc	115 160	203 318	245 240	138 044

f)主要荷動き実績 (1992年～2002年実績)

TRAFFIC MARITIME DE LA S.E.P.T
SUR 10 ANS (DE 1992 A 2002)

TRAFFIC GENERAL	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Traffic maritime											
Marchandises conventionnelles	444 000	442 000	629 000	543 000	493 000	535 000	599 000	599 347	482 343	696 293	515 596
Marchandises conteneurisées	261 000	379 000	394 000	336 000	369 000	496 000	503 000	636 503	672 104	802 998	512 823
Hydrocarbures	534 000	622 000	657 801	664 172	641 101	775 998	896 347	906 700	1 041 562	854 498	604 156
TOTAL	1 239 000	1 442 000	1 681 000	1 543 000	1 477 000	1 807 000	1 937 000	2 156 550	2 196 029	2 353 729	1 632 545
Traffic de conteneurs											
Pleins	18 739	25 640	26 319	26 211	30 602	36 873	46 813	44 619	48 162	56 437	34 752
Vides	7 762	7 757	7 982	11 131	10 933	15 093	16 265	21 930	19 380	23 953	17 583
TOTAL TC	26 501	33 397	34 311	39 342	41 535	51 966	62 078	66 549	67 542	80 390	52 315
TOUCHEES DES NAVIRES											
Long cours											
TC	233	226	286	270	271	230	225	266	269	324	262
Cargo						72	69	102	97	83	40
RO-RO					17	19	18	18	27	29	17
Autres long cours	64	57	65	74	72	14	9	10	9	7	2
Pétrolier	84	77	63	60	101	98	104	93	44	39	58
Cabotage	84	77	63	60	101	98	104	93	71	142	87
Bonnage et pêche	469	454	479	599	714	859	879	915	893	759	914
S/TOTAL	849	816	692	993	1 175	1 393	1 410	1 477	1 456	1 383	1 400

3.8 トアマシナ州の政策

3.8.1 トアマシナ州の現況

1) 主要産業

針葉樹製材の加工、輸出：代表企業は TIB、PINEXPORT、EIRH の 3 社
 エビの加工：代表企業は Refrigepêche Est、Import Export de Toamasina、
 La Bouffe、Pêche Sainte Marie、Sunrise、Kwan Chung et Cie、
 Madagascar PESCA の 7 社
 サトウキビの栽培、製糖加工：SOMAPALM(プラテーション)、SIRAMA (製糖加工)
 石油精製

2) インフラ整備状況

トアマシナ州の道路網：全長約 1,320km
 内、アスファルト舗装道路：446km (34%)
 通年通行可能道路 ：369km (28%)
 乾期通行可能道路 ：503km (38%)
 水上輸送網：全長約 482km
 内、整備された運河：152km
 航行可能河川 ：330km
 鉄道網：全長約 370km
 走行可能区間は、Antananarivo-East Coast, Moramanga-Alaotra
 空港整備状況：アスファルト舗装滑走路× 4 (Toamasina, Sainte Marie, Mananara
 Nord, Maroantsetra)
 草地滑走路× 2 (Mahanoro, Vatondry)
 港湾：4 港 (Toamasina, Maroantsetra, Mananara Nord, Sainte Marie)

3) 労働状況

Description	Global	Male	Female
Total of population :	1,339,227	665,995	673,232
Labour force :	857,588	526,537	331,051
Working labour force	799,793	494,193	305,600
Unemployed labour force	6,159	3,979	2,180
Labour force working in agricultural, hunting, and fishing			
Agriculture, hunting and annex activities	684,379	421,732	262,647
Forestry operation and annex activities	1,715	1,123	592
	18	17	1
Fishing, fish breeder and other activity	24	20	4

Source: RGPH 1993

4) 土地利用状況

主な土地利用状況は、

- ・ 農業：稲作、果実（バナナ、パイナップル、シトラス、ライチ）
- ・ 商業プランテーション（バニラ、砂糖きび、コーヒー、ペッパー、クローブ）

- ・ 牧畜（ニワトリ、牛、豚）

森林面積：

- ・ 02 Integral natural reserve : 75 388ha
- ・ 04 Special reserve : 73 650 ha
- ・ 02 National park : 34 000 ha
- ・ 07 Preserve hunting : 117 522 ha
- ・ 95 Classified forest and forest reserve : 1 296 565
- ・ National forest : damage situation and undetermined location) : 930 000 ha

その他

- ・ 国への主要水力供給地域
- ・ 主要水路：Mananara、Simianona Maningory、Onibe、Ivondro、Riniala、Sakanila、
Manampotsy、Mongoro
- ・ Ambatondrazaka 湖所在

3) エネルギー需給

25,000 世帯が使用

内訳：燃料用炭 80%、ガス・電気 20%

消費量：0.5 t / 世帯 p.a.

4) 植林プロジェクト及び受入機関等

関係法令等：

- ・ Decree and orientation policy of Project
- ・ Decree and policy for lands and woods
受入機関、体制等
- ・ Inter regional Director of Environment and Forestry
- ・ 4 district environment and forestry (CIREEF) : Toamasina、Fénérive Est、
Moramanga、Ambatondrazaka
- ・ 17 sections of forestry (CEF) : Brickaville、Mahanoro、Marolambo、Anosibe an'ala、
Ambatondrazaka、Fénérive est、Soanieran'Ivongo、
Moramanga、Toamasina、Vatomandry、Antanambao
Manampotsy、Amparafaravola、Andilamena、
SainteMarie、Mananara Nord、Maroantsetra、
Vavatenina.
- ・ 調整機関：Group of work for Rural development (GTDR)、Forestry committee

3.8.2 トアマシナ州知事からのサポートレター

尚、我々は、今回の調査期間中、Toamasina 州知事と面談する機会がなかったが、後日、州知事の意向として、以下のサポートレターを受領した。

(和訳)

トアマシナ、2004年2月3日

内務構造改革省
トアマシナ自治州政府
治安・環境保護局

トアマシナ州知事

王子製紙(株)原材料本部植林部
原口直人殿

主題：大規模植林プロジェクト

謹啓

貴殿が前回トアマシナに滞在された折、地域発展のため京都議定書に対応する大規模植林プロジェクトを発案されました。

本プロジェクトの可能性・環境への寄与・社会経済に関する調査を実施されました。我々は20000ヘクタールの土地の提供に同意する用意があり、貴殿らが対象地として考えておられるトアマシナ - ブリカビル - バトマンドリにおいて本案件を実施されるのをサポートするつもりです。

本件実施の際、貴殿らは特典を与えられたパートナーと位置づけられます。また当自治州は、本件に関する全ての活動に関する情報を与えられること、関わっていくことを望みます。

本件の実施を待ちつつ、貴殿らに期待し、近々貴殿らがおいでになることを楽しみにしております。

敬具

州知事代理
治安・環境保護局長

コピー to

- ・ 日本国大使
- ・ マダガスカル政府首相
- ・ 外務大臣
- ・ 財務大臣
- ・ 環境治水森林大臣
- ・ 農業畜産水産大臣

REPUBLIKANT MADAGASIKARA
Tanindrazana – Fahafahana – Fandrosoana

MINISTRE DE L'INTERIEUR
ET DE LA REFORME ADMINISTRATIVE

DELEGATION SPECIALE DE LA PROVINCE
AUTONOME DE TOAMASINA

DIRECTION DE DEPARTEMENT
SECURITE CIVILE ET
CONSERVATION DE L'ENVIRONNEMENT

N° 0044-04 /MIRA/DS/PA/TOA/SCE

Objet : *Projet de reboisement à grande échelle*

Toamasina, le 03 Février 2004

LE PRESIDENT DE LA DELEGATION SPECIALE
DE LA PROVINCE AUTONOME DE TOAMASINA

à

Monsieur HARAGUCHI Naoto
Manager, Forest Department
Raw Materials & Purchasing Division
OJI PAPER Co, LTD
JAPON

Monsieur le Directeur,

Il a été initié lors de votre dernier séjour à Toamasina la réalisation d'un projet de reboisement à grande échelle pour le développement propre de la Province et dans le cadre de la mise en œuvre du protocole de Kyoto.

Il a été notamment étudié la faisabilité, les avantages écologiques et socio-économiques que procurerait ce projet. Nous serons disposés à vous accorder un Périmètre de reboisement de 20 000 Ha et vous soutenir dans la réalisation de ce dessein que vous comptez mettre en œuvre dans le triangle Toamasina – Brickaville – Vatamandry.

Vous serez toujours considérés comme étant un partenaire privilégié quant à la concrétisation de ce projet. Par ailleurs, nous souhaiterions à ce que la Province Autonome soit informée voire impliquée dans toutes les activités y afférentes.

Nous comptons sur votre disponibilité en attendant la confirmation de ce projet et le plaisir de vous accueillir très prochainement.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, ma très haute considération.

Pour le Président de la Délégation Spéciale
Le Directeur de Département chargé de la Sécurité
Civile et de la Conservation de l'Environnement



Le Conseiller OJI Naoto Haraguchi

Copies :

- Monsieur l'Ambassadeur du Japon à Madagascar
- Monsieur le Premier Ministre, Chef du Gouvernement
- Monsieur le Ministre des Affaires Etrangères
- Monsieur le Ministre de l'Economie, des Finances et du Budget
- Monsieur le Ministre de l'Environnement, des eaux et forêts
- Monsieur le Ministre de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche

3.9 在マダガスカル日本大使館、並びに国際協力事業団 JICA

当プロジェクトの概要、本調査の趣旨、並びに現地聞き取り結果等をもとに、在マダガスカル日本大使館及び国際協力事業団(JICA)と面談した。下記に、概要を述べる。

3.9.1 在マ)日本大使館

1) 面談先

- ・先方 : 在マダガスカル日本大使館 吉原大使、西田三等書記官
- ・日時 : 2003年11月4日 16:00 ~ 16:45
- ・当方 : 原口調査員、中村調査員、船曳調査員

2) 要旨

- ・質問表への回答を手交され、当方より御礼。
- ・当方より現地調査の報告
 - 土地や立木の所有権制度の実効性が不透明である点
 - 次年度 100ha のパイロット植林を行いたい旨
 - 植林・森林管理の技術的側面はクリアーできる可能性が高い点
 - マダガスカルの森林管理制度が、政治・行政体制の問題から不備な部分がある点
- ・マダガスカル現政権は親米・親日である。在マダガスカル日本大使館としても、本事業が日本とマダガスカルの間の良好な事業として進展できるように期待している。

3) 聞き取り表への回答を、以下に示す。

王子製紙調査表への回答

当館回答

平成 15 年 10 月 8 日
在マダガスカル大使館

1. マダガスカルの政治情勢 / 日本からの投資状況

(1) マダガスカルの政治情勢

2001年12月に実施された大統領選挙において、ラヴァルマナナ候補及びラチラカ候補(前大統領)が僅差で争い、翌2002年、同選挙結果をめくり、マダガスカル内政は混乱状態に陥った。2002年5月ラヴァルマナナ候補が大統領に就任し、同年7月対立候補のラチラカ前大統領が仏に亡命したことで、事態は収拾にむかい、同年12月国民議会議員選挙においては、大統領政党(TIM)が圧勝し、2003年1月第2次シラ内閣が組閣された。

その後ラヴァルマナナ政権は政治面で小政党を吸収、経済面では迅速で持続的経済発展の実現を目指している。

他方、現政権が必ずしも盤石な政治基盤を有しているとは言えず、対応を迫られている課題は山積みしている。なお、現在のところ、本年11月実施予定の地方選挙前後、政権を揺るがすような、大きな政治混乱等は発生しないとの見通しが一般的である。

(2) 日本からの投資

日本からは、伊藤忠商事（日本人常駐不在）、守谷商会、大豊建設が首都アンタナナリボに駐在事務所を置いているほか、マルハ、マダガスカル政府、仏民間企業の合併会社ソマペッシュ社（漁業）がマジュンガ市を拠点に活動を行っている。

2. 本事業における支援の姿勢確認

本事業の位置付け及び財源が未だ明確ではないものの、進捗状況を見極めつつ、可能な範囲で支援する所存。

3. マダガスカルにおける ODA 実績・見通し

マダガスカルは有償資金協力の対象外であることから、一般無償資金協力、草の根無償資金協力のほか、研修員の受け入れ、専門家派遣等の技術協力を中心として援助を実施している。2002年末、青年海外協力隊が、初めてマダガスカルに派遣され、本年2月には国際協力事業団マダガスカル事務所が開設された。今後とも基盤生活分野（教育、保険医療、水供給）農業・水資源、環境、インフラ整備等を優先協力分野としてマダガスカルの開発を支援していく予定。

4. マダガスカルにおける国家計画の実現性（過去の例により現行エネルギー計画の実現性を推測する）

現政権は昨年政治危機を経た後発足したものであり、国家計画については今夏に経済政策を発表したばかりである。同政策発表から2ヶ月しか経ていないこともあり、其の実現の可能性については未知数である。なお、京都議定書については本年9月締結署名済み。

3.9.2 在マ)国際協力事業団(JICA)

1-1) 面談先

- ・先方：JICA 佐々木所長、吉水所員
- ・日時：2003年11月4日 17:15~18:00
- ・当方：原口調査員、中村調査員、船曳調査員、通訳

1-2) 要旨

当方より現地調査の報告

- ・土地や立木の所有権制度の実効性が不透明である点
- ・次年度100haのパイロット植林を行いたい旨
- ・植林・森林管理の技術的側面はクリアーできる可能性が高い点
- ・マダガスカルの森林管理制度が、政治・行政体制の問題から不備な部分がある点

先方よりの指摘

- ・裁判制度も未整備で紛争が絶えない
- ・労働についても慣習が根強く残るので注意が必要
- ・タブー（例えば墳墓等）があるので注意が必要

実際にやってみないと解らない面は確かにあるので、パイロット植林は良いのではないかと。

発電については、国レベルの電力供給計画はない。

トアマシナの水力発電（チップ工場の動力源、JIRAMA が F/S を行っている）について、世銀等の協力で鉱物エネルギー省が電力計画を作成し、その上で、ここに発電所を作るべきと要請する必要がある。

- ・無償援助としては、規模が大きいのと思われる。
- ・民間が出来る事業への無償援助は厳しい。

2-2) 面談先

- ・先方役職/氏名 : JICA 大塚専門官
- ・日時 : 2003年10月29日 11:00~12:00
- ・当方出席者 : 原口調査員、中村調査員、船曳調査員、他通訳

2-2)要旨

事前調査時に依頼した松の材積表は未入手。

産業植林のユーカリについては、機能しているかは不明であるが、南部マンゴドに事例がある。ただ、元々欧州に建築材として輸出を考えていたが基準に達していなかったためアフリカにパルプ材として原木の形で輸出。森林管理は行われていない。

過去の森林火災の集計については、USAID が PAG プロジェクトとして MIRAI(NGO) に委託している。総合プロジェクト調整室による'97に森林生態インベントリー (IFN) は大塚氏も所有しているが大雑把。

森林の減少は、森林局の伐採についての管理システムが、地方で脆弱であることも要因。立ち木の伐採については、森林局に手数料を支払っている。

国の植林も直接経営から、民間へ移管し国が管理するように移行し始めたが、民間の基盤が脆弱なため、施行計画の基準などの整備が必要。

3.10 環境治水森林大臣との面談

地元民、並びに関係機関への聞き取り調査終了後、植林、CDM 等の所轄官庁である環境治水森林省大臣と面談する機会があり、面談の要旨を以下に述べる。

1)面談者

- ・先方：環境治水森林大臣 Mr. Sylvain ROBOTOARISON
プロジェクト総調整担当局長 Mme. Fleurette ANDRIANANTOANDRO
- ・日時：2003年11月4日、17:15～18:00
- ・当方：原口調査員、中村調査員、船曳調査員、通訳

2)要旨

- ・当方より、調査目的、プロジェクトの概要を説明。
- ・大臣より、京都議定書を批准し、本プロジェクトと同様なプロジェクトが実施されることを期待する。また、現在、CDM 制度の整備準備を進めており、この度、CDM に関する研修生を日本へ派遣する協定を当省と日本大使館の間で結んだ。
- ・また、このプロジェクトが進行中であることを、議会・議員に広く伝えており、関係機関ともどもこのプロジェクトの進捗に注目している。
- ・当方より、別紙、サポートレター要請状を提示し、プロジェクト実施には CDM 等諸制度の整備の他、土地所有権の問題等解決しなければならない事項も多数ある。このため大臣をはじめとする関係機関の協力が必要であり、その意志表示として、本プロジェクトへのサポートレターを発行して欲しい旨要請した。
- ・大臣より、サポートレターを発行する旨のコメントあり。また、当国の森林減少、その原因が木炭・薪に由来する等エネルギー事情は大きな問題である。このためバイオマスを利用した新しいエネルギー技術の導入は高度に歓迎する。この分野においても全面的に支援する方針である。



写真 3.10 環境治水森林大臣(左手前)との面談風景

ついで、環境治水森林大臣から受領したサポートレター、並びに簡易訳を示す。

REPUBLIKANY MADAGASKARA
Famirindriana-Fahafahana-Fandrosiana

MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT, DES EAUX ET FORÊTS

B.P 571 - Ampahelambany - ANTANANARIVO - 101
Tel : (261 20) 22 410 03 / 22 543 03 / 22 630 72 - Fax : (261 20) 22 411 10 / 22 504 88
E-mail : meenv@03.mg / forest@wanadoo.mg

LE MINISTRE

Antananarivo, le 07 NOV. 2003

N° 727 / 03-MINENVEF/MI

à

Monsieur HARAGUCHI Naoto
Manager, Forest Department
Raw Materials & Purchasing Division
OJI PAPER Co.LTD,

- JAPON -

Objet : Projet de Mécanisme de Développement Propre (MDP) à Madagascar.
Référence : Votre lettre du 04 novembre 2003.

Monsieur le Directeur,

Faisant suite à votre lettre citée en référence et à l'entrevue que j'ai eue avec la délégation mandatée par le Consortium OJI PAPER pour procéder à une étude de faisabilité sur la réalisation du Projet de Mécanisme pour un Développement Propre à Madagascar dans le cadre de la mise en œuvre du Protocole de Kyoto,

J'ai l'honneur de confirmer la volonté du Gouvernement de Madagascar à s'intégrer dans ce processus. En témoignage, la conduite préalable des études test de projets de piégeage de carbone qui pourront être « vendables » selon les critères d'éligibilité MDP, la ratification récente par notre pays du Protocole de Kyoto.

Madagascar est prêt à respecter les principes fondamentaux édictés par ledit Protocole : participation volontaire au MDP, établissement de l'autorité nationale MDP...

Et, votre Consortium peut entièrement compter sur l'appui de mon Département dans la réalisation du Projet de Mécanisme de Développement Propre qu'il compte mettre en œuvre à Brickaville/Toamasina.

Je suis sûr et certain que le projet, tel que vous me l'avez présenté, contribuera non seulement à la priorité du Protocole de Kyoto à savoir la réduction d'émission des gaz à effet de serre, mais également à la réduction de la pauvreté dans notre Pays.

Aussi, mon Département n'est que favorable à la mise en place de ce projet.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de ma considération distinguée.



WAUTOGARISUM Charles Sylwa

Copie à :

- Monsieur l'Ambassadeur du Japon à M/car
- Monsieur Le Ministre de l'Economie,
des Finances et du Budget
- Monsieur Le Ministre des Affaires Etrangères
« Pour compte-rendu »

(簡易訳)

Antananarivo、2003年11月7日

環境治水森林省大臣

王子製紙(株) 原材料本部 植林部
原口 直人殿

主題：マダガスカル国における CDM プロジェクトに関し、
参照：貴殿の2003年11月4日付プロジェクトへの支援要請に関し

謹啓

プロジェクトへの支援要請、並びに京都議定書の枠組みのもと実施されるマダガスカル国での CDM プロジェクトの F/S 調査に関し、先日、王子製紙(株)をはじめとする調査団と面談した。

私は、マダガスカル政府が(プロジェクト実施に向けた)このプロセスに参加する意志があることを正式に表明する。

この炭素吸収源活動の事業化調査の予備的实施はCDMの基準に合致する価値のあるものであり、基準とは直近の京都議定書批准に際し、我が国が示したものである。

マダガスカルは、議定書に基づく CDM への参加、DNA の設置等の準備を進めている。

また、我々環境治水森林省は、貴下調査団が Toamasina 州 Brickavill 地区で予定している CDM 実施に向けて全面的にサポートする。

私は、貴下が提案した本プロジェクトは京都議定書下で定められた温暖化ガスを削減するだけでなく、我が国の貧困の縮小にも寄与することであると確信している。

したがって、我々環境治水森林省は本プロジェクトの実施に同意する。

環境治水森林大臣 RABOTOARISON Charles Sylvain

(写し)

- ・ 在マダガスカル 日本大使館
- ・ 経済・財務省
- ・ 外務省

(サポート・レター要請状)

環境治水森林大臣

2003年11月

王子製紙(株) 原材料本部 植林部 原口 直人

王子製紙(株)は、日本国政府(環境省)の委託を受けて、「温暖化対策クリーン開発メカニズム(CDM)事業調査」の一環として、マダガスカル国トアマシナ州ブリッカビル地区を対象として、チップ材用産業植林、地域社会用植林及び木炭等のバイオマスエネルギー利用についてのCDM事業化のフィージビリティ・スタディ(F/S)を今年度に行います。プロジェクト概要につきましては添付資料をご参照願いますが、F/S作業を終えて、次のステップであるフルスケールプロジェクト実現する為には大臣のご協力が不可欠であり、以下2点をお願いしたく本状を提出させていただきます。

1. 本プロジェクトへの貴国のご支援

本プロジェクトの実現の為には、法制度、経済面等さまざまな局面におきまして、環境治水森林省のご指導、ご支援が不可欠であります。又、各局面におきまして関係省庁との協同作業が必要になってくると考えており、ご担当の関係省庁のご紹介及びスムーズな関係構築の為の調整役として機能も担って頂きたい、よろしくお願い致します。

本調査の主旨は、日本国政府/日本民間企業との協同作業にて、海外におけるCDM事業を行おうとする為のものであり、貴国政府との協同歩調をとらせて頂きたい、その点もよくご考慮の上ご協力をお願い致します。

是非、本プロジェクトに関してご支援の意思を表示して頂く意味で、プロジェクト主体である当社に対しオフィシャルなサポート・レターを発行して頂けることを希望致します。

2. 貴国におけるCDM対応体制の構築

本プロジェクトを実施するかどうか判断する重要なポイントの1つに、京都議定書第12条に基づき、本案件が国連気候変動枠組条約の下のCDM理事会においてCDM案件として認定されることがあります。我々にとって幸運なことに、貴国国会において本年9月に京都議定書批准を決議されたとの朗報を伺いましたが、上記認定の為にはこれからクリアしていくべき問題が多々あるのは事実です。その為に、まずは貴国におけるCDM承認に関する法整備、組織体制作りを早急に取り進めて頂きたい、よろしくお願い致します。これは、貴国においては初めての試みであるかと考えますので、法整備、組織構築に関しては、この取り進めにおける将来的カウンターパートの可能性のある日本国政府(環境省)に対しアドバイスを求める等、貴国よりの積極的な働きかけをお願い致します。

本プロジェクトは、日本国及び日本国関係者にとってのみ価値のあるのではなく、マダガスカル国政府および国民にとりましても、雇用・環境保全・産業の育成など多くの分野で価値があると考えております。まず、本年度のF/Sにつきまして、調査完了後ご報告致しますと共に、来年度以降のフルスケールプロジェクト実現に向けまして、マダガスカル国政府と緊密にご連絡を取らせて頂きます。

以上

第4章 吸収源 CDM について

4.1 吸収源 CDM の定義

2003年12月開催のCOP9において、吸収源関連プロジェクトの詳細な内容が決定した。ここでは、COPと同時に公開されたIPCC Good Practice Guidance¹（以下GPG）の記述に従った²吸収源プロジェクトの定義と進め方の概要を示す。

吸収源プロジェクトとしての植林/再植林プロジェクトは、以下のような活動を指している（GPG Box4.3.1）。

- 非森林地での木材供給のための産業用植林
- 在来種を用いた非産業用植林
- 果樹・商品作物などの多目的樹木
- これらの複合植林

プロジェクトにより変化が生じる温室効果ガスの種類は、CO₂、CH₄、N₂Oの三種類であり、炭素プールの変化以外で、定量に必要な要素は

- プロジェクトの準備、モニタリング、伐採、木材輸送にともなう化石燃料の燃焼
- 窒素肥料の投与に伴うN₂Oの排出
- マメ科の木の植栽に伴うN₂Oの排出
- 地下水面の変化（特に有機物の含有率が高い土壌の場合）、植林、土壌管理に伴うCH₄の酸化過程からのGHG排出

となっている。

ベースラインに関する定義（GPG 4.3.3.1）はSBSTAの規定に従う（吸収源以外のプロジェクトの場合と同様に設定される）が、2つの点について配慮が必要である。

- プロジェクトが行われるサイトにおける、プロジェクト開始以前に存在する炭素プールの量と、CO₂以外のGHG排出量を定量する必要がある。
- 炭素プールと、CO₂以外のGHG排出量推移を、プロジェクト実施以前に推量する必要がある。この場合、PEERによるレビューを経たシミュレーションモデルを用いて、対象エリアにおける経年のデータをもとに炭素プールとCO₂以外のGHG排出量の推移を定量する必要がある。

（ベースラインに関する考察は別項に記載）

4.2 プロジェクトの進め方

吸収源CDMは、以下のような手順で進められる。

¹ http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/lulucf/gpglulucf_unedit.html よりダウンロード可能

² 本章の参照ナンバーはIPCC Good Practice Guidanceと符合させるようにした。また、参考文献等もIPCC Good Practice Guidanceに記載されたものと符合するものとする。

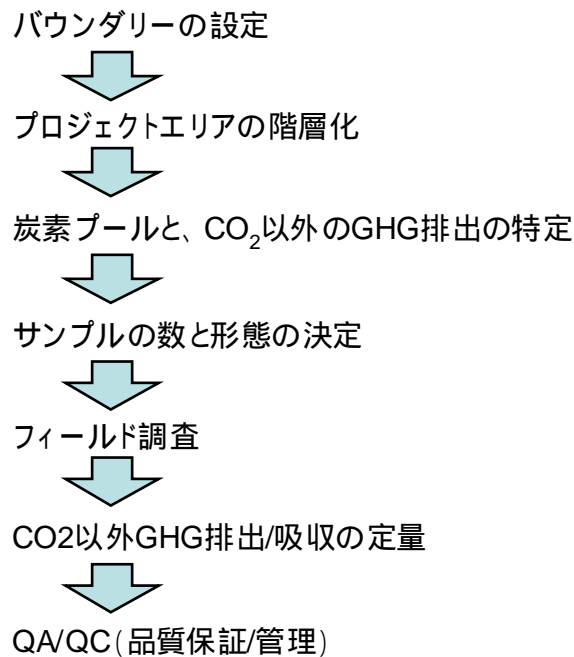


表 4.2-1 吸収源 CDM プロジェクトの進め方

4.2.1 バウンダリーの設定 (GPG4.3.2)

吸収源 CDM の排出/吸収量定量の対象となるバウンダリーは、以下のように定義される。プロジェクトの参加者による全ての人為的な排出/吸収行動をもってプロジェクトのバウンダリーとし、プロジェクトの

- 地理的な領域
- 事業期間
- 炭素排出行為
- 吸収活動（明確かつ合理的に説明する事が出来るもの）

をもってバウンダリーを定義する (GPG4.3.2)。また、吸収源 CDM はその所有者との契約に従い地理的なブロックに分割される為に、それぞれのブロックのサイズが異なる。そのため、モニタリング、定量の精度を向上させる為に、地理的なプロジェクトの境界線を特定することが必要となる。この境界線は、全てのステークホルダーとプロジェクト実施者により認識されている必要がある。物理的なバウンダリーを規定する際には、以下の情報が求められる。

1. プロジェクトエリアの名前
2. エリアの地図（紙、並びにデジタル：可能であれば）
3. 地理的な座標
4. 土地面積の総計
5. 土地所有者の詳細
6. サイトでの土地利用/管理履歴の詳細

4.2.2 プロジェクトエリアの階層化(GPG:4.3.3.2)

プロジェクトの開始に際して、背景となる情報と、重要な生物・物理学的情報、社会経済的なサイトの特徴を収集する必要がある。この場合、

- 土地利用
- 土壌分布
- 植生
- 地形・地勢
- 土地所有形態

のそれぞれの情報が含まれる必要がある。GISを用いてこのような情報を収集することが好ましく、分類することによりモニタリングと定量の精度が向上する。分類はモニタリングと定量に対する直接的な変動を及ぼす要因に対して行われる。

プロジェクトエリアが均質なものでなければ、プロジェクトのエリアを均質と思われるユニットごとに亜母集団化、階層化することが望ましい。この作業は定量とモニタリングの以前に行われるが、フィールドでの定量後に得られた情報をもとにモニタリング後に行われることも可能である。植林/再植林プロジェクトにおいては、階層は

- 植林される樹種
- 樹齢
- 初期植生
- 土壌・標高・勾配といったサイトの条件

といった要素に基づく。同様のプロジェクトではこうした要素が均質である場合があるが、初回のモニタリング後に炭素蓄積の差異に応じて再分類することが出来る。その場合、サンプリングの密度を変更する必要がある。最終的な目標は階層ごとのサンプリングが十分に行えるよう、プロット数を調整することであり、プロジェクト事業者は専門家の意見を参考に、階層の数を設定する必要がある。

4.2.3 炭素プールと、CO₂以外のGHGの選択(GPG:4.3.3.3)

炭素プールは地上/地下バイオマスと、リター、枯死木、土壌有機物に分類される。さらに表4.3.1において詳しく分類される。CO₂以外のGHGは、N₂OとCH₄である。どのプールを定量するかは、

- 予測される変化の割合と範囲
- 変化の方向性
- 変化を定量する手法の実現可能性と正確性
- 定量コスト

に影響されるものである。定量はプロジェクトの結果として炭素蓄積の減少が予測される全てのプールを含んでいる必要があるが、増加が予測される炭素プールが全て含まれている必要はない。CO₂以外のGHG排出は、GPG Box4.3.1に示されるものの他に、土壌有機物を増加させる牧草地の変化などがある。

植林/再植林プロジェクトにおいては、

- 地上の樹木
- 地下バイオマス(樹木の根)

以上の炭素蓄積変化の定量が不可欠となる。

また、

- 地上の樹木以外の植生
- リター
- 枯死木
- 土壌有機体炭素

以上の要素については、森林/管理のタイプによって定量を行うかどうかを定める。産業用植林により枯死木が生まれない場合などには、枯死木の炭素蓄積変化の定量は不要になると考えられる。

4.2.4 サンプルング手法の決定 (GPG : 4.3.3.4)

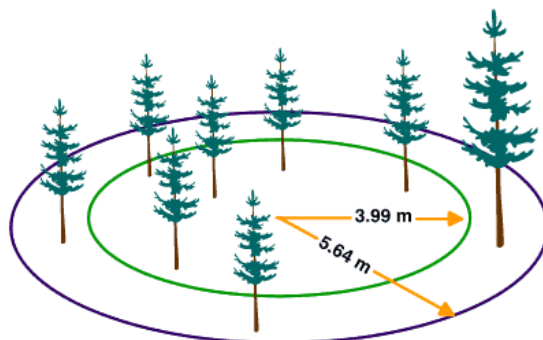
プロジェクトエリアの全地域において、各階層における定量とモニタリングのサイズを定義することが望ましい。必要なサンプルプロットの数を実験のために、まず各階層における変動要因 (炭素プール、土壌の炭素蓄積) の変動幅を、既存のデータを用いて定量する必要がある。

サンプルプロットの数を設定するためにはまず、

- 各階層の変動幅
- 各階層の面積
- 目標とする精度
- 計算誤差

といった情報を整備する必要がある。また、将来的なプロットの予期しない喪失に備えるために、算出された必要プロット数+10%のプロットを配置することが推奨されている。LULUCF 部門では、複層林における炭素蓄積の変化は、プロット間の平均値が $\pm 10\%$ の範囲内であれば、その確度は 95% となり、この確度を目標制度としてプロット数の設定を行う。

植生と森林のインベントリ作成に使用されるプロットは、入れ子式 (Nested)、もしくはクラスター式 (Clustered) の、環状・点状・横断式 (Tamsects) のプロットを用いる。



カナダ、ブリティッシュコロンビア州森林局ホームページより。

半径 5.64m の環状プロットの中に、半径 3.99m の環状プロットが入れ子 (Nested) になっている状況。

<http://www.for.gov.bc.ca/hfp/pubs/sicourse/lesson05e.htm>

図 4.2-1 プロット (入れ子)

植林/再植林プロジェクトでは、

- 小型の環状ユニットで構成されるプロット（若木を対象）
- 中型の環状ユニットで構成されるプロット（胸高直径：一般的には地上から 1.3m が 2.5cm ~ 50cm の樹木を対象）
- 大型の環状ユニットで構成されるプロット（胸高直径が 50cm 以上の樹木を対象）
- 4 つで一組の小型方形プロット、もしくはサンプルプロットの 4 分円にそれぞれ設けられた円形プロット（下草とリターを対象）

といったものが用いられる。1ha 当たり 1000 本以上の樹木密度で立木のサイズがほぼ均質、という植林/再植林プロジェクトにおいては、100 m² ~ 600 m²のサイズのプロットが推奨される。

4.2.5 フィールド調査（GPG：4.3.3.5）

土壌と植生の炭素蓄積定量のための技術は、標準的な技術を用いることが望ましい。技術の詳細は、MacDicken (1997)、Schlegel (2001)らにより示されている。如何なる地上のフィールド調査においても、正式な品質保証（Quality Control）を含んでいる必要がある（参照：4.3.4）。炭素プールのフィールドでの定量においては、恒久的な、固定の円形ネスト化（Nested）プロットを用いることが推奨される。プロジェクトエリアは（4.3.3.2）に従い階層化され、サンプルプロットの数はその階層において算定される必要がある。フィールド定量において抽出される全てのバイオマスデータは、絶乾重量にて表され、乾燥バイオマス重量の炭素換算値を積算することによって換算される。この換算値はバイオマスの種や構成部位（幹、枝、根、下草）によって若干変化する（3章、3.2を参照）。しかし、IPCCのガイドラインは0.5という数値を概算値として提供しており、サイトに合わせるデータが利用できなければ、この値を用いることができる。

1. 地上バイオマスの炭素定量

A) 樹木

樹木の地上バイオマスを定量するには、2つのアプローチがある。相対成長式（Allometric Equations）を用いた直接的なアプローチと、バイオマスの膨張係数を用いた間接的なアプローチの2つである。LULUCFプロジェクトでは、恒久的なプロットを用いた樹木の炭素蓄積の定量を、直接的なアプローチを用いて求めることが推奨される。間接的なアプローチは、森林インベントリ作成の際などの恒久的でないプロットを用いる場合に用いられる。

直接的なアプローチ

ステップ1：恒久的なサンプルプロット内の、最小胸高直径（最小dbh）以上の全ての樹木のdbhを測定する。最小dbhは5cmの場合が多いが、樹木のサイズによって変化する（樹木の生長が遅い乾燥した環境では最小dbhは2.5cm程度、樹木の生長が早い湿潤環境では10cm以上）。植林/再植林プロジェクトでは、小さい樹木（胸高以上の樹高だが、胸高直径が最小dbh未満の若木）が支配的である。これらはそのsubplot内の本数をカウントしておくことにより、このアプローチの中に組み込むことができる。

ステップ2：ステップ1で定量した樹木に、適切な相対成長式（Allometric Equations）を用いることにより、バイオマスと炭素蓄積を定量する。温帯林と熱帯林を対象とした、数多くの相対成長式（Allometric Equations）が存在する（GPG：Araújo et al 1999、Brown 1997、Schroeder et al 1997、Pérez and Kanninen 2002 and 2003、付属書4A.2、表4.A.1～表4.A.3を参照。式の詳細、更なる議論に関しては、Brown (1997)、Parresol (1999)らを参照）。若木の共通（平均）dbhを求めるための一般的な手法は、観察対象の若木の、最小サイズと最大サイズの間値をとり、若木の本数を積算する、といった手法が用いられる。もし相対成長式がこうした小型の樹木を含んだものでなければ、代替措置として10～15本の若木をプロジェクトサイトの近隣に植栽・伐採してその地上バイオマス量を定量するという手法がある。

ステップ3: 相対成長式が生物群系（Biome-Wide）のデータベース（GPG 付属書4A.2、表4.A.1、表4.A.2のようなもの）に基づいて構築されたものであれば、サンプルプロット外でプロジェクトエリア内におけるサイズの異なる樹木の皆伐によってこの検証を行い、そのバイオマス量を定量し、選択した相対成長式と比較することが望ましい。もし伐採した樹木のバイオマス量と、選択した式の誤差が±10%の間に収まるようであれば、その式はプロジェクトに適していると見ることが出来る。また、この値の中に収まらないようであれば、相対成長式を改正することが推奨される。これによって、選択されて伐採された各サイズそれぞれの代表的な樹木サンプルと、その地上バイオマスの総量が決定される。選択伐採され、定量される樹木の本数は、樹種と樹木サイズの分布の幅に依存している。幅が大きいほど、サンプルの数も多くする必要がある。可能であれば、樹種ごとの木質密度と、炭素含有量も、研究室において定量することが望ましい。最後に、これら相対成長式は比較的簡易に定量できる変量（dbhや平均樹高など）に基づくものである。更なる情報は、Brown (1997)、MacDicken (1997)、Schlegel et al. (2001)、Segura and Kanninen (2002)を参照する必要がある。

付属書4A.2、表4.A.1	dbhを独立変量として用いた、森林タイプ別の総合的な地上バイオマスの相対成長式 (kgdm/tree：dmはdry matter・絶乾重量)
付属書4A.2、表4.A.2	熱帯アメリカでのヤシ科の地上バイオマス量の相対成長式
付属書4A.2、表4.A.3	熱帯で用いられる樹種の相対成長式

表 4.2-2 付属書 4A.2 中に記載される、相対成長式の例
しかし上で述べているように、全てのプロジェクトはこのような相対成長式がサイトの状況に適用できるかどうかを検証する必要がある。樹種が複数に

わたる場合はこの作業が不可欠であり、そうでない場合にもプロジェクトサイトで収集されるデータを基に既存の式を検証し、フィールドでの定量をもとに式を改正していくことが望ましい。

間接的なアプローチ

地上バイオマス量を定量する代替的なアプローチは、特に産業用植林において用いられ、多くの相対成長式が存在する。この間接的なアプローチは、林冠の閉じた立木の森林に対して用いられ、個々の樹木に対しては用いることができない。このアプローチには二つの方法が提示される。

手法1：

- ステップ 1: 直接的なアプローチの場合と同様に、最小直径を超える大きさの樹木の直径を測定する。
- ステップ 2: 各樹木の商用部分の体積を地域別の手法や式によって測定し、エリア区分内の全ての樹木数に積算する (m^3/ha)。

手法2：

ステップ1、2を平行して進める。Relascopeなどの器材を用いることにより、樹木の体積を直接定量することが出来る。これらの器材・手段を用いて、プロット内の各樹木の体積が定量され、さらに単位面積当りの体積に換算される。商用部分の定量後は、同様の手順で枝・葉などの部分を必要に応じて加味していく。この方法はGPG 式4.3.1 (Brown, 1997)、3.2.1.1、付属書 3A.1の表3.A.1.10に応用されている。



<http://www.geosystems.co.nz/products/relascope.html?index=APPLICATIONS&page=Forestry>

写真 4.2-1 Relascope
式4.3.1 森林の地上バイオマス量の定量式

<p>EQUATION 4.3.1 ESTIMATION OF ABOVEGROUND BIOMASS OF FORESTS Aboveground biomass = Commercial tree volume • D • BEF</p>

Aboveground biomass = 地上バイオマス量、絶乾重量トン/ha

Commercial tree volume = 産業用木体積、 m^3 /ha

D = 体積に応じて加重平均された木質の平均密度、絶乾重量トン/バイオマス体積 (Green Volume)

BEF = バイオマスの膨張係数 (Expansion Factor : 地上バイオマスの絶乾重量中の、産業用木の絶乾重量の割合)

産業的に重要な樹種の木質密度は、GPG 付属書3A.1、表3A.1.9を参照することが出来る。但し、ここでの木質密度は成木の個体のものであり、若木の固体の密度に関しては定量する必要がある。BEF (バイオマスの膨張係数) は、殆どのタイプの森林における産業用バイオマスに対応しており (この例では樹皮を含めたdbhが10cm以上の、全ての樹木)、初期の値は4.0以上と高く、その後バイオマス量の増大に従い1.3~1.8の値へと低下する。

単一の BEF を用いて立木の全てのバイオマス量を測るのではなく、地域別の BEF の算定や、既存の BEF の改正が求められる。GPG 付属書 3A.1・表 3A.1.10、研究 (Brown 1997、Brown and Schroeder1999、Fang et al 2001) を参照。ここでの議論の詳細は 3.2.1.1 にて詳しく述べられる。

B) 樹木以外の植生の、地上バイオマス量の定量

樹木以外の植生 (下草など) がプロジェクトの結果として創出される。円形、方形の小さなフレーム (0.5 m^2 以下) がここでの作業を補助する。フレーム中の植生は地上レベルで伐採され、プロットごとに定量される。このサンプルを攪拌し乾燥 (Oven Dry) させ、dry-to-wetのサンプルの比率が求められる。これらの比率は全体のサンプルの絶乾重量を求める際に用いられる。

低木、灌木といった樹木以外の大型の植生に関しては、破壊的伐採 (Destructive Harvesting) 技術を用いることが望ましい。植生のサイズに応じたサブプロットを配置し、(その中の) 全ての低木、灌木を伐採し、定量する。低木、灌木のサイズが大きい場合には代替措置として、相対成長式 (Allometric Equations) を設定する。

2. 地下部のバイオマス

A) 樹木

地上バイオマスの測定、定量手法は比較的整備されているが、地下部のバイオマス (根) に関しては、殆どの生態系において未だ課題が多く、整備には時間を要し、手法も未だ標準化されていない (Körner 1994、Kurz et al 1996、Cairns et al 1997、Li et al 2003)。ここでは、土壌の空間的分布 (spatially distributed soil cores)、大型・中型以上の根に対するピッティング (pit)、粗悪な根の比率を求めるための部分的な掘削などの手法を提示している。根の生死は区別されずに、双方を合計してバイオマスの総計とする。

Cairns (1997) らによれば、地下/地上の乾物バイオマス比率の平均は、約

0.26 (0.18~0.30)としている。この比率は、緯度や土壌、樹種によって大きくは左右されない。ここでの計算はGPG 付属書 4A.2、表 4.A.4 に基づいて進めるか、新たな(地域限定)データ、モデルを用いることが望ましい。GPG 付属書 4A.2、表 4.A.4 のデータは自然の森林を対象としたもので、植林の定量には適切ではないと考えられる。植林の場合には既存の研究を参照するか、それが出来ない場合にはGPG 付属書 3A.1、表 3.A.1.8 などを用いて平均的な地下/地上のバイオマス比率を求めることが望ましい。

B) 樹木以外の植生(植林/再植林プロジェクト)では、樹木以外の地下部バイオマスの定量は行わない。

3. 枯死有機物

A) リター

リターもまた、円形、方形の小さな(サンプルプロットの)フレーム(0.5 m²以下)によって直接的にサンプリングされる。フレーム中のリターはプロットごとに定量し、その後サンプルを攪拌・乾燥(Oven Dry)し、dry-to-wet のサンプルの比率を求める。これらの比率は全体のサンプルの乾燥重量を求める際に用いられる。リター層がはっきりと定義され、且つ 5cm 以上の厚みがある場合、このアプローチの代替的な手法として、リターの厚みと面積あたりのリター重量を相関させた回帰方程式(regression equation)を用いる。この方法は、上の方法でサンプリングされたリターと同時点で測定されたリター層の深さを採用する。最低でも 10~15 のこうしたデータポイントが設置される必要があり、予想される全ての深度のリターがサンプリングされる必要がある。

B) 枯死木

地上の倒木の定量に際しては、腐敗状況による倒木の密度別に階級を設け、測定された丸太の質量を階級に区分けし、階級ごとの炭素蓄積量を定量する。定量手法は枯死木の発生量予測に応じて、2つある。(本プロジェクトでは枯死木の発生量は少ないと予測されるため、手法1のみ要約)

手法1:(地上バイオマスの量が比較的小さいと予測される場合:専門家の判断で10~15%)

効率的な方法は、line-intersect methodである。最短で100mの線を用い、プロットを頂点にして直角に曲げ、二つの50mのセクションを設置する。このラインと重なった全ての樹木の直径を測定し、またそれが枯死木であれば密度階級別に分類する。もし線と重なった樹木が楕円形であれば、その最大直径と最小直径を測定する(GPG 式4.3.2)。ヘクタールあたりの体積を各密度階級別に定量する。(詳細はBrown 1974)

式4.3.2 枯死木の体積

EQUATION 4.3.2

VOLUME OF LYING DEAD WOOD

$$\text{Volume (m}^3/\text{ha)} = \pi^2 \cdot (D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2) / (8 \cdot L)$$

D1, D2, ..., Dn = 線と交差した各樹木の直径、cm。樹木が楕円形であったならば、最大直径と最小直径の自乗根。

L = 線の長さ(m)

4 . 土壤有機体炭素 (4.3.3.4.2)

土壤有機体炭素は、サンプル(プロット)内の土壤サンプルを用いて定量する。各プロット、各深度において、2~4の要素からなる複合サンプル(composite sample)を採取することが推奨される。サンプルは各プロット、各深度別に攪拌、均質化される。加えて、各プロット、深度別のバルク(bulk)密度を定量するためのサンプルも必要となる(3.2.1.3.1.1、3.2.1.3.1.2に詳細な記述)。

炭素測定、定量が必要となる深度は

- プロジェクトのタイプ
- サイトの状況
- 樹種
- 変化がおよぶことが予測される深度(3章、4章を参照)

によって異なる。殆どのケースでは、土壤有機体炭素は土壤の最も上部の層に集中し、深度に従い飛躍的に少なくなってゆく。ここでは30cm以上の深度での炭素蓄積の定量が推奨される。土壤が30cm未満の厚みしかなかった場合には、プロジェクトに伴う土壤深度の増加に備えて各土壤サンプルを定量し、記録する必要がある。土壤炭素分析には、

- Dry combustion method
- Walkley Black method

の二つの手法があるが、Walkley Black methodは実験室において研究資源が少ない場合において用いられ、(一般的には)Dry combustion methodを用いることが推奨される。

また土壤中の炭素を求める手法も二つあり、

- 質量から算出
- 体積から算出

から選択する。質量から算出する場合は土壤中のバルク(bulk)密度の変化がサンプリングの前に求められている必要がある。一般的には体積を用いて土壤中の炭素蓄積を定量することが推奨される。この場合、以下の式を用いる

式4.3.3 土壤有機体炭素

EQUATION 4.3.3

SOIL ORGANIC CARBON CONTENT

$$\text{SOC} = [\text{SOC}] \cdot \text{Bulk Density} \cdot \text{Depth} \cdot \text{CoarseFragments} \cdot 10$$

SOC = 対象の土壌有機体炭素の量、Mg C /ha
[SOC] = 土壌の質量あたりの炭素濃度、g C /kg soil (研究室での分析に基づく)
Bulk Density = サンプルの体積あたりの土壌の質量、Mg m⁻³
Depth = サンプルングを行った深度、もしくは土壌の厚さ、m
CoarseFragments = 1 - (% 礫の体積 / 100)

4.2.6 CO₂以外の温室効果ガス(GHG)の排出/吸収の定量(GPG:4.3.3.6)

CO₂以外の GHG の排出/吸収量は、LULUCF プロジェクトの期間を通じた炭素蓄積の純量の変化に比べれば、かなり小さなものとなると考えられる。そのため、プロジェクトの実施以前に、こうしたプロジェクトに由来するプロジェクト期間全体での GHG の排出/吸収量を推計しておくことが推奨される。この際、IPCC のデフォルト手法や、GPG の 3 章に記載されたデフォルト係数を用いることが推奨される。予想される CO₂ 以外の GHG 排出/吸収が比較的小規模であった場合(プロジェクトによる年間の炭素蓄積変化の平均の、CO₂e 換算で 10%以下)、IPCC のデフォルト値を用いることで十分である。10%を超えると予想される場合、定量やモデルを用いてプロジェクトに特化した排出係数を算出することが推奨される。排出/吸収が起こることが予測される活動別の GHG は GPG 表 4.3.2 に、参照する GPG の項は GPG 表 4.3.3 にそれぞれ記載される。

- プロジェクト運営に関わるGHG排出/吸収のモニタリング
サイトで使用する車両 (Mobile sources) や固定設備 (Stationary sources) からの GHG 排出が定量される必要があるが、固定設備からの排出は、IPCC2000 のガイドラインに従い進める (消費燃料、消費電力に対する適切な排出係数の積算) 。車両からの GHG 排出に関しては消費燃料を基準としたアプローチと、走行距離を基準としたアプローチのどちらかを用いる。消費燃料を基準としたアプローチが、より不確実性が少ない。

4.2.7 モニタリングプランに関する問題 (GPG : 4.3.3.8)

- 小規模土地所有者を多く含んでいるサイトにおけるモニタリングプラン
多数の土地所有者を含むプロジェクトサイトにてモニタリングを行う場合、特に小規模に散らばった土地ユニットで (サンプルングを) 行う場合には、注意を払う必要がある。GPG4.3.3.2 で触れられているように、土地の所有者の数 (とその面積) の大小に関わらず、プロジェクトに使用する土地は標準的な技術に従い線引きされ、階層化される。プロジェクトごとにモニタリング手続きを改善し、プロジェクトのパフォーマンスをより確実なものとするために、基準となる指標を設けることが推奨される (GPG Box4.3.6) 。

BOX 4.3.6の内容

複数の土地所有者を含むプロジェクトのモニタリングを行う場合、モニタリングのシステムを二つに分割する必要がある。

1. プロジェクト全体

プロジェクトエリア内に導入される活動それぞれについて、

- 専門的説明 (Technical Description)
- プロジェクト実施の目的
- 樹種
- 土壌
- 事業に適した気候と植生
- 予測される労働力と資源の投入量
- 予測される生産物の量

それぞれの考察が求められる。専門的説明 (Technical Description) はまた事前に定量された、parcel levelでの指標 (例えば最高樹高の樹木の胸高直径など) の表を、炭素蓄積の定量のために容易する必要がある。このような表は、GPG4.3.3.5の直接的、間接的方法を参照する。こうした表を整備・保持していくために、プロジェクトエリア内のサンプルプロットの数を記録しておくことが推奨される (GPG4.3.3.4参照) 。各専門的説明 (Technical Description) は、ベースラインの炭素蓄積を決定するためのパラメータも含んでいる必要がある。プロットレベルにおいて定量された同様の指標のセットは、ベースラインの炭素蓄積に対して、一覧表にされる必要がある。

2. Parcel別

個々のparcel内での定量は、

- A) Parcel内での事業が、専門的説明 (Technical Description) に記載されたパラメータと合致しているか (樹種、植林密度、気候など) のクロスチェック
- B) ベースライン指標の定量
- C) 活動指標の定量

炭素蓄積の変化は、専門的説明 (Technical Description) 内の表を参照して進められる。品質保証 (Quality assurance : QA) の際には、上記 1 . 2 . (プロジェクト全体・Parcel別) 双方のデータ収集過程を精査する必要がある。

➤ 炭素定量の頻度

炭素変動の定量に際しては、コストに応じて定量の頻度を定める。熱帯における植林・再植林活動における樹木と土壌の炭素蓄積の定量頻度は、3年以下とされている (Shepherd and Montagnini, 2001) 。温帯では、一般的に5年間隔で定量が行われる。炭素プールへのプロジェクトの反映がより緩慢である土壌などに対しては、より長い間隔での定量が用いられる。

➤ プロジェクトサイト全体のパフォーマンスに関して

プロジェクト全体でのモニタリング精度が均質で、かつ、目的とする精度に達しているかをチェックする必要がある。プロットの位置もまた重要であり、各プロットにおいて均等なサンプリングを行うために経年での包括的なチェックが必要となる。この過程は第三者による炭素蓄積の指標 (植林/再植林プロジェクトの樹高) を用いた現地

検証を行うことにより達成される。プロジェクト事業者は、プロジェクトエリアにおいてこのような指標を事前に設置しておくことが望ましい。プロジェクト全体の事業パフォーマンスを監視するためには、利用可能な技術と資源のレベルに応じて以下の手法のうちの一つを用いる。

1. 写真資料。サイト内各地域における全てのエリアが撮影（日付を含む）され、精査される。フィールドの報告書と写真は、恒久的に保存する。
2. 多スペクトル（multi-spectral）、特に赤外線センサーを用いたデジタル航空写真。GPSを用いた各プランテーションエリアの横断（撮影）が必要。資料は恒久的に保存する。

超高解像度の衛星データ（Ikonos、QuickBird など）、もしくは高解像度の衛星データ（Spot、Landsat、RadarSat、Envisat ASAR）など。どの衛星イメージを選択するかは、プロジェクトのサイズと場所（雲量の大小）と、プロジェクトの資源（Resource）に依存する。

4.2.8 品質保証（Quality Assurance：QA）と品質管理（Quality Control：QC）（GPG：4.3.4）

プロジェクトの文書化に際して、以下の手順をカバーしたQA/QCを行う必要がある。

- (1) 信頼性のあるフィールド定量の収集
- (2) フィールドデータを収集する方法の検証
- (3) データ入力と分析技術の検証
- (4) データの保持と保存

QA/QCの後に目標とする精度の未達が発覚した場合、精度に達するまでの追加的なフィールド定量が必要となる。

➤ フィールド定量の信頼性を向上させるための手順

フィールド定量の各ステップにおいて、信頼性のあるデータを収集するための標準実施要綱（Standard Operating Procedures：SOPs）を作成し、常に遵守される必要がある。この標準実施要綱には、フィールド定量の全ての手順が詳細に記載される。また文書は検証目的の文書のための項を含む必要があり、将来のスタッフが過去の（検証）結果をチェックし、定量を一貫した方法で繰り返すことができるようにする必要があり。

フィールドデータ収集の確度を高めるためには、

- フィールドチームのメンバー全員にデータ収集の全過程を理解させ、データ収集を可能な限り正確に行うことの重要性を認識させる。
- フィールドチームによる、標準実施要綱（SOPs）を用いたテスト用のプロット設置と定量を行う。
- 全てのフィールドデータの、責任者（Qualified person）によるチェックを行う。この場合フィールドチームと協力してチェックし、技術的な誤差の補正を行う。
- 資料をプロジェクトの資料とともにファイルし、全ての手順が踏まえている

ことを示す。また、資料にフィールドチームの全ての個人名と、チームを指導したリーダーの名前のリストを添付する。

- 新たなスタッフの十分な訓練。

といったことが求められる。

➤ フィールドデータ収集の検証手順

設置されたプロットと、そこでの定量が正確に行われているかを検証する方法は、

- 8~10プロットごとに1つのプロットを別個に (Independent) 再定量し、誤差を比較する。全ての誤差は修正され、記録される。恒久的なプロットの再定量は、定量の手順が適切に行われていることを検証するものである。
- フィールド調査の仕上げに、10~20プロットを別個に (Independent) チェックする。ここでチェックするフィールドデータは、オリジナルのデータと比較される。発見された誤差は修正され、記録される。

➤ データ入力と分析の検証手順

信頼性のある炭素定量には、集計表への適切な記入が求められる。この過程での誤差は、入力されたデータと研究室でのデータ、両方が専門家のレビューを経ることによって、最小化される。また、必要であれば個別の (Independent) データと照会することによってもデータの現実性を向上させることができる。定量と分析に関わる全てのスタッフ間のコミュニケーションは、最終的なモニタリングデータの分析が終了するまえに、明らかな異常値を訂正することができる。プロットデータの問題が訂正されていない場合には、そのプロットは分析に用いることができない。

➤ データの管理と保存

データの保存はいくつかの書式に保存され、全てのデータのコピーが各プロジェクト参加者に提供される必要がある。

- フィールドデータ
- データ分析
- 計算モデル
- 炭素蓄積とCO₂以外の温室効果ガスの変化
- GIS結果
- 定量、モニタリングのレポート

のコピー (紙/電子) は全て専用の安全な場所に保存される必要があるが、この場合サイトの外が望ましい。また、これら文書 (電子的なもの) は、記録するソフト、ハードの性能向上に従い、アップデートされ続けることが推奨される。

4.3 ベースラインの定量手法

IPCC GPGのLULUCFプロジェクト部門の記述（GPG4.3）によれば、ベースラインはSBSTAの規定に従う（sink以外のプロジェクトの場合と同様に設定される）が、2つの点について配慮が必要である。

- プロジェクトが行われるサイトにおける、プロジェクト開始以前に存在する炭素プールの量と、CO₂以外のGHG排出量を定量する必要がある。
- 炭素プールと、CO₂以外のGHG排出量推移を、プロジェクト実施以前に推量する必要がある。この場合、PEERによるレビューを経たシミュレーションモデルを用いて、対象エリアにおける経年のデータをもとに炭素プールとCO₂以外のGHG排出量の推移を定量する必要がある。

とあるが、ここでの SBSTA の規定とはベースラインの純吸収量（Baseline net green house gas removal by sinks）を、そのほかの CDM と同様に定義すると規定している。

すなわち

既存または過去の炭素蓄積の変化

投資に対する障害を考慮した、経済的な土地利用による炭素蓄積の変化

事業開始時点における最もありえる形での土地利用による炭素蓄積の変化

から一つを選び、ベースラインが BAU（Business As Usual）であることを証明する。証明する手法（CDM EB10 report を参照）としては、

1. 起こりうるベースラインオプションを絞り込む設問群のフローチャート
2. 異なる起こりうるオプションの、定性的または定量的な評価（なぜ事業が起こりえないオプションが最も想定されるかの指摘）
3. 提案された事業活動が直面する 1 つまたは複数の障害（投資バリア、技術的バリア、支配的な制度などによるバリア等）の定性的、または定量的な評価
4. 事業形態が提案された事業分野の一般的な慣習でないこと、または締約国の法規・規制により要求されていないことの指摘

などが挙げられる。マ国プロジェクトサイトの現状は大部分が草地であり、特別な介入がなければ草地の現状が続いていくと考えられる。GPGのLULUCFプロジェクトの項（4.3）には「PEERによるレビューを経たシミュレーションモデルを用いて、対象エリアにおける経年のデータをもとに炭素プールとCO₂以外のGHG排出量の推移を定量する必要がある。」とあるが、参考として以下にGPGの3.4で述べられている「恒久的な草地」の炭素蓄積変化の定量手法のあらましを示す。植林/再植林を利用したCDMを受け入れようとする非付属書 国は、GPGの3章の炭素定量手法に従って、自国の土地利用インベントリを作成する必要がある。GPGは定量の対象と手法、ならびに定量に必要な係数とその算出方法を細かく指示しており、収集可能な情報量に対応した算出手法を提示している。ここでの定量手法は、LULUCFプロジェクトの炭素蓄積変化定量の手法とは別のものであり、以下はあくまでも参考である。

前提条件

炭素プール内での年間の炭素蓄積変化は、以下のような式で表される。

式 3.1.1 炭素プールにおける年間の炭素蓄積変化

<p>EQUATION 3.1.1</p> <p>ANNUAL CARBON STOCK CHANGE IN A GIVEN POOL AS A FUNCTION OF GAINS AND LOSSES</p> $\Delta C = \sum_{ijk} [A_{ijk} \cdot (C_I - C_L)_{ijk}]$

C = 炭素プール内での炭素蓄積の変化、トン C/ha/年
 A = 土地の面積、ha
 ijk = 気候区分(i)、森林区分(j)、管理状況(k)、など
 C_I = 炭素獲得率、トン C/ha/年
 C_L = 炭素喪失率、トン C/ha/年

森林の定義

森林とは、次の3つの最低値をすべて超えるものとされる。

- 最低面積 0.05-1.0 ha
- 最低樹冠率 10-30%
- 成木の最低樹高 2-5m

各国は閾値の中から適当な値を選択可能であり、選択した閾値を超えた土地が森林として定義される。

炭素プールの定義

生体バイオマス (Living Biomass)	地上バイオマス	土壌の上にある全てのバイオマス。幹、枝、樹皮、種子、葉が対象。
	地下バイオマス	地下にある全ての根(直径 2mm 以上)が対象。2mm 以下の根は、リターおよび土壌と区別できないために考慮されない。
枯死体・枯死有機物 (Dead Organic matter)	枯死木	リターに含まれない枯死木(立ち木、倒木の区別はない。また、土壌中の根も含まれる)。また、直径 xcm (x は国別に指定可能) 以上の切り株もこれに含まれる。
	リター	直径 Xcm (この値は国別に指定可能) 以下の全ての枯死木、および有機土壌や無機土壌上のさまざまな形態の腐敗物。落ち葉、腐敗層を含む。2mm(国別に指定可能) 以下の根もここに区分される。
土壌	土壌有機物	地表から Xcm (国別に指定可能) 以上の有機土壌および無機土壌に含まれる炭素分。2mm(国別に指定可能) 以下の根もここに区分される。

表 4.3-1 炭素プールの定義

有機土壌と無機土壌の定義

以下の基準中 1 および 2 もしくは、1 および 3 を満たすものが有機土壌となる

1. 厚さ 10cm 以上。層の厚さが 20cm 以下の場合、深さ 20cm まで攪拌した際に 12% 以上の有機物を含有している。

2. 数日間水分で飽和していなかった場合に、重量比で 20%以上の有機物を含有している。
3. 土壌が水分で飽和している段階にあった場合、
 - 粘土を除いた重量比で 12%以上の有機物を含有している。
 - 60%以上の粘土が含まれていた場合重量比で 18%以上の有機物を含有している。
 - 粘土の半分以上の有機物を含有している。

Tier (階層) 別の定量手法

定量の方法は下表のとおり三つの tier が提示されている。Tier のレベルが低いほど、定量手法は単純で精度が低い。Tier1 は主に GPG が提供する各種のデフォルト値を用いる手法であり、炭素蓄積量に必要な情報が整備されていない段階で用いられる。Tier2 は信頼性のある統計・データに基づき、国別に設定された係数を用いて炭素定量を行う手法である。Tier3 は炭素蓄積量のためのモデルを構築し、必要な入力値を与えて炭素蓄積量を求める手法である。

土地利用状況や土壌などの詳細なデータが未整備な国では、Tier1 を炭素蓄積量の手法として採用し、データの整備に従い Tier2、Tier3 と階層を上げていく。IPCC はより Tier の高い方法を採用するように指導している。下表 (表 4.3-2) は一例として「草地であり続ける草地 Grass Land Remaining Grass Land : GG」での炭素蓄積量の定量手法を、tier 別に示したものである。

	Tier (階層) 1	Tier 2	Tier 3
生体バイオマス (Living biomass)	変化しないと仮定	国内限定の年間炭素収支係数、通年または期間限定の各気候に基づく草地の調査	適切な空間定量を用いた、国内限定のアプローチ (モデリング、定量など)
土壌	IPCC のデフォルト係数を用いての算定。対象地域は気候と土壌を層状に特定される必要がある。 ● 無機土壌中の炭素 ● 有機土壌中の炭素 ● 石灰 それぞれにおいて係数を積算する。	有機・無機土壌それぞれにおいて、国別のデフォルト値、ないし国別の係数を用いる。石灰使用による排出は、石灰の形態別の式を用いる。	適切な空間定量を用いた、国内限定のアプローチ (モデリング、定量など)

表 4.3-2 恒久的な草地における、Tier (階層) 別の炭素蓄積変化の定量手法

土地利用区分

) 森林 (Forest Land)

国家の GHG インベントリの森林定義の閾値に合致した全ての森林植生のこと。さらに国家単位では、管理の有無、IPCC のガイドラインに従った生態系の種類によっても区分される。区分には近年において森林の閾値から外れてしまった地域は含まれるが、将来的に閾値を越えるだろうという地域は含まれない。

-) 耕地 (Crop Land)
この区分には耕作可能地(arable)および耕作地(tillage)、さらに国の定めた森林の区分には該当しないアグロフォレストリー地域が該当する。
-) 草地 (Grass Land)
この区分には耕地とはみなされない放牧地および牧草地までを含み、森林の区分に人間の干渉なしでは該当することができないと思われる地域もここに該当する。この区分は荒地からレクリエーションエリア、をも含み、管理の有無によってさらに区分される。
-) 湿地 (Wetlands)
この区分には、年間を通して水分に覆われた、もしくは浸透した地域 (泥炭地など) で、森林、耕地、草地に該当しない土地が含まれる。この区分は国の定義に従い管理の有無によってさらに区分される。貯水池 (ダム湖など) は管理された区分に、河川や湖は、管理されていない区分に区分けされる。
-) 集落、居住地 (Settlements)
この区分には、全てのサイズの住居および全ての開発された土地 (交通インフラ含む) が該当する。国の定めた基準に合致する必要がある。
-) その他の地域 (Other Lands)
この区分は、むき出しの土壌、岩石、雪氷、また上記どの区分にも属さない、管理されていない地域が該当する。土地利用面積の総計を合わせるために穴埋め的に利用することができる。

4.4 恒久的な草地における炭素変化

恒久的な草地における炭素変化は、人間活動の干渉と自然かく乱（植林、放牧、火入れ、野火、rehabilitation、牧畜経営など）によって引き起こされる。草地が産出する年間のバイオマス量は他の区分と比較して大きい、放牧や野火といった絶え間ない更新要因によって、地上のバイオマス量が数トン/ha を越えることは稀である。容量の大きいバイオマスは、草地の木質植生、もしくは根、土壌といった地下部に蓄積される。

恒久的な草地における炭素蓄積を定量する場合、以下のような手法が用いられる。

草地（GPG 3.4）

1. 恒久的な草地（GG）における生体バイオマス（Living Biomass）中の年間炭素変化

	Tier1	Tier2	Tier3
3.4.1.1 草地での年間炭素蓄積 変化	変化しないとする。	式 3.4.3 式 3.4.4 式 3.4.5 式 3.4.6	インベントリの統計、草地の種類、気候区分などを加味したモデル。
3.4.1.1.1.2 排出/吸収係数	変化しないとしているため、デフォルト値はなし	式 3.4.4 式 3.4.5 を求める過程で求められる係数。	インベントリに基づく、炭素蓄積変動モデルの組み合わせ。
3.4.1.1.1.3 Activity Data (利用状況)	バイオマス量が変化しないとしているため、算出しない(CO2 以外のGHG 排出は算出する 3.4.1.3)	リモートセンシングやデータベースを用いた測定。	高解像度の土地利用データを使用。
3.4.1.1.1.4 不確実性の検証	行わない。	土地面積の計算精度、土地の焼失、炭素増加と減少、炭素蓄積、バイオマスの膨張率、それぞれにおける不確実性を求める。	

表 4.4-1 恒久的な草地（GG）における生体バイオマス（Living Biomass）中の年間炭素変化

2. 恒久的な草地 (GG) における土壤中の年間炭素蓄積変化 (GPG 式 3.4.7)

		Tier1	Tier2	Tier3
炭素蓄積 定量の手 法	無機土壌 (式 3.4.8)	式 3.4.8 式 3.4.9 (3.4.1.2.1.2 にデ フォルト値)	Tier1 と同じ式を用い るが、国別の係数を 使う必要がある。	炭素蓄積のインベントリ に基づく、炭素蓄積変 動モデルの組み合わ せ。
	有機土壌 (式 3.4.10)	デフォルト値を用 いる。 (表 3.4.6)	セクション 3.4.2.1.3 で求められる国別デ ータを用いる。	
	石灰の投 与 (式 3.4.11)	デフォルト値を用 いる。 (石灰の投与量ト ン×0.12)	投与される石灰の種 類別の排出係数を使 用。	
排出 / 吸 収 係 数 (3.4.1.2. 1.2)	無機土壌	デフォルト値を用 いる。 (表 3.4.4)	国別の土壌分析、地 図解析を参照。	炭素蓄積のインベントリ に基づく、炭素蓄積変 動モデル。
	有機土壌	デフォルト値を用 いる。 (表 3.4.6)	参考研究が少ないた め、可能であれば直 接的な炭素フラックス の定量に基づく値。	
	石灰の投 与	3.4.2.1.1 を参照する。		
Activity Data (利用 状 況)	無機土壌	気候区分、土壌タイプ別に分けられた統計デー タを使用。		Tier1、Tier2 と同 様だが、より詳細 なデータを用い る。
	有機土壌	無機土壌の場合と同様だが、調査に基づく国別の土壌流出デー タを併用することが推奨される。		
不確実性	GPG5 章で述べられるガイダンスに従う。			

表 4.4-2 恒久的な草地 (GG) における土壤中の年間炭素蓄積変化

GPG3.4.1.3 CO₂以外の温室効果ガスからの排出 (GPG4 章:Agriculture 項を参照)

- (a) 有機/無機肥料の投入による N₂O 排出
- (b) 草地の焼失に伴う N₂O、NO_x、CH₄、CO の排出
- (c) 家畜放牧に伴う CH₄ 排出

4.5 吸収源 CDM からのクレジット獲得イメージ

ここでは、SBSTA19/COP9 で採択された、吸収源 CDM の実施ルールを定めた文書 (FCCC/SBSTA/2003/L.27) より、マ国プロジェクトからの排出権クレジット創出の仕組みについて述べる。

クレジット獲得イメージとして、プロジェクトが行われた場合の GHG 吸収量/排出量から、ベースラインの GHG 吸収量/排出量を差し引いたものがクレジット獲得量の純人為的吸収量となる (図 4.5-1)。

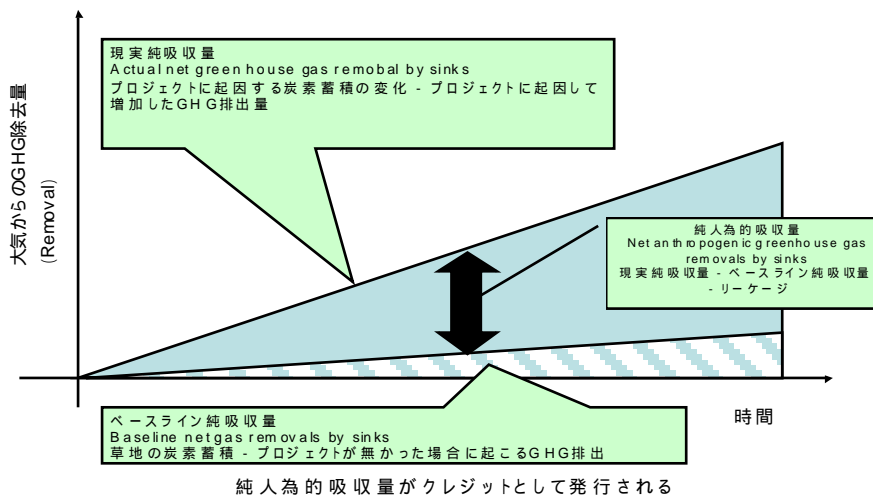


図 4.5-1 吸収源 CDM からのクレジット獲得イメージ

ベースライン純吸収量：

クレジット獲得量計算のベースとなるベースライン純吸収量としては、プロジェクトが無いと仮定した場合の炭素蓄積の変化が該当する。マ国プロジェクトにおいては、プロジェクトが無かった場合には、特別な管理が加えられない限り現在の草地が存続することになると考えられ、

- 草地の炭素蓄積変化
- 草地における GHG 排出 (野火に伴う CH₄、N₂O 排出など)

が定量対象になると考えられる。但し、草地における GHG 排出は、ベースラインを下方向に押し下げ、クレジット獲得量の増加 (ごくわずかと推察される) をもたらすことから、必ずしも定量する必要は生じないと考えられる。

現実純吸収量：

プロジェクトが行われた場合のバウンダリー内における炭素プールの炭素蓄積量の変化と、プロジェクトの開始、運営に伴う GHG の排出、並びにバウンダリー外での GHG 排出がこの現実純吸収量に該当する。具体的には、

- 炭素プール (樹木、リター、枯死木、有機・無機土壌) 中の炭素蓄積の変化。
- 重機、運搬機等使用時の、化石燃料使用に伴う二酸化炭素の排出
- 窒素肥料の投与に伴う亜酸化窒素 (N₂O) の排出など

ここの定量において、GHG 除去量が小さくなる方向での定量対象は全て定量する必要があるが、GHG 除去量が大きくなる方向での定量対象は必ずしも定量する必要はない。すなわち、最終的なクレジット算出の基準となる純人為的吸収量を水増しすることは許されないが、コスト勘案で純人為的吸収量を低く見積もることは問題がない。

純人為的吸収量：

現実純吸収量から、ベースライン純吸収量とリーケージを差し引いたもの。この量に応じて排出削減クレジットが付与される。

リーケージ：

バウンダリー外のプロジェクトに起因する排出の増加。CDM のバウンダリー外の副次的影響には、正負の影響が考えられるが、吸収源 CDM のリーケージとしては負の影響のみを対象とする。マ国プロジェクトにおいては、プロジェクトに伴う周辺の人口増加に由来する、GHG 排出量の増加がリーケージとして定量する必要があると考えられる。

◆ 窒素肥料投与に伴う N₂O の排出に関して

本報告書では、マ国プロジェクトバウンダリー内における窒素肥料の投与に伴う、直接的、間接的な N₂O の排出に関しては触れられていない。但し、苗木の植樹の際に窒素肥料を使用し、その量は約 300kg/ha であることから、年間の植林面積が 1000ha であるとするると数百~数千 CO₂ トン/年の N₂O 排出がバウンダリー内において発生する可能性がある。

IPCC Good Practice Guidance においてはその 4.3、(Box4.3.1) において

- プロジェクトの準備、モニタリング、伐採、木材輸送にともなう化石燃料の燃焼
- 窒素肥料の投与に伴う N₂O の排出

を産業用植林プロジェクトからの GHG 排出源の一部として規定しており、今後施肥される窒素肥料中の窒素分や施肥量を予測/定量した上で、N₂O の排出量を予測していく必要があると推察される。ここでの予測、定量に関しては、2000年版のGPGの第4章、農業の項³を参照するものとする（本報告書9章中3.4.1.1、LULUCFインベントリ作成時のCO₂以外のGHG排出量の定量に関する記述より）。現時点では情報量が不足しているため、この点については次回以降の報告書の課題とする。

³ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/gpgaum.htm>

第5章 植林及び木炭等バイオマスエネルギー利用に関する現地調査

5.1 目的

調査は、事業候補地であるブッリカビル地区において、下記を目的に行った。

1) 植林部門

植林木の成長量、並びに草地を含めたバイオマス量調査、炭素プール(地上部バイオマス、落葉・落枝、土壌有機物)の整理と伐採時の炭素吸収量の推定
伐採、輸送、チップ加工、船積み等のプロセス評価、並びにこれらに伴う炭素排出量の推定、

2) 木炭等バイオマスエネルギー利用部門

地元民の木炭等熱エネルギーへの依存量調査、現地が受け入れ可能な生産設備、並びにプロジェクトから提供される苗木を利用した地元民植林による可能性、
植林木伐採時の枝・葉・バーク等の余剰バイオマス資源の発電への利用の可能性

5.2 事業候補地の概要

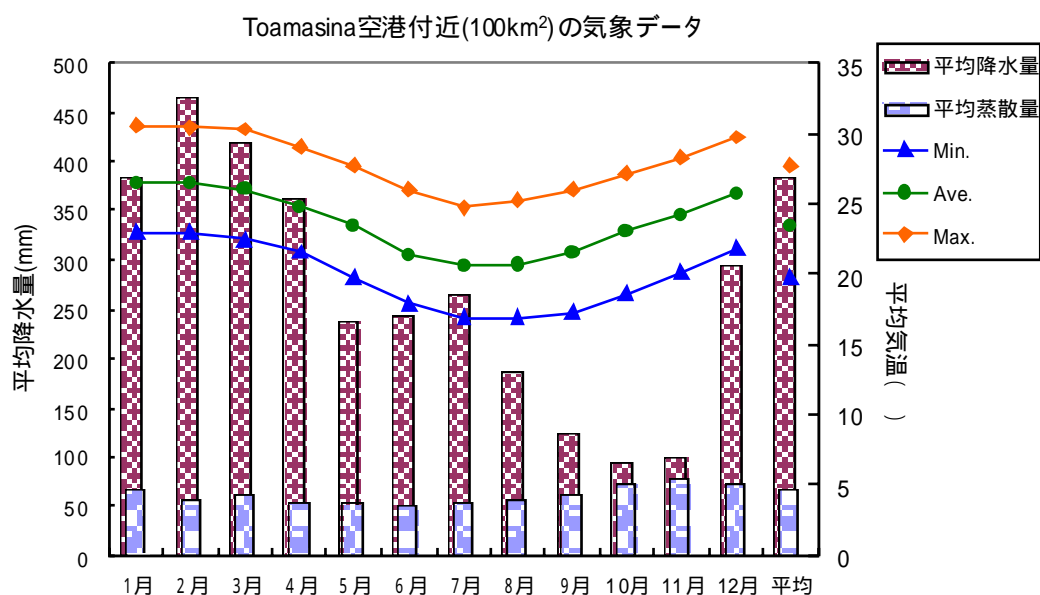
5.2.1 気候、土壌

1) 気候

- ・ プロジェクトエリアより、約 100km 離れた Toamasina 空港の気象データによれば、平均気温は 24 (最高 28 、最低 20)、月平均降水量は 385mm(年平均で 3,179mm)、月平均蒸散量は 66mm と、熱帯多雨気候区区分される。

2) 土壌

- ・ 粘土質を含み赤色のラテライト土壌が広く分布している。但し、海岸部付近は海岸線に沿って砂質土壌が分布している。
- ・ ラテライト土壌は、砂質土壌より植林に適しており、我々が実施した試験植林の結果からも伺える。ラテライト土壌が分布する試験地 LD3 の植栽約 2 年後の *Egrandis* の樹高は約 10m ~ 15m、砂質土壌が分布する LD4 の同林齢・同樹種の樹高は約 2m ~ 3m であった。



5.2.2 植生

- 前章 1.4.1 で図示した天然林が分布する東部山岳地域と異なり、極めて貧相な植生である。丘陵地は殆どイネ科 *Aristida* の草地である。他の植生は斜面部の樹高 1.5m 前後のハゴロモノキ *G.banksii*、タビビトノキ *R.madagascariensis* が多い。特に *G.banksii* はやせ地でも繁殖力が旺盛なため 1960 年代に土壌侵食防止のために種子散布され、現在、他の植生破壊の要因となっているとのことである。

5.2.3 土地利用

- 地元民は、低地での水田耕作に依存し、焼畑は小規模に集落周囲の傾斜地を利用している。栽培種はキャッサバ・タロイモ等が主なものである。また、一部の裕福な世帯は牛を所有し、放牧を行っている。
- 集落の世帯数及び土地利用の状況を概観する限り、植林適地とする草地等未利用地が多く見受けられる。
- 地元民の土地利用に関し、地元民への聞き取り調査を行ったので、詳細は第 12 章プロジェクトの社会経済的・環境的影響で述べる。



写真 5.2-1 プロジェクトエリアの代表的な地形、植生



写真 5.2-2 地元民の土地利用状況

5.2.4 土地の所有形態

- ・ 全ての土地は国有地であるが、土地の登記が進んでおらず、地元民の多くが慣習的な土地利用を行っている。現地案内した森林局の説明によれば、土地の利用権と所有権が存在しており、両者は慣習的に区別されているとのことである。例えば未利用地に植林した場合、その植林木の所有権は植林者の所有となる。但し、その土地利用権を植林者が所有していなかった場合は完全に植林者の所有とはならない。その場合、多くは植林木を伐採・販売した時に、その収入の一部を土地利用権者に還元するとのことである。
- ・ また、未利用地に対する利用権者が誰であるのか、過去にさかのぼって利用権者が存在するのか、さらには未利用地と利用地の区分についてもあいまいであり、森林局を含め、関係局の国土局の関係者も正確なところは把握していない。
- ・ 産業植林において、カントリーリスクとして最も懸念するのが、この土地及び植林木に対する権利である。

5.3 産業植林事業

5.3.1 産業植林事業の前提

1) 植林部分

- ・ 植栽樹種：*Eucalypts grandis*
- ・ 目標植林面積：10,000ha
- ・ 年間植林面積：1,000ha/年
- ・ 伐期：10年
- ・ 事業期間：30年

(1年目～10年目は植林、11年目～20年目は伐採・再植林、21年目以降伐採のみ)

実行では、21年目以降も伐採・再植林を行い事業を継続するが、本報告では計算上事業期間を30年と想定した。

2) 伐採、原木輸送・チップ加工・船積み部分

- ・ 伐採原木は、国道2号線を利用し、Toamasinaのチップ工場へトラック輸送。
- ・ チップ工場は、Toamasina港の隣接地(港より約4km～5km)を想定。原木をチップ加工後、港へトラック輸送。
- ・ Toamasina港より、日本向けに輸出。年間輸出量10万BDT(200万m³)を想定。

5.3.1.1 植林木の成長量推定

植林木の成長量推定は、既存植林地の測定データを解析することにより、求めることができる。即ち、同一林分の各年次の平均胸高直径 DBH と平均樹高 H、並びに樹幹解析を行い、平均単木材積を計算する。これに植栽本数を乗じて各年次の林分蓄積量を求める。さ

らに各年次の平均胸高直径と平均樹高から、単木の成長曲線を導くことができる。

一般に、事業においては植林対象地周辺における過去の測定結果から単木材積式及び成長予測式を求め、加えて植林開始後の測定結果を加えより精度の高い予測式を導く方法がとられている。

そこで Toamasina 州森林局が実施した過去数例の植栽試験の成長量に関するデータの収集を試みたが、苗木の品質が悪く、無施肥・無除草等の粗放的な施業に加え森林火災・サイクロン等により枯死率が高く現存の林分が極めて少なく、過去の調査結果の管理が未整備であった事などから十分なデータは得られなかった。

このため唯一入手できた測定データ 2 例を用いて、本プロジェクトにおける成長量を推定した。以下に、その手順を示す。

植栽後の樹高成長の推定

森林局が実施した下記 2 箇所の試験は、現地採取産及び豪州産の種子を由来とし、約 7、8 種類の *E. grandis* を植栽している。測定時の生存率が約 20% ~ 40% と極めて低いため、全産地の平均樹高を基に植栽後の年数と樹高の関係を求め、推定樹高式を導いた。

・ 推定樹高 $H(m) = 6.0558 \times \ln(\text{植栽後の年数}) + 7.2586$

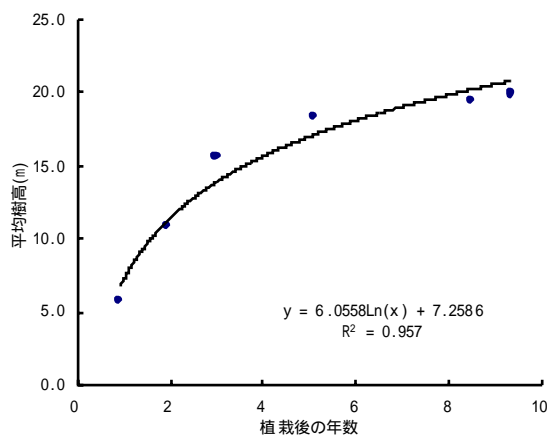


図5.3.1 *E. grandis* 植栽後の年数と平均樹高の関係

植栽年	植栽密度	植栽後の平均樹高(m)					
		0.9年	1.9年	3.0年	5.1年	8.5年	9.3年
1987年2月	3m × 3m				18.3	18.7	19.4
1994年3月	2m × 2m	5.83	10.89	15.59			

単木材積式、林分材積式

ついで我々が他国で実施している産業植林の実績、当地の気象・土地条件、並びに初期成長を勘案し、下記的前提を基に当地における単木材積式及び林分材積式を求めた。

前提)

・ MAI : 20m³/ha

- ・ 伐期：10年
- ・ 植栽本数:1,667本/ha
- ・ 伐採時の単木材積:0.1200 m³/ha

上記、前提に導かれる材積式は次式となる。

$$\text{単木材積 } V(\text{m}^3) = 0.0000139 \times \text{胸高直径 DBH}(\text{cm})^2 \times \text{推定樹高}(\text{m})$$

$$\text{林分材積}(\text{m}^3/\text{ha}) = \text{単木材積 } V(\text{m}^3) \times \text{植栽本数}(\text{本}/\text{ha})$$

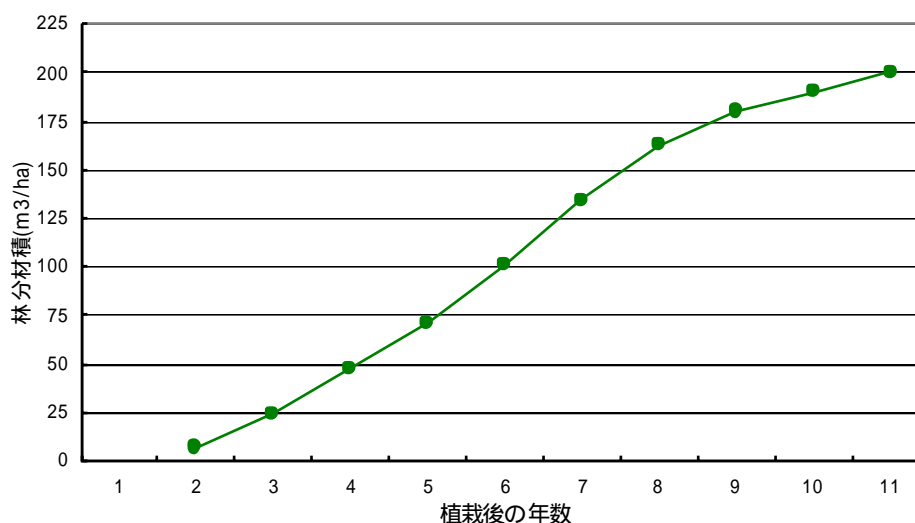


図5.3.1 *E. grandis*の成長曲線

表5.3.1 Brickavill地区における*E. grandis*の成長予測

植栽後の年数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
樹高(m)	7.3	11.5	13.9	15.7	17.0	18.1	19.0	19.9	20.6	21.2
胸高直径(cm)	6.5	9.6	12.2	14.0	16.0	17.9	19.2	19.8	20.0	20.2
単木材積 (m ³ /本)	0.00	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.11	0.11	0.12
林分材積 (m ³ /ha)	7.16	24.41	47.87	70.93	100.64	134.13	162.28	179.91	190.16	200.00
植栽本数	1,667 本/ha									

5.3.2.2 植林木、草地等の炭素量の測定

前章 3.4 では、炭素プールを地上部バイオマス、地下部バイオマス、枯死木、リター、土壌有機物と定義した。本調査では、地上部バイオマス(幹、枝、葉、バーク)、リターとして落葉・落枝、土壌有機物の炭素量を測定し、地下部バイオマスは時間的制約上、並びに定量手法の未整備さから測定対象から除外した。また、本来ならば伐採時の炭素量を推定するために10年生の植林木を測定対象とすべきだが、当地にはまとまった林分が極めて少ないことから、2.5年生の植林木のバイオマス量及び炭素量を測定し、伐採時の炭素量を推定した。

1) 調査地概要

調査は、プロジェクトエリア内に位置する森林局が植栽した *E. grandis* の植林地、植林

適地と区分する草地において地上部バイオマス量と土壤有機物を対象に調査した。また参考までに、植林不適地と区分される低木林 *G. banksii* と湿地においても同様に行った。

植林地

a) 2.5 年生 *E. grandis* 植林地

- ・ 植栽密度 3m × 4m (約 833 本/ha)、植栽面積約 2ha、
- ・ 健全木の平均樹高約 14m (約 13m ~ 17m)、平均胸高直径約 14cm (約 12cm ~ 約 16cm)
- ・ 無施肥無除草で植栽。調査時には、自然枯死、サイクロン等の被害により現存率を約 80% と推定した。

b) 10 年生 *E. grandis* 植林地

- ・ 植栽密度 3m × 3m (約 1,111 本/ha)、植栽面積約 0.5ha。
- ・ 自然枯死、火災、サイクロン等により現存率は約 30% 以下と推定。特に 2003 年 5 月のサイクロンによる風倒木、梢端の欠いた個体が多く、比較的健全な個体 10 本の平均樹高は約 21m、平均胸高直径は約 20cm であった。

その他植生

- ・ 低木林 *G. banksii* : 樹高は約 0.8m ~ 2.3m、根本直径樹高最大個体でも約 4cm。
- ・ 湿地の草地(種名は不明)

2) 調査手法

2.5 年生植林地

- ・ 2.5 年生植林においては調査プロットを設け、プロット内(5 列 × 10 本)の胸高直径と樹高を測定した。ついで伐倒後、主幹、枝、葉にわけて、枝・葉の全重量を測定した。主幹は樹幹解析後、各主幹の円盤サンプルを日本へ持ち帰り、乾燥重量・炭素量を測定した。
- ・ 生枝・生葉は、サンプルを日本に持ち帰り、主幹と同様に乾燥重量・炭素量を測定した。
- ・ 落葉・落枝は、30cm × 30cm のサンプルコドラートを設け、乾燥重量・炭素量を測定した。
- ・ 採土器(直径 15cm)を用いて、深さ別に 60cm までの土壌を採取後、炭素量を測定した。

草地

- ・ 草地は、落葉・落枝と同じく 30cm × 30cm のサンプルコドラートを設け、全重量測定後、乾燥重量・炭素量を測定した。土壌も同様に、深さ別に 60cm までの土壌を採取後、炭素量を測定した。

10 年生植林地

- ・ 2.5 年生と同じく、落葉・落枝と土壌の炭素量を測定した。

5.3.3.3 炭素プール別、吸収・排出量の推定

測定した各サンプルの地上部バイオマス量、土壤有機物の炭素量を表 5.3.2 に、2.5 年生植林木の樹幹解析結果を表 5.3.3 に示す。

表5.3.2 植生毎の地上部バイオマス量、並びに土壌の炭素量

サンプル No	内容	単位	絶対乾重量 (kg/各単位)	全炭素	
				(kg/各単位)	(%)
2.5年生 <i>E. grandis</i> 植林地					
1	主幹 0.0m	(kg/各単位)	10.69	5.31	49.69
2	主幹 1.3m	(kg/各単位)	11.91	5.91	49.62
3	主幹 2.3m	(kg/各単位)	9.93	4.93	49.61
4	主幹 4.3m	(kg/各単位)	8.13	4.04	49.67
5	主幹 6.3m	(kg/各単位)	6.58	3.26	49.67
6	主幹 8.3m	(kg/各単位)	5.34	2.64	49.52
7	主幹 10.3m	(kg/各単位)	3.11	1.55	49.51
8	主幹 12.3m	(kg/各単位)			
	主幹部(小計)	(kg/各単位)	55.69	27.64	49.64
9	生枝(梢端を含む)	(kg/各単位)	5.90	2.97	50.26
10	生葉	(kg/各単位)	5.63	3.04	54.075
	(地上部合計)	(kg/各単位)	67.22	33.65	50.07
11	落葉・落枝	(kg/m ²)	33.22	8.79	26.463
12	土壌(深さ 0-10cm)	(kg/m ²)	115.38	2.49	2.15
13	土壌(深さ 10-30cm)	(kg/m ²)	235.96	3.43	1.45
14	土壌(深さ 30-60cm)	(kg/m ²)	345.32	3.61	1.05
	(土壌有機物小計)	(kg/m ²)	696.66	9.53	1.37
10年生 <i>E. grandis</i> 植林地					
15	落葉・落枝	(kg/m ²)	3.78	0.80	21.23
16	土壌(深さ 0-10cm)	(kg/m ²)	114.88	2.31	2.01
17	土壌(深さ 10-30cm)	(kg/m ²)	249.63	3.95	1.58
18	土壌(深さ 30-60cm)	(kg/m ²)	352.53	4.13	1.17
	(土壌有機物小計)	(kg/m ²)	717.04	10.39	1.45
草地 <i>Aristida</i> (イネ科)					
19	草地	(kg/m ²)	1.00	0.49	48.95
20	土壌(深さ 0-10cm)	(kg/m ²)	98.08	3.14	3.20
21	土壌(深さ 10-30cm)	(kg/m ²)	234.78	2.69	1.14
22	土壌(深さ 30-60cm)	(kg/m ²)	356.21	3.40	0.96
	(土壌有機物小計)	(kg/m ²)	689.06	9.23	1.34
(参考)					
低木 <i>G. banksii</i>					
	地上部	(kg/本)	14.00	6.91	49.34
	土壌(深さ 0-10cm)	(kg/m ²)	117.20	1.83	1.56
湿地					
	地上部(草)	(kg/m ²)	1.22	0.60	48.89
	土壌(深さ 0-10cm)	(kg/m ²)	85.03	5.27	6.20

注1) : No.1 ~ No.10までの絶対乾重量は樹幹解析木1本の値。

但し、各部位の含有率は両木口の平均値で計算

注2) : No.11 ~ No.22は、1m²あたりに換算した値

表5.3.3 2.5年生*E. gransids*の樹幹解析結果

(植栽密度：833本/ha)

部位 (m)	皮付 直径	皮なし 直径	区分材積(m ³)	
			皮付	皮なし
0	18.1	16.4	0.0279	0.0236
1.3	15.0	14.1	0.0334	0.0288
2.3	14.2	13.1	0.0273	0.0233
4.3	12.2	11.3	0.0207	0.0173
6.3	10.8	9.7	0.0166	0.0134
8.3	9.8	8.8	0.0127	0.0104
10.3	8.3	7.5	0.0069	0.0054
12.3	5.0	4.3		
梢頭部	梢頭樹高：15.8m		0.0069	0.0051
	単木材積		0.1523	0.1273

ついで1haに換算した植林地と草地の炭素量を表5.3.4に示す。草地を森林に転換することにより、約2倍の炭素量が蓄積されている。

表5.3.4 2.5年生植林地と草地の炭素量比較

(単位：CO₂ t/ha)

	地上部バイオマス				落葉・落枝 (CO ₂ t/ha)	土壌有機物				合計 (CO ₂ t/ha)
	主幹 (CO ₂ t/ha)	生枝 (CO ₂ t/ha)	生葉 (CO ₂ t/ha)	小計 (CO ₂ t/ha)		0-10cm (CO ₂ t/ha)	10-30cm (CO ₂ t/ha)	30-60cm (CO ₂ t/ha)	小計 (CO ₂ t/ha)	
2.5年生植林地 植栽本数 833本/ha	84.5	9.1	9.3	102.9	322.7	91.2	125.8	132.7	349.7	775.2
草地				18.0		115.2	98.6	124.9	338.8	356.7

CO₂換算係数 炭素重量 × 3.67

2.5年生地上部バイオマスは、単木当りの炭素量に植栽本数を乗じて、ha当りのCO₂量に換算。

落葉・落枝、草地地上部バイオマス、並びに土壌有機物は、m²当りの炭素量をha当りに換算。

伐採時の蓄積量及び炭素量の推定

ついで2.5年生植林木の各部位の重量費及び炭素率を基に、伐採時の1ha当りの炭素量を推定した。即ち、2.5年生単木の重量費及び炭素率を、伐採時の蓄積量に乗じた。

前提)

- ・伐採時の蓄積量：200m³/ha
- ・容積重：0.5t/m³

表5.3.5 伐採時の植林地の各部位の重量及び炭素量の推定

伐採時の炭素量	2.5年生単木の測定結果			伐採時10年生当りの	
	(kg/本)	各部位/幹	炭素率(%)	重量(t/ha)	(CO ₂ t/ha)
幹	46.6	1.00	49.6%	100.0	182.0
バーク	9.1	0.20	49.6%	19.6	35.7
生枝	5.9	0.13	50.3%	12.7	23.4
生葉	5.6	0.12	54.0%	12.1	23.9
(小計)	67.2	1.44		144.4	265.0

上記、推定に基づけばプロジェクト開始後、10年目における炭素吸収量は265CO₂t/haと見込まれる。

伐採時の落葉・落枝及び土壌有機物の炭素量は10年生の測定値を、草地の地上部及び土壌有機物の炭素量は測定結果を採用した。

尚、落葉・落枝の炭素量は排出としてカウントした。

表5.3.6 伐採時の炭素量

(10年生測定結果より)	(Ckg/m ²)	(CO ₂ t/ha)
落葉・落枝	-0.80	-29.4
土壌有機物	10.39	380.8

表5.3.7 草地の炭素量

(草地の測定結果より)	(kg/m ²)	(CO ₂ t/ha)
草地地上部	0.49	17.9
土壌有機物	9.23	338.4

表5.3.8 植林地及び草地における炭素収支

	(CO ₂ t/ha)
幹	182.0
バーク	35.7
生枝	23.4
生葉	23.9
(小計)	265.0
落葉・落枝	-29.4
地上部小計	235.6
土壌有機物	380.8
植林地小計	616.4
草地地上部	-17.9
土壌有機物	-338.4
草地小計	-356.4
炭素収支	260.1

上記、推定に基づけばプロジェクト開始後、10年目における炭素収支は260CO₂t/haと見込まれる。

下表にha当りの炭素収支の推移を示す。

植林1年目は草地地上部の炭素排出により、炭素収支はマイナスとなるが主幹の成長に伴い、炭素収支は吸収量のほうが多くなる。10年目において草地の土壌有機物を排出とした

場合でも地上部の炭素吸収量が多いため、10年間の収支は吸収量がまさる。

表5.3.9 植林地における炭素収支の推移

植栽後の年数 (年)	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
主幹の成長量 (m ³ /ha)	7.2	24.4	47.9	70.9	100.6	134.1	162.3	179.9	190.2	200.0
(t/ha)	3.6	12.2	23.9	35.5	50.3	67.1	81.1	90.0	95.1	100.0
年増加量 (t/ha)	3.6	8.6	11.7	11.5	14.9	16.7	14.1	8.8	5.1	4.9
CO ₂ 換算										
幹 (CO ₂ t/ha)	6.5	15.7	21.3	21.0	27.0	30.5	25.6	16.0	9.3	9.0
バーク (CO ₂ t/ha)	1.3	3.1	4.2	4.1	5.3	6.0	5.0	3.1	1.8	1.8
生枝 (CO ₂ t/ha)	0.8	2.0	2.7	2.7	3.5	3.9	3.3	2.1	1.2	1.2
生葉 (CO ₂ t/ha)	0.9	2.1	2.8	2.8	3.6	4.0	3.4	2.1	1.2	1.2
落葉・落枝 (CO ₂ t/ha)										-29.4
土壌 (CO ₂ t/ha)										380.8
合計 (CO ₂ t/ha)	9.5	22.9	31.1	30.6	39.4	44.4	37.3	23.4	13.6	364.5
ベースライン										
ベースライン (CO ₂ t/ha)										
草地(ハイマス) (CO ₂ t/ha)	-17.9									
草地(土壌) (CO ₂ t/ha)										-338.4
(ベースライン小計) (CO ₂ t/ha)	-17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-338.4
収支 (CO ₂ t/ha)	-8.5	22.9	31.1	30.6	39.4	44.4	37.3	23.4	13.6	26.0
収支累計 (CO ₂ t/ha)	-8.5	14.4	45.5	76.0	115.4	159.8	197.1	220.5	234.0	260.1



写真 5.3-1 2.5年生植林地の遠景



写真 5.3-2 2.5 年生植林地の林内、空間、落葉・落枝の状況



写真 5.3-3 10 年生植林地の遠景



写真 5.3-4 植林対象地の草地遠景



写真 5.3-5 周辺の低木林ハゴロモノキ *G.banksii*



写真 5.3-6 低地での土壌採取状況

5.3.6 伐採、輸送、チップ加工、船積み等のプロセス、評価

1)製紙原料用チップとしての一連のプロセスにおける作業内容は主に以下の通り。(図 5.3.2-1「各プロセスにおける燃料・電力想定消費量」、図 5.3.2-2 以下のイメージ写真を参照。)

植林工程

- ・苗木生産作業(苗畑)
- ・道路敷設作業(伐開、苗木運搬用、作業労働者運搬用等)
- ・植付前作業(開墾、火入、地拵え、植付前除草等)
- ・植付作業(スコップによる人力植付、柵設置、施肥、補植等)
- ・植付後作業(施肥、除草、その他撫育)

伐採工程

- ・道路敷設作業(伐採作業重機用、トラックによる集荷原木搬出用)
- ・人力(チェーンソー等)による伐採作業
- ・人力による剥皮作業
- ・搬出道、林地土場までの原木輸送及び桟積作業(トラクターによる集材)

集材輸送工程

- ・集材原木のトラックへの積込作業
- ・林地土場からチップ加工工場までの原木のトラック輸送

チップ加工工程

- ・トラックからの原木ヤードへの荷降し作業

・原木ヤードから投入口への原木搬送作業

・チップ切削作業

・チップヤードでのパイリング作業

船積出荷工程

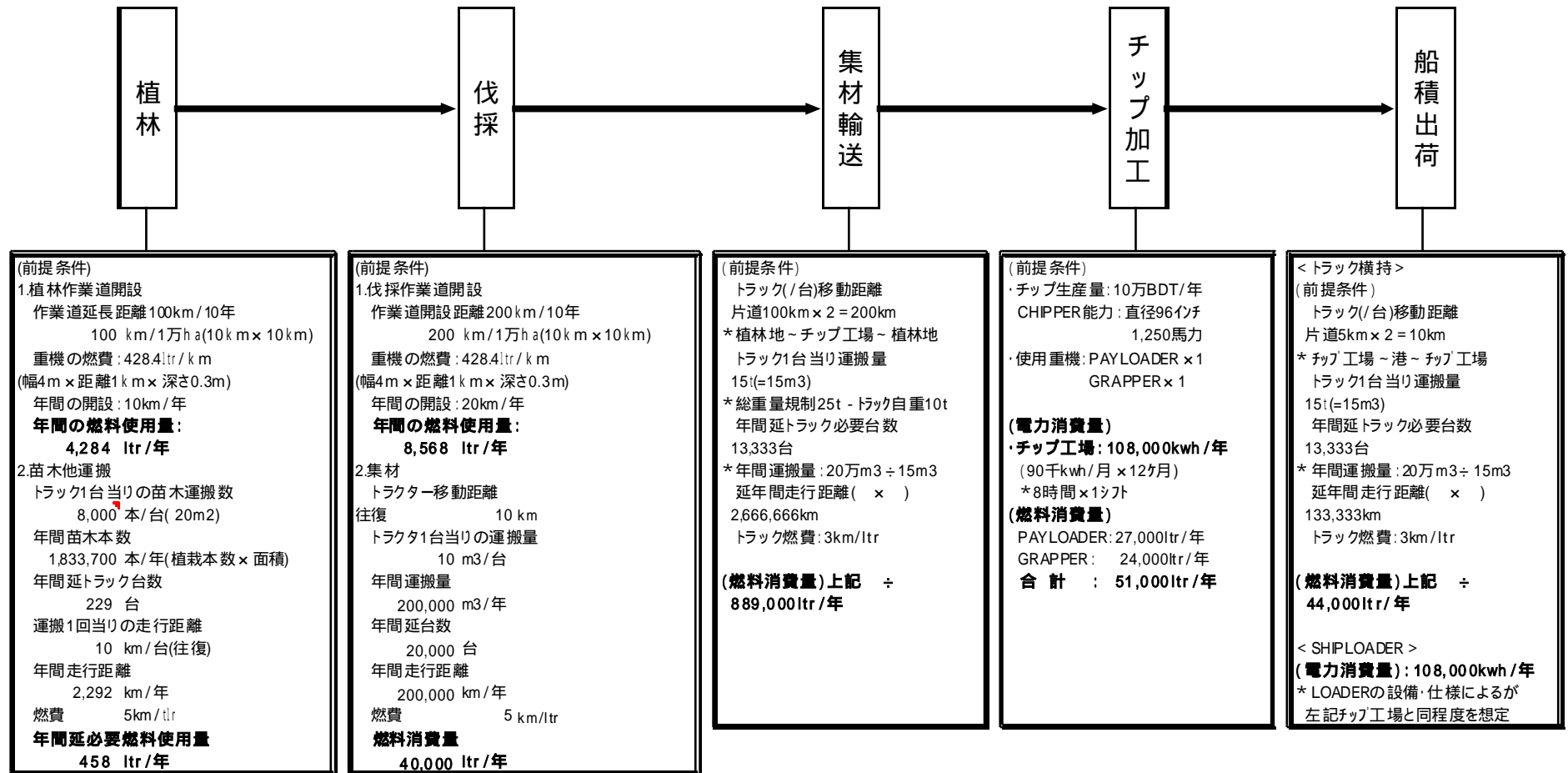
・チップ工場～船積港へのトラックによる横持作業

・チップ輸送船への積込作業

2)各プロセス段階での燃料・電力消費量に関しては、以下の通り推定した。(詳細は図「各プロセスにおける燃料・電力想定消費量」を参照)

2)-1 燃料消費量(リットル/年)	(軽油)	(ガソリン)
植林工程(作業道開設、苗木運搬等)	4,742	
伐採工程(運搬道開設、原木集材等)	48,568	
原木集材輸送工程(トラック輸送)		889,000
チップ加工工程(工場内原木、チップ横持)	51,000	
船積工程(チップ横持:工場～港)		44,000
合計	104,310	933,000

図5.3.6-1 各プロセスにおける燃料・電力想定消費量



植林



伐採



チップ加工



チップ船積み



5.3.7 植林部門の評価と課題

- ・ 気候に関しては、熱帯多雨気候であり植林木の成長性にとって特に問題となる部分ではない。但し、降水量が多すぎる（年平均3,179mm）点は若干懸念され、その起伏がある草地が続く地形にて低地は常時湿地化しており、植林不適地となるので植林実施時は低地を避ける必要がある。又、産業植林展開時には、多雨は原木中の水分量を増加させ原木自体の重量化に繋がり、集材、輸送工程におけるコスト増加要因（製紙原料として有償価値があるのは水分を除いた木質繊維部分のみ）となる可能性があり、伐採、輸送作業は乾期に集中して実施、十分な乾燥時間をとる必要がある等の運営面における工夫が必要になろう。
- ・ 植林対象地は草地であり、今回の調査結果から新規植林(Afforestation)に区分した。
- ・ 既存植生は、草地を中心に極めて貧相であり、調査の限りにおいては希少天然植生等発見できなかった。これは単一樹種の大規模植林を想定している本プロジェクトにとっては、連続した広範囲の植栽地を確保し易いという点ではメリットとなる。
- ・ 土地の所有形態は、登記制度の未整備、所有権と利用権の法的未整備等の現状のため、事業者が植林木の所有権を確実に確保、主張でき、製紙原料として日本まで確実に持ち帰られるか懸念が残る。大きなカントリーリスクである。
- ・ その他想定されるリスクは、森林火災、気象害(サイクロン)、苗木・植林・撫育等の未熟な植林技術等である。特に、既存植林地における生存率が異常に低い数字となっている点、加えて年間成長率も、MAI = 20m³/年程度と低い傾向を示しており、この原因究明及び改善は必須であり、この課題をクリアする為のアクションプランが必要。
- ・ 地元民の生活は水田を中心とした自給自足の生活であるが、一方で無計画な焼畑・放牧のための火入れを実施している。
- ・ プロジェクトと地元民が持続的に発展するためには、地元民への植林、森林火災の防備、環境や土壌保全等に関する技術移転や意識改善が必要であり、これらを指導・教育していくプログラムや人材の確保も本プロジェクトを成功に導く要因である。

5.4 木炭等バイオマスエネルギー利用に関する調査結果

5.4.1 目的

マダガスカル国の現地木炭利用は一般家庭での燃料として、もっぱら調理用として利用されている。生産される木炭のほとんどが家庭用燃料として、そしてわずかな量が販売用として道端で売られているのが現状である。

プロジェクトエリア内から得られるチップ材、用材、伐採残さをバイオマスエネルギーとして利用することで地元民の持続的発展に寄与することが期待される。特に木炭は地元民の活用範囲を広げるバイオマスエネルギーとしてその将来性に着目し、事項以降で詳細な検討を行う。

5.4.2 地元民の木炭等熱エネルギーへの依存量調査結果

最初にマダガスカル国でのユーカリ木炭の一般的な利用方法について述べることにしたい。ユーカリは薪、建築用材としても利用されるが、その大部分は農民によって木炭に加工され販売されている。炭焼きの方法は、坑内製炭法（簡易な炭窯にユーカリを詰め込み、上部を土で覆い、底部に点火して、下部に通風して炭化を行う方法）と伏焼法（ユーカリを積み重ねて、枝、草、土などで覆い製炭する方法）とがある。またこの二つの方法の中間的な方法もある。1999年6月発刊の「森林科学」によると、調査を行ったマダガスカル国 マンタスア湖周辺の農家の炭焼きには農家の副業的なもののほか、炭焼き専門の業者もみられたとのことである。なお炭焼きの生産構造は次の三種類となる。自己の所有するユーカリ人工林で自ら副業として炭を焼く自営製炭、人工林のユーカリ立木を購入して副業または専門的に炭を焼く自営製炭、炭焼き労働者として雇用されて炭を焼く雇用製炭である。また生産された木炭のほとんどは大消費地の首都アンタナナリボにトラックで輸送される。その販売先は仲買業者で、木炭1袋20kg当りの元売価格はマンタスア湖周辺が、6,000～9,000FMG(150円～225円)とのことである。木炭の1世帯当りの年間平均販売量をみると、マンタスア湖周辺では200袋以上の村が多くなっている。

そこで今般検討するプロジェクトエリアはどうかというと、2003年10月30日に原口調査員、中村調査員、船曳調査員が現地薪炭製造関係者に聴き取り調査を行ったのでその面談記録を紹介する。

（面談の要旨）

- ・ 地元の薪炭業者は土地所有者から136ha/5年間の伐採権の権利を取得して薪炭業を営んでいる。
- ・ 地元雇用は最大で90名ほどである。その内訳は伐採・薪炭製作・薪製作等の分業体制である。
- ・ 現場作業員は雨季に農業に従事しており、乾季(4月～11月)に現場作業に従事するいわば季節労働である。ただし雇用主の依頼があれば雨季でも作業を行うために現場に来ると

のこと。

- ・ 伐採は7年に1回行う（法律の根拠があるとのことである）。伐採後は放置しておく。7年目以降の取扱いについては地主の判断による。
- ・ 現場は地主が立木の所有権を保有しており、立木伐採の権利を業者に有償譲渡しているとのこと。
- ・ また他の現場では、地主と立木の所有権者が異なる場合もある。
- ・ 伐採に際して森林局から伐採許可を得ており、これについては業者が対価を支払っているとのこと。
- ・ 森林局が現場を巡視しているところを見たことがない。
- ・ 業者の数は不明である。
- ・ 炭焼き1釜で木炭が約20袋採集(1袋には120kgの米が入るとのことである)出来る。現地のトラック1台当り130袋積むことが出来る。月当り最大でトラック6台の出荷を行う（ただし雨季には半減する）。
- ・ 出荷先は首都アンタナナリボ方面である。
- ・ 現場作業員の月収は20万MFG(約4千円)とのことである。

上記は薪炭製造業者からの聴き取りであるが、次に同日(2003年10月30日)に行った薪炭販売業者との面談記録を紹介する。この面談も原口調査員、中村調査員、船曳調査員が行ったものである。

(面談の要旨)

- ・ 薪炭の販売価格は13,500MFG(約40kg)、仕入価格は12,000MFG程度である。
- ・ 仕入は周辺の村落から行う。
- ・ 樹種はユーカリ。その他に松もある。
- ・ 販売量は5袋/程度である。
- ・ 近郊で週末に山火事があったが、それほど頻発はしていない(昨年はないとのこと)。



写真 5.4.2-1 聴き取り調査の様子



写真 5.4.2-2 伏せ焼きの様子

ここで聴き取り調査による地元民の木炭依存量の結果を以下によりデータ化した。

プロジェクトエリア内の一戸当たり月平均バイオマス使用量（聴き取り結果）

	%	kg	年間使用量	
木炭	0%	0	× 12 ヶ月	= 0kg
薪	65%	313kg	× 12 ヶ月	= 3,756kg
作物茎	35%	343kg	× 12 ヶ月	= 4,116kg
計	100%	656kg	× 12 ヶ月	= 7,872kg

プロジェクトエリア内の全集落当たりの年間必要量

	全世帯数	年間必要量（千 kg）
推定世帯数	100	-
薪・作物茎の必要量	-	787.2

薪・作物茎重量 = 幹重量

プロジェクトエリア内の地元民は木炭を使用しておらず、家庭内の煮炊きは薪・作物茎を使用することで賄われているのが実情である。家庭内燃料としての需要は専ら煮炊きに限られる。仮に寒冷地であれば木炭の暖房用としての利用が考えられるがプロジェクトエリア内は温暖な気候のために暖房用の需要もない。一方マダガスカル他の地域には比較的寒冷な地域があり暖房用の需要はわずかながら存在する。したがってバイオマスを木炭に変えて村外販売用という観点からみると地元民に経済効果が生まれる可能性がある。

5.4.2.1 プロジェクトエリア内からの調達可能なバイオマス量の推定

プロジェクトエリア内からの調達可能なバイオマス量を推定するうえで、ここでは一定の仮説を立てることにより数量の結論を導き出すこととしたい。まず最初に仮説の諸元を以下箇条書きで述べる。

- ・ 地元民の植林面積は 50ha/年間とする。地元民の植林する苗木はプロジェクトから無償で提供されるものとする。

- ・目標面積は 50ha/年間 × 10 年間 = 500ha とする。
- ・プロジェクトの植林面積は 1,000ha/年間とする。

植林に伴う地元民の用途は、木炭生産・販売、用材販売がある。木炭は生枝を利用して製造し、自家消費用及び村外販売用とする。用材販売はプロジェクトへのチップ原木販売用及び他の業者への建築材としての販売を見込む。

それぞれの割合は以下のとおりとする。

木炭生産・販売	自家消費用	50%
〃	販売用	50%
用材販売	自家消費用	0%
〃	販売用	100%

次に地元民の木炭必要数量を検討する。一世帯当りの薪・茎等の消費量は前掲のとおり 7,872kg/年間である。世帯数は 100 世帯であるので、地元民の年間必要数量を推定すると、自家消費量は 787,200kg/年間である。そして同数量の 787,200kg/年間を販売用と想定する。この販売用は地元民が村外に木炭を販売して収益をあげることが期待される。

この自家消費量と販売用の合計 1,574,400kg/年間が地元民の必要とする薪・茎の消費量に相当するものと想定する。

生枝から木炭を製造する際に、重量比による換算係数を用いて木炭数量を推定する。この換算係数は、日本の木炭製造会社であり、現地調査を行った奈良炭化工業(株)からの聴き取りに基づき 0.3 とする(生重量 / 木炭重量)。なお奈良炭化工業(株)での調査内容は次項にて述べることとする。

上記換算係数により地元民が必要とする木炭量は、 $1,574,400\text{kg/年間} \times 0.3 = 472,320\text{kg/年間}$ となる。

更に伐採時のバイオマス量の推定について述べることにしたい。最初に諸元を述べる。

- ・幹の量は、 $200\text{m}^3/\text{ha}$ とする。
- ・幹に占める生枝の換算係数は 0.127 とする。これは 2.5 年生、幹に占める生枝の重量比である。
- ・生枝量は $25\text{m}^3/\text{ha}$ とする。
- ・ m^3 から t への換算係数は、 $0.5\text{t}/\text{m}^3$ とする。
- ・生枝量は、 $13\text{t}/\text{ha}$ とする。よって $1,574,400\text{kg/年間}$ から推定すると、必要な面積は 124ha となる。

年間の生枝発生量を 地元植林、プロジェクト毎に峻別すると以下のとおり。

地元植林	50ha/年	634t/年
プロジェクト	1,000ha/年	12,673t/年
計	1,050ha/年	13,306t/年

10年生主幹に占めるバイオマス割合

	(t/ha)	換算係数
主幹(皮なし)	100.00	1.000
生枝	12.67	0.127
生葉	12.09	0.121
バーク	19.62	0.196
落葉落枝		
計	144.38	1.444

(注)各重量は主幹重量 × 2.5年生の重量費

なお年間バイオマス量は、生枝 13.3 千 t/年、生葉 12.7 千 t/年、バーク 20.6 千 t/年の内訳となる。よって年間のバイオマス量は、46.6 千 t/年となる。このうち木炭が 1.6 千 t/年であり、残りがバイオマス残さである。

バイオマス発生量	46.6 千 t/年
木炭への利用	1.6 千 t/年
残さ	45.0 千 t/年

木炭及び用材は用途が決まっているが、残さを有効活用する方法はないだろうか。残さも貴重なバイオマス資源であることからこの活用は地元民の持続的発展にも寄与することが期待される。



写真 5.4.2.1-1 路肩販売の様子



写真 5.4.2.1-2 路肩販売の様子

5.4.2.2 木炭生産方法の実状、受入可能な生産設備他

一般に木炭の生産方式にはいくつかの方式を見つけることが出来る。具体的な方式は前述したがここで最初にマダガスカル国現地で現在行われている生産方式を簡単に言及しておきたい。

マダガスカル国で現在実施している生産方式

マダガスカル国は原始的な生産方式により木炭を生産している。つまり村人が伐採した木材のうち木炭として利用するものを「伏せ焼き」と呼ばれる方法で生産している。この「伏せ焼き」という方法は、地面に穴を掘り、穴のなかに木炭となる木材を敷き詰める。木材の上には小枝や草を木材が見えなくなるまで置き、更にその上に覆土する。そして木材に火をつけて炭化するまで待つのである。よって大変シンプルな方法である。

木炭生産方式についての調査を行い知見を深めるため、日本国内で木炭生産を行っている木炭製造会社（工場）である奈良炭化工業株を訪問し現地調査を行った。調査内容は以下のとおりである。

奈良炭化工業株式会社の木炭製造施設

奈良炭化工業株式会社（本社：奈良県吉野郡大淀町下淵 1548）は昭和 27 年の創業である。業務用木炭製造販売など創業以来、炭との関わりを業とする会社である。本社敷地内に木炭製造の自家工場を保有し、一貫生産体制のもとにすぐれた品質管理を実現している。

製造行程： チップ状の木材をベルトコンベアによりペレットマシンに輸送
乾燥設備により乾燥させながら成型機により成型を行い均一化
釜入れ
釜出し
冷却
梱包

この一貫した製造行程がコンピュータを駆使して行われている。

この炉はいわゆるオガ炭炉で煉瓦とセメントで出来ており、炉の大きさや構造は原料の種類や地域の特性により変わるとのこと。

奈良炭化工業株式会社の生産方式は一般的なオガ炭炉であるが、コンピュータ化による先進的な製造方法であり、この方法をマダガスカル国にそのまま採用することは非現実的である。しかし調査に協力いただいた奈良炭化工業株式会社 常務取締役である玉川甲泰氏から有益な話をお聞きすることが出来た。

玉川常務取締役：談

日本では当社のようなコンピューター化した設備はあるが、発展途上国ではそのような設備を導入するよりも現地の事情に合った設備を作るのが良いだろう。マダガスカル国の木炭生産方式は伏せ焼きとのことだが、原始的な伏せ焼きよりも土窯を使った木炭生産のほうが効率的である。土窯であれば土と煉瓦があれば簡単にできる。具体的には10 m³程度の土窯で木炭が1.5ト生産可能。土窯は簡単な技術で出来るのでこの土窯を必要なだけ作れば良い。なお土窯を大きく作ればたくさんの木炭が出来るというわけでもなく逆に焼きむらが出来るので良くない。例えば10 m³程度の土窯が規模としては適当なのではないかと思う。より多くの木炭を生産したいなら必要に応じて土窯の数を増やせば良いだろう。ちなみに土窯のなかの木炭を取り出すまで約8日~10日かかる。土窯内の温度500度くらいだろうか。土窯製作の留意点を言えば煙突の場所に気をつけるということ。風向きによっては煙突内に風が逆流して木炭製造に支障をきたす恐れがある。地形も大事だが風向きにも留意が必要である。木炭の収率は材質により異なるが例えば紀州の備長炭の場合、10トあたり1.5トの木炭が生産出来る。

いずれにせよ土窯による方法は簡単に木炭を生産できるのでお勧めと言える。土窯は簡単に出来るし、製造方法も平易である。ただし地域特性により加熱の加減や炭の取りだしのタイミングなどに差があるのでこれは経験的に会得していくしかない。

このようにマダガスカルでは土窯による木炭生産が地域ニーズを捉えたものと考えることが出来る。土窯による方法は築炉コストが安く、窯は長期間使用可能である。炭化時間が長く窯の部位の温度差による焼きむら（炭のバラツキ）が出るが木炭の品質を一義的なものとしないのであれば十分使用に耐えうるものとなる。地元住民の煮炊き用あるいは国内での販売用として将来活用され得る。ある程度まとまった木炭生産を目指すのであればこの土窯による方法は最適である。

図 5.4.2.2 土窯イメージ図

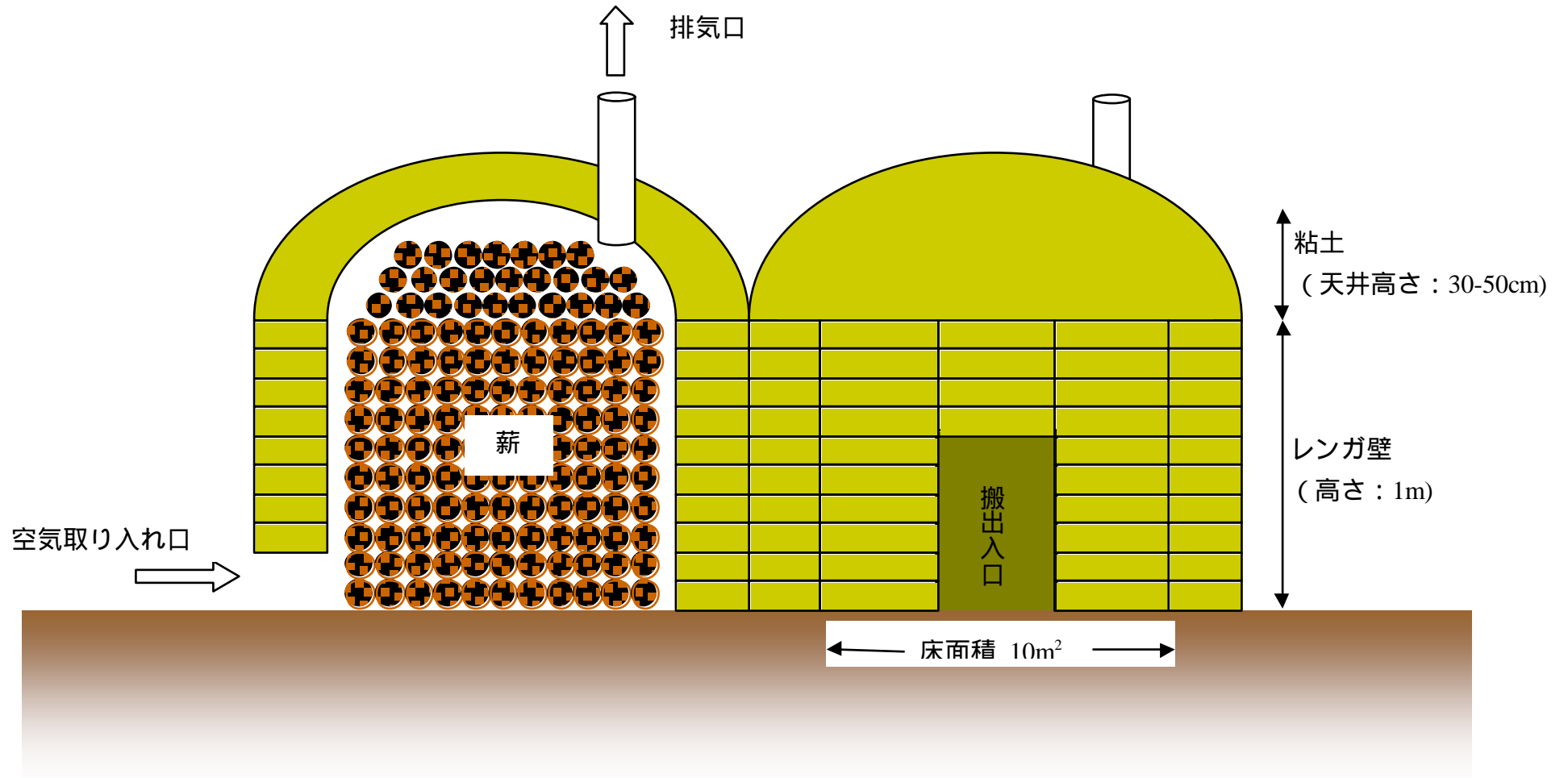




写真 5.4.2.2-1 焼きあがり直後の窯出しの様子（奈良炭化工業株）



写真 5.4.2.2-2 焼きあがり後のオガ炭（奈良炭化工業株）

5.4.2.3 木炭等バイオマスエネルギー利用の評価と課題

前項で述べた土窯による木炭の生産は地元民の手を余りかけずに簡易かつ効率的な方法として有益である。バイオマスの木炭利用は自家消費分としては地元民の一般家庭での生活利便性を向上させ、また村外販売用としては近隣需要地に販売することによる販売収益が地元民の生活水準向上に寄与することが期待される。

ここでは余剰バイオマスのエネルギー利用の可能性として木炭に焦点をあて検討を行うこととしたい。

地元民の木炭使用量の推定結果

自家消費用	236,160kg/年間
村外販売用	236,160kg/年間
計	472,320kg/年間

木炭の売価（聴き取り結果及び推定）

木炭	FMG/40kg	FMG/kg	FMG/ m ³	US\$/t
店頭販売価格	13,500	338	1,125	56.25
仕入価格	12,000	300	1,000	50.00
運送費他	2,000	50	167	8.33
差 額	10,000	250	833	41.67

(注) 換算係数 = 0.3kg/ m³ 為替 = 6,000FMG/US\$

上記のとおり木炭の売価は 41.67 US\$/t となる。

売価は現地での聴き取りにより確認できたデータに基づき推定した。地元民が上記の価格で木炭等の販売ができるものと仮定して、一方で地元民にとり木炭等の製造に係る費用についてその内訳をみていくことにしたい。なおキャッシュフロー表の資金計画は末尾に添付しているが、ここでは費用の概観について述べる。

費用の内訳は、 植林費、 伐採・運材費、 木炭生産設備費、 加工運転費に分けることができる。

植林費 現地の植林は無施肥・無除草で実施している。苗木はプロジェクトから無償で提供される。立木は地元民の資産として所有権を保有する。よって地元民が植林にかかるコストは植林初年度の施肥のみである。

伐採・運材費 地元民が自ら行うことを前提とする。よってコストはかからない。

木炭製造設備 木炭生産のための年間伐採量は約 4,000 m³/年である。木炭製造設

備が年間 10 ヶ月稼動すると仮定して 400 m³/月となる。1 回の窯焼きが 15 日かかるとして 2 回/月となる。つまり 200 m³/回となる。窯の大きさを 25 m³ とすると 8 つの窯が必要となる。1 窯当りの設備費を 1,000US\$ とすると 8 窯 × 1,000US\$ = 8,000US\$ の設備費が必要となる。

加工運転費 加工運転費は地場の人件費等を勘案し、4,000US\$/年とした。

上記 を合計すると 12,000US\$/年 + 初年度施肥となる。よってこの費用が指標となり、収益いかんで地元民の持続的発展に資する経済性のあるものになるかどうか判断される。

また木炭の利用の他に残さとして生じたバイオマスが 4.5 千 t/年あるのでこの活用が望まれる。具体的には地元民及び近隣地域に対する発電供給が可能性として考えられる。そこで次項以降では余剰バイオマスの発電への可能性を探ることにしたい。

資金計画

			0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014
植林面積		(ha)	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
伐採面積		(ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入	木炭村外販売	(千US\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	チップ材PJ販売	(千US\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	用材村外販売	(千US\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	収入計	(千US\$)	0										
支出	植林費	(千US\$)	0										
	木炭設備費	(千US\$)	0										
	伐採・運材費	(千US\$)											
	加工・運転費	(千US\$)	0										
支出計	(千US\$)	0											
収支	(年度)	(千US\$)	0										
	(累計)	(千US\$)	0										

			11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024
植林面積		(ha)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
伐採面積		(ha)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
収入	木炭村外販売	(千US\$)	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
	チップ材PJ販売	(千US\$)	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131
	用材村外販売	(千US\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	収入計	(千US\$)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
支出	植林費	(千US\$)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	木炭設備費	(千US\$)	8									
	伐採・運材費	(千US\$)										
	加工・運転費	(千US\$)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
支出計	(千US\$)	17	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
収支	(年度)	(千US\$)	124	132	132	132	132	132	132	132	132	132
	(累計)	(千US\$)	124	255	387	519	651	782	914	1,046	1,177	1,309

			21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計
植林面積		(ha)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	1,500
伐採面積		(ha)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	1,000
収入	木炭村外販売	(千US\$)	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	196.8
	チップ材PJ販売	(千US\$)	131	131	131	131	131	131	131	131	131	131	2,612
	用材村外販売	(千US\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	収入計	(千US\$)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	2,809
支出	植林費	(千US\$)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	94
	木炭設備費	(千US\$)											8
	伐採・運材費	(千US\$)											0
	加工・運転費	(千US\$)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80
支出計	(千US\$)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	182
収支	(年度)	(千US\$)	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	2,626
	(累計)	(千US\$)	1,441	1,573	1,704	1,836	1,968	2,099	2,231	2,363	2,495	2,626	

5.4.3 余剰バイオマス資源の発電への利用の可能性

本項では、5.4.2 項で考察した木炭利用以外の余剰バイオマス資源の利用について考察する。

5.4.3.1 マダガスカル共和国のエネルギー事情

マダガスカル共和国のエネルギー分野の現状について、3.5 項で示したエネルギー・鉱山省エネルギー局長より受領した「エネルギー政策」についての回答から以下に記す。

概観

マダガスカルは豊富な水力資源を有しているが、全国的なエネルギー消費は未だ非常に少ない。この少ないエネルギー消費においては薪炭利用が圧倒的であると同時に、石油製品の輸入国である。電力普及率は約 21%に留まり、近代的なエネルギー源にアクセスできる人口は少なく、国の発展に対する悪影響は深刻である。さらに、電力にアクセスできない国民は、非効率的で環境負荷の大きなエネルギー源を利用しなければならず、アクセス可能な国民よりも（エネルギー購入に）多額の支出する必要に迫られている。電力でのエネルギー供給を受けていない家庭は、その照明のために 2 倍から 10 倍の支出を、明らかに低品質な照明に対して行っている。

石油部門

石油部門はマダガスカルの開発において大きな役割を担っている。しかし、石油インフラは、安全基準を満たしていないだけでなく、国内の石油需要をも満たしていない。川下事業では、石油の輸入、精製、備蓄、販売が 93 年に自由化された。また 1999 年 4 月 17 日の法律 99-010 により、石油価格が需要と供給に従い競争的に設定されることが定められた。Malagasy Oil Agency (OMH)に委託され、既に営業を開始している公共発電所の一部は、この規制を受けている。

新たな政府機構では、エネルギー・鉱山省は、エネルギー政策を示し、石油の川下事業での運営許可と建設許可を与える所管官庁となる。これにより、州政府の公営石油部門業務を民間セクターが引き継いだ。加えて、SOLIMA の民営化が完全に達成され、数多くの民間ガソリンスタンドがマダガスカルで営業している。輸入は自由化され、トアマシナ石油精製工場の製品と競合している。料金には上限価格が設定されている。川上の石油事業においては、政府は 96 年 9 月に制定した法律 96-018 により、国内での油田の探索、調査、採掘、原油の生産と備蓄活動、輸送と精製に対しての規制を設けた。

電力部門

電力に関してはインフラが十分ではなく、電力生産/分配設備の大部分が老朽化し、近年増加する電力需要を満たすことができないと考えられる。複数の電力生産設備が既に飽和状態にあり、悪天候に対して非常に脆弱である。雨水/風力は、再生可能エネ

ルギーの資源であるが、この国では上手く利用されていない。こうした状況は、この国の発展を大きく阻害している。さらにここ数年は、電力供給の拡大は滞っており、この状況は農村において顕著である（農村部における電気の普及率は2%）。この状況により、農村の電化は国内の社会/経済的発展において最上位に位置づけられており、主要な目標は以下の4点となる。

- 農村住民の生活質向上
- 農村住民の、土着の土地での生活安定化に対する貢献
- 生産活動に参加する手段を提供することによる、（農村住民の）経済発展への参画
- 最新の機材や再生可能エネルギーを用いることによる環境負荷の低減

JIRAMA社は国営の電力設備を引き受け、2000年末には国内の累積加入者数が239万5357人となった。1986年から1996年の期間では、加入者数は年平均4.5%の増加を示した。この増加率は1996年から2000年の期間で明らかに増加し、この期間の増加率は7.9%（年間78000人の増加）に達した。今後10年の需要の増加は、年間7%と予測される。投資のための資金源に対する厳しい規制により、公共機関による電力供給はこの需要を満たすことができずにいる。国の電力系統は、Antananarivo地域、Fianarantsoa地域そしていくつかの州の中心との相互連絡によって構成されている。水力による電力供給は70%であり、残りが熱利用の発電による供給となる。

現在マダガスカルの電力の総出力は233MW前後である。また、相互接続されたAntananarivoの電力系統網では2000年のピーク時に111MWであり、その許容量を超えている。Antananarivoの電力系統網の主要なリスク（故障、不具合）を避けるために、送電と配電のための十分な設備の建設が必要となっている。このニーズは重要なものであるが、公共機関の電力事業収入のみに頼った実状では、将来これが建設される可能性はない。

- ・ 電力部門の事業は1999年1月20日に自由化され、この法律98-032は以下の原則に基づく。
 - ✓ 部門の構造は中長期的な競争の促進と、事業（発電、送電、配電）の垂直分散を促進することを狙いとしている。
 - ✓ 公共の電気事業は、独立した団体の監督下に置かれる。
- ・ 電気の課金システムは、以下の原則に基づく。
 - ✓ 生産価格は競争原理により決定される。
 - ✓ 送電/配電の段階においては価格は規制され、上限価格が設定される。

再生可能エネルギー

再生可能エネルギーに対する投資拡大のニーズは、国家予算に対しては過大なものである。公共機関の投資資金力は限定的で、需要に対応できるほど十分ではない。

➤ 水力

国内の潜在的な水力発電容量は 7800MW であるが、250MW (3%) 程度しか利用されていない。Andekaleka 水力発電所が最大のもので、29MW の出力のタービン 2 基が設置されている。



写真 5.4.3-1 AMENAGEMENT 水力発電用のダム
首都アンタナナリボとムラマンガの間にある

➤ 太陽光

国内に年間 2000Wh/m²/年の太陽光エネルギーが存在することを考えると、マダガスカルは太陽光資源に恵まれているといえる。太陽光は水の加熱や農産物の乾燥に利用され、また太陽光発電は電話基地、照明、薬品保存、ポンプなどに利用されている。太陽光発電パネルの価格下落により、この技術は将来的な電力使用者にとって魅力的なものとなる。また、太陽光発電のみが唯一の代替措置となりえるサイトも数多くある。太陽熱利用の設備もまた農村地域に普及の期待がある。ホテル、病院、家庭での段階的な導入により、電力のピーク時需要を低下させる。このエネルギー源を利用可能な人口を増加させるために、施設の拡充が求められ、太陽光発電キットによる農村の準電化がスタートし、農村電化のマスタープランの一部として進展していく。

➤ 風力

風力によるエネルギー源は重要であるが、国内での施設は存在しない。この形態のエネルギー源はポンプの動力及び発電において効果的であると考えられる（特に北東部と南東部において）。複合式（ハイブリッド）の発電設備が今後開発されると予想される。

➤ 地熱

複数の地熱発電に適したサイトが国内に存在する。しかし、このタイプの発電には多額のコストと高い技術が要求されるため、近年の経済状況では事業者にとって魅力的なものではない。

木炭

木炭はマダガスカルでは非常に豊富である、しかし、オペレーション・コストは非常に高い。

その他のエネルギー

バガス： バガスはサトウキビの精糖工場で産出する副産物である。この工場でのバガスの燃焼熱を用いたコジェネレーションからの電力が、JIRAMA の電力系統に供給されている。

糖蜜： 糖蜜はアルコールの製造に用いられる。ただし、化石燃料よりも経済性があるとは言えない。

稲藁： 稲藁は、煉瓦生産に用いられる。この資源は米生産を行う地域に、相当の潜在的資源量はある。

バイオガス： バイオガスは動植物の廃物から生産される。この技術は比較的簡易であり、農村地域への導入と普及が容易と期待される。

薪炭材

薪炭材の普及に関する評価結果の 80%は、薪炭材の利用が土地と水循環に相当のインパクトを与えていることを示している。地域によっては、樹木の乱伐により深刻な環境劣化が引き起こされ、経済的な影響が報告されている。耕地、港（Mahajanga など）が土砂に覆われ、耕地の灌漑用水路も土砂に覆われている（以前最大の米生産地であった Marovoay、Ambatondrazaka では 4 分の 3 の耕地が土砂に覆われている）。研究によれば、とくに西海岸と、大都市周辺の米供給力のある盆地において生態系はデリケートであり、環境影響が深刻となっている。家庭における調理と熱供給のための薪炭材伐採がその原因であり、都市化地域周辺の大規模な森林消失が、土壌流出とそれに伴う洪水、河川/港での土砂堆積を引き起こしている。

また、薪炭材の調理への利用による健康被害が、多方面の調査で顕著となっている。木材、木炭、植物残渣の燃焼による大気汚染が、特に女性/子供に対する複数の疾病を引き起こすというものである。この傾向は木炭利用の増加に伴い日に日に悪化しているが、木炭は調理時の熱供給の最大の手段になりつつある。この傾向は中都市を含む都市部においても圧倒的であり、裕福な村落においても定着しつつある。

また、高い電力コスト（接続、内部設備、消費）は、住民の利用は困難にしている。

薪炭林への投資は、需要による管理と、森林の自然再生の向上による複合効果により野火を削減、GHGを削減し、また自然植生のCO2吸収能力を増大させる。伝統的に導入されてきた方策は、電力が存在しない場合、さらに環境負荷が大きい。熱利用方式の転換により、灯油の利用に比較して、50%のガス排出（削減）がある。小規模水力、風力、太陽光発電も、こうしたガスの排出を削減する（設備建設時の排出を除く）

このように、マダガスカル共和国のエネルギー政策の中には、非化石燃料を起源とした電源の需要は強い（電力供給面のニーズ）。また、国策として、（都市部のみならず）農村への電力の供給力の向上を計り、農村部の電化を計るという政策ニーズ（電力需要の創出）もある。

5.4.3.2 バイオマス発電に対する現地のニーズ

現地（トアマシナ州）の電力については、JIRAMA社のトアマシナ事務所の職員と面談を行った。以下にプロジェクト実施候補地を含む系統連系の概況（図5.3.4.1）と面談録を付す。

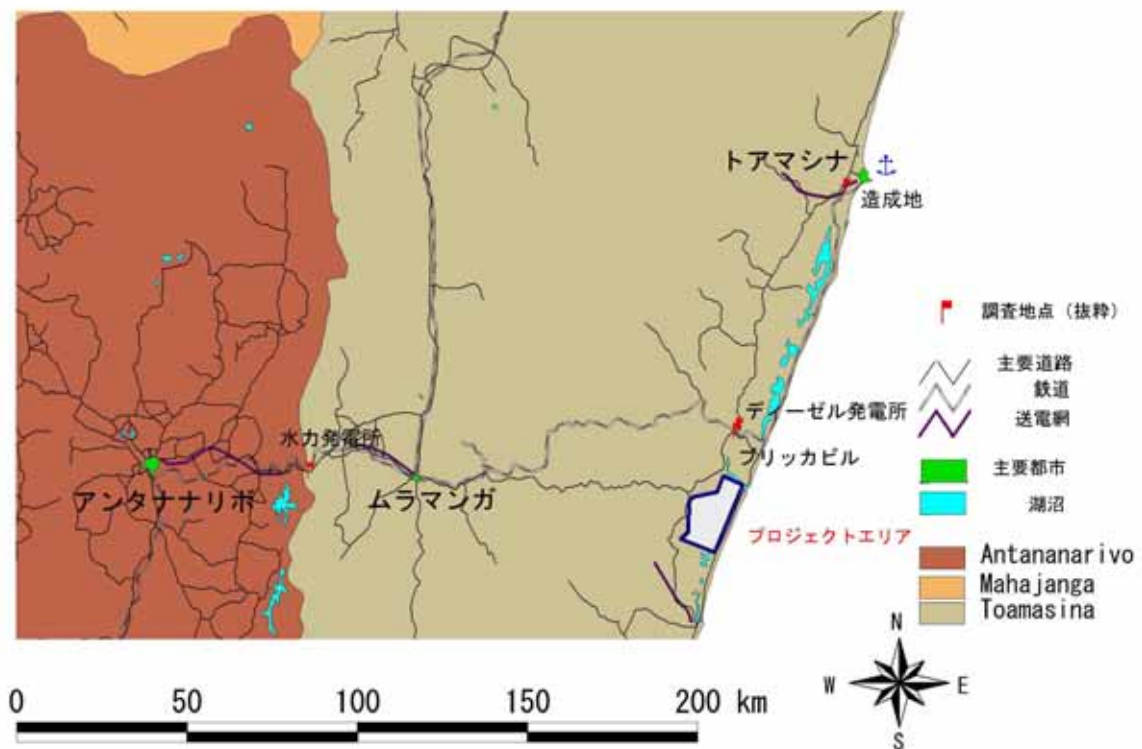


図 5.4.3-1 プロジェクト候補地周辺の電力概況

面談録

先方 : JIRAMA (タマタブ) M.Williams ヨナラバ氏

日時 : 2003年10月31日 8:30~9:30

当方 : 原口調査員、中村調査員、船曳調査員、通訳

要旨

- 現在、タマタブでは 20MW の発電設備があるが、電力は不足傾向にある。
- 20MW の内訳は、水力が 6MW、火力が 14MW¹。火力は全て軽油（ディーゼル）で 24000 ㍓/日使用。
- 需要は民生中心で、昼間が 8MW 程度、夜間が 12~14MW 程度²であるが、来年には 16MW に需要は増えると予想。
- 10 年以内に 20MW の発電設備増設が必要
- EDF (仏) とフルベ地区で 2 箇所の水力発電の F/S を実施したがコストが高い。出来れば 90MW の発電設備である。
- 全てにおいて資金がないので困っている。
- ブリッカビルは 230kW の設備で 160kW 程度の発電をしている³。
- SIRAMA 社がバガスを使用したバイオマス発電ブリッカビル近郊で行っている。その他にはバイオマス発電は行われていない。



写真 5.4.3-2 プロジェクト候補地に最寄りの「町」であるブリッカビル市にある発電設備遠景

¹ 但し、同時に受領した JIRAMA 社の発電状況を示す資料によるとトアマシナ地区の発電設備は、火力が 17.4MW、水力が 6.76MW の合計 24.160MW である。

² JIRAMA 社の発電状況を示す資料によると、2002 年では 12.5MW が最大電力であった。

³ 但し、同時に受領した JIRAMA 社の発電状況を示す資料によると、ブリッカビル地区の火力発電所の設備は 360kW である。また、2002 年では 137KW が最大電力であった。



写真 5.4.3-3 ブリッカビル市で稼働しているディーゼル発電機



写真 5.4.3-4 バガスによるバイオマス発電を行う SERAMA 社製糖工場の風景

このように、国全体や州レベルでも、そして実体面でも政策面でも電源の需要は大きく、電源開発は緊近の課題である。水力に対するニーズが強いが、ダム建設等の環境への影響を考えると、今後本プロジェクト候補地及び近郊に存在する比較的豊富なバイオマスの未利用資源を如何に有効に電力用原料として活用できるかは、マダガスカル共和国におけるエネルギー政策への一つの解決アプローチとなると考えられる。

また、5.3.3 項では地元住民による植林管理の際に生じる林地残材を利用した木炭の製造および自宅での炊事利用ならびに余剰木炭の村外への販売を検討した。

一方、当該植林地から発生する林地残材等のバイオマスは、木炭利用を除いても相当量が未利用で残ること、およびエネルギー供給源の乏しい地域では貴重な資源となりうることから、木炭製造以外の有効利用方法について検討した。

ここで検討する林地残材を利用したバイオマス発電は、マダガスカル国のエネルギー政策で述べられているように、環境保護を図りつつ、地方の電化計画を推進させたいとする国策に合致するものであり、エネルギー省、JIRAMA および地元トアマシナ州の支援協力を得やすいものと考えられる。

また、発電所の建設から運転保守にいたるまで、大規模な地元雇用の創出も期待でき、発電所立地に際して適切な環境対策が織り込まれるならば、地元住民からも歓迎されるものと推察できる。

5.4.3.3 バイオマス発電規模の検討

(1) バイオマス燃料量

発電用燃料となるバイオマス量は、年間植林面積が 1,000ha と 4,200ha の場合の 2 ケースについて検討し、表 5.3.4.3 - 1 に検討結果を示す。

表 5.4.3.3 - 1 バイオマス燃料量の検討

項 目	Case-1	Case-2
植林面積 ha / 年	1,000	4,200
林地残渣量 千ト D.W./年	47.4	187.2
木炭への利用 千ト D.W./年	2.4	2.4
発電利用量 千ト D.W./年	45.0	184.8

(2) 発電方式の検討

バイオマス利用の主な発電システムは現在のところ、

- (i) 直接ボイラ燃焼による蒸気タービン発電
- (ii) バイオマスガス化によるガスエンジンもしくはガスタービン発電

(iii) バイオディーゼル油等によるディーゼル発電

が挙げられるが、()および()の発電方式は本格実用化の途上であり、技術面およびコスト面で今後検証が必要であるため、本検討では広く一般的に利用されて実績も豊富な()のストーカボイラ+蒸気タービン発電技術を導入することとする。

(3) 発電規模の検討

林地残材は主としてパークおよび枝葉であり、その割合はおおよそ 40:60 と想定されるが、ここではバイオマス燃料の発熱量は概略値を用いる。発電所の基本的諸元を次のように仮定すると、予想発電規模は表 5.3.4.3 - 2 のように試算される。

燃料発熱量 : 3,000 kcal/kg-D.W.
発電効率 : 小型 : 10 %、中型 : 20%
年間利用率 : 75 % (運転時間 6,600 時間)

表 5.4.3.3 - 2 発電容量の検討結果

項目	Case-1	Case-2
植林面積 ha / 年	1,000	4,200
発電利用量 千ト D.W./年	45.0	184.8
燃料消費量 トン / hr	6.8	28.0
発電効率 %	10	20
所内率 %	30	20
発電規模 kW	2,400	19,500
送電端出力 kW	1,700	15,600
年間送電電力量 kWh	11,220,000	102,960,000

上表のとおり、年間植林面積を 4,200ha とする Case - 2 の場合では、発電規模は 20MW 級となり、バイオマス発電所としては大規模なものが期待できる。

5.4.3.4 バイオマス発電利用への技術的課題

前項では概略の発電所規模を推算したが、今後詳細な技術検討が必要である。主要な検討項目を次に整理する。

(1) 燃料発熱量、水分 :

植林に計画しているユーカリ材のバーク、枝および葉別に発熱量や含水分を調査するとともに、それぞれの年間の変動幅も調査して数値を精査する。

(2) 燃料調達量：

バイオマス発電では、安定した燃料調達がプロジェクトリスクと密接に関係するので、計画段階でも正確な把握が必要である。したがって、植林管理における年間のバイオマス資源の発生量の変動予測を検討する。

(3) プラント利用率の検討：

植物系バイオマス燃料は、一般的にカリウムや塩素分を多く含んでいるために、ボイラ内での灰のスラッシングやファウリングがしばしば問題となり、定期的なプラント停止による灰の除去作業を余儀なくされる場合がある。ここで利用するユーカリ材の燃焼に際して、技術的課題の洗い出しを行うと同時に、プラントの必要停止日数を算定し、系統電力としてエネルギー供給を行う場合に重要となる発電所利用率を精査していく必要がある。

(4) 送電網との接続検討：

植林地近傍での発電所建設を念頭に置く場合、最寄の送電網との接続を検討する必要があるが、発電規模や発生電力をどのエリアに供給するか国のエネルギー供給計画、さらに送電線建設費の経済性も加味しながら、総合的に検討する必要がある。

(5) 用水の確保：

火力発電所の立地においては、蒸気タービンで膨張仕事した後の蒸気の冷却水確保が重要要件となる。特に内陸部のサイトでは冷却塔を用いた空冷方式を採用するのが一般的であるが、この場合でもボイラ蒸発量相当の大量の補給水が冷却塔に必要であるため、用水の確保について詳細検討が必要である。

(6) 燃焼灰の処理：

燃焼灰の処理に関しては、灰の性状を確認し、pH等の問題のないことを確認した上で、植林地や農地への肥料が望ましいが、マダガスカル国の産業廃棄物規制や土壌管理基準、水質管理基準等を踏まえ、場合によっては廃棄物処理方法も視野に検討する必要がある。

(7) 環境保護対策：

途上国における小規模なバイオマス発電では、サイクロンまたは電気集塵機による煤塵除去装置の設置程度で一般的には十分とされるが、当該国のばい煙排出

規制等の調査が必要である。

5.4.3.5 バイオマス発電利用の国内調査報告

今回の検討に参考とするために、国内での木質系バイオマス発電の事例調査を下記のとおり行った。

- (1) 調査先： 中国木材(株) 郷原工場（広島県呉市郷原町）
- (2) 対応者： 中国木材(株) 加工部 山賀主任、王子製紙(株) 呉工場 事務部 楠畑調査役
- (3) 訪問者： 王子製紙 原口、ナットソースジャパン 船曳、電源開発(株) 後藤、平岡
- (4) 報告事項：

設置ボイラの仕様

設備 No.	型 式	蒸発量 t/h	用 途	主燃料
# 1	煙管ボイラ	5	蒸気供給	柱の端材
# 2	〃	5	〃	〃
# 3	ストーカ式	10	自家発電 + 蒸気	乾燥オガ粉
# 4	〃	13	〃	〃
# 5	〃	13	自家発電	パーク
# 6	〃	20	自家発電 + 蒸気	パーク、生オガ粉

燃料取扱上の留意事項：

燃料投入方法は端材の場合、バッチ処理でピストンでバルクを押し込む単純な方式である。オガ粉の場合は、定量フィーダを用いた気流搬送方式を採用。

主な燃料材はベーマツ、レッドウッド。ベーマツは酸性材のため、燃料の乾燥系統や供給系統で腐食が発生する。

原料の含水量は燃焼の良し悪しを左右する重要な要素である。郷原工場では含水率 15%程度まで、蒸気乾燥させて利用している。

オガ粉は乾燥後、サイロ貯蔵している。その他燃料は飛散防止ネットによるばいじん飛散対策を行っている。

ボイラ運転上の留意事項：

メンテ不足のためボイラ蒸発量が設計値の 80%程度の落ちる。

メンテ周期は月 1 回運転停止する。炉内で硬い灰の固着が発生するので、休転中に灰の払い出しを行う。ボイラの急速停止・再起動を避けるため、それぞれ 2-3 日かかり、灰出し作業に 3 に程度要するので、1 回の停止期間

はおよそ 1 週間である。水管の詳細点検を行う場合は、さらに 4-5 日停止期間が延びる。ちなみに、蒸気タービンは年 1 回の定期点検のみ。

ボイラ起動方法は、軽油等の補助燃料を使わずに、新聞・木屑等を使って徐々に昇温、昇圧する。ウォーミング時間は 3 時間程度。

ボイラ運転要員は、# 1 および # 2 で 1 名担当、# 3-5 で 1 名担当。

蒸気タービン発電機の仕様と運転上の留意事項：

設備 No.	電気出力 kW	型 式	備 考
# 1	330	背圧タービン	排気は工場に供給
# 2	330	〃	〃
# 3	2,000	再生タービン	工場用低圧蒸気 (5K) を一部利用して、出力増運転

郷原工場では、復水冷却用に冷却塔方式を採用しているが、冷却塔からの蒸発水量はボイラの蒸発量とほぼ同量 (10 数 t/h) となり、相当のメイクアップ水が必要となる。

蒸気タービンの運転要員は特別配置しておらず、ボイラ運転員が監視する。基本的には異常発生時は自動停止させる。郷原工場では電力よりも製品乾燥用の蒸気確保が優先されている。

ボイラ燃焼灰の留意事項：

燃焼灰は後段の電気集塵器で捕集されるが、未燃分があり黒色で、アルカリ性状を示す。郷原工場では産廃扱いとなっている。

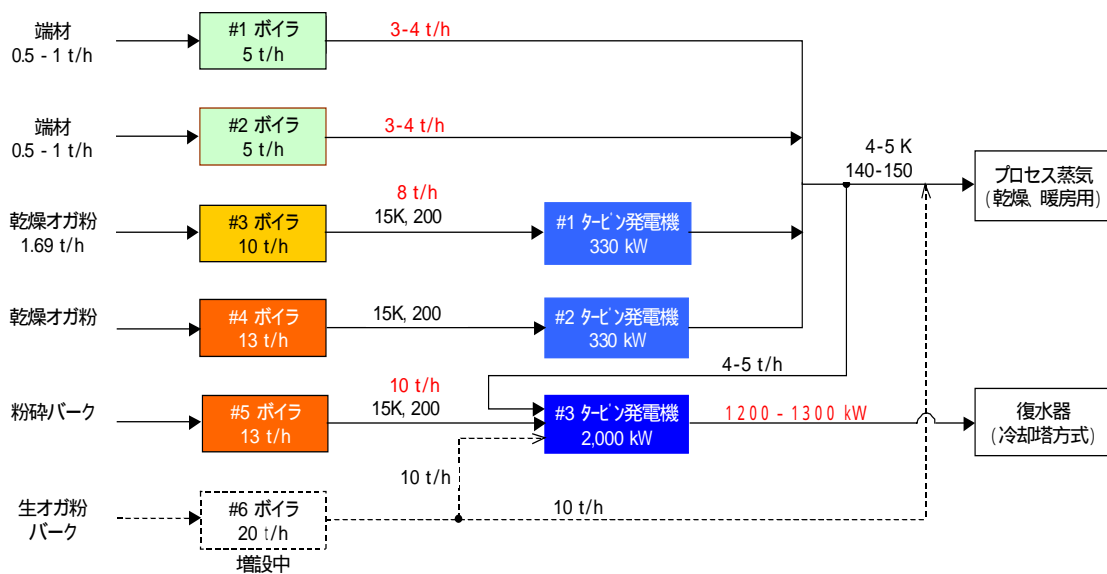


図 5.4.3-2 中国木材(株) 郷原工場 ボイラ・タービン系統図 (赤字は実運用値)



写真 5.4.3-5 #2 ボイラ缶前 (蒸発量 5t/h)



写真 5.4.3-6 #2 背圧式蒸気タービン発電機 (電気出力 330kW)



写真 5.4.3-7 #5 ボイラ正面 (蒸発量 13t/h)



写真 5.4.3-8 #3 蒸気タービン発電機 (電気出力 2000kW)



写真 5.4.3-9 #3 蒸気タービン発電機の制御装置



写真 5.4.3-10 #3 蒸気タービンの復水冷却塔外観

5.4.3.6 バイオマス発電についての総括

本項において、バイオマス発電に対する現地ニーズとその実現可能性についてみてきた。本来、本調査におけるバイオマス部分の利用については、現在マダガスカル共和国全体で使用されている薪炭材、特に木炭にフォーカスを当てて調査を行った。ただし、その過程で、木炭利用以外の電力に対するニーズを掴んだ。

本調査において木炭に注目した理由は、本プロジェクトにおける植林及び育林、林地管理の技術移転により現地住民が育てた植林木を現地住民が獲得し、その一部を薪炭材として利用することによって、現状の薪炭材の需要に対し森林管理が制度上機能していないため壊滅の危機に晒されているマダガスカル共和国に残された天然林に対する伐採圧力を低減する事になると考えたためである。天然林の減少は、単に樹木だけでなく、世界的に貴重な多くの生物の生存基盤を根底から破壊する事とも同義である。

ところが、現地では単にエネルギー資源を天然林起源の木炭から植林木起源の木炭に変更し、天然林を保護するだけではなく、エネルギー構造を薪炭利用から非化石燃料起源の電力に変えたいというニーズを確認した。特に木炭については、森林破壊の元凶という事のみならず、その使用が国民の健康に害をもたらしている点も重要視されている。

ただし、エネルギー構造の転換は、一朝一夕に行えるものではない。特に需要サイドのライフスタイルの転換と、発電・送配電等の電力インフラの整備が上手くマッチしなければならない。特にライフスタイルの変換は、生活の中で電力を安全且つ有効に使う事を会得すると共に、新しいエネルギー源を購入する現金を獲得する労働/雇用構造の変化も求められる。その変化をどのようなスピードで受け入れる事が出来るかは、現地住民の生活や意識の変化に依存すると考える。

本調査では、初期の目的である木炭の製造につき 5.3.3 項で検討した。当面、急激な木炭を使用する生活からの脱却を考えるよりは、徐々に変化していくことを前提とするならば、現地住民の薪炭材への需要は残ると思われる。

ただし、それを加味しても一定量の未利用バイオマス資源が発生する事を 5.3.4.2 で示した。更にその利用方法として電力への転換を検討した。また、本事業により現地住民に現金収入が発生する事は第 16 章で示す。

今後中期的な本プロジェクトから派生するエネルギー分野の課題として、如何に未利用バイオマス資源を有効に現地に還流するかある。また、本プロジェクト外の現在未利用のバイオマス資源（特にムラマンガ周辺）をマダガスカル共和国の電力ニーズに乗せるかは、本調査の範囲外であるが同国にとって重要な課題であり、我が国政府からなんらかの解決策を提案する事は非常に有益な事と考える。

第6章. ベースラインの設定

以下では、本プロジェクトにおけるベースライン設定手法の検討を行うとともに、プロジェクトエリアの土地利用の現状評価および植林適地選定を行った。

6.1 COP9 の現状と課題

6.1.1 森林と対象プロジェクトの定義

SBSTA19/COP9 において採択された FCCC/SBSTA/2003/L.27 では、CDM における森林定義はマラケシュ合意(FCCC/CP/2001/13/Add.)と同様に、以下の定義とされた。

森林の定義（以下の3つの最低値をすべて超えるものとする。）

最低面積	0.05 - 1.0 ha
最低樹冠率	10 - 30%
成木の最低樹高	2 - 5m

（ただし、各国は閾値の中から適当な値を選択可能）

また、新規植林と再植林の定義はマラケシュ合意(FCCC/CP/2001/13/Add.)と同様であり、新規植林(Afforestation)とは50年間以上森林でない土地を森林に転換する行為、再植林とは基準年(1989年末)以来森林でない土地を森林に転換する行為とされた。

このため、プロジェクトバウンダリー設定およびベースライン設定においては、上記の定義が判定可能となる手法を用いることが必要となる。

なお、CDM プロジェクトにおける具体的なプロジェクト形態としては、4.1 節にて示した以下の各事業が想定されているが、本プロジェクトはチップ材およびバイオマスエネルギー利用を目的とした非森林地域に対する植林活動であり、「産業植林」として位置づけられる。

- 非森林地域での木材等供給のための産業植林（プランテーション）
- 在来種を用いた非産業植林（環境植林）
- 果実・作物などの多目的樹種の植林
- これらの複合森林

6.1.2 ベースラインの設定方法

SBSTA19/COP9において採択された FCCC/SBSTA/2003/L.27 では、ベースライン設定方法として、次のいずれかを選択できることとされた。

- プロジェクトのバウンダリー内における、
- (1) 既存の実質的あるいは過去の、炭素蓄積の変化。
 - (2) 投資に対するバリアを考慮して、経済的に魅力的な活動を反映した、炭素蓄積の変化。
 - (3) プロジェクト開始時の最も起こりそうな土地利用を反映した、炭素蓄積の変化。

以下では、プロジェクトエリアであるトアマシナ州ブリッカビル地区におけるベースライン設定を目的として、以下の作業を実施した。

- プロジェクトタイプの定義
- 土地被覆(利用)形態の分類
- プロジェクトバウンダリーの設定

以下に、各作業の詳細を述べる。

6.2 データセットの作成と管理

本調査では、プロジェクトエリアおよびバウンダリー内の各種評価を行うために必要となる、各種データの取得・整備を行った。取得・整備したデータは、「地理情報データ」、「リモートセンシングデータ」および「現地計測データ」に大別され、地理情報システム(GIS)を用いて統合化を行った。

以下に、本調査において整備したデータセットを概説する。

6.2.1 地理情報データ

本調査において整備した地理情報データは、ベクター型データとラスター型データの二種類である。ベクター型データは、ポリゴン、ライン、ポイントの各形式で表示されるデジタルデータであり、植生、地質、河川等の自然環境に関わる情報のほか、道路、鉄道、都市等の人工物・インフラに関わる情報が含まれている。

一方、ラスター型データは、メッシュデータである標高データ(GTOPO30)を除き、現地調査において入手した各種地図データをスキャンしてデジタル化するとともに、緯度経度情報を付加した地図画像である。なお、各地図は解像度を 400dpi とし、地図投影法

は等緯度経度(WGS84)とした。また、ファイルフォーマットは GEOTIFF (緯度経度情報が含まれないデータは TIFF) とした。本処理により、ベクター型の地理情報データ、リモートセンシングデータおよび現地取得データとラスタ型地図画像を重ね合わせて表示することが可能とした。

整備した地理情報データの一覧を表 6.2-1 に示す。

表 6.2-1 本プロジェクトにおいて整備した地理情報データ

データ種類	縮尺	概要
ベクター型データ		
VMAP Level 0 vector base map	1/100 万 ベース	マダガスカル全域を対象とした、海岸線、河川、道路、鉄道、都市等、行政区分の各種レイヤー
Simplified Geology of Madagascar	-	マダガスカル全域を対象とした、地質情報データ (1997 年作成)
Madagascar, Remaining Primary Vegetation	-	マダガスカル全域を対象とした、現存する一次植生のデータ (1997 年作成)
Madagascar Remaining Primary Vegetation Classified by the Underlying Geology	-	マダガスカル全域を対象とした、上記の地質情報データと現存一次植生データを統合したデータ
ラスタ型データ		
地形図	1/10 万	現地より入手した紙地図を GEOTIFF フォーマットにてデジタル化
植生図	1/20 万	現地より入手した紙地図を GEOTIFF フォーマットにてデジタル化
地質図	1/20 万	現地より入手した紙地図を GEOTIFF フォーマットにてデジタル化
土壌図	1/20 万	現地より入手した紙地図を GEOTIFF フォーマットにてデジタル化
試験林図	1/5 万	現地より入手した紙地図を TIFF フォーマットにてデジタル化 (緯度経度情報なし)
事業対象地概略図	1/50 万	現地より入手した紙地図を TIFF フォーマットにてデジタル化 (緯度経度情報なし)
GTOPO30 Global Digital Elevation Model	1km メッシュ	マダガスカル全域を対象とした、1km メッシュのデジタル標高データ

6.2.2 リモートセンシングデータ

リモートセンシングデータは、衛星から取得されたデータ(衛星データ)と航空機から取

得したデータ(航空機データ)に大別される。また、リモートセンシングセンサには、太陽光による地表物体の反射光を観測する光学センサー(可視~短波長赤外域) 温度を観測する熱赤外センサー、センサーから地表面に射出されるマイクロ波の後方散乱を観測する合成開口レーダー(SAR)、パルス波により樹高等の高さ情報を取得するプロファイラーなどの様々な種類がある(各センサーから得られる情報の特性および取得可能期間は、GPG/LULUCF2.4.4.1項等においても記述されている)。このうち、本プロジェクトでは、主に光学センサーデータについて整備を行った。整備した各データは、等緯度経度法(WGS-84)による幾何補正を行うことにより、前述の地理情報データと統合的に利用可能とした。

なお、プロジェクトエリアは雨季と乾季があることから、雨季となる11月~3月は雲の影響により光学センサーのデータ取得機会は大幅に低減する。このため、整備したデータも主に乾季に取得されたデータとなっているが、今後、継続的にデータ整備を行っていくためには、合成開口レーダー(SAR)により取得されたデータも考慮する必要がある。

リモートセンシングデータの利用にあたっては、観測時期と合わせて空間分解能(地上識別能力)を考慮する必要がある。具体的には、CDM吸収源プロジェクトにおいて森林の最低面積は0.05 - 1.0 haの範囲とされており、設定した最低面積が算出可能な空間分解能を有するデータを選択する必要がある(空間分解能と森林面積の推計誤差に関する議論は、7.2.1項にて述べている)。

また、衛星リモートセンシングデータと合わせて、現地において入手した1950年取得のモノクロ航空写真のデジタル化およびモザイク処理を行った。デジタル化においては解像度を600dpiとし、TIFFフォーマットにて保存した。

整備したリモートセンシングデータの一覧を表6.2-2に示す。

表 6.2-2 本プロジェクトにおいて整備したリモートセンシングデータ

データ種類	取得日	概要
Terra MODIS データ	2003年6月	空間分解能：250m(可視~短波長赤外域) MOD13Q1:Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid マダガスカル全域のコンポジット画像
Landsat ETM+ データ	2000年10月28日	空間分解能：30m(可視~短波長赤外域) プロジェクトエリア全体を含む (一部に雲が含まれる)
Terra / ASTER データ	2003年10月21日	空間分解能：15m(可視・近赤外域) 正射投影プロダクト(Level 3A) プロジェクトエリアを含むが、80%以上が雲 となっているため、Landsat/ETM+データの 幾何補正のみに利用

IKONOS データ*	2003年11月10日	空間分解能：1m（パンシャープ） プロジェクトエリアの東側沿岸域 現地土地被覆状況確認、検証用として利用
航空写真	1950年 （取得月日不明）	1950年代に取得されたモノクロ航空写真 デジタル化した後にモザイク処理を実施

* IKONOS データの著作権は、日本スペースイメージング株式会社に帰属する。

なお、基準年(1990年)時点のリモートセンシングデータについては、今後、米国民間企業により作成された LANDSAT/TM の正射投影プロダクトである「GeoCover Ortho 1990」と土地被覆分類プロダクト「Land Cover 1990」を取得予定である。また、モニタリングを目的として、新規取得データおよび他センサーにより取得されたデータを随時追加することを予定している。

6.2.3 現地取得データ

本調査における二回の現地調査(2003年9月、同年10月～11月)では、GPS受信機とデジタルカメラを用いた現地観測を実施した。また、複数地点において、ユーカリ植林地、草地、灌木および湿地のバイオマス計測を実施している。表5.2-3に現地調査においてGPSによる緯度経度を計測した地点の一覧を示す。

表 6.2-3 現地調査において GPS による緯度経度を計測した地点

経度	緯度	GPS_N O	年月日	現地調査地点名
48.53607	-18.94350	243	20030926	R2 号線、峠からの遠望
49.36517	-18.18116	244	20030926	トアマシナ港
49.36512	-18.18135	245	20030927	港 3.4km 造成地
49.36519	-18.18146	246	20030927	R2 号線からの造成地入り口
49.35439	-18.17362	247	20030927	試験地 LD4 入り口
49.08491	-18.84014	248	20030927	試験地 LD4Rep1 の端、斜面下部
49.08315	-18.83954	251	20030927	試験地を挟み、湿地
49.08355	-18.84070	252	20030927	横へ 100m 移動
49.08469	-18.84021	253	20030927	試験地横の G.banksii
49.08502	-18.84094	254	20030927	G.b の植生調査
49.07279	-18.82601	256	20030927	ブリッカビルの橋起点
49.07072	-18.82493	257	20030927	橋終点
48.95617	-19.05544	259	20030927	LD3 South 入り口
48.95692	-19.05491	260	20030927	LD3 South 右端
48.95634	-19.05457	261	20030927	土壌サンプル採取
48.95519	-19.05390	262	20030927	Rep.4
48.95646	-19.02518	264	20030927	E.grandis 10 年生
48.95668	-19.02519	265	20030927	E.grandis 10 年生
48.95694	-19.02501	266	20030927	E.grandis 2.5 年生

48.97227	-19.01622	267	20030927	試験地 LD3 North
48.98780	-19.01743	268	20030927	試験地 LD3 North
48.98729	-19.01804	269	20030927	試験地 LD3 North
48.98789	-19.01914	270	20030927	試験地 LD3 North
48.98827	-19.01902	271	20030927	試験地 LD3 North
48.98803	-19.01774	272	20030927	試験地 LD3 North
48.94310	-18.98188	273	20030927	試験地入り口のマーケット
48.94306	-19.00298	274	20030927	試験地入り口の集落 A
48.95779	-19.06124	275	20030927	LD3 North の先集落 B
48.99411	-19.02091	276	20030929	集落 C 川の側
47.88584	-18.91964	277	20031030	RN2 木炭業者
47.89487	-18.91751	278	20031030	RN2 木炭業者
47.88988	-18.92091	279	20031030	RN2 木炭業者
48.17682	-18.91992	280	20031030	ムラマンガへ道中、木炭販売
48.23188	-18.94766	281	20031030	ムラマンガへ道中、木炭販売
48.23184	-18.94830	282	20031030	ムラマンガの製材所
49.42765	-18.15876	283	20031031	トアマシナ港
49.08081	-18.81218	284	20031031	ジラマ・ブリッカビル ディーゼル発
48.94153	-18.98191	285	20031031	試験地入り口/自家発電
48.94313	-19.00232	286	20031031	集落 A
48.94597	-18.99649	287	20031031	苗畑
49.03358	-18.79914	288	20031031	試験地入り口への橋
49.10340	-18.73955	289	20031031	シラマ・サトウキビ・バガス発電
48.99436	-19.02073	290	20031101	集落 C
48.99491	-19.02162	291	20031101	集落 C
48.95822	-19.01904	292	20031101	2.5 年生ユーカリ植林地/バイオマス調
48.95813	-19.01843	293	20031101	2.5 年生ユーカリ植林地/バイオマス調
48.95762	-19.01839	294	20031101	2.5 年生ユーカリ植林地/バイオマス調
48.95768	-19.01904	295	20031101	2.5 年生ユーカリ植林地/バイオマス調
48.95867	-19.02112	296	20031101	10 年生ユーカリ植林地/バイオマス調査
48.95885	-19.02138	297	20031101	10 年生ユーカリ植林地/バイオマス調査
48.95910	-19.02069	298	20031101	10 年生ユーカリ植林地/バイオマス調査
48.95879	-19.02056	299	20031101	10 年生ユーカリ植林地/バイオマス調査
48.95787	-19.06111	300	20031102	集落 B
48.95737	-19.06117	301	20031102	集落 B/湿地/水田利用
48.95645	-19.06105	302	20031102	集落 B/湿地/水田利用
48.95922	-19.06079	303	20031102	集落 B/高台/全景
48.95954	-19.06053	304	20031102	集落 B/高台/全景
48.95600	-19.05459	305	20031102	試験地/LD3South
48.95520	-19.05388	306	20031102	試験地/LD3South
48.97964	-19.01601	307	20031102	草地/バイオマス調査
48.97972	-19.01656	308	20031102	草地/バイオマス調査
48.98003	-19.01674	309	20031102	草地/バイオマス調査
48.97980	-19.01602	310	20031102	草地/バイオマス調査
48.97950	-19.01596	311	20031102	灌木 G.merina/バイオマス調査
48.98010	-19.01518	312	20031102	灌木 G.merina/バイオマス調査

48.98031	-19.01501	313	20031102	灌木 G.merina/バイオマス調査
48.98051	-19.01488	314	20031102	湿地/バイオマス調査
48.98051	-19.01488	315	20031102	湿地/バイオマス調査
48.98501	-19.01556	316	20031102	湿地/バイオマス調査
48.41997	-18.94132	317	20031103	RN2 森林公園
48.23595	-18.94161	318	20031103	ムラマンガ森林局
48.15559	-18.90266	319	20031103	ムラマンガ/火災跡地/300ha 焼失
48.15465	-18.90223	320	20031103	ムラマンガ/火災跡地/300ha 焼失
47.94768	-18.92914	321	20031103	ジラマ/水力発電所
47.94738	-18.92899	322	20031103	ジラマ/水力発電所
47.92906	-18.92136	323	20031103	ジラマ/水力発電所

6.2.4 データの統合化

上記の各データを効率的に活用するために、GIS ソフトウェア(ArcView)を用いて本調査で整備したデータの統合化を行った。なお、今後、調査において新たに取得されたデータは、IPCC/GPG 4.3.4 項における品質管理規定に則って逐次 GIS にて統合管理し、プロジェクトの計画、実施、モニタリング、報告の各段階で有効に活用できるようにデータを適切に管理するとともに、プロジェクトデータベースとしての機能を強化することを予定している。

6.3 プロジェクトタイプの定義

Glen M. Green et. al (1990)¹によると、本プロジェクトの対象地域が含まれるマダガスカル東岸は、人為的な影響を受ける前には1,120万 ha の森林を有していた。しかしながら、人口の増加に伴い1950年には森林面積が760万 ha に減少し、さらに1985年には380万 ha まで減少している(図 6.1-1 参照 -赤枠はプロジェクトエリア付近-)。1950年から1985年までの35年間に於ける年平均の森林減少率は1.5%(111,000ha)であり、特に標高が低く地形傾斜が緩やかな地域において急激な森林減少が生じている。これは、図 6.3-2 に示す MODIS データ(2003年6月取得)と標高データの重ね合わせによる立体画像においても、読み取ることが出来る(森林(濃い赤)地域が、標高の高い地域にのみ分布している)。また、森林減少の主要因は、薪炭等のエネルギー利用を目的とした伐採によるものであり、人口密度の高い地域ほど森林減少速度が早いことも Glen M. Green et. al (1990)の研究において示されている。

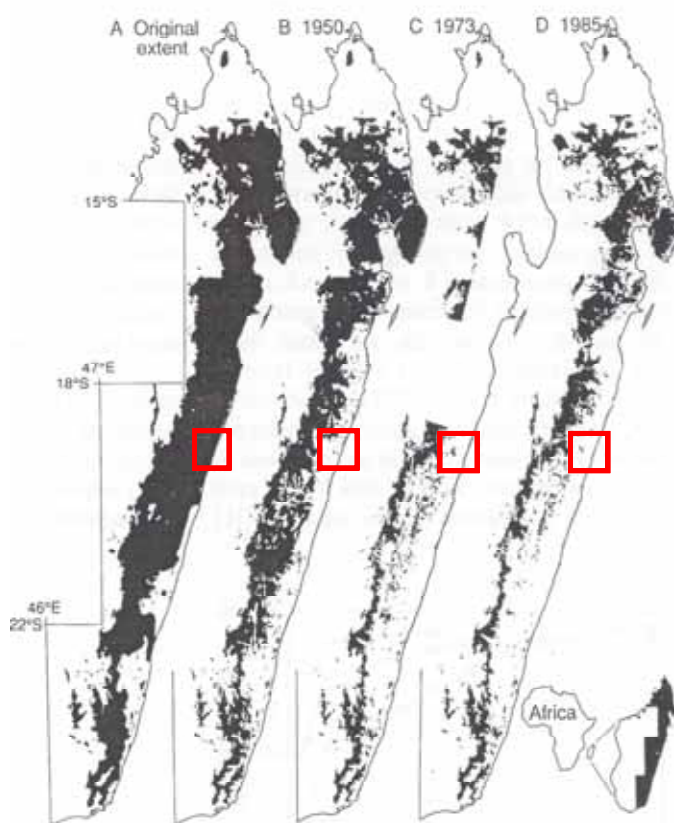


図 6.3-1 マダガスカル東岸の森林分布の時系列変化(枠内がプロジェクトエリア)
(Glen M. Green et.al.(1990)より改変)

¹ Glen M. Green and Robert W. Sussman “Deforestation History of the Eastan Rain Forests of Madagascar from Satellite Images, Science, VOL. 248 p212 – 215, 1990

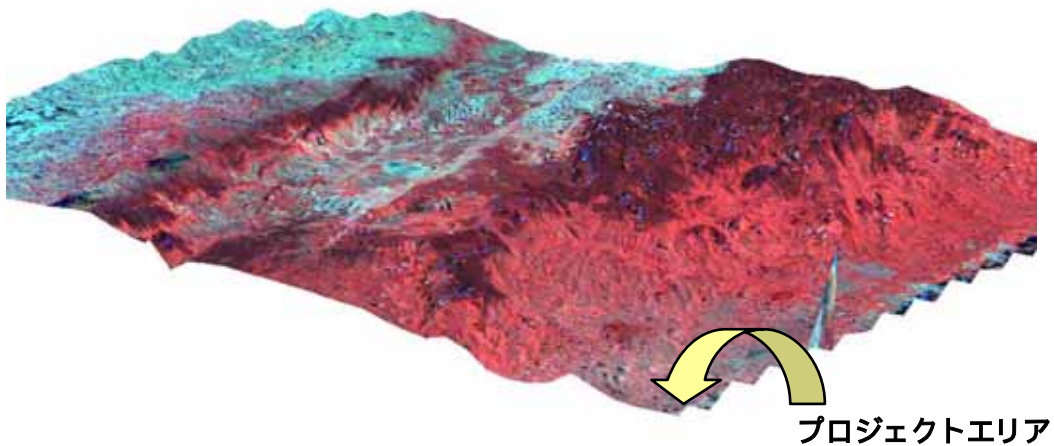


図 6.3-2 MODIS データと標高データの重ね合わせによる立体画像
 (プロジェクトエリアから内陸部を望む 左奥がアンタナナリボ)

本プロジェクトのプロジェクトエリアであるトアマシナ州ブリッカビル地区は、図 6.3-4 および図 6.3-5 において右下の黄色で囲まれた地域海岸沿いの低地帯であり、図 6.3-6 と図 6.3-7 の現地写真に示すとおり緩やかな起伏が続く地域である。現地調査により、現在は草地在全域に広がるとともに、窪地に灌木(樹高 2m 以下) 農地および湿地が点在することが確認されており、「非森林」と分類される。また、低地である同地域は、1950 年時点で既に非森林地域であったこと Glen M. Green et. al (1990)の研究において示されており(参照:図 6.3-1 の赤枠内) 独自に入手した 1950 年撮影の航空写真(図 6.1-8)においても、目視判読により当該地域が非森林地域と判断出来る(薄いグレーが草地、濃いグレーが灌木、農地、湿地)。また、各種地図および現地での聞き取り調査等により、1950 年から今日まで同地域の土地利用形態に大きな変化が無かったことが明らかになっている。

以上より、本プロジェクトにおける植林は「新規植林」と定義できる。また、プロジェクト形態は、チップ材およびバイオマスエネルギー供給を目的とした産業植林と位置づけられる。

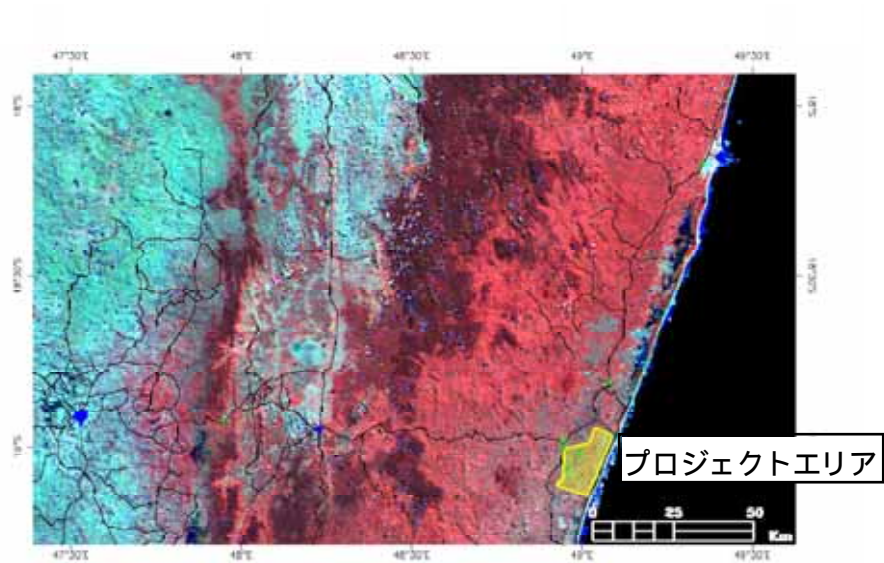


図 6.3-4 プロジェクトエリア周辺のMODIS データと地理情報データの重ね合わせ
 (濃い赤が森林、薄い赤が農地・草地等)

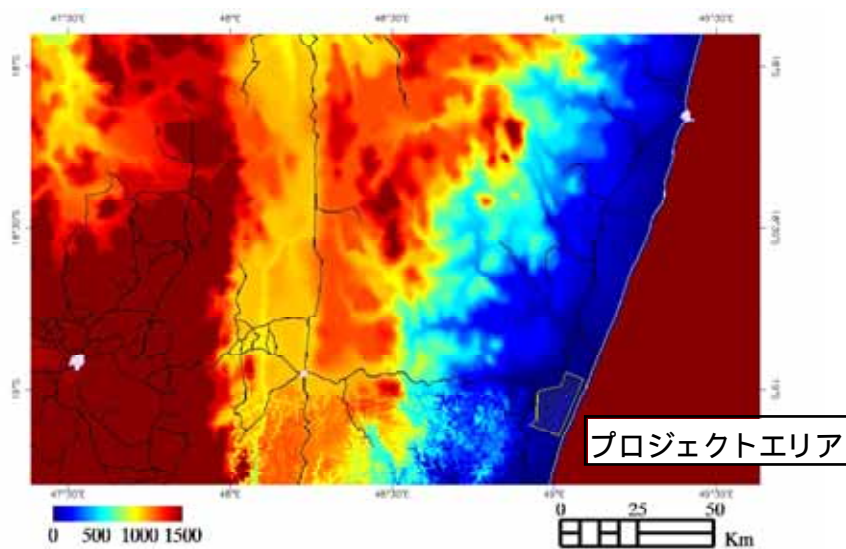


図 6.3-5 プロジェクトエリア周辺の標高データと地理情報データの重ね合わせ
 (濃い赤の地域が標高の高い地点(約 1500m)で青い地域が標高の低いとなる。)



図 6.3-6 プロジェクトエリアの概観 1 (全体に草地在る)



図 6.3-7 プロジェクトエリアの概観 2 (凹地に灌木が点在する)



図 6.3-8 プロジェクトエリアの航空写真モザイク（1950年撮影）

6.4 植林部におけるバウンダリーの設定

4.2.1 節にて述べたように、GPG/LULUCF(3.4.2)ではプロジェクトのバウンダリーを、“地理的な領域”、“事業期間”、“炭素排出・吸収活動（明確かつ合理的に説明することが出来るもの）”により定義することとしている。特に、“地理的な領域”については、地理的な座標、土地利用・管理履歴の詳細等の情報を整備することにより、全てのステークホルダーとプロジェクト実施者の間において境界線を認識されるようにする必要があるとされている。また、SBSTA19/COP9において採択された FCCC/SBSTA/2003/L.27 では、プロジェクトのバウンダリーとは、「プロジェクトの新規植林・再植林を行う地理的境界であり、分散した土地を含むことが可能」と定義され、吸収源プロジェクトにおけるバウンダリーは複数の事業サイトに分散して設定することが出来る。

本プロジェクトにおけるバウンダリーは、植林地である「植林部」、「輸送部」およびチップ生産を行う「チップ工場部」の3つのバウンダリーより形成される。このうち、本章では、「植林部」におけるバウンダリーの設定を行う。

本プロジェクトにおいては、植林部におけるバウンダリーの定義を以下の通りとする。

本プロジェクトにおける植林部のバウンダリー定義

- 本プロジェクトにおける植林部のバウンダリーは、プロジェクトエリア内における「潜在植林適地」とする。
- 「潜在植林適地」とは、プロジェクトエリア内における「草地」と「裸地」とし、既存の灌木・樹木の植生が無く、畑地・水田等の人為的な生産活動が行われていないエリアにおいて、植林が可能な地域を言う。
 - 同地域では「草地」と「裸地」は人為的な活動無しに森林へ遷移しない。
 - 砂地等の森林の成長が望めない地域は除外する。
- 植林部のバウンダリーは分散した複数の事業サイトより形成される。

以下では、上記の定義に基づくバウンダリーの設定を目的として行った、リモートセンシングデータ、地理情報データ等を用いた土地被覆(利用)状況の解析および、プロジェクトエリアの選定・評価手法の検討を行った結果を示す。なお、本検討に用いたリモートセンシングデータである Landsat/ETM+ データは空間分解能が 30m であり、判別の最小単位である 1画素の面積は約 0.09ha となるが、後述(7.2.1 項)するようにバウンダリーの境界線においては 5%程度の面積推計誤差が想定される。

6.4.1 バウンダリー設定手順

以下に、本解析において用いた処理プロセスを示す。

(1) リモートセンシングデータ(Landsat ETM+データ)の幾何補正

ASTER の正射投影画像 (オルソ・プロダクト) を用いて、Landsat/ETM+データの幾何補正を行った。なお、地図投影法は他の整備データと同じ等緯度経度座標 (WGS-84) とした。

(3) 処理対象地域の切り出し

トアマシナ港からプロジェクトエリアまでの範囲が含まれるよう、幾何補正を行った Landsat/ETM+データの切り出しを行った。図 6.4-1 に切り出した範囲を示す。

(4) トレーニングエリアの選定

高空間分解能衛星データである IKONOS データと現地調査データを参照データとし、Landsat/ETM+データより土地被覆分類のためのトレーニングエリア選定を行った。なお、トレーニングエリアの選定にあたっては、プロジェクトエリアにおける土地利用・土地被覆の特徴を考慮するとともに、分類に利用する Landsat/ETM+データにおいて抽出可能となる土地被覆を対象とした。また、処理対象画像は雲が多く含まれることから、各土地被覆とともに判定不能地域として雲および雲影もトレーニングエリアの対象とした。以下に、トレーニングエリアの分類項目を示す。

トレーニングエリア分類項目

- 草地
- 裸地
- 粗な灌木・森林
- 密な灌木・森林
- 畑地
- 水田・湿地
- 砂地 (海岸、内陸)
- 水域 (海域、河川・湖沼域)
- 雲域 (雲、雲影)

図 6.4-2 ~ 図 6.4-7 に、IKONOS データによる各トレーニングエリア周辺地域の画像例を示す(砂地、水域、雲域は除く)。

なお、GPG/LULUCF(2.2)では、土地利用のカテゴリーを森林(Forest Land)、農地

(Cropland)、草地(Grassland)、湿地(Wetland)、居住地(Settlements)およびその他(Other land)と分類し、プロジェクト実施前と実施後の土地利用形態の変化パターンごとにモニタリングに必要となる事項を定義している。本処理において設定したトレーニングエリアと GPG/LULUCF(2.2)における土地利用カテゴリーの関係を表 6.4-1 に示す。

表 6.4-1 GPG/LULUCF の土地利用カテゴリーとトレーニングエリアの関係

	森林	農地	草地	湿地	居住地	その他
草地						
裸地						
粗な灌木・森林						
密な灌木・森林						
畑地						
水田・湿地						
砂地(海岸、内陸)						
水域(海域、河川・湖沼域)						
雲域(雲、雲影)						

横軸：GPG/LULUCF(2.2)における土地利用カテゴリー

縦軸：本処理におけるトレーニングエリアのカテゴリー

(5) 分類処理の実施

抽出したトレーニングエリアを教師として、対象データの教師つき分類を行った。なお、分類手法は複数の手法による処理結果を検証した上で、「最短距離法」による分類を採用した。また、IKONOS データおよび現地調査データを基に、分類結果の精度評価を行った。

(6) プロジェクトエリアの土地被覆状況解析

精度評価後の分類画像より、プロジェクトエリアの土地被覆状況の解析を行った。

(7) バウンダリー(潜在植林適地)の抽出

プロジェクト候補地域内において、植林事業が実施可能と想定される地域を抽出するための手順の検討を行うとともに、植林適地の抽出を行った。

(6) 周辺地域の土地被覆状況解析・潜在植林適地の抽出

精度評価後の分類画像より、周辺地域の土地被覆状況の解析と潜在植林適地の抽出を行った。



図 6.4-1 処理対象とした範囲 (Landsat/ETM+ R:Band1, G:Band2, B:Band3)
青枠がプロジェクトエリア(白く見えるのは雲)



図 6.4-2 草地（線状の緑地は窪地に生育する灌木）-IKONOS 画像*-



図 6.4-3 裸地の例 -IKONOS 画像*-



図 6.4-4 疎な灌木・森林の例 -IKONOS 画像*-



図 6.4-5 密な灌木・森林の例 -IKONOS 画像*-



図 6.4-6 畑地の例(サトウキビ)-IKONOS 画像*



図 6.4-7 水田の例-IKONOS 画像-

* Copyright 日本スペースイメージング株式会社

6.4.2 土地被覆分類精度の評価

前節の(3)において実施した分類処理結果の精度評価を、分類に利用したトレーニングエリアを用いた方法と高空間分解能(空間分解能：1m)の IKONOS データを用いた方法の手法により実施した。

(1) トレーニングエリアの分類精度評価

採用した分類手法(最短距離法)の妥当性を検証するために、分類に用いたトレーニングエリアの分類結果画像における分類精度の評価を行った。評価結果を表 6.4-2 に示す。これより、「裸地」、「疎な灌木・森林」、「畑地」、「砂地」、「水域」および「雲域」については誤分類がほとんど無く、良好な分類結果が得られていることが判る。一方、「草地」は「裸地」と誤分類されている割合が 15%程度となっており、「水田・湿地」と「密な灌木・森林」の間でも誤分類が生じている。しかしながら、本調査における「潜在植林適地」(=植林部のバウンダリー)は、プロジェクトエリア内における「草地」と「裸地」として定義していることから、バウンダリー抽出は十分な精度にて評価可能と判断される。

表 6.4-2 トレーニングエリアの分類精度評価結果(%)

	草地	裸地	粗な灌木・森林	密な灌木・森林	畑地	水田・湿地	砂地	水域	雲域
草地	79.75	6.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00
裸地	15.19	93.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
粗な灌木・森林	5.06	0.00	100.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
密な灌木・森林	0.00	0.00	0.00	73.46	0.00	30.19	0.00	0.00	0.00
畑地	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	2.19	0.00	0.00
水田・湿地	0.00	0.00	0.00	22.84	0.00	69.81	0.00	0.00	0.00
砂地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	97.50	0.00	1.07
水域	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
雲域	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.93

横軸：トレーニングエリア、縦軸：分類結果画像 (数字は一致率を示す)

(2) IKONOS データを用いた分類精度評価

分類において用いたトレーニングエリアとは別に、精度評価用のサンプルエリアを IKONOS データを用いて土地被覆毎に設定し、各土地被覆のサンプルエリアが分類処理結果の画像においてどのように分類されているかを評価することにより実施した。なお、精度評価の対象地域は、前節の(3)において処理対象とした範囲のうち IKONOS データと重複する約 3km×2km の範囲とした。図 6.4-8 および図 6.4-9 に対象地域の IKONOS データと Landsat/ETM+ 画像を、図 6.4-10 に土地被覆分類結果の画像を示す。

表 6.4-3 に分類結果の精度評価結果を示す。分類結果の精度評価結果によると、「草地」、「畑地」、「砂地」および密な森林・灌木において分類処理結果とサンプルエリアが高い一致率となっている一方で、「疎な森林・灌木」、「裸地」および「水田・湿地」において誤分類を生じており、特に、「裸地」が「疎な森林・灌木」と誤分類されている割合が大きくなっている。しかしながら、全般的に各カテゴリーの分類結果は良好と判断される。なお、使用した Landsat/ETM+ データと IKONOS データの取得期間に 3 年間の差があることも誤分類の原因の一つとして挙げられ、今後の精度評価においては取得時期も考慮に入れる必要がある。

これらの結果より、以下では本結果に基づいた土地被覆分類を行うこととした。



図 6.4-8 検証対象地域の IKONOS 画像*



図 6.4-9 検証対象地域の Landsat/ETM+画像

* Copyright 日本スペースイメージング株式会社

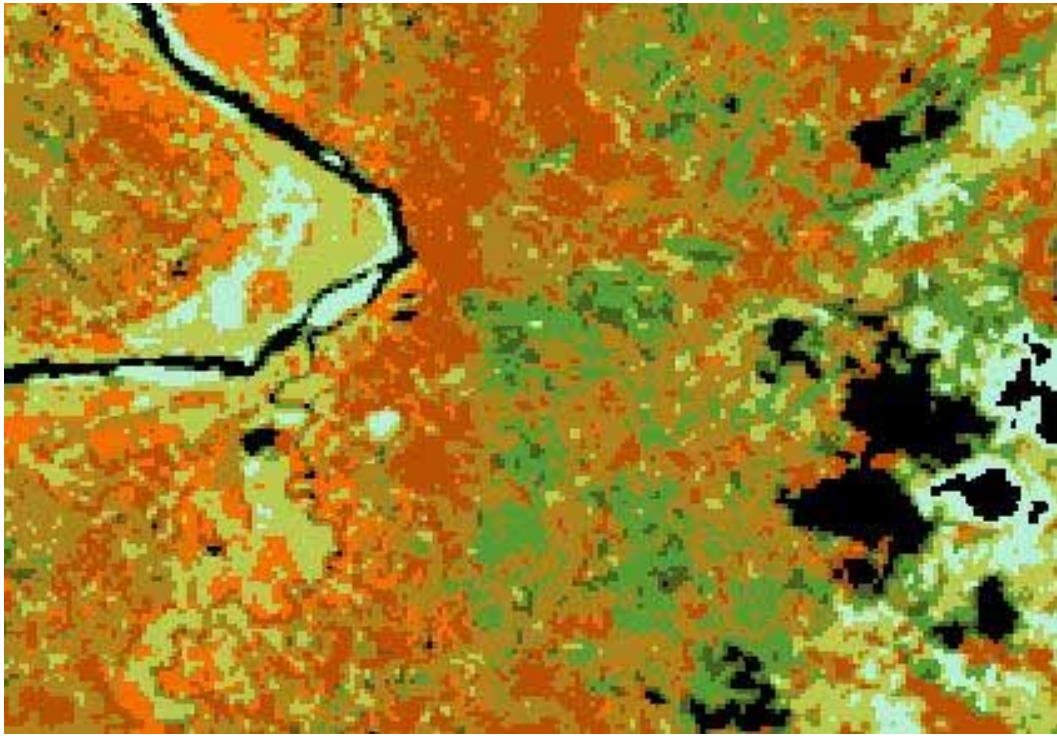


図 6.4-10 検証対象地域の土地被覆分類結果

表 6.4-3 検証対象地域の分類精度評価結果 (%)

Class		草地	裸地	疎な灌木・森林	密な灌木・森林	畑地	水田・湿地	砂地
草地		85.45	11.36	3.23	0	0	0	2.38
裸地		0	31.82	0	0	0	0	0
疎な灌木・森林		14.55	47.73	70.97	0	6.78	6.9	0
密な灌木・森林		0	0	0	100	0	10.34	0
畑地		2	2	22.58	0	77.97	9.09	2.38
水田・湿地		0	0	3.23	0	15.25	68.97	0
砂地		0	0	0	0	0	0	95.24
Total		100	100	100	100	100	100	100

横軸：検証用サンプルサイト、縦軸：分類結果画像（数字は一致率を示す）

6.4.3 プロジェクトエリアにおける土地被覆状況と植林適地

6.4.2 項において精度評価を行った分類結果に基づき、プロジェクトエリアとなるブリッカビル地区の土地被覆状況を評価するとともに、潜在植林適地の推計を行った。図 6.4-11 に対象地域の衛星画像例(可視域)を示す。分類結果によると、同地域は草地と疎な灌木が中心となっており、河川周辺地域には水田(湿地を含む)と畑地が分布している。これは、現地調査結果とも一致しており、土地利用分類としても同様の結果となることが類推される。

ここで、本解析により得られた土地被覆分類結果を本プロジェクトにおけるバウンダリーの定義に基づき、「潜在植林適地」、「人為活動・保護地域」、「既森林・灌木地域」、「植林不適地」および「判定不能地域」の5つの地域に再分類した(図 5.4-6 参照)表 6.4-4 に示すに再分類結果を示す。これより、プロジェクトエリアにおける潜在的な植林適地面積は、6426.16ha (32.9%)となった。ただし、本面積には雲および雲の影により判定不能となった地域は含まれていないことから、さらに多くの植林適地面積が予想される。

なお、前述のように、プロジェクトエリアであるブリッカビル地区の総面積は約 23000ha とされているが、本処理において推計した面積は約 19533ha となっている。このため、事業開始にあたっては、GPS 等を用いた実測によりプロジェクトエリアの総面積を正確に設定する必要がある。

表 6.4-4 プロジェクトエリアにおける植林適地面積と比率

	面積(ha)	比率	備考
潜在植林適地	6426.16	32.90%	Grassland + Bare Soil
人為活動・保護地域	2007.72	10.28%	Crop + Rice (Wetland)
既森林・灌木地域	8951.76	45.83%	Thick Shrub + Low Shrub
植林不適地	949.88	4.86%	Sand + Others
判定不能地域	1197.07	6.13%	Cloud + Cloud Shadow
Total	19532.59	100.00%	



図 6.4-11 プロジェクトエリアの画像（可視域画像）

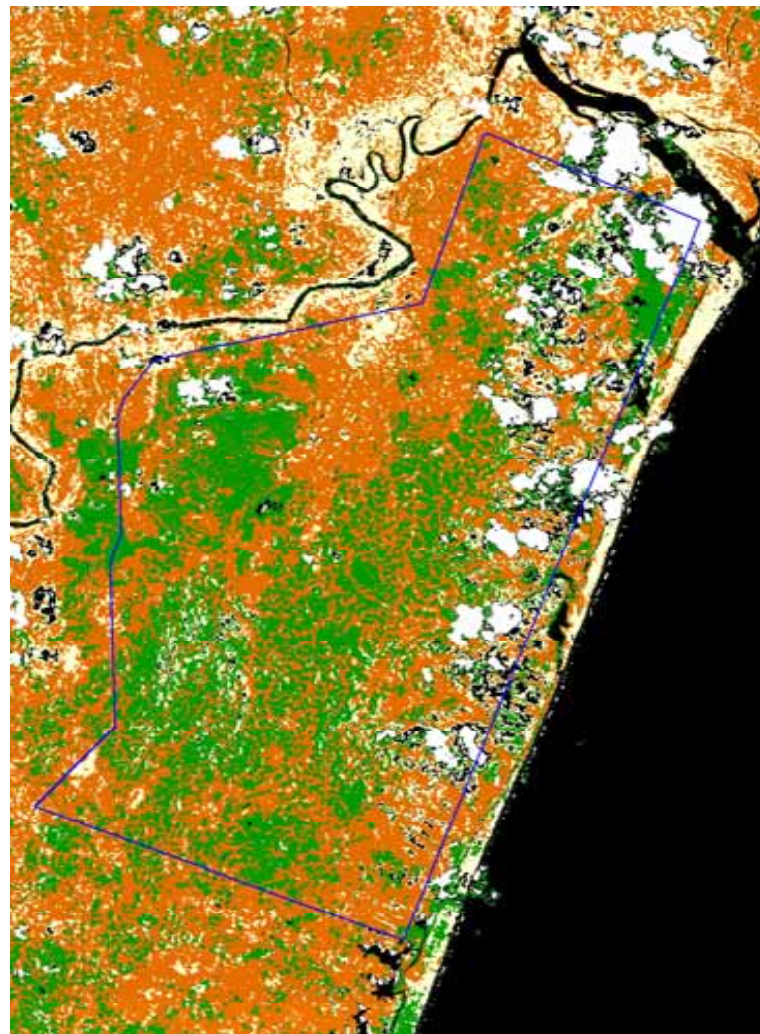


図 6.4-12 プロジェクトエリアの分類画像（色分けは表 6.4-3 参照）

6.4.4 植林部におけるバウンダリーの決定

前項までの解析結果より、ブリッカビル地区のプロジェクトエリア内においては総面積の 32.9%にあたる 6,426.16ha が潜在植林適地と推計された。これより、本プロジェクトにおける植林部のバウンダリーの面積も 6,426.16ha として決定する。図 6.4-13 にプロジェクトエリアと植林部のバウンダリー分布を示す。

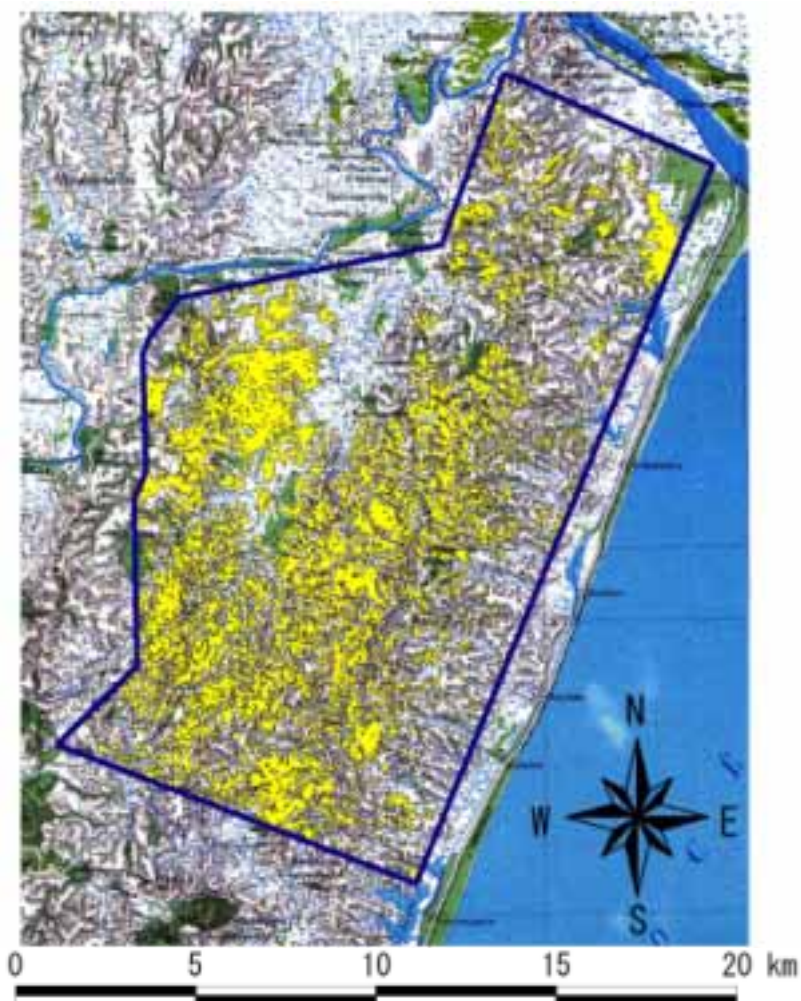


図 6.4-13 プロジェクトエリアとバウンダリー(植林部)
(地図中で青枠がプロジェクトエリア、黄色の範囲がバウンダリー)

なお、本プロジェクトにおいては、植林の総面積は 11,000ha を計画しているが、ブリッカビル地区のプロジェクトエリア内のみでは計画を達成することが困難であると予想される。このため、プロジェクトエリア周辺も含めた地域における、植林の実施を視野に入れる必要がある。このため、次項では、周辺地域も含めた土地被覆状況と潜在植林適地の評価を行う。

6.4.5 周辺地域を含めた土地被覆状況と植林適地

6.4.3 項の処理と同様に、プロジェクトエリア周辺地域における植林適地の推計を行った。対象とした地域は、ブリッカビル地区のプロジェクトエリアからチップ工場の設置が予定されているトアマシナ港までの範囲（南北約 75km×東西約 117km）とした。図 6.4-14 に対象地域の衛星画像例(可視域)を示す。

ここで、6.4.3 項と同様に、本解析により得られた土地被覆分類結果を本プロジェクトにおけるバウンダリーの定義に基づき、「潜在植林適地」、「人為活動・保護地域」、「既森林・灌木地域」、「植林不適地」および「判定不能地域」の5つの地域に再分類した（図 5.4-6 参照）。表 6.4-5 に示すに再分類結果を示す。これより周辺地域を含めた潜在的な植林適地面積は、42,407.64ha（6.50%）となった。ただし、本面積には雲および雲の影により判定不能となった地域は含まれていないことから、さらに多くの植林適地面積が予想される。本分類結果によると、同地域の土地被覆は、森林・灌木と農地等の開墾地が優勢であり、植林適地となる草地および裸地はプロジェクトエリアを含む沿岸域に集中していることがわかる。

表 6.4-5 周辺地域における潜在植林地帯の面積と比率

	面積 (ha)	比率	備考
潜在植林適地	42,407.64	6.50%	Grassland + Bare Soil
人為活動・保護地域	192,548.36	29.51%	Crop + Rice (Wetland)
既森林・灌木地域	308,742.59	47.32%	Thick Shrub + Low Shrub
植林不適地	55,620.25	8.52%	Sand + Others
判定不能地域（雲）	53,191.08	8.15%	Cloud + Cloud Shadow
Total	652,509.92	100.00%	



図 6.4-14 周辺地域を含めた画像（可視域画像）



図 6.4-15 周辺地域を含めた分類画像

6.4.6 潜在植林適地面積に対する考察

前項までの解析結果より、ブリッカビル地区のプロジェクトエリア内においては総面積の 32.9% にあたる 6,426.16ha が植林適地と推計された。また、周辺地域を含む広域を対象とした場合には、42,407.64ha が植林適地として推計されている。本プロジェクトにおける植林面積は 11,000ha を計画しており、ブリッカビル地区のプロジェクトエリア内のみでは計画を達成することが困難であると予想される。しかしながら、周辺地域には計画面積を大きく上回る植林適地が存在しており、プロジェクトエリアを拡張することにより計画を達成することは可能と判断できる。

なお、ブリッカビル地区は、周辺地域を含む広域の解析結果からも植林適地が集中する地域として評価されることから、本プロジェクトを開始する地域として妥当であると考えられる。

6.4.7 バウンダリー設定における留意点

前項までに、プロジェクトエリアにおける境界設定を目的として、リモートセンシングデータおよび地理情報データを用いた土地被覆(利用)状況の解析および、プロジェクトエリアの選定・評価手法の検討を行った。以下では、検討結果を踏まえた境界設定における今後の課題および留意点を整理する。

フェノロジー等の季節変動の考慮

- 今回用いたリモートセンシングデータは、乾季終了直前に取得されたデータである。このため、草地は立ち枯れ状態となっており、畑地、水田も本格的な農耕時期とはなっていない。プロジェクトエリアにおける正確な土地被覆(利用)を評価するためには、異なる季節(雨季、乾季)におけるデータの利用が有効であり、今後の課題とした。

森林定義と利用データの関係

- 本解析において主に用いた Landsat/ETM+ データは、空間分解能が 30m であることから、判別の最小単位である 1 画素の面積は約 0.09ha となる。ただし、異なる土地被覆の境界線においては、1 画素内に複数の土地被覆分類カテゴリーが混在することから、面積の誤差は大きくなることを考慮する必要がある。
- 本解析では分類において樹冠率および樹高を考慮していない。このため、今後は現地観測、航空写真、プロファイラーデータ等の利用により樹幹率、樹高を定量的に評価可能となるアプローチを検討する必要がある。
- 空間分解能 1m である IKONOS などの高空間分解能データは、高額であるが高精度での面積推定を行えるほか、樹冠率の推計も行える可能性がある。また、本プロジェクトエリアのように航空写真の新規取得が困難な地域においては、航空写真の代替となる。このため、モニタリングコストを考慮したうえで活用することが望ましい。

精度評価・品質管理

- ▶ リモートセンシング、地理情報データおよび現地計測データを適切に組み合わせることにより、GPG/LULUCFにおいても求められている精度および品質を低コストにて達成するためのアプローチを検討する必要がある。

6.5 ベースラインの方法論、採択

以下では、本プロジェクトにおけるベースラインの設定方法および設定における留意点を示す。

6.5.1 ベースライン設定手法

本プロジェクトにおけるベースライン設定手法として、バウンダリー内における炭素固定量は地域・季節依存性がなく一定と仮定して、現地調査(2003年11月2日)において実施した草地内のバイオマス計測結果を用いて、バウンダリー内全域におけるバイオマス量および炭素固定量を推計する手法を採用した(「草地」と「裸地」は区分しないこととする)。本手法を用いた理由は、4.3節に記述したベースラインの定量手法が2003年12月のCOP9にて決定したことから、11月の時点で実施した現地調査では必要となるデータが十分に収集できなかったことによる。

以下に、本手法によるベースラインの算出結果を示す。

ベースライン = 植林部バウンダリー内における草地地上部の CO₂ 固定総量

草地地上部の CO₂ 固定量 : 17.9 t CO₂/ha

植林部バウンダリー面積 : 6,426ha

ベースライン : 17.9 t CO₂/ha × 6,426ha = **115,025.4 t CO₂**

CO_2 固定量 = 蓄積量(/m³) × 乾重量比(0.52) × バイオマス量 × 炭素量比(0.5) × CO₂換算(3.67)

本プロジェクトの実施によりバウンダリー内の「草地」を「森林」に転換することから、植林時にはベースラインとなる CO₂ 固定量は植林面積分の排出としてカウントされることとなる。

また、バウンダリー内の土壌有機物(草地土壌)の CO₂ 固定量は同様の計算により、338.4 t CO₂/ha となるが、土壌有機物の CO₂ 固定量は植林により増加することから、本プロジェクトにおいて伐採が開始される予定年である 11 年目以降にベースラインを見直すことにより計上することとする。また、21 年目以降は、ベースラインを再度見直し、11 年目以降の植林により土壌有機物に固定された CO₂ 量の増加分を上乗せした 380.3 t CO₂/ha をベースラインとして計上することとする。

6.5.2 ベースライン設定における留意点

前項においては、バウンダリー内における炭素固定量は一定と仮定して、ベースライン設定を行った。しかしながら、実際にはバウンダリー内には草地と裸地が混在していること、同一の土地利用形

態においても炭素固定量（地上・地下部バイオマス、土壌）にばらつきがある。また、ベースライン設定においては、ベースラインがBAU（Business As Usual）であることを証明する必要がある。このため、事業実施においては、プロジェクトエリアにおける利用に適した正確なベースライン設定の手法を検討することが不可欠である。

炭素固定量のばらつきを評価するための手法としては、現地計測データ、気象データ、リモートセンシングデータ等を組み合わせた方法が考えられる。具体的には、土地利用形態ごとに複数地点の炭素固定量計測結果を基に、リモートセンシングデータとの相関関係もしくは生態系モデルの利用によりバウンダリー全域の地上部バイオマスによる炭素固定量を類推する方法が想定される(地下部についてはリモートセンシングデータ以外の方法が必要とされる)。また、設定したベースラインがBAUであることを証明するためには、起こりうるベースラインオプションの絞込みと採用ベースラインシナリオの評価を実施することが必要とされる。

前述のように本年度調査においては、現地計測データが十分でないこと、最適なモデルの選定行われていないこと、リモートセンシングデータの処理手法が確立していないことなどから、同手法によるベースライン設定は今後の課題としたい。

なお、モデルの利用については、IPCC/GPGの4.3節において「ピアレビューを経たシミュレーションモデルを用いて、対象エリアにおける経年のデータをもとに炭素プールとCO₂以外のGHG排出量の推移を定量化する必要がある。」とされており、具体的なモデル名として森林成長モデルであるCO₂FIX¹と農業土壌炭素モデルであるCentury Model²が挙げられている。本プロジェクトのバウンダリーの現在の土地利用形態は草地と裸地であることから、Century Modelの利用が想定されるが、その他の炭素モデルであるBiome-BGC³、TEM⁴、SiBD⁵等の利用も検討することとする。なお、本プロジェクトにおいて利用が想定されるモデルの概要は、第7章において概説する。

また、リモートセンシングデータを用いた、地上部バイオマス量の簡易的な評価手法例として正規化植生指数(NDVI)による画像を図6.5-1に示す。同図では、6.4.3項においてバウンダリーと設定された地域を対象として正規化植生指数値(NDVI値)の分布を示している。一般に、NDVI値は植生の活性度、葉面積指数(LAI)等の植生の物理量と相関が高いとされ、値が0以上であれば植生地域と判断される。植林適地には「草地」と「裸地」が含まれているが、処理対象とした画像が乾季終了直前の10月28日に取得されたデータであることから、「草地」は立ち枯れとなっておりNDVI値は低い値となっている。しかしながら、NDVI値のばらつきは大きく、地上部バイオマス量が異なること

¹ <http://www.efi.fi/projects/casfor/CO2FIX/>

² <http://www.nrel.colostate.edu/projects/century5/>

³ <http://gaim.unh.edu/Structure/Intercomparison/EMDI/models/bgc.html>

⁴ http://www-eosdis.ornl.gov/NPP/other_files/tem_des.html

⁵ <http://www.cnr.berkeley.edu/~tdebiase/sib/>

が推測される。なお、表 5.4-4 にプロジェクトエリアにおける土地被覆分類ごとの NDVI 値の統計値を示す。

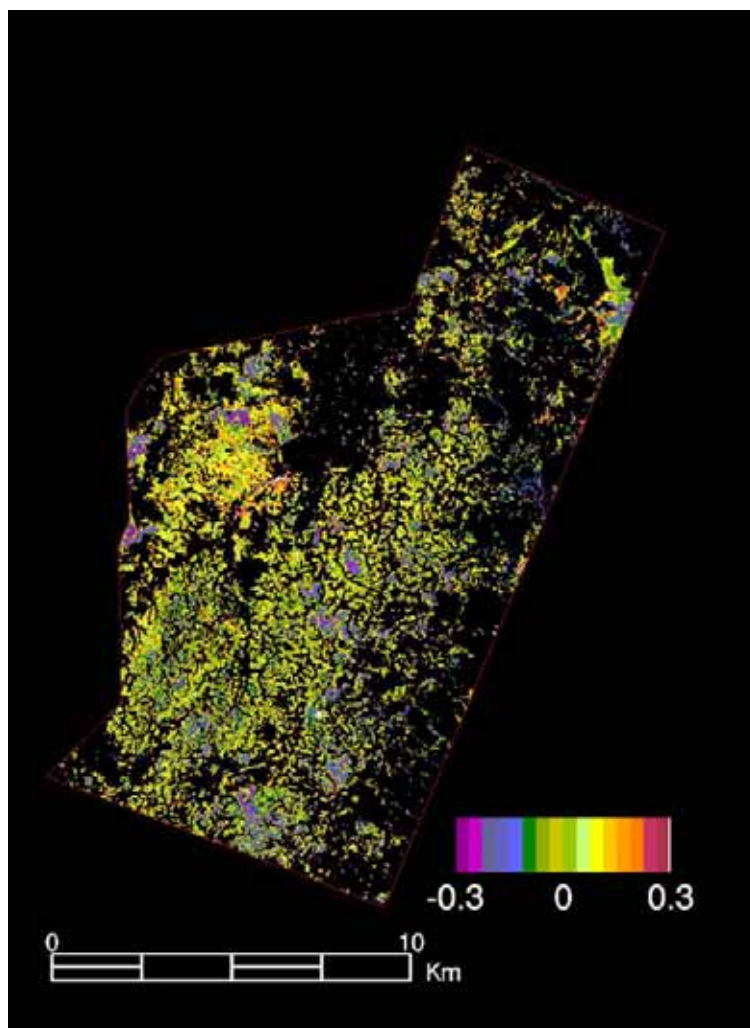


図 6.5-1 プロジェクトエリア内の植林適地における正規化植生指数(NDVI)分布

表 6.5-1 土地被覆分類毎の正規化植生指数 (NDVI)

	Min	Max	Mean	Stdev
密な森林・灌木	0.028571	0.489051	0.281528	0.068879
疎な森林・灌木	-0.069767	0.440559	0.136229	0.071211
水田・湿地	0.236842	0.481928	0.341798	0.052403
畑地	-0.234286	0.411111	-0.044573	0.11234
草地	-0.299145	0.184615	-0.056453	0.061114
裸地	-0.326087	0.184466	-0.075361	0.122511

第7章 モニタリング方法論・計画、不確実性(リスク)の評価

7.1 COP9の現状と課題

京都議定書において土地利用・土地利用変化および林業(LULUCF)活動は、「健全な科学をベースとすること」、「長期間中一貫した方法論を使用すること」が必要とされている。COP9では、吸収源プロジェクトのモニタリングは「IPCC Good Practice Guideline for LULUCF」(以下IPCC/GPG)において示された手法を用いることと決定され、プロジェクト形態、地域特性、取得可能データ等を考慮にいたした上で同文書に基づくモニタリング手法を開発・運用することが求められることとなった。また、クレジットの検証・認証は、第1回目は事業参加者が時点を選択可能であるが、第2回目以降は5年ごとの実施が義務付けられ、炭素蓄積のピーク時点を狙った検証・認証は行えないこととされた。

一方、不確実性(リスク)については病虫害、気象害、野火(森林火災)などのリスク評価を定量的に評価するとともに、リスク軽減のための具体的な対策が求められている。また、リーケージは、プロジェクトのバウンダリー外における、プロジェクト起因の排出の増加とされ、負の影響(排出増)のみを対象とすることとされた。

7.2 モニタリング手法・計画

以下では、本プロジェクトにおけるプロジェクトモニタリング手法および計画について概説する。

IPCC/GPGの2.3節では、プロジェクトエリアのモニタリング手法として、以下の3つのアプローチが提示されている。

Approach 1 (基本土地利用データ)

- 既存の土地利用データを基本としたアプローチであり、土地利用形態ごとの利用面積の変化を統計情報のみで求める。

Approach 2 (土地利用・土地利用変化調査)

- 土地利用変化に着目したアプローチであり、プロジェクト実施前と実施後の土地利用形態を行列形式にて表記することにより、土地利用変化量を利用形態ごとに管理する。

Approach 3 (地理的土地利用データ)

- 土地利用・土地利用変化を空間的に把握するアプローチであり、グリッド、ポリゴン等のデータの利用により土地利用変化を空間的に管理する。

また、IPCC/GPGの4.2.2.3節ではプロジェクトのレポート手法として、複数の土地利用形態が一つのユニットに含まれる第一手法と、単一の土地利用形態をユニット単位とする第二手法が提示されている。(参照：図7.2-1)

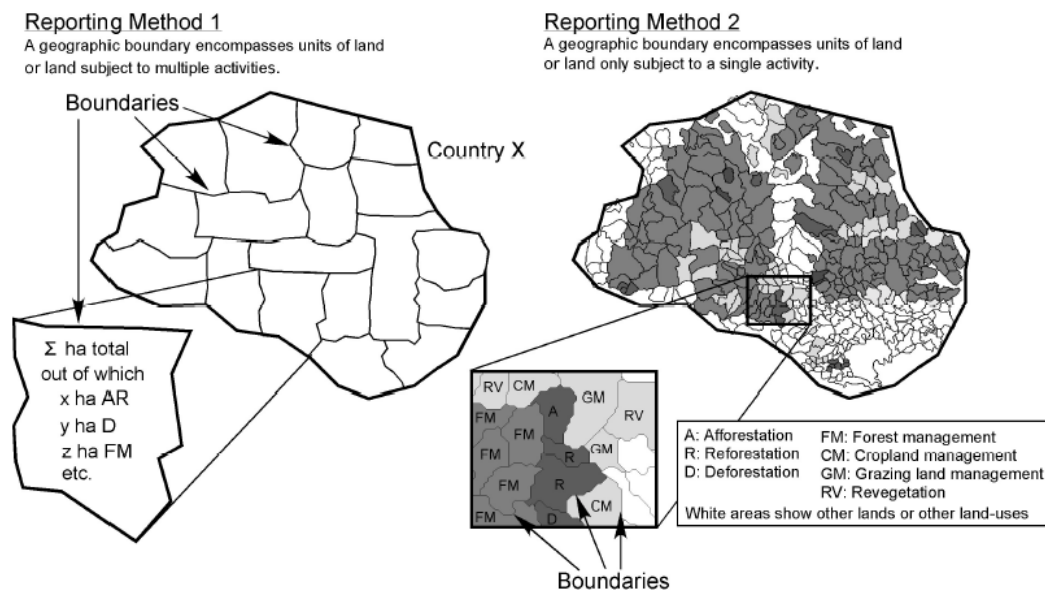


図7.2-1 レポート手法のオプション [IPCC/GPG Fig.4.2.3]

なお、第4章にて述べたようにIPCC/GPG4.3項では、炭素蓄積量の定量の方法として三つのTierが提示されている。Tierはレベルが低いほど、定量手法は単純で精度が低い。Tier1は主にGPGが提供する各種のデフォルト値を用いる手法であり、炭素蓄積量に必要な情報が整備されていない段階で用いられる。Tier2は信頼性のある統計・データに基づき、国別に設定された係数を用いて炭素定量を行う手法である。また、Tier3は炭素蓄積量のためのモデルを構築し、必要な入力値を与えて炭素蓄積量を求める手法である。土地利用状況や土壌などの詳細なデータが未整備な国では、tier1を炭素蓄積量の手法として採用し、データの整備に従いtier2、tier3と階層を上げていくこととされている。

本プロジェクトにおいては、プロジェクトエリアにおいて必要となるデータを統合的に整備することにより、「Approach3」に基づく第二手法によるプロジェクトエリアのモニタリングを行うとともに、「Tier3」の炭素蓄積量定量化を目標とする。

以下では、「Approach3」に基づく第二手法および「Tier3」の利用を前提として、リモートセンシングデータおよび地理情報データ等を統合的に活用したモニタリング手法の適用

可能性について検討を行う。なお、本プロジェクトにおける吸収源タイプは草地または裸地から森林へ土地利用を転換する「新規植林」である。このため、本節では、IPCC/GPGの3.2.2節(Land Converted to Forest Land)および4.3節(LULUCF Projects)を対象とする。

7.2.1 衛星画像解析手法の適用可能性

吸収源プロジェクトのモニタリング手法としては、衛星データをはじめとするリモートセンシングデータ、サンプリング調査、フラックスタワー等によるフラックス計測、生態系モデル等の利用が想定される。各モニタリング手法は、空間的精度、時間的精度、コスト、モニタリング対象範囲が異なっており、観測対象とする吸収源を考慮した上で各手法を組み合わせる最適なモニタリング手法を開発する必要がある。特にリモートセンシングデータは、基本的に地上部のバイオマスのみがモニタリング対象となるため、地下部についてはサンプリング調査および土壌呼吸モデル等を組み合わせることが必要となる。

以下に、モニタリングにおいて必要となるデータの要求条件を示す。

- 吸収源活動の各タイプに対応した時期のデータが確保できること
- 市販データについては、データの取得・提供が定常的に行われていること
- 市販データについては、データの流通体制が整備されていること
- 取得データの信頼性および継続性が高いこと
- データ取得・処理コストが低廉であること
- 目的レベルに応じたデータ精度(情報の精度)が確保され、第三者からの検証が可能であること
- 土地被覆変化、森林の成長量、バイオマスの計測に有効な情報を与えること

また、表 7.2-1 に、IPCC/GPG の 5.7 節にて提示されている、吸収源プロジェクトにおいて適用可能なデータおよびアプローチの一覧を示す。

表 7.2-1 適用可能なデータおよびアプローチ-検証時-(IPCC/GPG Table 5.7.1)

	Approach 1 その他のイン ベントリ・デ ータセットと の比較	Approach 2 高い Tier の適用	Approach 3 直接計測	Approach 4 リモート センシング	Approach 5 モデリング
土地面積	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適用外	適合	適用外
炭素プール					
地上部バイ オマス	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適合 (地上データが 必要)	適合 (回帰分析、生 態系・成長モ デル)
地下部バイ オマス	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適用外	適合 (回帰分析、生 態系・成長モ デル)
枯死木	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適用外	適合 (回帰分析、生 態系・成長モ デル)
リター	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適用外	適合 (回帰分析、生 態系・成長モ デル)
土壌有機物	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適用外	適合 (生態系・イン ベントリモデ ル)
CO2 以外の GHG	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適用外	適合 (生態系モデ ル)
排出ファク ター	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適用外	適合 (生態系モデ ル)
活動・土地ベース					
森林、草地、 農地、その他 の土地利用	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適合 (特に、土地被 覆/利用および 変化の識別)	適合 (直接計測・リ モートセンシ ングによるデ ータが入手で きない場合の 代替的手法)
新規植林、 再植林、 森林減少	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (データが入手 可能な場合)	適合 (資源集約)	適合 (特に、土地被 覆/利用および 変化の識別)	非実用的

7.2.1.1 リモートセンシングデータに必要とされる条件

IPCC/GPG 2.4.4.1 項では、吸収源プロジェクトにおいて利用が想定されるリモートセンシングデータとして、“航空写真”、“可視～近赤外域の衛星画像”および“レーダ画像(SAR)”が挙げられており、データおよびプロダクトを選択する場合の要件として以下が示されている。

- 土地利用分類が適切に行えること
- 適切な空間分解能を有すること
- 京都議定書における土地利用変化の最小単位は 0.05ha
- 土地利用変化および炭素吸収量変化を推計するのに適切な時間分解能(観測周期)を有すること
- 精度評価が可能なこと
- 適用するデータ取得および処理手法が透明性を有すること
- 継続して一貫性と有効性を確保すること

このうち、土地利用分類については、吸収源プロジェクトが「土地利用ベース」で定義されているのに対し、リモートセンシングデータより得られる情報は「土地被覆ベース」である。このため、いずれのデータを用いた場合でも、土地利用に関する情報を必要であることに留意する必要がある。

一方、継続性についても、「再植林」の場合は、過去 50 年以内において一度は森林地帯であり、他の土地利用が行われた後に 1990 年 1 月 1 日以降に再び直接人為的な活動により森林となった場所と定義されていることから、1990 年以前に取得されたリモートセンシングデータを利用することにより、評価を行うことが可能となる。特に、1972 年より継続して運用されている Landsat/MSS、1982 年より運用している Landsat/TM および 1986 年より運用している SPOT/HRV は有効なデータとなる。一方、新規植林については、少なくとも過去 50 年間は森林状態に無かった土地が対象となるため、1940 年以前のデータが必要となる。1960 年代～1970 年代については、米国偵察衛星(CORONA)が取得したデータが USGS より公開されており利用可能と考えられるが、それ以前のデータについては、航空写真および現地データに頼らざるを得ないが、本プロジェクト地域においては 1950 年代に航空写真が取得されていることから、これを用いることが可能である。また、第一約束期間におけるモニタリングを考慮した場合、同期間内で取得可能なデータを視野に入れたデータの選定を行うことが必要となる。

表 7.2-2 に、IPCC・GPG にて提示されている、モニタリングにおいて利用可能な主な衛星データの一覧を示す。

表 7.2-2 主な利用可能衛星データ (IPCC/GPG 5.7)

Table 5.7.2 Features of Some of the Main Remote Sensing Platforms														
Satellite	Sensor name	Country (Operation)	Spatial Resolution (m) at nadir	Swath (km)	Sensor type and scale		Spectral information				Data availability (acquisition period)			
					Type	Scale	VNIR	SWIR	TIR	SAR	1980 - 1990	1990 - 1999	2000 - 2007	2008 - 2012
NOAA (POES)	AVHRR	USA	1100	2700	O	Co-G	M	S	M	-	A	A	A	A
SPOT	Vegetation	EU	1150	2250	O	Co-G	M	S		-		PA	PA	MA
ADEOS-II	GLI	Japan	250, 1000	1600	O	Co-G	M	M	M	-			PA	MA
Terra/Aqua	MODIS	USA	250, 500, 1000	2330	O	Co-G	M	M	M	-			A	PA
Terra	MISR	USA	275, 550, 1000	360	O	Co-G	M			-			PA	
ERS-1/2	ATSR-1/2	Europe	1000	500	O	Co-G	M	M	M			PA	A	MA
Envisat	AATSR	Europe	1000	500	O	Co-G	M	M	M				PA	MA
NPOESS	VIRS	USA	400	3000	O	Co-G	M	M	M	-				A
Envisat	MERIS	Europe	300 (Land)	1150	O	Co-G	M	M		-			PA	MA
Landsat	MSS	USA	80	185	O	R	M			-	A	A		
Landsat	TM	USA	30, 120	185	O	R	M	M	S	-	PA	A	PA	
Landsat	ETM+	USA	15, 30, 60	185	O	R	M	M	S	-			A	A
SPOT	HRV/HRVIR/HRG	French	(2.5), 10, 20	60	O	R	M	(S)		-	PA	A	A	
Terra	ASTER	Japan/USA	15, 30, 90	60	O	R	M	M	M	-			A	
IRS-1C/D	PAN/LISS-3	India	6 / 23	70 / 141	O	R	M	S		-		PA	PA	
JERS-1	OPS (VNIR)	Japan	18*24	75	O	R	M					PA		
ALOS	AVNIR-2	Japan	10	70	O	R	M			-			PA	A
ALOS	PRISM	Japan	2.5	35/70	O	R	S			-			PA	MA
IKONOS	Pan/Multi	USA	0.82 / 3.3	11	O	R	M			-			A	MA
Orbview-3	Pan/Multi	USA	0.82 / 3.3	8	O	R	M			-			PA	MA
QuickBird	Pan/Multi	USA	0.61 / 2.5	17	O	R	M			-			PA	MA
EO-1	ALI	USA	10, 30	185	O	R	M	M		-			PA	
EO-1	Hyperion	USA	30	7.5	O	R	H	H		-			PA	
JERS-1	SAR	Japan	18	75	S	R	-	-	-	L		PA		
ALOS	PALSAR	Japan	10, 100	70, 250-350	S	R	-	-	-	L			PA	MA
ERS-1/2	AMI	Europe	30	100	S	R	-	-	-	C		PA	PA	MA
Envisat	ASAR	Europe	30, 100, 150	100, 400	S	R	-	-	-	C			PA	MA
Radarsat-1/2	SAR	Canada	(3, 8), 10, 30	(20), 50, 100	S	R	-	-	-	C		PA	A	MA
TerraSAR	SAR	Germany	1-3, 3-15	10, 40-60	S	R	-	-	-	X/L			PA	MA
LIDAR														
VCL	VCL	USA	25	8	L	R	S			-			PA	MA

O: optical; S: synthetic aperture radar; L: LIDAR; Co: continental; G: global; R: regional; S: single band; M: multiple band; H: hyper band; A: available for the entire period;

PA: available for a portion of the period; MA: may be available during the period

7.2.1.2 プロジェクトタイプとバウンダリーの設定

以下では、プロジェクトタイプとバウンダリーの設定方法について、第4章および第6章に基づいて述べる。

(1) プロジェクトタイプの設定

新規植林と再植林の定義はマラケシュ合意(FCCC/CP/2001/13/Add.)と同様であり、新規植林(Afforestation)とは50年間以上森林でない土地を森林に転換する行為、再植林とは基準年(1989年末)以来森林でない土地を森林に転換する行為とされ、プロジェクトにおける植林の定義を明確にすることが求められている。本プロジェクトは、6.3節において示したとおり「新規植林」と定義されるが、プロジェクトタイプの設定においては、以下に示すデータが必要とされる。

表 7.2-3 プロジェクトタイプと必要データ

プロジェクトタイプ	必要となるデータ	本プロジェクトでの適用
新規植林	土地利用が50年間以上森林でないことを示すデータ	- ピアレビューされた論文の引用 - 現地での聞き取り調査結果 - 1950年に取得された航空写真 - 2003年に取得された衛星データ
再植林	基準年(1989年末)以来森林でないことを示すデータ	(基準年および最近の衛星データの利用が可能)

(2) バウンダリーの定義と設定

IPCC/GPG 3.4.2 項ではプロジェクトバウンダリーを、“地理的な領域”、“事業期間”、“炭素排出・吸収活動”により定義している。特に、“地理的な領域”については、以下の情報を整備することにより、全てのステークホルダーとプロジェクト実施者の間において境界線を認識されるようにする必要があるとされている。

- プロジェクトエリアの名前
- エリアの地図（紙・デジタルフォーマット）
- 地理的な座標（緯度経度、UTM 座標など）
- 土地面積の総計
- 土地利用者の詳細
- 選定されたサイト内での土地利用・管理履歴の詳細

このうち、“地理的な座標”、“土地面積の総計”についてはGPS等を用いた現地計測とリモートセンシングデータの組み合わせにより、評価される。また、サイト内での土地利用・管理履歴については、リモートセンシングデータから得られる情報は「土地被覆」で

あるが、土地の管理台帳および地図データを補完的に用い、プロジェクト実施前(基準年以前)から現時点までに取得されたりリモートセンシングデータを時系列に解析することが可能である。

なお、ステークホルダーとプロジェクト実施者の間の境界線の設定においては、リモートセンシングデータおよびデジタル化された地図データを統合化した地理情報システムと、GPSを用いた現地計測を組み合わせることにより、合意形成を円滑に進めることが可能となる。

本プロジェクトは、植林地である「植林部」、「輸送部」およびチップ生産を行う「チップ工場部」の3つのバウンダリーより形成されることから、それぞれの部門において明確なバウンダリーを設定することが必要とされるが、植林部におけるバウンダリーの定義を以下の通りとしている。

本プロジェクトにおける植林部のバウンダリー定義

- 本プロジェクトにおける植林部のバウンダリーは、プロジェクトエリア内における「潜在植林適地」とする。
- 「潜在植林適地」とは、プロジェクトエリア内における「草地」と「裸地」とし、既存の灌木・樹木の植生が無く、畑地・水田等の人為的な生産活動が行われていないエリアにおいて、植林が可能な地域を言う。
 - 同地域では「草地」と「裸地」は人為的な活動無しに森林へ遷移しない。
 - 砂地等の森林の成長が望めない地域は除外する。
- 植林部のバウンダリーは分散した複数の事業サイトより形成される。

本調査の段階では、最低面積を除きバウンダリー設定における灌木・樹木の定義は定量化で出来ていない。しかしながら、前述のように、SBSTA19/COP9において採択されたFCCC/SBSTA/2003/L.27では、CDMにおける森林定義はマラケシュ合意(FCCC/CP/2001/13/Add.)と同様に、「最低面積」、「最低樹冠率」および「成木の最低樹高」の各項目により規定されており、プロジェクトの実施においてはそれぞれを定量的に示すことが求められる。

以下に、森林の定義項目と定量化するための想定アプローチを示す。

表 7.2-4 森林定義項目とアプローチ

規定項目	閾値	アプローチ(適用データ)
最低面積	0.05 - 1.0 ha	- 適切なリモートセンシングデータの利用 (面積評価精度は本項(3)を参照)
最低樹冠率	10 - 30%	- 現地調査における樹冠計測(サンプリング調査) - 適切なリモートセンシングデータの利用 (樹冠レベルの情報抽出が可能な、高空間分解能衛星データ、航空機写真が必要) - 航空機プロファイラデータの取得
成木の最低樹	2 - 5m	- 現地調査における樹高計測(サンプリング調査) - 衛星データ・航空写真のステレオ視 - 航空機プロファイラデータの取得

(3) リモートセンシングデータを用いた面積評価における留意点

吸収源プロジェクトにおいて評価が必要となる精度には、バウンダリー面積精度、土地利用分類精度、バイオマス変化量の計測精度、土壌評価精度等があり、それぞれの計測における誤差が最終的な炭素吸収量の計測精度誤差となる。以下では、これらの精度のうち、バウンダリーの面積精度について衛星データの空間分解能との関係から考察を行った。民間高空間分解能衛星の出現により、一般に入手可能な衛星データの空間分解能は、約0.6m ~ 1km以上の範囲で様々な種類のデータの選択が出来るようになった。一般には、分解能が高いほど面積精度が高くなることは明白であるが、プロジェクトモニタリングにおいては、モニタリングコストが重要な要素となることから、コスト対効果が最も高い空間分解能を有するデータを用いること求められる。このため、森林の単位面積別にみた空間分解能と面積精度の関係について検討を行った。検討においては、森林の単位区画を正方形の場合と縦横比が1:5の長方形の二種類を想定し、10haから400haまでのバウンダリー面積を想定し、各空間分解能(1m、10m、20m、30m)における面積精度誤差を算出した。検討にあたっては、面積は画素単位で算出することとし、ミクセル分解等のサブピクセルレベルでの解析は考慮していない。また、1画素あたりの誤差は1画素の面積の50%として、単位区画の外周画素においてその影響を考慮した。

図 7.2-1 の a)および b)に正方形および長方形の場合の精度の推移をそれぞれ示す。

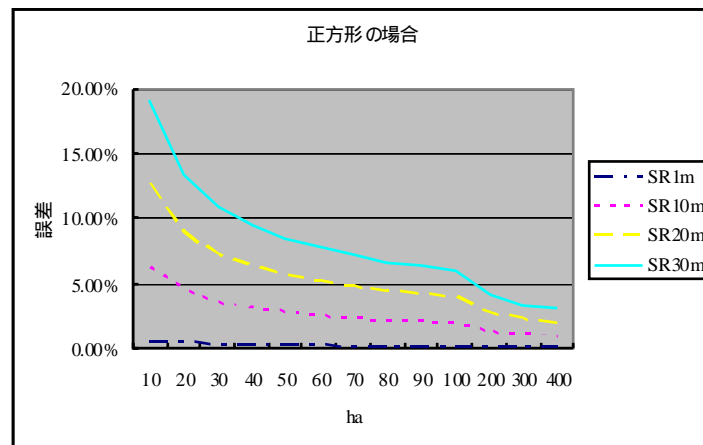


図 7.2-1a バウンダリー面積精度誤差 (正方形の場合)

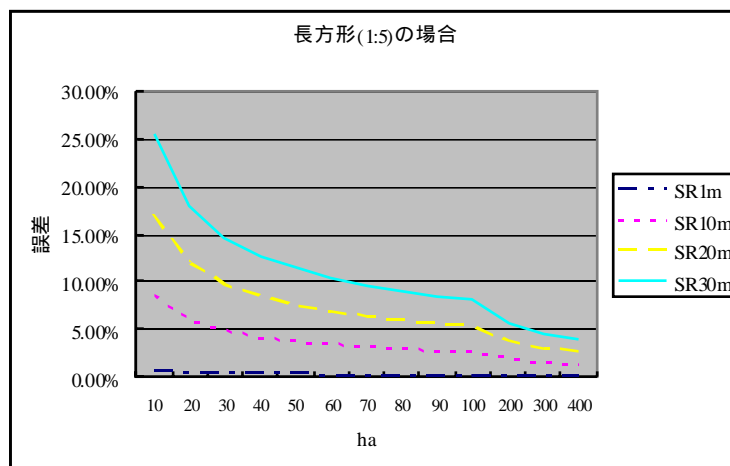


図 7.2-1b バウンダリー面積精度誤差 (長方形[1:5]の場合)

面積誤差を 10%と想定した場合には、70ha 以上の単位区画を有する森林であれば空間分解能 30m のデータであっても要求条件を満たすことが分かる。また、面積誤差を 5%と想定した場合にも、空間分解能 10m であれば 40ha 以上の単位区画を有する森林においては、要求条件を満たしている。実際には、森林の単位区画の形状は様々であり、面積計測における誤差要因も分類精度など今回想定したもの以外に考えられる。しかしながら、本算出結果を一つの目安として見ることは可能であり、今後のデータ選定において参考とする必要がある。

7.2.1.3 ベースラインの設定

本調査では 6.5 節においては、バウンダリー内における炭素固定量は一定と仮定して、ベースライン設定を行った。しかしながら、実際にはバウンダリー内には草地と裸地が混

在していること、同一の土地利用形態においても炭素固定量(地上・地下部バイオマス、土壌)にばらつきがある。また、ベースライン設定においては、ベースラインが BAU (Business As Usual) であることを証明する必要がある。

4.3 節において示したように、IPCC/GPG ではベースラインの設定において以下の配慮が必要とされている。

- プロジェクトが行われるサイトにおける、プロジェクト開始以前に存在する炭素プール量と、CO₂ 以外の GHG 排出量推移を定量化する必要がある。
- 炭素プールと、CO₂ 以外の GHG 排出量推移を、プロジェクト実施以前に推量する必要がある。この場合、ピアレビューを経たシミュレーションモデルを用いて、対象エリアにおける経年のデータをもとに、炭素プールと CO₂ 以外の GHG 排出量の推移を定量化する必要がある。

また、SBSTA19/COP9 において採択された FCCC/SBSTA/2003/L.27 では、ベースライン設定方法として、次のいずれかを選択できるとされている。

- プロジェクトのバウンダリー内における、
- (1) 既存の実質的あるいは過去の炭素蓄積の変化。
 - (2) 投資に対するバリアを考慮して、経済的に魅力的な活動を反映した、炭素蓄積の変化。
 - (3) プロジェクト開始時の最も起こりそうな土地利用を反映した、炭素蓄積の変化。

本プロジェクトにおいてはベースライン設定方法として、上記の(1)「既存の実質的あるいは過去の炭素蓄積量の変化」を採用することとする。具体的な設定方法としては、現地サンプリング調査における直接的なバイオマス計測、リモートセンシングデータおよび設置を予定している簡易型のフラックス・気象タワーにより取得される各種の気象データを入力データとして、適切なモデルを用いた炭素蓄積の動的なシミュレーションを行うことによりベースラインを決定する。本手法は、IPCC/GPG における Tier 3 に該当する(表 4.3-2 参照)。

表 7.2-5 に、IPCC/GPG 4.3.3.1 における推奨モデルである Century Model を含む、本プロジェクト(草地・裸地から森林への転換)のベースライン設定において適用可能と考えられる炭素モデルと必要となる入力パラメータの一覧を示す。なお、入力パラメータは現時点では未整備のデータが多いが、複数のモデル結果の相互比較による本プロジェクトにおける最適モデルを選定するために、今後、必要となる入力パラメータの整備を進めることとする。

表 7.2-5 ベースライン設定において適用可能な炭素モデルとパラメータの一覧¹

入力パラメータ	炭素モデル					
	Century	Biome-BGC	TEM	PnET	LoTEC	SiBD
気象パラメータ	月毎	日毎	月毎	月毎/ 日毎	日毎 / 時毎	時毎 / 30 分毎
平均気温			X	X	X	X
平均最高気温	X	X		X		
平均最低気温	X	X		X		
総降雨量	X	X	X	X	X	対流性・大域降 雨を分離
相対湿度		X				
露点湿度						X
蒸気圧		日照時の平均損失			X	
太陽放射量		平均	X	平均	X	合計
PAR		X				算出
長波放射量						X
日照時間		X				X
風速						X
大気パラメータ						
窒素	X					
二酸化炭素	X	X	X	X	X	X
酸素						X
土壌パラメータ						
土壌/リター区分	15	3	1 C, 2 N	1		
土壌構成 (%sand/silt/clay)	X		X			X
深度	X	X				X
傾斜						X
涵養能力		X		X		X
孔隙率						X
初期土壌窒素量	X	導出				X
初期土壌炭素量	X	導出				
初期積雪	X			X		X
植生パラメータ						
植生タイプ		X			X	X
葉面積指数(LAI)					日毎	月平均
植生構成	8	4	1 C, 2 N	5		
生物形態	X	X	X			月毎
窒素	X		X	X		
その他の栄養分 (e.g., P, S, Lignin)	オプション					
樹冠形状		X				動的
根深度	X	X				月毎

¹ <http://www.archive.arm.gov/Carbon/dataneeds/dataneeds.html>

降雨遮蔽率		X		X		
光合成活性				X		X
水・炭素交換	利用		-	VP 損出		Farquhar RuBP モデル
サイトパラメータ						
標高	X	X	X			
緯度	参照用	X	X	参照用		参照用
経度	参照用		X	参照用		参照用
短波		有効				月毎

7.2.1.4 プロジェクトエリアの階層化

IPCC/GPG 4.3.3.3 項ではプロジェクト実施時に、プロジェクトのバウンダリーとリーケージ範囲内における背景情報、重要な生物・物理的情報、社会経済的な情報を整備することが求められている。また、これらの整備データは、地理情報システム(GIS)により統合的に管理することが推奨されている。本プロジェクトにおいては、IPCC/GPG において整備が求められている各項目に対して必要となるデータの整備を表 7.2-6 に示す通り実施する。

表 7.2-6 プロジェクトにおける情報整備

項目	整備想定データ	整備方法
土地利用	- 現地調査データ - 衛星データ(土地被覆) - 地形図	基本となるデータ・図面は整備済み 現地調査と衛星データの活用により 詳細な土地利用図を作成
土壌分布	- 土壌図 - 地質図 - 土壌サンプリング	基本となるデータ・図面は整備済み 現地調査による土壌サンプリングに より土壌成分等のデータ整備
植生	- 植生図 - 衛星データ	基本となるデータ・図面は整備済み
地形・地勢	- 標高データ - 傾斜方向・傾斜角データ	GTOPO30 により 1km メッシュによる データは整備済み 今後、高解像度の標高データを整備 するとともに、傾斜方向、傾斜角当 の地形解析を行う。
土地所有形態	- 現地調査データ (住民・政府機関調査)	GPS を用いた聞き取り調査等により バウンダリー内の土地所有形態を明 確化し管理

また、「植林される樹種」、「樹齢」、「初期植生」、「土壌・標高・勾配当のサイト条件」によりプロジェクトエリアを階層化することが求められており、これに準拠した地理情報システムを用いた階層的なデータ整備を実施することとする。

7.2.1.5 炭素プールと CO₂ 以外の GHG の選択

IPCC/GPG 4.3.3.3 項では、プロジェクトによる CO₂ およびその他の GHG(N₂O、CH₄)の吸収・排出の定量化対象は、以下の条件により規定されている。

予測される変化の割合と範囲 変化の方向性 変化を定量する手法の実現可能性と正確性 定量コスト

本プロジェクトにおける炭素プールの定量化対象は、表 7.2-7 の通りとする。

表 7.2-7 炭素プールの定量化対象

炭素プール	本プロジェクトでの取り扱い	計測手法
地上部バイオマス	計測対象に含める	現地サンプリング計測 衛星データ モデリング
地下部バイオマス	本調査では計測対象に含めないが、今後の調査において考慮する。	現地サンプリング計測 モデリング
落葉落枝	計測対象に含める	現地サンプリング計測
枯死木	本調査では計測対象に含めないが、今後の調査において考慮する。	現地サンプリング計測
土壌有機物	計測対象に含める	現地サンプリング計測 モデリング

また、窒素施肥等の植林活動において排出が予想される、N₂O および CH₄ も定量化の対象とする。

なお、植林部以外の各部門(輸送、木炭工場、チップ工場)における GHG 排出はエネルギー使用に基づくものであり、定量化は部門毎に実測ベースにて IPCC のガイドラインに従って定量化することとする。

7.2.1.6 サンプルング手法の決定

IPCC/GPG 4.3.3.4 項では、サンプルプロットの設定にあたって、「各階層の変動幅」、「各階層の面積」、「目標とする精度」および「計算誤差」といった情報を整備することが求められている。また、設定プロットの予期しない喪失を考慮して、必要プロット数に 10%分を上積みしたプロットを配置することが推奨されている。本プロジェクトにおいては、プロットの配置の決定においては階層情報として地理情報システムを利用するとともに、リモートセンシングデータを活用することにより、必要精度を確保した上でサンプルプロット数を低減することによりコスト削減するための方策を検討することとする。

7.2.1.7 フィールド調査と炭素蓄積量の計測

IPCC/GPG 4.3.3.5 項では、計測対象とした炭素プールの炭素蓄積量の計測は、標準的な技術を用いることが望ましいとされる。フィールド調査においては、7.2.1.6 項において設定したサンプルプロットにおけるバイオマス計測をプロジェクト期間において継続的に実施するとともに、GIS を用いたプロット単位でのデータ管理を行う。

なお、本プロジェクトにおける炭素吸収量計測においては、ベースライン設定と同様に IPCC/GPG における Tier 3 の採用を計画している。具体的には、IPCC/GPG に従った現地サンプル調査における直接的なバイオマス計測(4.2.5 項参照)、リモートセンシングデータおよび設置を予定している簡易型のフラックス・気象タワーにより取得される各種の気象データを入力データとして、適切なモデルを用いた炭素蓄積の動的なシミュレーションを行うことにより実施する。なお、プロジェクト初期段階においてはデータの整備が十分でないことから、Tier 2 による手法を基本としながら、Tier 3 採用に向けたデータ整備および解析技術の開発を進めることとする。

7.2.1.8 CO₂ 以外の GHG 排出/吸収の定量

本プロジェクトにおける CO₂ 以外の GHG 排出・吸収は、プロジェクト期間における炭素蓄積の純量変化に比べて、小さいものと予想される。ただし、プロジェクト実施前に排出/吸収項目の洗い出しと、想定される GHG 種類および計測方法を明確化しておくこととする。

また、植林部以外の各部門(輸送、木炭工場、チップ工場)における GHG 排出はエネルギー使用に基づくものであり、定量化は部門毎に実測ベースにて IPCC のガイドラインに従って行うこととする。

7.2.1.8 品質保証と管理

プロジェクトのレポートリングにおいては、以下の手順を網羅した品質保証・管理を行うことが求められている。

信頼性のあるフィールド計測データの収集 フィールド計測データを収集する方法の検証 データの入力と分析・解析技術の検証 データの保守管理と保存

このうち、フィールド計測データの信頼性および収集手法については、7.2.1.6 項および 7.2.17 項において規定するデータ収集・計測手法において、IPCC/GPG に準拠する手法を採用するとともに、定常的にサンプルプロット単位での誤差分析を実施することが必要となる。また、データ入力と分析・解析技術については、科学的かつ第三者に対して透明性のある手法の利用が京都議定書においても求められており、解析アルゴリズム、モデルへの入力パラメータ等を文書において明確化し、専門家によるレビューが可能とする。

なお、データの保守管理と保存については、本プロジェクトにおいては、プロジェクトに関わる全ての計測データは GIS において統合的に管理・保存する予定であり、プロジェクト関係者間においてデータの共有が行われる。

7.2.1.9 モニタリングコストに対する考察

プロジェクトにおいて吸収した炭素量は、検証可能な方法により計測および算出することが求められている。このため、可能な限り高精度の計測データの取得と透明性の高い算出手法を用いることが求められる。その一方で、モニタリングコストの増加は、プロジェクト総経費を増加させる大きな要素のひとつであり、コスト対精度を考慮したモニタリング手法が必要とされる。これまでに、パイロットプロジェクトとして各国で実施された吸収源プロジェクトにおけるプロジェクト総経費に占めるモニタリングコストは、対象国、地域、プロジェクト方法、要求精度、対象とする吸収源(地下部も含めるか等)、モニタリング方法により大幅に異なる。IPCC Special Report (LULUC&F)の調査結果においては、吸収量の誤差精度を 10%とした場合のモニタリングコストは、年間あたり US\$1 ~ \$5/ha であり、共同実施活動(AIJ)プロジェクトにおいて炭素換算では US\$0.10 ~ 0.50/Ct とされている。このコストは、調査対象プロジェクトにおける事業総経費の 10%前後と考えられる。CDM プロジェクトにおいては、AIJ プロジェクトよりも詳細かつ正確なモニタリングが必要とされることから、さらなるコストが必要となる。

なお、モニタリングコストにおいて大きな割合を占めるのは、現地調査における人件費、

インベントリ作成費用であり、フラックスタワー、リモートセンシングデータ等の有効な利用によりこれらの経費をいかに削減できるかが重要な要素となる。なお、リモートセンシングによるモニタリングを実施する場合には、データの価格が大きな要素となる。例えば、高空間分解能衛星である IKONOS より取得された 1m 分解能のデータを用いた場合には、100ha あたりのデータ価格は約 1 万円となるが、空間分解能 30m の Landsat-7/ETM+ データもしくは Terra/ASTER データを用いた場合には、同じく 100ha あたりのデータ価格は 3 円程度となり、大幅なコスト差が生じることとなる。

以下に、本プロジェクトの実施において必要となるモニタリングコストの概算を示す。

表 7.2-8 モニタリングコストの概算

初期投入コスト (概算: 1700 万円)		
簡易フラックス・気象タワー機器	高さ 30m のタワー設置 フラックス計測、気象計測機器 無電源地域対応の独立電源 ロガーによるデータ取得	1000 万円
GIS システム・データ整備	衛星・地理情報整備 現地データ整備 データベース開発 ツール開発	700 万円
定常運用コスト - 毎年 - (概算 1~2US\$/ha)		
衛星データ購入	ETM+, ASTER, PALSAR 相当 (MODIS データは無償)	概算 1~2US\$/ha
地理情報データ購入	情報の逐次更新	
サンプリングプロット調査	現地における定常計測	
データ処理・解析	上記データの処理・解析と管理	
検証・認証コスト- 初回、5年毎 -		
衛星データ購入	IKONOS 相当 (取得要求含む)	概算 15~20US\$/ha
地理情報データ購入	情報の逐次更新、詳細データ作成	
サンプリングプロット調査	定常計測項目に詳細調査を追加	
データ処理・解析	上記データの処理・解析と管理	
モデル計算	吸収量シミュレーション計算	
バリデーションコスト	OE による審査コスト	300~500 万円
ベリフィケーションコスト サーティフィケーションコスト	OE による審査コスト	300~500 万円

7.2.2 モニターされるデータ

以下に、本プロジェクトのバウンダリー内外において、モニターされる GHG およびデータ取得手段を整理する。

表 7.2-9 モニターされる GHG とデータ取得手段

モニタリング項目	GHG 種類	排出/吸収	データ取得手段
植林部門			
地上部バイオマス	CO2	排出/吸収	現地サンプリング計測 衛星データ モデリング
地下部バイオマス	CO2	吸収	現地サンプリング計測 モデリング
落葉落枝	CO2	排出	現地サンプリング計測
枯死木	CO2	排出	現地サンプリング計測
土壌有機物	CO2	排出/吸収	現地サンプリング計測 モデリング
窒素施肥量	N2O	排出	使用実績
植林地整備のための重機使用	CO2	排出	使用実績（化石燃料）
輸送部門			
苗木・伐採木運搬のための車使用	CO2	排出	使用実績（化石燃料）
木炭工場部門			
木炭製造過程	CO2	排出	生産実績
チップ工場部門			
港湾整備過程	CO2	排出	使用実績（化石燃料）
チップ製造過程	CO2	排出	使用実績（化石燃料）
チップ船積み過程	CO2	排出	使用実績（化石燃料）

7.2.3 採用した手法の評価と課題

これまでに述べたように、本プロジェクトにおいては、プロジェクトエリアにおいて必要となるデータを統合的に整備することにより、「Approach3」に基づく第二手法によるプロジェクトエリアのモニタリングを行うとともに、「Tier 3」の炭素蓄積量定量化を目標としている。同手法は、多様なモニタリングデータを高精度に収集する必要があるが、途上国であるマダガスカルにおいては既存のデータは限られており、定常的にデータを収集する体制も構築されていない。このため、プロジェクト実施にあたっては、低コストで IPCC/GPG の基準を満たすデータ整備手法を確立する必要がある。

特に、本調査は COP9 を挟んでの調査となったことから、データ整備において IPCC/GPG との整合性が十分には取れていない。このため、今後は 9.2 節において述べる課題を踏まえたデータ整備および手法の確立を進めていくことが必要である。

7.3 不確実性(リスク)・リーケージの計測・評価

7.3.1 不確実性(リスク)・リーケージの定義

リスクとは、プロジェクト実施に伴う GHG 排出/吸収に対する負の影響が期待される事象で、プロジェクト内で発生した場合はベースライン及びモニタリングにおいて、プロジェクト外において発生した場合はリーケージとして、現実の純吸収量から差し引かれる。また、リスク及びリーケージの発生は、GHG への影響以外に、採算性の悪化等プロジェクトの持続性に影響を及ぼす場合もある。吸収源プロジェクトの場合、森林火災、気象害、病虫害、さらには土地利用の変化に伴う焼畑・違法伐採等がこれにあたる。

また、リーケージに関してはその発生の可能性を最小限とする対策について PDD へ記述することが定義づけられている。下記に記載部分を抜粋する。

A. Definitions

- (e) “Leakage” is the increase in greenhouse gas emissions by sources which occurs outside the boundary of an afforestation or reforestation project activity under the CDM which is measurable and attributable to the afforestation or reforestation project activity;
- (e) 「リーケージ」とは、プロジェクトバウンダリーの外で起きる温暖化ガスの増加であり、その増加が計測可能なものであり、また、「再植林」「新規植林」活動との連関が示され得るものである。
- (f) “Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks” is the actual net greenhouse gas removals by sinks minus the baseline net greenhouse gas removals by sinks minus leakage;
- (f) 「人為活動がもたらす吸収源による温暖化ガス固定総量」とは、「吸収源によるアクチュアルな温暖化ガス固定量」から、「ベースライン吸収源による温暖化ガス固定総量」と「リーケージ」を引いたものである。

APPENDIX B.2

- (f) Measures to be implemented to minimize potential leakage;
- (f) リーケージの発生可能性を最小限とする対策についての記述。

上記の通り、純人為活動による吸収量を算出するためには、リスク・リーケージを定量化しなければならない。しかしながら、将来起こりうる事象を予測し、定量化することは困難が伴うのも事実である。具体的にバウンダリー内外のどこで、いつ、どの規模でこれらの負の影響が発生するのか、その傾向を予測し、定量化するためには時間的・空間的な検証と解析が必要である。さらにこれらの対策を講じるためには、地元民の土地利用、若しくはニーズの変化、地域の社会的・経済的構造変化等を把握し、その負の影響が最小限になるべく、これらの変化を導かなければならない。

こうした対策はプロジェクト事業者のみならず、当該政府関係者、並びに先進国の支援策等の協力体制が必要であり、ひいては負の影響の最小限、対策の持続性につながるものと期待する。

本章では、当社、電源開発(株)、並びに住友商事(株)が当プロジェクトエリア内で実施し

た試験植林におけるリスクの事例を紹介し、本プロジェクトにおけるリスク・リーケージを予測し、その対策、並びに定量化を試みた。

7.3.2 試験植林におけるリスクの事例

当社、電源開発(株)、並びに住友商事(株)は、Toamasina 州森林局(DIREF)をカウンターパートとして、当プロジェクトエリア内の 3 個所で試験植林を行っている。下記に試験の概要並びにリスクの事例を述べる。

1)目的

- ・ 植林木の成長性、植林コスト等の確認、
- ・ 法制度、地元慣習、植林技術の確認、
- ・ 当国における CDM 適用の可能性

2) 試験地概況

・ 試験地：砂地土壌の Land department 4、ラテライト土壌の LD3 の北地区及び南地区の計 3 個所。

- ・ 面積 3.8ha × 3 個所の計 11.4ha。
- ・ 植栽樹種：Acacia3 種、Eucalypts3 種 9 産地(内、地元産 1 種)、計 12 産地
- ・ 植栽密度：4m × 2m(1,250 本/ha)、49 本/プロット、4 反復。
- ・ 試験地周囲には、約 10m の防火帯を設置。
- ・ 植栽前の試験地の状況を写真 7.3.1 に示す。

前治水森林省総局長承認の元、Toamasina 州森林局(DIREF)が国有地である試験地 3 個所を選定した。

- ・ LD3 南地区においては植付時に施肥(NPK200g/本)と、3 地区とも除草剤と手刈りによる作業を行った。その他作業は治水森林局の標準作業に基づき実施した。

3) カウンターパートの植林技術

カウンターパートの植林技術は直接本章のリスク・リーケージに影響しないが、次項で述べる対策の成否に係る重要な要因である。試験植林において実際の土地選定、植林作業、並びに管理等の実務を行った Toamasina 州森林局(DIREF)は、本プロジェクト実施の場合でも重要なカウンターパート候補者であり、次項で対策を考察すべく、下記に森林局の植林技術等に関する事例を述べる。

- ・ 試験植林地の選定に関し、事前の説明では森林局と管轄する国土局の承認を得れば良いとの説明であったが、実際は地元の村長に未利用地での植林許可を口頭で受けており、許可書となる文書ない。また、森林局及び国土局は、地元民の土地利用実態、並びに試験地を含めた周囲の未利用地の所有権、もしくは慣習的使用権を誰が所有しているのか把握できていない。
- ・ 森林局はこれまで一回当たり数百本程度(1ha 以下)の育苗・植林の経験はあったが、試験植林の約 14 千本(約 11ha)の育苗・植林は今回はじめてであった。このため通常播種～山出しまでに約 3 ヶ月を要する育苗が、実際は約 6 ヶ月を要した。原因は事前に作業

マニュアルを渡していたが、苗木の灌水回数の不足、作業員への施肥作業の不徹底等初歩的な技術不足が多い。

4) 野火による試験地被災

発生状況

- ・ 森林局の説明によれば、発生原因は 発生時期は乾期(9 月～10 月)で乾燥状態であったこと、 慣習的に雨期前に放牧のための野焼きが頻繁に行われていたこと、 政治的な不満による現政権への嫌がらせによるつけ火ではないかとのことである。
- ・ 2001 年 12 月(植栽約 10 ヶ月後)、 火元は試験地より 20 数 km 離れている Brickavill 地区で発生し、その後、数日を経て自然鎮火した。Brickavill 地区全体の被災面積はおよそ数百 ha とのこと。火災延焼の警告・消火体制等公的な体制は整っていないため、正確な被災面積、発生原因等は不明である。
- ・ 試験地の被災面積は、試験地 LD4 で約 1.9ha(被災率 50%)、LD3 の北地区で約 0.6ha(被災率 16%)であり、LD3 の南地区の被災はなかった。

対策

- ・ 試験地においては、事前の 10 月末に防火帯を除草し、村民による週 2 回の監視体制等行っていた。さらに LD3 では村民が協力し火勢の侵入を防いだことにより、被災面積は小規模におさまった。

5) サイクロン

2003 年 5 月、大型のサイクロンが Toamasina 州を通過し、試験地 LD3 南地区では倒伏、幹折れ、根切れによる胴吹等多数の被害が発生した。被害前と被害状況を写真 7.3.2、7.3.3 に示す。

6) 現在の生育状況

2001 年 2 月植栽後の LD3 の北地区と南地区における各樹種の生存率と樹高の推移を下表に示す。

表7.3.1 試験植林地における野火、サイクロンの被害率

	<i>A. mangium</i> (豪州産)		<i>A. auriculiformis</i> (豪州産)		<i>E. grandis</i> (地元産)		<i>E. grandis</i> (南ア産)		生存率	
	生存率 (%)	樹高 (m)	生存率 (%)	樹高 (m)	生存率 (%)	樹高 (m)	生存率 (%)	樹高 (m)	平均 (%)	前回測定差異
試験地 L D 3 (北地区)										
2002年2月 (測定値)	78.6%	1.13	67.3%	1.05	91.4%	1.45	94.4%	1.40	82.9%	17.1%
2003年2月 (測定値)	75.0%	3.57	65.8%	3.07	91.3%	2.91	93.4%	3.34	81.4%	1.6%
2003年10月 (測定値)	42.9%	6.04	44.9%	5.38	86.2%	6.94	68.4%	7.50	60.6%	20.8%
試験地 L D 3 (南地区)										
2002年2月 (測定値)	100.0%	4.64	98.0%	4.98	93.9%	4.58	96.9%	4.67	97.2%	2.8%
2003年2月 (測定値)	98.0%	9.08	98.0%	10.89	92.9%	13.58	95.9%	14.45	96.2%	1.0%
2003年10月 (測定値)	0.3%	10.04	1.7%	9.38	68.4%	15.00	41.3%	21.98	27.9%	68.3%
野火の被害率 ^{注1)} 2002年2月	21.4%	3.51	30.6%	3.93	2.4%	3.13	2.6%	3.27	14.3%	
サイクロンの被害率 ^{注2)} 2003年10月	64.9%		58.6%		14.8%		39.8%		44.5%	
参考：トアマシナ森林局 (DIREF) 植栽地										
植栽樹種 <i>E. grandis</i> (地元産)										
植栽密度 833 本/ha			自然枯死率		14.0%					
植栽 2003年4月			サイクロン被害率		32.0%					
測定 2003年10月			生存率		54.0%	14.64				

注1)：2002年2月の測定値は自然枯死の個体を含むため、野火の被害率は被害のあった L D 3 北地区と被害のなかった南地区の生存率の差異を求めた。

注2)：北地区と南地区の2003年2月測定と同年3月測定との生存率の差異平均を求めた。

野火による試験地被害率

- ・ Eucalypts2 種は被災後の萌芽率が高いため被害率は約 3% と、Acacia2 種の約 21% ~ 31% に対し明らかに低い。
- ・ 野火の発生した北地区の樹高は南地区の約半分以下であり、成長は明らかに劣っている。

サイクロンの被害率

- ・ Acacia2 種は Eucalypts より着葉量が多いため倒伏個体が多く、サイクロンの被害率は約 59% ~ 65% と高い結果となった。一方、Eucalypts2 種は着葉量が少ないため倒伏個体は Acacia より少ないが、幹折れ、胴吹個体が多数みられた。
- ・ 2003 年 10 月に測定した北地区の生存率は約 61%、南地区で 28% であった。北地区の生存率が高いのは野火の被災により樹高成長が南地区より遅れたためである。

我々は、2001 年 2 月植栽後約 3 年間で野火・サイクロンというリスクを経験したが、本プロジェクトにおいても同様なリスクの発生が予想される。しかしながら、その被害はプロジェクト全体に均一に、または定期的に発生するのではなく、局所的、若しくは突発的に発生するため、これらのリスクの将来予測を定量化するのは困難であろう。

このため、次項において当国におけるリスクの現状と対策を考察した。

7.3.3 野火による森林火災の現状、対策

7.3.3.1 野火の現状

現在、マダガスカル政府は森林整備・保護政策の柱として無許可での野火を禁止しており、治水森林省並びに森林局が地元民への指導、森林の消失面積等の管理を行っている。しかしながら、これらの指導・管理等は関係省局の人員・財源不足等により十分に進展しておらず、我々の現地調査事に無許可の野火、森林火災等が散見された。写真 7.3.4 と 7.3.5 に示す。

野火の目的は焼畑と放牧のための野焼きであり、まれに地元民の感情的な問題が絡んだ火付け等があると聞く。

- ・ 焼畑の場合、通常低灌木を焼き払い、陸稻・キャッサバ等を栽培する。農民は収穫量が低下すれば新たな焼畑を開墾する。この間約3年～6年の短期サイクルで元の農地へ戻るので植生が完全に回復しないまま火入れ・開墾等を行った結果、地力の衰えた農地は放棄され、荒廃地として草地へ植生を変化させる。
- ・ 放牧は、枯れ草を野焼きし、牧草を生育させるため、乾期の終わり頃の9月～11月頃にかけて集中する。
牛を所有する世帯は比較的裕福な農民が多く、所有世帯数は比較的少ないが、実際の飼育頭数に比較し野焼き面積が多い感がある。
野焼きは単独、若しくは共同作業で実施しているが、火叩きの準備、防火帯設置等の消火・延焼防止策を行わず基本的に自然鎮火に期待するところが多く、度々延焼することであった。

7.3.3.2 野火の対策

対策として、現地で面談した JICA 緑川専門官、並びに大塚専門官のコメントを紹介するとともに、本プロジェクトにおける対策を考察する。

1) JICA 緑川専門官

- ・ 放牧・野焼き面積に比較し、実際の牛の数は少ない。本来、野焼きの際は、集落の共同作業で、地形、風向き、消火・防火対策を施した後実施すべきなのだが、実際は単独で、無計画に実施するケースが多く、延焼の被害も多い。
- ・ 対策として、集落共通の放牧地をあらかじめ選定し、実際の野焼き作業等は防火帯を設置し共同で実施するのがよい。
- ・ この手法を定着させるためには、その効果を農民に目に見える形で提示することが必要である。例えば野焼きが減り地力が低下しないため水田の収量が増加したとか、従来牛は草と同時に野焼き後の炭も食べていたため短命で太りも悪かったが、一個所で放牧すれば糞による施肥の効果が期待でき、牛も健康になった等。

2) JICA 大塚専門官

- ・ 森林における直接的な防火対策として、既に我々が実施の通り防火帯の設置に加え、背負い式ポンプ、水槽、火叩き、鋤等の消火器材を準備し、消火チーム等の体制を整える。
- ・ 樹皮が比較的厚く水分を多く含む例えばカシューナッツ、メリナ等の耐火性の樹種を混植することも考えられる。
- ・ 植林地は地元民の利用する土地に隣接しており、事業実施前には土地の境界区分、地元民への経済的な効果を十二分に地元民へ説明し、理解を得た後に実施すべきである。さらに地元民が事業へ積極的に参加する機会をつくれれば、必然的に彼らの理解と協力が期待できる。

3) 本プロジェクトにおける森林火災への対策

本プロジェクトは事業者自らが行う産業植林部門と、事業者が苗木を地元民へ提供し、地元民自らが植林・管理する地元民植林からなる。地元民は、伐採後の立木の一部を自家消費または他村販売用として木炭を自給・生産すると同時に、チップ材を事業者へ販売、若しくは建築材として自家消費、若しくは販売等の選択することも可能である。地元民へ木炭・材の販売による経済的な自立を促すと同時に、従来乏しかった森林を集落の共有財産として保護・管理する意識が芽生えることを期待している。下記に、本プロジェクトにおける対策を考察する。

直接的対策

- ・植林地周囲への防火帯、監視塔等の設置
- ・背負いポンプ、火叩き、鋤、山刀等の消火器材の設置
- ・消火チーム、暴政無線等の体制整備

間接的対策

- ・地元民への延焼防止を考慮した野焼き方法の指導、
- ・地元民への防火意識の定着と消防体制の整備

地元民への指導、意識改革、消防体制作り等は、事業者単独での実施は困難であるため、森林局をはじめとした政府関係者、JICA、NGO等の地元経験者、並びに対外的な支援等の連携した体制での実施が望まれる。

7.3.4 気象害(サイクロン)の現状、対策

1) サイクロンの発生状況

雨期に発生する集中豪雨やサイクロンの襲来によって、橋の流出や道路の冠水によって地域の道路網は著しく寸断される等、毎年様々な被害が発生している。また、森林面積が乏しいため雨水による表土の流亡は著しいものは著しいものであり、低地の水田の埋没、排水路の決壊等農作業に与える影響は大きい。

過去10年間でプロジェクトエリアである Toamasina 州を通過したサイクロンは年1回発生し、発生時期は1月～5月頃である。しかし、そのコースは一定でないため被害量を予測するのは困難である(図7.3.1参照)。

2) 対策

サイクロンの発生は突発的で通過コースも一定でなく、被害も局所的に発生するため、基本的な対策は少ない。このため現状考えられる対策を下記に述べる。

耐風性の高い樹種の植栽：試験植林では着葉量が比較的多く、枝張りの広い Acacia 種の植栽を避け、比較的風倒被害の少なかった Eucalypts 種を植栽する。

被害率をあらかじめ織り込み、植栽密度を 3m×2m(約1,667本/ha)とする。

7.3.5 病虫害

病虫害

単一樹種を大面積に植栽した場合、小規模で複数の樹種を植林した場合と比較し、病虫

害のリスクは高まる。マダガスカルでは当プロジェクトのような大規模な植林をした事例が少ないこともあり、これまで枯死等の甚大な被害例は報告されていない。というのも、病虫害にあっても成長は遅れるが、必ずしも枯死したり、倒れたりせず、被害木として生き続けるためであり、かつ CO₂ の吸収量に大きな変化はない場合が多い。

当プロジェクトでは、前項 7.2 で述べたモニタリング手法を実施し、発生予察、並びに発生初期段階での薬剤、若しくは除伐等が対策として考えられる。

7.3.6 リークージの顕在化と対策

リークージとして、最も大きなものが土地利用の変化に伴うものと推察する。即ち当地域で産業が創出されれば地元民の経済状況が変化し、加えてエリア外から新たな住民の流入が予測される。これら人口増加に伴う焼畑・薪炭材確保のための違法伐採等のリスクが発生する可能性がある。

対策としては地元住民、関係当局と連携し、地元民の要望を考慮した計画的な土地利用区分の再編成が必要である。また、これらリスクは人口増加と密接に関連しており、定量化においては人口の増加率を考慮しなければならない。

7.3.7 リスク・リークージの評価

前項では当プロジェクト実施に伴うリスク及びリークージとして、下記の事項をリストアップした。

バウンダリー内で予測されるリスク

- ・野火による森林火災
- ・サイクロンによる気象害
- ・その他病虫害

バウンダリー外で予測されるリークージ

- ・土地利用変化に伴う違法伐採の増加

これらのリスク・リークージはプロジェクトの炭素吸収に対し直接負の影響を及ぼすものであり、純人為的吸収量を算出するためにはこの影響を定量化しなければならない。しかし、これらの影響は自然発生要因、並びに人的要因により発生が左右される等不確定な要素が多く、定量化にあたっては困難が伴う。本来、これらの定量化は十分なデータを基に、時間軸・空間軸を考慮し評価しなければならない。さらに類型化されモデル化された手法により将来予測を行い、定量化することが望ましい。

一方、過去の森林減少率は、上記の自然発生要因並びに人的要因により発生した結果であると推察される。Glen.M.Green et al(1990)¹ は、プロジェクトエリアを含む 1950 年撮影の航空写真と 1985 年撮影の衛星画像による森林被覆率と人口の増加率の関連を解析しており、その中で森林被覆率は年平均 1.5%で減少し、人口増加率 3.1%と高い相関があることを述べている。

このため本書では、当地域における過去の森林減少率を採用し、リスク・リークージの

定量化を試算した。即ち、リスク・リーケージによる炭素排出量は、プロジェクトの年間炭素収支に対し毎年 0.5% ~ 1.5%の減少率を乗じることとした。

植林開始1年目~10年目は、リスク・リーケージとも発生し、減少率は 1.5%。

11年目以降、人為的要因により発生する森林火災は地元民の防火意識の向上、防火対策等により減少する。しかしながら、サイクロン等自然要因の発生は予測できないため、1~10年目と同じく、減少率を 0.5%と仮定。

リーケージは、11年目以降、地元民は木炭・材の販売を行い経済的に自立し、植林・伐採・輸送・チップ加工等の事業地が固定されるため、人口の移動に伴う土地利用の変化は生じないと仮定。即ち、リーケージは発生しない。

事業者はこれら負の影響を最小限にするために前項で述べた対策を実施する。

表 7.3.2 リスク・リーケージによる炭素排出量の前提

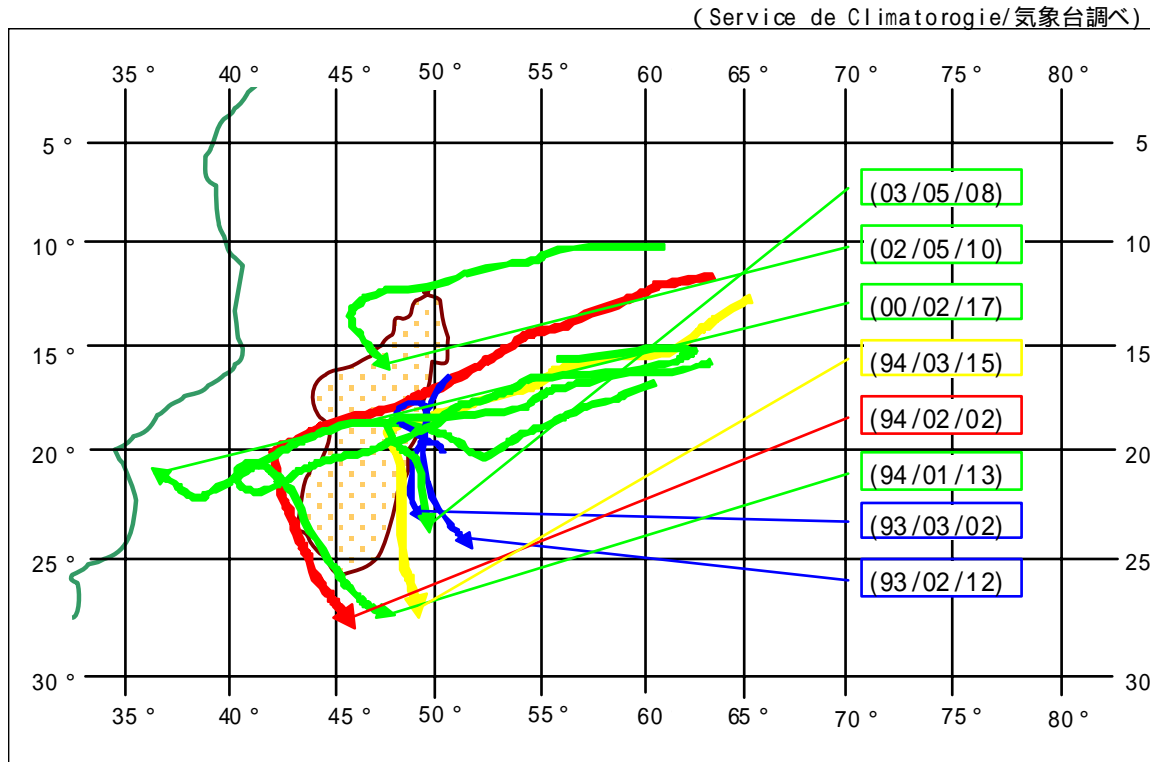
		1~10年目	11~30年目
リスク	森林火災	0.2%	
	気象害(サイクロン)	0.2%	
	その他病虫害	0.1%	
	リスク(小計)	0.5%	0.5%
リーケージ	土地利用変化	1.0%	-
合計		1.5%	1.5%

注：年間の炭素収支(プロジェクトによる炭素収支 - ベースラインの炭素収支)×削減率



写真 7.3.1 試験地 LD4 全景

図7.3.1 マダガスカル、トアマシナ州ブリッカビル地区通過のサイクロン (1993-2003)



Noms des perturbations Cycloniques サイクロン名	Dates de passages 通過月日	Quantite de pluies maximales en 24h(mm) 通過地、24時間最大雨量		Vitesse de vents maximales en km/h 最大風速
C.T. MANOU	2003/5/8	Toamasina	20.0	50
		Brickaville	150.0	>100
C.T. KENSINY	2002/5/10	Toamasina	484.0	-
		Brickaville	-	-
C.T.I. ELINE	2000/2/17	Toamasina	98.7	>180
		Moramanga	-	>180
		Brickaville	-	>180
C.T.T.I. GERALDA	1994/2/2	Toamasina	189.8	>280
		Brickaville	-	-
C.T. DAISY	1994/1/13	Toamasina	39.0	108
		Brickaville	-	-
D.T.F. HUTELLE	1993/3/2	Toamasina	28.7	45
		Brickaville	-	-
D.T.M. FINELLA	1993/2/12	Toamasina	-	-
		Brickaville	-	-

D.T.F. : Depression Tropicale Faible(弱熱帯性低気圧)
 D.T.M. : Depression Tropicale Moderee(中熱帯性低気圧)
 C.T. : Cyclone Tropicale(熱帯性サイクロン)
 C.T.I. : Cyclone Tropicale Intense(強熱帯性サイクロン)
 C.T.T.I. : Cyclone Tropicale Tres Intense(超強熱帯性サイクロン)



写真 7.3.2 試験地 LD3 南地区、2003 年 3 月撮影(2.0 年生)



写真 7.3.3 試験地 LD3 南地区、サイクロンによる風倒木(Acacia)



写真 7.3.4 国道 2 号線、ブリッカビル近辺の野焼きの状況



写真 7.3.5 国道 2 号線 ムラマンガ付近での森林火災跡地(約 300ha が焼失)

第8章 プロジェクトの実施期間/クレジットの発生期間

8.1 COP9 の現状と課題

8.1.1 tCER と ICER

2.2 において COP9 までに規定されたルールについて概略を述べたが、本項では、本プロジェクトから発生させるクレジットについて検討をする。

8.1.1.1 tCER (Temporary CER)

特徴

- クレジットが発行された次の約束期間で全量が失効。
- 失効の際には、他のクレジットによる補填が必要。
- 発生可能期間内は、炭素蓄積量に応じて全量再発行。
- 補填に使えるクレジットは AAU、ERU、CER、RMU、及び tCER。

約束期間内に発行された tCER は、翌約束期間末の遵守に使用することができる。遵守に使用された後、tCER は事業者の保有口座から国の償却口座 (Retirement Account) へと移転され、翌約束期間末に全量が失効する。この際、失効分を他のクレジットによって補填する必要があり、翌約束期間中に発行された tCER があれば、この tCER をもって補填することができる。また、プロジェクト期間の終了と同時に全てのクレジットが失効し、この場合も補填する必要がある。

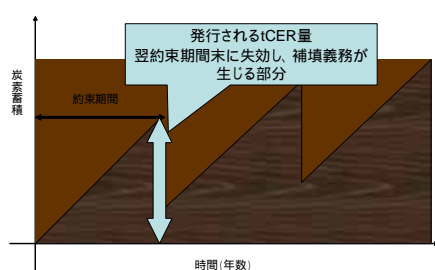


図 8.1-1 約束期間内に発行される tCER

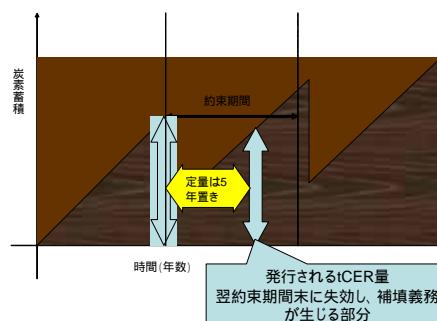


図 8.1-2 翌約束期間に発生する tCER の補填義務

8.1.1.2 ICER (Long term CER)

特徴

- 炭素蓄積の変化がなければ、クレジット発生可能期間末で失効。補填に使えるクレジットは、AAU、ERU、CER、RMU。
- 炭素蓄積が増加していれば、増加分を発行。
- 炭素蓄積が減少していれば、減少分が失効し、補填する必要がある。補填に使えるクレジットは、AAU、ERU、CER、RMU、及び同一事業からの ICER。

約束期間内発行された ICER は、当該約束期間末の遵守に使用することができる。翌約束期間でさらに炭素蓄積が増加した場合には、その分の炭素蓄積量に応じた ICER が交付される。仮に翌約束期間で炭素蓄積が減少していた場合には、マイナスのクレジットが交付され、この分は他のクレジットで補填する必要がある。クレジット発生可能期間の最後に、それまで発行されたクレジット全量が失効し、この分をほかのクレジットで補填する必要がある。

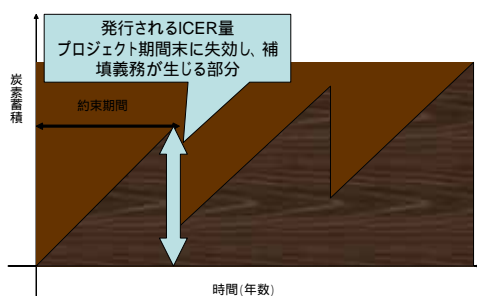


図 8.1-3 約束期間で創出される ICER

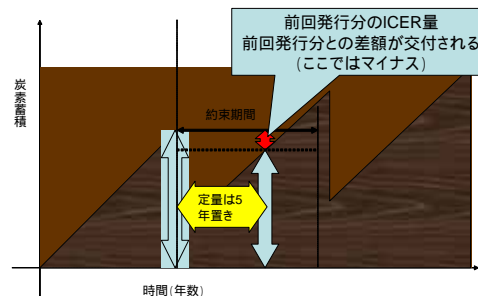


図 8.1-4 翌約束期間に発生する ICER の補填/交付

8.1.2 t/ICER の活用方法と問題点

期限付きで、将来的には発行された全量を補填する必要があるというこれらのクレジットは、発行された約束期間でのみ遵守に利用できる。但しその後の補填責任に追われるというリスクを因らざるも保有してしまうため、クレジットの活用は複雑なものになると予想される。創出される t/ICER を単独で購入しようとする場合、以下のような活用方法が考えられる。

➤ tCER

将来の約束期間において大量の AAU 創出が見込まれ（新技術の導入見込みなど）、tCER が発行される約束機関の遵守さえ達成できれば、その後市場でのクレジット価格に関わらず容易にクレジット調達することが見込める場合などに利用。

➤ ICER

プロジェクトの終了時（20 年後～60 年後）までに大量の AAU 創出が見込まれる場合、もしくは、プロジェクトの終了時において ICER 相当分のクレジットを安価で購入できるという確信がある場合などに利用。

また、あらかじめ翌約束期間以降のクレジット（AAU、ERU、CER）を抱き合わせて購入し、将来的な補填に充てるといった手法も考えられる。

但し、t/ICER のクレジット活用には以下の点の注意が必要である。

➤ プロジェクト・リスクの加味

t/ICER は、プロジェクトの進行過程で補填義務が生じる可能性がある。これは他の京都議定書上のクレジットが一旦発行されたら遵守に対して基本的に等価であると言う性質とは全く異なった性質のクレジットである事を意味する。つまり、クレジットにプロジェクト（の成否の）リスクを内包している。そのため、t/ICER はプロジェクト毎に個別のプロジェクト・リスクが割引かれる事が考えられる。これは、t/ICER は起

因するプロジェクトによって価格が異なる事になる。

➤ リスク・マネージメント

tICER は、プロジェクトの進行過程で補填義務が生じる可能性がある。補填義務を負った政府又は企業は、他のクレジットに比べより慎重なリスク・マネージメントを持って対応しないと、気候変動枠組条約や京都議定書の主旨である地球温暖化に対する責務を十分に果たせない、または想定外の費用の負担を求められる可能性がある。

➤ 世代間の負担の公平性

京都議定書は、気候変動枠組条約に対する解決策の第一歩である。条約の「究極の目標」に対して、将来世代は、現在の世代よりもより厳しい排出抑制又は吸収増大を求められる事は明白である。持続可能な発展のため、技術革新の進展等を図る時間的猶予を京都議定書の目標は締結国に認めたとも言える。ところが、tICER は利用の仕方によっては、本来現在の世代が負うべき温室効果ガスに対する責務を将来世代に先送りする事が起こる。つまり、現在の責務を果たすため tICER の補填義務を現在のクレジット又は資金で担保しないと、補填義務が生じた世代のクレジットを余分に「消費」してしまい、その世代の発展に対し阻害要因となるのである。本来、地球温暖化対応には現在の世代が将来の世代に、差異のある責任において、如何により良い地球環境を残していく事が出来るかという側面があり、将来世代への負担の先送りは、その主旨から大きく逸脱するため、極めて慎重に対応しなければならない。現在の吸収源活動のクレジットの価値を上げるために、将来世代へ負担を先送りする事は、吸収源活動自身の持つ持続可能な発展への貢献を大きく毀損する可能性がある。

➤ プロジェクト継続のインセンティブの喪失

tICER の補填義務に対するリスク回避は、補填クレジットの手当を如何にするかにかかると。早期に手当をした場合、tICER ではクレジットの再発行を、ICER ではクレジットの増減をモニタリング、ベリフィケーション、サーティフィケーションのプロセスを踏まなくても、手当したクレジットで補填すれば良い、という状況が起こる。特に約束期間に対応する tICER については、次期の約束期間のクレジットを先渡しで廉価に購入し、次期約束期間終了時に（基本となる事業は継続していても）CDM としての部分の作業（モニタリングなど）を行わずとも、（クレジットの種類と数量のみを見るという）遵守という面からは許容される。現在の市場価格を考えると、とくに第二約束期間以降の条件が不明ななか、排出削減起源で CER になるであろうクレジット（VER 段階）の価格は相当低い可能性があり、第一約束期間の tICER と第二約束期間の VER（将来 CER になる確度が高いのも）の組み合わせにより、廉価な第一約束期間遵守のクレジットの創出（不確実性は含むが）も可能性がある。しかし、これは第二約束期間以降、当該吸収源プロジェクトの CDM における持続性についての責務から事業者が「開放」される可能性も秘めている。果たして、このようなスキーム（申請されたクレジット期間より前に補填をし、以後プロジェクト自体が CDM として不適格な状態と練ったケースなど）が、制度上可能でも地球温暖化への対応という大義に叶うものかは議論が必要かもしれない。また、

8.2 クレジット期間

2.2 において COP9 までに規定されたルールについて概略を述べたが、本項では、本プロジェクトで採用するクレジット期間について検討をする。

ミラノ合意ではシンクプロジェクトのクレジット期間について、
20 年をクレジット期間とし 2 回更新可能 最大 60 年
30 年をクレジット期間とし更新は不可

という整理になった。

8.2.1 本プロジェクトが採用するクレジット期間

本プロジェクトは、プロジェクト実施期間を 30 年としている。それ以降の継続はプロジェクト実施期間終了時までには判断する事となる。プロジェクトなくしてクレジットは無いのであるから、クレジット期間もプロジェクト実施期間と一致又はそれよりも短期とする事が適当である。依って、本プロジェクトではプロジェクト期間と同じ 30 年をクレジット期間とし、先述の「30 年をクレジット期間とし更新は不可」を採用する。

8.3 クレジットの選択

クレジットの種類については、林野庁の『2004 年 1 月 13 日 CDM 吸収源事業説明会「COP9 報告会」(国際緑化推進センター主催)』¹の 10～12 ページにも優しく解説されている。本章の 8.1 でも整理を行った。これを勘案し、本プロジェクトにおけるクレジットの選択を行う。

8.3.1 本プロジェクトが採用するクレジット期間

本プロジェクトにおけるクレジットは 1 CER を採用する。理由は以下の点である。

価格変動リスクの回避：t CER は約束期間終了前後で補填措置を行う可能性がある。他のプロジェクトも多くが t CER を選択した場合、約束期間終了時前後の価格変動のボラティリティーは高くなる可能性がある。また、約束期間終了時前後は政府による遵守のための調整が行われる可能性や、民間の流動性の低下もボラティリティーを高くする要素である。この価格変動リスクは現状計測不能かつ回避不能である。

クレジット増減への対応：t CER の場合、発行されたクレジットの全量の再発行が必要となる。これに対し ICER は変化分に対してだけ対応すれば良い。本プロジェクト起因のクレジットの移転規制を想定していないので、クレジットの増減に対する対応体制としては ICER の方が容易である。また、プロジェクト・リスクの管理も一元化しやすい。特定企業が劣後債の形でクレジットの事業リスクを一定限度負うスキームも考え易くなる。

¹ <http://www.rinya.maff.go.jp/seisaku/cdm/20040113report2.pdf>

第9章 温室効果ガス

9.1 本事業における温室効果ガスの変化

本事業における温室効果ガスの変化は、第1章1項で示した事業計画と第6章で示したバウンダリー、ベースライン及びモニタリングの定義の下では、表9.1-1のように変化する。

この様に、30年ですべて伐採をし、再植林を行わないと僅かな炭素蓄積しか、BAUと比較しても起こらない。但し、初期10年間では100万トン以上の炭素蓄積を行っており、クレジットの獲得には有効である。今後の事業構築にあたり、21年目以降の伐採跡地に対して現地政府/住民と如何に協力して森林を維持するかが課題となる。因みに植林樹種(ユーカリ種)は、伐採後自然に萌芽するので、チップ工場をより長期に稼働できれば、現地住民によって、チップ工場への原料供給源として管理された森林が維持される事が期待できる。本プロジェクトは、このような技術移転も視野にある。

9.2 グッドプラクティスガイダンスで用いられる手法/データとの整合性

ここでは、Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Good Practice Guidance (以下GPG)に基づく、草地(Glassland remaining Glassland: GG)の炭素蓄積量定量手法を参考に、マ国プロジェクトにおけるベースライン定量手法案について考察を行う。参考となるGPGの項目として、国別のLULUCFインベントリ作成プログラムにおいて必要とされる、草地であり続ける草地(GG)の炭素蓄積定量手法を一例として提示する。手法は大きく3階層に分類されており、ここではTier2手法を定量手法として採用した場合を想定し、その手順を以下に示す。

9.2.1 前提条件

炭素プール内での年間の炭素蓄積変化は、第4章3項で示した前提条件の他に以下の前提条件が加わる。

温度による気候区分

区分	年平均気温
冷帯	0 以下
寒帯	0~10
温帯	10~20
熱帯	20 以上

-1 温帯、寒帯における、降水量による森林の区分

区分	年平均降水量/最大蒸発散量
乾燥	1 未満
湿潤	1 以上

-2 熱帯における、降水量による森林の区分

乾燥	1000mm 以下
湿潤	1000mm ~ 2000mm
熱帯雨林	2000mm 以上

9.2.2 炭素蓄積量定量の対象

草地における炭素蓄積を定量する場合、以下を定量する必要がある

1. 生体バイオマス (Living Biomass) 中の炭素変化
2. 土壌中の炭素蓄積の変化
 - (a) 有機土壌中の炭素蓄積変化
 - (b) 無機土壌中の炭素蓄積変化
 - (c) 石灰肥料の投与に伴う GHG 排出
3. CO₂ 以外の温室効果ガスからの排出
 - (a) 有機/無機肥料の投入による N₂O 排出
 - (b) 草地の焼失に伴う N₂O、NO_x、CH₄、CO の排出
 - (c) 家畜放牧に伴う CH₄ 排出
4. それぞれの不確実性

9.2.3 対象別の炭素蓄積、GHG 排出定量手法

草地であり続ける草地 (Grassland Remaining Grassland:GG) における、年間の炭素蓄積量の変化は、以下のような式で表される (GPG 3.4.1)。なお、以下本項 (9.3.3) は GPG の記載に基づき項建等 GPG に準拠する。

EQUATION 3.4.1
ANNUAL CHANGE IN CARBON STOCKS IN GRASSLAND REMAINING GRASSLAND

$$\Delta C_{GG} = \Delta C_{GG_{LB}} + \Delta C_{GG_{Soils}}$$

ΔC_{GG} = 草地における、年間の炭素量変化

$\Delta C_{GG_{LB}}$ = 草地における生体バイオマスの、年間の炭素量変化

$\Delta C_{GG_{Soils}}$ = 草地における土壌中の炭素蓄積の、年間の収支

◆ 3.4.1.1 GG における生体バイオマス (Living Biomass) 中の炭素蓄積変化

方法論

式 3.4.2 草地における生体バイオマス蓄積の年変化

EQUATION 3.4.2
ANNUAL CHANGE IN CARBON STOCKS IN LIVING BIOMASS IN GRASSLAND REMAINING GRASSLAND

$$\Delta C_{GG_{LB}} = \sum_c \sum_i \sum_m \Delta C_{GG_{LB}(c,i,m)}$$

$C_{GG_{LB}}$ = GG における、気候区分、草地の種類、管理状況を勘案した、生体バイオマス中の炭素蓄積量変化の合計、トンC/年

$C_{GG_{LB}(c,i,m)}$ = 気候区分 (c)、草地の種類 (i)、管理状況 (m) 別の、生体バイオマス中の炭素蓄積変化、トンC/年

草地における生体バイオマスのプールには、地上/地下のバイオマスが含まれるが、地上部の草本のバイオマスとしての容量は比較的小さいため、焼失によるCO₂以外のGHGの排出

はカウントされない。地下部のバイオマスはより容量が大きく、管理状況に対して敏感であるため、草地の炭素蓄積変化に含まれる。

◆ 3.4.1.1.1 生体バイオマス中の炭素蓄積変化定量手法の選択

式3.4.3 GGにおける生体バイオマス中の年間の炭素蓄積の変化

EQUATION 3.4.3
ANNUAL CHANGE IN CARBON STOCKS IN LIVING BIOMASS IN GRASSLAND REMAINING
GRASSLAND

$$\Delta C_{GGLB(c,i,m)} = [\Delta B_{\text{perennial}} + \Delta B_{\text{grasses}}] \cdot CF$$

$C_{GGLB(c,i,m)}$ = 気候区分 (c)、草地の種類 (i)、管理状況 (m) 別の、生体バイオマス中の炭素蓄積変化、トンC/年

$B_{\text{perennial}}$ = 地上部の、多年性木質バイオマスの蓄積の変化、トン (絶乾重量) /年

B_{grasses} = 地下部の、草本バイオマスの蓄積の変化、(絶乾重量) /年

CF = 炭素換算値 デフォルト値は0.5 (炭素重量/絶乾重量)

ここでの Bの算定方法は、バイオマスの成長率・喪失率に基づく手法 (式3.4.4)、と、異なる2時点間でのバイオマス量の差に基づく手法 (式3.4.5) のうち一つを選ぶことができる。

式3.4.4 バイオマスの成長率・喪失率に基づく年間の炭素蓄積変化

EQUATION 3.4.4
ANNUAL CHANGE IN LIVING BIOMASS – RATE APPROACH

$$\Delta B_i = A_i \cdot (G - L)$$

B_i = 草地タイプ “i”の土地における、生体バイオマスの年間変化、トン (絶乾重量) /年

A_i = 草地タイプ “i”の面積、ha

G = 年平均のバイオマス成長量、トン (絶乾重量) /ha/年

L = 年平均のバイオマス喪失量、トン (絶乾重量) /ha/年

式3.4.5 異なる2時点間でのバイオマス量の差異に基づく手法

EQUATION 3.4.5
ANNUAL CHANGE IN LIVING BIOMASS – DIFFERENCE APPROACH

$$\Delta B = (B_{t_2} - B_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

B = 生体バイオマス量の年間変化、トン (絶乾重量) /年

B_{t_2} = 時間2におけるバイオマス量、トン (絶乾重量)

B_{t_1} = 時間1におけるバイオマス量、トン (絶乾重量)

式3.4.4、3.4.5は地上、地下バイオマス双方に共通のものである。長期間に渡り形成された草地では、バイオマス量の変化は近年 (過去20年程度) における管理状況による変化が占める部分が大部分である。そのため、特定の管理状況 (可能であれば気候と草地のタイプ

により分類)、により算出することが求められる。

また式3.4.4、3.4.5を使用する際は、地下部のバイオマス量に関しては直接式を利用することができる。地下部のバイオマスの蓄積は、地上バイオマス量の膨張率 (expansion factors) を用いることによって算出することができる。このような膨張率は、地下部のバイオマスと地上バイオマスの比率であり、root to shoot 比として知られ、この比率は草地タイプ、気候区分、草地の管理状況により異なる。式3.4.6は地上、地下部のバイオマスの総量を求める方法を示すものである。地上バイオマスを最初に定量し、式3.4.6に用いる。この式3.4.6で求められたバイオマス蓄積の総量、地下部のバイオマス蓄積量、地上バイオマス蓄積量をもって、式3.4.5の経年でのバイオマス蓄積量を求める。

式3.4.6 バイオマスの総量

<p>EQUATION 3.4.6 TOTAL BIOMASS $B_{Total} = B_{AG} + B_{BG}$ and $B_{BG} = B_{AG} \cdot R$</p>

B_{Total} = 地上、地下バイオマスを含むバイオマス量の総量、トン (絶乾重量)
 B_{AG} = 地上バイオマス量、トン (絶乾重量)
 B_{BG} = 地下バイオマス量、トン (絶乾重量)
R = root-to-shoot ratio

◆ 3.4.1.1.1.2 炭素吸収/排出係数の選択

年平均のバイオマス成長量 (G) ・喪失量 (L)、もしくは、multiple points : 重複点 (Bt、Bt-1) におけるバイオマス蓄積量、地下部バイオマス膨張率のそれぞれの係数が、Tier2での定量には必要となる。

率ベースでの定量手法 (式3.4.4) は、

- 木質バイオマスの喪失率 (植林や灌木の除去に伴う喪失など。式3.4.4の係数L)
- 草本植物の地下バイオマスの喪失率 (牧草地の荒廃など。式3.4.4の係数L)
- 木質、地下バイオマスの純成長率 (式3.4.4の係数G)

それぞれが要求される。

炭素蓄積/喪失の相関をレポートするためには、最低でも2時点での定量が必要となる。2時点間の炭素蓄積の変化を定量することにより、年間の変化率を求めることが可能となる。

変化率は特定の土地活動別に定量される必要があり、(牧草地への肥料投下、灌木の除去、savannah thickeningなど) ここでのフィールド定量の結果は、その他の情報源と文書上にて比較し、検証を行う必要がある。定量された炭素蓄積/喪失率は、追加的な情報と専門家の意見に基づいてモデル化されることになるが、これらはインベントリ報告に明確に記載される必要がある。

重要な留意点として、バイオマスの純変化量を定量するための正確な変化率は、管理の行われる期間の初期 (例えば20年) に定量される必要がある。この時期を過ぎると炭素蓄

積は新たなステージへと移り変わってしまうためである。

式3.4.5においては、経年での炭素蓄積を定量する地域/国別のデータが求められる。一例として航空写真（もしくは高解像度の衛星写真）による樹木植生の密度（樹冠の被覆度）や、地上でのサンプリングによる定量などがここでのデータとなる。種の構成、密度、地上対地下のバイオマス比率といった要素は草地の種類と状態により大きく差異が生じるため、草地タイプ別の統計的なサンプリングが最も効果的と考えられる。調査とサンプリングに関する総合的なガイダンスはGPG5章(5.3)に記載される。

地上バイオマス蓄積と、年間の地上バイオマスの生産性のデフォルト値は、表3.4.2に記載される。これらは全地球的な平均値であり、大気候区分ごとに区分されたものである。しかし、Tier2の定量のための情報として用いることは好ましくない。例外として、バイオマスの燃焼に伴うCO₂以外の温室効果ガスの排出定量（3.4.1.3）および、初期の国別の値との比較などに用いることは可能である。

表 3.4.2 草地における、気候区分別の（乾物重量）地上バイオマスの一次生産からの炭素量のデフォルト値

IPCC による気候区分	地上バイオマスのピーク値 （乾物重量） トン/ha		地上バイオマスの一次生産量 （乾物重量） トン/ha/年	
	研究による 平均値	誤差	研究による 平均値	誤差
冷帯	1.7	±75%	1.8	±75%
寒帯（乾燥）	1.7		2.2	
寒帯（湿潤）	2.4		5.6	
温帯（乾燥）	1.6		2.4	
温帯（湿潤）	2.7		5.8	
熱帯（乾燥）	2.3		3.8	
熱帯（湿潤・雨林）	6.2		8.2	

地下バイオマスの定量は、草地におけるバイオマスの定量において非常に重要な部分である。しかし、フィールド定量は労働力を必要とし、また困難であることから、地上バイオマス量をもとに地下バイオマスの膨張係数を用いる方法が一般的である。野焼きや牧畜は、草地のroot-to-shoot 比を他の生態系と比較して高いものへと誘導する。そのため、森林のバイオマス膨張率は、モデル化することなしには草地へ適用することはできない。Root-to-shoot 比はそれぞれの種(Anderson et al.1972)と集団の規模(Jackson et al. 1996, Cairns et al. 1997)によって大きく異なる。そのため、できる限り実験で求められた植生/地域別のroot-to-shoot 比を用いることが推奨される。表3.4.3では世界各地での主要な草地生態系におけるroot-to-shoot 比のデフォルト値を示しているが、このデータの利用は対象国において地域的なroot-to-shoot 比が利用できない場合にのみ利用可能である。また、灌木林、サバンナ、森林におけるroot-to-shoot 比は、その土地が国別インベントリ内で草地として区分されている場合、草地の膨張係数を用いることができる。

表3.4.3 区分別のバイオマス膨張係数のデフォルト値

	植生タイプ	IPCCによる気候区分	root-to-shoot 比	N	誤差
草地	ステップ/サバンナ/プレーリー	冷帯(乾燥・湿潤)、寒帯(湿潤)、温暖(湿潤)	4.0	7	±150%
	乾燥草地	乾燥(寒帯、温帯、熱帯)	2.8	9	±95%
	亜熱帯、熱帯草地	熱帯湿潤	1.6	7	±130%
その他	サバンナ		0.5	19	±80%
	灌木地		2.8	9	±144%

◆ 3.4.1.1.1.3 Activity Dataの選択

このセクションでのActivity dataは、長期間に渡る草地(近年において転換されたものではない)の面積を参照する必要がある。加えて、国は毎年焼失する面積からのCO₂以外の温室効果ガスの排出を定量する必要がある。このレポートでは土地をその種別ごとに区分する手法を提示している(GPG第2章)。毎年の、もしくは定期的な調査はGPG2章に述べられる手法と組み合わせて実施される必要がある。土地定量においてGやLといった係数を正確に求めるためには、大気候区分のもとでさらに細かく分類を行う必要がある。FAOの統計やIPCC報告(1996)、またそのほかのデータを、草地の面積の定量に用いることができる。草地の燃焼面積は、草地のタイプ別の平均的な野火の頻度、もしくはより信頼性のあるデータ(リモートセンシングなど)に基づく必要がある。精度の高い国別のデータを一部しか利用できない場合、国は全ての土地ベースでの草地面積を、最大限利用可能な知識に基づいて推計する必要がある。

◆ 3.4.1.1.1.4 不確実性の検証

不確実性は、土地面積の定量(A_i)、焼失面積(f_{burned,i})、炭素蓄積/喪失率(GおよびL)、炭素蓄積(B)、バイオマス膨張率(EF)それぞれの係数の精度に影響を及ぼす。そのため、誤差定量(例えば、標準偏差、標準誤差とその幅)を国別に定めたインベントリ間隔で行う必要がある。不確実性検証のデフォルト値は表3.4.3に提示され、この値をバイオマス膨張係数に利用することができる。Tier2では、高精度のactivity data(気候区分別の土地面積、国境内の草地管理システム)を用いる必要があり、高精度のデータを利用することによって不確実性を低減することができる。この情報は、2章での炭素排出/吸収の不確実性検証と、5.2の不確実性の検証と定量の項を参照して行う。

◆ 3.4.1.2 土壌中の炭素蓄積変化

3.4.1.2.1 方法論

ここでの方法論は、無機土壌中の有機炭素の炭素蓄積変化（CO₂排出/吸収）、有機土壌（泥炭や黒泥土）が牧草地に転換することによるCO₂排出、草地土壌のliming（肥料としての石灰投与）による炭素排出に関するものである。無機土壌中の炭素蓄積変化に関しては、このガイダンスでは30cmまでの深度の無機土壌層の有機炭素としており、炭素を含む表面残渣（枯死有機物）または非有機体炭素（carbonate mineralsなど）は含まないとしている。殆どの草地においては、表面残渣は土壌中の炭素に比べて少量である。式3.4.7においては、上記の土壌中の炭素蓄積量の変化の定量手法を提示している。

式 3.4.7 草地における土壌の炭素蓄積

<p>EQUATION 3.4.7 ANNUAL CHANGE IN CARBON STOCKS IN SOILS IN GRASSLAND REMAINING GRASSLAND</p> $\Delta C_{GG_{Soils}} = \Delta C_{GG_{Mineral}} - \Delta C_{GG_{Organic}} - \Delta C_{GG_{Lime}}$

$C_{GG_{Soils}}$ = 草地における年間の炭素蓄積量の変化（トン）/年

$C_{GG_{Mineral}}$ = 草地における年間の無機土壌中の炭素蓄積量の変化（トン）/年

$C_{GG_{Organic}}$ = 草地における年間の有機土壌中の炭素蓄積量の変化：算定された純流動量（Flux）（トン）/年

$C_{GG_{Lime}}$ = 草地への石灰投与に伴う年間の炭素排出量（トン）/年

Tier1とTier2においては、枯死有機物および非有機炭素蓄積はゼロとしてカウントされる。最も適切なTierを選択する方法は、

草地管理と経年での管理状況の変化における、利用可能なactivity dataの精度。

基本となる炭素蓄積量変化に関する適切な情報と、炭素蓄積定量に用いる係数の利用可能性。

土壌の炭素蓄積に特化した国別インベントリの利用可能性。

それぞれに依存している。全ての国はインベントリ作成と報告において、より高い Tier を用いることができるよう尽力する必要がある。

◆ 3.4.1.2.1.1 方法の選択

無機土壌の炭素蓄積変化の定量手法

無機土壌に関しては、定量手法は、炭素量に変化を及ぼす管理が行われる期間中における土壌中の炭素蓄積量を定量するものである（式3.4.8）。インベントリ年のT年前の炭素蓄積量(SOC(0-T))と、インベントリ年の炭素蓄積量(SOC0)のそれぞれは、表3.4.4と炭素蓄積係数（表3.4.5）を参照して行われる。気候区別の草地生態系は、土壌とその管理状況との組み合わせを参照する必要がある。炭素の吸収/排出の年間変化率は、インベントリ期間ごとの吸収/排出量の差異を、年換算して求める。デフォルトとなる期間は20年間である。

式3.4.8 無機土壌中の年間炭素蓄積量変化

<p>EQUATION 3.4.8</p> <p>ANNUAL CHANGE IN CARBON STOCKS IN MINERAL SOILS FOR A SINGLE GRASSLAND SYSTEM</p> $\Delta C_{GG_{\text{Mineral}}} = [(SOC_0 - SOC_{(0-T)}) \cdot A] / T$ $SOC = SOC_{\text{REF}} \cdot F_{\text{LU}} \cdot F_{\text{MG}} \cdot F_{\text{I}}$

CGGMineral = 無機土壌中の年間炭素蓄積量変化

SOC₀ = インベントリ登録年のヘクタールあたり土壌有機炭素量 (トン/年)

SOC_(0-T) = インベントリ登録年のT年前のヘクタールあたり土壌有機炭素量 (トン/年)

T = インベントリ期間の間隔 (デフォルトは20年)

A = 各パーセル (区分された土地) の面積 (ha)

SOC_{Ref} = 参照炭素蓄積 (トン/ha) →表3.4.4

F_{LU} = 土地利用、土地利用変化別の炭素蓄積係数 →表3.4.5

F_{MG} = 管理状況による炭素蓄積変化係数 →表 3.4.5

F_I = 有機物インプットの炭素蓄積変化係数 →表 3.4.5

表 3.4.4 土壌種類別含有炭素量デフォルト値 (深度 0 ~ 30cm におけるトン/ha)

地域	高活性土壌 HAC Soils	低活性土壌 LAC Soils	砂質土壌 Sandy Soils	ポトゾル 性集積土 壤 Spodic soils	火山性 土壌 Volcani c soils	湿地帯 土壌 Wetlan d soils
寒帯	68	NA	10	117	20	146
乾燥冷帯	50	33	34	NA	20	87
湿潤冷帯	95	85	71	115	130	
乾燥温帯	38	24	19	NA	70	88
湿潤温帯	88	63	34	NA	80	
乾燥熱帯	38	35	31	NA	50	86
湿潤熱帯	65	47	39	NA	70	
熱帯雨林帯	44	60	66	NA	130	

表 3.4.5 草地の管理状況による、炭素蓄積の変動に関する係数

要素	程度	気候	IPCC ガイドラインのデフォルト値	GPC改訂デフォルト値	誤差	定義
土地利用 F_{LU}	全て	全て	1	1	NA	全ての恒久的な草地は、土地利用係数を1とする
管理状況 F_{MG}	殆ど管理されていない(荒廃していない)	全て	1	1	NA	荒廃せず持続的に管理される草地。ただし極端な改善もない。
	適度に管理される荒廃した草地	寒帯	NA	0.95	±12%	過放牧、もしくは緩慢に荒廃した草地。若干生産性が低下しており、インプット(肥料など)はない。
		熱帯	NA	0.97	±10%	
新たな改善手法の導入による有機物インプット F_I	極度に荒廃した草地	全て	0.7	0.7	±50	植生と土壌に対する長期間の機械的なダメージ・土壌流出により、生産性と植生が著しく低下した状態
	改善された草地	寒帯	1.1	1.1	±10%	適度な放牧などにより持続可能な形で管理され、1つ以上の改善手法(品種改良、肥料の導入、灌漑など)が導入された場合
		熱帯	1.1	1.17	±10%	
ごくわずか 大規模	全て	NA	NA	1	±8%	既存の改善手法が施されていない改善済み草地に手法が持ち込まれた場合
	寒帯	NA	NA	1.11	±8%	既に1つ以上の改善手法が導入されている、改善された草地に、新たに導入された場合。
熱帯	NA	NA	1.11	±8%		

草地の種別と管理状況の係数は広く定義され、

国別の炭素蓄積レベルを反映した土地利用係数(F_{LU})

改良/荒廃した草地の管理係数 (F_{MG})

広義での土壌への炭素投入を示すインプット係数 (F_I) 改良された草地のみが対象

SOC0 および SOC(0-T)、およびヘクタールあたりの土壌炭素蓄積の純量は、以下のステップで定量される。

ステップ : インベントリ対象の各エリア別に、参照炭素蓄積量(SOC_{REF})を選択する

ステップ : インベントリ年の最初の年(例20年前)の草地の管理状況(F_{MG})と、炭素インプットレベル(F_I)を求める。これらの係数は、参照炭素蓄積に積算され、炭素蓄積量の初期値($SOC_{(0-T)}$)を求めることができる。但し、草地においては、 F_{LU} は常に1となる。

ステップ : ステップ を、同一の(SOC_{REF})と $F_{LU}=1$ を用いて、繰り返すことによって SOC_0 を求める。但し、管理状況とインプットに関わる係数は、近年のインベントリ年のものを用いる。

ステップ : エリアにおける年平均の炭素蓄積変化を求める($C_{GGMineral}$)

式 3.4.9 エリア別の炭素蓄積変化量の総計

EQUATION 3.4.9
ANNUAL CHANGE IN CARBON STOCKS IN MINERAL SOILS IN TOTAL GRASSLAND REMAINING GRASSLAND

$$\Delta C_{GG_{Mineral}} = \sum_c \sum_s \sum_i [(SOC_0 - SOC_{(0-T)}) \cdot A]_{c,s,i} / T \quad (A)$$

$$\Delta C_{GG_{Mineral}} = \sum_c \sum_s \sum_i (SOC_0 \cdot A)_{c,s,i} - \sum_c \sum_s \sum_i (SOC_{(0-T)} \cdot A)_{c,s,i} / T \quad (B)$$

適切なモデルを選択する基準は、モデルが国内の全ての草地の管理状況に対応しているかどうかという点である。重要な事項として、モデルは独立した第三者によって検証される必要がある。国別、地域別のロケーション、気候の多様性、土壌と草地の管理状況などが検証の対象である。適切な検証データの例として、長期の草地における実験(Conant et al. 2001)、もしくは、長期の生態系炭素蓄積フラックスの定量(例、渦共分散流束: eddy covariance)、などがある。理想的には、恒久的なインベントリシステムは統計的に草地プロットを代表するものであり、気候区分、土壌タイプ、管理状況とその変化、それぞれが経年で繰り返し測定され、反映される必要がある。殆どのケースにおいて推奨されるサンプリング頻度は、3~5年である。

可能であれば、炭素蓄積量の定量は質量相当量で計測される必要がある。これは経年でサンプリングが繰り返されることによる空間変化の影響を最小化するためのものである。このようなインベントリ計測は、プロセスモデルベースのインベントリと融合される。

有機土壌の炭素蓄積変化の定量手法

管理された草地における炭素蓄積量変化の定量は、年間の炭素喪失率(土壌流出などによる)を定量することである。牧草地の管理と土壌流出は、無酸素状態にあった有機物の酸化を促す(しかし、排出率は耕地などといったその他の土地利用状況に比べて低い)。各気候タイプ別の草地の有機土壌面積に、排出係数を積算することによって、年間の炭素排出量を求める(式 3.4.10)

式 3.4.10 草地における有機土壌の耕運により排出される二酸化炭素

EQUATION 3.4.10
CO₂ EMISSIONS FROM CULTIVATED ORGANIC SOILS IN GRASSLAND REMAINING GRASSLAND

$$\Delta C_{GG_{Organic}} = \sum_c (A \cdot EF)_c$$

$C_{GG_{Organic}}$ = 草地において耕運により排出されるCO₂(トン/年)
A = 気候区分下での有機土壌面積
EF = 気候区分Cにおける、炭素排出係数(表3.4.6)、トンC/ha/年

Tier2 アプローチでは、式 3.4.10 を用いて、排出係数は国別のデータを用い、気候区分別に統計化する(3.4.2.1.3)。定量は、2章にしたがってすすめる。

石灰投与に伴う炭素排出量の定量手法

GPGでは、石灰投与に伴う炭素排出もその定量対象に含んでいる(CaCO₃, CaMg(CO₃)₂)。湿潤地域においては、牧草地への集中的な石灰投与は、土壌の酸性を低減するために定期的に行われる。ここで、炭化した石灰が土壌に溶出する際にCO₂を排出する。しかし、この石灰投与の効果は、一般的に石灰が投与された後数年間にとどまるため、基本的な方法論においては、単純に石灰が投与された期間と、投与された石灰の形態に炭素排出量が依存するとしている。

式 3.4.11 農業上の石灰投与に伴う年間の炭素排出量

EQUATION 3.4.11
ANNUAL CARBON EMISSIONS FROM AGRICULTURAL LIME APPLICATION

$$\Delta C_{GG_{Lime}} = M_{Limestone} \cdot EF_{Limestone} + M_{Dolomite} \cdot EF_{Dolomite}$$

C_{GGLime} = 農業上の石灰投与に伴う年間の炭素排出量、トンC/年
M = 年間の生石灰(CaCO₃) もしくはドロマイト (CaMg(CO₃)₂) トン/年
EF = 排出係数トンC/石灰もしくはドロマイト中の炭素含有率(生石灰12%、ドロマイト12.2%)

Tier2 においては、データが利用可能であれば、異なる石灰の形態別に排出係数を定量する。

◆ 3.4.1.2.1.2 炭素排出/吸収係数の選択
無機土壌の炭素蓄積定量における係数
(SOC_{REF})

Tier2 においては、参照炭素蓄積は、国別の土壌測量などの土壌データによって決定される。また、この際各国別に正式な不確実性検証を用い、より正確な検証を行う。標準的な土壌有機炭素のサンプリングと分析を行うとともに、バルク密度の測定も必要となる。

(F_{LU} , F_{MG} , F_T)

Tier2の導入に際しては、炭素蓄積の変化係数は、長期間の実験や他の場所での定量によって求められる(時間軸的定量)。科学的な不確実性検証を行うことにより、さらに正確な値を求めることができる。長期間に渡って反復された草地の炭素定量研究は殆ど存在しないのが現状であり、そのため草地における排出係数の不確実性はその他の耕地のものよりも大きい。

多くの研究では、二つのプロット間の炭素蓄積の差異を定量しているが、これに類似した土地利用/管理の履歴を管理の実施以前に定量することが重要となる。もし、十分な隔離/吸収率と土地利用データが利用可能であれば、係数は特定の草地利用状況ごとに定量されることになる(肥料投与、草とマメ科植物種の播種による改良、牧草地管理など)。発表された研究による情報と、その他情報源は、炭素蓄積(面積あたり、深度別での炭素質量)、その他SOC蓄積を定量する全ての情報(例、バルク密度¹と有機物含有率の相関)を含んでいる必要がある。

もし、有機物密度と有機体炭素のパーセンテージに関する研究が利用できなければ、変換係数として0.58が土壌有機体中の炭素量として用いることができる。そのほかの方法は土壌タイプ、定量深度、管理状況の変化が起きる時間フレームが記載される必要がある。炭素蓄積変化の係数は、管理により炭素蓄積量の変化が生じると予測される十分な深度と、バルク密度の変化を含んでいる必要がある(Ellert et al. 2001)。最低30cm以上の深度が推奨されるが、もし十分な研究データが利用可能であり、統計的に明らかな炭素蓄積量の変化が見られるようであれば、より深い深度での炭素蓄積変化定量が望ましい。

有機土壌の炭素蓄積定量における係数

有機土壌からの炭素排出(人為的な土壌流出、その他の草地管理に伴う)を定量する際には、排出係数(EF)が気候区別に設定され導入される必要がある。Tier2においては、管理された草地の有機土壌からの炭素排出に関して、限定的な文書データのみしか利用できない。発表された研究は常に炭素沈降に基づいており、有機土壌からの直接的なCO₂フラックスの定量に関しては限定的である(Ogle et al. 2003)。炭素沈降に関わるプロセスである、土壌流出、圧縮(compaction)、燃焼と腐敗プロセスのうち、後者のみが排出係数の定量に含まれる必要がある。炭素沈降データを利用する際には、適切な地域的変換係数を用い、酸化に起因する沈降の比率を、沈降およびCO₂フラックスデータを用いて採集する必要がある。このような情報が不足している場合には、デフォルト係数として0.5を酸化/沈降係数として用い、これはグラム/グラムで表される必要がある。また、この定量に際しては、Armentano and Menges (1986)の研究を参照する必要がある。可能であれば、炭素フラックスの直接的な定量が推奨され、この方法が有機土壌からの炭素排出量の定量に最適の手段である。

石灰投与からの炭素排出係数

¹ 物質の質量をかさ容積で除した数値

3.4.1.2.1.1.を参照すること。

◆ 3.4.1.2.1.3 Activity Data²の選択

無機土壌のActivity Data

無機土壌の炭素排出/吸収量の定量のためには、管理状況別の草地の面積を求める必要がある。既存の草地においては、activity dataは管理状況の変化や、その他の無機土壌の炭素蓄積に影響を与えると考えられる利用の、変化履歴もしくは傾向の記録を含んでいる必要がある。主に二つのタイプのactivity dataが存在する。

国別、地方行政区別の農業統計

定点観測の土地利用/管理インベントリによる、統計的な国内土地利用サンプル
この二つのタイプのactivity dataは2章において記述される。ここで述べられるすべてのTierにおいて、その定量精度は、このactivity dataの空間的解像度と時間的頻度に大きく左右される。Tier1、Tier2インベントリにおいては、activity dataは大気候帯別、土壌タイプ別に異なるため、土壌中の炭素蓄積量はこの要素に大きく左右される。FAOのデータベース(http://www.fao.org/waicent/portal/glossary_en.asp)のような世界的な土地利用統計が、大気候区分別の年間の土地面積の総計を提示しているが、草地管理状況、気候、土壌それぞれの詳細は記載されていない。このように、FAOや類似した国別の統計は、さらに国内の草地管理状況、気候、土壌タイプ別の面積の統計といった更なる情報を追加的に必要とするものである。このような情報が利用できない場合には、初期のアプローチとして土地利用、土地被覆図（国別のもの、または、IGBP_DISといった世界的なデータベースのもの）と、国内やFAOが作成した土壌分布図を併用して利用する。

特徴的な草地管理が行われている可能性がある面積は、別に区分される必要があり、適切な総合的情報（荒廃している、人間活動に供されていない、改良されているといった概況）と、その詳細（肥料、放牧密度）それぞれの程度が記載される必要がある。

土壌流出図が草地の管理状況の統計作成の際に有効となる。国別の土地利用と資源のインベントリは、恒久的なサンプルプロット（定期的にデータが採取される）と比較検証される必要がある。インベントリ中の観測ポイントは、さらに容易に特定の草地管理システムと関連付けることができ、地域ロケーション別の土壌タイプはサンプリングや適切な土壌マップによって決定付けられる。インベントリ中の観測ポイントは適切な統計デザイン（activity dataの変動幅を定量するもの）および正規の不確実性分析の中に用いられる必要がある。サンプリングの原則はGPG2章において記載されており、点ベースでの資源インベントリの例は、米国の国内インベントリ(Nusser and Goebel 1997)を参照する。

有機土壌のActivity Data

気候区分別の「耕された有機土壌の面積」(A)は、類似したデータベースやアプローチを利用して定量を進める。草地の有機土壌分布図（空間分布 Overlay）が草地における有機土壌定量の初期情報を提供する。国別の土壌流出状況のデータは、土壌分布図と調査によりその精度を向上させ草地の管理状況と有機土壌の情報をより正確に示す必要がある。

² 定量対象となる土地の利用/管理状況を示すデータ

◆ 3.4.1.2.1.4 不確実性の検証

不確実性の検証は、

面積あたりの炭素排出/吸収率の不確実性

activity dataの不確実性

の二つと、その相互作用によるものを定量する必要がある。用可能であれば、このレポートが提示している全地球的なデフォルト値との標準偏差（およびサンプルのサイズ）を記載することが望ましい。これらはactivity dataの不確実性検証の際に、その変動幅（variability）の適切な算出に用いることができる（GPG5章を参照）。

インベントリ作成を行う機関は、このレポートに示される全地球的デフォルト値を国別に適用しようとする場合、高いレベルでの不確実性が存在するということを認識しておく必要がある。加えて、全地球的デフォルト値の作成に利用可能であるフィールド調査が気候区分、土壌タイプ、管理状況別にも分配されていないことから（特に熱帯地域において）、不確実なものであるといえる。

Tier2の手法を採用する際には、平均値とその変動幅の算定が炭素蓄積係数、有機土壌の排出係数、参照炭素蓄積（SOC_{REF}）、それぞれの国別/地域別データの定量プロセスにおいて必要となる。土壌の炭素排出/吸収係数率の不確実性は、主要な管理状況別、草地タイプ別に、炭素蓄積に影響を与える管理状況のフィールド調査を行うことにより低減することができる。時間的連続軸（chronosequence）データを用いる際には、炭素蓄積変化の不確実性はかなり高いレベルで存在し、多くの「反復」研究の平均値を求めることが、より正確な値を求めるために必要となる。

◆ 3.4.1.1CO₂以外のGHG排出

IPCCガイドラインでは、その2000年版の4章、農業の項においてすでにここからのGHG排出について記載している。以下の三点

- 有機、無機肥料の投入、有機残渣、生体窒素固定によるN₂Oの排出。
- 熱帯地域での草地の燃焼にともなうN₂O、NO_x、CH₄の排出。
- 家畜の放牧に伴うCH₄の排出

がここでの定量対象となり、2000年版のGPG4章を参照して定量を進めることが望ましい。草地有機土壌での無機化の増強にともなうN₂O排出データ、および管理状況にともなうCH₄固定量の減少データ、それぞれが不十分であることから、このレポートにおいて個別の方法論を提示することができない。殆どの環境下では、ここでの数値は相当小さいものであり、今後の研究によってこの情報は明らかになっていくことが予想される。

熱帯以外の地域での草地燃焼においては、その定量の方法論がGPG2000の4章に記載されており、N₂O、NO_x、CH₄、COのそれぞれの定量手法（3.2.1.4）に利用することができる。また、Standing biomassのデフォルトとなる計算値は、バイオマス燃料の燃焼にともなう排出として、表3.4.2に示される。燃料として燃焼するバイオマスの量は、その期間の年数と、放牧状況に依存しているため、国別のバイオマス定量はいつどこでバイオマスが燃焼したのか/しているのかを特定しておく必要がある。

◆ 3.4.3 データの集計

土地エリアの集計は、以下のものを最低限含んでいる必要がある。

イ) 期間内に国境ないにおいて草地と考えられる土地の面積(土地調査やその他の情報源に基づく)。

ロ) LULUCFセクター内のどのGHGの排出/吸収の定量であるか。

インベントリの方法論において草地であると換算された土地の総面積は、草地であり続ける草地(GG)と、草地に転換された草地(GC)の合計面積となる。このインベントリの方法論では、GHGの排出/吸収が顕著でない、もしくはインベントリ期間を通して一定であると考えられる土地(適度な放牧のみが存在し、顕著なインプットがない牧草地など)は含まれない可能性がある。その場合インベントリ内の草地面積の総計は、国境内の草地面積の実際総計よりも少なくなる。この場合、国は二つの統計間の差異を文書化し、説明することが望ましい。国は国境内の草地面積の総計を経年で記録し、二酸化炭素吸収/定量データの定量のためにその透明性を保ち続けることが推奨される。2章で述べられているように、インベントリに含まれない草地も含んだすべての草地面積は、ダブルカウントや遺漏を防ぐために定期的にチェックされる必要がある。

草地バイオマスと土壌プールの炭素蓄積の定量にTier2、Tier3を用いる国は、そのインベントリにおいてより詳細なデータを含んでいる必要がある。この場合、国はその気候区分と土壌タイプ別に草地面積を統計し、それぞれのインベントリ対象、対象外の草地面積を記載する必要がある。

インベントリに用いられた土地面積統計を作成する際、同様の土地分類がバイオマスと土壌プールにおいてなされる必要がある。この作業は、データの透明性と一貫性を向上させ、効果的な土地調査とその他の情報収集手段の高精度化を可能とし、バイオマスと土壌プールにおける二酸化炭素炭素排出/吸収との、信頼性のあるリンクを構築することができる。

◆ 3.4.4 時系列の一貫性の向上

一貫性のある時系列を保つために、国はインベントリ内での草地面積のレポートを経年で保持し続けることが推奨される。このレポートは、インベントリ内の草地面積に含まれる草地の総面積を記載し続けたもので、GG、GCにより区別される。また、国は国境内のすべての草地面積の統計も記録し続ける必要がある。この面積統計の時間的一貫性をより確実なものとするために、土地利用の定義は明確に定義され、維持され続ける必要がある。もし土地利用の定義に変更が生じた場合、どのように定義が変更されたかを明確に記載する必要がある。ここでの定義の一貫性はインベントリ内の草地タイプ、管理状況のそれぞれにおいても求められる。

加えて、期間内での炭素吸収/排出の継続的な定量を円滑にするために、土地利用転換の履歴情報も必要となる。この作業は、将来のインベントリ作成にとって有益となる。一貫した定量はまた、インベントリ期間内における活動(activities)、気候、土壌タイプそれぞれの共通した定義を必要とし、インベントリ作成に関わるすべての機関において共通したものである必要がある(GPG2章)。

◆ 3.4.5 文書化と報告

3.4のカテゴリー内のデータは、付属書3A.2の表を用いて報告することができる。草地カテゴリー内の定量によって求められた値は、下記のガイドラインと比較する必要がある。

- GGにおける木質のバイオマスの炭素排出/吸収→5A
- GGにおける二酸化炭素の排出/吸収→5D
- 土地利用変化に伴う二酸化炭素排出/吸収→5B、5D、5E

インベントリ情報の作成に用いたすべての情報を維持管理していくことが望ましく、国別の係数とその平均値、変動幅を算定する際に用いたメタデータ³などの情報源も文書化しておく必要がある。国別の係数を用いる際のデータ算定に用いられた実際のデータベースと手順（統計プログラムなど）も保存しておく必要がある。Activity dataとその定義に用いられたデータも文書化し、保存する。Activity dataを土壌、気候区別に分類（Tier1、Tier2）したデータも、明確に文書化される必要がある。

◆ 3.4.6 品質保証と品質管理(QA/QC)

定量手法と作成されたインベントリデータは、外部の専門家によるレビューと品質管理チェックを経る必要がある。特に、国別の炭素蓄積定量と排出係数に関しては、専門家の意見と高度な品質管理が求められる。草地のQA/QCは、草地のバイオマス蓄積変化が起こった面積、草地土壌の炭素蓄積変化が起こった面積が一致している必要がある。透明性を高め誤差を低減するために、いかなる炭素蓄積変化が起こった/起こらなかった土地も定量し報告する必要がある。Tier1、Tier2の双方において各気候/土壌区分の面積は、インベントリの開始年と終了年において一致していなければならない（式3.4.9）。

9.2.4 考察

ここではあくまでもベースライン定量の参照として、LULUCFインベントリ作成時に必要な定量手法を提示したものである。しかし、現実のベースライン定量においても、ここで触れられる定量対象、すなわち、

生体バイオマス（Living Biomass）中の炭素変化
土壌中の炭素蓄積の変化

- (a) 有機土壌中の炭素蓄積変化
 - (b) 無機土壌中の炭素蓄積変化
 - (c) 石灰肥料の投与に伴う GHG 排出
- CO₂以外の温室効果ガスからの排出
- (a) 有機/無機肥料の投入による N₂O 排出
 - (b) 草地の焼失に伴う N₂O、NO_x、CH₄、CO の排出
 - (c) 家畜放牧に伴う CH₄ 排出

を、それぞれの不確実性を考慮したうえで定量することが望ましい。但し、このうち-(c)、-(a)、-(c)に関しては、対象地（バウンダリー内）の牧畜や耕運といった管理状況に依存するが、管理が行われていないことが明確に証明することにより、定量対象から外すことが可能であると考えられる。

また、このGPGのLULUCFプロジェクトの項においてはベースラインに関する定義

³ Metadata:情報を記述するデータ。データ要素。

(4.3.3.1) は以下

- プロジェクトが行われるサイトにおける、プロジェクト開始以前に存在する炭素プールの量と、CO₂以外のGHG排出量を定量する必要がある。
- 炭素プールと、CO₂以外のGHG排出量推移を、プロジェクト実施以前に推量する必要がある。この場合、PEERによるレビューを経たシミュレーションモデルを用いて、対象エリアにおける経年のデータをもとに炭素プールとCO₂以外のGHG排出量の推移を定量する必要がある。

のように記載されているため、ベースラインの定量手法としては、上記の定量対象を網羅した炭素蓄積変動のシミュレーションモデルの構築が最適と考えられる。GPG4.3.3.1で推奨されている炭素蓄積変動モデルとして、CO₂fix⁴、CENTURY⁵、もしくは地域的に構築されたモデルという記載があるため、この文言に準拠することが望ましい。但しCO₂fixは森林がモデルの対象として限定されているため、草地であるベースラインの炭素蓄積変動モデルの定量にはCENTURY、もしくはより精度が高く、マダガスカル共和国の生態系に適したモデルの使用が推奨されると考えられる。

モデル概要：CENTURY

CENTURY モデルは総合的な植物・土壌の養分サイクルのモデルであり、草地や農地、森林やサバンナを含む生態系における炭素と養分の循環のシミュレートに用いられてきた。このモデルは 土壌有機体炭素/分解、水収支、草地/農地、森林生産の4つのサブモデルと、管理状況、イベントスケジュールの関数によって構成される。モデルはその対象区画内の炭素、窒素、リン、硫黄、の収支を定量するものであり、モデルにおける最小の構成単位は炭素と窒素となっている。モデルには対象区画内における以下の変数の入力が必要となる。

- 月単位での最高/最低気温の平均値
- 月降水量
- 土壌組成
- 植物中の窒素、リン、硫黄の含有率
- 植物中のリグニン含有率
- 大気、土壌からの窒素インプット
- 土壌中の炭素、窒素の初期含有率（可能であればリン、硫黄の含有率）

正確なベースライン純吸収量を求めようとする場合、炭素蓄積量変動モデルとは別にシCH₄、N₂O 発生量のシミュレーションを行う必要があると考えられる。野火の頻度分析から年平均のバイオマス焼失量を定量し、GHG の排出係数を積算する、という手法が適当であると考えられる。この数値を、モデルにより導かれた生体、土壌への年間バイオマス蓄積量から除いた数値をもって、ベースラインの炭素蓄積量変化とするのが適当であると考察する。但し、クレジットの獲得量を増加させる要素（ベースラインからのGHG 排出

⁴ <http://www.efi.fi/projects/casfor/CO2FIX/>

⁵ <http://www.cgd.ucar.edu/vemap/abstracts/CENTURY.html>

量は、ベースラインを押し下げ、クレジットの獲得量を増加させる)は必ずしも定量する必要はなく、かつ、野火による GHG 排出量は微量であると推察されることから、定量が困難であった場合、定量しないという選択肢も考えるべきである。ここで定量されたベースラインと、GPG 第 4 章 (4.3) で示される手法によって定量される現実の炭素蓄積量の差をもって、クレジット獲得量となる。

表9.1.-1 第9章 本事業における温室効果ガスの変化

前提：蓄積量推移																																unit:ha			
Note		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	Total		
蓄積	(m ³ /ha)		7.2	24.4	47.9	70.9	100.6	134.1	162.3	179.9	191.2	200.0																				3.114			
1. 植林・伐採計画																																			
植林	リース地 (国有地) 合計		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	20,000	
伐採	リース地 (国有地) 合計												1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	20,000	
植林残存面積			1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	9,000	8,000	7,000	6,000	5,000	4,000	3,000	2,000	1,000	20,000		
2. 蓄積量の推移(植林面積×成長量 - 伐採量)																																			
Note		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計		
植林面積の推移	植林 unit: ha		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	20,000	
伐採面積の推移	伐採 unit: ha																																	20,000	
蓄積量の推移	蓄積量 (,000m ³)		7.2	31.6	79.4	150.4	251.0	385.1	547.4	727.3	917.5	1,117.5	1,317.5	1,317.5	1,317.5	1,317.5	1,317.5	1,317.5	1,317.5	1,317.5	1,317.5	1,317.5	1,310.3	1,285.9	1,238.0	1,167.1	1,066.5	932.4	770.1	590.2	400.0	200.0	26,349.6		
	伐採量 (,000m ³)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	4,000.0		
	収支(蓄積量-伐採) (,000m ³)		7.2	31.6	79.4	150.4	251.0	385.1	547.4	727.3	917.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,117.5	1,110.3	1,085.9	1,038.0	967.1	866.5	732.4	570.1	390.2	200.0	0.0	22,349.6		
	Netの蓄積量 (,000m ³)		7.2	24.4	47.9	70.9	100.6	134.1	162.3	179.9	191.2	200.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.0		
	Netの蓄積量 (,000t)		3.6	12.2	23.9	35.5	50.3	67.1	81.1	90.0	95.1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
3. バイオマス部分以外の排出																																			
Note		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計		
軽油	植林工程	4,742 Liter	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	42,678	
	伐採工程	48,568 Liter																																	971,360
	集材輸送工程	0 Liter																																	0
	チップ加工工程	51,000 Liter																																	1,020,000
	船積出荷工程	0 Liter																																	0
(小計)		4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	4,742	2,086,200	
(炭素換算)		0.0000231	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	4.82	
ガソリン	植林工程	0 Liter																																	0
	伐採工程	0 Liter																																	0
	集材輸送工程	889,000 Liter																																	17,780,000
	チップ加工工程	0 Liter																																	0
	船積出荷工程	44,000 Liter																																	880,000
(小計)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,660,000	
(炭素換算)		0.0000209	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.00	
電力	植林工程	0 kWh																																	0
	伐採工程	0 kWh																																	0
	集材輸送工程	0 kWh																																	0
	チップ加工工程	108,000 kWh																																	2,160,000
	船積出荷工程	108,000 kWh																																	
(小計)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,320,000	
(炭素換算)		0.000039	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	
年間収支		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	45.50	
累計収支		0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	2.40	4.67	6.95	9.22	11.50	13.77	16.05	18.32	20.60	22.86	25.12	27.39	29.65	31.92	34.18	36.44	38.71	40.97	43.24	45.50			

表9.1.-1(2) 第9章 本事業における温室効果ガスの変化

4. プロジェクトの炭素吸収/排出		ベースライン見直しにより、24年度目の増加分を上乗せ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Note	単位	0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計																																																																																																																																																																																																																																																																																												
吸収	主幹 1.8198 バーク 0.3571 生枝 0.2339 生葉 0.2395 地下部(イヌシイ根) 土壌有機物(植林10年後) その他	(.0001tCO2) (.0001tCO2) (.0001tCO2) (.0001tCO2) (.0001tCO2) (.0001tCO2)	0.0 6.5 1.3 0.8 0.9	9.5 22.2 4.4 2.9 2.9	32.3 43.6 8.5 5.6 5.7	63.4 64.5 12.7 8.3 8.5	94.0 91.6 18.0 11.8 12.0	133.4 122.0 29.9 15.7 16.1	177.7 147.7 29.0 21.0 19.4	215.0 163.7 32.1 22.2 21.5	238.4 173.0 34.0 23.4 22.8	252.0 182.0 35.7 23.4 23.9	265.0 182.0 35.7 23.4 23.9	280.0 182.0 35.7 23.4 23.9	294.0 182.0 35.7 23.4 23.9	308.0 182.0 35.7 23.4 23.9	322.0 182.0 35.7 23.4 23.9	336.0 182.0 35.7 23.4 23.9	350.0 182.0 35.7 23.4 23.9	364.0 182.0 35.7 23.4 23.9	378.0 182.0 35.7 23.4 23.9	392.0 182.0 35.7 23.4 23.9	406.0 182.0 35.7 23.4 23.9	420.0 182.0 35.7 23.4 23.9	434.0 182.0 35.7 23.4 23.9	448.0 182.0 35.7 23.4 23.9	462.0 182.0 35.7 23.4 23.9	476.0 182.0 35.7 23.4 23.9	490.0 182.0 35.7 23.4 23.9	504.0 182.0 35.7 23.4 23.9	518.0 182.0 35.7 23.4 23.9	532.0 182.0 35.7 23.4 23.9	546.0 182.0 35.7 23.4 23.9	560.0 182.0 35.7 23.4 23.9	574.0 182.0 35.7 23.4 23.9	588.0 182.0 35.7 23.4 23.9	602.0 182.0 35.7 23.4 23.9	616.0 182.0 35.7 23.4 23.9	630.0 182.0 35.7 23.4 23.9	644.0 182.0 35.7 23.4 23.9	658.0 182.0 35.7 23.4 23.9	672.0 182.0 35.7 23.4 23.9	686.0 182.0 35.7 23.4 23.9	700.0 182.0 35.7 23.4 23.9	714.0 182.0 35.7 23.4 23.9	728.0 182.0 35.7 23.4 23.9	742.0 182.0 35.7 23.4 23.9	756.0 182.0 35.7 23.4 23.9	770.0 182.0 35.7 23.4 23.9	784.0 182.0 35.7 23.4 23.9	798.0 182.0 35.7 23.4 23.9	812.0 182.0 35.7 23.4 23.9	826.0 182.0 35.7 23.4 23.9	840.0 182.0 35.7 23.4 23.9	854.0 182.0 35.7 23.4 23.9	868.0 182.0 35.7 23.4 23.9	882.0 182.0 35.7 23.4 23.9	896.0 182.0 35.7 23.4 23.9	910.0 182.0 35.7 23.4 23.9	924.0 182.0 35.7 23.4 23.9	938.0 182.0 35.7 23.4 23.9	952.0 182.0 35.7 23.4 23.9	966.0 182.0 35.7 23.4 23.9	980.0 182.0 35.7 23.4 23.9	994.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1008.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1022.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1036.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1050.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1064.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1078.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1092.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1106.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1120.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1134.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1148.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1162.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1176.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1190.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1204.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1218.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1232.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1246.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1260.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1274.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1288.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1302.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1316.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1330.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1344.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1358.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1372.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1386.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1400.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1414.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1428.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1442.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1456.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1470.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1484.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1498.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1512.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1526.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1540.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1554.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1568.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1582.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1596.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1610.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1624.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1638.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1652.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1666.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1680.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1694.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1708.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1722.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1736.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1750.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1764.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1778.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1792.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1806.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1820.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1834.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1848.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1862.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1876.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1890.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1904.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1918.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1932.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1946.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1960.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1974.0 182.0 35.7 23.4 23.9	1988.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2002.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2016.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2030.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2044.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2058.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2072.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2086.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2100.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2114.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2128.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2142.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2156.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2170.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2184.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2198.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2212.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2226.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2240.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2254.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2268.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2282.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2296.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2310.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2324.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2338.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2352.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2366.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2380.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2394.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2408.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2422.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2436.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2450.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2464.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2478.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2492.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2506.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2520.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2534.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2548.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2562.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2576.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2590.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2604.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2618.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2632.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2646.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2660.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2674.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2688.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2702.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2716.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2730.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2744.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2758.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2772.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2786.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2800.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2814.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2828.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2842.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2856.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2870.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2884.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2898.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2912.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2926.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2940.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2954.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2968.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2982.0 182.0 35.7 23.4 23.9	2996.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3010.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3024.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3038.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3052.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3066.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3080.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3094.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3108.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3122.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3136.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3150.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3164.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3178.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3192.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3206.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3220.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3234.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3248.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3262.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3276.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3290.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3304.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3318.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3332.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3346.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3360.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3374.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3388.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3402.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3416.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3430.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3444.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3458.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3472.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3486.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3500.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3514.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3528.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3542.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3556.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3570.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3584.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3598.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3612.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3626.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3640.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3654.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3668.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3682.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3696.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3710.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3724.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3738.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3752.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3766.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3780.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3794.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3808.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3822.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3836.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3850.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3864.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3878.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3892.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3906.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3920.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3934.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3948.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3962.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3976.0 182.0 35.7 23.4 23.9	3990.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4004.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4018.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4032.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4046.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4060.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4074.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4088.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4102.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4116.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4130.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4144.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4158.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4172.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4186.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4200.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4214.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4228.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4242.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4256.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4270.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4284.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4298.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4312.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4326.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4340.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4354.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4368.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4382.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4396.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4410.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4424.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4438.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4452.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4466.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4480.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4494.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4508.0 182.0 35.7 23.4 23.9	4522.0 182.0 35.7

第 10 章 クレジットの移転、売買等を考慮したプロジェクトの採算性

10.1 クレジットの価格

本調査におけるクレジットの価格の検討にあたり、以下の点を考慮した。第一に、世界銀行が設立を進めているバイオ・カーボン・ファンドである。次に、(クレジット保有者である)一般事業者が本プロジェクトから発生するクレジットを取扱う場合の評価である。

10.1.1 バイオ・カーボン・ファンド (BioCF)

バイオ・カーボン・ファンド (BioCF) は、世界銀行がプロトタイプ・カーボン・ファンド (PCF) の次に、温暖化対応策の一つとして提供を検討しているファンドである。このファンドの特徴は、世界銀行のノウハウ等を活用した徹底的なリスク管理と、第 2 約束期間以降を見据えたウィンドウ (第 1 約束期間ではクレジットが獲得できないが、以降では可能性があるプロジェクトへの対応) を有している事である。

特に、吸収源活動による価格には、前者のリスク管理が極めて重要になる。未だ、BioCF のスキームは検討段階にあり確定したスキームは公表されていないが、BioCF の場合、tICER が持つ「補填義務」を BioCF が持つ方向である。それは、tICER が持つ有効期間中に発生するクレジットの価値の減損や、有効期限終了時の全量のクレジットの補填につき、事前に「バイオ燃料等の排出削減事業のクレジットの保有」「現時点では廉価である第 2 約束期間以降のクレジットの先渡しやオプションによる獲得」等によるリスク回避を行う事により可能となる。また、ファンド形態であるので、多くの事業のリスクを集積する事により、特定の事業に対する投資に比べて安定的なリスク管理が可能となる。上記のようなリスク回避策は世界銀行のようなノウハウがある機関/企業でないと不可能に近い。

世界銀行は、このようなリスク回避策を廉価で行う事により、「クレジットの補填義務が買い手にある形態」のクレジットを 3 ドル台/CO₂e で購入し、出資者には「遵守に対し安定した」クレジットを 5~6 ドル台/CO₂e で提供すべく、鋭意検討しているとの事である。

10.1.2 一般事業者にとっての tICER

世界銀行と異なり、(クレジット保有者である)一般事業者が特定の事業からの先述のようなリスクを保有する事は相当厳しい。特に、補填義務が発生するリスク、補填時の代替クレジットの価格変動リスク、のコントロールは現状極めて困難である。また、ホスト国に対する政治的リスクについても、1 民間企業と世界銀行とは全く異なる立場にある。

(クレジット保有者である)一般事業者が、現状どのような価格であれば tICER の購入に動くかをサウンドしたが、ほぼ全ての企業 (現在の温室効果ガス排出量取引参加者) が、上記リスクの算出が困難であり、かつ上記リスクを保有したくないとの意向から、購入希望価格の提示は困難であると返答した。これは、現状では合理的な返答ではないだろうか。誰が、最大 60 年間のプロジェクトリスクや企業リスク、価格変動リスクを負う又はヘッジ出来るかと言う事である。

10.1.3 本調査で使用するクレジットの価格

本調査では、本プロジェクト (特定の事業) に起因するクレジットの価格を下記のように設

定する。全く不透明な状況であるため、いくつかの前提と割り切りの基に、本調査における検討の前提条件とする。

(価格の条件)

- ケース 1) 本プロジェクト起因の t CER または 1 CER の補填義務等をクレジットの売り手が負う(売り手責任)場合で、現状の EU 域内排出権市場価格を参考にすした上方ケース : 4.5 ドル/CO₂e トン
- ケース 2) 本プロジェクト起因の t CER または 1 CER の補填義務等をクレジットの売り手が負う(売り手責任)場合で、現状の京都議定書の遵守要件を前提とした VER (Verified Emission Reduction) 市場価格を参考にすした下方ケース : 1.5 ドル/CO₂e トン
- ケース 3) 本プロジェクト起因の t CER または 1 CER の補填義務等をクレジットの買い手が負う(買い手責任)場合 : 0.20 ドル/CO₂e トン

前提 :

制度が明確だが、EU 域内の需給が基本となる EU 域内排出権市場 (法律に基づく市場) 価格は 12 ユーロ強 (約 16 ドル程度) /CO₂e トン

議定書発効リスクを抱えているが、京都議定書の遵守要件を前提とした VER (Verified Emission Reduction) 市場価格は 5 ~ 6 ドル程度/CO₂e トン

事業会社のクレジットは投資適格の範囲 (将来も不変) とする

また、事業については、下記の項目を後程検討する。

- 事業期間は 30 年とする
- プロジェクトにおける森林消失 (火災、サイクロン等) のリスクは別途で算定する。

(価格決定の理由)

1 . 及び 2 . については、買い主にとってシンク起源の CER に事業期間又は約束期間における期間終了時やモニタリング認証時の補填につき、補填事項が発生するというプロジェクトリスクと、売り主が補填をすることに対するコーポレートリスクが存在する。ただし、売り主の倒産等のコーポレートリスクが顕在化しない限り、買い手はプロジェクトリスク発生時のクレジット管理等の手間を除けば、他の排出削減クレジットまたは排出権と遵守の価値としては遜色を持たない。現在排出量取引を行っている関係者にサウンドしたところ、30 年間のコーポレートリスクの設定とクレジット管理 (これには制度運用上の改変のリスクも含まれるであろう) の問題から、シンク起源の CER の取扱いに消極的な意見が多い。価格についても、その他のクレジットの半値以下ではないか、との声程度しか拾えない。よって、前提の現状の温室効果ガス排出権価格に対し半分以下である 30% 程度をシンク起源の CER の価格と推定し、その近似のやや低めの価格を本検討の価格とする。その結果が、本検討の上方価格 (現在の EU 域内排出権価格をベースとする) である 1 . では 4.5 ドル/CO₂e トンであり、下方価格 (現在の VER 市場価格をベースとする) である 2 . では 1.5 ドル/CO₂e トンとなる。また、将来時点における価格変化も予想が困難なため、本価格をその時点での価格として使用する。(現在価値は、金利分減価する)

3.については、買い手が補填義務を負うため、プロジェクトリスクとクレジット補填時のクレジット価格が重要な要素となる。また、プロジェクト存続というコーポレートリスクも含まれる。通常京都議定書（又は各国制度）上遵守に有効なクレジットは、バンキング等の制約を除けば等価またはそれに近似である。しかし、シンク起源のクレジットは起因プロジェクトによって価値に差異が発生する。3.は現在のAAU等のクレジットの価格から補填にかかる費用の現在価値の和を差し引いたものとなる。実際には、先述のようにクレジットの将来価格は制度リスク等もあり第2約束期間以降は不明である。我が国政府が、技術革新等で将来のクレジット供給力の増大かを図っている事もあり、本検討においても将来価格の高騰はないという前提を置く（インフレ率以上にクレジット高騰する場合、補填のクレジットの現在価値は上昇し、3.はマイナスになる可能性がある）。そうした中で遵守のためのクレジットの時間的猶予のみの価値である3.の価格について、上記1.及び2.の価格の5~10%程度の価値と推測し0.20ドル/CO₂eトンを本件検討におけるクレジットの価格とする。また、将来時点における価格変化も予想が困難なため、本価格をその時点での価格として使用する。

これは、BioCFと比較すると非常に廉価になっている。BioCFが世銀のノウハウとブランド力（政治的、経済的）や、ファンドと言う形態でのリスクの軽減を図る事により買取り価格の上昇を試みようとしているのに対し、一般の事業が特定のプロジェクト起因のクレジットについてのリスク回避を価格で代替する場合、（特に補填についてのノウハウは、少なくとも）この程度の価値を持つと判断している。

なお、日本国政府によって補填が行われる事も考えられるが、その政策的がもつ意味（吸収源CDMは促進されるが、補填に使用するクレジットを確保するという意味で別途負担が生じる。特に現在時点で担保しない場合、将来世代への負担の先送りとなる）を考慮した場合、しっかりした政策的議論が必要と考えるので、今回は考慮から除外する。

10.2 評価と課題

10.2.1 課題

本章における価格の考察には、不確定な要素が多い。まず考察時点でCOP9から2~3ヶ月しか経過していないので、市場関係者にt/l CERの価値に対する情報がほとんど提供されていない。また、他の京都議定書上のクレジットに比べ事業リスクを内包しているため、事業毎にクレジットの価値を検討しなければならない。また、支援措置についても、シンク事業を現在進める価値と、将来の負担で議論が必要である。30年や60年後の事は分からないでは、政策を進める事は出来ても営利の事業は出来ないのである。他にも不確定な点が多々あるが、一応（比較的コンサーバティブと考えているが）価格を想定した。今後、クレジットが発生し、そのハンドリングが行われる事、そして政府の支援策等が見えてくる事で、（事業リスクを含まない仮定の）t/l CER価格が出来、そこから事業リスクを差し引く事で、各事業におけるクレジット価格が出てくるものと考えられる。事例の蓄積がクレジット価格における課題である。

10.2.2 本事業のクレジット部門の評価

本プロジェクトにおけるクレジット部門の収支は、ケース1及びケース2は赤字、ケース3

が収益に寄与する。

但し、キャッシュフローから見ると、ケース 1 が 10 年目に大きな収入をもたらし、それまでの先行投資の累積赤字部分を大きくカバーできるのに対して、ケース 2、3 の順で、フロント部分のキャッシュフローは劣後していく。これは、10 年目に発行されるクレジットの売却単価の差である。これは、第 8 章で示した補填義務のリスクを誰が取るかという事と、補填する時点のクレジットの価格想定に起因している。

クレジットの補填の面からキャッシュフローを見てみると、ケース 3 は補填義務が無いのでキャッシュアウトが無いのに対し、ケース 2 と 3 は特にクレジット期間が終了し、残存クレジットの全量を補填しなければならない 30 年目でのキャッシュアウトが大きく、時にケース 3 では累積黒字の相当量を吐き出す事となる。

このキャッシュバランスの是正には、事業開始前後又は累積黒字化の時期に補填クレジットを廉価に購入する事が有効である。事業開始前後では、キャッシュフローの窮屈さから、コールオプションの買いが有望であろう。また、累積黒字化時点では、先渡し（フォワード）取引とオプションの組み合わせが有望と思われる。ただし、この事前の補填クレジットの確保は 8.1.2 で示した CDM 部分の事業継続の点を考慮する必要があると思われる。今回は、この点の整理が現状の社会環境では成熟した議論になっていない事から、キャッシュバランスの是正は議論の範囲から外した。

今回の検討では、全体の IRR に与えるインパクト、時にリスケ中のマダガスカル共和国への投資という資金的クレジットリスクを考えた場合なるべく高い IRR が必要なことから、ケース 3 を前提とする。10.1.1 で示した BioCF のようなリスク管理を整えた買手の創出が強く求められる。今後、tICER と AAU 等のクレジットの交換市場（当然掛け目が発生する、例えば $1\text{AAU} = 3\text{ICER}$ [本プロジェクト起因]のようなもの）の形成がされた場合、より効率的なリスク回避が可能となるであろう。

第 11 章 プロジェクトの環境影響

11.1 当国の環境影響評価の準備状況

- 1) マダガスカル環境影響評価に関し、現状及び準備状況を聴取する為に、生物多様性保護局への面談を以下の通り実施した。

面談者：Ministry of Environment and Forestry (Minenvef)

General Manager of Biodiversity

(氏名) Randrianatoandro Jean Philippe

主要議事：

- ・ マダガスカルにおける保護対象森林面積：1.7 百万 ha
- ・ 生物多様性保護局の機能は、植林・土地肥沃化、生物多様性保護、調査、企画、モニタリング等である。
- ・ 主な組織体制は、以下より構成される。
 - Reforestation and enrichment department
 - Biodiversity conservation department
 - Faun and flora management department
 - Forest fire struggle department
 - Restoration research department
 - Restoration planning monitoring department
- ・ 現在、マダガスカルにおける深刻な問題である森林再生に関してプロジェクト・チームを組織中。
- ・ 森林消滅の大きな原因は森林火災と違法伐採と考えており、特に前者に対しては様々な森林火災対策諸施策を講じている最中である。対策に関しては、地元民の意識徹底、指導プログラムを全国規模で実施しており、かなりの成果に結びついている。
- ・ 環境影響評価に関しては、マダガスカル環境政策に基づいて行うことになっているが、植林プロジェクトに対して詳細法規は定まっていないのが現状であり、実績は未だ無い。主要ポイントとしては水源・水質等への影響、水田への影響、事業構築による産業・雇用創出影響、それに伴う貧困化対策等が考えられるのではないかと。植林プロジェクトは環境の為に非常に良好な案件と考えており、特に規制を厳しくすることは無いであろう。但し、地元住民との融和の中で進めて貰いたい。
- ・ 関連法規は以下の通り。
 - * Forestry legislation :
 - + law n° 97/017 of 08/08/97 providing forestry legislation revision
 - + Decree 97-1200 of 10/02/97 providing malagasy forestry policy adoption
 - * Reforestation :
 - + Decree n° 2000/383 of 06/07/2000 related to reforestation
 - + Order n° 9398/2000 of 09/05/2000 fixing the decree n°2000/383 application modality
 - * 土地関係については、Lands/National area department が担当。

11.2 当国の環境影響評価ガイドライン

- ・マダガスカル環境影響評価に関しては、そのガイドラインを MECIE (Mise En Compatibilité Des Investissements Avec L'environnement、Decree n° 99-954) に定められている。

1) MECIE 概要

- ・マダガスカル環境指針の第 10 条*に基づき、公共及び民間投資に対し、それらが環境に影響を及ぼすおそれのある場合は、環境影響評価(Environmental Impact Assessment) 実施を法的に定めるものである。

*マダガスカル環境指針第 10 条

いかなる公共及び民間投資に対しても、それが関係認証機関等への申請・認可があろうがなかろうが、その事業が環境に影響を及ぼすおそれのある場合には、環境影響評価 (EIA)を実施しなければならない。

2)MECIE の基本コンセプト

マダガスカルの持続的発展の為に、今日現在及び将来世代への影響も考慮して、環境保全を行うこと。

3つの主要目的：経済的整合性の維持、経済的効率性の改善、社会的公平性の改善

3)MECIE の目的

- ・投資事業（及びそれによる恩恵、貢献）と環境（特に自然）との互換性を確たるものとするを目的に、規則及び手続きを定めるもの。

4)MECIE の形式、様式

環境に重大影響を及ぼすと思われるプロジェクトに対しては環境影響評価 (EIA) の実施
環境に軽微な影響と思われるプロジェクトに対しては環境遵守宣言 (Environmental Commitment Program) の実行

既存プロジェクトに対しても、この法令に基づく環境影響評価を行って、必要あれば見直し要請を実施

5)MECIE 関係機関

- ・マダガスカル環境省が所管し、関連機関に以下がある。

National Office for the Environment (ONE)

Interdepartmental Committee for the Environment

Sectoral Ministry

Local government (地方自治体)

Consultants

6) E I A 手続き概要

プロジェクト背景の説明

- ・事業主体者（投資家）の紹介
- ・プロジェクト背景及びその正当性の説明
- ・環境問題への言及
- ・当該プロジェクト実施の必要性
- ・複合、派生プロジェクトに関する説明 etc.

プロジェクト概要の説明

- ・プロジェクト構成及び技術専門性の記述
- ・プロジェクト必要性
- ・社会、経済、技術、環境へのメリットの説明

プロジェクト対象地区の説明

- ・プロジェクト対象地区の境界線
- ・プロジェクトの必要とする資源（人的資源、天然資源）の記述

プロジェクトによる環境への影響分析

- ・予想される潜在的影響の洗い出し
- ・重要な影響に対する評価
- ・環境問題の洗い出し
- ・影響緩和策及び補償プランの提案

リスク及び障害の分析

補償プランを含むプロジェクト総括

環境マネジメントプラン

- ・モニタリング、管理プログラムの提案
- ・環境マネジメントプランの実行

7) E I A 手続きのレビューと環境認可交付

National Office for the Environment (ONE)への E I A レポートの提出

- ・ ONE 責任者宛の書面による認可依頼状とレビュー費用の支払証明も同時提出
- ・ ONE への提出資料には、完了済 E I A レポートが含まれなければならない、その executive summary 及び必要とされた関連資料、情報に関しては、広く公への開示を目的として、マダガスカル語とフランス語の両方にて記述されなければならない。提出された E I A レポート評価の為に Technical Evaluation Committee (CTE) が組織される。CTE により提出されたレポートに対し管理、技術的側面よりの分析・評価がなされ、技術的コメントが出される。CTE のメンバー選出は、ONE 及び関係省庁の推薦に基づき、環境担当大臣によって選定される。CTE はレポートの内容により、その分野の専門家に協力、意見を求めることができる。CTE の委員長には環境担当大臣が就任し、書記には ONE から就任する。

マダガスカル環境指針に基づき、広く国民からの意見、感想等を求める為に、E I A レビューは一般に公開される。

環境認可が交付されるか否かは、プロジェクト主体者からの E I A レポート、一般意見

書、C T E レポートの全てを受領してから 15 日以内に環境省により公表される。

11.3 他国の事例紹介

他国における植林に対する一般的環境影響評価手続きは以下の通り。

1)環境影響評価（EIA）の法令関係、承認手続の確認

- ・ 現地政府、現地弁護士等への確認、聞取調査
- * 法令存在しない場合
 - ・ 政府関連部署と打合せの上取り進め、プロジェクト取進に対する政府承認レターの取得
- * 法令等存在する場合
 - ・ その法令に基づくプロジェクトエリアを対象とした環境評価レポート作成
 - ・ 専門コンサルタント業者存在の有無確認
 - ・ 過去承認案件等参考事例の check
 - ・ プロジェクト開始前状況の確認、check 想定される環境変化、影響
 想定される環境変化、影響に対するマネジメント・プランの提出
 - ・ プロジェクト実施後のモニタリング手法、体制の確立

2)各プロセスにおける調査項目

- ・ 11.4 プロジェクト実施における留意事項を参照

3)政府承認手続

- ・ 所定要領に基づく一連の手続きを完了し、政府からの正式ライセンス取得
- ・ 法律存在しても詳細法規、細目等未設定、過去実例等の参考案件乏しい等場合は
 関係官庁（治水森林環境省等）と CO-WORK する必要有
- ・ プロジェクトに対する担当相のコメント入手

4)モニタリング実施、マネジメント・プラン実行状況 CHECK

11.4 プロジェクト実施における留意事項

1) 植林ステージ

- ・ 植林地伐開の為の重機使用（基本的には農牧放棄地中心の展開にて手作業中心？）
- ・ 苗畑建設関係
- ・ 苗畑、植林作業労働者運搬の為の車両使用
- ・ 苗木運搬の為の車両使用
- ・ 植林作業用道路建設の為の重機使用
- ・ 植付前作業（開墾、火入れ、地拵え等）の為の重機、車両使用
- ・ 植付後作業（施肥、除草、その他撫育）の為の重機、車両使用

2) 伐採ステージ

- ・ 伐採作業（チェーンソー or 重機伐採、林内輸送用スリッパ等）の為の重機、車両使用
- ・ 搬出道路建設の為の重機、車両使用
- ・ 原木搬出、輸送（積込、搬送トラック）の為の重機、車両使用
- ・ 各作業労働者運搬の為の車両使用

3) チップ加工ステージ

- ・ チップ工場建設関係
- ・ チップ加工の daily operation 関係

4) チップ船積ステージ

- ・ チップ工場～船積港までのチップ搬送の為の重機、車両使用
- ・ チップ船積作業の為の重機、車両使用

5) その他環境的側面への影響調査項目

大気及び水源（水質）への環境的影響

- ・ 植林に関する各作業工程における環境変化の影響を推察。
 - * 苗畑、植林地開墾、除草剤散布、植付け、害虫駆除、施肥、育林、伐採、輸送
- ・ プロジェクト外実施に伴う就労人口増加等に伴う影響を推察。
- ・ 定量的把握は困難と思われるので、水質変化（汚染）、水枯、水体系変化等の negative な影響ないだろう点を検証目的に試験植林地周辺部を中心に聞き取り調査を実施。
- ・ 現状確認の為、大気、水質等の何らかの定量サンプルデータ入手の必要
土壌成分への環境的影響
- ・ 植林作業に関係する土壌（土壌 pH 等指標）への変化要因の考察、推察。過去の他植林案件での典型的事例等あれば、そのデータを参考。
 - + 土壌の化学物質の特性及び変化（窒素、磷等）
 - + 土壌の物理的特性及び変化（溶脱、浸食等）
 - + 土壌の生物学的特性及び変化

- + 火の土壌に対する影響
- + 農薬の土壌に対する影響
- + 有機物の土壌に対する影響
- 生物的側面での環境影響の考察
- ・ 植林に関する各作業工程における環境変化の影響を推察。
 - * 苗畑、植林地開墾、除草剤散布、植付け、害虫駆除、施肥、育林、伐採、輸送
- ・ 森林火災による影響の考察。
- ・ 現状確認の為、既存資料、聞き調査等にて現有生息生物に関するデータ入手の必要

6) 経済的側面での影響

- ・ 対象地域における産業分布、伝統的産業等の確認
- ・ 地元経済振興への影響
 - + 直接的産業振興及び雇用創出
 - + 間接的雇用創出及びサービス産業の発達
- ・ 土地利用形態変化に伴う影響
 - + 現状の土地利用形態の確認
 - + 隣接、周辺地への影響考察
- ・ プロジェクト開始に伴い、駆逐される可能性のある産業への考察、配慮
 - + 農作物収穫量の変化
- ・ 産業構造変化の考察

7) 経済的側面での影響

- ・ 既存人口統計調査
- ・ 既存住宅統計調査
- ・ 地域コミュニティ構造の確認
- ・ 生活形態、意識変化等の考察
- ・ 先住民及び少数部族への影響
- ・ 異質文化の進出に伴う既存文化との衝突（カルチャーショック）による影響
- ・ 文化遺産等の文化保護に対する影響
- ・ 貨幣経済浸透による影響
- ・ 新規流入者増加に伴う影響
- ・ 生産活動の結果として地域に与える社会的影響
- ・ 伝染病
- ・ 犯罪

第 12 章 プロジェクトの社会経済的・環境的影響

12.1 プロジェクトバウンダリーの定義

先の COP9 では、プロジェクトバウンダリーとは“ 新規植林、再植林を行う地理的境界、ただし、プロジェクト活動としては分散した土地を含むことが可能 ” と定義された。我々は、前章 5 で「プロジェクトバウンダリーとは、人為活動・保護地域、既森林・灌木地等を除く潜在事業対象地、即ち植林適地」と定義し、地図上に図示し確定した。

本章では、プロジェクトエリア周辺の社会経済的動態を把握し、プロジェクトを実施した場合の社会経済的影響、並びに環境的影響を予測し、評価した。

12.2 社会経済的・環境的影響に関する COP9 での定義

先の COP9 では、プロジェクト設計書記載事項の一部として、事業者が社会経済的・環境的影響を分析するための項目が示された。社会経済的・環境的影響が重大であると事業者またはホスト国が判断するときには、社会経済的・環境的影響の評価を行うこととされ、同評価については、ホスト国の基準・手続きに基づいて行うこととされた。

下記に、記載部分を抜粋する。

APPENDIX B

(j) Environmental impacts of the project activity:

プロジェクト活動による環境影響

(i) Documentation on the analysis of the environmental impacts, including impacts on biodiversity, natural ecosystems, and impacts outside the project boundary of the proposed afforestation or reforestation project activity under the CDM. This analysis should include, where applicable, information on, inter alia, hydrology, soils, risk of fires, pests and diseases; 環境影響についての分析記述。そこには生物多様性や自然生態系に対する影響、また、プロジェクトバウンダリー外部に対する影響についての記述が含まれる。この分析にはできるだけ、水分、土壌、火災や病虫害の危険性についての記述を含めるべきである。

(ii) If any negative impact is considered significant by the project participants or the host Party, a statement that project participants have undertaken an environmental impact assessment, in accordance with the procedures required by the host Party, including conclusions and all references to support documentation.

プロジェクト参加者、あるいはホスト国が、当該プロジェクト活動によって深刻な悪影響がでる可能性があると考えた場合は、プロジェクト参加者が、環境影響を評価を受けるといふ記述。環境影響評価は、当該ホスト国の手続きに従って行われる。また、その結果と、それを裏付ける文書。

(k) Socio-economic impacts of the project activity:

プロジェクト活動による社会経済影響

(i) Documentation on the analysis of the socio-economic impacts, including impacts outside the project boundary of the proposed afforestation or reforestation project activity under the CDM. This analysis should include, where applicable, information on, inter alia, local communities, indigenous peoples, land tenure, local employment, food production, cultural

and religious sites, access to fuelwood and other forest products;

社会経済影響を分析した文書。そこにはプロジェクトバウンダリー外への影響も含まれる。この分析では、できる限り、地域コミュニティ、先住民、土地財産権、雇用状況、食料生産、薪炭林やその他の林産物へのアクセス等の記述を含めるべきである。

- (ii) If any negative impact is considered significant by the project participants or the host Party, a statement that project participants have undertaken a socioeconomic impact assessment, in accordance with the procedures required by the host Party, including conclusions and all references to support documentation.

プロジェクト参加者、あるいはホスト国が、当該プロジェクト活動によって深刻な悪影響が与えられる可能性があると考えた場合、プロジェクト参加者が、社会経済影響評価を受けるといった記述。環境影響評価は、当該ホスト国の手続きに従って行われる。また、その結果と、それを裏付ける文書。

- (l) A description of planned monitoring and remedial measures to address significant impacts referred to in paragraphs 2 (j) (ii) and (k) (ii) above;

上記2(j)()と(k)()にしたがって、重大な影響に関するモニタリング計画と対策法。

マダガスカルにおいては、前章 11 で述べた通り、上記の社会経済的影響及び環境影響に関する管理基準、評価手法、これに係る法規・法制度等は未整備の段階であり、実施した例もない。この背景は当プロジェクトのような産業植林を実施した例が少ないことに加え、省庁の当事者は現在の土地の所有権、土地利用区分、さらには地域住民の人口、職業等の社会経済的動態を十分に把握できていないことも一因であると推察する。仮にプロジェクト実施後においてもプロジェクト外部からの経済的、かつ技術的な支援が継続されなければ、関係省庁の自助努力のみでは十分なフォローは望めない。

このため我々は、まず地元住民の土地利用区分、社会経済的動態、さらには本プロジェクトに対する地元民の意向を把握評価するために、直接聞き取り調査を行った。

12.3 社会経済的・環境的影響に関する地元民への聞き取り

12.3.1 調査目的

本調査は、プロジェクトエリア周辺における地元住民の土地の権利、土地利用区分、社会的経済的動態、並びに本プロジェクトに対する地元民の意向を聞き取り調査する。調査結果は、第三者の専門家を交え、プロジェクト実施後の社会経済的影響及び環境影響を予測し、プロジェクト立案に反映させることを目的とする。

12.3.2 調査手法

地元民への聞き取り調査は、プロジェクトエリア周辺で、できるだけ多くの地域を対象に調査することが望ましい。このため本調査は環境治水森林省から本プロジェクトの候補地として提示された Brickaville 郡 Mahastara 市を対象に行った。

環境治水森林省の説明によれば、プロジェクト対象地の面積は約 2 万 ha、居住している住民数は約 100 世帯 1,000 人とのことであるが、関係省庁、関係機関とも地図情報、住民数、集落の位置等具体的な情報に乏しく、かつ十分に管理把握できていないため、実際の数は

不明である。

このため Toamasina 治水森林局(DIREF)の Mr . Henri 局長、並びに森林研究センター局(FOFIA)の Ms.Volobona 局長と協議し、バウンダリー外に位置し、主に農業を生活基盤とする Mahastara 市の 3 地区を調査対象地として選定した。さらに下記の A 地区に近接し、レストラン、農産物の販売等商業を基盤する Mahastara 市 Antsampanana 村を対象に簡易の聞き取り調査を行った。

1)調査地区

生活基盤：農業中心の集落

A 地区：Ampitabe 地区 Ambodimanaga 村、Marolakana 村、Vohijana 村、Antsahasaka 村、Morafeno 村、Ampitabe 村。

Mr . Henri 局長の説明によれば、世帯数は Ambodimanaga 村が最も多く約 40 世帯、残り 5 村は世帯数 1~3 世帯数とのこと。同地区の世帯数を約 50 世帯と推定した。

B 地区：Anivoranokely 地区 Andranomanalina 村

村長の説明によれば、世帯数は約 20 世帯。

C 地区：Sahaovy 地区 Ambodimanga 村、Sahaovy 村

村長の説明によれば、世帯数は約 30 世帯。

生活基盤：商業中心の集落

- ・ Ampitabe 村：Toamasina から約 125km、Antanaribo から約 253km の国道 2 号線に位置し、トラック、バス、旅行者等を対象としたレストラン、農産物・工芸品・衣類・薪炭等のマーケットが発達している。

Mr . Henri 局長の説明によれば、世帯数は約 100 世帯。

2)調査手順

調査表は、財団法人 地球環境センター「温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査実施マニュアル(Ver.6)：平成 15 年 3 月、2-97p .」、社団法人 海外林業コンサルツ協会編「マダガスカル国マントアスア及びチアゾンパニリ地域流域管理計画調査：平成 12 年 12 月、147p . ~ 168p .」、並びに住本林業株式会社「地球温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査 “ インドネシア共和国東カリマンタン州及び東ジャワ州における植林事業調査 ” 実施マニュアル(Ver.6)：平成 15 年 3 月、88p . -94p .」を参考に、表 12-1 を作成した。尚、調査表は現地語(マラガシー)に翻訳した。

調査表は、下記の構成からなる。

- ・ 地元民の社会的経済的動態を把握するために、生活の概況、生産活動、人工林・天然林の利用、並びに年間家計総収入/支出等の質問表からなる。
- ・ 当プロジェクトへの期待、プロジェクト実施に伴う影響を予測するために、当地域での望まれる開発案件及び土地利用の観点からみた影響予測等の質問表からなる。

現地調査は、地元民への聞き取りを行う前に、Brickaville 郡知事 Ms.RANDRIANANTOABDRO と面談し、調査の趣旨並びに調査への協力を依頼した。ついで、村落の有力者に調査の趣旨並びに調査への協力を依頼し、各地区より 10 世帯の代表者を選定してもらい、調査当日に参集してもらうよう依頼した。

調査当日は、参集した各地区の世帯主と面談し、調査表に基づき、聞き取り調査を行った。調査世帯数はA地区10世帯、B地区10世帯、C地区7世帯の合計27世帯である。表12-2に回答例を示した。

調査結果は集計表に集計し、分析と評価を行った。さらに第三者の評価を求めるために、集計結果、分析、並びに評価結果を専門家へ提示し、我々の評価に対する聞き取りを行った。第三者の評価は第13章利害関係者のコメントに記載した。

12.3.3 調査結果

1)調査3地区の地形的要因

GPSで測定した各地区の位置図を、図12.1に示す。

・A地区は、AnntananarivoとToamasinaを結ぶ国道2号線の支線に位置し、道路に沿って居住している(写真12-1)。他の地区と同じく、低地での農業に依存している。

A地区は、コンクリート製の集会所兼学校があり、他のB地区C地区に比べ、裕福な感がある。治水森林局(DIREF)のMr. Henri 局長によれば、“A地区は、他村に比べ、州及び郡からの道路改修・保全等による賃金労働の機会が多いためであろう”とのことである。

・B地区は、A地区より南西へ約5km程入り、低地に集落を形成している。周囲の高台からの集落を遠望でき、低地での水田と斜面部での畑作等土地利用の状況が概観できる(写真12-2)。

・C地区は、B地区よりさらに南西へ約10km程進み、河川を挟んだ対岸に集落を形成している(写真12-3)。

・Antsampanana 村：国道2号線の往来者を対象とした商業を主とする集落。近隣では最大の集落であり、上記3地区において農産物を販売できる最も近い集落である。電気は系統では供給されていないため、レストランの冷蔵庫、テレビ、灯火は発電機でまかなっている(写真12-4)。

A地区からB地区、さらにC地区をつなぐ道路はない。特にB地区、C地区においては12月～3月の雨季の間、水位が上昇するため通学や農産物の運搬には小船、または遠路を迂回しなければならない。また低地には排水路がないため、水田等の農作業を行うには自然に雨水がはけるのを待たなければならない。

雨期の間は水田が水没するため、稲作は10月～2月に行う一期作が普通である。また水田周囲の植生は草地、低木、並びにユーカリの疎林である。このため毎年大量の土砂が低地に流れ込み、水田が埋没する等の被害が多いとのことである。

聞き取り結果に基づく各地区の特徴は、以下のとおりである。

2)生活の概況について

家族構成、住所の所有形態、水源・燃料・灯火等の利用形態等に関し、3地区で大きな相違はみられない。結果を表12-3に示す。

家族構成、年齢構成割合、世帯主の居住年数、並びに14歳以上の主な職業等

・家族構成は、通常、父親を家長とし、母親、子供、並びに孫からなる。まれに祖父母、または親族が含まれる場合もある。

- ・一世帯あたりの人数は3地区平均約6人、家族数が最多で11人、最少で2人であった。男女比は約半数ずつと大きな偏りはみられない。また20歳以下の年齢構成割合が約62%、世帯主の平均年齢約40歳に対し、比較的若い世代構成と推察される。
- ・就学年齢は5歳であり、全ての子供が就学するが、13歳になると家業である農業を手伝うため就学をやめる。
- ・祖父母、もしくは曾祖父の代が近隣のAndrianiana市、Brickaville市、並びにMahatsra市より農地確保のために移住し、世帯主は現在まで居住している。現在地での平均居住年数は世帯主の平均年齢から約40年以上と推察される。
- ・14歳以上の主な職業は、農業に従事しているものが約86%、ついで家畜の飼育が約12%、日雇が約2%であった。また、集落Aは道路に沿って集落を形成していることもあり、他地区に比べ日雇の割合は約7%と高い。

主要な家庭用水源、燃料、灯火等の利用形態と月平均の使用量

- ・家庭用水源は、A地区の一部世帯で井戸を利用している事例を除けば、ほとんどの世帯が河川、湧き水等を利用している。
- ・主要な家庭用燃料は、薪、トウモロコシ・キャッサバ等の作物の茎を利用し、木炭、灯油等を利用しているものはいない。一世帯あたりの月平均の使用量は、家族数、家族構成によっても異なるが、薪が約313kg、作物茎が約341kg、合計654kg/月であった。尚、当地域は、年平均気温24℃、最低平均気温18℃であり、これらの薪、作物茎を暖房用燃料として利用することはないとのことである。
- ・主要な家庭用灯火は、灯油がほとんどであり、一世帯あたりの月平均の使用量は4.7L/月であった。

3)生産活動について

結果を表12-4に示す。

一世帯あたりの平均月収、主要な現金収入の割合

- ・一世帯あたりの平均月収が20万fmg(33US\$、レート=6,000fmg/US\$)以下の世帯がほとんどであり、うち10万fmg(17US\$)以下の世帯が調査世帯の約4割を占める。現金収入源は日雇賃金約7%に対し、コメ約22%、果実約13%、ラフィエ約14%等の農産物の販売による割合が高い。
- ・A地区は、国道2号線沿いのAntsampanana村のマーケットが近いため、他地区に比べ果実の販売割合が高い。
- ・B地区、C地区は、ラフィエの販売割合がA地区より高く、貴重な現金収入源となっている。ラフィエは、低地で天然更新し、幼苗の間引き・収穫等の作業・収穫後の一次加工(繊維をテープ状に裂き、乾燥)等は村単位の共同作業となっており、村の共有資産の概念である。以前、過剰に収穫したこともあり、最近では収穫量が減少し、年間の収穫量は約10トン、月間最大で約2トン程度とのことである。

現在の土地利用、土地の権利関係

- ・現在の土地利用は、全調査世帯とも水田、畑作、森林を所有しており、一世帯あたりの平均所有面積は水田が約169a、畑作が約191a、森林が152a、合計512a(約5.1ha)である。ただし、所有面積は世帯間で大きく異なり、水田の場合、最低50a～最大400

a となっている。この背景は、村民は未利用地であれば自由に耕作し収穫物は個人のものとなる等慣習的な所有権が広く認められており、扶養している家族数、その年度の農作物の収穫量に応じて、毎年、所有面積は増減するためである。

- ・ 利用地の多くが先代、または先々代より引き継いだものであるが、土地の登記はほとんど進んでいない。調査世帯の内、A 地区の一部を除き、ほとんどの世帯が慣習的所有であり、土地登記の有無にかかわらず、地域住民相互の合意により実態として土地の所有(慣習的土地所有者)が確定している。さらに、土地所有者のほとんどが今後登記を行い土地の権利を取得予定としているが、マダガスカル土地登記制度をみるかぎり、申請費用、申請から登記まで数年を要することから、実際の登記は遅々として進まないものと推察する。

農産物の生産量と販売価格

- ・ 主要な農産物は、低地における稲作と低地周辺の傾斜地を利用した果樹、キャッサバ、トウモロコシ等の畑作である。施肥の有無、土地の利用歴等により、コメの収量は 10 a あたり平均 67kg ~ 367kg と大きく異なる。平均自家消費率は約 85% とほとんどの世帯が自家消費している。さらに土地の収量はその年の水害等気象要因により、大きく変動する。このため自家消費量より収量が多い年は販売できるが、2003 年はサイクロンの影響(2003 年 5 月発生)により収量が激減したため、食料を確保するために畑作面積を増やしたとのことである。土地利用の目的のほとんどが自家消費分を確保するためであり、さらに不足分を補うために新たな土地の開墾を行っている状況である。
- ・ 畑作は、主食用としてトウモロコシ・キャッサバ・サツマイモ・タロイモ等を栽培し、ほとんど自家消費用である。
- ・ 果樹は、販売用としてオレンジ、パイナップル、コーヒー、お茶等を栽培しているが、栽培面積、栽培本数等が少ないため、現金収入に占める割合は低い。

家畜の飼育頭数、自家消費率

- ・ ウシの所有世帯数の割合は平均約 25%、所有世帯の平均飼育数は約 7 頭で、ほとんどが農耕用に飼育している。販売用はなく、老齢になると食用にする。ウシは乾期には低地に放牧し、雨期には集落周囲の高台に放牧している。村長の説明によれば、「現在、放牧のための火入れ、野焼きは行っていない。慣習的に他の村の者が行っている」とのことである。しかしながら、現地調査時(2003 年 11 月)には火入れ、野焼きの跡が散見され、実際には雨期前に枯れ草を焼き、新芽をふかせ、放牧する火入れ・野焼き作業が一般的に行われていると推察する。
- ・ ブタ、ヤギ(慣習的に禁忌)を飼育している世帯はない。家畜の内、ニワトリの約半数が販売用に飼育されており、唯一の現金収入源となっている。ニワトリの年平均販売数は 14 羽/年、平均販売単価は 1,275fmg(約 0.2US\$羽)である。

4)人工林、天然林の利用について

結果を表 12-5 に示す。

人工林(樹高 2m 以上)の利用

- ・ 人工林は、ユーカリで祖父の代より引き継いだものである。現世帯主が植林した実績はないとのことである。一世帯あたりの平均所有面積は 152 a(約 1.5ha)であるが、実際の

立木の蓄積、本数等は把握されていない。概観すると、樹高約 10m~20m、立木密度 1.0 本/a (100 本/ha)以下

- ・利用目的は、枯れ枝等の薪採取用が約 10%、木炭生産用は約 5%と木炭への利用は少ない。また用材生産用他が約 85%であるが、実際の利用はサイクロン等で倒木した場合に限り、家、家畜小屋等の補修に利用しており、販売用はほとんどない。このため森林利用のほとんどが自家消費用であると推察する。
- ・天然林は、集落周囲に存在していないこともあり、所有世帯、利用ともみられない。また、集落周囲の低木、平均樹高 2.0m以下 *Gavellia banksii*(バンクス ハゴロモノキ)等を薪採取に利用している。

木炭、薪、その他林産物の生産と販売

- ・調査 27 世帯の内、木炭を生産している世帯は 2 世帯のみである。両世帯とも専業ではなく、サイクロンや野火等により風倒木が発生した場合に木炭を生産する。また道路がないため、小売業者へ運ぶのに約 12km の人力で運ばなければならず、安定した木炭生産が望めないとのことである。
- ・薪は、ほぼ毎日、集落周囲 1km 以内より採取し、自家消費が 100%で販売用の採取はみられない。また、その他林産物収入はみられなかった。

5)年間の家計総収入と総支出について

結果を表 12-6 に示す。

年間の総家計収入

- ・回答世帯数の年間総収入は、土地利用面積、日雇賃金及び農産物の販売割合等世帯によって異なるが、3 地区平均総収入は約 189 千 fmg(約 32US\$)で、最低世帯で 100 千 fmg(約 16US\$) ~ 189 千 fmg(約 133US\$)であった。
- ・収入の割合は、日雇賃金が約 61%と、農産物の販売と漁業約 49%に比べ高く、収入差は日雇賃金の機会の有無に左右されるものと推察する。

年間の総家計支出

- ・回答世帯数の年間総支出は、3 地区平均総支出は約 1,573 千 fmg(約 262US\$)で、最低世帯で 500 千 fmg(約 83US\$) ~ 7,000 千 fmg(約 1,177US\$)であった。
- ・支出の割合は、食費が約 73%と最も高く、ついで被服費、教育費となる。
- ・その他は疾病等に係る医療費が主なものである。

各世帯とも正確な家計管理を行っていないため、上記の総収入額と総支出額は割引いて考えなければならないが、収入と支出に占める割合は各世帯の経済的動態を反映しているものとする。即ち調査世帯の多くが、水田・畑作等により自給自足の生活を営んでおり、必要な物品、例えば灯火用の灯油、塩・砂糖等の調味料等は日雇賃金、または農産物の販売により得た現金収入をあてている。さらに所有する水田・畑作からの農産物だけでは食料が不足しているため、支出に占める食費の割合が高くなったと推察する。また、教育費が約 11%、その他として病気や疾病等に係る医療費が約 5%であった。

6)当該地域における望まれる開発案件

望まれる開発案件として、調査世帯のほとんどが道路・橋・電気等のインフラ整備、並

びに学校・病院の整備等社会資本整備に関するものである(表 12-7 参照)。この背景は、総家計収入に占める賃金労働と農産物販売が全体の約 93%と高く、一方総家計支出に占める教育費とその他医療費等が食費に次いで全体の約 16%と高いためである。こうした社会資本整備の立ち後れが、調査世帯の疾病の軽減や教育水準の向上の機会、並びに農産物の販売や賃金労働等現金収入の機会を喪失させているためと推察する。

聞き取り調査終了後、調査地区の各村長より、本プロジェクトは 地元民の未利用地への植林であること、苗木の一部が地元民へ提供されその用途は地元民自らが選択可能であること、さらには 同地域では初めての開発案件であり、今後、雇用機会が生まれ、病院・道路等のインフラ整備も期待されることから、地区及び村民全員でプロジェクトの実施に向けて協力する旨の発言があった。

12.4 地元民への社会経済的・環境的影響に対する聞き取り

1)調査目的及び手法

・前項 10.1.1 で述べた通り、マダガスカルにおいては社会経済的影響及び環境影響に関する評価手法等未整備であり、実施した例もない。このため、産業植林と地元民植林をあわせた当プロジェクトが及ぼす影響を予測するために、地元民の意向を調査した。

・調査は、表 12-8 を用いて、プロジェクトを実施した場合、影響を受けることが予想される土地利用区分(水田、畑作、牧畜等)に、その影響を 4 段階で評価した。

2)調査結果

- ・調査世帯 27 世帯、全て未回答の調査結果であった。聞き取り時、調査世帯主からは、下記の主なコメントがあった。
- ・調査の趣旨が良く解らない。集落の周囲は祖先の代から草地のままであり、森林があればもっと生活は豊かになると思う。
- ・我々は、植林をしたくても苗木が手に入らないし、このプロジェクトに参加すれば苗木が手に入り、将来の現金収入へ繋がる。
- ・毎年、水田の生産量が落ちており、その原因は周囲に森林がないためと聞く。植林をすることは水田にも我々の生活に対してもいいことである。
当地域では、本プロジェクト規模の開発案件がなかったこと、地元民の土地利用が低地の水田等に限られ、プロジェクト対象地が未利用地の草地であることから、調査世帯主のほとんどが調査の意図、プロジェクトの規模、並びに影響等を具体的に想像、または実感できなかつたためであると推察する。

12.5 事業者による社会経済的・環境的影響の評価

12.5.1 事業者による社会経済的・環境的影響の評価手法、並びに評価結果

前項 12.3 では当プロジェクト周辺の地元民の社会経済的動態を把握し評価した。ついでプロジェクト実施による社会経済的影響、並びに環境影響評価を試みたが、これらを実行する手法・法令等が未整備なこと、当該規模の開発案件等を実施した経験がないこと等から地元民の意向を把握できなかった。

これらの影響評価は、本来ならば、時間軸を考慮し、例えば過去の実績を解析・評価し、ついで現在の社会経済的動態から将来を予測しその影響を評価するものである。さらに影

響評価は、将来発生が予測される影響に対し、その対策をプロジェクト立案に反映させることを目的に実施した。しかしながら、当地域においては過去の実績がないこと、社会経済的動態を示す統計的資料が未整備なことから、将来の発生事例を予測することは困難であった。

このため近視眼的ではあるが、事業者の立場において当プロジェクトが現存の社会経済的環境及び自然環境に対する影響の評価を行った。

1) 評価手法

- ・ 前項 12.4 で使用した質問表に基づき、事業者の立場で評価した。
- ・ 評価は、生活基盤を農業中心と商業中心の2つに分けて、土地利用を総括し評価した。
- ・ 評価はその影響度に応じて4段階に分類し、さらにそれぞれの分類毎に - 2.0 ~ + 2.0 の重みづけを行い、各調査項目の平均値を用いて評価を行った。

プロジェクトの規模

- ・ 植栽樹種：ユーカリ、アカシア
- ・ 植栽面積：産業植林 毎年 1,000ha 植栽し、10年間で 10,000ha。
地元民植林 毎年 100ha 植栽し、10年間で 1,000ha
- ・ 伐採：産業植林は 11 年目以降、伐採、チップ加工し、日本へ輸出。伐採後は再植林を継続。
- ・ 地元民は、11 年目以降、伐採木の一部、または伐採残木を用いて木炭を生産し、残りを産業植林へチップ材として販売、若しくは建築材として自家消費または業者へ販売。
- ・ 期待される効果：雇用機会の創出、チップ工場、道路・電気等のインフラ整備、森林再生による環境保全、違法伐採の減少等。

評価基準

- ・ P：好影響が期待される。 + 2.0
- ・ A：マイナスの影響が期待される。 - 2.0
- ・ B：わずかなマイナスの影響が期待される。 - 1.0
- ・ 無印：特に影響のないもの。 ± 0.0

2) 評価結果

事業者による当プロジェクトを実施した場合の社会経済的影響、並びに環境影響の評価結果を表 12-9 に示す。次項において、各環境項目に対する評価を農業中心と商業中心に分けて述べる。

12.5.2 経済的側面

農業中心の世帯

- ・ 正の影響として、水田を中心とした土地利用の生活様式は変わらないまでも、植林従事者としての就労、木炭・用材等の販売収入、並びに道路等の整備による農産物販売収入等現金収入の機会が増大し、地元民の生活内容はより充実したものへ変化する。
- ・ 従来、現金収入の約 6 割を日雇賃金に依存していたが、植林従事者として雇用され安定した収入が得られれば、支出割合の内、教育費、医療費等に振り向けられる割合が高くなる。

- ・負の影響として、収入が安定しても地元民の水田を中心とした自給自足の姿勢は変わらない。このためより安定した食糧確保、さらには増加するであろう扶養家族を支えるために土地の生産性を求め、従来乏しかった肥料の投入や排水設備等の農業施設関連の支出が増大する。
- ・従来利用しなかった低地を開拓し水田の拡大を行うこと等、未利用地での新たな住民間の軋轢や土地利用権の再調整が生ずる可能性が潜在する。
- ・当プロジェクトへの参加度合いにより、住民間で所得格差が拡大する可能性が潜在する。
商業中心の世帯
- ・正の影響として、同地域唯一の商業地である Antsampanana 村は周辺住民の衣服・食料・肥料等の購買量、並びに植林・伐採・原木輸送等の就労者による購買量が増え、商業地としてより発展が予想される。
- ・負の影響として、商業を目的とした住人、または社会資本整備に伴う建設労働者等新たな住民が同村に流入、若しくは定着することにより住民間の軋轢や土地利用権の再調整が生ずる可能性がある。

12.5.3 社会・文化的側面

農業中心の集落

- ・正の影響として、従来の自給自足生活、村長を頂点とする社会構造に大きな変化はみられないが、教育水準の向上や収入増に伴い新たな技術や情報、例えば農業、漁業等関連等の技術や情報が入手、若しくは移転されるため、より豊かな社会生活になることが予想される。
- ・負の影響として、経済的側面で述べた食料確保のための住民間の軋轢や土地利用権の再調整が生ずる可能性がある。

商業中心の集落

- ・正の影響として、商業地の発展・拡大等の好影響が期待される。
- ・負の影響として、経済的側面で述べた新たな住民の流入、または定着による住民間の軋轢や土地利用権の再調整が生ずる可能性がある。

12.5.4 GHG 以外の環境的側面(生物多様性、生態系への影響、水分学他)

農業中心の集落

- ・保健衛生：農薬使用に関し、プロジェクトで使用が予想される場面は苗畑と植林地であり、使用される薬剤の種類と使用量は認可・許容されている範囲を想定しており、適切な管理によって付近への薬剤の浸出を防止することは可能である。風土病、伝染性疾患等は、地元民の収入増による疾病・疾患の軽減、道路整備により通院の困難差が解消されるため、負の影響は予想されない。その他残留毒物、廃棄・排泄物等には、特に負の影響はみいだせない。
- ・景観等：当地域は主に草地、低木、疎林からなり、天然林、貴重な文化遺産等は見られないため、特に負の影響はみいだせない。
- ・貴重な生物、生態系：当地域は、草地及び低木が主な植生であり、植林は草地を対象としている。このため草地から森林への植生変化は、現存の生物・生態系の多様性を豊か

にすると同時に土壌を保全することから好影響が期待される。

- ・ 土壌、土地：プロジェクト事業者と地元民によって計画的な土地利用がなされ、従来無計画であった焼畑、放牧のための火入れ等が減少し、植林による荒廃地の回復、土地生産性の向上等好影響が期待される。
- ・ 水分、水質、大気等：現存の草地から森林の植生転換により、従来雨期には冠水し埋土していた水田の被害の軽減、家庭用水源地への土砂流入による水質汚染等の軽減等、好影響が期待される。
- ・ 森林資源、機能の持続性：地元民植林により、自らが植林し、ついで村内で消費する薪、さらには木炭等を調達することが可能となり、プロジェクト実施前の既存の低木林を保護することが可能となる等の好影響が期待される。

商業中心の集落

- ・ 周辺は、社会資本整備が遅れていること、草地及び低木が主な植生であり、貴重な生物・文化的遺産等もないため、特に負の影響はみいだせない。
- ・ また、地元民により生産された木炭の一部は販売されるため、従来の木炭生産により伐採されていた低木林、場合によっては天然林を保護することが可能となる等の好影響が期待される。

12.6 評価と課題

COP9での定義によれば環境的影響はホスト国の基準、例えば環境影響評価に準じて実施することとされており、さらに社会経済的影響評価の記述が含められている。

マダガスカルの場合、前述のとおり、これらの評価基準、評価手法等が未整備の状態であり、加えて地元民の土地利用区分、人口、経済状況等をあらかず統計的資料も十分に管理されていない。このため我々は、まずプロジェクト周辺の地元民の社会・経済的動態を把握し、社会経済的・環境的影響を評価した。

前項を総括すると、当プロジェクト実施により、雇用機会の創出、道路等のインフラ整備による病気や疾病等が軽減、草地から森林への植生変化による土壌保全、生物多様性の改善等の好影響が期待される。加えて従来自給自足していた地元民においては、苗木の一部を地元民自らが植林・管理し、伐採木は木炭生産とチップ材、若しくは建築材として自家消費、若しくは他村へ販売する等、持続的かつ循環型の新たな経済効果が期待される。さらに薪炭材を計画的に管理することによりプロジェクトエリア周辺の既存の森林を保護することが可能となる。

当プロジェクトは産業植林と地域住民参加型のプロジェクトであり、伐採を前提したプロジェクトであることから経済的にも持続可能であり、かつ植林・伐採・再植林を計画的に行うことは地元民の社会経済的・環境的好影響ははかりしれない。一方、負の影響として、食料確保並びに土地の生産性を求めて未利用地の低地での水田の開発、これに伴う住民の軋轢や土地利用権の再調整が生ずる可能性が潜在する。

本調査は、過去の事例・統計的データの少なさ、並びに評価の指標となる基準、例えば国際的な基準がない中で事業者自らが行ったため、近視眼的な評価であることはぬぐえない。このため第三者、例えば専門家、研究者、NGO等を交えて、これらの影響を評価する指標を開発することが必要であると考えらる。

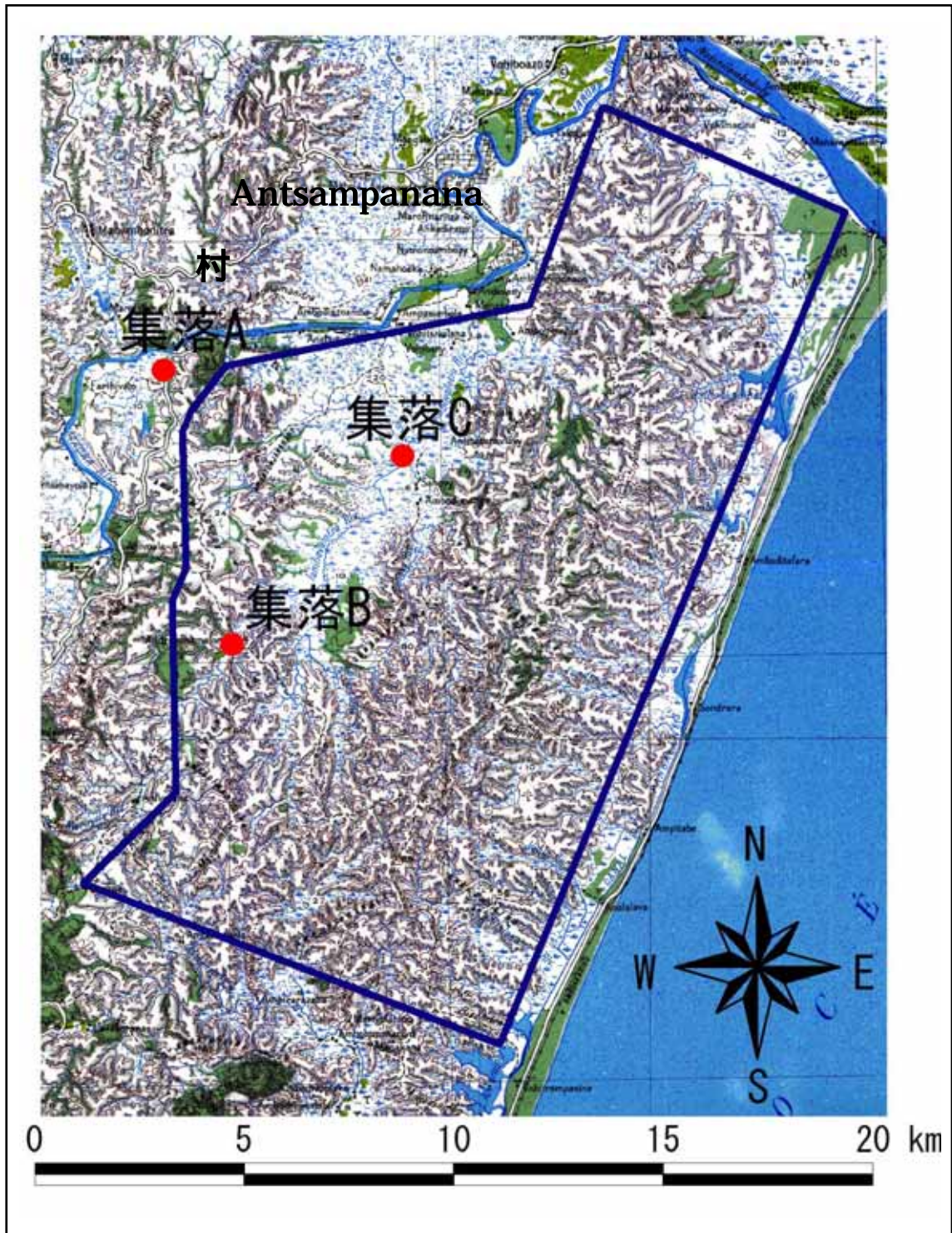


图 12.1 地元民聞き取り集落位置図

表12-1 地元民への聞き取り調査表(1)
調査表(1)

記入年月日

記入者 _____
地区 _____
群 _____
村名 _____

生活概況について

1 家族構成							
名前	世帯主との関係	性別	年齢	出身地	居住年数	居住理由	過去3ヶ月の職業
1.)							
2.)							
3.)							
4.)							
~							
10.)							
(質問表コード: 1.世帯主 1.男性 1.当村 1. 1年以内1.自営 1.日雇 2.妻 2.女性 2. 1年 2.結婚 2.家畜飼育 3.子供 3. 2年 3.その他 3.農民 4.子供配偶者 4. 3年 4.商業 5.孫 5. 4年 5.公務員 6.親 6. 5年 6.漁業 7.親戚 7. 6年以上 7.事務員 8.お手伝い 8.軍人 9.その他 9.薪収集/木炭 10.その他()							
2 住居の所有形態							
(質問コード: 1. 持ち家 2. 借家 3. 慣習的占有 4. その他)							
3 家庭用水源の利用形態							
(質問コード: 1. 湧き水 2. 河川 3. 井戸 4. 天水 5. 上水道 6. その他)							
4 主要な家庭用燃料の形態と月平均の使用量							
1) 燃料の形態と月平均の使用量							
a) 燃料の形態							
b) 月平均の使用量 /kg・リットル・束							
(質問コード: 1. 薪 2. 作物茎 3. 木炭 4. 灯油 5. 電気 5. その他)							
2) 木炭・薪炭利用の長期モニター(半年から1年)の協力の可否							
(質問コード: 1. 協力可能 2. 協力不可)							
5 主要な家庭用燃料の用途別の燃料形態と月平均の使用量							
1) 厨房用							
a) 燃料の形態							
b) 月平均の使用量 /kg・リットル・束							
(質問コード: 1. 薪 2. 作物茎 3. 木炭 4. 灯油 5. 電気 5. その他)							
2) 灯火用							
a) 燃料の形態							
b) 月平均の使用量 /kg・リットル・束							
(質問コード: 1. 薪 2. 作物茎 3. 木炭 4. 灯油 5. 電気 5. その他)							

生産活動について

1 過去5ヶ月以内の平均月収							
(質問コード: 1. 100,000以下 2. ~200,000 3. ~400,000 4. ~600,000 5. ~800,000 6. ~1,000,000 7. ~2,000,000 8. 2,000,000以上)							
2 主要な現金収入の割合(%)							
賃金労働 (%)	換金作物の販売(%)						その他 (%)
	コメ	薪・木炭	家畜	ジャガイモ	果実	水産物	
3 現在の利用地について							
a) 土地利用面積(a)	水田	畑作	人工林	その他			
b) 土地の権利							
c) 権利の取得時期							
d) 土地の利用の目的							
(質問コード: b): 1. 登記地 2. 登記予定 3. 慣習的使用 4. その他 c): 1. 1990年以前 2. ~2000年 3. 今後権利取得予定 4. その他 d): 1. 収入を増やすため 2. 農業生産量を増やすため 3. 農地の不足のため 4. 土地生産性が低下したため							

表12-1 地元民への聞き取り調査表(2)

生産活動について

1 過去5ヶ月以内の平均月収							
(質問コード: 1. 100,000以下 2. ~200,000 3. ~400,000 4. ~600,000 5. ~800,000 6. ~1,000,000 7. ~2,000,000 8. 2,000,000以上)							
2 主要な現金収入の割合(%)							
賃金労働 (%)	換金作物の販売(%)						その他 (%)
	コメ	薪・木炭	家畜	ジャガイモ	果実	水産物	
3 現在の利用地について							
	水田	畑作	人工林	その他			
a) 土地利用面積(a)							
b) 土地の権利							
c) 権利の取得時期							
d) 土地の利用の目的							
(質問コード: b): 1. 登記地 2. 登記予定 3. 慣習的使用 4. その他 c): 1. 1990年以前 2. ~2000年 3. 今後権利取得予定 4. その他 d): 1. 収入を増やすため 2. 農業生産量を増やすため 3. 農地の不足のため 4. 土地生産性が低下したため							
4 水田の耕作面積と所有形態							
a) 耕作面積(a)							
b) 所有形態							
(質問コード: 1. 所有 2. 借地 3. 所有と借地)							
5 畑作の耕作面積と所有形態							
a) 耕作面積(a)							
b) 所有形態							
c) 主要栽培作物の割合(%)	ジャガイモ	キャッサバ	トウモロコシ	サツマイモ	サトイモ	その他	
(質問コード: 1. 所有 2. 借地 3. 所有と借地)							
6 家畜の飼育頭数							
a) 飼育頭数	ウシ	ヤギ	ブタ	ニワトリ	アヒル	その他	
b) 放牧面積(a)							
7 農産物の生産量と価格等							
	耕作面積 (a)	収穫 (Kg/10a)	平均自家消 費率(%)	平均販売比 率(%)	平均単価 (FMG/Kg)		
コメ							
ジャガイモ							
トウモロコシ							
サツマイモ							
サトイモ							
キャッサバ							
その他							
8 家畜の販売頭数と価格等							
	年間平均飼 育頭数	年間平均販 売頭数	販売価格 (FMG)	その他			
ウシ							
ヤギ							
ブタ							
ニワトリ							
アヒル							
その他							

人工林/天然林の利用について

1 人工林/森林の利用について				
	人工林(樹 高2.0m~ 5.0m)	人工林(樹 高5.0m以 上)	天然林	その他
a) 土地利用面積(a)				
b) 利用目的				
c) 主要樹種				
d) 植栽年				
e) 植栽本数(本)				
f) 植栽前の植生				
(質問コード: b): 1. 薪採取 2. 木炭材採取 3. 用材 4. その他 c): 1. Eucalyptus 2. Acacia 3. Gmerina 4. その他 d): 1. 1990年以前 3. ~2000年 3. 2001年以降 f): 1. 草地 2. 人工林 3. 天然林				

表12-1 地元民への聞き取り調査表(3)

2 木炭の生産と販売					
a) 利用面積 (a)					
b) 製炭目的の割合 (%)	1. 販売用	2. 自家用			
c) 1ヶ月の平均製炭回数					
d) 用材の入手方法割合 (%)	所有地	購入材	無料購入	その他	
e) 樹種割合 (%)	Eucalyptus	A c a c i a	Gmerina	その他	
f) 1回の製炭当りの平均製炭量 (袋)					
g) 年間平均販売量 (袋)					
h) 過去5年間の平均販売量 (推定) (袋)					
l) 平均販売価格 (FMG/袋)					
j) 販売先別割合 (%)	仲買業者	農業組合	消費者	小売店	その他
k) 販売地域割合 (%)	Antananarivo				その他
3 薪の採取状況					
a) 利用面積 (a)					
b) 採取目的の割合 (%)	1. 販売用	2. 自家用			
c) 1ヶ月の平均採取回数					
d) 採取範囲	1km以内	1~4km	5~10km	10km以上	
e) 年間平均販売量 (袋)					
f) 過去5年間の平均販売量 (推定) (袋)					
g) 平均販売価格 (FMG/袋)					
h) 販売先別割合 (%)	仲買業者	農業組合	消費者	小売店	その他
i) 販売地域割合 (%)	Antananarivo				その他
4 その他林産物収入					
年間林産物収入 (FMG)	建築用材	蜂蜜	その他		

その他収入及び年間家計支出

1 その他収入					
a) 月平均収入額 (FMG)	漁労	商店経営	賃金労働	その他	
2 年間家計支出					
a) 年間総支出額 (FMG)					
b) 内訳 (%)	食費	被服費	教育費	農業関連費用	その他
4 その他林産物収入					
年間林産物収入 (FMG)	建築用材	蜂蜜	その他		

当該地域における望まれる開発案件

	1位	2位	3位	4位	5位
a) 望まれる開発案件					
b) 理由					

(質問コード)

- a) : 1. 1次産業 (農林水産業) の誘致 2. 工場・加工設備の誘致 3. 観光産業の誘致
 4. 道路・橋の整備 5. 病院・学校の整備 6. その他
 b) : 1. 雇用機会の創出 2. 所得の増大 3. 電気・水道等のインフラの向上
 4. 疾病の軽減、教育水準の向上 5. その他

表 12-2 地元民の聞き取り表への回答例(1)

(1) Fiche d'enquête (sep 2003) Date 07-10-03

Fiche d'enquête (1)

Nom de l'enquêteur Valdema, DREF, Boudoua

Commune MALIATOABA

Arrondissement ANIVORANOSSELY

Village Andranomamonjilao

Données générales du foyer

Composition familiale

Nom	Lien familial	Sexe	Age	Lieu de naissance	Durée d'habitation (an)	Raison d'habitation	Profession
Don. Boudoua	A	M	25	A	2	Propriétaire	3, 2, 3, 4, 6, 8
Don. Boudoua	B	F	20	A	2	Propriétaire	3, 2, 3, 4, 6, 8
Don. Boudoua	C	F	16	A	5	Autre	3, 2, 3, 4, 6, 8
Don. Boudoua	D	F	25	A	3	Autre	3, 2, 3, 4, 6, 8

(Code : 1. Chef de famille 2. Épouse 3. Enfant 4. Logeur de l'habitat 5. Foyer-entier 6. Parents (Père ou mère) 7. Famille 8. Employé de maison 9. Autres

1. Mère 2. Père 3. All. conjugal 4. Autre 5. 3-4 ans 6. 4-6 ans 7. Plus de 6 ans

1. Exploitant agricole 2. Marié 3. Autre 4. Marchand 5. Fonctionnaire 6. Pêcheur 7. Employé 8. Militaire 9. Chômeur 10. Autres

Titre d'occupation de la A

Enquête (1) Fiche d'enquête (sep 2003) Date 07-10-03

Fiche d'enquête (1)

4 Type de combustible principal pour le foyer et quantité moyenne mensuelle

1) Type de combustible

a) Type de combustible A

b) Quantité moyenne mensuelle 3000 Kg/Lits Fagot

(Code : 1. Bois 2. Tiges de plantes 3. Charbon 4. Pétrole 5. Électricité 6. Autres)

2) Possibilité de surveillance à long terme sur l'utilisation de bois et de charbon (Code : 1. Possible 2. Impossible) A

5 Type de combustible principal pour le foyer et quantité moyenne mensuelle par usage

1) Usage de cuisine

a) Type de combustible A

b) Quantité moyenne mensuelle 3000 Kg/Lits Fagot

(Code : 1. Bois 2. Tiges de plantes 3. Charbon 4. Pétrole 5. Électricité 6. Autres)

1) Usage de lumière

a) Type de source de lumière A

b) Quantité moyenne mensuelle 2 Kg/Lits Fagot

(Code : 1. Bois 2. Tiges de plantes 3. Charbon 4. Pétrole 5. Électricité 6. Autres)

Enquête (2) Fiche d'enquête (sep 2003) Date 07-10-03

Fiche d'enquête (2)

II Activité de production

1 Revenu mensuel depuis 5 mois A

(Code : 1. <100.000 2. 200.000 3. 400.000 4. 600.000 5. 800.000 6. 1.000.000 7. 2.000.000 8. >2.000.000)

2 Pourcentage de revenu principal en espèces (%)

Travail salarial	Riz	Bois-Charbon	Bétail	Pomme de terre	Fruits	Produits de pignon	Autres (%)
<u>17%</u>	<u>10%</u>	<u>5%</u>				<u>8%</u>	<u>57%</u>

3 Utilisation du terrain actuel

	Rizière	Champ	Forêt reboisée	Autres
a) Superficie du terrain utilisé (are)	<u>60</u>	<u>50</u>	<u>100</u>	
b) Droit de propriété du terrain	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	
c) Période d'acquisition du droit de propriété	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	
d) Objet d'utilisation du terrain	<u>1, 2</u>	<u>1, 2</u>	<u>5</u>	

(Code : b) 1. Enregistré 2. Enregistrement prévu 3. Utilisé habituellement 4. Autres
c) 1. Avant 1990 2. 2000 3. Acquisition prévue de la propriété 4. Autres
d) 1. Augmentation du revenu 2. Manque de terrain 3. Acquisition prévue de la propriété 4. Baisse de la productivité du terrain 5. Conviction

4 Superficie de la rizière cultivée et état de propriété

a) Superficie cultivée (a) 50 are

b) Etat de propriété A

(Code : 1. Propriétaire 2. Locataire 3. Propriétaire et locataire)

5 Superficie du champ cultivé et son état de propriété

a) Superficie (a) 50 are

b) Etat de propriété A

c) pourcentage de la production principale (%)

	Pomme de terre	Manioc	Mais	Patate douce	Autres

(Code : 1. Propriétaire 2. Locataire 3. Propriétaire et locataire)

6 Nombre de bétails

	Bœuf	Chèvre	Porc	Poulet	Canard	Autres
Nombre de bétails	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>15</u>		
Superficie du pâturage(a)	<u>1</u>					

Enquête (2) Fiche d'enquête (sep 2003) Date 07-10-03

Fiche d'enquête (2)

III Production agricole et prix

	Superficie cultivée (a)	Rendement (Kg/ha)	Consommation à la maison (%)	Rapport de vente (b)	Prix unitaire moyen (Frang/Kg)
a) Riz	<u>50</u>	<u>1000</u>	<u>30</u>	<u>70</u>	<u>1000</u>
b) Pignon de terre					
c) Manioc					
d) Patate douce					
e) Autres					

4 Nombre de bétails et prix

	Nbr de têtes animales	Nbr de têtes vendues animales	Prix (Frang)	Autres
a) Bœuf	<u>3</u>	<u>0</u>		
b) Chèvre	<u>1</u>	<u>0</u>		
c) Porc	<u>0</u>	<u>0</u>		
d) Poulet	<u>15</u>	<u>0</u>		
e) Canard	<u>0</u>	<u>0</u>		
f) Autres				

表 12-2 地元民の聞き取り表への回答例(2)

Enquête (3) Fiche d'enquête (sep 2003)
Fiche d'enquête (3)

III. Utilisation des forêts reboisées/Forêts naturelles

1. Utilisation des forêts reboisées/Forêts naturelles

	Forêt reboisée (v/s de bois)	Forêt reboisée (v/s de feuillu)	Forêt naturelle	Autres
a) Superficie d'occupation du terrain (a)				
b) Objectif d'utilisation				
c) Espèces d'arbres principaux				
d) Année de reboisement				
e) Nombre d'arbres reboisés				
f) État de la végétation avant le reboisement				

(Code :
a) 1. Bois de chauffage 2. Charbon de bois 3. Bois pour débardage 4. Autres 5. Autre
b) 1. Eucalyptus 2. Acacia 3. Grevillea 4. Autres
c) 1. Avant 1990 2. 2000 3. Après 2000
d) 1. Terrain 2. Forêt reboisée 3. Forêt naturelle
e) herbeux

2. Production et vente de charbons de bois

a) Superficie d'occupation du terrain (a)	1. Pour le bois	2. Pour le feuillu			
b) Pourcentage d'utilisation de charbons (%)					
c) Nombre moyen mensuel de production de charbon					
d) Pourcentage d'obtention de bois débardé (%)	Forêt reboisée	Autres	Autres		
e) Pourcentage d'espèces d'arbres (%)	Eucalyptus	Acacia	Grevillea		
f) Quantité moyenne de productivité de charbon (tonnes)					
g) Quantité moyenne annuelle de vente (ton)					
h) Total quantité vendue depuis 5 ans (approximatif)					
i) Prix de vente moyen (USD/ton)					
j) Pourcentage de destination de la vente (%)	Grande	Coopérative	Communautaire	Direct	Autre
k) Pourcentage de vente par région (%)	Taru				Autre

Enquête (3) Fiche d'enquête (sep 2003)
Fiche d'enquête (3)

(State)

3. État de prélèvement de bois de chauffage

a) Superficie d'occupation de terrain (a)	1. Pour le bois	2. Pour le feuillu			
b) Pourcentage de prélèvement par objet (%)					
c) Nombre moyen mensuel de prélèvement					
d) Échelle de prélèvement					
e) Quantité moyenne annuelle de vente (figure)					
f) Quantité vendue depuis 5 ans (approximatif)					
g) Prix de vente moyen (USD/figure)					
h) Pourcentage de destination de vente (%)	Grande	Coopérative	Communautaire	Direct	Autre
i) Pourcentage de vente par région (%)	Taru				Autre

4. Revenu par production forestière

	Bois de construction	Autres (Grevillea)	Autres (Eucalyptus)
Revenu annuel de production forestière (USD)		61500	50000

Enquête (4) Fiche d'enquête (sep 2003)
Fiche d'enquête (4)

IV. Autres revenus et dépenses annuelles de foyer

1. Autres revenus

	Forêt	Terre	Travail salarié	Autres
a) Revenu moyen mensuel (USD)				

2. Dépenses annuelles de foyer

a) Total dépenses annuelles (USD)					
b) Détail (%)	Alimentation	Vêtement	Santé	Dépense agricole	Autres

3. Revenus par produits forestiers

	Bois de construction	Autre	Autre
Revenus annuels par produits forestiers (USD)			

V. Projet d'exploitation souhaité dans cette région

	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}
a) Projet souhaité					
b) Raisons					

(Code :
a) 1. Industrie primaire - Agriculture, forêt et pêche
2. Installation des usines - Ateliers de transformation
3. Tourisme
4. Aménagement des routes et ports routiers et docks
5. Aménagement des hôpitaux et écoles
6. Autres
b) 1. Augmentation d'emploi
2. Croissance du revenu
3. Amélioration de l'infrastructure en eau et électricité
4. Réduction du taux de la mortalité, augmentation du niveau d'éducation
5. Autres

VI. Impacts du reboisement industriel sur l'environnement

(Exemple de projet)
Espèces d'arbres prioritaires
Superficie de reboisement
Altitude d'arbres
Effets positifs

Eucalyptus, Acacia
Domaine de reboisement industriel : 1 000ha x 10 ans
Domaine de reboisement pour l'environnement : 100ha x 10 ans
Après 11 ans, abattez les arbres, travaillez les bois et exportez au Japon. Après l'abattage, le reboisement doit continuer.
Une partie des arbres abattus sera destinée aux villages pour la fabrication du charbon de bois.
Création d'emploi, installation des usines de travail de bois, des routes et de l'infrastructure en eau et électricité
Protection de l'environnement par régénération des forêts, réduction des abattages illégaux des arbres.

1 聞き取り調査対象地区

MAHATSARA市

A地区: Ampitabe地区、Ambodimanga村、Marolakana村、Vchijana村、Antsahasaka村、Morafeno村、Ampitabe村

B地区: Anivoranokely地区、Andranomanalina村

C地区: SAHOVY地区、Ambodimanga村、Sahaovy村

2 調査実施日 2003年10月30日～11月2日

表12-3 生活の概況について

表12-3-1 一世帯あたりの家族構成

	全世帯数	調査世帯		家族構成		年齢構成割合(%)				
		(数)	(%)	(数/世帯)	(男性%)	(女性%)	0歳-13歳	14歳-20歳	21歳-40歳	41歳以上
A地区	50.0	10.0	20.0	7.1	49.3	50.7	35.2	23.2	26.3	26.5
B地区	20.0	10.0	50.0	5.0	48.2	51.8	41.3	14.8	27.8	15.9
C地区	30.0	7.0	23.3	5.4	48.2	51.8	43.4	25.5	29.5	3.2
合計	100.0	27.0	93.3	47.5	48.7	51.3	40.0	21.2	27.9	15.2
平均	33.3	9.0	31.1	5.8	48.6	51.4	40.0	21.2	27.9	15.2

表12-3-2 世帯主の年齢、居住年数等と14歳以上の主な職業

	世帯主の平均年齢	世帯主の現在地への			14歳以上の主な職業				
		世帯主の当村出身(%)	居住年数(6年以上)(%)	居住理由(自営による)(%)	人数(人)	農業(%)	日雇(%)	家畜飼育(%)	その他(%)
A地区	47.7	20.0	90.0	100.0	45.0	77.8	6.7	15.6	0.0
B地区	36.7	40.0	70.0	100.0	27.0	92.6	0.0	7.4	0.0
C地区	34.6	14.3	71.4	85.7	22.0	86.4	0.0	13.6	0.0
合計	41.9	24.3	77.1	95.2	31.3	85.6	2.2	12.2	0.0
平均	39.7	24.8	77.1	95.2	31.3	85.6	2.2	12.2	0.0

表12-3-3 住居の所有形態、家庭用水源、燃料、灯火の利用形態と月平均の使用量

	住居の所有形態 持ち家の割合(%)	家庭用水源の利用形態			主要な家庭用燃料の形態と月平均使用量				モニターへの協力可(%)	主要な家庭用灯火の形態	
		河川(%)	湧き水・池(%)	その他(%)	薪(%)	薪(kg/月)	作物茎(%)	作物茎(kg/月)		灯油(%)	灯油(L/月)
A地区	100.0	60.0	20.0	20.0	70.0	330.0	30.0	233.0	100.0	90.0	3.8
B地区	100.0	50.0	50.0	0.0	70.0	291.0	30.0	250.0	100.0	90.0	2.8
C地区	100.0	100.0	0.0	0.0	57.0	318.0	43.0	540.0	100.0	100.0	7.4
合計	100.0	210.0	70.0	20.0	197.0	939.0	103.0	1,023.0	300.0	280.0	14.0
平均	100.0	70.0	23.3	6.7	65.7	313.0	34.3	341.0	100.0	93.3	4.7

表10-4 生産活動について

表12-4-1 一世帯あたりの平均月収割合

	世帯数	調査世帯		一世帯あたりの過去5ヶ月以内の平均月収割合			
		(数)	(%)	100,000fmg以下(17US\$以下)(%)	100,000~200,000fmg(18~33US\$)(%)	201,000~400,000fmg(34~66US\$)(%)	401,000fmg以上(67US\$以上)(%)
A地区	50.0	10.0	20.0	50.0	40.0	10.0	0.0
B地区	20.0	10.0	50.0	60.0	40.0	0.0	0.0
C地区	30.0	7.0	23.3	14.3	57.1	28.6	0.0
合計	100.0	27.0	93.3	124.3	137.1	38.6	0.0
平均	33.3	9.0	31.1	41.4	45.7	12.9	0.0

注) : 為替レート 6,000fmg/US\$

表12-4-2 主要な現金収入の割合

	日雇賃金(%)	販売							
		コメ(%)	薪・木炭(%)	キャッサバ(%)	果実(%)	家畜(%)	ラフィエ(%)	漁業(%)	その他(%)
A地区	12.8	26.4	0.6	12.0	33.0	0.0	0.0	0.0	15.2
B地区	8.3	21.3	0.5	10.8	2.3	1.0	22.5	3.7	29.6
C地区	0.7	18.4	0.0	10.3	4.3	0.3	18.3	10.2	37.5
合計	21.8	21.1	1.1	23.1	29.6	1.3	40.8	13.3	82.3
平均	7.3	22.0	0.4	11.0	13.2	0.4	13.6	4.6	27.4

表12-4-3 現在の土地利用について

	所有世帯数の割合(%)	水田			畑作			森林				
		利用面積			利用面積			利用面積				
		平均(a)	最大(a)	最小(a)	平均(a)	最大(a)	最小(a)	平均(a)	最大(a)	最小(a)		
A地区	100.0	205.0	400.0	50.0	100.0	250.0	400.0	50.0	60.0	77.0	400.0	20.0
B地区	100.0	123.0	400.0	50.0	70.0	167.0	200.0	50.0	70.0	154.0	600.0	25.0
C地区	100.0	178.0	200.0	50.0	50.0	157.0	300.0	25.0	100.0	225.0	400.0	50.0
合計	300.0	506.0	1,000.0	150.0	220.0	574.0	900.0	125.0	230.0	456.0	1,400.0	95.0
平均	100.0	168.7	333.3	50.0	73.3	191.3	300.0	41.7	76.7	152.0	466.7	31.7

表12-4-4 土地利用(水田)の権利関係について

	所有世帯数の割合(%)	利用面積(a)	土地の権利			土地の権利取得時期			土地の利用目的		
			登記済み(%)	慣習的所有(%)	登記予定(%)	1990年以前(%)	90~2000年(%)	取得予定(%)	収入増(%)	生産性増(%)	収量不足(%)
A地区	100.0	205.0	20.0	80.0	0.0	20.0	0.0	80.0	10.0	50.0	40.0
B地区	100.0	123.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	60.0	30.0	10.0
C地区	100.0	178.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	57.1	28.6	14.3
合計	300.0	506.0	20.0	80.0	0.0	20.0	0.0	280.0	127.1	108.6	64.3
平均	100.0	168.7	6.7	93.3	0.0	6.7	0.0	93.3	42.4	36.2	21.4

表12-4-5 土地利用(畑作)の権利関係について

	所有世帯数の割合(%)	利用面積(a)	土地の権利			土地の権利取得時期			土地の利用目的		
			登記済み(%)	慣習的所有(%)	登記予定(%)	1990年以前(%)	90~2000年(%)	取得予定(%)	収入増(%)	生産性増(%)	収量不足(%)
A地区	100.0	250.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	40.0	30.0	30.0
B地区	70.0	167.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	50.0	20.0	30.0
C地区	50.0	157.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	42.9	28.6	28.5
合計	220.0	574.0	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0	300.0	132.9	78.6	88.5
平均	73.3	191.3	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	44.3	26.2	29.5

表12-4-6 土地利用（森林）の権利関係について

	所有世帯数の割合 (%)	利用面積 (a)	土地の権利			土地の権利取得時期			土地の利用目的		
			登記済み (%)	慣習的所有 (%)	登記予定 (%)	1990年以前 (%)	90～2000年 (%)	取得予定 (%)	収入増 (%)	生産性増 (%)	薪他採取 (%)
			(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
A地区	60.0	77.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	90.0	
B地区	70.0	154.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
C地区	100.0	225.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
合計	230.0	456.0	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	290.0	
平均	76.7	152.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	96.7	

表12-4-7 農産物（コム、キャッサバ）の生産量と販売価格について

	所有世帯数の割合 (%)	面積 (a)	コム				キャッサバ					
			収量			平均自家消費率 (%)	平均販売価格 (fmg/kg)	所有世帯数の割合 (%)	面積 (a)	平均収量 (kg/10a)	平均自家消費率 (%)	平均販売価格 (fmg/kg)
			平均 (kg/10a)	最大 (kg/10a)	最小 (kg/10a)							
A地区	100.0	205.0	331.0	500.0	100.0	91.0	700.0	90.0	95.0	630.0	73.0	243.0
B地区	100.0	123.0	226.0	400.0	50.0	88.0	1,500.0	50.0	70.0	150.0	88.0	300.0
C地区	100.0	178.0	179.0	200.0	50.0	77.0	950.0	42.9	85.0	150.0	75.0	500.0
合計	300.0	506.0	736.0	1,100.0	200.0	256.0	3,150.0	182.9	250.0	930.0	226.0	1,043.0
平均	100.0	168.7	245.3	366.7	66.7	85.3	1,050.0	61.0	83.3	310.0	78.7	347.7

表12-4-8 農産物（トウモロコシ、ラフィエ）の生産量と販売価格について

	所有世帯数の割合 (%)	面積 (a)	トウモロコシ			その他		備考
			平均収量 (kg/10a)	平均自家消費率 (%)	平均販売価格 (fmg/kg)	平均自家消費率 (%)	平均販売価格 (fmg/kg)	
A地区	40.0	12.0	233.0	73.0	750.0	65.0	200.0	主にコーヒー、果実
B地区	20.0	38.0	350.0	88.0	875.0	100.0	650.0	主にラフィエ、お茶
C地区	57.1	35.0	170.0	75.0	1,000.0	87.0	1,375.0	主にラフィエ、お茶
合計	117.1	85.0	753.0	236.0	2,625.0	252.0	2,225.0	
平均	39.0	28.3	251.0	78.7	875.0	84.0	741.7	

表12-4-9 家畜の飼育頭数、自家消費率、販売単価等について

	所有世帯数の割合 (%)	放牧面積 (10a)	ウシ				ニワトリ				アヒル	
			飼育頭数 (頭/世帯)	平均自家消費率 (%)	平均販売価格 (fmg/頭)	年平均飼育数 (羽/年)	平均自家消費率 (%)	平均販売価格 (fmg/羽)	年平均飼育数 (羽/年)	所有世帯数の割合 (%)	年平均飼育数 (羽/年)	
												平均 (頭/世帯)
A地区	20.0	75.0	4.0	100.0	-	60.0	18.5	54.1	10.0	1,000.0	50.0	4.2
B地区	40.0	125.0	7.0	100.0	-	80.0	41.0	48.5	20.0	1,225.0	80.0	13.0
C地区	14.3	100.0	10.0	100.0	-	85.7	25.4	47.2	12.0	1,600.0	14.3	8.0
合計	74.3	300.0	21.0	300.0	0.0	226.7	84.9	149.8	42.0	3,825.0	144.3	26.2
平均	24.8	100.0	7.0	100.0	-	75.2	28.3	49.9	14.0	1,275.0	48.1	8.4

表10-5 人工林・天然林の利用について

表12-5-1 人工林（樹高2m以上）の利用について

	調査世帯 (%)	利用世帯		利用目的				主要樹種 Eucalyptus (%)	植栽年数の割合		植栽前の植生 草地の割合 (%)
		数 (a)	(%)	薪採取 (%)	木炭生産 (%)	用材生産 (%)	その他 (%)		1990年以前 (%)	1991年以降 (%)	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	
A地区	10.0	6.0	60.0	16.7	0.0	16.7	66.7	100.0	0.0	100.0	
B地区	10.0	7.0	70.0	14.3	14.3	14.3	57.1	100.0	0.0	100.0	
C地区	7.0	7.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	
合計	27.0	20.0	230.0	31.0	14.3	31.0	223.8	300.0	300.0	300.0	
平均	9.0	6.7	76.7	10.3	4.8	10.3	74.6	100.0	100.0	100.0	

表12-5-2 天然林他の利用について

	調査世帯 (%)	天然林		その他		利用目的		主な利用樹種は、Gravehia banksii
		利用世帯		利用世帯		薪採取 (%)	その他 (%)	
		数 (a)	(%)	数 (a)	(%)			
A地区	10.0	0.0	0.0	10.0	100.0	100.0	0.0	
B地区	10.0	0.0	0.0	10.0	100.0	100.0	0.0	
C地区	7.0	0.0	0.0	7.0	100.0	100.0	0.0	
合計	27.0	0.0	0.0	27.0	300.0	300.0	0.0	
平均	9.0	0.0	0.0	9.0	100.0	100.0	0.0	

表12-5-3 木炭の生産と販売について

	生産世帯数の割合 (%)	土地利用面積 (a)	利用目的の割合		主要樹種 Eucalyptus (%)	1回あたりの平均製炭量 (袋/回)	過去5年間の平均販売量 (袋)	平均販売価格 (fmg/袋)	販売先別割合		販売地域別割合	
			販売用 (a)	自家用 (a)					小売業者 (%)	その他 (%)	Anntana (%)	その他 (%)
			(%)	(%)					(%)	(%)	(%)	(%)
A地区	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
B地区	10.0	-	100.0	0.0	100.0	10.0	5,000.0	100.0	0.0	100.0	0.0	
C地区	14.3	-	100.0	0.0	100.0	30.0	13,500.0	100.0	0.0	100.0	0.0	
合計	24.3	0.0	200.0	0.0	200.0	40.0	18,500.0	200.0	0.0	200.0	0.0	
平均	8.1	-	66.7	0.0	66.7	13.3	43.3	6,166.7	66.7	0.0	66.7	

表12-5-4 薪及びその他林産物について

	採取世帯数の割合 (%)	利用面積 (a)	利用目的の割合		月平均採取回数 (回/月)	採取範囲		販売地域別割合		その他林産物収入 利用世帯数 (%)
			販売用 (a)	自家用 (a)		1km以内 (%)	1km～4km (%)	Anntana (%)	その他 (%)	
			(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	
A地区	100.0	-	0.0	0.0	ほぼ毎日	80.0	20.0	0.0	0.0	0.0
B地区	100.0	-	0.0	100.0	ほぼ毎日	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0
C地区	100.0	-	0.0	100.0	ほぼ毎日	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0
合計	300.0	0.0	0.0	200.0	-	280.0	20.0	200.0	0.0	0.0
平均	100.0	-	0.0	66.7	-	93.3	6.7	66.7	0.0	0.0

表12-6 年間の家計の総収入と総支出について

表12-6-1 年間家計総収入

	調査回答世帯		年間平均総収入		総収入の割合			
	数 (%)	割合 (a)	(千fmg)	(US\$)	日雇賃金 (%)	販売 (%)	漁業 (%)	その他 (%)
A地区	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
B地区	6.0	60.0	154.0	25.7	70.2	26.1	3.7	0.0
C地区	7.0	100.0	225.0	37.5	52.4	37.4	10.2	0.0
合計	13.0	160.0	379.0	63.2	122.6	63.5	13.9	0.0
平均	4.3	53.3	189.5	31.6	61.3	31.8	7.0	0.0

注) : 為替レート 6,000 fmg/US\$

表12-6-2 年間家計総支出

	調査回答世帯		年間平均総収入		総収入の割合					
	数 (%)	割合 (a)	(千fmg)	(US\$)	食費 (%)	被服費 (%)	教育費 (%)	肥料他 (%)	その他 (%)	
A地区	10.0	100.0	1,698.6	283.1	79.0	10.0	8.0	3.0	5.0	
B地区	10.0	100.0	1,032.9	172.1	61.0	16.0	11.0	12.0	5.0	
C地区	7.0	100.0	1,986.9	331.1	79.0	4.0	13.0	4.0	5.0	
合計	27.0	300.0	4,718.3	786.4	219.0	30.0	32.0	19.0	15.0	
平均	9.0	100.0	1,572.8	262.1	73.0	10.0	10.7	6.3	5.0	

注) : 為替レート 6,000 fmg/US\$

表12-7 当地域に望まれる開発案件

表12-7-1 当地域に望まれる開発案件

	調査回答世帯		学校・病院の整備	道路・橋・電気等整備	工場・加工設備の整備	一次産業の整備
	数 (%)	割合 (a)	(%)	(%)	(%)	(%)
A地区	10.0	100.0	20.0	80.0	0.0	0.0
B地区	10.0	100.0	33.3	44.5	22.2	0.0
C地区	7.0	100.0	66.7	33.3	0.0	0.0
合計	27.0	300.0	120.0	157.8	22.2	0.0
平均	9.0	100.0	40.0	52.6	7.4	0.0

表10-7-2 その主な理由

	調査回答世帯		疾病の軽減、 教育水準の向上	雇用機会の 創出	電気、インフラ等 の整備	その他
	数 (%)	割合 (a)	(%)	(%)	(%)	(%)
A地区	10.0	100.0	45.0	20.0	35.0	0.0
B地区	10.0	100.0	44.5	33.3	22.2	0.0
C地区	7.0	100.0	66.7	33.3	0.0	0.0
合計	27.0	300.0	156.2	86.6	57.2	0.0
平均	9.0	100.0	52.1	28.9	19.1	0.0

表12-8 産業植林に係る環境影響について(全調査世帯数とも、未回答)

	土地利用の観点から見た影響						
	水田	畑作	牧畜	人工林	漁業	商業	その他
1 社会生活 (住民生活(非自発的移住、無許可の移住、生活様式の変化、住民間の軋轢等) 人口問題(人口増加、人口構成の急激な変化等)所得格差の拡大等) 住民の経済活動 (経済活動の基盤移転、経済活動の転換・失業、所得格差の拡大等)) 制度、習慣 (土地利用権の再調整)							
2 保健衛生 (農薬使用量の増加、風土病の発生、伝染性疾患の伝播、残留毒物の蓄積、廃棄物・排泄物の増加等)							
3 景観等 (貴重な景観の喪失、埋蔵資源の影響等)							
4 貴重な生物、生態系 (植生の変化、貴重種、固有動物への影響、植生の多様性低下、 有害生物の侵入、繁殖、湿地、泥炭地の消失、天然林の劣化)							
5 土壌、土地 土壌(土壌浸食、土壌塩類化、肥沃土の低下、土壌汚染等) 土地(土地の荒廃、崩壊地の発生、防風・砂防・防火等の機能低下、地盤沈下等)							
6 水分、水質 水分(表流水の流況変化、地下水の流況、水位の変化、渇水、洪水の発生、河床の上昇、船運への影響等) 水質(水質汚染・低下、富栄養化、塩水の浸入、水温の変化等) 大気(大気汚染、二酸化炭素の発生、微気象の変化、騒音発生等)							
7 森林資源、機能の持続性 (原料資源の持続性、環境保全機能の持続性の断絶等)							

表12-9 事業者によるプロジェクト周辺の社会経済的・環境的影響評価

環境項目	農業を中心とした集落							商業中心の集落
	水田	畑作	牧畜	人工林	漁業	商業	平均	
## 社会生活								
生活								
非自発的移住	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
無許可の移住	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-0.5	-2.0
生活様式の変化	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	0.0
住民間の軋轢	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-0.5	-1.0
人口問題								
人口増加	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-0.5	-1.0
人口構成の急激な変化	-1.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0
住民の経済活動								
経済活動の基盤移転	2.0	2.0	0.0	2.0	0.0	2.0	1.3	0.0
経済活動の転換、失業	2.0	2.0	0.0	2.0	0.0	2.0	1.3	0.0
所得格差の拡大	-1.0	-1.0	0.0	-1.0	0.0	-1.0	-0.7	0.0
制度、習慣								
土地利用権の再調整	-1.0	-1.0	0.0	-1.0	0.0	-1.0	-0.7	0.0
## 保健衛生								
農薬使用量の増加	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
風土病の発生	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
伝染性疾患の伝播	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
残留毒物の蓄積	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
廃棄物、排泄物の増加	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
## 景観等								
貴重な景観の喪失	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
埋蔵資源の影響	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
## 貴重な生物、生態系								
植生の変化	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.3	0.0
貴重種、固有動物への影響	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
植生の多様性低下	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.3	0.0
有害生物の進入、繁殖	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
湿地、泥炭地の消失	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
天然林の劣化	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
## 土壌、土地								
土壌								
土壌浸食	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
土壌塩類化	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
肥沃土の低下	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
土壌汚染	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
土地								
土地の荒廃	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
崩壊地の発生	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
防風、砂防、防火等の機能低下	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	2.0	1.7	0.0
地盤沈下	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
## 水分、水質、大気								
小川								
表流水の流状変化	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
地下水の流状、水位の変化	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
湧水、洪水の発生	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
河床の上昇	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
船運への影響	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小池								
水質汚染、低下	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
富栄養化	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
塩水の浸入	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水温の変化	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大気								
大気汚染	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
二酸化炭素の発生	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
微気象の変化	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
騒音発生	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
## 森林資源、機能の持続性								
原料資源の持続性	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0
環境保全機能の持続性の断絶	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0



写真 12-1 調査対象地区 A:道路沿いに集落を形成



写真 12-2 調査対象地区 B



写真 12-3 調査対象地区 C:集落への道路・橋はなく、雨期は通学・農産物の輸送等困難



写真 12-4 Antsampana 村。レストラン、農産物のマーケットが発達している。



写真 12-5 かまどの風景。煮炊きには、薪・作物の茎を利用(B 地区)



写真 12-6 低地のラフィエ。幼苗の間引き・収穫等は集落の共同作業(B 地区)



写真 12-7 採取したラフィエの繊維の加工風景(B 地区)



写真 12-8 低地の水田を中心に、傾斜地は畑作に利用(B 地区)



写真 12-9 牛の放牧風景。農作業用に飼育、他村への販売は少ない(B 地区)



写真 12-10 集落の周囲は全面草地(B 地区)

第 13 章 利害関係者のコメント

13.1 専門家、NGO等への聞き取り結果

13.1.1 現地の専門家、NGO等への聞き取り結果

- ・本プロジェクトに対する第三者のコメント聴取を目的に以下の面談を実施した。

1) CIRAD (Centre de cooperation internationale en recherche agromique pour le developpement、フランス共和国国際農業開発センター)

面談者 : Mr. Pascal DANTHU、Mr. Philippe Collas de Chatelperron

主要議事 :

- ・ CIRAD は、1984 年に農業、獣医、林学、食品工学の研究所が統合されてできたもので、モンペリエを本拠地としている。一年生作物(CA)、多年生作物(CP)、果樹蔬菜(FLHOR)、畜産獣医(EMVT)、林学(Foret)、食品工学(SAR)、研究管理(GERDAT) の 7 部門にわかれ、プロジェクト、プログラムを通じて熱帯、亜熱帯諸国に多くの研究者を派遣している。このうち Foret は、熱帯諸国における森林の保護、現地社会やプランテーションの持続的管理、森林産物の利用などに関して、研究、プロジェクトの立案、プロジェクトドナーに対する技術的支援、トレーニングなどを行っている。現在、90 人の研究者を擁し、45 人が熱帯諸国に派遣されている。仏領ギアナ、コンゴ、カメルーン、セネガル、象牙海岸、中央アフリカの各地において、衛星写真、GIS を用いた長期間のモニタリングにより、森林生態系のモデリング、自然更新、持続的な植林地(ユーカリ)の利用などの研究を行っている。
- ・ 植林に関して、コンゴ(10 年) やマダガスカル(8 年) で経験のあるフランス人の同僚を紹介する。
- ・ サイクロンは 10 年毎に来襲する。その際には、グランディスも倒れた経験がある。
- ・ 現在、FOFIA、アンタタナリボ大学と共同で天然林や生物多様性の調査を行っている。
- ・ 本件、現地の住民の考え方を尊重する事が重要。

2) LDI (Landscape Development Interventions)

面談者 : Mr. Jean Robert Estime

主要議事 :

- ・ LDI は、USAID の資金等を背景に CHEMONICS International(米国ワシントン D.C. を本拠の NGO) 等が中心になって活動している組織。マダガスカルでの活動としては、環境治水森林省等のタイアップしながら、同国固有の生物多様性の保護を主目的として、農業、林業分野等において種々活動を行っている。主要活動実績としては、サイクロン被害からの自然復興プログラム、稲作商業化プログラム等がある。
- ・ 事業概要を聞いたが限りでは素晴らしいプロジェクトであると考え期待している。
- ・ 貧しい地元住民への貢献を考えて、地元との共存型のプロジェクトに是非とも仕上げて

ほしい。

- ・現状の現金収入源であるラフィアは、中国資本の買い付けにより輸出が過大になり、過剰伐採状態である。この面からも現地の現金収入源を創出する本件は現地ニーズに合致している。
- ・製紙原料用ユーカリだけではなく、是非とも cash crop や周縁地に地元民の食料となる米、キャッサバ、バナナ等のを植え付けも検討して欲しい。
- ・LDI としても、環境イニシアティブをとるため、植林候補地で新しい活動をしたい。
- ・当該地区では、ブリッカビルで魚の養殖を行い、これは上手くいった。
- ・本件は、マダガスカルで初めてのシンク CDM 事業であり、今後のモデルとなる。
- ・過去の植林では、国有地でのみ行っていたため土地所有権問題では経験はない。

3) ANGAP (Association Nationale pour la Gestion des Aires Protés)

面談者：Mr. Charles Alfred Rakotondrainibe

主要議事：

- ・マダガスカルにおける固有生物多用性保存を主目的に活動している NGO。
- ・同氏は、フィラマンガの植林事業（パイン材、81000ha の植林実施）に従事経験有り。
- ・フィラマンガの事業は、現状では残存 20000ha 程度になっている。これは、地元住民とのコミュニケーション、リレーションが悪かったため。
- ・地元住民/コミュニティとのリレーションが悪かったため、「ひがみ」などから嫌がらせで火を付けられた。
- ・事業概要を聞いたが限りでは素晴らしいプロジェクトであると考え期待しているので、必要なアドバイスをするので、フィラマンガの二の舞にならないようにして欲しい。
- ・土壌、水質への影響にも配慮して欲しい。
- ・フィラマンガの場合は、伐採後土壌のメンテナンスをしなかったため、地力を落してしまった。
- ・本件を動かすには、地元でのパートナー選定が重要な鍵になる。
- ・本件の地元民への植林木の一部還元は地元社会への貢献、関係構築の上で非常に良い試みだ考える。また、雇用創出も地元で歓迎されるので、良い点を地元民に十分理解してもらおう努力することが肝要。

13.1.2 国内の専門家への聞き取り結果

本プロジェクト実施に伴う地元民への影響に関し、前章 12 章で述べた地元民の社会経済的動態、事業者による社会経済的・環境的影響評価結果を提示し、専門家への聞き取りを行った。コメントを、下記に、紹介する。

環境・社会経済的影響評価に関するコメント

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻
博士課程 野村恭子

CDM はその直接の目的である GHG 削減効果と同時に、ホスト国およびその地域に対して、地域環境保全や雇用など社会面での副次的な効果をもたらすことが期待され、またプロジェクトは持続的であることが前提とされている。環境、社会経済 (Socio-economic) への影響 (正及び負) をモニタ、評価するための具体的な評価手法や制度は、本報告書 12.2 で述べられているように、CDM で定められたガイドラインはなく、またマダガスカル国の環境・社会経済的影響評価制度は未整備である。このような状況下で今回実施された環境・社会経済的影響の調査結果について、ここでは評価手法のあり方を中心に論評することにした。

1. 評価項目の設定・スクリーニングの根拠

現時点で、CDM の評価手法のガイドライン (日本国政府による標準的なガイドライン整備の動きは見えない) マダガスカル国の法制度等が未整備である状況下で実施するには、オーソライズされた既存の影響評価手法やその考え方を参考に、あるいは独自の評価手法を用いる等の方法が考えられる。今回、調査を実施するにあたり、参考にした評価事例や手法の進展、また独自の評価項目、手法について明示されていない。評価項目の設定 (7 つのメイン項目とサブ項目) やその定義 (説明、指標など) は、評価の考え方の根拠を示す重要な情報であるため、明確にしておく必要があると考える。例えば、持続的な森林経営の観点からは、国際的な森林認証制度 (熱帯林を対象とする FSC、ITTO 等) の基準や指標 (Criteria, Indicator) 環境事業および発電事業の観点からは、ODA の環境・社会経済評価のガイドラインなどを参考することもできよう。

2. 複合プロジェクトとしての包括的な影響評価

CDM の環境・社会経済影響評価は、吸収源プロジェクトで強調されてきたが、必ずしも吸収源プロジェクトに対してのみ問題なのではなく、他のプロジェクトタイプにおいても、大規模な開発事業を伴う場合、当然考慮しなければならない。例えば、植林事業では流域の生態系や水収支などへの影響への配慮が求められ、バイオマス発電事業では化学物質や鉱物系燃料の使用に伴う周辺環境への負荷の抑制が求められ、各事業で地元住民の雇用創

出や技能習得の効果が期待される。当該プロジェクトは、森林事業とバイオマスの利用・発電事業を一連とする複合的事業を構想しているため、事業全体を通じて影響を及ぼす環境・社会経済の範囲、側面、モニタする評価対象項目の設定が必要ではないかと考える。現状の CDM のプロジェクト分類は吸収源とバイオマス発電は別々に扱われる縦割りの仕組みとなっているが、複合的な CDM プロジェクトの炭素収支および環境・社会経済的影響を事業分野毎に分けて評価することによって見落とされる側面が出てきたりやあるいはオフセット効果や相乗効果の良さが評価されないなど、複合プロジェクトとしての特性が十分に捉えることができない可能性がある。今回は植林に焦点をあてた評価であるが、今後は、複合的なプロジェクトとして、一連の事業を LCA 的、俯瞰的に捉えた環境・社会経済的影響の把握、マネジメントについて検討されることが望まれる。CDM では今後も森林由来、農業作物由来のバイオマスを発電利用するプロジェクトが増えることが予想され、それらに対して多くの知見を提供できることになろう。

3. 評価項目の定義（ワーディング）

7つの評価項目（表 12-9 の環境項目）はサブ項目に細分化され、サブ項目毎に 5 段階評価する採点制によって評価されている。環境、社会経済については必ずしも定量的に計量化できない事象が含まれるため、かつ多様な側面を総合的に評価するためには、今回とられたような定性的な評価を数値に変換する評価手法も有用と考える。ただし、細かい点を見ていくと、評価基準は影響の強度・変化の大小ではなく、増減や優劣を正・負で点数化する方法を定めているが（12.5.1）評価項目名の解釈・定義が適当でないものがみられる。例えば、「植生の変化」の正・負の意味するところが不明瞭であり、「所得格差の拡大」「貴重な景観の喪失」は価値評価軸が相反した項目名となっている。実際に筆者が採点作業を行う際にもいくつか迷った箇所があった。項目名の定義が不適切であると、評価者による解釈の差異、誤解の誘因となる可能性があり、また各項目の評点、合計点の分析結果、考察にも影響を及ぼすなど、評価手法の信頼性にかかわってくる。評価項目の項目名の見直しとあわせて説明を加えるなど明解な定義とすることが望まれる。

4. 時間的な予測評価

影響の予測と評価にあたって、今回時間的にも費用的にも制約のある中で、多様な角度から現況調査がなされ、現況調査結果をもとに将来の変化の推測がなされている。ただし、現況からどのような変化が予測されるのか、総括表の表 12-9 にいたる根拠、予測の部分があいまいである。炭素収支の評価と同様に、環境・社会経済影響評価においても、ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオ（ミチゲーション対策のある場合・ない場合）の差が評価の対象であり、原則論としてはそれぞれの場合を推計し、比較評価する必要がある。ただし、この考え方はアセスメントの評価フレームとしてはある程度オーソライズされているが、計量手法において計測可能性(measurable)、不確実性(uncertainty)、基準や

指標（C&I）など科学的に未解決の問題があり、実際に時間的な変化を長期的に予測することは非常に難しいと考える。少なくともどのような仮説シナリオを設定して将来予測を行ったか考え方は明示する必要がある。

5. 副次的便益の強調

吸収源プロジェクトの環境・社会経済影響評価の重要性とマイナス影響の未然防止・低減について強調されているが、CDMの本来の意義である発展途上国、地元地域にもたらす様々な副次的便益についてあまり議論されていない傾向がある。環境・社会経済影響評価の影響（impact）は負の影響と、便益として正の効果を予測評価するものであるが、今回の調査は負の影響に着目した評価項目の設定がなされ、当該プロジェクトがもたらすと期待される副次的な便益は必ずしもアピールできていないように思われる。第1章、第2章にあげる事業の意義とリンクさせた評価、モニタを行うことが望ましく、特に当該プロジェクトの環境事業、技術移転としての特性を浮き彫りにする便益の評価が望まれる。例えば、吸収源プロジェクトを地元住民と共に実施することにより、当該国での林産業の振興（林業とパルプ・チップ製造業）、バイオマスを含む林産物の自給率の向上、持続的な森林経営やバイオマスの利用の生活・技術の定着など、ホスト国および地元住民への社会経済面の便益が期待される。これらはプロジェクトの意義と効果を直接的に明示化するものであり、評価、モニタの対象として重要であると考えられる。

6. 総合評価

今回、7つの評価項目（46のサブ項目）について評価がなされているが、当該プロジェクトの特性から重要な評価項目はどれなのか評価項目間の優先順位や、最終的に個別の評価結果をどのように総合評価するかなどについては触れられていない。評価結果の総括である表12-9を総合評価する場合、単純に等価的に総計を算出して評価する方法と、評価項目の重み付けをして総計を算出して評価する方法などが想定される。評価項目のランキング、重み付けについては、利害関係者や専門家など第3者によって行う方法があり、またAHP法などの意思決定手法を用いて行うことができよう。

13.2 コメントに対する対策、方向性

上述のコメント、7.3章の不確実性・リーケージの評価、第11章の環境影響、並びに第12章の社会経済的・環境的影響をレビューすると、「本プロジェクトは地元民の理解・協力・参加なくしてはプロジェクトの継続は困難」なことが予想される。即ち、プロジェクトが継続し、事業者及び地元民の双方が持続的に発展するためには、事業者と地元民の双方が経済的便益を享受し、加えて地元民は社会的環境的便益を持続的に享受できなければならない。

現時点では地元民、加えて地元政府関係者も本プロジェクト実施に対する期待は大きい。しかしながら、事業開始後の地元民の社会的経済的動向を予測することは困難なことから、例えば、植林により環境的便益が生じ賃金雇用・木炭・用材販売等により地元民の経済的便益は向上するが、一方、負の影響として人口等社会的変化が予想され、加えて食料確保による土地利用変化が生じるかもしれない。また、地元民のニーズ、道路・学校・病院・電力等、本来当国が整備すべきインフラ整備のニーズが事業者に振り向けられた場合、事業者単独でこれらのニーズをまかなうことはできない。さらに事業者と地元民のニーズに齟齬が生じれば、ひいては双方の軋轢となることが予想される。

CDMの目的は、先進国が途上国において行われる温室効果ガス排出削減のためのプロジェクトに対して資金・技術の拠出を行い、それによって達成された削減分の一部を自国の削減分としてカウントできる仕組みであり、CDMによって得られる利益や技術などは途上国における持続可能な発展を助成するである。

このため本プロジェクトが継続し、事業者及び地元民の双方が持続的に発展するためには、事業者、地元民、当国、日本国、若しくは第三者としてNGO等の関係者が協力した体制を構築する必要がある。即ちこれらの関係者はプロジェクトが及ぼす社会経済的・環境的影響(正・負、または便益・損失)を客観的に、かつ透明性のある評価・認識しなければならない。このためプロジェクトが継続するために以下の方向性を模索し地元民のニーズや社会経済的变化に対する対策を実施検証していかなければならないと考える。但し、下記の方向性及び実施検証するためには時間と多くのデータを収集しなければならず、現時点では深く考察できないため、考えられるポイントのみを列記する。

環境教育プログラムの構築と定着に向けた技術的支援

本プロジェクトへの地元民の理解・参加・協力に加え、森林の火災予防等のために下記のような技術的支援が必要と考える。

- ・森林火災予防のため、野火の防火コントロール、
- ・焼畑、水田の地力改善・維持のための堆肥作り、水位コントロール
- ・森林は地元民の共有財産である等の森林保全の意識改善、
- ・農地、放牧地、森林の土地利用の再編成と定着、
- ・これらを組み合わせた社会林業教育

- ・ 上記環境教育プログラム導入のための人的・技術的支援

社会経済的・環境的影響の評価ツールの構築

- ・ 事業者、地元民、当国、日本国、若しくは第3者としてNGO等の関係者がプロジェクトの及ぼす影響をモニターし、評価するためのツール。

第14章 プロジェクトの立案

14.1 プロジェクトの前提

本プロジェクトの内容は、以下の通りである。

マダガスカル・トアマシナ州ブリッカビル地区において、

製紙原料確保のために、ユーカリ、アカシア等を年間 1,000ha ~ 1,500ha 程度植林し、植林 8 年 ~ 10 年後に伐採する(最終目標面積 10,000ha ~ 15,000ha)。伐採木は、紙・パルプ原料として、チップに加工し、日本へ輸出する。伐採後は、再植林を行い、持続的に植林、伐採、チップ加工を行う。

地元民は必要とする熱エネルギー源として伐採木の一部で木炭等バイオマス・エネルギーを生産し、伐採跡地は再植林を行う。

CDM 制度を利用した吸収源カーボンクレジットの獲得

14.2 プロジェクトの内容

本プロジェクトの内容は、以下の通りである。

14.2.1 産業植林部門

1) プロジェクト実施場所

- ・マダガスカル、トアマシナ州ブリッカビル地区。
- ・所轄官庁である環境治水森林省及びトアマシナ州政府の提案のあったプロジェクトエリア約 23,000ha とその周囲。

2) 事業期間：30 年。可能ならば植林・伐採・チップ加工・再植林を行い、事業を継続する。

3) 植林事業部門

- ・用地：国有地からのリースを対象
- ・目標植林面積：10,000 ha
- ・年間植林面積：1,000 ha
- ・伐期：10 年、伐採後、再植林。2 伐期 2 ローテーション。
- ・植栽樹種：ユーカリ

4) 伐採、チップ加工部門

- ・植栽 11 年目より、初年度植栽分 1,000 ha 伐採し、伐採跡地には再植林を行う。
- ・伐採時の出材量：200,000m³/年を想定
- ・伐採原木はトアマシナ港まで輸送し、港隣接地でチップ加工する。
- ・チップは、専用船でトアマシナ港において船積みし、日本へ輸出する。

5) リスクの評価

- ・植林～伐採までに発生が予測されるリスク(森林火災、気象害、病虫害)による出材量減少分を、毎年 5.0%と想定。

14.2.2 木炭等バイオマスエネルギー利用部門

前項産業植林部門と平行し、プロジェクトエリア周辺の地元民の参加型植林プロジェクトを立案する(詳細は、第 5.4 章で木炭生産並びに用材販売による資金計画を、第 16 章で地元民の便益性を参照)。

1) 地元民参加型植林プロジェクトの目的

- ・ 従来の自給自足から木炭、用材販売による経済的自立、さらに植林・伐採・再植林による計画的・循環型の持続的発展。
- ・ 従来の無計画な野焼き、違法伐採を軽減し、森林保全による住民意識の改善、社会的・環境的発展。

2) 前提

植林

- ・ 前項産業植林プロジェクトから提供された苗木を地元民自らが植林し管理する。
- ・ 植林面積は 50ha/年間。目標植林面積は 1,000ha/年間。
- ・ 伐期 10 年。伐採後は萌芽更新し、森林を計画的に保全・管理する。

木炭及びチップ用材の販売

- ・ 11 年目より、初年度植栽分 50 ha をチップ材、若しくは建築材として販売する。
- ・ 伐採跡地は、萌芽及び施肥を行い、森林及び地力を保全させる。
- ・ 販売売上を基に、土釜を作り、毎年約 470t の木炭を生産し、自家消費若しくは近隣へ販売する。

3) 評価

- ・ 11 年目以降の資金収支は、年間約 130 千 US\$ の収益となる。
- ・ 草地から森林への転換により、森林保全に対する意識の向上、さらには植林・木炭生産等の新たな技術導入が図られ、社会的・環境的発展が期待される。

14.2.3 クレジット取引部門

本プロジェクトから発行される京都議定書に基づいたクレジットの取扱いについては、以下の通りである。

1. ICER のタイプのクレジットを発行する。(第 8 章 3 項参照)
2. クレジットの補填については、クレジットの買手が補填義務を負うタイプのクレジットの売却を目指す。
3. プロジェクト参加者には、上記 2. の条件の下であれば、優先的にクレジットを提供する。これは、事業化時点で ICER を投資の対価として引き取る事を含む。
4. 現状想定している価格は、上記 2. の条件では USD0.2/CO₂e である。(第 10 章 1 項参照)

本プロジェクトにおけるクレジットの収支は軽微なものであるが、CDM のスキームが本プロジェクト組成の必要条件であり、その成果を有効に活用できるように更に状況の変化を捉えて、判断して行く。

14.3 炭素固定量/クレジット発生期間

14.3.1 炭素固定量

本プロジェクトの炭素固定量は、システムバウンダリー内の活動及びプロジェクトバウンダリーにおけるリーケージから求める。本プロジェクトにおけるプロジェクトバウンダリー及びシステムバウンダリーについては、次頁の表 14-3-1 に整理する。また、そのフローについては、次々ページの表 14.3-2 にて表記する。

上記バウンダリーの既存バイオマス量と、ベースライン、事業実施後のモニタリングとアカウンティングについては、次項（14.4 項）で述べる。

影響	影響項目	地元住民参加型植林事業及びチップ化事業					
		活動内容	活動の指標	分類	システム バウンダリ-		
直接 影響	主目的による影響	植栽した樹木による炭素吸収/固定	樹木成長による炭素吸収/固定	地上部及び地下部のバイオマス量	A		
			落葉・落枝による活動	地表部のバイオマス量	A		
			土壌有機物による土壌中への炭素の蓄積	土壌中の有機物の蓄積量	A		
	植林木の伐採	伐採による樹木からの炭素放出	伐採による地上部/地下部のバイオマス減少量	A			
			伐採による土壌からの炭素放出	土壌中の炭素排出量	A		
	エネルギー使用	運搬時の燃料の消費による温室効果ガスの排出	燃料消費量	A			
			チップ化工程におけるエネルギー使用	燃料消費量/使用電力量	A		
			船積みにかかるエネルギー使用	燃料消費量	A		
	その他の影響	道路・土地の整備	植林地整備にかかる炭素放出	植林地整備による地上部/地下部のバイオマス変化量	A		
			施肥による温室効果ガスの排出	施肥量	A		
		エネルギー使用	植林地整備にかかるエネルギー使用	燃料消費量	A		
			種苗の育成/運搬にかかるエネルギー使用	燃料消費量	A		
間接 影響	主目的による影響	自然災害	サイクロン・山火事・病害虫によるバイオマス量の減少	毀損したバイオマス量	d		
			道路・土地の整備	道路の整備のための近隣土地からの炭素放出	当該地の地上部/地下部のバイオマス変化量	c	
			港湾の整備	港湾の整備にかかる炭素放出	土壌中の有機物の蓄積量	c	
	その他の影響	地元民が植栽した樹木による炭素吸収/固定	樹木成長による炭素吸収/固定	地上部及び地下部のバイオマス量	e	×	
			落葉・落枝による活動	地表部のバイオマス量	e	×	
			土壌有機物による土壌中への炭素の蓄積	土壌中の有機物の蓄積量	e	×	
		地元民の植林木の伐採	伐採による樹木からの炭素放出	伐採による地上部/地下部のバイオマス減少量	e	×	
			伐採による土壌からの炭素放出	土壌中の炭素排出量	e	×	
		地元民の木炭製造	木炭製造にかかる温室効果ガスの排出	木炭生産量	e	×	
		活動の変化	地元民の木炭自給による他地域の森林減少	土地利用変化量	e	×	
	土地利用変化	チップの経済性に基づく、荒廃草地への植林活動、及び既存森林管理されていない場所での森林管理意識の導	土地利用変化量	e	×		

表 14.3-1 プロジェクトに起因する影響

本プロジェクトにおけるシステムバウンダリー

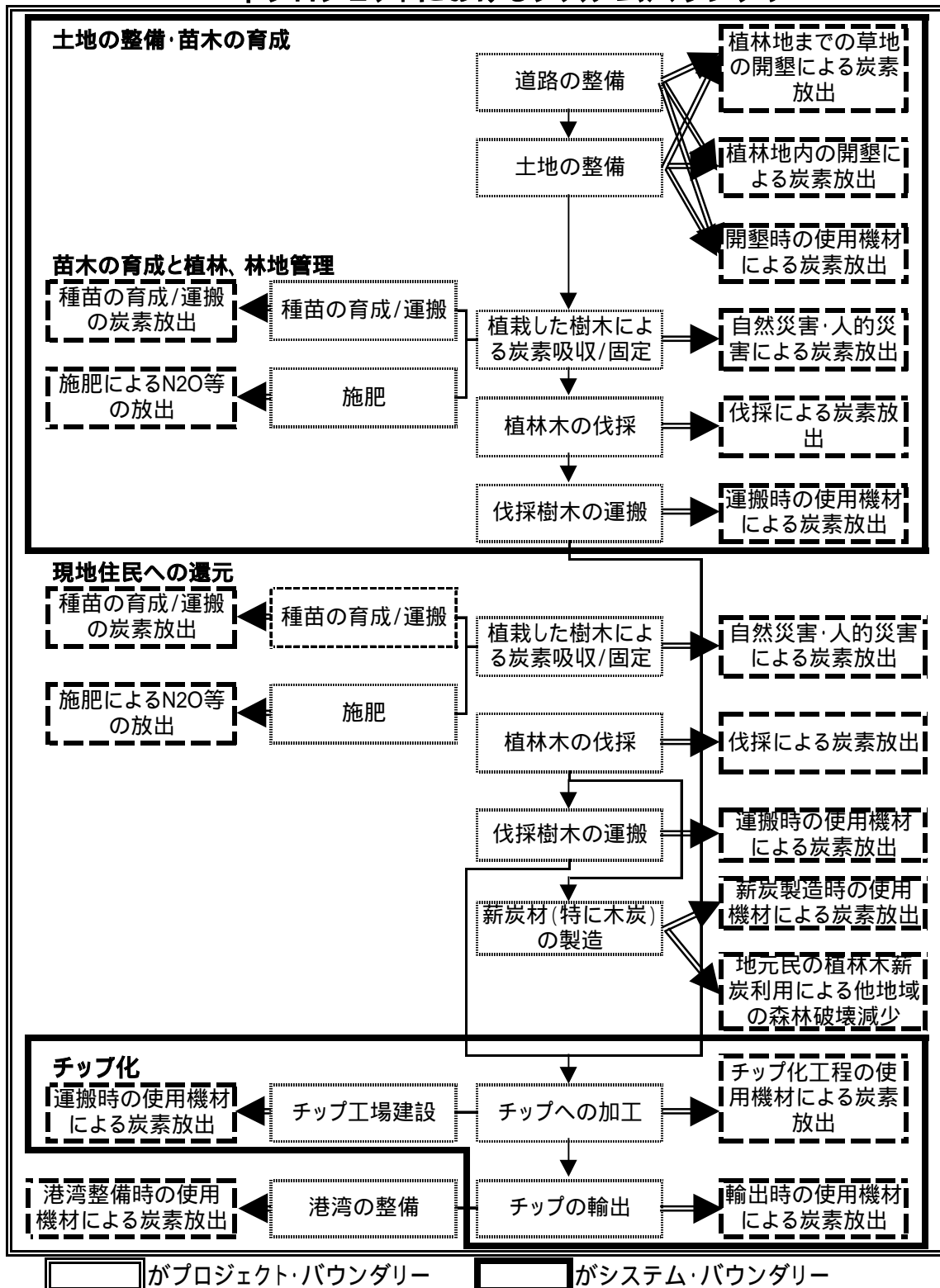


表 14.3-2 バウンダリーの区別と活動内容

14.3.2 クレジットの発生期間

本プロジェクトにおけるクレジットの発生期間は第 8 章で説明したように事業期間と合わせ 30 年とする。実際のクレジットの発生は、10 年目にサーティフィケーションが行えるようにし、それ以後 5 年毎に 25 年目までクレジットを発生させる。事業期間が終了する 30 年目には、全ての残存クレジットを補填する。

14.4 ベースライン/アカウンティングシステム

本調査の段階では、バウンダリー内における炭素固定量は地域・季節依存性がなく一定と仮定して、現地調査(2003 年 11 月 2 日)において実施した草地内のバイオマス計測結果を用いて、バウンダリー内全域におけるバイオマス量および炭素固定量を推計する手法を採用している。

しかしながら、本プロジェクトにおいては、現地サンプリング調査における直接的なバイオマス計測、リモートセンシングデータおよび設置を予定している簡易型のフラックス・気象タワーにより取得される各種の気象データを入力データとして、適切なモデルを用いた炭素蓄積の動的なシミュレーションを行うことによりベースラインを決定することを予定している。本手法は、IPCC/GPG における Tier 3 に該当する。なお、ベースライン設定方法としては、「既存の実質的あるいは過去の炭素蓄積量の変化」を採用する。

ベースライン設定においては、以下の留意点が挙げられる。

- ・フェノロジー等の季節変動の考慮
- ・森林定義と利用データの関係
- ・精度評価・品質管理

また、アカウンティングシステムとしては、地理情報システムをベースとした統合型のシステムを構築する予定である。

14.5 モニタリング/リーケージ

本プロジェクトにおけるモニタリングにおいては、ベースライン設定と同様に IPCC/GPG における Tier 3 の採用を計画している。具体的には、IPCC/GPG に従った現地サンプリング調査における直接的なバイオマス計測、リモートセンシングデータおよび設置を予定している簡易型のフラックス・気象タワーにより取得される各種の気象データを入力データとして、適切なモデルを用いた炭素蓄積の動的なシミュレーションを行うことにより実施する。なお、プロジェクト初期段階においてはデータの整備が十分でないことから、Tier 2 による手法を基本としながら、Tier 3 採用に向けたデータ整備および解析技術の開発を進めることとする。

本プロジェクトにおける炭素プールの定量化対象は、表 14.5-1 の通りとする。

表 14.5-1 炭素プールの定量化対象

炭素プール	本プロジェクトでの取り扱い	計測手法
地上部バイオマス	計測対象に含める	現地サンプリング計測 衛星データ モデリング
地下部バイオマス	本調査では計測対象に含めないが、今後の調査において考慮する。	現地サンプリング計測 モデリング
落葉落枝	計測対象に含める	現地サンプリング計測
枯死木	本調査では計測対象に含めないが、今後の調査において考慮する。	現地サンプリング計測
土壌有機物	計測対象に含める	現地サンプリング計測 モデリング

また、窒素施肥等の植林活動において排出が予想される、 N_2O および CH_4 も定量化の対象とする。

なお、植林部以外の各部門(輸送、木炭工場、チップ工場)における GHG 排出はエネルギー使用に基づくものであり、定量化は部門毎に実測ベースにて IPCC のガイドラインに従って定量化することとする。

また、リスクとリーケージとしては、「野火(森林火災)」、「病虫害」、「気象害(サイクロン)」、「森林管理手法」および「土地利用変化」を対象とし、プロジェクトバウンダリーの内外に区分して計測・評価を行うこととする。

リスク・リーケージによる炭素排出量の評価

本プロジェクトにおけるリスク・リーケージによる炭素排出量は、第 7.3 章で説明したように毎年の炭素収支に対し、下記の減少率を乗じることとした。

リスク(森林火災、気象害、その他病虫害)：事業開始後、30 年間、 0.5%/年

リーケージ(土地利用変化に伴う排出)：事業開始 1 年～10 年間は 1.0%/年

14.6 プロジェクトの採算性、並びに評価

本プロジェクトは、資金面による評価、炭素獲得による評価、環境的・社会的評価、くわえて地元民への便益性等多面的に評価する。

第 15 章 資金計画

15.1 プロジェクトの前提

本章では、前章 14 章で立案した産業植林部門及び炭素クレジット取引部門に係る事業計画、並びに資金収支計画を作成し、評価した。特に本プロジェクトの資金計画は炭素クレジットの市場価格及び補填義務等を考慮し、それぞれケーススタディした。

尚、前章 14 章で立案した木炭等バイオマスエネルギー利用部門に関しては第 5.4 章で木炭生産並びに用材販売による資金計画を、第 16 章で地元民の便益性を述べたので、本章での記述は省略する。

15.2 産業植林部門の資金収支推定

- ・ 資金収支計画作成にあたり、コスト及び販売価格は以下の通りの前提とした。

15.2.1 用地費、植林コスト（苗木代、植林費、植林監督費他）、間接費

1) 用地費

- ・ 対象地： リース地
- ・ リース期間： 21 年(植林前年度 + 2 ローターション。21 年目より返却)
- ・ リース料： US\$ 5/ha/年

2) 植林直接費

(第 1 ローターション)

初年度 US\$ 650/ha (苗木代、開墾、地拵え、植付前除草、植付、施肥、補植等)

2-10 年計 US\$ 450/ha (植付後除草、撫育、防火関係費用等)

10 年間合計 US\$1,100/ha

(第 2 ローターション)

初年度 US\$ 561/ha (苗木代、地拵え、植付前除草、植付、施肥、補植等)

2-10 年計 US\$ 450/ha (植付後除草、撫育、防火関係費用等)

10 年間合計 US\$1,011/ha

3) 植林監督費

固定費：US\$80/ha + 間接費：植林直接費 × 3%

4) 植林事業間接費

US\$300/ha/年 (固定費)

15.2.2 伐採、原木輸送、チップ加工、チップ輸出（船積）等

- 1) 伐採費用 : US\$16.0/BDT (伐採、剥皮、集材、極積等)
- 2) 原木輸送費用 : US\$23.8/BDT (林地土場でトラック積込、トラック輸送)
- 3) チップ加工費用 : US\$ 9.0/BDT (チップ工場で原木受入、切削、チップパイリング等)
- 4) チップ船積費用 : US\$ 8.7/BDT (工場～港の横持、チップ輸送船への積込)
- 5) 合計 : US\$57.5/BDT

15.2.3 チップ販売価格及び地元住民からの原木買入価格

1) チップ販売価格 (F.O.B Toamasina 港)

近隣の日本への供給ソースである南アフリカのチップ価格を参考にし、

US\$85/BDT 換算係数を考慮すると US\$42.5/m³

尚、前章 14.1 で述べたが、伐採時の出材量にはリスク 5.0%をおりこんでいる。

2) 地元民からの原木買入価格 (立木のまま購入)

上記チップ販売単価から必要費用を差引き、地元住民への最大限還元可能な価格は、

US\$85.0/BDT = 上記 15.2.3-1)

マイナス US\$57.5/BDT = 上記 15.2.2-5)

US\$27.5/BDT 換算係数を考慮すると US\$13.06/m³

上記、前提に基づき、クレジットが発生しないケース(以下、「ベース」という)の産業植林部門の資金計画、及び損益計画を別表 15.1 に示す。

15.3 炭素クレジット取引部門の収支前提

本プロジェクトにおける炭素クレジット部門の収支計算の前提条件を記載する。まず、CDM に対応するためのコストの内、モニタリングコストについてその条件を述べる。また、炭素クレジット部分については第 10 章で示した価格ケースに分けて述べる。

15.3.1 モニタリング部門の収支前提

本プロジェクトにおけるモニタリング部門の費用については、以下のように考える。

(1) バリデーションコスト

バリデーションコストについては、専門家にヒアリングしたところ、本プロジェクトの規模で 3～5 百万円と回答があったため、4 万ドルを 0 年に計上する。

(2) モニタリングコスト (初期投入コスト)

モニタリングコストの内、設備設置等に初期投入コストについては、7.2.1.9(表 7.2-8)で示した通り 1700 万円とする。資金計画では 16 万ドルを 0 年に計上する。

(3) モニタリングコスト (定常運用コスト)

モニタリングコストの定常運用コストについても、7.2.1.9(表 7.2-8)で示した通りベリフィケーションを受ける年(10,15,20,25の各年)は20万ドルを、それ以外の年は1haあたり2ドルを各年に計上する。

(4) ベリフィケーション・サーティフィケーションコスト

ベリフィケーション・サーティフィケーションのコストについて(1)と同じ専門家にヒアリングしたところ、経験はないが現在言えるのであれば本プロジェクトの規模で3~5百万円と回答があったため、4万ドルを10年、15年、20年、25年の各年に計上する。

15.3.2 炭素クレジット部門の収支前提

本プロジェクトにおける炭素クレジットの価格については、第10章で説明した。

以下にそのケース分けを再掲する。

(価格の条件)

- ケース1) 本プロジェクト起因のt CER または1 CER の補填義務等をクレジットの売り手が負う(売り手責任)場合で、現状のEU域内排出権市場価格を参考にすした上方ケース:4.5ドル/CO₂eトン(下記前提1.より)
- ケース2) 本プロジェクト起因のt CER または1 CER の補填義務等をクレジットの売り手が負う(売り手責任)場合で、現状の京都議定書の遵守要件を前提としたVER(Verified Emission Reduction)市場価格を参考にした下方ケース:1.5ドル/CO₂eトン(下記前提2.より)
- ケース3) 本プロジェクト起因のt CER または1 CER の補填義務等をクレジットの買い手が負う(買い手責任)場合:0.20ドル/CO₂eトン

また、本プロジェクトをCDMとしてではなく、単に植林/チップ化事業として行う場合をベースとして比較のために検討することとする。

ベース) 本プロジェクトがCDM事業ではなく、単に植林/チップ化事業として行う場合。:(クレジットは取扱わないので)0.00ドル/CO₂eトン

なお、ベースの場合CDMにかかるモニタリング、ベリフィケーション、サーティフィケーションの諸費用も不要になる。

15.4 プロジェクトの総資金と評価

本プロジェクトにおける産業植林部門の採算性(ベース・ケース)に関しては、以下の通りの評価となる。

15.4.1 ベースの総所要資金

・総所要資金のピークはチップ事業開始前の植付開始後10年目となり、ピーク時金額は、

US\$17,509 千を見込む。

(内訳) 植林事業費用 : US\$15,790 千 (自己資金 35%、借入金 65%の前提)

上記費用の金利 : US\$1,719 千

- ・チップ事業開始によるチップ販売による現金収入発生に伴い、総所要資金は順次減少していく計画。
- ・上記総所要資金は、他国の同規模植林事業と比較すると約半分以下となる見通しであるが、この主要因は植林用地を安価なリース (US\$5/ha/年) にて手当てできること及びそれに伴う土地代金利の軽減による部分大きい。
- ・尚、植林費用にはインフレ率を織込んでおらず、事業開始時からフラットな推移の前提としているが、そのかわりに現地通貨の対 US\$ に対する devaluation も織込んでいない。

(インフレ率 = 為替 devaluation 率の考え方)

15.4.2 ベースの投資効率の評価

- ・投資効率は金利税金差引前利益 (EBIT) をベースにしたディスカウントキャッシュフロー法にて計算すると内部収益率 (IRR) は 4 . 7 % の結果となる。

(本来、キャッシュフローは金利差引前税引後利益 (NOPAT) で補足すべきであろうが、

マダガスカル税制詳細について把握できておらず、ここでは EBIT をベースとした。)

- ・IRR = 4 . 7 % は、他国の植林事業から比べても残念ながらかなり低い数字と評価せざるえない。この原因としては考えられるのは、伐期 (10 年) に得られる材積 (200m³/ha) の低さ及びチップ事業における変動費である原木輸送コストの高さ (主にマダガスカルにおけるガソリン等の燃料費のコスト高に起因) が主なものとして挙げられる。
- ・植林事業の IRR に関しては、現状チップ市況が国際的に低迷している現在の状況では、他国植林事業でもかなり厳しい数字が見込まれるであろうが、植林インフラが整備され植林事業そのものへのリスク・プレミアムが低い豪州、南アフリカ、チリ等の植林事業と比較しても低い数字となっており、更に加えてマダガスカルという国を考慮した場合のントリーリスク・プレミアムを加味すると相当低い数字と言わざるをえない。

15.4.3 炭素クレジットをおりこんだ場合の総所要資金

本プロジェクトにおける炭素クレジットの価格については、15.3.2 で分類したベース、ケース 1、ケース 2、ケース 3、について検討を行う。

- (1) ベースに関しては、クレジットが発生しないため、炭素クレジット部分に対しては何ら収支への影響はない。モニタリング等のコストがケース 1~3 と異なり不必要

なため、支出がケース 1~3 対比で約 140 万ドル（約 1 億 5 千万円）の削減となる。

- (2) ケース 1 に関しては、炭素クレジット部門の収支は 30 年通算で約 16 百万ドル（約 17 億 5 千万円）の損失となる。これは、約 7 億円のクレジット収入が有るのに対し、補填用のクレジット確保に約 24 億 5 千万円の支出が有るためである。加えて、モニタリング等の費用として約 1 億 5 千万円がかかる。ベースに比べ約 19 億円収益が減少する。但し、事業期間の内 10 年目に 6 億円強の収入が有るためプロジェクト期間中のキャッシュフローの改善には寄与する（30 年目に約 20 億円補填のために発生するため、通期は損失である）。
- (3) ケース 2 に関しては、炭素クレジット部門の収支は 30 年通算で約 6 百万ドル（約 7 億円）の損失となる。これは、約 2 億 3 千万円のクレジット収入が有るのに対し、補填用のクレジット確保に約 9 億 2 千万円の支出が有るためである。加えて、モニタリング等の費用として約 1 億 5 千万円がかかる。ベースに比べ約 1 億円強収益が減少する。但し、事業期間の内 10 年目に約 2 億円の収入が有るためプロジェクト期間中のキャッシュフローの改善には幾分寄与する（30 年目に約 7 億円補填のために発生するため、通期は損失である）。
- (4) ケース 3 に関しては、炭素クレジット部門の収支は 30 年通算で約 28 万ドル（約 3 千万円）の利益となる。これは、約 3 千万円のクレジット収入が有るのに対し、補填用のクレジット確保の必要が無い。但し、モニタリング等の費用として約 1 億 5 千万円がかかる。ベースに比べ約 1 億円収益が減少する。但し、事業期間の内 10 年目に 3 億円弱の収入が有るためプロジェクト期間中のキャッシュフローの改善には若干寄与する。

このような結果になる理由は、既に 10 章でも指摘したが、シンク起源のクレジットを売る事が出来る値段と、補填のために購入する目的に合ったクレジットを買う事が出来る価格に差があるという前提があるためである。

また、補填義務をクレジットの買手が持つ場合（BioCF が目指している形態である）単純にクレジットを売ろうとしても相当低い価格とならざるを得ない。BioCF はそのためのリスクヘッジをファンドが行うため、既に 100 件を超える打診だ有るという。これは、彼らの買取り価格が吸収源活動の CDM 事業者にとって、とても魅力的な事の現われではないだろうか。

第 10 章で結論を出したように、本プロジェクトではケース 3 を採用する。それでも、30 年間で約 3 千万円の収益しか上げられない。これではモニタリング等の費用を賄えないことになる。これは如何に補填義務が事業を行う上で炭素クレジットの面から厳しい条件であるか、という証左でもある。

また、補填義務を 30 年や 60 年後のクレジットは安いと前提付けて（現在価値ではタダに等しいという意見もあるが）事業収支に乗せる事は、排出権市場のイールドカーブの形

成がされていない現状では、相当危険な判断と考える。

15.5 プロジェクトの採算性と評価

前項では本プロジェクトを総所要資金の観点から評価し、ケース 3 を採択した。採算性 (IRR)においても、ベースの IRR が 4 . 7 %、ケース 3 で 4 . 3 %と同様な結果である。

前項 15.4.2 で触れたが、上記 IRR に当国のカントリーリスクを加味すると、本プロジェクトの採算性は(他国の植林事業と比較しても)投資基準を下回っており、現状の採算性から判断する限りプロジェクトの実施は困難であると考ええる。

採算性を圧迫している要因は、産業植林部門の場合、上述の材積・燃料費費に加え、道路・港湾・電力等インフラの未成熟さもあげられる。また炭素クレジット部門の場合、上述のモニタリング等のコストに加え、クレジットの価格もある。

一方、本プロジェクトは現状の採算性のみで評価できない部分もある。即ち、通常の産業植林単体では投資基準を下回るが、

CDM のスキームを利用することにより、当国が国際的な枠組みの中で炭素クレジットを保証し、かつクレジットのベースである土地、立木、輸出等を保証すれば、自ずと現状のカントリーリスクを軽減させ、事業者の投資基準のボーダーを低下させることになる。

また、プロジェクトの採算性の向上させる要因として、

直接的な要因

森林火災や土地利用の変化等リスク・リーケージの軽減による吸収量の増加 = 炭素収支の向上、

今回計測対象としなかった地下部バイオマス(根)のカウントによる吸収量の増加、

モニタリング手法の確立・費用の詳細化によるコスト軽減、

間接的な要因として、

道路・電力・港湾等へのインフラ投資が期待でき、本プロジェクトの輸送・船積等のコストを間接的に軽減、

本プロジェクトが引き金となり、地元民自らが周辺の草地へ植林を拡大し、その伐採木がチップ用材として本プロジェクトへ提供されるならば、プロジェクト単体による出材量の低さをカバーし、スケールメリットによる伐採～船積等の固定費軽減等が期待できる。

Madagascar /CDM植林

前提 植林面積 1,000 ha/年 最終目標面積 10,000 ha 2.5年木の落葉・落枝 87.92 t
 MAI 20.0 m3/ha/年 322.373 t/(,000CO2)
 伐期 10年
 乾重量 0.5 t/m3、 CO2換算 3.67

前提：蓄積量推移

Note	0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	Total	
蓄積量 (m3/ha)		7.2	24.4	47.9	70.9	100.6	134.1	162.3	179.9	190.2	200.0																						3,114

1. 植林・伐採計画と蓄積量

	0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計	
植林 合計		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	20,000	
伐採 合計		0																														20,000	
植林残存面積		1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
蓄積量の推移																																	
蓄積量 (t,000m3)		7.2	31.6	79.4	150.4	251.0	385.1	547.4	727.3	917.5	1,117.5	1,317.5	1,517.5	1,717.5	1,917.5	2,117.5	2,317.5	2,517.5	2,717.5	2,917.5	3,117.5	3,317.5	3,517.5	3,717.5	3,917.5	4,117.5	4,317.5	4,517.5	4,717.5	4,917.5	5,117.5	26,349.6	
伐採量 (t,000m3)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,000.0	
収支(蓄積量-伐採量) (t,000m3)		7.2	31.6	79.4	150.4	251.0	385.1	547.4	727.3	917.5	1,117.5	1,317.5	1,517.5	1,717.5	1,917.5	2,117.5	2,317.5	2,517.5	2,717.5	2,917.5	3,117.5	3,317.5	3,517.5	3,717.5	3,917.5	4,117.5	4,317.5	4,517.5	4,717.5	4,917.5	5,117.5	22,349.6	
Netの蓄積量 (t,000m3)		7.2	31.6	79.4	150.4	251.0	385.1	547.4	727.3	917.5	1,117.5	1,317.5	1,517.5	1,717.5	1,917.5	2,117.5	2,317.5	2,517.5	2,717.5	2,917.5	3,117.5	3,317.5	3,517.5	3,717.5	3,917.5	4,117.5	4,317.5	4,517.5	4,717.5	4,917.5	5,117.5	22,349.6	
Netの蓄積量 (t,000m3)		3.6	15.8	39.7	75.2	125.5	192.5	273.7	363.6	462.2	569.2	684.7	809.2	943.7	1,087.2	1,239.7	1,391.2	1,541.7	1,691.2	1,838.7	1,984.2	2,128.7	2,272.2	2,414.7	2,556.2	2,696.7	2,835.2	2,971.7	3,107.2	3,241.7	3,375.2	3,507.7	0.0

2. プロジェクトの炭素吸収・排出

Note	0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計	
吸収 (t,000CO2)	0.0	9.5	32.3	63.4	94.0	133.4	177.7	215.0	238.4	252.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	13,341.1
排出 (t,000CO2)	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-296.7	-5,934.2
年度収支 (t,000CO2)	-0.0	9.5	32.3	63.4	94.0	133.4	177.7	215.0	238.4	252.0	265.0	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	349.1	7,406.9
累計収支 (t,000CO2)	-0.0	9.5	41.8	105.2	199.2	332.5	510.3	725.3	963.7	1,215.7	1,480.7	1,829.8	2,179.0	2,528.1	2,877.3	3,226.4	3,575.6	3,924.7	4,273.9	4,623.0	4,972.2	5,321.3	5,670.4	6,019.5	6,368.6	6,717.7	7,066.8	7,415.9	7,765.0	8,114.1	8,463.2	8,812.3	9,161.4

3. ベースラインの炭素の吸収/排出

Note	0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計	
吸収 (t,000CO2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
排出 (t,000CO2)	0.0	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-7,372.3
年度収支 (t,000CO2)	0.0	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-17.9	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-338.4	-7,372.3
累計収支 (t,000CO2)	0.0	-17.9	-35.8	-53.7	-71.6	-89.5	-107.4	-125.3	-143.2	-161.1	-179.0	-317.4	-455.8	-594.2	-732.6	-871.0	-1,009.4	-1,147.8	-1,286.2	-1,424.6	-1,563.0	-1,701.4	-1,839.8	-1,978.2	-2,116.6	-2,255.0	-2,393.4	-2,531.8	-2,670.2	-2,808.6	-2,947.0	-3,085.4	

4. プロジェクト・ベースラインにおける炭素収支

Note	0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計
吸収 (t,000CO2)	0.0	9.5	32.3	63.4	94.0	133.4	177.7	215.0	238.4	252.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	13,341.1
排出 (t,000CO2)	-0.0	-18.0	-18.0	-18.0	-18.0	-18.0	-18.0	-18.0	-18.0	-18.0	-18.0	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-635.2	-13,306.5
年度収支 (t,000CO2)	-0.0	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-8.5	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2	-370.2
累計収支 (t,000CO2)	-0.0	-8.5	-17.0	-25.5	-34.0	-42.5	-51.0	-59.5	-68.0	-76.5	-85.0	-355.0	-725.0	-1,095.0	-1,465.0	-1,835.0	-2,205.0	-2,575.0	-2,945.0	-3,315.0	-3,685.0	-4,055.0	-4,425.0	-4,795.0	-5,165.0	-5,535.0	-5,905.0	-6,275.0	-6,645.0	-7,015.0	-7,385.0	

5. ベースライン・リークエージ リスクによる炭素吸収量/排出量

Note	0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	合計
リスク・リークエージ (t,000CO2)	0.0	-0.1	-0.2	-0.7	-1.1	-1.7	-2.4	-3.0	-3.3	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-27.2
リスクを繰込んだ吸収量 (t,000CO2)	-0.0	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6	-8.6
累計収支 (t,000CO2)	-0.0	-8.6	-17.2	-25.8	-34.4	-43.0	-51.																									

ケース1

クレジットの買手が補填責任を負う上方ケース

収支前提

Note		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
収収量変化	年度収支 (000tCO2)	-0.0	-8.6	14.2	44.8	74.9	113.7	157.4	194.1	217.1	230.5	243.4	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	12	-21.7	-5.30	-8.7	-12.33	-167.9	-205.3	-228.8	-242.5	-255.6	7.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	累計収支 (000tCO2)	-0.0	-8.6	5.6	50.3	125.2	238.9	396.3	590.4	807.6	1038.1	1281.4	1292.1	1302.7	1313.4	1324.0	1334.7	1345.3	1356.0	1366.7	1377.3	1388.0	1398.7	1409.4	1387.7	1366.0	1344.3	1322.0	1299.1	1275.2	1250.4	1224.9	1198.4	1170.9	1142.4	1112.9	1082.4	1050.9	1018.4	984.9	950.4	914.9	878.4	840.9	802.4	762.9	721.4	677.9	633.4	587.9	541.4	493.9	445.4	395.9	344.4	290.9	236.4	180.9	124.4	66.9	9.4	-38.1	-93.6	-147.1	-200.6	-253.1	-305.6	-358.1	-410.6	-463.1	-515.6	-568.1	-620.6	-673.1	-725.6	-778.1	-830.6	-883.1	-935.6	-988.1	-1040.6	-1093.1	-1145.6	-1198.1	-1250.6	-1303.1	-1355.6	-1408.1	-1460.6	-1513.1	-1565.6	-1618.1	-1670.6	-1723.1	-1775.6	-1828.1	-1880.6	-1933.1	-1985.6	-2038.1	-2090.6	-2143.1	-2195.6	-2248.1	-2300.6	-2353.1	-2405.6	-2458.1	-2510.6	-2563.1	-2615.6	-2668.1	-2720.6	-2773.1	-2825.6	-2878.1	-2930.6	-2983.1	-3035.6	-3088.1	-3140.6	-3193.1	-3245.6	-3298.1	-3350.6	-3403.1	-3455.6	-3508.1	-3560.6	-3613.1	-3665.6	-3718.1	-3770.6	-3823.1	-3875.6	-3928.1	-3980.6	-4033.1	-4085.6	-4138.1	-4190.6	-4243.1	-4295.6	-4348.1	-4400.6	-4453.1	-4505.6	-4558.1	-4610.6	-4663.1	-4715.6	-4768.1	-4820.6	-4873.1	-4925.6	-4978.1	-5030.6	-5083.1	-5135.6	-5188.1	-5240.6	-5293.1	-5345.6	-5398.1	-5450.6	-5503.1	-5555.6	-5608.1	-5660.6	-5713.1	-5765.6	-5818.1	-5870.6	-5923.1	-5975.6	-6028.1	-6080.6	-6133.1	-6185.6	-6238.1	-6290.6	-6343.1	-6395.6	-6448.1	-6500.6	-6553.1	-6605.6	-6658.1	-6710.6	-6763.1	-6815.6	-6868.1	-6920.6	-6973.1	-7025.6	-7078.1	-7130.6	-7183.1	-7235.6	-7288.1	-7340.6	-7393.1	-7445.6	-7498.1	-7550.6	-7603.1	-7655.6	-7708.1	-7760.6	-7813.1	-7865.6	-7918.1	-7970.6	-8023.1	-8075.6	-8128.1	-8180.6	-8233.1	-8285.6	-8338.1	-8390.6	-8443.1	-8495.6	-8548.1	-8600.6	-8653.1	-8705.6	-8758.1	-8810.6	-8863.1	-8915.6	-8968.1	-9020.6	-9073.1	-9125.6	-9178.1	-9230.6	-9283.1	-9335.6	-9388.1	-9440.6	-9493.1	-9545.6	-9598.1	-9650.6	-9703.1	-9755.6	-9808.1	-9860.6	-9913.1	-9965.6	-10018.1	-10070.6	-10123.1	-10175.6	-10228.1	-10280.6	-10333.1	-10385.6	-10438.1	-10490.6	-10543.1	-10595.6	-10648.1	-10700.6	-10753.1	-10805.6	-10858.1	-10910.6	-10963.1	-11015.6	-11068.1	-11120.6	-11173.1	-11225.6	-11278.1	-11330.6	-11383.1	-11435.6	-11488.1	-11540.6	-11593.1	-11645.6	-11698.1	-11750.6	-11803.1	-11855.6	-11908.1	-11960.6	-12013.1	-12065.6	-12118.1	-12170.6	-12223.1	-12275.6	-12328.1	-12380.6	-12433.1	-12485.6	-12538.1	-12590.6	-12643.1	-12695.6	-12748.1	-12800.6	-12853.1	-12905.6	-12958.1	-13010.6	-13063.1	-13115.6	-13168.1	-13220.6	-13273.1	-13325.6	-13378.1	-13430.6	-13483.1	-13535.6	-13588.1	-13640.6	-13693.1	-13745.6	-13798.1	-13850.6	-13903.1	-13955.6	-14008.1	-14060.6	-14113.1	-14165.6	-14218.1	-14270.6	-14323.1	-14375.6	-14428.1	-14480.6	-14533.1	-14585.6	-14638.1	-14690.6	-14743.1	-14795.6	-14848.1	-14900.6	-14953.1	-15005.6	-15058.1	-15110.6	-15163.1	-15215.6	-15268.1	-15320.6	-15373.1	-15425.6	-15478.1	-15530.6	-15583.1	-15635.6	-15688.1	-15740.6	-15793.1	-15845.6	-15898.1	-15950.6	-16003.1	-16055.6	-16108.1	-16160.6	-16213.1	-16265.6	-16318.1	-16370.6	-16423.1	-16475.6	-16528.1	-16580.6	-16633.1	-16685.6	-16738.1	-16790.6	-16843.1	-16895.6	-16948.1	-17000.6	-17053.1	-17105.6	-17158.1	-17210.6	-17263.1	-17315.6	-17368.1	-17420.6	-17473.1	-17525.6	-17578.1	-17630.6	-17683.1	-17735.6	-17788.1	-17840.6	-17893.1	-17945.6	-17998.1	-18050.6	-18103.1	-18155.6	-18208.1	-18260.6	-18313.1	-18365.6	-18418.1	-18470.6	-18523.1	-18575.6	-18628.1	-18680.6	-18733.1	-18785.6	-18838.1	-18890.6	-18943.1	-18995.6	-19048.1	-19100.6	-19153.1	-19205.6	-19258.1	-19310.6	-19363.1	-19415.6	-19468.1	-19520.6	-19573.1	-19625.6	-19678.1	-19730.6	-19783.1	-19835.6	-19888.1	-19940.6	-19993.1	-20045.6	-20098.1	-20150.6	-20203.1	-20255.6	-20308.1	-20360.6	-20413.1	-20465.6	-20518.1	-20570.6	-20623.1	-20675.6	-20728.1	-20780.6	-20833.1	-20885.6	-20938.1	-20990.6	-21043.1	-21095.6	-21148.1	-21200.6	-21253.1	-21305.6	-21358.1	-21410.6	-21463.1	-21515.6	-21568.1	-21620.6	-21673.1	-21725.6	-21778.1	-21830.6	-21883.1	-21935.6	-21988.1	-22040.6	-22093.1	-22145.6	-22198.1	-22250.6	-22303.1	-22355.6	-22408.1	-22460.6	-22513.1	-22565.6	-22618.1	-22670.6	-22723.1	-22775.6	-22828.1	-22880.6	-22933.1	-22985.6	-23038.1	-23090.6	-23143.1	-23195.6	-23248.1	-23300.6	-23353.1	-23405.6	-23458.1	-23510.6	-23563.1	-23615.6	-23668.1	-23720.6	-23773.1	-23825.6	-23878.1	-23930.6	-23983.1	-24035.6	-24088.1	-24140.6	-24193.1	-24245.6	-24298.1	-24350.6	-24403.1	-24455.6	-24508.1	-24560.6	-24613.1	-24665.6	-24718.1	-24770.6	-24823.1	-24875.6	-24928.1	-24980.6	-25033.1	-25085.6	-25138.1	-25190.6	-25243.1	-25295.6	-25348.1	-25400.6	-25453.1	-25505.6	-25558.1	-25610.6	-25663.1	-25715.6	-25768.1	-25820.6	-25873.1	-25925.6	-25978.1	-26030.6	-26083.1	-26135.6	-26188.1	-26240.6	-26293.1	-26345.6	-26398.1	-26450.6	-26503.1	-26555.6	-26608.1	-26660.6	-26713.1	-26765.6	-26818.1	-26870.6	-26923.1	-26975.6	-27028.1	-27080.6	-27133.1	-27185.6	-27238.1	-27290.6	-27343.1	-27395.6	-27448.1	-27500.6	-27553.1	-27605.6	-27658.1	-27710.6	-27763.1	-27815.6	-27868.1	-27920.6	-27973.1	-28025.6	-28078.1	-28130.6	-28183.1	-28235.6	-28288.1	-28340.6	-28393.1	-28445.6	-28498.1	-28550.6	-28603.1	-28655.6	-28708.1	-28760.6	-28813.1	-28865.6	-28918.1	-28970.6	-29023.1	-29075.6	-29128.1	-29180.6	-29233.1	-29285.6	-29338.1	-29390.6	-29443.1	-29495.6	-29548.1	-29600.6	-29653.1	-29705.6	-29758.1	-29810.6	-29863.1	-29915.6	-29968.1	-30020.6	-30073.1	-30125.6	-30178.1	-30230.6	-30283.1	-30335.6	-30388.1	-30440.6	-30493.1	-30545.6	-30598.1	-30650.6	-30703.1	-30755.6	-30808.1	-30860.6	-30913.1	-30965.6	-31018.1	-31070.6	-31123.1	-31175.6	-31228.1	-31280.6	-31333.1	-31385.6	-31438.1	-31490.6	-31543.1	-31595.6	-31648.1	-31700.6	-31753.1	-31805.6	-31858.1	-31910.6	-31963.1	-32015.6	-32068.1	-32120.6	-32173.1	-32225.6	-32278.1	-32330.6	-32383.1	-32435.6	-32488.1	-32540.6	-32593.1	-32645.6	-32698.1	-32750.6	-32803.1	-32855.6	-32908.1	-32960.6	-33013.1	-33065.6	-33118.1	-33170.6	-33223.1	-33275.6	-33328.1	-33380.6	-33433.1	-33485.6	-33538.1	-33590.6	-33643.1	-33695.6	-33748.1	-33800.6	-33853.1	-33905.6	-33958.1	-34010.6	-34063.1	-34115.6	-34168.1	-34220.6	-34273.1	-34325.6	-34378.1	-34430.6	-34483.1	-34535.6	-34588.1	-34640.6	-34693.1	-34745.6	-34798.1	-34850.6	-34903.1	-34955.6	-35008.1	-35060.6	-35113.1	-35165.6	-35218.1	-35270.6	-35323.1	-35375.6	-35428.1	-35480.6	-35533.1	-35585.6	-35638.1	-35690.6	-35743.1	-35795.6	-35848.1	-35900.6	-35953.1	-36005.6	-36058.1	-36110.6	-36163.1	-36215.6	-36268.1	-36320.6	-36373.1	-36425.6	-36478.1	-36530.6	-36583.1	-36635.6	-36688.1	-36740.6	-36793.1	-36845.6	-36898.1	-36950.6	-37003.1	-37055.6	-37108.1	-37160.6	-37213.1	-37265.6	-37318.1	-37370.6	-37423.1	-37475.6	-37528.1	-37580.6	-37633.1	-37685.6	-37738.1	-37790.6	-37843.1	-37895.6	-37948.1	-38000.6	-38053.1	-38105.6	-38158.1	-38210.6	-38263.1	-38315.6	-38368.1	-38420.6	-38473.1	-38525.6	-38578.1	-38630.6	-38683.1	-38735.6	-38788.1	-38840.6	-38893.1	-38945.6	-38998.1	-39050.6	-39103.1	-39155.6	-39208.1	-39260.6	-39313.1	-39365.6	-39418.1	-39470.6	-39523.1	-39575.6	-39628.1	-39680.6	-39733.1	-39785.6	-39838.1	-39890.6	-39943.1	-39995.6	-40048.1	-40098.1	-40151.6	-40204.1	-40257.6	-40310.1	-40363.6	-40416.1	-40469.6	-40522.1	-40575.6	-40628.1	-40681.6	-40734.1	-40787.6	-40840.1	-40893.6	-40946.1	-40999.6	-41052.1	-41105.6	-41158.1	-41211.6	-41264.1	-41317.6	-41370.1	-41423.6	-41476.1	-41529.6	-41582.1	-41635.6	-41688.1	-41741.6	-41794.1	-41847.6	-41900.1	-41953.6	-42006.1	-42059.6	-42112.1	-42165.6	-42218.1	-42271.6	-42324.1	-42377.6	-42430.1	-42483.6	-42536.1	-42589.6	-42642.1	-42695.6	-42748.1	-42801.6	-42854.1	-42907.6	-42960.1	-43013.6	-43066.1	-43119.6	-43172.1	-43225.6	-43278.1	-43331.6	-43384.1	-43437.6	-43490.1	-43543.6	-43596.1

ケース2 クレジットの買手が補填責任を負う下方ケース

収支前提

Note		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	22年目	23年目	24年目	25年目	26年目	27年目	28年目	29年目	30年目	Total
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
取引量変化	年度収支 (000tCO2)	-0.0	-8.6	14.2	44.8	74.9	113.7	157.4	194.1	217.1	230.5	243.4	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	12	-21.7	-5.30	-8.7	-12.33	-16.79	-20.53	-22.88	-24.25	-25.56	7.5
	累計収支 (000tCO2)	-0.0	-8.6	5.6	50.3	125.2	238.9	396.3	590.4	807.6	1038.1	1281.4	1292.1	1302.7	1313.4	1324.0	1334.7	1345.3	1356.0	1366.7	1377.3	1388.0	1389.2	1367.5	1314.5	1230.8	1107.5	939.7	734.3	505.5	263.0	7.5	

1. 産業植林部門の資金計画

		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	22年目	23年目	24年目	25年目	26年目	27年目	28年目	29年目	30年目	Total
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
収入	Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	161.500
支出	Amount(001\$)	5	17.09	1.166	12.22	1.279	1.335	1.392	1.448	1.505	1.561	963	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	6.450	6.393	6.337	6.280	6.224	6.167	6.111	6.054	5.998	5.941	146.398
年度収支	Amount(001\$)	-5	-17.09	-1.166	-12.22	-1.279	-1.335	-1.392	-1.448	-1.505	-1.561	-963	990	990	990	990	990	990	990	990	990	990	1.625	1.682	1.738	1.795	1.851	1.908	1.964	2.021	2.077	2.134	15.102
累計	Amount(001\$)	-5	-17.14	-2.880	-4.103	-5.382	-6.717	-8.109	-9.558	-11.063	-12.624	-13.587	-12.958	-11.608	-10.619	-9.629	-8.639	-7.650	-6.660	-5.671	-4.681	-3.691	-2.668	-3.85	1.353	3.148	4.999	6.907	8.871	10.891	12.968	15.102	30.204

2. 炭素クレジット取引部門の資金計画

		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	22年目	23年目	24年目	25年目	26年目	27年目	28年目	29年目	30年目	Total
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
収入	クレジット売上 1.5(USS/tCO2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.082
収入小計	Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.082
支出	モニタリング費用 20US\$/ha	160	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	20	20	20	20	200	20	20	20	20	200	18	16	14	12	100	8	6	4	2	0	1.190
認証・検証費用 40,000US\$	Amount(001\$)	40										40					40					40					40						2.00
クレジット補填 6.0(USS/tCO2)	Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.328
支出小計	Amount(001\$)	200	2	4	6	8	10	12	14	16	18	240	20	20	20	20	240	20	20	20	20	240	18	16	14	12	1823	8	6	4	2	6.645	9.718
年度収支	Amount(000\$)	-200	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	1.682	-20	-20	-20	-20	-160	-20	-20	-20	-20	-160	-18	-16	-14	-12	-1,823	-8	-6	-4	-2	-6.645	-7.636
累計	Amount(001\$)	-200	-202	-206	-212	-220	-230	-242	-256	-272	-290	1.392	1.372	1.352	1.332	1.312	1.152	1.132	1.112	1.092	1.072	912	894	878	864	852	-971	-979	-985	-989	-991	-7.636	-15.272

3. 炭素クレジット取引部門の資金計画

		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	22年目	23年目	24年目	25年目	26年目	27年目	28年目	29年目	30年目	Total
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
収入	投資 35.0%	175	6.14	43.3	46.3	49.3	52.4	55.5	58.7	61.9	65.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.991
	融資 65.0%	325	1,141	805	859	915	972	1,030	1,090	1,151	1,211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.124
	産業植林事業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	161.500
	炭素クレジット取引部門	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.082
	雑収入	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入小計	Amount(000\$)	500	17.55	1,238	1,322	1,408	1,496	1,585	1,677	1,770	1,864	1,922	8.075	8.075	8.075	8.075	8.155	8.575	8.575	8.575	8.575	8.655	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	8.075	180.697
支出	産業植林事業	5	17.09	1.166	12.22	1.279	1.335	1.392	1.448	1.505	1.561	963	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	7.085	6.450	6.393	6.337	6.280	6.224	6.167	6.111	6.054	5.998	5.941	146.398
	炭素クレジット取引部門	200	2	4	6	8	10	12	14	16	18	240	20	20	20	20	240	20	20	20	20	240	18	16	14	12	1,823	8	6	4	2	6.645	9.718
	支払利息	10	44	68	94	121	151	181	214	249	285	285	275	241	217	191	164	144	123	100	75	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	3.661
	借入金返済	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325	1,141	805	859	915	972	1,030	1,090	1,151	1,211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.124
	配当	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	法人税	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.84	26.8	25.9	25.0	24.2	40.0	27.8	28.0	28.3	28.5	-2.45	28.9	29.4	29.9	30.4	-1.682	1.988
支出小計	Amount(000\$)	215	17.55	1,238	1,322	1,408	1,496	1,585	1,677	1,770	1,864	1,488	77.06	8.487	8.127	8.155	8.588	8.490	8.517	8.546	8.574	8.985	6.795	6.738	6.683	6.626	6.569	6.513	6.456	6.399	6.342	6.285	172.889
年度収支	Amount(000\$)	285	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	434	369	-41.2	-52	-8.0	-4.33	8.5	5.8	2.9	1	-33.0	1.280	1.337	1.392	1.449	2.25	1.562	1.300	1.363	1.427	-3.480	7.808
累計	Amount(000\$)	285	2.85	2.85	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	718	1,087	67.5	62.3	54.2	1.09	19.5	25.2	28.2	28.3	-4.7	1.233	2.570	3.962	5.411	5.636	7.198	8.498	9.861	11.288	7.808	

4. 借入金残高

		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	16年目	17年目	18年目	19年目	20年目	21年目	22年目	23年目	24年目	25年目	26年目	27年目	28年目	29年目	30年目	Total
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	
投下資金残高	投下資金残高	325	1,141	805	859	915	972	1,030	1,090	1,151	1,211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,124
	期中投下額(総所要資金)																																
	期中返済額																																
	投下資金残高	325	1,466	2,271	3,130	4,045	5,017	6,047	7,137	8,288	9,499	9,499	325	1,141	805																		

ケース3

クレジットの売手が補填責任を負うケース

収支前提

Note		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	Total			
取引量変化	年度収支 (000tCO2)	-0.0	-8.6	14.2	44.8	74.9	113.7	157.4	194.1	217.1	230.5	243.4	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	12	-21.7	-5.30	-8.37	-12.33	-167.9	-205.3	-228.8	-242.5	-255.6	7.5		
	累計収支 (000tCO2)	-0.0	-8.6	5.6	50.3	125.2	238.9	396.3	590.4	807.6	1038.1	1281.4	1292.1	1302.7	1313.4	1324.0	1334.7	1345.3	1356.0	1366.7	1377.3	1388.0	1398.2	1408.9	1419.6	1430.3	1441.0	1451.7	1462.4	1473.1	1483.8	1494.5	1505.2	1515.9	1526.6	1537.3

1. 産業植林部門の資金計画

		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	Total		
収入	Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	161,500
支出	Amount(001\$)	5	17,09	1,166	12,22	1,279	1,335	1,392	1,448	1,505	1,561	963	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	6,450	6,393	6,337	6,280	6,224	6,167	6,111	6,054	5,998	5,941	146,398	
年度収支	Amount(001\$)	-5	-17,09	-1,166	-12,22	-1,279	-1,335	-1,392	-1,448	-1,505	-1,561	-963	990	990	990	990	990	990	990	990	990	990	990	1,625	1,682	1,738	1,795	1,851	1,908	1,964	2,021	2,077	2,134	15,102	
累計	Amount(001\$)	-5	-17,14	-2,880	-4,103	-5,382	-6,717	-8,109	-9,558	-11,063	-12,624	-13,587	-12,598	-11,608	-10,619	-9,629	-8,639	-7,650	-6,660	-5,671	-4,681	-3,691	-2,701	-1,711	-711	279	936	1,673	2,409	3,145	3,881	4,617	5,353	6,089	6,825

2. 炭素クレジット取引部門の資金計画

		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	Total	
収入	クレジット売上 0.2(USS/tCO2) Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.6	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	278
支出	モニタリング費用 20US\$/ha 40,000US\$ Amount(001\$)	160	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	20	20	20	20	200	20	20	20	20	200	18	16	14	12	100	8	6	4	2	0	0	1,190
	認証・検証費用 40,000US\$ Amount(001\$)	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	200
	クレジット補填 0.0(USS/tCO2) Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
年度収支	Amount(000\$)	-200	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-16	-20	-20	-20	-20	-229	-20	-20	-20	-20	-229	-18	-16	-14	-12	-140	-8	-6	-4	-2	0	-1,112	
累計	Amount(001\$)	-200	-202	-206	-212	-220	-230	-242	-256	-272	-290	-274	-294	-314	-334	-354	-583	-603	-623	-643	-663	-892	-910	-926	-940	-952	-1,092	-1,100	-1,106	-1,110	-1,112	-1,112	-2,225	

3. 炭素クレジット取引部門の資金計画

		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	Total	
収入	投資 35.0% Amount(000\$)	175	614	433	463	493	524	555	587	619	653	440	0	0	0	0	175	35	175	175	175	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,536
	融資 65.0% Amount(000\$)	325	1,141	805	859	915	972	1,030	1,090	1,151	1,211	816	8,075	8,075	8,075	8,075	3,25	65	325	325	325	455	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	161,500
	産業植林事業 Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	炭素クレジット取引部門 Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.6	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	278
	雑収入 Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入	Amount(000\$)	500	1,755	1,238	1,322	1,408	1,496	1,585	1,677	1,770	1,864	1,512	8,075	8,075	8,075	8,075	8,586	8,175	8,575	8,575	8,575	8,786	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	8,075	180,449
支出	産業植林事業 Amount(000\$)	5	17,09	1,166	12,22	1,279	1,335	1,392	1,448	1,505	1,561	963	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	7,085	6,450	6,393	6,337	6,280	6,224	6,167	6,111	6,054	5,998	5,941	146,398	
	炭素クレジット取引部門 Amount(000\$)	200	2	4	6	8	10	12	14	16	18	240	20	20	20	20	240	20	20	20	20	240	18	16	14	12	140	8	6	4	2	0	0	1,390
	支払利息 Amount(000\$)	10	44	68	94	121	151	181	214	249	285	309	300	265	241	216	198	171	149	127	102	79	55	55	55	55	55	45	43	33	23	0	0	3,991
	借入金返済 Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325	1,141	805	859	915	972	1,030	1,090	1,151	1,211	816	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	780
	配当 Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	法人税 Amount(000\$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127	242	234	234	370	277	279	281	283	258	290	293	298	303	312	3,847	
支出	Amount(000\$)	215	1,755	1,238	1,322	1,408	1,496	1,585	1,677	1,770	1,864	1,512	7,730	8,512	8,152	8,180	8,438	8,248	8,412	8,564	8,592	8,985	7,616	6,743	6,687	6,630	6,677	6,835	6,518	6,715	6,651	7,033	167,761	
年度収支	Amount(000\$)	285	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	-0	345	-437	-77	-105	147	-73	163	11	-17	-200	459	1,332	1,388	1,445	1,398	1,240	1,557	1,360	1,424	1,042	12,688	
累計	Amount(000\$)	285	285	285	284	284	284	284	284	284	284	284	629	192	115	10	157	84	248	259	241	42	501	1,833	3,222	4,667	6,065	7,305	8,862	10,222	11,646	12,688		

4. 借入金残高

		0年目 2004	1年目 2005	2年目 2006	3年目 2007	4年目 2008	5年目 2009	6年目 2010	7年目 2011	8年目 2012	9年目 2013	10年目 2014	11年目 2015	12年目 2016	13年目 2017	14年目 2018	15年目 2019	16年目 2020	17年目 2021	18年目 2022	19年目 2023	20年目 2024	21年目 2025	22年目 2026	23年目 2027	24年目 2028	25年目 2029	26年目 2030	27年目 2031	28年目 2032	29年目 2033	30年目 2034	Total	
投下資金残高	投下資金残高 期中投下額(総所要資金)	325	1,141	805	859	915	972	1,030	1,090	1,151	1,211	816	0	0	0	0	325	65	325	325	325	455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,135
	期中返済額	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325	1,141	805	859	915																	

第16章 地元民の便益性

16.1 木炭、チップ用材販売による資金計画

「第5章 現地調査結果」において木炭、チップ用材販売の基本的な考え方について述べた。資金計画にみられるとおり、植林開始後 11 年目から収入と支出が発生する。そして年度収支はプラスとなることが期待される。11 年目は木炭設備費が 8 千 US\$/年かかるために年度収支が 124 千 US\$/年のプラスとなる。その後は毎年 132 千 US\$/年のプラスとなる。分析すると、プロジェクトにより毎年安定した収入がある一方で、支出のほとんどが地元民の人力により賄われるため利益を毎年安定的に見込むことができる。

16.2 期待される経済的便益性

地元民が木炭の生産・販売、植林木のチップ・用材販売を行うことによる地元民の経済的自立が期待される。地元民はこれまではほとんどの人たちが農業による自給自足の生活を続けてきた。これは近隣に目立った産業がなかったためである。ただし植林によるプロジェクトは地元民の持続的発展のために重要なインパクトを与える可能性がある。また経済的自立は販売活動を行うことのみならず地元の雇用にも大いに役立つことが期待される。

16.3 期待される社会的・環境的便益性

過去 50 年間にわたり草地であった土地に新規植林を行うことにより環境改善や土壌保全等が期待される。また地元集落の共有の資産として管理することにより、自分たちのものとして土地や森林に対する意識の向上を図ることができる。地元ではこれまで野焼きや無計画な伐採が公然と行われてきた。住民意識の向上を図ることは社会的・環境的便益性に資するものとしてプロジェクトを意義あるものとする重要なファクターである。

16.4 評価と課題

経済的便益性及び社会的・環境的便益性は地元民の便益性を明るいものとする。経済的自立は地元民の生活向上を図るうえで欠かせないものであり。環境の改善及び環境意識の向上は地元民の環境に良い効果を与える。ただしバイオマス資源の有効な活用が更なる地元民の便益を向上させる可能性をあえて指摘しておきたい。

バイオマス残さを廃棄せずに、発電用として活用することは地元民の便益を経済的、社会的・環境的にアップさせ得ることが期待できる。

今般の調査においては発電に係る十分なデータを入手することができなかつたために報告内容は限定的なものとならざるを得なかつた。よってバイオマス発電は今後の調査における重要な課題の一つと位置付けたい。

第 17 章 プロジェクトの評価/追加性の検証

17.1 資金面による評価

17.1.1 資金の追加性

15.4 プロジェクトの総資金と評価にて述べた通り、本プロジェクトにおける産業植林部門(ベース・ケース)の採算性に関しては、内部収益率 (IRR) = 4 . 7 % の見通しとなり、豪州、南アフリカ、チリ等の日本企業既存の他国植林事業と比較しても、残念ながら低い数字と評価せざるをえない。

しかしながら、現状の採算性のみで評価できない部分もある。即ち、通常の産業植林単体では投資基準を下回るが、CDM のスキームを利用することにより、当国が国際的な枠組みの中で炭素クレジットを保証し、かつクレジットのベースである土地、立木、チップ輸出等を保証すれば、自ずと現状のカントリーリスクを軽減させ、事業者の投資基準のボーダーを低下させることになる。

17.1.2 公的資金の利用

本プロジェクトは民間資金の利用を想定しており、公的資金の利用は想定していない。即ち、必要総資金はチップ輸出事業からの現金収入が期待できるため、投資効率の低さという事業採算性の根本問題は残るが、理論上は民間資金だけでプロジェクトを賄えるという点においては評価できる。

具体的には、植林～チップ加工～輸出という産業植林部門の採算性に投資家として魅力を感じられなくても、排出権獲得による資金面への positive な影響をそれ程期待出来ないことも承知の上で、マダガスカルにおける森林再生及び植林を通じての同国の環境維持・保全への貢献という部分に対して付加価値を見出せる投資家を中心に資金を集められれば、本プロジェクト実現の可能性はある。

17.2 炭素獲得による評価

17.2.1 本調査における温室効果ガスの収支

本プロジェクトにおける温室効果ガスの捉え方は、第 14 章 3 項で示した。また、本調査段階における炭素収支は、第 9 章 1 項において説明した。

このうち、今回の検討で欠落している主なものは、施肥による N₂O 排出のカウント、ベースラインとしての草地の炭素蓄積変化の証明、地下部バイオマスの炭素吸収のカウントである。正確な数値は不明であるが、一般的には地下部バイオマスの炭素吸収の量が多いため、現状の炭素収支より吸収量は増加するものと考えられる。

17.2.2 炭素収支における追加性

本プロジェクトにおける炭素収支は、現状のベースラインの下、現状の収支でみて 30 年間で 7,500 トン CO₂e の増加である。現段階では、温室効果ガスの削減に追加的であるといえる。さらに、上述の現状欠落している炭素収支を加えた場合、炭素収支は更に改善する事が期待できる。

17.2.3 事業の展開について

本プロジェクトは、21年目より30年目にかけて、全ての植林木を伐採し、植栽前の草地にもどることを想定している。しかし、実際には、植林木は伐採後自然萌芽するため、森林は維持される。本プロジェクトは、炭素クレジット獲得とチップ原料確保のための産業植林であるが、付带的かつ最大の目標として、リース地を返却後は地元民が植林事業を続け、森林を維持する事である。そのために現地に植林や林地管理の技術の移転をプロジェクトプランの中に織り込んでいる。

事業者が、プロジェクト期間終了後もチップ工場を操業する事により、事業者はチップ資源の確保を、ホスト国や地元民は産業基盤の継続により現金収入を図ることが可能となる。

また、事業者は永続的にプロジェクト全体が継続される事により、「実際の」炭素収支の減少(21年目～30年目)を回避したいと考えている。ただし、CDMプロジェクトとして提案する場合には、一旦伐採した後は基本的に現地住民の手に委ねる事になり、事業者の管理の範疇を外れるため、21年目以降は「伐採」という「表現」をしているのである。

17.3 環境的・社会的追加性

本プロジェクトは、マダガスカルにおける深刻な問題である森林減少問題への解決の糸口の提示であり、

- ・ 同国の国策である森林再生、環境省の掲げる100万ha植林計画への良き先例となる。
- ・ 本プロジェクトの実施により、同国における土地権利、法規制等に対して問題点を提起することになり、今後の同国森林施策を進める上での具体的な検証モデルとすることができる。
- ・ 本プロジェクトにより高度な植林技術、管理手法・システム等の同国への伝授・移転が可能となる。
- ・ 過去50年間の草地への新規植林を実施することにより、環境改善、土壌保全等が期待できる。
- ・ 地元民を巻き込んだ植林事業を実施することにより、地元産業振興による雇用促進等の経済的効果は当然のこととして、文化及び産業としての植林事業を広く根付かせられる可能性があり、さらには一般地元民レベルにまで、土地、森林に対する保全意識の徹底を浸透させることができる。
- ・ 植林に対する環境影響評価の具体的取り進めに関しても、本プロジェクトが同国環境省のモデルケースとなる可能性がある。

17.4 総評価と課題

本プロジェクトは、過去50年間草地であった所に産業植林を行い、炭素クレジットを獲得することを想定している。当国のカントリーリスクを考慮すると産業植林単体では採算性が低いいため、プロジェクトの実施は困難であると判断せざるを得ない。このため本プロジェクトがCDM化されて、はじめて投資基準の俎上になることが可能となる。

今後、本プロジェクトをCDM化するためには多くの調査データの収集、解析等行わなければならないが、今回の調査結果においても、本プロジェクトの資金・炭素・技術移転を含めた環境的社会的追加性は明らかであると考えられる。

第 18 章 PDD 策定に向けた問題点の整理

18.1 PDD 策定にあたっての体制

PDD 策定にあたっては、本調査メンバーである王子製紙(株)、住友商事(株)、電源開発(株)、ナットソース・ジャパン(株)、並びに(株)三菱総合研究所がこれにあたる。各社専門分野毎に記載し、王子製紙(株)がこれを総括する。

18.2 PDD 策定にあたっての問題点の整理

計画当初、PDD 策定を視野に本調査を開始したが、策定に資するデータが十分に収集できなかったこともあり、残念ながら PDD 策定には至らなかった。そこで今回の調査結果を評価し、次年度 PDD 策定に向けて調査・収集が必要な問題点を整理し、下記に列記した。

A. プロジェクトの一般的な記述

A.3 プロジェクトの参加者

- 王子製紙、住友商事、電源開発等は確定しているが、ファンド形式を視野に入れているため他の参画者の可能性もある。

A.4.3 プロジェクト活動により採用された技術

- 植林部分は記載されているが、整理が必要。
- チップ部分は工場の設備仕様の記載が必要。
- 木炭部門は現地の技術トレーニングの記載が必要。

A.4.4 温室効果ガスの削減方法を排出源ごとに説明

- 施肥の部分の N₂O。
- 地下部バイオマスの計測。
- ベースラインにあたる草地の BAU ベースの炭素蓄積。
- 枯死木の炭素蓄積。

B. ベースライン方法論

B.1 プロジェクト活動に適用された方法論のタイトルと出典

B.2 方法論の選択の正当性とその方法論をプロジェクト活動に適用する理由

B.3 当該プロジェクト活動への適用方法についての記述

- B1～B3 は ANNEX3 で検討

B.4 当該プロジェクトがなかった場合と比べ、人為的 GHG 排出量がどのように削減されるのかについて

- A4.4 で触れているが、ベースラインの草地 BAU ベースでの炭素蓄積等の検討が必要

B.5 プロジェクトバウンダリーとベースライン方法論との関連性

B.6 ベースライン検討の詳細

- 現状未確定

B.6.1 ベースラインの項の最終案を完成した年月日

B.6.2 ベースラインの決定者名

C. プロジェクト実行期間/クレジット期間

C.1 プロジェクト活動期間

C.1.1 プロジェクトの活動開始時期

- 現状未確定

C.1.2 想定されるプロジェクトの活動期間

C.2 クレジット獲得期間の選択及び関連情報

C.2.1 クレジット獲得期間を更新する場合（1 期間あたり最大 7 年間）

C.2.1.1 第 1 期クレジット獲得期間の開始時期

C.2.1.2 第 1 期クレジット獲得期間の長さ

C.2.2 クレジット獲得期間を固定する場合（最大 30 年間）

C.2.2.1 第 1 期クレジット獲得期間の開始時期

- 現状未確定

C.2.2.2 第 1 期クレジット獲得期間の長さ

D. モニタリング方法と計画

D.1 プロジェクトに適用したモニタリング方法の名称及び出典

D.2 当該方法を選択した正当性及び当該プロジェクト活動への適用理由

- ANNEX4 で検討

D.3 プロジェクト活動からの排出量をモニタリングするために収集するデータ及び保存方法

- データ収集方法と保管期間の再検討。
- データ収集の確実性

D.4 潜在的なリーケージをモニタリングするために必要なデータの特定、その収集及び保存方法

- データ収集方法と保管期間の再検討。
- データ収集の確実性

D.5 ベースラインの設定に必要な関連データの特定、その収集及び保存方法

- データ収集方法と保管期間の再検討。
- データ収集の確実性

D.6 モニタリングにおける品質管理・品質保証のための手順

- 実地的な保障、管理の手法は確立していないため未確定。
- 不確実性レベルの設定も未確定。

D.7 モニタリング方法を決定した個人/主体名

E. 発生源別温室効果ガス排出量削減の計算

- 誤差の許容度の検討が必要。

E.1 バウンダリー内の人為的な GHG 排出量の推定に用いた計算式

- アルゴリズムを未作成。

- E.2 バウンダリー外の人為的な GHG 排出量の推定に用いた計算式
 - アルゴリズムを未作成
- E.3 プロジェクト活動による GHG 排出量 (E.1 + E.2)
- E.4 ベースライン排出量の推定に用いた計算式
 - アルゴリズムを未作成
- E.5 プロジェクト活動による GHG 排出削減量 (E.4-E.3)
- E.6 上記計算式での算出に用いた表

F. 環境影響

- F.1 バウンダリーを超える環境への影響評価/分析
 - 次回調査において実地検証が必要 (マダガスカル共和国の制度が不明確なため)

 - 次回調査において 100ha の実証実験が必要。
- F.2 ホスト国の手順にそった環境影響評価

G. 利害関係者からのコメント

- G.1 地元利害関係者のコメント受付・集計プロセスの概要
- G.2 受け取ったコメントの概要
- G.3 受け取ったコメントへの対応についての報告
 - ステークホルダーミーティングの開催の検討が必要。

(添付資料)

- Annex . 1 プロジェクト活動当事者に関する情報
 - プロジェクト参加者が確定すれば、すぐに作成可能。

Annex . 2 公的資金に関する情報

Annex . 3 新しいベースライン方法論

2.方法論の説明

方法論は GPG に基づく植林部門と、輸送チップ部門を一括して考察できるものとする。

現在または過去の吸収/排出をもとに作成する。

3.キーパラメータ

モニタリングとリンクさせながらの検討が必要。

5.不確実性の評価

検討が必要

7.リーケージの方法論

モニタリングとリンクさせながらの検討が必要

8.9.GPG の Tier2 を基準として、Tier3 の利用を目標とする。

Annex . 4 新しいモニタリング方法論

4.前提

リストの作成と使用する係数の検討が必要。

5.QA/QC 手順との適合性

リストの作成と検討が必要

7.他のプロジェクトへの活用、展開

GPG に基づく考え方のため、他のプロジェクトへの活用、展開は可能と考える

Annex . 5 ベースラインデータの表

- 要作成

18.3 来年度のスキーム(パイロットプロジェクトによる検証、PDD の策定)

前項では PDD 策定にむけた問題点を整理したが、この他、植林部門、木炭等エネルギー部門、並びに炭素クレジット等の部門においても多くの課題を残している。

このため来年度にむけて下記のスキームを提案する。

18.1 目的

下記に示すパイロットプロジェクト(以下 [PPJ] という)を実施し、PDD 策定に資するデータの取得に加え、産業植林部門、木炭等バイオマスエネルギー利用部門、炭素クレジット部門、並びにベースライン/モニタリング手法確定のためのデータを収集する。さらに本 PPJ をもとに PDD を作成する。

18.2 パイロットプロジェクト(PPJ)のイメージ

植林面積：100ha、内、地元民植林：5ha

事業者は、地元民へ苗木を集落単位で提供し、地元民は集落の共有林として管理する。地元民から期待される効果：技術移転、火入れ・違法伐採の減少、環境保全意識の向上等

以下に、PPJ において収集されるデータ及び PDD 策定に向けた課題を示す。

18.3 植林部門

(1) 植林プロセス：

- ・ 土地利用許可の申請手続き、土地の利用権、立木権等
- ・ 植林適地バウンダリーの検証
- ・ 植林技術、植林コスト等の精査、技術移転
- ・ 植林木の地下部バイオマス、ベースラインの炭素収支

(2) 伐採、集材、チップ加工、港湾等のプロセス

(3) 産業植林に関する経済政策

- ・ 外資優遇、保護政策に基づく諸施策の調査
 - ・ 植林事業に対する各種優遇諸施策の調査
 - ・ 輸出事業に対する各種振興・優遇諸施策の調査
- (4) 上記に関する各種税制面での優遇策の調査

18.4 木炭等バイオマスエネルギー部分

- (1) 前章 5.3 で提案した現地受け入れ可能な設備、土窯による木炭生産の可能性を具体的に検証し、可能ならば木炭生産技術の移転を図る。
- (2) また PPJ の一部として地元民参加型の植林を行い、育苗・植林等の技術移転、森林や環境・土壌等に対する保全意識の向上、野火・違法伐採等を防ぐ計画的な土地利用システムの可能性を探る。

18.5 炭素クレジット部分

炭素クレジット関連では、以下の 3 点を次回調査の課題と考える。

- (1) マダガスカル共和国政府及びトアマシナ州政府との本プロジェクトの CDM 承認についてのコミュニケーションルートの拡充を図る。本プロジェクトは、ホスト国の継続的な協力がなくては実現不可能である。コミュニケーションルートの拡充を通じ、マダガスカル共和国における CDM 政策に対するキャパシティービルディングの具体的なニーズの発掘し、両国間の持続的な CDM 協力関係構築のステップとすることも目的となる。
- (2) 獲得したクレジットの有効な活用方策の構築を目指す。今回の調査では、クレジットのリスク管理を単純な方法のみとした。今後の吸収現関連のクレジットの取り扱いの議論を整理し、より事業実施に効果的なリスク管理手法の構築により投資への判断を進めるための材料とする。
- (3) 次回調査で行うことを希望する 100ha の植林とそれに付随する地元民への薪炭原料となる植林木の提供についての PDD の作成を目指す。本調査における PDD 作成について不足しているデータや理論構築の整理を下に、多くの方の意見を求め、今後提示されるであろう吸収現活動用の PDD のフォームを基に「シンプルな PDD」を作成し、今後の植林 CDM のモデルとなる事を目的とする。

18.6 ベースライン/モニタリング手法

ベースライン設定およびモニタリングにおいて、次年度以降において必要となる調査検討項目および開発項目を以下に示す。

1) ベースライン設定

- (1) バウンダリー設定結果の検証

本年度設定したバウンダリーの妥当性に対する検討・評価を行う。

- (2) ベースライン設定手法の開発

複数の炭素モデルの相互評価を含む、IPCC/GPG に準拠したベースライン設定手法の検討、開発を行う。

2)モニタリング手法

(1)モニタリング手法および手順の確立

本年度の検討を踏まえた、IPCC/GPG に準拠した現地におけるプロジェクト期間を通じた各モニタリング項目のモニタリング手法、サンプリング手法および取得データの検討を行う。また、データ整備および地理情報システム整備を平行して進める。

(2)モニタリング実施体制の確立

現地作業員も含めたモニタリング実施体制の検討を行う。

(3) モニタリング費用の詳細化

フラックスタワーの設置を前提とした現地調査を行うとともに、モニタリングに関わる経費の詳細化および事業経費とのトレードオフを行う。

(4) 精度評価手法の検討

モニタリングに関わる精度評価手法に関する検討を進める。

18.7 環境影響評価

(1)環境影響評価(EIA)の具体的必要手続きの調査

- ・ 現状、マダガスカルにおいては MECIE に EIA に関する基本方針は定められているが植林事業に関しては詳細、細目が決まっていない。どのような具体的調査内容、手続が必要となるのかを同国環境省とモデルケースを構築する必要有。

(2)モニタリング、マネジメント・プランの内容検証：

- ・ 上記調査にて指摘された環境問題点に関し、モニタリング及び(社会的影響も含めた)マネジメント・プランの具体的内容、方法論につき検討。

以上

平成 15 年度 CDM/JI 事業調査

マダガスカル・トアマシナ州における循環型 バイオマスプランテーションの事業化

報告書概要

1. 調査の目的

本調査事業は、「京都議定書」で採択された CDM/JI プロジェクトの具体化に向けて、炭素クレジット獲得のための手法等を蓄積することを目的に、温室効果ガスの排出削減につながるプロジェクトとして、プロジェクト設計書(PDD)の策定を視野にフィージビリティ調査を実施するものである。

2. COP9 (ミラノ合意) 時点で規定されている吸収源起因の排出権

2.1 京都議定書及びマラケシュ合意で規定された排出権

マラケシュ合意では、議定書で定められた三つのクレジット (CERs、ERUs、AAUs) に加えて、新たに Removal Units (RMUs) が設けられた。四つのクレジットはお互いに登録簿間および登録簿内を移転可能であり、互換性が確保されている。以下では、本プロジェクトの吸収源活動に係る CERs と参考として RMUs について概説する。

(1) CERs の特徴

CERs は附属書 I 国が非附属書 I 国で、排出削減事業を行う事によって創出されるクレジットである。特筆すべき特徴としては、2000 年から第 1 約束期間が始まるまでの期間に得られた CERs は第 1 約束期間における遵守目的に利用できる事である¹。2000 年以降に『スタート』したプロジェクトであれば 2008 年以前にも遵守目的のクレジットが取引対象として存在する事になる²。但し、2008 年以前では事業法人間の取引であっても、国家間を跨る CERs 取引に

¹ 京都議定書 12 条 10 項。

² 2000.1.1 以降に開始した CDM 案件は 2005.12.31 までに CDM として登録されなければ、クレジットは成立

よって、国別登録簿上のクレジットの移転はできない³。しかし、事業者間で任意に「クレジット移転契約」を締結する事は可能であるため、取引の大きな障害にはならない⁴。CERs 取引に際しては、附属書 I 国政府に対して課せられる制約として

1. 吸収源活動を起源とする CERs は 2012 年末に初期割当量の 1%以内にする。
2. 各国が CERs を繰越し（バンキング）できる量は初期割当量の 2.5%以内。

があるため、場合によっては事業法人においても第 1 約束期間終了間際には保有する CERs を売却しなければならない状況も想定できる。また、国が削減目標値を達成できない場合には、京都メカニズムそのものの利用制限が起こり、事業法人は国外への CERs を含めたクレジット売却に制限が設けられる可能性がある。取引とは直接関係しないが、CERs は ERUs と違い、創出したクレジットは先進国の初期割当量に新たに加えられる枠となる。その他、2008 年より前の取引の際には、予め 2%の途上国への Share of Proceeds や事務コストを、当事者のどちらが負担する事になっているかどうかには留意すべきである。

(2) RMUs の特徴

RMUs は COP 7 で新たに創設されたクレジットで、附属書 I 国のシンク事業⁵から創出されるクレジットである。特徴としては、繰越しが認められていない点が挙げられる。RMUs から転換された ERUs の場合には、その起源である RMUs の特性を引き継ぐ事になる。これは、排出量取引の結果、買手に引渡された ERUs にも性質が同様に引き継がれる事になる。2012 年の RMUs (乃至 RMUs 起源の ERUs) は、有効期間が少ないデメリットがあるが、デリバティブ取引を利用した場合は、予め取得した RMUs を優先的に償却する事が想定される。

国内の森林経営事業と JI による森林経営事業によりネットで吸収となるクレジットは、第 1 約束期間の 2 年前までに確定される。日本は現状で 13 百万 t-C (47.67 百万 t-CO₂) が認められている。日本における議定書 3 条 4 項と 6 条にもとづく森林経営によるクレジット量の制約と適格性は下表に示す通りである。

	植林・再植林	森林経営
【国内】 (量)	適格 無制限	適格 日本:13Mt-C(JI 含)
【JI】 (量)	適格 無制限	適格 日本:13Mt-C(国内含)
【CDM】 (量)	適格 90 年の 1%まで	不適格 無

表 2.2-1 . 吸収源活動のタイプとクレジット量の制約

2.2 COP9 (ミラノ合意) で規定された排出権

しない。

³ 国際排出量取引は 2008 年以降において有効であるため。

⁴ 経済産業省「京都メカニズム利用ガイド Version 5.4」参照。2008 年以降にクレジット移転する契約を結ぶことは自由と考えられる。

⁵ 議定書 3 条 3 項、4 項に基づく吸収源活動。ネットでプラス(排出増)になる可能性もある。この場合は RMUs にはならない。

先に述べたように CDM 事業により認められるクレジットは CERs だが、CDM 事業としてマラケシュ合意に適格性が認められているはずの植林・再植林については、そこから生じる吸収量をそのまま CERs として認定することには、非持続性の問題（炭素を吸収・固定したという効果が、伐採・火災等により、持続しないリスクがあること）から異論が唱えられていた。また、このような事業はその生態系へのサービスを発揮されるためには、事業期間を長期にすることが重要であることから、一般的な排出削減事業によるものとは異なるクレジットの必要性が検討された。その結果 2003 年 12 月に開催された COP9 において、これらの事業により生まれる CERs は、その申請時に短期の期限付きのクレジット（Temporary CER, tCER）と長期の期限付きクレジット（Long-term CER, lCER）のうちから、いずれかを選択できることとなった⁶。また、一度選択したクレジットの種類は、クレジット発生期間中（更新したクレジット発生期間中を含む）変更不可とされた。以下でミラノ合意を踏まえた、植林 CDM の概要と特性について考察する。

(1) 吸収源 CDM の概要（COP9 決定に基づく）

吸収源 CDM とは植林/再植林による新たな森林を創出することにより、炭素を吸収させ大気中の CO₂ 濃度を低下させようとする事業である。植林/再植林はそれぞれ

- 新規植林：50 年以上森林でなかった土地に対する植林
- 再植林：1989 年末以来森林でなかった土地に対する植林として定義される。

ここでの森林とは、

最低樹冠率：10%～30%

最低面積：0.05ha～1.0ha

（成木時の）最低樹高：2m～5m

の閾値（各国がそれぞれの指標を自由に設定する）に収まる植生の事であり、具体的に想定される吸収源 CDM としては、

非森林地での木材供給のための商業植林（プランテーション）

在来種を用いた非商業植林（環境植林）

果樹、商品作物などの多目的樹種の植林

といった事業、およびそれらの複合が想定される。プロジェクト期間は

- 20 年、2 回更新可能（最長 60 年）
- 30 年、更新なし

の二つから選択が可能である。また、プロジェクトの炭素蓄積量の定量は、約束期間とは関係なく 5 年おきに行われる。吸収源以外の CDM と同様に、ベースラインとなる土地利用状況と、プロジェクトシナリオとの炭素蓄積量の差をもって吸収源 CDM からのクレジットとする。また、一般的な排出源（エネルギー起源）CDM と異なり、吸収源 CDM は対象となる地域の社会経済、および周辺の生態系に大きな影響を及ぼすものであるために、事業の影響評価を詳細に行うことが必須である。

- 環境的影響評価

⁶ http://unfccc.int/cop9/latest/sbsta_127.pdf

生物多様性、生態系への影響を含む、事業地内外の環境影響評価を行う必要がある。水文学、土壌、火災、病害虫の危険性の評価も必要となる。

➤ 社会・経済的影響の分析

事業地内外の社会・経済的影響の評価。地域社会、先住民、土地所有形態、雇用、食糧生産、文化的・宗教的な場所、薪炭材・他の林産物への権利といった要素の分析を行う必要がある。

➤ 侵入性外来樹種、遺伝子組み換え植物に対する対応

周辺生態系への影響が予想される侵入性外来樹種、遺伝子組み換え植物（従来から行われている育種方法は該当しない）を使用した吸収源 CDM は、ホスト国が国内法規でその危険性を評価するとともに、付属書 国はそこからの tICER を活用することを国内法規で評価する。

➤ 小規模吸収源 CDM（詳細は COP10 にて決定）

吸収量 8000CO₂ トン/年未満の規模の吸収源 CDM が対象

（面積にすると、産業植林で 300ha 程度、在来樹種の植林で 1000ha 程度）

低所得者層のコミュニティと個々人が事業に参加する必要がある。

（ホスト国が低所得者層と認定する必要がある）

(2) 吸収源 CDM が含有する問題・非持続性

産業革命以降の化石燃料の燃焼などによる CO₂ の排出量が約 9900 億トン CO₂e であるのに対し、熱帯林伐採などの土地利用変化による CO₂ の排出量が約半分の 5000 億トン CO₂e であったこと⁷を鑑みると、CO₂ の吸収源として新たな森林を創出することの妥当性に関しては議論の余地がない。但し、CO₂ 排出権クレジットが交付される CDM としてこの植林/再植林事業を含むかどうかという点に関しては、国家間の見解に大きな隔たりがあり、京都議定書 (COP3) の場での発案から今回 COP9 の最終的な合意に至るまでに約 7 年間の長い議論を要した。

排出源 CDM として実施されている省エネルギー事業や再生可能エネルギーの利用、漏洩ガスの回収といった事業から発行されるクレジット (CER) は持続的なものであり、将来的な補填の必要はない。化石燃料の消費節減、メタンガスの発生抑制といった事業であるために、大気中の CO₂ 濃度削減に対する寄与が持続的なものであるというのがこの理由である。一方、吸収源 CDM により創出される森林という炭素プールは、伐採や焼失により炭素蓄積を再び大気中に放出する可能性があり、温室効果に対する寄与が持続的とはいえない (非持続的)。非持続的な吸収源 CDM からのクレジットと、持続的である排出源 CDM からのクレジットが等価で取引されることに対する疑問と抵抗が、吸収源 CDM に関する議論の主要な焦点であった。

(3) 期間限定のクレジット tICER

今回の COP9 での合意は、吸収源 CDM に対して発行される CER に有効期限を持たせることにより、非持続性の問題に対処する形となった。tCER (Temporary CER) と ICER (Long term CER) の二つの種類の CDM はそれぞれ発行以後に将来的な補填の必要があり、排出源

⁷ 国立環境研究所 京都議定書における吸収源プロジェクトに関する国際的動向 2000 年

CDM による通常の CER とは大きく異なるものである。

3. プロジェクトの概要

本プロジェクトの内容は、以下の通りである。

マダガスカル・トアマシナ州ブリッカビル地区において、

- ・ 製紙原料確保のために、ユーカリ、アカシア等を年間 1,000ha ~ 1,500ha 程度植林し、植林 8 年 ~ 10 年後に伐採する(最終目標面積 10,000ha ~ 15,000ha)。伐採木は、紙・パルプ原料として、チップに加工し、日本へ輸出する。伐採後は、再植林を行い、持続的に植林、伐採、チップ加工を行う。
- ・ 地元民は必要とする熱エネルギー源として伐採木の一部で木炭等バイオマス・エネルギーを生産し、伐採跡地は再植林を行う。
- ・ CDM 制度を利用した吸収源カーボンクレジットの獲得

3.1 産業植林部門

1) プロジェクト実施場所

- ・ マダガスカル、トアマシナ州ブリッカビル地区。
- ・ 所轄官庁である環境治水森林省及びトアマシナ州政府から提案のあったプロジェクトエリア約 23,000ha とその周囲。

2) 事業期間：30 年。可能ならば植林・伐採・チップ加工・再植林を行い、事業を継続する。

3) 植林事業部門

- ・ 用地：国有地からのリースを対象
- ・ 目標植林面積：10,000 ha
- ・ 年間植林面積：1,000 ha
- ・ 伐期：10 年、
- ・ 植栽樹種：ユーカリ

4) 伐採、チップ加工部門

- ・ 植栽 11 年目より、初年度植栽分 1,000 ha 伐採し、伐採跡地には再植林を行う。
- ・ 伐採時の出材量：200,000m³/年を想定
- ・ 伐採原木はトアマシナ港まで輸送し、港隣接地でチップ加工する。
- ・ チップは、専用船でトアマシナ港から船積みし、日本へ輸出する。

3.2 木炭等バイオマスエネルギー利用部門

産業植林部門と平行し、プロジェクトエリア周辺の地元民参加型植林プロジェクトを立案する。

1) 地元民参加型植林プロジェクトの目的

- ・ 従来の自給自足から木炭、用材販売による経済的自立、さらに植林・伐採・再植林による計画的・循環型の持続的発展。

- ・従来の無計画な野焼き、違法伐採を軽減し、森林保全による住民意識の改善、社会的・環境的発展。

2) 植林

- ・前項産業植林プロジェクトから提供された苗木を地元民自らが植林し管理する。
- ・植林面積は 50ha/年間。目標植林面積は 500ha/年間。
- ・伐期 10 年。伐採後は萌芽更新し、森林を計画的に保全・管理する。

3) 木炭及びチップ用材の販売

- ・11 年目より、初年度植栽分 50 ha をチップ材、若しくは建築材として販売する。
- ・伐採跡地は、萌芽及び施肥を行い、森林及び地力を保全させる。
- ・販売売上を基に、土釜を作り、毎年約 470t の木炭を生産し、自家消費若しくは近隣へ販売する。

4 調査国、地域の概況

4.1 位置、国土面積

マダガスカル共和国(以下「マダガスカル」と略す)は、モザンビーク海峡を挟んでアフリカ大陸から約 400km 離れたインド洋南西部、東経 43 ~ 50 度、南緯 11 ~ 25 度に位置する島国である。南北約 1,600km、東西約 570km の細長い島であり、総面積は、587,041km²(日本の約 1.6 倍)。

4.2 地形

マダガスカル島は先カンブリア紀に属する岩石から構成されている。現在の島の表面は、盾状地に加えられた浸食作用、火山活動、地殻帯形成運動等により地域毎に多様な地形を示しているが、大別すると 中央高原大地(標高約 500m ~ 1,500m)、 東部海岸地帯、 西部海岸地帯である。

4.3 気候

- 気候は雨期と乾期が明瞭に分かれ、雨期は 11 月 ~ 3 月、乾期は 4 月 ~ 10 月である。
- ・中央高地の気候は温暖で、首都アンタナナリボ(Anntananarivo)の月平均の最高気温は 24.7 、同最低気温は 14.5 である。
 - ・東部海岸地帯は、熱帯多雨林地帯で年間を通じ、高温多湿である。年平均気温は 20 、年間平均降水量 2,000mm 以上、一部では 3,000mm ~ 4,000mm に達する場合もある。また、この気候帯の北部はしばしばインド洋で発生するサイクロンの被害を受ける。
 - ・西部海岸地帯は、年平均気温は 21 ~ 26 で、年平均降水量は 800mm 以下、最も少ない海岸部では 400mm 以下で、マダガスカル島内最少の降雨量地帯である。

4.4 社会・経済概況⁸

⁸ 外務省ホームページ、各国地域情報、マダガスカル共和国

- 1) 人口：1,640 万人(2002 年)
FAO2003 によれば 1995 年~2000 年の人口増加率は年間 3.0%。
- 2) 首都：アンタナナリボ(人口 484 万人)
- 3) 人種：黒人系、マレーシア系、部族は約 18(メリナ、ベチレオ他)
- 4) 言語：マダガスカル語、フランス語(共に公用語)
- 5) 宗教：キリスト教 41%、伝統宗教 52%、イスラム教 7%

4.5 森林概況

マダガスカルは生物多様性の豊かな国と知られているが、実際の森林はそれほど多くない。植生は東側の常緑湿潤林、西・南西部の乾燥落葉樹林・サバンナ、中央部の高地林・灌木植生、海岸林、マングローブに大別される。人類がマダガスカルに到着する以前の国土面積に対する森林面積は 80%であったと言われているが、FAO の 2000 年の推定では、現在の森林面積は国土面積の約 23%、面積は約 1200 万 ha である。残り約 4600 万 ha(約 77%)は草地等の非森林植生となっている。1990 年-2000 年の年平均減少率は 0.95%、約 117 千 ha の森林が毎年減少している。

森林減少の主因は、急速に進む人口増加(年率 3%/FAO2003)に起因する焼畑・放牧ための火入れ、建材・薪炭材生産による不法伐採等の拡大によるものである。第一の原因は都市部も含め地元民の熱エネルギーとしての木炭 = 薪炭材への利用依存度が高いことである。

その結果、森林が荒廃地化し、草地化した土地は降雨による土壌浸食を引き起こし、ひいては水資源の枯渇、低地への土砂堆積による水田の埋没等、農業生産基盤に直接的かつ深刻な被害を及ぼしている。

上述の通り、当国における森林再生は緊急かつ最重要な問題であり、本プロジェクトが実施されれば、薪炭材確保のために発生する違法伐採が減少し、必要な熱エネルギーは再生可能な植林木により代替されることが期待される。また、植林、伐栽、再植林、さらにはチップ、木炭生産等、雇用機会の創出等環境的経済的な効果が期待される。

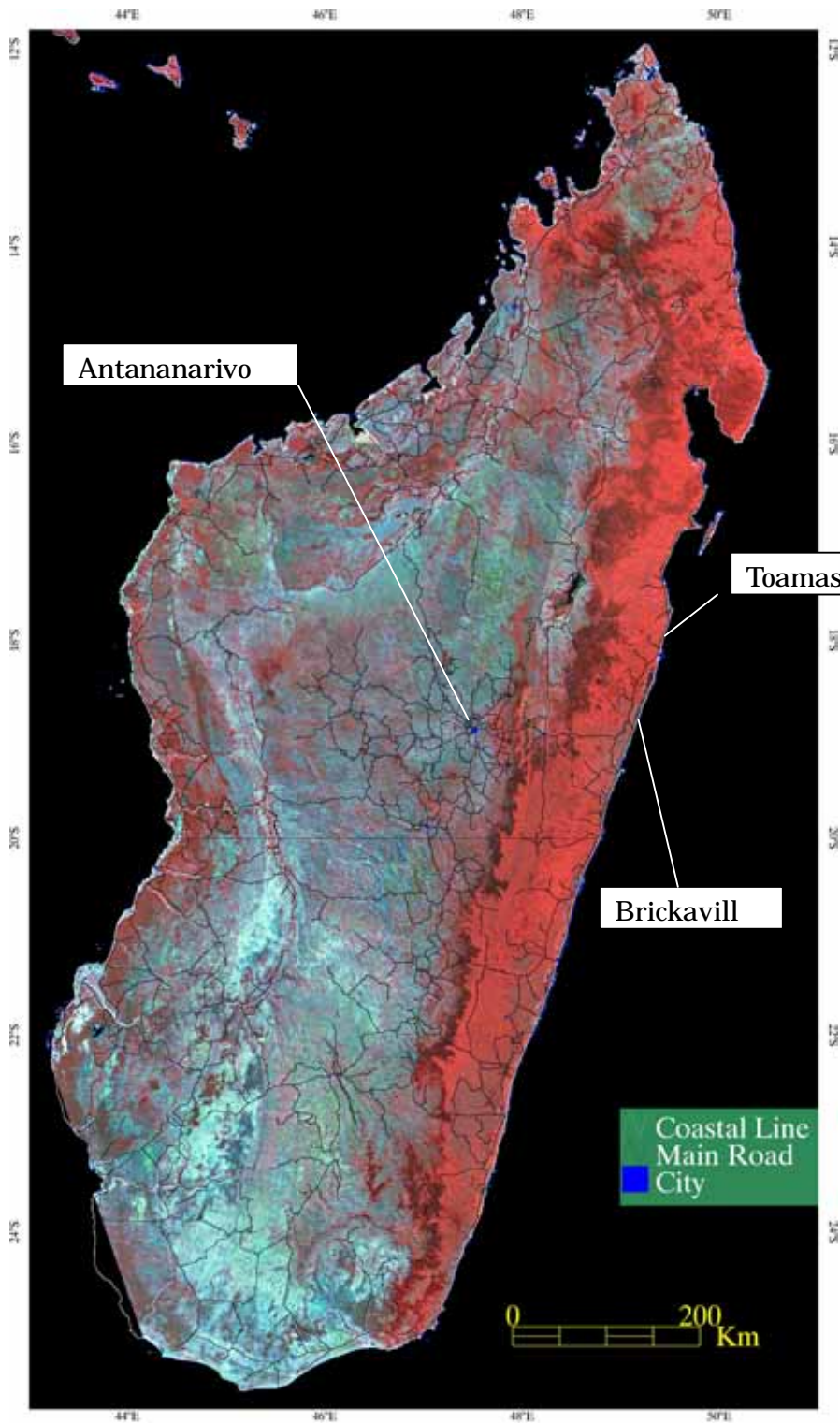


図 3.1 Terra/MODIS データと地理情報データ(主要道路・海岸線・主要都市)の重ね合わせ (2003年6月9日から16日間に取得されたデータを用いて作成された雲なし画像) 画像上の濃い赤が森林、薄い赤が草地・畑地・水田等の植生、その他が裸地等である。

5 調査実施体制、調査内容

5.1 調査対象地

本調査対象地であるトアマシナ州ブリッカビル地区、プロジェクトエリアを下図に示す。

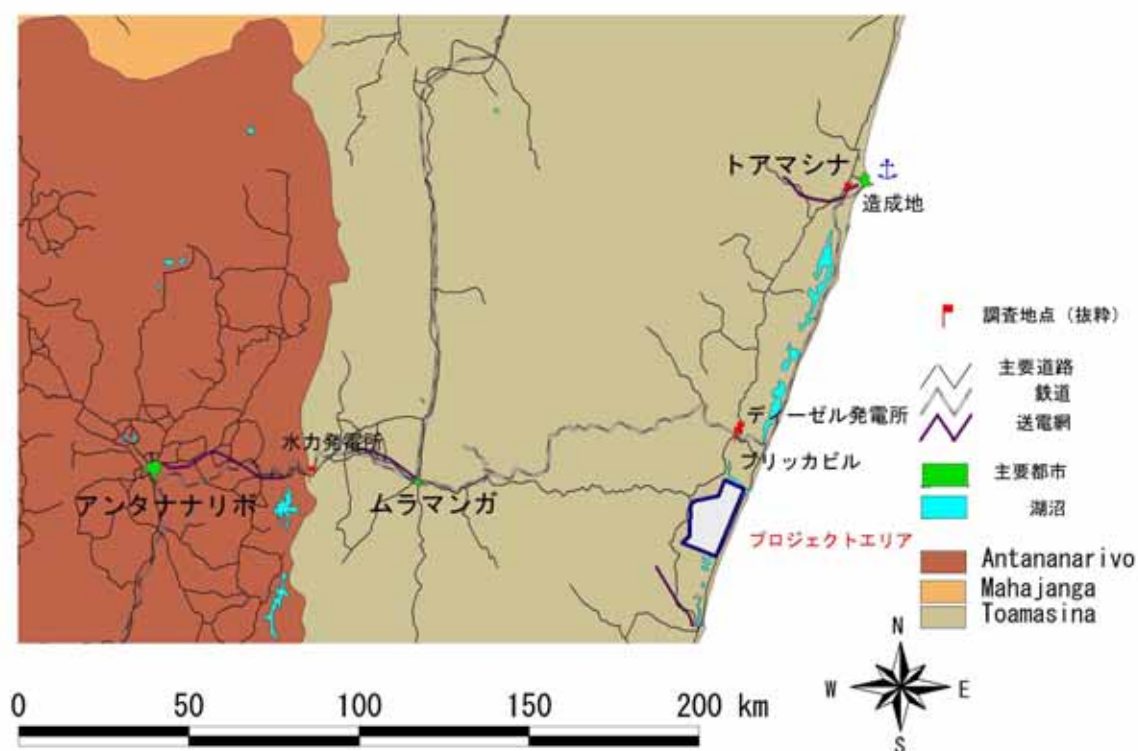
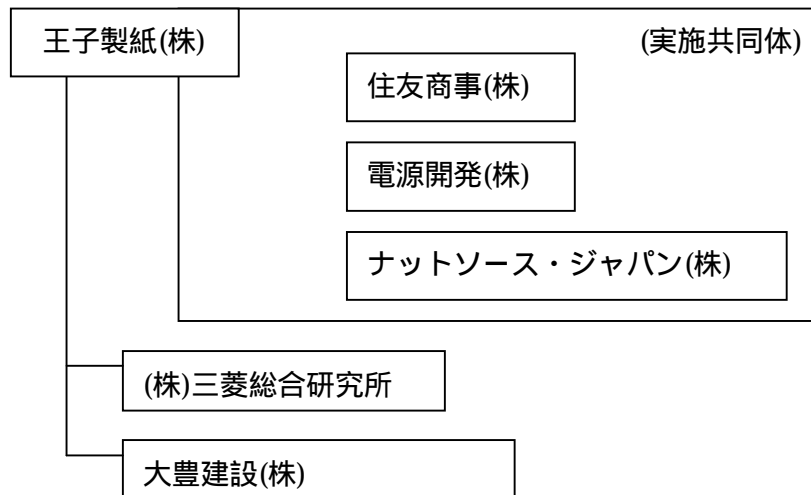


図 3.2 プロジェクトエリアの周辺位置図

5.2 調査実施体制

当社を幹事会社として、住友商事(株)、電源開発(株)、並びにナットソースジャパン(株)と実施共同体を形成した。さらに GIS、衛星データ等に関する知見・技術を有する三菱総合研究所(株)を調査体制に加え、実施共同体が現地で取得したデータを基に、衛星データによる土地被覆状況の解析、ベースラインの設定、並びにモニタリング手法検討を再委託した。また、現地に事務所のある大豊建設(株)に現地調査時における通訳、面談者等の手配、調査補助業務等を外注した。下記に実施体制を図示する。



5.3 調査の内容

まず、既知情報を整理し、プロジェクト実施及び PDD 作成に必要な事項を洗い出して、本 F/S 調査における調査事項を、下記の通りとした。

ベースライン方法論に関する調査

(産業植林部門)

- ・ 植林適地、土地利用区分、リスク・リーケージ等
- ・ 植林木の成長量、炭素プール、並びに草地の炭素吸収/排出量の推定
- ・ 植林、伐採、チップ加工、港湾等におけるインフラ調査等
- ・ 特に、衛星データを用いた土地被覆状況の解析等によるベースラインの設定。

(木炭等バイオマスエネルギー利用部門)

- ・ 木炭生産方法の実状、受入れ可能な生産設備等
- ・ マダガスカル国内のエネルギー事情、バイオマス発電利用の可能性等

プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間に関する調査

モニタリング手法/計画に関する調査

温室効果ガス排出量計算に関する調査

環境影響に関する調査

その他の間接影響に関する調査

利害関係者のコメントに関する調査

資金計画に関する調査

その他の調査

5.4 現地カウンターパート

在マダガスカル) 日本大使館の協力により、本調査に関する現地マダガスカル政府の担当相及び担当部局を紹介頂いた。調査団の現地調査における面談者及び調査者を、下表に示す。

- 当国の森林及びCDM政策を総括する環境治水森林大臣、本プロジェクトが対象とするトアマシナ州から、本プロジェクトを支援する旨のサポートレターを受領した。

現地カンターパート(面談者、調査協力者)

省 庁	部 局	面談者/調査協力者
環境水森林省	大臣	M.Sylvain Charles ROBOTOARISON
	治水環境総局長	M.Paul RAONINTSOA
	気象変動条約担当	M.KOTO Bernard
		M.RANDRIASANDRATANA Germain
		M.RAKOTONDRA SOA Norbert
	プロジェクト総調整役	Mme Fleurette ANDRIANTSILAVO
	生物多様性保護局長	M.Jean Philippe RANDRIANANTOANDRO
	環境保護局長	M.DAMA
		(代理)M.RATSIMISARAKA Thelesphore L.L.M
	森林資源利用局長	Mme.Lydie
植林課長	ローラン氏	
予算経済省	民間分野開発局長	M.Henri RAKOTOARISOA
	税務センター責任者	M.ANDRIAMALALA Richard
副首相府	公共事業中央部長	M.Andre Jean RANDRIAMBOLANTSOA
	運輸部長	M.RALSON Jean Honore
エネルギー鉱山省	エネルギー局長	M.RAMANANTSOA Rodolphe
労働社会省	労働職業関係部長	M.Laureat RASOLOFONIAINARISON
トアマシナ州関係者	DIREF局長	M.Henri
	FOFIFA	M.Vololona
	ムツマガ 営林局CIREF	Mme.RAZAFINTSALAMA Claudie
	トアマシナ州政府	
	地元民間調査	10軒/集落×3集落
	トアマシナ港湾関係	M.Johnson RAKOTONIRIANA
	ブリカレ 船政課	Mme.Toduavy POSCALINE
	JIRAMA電力公社	M.Williams
	SIRAMA製糖会社	M.Simon RANDRIANANTOANDRO
	ムツマガの新炭業者、道中、木炭販売業者 ムツマガの製材業者、Ampitabeの飲食店	
アンカナラ / NGO他関係者	LDI	M.Jean Robert Estime
	CIRAD	M.Pascal DANTHU
		M.Philippe Collas de Chatelperron
	ANGAP	M.Charles Alfred Rakotondrainibe
日本関係者	吉原大使/中川参事官	
	JICA佐々木所長、大塚専門官、JICA緑川専門官	

6 調査結果概要

6.1 産業植林部門

- ・植林対象地は草地であり、今回の調査結果から新規植林(Afforestation)に区分した。
- ・既存植生は、草地を中心に極めて貧相であり、調査の限りにおいては希少天然植生等発見できなかった。これは単一樹種の大規模植林を想定している本プロジェクトにとっては、連続した広範囲の植付地を確保し易いという点ではメリットとなる。
- ・土地の所有形態は、登記制度の未整備、所有権と利用権の法的未整備等の現状のため、事業者が植林木の所有権を確実に確保、主張でき、製紙原料として日本まで確実に持ち帰られるか懸念が残る。大きなントリーリスクである。
- ・その他想定されるリスクは、森林火災、気象害(サイクロン)、苗木・植林・撫育等の未熟な植林技術等である。特に、既存植林地における生存率が異常に低い数字となっている。

る点、加えて年間成長率も、MAI = 20m³/年程度と低い傾向を示しており、この原因究明及び改善は必須であり、この課題をクリアする為のアクションプランが必要。

- ・地元民の生活は水田を中心とした自給自足の生活であるが、一方で無計画な焼畑・放牧のための火入れを実施している。
- ・プロジェクトと地元民が持続的に発展するためには、地元民への植林、森林火災の防備、環境や土壌保全等に関する技術移転や意識改善が必要であり、これらを指導・教育していくプログラムや人材の確保も本プロジェクトを成功に導く要因である。

6.2 木炭等バイオマスエネルギー利用部門

1)木炭への利用

地元民が木炭の生産・販売、植林木のチップ・用材販売を行うことによる地元民の経済的自立が期待される。地元民はこれまではほとんどの人たちが農業による自給自足の生活を続けてきた。また、過去 50 年間にわたり草地であった土地に新規植林を行うことにより環境改善や土壌保全等が期待される。また地元集落の共有の資産として管理することにより、自分たちのものとして土地や森林に対する意識の向上を図ることができる。

地元民が木炭の生産・販売、植林木のチップ・用材販売を行うことによる地元民の経済的自立が期待され、経済的便益性及び社会的・環境的便益性は相当を明るいものとなる。

2)木炭以外の未利用バイオマス資源の発電への可能性

本調査では、現地では単にエネルギー資源を天然林起源の木炭から植林木起源の木炭に変更し、天然林を保護するだけでなく、エネルギー構造を薪炭利用から非化石燃料起源の電力に変えたいというニーズを確認した。また、植林地から発生する一定量の未利用バイオマス資源の利用方法として電力への転換を検討した。今後中期的な本プロジェクトから派生するエネルギー分野の課題として、如何に未利用バイオマス資源を有効に現地に還流するかある。また、本プロジェクト外の現在未利用のバイオマス資源（特にムラマンガ周辺）をマダガスカル共和国の電力ニーズに乗せるかは、本調査の範囲外であるが同国にとって重要な課題であり、我が国政府からなんらかの解決策を提案する事は非常に有益な事と考える。

6.3 炭素クレジット部門

本調査では、本プロジェクト(特定の事業)に起因するクレジットの価格を、

- ・ケース 1) 本プロジェクト起因の t CER または 1 CER の補填義務等をクレジットの売り手が負う(売り手責任)場合で、4.5 ドル/CO₂e トン
- ・ケース 2) 補填義務等をクレジットの売り手が負う(売り手責任)場合で、1.5 ドル/CO₂e トン
- ・ケース 3) 補填義務等をクレジットの買い手が負う(買い手責任)場合で、0.20 ドル/CO₂e トン

- 上記クレジット部門の収支は、ケース 1 及びケース 2 は赤字、ケース 3 が収益に寄与する。
- クレジットの補填の面からキャッシュフローを見てみると、ケース 3 は補填義務が無いのでキャッシュアウトが無いのに対し、ケース 2 と 3 は特にクレジット期間が終了し、残存クレジットの全量を補填しなければならない 30 年目でのキャッシュアウトが大きく、時にケース 3 では累積黒字の相当量を吐き出す事となる。
- 今回の検討では、全体の IRR に与えるインパクト、時にリスケ中のマダガスカル共和国へ

の投資という資金的クレジットリスクを考えた場合なるべく高いIRRが必要なことから、ケース3を前提とする。BioCF(バイオカーボンファンド)のようなリスク管理を整えた買手の創出が強く求められる。今後、tICERとAAU等のクレジットの交換市場(当然掛け目が発生する、例えば1AAU = 3ICER[本プロジェクト起因]のようなもの)の形成がされた場合、より効率的なリスク回避が可能となるであろう。

6.4 バウンダリーの設定

本プロジェクトのプロジェクトエリアであるトアマシナ州ブリッカビル地区は、現在は草地在全域に広がるとともに、窪地に灌木(樹高2m以下)、農地および湿地が点在することが確認されており、「非森林」と分類される。また、低地である同地域は、1950年時点で既に非森林地域であったことGlen M. Green et. al (1990)の研究において示されており、独自に入手した1950年撮影の航空写真においても、目視判読により当該地域が非森林地域と判断出来るまた、各種地図および現地での聞き取り調査等により、1950年から今日まで同地域の土地利用形態に大きな変化が無かったことが明らかになっている。

- 本プロジェクトにおける植林は「新規植林」と定義できる。
- また、プロジェクト形態は、製紙原料の確保並びに木炭等バイオマスエネルギーを利用する産業森林と位置づけられる。

本プロジェクトにおいては、植林部におけるバウンダリーの定義を以下の通りとする。

本プロジェクトにおける植林部のバウンダリー定義

- 本プロジェクトにおける植林部のバウンダリーは、プロジェクトエリア内における「潜在植林適地」とする。
- 「潜在植林適地」とは、プロジェクトエリア内における「草地」と「裸地」とし、既存の灌木・樹木の植生が無く、畑地・水田等の人為的な生産活動が行われていないエリアにおいて、植林が可能な地域を言う。
 - 同地域では「草地」と「裸地」は人為的な活動無しに森林へ遷移しない。
 - 砂地等の森林の成長が望めない地域は除外する。
- 植林部のバウンダリーは分散した複数の事業サイトより形成される。

上記の定義に基づくバウンダリーの設定を目的に、リモートセンシングデータ、地理情報データ等を用いた土地被覆(利用)状況の解析および、プロジェクトエリアの選定・評価手法の検討を行った。

この結果、本プロ植林部におけるバウンダリーの定義をブリッカビル地区のプロジェクトエリア内においては総面積の32.9%にあたる6,426.16haが潜在植林適地と推計された。

- 本プロジェクトにおける植林部のバウンダリーの面積も6,426.16haとして決定する。

図6.4-1にプロジェクトエリアと植林部のバウンダリー分布を示す。

なお、本プロジェクトにおいては、植林の総面積は10,000ha以上を計画しており、プロジェクトエリア周辺地域(ブリッカビル地区のプロジェクトエリア~チップ工場の設置が予定されているトアマシナ港までの範囲(南北約75km×東西約117km)において、土地被覆(利用)状況の解析を行った結果、

➤ 周辺地域を含めた潜在的な植林適地面積は、42,407.64ha(6.50%)である。

トアマシナ州の本周辺地域においても植林地の潜在性は高く、本プロジェクト実施により、未利用地への地元民植林が促進される等の可能性が伺える。

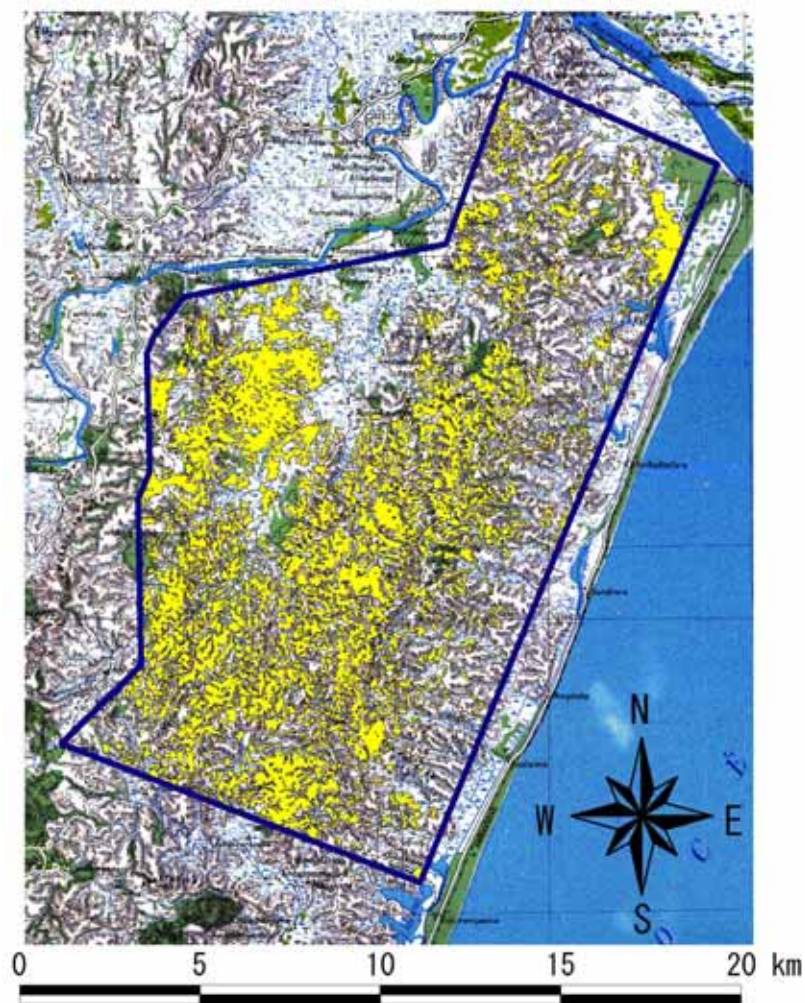


図 6.4-1 プロジェクトエリアとバウンダリー(植林部)
(地図中で青枠がプロジェクトエリア、黄色の範囲がバウンダリー)

6.5 ベースライン

本プロジェクトにおけるベースライン設定手法として、バウンダリー内における炭素固定量は地域・季節依存性がなく一定と仮定して、現地調査(2003年11月2日)において実施した草地内のバイオマス計測結果を用いて、バウンダリー内全域におけるバイオマス量および炭素固定量を推計する手法を採用した(「草地」と「裸地」は区分しないこととする)。本手法を用いた理由は、4.3節に記述したベースラインの定量手法が2003年12月のCOP9にて決定したことから、11月の時点で実施した現地調査では必要となるデータが十分に収集できなかったことによる。

以下に、本手法によるベースラインの算出結果を示す。

ベースライン = 植林部バウンダリー内における草地地上部の CO ₂ 固定総量
草地地上部の CO ₂ 固定量 : 17.9 t CO ₂ /ha
植林部バウンダリー面積 : 6,426ha
ベースライン : 17.9 t CO ₂ /ha × 6,426ha = 115,025.4 t CO₂

CO_2 固定量 = 蓄積量(/m³) × 乾重量比(0.50) × バイオマス量 × 炭素量比(0.5) × CO₂ 換算(3.67)

本プロジェクトの実施によりバウンダリー内の「草地」を「森林」に転換することから、植林時にはベースラインとなる CO₂ 固定量は植林面積分の排出としてカウントされることとなる。

また、バウンダリー内の土壌有機物(草地土壌)の CO₂ 固定量は同様の計算により、338.4 t CO₂/ha となるが、土壌有機物の CO₂ 固定量は植林により増加することから、本プロジェクトにおいて伐採が開始される予定年である 11 年目以降にベースラインを見直すことにより計上することとする。また、21 年目以降は、ベースラインを再度見直し、11 年目以降の植林により土壌有機物に固定された CO₂ 量の増加分を上乗せした 380.3 t CO₂/ha をベースラインとして計上することとする。

6.6 環境影響評価他

COP9 での定義によれば環境的影響はホスト国の基準、例えば環境影響評価に準じて実施することとされており、さらに社会経済的影響評価の記述が含まれている。

- マダガスカルの場合、これらの評価基準、評価手法等が未整備の状態であり、加えて地元民の土地利用区分、人口、経済状況等をあらかず統計的資料も十分に管理されていない。このため我々は、まずプロジェクト周辺の地元民の社会・経済的動態を把握し、社会経済的・環境的影響を評価した。
- 当プロジェクト実施により、雇用機会の創出、道路等のインフラ整備による病気や疾病等が軽減、草地から森林への植生変化による土壌保全、生物多様性の改善等の好影響が期待される。加えて従来自給自足していた地元民においては、苗木の一部を地元民自らが植林・管理し、伐採木は木炭生産とチップ材、若しくは建築材として自家消費、若しくは他村へ販売する等、持続的かつ循環型の新たな経済効果が期待される。さらに薪炭材を計画的に管理することによりプロジェクトエリア周辺の既存の森林を保護することが可能となる。

- 本プロジェクトは産業植林と地域住民参加型のプロジェクトであり、伐採を前提したプロジェクトであることから経済的にも持続可能であり、かつ植林・伐採・再植林を計画的に行うことは地元民の社会経済的・環境的好影響ははかりしれない。一方、負の影響として、食料確保並びに土地の生産性を求めて未利用地の低地での水田の開発、これに伴う住民の軋轢や土地利用権の再調整が生ずる可能性が潜在する。
- 本調査は、過去の事例・統計的データの少なさ、並びに評価の指標となる基準、例えば国際的な基準がない中で事業者自らが行ったため、近視眼的な評価であることはめぐえない。このため第三者、例えば専門家、研究者、NGO等を交えて、これらの影響を評価する指標を開発することが必要であろう。

7. プロジェクトの評価

炭素クレジットをおりこまない場合)

- 総所要資金のピークはチップ事業開始前の植付開始後10年目となり、ピーク時金額は、US\$17,509千を見込む。
- 投資効率は金利税金差引前利益（EBIT）をベースにしたディスカウントキャッシュフロー法にて計算すると内部収益率（IRR）は4.7%の結果となる。

炭素クレジットを織り込んだ場合)

ケース3(補填義務等をクレジットの買い手が負う)の場合で、

- 補填用のクレジット確保の必要が無いため約3千万円のクレジット収入が有るが、モニタリング等の費用として約1億5千万円がかかる
- 内部収益率（IRR）は、4.4%の結果となる

本プロジェクトにおける産業植林部門の採算性は上記の通りであり、豪州、南アフリカ、チリ等の日本企業既存の他国植林事業と比較しても、残念ながら低い数字と評価せざるをえない。

しかしながら、本プロジェクトは現状の採算性のみで評価できない部分もある。即ち、通常の産業植林単体では投資基準を下回るが、CDMのスキームを利用することにより、当国が国際的な枠組みの中で炭素クレジットを保証し、かつクレジットのベースである土地、立木、チップ輸出等を保証すれば、自ずと現状のカントリーリスクを軽減させ、事業者の投資基準のボーダーを低下させることが期待される。

8. 来年度のスキーム

計画当初、PDD 策定を視野に本調査を開始したが、策定に資するデータが十分に収集できなかったこともあり、残念ながら PDD 策定には至らなかった。そこで今回の調査結果を評価し、次年度 PDD 策定に向けて調査・収集が必要な問題点を整理し、この他、植林部門、木炭等エネルギー部門、並びに炭素クレジット等の部門においても多くの課題を残している。

このため来年度にむけて下記のスキームを想定した。

8.1 目的

下記に示すパイロットプロジェクト(以下 [PPJ] という)を実施し、PDD 策定に資する

データの取得に加え、産業植林部門、木炭等バイオマスエネルギー利用部門、炭素クレジット部門、並びにベースライン/モニタリング手法確定のためのデータを収集する。さらに本 PPJ をもとに PDD を作成する。

8.2 パイロットプロジェクト(PPJ)のイメージ

植林面積：100ha、内、地元民植林：5ha

事業者は、地元民へ苗木を集落単位で提供し、地元民は集落の共有林として管理する。地元民から期待される効果：技術移転、火入れ・違法伐採の減少、環境保全意識の向上等以下に、PPJ において収集されるデータ及び PDD 策定に向けた課題を示す。

1) 産業植林部門

- ・ 植林プロセス、伐採、集材、チップ加工、港湾等のプロセス、産業植林に関する経済政策等

2)木炭等バイオマスエネルギー利用部門

- ・ 現地受け入れ可能な木炭生産技術、設備の検証、
- ・ 地元民参加型の植林による植林等の技術移転、森林や環境・土壌等に対する保全意識の向上、野火・違法伐採等を防ぐ計画的な土地利用システムの可能性を探る。

3)炭素クレジット部門

- ・ マダガスカル国政府及びトアマシナ州政府との本プロジェクトの CDM 承認についてのコミュニケーションルートの拡充、
- ・ CDM 政策に対するキャパシティービルディングの具体的ニーズの発掘、
- ・ マダガスカル - 日本両国間の持続的な CDM 協力関係構築。
- ・ 獲得したクレジットの有効な活用方策の構築を目指す。
- ・ 100ha の植林とそれに付随する地元民への薪炭原料となる植林木の提供についての PDD の作成を目指す。
- ・ 本調査における PDD 作成について不足しているデータや理論構築の整理を下に、多くの方の意見を求め、今後提示されるであろう吸収源活動用の PDD のフォームを基に「シンプルな PDD」を作成し、今後の植林 CDM のモデルとなる事を目的とする。

4) ベースライン/モニタリング手法

ベースライン設定

- ・ バウンダリー設定結果の検証

ベースライン設定手法の開発

- ・ 複数の炭素モデルの相互評価を含む、IPCC/GPG に準拠したベースライン設定手法の検討、開発を行う。

モニタリング手法および手順の確立

- ・ 本年度の検討を踏まえた、IPCC/GPG に準拠しモニタリング項目のモニタリング手法、サンプリング手法、取得データの検討を行う。また、データ整備および地理情報システム整備を平行して進める。

- ・モニタリング実施体制の確立
現地作業員も含めたモニタリング実施体制の検討を行う。
- ・モニタリング費用の詳細化
精度評価手法の検討

5) 環境影響評価

環境影響評価(EIA)の具体的必要手続きの調査

- ・現状、マダガスカルにおいては MECIE に EIA に関する基本方針は定められているが植林事業に関しては詳細、細目が決まっていない。どのような具体的調査内容、手続が必要となるのかを同国環境省とモデルケースを構築する必要有。
モニタリング、マネジメント・プランの内容検証：
- ・上記調査にて指摘された環境問題点に関し、モニタリング及び（社会的影響も含めた）マネジメント・プランの具体的内容、方法論につき検討。

連絡先

王子製紙株式会社

住所： 〒104-0061

東京都中央区銀座 4-7-5

原材料本部 植林部

担当： 原口 直人

電話番号： 03-3563-7014

FAX： 03-3563-1140

E-mail： naoto-haraguchi@ojipaper.co.jp