

平成 17 年度 C D M / J I 事業調査

ラオス・ユーカリ植林及びバイオマスエネルギーによる
C D M 事業化調査

報告書

平成 18 年 3 月

王子製紙株式会社

ラオス・ユーカリ植林及びバイオマスエネルギーによる
CDM 事業化調査

第 1 章	プロジェクトの概要およびホスト国の概況	1
1.1	プロジェクトの概要	1
1.2	ラオスの一般概況	1
1.2.1	自然条件	1
1.2.1.1	地勢	1
1.2.1.2	気候	2
1.2.2	社会経済的状況	2
1.2.2.1	一般事情	2
1.2.2.2	経済状況	3
1.2.3	外国投資状況	5
1.2.4	道路等のインフラ整備状況	7
1.2.5	エネルギー事情	7
1.3	ラオスの森林概況	9
第 2 章	ホスト国の CDM 事業受入体制、関連政策	12
2.1	京都議定書の批准	12
2.2	DNA の設置状況	12
2.3	CDM 受入のクライテリア整備状況	12
2.4	CDM 政策について	12
2.5	森林政策、森林整備状況等	13
2.6	エネルギー政策	14
2.6.1	基本政策	14
2.6.2	政府の電化政策数値目標	14
2.6.3	電力企業政策	14
2.6.4	地方電化の政策	15
第 3 章	プロジェクトによる持続可能な発展と技術移転	16
3.1	ホスト国の持続可能な開発への貢献	16
3.2	ホスト国への技術移転	16
第 4 章	調査実施体制、調査活動	18
4.1	調査対象地	18
4.2	調査実施体制	18
4.3	調査活動実績	20

第 5 章	ユーカリ植林による A/R CDM 事業化概要	21
5.1	事業概要	21
5.2	バウンダリーの設定	22
5.3	ベースラインの設定	22
5.4	プロジェクトの追加性検証	23
5.5	モニタリング手法	24
5.6	プロジェクト活動期間/クレジット発生期間	24
5.7	ベースラインにおける GHG 蓄積の推計	24
5.8	プロジェクト活動における GHG 蓄積の推計	25
5.9	リーケージの特定および GHG 排出の推計	25
5.10	環境・社会影響の調査分析	26
第 6 章	植林部門における現地調査	27
6.1	気候、土壌	27
6.2	植生	27
6.3	土地の所有形態および植林利用	28
6.4	植林木の成長量推よび GHG 吸収量の推定	29
6.5	植林対象地（ベースライン）の炭素量推定	30
6.6	各種作業における GHG 排出の推定	32
第 7 章	植林部門におけるベースラインの設定	34
7.1	承認済みベースライン方法論適用の検討	34
7.2	バウンダリーの設定	35
7.2.1	バウンダリー設定手順	36
7.2.2	プロジェクトエリアにおける土地被覆状況と植林適地	38
7.2.3	プロジェクトバウンダリーの階層化	44
7.2.4	土地被覆分類精度の評価	44
7.3	ベースラインの設定	45
7.3.1	プロジェクトタイプの定義および適格性	45
7.3.2	ベースラインシナリオの同定	45
7.3.3	使用データ	45
第 8 章	プロジェクトの追加検証	46
8.1	追加性ツールの利用	46
8.2	ステップ 0：プロジェクト開始日による予備的スクリーニング	46
8.3	ステップ 1：現行法規制に準拠する代替シナリオの同定	46
8.4	ステップ 2：投資分析	47
8.5	ステップ 3：障壁分析	48
8.6	ステップ 4：CDM 登録の影響	49
8.7	追加性検証結果	50

第 9 章	モニタリング手法	51
9.1	承認済みモニタリング方法論適用の検討	51
9.2	モニタリング手法・計画	51
9.2.1	ベースラインアプローチ	51
9.2.2	炭素プール	51
9.2.3	プロジェクト実施のモニタリング	51
9.2.3.1	プロジェクトバウンダリーのモニタリング	51
9.2.3.2	プロジェクト実施のモニタリング	51
9.2.4	サンプリング手法	52
9.2.4.1	サンプルサイズの決定	52
9.2.4.2	サンプリングサイトの Location の選択	53
9.2.4.3	プロットサイズとサブプロット配置	54
9.2.4.4	調査頻度	54
9.2.5	階層化	54
9.2.6	ベースライン純吸収量の事後計算	56
9.2.7	現実純吸収量の事後計算	57
9.2.7.1	炭素プールにおける炭素蓄積量の変化	57
9.2.7.2	二つの方法の精度比較	62
9.2.7.3	プロジェクトの実施に伴うバウンダリー内での GHG 排出	64
9.2.8	リーケージの計算	68
9.2.9	純人為的吸収量の事後計算	68
9.3	不確実性の評価、および品質管理(QC)・品質保証(QA)	69
9.3.1	不確実性	69
9.3.1.1	不確実性の要因	69
9.3.1.2	不確実性の評価	70
9.3.1.3	対策	71
9.3.2	品質管理および品質保証へ向けての取り組み	71
第 10 章	プロジェクト活動期間/クレジット発生期間	72
10.1	プロジェクト活動期間	72
10.2	クレジット期間	72
10.3	クレジットの選択	72
第 11 章	GHG 削減量の推計	73
11.1	ベースラインにおける GHG 純吸収量の推計	73
11.2	プロジェクト活動における GHG 現実純吸収量の推計	73
11.2.1	前提条件	73
11.2.2	推計方法	73
11.2.2.1	一年あたりの地上部・地下部バイオマス炭素蓄積量の変化	73

11.2.2.2	プロジェクト実施に伴う GHG 排出量の推計	76
11.3	リーケージの特定および GHG 排出量の推計	80
11.4	純人為的炭素吸収量の推計	81
第 12 章	プロジェクトの環境・社会経済影響評価の方法	83
12.1	一般的な環境・社会影響評価の流れ	83
12.2	CDM-PDD に係る環境・社会影響評価の流れ	83
12.3	環境・社会影響評価のカバー領域とクライテリア	85
12.4	スコーピング	86
12.5	評価条件の整合性確認	86
12.6	調査方法・データの簡易な検証	87
第 13 章	プロジェクトの環境・社会経済影響の分析・評価	88
13.1	環境影響	88
13.1.1	Hydrospheric / Regospheric impacts	88
13.1.2	Aquatic pollution	88
13.1.3	Soil structure / Fertility	89
13.1.4	Biodiversity	90
13.1.5	Waste management	91
13.2	社会経済的影響	91
13.2.1	Land tenure	91
13.2.2	Livelihood & Food security	92
13.2.3	Employment	92
13.2.4	Social-infrastructure	93
13.2.5	Technology transfer	93
第 14 章	利害関係者のコメント	95
14.1	専門家、NGO 等への聞き取り結果	95
14.1.1	現地、専門家、NGO 等への聞き取り結果	95
14.1.2	国内の専門家への聞き取り結果	96
14.2	コメントに対する対策、方向性	97
第 15 章	バイオマス発電による再生可能エネルギー小規模 CDM 事業化概要	98
15.1	再生可能エネルギー小規模 CDM の概要	98
15.2	バイオマス発電による CDM 事業化概要	99
15.2.1	プロジェクトの概要	99
15.2.1.1	プロジェクト名	99
15.2.1.2	プロジェクトの概要	99
15.2.1.3	プロジェクトの意義	99
15.2.2	プロジェクト計画	101

15.2.2.1	発電に必要なバイオマス資源の利用可能量	101
15.2.2.2	バイオマス燃料の供給と運搬方法	101
15.2.2.3	電力の販売	101
15.2.2.4	対象地区の概要	102
15.2.2.5	バイオマス発電技術	103
15.2.2.6	公的資金	103
15.2.3	ホスト国の持続可能な発展への寄与	104
15.2.3.1	ホスト国の再生エネルギー政策	104
15.2.3.2	環境影響評価 (EIA)	105
15.2.3.3	社会面及び経済面への影響	105
15.2.4	CDM 事業のパラメーター	106
15.2.4.1	バウンダリーの設定	106
15.2.4.2	プロジェクトの追加性検証	107
15.2.4.3	炭素クレジットの対象期間	107
15.2.5	プロジェクトのベースライン及び GHG 排出量	107
15.2.5.1	ベースラインの決定	107
15.2.5.2	Xang 村における想定電力需要	108
15.2.5.3	ベースラインの GHG 排出量の推計	111
15.2.5.4	間接的排出効果 (リーケージ問題)	111
15.2.6	プロジェクトによる GHG 削減効果の推計	112
15.2.7	モニタリング及び検証活動	114
15.2.7.1	ベースラインの排出量決定	114
15.2.7.2	プロジェクトの排出量決定	114
15.2.7.3	事業の環境影響評価	114
15.2.8	経済性評価	114
15.2.8.1	経済性評価のための基本条件	114
15.2.8.2	経済性評価結果	119
15.3	バイオマス発電に関する調査結果	121
15.3.1	対象地のエネルギー事情	121
15.3.2	バイオマス発電に対する現地のニーズ	124
15.3.3	バイオマス発電規模の検討	127
15.3.4	バイオマス発電利用の国内先進事例	128
15.3.5	バイオマス発電の技術開発動向と課題	132
15.3.5.1	木質バイオマス発電の技術開発動向	132
15.3.5.2	国内マーケットの状況	132
15.3.5.3	小規模に適した発電方式	133
15.3.5.4	ガス化発電への参入状況	133
15.3.5.5	バイオマス燃料への要件	133
15.3.5.6	経済性(価格)の現状および低減方策	133
15.3.5.7	発電単価	134

15.3.5.8	運転管理・メンテナンス	135
15.3.6	バイオマス発電についての総括	136
15.3.6.1	運営事業体の設立	136
15.3.6.2	事業の費用対効果	136
15.3.6.3	技術的課題	136
15.3.6.4	電力需要の拡大	137
15.3.6.5	電力料金の設定	137
15.3.6.6	人的な問題	137
第 16 章	PDD 策定にあたって	138
16.1	使用する方法論	138
16.2	PDD 作成にあたっての問題点の整理	138
16.2.1	森林の定義に関する問題	139
16.2.2	ベースラインに関する問題	139
16.2.3	リーケージに関する問題	139
16.3	仮報告書に係るプロジェクト支援委員会コメントに関して	139
16.3.1	BAU に関する指摘	139
16.3.2	植林事業とバイオマス発電事業の経済性評価のバントリグ ⁶ について	140
16.3.3	A/R CDM 事業による CER の販路、価値について	140
16.3.4	バウンダリーの変更について	140
参考資料		
1.	ラオス政府への CDM セミナー実施議事録	141

第1章 プロジェクトの概要およびホスト国の概況

1.1 プロジェクトの概要

本調査の対象国であるラオスにおいては、これまで行なわれてきた過度の焼畑移動耕作による森林の劣化、森林面積の減少が大きな問題となっている。しかし、同国の政府予算は限られており、また内陸に位置するなど地理的条件が悪いことから、国内外からの植林事業に対する投資は望めない状況にある。また、地元民は未だ焼畑移動耕作を行っており、このままでは、森林の回復、森林面積の増加はありえない。

本調査では、CDM 事業化と製紙原料確保を目的として、既に事業を開始しているラオスにおける植林事業に関して、A/R CDM 事業としてのプロジェクト設計書の作成を行う。なお、プロジェクト設計書は、現在当社で作成中の新方法論を適用して作成する。

この事業の実施主体であり、本調査における現地カウンターパートでもある Oji Lao Plantation Forest Co., Ltd. (以下、「LPFL 社」)は、1999 年に NZ 資本の企業とラオス政府の合弁事業として設立された。ラオスのカムアン県およびボリカムサイ県にまたがる 50 年間、150 千 ha のコンセッションを有し、50 千 ha の植林地確保を保証されている。当社は 2005 年 2 月末に NZ 資本の企業から LPFL 社事業を引き継いだ。投資採算性についてはかなり低い見通しで、CDM 事業化による CER 獲得が事業投資の必須条件と考えている。現在は、早急に年間約 7,000ha の本格植林を実行すべく、体制作りを行っている。

加えて、植林事業に関連して発生する木質残材を利用したバイオマス発電 CDM 事業化調査、プロジェクト設計書の作成を行う。現在、植林地整備に伴い整理される灌木が焼却処分されており、伐採開始後に発生する林地残材と合わせると、未利用バイオマスが大量に発生する。対象地域は無電化地帯であり、村人はディーゼル発電による電気を利用している。未利用バイオマスを利用した小規模バイオマス発電システムを構築することで、未利用バイオマスの有効利用と発電方式の転換による二酸化炭素排出の削減を検討する。

1.2 ラオスの一般概況

1.2.1 自然条件

下記の自然条件は、日本製紙連合会（委託先：社団法人海外産業植林センター）の平成 14 年度産業植林適地発掘等に関する調査事業「ラオス人民民主共和国におけるパルプ用材植林適地調査報告書」より抜粋した。

1.2.1.1 地勢

ラオスは、周囲を中国・ベトナム・カンボジア・タイ・ミャンマーの 5 カ国に囲まれ、海岸線を持たない国である。中国の雲南高原から派生するアンナン山脈の高地が北部地方を占めており、さらに中部地方に延びるベトナム国境の山脈地帯も入れると全土面積(24 万 km²)のおよそ 80%が山地である。平野はタイとの国境に沿って流れるメコン川とその支流

域に限られ、中部から南部地方に広がりがある。メコン川はラオス国内を約 1,900 km にわたって流れ、水資源、水産資源や交通手段として地域経済に貢献しているが、パクセの南方約 150 km にあるコーンの滝群によってラオスとカンボジアとは分断されているため、海とつなぐ水運は不可能である。

1.2.1.2 気候

ラオスでは一般にそれぞれ 6 ヶ月間ごとの雨季と乾季が明瞭に分かれており、4 月中旬から 10 月中旬までに降雨が多く、年間降雨量は約 1,400 mm から 1,700 mm である。大雨が続くとメコン川沿いの低地では洪水被害も発生するし、一方、乾季には干ばつ被害を受ける年もある。気温は北部の山岳地帯から南部の平原地帯へとやや高くなるが、全土を通じて熱帯モンスーン気候帯の中にあり年間平均気温は 25℃ から 28℃ と一年中温暖である。

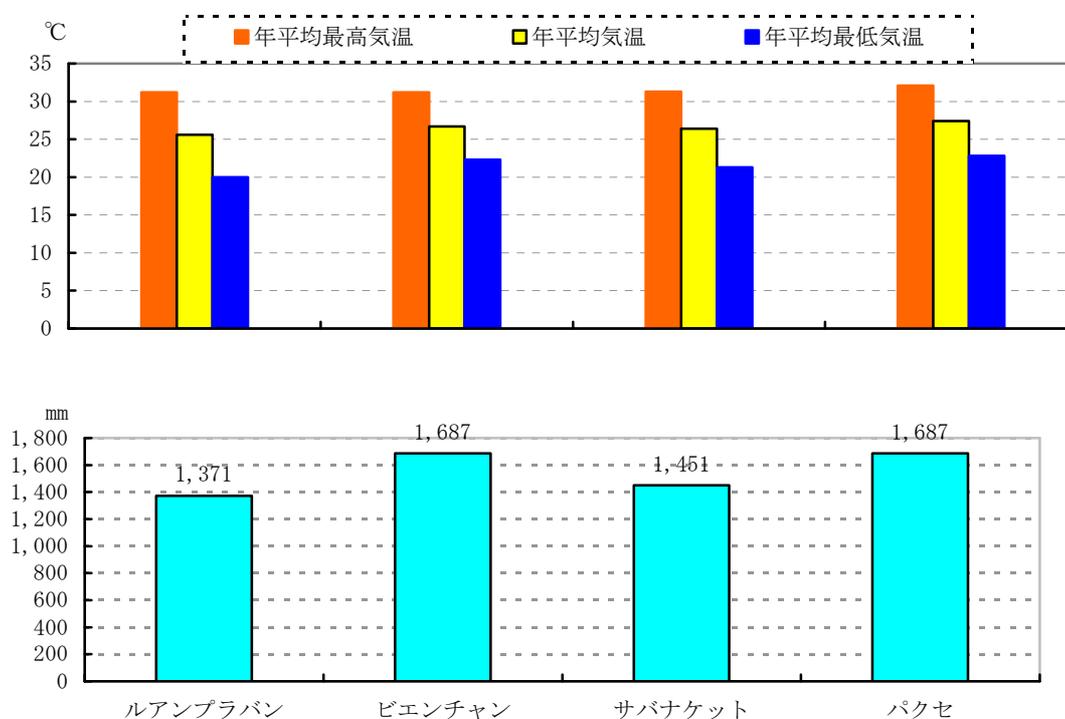


図 1-1 主要地点の気温と年間降雨量 (1975~99年の平均値)

出典： Agricultural Statistics 1975-2000、Ministry of Agriculture and Forestry
Basic Statistics of Lao P.D.R. 2000、State Planning Committee

1.2.2 社会経済的状況

下記の社会経済的状況は、外務省ホームページの各国・地域情報（ラオス人民民主共和国：<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/laos/data.html>）より抜粋した。

1.2.2.1 一般事情

- 1) 人口：560.9 万人(第 3 回国勢調査：2005 年 3 月)
- 2) 首都：ビエンチャン
- 3) 人種：低地ラオ族 (60%)、その他計 49 民族
- 4) 言語：ラオス語
- 5) 宗教：仏教
- 6) 略史：1353 年、ランサーン王国として統一。1899 年フランスのインドシナ連邦に編入される。1949 年仏連合の枠内での独立。1953 年 10 月 22 日仏・ラオス条約により完全独立。その後内戦が繰返されたが、73 年 2 月「ラオスにおける平和の回復及び民族和解に関する協定」が成立。インドシナ情勢急変に伴って、1975 年 12 月、ラオス人民民主共和国成立。

1.2.2.2 経済状況

- 1) 主要産業 : 農業、工業、林業木材加工及び水力発電
- 2) 一人当たり GDP : 310 ドル (2003 年) (国際機関日本アセアンセンター)
- 3) GDP 成長率 : 6.0% (2005 年推定値、世界銀行)
- 4) 消費者物価上昇率 : 10.5% (同上)
- 5) 通貨 : キープ (Kip)
- 6) 為替レート : 1 ドル=10,800 キープ (2005 年 8 月現在)
- 7) 経済概況 :
 - (1) 75 年以来の計画経済が行き詰まり、86 年に「新経済メカニズム」とよばれる経済改革に着手、銀行制度、税制、外国投資法の制定、国営企業の民営化等幅広い分野での措置を通じ、市場経済の導入、開放経済政策を推進中。
 - (2) アジア経済危機の際、国内マクロ経済運営のまずさから、高率のインフレ及び為替レートの下落に直面。現在は緩やかな回復基調。
 - (3) 第 7 回党大会 (2001 年) において 2020 年までの LDC 脱却、国民生活水準 3 倍増等を目指した長期目標を策定。
 - (4) 外国投資の促進。

表 1 - 1 主要経済指標

	1998	1999	2000	2001	2002	2003
実質 GDP 成長率 (%)	4.0	4.3	5.8	5.8	5.8	5.3
1 人当り GDP (ドル)	298	268	298	329	365	310
国家財政 (対 GDP 比, %)						
歳入	9.8	13.2	13.2	13.1	11.1	11.3
歳出	5.3	21.5	20.7	18.4	19.0	17.2
財政収支 (除・無償)	1.7	-4.6	-4.4	-4.0	-5.8	-3.9
財政収支 (含・無償)	-8.5	-8.3	-7.5	-5.3	-7.9	-5.8
国内借入	0.8	-1.1	1.2	0.7	1.2	0.1
金融						
ブロードマネー (%)	113.3	78.4	202	20.2	27.0	23.6
国内信用 (%)	86.3	74.2	69.3	69.3	-7.3	4.6
利子率						
1 年定期預金 (%)	23	24	24	20	21	21
短期貸出 (%)	31-36	22-30	16-24	12-18	11-24	11-28
国際収支						
輸出 (100 万ドル)	337	302	330	331	340	401
輸入 (100 万ドル)	553	554	535	528	570	618
輸出/輸入 (%)	60.9	54.5	61.7	62.7	59.6	64.9
経常収支 (含・無償, 対 GDP 比, %)	-5.2	-8.8	-8.1	-7.3	-8.0	-8.5
粗外貨準備高 (100 万ドル)	112	106	127	134	196	216
輸入可能月数	2.2	2.1	2.5	2.5	3.5	3.2
対米為替レート (kip)						
公式	4,274	7,600	8,140	9,490	10,636	10,577
パラレル	4,750	7,575	8,170	9,560	10,760	10,470

出展： ラオス投資ガイド、国際機関日本アセアンセンター

1.2.3 外国投資状況

下記の外国投資状況は、国際機関日本アセアンセンターホームページの投資情報（ラオス投資ガイド：<http://www.asean.or.jp/invest/guide/laos/index.html>）より抜粋した。

1988年11月から2004年12月までの16年2か月の間に、登録資本累計額ベースで対ラオス外国直接投資は1,266件、約130億ドルの規模に達した。

過去10年間の間に、投資件数ならびに投資額ともにタイの占める相対的な地位は低下しつつあるとはいえ、タイは依然として投資額累計ベースで約43%、件数でも28%を占める存在感の強い投資国である(表1-2)。メコン川流域では、投資許可ライセンスを受けないままビジネス活動を始め事業者も見られるが、こうした非合法的な外国直接投資は統計に表れないので把握できない。それほど、タイとラオスは地理的にも文化的にも言語的にも歴史的にも多くのエレメントを共有する。

業種別に外国投資を分類したとき、投資件数累計値と投資額累計値では全く業種が異なることが特徴である。投資件数で見ると、第1位は工業・ハンディクラフト部門(19.8%)、第2位はサービス部門(16.2%)、第3位は貿易部門(13.3%)と占有率が近似した値(表1-3)をとる一方、投資額累計値でこれを見ると、第1位はエネルギー部門だけで全体の約8割を占める。第2位の通信部門といえども約5%を占めるにすぎない。エネルギー部門への投資は水力発電開発を目的としたものであるが、ダム建設予定地に指定された樹木伐採を目的としたものが含まれている（水没木材として指定された場合伐採可能）。縫製部門については、EUに付与された特惠関税（GSP）を利用した輸出促進型の外国直接投資である。委託生産により縫製原料がタイや中国からラオスへ輸入される。低賃金収奪型の大量雇用を生み出している。

表1-2 国別投資件数・投資額上位20国（単位：US\$）

	国名	投資件数	件数%	資本額合計	資本額合計%
1	タイ	380	28.4	7,233,422,772	42.9
2	アメリカ	70	5.2	2,325,097,707	13.8
3	フランス	124	9.3	1,904,266,663	11.3
4	オーストラリア	66	4.9	1,447,889,246	8.6
5	イタリア	8	0.6	1,388,611,880	8.2
6	マレーシア	42	3.1	695,293,790	4.1
7	韓国	102	7.6	558,350,034	3.3
8	ドイツ	20	1.5	351,952,900	2.1
9	中国	186	13.9	238,130,894	1.4

10	オランダ	7	0.5	157,120,000	0.9
11	ノルウェー	4	0.3	112,900,000	0.7
12	台湾	44	3.3	69,858,350	0.4
13	ヴェトナム	57	4.3	67,686,278	0.4
14	シンガポール	42	3.1	60,635,177	0.4
15	イギリス	30	2.2	47,421,060	0.3
16	ニュージーランド	5	0.4	43,593,500	0.3
17	スイス	10	0.7	35,690,000	0.2
18	日本	43	3.2	24,640,446	0.1
19	カナダ	21	1.6	22,828,621	0.1
20	ロシア	21	1.6	21,343,630	0.1
	合計	1,340	100.0	16,841,569,523	100.0

出展： ラオス投資ガイド、国際機関日本アセアンセンター

表1-3 業種別件数および資本額 (単位：US\$)

順位	業種	件数	%	資本額合計	%	1件当たり資本額
1	工業・ハンドイクラフト	251	19.8	326,083,837	2.5	1,299,139
2	サービス	205	16.2	154,535,903	1.2	753,834
3	貿易	168	13.3	96,418,494	0.7	573,920
4	農業	149	11.8	232,181,542	1.8	1,558,265
5	ホテル	95	7.5	563,174,232	4.3	5,928,150
6	縫製	93	7.3	83,018,398	0.6	892,671
7	鉱業	78	6.2	205,897,636	1.6	2,639,713
8	木材	59	4.7	180,738,168	1.4	3,063,359
9	コンサルタント	59	4.7	9,761,572	0.1	165,450
10	建設	56	4.4	114,254,837	0.9	2,040,265
11	エネルギー	22	1.7	10,306,000,000	79.0	468,454,545
12	通信	19	1.5	678,804,647	5.2	35,726,560
13	銀行	12	0.9	91,800,000	0.7	7,650,000
	合計	1,266	100.0	13,042,669,266	100.0	10,302,266

出展： ラオス投資ガイド、国際機関日本アセアンセンター

1.2.4 道路等のインフラ整備状況

下記の道路等のインフラ整備状況は、日本製紙連合会（委託先：社団法人海外産業植林センター）の平成14年度産業植林適地発掘等に関する調査事業「ラオス人民民主共和国におけるパルプ用材植林適地調査報告書」より抜粋し、一部情報をアップデートした。

ラオスは周囲を他国に囲まれ、外洋港を持っていない。唯一のメコン川を利用した船舶輸送もカンボジア国境に近いコーン滝によって、外洋との航行は不可能となっている。加えて、ラオスには鉄道がないことから、トラック輸送が唯一の運送手段となっている。

ラオスの幹線道路としては、北部のルアンプラバン～ビエンチャン～タケク～サバナケット～南部のパクセー～カンボジア国境へと国を縦断する国道13号線と、この13号線から東方のベトナム国境へ向けそれぞれ分岐する国道が北から南へ6号線、7号線、8号線、9号線、18号線と存在している。ちなみに、国道の番号はベトナムとラオスではほぼ共通のものが使用されている。

道路状況は13号線が各国の協調融資により、既に舗装が完成しており、国内輸送の基盤として活用されている。輸出入品の輸送に関しては、ベトナム向け幹線道路の未整備により、これまでメコン川を挟んだタイを経由して行われていた。メコン川には現在2本の橋が架かっている。1本は1994年4月にビエンチャン郊外からタイ側のノンカイをつなぐ最初の国際橋が完成しており、その後、南部のパクセーで日本のODAにより第二メコン橋が2000年8月に開通している。現在、中部のサバナケットからタイ側のムクダハンを結ぶ3番目の橋（国際橋としては2番目）「第2メコン国際橋」が、日本の円借款により2006年12月を竣工予定として建設中である。

近年、日本・中国等の東アジア向けの輸出に有利なベトナム経由の輸送が増えつつあり、前述の両国を結ぶ幹線道路の整備が両国とも急速に進んでいる。もともと、両国は政治的につながりが強く、関税等の条件面でお互いに最恵国待遇としていることもあり、今後も継続的に新設道路の建設も含めて、道路整備が進むと予想される。

1.2.5 エネルギー事情

ラオスの主要なエネルギー資源は森林資源である。都市部では木炭も使用されているがエネルギー消費の57.0%を薪が占めている。次に電気、木炭がそれぞれ11.7%を占めている。燃料油に関しては今後車の増加が考えられるが、ディーゼル発電から水力発電への転換が進んでおり、1997年をピークに減少している。

表1-4にラオスのエネルギー源別需要を示す。

表1-4 ラオスにおけるエネルギー源別需要の推移

(単位 : kte)

年	電気	燃料油	都市ガス	石炭	薪	木炭	おがくず
1996	84.4	590.3	1.8	21.8	847.5	179.4	4.1
1997	96.3	895.6	2.7	11.3	868.7	183.7	3.8
1998	114.0	561.6	1.6	13.8	890.4	187.9	3.6
1999	125.7	339.6	1.1	16.3	912.6	192.4	3.3
2000	179.7	301.2	1.4	53.0	930.8	197.1	N.A
2001	199.0	325.7	1.4	30.5	949.5	201.6	N.A
2002	212.5	301.2	1.4	53.0	1,031.5	211.4	N.A
利用割合	11.7%	16.6%	0.0%	0.0%	57.0%	11.7%	0.0%

(出所)Energy Consumption and PV Solar in Laos 2002, MIH~DOE

電力エネルギーにおいてはラオスは山岳地帯を持ち膨大な水力資源を有する。ラオスの電力生産は発電設備容量から見ると、大/中型水力が96.3%を占め、小/マイクロ水力と合わせて97.2%を占めている。ディーゼル発電は設備容量では2.7%を占めている。しかし、ディーゼル発電設備は主として地方に設置されており、経済的理由や運転時間が短いことから、ラオスの発電電力は水力発電で占められている。

表1-5に2003年現在の発電設備容量、表1-6に発電設備容量と電力供給量および輸出入量を示す。

表1-5 2003年現在の発電設備容量

発電方式	単位(MW)	発電比率(%)
大/中型水力	624	96.3
小/マイクロ水力	6.04	0.9
ディーゼル	17.29	2.7
太陽光発電(通信用を含む)	0.156	0.0
合計	648	100

(出典)ラオスにおける再生可能エネルギー導入に係る調査(NEDO)

表1-6 発電設備容量と電力供給量および輸出入量(1993~2002年)

年	容量 MW	発電量 GWh	ロス GWh	供給量GWh			
				Total	Domestic	Export	Import
1993	212	919.86	106.92	860.64	264.85	595.79	47.70
1994	217	1,198.55	147.32	1,108.69	279.44	829.25	57.46
1995	218	1,084.99	148.81	1,013.01	337.47	675.54	76.83
1996	222	1,247.84	163.43	1,171.97	379.54	792.43	87.56
1997	222	1,218.74	176.50	1,143.89	433.68	710.21	101.65
1998	432	2,298.90	172.18	2,126.72	513.27	1,613.45	142.28
1999	643	2,978.47	184.11	2,794.37	565.55	2,228.82	172.20
2000	643	3,618.55	199.36	3,419.17	626.35	2,792.82	180.17
2001	643	3,837.46	255.72	3,581.74	710.33	2,871.41	183.80
2002	643	3,804.90	440.62	3,565.08	766.74	2,798.34	200.80

(出所)EdL Annual Report 2003

1.3 ラオスの森林概況

下記の道森林概況は、日本製紙連合会（委託先：社団法人海外産業植林センター）の平成14年度産業植林適地発掘等に関する調査事業「ラオス人民民主共和国におけるパルプ用材植林適地調査報告書」より抜粋し、一部情報をアップデートした。

ラオスの国土面積は約 23,680 千 ha と、日本の本州程度の広さである。北部から中部にかけては標高 1,000 から 2,000m の山地で、国土の約 80%を占める。中部から南部にかけて残りの約 20%が大河メコン川とその支流の沖積平野および標高 200m 以下の台地である。

森林（樹冠密度 20%以上）はかつて 1970 年代には国土の約 7 割を覆っていたが、人口増加やベトナム戦争による国内難民の発生に伴う急激な焼畑移動耕作による森林の劣化や減少が続き、1992 年時点には表 1-7 で示すとおり国土の約 47%にあたる 11,168 千 ha まで減少した。その後も森林の減少は続いており、2002 年時点では森林比率 41.5%、森林面積 9,825 千 ha と、10 年間で約 1,300 千 ha の森林が減少している。これとは対照的に、とくに北部地方では天然林が焼畑移動耕作などで一時的に劣化した潜在林地（樹冠疎密度 20%未満の林地）が急速に増加しており、地域面積の 50%を超えているとみられる。中・南部地方は焼畑移動耕作も行なわれているが、地形が緩く稲作も可能な土地が広がっていることから、恒久的な農地への転換が行われてきている。

森林資源の保護・保全は現政府の主要な課題の一つとなっており、天然林の伐採制限と、潜在森林・林地への植林事業の促進などの諸施策が打ち出されてきている。とくに 2002 年 8 月から天然林を保護・保全するために、天然林から伐採された原木を使用した林産物は家具などの最終製品を除いて輸出が禁止されたことは注目に値する。

表1-7 土地利用及び森林面積の推移

(単位: 面積;1,000ha、割合;%)

土地利用		1992年		2002年	
		面積	割合	面積	割合
		森林	11,168.0	47.2%	9,824.7
潜在林地	小計	8,949.0	37.8%	11,152.2	47.1%
	竹林	1,531.9	6.5%	539.0	2.3%
	荒廃林地	6,791.4	28.7%	10,096.3	42.6%
	草地	625.7	2.6%	516.9	2.2%
農地その他		3,563.0	15.0%	2,703.1	11.4%
合計		23,680.0	100.0%	23,680.0	100.0%

出典: 農林省計画局統計課 2005年6月

表1-8 森林面積及び植林用の潜在林地面積 (2002年)

(単位:1,000ha)

地方、県	地方、県 面積	森林	潜在林地				農地その他
			竹林	荒廃林地	草地	小計	
北 部							
ポンサリ	1,595.1	378.9	3.7	1,114.9	33.8	1,152.4	63.8
ルアンナムタ	960.5	315.6	22.1	544.8	32.1	599.0	45.9
ウドムサイ	1,222.5	375.4	1.1	679.2	99.7	780.0	67.2
ボケオ	698.9	309.5	13.7	323.4	20.9	357.9	31.5
ルアンプラバン	2,001.2	256.6	31.5	1,471.2	124.2	1,626.8	119.8
ホアパン	1,703.8	506.1	7.4	1,049.5	59.6	1,116.6	81.2
サイニャボリ	1,638.9	572.7	118.6	818.2	37.8	974.6	91.6
小計	9,820.9	2,714.6	198.1	6,001.1	408.1	6,607.3	501.0
%		27.6%	2.0%	61.1%	4.2%	67.3%	5.1%
中 部							
サイソンプン特別区	710.5	282.6	4.2	340.3	4.3	348.8	79.1
ビエンチャン特別市	367.1	81.4	13.3	142.6	3.1	159.0	126.7
シェンクワン	1,336.2	517.4	0.5	636.1	18.4	655.0	163.9
ビエンチャン	1,445.9	352.0	246.0	595.5	34.5	876.0	217.9
ボリカムサイ	1,628.6	999.8	0.0	497.4	2.9	500.3	128.5
カムワン	1,740.4	940.0	1.2	369.6	3.5	374.3	426.0
小計	7,228.7	3,173.2	265.2	2,581.6	66.7	2,913.4	1,142.1
%		43.9%	3.7%	35.7%	0.9%	40.3%	15.8%
南 部							
サバナケット	2,176.5	1,230.3	14.6	621.6	11.9	648.1	298.1
サラバン	1,034.4	567.0	0.2	298.2	6.9	305.3	162.0
セコン	911.1	483.3	1.6	372.4	12.0	386.0	41.7
チャンパサック	1,428.6	771.8	11.3	241.8	4.8	258.0	398.8
アタプ	1,079.8	531.7	56.1	403.1	8.4	467.7	80.4
小計	6,630.4	3,584.2	83.9	1,937.1	44.1	2,065.2	981.0
%		54.1%	1.3%	29.2%	0.7%	31.1%	14.8%
合 計							
	23,680.0	9,472.0	547.2	10,519.8	518.8	11,585.8	2,624.1
%		40.0%	2.3%	44.4%	2.2%	48.9%	11.1%

出典：農林省計画局統計課 2005年6月

(注) 森林、林地の内容としては、次のように定義されている。

森林：樹冠密度 20%以上。

潜在林地：次に挙げる竹林、荒廃林地、草地などで、樹木が生育しているとしても、樹冠疎密度 20%未満の土地。

竹林：焼畑移動耕作の後に放置されて、自生の竹が繁茂している状態。

荒廃林地：天然林が伐採されてから焼畑移動耕作などの後、二次林としての再生に至らず、樹冠密度 20%未満の土地。無立木地の状態。

草地：焼畑移動耕作などの後に放置されて、草や灌木が繁茂している状態。

なお、農地その他は、県面積から森林と潜在林地の面積を差し引いて算出した。農地の中では水田が多い。

図1-2 メコン下流域の土地被覆状況



出展： Mekong River Commission

第2章 ホスト国のCDM事業受入体制、関連政策

今回、第2回現地調査の際に、ラオス政府への本CDM事業化取り組みについての説明会を行い、併せてラオス政府側のCDMに関する考え方等に関して聴取した。
(議事録要旨を参考資料-1として添付)

2.1 京都議定書の批准

ラオス人民民主共和国は、2003年2月6日付けで京都議定書を批准している。

2.2 DNA設置状況

DNAの設置に関しては、以下の通りUNFCCCに登録されている。
(<http://cdm.unfccc.int/DNA>)

組織名： Science Technology and Environment Agency (STEA),
Prime Minister's Office
住所： Sisavad Road, P. O Box 2279, Vientiane, Lao PDR
連絡先： [Mr. Xayaveth Vixay \(xayaveth@yahoo.com\)](mailto:xayaveth@yahoo.com)
Deputy Director General of Environment Department
電話： (856-21) 218 712
Fax： (856-21) 213 472

2.3 CDM受入のクライテリア整備状況

現在、CDM受入れのクライテリア整備を積極的に進めている。オランダの政府開発援助組織SNV (Netherlands Development Organization) が、アドバイザーとしてサポートを行なっていることもあり、急速に整備が進んでいると思われる。

既に2件の排出削減型CDM (ビール工場の省エネ、小規模水力発電) のホスト国承認申請を受けているとのことであった。(UNFCCCのホームページを見る限り、まだ、CDM理事会への承認申請はなされていない模様。)

2.4 CDM政策について

ラオスは、基本的にCDM事業に対して、積極的な受入れを行なう姿勢を示している。現時点で、優先的に受け入れたい事業カテゴリーを特定していないが、幅広い分野での事業受入れを目指していると思われる。

今回の調査におけるラオス政府との意見交換において、AR/CDM事業に関しても、積極的に受け入れていきたい旨のコメントを得ている。また、事業者に対して環境および持続可能な発展に対する配慮を求めているとのコメントもあった。

2.5 森林政策、森林整備状況

第1章で述べたが、ラオスにおいても焼畑等によって過去30年ぐらいで、急速に森林の減少が進んでおり、森林資源の保護・保全が政府の主要な課題の一つとなっている。

ラオス政府は、これまでも森林減少の最大の原因である焼畑移動耕作を排除し、定着型の農業を推進するために、土地・森林分配政策を進めてきている。これは、農民に一定面積の土地を分配し、農民が定着して農耕あるいは植林を行う場合には長期の保有権を与えるものである。

ラオスの憲法は1991年に制定され、土地は国民総体の財産であるが、個人や組織が各種の法令に基づき利用し保有する権利やその権利の譲渡、相続について国が保証することを定めている。森林に関する法令としては、近年いくつかの首相令によって森林が管理されてきたが、1996年に森林法が制定されており、その中で森林はつぎのように区分されている。

- (1) 生産林 …………… 国の経済社会開発や国民の生計に貢献するよう、環境に対してマイナスの影響を与えずに、持続的に木材やその他林産物を生産する森林、林地。
- (2) 保全林 …………… 歴史、文化、観光、環境、教育などの面や、さらには科学研究上の価値を有する動植物相、自然、その他多様な事物を保全し保護する目的の森林、林地。
- (3) 保護林 …………… 流域の保護および土壌侵食の防止を目的とする森林、林地。国の安全を図る林地、および自然災害から保護し、環境を保護する林地も含む。
- (4) 再生林 …………… 天然の力により壮齢林へと更新・成育管理される若齢の休閑林。
- (5) 荒廃林 …………… 甚大なダメージを受け、無立木状態あるいは裸地状態となっていて、すでに植林地として区分されている林地および国の経済開発計画に則して、個人・組織が植林や農業、畜産業を行うために割当てられる林地である。

ただし、上記各森林区分の基準ははっきりしておらず、現在整備中の土地利用区分(Land Allocation)作業によって、政府と地元住民の合意の下に村落単位で区分け整備が進められている。

ラオス政府では、森林資源の保護・保全のための積極的な行動計画として、焼畑撲滅による「再生林」の拡充と、「荒廃林」に植林を進めることで、森林率の回復を目指している。

植林の促進に関しては、森林法以外においても首相令や農林省令によって推進策等が規定されている。森林法制定以降の主な法令は以下の通りである。

- (1) 持続可能な植林の開発・促進に関する農林省令 2000年8月
- (2) 森林の管理および木材販売に関する首相令 2000年10月
- (3) 村落林の管理に関する農林省令 2001年6月
- (4) 生産林の持続可能な管理に関する首相令 2002年5月

ラオス政府は、「森林の管理および木材販売に関する首相令 2000 年 10 月」に基づいて、2001 年より、天然林から生産される木材について課徴金を m³ 当り 1~3US\$徴収し、この原資をもって植林を促進することとした。植林目標としては、2001 年から 2005 年までの第 5 次 5 ヶ年社会経済開発計画の中で 134,000 ha が打ち出され、これまでに約 113,000ha が植林されたとしている。さらに、2020 年までの森林政策 (Forest Strategy to the year 2020 : FS2020) 検討において具体的な数値目標が議論されており、当初、約 65 万 ha といったレベルの目標面積が議論されていたが、最新の議論においては、2000 年の議論開始から現在までの思うように増加していない植林面積推移に関して原因分析を行い、具体的な数値目標の代わりにいくつかの具体的な植林面積拡大の方策が提示されている。

プログラムと行動 (Program and Action)

4. 植林

- ①国家植林開発計画の策定
- ②植林の収益性改善 (成長性向上技術開発、市場調査)
- ③法規制枠組みの改善 (土地利用権利、CDMを活用した大規模植林投資への対応)
- ④資金とインセンティブの枠組み改善 (分収システム)
- ⑤マーケティング (情報共有&提供)

以上の項目に関して、それぞれ担当組織、優先度、期限が設定されている。中でも特筆すべきは、「CDM活用による地元と協調した大規模植林への対応」を具体的な行動計画として取り上げ、2007 年度までに優先度高として農林省、外国投資局、およびDNAである首相府科学技術環境庁が担当すると明示されている点にある。

2.6 エネルギー政策

2.6.1 基本政策

エネルギー政策の中心は電力であるが、エネルギー全般には以下のような基本政策がある。

- ①国内で安価に生産可能な資源を活用し、石油製品の輸入と薪炭消費を削減する
- ②国内エネルギー供給と外貨獲得のための水力発電開発を実施する
- ③エネルギー消費の変化への対応と既存燃料の維持に配慮した適正な価格政策の推進
- ④人材育成を推進し、政策立案、プロジェクト実施、財務管理などの能力を高める
- ⑤地方電化の促進により、森林資源の保全を図る

2.6.2 政府の電化政策数値目標

電化目標は以下の通りである。

- ・ 2005 年までに 45%電化
- ・ 2010 年までに 70%電化
- ・ 2020 年までに 90%電化

2.6.3 電力企業政策

電力企業政策として以下のことが進められている。

- ①経済社会開発のため、保守、拡大、採算、信頼性のある電力供給
 - ・ 幹線供給の延伸と能力向上
 - ・ 地方電化促進と給電能力の向上
 - ・ エネルギーセキュリティと自給力の向上
 - ・ 長期的に持続可能な電力プロジェクトの実施
- ②電力輸出で開発目標達成の収入源を確保
 - ・ メコン流域諸国との取引拡大
 - ・ IPP プロジェクトの選択と実施方法の開発
 - ・ IPP 開発におけるラオス国利益の増大化
 - ・ 地域的電力貿易拡大のための送電インフラの整備
- ③法規枠組みの整備
 - ・ 電力企業規制の法規見直し
 - ・ 環境保護法規の強化
 - ・ 国際的な提携投資の実施に関する法的枠組みの整備
 - ・ 地方電化に関する法的枠組みの整備
- ④各機構の強化と構造強化による責任の明確化、商業機能強化、管理機能の効率化
 - ・ 電力企業の構造改革により中央と地方政府との電力利益擁護への責任分担の明確化
 - ・ 電力料金設定ガイドラインの明確化
 - ・ ラオス電力公社（EdL）の商業的基盤の確立
 - ・ 地方電化促進のための機関の確立

2.6.4 地方電化の政策

実行に向けての具体的な要点は以下の3点である。

- ①オフ・グリッド電力供給の増強と改善を目的として、ナショナル・グリッド電力系統との棲み分けを明確にし、オフ・グリッド供給方法については県レベルの電力供給計画・管理・操業を強化する。また、実施にあたっては、社会的、経済的、財政的、環境的、さらには有利な融資の調達など複合的な視点からの事業展開を行うこと。
- ②オフ・グリッドの法的な仕組みを整備し、電力法に組み入れること。なお、設置機器の償還方法や利用料金の設定などについて、住民の長期的な利益になるような柔軟な事業のあり方を検討すること。
- ③僻地の住民に対する電力供給の債務は EdL および MIH・地方電化部にある。EdL はベトナム、中国およびタイなど近隣諸国からの電力輸入事業を実施し、地方電化部は太陽光、マイクロ水力およびバイオマス発電を展開し、双方の機関が分担して事業を進めること。

第3章 プロジェクトによる持続可能な発展と技術移転

3.1 ホスト国の持続可能な開発への貢献

ラオスでは、農林業は最も重要な産業であり、GDPの約5割を占めている。特に、森林・林業セクターは、ラオスの経済、山間部に住む住民の生活の糧として、さらには環境保全といった重要な役割を果たしている。

また、第2章の森林政策の部分で述べたとおり、ラオス政府としても既存の森林資源の保護・保全と併せて、森林率回復のための積極的な行動計画として、焼畑撲滅による「再生林」の拡充と、「荒廃林」の植林地への転換に積極的に取り組んでいる。

以上のような状況において、製紙原料向けの本植林事業に関しては、原料としての需要が安定しており、また植林事業そのものは説明するまでも無く、持続可能な再生産事業である。更に言えば、これら事業による雇用創出、森林回復といった経済的・環境的な効果が期待されることで、その持続可能性が高まると期待している。

今回の調査では、はっきりとしたCDMとしての持続可能な開発に貢献できる投資奨励分野の確認はできなかったが、2004年の改正外国投資奨励法において、7つの投資奨励分野の中に「農林業、農林産品加工及び手工業活動」とあり、本植林事業はその中に当てはまるものと考えられる。

また、今回検討を行なったバイオマス発電事業も植林事業から発生する廃棄物を有効利用するといった持続可能な事業である。

ラオスは豊富な水力資源を有し、水力発電の開発が計画されているが、系統連係への投資が必要なことから、電力需要の少ない地域の電化は進んでいない。政府は2020年までに電化率を90%にすることを目標とした政策を行っているが、無電化村の多くは太陽光発電、風力発電、バイオマス発電など独立電源を利用した地方電化が進められる。

本プロジェクトは系統連係が計画されていない無電化村に対して、木質バイオマス発電を設置することにより、地域の持続的な発展を目指すものである。木質バイオマス発電は太陽光発電や風力発電と違って一年を通して安定した電力供給が行われる。また、発電設備から各需要家の所に配電線を敷き、村内に小さな電力網を作るため、将来系統連係が行われた時のインフラとして村内の電力網は利用できる。

3.2 ホスト国への技術移転

植林事業においては、FS2020においてラオス政府の植林地拡大に向けた具体的な方策として取り上げられているとおり、ラオス政府としても現状の国内植林技術では、採算的に植林事業が成り立たないので、成長性向上の技術開発が必要であると認識している。

一方、当社ではラオスでの本植林事業と同様の植林事業を世界各地で行なっており、製紙原料向けの植林事業に関しては、十分な技術とノウハウを有している。また、森林資源研究

所という組織を社内に有しており、ユーカリ育種の研究開発を行なっている。

当社としては、以上の技術、ノウハウ、遺伝資源等を本事業に積極的に投入する考えを持っており、それらの技術等は可能な範囲でラオス国内の森林研究機関等へ移転していきたいと考えている。

バイオマス発電事業に関して、今回の調査で日本における小規模バイオガス発電技術は、徐々に事業化ベースに近づいていると確認できた。ただし、コスト的にはかなり設備費が高いことから、発展途上国への導入に当たっては、設備費のコスト削減が不可欠であると考えられる。

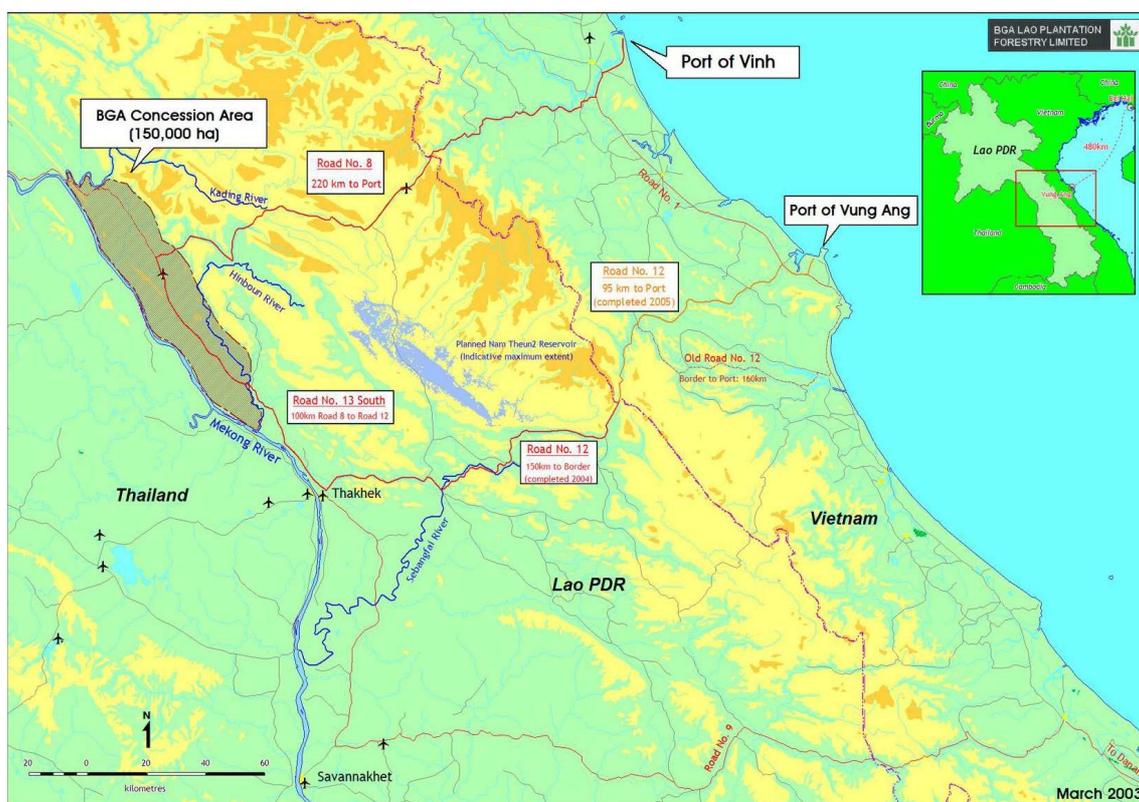
従って、本バイオマス発電事業のCDM事業化に関しては、更なる設備的な調査検討が必要であると考えている。ただし、採算的なシステムの目処が立ち、ラオスへの導入が実行されれば、無電化計画地域における技術導入・普及は十分可能性があると考えられる。

第4章 調査実施体制、調査活動

4.1 調査対象地

- 1) 位置： ラオス人民民主共和国 カムアン県およびボリカムサイ県において、今回のカウンターパートである LPFL 社が植林事業を行なっているコンセッションエリア (図 2-1)
- 2) 面積： 約 150,000ha。

図 4-1 LPFL 社コンセッションエリア位置図



4.2 調査実施体制

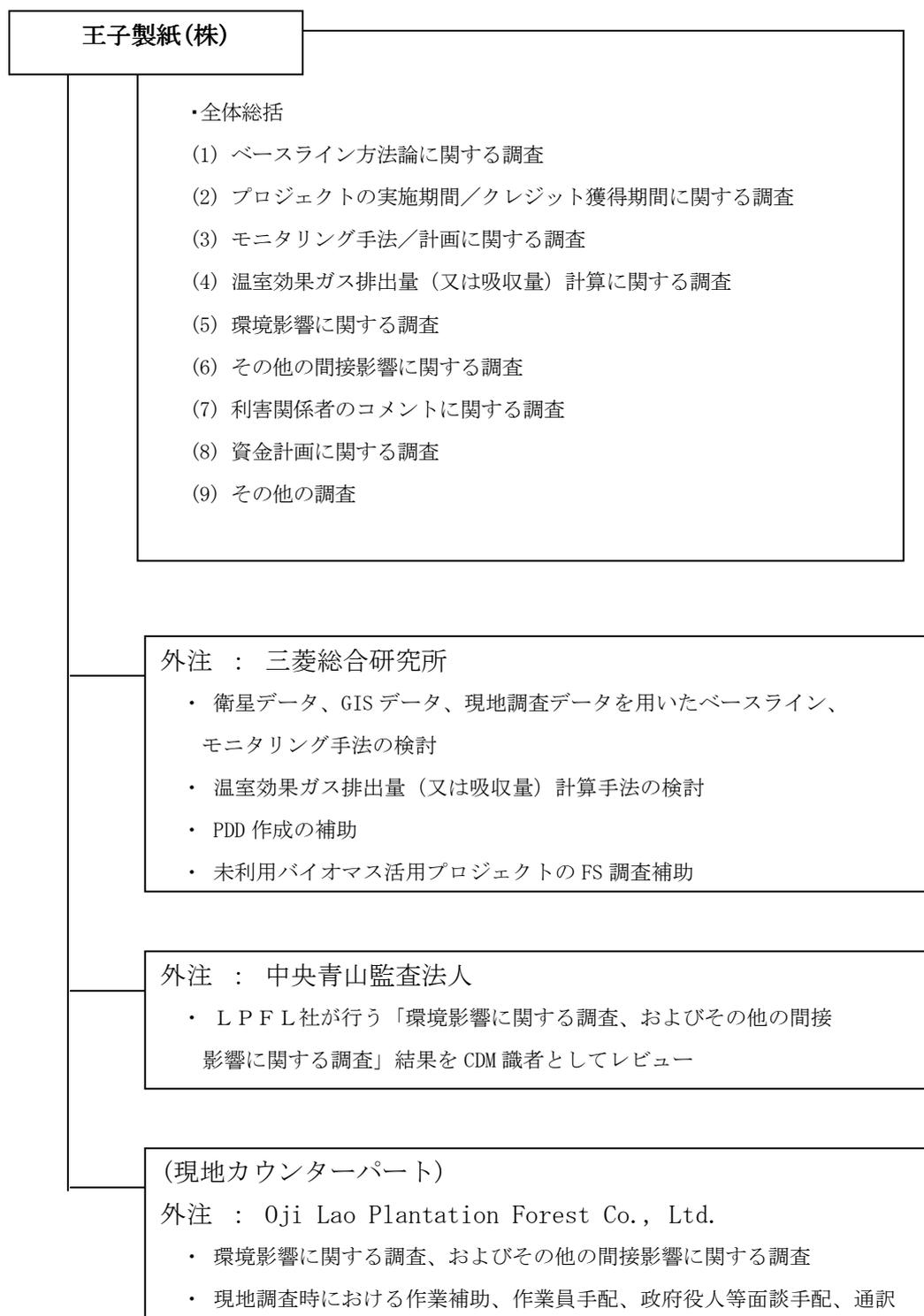
日本側の調査協力機関として、CDM に関する知見はもちろんのこと GIS、衛星データ等に関する知見・技術、およびバイオマスエネルギーに関する知見を有する(株)三菱総合研究所に、衛星データ、GIS データ、現地調査データを用いたベースライン、モニタリング手法の検討等を外注した。

また、社会環境影響評価に関する知見を有する(株)中央青山 P w C サステナビリティ研究所に、現地カウンターパートが行う「環境影響に関する調査、およびその他の間接影響に関する調査」結果に関して CDM 識者としてのレビューを外注した。

ホスト国側の調査協力機関としてはカウンターパートとして LPFL 社に、環境影響に関

する調査、およびその他の間接影響に関する調査他を外注した。

図4-2 調査実施体制とその役割分担



4.3 調査活動実績

- ・ 2005年9月26日～9月30日
第1回現地調査&カウンターパート打合せ（バイオマスエネルギー関連）
- ・ 2005年10月20日～12月22日
継続的現地調査（データ測定、および統計資料の収集取り纏め）
- ・ 2005年12月12日～12月16日
第2回現地調査&カウンターパート打合せ（AR-CDM関連）
ラオス政府へのCDM事業取り組みの説明会開催
- ・ 2006年1月中旬
カウンターパートを通して環境コンサルタントへ依頼していた 社会・環境
影響評価報告書の受取
- ・ 2006年1月～2月
PDD作成に向けた調査データの取り纏め
バウンダリー、ベースライン、モニタリング等に関する検討
- ・ 2006年2月～3月、
報告書およびPDDの作成。

第5章 ユーカリ植林による吸収源 CDM 事業化概要

5.1 事業概要

本事業は、同地域にてすでに植林事業を実施している LPFL 社の植林事業に対して追加的に実施するものである。LPFL 社の植林対象予定地は、ラオス政府が設定した土地利用区分に基づいて、植林可能な「農地」、「荒廃林地」、「草地」、「焼畑地」の区分の中から、植林適地をピックアップし、住民との合意の上で政府とのリース契約が締結される。一方、EB22 で決定した AR-CDM における「土地の適格性決定方法」に基づくと、LPFL 社植林地の一部はホスト国が定める森林定義の閾値を上回り、CDM 事業対象地と成りえないと見られる。このため CDM 事業としての適格性を評価したうえで、事業対象地の設定を行う。表 5-1 に、LPFL 社事業全体と CDM 事業との関係を整理する。

表 5-1 LPFL 社事業全体と CDM 事業との関係

	LPFL 社 事業全体	CDM 事業対象
植林樹種	ユーカリ・カマルドレンシス ハイブリッドユーカリ	同左
植林対象地	コンセッションエリア内の潜在林地（ラオス政府により「竹林」「荒廃林地」「草地」と定義された地域）	コンセッションエリア内の潜在林地のうち、土地の適格性条件を満たす地域 （1990 年以前から非森林地域であり、 <u>違法な焼き畑による人為的圧力により、「森林」とはならない地域</u> （非 CDM においては、事業対象とはなりにくい/ならない地域）
植林面積	年間約 7,000ha	事業全体の植林面積のうち、CDM 事業としての適格性を有する地域の面積
伐期	7 年（伐採後には萌芽更新および再植林で植林地を維持）	同左
プロジェクト期間	50 年間	30 年(更新なし)
伐採材の扱い	ベトナムのブンアン港から日本へ輸出し、パルプ・紙製品に加工（植林地から約 300km） 用地整備時に発生した灌木および伐採後の林地残材は林地にて <u>焼却処理</u>	同左 用地整備時に発生した灌木および伐採後の林地残材は、 <u>バイオマスエネルギー資源として利用</u> （バイオマス資源としての利用は、植林 CDM とは別に、排出源 CDM（小規模）として実施することから、LPFL 事業地全体が対象となる）
社会・環境影響への配慮	ラオス政府および LPFL 社における事業基準に基づく配慮	左記基準に加え、CDM 事業としての適格性を充足するための評価を実施

5.2 バウンダリーの設定

本事業のプロジェクトバウンダリーは、コンセッション地域内における LPFL 社の植林事業地のうち、CDM 事業地としての適格性が判断された植林地内とする。本事業では、EB22 において決定された吸収源プロジェクトの土地適格性評価手法に基づき、本プロジェクトの植林部におけるバウンダリーの設定を行った。設定に用いたデータは、基準年付近およびプロジェクト開始前の衛星データ(Landsat/TM, ETM+)であり、現地調査結果に基づくグランドトゥールズデータに基づき土地被覆・利用の評価を行った。なお、基準年付近データについては、本来であれば 1989 年 12 月前後に取得されたデータを用いるのが適切であるが、当該地域において同時期の良好なデータが得られなかったことから、基準年に最も近い良好なデータとして、1992 年 11 月 6 日に取得されたデータを用いた。また、プロジェクト開始前データについては、2000 年 11 月 4 日に取得されたデータを用いている。

5.3 ベースラインの設定

本事業は、違法な焼畑を主とする継続的な人為圧力により荒廃地化した非森林地域に対する再植林事業として位置づけられる。プロジェクトの適格性は、7.1 節に示した、EB22 において決定された吸収源プロジェクトの土地適格性評価手法に基づき行われ、LPFL 社の植林対象予定地のうち、CDM 事業として適格性が認められた地域をプロジェクトバウンダリーと設定する。

また、ベースラインアプローチとして approach 22(a)を想定する。同地域では、プロジェクト地域を特徴づける過去から現在にかけての土地被覆の変遷や自然要因、社会・経済的要因を考慮すると、自然による森林再生や新たな資金・技術を導入しての土地利用の変化は考えられない。

また、ベースラインシナリオは、以下のステップにより決定する。

- (1) 起こりうる土地利用シナリオとして、本プロジェクト以外の産業植林、環境植林、植林以外の産業、農地への転換、森林の自然更新、現状維持を考える。
- (2) 各シナリオについて、バリア分析を行ない、実現可能性を調べ、ベースラインシナリオを決定する。バリアとしては、投資、技術、慣習、自然、土地所有に関わるバリアを対象とすることとする。
- (3) 本 PDD で採用している方法論は、現状維持のベースラインアプローチに対応したものである。ベースラインシナリオとして現状維持が選ばれる必要がある。

なお、ベースライン方法論は、現在、当社が OE への提出準備を進めている方法論を適用することとする。

5.4 プロジェクトの追加性検証

A/R CDM 活動の追加性は、第 21 回 EB において承認された A/R CDM に対応した追加性検証ツールに、改変を加えたツールを用いて検証を行う。以下に、「追加性の証明・評価ツール」の各ステップを示す。

ステップ 1. 現在施行中の法律及び規則に矛盾しないプロジェクト活動の代案の特定

サブステップ 1 a. プロジェクト活動の代案の定義

シナリオ 1 : 当国、または当地域周辺の地元民が、環境植林、もしくは産業植林を行う。

シナリオ 2 : 民間、外資による通常の産業植林が、実施される。

シナリオ 3 : 天然更新により、森林が再生される。

シナリオ 4 : 民間、外資による本プロジェクトシナリオ、CDM 産業植林が行われる。

シナリオ 5 : 現状の非森林地域が今後も維持される。

サブステップ 1 b. 適用されるべき法律と規則の実施 : 森林法他

サブステップ 1 c. ベースラインシナリオの選択 : シナリオ 5 の選択

ステップ 2. 投資分析 : I R R を用いてシナリオ 2 と 4 の投資比較分析、シナリオ 4 の選択

ステップ 3. バリア分析

サブステップ 3 a. 提案されるプロジェクト活動のタイプの実施を妨げているバリアの特定

- a) Investment barriers
- b) Technological barriers
- c) Institutional barriers
- d) Barriers due to local ecological conditions

サブステップ 3 b. 特定されたバリアが、(提案されるプロジェクト活動を除く) 代案のうち少なくとも一つの実施を妨げるものではないということを示す : シナリオ 5 はいずれのバリアにも阻まれない。

ステップ 4. CDM 登録の影響 : ①制度変更等のカントリーリスク軽減、②技術移転による住民植林の普及によって火災リスク軽減、③政府の森林政策実施促進

5.5 モニタリング手法

プロジェクトバウンダリー内のプロジェクト実施に伴う炭素蓄積量の変化を。以下の手順によりモニタリングする。

- (1) プロジェクト開始に先立ち、バウンダリー外の植林の可能性のある土地についても既存データおよび衛星画像を用いた階層化を行なう。このことにより、プロジェクト実施の中でバウンダリーに変更が加わった場合に、ベースラインの修正が可能となる。
- (2) 新規植林地 (site) を設定する際、サイトの外周の位置情報を GPS を用いて測定し、GIS で管理する。
- (3) 新規植林地の設定が終了した後は、衛星画像を用い、バウンダリーの位置、面積に変化がないことを定期的に確認する。同時に、プロジェクトに起因する土地被覆の変化がないか、バウンダリー周辺部についてもモニタリングする。変化が見られた場合には、その内容と GPS を用いて計測された新たな位置情報を記録する。
- (4) バウンダリーが PDD において計画されている位置から移動した場合、既になされている階層化を元に、ベースラインの修正を行なう。

なお、モニタリング方法論は、現在、事業実施者が OE への提出準備を進めている方法論を適用することとする。

5.6 プロジェクト活動期間/クレジット発生期間

CDM 事業としてのプロジェクト活動期間とクレジット発生期間は、共に 30 年間とする。ただし、31 年目以降は、植林木の成長性、採算性等を総合的に判断し、可能であれば通常の産業植林として事業を継続する。

5.7 ベースラインにおける GHG 蓄積の推計

各階層について、初回植え付け前の林地整備時に、既存草本および灌木バイオマスを計測する。

- (1) 草本の地上部および地下部を採集し、それぞれの絶乾重量を求め、単位面積あたりの草本バイオマス平均値を計算する。
- (2) 灌木については、直接刈り取り、またはアロメトリー式を用いる方法で地上部地下部の絶乾重量を求め、単位面積あたりの灌木バイオマス平均値を得る。

5.8 プロジェクト活動における GHG 蓄積の推計

バウンダリー内において a)植林、伐採、再植林による炭素蓄積量の変化、b)植栽による土地被覆の変化と化石燃料使用に伴う CO₂、並びに施肥による N₂O 等の GHG emissions が想定される。なお、モニタリング対象とする炭素プールを下記に示す。

表 5-2 モニタリング対象とする炭素プール

Carbon pools	Selected (answer with yes or no)	Justification / Explanation
Above ground	yes	Major carbon pool subjected to the project activity
Below ground	yes	Major carbon pool subjected to the project activity
Dead wood	no	Conservative approach under applicability condition
Litter	no	Conservation approach under applicability condition
Soil organic carbon	no	Conservation approach under applicability condition

また、バウンダリー内においてモニタリング対象とする排出源は、以下とする。

- 施業等の活動のための車両や重機の利用による化石燃料の使用による CO₂ 排出の増加
- 植林に先立つ、植林地および植林地外の整備のためのバイオマスの除去による CO₂ 排出の増加
- 窒素肥料の添加による N₂O 排出の増加

5.9 リークージの特定および GHG 排出の推計

本 A/R CDM 活動の実施に伴い、下記のリークージの発生が想定される。

- バイオマス由来の CO₂ 発生；
 - ・ バウンダリーへのアクセス道の整備・拡張による土地被覆の変化、
 - ・ 苗畑新設、拡張による土地被覆の変化、
 - ・ チップ加工設備の建設による土地被覆の変化
- 化石燃料由来の CO₂；
 - ・ アクセス道の整備・拡張に伴う重機、車両等の燃料使用、
 - ・ 苗木、肥料、資材等の運搬車両の燃料使用、
 - ・ 伐採木の運搬による車両等の燃料使用
 - ・ チップ加工設備の建設及び操業に伴う車両、重機、電力等の燃料使用
 - ・ 港船積み設備までのチップ運搬に伴う燃料使用
 - ・ チップ船積み設備の操業に伴う車両、重機、電力等の燃料使用
- 施肥による N₂O；
 - ・ 苗畑での育苗期間における施肥

5.10 環境・社会影響の調査分析

本 A/R CDM 活動の実施に伴い、環境・社会経済的側面でどのような負荷（負の影響）が生じ、また便益（正の影響）が生じるか想定し、評価する。ここでは、LPFL 社が実施した 2002 年および 2005 年の「環境影響に関する調査、およびその他の間接影響に関する調査報告書」をレビューし、PDD の作成のための初期影響評価を実施する。調査分析は、基本的な評価領域をスコーピングし、さらに配慮すべき評価領域を絞込んで評価を実施する。

➤ スコーピング

本 A/R CDM 活動の環境・社会的影響評価で取り扱うべき問題の枠組みを JBIC のガイドラインを参考に選定する。

表 5-3 影響評価項目

G/E/S	NO	Criteria	JBIC	Scoping 評価者	根拠・出典先
G	1	Legal and regulatory frameworks	○	◎	2002; Env.2.1
G	2	Stakeholder consultation	○	×	2002; Env.5.6、Socio2→別章
E	1	Atmospheric pollution	○	×	JBIC; 2.1、2002; Env.7
E	2	Hydrospheric / Regospheric impacts	○	◎	2002; Env.7.2
E	3	Aquatic pollution	○	◎	2002; Env.7.2
E	4	Soil structure/fertility	○	◎	2002; Env.7.2
E	5	Biodiversity	○	◎	2002; Env.7.2
E	6	Landscape		○	LPFL環境ガイドライン
E	7	Waste Management	○	○	JBIC; 2.3、FSC; 6.7
S	1	Ethnicity	○	○	Annex4; Table2
S	2	Religion	○	○	2002; Socio1.2
S	3	Livelihood	○	◎	2002; Socio1.3
S	4	Food security		◎	2002; Socio1.4
S	5	Attitude to wage labour	○	◎	2002; Socio1.5
S	6	Housing		○	2002; Socio1.6
S	7	Village facilities		◎	2002; Socio1.7
S	8	Transport and communications		◎	2002; Socio1.8
S	9	Health		◎	2002; Socio1.9
S	10	Education	○	◎	2002; Socio1.10
S	11	Interaction with government		×	2002; Socio1.11
S	12	Land tenure	○	◎	2002; Env.6、Socio1.12
G	13	Landuse by villages	○	◎	Annex4; Table2
S	14	Stakuholder indentification		×	2002; Env.5

G; General Criteria、E; Environmental Criteria、S; Social Criteria

◎; 評価上非常に重要である、○; 評価上重要である、×; 評価対象から除く

➤ 配慮すべき環境・社会経済影響の評価

LPFL 社の調査報告書およびヒアリングをもとに、スコーピングした環境・社会経済影響の側面から実際に配慮すべき側面を抽出し、評価する。

第6章 植林部門における現地調査

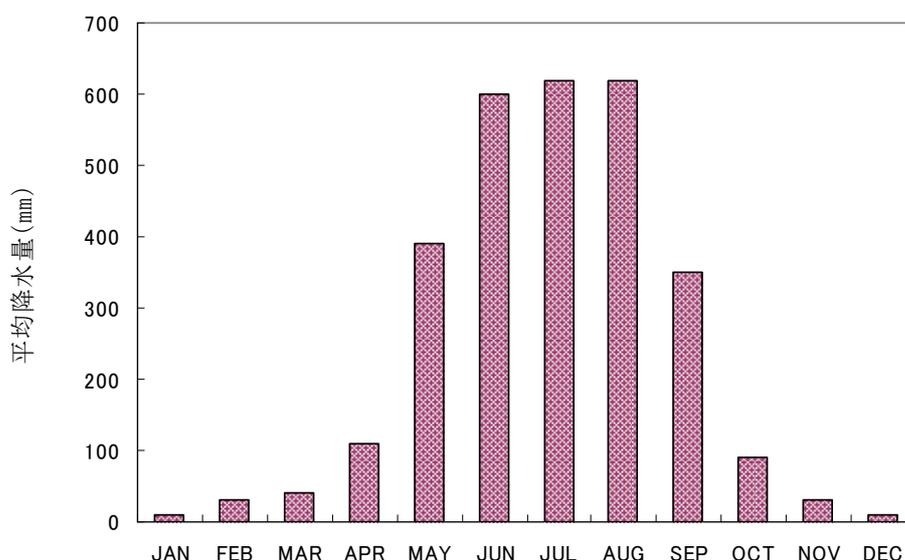
6.1 気候、土壌、地勢

対象地域の気候、土壌については、前オーナーによる本植林事業のFS調査において、以下の通り調査がなされている。

1) 気候

- ・月間平均気温は年間を通して24℃～29℃、年間降水量は2,400mm～2,900mmとなっている。降水量はラオス国内においても多い地域である。雨季と乾季が約半年ずつはっきりと分かれており、熱帯モンスーン気候に区分される。内陸に位置することから台風の被害はほとんど無いが、雨季の集中豪雨によって小規模な洪水被害はたびたび発生している。

図6-1 対象地域北部の降水量



2) 土壌

- ・ポドゾル性の赤黄色土(アクリソル)が大部分を占めており、アジア地域でユーカリやアカシアが植えられている典型的な土壌である。

3) 地勢

- ・メコン沿いに位置することから、植林対象地でも斜度10%以下と非常にフラットな地形で、標高は100m～200mの範囲内にある。

6.2 植生

対象地域150,000haの内、約40,000haが森林で、*Tectona grandis*、*Pahudia cochinchinensis*、*Terminalia nigrovenulosa*などの混交落葉樹林がほとんどを占め、一部

に *Shorea siamensis*, *Dipterocarpus intricatus*, *D. tuberculatus* などの乾燥フタバガキ林がある。約 90,000ha については焼畑移動耕作などによって荒廃してしまった潜在林地（竹林、荒廃林地、草地）である。荒廃林地は、主に *Cratoxylon prunifolium* などの灌木に覆われている。残りの約 2 万 ha は農地や居住地といった無植生地となっている。

6.3 土地の所有形態および植林利用

ラオスでは、憲法の定めるところによりすべての土地は国家社会に帰属する所有財産である。森林法においては、天然林と林地は国家社会の所有財産であり、国は、国家社会に代わり個人・組織が林地を合理的に利用できるように林地の管理と配分を行い、樹木と林地の保有権を与えることを第 5 条に規定している。

また同条項では、個人・組織が政府の認可を得て自らの労働と資本を用いて植林した樹木および森林については、植林した者の所有財産となること、したがって植林者は諸法令に基づき、その所有、利用、譲渡、相続の権利を取得できることを規定している。

外国資本がラオスで植林を行なう場合、土地の所有が認められないことから、土地を政府から借りて利用権の認可を受ける形を取らなければならない。本植林事業では、既に事業認可を取得しており、リースによって植林地の利用権を確定させながら、植林を行なっている。

植林地のリースに際しては、政府が住民の合意の下に村落ごとに定める土地利用区分に基づいて、植林利用が可能な「農地」「荒廃林地」「草地」「焼畑地」の区分地の中から、植林適地調査に基づき、住民の森林副産物や薪炭材確保も考慮し、住民合意取得の上で、ラオス政府とのリース契約を締結している。更に、実際の植林に当たっては、土壤保全、生物多様性の保全等の環境影響への配慮に基づいた、植林地設定を行なっている。



図 6-2 プロジェクトエリアの代表的な植生



図6-3 地元民の土地利用状況（焼畑移動耕作）

6.4 植林木の成長量およびGHG吸収量推定

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。本植林事業では、従来、アカシア・マンギウムおよびユーカリ・カマルドレンシスを中心に植林を行ってきたが、今後は当社森林資源研究所のR&D能力を投入し、ユーカリ・ユロフィラとユーカリ・グランディスのハイブリッドを中心に展開していく予定である。従って、今回、既存植林地(ユーカリ・カマルドレンシス)の蓄積量に関して調査測定を行ない、第11章において植林木によるGHG吸収量の推計を行なったが、実際のGHG吸収量との間には樹種の違いによる差異を内包していると考ええる。

ただし、実際のモニタリングにおいては、製紙原料向けに伐採・利用される主幹部の重量測定を行い、その他の部位についてはサンプリングによる主幹部に対する比率計測を行なうことで、精度の高いGHG吸収量の測定が可能である。

2.5 年生 *E. Camaldurensis* 植林地

内容	生重量 (kg)	絶乾率 (%)	絶乾重量 (BDkg)	全炭素 (kg-CC2)	部位比率 (%)
主幹	36.70	43%	15.65	28.68	47%
枝	14.53	58%	8.47	15.52	26%
葉	11.88	36%	4.23	7.75	13%
地上部計	63.11	45%	28.34	51.96	86%
地下部	10.04	47%	4.74	8.68	14%
合計	73.15	45%	33.08	60.64	100%

表6-1 植林木の地上部バイオマス、地下部バイオマスの炭素量

6.5 植林対象地（ベースライン）の炭素量推定

今回の調査では、植林対象地のベースラインの算定根拠となる現存蓄積量のサンプリング測定を以下の通り行なった。

Sampling 1：草地・多様な草本・（1サンプル）→ 毎年焼畑を実施？

Sampling 2：草地・笹優勢・（1サンプル）→ 毎年焼畑を実施？

Sampling 3：比較的疎な灌木地（2サンプル）→ 焼畑後3年程度？

Sampling 4：比較的密な灌木地（1サンプル） 2006年植林予定地

1) 調査手法

■ 草本地におけるバイオマスサンプリング

プロットの中心に直径2mの円形サブプロット（地上バイオマス用）を設置した。さらにその内側に直径1mの円形サブプロット（地下部バイオマス用）を設置した。

- 調査地点の緯度経度情報の取得：GPSによる計測
- 現地概況の記録：デジタルカメラによる写真撮影

地上部・地下部バイオマスの計測は灌木の場合と同様

■ 灌木地におけるバイオマスサンプリング

選定された地点に、方形(10m×10m)のプロットを設置した。プロットの中心に直径2m

の円形サブプロット（地上バイオマス用）を設置した。さらにその内側に直径 1mの円形サブプロット（地下部バイオマス用）を設置した。

- 調査地点の緯度経度情報の取得：GPS による計測
- 現地概況の記録：デジタルカメラによる写真撮影
- 灌木密度の測定
 - ◇ 灌木用サブプロット内に存在する灌木の個体数を数える。

□ 地上部バイオマスの実測

- 地上部バイオマス・サブプロットに生育する灌木地上部を刈り取る。
- 刈り取った灌木地上部サンプルの生重量をバネ秤で量る。
- 灌木地上部サンプルを代表させるよう、一部を分け、生重量を測定、持ち帰った後、乾燥重量を量る。

□ 地下部バイオマスの実測

- 地下部バイオマス・サブプロット内の土壌中から、全ての地下部（根）を掘り出す。
- 地下部バイオマスから土壌を除き、バネ秤を用いて生重量を量る。
- 一部を分け、生重量を測定する。持ち帰った後に、オーブンで乾燥させ、乾燥重量を量る。

2) 測定結果

(BDT/ha)

			地上部	地下部	合計
1	草地	多様な草	8.6	1.9	10.5
2	草地	笹優勢	34.1	71.1	105.2
3	灌木地	疎	6.2	13.5	19.7
4	灌木地	疎	24.7	8.3	33.0
5	灌木地	密	37.5	22.7	60.2

表 6 - 2 植林対象地のバイオマス炭素量

3) ベースラインの炭素量の変動推移の予測

草地に関しては、灌木地に移行する場所も多少は存在するものと思われるが、大部分は土地の脆弱性等によって、そのまま草地の状態が続くものと思われる。一方、灌木地に関しては、プロジェクトが存在しない場合、他に食糧確保の手段を持たない住民によって違法な焼畑が今後も続くと考えられ、ある地点においては、灌木バイオマス量が増加する期間があるものの、広い面積全体として見ると、灌木バイオマス量の合計が増加することは無いと思われる。

今回の調査で、植林対象地域内の8つの村で住民アンケート調査を行なったが、昨年1年間の新たな焼畑開墾は約1/3の世帯が実施、平均の開墾面積は1世帯あたり約1haであった。また、休閑期間は3年から7年の回答が多く平均で4.4年であった。

従って、大雑把な推計ではあるが、植林対象地域内には約1万の世帯が存在することから、昨年1年間の新たな焼畑開墾面積は3千ha以上に上り、全体の焼畑対象地は1万5千ha程度と計算することができる。

6.6 各種作業におけるGHG排出の推定

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。

①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）

②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桧積作業（トラクターによる集材）

③原木輸送工程

- ・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

④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

⑤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ヘクタール当りの燃料・電力消費量に関しては、以下の通り推定した。チップ加工工場の設置場所に関して未定であるが、ラオス側のタケクに設置する前提で試算した。

	軽油 (kリットル/ha)	電力 (kWh/ha)
①植林行程 (苗木運搬)	2.3	
②植林行程 (作業道開設)	8.6	
③伐採工程 (運搬道開設)	12.9	
④伐採工程 (原木集材)	4.0	
⑤原木輸送工程	166.7	
⑥チップ加工工程	25.5	54
⑦船積工程 (チップ輸送)	416.7	
⑧船積工程 (チップ積込)	12.8	27
合 計		

なお、上記において①～④がバウンダリー内の排出、⑤～⑧はリーケージとなる。

3) 上記の燃料・電力消費量に以下の IPCC/GPG の各排出係数デフォルト値を乗じて、GHG 排出量の推定を行なった。

排出係数	軽油	:	2.640 CO ₂ -t/k リットル
	電力	:	0.360 CO ₂ -t/k Wh

第7章 植林部門におけるベースラインの設定

7.1 承認済みベースライン方法論適用の検討

現在までに唯一承認されている A/R CDM の方法論である AR-AM0001「Reforestation of degraded land」の本プロジェクトへの適用の可能性を検討する。

以下に承認済み方法論（「Reforestation of degraded land」）の適用可能条件を示す。

1. プロジェクトの実施は、それまで続けられてきたバウンダリー外での活動に変化を与えない。
2. 樹冠率と樹高で評価した場合、植林対象地は極度に荒廃しており、現在も荒廃を続けている。
3. 環境要因と人為的圧力により、天然林の拡大は起らない。
4. 植林は苗の植え付けまたは播種により行われる。
5. 長期的に評価した場合、植林地の整備は土壌からの炭素放出を引き起こすことは言えない。
6. 植林木は、短伐期または長伐期で繰り返し伐採されることもあり得る。その場合、萌芽または新たな植林により植林地は再生する。
7. プロジェクトが実施されなかった場合、実施された場合に比べ、土壌有機物、リター、枯死木の炭素蓄積量は、土壌流出や人為的干渉により減少または増加が抑えられる。
8. プロジェクトを実施した場合、バウンダリー内での放牧はない。
9. ベースラインアプローチとしては、アプローチ 22(a)が選択される。

本プロジェクトの場合、条件 2 の現在も荒廃を続けているという条件に該当しない。よって承認済み方法論の適用は不可能である。このため、今回、承認済みベースライン方法論を基に、変更が必要な部分について変更を加えた新方法論を提案する。

ベースとする承認済み方法論の特徴を以下にまとめる。

- 土地の適格性は、1990 年前後および最近の土地利用/被覆図や衛星画像の解析により証明する。
- ベースラインアプローチは、歴史的と土地利用/被覆の変化、A/R CDM に関連する国や地方の政策、プロジェクトの経済的な魅力の大きさ、および CDM 化しない場合の想定されるプバリアにより決定する。
- ベースラインアプローチとしては、22(a)を用いる。
- 階層化は、現地の土地分類図、最新の土地利用/被覆図、衛星画像、土壌図、植生図、地形図、そして現地調査を基に行なう。ベースラインは、階層ごとに決定する。

樹木が生育しない階層では、地上部・地下部バイオマスへの炭素蓄積量は一定であると仮定する。樹木が生育する階層については、炭素蓄積量の変化を GPG-LULUCF の方法により推定する。

- 地上部・地下部バイオマスプールのみを対象とする。
- 植林地の整備等による樹木以外のバイオマスの減少は、二酸化炭素の放出としてカウントする。
- 追加性の検証は、EB 理事会で承認された追加性検証ツールを用いて行なう。

7.2 バウンダリーの設定

CDM 事業の母体となる LPFL 社の植林対象予定地は、ラオス政府が設定した土地利用区分に基づいて、植林可能な「農地」、「荒廃林地」、「草地」、「焼畑地」の区分の中から、植林適地をピックアップし、住民との合意の上で政府とのリース契約が締結される。一方、EB22 で決定した A/R CDM における「土地の適格性決定方法」に基づくと、LPFL 社植林地の一部はホスト国が定める森林定義の閾値を上回り、CDM 事業対象地と成りえないと見られる。

このため、本事業では、EB22 において決定された吸収源プロジェクトの土地適格性評価手法に基づき、CDM 事業対象地におけるバウンダリーの設定を行った。設定に用いたデータは、基準年付近およびプロジェクト開始前の衛星データ(Landsat/TM, ETM+)であり、現地調査結果に基づくグラントゥールースデータに基づき土地被覆・利用の評価を行った。なお、基準年付近データについては、本来であれば 1989 年 12 月前後に取得されたデータを用いるのが適切であるが、当該地域において同時期の良好なデータが得られなかったことから、基準年に最も近い良好なデータとして、1992 年 11 月 6 日に取得されたデータを用いた。また、プロジェクト開始前データについては、2000 年 11 月 4 日に取得されたデータを用いている。

EB22 にて決定した「土地の適格性の定義方法」の概要を、以下に示す。

- | |
|--|
| <p>1) プロジェクト開始時においてその土地が森林でなかったことの証明</p> <ul style="list-style-type: none">√ 対象地域が、Decision 11/CP.7 と 19/CP.9 による森林の定義として国で決められた森林の閾値（樹冠率、樹高、最小土地面積）よりも低い√ 対象地域が、収穫のような人為的な介入や自然災害の結果一時的にストックがない状態になったのではない、または樹冠率、樹高が国の定義よりも低く、人為的介入なしに森林に戻るポテンシャルのある若年の天然の森林や植林地に転換されたのではない。 <p>2) 活動が再植林または新規植林プロジェクト活動であることを証明</p> <ul style="list-style-type: none">√ 再植林プロジェクト活動の場合、1989 年 12 月 31 日の時点で、その土地が各 DNA によって Decision 11/CP.7 に基づく森林の定義として定めた森林の閾値（樹冠率、樹高、最小土地面積）よりも低いことを証明 |
|--|

- √ 新規植林プロジェクトの場合、その土地が最低 50 年間の間、各DNAによって Decision 11/CP.7 に基づく森林の定義として定めた森林の閾値（樹冠率、樹高、最小土地面積）よりも低いことを証明

※ 上記の証明においては、「地上の参照データによって補足された地上航空写真や衛星画像」、「地上ベースの調査」、「参加型農村調査法（PRA）」のいずれかの情報を用いること

JOPP 翻訳資料より再構成

なお、本事業におけるプロジェクトバウンダリーは、LPFL 社がラオス政府との合意の下で設定したコンセッションエリア内のうち、土地の適格性条件を満たす地域（1990 年以前から非森林地域であり、違法な焼き畑等による人為的圧力により、「森林」とはならない地域）が対象となる。なお、プロジェクトバウンダリー内では、植林・伐採・再植林等による炭素蓄積量の変化及び施肥・化石燃料使用による温室効果ガスの排出を伴う A/R CDM 活動が実施される。

7.2.1 バウンダリー設定手順

図 7-1 に、本事業におけるバウンダリーの設定手順を示す。また、以下に、各ステップを概説する。

STEP1

EB22 において決定された、吸収源プロジェクトの土地適格性評価手法に基づき、森林地域・非森林地域の分類を行った。当該地域では、森林地域は天然林、二次林（荒廃林地の一部を含む）が含まれ、非森林地域には、疎な灌木地（荒廃林地）、草地、裸地、露岩地、焼畑地、湿地、水域が含まれる。なお、同国の森林定義は、樹冠率 30%、最小面積 1ha、樹高 5mである（未設定による仮設定）。分類においては、現地調査において得られた土地被覆の確認結果および地理情報データを元に各画像上にてトレーニングエリアを設定し、最尤法による教師つき分類による解析をおこなった。

STEP2

STEP1 により得られた分類結果に基づき、基準年付近、プロジェクト開始前のそれぞれの時期における非森林地域の抽出を行った。

STEP3

基準年付近、プロジェクト開始前の二時期における土地被覆の変化について評価を行った。なお、本事業におけるプロジェクト対象地域は、コンセッションエリア内の荒廃地・林のうち、土地の適格性条件を満たす地域（1990 年以前から非森林地域であり、違法な焼き畑による人為的圧力により、「森林」とはならない地域であり、継続的な焼畑の繰り返し

により絶えず土地被覆が変化している地域)となる。このため、本ステップでは、両時期の森林・非森林地域のマトリックス分析を行った。

STEP4

STEP3 の評価結果を元に、本事業における植林適地の選定を行った。CDM 対象事業の適格地は、継続的な焼畑の繰り返しにより絶えず人為的な圧力を受けている疎な灌木地、草地、裸地、焼畑地となる。このため、二時期において非森林地域として分類される地域のうち、植林可能地として、疎な灌木地、草地、裸地、焼畑地を（水域、湿地、露岩地域等を除く）事業適格地として選定した。

STEP5

STEP 4 により適地と選定された地域より、実際に植林事業が可能な地域の選定を行う。なお、植林事業が可能な地域とは、土地所有者、地域住民の合意が得られるとともに、土地のまとまり、地形・土壌要因等により事業適格性があると判断された地域となる。なお、これらの判断は実際の事業開始時に評価・判断されることとなるため、本報告書では、STEP4 にて抽出された適地のうち、森林の面積定義である 1ha を越える面積を一区画にて満たすことが可能な地域のみを選定し、プロジェクトバウンダリーとして定義することとした。

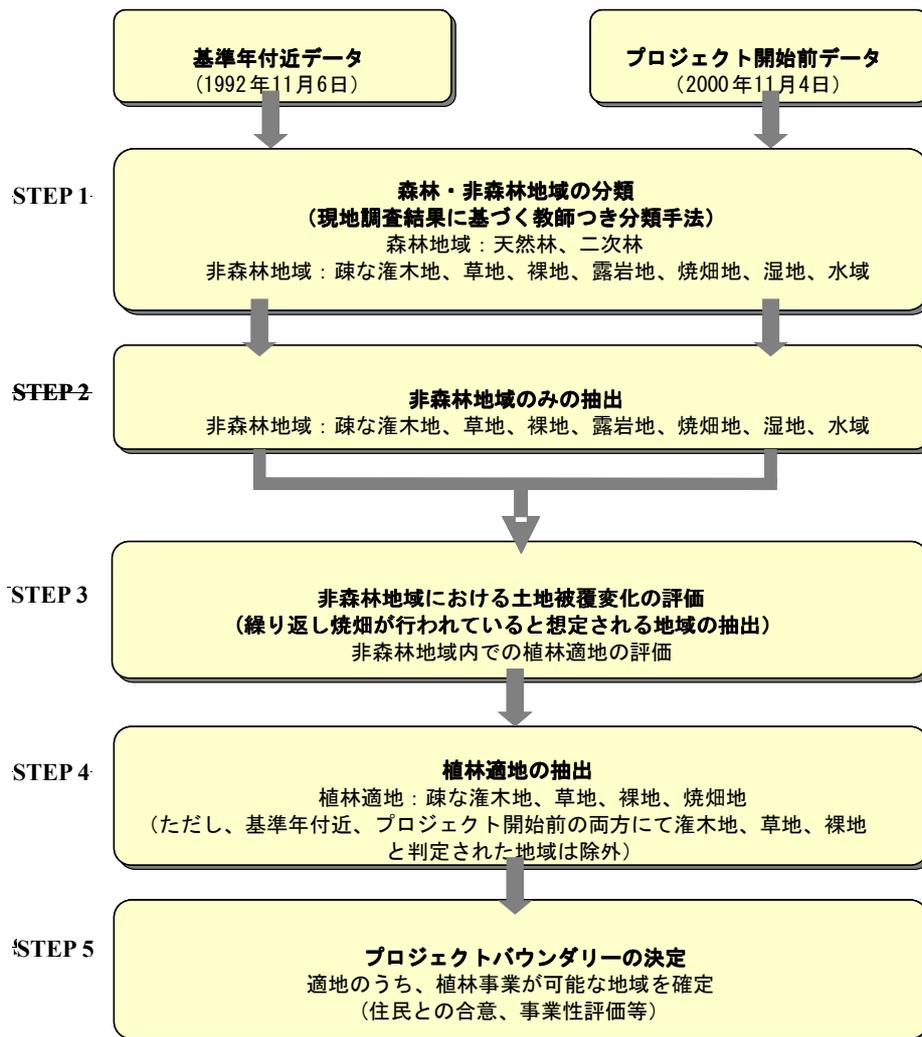


図 7-1 バウンダリーの設定手順

7.2.2 プロジェクトエリアにおける土地被覆状況と植林適地

以上の評価により、コンセッション地域内（約 155,000ha）における植林適地として、約 33,000ha が抽出された。これにより、LPFL 事業による植林予定面積(50,000ha)の約 66% が、CDM 事業対象地として見なせると考えられる。なお、プロジェクトバウンダリーには前述のとおり、疎な灌木地、草地、裸地、焼畑が含まれるが、これらの地域の多くは主として焼畑の原因により数年ごとに土地被覆が変化している。特に、焼畑後の土地被覆変化としては、焼畑 → 裸地 → 草地 → 疎な灌木地となること考えられるが、土壌が脆弱な地域については、焼畑後に裸地もしくは草地のまま、灌木が成長していない場所も見受けられる。図 7-2 に、CDM 事業対象地内の灌木地の例を示す。



図 7 - 2 CDM 事業対象地内の疎な灌木地例

図 7 - 3 に、事業対象地域の衛星画像(2000 年 11 月取得)を示す。また、図 7 - 4 に 事業対象地域内の 1992 年における土地被覆分類結果、図 7 - 5 に同じく 2000 年の土地被覆分類結果を示す。さらに、図 7 - 6 に LPFL 事業対象地域内の CDM 事業対象地（本報告書におけるバウンダリー）の抽出結果を示す。

LPFL Plantation Area

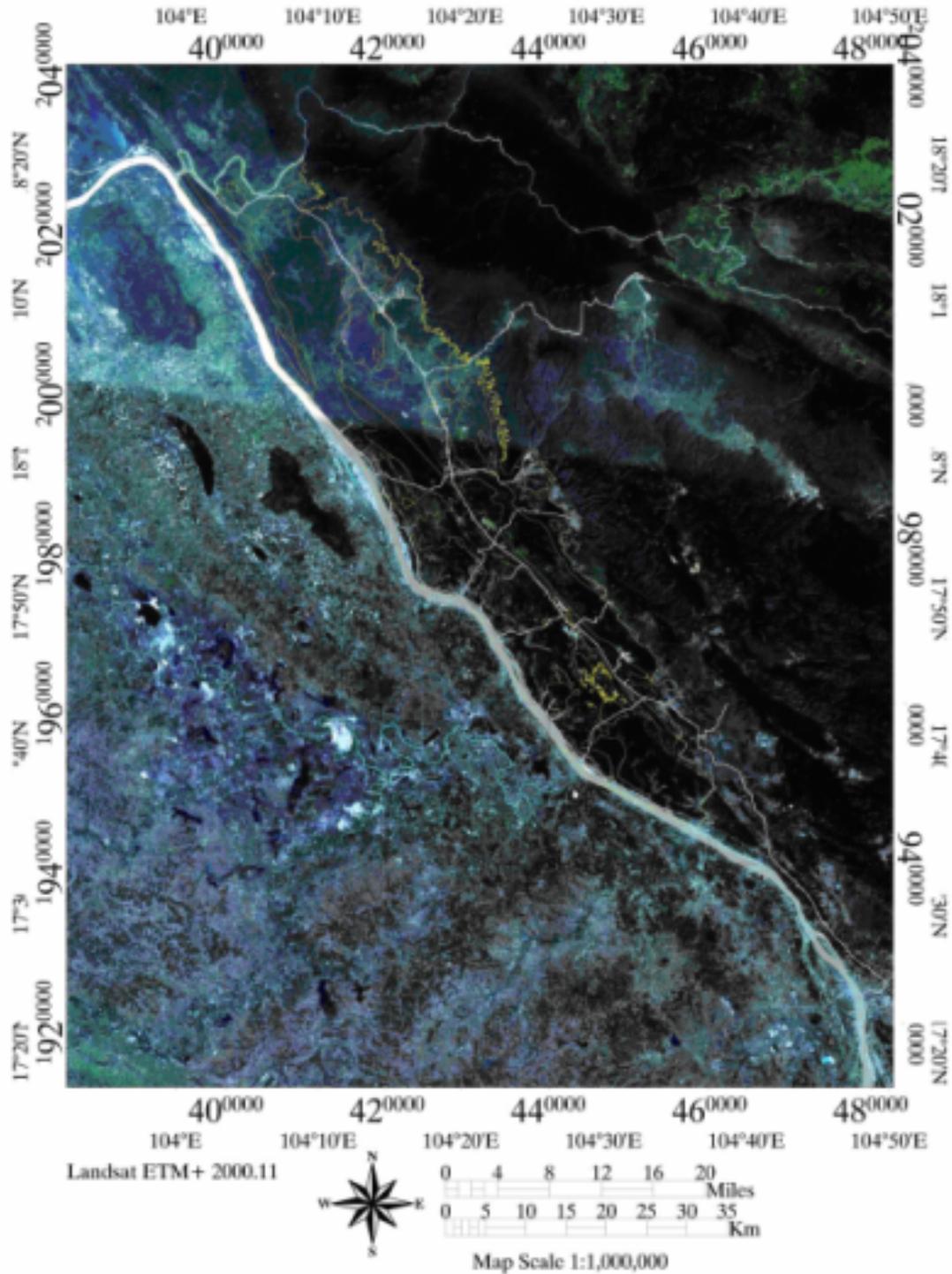


図 7-3 事業対象地域 衛星画像(2000年11月取得)
黄色枠内がコンセッション地域、白線が道路

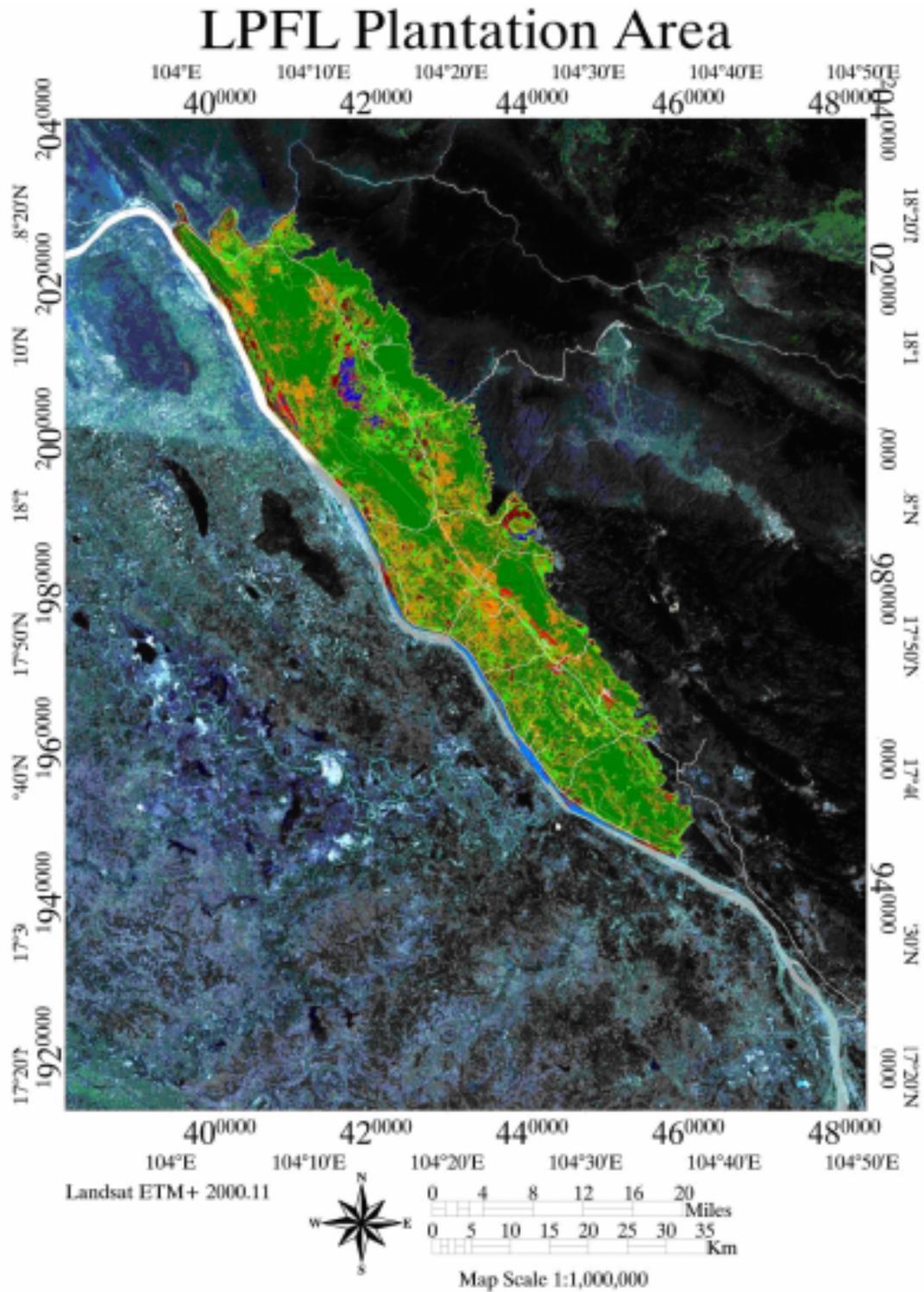


図7-4 事業対象地域内の土地被覆分類結果（1992年）

衛星画像（2000年11月取得）へ重ね合わせ：黄色枠内がコンセッション地域、白線が道路
 緑：森林、黄緑：草地、橙：疎な灌木地、茶：裸地、黄土色：露岩地、赤：焼畑地、
 青：湿地、水色：水域

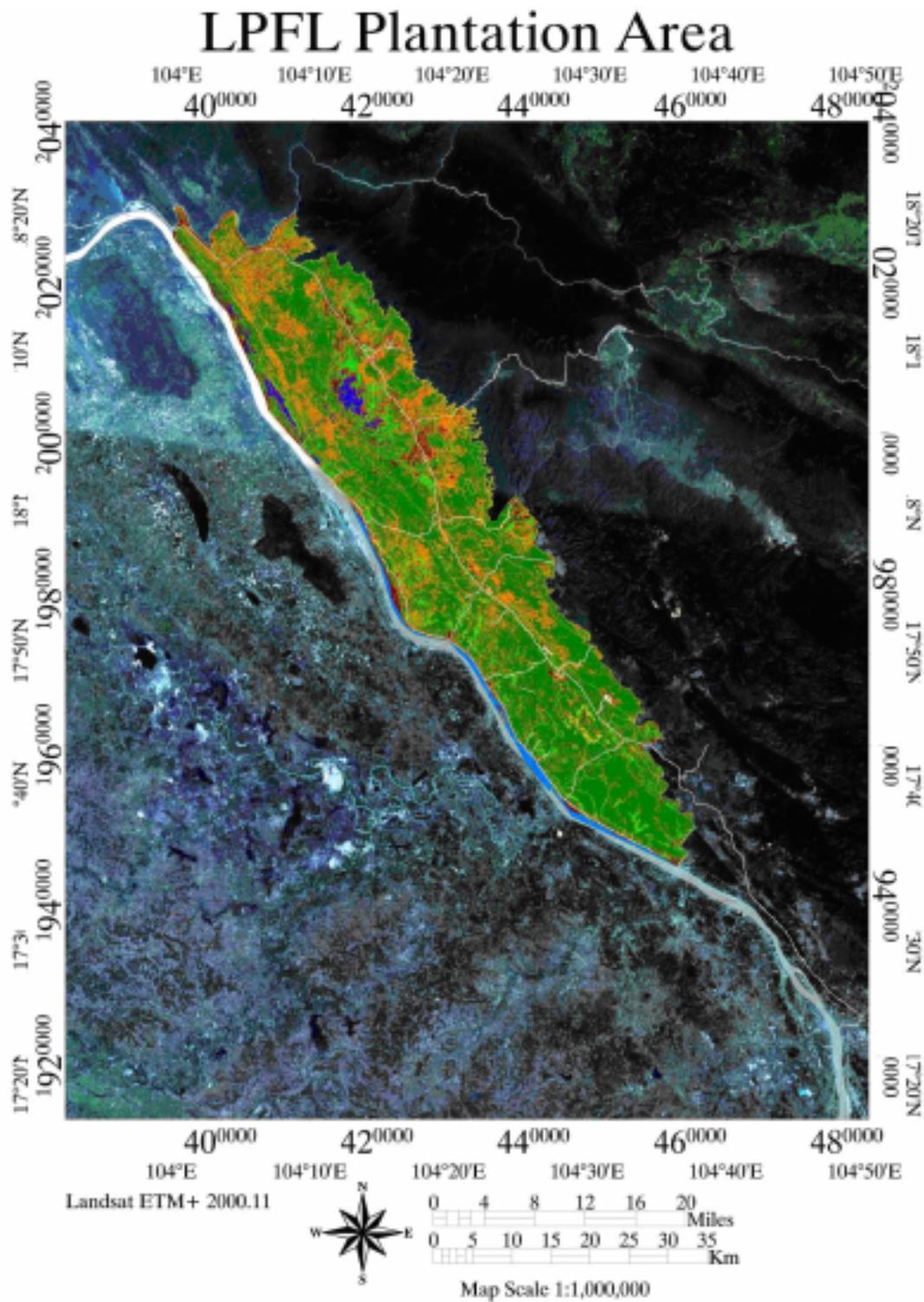


図7-5 事業対象地域内の土地被覆分類結果（2000年）

衛星画像（2000年11月取得）へ重ね合わせ：黄色枠内がコンセッション地域、白線が道路
 緑：森林、黄緑：草地、橙：疎な灌木地、茶：裸地、黄土色：露岩地、赤：焼畑地、
 青：湿地、水色：水域

LPFL Plantation Area

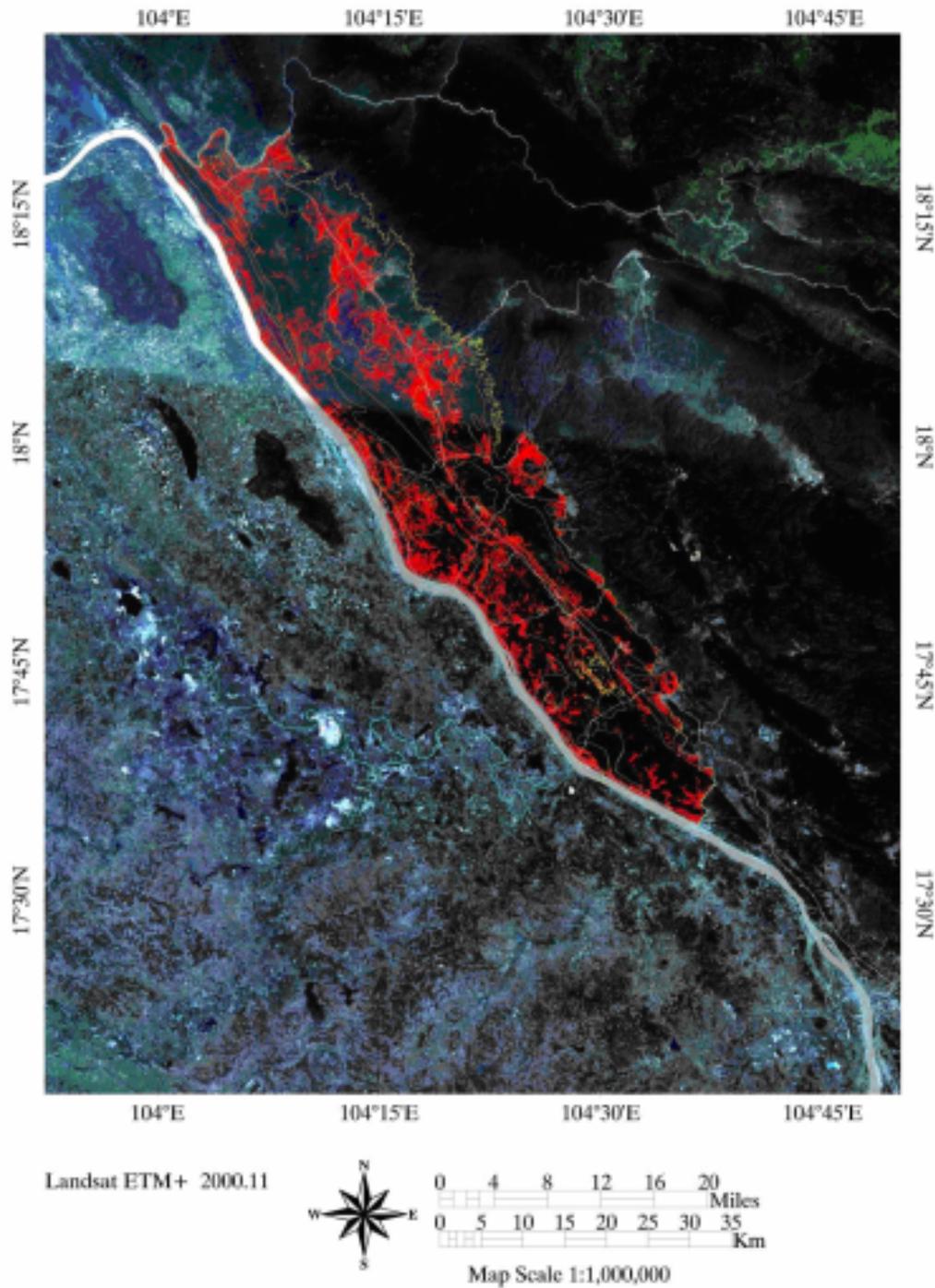


図7-6 LPFL 事業対象地域内の CDM 事業対象地 (本報告書におけるバウンダリー)
衛星画像 (2000 年 11 月取得) へ重ね合わせ : 黄色枠内がコンセッション地域、白線が道路
赤 : CDM 事業対象地

7.2.3 プロジェクトバウンダリーの階層化

本事業では以下のステップで、バウンダリー内の階層化を行なう。

- (1) 生産力の違いをもたらす要因として、土壌、植生に関する情報を対象とすることとする。本プロジェクトの対象地域は狭い地域に限定されるため、気候要因は生産力の違いをもたらすほど大きくない。
- (2) 土壌と植生に関する既存の現地情報を収集する。提案プロジェクトは、非森林をバウンダリーとして選んでおり、衛星データ上は既にある程度均一な土地被覆をしていると考えられるが、さらに可能な限り分類し、情報を得る。
- (3) 得られた情報を GIS 上に重ね合わせ、土地の stratification を行なう。
- (4) 各 stratum について、補助的な現地調査を行い、stratum の中が生産力という点から均質かどうかを確認する。
- (5) 現地調査を踏まえ、必要に応じて stratification の修正を行なう。

なお、CDM 事業対象地域における土地被覆は疎な灌木地、草地、裸地、焼畑地が含まれるが、プロジェクト実施期間中において各土地被覆ごとの面積はほぼ一定とみなし、階層化を行った。

7.2.4 土地被覆分類精度の評価

土地被覆分類精度の評価は、基準年およびプロジェクト開始前の二時期に対して行うことが必要である。ただし、基準年についてはランドトゥルースデータが限られていることから、現地での聞き取り調査、政府等により整備された土地被覆図を参照とした評価が基本となる。一方、プロジェクト開始前については、現地調査により分類の教師となるトレーニングエリアを設定するとともに、分類精度の検証用としてトレーニングエリアとは異なる複数地点の土地被覆状況を記載し、上記処理により得られた土地被覆分類結果との精度評価を行うことが必要となる。ただし、本調査では、参照データが限られたことから、定量的な精度評価は行っていない。

7.3 ベースラインの設定

7.3.1 プロジェクトタイプの定義および適格性

本事業は、違法な焼畑を主とする継続的な人為圧力により荒廃地化した非森林地域に対する再植林事業として位置づけられる。プロジェクトの適格性は、7.1 節に示した、EB22 において決定された吸収源プロジェクトの土地適格性評価手法に基づき行われ、LPFL 社の植林対象予定地のうち、CDM 事業として適格性が認められた地域をプロジェクトバウンダリーと設定する。

7.3.2 ベースラインシナリオの同定

ベースラインアプローチとして approach 22(a)を想定する。同地域では、プロジェクト地域を特徴づける過去から現在にかけての土地被覆の変遷や自然要因、社会・経済的要因を考慮すると、自然による森林再生や新たな資金・技術を導入しての土地利用の変化は考えられない。

また、ベースラインシナリオは、以下のステップにより決定する。

- (1) 起こりうる土地利用シナリオとして、本プロジェクト以外の産業植林、環境植林、植林以外の産業、農地への転換、森林の自然更新、現状維持を考える。
- (2) 各シナリオについて、バリア分析を行ない、実現可能性を調べ、ベースラインシナリオを決定する。バリアとしては、投資、技術、慣習、自然、土地所有に関わるバリアを対象とすることとする。
- (3) 本 PDD で採用している方法論は、現状維持のベースラインアプローチに対応したものである。ベースラインシナリオとして現状維持が選ばれる必要がある。

7.3.3 使用データ

ベースラインシナリオの設定においては、土地利用に関わる国内政策・法制度のほか、現地のヒアリング結果を用いた。また、空間情報としては、ラオス政府により整備された土地被覆図と衛星データ (Landsat/TM ; GeoCovger-LC) を用いた。なお、衛星データについて、基準年付近データについては、本来であれば 1989 年 12 月前後に取得されたデータを用いるのが適切であるが、当該地域において同時期の良好なデータが得られなかったことから、本調査においては、基準年に最も近い良好なデータとして、1992 年 11 月 6 日に取得されたデータを用いた。また、

第8章 プロジェクトの追加性検証

8.1 追加性ツールの利用

本 A/R CDM 活動の追加性は、第 21 回 EB において承認された A/R CDM に対応した追加性検証ツールに、改変を加えたツールを用いて検証された。検証の結果、下記に示す通り、本 A/R CDM 活動は追加的であり、ベースラインシナリオとは異なることが検証された。以下に、各ステップにおける検証内容を示す。

8.2 ステップ 0：プロジェクト開始日による予備的スクリーニング

本ステップは、EB22 にて決定した下記の「土地の適格性の定義方法」に基づき、コンセッションエリア内における CDM 事業対象地域を決定することにより代替される。第 7 章にて、本方法による事業対象地の CDM 事業としての適格性を評価するとともに、プロジェクトバウンダリーの設定を行った。

8.3 ステップ 1：現行法規制に準拠する代替シナリオの同定

事業対象地において、下記の代替シナリオが考えられる。

- Scenario 1：当国、または当地域周辺の地元民が、環境植林、若しくは産業植林を行う。
- Scenario 2：民間、外資による通常の産業植林が、実施される。
- Scenario 3：天然更新により、森林が再生される。
- Scenario 4：民間、外資による本プロジェクトシナリオ、CDM 産業植林が行われる。
- Scenario 5：現状の非森林地域が今後も維持される。

サブステップ 1 b. 適用されるべき法律と規則の実施

本事業は、ラオス政府による森林政策及び CDM 政策、土地法、並びに森林法に準拠して実施している。特に、コンセッション地域内は、1996 年の森林法に基づく森林・土地利用区分において、同国政府により「荒廃林」と定義されている。

ラオス政府による荒廃林(Degraded Forest)の定義

Degraded Forest is forest which has been heavily damaged such as land without forest on it or barren land classified for tree planting and/or allocated to individuals and organizations for tree planting, permanent agriculture and livestock production, or for other purposes, in accordance with national economic development plans.

サブステップ 1c. ベースラインシナリオの選択

- 政府予算が限られていることから、同国の森林関連プロジェクトは、他国のドナー、研究機関、並びに NGO 等の外部資金に頼らざるを得ない状態にある。
- NGO を中心とした森林保全プログラムは、主として北部にて実施されており、プロジェクト当該地域である南部では事業は限られている。
- 森林関連機関が保有する技術は有効な植林を行うのに十分ではない。
- 対象地域は、地域住民により繰り返し行われる違法な焼畑による養分欠乏により、自然の状態では健全な森林への回復は期待できない状況にある。
- 同国は内陸部に位置し、海に面していないことから海外からの投資が限られている。
- 地元住民は主に自給自足の生活をしており、短期的な収入および収穫が期待できない植林を行うことに対するインセンティブが低い。

8.4 ステップ 2 : 投資分析

IRR を用いて、シナリオ 2 の通常の産業植林プロジェクトとプロジェクトプロジェクトシナリオの投資比較分析を行なった。

通常の産業植林の場合、伐採開始前までは土地代、植林費、並びに管理費他の支出が継続し、最初の収入は伐採開始後の立木販売収入によるものである。最初の立木販売収入は、次年度以降の再植林費及び管理費他のコストに充当される。

プロジェクトシナリオの場合、収入としては、立木販売収入に加え、CER の収入が発生する。支出としては、通常の産業植林と同じコストに CER の補填及び CDM 運営費が追加される。

CER の価格は、排出権市場価格に左右される。そこで、CER 価格として、5.0US\$/t CO₂、10.0US\$/tCO₂、そして 20.0US\$/t CO₂ のケースを設定し、IRR を計算した。

分析の結果、通常産業植林事業の場合、IRR は 3.11% と収益率の極めて低いプロジェクトであることが示された (表 8-1)。また、クレジット価格が 5.0US\$/ CO₂ の場合には、CDM 化することによるコストの増加のため、クレジット販売の効果は打ち消され、IRR は通常産業植林事業とほぼ同じであった。一方、クレジット価格が 20.0US\$/ CO₂ 程度にあがった場合には、CDM 事業化することにより、収益率は比較的高くなる。

また、t CER 選択による補填義務に関して、クレジット期間内の補填は事業者によってなされるが、クレジット期間終了時の補填はクレジット購入者によってなされる場合を想定した分析を行なった。その場合、CER の価格設定が変わるものと予想されるが、今回は、新たな価格設定は行わず、5.0US\$/t CO₂、10.0US\$/tCO₂、20.0US\$/t CO₂ と設定した。それぞれの価格設定において、0.52%、0.96%、1.34% の IRR の増加が期待される結果となった。

感度分析として、木材価格が 2% 増減した場合の IRR を求めた (表 8-1)。2% 上昇した場合においても、通常産業植林事業および 5.0US\$/t CO₂ の設定の CDM 植林事業では、

IRR は 5.0%未満と収益率は低い。また、2%下降した場合には、IRR はいずれのケースにおいても 5%以下となる。

表 8-1 各シナリオシナリオにおける IRR

	CDM 植林事業			通常産業植林事業
	5.0US\$/t CO ₂	10.0US\$/tCO ₂	20.0US\$/t CO ₂	
基本設定	3.61	4.43	6.95	3.11
補填なし	4.13	5.39	8.29	3.11
感度分析				
木材価格+2%	4.97	5.91	8.48	4.34
木材価格-2%	2.00	2.59	4.90	1.72

8.5 ステップ 3 : 障壁分析

サブステップ 3a. 提案されるプロジェクト活動のタイプの実施を妨げているバリアの特定:

a) Investment barriers

- 一人当たり GDP が 339.46 ドル (2003 年) の最貧国のひとつである。
- 市場経済の導入、開放経済政策により外国投資を促進しているが、内陸部に位置することから隣国のタイ、ベトナムと比較して海外からの投資は限られている (表 8-2)。

表 8-2 1995 年から 2003 年の海外直接投資受入額

被投資国	投資受入額 (百万\$)	
	海外より	日本より
ラオス	502	18
ベトナム	14,594	2,153
タイ	31,924	8,096
ミャンマー	3,484	116
カンボジア	1,618	N/A

(出典 : Statistics of Foreign Investment in ASEAN 2004)

b) Technological barriers

- 当国には産業植林の実績が限られているため、大規模な植林を行う組織、育苗や植林技術を有していない。このため必要な資機材の提供及び技術指導に加え、育苗及び植林作業の組織を構築しなければならない。

- 当国は、インフラが整備されておらず、植林に必要な資機材のマーケットも発達していない。このため産業植林を行うには、車両、資機材、チップ加工設備等を輸入しなければならない。

c) Institutional barriers

- 地元民は土地および森林資源の利用権利は与えられているが、所有権を有していないことから、土地の利用区分および権利関係が明確とはなっていない。
- 地元民は火入れに対する防火意識が低く、防火帯の設置、事前の連絡、並びに共同の防火体制等が組織されていない。

d) Barriers due to local ecological conditions

本プロジェクトの対象地は、繰り返し行われる違法な焼畑により土地の生産性が低下し、現状の粗放的な植林技術では優良な植林木の成長は期待できない。このため、土地の生産性を考慮した樹種の選定、除草、施肥等集約的な植林技術の移転が必要である。

サブステップ3b. 特定されたバリアが、提案されるプロジェクト活動を除く代替シナリオのうち少なくとも一つの実施を妨げるものではないことを示す：

- 代替シナリオの土地利用「現状の非森林地域まま継続されるシナリオ」は上記のバリアに阻まれることはない。

8.6 ステップ4：CDM登録の影響

- 京都議定書に定める CDM の国際ルールに基づき、当国が本プロジェクトを承認することにより、プロジェクトの継続を妨げる政変や突発的な制度の変更等のカントリーリスクが軽減される。
- 本 A/R CDM 活動において獲得されたクレジットのベースとなる土地、立木、伐採等の制度整備が促進され、これらの権利が保障される。この結果、当国のカントリーリスク及び制度的リスクが軽減され、当国の投資環境が改善される。これにより、本プロジェクトに対する投資規準のボーダーが低下する。
- 本 A/R CDM 活動の実施により、育苗、植林、チップ加工、防火対策の技術移転、並びに Community forest の形成により、当地域の少なくとも火災のリスクが軽減される。
- □移転された新たな技術及び産業は、当国の森林政策、雇用の創出、労働環境の整備、貧困対策等の原動力となり、政策の実施を促進させる。

8.7 追加性検証結果

以上より、本プロジェクトは、ラオス政府による森林政策及び CDM 政策、土地法、並びに森林法に準拠している一方、対象地域は、地域住民により繰り返し行われる違法な焼畑による養分欠乏により、自然の状態では健全な森林への回復は期待できない状況にあることを示した。また、代替シナリオとなる土地利用である「現状の非森林地域まま継続されるシナリオ」は、提示したバリアに阻まれることはないことを示した。

第9章 モニタリング手法

9.1 承認済みモニタリング方法論適用の検討

現在までに唯一承認されている A/R CDM の方法論である AR-AM0001「Reforestation of degraded land」の本プロジェクトへの適用の是非を検討する。

本プロジェクトや他の大規模な面積に産業植林を行なう場合、承認済み方法論にあるような一般的なモニタリング方法ではコストが高くなる。また、階層内のバイオマスの分布を均一と仮定するが、実際にはばらつきが存在するため、推定精度が低く抑えられる。衛星画像を活用することにより、これらの問題を解決できると考え、今回、衛星画像を積極的に用いたモニタリング方法を提案する。

9.2 モニタリング手法・計画

9.2.1 ベースラインアプローチ

ベースラインアプローチは「現在又は過去の炭素プールにおける炭素貯留量の変化」とする。

9.2.2 炭素プール

地上部・地下部バイオマスプールを対象とし、リター・枯死木・土壌有機炭素プールは対象としない。

9.2.3 プロジェクト実施のモニタリング

9.2.3.1 プロジェクトバウンダリーのモニタリング

計画されたバウンダリーのプロジェクト実施に伴う変化をモニタリングする。以下に手順を示す。

- (1) プロジェクト開始に先立ち、バウンダリー外の植林の可能性がある土地についても既存データおよび衛星画像を用いた階層化を行なう。このことにより、プロジェクト実施の中でバウンダリーに変更が加わった場合に、ベースラインの修正が可能となる。
- (2) 新規植林地を設定する際、サイトの外周の位置情報について GPS を用いて測定し、GIS で管理する。
- (3) 新規植林地の設定が終了した後は、定期的に衛星画像を取得し、バウンダリーの位置、面積が PDD に記載された内容と同一であることを確認する。

9.2.3.2 プロジェクト実施のモニタリング

植林事業の実施状況をモニタリングする。以下に事業スケジュールに沿ってモニタリング項目を示す。

- (1) 植え付け時に、作業日程、対象サイト、樹種、個体数または種子数を記録する。
- (2) 施肥および除草の作業日程、対象サイト、用いた薬品の種類と量を記録する。
- (3) 伐採時に、作業日程、対象サイトを記録する。搬出単位（積載トラック）ごとに搬出された木質原料の生重量を記録する。
- (4) 再植え付け時に、作業日程、対象サイト、樹種、個体数または種子数を記録する。

9.2.4 サンプリング手法

9.2.4.1 サンプルサイズの決定

サンプルサイズの決定は、Wenger (1984)¹ に示されている以下の Optimum allocation 法を用いて決定する。ただし、精度は、誤差±10%とし、求められた必要なサンプル数の10%をサンプルサイズに上乘せする。

$$n = \left(\frac{t}{A} \right)^2 \left(\sum_{i=1}^L W_i S_i \sqrt{C_i} \right) \left(\sum W_i S_i / \sqrt{C_i} \right) \quad (9-1)$$

ただし、

t Student's t の値

i 階層の ID

L 階層数

W_h N_h/N ,

N_h 階層 i の面積

N バウンダリー面積

S 階層の標準偏差

A 許容誤差

C_h 階層 i においてサンプルプロットを1つ選ぶのにかかるコスト。

標準偏差の計算に用いる平均値は、初回モニタリングと2回目以降のモニタリングで異なる。初回モニタリングについてはモニタリングに先立ち現地計測されたプロットの炭素蓄積量の平均値を用いてプロット数を求める（式 9-2）。2回目以降は、衛星画像より得られたデータと現地調査結果の関係式（式 9-16 参照）から求めた推定値を用いてプロット数を決定する（式 9-3）。

¹ Wenger, K. F. (1985) *Forestry handbook*, 2nd ed. John Wiley & Sons, New York

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum (x_k - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (9-2)$$

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum (x_k - x_{est,k})^2}{n-1}} \quad (9-3)$$

ここで、各パラメータは、以下を表す。

x_k	プロットkにおける現地計測値
\bar{x}	現地計測値の平均値
$x_{est,k}$	プロットkにおける衛星データからの推定値

9.2.4.2 サンプリングサイトの Location の選択

乱数と衛星データを用いてサンプルプロット地点を選択する。方法は、Stolbovoy et al (2005)²に基づいている。

- (1) バウンダリーの外周の外側に、緯度経度軸にあわせた方形を設定する。方形内に含まれる、用いる衛星データの画素数を求める。図は、プロット地点の選択の例を示す。多角形がバウンダリーの外周、数字は step2 で述べる乱数、丸は step3 で述べるサンプルプロットの候補である。
- (2) 得られた画素数の乱数を、重複のないように発生させ、バウンダリー内のそれぞれの画素に規則的に当てはめる。
- (3) 1 から順に、対応する画素を地図上で確認し、バウンダリー内に存在する場合には、その画素に対応する地点をサンプルプロット地点とする。なお、選ばれた画素がバウンダリーからはみ出す場合には（図中の 1 と 8）、プロット地点として選ばない。プロット地点数がサンプルサイズに至るまで続ける。

² Stolbovoy, V., Montanarella, L., Filippi, N., Selvaradjou, S., Panagos, P. and Gallego, J. (2005) *Soil sampling protocol to certify the changes of organic carbon stock in mineral soils of European Union*. EUR 21576 EN, 12pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

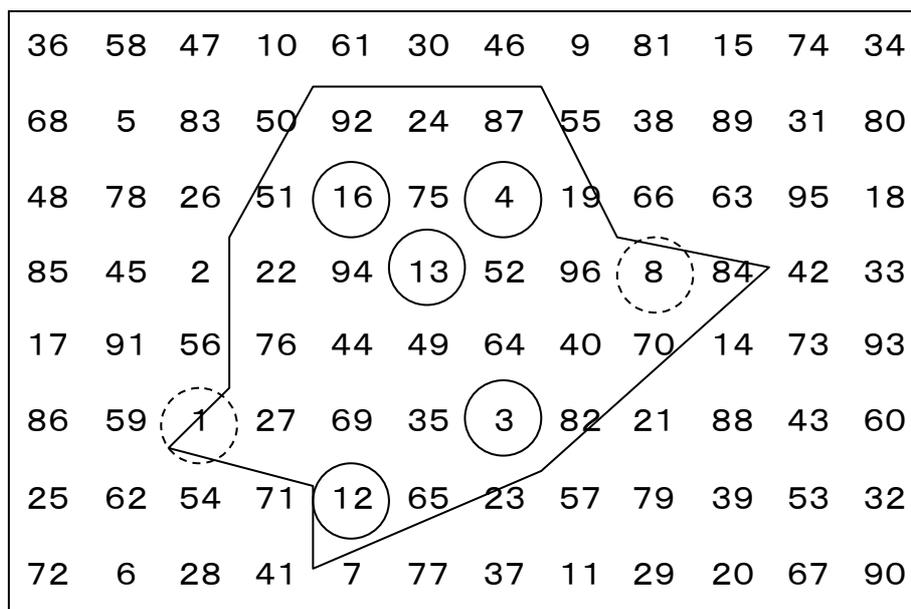


図9-1 (Stolbovoy, 2005 より改変)

9.2.4.3 プロットサイズとサブプロット配置

植林木バイオマスのモニタリングのためのプロットは、植林の配置にあわせた 10m 四方の方形区を基本とするが、植林デザインに応じ、測定上妥当な大きさに変更することが可能である。GPG for LULUCF 4.3.3.4.2 にて推奨されているプロットの形は、円形プロットであるが、植林の場合、一定間隔に植林木が並ぶため、円形にする利点がない。また方形とすることにより作業が単純化され、コストを抑えることができる。GPG にて推奨されている面積は、植栽密度 1000 本/ha 以上の場合 100m² であり、植林の場合これを下回ることは稀である。

既存植生バイオマスのモニタリングのためのプロットとして、灌木については、上述の方形プロットを用いる。草本については、方形プロットの中心に設定する、半径 1m の円のサブプロットとする。

9.2.4.4 調査頻度

地上部・地下部バイオマスプールを対象とした定期的なモニタリングは、各階層、基本的に 5 年に一度行う。ただし、事業との兼ね合いから、変更した場合に大きくコストが削減される場合、変更する。また、初回植え付け時には、既存植生（草本、灌木）のバイオマスを測定する。

9.2.5 階層化

過去および現在の土地状況を分析し、階層内で予想されるベースラインにおける炭素蓄

積量の変化を均一にするようにバウンダリーを階層化する。また、プロジェクト実施による炭素蓄積量の変化は、植林スケジュールに依存してバウンダリー内、階層内で大きく異なる。階層化された土地を植林スケジュールに従って副階層化することにより、副階層内での炭素蓄積量の変化を均一にする。なお、階層および副階層の緯度経度情報は、GIS を用いて管理する。

Step 1 階層化 (stratification)

本方法論の適用条件よりバウンダリー内の現状は非森林であるが、バウンダリー内には森林を形成しない範囲で樹木が生育する。衛星画像を用い、既存植生に樹木を含む階層と含まない階層の 2 階層に階層化する。

Step 2 副階層化 (substratification)

各階層を副階層化する：(1) 植林前 substrata、(2) 植林地 substrata、(3) 植林地外 substrata (作業道など)。プロジェクト期間内における、各階層の面積の変化例を用いて、植林スケジュールを図 9-2 に模式的に示した。この例では、事業開始後毎年、植林バウンダリーの 1/4 の面積の土地を整備し、植林地 substratum と植林地外 substratum を作っている。それと共に、植林前 substrata に分類される面積が減少する。植林後 4 年で伐期を迎え、例えば植林地 substratum 1 のバイオマスはバウンダリー外へ持ち出され、跡地には新たに substratum 5 が作られる。植林地外 substrata について、ここでは植林地 substrata に対応させるように、植林地同様、伐採・再植え付け時に置き換えている。この植え付け・伐採・再植え付けのローテーションがプロジェクト期間を通じて続く。

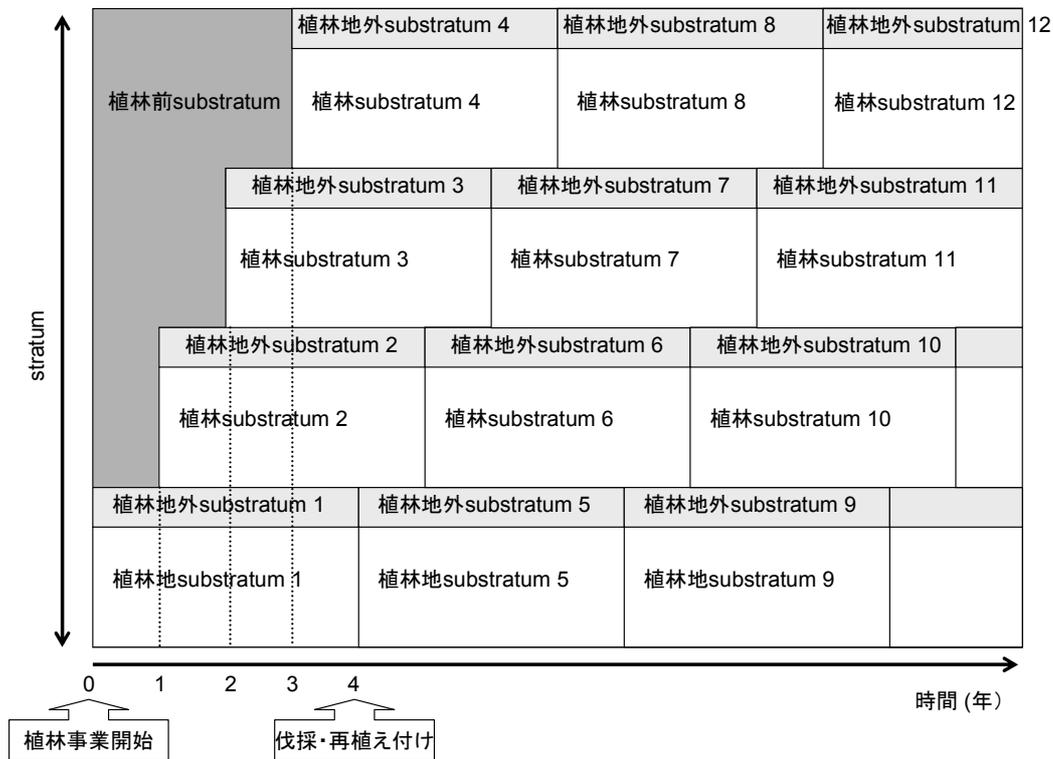


図9-2 各階層内における各副階層面積の時間変化

9.2.6 ベースライン純吸収量 (baseline net GHG removals) の事後計算

ベースラインにおいては、「現在又は過去の炭素プールにおける炭素貯留量の変化」が継続するとしている。よって、ベースライン純吸収量の事後計算は必要ない。

灌木を含む階層については、一般に地上部バイオマス量の増加の可能性がある。本プロジェクト対象地においては、地元住民による焼畑等により、灌木地は定期的に焼き払われ、その後ある程度再生し、再び焼き払わせるというサイクルを繰り返している。つまり、ある地点においては、灌木バイオマス量が増加する期間があるものの、広い面積全体として見ると、灌木バイオマス量の合計が増加することは無い。よってベースラインのnet GHG removalはゼロとし、ベースラインを代表させる固定プロットを設定してのモニタリングは行なわない。その代替として、定期的に周辺部も含めてプロジェクトエリアの衛星画像を取得し、灌木地として分類される土地面積の推移をモニタリングする。

9.2.7 現実純吸収量 (actual net GHG removal by sinks) の事後計算

プロジェクト活動による現実純吸収量は、次式により表現される。

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \sum_i \sum_j \Delta C_{ij,t} - GHG_{E,t} \quad (9-4)$$

ただし、

- $\Delta C_{ACTUAL,t}$ t年における現実純吸収量, tonnes CO₂ yr⁻¹
- $\Delta C_{ij,t}$ t年の階層 i 副階層 j におけるバイオマス炭素蓄積量の変化、 tonnes CO₂ yr⁻¹
- $GHG_{E,t}$ t年のプロジェクト実施によるバウンダリー内での GHG 排出量増加、 tonnes CO₂ yr⁻¹

9.2.7.1 炭素プールにおける炭素蓄積量の変化

対象とする炭素プールは、地上部・地下部バイオマスプールのみである。リター・枯死木・土壌有機炭素プールは対象としない。よって、バウンダリー内の炭素蓄積量の変化は、以下の式に示すとおり、地上部・地下部バイオマスプールにおける炭素蓄積量の変化の合計として表される。

$$\Delta C_{ij,t} = (\Delta C_{AB,ij,t} + \Delta C_{BB,ij,t}) \cdot 44/12 \quad (9-5)$$

$$\Delta C_{AB,ij,t} = (C_{AB,m2,ij} - C_{AB,m1,ij})/T \quad (9-6)$$

$$\Delta C_{BB,ij,t} = (C_{BB,m2,ij} - C_{BB,m1,ij})/T \quad (9-7)$$

ただし、

- $\Delta C_{AB,ij,t}$ 階層 i 副階層 j の地上部バイオマスにおける炭素蓄積量の変化、 tonnes CO₂ yr⁻¹
- $\Delta C_{BB,ij,t}$ 階層 i 副階層 j の地下部バイオマス中の炭素蓄積量の変化、 tonnes CO₂ yr⁻¹
- $C_{AB,m2,ij}$ モニタリング年 m2 に計算された階層 i 副階層 j の地上部バイオマス中の炭素蓄積量、 tonnes C
- $C_{AB,m1,ij}$ モニタリング年 m1 に計算された階層 i 副階層 j の地上部バイオマス中の炭素蓄積量、 tonnes C
- $C_{BB,m2,ij}$ モニタリング年 m2 に計算された階層 i 副階層 j の地下部バイオマス中の炭素蓄積量、 tonnes C

$C_{BB,m1,ij}$ モニタリング年 $m1$ に計算された階層 i 副階層 j の地下部バイオマス中の炭素蓄積量、tonnes C
 44/12 炭素と CO_2 の分子量比
 T モニタリング年 $m2$ と $m1$ の間隔、5年.

プロジェクトシナリオの炭素蓄積量を二つの方法を用いて計算する。一つは、通常の方法である現地計測モニタリングのみによる方法 (method A)、もう一つは現地計測モニタリングに加えて衛星画像によるモニタリングを活用して計算する方法 (method B) である。

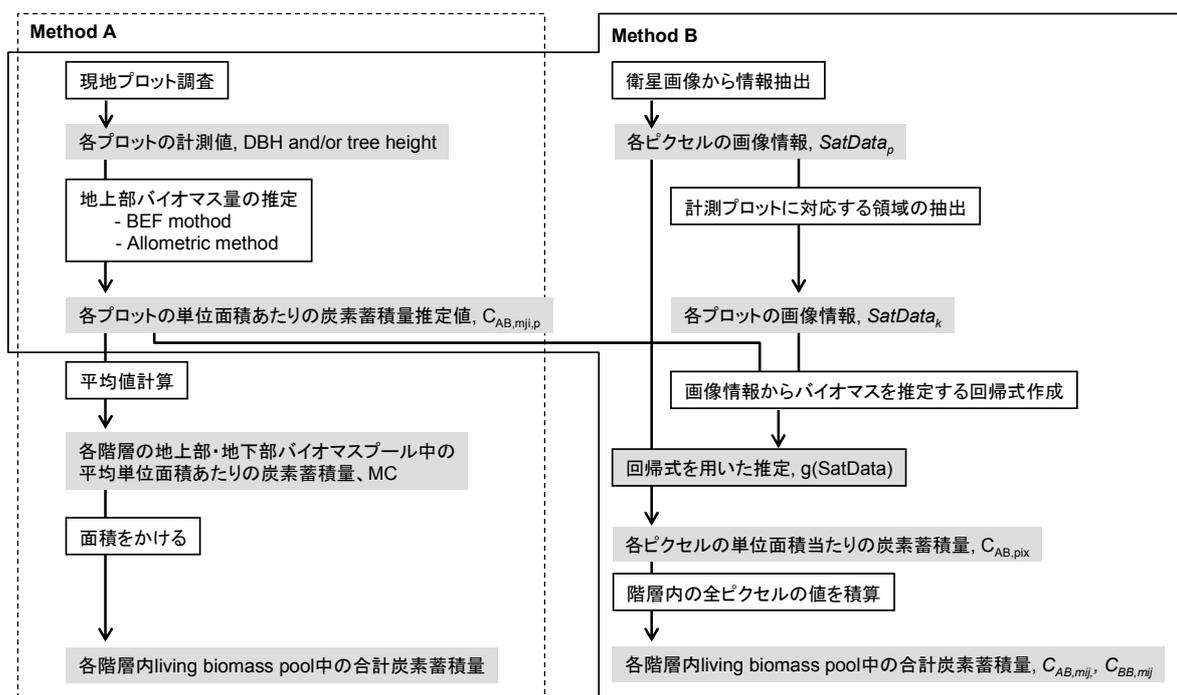


図 9-3 carbon stock in living biomass の二つの推定方法

Method B においては、現地計測から計算された各プロットの単位面積あたりのバイオマス量推定値と衛星画像の該当する領域の画像情報との関係式を作成する。関係式は、従属変数として各プロットの単位面積あたりのバイオマス量、説明変数として各プロットに対応する衛星画像領域の情報を用いて導出する。衛星画像から得られる情報からのバイオマスの推定に関する様々な研究から、森林タイプによって最適な手法が異なることが知られている。例えば、正規化植生指数 (NDVI) を説明変数とした単回帰 (Ingram et al., 2005³)

³ Ingram, J. C., Dawson, T. P., and Whittaker, R. J. (2005) Mapping tropical forest structure in southeastern Madagascar using remote sensing and artificial neural networks. *Remote Sensing of Environment* 94: 491-507

や複数スペクトルの反射率を説明変数とした重回帰 (Thenkabail et al., 2004⁴) を用いたバイオマスの推定方法などがある。プロジェクトごとに推定式を作成し、DOE の判定を受ける。

Method A (衛星画像を用いない方法)

各モニタリング年における炭素蓄積量は、各階層・副階層の面積と平均炭素蓄積量から計算される。

$$C_{AB,m,ij} = A_{ij} \cdot MC_{AB,m,ij} \quad (9-8)$$

$$C_{BB,m,ij} = A_{ij} \cdot MC_{BB,m,ij} \quad (9-9)$$

ただし、

A_{ij}	階層 i 副階層 j の面積、ヘクタール (ha)
$MC_{AB,m,ij}$	モニタリング年 m における階層 i 副階層 j の平均地上部バイオマス炭素蓄積量、tonnes C ha ⁻¹
$MC_{BB,m,ij}$	モニタリング年 m における階層 i 副階層 j の平均地下部バイオマス炭素蓄積量、tonnes C ha ⁻¹

$$MC_{AB,m,ij} = \frac{\sum_p^P C_{AB,m,ij,p}}{P} \quad (9-10)$$

$$MC_{BB,m,ij} = \frac{\sum_p^P C_{BB,m,ij,p}}{P} \quad (9-11)$$

ただし、

$C_{AB,m,ij,p}$	モニタリング年 m、階層 i 副階層 j のプロット p における地上部バイオマス中炭素蓄積量、tonnes C ha ⁻¹
$C_{BB,m,ij,p}$	モニタリング年 m、階層 i 副階層 j のプロット p における地下部バイオマス中炭素蓄積量、tonnes C ha ⁻¹

プロット計測に基づく地上部・地下部バイオマスの推定方法としては、拡大係数 (Biomass Expansion Factor: BEF) を用いる方法とアロメトリー式を用いる方法がある。BEF を用

⁴ Thenkabail, P. S., Enclona, E. A., Aston, M. S., Legg, C., and De Dieu, M. J. (2004) Hyperion, IKONOS, ALI, and ETM+ sensors in the study of African rainforests. *Remote Sensing of Environment* 90: 23-43

いる方法はアロメトリーを用いる方法に比べて誤差が大きいとされている。対象とする地域・種について BEF が既に調べられている場合を除いて、アロメトリー式を用いることとする。

以下に承認済み方法論 (AR-AM0001) に記載されている BEF を用いる方法とアロメトリー式を用いる方法の概略を説明する。

(i) BEF を用いる方法

Step 1: プロット内に生育する全個体の胸高直径 (diameter at breast height: DBH、地表1.3m) と可能であれば樹高を計測する。ただし、あらかじめ設定した最小胸高直径より大きな個体のみを対象とする。

Step 2: 計測結果から商取引対象となる主幹材積を推定し、単位面積あたりの材積合計量を計算する (m³/ha)。

Step 3: BEF と地上部・地下部比を決める。既存情報としては、GPG LULUCF の表 3A.1.10 に BEF、表 3A.1.8 に地上部・地下部比が記載されている。

Step 4: Step 2 で求めた材積合計から地上部・地下部バイオマス中の炭素蓄積量を計算する。

$$MC_{AB} = V \cdot D \cdot BEF \cdot CF \quad (9-12)$$

$$MC_{BB} = MC_{AB} \cdot R \quad (9-13)$$

ただし、

MC_{AB} 地上部バイオマス中の炭素蓄積量、 tonnes C ha⁻¹

MC_{BB} 地下部バイオマス中の炭素蓄積量、 tonnes C ha⁻¹

V 材積合計、 m³ ha⁻¹

D 材積密度、 tonnes d.m.m⁻³

BEF バイオマス拡大係数

CF 炭素比、 tonnes C (tonne d.m.)⁻¹、 IPCC default value = 0.5.

R 地上部・地下部比

(ii) アロメトリー式を用いる方法

Step 1: BEF を用いる方法の step 1 と同じ方法で現地計測を行なう。

Step 2: 用いるアロメトリー式を決める。

$$B_{AB} = f(DBH, H) \quad (9-14)$$

ただし、

B_{AB} 地上部バイオマス、 tonnes d.m ha⁻¹
 $f(DBH,H)$ 地上部バイオマス(d.m ha⁻¹) と DBH (cm)、樹高 (H、m) の関係を表すアロメトリー式

既存情報としては、GPG LULUCFの表 4.A.1から4.A.3にいくつかのアロメトリー式が記載されている。既存のアロメトリー式を利用する場合には、実際に対象とする地域・種の個体を伐倒、重量を計測し、式に当てはめたときに誤差が±10%内におさまることを確認する。

Step 3: 現地計測データをアロメトリー式に当てはめ、地上部バイオマスを推定し、炭素比を用いて地上部バイオマス中の炭素蓄積量を推定する。

Step 4: 地下部バイオマス中の炭素蓄積量を式 (9-13) を用いて計算する。

Method B (衛星を用いる方法)

現地計測が行なわれた各プロットについて、衛星画像の対応する領域から画像情報を抽出する。Method A の式(9-8)の各プロットの地上部バイオマスプールにおける炭素蓄積量 ($C_{AB,mij,p}$)と抽出した画像情報を用いて、衛星画像情報から炭素蓄積量を推定する回帰式を導出する。

$$C_{AB,mij,pix} = g(SatData_{pix}) \quad (9-15)$$

ただし、

$C_{AB,mij,pix}$ 階層 i 副階層 j のピクセル pix での地上部バイオマス中の炭素蓄積量、tonnes C ha⁻¹
 $g(SatData)$ 衛星画像から得られるデータから地上部バイオマス炭素蓄積量を推定する回帰式

各階層について、各ピクセルの衛星画像情報を式(9-15)に当てはめ、各ピクセル内の単位面積あたり地上部バイオマス量を求める。それらを階層内全域について積算し、地上部・地下部バイオマスプールにおける合計炭素蓄積量を推定する。なお、地下部バイオマスの推定には root-shoot 比 (R) を用いる。

$$C_{AB,mij} = \sum_{pix} (A_{sat} \cdot C_{AB,mij,pix}) \quad (9-16)$$

$$C_{BB,mij} = C_{AB,mij} \cdot R \quad (9-17)$$

ただし、

$C_{AB,mij,pix}$ モニタリング年 m における階層 i 副階層 j ピクセル pix の地上部バイオマス炭素蓄積量, tonnes C ha⁻¹

$C_{BB,mij,pix}$ モニタリング年 m における階層 i 副階層 j ピクセル pix の地下部バイオマス炭素蓄積量, tonnes C ha⁻¹

A_{sat} 用いる衛星画像のピクセルあたりの面積、 ha

R 地上部地下部比

9.2.7.2 二つの方法の精度比較

衛星画像を用いない方法 (method A) と用いた方法 (method B) の精度を比較評価する。評価基準には、搬出された木質原料の重量を用いる。よって評価は伐採時に行なう。一台のトラックに積載された木質原料 (搬出単位) が由来する面積を搬出単位面積とし、搬出された木質原料の搬出時の重量、搬出元の地理情報と共に、モニター、アーカイブする。

実測された搬出単位面積あたりの木質原料の重量と、method A から推定したバイオマス量または method B から推定したバイオマス量のそれぞれの差を求める。全ての搬出単位面積を対象とした偏差平方和を各方法の精度を表す値とし、method A と method B を比べる。

Step 1: 木質原料の重量から地上部バイオマスを求める拡大係数を決める。

Step 2: 各搬出単位について、木質原料の重量から、地上部バイオマスを計算する。

$$UB_{m,u} = W_u \cdot BEF_j \quad (9-18)$$

ただし、

$UB_{m,u}$ 搬出単位 u から搬出されたの地上部バイオマス、 tonnes

W_u 搬出単位 u から搬出された木質原料の重量、 tonnes

BEF_j 木質原料の重量から地上部バイオマスを求める拡大係数

Step 3: 各搬出単位について、method A を用いて搬出単位面積あたりの地上部バイオマス量を求める。対象とする搬出単位に相当するピクセルを衛星画像から抜き出し、推定に使う。

$$UB_{sat,u} = \sum_p (A_p \cdot B_{sat,A,u,p}) \quad (9-19)$$

ただし、

$UB_{sat,u}$ method A から推定された搬出単位 u における地上部バイオマス、 tonnes

A_p 用いた衛星画像のピクセルあたりの面積、 ha
 $B_{sat,A,u,p}$ 搬出単位 u 内のピクセル p についての衛星データから推定された地上部バイオマス、 tonnes ha⁻¹

Step 4: 各搬出単位について、method B を用いて単位面積地上部バイオマス量の平均値を求める。

$$UB_{plot,u} = A_u \cdot \bar{B}_{A,i} \quad (9-20)$$

$$\bar{B}_{A,i} = \frac{1}{N_i} \sum_k B_{A,i,k} \quad (9-21)$$

ただし、

$UB_{plot,u}$ method B により推定された搬出単位 u における地上部バイオマス、 tonnes
 A_u 搬出単位 u の面積、 ha

$\bar{B}_{A,i}$ 階層 i における平均地上部バイオマス、 tonnes ha⁻¹

$B_{A,i,k}$ 階層 i プロット k についてプロット計測から計算された地上部バイオマス、 tonnes ha⁻¹

N_i 階層 i のプロット数

Step 5: 初回伐期以降の毎年、その年に伐採された全搬出単位を対象として、method A と B から推定した搬出単位あたりの地上部バイオマスと、実測された木質原料の重量から計算した地上部バイオマスの偏差平方和を求める。

$$MS_{sat} = \sum_u (UB_{sat,u} - UB_{m,u})^2 \quad (9-22)$$

$$MS_{plot} = \sum_u (UB_{plot,u} - UB_{m,u})^2 \quad (9-23)$$

Step 6: method A と method B の偏差平方和を精度として比べ、精度が良い方の算出方法を用いる。

$$MS_{sat} < MS_{plot} \text{ ならば method B を使う} \quad (9-24)$$

$$MS_{sat} > MS_{plot} \text{ ならば method A を使う} \quad (9-25)$$

9.2.7.3 プロジェクトの実施に伴うバウンダリー内での GHG 排出

プロジェクト実施に伴う、バウンダリー内での GHG 排出量の増加は、以下の式で表される。

$$GHG_{E,t} = E_{FuelBurn,t} + E_{biomassloss,t} + E_{Non-CO2,BiomassBurn,t} + N_2O_{direct-N_{fertilizer,t}} \quad (9-26)$$

ただし、

$GHG_{E,t}$ t年のプロジェクトバウンダリー内における本プロジェクトの実施に起因する GHG 排出量の増加、 tonnes CO₂-e yr⁻¹

$E_{FuelBurn,t}$ t年の化石燃料の燃焼による GHG 排出、 tonnes CO₂-e yr⁻¹

$E_{biomassloss,t}$ t年の林地整備のためのバイオマスの除去による CO₂ 排出、 tonnes CO₂-e yr⁻¹

$E_{Non-CO2,BiomassBurn,t}$ t年の林地整備のためのバイオマスの焼却に伴う CO₂ 以外の GHG 排出、 tonnes CO₂-e yr⁻¹

$N_2O_{direct-N_{fertilizer,t}}$ t年の窒素肥料の使用による N₂O 排出、 tonnes CO₂-e yr⁻¹

(i) 化石燃料の使用に伴う CO₂ 排出

Step 1: 化石燃料の使用量を計測する。バウンダリー内における苗の運搬、施業および伐採などのための車両の利用、植林地の設置のための重機の利用などの活動に由来する化石燃料の使用が対象となる。

Step 2: 排出係数 (Emission factor: EF) を選択する。国別係数または地域別係数を用いる。それが不可能な場合には、IPCC によるデフォルト値を用いる (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)。

Step 3: GHG 排出量を推定する。

$$E_{fuelburn} = (AC_{diesel} \cdot EF_{diesel} + AC_{gasoline} \cdot EF_{gasoline}) \cdot 0.001 \quad (9-27)$$

ただし、

AC_{diesel} ディーゼル消費量、litter

$AC_{gasoline}$ ガソリン消費量、litter

EF_{diesel} ディーゼルの排出係数、kg CO₂ litter⁻¹

$EF_{gasoline}$ ガソリンの排出係数、kg CO₂ litter⁻¹

0.001 kg から tonnes への換算係数

(ii) 林地整備によるバイオマスの減少に伴う CO₂ 排出

植林地の設営に伴う除草作業、または植林木による被陰効果により、草本バイオマスの枯死が考えられる。それまでの日向を好む草本種から日陰を好む草本種への置き換わりにより、林床に草本バイオマスが維持されることも考えられるが、本方法論では、植林地の草本バイオマスは全て消失するものとし、炭素蓄積量の減少を推定する。

Step 1: 各階層について、初回植え付け前の林地整備時に、前述のプロットサイズ・プロット配置の設定手法にしたがって、各階層に 10–15 個のプロットを設置し、プロット内の既存草本および灌木バイオマスを計測する。まず、サブプロット内の草本の地上部および地下部を採集し、それぞれの絶乾重量を求め、単位面積あたりの草本バイオマス平均値を計算する。灌木については、地上部を直接刈り取り、地下部は地上部地下部比を用いて絶乾重量を求め、単位面積あたりの灌木バイオマス平均値を得る。

Step 2: 既存植生の炭素蓄積量の減少を推定する。なお、この減少は、各副階層について一回のみ起こる。

$$E_{biomassloss,t} = \sum_i A_i \cdot B_{non-tree,i} \cdot CF_{non-tree} \cdot 44/12 + \sum_i \sum_j A_i \cdot B_{tree,ij} \cdot CF_j \cdot 44/12 \quad (9-28)$$

ただし、

A_i	階層 i の面積、ha
$B_{non-tree,i}$	階層 i における平均草本バイオマス、tonnes d.m.ha ⁻¹
$B_{tree,ik}$	階層 i 種 k の平均灌木バイオマス、tonnes d.m.ha ⁻¹
$CF_{non-tree}$	草本の炭素比、tonnes C (tonne d.m) ⁻¹
CF_j	樹種 j の炭素比、tonnes C (tonne d.m) ⁻¹
44/12	CO ₂ と炭素の分子量比

(iii) バイオマス焼却に伴う GHG 排出

林地整備のための野焼きに伴い排出される CO₂ 以外の GHG の排出を計算する。なお CO₂ は上記のバイオマスの除去で既に計算されている。

Step 1: 焼かれる地上部バイオマスを推定する。(ii) の Step 1 で求めた値にあたる。

Step 2: 燃焼係数 (GPG LULUCF 表 3.A.14 参照)、排出係数 (GPG LULUCF 表 3.A.15, 16)

参照)を決める。窒素炭素比としては、およそ0.01とされており、これを用いることができる。

Step 3: 野焼きによるGHGの排出を推定する。なお、野焼きおよび排出の推定は各副階層につき一回のみ行なわれる。

$$E_{Non-CO2, BiomassBurn, t} = E_{BiomassBurn, N2O} + E_{BiomassBurn, CH4} \quad (9-29)$$

ただし、

$E_{Non-CO2, BiomassBurn, t}$ 野焼きによる CO₂ 以外の GHG 排出、tonnes CO₂-e yr⁻¹

$E_{BiomassBurn, N2O}$ 野焼きによる N₂O 排出、tonnes CO₂-e yr⁻¹

$E_{BiomassBurn, CH4}$ 野焼きによる CH₄、tonnes CO₂-e yr⁻¹

$$E_{BiomassBurn, N2O} = E_{BiomassBurn, C} \cdot \left(\frac{N}{C} \text{ratio} \right) \cdot 0.007 \cdot \frac{44}{14} \cdot 310 \quad (9-30)$$

$$E_{BiomassBurn, CH4} = E_{BiomassBurn, C} \cdot 0.012 \cdot \frac{16}{12} \cdot 21 \quad (9-31)$$

ただし、

$E_{BiomassBurn}$ 焼却されたバイオマス中の炭素蓄積量, tC yr⁻¹

N/C ratio 窒素炭素比

44/14 N₂O と窒素の分子量比

16/12 CH₄ と炭素の分子量比

0.007 N₂O の排出比 (IPCC のデフォルト値)

0.012 CH₄ の排出比 (IPCC のデフォルト値)

310 N₂O の Global Warming Potential (第一約束期間のみ)

21 CH₄ の Global Warming Potential (第一約束期間のみ)

$$E_{BiomassBurn, C} = \sum_i A_{burn, i} \cdot B_i \cdot CE \cdot CF \quad (9-32)$$

ただし、

$A_{burn, i}$ バイオマスが焼却された階層 i の面積、ha yr⁻¹

B_i 焼却前の階層 i における平均地上部バイオマス、tonnes d.m.ha⁻¹

CE 燃焼効率

CF 炭素比、tonnes C (tonne d.m)⁻¹

(iv) 植林地への施肥による N₂O の排出

植林時に使用する肥料を対象として、GHG 排出量を算出する。なお、ここでは施肥による直接的な影響のみを算出対象とし、間接的な影響は無視できるものとする（GPG for LULUCF 3.2.1.4.1）。

Step 1: プロジェクトバウンダリー内で使用される、合成および有機肥料の量をモニタリングする。

$$N_{SN-Fert,t} = \sum_k A_k \cdot N_{SN-Fert,k,t} \cdot 0.001 \quad (9-33)$$

$$N_{ON-Fert,t} = \sum_k A_k \cdot N_{ON-Fert,k,t} \cdot 0.001 \quad (9-34)$$

ただし、

$N_{SN-Fert,t}$ t 年にバウンダリー内で使用された合計合成肥料量、tonnes N yr⁻¹

$N_{ON-Fert,t}$ t 年にバウンダリー内で使用された合計有機肥料量、tonnes N yr⁻¹

A_k 施肥対象の樹種 k が生育する面積、ha yr⁻¹

$N_{SN-Fert,k,t}$ t 年に樹種 k へ施された単位面積あたり合成肥料量、kg N ha⁻¹ yr⁻¹

$N_{ON-Fert,k,t}$ t 年に樹種 k へ施された単位面積あたり有機肥料量、kg N ha⁻¹ yr⁻¹

0.001 キログラムからトンへの変換係数

Step 2: 用いる係数の値を決定する。国別係数（country-specific factors）が利用不可能な場合、 EF_N としては、GPG2000で示されているデフォルト値である 1.25 を用いる。 $Frac_{GASS}$ と $Frac_{GASO}$ としては、Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 4.6 (table 4-19) に示されている、0.1 と 0.2 を用いる。ただし、閉鎖林冠下での施肥の際には、 $Frac_{GASS}$ と $Frac_{GASO}$ ともに 0 とする（GPG for LULUCF 3.2.1.4）。

Step 3: N₂O の排出量を計算する。

$$N_2O_{direct-N_{fertilizer}} = [(F_{SN} + F_{ON}) \cdot EF_N] \cdot 44/28 \cdot 310 \quad (9-35)$$

$$F_{SN} = N_{SN-fert} \cdot (1 - Frac_{GASS}) \quad (9-36)$$

$$F_{ON} = N_{ON-fert} \cdot (1 - Frac_{GASO}) \quad (9-37)$$

ただし、

$N_2O_{direct-N_{fertilizer}}$ 施肥による直接的な N₂O 排出量、tonnes CO₂-e yr⁻¹

F_{SN} NH₃ と NO_x の揮発を考慮した一年あたりに施肥される合成肥料中の窒素

	量, tonnes N yr ⁻¹
<i>F_{ON}</i>	NH ₃ と NO _x の揮発を考慮した一年あたりに施肥される有機肥料中の窒素量, tonnes N yr ⁻¹
<i>EF_N</i>	窒素添加による N ₂ O 排出係数, tonnes N ₂ O ·N (tonnes N input) ⁻¹
<i>44/28</i>	N ₂ O と窒素の分子量比
<i>310</i>	N ₂ O の温室効果係数
<i>N_{SN-fert}</i>	一年あたりに施肥される合成肥料中の窒素量, tonnes N yr ⁻¹
<i>N_{ON-fert}</i>	一年あたりに施肥される有機肥料中の窒素量, tonnes N yr ⁻¹
<i>FracGASS</i>	NH ₃ and NO _x として除かれる合成肥料中窒素の割合
<i>FracGASO</i>	NH ₃ and NO _x として除かれる有機肥料中窒素の割合

9.2.8 リークエッジの計算

$$LK = E_{fuelburn} + E_{electricity} + N_2O_{direct - N_{fertilizer}} \quad (9-38)$$

ただし、

LK プロジェクト実施に起因するバウンダリー外における GHG 排出量, tonnes CO₂-e yr⁻¹

E_{FuelBurn} バウンダリー外における化石燃料の消費による CO₂ 排出量, tonnes CO₂-e yr⁻¹

E_{electricity} バウンダリー外での使用電力に相当する CO₂ 排出, tonnes CO₂-e yr⁻¹

N_{2O direct - N_{fertilizer}} バウンダリー外での施肥活動による GHG 排出, tonnes CO₂-e yr⁻¹

Step 1: バウンダリー外での化石燃料の消費による CO₂ 排出量とバウンダリー外での施肥活動による GHG 排出量を 9.2.7.3 の (i) と (iv) の方法を用いて推定する。

Step 2: 関連施設における電気使用量を計測し、電気使用による CO₂ 排出を計算する。

$$E_{electricity} = U_{electricity} \cdot EF_{electricity} \quad (9-39)$$

ただし、

U_{electricity} 電気使用量、kw h⁻¹

EF_{electricity} 電気使用量あたりの CO₂ 排出係数、kg CO₂ (kw h⁻¹)⁻¹

9.2.9 純人為的吸収量 (Net Anthropogenic GHG removals by sinks) の事後計算

以下の式で計算する。

$$C_{AR_CDM} = C_{ACTUAL} - C_{BSL} - LK \quad (9-40)$$

ただし、

C_{ACTUAL} 現実純吸収量, tonnes CO₂-e yr⁻¹

C_{BSL} ベースライン純吸収量, tonnes CO₂-e yr⁻¹

LK leakage, tonnes CO₂-e yr⁻¹

9.3 不確実性の評価、および品質管理(QC)・品質保証(QA)

9.3.1 不確実性

純人為的吸収量を推定する際に用いる仮定、測定値、係数などが内包する不確実性により、純人為的吸収量の推定結果は不確実性を持つ。ここでは、本 A/R CDM プロジェクトにおいて、純人為的吸収量の不確実性に影響が大きいと考えられる要因を特定し、不確実性の評価方法と対策について述べる。

9.3.1.1 不確実性の要因

LULUCF プロジェクトにおいては、面積の影響が大きいことが既に知られている (GPG LULUCF)。

ベースラインの決定に係る要因

ベースライン決定のステップに沿って特定する。

1. バウンダリーの設定

バウンダリーの決定段階においてベースラインの不確実性をもたらす要因を挙げる。代表的な例としては、人為的活動の有無が挙げられるであろう。将来における法制度や政策の改変は、利用できる土地の面積に影響を及ぼす可能性がある。

2. 階層化

階層内の環境の差は、偏差を通して不確実性を増大させる。土地被覆や土壤環境等の自然環境、政策等を含む社会・経済的環境を考慮した均一な階層の実現に係る要因がここに挙げられる。

3. シナリオの選択

想定される複数シナリオは、それぞれバリア分析にかけられ、その中からベースラインシナリオが選択される。対象地域におけるバリアが変化した場合、異なるシナリオが選択される可能性がある。例えば、画期的な技術の出現や地域社会の大きな変化は、バリアを下げる。そのような可能性を実現可能な範囲で挙げる。

4. 炭素蓄積変化量の推定

推定の過程で用いられる変数やパラメータ (E.4) のうち、不確実性をもたらす原

因となる要素を挙げる。

5. その他の要因

プロジェクトによる炭素蓄積量の変化の不確実性の要因を挙げる。データの取得、入力時におけるエラーなどの要因が加えられる。

9.3.1.2 不確実性の評価

定性的要因

挙げられた要因のうち、定量的な評価の不可能なもの（例えば、法制度の変化）については、それらがもたらす結果（例えば、異なるベースラインシナリオの選択）を表現し、その重要性を把握する。

定量的要因

挙げられた要因のうち、定量的な評価の可能な要因について、感度分析と不確実性分析を行ない、それぞれの要因の影響の大きさ、全体としての不確実性を示す。

- 感度分析

各要因に相当する定数やパラメータの値が変化した場合に(例えば±10%)、最終的に算出される炭素蓄積量の変化量の増減を計算する。

- 不確実性分析

定数やパラメータの値の偏差から、全体として炭素蓄積量の変化の値がもつ不確実性を計算する。percentage uncertainty は以下で定義づけられる (GPG LULUCF box 5.2.1)。

$$U_f = \frac{1/2(95\% \text{Confidence Interval Width})}{\mu} \cdot 100 \quad (9-41)$$

$$U_f = \frac{1/2(4\sigma)}{\mu} \cdot 100 \quad (9-42)$$

ただし、

U_f 各要因に関する不確実性, %

σ 各要因の標準偏差

μ 平均値

各要素(factor)について、不確実性 (percentage uncertainty) を計算する。各シナリオにおける地上部、地下部、リーケージ、排出それぞれについて、不確実性をもたらす要素

の不確実性を合計する。

$$U_c = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2} \quad (9-43)$$

ただし、

U_c 各プールまたはカテゴリについての不確実性, %

U_n 各要因についての不確実性, %

不確実性の総計を計算する。

$$U_s = \frac{\sqrt{(U_{c1} \cdot C_{c1})^2 + (U_{c2} \cdot C_{c2})^2 + \dots + (U_{cn} \cdot C_{cn})^2}}{|C_{c1} + C_{c2} + \dots + C_{cn}|} \quad (9-44)$$

ただし、

U_s 不確実性の合計, %

U_{cn} 各項目についての不確実性, %

C_{cn} 各項目の平均値

9.3.1.3 対策

上記の定性的・定量的評価から、影響の大きいことが判明した要因を優先し、精度の高い情報・データを取得する。LULUCFプロジェクトにおいては、面積の影響が大きいことが既に知られている（GPG LULUCF）。各階層の面積の適切な推定において、本方法論で採用している衛星情報・GPS・GISの利用は、高い精度を可能にする方法である。

9.3.2 品質管理および品質保証へ向けての取り組み

- 現地計測：standard operation procedures を作成し、それに沿って全調査員を教育する。ランダムに再計測し、必要に応じて調査員の再教育を行う。
- 衛星画像解析：standard operational procedures を作成する。解析が出来る人員を複数人確保し、異なる解析者から同じ結果が求められることを定期的に確認する。解析結果に齟齬があった場合には、専門家に再解析および解析者の再教育を依頼する。
- データ入力：入力した生データを散布図におとし、極端な外れ値が無いことを確認する。外れ値が存在した場合には、データを修正すると同時に、入力者の再教育を行なう。
- データ管理：電子情報と紙情報として保管する。また、それぞれコピーを作成し、異なる場所にいる複数関係者がそれぞれに保管する。

第10章 プロジェクト活動期間/クレジット発生期間

10.1 プロジェクト活動期間

A/R CDM 事業としてのプロジェクト活動期間は30年間とする。ただし、31年目以降は、植林木の成長性、採算性等を総合的に判断し、可能であれば通常の産業植林として事業を継続する。

10.2 クレジット期間

プロジェクト活動期間と同様に30年間とする。

10.3 クレジットの選択

獲得するクレジットの種類は t C E R を選択する。

第11章 GHG 削減量の推計

11.1 ベースラインにおける GHG 純吸収量の推計

ベースラインにおける一年あたりの温室効果ガスの吸収は、以下の式で表される。

$$\Delta C_{BSL,t} = \sum_i \sum_j \Delta C_{ij,baseline,t} \quad (11-1)$$

ここで、 $\Delta C_{ij,baseline,t}$ は、t 年における階層 i の樹種 j についての一年当たりの炭素蓄積量 (tonnes CO₂ yr⁻¹) の変化を示す。

樹木が生育しない階層については、 $\Delta C_{ij,baseline,t}$ はゼロである。樹木が生育する階層については、11.2.2.1 で述べる方法を用いて推定する。

本プロジェクトにおいては、周辺住民による焼畑により、ベースラインにおいて今後灌木バイオマス量が増加することはないため、樹木が生育する階層についても $\Delta C_{ij,baseline,t}$ はゼロとした。よって、 $\Delta C_{BSL,t} = 0$ である。

11.2 プロジェクト活動における GHG 現実純吸収量の推計

11.2.1 前提条件

計算の基本となるプロジェクトの条件は以下の通りである。

- ・ バウンダリー面積 = 29,050 ha
- ・ 灌木を含まない階層の面積 : 灌木を含む階層の面積 = 1:1
- ・ 一年あたりの植林面積 = 4,150 ha ・ 伐期 = 7 年

11.2.2 推計方法

11.2.2.1 一年あたりの地上部・地下部バイオマス炭素蓄積量の変化

一年あたりの炭素蓄積量の変化を推定する方法として、carbon gain-loss method (GPG equations 3.2.2, 3.2.4 and 3.2.5) と stock change method (GPG equation 3.2.3) の二つの方法が候補としてある。本プロジェクトでは、stock change method により行なう。

まず、他国における他ユーカリ種の成長式を比較し、十分保守的で相似していると思われるポルトガルの成長モデル式 (Tomé et al., 1995)¹ を適用し、各年の植林木の材積量を求めた (式 11-2,3,4)。測定値としては、対象地に生育する 2.5 年生のユーカリ・カマルドレンシスを対象とした計測結果を用いた。

$$H_{est} = a1 \cdot \left(\frac{H_m}{a1} \right)^{\frac{Age_m^{a2}}{Age_{est}^{a2}}} \quad (11-2)$$

¹ Tomé, T., Falcão, A., Carvalho, A., and Amaro, A. (1995) A global growth model for *Eucalypt* plantations in Portugal. LESNICTVI-FORESTRY, 41:197-205

$$BA_{est} = \frac{b1}{\left[1 - \left(1 - \frac{b1}{BA_m}\right) \cdot \left(\frac{Age_m}{Age_{est}}\right)^{b2}\right]} \quad (11-3)$$

$$V_{est} = c1 \cdot BA_{est}^{c2} \cdot H_{est}^{c3} \quad (11-4)$$

ただし、

- H_{est} 推定樹高, m
- H_m 測定樹高, 8.60, m
- Age_{est} 推定時林齢, year
- Age_m 測定時林齢, 2.5, year
- a1 係数 = 36.9292
- a2 係数 = 0.621
- BA_{est} 推定胸高断面積合計, m² ha⁻¹
- BA_m 測定胸高断面積合計, 5.69, m² ha⁻¹
- b1 係数 = 42.8372
- b2 係数 = 1.0922
- V_{est} 推定材積合計, m³ ha⁻¹
- c1 係数 = 0.7331
- c2 係数 = 1.0263
- c3 係数 = 0.7682

植え付け 1 年目から伐採される 7 年目までの推定された樹高、胸高断面積合計、材積合計を表 1 1 - 1 に示す。

表 1 1 - 1 木の推定樹高、推定胸高断面積合計、推定材積合計

推定時林齢	推定樹高 (m)	推定胸高断面積合計 (m ² ha ⁻¹)	推定材積合計 (m ³ ha ⁻¹)
1 年目	2.8	2.4	4.0
2 年目	6.9	4.8	16.3
3 年目	10.1	7.1	32.1
4 年目	12.4	9.1	49.1
5 年目	14.3	11.0	66.3
6 年目	15.9	12.7	83.1
7 年目	17.1	14.2	99.2

次に、stock change method を用いてバイオマスプールにおける一年あたりの炭素蓄積量の変化を計算した。

$$\Delta C_{ij} = (C_{i,t2} - C_{i,t1}) / (t2 - t1) \cdot 44 / 12 \quad (11-5)$$

$$C_i = C_{A,i} + C_{B,i} \quad (11-6)$$

$$C_{A,i} = A_i \cdot V_i \cdot D \cdot BEF_2 \cdot CF \quad (11-7)$$

$$C_{B,i} = C_{A,i} \cdot R \quad (11-8)$$

ただし、

$C_{i,t2}$ 階層 i の t2 における植林木バイオマス中の炭素蓄積量, tonnes C

$C_{i,t1}$ 階層 i の t1 における植林木バイオマス中の炭素蓄積量, tonnes C

$C_{A,i}$ 階層 i の地上部バイオマス中の炭素蓄積量, tonnes C

$C_{B,i}$ 階層 i の地下部バイオマス中の炭素蓄積量, tonnes C

A_i 階層 i の面積, ha

D wood density, tonnes m⁻³

V_i 階層 i の材積合計, m³ ha⁻¹

BEF_2 原木重量からバイオマス質量への拡大係数

CF 炭素比, tonnes C (tonne d.m)⁻¹

R 地上部地下部比

表 1 1 - 1 に示した推定材積合計、表 1 1 - 2 に示したパラメータを用い、植林木バイオマス中の一年当たりの炭素蓄積量の変化（現実炭素吸収量）を計算した（表 11-8）。

表 1 1 - 2 吸収量推定に用いたパラメータ

パラメータ	値	出典	モニタリング/計測の予定
D	0.51	IPCC GPG for LULUCF Table 3A.1.9.2	なし
BEF_2	1.30	IPCC GPG for LULUCF Table 3A.1.10	なし
R	0.24	IPCC GPG for LULUCF Table 3A.1.8	一回計測
CF	0.50	IPCC GPG for LULUCF 3.4.1.1.1.1	一回計測

11.2.2.2 プロジェクト実施に伴う GHG 排出量の推計

排出源として、林道開設、苗木運搬、伐採作業のための化石燃料の消費、林地整備のためのバイオマスの減少、バイオマスの焼却、そして植林地における肥料の使用を考える。

$$GHG_E = E_{FuelBurn} + E_{biomassloss} + E_{Non-CO_2, BiomassBurn} + N_2O_{direct-N_{fertilizer}} \quad (11-9)$$

ただし、

GHG_E	プロジェクト実施に伴うバウンダリー内での GHG 排出, tonnes CO ₂ -e yr ⁻¹
$E_{FuelBurn}$	化石燃料の使用に伴う CO ₂ 排出, tonnes CO ₂ -e yr ⁻¹
$E_{biomassloss}$	林地整備によるバイオマスの減少に伴う CO ₂ 排出, tonnes CO ₂ -e.
$E_{Non-CO_2, BiomassBurn}$	林地整備のためのバイオマスの焼却に伴う CO ₂ 以外の温室効果ガスの排出, tonnes CO ₂ -e.
$N_2O_{direct-N_{fertilizer}}$	植林地への施肥による N ₂ O の排出, tonnes CO ₂ -e yr ⁻¹

推定された各項目からの排出量は合計値として表 11-8 に示した。

(i) 化石燃料の使用に伴う CO₂ 排出

$$E_{FuelBurn} = (CSP_{diesel} \cdot EF_{diesel} + CSP_{gasoline} \cdot EF_{gasoline}) \cdot 0.001 \quad (11-10)$$

ただし、

CSP_{diesel}	ディーゼル消費量, litter yr ⁻¹
$CSP_{gasoline}$	ガソリン消費量, litter yr ⁻¹
EF_{diesel}	ディーゼルの排出係数, kg CO ₂ litter ⁻¹
$EF_{gasoline}$	ガソリンの排出係数, kg CO ₂ litter ⁻¹
0.001	トンからキログラムへの変換係数

$E_{FuelBurn}$ の事前推定には、表 11-3 に示したパラメータを用いた。

表 1 1 - 3 化石燃料の使用に伴う CO₂ 排出量の推定に用いたパラメータ

パラメータ	値	出典	モニタリング/計測の予定
CSP_{diesel}	43*	他植林事業での実績	モニタリング
$CSP_{gasoline}$	0	他植林事業での実績	モニタリング
EF_{diesel}	3.86	Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Table 1-32	なし
$EF_{gasoline}$	4.29	Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Table 1-29	なし

* プロジェクト期間を通じた平均値を示す

(ii) 林地整備によるバイオマスの減少に伴う CO₂ 排出

$$E_{biomassloss} = \sum_i A_i \cdot B_{non-tree,i} \cdot CF_{non-tree} \cdot 44/12 + \sum_i \sum_j A_i \cdot B_{tree,ij} \cdot CF_j \cdot 44/12 \quad (11-11)$$

ただし、

- A_i 階層 i の面積、 ha
- $B_{non-tree,i}$ プロジェクト開始前の階層 i における草本バイオマス、 tonnes d.m. ha⁻¹
- $CF_{non-tree}$ 草本の炭素比、 tonnes C (tonne d.m.)⁻¹
- 44/12 炭素と CO₂ の分子量の比
- $B_{tree,ij}$ プロジェクト開始前の階層 i における樹木バイオマス、 tonnes d.m. ha⁻¹
- CF_j 樹種 j の炭素比、 tonnes C (tonne d.m.)⁻¹

$E_{biomassloss}$ の事前推定には、表 1 1 - 4 に示したパラメータを用いた。

表 1 1 - 4 林地整備によるバイオマス減少に伴う CO₂ 排出量の推定に用いたパラメータ

パラメータ	値	出典	モニタリング/計測の予定
$B_{non-tree,i}$	10.48	現地計測結果	林地整備時に計測
$B_{tree,ij}$	37.62	現地計測結果	林地整備時に計測
$CF_{non-tree}$	0.50	IPCC GPG for LULUCF 3.4.1.1.1.1	一回計測
CF_j	0.50	IPCC GPG for LULUCF 3.4.1.1.1.1	一回計測

(iii) 林地整備のためのバイオマスの焼却に伴う CO₂ 以外の温室効果ガスの排出

$$E_{Non-CO_2, BiomassBurn} = E_{BiomassBurn, N_2O} + E_{BiomassBurn, CH_4} \quad (11-12)$$

$$E_{BiomassBurn, N_2O} = E_{BiomassBurn, C} \cdot (N/C \text{ ratio}) \cdot 0.007 \cdot \frac{44}{14} \cdot 310 \quad (11-13)$$

$$E_{BiomassBurn, CH_4} = E_{BiomassBurn, C} \cdot 0.012 \cdot \frac{16}{12} \cdot 21 \quad (11-14)$$

$$E_{BiomassBurn, C} = \sum_i A_{burn, i} \cdot B_i \cdot CE \cdot CF \quad (11-15)$$

ただし、

$E_{Non-CO_2, BiomassBurn}$	バイオマスの焼却に伴う CO ₂ 以外の GHG の排出, tonnes CO ₂ -e yr ⁻¹
$E_{BiomassBurn, N_2O}$	バイオマスの焼却に伴う N ₂ O 排出, tonnes CO ₂ -e yr ⁻¹
$E_{BiomassBurn, CH_4}$	バイオマスの焼却に伴う CH ₄ 排出, tonnes CO ₂ -e yr ⁻¹
$E_{BiomassBurn, C}$	焼却されたバイオマス中の炭素蓄積量, tC yr ⁻¹
$A_{burn, i}$	バイオマスが焼却された階層 i の面積, ha yr ⁻¹
$N/C \text{ ratio}$	窒素炭素比
B_i	焼却前の階層 i における平均地上部バイオマス, tonnes d.m.ha ⁻¹
CE	燃焼効率
CF	炭素比、 tonnes C (tonne d.m) ⁻¹
$44/14$	N ₂ O と窒素の分子量比
$16/12$	CH ₄ と炭素の分子量比
0.007	N ₂ O の排出比 (IPCC のデフォルト値)
0.012	CH ₄ の排出比 (IPCC のデフォルト値)
310	N ₂ O の Global Warming Potential (第一約束期間のみ)
21	CH ₄ の Global Warming Potential (第一約束期間のみ)

$E_{Non-CO_2, BiomassBurn}$ の事前推定には、表 1 1 - 5 に示したパラメータを用いた。

表 1 1 - 5 バイオマスの焼却に伴う CO₂ 以外の GHG 排出量の推定に用いたパラメータ

パラメータ	値	出典	モニタリング/計測の予定
$N/C \text{ ratio}$	0.01	IPCC GPG for LULUCF 3.2.1.4.2.2	一回計測
B_i	15.69	現地計測結果	林地整備時に計測
CE	0.5	IPCC GPG for LULUCF Table 3A.1.14	なし
CF	0.50	IPCC GPG for LULUCF 3.4.1.1.1.1	一回計測

(iv) 植林地への施肥による N₂O の排出

$$N_2O_{direct-N_{fertilizer}} = [(F_{SN} + F_{ON}) \cdot EF_N] \cdot 44/28 \cdot 310 \quad (11-16)$$

$$F_{SN} = N_{SN-fert} \cdot (1 - Frac_{GASS}) \quad (11-17)$$

$$F_{ON} = N_{ON-fert} \cdot (1 - Frac_{GASO}) \quad (11-18)$$

ただし、

F_{SN} NH₃ と NO_x、としての揮発量を引いた単年合成肥料使用量、 tonnes N yr⁻¹

F_{ON} NH₃ と NO_x、としての揮発量を引いた単年有機肥料使用量、 tonnes N yr⁻¹

EF_1 窒素使用の排出係数、 tonnes N₂O-N (tonnes N input)⁻¹

$N_{SN-fert}$ 合成肥料使用量、 tonnes N yr⁻¹

$N_{ON-fert}$ 有機肥料使用量、 tonnes N yr⁻¹

$Frac_{GASS}$ 合成肥料において NH₃ と NO_x としての揮発する割合

$Frac_{GASO}$ 合成肥料において NH₃ と NO_x としての揮発する割合

44/14 N₂O と窒素の分子量比

310 N₂O の Global Warming Potential (第一約束期間のみ)

$N_2O_{direct-N_{fertilizer}}$ の事前推定には、表 1 1 - 6 に示したパラメータを用いた。

表 1 1 - 6 植林地への施肥による N₂O の排出量の推定に用いたパラメータ

パラメータ	値	出典	モニタリング/計測の予定
EF_1	1.25%	GPG2000 Table 4-17	なし
$N_{SN-fert}$	154*	他植林事業での実績	モニタリング
$N_{ON-fert}$	0	他植林事業での実績	モニタリング
$Frac_{GASS}$	0.1	Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Table 4-19	なし
$Frac_{GASO}$	0.2	Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Table 4-19	なし

* プロジェクト期間を通じた平均値を示す

11.3 リークージの特定および GHG 排出量の推計

リーケージ源としては、伐採木の運材、チップ加工、チップ輸送の際の化石燃料の使用、チップ加工、船積み時の電気の使用、そして苗木生産時の施肥が考えられる。

$$LK = E_{fuelburn} + E_{electricity} + N_2O_{direct_Nfertilizer} \quad (11-19)$$

ただし、

LK プロジェクトに起因するバウンダリー外 GHG 排出量合計、tonnes CO₂-e yr⁻¹

$E_{FuelBurn}$ 化石燃料の使用に伴う CO₂ 排出、tonnes CO₂-e yr⁻¹

$E_{electricity}$ バウンダリー外での使用電力の使用による CO₂ 排出、tonnes CO₂-e yr⁻¹

$N_2O_{direct_Nfertilizer}$ 植林地への施肥による N₂O の排出、tonnes CO₂-e yr⁻¹

$E_{fuelburn}$ および $N_2O_{direct_Nfertilizer}$ の計算には式 11-10 および式 11-15 を用いる。

$$E_{electricity} = U_{electricity} \cdot EF_{electricity} \quad (11-20)$$

ただし、

$U_{electricity}$ 電気使用量、kw h⁻¹

$EF_{electricity}$ 電気使用量あたりの CO₂ 排出係数、kg CO₂ (kw h⁻¹)⁻¹

LK の事前推定には、表 11-7 に示したパラメータを用いた。

表 11-7 リークージの推定に用いたパラメータ

パラメータ	値	出典	モニタリング/計測の予定
CSP_{diesel}	1978*	他植林事業での実績	モニタリング
$CSP_{gasoline}$	0	他植林事業での実績	モニタリング
EF_{diesel}	3.86	Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Table 1-32	なし
$EF_{gasoline}$	4.29	Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Table 1-29	なし
$U_{electricity}$	258*	他植林事業での実績	モニタリング

<i>EF_{electricity}</i>	0.36	環境省地球温暖化対策地域推進計画策定ガイドライン	現地情報の精査
<i>EF_l</i>	1.25%	GPG2000 Table 4-17	なし
<i>NSN-fert</i>	4.57*	他植林事業での実績	モニタリング
<i>NON-fert</i>	0	他植林事業での実績	モニタリング
<i>Frac_{GASS}</i>	0.1	Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Table 4-19	なし
<i>Frac_{GASO}</i>	0.1	Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Table 4-19	なし

* プロジェクト期間を通じた平均値を示す

11.4 純人為的炭素吸収量 (net anthropogenic GHG removal by sinks)の推計

計算の結果を表 11-8 に示す。

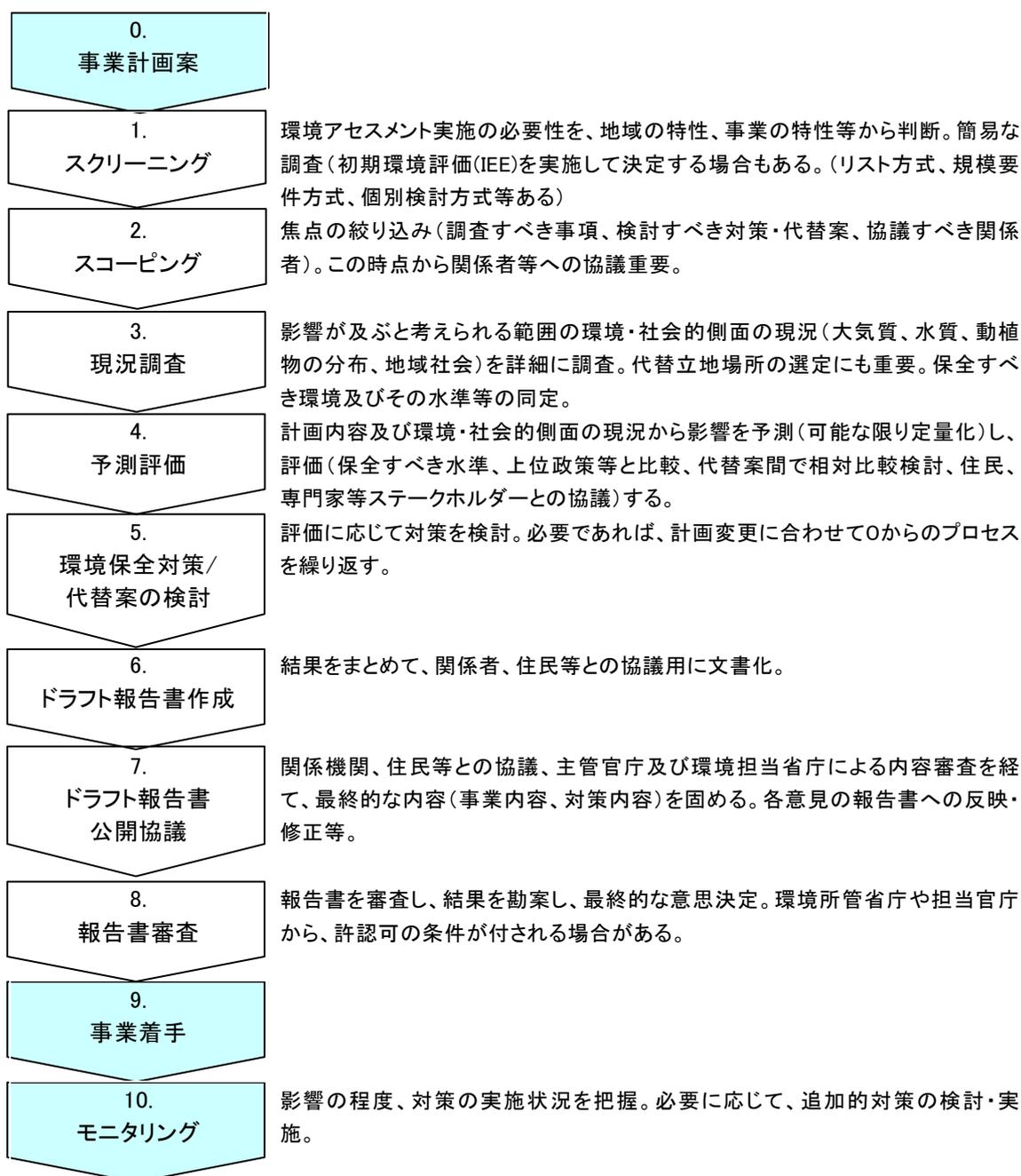
表 1 1 - 8 純人為的炭素吸収量の推定

年	植え付け面積 (ha)	伐採面積 (ha)	現実炭素吸収量 (tCO ₂ / 年)	GHG 排出 (tCO ₂ / 年)	リーケッジ (tCO ₂ / 年)	純人為的炭素吸収量 (tCO ₂ / 年)
2007	4,150	0	29,299	-189,528	-3	-160,232
2008	4,150	0	119,421	-189,557	-3	-70,138
2009	4,150	0	235,297	-189,557	-3	45,738
2010	4,150	0	360,020	-189,557	-3	170,461
2011	4,150	0	485,838	-189,557	-3	296,279
2012	4,150	0	608,946	-189,557	-3	419,387
2013	4,150	0	727,462	-189,557	-3	537,902
2014	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2015	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2016	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2017	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2018	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2019	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2020	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2021	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2022	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2023	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2024	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2025	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2026	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2027	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2028	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2029	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2030	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2031	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2032	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2033	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2034	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269
2035	4,150	4,150	0	-186	-10,083	-10,269

プロジェクト期間を通じての、純人為的炭素吸収量は 1,003,202 tCO₂ と推定された。

第12章 当該プロジェクトの環境・社会経済影響評価の方法

12.1 一般的な環境・社会影響評価の流れ



12.2 CDM-PDDに係る環境・社会影響評価の流れ

当該プロジェクトは、1999年に既に開始しており(試験植林は1996年開始)、2002年5月に環境・社会影響評価(EcoLao:2002)は実施されている。ラオス国は植林事業については事業開始前の影響評価制度手続きを必要としないが、2002年に独自の影響評価

として事業実施者 (LPFL: Lao Plantation Forest Company Limited)が実施しており、現在は事業実施後のモニタリング段階に入っていることになる。¹

今回 CDM 化の可能性の検討に際しては、実施してプロジェクト開始後 3 カ年経過した現状との比較と対策の実施状況の確認を行うために、プロジェクト実施者 (王子製紙) は社会的側面を中心に新たに追加調査を実施した。

株式会社青山 PwC サステナビリティ研究所は、第三者の観点から、2002 年の報告書および今回の追加調査のデータをもとにレビューし、既にラオス国に認可され実施している事業を CDM 化、継続した場合の環境・社会影響を予測・評価し、PDD ドラフトの基礎資料として環境・社会影響分析を行うこととする。

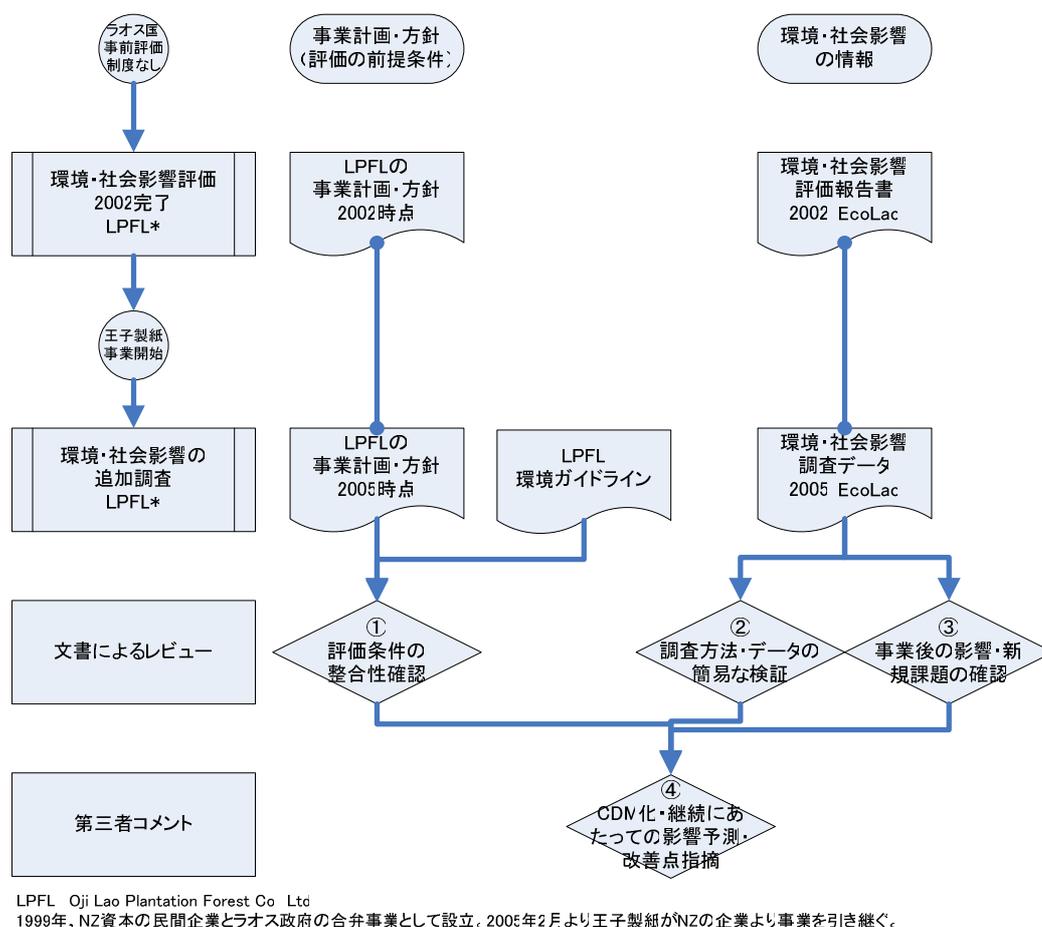


図 1 2 - 1 CDM-PDD に係る環境・社会影響評価の流れ

① 評価条件の整合性確認：

2002 年の事業開始前の植林事業の計画・管理方針と、現在の 2005 年時の植林事業の計画・管理方針とで同じ事項、異なる事項を確認し、環境・社会影響評価の前提となる条件の整合性を確認する。

¹ 王子製紙と現地カウンターパートの LPFL (Oji Lao Plantation Forest Company Limited) との関係、沿革は第 1 章参照のこと。

② 調査方法・データの簡易な検証

2002年と2005年に実施された環境・社会的影響に関する調査の方法、調査項目、データ収集方法を文書とヒアリングにより確認し、CDM事業化に際して、環境・社会影響制度のガイドライン、持続可能性のクライテリアに照らした評価に適用できるか確認する。

③ 事業後の影響・新規課題の確認

今回のCDM化（事業の継続）の検討にあたって、2002年の評価結果で課題とした環境・社会的側面（Procedural Recommendations for Plantation Expansion）、対策・モニタリングの対象とした環境・社会的側面について、事業後の2005年時点の状況を確認する。モニタリング対象として問題がないか、予測された影響が確認されなかったものがないか、他方で、CDM化することによって、事業の継続によって新たに優先度が高くなった環境・社会的側面の状況についても確認する。

④ CDM化（事業の継続）にあたっての影響予測・改善点指摘

③のレビューの結果をもとに、CDM化（事業の継続）にあたって予測される環境・社会影響を整理し、その課題と優先度、対策が必要な事項をまとめ、報告する。

12.3 環境・社会影響評価のカバー領域とクライテリア

国連CDM理事会は、CDMの環境・社会的影響評価の実施と、PDDへの記載を義務化しているが、その方法論、ガイドラインは提示していない。財団法人地球環境センター（GEC）の「CDM/JI事業調査 事業実施マニュアル（2005年9月発行）」によると、「一般的にはホスト国で求められる以上の作業を行う必要はない。」とあるが、発展途上国での産業植林事業は、環境NGOやステークホルダーの事業に対する持続可能性についての関心の高さや、FSC森林認証制度の普及といった社会的な要求度の高さを鑑みると、実施国の法制度の遵守や実施国が設定する水準のクリアだけでは、社会的な支持や賛同が得られない可能性がある。

ホスト国により制度内容や持続可能性の考え方などが異なり、また研究機関やNGOが協働して開発したCDMのための持続可能性評価ツールも複数提案されており、それらの中から参考となるものをプロジェクトやホスト国の状況にあわせて選定していくのが得策であるといえよう。

ここでは当該プロジェクトの環境・社会的影響評価を実施するために、以下のガイドラインを確認し、評価の対象範囲、クライテリアを確定することとする。

- ホスト国の環境・社会影響評価制度のガイドライン²
- 先進国融資機関側の環境・社会影響評価制度のガイドライン（国際協力銀行JBICの新環境ガイドライン使用³）
- ホスト国のCDMに関する持続可能性のクライテリア（ベトナムとインドネシア）⁴
- 持続可能な森林管理の側面からFSC森林認証制度のクライテリア⁵

² The Regulation on Environment Assessment in the Lao PDR 2000

³ 環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン（2002.April）のチェックリスト「林業」

⁴ 京都メカニズム情報プラットフォーム（<http://www.kyomecha.org/pf.html>）

⁵ FSC Principle and Criteria（<http://www.fsc.org>）

環境・社会影響評価制度のガイドラインは、著しい悪影響が生じないかネガティブチェックし適格性を判定するのに適しており、下2つは、持続可能性の観点からプロジェクト・事業の副次的な便益を確認、評価するのに適している。各クライテリアをクロスチェックし、それらをカバーするクライテリアを設定することにより、プロジェクト・事業がある一定以上の水準を維持し、なおかつ持続可能性の点で貢献しているかを把握し、評価することが可能となる。

12.4 スコーピング

当該プロジェクトの今後の植林面積の拡大、将来の伐採事業などの様々な事業行為に伴って予測されるあらゆる環境・社会的影響について検討、モニタリングすべき評価項目をスコーピングする必要がある。このスコーピングで当該プロジェクトが環境・社会的影響評価で取り扱うべき問題の枠組みが決定される。スコーピングは、2002年の報告書の評価結果を参照し、ここでは評価者（中央青山 PwC サステナビリティ研究所）が行った。

G/E/S	NO	Criteria	JBIC	Scoping 評価者	根拠・出典先
G	1	Legal and regulatory frameworks	○	◎	2002; Env.2.1
G	2	Stakeholder consultation	○	×	2002; Env.5.6、Socio2→別章
E	1	Atmospheric pollution	○	×	JBIC; 2.1、2002; Env.7
E	2	Hydrospheric / Regospheric impacts	○	◎	2002; Env.7.2
E	3	Aquatic pollution	○	◎	2002; Env.7.2
E	4	Soil structure/fertility	○	◎	2002; Env.7.2
E	5	Biodiversity	○	◎	2002; Env.7.2
E	6	Landscape		○	LPFL環境ガイドライン
E	7	Waste Management	○	○	JBIC; 2.3, FSC; 6.7
S	1	Ethnicity	○	○	Annex4; Table2
S	2	Religion	○	○	2002; Socio1.2
S	3	Livelihood	○	◎	2002; Socio1.3
S	4	Food security		◎	2002; Socio1.4
S	5	Attitude to wage labour	○	◎	2002; Socio1.5
S	6	Housing		○	2002; Socio1.6
S	7	Village facilities		◎	2002; Socio1.7
S	8	Transport and communications		◎	2002; Socio1.8
S	9	Health		◎	2002; Socio1.9
S	10	Education	○	◎	2002; Socio1.10
S	11	Interaction with government		×	2002; Socio1.11
S	12	Land tenure	○	◎	2002; Env.6、Socio1.12
G	13	Landuse by villages	○	◎	Annex4; Table2
S	14	Stakuholder indentification		×	2002; Env.5

G; General Criteria、E; Environmental Criteria、S; Social Criteria

◎; 評価上非常に重要である、○; 評価上重要である、×; 評価対象から除く

12.5 評価条件の整合性確認

2002年の事業開始前の植林事業の計画・管理方針と、現在の2005年時の植林事業の計画・管理方針とで同じ事項、異なる事項を確認し、環境・社会影響評価の前提となる条件の整合性を確認する。

① 現行の(CDM)植林事業の計画・管理方針と過去との相違点

② 上記の評価条件の違いにより今回確認が必要となる環境・社会的側面

現行の(CDM)植林事業の計画・管理方針が過去のそれと同じであると、2002年の報告書の評価結果は、その時点での植林事業の計画・管理方針に基づいて評価されたものであり、その前提条件に変化がないか、王子製紙へのヒアリングによって確認した。

- 旧体制下では BGA が環境、品質、労働安全の TQM (Total Quality Management : トータル・クオリティ・マネジメント)を整備、他方、王子製紙資本参画後、LPFL として新たに環境ガイドライン、社会ガイドライン(作成中)を整備。
- 植林地の選定・道路整備・植林事業などの事業計画は概ね変更なし。

12.6 調査方法・データの簡易な検証

2002年と2005年に実施された環境・社会的影響に関する調査項目、データ収集方法を文書とヒアリングにより確認し、CDM 事業化に際して、環境・社会影響制度のガイドライン、持続可能性のクライテリアに照らした評価に適用できるか確認する。

2002年の報告書の環境・社会データと、今回の追加調査で収集した環境・社会データは、クライテリアを次のようにカバーしている。

G/E/S	NO	環境・社会データ	2002	2005	事業前後の経年変化の確認点
G	1	Legal and regulatory frameworks	○	○	法制度との合法性の確認
G	2	Stakeholder consultation	○	○	※スコーピングより、評価から除外
E	1	Atmospheric pollution	—	—	※スコーピングより、評価から除外
E	2	Hydrospheric / Regospheric impacts	○	○	伐開・植栽による被覆の影響
E	3	Aquatic pollution	○	○	農業使用による影響
E	4	Soil structure/fertility	○	—	伐開・植栽による被覆の影響
E	5	Biodiversity	○	○	伐開・植生転換による影響
E	6	Landscape	—	—	データなし
E	7	Waste Management	—	—	データなし
S	1	Ethnicity	○	8V	地域外からの新たな移住住民
S	2	Religion	○	○	移転・伐開による宗教的な区域・地物への影響
S	3	Livelihood	○	8V	所得、農耕・牧畜・狩猟および採取等の住民生活
S	4	Food Security	○	8V	所得変化による間接影響
S	5	Attitude to wage labour	○	8V	事業計画・雇用管理による影響
S	6	Housing	○	8V	所得変化による間接影響
S	7	Village facilities	○	○	所得変化による間接影響
S	8	Transport and communications	○	—	事業者のインフラ整備の関与の有無
S	9	Health	○	8V	事業者のインフラ整備の関与の有無
S	10	Education	○	8V	所得変化による間接影響
S	11	Interaction with government	○	—	※スコーピングより、評価から除外
S	12	Land tenure	○	○	事業後の移転・補償の問題の発生
G	13	Landuse by villages	○	8V	農耕、牧畜、狩猟および採取等の住民生活

G; General Criteria, E; Environmental Criteria, S; Social Criteria
8V; 8村に対するヒアリング調査データ

これらの2002年と2005年に実施された環境・社会的影響に関する調査データが、1) 実施後の状況、2) 事業の前後の経年変化、3) 新たな課題、の確認・評価に利用可能か確認する。

第 13 章 当該プロジェクトの環境・社会経済影響の分析・評価

ここでは、今回の CDM 化（事業の継続）の検討にあたって、2002 年の評価結果で課題とした環境・社会的側面（Procedural Recommendations for Plantation Expansion）、対策・モニタリングの対象とした環境・社会的側面について、事業後の 2005 年時点の状況を確認した点を明らかにする。

具体的には、①現状と将来予測される影響の基本的事項、②予測された影響が確認されなかった事項、③CDM 化（事業の継続）によって新たに優先度が高くなる環境・社会的側面について分析し、とりまとめる。

13.1 環境影響

13.1.1 Hydrospheric / Regospheric impacts

植林地の選定は、自然生態系、地域の雇用の分散を考慮して広域に分散する方針をとり、なおかつ、メコン川の河川低地側に位置して上流域の 2 箇所（National Protected Areas: NPA, Khammouane Limestone と Nam Kading）の下流域に計画するため、流域への影響の発生は想定されない。

むしろ、植林地の上流域で国のダム建設など大型開発案件が実施、計画されており、当該事業以外の要因による流域への著しい影響として懸念される。なお、EcoLao による 2005 年の村民ヒアリングで、流域での魚類の漁獲量、水生動物の一部減少がみられるというコメントが報告されているが、1996 年から 2005 年までの 10 年間で最大約 440ha で分散的に植林を実施し、2005 年 12 月時点で 1,876ha の植林面積規模にとどまる状況から、これらの変化は同期間中に上流域で実施された大規模開発事業に伴う影響と考えられる。

外部要因による影響が大きいものの、植林を行うことにより焼畑後の荒廃化した草地や農地に比べて表土流出や水位変動の緩和につながることを期待される。

事業実施者は、環境ガイドラインで、河岸および湿地の保全の観点、土地選定、林道および植林地の整備における土壌保全の観点など、植林地の選定段階、整備段階、伐採段階での配慮事項を定め、流域保全に努めることとしている。プロジェクトバウンダリー周辺の開発は、流域水系への直接的な影響だけでなく、生態系、住民生活に直結した流域の農業や漁業などへの間接的な影響も予想されるため、モニタリングの実施が必要である。

13.1.2 Aquatic pollution

13.1.1 で述べたように、当該プロジェクトでは、プロジェクトバウンダリー周辺、上流域の大規模開発による土砂流入、水質の悪化が十分に想定される。

他方、プロジェクトによる影響要因としては、植林地の施肥、農薬散布、伐採時の鉍物油の使用が想定される。LPFL の環境ガイドラインや BGA の施業管理マニュアルで、施肥、農薬散布の適正な実施を定めているが、モザイク的に分散する植林地は地元住民の農地や集落、メコン川の河岸や湿地にも隣接するため、農業・生活用水の取水や河川・地下水系の汚染、水生動植物の生息環境への影響などには十分配慮する必要がある。プ

プロジェクトの境界域、上流、下流など、化学物質・NPKによる水質汚濁負荷量を定期的に計測するなど、モニタリングを実施する必要がある。

13.1.3 Soil structure/fertility

プロジェクトバウンダリー内外には、慣習的な焼畑移動耕作などによる森林の農地等への転用、不法な伐採などによって土地の荒廃と土壤肥沃度の低下が進行している。特に、傾斜地や低地は降雨による表土流出が激しく、農用地や植林地としての利用が難しい状況にある。

当該プロジェクトは、環境や社会的影響に配慮しながら植林地を広域に分散させるが、年間 7000ha 規模で植林地の整備を進め、最終的に 5 万 ha を目標としているため、土壤の物理的影響（エロージョン）、化学的影響（地力）を極力低減するような対策が必要である。

当該プロジェクトでは、焼畑後の放棄・荒廃した灌木地や草地を植林地候補地として選定し、健全な森林土壤が生育した土地でないはなくむしろ劣化しつつある土地を利用する。また環境ガイドラインで植林地の地拵え、林道のルート選定と整備、伐採段階の木材の搬出などの各作業工程での土壤保全の配慮手法をマニュアル化し、適切に実施することとしている。（前体制の BGA においても、林道整備や林地整備（地拵え・整地）での環境配慮のガイドラインおよび管理マニュアルを整備し、2005 年 2 月以前まで実施されていた。）

植林事業による土壤への影響を低減し、土壤を保全していくためには、プロジェクト計画段階で地質・土壤・土地起伏の基礎データ¹を整備し、基本計画で土地条件・土壤に適した用地選定・植栽ゾーニング・デザインを定める必要がある。具体的な植林事業段階では、現場の適切な環境管理の実践と、それを徹底するための定期的な従業員・スタッフへのトレーニングの実施、作業現場の検証も必要である。

¹ 地質・土壤・土地起伏データは、植栽樹種の選定や成長量（炭素吸収量や収量）などプロジェクトの経営面でも重要な情報である。



図 1 3 - 1 エロージョンを考慮した植林地内の林道整備

13.1.4 Biodiversity

プロジェクトバウンダリー内外は、植林地の人工林景観、焼畑跡の荒廃した草地と開墾農地の草地系景観、二次林植生の景観、低湿地とメコン川河岸・支流の水辺景観などを呈しており、野生の小動物、水生動植物等の生息環境となっている。また、プロジェクト候補地域には、国立保護地域も隣接しており希少な動植物が生息している。但し、今回具体的な生態系に関する現地調査による実測データ（生息状況・分布）、統計データは収集ができなかったため、ベースラインと将来の変化との比較が困難である。当該プロジェクト周辺を含む生態系に関するデータの収集、把握は今後必要であると考えられる。

13.1.1 で述べたように、EcoLao による 2005 年の村民ヒアリングで、流域での魚類の漁獲量、水生動物、NTFP の一部減少がみられるというコメントが報告されている。当該プロジェクトでは、プロジェクトバウンダリー周辺、上流域の大規模開発による生物多様性への悪影響が十分に想定される。

当該プロジェクトでは、植林地の選定段階でまず生態系に配慮し焼畑跡の荒廃地を中心に選定を行い、さらに植林段階は地拵え、林道整備、施肥・農薬散布、伐採段階の木材の搬出などでも生態系への影響を抑制するよう、環境ガイドラインで定め、適切に実施することとしている。したがって、植林、伐採等の施業活動による生態系（野生生物の生息環境・周辺植生）への悪影響はないと予想される。

他方、プロジェクトバウンダリー内の未線引き地域および線引き地域外では、依然として地元住民による違法（不法な）伐採や焼畑が行われており、地元植生の減少が存在する。リーケージの未然防止だけでなく、地元植生、生態系の保全の観点からも、プロジェクトでの地元住民の雇用や従業員やスタッフへの技術指導を通じて、持続可能な森林管理やその重要性について周辺地域住民に広く普及していく必要がある。

13.1.5 Waste management

当該プロジェクトでは、焼畑跡地を植林するもので、整地化（地拵え）する際、灌木や抜根や枝葉の残材や、伐採に伴う林地残材が発生する。従来は、植林用地整備に伴う灌木や残材は焼却処分されている状況である。これらの林地残材は、地力回復のため植林地に残存させる方向も考えられるが、当該プロジェクトではバイオマスエネルギー事業で燃料原料として有効利用する。

いずれにしても、収集途中の林地残材や集積地については、森林火災のリスクを考慮し適切に管理する必要がある。

13.2 社会経済的影響

13.2.1 Land tenure

LPFL は、既にコンセッションを有する 150,000ha（調査対象地）のうち 50,000ha の植林地を選定し、植林を実施する計画である。既リース地は 19,000ha であり、残り用地の土地調査は 2006 年度中に完了予定で、その後、植林地の選定・線引きを実施する予定である。

150,000 万 ha のコンセッションエリア内には約 100 集落分布しており、各集落は伝統的な土地境界を有しており、集落住民は農用地としての使用許可も得ながら、狩猟、NTFP の収穫、稲やタバコなどの耕作などで生計を立てている。EcoLao の調査によると、2002 年時の調査対象の 8 集落の人口は 2,453 人で人口密度は平均 21.3 人/km²であったが、2009 年時には自然増加によって 39 人/km²に増加すると予測している。

LPFL は、植林地選定の調査と土地のレンタルの手続きに関する基準を定めた文書²を策定しており、土壌・生態系などの環境負荷への配慮や雇用機会・土地利用など社会的便益の配慮を勘案して実施することとしている。さらに植林地選定・線引きの手続きについても、①集落住民への説明、②最低 8 名以上の村民が参画する土地配分チームの結成、③同意書の取交し、④土地利用計画の案内板の設置、⑤行政当局等への土地利用報告書の提出、など地元の住民との協議、合意形成、情報開示のプロセスを経て実施することとしている。

他方、2005 年の 8 村落へのヒアリング調査（Ecolao,2005）では、土地利用区分、使用権、補償制度（実際には LPFL の直接補償義務はなく、地元住民に誤認であると考えられる）に関する不満のコメントが一部報告されている。これらの一因として、プロジェクト実施者からの正確な情報が伝わっていないことも考えられる。また、このようなコンフリクトは、土地利用区分の段階だけでなく植林や伐採などプロジェクトの各段階で生じる可能性がある。したがって、住民の土地利用の権利を保護しながら協調的に事業を進めるためには、集落の首長以外の村民全体に対して意見交換、説明の方法や機会を工夫する必要があると考えられる。

² LPFL: BGA land survey / land lease producers, February 2005.



図 1 3 - 2 土地利用計画の案内板

13.2.2 Livelihood & Food security

13.2.1 で前述したが、当該プロジェクトの調査対象地域、15 万 ha のコンセッションエリアでは、狩猟、NTFP の収穫、稲作など自給自足の生活を行い、一部、ラタンや竹を材料とした小物、建材用の木材や竹、NTFP、タバコを販売なども行うが、全般的に生活水準は低い。このように生活水準の地元住民は、工作機器や農業技術・知識などを持たないため、慣習的な焼畑移動耕作や、不法な伐採から脱することができず、地域の社会的構造が要因となって森林の減少が進んでいる。

当該プロジェクトが実施されることにより、雇用機会が創出され、現在の貧困な食糧水準が改善されることが期待されるが、一方で、植林地が地元住民の NTFP や狩猟などに利用されていた場合、地元住民の食糧や収入に影響を及ぼす可能性もある。

プロジェクト実施者は、地元住民の生活が森林や自然の多様な便益を享受し、密接なつながりを持っている現行のライフスタイルを尊重し、雇用機会の提供による経済的便益の寄与だけでなく、植林地周辺での森林・自然の便益享受の保全に努める必要がある。

13.2.3 Employment(quality and quantity)

当該プロジェクトの調査対象地域では、特に産業の立地がなく、プロジェクトによる雇用機会の創出は地域コミュニティ、地域経済の面で貢献度が高いと予想される。

現在(2006 年 1 月末時点)、LPFL では、日本人 4 名、現地雇用者 81 名 (うち日本人 1 名、西洋人 2 名)、村民 32 名を雇用しており、植林セクション 69 名、育苗・R&D セクション 14 名、庶務セクション 32 名、管理職 5 名の体制で事業を行っている。

プロジェクトでは、地拵え、育苗、植林（植栽）、伐採、搬出・運搬など様々な作業工程があり、植林事業 5 万 ha 全体で、育苗作業員、植林作業員、伐採作業員、森林管理者等、ピーク時の植付けシーズンには 3,500 名を超える雇用が創出される見通し。さらに、雇用の質の面でも、トラックや重機の操作技術・GIS などの IT 技術、植林経営・技術など技能習得者の育成につながると考えられる。

13.2.4 Social-infrastructure

地域のインフラ整備状況について、公衆衛生面では、飲料水や調理方法の衛生状況は悪く、病気やマラリアなどの感染などに対する医療環境は不足しており、道路アクセス面では、国道・州道などの幹線道路から 10 キロ以上離れて立地する集落は、植林現場の勤務や生活面に不便な状況である。また、生活水準による経済的問題や道路アクセスの問題によって学校に通学できない児童も多く、子供たちが身近に学べる環境は整っていない。

2005 年の 8 村落へのヒアリング調査（Ecolao,2005）でも、住民の要望に、病院などの医療サービス施設、学校、道路などがあげられている。

プロジェクト実施者は、ラオス国の法律により、植林面積 1ha 当たり 50USD の社会貢献費用の拠出が義務付けられており、地元の意向を確認しながら、医療サービス施設、学校、道路など長期的に地域コミュニティに役立つ社会的投資、インフラ整備を実施していく予定である。

13.2.5 Technology transfer

ラオス国の主要産業は、農業、工業、林業加工工業であり、当該プロジェクトによって、アジア地域で今後も需要の増加が見込まれる紙原料生産の産業植林の林業経営技術、育苗・品種改良技術などの技術育成・移転の寄与が期待される。

さらに、王子製紙が掲げる持続可能な森林経営の理念、FSC 認証の取得の方針に基づき、将来的に当該プロジェクトでの FSC 認証取得を目指すことにより、ラオス国における先導的なモデル林として持続可能な産業植林の普及に貢献することが期待される。



图 1 3 - 3 苗畑

第 14 章 利害関係者のコメント

14.1 専門家、NGO等への聞き取り結果

14.1.1 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) WCS (Wildlife Conservation Society ラオス事務所)

①面談者：Mr. Michael HEDEMARK (Program Co-Director)

②主要議事：

- ・WCS は、1895 年からアメリカ・New York の Bronx Zoo を起点に、野生動物保護とその生息地保全を目的に活動を行っている。WWF や Conservation International と比べると小規模な NGO ではあるが、現在 53 カ国で活動を行なっている。
- ・ラオスでは 1993 年から活動を行なっており、現在 14 のプロジェクト活動を行なっている。WCS の活動の 3 つの基本方針、①調査研究、②現地密着型保護活動、③キャパシティービルディングに基づいて、トラやアジアゾウといった絶滅危惧種の保護活動を政府への働きかけも含めて積極的に活動している。
- ・基本的には文化とモラルの問題であるが、国立保護地域(National Protected Area)が設定されていても、現状は道路の整備によって密猟者が野生動物の生息地域にアクセスしやすくなり、密猟が増加の傾向にある。
- ・大規模なユーカリ植林に関しては、社会的・環境的に十分配慮した持続可能な森林経営が行なわれる限り、我々としてもその活動を否定するものではない。ただし、ラオスではタンパク質の 65%~85%を焼畑移動耕作を含めて森林から摂取しており（このことが貧しくも栄養不足状態にない大きな理由）、森林保全は非常に重要である。LPFL 社には、この点に十分配慮した活動を望む。
- ・景色の観点での考慮も重要と考えており、ガイドライン&マニュアルの整備は不可欠である。

2) EcoLao

①面談者：Mr. G.A. Oughton (Resources Management Advisor)

②主要議事：

- ・EcoLao は、ラオス国内の地域開発計画に関するコンサルタント業務を行なっている。元々は、政府や NGO 等からの依頼で地域開発計画そのものの立案や FS 調査を中心に行なっていたが、近年は水力発電等の大規模な開発計画に関しての社会的・環境的影響評価の仕事が多くなってきている。
- ・LPFL 社の事業に関しては、2002 年（前オーナー時代）に社会的・環境的影響評価の依頼を受けたことがあり、今回、モニタリング的な観点から再度、社会的・環境的影響評価を受けることになった。
- ・評価に関しては、報告書で述べることとして、コメントを控えるが、新オーナーに代わって、一層の社会的・環境的影響への配慮を専門家として期待しており、以下いくつかの提案・意見を述べさせてもらう。

- ・住民の自立支援プログラム実行のための LPFL スタッフの増強を図り、その教育に際して当社なり NGO を利用することを薦める。
- ・ CDM や FSC 認証の取得のためには、もう少し包括的で詳細な植林作業の管理体制や作業ガイドライン等を整備していく必要がある。
- ・ バイオマス発電事業に関しては、未利用バイオマスの有効利用の面だけでなく、栄養分の林地外持ち出しの面でも考慮が必要である。

14.1.2 国内の専門家への聞き取り結果

今回、CDM 事業化検討に当たって、前述の通り現地のコンサルタント EcoLao 社に社会的・環境的影響評価を依頼を行なったが、EcoLao 社の CDM に関しての知見が不十分と思われたことから、EcoLao 社の評価報告書、及び報告書作成のために行なった地元コミュニティおよび住民に対して行なったアンケート調査結果を基に、CDM 事業化の観点からの再評価を中央青山 PwC サステナビリティ研究所に依頼した。評価内容に関しては、第 12 章と第 13 章に記述してあるが、担当者よりもう少し踏み込んだ提案コメントを以下の通り頂いた。

- ・ プロジェクトの有効化審査 (Validation) は、ホスト国・現地での審査より費用効果の面でデスクレビュー中心に実施される可能性が高く、検証に必要十分なあらゆる関連文書を取り揃えておく必要がある。
- ・ 課題としては、LPFL 社の 2 期に渡る調査報告書では環境影響が定性的見解のみで論拠を示すデータが確認できない点、15 万 ha の調査対象地から 5 万 ha を選定する過程でどのように環境・社会経済的影響に配慮するのか、どのような基本単位のサイトを確保し全体に拡張していくか基本計画 (方針・図面) が文書化されていない点などの 2 点である。
- ・ さらに、当該プロジェクトは広域範囲で分散して実施するため、空間的に環境・社会経済的要素の現状を把握できる図面類を整備することを薦める。土地利用に絡む AR/CDM では、ステークホルダーコンサルテーション、パブリックコメントや有効化審査の各場面で、それらの図面類が重要な確認図書となると考えられる。環境・社会的影響評価の基礎情報として、保全すべき生態系や水系 (取水地含む)、集落や公共インフラ (学校・病院・道路)、大規模プロジェクトなどの配慮要素を植林用地との位置関係の確認できる図面は最低限必要がある。
- ・ また、CDM プロジェクトの持続可能性を定量的に評価する手法として GoldStandard や CCBA など複数の評価手法が提案されている。一般にオーソライズされたものではないが、産業植林の AR-CDM プロジェクトの環境・社会経済的側面の影響の配慮度合い・便益の貢献度を定量化して、積極的に広く社会一般に示していく意義は大きいと考えられる。

(株)中央青山 PwC サステナビリティ研究所 野村恭子

14.2 コメントに対する対策、方向性

本植林事業は、当社が2005年2月末に経営を引継ぎ、現在、早急に年間約7,000haの本格植林を実行すべく、体制作りを行なっている最中にあり、上記の専門家、NGOの意見を踏まえていきたいと考える。

当社の考えとして、植林事業は他の事業と比べて、地元社会の協力が必要不可欠な事業と考えており、そのためには本事業が地元社会にとって本当の意味での「持続可能な発展に貢献できる事業」でなければならないと考える。

今回の環境・社会経済影響評価の一環で行なった地元コミュニティと住民に対して行なったアンケート調査において、本プロジェクトに対する住民からの苦情等、ネガティブなコメントが多数寄せられていた。ただし、それら対象となった事項のほとんどは、当社が本事業を引継ぐ前に発生したものと思われる。

既に、具体的な取り組みとして行なっている部分も含めて、上記体制作りにおける具体的な対策・方向性を以下に列記する。

- ・既存の経営方針、環境ガイドラインといったものをより実態に即した物に改善していく。
- ・環境・社会経済影響に対応する **Social & Environmental** 部門の人的強化と活動の方針& 仕組み作り。
- ・ **Social & Environmental** 部門と作業部門との連携強化
- ・限られた予算内での具体的な住民の自立支援プログラムの立案作成
 - 自分たちの土地への自身による植林のための林業教育
 - 定置農業・定置畜産促進のサポート
 - マイクロファイナンスの設置サポート
 - 子供の教育に対するサポート
 - インフラ整備のサポート
- ・自国の環境保全の重要性、及び我々の植林事業を理解してもらうための環境教育の実施

第15章 バイオマス発電による再生可能エネルギー小規模 CDM 事業化概要

15.1 再生可能エネルギー小規模 CDM の概要

小規模 CDM プロジェクトのガイドラインは第7回 CDM 理事会の報告書の付属書6「小規模プロジェクト活動に関する簡素化手法及び手順の付録B:主要な小規模 CDM プロジェクト活動分野におけるベースライン及びモニタリングの簡素化手法案」に示されている。

小規模 CDM プロジェクトは以下の4タイプに定義されており、本プロジェクトにおいて検討しているバイオマス発電はタイプIに属する。

- タイプI：最大発電容量 15MW 以下の再生可能エネルギープロジェクト
- タイプII：年間 15GWh 相当までのエネルギー消費削減となるエネルギー効率改善プロジェクト
- タイプIII：排出源による人為的排出削減量及び直接排出量が年間 15ktCO₂ 未満のその他のプロジェクト
- 小規模 A/R CDM：吸収量が年間 8ktCO₂ 以下の新規植林・再植林プロジェクト

簡素化方法に関するガイダンスはタイプI（再生可能エネルギープロジェクト）、タイプII（エネルギー効率改善プロジェクト）、タイプIII（その他のプロジェクト活動）に関する14の CDM プロジェクトについて示されている。本プロジェクトのバイオマス発電はタイプI.Aのユーザーによる発電に当たる。

また、プロジェクトの追加性に関しては以下に示す5つのバリアが規定されており、このうち一つ以上に合致すれば、小規模 CDM としての適格性を有し、簡素化された簡易ベースライン及びモニタリングの方法論が利用できる。

- (1) 投資の障害：当該プロジェクト活動に代替する、投資上より実効性の高い代替案が、より多くの GHG の排出を生じさせたかもしれない。
- (2) 技術の障害：当該プロジェクト活動の技術レベルに比較して低い技術、または新しい技術のパフォーマンスの不確実性に関連したリスクまたは市場でのシェアの低さが、より多くの GHG の排出を生じさせたかもしれない。
- (3) 現行の活動の障害：現行の活動または規制や政策による要求事項が、より多くの GHG の排出を生じさせたかもしれない。
- (4) その他の障害：当該プロジェクトを実施しなければ、制度上の障害や、限られた情報、管理上の資源、組織の能力、財政、または新しい技術を吸収する能力等、プロジェクト実施者によって認識されたある特定の理由により、より多くの GHG の排出を生じさせたかもしれない。

本プロジェクトは系統連携されない地域の村落電化プロジェクトであり、バイオマス発電

を実施しなければディーゼル発電による電化が考えられ、GHG の排出増加は明らかである。即ち、投資の障害に合致し、CDM ガイドラインに示されている簡易ベースライン及びモニタリング方法論が利用できる。

15.2 バイオマス発電による CDM 事業化概要

15.2.1 プロジェクトの概要

15.2.1.1 プロジェクト名

木質バイオマス発電による CDM 事業

15.2.1.2 プロジェクトの概要

LPFL 社はラオスのカムアン県およびポリカムサイ県に 150 千 ha のコンセッションを有し、年間 7,000ha の植林事業を進めている。現在植林地整備に伴い整理される灌木が焼却処分されており、伐採開始後に発生する林地残材と合わせて、未利用バイオマスを利用した発電設備を設置し、地域住民に対して電力供給を行う。

木質バイオマス発電規模は 30kW、独立電源として昼から夜に掛けて (10:00~22:00) 運転され、住宅以外に診療所、学校、村の夜間照明の他、井戸用ポンプ、灌漑用ポンプ等に配電される。

15.2.1.3 プロジェクトの意義

村落電化の問題は発展途上国の大きな問題となっている。ラオスにおいては水力発電が数多く開発されており、電力価格は我が国と比べて非常に安価である。しかし、送電設備のインフラが整備されていないため、多くの無電化村が存在する。

植林を計画しているコンセッションにおいても多くの無電化村が存在する。村落はメコン川流域、国道 13 号沿線、メコン川支流に分けられ、メコン川流域においては電化が進んでいる。国道 13 号沿線においては無電化村も存在するが、送電計画が進められており、近い将来電化される。しかし、メコン川支流の村においては人口が少ないことも有り、送電計画はない。図 15-1 にコンセッション地域の地図を示す。

現在無電化村においては太陽電池とバッテリーを組み合わせた PV システムのレンタル事業が展開されているが、PV システムのリース料金は 20W システムが 30,000kip/月、40W システムが 60,000kip/月と高く、雨季には利用できない。

本プロジェクトは系統連係が計画されていない無電化村に対して、木質バイオマス発電を設置することにより、地域の持続的な発展を目指すものである。木質バイオマス発電は太陽光発電や風力発電と違って一年を通して安定した電力供給が行われる。また、発電設備から各需要家の所に配電線を敷き、村内に小さな電力網を作るため、将来系統連係が行

われた時のインフラとして村内の電力網は利用できる。図15-2に木質バイオマス発電の建設普及のイメージを示す。

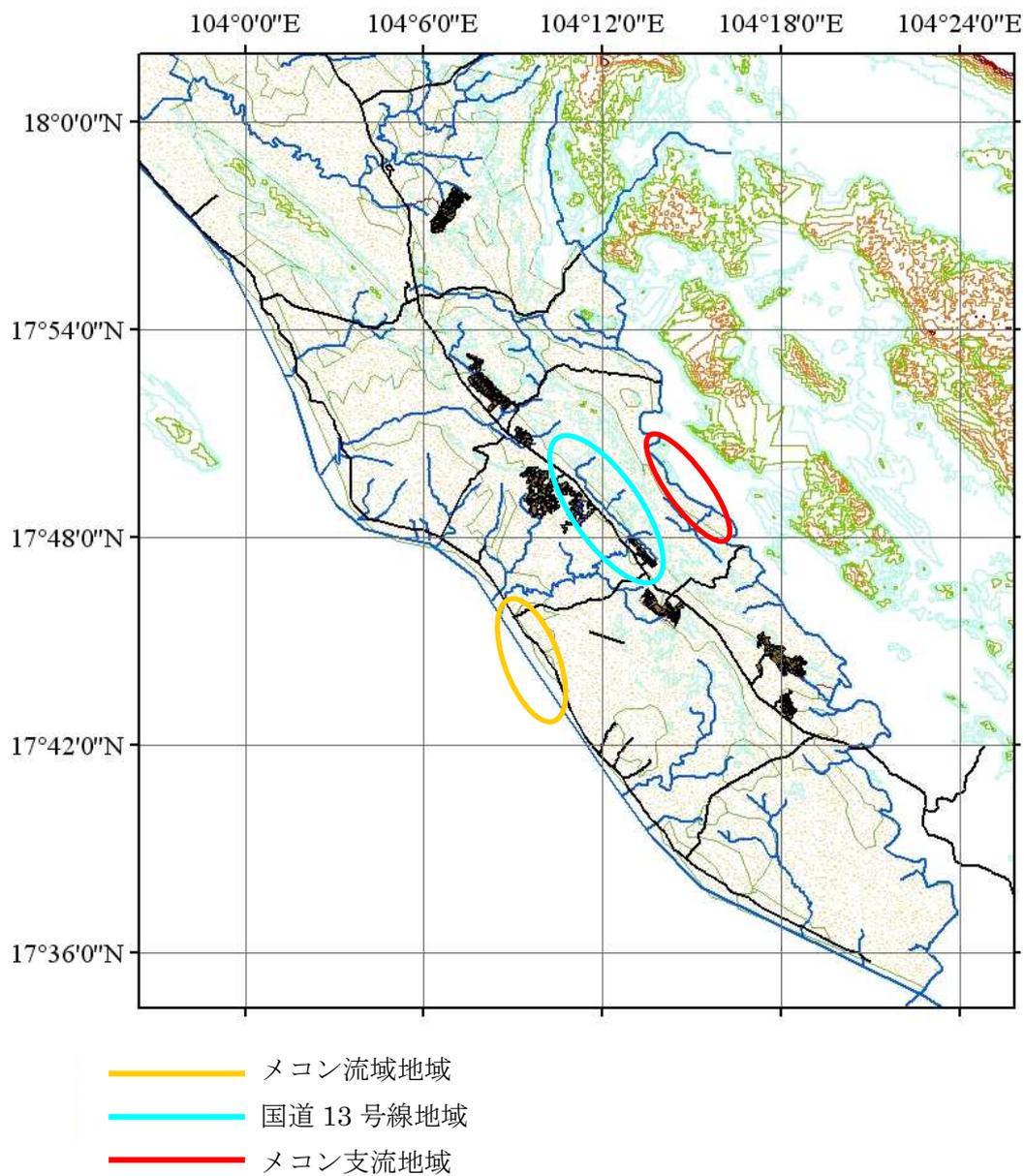


図15-1 コンセッション地域の地図

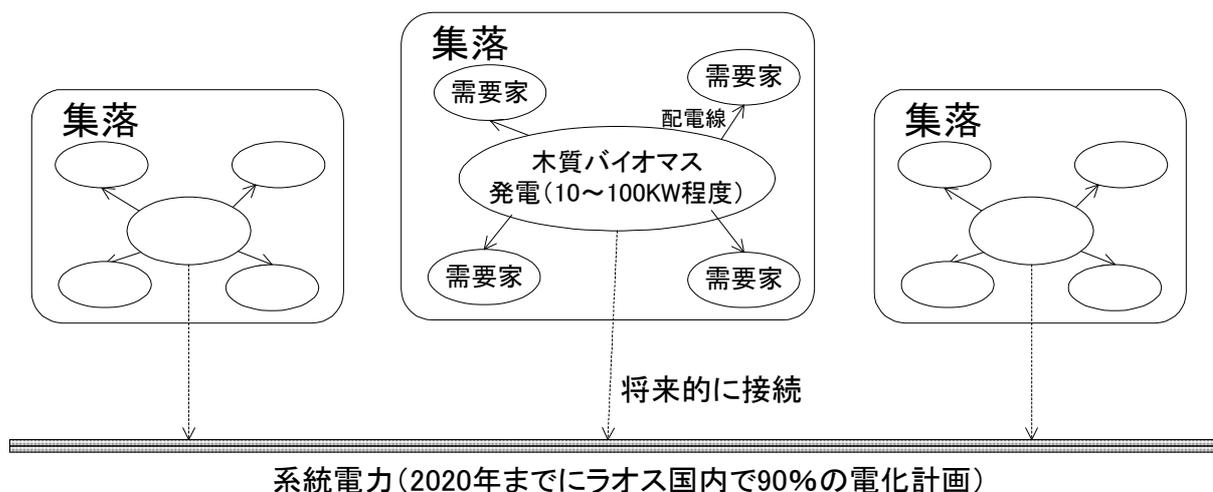


図15-2 木質バイオマス発電プラントの建設・普及のイメージ

15.2.2 プロジェクト計画

15.2.2.1 発電に必要なバイオマス資源の利用可能量

30kW 木質バイオマス発電に必要な灌木および林地残材は約 1t/日であり、7,000ha の植林計画地においてバイオマス資源は豊富である。

直林地整地に伴うバイオマス排出量は地上部の乾燥バイオマスだけで 22.9t/ha であり、年間の整地面積 7,000ha においては 79,790t の乾燥バイオマスが排出される。また、7年後の植林伐採時における乾燥バイオマスは伐採木材に対するバイオマス比率が 22.3%と推定され、99,281t が乾燥バイオマスとして排出される。

したがって、現地においては木炭への利用が行われているが、30kW 木質バイオマス発電が数箇所行われてもその影響は少ない。

15.2.2.2 バイオマス燃料の供給と運搬方法

バイオマス燃料の運搬手段としてトラックやバイオマス燃料供給のための粉砕機等の使用による温室効果ガスの排出増加が生じる。しかし、これらは植林事業を進める上で必要なものであり、木質バイオマス発電を行うためにだけ生じたものでない。木質バイオマス発電を行わなくても灌木の収集、焼却処分を行う必要があり、植林事業における林地残材は収集処理を行う必要がある。

15.2.2.3 電力の販売

木質バイオマス発電により発電された電力は全て村内において消費される。

ラオスにおいて系統連係されている電力料金は 113~765kip/kWh(1.3~8.6 円/kWh)程度

である。本プロジェクトの場合は独立電源の電力料金と比較する必要がある。独立電源としては PV システムがあり、20W システムを 30,000kip/月でリースが行われている。消費電力は気候条件により異なるが 78W/日と推定され、一ヶ月の電力消費量は 2,340Wh となる。これを電力単価に置き換えると 12,820kip/kWh(145 円/kWh)となる。

電化されることにより世帯当たりの電力消費量は増加する。しかし、村民の支払能力には限界がある。無電化地域は貧困地域であり、電力料金に対する月の支払いも PV システムのリース料に相当する 30,000kip~60,000kip に設定する必要がある。電力料金を 30,000~60,000kip/月と考え、上記に示した電力消費量 420Wh/日で試算すると電力単価は 2,381~4,762kip/kWh (26.9~53.8 円/kWh) となる。

本プロジェクトは電力単価を 2,381~4,762kip/kWh の範囲内に設定するか、一世帯当たりの電力料金を 30,000~60,000kip に設定して費用対効果を検討する。

15.2.2.4 対象地区の概要

コンセッション内におけるメコン川支流地域には Vangmone 村、Xang 村、Songkhom 村、Parktuek 村、Parkveng 村があり、これらの村は電化されていない。将来的には 5 村全てを電化することを検討する必要があるが、本事業においては Xang 村を事業対象として検討を行う。

各村の概要は良く似ており、30~60 世帯が小さなエリアに密集して生活を送っている。各村にヘルスセンター(診療所)1~2ヶ所、学校 1~2ヶ所がある。村により集団住宅(Group House)があり、電力需要の想定においては世帯と同じ扱いを行っている。表 15-1 に木質バイオマス発電候補村を示す。

事業対象村である Xang 村は人口 244 人(男:122 人、女:122 人)、45 世帯、1 集団住宅、ヘルスセンターなし、2~3 クラスの小学校 1 つである。

表 15-1 木質バイオマス発電候補村

No	Villages Name	Amount					Health Center	Primary School
		No. of Household	Group House	Population				
				Total	Women	Men		
11	Vangmone	62	0	346	176	170	2	1
12	Xang	45	1	244	122	122	2	2
13	Songkhom	47	1	283	148	135	2	1
14	Parktuek	32	1	210	99	111	1	1
15	Parkveng	50	0	281	141	140	2	1
	Total	236	3	1,364	686	678	9	6
	Average	47	1	273	137	136	2	1

注) Health Center(1:有り、2:無) Primary School(1:5 クラス、2:2~3 クラス)

15.2.2.5 バイオマス発電技術

木質バイオマス発電は直接燃焼発電とガス化発電がある。技術的には導入事例が多くなっている直接燃焼発電が望ましいと考えられるが、直接燃焼発電は規模が小さくなると発電効率が低くなり、1000kW 以下の規模では発電効率は 10%以下となり経済性の悪い事業となる。

一方、ガス化発電は実証研究段階であるが、100kW 以下の規模において発電効率 20%が期待されており、本事業で検討している 30kW 規模の発電に適していることから木質バイオガス発電技術を採用する。

木質バイオガス発電は図 1 5 - 3 に木質バイオガス発電ブロック図を示すようにガス化炉、ガス処理、発電（ガスエンジン）技術から構成されている。主なメンテナンス項目はエンジンオイルの交換、ソーダストフィルター内のおが屑の掃除、紙製フィルターの交換であり、現地の人で充分行える。対象村である Xang 村はディーゼル発電があり、木質バイオガス発電の運用には問題がないと考える。

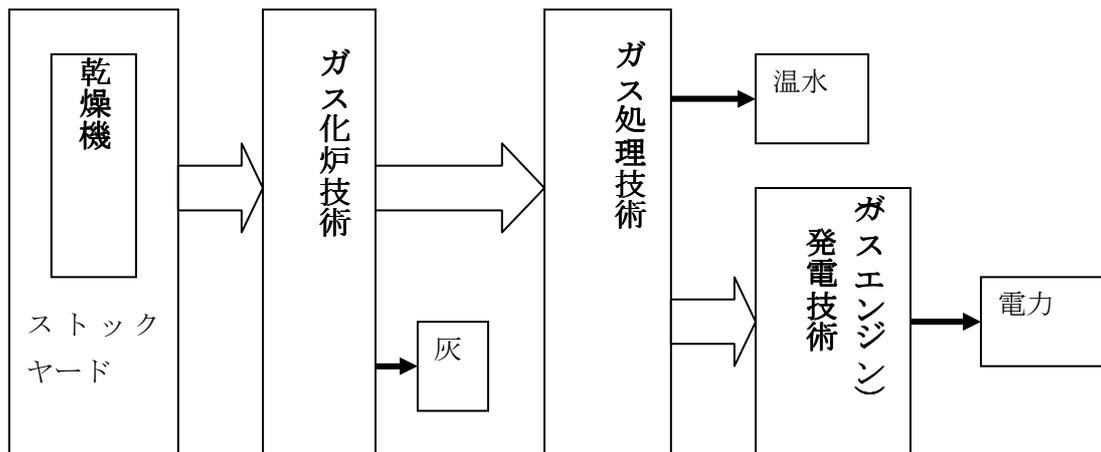


図 1 5 - 3 木質バイオガス発電ブロック図

15.2.2.6 公的資金

利用する計画はない。

15.2.3 ホスト国の持続可能な発展への寄与

15.2.3.1 ホスト国の再生エネルギー政策

ラオスは山岳部が多く、村落は小さい単位で散在している。したがって、全国に電力ネットワークを構築することは経済的負担が大きい。電力ネットワークで電力を供給できない場合はディーゼル発電などの分散電源が考えられるが、ラオスは石油を全量輸入に頼っており、燃料費の負担が大きい。このような状況の中、国の計画である 2020 年までに電化率を 90%にすることは困難となる。そこで、独立電源として再生可能エネルギーは地方電化を推進する一つの方法として期待されている。

小水力発電、太陽光発電、風力発電、バイオマス発電などの再生可能エネルギーの利用は地域電化や地域開発に有効であり、発展途上国において様々な試みが行われている。ラオスにおいては 1997 年に電力法を発行し、その中で、「地方電化の促進」の項目があり、再生可能エネルギーの導入を促している。

電力法では地方電化に関して以下のように記述されている。

①地方電化はナショナル・グリッドに接続されるか、独立の電力システムである。後者は小規模水力、ディーゼル発電、太陽光発電、風力発電またはその他の方法で生成される電力である。政府は地方の産業や人々の生活のために、地方電化の促進を行うこと（第 38 条）

②地方電化への参入を許可すること。（第 39 条）

県、郡または特別区の MIH は 100~2000kW の小規模の電力発電に関する調査を進め、情報を収集し、職務権限の範囲内で地方電化の開発を進めること。地方政府、郡長、特別区長は MIH の技術水準に則り、責任の範囲内で地方で電力を生成する申請者には許可を与える権限を有する。MIH の地方局は一定の範囲内で電力源に関する調査を行い、情報を収集すること。

2004 年 6 月現在の全国の村落と世帯の電化率はそれぞれ 33.2%、41.2%である。電化率の定義は一ヶ所でも電化されておれば、それを含む郡や村落や世帯は電化されているとカウントされるため、電化率は高い割合になっている。

表 1 5 - 2 に県別電化状況を示す。

表 1 5 - 2 県別電化状況 (2004 年 6 月現在)

No	県名	地区数	村数	既電化地区		既電化村		既電化世帯	
				数	(%)	数	(%)	数	(%)
1	Vientiane	9	496	9	100	477	96.2	105,675	97.5
2	Phongsaly	7	607	5	71.4	36	5.9	2,531	9.2
3	Luangnamtha	5	404	5	100	102	25.3	4,851	21.1
4	Oudomxay	7	687	7	100	47	6.8	4,012	10.0
5	Bokeo	6	358	6	100	64	17.9	5,031	22.0
6	Luangprabang	11	1,186	11	100	294	24.8	19,183	27.2
7	Huaphan	8	853	8	100	125	14.7	8,482	21.9
8	Xayabouly	10	533	10	100	216	40.5	18,120	32.1
9	Xiengkhuang	7	759	7	100	48	8.3	3,408	10.9
10	Vientiane Pr.	12	585	12	100	386	66.0	34,184	57.7
11	Bolikhamxay	7	324	7	100	157	48.5	15,461	42.4
12	Khammuon	9	804	9	100	447	55.6	27,913	49.0
13	Salavannakheth	15	1,577	15	100	528	33.5	52,990	39.9
14	Slavan	8	724	8	100	278	38.4	17,865	34.5
15	Sekong	4	262	4	100	38	14.5	4,001	30.2
16	Champasak	10	925	10	100	418	45.2	41,148	41.0
17	Attapau	5	210	3	60.0	32	15.2	2,482	13.7
18	Xaysomboun S.P.	3	85	2	66.7	22	25.9	922	17.7
合計		143	11,199	138	96.5	3,715	33.2	340,550	41.2

(出所)ラオスMIH,DOE

15.2.3.2 環境影響評価 (EIA)

植林部門は既に事業が開始されており、過去において環境および社会影響に関する調査を実施している。また、同じコンサルタントを使用しての環境および社会影響に関する調査を実施して、環境影響評価を改めて行う。

バイオマスエネルギー部門においては、小規模 CDM であること、および事業の構成からして環境影響評価の詳細な分析は必要ないと考える。

15.2.3.3 社会面及び経済面への影響

電気に対するニーズは高い。プロジェクト対象村である Xang 村では 45 世帯の内 10 世帯がディーゼル発電、7 世帯が PV システムにより電気を利用している。また、15 世帯が TV を保有している。ディーゼル発電は 18:30~21:00 まで運転されている。Parktuek 村では 32 世帯の内 15 世帯が PV システムをリースしており、9 世帯が TV を保有している。PV システムのリース料金は 20W システムが 30,000kip/月、40W システムが 60,000kip/月である。しかし、PV システムは雨季には利用できない。

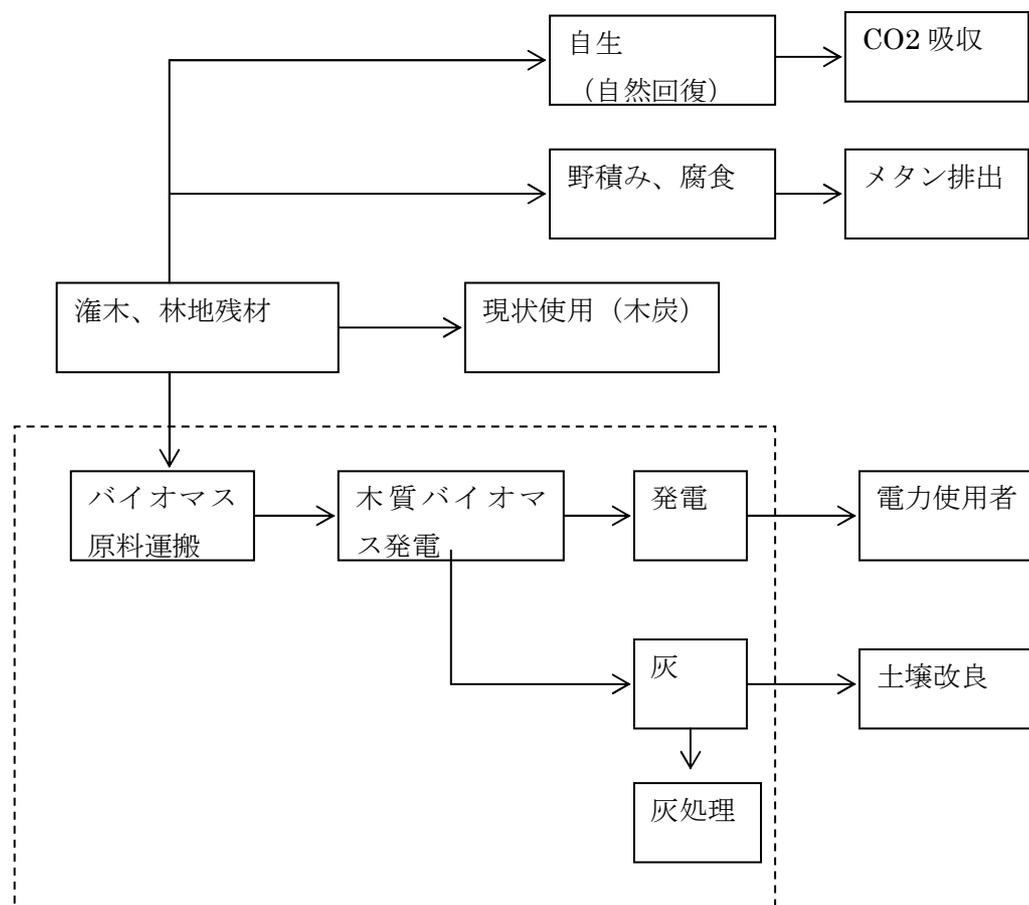
また、ラオスにおける無電化村の多くは自動車用バッテリーを利用して電気を使用している。バッテリーはオートバイや車により系統連係されている村まで運び、そこで充電される。ラオスは大中水力発電が 96% を占め、系統連係されている地域の電力料金は 113~765kip/kWh(1.3~8.6 円/kWh) と安価である。したがって、バッテリーの充電コストは小型のディーゼル発電を利用している他の発展途上国と比較して非常に安くなっている。

しかし、本事業において対象としているメコン川支流地域に行くにはボートを利用するしかなく、バッテリーを充電するために頻繁に運ぶことは出来ないため、バッテリーは利用されていないのが現状である。そのため、雨季、乾季を問わず電気を利用できる独立電源は無電化村の村民においてはニーズが非常に高い。

15.2.4 CDM 事業のパラメーター

15.2.4.1 バウンダリーの設定

木質バイオマス発電事業のプロジェクト境界線（バウンダリー）を示す。



直接的事業所内排出	バイオマスエネルギーからの排出はゼロ
直接的事業所外排出	事業所への運搬に係る排出
間接的事業所内排出	
間接的事業所外排出	リーケージ問題（後述）

図15-4 木質バイオマス発電事業のプロジェクト境界線

15.2.4.2 プロジェクトの追加性検証

本事業は 15.1 の再生可能エネルギー小規模 CDM の概要において述べたように小規模 CDM であり、プロジェクトの追加性に関しては5つのバリアが規定されている。このうち一つ以上に合致すれば、小規模 CDM としての適格性を有し、簡素化された簡易ベースライン及びモニタリングの方法論が利用できる。

本事業は系統連携されない地域の村落電化プロジェクトであり、バイオマス発電を実施しなければディーゼル発電による電化が考えられ、GHG の排出増加は明らかである。即ち、投資の障害に合致し、CDM ガイドラインに示されている簡易ベースライン及びモニタリング方法論が利用できる。

15.2.4.3 炭素クレジットの対象期間

事業対象地域であるメコン川支流地域に送電計画がないことから、14 年後はまだ系統連携されていないと想定できること、および機器の原価償却を考慮すると期間が長い方が経済性に優れていること等からクレジット獲得期間は 14 年（7 年×2）とする。

15.2.5 プロジェクトのベースライン及びそれに伴う温室効果ガス排出量算定

15.2.5.1 ベースラインの決定

再生可能エネルギー小規模 CDM のベースラインは発電ユニットによる発電量 kWh にディーゼル発電の排出係数を乗じて求める。表 15-3 に 3 種類の異なる負荷率におけるディーゼル発電システムの排出係数を示す。本事業においては 10:00~20:00 までの時間限定の電力利用であるため 50%負荷率ディーゼル発電の排出係数を用いて温室効果ガス排出量の算定を行う。

表 15-3 3 種類の異なる負荷率におけるディーゼル発電システムの排出係数

ケース	24時間稼働の ミニグリッド	(kgCO ₂ 等量/kWh)	
		i) 時間限定(4-6時間) のミニグリッド ii) 生産用アプリケーション iii) 揚水ポンプ	蓄電用ミニグリッド
負荷率(%)	25%	50%	100%
3-12kW	2.4	1.4	1.2
15-30kW	1.9	1.3	1.1
35-100kW	1.3	1.0	1.0
135-200kW	0.9	0.8	0.8
>200kW	0.8	0.8	0.8

出典)平成14年度CDM/JIに関する検討調査 環境省地球環境局

15.2.5.2 Xang 村における想定電力需要

(1)電化対象施設（屋内）における負荷容量

現在 PV システム（SHS）による電力利用は 20W システムで蛍光灯(8W×2)2～3 時間、TV(30W)1 時間程度である。これから 1 日の電力消費量を求めると 1 世帯の電力消費量は 78Wh/日となる。しかし、この試算は無電化地域の事であり、電化されることにより 1 世帯当たりの電力消費量は確実に増加する。TV の大型化、電灯の長時間使用などによる電力消費の増加は開発途上国において報告されている。

本事業においては表 1 5 - 4 に示すような設定のもと、電力対象施設（屋内）の電力需要を推定した。診療所に関しては現在 Health Center は存在しないが、発電設備の設置に合わせて、無人の診療所を設置することを想定した。

表 1 5 - 4 電力対象施設（屋内）の 1 日当たりの電力需要

電化対象施設	負荷設備	負荷容量	利用時間	負荷電力量
診療所	照明	10W×5	5h	0.970kWh
	冷蔵庫	40L(30W)×1	24h	
学校	照明	20W×10	10h	3.125kWh
	扇風機	45W×5	5h	
住宅	照明	10W×2	5h	0.400kWh
	TV	60W×1	5h	
夜間照明	照明	20W×10	5h	1.000kWh

各電力対象施設の施設数および利用時間帯を表 1 5 - 5 に示す。木質バイオマス発電は 10：00～22：00 までの時間限定の運転を行うため、診療所の冷蔵庫に関してはバッテリーを利用して 24 時間利用を考える。バッテリー充電は昼間発電する木質バイオマス発電を用いる。

表 1 5 - 5 電化対象施設（屋内）の施設数および利用時間帯

電化対象施設	施設数	1 施設の負荷容量	負荷容量	利用時間帯
診療所	1	10W×5	0.1kW	17:00～22:00 24h
		40L(30W)×1	0.06kW	
学校	1	20W×10	0.4kW	10:00～20:00 11:00～16:00
		45W×5	0.45kW	
住宅	46	10W×2	0.92kW	17:00～22:00 17:00～22:00
		60W×1	2.76kW	
夜間照明	1	20W×10	0.2kW	17:00～22:00

(2) 電化対象施設（屋外）における負荷容量

屋外用施設として診療所および学校に井戸用ポンプ、給水設備に灌漑用ポンプを設置する。井戸用ポンプは750Wを1日4時間使用する。灌漑用ポンプは6kWを1日6時間使用する。ただし、利用期間は乾季（11月～2月）および夏季（3月～5月）とする。

表15-6に電力対象施設（屋外）の1日当たりの電力需要、表15-7に電化対象施設（屋外）の施設数および利用時間帯を示す。

表15-6 電力対象施設（屋外）の1日当たりの電力需要

電化対象施設	負荷設備	揚水量	揚程	利用時間	負荷電力量
学校・診療所	井戸ポンプ	3m ³ /日	45～50m	4h	3.000kWh
		750W×1			
給水場	灌漑ポンプ	100m ³ /日	45～50m	6h	36.000kWh
		6kW×1			

表15-7 電化対象施設（屋外）の施設数および利用時間帯

負荷設備	設備数	1設備の負荷容量	負荷容量	利用時間帯
井戸ポンプ	1	750W×1	0.75kW	① 10:00～14:00
	1	750W×1	0.75kW	② 14:00～18:00
灌漑ポンプ	2	6kW×1	12.0kW	① 10:00～16:00
	2	6kW×1	12.0kW	② 12:00～18:00

(3) Xang村における電力消費量

電力対象施設の屋内施設および屋外施設の電力消費量は表15-8に示す通りである。1日178kWh、年間41,294kWhの電力消費量である。

表15-9にXang村における1日の発電負荷容量の変化を示すように30kWの発電規模であればXang村の電力需要は賄える。

表15-8 Xang村における電力消費量

施設	負荷電力量	施設数	電力消費(kWh/日)	使用期間(日)	電力消費(kWh/年)
診療所	0.970	1	0.970	365	354
学校	3.125	1	3.125	365	1,141
住宅	0.400	46	18.400	365	6,716
夜間照明	1.000	1	1.000	365	365
井戸ポンプ	3.000	2	6.000	365	2,190
灌漑ポンプ	36.000	4	144.000	212	30,528
合計			173.495		41,294

注) 灌漑ポンプの利用は乾季（11月～2月）および夏季（3月～5月）

表 1 5 - 9 Xang 村における 1 日の発電負荷容量の変化

(単位 : kW)

施設	負荷設備	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
診療所	照明								0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
	冷蔵庫	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
学校	照明	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200		
	扇風機		0.225	0.225	0.225	0.225	0.225						
住宅	照明								0.920	0.920	0.920	0.920	0.920
	TV								2.760	2.760	2.760	2.760	2.760
夜間照明	照明								0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
学校	井戸ポンプ	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750				
給水場	灌漑ポンプ	12.000	12.000	24.000	24.000	24.000	24.000	12.000	12.000				
合計		12.986	13.211	25.211	25.211	25.211	25.211	12.986	16.916	4.166	4.166	3.966	3.966

15.2.5.3 電力のベースライン排出量

(1)電力需要の増加を考えない場合（ケース 1）

再生可能エネルギー小規模 CDM のベースラインは発電ユニットによる発電量 kWh にディーゼル発電の排出係数を乗じて求める。本事業においては 10:00~20:00 までの時間限定の電力利用であるため 50% 負荷率ディーゼル発電の排出係数 1.3kgCO₂/kWh を用いて温室効果ガス排出量の算定を行う。

Xang 村の電力消費量は 15.2.5.2(3)において試算されており、電力利用設備が木質バイオマス発電稼働後に増えなければベースライン排出量は表 15-10 に示す通りである。

表 15-10 電力需要の増加を考えない場合のベースライン排出量(ケース 1)

	初年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
炭素排出係数(kg/kWh)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
予想電力消費量(kWh/年)	41,294	41,294	41,294	41,294	41,294	41,294	41,294
CO ₂ 排出量(t/年)	54	54	54	54	54	54	54

注) 8 年度以降は 14 年度まで 7 年度と同じ排出量

(2)電力需要の増加を考えた場合（ケース 2）

無電化村において電気の利用が可能になることにより、様々な電気機器が利用されることが考えられる。ケース 1 において想定している電力消費量は発電設備の 15.7% の稼働率であるが、6 年度以降電気機器の増加に伴い稼働率が 25% に増加すると仮定した場合、ベースライン排出量は表 15-11 に示す通りである。

表 15-11 電力需要の増加を考えた場合のベースライン排出量（ケース 2）

	初年度	2年度	3年度	4年度	5年度	6年度	7年度
炭素排出係数(kg/kWh)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
予想電力消費量(kWh/年)	41,294	41,294	41,294	41,294	41,294	65,700	65,700
CO ₂ 排出量(t/年)	54	54	54	54	54	85	85

注) 8 年度以降は 14 年度まで 7 年度と同じ排出量

15.2.5.4 間接的排出効果（リーケージ問題）

バイオマス発電事業におけるリーケージ問題はバイオマス原料の運搬や粉砕機の利用等の他に燃料として利用されていなかったどうかを検討する必要がある。

バイオマス燃料の運搬手段としてはトラックがあり、トラックが使用する軽油による温室効果ガス排出の増加がある。また、バイオマス燃料供給においては灌木や林地残材の粉碎機等の使用による温室効果ガスの排出増加が生じる。しかし、以下の理由のためにリーケージ排出は考えない。

- ① これらは植林事業を進める上で必要なものであり、木質バイオマス発電を行うためにだけ生じたものでない。
- ② 木質バイオマス発電を行わなくても灌木の収集、焼却処分、林地残材の収集、焼却処分を行う必要がある。
- ③ 年間 7,000ha の植林事業から排出される林地残材と比較して本事業の木質バイオマス発電規模は 30kW と非常に小さい。

他の燃料としての利用は

- ① 燃料として販売されていないか
- ② 家庭用として使用されていないか

等の検討が必要である。燃料としては木炭の製造が行われており、販売されている。家庭用燃料は木材が主であるが、生産された木炭も使用されている。しかし、コンセッションエリアにおいては植林事業を進めることにより、現在利用していない灌木が多量に排出される。また、植林事業を進めることにより木炭原料の供給などの地域貢献が行えるなどからリーケージは考えない。ただし、植林事業部門においてモニタリング計画を策定し、環境影響へのチェックを行う。

以上のことから本事業のリーケージ排出分は考えない。

15.2.6 プロジェクトの排出削減効果の算定結果

本事業における排出削減効果はリーケージ排出分を考えないため事業実施による排出はなく、ベースラインによる排出量が総排出削減量である。電力需要の増加を考えない場合（ケース1）は年間 54tCO₂ の排出削減となり、プロジェクト実施期間 14 年間に於いて 756tCO₂ の排出削減となる。電力需要の増加を考えた場合（ケース2）1～5 年度は年間 54tCO₂、6～14 年度は年間 85tCO₂ の排出削減となり、プロジェクト実施期間 14 年間に於いて 1,035tCO₂ の排出削減となる。

表 15-12 排出削減効果算定 (ケース1)

トンCO2換算			
年度	ベースラインによる 総排出量	事業実施による 総排出量	事業実施による総排 出削減量
初年度	54	0	54
2年度	54	0	54
3年度	54	0	54
4年度	54	0	54
5年度	54	0	54
6年度	54	0	54
7年度	54	0	54
8年度	54	0	54
9年度	54	0	54
10年度	54	0	54
11年度	54	0	54
12年度	54	0	54
13年度	54	0	54
14年度	54	0	54
合計			756

表 15-13 排出削減効果算定 (ケース2)

トンCO2換算			
年度	ベースラインによる 総排出量	事業実施による 総排出量	事業実施による総排 出削減量
初年度	54	0	54
2年度	54	0	54
3年度	54	0	54
4年度	54	0	54
5年度	54	0	54
6年度	85	0	85
7年度	85	0	85
8年度	85	0	85
9年度	85	0	85
10年度	85	0	85
11年度	85	0	85
12年度	85	0	85
13年度	85	0	85
14年度	85	0	85
合計			1,035

15.2.7 モニタリング及び検証活動

15.2.7.1 ベースラインの排出量決定

本事業は発電された電力をその地域において販売し、契約に基づき支払いが伴うことになり、電力売買に関する請求書や支払証明書が発生する。すなわち、木質バイオマスの発電データ、所内消費電力量、消費施設における消費電力量のモニタリングを行う。

15.2.7.2 プロジェクトの排出量決定

本事業に伴う排出量はない。しかし、今回リーケージ排出から除外しているバイオマス原料の運搬による排出量の重要な要素のモニタリング（輸送距離、運搬量、燃料消費量等）を行う。木炭への利用、家庭での熱利用については植林事業において行う。

15.2.7.3 事業の環境評価

本事業は小規模 CDM であること、および事業の構成から環境影響評価の詳細な分析は必要ないと考える。

15.2.8 経済性評価

15.2.8.1 経済性評価のための基本条件

地域貢献の一貫として無電化地域の電化事業を進めるとしてもその事業の経済性評価は重要となる。投資資本に対する効果、提供できる電力量および価格、得られる温室効果ガス削減量、運営するためのコスト等を検討して CDM 事業の終了後においても地域住民により運用される事業でなければならない。

本事業は以下の条件のもと、CDM 事業期間 14 年において資本回収ができるかどうかを検討した。

基本条件

1. 総資金：24,000 千円（80 万円/kW）
2. 減価償却：定額法、償却年数 10 年、残存価額 10%
3. O&M：150 千円（固定費＋変動費）
4. 金利：3%
5. 発電規模：30kW
6. 売電量：1～14 年 41,294kWh/年（ケース 1）
1～5 年 41,294kWh/年、6～14 年 65,700kWh/年（ケース 2）
7. 電気料金：0.25kWh/USD
8. 為替レート：10,000kip=1USD=115JPY

表 15-14～17 に経済性評価結果を示す。

表 15-14 経済性評価1 (ケース1、助成なし)

損益計算書(PL)

単位:千円

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
売上高			1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1
	売電収入		1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2
	蒸気収入		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
	CO2クレジット		30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9
コスト	(-)		2,814.0	2,763.6	2,713.2	2,662.8	2,612.4	2,562.0	2,511.6	2,461.2	2,410.8	2,360.4	150.0	150.0	150.0	150.0
	O&M(固定費)	(-)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
	O&M(変動費)	(-)	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
	設備減価償却費用	(-)	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	金利	(-)	504.0	453.6	403.2	352.8	302.4	252.0	201.6	151.2	100.8	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0
税引き前収入			-1,595.9	-1,545.5	-1,495.1	-1,444.7	-1,394.3	-1,343.9	-1,293.5	-1,243.1	-1,192.7	-1,142.3	1,068.1	1,068.1	1,068.1	1,068.1
税金	(-)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	352.5	352.5	352.5	352.5
利益			-1,595.9	-1,545.5	-1,495.1	-1,444.7	-1,394.3	-1,343.9	-1,293.5	-1,243.1	-1,192.7	-1,142.3	715.6	715.6	715.6	715.6
累積損失/利益			-1,595.9	-3,141.5	-4,636.6	-6,081.3	-7,475.7	-8,819.6	-10,113.1	-11,356.2	-12,549.0	-13,691.3	-12,975.7	-12,260.1	-11,544.5	-10,828.9

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
売上高			1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1
コスト			2,814.0	2,763.6	2,713.2	2,662.8	2,612.4	2,562.0	2,511.6	2,461.2	2,410.8	2,360.4	150.0	150.0	150.0	150.0
法人税			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	352.5	352.5	352.5	352.5
(当期損益)			-1,595.9	-1,545.5	-1,495.1	-1,444.7	-1,394.3	-1,343.9	-1,293.5	-1,243.1	-1,192.7	-1,142.3	715.6	715.6	715.6	715.6
償却前損益(A)			564.1	614.5	664.9	715.3	765.7	816.1	866.5	916.9	967.3	1,017.7	715.6	715.6	715.6	715.6
累計償却前損益(B)			564.1	1,178.5	1,843.4	2,558.7	3,324.3	4,140.4	5,006.9	5,923.8	6,891.0	7,908.7	8,624.3	9,339.9	10,055.5	10,771.1
B-初期投資額(C)			-23,435.9	-22,821.5	-22,156.6	-21,441.3	-20,675.7	-19,859.6	-18,993.1	-18,076.2	-17,109.0	-16,091.3	-15,375.7	-14,660.1	-13,944.5	-13,228.9
借入金	16,800.0															
借入金返済			1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	0.0	0.0	0.0	0.0
当期資金残			-1,115.9	-1,065.5	-1,015.1	-964.7	-914.3	-863.9	-813.5	-763.1	-712.7	-662.3	715.6	715.6	715.6	715.6
累計資金残			-1,115.9	-2,181.5	-3,196.6	-4,161.3	-5,075.7	-5,939.6	-6,753.1	-7,516.2	-8,229.0	-8,891.3	-8,175.7	-7,460.1	-6,744.5	-6,028.9

1) IRR of operating activities =	-9.08%	(事業期間14年)
2) IRR of operating activities =	#NUM!	(プロジェクト開始より10年間)
回収年	32.5	
O&M(固定費)	事務所経費など含む。	
総資金	24,000	
設備減価償却対象金額(100万円)	24,000	
減価償却	10%	(定額法,償却年数10年、残存価額10%)
企業所得税率(%)	33%	

1~5年度 売電	41,294 KWh	単価	0.25 USD
6~14年度 売電	41,294 KWh	単価	
ガス供給		単価	
重油使用	0 Kl	単価	200.00 USD
発電量	MWh	排出係数	1.3 kgCO2/kWh
USD	115 JPY	CO2クレジット	5 USD

表 15-15 経済性評価 2 (ケース 2、助成なし)

損益計算書(PL)

単位:千円

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
売上高			1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0
売電収入			1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9
蒸気収入			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
CO2クレジット			30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1
コスト	(-)		2,814.0	2,763.6	2,713.2	2,662.8	2,612.4	2,562.0	2,511.6	2,461.2	2,410.8	2,360.4	150.0	150.0	150.0	150.0
O&M(固定費)	(-)		150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
O&M(変動費)	(-)		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
設備減価償却費用	(-)		2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	2,160.0	0.0	0.0	0.0	0.0
金利	(-)		504.0	453.6	403.2	352.8	302.4	252.0	201.6	151.2	100.8	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0
税引き前収入			-1,595.9	-1,545.5	-1,495.1	-1,444.7	-1,394.3	-624.0	-573.6	-523.2	-472.8	-422.4	1,788.0	1,788.0	1,788.0	1,788.0
税金	(-)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	590.0	590.0	590.0	590.0
利益			-1,595.9	-1,545.5	-1,495.1	-1,444.7	-1,394.3	-624.0	-573.6	-523.2	-472.8	-422.4	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0
累積損失/利益			-1,595.9	-3,141.5	-4,636.6	-6,081.3	-7,475.7	-8,099.7	-8,673.3	-9,196.5	-9,669.3	-10,091.7	-8,893.8	-7,695.8	-6,497.9	-5,299.9

売上高			1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0
コスト			2,814.0	2,763.6	2,713.2	2,662.8	2,612.4	2,562.0	2,511.6	2,461.2	2,410.8	2,360.4	150.0	150.0	150.0	150.0
法人税			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	590.0	590.0	590.0	590.0
(当期損益)			-1,595.9	-1,545.5	-1,495.1	-1,444.7	-1,394.3	-624.0	-573.6	-523.2	-472.8	-422.4	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0
償却前損益(A)			564.1	614.5	664.9	715.3	765.7	1,536.0	1,586.4	1,636.8	1,687.2	1,737.6	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0
累計償却前損益(B)			564.1	1,178.5	1,843.4	2,558.7	3,324.3	4,860.3	6,446.7	8,083.5	9,770.7	11,508.3	12,706.2	13,904.2	15,102.1	16,300.1
B-初期投資額(C)			-23,435.9	-22,821.5	-22,156.6	-21,441.3	-20,675.7	-19,139.7	-17,553.3	-15,916.5	-14,229.3	-12,491.7	-11,293.8	-10,095.8	-8,897.9	-7,699.9
借入金	16,800.0															
借入金返済			1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	1,680.0	0.0	0.0	0.0	0.0
当期資金残			-1,115.9	-1,065.5	-1,015.1	-964.7	-914.3	-144.0	-93.6	-43.2	7.2	57.6	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0
累計資金残			-1,115.9	-2,181.5	-3,196.6	-4,161.3	-5,075.7	-5,219.7	-5,313.3	-5,356.5	-5,349.3	-5,291.7	-4,093.8	-2,895.8	-1,697.9	-499.9

1) IRR of operating activities =	-4.38%	(事業期間14年)
2) IRR of operating activities =	-9.98%	(プロジェクト開始より10年間)
回収年	20.4	
O&M(固定費)	事務所経費など含む。	
総資金	24,000	
設備減価償却対象金額(100万円)	24,000	
減価償却	10%	(定額法、償却年数10年、残存価額10%)
企業所得税率(%)	33%	

1~5年度 売電	41,294 KWh	単価	0.25 USD
6~14年度 売電	65,700 KWh	単価	
ガス供給		単価	
重油使用	0 KI	単価	200.00 USD
発電量	MWh	排出係数	1.3 kgCO2/kWh
USD	115 JPY	CO2クレジット	5 USD

表 15-16 経済性評価3 (ケース1、総投資額の1/3助成)

損益計算書(PL)

単位:千円

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
売上高			1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7
	売電収入		1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2
	蒸気収入		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
	CO2クレジット		123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5	123.5
コスト	(-)		1,926.0	1,892.4	1,858.8	1,825.2	1,791.6	1,758.0	1,724.4	1,690.8	1,657.2	1,623.6	150.0	150.0	150.0	150.0
	O&M(固定費)	(-)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
	O&M(変動費)	(-)	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
	設備減価償却費用	(-)	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	金利	(-)	336.0	302.4	268.8	235.2	201.6	168.0	134.4	100.8	67.2	33.6	0.0	0.0	0.0	0.0
税引き前収入			-615.3	-581.7	-548.1	-514.5	-480.9	-447.3	-413.7	-380.1	-346.5	-312.9	1,160.7	1,160.7	1,160.7	1,160.7
税金	(-)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	383.0	383.0	383.0	383.0
利益			-615.3	-581.7	-548.1	-514.5	-480.9	-447.3	-413.7	-380.1	-346.5	-312.9	777.6	777.6	777.6	777.6
累積損失/利益			-615.3	-1,197.1	-1,745.2	-2,259.7	-2,740.6	-3,188.0	-3,601.7	-3,981.8	-4,328.4	-4,641.3	-3,863.6	-3,086.0	-2,308.3	-1,530.7

売上高		1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7	1,310.7
コスト		1,926.0	1,892.4	1,858.8	1,825.2	1,791.6	1,758.0	1,724.4	1,690.8	1,657.2	1,623.6	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
法人税		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	383.0	383.0	383.0	383.0	383.0
(当期損益)		-615.3	-581.7	-548.1	-514.5	-480.9	-447.3	-413.7	-380.1	-346.5	-312.9	777.6	777.6	777.6	777.6	777.6
償却前損益(A)		824.7	858.3	891.9	925.5	959.1	992.7	1,026.3	1,059.9	1,093.5	1,127.1	777.6	777.6	777.6	777.6	777.6
累計償却前損益(B)		824.7	1,682.9	2,574.8	3,500.3	4,459.4	5,452.0	6,478.3	7,538.2	8,631.6	9,758.7	10,536.4	11,314.0	12,091.7	12,869.3	13,646.9
B-初期投資額(C)		-15,175.3	-14,317.1	-13,425.2	-12,499.7	-11,540.6	-10,548.0	-9,521.7	-8,461.8	-7,368.4	-6,241.3	-5,463.6	-4,686.0	-3,908.3	-3,130.7	-2,353.0
借入金	11,200.0															
借入金返済		1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
当期資金残		-295.3	-261.7	-228.1	-194.5	-160.9	-127.3	-93.7	-60.1	-26.5	7.1	777.6	777.6	777.6	777.6	777.6
累計資金残		-295.3	-557.1	-785.2	-979.7	-1,140.6	-1,268.0	-1,361.7	-1,421.8	-1,448.4	-1,441.3	-663.6	114.0	891.7	1,669.3	2,438.9

1) IRR of operating activities =	-2.82%	(事業期間14年)
2) IRR of operating activities =	-7.77%	(プロジェクト開始より10年間)
回収年	18.0	
O&M(固定費)	事務所経費など含む。	
総資金	16,000	
設備減価償却対象金額(100万円)	16,000	
減価償却	10%	(定額法、償却年数10年、残存価額10%)
企業所得税率(%)	33%	

1~5年度 売電	41,294 KWh	単価	0.25 USD
6~14年度 売電	41,294 KWh	単価	
ガス供給		単価	
重油使用	0 Kl	単価	200.00 USD
発電量	MWh	排出係数	1.3 kgCO2/kWh
USD	115 JPY	CO2クレジット	20 USD

表 15-17 経済性評価 4 (ケース 2、総投資額の 1/3 助成)

損益計算書(PL)

単位:千円

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
売上高			1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0
	売電収入		1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,187.2	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9	1,888.9
	蒸気収入		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
	CO2クレジット		30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1
コスト	(-)		1,926.0	1,892.4	1,858.8	1,825.2	1,791.6	1,758.0	1,724.4	1,690.8	1,657.2	1,623.6	150.0	150.0	150.0	150.0
	O&M(固定費)	(-)	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
	O&M(変動費)	(-)	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
	設備減価償却費用	(-)	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	1,440.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	金利	(-)	336.0	302.4	268.8	235.2	201.6	168.0	134.4	100.8	67.2	33.6	0.0	0.0	0.0	0.0
税引き前収入			-707.9	-674.3	-640.7	-607.1	-573.5	180.0	213.6	247.2	280.8	314.4	1,788.0	1,788.0	1,788.0	1,788.0
税金	(-)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	70.5	81.6	92.7	103.7	590.0	590.0	590.0	590.0
利益			-707.9	-674.3	-640.7	-607.1	-573.5	120.6	143.1	165.6	188.1	210.6	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0
累積損失/利益			-707.9	-1,382.3	-2,023.0	-2,630.1	-3,203.7	-3,083.1	-2,940.0	-2,774.3	-2,586.2	-2,375.6	-1,177.6	20.3	1,218.3	2,416.2

売上高		1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,218.1	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0	1,938.0
コスト		1,926.0	1,892.4	1,858.8	1,825.2	1,791.6	1,758.0	1,724.4	1,690.8	1,657.2	1,623.6	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
法人税		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	59.4	70.5	81.6	92.7	103.7	590.0	590.0	590.0	590.0	590.0
(当期損益)		-707.9	-674.3	-640.7	-607.1	-573.5	120.6	143.1	165.6	188.1	210.6	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0
償却前損益(A)		732.1	765.7	799.3	832.9	866.5	1,560.6	1,583.1	1,605.6	1,628.1	1,650.6	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0
累計償却前損益(B)		732.1	1,497.7	2,297.0	3,129.9	3,996.3	5,556.9	7,140.0	8,745.7	10,373.8	12,024.4	13,222.4	14,420.3	15,618.3	16,816.2	
B-初期投資額(C)		-15,267.9	-14,502.3	-13,703.0	-12,870.1	-12,003.7	-10,443.1	-8,860.0	-7,254.3	-5,626.2	-3,975.6	-2,777.6	-1,579.7	-381.7	816.2	
借入金	11,200.0															
借入金返済		1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	1,120.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
当期資金残		-387.9	-354.3	-320.7	-287.1	-253.5	440.6	463.1	485.6	508.1	530.6	1,198.0	1,198.0	1,198.0	1,198.0	
累計資金残		-387.9	-742.3	-1,063.0	-1,350.1	-1,603.7	-1,163.1	-700.0	-214.3	293.8	824.4	2,022.4	3,220.3	4,418.3	5,616.2	

1) IRR of operating activities =	0.62%	(事業期間14年)
2) IRR of operating activities =	-4.27%	(プロジェクト開始より10年間)
回収年	13.3	
O&M(固定費)	事務所経費など含む。	
総資金	16,000	
設備減価償却対象金額(100万円)	16,000	
減価償却	10%	(定額法,償却年数10年、残存価額10%)
企業所得税率(%)	33%	

1~5年度	売電	41,294 KWh	単価	0.25 USD
6~14年度	売電	65,700 KWh	単価	
	ガス供給		単価	
	重油使用	0 Kl	単価	200.00 USD
	発電量	MWh	排出係数	1.3 kgCO2/kWh
	USD	115 JPY	CO2クレジット	5 USD

15.2.8.2 経済性評価結果

(1)基本条件のもとでの事業評価

木質バイオマス発電設備の建設単価を 80 万円/kW と想定し、総資金 24,000 千円の事業の資本回収を試算した結果、ケース 1 およびケース 2 において CDM 事業期間 14 年以内には資本回収ができない。(総資金は発電設備以外の施設、送電線等を含んでいる。)

ケース 1 の場合、CO₂ クレジットが\$20/tCO₂ で取引されたとして 14 年度の内部収益率 (IRR)は-8.09%であり、資本回収には 29.5 年必要である。CO₂ クレジットが\$5/tCO₂ で取引されると IRR(14 年)は-9.08%となり、資本回収には 32.5 年必要となる。

ケース 2 の場合、CO₂ クレジットが\$20/tCO₂ で取引されたとして IRR(14 年)は-3.39% であり、資本回収には 18.7 年必要である。CO₂ クレジットが\$5/tCO₂ で取引されると IRR(14 年)は-4.38%となり、資本回収には 20.4 年必要となる。

表 15-18 基本条件のもとでの資本回収年(単価：80 万円/kW)

CO ₂ クレジット	ケース1				ケース2			
	\$5/tCO ₂	\$10/tCO ₂	\$15/tCO ₂	\$20/tCO ₂	\$5/tCO ₂	\$10/tCO ₂	\$15/tCO ₂	\$20/tCO ₂
IRR(10年)	-	-	-14.54%	14.14%	-9.98%	-9.58%	-0.19%	-8.80%
IRR(14年)	-9.08%	-8.74%	-8.41%	-8.09%	-4.38%	-4.04%	-3.71%	-3.39%
資本回収年	32.5	31.4	30.4	29.5	20.4	19.8	19.3	18.7

(2)投資の 1/3 助成を行った場合の事業評価

総資金 24,000 千円の内 1/3 に当たる 8,000 千円を王子製紙が助成し、16,000 千円で事業を行った場合、電力需要が増加すると想定したケース 2 において CDM 事業期間 14 年以内には資本回収が可能である。

ケース 1 の場合、CO₂ クレジットが\$20/tCO₂ で取引されたとして 14 年度の内部収益率 (IRR)は-2.82%であり、資本回収には 18.0 年必要である。CO₂ クレジットが\$5/tCO₂ で取引されると IRR(14 年)は-3.96%となり、資本回収には 20.0 年必要となる。

ケース 2 の場合、CO₂ クレジットが\$5/tCO₂ で取引されたとしても IRR(14 年)は 0.62% であり、資本回収には 13.3 年必要となり、CDM 事業期間での資本回収が可能となる。CO₂ クレジットが\$20/tCO₂ で取引されると IRR(14 年)は 1.60%となり、資本回収年は 12.3 年に短縮される。

表 15-19 投資の 1/3 助成を行った場合の資本回収年（単価：80 万円/kW）

CO2クレジット	ケース1				ケース2			
	\$5/tCO2	\$10/tCO2	\$15/tCO2	\$20/tCO2	\$5/tCO2	\$10/tCO2	\$15/tCO2	\$20/tCO2
IRR(10年)	-9.14%	-8.68%	-8.22%	-7.77%	-4.27%	-3.91%	-3.55%	-3.19%
IRR(14年)	-3.96%	-3.58%	-3.19%	-2.82%	0.62%	0.95%	1.28%	1.60%
資本回収年	20.0	19.3	18.7	18.0	13.3	13.0	12.6	12.3

(3)電力需要の増加を考えない場合（ケース1）の限界設備額

電力需要の増加を考えない場合、基本条件において事業を推進するのは難しい。事業を進めるためには総資金を抑えて採算性のある事業にする必要がある。総資金は木質バイオマス発電設備が殆ど占めており、発電設備単価の減少が大きな要素となっている。

助成が無い場合、発電設備単価が 45 万円/kW になると CO2 クレジット \$20/tCO2 において IRR(14 年)0.34%、資本回収は 13.6 年となり、CDM 事業期間内での資本回収が可能となる。

1/3 助成がある場合、発電設備単価が 65 万円/kW になると CO2 クレジット \$20/tCO2 において IRR(14 年)0.23%、資本回収は 13.7 年となり、CDM 事業期間内での資本回収が可能となる。

表 15-20 電力需要の増加を考えない場合（ケース1）の限界設備額

CO2クレジット	単価:45万円/kW				単価:65万円/kW(1/3補助)			
	\$5/tCO2	\$10/tCO2	\$15/tCO2	\$20/tCO2	\$5/tCO2	\$10/tCO2	\$15/tCO2	\$20/tCO2
IRR(10年)	-5.52%	-5.02%	-4.53%	-4.04%	-5.65%	-5.15%	-4.66%	-4.18%
IRR(14年)	-0.91%	-0.49%	-0.07%	0.34%	-1.03%	-0.60%	-0.19%	0.23%
資本回収年	15.2	14.6	14.1	13.6	15.3	14.8	14.2	13.7

(4)電力需要の増加を考えた場合（ケース2）の限界設備額

電力需要の増加を考えた場合、基本条件において 1/3 助成を行った時に事業がある。

助成が無い場合、発電設備単価が 60 万円/kW になると CO2 クレジット \$20/tCO2 において IRR(14 年)0.17%、資本回収は 13.8 年となり、CDM 事業期間内での資本回収が可能となる。

発電設備単価 80 万円/kW は現在日本での発電設備単価（200 万円/kW 以上）が実証研究段階であることから、これを商業段階に発展させ、発展途上国仕様にレベルダウンし、コストダウンを図ることを想定している。今後の木質バイオマス発電の研究開発動向を見な

がら事業評価を行う必要がある。

基本条件において事業性がある 1/3 助成の場合、発電設備単価が 90 万円/kW になると CO2 クレジット \$20/tCO2 において IRR(14 年)0.23%、資本回収は 13.7 年となり、CDM 事業期間内での資本回収が可能となる。しかし、CO2 クレジットが \$15/tCO2 になると IRR(14 年)-0.13%、資本回収は 14.2 年となり、CDM 事業期間内での資本回収が難しくなる。

表 15-21 電力需要の増加を考えた場合（ケース 2）の限界設備額

CO2クレジット	単価:60万円/kW				単価:90万円/kW(1/3補助)			
	\$5/tCO2	\$10/tCO2	\$15/tCO2	\$20/tCO2	\$5/tCO2	\$10/tCO2	\$15/tCO2	\$20/tCO2
IRR(10年)	-5.77%	-5.42%	-5.08%	-4.75%	-5.77%	-5.42%	-5.08%	-4.75%
IRR(14年)	-0.77%	-0.45%	-0.13%	0.17%	-0.77%	-0.45%	-0.13%	0.17%
資本回収年	14.9	14.5	14.2	13.8	14.9	14.5	14.2	13.8

15.3 バイオマス発電に関する調査結果

15.3.1 対象地のエネルギー事情

コンセッションエリアには Pakkading District と Hinboune District がある。Pakkading District には 51 村が存在し、その内の 51%が無電化村である。Pakkading District におけるコンセッションエリアに含まれる村は 41 村あり、その内の 49%の村が無電化村である。

表 15-22 Pakkading District における無電化村の状況

Detail	Pakkading District					In Concession Area				
	Total	%	Not	%	Avarage	Total	%	Not	%	Avarage
No. of Villages	51					41				
No. of House hold	7,414				145	5,592				136
Group House	43				1	31				1
Population	40,468				793	30,301				739
Women	20,324				399	15,242				372
Man	20,144				395	15,059				367
Vilages have Electricity	27	53%	24	47%		21	51%	20	49%	
Vilages have Water suplay	-	-	51	100%		-	-	41	100%	

Hinboune District には 166 村が存在し、その内の 34%が無電化村である。Hinboune District におけるコンセッションエリアに含まれる村は 65 村あり、その内の 42%が無電化村である。

表 1 5 - 2 3 Hinboune District における無電化村の状況

Detail	Hinbune District					In Concession Area				
	Total	%	Not	%	Avarage	Total	%	Not	%	Avarage
No. of Villages	166					65				
No. of House hold	11,360				68	4,328				67
Group House	126				1	44				1
Population	61,957				373	22,392				344
Women	31,058				187	11,111				171
Man	30,899				186	11,281				174
Vilages have Electricity	110	66%	56	34%		38	58%	27	42%	
Vilages have Water suplay	-	-	166	100%		-	-	65	100%	

また、コンセッションエリア内各村の電化状況を表 1 5 - 2 4、表 1 5 - 2 5 に示す。

表 1 5 - 2 4 コンセッションエリア (Pakkading District) における電化状況

No	Villages Name	No. of Household	Group House	Amount			Electricity	Water Supply
				Population				
				Total	Women	Men		
1	Pakading Tai	114	1	591	293	298	1	2
2	Donexay	97	1	523	259	264	1	2
3	Somsanouk	178	1	969	455	514	1	2
4	Sord	89	1	489	242	247	1	2
5	Thakanthin	132	2	643	333	310	1	2
6	Khornkhuang	159	0	670	320	350	1	2
7	Parkthone	90	1	514	235	279	1	2
8	Thongnoi	105	1	557	315	242	1	2
9	Kenglouang	76	0	413	215	198	2	2
10	Thasa art	76	0	414	221	193	1	2
11	Nalouang	142	1	731	361	370	1	2
12	Bungkhouang	213	1	1,257	632	625	1	2
13	Done	107	1	563	283	280	1	2
14	Na Nam	189	1	916	546	370	1	2
15	Hatxaykham	123	1	757	389	368	1	2
16	Parksoun	88	0	486	252	234	2	2
17	Phonexay	109	0	661	298	363	1	2
18	Houayluek	84	0	463	204	259	2	2
19	Phonsy	474	4	2,673	1,334	1,339	1	2
20	PhoneNgam	171	1	869	419	450	2	2
21	Namdoea	251	1	1,379	707	672	2	2
22	Nakheua Nort	117	1	604	308	296	2	2
23	Nakheua Nai	119	1	578	310	268	2	2
24	Na Hin	92	1	456	229	227	2	2
25	Thonghab	94	1	443	255	188	2	2
26	Nabuap	105	1	526	277	249	2	2
27	Namkhou	169	0	917	473	444	2	2
28	Nongboua	95	0	455	239	216	2	2
29	Phonesavang	70	0	387	192	195	2	2
30	Namsang	114	0	701	353	348	2	2
31	Kongkham	54	0	274	137	137	1	2
32	Viengkham	373	3	2,061	1,051	1,010	1	2
33	Lao	72	1	389	200	189	2	2
34	Nasang	69	0	361	171	190	2	2
35	Houaykhai	150	0	804	380	424	2	2
36	Houayphet	168	1	1,063	513	550	2	2
37	Naphong	126	0	720	331	389	2	2
38	Namthone	137	0	765	377	388	1	2
39	Khaornsong	132	1	701	351	350	1	2
40	Phonethong	78	0	455	230	225	2	2
41	Na In	191	1	1,103	552	551	1	2
	Total	5,592	31	30,301	15,242	15,059		
	Average			739	372	367		

Code :Electricity(1 Have, 2 No Have)、 Water Supply(1 Have, 2 No Have)

表 15-25 コンセションエリア (Hinboune District) における電化状況

No	Villages Name	Amount					Electricity	Water Supply
		No. of Household	Group House	Population				
				Total	Women	Men		
1	Thonglom	69	0	426	237	189	2	2
2	Nakok	111	0	632	315	317	2	2
3	Phangdeng	66	1	382	181	201	2	2
4	Nakha	61	1	310	159	151	2	2
5	Phahang Nuea	31	1	173	83	90	2	2
6	Phahangtai	48	1	287	139	148	2	2
7	Houayboerk	31	1	156	80	76	2	2
8	Thana Nuea	72	1	463	223	240	2	2
9	Thana Tai	95	0	547	290	257	2	2
10	Phachoua	18	0	118	54	64	2	2
11	Vangmone	62	0	346	176	170	2	2
12	Xang	45	1	244	122	122	2	2
13	Songkhorn	47	1	283	148	135	2	2
14	Parktuek	32	1	210	99	111	2	2
15	Parkveng	50	0	281	141	140	2	2
16	Nongboua Ngai	60	1	340	126	214	1	2
17	Hinkhan	36	0	176	88	88	1	2
18	Vanghouapa	70	1	414	217	197	1	2
19	Parkpakan	71	1	359	184	175	1	2
20	Phonemouang	56	1	324	164	160	1	2
21	Hinboun Nuea	96	1	506	250	256	1	2
22	Phavang	79	1	436	229	207	1	2
23	Phonesavang	50	1	240	121	119	1	2
24	Houaysakooop	37	0	217	110	107	2	2
25	Nonglouang	63	0	316	156	160	2	2
26	Hat nangkorn	67	1	368	175	193	1	2
27	Houaykamin Noi	42	1	237	125	112	1	2
28	Houaykamin Ngai	137	2	712	365	347	1	2
29	Dongkang	60	0	283	132	151	1	2
30	Nabone	70	1	337	175	162	1	2
31	Hat Ngai	77	1	416	213	203	1	2
32	Houahat	31	1	133	65	68	1	2
33	May Sivilay	48	0	248	115	133	1	2
34	Houaybone	59	0	277	131	146	1	2
35	Nakadeng	47	0	241	127	114	1	2
36	Houaykava tai	51	1	227	110	117	1	2
37	Houaykava Nuea	49	1	235	117	118	1	2
38	Thasavang	49	1	211	109	102	1	2
39	Houaykheo	49	0	210	103	107	1	2
40	Donelap	65	1	299	148	151	1	2
41	Houaytew	42	1	198	97	101	1	2
42	Thasomhong	85	0	393	200	193	1	2
43	Poung tai	145	1	691	360	331	1	2
44	Poung Nuea	119	0	605	328	277	1	2
45	Na Nuea	37	2	197	99	98	1	2
46	Houaykasa	45	1	213	104	109	1	2
47	Phone kor	125	0	598	290	308	1	2
48	Phong tai	65	1	298	156	142	1	2
49	Phong kang	159	1	838	418	420	1	2
50	Phongnuea	81	1	403	169	234	1	2
51	Hatxaykham	57	0	290	143	147	1	2
52	Hinlaht	76	1	346	165	181	1	2
53	Meng	141	1	680	337	343	1	2
54	Sivilay	39	0	191	96	95	2	2
55	Phonede	51	1	279	130	149	2	2
56	Viengthong	105	1	550	258	292	1	2
57	Phonexay	72	1	370	191	179	2	2
58	Katarp	82	1	404	191	213	2	2
59	Laokha	149	1	803	362	441	2	2
60	Phonesaart	29	1	168	83	85	2	2
61	Phonesoung	55	1	242	126	116	2	2
62	Danhi	53	0	237	111	126	2	2
63	Houayhuea	67	0	296	156	140	2	2
64	Na Hoeang	24	0	100	48	52	2	2
65	Xaysomboune	68	0	382	191	191	1	2
	Total	4,328	44	22,392	11,111	11,281	92	130
	Average			344	171	174		

Code :Electricity(1 Have, 2 No Have)、 Water Supply(1 Have, 2 No Have)

15.3.2 バイオマス発電に対する現地のニーズ

無電化村における電力ニーズは高い。無電化村においては自動車用バッテリーを用いて電気が利用されているが、その多くが電灯ではなくTV、オーディオ等に利用されている。

図15-5に自動車用バッテリーを用いたTVシステムを示す。バッテリーはTV、DVD、ラジオに接続され利用されている。バッテリー容量は12V、70Ahであり、週に1度程度充電される。



図15-5 自動車用バッテリーの利用システム

図15-6にバッテリー充電装置を示す。バッテリー充電は系統連係されている近隣の村まで車やオートバイにより運ばれ行われる。ラオスは大/中水力発電が96.3%を占めており、電力料金は安く(1.3円~8.6円/kWh)充電にディーゼル発電を使用している他の発展途上国と比較して充電料金は安くなっている。



図 1 5 - 6 バッテリー充電装置

コンセッションエリアにおいては近隣に系統連係された村がなく、雨季には道路が閉鎖され街に出るには小さなボートしか交通手段がない村が存在する。これらの村においては近年 Sunlabod 社により PV システムのリース事業が展開されている。リース料は PV20W システムが 30,000kip/月(\$3/月)、PV40W システムが 60,000kip/月(\$6/月)である。PV の保証期間は 25 年、バッテリーおよびコントローラーの保障期間は 4 年である。

図 1 5 - 7 に PV システムを利用している住宅を示す。住宅には TV アンテナと 20W の PV パネルが設置されている。

図 1 5 - 8 に PV システムのコントローラーボックスを示す。コントローラーボックスにはコントローラーとバッテリーが入っており、バッテリーが外されないようにボックスには錠が掛けられている。錠はリース会社から委託を受けているメンテナンス会社(者)がもっており、バッテリーおよびコントローラーの交換時に使用する。

Sunlabob 社はメンテナンス会社のフランチャイズの事業展開を図り、ラオス国内に PV システムの普及を図っている。



図 1 5 - 7 PV システムを利用している住宅



図 1 5 - 8 PV システムのコントローラーボックス

PV システムは電力単価に換算すると非常に高くなる。PV20W システムの電力利用量が 78Wh/日と推定されるため、月額消費電力は気象条件が良く毎日利用できたと仮定して

2,340Wh である。電力単価にして 12,800kip/kWh(\$1.28/kWh)となる。また、雨季には日照時間が少ないため、十分な充電ができない日もある。それでも無電化村においては PV システムは魅力的な製品であり、導入が進んでいる。

今回対象である Xang 村では 45 世帯の 7 世帯が PV システムにより電気を利用している。10 世帯はディーゼル発電を利用している。ディーゼル発電は昼間は精米等に使用されているが、18:30～21:00 の間は住宅に配電されている。電気料金は 20,000kip/月である。

図 15-9 に Xang 村のディーゼル発電機を示す。

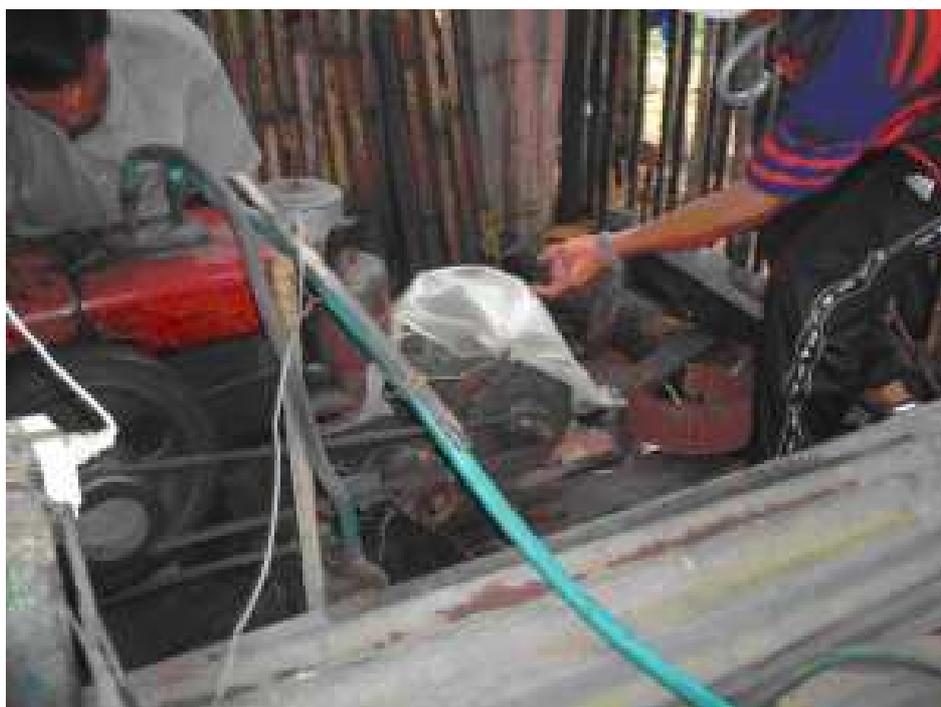


図 15-9 Xang 村のディーゼル発電機

15.3.3 バイオマス発電規模の検討

コンセッションエリアにおける無電化村においては進出している産業が無く、現状での電力需要は殆どが民生用と考えられる。コンセッションエリアにおける村の平均住宅数はグループハウスを含めて、Pakkading District は 137 戸、Hinboune District は 68 戸である。平均住宅数および 15.2.5.2Xang 村における想定電力需要において用いた条件により 1 日の電力負荷容量を求めると 15-26、表 15-27 に示す通りとなる。

試算の結果、電力の需要は村の人口（住宅数）が大きくなってもそれ程伸びず、昼間に利用する灌漑用ポンプ等社会基盤に必要な機器の普及に依るところが大きい。従って、30kW 規模の木質バイオマス発電を開発すればコンセッションエリアの無電化村に全て対応可能である。

表 15-26 Pakkading District(平均)における 1 日の発電負荷容量の変化 (単位 : kW)

施設	負荷設備	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
診療所	照明								0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
	冷蔵庫	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
学校	照明	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200		
	扇風機		0.225	0.225	0.225	0.225	0.225						
住宅	照明								2.740	2.740	2.740	2.740	2.740
	TV								8.220	8.220	8.220	8.220	8.220
夜間照明	照明								0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
学校	井戸ポンプ	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750				
給水場	灌漑ポンプ	12.000	12.000	24.000	24.000	24.000	24.000	12.000	12.000				
合計		12.986	13.211	25.211	25.211	25.211	25.211	12.986	24.196	11.446	11.446	11.246	11.246

表 15-27 Hinboune District(平均)における 1 日の発電負荷容量の変化 (単位 : kW)

施設	負荷設備	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00
診療所	照明								0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
	冷蔵庫	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
学校	照明	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200		
	扇風機		0.225	0.225	0.225	0.225	0.225						
住宅	照明								1.360	1.360	1.360	1.360	1.360
	TV								4.080	4.080	4.080	4.080	4.080
夜間照明	照明								0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
学校	井戸ポンプ	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750				
給水場	灌漑ポンプ	12.000	12.000	24.000	24.000	24.000	24.000	12.000	12.000				
合計		12.986	13.211	25.211	25.211	25.211	25.211	12.986	18.676	5.926	5.926	5.726	5.726

15.3.4 バイオマス発電利用の国内先進事例

我が国においては、太陽光発電、風力発電に続く第3の再生可能エネルギーとして、バイオマスエネルギーの開発が盛んに行われている。特に近年は、農林水産省のバイオマス・ニッポンプロジェクトの一環として、木質バイオマスの開発プロジェクトが全国各地で進められている。

それらの中で、今回のラオス CDM プロジェクトに比較的近い小規模のプロジェクトとしては、岩手県衣川村で実施されている木質バイオマスガス化発電施設の視察ならびにヒア

リング調査を行った。

施設の概要は次表に示す通りである。導入目的は、間伐材利用促進および地域エネルギー自給を目標に、小規模なガス化発電を導入し、プラントの課題、燃料供給の課題、利用の課題を調査することである。

表 15-28 衣川村木質バイオマスガス化発電施設の概要

項目	内容
発電方式	固定床（ダウンドラフト）方式ガス化炉 ガスエンジン発電機
発電規模	25kW（利用電力は20kW）
発電効率	20～25%
使用燃料	種類：木質乾燥チップ 量：20kg/h 形状：切削チップ・含水率20～25%（Wetベース） 価格：800円/m ³
整備費用	全体：172,685千円 ガス化炉（2基）：51,000千円 建屋：21,735千円 黒滝温泉改修：80,000千円 電源工事：19,950千円
運転状況	2005.4より村職員で運転、週5日、8:30～17:00
立地場所選定理由	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 黒滝温泉のリニューアルの時期であったこと ▶ 辺地債が利用できること
CO ₂ 削減量	53.8トン/年
課題	<ul style="list-style-type: none"> ▶ チップ乾燥 ▶ 黒滝温泉への熱供給 ▶ 職員体制

出典：衣川村資料

視察時に撮影した施設の外観を次ページの図に示す。



出典：三菱総合研究所撮影

図15-10 衣川村の木質バイオマス発電（上図：発電システム、下図：バイオマス原料）

ラオス CDM プロジェクトに関連する項目として、経済性、バイオマス燃料、副生成物、廃棄物、運転管理の 4 点についてヒアリング調査した結果を以下に示す。さらに、ラオス CDM プロジェクトへの示唆があったため合わせて示す。

(1) 経済性 (価格)

イニシャルコストの単価は、施設全体を対象とした場合に約 690 万円/kW、黒滝温泉改修費を除外しても約 370 万円/kW となった。

衣川村のシステムがパイロットプラントの位置付けであるため、現在普及が進んでいる化石燃料ベースのガスエンジン等の単価である数十万円/kW オーダーと比較すると、まだ一桁ほど高い水準である。

(2) バイオマス燃料

木質バイオマス燃料は、ガス化装置のため含水率の制約が厳しく、前ページの図のように天日干しして 20%(Wet ベース)まで乾燥させている。ほぼ絶乾に近い乾燥レベルである。

このためには、天日干しするスペースの確保、作業要員の調達が必要となり、バイオマス燃料使用時の潜在的な費用増加の要因となりうる。

(3) 副生成物

副生産物として出てくる炭や炭粉については、200 円で農家に提供している。土地改良材として人気が高く、予約待ちの状況である。

15.3.4.4 運転管理・メンテナンス

衣川村では職員による二人体制で運転管理を行っている。毎日の運転監視業務、トラブル時の緊急対応、燃料の乾燥作業などを考慮すると、三人体制にすべきか検討中とのことだった。

フィルターの掃除としては、適宜、窒素ガスのフラッシュを行い、それでも対処できない場合には業者に依頼している。

(4) ラオス CDM プロジェクトへの示唆

我が国では電気に求められる品質レベルが高く、また受電装置 (キュービック) が約 2 千万円と高いため、バイオガス発電の普及の阻害要因となっている。ラオスでは、電気に求められる品質はそれほど高くはないだろうから、適切な技術水準を見極められれば、施設を簡素化することが可能となり、設備を安価にできるのではないかと考えられる。

また、ラオスでは人件費が安いと思われるため、タールの掃除を惜しみなく行うことが可能である。エンジンを分解・洗浄できれば、他の部分で問題が生じることはほとんどない。停電があまり問題とならないのであれば、停止してしまった時に掃除すればよいと考えら

れる。

15.3.5 バイオマス発電の技術開発動向と課題

木質バイオマス発電の技術開発動向と課題について、文献調査および複数の国内メーカーへのヒアリング調査を行った。前項での国内先進事例の結果と合わせて整理し、結果を以下に示す。

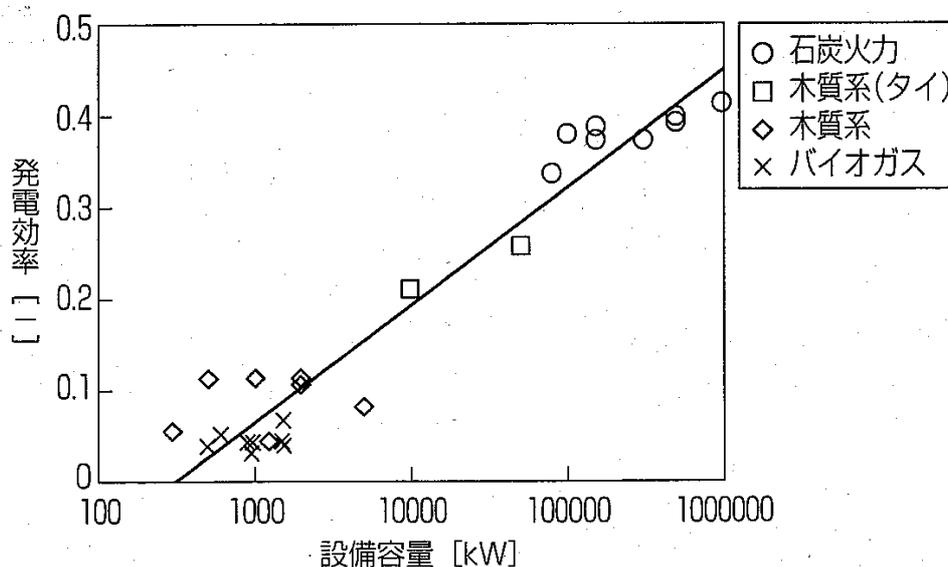
15.3.5.1 木質バイオマス発電の技術開発動向

木質バイオマス発電は、日本国内では数百～数千 kW 規模にとどまっているのに対し、海外（特に欧州）では数万 kW のものも多数存在する。

直接燃焼発電の発電効率は、設備容量が 1,000kW だと 10%、10,000kW だと 20%、100,000kW だと 30%程度となる。

これを木質バイオマス（以下、木屑と略す）投入量に換算すると、75t/day で 1,000kW で 10%、500t/day で 10,000kW で 20%程度となる。

つまり、木屑投入量が 100t/day 未達だと発電効率が 10%の低効率発電となってしまいうため、効率を向上させるためには、数百 t/day の規模が望ましいといわれている。



出典：バイオマス・ニッポン（小宮山宏ほか）

図 15-11 直接燃焼発電の規模と効率の関係

15.3.5.2 国内マーケットの状況

我が国における未利用バイオマスのおおよそ 3 分の 1 は木質系であり、その大部分は、1～5 ton/day の小規模発生源に由来する。よって、この小規模発生源の活用が鍵となる。

さらに、我が国では欧米諸国と比較して、熱利用の需要が小さい。液体燃料または電気（系統連系あるいは自家発電）としての利用が考えられるが、自家発電での利用が最も現実的である。その場合の需要先施設としては、地方自治体、製材所、ハウスメーカー等が挙げられ、100～200kW 規模の需要が最も多いと考えられる。

15.3.5.3 小規模に適した発電方式

木質バイオマス発電の方式としては、蒸気タービン等による直接燃焼と、ガス化発電に大別される。

今回のラオス CDM プロジェクトのように、発電規模数十 kW あるいはそれ以下となると、直接燃焼では発電効率が 10% 程度と低く、実用化は困難で、導入事例もほとんど見受けられない。

一方、ガス化発電については、数十 kW での開発実績があり、前項の衣川村のようにパイロットプラントの実例も見受けられる。したがって、今回のラオスプロジェクトではガス化発電が有望と考えられる。

なお参考までに、数十 kW あるいはそれ以下の規模となる場合には、スターリングエンジン技術の適用も候補となる。

15.3.5.4 ガス化発電への参入状況

上記のようなマーケット状況、それに対するガス化発電技術の適性などを背景に、数多くの企業がガス化発電に参入している。

日本では 20 社、世界では 100 社以上がガス化発電システムを開発しており、安定して動いているガス化炉も 30 以上ある。小規模マーケットでは、現在ではまだニッチなマーケットであるため、中小企業あるいはベンチャー企業の進出が多くなっている。

15.3.5.5 バイオマス燃料への要件

燃料の乾燥をはじめとして、破碎、異物の除去などを効率的に行うことが課題である。特に、ガス化発電は含水率に対する制約が大きいため、バイオマス燃料の効率的な乾燥工程が重要となる。

さらに、バーク（樹皮）を用いる場合には、バーク比率を高めるとブリッジが起こるおそれがあるため、バーク比率をある程度に抑えるか、あるいはペレット化などの前処理が必要となる。

15.3.5.6 経済性（価格）の現状および低減方策

前述の衣川村のシステムは、パイロットプラントの位置付けということもあり、価格については普及レベルに対して一桁ほど高い状況である。

また、メーカーへのヒアリングでも、現状では kW 当たりの設備費が 200 万円～300 万

円のレベルとの回答だった。

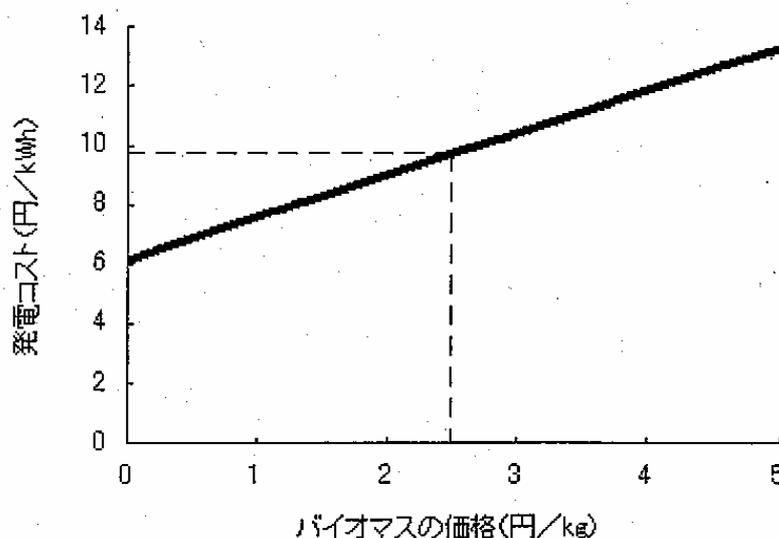
今後の普及のためには、さらなる技術開発、システムの簡素化、量産効果などにより価格を大幅に削減していく必要がある。

なお、ラオスでの適用ということを念頭に置いた場合、設備の簡素化など以下の方策により、価格を下げられる可能性がある。

- ▶ 小さく安いエンジンを使う。
- ▶ フレアスタックを簡単にする。
- ▶ 産廃処理を手動にする。
- ▶ 点火装置を花火にする。
- ▶ ソーダストフィルターをメインに使う。

15.3.5.7 発電単価

日本国内事例によると、木屑の単価が 2,500 円/t 程度の場合、発電コストは 10 円/kWh となる。仮に単価ゼロでも発電コストは 6 円/kWh となる。



出典：木質バイオマス取引価格調査（富士総合研究所）

図15-12 日本における木屑の単価と発電コストのデータ

一方、ラオスの電気料金は、家庭向けで 113~765kip/kWh (1.3~8.6 円/kWh) 程度となっている。これは、日本における家庭向け電気料金 24 円/kWh と比較すると安いものの、ラオスの物価水準からすると割高になっていると考えられる。

今回のケースは、系統連系型ではなく独立型を想定しているため、競合相手はディーゼル発電や太陽光発電となる。非電化地域におけるディーゼル発電およびバッテリーによる

電力供給は 60～70 円/kWh の水準となっている。

表 15-29 ラオスにおける電気料金

出典：王子製紙殿ご提供データなど

家庭向け	使用量0～50kW	113 kip/kWh	1.3 円/kWh
	使用量51～150kW	265 kip/kWh	3.0 円/kWh
	使用量151kW以上	765 kip/kWh	8.6 円/kWh
工場向け		621 kip/kWh	7.0 円/kWh
その他	レンタルハウス	826 kip/kWh	9.3 円/kWh
	ディスコ等特別サービス業	1,095 kip/kWh	12.4 円/kWh

注：1US\$=10,000kip=113円としてレート換算

《参考》

非電化地域におけるディーゼル発電・バッテリーによる供給	60～70 円/kWh
-----------------------------	-------------

したがって、競合相手を既存のディーゼル発電・バッテリーシステムに定めた場合、木質バイオマス発電の以下の点を特長・メリットとして PR しつつ導入を進めていくことにより、競争力が出てくるものと考えられる。

- ディーゼル発電・バッテリーの 60～70 円/kWh に比べると安い料金の電気を供給できる。
- バッテリーの場合だと、夕方の TV 観戦など決められた時間帯のみしか使えないが、木質バイオマス発電だと一日中コンスタントに電気を使える。

15.3.5.8 運転管理・メンテナンス

主なメンテナンス項目は、エンジンオイルの交換、ソーダストフィルター内のおが屑の交換、紙製のセイフティフィルターの交換であり、これらはラオスの現地の人で充分に対応可能である。

我が国のように人件費が高い地域では特にいえることだが、数十 kW レベルの小規模発電施設では、運転管理要員の人数がランニングコストとして無視できないこととなる。ラオスでは人件費が安いというポジティブファクターがあるものの、ランニングコスト低減のためには、効率的な運転管理業務体制の構築が不可欠である。

さらに、対応可能な技術資格をもつ管理要員を確保すると共に、トラブル時の対応手続き、メーカーへの連絡体制なども整備する必要がある。

また、ラオスをはじめとする海外地域への導入に際しては、耐久性が最も重要な技術的要件となるため、技術開発を進める必要がある。

15.3.6 バイオマス発電についての総括

15.3.6.1 運営事業体の設立

バイオマス発電 CDM 事業は植林事業と比較して非常に小さいことから、植林事業会社内に新しい事業管理担当を置くことで対応する。しかし、日常の運転、電気料金の請求・集金、簡単な整備・修理などについては村内に運営事業体を組織し、村の財産として運営管理を行う。

発展途上国の電力状況においては送電損失が非常に悪く、その原因として電力の盗難が上げられている。電力が各家庭に配電されても、メーターを通さない電力消費があり、正確に電力料金が集金されないことに大きな問題がある。

本事業において発電された電力は全て村内において消費されるものであり、村の公共施設として村民全員で運営管理する方法を考えた運営事業体を設立する。また、CDM 事業終了後にはこの運営事業体が引き続いて事業の運営管理を行う。

15.3.6.2 事業の費用対効果

事業を継続するためには事業の採算性があることが必須条件である。現在、我が国における木質バイオガス発電設備単価は研究開発段階であるが 200～300 万円/kW である。実用段階となり商品化されれば設備単価は下がる。また、我が国の系統連係を考えた電力仕様に合わせた高品質設計になっている、電熱供給になっている等のコストアップ要因があり無電化村の独立電源用として商品化を考えれば大幅なコストダウンが期待できる。

しかし、電力需要がケース I（電力需要が増加しない）の場合は発電設備単価が 45 万円/kW まで下がらなければ採算性のある事業とはならない。ケース 2（需要が増加する）の場合においては発電設備単価が 65 万円/kW まで下がる必要がある。

一方、地域への貢献という観点から見れば、無電化村の電気に対するニーズは高く、そのうえ電化されることにより医療、教育、給水など社会基盤における貢献が期待できる。従って、植林事業の一環として地域に対する資金援助を検討する。

1/3 助成を考えた場合、電力需要がケース 1 では発電設備単価は 90 万円/kW まで下がれば事業としての採算性があり、助成金は 900 万円となる。電力需要がケース 2 では発電設備単価が 65 万円/kW まで下がれば採算性があり、助成金は 650 万円となる。

15.3.6.3 技術的課題

木質バイオマス発電は直接燃焼発電が技術的に確立しているため導入事例が多くなっている。しかし、直接燃焼発電の発電効率は設備容量が 1,000kW だと 10%、10,000kW だと 20%、100,000kW だと 30%程度となり、小規模設備では発電効率が低く発電コストが高くなる。従って、本事業において検討したガス化発電が研究されている。

現在、木質バイオマスガス化発電は実証研究段階であり、我が国においても実証運転が

行われている。南アフリカにおいて商用機が運転されているが、本事業の採算性を考えた場合さらなるコストダウン対策が必要であり、機械メーカーとの共同研究開発を検討する。

15.3.6.4 電力需要の拡大

発展途上国の例を見てみると、無電化村を電化した場合電力需要は夜間に集中し、昼間の需要がないため発電設備の稼働率を低くしている。その結果、採算性のない事業として継続していない事業例もある。

本事業においてもコンセッションエリアには産業もなく、ベースとなる電力需要は民間需要となり、同様な状況である。事業の採算性は電力需要と関係があり、30kW 発電システムを運用するためには医療・教育・給水など社会基盤の整備による電力需要の拡大を図る必要がある。

また、発電した電気は全て村内で消費されることから、電力消費に合わせた支払が出来るように電力を利用する世帯レベルの収入創出を検討する。

15.3.6.5 電力料金の設定

持続可能な事業とするためには地域の経済力に合わせた料金設定を検討する。本調査においては電力消費に対する世帯支出を\$3/月と設定して試算を行った。その結果、電力単価は\$0.25/kWh となり、ラオスにおいて系統連係されている電力単価(\$0.01~0.08/kWh)の3~25倍になっている。PVシステム(\$1.28/kWh)と比較すると1/5である。

発電した電気が村内で全て消費されることから、村民の家計には住宅で消費した電力料金の他に社会基盤として整備した施設で消費した電力料金の支払が生じる。

本事業は利益を上げるためのものではなく、地域貢献としての位置付けの意味合いがあり、その村の経済的負担を考えた電力料金の設定を行う。

15.3.6.6 人的な問題

運転・保守を行う人材の確保、教育が必要である。バイオマス発電事業の対象となる5村の内ディーゼル発電を利用しているのは1村である。本事業において対象としているXang村にはディーゼル発電機を利用しているため人的な問題は生じない。しかし、今後の展開としてメコン支流地域の無電化村に対して1村に1つの木質バイオマス発電設備を設置して行くには、発電設備を管理・運営できる人材をその村で確保する必要がある。

第16章 PDD 策定にあたって

16.1 使用する方法論

現在提出に向け準備を進めている新方法論「吸収量の推定に衛星画像を用いる産業植林(仮称)」を使用して PDD を作成した。承認されている方法論として“Reforestation of Degraded Land”(AR-AM0001)が既にある。しかし、第7章で述べたとおり、本プロジェクトは承認済み方法論の適用条件を満たさない。よって、承認済み方法論 AR-AM0001に変更を加えた新方法論を本プロジェクトでは採用する。以下に、主要な加えた変更点を示す。なお、大きな変更点は、モニタリング方法論の部分に含まれる、事後推定の方法である。それについては、第9章に詳細に記した。

- 適用条件
 - 削除
 - 荒廃化の進行の継続
 - 追加
 - 衛星画像の取得及び解析が継続的に可能
 - 木質原料搬出時の重量の計測を伴う事業
- リークージ源
 - 追加
 - 木質原料の処理作業等にかかる電力使用(例えば、チップ工場における使用)
 - バウンダリー外での窒素肥料の使用(例えば、苗畑における使用)
- ベースライン純吸収量の事後推定
 - モニタリングの実施の有無はプロジェクト実施者が選択
- 現実純吸収量の事後推定
 - 衛星画像を利用した推定方法の追加
 - 伐採後搬出される木質原料重量の実測値を比較対象とした、吸収量の推定精度の評価方法の追加

この新方法論は、本プロジェクトに適用可能であるということに加えて、本プロジェクトのような大規模な産業植林において、衛星画像を用いることによりモニタリングコストを下げ、さらに吸収量の推定精度を上げることができるという利点を持つ。

16.2 PDD 作成にあたっての問題点の整理

本植林プロジェクトの CDM 事業化に際し、以下の点に関してさらなる調査を行ない、問題がないことを確認する必要がある。

16.2.1 森林の定義に関する問題

ラオスにおける森林の定義は、未だ策定中である。今回、PDD を作成するに当たっては、マラケシュ合意の範囲内である「樹冠率 30%、最小面積 1ha、樹高 5m」以上を森林として、プロジェクトバウンダリーが森林を含まないことを確認した。今後、国の定める森林の定義に従って、再度土地の適格性を検討する必要がある。

16.2.2 ベースラインに関する問題

プロジェクトバウンダリーは、周辺住民による焼畑により、植生の焼失と部分的な再生が繰り返されている土地を含む。二時点（1992 年および 2000 年）に取得された衛星画像の解析結果は、この部分的な再生が森林に至るものではないことを示唆するものであった。しかし、第 2 章において示した森林に関する法令や焼畑を禁止する法令の効力次第では、今後森林再生の起こる可能性があることは否定できない。国や地方政府による森林・林業に関する統計情報の分析、最近の複数時に撮影された衛星画像の解析、そして追加的な住民聞き取り調査等により、プロジェクトの実施がない場合に森林再生が起こらないことを確実にする必要がある。

16.2.3 リークージに関する問題

上記で述べた通り、周辺住民は、プロジェクトバウンダリー内において焼畑を行い、農作物を得ている。本プロジェクトの実施により、バウンダリー内での焼畑が不可能になるため、バウンダリー外での焼畑が増加するという可能性がある。これはリークージであり、さらに、ホスト国の持続的発展に寄与する変化とは言えない。よってプロジェクト実施者は、生産性が高く、また自然環境へのインパクトが小さい定置農法への転換を支援することでこのような問題を回避し、ホスト国の持続的発展に寄与することを計画している。今後、この定置農法支援プログラムの実行に向けて、バウンダリー内を利用している住民や村落の状況の把握や適切な農法の検討等が必要である。

16.3 仮報告書に係るプロジェクト支援委員会コメントに関して

16.3.1 BAU に関する指摘

BAU として本プロジェクトのような大規模な産業植林が行なわれないことに関しては、第 8 章に詳細に記した通り、現状ではラオスで CDM を伴わない大規模な産業植林が行なわれる可能性は非常に低いと考える。

現在、中国を含むアジア地域で紙の需要が急増すると予想され、中国では大規模なパルプ設備の建設計画が次々と発表されており、今後、原料の需要が急増し、既存の植林実施国・地域で植林の拡大が予想される。そういった流れが、更に強まった場合、将来的に競争力のある地域で用地の確保が難しくなり、内陸に位置し競争力に劣るラオスに産業植林が入り込んでくる可能性もある。

16.3.2 植林事業とバイオマス発電事業の経済性評価のバンドリングについて

確かに、バイオマス発電の原料は植林&伐採作業に伴って供給を受けることになるが、本事業調査においては、バイオマス発電事業の規模が植林事業の規模に比較して非常に小さく、管理部門の共有化といった点でも効果が期待できないことから、バンドリングしての投資分析は意味がないと考え、別々に投資分析を行なった。なお、バイオマス発電事業は、基本的な考えとして、投資採算を追求するものではなく、地元住民の生活向上を図る社会貢献事業として考えている。

16.3.3 A/R CDM 事業による CER の販路、価値について

本植林事業は既に事業を開始しており、出資者間の取り決めとして、CER の取り扱いに関しては出資比率に応じて購入権利を持つものとしている。また、その販売価格に関しては取り決めていないが、販売時点での同種 CER の市況に基づくものになると考えている。

16.3.4 バウンダリーの変更について

本 A/R CDM 事業においては、実際の植林地がバウンダリーとなることから、植林地設定前後において、計画と実行の間にどうしてもバウンダリーのズレが生じてしまう。これは、植林地設定作業の際に、植林適正や環境的な観点から、土地の状況を再度見極めたうえで、植林対象地を絞るということが一般的に行なわれることによる。

以上

ラオス政府への CDM セミナー実施議事録

日 時 : 2005年12月16日 (金) 10:00~12:00
場 所 : ラオス ビエンチャン Lao Plaza Hotel
参加者 : 別紙一覧参照

1. LPFL・徳永取締役挨拶

- ・ラオス政府の日頃の協力に対して感謝の意を表すると共に、これから説明する CDM の事業化に際しては、更なるラオス政府の協力が必要となる旨を説明。
- ・LPFL では地元への環境と社会貢献を重要視した事業を行っており、CDM の事業化によってそのことを対外的にアピールできると共に、事業の採算性が良くなりラオス政府にとっても税収および受取り配当の増加といった面でメリットがあると考えます。

2. CDM の仕組みと現在の状況について (三菱総研・関根氏)

- ・PowerPoint の説明資料 (添付 1 参照) に基づき説明。

3. LPFL における CDM 事業化の取り組みについて (王子製紙・小島)

- ・PowerPoint の説明資料 (添付 2 参照) に基づき説明。

4. 質疑応答およびディスカッション

CPI : ラオス政府も最近、環境保全のための仕組みを考え始めている。例えば、今あるものを Recycle (有効活用) するといったことを考えている。これは森林以外でも、土地や水といったものも対象としている。

住民や環境へのインパクトは、これまでの経験から外資のプロジェクトによる影響が多かった。そういったことから、例えば森林伐採の規制強化は既に実施され、未加工の天然木丸太輸出は禁止されている。

ただし、実際には管理体制が未整備なため、規制が有効に機能しているとはいえない状況にある。CDM の枠組み利用によって、管理体制の整備や住民への教育を進めることが出来たらよいと考えている。

住民や環境へのインパクトを重要視する持続可能なプロジェクトであれば、ラオス政府としても積極的に進めてほしいと考えるし、ラオスの発展のためには進めていかなければならないと考える。

具体的にラオス政府にやって欲しいことは何か？

王子 : 具体的には CDM ホスト国としてのガイドライン作りを進めてほしいと考えている。もちろん、ガイドライン作りにおいては、現場の状況をよく把握してもらった上でということで、是非 LPFL とも協議して意見を汲み取ってほしいと考える。

MAF : ラオスには CDM 植林の対象地はたくさんあると考えている。

LPFL の事業では、住民合意取得をきちんとしており、土地利用区分上もラオス政府が植林対象地として問題ないとしているところに植林しているのだから、森林

定義は問題にならないのではないかと。

MOI : 日本の電力会社からも排出源 CDM 事業の話があったが、ラオス政府にとってのメリットを具体的に示してほしい。

王子 : CDM 事業化ができれば、クレジットの販売収入によって収益が向上し、①15%株主として受取配当が増える。②ホスト国として税金が増える。

CPI : 森林の定義はどのように決められ、確認を受けるのか？
また、王子製紙は利益追求の事業として LPFL を位置づけていると思うが、CDM 事業化することのメリットとデメリットは？

王子 : 森林の定義は、基本的には京都議定書上決められている閾値の範ちゅうでホスト国が決める。その定義に基づいて、事業者(LPFL)は CDM のバウンダリーを決めて PDD を作成し、OE へ提出する。OE は PDD に基づいて CDM 事業化の審査を行なうので、ホスト国と事業者が森林の定義上、CDM の適格性に問題がないと判断しても、OE および最終承認機関である CDM 理事会の審査で認められないという可能性がある。

CDM 事業化することのメリットは、先程申し上げた事業収益の向上と、もう一つ CDM としての認定を受けることは、社会・環境影響を重視した持続可能な森林経営の証明になると考えている。(森林認証的な効果)

CPI : どれくらいの確度で CDM 事業化できると考えているか？

王子 : 今回の調査結果を持ち帰って検討する必要があるが、ラオス政府の協力が得られれば、事業化は十分可能と考える。

DNA : これまでにラオスでは、ビール工場と水力発電の 2 件の CDM 計画提出を受けている。

以上

連絡先

王子製紙株式会社

原材料本部 植林部

〒104-0061 東京都中央区銀座 4-7-5

電話：03-3563-7014

本報告書は王子製紙のOKプリンス上質
エコG100（古紙パルプ配合率 100%、
白色度 70%）を使用しております。

（カラーページを除く）