

報告書概要

地球温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査

インドネシア共和国東カリマンタン州及び

東ジャワ州における植林事業調査

報告書概要

本調査は、インドネシア共和国において、CDM 吸収源プロジェクトを検討したものである。対象としたプロジェクトは、東カリマンタン州 CDM 植林プロジェクトと、東ジャワ州 CDM 植林プロジェクトである。

インドネシアの状況

インドネシア共和国政府では、京都議定書の批准はまだできていない。同国では、国家戦略調査(National Strategy Study=NSS)において吸収源プロジェクトの検討が進んでいる。これは世銀が指導して国家レベルで京都メカニズムの利用を検討しているもので、インドネシアでは削減プロジェクトと吸収源プロジェクトの 2 通りに大別し検討が進んでいる。吸収源プロジェクトを担当する林業省では、上記の国家戦略調査 (NSS) において林業部門が検討され、2002 年 9 月に最終報告書が出される予定であったが、これは延期された。中間報告書の中では、炭素市場の動向と、CDM のメリットを削減プロジェクトと吸収源プロジェクトに分けて分析している。

現状は次のように要約できる。

- (1)批准は環境省を中心に準備が進んでおり、2003 年前半に行われる可能性がある。
- (2)指定国家機関 (DNA) の制度づくりも進んでおり、2003 年末か 2004 年初に設置される予定である。
- (3)林業省における林業プロジェクトの準備は専門チームの主導で進んでおり、近く発行される国家戦略調査 (NSS) 最終報告で説明される。
- (4)その報告書では、削減プロジェクトと吸収源プロジェクトの窓口を一本化して指定国家機関の提案 (国家 CDM 委員会と国家クリアリングハウスを合体したもの) を行う予定と同時に、京都炭素市場と非京都炭素市場の両者を検討することを提案する予定である。

第I部 東カリマンタン州 CDM 植林プロジェクト

1. 事業計画の概要

第I部で検討する事業の概要は次の通りである。

条件	項 目	具 体 的 内 容
事業の基本的要素	事業の名称	東カリマンタン州 CDM 植林プロジェクト
	CDM カテゴリー	吸収源プロジェクトの再植林活動
	植林のタイプ	いわゆる産業植林。第I部第1章 1-3-1の「植林の種類」参照。
	事業の目的	(1) 木材加工産業の企業の原材料確保を目的とした植林 (2) CDM による CO2 吸収とクレジット獲得
	対象地	インドネシア東カリマンタン州（次ページ地図参照）
	面積	産業植林地の林地 10,000ha
	プロジェクト期間	30 年間。1 ローテーション 7 年で 4 回プラス 2 年。
事業形態	事業形態	住友林業とカウンターパート（Sumalindo 社）共同事業
	役割分担	(1) 住友林業は、事業の基本計画を策定し、資金と技術を移転する。CDM にかかわる助言と実行を行う。CDM に関する日本サイドの手続きを行う。 (2) Sumalindo 社は、上記事業計画を共同して策定する。植林を実行する。モニタリングを行う。
技術	技術移転	先端技術を含む造林技術を移転する。
	持続可能な開発	持続可能な森林開発技術の移転を行う。林産加工業の資源確保を目的とした伐期の異なる複数の産業植林樹種を植栽する。植栽木の保育を行う。植林地を維持管理し水源涵養や流土防止を実現し、更に生物多様性の回復と土地生産力の維持保全を図る。
事業計画	植栽	植栽は初期の短期間で実施し、なるべく早く主間伐収入を得ながら事業を継続するものとして、次の条件とする。初年度 2000ha、第2年度に 4,000ha、第3年度に 4,000ha を植栽する。
	植林樹種	樹種は早生樹のグメリナ(<i>Gmelina arborea</i>)、中伐期のドゥアバンガ(<i>Duabanga moluccana</i>)、チーク(<i>Tectona grandis</i>)、マホガニー(<i>Swietenia macrophylla</i>)、スンカイ (<i>Peronema canescence</i>)、長伐期樹種としてメランティ(<i>Dipterocarpaceae</i>)を選定する。グメリナ、ドゥアバンガ主体。
	植林方法	樹種は土壌条件、土地条件、成長量、成木の市場性、CO2 固定量を考慮して最適な組み合わせを決定した上で、植栽、保育、伐採計画を立てる。
	用途	製材用、合板用（高付加価値化を志向） 繊維板用。
	利用目的	将来の市場を想定して販売計画を立てる。
ステークホルダー	地方政府の意見	現時点では未確認
	参加者の意見	積極的
	利害関係者の意見	積極的
	クレジット期間	本稿第I部第7章で調査検討。
	ベースライン	本稿第I部第4章で調査検討。

CDM 要件	リーケッジ、間接影響、環境影響	本稿第 I 部第 5 章で調査検討。
	リスク	本稿第 I 部第 6 章で調査検討。
	CDM 事業性	本稿第 I 部第 7 章で調査検討。
	CO2 吸収量	本稿第 I 部第 3 章で調査検討。
詳細 計画	手順	(1) 第一段階として、植林計画/造林コストの計上/伐期・収穫・販売計画/人件費・一般管理費の計上及びその他の諸条件の検討という、一連の立案作業を行う。ここまでが産業植林自体の計画である。 (2) 次に、CDM 固有の要素である、ベースラインの算入とアカウンティング方式別の炭素固定による収入を考慮した事業性の検討を行う。
	事業計画書作成	(1) 直接経費（造林コスト）は、プロジェクトの植林コストすなわち植栽・保育・伐木・造材・運送に関する費用を計上する。 (2) 管理運営のための体制を考慮して人件費及び一般管理費を計上する。 (3) 人件費、減価償却費、産業植林勘定（造林勘定）導入、土地代金を計上。 (4) 税金、為替レート、資本金、資本調達、配当性向および返済計画を作成し、事業計画書とする。ここまでが産業植林自体の計画。 (5) 次に CDM 要素を算入して、事業性を評価する。
	緒条件の決定	(1) 事業計画は US\$ベース。円及びインドネシアルピアの換算レートは 120/\$、Rp.9,000/\$を用いた。 (2) 資本金は仮に、3,500 万 US\$とした。 (3) 税額はインドネシアの法に準拠。 (4) インフレ率は 0%とした。 (5) 必要資金は全額借入金でまかなうものとしその金利を年 6.5%とした。 (6) 借入金の返済を優先的に行うこととし、配当は借入金返済後の利益から配当することとした。

2．全吸収量

吸収量とは二酸化炭素換算の重量値である。これは次の手順で求めた。

(1) 対象となる林分の成長量(立法メートル)の測定

林分の材積成長量の把握方法は、既植林地の測定データを解析することにより、各年次の平均胸高直径と平均樹高から平均の単木材積を計算し、それを立木本数倍して林分材積を算出する。単木の利用材積は、

$$Vu = 0.3 \times D^2 \times H \quad (Vu : \text{利用材積}) \text{ を用い、}$$

林分材積 Vf は、

$$Vf = 0.3 \times n \times D^2 \times H \quad \{ n = \text{立木本数/ha、} D = \text{平均胸高直径(m)、} H = \text{平均樹高(m)} \}$$

で求めた。

各樹種の単木の成長曲線は、各年次の平均胸高直径と平均樹高の成長予測値を、Mitscherlich 式 $\{Y(t)=M(1-L\exp(-kt))\}$: t : 時間(年) ; M : Y の成長の上限 ; L : 成長曲線の時間軸方向の平行移動 ; k : 時間のスケール (年) } を当てはめ算出した。

樹種ごとの直径と樹高の成長曲線 Mitscherlich 式のパラメータ M 、 L 、 k

		チーク	マホガニー	ドゥアバンガ	メリナ	スンカイ
胸高直径	M	46.855	51.0072	52.9276	35.5894	30.8516
	L	1.12745	1.07216	1.10166	1.01549	1.15039
	K	0.071831	0.061851	0.090014	0.113838	0.136186
樹高	M	16.8904	16.7715	24.7921	24.4916	21.0721
	L	1.1061	1.0843	1.08194	1.11923	0.974357
	K	0.12946	0.14347	0.155869	0.239107	0.112146

(2)成長量を炭素吸収量 (重量値 C-ton) に変換

(3)炭素吸収量を二酸化炭素吸収量 (重量値 CO₂-ton) に換算

(4)炭素プールとして、地上部バイオマス・地下部バイオマス・落葉落枝・枯死木・土壌有機物の 5 つがあげられる。

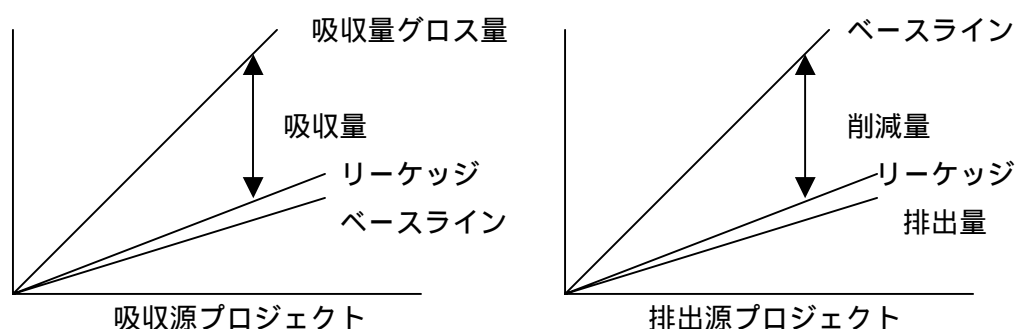
(5)伐採量はマイナスカウントする。各年度で表示されるのは、成長量と伐採量の差である。

3 . 吸収源プロジェクトの吸収量の概念

全吸収量とは、プロジェクトによって吸収される CO₂ のグロス量のことである。これから、ベースラインとリスクの定量化された CO₂ 量と間接影響により定量化された CO₂ 量を差引いたものが、正味吸収量である。式にすると次のとおりである。

$$\text{全吸収量 (グロス量)} - \text{ベースライン CO}_2 \text{ 量} - \text{リーケッジ} = \text{正味吸収量}$$

排出源による削減プロジェクトとの対比



4. ベースライン

私たちの調査から得られた、このプロジェクトに適合したベースラインは次の表のとおりである。ここでは4つのタイプに分類した。調査方法、分析方法は後に続いて説明した。

	タイプ	状態	ベースライン	算定基準
1	バイオマスがまったくないか、きわめて少ないもの。裸地や畑、アランアランの草原や砂地など多様な形態。当然、新規植林/再植林プロジェクトの対象となるタイプ。	極めて長期間森林でなかったか、かつては森林であったが、土地利用の変遷や焼畑など人為的活動で、植生が劣化を繰り返した末、現在は残存木がまったくなくなってしまった土地。熱帯地域には広く分布している。	ゼロ	ゼロ
2	残存木が極めて少ない劣化した二次林で、ブッシュ状態を主体とするもの。新規植林/再植林プロジェクトの対象となるタイプ。	かつては森林であったが、商業伐採、焼畑、盗伐、森林火災など人為的要因で劣化が進み、森林自ら再生するための母樹の必要本数を満たしていない森林。	毎年 0 ~ 0.32Cton/ha (CO ₂ -ton 換算 1.17CO ₂ -ton)	最大蓄積量 9.6C-ton/ha、を期間 30 年で平準化した値。
3	残存木が少ない劣化した二次林で、2のタイプよりも蓄積の多いもの。新規植林/再植林プロジェクトの対象となるとともに、森林管理の対象となり、森林保全プロジェクトの対象ともなると推定されるタイプ。	残存木が比較的多い二次林で、劣化による衰退の恐れがあるが、今後の成長も考えられるもの。	毎年約 0.32 ~ 0.8Cton/ha (CO ₂ -ton 換算 1.17 ~ 2.93CO ₂ -ton)	蓄積量 9.6 ~ 24C-ton/ha、を期間 30 年で平準化した値
4	一定量以上の残存木を有する、成長の旺盛な森林。森林管理の対象となり、森林保全プロジェクトの対象となると推定されるタイプ。	残存木が多い二次林で、今後の成長が十分考えられるもの。	毎年約 0.8 Cton/ha 以上 (CO ₂ -ton 換算 2.93 CO ₂ -ton 以上)	蓄積量 24 C-ton/ha、を期間 30 年で平準化した値

調査方法は、過去4年間にわたり設定した調査区(プロット)の調査を行い、胸高直径、樹高の成長量から年間成長量を推定し、炭素蓄積量、固定量を算出した。経年変化量を実測することにより、炭素固定量の推定を行った。出現個体の幹体積($V; m^3$)は次式より計算した。

$$V = dbh^2 \times h \times 0.3$$

dbh、h はそれぞれ胸高直径、樹高を示す。得られた結果により、炭素重量を測定し、CO₂重量に換算した。

５．リーケッジ・間接影響・環境影響

調査結果は次の表のとおりである。

	調査対象範囲	調査対象項目	分析	結果
リーケッジ	バウダリー外	焼畑	現地の住民調査	なし
		違法伐採	現地の住民調査	なし
		薪材伐採	現地の住民調査	12,535CO ₂ -ton/30年 417.8CO ₂ -ton/年
		建築材伐採	現地の住民調査	4.9CO ₂ -ton/30年 0.2CO ₂ -ton/年
	システムバウダリー	植林地伐開のための重機による排出	あり 運送距離に対する排気量	31.7CO ₂ -ton/30年 1.1CO ₂ -ton/年
		苗運搬のための車両排気量	あり 運送距離に対する排気量	124.8CO ₂ -ton/30年 4.2CO ₂ -ton/年
		林道作設のための重機の排気量	あり 運送距離に対する排気量	0.1CO ₂ -ton/30年 0.1CO ₂ -ton/年
		地拵えのための重機の排気量	なし	
		施肥による排出	要検討	
		保育作業のための車両の排気量	あり 運送距離に対する排気量	300CO ₂ -ton/30年 10CO ₂ -ton/年
		伐採のための重機、車両の排気量	あり 運送距離に対する排気量	2.5CO ₂ -ton/30年 0.1CO ₂ -ton/年
		伐採のためのチェーンソーによる排出	あり 稼働時間に対する排気量	ほとんどなし
		木材運送のための車両の排気量	なし。本プロジェクトでは植林現場積み込み渡しで販売するので、運送費は計上しない。	
	リーケッジ合計			13,000CO ₂ -ton/30年 433.3CO ₂ -ton/年
	経済的影響	地域経済への正・負の影響（地域経済振興、失業率増加等） 土地利用の変化による影響（農産物の増・減収、産業構造の変化、利用形態変化による隣接地への影響等）	現地の住民調査	地域経済への正の影響あり。貧富の差や住民の経済格差は拡大傾向にあるが、重要なマイナス影響は見出せない。

間 接 影 響	社会的文化的影響	地域住民の生活影響（生活形態の変化、意識変化等） 先住民及び少数部族への社会・文化的影響 文化遺産等の文化的価値の高いものへの影響 住民の環境意欲の向上または低下 防災上の影響	現地の住民調査	地域住民の生活に対しては、産業植林を実施する企業がインフラ整備や住民公園の基本計画を実行している。その結果、地域住民に対してプラス影響が見出される。
	環境的影響	大気質、水質（地下水含む）悪臭、騒音、振動、土除汚染、土壌浸食、廃棄物、砂漠化、生態系変化、生物多様性の減退等	現地の住民調査	マイナス影響は特に見出せない。植林地が成長するに伴い生物多様性は増加している。私たちの調査時にも野生のオランウータンが何回か見られた。
	環境影響調査	重大な環境影響があるか。	企業の環境管理計画と実行において管理している。Sumalidno 社が管理する ISO9000 にて管理して報告している。	重大な環境影響はない。

6．事業性及び CO2 吸収量の検討

次の3点を検討した。第一に、CO2 吸収量分の経済的メリット。対象とするアカウンティング方式は Actual Stock Change 方式で、事業計画表を添付した。併せて、ベースラインの分類別の変化を調べる。第二に、Temporary CER 方式を検討する。ここでは、Actual Stock Change 方式による計上方式（アカウンティング方式）の比較を検討する。これも事業計画表を添付した。第三に、CO2 吸収量の評価である。上記2方式による吸収量を調べ、その分析を行う。

(1) CO2 吸収量分の経済的メリット

CO2 価格変動による事業性の変化を次のように調べた。CO2 価格の変動に対する、事業性の変化をシミュレーションした結果、CO2 価格が高くなれば、すべての指標が改善する。特に US\$20 以上で著しく改善する。プロジェクト通期（1-30 年）で CO2 価格が上昇すれば、コストは下がってゆく。CO2 = 0 で US\$35 のものが、CO2=10 で US\$30 となる。時期的には、1-10 年が最もコストが安く、11-20、21-30 はほぼ同水準である。これは、初

期の 1-10 年に森林の吸収が圧倒的に大きく、その後伐採と成長が均衡してゆくために Net の吸収量が減少してゆくためと考えられる。US\$5 の場合の通期のコストは US\$34 であった。

(2)TCER を導入した場合

TCER を導入した場合の CO2 価格に伴う事業性の変化をシミュレーションした結果、TCER で生み出される収入は、プロジェクト開始の 8 年目まで実現されないで、初期段階の収益的貢献がないので、プロジェクトにとっては重要なマイナスである。事業性としては、伐採をマイナスカウントした場合と比べて大きな変化はないが、最大の懸念は成立する TCER が安くなることである。万一、価格が低迷すれば、当然のことながらメリットはない。

Temporary CER の事業性を Actual Stock Change と比較した場合

Actual Stock Change と TCER の 2 つのケースを同じ条件(30 年間、CO2=US\$5)で事業性を比較した。

ケース	CO2 吸収量 CO2ton	単年度 黒字 転換年 %	累 積 赤 字 解消年度 年目	借入金 完済年度 年目	借入金 最大額 US\$	総 投 資 額 対 炭 素 固 定量 US\$/ CO2ton	本章の表
Actual Stock Change	1,358,959	11 年目	19 年目	15 年目	11,729	35	表 I-7-100
TCER	2,050,442	11	17	14	11,712	23	表 I-7-200

(3)CO2 吸収量の評価

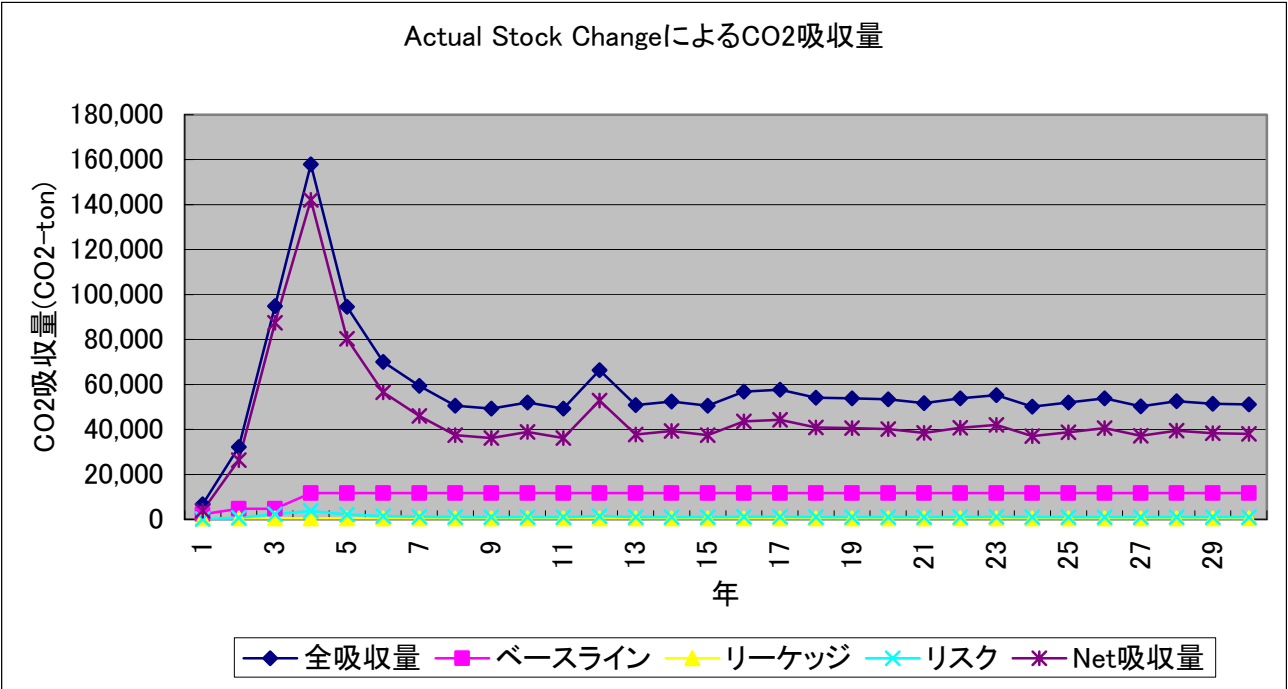
年次別の吸収量を調べた。Actual Stock Change 方式により、閣 10 年ごとの吸収能を見ると次の様になっている。

年度	クレジット期間吸収量	単位吸収量(CO2ton/ha・年)
1-10	555,224CO2ton	5.55
11-20	413,253CO2ton	4.13
21-30	390,482CO2ton	3.90
1-30 合計	1,358,959CO2ton	4.52

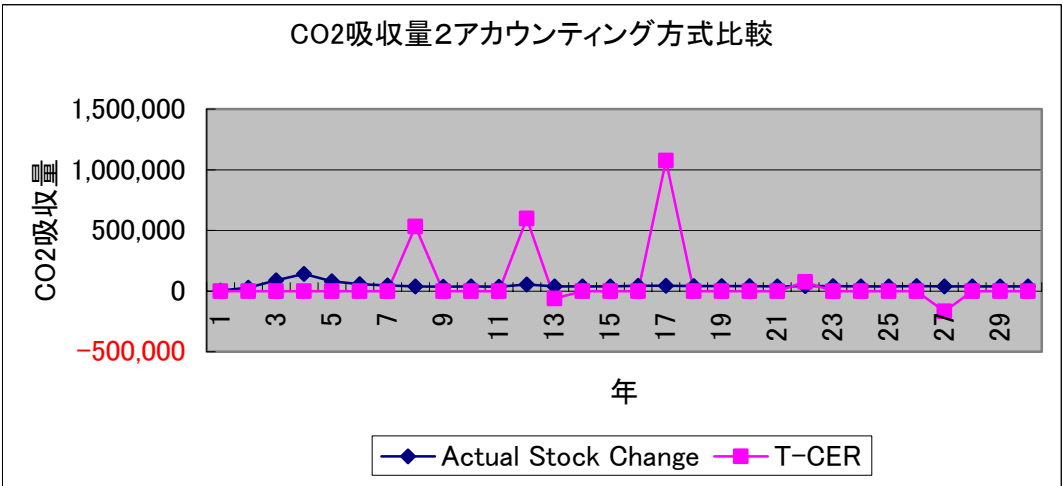
この表から、吸収量は、初期の段階が多く、漸減することがわかる。これは、森林の成長が、初期に大きく、次第に成長量がなだらかになってゆくことを考えれば当然の結果である。

吸収量のグラフ化

Actual Stock Change 方式による CO2 吸収量をグラフ化すると次の通りである。



2つのアカウンティング方式における、NetCO2 吸収量を比較したグラフが次の通りである。



第II部 東ジャワ州 CDM 植林プロジェクト

1. 事業の概要

検討するプロジェクトの概要は次の通りである。

条件	項目	具体的内容
事業の基本的要素	事業の名称	東ジャワ州 CDM 植林プロジェクト
	CDM カテゴリー	吸収源プロジェクトの再植林活動
	植林のタイプ	産業植林。(第I部第1章 1-3の「植林の種類」参照)
	事業の目的	(3) 木材加工産業の企業の原材料確保を目的とした植林 (4) CDM による CO2 吸収とクレジット獲得
	対象地	インドネシア東ジャワ州
	面積	産業植林地の林地 3,000ha
	プロジェクト期間	21 年間。1 ローション 7 年で 3 回とする。
事業形態	事業形態	住友林業とカウンターパート (KTI 社) 共同事業
	役割分担	(3) 住友林業は、事業の基本計画を策定し、資金と技術を移転する。CDM にかかわる助言と実行を行う。CDM に関する日本サイドの手続きを行う。 (4) KTI 社は、上記事業計画を共同して策定する。植林を実行する。モニタリングを行う。
技術	技術移転	先端技術を含む造林技術を移転する。
	持続可能な開発	持続可能な森林開発技術の移転を行う。林産加工業の資源確保を目的とした伐期の異なる複数の産業植林樹種を植栽する。植栽木の保育を行う。植林地を維持管理し水源涵養や流土防止を実現し、更に生物多様性の回復と土地生産力の維持保全を図る。
事業計画	植栽	植栽は初期の短期間で実施し、なるべく早く主間伐収入を得ながら事業を継続するものとして、次の条件とする。初年度 400ha、第2年度に 400ha、第3年度に 1,100ha、第4年度に 1,100ha、合計 3,000ha を植栽する。
	植林樹種	樹種は早生樹のファルカータ (<i>Paratierianthes falcata</i>)、中伐期のマホガニー (<i>Swietenia macrophylla</i>)、アガチス (<i>Agathis borneensis</i>) を選定する。ファルカータ主体。
	植林方法	樹種は土壌条件、土地条件、成長量、成木の市場性、CO2 固定量を考慮して最適な組み合わせを決定した上で、植栽、保育、伐採計画を立てる。
	用途	製材用、合板用 (高付加価値化を志向) 木質ボード用。
	利用目的	将来の市場を想定して販売計画を立てる。
ステークホルダー	地方政府の意見	現時点では特になし。
	参加者の意見	積極的。
	利害関係者の意見	積極的。
CDM 要件	クレジット期間	本稿第II部第8章で調査検討。
	CO2 吸収量	本稿第II部第4章で調査検討。
	ベースライン	本稿第II部第5章で調査検討。

CDM 要件	間接影響、リーケッ ジ	本稿第 II 部第 6 章で調査検討。
	リスク	本稿第 II 部第 7 章で調査検討。
	CDM 事業性	本稿第 II 部第 8 章で調査検討。
詳細 計画	手順	(3) 第一段階として、植林計画/造林コストの計上/伐期・収穫・販売計画/人件費・一般管理費の計上及びその他の諸条件の検討という、一連の立案作業を行う。ここまでが産業植林自体の計画である。 (4) 次に、CDM 固有の要素である、ベースラインの算入とアカウンティング方式別の CO2 吸収クレジットによる収入を考慮した事業性の検討を行う。
	事業計画書作成	(6) 直接経費（造林コスト）は、プロジェクトの植林コストすなわち植栽・保育・伐木・造材・運送に関する費用を計上する。 (7) 管理運営のための体制を考慮して人件費及び一般管理費を計上する。 (8) 人件費、減価償却費、産業植林勘定（造林勘定）導入、土地代金を計上。 (9) 税金、為替レート、資本金、資本調達、配当性向および返済計画を作成し、事業計画書とする。ここまでが産業植林自体の計画。 (10) 次に CDM 要素を算入して、事業性を評価する。
	緒条件の決定	(7) 事業計画は US\$ベース。円及びインドネシアルピアの換算レートは 120/\$、Rp.9,000/\$を用いた。 (8) 資本金は仮に、200,000US\$とした。 (9) 税額はインドネシアの法に準拠することを基本にして、当期利益があった場合 30%を優先計上した。 (10) インフレ率は 0%とした。 (11) 必要資金は全額借入金でまかなうものとし、オフショア市場を想定して金利を年 6.5%とした。 (12) 借入金の返済を優先的に行うこととし、配当は借入金返済後の税引き後利益から優先的に全額配当することとした。

2 . 吸収量の算定

東ジャワ州におけるファルカータ (*Paraterianthes falcataria*)、マホガニー (*Swietenia macrophylla*)、アガチス (*Agathis borneensis*) の平均胸高直径と平均樹高から平均の単木材積を計算しそれを立木本数倍して林分材積を算出する。

単木材積は、 $V_u = 0.3 \times D^2 \times H$ (V_u : 利用材積) を用い、

林分材積 V_f は $V_f = 0.3 \times n \times D^2 \times H$

ここで n =立木本数/ha、 D =平均胸高直径(m)、 H =平均樹高(m)である。

樹種ごとの直径と樹高の成長曲線 Mitscherlich 式のパラメータ M、L、k

		Sengon(良)	Sengon(中)	Sengon(脊)	Mahogany	Agathis
胸高直径	M	36.54244	33.18535	29.85639	69.23820	77.83013
	L	1.29115	1.20488	1.22345	1.07027	1.02628
	k	0.37068	0.26912	0.23581	0.02721	0.02877
樹高	M	27.83875	23.71063	19.63619	33.06158	58.61044
	L	1.31372	1.26793	1.34457	1.15107	1.15256
	k	0.49456	0.45536	0.45947	0.04984	0.02965

Mahogany の成長予測

林令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
胸高直径(cm)	0.0	0.0	0.9	2.8	4.6	6.3	8.0	9.6	11.2	12.8	14.3	15.8	17.2	18.6	20.0	
樹高(m)	0.3	0.6	1.5	2.1	2.7	5.3	7.5	9.5	11.3	12.9	14.4	15.7	16.9	18.0	19.0	
立木本数	2500	2200	2000	1750	1500	1400	1300	1200	1100	1000	940	880	820	760	700	
立木材積	0.0	0.0	0.1	0.9	2.6	8.8	18.7	31.8	47.1	63.5	83.1	103.4	123.4	142.2	159.1	
林令	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	27	28	29	30
胸高直径(cm)	21.3	22.6	23.8	25.1	26.2	27.4	28.5	29.6	30.7	31.7	31.7	32.7	33.7	34.6	35.6	36.5
樹高(m)	19.9	20.7	21.5	22.1	22.8	23.3	23.9	24.4	24.8	25.2	25.2	25.6	26.0	26.3	26.6	26.9
立木本数	660	620	580	540	500	490	480	470	460	450	325	325	325	325	325	325
立木材積	178.6	196.4	212.1	225.1	235.1	257.5	279.5	301.1	322.1	342.3	247.3	267.2	287.4	307.8	328.3	348.9

Agathis の成長予測

林令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
胸高直径(cm)	0.0	0.0	0.0	3.2	4.5	5.9	7.4	9.1	10.8	12.7	14.7	16.7	18.7	20.7	22.8
樹高(m)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.6	2.1	3.7	5.3	6.9	8.4	9.9	11.3	12.7	14.0	15.3
立木本数	2300	2100	1900	1700	1500	1390	1280	1170	1060	950	886	822	758	694	630
立木材積	0.0	0.0	0.0	0.6	1.4	3.0	7.8	15.3	25.7	38.6	56.3	77.3	100.8	125.6	150.3
林令	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
胸高直径(cm)	24.8	26.8	28.7	30.5	32.3	34.0	35.6	37.1	38.6	39.9	41.2	42.4	43.5	44.6	45.5
樹高(m)	16.6	17.8	19.0	20.2	21.3	22.4	23.4	24.5	25.5	26.4	27.4	28.3	29.2	30.0	30.9
立木本数	596	562	528	494	460	448	436	424	412	400	388	376	364	352	340
立木材積	182.3	215.1	247.6	278.4	306.5	347.6	388.7	429.1	468.4	505.8	541.0	573.5	603.1	629.4	652.3

３．ベースラインの策定

上記 2 箇所の要検討対象地に関しベースラインを以下のように検討した。

対象地	ベースライン
Krucil	面積 30% のコヒ-の木は平均高さ 2 m、幹が 5 cm ほどであるが、既に 10 年以上経過しており、成長は認められず、枯死する木の方が多い。ベースラインは限りなくゼロに近い。
NGANTANG	面積 30% に、劣化した二次林を伐採して植林地に転用する可能性がある。この面積相当分に対して、第 I 部第 4 章で策定した、ベースライン 1.17CO ₂ -ton/ha・年を適用する。 $1.17\text{CO}_2\text{-ton} \times (30\% \times 12.5\text{ha}/3,000\text{ha}) = 0.15\text{CO}_2\text{-ton/ha year}$ となるので、0.15CO ₂ -ton/ha・年とする。
合計	プロジェクト全体としては 0.15CO ₂ -ton/ha・年とする。

4 . リークエッジ・間接影響・環境影響

調査結果は次の通りである。

種類	場所	調査対象項目	分析方法	結果
リーケッジ	システムバウンダリー	焼畑	現地の住民調査	なし
	システムバウンダリー	違法伐採	現地の住民調査	なし
	システムバウンダリー	薪材伐採	現地の住民調査	2,427.81CO ₂ -ton/21年 115.61CO ₂ -ton/年
	システムバウンダリー	建築材伐採	現地の住民調査	0.18CO ₂ -ton/21年 0.01CO ₂ -ton/年
	システムバウンダリー	牛の餌になる樹木の伐採	現地の住民調査	3,279.96C-ton/21年 156.19C-ton/年
	バウンダリー外	植林地伐開のための重機による排出	あり 運送距離に対する排気量	12.03CO ₂ -ton/21年 0.57CO ₂ -ton/年
リーケッジ	システムバウンダリー	苗運搬のための車両排気量	あり 運送距離に対する排気量	37.89CO ₂ -ton/21年 1.80CO ₂ -ton/年
	バウンダリー外	林道作設のための重機の排気量	あり 運送距離に対する排気量	0.02CO ₂ -ton/21年 0.0CO ₂ -ton/年
	バウンダリー外	地拵えのための重機の排気量	なし	
	バウンダリー外	施肥による排出	なし	
	システムバウンダリー	保育作業のための車両の排気量	あり 運送距離に対する排気量	168CO ₂ -ton/21年 8.0CO ₂ -ton/年
	バウンダリー外	伐採のための重機、車両の排気量	あり 運送距離に対する排気量	5.25CO ₂ -ton/21年 0.25CO ₂ -ton/年
	バウンダリー外	伐採のためのチェーンソーによる排出	あり 稼働時間に対する排気量	ほとんどなし
	システムバウンダリー	木材運送のための車両の排気量	なし。本プロジェクトでは植林現場積み込み渡しで販売するので、運送費は計上しない。	
		リーケッジ合計		7,122CO ₂ -ton/21年 339CO ₂ -ton/年
間	経済的影響	地域経済への正・負の影響(地域経済振興、失業率増加等) 土地利用の変化による影響(農産物の増・減収、産業構造の変化、利用形態変化による隣接地への影響等)	現地の住民調査	地域経済への正の影響あり。貧富の差や住民の経済格差は拡大傾向にある重要なマイナス影響は見出せない。

接 影 響	社会的影響	地域住民の生活影響(生活形態の変化、意識変化等) 先住民及び少数部族への社会・文化的影響 文化遺産等の文化的価値の高いものへの影響 住民の環境意欲の向上または低下 防災上の影響	現地の住民調査	住民の生活を尊重することを基本に事業を実行している。その結果、地域住民に対してプラス影響が見出される。
	環境的影響	大気質、水質(地下水含む)、悪臭、騒音、振動、土除汚染、土壌浸食、廃棄物、砂漠化、生態系変化、生物多様性の減退等	現地の住民調査	マイナス影響は特に見出せない。植林地が成長するに伴い生物多様性は増加している。それまでの痩せた土地が緑化したり、放棄地が緑化する傾向が見られた。
環境影響調査		重大な環境影響があるか。	企業の環境管理計画と実行において管理している。KTI 社が管理する環境管理計画とISOにて管理している。	重大な環境影響はない。

5 . 事業性及び CO2 吸収量の検討

CO2 吸収量分の経済的メリットを調べるため Actual Stock Change 法で事業計画表に基づいて検討した。次に、Temporary CER 方式を検討し Actual Stock Change 法との対比を行った。そして、CO2 吸収量を調べた。

(1)CO2 吸収量分の経済的メリット (Actual Stock Change 法)

CO2 価格変動による事業性の変化を調べた結果は次の通りである。クレジットを対象としない場合の単年度黒字転換年度は 7 年目、累積赤字解消年度は 21 年目、借入金完済年度は 15 年目となっており、事業性はきわめて低い。特に、初期投資の負担が大きく、収益をひたすら待ち続けることになり、通常の投資事業では成り立たないと思われる。ただし、植林事業の特長として、収穫の始まる 7-8 年目から事業性は急激に改善する。CO2 価格が高くなれば、すべての指標が改善する。借入金はプロジェクトの総投資額を表わすが、 $1 \text{ CO}_2 = 1 \text{ US\$}$ 上がるごとに、US\$100,000-300,000 が毎年節約されることになり、プロジェクトの事業性に与える効果は極めて大きい。 $1 \text{ CO}_2 = \text{US\$}10$ では最大投資額がそれがない場合の 1/2 で済むことになり、プロジェクトに対するメリットは大きい。「CO2 吸収 1ton あたりの総投資額」はプロジェクトに要した総費用(支払い金利を含める。借入金及び配

当金は含めない。)に対する、費用対効果を表わすが、プロジェクト通期(1-21年)でCO2価格が上昇すれば、コストは下がってゆく。1CO2=US\$5の場合の通期のコストはUS\$35.8である。

(2)TCERを導入した場合

Temporary CERを導入した場合の事業性を調べた。Actual Stock Changeと比較した場合、プロジェクト期間中のCO2吸収量は両方法ともほぼ同程度であるが、経済的には、ほとんどの指標で、Actual Stock Change法の方が、経済的に良好な結果が出ている。この理由としては、同法ではプロジェクト開始から早期にクレジット化が進んでいるので、プロジェクトの初期投資を軽減できているが、TCERではクレジット化が遅く、CO2価格がない場合と比べて、大きな改善はない。TCERの最大の懸念は、その価格が極度に安くなることである。

Actual Stock Change法とTCERによる事業性の比較

ケース	価格 US\$/ CO2ton	単年度 黒字 転換年 %	累積赤字 解消年度 年目	借入金 完済年度 年目	最大 投資額 US\$	総投資額 対炭素固 定量 US\$/ CO2ton	本章の表
Actual Stock Change	5	6年目	15年目	12年目	2,502	35.8	表II-9-100
	10	4	10	9	1,828	35.8	表II-9-100
	15	3	8	7	1,362	35.8	表II-9-100
TCER	1	7	19	14	3,547	34.1	表II-9-200
	3	7	19	13	3,547	34.1	表II-9-200
	5	7	18	12	3,547	34.1	表II-9-200

この表の結果から見ても、TCERの価格が低迷した場合の経済的メリットが低いことは、明瞭である。従って、今後のアカウンティング方法は、プロジェクトの初期投資をできる限り早急に回収できるような方法と、獲得したクレジットが適正な価格を維持できるような方法が望ましいことがわかる。

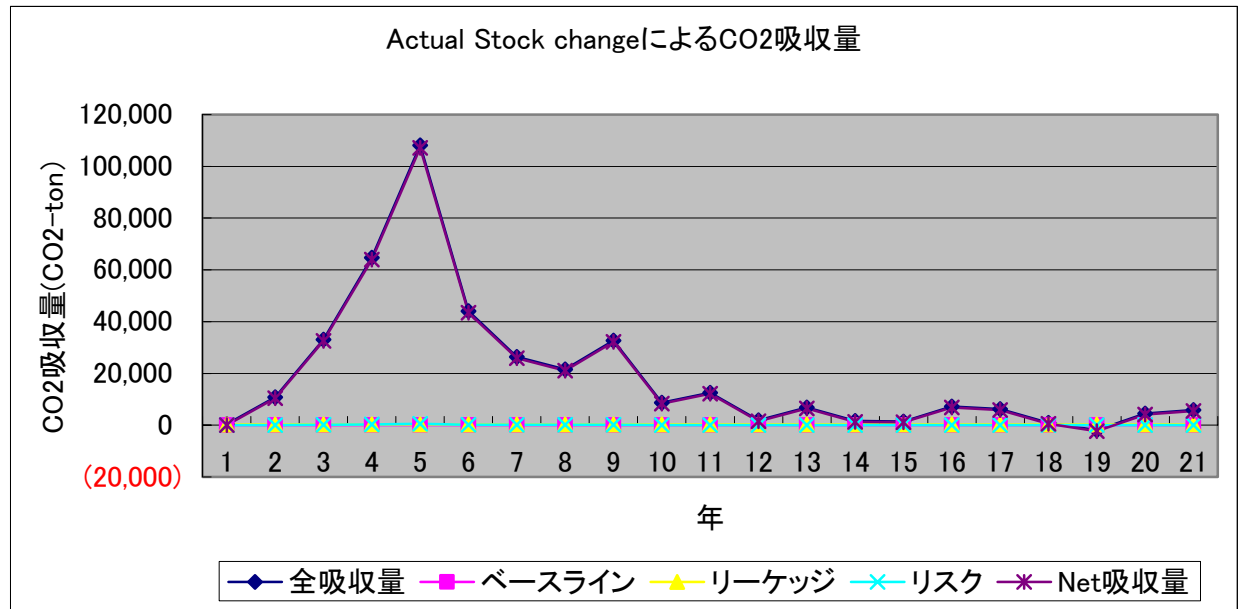
(3)CO2吸収量の評価

本プロジェクトにより実現するCO2吸収量を、同じ条件(CO2=US\$5)で比較した。指標として21年間の吸収量と、年間平均吸収量及び1ha当りの年間吸収量を採用した。

	21年間	年間平均	1ha 当り 年間	1-10年		11-21年	
				吸収量	1ha/年間	吸収量	1ha/年間
Actual Stock Change	388,025	18,477	6.16	345,173	11.51	42,852	1.30
TCER	388,012	18,477	6.16	304,682	10.16	43,330	1.31

吸収量のグラフ化

Actual Stock Change 方式による CO2 吸収量をグラフ化すると次の通りである。



2つのアカウンティング方式による、NetCO2 吸収量を比較したグラフは次の通りである。

