

平成 16 年度 CDM / JI 事業調査 報告書

インドネシア共和国東ジャワ州における地域住民と協同で  
行う CDM 植林と小規模 CDM 植林事業との比較検討調査

平成 17 年 3 月

住友林業株式会社

## 目次

1 . ホスト国の CDM 受け入体制 .....	1
1 . 1 京都議定書批准 .....	1
1 . 2 DNA 設立 .....	1
1 . 3 法整備の現状 .....	3
1 . 4 地方行政の動き .....	3
1 . 5 キャパシティビルディングの動き .....	3
1 . 6 インドネシア吸収源分野 NSS 報告書の概要 .....	4
1 . 6 . 1 報告書の目的 .....	4
1 . 6 . 2 報告書の構成 .....	4
1 . 6 . 3 国際的視野から見たインドネシア吸収源 CDM 市場 .....	5
2 . COP9 後の A/R CDM .....	10
2 . 1 COP9 およびそれ以後の A/R CDM 吸収源ルール .....	10
2 . 1 . 1 A/R CDM 吸収源ルールの特徴 .....	10
2 . 1 . 2 企業から見た A/R CDM .....	10
2 . 1 . 3 非 Business as Usual との整合性と問題点 .....	11
2 . 1 . 4 クレジット補填の問題 .....	11
3 . 1 小規模 CDM 植林の簡素化されたルールの概要（通常規模 CDM 植林と の比較） .....	12
3 . 2 各論 .....	12
3 . 2 . 1 ベースライン .....	12
3 . 2 . 2 モニタリング .....	13
3 . 2 . 3 リーケージ .....	13
3 . 2 . 4 環境・社会経済影響の分析・評価 .....	13
3 . 2 . 5 バンドリング（複数の小規模プロジェクトを束ねて 1 回で申請する） .....	13
3 . 3 COP10 の決定に対するインドネシア政府の見解 .....	14
4 . 吸収源 CDM 活動の進展 .....	15
4 . 1 Belize から提案された新方法論 .....	15
4 . 1 . 1 事業の概要 .....	15
4 . 1 . 2 CDM 要件 .....	15
4 . 1 . 3 CDM A/R ワーキンググループの評価 .....	17
4 . 2 Brazil から提案された新方法論 .....	18
4 . 2 . 1 事業の概要 .....	18
4 . 2 . 2 CDM 要件 .....	18
4 . 2 . 3 A/R ワーキンググループの評価 .....	19
5 専門家コメント .....	21
5 . 1 小林紀之教授 日本大学法科大学院法務研究科 .....	21
5 . 2 東北大学 明日香寿川 教授 .....	22
6 . CER の需給関係と価格 .....	25
6 . 1 日本の排出量と排出源 CDM 事業での供給量 .....	25
6 . 1 . 1 日本における CO2 排出量の推移と削減義務 .....	25
6 . 1 . 2 日本国内の温暖化対策 .....	25
6 . 1 . 3 日本における CDM 事業に関する情報 .....	26
6 . 2 CER の種類別想定価格 .....	27
6 . 2 . 1 クレジットの需給予測 .....	27

6.2.2	ロシアの余剰排出量	27
6.2.3	クレジットの市場価格	27
7.	事業の詳細	29
7.1	事業の要約	29
7.1.1	事業参加メンバーと役割分担	29
7.1.2	対象となる GHG	29
7.1.3	対象地の特殊性と対策	29
7.1.4	土地利用権	30
7.1.5	植林の方法	30
7.1.6	持続可能性	30
7.2	植林事業地	32
7.2.1	植林プロジェクトの位置	32
7.2.2	植林計画	33
7.2.3	植林地地図と各郡の配置	33
7.2.4	植林対象地の現況	34
7.3	CDM 植林対象地の現状	40
7.3.1	Wonomerto 地区	40
7.3.2	Lumbang 地区	40
7.3.3	Tongas 地区	42
7.3.4	Sumberasih 地区	42
7.4	プロジェクトのバウンダリー	43
7.5	プロジェクト期間と CER の種類	43
7.6	技術移転または技術開発	44
7.6.1	造林技術	44
7.6.2	組織培養技術の移転	45
7.6.3	衛星写真等を用いた森林管理技術	45
7.6.4	土壌養分の維持と施肥技術	45
7.7	持続可能な開発への貢献	45
7.8	追加性の検討	48
7.8.1	ベースラインシナリオ	48
7.9	ベースライン	50
7.9.1	本プロジェクトにおけるベースライン方法論	50
7.9.2	ベースライン植生の計測	56
7.9.3	土壌炭素の計測	61
7.10	吸収量	63
7.10.1	吸収量の算出方法	63
7.10.2	植栽木の成長量	63
7.10.3	間伐、主伐	64
7.10.4	胸高直径と樹高から単木材積を推定する	65
7.10.5	拡大係数の調査	65
7.10.6	現実純吸収量	66
7.11	プロジェクトの排出量	68
7.12	リーケッジ・社会経済影響・環境影響・リスク分析	71
7.12.1	リーケッジ	71
7.12.2	社会経済影響	72
7.12.3	環境影響調査	75
7.12.4	リスク	80

7.13	モニタリング	82
7.13.1	モニタリング計画の名称	82
7.13.2	モニタリング計画	82
7.14	プロジェクトの吸収量	85
7.14.1	算定方法について	85
7.14.2	プロジェクトの吸収量	85
7.15	事業計画と事業性	88
7.15.1	事業計画の基本	88
7.15.2	基本情報	89
7.15.3	事業性検討結果	90
7.15.4	通常規模植林と小規模植林の比較	91
7.15.5	クレジットの種類による影響	91
7.15.6	本事業に関する専門家コメント	94
8	CDM 植林推進のための意見	97
8.1	AR-CDM 事業におけるリスク	97
8.2	今後の CDM 植林事業に大きな影響を及ぼす事柄	97
8.2.1	第 約定期間以降の諸制度	97
8.2.2	AR-CDM プロジェクト終了時のクレジット補填問題	97
8.2.3	CDM 審議、諸手続き方法の提示遅延	97
8.3	検証・認証コスト	98
8.4	技術的面でのリスク	98
8.4.1	樹木成長予測の誤差	98
8.4.2	井戸水量不足への対処	98
8.5	人的な異動に伴う課題	98
9	プロジェクト設計書	100
9.1	プロジェクト設計書	100
9.2	新規ベースライン方法論	151
9.3	新規モニタリング方法論	166

## 第1章 ホスト国の受け入れ体制

### 1. ホスト国の CDM 受け入れ体制

#### 1.1 京都議定書批准

インドネシア共和国は、批准に関する法律（Elucidation law of the republic of Indonesia Number 17 of 2004 concerning ratification of Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change）が制定され、2004年10月19日に大統領がサインしたことによって、京都議定書に批准した。

#### 1.2 DNA 設立

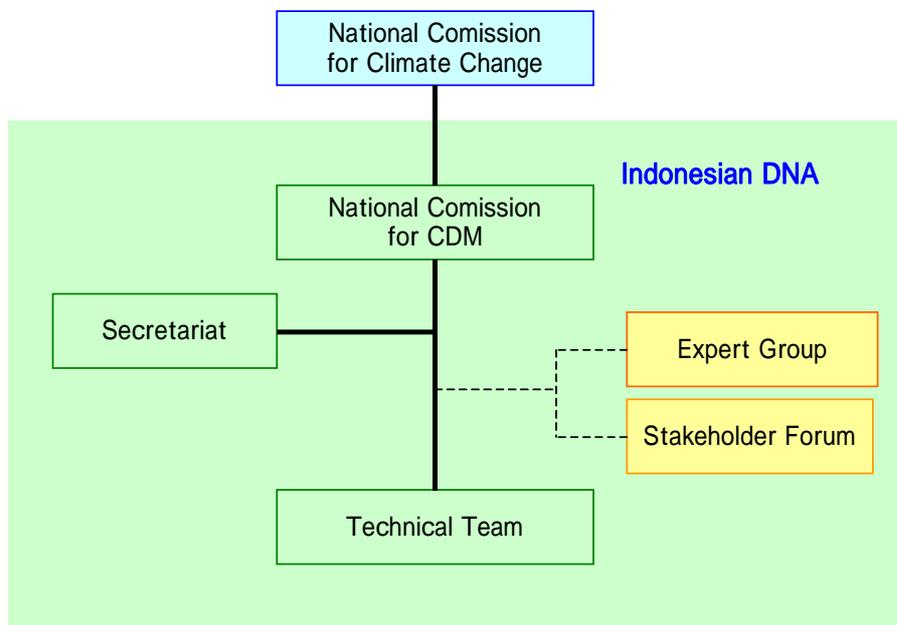
インドネシア環境省によると、2005年2月24日現在、DNAの設置に関しては最終局面にあり、一部の省庁の承認が得られれば設置が決定することとなっている。また、すべての環境省庁の承認が得られれば環境省令が公布されることになっており、法令文書は完成しサインを待つばかりとなっている。

DNA組織の構造は下図のようになっている。Secretariatは環境省が務める。the National Commission for CDMのメンバーはMinistry of Environment（環境省）、Ministry of Energy and Mineral Resources（鉱物エネルギー省）、Ministry of Forestry（林業省）、Ministry of Trade and Industry（貿易産業省）、Ministry of Foreign Affairs（外務省）、National Development Planning Board（国家開発企画庁）、Ministry of Home Affairs（内務省）、Ministry of Transportation（運輸省）、Ministry of Agriculture（農業省）が担当する。

また、the Technical Teamのメンバーは、Ministry of Environment（環境省）、Ministry of Energy and Mineral Resources（鉱物エネルギー省）、Ministry of Forestry（林業省）、Ministry of Transportation（運輸省）、Ministry of Trade and Industry（貿易産業省）、Ministry of Foreign Affairs（外務省）、Ministry of Home Affairs（内務省）、Ministry of Agriculture（農業省）、National Development Planning Board（国家開発企画庁）、Non-governmental Organizations（NGO）、Related local governments of the regency, municipality, and/or the province（関係地方政府）である。

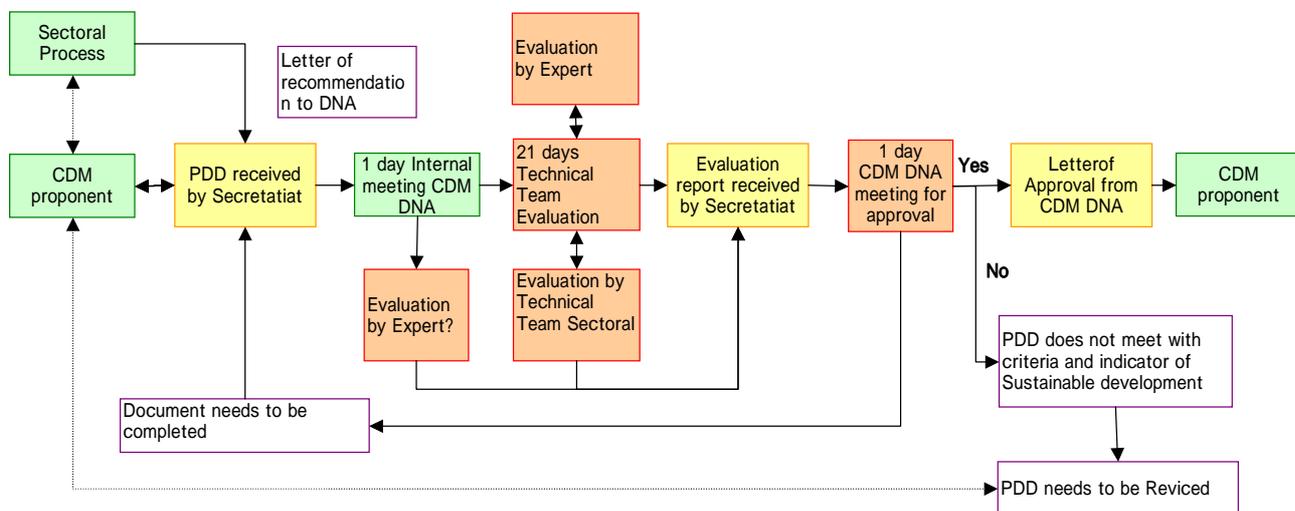
第1章 ホスト国の受け入れ体制

The organizational structure of National Commission for CDM (DNA)



政府承認の手続きも概ね整っている。下図に政府承認手続きのフローを示した。まず、CDMプロジェクトの提案者は Sectoral Process を通して PDD を CDM 事務局に提出する。植林 CDM の場合、Sectoral Process をインドネシア林業省が窓口となる。Sectoral Process からの推薦状が提出され、PDD の検討が行われる。DNA 内部で検討された後、専門家による評価及び技術チームによる評価が行われる。このプロセスに 3 週間を要することになっている。提出された評価レポートとともに承認に関する DNA 会議が開かれ、承認となった場合は、レターがプロジェクト提案者に出される。手続きに必要な時間は 23 日以上である。

Approval Process by Indonesian DNA



## 第1章 ホスト国の受け入れ体制

### 1.3 法整備の現状

林業省から吸収源 CDM に関する法令 (Decree number 14/2004) が出ている。また、CDM-LULUCF の提案に関するガイダンスを地方に向けて配布した。

内容は CDM の適格性の説明 (50 年以上森林でなかった新規植林または 1989 年末以降森林でなかった再植林)、森林の定義、CDM の用語の定義、開発者は先進国との共同事業体であること、生産林としての土地利用許可を得ること、県知事または市長の土地証明を得ること、事業実施にあたって林業大臣の許可を得ること、林業大臣に PDD を提出すること等が述べられている。

### 1.4 地方行政の動き

林業省によると、地方自治体に向けた吸収源 CDM のトレーニングプログラムが 2005 年 2 月から始まるとのことである。これは 3 日間程度の講習会をスマトラ、カリマンタン、スラウェシ、ヌサトゥンガル、ジャカルタの 5 ヶ所で開催するもので、CDM の説明会、ワークショップ、個別案件に対する具体的な指導 (PDD の書き方など) を行うというものである。

インドネシア林業省によると、CDM 植林に興味を示す自治体はたくさんある。植林 CDM に関心を持っている地域は、西スマトラの少なくとも 5 地域、南スラウェシ、中央スラウェシ、スラウェシの最南端地域などがある。ただし、インドネシア環境省でのヒアリング結果では、CDM は植林で吸収した二酸化炭素のクレジットを高い値をつけた企業や国に売るプロジェクトであるといった誤った理解をしている地方政府もあるとのことである。

### 1.5 キャパシティビルディングの動き

キャパシティビルディング (Capacity Building) は、クリーン開発メカニズム (CDM) プロジェクトを行う際に、バリアー (障害) を排除すること。具体的には、プロジェクトのホスト国である開発途上国に対し、教育、啓蒙、意識改革、技術支援、専門家派遣、研修生受け入れなどを行う。これにより、開発途上国サイドにおいて、環境関連プロジェクトに関する能力の向上を図る。

インドネシア林業省へのヒアリングによると、Annex 国からの A/RCDM に関するキャパシティビルディングはまだないとのことである。ワークショップの開催はすでに行われており、JIFPRO によるスマトラでのワークショップ、ボゴールにおける Carbon project (JICA) のワークショップ、ジャカルタにおける Asian Development Bank (ADB) project (TA) のワークショップなどがある。また、JICA、GTZ、The Department for International

## 第1章 ホスト国の受け入れ体制

Development (DFID) のサポートによるインドネシア林業省の啓蒙プロジェクトが5地域(Java, Sumatera, Nusa Tenggara, Kalimantan, and Sulawesi/Maluku/Papua)で計画されている。

### 1.6 インドネシア吸収源分野 NSS 報告書の概要

森林分野の CDM に関する国家戦略検討最終報告書 (Final Report of National Strategy Study on CDM in Forestry Sector) が 2003 年後半に公表されている。これは、世界銀行の CDM/JI 弾力的メカニズムに関する国家戦略検討会 (National Strategy Studies on CDM/JI flexible mechanisms =NSS Program) が主導して、スイス、ドイツ、オーストラリア等7カ国の支援の下に1997年に開発途上国支援のために始まったことを受けたものである。インドネシアは途上国30カ国のひとつである(他には PNG、タイ、ベトナム、中国、インド、スリランカ等)。

インドネシア国内では環境省が主体となり、森林分野における CDM 国家戦略検討会を組織して約3年の検討を経てこの報告書を完成させた。報告書作成の主体となったのはボゴール農業大学の Dr. Rizaldi Boer をリーダーとするチームであり、Australian Agency for International Development = AusAID やインドネシア林業省関係者、環境省関係者、Eco Securities、その他多くの NGO や諸団体が参加した。

この報告書は国家的な観点から CDM を推進することを大きな目的として書かれているが、現在のインドネシアの林業政策や植林活動の現状が詳しく記載されており、インドネシアで吸収源 CDM を検討する者にとっては必読書と言える。ここで、レポートの概要を紹介する。(訳は報告者)

#### 1.6.1 報告書の目的

この報告書の目的は次のとおりである。

- (1) 温室効果ガス削減の可能性とそのコストを定量化すること
- (2) 気候変動に対処するために国家が取るべき選択肢を分析すること
- (3) 排出量取引市場とプロジェクトのファイナンスを分析すること
- (4) ホスト国の持続可能な開発の目標との関連を分析し、人材育成と実施方法を検討すること
- (5) 排出量取引のメカニズムを検討して、政策の選択肢と戦略を明らかにすること
- (6) 国家と投資家がプロジェクトをすすめる指針となること

#### 1.6.2 報告書の構成

## 第1章 ホスト国の受け入れ体制

報告書は5章から成り、次の構成になっている。

- (1) 現状
- (2) 国際的視野から見たインドネシア吸収源 CDM 市場
- (3) 国内的視野から見たインドネシア吸収源 CDM 市場
- (4) インドネシア吸収源 CDM 炭素市場の諸条件と戦略
- (5) インドネシアの取るべき戦略

また、この報告書には別途、6章から成る Technical Summary が出来ており、そこには非常に詳しい分析が記述されている。本報告書では、この Technical Report を都度引用して、この報告書を説明したい。

### 1.6.3 国際的視野から見たインドネシア吸収源 CDM 市場

#### 1.6.3.1 インドネシアの課題

##### 1.6.3.1.1 土地制度に関するインドネシアの特殊事情 ( Technical Report4-4 )

インドネシアの土地制度の変遷は、インドネシアの独立(1945年)までのオランダ植民地時代、1945-1998年の新秩序時代(スカルノ、スハルト時代)、1998年以降の改革期に分けることができる。1998年以降の改革期の特長は、地方分権、権力集中の排除(これには土地利用制度を含む)である。土地制度の基本法は1960年に制定されたUUPA1960という法令である。ここでは、土地の権利を大きく2通りに分け、一つは基本権として、国土のすべての土地の権利は国から与えられる。それらの権利とは、土地所有権、事業権利権(HGU)、建設利用権、土地管理権である。もう一つは、第二権として、基本権保有者から授与される。これらは、賃貸借権、生産物分与権、抵当権、一時使用権である。

土地を管理する省庁は大きく2つに分かれており、一つは国土庁(BPN)で林地以外のすべてを管理する。もう一つは林業省(MoF)で、国土(陸地)の56%を占める林地を管理する。農地の所有権は個人、村に属する。国有地の事業用利用権の上に成立する農園の管理は国土庁(BPN)に属する。国有林での利用権/管理権(HPH、IHPH、IUPHH)は林業省に属する(No.5/1967)、(No.41/1999)。

また、林業省ではNo.34/2002 林地分配・林地管理計画、No.35/2002 植林基金の法令を出して、管理に当たっている。しかし、法制度的には次の3法はCDM植林事業の基本的な障壁になる可能性があり、政府内の検討が必要であると報告書は主張している。

- (1) 1999年第22号法令は地方分権を促進した法令であるが、中央政府の林業政策と競合している。
- (2) 2002年大統領令34号は炭素目的のプロジェクトを制限する法令である。植林の場合の面積を1,000ha以内、10年と規定しているので投資家は基本的に炭素吸収源プロジェクトを実行することが困難である。
- (3) 2000年118号法令は、外国投資を制限しており投資の障害になる。

## 第1章 ホスト国の受け入れ体制

### 1.6.3.1.2 森林の定義 (Technical Report3-3~6)

国際交渉の課題についてインドネシアの条件に適合させて議論を展開している。森林の定義に関連して途上国に共通の次のような問題点がある。

- (1) 定義を立証するデータがそろっていない。
- (2) 非森林から森林に（あるいはその逆）移行する過程を立証するのが困難である。
- (3) プロジェクト参加者が極度に制限される恐れがある。
- (4) 森林の定義を厳しくすれば天然林の伐採に拍車がかかる恐れがある。
- (5) 適格性のあるプロジェクトが少数に制限される可能性がある。

(筆者注) 森林の定義は COP9 において、(i)最低面積 0.05 ~ 1.0ha、(ii)最低樹冠率 10 ~ 30%、(iii)成木の最低樹高 2 ~ 5m の値の中から各ホスト国が選択することがきまり、インドネシアは、(i)最低面積 0.25ha、(ii)最低樹冠率 30%、(iii)最低樹高 5m とした。すなわち、この3条件を一つでも満たさない場合は森林ではないということである。

### 1.6.3.1.3 追加性 (Technical Report3-7)

追加性として次の(1)~(4)の追加性を説明している。

- (1) GHG の追加性
- (2) 法制度のもとに活動している場合の吸収量に比して、吸収量が増大する（これを programmed additionality と称している）
- (3) 投資の追加性 CDM があったことにより投資が生まれる場合
- (4) 資金 finance の追加性 CDM があったことにより資金が多く確保される場合

次のようなわかりやすい例を引いて追加性を説明しているが、これが基本的な理解であると考えてよいと思う。すなわち、地域社会が例えば 500ha の植林計画を持っている。しかし資金力と計画力がなく実行できない。そのとき CDM を導入することによって計画が進むとしたら、実行する前の状態がベースラインであり、それ以上に植林活動が進むとしたらそれを追加性と規定する。

### 1.6.3.1.4 森林減少の現状

森林整備の現状は、1990年-2000年の植林計画は限られた予算（バリア）のため 2.9 百万 ha であった。これは、現在急増している荒廃土地（Critical Land）23.7 百万 ha に比べて著しく少ない。土地のうち Critical Land の増加傾向が顕著である。Critical Land の面積は、1990年 2000年で 6.8 百万 ha 23.7 百万 ha（増加面積 16.9 百万 ha）と著しく増加しており植林活動も進んでいない。50年間の森林減少は、1950年 2000年で 162 百万

ha 95 百万 ha となっている。2008 年予測は 68.8 百万 ha まで減少すると予想している。「予測によれば、インドネシアでは 2010 - 2030 年の Mitigation シナリオにおいてさえ、森林減少を食い止めることはできず、植林目標は達成できない。」としている。

バリアとしてはプロジェクトを実施する場合の基本的な障壁として捉えている。

- (1) 技術的障壁として土地の権利関係、地方政府の政策、アクセス、技術、苗生産、人材、労働力、土地生産性
- (2) 制度的障壁として地方政府の不承認、地域社会の合意不在、土地紛争
- (3) 経済的障壁としてクレジット取得の困難性、プロジェクト収益、コスト高、回収期間の長期化、市場不在をあげている。

### 1.6.3.1.5 リーケッジ (Final Report P.13、Technical Report3-11 ~ 19)

リーケッジ発見の手順としては、リストアップ 特定 指標のモニタリング 理論で数値化 実証により数値化、である。決定に当たってのデシジョンツリー (Technical Report3-18)、算式 (Technical Report3-13 ~ 14) を示している。

### 1.6.3.1.6 アカウンティング (Final Report P.15-21、Technical Report3-20 ~ 26)

COP 9 で決定された 2 つの CER のひとつである tCER を含めて、アカウンティング方法を紹介検討しているが、インドネシアの実情では、事業者によりクレジットの取り逃げを防止するために、tCER が適当であるとしている。また、十分長期のクレジット期間が望ましいとしている。短期間の場合は、インドネシアにとっては損であるとしている。

### 1.6.3.2 京都議定書上のマーケット

京都議定書による排出量取引市場 (Final Report P.22-35、P.48-49、Technical Report2-22 ~ 35) は、ロシア等のホットエアーを想定すると価格下落及び取引額減少をもたらす。LULUCF に関してインドネシアの市場を分析したところ、アメリカの離脱による影響が大きく、世界の LULUCF の CDM は、離脱前の 101.2Mt CO<sub>2</sub> から 52.1Mt CO<sub>2</sub> に減少したと分析している。

インドネシアの市場は、インドネシアを含む Annex B 国の CDM 算定限度をどこに設けるかによって変わってくるとしている。(日本など Annex A 国の場合 CDM の LULUCF による削減量の限度は 1990 年排出量の 1% とマラケシュ合意で決まっている。) 報告書では、1、5、10% を対象として、インドネシアにおける LULUCF の CDM の価格と、数量、市場シェアを予測している。

第1章 ホスト国の受け入れ体制

表1-1 CDM価格とLULUCF限度量別のインドネシアのCDM取引量試算

	Annex B 国の LULUCF 限度量(%)		
	1%	5%	10%
価格(単位:US\$/tCO <sub>2</sub> )	0.25	0.11	0.04
インドネシアのLULUCFのCDM取引量(単位:百万CO <sub>2</sub> トン)	28	154	252
インドネシアのシェア(%)	54	50	48
インドネシアの収入(単位:US\$百万)	7.0	17.4	9.1

(Final Report P.49)

1.6.3.3 インドネシア国内的視野から見た吸収源 CDM 市場

インドネシアの領土面積は7億8千万ヘクタール、このうち約1億9100万ヘクタールが陸地面積である。陸地面積のうち約1億ヘクタール(56%)が森林である。

表1-2 インドネシアの土地利用区分(2000年)

No.	土地利用	面積(ha)	%
1	森林*	108,571,713	56.7%
2	アグロフォレストリー林地	8,905,200	4.7%
3	農地、水田	8,106,356	4.2%
4	プランテーション	16,543,663	8.6%
5	荒地	10,260,492	5.4%
6	草地	2,424,469	1.3%
7	焼畑地・放棄地・庭園	12,768,711	6.7%
8	住宅地	5,131,727	2.7%
9	湿地・沼沢地	642,905	0.3%
10	その他	17,922,705	9.4%
	合計**	191,277,938	100.0%

\*林業省統計(2001)、\*\*インドネシア統計局(BPS2001)(Final Report P.36)

1990年と2000年の森林面積の区分対比で示したものが次の表である。

表1-3 1990年と2000年の森林面積

No.	森林区分	1990*		2000**	
		面積(ha)	%	面積(ha)	%
1	保安林	47,515,473	30.9	29,036,994	26.7
2	保護林(自然保護林、野生保護区、国立公園、公園)	19,152,525	12.4	21,824,627	20.1
3	条件付保安林	29,570,656	19.2	16,209,112	14.9
4	非転換林	33,401,656	21.7	27,823,177	25.6
5	特定目的林	-	-	7,267	0.01
6	天然林	129,640,274	84.2	94,901,178	87.6
7	転換林	24,325,772	15.8	13,670,535	12.6
	合計	153,966,046	100.0	108,571,713	100.0

資料 \* 林業省1993年、\*\*林業省2002年(Final Report P.37)

## 第1章 ホスト国の受け入れ体制

森林減少は1950-2000年に4,260万haで42%が減少(消滅)した。年間の平均減少面積は80万ha/年で、およそ静岡県に相当する面積が毎年減少したことになる。地域的には、スマトラ島とカリマンタン島が激しい。

### 1.6.3.4 インドネシアの林業政策の現状

林業政策の基本は次の5点となっている。

- (1) 違法伐採禁止
- (2) 森林火災撲滅
- (3) 木材価格の見直しと林業業界再編成
- (4) 植林活動による劣化した天然林の再生
- (5) 地方分権推進による地方レベルでの林業資源管理の改善

現在、林業省は、違法伐採に関して厳しい取締りを実施したり、年間伐採量を制限するなど、上記の政策に沿った動きをしているが、全国の森林減少に歯止めがかかっているかどうかは疑わしい。

### 1.6.3.5 吸収源 CDM の資金源 ( Final Report P.50-54 )

CDM を推進する資金は潤沢ではない。今後これらを国内制度に合致させて適用できる仕組み作りが必要になる。

- (1) 国内の資金は植林基金が代表的である。
- (2) その他の資金として次のものが考えられる。

## 2. COP9後のA/R CDM

### 2.1 COP9およびそれ以後のA/R CDM吸収源ルール

#### 2.1.1 A/R CDM吸収源ルールの特徴

##### 2.1.1.1 新規植林/再植林適格地

CDM適格地を検索する場合、新規植林または再植林でなければならない。その定義として「1989年12月31日以降森林でなかった場所」であることが条件となるが、インドネシアの場合、今日の森林破壊・劣化を招いたのは、1997年～98年にかけての経済危機の混乱時に、住民等が伐採したものが大半であるため、この定義に適合する場所は当時から裸地、草原、農地、低灌木林であった場所に限られる。

##### 2.1.1.2 インドネシアにおける森林の定義

インドネシア政府は森林の定義を以下とした。

森林最低面積：0.25ha

最低樹冠率：30%

成木の最低樹高：5m

##### 2.1.2 企業から見たA/R CDM

A/R CDM事業は、当然ながら地域住民の経済に貢献するプロジェクトでなければ受け入れてもらえない。植林プロジェクトでは、プロジェクト対象地が数百haから数万haとなるので、対象地内には多くの地域住民が生活している場があり、その生活向上策の導入が必須条件である。経済貢献策としては、プロジェクト対象地からの木材生産・販売による収入、林業労務による賃金収入、木材以外の生産物の販売収入、生産物の加工販売による収入等がある。

木材を生産する場合重要な点は、生産された木材の加工・販売をどうするかである。植林する費用を調達しても生産物が売れなければ、住民の植林意欲はなくなり次代の植林は行われず、持続可能性はなくなってしまう。早生樹植林の場合、木材は短期間で成長し且つその出材量は膨大なため、プロジェクト対象地域周辺だけでの消費では生産量が多すぎて処理できない可能性がある。また、製材事業は最小のものだと小型の丸鋸とオートバイのエンジンだけで開業できるので開業投資費用は小さくて済み、地元住民にも十分開業の可能性はあるが、品質が一定でない、販売チャンネルがない、処理能力が小さいなどの理由から、地域産業として発展維持させるには限界がある。これへの対処のためには、資金力があり、木材加工製品の製造販売、開業ができる大規模な木材加工工場（企業）の協力が必要である。木材以外の産物も同様に、強固な流通組織がなければ生産しても収入にならず、持続的発展が望めないことになる。

以上のようにA/R CDM事業は単に吸収源である森林を造成するだけでなく、近隣の零細住民を巻き込んだ地域開発事業に等しい。

木材生産を伴わない、環境修復、環境維持等を目的としたいわゆる環境植林は中途の地域住民の収入を如何に捻出するかがポイントであるが、地域住民の大きな人口を維持できるほどの、付加価値の高い木材以外の産物は容易には得られない。環境修復・維持目的であっても、木材生産活動とバランスよく組み合わせた植林方法を選ぶ必要がある。

### 2.1.3 非 Business as Usual との整合性と問題点

COP9でCDM事業は通常の事業の範囲で可能な(Business as Usual)プロジェクトは認められないことが確定した。Business as Usualの定義はきわめて曖昧である。IRRが排出権の販売により好転する論法を利用することが一般的であるが、植林の場合は通常のビジネスの常識的タイムスパンよりずっと長い期間プロジェクトを継続するための維持管理上の金銭的リスクも大きい。その他カントリーリスク、政治・経済的なリスクを考慮に入れねばならない。

CDM適格性の中でもあいまいでかつクリアするのに厳しいのはこの規定である。通常の事業では植林できないところというのは、土壌が極めて悪い、生物的境界を超える乾燥、極めてアクセスの悪い僻地などしか残っておらず、このような場所で事業を起こすためにはクレジットが高くなければ成り立たないが、次の補填問題によってクレジットが極めて安いものしか考えられない現状では、矛盾した要件である。

このような厳しい条件であるが、通常植林は、CO<sub>2</sub>蓄積に費用と時間がかかる、維持管理上の金銭的リスク・保安上のリスクが長期間続くなど、不利な条件が数え切れない。これらのリスクは評価が困難なので、事業を単にIRRだけの問題としては片づけられない。

### 2.1.4 クレジット補填の問題

COP9で決定した事項の中でAR-CDMの進展にもっとも大きなマイナスの影響を与えるであろうと思われるのが、プロジェクト終了時の補填の問題である。その中でも誰が補填をするのが明らかでないことである。

プロジェクト開発者、クレジット購入者、事業投資者としては、プロジェクト期間終了と共に(ICERの場合)または約束期間終了ごとに(tCERの場合)クレジットの補填をしなければならないのであれば、長期リスクを負ってまでプロジェクトを実施することはない。さらに、この補填をプロジェクト開発者の責にするならば誰一人開発しないであろう。またクレジットの買い手もないので価格もきわめて安い(ない?)と予想される。

この解決案として、最終的なクレジットの受益者は条約の当事者である国であるわけであるから、国がその補填の責を負うべきと考えられる。

#### 3 . COP10 で決まったルール

平成16年12月6日(月)から17日(金)までアルゼンチンのブエノスアイレスにおいて、気候変動枠組条約の第21回補助機関会合(SBSTA21)と第10回締約国会合(COP10)が開催され、条約締約国167カ国、国際機関、NGO等からオブザーバーも含め約6200名が参加した。日本からは、小池環境大臣ほか外務省、環境省、経済産業省等から関係者が多数参加した。

小規模 CDM 植林のルール及び促進方策の合意形成について議論の結果、簡素化されたルール及びホスト国のキャパシティービルディングのための支援策等を内容とする決定が17日のCOPで採択された。その内容は以下のとおりである。

##### 3 . 1 小規模 CDM 植林の簡素化されたルールの概要 (通常規模 CDM 植林との比較)

###### (1)小規模 CDM 植林の規模

年間吸収量が平均で8キロトンCO<sub>2</sub>以下のプロジェクト。面積では植栽樹種等にもよるが、約300~1,000ヘクタールの植林に相当する。

###### (2)計測方法の簡素化

吸収量の計測等において、通常規模 CDM 植林の場合は実測が必要であるが、小規模 CDM 植林では、既定値を活用し実測を省略することが可能である。

###### (3)低廉な費用

小規模 CDM 植林では、プロジェクトの登録費用などを、通常規模 CDM 植林より低めに設定する。

##### 3 . 2 各論

以下、決定事項の各論は次のとおり。

###### 3 . 2 . 1 ベースライン

- (1) ベースラインに顕著な変化が起こらないことを示せる場合は、プロジェクト開始前に測定した現存する炭素蓄積をクレジット期間中一定と見なすことができる。
- (2) 顕著な変化が想定される場合は、理事会により開発される簡素化されたベースライン方法を活用することが必要である。
- (3) 理事会は、草地、農地、湿地、居住地の4タイプから森林に転換される活動の簡素化されたベースライン方法を開発する。COP/MOP1(2005年12月頃開催)での開発を目標とする。
- (4) 理事会で開発した簡素法かプロジェクト独自の方法のどちらでも使用することができる。

【当プロジェクトとの関連性】

過去の土地利用に変化がないこと（ずっと農地だった）、今後大きな変化（開発プロジェクトなど）がないことを示す地元行政の文書や証明書によって、“ベースラインに顕著な変化が起こらないことを示せる”であろうと考えられる。

3.2.2 モニタリング

- (1) ベースラインのモニタリングは必要ない。
- (2) 理事会は簡素化されたモニタリング方法を COP / M O P 1 までに開発する。

【当プロジェクトとの関連性】

理事会が今後示す簡素化したものか、今検討中の通常規模のモニタリング方法論をそのまま利用すればよいと考えられる。

3.2.3 リークージ

- (1) プロジェクト実施により各種活動や人の排除がプロジェクト境界外で起こらないことを証明できる場合等は、排出が増加するとしても、計測は必要ない。
- (2) それ以外の場合は計測が必要で、理事会は計測のためのガイドラインを開発する。

【当プロジェクトとの関連性】

現在検討中のプロジェクトは農民と共同のもので、井戸の建設による農業生産の増加が期待できるため、バウンダリー外に人が出て行くことはないと言える。社会経済調査の結果でも、農民は井戸を強く望んでおり、農業を継続したいと考えていることが明らかとなっている。よって、リークージの計測は不要と思われる。

3.2.4 環境・社会経済影響の分析・評価

環境・社会経済影響の分析を実施し、仮に顕著なマイナス影響があると考えられる場合は、規模に応じた、評価を実施する必要がある。

3.2.5 バンドリング（複数の小規模プロジェクトを束ねて1回で申請する）

- (1) 3 基準（同一プロジェクト参加者、過去 2 年以内の登録、最も近い境界の距離が 1 km 以内）を同時に満たす場合は、デバンドリング（もともと大きなプロジェクトを分割したもの）と判断され、小規模プロジェクトとして認められない。
- (2) 有効化、検証・認証に係る費用を削減するために、複数のプロジェクトの提出を

### 第3章 COP10 で決まったルール

調整することに関心があるプロジェクト参加者に対して、締約国が支援（調整）を行う。

#### 3.2.6 その他

- (1) 有効性審査、認証・検証：同一の指定運営機関が実施することができる。
- (2) 追加性：理事会は追加性に関するバリアを排出源 CDM を参考に開発する。
- (3) 低所得者層の参加の証明：低所得者層の参加の有無はホスト国が決定する。政府承認が得られた段階で、証明されたとみなされるだろうとのこと。
- (4) 課金等 途上国支援のための課金（通常規模では2%）は差し引かず、CDM制度運営のための課金及び登録費用は低めに設定する。
- (5) 小規模の閾値：各検証期間（5年）において、予想される純人為的吸収量の年平均値が8キロトンCO<sub>2</sub>を越えないこと。平均で年間8キロトンCO<sub>2</sub>を越える吸収量があった場合、超える部分についてはクレジットの発行は不可となる。

#### 3.3 COP10 の決定に対するインドネシア政府の見解

インドネシア林業省 Senior Advisory to the Minister of Forestry on Forestry Partnership Dr.Sunaryo 氏のコメントとして、COP10 小規模植林 CDM のルールに関する決定はインドネシア政府として賛同できるもので、小規模植林 CDM はインドネシア国に適していると判断できるとのことである。

#### 4 . 吸収源 CDM 活動の進展

##### 4 . 1 Belize から提案された新方法論

##### 4 . 1 . 1 事業の概要

( 1 ) 事業の名称 : The Mountain Pine Ridge Reforestration Project ( マウンテンパインリッジ再植林プロジェクト )

( 2 ) 事業カテゴリー : 吸収源活動

( 3 ) 事業のタイプ : 再植林活動

( 4 ) 事業の目的 : 虫害で失われた森林を再植林し、持続的な森林を創出する。同時に山火事の防止活動を実施する。

( 5 ) 植栽樹種 : 郷土樹種 *Pinus caribaea var. hondurensis*

( 6 ) 植栽方法 : 栽植密度 1300 本/ha、伐採時 780 本/ha

( 7 ) 対象地の概要 :

Belize 国の Mountain Pine Ridge 保存林 51976.8ha の内、8707ha が対象である。Belize 政府が資金を出して、2002 年にパイロット植林を開始している。降雨量は 1500mm ~ 2000mm で、6 ~ 1 月の雨季には 150 ~ 250mm/月の降雨がある。2 ~ 5 月の乾季の降水量は 50 ~ 100 mm/月である。

( 8 ) プロジェクト参加者 :

ベリーズ政府、カナダ政府、Sivilviculture Belize Ltd. Brinkman & Associates Reforestation Ltd. The Mountain Pine Rodge Forestry Company Ltd.

( 9 ) プロジェクト期間 : 2002 年 8 月から 30 年間

( 10 ) 技術移転 : 種子、育苗技術、植林技術などが提供される。

( 11 ) 持続可能な開発 :

このプロジェクトは持続的な森林を確立することにある。このプロジェクトがなければ Belize 政府にはこの森林を回復させる十分な費用はなく、植林は実施されない。また、CER がなければ赤字となり、投資はなされないとしている。

##### 4 . 1 . 2 CDM 要件

( 1 ) プロジェクト期間 : 30 年

( 2 ) クレジットの種類 : I-CER

( 3 ) 対象とする温室効果ガス : CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O

( 4 ) 対象とするカーボンプール : 地上部及び地下部のバイオマス。枯死木、土壌有機物は含まないとしている。

( 5 ) CO<sub>2</sub>吸収量 : 212t-CO<sub>2</sub>/ha、8707ha、合計 1,848,000net t-CO<sub>2</sub>

## 第4章 吸収源 CDM 活動の進展

(6) 森林の定義：ベリーズの森林の定義は樹幹率 30%以上、面積 0.05ha 以上、樹高 5m

(7) ベースライン及びモニタリングの方法：

吸収源による温室効果ガス吸収量の推定は、まず象地を階層に分け、それぞれ高木、灌木、草本のバイオマス量を計算し、合計したものを吸収量とする。樹木は、樹幹数、平均樹高、胸高直径から材積を計算し、炭素固定量に換算する。全体面積の 2%のエリアについて調査を実施する。灌木、草本は被覆面積をモニタリングし、あらかじめ与えられた単位面積当たりのバイオマス量をかけて計算する。単位面積当たりのバイオマス量は IPCC の Good Practice Guidance for LULUCF に順じて測定しておく。

(8) ベースライン：

灌木、草本による吸収量から、火事による二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素の排出量を引いたものをベースラインとしている。プロジェクト開始直後の 2002 年 26.4t-CO<sub>2</sub>/ha であるが、その後漸減し、10 年後は 17.0、20 年後は 14.6、プロジェクトが終了する 30 年後は 12.1 t-CO<sub>2</sub>/ha である。

(9) リークージ：

火事の防止に関わる管理活動によるリークージ(プラスのリークージ)とプロジェクト外の地域での木材収穫パターンの変化によるリークージ(マイナスのリークージ)を特定している。プロジェクト開始 10 年間は、火事の防止に関わる管理活動によるリークージが 10 t-CO<sub>2</sub>/ha 程度発生するが、それ以降はプロジェクト地域での収穫が始まり、地域の伐採量が減った分がマイナスリークージとなる。結果として、10 年以降はマイナスリークージがプラスリークージを上回り、最終的に計算に供されるリークージはゼロとなる。

(10) 新規方法論の適用範囲：

適用範囲は、自然回復、天然林再生を目的とした再植林活動で、産業造林としては実施されない植林活動である。土壌炭素が低く増加も期待できない。条件としては、山火事のリスクがあり、土壌、気象条件が悪い場所で、植林がなければ防火対策がとられず、また、CER による収入がなければ経済性がない長期プロジェクトである。

(11) 方法論の適用方法

次のステップでまとめる。1) 政策(国際、国、地方)の特定、2) プロジェクト対象地の階層化とサンプリング、3) バイオマス最大蓄積量の決定、4) 火事の発生モデル、5) 火事による攪乱(バイオマスの損失)係数の計算、6) 現在のバイオマス量の計算と将来のバイオマス量の算定、7) 全階層の合計、8) 火事によるメタン、亜酸化窒素発生量算定、9) 各階層、各時期における温室効果ガスの収支バランスを計算、10) 管理されたシナリオでの温室効果ガス排出量を計算、11) リークージ量の算定、12) 温室効果ガスの収支バランスの算定

## 第4章 吸収源 CDM 活動の進展

### 4.1.3 CDM A/R ワーキンググループの評価

#### 4.1.3.1 ベースライン方法論

重要な要求事項が満たされていないとして、承認されなかった。

吸収源による温室効果ガス吸収量の推定が完全にできない。それは、次の内容についての考察が正しくないことによるとしている。

#### (1) ベースラインシナリオを決めるためのアプローチの選択

経済的に魅力的な土地利用がないとすると、もっとも起こりやすいシナリオは自然遷移である。投資及び経済的アプローチについて検討されていないが、まず検討した上でそのアプローチを破棄する必要がある。また、プロジェクト対象地だけでなく、近隣を含めたより広い地域が CER による収入に依存することになっている。IRR 分析によって追加性を示すならば、CER の収益が依存するすべての条件を含めて評価する必要があるだろう。

#### (2) ベースラインの温室効果ガス吸収量を推定するための方法

植林地の準備作業からの排出がカウントされていない、推定方法が不確かである、プラスのリーケージはカウントできない、炭素固定量の変化以上の GHG ベースライン排出はカウントできないなどの不具合がある。

#### (3) ベースラインを決めるための国や地方の政策や状況

#### (4) 実際の温室効果ガス吸収量の決定

#### (5) カーボンプールと温室効果ガス

#### (6) プロジェクトバウンダリー：森林の定義に基づく適格性を示すツールが記述されておらず、明確でない。

#### (7) リーケージ

プラスのリーケージはカウントしてはいけない。対象地からの出材によるマーケット効果は植林の減少などマイナスリーケージを発生させる。プロジェクトバウンダリー外の排出（移動や住宅建設）がリーケージとして発生する。また、計算式やアルゴリズムが不完全である。

#### (8) ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオが異なることを正しく示していない。

#### 4.1.3.2 モニタリング方法論

ベースライン方法論の問題がモニタリング方法論に影響しており、ベースライン方法論と分けて判断することができない。この方法論が適当でない理由は次のとおり。

#### (1) この方法論では人為的な温室効果ガスの総吸収量、実際の温室効果ガス吸収量が正しくモニタリングできない。

## 第4章 吸収源 CDM 活動の進展

- (2) この方法論の適用条件が十分特定されていない。このプロジェクト特有のものである。
- (3) 公式などにはっきりしない点やエラーがある。
- (4) リーケージに対する説明がない。
- (5) プロジェクトバウンダリー、カーボンプール、温室効果ガスの考察が不適當である。

### 4.2 Brazil から提案された新方法論

#### 4.2.1 事業の概要

- (1) 事業の名称 Reforestation Project Using Native Species Around AES-Tiete Reserviors (AES-Tiete Reserviors 貯水池周辺の天然樹種を用いた再植林プロジェクト)
- (2) 事業カテゴリー：吸収源活動
- (3) 事業のタイプ：再植林活動
- (4) 事業の目的：水力発電所貯水池の周辺の緑化、水源涵養、生物多様性
- (5) 植栽樹種：天然植生構成主から選んだ樹種のうち、先駆樹種 40 種とその他の樹種 40 種を組み合わせ、計 80 種類を植栽する。
- (6) 植栽方法：500ha ずつ 9 年間植栽する。
- (7) 対象地の概要：ブラジル、Sao Paulo 州 Tiete 川流域の貯水池周辺の土地、4,188ha が対象である。標高約 1000m、太平洋から 22km 内陸に位置する。平均気温 25 で、降雨があるのは夏季のみで冬季はほとんど雨が降らない。
- (8) プロジェクト参加者：AES-Tiete S/A 水力発電事業者。(ユニラテラル CDM にある。)
- (9) プロジェクト期間：2005 年 1 月から 1 日から、40 年以上としている。
- (10) 技術移転：種子、育苗技術、植林技術などが提供される。
- (11) 持続可能な開発：このプロジェクトは持続的な森林を確立することにある。このプロジェクトがなければ Belize 政府にはこの森林を回復させる十分な費用はなく、植林は実施されない。また、CER がなければ赤字となり、投資はなされないとしている。

#### 4.2.2 CDM 要件

- (1) プロジェクト期間：30 年
- (2) クレジットの種類：I-CER
- (3) 対象とする温室効果ガス：CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O
- (4) 対象とするカーボンプール：地上部樹木、枯死木、リター、及び地下部のバイオマ

## 第4章 吸収源 CDM 活動の進展

ス、土壌有機物。

(5) CO<sub>2</sub> 吸収量：42t-CO<sub>2</sub>/ha、4,188ha、合計 5,287,550net t-CO<sub>2</sub>

(6) 森林の定義：ブラジルの DNA ができていないが、COP9 の決定に基づき樹幹率 40% 以上、面積 0.05ha 以上、樹高 5m を採用したとしている。

(7) ベースライン及びモニタリング

方法論の選択と GHG 吸収量の推定方法は下記の通り。

1989 年と 2004 年のランドサットイメージにより、土地利用変化を分析する。

ベースライン条件下での人為的な変化を特定する。

国際的、国、地方レベルの政策の特定、プロジェクトの追加性の決定、ベースラインシナリオ決定

層別化とサンプリング

GIS や地図、現地調査により土地の層別化し、マップを作成する。

最大バイオマス量の決定

各層ごとに現在の全バイオマス量を算出

すべての層と各期間における全バイオマス炭素量を計算

二酸化炭素当量に換算し、温室効果ガスバランスを求める。

管理条件下における二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素の人為的排出量を計算する。

トータル GHG バランスを算定する。

(8) リークージ：なしとしている。

(9) 新規方法論の適用範囲

天然林再生が目的で、産業造林ではない。CDM がない場合に経済性がなく、生物多様性に貢献する、自然植生構成種による植林活動であるとしている。

### 4.2.3 A/R ワーキンググループの評価

#### 4.2.3.1 ベースライン方法論

重要な要求事項が満たされておらず、吸収源による GHG 吸収量の推定が完全に実施することができない。下記の項目が十分に考察できていないことによる。

(1) ベースラインシナリオの選択

最も可能性の高い土地利用をベースラインのシナリオとして選択しているが、その他のシナリオの分析と最も可能性の高い土地利用をシナリオとして選択した理由についての記述がない。まず歴史的な土地利用変化が分析されるべきである。ブラジルの制度では水力発電の貯水池から 100m の範囲は植林しなければならないが、このプロジェクトがこれに該当するかどうかははっきりしない。

## 第4章 吸収源 CDM 活動の進展

### (2) 純吸収量を計算するための方法(公式、アルゴリズム、モデル)

計算式、アルゴリズム、モデルが十分に提供されていない。プロジェクトシナリオがベースラインシナリオとなぜ違うか記述がなく、ベースラインシナリオの決定の論拠が不十分である。方法論のキーとなる側面が正確に記述されておらず、将来の炭素貯蔵量や GHG 排出量の変化を推定する方法が説明されていない。

### (3) ベースライン選択のための国及び地方の政策

国及び地方の政策をどう評価するのか記述がない。情報収集だけでは不十分である。

### (4) 実際の全吸収量の決定

### (5) カーボンプールと GHG

すべてのカーボンプールを対象としているが、方法論ではすべてのカーボンプールを扱いか、一部のみ扱うのが特定されていない。

### (6) プロジェクトバウンダリー

ランドサットデータは画像が粗すぎて土地の適格性を解析するには不十分である。

### (7) リークージ

可能性のあるリークージの種類とそれを解析するツールが提供されていない。

### (8) 計算式、アルゴリズムが不明確

### (9) ベースラインシナリオとプロジェクトシナリオが異なることを示していない。

## 4.2.3.2 モニタリング方法論

ベースライン方法論に問題があり、それがモニタリング方法論に影響している。承認できない主な理由は次の通り。

### (1) この方法論では純人為 GHG 吸収量と実際の純 GHG 吸収量が適正にモニタリングできない。もっと詳しく述べられるべきである。また、土壌炭素が省略されたことに対する説明がない。

### (2) モニタリング方法論の適用条件が不明確である。

### (3) 公式の一部が不適切である。サンプリング数はそれぞれのカーボンプールに対して別々に設定されるべきである。また、灌木や草地のバイオマス推定のためのサンプリング数は少なすぎる。計算に使用されるデータの出典がなかったり、パラメータの説明がなかったりする場合も多い。

### (4) リークージの記述がなく、リークージがない理由もない。

### (5) バウンダリー、カーボンプール、GHG についての考察が不適切。GHG 排出について他に考慮すべきものがある。例えば植林活動(種子の収集、苗畑の管理、施肥など)に関する排出が記録されるべきである。モニタリング、現場視察、防火活動などで消費される燃料から排出する GHG についても考慮されるべきである。

## 5 専門家コメント

### 5.1 小林紀之教授 日本大学法科大学院法務研究科

(1) 日時：2005年1月14日

(2) 要点

- 企業によるCDMを行う目的は、クレジット売買による収益、排出枠義務への対応がある。
- CDMの本来の目的は「企業等によるCO<sub>2</sub>削減努力のひとつ」であり、必ずしも取引で利益を得るためのものではない。また、途上国の持続的発展への貢献の精神を見失ってはならない
- クレジット価格の将来予測は不透明で誰にもわからない。高くなる可能性も否定できない。

(1) 植林CDM全般について

企業によるCDMを行う目的

- 主に次の目的が考えられる。クレジットの売買による収入、排出削減義務や排出枠設定に対する対応
- CDMの本来の目的は「企業等によるCO<sub>2</sub>削減努力のひとつ」であり、必ずしもクレジットを売買するためのものではない。将来的に企業に排出削減義務（排出枠）が課されたとした場合、「国内で削減に必要な経費＝限界削減費用（高い）」と、「海外でCDMプロジェクトに掛かる経費（安い）」との差が、企業にとってのインセンティブとなる。
- 排出削減義務（排出枠）を達成するために、単に排出量取引を通じてお金で解決するのは企業イメージに良くない。企業のそのような態度は、株主、お客様の理解を得られにくいと思われる。CDMプロジェクトを実施したいというニーズは排出削減の難しい企業などに必ずある。
- 業界あるいは個々の企業が自主的に決めている削減目標を達成するために行われる可能性もある。国内で削減するコストより途上国で植林を行ったほうがコストが安い。

(2) CDMの実施についての考え方

CDMの精神の第一義は途上国の持続的な発展に資すること（環境保全、社会貢献）である。第二義がCO<sub>2</sub>の吸収である。このことを見失ってはならない。

CDMの基本は、削減をコストの安いところで実施することにある。また、途上国でGHG削減プロジェクトを実施するための資金を少しでも補うためにCDM

という制度がある。そこで金儲けをしようという目的だけなら、CSRの観点から見ても社会的に受け入れがたいといえる。

プロジェクト実施の是非は、経済性、排出枠義務、自主目標の遵守、企業ブランドの向上などを総合的に判断して決める必要がある。

### 5.2 東北大学 明日香寿川 教授

#### (1) 要点

CDMクレジットの価格は、ロシアからのAAU供給量、京都議定書の時期枠組みに大きく影響する

CDMプロジェクトの品質によってクレジット価格が影響される。

持続的発展に寄与するプロジェクトなどのクレジットは高くなる可能性がある。

#### (2) CDM全般の見通し

- CDMのプロジェクト数が少ない主な原因として、仕組みがわかりにくい、市場が無い、クレジットの価格安いことが挙げられる。
- 京都議定書の次期の枠組みが決まっていないこともCDMの通しを不透明にしている。その決定次第でクレジットの価値が変動すると予想される。
- 需給バランスの見通しについては、ロシアがホットエアーを全量供給すると供給過剰になる。しかし、ロシアもロシア国として最大限ベネフィットがある供給方法を検討しているはずである。ロシアの利益が最大限になるのは、ロシアのホットエアーの3割を市場に供給したときという報告がある。ロシアの動向が価格決定に大きな影響を与えるのは間違いない。ロシアから出てくるAAU(ホットエアー)はコストゼロのクレジットであり、コストのかかるCDMによるクレジットの脅威となる。
- GIS(Green Investment Scheme) グリーンAAUが今後市場に出てくる可能性がある。これは、ただのAAUではなく、売上金の用途をCO2排出削減事業(ハードGIS)や環境保全事業(ソフトGIS)に限定したもので、政府がファンドを作り、用途を明確にするものである。東欧諸国がロシアのAAUに対抗して売り出しているもので、価格競争力ではロシアのAAUにかなわないため用途で付加価値をつけている。
- CDMの市場を育てるためには、価格の維持が必要と考えている。値段が安ければ誰も実施しない。
- 価格を維持するために、供給側、需要側それぞれでできることがある。例えば、中国は供給を絞って価格を上げたいと考えている。需要側で価格維持のために買

い支えることができるのではないかと考える。

- 国際社会において、CDM は良い仕組みであるという共通の理解があることは間違いない。ただ、CDM を育てるためには、次期枠組みにおいても先進国の数値目標が必要である。数値目標が無ければクレジットが高く売れず市場が育たない。CDM は推進すべきだが、排出枠はいけないというのは矛盾している。
- 将来、発展途上国の排出枠の設定も必要になる。発展途上国に排出枠を設定するために、経済や温室効果ガス排出量が一定水準以上になったら参入する（下記）などのルールづくりが必要であろう。

経済水準が高く排出量が多い国	排出枠を設定する
経済水準、排出量が中程度の途上国	自主目標を設定する
経済水準、排出量が小さい国	制限なし

### （3）クレジットの品質と価格

- クレジットの価格は、コスト（生産原価）が考慮されていない。排出権としての価格ありきである。
- クレジットの品質による価格差が発生すると考えてよい。つまり、品質の良いクレジットは価格が高くなり、品質の悪いクレジットは安くなる。“温室効果ガス排出量（権）の品質評価手法に関する調査”（明日香教授の調査報告 <http://www.tech.nedo.go.jp/index.htm> でダウンロード可能）の中で、日本企業、欧米企業を対象とした調査の結果では、クレジットの品質を重視し、品質によって価格差が生じると回答した回答者が多かった。
- 品質には、汎用性、リスク、持続可能な発展への貢献、有効期限の長期性、追加性など多くの要素がある。
- 欧米企業へのアンケート調査では、クレジットの汎用性、長期有効性を重視する傾向がある。使いやすいクレジットは価格が高くなる可能性が高い。
- リスクのあるところには格付けが生じるが、すでにその試行が始まっている。例えば、ポイントカーボン社は格付けを公表しており、リスクを重視したものとなっている。
- NGO（CDM ウォッチなど）の活動（プロジェクトの評価）もリスクのひとつと考えられる。評価が悪いプロジェクトからのクレジットは値を下げることも考えられる。

### （4）植林 CDM のクレジット価値

- CDM のクレジットに対するコストを考慮する必要がある。植林についてはコストが安いと言える。
- 有効期間があること、補填義務があることから植林 CDM によるクレジットはディ

## 第5章 専門家コメント

スカウントされると考えられている。また、植林 CDM によるクレジットは、「将来どのように扱われるか」というリスクが一番大きい。

- “温室効果ガス排出量（権）の品質評価手法に関する調査”では植林 CDM によるクレジットは低い評価となった。ただし、エネルギー関連 CDM の評価を念頭に置いたもので、植林 CDM のクレジットに対してそのまま当てはめられるわけではない。植林についてはその特殊性を十分評価する必要がある。
- 植林 CDM は長期間土地を利用することが問題とされている。（ブラジルなどの主張）単一樹種による一斉造林や植林による住民排除が行われることから、植林に対するイメージは一般的に良くない。
- “温室効果ガス排出量（権）の品質評価手法に関する調査”の中で日本企業を対象とした調査の結果では、植林などの森林プロジェクトはバイオガス・バイオマス、風力発電などと同様により望ましいプロジェクトと見ていることが明らかとなった。
- ホスト国の持続的な発展に寄与するプロジェクトであれば、クレジット価値が高くなる可能性がある。

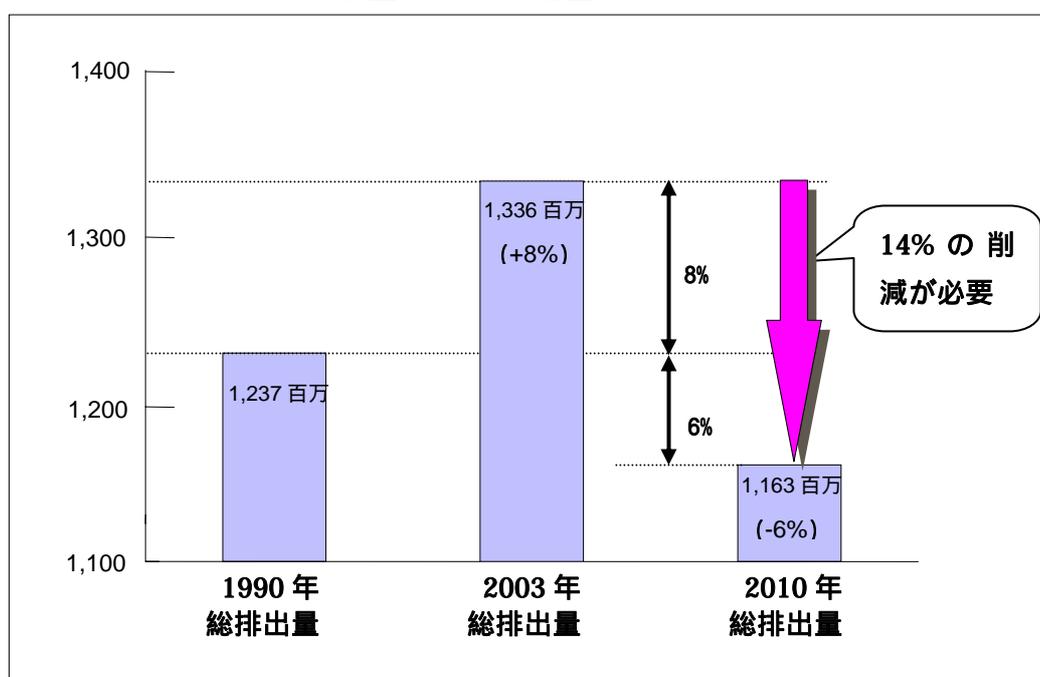
6. CERの需給関係と価格

6.1 日本の排出量と排出源 CDM事業での供給量

6.1.1 日本におけるCO<sub>2</sub>排出量の推移と削減義務

京都議定書により、日本は2008～2012年（第1約束期間）のCO<sub>2</sub>総排出量を京都議定書基準年（1990年）比で6%削減する必要がある。しかし、わが国の2003年度のCO<sub>2</sub>総排出量は13億3,600万トンで、京都議定書基準年（1990年）比8.0%増となっている。すなわち、 $8.0\% + 6\% = 14.0\%$ （1億7,300万トン/年）の削減が必要な状況であった。

図6-1 日本のCO<sub>2</sub>排出量と削減すべき量



6.1.2 日本国内の温暖化対策

2002年3月に「地球温暖化対策推進大綱」が改訂された。その中で示された温室効果ガス別の削減目標量は以下の通りである。

## 第6章 CERの需給関係と価格

表6-1 温室効果ガス別の削減目標量（パンフレット「STOP THE 温暖化」環境省より）

区分	目標
エネルギー起源の二酸化炭素	0.0%
非エネルギー起源の二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素	0.5%
代替フロン等3ガス	+2.0%
革新的技術開発、国民各階層の更なる地球温暖化防止活動の推進	2.0%
森林経営等による吸収量の確保	3.9%
京都メカニズム	
合計	6.0%

日本は上記削減目標に音月、自国内で省エネ等により排出を抑制するか、もしくは京都メカニズムを用いて不足分を穴埋めしなければならない。国内の排出量は依然増加傾向にあることから、政府は追加的施策の策定を迫られると共に、京都メカニズムの活用が有望な選択肢のひとつとなりつつある。なお、この「地球温暖化対策推進大綱」は現在見直しが進んでいる。

### 6.1.3 日本におけるCDM事業に関する情報

現在、CDM 先行事例として、日本政府による承認済みの案件が8件ある。いずれも温室効果ガス排出を削減する事業で、植林事業はまだない。

表6-2 日本政府による承認済みの案件と年間削減量

企業名	ホスト国	種類	規模
豊田通商	ブラジル	バイオマス発電	約 1,130,000 t-CO <sub>2</sub>
電源開発	タイ	バイオマス発電	約 60,000 t-CO <sub>2</sub>
イネオスケミカル	韓国	HFC23（フロン）の破壊	約 1,400,000 t-CO <sub>2</sub>
関西電力	ブータン	小規模水力発電	約 500 t-CO <sub>2</sub>
日本ベトナム石油	ベトナム	油田ガス有効利用	約 680,000 t-CO <sub>2</sub>
住友商事	インド	HFC23（フロン）の破壊	約 3,380,000 t-CO <sub>2</sub>
中部電力	タイ	初殻発電プラント	約 84,000 t-CO <sub>2</sub>
電源開発	チリ	天然ガス利用	約 14,000 t-CO <sub>2</sub>
合計			約 6,748,500 t-CO <sub>2</sub>

## 第6章 CERの需給関係と価格

上表にある住友商事とイネオスケミカルの2案件は既にCDM理事会(CDMプロジェクトを管理監督するための国連機関)に受理されている。現在、パブリックコメントを受付中であり、順調であれば2004年中に第1号のCDMプロジェクトとして正式に「登録」される見込みである

### 6.2 CERの種類別想定価格

#### 6.2.1 クレジットの需給予測

経済協力開発機構(OECD)の報告書によると、現在、既に世界48カ国で160以上のプロジェクトがCDM事業として計画中あるいは進行中である。それらの事業全体で、2008年以前には約5,000万トン、第一約束期間には年間約3,200万トンの削減が実現し、それに伴いCERの取引市場は、年間5,000万トン~5億トン規模に拡大すると予想されている。また、CERに対する需要は、現行の対策を継続した場合に第一約束期間に見込まれる実際の排出量と目標排出量との差(排出量ギャップ)がどの程度の規模になるのかによって決まる。OECD報告書では、2010年の附属書国(米・豪を除く)の排出量ギャップは、2億7,500万~8億8,000万トンになるとの試算結果が紹介されている。

以上の結果は、需要(=先進国のCO<sub>2</sub>削減義務量)が供給(=CDMまたはJIによる補填可能量)を大きく上回る可能性を示唆している。そのため、京都議定書が発効した後、各国(特に日本)の省エネによる削減が進まなければ、クレジットが高騰する可能性がある。

#### 6.2.2 ロシアの余剰排出量

先進国合計排出量の17.4%を占めるロシアが、11月18日に京都議定書の批准書を国連に寄託した。旧ソ連崩壊後の経済落ち込みでロシアのCO<sub>2</sub>排出量は大幅に減少し、現在も1990年水準の75~80%にすぎない。ロシアの削減義務は1990年比+0%であるため、その差(余剰分 約6億~7億5000万トン/年)を他国へ売却することができる。この余剰排出枠(ホットエアー)がすべて供給されるとすると、供給が需要を上回ると試算されている。この動向次第で排出量取引の需給バランスが大きく変動することになる。

#### 6.2.3 クレジットの市場価格

##### 6.2.3.1 排出源 CDM由来のクレジットの市場価格

専門家による予測では、Natsource社が2002年に行った企業調査では、第1約束期間に

## 第6章 CERの需給関係と価格

おける排出権の市場価格を5～11 USD/ton CO<sub>2</sub>、平均では約9USD/ton CO<sub>2</sub>と予想している。また、Carbon Market Europe(2003/04)の予測では、2008年の低位予測2.0EUR/t-CO<sub>2</sub>、高位予測45.0 EUR/t-CO<sub>2</sub>、平均10.6 EUR/t-CO<sub>2</sub>としている。

経済モデルによる第一約束期間における市場価格予想も多くの計算結果がある。その結果には、0～15US\$/t - CO<sub>2</sub>と大きなばらつきがあるが、ロシアの動向(バンキングがどの程度行われるか?)による影響が大きいこと、10US\$以下と低迷すると結論付けられている報告が多い。

EU域内排出量取引制度(EU-ETS)が2005年1月から開始された。対象国はEU加盟の25カ国である。排出枠の設定は、発電所、石油精製、製鉄、セメント、大型ボイラー等のエネルギー多消費施設(約12,000施設)が対象で、EUのCO<sub>2</sub>排出量の約45%をカバーする。各加盟国は、排出枠の国家配分計画(National Allocation Plan : NAP)を作成し、EU委員会の承認を受けた上で、対象施設に排出枠(EU-Allowance)を交付する。各施設は各年終了後に、排出量と同量の排出枠を政府に提出しなければならない。この義務を果たすため排出枠の購入、CDM/JIによるクレジット(CER,ERU)も使用できる。守れなかった場合、2005～07年については、排出超過分について40ユーロ(約5,400円)/tCO<sub>2</sub>の課徴金を払うこととなっている。取引対象はEU域内に限るが、相互認証協定を結んだ場合には他の先進国の国内排出量取引制度とリンクすることもでき、すでにノルウェーの国内排出量取引制度とリンクすることが決まり、カナダ、スイス等についてもリンクが検討されている。排出枠(EUA)の価格は、現在、約7ユーロで推移している。

### 6.2.3.2 吸収源 CDM由来のクレジットの市場価格

2003年12月にイタリア・ミラノで開催された気候変動枠組条約第9回締約国会議(COP9)において、CDM植林プロジェクトのクレジット(CER : Certified Emission Reduction)については有効期限を設けることが決定された。期限を迎えて失効したクレジットは、補填しなければならない(=失効するクレジットを、有効な別のクレジットで置き換えなければならない)。そのため、CDM植林プロジェクトで発行・分配されるクレジットは、排出削減事業により得られるクレジットに比べて価値が低くなる可能性が高い。Dutscheke and Shlamadinger(2003)がさまざまなアカウント方式による経済性価値を試算した結果では、CERの使い方がかなり制限されるので、価格が数十%下がるとされている。

また、平成15年度CDM/JI調査事業の報告マダガスカル・トアマシナ州における循環型バイオマスプランテーションの事業化(王子製紙株式会社)では、吸収源CDM由来のクレジット価格について、吸収源CDMによるCERの売却価格を\$0.2/t-CO<sub>2</sub>と極めて低い価格で予想しているのに対し、補填クレジットの購入価格を\$16と高く予想している。

### 7. 事業の詳細

#### 7.1 事業の要約

##### 7.1.1 事業参加メンバーと役割分担

Kutai Timber Indonesia 社（以下「KTI 社」という）はインドネシア共和国東ジャワ州プロボリンゴ県に所在する、合板製造と木材加工を行う製造業者である。本プロジェクトは KTI 社と、プロボリンゴ県内 4 郡の地域住民（大半が農民）とそのリーダーである私立プロボリンゴ大学学長（以下「学長」という）とで、地域住民の所有する既存農地 1,500ha に植林を進める共同事業である。

住友林業またはその他の出資者が資金を提供し、KTI 社が植林地の管理を行い、学長を中心とする地域住民が土地を提供する。KTI 社は植林事業の労務として地域住民を優先的に採用するとともに、伐採された木材は全量時価で買い取り保証する。

後述の 7.1.2 社会影響調査の中でのべているが、農民一軒あたりの所有土地面積は平均約 1ha であった。この中には所有農地 0.2~0.3ha 以下の小規模農家もあり、それらの小規模農家の人々がアグロフォレストリー方式による CDM 植林事業に参加するかどうかは分からないものの、仮に事業参加者が平均 1ha で CDM 植林事業を行ったとすれば、1,500ha の植林面積を確保するのに 1,500 人が必要である。これらの人々への事業内容の説明、参加希望者の所有地の調査、契約取り付け交渉等には多大な労力を要する。実際にはこれらの業務は KTI 社が行うが、地権者の増加とともに、管理はきわめて難しいものとならざるを得ない。また土地の境界ははっきりしていないものもあるので、後々のトラブルに巻き込まれぬよう参加希望者の所有地の調査は慎重に行う必要がある。

##### 7.1.2 対象となるGHG

対象をCO<sub>2</sub>とし、カーボンプールとして地上部バイオマス、地下部バイオマス、土壌カーボンを継続調査する。リターと枯死木はデフォルト値をゼロ（蓄積しない）とする。また施肥に伴うN<sub>2</sub>Oも検討する。

##### 7.1.3 対象地の特殊性と対策

プロジェクト対象地は過去数十年間はずっと農地であった。この対象地は、乾季に厳しい乾燥が見られ農作物は雨季の 1 作しか栽培できない。プロジェクトではここに灌漑用の井戸を掘削し、乾季にも農作物が栽培でき土地生産性を向上させ地域住民の農業収入の向上を図るとともに、植林した木々にも灌漑用水が行き渡るようにすることで、樹木の成長を促進しCO<sub>2</sub>吸収量を高めようとするものである。

このような灌漑設備を設けても、住民の中には農作物は栽培せず全面に植林し伐採時の収入だけでよいという意見もあるので、事業計画策定にあたっては、植林方式は住民の意見を取り入れ

## 第7章 事業の詳細

ながら、植林木の下で農作物を植栽するアグロフォレストリー方式と、農作物は植えず植林のみを行う方式を用いることとする。事業性の試算をする場合は植林面積は各々750haとした。

この対象地では一般に各農民の所有地・農地の境界には境界木が植栽されていて、ベースラインとして計測する必要がある。各農民は燃料や家畜の餌として、また農作物の日当たりを確保するため境界木の枝おろしや間伐を行っているので必ずしもベースラインが成長しているわけではない。なぜなら過去すでに数十年に渡って農地が継続されていて、もし境界木を成長するに任せていけばすでにならかなりの大木になっているはずであるが、そのようなことはない。このことから明らかに、年ごとの多少の差異はあるにしても、農民達の手で刈られるなどしてほぼ一定のバイオマス量に収まっているとみるほうが妥当である。

### 7.1.4 土地利用権

事業設計上大きな問題となるのが土地の利用に関する権利である。プロジェクトで利用する1,500haの土地はほとんどが地元零細農民の所有である。これをKTI社が借地し植伐計画に従って管理する場合と、土地利用権はそのままで地主が全体の植伐計画に従い育林管理し、伐採時に木材を出資者（KTI社等）と分配する分収造林方式の2通りが考えられる。さらにその分収方法も、出資者が植林・育林費用をどれだけ負担するかで収穫物の分収比率が異なる。いずれの場合がよいかは事業性を検討して、有利な方を優先的に選択することにする。

具体的には事業性に大きな影響を及ぼすのはコストとして変動が発生する借地料（借地しない場合は収穫物の分収比率）と、売り上げの変動としてのクレジット価格であるので、これらの組み合わせによって事業採算性がどのように異なるのかよく検討し、借地すべきか分収造林方式にすべきかを決定する。

### 7.1.5 植林の方法

アグロフォレストリーは樹下に農作物を長く栽培するようにするため、樹木の立木密度は低く維持するものとし、400本/haを標準とし、間伐は行わず、約7±2年程度で伐採する。

植林のみ行うところは植栽密度を1,100本/haとする。

植栽樹種は2方式ともにワルウ(Waru; *Hibiscus* sp.) グメリナ(Gmelina; *Gmelina arborea*)、チーク(Jati; *Tectona grandis*)とする。

### 7.1.6 持続可能性

持続可能な森林経営を基本として、プロジェクト期間中も終了後も、上記の植林～伐採までのサイクルを継続する。このために最も重要なことは、植林した木の買い取り保証である。これがなければ農民は安心して植林を継続できない。なぜなら、1,500haの植林地が順次伐期に達すれば、少なく見積もっても年間数万m<sup>3</sup>の木材が生産されるが、これだけの量を地元住民の需要だけでは捌ききれない。大面積の植林を行う場合は必ず伐採された木材を吸収できるだけの販売先（工場）

第7章 事業の詳細

を確保しその量をコントロールしなければならない。付加価値を高め、加工賃を地元へ還元するためにも工場は地元にあることが望ましい。このような受け入れ態勢が整い土地所有者、工場所有者、出資者間に信頼関係が形成されれば植林事業は自ずと拡大していくと期待できる。

表7-1-1 プロジェクト概要（大規模植林の場合）

条件	項目	概要				
事業の基本的要素	事業の名称	東ジャワ州プロボリングゴ県 CDM 再植林・新規植林プロジェクト				
	事業カテゴリー	吸収源活動				
	事業のタイプ	再植林・新規植林活動				
	事業の目的	CO2 吸収量の増大 産業資源の確保と天然林伐採圧力軽減 灌漑設備による土地生産性の向上と土壌劣化防止 地域社会の生活向上への貢献				
	対象地・面積 バウンダリー	インドネシア東ジャワ州プロボリングゴ県内 4 郡（地図参照）				
		郡名	面積(ha)	方法		
Tongas		500	アグロフォレストリー・産業植林			
Lumbang		500	アグロフォレストリー・産業植林			
Wonomerto		300	アグロフォレストリー・産業植林			
Sumbrasih	200	アグロフォレストリー・産業植林				
計	1,500					
プロジェクト期間	20 年間					
事業形態	事業形態	住友林業、KTI 社、土地所有者（大学学長を中心とする地域住民）との共同事業				
	役割分担	住友林業：事業費出資、技術移転、CDM 管理・手続き KTI 社：事業実施者、モニタリング 土地所有者：共同事業者				
技術	技術移転	先端技術を含む造林、育林、森林管理技術を移転する。				
	持続可能な開発	灌漑用井戸を作設することで乾季の農作物・林木の育成が促進でき、生産性が向上すると同時に、KTI 社が木材の買い取り保証することで農民に再造林する意欲がでてくる。				
事業計画	植栽年度、面積	植栽は次の条件とする。植栽計画面積(ha)				
		地区名	初年度	第2年度	第3年度	計
		Tongas	167	167	166	500
		Lumbang	167	166	167	500
		Wonomerto	100	100	100	300
Sumbrasih	66	67	67	200		
計	500	500	500	1,500		
植林樹種	グメリナ( <i>Gmelina arborea</i> )、Waru( <i>Hibiscus sp.</i> )を中心に、複数樹種の構成とする。					
植林方法	アグロフォレストリー：1,000 本植栽、7 年目までに 400 本/ha まで減らす。 植栽後、植林地全体の蓄積が大きく下降することのないように植栽・伐採計画を立てる。					
用途	製材用、合板用、木質ボード用、地域社会での利用					
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	きわめて積極的。				
	利害関係者の意見	積極的。				
	クレジット期間	1 - CER 20 年				

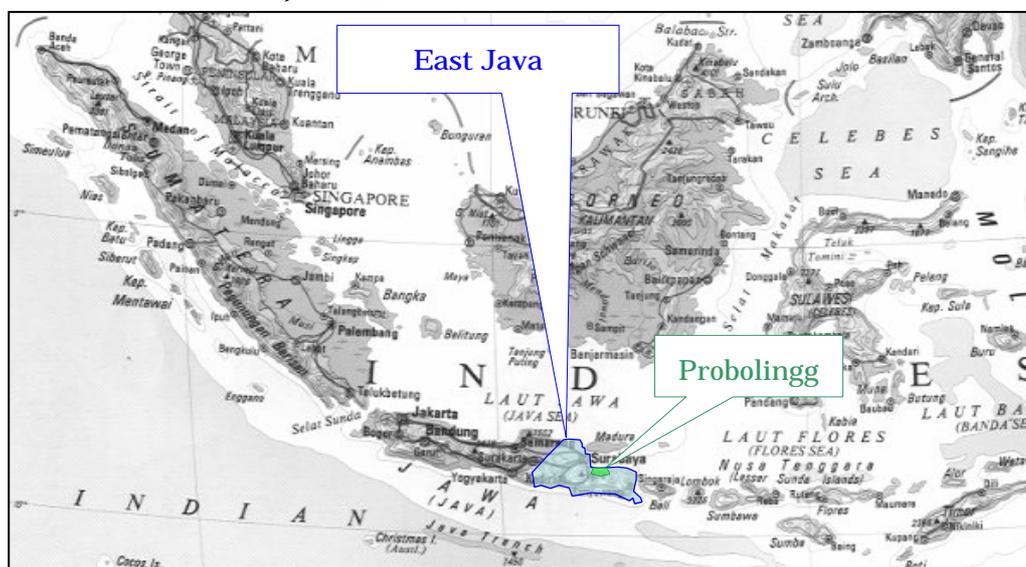
## 第7章 事業の詳細

C D M 要 件	CO2 吸収量	純人為的吸収量=現実純吸収量 - プロジェクト排出量 - ベースライン純吸収量 - リークエッジ
	ベースライン	昨年度から継続調査している、隣接 Pasuruan 県の同様の条件の農地境界木の成長量(乾物重増減量)の値を代用する。
	モニタリング	プロジェクトバウンダリー内のカーボンプールとして地上部バイオマス、地下部バイオマス、土壌カーボンを継続調査する。リターと枯死木はデフォルト値をゼロ(蓄積しない)とする。
	間接影響、リークエッジ	
	環境影響	10,000ha 以上の植林の場合環境影響評価実施義務があるが、今回は 1,500ha なので実施する義務はない。作井の環境影響調査のみを実施した。
	リスク	特にない
	CDM 事業性	クレジット価格 0 ~ 20\$/tonCO2 の範囲で条件を変えて事業性を比較した。
事 業 計 画	計画立案	林業事業計画の手法に基づいて事業計画を立案した。
	シミュレーション	アグロフォレストリー1500ha とし、借地する場合と分収林とする場合の事業性(IRR)を検討した。
	事業計画試算表	本計画書内に A3 版 2 枚を掲載した。

### 7.2 植林事業地

#### 7.2.1 植林プロジェクトの位置

図7-1-1 プロジェクト対象地(インドネシア共和国東ジャワ州プロボリンゴ県)の位置図



## 第7章 事業の詳細

図7-2-1 東ジャワ州地図とプロボリングゴ県の位置



### 7.2.2 植林計画

植林計画面積は下表のとおりである。

表7-2 植栽計画（単位：ha）

地区名	2005年	2006年	2007年	合計
Tongas	167	167	166	500
Lumbang	167	166	167	500
Wonomerto	100	100	100	300
Sumberasih	66	67	67	200
計	500	500	500	<b>1,500</b>

### 7.2.3 植林地地図と各郡の配置

4つの郡（Kecamatan）は下図網掛け部分で、行政区画界が接している。

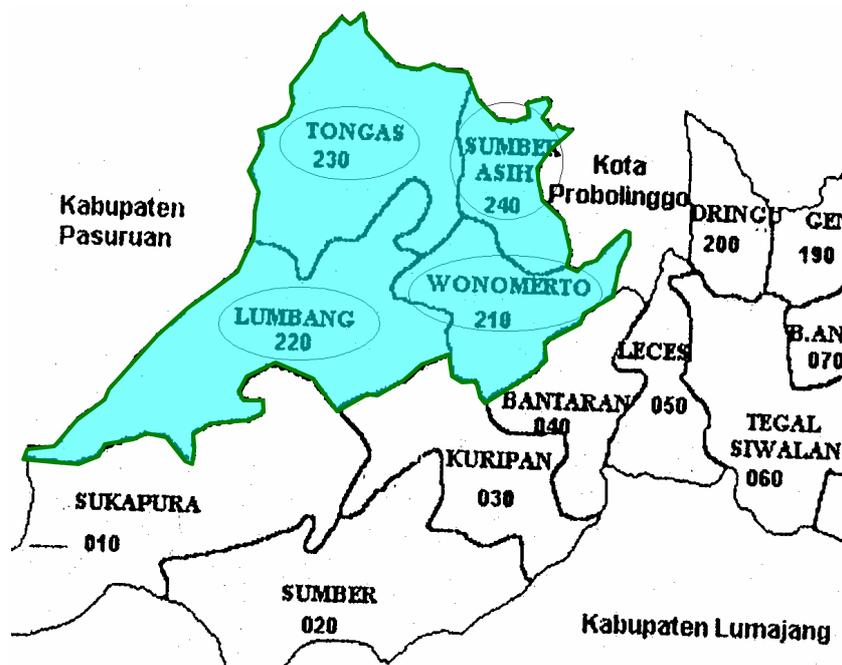


図7-3 植林地の位置(4つの郡(kecamatan)で行う)

7.2.4 植林対象地の現況

7.2.4.1 各郡の行政区画面積、人口

4郡の面積、人口、世帯数、人口密度を下表に示す。

表7-2-1 4郡の面積、人口、世帯数、人口密度

地区名	面積(ha)	人口	世帯数	世帯人数	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )
Wonomerto	4,566.84	30,840	8,881	3.47	675
Lumbang	9,271.00	27,095	7,261	3.73	292
Tongas	7,795.20	56,775	16,571	3.43	728
Sumberasih	3,025.41	49,023	10,999	4.46	1,620
合計/平均	24,658.45	163,733	43,712	3.75	664

Sumberasih は Surabaya - Banuwangi 街道に面しており、街道沿いに民家、商店が多いため人口密度が高く、1世帯あたり家族数も他の3郡に比べ1人多い。

7.2.4.2 各郡の標高分布

土地の標高分布は下表の通りである。Lumbang はプロモ山(標高 2,150m)の外輪山(標高 2,000m以上)の北斜面から麓にかけて位置しており、他3郡に比べ高標高のところが多い。

## 第7章 事業の詳細

表7 - 2 - 2 4郡の標高別面積

地区名	0-100m	100-500m	500-1000m	1000m<	計 (ha / %)
Wonomerto	2,721.65	1,845.19	0.00	0.00	4,566.84
	59.6%	40.4%	0.0%	0.0%	100%
Lumbang	340.08	6,029.79	1,632.34	1,268.79	9,271.00
	3.7%	65.0%	17.6%	13.7%	100%
Tongas	5,526.37	2,268.83	0.00	0.00	7,795.20
	70.9%	29.1%	0.0%	0.0%	100%
Sumberasih	3,025.41	0.00	0.00	0.00	3,025.41
	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
合計	11,613.51	10,143.81	1,632.34	1,268.79	24,658.45
	47.1%	41.1%	6.6%	5.1%	100%

### 7.2.4.3 土地傾斜分布

上記標高のところでも述べたが、Lumbang はプロモ山の麓斜面に位置しているので傾斜は急なところが多い。Sumberasih は全体が標高 100m 以下の平地である。Tongas は標高 500m 以下の平地と緩傾斜地で構成され、Wonomerto はほとんどが緩傾斜地で平地がない。

表7 - 2 - 3 4郡の傾斜別面積

地区名	0-2%	2-15%	15-40%	40%<	計 (ha / %)
Wonomerto	2,317.50	1,942.50	222.00	84.84	4,566.84
	50.7%	42.5%	4.9%	1.9%	100%
Lumbang	2,137.50	2,256.87	2,690.67	2,185.96	9,271.00
	23.1%	24.3%	29.0%	23.6%	100%
Tongas	0.00	7,163.20	599.00	33.00	7,795.20
	0.0%	91.9%	7.7%	0.4%	100%
Sumberasih	2,920.41	105.00	0.00	0.00	3,025.41
	96.5%	3.5%	0.0%	0.0%	100%
合計	7,375.41	11,467.57	3,511.67	2,303.80	24,658.45
	29.9%	46.5%	14.2%	9.3%	100%

### 7.2.4.4 土壌深度

下表はプロボリンゴ県が県下の土壌深度を調査した結果の4郡の抜粋である。Sumberasih の大部分は土壌深い、Wonomerto と Lumbang は土壌浅い。

## 第7章 事業の詳細

表7-2-4 4郡の土壌深度別面積

地区名	>90cm	60-90cm	30-60cm	<30cm	計 (ha / %)
Wonomerto	2,473.34	465.00	447.50	1,181.00	4,566.84
	54.2%	10.2%	9.8%	25.9%	100%
Lumbang	0.00	6,045.40	3,225.60	0.00	9,271.00
	0.0%	65.2%	34.8%	0.0%	100%
Tongas	2,179.20	251.50	2,594.00	2,770.50	7,795.20
	28.0%	3.2%	33.3%	35.5%	100%
Sumberasih	2,825.41	200.00	0.00	0.00	3,025.41
	93.4%	6.6%	0.0%	0.0%	100%
合計	7,477.95	6,961.90	6,267.10	3,951.50	24,658.45
	30.3%	28.2%	25.4%	16.0%	100%

### 7.2.4.5 土地利用区分

下表はプロボリンゴ県がまとめた、2003年時点の土地利用区分である。7.2.4.2～7.2.4.4までの標高分布、傾斜分布、土壌深度から総合的に判断すると、以下のような特徴がある。

- (1) Tongas は、標高は高くなく、傾斜地も少ない。土壌のきわめて薄いところがあるがおおむね良好である。
- (2) Lumbang は後ろにプロモ山があり標高が高く傾斜も急である。土壌深度はあまり深くない。
- (3) Wonomerto は標高低く傾斜も緩やかだが、土壌が薄いところが非常に広い。
- (4) Sumberasih は低地でかつ平地であり、土壌も深い条件のよいところである。

表7-2-5 4郡の土地利用区分 (単位: ha)

土地利用区分		Wonomerto	Lumbang	Tongas	Sumberasih	計
灌漑	コメ作付1回	768	93	470	1,265	2,596
	作付2回以上	0	65	337	331	733
半灌漑	コメ作付1回	56	58	457	0	571
	作付2回以上	0	89	41	0	130
中規模灌漑	コメ作付1回	0	92	25	0	117
	作付2回以上	11	10	0	15	36
小規模灌漑	コメ作付1回	0	0	0	0	0
	作付2回以上	0	0	9	0	9
灌漑なし	コメ作付1回	283	277	834	35	1,429
	作付2回以上	0	0	0	0	0
家屋用地		509	319	1,002	528	2,358
農園・畑		2,492	4,240	4,098	635	11,465
乾田		0	0	0	0	0
草地		0	0	0	0	0
湿地		0	0	0	0	0
湖沼		0	0	0	0	0
養殖池		0	0	59	75	134
公有林		0	136	0	0	136
国有林		412	3,848	122	0	4,382
農園公社		0	0	99	0	99
その他		112	3,083	259	154	3,608
合計		4,643	12,310	7,812	3,038	27,803

## 第7章 事業の詳細

このなかで CDM 植林対象となりうるのは「灌漑なし」の場所と「農園・畑」で、合計約 12,000ha である。なお、各郡全体面積と土地利用合計面積が一致しない理由は不明である。

### 7.2.4.6 気象（降雨量）

プロボリングゴ県内の各所において政府の測候所が降雨量を計測している。下表は各郡の降雨量である。

表 7 - 2 - 6 4 郡の月別降雨量（単位：mm）

郡	月												計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Tongas (mm)	250	262	463	22	44	0	0	0	0	0	122	158	1,321
	(days)	14	25	12	3	3	0	0	0	0	9	15	81
Lumbang (mm)	435	394	447	67	48	0	0	0	0	0	124	165	1,680
	(days)	18	19	11	4	5	0	0	0	0	8	15	80
Wonomerto (mm)	198	382	281	21	17	0	0	0	0	0	9	264	1,172
	(days)	18	18	10	2	3	0	0	0	0	2	11	64
Sumberasih (mm)	244	279	236	26	55	0	0	0	0	0	70	175	1,085
	(days)	13	20	12	2	6	0	0	0	0	6	11	70

当地方は熱帯モンスーン気候に属し雨季・乾季が明瞭である。雨季は11月から3月ころまで、乾季は4月から10月までである。年間降雨量は約1,100mm～1,600mmである。乾季はほとんど無降雨で厳しい乾燥が続くので、灌漑設備がなければ農作物はできない。また、この乾燥に耐えられる樹種は限られており、植林用早生樹種としては Gmelina、Waru (*Hibiscus* sp.) があげられる。中長期の樹種としては Teak (*Tectona grandis*)、Mahogany (*Swietenia macrophylla*)、Sonokeling (*Dalbergia latifolia*) などがあげられる。

### 7.2.4.7 作物別作付け延べ面積

この地域の主要作物はコメとトウモロコシである。灌漑用水がないか十分でないところはトウモロコシとなっており、トウモロコシは通常この地域では年1回しか作付けしない。なお面積は延べ面積なので郡全体の面積より大きいものも見られる。

表 7 - 2 - 7 4 郡での農作物作付け面積

地域 作物	Wonomerto		Lumbang		Tongas		Sumberasih		計		
	(ha)	(ton)	(ha)	(ton)	(ha)	(ton)	(ha)	(ton)	(ha)	(ton)	kg/ha
コメ	1,000	5,746	800	3,444	2,227	12,360	1,894	11,118	5,921	32,668	5,517
トウモロコシ	2,780	10,759	4,021	14,120	5,950	27,935	2,473	12,451	15,224	65,265	4,287
ダイズ	0	0	2	2	653	753	0	0	655	755	1,153
キャッサバ	870	9,792	118	1,425	237	2,707	0	0	1,225	13,924	11,367
サツマイモ	0	0	30	276	0	0	0	0	30	276	9,200

## 第7章 事業の詳細

ピーナツ	169	257	78	101	504	616	53	83	804	1,057	1,315
ミドリアズキ	2	3	90	106	473	639	23	32	588	780	1,327
赤ラッキョウ	0	0	0	0	3	26	80	507	83	533	6,422
ニンニク	0	0	3	4	0	0	0	0	3	4	1,333
ネギ	0	0	74	412	0	0	0	0	74	412	5,568
ジャガイモ	0	0	78	499	0	0	0	0	78	499	6,397
ニンジン	0	0	16	137	0	0	0	0	16	137	8,563
トマト	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	2,000
赤トウガラシ	0	0	0	0	3	30	6	24	9	54	6,000
小トウガラシ	112	153	20	42	5	26	17	53	154	274	1,779
白菜	0	0	2	22	0	0	0	0	2	22	11,000
キュウリ	1	3	0	0	0	0	8	50	9	53	5,889
ハヤトウリ	0	0	10	47	0	0	0	0	10	47	4,700
スイカ	0	0	0	0	11	212	0	0	11	212	19,273
ココヤシ	58	61	11	12	55	58	25	25	148	156	1,054
カボック	127	67	216	110	203	123	260	140	806	441	547
サトウキビ	133	650	117	557	252	1,240	350	1,801	851	4,247	4,988
合計	5,252	27,493	5,753	21,744	10,576	46,725	5,189	26,284	26,770	122,247	

通常ジャワの灌漑が可能な場所ではコメ（水田）、ダイズ、赤ラッキョウ、ニンニク、トウガラシ、サトウキビなどが作付けされる。灌漑地でのコメの裏作としてはコメ(2期作)、トウモロコシ、トウガラシ、赤ラッキョウなどを作付けするのが一般的である。また、サトウキビの場合は収穫までに10～11ヶ月かかり、幼時は豊富な水を要求するので、灌漑設備のあるところで、年一作である。

灌漑設備のないところでは、同じ場所に収穫までの期間の異なる作物、立体的な高さや広がり異なる作物、耐乾燥性の異なる作物などを複数種植えて、順次収穫していく。これは限られた土地を、乾燥リスクを考慮しながら平面的にも立体的にも最大限に有効利用するための知恵である。具体的には、雨季開始と同時にコメ（陸稲）種子、トウモロコシ種子、ピーナツ種子、キャッサバ(挿し木)を植え、約2.5～3ヶ月後にトウモロコシとピーナツをまず収穫したのち幹を引き抜き、4ヶ月目ごろに稲刈りし、10～11ヶ月目にキャッサバを収穫し終了する。キャッサバ収穫は乾季中である。

### 7.2.4.8 果樹生産量現状とCDM植林用樹木としての可能性

下表はプロボリンゴ県がまとめた県内の果樹生産量集計表の抜粋である。圧倒的に生産量の多いマンゴーはこの地方の主要な果樹で、国内各地に移出される名産となっている。そのため生産から流通まで業者が多く、大量生産されても十分さばけるので、今後も品質のいいものは増える果樹である。通常20～30年まで果樹生産される。しかし果樹採取の利便性から、樹木はあまり大きくしないので、アグロフォレストリーを指向するCDM植林のための樹木に加えるにはCO2

## 第7章 事業の詳細

吸収量が小さい。また本樹種は日当たりを好むのでファルカタなどの早生樹の樹下では結実が少なく、カイガラムシ等の害虫が発生するので、早生樹との混植も適当ではない。

高木性の果樹としてドリアン、ナンカなどがあるが、これらは民家のまわりに普通に植栽され、自家消費されているので、大量生産する場合は生産された大量の果樹の都市への販路と流通経路を整備する必要がある。果樹の場合は生ものであるため保存が利かないので、大量に植栽しても果樹が生産される時期になるとあちこちから出回り、販路に困ることになるであろう。CDM 植林用の樹種としてはふさわしくない。

なお、グワバ、シルサク、ランブタンは低木生であり、バナナは草本、パパイヤは単年生作物で、いずれも CDM 植林用樹木としては不適當である。

表7 - 2 - 8 4 郡での果樹生産量

地域 作物	Wonomerto		Lumbang		Tongas		Sumberasih		計		
	(本)	(ton)	(本)	(ton)	(本)	(ton)	(本)	(ton)	(本)	(ton)	kg/本
ドリアン	0	0	1,477	108	0	0	0	0	1,477	108	73
グワバ	1,310	6	16,343	122	0	0	0	0	17,653	128	7
マンゴー	16,520	935	59,696	2,032	108,961	6,431	17,853	893	203,030	10,290	51
ナンカ	1,500	54	0	0	460	10	175	9	2,135	72	34
シルサク	0	0	881	26	663	19	163	3	1,707	48	28
バナナ	21,719	688	14,640	528	17,358	429	13,449	567	67,166	2,212	33
パパイヤ	1,325	27	3,197	67	170	7	3,901	92	8,593	193	22
ランブタン	10	1	1,029	100	0	0	0	0	1,039	100	96
合計	42,384	1,710	97,263	2,982	127,612	6,895	35,541	1,564	302,800	13,150	43

## 第7章 事業の詳細

### 7.3 CDM 植林対象地の現状

#### 7.3.1 Wonomerto地区

緩やかな傾斜な傾斜が多く、雨季のみの天水田、トウモロコシ、キャッサバ等の栽培が多い。一部にマンゴーなどの果樹栽培が見られる。

境界木は比較的まばらで、カポックが多く植わっている。場所によっては浅井戸が掘れず、標高の高い場所から集落ごとの順々に水を引いている。この水は生活用水で農業に使用できるほど豊富ではない。

	
乾季の様子	乾季の様子
	
標高の高い集落からカスケード式に配水する水道。 生活用水として利用し、農業に使う量はない。	乾季の土壌表面の様子

#### 7.3.2 Lumbang地区

調査対象地の中でも標高の高い地域である。マンゴーなどの果樹栽培が盛んで、チーク林も多い。チーク林は雨季には鬱蒼としているが、乾季はほぼ落葉し林床も著しく乾燥している。標高の低い地域は緩やかな傾斜地で雨季のみの天水田、トウモロコシの栽培が行われている。境界木はまばらでチークが多く植わっている。

この地区の Sumbrejejo 村で試験用の井戸を設け、その井戸周辺約 5ha に GHG 吸収量土見地

## 第7章 事業の詳細

を設け、試験植栽を行った。井戸は深さ 100m 以上掘削することを予定している。周辺試験植栽地に灌漑を行い、灌漑を行ったときの樹木の生長について調査を行う。

	
<p>乾季の様子 (2004/8)</p>	<p>雨季の初め頃、トウモロコシ畑</p>
	
<p>試験用の井戸掘削の様子 (2004/12)</p>	<p>井戸掘削装置</p>
	
<p>GHG 吸収量調査用試験地の様子</p>	<p>試験植栽を実施している様子 (2004/12)</p>

## 第7章 事業の詳細

### 7.3.3 Tongas地区

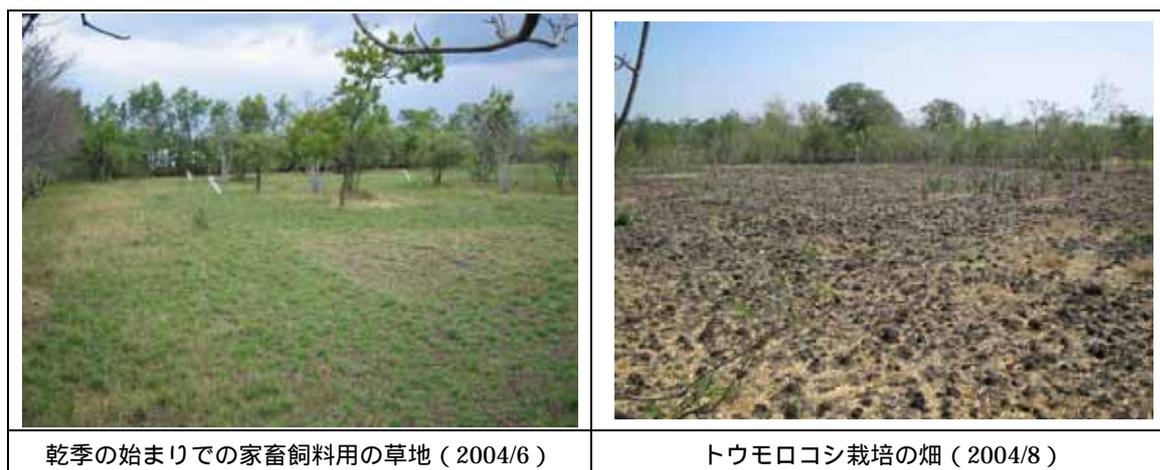
調査対象地の中でも標高が低く、平坦な土地が多い。乾季の乾燥が激しい地域である。石切り場があり、その周辺では、乾季の乾燥だけでなく土壌条件も良くない。れき混じりで土層が薄い。標高が低い地域では県のプロジェクトにより深井戸が設置されており、灌漑農業が行われている。

	
<p>乾季の様子、トウモロコシ畑</p>	<p>乾季の様子、天水田</p>
	
<p>石切り場。 周辺はれき混じりの薄い土壌で生産性が悪い。</p>	<p>標高が低い地域では深い 設置による灌漑農業が始まっている。プロボリンゴ県のプロジェクトとのことである。</p>

### 7.3.4 Sumberasih地区

標高が低いため平坦である。雨季のトウモロコシ栽培や草地が多い。土地区分あたりの面積が比較的大きく、その境界が境界木によってはっきりと区切られている。粒子の細かい粘性の高い土壌で、乾季は激しくひび割れるが、雨季は透水性が悪い。

## 第7章 事業の詳細



### 7.4 プロジェクトのバウンダリー

COP9 決定事項では吸収源プロジェクト対象地は複数の植林地 (0.25ha 以上) が統合してよいことになっている。また、プロジェクトの境界内で発生する全ての GHG の吸収と排出を網羅することになっている。

当プロジェクトの参加者は小規模零細農民がほとんどで、プロジェクト開始後は彼らの所有する農地に順次樹木を植栽していくことになる。しかし、地域全体のすべての農民が参加するわけではなく、またプロジェクト参加者の所有する農地も散らばっているため、一箇所にまとまった広い面積を取るのには困難である。

現時点 (報告書作成時) では、CDM 植林事業の実施は未定なので、参加農民の土地をすべて網羅するバウンダリーは設定困難である。また、住民の中には参加意志をはっきりと表明しない人たちもあり、そのような人たちは CDM 事業そのものを知らない人がほとんどで、理解できるまでは慎重な態度をとっていて、CDM 事業が公に認められて始めて参加する (であろう) 人もいる。

プロジェクトバウンダリーは CDM 植林事業に参加する個々の農民の土地境界とする。もし隣接する土地同士が CDM 植林参加地ならばそれを合わせた土地の外周をバウンダリーとする。

### 7.5 プロジェクト期間と CER の種類

プロジェクトの開始は 2005 年とし、プロジェクト期間は 20 年とする。クレジットは ICER を選択し、同様にクレジット発生期間は 2005 年から 20 年間とする。

これには主として以下の理由による。

- (1) クレジットの有効期間を長くすることでプロジェクトの実行期間を長く設定し、プロジェクト実施者 (農民等)、実施管理者 (KTI 社)、投資家または資金提供者との信頼関係を長く保つことのできるプロジェクトにしたい。
- (2) 現時点でクレジット失効時の補填責任の所在が明らかでないため、補填用のクレジットを準備するためには相応の時間が必要と思料される。
- (3) 樹木の植林から伐採までの時間を考慮しさらに持続可能性を保つためには、伐期 (通常

## 第7章 事業の詳細

Gmelina、Waru 等の早生樹では 7 年程度) の 3 倍程度の期間をもった方が、過伐等による吸収量の減少などの事態に対処できる時間的余裕がある。これは実施者、管理者、投資家にとっての安全弁となる。

- (4) Waru など合板用大径材を目指して、伐期を 15 年以上の長期に取った場合、また Teak、Mahogany など長伐期樹種を植栽する場合、それらの樹種が成長してその CO<sub>2</sub> 吸収量がプロジェクト全体の CO<sub>2</sub> 吸収量にプラスの効果を与えるのに 10 年以上要するため、長期間のプロジェクトの方が適している。
- (5) 土が肥沃で地下水が浅いところでは Gmelina、Waru などの早生樹の成長は早いですが、本プロジェクトは乾季の乾燥がきわめて厳しい場所に深井戸を作設し、その水で地上部の農作物と樹木を灌漑しようとするもので、実際どの程度の樹木の生長が期待できるかは未知数である。従って長期にプロジェクトを構えていた方がよい。

### 7.6 技術移転または技術開発

#### 7.6.1 造林技術

##### 7.6.1.1 植栽樹種

樹種は Gmelina、Waru を主体に植栽する。Teak、Mahogany、Mimbo (*Azadirachta indica*) など、耐乾性があって長期に成長を継続する樹種も植林するが、初期の面積は小さく、灌漑の効果を見ながら、面積を増やすことも視野に入れる。これらの樹種の中で Teak 以外は、本プロジェクト対象地ではほとんど植栽されていない。これはおそらく雨季の降雨だけでは水分不足であったためと思われる。作井による灌漑を行うが、井戸からの距離と地形によっては十分な水が確保できない所もでてくるので、乾季の水分条件と樹木の生存、成長の関係を科学的に明らかにし、当地での植林樹種と育林指針を得る。

##### 7.6.1.2 植林方法

植林方法として大きく分けてアグロフォレストリーをやる場所としないところがあるが、住民の聞き取り調査によれば、ほとんどがアグロフォレストリーを望んでいることが分かった。従って全面積アグロフォレストリーを行うものとし、植栽間隔(植栽密度)を 5m×2m (=1,000 本/ha)とする。Gmelina は植栽後は上長成長と枝成長は旺盛で、水分条件がよく枝払いしなければ 3 年目ころには隣接木の枝と接するようになるので、早め早めに農作物への採光のため枝打ちが必要である。当地で農民が枝払いする場合、枝の付け根から 10~20cm の所をナタできるのが普通であるので、枝の付け根から切るよう指導する必要がある。枝を残すとそれを巻き込んで死節となり、木材の価値を大きく減ずる。また腐朽菌の侵入も起きやすい。枝打ちした Gmelina の枝は牛やヤギの良好な餌となる。

Waru の場合は幹が通直で枝が細く短いので、枝打ちの必要はない。

樹下には 1 年生の作物や多年生の作物、果樹などを組み合わせ、農業収入の増加を計る。樹下の植栽作物は基本的に農民の意志に任せることとする。

## 第7章 事業の詳細

植栽密度は 1,000 本から徐々に減らし、7 年目までに 700～750 本/ha、7 年目で約半数の 400 本/haまで間伐する。この時予想胸高直径は 20cm前後と推定される。クローネの直径は農民の枝の剪定により 4～5m前後となるものと推定されるので、単位面積あたりの樹冠被覆率は、樹冠半径  $2\text{m} \times 2\text{m} \times 3.14 \times 400 \text{本} = 5,024\text{m}^2$  となり、インドネシアの森林の定義である樹冠被覆率 30%以上にあてはまる。

### 7.6.2 組織培養技術の移転

植栽樹種のうち Gmelina、Waru は挿し木増殖が可能であるので、成長と品質のすぐれた精英樹を選抜し、これを栄養繁殖で増やす方法を採用。短期間で大量の苗を必要とする場合は組織培養による増殖が有効である。この方法はコストが極めて高く、高度な技術と設備が必要である。コスト高に関しては、組織培養で直接植林用の苗を作成するのではなく、組織培養で挿し木用穂木採取用台木を養成し、その台木から採穂する手順を取ることで迅速な優良母樹の増殖と台木養成に対処する。また、KTI 社ではそのような技術者を養成しており、またラボも設置済みで、体制は整っている。培養技術は住友林業から供与する。

### 7.6.3 衛星写真等を用いた森林管理技術

すべての植林地のデータをコンピュータに入力し GIS による管理を行う。数値管理データとしては、個々の植林地の面積、所有者、植栽年、樹種、作業履歴、本数、直径、樹高、土壌、乾季の水状況等である。画像データとしては地図情報、衛星写真情報である。これらを組み合わせ、プロジェクト対象地全体の植栽、育林、伐採等の計画を組む。この基本的な手法は当社山林部が国内山林を対象に技術やノウハウを保有しており、順次技術移転が可能である。

### 7.6.4 土壌養分の維持と施肥技術

伐期の短い早生樹を連作する場合、土壌からの栄養の収奪が懸念される。当地では施肥は農作物植栽前に牛糞堆肥をもちいるが施用量は一定しない。アグロフォレストリーではこれ以外に樹木に対し化成肥料を施用する。施用量は通常 1 年目 80g/本、2 年目 120g/本である。この肥料から排出される  $\text{N}_2\text{O}$  は GPG にしたがって推定した値を排出量とする。

肥料がどのように吸収されるかは明らかではないが、樹木伐採による土壌養分の持ち出しがないか、土壌養分をモニターし植栽～伐採～再植栽の養分動態を把握する必要がある。樹木植栽によって土壌養分が不足するようになれば、種類、方法、間隔、量等を的確に判断し補う必要がある。

### 7.7 持続可能な開発への貢献

持続可能な開発で最も重要なことは、開発の成果物を販売し地域住民が経済的に潤い、その利益で再投資できるシステムをつくることである。その意味で本事業で最も重要なことは、KTI 社

## 第7章 事業の詳細

が木材の買い取り保証をしていることである。これによって地域住民や農民は将来の生産木材のマーケティング（販売先調査選定、価格交渉、輸送方法等）の心配から解放され、且つ大企業の保証なので約束の反故はないと安心できるため、本来の得意な農業分野に専念できる。また実際に木材生産が開始されれば、現金決済なので販売代金の取りはぐれの心配もない。地域住民・農民としては、以下に示す様々な森林の機能が肌で感じられれば、得られた収入を再投資することは間違いない。このように森林造成と木材工業の発展によって企業の収益や雇用機会が増大し、生活水準が向上し、持続可能な社会に発展するための大きな助けになる。

本事業による森林の造成によって期待される効果を具体的にのべる。

### (1) 植林の拡大と木材生産の増大

地域住民の労務提供による現金収入の増加（雇用機会の増大）

作業種は地拵え、植栽、下刈り、枝払い、施肥、伐採・造材、小運搬（土場から道路）がある。伐採・造材以外はだれでもできる作業である。作業費はプロジェクト費用として出資者の出資金から支出するので、実質的に現金収入となる。

一次加工（簡易製材）業者の成立

木材搬出が開始されれば、丸太の運搬よりも角材の運搬が効率がよいので、自然発生的に丸鋸・帯鋸を用いた小規模製材業者ができる。製材による付加価値が（実質的には製材手間賃とマージン）が地元還元される。

運送業者の成立

出材当初の木材運搬は KTI 社が行うが、出材が長期にわたるので運送業者が地域から発生することが予想される。運賃は車輛ローン、燃料費を引いたものが地元業者の収入となる。

### (2) 灌漑による農作物の生産増加

これまで雨季一作であった農業収入が年 2~3 作できる可能性がある。単純に収量、収入が 2~3 倍にはならないであろうが、収入の増加を招くことは確実である。

### (3) 水源涵養効果

植林後樹木が成長すると、枝葉で地面への直射日光を遮ることで地表面からの水分の蒸発を防ぐことができる。樹木は根から吸い上げた水を光合成によって蒸散させるが、樹木があることで降雨時の一時流水が減り、地下に浸透する水分が多くなるので、地下水量の絶対量は増えないものの地下から浸出してくる量が一定化する。このことは、この地域で生活している住民が生活水として頼っている井戸水（深さ 30m 以上）の水量の一定化と乾季の渇水の防止に役立つ。

インドネシアでは近年山頂部の森林が伐採されて、下流の地域の雨季の洪水と乾季の渇水が以前よりも増加する傾向にあり、またこれらがテレビや新聞で報道されるにつれて、森林の公益的機能と重要性が一般市民の間にも知られるようになってきた。従って、森林造成による井戸の渇水防止等が地域住民に認められれば、森林を伐採したまま放置することがひいては自分の日常生活に不便を来すことが理解される。これは伐採後の再造林の重要なインセンティブになる。

### (4) 大気の浄化、景観の改善

## 第7章 事業の詳細

当地は工業地帯ではないので工場等からの大気汚染はないが、乾季の風による塵埃が森林があることにより和らげられ、地域住民としては暮らしやすくなる。乾季には草が枯れ、木々が落葉するので、ちょうど日本の秋に近い景観になるが、森林があることにより景観の改善を図ることができる。当地で地域住民をまとめる Suyatno 氏はプロボリソゴ大学の学長であるが、CDM 事業を知る前に、自身の所有地 30ha に森林を造成しエコツーリズムで村おこしをしたいと願っていたが、CDM 植林が認められれば、彼の夢に近づくことができる。

### (5) 国内外の木材需要への貢献と天然林の不法伐採の抑制、軽減

インドネシアでは天然林資源の枯渇から政府の伐採許可量は近年急速に減少しており、加工工場では代替材を購入せざるを得ない状況になっている。しかし、天然林の大径材工場を直ちに人工林の小径木工場には転換できない。それには工場設備の大幅な変更、従業員の新規木材への対応教育、新商品の開発、新規販売先の開拓等解決しなければならない課題が山積している。いずれも時間と費用がかかることであり、木材加工業者の中には廃業せざるを得ないところまで来ているものもある。人工林材はこのような過渡期は通るものの、趨勢として今よりもっと利用比率が多くなることは間違いない。人工林は国内外の木材需要に対する供給源として、また天然林の伐採抑制の一手段として有効に機能する。CDM 植林地もそのような機能が期待される。

### (6) 生物多様性の増加

本プロジェクト対象地は農地であるので、そう多くの樹木が植栽されているわけではない。植物相も動物相も多様性に富んでいるわけではないが、植林事業が始まることにより、事業の過程で当初の計画の樹種以外にも多様な樹木の試験植栽が行われることはこれまでのどの植林地を見ても言えることで、この土地に適する多様な樹木相が事業的な大きな規模で増えることが期待できる。また、通常ジャワ島の乾季のそれほど厳しくないところでは住居のまわりにナンカ、ランブータン、ドリアン、プリンピン（スターフルーツ）、サウオ、カカオ、パパイアなどの（主として自家用の）果樹、カユマニス（シナモン）などの料理用香料、チーク・マホガニー等の建築用材、牛やヤギの餌となる低木性飼料木など多様な木本植物を植えるが、当プロジェクト対象地では乾季の乾燥が厳しいために、住居のまわりの樹木の種類は少ない。これが灌漑により乾季の土壤水分がある程度保たれるようになれば、まずは自ら恩恵を受ける地域の農民自身が植栽し始める。これら果樹を食する鳥類の飛来、ネズミ等の哺乳動物の増加が見込まれる。さらに上記(3)に述べたように、林内・林床にあたる直射日光が軽減されるようになれば土壤表面湿度や空中湿度が増加し、昆虫類、有機物分解を助けるトビムシなどの小動物、落葉・落枝を分解する菌類の増加が起こる。

このような過程を経て農地から森林に近い生態系と変化し、おそらく 7~10 年で森林となる。森林化しても伐採されればもとの農地になるが、動植物の成長量はきわめて大きなものがあり、伐採後の再生林によって短期間に再び森林化へと向かうサイクルを繰り返すであろう。

### 7.8 追加性の検討

#### 7.8.1 ベースラインシナリオ

##### 7.8.1.1 地域住民・農民自身の零細性からくる理由

当地は過去 50 年以上に渡り農地であった。すなわち新規植林に該当する。また一部には果樹等植栽したところもあるので、再植林も認められる。

過去 50 年以上農地であったが、ここに森林を造成するインセンティブは働かなかった。その理由として、乾季の厳しい乾燥があげられる。このような場所に植林するとすれば当時の木材需要、加工技術ならびに植林技術からして樹種選択は Teak しかなかった。しかし Teak は一般の零細農家では家屋のまわりに数本植えることはあっても、成長が遅いため森林として 30 年以上も管理することはできなかった。それよりも雨季のみではあるが農作物作付けによる食糧増産がより重要であった。また早生樹 Gmelina はこのような乾季の乾燥の厳しい土地にも植林可能な樹種ではあるが、成長の予想が立たないことと、植林のための初期のわずかな資金でさえ借り入れることが難しかったことが上げられる。

##### 7.8.1.2 公的助成による植林活動の困難性

1997 年の経済危機以前は、政府は大企業に低利な融資を行いカリマンタン、スマトラ、スラウェシ等での大規模産業造林 (Hutan Tanaman Industri; HTI) を奨励した。それまでに実施した産業植林は US ドル建ての借入金と補助金で成り立っていたが、通貨ルピアの暴落 (危機前に比べ 1/5 ~ 1/6) とともに返済すべき借金はルピア建てでたちまち 5 ~ 6 倍にふくらみ、すべての造林企業が返済不能に陥った。また産業植林への助成が IMF 勧告により事実上中止された。

2003 年からは新たに「国土森林復興国民運動 (Gerahan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan; GNRHL)」事業が開始され政府予算が 5 力年に渡り計上されているが、植林を必要とする荒廃地はインドネシアに 4,200 万 ha 存在すると言われているおり、この資金で利用できる面積はその 10 分の 1 に過ぎない。

##### 7.8.1.3 民間部門独自の植林活動の消極性

経済危機以降、政府からの税制、補助金、その他の優遇政策はなく、投資リスクが高いため、新規の植林投資はほとんどない。多額の借金を抱えながらも従来の産業造林を継続している企業は数社しかない。本プロジェクトの事業計画を見ても、植林事業はもともと収益性が低く、逆にリスクが高い。プロジェクト全体が利益体質になるまで事業開始から 15 年以上かかっており、とても投資家を満足させられるものではない。

一方、民間企業は常に激しい競争にさらされており、より安価な原料調達を求めている。近隣や自国内の原料が安価に調達できれば最適であるが、もしそれが不可能な場合には、原料調達先は他地域、他国 (NZ など) に向かうことになる。インドネシアの産業空洞化の恐れもある。民間

## 第7章 事業の詳細

部門にとって、自地域、自国内での植林活動が経済的合理性から見て必ずしも必然の選択ではないということである。すなわち、民間部門の原料確保を目的とした植林活動は選択肢としては優先順位が低い。

### 7.8.1.4 本 CDM 植林事業案の優位性

この地で CDM 植林事業として進める場合に、農民のインセンティブとして、深井戸からの用水ポンプアップ方式による灌漑を導入する。本事業案の追加性は、乾季の灌漑用井戸の作設とそれによる灌漑である。この井戸は 2 期作以上の農作物栽培による地域住民・農民の収量と収入の増加と、植栽木の成長促進、多様な作物や樹種の植栽の可能性向上に期するものである。通常のビジネスとして植林を行うならば、このような湯水の厳しい土地での植林はせず、まず土壌肥沃で灌漑の不要な場所から開始するのが当然である。また東ジャワ州ではこのような肥沃な平地が広がっており、あえてこの地域での植林はしない。すなわち、地元木材企業、地域住民にとっては本対象地はビジネスとして成り立たない場所であり、CDM のシステムがあって始めて検討される植林事業である。

## 7.9 ベースライン

### 7.9.1 本プロジェクトにおけるベースライン方法論

本プロジェクトを適用するベースライン方法論はないので、新規の方法論を提示する必要がある。方法論を作成した。

#### 7.9.1.1 方法論タイトル

「樹木主体のアグロフォレストリー形式を用いた農地の再植林」(仮称)  
“Reforestation of Crop Land Using Tree-based Agro forestry System“

#### 7.9.1.2 プロジェクトのタイプ

乾燥農地における木材生産のための新規植林・再植林

#### 7.9.1.2 プロジェクト実施の条件

- (1) 対象地は長く乾燥農地として利用されていたか、放棄されていた土地である。
- (2) 地域住民はその土地で彼らの食糧生産を行っていた。
- (3) この地域は経済的に植林する余裕はない。
- (4) プロジェクト対象地に植林することは採算に合わず、また政府も奨励はしていない。
- (5) 農業労務は豊富にある。

#### 7.9.1.3 カーボンプール

地上部バイオマス、地下部バイオマス、土壌炭素である。

#### 7.9.1.4 方法論の長所と短所

##### 【長所】

本方法論は、政府の文書類や地域の調査によりベースラインの定義にかかわるプロジェクト周辺地の歴史的情報を利用するので、簡単で利用が容易である。

本方法論では、地域住民は外からの働きかけや仲介がない限り、彼ら自身で土地の利用方法を変えることはないことを想定している。この想定は認証時の現場調査で容易に確認できる。

##### 【短所】

例えば、将来、プロジェクト対象地が工業用地や宅地に変更されるなどで、土地利用の考え方が変われば本想定は無効となる。

### 7.9.1.5 プロジェクトの概要

CDM プロジェクトがない場合のカーボンプールの変化がベースラインの定義である。ベースライン計測のために以下のステップを進める。

プロジェクト対象地の歴史的土地利用方法を分析する。

地域住民の聞き取りから、土地の所有について調査する。

CDM 植林を実施するにあたってキーとなるバリアー（障害）を抽出する。

プロジェクト対象地のカーボンプールを計測または推定する。

過去の量的な情報については十分でなく、また政策も明らかではないので利用しないが、第三者（地域のリーダー、NGO等）の現地調査と聞き取り調査により状況を把握する。CDMがない場合になぜ同様のプロジェクトが起きないか立証する。公的な文書があればそれも利用する。

以下のような質問を用意する。

- i) 1989年12月31日以前から住んでいる住民または老人または地方行政の職員に対し、土地利用の歴史についてインタビュー形式で質問する。内容としては標準的な農業活動、1990年以降の急激な土地利用変化があればその内容と理由。
- ii) 多くの世帯について土地所有からくる収入（土地が収入や食糧の重要な源かどうか）および土地が単に収入をもたらす経済的な価値だけなのかあるいは社会的、政治的な価値があるのかの質問を行う。
- iii) CDM 植林実施にあつての障害は何かも聞き取りする。質問内容は、単年度作物から樹木主体のアグロフォレストリーに変換する気はあるか。Yesの場合は変換を妨げている理由は何かを問う。Noの場合は変換しない理由を問う。さらにどのような条件なら変換するかも問う。これにより樹木主体のアグロフォレストリーがCDMがない場合に起こるか起こらないか確定できる。
- iv) 農地にストックされているカーボンプールはプロット調査により計測する。

### 7.9.1.6 ベースラインアプローチの方法

選択したアプローチは、「現状のプロジェクトバウンダリー内の炭素蓄積量の変化」とする。

その理由として、この乾燥農地の農民は最貧農民で、所有土地面積、収入も小さい。通常、食糧はその土地に依存しており、外部からの働きかけや土地利用政策の変更がない限り現状が維持される。

### 7.9.1.7 方法論の開発時の透明性、保守性

認証者が開発のためのデータや情報を容易にチェックできるので透明性には問題ない。ベースラインのバイオマス量は独自にまたは文献等で得られる。実測する場合は過少に評価しないことと吸収量を過大に評価しないことによって確保する。バイオマスの定量化はGPGに従う。

### 7.9.1.8 国・地方の政策と事情の考慮

本プロジェクトはアグロフォレストリー方式であるので、食糧生産と木材生産を行うものであり、国・地方の政策に沿ったものである。考え方のステップを以下に示す。

- i) 木材工業用の木材生産に関する法律、政令を検証する。
- ii) 木材加工企業の原料調達方針を分析する。
- iii) CDM がない場合、企業が地域住民の土地でアグロフォレストリー方式の木材生産を行うかどうか、経済的に成立するかどうかを検証する。
- iv) 結果を補完するようなデータ、文書を添付する。

ベースラインで考慮した考えが政府方針に沿っているかどうか以下に述べる。

【国家政策】

産業造林(HTI)の開発は、政府からの補助がないため現在低調である。かつては産業植林実施企業は金利のないローンを得ていた（林業大臣令 No.375/Kpts-II/1996）。加えて返済金利もきわめて低いものであった（APHI, 2002; Subhan, 1998; Kusuma, 1995; Hakim, 1995; Utami, 1995）が、現在では IRR、B/C も非常に低いので国内外からの投資は期待できない。このような状況の中、カーボンクレジットは投資のインセンティブになりうる。次のデータは 1997 年の経済危機以降、植林面積が減少しているのを示している。今後カーボンクレジットのインセンティブと明確な規則がなければ、産業造林は進展しない。これが CDM がなければ植林が進まない理由である。

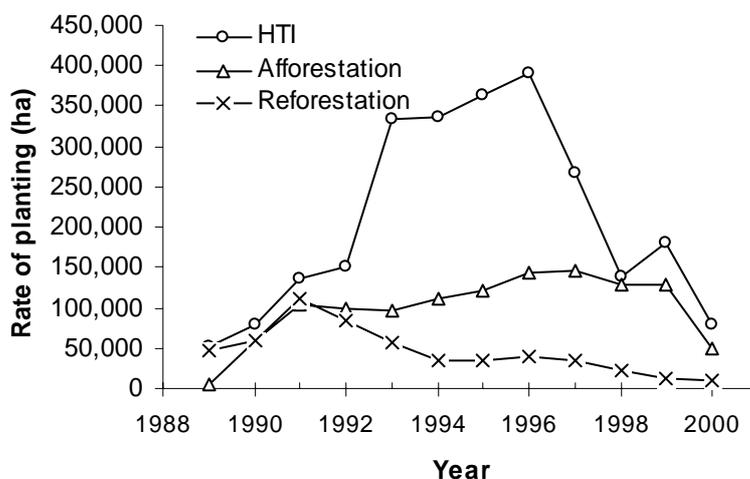


図 7 - 9 - 1 インドネシア国内の植林面積の推移

【地域の事情】

下表は 1830 年から 1990 年にかけてのジャワの農地面積の推移である。1950 年以降ジャワの農地は増えず、農地の進展は見られない。主な理由は農地から宅地・工業用地への転換である。今後宅地への転換要求が進むとみられる。このデータからは農地が林地に転用される証拠は認められない。プロジェクトサイトは年一回雨季に農作物を栽培し農民自身の食糧供給のため利用されている。従って何もなければ林地に転換することはない。彼らの要望を聞いてみると、もし農業生産が増えるなら、アグロフォレストリーに転換してもよいとしている。これは、年一作以上作付けできて、木を植えることで減少する分を補填できれば木を植栽してもよいということであ

る。この解決のため井戸と灌漑設備を設置する。この設備がなければこの地でのアグロフォレストリーの導入はできない。

表7 - 9 - 1 1830年から1990年にかけてのジャワの農地面積  
(単位千 ha)

Year	Rice Field	Dry Lands	Gardens	Total
1880	2,427	1,261	756	4,444
1890	2,745	1,197	868	4,819
1900	2,855	1,493	991	5,338
1910	2,910	1,965	1,116	5,991
1920	3,146	2,757	1,243	7,121
1930	3,274	3,228	1,144	7,646
1940	3,384	3,132	1,411	7,928
1950	3,415	3,364	1,361	8,140
1960	3,483	3,490	1,422	8,395
1970	3,499	3,238	1,505	8,241
1980	3,491	2,695	1,554	7,740
1990	3,421	3,136	1,659	8,216

Source: Van der Eng (1997).

#### 7.9.1.9 方法論においてどのようにベースラインシナリオを決定するか説明

本方法論では、地域住民は外からの働きかけや仲介がない限り、彼ら自身で土地の利用方法を変えることはないことを想定している。この想定限りでは、CDM 植林の対象地もベースラインは固定的で変化がないといえる。しかし外部からの働きかけがあれば土地利用は変わりうる。本方法論では、外部からの働きかけとは、法律、政府の復興計画または土地利用政策の変更のことである。

ベースラインシナリオでの起こりうる炭素量の変化の予測を以下のステップで行う。

- i) プロジェクト実施前の土地利用形態の調査
- ii) プロジェクトがない場合の、歴史的な土地利用方法、政府の計画や政策による将来の土地利用変化の予測
- iii) プロジェクト実施前のそれぞれの土地利用方法別炭素量の推定
- iv) 前項ステップ ii)で述べられた土地利用方法の炭素量変化の計算

地域の情勢と、本方法論での想定によれば、将来あり得る土地利用変化は農地から宅地への開発、裸地への植林である。もし事業開始後これ以外の土地利用変化が起これば理由を調査する。もし CDM 植林事業の影響であることが分かれば GHG の吸収に影響する。

#### 7.9.1.10 プロジェクト活動が追加的であることの証明

追加的である証明は以下のステップで行う。

- 1) 本プロジェクトが政府の法律、政令に基づいた事業またはそれに類似したプロジェクトでないことを証明する書類を揃える。
- 2) プロジェクトが投資対象として経済的にも財政上も魅力のないものであることを証明する。そのため投資分析が多様で合理的な想定に基づいたものであることが必要である。その結果 CDM プロジェクトが経済的にも財政的にも魅力があるものならば次の第 3) ステップに進む。
- 3) 樹木の生存率が乾燥によって下がり、プロジェクトの成立を妨げるという障害があることを示す。プロジェクトによってその障害がどの様に除かれ、そのコストはいくらかを示す。もしコストが吸収されるならプロジェクトは経済的にも財政的にも魅力的なものになる。

#### 7.9.1.11 ベースラインシナリオを決める式

ベースラインシナリオでの炭素量を計算する式は以下の通りである。

$$C = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [S_{i,j}(TE) - S_{i,j}(TB)]_B$$

ここで、

$C$  : ベースラインの純 CO<sub>2</sub> 吸収量

$i=1, 2, 3, \dots, M$ : 植林区画

$j=1, 2, 3, \dots, N$ : カーボンプール

$S_{i,j}$  =  $i$  番目の植林区画の  $j$  番目のカーボンプールの炭素量

$TB$  = クレジット開始年

$TE$  = クレジット終了年

#### 7.9.1.12 ベースラインシナリオを決定するために使った公式

バウンダリーの炭素固定量の変化をしめす算定式は次のとおりである。この式はプロジェクト境界内の全ての GHG (GHG の種類、発生源、吸収源、公式、算定式、CO<sub>2</sub> 換算の排出量と吸収量) を説明するものである。対象となる炭素源は COP9 決定にある 5 つのカーボンプールである。

$$Q = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [S_{i,j}(TE) - S_{i,j}(TB)] - \sum_{k=1}^R A_k$$

ここで、

$Q$  は、吸収と排出の対象となるすべての炭素固定量

$i=1, 2, 3, \dots, M$  バウンダリー内の排出源と吸収源

$j=1, 2, 3, \dots, N$  炭素固定の対象となる炭素プール (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)

$k=1, 2, 3, \dots, R$  炭素収支の調整

$S_{i,j}$  = 排出源あるいは吸収源のカーボンプールの炭素固定量

$TB$  = クレジット開始年度

$TE$  = クレジット終了年度

$A$  = リークエッジ、ベースライン及び不確実性等の調整。COP 9 の決定に基づき、 $A$  はリークエッジとベースラインに限定される。

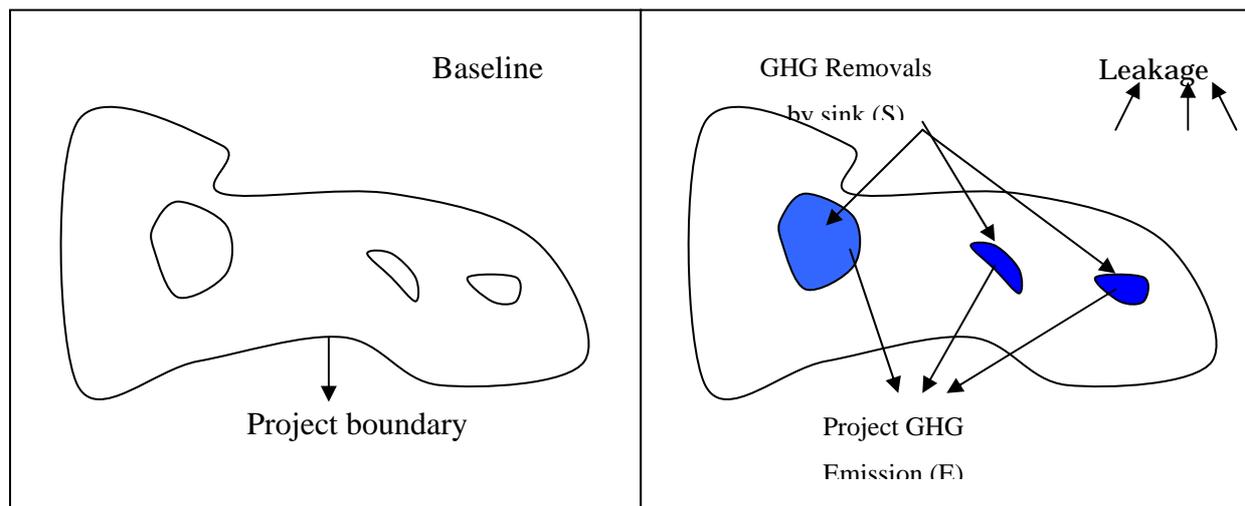


図7-9-2 バウンダリーの概念図

### 7.9.1.13 リークエッジ

リークエッジは計測可能で AR-CDM プロジェクトがあることによると帰すことのできる、バウンダリーの外での GHG の増加をいう。リークエッジの算定にはまず第一に、計測可能なプロジェクトによる影響を抽出することである。第二にそれらがどの様に影響を及ぼしているのかミクロ、マクロレベルで重相関を調べる。第三に決定要因を決める。第四にバウンダリーの外での GHG の増加量を推定する。

新しい活動により収入が増えて地域住民の経済活動が増えることが推定される。それにより、例えば車輦等の交通手段の増加による燃料消費の増加、電気使用量の増加、肥料使用量の増加などが上げられる。これらは重相関分析により地域経済に与える影響を分析することができる。もしプロジェクトが大きくなればこのようなリークエッジはゼロと見なしてよいだろう。

本プロジェクトの樹木主体のアグロフォレストリー方式に変換することにより、農民の収入がそれ以前に比べ約 20%増加すると見込まれる。しかしこの収入増は植木の伐採時のもので、一時的なものである。かつ、住民の消費のうち食費が多くを占めるので、一時的な収入増があっても影響は食費部分に限られるとみられ、(GHG 排出に対し) 大きな影響は及ぼさない。

一方バウンダリー外での森林伐採は起きないであろう。木材運搬用車輦の排出する GHG が増える。

### 7.9.1.14 不確実性の把握

GHG 吸収における不確実性は活動データと排出ファクターの制度に依存する。カーボンストックのフィールドでの計測、土地利用の把握、地域住民の収入、経済状況調査等に発生するものである。フィールドでの計測面積は十分でないので不確実性は大きい。従ってモニタリングが重要になる。土地利用状況の把握も衛星写真や航空写真を利用して精度を上げる必要がある。サンプルサイズ、量ともに増やす必要がある。不確実性はモンテカルロシミュレーション、標準偏差、生データと排出ファクターを用いて分析する。

### 7.9.2 ベースライン植生の計測

本プロジェクト対象地での植生由来のベースラインを計測する必要がある。本プロジェクト対象地の大部分が農民の所有であるが、通常この地の習慣として所有境界にそって樹木が植栽してある。これらは境界木であるとともに、地域住民の料理用燃料源、牛やヤギの食糧でもある。さらには、当地がすでにきわめて長い間農地であったため、境界木は燃材確保、飼料採取、および農作物への採光のため頻繁に切られるか剪定されているので、長期的には樹木バイオマスはあまり大きな成長はしていないのではないかと思われる。

しかしながら現実の成長量を把握するため、昨年度 Pasuruan 県 Grati 郡に設定した 1ha(100m × 100m)のプロットの調査を行った。昨年度の調査は 2003 年 12 月 24 日に行い、ほぼ一年後 2005 年 1 月 13 日に再度計測を行った。

さらに、2004 年 8 月、新規に本プロジェクト対象地内の 3 箇所にそれぞれ、約 0.4ha のプロットを設定したが、設定時のデータしかないので省略する。

#### 7.9.2.1 境界木の植生

境界木として観察される木は、燃料材(および害虫防除用)としてニーム(*Mimba*; *Azadirachta indica*)、ジャラン(Jaran; 学名不明)、綿採取のためカポック(Kapok; *Ceiba pentandra*)、肥料木としてラムトロ(Lamtoro; *Leucaena leucocephala*) およびマメ科数種、果樹のマンゴー(Manga; *Mangifera indica*)、バンレイシ(Srikaya; *Annona squamosa*)、その他としてマルバシタン(Sonokeling; *Dalbergia latifolia*)等がみられる。

#### 7.9.2.2 境界木主要樹種の伐倒調査

プロット内の胸高直径 5cm 以上のすべての木の樹種名、胸高直径、樹高を計測した。

昨年度 2003 年 6 月に、コーヒー園、カカオ園、ゴム園において 0.05 ~ 0.1ha 程度の固定プロットを設定し、プロット内の全木の直径と樹高を計測した。直径とはコーヒー園とカカオ園においては地際径(地上から 10cm 部分)、ゴム園においては胸高直径(DBH)をさす。さらに、調査プロット近隣の場所から植栽してある樹種のうちカカオ、コーヒー、ゴム、ラムトロ、ファルカタ

## 第7章 事業の詳細 ベースライン

のサンプル木を選定し、伐倒調査し、伐倒前胸高直径(DBH)と樹高(H)から、単木の末口径 5cm 以上の幹材積( $V_{s5}$ ) $m^3$ 、全乾全木重量( $W_t$ ) $kg$  を求める式を求めた。

今年度はプロジェクト対象地の近隣にある、境界木を構成するニーム、ジャラン、カポック、マンゴーを各 5 本伐倒調査した。

第7章 事業の詳細 ベースライン

7.9.2.3 調査結果

7.9.2.3.1 調査木の主要諸元

下表は各樹種 5 本のサンプル木の諸元の表である。

表 7 - 9 - 3 境界木の調査結果

ニーム (Azadirachta indica)	サンプル木No.	1	2	3	4	5	ジャラン (学名不明)	サンプル木No.	1	2	3	4	5
	DBH(cm)	4.30	6.37	7.96	9.87	12.42		DBH(cm)	4.78	7.32	7.48	7.64	11.15
	H(m)	3.90	5.30	7.00	7.90	7.75		H(m)	3.50	3.60	3.90	6.00	5.40
	幹材積(m <sup>3</sup> )	0.0028	0.0091	0.0183	0.0235	0.0456		幹材積(m <sup>3</sup> )	0.0033	0.0038	0.0084	0.0126	0.0179
	木材比重	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		木材比重	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
	幹乾重(kg)	4.70	9.57	17.30	19.23	49.14		幹乾重(kg)	1.47	2.36	4.32	6.87	9.03
	全木乾重(kg)	8.90	21.38	32.89	36.97	110.11		全木乾重(kg)	2.73	7.32	8.63	13.00	22.88
	拡大係数 <sup>1)</sup>	5.15	4.14	3.09	2.00	3.84		拡大係数	3.26	3.61	3.76	3.53	3.25
カポック (Ceiba pentandra)	サンプル木No.	1	2	3	4	5	マンゴー (Mangifera indica)	サンプル木No.	1	2	3	4	5
	DBH(cm)	6.69	25.80	29.94	31.53	34.39		地際D(cm)	7.01	7.96	8.60	9.24	13.38
	H(m)	5.92	12.50	13.50	17.00	19.00		H(m)	2.00	2.83	3.70	3.70	4.26
	幹材積(m <sup>3</sup> )	0.0075	0.2743	0.456	0.6716	0.6984		幹材積(m <sup>3</sup> )	0.0028	0.0046	0.0039	0.0037	0.0151
	木材比重	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35		木材比重	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
	幹乾重(kg)	3.59	137.81	183.92	287.40	308.41		幹乾重(kg)	2.29	3.27	3.27	2.94	9.48
	全木乾重(kg)	7.44	201.78	299.54	386.53	459.15		全木乾重(kg)	9.94	19.24	19.94	24.96	52.03
	拡大係数	2.67	2.31	2.36	2.18	1.95		拡大係数	5.04	5.33	3.63	3.93	3.40

拡大係数<sup>1)</sup> : (全木乾重/1000) / (0.3DBH<sup>2</sup>H × 木材比重/10000)

7.9.2.3.2 直径と樹高からの全木乾重推定式

ニーム、ジャラン、カポックにおいては胸高直径(DBH)、マンゴーにおいては地際径(D)と樹高から全木の乾燥重量(Wt)を推定する式を

$$\log(Wt) = a \times \log(D^2 \times H) + b$$

とし、係数 a、b と相関係数を求めた。その結果が次表 7-9-4 である。(図 7-9-2 参照)

表 7 - 9 - 4 全木乾重推定式の係数と相関係数

樹種	a	b	r (相関係数)	試料数
ニーム	0.7868	2.6141	0.9554	5
ジャラン	0.9967	2.5569	0.9966	5
カポック	0.9447	2.3683	0.9994	5
マンゴー	0.6820	2.4784	0.9854	5

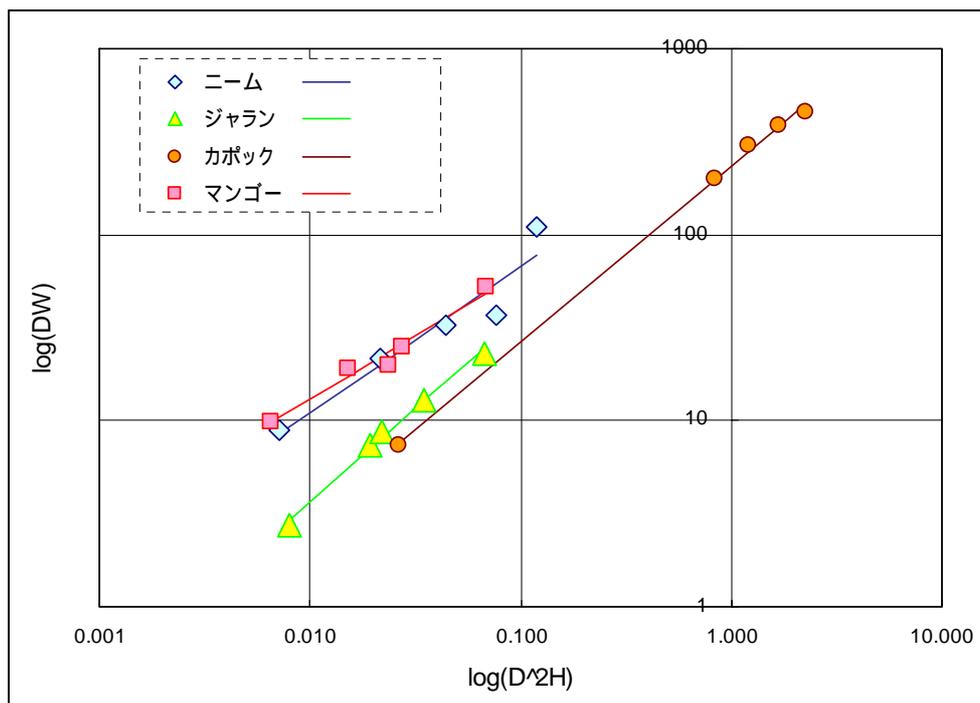


図7 - 9 - 2 境界木の重量と直径と樹高の回帰図

7 . 9 . 2 . 3 . 3 Pasuruan 県 Grati 郡の計測結果

昨年度ベースライン調査用として設定した Pasuruan 県 Grati 郡のプロット内にある境界木を計測した。各樹種の全木乾重推定式を求め、昨年度の直径と樹高から推定した乾物重量合計と今年度の乾物重量合計を下表にまとめた。プロット面積は 100m × 100m=1.00ha である。

表 7-9-5 Grati 郡プロットの境界木植生の全木乾重量の変化

植栽線	2003/12/24 乾物重量合計(kg)	2005/1/13 乾物重量合計(kg)	成長量(kg)
A	5,142.82	6,051.47	<b>908.65</b>
B	2,511.32	1,987.91	<b>-523.41</b>
C	664.34	738.05	<b>73.71</b>
D	4,173.73	3,762.21	<b>-411.52</b>
E	322.63	280.26	<b>-42.37</b>
F	2,873.05	3,485.25	<b>612.20</b>
合計	15,687.89	16,305.15	<b>617.26</b>
CO <sub>2</sub> 重量換算(kg/ha/年)			<b>1,131.64</b>

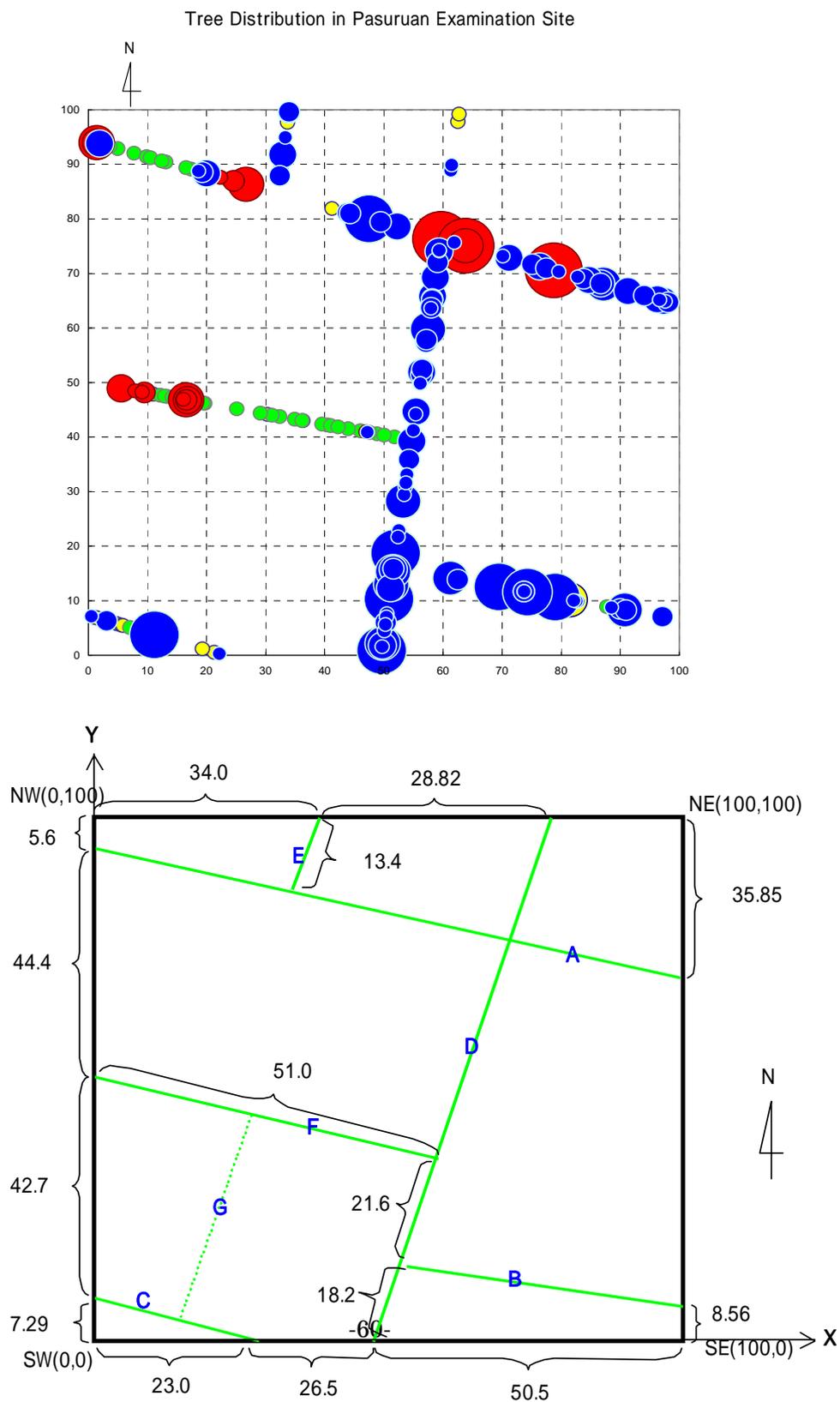
この一年の成長量は乾物重量で 617kg/ha/年、CO<sub>2</sub> 換算で 1.131ton/ha/年であった。この値はかなり大きい。しかしこの境界木は、地域住民の燃料材、牛やヤギの食糧でもあり頻りに枝等採取されている。さらに、当地はすでにきわめて長い間農地であったということは、農作物への採光のため頻りに切られるか剪定されているはずである。従って単年度推移では成長量が上下する

## 第7章 事業の詳細 ベースライン

であろうが、長期的には境界木のバイオマスはあまり大きな成長はしていないのではないかと  
 われる。以上のことに鑑み 20 年の事業性を検討するに当たり、ベースラインはゼロとした。

次の図は Pasuruan 県 Grati 郡の農地の境界木配置図と樹冠投影図(上)と植栽線の配置図(下)で  
 ある。

図 7 - 9 - 3 Pasuruan の植栽対象地の樹木配置図と樹冠投影図



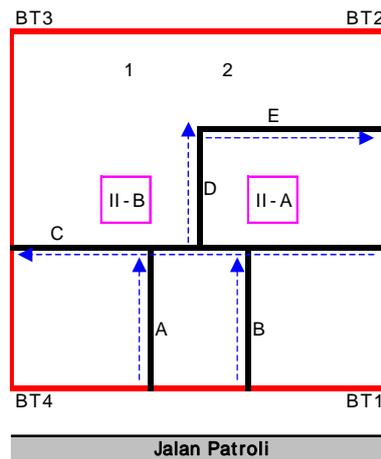
7.9.3 土壌炭素の計測

7.9.3.1 調査場所

プロジェクト対象地内の農地 3ヶ所において、ベースラインを算定するための境界木の成長量調査および土壌炭素調査を開始した。樹冠率は境界木の列幅と長さ、樹冠が大きく成長した個体及び単木は樹冠の直径を測定し、樹幹の面積を計算し、調査地全体に占める樹冠の割合を算出した。

Sumberejo 村 (Tongas 郡)

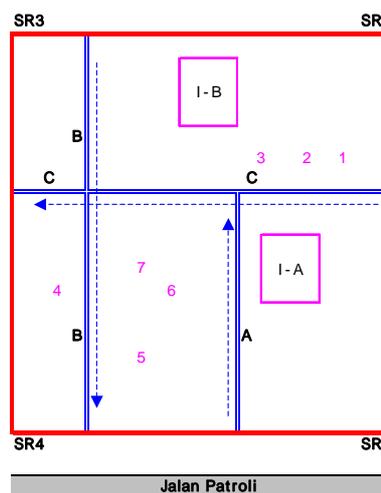
標高が低く平坦である。土地利用は草地、トウモロコシ等の作物栽培である。地域住民への聞き取りでは雨季は透水性が悪く水がたまるとのことであった。調査プロットの面積は約 4000m<sup>2</sup> で、樹幹率は 9.1%であった。



Note :  
 A,B,C,D,E : Tree line  
 II-A, II-B : Soil sampling plot  
 BTx : Plot corners  
 1,2 : Trees out of line  
 - - - - - : Measuring direction  
 [Red Box] : Measurement area

Boto 村 (Lumbang 郡)

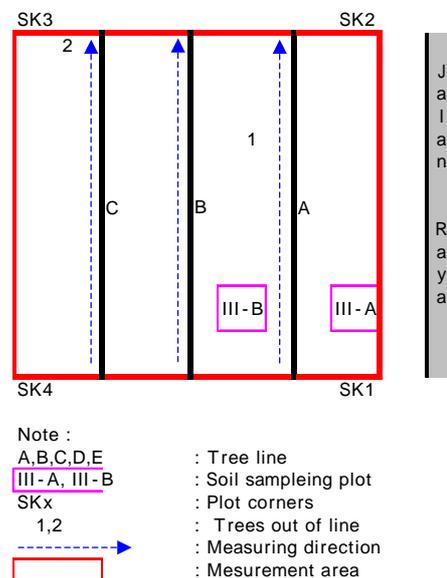
標高が比較的高く、緩やかな傾斜地である。土地利用は雨季に 1作のみの天水田である。明確な境界木はないが、間隔を開けてカボックが植わっている。調査プロットの面積は約 4700m<sup>2</sup> で、樹幹率は 10.5%であった。



Note :  
 [Red Dashed Box] = Measurement plot  
 [Blue Box] = Measured trees  
 A, B, C = Tree lines name  
 SRx = Plot corners  
 1, 2, 3 = Trees out of line  
 - - - - - : Measuring direction  
 [Pink Box] = Soil sampling plot

Sumber Kramat (Tongas 郡)

標高が低いが棚田を形成している。土地利用は雨季に1作のみの天水田である。段々に合わせて木はないが、間隔を開けてカボックやマンゴーが植わっている。調査プロットの面積は約3700m<sup>2</sup>で、樹幹率は15.7%であった。



7.9.3.2 調査結果

調査した3ヶ所の樹冠率の平均は11.8%であった。プロジェクト対象地の一般的な農地の場合、インドネシア政府が定めた森林の定義のひとつである樹幹率30%を下まわり、森林でないとしてよいものと思われる。

土壌炭素を調査した結果を表7-9-6に示した。3地点の深さ50cmまでの土壌炭素の平均は0.74vol%で、これを二酸化炭素に換算すると、36.9t-CO<sub>2</sub>/haとなった。土壌深さ30cmまでで計算すると25.0t-CO<sub>2</sub>/haとなった。

表7-9-6 土壌炭素分析結果

	Sumberejo		Boto		Sumber Kramat	
	vol %	STD	vol %	STD	vol %	STD
0-10 cm	0.80	0.42	1.16	0.14	1.08	0.21
10-20 cm	0.60	0.25	1.02	0.23	0.94	0.18
20-30 cm	0.51	0.17	0.76	0.14	0.63	0.07
30-40 cm	0.46	0.12	0.85	0.14	0.59	0.10
40-50 cm	0.36	0.14	0.70	0.04	0.61	0.06
total	0.55	0.12	0.90	0.07	0.77	0.07

### 7.10 吸収量

プロジェクト全体のCO<sub>2</sub>吸収量は間接的にバイオマスの乾物重量の増加量を計測してそれをCO<sub>2</sub>重量に換算する。バイオマスの乾物重量(ton)は立木幹材積(m<sup>3</sup>)に木材の比重をかけた乾重量に係数(拡大係数)をかけて算出される。従って事業の立木幹材積をモニターすることによってあるいは予想することによってCO<sub>2</sub>吸収量を試算することができる。木材生産事業においては立木幹材積の予測が可能ならば事業計画も容易に立てられる。従ってCO<sub>2</sub>吸収量の計算と植林事業計画は一体のものである。

COP9決定にあるように、吸収源プロジェクトの吸収量及び排出量は次のように定義されている。

- ・ Actual Greenhouse Gas Removal by Sink (CO<sub>2</sub>-ton) : 現実純吸収量
- ・ Actual Project Emission (CO<sub>2</sub>-ton) : プロジェクト排出量
- ・ Baseline Greenhouse Gas Net Removals (CO<sub>2</sub>-ton) : ベースライン純吸収量
- ・ Leakage (CO<sub>2</sub>-ton) : リークエッジ
- ・ Net Anthropogenic Greenhouse Removals by Sink (CO<sub>2</sub>-ton) : 純人為的吸収量

この章で検討するのは、現実純吸収量である。

#### 7.10.1 吸収量の算出方法

本プロジェクトの吸収量は、事業計画に基づいて植林された樹木の成長量(m<sup>3</sup>)に相当するCO<sub>2</sub>炭素吸収量である。対象とするのはバウンダリー内の5つのカーボンプールのうち、地上部バイオマス、地下部バイオマス、土壌炭素である。このうち土壌炭素は森林化によって増加するが短期間のうちには大きく変動しないので、事業期間中は増加しないものとし事業計画を組む。地下部バイオマス+地上部バイオマスは、幹乾重量に調査で得られた拡大係数をかけて求めるので、幹材積の成長量を求めればよいことになる。

植栽木の成長量から換算されるCO<sub>2</sub>吸収量は本プロジェクト期間内のクレジット期間(20年)を対象に算定する。事業計画策定時の植栽木の生長量(成長モデル)は、既存の植林地のデータ収集を行いそれを分析することにより算出したものである。幹乾重量に対する全体バイオマス量を拡大係数、炭素重量とCO<sub>2</sub>重量の比を44/12=3.67とすると、植林木が吸収するCO<sub>2</sub>吸収量は以下の式で求められる。

$$\text{CO}_2\text{吸収量} = \text{材積成長量(m}^3\text{)} \times \text{木材比重} \times \text{炭素率(0.5)} \times \text{拡大係数} \times 3.67$$

#### 7.10.2 植栽木の成長量

Gmelina、Waru、Teakの土壌条件中庸の成長モデルを作成した。いずれも初期数年の成長が遅いので成長曲線に変曲点が見られるため、成長モデル曲線としてGomperz曲線が適当と思われた。

3 樹種の胸高直径成長、樹高成長予測値を、Gomperz 式を当てはめ推定した。

Gomperz 式は成長を表す式（成長曲線式）として普通に用いられ、

$$Y(t)=K*a^b*t$$

であらわされる。ここで K：上限値（定数）、a：定数、b：定数、t；時間(年) である。

Gomperz 式に当てはめ、パラメータ a、b、K を推定した値が下表である。

表7 - 10 - 1 Gmelina、Waru、Teak の Gomperz 曲線のパラメータ

	Gmelina	Waru	Teak
胸高直径 K	33.9	31.4	18.8
a	0.0322	0.0192	0.1174
b	0.7714	0.7708	0.8573
樹高 K	19.9	23.6	17.3
a	0.0060	0.0300	0.0574
b	0.6351	0.7870	0.8550

この成長の元、理想的な立木密度管理を行ったものとして 1ha あたりの立木材積を算出する。成長量はその立木材積の前年度との差となる。材積成長量(dV)、平均胸高直径(D)、平均樹高(H)、平均単木材積(Vu)、とすれば、

$$Vu = 0.3 \times D^2 \times H$$

$$Vf=0.3 \times n \times D^2 \times H$$

により、単木の樹木の材積と林分の材積を近似する。さらに、成長量は以下の式で表す。

$$dVi=Vfi - Vfi-1$$

ただし、Vfiとは林令i年目の 1haあたりの材積を表し、Vfi-1はi-1 年目（前年度）の 1haあたりの材積を表す。

ここで、立木密度(n)の管理に関してはアグロフォレストリーであることを考慮して、産業造林で用いられている全面に均等植栽する方法はとらない。

Gmelina、Waru の植栽時は植栽間隔 5m × 2m ( 1,000 本/ha ) とする。植栽後徐々に形質不良木と成長不良木を除き、さらに農作物への採光を考慮しながら 7 年目までに 700 ~ 750 本/ha まで密度を落とし、7 年目で間伐し 400 本/ha とする。その後 400/本で推移し、Gmelina は 10 年、Waru は 14 年で伐採(主伐)する。

Teak は植栽間隔 8m × 2m( 約 600 本/ha )とし 7 年目までに形質不良木を除伐し 400 本/ha まで本数を減らし、以後この本数を維持する。20 年目までには主伐も間伐もしない。

### 7 . 10 . 3 間伐、主伐

木材の品質を向上させるために密度管理を適正に行う必要がある。成長良好なところでは間伐を行う。その時期と予想出材量は下表の通りである。

表7 - 10 - 2 主伐時の Gmelina、Waru、Teak の成長量

樹種		Gmelina	Waru	Teak
間伐	標準林令	7	7	なし
	間伐前(m <sup>3</sup> /ha)	155.3	95.1	
	間伐後(m <sup>3</sup> /ha)	88.7	50.7	
	出材量(m <sup>3</sup> /ha)	66.6	44.4	
主伐	標準林令	10	14	30年以上
	出材量(m <sup>3</sup> /ha)	152.9	197.6	-

7.10.4 胸高直径と樹高から単木材積を推定する

木材生産事業計画立案のためには、計測できる胸高直径と樹高から単木材積を推定する式を導き出しておく必要がある。胸高直径(DBH)と樹高(H)からの単木幹材積(V<sub>S5</sub>)の推定式はこれまで、  
 $V_{S5} = 0.3 \times DBH^2 \times H$

を利用してきた。本来なら樹種ごとに推定式を作成する必要があるが、伐倒試験によるデータが少ないため、従来通りこの式を用いることとする。

7.10.5 拡大係数の調査

拡大係数 Mc は以下の式にて算出した。

$$Mc = \text{全木の乾重} \div (\text{DBH}^2 \times H \times 0.3 \times \quad)$$

全木の幹重は各樹種を伐倒し、幹・枝・根・葉の乾燥重量を計測した。ただし、各部位の量が多い場合は、伐倒直後に湿重量を計測し、サンプルを持ち帰り各部位の含水率を計測し、その値と湿重量から各部位の乾燥重量を計算する。今回の対象木であるGmelina、Waruに関しては植栽対象地周辺には植栽例がないため伐倒調査は行っていない。Gmelina、Waru、Teakの拡大係数は、植栽地周辺でベースライン調査した境界木を構成する樹木の拡大係数(Mc)の最小値を用いることとした。

昨年度と今年度ベースライン調査で伐倒した樹木の Mc を以下に示す。木材比重は「熱帯植物要覧」(養賢堂)によった。実測したものは実測値を計上した。各樹種の枝・根・葉の重量、乾燥重量は昨年と同様の方法で求めた。詳細はベースラインの項参照。

表7 - 10 - 3 各樹種の拡大係数 (Mc)

樹種名	学名	木材比重 ( )	資料木							平均
			No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	
Mimbo	<i>Azadirachta indica</i>	0.80	5.15	4.14	3.09	2.00	3.84	-	-	3.64
Kapok	<i>Ceiba pentandra</i>	0.35	2.67	2.31	2.36	2.18	1.95	-	-	2.29
Mangga	<i>Mangifera indica</i>	0.67	5.04	5.33	3.63	3.93	3.40	-	-	4.27
Falcata (昨年度)	<i>Paraserianthes falcataria</i>	0.38 (実測)	1.91	2.30	1.88	3.15	2.62	-	-	2.37
Lamtoro (昨年度)	<i>Leucaena leucocephala</i>	0.78 (実測)	2.61	3.05	3.26	4.52	3.69	1.80	2.31	3.03
Kakao (昨年度)	<i>Theobroma cacao</i>	0.56 (実測)	2.89	1.99	1.95	1.87	1.84	-	-	2.11

この表から、境界木の樹種の中で、拡大係数の最小値を取るKapokの拡大係数2.29を、Gmelina、Waru、Teakの拡大係数とする。なおkakaolは通常土壌条件の極めてよいところに植栽され、本プロジェクト対象地では植栽されないので用いない。

#### 7.10.6 現実純吸収量

植栽木が7.10.2で示したような成長をし、適正な密度管理が行われたとして1haあたりの立木材積を算出する。成長量はその立木材積の前年度との差となる。材積成長量(dV)、平均胸高直径(D)、平均樹高(H)、平均単木材積(Vu)、立木密度(n)とすれば、

$$Vu = 0.3 \times D^2 \times H$$

$$Vf = 0.3 \times n \times D^2 \times H$$

$$dV_i = V_{fi} - V_{fi-1} \quad (\text{ただし、} V_{fi} \text{とは林令} i \text{年目の} 1 \text{haあたりの立木材積を表し、} V_{fi-1} \text{は} i-1 \text{年目(前年度)の} 1 \text{haあたりの立木材積を表す。})$$

となる。さらに、CO<sub>2</sub>吸収量(=CO<sub>2</sub>現実純吸収量)を換算するには植栽木の材中に吸収された各年度のCO<sub>2</sub>換算重量の差をとる。CO<sub>2</sub>換算重量は材積差(m<sup>3</sup>/ha/年)に木材比重(=絶乾重/体積)を掛け、さらに拡大係数Mc、炭素率0.5、CO<sub>2</sub>/C比3.67(=44/12)を掛けた値がCO<sub>2</sub>吸収量(ton/ha)となる。

$$\text{CO}_2 \text{現実純吸収量} = dV_i \times Mc \times \quad \times 0.5 \times 44 \div 12$$

計算に用いた木材比重は、 $Gmelina=0.5$ 、 $Waru=0.45$ 、 $Teak=0.7$ である(「熱帯植物要覧」(養賢堂))。

以上の条件の下で、各樹種の成長量、CO<sub>2</sub>現実純吸収量等を試算したものが下表 1-10-4 である。この表に示す木材材積の推移が事業計画の元となる。

第7章 事業の詳細 吸収量

表7 - 10 - 4 Gmelina、Waru、Teak の成長モデル (網掛け部分は主伐林令)

Gmelina	林令	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	平均直径 (cm)	1	2.5	6.0	10.0	15.0	18.5	21.3	21.3	23.5	25.3	26.8	28.0	29.1	30.0	30.5	30.8
	平均樹高 (m)	1.5	2.5	5.0	8.0	11.0	14.0	16.3	16.3	17.5	18.2	18.7	19.1	19.4	19.6	19.7	19.8
	立木密度 (本/ha)	1000	950	900	800	750	750	700	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	立木材積 (m <sup>3</sup> /ha)	0.0	0.4	4.9	19.2	55.7	107.8	155.3	88.7	116.0	139.8	161.2	179.7	197.1	211.7	219.9	225.4
	間伐材積 (m <sup>3</sup> /ha)								66.6								
	CO <sub>2</sub> 換算重量 (t/ha)	0.1	0.7	7.1	28.2	81.7	158.1	227.8	130.2	170.1	205.0	236.4	263.5	289.1	310.5	322.5	330.6
Waru	林令	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	平均直径 (cm)	0.8	2.0	4.0	8.0	12.0	15.5	18.0	20.1	22.0	23.5	23.5	25.0	26.5	27.2	28.0	28.0
	平均樹高 (m)	1.2	2.0	4.0	6.4	8.8	11.2	13.0	14.5	16.0	17.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	21.5
	立木密度 (本/ha)	1000	950	900	800	750	750	750	750	750	750	400	400	400	400	400	400
	立木材積 (m <sup>3</sup> /ha)	0.0	0.2	1.7	9.8	28.5	60.5	95.1	131.8	174.2	211.2	112.7	135.0	160.1	177.6	197.6	202.3
	間伐材積 (m <sup>3</sup> /ha)											98.6					
	CO <sub>2</sub> 換算重量 (t/ha)	0.0	0.3	2.0	11.5	33.5	71.0	111.5	59.5	82.5	109.0	132.2	158.4	187.9	208.3	231.8	245.9
Teak	林令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	平均直径 (cm)	1.8	3.5	5.0	6.4	7.6	8.7	9.6	10.5	11.4	12.0	12.7	13.4	14.0	14.5	15.0	15.5
	平均樹高 (m)	1.1	2.2	3.2	4.3	5.1	6.1	7.0	7.8	8.6	9.4	10.1	10.8	11.5	12.1	12.7	13.4
	立木密度 (本/ha)	600	550	500	480	460	440	420	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	立木材積 (m <sup>3</sup> /ha)	0.1	0.4	1.2	2.5	4.1	6.1	8.1	10.3	13.4	16.2	19.5	23.3	27.0	30.5	34.3	38.6
	CO <sub>2</sub> 換算重量 (t/ha)	0.1	0.9	2.5	5.2	8.3	12.5	16.7	21.2	27.5	33.4	40.1	47.8	55.5	62.7	70.4	79.3
	Teak	林令	17	18	19	20											
平均直径 (cm)		16.0	16.4	16.8	17.1												
平均樹高 (m)		14.0	14.5	15.1	15.7												
立木密度 (本/ha)		400	400	400	400												
立木材積 (m <sup>3</sup> /ha)		43.0	46.8	51.1	55.1												
CO <sub>2</sub> 換算重量 (t/ha)		88.3	96.1	105.0	113.1												

## 第7章 事業の概要 プロジェクトの排出量

### 7.1.1 プロジェクトの排出量

プロジェクト境界内外の排出源からの GHG 排出量は改訂された IPCC ガイドライン方法論を用いることによって推定できる。その場合、排出量は活動記録と排出係数の積で求められる。プロジェクト境界外の排出源からの GHG 排出量の増加量は分析効果乗数を用いて評価することができる。

本プロジェクトによってバウンダリー内で起こる排出については考えられる全ての GHG を対象として検討して、起こるものは定量化しなければならない。

表7-11-1 排出のモニタリング項目

ID	内容	対象	把握アプローチと計測方法
E1	各世帯の車輛・交通機関利用による燃料消費	自家用車燃料または公共交通機関の月間利用量からの排出	各家庭費用支出から燃料消費量を逆算。
E2	運送や植林地管理のための化石燃料による排出	プロジェクト活動の運送や車輛運転による化石燃料の排出	事業計画時に策定し、実施中にモニタリング
E3	その他のプロジェクト活動のための化石燃料による排出	プロジェクト植林、保育、伐採時の機械で使用される化石燃料の排出	事業計画時に策定し、実施中にモニタリング
E4	灌漑用井戸の作動時の燃料	ポンプ稼働に要する全燃料量からの排出。	年間の灌漑水量(ton)、ポンプ揚水量(ton/時)、ポンプ稼働時間(時間)、ポンプ燃費(Liter/時)、ポンプの総台数のモニタリング
E5	肥料による排出	化学肥料・堆肥を使用する場合の排出	事業計画時に策定し、実施中にモニタリング。
	育林のための施肥肥料から放出される N <sub>2</sub> O	植栽木に施用する化成肥料(N15%)からの N <sub>2</sub> O の放出	施用 N 量の 1.25% が放出されるとする (GPG3.2.1.4.1.2)
E6	農業生産増大による燃料・電力利用による排出	農業のための物質投入量と対象地からの搬出量から、エネルギーとして排出される量を試算	投入：苗、種子、肥料、農薬、労働量(人工数)、その他物質と価格。 搬出：農産物収穫量、農業残渣等

上記のモニタリング項目に基づき、次の通りプロジェクトの排出量を算定した。

第7章 事業の概要 プロジェクトの排出量

表7-11-2 排出量

調査対象項目	分析方法	計算方法	結果
各世帯の燃料消費	車輛、家事用エネルギーモニター	プロジェクトの影響による排出との因果関係が明らかでない ので計上しない。	<b>0</b>
苗運搬のための車両排気量	運送距離に対する排出量	20年間の植栽面積は約3,700ha×1,100本=4,070,000本である。 トラック一車に積載する苗本数は4,000本で、約1,000往復。 トラックが苗畑から植林地まで往復する距離は10km×2=20km なので、1,000×20km=20,000km。ディーゼルトラックの燃費は6km/litre なので、地球温暖化係数を使用して計算。 20,000km÷6km×2.624kgCO <sub>2</sub> /Liter=8,747kg/全期間 8.75CO <sub>2</sub> -ton/20年 = 0.438CO <sub>2</sub> -ton/年	<b>0.44</b> CO <sub>2</sub> -ton/年
植林地管理用車輛の燃料	走行距離に対する排出量	管理用車輛1台。1日50km走行×1ヶ月25日稼働×12ヶ月 =15,000km、燃費10km/Lとすると1,500L×2.322kgCO <sub>2</sub> /L =3,483kg/年=3.48tonCO <sub>2</sub> /年	<b>3.48</b> CO <sub>2</sub> -ton/年
灌漑用井戸の作動時の燃料	稼働時間に対する排出	ポンプ能力=10L/sec、軽油燃費=1L/h、稼働時間=6h/日、稼働 日数=6日/週×4ヶ月 軽油使用量=1L×6h×6日×16週=576L 576L×2.624kgCO <sub>2</sub> /L=1511kgCO <sub>2</sub> /年。ポンプ台数45台なので 1.511tonCO <sub>2</sub> ×45=68.00 tonCO <sub>2</sub> /年	<b>68.00</b> CO <sub>2</sub> -ton/年
施肥による排出	なし	植林1サイクルあたり化成肥料(N15%)を、1年目80g/本× 1,100本/ha=88kg/ha、2年目に120g/本×900本/ha=108kg/ha、 合計196kg/ha施用するので、N量は196×15%=29.4kg/ha。 この1.25%(GPG3.2.1.4.1.2による)がN <sub>2</sub> Oとなると、29.4kg ×1.25%=0.3675kg/ha。これにCO <sub>2</sub> 換算係数310をかけて、 0.3675kg/ha×310=114.9kg/ha=0.115 CO <sub>2</sub> ton/ha/サイクル。 これに新規植林面積をかけた値がプロジェクト全体の排出量 である。20年間の合計植林面積は3,700haなので、 0.115 CO <sub>2</sub> ton/ha×3,700÷20年= <b>21.3</b> CO <sub>2</sub> ton/年	<b>21.3</b> CO <sub>2</sub> ton/年
保育作業のための労務運搬車両の排気量	労務運送距離に対する排気量	稼働日数年間250日、計画によれば車両数4台で、毎日20km ×1(往復)=40km走行 40km×4台×250日÷6km/litre×2.624kgCO <sub>2</sub> =17,493kgCO <sub>2</sub> =17.50CO <sub>2</sub> -ton/年	<b>17.50</b> CO <sub>2</sub> -ton/年
伐採のための重機、車両の排気量	運送距離に対する排気量	ローダー2台で年間125日稼働、1日1km往復。燃費1km/L。 2km×125日×2台÷1km/L×2.624kgCO <sub>2</sub> /L=1,312kgCO <sub>2</sub> =1.312tonCO <sub>2</sub>	<b>1.31</b> CO <sub>2</sub> ton/年
伐採のためのチェーンソーによる排出	稼働時間に対する排気量	-	ほとんどなし

第7章 事業の概要 プロジェクトの排出量

木材運送のための車両の排気量	バウンダリー外はリーケッジに計上される。	-	
農業生産増大による燃料・電力利用による排出		プロジェクトの影響による排出との因果関係が明らかでないので計上しない。	0
排出量合計			<b>109.64</b> CO2ton/年

上記の計算の基づき、本計画のバウンダリー内のプロジェクト排出量は 109.64 CO2-ton/年（平均）を計上する。

## 第7章 事業の詳細 リークェッジ・社会経済影響・環境影響・リスク分析

### 7.1.2 リークェッジ・社会経済影響・環境影響・リスク分析

#### 7.1.2.1 リークェッジ

##### 7.1.2.1.1 リークェッジの定義と本プロジェクトのリークェッジの種類

COP9 の決定でリークェッジの種類はマイナスのもののみをカウントすることになった。本プロジェクトの考えられるリークェッジを以下に示す。

表7-12-1 リークェッジの種類と計算方法

ID	リークェッジの種類	対象	把握アプローチと計測方法
L1	運送のための化石燃料による排出	プロジェクトによって生産される木材の運送による化石燃料の排出	事業計画時に策定し、実施中にモニタリング
L2	木材加工工程のための化石燃料による排出	プロジェクトによって増加する木材生産のための化石燃料の排出	事業計画時に策定し、実施中にモニタリング
L3	公共輸送量増加による化石燃料からの排出	プロジェクトに関連して従業員の通勤や物資の運搬によって排出される化石燃料からの排出	事業計画時に策定し、実施中にモニタリング。事前の環境影響調査で影響が少ないことが証明されれば不要。
L4	他地区での森林伐採	プロジェクトに起因して起こる他地区の森林伐採	同上

#### 7.1.2.1.2 リークェッジの量の予想

表7-12-2 リークェッジの量

ID	リークェッジの種類	量
L1	出材量 1m <sup>3</sup> あたりの山土場から工場までのトラック輸送にかかわるCO <sub>2</sub> 排出量を試算する。トラック 1 車あたりの積載量は 10m <sup>3</sup> 、1 回の搬送距離は平均 50km、ディーゼル燃料燃費平均 6km/litre、軽油のCO <sub>2</sub> 排出係数 2.624 CO <sub>2</sub> kg/literなので、50km/6km/literx2.624 ÷ 10m <sup>3</sup> =2.187kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> 。5 年目から伐採が始まり 7 年目以降 28 ~ 32 千 m <sup>3</sup> /年の伐採量なので、7 年目以降 2.187 x30,000m <sup>3</sup> /年=65.6CO <sub>2</sub> ton/年	7 年目以降 65.6 CO <sub>2</sub> ton/年
L2	使用する工場では既に別の木材原料を使用しているので増量にならない。	0
合計		7 年目以降 65.6CO <sub>2</sub> ton/年

上記の計算に基づき本計画のリークェッジ量は 7 年目以降 65.6CO<sub>2</sub>ton/年（平均）で計上する。

7.12.2 社会経済影響

7.12.2.1 社会経済影響調査内容

影響の側面は次の経済的側面、社会文化的側面である。

プロジェクトの経済的側面として、

- ・ 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）

が上げられる。

社会・文化的側面として、以下の項目が考えられる。

- ・ 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

植林地における上記の側面を調べるために、CDMプロジェクト実施候補地の4つの郡（Tongas、Lumbang、Wonomerto、Sumberarasih）から各15世帯、合計60世帯を抽出し、社会経済面に関しアンケート（聞き取り）調査を行った。調査項目は、世帯主、家族数、所有土地面積、借地面積、収入（農業収入、給与収入、臨時作業収入、その他の収入、商業収入）支出（農業原価、食費、光熱費、雑費、教育費、医療費、衣料費、資産形成、税・保険、冠婚葬祭、エネルギー費、交通費）である。

7.12.2.2 社会経済調査結果

下表は各郡 15 世帯の平均値を表している。調査対象家庭は数が少なく無作為抽出でもないので、この調査をもってこの地域の経済を論ずるわけにはいかないが、傾向は把握できる。以下にその結果を述べる。

表 7 - 1 2 - 3 対象地の世帯数等

	Wonomerto	Lumbang	Tongas	Sumberasih	全体
調査世帯数	15	15	15	15	60
平均世帯人数	4.47	4.53	4.20	5.13	4.58
所有地面積(m <sup>2</sup> )	21,400	6,790	5,481	9,491	10,790
農業収入	4,403,333	1,632,200	2,015,167	1,162,667	2,303,342
給与収入	0	1,920,000	1,696,000	405,333	1,005,333
臨時作業収入 <sup>*1)</sup>	1,186,667	822,800	374,333	888,000	817,950
その他収入 <sup>*2)</sup>	823,333	1,125,733	1,537,333	157,333	910,933
商売・商店	680,000	640,000	756,000	0	519,000
収入計(Rp.)	7,093,333	6,140,733	6,378,833	2,613,333	5,556,558
農業原価 <sup>*3)</sup>	1,025,200	284,850	768,683	335,033	603,442
光熱費	343,200	343,267	456,800	134,400	319,417
雑貨	215,500	234,300	194,000	82,800	181,650
教育費	75,400	93,067	61,760	6,400	59,157
医療費	116,667	134,000	137,067	119,200	126,733
衣料費	623,333	446,667	327,000	460,000	464,250
税・保険	46,267	45,240	43,933	28,667	41,027
冠婚葬祭費	926,667	952,000	613,333	554,000	761,500
エネルギー	985,080	1,093,600	632,307	823,320	883,577
交通費	1,024,000	831,000	518,000	424,000	699,250
食費除支出計(Rp.)	5,381,313	4,457,990	3,752,883	2,967,820	4,140,002
食費(Rp./月)	559,571	520,381	433,833	399,614	478,350

(注) 臨時作業収入<sup>\*1)</sup> : 大工、石工、農作業、Ojek(バイクタクシー)の運転手等の手間賃

その他収入<sup>\*2)</sup> : (自己飼育または委託飼育した)牛、ヤギ、鶏の販売利益、薪・果樹販売等

農業原価<sup>\*3)</sup> : 種子、苗、肥料などの物品代金、農耕牛賃料支払い、人夫賃支払い等

食費は最近 1 週間の食糧購入費を 4.2 倍して 1 ヶ月の食費を算出した。この値を 12 ヶ月倍するとその他の支出との合計が収入を大きく上回るので、年間の食費を算出するには適当でない。参考程度にしておく。この調査において必ずしもすべての収入がカバーできているわけではないので、はっきりとは言えないまでも、収入を大きく上回る支出は考えられないので、収入の範囲で食費をまかなっているであろう。

エネルギー消費として薪と灯油が料理用に消費されている。低所得層では月々の支出は

40,000Rp 以下で、所得水準によって変動する。支出が増えると食費が増え、その結果としてエネルギー消費が増えることが予想されるが、その増加は顕著ではない。

交通に関する月々の支出は 40,000Rp 以下である。交通費もエネルギー消費と同様に収入の増加に応じて増えるが、その増加は顕著ではないと考えられる。

貧困層の割合は 27.25%と、東ジャワ州の平均 20.91%に比べて高かった。多くの農民は構造的な貧困におかれており、農作物の収入だけでは十分でない。土地所有の不均衡が収入の不均衡も招いている。

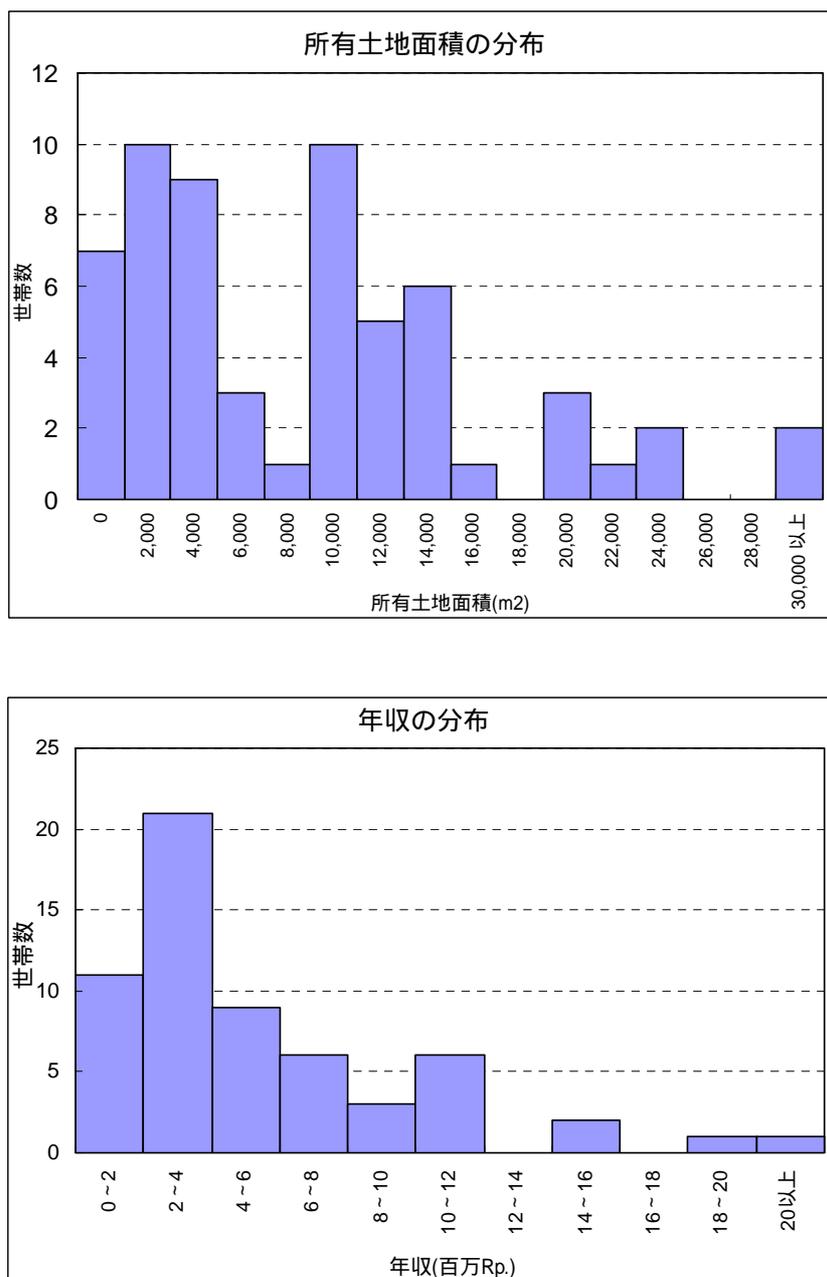


図7 - 1 2 - 1 土地所有面積と収入

調査によると、いずれの住民も零細な農民が多く、追加的な援助がない場合、保有土地面積の大

きい10～20%の住民しかプロジェクトに参加する余裕はないと思われる。

食糧確保のためにアグロフォレストリーを実施する必要がある。しかし、アグロフォレストリーを実施したときの収入の増加は最大で20%程度と思われ、地域の収入や消費傾向、貧困の程度を著しく変化させるものではない。

深井戸の作設による農業作物の変化が農民の収入に及ぼす変化は分析していないが、深井戸によりある程度の灌漑用水が確保できたとすれば以下のことが言える。現状の農地では主としてコメ、トウモロコシ、ピーナッツ、大豆などを植栽しており収穫は雨季の後半の1回である。これに井戸の灌漑が行われるとすれば年2回、多ければ3回の収穫が見込める。樹木がまだ小さいときは農作物の種類の変化はあまりない。上層の樹木の枝が伸びて日陰が多くなれば農民が樹木の成長に無理のない範囲で枝おろしして採光量を確保する。しかし樹木がおおよそ7年程度になると日陰が多くなるので強度の間伐を行なう。これは樹木の直径の成長促進と樹下の作物への採光のためでもある。日陰のまま推移する場合はショウガ科の作物に変更することもあるが、基本的に1haあたりの収入量はコメなどと変わらないと見込まれている。

農民は収穫の大部分を販売するわけではなく、自家消費がほとんどである。収量が2倍になったとしても自家消費分は確保しておき、次年度の収穫の見込みが立ったところで余剰分の作物を販売し現金化する。従って、上述のように収量が増えても収入が増えるわけではなく、農民の余剰食糧のストックが増えることになる。コメ・トウモロコシ以外の作物に関しては現金化してすぐにコメを購入するのが普通である。

CDM 事業開始とともに土地利用に制限が加わるが、基本的には植林後の土地利用の変更はないものとし、個別の農民との契約においてその旨を明記する。例えばどうしても宅地にするなどの利用形態の変化があれば、事業地から除外し、面積、所有者、植栽樹種、現蓄積、換算CO<sub>2</sub>量等を調査しCDM 理事会への報告等も含め必要な手続きをとる。

また土地の所有権の移転については、もっともあり得るのが親から子への財産分与である。これまでこれらの対象地は乾季の乾燥が厳しいため土地の売買はほとんどなかった。深井戸による灌漑によって土地生産性が増えた場合、農業生産に意欲のある農民はかえって土地を売らない傾向にある。なぜなら他に産業や職業がないため農民が農地を売ってしまえば生活に困窮するからである。しかしすべての農民が土地を売らないという保障はないので、売買が成立して所有権が移転すれば直ちに必要な報告手続きをとる。

以上の結果、CDM プロジェクト参加者は土地所有面積の比較的大きいものに限られるかもしれないが、実施は可能である。調査結果は特別の否定的な側面はなく、むしろ雇用機会の増大、収入増といった肯定的な影響が期待されていた。

### 7.12.3 環境影響調査

#### 7.12.3.1 環境影響調査の必要性

プロジェクトの実施が環境に与える影響の調査は重要な要素の一つである。プロジェクト計画

段階で検討して、重大な影響が懸念される場合には環境影響評価を実施しなければならない。

インドネシアでは環境省下の BAPEDAL（環境影響調査庁）が監督して、AMDAL（環境影響評価総合体系）が構築されている。一定の基準を満たすものや行政境界を越えるもの、特に重大な影響が予測されるものは規制に従って環境影響評価（Environmental Impact Assessment=EIA）を実施しなくてはならない。重要なのは、この基準に抵触しないものであっても、自主的に環境管理計画と環境モニタリング計画を策定して実施して行かなければならないとされていることである。

AMDAL の規定のうち、植林に関しては 10,000ha 以上の植林の場合に環境影響評価の実施を義務づけている。従って本プロジェクト総面積は 1,500ha であるので、周囲の環境におよぼす植林の影響は調査不要である。

しかし、プロジェクト対象地内に井戸を作設するので、ボゴール農科大学沿岸資源管理研究室（Coastal Resource Management of Bogor Agricultural University）に依頼し、作井による環境影響調査の要否を調べた。

### 7.12.3.2 環境影響評価とアプローチ

環境影響の評価側面には、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が挙げられる。また、間接影響抑制・防止のための対策について、現地住民に対する社会経済調査を通じて明らかにする必要がある。

対象となる項目と側面は次のとおりである。

表-7-12-1 環境影響調査

項目	対象側面
大気	塵芥、酸素量
水質	地表水、地下水、下水
土壌	土壌質、土壌堅固さ、土砂災害、土地生産性
生物多様性	動物相、植物相、その他生物相
地域住民の生活の質	社会経済評価、文化側面、交流、景観、家屋、交通、余暇、雇用、他
土地利用とその変化	土地紛争、否定的土地変化
その他	安全、治安など

### 7.12.3.3 作井に関する法律等

作井に関する法律、政令、地方条例を調査した結果以下のような 10 の法律等があることが分かった。深井戸を設ける場合、の地質と地下資源の環境管理とモニタリングに関するテクニカルガイドライン No.048.K/101/DDJG/1995 が基準となる。

The Act of the Drainage No. 11/1974

The Act of the Environment Management Basic Stipulation No. 4/1982

## 第7章 事業の詳細 リークエッジ・社会経済影響・環境影響・リスク分析

The Government Regulation of the Water Arrangement No. 22/1982

The Government Regulation of the Environment Impact Assessment No. 51/1993

The Ministry of Environment (MOE) Decree on the Environment Management and Monitoring Guidelines No. Kep-12/MENLH/3/1994

The Ministry of Energy and Mining Decree on the Water deep Well Administration Arrangement No. 02.P/101/M.PE/1994

The Ministry of Energy and Mining Decree on the Technical Guidelines of Environment Management and Monitoring Arrangement of Water deep Well Withdrawal No. 390.K/008/M.PE/1995.

Directorate General of Geology and Mining Resource Decree on the Technical Guidelines of Environment Management and Monitoring Arrangement of Water Deep Well Withdrawal No. 048.K/101/DDJG/1995.

The East Java Province Regulation on the Water deep Well Management in East Java No. 5/2002.

The Probolinggo Region Regulation on the Housing and Water deep Well Management No. 13/2002.

調査の内容として以下の項目が上げられる。

- (1) 環境に影響を及ぼすであろう活動の分析として、活動の実施場所、土地利用、揚水能力、揚水による利益、揚水可能、作業雇用量の調査
- (2) 作井と深井戸からの揚水から影響を受けるであろう環境要因の分析として、物理化学的要因、生物学的要因、社会経済および文化的要因
- (3) 必要な環境管理およびモニタリングに関する分析として、影響予測、影響の大きさ、影響の処理方法、環境管理、環境モニタリング

以下に上記各項目を検証した調査結果の要約を述べる。

### 7.12.3.4 作井による環境影響調査結果

今回の FS 事業では作井による灌漑を検討し、作井した場合の揚水量を調査するため、深井戸を試掘した。場所は、Tongas 郡 Sumberrejo 村である。試掘地点は灌漑設備のない乾燥地である。この地には地方政府の作井、灌漑の計画はない。地主はいわゆる貧困層の農民で、作井による灌漑で農業の多作と収入増を期待している。

#### (1) 調査対象地の現況

##### 作井の場所

Tongas 郡 7,859.70ha のうち 7,135ha が水田で 72.14%が乾燥している土地である。試験用の井戸を設ける Sumberrejo 村は 793ha あり、45ha が米栽培を行っており、748ha (94.3%) が乾燥している土地である。

#### 土地利用

深井戸は、地域が所有する 20ha の土地に設けられる。これは、政府の土地利用計画に重複していない。この地域は植林、水田、住居、無灌漑農業として利用される計画である。

#### 活動の種類

地域の農業や植林活動のための水を供給するための井戸で、これは土地を継続的に管理するのに役立つものである。

#### 環境要因に関する情報

Probolinggo 地区の気候条件をクラスター分析した結果、5つのクラスターに分類された。植林予定地の多くはクラスター1に分類されている。モンスーン気候に分類され、5月から9月までは乾季、降雨量の最も多い季節は12、1、2月である。

#### 物理地理的要因

プロジェクト実施場所は標高 50～100mで、火山からの続く丘陵地帯で、その傾斜はおよそ3～12%である。地質としては、Tengger 火山および Lamongan 火山が形成されたときの火山性の岩石からなり、火山性の砂や石、角礫岩、細かな凝灰岩、andesites が含まれる。

河川の流れは断続的なもので雨季にのみ発生する。年間の降水量は 1,500～1,750mm で、土地利用は植林地、作物が混植された畑、天水田、居住地である。

#### 水門的要因

プロジェクト対象地の Lumbang 地区にはいくつかの湧水が存在する。もっとも近い湧水は南西に 8.5km の地点で、飲料水などに利用されている。工業や灌漑などに利用されている湧水はない。

水源は地下の水脈と関係があり、地下水源と地表の地形の条件があったところに存在する。河川近くなどの傾斜地にある。

Probolinggo 地区にある水源の採水量は 0.8～2.2 liter/秒となっている。これらの水は飲料水や家庭での利用のほか、農業用水としても利用されている。また、Sumberrejo 村には水源はない。

試験用井戸の設置場所に最も近い水源は 1 km 以上離れている。また、住民は水源からの水のほかに家畜に乳や堀井戸からの水をも利用している。水源からの採水は地下水の水量に依存するが、地表の土地利用やグランドカバーの状況、降雨量などの物理的条件にも影響される。

#### 地表水

##### 浅い地下水

住民が利用する浅井戸の深さは乾季 10～25m、雨季は 10～25m と変化するため、不安定といえる。試験用井戸削井場所から最も近い井戸は 500m ほど離れた場所にあり、

飲料水など家庭での利用のみとなっている。

#### 深い地下水

すでにいくつかの深井戸が設けられており、最も近い井戸は4.5 kmはなれた地点にある。ここでの水は飲料水など家庭で消費される他、工業や灌漑用水としても利用されている。工業用水としての利用は1.25～10 liter/秒である。Tongas 地区では15村で農業用水として利用されており、その採水量は合計で637 liter/秒である。

#### 分水嶺

Probolinggo 地区にはいくつかの分水嶺が存在し、Madura 海峡に注いでいる。地形図によると、対象地のTongas 地区は分水嶺域に位置しており、Probolinggo 市外へと通じている。井戸の場所は水、海岸から遠く、この地区にはため池や沼、池がない。最も近い池はSumberbendo 村にあり、水量は多くなく、乾季には干上がる可能性がある。

#### 水収支

降水量、気温のデータから水収支分析を行い、ETP (potential evapotranspiration) と地下に浸透しない水量を求めた。計算の結果、クラスター1 は雨季の水の余剰が1,195mmあり、乾季の不足が406mmある。乾季においても地下に浸透しない水が少量あり、これは大きな河川付近に限定されるものと推測された。また、5～10月の6ヶ月間は水収支がマイナスとなることが明らかとなった。これは地域の住民に聞き取り調査した内容とも一致している。

#### 社会経済影響

社会経済影響調査を行ったところ、Tongas 地区の住民は貧困層に近いと分類された。また、地域のリーダーからヒアリングしたところ、水の供給は生活および農業のいずれにも必要ということが明らかとなった。農業用の井戸は120m以上掘ることが必要と予想され、井戸の建設には多額の費用が必要なことから、農民だけでは実施不可能でプロジェクト実施者による井戸の建設は重要な要素である。

### (2) 作井による環境影響

地表水への影響 なし

地下水脈への影響

Probolinggo開発企画庁の水門調査によると、プロジェクト実施場所は工業や灌漑用水の地下水ポテンシャルが存在するエリアに位置する。地下水の状態を調査するために水バランス解析を実施したところ、Probolinggo県全体で年間降雨量 3,478 百万m<sup>3</sup>/年、蒸発 1,398 百万m<sup>3</sup>/年、地表流 78 百万m<sup>3</sup>/年で、地下水源への降雨による供給は 2,000 百万m<sup>3</sup>であった。これは年間降雨量の 57.53%にあたる。現在の地下水の利用は 48 百万m<sup>3</sup>/年で、プロジェクトによる水の利用は 10L/秒/台x45 台x3600 秒x6 時間/日x6 日/週x16 週=933,120m<sup>3</sup>/年なので、プロジェクトが開始されても地下水源の枯渇には影響ないと

いえる。ただし、地下水源のモニタリングは必要と思われる。

#### 水質

基礎的な調査を行った結果、水質は良好であることが明らかとなった。

#### 社会経済影響

建設時に労働する人数は5名程度で井戸の建設による労働収入は地域の社会経済に大きなインパクトがない。しかし井戸が稼動すると、年1作しか栽培できなかった作物が3作栽培できるようになり、農業生産活動に対する大きなインセンティブとなる。農業生産高の増加は地域の経済に正の影響を与える。ただし、井戸による水が平等に配分されることが地域を理解を得るために必要である。また、地域住民の健康状態への正の影響も予想される。

### 7.12.4 リスク

考えられる主なリスクとして、病虫害、盗伐の問題が考えられる。

森林火災については、発生するとすれば乾季(4月～10月)であるが、可燃物である森林表層の落葉落枝または植栽木間のトウモロコシ茎等の農作物残査は地域住民の家庭燃料としてすべて持ち去られているので、林床には可燃物はない状態となる。従って森林火災の発生率はきわめて低い。

#### 7.12.4.1 病虫害

現状ではジャワ島において *Gmelina* に発生する深刻な病虫害はない。

*Waru (Hibiscus similes?)* は当地では比較的新規の樹種で、元々東ジャワの各地で見られる樹種であるが、原産地は不明である。これまでの観察からは、葉を食害する害虫は見られるが、幹を食害するものは見られない。葉の食害も深刻なものではない。

*Teak (Tectona grandis)* はジャワ島で長い植林の歴史があり、植林技術的には完成している。東カリマンタンではタイなどで見られるチークビーホールボラーが多く見られたが、ジャワ島ではほとんど見られない。

#### 7.12.4.2 盗伐

原則的に立木の管理は地主の義務とする。通常、地主の住所は植栽地に近いことが多く、また相互に知人同士で日常の情報交換を行っているので、異変がある場合は直ちに地主に伝わるのが普通である。盗伐は相互監視によってかなりの程度防ぐことができる。ただし、零細農家が多いので、異変発生の通報や現場への移動用車輜がないなど、今後数年内に検討しなければならない課題もある。

プロジェクト開始に先立ち、植栽から収穫までの立木の所有形態をどの様にするかは重要な要

件である。この地域で植林事業を行う場合、大きく分けて2つあって、管理会社が借地して完全な管理下におく場合と、地主・農民と管理会社が分収契約を結ぶ場合である。

完全な管理下においた場合は散在する広い植林面積を管理会社が管理監督しなければならず、そのコストが非常に割高となる。また隅々まで目が行き届かず植林木が大きくなったときに盗難にあう可能性は少なからずある。

一方、収穫時の収益を当初の契約時に農民・地主とこちら側とであらかじめ分けることにする分収林方法は、盗難がないわけではないが、前述の通り地主の監視が期待できるので、管理会社の管理費用は比較的軽くて済む。しかし、植林された木が伐採可能サイズになったら持ち主の伐採要望が強まることは避けられず、その圧力を抑えて当初の事業計画通りに植伐計画が実行できるかどうか、不確実な面が多い。

#### 7.12.4.3 森林管理の方法

いずれの管理形態にしても、事業開始前に納得せずで契約書を取り交わしていたとしても、何年もたてば人の気が変わって当人の契約履行義務感が薄れたり、世代交代し財産分与していたり、土地売買等で地主が替わったりする可能性があり、プロジェクト実行上のリスクとして考慮しなければならない。しかしこのリスクは事業開始前はもちろん、事業開始後も予測不能である。

この予防策として、森林の管理形態を、地域住民を巻き込んだ一種の協同組合的な組織とし、プロジェクト参加者を全員加盟させ、情報交換の場を設けることで、相互の不信を取り除くとともに、加盟のメリットとして、例えば農作物の買い上げや農作物運搬用トラック等の設備・インフラを貸与する等、何らかの参加加入インセンティブがはたらくよう工夫する必要がある。これをプロジェクト参加者全員（数千人）におしなべて理解と同意を求めるのはきわめて困難な仕事であるが、他に有効な手立てはないのではなからうか。

現地 KTI 社とプロボリンゴ大学当局との間では、長期にわたる管理方法として以下が提案され話し合われている。

プロジェクト参加農民、大学職員、KTI 社で協同組合を結成する。

大学職員の何名かが専属となりプロジェクト期間中、農民とのコミュニケーション、農地の管理・調査、農業技術指導、諸手続きの代行、肥料等資材の分配、農作物の共同集配の実施などに当る。これには KTI 社員も参加する。

この管理に当る職員をプロジェクト費用から給与を支給し安定雇用する。

共同集配のために最低限必要な車輛を出資者から供与してもらい、それを利用し農作物の集配のほか、各農民の日常生活に利用する。

この条件が整えば管理者、事業参加農民ともに長期安定してプロジェクトに参加できるとしている。

### 7.13 モニタリング

#### 7.13.1 モニタリング計画の名称

「樹木主体のアグロフォレストリー形式を用いた農地の再植林」(仮称)  
“Reforestation of crop land using tree-based agroforestry system“

#### 7.13.2 モニタリング計画

##### 7.13.2.1 計測するカーボンプールとその他の GHG

地上部バイオマス、地下部バイオマス、土壌炭素とする。リターと枯死木は地上部バイオマスと比較し非常に小さいので無視する (Zaini & Suhartatik, 1997; Tresnawan & Wasrin, 2002; Tiepolo *et al.*, 2002)。

肥料から放出される一酸化二窒素(N<sub>2</sub>O)は、施肥量からGPG ( Good Practice Guidance ) に示された計算方法に従ってCO<sub>2</sub>換算量を計算しデフォルト値として採用する。メタンガス ( CH<sub>4</sub> ) は無視する。

##### 7.13.2.2 カーボンプールの計測方法

###### (1) 地上部バイオマス・地下部バイオマスによるCO<sub>2</sub>吸収量

あらかじめプロジェクト開発者(当社およびKTI社)は破壊検査により、対象とする樹木の胸高直径 (=胸高周囲計測値 / 3.14) と樹高から材積、地上部乾重量、地下部乾重量を推定する式を作成しておく。プロジェクト参加者(地域住民・農民)は、自分の土地に植栽されたすべての樹木の直径と樹高を計測し、プロジェクト開発者に報告し、開発者は地上部の樹幹材積および幹・枝・葉を含む地上部乾重量(地上部バイオマス量)、地下部バイオマス量を推定式により計算する。開発者はこのデータをコンピュータに入力し保存する。

計測結果が当初予想の成長量より大きい場合、または小さい場合それぞれについて適当な時期、例えば3~5年目ころに成長予測を見直す。同時にプロジェクト全地域の成長予測も再検討し、場合によっては伐採・植栽計画も修正を加える。具体的には当初事業計画作成時に想定した土壌条件良・中・悪の配分割合ならびに伐採時期と伐採面積を見直すことになる。

###### (2) 土壌炭素

開発者がプロットを設定し、地表下 5~10cm、10~15cm、15~20cm の土壌サンプルを採取しその中の有機炭素量を化学分析 ( Walkley and Black 法 ) により計測する。土壌調査は5年ごとに行う。

##### 7.13.2.3 プロジェクト実施に伴う排出の種類と計測方法

## 第7章 事業の詳細 モニタリング

- (1) 各世帯の車輛・交通機関利用による燃料消費  
自家用車燃料または公共交通機関の月間利用費用から燃料消費量を逆算する。
- (2) 木材収穫時のトラック輸送に伴う燃料消費  
木材収穫量(m<sup>3</sup>)、トラック積載量(m<sup>3</sup>/台)、現場～工場までの距離(km)、トラックの燃費(km/Liter)をモニターし、年間の燃料使用量からCO<sub>2</sub>排出量を計算する。
- (3) 灌漑用井戸の作動時の燃料  
年間の灌漑水量(ton)、ポンプの揚水量(ton/時)、ポンプ稼働時間(時間)、ポンプの燃費(Liter/時)、ポンプの総台数からポンプ稼働に要する全燃料量を計算する。
- (4) 農作業に伴う物質、労働力の出入り  
現場での農作業のうち何が排出なのかあらかじめ明らかでない事柄もあるので、原則的に農地に投入するものと労働力のすべて、農地から搬出されるものすべてをサンプリングによりモニターする。具体的には、投入されるものとして苗、種子、肥料、農薬、労働量(人工数)、その他物質、およびその価格、搬出されるものとして農産物収穫量、農業残渣等がある。
- (5) プロジェクト参加者の燃料・電力利用による排出  
一般家庭のエネルギー消費量をサンプリング調査する。料理用燃料費(灯油、LPG)、電気使用料からCO<sub>2</sub>排出量を計算する。

### 7.13.2.4 可能性のあるリーケッジの種類と計測すべき内容

- (1) プロジェクトバウンダリー内の農地から宅地、工場地等への土地利用変化  
1989年12月31日以降の過去分も含め、もしこの土地利用変化があったら、変更年、場所、世帯数、面積、新規土地所有者、新規土地利用形態および土地利用変化に伴い除去される(除去された)バイオマス量を5年ごとにサンプル調査によりモニターする。
- (2) 地方政府による荒廃地への植林  
1989年12月31日以降の過去分も含め、もし植林事業があれば、植林計画開始年・終了年、年度ごとの植林面積と植栽本数を行政から聞き取りするなどして調査する。モニターは5年ごとに行う。
- (3) その他の土地利用変化  
上記(1)、(2)の内容に同じ。この際土地利用変化の理由を調査する。

### 7.13.2.5 ベースラインのモニタリング

吸収量のモニタリングと基本的に同じである。対象地内に植栽しないベースラインモニタリング用固定プロット(0.05ha～1.0ha)を設定し、年に一回プロット内の全木について胸高直径と樹高を調査し成長量(m<sup>3</sup>/ha/年)を計算する。その成長量から絶乾重量増減分を計算し、炭素率、拡大係数、3.67(=44/12)を掛けてCO<sub>2</sub>重量を算出し年間のCO<sub>2</sub>固定量とする。境界木に新規樹種ある場合、およびすでに調査した樹種でも拡大係数の精度向上のため幹、枝、葉、根の全木調査を適宜実施する。

### 7.13.2.6 モニタリング方法論の長所と短所

本モニタリングの長所と短所として以下のような要件が挙げられる。

#### (1) 長所

測定が単純、容易、低コストである。

樹木は全木の計測を行うので誤差がない。計測も容易で訓練不要である。

プロジェクト参加者自身が計測するのでデータへの不満がない。

材積の計算、CO<sub>2</sub> 吸収量等は開発者があらかじめ計算方法を確立しているため、プロジェクト参加者に特別訓練する必要がない。

開発者はこの計算方法を収穫が始まればいつでも精度が高められ、修正が可能である。

吸収量、排出量、リーケッジ量いずれも計測が正確に行える。

ルーチンワークでデータをストックすることで、最新のデータベースで進捗管理でき、計測のための予算も節約できる。

信頼できる社会経済データ、環境影響をモニターできる。

#### (2) 短所

樹木の計測を全木行うが、計測者のスキルが低いと誤差を招く。

吸収量の計算には専門家が必要である。

様々な行政データが入手しづらい。

衛星写真利用は可能だが高価、すぐに入手できない、適当なものがない場合がある。

## 第7章 事業の詳細 プロジェクトの吸収量

### 7.1.4 プロジェクトの吸収量

#### 7.1.4.1 算定方法について

吸収源プロジェクトの純人為的吸収量は、次のように定義されている吸収量及び排出量を対象として算出した。

- Actual Greenhouse Gas Removal by Sink (CO2-ton)：現実純吸収量
- Actual Project Emission (CO2-ton)：プロジェクト排出量
- Baseline Greenhouse Gas Net Removals (CO2-ton)：ベースライン純吸収量
- Leakage (CO2-ton)：リーケッジ
- Net Anthropogenic Greenhouse Removals by Sink (CO2-ton)：純人為的吸収量

プロジェクト境界内の全ての GHG を説明するもの。それらは、GHG の種類、発生源、吸収源、公式、算定式、CO2 換算の排出量と吸収量である。

本プロジェクトの公式は LULUCF の IPCC 特別報告書から引用した次の式を用いた。

$$Q = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [S_{i,j}(TE) - S_{i,j}(TB)] - \sum_{k=1}^R A_k$$

ここで、

$Q$  は、吸収と排出の対象となるすべての炭素固定量

$i=1, 2, 3, \dots, M$  バウンダリー内の排出源と吸収源

$j=1, 2, 3, \dots, N$  炭素固定の対象となる炭素プール（地上部バイオマス、地下部バイオマス）

$k=1, 2, 3, \dots, R$  炭素収支の調整

$S_{i,j}$  吸収源のカーボンプールの炭素固定量

$TB$  = クレジット開始年度

$TE$  = クレジット収量年度

$A$  = リーケッジ、ベースライン及び不確実性等の調整。COP9の決定に基づき、 $A$  はリーケッジとベースラインに限定される。

#### 7.1.4.2 プロジェクトの吸収量

##### (1) 植栽樹木の生長量の設定

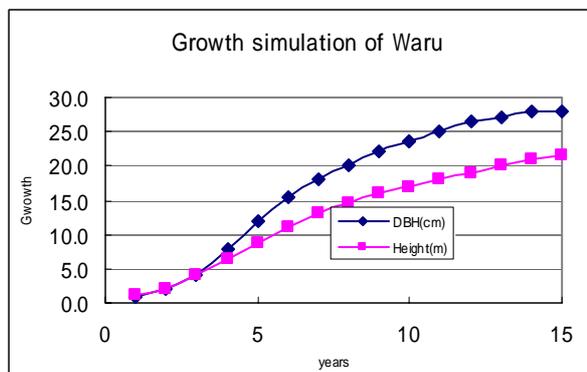
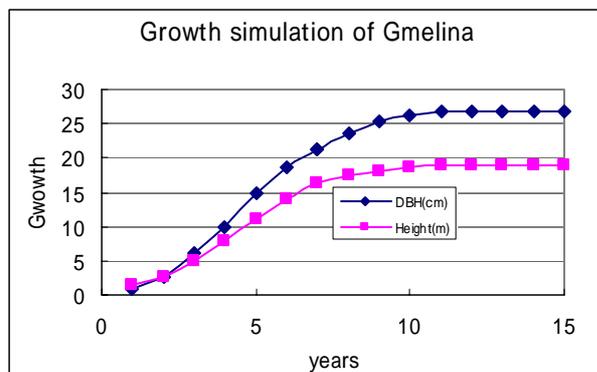
植栽の樹木の生長量は、既存文献、抜倒調査のデータとプロジェクト対象地の土壌や気象条件を勘案し下記のように設定した。

Gmelina		1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14
Soil status Middle 45%	Age(year)															
	DBH(cm)	1	2.5	6.0	10.0	15.0	18.5	21.3	21.3	23.5	25.3	26.1	26.7	26.7	26.7	26.7
	Height(m)	1.5	2.5	5.0	8.0	11.0	14.0	16.3	16.3	17.5	18.2	18.7	19.0	19.0	19.0	19.0
	Number/ha	1000	950	900	800	750	750	700	400	400	400	400	400	400	400	400
	Volume(m3/ha)	0.0	0.4	4.9	19.2	55.7	107.8	155.3	88.7	116.0	139.8	152.9	162.5	162.5	162.5	162.5
	Thinning Vol(m3/ha)							66.6								

## 第7章 事業の詳細 プロジェクトの吸収量

### Waru

Soil status	Age(year)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	
Middle	DBH(cm)	0.8	2.0	4.0	8.0	12.0	15.5	18.0	20.1	22.0	23.5	23.5	25.0	26.5	27.2	28.0	
	Height(m)	1.2	2.0	4.0	6.4	8.8	11.2	13.0	14.5	16.0	17.0	17.0	18.0	19.0	20.0	21.0	
	Number/ha	1000	950	900	800	750	750	750	750	750	750	400	400	400	400	400	400
	Volume(m <sup>3</sup> /ha)	0.0	0.2	1.7	9.8	28.5	60.5	95.1	131.8	174.2	211.2	112.7	135.0	160.1	177.6	197.6	
	Thinning Vol(m <sup>3</sup> /ha)											98.6					



### Teak

Soil status	Age(year)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Middle	DBH(cm)	1.1	2.2	3.2	4.3	5.1	6.1	7.0	7.8	8.6	9.4	10.1	10.8	11.5	12.1	12.7	
	Height(m)	1.8	3.5	5.0	6.4	7.6	8.7	9.6	10.5	11.4	12.0	12.7	13.4	14.0	14.5	15.0	
	Number/ha	600	550	500	480	460	440	420	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	Volume(m <sup>3</sup> /ha)	0.0	0.3	0.8	1.7	2.7	4.3	5.9	7.7	10.1	12.7	15.5	18.8	22.2	25.5	29.0	
	Thinning Vol(m <sup>3</sup> /ha)																

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
DBH(cm)	13.4	14.0	14.5	15.1	15.7	16.2	16.7	17.2	17.7	18.1	18.5	19.0	19.4	19.7	20.1
Height(m)	15.5	16.0	16.4	16.8	17.1	17.5	17.8	18.1	18.5	18.8	19.1	19.4	19.7	20.0	20.3
Number/ha	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Volume(m <sup>3</sup> /ha)	33.4	37.6	41.4	46.0	50.6	55.1	59.6	64.3	69.6	73.9	78.4	84.0	89.0	93.1	98.4

### (2) 伐採計画の立案

立木密度の管理には、吸収量の項目で説明した通り、アグロフォレストリーであることを考慮して、産業造林で用いられている全面に均等植栽する方法はとらない。

Gmelina、Waru の 植栽時は植栽間隔 5m×2m (1,000 本/ha) とする。植栽後徐々に形質不良木と成長不良木を除き、さらに農作物への採光を考慮しながら 7 年目までに 700~750 本/ha まで密度を落とし、7 年目で間伐し 400 本/ha とする。その後 400/本で推移し、Gmelina は 10 年、Waru は 14 年で伐採(主伐)する。加工製造業者にとって原料の供給安定が重要であり、特定の時期(年)に供給が集中するのは好ましくない。そこで、主としてプロジェクト開始から始めの主伐が行われるまでに期間については、間伐、主伐面積を調節することにより、伐採量が継続的に増加するようなモデルとした。この結果、法正林化し、立木蓄材積、二酸化炭素吸収量が前年を下回ることがない伐採モデルとなった。Teak は植栽間隔 8m×2m (約 600 本/ha) とし 7 年目までに形質不良木を除伐し 400 本/ha まで本数を減らし、以後この本数を維持する。20 年目までには主伐も間伐もしないので、調節は実施しなかった。

### (3) プロジェクトの吸収量

1500haモデルの現実純吸収量は 10 年目で 153 千t-CO<sub>2</sub>、20 年目では 213 千t-CO<sub>2</sub>となった。ベースラインは土地利用が変化しないとして 0、排出及びリーケージは 6 年目までは 65.6 千t-CO<sub>2</sub>/ha、7 年目以降は 175.1 千t-CO<sub>2</sub>/ha、リスクは 5%とした。その結果、純人為的吸収量はプ

## 第7章 事業の詳細 プロジェクトの吸収量

プロジェクト通算の吸収量は10年目で144千t-CO<sub>2</sub>、20年目では200千t-CO<sub>2</sub>となった。

一方、500haモデルの現実純吸収量は10年目で51千t-CO<sub>2</sub>、20年目では71千t-CO<sub>2</sub>となった。ベースライン、排出、リーケージ、リスクは1500haモデルの1/3として計算した結果、純人為的吸収量はプロジェクト通算の吸収量は10年目で48千t-CO<sub>2</sub>、20年目では66千t-CO<sub>2</sub>となった。

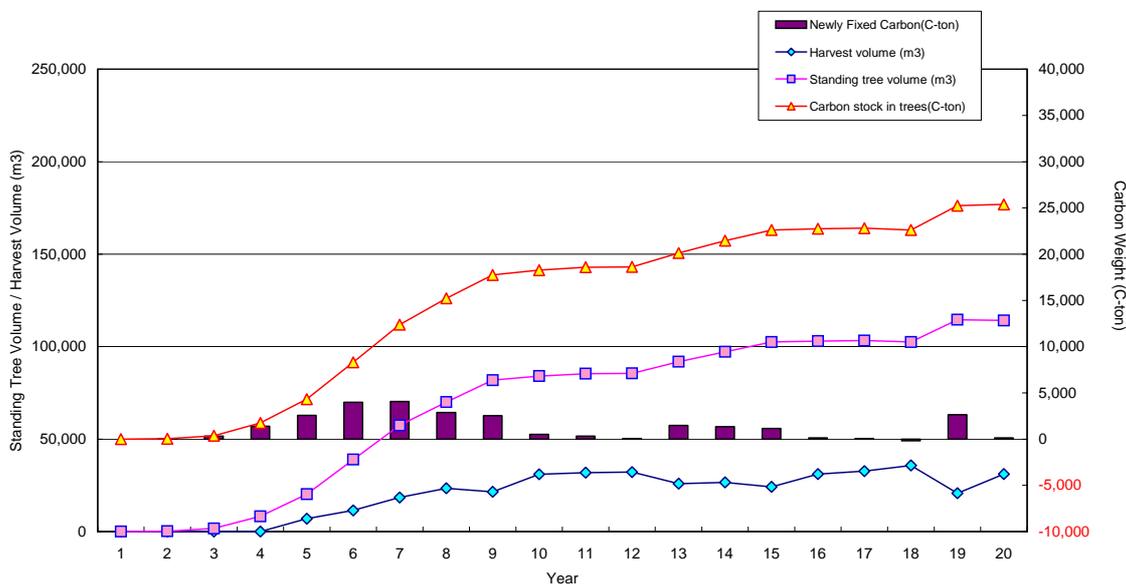


図7 - 14 - 1 1500ha モデルにおける立木蓄材積、炭素固定量、収穫量の推移

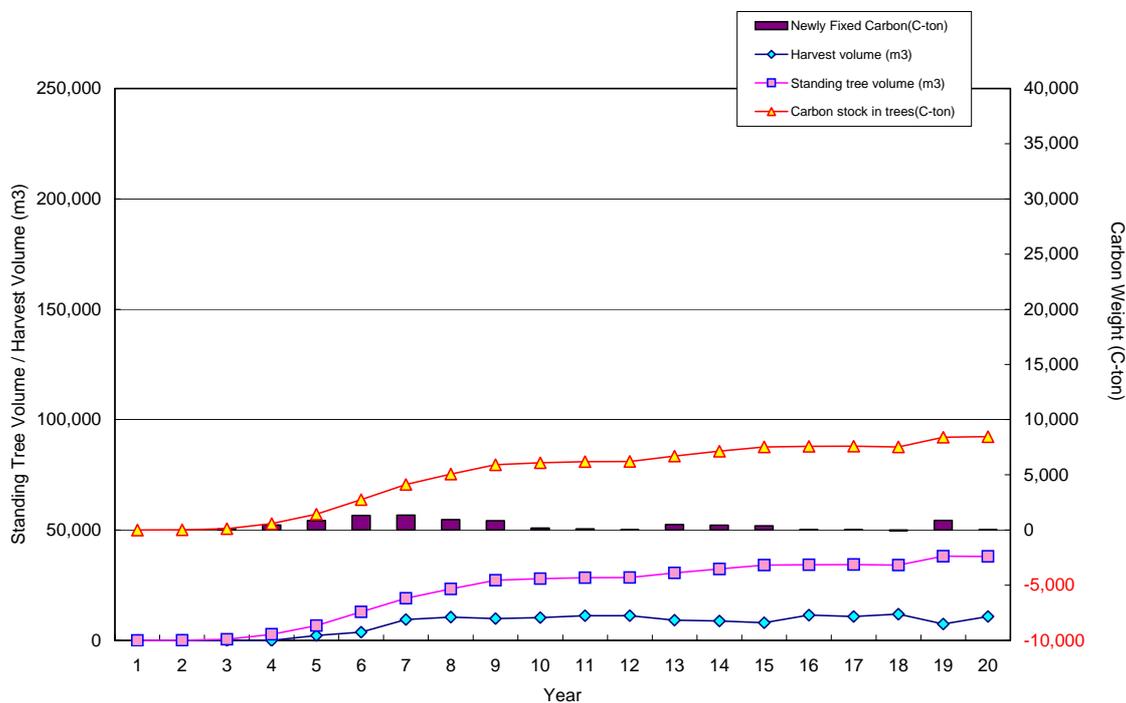


図7 - 14 - 2 500ha モデルにおける立木蓄材積、炭素固定量、収穫量の推移

## 第7章 事業の概要 事業計画と事業性

### 7.15 事業計画と事業性

#### 7.15.1 事業計画の基本

表7-15-1に事業計画を検討する手順を示した。

表7-15-1 事業計画検討の手順

要因	計画
主要な要素	産業植林自体の計画：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について検討を行う。 CDM要件：上記の の森林の成長量による実質二酸化炭素吸収量から、ベースライン、プロジェクト GHG 排出、リーケージ、リスクを差し引いた CO <sub>2</sub> 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。
基本条件を決定	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。 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。 人件費、減価償却費、土地賃借料または分収率を計上。 税金、為替レート、資本金、資金調達、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。 次に CDM 要素を算入して、事業性を評価する。
その他の条件	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 110/\$、Rp.9,000/\$を用いた。 資本金は 0US\$とした。 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。ただし、過去 5 年間の利益合計がマイナスの場合は免税とした。 インフレ率は 0%とした。 必要資金は全額借入金でまかなうものとし、金利を年 6.5%とした。 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。

表7-15-2 事業計画表の種類

	対象の表	要素
1	全体計画表	次の要素から成り立っている。 (1) 植林計画（植伐面積、立木材積、伐採材積） (2) CDM要素の算入（CO <sub>2</sub> 名目吸収量、CO <sub>2</sub> 実質吸収量、ベースライン、間接影響・リーケージ、リスク） (3) 費用会計項目（機械及び設備費用、育林費用、伐採費用、人件費一般管理費） (4) 売上 (5) 借入金 (6) 資本金
2	損益計算書	売上としてCO <sub>2</sub> クレジットを算入している。
3	事業性評価	収益性、植林事業単独の事業性、CDM 事業性、経営資本効率を評価

7.15.2 基本情報

(1) プロジェクト期間とクレジット期間

事業期間並びにクレジット期間は2005年~2024年の20年間とする。

(2) 植林計画

植林は2005年開始から2008年までに3年間で、1,500ha大規模モデルは500haずつ、500ha小規模モデルは167haずつ植栽する計画とした。植栽樹種であるGmelinaの標準伐期は同10年、Waruは14年、Teakはプロジェクト期間中に伐採(主伐)しないとした。

(3) 造林・育林コストと伐木造材コスト

植栽前地拵えから伐採までにかかる直接コストは表7-15-2の通りである。造林育林作業のうち、地拵えとは植える前の草刈り・枝条草等をまとめ植える準備をすることで、本プロジェクトでは農地に植栽することから費用を計上しなかった。下刈りとは下草刈りのこと、枝打ちとは植栽木がある程度大きくなって枝が込み合ってきた場合に人が通れる程度の高さの枝を落とすことである。

伐木造材コストは材積(m<sup>3</sup>)あたり10,000Rpである。伐木とは、立木を伐採すること、造材とは、それを枝払いして規定の長さに切りそろえること、集材とは造材した丸太を林地内の集材場所または道路際まで運搬することである。

表7-15-3 植林時にかかる費用の一覧

項目	コスト(1000Rp/ha)
地拵え	0
苗代	1,100
植栽	250
下刈り	50
施肥	375
その他	50
合計	1,825

(4) 間接コスト

間接コストの中には人件費、土地・機材リース費用、機材・建物・土地減価償却費、その他一般管理費が含まれる。これらの費用は実勢費用によった。1500haモデルの人件費はプロジェクト責任者(専任)1名、現場管理責任者5名、500haモデルはプロジェクト責任者(兼任)1名、現場管理責任者3名とした。また、管理用の車両として1500haモデルは1台、500haモデルは0.5台を計上した。

(5) 販売価格

本事業計画では、収穫した丸太は市場価格で販売する。材価は20年間変わらないものとし、

## 第7章 事業の概要 事業計画と事業性

Gmerinalは 350,000Rp/m<sup>3</sup>、Waruは 500,000Rp/m<sup>3</sup>とした。

CER については、林分の材積調査を実施すると吸収量が正確に把握できるので、この段階で確定した実質的 CO<sub>2</sub> 吸収量を取引可能なものとして取り扱うこととした。事業性の試算では先物取引、現物取引による販売価格の区別は行わなかった。

### (6) 土地の賃借料と分収率

本プロジェクトは地域住民参加型の共同植林プロジェクトである。苗や肥料などの資材と資金、技術をデベロッパー側が提供し、地域住民は土地と労働力を提供する。このとき、デベロッパーが地域住民から土地を借りてプロジェクトを実施する形態も考えられる。土地の賃借を行わない場合は、伐採木材の収益を地域住民とデベロッパーで 50%ずつ分ける（分収率 50%）とし、賃借した場合は、地代を支払う代わりに収穫による収入はすべてデベロッパーが受け取ることにした。

また、CER による収入については 90%をデベロッパーが受け取ることにした。

### (7) 財務分析

事業性を検討する財務分析として次の指標を検討した。本報告では内部収益率（IRR）の及び単年度黒字化する年数と累積解消年の比較によって事業性を論ずることとする。

#### 7.15.3 事業性検討結果

事業計画を検討した結果を表 7-15-8、9 に示した。プロジェクトを大きく分けると、前半の CER を多く得る期間、後半の伐採により収入を得る期間とすることができる。プロジェクト終了時における CER は 1500ha 大規模植林モデルでは CER 約 200 千 t に対してコスト（伐採、造材コストを除く）3,334 千 US\$ なので、1ton あたりのコストは 16.7 US\$/t-CO<sub>2</sub> であった。また、500ha モデルでは CER 66 千 t に対してコスト 1,020 千 US\$ なので、15.3 US\$/t-CO<sub>2</sub> であった。小規模プロジェクトでは、プロジェクト全体をマネジメントする管理者の人工数を少なくできるので、コスト比率を下げることができる。本調査のプロジェクトではホスト国側の間のカウンターパートとして植林、森林管理のノウハウを有している KTI 社を想定している。このようにホスト国側の参加者によるマネジメントスキルがプロジェクト全体のコストに大きな影響を及ぼすことがわかる。

事業性を判断する指標として、分収条件、土地賃借料及び CER 価格の違いと IRR（%）の関係について、表 7-15-4 及び表 7-15-5 にまとめた。調査した結果を総合的に判断すると、現在最も現実的な条件は土地を賃借せずに分収（50%：50%）するか、賃借料 100～150 US\$ の範囲で土地を賃借し収穫物を 100% 得る方法である。ホスト国のカントリーリスク等を考慮して投資基準を IRR 20% 程度とすると、1500ha モデルについては、分収する条件では CER の価格が高くて投資基準が満たされなかった。土地を賃借した場合は、安い値段で賃借できたときに CER が 20 US\$ 程度で投資基準が満たされた。一方、500ha モデルでは 1500ha モデルに比べて事業性が改善される傾向が見られたが、分収条件では 20 US\$ 以上、土地を賃借する場合でも CER 価格が 15 US\$ 以上なければ投資基準が満たされないことが明らかとなった。

## 第7章 事業の概要 事業計画と事業性

プロジェクト開始してから単年度黒字化する年数と累損解消年を表 7-15-7,8 に示した。伐採が本格的に開始されると直ちに単年度黒字化し、その 2~3 年後に累損が解消される。1500ha モデルでは、CER 価格が 0 のとき 5 あるいは 6 年目に単年度黒字化し、9~11 年目に累損が解消されるという結果であった。土地を賃借しない場合と賃借料が高い場合に CER 価格が単年度黒字化する年数と累損解消年に及ぼす影響が大きい傾向が見られた。

以上の結果から、本調査で用いた事業モデルの事業計画について次のような考察を行った。

投資基準を IRR20%とすると、通常規模植林(1500ha モデル)では、土地を 100US\$/ha 以下の条件で賃借し、CER が 15 あるいは 20US\$ と高いという条件でのみ投資基準が満たされた。ただし、土地の賃貸は賃借地の管理(山火事や盗伐の防止など)上のリスクが増加する。

小規模植林(500ha)モデルでは、相対的な事業コストを抑えることができ、通常規模に比べて事業性が高まったが、投資条件をクリアするためには高い CER(15~20US\$)が必要である。

CER 価格は単年度黒字や累損解消までの期間を短縮するのに必要である。とくに土地を賃借しない場合と賃借料が高い場合に CER の価格がこれらの期間短縮に及ぼす影響は大きい。

### 7.15.4 通常規模植林と小規模植林の比較

事業計画と事業性の比較から、小規模植林の方が有利な点が多いと思われた。主な理由は次の通りである。

プロジェクト参加者の地域住民の所有する土地は平均 1ha 未満で 1500ha 規模の植林プロジェクトを実施する場合数千人の農民の組織化と管理が必要となる。インドネシアのジャワ島の多くの地域は似たような土地利用条件と思われる。これらの地域ではインドネシア語を理解できない住民も多く、それらの人たちに CDM の意義とルールを理解させまとめあげるには相手が多ければ多いほど難しい。

井戸の管理、盗伐の防止など管理の困難性が、規模が大きくなるほど増す。これはリスクの大きさに影響する。

プロジェクト全体のマネージメント及び現場の管理を行うための人件費や装備が少なく済む。

伐採量が比較的小さいため、需要先の確保や市場価格の下落のリスクが小さくて済む。

### 7.15.5 クレジットの種類による影響

クレジットの有効期間が短い t - CER の方が補填を実施するまでの期間が短くなるので、1 - CER の補填に対する柔軟性が高く、有利と考えられる。CER の売値と買値に差がないとすると、クレジットの種類の違いは事業性にほとんど影響しない。むしろプロジェクト期間全体を通じて

## 第7章 事業の概要 事業計画と事業性

の CER 価格のトレンドが重要である。本プロジェクトのような植林 CDM はプロジェクトの初期に比較的多くの CER は得られる。プロジェクト初期における CER の価格が低く、後半高くなる場合は CER によって得られる利益は少なくなるか、あるいは補填のために損失をこうむることになる。逆の場合は利益が大きくなる。この補填時 CER 価格の変動リスクは、CDM 植林プロジェクトの実施しようとする者や植林 CDM による CER の購入者にとって大きな問題である。

第7章 事業の概要 事業計画と事業性

表7 - 1 5 - 4 1500ha モデルにおける分収条件及び CER 価格の違いと IRR ( % )

借地代 (US\$/ha/年)	分収率 ( % )	CER 価格 ( US\$/ton )				
		0	5	10	15	20
0	50%	0.5	4.1	6.9	9.5	12.1
50	100%	11.9	13.8	15.6	17.6	19.4
100	100%	9	10.9	12.8	14.6	16.5
150	100%	5.8	8	9.9	11.8	13.6

表7 - 1 5 - 5 500ha モデルにおける分収条件及び CER 価格の違いと IRR ( % )

借地代 (US\$/ha/年)	分収率 ( % )	CER 価格 ( US\$/ton )				
		0	5	10	15	20
0	50%	6.2	9.2	12.1	15	17.4
50	100%	16.8	18.9	21.1	23.4	25.2
100	100%	13.7	15.7	17.8	19.4	22.1
150	100%	10.6	12.6	14.7	16.7	18.7
200	100%	7.2	9.5	11.5	13.6	15.6

表7 - 1 5 - 6 1500ha モデルにおける分収条件及び CER 価格の違いと黒字化年度

( 左列が単年度黒字年、右列 ( 網掛け ) は累損解消年 )

借地代 (US\$/ha/年)	分収率 ( % )	CER 価格 ( US\$/ton )									
		0		5		10		15		20	
0	50%	6	11	5	10	5	8	4	8	4	7
50	100%	5	9	5	8	5	8	5	7	5	7
100	100%	6	10	5	9	5	8	5	8	5	7
150	100%	6	10	6	10	6	9	5	8	5	8
200	100%	6	11	6	10	6	10	5	9	5	8

表7 - 1 5 - 7 500ha モデルにおける分収条件及び CER 価格の違いと黒字化年度

( 左列が単年度黒字年、右列 ( 網掛け ) は累損解消年 )

借地代 (US\$/ha/年)	分収率 ( % )	CER 価格 ( US\$/ton )									
		0		5		10		15		20	
0	50%	5	9	5	8	4	7	4	7	4	6
50	100%	5	8	5	7	5	7	5	7	4	6
100	100%	5	8	5	8	5	7	5	7	5	7
150	100%	6	9	5	8	5	8	5	7	5	7
200	100%	6	9	6	9	5	8	5	8	5	7

7.15.6 本事業に関する専門家コメント

(1) 小林紀之教授 日本大学法科大学院法務研究科

(2) 日時：2005年1月14日

(3) 本調査事業で調査中のCDMプロジェクトについて  
追加性について

- 農業や林業をするための十分な水がないのはバリアになる。CDMを行うことによって井戸が掘られバリアが除かれるため、追加性のあるプロジェクトといえる
- リスク・プロジェクトの品質
- CDMの品質を高める努力をするべきである。
- 地域社会への貢献、環境保全への貢献をどう評価してもらい、クレジット価格に結びつけるかが課題である。これは、個々のプロジェクト毎にアピールするべきである。
- 当方が検討しているプロジェクトは、住民問題のリスク、長期土地利用のリスク、カントリーリスクが比較的小さく、山火事、病虫害もほとんど心配ない。一般的な植林プロジェクトよりリスクが小さく、品質が高いと言える。

プロジェクト期間

クレジットを得たら伐採して植林しない(切り逃げ)のは良くない。事業計画として持続可能な植林事業であることがクレジットの価値を高めることになる。

第7章 事業の概要 事業計画と事業性

表7 - 15 - 8 1500ha モデルの事業計画

		Year																				1-10	11-20	1-20																		
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total	Subtotal	G.Total																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																					
植栽面積 (ha)		500	500	500	0	125	175	175	175	125	175	125	100	150	175	100	115	110	150	75	125	2,450	1,225	3,675																		
プロジェクト面積		500	1,000	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500																					
主伐面積 (ha)		0	0	0	0	0	175	175	175	125	175	125	100	150	175	100	115	110	150	75	125	825	1,225	2,050																		
伐採材積	間伐	0	0	0	0	0	0	4,992	6,656	6,656	7,393	16,513	17,314	6,656	6,656	6,593	9,921	12,385	14,849	9,921	11,584	25,696	112,391	138,087																		
(m3)	主伐	0	0	0	0	6,961	11,413	13,457	16,775	14,857	23,546	15,405	14,825	19,214	19,921	17,623	21,204	20,263	20,894	10,762	19,466	87,009	179,576	266,585																		
	計	0	0	0	0	6,961	11,413	18,449	23,431	21,513	30,939	31,918	32,139	25,870	26,577	24,216	31,125	32,648	35,744	20,682	31,050	112,705	291,967	404,672																		
立木蓄積材積(m3)		17	183	1,703	8,303	20,264	38,964	57,518	70,061	81,831	84,097	85,407	85,588	91,792	97,205	102,462	102,967	103,323	102,509	114,535	114,176																					
CDM	CO2吸収量(名目)(CO2-ton)	33	306	2,684	11,651	21,576	33,451	34,093	24,011	21,173	4,336	2,720	438	12,419	11,188	9,778	1,099	509	-1,544	22,084	1,109	153,314	59,801	213,115																		
	ベースライン(CO2-ton/ha/year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
要件	GHG排出及びリーケージ(CO2ton/year)	175.1	65.6	65.6	65.6	65.6	65.6	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	175.1	1,094	1,751	2,845																		
	リスク ( % × CO2吸収量)	5.00%	2	15	134	583	1,079	1,673	1,705	1,201	1,059	217	136	22	621	559	489	55	25	0	1,104	55	7,666	10,733																		
	CO2吸収量(実質)(CO2ton)	-35	225	2,484	11,003	20,431	31,712	32,214	22,636	19,940	3,944	2,409	241	11,623	10,454	9,114	868	309	-1,719	20,805	879	144,554	54,983	199,537																		
機械及び設備費用		(1,000 USD)							97,844	49,170														0																		
	建物(償却期間15年)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	車輛(償却期間5年)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	苗畑他(償却期間5年)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	井戸	167	167	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	0	500																		
	地域社会への貢献(社会・防火対策含む)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	計	167	167	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	0	500																		
	累計	167	333	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500																					
植林・育林費用		(1,000 USD)																																								
	地植え	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	苗代	1,100	61	61	0	15	21	21	21	15	21	15	12	18	21	12	14	13	18	9	15	299	150	449																		
	植栽	250	14	14	0	3	5	5	5	3	5	3	3	4	5	3	3	3	4	2	3	68	34	102																		
	下刈り(手刈り+除草剤)	50	3	3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	14	7	20																		
	施肥	375	21	21	0	5	7	7	7	5	7	5	4	6	7	4	5	5	6	3	5	102	51	153																		
	その作業	50	3	3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	14	7	20																		
	地域社会への貢献(社会・防火対策含む)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	その他管理	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	68	75	143																		
	計	1,825	106	111	116	15	40	50	50	40	50	40	35	45	50	35	38	37	45	30	40	632	398	1,030																		
	累計	106	218	334	349	390	440	490	541	581	632	672	707	753	803	839	877	914	960	990	1,030																					
人件費及一般管理費		(1,000 USD)																																								
	人件費(責任者)	1	167	167	167	84	84	84	84	84	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,086	0	1,086																		
	(マネージャー)	5	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	167	167	333																		
	土地代	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	リース費用	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	100	200																		
	減価償却費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	一般管理費(社会・防火対策費除く)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	50	100																		
	CDM Validation/Monitoring/Verification/Others	25	0	15	0	0	0	0	15	0	0	0	0	15	0	0	0	15	0	0	0	55	30	85																		
	計(減価償却費含む)	224	199	214	115	115	115	115	130	115	115	32	32	47	32	32	32	32	47	32	32	1,457	347	1,804																		
	累計	224	422	636	751	866	982	1,097	1,227	1,342	1,457	1,489	1,521	1,567	1,599	1,631	1,662	1,694	1,741	1,772	1,804																					
2. 売上及び売上に関わる費用		Accumulated absorbed CO2 weight (t-CO2)																				-35	191	2,675	13,678	34,109	65,822	98,035	120,671	140,610	144,554	146,963	147,205	158,828	169,282	178,396	179,264	179,573	177,854	198,658	199,537	maximum: 199,537
売上	用材	yield share rate	50%	0	0	0	0	135	260	391	508	531	736	752	761	588	591	591	755	798	861	477	687	2,560	6,840	9,400																
	パルプ	Share rate	90%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
	CO2価値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
	売上計	0	0	0	0	135	260	391	508	531	736	752	761	588	591	591	755	798	861	477	687	2,560	6,840	9,400																		
コスト	設備・植林・育林・人件費・一般管理費(-減価償却費)+コスト	497	477	497	130	156	166	166	181	156	166	72	67	92	82	67	70	69	92	62	72	2,588	745	3,334																		
	伐木造材搬出	0	0	0	0	8	13	20	26	24	34	35	36	29	30	27	35	36	40	23	35	125	324	450																		
	輸送費	0	0	0	0	4	6	10	13	12	17	18	18	14	15	13	17	18	20	11	17	63	182	225																		
	(伐採地集積場にて販売)	497	477	497	130	167	185	196	220	191	217	125	121	135	126	107	122	123	152	96	124	2,776	1,232	4,008																		
差引	合計	-497	-477	-497	-130	-32	75	195	288	339	519	626	640	433	464	484	633	674	709	380	563	-216	5,608	5,392																		
	累計	-497	-973	-1,470	-1,600	-1,632	-1,557	-1,362	-1,074	-735	-216	411	1,051	1,484	1,948	2,432	3,065	3,740	4,449	4,829	5,392																					

第7章 事業の概要 事業計画と事業性

表7-15-9 500haモデルの事業計

		Year																				1-10	11-20	1-20	
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total	Subtotal	G.Total	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
植栽面積 (ha)		167	167	167	0	42	58	58	58	42	58	42	33	50	58	33	38	37	50	25	42	817	408	1,225	
プロジェクト面積		167	333	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500				
主伐面積 (ha)		0	0	0	0	0	58	58	58	42	58	42	33	50	58	33	38	37	50	25	42	275	408	683	
伐採材積	間伐	0	0	0	0	0	0	4,992	4,992	4,992	2,464	6,059	6,326	2,773	2,219	2,198	4,416	4,128	4,950	3,861	4,416	17,440	41,348	58,788	
(m3)	主伐	0	0	0	0	2,320	3,804	4,486	5,592	4,952	7,849	5,135	4,942	6,405	6,640	5,874	7,068	6,754	6,965	3,587	6,489	29,003	59,859	88,862	
	計	0	0	0	0	2,320	3,804	9,477	10,583	9,944	10,313	11,194	11,268	9,178	8,859	8,072	11,484	10,883	11,915	7,449	10,905	46,443	101,205	147,647	
立木蓄積材積(m3)		6	61	568	2,768	6,755	12,988	19,173	23,354	27,277	28,032	28,469	28,529	30,597	32,402	34,154	34,322	34,441	34,170	38,178	38,059				
CDM	CO2吸収量(名目)(CO2-ton)	11	102	895	3,884	7,192	11,150	11,364	8,004	7,058	1,445	907	146	4,140	3,729	3,259	366	170	-515	7,361	370	51,105	19,934	71,038	
	ベースライン(CO2-ton/ha/year)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
要件	間接影響及びリーケージ(CO2ton/year)	175.1	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	58.4	365	584	949	
	リスク (% × CO2吸収量)	0.09%																							
	CO2吸収量(実質)(CO2-ton)	-12	75	828	3,668	6,810	10,571	10,738	7,545	6,647	1,315	803	80	3,874	3,485	3,038	289	103	-573	6,935	293	48,185	18,328	66,512	
機械及び設備費用		(1,000 USD)					32,615		16,390																
	建物(償却期間15年)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	車輛(償却期間5年)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	苗木他(償却期間5年)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	井戸	56	56	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	0	167	
	地域社会への貢献(社会・防火対策含む)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	計	56	56	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167	0	167	
	累計	56	111	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167	167			
植林・育林費用		(1,000 USD)																							
	地植え	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	苗代	1,100	20	20	0	5	7	7	7	5	7	5	4	6	7	4	5	4	6	3	5	100	50	150	
	植栽	250	5	5	5	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	23	11	34	
	下刈り(手刈り+除草剤)	50	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	7	
	施肥	375	7	7	0	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	34	17	51	
	その他作業	50	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	7	
	地域社会への貢献(社会・防火対策含む)	5	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	23	25	48	
	その他管理	5	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	23	25	48	
	計	1,825	35	37	39	5	13	17	17	17	13	17	13	12	15	17	12	13	12	15	10	211	133	343	
	累計	35	73	111	116	130	147	163	180	194	211	224	236	251	268	280	292	305	320	330	343	343			
人件費及一般管理費		(1,000 USD)																							
	人件費(責任者)	0.1	17	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	50	
	(マネージャー)	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100	100	200	
	土地代	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	リース費用	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	50	100	
	減価償却費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	一般管理費(社会・防火対策費除く)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	50	100	
	CDM Validation/Monitoring/Verification/Others	20	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	0	0	40	20	60	
	計(減価償却費含む)	57	37	47	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	20	20	20	20	30	20	20	290	220	510	
	累計	57	93	140	160	180	200	220	250	270	280	310	330	360	380	400	420	440	470	490	510	510			
2. 売上及び売上に関する費用																									
Accumulated absorbed CO2 weight (t-CO2)		-12	63	891	4,559	11,370	21,940	32,678	40,223	46,870	48,185	48,988	49,068	52,942	56,427	59,465	59,755	59,857	59,284	66,219	66,512	maximum:			
																							66,512		
売上	用材	yield share rate	50%	0	0	0	45	87	195	223	231	245	261	264	200	197	197	273	266	287	170	240	1,026	2,356	3,382
	パルプ	Share rate		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CO2価値	0 US\$/t-CO2	90%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	売上計			0	0	0	45	87	195	223	231	245	261	264	200	197	197	273	266	287	170	240	1,026	2,356	3,382
コスト	設備・植林・育林・人件費・一般管理費(-減価償却費)+コスト			148	129	141	25	33	37	37	47	33	37	32	45	37	32	33	32	45	30	33	667	353	1,020
	伐木造材搬出			0	0	0	3	4	11	12	11	11	12	13	10	9	13	12	13	8	12	52	112	164	
	輸送費			0	0	0	1	2	5	6	6	6	6	5	4	6	6	7	4	6	6	26	58	82	
	(伐採地集積場にて販売)			148	129	141	25	37	43	53	64	50	54	52	51	60	52	51	65	42	52	745	521	1,266	
差引	合計			-148	-129	-141	-25	8	43	142	159	181	191	209	214	140	145	152	221	215	222	188	281	2,115	
	累計			-148	-277	-418	-443	-435	-392	-249	-91	90	281	491	705	844	990	1,141	1,363	1,578	1,800	1,927	2,115		

## 8 . CDM植林推進のための意見

### 8 . 1 AR-CDM 事業におけるリスク

A/R CDM 事業を形成する上で、COP9、COP10 で決定した事項の中で事業に大きなマイナスの影響を及ぼすもの、COP 未決定事項の中で大きな影響を及ぼすであろうと思われる事項、並びに決定事項の中にはないが本プロジェクト遂行にあたって少なからず影響を及ぼすであろう事柄をまとめてリスクとして表 8 - 1 に掲上した。

そのなかでも中～大の影響を及ぼすものに関し解説し、それに関しての意見を述べる。

### 8 . 2 今後の CDM 植林事業に大きな影響を及ぼす事柄

#### 8 . 2 . 1 第 約束期間以降の諸制度

これは COP10 で未着手だが、約束期間の長さ、アメリカ、中国・インド他の途上国の参加問題等は極めて大きな影響を及ぼす。特にこれらの国が参加し、それぞれに排出枠のキャップをかけられたとすれば、ロシアと東欧のホットエアーの全量が排出権取引市場に出ても、全世界の CO2 削減量不足分がそれを上回のではないかとされている。当然クレジットが高騰するであろう。しかし本件は極めて不透明な政治的マターであるのでここでは述べないが、今年末の COP11 を注視する必要がある。

#### 8 . 2 . 2 AR-CDM プロジェクト終了時のクレジット補填問題

第 2 章でも述べたが、COP9 で決定した事項の中で AR-CDM の進展にもっとも大きなマイナスの影響を与えるであろうと思われるのが、このプロジェクト終了時の補填の問題である。その中でも誰が補填をするのかが明らかでないことである。また、ICER でプロジェクト期間中にクレジットがマイナスであった場合も補填しなければならないが、いつ誰が行うか全く決まっていない。プロジェクト開発者、クレジット購入者、事業投資者としては、たとえ IRR (内部収益率) が事業実行基準を充たしたとしても、これが明らかにならない限り他のリスクも考えるとプロジェクトの実施、投資には逡巡するであろう。クレジットの買い手がなければ価格もきわめて安いあるいはないと予想されるなど、クレジット価格に及ぼす影響も極めて大きい。

#### 8 . 2 . 3 CDM 審議、諸手続き方法の提示遅延

これにより事業計画の立案や事業開始が遅れ、第 約束期間までに吸収されるべき CO2 量が減ることになる。クレジット価格が高騰すると予想される第 約束期間の末ごろまでに、それまでかかった植林コストを吸収できるだけのクレジットが準備できないことになるので、第 約束期間のルールが決まっていない現在では事業計画そのものにも影響する。迅速な審議が望まれる。

## 第8章 CDM 植林推進のための意見

### 8.3 検証・認証コスト

検証・認証コストが極めて高い。排出 CDM を基準にすれば、数百万円/件であり、このようなコストは植林のイニシャルコストをさらに押し上げ、収益規模も小さいことを考えると負担はきわめて厳しい。何らかの補助が必要である。

### 8.4 技術的面でのリスク

#### 8.4.1 樹木成長予測の誤差

プロジェクト対象地は農地であったため植林対象樹木の成長量の実測ができない。したがって保守的な小さな予想を立てて事業計画を作成するが、今後の成長をみて逐次成長モデルを修正する。ただし、思いがけない病虫害等がありうるので、当地で植林実績のある樹種（Teak など）もあわせて植栽する。

#### 8.4.2 井戸水量不足への対処

本プロジェクトの重要な部分を占める作井に関しては、環境影響評価の項で述べたが、1井戸平均 30ha の灌漑を想定している。量的に不足があれば新たな作井を追加することになる。

### 8.5 人的な異動に伴う課題

事業の大きな要となる地域住民を束ねるリーダーは、地位のある人で人格的にも優れていなければ、数千人もの地域住民を束ねることはできない。幸い本プロジェクトでは地方の私立大学の学長をリーダーとしてすすめることができそうであるが、今後次代のリーダーも養成する必要が発生するであろう。

さらに、多くの地域住民を束ねるのに、組織化し何らかのインセンティブを得られるような仕組み作りも必要である。例えば日本の農業協同組合または森林組合のような組織が参考になるのではないか。実際の事業開始にあたっては、急ぎはしないが、検討課題である。この組織化が成功すれば、情報の共有、参加者への植林啓蒙、例えば農作物の集団集配、小規模製材業、運輸業自立のための資金援助等を取り入れてもよいであろう。

## 第 8 章 CDM 植林推進のための意見

表 8 - 1 AR-CDM 事業におけるリスク

リスクの種類	影響	影響期間	備考 / 対策等
<b>1 . CDM 制度由来のリスク</b>			
(1) 第 約束期間以降の制度	大	全期間	
(2) プロジェクト終了時、有効期間終了時の補填義務	大	全期間	投資心理、CER 価格に影響
(3) 審議進行、決定事項の手続き方法提示がおそい	中	初期	事業立案、吸収量蓄積が遅延
(4) AR-CDM の CER 価格が変動する	中	全期間	事業性に影響
(5) BAU の定義と取り扱い不明確	小	初期	条件厳しい場所（気候、土壌、立地）
(6) 適格地定義狭く、面積まとまらず対象地散在	中	初期	管理散漫コスト高、CER 小さい
(7) 検証・認証コスト高	中	初期	事業性に影響
(8) 社会影響調査・環境影響調査コスト負担	小	初期	事業性に影響
<b>2 . 技術由来のリスク</b>			
(1) 樹木の成長予測と現実成長の誤差	小	初期 5 年	都度モデル修正
(2) 樹種選択	小	初期 5 年	場合によっては改植
(3) 植林地管理方法（データ管理含む）	小	初期 2 年	方法補強
(4) 機器（ポンプ等）トラブル	小	全期間	都度修理等対応
(5) 井戸水量不足・渇水	中	全期間	ポンプ能力アップ、追加架設
(6) アグロフォレストリー農作物の減収、誤選択	小	初期 5 年	都度改良
<b>3 . 途上国の社会・政治制度由来のリスク</b>			
<b>(1) 政治変化</b>			
・政変	大	全期間	
・税制（事業、物品、CER、外資投資金額）	中	全期間	事業性に影響
・中央政府の方針変更	小~大	全期間	可能性は小さい
・地方政府の方針変更	小~大	全期間	都度交渉
・地方政府との連携方法	小	初期 3 年?	地域住民との関係維持に影響
<b>(2) 経済変化</b>			
・通貨変動	小~大	全期間	都度事業性見直し
・物価変動(インフレ)	小~大	全期間	都度事業性見直し
・木材価格	小~大	全期間	値上 伐採圧力、値下 事業損
<b>(3) 法律・諸規制の制定、修正</b>			
・CDM 関連法案	小~大	初期 2 年?	都度対応
・土地利用法にかかわる法律	小	全期間	大幅な変更の可能性は小さい
・外資の投資制限	小	全期間	大幅な変更の可能性は小さい
・木材利用方法、調達方法の規制	小	全期間	大幅な変更の可能性は小さい
<b>4 . 人由来のリスク</b>			
(1) リーダーの選定と世代交代	中	未定	
(2) 参加者が多数(数千)なので制度周知・契約に時間がかかる。	中	全期間	協同組合組織の結成
(3) 参加者の心理変化	小	全期間	発生は少数、散発的
(4) 参加者の世代交代、財産分与	小	全期間	発生は散発的、都度データ修正
(5) 土地売買(所有権移転)	小	全期間	発生は散発的、都度データ修正
(6) 土地利用変化（農地 宅地、道路、工場 etc）	小	全期間	発生は散発的、都度データ修正
(7) 土地境界問題等トラブル発生	小	全期間	発生は少数、散発的
(8) 地域社会貢献(追加策など)の要請	小	全期間	発生は少数、散発的
(9) 盗難	小	全期間	発生は少数、散発的
<b>5 . 自然由来のリスク</b>			
(1) 気象・天候	小	初期 3 年	耐性樹種を植栽する
(2) 樹種特有の未確認性質	小	初期 3 年	都度改植または補植
(3) 病虫獣害	小	全期間	都度対応するが影響は小さい