

温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査

インドネシア国ロンボク島における
住民参加型C D M環境植林
可能性調査

報 告 書
(概 要)

平成 16 年 3 月

財団法人 国際緑化推進センター

目 次

本件調査の概要	1
1 調査の目的	1
2 ロンボク島環境植林プロジェクトの概要	1
3 調査委員、現地調査等	2
CDM 環境植林可能性調査	3
1 ベースライン方法論	3
2 モニタリングの方法論と計画	8
3 リークエッジ	19
4 温室効果ガス吸収量計算	23
5 環境影響評価	29
6 保安林政策	33
7 社会経済関係	35
解決すべき課題	39
1 住民参加	40
2 簡易手法等	41
3 費用対効果	44
PDD	45
参考資料	53
1 プロジェクト位置図	53
2 The Ecology of Nusa Tenggara and Maluku	54
3 聞き取り調査集計表	59
4 写真	61

報告書概要

報告書概要（英訳）

本件調査の概要

1 調査の目的

1992年に採択され94年に発効した気候変動枠組条約を実効たらしめるため、同条約の第三回締結国会議は1997年に、京都議定書を採択した。我が国にとっては、温室効果ガス排出量の6%削減目標の確実な達成に加え、これを達成するための補足的仕組みである「京都メカニズム」の適切妥当な運用の確保が、京都議定書の「ホスト国」としての果たすべき使命ともいえる。

この京都メカニズムのうちでもクリーン開発メカニズム(CDM)は、温室効果ガス排出量削減義務を負わない途上国が参画しうるとともに、当該国の持続可能な発展にも資する唯一のスキームである。更に、吸収源 CDM にあっては、一定の基準に合致する土地であれば、最貧国や小島嶼国をも含めどこでも受け入れが可能で、我が国にとっても、1976年に発足し現在では実績が60件以上にも及ぶ技術協力プロジェクトを初めとする国際森林・林業協力の幅広で豊富な蓄積を活かせるスキームである。

このような認識のもと、本件調査では次項で述べる通りその開始は2000年以前であるものの、現在第二フェーズが進行中である環境植林プロジェクトを具体的な対象事例として、吸収源 CDM に係る諸手続きの第一ステップであるプロジェクト設計書を試作しようとするものであり、この作業を通じて、吸収源 CDM が適切妥当に広く展開されていくために必要な条件、知見等を得ようとするものである。

2 ロンボク島環境植林プロジェクトの概要

本件調査の対象としている環境植林プロジェクトは、インドネシア国西ヌサテンガラ州スカロー国有保安林の荒廃原野の復旧を目的に、同国林業省造林総局と国際緑化推進センターとの覚え書きに基づき、1996年7月に発足し、第一フェーズ350haが、2000年に終了し、2002年8月から5年計画で隣接地85haにおいて第二フェーズを展開中である(図1.1参照)。国有保安林であることから、主伐は計画されていない。

当該地域は、移動耕作や不法伐採等により森林の減少・劣化が進んだうえ、年間雨量約1000mmの半乾燥気候、5~10月の半年が乾季、インド洋からの卓越海風など、植物にとって厳しい生育条件のもとにあることから、低木や多年生の草本種からなるブッシュの植生が展開していた。(写真1参照)

環境植林に導入した樹種はインドセンダン、タガヤサン、マルバシタン、ギンネム、タマリンド、カシューナッツ、ティーク等、燃料、飼料や果実等も得られるいわゆる多目的樹種を含め十数樹種で(表1.1参照)基本的に3m×3mの間隔で植栽されている。また森林造成・管理への地域住民の参加をより広げる目的から、多目的樹種の導入に加え、樹間に豆類、ヒマ、トウガラシなどの換金作物の栽培もなされた。(写真2参照)

表 1.1 導入樹種

和名	現地名	学名
インドセンダン	Imba	Azadirachata indica
タガヤサン	Johar	Cassia siamea
マルバシタン	Sonokeling	Dalbergia latifolia
ギンネム	Lamtoro	Leucaena leucocephala
(Albizia の一種)	Sengon	Albizia sp.
タマリンド	Asam	Tamarindus indica
カシュー	Jambu Mete	Anacardium occidentale
ティーク	Jati	Tectona grandis
バンレイシ	Srikaya	Annona squamosa
マホガニー	Mahoni	Swietenia macrophylla
ジャックフルーツ	Nangka	Artocarpus heterophyllus
カポック	Kapuk	Ceiba pentandra
パンヤ	Randu	Bombax malabaricum
ゲニゼロ	-----	Entada cyclocarpum

インドネシアにおいては、2001年に「社会林経営についての林業大臣令」が定められているが、本件調査地が存する西ヌサテンガラ州においても2002年に「社会林経営指針」が制定されている。本件調査値は同指針に基づく「社会林経営地域」ではないものの、地域住民の参画をもとめる本件環境植林プロジェクトは、インドネシア国の森林政策に沿ったものであり、他地域での適用可能性は高いと考えられる。

3 調査委員、現地調査等

<調査委員>

鶴 助治 森林総合研究所 林業経営・政策研究領域長
 清野 嘉之 森林総合研究所 森林植生研究領域長
 堀 靖人 森林総合研究所 海外研究協力室長
 立花 敏 森林総合研究所 林業経営・政策研究領域 主任研究官
 原田一宏 (財)地球環境戦略研究機関 研究員
 大角泰夫 (財)国際緑化推進センター 主任研究員

<現地調査・委員会>

平成15年7月 委員会開催

8月 第一回現地調査
10月 第二回現地調査
11月 委員会開催
平成16年1月 委員会開催
1月 第三回現地調査
2月 委員会開催

<現地ヒヤリング>

Dr. Sunaryo 林業省顧問
Dr. Hadi S. Pasaribu, 林業省研究開発庁長官
Dr. Hadi Daryanto 林業省林産工学センター長
Dr. Achmad Mas'ud 林業省森林自然保全センター長
Dr. Agus Sarsito 林業省社会文化林業経済センター長
Mr. Yudi Sutrisno 林業省緑化社会林業総局渉外官
Ir. Baderun Zinal, 西ヌサテンガラ州森林局長
Ir. Agus Suharto MSc, 西ヌサテンガラ州森林局造林緑化課長
Mr. Afwan Aferli, 西ヌサテンガラ州森林局造林緑化課係長
Ir. Soemantoro 西ヌサテンガラ州東ロンボク県森林局長
Mr. Imam 西ヌサテンガラ州東ロンボク県 Keruak 森林事務所長
Ir. Abdullar Usmar, マタラム大学
Dr. Tejowulan, マタラム大学

CDM 環境植林可能性調査

1 ベースライン方法論

ベースラインとは AR-CDM プロジェクトがなかったと仮定したときのプロジェクトバウンダリ内の炭素プールにおける炭素蓄積変化である (FCCC/SBSTA/2003/L.27)。FCCC/SBSTA/2003/L.27 の Appendix B が規定するベースラインの方法論は、CDM 理事会が既に認めている方法を選んで適用するか、新しい方法を適用するかのいずれかであり、後者の場合は、新しい方法論の長所と短所、選定の正当性の説明や、ベースライン推定に用いる主要なパラメーター、データの出典、設定する仮定の説明と、不確実性の評価が必要であり、また、プロジェクト期間に想定されるベースライン純吸収量の予測、ならびにプロジェクトが原因してリーケッジが発生する可能性のある対象 (source) を説明する必要がある。また、認定済みの方法論であれ、新しい方法論であれ、それはその他の留意事項、例えば、国や地域の政策や状況に配慮したものである必要がある。また、その方法論は透

明性があり、保全的であるという説明も必要である。

< ホスト国の政策との関係 >

AR-CDM 事業の対象となるのは基準年（1989 年末）において非森林の状態にある植生である。森林の定義は、面積 0.05 ~ 1ha 以上、樹冠率 10 ~ 30% 以上、樹高 2 ~ 5m 以上（樹高に関しては将来そのようになり得るものも含む）の範囲の中からホスト国が選ぶが、インドネシア国は基準年の植生状態を示す確実な資料を殆ど持っていない。また、森林の定義をまだ決定していない。

< 技術の普及可能性 >

一般に群落の高さが 2 ~ 5m に達することが本来的にない二次植生は草本群落と低木群落であるので（図-2.1.1、2.1.2）、非森林の状態にある二次植生に関しては、この 2 つが事業対象になるものと考えて良い。また、こうした植生は世界の他の熱帯、亜熱帯の降雨林、季節林地帯に広く分布し、またその成立、維持要因には共通点が多い（例えば、Mesquita et al. 2001）ので、ある地域で開発された技術であってもそれが適用できる地域は広く、汎用性は高いと考えられる。

< ベースライン設定の考え方 >

AR-CDM に関して、CDM 理事会に提出されているベースラインの方法論はなく（2004 年 2 月 13 日現在）、新しい方法論を開発して適用する必要がある。ベースラインのアプローチは地域や気候帯などを単位に類型化されたベースライン（ベンチマーク）を認定すると簡便であり、利用者にとって望ましいが、今のところ定まったものはない。このため、現時点では、煩雑で経費はかかるが、プロジェクトごとにベースラインを定める必要がある場合も想定される。また、その成果は、今後開発するベンチマークとのクロスチェックに利用できる。そのため、ここではプロジェクトごとにベースラインを求めることとする。

< プロジェクトバウンダリーの設定 >

植林地の土地的境界をプロジェクトバウンダリーとする。バウンダリー内の土地利用は主に植林地で、管理道路など除地もわずかにある。

プロジェクトバウンダリー内におけるベースライン純吸収量に関する定量化（主要なパラメーターとデータソース、ベースライン純吸収量の算定手法）

植林前の植生と立地条件や種組成が同等の植生の炭素プールにおける炭素蓄積変化を、ベースライン純吸収と見なすこととした。プロジェクトバウンダリー内におけるベースライン純吸収量に関する定量化のための方法論を検討し、a ~ e の算定手順を定めた。

a . 成立後大きな攪乱を受けていない群落シリーズを選び、群落の齢と高さ、必要な炭素プールの炭素量の関係を求める。

伐根や刈払いの痕跡がなく燃材採取などが行われておらず、成立後は火事にも遭っておらず、かつ優占種が *Lantana camara* や *Chromolaena odorata* といった家畜が食べない種であるため食植動物による被食の影響も殆どない群落を、植林前と同様の土地利用と植生であることを聞き取りで確認した地域で複数選ぶ。各群落について深さ 30cm までの土壤有機物炭素量を計測し、2m×2m の調査プロットを設け、聞き取りと可能であれば成長輪解析のクロスチェックで群落齢を調べ、群落高、5 つの炭素プールの炭素量合計（地上バイオマス、地下バイオマス、堆積リター、枯死材の絶乾重合計に 0.5 を乗じ、土壤有機物炭素を加える）を算出して、群落齢と群落高の関係を近似する(1)式、群落高と炭素量合計の関係を近似する(2)式をそれぞれ求める。地上バイオマスと地下バイオマス、堆積リターは時間とともに蓄積増加する量と考えられるので炭素量の計測を省略できない。枯死材と土壤有機物炭素については情報が乏しく、計測を省略できるかどうかまだ分からない。

b . 植林前の植生と立地条件や種組成が同等の植生を選び、群落高を計測する。

植林前と同様の土地利用と植生であることを聞き取りで確認した地域で、複数の群落を選び、群落高を計測する。

c . 現在の群落齢を推定し、群落齢に n を加えて n 年後の群落高を推定する。

群落高を(1)式に代入し現在の群落齢を推定する。群落齢に n を加えた n 年後の群落高を(1)式に代入して n 年後の群落高を推定する。

d . 現在の群落高から現在の炭素量を推定し、 n 年後の群落高から n 年後の炭素量を推定して n 年間の炭素蓄積変化を計算する。

(2)式で現在の群落高から現在の炭素量を推定し、 n 年後の群落高から n 年後の炭素量を推定し、年当たりの炭素蓄積増加を算出する。算出値は、もし人為がなかったとしたら植林前の植生において起こるであろう炭素蓄積変化である。

e . ベースライン純吸収量と「その他の炭素蓄積変化」を分離する。

両者を厳密に分離することは難しいが、野火や放牧、燃材採取や開墾などが行われる群落では、焼失や被食、燃材採取や除草によって炭素増加が抑制されており、ベースライン純吸収量は通常ごく少ない。このベースライン純吸収量を抜き出すには、例えば時間において同じ群落の高さを再測定し、(1)式でその時点の群落炭素量を推定してその間のベースライン純吸収量を算出する（この場合、あからさまな調査プロットを設定して調査群落の存在が住民に知られると、住民の利用が変わる恐れがある）。

n をプロジェクト期間とすれば、プロジェクト期間に想定されるベースライン純吸収量を予測できる。「人為がなかったとしたら植林前の植生において起こるであろう炭素蓄積変化」から「ベースライン純吸収量」を差し引いたものが、「その他の炭素蓄積変化」である。「その他の炭素蓄積変化」のうち、野火以外の放牧、燃材採取、開墾といった活動による炭素蓄積変化は、植林地が作られると植林地外に場所を移して発生し、リーケッジ（植林活動が原因となって AR-CDM の植林地の外で発生する温暖化ガスの排出のうち計測可能なもの）となる可能性がある。事業を通して住民の活動を減らし、その発生を最小化する必要がある。

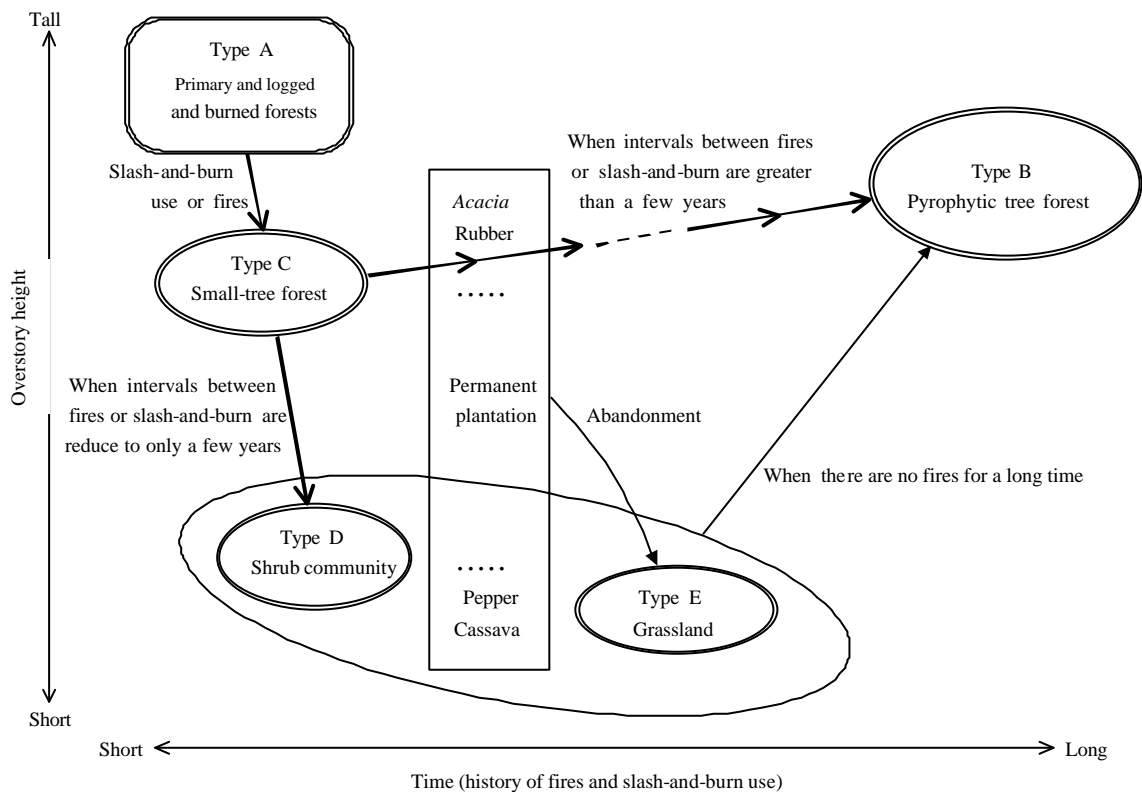


図-2.1.1 東カリマンタン低地の二次植物群落の遷移系列 (Kiyono et al. 2003)

矢印は焼畑農業や火災。この図は 5 つの群落タイプの遷移関係を表わしている。タイプ A は一次林や択伐跡林、及びそれが山火事に遭った林で、フタバガキ科や高木性 *Macaranga* が多数見られる。タイプ B は耐火性植物 (pyrophyte) からなる森林で、歴史の長い焼畑農業地域やその他の攪乱地で見られる。タイプ C は小高木林、タイプ D は低木林。タイプ E はチガヤなどが優占する草原ないしサバナである。

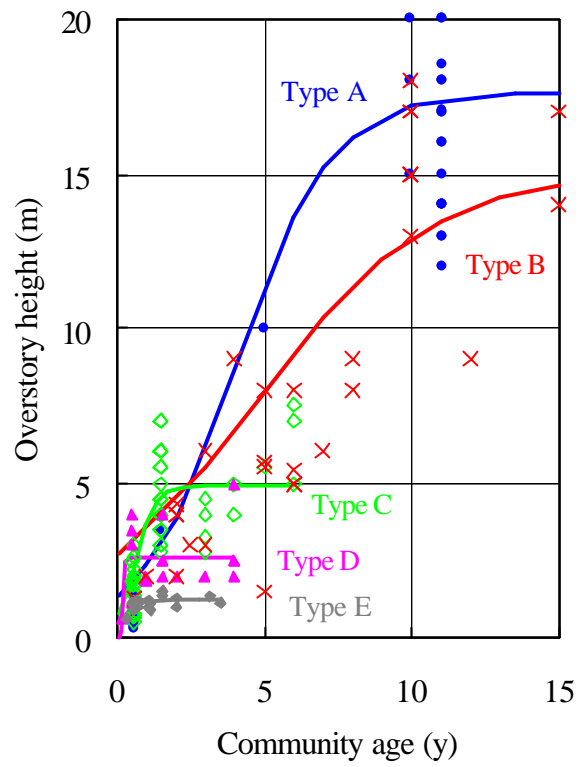


図-2.1.2 東カリマントン低地における二次植物群落の群落高の成長速度 (Kiyono et al. 2003)

A~E の 5 つの群落タイプ区分は図-2.1.1 と同じ。

2 モニタリングの方法論と計画

COP9において小規模吸収源 CDM が認められた。本件の日本・インドネシア友好の森プロジェクトも小規模吸収源 CDM のカテゴリーに該当する。モニタリング手法と計画についても参考資料 X(L.27 のモニタリング部分)に示したようにその基準にあわせることとなる。小規模吸収源 CDM プロジェクトにおいて検討されるべきモニタリングの項目は排出源小規模 CDM プロジェクトに従うこととなるため、たとえばリーケージについては解析を免除されると考えられる。ただ、リーケージについては基本的には吸収源 CDM プロジェクトはリーケージを最小限にすることが求められているので、可能な限り概略ではあるが、検討をすることが適当であろう。いずれにせよまだ最終的な結論は出てはいないが、手続きと実施の簡略化が可能となるものと考えられる。

すなわち、以下の項目は現在小規模吸収源 CDM プロジェクトの運用に関して締約国各国の意見聴取が始まっており、SABSTA20 において検討が進められることとなっている (FCCC/SBSTA/2003/L.27 Para3.及び 4.)ので、SABSTA20、また、それを受けた COP10 の検討結果によって変更が行われると考えられる。

(1) モニタリングの項目

モニタリングされる必要がある項目は、温室効果ガスの排出と吸収に関わる項目であるが、温室効果ガスの中で、本吸収源 CDM プロジェクトにおいては植林地生態系の炭素プール現存量が最も重要な項目である (表 2.2.1)。なお、他の温室効果ガスについて、現地調査において次の通り確認した。すなわち HFCs は工業活動はないため、本プロジェクトでは存在の可能性はない。NO_x については化石燃料起源であり、本プロジェクトにおいては存在の可能性はない。CH₄ については現在地域住民の協力を得て放牧が行われていないので家畜起源のメタンについては紛れ込んだ家畜以外は検討の対象とならない。

表 2.2.1 JIFPRO 友好の森プロジェクトにおける温室効果ガスの扱い

温室効果ガス	存在の可否	モニタリング法
HFCs	×	-
Nox	×	-
CH ₄		家畜頭数調査
CO ₂		5 プール解析 + 管理排出

凡例：×は存在せず、 は存在の可能性あり、 存在する、 - は測定しない

炭素プールの増減に影響する生態系による吸収以外の固定炭素の移動について、火災による樹木の消失、住民による燃料材の採取、住民による果樹を含む多目的樹種の利用、成長に伴う落葉・落枝の分解、林分のうっ閉に伴う枯死木の発生、病害虫の発生による植栽木

の枯死などが検討される。

プロジェクト設定及び管理時の炭素の排出について、本吸収源 CDM プロジェクトは設定時に北部の同一村内コドマ苗畑から苗木を購入したが、合計約 180,000 本の苗木を約 20km の道程で運送した。また、植栽地へのアクセス道路は、環境の損壊を極力避けることを目的として、現在の地形に沿って簡単な路面造成を行ったのみで、工程は小さく、道路密度も低く設定されている。植栽時の作業員輸送は地元から作業員を雇用したため、必要なかった。定時的な植栽地管理は、近傍の Sekaroh 営林署職員が平均月に一回の割合でバイクで見回りすることとしている。

表 2.2.2 モニタリング項目と方法

区分	調査地点	採用方法	炭素換算法
植林地炭素			
地上部	1 2 地点	森川法	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
地下部	1 2 地点	森川法	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
林床植生	2 地点 4 箇所	森川法	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
落葉・落枝	6 地点 1 8 箇所	太田法	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
枯死木	1 2 地点	森川法	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
土壌炭素	6 地点 1 2 箇所	太田法	円筒中炭素量から換算
管理排出			
見回り管理	営林局	運行記録	運行用燃料量
作業道管理	営林局	作業記録	運行用燃料量
住民利用			
燃材採取	営林署	聞き取り調査	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
多目的材採取	営林署	聞き取り調査	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
果樹採取	営林署	聞き取り調査	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
家畜頭数	営林署	聞き取り調査	頭数 \times 期間 \times 係数 \times 21
リスク管理			
乾燥等環境害	営林署	見回り調査	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
病虫害	営林署	見回り調査	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$
森林火災	営林署	見回り調査	$\text{H}^{\circ} \text{イ材量} \times 0.5 = \text{Ct}$

したがって、温室効果ガスのモニタリング項目は、表 2.2.2 に示したように 植林地生態系固定炭素、 森林管理の消費化石燃料、 燃料材・多目的樹種の採取や放牧など住民

利用、 火災・病害虫等による植栽木の大量枯死となる。これらの項目のうち、 についてはリーケージの項目で処理される可能性の高い項目で、 その場合は小規模吸収源 CDM プロジェクトのモニタリング要件には入らないと考えられる。

これらの項目は FCCC/SBSTA/2003/L.27 Para 32 に定められたように 5 年毎にモニターする必要がある。したがって、今年度測定した項目と測定方法が適切で、その結果としての温室効果ガス量が検証されたとすれば、以後 2008 年、2013 年・・・と 5 年毎に計測する。なお、測定はプロジェクト期間が終了する 2029 年まで行う。

(2) モニタリング項目の測定法

1) 植林地生態系固定炭素

IPCC のグッドプラクティスガイダンス(GPG)で提案され、COP9 で承認された 5 炭素プールを測定することとなる(FCCC/SBSTA/2003/L.27 Annex Para 1.(a))。すなわち、地上部バイオマス、地下部バイオマス、落葉・落枝、枯死木、土壌有機炭素の 5 要素である。これらの炭素測定の基本は生態学で通常行われている方法及び土壌学で通常行われている測定、分析法を基本として植林地生態系に適合するように開発された方法に従うこととなる。

植林地生態系炭素測定法については林野庁及び環境省の委託事業として別プロジェクトによって提案され、検討が進められており、基本的方法は開発されているので本吸収源 CDM プロジェクトではその方法を導入する。ただ、小規模吸収源プロジェクトが導入されたため、簡便な方法が認められる可能性もあり、簡便法についても導入を試みた。なお、この方法の開発に関連した委託事業は、環境省 - 温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査 - 2000 及び林野庁 - CDM 植林促進技術開発事業 - 2001 ~ 2002 である。

< 地上部バイオマス及び地下部バイオマス >

森川の方法によって解析することを基本とするが(森川 2003)、簡便法として清野が開発した 20m 直径円形プロットを設定し、毎木調査により現存量を測定する。

対象地のバイオマス量は前述の委託事業ですでに解析されており、地上部と地下部の分配割合が森川らによって開発されたアロメトリー法によって明らかにされている(図 - 2.2.1)。したがって、対象プロットの胸高直径を測定することによってバイオマス量を算定でき、今回フェーズ 地域では設定プロットの全木の胸高直径を測定し、バイオマス量を測定した。なお、フェーズ 地域はまだ造林木が測定樹高に達していないので測定しなかったが、次回以降は測定する。

< 植林地の林床植生量 >

林床植生量は植栽木に加わる炭素プールであり、測定が必要な項目である。本プロジェクトにおいては設定プロットの中から代表的な 2 プロットを選定し、各プロットに 2m × 5m の方形プロットを 4 区設定して測定した。

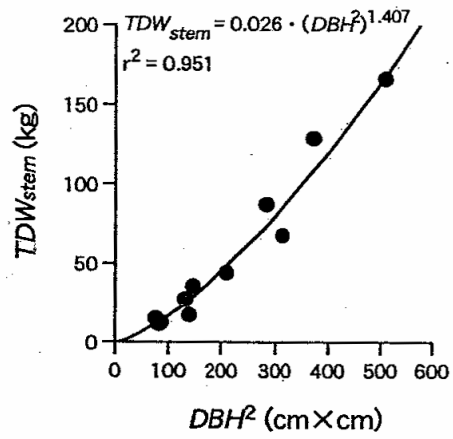


図 2.2.1① 直径と幹乾燥重量間のアロメトリー関係の事例

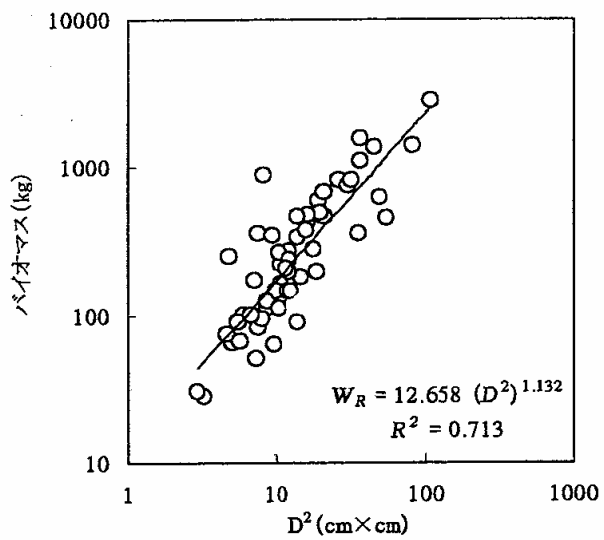


図 2.2.1② 根元直径とバイオマスの関係

< 枯死木 >

各地上部・地下部バイオマス測定プロットに発生する枯死木のバイオマス量を計測する。なお、植林地が若いこともあり、今回の調査では発生がなかった。

< 落葉・落枝 >

各土壌有機炭素測定を行う地上部及び地下部バイオマス測定プロットに1プロットあたり1m×1m 方形プロットを3区設定し、計測した。なお、今回の計測は雨季開始直後で、林床には落葉及び落枝が皆無の状態であった。

< バイオマスの炭素量への変換 >

森川の方法に従って、生態学で通常用いられている換算係数を使う。すなわち、バイオマス1トン = 0.5tC = 1.8tCO₂

< 土壌有機炭素 >

土壌有機炭素は上述の委託事業で測定法が開発されており(太田 2003)、本プロジェクトではこの方法に基本的に準拠する。ただ、この方法は全吸収源 CDM プロジェクトに汎用的な方法で、土壌有機炭素を測定するには多大な時間とコストがかかるため、モニタリング経費を削減した方がよい小規模プロジェクトに適合できる簡便法の開発が必要かもしれない。そのため、今回の測定では標準法に加え、簡便法を試行し、標準法との誤差を計測した。

土壌有機炭素測定プロットは対象とした地上部・地下部バイオマス測定プロットに各2カ所設定し、AIJ プロジェクトで推奨されているように地表から深さ 30cm までの炭素を測定する。面的な炭素量を測定する必要があるため、単位堆積が厳密に測定できる 400cc 採土円筒によって採取した。土壌炭素は地点による誤差が大きいため、地域の平均的な量を得るためにはばらつきの大きい地表に近い部分を複数採取する必要がある。また、土壌は地点によっては層化が著しく、層毎の炭素量も大きく変動するので、この変動を把握するため、深さ毎の採取をきめ細かく行うこととした。そのため、本プロジェクトではばらつきをできるだけ平均化できるように図 - 2.2.2 のように採土円筒を地表部に多く配置した。コストダウンと時間の軽減を図るために本プロジェクトでは、図 - 2.2.3 に示した簡便法をあわせて導入した。この簡便法は採取と採取後の処理にかかる時間が約半分となった。また、土壌炭素の分析は分析センターに依頼することになるが、分析コストが大変高く、プロジェクト管理に大きな負担となる。この簡便法は分析試料の数が半分になり、大きなコスト軽減となる。ちなみにある日本の分析センターの炭素分析価格は 5,000 円/1 sample である。

< 採用した土壌化学分析法 >

C/N 分析計を使った乾式分解法に基づくのが通常であり、最も簡便である。しかしながら、対象地は石灰岩台地で、しかも乾燥が激しいため土壌中に炭酸カルシウムが存在する。炭酸カルシウム中の CO₂ は C/N 分析計では炭素として計測されるので、前処理した試料を

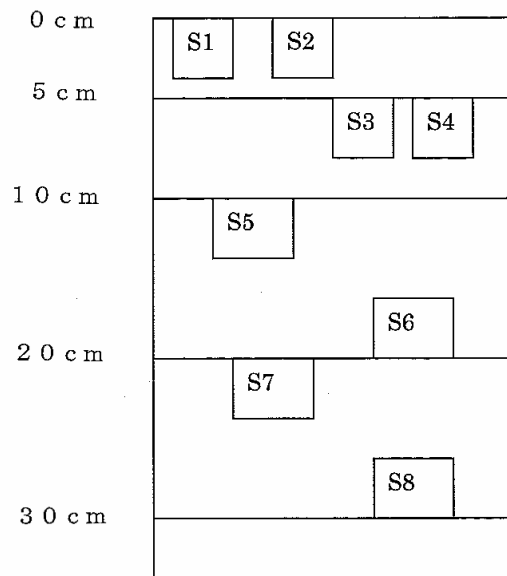


図 2.2.2 標準土壌採取法
 各 S1~S8 400CC 採土円筒 1 個
 100CC 採土円筒の場合は各 2 個

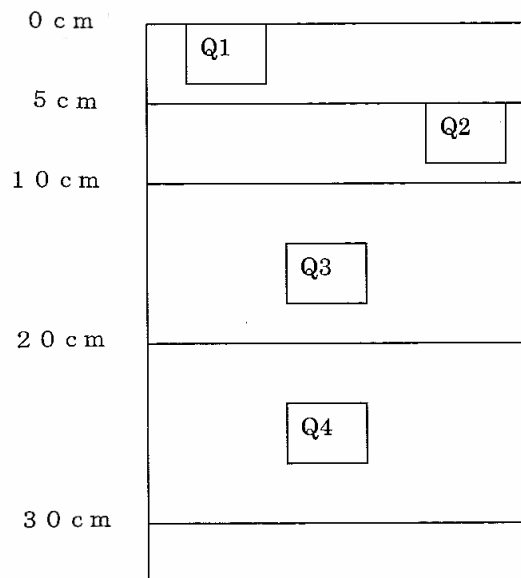


図 2.2.3 土壌採取簡便法
 各 Q1~Q4 400CC 採土円筒 1 個
 100CC 採土円筒の場合は各 2 個

計測した。なお、試料は現在日本の分析センターで分析中であり、対象プロットの土壤有機炭素量と標準法からの乖離度の推定は分析終了後に行う。

2) 植林地生態系固定炭素測定プロットの配置と管理

< 植林地生態系固定炭素測定プロットの配置 >

植林地固定炭素量測定プロットは約 50ha 以内に 1カ所程度の割合で配置し、科学的に透明な固定量算定のため、通常の成長を示すプロットと成長不良なプロットを配置する。従ってフェーズ 地域においては 10 プロット、フェーズ 地域に 2 プロットを図 - 2.2.4 のように設定した。地上部・地下部バイオマス量はこれらのプロット全体で測定するが、土壤有機炭素についてはフェーズ 地域では通常の成長を示す 2 プロットと成長不良な 2 プロットを選定し、また、フェーズ 地域ではまだ成長が把握されていないので、成長が悪いと考えられる山頂部と通常の成長があると期待される斜面下部にそれぞれ 1 プロットを設定した。

< プロットの管理 >

設定されたプロットは今後継続的にバイオマスを計測する必要があるため、GPS による地図上での確認に加えて、中心点の対象木にプロット番号を記載し、同時に測定対象木にもマークを入れる。なお、土壤有機炭素測定は地上部分の破壊調査であるため、同一地点での計測は不可能である。したがってバイオマス計測プロットを囲む形で計測時毎に順次移動する。

3) ベースライン植生地のモニタリングと管理

ベースラインに関しては SBSTA20 において小規模吸収源 CDM が討議される時にあらためて運用方法の詳細が討議される見通しであるので、それを待って計画を立てる予定である。

今回の調査によって候補地の概況調査が行われた。調査地点は図 2.2.4 で×の表示をした地点である。選定された調査地点が新たな運用方法に適合した場合は、これらの地点を定点として採用する。

ベースライン植生地において測定される固定炭素プールは前項の植林地の場合と同様に、地上部・地下部バイオマス、枯死木・リター、土壤有機炭素で、測定法も同じ方法を採用する。

ベースライン植生地の管理方法については、この植生地は住民が薪炭材採取などに利用する場所でもあり、通常の自由な利用が可能な状態で管理する。

モニタリングの頻度は植生地バイオマス測定頻度と同じとし、5年に一度とする。

(参考文献)

インドネシア国ロンボック島における住民参加型 CO₂ 吸収源強化植林事業の可能性調査報告書、pp.63-77、国際緑化推進センター、2001.3

森川靖：造林地におけるバイオマス測定法、CDM 植林促進技術開発事業平成 14 年度実行報告書、pp.10-26、国際緑化推進センター、2003.3

太田誠一：造林地の堆積リター及び土壌炭素測定法、CDM 植林促進技術開発事業平成 14 年度実行報告書、pp.27-35、国際緑化推進センター、2003.3

4) 火災・環境変動・病害虫による植栽木の大量枯死測定法

< 森林火災 >

開発途上国での植林事業はいかなるプロジェクトにおいても多かれ少なかれ森林火災の罹災の危険性をもっている。特に乾燥地帯に設定されたプロジェクトでは火災発生危険度は著しく増加する。幸い本プロジェクトにおいては現在までに火災の発生に伴う植栽木の大量の枯死は観察されていない。しかしながら、乾燥地帯でもあり、火災発生リスクを管理する必要はあり、森林火災が人的な原因で発生しやすいことに鑑み、アクセスに便利な延長 1.6 km に及ぶ林道に沿って防火帯を設定している。さらに乾季の開始と共に防火帯の枯れた雑草木を刈り取り、一方に寄せて写真 x に示したように予防焼却を行い植林地への延焼を防いでいる。

仮定の話ではあるが、もし大規模火災が発生し、植林木が枯死した場合は前述の森川の方法でバイオマスを計測し、排出分として計上する。

< 環境変動による大量枯死 >

インドネシア全域で発生した 1997、1998 年のエルニーニョに伴う極端な乾燥は、本プロジェクトにおいても植栽直後の樹木を中心に大量の枯死の原因となった。これらの枯死木のあとには 1999~2000 年に補植が行われて現在はほぼ閉に近づいている。幸い植栽後時間が経った植栽木の被害は軽微であり、現在のフェーズの植林地では乾燥による大量枯死の発生は全く観察されていない。現在展開中のフェーズについてはエルニーニョの発生がある場合には枯死の危険性が予想されるが、その場合には植栽を延期するなどの処置によってリスクを回避する。

この場合も植栽木が枯死した場合は前述の森川の方法によってバイオマス量を計測し、排出分として計上する。

< 病害虫による大量枯死 >

導入された樹種は表 1.1 に示されているが、集団発生が予想され、致命的な病害虫はいずれの樹種にも報告されていない。集団発生するマホガニーマダラメイガも新梢は被害を被るが、プロジェクト地域では発生は軽微である。しかし、定期的巡回調査はその他の病害虫発生を含めて行うこととする。大規模に発生した場合は、火災と同様に枯損バイオ

マスを計上する。

< 上記要因等による単木の枯死 >

表 1 に示した植林地生態系固定炭素測定プロットにおいて枯死割合を調べ、排出量として計上する。なお、調査の結果は定期的な調査報告の中で行う。

5) 植林地の住民利用によるバイオマスの排出

< 住民による燃料材の利用 >

営林署に委託されたグループによる地域住民の聞き取り調査により、本プロジェクトバウンダリー内での利用量を把握し、森川の方法による換算法を使い、排出炭素量を算出、計上する。

< 住民による果樹・多目的樹種産物の利用 >

燃料材と同様の処置を執り、排出炭素量を算出、計上する。

< 放牧による温室効果ガスの排出 >

本プロジェクト対象地は保安林で、地域住民も了知しているため、放牧は基本的には行われていない。したがって、反芻家畜によるメタンガスの放出は存在しない。ただかなり以前には水牛の放牧が行われていたとする報告があるので、営林署による定期的見回り及び地域住民の聞き取り調査によって放牧の有無を確認する。放牧が観察された場合は家畜の種類と入り込み量・期間を把握し、報告されている種類別一頭当たりのメタン発生量から本プロジェクトバウンダリー内での発生量を解析し、排出量として計上する。

6) 植林地管理にかかる経常排出

植林活動にかかる排出は当初排出として計上されるが、見回り、防火帯の手入れ、モニタリング調査、作業道の改修等植林地の管理の際に運行される自動車及びバイク、時にブルドーザーに消費される化石燃料の量をモニターする。消費量は、管理計画簿として営林局に常備される運行記録簿及び作業記録簿に記録し、燃料単位体積当たりの二酸化炭素に換算し、排出量として計上する。

7) その他のモニタリング

炭素排出に関わるモニタリング事項は上記の項目に限られるが、間接的にプロジェクトの運営に関わると考えられる事項について定期的にモニターする。モニターを予定している事項は、生物多様性の状況、河川の流出期間、土壤保全観察、気候緩和の概況、地域住民の反応及び 大学等客観的機関による評価である。

< 生物多様性の状況 >

植物に関しては従来存在した潜在植生の植林地内での分布と成育状況を植林地生態系固定炭素プロットで記録する。動物に関しては、方法論がきわめて専門的となるので、大型動

物の存在と現存量の概要を地域住民の聞き取り調査によって行う。

< 河川の流出期間 >

対象地は雨水の地下への浸透が顕著な石灰岩台地で、比高が 80m 程度の左右を海に囲まれた穏やかな丘陵地形で、しかも乾燥が著しい気候下にあるため永久河川は存在せず、地域住民はこの地域では生活水の確保に大きな問題を抱えている。しかし、森林化に伴って乾季の河川流下量が増えるとの観測があるので、管理小屋正面のフェーズ 植林地に於いて植栽木の成長に伴う河川流下期間を観測し、森林化の効果を評価する。

< 土壌保全 >

今年度の調査によって植栽後 6 年を経過したフェーズ 地点と今年植栽され、現在畑地となっているフェーズ 地点では別項で示した写真のように土壌流出の違いが明らかとなっている。土壌流出を定量的に解析することは専門家でも困難であるので、定点でのガリーの発達や空中写真等での全対象地のシート崩壊の発生頻度を解析する。

< 気候緩和の概況 >

森林化によって地域の湿度条件、温度条件が緩和されることは良く知られている。乾季及び雨季の植栽地及びベースライン植生地の温度条件及び湿度条件を把握する。なお、観測は乾季及び雨季に定点で午前 10 時時点の地上 1.3m 及び地表で解析する。また、温度については地下 10cm の地温を計測する。

< 地域住民の反応 >

植林地による吸収源 CDM は地域行政機関と地域住民の協力無くしては成功がおぼつかない。COP9 での小規模吸収源 CDM の要件として地域貧困層との関係を記載することとなっている。本プロジェクトは地域住民の協力を得て作られてきており、多目的樹種や果樹を混植し、地域住民が利用できる仕組みを作っていることは前段で説明したとおりである。プロジェクト設定当初の地域住民の聞き取り調査は開始後の円滑な運営を図るために定期的に行うこととしている。

< 大学等客観的機関による評価 >

当事者或いは関係者でもある地域住民のプロジェクトについての意見は提案しにくい場合があり、客観的な意見を聴取し、地域住民の真意を確認しておく必要がある。そのため地域の大学などの客観的機関のプロジェクトに対する意見や評価を聞き取り調査によって定期的に把握する。

(3) モニタリングの頻度

CDM プロジェクトについては FCCC/SBSTA/2003/L.27 Para 32 に定められたように 5 年毎に必要な項目をモニターする必要がある。したがって、今年度本プロジェクトが CDM プロジェクトとして認められた場合、2003 年、2008 年、2013 年・・・と 5 年毎にプロジェクトが終了する 2029 年まで計測することとなる。

本プロジェクトでは表 - 2.2.2 に示したように、植林地生態系の炭素固定に関わる項目、住民の植栽地利用による排出に関わる事項、プロジェクトの経常的管理に関わる項目、不時の大規模災害によるリスク管理に関わる項目と環境影響及び社会経済影響について継続的にモニターすることとなるが、その頻度は表 2.2.3 の通りである。

表 2.2.3 モニタリングの頻度

項目	調査回数	整理法	メモ
植林地炭素	5年に1回	追加性調査簿	項目別
管理排出	毎年	運行管理簿	
住民利用	毎年	利用管理簿	聞き取り調査票保存
リスク管理	毎年	リスク管理簿	発生時調査台帳保存
環境影響	5年に1回	環境調査簿	項目別
社会経済影響	5年に1回	住民調査簿	アンケート台帳保存

3 リークエッジ

(1) JIFPRO の開始前の状況

スカローの森は、数百年にもわたり、中央ロンボクや東ロンボクなどからの水牛の放牧地として利用されており、現在でもその慣行は行われている。水牛の飼育は雨期と乾期で大きく異なっている。水牛の保有者は、乾期には自らの焼畑にある収穫後の稲わらを飼料として水牛を飼育する。一方、雨期には、畑には陸稲などをはじめとした作物が栽培されており、放牧地として利用することができないために、水牛をスカローの森へと連れて行き放牧が行われた。

1970年代には、スカローの森では、焼畑耕作を行っている人はまだほとんどいなかったが、石灰を生成するための燃材採取が行われていた。塩を生成するための燃材採取もわずかながら行われていた。1983年には、現在の Tameak 村に、5世帯が居住し、彼らは村から近い岬のあたりで焼畑耕作を行っていた。この頃から、この地域に木材伐採が入り、伐採された木材は、手こぎボートで3時間ほどかけて、対岸の Tnajung Luar 村まで運ばれた。このような違法伐採が盛んに行われるようになったために、1980年代の後半までにはスカローの森の樹木の大半は伐採され、現在のような草原や叢生の植生状況になった。

1990年代のはじめには、保安林の東部および Tameak 村の周辺、岬の周辺で、数世帯が焼畑耕作を行っていた。この地域に居住している人々は、森林を燃材採取のためにも利用していた。また、スカローの外部からもこの地域を訪れ、石灰生成や村での儀式のために、燃材を採取する者もいた。

(2) JIFPROI 実施期

プロジェクトが実施された 1996 年から 2000 年の頃には、JIFPRO が行った植林プロジェクトの土地を開拓している人はいなかった。プロジェクトサイトは、ロンボク中央からの人々により水牛の放牧地として利用されているだけであった。したがって、プロジェクトを実施するにあたって立ち退きを要求される人々はおらず、政府と住民との間には衝突は生じなかった。サイトの近くには、Tameak 村があったが、彼らはプロジェクトに参加して、アグロフォレストリーを行うのではなく、日雇い労働に従事するに留まった。したがって、プロジェクトによる負の地元社会への影響やリーケージは発生しなかったといえる。また、プロジェクトが始まった当初は、周りにもまだ多くの叢林が存在していたために、燃材採取や放牧の代替地が存在していたので、プロジェクトによるリーケージはなかったといえる。

プロジェクトを実施する際に、地方政府はプロジェクト開始の情報を村人に伝えたが、近隣の Tameak や Pengoros に居住している人々は、プロジェクトの目的やプロジェクトが住民にもたらす利益について十分に理解していなかったこと、わざわざ参加しなくても、彼らは生活に十分な農地を保有していたこともあり、あえて参加しようとはしなかった。そのため、サイトから遠く離れた中央ロンボクや東ロンボクから参加者を募ることとなった。村での集会やモスクへの掲示板を利用することによって、情報提供がなされた。

中央ロンボクの人々がプロジェクトに参加したのは、出身村における農耕地が十分ではない人々や、マレーシアなどの出稼ぎに行ったが失敗に終わって、生活の糧が失われた人々であった。ただし、外部からの人々のほとんどは、プロジェクトに参加しても、プロジェクトサイトに居を構えるというのではなく、雨期の農耕が可能な時期のみに、スカローを訪れ、乾期になると自らの出身村に戻り、生活の糧を得るという生活をしてきた。つまり、プロジェクトへの参加者の多くの帰属意識は出身村にあり、プロジェクトに参加するというのはあくまで、補完的な意味をもつに過ぎなかった。このような、プロジェクト参加者の出身村とプロジェクトサイトとの間の人的移動が、出身村においてプロジェクトの情報を広める契機となり、結果的に、2000 年まで続くプロジェクトの新たな労働力を確保することが可能になったと考えられる。プロジェクト参加者は、植林活動に参加し、植林をはじめて 2、3 年間は、間作を行うとともに、整地、植栽のための杭打ち、植栽の穴あけ、植栽、盛土といった賃労働に従事し、現金収入を得ることができた。さらに、プロジェクトサイトには 5 つの飲料タンクが設置された。この地域は降水量が少なく、人々が日常生活の飲料水を確保することは非常に困難であるために、人々にとっては、飲料水を供給されるということは非常に大きなメリットであった。このようなプロジェクトに参加することによる多くのメリットが、プロジェクト外に新規開拓するというよりも、積極的なプロジェクト参加のインセンティブを与えたと考えられる。また、JIFPRO の西側にある 1999 年から始まった 250 ヘクタールにおよぶ OECF の HKM(住民林業)プロジェクトも外部

から多くの人々が参加した。JIFPRO のプロジェクトに途中まで参加して、OECF のプロジェクトに乗り換える者もいた。

このように、JIFPRO は、プロジェクトサイトに多くの外部者をひきつけることとなった。彼らは、プロジェクトサイトで生活する際には、日常生活のための燃材や建材を必要とした。彼らはこれらをプロジェクト内部および外部の森林に求めており、森林への負のインパクトが高まった。したがって、プロジェクトによるリーケージが発生したといえる。また、JIFPRO の西側にある OECF のプロジェクトによって、人々はプロジェクトサイトを燃材採取場所として利用できなくなった。このような状況は、JIFPROI の影響と相まって、地域住民の燃材採取を困難なものとしており、間接的なリーケージであると考えられる。

(3) JIFPRO 終了後から JIFPRO 開始前まで

それまで JIFPRO に参加していた人々は、1999 年から始まった OECF プロジェクトに参加したり、他の場所に移動したり、これらのプロジェクトの周辺にある土地を違法に新規開拓したりした。それに加えて、プロジェクトに参加していない中央ロンボクや東ロンボクの人々も、新規開拓地を求めてスカローに集まってきた。しかし、植林プロジェクトは既に終了していたために、これらの人々を合法的に受け入れる場所はもはや存在しなかった。また、この状況をみた州政府は、違法開拓者に土地所有権 (Surat Tanda Pembayaran Tanah や Certifikat) を要求されるよりも、植林をしつつも、農業をすることを認める方が得策であると考え、2002 年から JIFPRO の隣に、BPDAS による HKM の植林サイト (350 ヘクタール) を設け、違法開拓者を吸収することとした。これは、当初は 2001 年に実施予定であったが、予算がおりなかったために 2002 年に持ち越された。また、1992/93 にもプロジェクトが実施されたが、HKM ではなかったため、住民の協力を得ることができずに失敗に終わった。このプロジェクトサイトのうちの 70% のみに植栽されたに過ぎなかった。しかし、それでも保安林内には、依然として違法開拓者が存在し、土地利用権の問題は解決できなかった。このように、JIFPRO I は、中央ロンボクや東ロンボクから多くの人々を寄せ付けつつ実施されたが、プロジェクト終了後に人々が違法開拓を行う状況を生み出すとともに、更なる新規開拓者を呼び起こすこととなり、プロジェクトがリーケージを発生させる原因となった。

また、JIFPRO 終了後に、プロジェクトの周辺に新規に土地を開拓した人々は、日常生活のための燃材や建材を周辺の森林から採取したためにリーケージが発生した。さらに、JIFPRO のサイトで、植林が行われる以前から水牛の放牧や燃材採取をしていた人々は、これらの活動場所をプロジェクトサイトの外部に求めざるを得なくなったために、リーケージが発生したといえる。

(4) JIFPRO 実施期

前述のような事情もあり、JIFPRO のサイトは、プロジェクト実施前にすでに人々に占拠されていた。そこで、州政府は、JIFPRO では、地域住民のことを考慮して、JIFPRO の場合よりも果樹などの多目的樹種の植栽割合（7割）を高くし、樹冠が閉鎖した後も、参加農民がその土地から収益を得ることができるような仕組みを考えた。JIFPRO では、果樹が2割となっていたことから、大きな変更があったことになる。この地を占拠していた住民の中には、プロジェクトに参加することを承諾したものもいた。しかし、すでに土地を放棄し、自らの出身村に帰っている者にはあらかじめ承諾を取り付けることはできなかった。また、年次別植栽計画は2002/2003が40ヘクタール、2003/2004が25ヘクタール、2004/2005が25ヘクタールとなっており、参加者には1ヘクタールの定住農業地が与えられた。しかし、プロジェクト開始から1年程経緯し、まだ樹冠が閉鎖しておらず、農業を行うことは可能であるにもかかわらず、農地を放棄している参加者もみられた。また、プロジェクトに参加していない者の土地は、参加者に分割するのではなく、そのまま保留にされた。さらに、この土地を今でも使っている人々は、必ずしもこの地に定住しているのではなく、自分の出身村をはじめとして、他の土地での活動も行っていった。JIFPRO はまだ始まったばかりであること、さらに、これらの人々が中央ロンボクなどの他の地域でどのような生業に従事しているのかは定かではないこともあり、現時点では、JIFPRO が地元社会にどのような影響を及ぼしたかを判断するのは困難である。

また、JIFPRO の終了後にこの地域を違法に開拓し始め、JIFPRO に吸収されなかった人々は、相変わらず、違法に滞在し続けている。さらに、2004年1月現在では、JIFPRO のような合法的な地域をはじめ、その周辺の違法な開拓も含めて、JIFPRO 周辺のすべての農業適地は住民によって占拠されている。したがって、これ以上、土地の所有や利用をめぐって、外部からの人々がこの地に移動してくることはなく、今後は、プロジェクト周辺への新規開拓者の活動によって新たなリーケージが発生することはないと考えられる。さらに、人々による燃材や建材採取による新たなリーケージも発生しなかった。

また、現在でも、この地域では、中央ロンボクなどから水牛の放牧が行われていたり、割礼などの特別な儀式を行う際に必要な燃材を採取したりすることを目的に、この地域を訪れたりする外部者もいる。彼らは、JIFPRO が行われたことによって、プロジェクトサイトの外側に資源を求めざるを得なくなり、リーケージが発生したと考えられる。

(5) 将来的な展望

前述のように、この地域は、合法および違法を含めて、すべての土地が住民によって占拠されていて、新規開拓者がこれに参入する余地は残されていない。したがって、今後、植林プロジェクトが継続的に実施されていったとしても、新規開拓者をめぐっての、リーケージが発生する可能性は低いといえる。しかし、将来的に保安林全体が植林された場合、

プロジェクトに参加した人々、燃材を採取する人々、水牛の放牧をする人々は、他の代替地をみつけざるを得なくなる。そうすると、保安林以外の代替地が近くにある場合、そこでの人間活動が加速される。また、代替地が近くにない場合には、人々は代替地を求めざるを得なくなる。いずれの場合でも、保安林の植生が回復し、人間が保安林から排除されると、リーケージが発生する可能性を秘めていると考えられる。

4 温室効果ガス吸収量計算

プロジェクトバウンダリー内におけるプロジェクト実施ケースにおける温室効果ガス吸収量の定量化

次式で定義される FCCC/SBSTA/2003/L.27 の Appendix B の純人為的吸収量を、プロジェクトバウンダリー内におけるプロジェクト実施ケースにおける温室効果ガス吸収量とした。

「純人為的吸収」(Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks) = 「植林地純吸収」(Actual net greenhouse gas removals by sinks) - 「ベースライン純吸収」 - 「リーケージ」

ただし、「植林地純吸収」= 「プロジェクトバウンダリー内の炭素プールの証明可能な炭素蓄積変化」 - 「プロジェクトが原因となってプロジェクトバウンダリー内で増加した温暖化ガスの排出量の二酸化炭素換算値」、また、「リーケージ」は「植林活動が原因となって AR-CDM の植林地の外で発生する温暖化ガスの排出のうち計測可能なもの」である。

上記「植林地純吸収」式の右辺第 2 項の温暖化ガスに関して、本事業地は湿地林ではないので、土壌からの N₂O や CH₄ 等の温暖化ガスの排出はごく少量であると考えられる。ただ、ロンボック島では伝統的に水牛や牛が飼育されており (Monk et al. 1997)、本事業地のあるスカロー半島を含むジェロワル地区では雨季に放牧が行われる (図-2.4.1) ので、家畜から

発生する CH₄ 量が無視できない可能性がある。しかし、家畜の被食影響で非森林状態の植生が維持されている放牧地が AR-CDM の対象地となる場合は、植林後も林内放牧が行われる可能性があるとしても牧草量は減少するので、放牧される家畜頭数は減少する。したがって、プロジェクトが原因となって CH₄ がプロジェクトバウンダリー内で増加することは考えにくく、家畜が排出する CH₄ の計測は必要ないと考えられる。水牛や牛の頭数は行政資料を通して把握可能で、必要に応じて現地モニタリングを通して植林地内の家畜が発生する CH₄ 量を推定することも可能であるが、現時点では CH₄ 排出量の推定は必要ないと考えられる。

下記の手順により、プロジェクトバウンダリー内におけるプロジェクト実施ケースにおける温室効果ガス吸収量を定量化した。

主要なパラメーターとデータソース

現地調査の成果や収集データを利用し、次のパラメーターを収集した：立ち枯れ木を含む植栽木の樹種と胸高直径の毎木データ、下層植生量、林床の枯死材量、深さ 30cm までの土壌有機物炭素量（分析中）。また、植林地の土地利用履歴に関する聞き取り調査を行った。

植林地純吸収量の算定手順（a～d）と事例

a．植林地面積を求める。樹冠疎密度など樹木の生育状態が植林地内で大きく異なる場合は林地を層化し、層化した区分ごとに面積を求める。

b．区分ごとに複数の炭素蓄積計測区を設け、面積当たりの炭素蓄積を計測する。

$$\begin{aligned} \text{植林地内炭素蓄積} = & \text{区分 1 の植林地面積} \times \text{面積当たり炭素蓄積} + \\ & \text{区分 2 の植林地面積} \times \text{面積当たり炭素蓄積} + \\ & \dots + \\ & \text{区分 n の植林地面積} \times \text{面積当たり炭素蓄積} \end{aligned}$$

本事業の植林地は 1996 と 1997、1998 年植栽の各植林地からなる。そのうち 1998 年植栽の大半と 1997 年植栽の一部で枯損が発生し、1999～2000 年に補植が行われた。したがって植林地はイ．1996 年植栽地、ロ．1997 年植栽の健全地とハ．枯損・補植地、ニ．1998 年植栽の健全地とホ．枯損・補植地の 5 つに区分できる。今回はロ．1997 年植栽の健全地を対象に炭素蓄積変化を求めることとし、これを 10 のブロックに分け、20m 直径円形プロット（図-2.4.2）を 1 つずつ設置した。

c．計測区では 5 つの炭素プールについて炭素蓄積変化をモニタリングする。ただし、時系列に沿って炭素蓄積量が減少していないことを立証した炭素プールは計測を省略できる。

c - 1．植林地の枯死材、リター、土壌中の炭素が時系列に沿って減少する場合は、それぞれの炭素蓄積変化を計測する。

本事業植林地の立ち枯れ木の重量を生立木のアロメトリイ式を用いて推定した。葉などが脱落しているため推定値は過大であるが、バイオマス総量の 2% に満たなかった。林地残材量は $0.2 \pm 0.3 \text{ t ha}^{-1}$ であった。

立ち枯れ、倒木などの枯死材は一般に分解が遅く、枯死材量は林齢とともに蓄積する。本事業の植林地では地域住民が道そばを中心に燃材を採取し、一部は乾季に地表火も入るため林地残材は少ないが、道から離れたところでは枯死木は放置されており、林齢とともに蓄積していると考えられる。枯死材は量が少なく、かつ計測を省略できるプールなので、その炭素蓄積変化の計測は行わなくて良いと考えられる。

植林地における時系列に沿った土壌炭素量の変化は、バイオマス中の炭素量変化にくらべると小さい。世界 204 ヶ所の植林地の土壌炭素データをまとめた Paul et al. (2002) によ

ると、土壌炭素量は植栽後しばらくは減少するがその後は増加に転じ、伐期 20～50 年のときに最大となる。また、これに堆積リターを合計した値は植林 5 年間でも植栽前より増加している。このようにリターと土壌を合わせた炭素量は植林地で減少しない炭素プールであると考えられるので、その炭素蓄積変化の計測は行わなかった。

c - 2 . 植林地の下生えが時系列に沿って減少する場合はその炭素蓄積変化を計測する。

下生えの幹や根株は年々成長する器官であるので、一般に成林内の下ばえの総量は林齢とともに増加する。その地上バイオマスを高さで推定するアロメトリイ式がある（JICA 炭素固定森林経営実証調査、未発表）。本事業の植林地の下生えはバイオマス全体の 1%程度（森川 2003a）を占めるに過ぎない。下生えは量が少ない上に、植林地で減少しない炭素プールであると考えられるので、その炭素蓄積変化の計測は行わなくて良いと考えられる。

c - 3 . 植栽木の樹種、胸高直径を毎木調査し、重回帰式で植栽木の炭素蓄積量を推定する。

直径 20m の円形プロットで胸高直径 2cm 以上の植栽木について枯死木も含め樹種、胸高直径などを毎木調査した。円形プロットは方形プロットと比べて、設定に測量用コンパスなど比較的高価な用具を必要とせず、急傾斜地でなければ設定の手間も少ない。ただし、円形とするか、方形とするかは一般にはホスト国の通常法にしたがうのが好ましい。インドネシア国林業省森林研究開発庁での聞き取りによると、インドネシアのある大手木材会社や林業公社は通常は円形であるが恒久的な調査区（PSP）は方形にし、森林研究開発庁はどちらも使う（例えば、天然林は円形、人工林は方形）とのことであった。

樹木のバイオマスは一般に幹の胸高直径（dbh）などとべき乗式で近似される相対成長関係にある。本事業の植林地では森川（2003b）が 3 樹種（*Cassia*、*Azadirachta*、*Dalbergia*）について 3 年生と 5 年生の植栽木について求めたアロメトリイ式があり、これは樹齢の異なる植栽木に適用する汎用性の高い式と考えられる。しかし、本事業の植林地にはこの 3 樹種以外の植栽木もあり、その大半は中長伐期樹種であり、それらについてもバイオマスを求める必要があるため、中長伐期樹種を主対象とする dbh と材容積密度（basic density）をパラメーターとする汎用性のより高い式を文献データ（森川 2002; 2003b; 2003c; 森川ら 2003）を用いて作成した。今後データを増やし、精度と適用範囲、汎用性の限界を明確にする必要はあるが、今回の例では予測精度は dbh だけの 97.7% から 98.0% に上がった。従来、個体のバイオマス推定は dbh などのべき乗式で行うことが多かったが、材容積密度を加えた重回帰式を用いることで、予測精度を維持したまま対象樹種範囲を拡大できる可能性がある。dbh と材容積密度の 2 つのパラメーターを用いたときの重回帰式を下に示す。

$$Tree\ biomass = 0.0118 * dbh^{2.45} * Basic\ density^{0.379} \quad (R^2=0.980)$$

ただし、*Tree biomass* は個体のバイオマス (kg)、*dbh* は胸高直径 (cm)、*Basic density* は材容積密度 (kg/m³) である。データの制約からこの式は *Swietenia*、*Peronema*、*Acacia*、*Cassia*、*Azadirachta*、*Dalbergia*、*Tectona* といった主として中長伐期樹種の、*dbh* が 7 ~ 30cm、*basic density* が 401 ~ 854 kg/m³ の範囲内にある個体に適用する。

なお、図-2.4.3 は実測個体重量と上式を用いて *dbh* から推定した推定重量との関係を示したもので、一つのシンボルが一つの個体を表す。実線は 1:1 の関係線で、実測値と推定値が等しいときはこの線上にシンボルが位置することになるが、用いた全ての樹種で傾向の顕著な片寄りはなく、同じ式が多くの樹種に適用できることが分かる。

この式と樹種別の材容積密度 (現地測定データないし文献データを利用) *dbh* の毎木調査結果から標準地 10ヶ所のバイオマスをそれぞれ推定し、0.5 を乗じた値を炭素量とした。6年生植栽木における炭素蓄積量は 25.0 ± 7.0 (平均値と標準偏差) Ct ha⁻¹ であった。

なお、GPG では 5つの炭素プールについて個別に報告する必要があるとしている。ここでは地上バイオマス、地下バイオマス炭素を一括して推定したので、必要であれば地上、地下部の比率を用いるなどして分割する。しかし、地上部バイオマス / 地下部バイオマスの重量比は一般に樹種等によって変化するので、分割すると推定精度が落ちる恐れがあり、分割は必ずしも得策でない。

d . 異なる時期に同様の調査を行い、その間の炭素蓄積変化を算出する。

植栽木中の炭素蓄積量を林齢で除した値を植林地内の炭素蓄積変化とした。算出結果は 4.17 ± 1.17 (平均値と標準偏差) Ct ha⁻¹ y⁻¹ であった。

純人為的吸収量の算定

$$\begin{aligned} \text{純人為的吸収量} &= \text{植林地純吸収量} - \text{ベースライン純吸収量} - \text{リーケッジ} \\ &= 4.17 \pm 0.89 \text{ (平均値と 95\% 信頼限界)} - \text{ベースライン純吸収量} \\ &\quad - \text{リーケッジ} \end{aligned}$$

ベースライン純吸収量とリーケッジの具体的数値を求めるには、前述の手順にしたがってデータを集める必要がある。

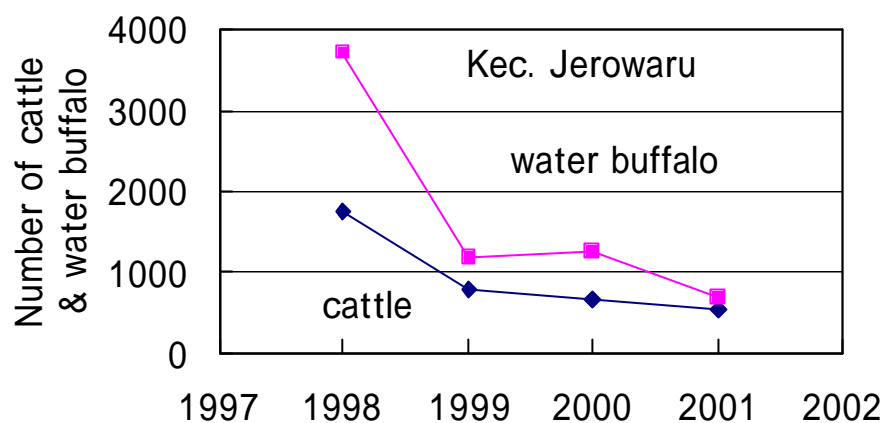


図-2.4.1 ジェロワル地区における水牛と牛の頭数（マタラムの統計事務所資料による）

水牛、牛の頭数が 1998～1999 年の間に 1/3 に激減した理由として 1998 年 12 月経済危機、疫病（牛とヤギが主であったが、水牛も罹った）、2000 年から放牧禁止という地方法令の影響が考えられる。

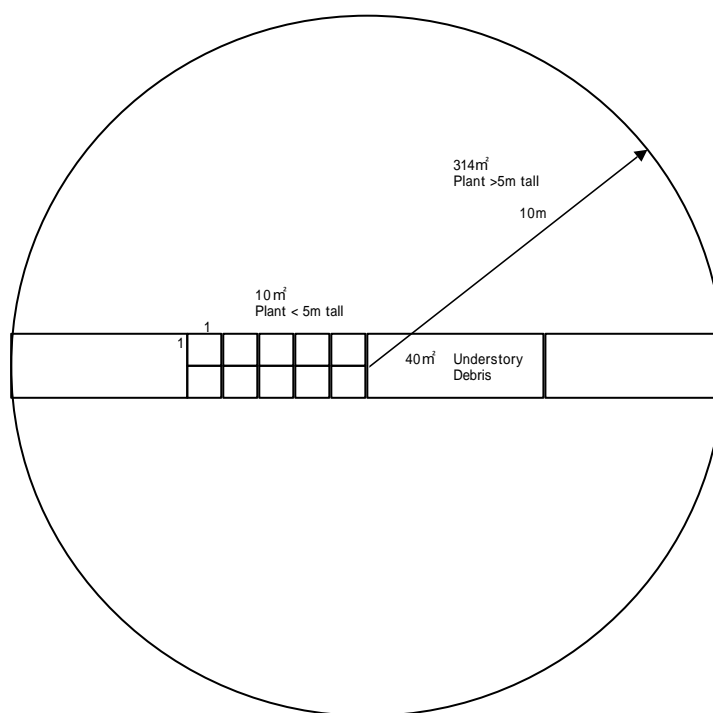


図-2.4.2 バイオマス調査に用いた円形プロット

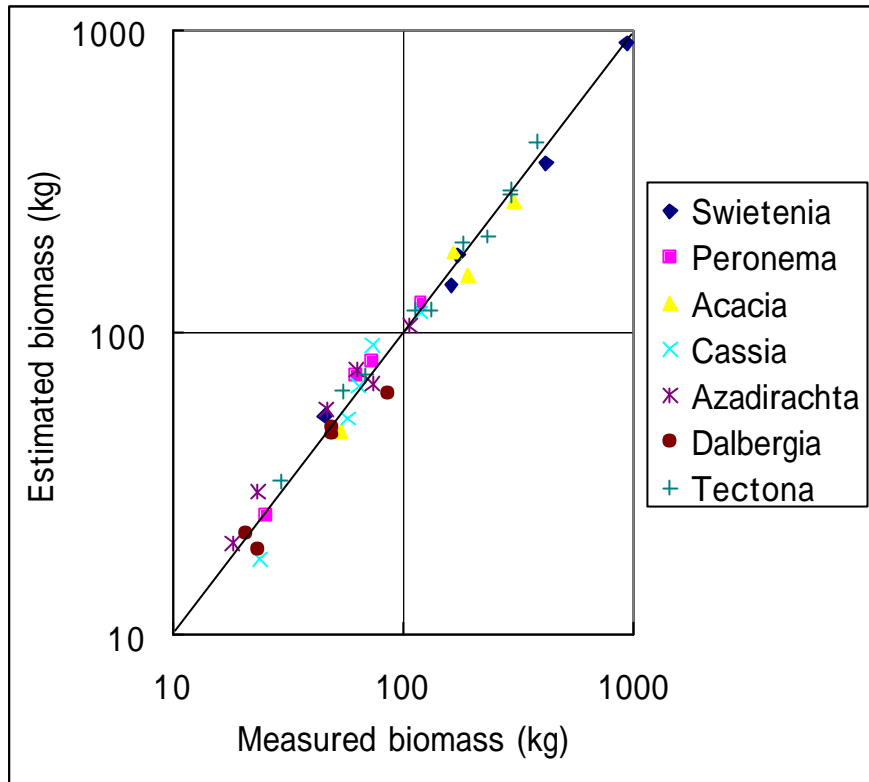


図-2.4.3 中長伐期樹種に適用する個体バイオマス推定式の推定結果

5 環境影響評価

COP9 において改訂されたプロジェクトデザインドキュメントにはプロジェクト活動における環境影響について分析する必要性が示されている (FCCC/SBSTA/2003/L.27 APPENDIX B(j)). そのため本プロジェクトにおいては下記の項目について分析した。なお、地域環境に大きな負の影響を与えると考えられる場合のホスト国の環境影響評価に従うことになっているが、インドネシアの環境影響評価については評価基準がまだ公表されていないので本項では検討しなかった。客観的に見て、本プロジェクトは正の影響は多いと推察できるが、負の影響は今回の解析では存在を確認されていない。

(1) 生物多様性

まず二つの側面からの検討が必要である。すなわち、絶滅危惧種の存在とその扱いの方法、ついで 侵入性種と遺伝子操作種の活用についてである (FCCC/SBSTA/2003/L.27 CP.9)。後者はインドネシア政府の国内制度によって評価することになっているが、現在は不明である。さらに、本プロジェクトを実施したことによる生物多様性の影響について検討する。

< 絶滅危惧種の存在 >

今回の調査において Nusa Tenggara と Maluku の絶滅危惧種の存在は確認できなかった。今後の調査によって確認された場合は、地域をインドネシアの方法に則って処置することとする。(参考資料)

< 侵入性種と遺伝子操作種 >

対象植林地に導入された種は表 - 1.1 に示したとおりである。このうち *Leucaena leucocephala* は IUCN による「世界の外来侵入種ワースト 100」に含まれている。

この樹木種は荒廃地緑化の際に土壌流亡を防ぐためにインドネシアで広く活用されている。本プロジェクトにおいても土砂流出防止に導入された。対象地は保全林であり、樹木の寿命まで森林が維持される見通しであるので寿命の短い *Leucaena* は土壌流亡の役割を終えた後は消滅すると予想される。

< 植物の多様性の变化 >

本プロジェクト実施以前は、海岸段丘崖に近い一部に劣化した天然林が存在していた他は無立木の荒廃地であったとされている。植林地化したことによる、特に林床植生の変化をバイオマス測定プロットにおいて調査した。現在データを解析中である。

< 動物の多様性の变化 >

プロジェクト実施以前は無立木の荒廃地であったため、森林性の動物は少なかったとの情報がある。チョウ類を表徴動物として動物多様性を調査、検討したところ、森林化にともなって森林生息チョウが 1 種観察されている。現在調査データ整理中で近々学会誌等で公表される予定である。

また、住民の情報として、サル、シカ(キジャン)、イノシシなどが頻繁に観察されるよう

になっている。量的な把握は行われていないが、森林化にともなって個体数を増したものと考えられ、多様性が豊かになったと推量される。

(参考文献)

The Ecology of Nusa Tenggara and Maluku、pp.798-801、Periplus Editions, Singapore (1997)

(2) 自然生態系

対象地は石灰岩台地によって形成された半島に存在し、プロジェクト開始以前はほとんどが無立木の荒廃地となっていたとされている。したがって以前の自然生態系はほとんど破壊されていたと判断される。

対象地は年降水量で約 1,000mm 前後と考えられており、半年の乾季があるので乾燥が厳しい熱帯季節林気候下にあると考えられる。また、土壌的にも石灰岩由来の下層に炭酸石灰の粉をもつアルカリ性土壌で、したがって閉鎖林ではあるが樹種構成は特殊なものであった可能性がある。現在近くに自然林が観察されていないので、以前の森林の形は推定できない。ボゴール植物園の研究者によれば、Schleichera oleosa などその一端を示しているとのことである。文献によれば(上記)、フタバガキなども入った森林であったとのことである。

今回導入した樹種は全て外来樹種であるが(表 - 1.1)、Protected plants in Indonesia(参考資料 - 2)にリストされた種類も含まれており、インドネシア政府及び地域住民の意向に添うものが選ばれている。これらの樹木が新しい生態系を構成することとなるが、原植生植物が侵入してきた場合には保存することとしている。

一方、プロジェクト開始前の植生は Rantana camara とユーパトリウムの優先する灌木林・草原のモザイクであった。このランタナは IUCN の侵入性植物にリストされた問題の植物で、植林地化することによって徐々に個体数を減らす見通しで、本プロジェクトの開始は生態的に問題のある植物生態系の改善に繋がると考えられる。

(3) 水利条件

対象地は地表水が速やかに地下に浸透する石灰岩由来の台地で、しかも幅が 1 km + 程度の半島上にあり、乾燥気候でもあり、永久河川は存在しない。また、スポット的な湧水も観察されていない。したがって地域住民は乾季の生活用水を確保するために井戸を掘削するかあるいは水を購入することでしのいでいる。森林による乾季の水利環境の改善が一般的に指摘されているが、プロジェクトによる植林地はまだ若年で、森林化による改善効果は証明されていない。今後モニタリング計画の中で水利環境の変化について観察を行うこととしている。

(4) 土壌保全

<土壌のタイプと生産性>

対象地の土壌は石灰岩風化物由来の土壌で、FAOの世界土壌図によれば対象地の存在するロンボック島南部の石灰岩 - 堆積岩台地の土壌は、

主要土壌： Re = eutric Regosol

随伴土壌： Je = eutric Fluvisol

Gh =humic Gleysol

とされている。なお、Regosol は砂質未熟土で、河原や海浜の土壌を意味する。Fluvisol は河川や海洋の堆積物が、数万年という比較的長い間の植生の作用で土壌化した土壌で、比較的肥沃と考えられている。Gleysol は平坦地や凹地のように水が滞留しやすい場所にあり、雨季には酸素欠乏になる土壌である。金属養分が多すぎると塩基性が強くなり過ぎ、時にアルカリ化しやすく、植物に対して塩基の過剰障害が発生しやすい。前置きの、eutric は塩基が多いという意味で、humic は腐植質、すなわち黒色味が強いという意味である。

そのうち本プロジェクト対象地の傾斜地の土壌は、Fluvisol あるいは石灰岩由来の黒色味が強い、Cambisol で、石灰岩と半乾燥気候を反映して下層に粉状 Ca が固まりとなって集積しており、Ca が多いことを意味する calcaric あるいは calcic である。また、集水しやすい平坦地や凹地には黒色味の強い Gleysol のような湿潤土壌が観察されており、アルカリ性の強い、植物育成には好適とはいえない土壌となっている。ちなみに以前行われた調査によれば、傾斜地の土壌は、炭酸石灰で飽和されており、pH が 8.2 程度(pH8.2 ~ 8.4)、集水地である平坦地・凹地では Na 等アルカリの混入が予測される pH8.5 以上のアルカリ性土壌の性質を示している(pH8.6 ~ 8.8)(国際緑化推進センター 2001)。

今回の調査によって、フェーズ 植林地で 4 地点、フェーズ 植林地 2 地点及びベースライン植生地 3 地点の土壌を解析したが、1 地点を除いて他の 8 地点の土壌は Cambisol と推定される。ベースライン植生地の 1 地点は土壌の色から腐植が多い humic Gleysol の可能性がある。なお、現地での土壌断面調査からのデータを解析すると下層に炭酸石灰の粉が集積しているので、仮置きではあるが calcic Cambisol 及び humic Gleysol の可能性が高く、これらが対象地及びベースライン植生地の主要土壌と判断している。

いずれにせよ詳細な土壌の同定は粘土の分布や塩基の状態を解析しないと不可能であり、現在進めている採取土壌の分析が終わってから行うこととする。

これらの土壌の生産性は、対象地が長年にわたって無立木地で、荒廃していた経緯があるので土壌肥沃度のうち、窒素、リン、カリなどの主要要素による即効的な生産力は乏しいと推定される。ただ、石灰岩由来の土壌で、粘土鉱物も良好である可能性があり、潜在的な土壌生産力は高いと判断される。したがって堆肥などによって即効的な生産力を高める方策が取られれば、より確かな生産性が得られると考えられる。

樹木との関係では、今回の調査によって対象地はアルカリ性土壌が主体であることから、

原産地が乾燥気候であるアルカリ性に耐性をもつタガヤサン、インドセンダン、タマリンドなどには適していると判断される。一方、比較的湿潤気候で弱い酸性土壌において良好な成育や果実の結実が得られるカシューナッツ、バンレイシ、パンヤなどについては今後の観察が必要である。

本プロジェクト実施に伴う土壌タイプと生産性への影響は、土壌タイプについては特に大きな影響は想定されない。しかし、生産性については地表面が安定し、植栽木からの定期的な落葉・落枝の供給が行われるようになり、徐々に窒素、リン、カリの水準が安定、平均化してくるものと考えられる。生産性については炭素の量を指標として5年毎にモニターすることになっているので、影響分析を平行して行うこととする。

参考文献：

国際緑化推進センター(2001): インドネシア国ロンボク島における住民参加型 CO₂ 吸収源強化植林事業の可能性調査報告書

< 土壌流亡等土壌保全に対するプロジェクトの影響 >

前述のようにプロジェクト発足以前、対象地は無立木状態、裸地状態等荒廃地であったと記録されている。年間降水量平均約 1,000mm の半乾燥地帯で、雨季は 11 月から 4 月の半年である。

このような乾燥地帯の降雨は日本の雨季である梅雨のようにしとしと降るのではなく、驟雨のように時間降水量が数十 mm という降り方が通例である。そのため裸地等無立木地では強い雨が直接地面をたたくことがしばしば起こる。

今回雨季の初期に、降雨と土壌への影響を観察した。その結果、上記のように時間降水量が大きな驟雨が数日間、短い時間ではあるが降ることが観察された。プロジェクト周辺地域では本プロジェクトが発足する以前の形態と考えられる土地利用形態が続いており、地元住民がそのような土地で部分的に粗放に農業を行っている。このような裸地状態では驟雨は全て土壌に浸透することは困難で、浸透しなかった水は低い部分に集中し、斜面下部の低い部分に突然写真4のような川が作られる。また、農地においても地表が露出していたり傾斜が強いと写真5にあるように表層の最も生産性の高い部分が流亡し、ガリーが形成される。一方、同じ日に撮影された隣接するフェーズ 植林地では雨滴は植栽木の林冠に遮断され、また、成育している林床植生に遮られ、直接地面にはほとんど達しない。農地に作られたガリーは今後降雨強度の大きい雨が続く場合はさらに大きくなり、土砂崩壊につながる恐れがある。

このように植林プロジェクトの形成によって、植栽当初はまだ十分な機能を発揮しないが、植栽木の成長、樹冠の展開に伴い土壌保全機能は極端に向上すると考えられる。本プロジェクトにおいてもこのような影響を、特に衛星写真で観察できる土砂崩壊の推移について

今後モニターする。

その他の環境影響：森林化にともなう環境の変化は、水、土以外に気候に関わる影響も大きい。特に高温期には森林の高い蒸発散能による温度緩和と湿度の上昇が挙げられる。今回の調査は雨季で、曇天ではあったが、まだ十分うっ閉した植林地ではないがそれでも林内と林外の気温差は 5°C 以上と大きく、乾季のように森林と裸地の差が大きい時期ではこの差はさらに大きくなると考えられる。地表面の温度は特に土壌生物の活動に影響するので、今後簡単な項目について5年毎に定期的にモニターする。

(5) 森林火災リスク管理

本プロジェクト地域は保全林として管理されており、地域住民もこの点を理解している。したがって人為的火災の発生はほとんど見られていない。ただ、半年の乾季が続く間は草本を中心とした林縁及び林床植生の多くは枯れ、発火しやすい状態になっている。喫煙人口が多い地域でもあり、タバコなどによる路傍の着火からの延焼が最も大きな火災原因となる。そのため国道、林道及び作業道の両側に幅4mほどの防火帯を作設して延焼を防ぐことにしている。また、延焼防止をより確実にするため、写真3に示したように乾季に防火帯の枯れた草本を燃やし、着火・延焼を防ぐ予防燃焼を進めている。

エルニーニョ等地球規模での気象異常による乾燥時には1997年、1998年のボルネオ島、スマトラ島などで観察されたような大規模火災が発生しやすくなる。このような広域火災による外部からの延焼は、本プロジェクト周辺にうっ閉した植林地や自然林地が存在しないので、プロジェクトバウンダリー域内への延焼の可能性は少ない。したがって、上記規模での防火帯作設で森林火災は制御できる。

(6) 病害虫リスク管理

導入されている主要な樹木には大規模に発生する致命的病害虫の発生は報告されていない。一部に導入されているマホガニーには *Hypsipyla robusta* という新梢を食害する害虫が存在する。若年期に発生しやすく、一斉林で被害が大きいとされ、本プロジェクトが、多樹種混植林であり、すでに植栽木が5mを越えているので、発生は軽微でまた致命的ではない。また、マメ科早生樹に発生するとされる致命的害虫、*Xystlocera* spp.(アオスジカミキリ)による被害について、本プロジェクトでは *Albizia* と土壌保全に使われた *Leucaena* が罹災の可能性があるが、現在発生は確認されていない。いずれにせよ、本プロジェクトは病害虫の大面積発生を抑制することも念頭に、5~6樹種を同じ区域に植栽するという複雑な多樹種混植林を作り、リスクを分散しているので、致命的病害虫の大規模発生の可能性はきわめて少ない。

6 保安林政策

林業省の法律 (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2002 tentang Tata Hutan dan Penyusunan Rencana Pengelolaan Hutan, Pemanfaatan

Hutan dan Penggunaan Kawasan Hutan) および、林業大臣令 (Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 31/Kpts- /2001 tentang Penyelenggaraan Hutan Kemasyarakatan Menteri Kehutanan) を参考にしつつ、保安林および HKM の法制度についてみる。

保安林は、水の保全と地域住民の経済状況の改善の両方を目的として設定されている。したがって、保安林はその目的に応じて、保安ブロック (blok perlindungan)、利用ブロック (blok pemanfaatan)、その他のブロック (blok lainnya) の 3 つに分けられている。また、保安林では、HKM も重要な要素として考えられている。大臣令の中では、HKM は、国家の森林で、森林の基本的な機能を損なうことなく、特定の地域住民に利益をもたらすことを目的として管理される森林であると記されている。つまり、HKM は、生態的な側面にも配慮し、森林の機能を保全することを前提にしながら、同時に、地域住民の福祉、資源管理などを実現することが期待されている。ただし、保安林全般にわたって、樹木を伐採したり、閉鎖した森林を開放してしまうような行為を行ったりすることは厳格に禁止されている。

保安林の保安ブロックの利用に際しては、以下のようなことが決定されている。

- ・ 林床には、下層植生を植えなければならない。
- ・ リハビリテーションが必要な場所には、非木材産物を生産する樹木を植栽しなければならない。
- ・ 自動車道や人工物を建築してはならない。

また、保安林のその他のブロックの利用では、以下のようなことが決められている。

- ・ 土壌浸食、土壌構造の変化、保安機能を妨げるような活動は避ける。
- ・ リハビリテーションが必要な場所に、非木材産物を生産する樹木を植栽する。

スカローの森の保安林は、オランダ植民地時代の保安林にまでさかのぼることができる。地方政府の行政官によると、1997 年以前のスハルト政権時代は、保安林も森林保全のみに焦点を絞っていたが、1997 年以降は地域住民が利用できるような仕組みにせざるを得なかったということである。スカローの森の境界線の測定は、1994 年 3 月 28 日に行われた。測定の結果、面積 2834.20 ヘクタール、周囲 62.37km が保安林として認定された (Berita Acara Tata Batas, Departmen Kehutanan Direktorat Jenderal Inventarisasi dan Tata Guna Hutan)。地方政府がこの地域を植栽地として選定したのは、1) この地域が保安林であるにも関わらず、森林破壊が激しかったということ、2) 気候が極度に乾燥していたり、土壌が肥沃でなかったりして、植林が困難であるということ、3) 地域住民が植林に参加できる可能性があるということのためである。政府の政策としては、JIFPRO が Reboisasi (植林) に則った方法を取り、JIFPRO が HKM に則った方法をとっているが、政府は、いずれの場合も、住民参加による社会林業であるという認識にたっていた。JIFPRO および JIFPRO とともに、地域住民は植林プロジェクトサイトに滞在できる期限は設けられていない。

7 社会経済関係

質問票を用いた対面聞き取り調査の結果をもとに考察する。調査は、現地のマタラム大学教官 4 名により、JIFPRO 参加農民 21 世帯と、周辺に居住する非参加者 30 世帯に対して行われた。ここでいう参加者とは、土地を与えられて、プロジェクトサイト内で、植林を行うとともに間作を行うもののことである。

地域住民の生業

a) 焼畑

この地域の人々の主な生業は焼畑耕作である。耕作を行うのに先駆けて、除草した土地への火入れが行われる。火入れが行われた後、陸稲、トウモロコシ、トウガラシ、ゴマ、マメ類、キャッサバなどの一年生植物や、Serikaya（果物）、Jara（種は植物油のオイルや石鹼に、葉は薬用に利用）パパイヤや、燃材として利用される樹木などの多年生植物が植えられる。2、3年継続して耕作を行い、地力が低下したり、除草作業の労力が大変になったりしたら、別の場所に移動する。

b) 草原・叢林の利用

村の周辺には、焼畑や伐採跡地の草原や叢林が広がっている。これらの土地は、燃材採取や水牛やヤギの放牧地として利用されている。また、アランアランは屋根の材料として利用されている。

プロジェクト参加者の出身地

JIFPRO に参加した人々の出身地は、東ロンボクの Sakra, Jarowaru, Kerucuk, Wanasaba や中央ロンボクの Praya, Pujut, Sujarada であった（表 1）。この中でも、特に、Sakra や Pujut からの参加者が多かった。彼らは、1980 年代からこの地を開拓し始めた。

収入

参加者のプロジェクトサイトにおける農作物からの現金収入は、それほど大きくはなかった。それよりも、彼らは、プロジェクトによる賃労働によって、多くの現金収入を稼いでいた。参加者の年収は 241 万ルピア（プロジェクトからの収入が 58 万ルピア、プロジェクト外からの収入が 183 万ルピア）、非参加者の年収は 308 万ルピア（プロジェクトからの収入が 97 万ルピア、プロジェクト外からの収入が 211 万ルピア）で、非参加者のほうが多くの現金収入を稼いでいた。

年齢および家族構成

回答者の年齢には、16歳から70歳までの幅があった。回答者の平均年齢は41歳であり、参加者の平均年齢は45歳で、非参加者の平均年齢は39歳であった（表2）。プロジェクトにおいて人選をする際には、20歳以上の人や、結婚している人が選ばれる傾向にあった。また、参加者の平均扶養家族は3.3人であるのに対して、非参加者の平均扶養家族は4.0人であった。

燃材採取

ほとんどすべての人々が、調理用に燃材を採取しており、村では燃材を利用するのが一般的である。その理由は、燃材は、彼らの身近にありいつでも利用できるということや、コンロを買うだけの経済的余裕がないということのためである。人々は、燃材を自家消費のために使っていて、商売のために燃材を採取することはほとんどなかった。

彼らが燃材を採取する場所は、自分の家の周囲や畑からであり、距離の遠い森林から採取することはほとんどなかった（表3）。このように、人々の燃材の消費は今のところ足りているために、プロジェクトによる地域住民の燃材採取への影響はないし、また、地域住民が植林地へのインパクトを与えているということもないと考えられる。

世帯の中で、世帯主が主体となって燃材を採取しているが、家族全員が燃材採取に従事していた。燃材を採取する際には、幹ではなく、主に枝を利用した。

住民に、「燃材採取のための特別の場所が必要かどうか」という質問をしたところ、ほとんどの人（参加者：71.4%、非参加者：73.3%）が、必要ではないと答えた。また、「日常生活に利用する燃材が十分かどうか」という質問をしたところ、参加者および非参加者ともに、すべての人々が十分であると答えた。このような現状から、現在のところは、地域住民が植林地の樹木を燃材として利用しようという意識はないと考えられる。

樹木を伐採することに対する意見

プロジェクト参加者および非参加者に樹木の伐採についての意見を聞いたところ、参加者のうちのほとんどの人が樹木を伐採することに反対したのに対して（85.7%）、非参加者のうちの約3分の1の人（33.3%）が賛成した（表4）。プロジェクトへの参加者は、プロジェクトによって土地や生活費を提供されていたり、賃労働を通じて現金収入を得ることができたりするために、賛成するものが多かったと考えられる。一方で、プロジェクト参加者で、樹木の伐採に賛成した人は、樹木を伐採することにより、間作が継続的に実施できると考えていた。

木材を伐採することに反対する理由としては、「違法行為である（参加者 31.6%、非参加者 10.0%）」、「シェルター（参加者 26.3%、非参加者 40.0%）」、「森林官に捕まえられるという恐れ（参加者 15.8%、非参加者 25.0%）」、「水供給源の保護（参加者 10.5%、非

参加者 15.0%)」 「果物の収穫 (参加者 10.5%、非参加者 5.0%)」などがあげられていた (表 5)。一方、木材を伐採することに賛成する理由としては、「燃材を得るため (参加者 50.0%、非参加者 50.0%)」、「作物を栽培するため (参加者 10.0%、非参加者 90.0%)」があげられた (表 6)。彼らは、木を伐採することは、農業収穫による食糧および燃材確保と直結した行為として受け止めていると考えられる。特に、植林プロジェクトに参加しておらず、木を育てるという意識があまりない非参加者にとって、農業を行うことを最優先しようという意識の現われであると考えられる。

外部からの違法伐採

ロンボクでは、昔から石灰岩の採掘が行われていた。大きなコンロの上に山状に積み上げられた石灰岩は、4人がかりで、3、4日ほどかけて燃材を用いて下から加熱され、粉状の石灰が生成される。このプロセスには多くの燃材が必要とされるため、燃材はトラックを用いて採取される。これらの燃材の一部は、スカロー周辺の森林からも採取されているということである。プロジェクト周辺の村人はこれらのトラックを目撃することがあると主張していた。

JIFPRO のようなプロジェクトへの参加意思

今後も、JIFPRO のようなプロジェクトに参加したいと答えた人は、44 人いた (参加者 20 人、非参加者 24 人)。参加したい理由としてあげられていたのは、「収入増加のため (参加者 8 人、非参加者 17 人)」、「土地を得るため (参加者 6 人、非参加者 1 人)」、「仕事を得るため (参加者 4 人、非参加者 1 人)」、「利益を得るため (参加者 1 人、非参加者 2 人)」であった (表 7)。

一方、参加したくないと答えた人は、7 人いた (参加者 1 人、非参加者 6 人)。その理由は、「巻き込まれたくない (参加者 0 人、非参加者 5 人)」、「場所を移動したくない (参加者 1 人、非参加者 0 人)」、「JIFPRO に対する同情の念がある (参加者 1 人、非参加者 0 人)」、「わからない (参加者 0 人、非参加者 1 人)」であった (表 8)。

樹木を植栽すること

44 人 (参加者 20 人、非参加者 24 人) が樹木を植栽することに同意した。また、樹木を植栽する理由としては、「果樹の生産 (参加者 19 人、非参加者 22 人)」、「木材の生産 (参加者 10 人、非参加者 6 人)」、「生態系の保全 (参加者 6 人、非参加者 3 人)」、「シェルター (参加者 3 人、非参加者 3 人)」、「土壌の肥沃の保持 (参加者 2 人、非参加者 3 人)」、「土壌の浸食防止 (参加者 4 人、非参加者 1 人)」、「将来への遺産 (参加者 1 人、非参加者 1 人)」などがあげられた (表 9)。

一方、樹木を植栽することに同意しなかった人は 7 人 (参加者 1 人、非参加者 6 人) いた

た。彼らが同意しなかった理由は、「間作ができない(参加者1人、非参加者7人)」、「生産的でない(参加者1人、非参加者6人)」、「生産するまでに時間がかかる(参加者1人、非参加者6人)」、「途中で変更することが難しい(参加者1人、非参加者3人)」、「リスクを伴う(参加者0人、非参加者3人)」であった(表10)。

プロジェクトが成功するために

レスポデントにプロジェクトが成功するために必要な条件について質問した。その結果、「賃金の増加(参加者12人、非参加者7人)」、「計画策定における住民参加(参加者7人、非参加者9人)」、「法の強化(参加者6人、非参加者10人)」、「収入の増加(参加者6人、非参加者4人)」、「トランスポーターの改善(参加者3人、非参加者6人)」、「プロジェクトの支援(参加者0人、非参加者7人)」などの条件が特に多かった(表11)。

プロジェクトに参加した理由

プロジェクトが始まる前に、プロジェクトの情報を得ていた人々は一部の人に限られていた。プロジェクトに参加した人に、参加の理由を尋ねたところ、「土地を得るため(21人)」、「賃金を得るために(17人)」、「自分の居住地に仕事がないため(16人)」、「種子、金銭などのプロジェクトからの支援をえるため(14人)」、「燃材資源が身近になるため(6人)」という回答が得られた(表12)。

住民が直面している問題

地域住民が直面している様々な問題の中でも、特に、問題となっているのは、「水不足(参加者19人、非参加者30人)」、「生活費(参加者16人、非参加者29人)」、「仕事の機会(参加者13人、非参加者18人)」、「土地不足(参加者14人、非参加者15人)」、「トランスポーターと市場(参加者10人：非参加者17人)」、「生産物の値段(参加者7人、非参加者17人)」、「賃金のレベル(参加者10人、非参加者13人)」、「医療サービスと設備(参加者8人、非参加者13人)」などであった(表13)。

プロジェクトによるプロジェクト周辺の地域社会への影響

前述のように、このプロジェクトの参加者の多くは、プロジェクト周辺の人々ではなく、中央ロンボクなどの外部からの人々であった。プロジェクトに最も近い住民は、プロジェクトに関心を示さなかったために、あえて参加しなかったという事実はあるものの、彼らは、外部からの参加者が自分たちの土地において多くの収穫物や現金収入を得るのを見て、不快感を抱くこととなった。そのため、両者の間には、植林サイト内の土地の利用権や所有権をめぐる感情的な摩擦が生じることとなった。しかし、プロジェクト周辺の人々は、基本的には、自らの農作物を収穫するのに十分な土地を所有していたために、これら

の感情が長続きし、顕在的な紛争に至るまでには発展しなかった。

考察

参加者の多くは、プロジェクトに参加することによって、賃労働の機会や土地を提供され利益を得たために、プロジェクトに対して好印象を抱いていることがわかった。それは、参加者のほとんどが、JIFPROのようなプロジェクトがあれば、また参加したいという意見をもっていることから伺うことができる。さらに、多くの参加者は、樹木を伐採することに否定的な見方を示したり、樹木を植栽するということに積極的な態度を示したりするようになった。このように、プロジェクトによって住民に何らかの利益がもたらされ、保全の意識が高まったと考えられる。

しかし、一方で、多くの住民は、プロジェクトが成功するためには、プロジェクトの計画策定における住民参加や、労働機会の増加が不可欠であると考えていた。本プロジェクトのように、植林の段階のみの住民参加では、参加者の根本的な経済状況を改善するほどまでの影響を及ぼすまでには至らなかったと考えられる。

また、非参加者の中にも、JIFPROのようなプロジェクトに参加したいという意見は多くみられた。彼らの中には、プロジェクト開始前に十分な情報を得られなかったために参加しなかったり、まったく情報を知らなかったために参加できなかったりするものもいた。このような住民にとっての不透明な参加者の選別は、参加者と非参加者間の摩擦を生じさせる原因となった。ましてや、本プロジェクトのように、プロジェクトに最も近い地域住民が参加せず、外部者によって独占的にプロジェクトが仕切られた場合、プロジェクト周辺の地域社会への正の影響がほとんどないだけでなく、地域社会にかえって悪影響を及ぼす可能性すらある。プロジェクト実施にあたっては、プロジェクト実施者は、周辺の村の人々とともに、十分に検討を行うことが重要である。

解決すべき課題

1に記したとおり、今回のフィージビリティ調査は、現在進行中の環境植林プロジェクトを具体的な対象として、プロジェクト設計書を試作し、吸収源 CDM が適切妥当に広く展開されていくために必要な条件、知見等を得ようとするものである。

限られた時間と予算の中で調査を進めた結果、の報告で明らかなおりベースライン、リーケッジといった、CDMの基本的概念・要素について、十分な解明には至らなかった。このため、下記項目も含め今後さらに調査検討が必要と考えられる。

1 住民参加

2003年11月にイタリアで開催された気候変動枠組条約のCOP9では、小規模植林プロジェクトがCDMプロジェクトとして考慮されることが決定された。さらに、小規模プロジェクトを行うにあたっては、地域住民の参加に配慮し、低所得の地域共同体の所得向上に寄与することが要求された。本節では、これらの取り決めに参照しながら、JIFPROの植林プロジェクトにおける課題および今後の方策について検討することとする。

プロジェクトの課題としては、以下の3つの点を指摘することができる。第一に、JIFPROによる植林プロジェクトで、住民参加がみられたのは、植林の初期の段階での整地や植林などの労働への従事および、2、3年の間の間作の作業の期間のみであったということがある。法律上、参加者は植林サイトに居住し続けることが許可されていたが、実際には植栽木が生長し、林冠が閉鎖してしまうこと、除草作業が重労働であること、土壌の肥沃度が低下することもあり、定着農業を継続して行うことは困難となった。その結果、プロジェクト参加者は、その場を放棄せざるを得なかった。また、特に、JIFPROでは、樹木だけではなく、果樹などの多目的樹種の植栽を試みたり、林冠下でも生育することができる kunit (根菜は調味料や出産後のケアや尿の病気のための薬として利用) empong、ショウガ、laos、temulawa などの下層植物を植えたりすることによって、植栽樹木によって林冠が閉鎖した後でも、地域住民への収入増加を計ろうとする試みが最初から行われていた。しかし、地域住民が最も望んでいることは、植栽地で継続して農業を行うことであった。地域住民は、植林が完了したらその場を去り、他の場所に移動せざるを得ない状況になることを望んでいるわけではない。現在では、以前とは違って、プロジェクト周辺にあるほとんどすべての土地は、人々によってすでに占拠されており、住民による慣習的な所有権(政府からの公式な所有権ではなく、地域住民の間での所有権)が確定されている。したがって、JIFPROが、このまま森だけを再生してしまうと、地域住民が水牛の放牧をしたり、燃材を採取したり、農業をする場所がなくなってしまう、新たな社会問題を引き起こしたり、リーケージが発生したりすることにもなりかねない。

第二に、JIFPRO および JIFPRO の参加者は、その大部分が、プロジェクトの周辺に居住している地域住民ではなく、プロジェクトサイトからは遠く離れた、中央ロンボクや東ロンボクからの人々であったということである。プロジェクトを実施するにあたって、誰が主体となって住民参加による植林プロジェクトが行われるのかということが必ずしも十分には議論されないままにプロジェクトが行われたので、結果的に保安林における人口圧が高まるという社会問題をも生じさせることとなった。

第三に、この地域において、住民参加を行う上で問題となるのは、この地域が保安林であるという事実である。保安林は森林を守ることを最優先しつつも、住民の福祉向上を考慮しなければならない。しかし、現実には、いったん荒廃地が植林によって保安林になってしまうと、基本的には地域住民の利用は認められない。このように、植林活動あるいは、

森林管理の持続的な参加が実現されなければ、地域住民の経済状況が大幅に改善されとは考えられない。

小規模植林プロジェクトが満たすべき「住民参加」等の条件は、COP の場で議論・交渉されることになっており予断しがたいが、インドネシアが進めている社会林業政策の観点から、今後考えられる対策としては以下のようなことが考えられる。

元来、保安林には3つのブロック（保安ブロック、利用ブロック、その他のブロック）が指定されていた。現行では、スカローの保安林には、このようなブロック区分は存在しない。再生した森林を画一的に保安ブロックとするのではなく、プロジェクト参加者は、保安ブロックの植林木を主体的に管理しつつ、利用ブロックでは、森林の一部に、間伐を入れ、間伐材による収益を地方政府と参加者との間で分割したり、燃材採取や家畜の放牧を目的とした植林地を設けたり、地域住民が継続的に農業を行うことができる区分を設けたりするなどの多面的な空間の区画整備が必要であると考えられる。

また、プロジェクト実施後の混乱をもたらさないためにも、プロジェクト実施前には、プロジェクトに関する十分な情報を提供し、プロジェクト実施場所の社会経済的状況をあらかじめ把握しておくことが重要である。その上で、プロジェクトを実施する前に、プロジェクトサイトを開拓している人々との議論をし、承諾を得るとともに、それ以外の、植林プロジェクトに参加する対象者を明確にすることである。その際に、プロジェクト実施主体との契約は対個人ではなく、ブロックごとに結成されたグループに基づいて行うほうが、プロジェクトの運営が円滑に行われると考えられる。

2 簡易手法等

（1）各炭素プールの調査簡易化

GPG は5つの炭素プールについてプールごとの炭素蓄積量報告を求めているが、透明性のある手法によるのであれば、また、とくに小規模 AR-CDM プロジェクトでは、2つ以上のプールをこみにして報告できるようにすべきである。例えば、リターと土壌有機物の2つのプールを込みにすることができれば、植林地で蓄積するプールである可能性が高いので計測を省略できる。また、樹木の胸高直径から地上バイオマス、地下バイオマスを一度に推定する手法を用いれば、別々に推定するよりも手間も誤差も少なくて済む。

（2）土壌有機炭素測定簡便法

土壌に関連する炭素には土壌に固定されている炭素と土壌有機物層として堆積している炭素があり、FCCC/SBSTA/2003/L.27-Annex Para.1 においては前者が土壌有機炭素、後者がリターとされている。どちらの要素も全て試料を調査区から採取して炭素量の解析を行うこととなる。破壊調査のため、全て再現が不可能な一回性という試料採取、分析によって解析されるものである。したがって、継続的モニタリングにおいては試料採取地をその

都度変えることとなる。そのうち土壌炭素について、土壌中の成分の分布は、樹木の根の分布、粘土、鉱物、養分等土壌構成成分の分布、土壌中の水移動の偏在、その他によって地点による相違が特に大きい。このため1林分における土壌有機炭素量及びリター量は複数地点で解析する必要がある。

1) リター及び土壌有機炭素測定法

通常のリター測定法は単位面積当たりの有機物層の総量から算定する。一方土壌有機炭素の通常測定法は、層別に採取し、層毎の炭素を解析して求める方法である。この場合、層区分が必要であり、やや専門的である。CDMには専門家ではない人にも適用できる汎用が必要であり、それを目的として林野庁のCDM植林促進技術開発事業において太田が精度高く土壌有機炭素とリター炭素を解析できる方法を開発した(太田 2003)。単位面積当たりの炭素を測定する方法はしたがって吸収源 CDM プロジェクトに適しており、今回のプロジェクトにおいて採用することとした。方法の概要は以下の通りである。

<リター>

地上部・地下部バイオマス測定プロット(以下プロットとする)において測定する。ばらつきの多いリターの林分での平均量を把握するためにプロットを4分割し、平均的な堆積量の分割を選定し、コースリターを採取、秤量する。次にこの平均分割に1m×1m調査区を2区設定し、ファインリターを採取、秤量する。なお、リター調査区域を1m×1mとした理由は、手の及ぶ範囲内で調べ、他のリターとの混合を避けるためである。調査区で得られたリター量を1ha換算し、林分のリターバイオマス量とする。バイオマス量から炭素量の換算は通常の換算係数によって算定するというものである。

<土壌有機炭素>

土壌も同じくプロットにおいて測定し、ばらつきを平均化するため各プロットに2調査地点を設定する。調査地点は地表形態がプロットの平均的と考えられる地点に設定する。なお、土壌解析は破壊調査であるため、プロジェクト期間が長くなる場合はプロット内では調査地点を設定できなくなるし、土壌耕耘と同様の効果があり、プロット内の樹木成長に影響すると予想される。そのためプロット周縁を含めた地点に調査地点を設定する。

IPCCのAIJプロジェクトに従い、深さ30cmまでの有機炭素を測定する。土壌内部のばらつきを想定し、太田法では図-2.2.2に示したような配置で400ccあるいは100cc採土円筒によって土壌を採取し、容積重(土の比重)をはかり、単位体積あたりの炭素量を測定する。なお、100cc採土円筒の場合は、図のS1~S8、それぞれ2個採取し、二つを一緒にして分析に供する。炭素分析は乾式分析法に原則として準拠するが、アルカリ性の場合にはCaCO₃等炭酸塩が含まれているので、湿式分析法あるいは前処理した乾式分析法によって炭素量を出すというものである。

2) リター及び土壌炭素簡便測定法

COP9 において小規模吸収源 CDM が認められ、いろいろな点で簡略化が認められる可能性が高くなっている。また、小規模 CDM を始めたいと考えている機関は小規模であることが多く、経済的にも豊かではないと考えられる。そのため機関自身が自前で土壌分析できる可能性は少なく、分析専門センターに分析を依頼することとなる。ある分析センターでは土壌試料 1 点あたりの公式の分析経費は 5,000 円とされており、円筒処理など前処理を含めると大変高額になる。そのため、ある程度の精度を保ちながら土壌試料数をできるだけ少なくする方法の開発が望まれている。そこで本プロジェクトでは小規模 CDM にあわせた土壌・リターの簡便法の開発を試みた。

<リター>

今回の JIFPRO - CDM プロジェクトは対象植林地が 6 年と若く、コースリターの量はきわめて少ない。そのためコースリターもファインリター採取用調査区(1m×1m² 区)で採取する簡便法を導入することとした。なお、実際には調査時点が雨季開始直後であったため、土壌生物による分解が進んでいたためファインリター及びコースリターはほとんど採取できなかったため標準法と簡便法の比較は出来なかった。

<土壌>

太田による標準法では 1 プロットあたり 2 調査区、20 点の土壌試料を採取し、分析することとなる。本プロジェクトでは全対象地の平均を得るために植林地に設定した 6 プロットで土壌試料を採取することにしている。そうすると分析が必要な土壌試料は、

$$6 \text{ プロット} \times 20 \text{ 試料} = 120 \text{ 点}$$

となり、上記の 1 試料当たりの分析料から 60 万円の経費を必要とする。植林地に加え、ベースライン植生の土壌解析も必要となり、本プロジェクトでは

$$3 \text{ 地点} \times 20 \text{ 試料} = 60 \text{ 点}$$

で、30 万円となり、合計 90 万円と、大変な経費がかかることになる。そのため、図 - 2.2.3 に示した簡便法を対比、試行した。今回の調査で採取した試料は、現在日本のある分析センターに依頼して分析を進めており、本報告書には間に合わないが、この対比、試行によって簡便法の標準法からの乖離割合がある程度推定できると予想している。

この乖離割合の精度によって 5 年目の土壌炭素による追加性のもっとも保守的な値を土壌炭素の追加性として計算する。

太田誠一(2003) : CDM 植林促進技術開発事業平成 14 年度実行報告書、pp.27-35、国際緑化推進センター

PDD

A1 プロジェクト活動の名称

インドネシア国ロンボク島における住民参加型 CDM 環境植林

A2 プロジェクト活動の内容

移動耕作や不法伐採等により森林の減少・劣化が進んだ、低木や多年生の草本種からなる荒廃地において、地域住民の参加を得て、インドセンダン、マルバシタン、ギンネム、タマリンド、カシューナッツ等、燃料、飼料や果実等も得られるいわゆる多目的樹種を含めて森林造成を進めるとともに、樹間に陸稲、豆類、ヒマなどの換金作物も栽培し、地域社会の環境改善、生活条件の向上等を図る。

A3 プロジェクトへの参加者

(財)国際緑化推進センター

インドネシア国林業省社会林業総局

インドネシア国西ヌサテンガラ州森林局

Mr. Hasean、 Mr. Haji M. Mansyur Hasan その他の Pemongkong 集落、 Temeak 集落の住民

A4 プロジェクトの専門的記述

A4.1 プロジェクト活動の場所

A4.1.1 ホスト国

インドネシア共和国

A4.1.2 地域/州等

西ヌサテンガラ州

A4.1.3 市/都市等

東ロンボク県

A4.1.4 実施場所の詳細

ジュロワル郡ブモンコン村スカロー国有林(図 1.1 参照)

A4.2 プロジェクト活動の種類・技術

吸収量が8キロトン CO₂/年に至らない再植林プロジェクトで、インドセンダン、マルバシタン、ギンネム、タマリンド、カシューナッツ等、燃料、飼料や果実等も得られるいわゆる多目的樹種を含めて多数の樹種からなる森林を造成

A4.3 提案する CDM プロジェクト活動による人為的 GHG 吸収量増大に関する概要説明

全体の吸収量は植林木の生長量から求め、プロジェクト期間を通じて平均15 CO₂ton/ha 年である。この吸収量はモニタリングによって確認され、ベースライン、リーケッジ、リスクを差し引いたものが純人為的吸収量となる。

A4.4 プロジェクト活動に対する公的資金

公的資金は投入されていない。

A4.5 当該小規模プロジェクト活動が大規模プロジェクト活動を細分化した一部でないことの確認

フェーズ、フェーズをバンドリングして計画しているが、前者は2000年3月の終了、後者は2002年8月の開始で、時間的に2年を超えている。

B ベースラインの方法

B.1、B.2 ベースラインの方法論

新しい方法論を用いた。植林前の植生と同等の植生を対象に複数の調査区を設け、植物生産生態学と統計学にもとづいて5つの炭素プールについてベースライン純吸収量を推定するこの新しい方法論は、ベースラインと表裏の関係にある、放牧や燃材採取などプロジェクトが原因してリーケッジが発生する可能性のある対象（source）による炭素蓄積変化を、合わせて推定する点において優れている。また、統計的な手法に依拠しているので透明性があり、不確実性の評価が可能であり、成果を保全的に用いることができる。短所はそれらの計測に手間がかかる点である。しかし、将来より簡便な方法論を開発する際のクロスチェックのためにも、本方法論によるベースライン純吸収量の計測結果は有用であると考えられる。

B.3 適用方法についての記述

B.3.1 選んだ炭素プール、その透明かつ検証可能な選定理由

植林地純吸収量は地上バイオマス、地下バイオマスの2つの炭素プールについて炭素蓄積変化を算出する。ただし、下層植生のバイオマスは蓄積する値であるので計測を省略する。リターと枯死材、土壌炭素有機物は蓄積する値であると考えられるので計測を省略する。ベースライン純吸収量は地上バイオマス、地下バイオマス、リター、枯死材、土壌有機物の5つの炭素プールの全てを選ぶ。

B.3.2 不確実性を含む計算式。

(i) プロジェクト期間のベースライン純吸収量計算式の説明

a. 成立後大きな攪乱を受けていない群落シリーズを選び、群落の齢と高さ、必要な炭素プールの炭素量の関係を求める。

b. 植林前の植生と立地条件や種組成が同等の植生を選び、群落高を計測する。

c. 現在の群落齢を推定し、群落齢にプロジェクト期間(n)を加えてn年後の群落高を推定する。

d. 現在の群落高から現在の炭素量を推定し、n年後の群落高からn年後の炭素量を推定してn年間の炭素蓄積変化を計算する。

e. ベースライン純吸収量と「その他の炭素蓄積変化」を分離する。

(ii) リーケッジ推定式の説明

上記 e の「その他の炭素蓄積変化」のうち、野火等によるものを除いた量は事業の設計次第でリーケッジとして発生する可能性がある。

(iii) 植林地純吸収量の計算式の説明

a . 植林地面積を求める。樹冠疎密度など樹木の生育状態が植林地内で大きく異なる場合は、植林地を層化し、区分ごとに面積を求める。

b . 区分ごとに複数の炭素蓄積計測区を設け、面積当たりの炭素蓄積を計測する。

c . 計測区では 5 つの炭素プールについて炭素蓄積変化をモニタリングする。ただし、時系列に沿って炭素蓄積量が減少していないことを立証した炭素プールは計測を省略できる。

c - 1 . 植林地の枯死材、リター、土壌中の炭素が時系列に沿って減少する場合は、それぞれの炭素蓄積変化を計測する。

c - 2 . 植林地の下生えが時系列に沿って減少する場合はその炭素蓄積変化を計測する。

c - 3 . 植栽木の樹種、胸高直径を毎木調査し、重回帰式で植栽木の炭素蓄積量を推定する。

d . 異なる時期に同様の調査を行い、その間の炭素蓄積変化を算出する。

計算結果 4.17 ± 1.17 (平均値と標準偏差) $\text{Ct ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$

(iv) 純人為的吸収量の計算式の説明

計算式と結果

純人為的吸収量 = 植林地純吸収量 - ベースライン純吸収量 - リーケッジ

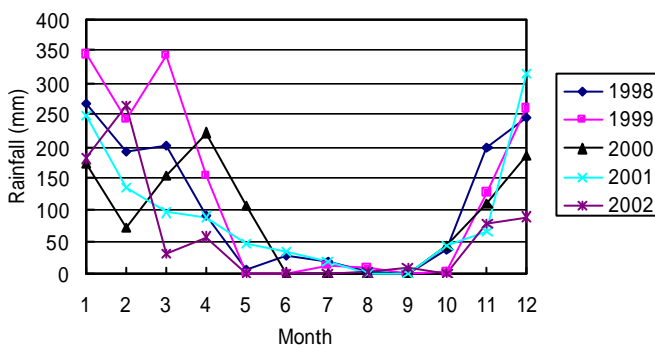
= 4.17 ± 0.89 (平均値と 95% 信頼限界) $\text{Ct ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$

- ベースライン純吸収量 - リーケッジ

B.3.3 対象地域の現在の環境条件の記述

最寄りの気象観測点（クルアク）の最近 5 年間（1998～2002 年）の記録（図-1）によると、年降水量は $1,132 \pm 290$ （平均値と標準偏差）mm で、月降水量が 100mm 以下の乾燥する期間が年 6 ヶ月あり、気候学的には Ustic（seasonally dry）の地域にあたる。内海の沿岸で製塩業が営まれるなど土地利用の状況から見て、本事業地はこの気象観測点より乾燥しており、降水量が少ないと見られる。地下水は塩分が多く、乾季に住民は飲水を購入している。土壌は隆起珊瑚礁母材の Calciorthids（Monk et al. 1997）で、林業省資料によると Ardisol、Vertisol、Entisol が混在する。一次植生は殆ど失われているが、とげ低木林（Monk et al. 1997）や湿潤斜面に熱帯季節林が見られる。本事業地とその周辺での植生調査（調査資料：ロンボック東部スカロウ地区リンギット半島の低地林における植物の種類と組成）ではインドネシアの希少種、危急種（Mogea et al. 2001）は見出せなかった。なお、Mogea et al.（2001）に記載のあるインドネシアの希少種、危急種はすべて一次林の植物である。

図-1 クルアクの月別降水量（マタラムの統計事務所による）



B.4 植林によって、プロジェクトがない場合のプロジェクトバウンダリー内の炭素プール 中炭素蓄積変化合計より炭素蓄積量が増加するという説明

一般に閉鎖群落のバイオマスはその群落高にほぼ正比例するので（Kira and Shidei 1967）、群落高が高ければ高いほどバイオマス中の炭素蓄積量は多い。プロジェクトがない場合、放牧や焼畑、燃材採取、野火等で植生遷移が停滞し、*Chromolaena odorata* や *Lantana camara* の低木群落が維持されるが、植林すれば群落高は高まり、植栽樹種は中長伐期樹種であるのでその状態が数 10 年にわたって続く。

B.5 プロジェクトバウンダリー

プロジェクト対象地である、国有保安林内に設定された「友好の森」フェーズは、測量により画定されている。

B.6 ベースライン検討の詳細

B.6.1 本セクション作成日

2004年3月19日

B.6.2 設定した個人、主体名

財団法人 国際緑化推進センター

C プロジェクト活動期間/クレジット獲得期間

C1 プロジェクト活動期間

C1.1 プロジェクトの活動開始時期

1996年7月

C1.2 想定されるプロジェクトの活動期間

保安林のため主伐が計画されていない。従って保全管理活動は永年にわたって継続すると考えられる。

C2. クレジット獲得期間の選択及び関連情報

C2.1 クレジット獲得期間を更新する場合

該当しない

C2.2 クレジット獲得期間を固定する場合

C2.2.1 クレジット獲得期間の開始時期

2000年1月

C2.2.2 クレジット獲得期間の長さ

2029年12月までの30年間

D モニタリングの方法及び計画

D1. プロジェクトに適用した承認されている方法の名称と出典

植林地炭素測定

地上部・地下部バイオマス及び枯死木の測定法は森川の方法に準拠する

出展：森川靖(2003):造林地におけるバイオマス測定法、CDM 植林促進技術開発事業平成14年度実行報告書、pp.10-26、国際緑化推進センター

リター及び土壌有機炭素の測定法は太田の方法に準拠する

出展：太田誠一(2003):造林地の堆積リター及び土壌炭素測定法、CDM 植林促進技術開発事業平成14年度実行報告書、pp.27-35、国際緑化推進センター

管理排出

管理運営自動車運行日誌において消費燃料を算出する

住民利用

聞き取り調査によって燃料・多目的利用材及び果樹の対象地からの採取量を把握し、

営林署の利用台帳に記載する

炭素換算は上記と同様に行う

聞き取り調査によって家畜入り込み数・期間を把握し、換算係数を乗ずる

リスク管理

定時的見回り調査によって把握する

枯死バイオマスは上記方法によって炭素換算する

D2. 当該方法を選択した正当性及び当該プロジェクト活動への適用理由

全熱帯地域にわたる豊富な植林地バイオマスデータを背景に編纂された方法で、現在世界で最も精度が高い方法と考えられることと地域住民及び相手機関が主体的に測定できる方法であること

D3. モニタリングするデータ

植林地の5つの炭素プール

経常管理に使う車両による排出

住民による対象地からの燃料、果樹、他の林産物及び家畜による排出

大規模災害による排出

D4. モニタリング方法を決定した個人/主体名

国際緑化推進センター理事長

E 吸収源ごとの吸収量の計算

B.3.2 に記述。

F 環境への影響

F.1 ホスト国から求められた場合、環境への影響について分析した文書

求められていない

G 利害関係者のコメント

(1) 州政府

地方政府がこの地域を植栽地として選定したのは、この地域が保安林であるにも関わらず、森林破壊が激しかったということ、気候が極度に乾燥していたり、土壌が肥沃でなかったりして、植林が困難であるため、外部からの植林の資金および技術が必要であるということ、プロジェクトの周辺には、地域住民が居住しており、地域住民に植林に参加してもらえる可能性があるということのためであった。政府によると、JIFPRO と JIFPRO との間では本質的な違いはなく、どちらも住民参加による社会林業であるということであった。政府は、JIFPRO および JIFPRO とともに、地域住民が植林プロジェクトサイトを利用する期限は設定してはいない。地方政府は、これらのプロジェクトで植林を行うことによって森林が回復し、一定の成果をあげたことに満足している。しかし、2834.20 へ

クワールの保安林内には、まだまだ荒廃地が広がっており、政府としては、今後とも、森林回復のためのプロジェクトを継続的に行ってもらいたいと考えていた。政府にとっては、スカローに森を再生させることが最大の関心事であり、住民と森林が如何に共存することができるようにするかということに関して具体的な対策は講じられてはいない。

しかし、政府によれば、今後とも植林を行うにあたっては、多くの問題点を抱えているということである。第一に、プロジェクトの周辺に居住する違法居留者の問題である。彼らは、プロジェクトに誘引されてこの地域で焼畑耕作を行い始めた人々であり、現状としては、これら違法居留者に立ち退きを要求することは困難である。政府は苦肉の策として、彼らに対して苗木を供給し、住民が農業を行うことを一時的に許可している。政府としては、このような土地は将来的には、HKM 区に指定し、地域住民が土地を利用しながら、植林に協力してくれるような体制を整えたいと考えている。

(2) 地域住民

地域住民によると、JIFPRO が行われた際には、プロジェクトサイトに居住していた人々はいなかったために、地域住民への社会経済的影響はなかった。JIFPRO では、住民が植林活動に参加し、植林をはじめて2、3年の間は、間作を行うことができた。それに加えて、参加者にとって、植林に先立って、整地、植栽のための杭打ち、植栽の穴あけ、植栽、盛土といった賃労働に従事することができるということは魅力的であった。また、雨の少ないこの地域の人々にとって、プロジェクトサイトに飲料水が支給されるのも、プロジェクトに参加する大きな動機となった。しかし、地域住民にとっての植林プロジェクトは、植栽樹植が生長し林冠が閉鎖するまでの2、3年に限られていること、同じ場所での継続的な農業を行う際には除草に費やす労働力が非常に多いこともあって、せいぜい2、3年しか農業を行うことができないこともあり、それ以降間作を行いつづけることは実際には不可能となる場合がほとんどであった。その結果、地域住民にとっては、植林地に居続ける意義がなくなり、自ら立ち退かざるを得ないということであった。

さらに、参加者は、JIFPRO でも、JIFPRO と同様に、植林に関わる労働に対しての賃金が支払われたこと、JIFPRO では、JIFPRO よりも多めに、果樹をはじめとした多目的樹種を植栽することによって、林冠が閉鎖後には、農業はできなくなるものの、その土地から継続して現金収入を得ることができることに多少の魅力を感じている。しかし、JIFPRO の参加者は、植林終了後に、参加者が立ち退かざるを得ないというような状況になることを快くは思っていない。彼らは、政府が、樹木を植栽し、林冠が閉鎖した後でも、間伐をするなどして、地域住民が植栽樹の間で継続して農業をし続けることができるような仕組みを構築することを望んでいる。

(3) ローカル NGO

地元の NGO の見解は以下のようなものである。政府における保安林の目的は、森林を保

護または再生させることだけでなく、地域住民の福祉向上、資源管理を実現することが謳われていることであり、これは今回の COP9 での小規模植林プロジェクトの要求とも共通することである。今までの政府による小規模植林プロジェクトは、植林の段階にのみ住民参加が行われるだけで、住民参加による植林事業であるという見解を主張していた。しかし、植林プロジェクトが小規模 CDM として認められるためには、植林プロジェクトの対象者は誰であるのか、いかにして低所得の地域住民の所得、福祉向上をあげるのかという議論が十分になされないまま、現行のような、政府による、今までと何ら変わることはない、植林プロジェクトが行われているとして、小規模 CDM として認められるかどうかは今後議論すべき重要な視点である。

別紙 1 プロジェクト参加者についての連絡先

(財)国際緑化推進センター

東京都文京区後楽 1 - 7 - 1 2 林友ビル 3 F(TEL: 03-5689-3450、FAX: 03-5689-3360)
理事長 塚本隆久 (担当: 業務部長 仲 建三)

インドネシア共和国林業省緑化社会林業総局

Ir. Soetino Wibowo

Director General of

Land Rehabilitation and Social Forestry, Ministry of Forestry

Jl.Jend.Gatot Subroto, Senayan

Jakarta 10270 INDONESIA

(TEL: +62-21-573-0105)

インドネシア国西ヌサテンガラ州森林局

Ir. Baderun Zainal

Head ,Dinas Kehutanan NTB

Jl. Majapahit No.54, Mataram

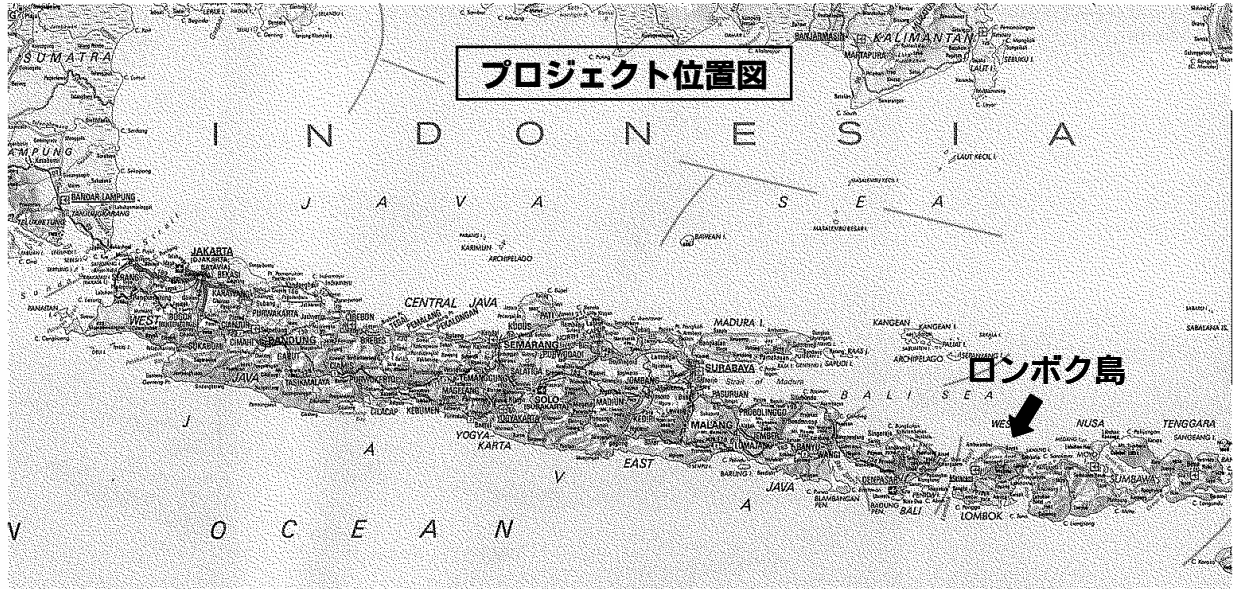
Nusa Tenggara Barat INDONESIA

(TEL: +62-370-622870)

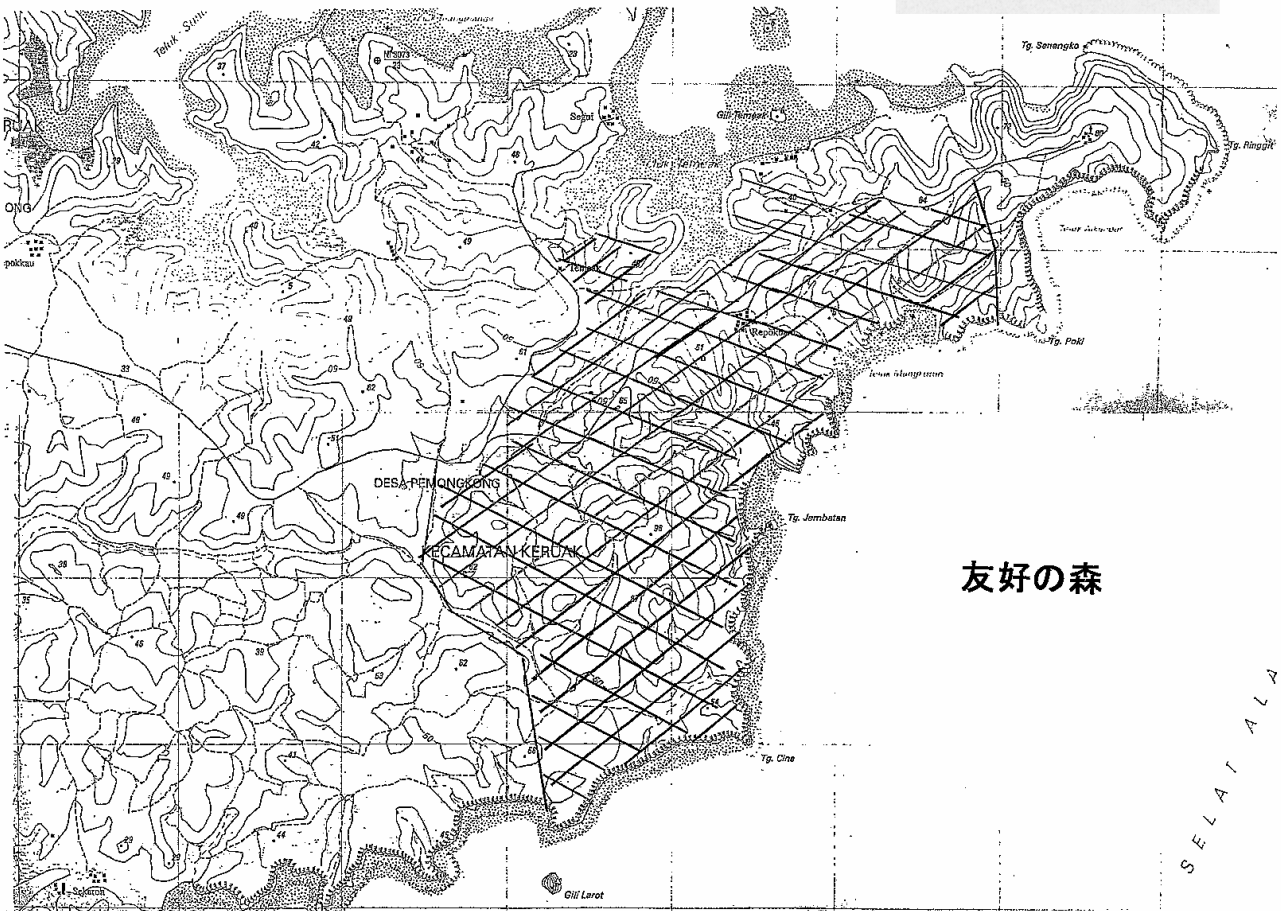
別紙 2 公的資金についての情報

該当しない。

V 参考資料



プロジェクト
サイト



The Ecology of Nusa Tenggara and Maluku

798

CONSERVATION

Table 11.5. Threatened animals of Nusa Tenggara and Maluku.

Species names	RDB	Distribution
Mammalia		
<i>Rhynchomeles prattorum</i>	I	M
<i>Phalanger rothschildi</i>	V	M
<i>Thylogale bruinii</i>	V	M
<i>Aethalops alecto</i>	I	NT
<i>Dobsonia minor</i>	R	NT
<i>Pteropus griseus</i> (?)	R	M
<i>Emballonura raffrayana</i>	K	M
<i>Hipposideros papuana</i>	R	M
<i>Tarsius spectrum</i>	K	?NT
<i>Dugong dugon</i>	V	M, NT
<i>Babyrousa babyrousa</i>	V	M
<i>Bos javanicus</i>	V	NT
<i>Macaca nigra</i>	V	NT
Aves		
<i>Megapodius bernsteinii</i>	V	M
<i>Megapodius wallacei</i>	R	M
<i>Turnix everetti</i>	I	NT
<i>Habroptila wallacii</i>	I	M
<i>Caloenas nicobarica</i>	R	M, NT
<i>Gallicolumba hoedtii</i>	I	NT
<i>Ptilinopus dohertyi</i>	R	NT
<i>Ptilinopus granulifrons</i>	I	M
<i>Treron psittacea</i>	V	NT
<i>Treron teysmannii</i>	V	NT
<i>Charmosyna toxopei</i>	I	M
<i>Eos reticulata</i>	R	M
<i>Lorius domicella</i>	R	M
<i>Cacatua alba</i>	E	M
<i>Cacatua goffini</i>	E	M
<i>Cacatua moluccensis</i>	E	M
<i>Cacatua sulphurea</i>	V	NT
<i>Prioniturus mada</i>	I	M
<i>Chrysococcyx rufomerus</i>	I	NT, M
<i>Tyto nigrobrunnea</i>	I	M
<i>Tyto sororcula</i>	I	M
<i>Todirhampus australasia</i> (<i>Halcyon australasia</i>)	V	NT
<i>Coracina sula</i>	R	M
<i>Coracina schistacea</i>	R	M
<i>Ficedula harterti</i>	V	NT
<i>Ficedula henrici</i>	I	M
<i>Ficedula timorensis</i>	R	NT
<i>Monarcha boanensis</i>	I	M
<i>Rhinomyias colonus</i>	R	M
<i>Saxicola gutturalis</i>	R	NT
<i>Zoothera machiki</i>	R	M
<i>Zoothera peronii</i>	R	NT, M
<i>Zoothera schistacea</i>	R	M

Table 11.5. (Continued.)

Species names	RDB	Distribution
<i>Nectarinia buettikoferi</i>	V	NT
<i>Heleia muelleri</i>	R	NT
<i>Madanga ruficollis</i>	I	M
<i>Zosterops kuehni</i>	R	M
<i>Zosterops uropygialis</i>	I	M
<i>Lichmera notabilis</i>	I	M
<i>Myzomela kuehni</i>	I	M
<i>Philemon fuscicapillus</i>	R	M
<i>Basilornis galeatus</i>	R	M
<i>Streptocitta albertinae</i>	R	M
<i>Corvus florensis</i>	R	NT
Reptilia		
<i>Caretta caretta</i>	V	NT, M
<i>Chelonia mydas</i>	E	NT, M
<i>Eretmochelys imbricata</i>	E	NT
<i>Dermochelys coriacea</i>	E	NT
<i>Crocodylus porosus</i>	V	M, NT
<i>Varanus komodoensis</i>	R	NT
<i>Python molurus</i>	V	NT, M
Insecta		
<i>Platynectes decastigma</i>	I	M
<i>Sandracottus chevrolati</i>	I	NT
<i>Graphium stresemanni</i>	R	M
<i>Ornithoptera aesacus</i>	I	M
<i>Ornithoptera croesus</i>	V	M
<i>Papilio neumoegeni</i>	V	NT
<i>Chalicodoma pluto</i>	K	M
<i>Troides prattorum</i>	V	M

Total:

Red Data Book (RDB) status categories:

V (vulnerable): 19 species

E (endangered): 6 species

R (rare): 24 species

I (indeterminate): 20 species

K (insufficiently known): 3 species

Sources: Corbet and Hill 1992; WCMC 1994a; White and Bruce 1986.

Table 11.6. Threatened plants of Nusa Tenggara and Maluku.

This list of threatened plants was extracted from Botanical Gardens Conservation International (Jackson 1993); WCMC (1994b, 1994c, 1995). Family names for protected plants come from van Steenis (1987).

This list is not exclusive; only a little work has been done to study the status of the plants in Nusa Tenggara and Maluku.

Species	Family	RDB	Distribution
<i>Alangium griffithi</i>	Alan.	?	M
<i>Alangium javanicum</i>	Alan.	?	M
<i>Alangium villosum</i>	Alan.	?	M
<i>Aerva lanata</i>	Amar.	?	NT,M
<i>Amaranthus interruptus</i>	Amar.	?	
<i>Dracontomelon dao</i>	Anac.		Id
<i>Mangifera timorensis</i>	Anac.	V	NT,M
<i>Alstonia macrophylla</i>	Apoc.	?	M
<i>Alstonia macrophylla acuminata</i>	Apoc.	?	M
<i>Alstonia spathulata</i>	Apoc.		Id
<i>Alstonia spectabilis</i>	Apoc.		M
<i>Agathis dammara</i> (=borneensis)	Arau.	I	Id
<i>Canarium balsamiferum</i>	Burs.		NT,M
<i>Canarium hirsutum</i>	Burs.		M
<i>Canarium indicum</i>	Burs.		M
<i>Canarium vrieseanum</i>	Burs.		M
<i>Agelaea macrophylla</i>	Conn.		NT
<i>Connarus euphlebius</i>	Conn.		M
<i>Cyathea batjanensis</i>	Cyat.		M
<i>Cyathea annae</i>	Cyat.	V	M
<i>Cyathea inquinans</i>	Cyat.	I	M
<i>Cyathea felinum</i>	Cyat.	R	M
<i>Cyathea setifera</i>	Cyat.	R/E	M
<i>Cyathea tripinnatifida</i>	Cyat.	V	M
<i>Cyathea suluensis</i>	Cyat.	R	M
<i>Cyathea ternatea</i>	Cyat.	V	M
<i>Cyathea tomentosa</i>	Cyat.	V	NT
<i>Dillenia pteropoda</i>	Dill.		M
<i>Dipterocarpus hasseltii</i>	Dipt.	R	NT
<i>Dipterocarpus retusus</i>	Dipt.	E	NT
<i>Hopea sangal</i>	Dipt.	I	M
<i>Shorea assamica</i> spp. <i>globifera</i>	Dipt.	I	M
<i>Shorea assamica</i> spp. <i>koordessii</i>	Dipt.	I	M
<i>Shorea montigena</i>	Dipt.	V	M
<i>Casearia flavovirens</i>	Flac.		NT
<i>Grammitis merrillii</i>	Gram.	R	M
<i>Grammitis intromissa</i>	Gram.	nt	NT
<i>Fagraea fragrans</i>	Loga.		Id
<i>Azelia borneensis</i>	Legu.	?	M
<i>Serianthes minahassae</i>	Legu.	R	NT,M
<i>Aglaia lawi</i>	Meli.	?	NT,M
<i>Antiaris toxicaria</i>	Mora.		Id
<i>Ficus albipila</i>	Mora.		NT
<i>Corybas fornicatus</i>	Orch.	?	NT
<i>Dendrobium acinaciforme</i>	Orch.		Id

Table 11.6. (Continued.)

Species	Family	RDB	Distribution
<i>Dendrobium excavatum</i>	Orch.		M
<i>Dendrobium purpureum</i>	Orch.		Id
<i>Flickingeria grandiflora</i>	Orch.		NT
<i>Goodyera rubicunda</i>	Orch.		M
<i>Liparis caespitosa</i>	Orch.		NT
<i>Liparis mucronata</i>	Orch.		NT
<i>Luisia teretifolia (javanica)</i>	Orch.		Id
<i>Oberonia anceps</i>	Orch.		M
<i>Paphiopedilum javanicum</i>	Orch.	V	NT
<i>Paphiopedilum mastersianum</i>	Orch.	R	M
<i>Phaius amboinensis</i>	Orch.	?	M
<i>Phalaenopsis amabilis</i>	Orch.	R	NT,M
<i>Phalaenopsis amboinensis</i>	Orch.	R	M
<i>Polystachya flavescens</i>	Orch.		NT
<i>Schoenorchis paniculata</i>	Orch.	R	NT
<i>Spathoglottis plicata</i>	Orch.		M
<i>Thelasis capitata</i>	Orch.		M
<i>Trichoglottis retusa</i>	Orch.		M
<i>Trichotosia ferox</i>	Orch.		NT
<i>Trichotosia pauciflora</i>	Orch.		NT
<i>Tropidia curculigoides</i>	Orch.		NT
<i>Vanda dearei</i>	Orch.	E	NT
<i>Vanda drakei</i>	Orch.	I	NT
<i>Vanda insignis</i>	Orch.	R	M
<i>Vanda lombokensis</i>	Orch.	I	NT
<i>Vanda punctata</i>	Orch.	I	NT
<i>Vanda saxatilis</i>	Orch.	?	M
<i>Vanda tricuspidata</i>	Orch.	I	NT
<i>Areca triandra</i>	Palm.		Id
<i>Areca glandiformis</i>	Palm.	V	M
<i>Borassus flabellifer</i>	Palm.		NT
<i>Calamus robinsonianus</i>	Palm.	V	M
<i>Caryota rumphiana</i>	Palm.		M
<i>Coelogyne rumphii</i>	Palm.	E	NT,M
<i>Drymophloeus oliviformis</i>	Palm.	E	M
<i>Heterospathe elata</i>	Palm.		M
<i>Metroxylon sagu cf. longispinum</i>	Palm.		M
<i>Pinanga punicea</i>	Palm.	R	M
<i>Dacrydium magnum</i>	Podo.	R	M
<i>Falcatifolium gruezoi</i>	Podo.	R	M
<i>Podocarpus spathoides</i>	Podo.	R	M
<i>Carallia brachiata</i>	Rhiz.		Id
<i>Acronychia trifoliata trifoliolata</i>	Ruta.	?	NT,M
<i>Zanthoxylum rhetsa</i>	Ruta.		NT,M
<i>Santalum album</i>	Sant.		NT

Red Data Book (RDB) status categories:

E = Endangered	V = Vulnerable	I = Indeterminate
K = Insufficiently known	R = Rare	? = Status unknown
nt = Not threatened	NT = Nusa Tenggara	M = Maluku
Id = Indonesia		

Sources: Jackson (1993); WCMC (1994b,c, 1995); van Steenis (1987).

Table 11.7. Protected plants of Indonesia.

Scientific names	Family	Decree	Cutable (cm)
<i>Dendrobium macrophyllum</i>	Orch.	B	
<i>Dendrobium phalaenopsis</i>	Orch.	B	
<i>Phalaenopsis amboinensis</i>	Orch.	B	
<i>Pigafetta filaris</i>	Palm.	B	
<i>Agathis labillardieri</i>	Arau.	E	50
<i>Aleurites moluccana</i>	Euph.	E	50
<i>Anacardium occidentale</i>	Anar.	E	30
<i>Arenga pinnata</i>	Palm.	E	40
<i>Azadirachta indica</i>	Meli.	E	50
<i>Caesalpinia sappan</i>	Legu.	E	10
<i>Cinnamomum burmanii</i>	Laur.	E	25
<i>Cinnamomum cullilawan</i>	Laur.	E	25
<i>Cryptocaria massoi</i>	Laur.	E	25
<i>Curdrania</i> sp.	Mora.	E	10
<i>Dalbergia latifolia</i>	Legu.	E	50
<i>Diospyros</i> sp.	Eben.	E	60
<i>Dipterocarpus</i> sp.	Dipt.	E	50
<i>Dryobalanops camphora</i>	Dipt.	E	60
<i>Duabanga moluccana</i>	Sonn.	E	60
<i>Durio zibethinus</i>	Bomb.	E	60
<i>Dyera</i> sp.	Apoc.	E	60
<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrt.	E	40
<i>Eusideroxylon swageri</i>	Laur.	E	60
<i>Exoecaria agallocha</i>	Euph.	E	25
<i>Fagraea fragrans</i>	Losa.	E	50
<i>Ganua motleyana</i>	Sapo.	E	30
<i>Instia amboinensis</i>	Legu.	E	60
<i>Manilkara kauki</i>	Sapo.	E	45
<i>Myristica argenta</i>	Myri.	E	30
<i>Palaquium gutta</i>	Sapo.	E	50
<i>Palaquium walsurifolium</i>	Sapo.	E	40
<i>Palaquium lelocarpum</i>	Sapo.	E	30
<i>Protium javanicum</i>	Burs.	E	50
<i>Pterospermum</i> sp.	Ster.	E	60
<i>Santalum album</i>	Sant.	E	50
<i>Scorodocarpus borneensis</i>	Olac.	E	50
<i>Shorea</i> sp.	Dipt.	E	60
<i>Styrax</i> sp.	Styr.	E	30
<i>Timonius sericeus</i>	Rubi.	E	40
<i>Toona sinensis</i>	Meli.	E	60
(<i>S. stenoptera</i>)			
<i>Shorea gysberstiana</i>	Dipt.	F	
<i>Shorea pinanga</i>	Dipt.	F	
<i>Shorea compressa</i>	Dipt.	F	
<i>Shorea seminis</i>	Dipt.	F	
<i>Shorea stenopten</i>	Dipt.	F	

B = Daftar Name Satwa Yang Dilindungi di Indonesia (no date).

E = Surat Keputusan Menteri Kehutanan: No. 54/Kpts/Um/2/1972.

F = Surat Keputusan Menteri Kehutanan: No. 261/Kpts-IV/1990.

Family names for protected plants come from van Steenis (1987).

聞き取り調査集計表

表1 住民の出身村(人)

	回答者
Sakura、東ロンボク	15
Jerowaru、東ロンボク	8
Kerucuk、東ロンボク	7
Praya、中央ロンボク	4
Wanasaba、東ロンボク	2
Pujut、中央ロンボク	10
Sakuraja、中央ロンボク	1
不明	4
合計	51

表5 伐採をしない理由(%)

	参加者	非参加者
違法行為である	31.6	10.0
シェルター	26.3	40.0
森林官に捕まえられるという恐れ	15.8	25.0
果樹の収穫	10.5	5.0
水供給源の保護	10.6	15.0
土壌浸食制御	5.2	5.0
洪水制御	0	0.0

表2 回答者の年齢(歳)

	参加者	非参加者
回答者の数	21	30
最年長	70	60
最年少	20	16
平均	45	39

表6 伐採をする理由(%)

	参加者	非参加者
燃材を得るため	50	10
作物を栽培するため	50	90

表3 燃材の採取場所(%)

採取場所	参加者	非参加者
庭	42.9	44.8
畑	57.1	55.2
森林	0	0

表7 JIFPROのようなプロジェクトに参加したい理由(人)

	参加者	非参加者
収入増加のため	8	17
土地を得るため	6	1
仕事を得るため	4	1
利益を得るため	1	2

表4 伐採をすることに対する意見(%)

	参加者	非参加者
賛成	42.9	44.8
反対	57.1	55.2
わからない	0	0

表8 JIFPROのようなプロジェクトに参加したくない理由(人)

	参加者	非参加者
巻き込まれたくない	0	5
場所を移動したくない	1	0
JIFPROに対する同情の念がある	1	0
わからない	0	1

表9 樹木を植栽したい理由(人)

	参加者	非参加者
果樹の生産	19	22
木材の生産	10	6
生態系の保全	6	3
土壌浸食防止	4	1
シェルター	3	3
土壌肥沃の保持	2	3
価値	2	1
将来への遺産	1	1

表10 樹木を植栽したくない理由(%)

	参加者	非参加者
生産的でない	1	6
間作ができない	7	8
生産するまでに時間がかかる	6	7
途中で変更することが難しい	3	4
リスクが大きい	3	3
その他	0	0

表11 プロジェクトが成功するための条件(人)

	参加者	非参加者
賃金の増加	12	7
計画策定における住民参加	7	9
法の強化	6	10
収入の増加	6	4
トランスポーターの改善	3	6
より一生懸命に働く	3	1
地域住民による森林管理	2	2
地域住民への土地の分割	2	0
安全システムの改善	0	3
仕事をつくる	0	1
プロジェクトの支援	0	7
その他	0	0

表12 JIFPROのプロジェクトに参加した理由(人)

	回答者
土地を得るため	21
賃金を得るため	17
自分の居住地に仕事がないため	16
種子、金銭などプロジェクトから支援を得るため	14
燃材資源が身近になるため	6

表13 住民が直面している問題(人)

	参加者	非参加者
水不足	19	30
生活費	16	29
土地不足	14	15
仕事の機会	13	18
トランスポーターと市場	10	17
賃金水準	10	13
医療サービスと設備	8	13
子供の教育	8	10
生活物の値段	7	17
農業技術	7	12
作物害虫	6	7
森林火災	5	8
家族内労働の不足	5	4
インプットの不足	3	9
負債	3	7
土地の肥料	2	4
インプットの価格	1	8
燃材	1	1
放牧面積	0	2



写真1 プロジェクト隣接地の植生



写真2 林内耕作



写真3 ショウガ・ウコン類の樹下栽培



写真4 予防焼却



写真 5-1 雨期の驟雨により発生した川



写真 5-2 雨期の驟雨により発生した川



写真 6-1 雨期の驟雨により発生した川



写真 6-2 雨期の驟雨により発生した川



写真 7 プロジェクトの外部にある集落での焼畑(火入れ時)



写真 8 プロジェクトの外部にある集落での焼畑(火入れ後)



写真 9 JIFPRO 内の民家



写真 10 調査対象村(Pengoros, トランスイミグラシーの村)



写真11 調査対象村(Tanta Anta)



写真12 調査対象村(Tameak)



写真13 プロジェクトの外側の違法開拓地



写真14 下層植物 (kunit)



写真15 屋根の材料として利用される
アランアラン(JIFPRO)



写真16 Jarakの種子



写真17 プロジェクト周辺で放牧されている水牛



写真18 石灰岩の採掘



写真19 石灰岩生成のための燃材



写真20 石灰岩生成のための釜

