



国際農林水産業研究センター

パラグアイにおけるクリーン開発メカニズムの仕組みを活用した農村開発手法の開発

小規模新規植林・再植林CDM事業方法論の適用マニュアル



サンロレンソ - Paraguay

2010

小規模新規植林・再植林 CDM 事業方法論の適用マニュアル

目 次

目 次	1
1 序論	3
2 JIRCAS プロジェクトの概要	4
3 方法論（AMS0001.Ver04.1）の適用条件	8
4 ベースライン	15
4.1 方法論におけるベースラインの考え方	15
4.2 JIRCAS プロジェクトにおけるベースラインの算定	21
5 現実純 GHG 吸収量	27
5.1 方法論における現実純 GHG 吸収量の考え方	27
5.2 JIRCAS プロジェクトにおける現実純 GHG 吸収量の算定	32
6 リークエージ	40
7 CER の算定	45
8 モニタリング	50
9 方法論の改訂	62
10 JIRCAS プロジェクトの方向	64
11 結論	67
引用文献	69
附属書 AMS0001.Ver.04.1 及び AMS0001.Ver05 の比較表	70

略称

AR-CDM	Afforestation and Reforestation CDM : 小規模新規植林再植林 CDM
AR-WG	Working Group on Afforestation and Reforestation for CDM Project Activities : 小規模新規植林再植林 CDM ワーキンググループ
BEF	Biomass Expansion Factor : バイオマス拡大係数
CDM	Clean Development Mechanism : クリーン開発メカニズム
EB-CDM	Executive Board of CDM : CDM 理事会
CERs	Certified Emission Reductions : 認証排出削減量 (炭素クレジット)
COP	Conference of the Parties : 気候変動枠組条約締約国会議
COP/MOP	Conference of Parties/ Meeting of Parties : 京都議定書締約国会議
DBH	Diameter of tree at Breast Height : 胸高直径
DNA	Designated Nacional Authority : 指定国家機関
DOE	Designated Operational Entity : 指定運営組織
GHG	Greenhouse Gas : 温室効果ガス
GIS	Geographic Information System : 地理情報システム
GPG	IPCC Good Practice Guidance for LULUCF : IPCC 土地利用・土地利用変更・林業のための優良活動ガイダンス
GPS	Global Positioning System : 全地球測位システム
INFONA	Instituto Forestal Nacional (National Forestry Institute): 国家森林院(旧国立森林サービス)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change : 気候変動に関する政府間パネル
JIRCAS	Japan International Research Center for Agricultural Sciences : 国際農林水産業研究センター
KP	Kyoto Protocol : 京都議定書
ICERs	Long term CERs : 長期期限付き CER
LOA	Letter of Approval : プロジェクト承認書
LULUCF	Land Use, Land Use Change, and Forestry : 土地利用・土地利用変更・林業
PDD	Project Design Document : プロジェクト設計書
SV	Stem Volume : 幹材積
tCERs	Temporary CERs : 短期期限付き CER
UNA	Universidad Nacional de Asunción : 国立アスンシオン大学
UNFCCC	Unites Nations Framework Convention on Climate Change : 国連気候変動枠組条約
WD	Wood Density : 基礎的樹木密度

1 序論

京都議定書で定められたクリーン開発メカニズム(CDM)は、発展途上国における温室効果ガス(GHG)の排出削減又は吸収量の増加を達成するプロジェクトに対し、削減又は吸収された GHG の量に応じてクレジットを発行するシステムである。これは資金の限られた発展途上国において地球温暖化対策を促進する上で、合理的な制度といえる。発行されたクレジットは先進国の政府、投資家等が購入し、京都議定書で宣言された各国の排出削減目標の達成のために算入することができる。

CDM 事業は、京都議定書で定められた GHG 排出削減の数値目標の達成に貢献するシステムであるため、国際的なルールに基づいた適正な評価が必要である。このため、国連気候変動枠組条約(UNFCCC)が世界中の CDM 事業を一括して管理する仕組みとなっている。UNFCCC は、理事会(EB)を通じて、CDM 事業のための手続き、方法論、方法論達成のためのツールを定めるとともに、具体的に申請された CDM プロジェクトを評価、認証し、プロジェクトの検証結果に基づき認証排出削減量(CER)を発行する。CDM 事業は多くの分野に分かれているため、UNFCCC ではこれらを 15 のセクターに区分し、セクターに応じたワーキング・グループ(WG)を設置し、具体的な方法論の検討やプロジェクトの評価を行っている。

さらに、個別のプロジェクトの有効化審査、検証のためには、膨大なチェック項目を検証する必要があるため、UNFCCC は資格のある専門家を有する民間会社等を、一定のルールに基づいて審査したのち、指定運営組織(DOE)として認定し、審査、検証を行うことができるようにしている。

一方、各国政府は、CDM 事業の窓口として指定国家組織(DNA)を設置し、国内手続きの窓口として、各国内の CDM 事業の承認や必要文書の発行を行っている。

このように、CDM 事業は、公正、透明性、各国のコミットメントなどを確保するため、複雑な手続きにより運営される構造となっている。

ところで、CDM 事業は、現に大量の GHG を排出している産業を主に対象としているため、発電、鉱業、金属、製造業、廃棄物処理などの分野が積極的にプロジェクト化を進めてきた。その一方で、発展途上国の農村部では CDM 事業化の可能性がありながら、方法論の適用が困難なこと、排出削減量がそれほど確保できないこと、面的な広がりが大きくプロジェクト化に困難が予想されることなどから、一部の企業的なバイオマス事業等に限定されてきた。すなわち、CDM 事業は農村地域ではあまり行われず、農村開発には貢献せず、例外的に農村内の一部企業が CDM 事業の利益を享受する状況であった。

パラグアイ国は、農牧業が主産業であり、土地資源が豊かなことから、鉱工業中心の CDM 事業への関心は薄く、これまで CDM 事業は 1 件も登録されていない。しかしパラグアイでは、森林伐採が進み、土地への人為的介入の圧力は増し、土壌侵食・土壌劣化が進み、環境は確実に悪化している。

JIRCAS に承継される 2008 年以前の J-Green は、パラグアイの小農地域において、2004 年より土壌保全及び地力回復技術をベースとする農村開発手法の調査を実施したが、2006 年度から CDM 事業の農村部への導入を図るため、パラグアイで最も可能性の高い新規植林・再植林の CDM 事業化に取り組んできた。このとき採用した方法論は、小農向きの小規模 AR-CDM 方法論(AMS0001.Ver04.1)である。

本論では、パラグアイ国で実証した小規模 AR-CDM 方法論の内容の検証とその応用方法について解説し、パラグアイ国内の他の地域又は近隣国の類似地域へ普及する場合の指針とするものである。

以下では、方法論の全 53 パラグラフごとに、その意味するところを分析し、定められた要件をどのようにクリアしていくべきか、具体例に基づき解説する。

2 JIRCAS プロジェクトの概要

JIRCAS の形成した小規模植林 CDM プロジェクト（JIRCAS プロジェクト）の目的は、土壌の劣化が進み、地力の低下した耕地又は草地において、植林を行うことである。プロジェクト対象地域の面積は 215.2ha で、低所得のプロジェクト地域内において小区画ごとに点在している。プロジェクト対象地の集落は、パラグアイ国パラグアリ県アカアイ市及びサンロケゴンザレス・デ・サンタクルス市（サンロケ・ゴンザレス市）に位置している（図 2.1）。

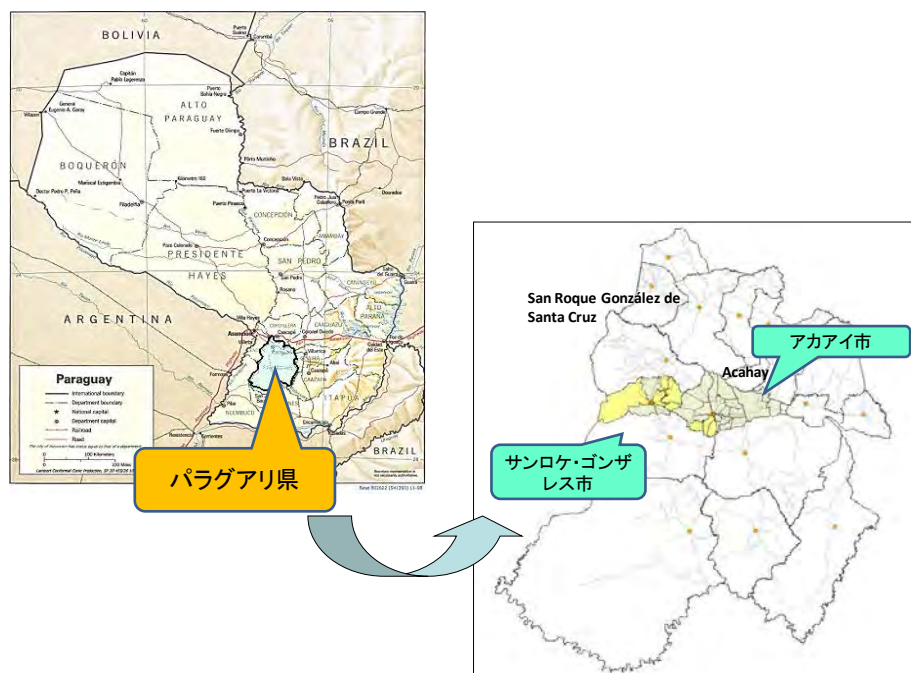


図 2.1 JIRCAS プロジェクトの位置図

植林予定の土地の所有者は、低所得の小規模農家である。彼らは、適切な土壌管理作業につき限られた知識しか持たず、彼らの大部分は、環境への影響の少ない、新たな活動を実施するための資金を有していない。パラグアリ県は、パラグアイ国内 17 県のうち、6 番目に所得の低い県で、人口の 34.5%は貧困水準以下で生活している。

プロジェクトは JIRCAS により形成され、パラグアイの政府機関で森林管理を専門とする国家森林院（INFONA）が支援している。JIRCAS は、土壌侵食防止や植林関連の技術を地域内の集落に移転している。また INFONA は植林用種子及び森林管理技術を提供している。

JIRCAS、INFONA 及び参加農家は、本プロジェクト活動が貧困軽減と環境条件の改善（植生回復と土壌侵食抑制）、さらには持続的な地域の開発に貢献するものと期待している。

植栽樹種の適切な選定のため、JIRCAS は地域農家の現況調査を行い、農家の樹種の選好性について明らかにした。調査結果及び地域の営農状況について、JIRCAS、INFONA 及び地元専門家による一連の協議の後、樹種として *Eucalyptus grandis*、*Eucalyptus camaldulensis* 及び *Grevillea robusta* が選択され、2007 年から 2008 年にかけて植栽されることとなった。

本プロジェクトにおいて、CDM 事業期間中、地域農家は植林する土地区画と労力を提供し、JIRCAS は INFONA の協力を得て、技術提供及び森林管理指導を行う。また、JIRCAS 及び INFONA はプロジェクト活動から生じる CER への権利を有し、農家は林業生産物の販売収入の権利を得ることができる。CER からの収入は、プロジェクト活動の継続と参加集落における農村開発のために使用される。

JIRCAS プロジェクトの基本概念は、図 2.2 のとおりである。

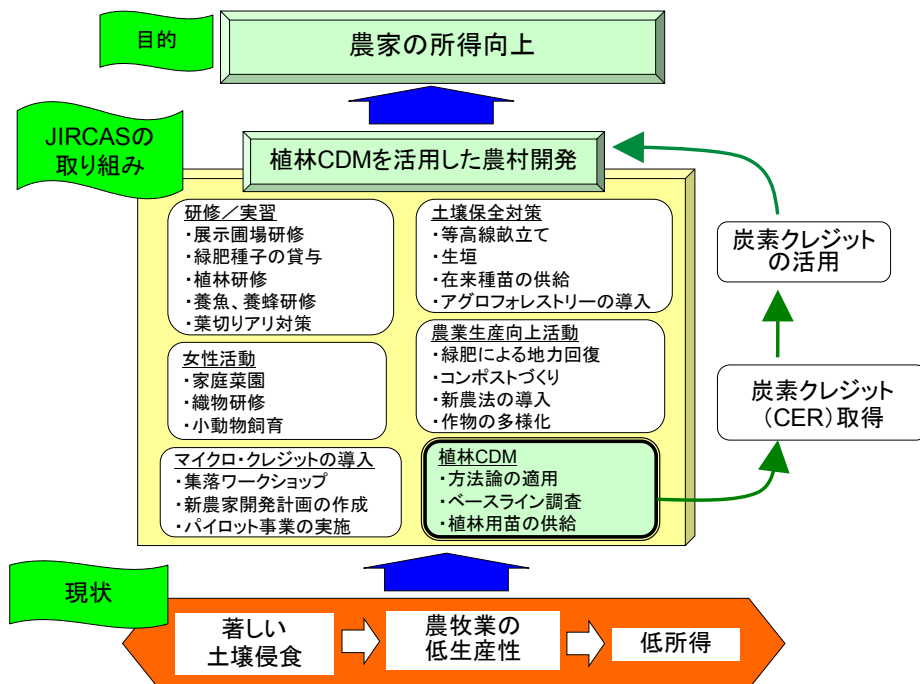


図 2.2 JIRCAS プロジェクトの基本概念

本プロジェクトで期待される効果は以下のとおりである。

(1) 環境便益

プロジェクトでは、二酸化炭素を吸収する樹木の成長により、大気中における GHG 量を削減する。また、プロジェクトでは、低位利用又は不適切な管理状態にある土地に植林することにより、土壌侵食防止に貢献する（図 2.3）。プロジェクト対象地域では、土壌侵食への対応方法につき、強い関心が寄せられ、農家はこの面でのプロジェクト活動に大きく期待している。また、植林により、強風から農地や居住地を保護する機能も期待されている。



図 2.3 プロジェクト地域における土壌侵食状況

(2) 社会便益

プロジェクトに参加する個別農家は、プロジェクトを通じ、植林、森林管理及びアグロ・フォレ

ストーリーに係る先進的なノウ・ハウを習得することができる。プロジェクトは、農地だけではなく、居住地の保護についても効果がある。

JIRCAS は、プロジェクト実施者として、CER の販売収入を利用して、地域農家の利益となる農村開発活動の促進を計画している。参加農家は全て、同等に便益を得ることができる。

全参加農家は、プロジェクトから得られる便益を最大化するため、プロジェクトの計画段階から直接関与してきた（図 2.4）。プロジェクト活動における樹種の最終的な決定は、農家の参加によるものである。

また、プロジェクト活動では、JIRCAS は関係自治体との共同により、農家及び地域内の小学生のための植林活動に係る教育プログラムを促進している（図 2.5）。さらに、JIRCAS は環境問題に係る副読本を作成し、地域の小学校及び図書館へ配布している。



図 2.4 コミュニティにおけるワークショップ



図 2.5 環境教育

(3) 経済便益

プロジェクトでは、木材販売と CER による収益が発生する。CER 収益は、プロジェクト参加者にとって、小規模な地域農家を支援する種々のプログラムの実施に必要な追加的な資金源として重要である。一方農民は、植林プログラムの直接受益者である。プロジェクトでは、その当初から、地域の知識・経験と資源を可能な限り有効活用するよう計画されていた。

JIRCAS プロジェクトの概要は表 2.1 のとおりである。

表 2.1 JIRCAS プロジェクトの概要

区分	項目	説明
対象県	パラグアイ国パラグアリ県	パラグアイ国内で 17 県中 6 番目に貧困な県
対象行政区	パラグアリ県のうちサンロケ・ゴンザレス市とアカアイ市の 2 市	交通アクセスがよいため、早期に入植が行われ、森林破壊や土壌劣化が急速に進行
対象集落	2 市のうち、16 集落及びその他集落	農家アンケート調査を行い、植林を希望した集落を選定
対象農家	167 戸	植林を要望する農家の中から、パラグアイ DNA による森林定義に合致する農家を選定
現況土地利用	耕地：104 ha 草地：111 ha	植林を要望された土地は、未利用・低位利用の耕地及び草地
現況植生	ヤシ、在来種の樹木が散在	人為的に利用されてきた土地であり、森林の形成には至らない。
植林面積	215 ha（240 区画）	1990 年以降森林ではない耕地、草地のうち、

		農家の所有地（又は占有地）から選定した植林要望区画を GPS 測量で特定
樹種	ユーカリ（2 種）、グレビレア（1 種）	農家は薪材、用材確保が目的だが、グレビレアの植栽面積のうち 52ha は、アグロフォレストリーを計画（植栽間隔を広くし、空いた土地に綿、トウモロコシなどを作付け）。
プロジェクト期間	グレビレアの伐期から 20 年	
CO ₂ 吸収量	約 1,500 tCO ₂ e/年	DOE は、5 年ごとに CO ₂ 吸収量を検証
JIRCAS の役割	実証調査として、方法論の適用の実証、植林技術移転、実証用苗畑の設置・苗供給、プロジェクト形成、所得向上のための技術導入など農村開発の推進	農村開発において、CDM の仕組みをプロジェクトに導入し、発生するクレジット（CER）を活用する手法を実証し、低所得農村地域の持続的発展に寄与する。
森林院（INFONA）の役割	JIRCAS と実証調査へ共同参画、JIRCAS からの技術移転によるプロジェクト管理、技術普及の推進	本プロジェクトをモデルとして、パラグアイ国内の他の低所得地域で、小規模 AR-CDM プロジェクトを推進

JIRCAS プロジェクトに参加したコミュニティは表 2.2 に示すとおりである。

表 2.2 JIRCAS プロジェクトへの参加コミュニティ

市	集落	参加農家数	植林区画数
サンロケ・ゴンザレス市	SAN BLAS	4	5
	CARRERA	12	18
	RINCON SUR	25	31
	RINCON COSTA	7	12
	MOQUETE	14	25
	AGUAI'Y MI	7	7
	MBOCAYATY	10	15
アカアイ市	YUKYTY	5	7
	3 DE FEBRERO	15	26
	ITAKYTY	8	8
	MARIA AUXILIADORA	7	9
	SAN JUAN	11	13
	CABELLO	5	9
	20 DE JULIO	7	9
	LAGUNA PYTA	11	15
	TAPE GUAZŨ	5	9
その他 (8 集落)		14	22
計		167	240

3 方法論（AMS0001.Ver04.1）の適用条件

小規模 AR-CDM 方法論（AMS0001.Ver04.1）では、最初に以下のとおり適用条件を示している。

I. 適用条件、炭素プール及びプロジェクトからの排出

1. この方法論は以下の条件が満たされた場合に適用される。

- (a) プロジェクト活動は草地又は耕地で実施されること
- (b) プロジェクト活動はプロジェクト活動によってプロジェクト境界内で置き換えられる耕地面積が全プロジェクト面積の50%未満の土地で実施されること
- (c) プロジェクト活動は置き換えられる放牧家畜数がプロジェクト地域内の平均牧養力⁽¹⁾の50%未満の土地で実施されること
- (d) プロジェクト活動は植栽のため攪拌される面積がプロジェクト面積の10%以下の土地で実施されること

(1) appendix Dを参照。

第1パラグラフの各項について、JIRCASプロジェクトを検討すると以下のとおりである。

- (1) 本プロジェクトは草地及び耕地において植林を行うもので、(a)は満足している。
- (2) 耕地に係わる条件の(b)については、耕地面積と草地面積の割合が、104ha：111ha＝48:52のため、耕地面積が全て移転したとしてもこの条件は満足する。しかし、一方で、耕地面積は草地面積と同等以下とすべきことを示唆しており、草地面積100%の場合は方法論の適用は可能だが、100%耕地の場合は方法論の対象外となる。
- (3) 草地については、管理された放牧地(c)と、管理されていない放牧地(d)に区分している。
- (4) 管理放牧地については、植林が可能なのは平均牧養力の50%未満の土地としている。そして平均牧養力は、方法論のAppendix Dのデフォルト値の使用を提示している。本プロジェクトでは、草地の区画数は95、草地の植林を行う農家数は70戸に及ぶが、サンプリング調査だけでは不十分と判断されるおそれがあるため、対象となる全戸について簡単な聞き取り調査を行った。
- (5) この結果、草地を牧柵で囲えない農家では、草地に杭を打ち、そこに牛をつないでしばらく放牧し、草がなくなると杭を引き抜いて他へ移動する方式で1戸当たり平均4～5頭の牛を飼養していることが明らかとなった。植林予定地は、牧養力が低いため林地化することを決断されたものであり、多年にわたる放牧で土の締め固めや、地力の劣化、土壌侵食などが進んだ土地が多い。聞き取り調査結果では、年間平均2頭×2ヶ月で植林予定地を使用していた。これは牧養力に換算すると、0.33頭／年となる。
- (6) 一方、比較的規模が大きく、経済的にゆとりのある農家では、土地の回りに牧柵をめぐらし、その中で放牧している。植林予定地は、牧柵をめぐらした土地の中でも、多年にわたる放牧で地力の著しく低下した土地や、牛の食さない雑草の繁茂する土地、土地生産性の低い低地、傾斜地など、牛があまり入らない自然草地である。
- (7) 以上から植林予定地の平均牧養力は0.33頭／年と推定した。なお、方法論で想定している管理されていない放牧地に該当する草地はプロジェクト地域内には存在しない。
- (8) (d)項は非常に奇妙な条件である。耕地は通常は耕起されるので、この項は草地を対象にしている。木も植物であるから、木の生育のためには作物と同様に耕起し、木の根を土地にしっかり定着できるようにすべきである。ところが方法論では、全体の10%以上耕起してはならないとしている。すなわち木の生育による炭素蓄積よりは、草地の炭素蓄積（特に地下部）の保護を優先している

のである。本プロジェクトでは、草地に植林する農家に対し、余分な耕起を行わず、坪植えを行うよう指導している。

2. この方法論によって考慮されるべき炭素プールは、地上部及び地下部の樹木及び木質多年生植物⁽²⁾のバイオマス、並びに地下部の草地のバイオマス（生物バイオマス）である。

(2) 木質多年生植物 (Woody perennials) とは、森林と定義された閾値（樹冠率、最小面積、樹高）未満の耕地及び草地内で生育している樹木以外の草木（例えばコーヒー、茶、ゴム、油ヤシ）及び灌木をいう。

第2パラグラフでは、方法論で適用する炭素プールを指定している。炭素プールには、以下の5種類がある。

- 1) 地上部バイオマス
- 2) 地下部バイオマス
- 3) 落葉落枝
- 4) 枯死木
- 5) 土壌有機物

ここでは樹木及び木質多年生植物は1)、2)を適用し、草地については2)のみを対象とすることを述べている。すなわち、一年生作物の地上部バイオマス及び地下部バイオマス、草地の地上部バイオマスは、考慮しなくてよいということである。

草地の地下部バイオマスが考慮されるべき理由はあいまいで、奇妙である。方法論では、草地内の根に蓄積された炭素の損失を懸念している。草の根に炭素が存在することは理論的には正しい。しかし、AR-CDM プロジェクトの財務的実現可能性（排出削減 CDM プロジェクトの炭素クレジット価格の20～30%に過ぎないという AR-CDM 炭素クレジット価格の低さ）及び植林後も草地の根は区画内に残されるという事実（方法論パラグラフ1では、地ごしらえ時における植林地の攪乱は10%未満に限る）を考えると、このようなささいな炭素に係る調査に要する追加的な経費は回避されるべきである。結局、2009年2月開催のAR-WGの決定では、草地の地下部バイオマスの算定は不要とされている。

3. 事前・事後に考慮されるべきプロジェクトからの排出は、肥料の使用から生じる排出に限定される。

第3パラグラフでは、プロジェクト排出は肥料の使用に限定することを規定している。プロジェクトからの排出では、本プロジェクトの場合、農家の組織化や説明会、研修会のために頻繁に集落に出かけ、車の燃料を消費しているほか、展示圃場の苗畑から各農家に向け30万本あまりの苗木をトラックで搬送したが、車の燃料消費によるCO₂排出は計上しなくともよいということである。

ただし、肥料については化学肥料と有機肥料を区分しておらず、堆肥などの有機肥料を植林地に使用した場合もプロジェクト排出となる。化学肥料は明らかな排出であるが、有機肥料は資源のリサイクルで、通常は追加的な排出とは見なされない。ここにおいても、第1パラグラフ(d)と同様、木の生育促進に敵対的な方法論の仕組みがうかがえる。新たなAMS0001.Ver.05では、施肥からの排出は有意ではないので、無視できるとしている。

4. 簡易方法論を使用する前に、プロジェクト参加者は以下を提示すること

- (a) プロジェクト対象地は、付属書Aに含まれる土地の適格性提示のための手続き論を使用したうえで、AR-CDMプロジェクト活動の適格性を有すること

(b) プロジェクト活動は、付属書Bに含まれる追加性の評価のための手続き論を使用したうえで、追加的であること

第4パラグラフは、土地の適格性と、プロジェクトの追加性の証明を求めている。

JIRCAS プロジェクトでは、土地の適格性及びプロジェクトの追加性について、以下の事実及び証拠により説明している。

土地の適格性

土地の適格性は、「EB35 annex 18 Procedures to demonstrate the eligibility of the land for AR-CDM project activities」により、以下の手順で証明する必要がある。

(a) プロジェクトの開始時点の植林予定地が、森林を含まないことの証明

- i. 植林予定地の植生が森林定義の限界以下であること。すなわちその国のDNAから報告されている森林の定義(樹冠被覆率、成熟時の樹高、最小の森林面積)以下であること
- ii. 植林予定地にあるすべての幼樹は森林定義による樹冠被覆率及び樹高に達しないこと
- iii. 植林予定地は人為的要因や自然的原因で一時的に蓄積がない状態ではないこと

(b) 新規植林又は再植林の証明

- i. 再植林プロジェクトでは、植林予定地は、1989年12月31日に、上記(a)の定義における森林でなかったことを証明すること。
- ii. 新規植林プロジェクトでは、植林予定地の植生が少なくとも50年以上にわたって森林定義以下であることを証明すること

(a) i について、パラグアイ政府は、森林を以下のとおり定義している。

- 1) 最小面積：0.5ha
- 2) 林冠率：25%
- 3) 成熟時の樹高：5m

これらのパラグアイ政府の森林定義は、UNFCCCの定義(最小面積 0.05～1.0 ha、最小林冠率10% ～ 30%及び最小樹高 2～5 m) の範囲内である。

JIRCAS プロジェクトにおいて植林される土地は、パラグアイ国の森林定義値を下回っている。また、図 3.1～3.2 に示すように、樹木やヤシの数は少なく、自然に生育している稚樹を含め、地域内に散在している。既存植生の大部分はヤシで、この植物の林冠率の特性(枝が繁茂しない)から、森林定義に達する可能性はない。



図3.1: 耕地

図 3.2: 草地

(a) ii について、若年の自然植生全体についてみると、上記(a) i で述べた理由により、森林定義の林冠率や高さに達する可能性はない。またプロジェクト地域における劣化した土壌条件や農家の作業形態は、自然植生の再生を妨げる要因となっている。とくにプロジェクト地域は表 3.1 に示すような土壌条件下にあり、土壌保全や水保全の行われたい、持続可能ではない現況の作業状況では、プロジェクト境界内の土地は、人為的な介入なしには森林へ転換する可能性がない。

表 3.1: JIRCAS展示圃場における土壌分析結果

サンプル 番号	pH	有機物 (%)	P (ppm)	Ca ⁺² (cmol/ kg)	Mg ⁺² (cmol/ kg)	K ⁺ (cmol/ kg)	Na ⁺ (cmol/ kg)	Al ⁺³ H ⁺ (cmol/ kg)	土壌タイプ	土壌色 (Munsell 法)
693	5.99	0.18	0.87	0.67	0.23	0.06	0.08	0.00	砂質 壤土	7.5YR 5/3 marrón
694	5.85	0.05	0.87	0.77	0.21	0.08	0.08	0.02	砂質 壤土	7.5YR 5/3 marrón
695	5.63	0.42	0.87	0.67	0.33	0.10	0.08	0.12	砂質 壤土	7.5YR 5/3 marrón

プロジェクト地域の営農方法は、土地を農業と家畜放牧に利用するもので、天然林の生育する妨げとなっている。パラグアリ県では、1984～1991 年の間で、残存森林面積の 1/5 にあたる 13,776ha の森林が失われた。同じ時期に、主に木材市場の拡大により失われたパラナ上流大西洋岸森林の比率は 4.1% であり、パラグアリ県の減少率は大きい。1992 年において、パラグアリ県の 32%を占める 277,753ha が企業的な農場で占められており、森林が企業経営の農地に転換されたと考えられる。2005 年にはパラグアリ県の森林面積は、全面積の 1.4%からわずか 0.2%にまで減少している。

(a) iii について、図3.3に示すとおり、プロジェクトの土地は50年以上森林ではなかった土地である。

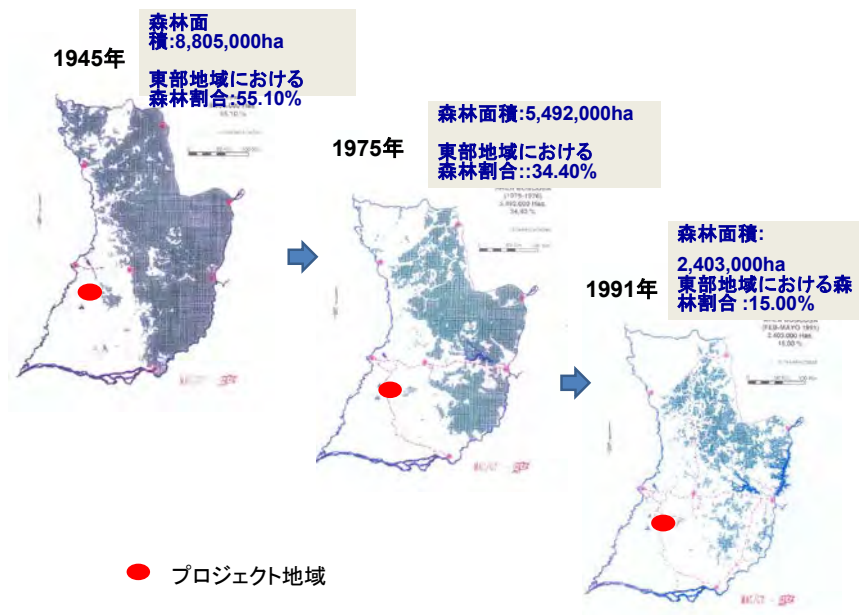


図3.3 東部パラグアイにおける森林面積の変化

(b) i について、1945 年の現地調査結果及び 1991 年までの衛星画像によると、プロジェクト地域は少なくとも 50 年間は森林ではなかったことがわかる。

1945 年の東部パラグアイにおける森林面積割合は 52%であったが、1991 年には 21%にまで減少している。

いくつかの植林予定区画には、少量の木質多年生植物が見られるが、多くは成木で、まばらに点在し、森林定義（立木数 5～10 本/ha）を満足する密度に達していない。

既存の樹種は以下のとおりである。

- ・ *Tabebuia avellaneda*
- ・ *Cordia glabrata*
- ・ *Cordia longiperda*
- ・ *Peltophorum dubium*
- ・ *Pterogyne nitens*
- ・ *Albizia hassleri*
- ・ *Patagonula americana*
- ・ *Leucaena leucocephala*
- ・ *Cedrela fissilis*
- ・ *Cedrela odorata*

これらの既存立木は、広くまばらに点在し、プロジェクト活動には支障がないので、プロジェクト実施中の地ごしらえ時に排除されることはない。

プロジェクトの追加性

追加性は、方法論のAppendix Bより、プロジェクト活動が以下のバリアの少なくとも一つに起因してこれまで行われなかったことを説明しなければならない。

- (a) 経済又は財政バリア以外の投資バリア
- (b) 制度的バリア
- (c) 技術的バリア
- (d) 地域の伝統に関係するバリア
- (e) 支配的な慣行に起因するバリア
- (f) 地域的な生態学的条件に起因するバリア
- (g) 社会条件に起因するバリア

JIRCASプロジェクト地域における将来に可能性のあるシナリオとして、以下が考えられる。

- ・ シナリオ 1：CDM プロジェクトとしては実施されない、現計画のプロジェクト活動の実施
- ・ シナリオ 2：耕地及び草地として、現況のまま土地利用を継続

これらのうち、バリアの最も小さいシナリオが実施されることになる。

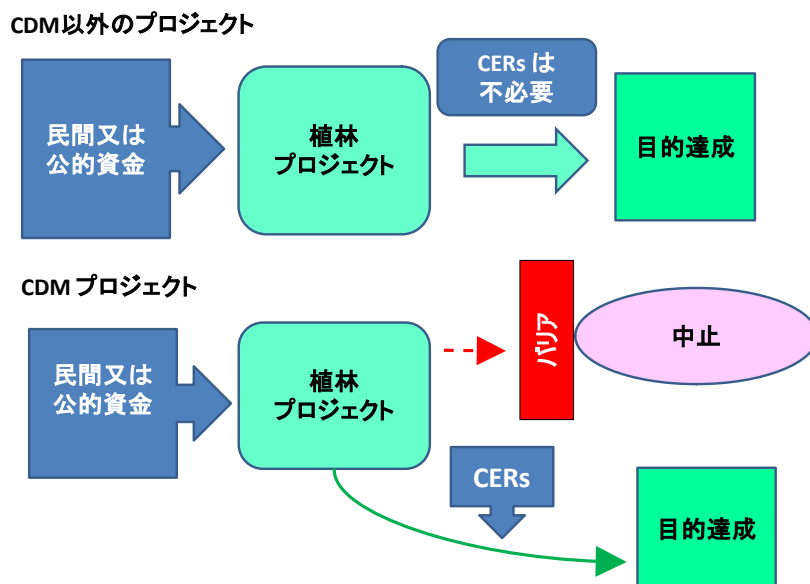


図 3.4 追加性のイメージ

JIRCAS プロジェクトにおけるバリアの検討プロセスは以下のとおりである。

投資バリア

土地が劣化し農業生産活動が低水準のプロジェクト地域における植林に必要なコストは、プロジェクトの形成と専門技術者の雇用である。農家がこのようなコストを負担するための信用供与システムは存在していない。これは、農業生産性が低く、農家所得の低い地域では、植林投資に対する便益の発生まで長期間となるためである。たとえ信用供与が可能であっても、支払い可能性は非常に低いといえる。

一方、低所得、小規模経営地域で、プロジェクトを実施するための公的資金が不足することも、制約要因の一つである。INFONAは技術支援の提供が可能な機関であるが、このようなプロジェクトへの資金供給はできない。このため、INFONAは炭素クレジットなしにこの事業を引き受けることはできない。

JIRCASは、このプロジェクトがAR-CDM事業になるという前提で、土壌侵食防止のための様々な手

法を含む、プロジェクトの実施に必要な技術等を移転している。JIRCASは、国際農林水産業研究センター法の制約があり、プロジェクトのため資金提供する立場にはない。

このため、シナリオ 1では投資バリアに直面し、CDMプロジェクトとして行われない限り、プロジェクトは実施されない。

シナリオ 2では、投資バリアやその他いかなるバリアにも該当せず、ベースライン・シナリオとして想定可能である。

制度的バリア

現在、農家に植林を義務づける法令（法律422/73及び法律 536/95）がパラグアイに存在している。しかし、この法律は実際には小規模農家に適用されていない。小規模植林への支援及びプログラムに関しては、現在、パラグアイのいくつかの特定地域で小規模植林が進められているが、いずれもINFONAからの直接支援は行われていない。INFONAの支援は、小農への苗木の供給程度に限定され、しかも苗木の供給は毎年減少傾向にある。本プロジェクトが実現可能となったのは、JIRCASが実証調査により率先して、国家森林院（INFONA）と地元農家を支援してきたためである。

JIRCASも同様の制度的バリアを有している。JIRCASは発展途上国でプロジェクト・オーナーとして活動できる権限を有していない。AR-CDM事業を推進する立場から、JIRCASは参加者に対し様々な能力向上活動を実施してきた。JIRCASはプロジェクトの総合調整につき、緊密な協調のもとINFONAに対し指導する役割を果たしているが、JIRCASの技術移転活動は2010年に終了する。

このため、CDMプロジェクトがなければ、パラグアイ国においてこのプロジェクト活動の実施を促進又は支援する制度的な実体は存在しないこととなる。

シナリオ 2については、何ら制度的なバリアは存在しない。

支配的な慣行に起因するバリア

パラグアイにおいて、他にもCDMプロジェクトとしての再植林プロジェクトの構想はあるが、本プロジェクトは小農の直接参加により小農自らの土地で再植林を行う最初のプロジェクトである。

また、このプロジェクトは、農民がお互い協力し合うほか、INFONAが農民との間で技術支援・調整する必要がある、パラグアイで最初のプロジェクトでもある。プロジェクトは、国内でこの種の最初のプロジェクトであることに起因するリスクや、関係者の技術力不足によるリスクに直面することになる。CDMとしてのプロジェクト活動が行われない場合、支配的な慣行に起因するバリアにより、プロジェクトの実施が阻害される可能性がある。

シナリオ 2については、支配的な慣行に起因するバリアは存在しない。

地域的な生態学的条件に起因するバリア

プロジェクト地域の土壌の90%は、侵食を受けやすく、現在の土壌の肥沃度は2市とも中間から低位にすぎない。したがって、収益性の期待できない植林が、本プロジェクトなしに行われる可能性は低い。

シナリオ 2には、生態学的条件に起因するバリアは存在しない。

以上のようにシナリオ 2が最も確からしいベースライン・シナリオであり、本プロジェクトは現状維持型のシナリオ 2とは異なるので、現実純GHG吸収量は本プロジェクトを実施しない場合に比べ増加する。

4 ベースライン

4.1 方法論におけるベースラインの考え方

小規模 AR-CDM 方法論 (AMS0001.Ver04.1) の第 5～第 14 パラグラフは、ベースラインについて記載している。

II. ベースライン純GHG吸収量

5. 小規模 AR-CDM プロジェクト活動の最も可能性の高いベースライン・シナリオは、草地・耕地にかかわらず、プロジェクト活動の実施前の土地利用と考えられる。
6. プロジェクト参加者は、以下のケースの生じることを正当化するため、文献及び専門家の判断を提出すべきである。
 - (a) 木質多年生植物の生育中のバイオマス・プール及び草地の地下部のバイオマスにおける炭素ストックは、事前の現実純GHG吸収量の10%を超えないと予想される場合、炭素ストックの変動量はプロジェクト活動がない場合はゼロと仮定されるべきこと。
 - (b) 木質多年生植物の生育中のバイオマス・プール及び草地の地下部のバイオマスにおける炭素ストックが、プロジェクト活動のない場合には減少すると見込まれる場合、ベースライン純GHG吸収量はゼロと仮定されるべきこと。上記のケースでは、炭素プールにおけるベースラインの炭素ストックは不変であり、プロジェクト活動の開始時に計測された既存の炭素ストックに等しい。
 - (c) そうでなければ、ベースライン純GHG吸収量は、プロジェクト活動がない場合に生じると見込まれる木質多年生植物の生育中のバイオマス・プール及び草地の地下部のバイオマスにおける炭素ストックの変動量と同等とされるべきである。

第 5 パラグラフでは、ベースライン・シナリオは草地・耕地ともプロジェクト活動実施前の土地利用としている。耕地であれば、耕作作業、作物の現状、草地であれば採草地、放牧地、草地管理の現状である。耕地の場合、単年生作物は毎年収穫され、地上部・地下部とも炭素蓄積が発生しないものと見なされ、対象作物は木質多年生作物 (woody perennials) に限定されている。

第 6 パラグラフでは、ベースラインを簡略化する場合の条件を示している。ただし、文献又は専門家の意見を根拠資料として提示することを求めている。なおパラグラフでは「変動量(changes)」を使用しているが、既存の木質多年生植物がプロジェクト期間中に成長すると見込まれるときは、その成長による CO₂ 吸収量を含めて算定しなければならない。

ベースラインを簡略化できるのは以下の場合である。

- (1) 耕地・草地を問わず、成育中の木質多年生植物のバイオマス・プール、草地（耕地内にも草地がありうるとの前提なので注意）では地下部のバイオマスが、検証前に算定したプロジェクトの現実純 GHG 吸収量の 10%を超えない場合は、ベースライン吸収量をゼロとすることができる。なお、プロジェクトの現実 GHG 吸収量は、第 26 パラグラフから以下のとおり算定するが、植林による CO₂ 吸収量を対象とするのではなく、プロジェクトにより排出された CO₂ を控除した、純吸収量を対象とする考え方なので注意が必要である。

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t}$$

ここで、

$\Delta C_{ACTUAL,t}$: 「t」年における事前の現実純GHG吸収量 (tCO₂/年)

$\Delta C_{PROJ,t}$: 計画GHG吸収量 (tCO₂/年)

GHG_{PROJ,t} : 計画排出量 (tCO₂/年)

- (2) 上記(1)のバイオマスが、プロジェクトがない場合は土地の劣化等により減少すると見込まれるときは、ベースライン吸収量をゼロとする。すなわち減少分を見込まないという、保守的な方法である。

上記(1)、(2)以外のケース、すなわちバイオマスが事前算定したプロジェクトの現実純 GHG 吸収量の10%を上回る場合は、耕地・草地を問わず、プロジェクトがないときの生育中の木質多年生植物のバイオマス・プール、草地（耕地内の草地を含む）では地下部のバイオマスの変動量をベースライン純 GHG 吸収量としなければならない。

7. プロジェクト地域はベースラインの算定のため、次のとおり階層化すべきである。

- (a) プロジェクト地域の全面積に対する割合を乗じた、事前の現実純GHG吸収量の10%を超えないと予想される木質多年生植物の生育中のバイオマス・プール及び草地の地下部のバイオマスにおける炭素ストックの変化を伴う耕地面積
- (b) プロジェクト地域の全面積に対する割合を乗じた、事前の現実純GHG吸収量の10%を超えないと予想される木質多年生植物の生育中のバイオマス・プール及び草地の地下部のバイオマスにおける炭素ストックの変化を伴う草地面積
- (c) プロジェクト地域の全面積に対する割合を乗じた、事前の現実純GHG吸収量の10%を超えると予想される木質多年生植物の生育中のバイオマス・プール及び草地の地下部のバイオマスにおける炭素ストックの変化を伴う耕地面積
- (d) プロジェクト地域の全面積に対する割合を乗じた、事前の現実純GHG吸収量の10%を超えると予想される木質多年生植物の生育中のバイオマス・プール及び草地の地下部のバイオマスにおける炭素ストックの変化を伴う草地面積

第7パラグラフではベースラインの階層化を示しているが、第6パラグラフを受けて、耕地と草地につき、ベースラインをゼロとできる区画、そうではない区画に区分することを求めている。階層化のイメージは下表のとおり。

表 4.1 階層化のイメージ

区画名	耕地		草地	
	1) B(t)< $\Delta C_{ACTUAL,t} * 0.1$	2) B(t)> $\Delta C_{ACTUAL,t} * 0.1$	3) B(t)< $\Delta C_{ACTUAL,t} * 0.1$	4) B(t)> $\Delta C_{ACTUAL,t} * 0.1$
A	5 ha	-	3 ha	-
B	-	8ha	-	-
C	-	3 ha	-	15 ha
計	5 ha	11 ha	3 ha	15 ha

注) 1)、3)の場合、ベースライン炭素ストック B(t)はゼロとなるので、2)と 4)についてベースライン炭素ストック量を計上する。

8. ベースラインの炭素ストックは次式で決定される。

$$B(t) = \sum_{i=1}^I (B_{A(t)i} + B_{B(t)i}) * A_i \quad (1)$$

ここで、

$B(t)$: プロジェクト活動がない場合の時間「 t 」におけるプロジェクト境界内で生育中のバイオマスにおける炭素ストック (tC)

$B_{A(t)i}$: プロジェクト活動がない場合の階層「 i 」の時間「 t 」における地上部バイオマスにおける炭素ストック (tC/ha)

$B_{B(t)i}$: プロジェクト活動がない場合の階層「 i 」の時間「 t 」における地下部バイオマスにおける炭素ストック (tC/ha)

A_i : 階層「 i 」のプロジェクト面積 (ha)

i : 階層「 i 」 (I =全階層数)

第8パラグラフでは、ベースライン炭素ストックを算定する一般式を示している。計算では、植物に蓄積された地上部と地下部の炭素ストックを求めなければならない。このとき、第7パラグラフにより階層化し、階層ごとにプロジェクトがない場合のプロジェクト期間中の成長量を予測し、階層の面積を乗じて、ベースラインとする必要がある。

地上部バイオマス

9. 地上部バイオマス $B_{A(t)}$ は、階層「 i 」ごとに以下のとおり算定する。

$$B_{A(t)} = M(t) * 0.5 \quad (2)$$

ここで、

$B_{A(t)}$: プロジェクト活動がない場合の時間「 t 」における地上部バイオマスにおける炭素ストック (tC/ha)

$M(t)$: プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「 t 」における地上部バイオマス (td.m./ha) (d.m. = dry matter、乾物)

0.5 : 乾物の炭素割合 (tC/ td.m.)

$M(t)$ は、その地域に特有の平均的なバイオマス・ストック及び成長率を使用して推計する。そのような数値がない場合、国のデフォルト値を使用する。もし国のデフォルト値が利用できない場合、「LULUCFのための IPCC good practice guidance」の表 3.3.2 を適用する。

第9から第11パラグラフまでは、地上部のベースライン・バイオマスの算定方法を示す。第8パラグラフは、地上部バイオマスの炭素量の算定方法を示している。地上部バイオマスの炭素量は、乾物重量の0.5である。パラグラフ記載の、耕地における地上部バイオマス $M(t)$ のデフォルト値は下表のとおりである。

Table 3.3.2 多年生樹種を含む林業システムにおける地上部木質バイオマスのデフォルト値と収穫サイクル

気候区分	収穫時における地上部バイオマス炭素ストック (tonnes C ha ⁻¹)	収穫サイクル (年)	バイオマス蓄積率(G) (tonnes C ha ⁻¹ yr ⁻¹)	バイオマス炭素損失(L) (tonnes C ha ⁻¹)	誤差範囲 ⁽¹⁾
温帯 (全湿潤地)	63	30	2.1	63	± 75%

域)					
熱帯, 乾燥	9	5	1.8	9	± 75%
熱帯, 湿潤	21	8	2.6	21	± 75%
熱帯, 高湿	50	5	10.0	50	± 75%

注: 数値はSchroeder (1994)により公表された文献調査・分析結果による。

(1) 平均値のパーセントで表示される標準偏差の2倍と同等の、名目上の誤差の値を示す。

10. パラグラフ6(c)に従って、生育中のバイオマス炭素プールの増加が予想される場合、平均的なバイオマス・ストックは、木質多年生植物における年齢従属的な地上部バイオマス・ストックにおける地上部バイオマス・ストックとして、以下のとおり推計される。

$$M_{(t=0)} = M_{\text{woody } (t=0)} \quad (3)$$

もし、 $M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t < M_{\text{woody_max}}$ であれば、

$$M_{(t=n)} = M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t \quad (4)$$

もし、 $M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t \geq M_{\text{woody_max}}$ であれば、

$$M_{(t=n)} = M_{\text{woody_max}} \quad (5)$$

ここで、

$M_{(t)}$: プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「t」における地上部バイオマス (td.m./ha)

$M_{\text{woody } (t)}$: プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「t」における木質多年生植物の地上部バイオマス (td.m./ha)

$M_{\text{woody max}}$: プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、木質多年生植物の地上部バイオマスの最大値 (td.m./ha)

g : 木質多年生植物のバイオマスの年増加量 (td.m./ha/年)

Δt : 時間増 = 1 (年)

n : 各反復度あたり $\Delta t = 1$ ごとに増加する連続変数で、プロジェクト開始後の経過年数を表わす (年数)

第10パラグラフでは、地上部バイオマス $M(t)$ の算定方法を示す。木質多年生植物の成長量を見込む場合、プロジェクトがないときのプロジェクト期間中の成長量が最大値に達するまでは、各年、成長量を加えて $M(t)$ を算定し、最大値に達した後は、最大値を $M(t)$ とするという内容である。

11. g と $M_{\text{woody max}}$ については、記録された地域値を使用する。そのような数値がない場合、国のデフォルト値を使用する。もし国のデフォルト値が利用できない場合、「LULUCF のための IPCC good practice guidance」の表 (g 及び $M_{\text{woody max}}$ は表 3.3.2) を適用する。

第11パラグラフでは、木質多年生植物の地上部バイオマス $M(t)$ の求め方を示し、原則として地域値を適用するが、デフォルト値を使用してもよいとしている。デフォルト値は先の第9パラグラフと同様である。なお、本プロジェクトでは、綿が木質多年生植物に該当するが、パラグアイ国農牧省の指導により、害虫駆除のため綿は収穫後植生を全て除去し、焼却することとしており、綿のベースライン吸収量はゼロとしている。

地下部バイオマス

12. 地下部バイオマス $B_{B(t)}$ は、階層「i」ごとに以下のとおり算定する。

もし生育中のバイオマス炭素プールが不変と予想されるならば、平均的な地下部バイオマス・ストックは、草地及び木質多年生植物における地下部炭素ストックとして、以下のとおり推計される。

$$B_{B(t=0)} = B_{B(t)} = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody(t=0)} * R_{woody}) \quad (6)$$

ここで、

$B_{B(t)}$: プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「t」における地下部バイオマスにおける炭素ストック (tC/ha)

M_{grass} : プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「t」における草地の地上部バイオマス (td.m./ha)

$M_{woody(t=0)}$: プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「t=0」における木質多年生植物の地上部バイオマス (td.m./ha)

R_{woody} : 木質多年生植物の根と地上部の比率 (td.m./td.m.)

R_{grass} : 草地の根と地上部の比率 (td.m./td.m.)

もし生育中のバイオマス炭素プールの増加が予想されるならば、平均的な地下部の炭素ストックは、以下のとおり推計される。

$$B_{B(t=0)} = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody(t=0)} * R_{woody}) \quad (7)$$

もし、 $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t < M_{woody_max}$ ならば、

$$B_{B(t=n)} = 0.5 * [M_{grass} * R_{grass} + (M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t) * R_{woody}] \quad (8)$$

もし、 $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t \geq M_{woody_max}$ ならば、

$$B_{B(t=n)} = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody_max} * R_{woody}) \quad (9)$$

ここで、

$B_{B(t)}$: プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「t」における地下部バイオマスにおける炭素ストック (tC/ha)

M_{grass} : プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「t」における草地の地上部バイオマス (td.m./ha)

$M_{woody(t)}$: プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「t」における木質多年生植物の地上部バイオマス (td.m./ha)

M_{woody_max} : プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、木質多年生植物の地上部バイオマスの最大値 (td.m./ha)

R_{woody} : 木質多年生植物の根と地上部の比率 (td.m./td.m.)

R_{grass} : 草地の根と地上部の比率 (td.m./td.m.)

g : 木質多年生植物のバイオマスの年増加量 (td.m./ha/年)

Δt : 時間増=1 (年)

n : 各反復度あたり $\Delta t=1$ ごとに増加する連続変数で、プロジェクト開始後の経過年数を表わす(年数)

0.5 : 乾物の炭素割合 (tC/td.m.)

13. R_{grass} と R_{woody} については、記録された地域値を使用する。そのような数値がない場合、国のデフォルト値を使用する。もし国のデフォルト値が利用できない場合、「LULUCFのための IPCC good practice guidance」の表 3A.1.8 を適用する。

第 12 及び第 13 パラグラフは、地下部のベースライン・バイオマスの算定方法を示す。内容をまとめると以下のとおり。

- (1) 地下部バイオマスは、草地の地下部バイオマスと木質多年生植物の地下部バイオマスの和である。
- (2) 炭素量は、地上部と同様、乾物重量に 0.5 を乗じて求められる。
- (3) 地下部バイオマスは、草地、木質多年生植物とも、直接求めるのではなく、地上部のバイオマス量に、地上部バイオマスと地下部のバイオマス量の比率を乗じて算定する。
- (4) 木質多年生植物の成長量を見込む場合、第 10 パラグラフと同様に、プロジェクトがないときのプロジェクト期間中の成長量が最大値に達するまでは、各年、成長量を加えてバイオマス量を算定し、最大値に達した後は、最大値をバイオマス量とする。
- (5) 草地については、地上部の成長量（吸収量の増）を見込む必要がないので、算定式(8)にあるとおり、地下部でも成長量を見込まない。
- (6) 地上部と地下部バイオマスの比率は、地域値を使用するのが原則だが、デフォルト値を使用できる。デフォルト値は下表のとおりである。なお、デフォルト値では、地上部バイオマスの量に応じて、比率(root to shoot ratio)が異なるので、地下部バイオマス量の算定の際には留意する必要がある。

**Table 3A.1.8 幅広いカテゴリーによる自然の再生における(tonnes dry matter/tonne dry matter)、平均的な地上部バイオマスに対する地下部バイオマスの比率(Root-Shoot Ratio,R)
(式3.2.5中のRに適用)**

	植生タイプ	地上部バイオマス (t/ha)	平均	標準偏差	下位値	上位値	参考文献 番号
乾燥熱帯林 ／ 亜熱帯林	二次的熱帯林／亜熱帯林	<125	0.42	0.22	0.14	0.83	5, 7, 13, 25, 28, 31, 48, 71
	原生湿潤熱帯林／亜熱帯林	NS	0.24	0.03	0.22	0.33	33, 57, 63, 67, 69
	熱帯林／亜熱帯林	NS	0.27	0.01	0.27	0.28	65
針葉樹林 ／ 植林	針葉樹林／植林	<50	0.46	0.21	0.21	1.06	2, 8, 43, 44, 54, 61, 75
	針葉樹林／植林	50-150	0.32	0.08	0.24	0.50	6, 36, 54, 55, 58, 61
	針葉樹林／植林	>150	0.23	0.09	0.12	0.49	1, 6, 20, 40, 53, 61, 67, 77, 79
温帯広葉樹林 ／ 植林	オーク林	>70	0.35	0.25	0.20	1.16	15, 60, 64, 67
	ユーカリ植林	<50	0.45	0.15	0.29	0.81	9, 51, 59
	ユーカリ植林	50-150	0.35	0.23	0.15	0.81	4, 9, 59, 66, 76
	ユーカリ林／植林	>150	0.20	0.08	0.10	0.33	4, 9, 16, 66
	その他広葉樹林	<75	0.43	0.24	0.12	0.93	30, 45, 46, 62
	その他広葉樹林	75-150	0.26	0.10	0.13	0.52	30, 36, 45, 46, 62, 77, 78, 81
	その他広葉樹林	>150	0.24	0.05	0.17	0.30	3, 26, 30, 37, 67, 78, 81
草地	ステップ／ツンドラ ／プレーリー草地	NS	3.95	2.97	1.92	10.51	50, 56, 70, 72
	温帯／亜熱帯／熱帯 草地	NS	1.58	1.02	0.59	3.11	22, 23, 32, 52
	半乾燥草地	NS	2.80	1.33	1.43	4.92	17-19, 34
その他	森林地帯／サバンナ	NS	0.48	0.19	0.26	1.01	10-12, 21, 27, 49, 65, 73, 74
	灌木地帯	NS	2.83	2.04	0.34	6.49	14, 29, 35, 38, 41, 42, 47, 67

潮の影響を受ける湿地	NS	1.04	0.21	0.74	1.23	24, 39, 68, 80
NS=不特定						

14. ベースライン純GHG吸収量は、以下のとおり算定する。

$$\Delta C_{BSL,t} = (B_{(t)} - B_{(t-1)}) * (44/12) \quad (10)$$

ここで、

$\Delta C_{BSL,t}$: ベースライン純GHG吸収量 (tCO_{2e})

$B_{(t)}$: プロジェクト活動がない場合、時間「t」におけるプロジェクト境界内の生育中のバイオマス・プールにおける炭素ストック (tC)

第 14 パラグラフでは、ベースライン純 GHG 吸収量の算定方法を示す。地上部と地下部バイオマスの合計値である $B_{(t)}$ につき、成長量のダブルカウントをしないよう、年差の積み上げで算定することとしている。ベースライン純 GHG 吸収量は CO₂ 量で表わすので、 $B_{(t)}$ (tC) を CO₂ 換算する。

4.2 JIRCAS プロジェクトにおけるベースラインの算定

JIRCAS プロジェクトのベースライン純 GHG 吸収量は、小規模 AR-CDM 方法論 (AMS0001.Ver04.1) にしたがって算定する。

まず、プロジェクトによる事前の現実純 GHG 吸収量 (tCO_{2e}) は、以下のとおりである。

$$\Delta C_{ACTUAL} = \Delta C_{PROJ} - GHG_{PROJ} = 58,188 - 0 = 58,188 \text{ tCO}_2\text{e}$$

第 6 パラグラフでは、ベースラインの木質バイオマス及び草地の地下部バイオマスが事前の現実純 GHG 吸収量の 10%未満であれば、ベースライン吸収量をゼロとできるので、本プロジェクトの場合では、以下の数値が対象となる。

$$\Delta C_{ACTUAL} \times 0.1 = 58,188 \text{ tCO}_2\text{e} \times 0.1 = 5,818 \text{ tCO}_2\text{e}$$

ベースライン純 GHG 吸収量は、以下のとおりである。

(1) 地上部バイオマス

植林予定地内に存在する木質多年生植物は、アスンシオン大学 (UNA) の調査結果により、以下のとおりまとめられる。

表 4.2 耕地内の樹木

N°	土地所有者	区画面積 (ha)	区画内の 樹種の数 (N°)	木の本数		胸高樹木断面積		材積	
				区画内 (N°)	1ha 当り (N°)	区画内 (m ²)	1ha 当り (m ²)	区画内 (m ³)	1ha 当り (m ³)
1	Basilio Fleitas	0.66	4	59	90	2.15	3.25	8.84	13.40
2	Benigno Miguel Serna	0.55	1	24	44	1.24	2.25	7.47	13.58

3	Calixto González	0.75	3	81	108	2.62	3.49	14.51	19.35
4	Eugenio González	0.66	5	17	27	1.57	2.38	6.96	10.55
5	Eusebio Leguizamón	1.22	2	14	12	0.51	0.42	2.09	1.71
6	Felipe Díaz	1.80	3	42	24	2.03	1.13	9.94	5.52
7	Francisco Mereles	0.64	4	72	114	2.88	4.50	15.25	23.82
8	Gumerindo Ramírez	0.53	1	17	34	0.84	1.69	4.86	9.72
9	Lorgino Álvarez	0.81	3	4	4	0.13	0.16	0.64	0.79
10	Nolberto Chávez	0.55	2	26	47	1.12	2.04	5.65	10.28
11	Odilon Dávalos	0.52	2	83	160	2.90	5.57	12.98	24.96
12	Raquel Soler	0.87	4	59	67	2.50	2.87	13.12	15.08
計				498	731	20.49	29.75	102.3	平均: 12.4

注) 胸高直径 10cm 以上

表 4.3 草地内の樹木

N°	土地所有者	区画面積(ha)	区画内の樹種の数(N°)	木の本数		胸高樹木断面積		材積	
				区画内(N°)	1ha 当り(N°)	区画内(m²)	1ha 当り(m²)	区画内(m³)	1ha 当り(m³)
1	Atanacio Maciel	0.51	12	44	88	1.55	3.05	6.85	13.43
2	Diosnel Ayala	0.63	2	40	64	1.48	2.34	5.54	8.79
3	Edelia Ortellado de Ayala	0.61	4	101	166	2.70	4.43	10.84	17.77
4	Francisco Sánchez	1.31	5	133	102	4.32	3.30	20.16	15.39
5	Gerardo Vaezquen	1.96	-	-	-	-	-	-	-
6	Guillermo Valdez	0.93	3	58	62	2.28	2.45	14.43	15.52
7	Isidro Chamorro	0.95	7	71	74	3.03	3.19	15.79	16.62
8	Jorge Vidal	19.33	-	-	-	-	-	-	-
9	José Maria Santos	2.40	-	-	-	-	-	-	-
10	José Riveros	0.81	6	52	64	1.42	1.75	7.92	9.78
11	Leonor Morales	0.77	-	-	-	-	-	-	-
12	Rubén Sosa López	0.95	1	7	7	0.31	0.33	1.12	1.18
13	Santiago Fretes	0.65	1	11	17	0.45	0.70	1.86	2.86
14	Sicinia Benítez	0.53	3	17	33	2.99	5.64	4.67	8.81
15	Sixto González	0.90	5	14	15	0.42	0.47	2.14	2.40
16	Victorio Montiel	0.63	-	-	-	-	-	-	-
計				548	692	20.95	27.65	91.3	平均 7.0

注) 胸高直径 10cm 以上

表 4.4 小樹木の種類及びサンプリング調査区画内の本数

N°	樹種名	地方名	耕地		草地	
			区画計	1ha 当り	区画計	1ha 当り
1	<i>Citrus aurantium</i> L.	Apepu hai	7	8	3	4
2	<i>Psidium</i> sp.	Arasa pyta	12	15	48	65
3	<i>Rapanea lorentziana</i> Mez	Canelon	-	-	12	9
4	<i>Hovenia dulcis</i> Thumb.	Hovenia	1	1	-	-
5	<i>Jacaranda</i> sp.	Jacaranda	1	2	-	-
6	<i>Celtis pubescens</i> (H.B.K.) Sprengel	Juasy'y	4	1	35	68
7	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Ka'a oveti	1	2	-	-
8	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kamba aka	-	-	3	4
9	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Kurupa'y kuru	-	-	1	2
10	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Kurupa'y ra	1	1	-	-
11	<i>Sapium haematospermum</i> Muell. Arg.	Kurupika'y	16	20	7	7
12	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Stand.	Lapacho amarillo	-	-	29	25
13	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo	Lapacho negro	13	8	1	2
14	<i>Mangífera indica</i> L.	Mango	1	1	-	-
15	<i>Acrocomia totai</i> Mart.	Mbocaya	39	59	71	103
16	<i>Melia azedarach</i> L.	Paraíso	1	-	5	8
17	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Peterevy	2	2	10	19

18	<i>Tabernamontana catharinensis</i> A. DC.	Sapirangy	2	3	28	33
19	<i>Pithecellobium scalare</i> Griseb.	Tatare	-	-	24	35
20	<i>Fagara</i> sp.	Tembetary	-	-	6	10
21	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Timbo	-	-	1	2
22	<i>Acosmium subelegans</i> (Mohl.) Yakovlev	Urunde'y blanco	-	-	4	4
23	<i>Astronium</i> sp.	Urunde'y molle	-	-	1	1
24	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Yvyra ovi	1	-	43	70
25	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Yvyra piu	-	-	1	1
26	<i>Albizia hassleri</i> (Chodat) Benth.	Yvyraju	11	15	6	7
27	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taubert	Yvyrapyta	25	32	63	73
28	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Yvyra'ro	3	4	19	20
1ha 当たり平均				6		20

注) 胸高直径 10cm 未満

樹木（胸高直径 10cm 以上）の種類としては、耕地の場合、1ha 当たりの平均で、ヤシ 55 本に対しそれ以外の樹木（広葉樹）は 6 本、草地の場合同じくヤシ 30 本に対し、それ以外の樹木（広葉樹）は 13 本となっており、ヤシ（*Acrocomia totai* Mart.）が卓越している。このため、ヤシとそれ以外の広葉樹に区分して、木質多年生植物の地上部バイオマスを推定する。

なお、第 6 パラグラフ(c)から、単年作物及び草地の地上部バイオマスは、計算から除外する。

既存樹木のうちヤシが多いのは、農家は果実を収集、販売するため残置しており、プロジェクト期間も伐採することはないためである。ヤシは、炭素ストック量に関する研究成果も少なく、AR-CDM の方法論に従った炭素ストック量の算定には使用できない。このため、以下の方針で保守的に炭素ストック量を算定することとする。

(a) 胸高直径 10cm 以上の樹木

UNA の調査では、胸高直径 10cm 以上の樹木は全て、直径のほか、樹高も計測し、幹体積を算定している。ただし、各樹木の樹種ごとの成長シナリオに係るデータは存在しない。そこで、以下の方法により、20 年後の成長量を見込んだ保守的な炭素ストック量を算定する。

- 1) UNA 調査結果のうち、最も幹体積の大きな木を選定。
- 2) 上記の幹体積に胸高直径 10cm 以上の樹木数を乗じ、全体の幹体積（耕地・草地別総量及び平均）を算定。
- 3) 保守的な成長シナリオは、「20 年後には、調査した樹木のうち最も炭素蓄積量の大きな樹木に、全ての木が到達する」ものと考え、2)の幹体積値（耕地別、草地別）を植林面積に乗じて、baseline とする。

(b) 胸高直径 10cm 未満の樹木

UNA 調査における胸高直径 10cm 未満の樹木は、全ての樹木について、樹種と本数を調査している。すなわち、胸高直径、樹高は調査していない。ただし、これらの小樹木は、薪材や支柱用に農家は伐採利用しており、10cm 以上に成長する確率は極めて低い。そこで、以下の方法により、20 年後の成長量を見込んだ保守的な炭素ストック量を算定する。

- 1) UNA 調査結果のうち、直径 10cm の木を選定。
- 2) 直径 10cm の木のうち、最も幹体積の大きな木を選定。
- 3) 上記の幹体積に胸高直径 10cm 未満の樹木数を乗じ、全体の幹体積を算定。
- 4) 保守的な成長シナリオは、「20 年後には、調査した直径 10cm の樹木のうち、最も炭素蓄積量

の大きな樹木に、全ての木が到達する」ものと考え、3)の幹体積の平均値（耕地別、草地別）を植林面積に乗じて、ベースラインとする。

上記から算定された耕地及び草地の樹木のベースライン炭素蓄積量は以下のとおりである。

耕地内木質多年生植物＝8.02 tC/ha×104ha＝834 tC

草地内木質多年生植物＝3.66 tC/ha×111ha＝406 tC

(2) 地下部バイオマス

(a) 草地の地下部バイオマス

- 1) 草地の地下部バイオマスは、地域値がないので、デフォルト値を使用する。
- 2) 地下部推定のための地上部バイオマス M_{grass} は、IPCC Good Practice Guidance for LULUCF (GPG) の表 3.4.2 から、草地 (Tropical・Moist & Wet) の 6.2t d.m./ha を適用する。
- 3) 地上部と地下部のバイオマスの比率 R_{grass} については、同じく GPG 表 3A.1.8 の草地 (Temperate/sub-tropical/ tropical grassland) から 1.58 を適用する。
- 4) 以上より、草地の地下部バイオマスは、
 $0.5 * M_{grass} * R_{grass} * A = 0.5 \times 6.2 \times 1.58 \times 111 \text{ ha} = 544 \text{ tC}$

Table 3.4.2 IPCC気候帯区分による、刈り取られていない草地バイオマスのデフォルト値（乾物）及び地上部の純原植生産

IPCC気候帯	ピークの地上部生育バイオマス (tonnes d.m. ha ⁻¹)			地上部の純原植生産 (ANPP) (tonnes d.m. ha ⁻¹ yr ⁻¹)		
	平均	研究数	誤差 ⁽¹⁾	平均	研究数	誤差 ⁽¹⁾
亜寒帯-乾燥及び高湿 ⁽²⁾	1.7	3	± 75%	1.8	5	± 75%
冷温帯-乾燥	1.7	10	± 75%	2.2	18	± 75%
冷温帯-高湿	2.4	6	± 75%	5.6	17	± 75%
暖温帯-乾燥	1.6	8	± 75%	2.4	21	± 75%
暖温帯-高湿	2.7	5	± 75%	5.8	13	± 75%
熱帯-乾燥	2.3	3	± 75%	3.8	13	± 75%
熱帯-湿潤及び高湿	6.2	4	± 75%	8.2	10	± 75%

刈り取られていない生育バイオマスのデータは、ORNL DAAC NPPデータベース

[http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/npp_site.html]に登録された草地で報告された複数年の平均値から編集。地上部の純原植生産の数値は、以下から引用。Olson, R. J., J. M. O. Scurlock, S. D. Prince, D. L. Zheng, and K. R. Johnson (eds.). 2001. NPP Multi-Biome: NPP and Driver Data for Ecosystem Model-Data Intercomparison. 出典はオンライン ([http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/EMDI_des.html]) で入手可能。

(1) 平均値のパーセントで表示される標準偏差の2倍と同等の、名目上の誤差の値を示す。

(2) データが限られているため、亜寒帯温暖気候の乾燥及び湿潤地帯、熱帯温暖気候の湿潤及び高湿地帯は結合させている。

(b) 木質多年生植物の地下部バイオマス

木質多年生植物の R_{woody} は、GPG 表 3A.1.8 のその他 (Woodland/savanna) から 0.48 を適用する。
このことから、木質多年生植物の草地・耕地における地下部バイオマスは、

1) 耕地内木質多年生植物

$$0.5 * M_{woody} * R_{woody} = 834 \text{ tC} \times 0.48 = 400 \text{ tC}$$

2) 草地内木質多年生植物

$$0.5 * M_{woody} * R_{woody} = 406 \text{ tC} \times 0.48 = 195 \text{ tC}$$

(3) ベースライン純 GHG 吸収量

ベースライン純 GHG 吸収量は、上記地上部バイオマスと地下部バイオマスの合計値に対し、CO₂ 換算して求める。

$$\Delta C_{BSL} = (B_A + B_B) \times (44/12)$$

= (耕地・草地の木質多年生植物地上部バイオマス+草地の地下部バイオマス+耕地・草地の木質多年生植物の地下部バイオマス)

$$= (834 \text{ tC} + 406 \text{ tC} + 544 \text{ tC} + 400 \text{ tC} + 195 \text{ tC}) \times 44/12$$

$$= 2,379 \text{ tC} \times 44/12 = 8,723 \text{ tCO}_2\text{e}$$

注)小数点以下の数値を調整しており、実際の計算結果 8,737tCO₂e と誤差がある。

表 4.5 ベースライン算定一覧表

耕地/草地	項目	値	単位	備考
耕地				
地上部	樹量 (t=0) (ヤシ)	11.20	m3/ha	アスンシオン大学
	樹量 (t=0) (その他)	1.20	m3/ha	アスンシオン大学
	樹量 (t=20) (ヤシ)	27.22	m3/ha	
	樹量 (t=20) (その他)	3.70	m3/ha	
	乾燥密度 (ヤシ)	0.50	t.d.m/m3	表 3A.1.9
	乾燥密度 (その他)	0.62	t.d.m/m3	表 3A.1.9
	M(t=0) (ヤシ)	5.60	t.d.m/ha	
	M(t=0) (その他)	0.74	t.d.m/ha	
	M(t=20) (ヤシ)	13.61	t.d.m/ha	
	M(t=20) (その他)	2.29	t.d.m/ha	
	乾物の炭素割合	0.50		
	BA(t=20) (ヤシ)	6.80	t C/ha	
	BA(t=20) (その他)	1.14	t C/ha	
	BA(t=20) (ヤシ) (DBH<10cm)	0.01	t C/ha	
	BA(t=20) (その他) (DBH<10cm)	0.07	t C/ha	
地下部	BA(t=20)	8.02	t C/ha	
	Mwoody(t=20)	16.05	t C/ha	“DBH<10cm”の樹木を含む
	Rwoody	0.48		表 3A.1.8 その他, 林地/サバンナ
	BB(t=20)	3.85	t C/ha	
	BA(t=20)+BB(t=20)	11.87	t C/ha	
	面積	104.2	ha	
B(t)		1,236.9	tC	
ΔC_{BSL} , crop		4,535.0	t CO ₂ -e	B(t)*44/12
草地				
地上部	樹量 (t=0) (ヤシ)	4.70	m3/ha	アスンシオン大学
	樹量 (t=0) (その他)	2.30	m3/ha	アスンシオン大学
	樹量(t=20) (ヤシ)	9.27	m3/ha	
	樹量 (t=20) (その他)	3.85	m3/ha	
	M(t=0) (ヤシ)	2.35	t.d.m/ha	
	M(t=0) (その他)	1.43	t.d.m/ha	
	M(t=20) (ヤシ)	4.64	t.d.m/ha	
	M(t=20) (その他)	2.39	t.d.m/ha	
	BA(t=20) (ヤシ)	2.31	t C/ha	
	BA(t=20) (その他)	1.19	t C/ha	
	BA(t=20) (ヤシ) (DBH<10cm)	0.01	t C/ha	
	BA(t=20) (その他) (DBH<10cm)	0.15	t C/ha	
	BA(t=20)	3.66	t C/ha	
地下部	Mwoody(t=20)	7.32	t C/ha	“DBH<10cm”の樹木を含む
	Rwoody	0.48		表 3A.1.8 その他, 林地/サバンナ
	BBwoody(t=20)	1.76	t C/ha	

	Mgrass(t=0)	6.2	t.d.m/ha	表 3.4.2 湿润热带
	Rgrass	1.58		表 3A.1.8 草地、温带/亚热带/热带草地
	BBgrass(t=0)	4.90	t.d.m/ha	
	BB(t=20) (árbol y pradera)	6.66	t C/ha	
	BA(t=20)+BB(t=20)	10.32	t C/ha	
面積		111.0	ha	
B(t)		1,146.0	tC	
Δ CBSL, grass		4,200.0	t CO ₂ -e	B(t)*44/12
ΔCBSL		8,737.0	t CO ₂ -e	

5 現実純 GHG 吸収量

5.1 方法論における現実純 GHG 吸収量の考え方

小規模 AR-CDM 方法論 (AMS0001.Ver04.1) のうち現実純 GHG 吸収量関連のパラグラフは、第 15 から第 26 までである。

III. 現実純 GHG 吸収量 (事前)

15. バイオマス評価の正確性と精度を改善するために、プロジェクト地域の階層化が行われるべきである。
16. プロジェクトにおけるバイオマスの事前算定にあたり、プロジェクト地域は、少なくとも樹種（又はいくつかの樹種が同様の成長傾向を有する場合はそれらのグループごと）及び樹齢別にプロジェクトの植栽計画に従って階層化されなければならない。

第 15 パラグラフでは、プロジェクト吸収量を算定するためには階層区分することを求めている。

第 16 パラグラフでは、階層区分の方法として、樹種、樹齢（植栽年）区分をあげている。樹種については、厳密に樹種ごとではなく、同様の成長傾向を示すのであれば、これらの樹種を統合してグループとして 1 階層とすることができるとしている。

17. プロジェクト活動の開始日 ($t=0$) におけるプロジェクト・シナリオのための炭素ストックは、プロジェクト活動の開始日⁽⁴⁾ ($t=0$) におけるベースラインの炭素ストックと同量でなければならない。このことから、

$$N_{(t=0)} = B_{(t=0)} \quad (11)$$

他の全ての年においては、時間「 t 」におけるプロジェクト境界内の炭素ストック ($N_{(t)}$) は、以下のとおり算定される。

$$N_{(t)} = \sum_{i=1}^I (N_{A(t)i} + N_{B(t)i}) * A_i \quad (12)$$

ここで、

$N_{(t)}$: プロジェクト・シナリオの時間「 t 」におけるバイオマス中の全炭素ストック (tC)

$N_{A(t)i}$: プロジェクト・シナリオの階層「 i 」の時間「 t 」における地上部バイオマス中の炭素ストック (tC/ha)

$N_{B(t)i}$: プロジェクト・シナリオの階層「 i 」の時間「 t 」における地下部バイオマス中の炭素ストック (tC/ha)

A_i : 階層「 i 」のプロジェクト面積 (ha)

i : 階層「 i 」 (I =全階層数)

(4) プロジェクト活動の開始日は、CDMによる新規植林・再植林プロジェクト活動の開始のため土地が準備（地ごしらえ）されたときとする。CDMによる新規植林・再植林プロジェクト活動のための様態及び手続きのパラグラフ23に従い、クレジット期間はCDMによる新規植林・再植林プロジェクト活動の開始時に始まるものとする。

第 17 パラグラフでは、プロジェクトによる吸収量の基本算定式を示している。

まず、プロジェクト開始日のプロジェクト・シナリオの炭素ストックは、同日のベースライン炭素ストック量と同量とする。プロジェクトでは、新規植林を行うことでベースライン吸収量を減少させながら、一方でプロジェクト吸収量を増加させる構造にあることから、この関係を明確にするものである。プロジェクトの開始日については、注の中で、ベースライン吸収量を減少させる行為の始まる日、すなわち植栽のための地ごしらえに着手した日とされている。この日をもって、クレジット期間開始の日となる。

プロジェクト吸収量は、プロジェクト境界内で地上部と地下部に吸収される炭素量として求める。そしてそれは、第 16 パラグラフで指定した階層及び階層の面積に応じて、算定されなければならない。

地上部バイオマス

18. 地上部バイオマス $N_{A(t)i}$ は、階層「i」ごとに以下のとおり算定する。

$$N_{A(t)i} = T_{(t)i} * 0.5 \quad (13)$$

ここで、

$N_{A(t)i}$: プロジェクト・シナリオの時間「t」における地上部バイオマス中の炭素ストック (tC/ha)

$T_{(t)i}$: プロジェクト・シナリオの時間「t」における地上部バイオマス (td.m./ha)

0.5 : 乾物の炭素割合 (tC/td.m.)

第 18 から第 20 パラグラフまでは、地上部バイオマスの算定方法を示している。

第 18 は、炭素量の算定方法で、炭素量は地上部バイオマスの乾物の 0.5 に相当する。

19. バイオマス表又は算定式が利用可能であれば、これらは階層「i」ごとの $T_{(t)i}$ の推定に使用できる。バイオマス表又は算定式が利用可能であれば、

$$T_{(t)i} = SV_{(t)i} * BEF * WD \quad (14)$$

ここで、

$T_{(t)i}$: プロジェクト・シナリオの時間「t」における地上部バイオマス (td.m./ha)

$SV_{(t)i}$: プロジェクト・シナリオの時間「t」における幹材積 (m³/ha)

BEF : 幹から地上部全体のバイオマスに係るバイオマス拡大係数 (樹皮以上)

WD : 基礎的木材密度 (td.m./m³)

第 19 パラグラフは、地上部バイオマスの算定式である。幹材積に拡大係数 (幹材積と地上部バイオマス全体の比率) を乗じ、さらに密度 (乾物重量) を乗じて求める。

20. $SV_{(t)i}$ は国の公表資料 (標準収量表など) から得られる。 BEF については、記録された地域値を使用する。そのような数値がない場合、国のデフォルト値を使用する。もし国のデフォルト値が利用できない場合、「LULUCF のための IPCC good practice guidance」の表 3A.1.10 を適用する。 WD については、国のデフォルト値を使用する。もし国のデフォルト値が利用できない場合、

第 20 パラグラフは、第 19 パラグラフの算定式で使用される係数の求め方を示す。樹種ごとの幹材積 (SV)、拡大係数 (BEF) 及び密度 (WD) は以下の優先度で資料を適用することとしている。

- (1) 当該国の公表資料（標準収量表）、地域値
- (2) 国のデフォルト値
- (3) IPCC-GPG-LULUCF のデフォルト値

幹材積 (SV) は、IPCC-GPG-LULUCF のデフォルト値がないので、地域値を測定するか、文献からもとめるしかない。拡大係数 (BEF) の IPCC-GPG-LULUCF のデフォルト値は、以下のとおりである。

Table 3A.1.10 バイオマス拡大係数(BEFs)のデフォルト値 (BEF 2 は式3.2.3における成長ストックのバイオマス・データに関連して使用され、BEF 2 は式3.2.5における増加量データに関連して使用される)

気候帯	森林区分	最小胸高直径 (cm)	BEF2(樹皮の外側) 成長ストックのバイオマス・データに関連して使用 (式 3.2.3)	BEF1(樹皮の外側) 増加量データに関連して使用 (式 3.2.5)
亜寒帯	針葉樹	0-8.0	1.35 (1.15-3.8)	1.15 (1-1.3)
	広葉樹	0-8.0	1.3 (1.15-4.2)	1.1 (1-1.3)
温帯	針葉樹: ドイツトウヒ	0-12.5	1.3 (1.15-4.2)	1.15 (1-1.3)
	マツ	0-12.5	1.3 (1.15-3.4)	1.05 (1-1.2)
	広葉樹	0-12.5	1.4 (1.15-3.2)	1.2 (1.1-1.3)
熱帯	マツ	10.0	1.3 (1.2-4.0)	1.2 (1.1-1.3)
	広葉樹	10.0	3.4 (2.0-9.0)	1.5 (1.3-1.7)

注: ここでのBEF2sでは、平均値は平均的な成長ストック又は樹齢での値、上位値は若齢林又は成長ストックの低い森林での値、下位値は成熟林又は成長ストックの高い森林での値を表す。これらの値は、樹皮を含む成長ストックのバイオマス（乾燥重量）に適用される。これらの数値は、胸高直径の最小値に関係するが、先端部の最小直径及び枝の処理は特定されていない。結果は地上部の樹木バイオマスである。

出典: Isaev *et al.*, 1993; Brown, 1997; Brown and Schroeder, 1999; Schoene, 1999; ECE/FAO TBFRA, 2000; Lowe *et al.*, 2000; 発展途上国の平均値については、FRAワーキング・ペーパー68及び69を参照のこと (<http://www.fao.org/forestry/index.jsp>)。

(参考)

算定式 3.2.3 林地として残っている林地における生育中のバイオマスの炭素ストックの年間変動量（ストック変化法）

$$\Delta C_{FFLB} = (C_{t2} - C_{t1}) / (t2 - t1)$$

及び

$$C = [V * D * BEF2] * (1 + R) * CF$$

ここで、

ΔC_{FFLB} = 林地として残っている林地における生育中のバイオマスの炭素ストックの年間変動量(地上部及び地下部バイオマスを含む), tC/年

C_{t2} = 時間 $t2$ において計算されたバイオマス中の全炭素, tC

C_{t1} = 時間 $t1$ において計算されたバイオマス中の全炭素, tC

V = 商品化量, m³/ha

D = 基本樹木密度, トン 乾物/ m³ 商品化量

$BEF2$ = 商品化量を地上部樹木バイオマスへ変換するバイオマス拡大係数, 無次元

R = 根と地上部の比率, 無次元

CF = 乾物の炭素割合 (デフォルト値= 0.5), tC/(トン 乾物)

算定式 3.2.5 バイオマスの年間平均増加量

GTOTAL = GW * (1 + R) (A) 地上部バイオマスの増加量 (乾物) の場合、データは直接使用される。この他の場合、GWは式Bを適用するか又はこれと同等の数値により推定する。

GW = IV * D * BEF1 (B) 量の純増の場合、データはGWを推定するために使用される。

ここで、

GTOTAL = 地上部及び地下部における年間平均バイオマス増加量, トン 乾物/ ha/ 年

GW = 年間平均地上部バイオマス増加量, トン 乾物/ ha/ 年; 表 3A.1.5 及び 3A.1.6

R = 増加量に見合った根と地上部の比率, 無次元; 表 3A.1.8

IV = 工業加工向けの量における年間平均純増加量, m3/ ha/ 年; 表 3A.1.7

D = 基本樹木密度, トン 乾物/ m3; 表 3A.1.9

BEF1 = 年間純増加量 (樹皮含む) を地上部樹木バイオマス増加量へ変換するためのバイオマス拡大係数, 無次元; 表 3A.1.10

デフォルト値では2種類の拡大係数 (BEF) が提案されている。これは、適用する算式によって異なるためである。BEF2は、IPCC-GPG-LULUCFの式3.2.3に適用されるもので、商品化量から地上部バイオマスへ変換する係数である。なお商品化量 (merchantable volume) とは、非商品化バイオマス (nonmerchantable biomass) 以外のもので、GPGでは枝、小樹等 (limbs, small trees etc.) を非商品化バイオマスとしていることから、幹体積と同義と解釈する。拡大係数 (BEF) とは、IPCCガイドラインの拡大率 (expansion ratios) を代替するもので、伐採・放置により腐食分解する非商品化バイオマスを計測するために使用される。

一方、BEF1は、バークを含む年間増加量から地上部バイオマスの増加量へ転換する場合の係数である。ここでいう” volume suitable for industrial processing”とは、BEF2における商品化量 (merchantable volume) と同等と見なす。

密度 (WD) の IPCC-GPG-LULUCF のデフォルト値は多数あるが、事例としてベースライン吸収量で使用したヤシ及びその他樹種の代表の値を示すと以下のとおり。

Table 3A.1.9-2 熱帯樹種のための幹の基本樹木密度(D) (乾物 t /生木量m3) (式3.2.3., 3.2.5, 3.2.7, 3.2.8 のDへ適用)

熱帯アジア	D	熱帯アメリカ	D	熱帯アフリカ	D
Cocos nucifera	0.5				
Peltophorum	0.62				
pterocarpum					

+ 特定の樹木密度は複数の文献に基づいている。

* 樹木密度はReyes *et al.* (1992)による回帰式から推定。

出典: Reyes, Giseli; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan; Lugo, Ariel E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

地下部バイオマス

21. 地下部バイオマス $N_{B(t)}$ は、階層「 i 」ごとに以下のとおり算定する。

$$N_{(t)i} = T_{(t)} * R * 0.5 \quad (15)$$

ここで、

$N_{B(t)}$: プロジェクト・シナリオの時間「 t 」における地下部バイオマス中の炭素ストック (tC/ha)
 $T(t)$: プロジェクト・シナリオの時間「 t 」における地上部バイオマス (td.m./ha)
 R : 根と地上部の比率 (td.m./td.m.)
 0.5 : 乾物の炭素割合 (tC/td.m.)

22. R については、記録された国の値を使用する。そのような数値がない場合、「LULUCFのためのIPCC good practice guidance」の表 3A.1.8 を適用する。

第 21 から第 23 パラグラフは地下部バイオマスの算定方法を示している。

第 21 パラグラフでは、地下部バイオマスは、地上部バイオマスに根と地上部バイオマスの比率 R を乗じて求め、さらに 0.5 を乗じて炭素換算する式を示している。

第 22 パラグラフでは、地下部バイオマスの推計に必要な R 値の入手方法と IPCC-GPG-LULUCF のデフォルト値 (表 3A.1.8) の所在を示している。

Table 3A.1.8 のデフォルト値については、第 12～13 パラグラフの説明部分を参照のこと。

23. 関連種の根と地上部の比率が得られない場合、事業推進者はCairns et al(1997)により開発された、以下の相対成長算定式を適用する。

$$N_{B(t)} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln T(t)) * 0.5 \quad (16)$$

ここで、

$N_{B(t)}$: モニタリング間隔中のプロジェクト活動で達成された時間「 t 」における地下部バイオマス中の炭素ストック (tC/ha)
 $T(t)$: プロジェクト活動で達成された時間「 t 」における地上部バイオマスの推定値 (td.m./ha)
 0.5 : 乾物の炭素割合 (tC/td.m.)

又は、「LULUCFのためのIPCC good practice guidance」(表4.A.4) で採用されたより一般的な算定式を適用する。⁽⁵⁾

(5) Cairns, M.A., S. Brown, E.H. Helmer, G.A. Baumgardner (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* (1):1-11.

24. 現実純GHG吸収量の構成は、以下により算定される。

$$\Delta C_{PROJ,t} = (N_t - N_{t-1}) * (44/12) / \Delta t \quad (17)$$

ここで、

$\Delta C_{PROJ,t}$: 年あたり現実純GHG吸収量の構成 (tCO₂-e./年)
 $N(t)$: プロジェクト・シナリオの時間「 t 」におけるバイオマス中の全炭素ストック (tC)
 Δt : 時間増=1 (年)

第 23 パラグラフでは、適当な R 値が得られない場合、地上部バイオマスから直接地下部バイオマスを算定する式を提示している。

第 24 パラグラフでは、現実純 GHG 吸収量の各年の算定式を示している。すなわち、上記第 18 から

第 23 パラグラフまでに求めた地上部・地下部バイオマス量は、単年度ごとの計算であり、累計としてのプロジェクト吸収量は、前年からの成長量の積み上げとして求める必要がある。現実純 GHG 吸収量は、炭素ストックを CO₂換算して表示する。

25. プロジェクト参加者が、肥料の使用が二酸化窒素の有意な排出（現実純GHG吸収量の10%以上）に至ると判断する場合、「*IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*」（以下 *IPCC good practice guidance*）に従って、プロジェクトによる排出量（ $GHG_{PROJ,t}$ ・tCO₂-e/年）を推計しなければならない。⁽⁶⁾

(6) Use the tool: Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization when it becomes available.

26. 「t」年における事前の現実純GHG吸収量は、以下により算定される。

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t} \quad (18)$$

ここで、

$\Delta C_{ACTUAL,t}$: 「t」年における事前の現実純GHG吸収量 (tCO₂-e/年)

$\Delta C_{PROJ,t}$: 計画GHG吸収量 (tCO₂-e/年)

$GHG_{PROJ,t}$: 計画排出量 (tCO₂-e/年)

第 25 パラグラフでは、植林地における追加的な肥料投入（第 3 パラグラフ）から生ずる GHG のプロジェクト排出について示している。これは、現実純 GHG 吸収量を求めるためには、第 26 パラグラフに示すとおり、植林による CO₂ の吸収量からプロジェクト排出量を差し引く必要があるからである。ただし第 25 パラグラフでは、プロジェクト排出量は現実純 GHG 吸収量の 10%未満であればゼロとできるとし、10%を上回る場合の算定方法として、IPCC-GPG-LULUCF 及びツール（注に記載）を示している。

改訂版の小規模 AR-CDM 方法論（AMS0001.Ver05）では、パラグラフ 3 において、「プロジェクト排出は有意ではないので無視する」とされ、パラグラフ 25 において、「プロジェクト排出は有意ではないので、 $GHG_{PROJ,t}=0$ 」とされている。

5.2 JIRCAS プロジェクトにおける現実純 GHG 吸収量の算定

(1) 階層区分

第 16 パラグラフに従い、下記のとおり樹種、植栽年度、植栽間隔で植林地を階層区分した。

表 5.1 植林計画の階層

階層	樹種	植栽間隔 (m)	植栽年	植栽面積(ha)
S1	Eucalyptus grandis	3.0 x 2.5 (1,300)	2007	30.05
S2	Eucalyptus grandis	3.0 x 2.5 (1,300)	2008	31.17
S3	Eucalyptus camaldulensis	3.0 x 2.5 (1,300)	2007	16.36
S4	Eucalyptus camaldulensis	3.0 x 2.5 (1,300)	2008	64.48
S5	Grevillea robusta	3.0 x 2.5 (1,300)	2007	5.59
S6	Grevillea robusta	3.0 x 2.5 (1,300)	2008	15.16
S7	Grevillea robusta	5.0 x 4.0 (500)	2007	14.05
S8	Grevillea robusta	5.0 x 4.0 (500)	2008	38.30
計				215.16

(2) プロジェクト開始日

第 17 パラグラフに従い、植栽開始日は、苗を農家に最初に供給した、2007 年 7 月 25 日とした。
この日より農家は地ごしらえを開始した。

(3) ベースライン吸収量

プロジェクト開始時の炭素ストックは、 $N_{(t=0)} = B_{(t=0)}$ で、ベースラインとプロジェクトでは同量である。2007 年の植栽では、植栽された面積内のベースライン吸収量は消失するが、植栽年の苗木の成長量は少量なので $N=0$ とする。また、植栽により耕地及び草地内の放牧家畜の移転が生じるため、リーケージ（第 27～第 32 パラグラフ）が発生する。肥料を使用する場合は、プロジェクト排出（第 25 パラグラフ）が発生する。

このため 2007 年の純人為的 GHG 吸収量（第 33 パラグラフ）は、ベースラインの消失分、リーケージ、プロジェクト排出のマイナス項のみが計上される。

2008 年は引き続き植栽が行われ、2008 年植栽面積については、2007 年と同様にベースラインの消失分、リーケージ、プロジェクト排出のマイナス項のみが計上される。一方、2007 年の植栽面積では CO_2 吸収が行われるので、プロジェクト吸収量がプラス計上される。なお、ベースライン消失は 1 度だけ発生するので、このときの 2007 年植栽面積に係る純人為的 GHG 吸収量では、ベースラインのマイナス計上は不要である。

なお、最初のモニタリングは 2010 年を予定しているので、ベースライン消失を 2007 年、2008 年に分けても、2007 年に一括計上しても、tCER の計算結果には変わらない。

(4) 幹材積（SV）及び萌芽更新の扱い

第 18～第 20 パラグラフにより、地上部バイオマスを算定する。

幹材積（SV）について、4 タイプ（Grevillea は植栽間隔で 2 種に区分）の樹種の各年の成長シナリオは以下のとおりである。

表 5.2 植栽樹種の成長シナリオ

年	Eucalyptus grandis	Eucalyptus camaldulensis	Grevillea Robusta (3.0mX2.5m)	Grevillea Robusta (5.0mX4.0m)
2007-2008	0.00	0.00	0.00	0.00
2008-2009	70.00	56.00	0.00	0.00
2009-2010	104.00	83.20	0.14	0.00
2010-2011	139.00	111.20	0.33	0.10
2011-2012	125.00	100.00	1.00	0.30
2012-2013	162.00	129.60	2.39	0.80
2013-2014	200.00	160.00	7.02	3.20
2014-2015	237.00	189.60	15.49	7.20
2015-2016	246.00	196.80	38.74	16.90
2016-2017	255.00	204.00	80.66	32.60
2017-2018	293.00	234.40	93.82	50.00
2018-2019	330.00	264.00	118.50	62.60
2019-2020	0.00	0.00	152.69	80.50
2020-2021	48.30	45.40	195.29	105.40
2021-2022	71.80	67.40	228.60	121.30
2022-2023	95.90	90.10	191.27	134.90
2023-2024	86.30	81.00	195.92	152.30
2024-2025	111.80	105.00	215.53	164.50
2025-2026	138.00	129.60	246.63	184.60
2026-2027	163.50	153.60	268.50	201.80

注) ユーカリは植栽後 12 年で収穫し、その後萌芽更新を見込む。（網掛け部分）

ユーカリ（*Eucalyptus grandis* 及び *Eucalyptus camaldulensis*）については、JICA 報告書“Estudio sobre el plan de Reforestación en la Región Oriental de la República del Paraguay”（2002 年 3 月）から得られた成長シナリオを適用する。なお、SV については、拡大係数 BEF の適用上、商品化量（merchantable volume）又は加工仕向け量（volume suitable for industrial processing）であることを証明しなければならないが、これらは、非商品化バイオマス（nonmerchantable biomass）又は非加工向け量（volume non-suitable for industrial processing）以外のもので、GPG では枝、小樹等（limbs, small trees etc.）を非商品化バイオマスとしていることから、幹材積と同等である。

先の JICA 報告書では、*Eucalyptus grandis* について「Apéndice D-12 Volumen de fijación de carbono estimado」に示す表のうち、「Bosque Productivo I-1, III, IV-1, Especies: *Eucalyptus grandis*」を採用したが、その注に「Notas: Las bases de la estimación del volumen de fijación de carbono son las siguientes: Peso específico de maderas secadas al aire: 0.55, % del peso en seco de las ramas y raíces frente al tronco: 0.25, % de fijación de carbono: 0.5」とあり、試算に使用した拡大係数は幹に対する比率を使用していることから本表は幹材積であることがわかる。

Apéndice D-12 Volumen de fijación de carbono estimado

Bosque Productivo I-1, III, IV-1

Especies: *Eucalyptus grandis*

Edad forestal (Año)	Vol. de árboles (m3/ha)	Vol. de raleo (m3/ha)	Vol. de corta final (m3/ha)	Vol. remanente después de la cosecha (m3/ha)	Vol. de fijación de carbono (ton/ha)	En CO2 (ton/ha)
1						
2	70			70	24	88
3	104			104	36	131
4	139	55		84	29	106
5	125			125	43	158
6	162			162	56	205
7	200			200	69	252
8	237	70		167	57	210
9	246			246	85	310
10	255			255	88	321
11	293			293	101	369
12	330		330	0	0	0

Notas: Las bases de la estimación del volumen de fijación de carbono son las siguientes:

Peso específico de maderas secadas al aire: 0.55

% del peso en seco de las ramas y raíces frente al tronco: 0.25

% de fijación de carbono: 0.5

Eucalyptus camaldulensis については、同 JICA 報告書 P188 に以下の記述があることから、*Eucalyptus grandis* の 80%の成長量を見込むこととする。

“*E. Camaldulensis* の場合、現地調査及び既存文献の調査結果を総合したところ、成長量は *E. grandis* の 80%と決定した。このため、この樹種については成長シナリオ表を作成せず、*E. grandis* のデータから成長量を推計することとする。*”

* *E. camaldulensis* の成長量を *E. grandis* の 80%として算定する根拠は以下のとおり。:

a) *E. camaldulensis* の成長量は、良好な条件下において、*E. grandis* より小さい。（“*Silvicultura de plantaciones maderables II*”, Domingo Cozzoによる。）

b) *E. camaldulensis* は異なる条件の土壌に適合する樹種である。しかし、一般的に、土壌条件が相対的によければ、*E. grandis* を植栽するのほうが有利なことが知られている。このため、土壌条件がよくなければ *E. grandis* より *E. camaldulensis* を植栽すべきである。*E. camaldulensis* のこの傾向を

考慮すれば、成長量を過大評価しないことが必要である。

- c) 既存の植林地の調査結果によれば、異なる土壌条件下で、*E.camaldulensis* と *E.grandis* 間で樹径に顕著な相違は見られなかった。しかし、樹高の成長量は *E.camaldulensis* のほうが 20% 少なかった。

(本調査の結果及び“Evaluación de crecimiento de *E. camaldulensis*, *E. grandis* y *E. saligna* en las diferentes ecorregiones del Paraguay”, Marta A. Jara, 1998 による。)

- d) 以上から、*E.camaldulensis* の成長量は *E.grandis* 成長量の 80% とした。

グレビレアについては、JIRCAS の委託により UNA が実施した報告書“Determinación de Escenario de Crecimiento Volumetrico de *Grevillea robusta* A. Cunn” (2007 年 4 月) に基づく。

ユーカリについては、植栽 12 年後に実施される主伐のあと、萌芽更新を見込む。萌芽更新の考え方は以下のとおりである。

- (a) 最初の植栽後の 2 度の間伐時には、切り株を放置するので、萌芽が生じるが、主伐時にこれらの萌芽を含めて全て伐採する。なお、間伐後の萌芽は CO₂ 計算の対象外とする。
- (b) 萌芽更新はこのようにして、最初の植栽と同様の植栽密度で開始する。
- (c) 萌芽の生存率及び萌芽率は、日本製紙連合会（委託先 社団法人海外産業植林センター）「ブラジルおよびポルトガルにおける *E.globulus* 産業植林地の萌芽更新」(平成 18 年 3 月) におけるブラジルの下記表を適用する。
- (d) 上記の係数を用いれば、例えば本プロジェクト 2020-2021 年の *Eucalyptus grandis* の萌芽更新による幹材積は以下のとおり算定される。

$$SV = 70 \text{ m}^3/\text{ha} \times \text{生存率} \times \text{萌芽率} = 70 \times 0.88 \times 0.78 = 48 \text{ m}^3/\text{ha}$$

表 5.3 ユーカリ樹種の生存率・伐根径・萌芽率・萌芽高 (Higa & Sturion 1991)

樹種	生存率(%)	伐根径(cm)	萌芽率(%)	萌芽高(cm)
<i>E.grandis</i>	88	25	78	49.2
<i>E.saligna</i>	90	21.3	73	67.6
<i>E.urophylla</i>	100	20.1	100	121.0
<i>E.pellita</i>	71	16.4	94	70.0
<i>E.pilularis</i>	86	20.0	100	79.9
<i>E.camaldulensis</i>	88	18.4	92	106.3
<i>E.cloeiziana</i>	86	19.9	99	86.2
<i>E.citriodora</i>	82	15.9	35	44.1
<i>E.maculata</i>	78	16.6	90	43.9
<i>E.tereticornis</i>	96	17.3	90	65.7
<i>E.microcorys</i>	52	18.3	88	81.6
<i>E.propinqua</i>	90	16.3	99	87.4
<i>E.torelliana</i>	95	18.8	52	10.6

備考) 1.出典：Serie Technica IPEF v.11, n30, p23-30, mai.,1997, "Capacidade de brotação em subgêneros e espécies de *Eucalyptus*", Rosana Clara Victoria Higa, José Alfredo Sturion

2.測定地：Minas Gerais 州 Uberaba、伐採時林齢：10.5 年生、萌芽測定：伐採後 4 ヶ月

萌芽更新における CO₂ 吸収量算定における扱いは、以下のとおり。

- (a) 間伐は、最初の植栽林と同様、4 年次、8 年次に実施する。
- (b) 間伐後の萌芽は、CO₂ 計算の対象外とする。
- (c) Root-shoot 係数は、地上部バイオマス量に応じて、LULUCF 表 3A.1.8 を適用する。
- (d) プロジェクト期間 20 年以内の CO₂ 量を計算する。

(5) 拡大係数 (BEF)

拡大係数（BEF）は、IPCC-GPG-LULUCF のデフォルト値（Table 3A.1.10 Default Values of Biomass Expansion Factors (BEFs)）から採用する。デフォルト値は、Table 3A.1.10 のうち、式 3.2.5(B)に適用される BEF1 を使用し、パラグアイの広葉樹が該当する Tropical (Broadleaf)=1.5 を使用する。なお、BEF2 が適用される式 3.2.3 は、下記に示すとおり、デフォルト値を使用した変化量の算定手順には入っていない。

(参考) IPCC-GPG-LULUCF における成育中のバイオマス・ストック変化量の算定手順

デフォルト値を使用して生育中のバイオマスにおける炭素ストックの変化量を推定する方法のステップごとの概要は以下のとおりである。

- 第1ステップ: 第2章のガイダンス（土地を代表させるアプローチ）を使用し、国の採用基準に従って、林地として残っている林地の土地（A）を異なる気候帯の森林タイプに区分する。参考として、表 3A.1.1において、実証手段の一つとして、森林面積の国レベルのデータと地域及び国ごとの森林面積の年間変化量が与えられている。
- 第2ステップ: 式3.2.5を使用して、年間平均バイオマス増加量（GTOTAL）を推定する。年間平均地上部バイオマス増加量（GW）のデータが利用可能であれば、式3.2.5Aを使用する。もし利用可能でなければ、式3.2.5Bを使用して、GWを算定する。
- 第3ステップ: 式3.2.4を使用して、バイオマス増加量(ΔCFFG)により、年間炭素ストック増加量を推定する。
- 第4ステップ: 式3.2.7を使用して、商業伐採(LW fellings)による年間炭素損失量を推定する。
- 第5ステップ: 式3.2.8を使用して、薪採取(LW fuelwood)による年間炭素損失量を推定する。
- 第6ステップ: 式3.2.9を使用して、その他の損失原因(Lother losses)による年間炭素損失量を推定する。
- 第7ステップ: 第4～第6ステップにおける損失推定量から、式3.2.6を使用して、バイオマス損失(ΔCFFL)による炭素ストックの年間減少量を推定する。
- 第8ステップ: 式3.2.2を使用して、生育中のバイオマス(ΔCFFLB)における炭素ストックの年間変化量を推定する。

参考までに、式 3.2.5 の GW（年平均地上部バイオマス増加量）及び IV（年平均純幹材積増加量）に関連するデフォルト値を示すと、下表のとおりである。

Table 3A.1.6 幅広いカテゴリーによる植林における年平均地上部バイオマス増加量(トン乾物/ ha/ 年)
(算定式 3.2.5 における GW に使用する。数値がない場合、表 3A.1.7 の幹材積増加データを使用すること。)

熱帯及び亜熱帯林							
	樹齡区分	高湿	短い乾期を伴う湿潤	長い乾期を伴う湿潤	乾燥	山地部湿潤	山地部乾燥
		R > 2000	2000>R>1000		R<1000	R>1000	R<1000
Africa							
Eucalyptus spp	≤20 years	-	20.0	12.6	5.1 (3.0-7.0)	-	-
	>20 years	-	25.0	-	8.0 (4.9-13.6)	-	-
Pinus spp	≤20 years	18.0	12.0	8.0	3.3 (0.5-6.0)	-	-
	>20 years	-	15.0	11.0	2.5	-	-
others	≤20 years	6.5 (5.0-8.0)	9.0 (3.0-15.0)	10.0 (4.0-16.0)	15.0	11.0	-
	>20 years	-	-	-	11.0	-	-
Asia							
Eucalyptus spp	All	5.0 (3.6-8.0)	8.0	15.0 (5.0-25.0)	-	3.1	-
other species	-	5.2 (2.4-8.0)	7.8 (2.0-13.5)	7.1 (1.6-12.6)	6.45 (1.2-11.7)	5.0 (1.3-10.0)	-
America							
Pinus	-	18.0	14.5 (5.0 – 19.0)	7.0 (4.0 - 10.3)	5.0	14.0	-
Eucalyptus	-	21.0 (6.4 - 38.4)	16.0 (6.4 - 32.0)	16.0 (6.4 - 32.0)	16.0	13.0 (8.5 - 17.5)	-
Tectona	-	15.0	8.0 (3.8 - 11.5)	8.0 (3.8 - 11.5)	-	2.2	-
other broadleaved	-	17.0 (5.0 - 35.0)	18.0 (8.0 – 40.0)	10.5 (3.2 - 11.8)	-	4.0	-

注1: R = 年間降雨量 mm/年

注2: データは平均値及び可能な数値の範囲で表示

注3: いくつかの亜寒帯のデータは、Zakharov *et al.* (1962), Zagreev *et al.* (1993), Isaev *et al.* (1993) のオリジナル・データから算定。このとき地下部バイオマスの地上部バイオマスに対する比率を0.23とし、

0～20年間で毎年直線状に増加するものと仮定している。

注4：温帯及び亜寒帯地域の植林について、上記の表中の地上部バイオマス増加量の代わりに、幹材積の増加量データ(式3.2.5における IV)を使用することはgood practiceである。

Table 3A.1.7 樹種ごとの植林における、年間平均地上部純増加量（式3.2.5におけるIVに使用）

樹種	IV (m ³ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	
	範囲	平均値*
<i>E. deglupta</i>	14 - 50	32
<i>E. globulus</i>	10 - 40	25
<i>E. grandis</i>	15 - 50	32.5
<i>E. saligna</i>	10 - 55	32.5
<i>E. camaldulensis</i>	15 - 30	22.5
<i>E. urophylla</i>	20 - 60	40
<i>E. robusta</i>	10 - 40	25
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	10 - 28	19
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	20 - 50	35
<i>Pinus patula</i>	8 - 40	24
<i>Pinus radiata</i>	12 - 35	23.5
<i>Pinus oocarpa</i>	10 - 40	25
<i>Araucaria angustifolia</i>	8 - 24	16
<i>A. cunninghamii</i>	10 - 18	14
<i>Gmelina arborea</i>	12 - 50	31
<i>Swietenia macrophylla</i>	7 - 30	18.5
<i>Tectona grandis</i>	6 - 18	12
<i>Casuarina equisetifolia</i>	6 - 20	13
<i>C. junghuhniana</i>	7 - 11	9
<i>Cupressus lusitanica</i>	8 - 40	24
<i>Cordia alliodora</i>	10 - 20	15
<i>Leucaena leucocephala</i>	30 - 55	42.5
<i>Acacia auriculiformis</i>	6 - 20	13
<i>Acacia mearnsii</i>	14 - 25	19.5
<i>Terminalia superba</i>	10 - 14	12
<i>Terminalia ivorensis</i>	8 - 17	12.5
<i>Dalbergia sissoo</i>	5 - 8	6.5

* 植林地が平均以上に肥沃な場所に位置するという理由のある者は、平均値の+50%を使用し、植林地がやせた土地に位置するという理由のある者は平均値の-50%を使用することを薦める。

出典: Ugalde, L. and Prez, O. Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species. Forest Plantation Thematic Papers, Working paper 1. FAO (2001)
Available at <http://www.fao.org/DOCREP/004/AC121E/AC121E00.HTM>

(6) 密度 (WD)

樹種別の乾燥密度については、*Eucalyptus grandis* は 0.528181、*Grevillea robusta* は 0.538346、*Eucalyptus camaldulensis* は 0.650174 とする。これらの値は、JIRCAS の委託により UNA が実施した、“Determinación de la Densidad Específica de la Madera de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* y *Grevillea robusta* A. Cunn” (2007 年 4 月) における試験結果による。

(7) 地下部バイオマスと地上部バイオマスの比率 (R)

地下部バイオマスと地上部バイオマスの比率 (R) は、気候帯区分でいうと、IPCC-GPG-LULUCF のデフォルト値 (表3A.1.8) から、「Other」Woodland/savanna=0.48を適用するのが適当である。しかし、気候区分の「Temperate broadleaf forest/plantation」では、ユーカリのプランテーションについてR値を示しており、植生としてはこれに該当する。また、ユーカリのプランテーションの数値は、「Other」Woodland/savannaに比べ、いずれも低位である。このことから、気候区分よりも

植生を重視し、保守的な観点からも「Temperate broadleaf forest/plantation」中のR値を採用することとする。このとき、ユーカリのR値は地上部バイオマスの重量別に設定しているため、実際の計算においても以下のとおり区分する。

- 1) Eucalypt plantation : Aboveground biomass (AB) <50 (t/ha)=0.45
- 2) Eucalypt plantation : AB =50～150 (t/ha)=0.35
- 3) Eucalypt forest/plantation : AB >150 (t/ha)=0.20

グレビレアについては、「Temperate broadleaf forest/plantation」のうち、「Other broadleaf forest」を適用し、ユーカリと同様に、地上部バイオマスの重量別に以下のとおり設定する。

- 1) Other broadleaf forest : AB <75 (t/ha)=0.43
- 2) Other broadleaf forest : AB =75～150 (t/ha)=0.26
- 3) Other broadleaf forest : AB >150 (t/ha)=0.24

(8) 植林地における肥料の使用

数名の農家は主に家庭菜園に有機質肥料を使用しているが、プロジェクトの植林区画の外側である。苗畑では苗生産に有機肥料（牛糞 13.3t とヤシ殻 7.7t の混合物）を使用しているが、これもプロジェクト境界外である。すなわち、植林地に肥料を使用することはない。

有機質肥料の施用によるプロジェクトからの排出量($GHG_{PROJ, (t)}$ -tCO₂e /year)があれば、AR Methodological tool ”Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization”(Version 01)にしたがって推定する。

なお、改定方法論では、プロジェクト排出は有意ではないとみなされており、肥料の使用量に相当する GHG 排出量を算定する必要はなくなった。

(9) プロジェクト現実純吸収量の算定

「t」年における事前の現実純GHG吸収量は、以下のとおり算定される。

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t}$$

上記(7)より、プロジェクト排出はゼロであることから、

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t}$$

表 5.4 階層別プロジェクト現実純吸収量の計算結果

年	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	計
2007-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008-09	4,430	0	2,375	0	0	0	0	0	6,805
2009-10	1,698	4,595	910	9,361	2	0	0	0	16,567
2010-11	-1,214	1,761	-651	3,588	2	4	3	0	3,494
2011-12	2,451	-1,259	1,314	-2,565	8	6	6	8	-30
2012-13	2,180	2,543	1,169	5,180	16	22	15	16	11,140
2013-14	2,239	2,261	1,200	4,607	55	45	71	41	10,519
2014-15	-2,009	2,323	-1,077	4,731	100	149	119	195	4,530
2015-16	4,720	-2,084	2,530	-4,246	275	272	289	324	2,080
2016-17	530	4,896	284	9,973	114	746	467	787	17,798

2017-18	321	550	172	1,121	538	310	518	1,273	4,802
2018-19	-15,346	333	-8,228	678	292	1,458	375	1,411	-19,028
2019-20	0	-15,918	0	-32,428	190	792	532	1,022	-45,811
2020-21	3,057	0	1,926	0	444	515	741	1,451	8,133
2021-22	1,487	3,171	933	7,589	-368	1,205	473	2,019	16,509
2022-23	-1,154	1,543	-724	3,678	326	-997	405	1,289	4,365
2023-24	2,071	-1,197	1,064	-2,853	48	884	-21	1,103	1,099
2024-25	1,126	2,149	948	4,193	204	131	320	-57	9,014
2025-26	1,544	1,168	971	3,735	324	555	527	872	9,696
2026-27	-2,351	1,601	-1,478	3,829	-2,572	879	-4,838	1,436	-3,494
計	5,780	8,436	3,638	20,171	-2	6,976	2	13,190	58,188

6 リークージ

小規模 AR-CDM 方法論 (AMS0001.Ver04.1) のうち第 27～32 パラグラフは、リークージ関連である。

IV. リークージ (事前)

27. 決定「6/COP.1, annex, appendix B, パラグラフ 9」によれば、「プロジェクト参加者は、その CDM による小規模新規植林・再植林プロジェクトが、種々の活動の移動や人々の移動とならないこと、または排出源による GHG 排出の増加が生じるような、CDM による小規模新規植林・再植林プロジェクト活動に起因すると考えられるプロジェクト境界外での活動の誘因とならないことを示すのであれば、リークージの推計は求められない。それ以外の全てのケースでは、リークージの推計が必要である。」とされている。

第 27 パラグラフは、どのような場合にリークージの推定が必要か定めており、小規模 AR-CDM プロジェクトが、以下の誘因とならなければリークージの推計は必要ないとしている。

(1) プロジェクト境界外で以下が発生すること。

- 1) 排出源による GHG 排出の増加が生じる活動
- 2) 排出源による GHG 排出の増加が生じる人間の移動

(2) AR-CDM により直接、上記の活動や移動が生じなくとも、その誘因となること。

農地又は草地として利用している土地を林地に転換する場合、その林地でアグロフォレストリー又は林間放牧が行われない限り、農業・牧畜が行われなくなり、それらの活動を継続しようとするれば、プロジェクト境界外で継続せざるをえない。

これらの活動がプロジェクト境界外で継続されないことを証明するのは非常に難しく、定量化した客観的な分析結果のほか、証拠書類として、第三者の意見書等の提出を求められる可能性もある。一方、第 27 パラグラフに基づき、リークージは必要ないというのは、利用されている農地・草地での植林の場合不可能である。

すなわち、リークージの推計は必須である。

28. もし、活動や人の移動がないことまたはプロジェクトの前段階の活動がプロジェクト活動に起因する森林伐採の原因とならないこと、さらにはプロジェクト活動を取り巻く土地に有意なバイオマスが保持されていないこと（木や灌木が全くないか、単位面積当たりの木や灌木が少量に過ぎない劣化した土地であること）、そしてこのような土地が移動耕作の対象となっているらしいとの証拠が提供されるならば、リークージはゼロと見なし得る。このような証拠は科学的な文献や専門家の判断により提供される必要がある。

第 28 パラグラフは、推計（試算）するまでもなく、リークージをゼロと見なせる場合を規定している。リークージをゼロとできるのは以下に限られる。

- (1) 排出源による GHG 排出の増加が生じる活動がないこと
- (2) 排出源による GHG 排出の増加が生じる人間の移動がないこと
- (3) プロジェクト以前の活動がプロジェクトに起因する森林伐採の原因とならないこと（例えば、農地

が林地へ転換されることにより、農地を失った農民が周辺の森林を伐採し、農地に変える場合、植林が原因となって森林伐採が生じたといえる。)

- (4) プロジェクト周辺の土地には有意なバイオマスがないこと(樹木、灌木が全くないか、少ししかない劣化した土地。生産活動や人が移動する場合、まず周辺の土地へ移動するため、周辺の土地が劣化していれば、そこで生産活動が行われたとしても、バイオマスの変化量は極めて小さい。)
- (5) このような劣化地が移動耕作の対象となるらしいとの証拠が提供されること
- (6) 上記について、科学的又は専門家の意見を反映した証拠を提出しなければならない。

上記の条件に当てはまるものは、例えば、「耕作放棄又は牧畜放棄された土地で、現状では全く利用されておらず、人も住んでおらず、薪材に利用可能な樹木、灌木もない、荒れた土地」であろう。これ以外の土地、すなわち少しでも生産性を上げている土地は、リーケージがゼロではないということである。

29. これ以外の全てのケースで、以下に示す指標により、プロジェクト参加者は活動の移動によるリーケージの可能性を評価しなければならない。

- (a) プロジェクト活動により移動されるプロジェクト境界内の耕地面積^(※)
- (b) プロジェクト活動により移動されるプロジェクト境界内で放牧されている家畜の数
- (c) 放し飼い家畜については、プロジェクト活動により移動されるプロジェクト境界内の1ha当たりの草食家畜の時間平均の数

(※) 耕地には、農業サイクルの一部(たとえば焼き畑)としての休耕状況にある土地を含む。

第29パラグラフは、以下のとおりリーケージ算定の指標を提示している。

- (1) 農地では、植林により農地面積が減少するので、リーケージが発生する。しかしこのとき、すべての農地が移動するわけではないので、プロジェクト境界内から「移動する農地」を推計しなければならない。
- (2) 草地の場合は、家畜数を指標とする。草地の牧養力に余裕がある場合、必ずしも減少した草地分だけ飼養家畜数が減るわけではないので、同じくプロジェクト境界内から「移動する家畜」を推計しなければならない。
- (3) 放し飼い家畜とは、牧柵などで囲われていない、共有地などで養われている管理レベルの低い家畜である。自然交配などで増殖し、家畜数も明らかではないため、便宜的にプロジェクト境界内にどの程度の時間滞在するか、頭数と時間数を調べ、これらの土地に植林することにより、どの程度プロジェクト境界外へ移動するか推計する。このときの単位は、調査結果と同様、1時間1ha当たりの平均頭数である。

第29パラグラフでは、プロジェクト境界内から「移動する」農地、家畜数を計上するよう指定しているだけで、具体的にどのように「移動」部分を推計するか明らかにしていない。プロジェクト実施者が工夫して、合理的に説明するよう求めているといえる。しかし、例えば林地化する農地のうち、どの程度の農地が「移動する」か、推計にあたり予想以上の調査費、時間、手間がかかることもありうる。

30. プロジェクト活動により移動されるプロジェクト境界内の耕地面積が、プロジェクト全体面積の10%未満の場合、並びに移動される放牧家畜の数がプロジェクト面積の平均牧養力(計算方法は付属書Dを参照)の10%未満である場合、及び移動される放し飼い家畜の時間平均数がプロジェクト

面積の1ha当たり平均牧養力（計算方法は付属書Dを参照）の10%未満である場合は、

$$L_t = 0 \quad (19)$$

ここで、

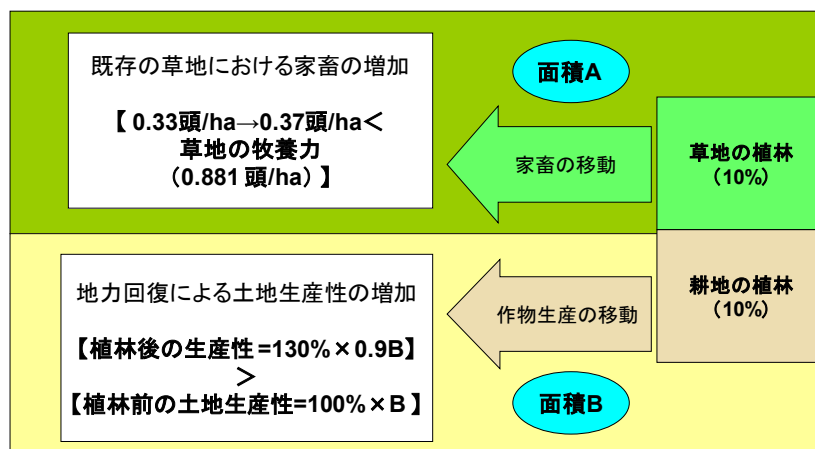
L_t ：時間「 t 」におけるプロジェクト活動に起因すると考えられるリーケージ（ tCO_2e /年）

第 30 パラグラフは、第 29 パラグラフの指標からリーケージを算定した場合、その数値が小さいときは、リーケージをゼロとできることを規定している。リーケージをゼロとできるのは、以下の場合に限られる。

- (1) プロジェクト境界内から「移動する農地」が、プロジェクト全体面積の 10%未満の場合。このとき、「移動する農地」又は「移動しない農地」を論理的に導き、根拠となる証拠を提示できなければならない。
- (2) プロジェクト境界内から「移動する放牧家畜数」が、プロジェクト面積の平均牧養力の 10%未満の場合。ここでいうプロジェクト面積は、牧養力のある土地を指すので、草地及び植物残渣を飼料に供する耕地に限定される。平均牧養力の算定方法は、方法論の Appendix D に記載されているが、地域内での計測は困難であり、通常は IPCC-GPG-LULUCF のデフォルト値を使用することになる。プロジェクト面積に平均牧養力を乗ずればプロジェクト境界内の家畜数が推定できる。すなわち、「移動する家畜数」がプロジェクト境界内の家畜の 10%未満の場合、リーケージをゼロとできる。しかし、「移動する家畜数」又は「移動しない家畜」を論理的に導き、根拠となる証拠を提示できなければならない。
- (3) プロジェクト境界内から「移動する放し飼い家畜の時間平均頭数」が、プロジェクト面積の 1ha 当たり平均牧養力の 10%未満の場合。プロジェクト面積の解釈は前記(2)と同様であるが、管理の希薄な放し飼いの概念からいって、草地面積のみとし、耕地面積は除く必要がある。牧養力についても前記(2)と同様である。時間平均頭数の計測方法は、境界設定した上で、一定日数、一定時間、家畜の数と滞在時間を実測する以外にない。しかし、それからプロジェクトにより「移動する時間平均頭数」を推定するのは難しい。結局は、保守的な考え方から、植林地の放し飼い家畜は「すべて移動する」と考えるしかないと思われる。

第 30 パラグラフの方法を適用できれば、ある部分はリーケージをゼロとすることは可能だが、そのためには追加調査し、根拠書類、証拠書類をまとめる必要性が生ずるかもしれない。予想 CER 価との兼ね合いで、追加調査に経費と労力、時間をつぎ込むより、第 31 パラグラフのデフォルト値を使用するほうが有利な場合がある。

植林後の参加農家の土地利用計画



注) 耕地の植林農家は、JIRCASIによる過去の土壌保全プロジェクトの参加者

図 6.1 リークージのイメージ

JIRCASプロジェクトでは、植林による耕地及び草地の移転割合を以下のとおり推定した。

(1) 耕地の移転

全プロジェクト面積215.2haのうち48%が耕地で、面積は104.2haである。このことは、プロジェクト境界内で移転される最大の耕地面積は、プロジェクト面積の50%未満であることを意味している。

プロジェクト実施以前の耕地での活動では、受益農家の中には活動を移転するものが生じる可能性がある。しかし、アグロフォレストリーを計画している階層S7とS8（表5.1を参照）では、同一の植林面積内で農業活動が継続されるので、活動の移転は生じない。この階層では、プロジェクト活動による有意の作物生産の減少は生じず、農家はこれらの活動の移転のために、他の面積を求める必要がない。

階層S7とS8の区画面積52.3 haを考慮すると、残りの面積は51.9 haとなり、移転の生じる耕地面積は全体の24%である。

また、大部分の農家は、資金がないことから、他の地域で営農活動を継続することはなく、耕地を外部へ移転する可能性はさらに低下する。

なお、JIRCASはプロジェクト地域において、緑肥の普及による地力回復を促進しているが、参加農家へのアンケートによると、緑肥の導入により土地生産性が平均30%以上上昇しており、耕地の一部を林地へ転換しても農業生産性は向上している。

(2) 放牧家畜数の移転

全プロジェクト面積の52%が草地で、面積は111.0haである。牧養力は、方法論AR-AMS0001 (version 04.1)の附属書Dから算定される。

$$GC = ANPP \times 1000 \div (DMI \times 365)$$

ここで、

GC = 牧養力(head/ha)

ANPP = 地上部第1回純乾物生産量 (t.d.m/ha/yr)

DMI = 放牧家畜1頭当たり日乾物摂取量(kg d.m/head/day).

方法論AR-AMS0001 (version 04.1)附属書Dの表1によると、ANPPのデフォルト値は8.2 t.d.m/ha/yrである。

また、同附属書表3によると、DMIのデフォルト値は25.5 kg d.m/head/dayである。

このことから、プロジェクト地域の牧養力は、以下のとおり98頭となる。

$$GC = 8.2 \times 1,000 \div (25.5 \times 365) = 0.881 \text{ 頭/ha}$$

$$\text{Total number of displaced animals} = 0.881 \times 111 = 98 \text{ 頭}$$

現地調査によると、草地に植林する区画では、平均2頭の家畜が2ヶ月間飼養されており、移転が生じる可能性のある家畜数は37頭で、プロジェクト地域の平均牧養力の50%、すなわち49頭以下である。参加農家は、現在植林予定地で放牧していないため、植林による家畜の移転の可能性については否定的なため、この推定値は現在の平均飼養実績に基づいている。

なお、実際に植林される草地は、土壌硬化、土壌劣化、地力低下が進んでいる土地又は湿地で、牧養力は現在放牧に使用している草地に比べかなり低く、移転家畜数はさらに少ないと考えられる。

31. これらの指標の一つが10%を超え50%以下であるとき、全体のリーケージは、最初のクレジット期間中に達成される吸収源による事前の現実純GHG吸収量の15%に等しいとすることができる。すなわち年平均リーケージは、以下のとおりとなる。

$$L_t = \Delta C_{ACTUAL,t} * 0.15 \quad (20)$$

ここで、

L_t : 時間「t」におけるプロジェクト活動に起因すると考えられる年間平均リーケージ (tCO₂-e/年)

$\Delta C_{ACTUAL,t}$: 「t」年における事前の現実純 GHG 吸収量 (tCO₂-e/年)

32. パラグラフ 28 で算定されたこれらの指標のいずれかが、50%を上回るとき、この簡易な計算方法は使用できない。

第 31 パラグラフは、第 29 パラグラフの指標からリーケージを算定した場合、その数値が大きく、リーケージをゼロとできない場合、一定量であればデフォルト値を適用できることを示している。それは、第 29、30 パラグラフにおける 3 つの指標のうち、いずれか 1 つの指標が 10%を超え 50%以下であるとき、全体のリーケージはプロジェクトの事前の現実純 GHG 吸収量の 15%に等しいとすることができるというもの。この 15%の値は年間値であり、プロジェクト期間中毎年 15%を CO₂ 蓄積量から控除しなければならない。第 31 パラグラフでは、2 つ以上の指標が 10%を超え 50%以下であることを規定していないが、次の第 32 パラグラフで 3 指標のうち一つでも 50%を上回ると簡易計算法は使用できないとしているので、それ以下、すなわち 3 指標とも 10%を超え 50%以下のケースまで、簡易算定法の使用は可能である。

なお、第 32 パラグラフの意味するところは、第 1 パラグラフとの整合性から、一つの指標が 50%を超える場合、この方法論は適用できないということである。

7 CER の算定

認証排出削減量（CER）は、純人為的 GHG 吸収量を対象として発行される。第 33～35 パラグラフでは、CER の算定について記載している。

V. 純人為的GHG吸収量

33. 最初のクレジット期間中における純人為的GHG吸収量は、以下のとおり算定する。

$$ER_{AR\ CDM, t} = \Delta C_{PROJ, t} - \Delta C_{BSL, t} - GHG_{PROJ, t} - L_t \quad (21)$$

ここで、

$ER_{AR\ CDM, t}$: 純人為的GHG吸収量 ($tCO_2\text{-e/年}$)

$\Delta C_{PROJ, t}$: 時間「 t 」における計画GHG吸収量 ($tCO_2\text{-e/年}$)

$\Delta C_{BSL, t}$: ベースライン純GHG吸収量 ($tCO_2\text{-e/年}$)

$GHG_{PROJ, t}$: 計画排出量 ($tCO_2\text{-e/年}$)

L_t : 時間「 t 」におけるプロジェクト活動に起因すると考えられるリーケージ ($tCO_2\text{-e/年}$)

次のクレジット期間は、 $L_t=0$

第 33 パラグラフは、純人為的 GHG 吸収量の算定式を示す。

純人為的 GHG 吸収量は、プロジェクト吸収量からベースライン吸収量、プロジェクト排出量及びリーケージを差し引いて求められる。この計算は年ごとに行い、集計される。

第 33 パラグラフの最後でいう「次のクレジット期間は、 $L_t=0$ 」とは、次期クレジット期間には「最初のクレジット期間の最後におけるリーケージの全 GHG 排出量 ($tCO_2\text{-e}$)」をリーケージとするからである（第 51 パラグラフ）。このため、最初のクレジット期間と、次期以降のクレジット期間では、CER の算定方法が異なる。

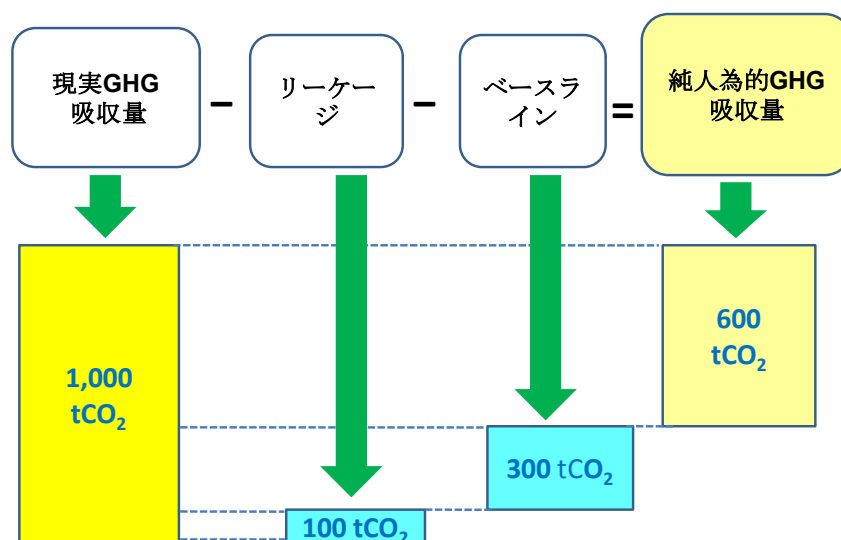


図 7.1 純人為的 GHG 吸収量のイメージ

34. 想定される検証年 t_v において短期の認証された排出削減量 ($tCERs$: 短期期限付きクレジット) は、以下のとおり算定される。

$$tCER_{(tv)} = \sum_{t=0}^{tv} ER_{AR-CDM,t} * \Delta t \quad (22)$$

ここで、

$tCER_{(tv)}$: 想定される検証年 t_v において短期の認証された排出削減量

$ER_{AR-CDM,t}$: 純人為的GHG吸収量 ($tCO_2-e/\text{年}$)

t_v : 想定される検証年 (年)

Δt : 時間増=1 (年)

第 34 パラグラフは、短期期限付きクレジット ($tCER$) の算定方法について述べている。

AR-CDM では、短期期限付きクレジットと長期期限付きクレジットの 2 種類の CER から選定することになるが、他のセクターにはないこのようなルールが用いられるのは、AR-CDM には非永続性の問題があるからである。すなわち、植林事業で蓄積された GHG は、森林伐採後、再び大気中へ戻ることとなり、吸収期間は永続的ではなく、限られた期間ということになる。このため、伐採するごとに GHG 蓄積量は減り、減少した分は他から補填する必要がある。

非永続性は、下図のイメージのとおりである。

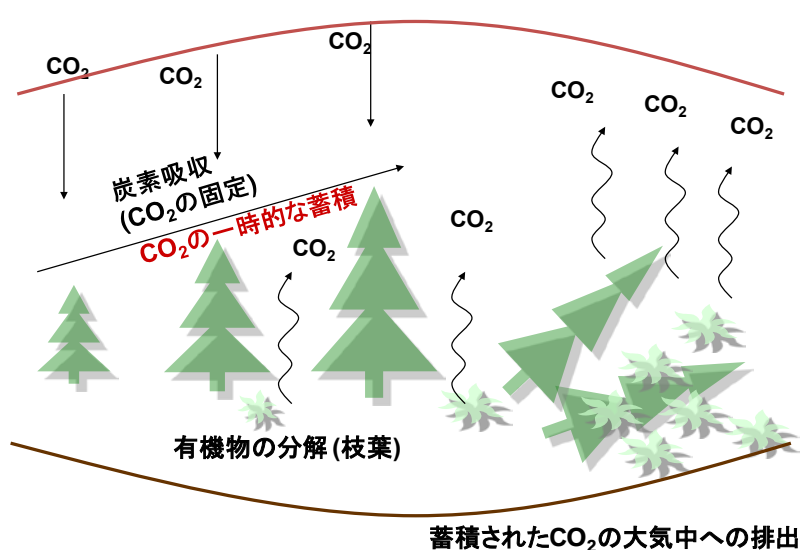


図 7.2 非永続性のイメージ

式(22)で、検証年(t_v)における $tCER_{(tv)}$ は、単年度ごとの $ER_{AR-CDM,t}$ の(t_v)までの合計としている。

しかし、式(21)、(22)とも、「最初のクレジット期間」及び「最初のクレジット期間中の検証年」における計算であることに留意する必要がある。

次期クレジット期間を含む $tCER_{(tv)}$ の計算は、第 51 パラグラフに示されている（方法論原文では、シグマ内の符号がプラスであるべきが、マイナスとなっている）。

検証年 t_v における $tCER$ は、 t 年までに植林地に蓄積された炭素ストック (t 年のモニタリング調査で確定) から、植栽 ($t=0$ 年) から t 年までのプロジェクト排出量、ベースライン吸収量、リークage量を控除して求められる。

このとき、ベースライン吸収量は、植栽が終了した時点で、プロジェクト期間の成長量を含め一括消

失すると考えるので、植栽年に計上するのみで、これが毎年蓄積されるとは見なされない。すなわち、以下の計算となる。

表 7.1 ベースライン吸収量の算定例

年	プロジェクト 吸収量(tCO ₂ e)	蓄積量の増 (tCO ₂ e)	ベースライン 吸収量(tCO ₂ e)	蓄積量の純 増(tCO ₂ e)	累計純蓄積 量(tCO ₂ e)
1	0	0	500	-500	-500
2	1,000	1,000	0	1,000	500
3	3,000	2,000	0	2,000	2,500
4	4,500	1,500	0	1,500	4,000
計	4,500	4,500	500	4,000	

プロジェクト排出量及びリーケージについては、植林地、耕地、草地とも、毎年の森林管理、耕作又は家畜の飼養により、発生するため、毎年のプロジェクト吸収量から控除する必要がある。

表 7.2 リーケージの算定例

年	プロジェクト 吸収量(tCO ₂ e)	蓄積量の増 (tCO ₂ e)	プロジェクト 排出量(tCO ₂ e)	蓄積量の純 増(tCO ₂ e)	リーケージ (tCO ₂ e)	累計純蓄積 量(tCO ₂ e)
1	0	0	50	0	0	-50
2	1,000	1,000	50	950	143	757
3	3,000	2,000	50	1,950	293	2,414
4	4,500	1,500	50	1,450	218	3,646
計	4,500	4,500	200	4,300	654	

ベースラインとプロジェクト排出量、リーケージをまとめると、下表のとおりとなる。
この表で、tv=4 とすると、tCER=累計蓄積量=3,146(tCO₂e)である。

表 7.3 tCER の算定例

年	プロジェクト 吸収量(tCO ₂ e)	蓄積量の増 (tCO ₂ e)	ベースライン 吸収量(tCO ₂ e)	プロジェクト 排出量(tCO ₂ e)	リーケージ (tCO ₂ e)	蓄積量の純 増(tCO ₂ e)	累計純蓄積 量(tCO ₂ e)
1	0	0	500	50	0	-550	-550
2	1,000	1,000	0	50	143	807	257
3	3,000	2,000	0	50	293	1,657	1,914
4	4,500	1,500	0	50	218	1,232	3,146
計	4,500	4,500	500	200	654	3,146	

次期クレジット期間については、リーケージの控除方法を変更している。すなわち、最初のクレジット期間のように毎年控除するのではなく、一定量（最初のクレジット期間の最後におけるリーケージの全 GHG 排出量）を一括して控除するものとしている。

本プロジェクトでは、プロジェクト期間（クレジット期間）は更新せずに固定し、20 年で完了することとしているので、次期クレジット期間について検討する必要はない。

JIRCAS プロジェクトにおける tCER の計算結果は、表 7.4 に示すとおりである。

表 7.4 JIRCAS プロジェクトにおける tCER 計算結果

年 (プロジ ェクト)	GHG 吸収量 (tCO ₂ e)	純吸収量 (tCO ₂ e)	ΔC _{BSL, t} (tCO ₂ e)	Lt (tCO ₂ e)	純人為的 GHG 吸収量 (tCO ₂ e)	tCER (tCO ₂ e)
2007	0	0	8,737	0	-8,737	-8,737
2008	6,805	6,805	0	1,021	5,784	-2,953
2009	23,372	16,567	0	2,485	14,082	11,129
2010	26,866	3,494	0	524	2,970	14,099

2011	26,836	-30	0	0	-30	14,069
2012	37,976	11,140	0	1,671	9,469	23,538
2013	48,495	10,519	0	1,578	8,941	32,479
2014	53,025	4,530	0	680	3,850	36,329
2015	55,105	2,080	0	312	1,768	38,097
2016	72,903	17,798	0	2,670	15,128	53,225
2017	77,705	4,802	0	720	4,082	57,307
2018	58,677	-19,028	0	0	-19,028	38,279
2019	12,866	-45,811	0	0	-45,811	-7,532
2020	20,999	8,133	0	1,220	6,913	-619
2021	37,508	16,509	0	2,476	14,033	13,414
2022	41,874	4,365	0	655	3,710	17,124
2023	42,973	1,099	0	165	934	18,058
2024	51,986	9,014	0	1,352	7,662	25,720
2025	61,682	9,696	0	1,454	8,242	33,962
2026	58,188	-3,494	0	0	-3,494	30,468
計		58,188	8,737	18,983	30,468	

35. 想定される検証年 t_v において長期の認証された排出削減量 ($ICERs$: 長期期限付きクレジット) は、以下のとおり算定される。

$$ICER_{(t_v)} = \sum_{t=0}^{t_v} ER_{AR-CDM,t} * \Delta t - ICER_{(t-k)} \quad (23)$$

ここで、

$ICER_{(t_v)}$: 検証年 t_v における長期の認証された排出削減量

$ER_{AR-CDM,t}$: 純人為的GHG吸収量 (tCO_2-e /年)

k : 2つの検証が行われる間の時間幅 (年)

t_v : 想定される検証年 (年)

第35パラグラフでは、長期期限付きクレジット ($ICER$) の算定方法を示している。

$ICER$ では、クレジット期間中の契約となり、式(23)に示すとおり、検証時に純人為的GHG吸収量が増加した場合は、増加分相当のクレジットが新たに発行され、減少した場合は補填が必要となる。単価的には、長期契約となるため、 $tCER$ よりも安価となる傾向がある。

$tCER$ 及び $ICER$ とも京都プロトコールにおけるAnnex I国の削減目標を達成するために使用可能である。ただし、これらの非永続性のCERが期限切れとなった後は、他のCER又は京都メカニズムの活動により生成されたクレジットにより、同量のクレジットを補填する必要がある。現在、非永続性のクレジットは発行されていないが、補填責任がどのように取られるべきか明確ではなく、その扱いは関係国又はプロジェクト参加者に依存している。

JIRCASは $tCER$ を選択したが、その理由は以下のとおりである。

- (1) 主要樹種であるユーカリ種は、クレジット期間 20 年にもかかわらず、植栽後 12 年経過後には収穫するので、長期のクレジットは好ましくない。
- (2) モニタリング活動は、CER がマイナスとなる第 3 回目のモニタリング以降は実施しない計画で、実質的には短期のプロジェクトである (表 7.4 参照)。
- (3) JIRCAS プロジェクトの目的は、CER を獲得、活用することにより、プロジェクト地域の参加農家

の所得向上に貢献する、AR-CDM をベースとする農村開発モデルの実証である。この目的は、2 回のモニタリング活動により十分達成可能である。

8 モニタリング

小規模AR-CDM方法論（AMS0001.Ver04.1）の第Ⅵセクションでは、CDMによる小規模新規植林・再植林プロジェクトのための簡易モニタリング方法を示している。

Ⅵ. CDMによる小規模新規植林・再植林プロジェクトのための簡易モニタリング方法

A. ベースライン純 GHG 吸収量の事後評価

36. 決定「6/COP.1, appendix B, パラグラフ 6」によれば、ベースラインのモニタリングは求められていない。モニタリング方法論のためのベースライン純 GHG 吸収量は、上記Ⅱの簡易ベースライン方法論を適用したものと同様である。

第36パラグラフは、ベースライン純GHG吸収量の事後評価について述べている。小規模AR-CDM方法論においては、決定「6/COP.1, appendix B, パラグラフ 6」により、ベースラインのモニタリングは必要とされていない。このため、ベースライン純GHG吸収量は、Validation時の数値がそのまま適用される。

B. 現実純GHG吸収量の事後評価

37. バイオマス推定量の正確性及び精度を改善するため、プロジェクト地域の階層化が実施されなければならない。

38. 吸収源による計画GHG除去量の事後評価のため、以下のとおり階層が定義される必要がある。

- (i) CDM理事会で承認されたCDMによる小規模新規植林・再植林プロジェクト活動のための階層化に係る関係指導書（もしあれば）；又は、
- (ii) DNA指示によるホスト国における「good forest inventory practice」に従った、バイオマス・ストックを推定するためにPDDにおいて提示されるべき階層化手法；又は、
- (iii) 95%の信頼水準における中間値の±10%の目標精度水準で、バイオマス・ストックを推定するためにPDDにおいて提示されるべきその他の階層化手法

39. 炭素ストック（ tCO_2e で表示）は、次の式で推計すること。

$$P(t) = \sum_{i=1}^I (P_{A(t)i} + P_{B(t)i}) * A_i * (44/12) \quad (24)$$

ここで、

$P(t)$: プロジェクトによって達成される時間「 t 」におけるプロジェクト境界内の炭素ストック（ tCO_2e ）

$P_{A(t)i}$: モニタリング間隔内で、プロジェクトによって達成される階層「 i 」の時間「 t 」における地上部バイオマスの炭素ストック（ tC/ha ）

$P_{B(t)i}$: モニタリング間隔内で、プロジェクトによって達成される階層「 i 」の時間「 t 」における地下部バイオマスの炭素ストック（ tC/ha ）

A_i : 階層「 i 」のプロジェクト面積（ ha ）

i : 階層「 i 」（ I =全階層数）

40. パラグラフ41～47に示す算定方法は各階層に適用される。

第37～第40パラグラフは、現実純GHG吸収量の事後評価について述べている。
基本的に、第15～第17パラグラフを受けている。

第37パラグラフでは、事後の現実純GHG吸収量は階層ごとに算定することを求めている。

第38パラグラフでは、事後評価における階層化の手法について述べている。事後評価の階層化は、以下のいずれかによるとしている。

- (1) CDM理事会で承認された階層化のガイダンス
- (2) ホスト国で定められた階層化手法
- (3) その他の手法（95%の信頼水準における中間値の±10%の目標精度水準）

最も確実なのは(1)だが、現時点でCDM理事会は事後評価の階層化に係るガイダンスを定めていない。とりあえず、事前評価での階層化（第16パラグラフ）と同様、最低限、樹種と樹齢による階層化は行う必要がある。(2)、(3)については、適切なものが存在すればよいが、その存在は現実的ではない。

第39パラグラフでは、炭素ストック量の算定方法を示している。基本的には事前評価における現実純GHG吸収量の算定方法と同様である。モニタリングは検証の前に実施されることから、「t」はモニタリング時であるが、そのときの地上部バイオマスから地下部バイオマスを推定することになるので、地上部バイオマスの測定結果（階層別の胸高直径、樹高、面積）が重要となる。

地上部バイオマス

41. 地上部バイオマス $P_{A(t)i}$ は、階層「i」ごとに次のとおり算定される。

$$P_{A(t)i} = E_{(t)i} * 0.5 \quad (25)$$

ここで、

$P_{A(t)i}$: モニタリング間隔内で、プロジェクトによって達成される階層「i」の時間「t」における地上部バイオマスの炭素ストック (tC/ha)

$E_{(t)i}$: プロジェクトによって達成される時間「t」における地上部バイオマスの評価値 (td.m./ha)

0.5 : 乾物の炭素割合 (tC/ td.m.)

42. プロジェクトによって達成される時間「t」における地上部バイオマスの評価値 $E_{(t)i}$ は、以下の手順で推計される。

(a) Step 1 : 常設区画を設置し、最初のモニタリング報告書でその位置を記録する。

(b) Step 2 : 胸高直径 (DBH) 又は胸高直径と樹高を計測して、この結果を利用し、モニタリング報告書に記載する。

(c) Step 3 : 地域的又は国内で開発された相対成長算定式を適用して地上部バイオマスを推計する。
相対成長算定式が得られない場合、

(i) Option 1 : 本方法論の付属書C、又は「LULUCFのためのIPCC good practice guidance」の annex 4A.2 にある相対成長算定式を使用する。

(ii) Option 2 : バイオマス拡大係数及び幹体積に係る次式を適用する。

$$E_{(t)i} = SV_{(t)i} * BEF * WD \quad (26)$$

ここで、

$E_{(t)i}$: プロジェクトによって達成される階層「i」、時間「t」における地上部バイオマスの評価値 (td.m./ha)

$SV_{(t)i}$: 階層「i」、時間「t」における幹材積 (m³/ha)

BEF : 幹から地上部全体のバイオマスに係るバイオマス拡大係数 (樹皮以上)

WD : 基礎的木材密度 (td.m./m³)

43. 幹材積 $SV_{(t)i}$ は、現場での計測によって推定される。 BEF を一貫して適用する場合、幹材積の定義が確認される必要がある (例えば全幹材積又は厚みのある木材 *thick wood* の幹材積は異なる BEF を適用する)。 WD については、国のデフォルト値を使用する。もし国のデフォルト値が利用できない場合、「LULUCFのためのIPCC good practice guidance」の表3A.1.9を適用する。

44. BEF 及び WD の値は、事後及び事前の計算において同一のものとする。

第41～44パラグラフは、第18～第20パラグラフと関連し、地上部バイオマス $P_{A(t)i}$ の事後評価について述べている。

第41パラグラフは、炭素量の算定式で、乾物重量の0.5倍は変わらない。

第42パラグラフは、地上部バイオマスの測定方法について示している。測定は以下の3ステップで実施する必要がある。

- (1) ステップ1 : 標準区画の設置
- (2) ステップ2 : 標準区画での胸高直径と樹高の測定
- (3) ステップ3 : 相対成長算定式の利用による地上部バイオマスの推計

相対成長算定式が適用できない場合、

- (i) オプション1 : 付属書Cの相対成長算定式を使用
- (ii) オプション2 : バイオマス拡大係数及び幹体積を使用

地上部バイオマスの測定は、悉皆調査ではなく、サンプリング調査で行う。JIRCASプロジェクトでは、サンプリングの手順は、IPCC-GPG-LULUCFのセクション4.3.3.4に準じて実施することとする。

「EB31 annex 15 "Calculation of the number of sample plots for measurements within AR-CDM project activities (version 01)" というツールがあるが、試算した結果、実際の適用は困難であることが分かった。JIRCASプロジェクトでは、セクション4.3.3.4のFigure 4.3.1から、8階層について階層ごとに無作為抽出により13%の標準区画を選定した。また各階層の最小標準区画数は3区画とした。

標準区画は、プロジェクト終了まで維持するが、その位置は最初のモニタリングの時に設定すればよい。標準区画の規模は、Section 4.3.3.4 of IPCC-GPG-LULUCFによると、「一般的に均一性のある立木地域では、1プロットの面積は、100m² (1,000本/ha又はそれ以上の密な植栽密度) から600m² (多目的の木が疎に植栽されている場所) とするのがよい」とされており、400m²を選定した。またサンプル

区画全体が階層内にあり、区画内の樹木量の平均を代表できるように、サンプル区画は少なくともプロジェクト境界の内側10mに設置することとしている。

パラグアイでは、ユーカリ又はグレビレアの該当する相対成長算定式が存在しない。このため Option1 における、方法論付属書 C の相対成長算定式の利用を検討する。

付属書Cでは、以下の算定式が提案されている。

表 8.1 地上部バイオマスを推定するためのデフォルト相対成長算定式

降雨量	胸高直径の 範囲	算定式	R ²	著者
広葉樹、熱帯乾燥地域				
<900 mm	3–30 cm	$AGB = 10^{\{-0.535 + \log_{10}(\pi * DBH^2/4)\}}$	0.94	Martinez-Yrizar et al. (1992)
900–1500 mm	5–40 cm	$AGB = \exp\{-1.996 + 2.32 * \ln(DBH)\}$	0.89	Brown (1997)
広葉樹、熱帯湿潤地域				
< 1500 mm	5–40 cm	$AGB = 34.4703 - 8.0671 * DBH + 0.6589 * (DBH^2)$	0.67	Brown y otros. (1989)
1500–4000 mm	< 60 cm	$AGB = \exp\{-2.134 + 2.530 * \ln(DBH)\}$	0.97	Brown (1997)
1500–4000 mm	60–148 cm	$AGB = 42.69 - 12.800 * (DBH) + 1.242 * (DBH)^2$	0.84	Brown y otros. (1989)
1500–4000 mm	5–130 cm	$AGB = \exp\{-3.1141 + 0.9719 * \ln(DBH^2 * H)\}$	0.97	Brown y otros. (1989)
1500–4000 mm	5–130 cm	$AGB = \exp\{-2.4090 + 0.9522 * \ln(DBH^2 * H * WD)\}$	0.99	Brown y otros. (1989)
広葉樹、熱帯高湿地域				
> 4000 mm	4–112 cm	$AGB = 21.297 - 6.953 * (DBH) + 0.740 * (DBH^2)$	0.92	Brown (1997)
> 4000 mm	4–112 cm	$AGB = \exp\{-3.3012 + 0.9439 * \ln(DBH^2 * H)\}$	0.90	Brown y otros. (1989)
針葉樹				
n.d.	2–52 cm	$AGB = \exp\{-1.170 + 2.119 * \ln(DBH)\}$	0.98	Brown (1997)
ヤシ				
n.d.	> 7.5 cm	$AGB = 10.0 + 6.4 * H$	0.96	Brown (1997)
n.d.	> 7.5 cm	$AGB = 4.5 + 7.7 * WD * H$	0.90	Brown (1997)

注: AGB = 地上部バイオマス; DBH = 胸高直径; H = 樹高; WD = 基礎的木材密度

参考文献:

Brown, S. 1997. *Estimating biomass and biomass changing of tropical forests. A primer*. FAO Forestry Paper 134. Organización de las Naciones Unidas para el Alimento y la Agricultura, Roma, Italia. Brown, S., A.J.R. Gillespie, y A.E. Lugo. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35: 881–902.

Martínez-Y., A.J., J. Sarukhan, A. Perez-J., E. Rincón, J.M. Maas, A. Solis-M, and L. Cervantes. 1992. Above-ground phytomass of a tropical deciduous forest on the coast of Jalisco, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 8: 87–96.

JIRCAS では、モニタリング研修のために INFONA の敷地内にある *Eucalyptus camaldulensis* の人工植林地を計測した。このときの地上部バイオマスの推定値と、これらの算定式による推定値を比較すると以下のとおりである。

表8.2 方法論 (AR-AMS0001 Ver04.1) 付属書Cのデフォルト相対成長算定式と実測値の比較

Equation				Value	AGB/tree	(AGB/tree)/VF	(AGB/tree)/VT
Forest	Annual rainfall	DBH limits	Equation				
Especies frondosas, regiones tropicales secas	<900 mm	3–30 cm	$AGB = 10^{\{-0.535 + \log_{10}(\pi * DBH^2/4)\}}$	-2.1652	0.0068	4.16%	2.77%
	900–1500 mm	5–40 cm	$AGB = \exp\{-1.996 + 2.32 * \}$	-6.0700	0.0023	1.40%	0.94%
Especies frondosas, regiones tropical húmedas	< 1500 mm	5–40 cm	$AGB = 34.4703 - 8.0671 * DBH + 0.6589 * (DBH^2)$		33.0965	20120.01%	13413.34%
	1500–4000 mm	< 60 cm	$AGB = \exp\{-2.134 + 2.530 * \ln(DBH)\}$	-6.5768	0.0014	0.85%	0.56%
	1500–4000 mm	60–148cm	$AGB = 42.69 - 12.800 * (DBH) + 1.242 * (DBH)^2$		40.5161	24630.53%	16420.35%
	1500–4000 mm	5–130cm	$AGB = \exp\{-3.1141 + 0.9719 * \ln(DBH^2 * H)\}$	-3.8997	0.0202	12.31%	8.21%
	1500–4000 mm	5–130 cm	$AGB = \exp\{-2.4090 + 0.9522 * \ln(DBH^2 * H * WD)\}$	-3.5886	0.0276	16.80%	11.20%
Especies frondosas, regiones tropicales mojadas	> 4000 mm	4–112 cm	$AGB = 21.297 - 6.953 * (DBH) + 0.740 * (DBH^2)$		20.1181	12230.17%	8153.45%
	> 4000 mm	4–112 cm	$AGB = \exp\{-3.3012 + 0.9439 * \ln(DBH^2 * H)\}$	-4.0641	0.0172	10.44%	6.96%
Coníferas	n.d.	2–52 cm	$AGB = \exp\{-1.170 + 2.119 * \ln(DBH)\}$	-4.8911	0.0075	4.57%	3.05%
Palmas	n.d.	> 7.5cm	$AGB = 10.0 + 6.4 * H$		105.5927	64191.80%	42794.53%
	n.d.	> 7.5cm	$AGB = 4.5 + 7.7 * WD * H$		79.2765	48193.68%	32129.12%

Note: measured value DBH (cm) 17.27
H (m) 14.94
WD (t dm/m³) 0.650174
VF (m³) 0.1645
VT (m³) 0.2467

表 8.1 の中で、パラグアイが該当するのは「広葉樹、熱帯湿潤地域」である。また、JIRCAS プロジェクトが該当するのは、「年間降雨量 1,500-4,000mm」及び「DBH<60cm」であるから、相対成長算定式は以下のとおりである。

$$AGB = \exp\{-2.134 + 2.530 * \ln(DBH)\}$$

この算定式に実測値を代入した値は、実測値と比較して、幹材積は 0.85%、地上部バイオマス（拡大係数 1.5 を適用）は 0.56%にすぎず、大きく乖離している。また、適用条件を勘案せず、他の算定式に実測値を代入しても、該当すると思われるものは一つもない。

このことから、第 42 パラグラフの Step 3 のうち、Option 2 を採用することとする。

Option 2は、基本的には事前の現実純GHG吸収量の算定方法と同様である。

第43パラグラフは、第20パラグラフと関連し、幹材積SVが現地計測により求めるべきことを示している。このとき、幹材積の定義を明確にしておかなければ、バイオマス拡大係数（BEF）の適用時に誤ることがあるので注意喚起している。すなわち、BEFを乗じる対象は、枝などを除く商品化量を表す幹材積でなければならない、枝などを含むバイオマス量であってはならない。また、樹皮の厚い樹種の場合は、BEFの適用方法が異なるので注意が必要である。密度（WD）は国のデフォルト値を使用するのが原則だが、国のデフォルト値がない場合、IPCC-GPG-LULUCFの表3A.1.9を使用してもよいとしている。

第44パラグラフは、事後と事前の現実吸収量の計算において、同一のBEFとWDを使用することを求めている。

地下部バイオマス

45. モニタリング間隔「 $P_{B(t)}$ 」の期間中にプロジェクトによって達成される時間「 t 」における地下部バイオマスの炭素ストックは、次のとおり算定される。

$$P_{B(t)i} = E_{(t)i} * R * 0.5 \quad (27)$$

ここで、

$P_{B(t)i}$: モニタリング間隔内で、プロジェクトによって達成される階層「 i 」の時間「 t 」における地下部バイオマスの炭素ストック (tC/ha)

$E_{(t)i}$: プロジェクトによって達成される階層「 i 」の時間「 t 」における地上部バイオマスの評価値 (td.m./ha)

R : 根と地上部の比率 (td.m./td.m.)

0.5 : 乾物の炭素割合 (tC/td.m.)

46. R については、記録された国の値を使用する。そのような数値がない場合、「LULUCFのためのIPCC good practice guidance」の表3A.1.8を適用する。関連種の根と地上部の比率が得られない場合、事業推進者はCairns et al(1997)により開発された、以下の相対成長算定式を適用する。

$$P_{B(t)i} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln E_{(t)i}) * 0.5 \quad (28)$$

ここで、

$P_{B(t)i}$: モニタリング間隔中のプロジェクト活動で達成された時間「 t 」における地下部バイオマス中の炭素ストック (tC/ha)

$E_{(t)i}$: プロジェクト活動で達成された時間「 t 」における地上部バイオマスの推定値 (td.m./ha)

0.5 : 乾物の炭素割合 (tC/td.m.)

又は、「LULUCFのためのIPCC good practice guidance」(表4.A.4)で採用されたより一般的な算定式を適用する。

第45～46パラグラフは、第21～第23パラグラフと関連し、地下部バイオマス $P_{A(t)i}$ の事後評価について述べている。

第45パラグラフでは、モニタリング時の地下部バイオマスは、第42パラグラフで求めた地上部バイオマスに R 値 (root to shoot ratio) を乗じて求めることとしている。

第46パラグラフでは、 R 値として以下の優先順位をつけている。

- (1) 国の値
- (2) (1)が得られない場合は、IPCC-GPG-LULUCFの表3A.1.8

適当な R 値が得られない場合は、第28式で示される相対成長算定式又はIPCC-GPG-LULUCFの表4.A.4に記載された算式により、直接地下部バイオマスを計算することとしている。

47. プロジェクト参加者が、肥料の使用が N_2O の有意な排出（現実純GHG吸収量の10%以上）に至ると判断する場合、「IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories」（以下 IPCC good practice guidance）に従って、プロジェクトによる排出量（ $GHG_{PROJ,t}$ ）を推計しなければならない。⁽⁸⁾

(8) Use the tool: Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization when it becomes available.

第47パラグラフは、第25パラグラフと関連し、プロジェクト排出量の算定について述べている。ただし、記述内容は第25パラグラフと全く同様である。

現行の小規模AR-CDM方法論(AMS0001.Ver05)の第47パラグラフでは、「プロジェクト排出量は有意とはみなされないので、 $GHG_{PROJ,t}=0$ 」とされている。

C. リークエージの事後評価

48. リークエージを推定するため、プロジェクト参加者は最初のクレジット期間中において、次の各指標をモニターしなければならない。

(a) プロジェクト活動により移動されるプロジェクト境界内の耕地面積⁽⁹⁾

注) 耕地には、農業サイクルの一部（たとえば焼き畑）としての休耕状況にある土地を含む。

(b) プロジェクト活動により移動されるプロジェクト境界内で放牧されている家畜の数

(c) 放し飼い家畜については、プロジェクト活動により移動されるプロジェクト境界内の1ha当たりの草食家畜の時間平均の数

(9) 耕地には、農業サイクル（例えば焼き畑）の一部として、現在休耕状態にある土地も含まれる。

49. 特定のモニタリング期間のためのこれらの指標値が10%より大きくない場合は、

$$L_{tv} = 0 \quad (29)$$

ここで、

L_{tv} : 検証時におけるリークエージによる全GHG排出量 (tCO_2-e)

最初のクレジット期間中、これらの指標の一つが10%を超え50%以下であるとき、リークエージは、以下の算式を使用して、検証時に決定される必要がある。

最初の検証期間

$$L_{tv} = 0.15 * \left(P_{(tv)} - B_{(t=0)} - \sum_{t=0}^{tv} GHG_{PROJ,(t)} \right) \quad (30)$$

次の検証期間

$$L_{tv} = 0.15 * \left(P_{(tv)} - P_{(tv-k)} - \sum_{t=tv-k}^{tv} GHG_{PROJ,(t)} \right) \quad (31)$$

ここで、

L_{tv} : 検証時におけるリークエージによるGHG排出量 (tCO_2-e)

$P_{(t)}$: プロジェクト活動で達成された、時間「t」におけるプロジェクト境界内の炭素ストック

(tCO₂-e)

GHG_{PROJ,t} : 肥料の使用から生ずる計画排出量 (tCO₂-e /年)

B_(t=0) : プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「0」でのバイオマスにおける炭素ストック (tC/ha)

t_v : 検証年 (年)

k : 2つの検証が行われる間の時間幅 (年)

Ⅳ、パラグラフ31で示されたように、これらの指標の一つが50%を超える場合、純人為的GHG吸収量はこの方法論を使用して推計することはできない。

最初のクレジット期間の最後における全リーケージは、以下により算定される。

$$L_{CP1} = 0.15 * \left(P_{(t_c)} - B_{(t=0)} - \sum_{t=0}^{t_c} GHG_{PROJ,(t)} \right) \quad (32)$$

ここで、

L_{CP1} : 最初のクレジット期間の最後におけるリーケージによる全GHG排出量 (tCO₂-e)

P_(t_c) : プロジェクト活動で達成された、クレジット期間におけるプロジェクト境界内の炭素ストック (tCO₂-e)

GHG_{PROJ,t} : 肥料の使用から生ずる計画排出量 (tCO₂-e /年)

B_(t=0) : プロジェクト活動がない場合に発生したと考えられる、時間「0」でのバイオマスにおける炭素ストック (tC/ha)

t_c : クレジット期間 (年)

第48～49パラグラフは、リーケージの事後評価について述べている。

第48パラグラフでは、第29パラグラフと関連し、リーケージの要因ごとにモニタリングすることを求めている。なお、モニタリングの頻度は、第53パラグラフの表2に示すとおり、プロジェクト登録後の最初の検証前に1度行うだけでよい。モニタリング対象は以下のとおりである。

- (1) プロジェクトにより移転される耕地面積
- (2) 植林前の草地で飼養されていた家畜の移転数
- (3) 草地で放し飼いされていた家畜の移転数 (時間平均数)

これらは実測することとされている。

第49パラグラフでは、リーケージの算定式を示している。

移転割合が10%未満の場合、第30パラグラフと同様、リーケージはゼロとすることができる。

移転割合が10%以上かつ50%未満の場合、第31パラグラフと同様、リーケージは最初のクレジット期間中に達成される現実純GHG吸収量の15%とする。最初のクレジット期間とは、更新を含む場合の言い方で、更新しない場合はプロジェクト期間と同等である。

第49パラグラフでは、最初の検証期間と次の検証期間で式を区別しているが、最初ではベースラインを控除するが、続く期間ではベースラインを控除する必要はなく、当該検証期間に蓄積された純吸収量をリーケージの対象とする意味である。

なお、3つの指標のうちいずれかの移転割合が50%を上回る場合、第1パラグラフの本方法論の適用条件に反することになり、この方法論自体を適用できなくなる。

第49パラグラフでは、最後にクレジット期間（更新しない場合のプロジェクト期間）を通じた、全リーケージの算定方法を示している。

D. 事後における純人為的GHG吸収量の推定

50. 純人為的GHG吸収量は、現実純GHG吸収量から、ベースライン純GHG吸収量を減じ、さらに適切なリーケージを減じて求められる。

51. 検証年 t_v における $tCER$ は、以下のとおり算定される。

最初のクレジット期間

$$tCER_{(t_v)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{t_v} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{t_v} \quad (33)$$

次のクレジット期間

$$tCER_{(t_v)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{t_v} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{CP1} \quad (34)$$

ここで、

$P_{(t)}$: プロジェクト活動で達成された、時間「 t 」におけるプロジェクト境界内の炭素ストック (tCO_2-e)

$GHG_{PROJ, t}$: 肥料の使用から生ずる計画排出量 (tCO_2-e /年)

$\Delta C_{BSL, t}$: ベースライン純GHG吸収量 (tCO_2-e /年)

L_{t_v} : 検証時におけるリーケージによる全GHG排出量 (tCO_2-e)

L_{CP1} : 最初のクレジット期間の最後におけるリーケージによる全GHG排出量 (tCO_2-e)

t_v : 検証年 (年)

52. 検証年 t_v における $1CER$ は、以下のとおり算定される。

最初のクレジット期間

$$1CER_{(t_v)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{t_v} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{t_v} - 1CER_{(t_v-k)} \quad (35)$$

次のクレジット期間

$$1CER_{(t_v)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{t_v} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{CP1} - 1CER_{(t_v-k)} \quad (36)$$

ここで、

$P_{(t)}$: プロジェクト活動で達成された、時間「 t 」におけるプロジェクト境界内の炭素ストック (tCO_2-e)

$GHG_{PROJ, t}$: 肥料の使用から生ずる計画排出量 (tCO_2-e /年)

$\Delta C_{BSL, t}$: ベースライン純GHG吸収量 (tCO_2-e /年)

L_{t_v} : 検証時におけるリーケージによる全GHG排出量 (tCO_2-e)

L_{CP1} : 最初のクレジット期間の最後におけるリーケージによる全GHG排出量 (tCO_2-e)

$1CER_{(t_v-k)}$: 前段の検証年に続いて発行された長期の認証された排出削減量のユニット

t_v : 検証年 (年)

k : 2つの検証が行われる間の時間幅 (年)

第50～52パラグラフは、事後における純人為的GHG吸収量の推定について述べている。

第50パラグラフは、第33パラグラフと同様である。

第51パラグラフでは、第34パラグラフと対応し、tCERの算定方法を示している。

プロジェクトを更新する場合、最初のクレジット期間では検証時におけるリーケージを検証時ごとに控除することとしている。しかし、次期クレジット期間ではリーケージの計算を求めておらず、最初のクレジット期間の全体のリーケージ量をそのまま控除すればよいとしている。

第52パラグラフでは、第35パラグラフと対応し、lCERの算定方法を示している。

プロジェクトを更新する場合のリーケージの計算方法の相違は、tCERと同様である。

E. モニタリング頻度

53. 各変数のモニタリング頻度は、表1及び2で定義する。

第53パラグラフは、モニタリング頻度について述べている。

表1は、検証時におけるプロジェクト吸収量算定のためのモニタリングについて示し、表2はリーケージのモニタリングについて示している。これらは、PDDのモニタリング計画に反映させなければならない。

表1 プロジェクト境界内の炭素プールにおいて、検証可能な炭素ストックにおける変動をモニターするために、提案されたCDMによる新規植林・再植林プロジェクト活動から収集又は使用されるべきデータ、並びにこれらのデータの入手手法

変数データ	出典	データ単位	計測、計算又は推定	頻度（年）	割合	編集	コメント
プロジェクト活動が実施された地域の位置	現地測量又は地籍情報又は航空写真又は衛星画像	緯度及び経度	計測	5	100%	電子、紙、写真	GPSは現地測量に使用可能
A _i プロジェクト活動が実施された地域の各階層タイプごとの大きさ	現地測量又は地籍情報又は航空写真又は衛星画像又はGPS	ha	計測	5	100%	電子、紙、写真	GPSは現地測量に使用可能
常設標本区画の位置	プロジェクト位置図及びプロジェクト設計	緯度及び経度	定義	5	100%	電子、紙	区画位置はGPS及び地図上の表記で登録
胸高（1.3m）直径	常設区画	cm	計測	5	標本区画内の個別樹木	電子、紙	標本区画内にあり、大きさ制限の適用される個別樹木に対し、胸高直径を計測
樹高	常設区画	m	計測	5	標本区画内の個別樹木	電子、紙	標本区画内にあり、大きさ

							制限の適用される個別樹木に対し、樹高を計測
基礎的木材密度	文献	生木1m ³ 当たりの乾物重量(t)	推定	1度		電子、紙	
全CO ₂	プロジェクト活動	Mg	計算	5	全プロジェクト・データ	電子	全区画及び炭素プールから収集されたデータ

表2 流出量をモニターするために、収集又は使用されるべきデータ、並びにこれらのデータの入手手法

変数データ	出典	データ単位	計測、計算又は推定	頻度（年）	割合	編集	コメント
プロジェクト活動により移動されたプロジェクト境界内の耕地面積	測定	ha 又は他の面積単位	計測又は推定	プロジェクトが確立された後で、かつ最初の検証が行われる前に1度	30%	電子	
プロジェクト活動により移動されたプロジェクト境界内で放牧されている家畜の数	測定	頭数	推定	プロジェクトが確立された後で、かつ最初の検証が行われる前に1度	30%	電子	
プロジェクト活動により移動されたプロジェクト境界内の彷徨性草食家畜の1ha当たり時間平均の数	測定	頭数	推定	プロジェクトが確立された後で、かつ最初の検証が行われる前に1度	30%	電子	

JIRCASプロジェクトでは、個別の植林区画の位置はGPSで測量し、GISで図化した。植林区画は、パラグラフ16にしたがって階層区分したため、参加農家数（167戸）をはるかに上回る植林区画（240区画）を設定することとなった。全ての植林区画の座標は表にまとめ、図化し、PDDに添付した。GISによる植林区画の図化の事例を図8.1に示す。

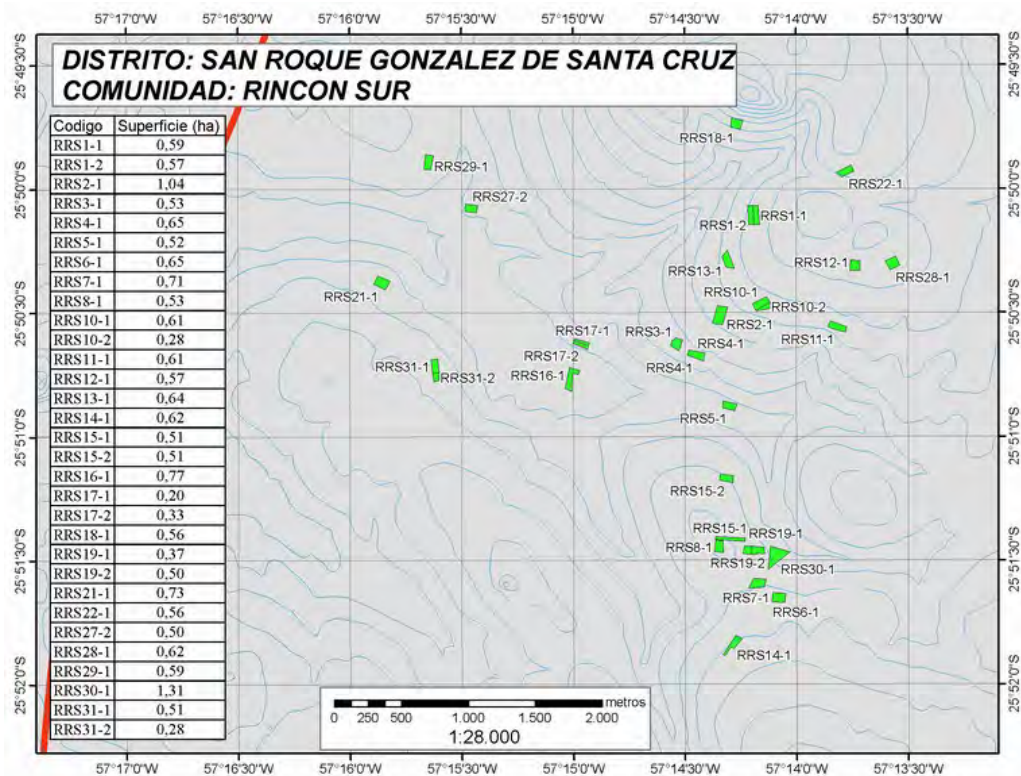


図 8.1 Rincón Sur 集落における植林区画のGISイメージ

低所得農家は、土地資源が限られ、植林のためにまとまった面積を提供することができない。このため、低所得農業コミュニティで実施されるAR-CDMプロジェクトでは、非常に多くの小規模植林区画を含むことになる。このことにより、プロジェクト形成及びモニタリングのための経費が増加するが、プロジェクトによる利益は直接農家に与えられることになる。このタイプのAR-CDMでは、大規模植林プロジェクトに比べ、山火事のリスクが最小化され、個別の樹木は農家により十分管理される。モニタリング経費を節減し、小規模区画のメリットを発現させ、プロジェクト活動を持続性あるものにするためには、効率的なモニタリング・システムの確立が不可欠である。

9 方法論の改訂

2008年9月に開催された第42回CDM理事会（EB42）において、以下のとおり決定された。

「35. EBはAR-CDMプロジェクト活動における、次の発生源からのGHG排出量算定に係るガイダンスを明らかにした。(i)肥料の施用、(ii)草性植生の除去、及び(iii)輸送。また、これらの発生源からの排出量はわずかと考えられ、今後、A/Rのベースライン、モニタリング方法論及びツールにおいて無視することができると合意した。またEBは、事務局に対し、A/R WGとEBの議長の合意後、上記のガイダンスを適用し、これらの方法論が2008年10月17日に有効となるよう、全ての影響を受ける認定されたAR-CDMベースライン、モニタリング方法論及びツールを改訂するよう要請した。」

すなわちAR-CDM方法論において、1) 肥料の施用、2) 雑草除去、3) 輸送に係るGHG排出は軽微なので、ベースライン及びモニタリングから除外するというものである。このことから、関連する方法論及びツールが改正され、上記3項目からのGHG排出量はゼロとされることとなった。

本プロジェクトが適用している方法論（AMS0001.Ver04.1）も、AMS0001.Ver05へ改定され、2008年10月17日より適用となった。改定された主なパラグラフは以下のとおりである。

表9.1 AMS0001.Ver05における主要改訂事項

パラグラフ番号	Ver05の内容	備考
3	プロジェクト排出量は有意ではないと考えられるので無視する。	
25	プロジェクト排出量は有意ではないと考えられる。すなわち： $GHG_{PROJ,t=0}$ ここで： $GHG_{PROJ,t}$ ：プロジェクト排出量(tCO _{2e} /年)	事前評価においてプロジェクト排出量はゼロとする算式。
47	プロジェクト排出量は有意ではないと考えられる。すなわち： $GHG_{PROJ,t=0}$ ここで： $GHG_{PROJ,t}$ ：プロジェクト排出量(tCO _{2e} /年)	事後評価においてプロジェクト排出量はゼロとする算式。

これまで、木を育てることよりベースラインの植生を重視していたAR-WG及びCDM理事会(EB-CDM)の風変わりな姿勢が若干好転しつつあると考えられる。

また、2008年11月に開催された第44回EB-CDM（EB44）において、AR-AMS0004「小規模アグロフォレストリー方法論」が新しく承認された。この方法論の適用条件は以下のとおりである。

「この簡素化されたベースライン及びモニタリング方法論は、以下の(a)～(d)の条件が満たされた場合に適用可能である。

- (a) プロジェクトは耕地で実施されること
- (b) プロジェクト活動は国際基準又は国内基準に照らしてアグロフォレストリーと見なされる耕作方法を含むこと
- (c) プロジェクト以前のプロジェクト境界内にある樹木又は木質多年生植物のバイオマスが、以下であること
 - (i) プロジェクト活動で達成される樹木の地上部及び地下部バイオマスの最大値の10%を超えないこと、又は
 - (ii) プロジェクト活動で達成される樹木の地上部及び地下部バイオマスの最大値の10%を超えるが、プロジェクト活動の実施においては既存のバイオマスが移転されないこと

- (d) プロジェクトの実施により、プロジェクト開始時における全耕地面積に比して、耕地の減少がある場合、少なくとも以下の条件の一つが満足される場合、方法論は適用できる。
- (i) 作物の移転がないこと、又は
 - (ii) 作物の移転が森林減少を引き起こさないこと、又は
 - (iii) 移転は、有意なバイオマスを含まない（例えば1 ha当たりの樹木がゼロ又は少量又は灌木だけの劣化した土地）プロジェクト活動の周辺の土地に対して行われること、又は
 - (iv) プロジェクト活動の結果としてのプロジェクト境界内の耕地面積の減少が全プロジェクト面積の50%未満であること。」

この方法論は耕地を100%対象とするもので、プロジェクト実施前に存在する樹木や木質多年生植物のバイオマスがプロジェクト活動によるバイオマス量の10%以上であってもプロジェクト活動により除去されなければ、適用が可能である。さらに、プロジェクト以前のバイオマスがプロジェクト後にも除去されなければ、ベースラインとして考慮しなくてよいことになっている。

すなわちこの方法論の考え方に従えば、本プロジェクトにおけるヤシの扱い（農家は果実を採集するため、将来にわたって耕地内のヤシは伐採しないが、DOEの指摘によりベースライン・バイオマス量として算定し、プロジェクト吸収量から控除）は、JIRCASが当初から考えていたとおり、ベースラインに算入しなくてもよいことになる。このことも、AR-WG及びEB-CDMの考え方が、現実的になってきたことを示すものといえる。

また、第23回新規植林・再植林ワーキンググループ(AR-WG)では、以下を決定している。

「AR-WGは、ベースラインの純GHG吸収量に対する草性植生における炭素ストック量の変化はわずかであり、ゼロとすべきであることを明らかにした。また、AR-WGは草性植生のあらゆる除去からの炭素ストック量の変化と、CO₂で計測される、燃焼、収穫、腐敗を含み、これらには限定されない、GHG排出量の、現実純温室効果ガス吸収量に対する寄与は、わずかであり、ゼロとすべきであることを明らかにした。その決定の中で、AR-WGは草性植生の中の炭素ストックが大きい地域が存在することを認識した。しかし、平均的に、AR活動に向けられると想定される地域においては、ストック量はわずかであると判断した。」

AR-WGは、上記の決定につきEB-CDMに記録することを求めており、EB-CDMは第46回会議でこの要請につき記録することを決定した。

すなわち、方法論AMS0001.Ver04.1では、第6パラグラフに示すとおり、草地について地下部バイオマスの炭素ストック量を算定し、プロジェクト吸収量から控除することを求めているが、AMS0001.Ver05以降を適用する場合、これが不必要となる。

PROJECT-JIRCASでは、草地の地下部バイオマスは1,993tCO_{2e}であったが、これをベースラインとして控除しない場合、20年間で約9%のCERの増となっていた。

10 JIRCAS プロジェクトの方向

UNFCCCのEB-CDMは、2009年9月6日、JIRCASプロジェクトを小規模AR-CDMプロジェクトとして登録した。JIRCASプロジェクトはAMS0001.Ver04.1を適用した最後のプロジェクトとなった。改訂された方法論は、AMS0001.Ver04.1に比べ簡素化される傾向にあり、JIRCASに続くプロジェクトは、将来予想されるより複雑な方法論に基づくこのモデルを、AR-CDMの要件を満足させるための有効なツールとすることが可能である。

すでにいくつかのAR-CDMプロジェクトが登録されているが、EB-CDMは未だにtCERやlCERを発行していない。AR-CDMに対し炭素クレジットが発行されていない理由は、方法論が要求する植栽場所の厳しい条件による木の成長の遅さと、モニタリング基準を満足することの困難さである。CDMプロジェクトはCERが発行されなければ意味がない。

JIRCASはCERを獲得するために、以下の方法を設定している。

(1) 早期計画・早期実行の取り組み

JIRCAS は CDM をベースとする農村開発という枠組みを設定している。ただし、これは CDM プロジェクトの全ての手続きが完了したときに達成される。このため、JIRCAS は EB-CDM にプロジェクトが登録されるずっと以前から、モニタリング活動に係る詳細な計画を立ててきた。また、JIRCAS は 2010 年にモニタリングを実施する計画である。表 10.1 に、パラグアイにおける JIRCAS の全体の調査計画を示す。

表 10.1 JIRCAS プロジェクトのスケジュール

区分	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
土壌保全 実証調査				(完了)			
	フェーズ1	フェーズ2					
植林 CDM 実証調査							
			- 関係機関 覚書締結 - ベースライン調査(1) - 植栽樹種の決定 - 農家アンケート調査	- 植林調査 - ベースライン調査(2) - 植栽開始 - PDD作成 - DOE有効化審査	- PDD修正 - 植栽完了 - 政府承認 手続 - 有効化審査報告書	- 国連手続き/登録 - モニタリング体制/研修 - プロジェクトの他地区への普及	- 第1回モニタリング - DOE検証 - ガイドライン、マニュアルの整備 - 国際セミナーの開催

(2) モニタリングの効率性

JIRCAS プロジェクトの受益農家は、植林のため所有地の一部を自主的に提供している。JIRCAS は農家自らの決定を尊重しており、結果として 2 市に点在する 240 の植林区画が計画に含まれることになった。このことは、植林地の位置確認のモニタリングに非常に時間がかかることを意味する。JIRCAS は、植栽前に GPS 測量した植林予定区画の境界の交点に木杭を設置した。しかし木杭では、盗難や腐

食、無関心により長期間では消失するおそれがある。JIRCAS は植栽時期が過ぎた後、木杭位置に、1,000 本以上の消失するおそれの低い長く重いコンクリート杭を設置した。この永久杭は、動かすことが難しく、最初のモニタリングで位置確認した後は、杭が移動したかどうかを確認するだけで、モニタリングを簡略化でき、境界位置のモニタリング時間を節約することが可能である。

(3) モニタリング方法の普及

将来の AR-CDM プロジェクトに関係する担当者への研修は、AR-CDM に係る JIRCAS の知識、経験を普及するだけでなく、モニタリングを行う担当者数を拡大するためにも重要である。JIRCAS は、INFONA の技術スタッフ、アスンシオン大学の教官、地域の NGO に対してモニタリング活動に係る研修プログラムを実施している（図 10.1）。研修参加者は、モニタリングに係るデータ収集のほか、DOE 検証チーム及び EB-CDM に提出するモニタリング・レポートの作成に貢献することになる。関係機関のスタッフから構成される JIRCAS プロジェクトのモニタリング体制は、2009 年に整備されている。

JIRCAS は能力開発のほかに、パラグアイの他の地域において AR-CDM を取り入れた新たな農村開発の策定に乗り出している（図 10.2）。JIRCAS は、自らの地域において JIRCAS プロジェクトのモデルを適用しようとする機関の活動を支援している。プロジェクトを実際の現場で、共同で実施することは、プロジェクト・モデルの技術等を移転するために最も効果的な方法である。JIRCAS が作成予定のガイドライン、マニュアルは、JIRCAS タイプの農村開発の推進者が直面する問題解決のための参考資料となることを期待している。

ラテンアメリカでは、土壌侵食、地力劣化が、土地生産性を維持するために解決すべき最も重要な問題の一つである。表 10.2 にパラグアイ及び近隣国の土壌侵食状況を示す。人口増加や土地利用強度などの社会経済的要因のほか、自然的な要件（気候変動など）により、状況は悪化する傾向にある。特にこれらの国の小農は、資源の豊富な大農に比べ、土壌侵食により生活条件が悪化する程度が大きい。土壌保全・所得向上活動の一部として AR-CDM を導入する JIRCAS の農村開発モデルは、社会経済及び自然条件に合った修正を加えたうえで、他のラテンアメリカ諸国における小農の土壌劣化地域に適用可能である。

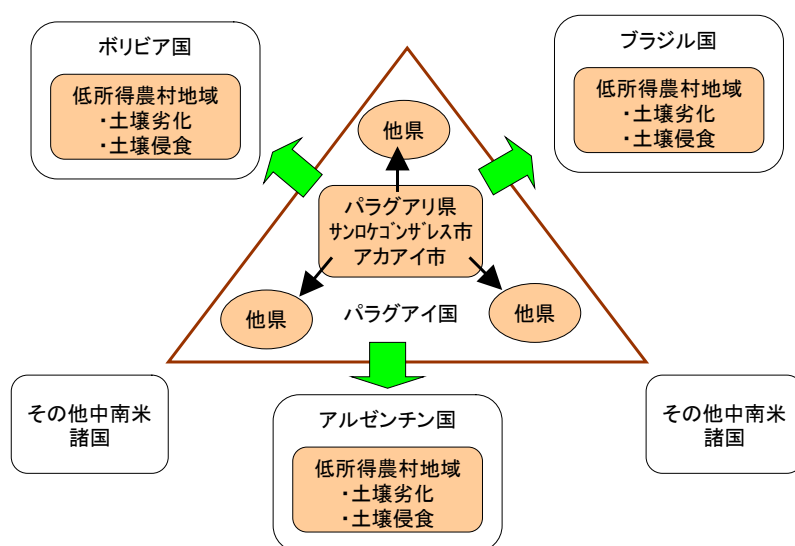


図 10.1 JIRCAS プロジェクト・モデルの普及可能性

表 10.2 パラグアイ近隣諸国における土壌劣化

国 名	土壌劣化面積		未利用の過度の 土壌劣化面積 ¹⁾		安定した土地の 面積		合計
	百万 ha	%	百万 ha	%	百万 ha	%	百万 ha
アルゼンチン	53	19	2	< 1	223	80	278
ボリビア	13	12	2	2	94	86	109
ブラジル	125	15	0	0	721	85	847
チリ	7	10	22	30	43	60	72
パラグアイ	3	8	0	0	37	92	40
合計	201	15	26	2	1,118	83	1,346

注 1) 活動している砂丘、塩類化の平地、岩石地、砂漠、氷に覆われた土地、乾燥した山岳地域

出展) FAO. (1992) Erosion de suelos en America Latina, Proyecto GCP/RLA/107/JPN,
<http://www.fao.org/docrep/T2351S/T2351S00.htm>

11 結論

AR-CDM を活用した農村開発につき、CER を獲得してない現時点では、まだ評価できる段階にない。CDM の仕組みをよく知らない者にとって、炭素クレジットは魅力的に映り、ともすれば過剰な期待を抱きがちである。JIRCAS プロジェクトにおいても、参加農民の中には、JIRCAS が CDM 事業から不当な利益を得るのではないかと疑い、離脱したものもあった。しかしこのような農民は、途中から JIRCAS プロジェクトに参加した者で、土壌保全プロジェクトから参加してきた農民には JIRCAS が炭素クレジットを獲得することを理由に CDM 事業への参加を拒否する者はいなかった。JIRCAS が非常に早く AR-CDM の EB-CDM 登録を獲得できたのは、参加農家が JIRCAS を信頼し、積極的に協力したからに他ならない。これは JIRCAS モデルが AR-CDM を目的とするのではなく、農村開発の一部として AR-CDM を位置付けているためである。

農村開発にとって、AR-CDM がどの程度貢献できるか、経済性の分析はモニタリング後となるが、現時点で JIRCAS プロジェクトの意義について整理すると以下があげられる。

(1) 植林活動が活性化したこと

パラグアイ初の CDM 事業として、プロジェクトのセミナーやマスコミを通じて、有名となったことにより、国の内外から視察者が増加し、植林活動が活性化した。JIRCAS は、AR-CDM の面積が 215ha に過ぎないが、希望する農家であれば土地の適格性を有せずとも（例えば植林面積が森林定義 0.5ha を下回る）、苗木を配布し、植林された総面積は 300ha 近くになる。また、環境教育の一環として、地元の小中学校で教員や生徒に植林研修を行っているが、植栽後の管理を含めて、着実に植林事業への理解が広まっている。

(2) 農家の環境保全意識が高まったこと

これまで全く植林を行なったことがなかった農家が、JIRCAS プロジェクトに参加することで、土壌保全や植林の意義を理解し、技術を身につけ、確実に資源管理や環境保全に係る意識を改革している。とくにアグロフォレストリーの導入により、農業を犠牲にせずに森を作る試みが成功しており、持続性の高い営農が定着しつつある。

(3) パラグアイ行政担当者や技術者の意識変革

植林による炭素吸収は、プロジェクト化によって理論が現実のものとなり、農村開発に係るパラグアイ側行政担当者や技術者の意識変革につながった。JIRCAS セミナーには行政、大学、研究機関、援助機関、農協、NGO 等が参加するが、参加者のほとんどが JIRCAS プロジェクトに関心を寄せ、プロジェクトの普及に期待している。AR-CDM により植林の効果の一部が数値化され、商取引の対象となることは、農村開発担当者のよい刺激となっている。

しかしながら、AR-CDM には解決すべき問題がある。これまでのプロセスにおいて、特に顕著な問題は以下のとおりである。

(1) タイムラグ

CER は植林後、モニタリング及び検証され、EB-CDM で承認されない限り発行されない。すなわち、最も経費を要する新植に、CER は使用できないため、事業推進者は CER 以外から資金調達しなければならない。ところが、CDM 事業化を目指したとしても CDM 登録されないリスクがあり、さらにはモニタリング・検証結果が CDM 理事会で認められないリスクがある。このようなリスクの中で、事業推進者が CER 獲得を前提に資金調達するのは非常に困難である。なぜなら、資金提供者はリスクの程度に応じて、先物扱いされる CER 価格を引き下げるからである。低額の資金は

CDM プロジェクトの質を低下させ、国連登録されないリスクを高め、失敗への悪循環に陥る。

(2) 方法論上の不必要なバリア

方法論では、植栽のための攪拌面積は 10%未満でなければならない (para1)、小規模 AR-CDM が低所得地域で行われなければならない、など不必要なバリアが設定されている。EB-CDM が CDM を促進することが目的ならば、不要なバリアは排除すべきである。

(3) 低い CER 価格

非永続性の特性により、AR-CDM の CER は低価格となっており、費用対効果を満足させることが困難である。UNFCCC 及び CDM 理事会が、真に CDM 植林を促進したいのであれば、非永続性の定義は緩和される必要がある。

(4) DOE 経費が高額

AR-CDM の収益性を悪化させる主要な要因の一つは、有効化審査と、定期的な検証に係る DOE の経費である。DOE 経費は CER 便益を圧縮させるが、とくに小規模 AR-CDM ではこの影響が大きい。小規模 AR-CDM の方法論は、DOE の負荷を軽減できるように、通常規模のプロジェクトに比べ一層簡素化されるべきである。

(5) 非効率な手続き

主な事務手続きは、ホスト国、関係国、DOE、UNFCCCで実施されるが、プロセスが非常に煩雑なうえ、官僚的な硬直性が顕著な場合が多く、時間ばかり浪費する。事業推進者は、必ずしも重要とは思われない文書1枚を取得するのに、1年以上待つほどの忍耐が必要である。手続きの簡素化は、近い将来達成すべき重要事項である。

引用文献

- (1) Afforestation and Reforestation Working group (AR/WG). (2009) Meeting Report, 23rd Meeting, 25 – 27 February 2009
- (2) CDM Executive Board. (2007 for Ver04.1 and 2008 for Ver05) Simplified baseline and monitoring methodologies for small-scale afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism implemented on grasslands or croplands (AR-AMS0001.Ver04.1 and Ver05)
- (3) CDM Executive Board. (2008) Approved simplified baseline and monitoring methodologies for small-scale agroforestry- afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism (AR-AMS0004.Ver01)
- (4) CDM Executive Board. (2007) EB31 annex 15, "Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities (version 01)", 4 May 2007
- (5) CDM Executive Board. (2007) EB33 annex 16, AR Methodological tool "Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization" (Version 01), 27 July 2007
- (6) CDM Executive Board. (2007) EB35 annex 18, "Procedures to demonstrate the eligibility of lands for afforestation and reforestation CDM project activities", 15 - 19 October 2007
- (7) CDM Executive Board. (2008) EB42nd Meeting Report, 26 Sep. 2008
- (8) CDM Executive Board. (2009) EB46th Meeting Report, 25 March 2009
- (9) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. (1994) Uso de la Tierra y Deforestación en la Region Oriental del Paraguay Periodo 1984-1991 (Volumen I)
- (10) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. (2007) Determinación de la Densidad Específica de la Madera de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* y *Grevillea robusta* A. Cunn
- (11) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. (2007) Determinación de Escenarios de Crecimiento Volumétrico de *Grevillea robusta* A. Cunn.
- (12) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. (2008) Evaluación de parcelas a ser destinadas para reforestación, proyecto F/R-MDL
- (13) FAO. (1992) Erosion de suelos en America Latina, Proyecto GCP/RLA/107/JPN, <http://www.fao.org/docrep/T2351S/T2351S00.htm>
- (14) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2003) Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry
- (15) Japan International Cooperation Agency (JICA). (2002) Estudio sobre el plan de Reforestación en la Región Oriental de la República del Paraguay
- (16) Japan Overseas Plantation Center for Pulpwood. (2006) Sprout regeneration in industrial plantations of *E. globulus* in Brazil and Portugal
- (17) MAG/GT, GTZ. (1994) El Avance de la Deforestación y el Impacto Económico, Proyecto de Planificación del Uso de la Tierra
- (18) Rosana Clara Victoria Higa, José Alfredo Sturion. (1991) Capacidade de brotação em subgêneros e espécies de *Eucalyptus*

附属書 AMS0001.Ver.04.1 及び AMS0001.Ver05 の比較表

AR-AMS0001: Simplified baseline and monitoring methodologies for small-scale afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism implemented on grasslands or croplands

注: 赤字は改訂された部分を示す。

AR-AMS0001/ Ver 04.1 SSAR-CDM on grasslands or croplands	AR-AMS0001/ Ver 05 SSAR-CDM on grasslands or croplands
I. Applicability conditions, carbon pools and project emissions 1. The simplified baseline and monitoring methodologies are applicable if the conditions (a) - (d) mentioned below are met. (a) Project activities are implemented on grasslands or croplands; (b) Project activities are implemented on lands where the area of the cropland within the project boundary displaced due to the project activity is less than 50 per cent of the total project area; (c) Project activities are implemented on lands where the number of displaced grazing animals is less than 50 per cent of the average grazing capacity⁽¹⁾ of the project area; (d) Project activities are implemented on lands where $\leq 10\%$ of the total surface project area is disturbed as result of soil preparation for planting. (1) See appendix D.	I. Applicability conditions, carbon pools and project emissions 1. The simplified baseline and monitoring methodologies are applicable if the conditions (a) - (d) mentioned below are met. (a) Project activities are implemented on grasslands or croplands; (b) Project activities are implemented on lands where the area of the cropland within the project boundary displaced due to the project activity is less than 50 per cent of the total project area; (c) Project activities are implemented on lands where the number of displaced grazing animals is less than 50 per cent of the average grazing capacity⁽¹⁾ of the project area; (d) Project activities are implemented on lands where $\leq 10\%$ of the total surface project area is disturbed as result of soil preparation for planting. (1) See appendix D.
2. Carbon pools to be considered by these methodologies are above- and below-ground tree and woody perennials⁽²⁾ biomass and below-ground biomass of grasslands (i.e. living biomass). (2) Woody perennials refers to other than tree vegetation (for example coffee, tea, rubber or oil palm) and shrubs that are present in croplands and grasslands below the thresholds (of canopy cover, and potential tree height) used to define forests	2. Carbon pools to be considered by these methodologies are above- and below-ground tree and woody perennials⁽²⁾ biomass and below-ground biomass of grasslands (i.e. living biomass). (2) Woody perennials refers to other than tree vegetation (for example coffee, tea, rubber or oil palm) and shrubs that are present in croplands and grasslands below the thresholds (of canopy cover, and potential tree height) used to define forests
3. Project emissions to be taken into account (ex-ante and ex-post) are limited to emissions from the use of fertilizers.	3. Project emissions are considered insignificant and therefore neglected.
4. Before using simplified methodologies, project participants shall demonstrate whether: (a) The project area is eligible for the A/R CDM project activity, using procedures for the demonstration of land eligibility contained in appendix A; (b) The project activity is additional, using the procedures for the	4. Before using simplified methodologies, project participants shall demonstrate whether: (a) The project area is eligible for the A/R CDM project activity, using procedures for the demonstration of land eligibility contained in Appendix A; (b) The project activity is additional, using the procedures for the

assessment of additionality contained in appendix B.	assessment of additionality contained in Appendix B.
II. Baseline net greenhouse gas removals by sinks 5. The most likely baseline scenario of the small-scale A/R CDM project activity is considered to be the land-use prior to the implementation of the project activity, either grasslands or croplands. 6. The project participants shall provide documentation from literature and/or expert judgment, to justify which of the following cases occurs: (a) If changes in the carbon stocks in the living biomass of woody perennials and the belowground biomass of grasslands are expected not to exceed 10% of <i>ex-ante</i> actual net GHG removals by sinks, then the changes in carbon stocks shall be assumed to be zero in the absence of the project activity; (b) If the carbon stock in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands is expected to decrease in the absence of the project activity, the baseline net GHG removals by sinks shall be assumed to be zero. In the above case, the baseline carbon stocks in the carbons pools are constant and equal to existing carbon stocks measured at the start of the project activity; (c) Otherwise, baseline net GHG removals by sinks shall be equal to the changes in carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands that are expected to occur in the absence of the project activity.	II. Baseline net greenhouse gas removals by sinks 5. The most likely baseline scenario of the small-scale A/R CDM project activity is considered to be the land-use prior to the implementation of the project activity, either grasslands or croplands. 6. The project participants shall provide documentation from literature and/or expert judgment, to justify which of the following cases occurs: (a) If changes in the carbon stocks in the living biomass of woody perennials and the belowground biomass of grasslands are expected not to exceed 10% of <i>ex-ante</i> actual net GHG removals by sinks, then the changes in carbon stocks shall be assumed to be zero in the absence of the project activity; (b) If the carbon stock in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands is expected to decrease in the absence of the project activity, the baseline net GHG removals by sinks shall be assumed to be zero. In the above case, the baseline carbon stocks in the carbons pools are constant and equal to existing carbon stocks measured at the start of the project activity; (c) Otherwise, baseline net GHG removals by sinks shall be equal to the changes in carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands that are expected to occur in the absence of the project activity.
7. The project area should be stratified for purpose of the baseline calculation into: (a) Area of cropland with changes in the carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands expected not to exceed 10% of <i>ex ante</i> actual net GHG removals by sinks multiplied by share of the area in the entire project area; (b) Area of grassland with changes in the carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands expected not to exceed 10% of <i>ex ante</i> actual net GHG removals by sinks multiplied by share of the area in the entire project area; (c) Area of cropland with changes in the carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands expected to exceed 10% of <i>ex-ante</i> actual net GHG	7. The project area should be stratified for purpose of the baseline calculation into: (a) Area of cropland with changes in the carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands expected not to exceed 10% of <i>ex ante</i> actual net GHG removals by sinks multiplied by share of the area in the entire project area; (b) Area of grassland with changes in the carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands expected not to exceed 10% of <i>ex ante</i> actual net GHG removals by sinks multiplied by share of the area in the entire project area; (c) Area of cropland with changes in the carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands expected to exceed 10% of <i>ex ante</i> actual net GHG

removals by sinks multiplied by share of the area in the entire project area; (d) Area of grassland with changes in the carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands expected to exceed 10% of <i>ex-ante</i> actual net GHG removals by sinks multiplied by share of the area in the entire project area.	removals by sinks multiplied by share of the area in the entire project area; (d) Area of grassland with changes in the carbon stocks in the living biomass pool of woody perennials and in below-ground biomass of grasslands expected to exceed 10% of <i>ex ante</i> actual net GHG removals by sinks multiplied by share of the area in the entire project area.
8. Baseline carbon stocks will be determined by the equation: $B_{(t)} = \sum_{i=1}^I (B_{A(t)i} + B_{B(t)i}) * A_i \quad (1)$ Where: $B_{(t)}$ = carbon stocks in the living biomass within the project boundary at time t in the absence of the project activity (t C) $B_{A(t)i}$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t of stratum i in the absence of the project activity (t C/ha) $B_{B(t)i}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t of stratum i in the absence of the project activity (t C/ha) A_i = project area of stratum i (ha) i = stratum i (I = total number of strata)	8. Baseline carbon stocks will be determined by the equation: $B_{(t)} = \sum_{i=1}^I (B_{A(t)i} + B_{B(t)i}) * A_i \quad (1)$ Where: $B_{(t)}$ = Carbon stocks in the living biomass within the project boundary at time t in the absence of the project activity (t C) $B_{A(t)i}$ = Carbon stocks in above-ground biomass at time t of stratum i in the absence of the project activity (t C/ha) $B_{B(t)i}$ = Carbon stocks in below-ground biomass at time t of stratum i in the absence of the project activity (t C/ha) A_i = Project area of stratum i (ha) i = Stratum i (I = total number of strata)
Above-ground biomass 9. For above-ground biomass $BA(t)$ is calculated per stratum i as follows: $B_{A(t)} = M_{(t)} * 0.5 \quad (2)$ Where: $B_{A(t)}$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t in the absence of the project activity (t C/ha) $M_{(t)}$ = above-ground biomass at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha)⁽³⁾ 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.) $M_{(t)}$ shall be estimated using average biomass stock and growth rates specific to the region. In the absence of such values, national default values should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from table 3.3.2 of the IPCC good practice	Above-ground biomass 9. For above-ground biomass $BA(t)$ is calculated per stratum i as follows: $B_{A(t)} = M_{(t)} * 0.5 \quad (2)$ Where: $B_{A(t)}$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t in the absence of the project activity (t C/ha) $M_{(t)}$ = above-ground biomass at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha)⁽³⁾ 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.) $M_{(t)}$ shall be estimated using average biomass stock and growth rates specific to the region. In the absence of such values, national default values should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from table 3.3.2 of the IPCC good practice

guidance for LULUCF. (3) d.m. = dry matter	guidance for LULUCF. (3) d.m. = dry matter
10. If living biomass carbon pools are expected to increase according to paragraph 6.c, the average biomass stock is estimated as the above-ground biomass stock in age-dependent above-ground biomass stock in woody perennials: $M_{(t=0)} = M_{\text{woody } (t=0)} \quad (3)$ if: $M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t < M_{\text{woody_max}}$ then $M_{(t=n)} = M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t \quad (4)$ if: $M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t \geq M_{\text{woody_max}}$ then $M_{(t=n)} = M_{\text{woody_max}} \quad (5)$ Where: $M_{(t)}$ = above-ground biomass at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha) $M_{\text{woody } (t)}$ = above-ground biomass of woody perennials at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha) $M_{\text{woody_max}}$ = maximal above-ground biomass of woody perennials that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha) g = annual increment in biomass of woody perennials (t d.m./ha/year) Δt = time increment = 1 (year) n = running variable that increases by $\Delta t = 1$ for each iterative step, representing the number of years elapsed since the project start (years)	10. If living biomass carbon pools are expected to increase according to paragraph 6.c, the average biomass stock is estimated as the above-ground biomass stock in age-dependent above-ground biomass stock in woody perennials: $M_{(t=0)} = M_{\text{woody } (t=0)} \quad (3)$ if: $M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t < M_{\text{woody_max}}$ then $M_{(t=n)} = M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t \quad (4)$ if: $M_{\text{woody } (t=n-1)} + g * \Delta t \geq M_{\text{woody_max}}$ then $M_{(t=n)} = M_{\text{woody_max}} \quad (5)$ Where: $M_{(t)}$ = above-ground biomass at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha) $M_{\text{woody } (t)}$ = above-ground biomass of woody perennials at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha) $M_{\text{woody_max}}$ = maximal above-ground biomass of woody perennials that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha) g = annual increment in biomass of woody perennials (t d.m./ha/year) Δt = time increment = 1 (year) n = running variable that increases by $\Delta t = 1$ for each iterative step, representing the number of years elapsed since the project start (years)
11. Documented local values for g and $M_{\text{woody_max}}$ should be used. In the absence of such values, national default values should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from the IPCC good practice guidance for LULUCF: from table 3.3.2 for g and for $M_{\text{woody_max}}$.	11. Documented local values for g and $M_{\text{woody_max}}$ should be used. In the absence of such values, national default values should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from the IPCC good practice guidance for LULUCF: from table 3.3.2 for g and for $M_{\text{woody_max}}$.

Below-ground biomass

12. For below-ground biomass $B_B(t)$ is calculated per stratum i as follows:

If living biomass carbon pools are expected to be constant according to paragraph 6.a and 6.c, the average below-ground carbon stock is estimated as the below-ground carbon stock in grass and in biomass of woody perennials:

$$B_B(t=0) = B_B(t) = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody(t=0)} * R_{woody}) \quad (6)$$

Where:

$B_B(t)$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t C/ha)

M_{grass} = above-ground biomass in grass on grassland at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha)

$M_{woody(t=0)}$ = above-ground biomass of woody perennials at $t=0$ that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha)

R_{woody} = root to shoot ratio of woody perennials (t d.m./t d.m.)

R_{grass} = root to shoot ratio for grassland (t d.m./t d.m.)

If living biomass carbon pools are expected to increase according to paragraph 6.c, the average belowground carbon stock is estimated as follows:

$$B_B(t=0) = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody(t=0)} * R_{woody}) \quad (7)$$

if: $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t < M_{woody_max}$ then

$$B_B(t=n) = 0.5 * [M_{grass} * R_{grass} + (M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t) * R_{woody}] \quad (8)$$

if: $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t \geq M_{woody_max}$ then

$$B_B(t=n) = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody_max} * R_{woody}) \quad (9)$$

Where:

$B_B(t)$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t C/ha)

M_{grass} = above-ground biomass in grass on grassland at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha)

$M_{woody(t)}$ = above-ground biomass of woody perennials at time t that

Below-ground biomass

12. For below-ground biomass $B_B(t)$ is calculated per stratum i as follows:

If living biomass carbon pools are expected to be constant according to paragraph 6.a and 6.c, the average below-ground carbon stock is estimated as the below-ground carbon stock in grass and in biomass of woody perennials:

$$B_B(t=0) = B_B(t) = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody(t=0)} * R_{woody}) \quad (6)$$

Where:

$B_B(t)$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t C/ha)

M_{grass} = above-ground biomass in grass on grassland at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha)

$M_{woody(t=0)}$ = above-ground biomass of woody perennials at $t=0$ that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha)

R_{woody} = root to shoot ratio of woody perennials (t d.m./t d.m.)

R_{grass} = root to shoot ratio for grassland (t d.m./t d.m.)

If living biomass carbon pools are expected to increase according to paragraph 6.c, the average belowground carbon stock is estimated as follows:

$$B_B(t=0) = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody(t=0)} * R_{woody}) \quad (7)$$

if: $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t < M_{woody_max}$ then

$$B_B(t=n) = 0.5 * [M_{grass} * R_{grass} + (M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t) * R_{woody}] \quad (8)$$

if: $M_{woody(t=n-1)} + g * \Delta t \geq M_{woody_max}$ then

$$B_B(t=n) = 0.5 * (M_{grass} * R_{grass} + M_{woody_max} * R_{woody}) \quad (9)$$

Where:

$B_B(t)$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t C/ha)

M_{grass} = above-ground biomass in grass on grassland at time t that would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha)

$M_{woody(t)}$ = above-ground biomass of woody perennials at time t that

would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha) R_{woody} = root to shoot ratio for woody perennial (t d.m./t d.m.) R_{grass} = root to shoot ratio for grassland (t d.m./t d.m.) g = annual increment in biomass of woody perennials (t d.m./ha/year) Δt = time increment = 1 (year) n = running variable that increases by $\Delta t = 1$ year for each iterative step, representing the number of years elapsed since the project start (years) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)	would have occurred in the absence of the project activity (t d.m./ha) R_{woody} = root to shoot ratio for woody perennial (t d.m./t d.m.) R_{grass} = root to shoot ratio for grassland (t d.m./t d.m.) g = annual increment in biomass of woody perennials (t d.m./ha/year) Δt = time increment = 1 (year) n = running variable that increases by $\Delta t = 1$ year for each iterative step, representing the number of years elapsed since the project start (years) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)
13. Documented local values for R_{grass} and R_{woody} should be used. In the absence of such values, national default values should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from table 3 A.1.8 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.	13. Documented local values for R_{grass} and R_{woody} should be used. In the absence of such values, national default values should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from table 3 A.1.8 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.
14. The baseline net GHG removals by sinks can be calculated by: $\Delta C_{BSL,t} = (B(t) - B(t-1)) * (44/12) \quad (10)$ Where: $\Delta C_{BSL,t}$ = baseline net GHG removals by sinks (t CO₂-e) $B(t)$ = carbon stocks in the living biomass pools within the project boundary at time t in the absence of the project activity (t C)	14. The baseline net GHG removals by sinks can be calculated by: $\Delta C_{BSL,t} = (B(t) - B(t-1)) * (44/12) \quad (10)$ Where: $\Delta C_{BSL,t}$ = baseline net GHG removals by sinks (t CO₂-e) $B(t)$ = carbon stocks in the living biomass pools within the project boundary at time t in the absence of the project activity (t C)
III. Actual net greenhouse gas removals by sinks (ex-ante)	III. Actual net greenhouse gas removals by sinks (ex-ante)
15. Stratification of the project area should be carried out to improve the accuracy and precision of biomass estimates.	15. Stratification of the project area should be carried out to improve the accuracy and precision of biomass estimates.
16. For the <i>ex-ante</i> calculation of the project biomass, the project area should be stratified according to the project planting plan that is, at least by tree species (or groups of them if several tree species have similar growth habits), and age classes.	16. For the <i>ex-ante</i> calculation of the project biomass, the project area should be stratified according to the project planting plan that is, at least by tree species (or groups of them if several tree species have similar growth habits), and age classes.
17. The carbon stocks for the project scenario at the starting date of the project activity⁽⁴⁾ ($t=0$) shall be the same as the baseline stocks of carbon at the starting date of the project ($t=0$). Therefore: $N_{(t=0)} = B_{(t=0)} \quad (11)$ For all other years, the carbon stocks within the project boundary ($N(t)$) at time t shall be calculated as follows:	17. The carbon stocks for the project scenario at the starting date of the project activity⁽⁴⁾ ($t=0$) shall be the same as the baseline stocks of carbon at the starting date of the project ($t=0$). Therefore: $N_{(t=0)} = B_{(t=0)} \quad (11)$ For all other years, the carbon stocks within the project boundary ($N(t)$) at time t shall be calculated as follows:

$N_{(t)} = \sum_{i=1}^I (N_{A(t)i} + N_{B(t)i}) * A_i \quad (12)$ Where: $N_{(t)}$ = total carbon stocks in biomass at time t under the project scenario (t C) $N_{A(t)i}$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t of stratum i under the project scenario (t C/ha) $N_{B(t)i}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t of stratum i under the project scenario (t C/ha) A_i = project activity area of stratum i (ha) i = stratum i (I = total number of strata) (4) The starting date of the project activity should be the time when the land is prepared for the initiation of the afforestation or reforestation project activity under the CDM. In accordance with paragraph 23 of the modalities and procedures for afforestation and reforestation project activities under the CDM, the crediting period shall begin at the start of the afforestation and reforestation project activity under the CDM (see UNFCCC web site at <http://unfccc.int/resource/docs/cop9/06a02.pdf#page=21>).	$N_{(t)} = \sum_{i=1}^I (N_{A(t)i} + N_{B(t)i}) * A_i \quad (12)$ Where: $N_{(t)}$ = total carbon stocks in biomass at time t under the project scenario (t C) $N_{A(t)i}$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t of stratum i under the project scenario (t C/ha) $N_{B(t)i}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t of stratum i under the project scenario (t C/ha) A_i = project activity area of stratum i (ha) i = stratum i (I = total number of strata) (4) The starting date of the project activity should be the time when the land is prepared for the initiation of the afforestation or reforestation project activity under the CDM. In accordance with paragraph 23 of the modalities and procedures for afforestation and reforestation project activities under the CDM, the crediting period shall begin at the start of the afforestation and reforestation project activity under the CDM (see UNFCCC web site at <http://unfccc.int/resource/docs/cop9/06a02.pdf#page=21>).
Above-ground biomass 18. For above-ground biomass $N_{A(t)i}$ is calculated per stratum i as follows: $N_{A(t)i} = T_{(t)i} * 0.5 \quad (13)$ Where: $N_{A(t)i}$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t under the project scenario (t C/ha) $T_{(t)i}$ = above-ground biomass at time t under the project scenario (t d.m./ha) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)	Above-ground biomass 18. For above-ground biomass $N_{A(t)i}$ is calculated per stratum i as follows: $N_{A(t)i} = T_{(t)i} * 0.5 \quad (13)$ Where: $N_{A(t)i}$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t under the project scenario (t C/ha) $T_{(t)i}$ = above-ground biomass at time t under the project scenario (t d.m./ha) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)
19. If biomass tables or equations are available then these shall be used to estimate $T_{(t)i}$ per stratum i. If volume table or equations are used then $T_{(t)i} = SV_{(t)i} * BEF * WD \quad (14)$	19. If biomass tables or equations are available then these shall be used to estimate $T_{(t)i}$ per stratum i. If volume table or equations are used then $T_{(t)i} = SV_{(t)i} * BEF * WD \quad (14)$

Where: $T_{(t)i}$ = above-ground biomass at time t under the project scenario (t d.m./ha) $SV_{(t)i}$ = stem volume at time t for the project scenario (m³ /ha) BEF = biomass expansion factor (over bark) from stem to total above-ground biomass (dimensionless) WD = basic wood density (t d.m./m³)	Where: $T_{(t)i}$ = above-ground biomass at time t under the project scenario (t d.m./ha) $SV_{(t)i}$ = stem volume at time t for the project scenario (m³ /ha) BEF = biomass expansion factor (over bark) from stem to total above-ground biomass (dimensionless) WD = basic wood density (t d.m./m³)
20. Values for $SV_{(t)i}$ shall be obtained from national sources (such as standard yield tables). Documented local values for BEF should be used. In the absence of such values, national default values should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from table 3A.1.10 of the IPCC good practice guidance for LULUCF. If national default values for wood density are not available, the values should be obtained from table 3A.1.9 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.	20. Values for $SV_{(t)i}$ shall be obtained from national sources (such as standard yield tables). Documented local values for BEF should be used. In the absence of such values, national default values should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from table 3A.1.10 of the IPCC good practice guidance for LULUCF. If national default values for wood density are not available, the values should be obtained from table 3A.1.9 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.
Below-ground biomass 21. For below-ground biomass, $N_{B(t)i}$ is calculated per stratum i as follows: $N_{B(t)i} = T_{(t)} * R * 0.5 \quad (15)$ Where: $N_{B(t)i}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t under the project scenario (t C/ha) $T_{(t)}$ = above-ground biomass at time t under the project scenario (t d.m./ha) R = root to shoot ratio (t d.m./ t d.m.) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)	Below-ground biomass 21. For below-ground biomass, $N_{B(t)i}$ is calculated per stratum i as follows: $N_{B(t)i} = T_{(t)} * R * 0.5 \quad (15)$ Where: $N_{B(t)i}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t under the project scenario (t C/ha) $T_{(t)}$ = above-ground biomass at time t under the project scenario (t d.m./ha) R = root to shoot ratio (t d.m./ t d.m.) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)
22. Documented national values for R should be used. If national values are not available, appropriate values should be obtained from table 3A.1.8 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.	22. Documented national values for R should be used. If national values are not available, appropriate values should be obtained from table 3A.1.8 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.

23. If root to shoot ratios for the species concerned are not available, project proponents shall use the allometric equation developed by Cairns et al. (1997) $N_{B(t)} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln T(t)) * 0.5 \quad (16)$ Where: $N_{B(t)}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) $T(t)$ = estimate of above-ground biomass at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.) or a more general equation taken from the IPCC good practice guidance for LULUCF, Table 4.A.4 ⁽⁵⁾ . (5) Cairns, M.A., S. Brown, E.H. Helmer, G.A. Baumgardner (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. <i>Oecologia</i> (1):1–11.	23. If root to shoot ratios for the species concerned are not available, project proponents shall use the allometric equation developed by Cairns et al. (1997) $N_{B(t)} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln T(t)) * 0.5 \quad (16)$ Where: $N_{B(t)}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) $T(t)$ = estimate of above-ground biomass at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.) or a more general equation taken from the IPCC good practice guidance for LULUCF, Table 4.A.4 ⁽⁵⁾ . (5) Cairns, M.A., S. Brown, E.H. Helmer, G.A. Baumgardner (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. <i>Oecologia</i> (1):1–11.
24. The removal component of actual net GHG removals by sinks can be calculated by: $\Delta C_{PROJ,t} = (N_t - N_{t-1}) * (44/12) / \Delta t \quad (17)$ Where: $\Delta C_{PROJ,t}$ = removal component of actual net GHG removals by sinks per annum (t CO₂-e / year) $N(t)$ = total carbon stocks in biomass at time t under the project scenario (t C) Δt = time increment = 1 (year)	24. The removal component of actual net GHG removals by sinks can be calculated by: $\Delta C_{PROJ,t} = (N_t - N_{t-1}) * (44/12) / \Delta t \quad (17)$ Where: $\Delta C_{PROJ,t}$ = removal component of actual net GHG removals by sinks per annum (t CO₂-e / year) $N(t)$ = total carbon stocks in biomass at time t under the project scenario (t C) Δt = time increment = 1 (year)
25. If project participants consider that the use of fertilizers would result in significant emissions of N₂O (>10 per cent of the actual net greenhouse gas removals by sinks) project emissions ($GHG_{PROJ,t} - t$ CO₂e / year) should be estimated in accordance with the IPCC <i>Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National</i>	25. Project emissions are considered insignificant and therefore: $GHG_{PROJ,t} = 0$

<i>Greenhouse Gas Inventories</i> (hereinafter referred to as IPCC good practice guidance).⁽⁶⁾ (6) Use the tool: <i>Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization</i> when it becomes available.	where: GHG_{PROJ,t} : Project emissions (t CO₂-e/year)
26. The <i>ex-ante</i> actual net greenhouse gas removals by sinks in year t are equal to: $\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t} \quad (18)$ Where: $\Delta C_{ACTUAL,t}$ = <i>ex-ante</i> actual net greenhouse gas removals by sinks in year t (t CO₂-e / year) $\Delta C_{PROJ,t}$ = project GHG removals by sinks (t CO₂-e / year) $GHG_{PROJ,t}$ = project emissions (t CO₂-e / year)	26. The <i>ex-ante</i> actual net greenhouse gas removals by sinks in year t are equal to: $\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{PROJ,t} - GHG_{PROJ,t} \quad (18)$ Where: $\Delta C_{ACTUAL,t}$ = <i>ex-ante</i> actual net greenhouse gas removals by sinks in year t (t CO₂-e / year) $\Delta C_{PROJ,t}$ = project GHG removals by sinks (t CO₂-e / year) $GHG_{PROJ,t}$ = project emissions (t CO₂-e / year)
IV. Leakage (ex-ante) 27. According to decision 6/CMP.1, annex, appendix B, paragraph 9: “If project participants demonstrate that the small-scale afforestation or reforestation project activity under the CDM does not result in the displacement of activities or people, or does not trigger activities outside the project boundary, that would be attributable to the small-scale afforestation or reforestation project activity under the CDM, such that an increase in greenhouse gas emissions by sources occurs, a leakage estimation is not required. In all other cases leakage estimation is required.”	IV. Leakage (ex-ante) 27. According to decision 6/CMP.1, annex, appendix B, paragraph 9: “If project participants demonstrate that the small-scale afforestation or reforestation project activity under the CDM does not result in the displacement of activities or people, or does not trigger activities outside the project boundary, that would be attributable to the small-scale afforestation or reforestation project activity under the CDM, such that an increase in greenhouse gas emissions by sources occurs, a leakage estimation is not required. In all other cases leakage estimation is required.”
28. If evidence can be provided that there is no displacement, or the displacement of pre-project activities will not cause deforestation attributable to the project activity, or the lands surrounding the project activity contain no significant biomass (i.e. degraded land with no or only a few trees or shrubs per hectare) and if evidence can be provided that these lands are likely to receive the shifted activities, leakage can be considered zero. Such evidence can be provided by scientific literature or by experts’ judgment.	28. If evidence can be provided that there is no displacement, or the displacement of pre-project activities will not cause deforestation attributable to the project activity, or the lands surrounding the project activity contain no significant biomass (i.e. degraded land with no or only a few trees or shrubs per hectare) and if evidence can be provided that these lands are likely to receive the shifted activities, leakage can be considered zero. Such evidence can be provided by scientific literature or by experts’ judgment.
29. In all other cases, project participants should assess the possibility of leakage from the displacement of activities by considering the following indicators: (a) Area under cropland⁽⁷⁾ within the project boundary displaced due to	29. In all other cases, project participants should assess the possibility of leakage from the displacement of activities by considering the following indicators: (a) Area under cropland⁽⁶⁾ within the project boundary displaced due to

the project activity; (b) Number of domesticated grazing animals within the project boundary displaced due to the project activity; (c) For domesticated roaming animals, the time-average number of grazing animals per hectare within the project boundary displaced due to the project activity. (7) Cropland also includes lands which are currently under a fallow state as part of the agricultural cycle (eg. slash and burn).	the project activity; (b) Number of domesticated grazing animals within the project boundary displaced due to the project activity; (c) For domesticated roaming animals, the time-average number of grazing animals per hectare within the project boundary displaced due to the project activity. (6) Cropland also includes lands which are currently under a fallow state as part of the agricultural cycle (eg. slash and burn).
30. If the area of the cropland within the project boundary displaced due to the project activity is lower than 10 per cent of the total project area, and the number of domesticated grazing animals displaced is less than 10% of the average grazing capacity (see appendix D for calculations) of the project area, and the time-average number of domesticated roaming animals displaced is less than 10% of the average grazing capacity per hectare (see appendix D for calculations) of the project area, then: $L_t = 0 \quad (19)$ Where: L_t = leakage attributable to the project activity at time t (t CO₂-e / year)	30. If the area of the cropland within the project boundary displaced due to the project activity is lower than 10 per cent of the total project area, and the number of domesticated grazing animals displaced is less than 10% of the average grazing capacity (see appendix D for calculations) of the project area, and the time-average number of domesticated roaming animals displaced is less than 10% of the average grazing capacity per hectare (see appendix D for calculations) of the project area, then: $L_t = 0 \quad (19)$ Where: L_t = leakage attributable to the project activity at time t (t CO₂-e / year)
31. If the value of one of these indicators is higher than 10 per cent and less than or equal to 50 per cent, then the entire leakage shall be equal to 15 per cent of the <i>ex-ante</i> actual net GHG removals by sinks achieved during the first crediting period, that is the average annual leakage is equal to: $L_t = \Delta C_{ACTUAL,t} * 0.15 \quad (20)$ Where: L_t = average annual leakage attributable to the project activity at time t (t CO₂-e / year) $\Delta C_{ACTUAL,t}$ = <i>ex-ante</i> actual net greenhouse gas removals by sinks in	31. If the value of one of these indicators is higher than 10 per cent and less than or equal to 50 per cent, then the entire leakage shall be equal to 15 per cent of the <i>ex-ante</i> actual net GHG removals by sinks achieved during the first crediting period, that is the average annual leakage is equal to: $L_t = \Delta C_{ACTUAL,t} * 0.15 \quad (20)$ Where: L_t = average annual leakage attributable to the project activity at time t (t CO₂-e / year) $\Delta C_{ACTUAL,t}$ = <i>ex-ante</i> actual net greenhouse gas removals by sinks in

year t (t CO ₂ -e / year)	year t (t CO ₂ -e / year)
32. If the value of any of these indicators calculated in paragraph 28 is higher than 50 per cent, then this simplified methodology cannot be used.	32. If the value of any of these indicators calculated in paragraph 28 is higher than 50 per cent, then this simplified methodology cannot be used.
V. Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks 33. The net anthropogenic GHG removals by sinks for each year during the first crediting period are calculated as, $ER_{AR\ CDM, t} = \Delta C_{PROJ, t} - \Delta C_{BSL, t} - GHG_{PROJ, t} - L_t \quad (21)$ Where: $ER_{AR\ CDM, t}$ = net anthropogenic GHG removals by sinks (t CO₂-e / year) $\Delta C_{PROJ, t}$ = project GHG removals by sinks at time t (t CO₂-e / year) $\Delta C_{BSL, t}$ = baseline net GHG removals by sinks (t CO₂-e / year) $GHG_{PROJ, t}$ = project emissions (t CO₂-e / year) L_t = leakage attributable to the project activity at time t (t CO₂-e / year) For subsequent crediting periods $L_t=0$.	V. Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks 33. The net anthropogenic GHG removals by sinks for each year during the first crediting period are calculated as, $ER_{AR\ CDM, t} = \Delta C_{PROJ, t} - \Delta C_{BSL, t} - GHG_{PROJ, t} - L_t \quad (21)$ Where: $ER_{AR\ CDM, t}$ = net anthropogenic GHG removals by sinks (t CO₂-e / year) $\Delta C_{PROJ, t}$ = project GHG removals by sinks at time t (t CO₂-e / year) $\Delta C_{BSL, t}$ = baseline net GHG removals by sinks (t CO₂-e / year) $GHG_{PROJ, t}$ = project emissions (t CO₂-e / year) L_t = leakage attributable to the project activity at time t (t CO₂-e / year) For subsequent crediting periods $L_t=0$.
34. The resulting temporary certified emission reductions (tCERs) at the year of assumed verification t_v are calculated as follows: $tCER_{(tv)} = \sum_{t=0}^{tv} ER_{AR - CDM, t} * \Delta t \quad (22)$ Where: $tCER_{(tv)}$ = temporary certified emission reductions (tCERs) at the year of assumed verification t_v $ER_{AR\ CDM, t}$ = net anthropogenic GHG removals by sinks (t CO₂-e / year) t_v = assumed year of verification (year) Δt = time increment = 1 (year)	34. The resulting temporary certified emission reductions (tCERs) at the year of assumed verification t_v are calculated as follows: $tCER_{(tv)} = \sum_{t=0}^{tv} ER_{AR - CDM, t} * \Delta t \quad (22)$ Where: $tCER_{(tv)}$ = temporary certified emission reductions (tCERs) at the year of assumed verification t_v $ER_{AR\ CDM, t}$ = net anthropogenic GHG removals by sinks (t CO₂-e / year) t_v = assumed year of verification (year) Δt = time increment = 1 (year)
35. The resulting long-term certified emission reductions (lCERs) at the year of assumed verification t_v are calculated as follows:	35. The resulting long-term certified emission reductions (lCERs) at the year of assumed verification t_v are calculated as follows:

$ICER_{(tv)} = \sum_{t=0}^{tv} ER_{AR-CDM,t} * \Delta t - ICER_{(t-k)} \quad (23)$ Where: ICER _(tv) = long-term certified emission reductions (ICERs) at the year of verification tv ER _{AR CDM, t} = net anthropogenic GHG removals by sinks; (t CO₂-e / year) k = time span between two verifications (year) tv = year of assumed verification (year)	$ICER_{(tv)} = \sum_{t=0}^{tv} ER_{AR-CDM,t} * \Delta t - ICER_{(t-k)} \quad (23)$ Where: ICER _(tv) = long-term certified emission reductions (ICERs) at the year of verification tv ER _{AR CDM, t} = net anthropogenic GHG removals by sinks; (t CO₂-e / year) k = time span between two verifications (year) tv = year of assumed verification (year)
VI. Simplified monitoring methodology for small-scale afforestation and reforestation projects under the clean development mechanism A. Ex post estimation of the baseline net greenhouse gas removals by sinks 36. In accordance with decision 6/CMP.1, appendix B, paragraph 6, no monitoring of the baseline is requested. Baseline net GHG removals by sinks for the monitoring methodology will be the same as using the simplified baseline methodology in section II above.	VI. Simplified monitoring methodology for small-scale afforestation and reforestation projects under the clean development mechanism A. Ex post estimation of the baseline net greenhouse gas removals by sinks 36. In accordance with decision 6/CMP.1, appendix B, paragraph 6, no monitoring of the baseline is requested. Baseline net GHG removals by sinks for the monitoring methodology will be the same as using the simplified baseline methodology in section II above.
B. Ex post estimation of the actual net greenhouse gas removals by sinks 37. Stratification of the project area should be carried out to improve the accuracy and precision of biomass estimates.	B. Ex post estimation of the actual net greenhouse gas removals by sinks 37. Stratification of the project area should be carried out to improve the accuracy and precision of biomass estimates.
38. For <i>ex post</i> estimation of project GHG removals by sinks, strata shall be defined by: (i) relevant guidance on stratification for A/R project activities under the clean development mechanism as approved by the Executive Board (if available); or (ii) stratification approach that can be shown in the PDD to estimate biomass stocks according to good forest inventory practice in the host country in accordance with DNA indications; or (iii) other stratification approach that can be shown in the PDD to estimate the project biomass stocks to targeted precision level of ±10% of the mean at a 95% confidence level.	38. For <i>ex post</i> estimation of project GHG removals by sinks, strata shall be defined by: (i) relevant guidance on stratification for A/R project activities under the clean development mechanism as approved by the Executive Board (if available); or (ii) stratification approach that can be shown in the PDD to estimate biomass stocks according to good forest inventory practice in the host country in accordance with DNA indications; or (iii) other stratification approach that can be shown in the PDD to estimate the project biomass stocks to targeted precision level of ±10% of the mean at a 95% confidence level.

39. Carbon stocks (expressed in t CO₂-e) shall be estimated through the following equations: $P_{(t)} = \sum_{i=1}^I (P_{A(t)i} + P_{B(t)i}) * A_i * (44/12) \quad (24)$ Where: $P_{(t)}$ = carbon stocks within the project boundary at time t achieved by the project activity (t CO₂-e) $PA(t) i$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t of stratum i achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) $PB(t) i$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t of stratum i achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) A_i = project activity area of stratum i (ha) i = stratum i (I = total number of strata)	39. Carbon stocks (expressed in t CO₂-e) shall be estimated through the following equations: $P_{(t)} = \sum_{i=1}^I (P_{A(t)i} + P_{B(t)i}) * A_i * (44/12) \quad (24)$ Where: $P_{(t)}$ = carbon stocks within the project boundary at time t achieved by the project activity (t CO₂-e) $PA(t) i$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t of stratum i achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) $PB(t) i$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t of stratum i achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) A_i = project activity area of stratum i (ha) i = stratum i (I = total number of strata)
40. The calculations shown in paragraphs 41 - 47 shall be performed for each stratum.	40. The calculations shown in paragraphs 41 - 47 shall be performed for each stratum.
<i>Above-ground biomass</i> 41. For above-ground biomass $PA(t)i$ is calculated per stratum i as follows: $PA(t)i = E(t)i * 0.5 \quad (25)$ Where: $PA(t)i$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) $E(t)i$ = estimate of above-ground biomass at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)	<i>Above-ground biomass</i> 41. For above-ground biomass $PA(t)i$ is calculated per stratum i as follows: $PA(t)i = E(t)i * 0.5 \quad (25)$ Where: $PA(t)i$ = carbon stocks in above-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) $E(t)i$ = estimate of above-ground biomass at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)
42. Estimate of above-ground biomass at time t achieved by the project activity $E(t)$ shall be estimated through the following steps: (a) Step 1: Establish permanent plots and document their location in the first monitoring report; (b) Step 2: Measure the diameter at breast height (DBH) or DBH and tree height, as appropriate this measure and document it in the monitoring reports;	42. Estimate of above-ground biomass at time t achieved by the project activity $E(t)$ shall be estimated through the following steps: (a) Step 1: Establish permanent plots and document their location in the first monitoring report; (b) Step 2: Measure the diameter at breast height (DBH) or DBH and tree height, as appropriate this measure and document it in the monitoring reports;

(c) Step 3: Estimate the above-ground biomass using allometric equations developed locally or nationally. If these allometric equations are not available: (i) Option 1: Use allometric equations included in appendix C to this report or in annex 4A.2 of the IPCC good practice guidance for LULUCF; (ii) Option 2: Use biomass expansion factors and stem volume as follows: $E_{\omega i} = SV_{\omega i} * BEF * WD \quad (26)$ Where: $E_{\omega i}$ = estimate of above-ground biomass of stratum i at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) $SV_{\omega i}$ = stem volume (m³/ha) WD = basic wood density (t d.m./m³) BEF = biomass expansion factor (over bark) from stem to total aboveground biomass (dimensionless)	(c) Step 3: Estimate the above-ground biomass using allometric equations developed locally or nationally. If these allometric equations are not available: (i) Option 1: Use allometric equations included in appendix C to this report or in annex 4A.2 of the IPCC good practice guidance for LULUCF; (ii) Option 2: Use biomass expansion factors and stem volume as follows: $E_{\omega i} = SV_{\omega i} * BEF * WD \quad (26)$ Where: $E_{\omega i}$ = estimate of above-ground biomass of stratum i at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) $SV_{\omega i}$ = stem volume (m³/ha) WD = basic wood density (t d.m./m³) BEF = biomass expansion factor (over bark) from stem to total aboveground biomass (dimensionless)
43. Stem volume $SV_{\omega i}$ shall be estimated from on-site measurements. Consistent application of BEF should be secured on the definition of stem volume (e.g. total stem volume or thick wood stem volume requires different $BEFs$). National default values for wood density should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from table 3A.1.9 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.	43. Stem volume $SV_{\omega i}$ shall be estimated from on-site measurements. Consistent application of BEF should be secured on the definition of stem volume (e.g. total stem volume or thick wood stem volume requires different $BEFs$). National default values for wood density should be used. If national values are also not available, the values should be obtained from table 3A.1.9 of the IPCC good practice guidance for LULUCF.
44. The same values for BEF and WD should be used in the <i>ex-post</i> and in the <i>ex-ante</i> calculations.	44. The same values for BEF and WD should be used in the <i>ex-post</i> and in the <i>ex-ante</i> calculations.
Below-ground biomass 45. Carbon stocks in below-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval $PB(t)$ shall be estimated for each stratum i as follows: $P_{B(\omega i)} = E_{\omega i} * R * 0.5 \quad (27)$ Where: $P_{B(\omega i)}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha)	Below-ground biomass 45. Carbon stocks in below-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval $PB(t)$ shall be estimated for each stratum i as follows: $P_{B(\omega i)} = E_{\omega i} * R * 0.5 \quad (27)$ Where: $P_{B(\omega i)}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha)

$E_{(t)i}$ = estimate of above-ground biomass of stratum i at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) R = root to shoot ratio (dimensionless) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)	$E_{(t)i}$ = estimate of above-ground biomass of stratum i at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) R = root to shoot ratio (dimensionless) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.)
46. Documented national values for R should be used. If national values are not available, the values should be obtained from table 3A.1.8 of the IPCC good practice guidance for LULUCF. If root to shoot ratios for the species concerned are not available, project proponents shall use the allometric equation developed by Cairns et al. (1997) $P_{B(t)i} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln E_{(t)i}) * 0.5 \quad (28)$ Where: $P_{B(t)i}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) $E_{(t)i}$ = estimate of above-ground biomass at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.) or a more representative equation taken from the IPCC good practice guidance for LULUCF, Table 4.A.4:	46. Documented national values for R should be used. If national values are not available, the values should be obtained from table 3A.1.8 of the IPCC good practice guidance for LULUCF. If root to shoot ratios for the species concerned are not available, project proponents shall use the allometric equation developed by Cairns et al. (1997) $P_{B(t)i} = \exp(-1.085 + 0.9256 * \ln E_{(t)i}) * 0.5 \quad (28)$ Where: $P_{B(t)i}$ = carbon stocks in below-ground biomass at time t achieved by the project activity during the monitoring interval (t C/ha) $E_{(t)i}$ = estimate of above-ground biomass at time t achieved by the project activity (t d.m./ha) 0.5 = carbon fraction of dry matter (t C/t d.m.) or a more representative equation taken from the IPCC good practice guidance for LULUCF, Table 4.A.4:
47. If project participants consider that the use of fertilizers would result in significant emissions of N₂O (>10 per cent of the actual net greenhouse gas removals by sinks) project emissions ($GHG_{PROJ, (t)} - t$ CO₂e / year) should be estimated in accordance with the IPCC <i>Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories</i> (hereinafter referred to as IPCC good practice guidance).⁽⁸⁾ (8)Use the tool: <i>Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization</i> when it becomes available.	47. Project emissions are considered insignificant and therefore: $GHG_{PROJ, t} = 0$ where: $GHG_{PROJ, t}$ = Project emissions (t CO₂-e / year)
C. Ex-post estimation of leakage 48. In order to estimate leakage, project participants shall monitor each of the following indicators during the first crediting period: (a) Area under cropland⁽⁹⁾ within the project boundary displaced due to the project activity; (b) Number of domesticated grazing animals within the project boundary displaced due to the project activity;	C. Ex-post estimation of leakage 48. In order to estimate leakage, project participants shall monitor each of the following indicators during the first crediting period: (a) Area under cropland⁽⁷⁾ within the project boundary displaced due to the project activity; (b) Number of domesticated grazing animals within the project boundary displaced due to the project activity;

(c) For domesticated roaming animals, the time-average number of domesticated grazing animals per hectare within the project boundary displaced due to the project activity. (9) Cropland also includes lands which are currently under a fallow state as part of the agricultural cycle (eg. slash and burn).	(c) For domesticated roaming animals, the time-average number of domesticated grazing animals per hectare within the project boundary displaced due to the project activity. (7) Cropland also includes lands which are currently under a fallow state as part of the agricultural cycle (eg. slash and burn).
49. If the values of these indicators for the specific monitoring period are not greater than 10 per cent, then $L_{tv} = 0 \quad (29)$ Where: L_{tv} = total GHG emission due to leakage at the time of verification (t CO₂-e) If the value of any of these indicators is higher than 10 per cent and less than or equal to 50 per cent during the first crediting period, then leakage shall be determined at the time of verification using the following equations: <i>for the first verification period:</i> $L_{tv} = 0.15 * \left(P_{(tv)} - B_{(t=0)} - \sum_{t=0}^{tv} GHG_{PROJ, (t)} \right) \quad (30)$ <i>for subsequent verification periods:</i> $L_{tv} = 0.15 * \left(P_{(tv)} - P_{(tv-k)} - \sum_{tv-k}^{tv} GHG_{PROJ, (t)} \right) \quad (31)$ Where: L_{tv} = GHG emission due to leakage at the time of verification (t CO₂-e) $P_{(t)}$ = carbon stocks within the project boundary achieved by the project activity at time t (t CO₂-e) $GHG_{PROJ, (t)}$ = project emissions from use of fertilizers (t CO₂-e / year) $B_{(t=0)}$ = carbon stocks in biomass at time 0 that would have occurred in the absence of the project activity (t C/ha) tv = year of verification (year) k = time span between two verifications (year)	49. If the values of these indicators for the specific monitoring period are not greater than 10 per cent, then $L_{tv} = 0 \quad (29)$ Where: L_{tv} = total GHG emission due to leakage at the time of verification (t CO₂-e) If the value of any of these indicators is higher than 10 per cent and less than or equal to 50 per cent during the first crediting period, then leakage shall be determined at the time of verification using the following equations: <i>for the first verification period:</i> $L_{tv} = 0.15 * \left(P_{(tv)} - B_{(t=0)} - \sum_{t=0}^{tv} GHG_{PROJ, (t)} \right) \quad (30)$ <i>for subsequent verification periods:</i> $L_{tv} = 0.15 * \left(P_{(tv)} - P_{(tv-k)} - \sum_{tv-k}^{tv} GHG_{PROJ, (t)} \right) \quad (31)$ Where: L_{tv} = GHG emission due to leakage at the time of verification (t CO₂-e) $P_{(t)}$ = carbon stocks within the project boundary achieved by the project activity at time t (t CO₂-e) $GHG_{PROJ, (t)}$ = project emissions (t CO₂-e / year) $B_{(t=0)}$ = carbon stocks in biomass at time 0 that would have occurred in the absence of the project activity (t C/ha) tv = year of verification (year) k = time span between two verifications (year)

As indicated in chapter IV, paragraph 31, if the value of one of these indicators is larger than 50 per cent net anthropogenic GHG removals by sinks cannot be estimated using this methodology. At the end of the first crediting period the total leakage equals to: $L_{CP1} = 0.15 * \left(P_{(tc)} - B_{(t=0)} - \sum_{t=0}^{tc} GHG_{PROJ, (t)} \right) \quad (32)$ Where: L_{CP1} = total GHG emission due to leakage at the end of the first crediting period (t CO₂-e) $GHG_{PROJ, (t)}$ = project emissions from use of fertilizers (t CO₂-e / year) $B_{(t=0)}$ = carbon stocks in biomass at time 0 that would have occurred in the absence of the project activity (t C/ha) tc = duration of the crediting period	As indicated in chapter IV, paragraph 31, if the value of one of these indicators is larger than 50 per cent net anthropogenic GHG removals by sinks cannot be estimated using this methodology. At the end of the first crediting period the total leakage equals to: $L_{CP1} = 0.15 * \left(P_{(tc)} - B_{(t=0)} - \sum_{t=0}^{tc} GHG_{PROJ, (t)} \right) \quad (32)$ Where: L_{CP1} = total GHG emission due to leakage at the end of the first crediting period (t CO₂-e) $GHG_{PROJ, (t)}$ = project emissions (t CO₂-e / year) $B_{(t=0)}$ = carbon stocks in biomass at time 0 that would have occurred in the absence of the project activity (t C/ha) tc = duration of the crediting period
D. <i>Ex-post</i> estimation of the net anthropogenic GHG removals by sinks 50. Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks is the actual net greenhouse gas removals by sinks minus the baseline net greenhouse gas removals by sinks minus leakage as appropriate.	D. <i>Ex-post</i> estimation of the net anthropogenic GHG removals by sinks 50. Net anthropogenic greenhouse gas removals by sinks is the actual net greenhouse gas removals by sinks minus the baseline net greenhouse gas removals by sinks minus leakage as appropriate.
51. The resulting tCERs at the year of verification tv are calculated as follows <i>for the first crediting period:</i> $tCER_{(tv)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{tv} \quad (33)$ <i>for subsequent crediting periods:</i> $tCER_{(tv)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{CP1} \quad (34)$ Where: $P_{(t)}$ = carbon stocks within the project boundary achieved by the project activity at time t (t CO₂-e) $GHG_{PROJ, (t)}$ = project emissions from use of fertilizers (t CO₂-e/ year)	51. The resulting tCERs at the year of verification tv are calculated as follows <i>for the first crediting period:</i> $tCER_{(tv)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{tv} \quad (33)$ <i>for subsequent crediting periods:</i> $tCER_{(tv)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{CP1} \quad (34)$ where: $P_{(t)}$ = Carbon stocks within the project boundary achieved by the project activity at time t (t CO₂-e) $GHG_{PROJ, (t)}$ = Project emissions (t CO₂-e/year)

$\Delta C_{BSL,t}$ = baseline net GHG removals by sinks (t CO₂-e/ year) L_{tv} = total GHG emission due to leakage at the time of verification (t CO₂-e) L_{CP1} = total GHG emission due to leakage at the end of the first crediting period (t CO₂-e) tv = year of verification	$\Delta C_{BSL,t}$ = Baseline net GHG removals by sinks (t CO₂-e/year) L_{tv} = Total GHG emission due to leakage at the time of verification (t CO₂-e) L_{CP1} = Total GHG emission due to leakage at the end of the first crediting period (t CO₂-e) tv = Year of verification
52. The resulting ICERs at the year of verification tv are calculated as follows: <i>for the first crediting period:</i> $ICER_{(tv)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{tv} - ICER_{(tv-k)} \quad (35)$ <i>for subsequent crediting periods:</i> $ICER_{(tv)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{CP1} - ICER_{(tv-k)} \quad (36)$ Where: $P_{(t)}$ = carbon stocks within the project boundary achieved by the project activity at time t (t CO₂-e) $GHG_{PROJ, (t)}$ = project emissions from use of fertilizers (t CO₂-e/ year) $\Delta C_{BSL,t}$ = baseline net GHG removals by sinks (t CO₂-e/ year) L_{tv} = total GHG emission due to leakage at the time of verification (t CO₂-e) L_{CP1} = total GHG emission due to leakage at the end of the first crediting period (t CO₂-e) $ICER_{(tv-k)}$ = units of ICERs issued following the previous verification tv = year of verification (year) k = time span between two verifications (year)	52. The resulting ICERs at the year of verification tv are calculated as follows: <i>for the first crediting period:</i> $ICER_{(tv)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{tv} - ICER_{(tv-k)} \quad (35)$ <i>for subsequent crediting periods:</i> $ICER_{(tv)} = P_{(t)} - \sum_{t=0}^{tv} (GHG_{PROJ, (t)} - \Delta C_{BSL, t}) - L_{CP1} - ICER_{(tv-k)} \quad (36)$ where: $P_{(t)}$ = Carbon stocks within the project boundary achieved by the project activity at time t (t CO₂-e) $GHG_{PROJ, (t)}$ = Project emissions (t CO₂-e/year) $\Delta C_{BSL,t}$ = Baseline net GHG removals by sinks (t CO₂-e/year) L_{tv} = Total GHG emission due to leakage at the time of verification (t CO₂-e) L_{CP1} = Total GHG emission due to leakage at the end of the first crediting period (t CO₂-e) $ICER_{(tv-k)}$ = Units of ICERs issued following the previous verification tv = Year of verification (year) k = Time span between two verifications (year)

E. Monitoring frequency 53. Monitoring frequency for each variable is defined in the Tables 1 and 2.			E. Monitoring frequency 53. Monitoring frequency for each variable is defined in the Tables 1 and 2.		
History of the document			Historia del documento		
Versio n	Date	Nature of revision	Versión	Fecha	Naturaleza de revisión
04.1	29 Novembe r 2007	To correct the reference to GPG tables for biomass (para 11) and root shoot ratios (para 13) and other minor editorials.	05	EB 42, Para 35 Septemb er 2008	Section requiring estimation of project emissions from fertilizer application revised to apply the guidance provided in para 35 of EB 42 meeting report. According to EB 42 guidance GHG emissions from fertilizer application are considered insignificant and can therefore be neglected.
04	EB 33, Annex 13	Improved and simplified procedures for the estimation of (i) biomass stocks in the baseline; (ii) leakage of GHG emissions related to the shift of preproject activities; and (iii) GHG emissions resulting from the use of fertilizer as a result of the implementation of the A/R activity.	04.1	29 noviembr e 2007	Corrección de la referencia a quadros de GPG para biomazas (párrafo 11) y proporciones de raíz para brotar (párrafo 13) y otras menores editoriales.
03	EB 28, Annex 18	Changes to the calculations of biomass in baseline and improvement of leakage calculations related to the grazing capacity of lands and procedures for demonstration of the eligibility of land in accordance with the COP/MOP 2 decision.	04	EB 33, Anexo 13	Procedimientos mejorados y simplificados para la estimación de (i) stocks biomazas en la línea de base; (ii) fuga de GEI emisiones relacionada al cambio de actividades de anteproyecto; y (iii) GEI emisiones resultadas del use de fertilizante como una resulta de implementación de F/R actividad.
02	EB 26, Annex 17	To correct the equation for estimation of the below-ground biomass and include some minor editorial changes.	03	EB 28, Anexo 18	Cambios de las calculaciones de biomazas en línea de base y mejoramiento de calculación de fuga relacionado a capacidad de apacentar de tierras y procedimientos para demonstración de elegibilidad de tierra de acuerdo con la decisión de COP/MOP 2.
01	CMP.1, 9 Decembe r 2005	Initial adoption	02	EB 26, Anexo 17	Corrección de ecuación para estimación de biamasa de bajo-tierra e inclusión de algunos menores cambios editoriales.
			01	CMP.1, 9 diciembre 2005	Adopción inicial
Appendix A Demonstration of land eligibility 1. Eligibility of the A/R CDM project activities under Article 12 of the Kyoto Protocol shall be demonstrated based on definitions provided in paragraph 1 of the annex to the Decision 16/CMP.1 (“Land use, land-use change and forestry”), as requested by Decision 5/CMP.1 (“Modalities and procedures for afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism in the first commitment period of the Kyoto Protocol”), until new procedures to demonstrate the eligibility of lands for afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism are recommended by the EB.					

Appendix B

Assessment of additionality

1. Project participants shall provide an explanation to show that the project activity would not have occurred anyway due to at least one of the following barriers:
2. **Investment barriers, other than economic/financial barriers, *inter alia*:**
 - (a) Debt funding not available for this type of project activity;
 - (b) No access to international capital markets due to real or perceived risks associated with domestic or foreign direct investment in the country where the project activity is to be implemented;
 - (c) Lack of access to credit.
3. **Institutional barriers, *inter alia*:**
 - (a) Risk relating to changes in government policies or laws;
 - (b) Lack of enforcement of legislation relating to forest or land-use.
4. **Technological barriers, *inter alia*:**
 - (a) Lack of access to planting materials;
 - (b) Lack of infrastructure for implementation of the technology.
5. **Barriers relating to local tradition, *inter alia*:**
 - (a) Traditional knowledge or lack thereof, of laws and customs, market conditions, practices;
 - (b) Traditional equipment and technology;
6. **Barriers due to prevailing practice, *inter alia*:**
 - (a) The project activity is the “first of its kind”. No project activity of this type is currently operational in the host country or region.
7. **Barriers due to local ecological conditions, *inter alia*:**
 - (a) Degraded soil (e.g. water/wind erosion, salination);
 - (b) Catastrophic natural and/or human-induced events (e.g. land slides, fire);
 - (c) Unfavourable meteorological conditions (e.g. early/late frost, drought);
 - (d) Pervasive opportunistic species preventing regeneration of trees (e.g. grasses, weeds);
 - (e) Unfavourable course of ecological succession;
 - (f) Biotic pressure in terms of grazing, fodder collection, etc.
8. **Barriers due to social conditions, *inter alia*:**
 - (a) Demographic pressure on the land (e.g. increased demand on land due to population growth);

- (b) Social conflict among interest groups in the region where the project activity takes place;
- (c) Widespread illegal practices (e.g. illegal grazing, non-timber product extraction and tree felling);
- (d) Lack of skilled and/or properly trained labour force;
- (e) Lack of organization of local communities.

Appendix C

Default allometric equations for estimating above-ground biomass

Annual rainfall	DBH limits	Equation	R ²	Author
Broad-leaved species, tropical dry regions				
<900 mm	3–30 cm	$AGB = 10^{-0.535 + \log_{10}(\pi * DBH^2/4)}$	0.94	Martinez-Yrizar et al.(1992)
900–1500 mm	5–40 cm	$AGB = \exp\{-1.996 + 2.32 * \ln(DBH)\}$	0.89	Brown (1997)
Broad-leaved species, tropical humid regions				
< 1500 mm	5–40 cm	$AGB = 34.4703 - 8.0671 * DBH + 0.6589 * (DBH^2)$	0.67	Brown et al. (1989)
1500–4000 mm	< 60 cm	$AGB = \exp\{-2.134 + 2.530 * \ln(DBH)\}$	0.97	Brown (1997)
1500–4000 mm	60–148cm	$AGB = 42.69 - 12.800 * (DBH) + 1.242 * (DBH)^2$	0.84	Brown et al. (1989)
1500–4000 mm	5–130cm	$AGB = \exp\{-3.1141 + 0.9719 * \ln(DBH^2 * H)\}$	0.97	Brown et al. (1989)
1500–4000 mm	5–130 cm	$AGB = \exp\{-2.4090 + 0.9522 * \ln(DBH^2 * H * WD)\}$	0.99	Brown et al. (1989)
Broad-leaved species, tropical wet regions				
> 4000 mm	4–112 cm	$AGB = 21.297 - 6.953 * (DBH) + 0.740 * (DBH^2)$	0.92	Brown (1997)
> 4000 mm	4–112 cm	$AGB = \exp\{-3.3012 + 0.9439 * \ln(DBH^2 * H)\}$	0.90	Brown et al. (1989)
Coniferous trees				

n.d.	2–52 cm	$AGB = \exp\{-1.170 + 2.119 \cdot \ln(DBH)\}$	0.98	Brown (1997)
Palms				
n.d.	> 7.5cm	$AGB = 10.0 + 6.4 \cdot H$	0.96	Brown (1997)
n.d.	> 7.5cm	$AGB = 4.5 + 7.7 \cdot WD \cdot H$	0.90	Brown (1997)

Note: AGB = above-ground biomass; DBH = diameter at breast height; H = height; WD = basic wood density

References:

Brown, S. 1997. *Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer*. FAO Forestry Paper 134.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Brown, S., A.J.R. Gillespie, and A.E. Lugo. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35: 881–902.

Martínez-Y., A.J., J. Sarukhan, A. Perez-J., E. Rincón, J.M. Maas, A. Solis-M, and L. Cervantes. 1992.

Above-ground phytomass of a tropical deciduous forest on the coast of Jalisco, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 8: 87–96.

Appendix D

Calculating average grazing capacity

A. Concept

1. Sustainable grazing capacity is calculated by assuming that the grazing animals should not consume more biomass than is annually produced by the site

B. Methodology

2. The sustainable grazing capacity is calculated using the following equation:

$$GC = \frac{ANPP \cdot 1000}{365 \cdot DMI} \quad (37)$$

where:

GC Grazing capacity (head/ha)

ANPP Above-ground net primary productivity in tonnes dry biomass (t d.m.)/ha/yr)

DMI Daily dry matter intake per grazing animal (kg d.m./head/day)

3. Annual net primary production ANPP can be calculated from local measurements or default values from Table 3.4.2 of IPCC good practice guidance LULUCF can be used. This table is reproduced below as Table 1.

4. The daily biomass consumption can be calculate from local measurements or estimated based on the calculated daily gross energy intake and the estimated dietary net energy concentration of diet:

$$DMI = \frac{GE}{NE_{ma}} \quad (38)$$

where:

DMI Dry matter intake (kg d.m./head/day)

GE Daily gross energy intake (MJ/head/day)

NE_{ma} Dietary net energy concentration of diet (MJ/kg d.m.)

5. Daily gross energy intake for cattle and sheep can be calculated using equations 10.3 through 10.16 in 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)⁽⁸⁾. Sample calculations for typical herds in various regions of the world are provided in Table 2; input data stems from Table 10A.2 of the same 2006 IPCC Guidelines. Dietary net energy concentrations as listed in Table 3 can be calculated using the formula listed in a footnote to Table 10.8 of the same 2006 IPCC Guidelines.

⁽⁸⁾Paustian, K., Ravindranath, N.H., and van Amstel, A., 2007. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Table 1: Table 3.4.2 from GPG LULUCF

TABLE 3.4.2

DEFAULT ESTIMATES FOR STANDING BIOMASS GRASLAND (AS DRY MATTER) AND ABOVEGROUND NET PRIMARY PRODUCTION, CLASSIFIED BY IPCC CLIMATE ZONES

IPCC Climate Zone	Peak above- ground live biomass Tonnes d.m. ha ⁻¹			Above-ground net primary production (ANPP) Tonnes d.m. ha ⁻¹		
	Average	No. of studies	Error [#]	Average	No. of studies	Error ¹

Boreal-Dry & Wet ²	1.7	3	±75%	1.8	5	±75%
Cold Temperate-Dry	1.7	10	±75%	2.2	18	±75%
Cold Temperate-Wet	2.4	6	±75%	5.6	17	±75%
Warm Temperate-Dry	1.6	8	±75%	2.4	21	±75%
Warm Temperate-Wet	2.7	5	±75%	5.8	13	±75%
Tropical-Dry	2.3	3	±75%	3.8	13	±75%
Tropical-Moist & Wet	6.2	4	±75%	8.2	10	±75%
Data for standing live biomass are compiled from multi-year averages reported at grassland sites registered in the ORNL DAAC NPP database [http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/npp_site.html]. Estimates for above-ground primary production are from: Olson, R. J.J.M.O. Scurlock, S.D. Prince, D.L. Zheng, and K.R. Johnson (eds.). 2001. NPP Multi-Biome: NPP and Driver Data for Ecosystem Model-Data Intercomparison. Sources available on-line at [http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/EMDI_des.html]. 1 Represents a nominal estimate of error, equivalent to two times standard deviation, as a percentage of the mean. 2 Due to limited data, dry and moist zones for the boreal temperate regime and moist and wet zones for the tropical temperature regime were combined.						

Table 2: Data for typical cattle herds for the calculation of daily gross energy requirement

Cattle - Africa								
	Weight (kg)	Weight Gain (kg/day)	Milk (kg/day)	Work (hrs/day)	Pregnant	DE	Coefficient for <i>NEm</i> equation	Mix (of grazing)
Mature Females	200	0.00	0.30	0	33%	55%	0.365	8%
Mature Males	275	0.00	0.00	0	0%	55%	0.370	33%
Young	75	0.10	0.00	0	0%	60%	0.361	59%
Weighted Average	152	0.06	0.02	0	3%	58%	0.364	100%

Cattle - Asia								
	Weight (kg)	Weight Gain (kg/day)	Milk (kg/day)	Work (hrs/day)	Pregnant	DE	Coefficient for <i>NEm</i> equation	Mix (of grazing)
Mature Females	300	0.00	1.10	0	50%	60%	0.354	18%
Mature Males	400	0.00	0.00	0	0%	60%	0.370	16%

Young	200	0.20	0.00	0	0%	60%	0.345	65%
Weighted Average	251	0.13	0.20	0	9%	60%	0.350	100%

Cattle - India								
	Weight (kg)	Weight Gain (kg/day)	Milk (kg/day)	Work (hrs/day)	Pregnant	DE	Coefficient for <i>NEm</i> equation	Mix (of grazing)
Mature Females	125	0.00	0.60	0.0	33%	50%	0.365	40%
Mature Males	200	0.00	0.00	2.7	0%	50%	0.370	10%
Young	80	0.10	0.00	0.0	0%	50%	0.332	50%
Weighted Average	110	0.05	0.24	0.3	13%	50%	0.349	100%

Cattle - Latin America								
	Weight (kg)	Weight Gain (kg/day)	Milk (kg/day)	Work (hrs/day)	Pregnant	DE	Coefficient for <i>NEm</i> equation	Mix (of grazing)
Mature Females	400	0.00	1.10	0	67%	60%	0.343	37%
Mature Males	450	0.00	0.00	0	0%	60%	0.370	6%
Young	230	0.30	0.00	0	0%	60%	0.329	57%
Weighted Average	306	0.17	0.41	0	25%	60%	0.337	100%

Sheep								
	Weight (kg)	Weight Gain (kg/day)	Milk (kg/day)	Wool (hrs/day)	Pregnant	DE	Coefficient for <i>NEm</i> equation	Mix (of grazing)
Mature Females	45	0.00	0.70	4	50%	60%	0.217	40%
Mature Males	45	0.00	0.00	4	0%	60%	0.217	10%
Young	5	0.11	0.00	2	0%	60%	0.236	50%

Weighted Average	25	0.05	0.28	3	20%	60%	0.227	100%
-------------------------	----	------	------	---	-----	-----	-------	------

Table 3: Daily energy requirement and dry matter intake calculation

Cattle																			
Region	Average Characteristics							Energy (MJ/head/day)										Consumption	
	Weight	Weight gain	Milk	Work	Pregnant	DE	CF	Maintenance	Activity	Growth	Lactation	Power	Wool	Pregnancy	REM	REG	Gross	NEma	DMI
	(kg)	(kg/day)	(kg/day)	(hrs/day)					(note 1)		(note 2)							(MJ/kg – note5)	(kg/head/day)
Africa	152	0.06	0.02	0.0	3%	58%	0.364	15.7	5.7	1.2	0.0	0.0	0	0.0	0.49	0.26	84.0	5.2	16.2
Asia	251	0.13	0.20	0.0	9%	60%	0.350	22.1	8.0	2.8	0.3	0.0	0	0.2	0.49	0.28	119.8	5.5	21.9
India	110	0.05	0.24	0.3	13%	50%	0.349	11.8	4.3	1.0	0.4	0.3	0	0.2	0.44	0.19	87.6	4.0	21.6
Latin America	306	0.17	0.41	0.0	25%	60%	0.337	24.6	8.9	3.8	0.6	0.0	0	0.6	0.49	0.28	139.5	5.5	25.5
Sheep																			
Region	Average Characteristics							Energy (MJ/head/day)										Consumption	
	Weight	Weight gain	Milk	Work	Pregnant	DE	CF	Maintenance	Activity	Growth	Lactation	Power	Wool	Pregnancy	REM	REG	Gross	NEma	DMI
	(kg)	(kg/day)	(kg/day)	(hrs/day)					(note 3)		(note 4)							(MJ/kg - Note 5)	(kg/head/day)
All regions	25	0.05	0.28	3.0	20%	60%	0.227	2.5	0.6	1.5	1.29	0	0.2	0.0	0.49	0.28	25.0	5.5	4.6

Notes

1. Assumes grazing
2. Assumes 4% milk fat
3. Assumes grazing on hilly terrain
4. Assumes 7% milk fat
5. Calculated using equation listed in Table 10.8

【著者】松原英治

【連絡先】

〒305-8686 茨城県つくば市大わし1-1

(独)国際農林水産業研究センター 農村開発領域

担 当：松原英治

電 話：029-838-6686

F a x：029-838-6693

E-mail：eijimatu@affrc.go.jp