



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

小規模植林 CDM プロジェクトのモニタリング・マニュアル



サンロレンソ - Paraguay

2010

小規模植林 CDM プロジェクトのモニタリング・マニュアル

目次

目次.....	i
略称リスト.....	ii
はじめに.....	iii
1 植林 CDM におけるモニタリングの位置付け.....	1
2 PDD におけるモニタリングの記載.....	4
3 プロジェクトのモニタリング計画.....	10
4 モニタリングの実施.....	20
4.1 標準区画の選定.....	20
4.2 植林区画の位置の測定.....	22
4.3 GIS を使用した作図法.....	25
4.4 樹木調査.....	26
4.5 計測結果及びデータの分析.....	28
4.6 土地所有状況.....	31
4.7 リーケージ.....	32
5 品質管理及び品質保証.....	33
5.1 植林区画の位置及び面積.....	33
5.2 標準区画.....	33
5.3 土地所有状況.....	34
5.4 リーケージ.....	35
5.5 誤差算定.....	35
5.6 検証報告書及び品質管理証明書の発行.....	36
6 モニタリング報告書.....	37
7 モニタリング研修.....	38
8 資料の保管.....	39

略称リスト

AR-CDM	Afforestation and Reforestation CDM : 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
DBH	Diameter at Breast Height : 胸高直径
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
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
QC/QA	Quality Control/Quality Assurance : 品質管理/品質保証
SSC-AR-CDM	Small Scale AR-CDM : 小規模新規植林再植林 CDM
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
UTM	Universal Transverse Mercator : ユニバーサル横メルカトル図法

はじめに

小規模植林 CDM 事業が CDM 理事会に登録されることにより、CDM 事業として認定され、プロジェクトで達成される CO₂ 吸収量に応じて炭素クレジットが発行されることになる。

しかし、プロジェクトで達成された CO₂ 吸収量は、1)方法論に従ったモニタリング調査の実施、2)モニタリング調査結果の方法論に従った第三者による点検、3)第三者の点検結果を含むモニタリング報告書の作成、4)DOE によるモニタリング結果の検証 (Verification)・認証 (Certification)、5)CDM 理事会による DOE 検証結果の承認により、初めて CDM 理事会から CER として発行される。

すなわち、CDM 事業の CDM 理事会への登録は第 1 ステップであり、モニタリングという第 2 ステップを満足させない限り、CER は獲得できない。

本書は、小規模植林 CDM 事業において、モニタリングを実施し、モニタリング報告書を作成するまでの活動をマニュアルとしてまとめたものである。

なお、モニタリングの事例となる「パラグアイ国パラグアリ県低所得コミュニティ耕地・草地再植林事業」(以下、JIRCAS プロジェクト)の概要は、下表のとおりである。

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 18 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
対象コミュニティ	2 市のうち、16 コミュニティ及びその他コミュニティ	農家アンケート調査を行い、植林を希望したコミュニティを選定
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：104ha 草地：111ha	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	ココヤシ、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	215ha (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)。
プロジェクト開始日	2007 年 7 月 25 日	JIRCAS が農家に対し最初に苗木を供給し、農家が植栽を開始した日。
プロジェクト期間	20 年間 (更新なし)	
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	農村開発において、CDM の仕組みをプ

	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	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。
国家森林院（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 A/R CDM プロジェクトを推進



Eucalyptus grandis



Eucalyptus camaldulensis



Grevillea robusta



Grevillea robusta (Agroforestería)

1 植林 CDM におけるモニタリングの位置付け

モニタリングは、CER 発行のベースとなるものであり、採用した方法論をベースに PDD に記載した内容を着実に実行しなければならない。

JIRCAS プロジェクトの植林 CDM のプロセスを示すと、図 1.1 のとおりである。

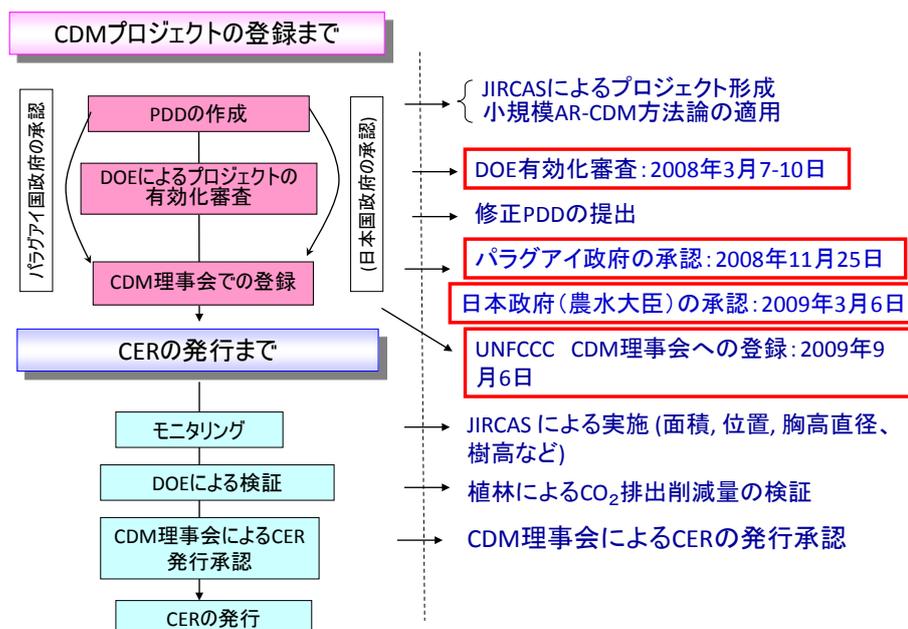


図 1.1 JIRCAS プロジェクトにおける植林 CDM の手続きの実施

なお、小規模植林 CDM ではベースラインのモニタリングは求められておらず、プロジェクトによる排出（植林地に投入される肥料からの排出）もないので、CER 量を決定するモニタリングの対象は、現実 GHG 吸収量とリーケージの 2 つとなる。

このほか、参加農家の土地所有権のモニタリングを行う必要がある。

(1) 現実 GHG 吸収量

プロジェクトによる吸収量の算定は、プロジェクト設計書（PDD）における階層に従って実施される。

モニタリングでは、プロジェクト境界の位置確認、植林面積の計測、階層ごとのサンプリングによる樹木調査（胸高直径、高さ、本数）を実施する。

まず、プロジェクト境界の位置確認では、区画の外周の変化点に設置した杭（JIRCAS では頭部に赤色塗料を塗布したコンクリート杭を設置）を GPS で確認する。計画と実施の相違については、実施による変更をすべて反映させる必要がある。GPS による測量結果は、地理情報システム（GIS）へ入力し、図化及び面積算定を行う。

サンプリングによる樹木調査では、サンプリング用として標準区画を設定することから始める。JIRCAS では、他の植林 CDM プロジェクトを参考に、各階層で区画数の 13%、各階層当り最低 3 カ所の区画を無作為抽出し、計 35 カ所の区画を選定した。標準区画

では、モニタリング時には毎木調査を行い、胸高直径及び樹高を計測する。
地上部バイオマス量は、パラグアイ国内における材積計算の方法により推定する。
なお、方法論 AR-AMS0001.Version 04.1 では国内での相対成長算定式が得られない場合、方法論付属書 C の相対成長算定式を使用することとなっている。
地下部バイオマスは、地上部バイオマスに R 値 (root to shoot ratio) を乗じて求めるが、パラグアイでの R 値がない場合、方法論 AR-AMS0001.Version 04.1 記載のデフォルト式を適用する。
また、同一階層でありながら炭素ストックに有意な相違が認められる地区のある場合、この地区は別個の階層として取り扱う。

(2) リークージの事後評価

プロジェクトにともなう既存の土地利用活動の移動によるリークージの可能性につき、次の指標についてモニタリングを行う。なお、パラグアイでは、家畜は全て管理されており、(管理されていない)放し飼い家畜は存在しない。

- ・ 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
- ・ 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

リークージのモニタリングは、農家からの聞き取りと、農家の経営状況を現地確認し、必要に応じて実測することにより行われる。モニタリングの対象は、参加農家の 30% である。なお、リークージのモニタリングは、最初のモニタリング時の 1 回だけでよい。

植林 CDM のモニタリングは 5 年ごとに実施される。最初のモニタリング時期は事業推進者が決定するが、次回以降のモニタリングは最初のモニタリングから 5 年ごとに実施する必要がある。

JIRCAS では、モニタリングまで実証するため、調査の最終年度である 2010 年に最初のモニタリングを実施する。

モニタリング結果は、炭素クレジットの発行量の基礎となることから、モニタリングにおける適切な品質管理 (QC: Quality Control) 及び品質保証 (QA: Quality Assurance) が求められている。

モニタリング結果の検証に係る主な内容は以下のとおりである。

(1) 信頼できる現地での測定値の収集

現地測定作業の担当者は、測定、記録、データ分析に係る十分な研修を受ける必要がある。研修内容、参加者等は記録に残すほか、実際の計測に当たっても、計測記録に作業を行ったチーム・メンバー全員の名前を記載しなければならない。

(2) 現地データの収集に適用される方法の検証

現地測定作業終了後、この測定結果につき、10%の抽出を行って、再計測し、測定結果の精度を確認する。この再計測作業は、当初の調査チームとは別のスタッフにより

実施される。再計測後、元データとの不一致がある場合、誤差率を算定し、許容誤差範囲にあるかどうか点検する。JIRCAS プロジェクトでは、再計測は INFONA が行うこととし、現地計測チームとは機関を別にしている。

(3) データ入力及び分析技術の検証

測定結果をデータ分析シートへ転記する際には、誤入力の可能性がある。このため、入力者以外の担当者が入力データのチェックを行う。入力データに解決困難な問題が認められた場合、その対象となる植林区画はデータ分析から除外する。

(4) データの維持及び保管

植林事業は長期にわたるため、データの維持及び保管は重要である。データは電子データと紙データに分け、安全な場所に保管する。全てのデータはプロジェクト終了後、少なくとも2年間保存される必要がある。JIRCASプロジェクトでは、元データはJIRCAS、INFONA及びアスンシオン大学の3者で保存する計画である。

JIRCAS プロジェクトのモニタリング活動は、まず関係者の研修からはじめ、境界杭の事前チェック、準備作業終了後の再研修、モニタリングの実施、モニタリング・レポートの作成という手順を踏む。最初の植栽から3年を経過した2010年の7月25日以降に標準区画における樹木調査を実施する。この間の経緯及び予定は下記のとおりである。

- ・ 2009年6月：第1回モニタリング研修
- ・ 2009年7月：第2回モニタリング研修
- ・ 2009年6～8月：標準区画の設置
- ・ 2009年6～9月：境界杭の確認
- ・ 2010年6月：第3回モニタリング研修
- ・ 2010年7～9月：モニタリングの実施（境界杭の位置、植林面積、土地占有証明書の点検、リーケージの点検、標準区画における樹木調査）
- ・ 2010年9月：モニタリング・レポート作成

2 PDD におけるモニタリングの記載

「パラグアイ国パラグアリ県低所得コミュニティ耕地・草地再植林事業」に係る PDD では、「**B.8. 小規模 A/R-CDM プロジェクト活動へのモニタリング方法論及びモニタリング計画の適用**」において、プロジェクトで実施するモニタリング方法について記載している。

PDD は CDM 理事会で承認されたものであり、モニタリングは PDD に記載されたとおりに実施する必要がある。

PDD の B.8 における記載内容は以下のとおりである。

B.8. 小規模 A/R-CDM プロジェクト活動へのモニタリング方法論及びモニタリング計画の適用

a. ベースライン純GHG吸収量の事後評価

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。ベースライン純GHG吸収量は、C.1で算定されるとおりである。

b. 現実純GHG吸収量の事後評価

プロジェクトによる現実純 GHG 吸収量の事後評価のため、事前の現実純 GHG 吸収量の評価を行った場合と同様の階層化が行われる。下記の計算方式は、階層ごとに実施される。

プロジェクト参加者は、植林されたプロジェクト地域の面積を計測し、モニタリングすることにより、炭素ストックの変化を算定する。また、プロジェクト境界がモニターされ、階層化された区画において炭素サンプリングが行われる。サンプリングする区画の数、大きさ、位置は、IPCC-GPG-LULUCF のセクション 4.3.3.4 に従って決定する。炭素ストックは、以下の算式で推定する。

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

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 (tCO₂-e)

$P_{A(t)i}$: 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)

地上部バイオマスは、以下の算式で推定する。

$$P_{A(t)} = E_{(t)} * 0.5$$

ここで、

$E_{(t) i}$: 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.)

上記、地上部バイオマス ($E_{(t) i}$) は、次の手順 (ステップ) で推定する。

ステップ 1 : 統計的に適切なサンプリング

サンプリングは、IPCC-GPG-LULUCF のセクション 4.3.3.4 に従って決定する。本プロジェクトの境界は、区画の隅に設置した杭により視認される。杭は各モニタリング期間において GPS 測定により点検される。また、GPS データは地理情報システム (GIS) により管理される。プロジェクト境界のいかなる変更も、現実純 GHG 吸収量の全ての計算において算入される。参加農家は、これらの境界杭の維持に責任を有する。現実純 GHG 吸収量の事前評価のために設定された 8 つの階層は、プロジェクト地域内で地理的に散在している。

ステップ 2 : 標準区画を設置し、最初のモニタリング報告書でその位置を記録する。

常設のサンプル区画が無作為に選定されたあと、それらは図面上に記載され、地理的位置 (GPS と同等) は記録し、保管される。サンプル区画全体が階層内にあり、GIS により正確に記録されていることを確実にするため、サンプル区画は少なくともプロジェクト境界の内側 10m に設置することとする。

ステップ 3 : 胸高直径と樹高を計測し、この結果をモニタリング報告書に記載する。

ステップ 4 : 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、「小規模新規植林・再植林プロジェクトの方法論 AR-AMS0001 (Version 04.1)」の付属書 C、又は「LULUCF のための IPCC good practice guidance」 (LULUCF-GPG) の annex 4A.2 にある相対成長算定式を使用する。

また、地下部バイオマス ($P_{B(t) i}$) については、以下の算定式で推定する。

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

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.)

このモニタリング計画は、プロジェクト地域全体を対象に、クレジット期間全体に適用される。ただし、パラグアイ国の算定式及びデータが利用可能であれば、プロジェクト参加者は最初のモニタリング期間まで、これらの算定式及びデータを使用することは可能とする。また、いくつかの地区で、同一階層での炭素ストックに有意な相違が認められる場合、これらの地区は別個の階層として取り扱う。

c. プロジェクトによる排出量の事後評価

方法論 AR-AMS0001.Version 04.1 では、「肥料の使用が二酸化窒素 N_2O の有意な排出(現実純 GHG 吸収量の 10%以上) に至る場合」プロジェクトによる事後の排出量を計算することとしている。

方法論では、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)に該当するかどうか検証するため、AR Methodological tool "Estimation of direct nitrous oxide emission from nitrogen fertilization"(Version 01)を適用することとしている。

本プロジェクトによる排出量は有意ではないので、クレジット期間中のモニタリングは行わない。

d. リークエッジの事後評価

方法論 AR-AMS0001.Version 04.1 に記載されているとおり、プロジェクト活動にともなう移動によるリークエッジの可能性につき、次の指標に関連するプロジェクト地域をモニターする。

(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

e. 事後における純人為的GHG吸収量の推定

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

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

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 (tCO₂-e)

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

$\Delta C_{BSL, t}$: ベースライン純GHG吸収量 (tCO₂-e /年)

L_{tv} : 検証時におけるリーケージによる全GHG排出量 (tCO₂-e)

t_v : 検証年 (年)

f. モニタリング頻度

本プロジェクトにおける植栽活動は、2007年7月に開始した。モニタリングは5年ごとに実施する計画であり、最初のモニタリングは2010年を予定している。

B.8.1. モニタリングされるべきデータ：現実純 GHG 吸収量及びリーケージのモニタリング

B.8.1.1. 現実純 GHG 吸収量のデータ

B.8.1.1.1. 提案された小規模A/R-CDMプロジェクト活動の結果、プロジェクト境界内で生じる、炭素プールの中の炭素ストックの実証可能な変動をモニターするために収集又は使用されるデータ、及びそのデータの保管方法

B.8.1.2. リーケージのモニタリングのデータ (適用可能であれば)

B.8.1.2.1. 適用可能であれば、提案された小規模A/R-CDMプロジェクト活動からのリーケージをモニターするために収集されるデータ及び情報を記載

B.8.2. 現実GHG吸収量をモニターするために適用される提案された品質管理 (QC) 及び品質保証 (QA) 手続きを簡潔に記載

品質管理 (QC) 及び品質保証 (QA) については、プロジェクトで計画され、プロジェクト設計書の一部とされる。この計画では、以下の事項を含む、標準的な運用手続き (SOPs) のかたちで、すべての手続きを表記している。

- a) 信頼できる現地での測定値の収集
- b) 現地データの収集に適用される方法の検証
- c) データ入力及び分析技術の検証
- d) データの維持及び保管.

現地測定のための QC/QA

信頼できる現地での測定値を収集することは、品質保証計画における重要なステップの一つである。炭素測定作業の責任者は、現地データ収集及びデータ分析に係る全ての面で、十分なトレーニングを受けるものとする。SOPs では、将来の現地スタッフが過去の結果を点検し、一貫した方式で測定が反復可能なよう、現地測定の全てのステップを詳細に記述し、実証目的の文書作成に向けた規程も含まれている。SOPs では、以下を確実にすることとしている。

- ・ 現地チームのメンバーは、全ての手続き及びデータ収集の重要性を可能な限り正確に十分認識する。
- ・ 現地チームは計測誤差を推定するため、必要に応じ現地内に試験区画を設置し、SOPs にしたがって全ての関連要素を測定する。
- ・ 文書記録には現地チーム・メンバー全員の名前を記載し、プロジェクト・リーダーはこのチームがトレーニングを受けていることを文書で保証する。
- ・ 新たなスタッフは、適切にトレーニングを受けさせる。

現地計測後、元データと比較し、不一致点は再検証され、誤差があれば修正される。

現地データ収集の検証のための QC/QA

区画が設置され、計測が正確に行われたことを検証するため、全区画の 10%を再計測し、測定値を比較する。これは、当初の調査チームとは別のスタッフによって、当初調査が終了した後で実施される。検証スタッフは、森林計測に経験を有し、詳細につき高度に注意が行き届くものとする。計測後、元データと比較し、不一致点は再検証され、誤差があれば修正し、このことは記録される。発見された誤差は、測定誤差の推定値とされるため、再点検されたすべての区画に対する比率として表示する。

$$\text{現地測定誤差(\%)} = (\text{モニタリングのデータ} - \text{検証データ}) \div (\text{検証データ}) \times 100$$

測定に関しては、以下の品質管理目標を達成する。

- ・ 樹木の見逃し、又は樹木の追加：誤差なし
- ・ 樹種又は樹種グループ：誤差なし
- ・ 胸高直径：±10%以内
- ・ 樹高：±20%以内

データ入力及び分析のための QC/QA

信頼できる炭素推定量を把握するため、データ分析シートへの適切なデータ入力が必要である。現地データ及び実験室データの入力につき、クロス・チェックするなど、誤差の最

小化を確実にする措置をとる。モニタリングした区画のデータに解決困難な問題が生じた場合、その区画はデータ分析から除外する。

データの維持及び保管のための QC/QA

本プロジェクト活動は長期間にわたるため、データの維持及び保管は非常に重要である。データは電子データと紙データに分け、異なる形態で保管される手続きとしている。全ての電子データと紙データは、各々別の離れた場所に保管される。電子データの複写保管は、責任ある関係者により実施される。全てのスタッフは、収集データの精度を改善するため、モニタリング手法の研修を受ける。データは安全な場所に保管する。保管データは、ハードウェア及びソフトウェア上の新たなデータ技術に対応できるよう、収納方法の更新を図る。全ての保管データは、プロジェクト活動終了後、最低2年間維持される。

B.8.3. 提案された小規模A/R-CDMプロジェクト活動による現実GHG吸収量をモニターするためにプロジェクト運営者が実施する事業運営及び事業管理構造を簡潔に記載

提案された小規模 A/R-CDM プロジェクト活動は、INFONA の協力を得て、JIRCAS によって運営される。JIRCAS は参加農家との調整や運営管理、提案された小規模 A/R-CDM プロジェクト活動の実施の円滑化、監理、技術研修の組織化、技術提供、及び現実 GHG 吸収量及びリーケージのモニタリングの組織化・調整に責任を有している。INFONA は技術的なアドバイスをを行う。

JIRCAS は、INFONA 及び地域の参加者のため、プロジェクトをモニタリングする枠組みを確立し、プロジェクト実施計画及びモニタリング計画の作成に直接関与する。

さらに、JIRCAS は、プロジェクトに参加する個別農家の土地所有状況について、聞き取りや書類チェックにより証拠書類を確認する。

また JIRCAS は、参加農家プロジェクトを実施するときに、困難を生じないように、プロジェクト活動に沿った一連のマニュアルを作成してきた。その内容は、苗準備、植栽及び間伐方法に関するものである。JIRCAS は、プロジェクト実施につき、現地での技術支援も行っている。

3 プロジェクトのモニタリング計画

プロジェクトの最終的なモニタリング計画は、2009年7月27日付けで、JIRCASが策定した。その内容は以下のとおりである。

名称:「パラグアイ国パラグアリ県低所得コミュニティ耕地・草地植林事業」における**モニタリング計画**

1. モニタリング対象地域

モニタリング対象地域は、「パラグアイ国パラグアリ県低所得コミュニティ耕地・草地植林事業」(以下「事業」という。)における全植林区画とする。

注) 対象植林地は JIRCAS が植林した 0.5ha 以上の植林地とする。

2. モニタリング期間

モニタリングは、最初の検証年である 2010 年から開始し、5 年ごと、すなわち 2015 年、2020 年、2025 年に実施する。

3. モニタリング方法論

モニタリングに使用する方法論は、「A/R-AMS001.Version 04.1」及び CDM 理事会の定めた「Methodological Tool」とする。

4. 植林地の階層区分及びモニタリングのための標準区画数

- a) 植林地の階層は、樹種、植栽間隔、植栽年で区分し、8 階層とする。
- b) モニタリングのための標準区画数は、各階層の区画数の 13%以上又は最小限 3 カ所とする。

表 1 階層及び植栽計画

階層	樹種	植栽間隔 (m)	植栽年	植栽面積 (ha)	標準区画数
S1	Eucalyptus grandis	3.0 x 2.5	2007	30.05	7
S2	Eucalyptus grandis	3.0 x 2.5	2008	31.17	5
S3	Eucalyptus camaldulensis	3.0 x 2.5	2007	16.36	3
S4	Eucalyptus camaldulensis	3.0 x 2.5	2008	64.48	3
S5	Grevillea robusta	3.0 x 2.5	2007	5.59	3
S6	Grevillea robusta	3.0 x 2.5	2008	15.16	3
S7	Grevillea robusta	5.0 x 4.0	2007	14.05	4
S8	Grevillea robusta	5.0 x 4.0	2008	38.30	7
計				215.16	35

5. モニタリング項目

(1) ベースライン純 GHG 吸収量

ベースラインのモニタリングは、6/CMP.1 での決定、付属書 B、パラグラフ 6 に基づき実施しない。

(2) 事業活動による現実 GHG 吸収量の事後評価

現実 GHG 吸収量の算定につき、以下を実施する。

- a) 植林地の位置 (全区画)
- b) 植林面積 (全区画)
- c) 標準区画の位置 (全標準区画)
- d) 胸高直径 (全標準区画)
- e) 樹高 (全標準区画)
- f) 事業による現実 GHG 吸収量

モニタリングで収集するデータ、計測方法、保管方法等は、表 2 に示すとおりである。

表2 モニタリングで収集するデータ、計測方法、保管方法

変動データ	データ根拠	データ単位	計測(m)、 計算(c)、 推定(e)の 区分	記録頻度 (年)	モニターさ れたデー タの割合	データ保 管方法(電 子データ/ 紙)	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 又は衛生 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 又は衛生 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
標準区画 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	標準区画	cm	計測	5	標準区画 内の個別 樹木	電子、紙	標準区画 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	標準区画	m	計測	5	標準区画 内の個別 樹木	電子、紙	標準区画 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 の当たり乾 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
土地所有	現地調査	単位なし	計測	5	100%	電子、紙	調査により モニタリ ング

本プロジェクトの境界は、区画の隅に設置した杭により視認される。プロジェクト活動が実施された地域の位置、各階層の大きさ及び標準区画の位置は、GPSで現地測定する。GPSデータは地理情報システム（GIS）により管理される。プロジェクト境界のいかなる変更も、現実純GHG吸収量の全ての計算において算入される。

(3) プロジェクトからの GHG 排出量

本プロジェクトでは化学肥料や有機質肥料の使用は行わない。このためプロジェクトからの GHG 排出量のモニタリングは行わない。

(4) リークエージ

リークエージは、2010 年までに、表 3 によりモニタリングを実施する。最初のモニタリングでリークエージが有意ではないと判定されれば、その後のモニタリングは行わない。

表 3 リークエージのモニタリング

変動データ	データ根拠	データ単位	計測(m)、計算(c)、推定(e)の区分	記録頻度	モニターされたデータの割合	データ保管方法(電子データ/紙)	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放し飼い草食家畜の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	

(5) その他

樹木及び蓄積された炭素の権利を確実にするため、事業参加農家の植林地の土地所有又は土地占拠状況を明らかにする文書の確認を行う。

6. 標準区画の設定

モニタリングのための標準区画は、以下のとおり設定する。

- a) 標準区画は、階層ごとに無作為に抽出する。
- b) 標準区画面積は、1箇所当たり、400m²とする。
- c) 標準区画位置は、GPS で座標を設定し、図面上に明示する。なお、標準区画全体が階層内にあり、GIS により正確に記録されるよう、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。

7. 純人為的 GHG 吸収量の推定

地上部バイオマスの推定に当たっては、AR-AMS0001.Version 04.1の第42パラグラフにおける、ステップ3、オプション2を適用する。オプション2の算定式は以下のとおりである。

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

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)

注) オプション1では、AR-AMS0001.Version 04.1の付属書C、又は「LULUCFのための IPCC good practice guidance」(LULUCF-GPG)の annex 4A.2にある相対成長算定式を使用することとしている。このときの算定式は、以下のとおりとする。

適用条件: 広葉樹、湿潤熱帯、雨量 1,500mm – 4,000mm、胸高直径 < 60cm

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

ここで、

AGB: 地上部バイオマス(m³)

DBH: 胸高直径(m)

しかし、この算定式では、オプション2との差が大きすぎる。このためパラグアイで一般的なオプション2のほうが、より現実に近い。

また、地下部バイオマスについては、AR-AMS0001.Version 04.1の第46パラグラフに基づき、以下の優先度を設定する。

- a) 国の値
- b) (1)が得られない場合は、IPCC-GPG-LULUCFの表3A.1.8
- c) 適当なR値が得られない場合は、以下の相対成長算定式を使用。

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

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.)

パラグアイでは、国の値が得られないため、IPCC-GPG-LULUCF の表 3A.1.8 の値を適用可能である。従って、表 3A.1.8 より以下の数値を適用する。

表 4 LULUCF 表 3A.1.8 における根と地上部の比率 R 値 (部分)

	植生タイプ	地上部 バイオマス (t/ha)	平均	標準 偏差	下限値	上限値
温帯 広葉樹森林 /植林地	檜の森林	>70	0.35	0.25	0.20	1.16
	ユーカリ植 林地	<50	0.45	0.15	0.29	0.81
	ユーカリ植 林地	50-150	0.35	0.23	0.15	0.81
	ユーカリ森 林/植林地	>150	0.20	0.08	0.10	0.33
	その他広葉 樹林	<75	0.43	0.24	0.12	0.93
	その他広葉 樹林	75-150	0.26	0.10	0.13	0.52
	その他広葉 樹林	>150	0.24	0.05	0.17	0.30

いくつかの地区で、同一階層での炭素ストックに有意な相違が認められる場合、これらの地区は別個の階層として取り扱う。

検証年 t_v における $tCER$ は、以下のとおり算定される。

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

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_{2e})

$GHG_{PROJ,t}$: 肥料の使用から生ずる計画排出量 (tCO_{2e}/年)

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

L_{t_v} : 検証時におけるリーケージによる全GHG排出量 (tC_{2e})

t_v : 検証年 (年)

2009 年中に、SOPs の内容を含むモニタリング・マニュアルを作成する。モニタリングは、マニュアルに沿って実施される。モニタリング・マニュアルには以下の項目を含む。

- a) GPS を使用した区画位置及び面積の設定方法
- b) GIS を使用した作図法
- c) 森林調査法
- d) 計測結果及びデータの分析
- e) 誤差分析
- f) 収集データの維持及び管理
- g) モニタリング報告書の作成

9. 品質管理 (QC) 及び品質保証 (QA)

(1) 品質管理 (QC) 及び品質保証 (QA) の取扱い

品質管理 (QC) 及び品質保証 (QA) の取扱いは、以下の事項を対象とする。

- a) 信頼できる現地での測定値の収集
- b) 現地データの収集に適用される方法の検証
- c) データ入力及び分析技術の検証
- d) データの維持及び保管

(2) 現地測定

信頼できる現地での測定値を収集することは、品質保証計画における重要なステップの一つである。炭素測定作業の責任者は、現地データ収集及びデータ分析に係る全ての面で、十分なトレーニングを受けるものとする。マニュアルでは、将来の現地スタッフが過去の結果を点検し、一貫した方式で測定が反復可能なよう、現地測定の全てのステップを詳細に記述し、検証目的の文書作成に向けた規程も含まれている。マニュアルでは、以下を確実にすることとしている。

- a) 現地チームのメンバーは、全ての手続き及びデータ収集の重要性を可能な限り正確に十分認識する。
- b) 現地チームは計測誤差を推定するため、必要に応じ現地内に試験区画を設置し、マニュアルにしたがい全ての関連要素を測定する。
- c) 文書記録には現地チーム・メンバー全員の名前を記載し、プロジェクト・リーダーはこのチームがトレーニングを受けていることを文書で保証する。
- d) 新たなスタッフは、適切にトレーニングを受けさせる。

現地計測後、元データと比較し、不一致点は再検証され、誤差があれば修正される

(3) 研修の実施

計測結果の信頼性を確保するため、以下の研修を実施し、研修結果は記録される。
なお、モニタリング・マニュアルは研修資料として活用する。
研修に参加し、研修プログラムを修了したという証明を有するものだけが、モニタリングに参加することができる。

- a) 正確なデータ計測の重要性の認識
- b) データ計測及びデータ分析
- c) 屋内講義と屋外実習
- d) 実習区を設定し、モニタリング項目全体に係る屋外実習を実施

(4) 測定結果の検証

測定結果の検証のため、QC/QA チームを編成する。QC/QA チームはモニタリング・チームとは異なるメンバーで構成する。
QC/QA チームは、森林計測に経験を有するもので構成し、検証記録にはチーム・メンバー全員の名前を記載し、プロジェクト・リーダーはこのチームがトレーニングを受けていることを文書で保証する。

1) 植林区画の位置及び面積の検証

- a) QC/QA チームは、全区画の 10%を任意に選択する。
- b) QC/QA チームは、選択した区画の位置を GPS で再計測し、面積を算定する。
- c) 計測後、元データと比較し、誤差を算定する。発見された誤差は、測定誤差の推定値とされるため、再点検されたすべての区画に対する比率として表示する。

$$\text{現地測定誤差(\%)} = (\text{モニタリングのデータ} - \text{検証データ}) \div (\text{検証データ}) \times 100$$

- d) 元データとの不一致点は再検証され、誤差があれば修正され、このことは記録される。

2) 標準区画内の森林計測の検証

- a) QC/QA チームは、標準区画の 20%を任意に選択し、森林計測を行う。
- b) 再計測されたデータは、元データと比較し、誤差を算定する。
- c) 品質管理目標は以下のとおりとする。

- ・ 樹木の見逃し、又は樹木の追加：誤差なし
- ・ 樹種又は樹種グループ：誤差なし
- ・ 胸高直径：±10%以内
- ・ 樹高：±20%以内

(5) データ入力及び分析

信頼できる GHG 吸収量推定値を把握するため、データ入力及びデータ分析は以下のとおりとする。

- a) データ分析シートへの入力結果は、クロス・チェックする。
- b) 誤差の最小化のための手法を検討し、モニタリング・マニュアルに反映する。
- c) モニタリングした区画のデータに解決困難な問題が生じた場合、その区画はデータ分析から除外する。

(6) データの維持及び保管

本プロジェクト活動は長期間にわたるため、データの維持及び保管は非常に重要である。データの維持及び保管は以下のとおりとする。

- a) 2009 年中に、将来の現地スタッフが過去の結果を点検し、一貫した方式で測定が反復可能なよう、データの維持及び保管に係る規程を策定する。
- b) 安全のため、データは電子データと紙データに区分し、全ての電子データと紙データは、各々別の離れた、安全な場所に保管する。
- c) 電子データの複写保管は、責任ある関係者が実施する。
- d) 全てのスタッフは、収集データの精度を改善するため、モニタリング研修を受ける。
- e) 保管データは、ハードウェア及びソフトウェア上の新たなデータ技術に対応できるように、収納方法の更新を図る。
- f) 全ての保管データは、プロジェクト活動終了後、最低 2 年間維持する。

(7) モニタリングに係る実施体制

- 1) JIRCAS は、事業運営及び事業管理主体として、モニタリングにつき以下を実施する。
 - a) モニタリング・マニュアルの作成
 - b) データの維持・保管規程を作成
 - c) モニタリングに係る研修の実施
 - d) モニタリング・チームの編成及びモニタリングの実施
 - e) 紙及び電子データの保管・管理
- 2) UNA は、共同研究参加者として、以下を実施する。
 - a) モニタリング研修への参加
 - b) モニタリング・チームの編成及びモニタリングの実施
 - c) 紙及び電子データの保管・管理
- 3) INFONA は、プロジェクト参加者及び農家への技術情報提供者として、以下を実施する。
 - a) モニタリング研修への参加
 - b) QC/QA チームの編成及びモニタリング結果の検証の実施
 - c) 紙及び電子データの保管・管理
- 4) 参加農家は、モニタリングの対象となる個別の植林区画に設置した杭を管理する。な

お、当初設置した木杭は、経年劣化又は喪失の可能性があるので、JIRCAS は参加農家と相談のうえ、必要な木杭につきコンクリート杭へ置き換えることとする。

参考：JIRCAS プロジェクトにおけるモニタリング及び検証区画数

JIRCAS プロジェクトにおけるモニタリング及び検証区画数は下表のとおりである。

表 5 モニタリング及び検証区画数

区分	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	計
全区画数	56	41	17	21	9	15	29	54	242
モニタリング（全区画数の%）									
(1) GPS/GIS (100%)	56	41	17	21	9	15	29	54	242
(2) 土地所有状況(100%)	56	41	17	21	9	15	29	54	242
(3) 標準区画(13%)	7	5	3	3	3	3	4	7	35
(4) リーケージ(30%)	17	12	5	6	3	5	9	16	73
検証(モニタリング数の%)									
(1) GPS/GIS (10%)	6	4	2	2	1	2	3	5	25
(2) 標準区画(20%)	1	1	1	1	1	1	1	1	8
(3) 土地所有状況(10%)	6	4	2	2	1	2	3	5	25
(4) リーケージ(20%)	3	2	1	1	1	1	2	3	14

注1) リーケージのモニタリングは耕地、草地に区分して区画数を決定するため、表の計算方法とは異なる。

注2) 全区画数は、PDD の根拠となった面積算定表から算出。2区画でダブルカウントがあり、PDD 記載の 240 区画と合わないが、モニタリング報告書との対比のため、修正せず、そのまま使用する。

4 モニタリングの実施

4.1 標準区画の選定

樹木調査について、方法論では全ての区画の樹木調査を行う必要はなく、標準区画を定めて、サンプリング調査を行うこととしている。

JIRCAS では、各階層で区画数の 13%、各階層最低 3 カ所の区画を無作為抽出し、計 35 カ所の区画を選定した。

標準区画数の決定にあたり、各階層の区画数の 13% 以上としたのは、「IPCC-GPG-LULUCF 4.3.3.4」の Figure 4.3.1 におけるプロット数と正確度（95%信頼度の平均値に対する+/-%で表示）の事例による。この事例では、ボリビア Noel Kempff Pilot Project における「複雑な熱帯林、6 階層、625 プロットの試験結果」から以下の数値を示している。すなわち、95%の信頼度で 10%の正確度を確実にするためには、13%のサンプリングが必要である。

表 4.1.1 ボリビア Noel Kempff Pilot Project における正確度とサンプル数

正確度	必要サンプルプロット数	サンプルの比率
+/- 5%	452 プロット（全体 625 プロット）	72.3%
+/-10%	81 プロット	13.0%
+/-20%	14 プロット	2.2%
+/-30%	4 プロット	0.6%

プロジェクトで設定した標準区画は、表 4.1.2 のとおりである。

表 4.1.2 標準区画

No	階層/コート*	農家名	形状	規模	座標 (UTM)	
Estrato 1						
1	RMb4-1	Isidro Chamorro	正方形	20 x 20m.	476410	7134286
2	A20J5-1	Felipe Díaz	正方形	20 x 20m.	488893	7131072
3	A3F2-1	Sixto González	正方形	20 x 20m.	488377	7130122
4	A3F6-1	Eugenio González	正方形	20 x 20m.	487301	7130351
5	RRC1-1	Leoncio Vera Cabrera	正方形	20 x 20m.	475928	7144381
6	AI5-1	Elva Miranda	正方形	20 x 20m.	488747	7131245
7	ALP5-1	Marcelino Aranda	長方形	15 x 26,6 m	484780	7128566
Estrato 2						
1	Aca 6-2	Sergio Lopez	長方形	15 x 26,6 m	487623	7128932
2	RMb8-1	Nolberto Chávez	長方形	15 x 26,6 m	477765	7134618
3	RMb11-1	Francisco Sánchez	長方形	15 x 26,6 m	476312	7135547
4	ATG4-1	Santiago Fretes	長方形	15 x 26,6 m	485641	7130291
5	RRC3-3	Eladio Vera P3	正方形	20 x 20m.	476164	7143987
6	AMA10-3	Santiago Duarte P3	正方形	20 x 20m.	470327	7130608
Estrato 3						
1	RC12-1	Federico Torales	正方形	20 x 20m.	480079	7145976
2	RM6-1	José Luciano Riveros	正方形	20 x 20m.	475151	7139518
3	AMA7-1	José Rojas	正方形	40 x 10m.	490472	7129467
Estrato 4						
1	RM10-1	Lorgino Álvarez	正方形	20 x 20m.	473444	7139795
2	RM17-1	Gerardo Vaezquen	正方形	20 x 20m.	474875	7137383
3	RRS30-1	Carlos González	正方形	20 x 20m.	476547	7140052
Estrato 5						
1	ALP1-1	Eusebio Leguizamón	正方形	20 x 20m.	484698	7129834
2	RRC7-1	Nicolás Montiel P1	正方形	20 x 20m.	474921	7145103
3	RSB1-1	José Dolores Viveros	正方形	20 x 20m.	477696	7141192
Estrato 6						
1	RM13-2	Ramón Valdez	正方形	20 x 20m.	475264	7138791
2	Aca1-2	Darío Cabello	長方形	15 x 26,6 m	489057	7128493
3	RRS10-1	Rogelio Bareiro	長方形	15 x 26,6 m	476407	7141857
Estrato 7						
1	RC4-1	Pablo Adorno	正方形	20 x 20m.	477002	7343457
2	RM2-1	Guillermo Valdez	正方形	20 x 20m.	475028	7138993
3	AMA4-1	Julio Cesar Alvarenga	正方形	20 x 20m.	490268	7127916
Estrato 8						
1	RMb3-1	Valeriano Montiel	正方形	20 x 20m.	477150	7135363
2	RMb4-2	Isidro Chamorro	正方形	20 x 20m.	476292	7133891
3	AOC17-1	Pedro Riquelme	正方形	20 x 20m.	487123	7133262
4	RRS8-1	Eladio Riveros	正方形	20 x 20m.	476021	7140097
5	RA7-1	Juan Manuel Ibarra	正方形	20 x 20m.	467704	7144115
6	AMA 11-1	Antonio Adorno	正方形	20 x 20m.	491417	7129309
7	A3F9-2	Oscar Santander	正方形	20 x 20m.	486829	7130491

実際の標準区画の設定に当たっては、植林区画の外周から 10m 以上離れ、平均的な生育状態にある場所を選定した。サンプリング区画の位置は、頭部に黄色塗料を塗布したコンクリート杭を 4 隅に設置し、GPS で位置を測定するとともに、モニタリング時には毎木調査を行い、胸高直径及び樹高を計測する。



図 4.1.1 標準区画の設定

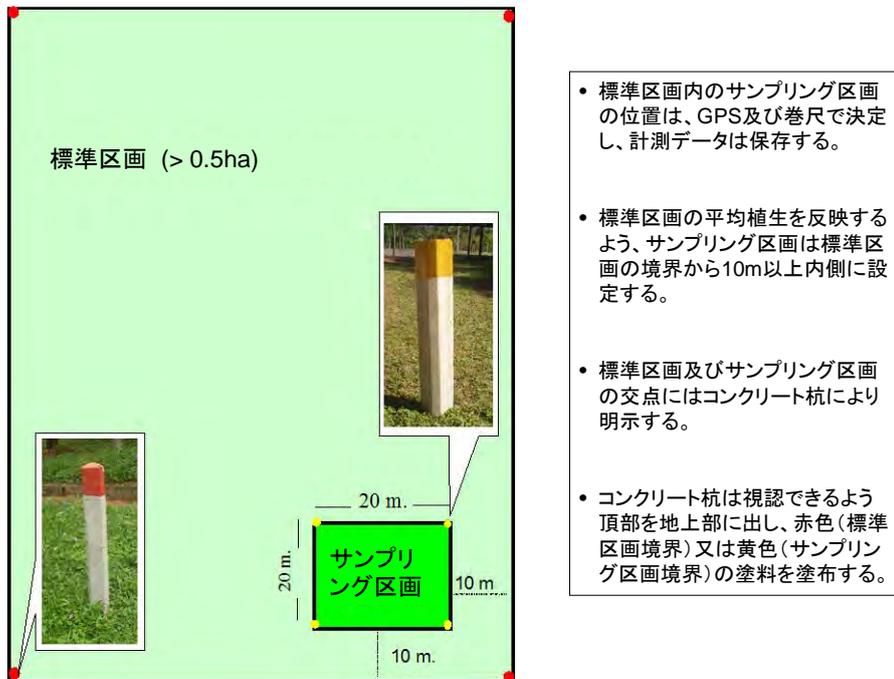


図 4.1.2 標準区画のイメージ

4. 2 植林区画の位置の測定

植林区画の位置は、GPSにより計測する。

GPSを使用した区画位置及び面積の設定は以下の手順で実施する。

- (1) モニタリング研修を受けた者からGPSの測定担当者を選定する。
- (2) 調査様式には、調査者が自ら名前を書き、日付を入れる。
- (3) 測量開始前に、GPS機材の座標が一致するか確認する。位置表示はUTMとする。

- (4) 座標の確認は、最低 10 分間、屋外に GPS 機材を置き、4 つ以上の衛星を捕捉し、結果を読み取る。
- (5) 定期的に当該地点の最寄りのランドマークの Google Earth 座標を確認し、Google Earth 座標に一致させる。
- (6) 調査地点へ移動する。
- (7) 受益農家の立ち会いを求め、受益農家が不在の場合は、家族に計測のため植林地に入る許可を得る。
- (8) 階層の境界にある赤いペンキを塗布したコンクリート杭を確認する。
- (9) 座標台帳とコンクリート杭の GPS 位置を確認する。
- (10) 読み取り値が植栽位置と一致しない場合、この原因を農家に確認する。
- (11) 測定結果は、野帳に記載する。農家とともに区画の植栽状況に合うよう次の杭まで移動する。新たな杭を設置する場合は、座標台帳を修正する。
- (12) GPS は最も安定した時点の座標値を読み取り、記載する。
- (13) 次のコンクリート杭へ移動し、同様の手順で、GPS 座標を確認する。
- (14) その日の測量結果は、コンピュータに入力する。入力データを印刷し、入力者以外の職員が、野帳に記載したデータと印刷データが一致することを点検する。
- (15) 座標データは、経度・緯度へ変換し、小数点第 2 位の秒単位で、最終的な集計表を作成する。
- (16) 農家からの聞き取り結果は、ワープロ入力し、日誌としてとりまとめる。



図 4.2.1 植林区画設定のため必要な器具

4. 3 GIS を使用した作図法

GIS を使用した区画位置及び面積の設定は以下の手順で実施する。

(1) GIS ソフトは、ArcGIS (Ver9 以上) とする。

(2) GPS 計測データは、以下のとおりコンピュータに入力する。

- ・ コネクション・キーにより GPS をコンピュータに接続する。*Ozi Explorer*を開き、*Archivo, Cerrar Mapa*へ進む。その後、*Archivo, Configuración, GPS*へ進み、表示された GPS が自分のものか確認し、*Nuestro GPS*にモデルを入力し、*Guardar*をクリックする。
- ・ *Garmin* (使用する GPS の商標) へ移り、移動トレースを表示する場合は、*Obtener Waypoints del GPS* をクリックし、GPS 計測値をダウンロードし、*Tracks del GPS*を得る。
- ・ これらのデータセットを保存するためには、*Archivo, Guardar Archivos, Exportar a Archivo Shape de ESRI*へと進み、ここでデータセット又はトラックを保存する。計測値を保存する場合は、*Waypoints a Puntos* をクリックすると、計測値保存のためのウィンドウが開く。いずれかのフォルダーを開くと、保存すべき座標システムへの質問が表示される。
- ・ UTM データを保存する場合、Datum で WGS 84 を選択し、Formato Posición で UTM を選択する。この後、計測値に対応するゾーンを選択する。Zona 21 S はチャコの *Mariscal Estigarribia* 市からパラナ河まで、Zona 20 S は *Mariscal Estigarribia* 市から西側である。
- ・ トラックのデータセットを保存するためには、計測値を保存する場合と同様の手順を繰り返す。

(3) ArcGis の操作

- ・ 測点を保存した後、ArcGis を開くには *Add Theme* をクリックするだけでよい。これらの測点は自動的にスクリーン上に現われる。これらの測点は手動で結合することができる。
- ・ 測点を結合させるためには、*View, Toolbars, Editor* へと移り、クリックすると使用するウィンドウが現われる。
- ・ 測点を結合させるための新規ファイルを作るが、このために *ArcCatalog* をクリックする。新規ファイルを作成するための新たなウィンドウが開き、*File, New* をクリックし、*Shapefile* へ行く。ここで、ウィンドウが現われ、ファイルの名前、例えば *Fincas* を入力する。*Feature Type* では、*Polygon* を選択し、*Edit* へ行き、*Select* でクリックする。ここで、ウィンドウが開き、新規ファイルの座標タイプを選択する。ここでは、*Projected Coordinate Systems, Utm, Wgs 84* 及び *WGS 1984 UTM Zone 21S.prj* を選択し、その後 *Add* 及び *Ok* をクリックする。
- ・ 新規ファイルを作成した後、同じファイル内に GPS からダウンロードした測点を加える。
- ・ これらの測点を結ぶため、前の画面で開かれている *Editor* ツールを使用する。まず

Editor、Star Editing を選択し、その後新規ファイル名をさがし、Ok をクリックする。

- ・土地の境界を表わすポリゴンを得るために、これらの測点を結ぶ。この場合、Editor の右にあるツールで鉛筆のように利用可能な Sketch Tool を使用する。このツールで各ポイントをクリックし、線を結ぶ。全測点を結び終えたら、ダブルクリックして終了させる。この作業は、測点数に応じて、必要回数を繰り返す。

(4) ポリゴンの面積算定

- ・ Editor、Stop Editing へ行き、作成したポリゴンのファイルをダブルクリックする。Open Attribute Table へ行き、ファイルの属性の表を開く。ここで、Options へ行き、Add Field をクリックする。Name では Hectáreas を選択し、Type では Double を選択する。
- ・ここでモニターの右に空白の 1 列を加え、Hectárea でクリックし、Calculate Geometry へ行き、Property では Area、Units では Hectares を選択する。

(5) GIS (UTM)の計測データ及び面積(ha)は、Excel へ入力する。

4. 4 樹木調査

標準区画における、森林調査は以下の手順で行う。

- (1) モニタリング研修を受けた者から森林調査の担当者を選定する。
- (2) 森林調査は 2 名以上で行う。標準的には DBH 測定に 1 名、樹高測定に 1 名とし、地主である農家の立会いを求める。
- (3) 調査様式には、計測責任者は自分の名前と日付を書く。
- (4) 機材は、GPS、林尺、測棹、巻尺、レーザー又は手動測高器とする。
- (5) 調査開始前に、一定の距離に、最大限の長さに伸ばした測棹をたて、樹高測定機材（レーザー及び手動測高器）の読み取り値と一致することを確認する。
- (6) 標準区画地点へ移動する。
- (7) 受益農家の立ち会いを求め、受益農家が不在の場合は、家族に計測のため植林地に入る許可を得る。
- (8) アクセス位置から最も近い位置にある黄色のペンキを塗布したコンクリート杭の位置を GPS で測定し、台帳と比較する。この杭を調査の始点とする。GPS 座標は UTM とする。
- (9) 台帳の GPS 位置と測定値が一致しない場合は、読み取り値を野帳に記載する。
- (10) 樹木を測定する順番は、始点杭の列方向からとし、境界沿いの列の測定を開始し、境界まで達した後は、次の列を始点方向へ測定する。この往復作業の繰り返しで、最後の列まで測定する。
- (11) 次の列に移る前に、野帳に測定済みの列の木の本数を記載する。
- (12) DBH は、1.3m 位置なので、測定者の 1.3m 位置が身体のどの位置に当たるか、事前に測棹で確認する。
- (13) DBH は林尺に合わせ、2cm 単位、整数止めで計測する。

- (14) 樹高はレーザー、手動測高器又は測棹で行い、10cm 単位で計測する。
- (15) レーザーは木の頂部と下部にレーザー光線を当て、機材の数値を読み取る。
- (16) 手動測高器は角度を測り、木と樹高測定者の距離を巻尺で測定する。
- (17) 測棹は、木の頂部に届く高さまで伸ばし、別のメンバーが頂部に達したかどうか指示する。測棹を保持する者が、測棹の数値を読み取る。測棹を抱えなければ測定できない高さの場合、測棹を抱えた身体の位置を別のメンバーがチェックし、のちに測棹を抱えた身体の位置を測棹で測定し、加算する。
- (18) 測量結果は、コンピュータに入力する。入力者以外の職員は、野帳に記載したデータと入力データが一致することを点検する。

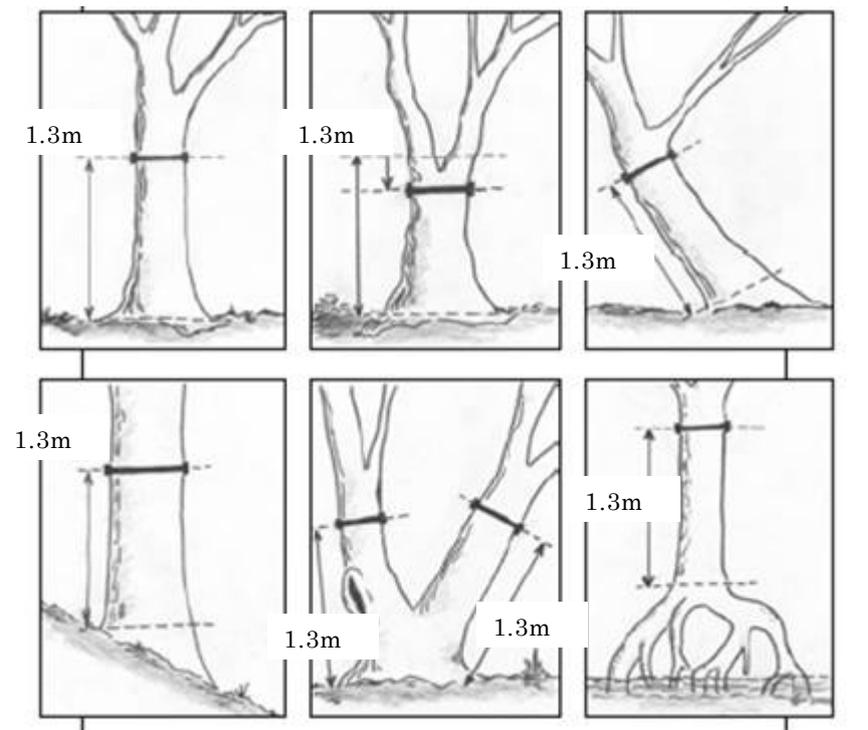


図 4.3. DBH の計測

出典) “Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects”,
Timothy Pearson, Sarah Walker and Sandra Brown, 2005

日付:				コード番号:	
測定者名:					
測定者名:					
測定者名:					
位置:	市町村名		集落名		
植林地所有者の氏名:					
植林地面積:					
樹木本数	DBH	樹高	樹木本数	DBH	樹高
1			31		
2			32		
3			33		
4			34		
5			35		
6			36		
7			37		
8			38		
9			39		
10			40		
11			41		
12			42		
13			43		
14			44		
15			45		
16			46		
17			47		
18			48		
19			49		
20			50		
21			51		
22			52		
23			53		
24			54		
25			55		
26			56		
27			57		
28			58		
29			59		
30			60		
区画の状況: (非常に良い) (良い) (普通) (悪い) (非常に悪い) 理由(推定):					
植林地のスケッチ					

図 4.4.1 樹木調査様式

4. 5 計測結果及びデータの分析

植林区画の面積及び樹木調査結果から、植林地における GHG 吸収量を算定する。
計測結果及びデータの分析は、以下の手順で実施する。

- (1) GIS による面積算定結果を階層ごとに集計する。
- (2) 森林調査結果から、階層ごとの DBH 及び樹高の平均値を求める。
- (3) 標準区画は階層ごとに 3 区画以上設定しているが、異常値の出た区画については、農家の聞き取り結果などから原因を検討し、除外するか、平均値に含めるか判定する。このとき、GPS 測量チームによる全区画における状況の判断や農家聞き取り結果を判定の根拠とする。
- (4) 除外する場合は、新たな標準区画を無作為抽出により選定する。なお除外した区画は、別の階層として取り扱う。

- (5) 階層ごとの DBH 及び樹高の平均値から、地上部、地下部のバイオマスを算定し、最終的には GIS による面積算定結果に乗じて、プロジェクトによる CO₂ 吸収量を算定する。
- (6) プロジェクト吸収量から、PDD において事前に算定したベースライン吸収量及びプロジェクト吸収量の 15% に相当するリーケージ量を控除し、純人為的 GHG 吸収量を算定する。
- (7) モニタリングした区画のデータに解決困難な問題が生じた場合、その区画はデータ分析から除外する。

植林地内における CO₂ 吸収量の算定手順は、図 4.5.1 のとおりである。

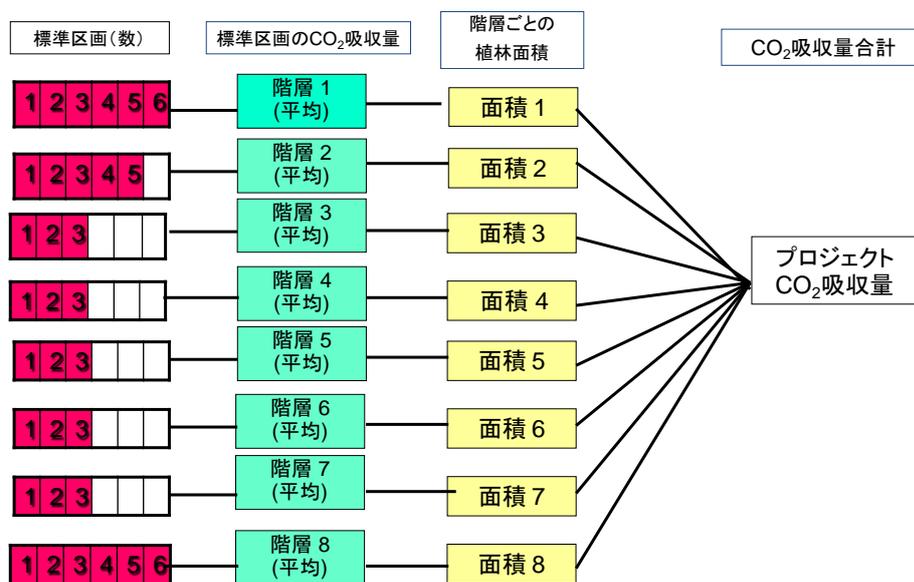


図 4.5.1 植林地における CO₂ 吸収量算定手順

純人為的 GHG 吸収量の具体的な計算例は、以下のとおりである。

(1) GIS による面積算定結果

全植林区画における GPS 調査結果の GIS での処理により、階層別の全植林面積を算定する。

表 4.5.1 階層別面積

階層	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	計
面積(ha)	30.05	31.17	16.36	64.48	5.59	15.16	14.05	38.30	215.16

(2) 階層ごとの標準区画における DBH 及び樹高の平均値

標準区画における樹木調査の結果から、階層別の平均的な樹高及び DBH を算定する。

表 4.5.2 標準区画における DBH 及び樹高の平均値

階層	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
樹高(m)	14	12	13	11	5	4	6	5
DBH(cm)	13	11	12	10	6	5	7	6
樹木本数	52	51	51	52	53	50	20	21

(3) 階層ごとの樹木 1 本あたり平均蓄積量

標準区画での階層別の平均的な樹高及び DBH から、樹木 1 本あたりの平均蓄積量を算定する。

表 4.5.3 標準区画における樹木 1 本あたりの平均蓄積量

階層	本数	樹高 (m)	DBH(cm)	胸高断面 積(m ²)	形状係数	幹容積 (m ³)	拡大係数	地上部バイオマス 量(m ³ /本)
S1	52	14	13	0.0133	0.4750	0.0883	1.5000	0.1324
S2	51	12	11	0.0095	0.4750	0.0542	1.5000	0.0813
S3	51	13	12	0.0113	0.4750	0.0698	1.5000	0.1048
S4	52	11	10	0.0079	0.4750	0.0410	1.5000	0.0616
S5	53	5	6	0.0028	0.4400	0.0062	1.5000	0.0093
S6	50	4	5	0.0020	0.4400	0.0035	1.5000	0.0052
S7	20	6	7	0.0038	0.4400	0.0102	1.5000	0.0152
S8	21	5	6	0.0028	0.4400	0.0062	1.5000	0.0093

注) 形状係数は樹種によって異なるが、アスンシオン大学では以下の値を推薦している。

- ・ ユーカリ : 0.475
- ・ グレビレア : 0.440

(4) 階層ごとの炭素蓄積量

標準区画の樹木本数、標準区画面積から、階層別の単位面積当たり CO₂ 蓄積量を算定する。

表 4.5.4 単位面積当たり CO₂ 蓄積量

階層	地上部 バイオマス 量(m ³)	乾燥度 (td.m. /m ³)	樹木1本 あたり 炭素蓄 積量(tC/ 本)	単位面 積当た り地上 部炭素 蓄積量 (tC/ha)	根と地 上部の 比率	単位面 積当た り地下 部炭素 蓄積量 (tC/ha)	炭素蓄 積量の 合計 (tC/ha)	CO ₂ 蓄積 量 (tCO ₂ /ha)
S1	0.1324	0.5282	0.0350	45.46	0.45	20.45	65.91	241.67
S2	0.0813	0.5282	0.0215	27.47	0.45	12.36	39.83	146.03
S3	0.1048	0.6502	0.0341	43.42	0.45	19.54	62.96	230.85
S4	0.0616	0.6502	0.0200	26.01	0.45	11.71	37.72	138.31
S5	0.0093	0.5383	0.0025	3.33	0.43	1.43	4.76	17.45
S6	0.0052	0.5383	0.0014	1.74	0.43	0.75	2.49	9.14
S7	0.0152	0.5383	0.0041	2.05	0.43	0.88	2.93	10.75
S8	0.0093	0.5383	0.0025	1.32	0.43	0.57	1.89	6.91

注1) d.m.:乾物 (dry matter)

注2) 乾物の炭素割合は 0.5 (小規模植林 CDM 方法論 AR-AMS0001)

注3) 標準区画面積は 400m² (20m×20m 等)

注4) 根と地上部の比率は、地上部バイオマス量によって変動する。(3. プロジェクトの

(5) 植林地全体の炭素蓄積量

階層別の単位面積当たり CO₂ 蓄積量を階層別面積に乘じ、リーケージとベースライン吸収量を控除して、純人為的 GHG 吸収量を算定する。

表 4.5.5 純人為的 GHG 吸収量の算定

階層	Especie	面積当り tCO ₂ /ha	面積 (ha)	全体 tCO ₂	リーケー ジ (tCO ₂)	ベースラ イン(tCO ₂)	純 CO ₂ 吸 収量(tCO ₂)
S1	E.G 2007	241.67	30.05	7,262.22	1,089.33	1,220.03	4,952.86
S2	E.G 2008	146.03	31.17	4,551.77	682.77	1,265.50	2,603.50
S3	E.C 2007	230.85	16.36	3,776.71	566.51	664.22	2,545.98
S4	E.C 2008	138.31	64.48	8,918.15	1,337.72	2,617.89	4,962.54
S5	G.R 2007	17.45	5.59	97.54	14.63	226.95	-144.05
S6	G.R 2008	9.14	15.16	138.64	20.80	615.50	-497.65
S7	G.R.A 2007	10.75	14.05	151.10	22.67	570.43	-441.99
S8	G.R.A 2008	6.91	38.3	264.79	39.72	1,554.98	-1,329.91
計			215.16	25,160.92	3,774.14	8,735.50	12,651.28

注1) E.G.: Eucalyptus grandis, E.C.: Eucalyptus camaldulensis, G.R.: Grevillea robsta, G.R.A.: Grevillea robsta with agroforestry

注2) リーケージ量は、全体の CO₂ 蓄積量の 15% である。(AR-AMS0001.Ver04.1, Paragraph 31)

注3) ベースライン蓄積量は、PDD では耕地 11.88tCO₂/ha、草地 10.32tCO₂/ha としている。

算定された純人為的 GHG 吸収量は、CER 発行量と同等である。

4. 6 土地所有状況

植林区画の所有者の変化のモニタリングは、以下の手続きで実施する。

- (1) GPS 測量の担当者は、全区画の植林地を計測するときに、土地所有者を訪問し、土地占拠証明書の所持の有無を確認する。
- (2) プロジェクト開始時と同一の土地所有者で、土地占拠証明書を所持している場合、GPS 測量の担当者は、土地所有者に当該証明書を両手で持ってもらい、遠景と近景の2枚、本人と当該証明書を写真撮影する。
- (3) 植林区画の所有者が土地占拠証明書を紛失した場合は、プロジェクトが写しを提供する。
- (4) プロジェクト開始時と所有者が異なる場合、親族であれば、プロジェクトの継続の意志及び土地占拠証明書の所持を確認した後、同様に現在の土地所有者に当該証明書を両手で持ってもらい、遠景と近景の2枚、本人と当該証明書を写真撮影する。
- (5) プロジェクト開始時と所有者が異なり、かつ以前の所有者の親族以外が所有しているのであれば、プロジェクトの継続の意志を確認した後、土地占拠証明書の所持を確認する。もし土地占拠証明書を所持していれば、現在の土地所有者に当該証明書を両手で持ってもらい、遠景と近景の2枚、本人と当該証明書を写真撮影する。
- (6) 土地占拠証明書を所持していなければ、本人にその取得を要請する。本人に土地占拠証明書の取得の意志がなければ、当該植林区画はプロジェクトから除外する。

日付:		コード番号:	
測定者名:			
測定者名:			
測定者名:			
位置:	市町村名	集落名	
植林地所有者の氏名:			
写真に写った人物の氏名:			
所有者と写真に写った人物の関係:			
土地占拠証明書を持った写真		全景写真	
			
特記事項:			

図 4.6.1 土地所有状況調査様式

4. 7 リークージ

リークージのモニタリングは、以下の手順で行う。

- (1) リークージのモニタリングは GPS 測量の担当者又は標準区画調査担当者が実施する。
- (2) 耕地に植林した区画数全体から 30%の区画を無作為抽出する。また、草地に植林した区画数全体から 30%の区画を無作為抽出する。
- (3) 耕地については、調査担当者は土地所有者に対し、植林後、失われた耕地によって、どの程度影響があったか（例えばどの程度生産が低下したか）、聞き取りを行い、野帳に記録する。なお、植林した耕地面積は GPS 測量結果と同様とする。
- (4) 草地については、調査担当者は土地所有者に対し、植林後、失われた草地によって、移転した家畜の数について、聞き取りを行い、野帳に記録する。なお、周年放牧していなかった場合は、月単位での家畜数（例えば 2 頭 3 ヶ月など）を聞き取る。植林した草地面積は、GPS 測量結果と同様とする。
- (5) 耕地及び草地を植林した農家からの聞き取り結果は、まとめてワープロに入力する。
- (6) なお、本プロジェクト地域では、家畜は全て管理されており、管理されていない放し飼い家畜は存在しない。
- (7) リークージのモニタリングは、第 1 回モニタリング時のみとする。

5 品質管理及び品質保証

検証は、植林区画の位置及び面積の調査、森林調査、土地所有状況及びリーケージに区分される。

検証者はモニタリング研修を受講した INFONA 職員とする。なお、INFONA 職員でモニタリングに参加した職員は検証者となつてはならない。

5. 1 植林区画の位置及び面積

GPS・GIS 調査は、以下の手順で検証する。

- (1) 検証者は、全区画の 10%を無作為抽出し、抽出された区画をすべて計測する。
- (2) 検証の調査様式には、検証者の名前と日付を記載する。
- (3) 測量開始前に、GPS 機材の座標が一致するか確認する。位置表示は UTM とする。
- (4) 座標の確認は、最低 10 分間、屋外に GPS 機材を置き、4 つ以上の衛星を捕捉し、結果を読み取る。
- (5) 定期的に当該地点の最寄りのランドマークの Google Earth 座標と GPS 機材の読み取り値を確認し、Google Earth 座標に一致させる。
- (6) 調査地点へ移動する。
- (7) 受益農家の立ち会いを求め、受益農家が不在の場合は、家族に計測のため植林地に入る許可を得る。
- (8) 階層の境界にある赤いペンキを塗布したコンクリート杭を確認する。
- (9) 当該コンクリート杭が、階層の植栽状況と一致しているか、台帳と確認する。
- (10) コンクリート杭の GPS 位置を確認し、野帳に記載する。
- (11) このとき最も安定した時点での GPS の数値を読み取り、記録する。読み取り数値はすべて記載する。
- (12) 次のコンクリート杭へ移動し、同様の手順で、GPS 座標を確認する。
- (13) 測量結果は、コンピュータに入力する。入力者以外の検証者が、野帳に記載したデータと入力データが一致することを点検する。
- (14) 座標データは、経度・緯度へ変換し、小数点第 2 位の秒単位で、最終的な集計表を作成する。

5. 2 標準区画

標準区画の調査は、以下の手順で検証する。

- (1) 検証者は、全標準区画の 20%を無作為抽出し、抽出された区画をすべて計測する。森林調査は 2 名以上で行う。標準的には DBH 測定に 1 名、樹高測定に 1 名とし、地主である農家の立会いを求める。
- (2) 調査様式には、必ず検証者が自ら名前を書き、署名する。

- (3) 機材は、林尺、測棹、巻尺、レーザー又は手動測高器とする。
- (4) 検証開始前に、一定の距離に、最大限の長さに伸ばした測棹をたて、樹高測定機材（レーザー及び手動測高器）の読み取り値と一致することを確認する。
- (5) 標準区画地点へ移動する。
- (6) 受益農家の立ち会いを求め、受益農家が不在の場合は、家族に計測のため植林地に入る許可を得る。
- (7) アクセス位置から最も近い位置にある黄色のペンキを塗布したコンクリート杭の位置をGPSで測定し、台帳と比較する。この杭を調査の始点とする。
- (8) 樹木を測定する順番は、始点杭の列方向からとし、境界沿いの列の測定を開始し、境界まで達した後は、次の列を始点方向へ測定する。この往復作業の繰り返して、最後の列まで測定する。
- (9) 野帳に標準区画の木の位置が分かるように略図を作成し、測定した順番どおりに図上の木の位置に連番を付ける。
- (10) DBHは、1.3m位置なので、測定者の1.3m位置が身体の中のどの位置に当たるか、事前に測棹で確認する。
- (11) DBHは2cm単位、整数止めで計測する。
- (12) 樹高はレーザー、手動測高器又は測棹で行い、10cm単位で計測する。
- (13) レーザーは木の頂部と下部にレーザー光線を当て、機材の数値を読み取る。
- (14) 手動測高器は角度を測り、木と樹高測定者の距離を巻尺で測定する。
- (15) 測棹は、木の頂部に届く高さまで伸ばし、別のメンバーが頂部に達したかどうか指示する。測棹を保持する者が、測棹の数値を読み取る。測棹を抱えなければ測定できない高さの場合、測棹を抱えた身体的位置を別のメンバーがチェックし、のちに測棹を抱えた身体的位置を測棹で測定し、加算する。
- (16) その日の測量結果は、コンピュータに入力する。入力データを印刷し、入力者以外の検証者が、野帳に記載したデータと印刷データが一致することを点検する。

5. 3 土地所有状況

土地所有状況の検証は、以下の手順で実施する。

- (1) GPS・GISの検証で無作為抽出した土地所有者を対象とする。
- (2) GPS・GISの検証者が土地所有状況の検証を行う。
- (3) 検証者は、GPS・GISの検証で土地所有者を訪問したとき、モニタリングで撮影された写真と同じ所有者かどうか確認する。
- (4) 検証者は土地所有者に、写真にある土地占拠証明書を提示するよう要請する。土地所有者が応じた場合、土地占拠証明書を確認する。
- (5) 土地所有者が土地占拠証明書の提示に応じない場合、そのことを記録する。
- (6) 写真及び聞き取り結果は、文書にしてまとめる。

5. 4 リークージ

リーケージの検証は、以下の手順で実施する。

- (1) リークージの検証は GPS・GIS の検証者又は標準区画の検証者が実施する。
- (2) モニタリングで無作為抽出された区画の 20%を対象とする。
- (3) 耕地について、検証者は土地所有者に対し、植林後、失われた耕地によって、どの程度影響があったか（例えばどの程度生産が低下したか）、聞き取りを行い、野帳に記録する。なお、植林した耕地面積は GPS 測量結果と同様とする。
- (4) 草地については、土地所有者に対し、植林後、失われた草地によって、移転した家畜の数について、聞き取りを行い、野帳に記録する。なお、周年放牧していなかった場合は、月単位での家畜数（例えば 2 頭 3 ヶ月など）を聞き取る。植林した草地面積は、GPS 測量結果と同様とする。
- (5) 耕地及び草地を植林した農家からの聞き取り結果は、まとめてワープロに入力する。
- (6) リークージの検証は、第 1 回検証時のみとする。

5. 5 誤差算定

モニタリング結果と検証結果を比較し、誤差を算定する。

GPS 座標値については、以下のとおり誤差を点検する。

- (1) 集計表（経度・緯度とも小数点第 2 位の秒単位）により、モニタリングの読み取り値と検証時の読み取り値の差を、下記により算定する。

$$\text{誤差} = (\text{モニタリング読み取り値} - \text{検証読み取り値}) / (\text{検証読み取り値})$$

- (2) 全体的な誤差が±10%以上となる場合、全区画の再計測を行う。

森林調査については、以下のとおり誤差を点検する。

- (1) 各標準区画の樹木数。もし、モニタリング時と検証時で樹木数が不一致であれば、そのことを検証報告書に記録する。モニタリング実施者は、不一致の原因を検証し、もしモニタリング担当者に原因がある場合、当該担当者の実施した標準区画は全て再計測する。
- (2) 樹木の種類。もし、モニタリング時と検証時で樹種が不一致であれば、そのことを検証報告書に記録する。モニタリング実施者は、不一致の原因を検証し、もしモニタリング担当者に原因がある場合、当該担当者の実施した標準区画は全て再計測する。
- (3) DBH については、標準区画の DBH 平均値について、下記算定式を満足するかどうか確認する。

$$\text{誤差} = (\text{モニタリング測定値} - \text{検証測定値}) / (\text{検証測定値}) < \pm 10\%$$

- (4) 樹高については、標準区画の樹高平均値について、下記算定式を満足するかどうか確認する。

$$\text{誤差} = (\text{モニタリング測定値} - \text{検証測定値}) / (\text{検証測定値}) < \pm 20\%$$

- (5) DBH 及び樹高について、既定値を上回った場合、そのことを検証報告書に記録する。モニタリング実施者は、不一致の原因を検証し、もしモニタリング担当者に原因がある場合、当該担当者の実施した標準区画は全て再計測する。
- (6) 各標準区画につき、モニタリング時と検証時の幹材積を比較し、下記の誤差が+5%以内であるかどうか確認する。

$$\text{誤差} = (\text{モニタリング幹材積} - \text{検証幹材積}) / (\text{検証幹材積}) < +5\%$$

- (7) 幹材積の誤差が+5%以上の場合、原因を調査し、必要に応じ再計測する。
- (8) もし幹材積の誤差が±10%以上であれば、当該標準区画は廃止する。

5. 6 検証報告書及び品質管理証明書の発行

検証文書には以下を記載する。

- (1) 検証に参加したスタッフの名前及び JIRCAS の実施したモニタリング研修への参加の有無。JIRCAS プロジェクト・リーダーによる、検証スタッフがモニタリング研修へ参加したかどうかの確認文書。
- (2) 検証のための GPS・GIS 区画及び標準区画の抽出方法
- (3) 抽出された GPS・GIS 区画の GPS 測量結果及び標準区画における樹種、樹木本数、DBH、樹高の調査結果
- (4) 土地所有状況の検証結果
- (5) リーケージの検証結果
- (6) モニタリング結果と検証結果の比較、誤差及び誤差に対するコメント
- (7) 結論及び勧告

検証の結果、モニタリングの内容が所定の精度を確保し、信頼できるものであることが確認された場合、INFONA はモニタリングの品質を保証する旨の文書を JIRCAS 宛に発行する。

6 モニタリング報告書

モニタリング報告書は、以下の内容を含むものとする。

- (1) プロジェクトの概要及び進捗状況
- (2) モニタリング方針
- (3) モニタリング担当者及び検証担当者の名前、職責、モニタリング研修の受講の有無
- (4) 位置及び面積のモニタリング結果
- (5) 標準区画の位置、DBH、樹高のモニタリング結果
- (6) 基礎的樹木密度に関連する資料
- (7) 純人為的 GHG 吸収量の算定結果
- (8) 土地所有状況の調査結果
- (9) 耕地及び草地に係るリーケージのモニタリング結果
- (10) 検証報告書
- (11) 結論
- (12) 証拠書類（モニタリング研修結果、面積算定結果、収集データ、データ分析、CO₂ 吸収量算定結果、その他関連資料一式）

7 モニタリング研修

モニタリング研修は、モニタリング活動及びモニタリング結果の検証を担当する技術者を対象として、モニタリング活動の実施前に開催する。

モニタリング研修では、以下の内容を含むものとする。

- (1) 適用された小規模植林 CDM の方法論におけるモニタリングの内容
- (2) 登録された植林 CDM プロジェクトの PDD におけるモニタリングの記載内容
- (3) モニタリング計画の内容
- (4) モニタリングの方法
- (5) モニタリングにおける計測の実習
- (6) 測定結果の分析実習
- (7) 機材のキャリブレーション
- (8) その他関連事項

研修後、必要に応じてアンケート調査を実施し、研修参加者の理解度を確認する。

モニタリングの研修結果は文書に記録し、研修参加者に対しては研修への参加証明書を発行する。



図 7.1 モニタリング研修（講義及び実習）

8 資料の保管

収集データは、JIRCAS、UNA 及び INFONA 間で以下のとおり維持管理する。

- (1) モニタリングの測定時に記録した野帳類は、JIRCAS 及び UNA が保管する。また、検証時に記録した野帳類は INFONA が保管する。
- (2) これらの原データはコピーをとり、モニタリングの記録のコピーは INFONA が、検証の記録のコピーは JIRCAS 及び UNA が保管する。モニタリングの測定結果は、コンピュータに入力し、入力者とは異なる担当者が原データと印刷された入力データを点検する。点検後のデータは、電子データ及び紙データとして、各々3部作成する。作成された3部の電子データと紙データは、JIRCAS、UNA 及び INFONA が別々に保管する。
- (3) 検証結果は、コンピュータに入力し、入力者とは異なる担当者が原データと印刷された入力データを点検する。点検後のデータは、電子データ及び紙データとして、各々3部作成する。作成された3部の電子データと紙データは、JIRCAS、UNA 及び INFONA が別々に保管する。
- (4) JIRCAS、UNA 及び INFONA のプロジェクト責任者は、自らの機関の有する収集データのコピー（電子データ及び紙データ）を相手に送付する場合、正式文書とともに収集データの目録を付すこととする。
- (5) 紙データはタイトルを付して、ファイル化する。電子データは JIRCAS、UNA 及び INFONA のマスターとなるコンピュータに収納するとともに、JIRCAS 責任者のハードディスクにも保管する。
- (6) 全ての保管データは、プロジェクト活動終了後、最低2年間維持する。

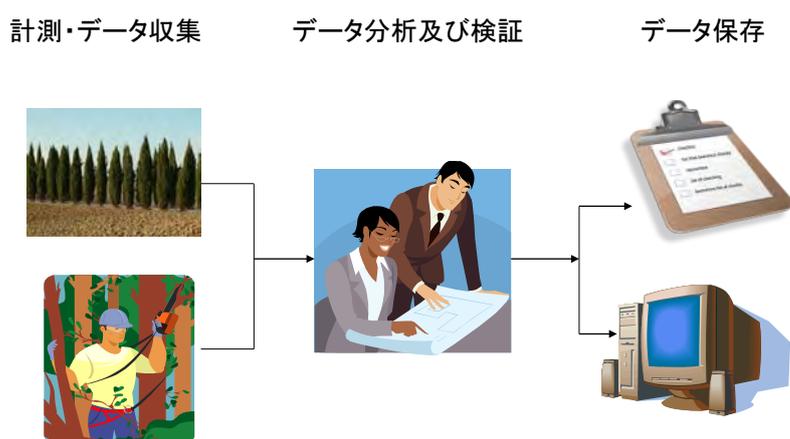


図 8.1 モニタリング活動の全体的なイメージ

【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 : ejimatu@affrc.go.jp