



国際緑化推進センター（JIFPRO）

「海外植林による CO₂ 吸収量認証システム」に係る

CO₂ 吸収量算定マニュアル

（バージョン 05）

<目次>

1	目的	2
2	CO₂ 吸収量の算定対象範囲	2
2.1	算定対象となる炭素プール	2
2.2	植林活動によるプロジェクト排出量	2
2.3	植林活動にともなう境界外での排出の増加（リーケージ）	2
3	CO₂ 吸収(実績)量の算定手順	3
3.1	文献調査	3
3.2	現地調査	4
3.3	プロジェクト吸収(実績)量の推定方法	6
3.4	ベースライン吸収量の推定方法	9
3.5	CO ₂ 吸収(実績)量の算定方法	9
4	CO₂ 吸収(予測)量の算定手順	10
4.1	文献調査によるデータ、表・計算式等の入手手順	10
4.2	現地調査	10
4.3	プロジェクト吸収(予測)量の算定方法	10
4.4	ベースライン吸収量の算定方法	12
4.5	CO ₂ 吸収(予測)量の算定方法	12



1 目的

本マニュアルは、「海外植林による CO₂ 吸収量認証システム（以下、吸収量認証システム）」の実施規程に基づき、算定対象範囲を定めるとともに、植林地における CO₂ 吸収量を算定する手順、それに必要なデータの入手手順（文献・現地調査）を定める。

2 CO₂ 吸収量の算定対象範囲

2.1 算定対象となる炭素プール

プロジェクト活動が行われ植林する場合（プロジェクト）又は植林されない場合（ベースライン）ともに、算定対象とする炭素プールは、地上部バイオマス及び地下部バイオマスのみとする。

枯死木とリター中の炭素蓄積量の変化は、植林されない場合又は植林した場合そのどちらのケースでも、植林木の地上部・地下部バイオマスの炭素蓄積量の変化に比べて小さく有意でないと考えられるので、枯死木とリターは無視できることとし算定対象外とする。

また、土壌については、測定が困難であることもあり、CO₂ 吸収量の過大評価につながらない（＝植林されない場合に有意に増加しない、かつ、植林した場合に有意に減少しない）と仮定され、無視できることとし算定対象外とする。

2.2 植林活動によるプロジェクト排出量

植林活動に伴うプロジェクト排出量は、顕著な場合を除いて無視できるとし、算定対象外とする。

2.3 植林活動にともなう境界外での排出の増加（リーケージ）

適用条件 2.1.3 により、植林地内で地域住民が行っている生計活動（農業、放牧等）は、植林により著しい悪影響を受けないことから、境界外へのリーケージは 0 とみなし、算定対象外とする。

表 1 CO₂ 吸収量の算定対象範囲

プロジェクト 及び ベースライン	炭素プール	地上部バイオマス	算定対象
		地下部バイオマス	算定対象
		枯死木	算定対象外
		リター	算定対象外
		土壌	算定対象外
プロジェクト	プロジェクト排出量	算定対象外	
	リーケージ	算定対象外	



3 CO₂ 吸収(実績)量の算定手順

上記 3 において、CO₂ 吸収量の算定対象範囲を定めたことにより、植林地の CO₂ 吸収(実績)量は、一定期間における立木（地上部・地下部）の炭素蓄積量の変化量から推定されるプロジェクト吸収量からベースライン吸収量を引いた量とされる。

t 年時点における植林地の CO₂ 吸収(実績)量は、以下の流れで算定する。

3.1 文献調査

CO₂ 吸収(実績)量の算定に使用する収穫表、材積表、材積式、アロメトリー式及び係数等を、学術文献等から引用する。引用の優先順位は、①植林地域のもの、②その国のもの（広い国にあつては気候帯の等しい地方のもの）、③気候帯、植生型の類似の近隣国のものであり、国際的に認められたもの（IPCC ガイドライン¹、CDM 植林の承認方法論など）も利用可能とする。原則として、植林樹種と同一樹種の関係式やデフォルト値等を用いるが、成長パターンが類似の樹種群や同属の樹種群はグループとして扱ってもよい。

3.1.1 収穫表、材積表、材積式、アロメトリー式等

例えば、樹木・森林の材積・バイオマス及び炭素ストックの評価（GlobAllmeTree²）等から適切なものを引用する。

3.1.2 容積密度 Wood Density (WD) (t d.m./m³)

例えば、IPCC2006 の表 4.13、表 4.14 又は Wood Density Database（CIRAD³、World Agroforestry Center⁴、や GlobAllmeTree⁵）等から引用する。

3.1.3 バイオマス拡大係数 Biomass Expansion Factor (BEF)

例えば、IPCC-LULUCF2003 の表 3A.1.10 の BEF₂ の値や既存のデータベース（GlobAllmeTree 等）から引用する。

¹ IPCC ガイドラインとは、気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change、IPCC）により作成された国家温室効果ガスインベントリのためのガイドラインであり、各分野からの排出・吸収量を推定する方法論が記載されており、2006 年版、2019 年改良版が存在する。

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/index.html>

² <http://www.globallometree.org/>

³ <https://dataverse.cirad.fr/file.xhtml?fileId=2400&datasetVersionId=241>

⁴ <http://db.worldagroforestry.org/wd>

⁵ <http://www.globallometree.org/>



3.1.4 バイオマス変換拡大係数 Biomass Conversion and Expansion Factor (BCEF)

例えば、IPCC2006 の表 4.5 から引用する。

3.1.5 地下部／地上部比 Root Shoot Ratio (R) (単位なし)

例えば、IPCC2006 の表 4.4 から引用する。

3.1.6 乾燥重量中の炭素含有率 Carbon Fraction (CF) (tC/t d.m.)

IPCC2006 の 0.47 を用いる。

3.1.7 炭素重量を CO₂ 重量に換算する係数 (tCO₂/tC)

CO₂とCの分子量比である44/12を用いる。

3.1.8 収穫表、材積表、材積式、アロメトリー式

地域、樹種に適した表、式を用いる。例えば、既存のデータベース（GlobAllmeTree等）から引用する。

3.2 現地調査

3.2.1 植林地面積 (ha)

植林地の境界を、標識の設置等によって確定・明示する。そして、実地測量又はGPS測量を通して位置を確認し、GIS⁶ソフト等を用いて面積の計算を行う。なお、実地測量が困難な場合は、実施対象国の公的地図（林班図）等を基に、植林地面積を決定する。

⁶ GISとは、Geographic Information Systemの略で、地理情報システムと訳され、地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ（空間データ）を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術である。



3.2.2 植林地の階層化

植林地を、植栽年、植栽樹種（成長パターンが類似の樹種群や同属の樹種群はグループとして扱ってもよい）、地理的条件等を考慮して、特に立木の成長状態を指標として階層に分ける。

上記 3.2.2 の手順に沿って分けた階層の境界を標識の設置等によって確定・明示する。そして、実地測量又は GPS 測量を通して位置を確認し、GIS ソフト等を用いて面積の計測を行い、階層 i における階層面積 A_i (ha) を求める。なお、実地測量が困難な場合は、航空写真、衛星画像及び実施対象国の公的地図（林班図）等を基に、階層面積を決定する。

3.2.3 CO₂ 吸収(実績)量を測定するための現地調査（モニタリング）

現地調査（モニタリング）は植栽後一定間隔で実施する。基本的には、5 年前後毎に測定を繰り返す。なお、伐期 10 年以内の短伐期早生樹種は、成長が早いので、2、3 年生以降 2～3 年毎に測定を繰り返しても構わない。

CO₂ 吸収(実績)量を算定するために、既に造成済みの植林地において、以下の手順に沿ってサンプルプロットを設定し、胸高直径（DBH）（及び、算定に使用する式・表の必要に応じて樹高（H））を実測する。

(i) サンプルプロットの配置

例えば、代表サンプリング又はランダム若しくはシステムティックサンプリング手法を用いる。地形条件、植林地の面積、階層数によって適切なサンプルプロット数を決定する。

① 代表サンプリング

例えば、対象地が平坦であれば中央付近、斜面であれば中腹など、各階層を代表すると思われる位置に設定する。

② ランダムサンプリング

ランダムにプロットを配置する。

③ システムティックサンプリング

例えば、等間隔の格子状にプロットを配置する。

(ii) サンプルプロット面積 $A_{i,s}$ (ha) の設定

例えば、1 プロット当たり、水平距離で 20～30m 四方程度とする。

(iii) サンプルプロット内の立木本数 k

例えば、設定した各サンプルプロット内に存在する立木の本数を全て計測対象とする。



(iv) サンプルプロット内の胸高直径 DBH (cm) の測定

例えば、各サンプルプロット内の立木の胸高直径を全て計測する。

(v) サンプルプロット内の樹高 H (m) の測定

例えば、使用するアロメトリー式、材積表、材積式の必要に応じて、各サンプルプロット内の立木の樹高も測定する。その際、サンプルプロット内の全木について樹高を測定するのが望ましい。しかし、それが困難な場合は、各サンプルプロット内において 10 本程度樹高を測定した結果を基にして、DBH-H 関係式をつかってそれぞれの樹高を推定する。

3.3 プロジェクト吸収(実績)量の推定方法

3.3.1 単木地上部バイオマス

t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の単木地上部バイオマス (Above Ground Biomass) $B_{AGB,k,j,i,s,t}$ (t) を、BEF 法、BECF 法又はアロメトリー式法を用いて計算する。

(a) BEF 法による計算

① 単木幹材積

上記 3.2.3 で測定した、t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の胸高直径 (DBH) (及び、算定に使用する式・表の必要に応じて樹高 (H)) を基にして、材積式・表を用いて立木 k の単木幹材積 ($SV_{k,j,i,s,t}$) を求める。

② 単木地上部バイオマス

以下の式により、t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の単木地上部バイオマス $B_{AGB,k,j,i,s,t}$ (t) を計算

$$B_{AGB,k,j,i,s,t} = SV_{k,j,i,s,t} \times WD_j \times BEF_j$$

ただし、

$SV_{k,j,i,s,t}$: t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の幹材積 (m^3)

WD_j : 樹種 j の容積密度 ($t\ d.m./m^3$)

BEF_j : 樹種 j のバイオマス拡大係数 (単位なし)



(b) BCEF 法による計算

① 単木幹材積

上記 3.2.3 において測定した、t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の胸高直径 (DBH) (及び、算定に使用する式・表の必要に応じて樹高 (H)) を基にして、材積式・表を用いて立木 k の単木幹材積 ($SV_{k,j,i,s,t}$) を決定。

② 単木地上部バイオマス

以下の式により、t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の単木地上部バイオマス $B_{AGB,k,j,i,s,t}$ (t) を計算

$$C_{AB,k,j,i,s,t} = SV_{k,j,i,s,t} \times BCEF_j$$

ただし、

$SV_{k,j,i,s,t}$: t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の幹材積 (m³)

$BCEF_j$: 樹種 j のバイオマス変換拡大係数 (単位なし)

(c) アロメトリー式法による計算

① 単木地上部バイオマス

上記 3.2.3 において測定した、t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の胸高直径 (DBH) (及び、算定に使用する式の必要に応じて樹高 (H)) を以下の式に代入して、t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の単木地上部炭素蓄積量 $B_{AGB,k,j,i,s,t}$ (t) を計算する。

$$B_{AGB,k,j,i,s,t} = f_j(\text{DBH}, H)$$

ただし、

$f_j(\text{DBH}, H)$: 樹種 j についてのアロメトリー式: 樹種 j、立木 k の胸高直径 DBH (及び、算定に使用する式の必要に応じて樹高 H) を用いて単木地上部バイオマス (t d.m.) を導き出す式

3.3.2 単木地下部バイオマス

地下部/地上部比 (R) を用いて、t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j、立木 k の単木地下部バイオマス (Below Ground Biomass) $B_{BGB,k,j,i,s,t}$ (t) を計算する。

$$B_{BGB,k,j,i,s,t} = B_{AGB,k,j,i,s,t} \times R$$

ただし、

R: 地下部/地上部比 (単位なし)



3.3.3 単木バイオマス（地上部+地下部）

単木地上部バイオマスと単木地下部バイオマスを足すことにより、 t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j 、立木 k の単木バイオマス $B_{k,j,i,s,t}(t)$ を計算する。

$$B_{k,j,i,s,t} = B_{AGB,k,j,i,s,t} + G_{BGB,k,j,i,s,t}$$

3.3.4 サンプルプロットにおけるバイオマス

サンプルプロット内の単木バイオマスを総和することにより、 t 年時点における階層 i のサンプルプロット s におけるバイオマス $B_{i,s,t}(t)$ を計算する。

$$B_{i,s,t} = \sum_{k=1}^{k_n} \sum_{j=1}^{j_n} B_{k,j,i,s,t}$$

ただし、

k : $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種 j の本数

j : $j_1, j_2, j_3, \dots, j_n$ t 年時点における階層 i のサンプルプロット s における樹種

3.3.5 階層別のバイオマス

t 年時点における階層 i のサンプルプロット間の平均バイオマスに階層面積を掛けることにより、階層 i のバイオマス $B_{i,t}(t)$ を計算する。

$$B_{i,t} = A_i / S_i \times \sum_{s=1}^{s_n} (B_{i,s,t} / A_{i,s})$$

ただし、

A_i : 階層 i の面積 (ha)

$A_{i,s}$: 階層 i 内のサンプルプロット s の面積 (ha)

s : $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ 階層 i 内のサンプルプロット数 (単位なし)

3.3.6 植林地全体のバイオマス

階層別バイオマスを総和することにより、 t 年時点における植林地全体のバイオマス $B_t(t)$ を計算する。

$$B_t = \sum_{i=1}^{i_n} B_{i,t}$$

ただし、



i : $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ 植林地内の階層数

3.3.7 植林地全体の炭素蓄積量

植林地全体のバイオマスに炭素含有率（CF）を掛けることにより、 t 年時点における植林地全体の炭素蓄積量 C_t (tC) を計算する。

$$C_t = B_t \times CF$$

ただし、

CF : 乾燥重量中の炭素含有率 (tC/t d.m.)

3.3.8 植林地全体の炭素蓄積変化量

t_2 と t_1 年間の植林地全体の炭素蓄積量の差 ΔC (tC) を取りし、炭素蓄積変化量を計算する。

$$\Delta C = C_{t_2} - C_{t_1}$$

ただし、

C_{t_1} : 植林地の t_1 年における炭素蓄積量 (tC)

C_{t_2} : 植林地の t_2 年における炭素蓄積量 (tC)

3.3.9 植林地全体のプロジェクト吸収量

t_2 年と t_1 年間の間における、植林地全体のプロジェクト吸収量 (tCO₂) を計算する。

$$\text{プロジェクト吸収量} = \Delta C \times 44 / 12$$

ただし、

44 / 12 : 炭素重量を CO₂ 重量に換算する係数 (tCO₂/tC)

3.4 ベースライン吸収量の推定方法

植林されない場合（ベースライン）のシナリオを、対象地の過去の経緯に基づき、これまで通り（BAU）のシナリオが継続する等、適切なシナリオを設定する。そのシナリオに沿って、上記 3.3 プロジェクト吸収(実績)量の推定方法と同様の方法で、ベースライン吸収量を推定する。前生植生がある場合は、その炭素ストックの変化も含める。

3.5 CO₂ 吸収(実績)量の算定方法

上記 3.3 プロジェクト吸収量から 3.4 ベースライン吸収量を引いて算出する。

$$\text{CO}_2 \text{ 吸収(実績)量} = \text{プロジェクト吸収量} - \text{ベースライン吸収量}$$



4 CO₂ 吸収(予測)量の算定手順

CO₂ 吸収(予測)量は、将来のある時点までに立木が吸収するであろう CO₂ 量の予測値であり、植林開始前並びに既に造成された植林地について、何時でも何回でも予測が可能である。

上記 3 において、CO₂ 吸収量の算定対象範囲を定めたことにより、植林地の CO₂ 吸収(予測)量は、一定期間における立木（地上部・地下部）の炭素蓄積量の変化の将来予測から推定する。

t 年時点における植林地の CO₂ 吸収(予測)量は、以下の流れで算定する。

4.1 文献調査によるデータ、表・計算式等の入手手順

上述の 3.1 と同様の手順によって、使用するデータ、表・計算式等を入手する。

4.2 現地調査

植林地の近隣において、樹種や地位が類似している造林地があれば、それを対照林として設定する。対照林において、上述の 3.2 と同様の手順によって、現地調査を実施する。

4.3 プロジェクト吸収(予測)量の算定方法

年間平均材積成長量（Mean Annual Increment, MAI）又は収穫表・成長モデル（及び地位）を用いて吸収(予測)量を推定する方法の 3 種類があり、いずれかを選択する。

4.3.1 年間平均材積成長量（MAI）を用いて吸収(予測)量を推定する方法

(i) 対照林の階層 i、林齢 x における ha 当たり幹材積（SV_{i,x/ha}）を決定

① 立木 k の単木幹材積（SV_{k,i,s,x}）を決定

上記において測定した、対照林の階層 i、林齢 x のサンプルプロット s における立木 k の胸高直径（DBH）（及び、算定に使用する式・表の必要に応じて樹高（H））を基にして、材積式・表を用いて立木 k の単木幹材積（SV_{k,i,s,x}）を決定。

② 対照林の階層 i、林齢 x のサンプルプロット s における幹材積 SV_{j,s,t} を算出

$$SV_{i,s,t} = \sum_{k=1}^{kn} SV_{k,i,s,x}$$

ただし、

k : k₁, k₂, k₃, ... k_n t 年時点における階層 i（樹種（群）j）のサンプルプロット s におけるの立木本数



③ 対照林の階層 i 、林齢 x の ha 当たり幹材積 $SV_{i,x/ha}$ (m^3/ha) (階層 i のサンプルプロット間の平均) を計算

$$SV_{i,x/ha} = 1 / S_i \times \sum_{s=1}^{S_i} (SV_{i,s,x} / A_{i,s})$$

ただし、

$A_{i,s}$: 階層 i 内のサンプルプロット s の面積 (ha)

s : 1, 2, 3, ... S_i 階層 i 内のサンプルプロット数 (単位なし)

(ii) 対照林の階層 i 、林齢 x における年間平均材積成長量 (MAI) を決定

対照林の階層 i 、林齢 x における ha 当たり幹材積 $SV_{i,x/ha}$ (m^3/ha) を林齢 x で除して、林齢 x における年間平均材積成長量 (MAI) ($m^3/ha \cdot year$) を算出する。

$$MAI_{x/ha} = SV_{i,x/ha} \div x$$

(iii) 植林地の階層 i の林齢 t における ha 当たり材積予測量 ($SV_{i,t}$) を計算

上記により得られた MAI_x に吸収量を予測する年数を掛けることにより、植林地における似通った条件の階層 i の林齢 t における ha 当たり材積予測量 ($SV_{i,t}$) を算出する。

$$SV_{i,t/ha} = MAI_{x/ha} \times t$$

(iv) 植林地の階層 i の林齢 t における ha 当たりバイオマス ($C_{i,t/ha}$) を計算

上記の $SV_{i,t/ha}$ を基にして、上述の 3.1.1(a) BEF 法による計算と同様にして、植林地の階層 i の林齢 t における ha 当たりバイオマス ($B_{i,t/ha}$) を算出する。

(v) 植林地の階層 i の林齢 t におけるバイオマス ($B_{i,t}$) を計算

上記の $B_{i,t/ha}$ に各階層面積 (A_i) をかけることにより、植林地の階層 i の林齢 t におけるバイオマス ($C_{i,t}$) を算出する。

(vi) 植林地全体の林齢 t におけるバイオマス (B_t) を計算

上記の $B_{i,t/ha}$ に各階層面積 (A_i) をかけることにより、植林地の階層 i の林齢 t におけるバイオマス



($C_{i,t}$) を算出する。

(vii) 植林地のプロジェクト吸収(予測)量を計算

上記の $C_{i,t}$ を基にして、「3.3.8 植林地のプロジェクト吸収(実績)量」と同様にして、植林地の CO_2 吸収(予測)量を推定する。

4.3.2 収穫表・成長モデル（及び地位）を用いて吸収(予測)量を推定する方法

(i) 対照林の階層 i 、林齢 x における ha 当たり幹材積 ($SV_{i,x/ha}$) を決定

4.3.1(i)と同様にして、対照林の階層 i 、林齢 x における ha 当たり幹材積 ($SV_{i,x/ha}$) を決定する。

(ii) 吸収(予測)量の算定に使用する収穫表、成長モデル、地位又は MAI の特定

上記により得られた、対照林の階層 i 、林齢 x における ha 当たり幹材積 $SV_{i,x/ha}$ を基にして、植林地の吸収(予測)量の算定に使用する収穫表、成長モデル（及び地位）を特定する。

(iii) 特定した収穫表、成長モデル（及び、地位）を用いて、植林地の CO_2 吸収(予測)量を推定

上記により特定した収穫表、成長モデル（及び、地位）を用いて、「3.3 プロジェクト吸収(実績)量の算定方法」と同様にして、植林地のプロジェクト吸収(予測)量を推定する。

4.4 ベースライン吸収量の算定方法

植林されない場合（ベースライン）のシナリオを、対象地の過去の経緯に基づき、これまで通り（BAU）のシナリオが継続する等、適切なシナリオを設定する。そのシナリオに沿って、上記 3.3 プロジェクト吸収(実績)量の推定方法と同様の方法で、ベースライン吸収量を推定する。前生植生がある場合は、その炭素ストックの変化も含める。

4.5 CO_2 吸収(予測)量の算定方法

上記 4.3 プロジェクト吸収量から、4.4 ベースライン吸収量を引いて算出する。

$$CO_2 \text{ 吸収(予測)量} = \text{プロジェクト吸収(予測)量} - \text{ベースライン吸収(予測)量}$$