

2. 森林/森林減少・劣化対策

1. 典型的な案件の概要

- 森林減少・劣化対策により CO₂ 排出削減を実現する事業。

2. 適用条件

- 事業対象地が当該国における森林の定義を満たしていること。
- 事業によって森林が持続的に管理されること。

3. 推計方法

森林によるCO₂排出量の削減・吸収量の増加は、森林炭素蓄積量の変化により推定される。そこで、森林減少・劣化対策による人為的純GHG排出削減量は、一定期間における対策を講じない場合のCO₂蓄積量の変化（ベースライン排出量）と事業実施後のCO₂蓄積量の変化（プロジェクト排出量）と事業実施によるリーケージの差分により算定する¹。

以下の各計算式のデータの入手方法の詳細は「4. 推計に必要なデータ」に示す。

$$ER_y = \Delta C_{BL,y} - \Delta C_{PJ,y} - \Delta C_{LK,y} \quad \text{：計算ファイル「Inputs \& Outputs シート」セル E5}$$

ER_y : y 年の事業による人為的純 GHG 排出削減量 (t-CO₂e/y)

$\Delta C_{BL,y}$: y 年の事業がない状態の年間 GHG 排出量（ベースライン排出量） (t-CO₂e/y)

$\Delta C_{PJ,y}$: y 年の事業がある状態の年間 GHG 排出量（プロジェクト排出量） (t-CO₂e/y)

$\Delta C_{LK,y}$: y 年の事業がある状態のリーケージによる年間 GHG 排出量 (t-CO₂e/y)

この場合、事業実施後から Y 年までの人為的純 GHG 排出削減量の総量は以下となる。

$$ER_Y = \sum_y^Y ER_y$$

一方、リーケージ ($\Delta C_{LK,y}$) として、事業実施による地域住民の活動域の移動、事業実施地域への移民による活動域の移動による排出が懸念される。多くの移動が発生しない場合は、リーケージはゼロとみなせる。しかし、人の移動や農業活動の変化が懸念される場合は、リーケージを考慮する必要がある、理論上はモニタリングにより把握した移動量に基づき、移民によって回避された森林減少に排出係数をかけてリーケージを定量化できる。ただし、現実的には開発途上国においてはデータの把握とモニタリング等が困難なことから、CDM方法論を参考に、人為的GHG削減量の15%をリーケージとして計上する。

(1) ベースライン排出量の算定

ベースライン排出量は、事業を実施しない場合の計画的な森林減少、計画外の森林減少、計画外の森林劣化等による各カーボンプール（土壌、リター、枯死木、地上、地下バイオマス）におけるCO₂蓄積量の変化によって推定され、過去のCO₂蓄積量の変化から推定する。また森林保全に要する一般的な年数を考えれば、土壌・枯死木・リターの変化量は微小だと判断されることが多いため、本方法論では簡便のため、地上バイオマス及び地下バイオマスのCO₂蓄積量の変化のみを考慮し推定を行う。

¹ 評価対象年は、プロジェクトの平均的な稼働状況下の年、または、複数年の平均値とする。

2. 森林/森林減少・劣化対策

CO₂蓄積量の変化の推定は、以下の式に示すように、対象森林地域での過去の年間蓄積量の変化を示す数点のデータを平均して求めるが、使用するデータは少なくともプロジェクト実施直近の過去10年間の数点であり、少なくとも3点以上の平均値とすること。

$$\Delta C_{BL,y} = -\frac{1}{n} \sum_{p=1}^n \left(\frac{C_{p,y2} - C_{p,y1}}{y_{p,y2} - y_{p,y1}} \right) \quad ; \text{計算ファイ}$$

ル「Inputs & Outputs シート」セル E7

- $C_{p,y1}$: ベースライン期間の地点 p、y1 年における対象森林地域での CO₂ 蓄積量(t- CO₂e)
- $C_{p,y2}$: ベースライン期間の地点 p、y2 年における対象森林地域での CO₂ 蓄積量(t- CO₂e)
- $y_{p,y1}$: ベースライン期間の地点 p におけるサンプリング開始年
- $y_{p,y2}$: ベースライン期間の地点 p におけるサンプリング終了年
- n : CO₂ 蓄積量のサンプリング地点数 (例 : 3 地点)
- p : CO₂ 蓄積量のサンプリング地点

CO₂蓄積量は、森林単位面積当たりの炭素蓄積量に、森林面積および炭素のCO₂換算係数を乗じて求める。

$$C_{p,y} = \sum_k (BT_{p,y,k} \times A_{p,y,k} \times 44/12)$$

- $BT_{p,y,k}$: ベースライン期間の y 年 (y1 または y2) における地点 p のサブカテゴリ k の単位面積あたりの炭素蓄積量(t-C/ha)
- $A_{p,y,k}$: ベースライン期間の y 年 (y1 または y2) における地点 p のサブカテゴリ k の面積 (ha)
- 44/12 : 炭素の CO₂ 換算係数

ここで、サブカテゴリとは、植林対象地における樹種、植林の密度、植林した年、地位（土地のもつ生産力の良し悪しを示す等級）等の森林成長量に関する属性で、サブカテゴリ別に全ての属性データが必要である。サブカテゴリの設定は、一律ではなく、植林事業毎に決める。地位が一樣な土地であれば、植林面積が大きくてもサブカテゴリは樹種のみということもある。樹種、地位が多様になればなるほど、サブカテゴリ数は増えることになるが、これまでに CDM 登録されたプロジェクトをみるとサブカテゴリ数は 2~16 である。樹種が多い場合は、成長速度で大きく 3 分類する等してサブカテゴリ数を減らす工夫がされている。別表 A-12 にサブカテゴリの設定例を示す。

BT_{p,y,k}の算出:

炭素蓄積量は、上述のように、地上また地下バイオマスのみを考え、サブカテゴリにおける樹木の地上部と地下部に分けて算定する。

$$BT_{p,y,k} = BT_{A,p,y,k} + BT_{B,p,y,k}$$

$BT_{A,p,y,k}$: ベースライン期間の y 年 (y1 または y2) における地点 p のサブカテゴリ k の単位面積あたりの地上部バイオマスの炭素蓄積量 (t-C/ha)

$BT_{B,p,y,k}$: ベースライン期間の y 年 (y1 または y2) における地点 p のサブカテゴリ k の単位面積あたりの地下部バイオ

2. 森林/森林減少・劣化対策

オマスの炭素蓄積量 (t-C/ha)

樹木地上部と地下部の炭素蓄積量は、それぞれ地上部のバイオマス量（幹、枝、葉の乾燥重量）と地下部のバイオマス量（根の乾燥重量）に樹木の炭素含有率を乗じて求める。

$$BT_{A,p,y,k} = TT_{A,p,y,k} \times CF_k$$

$$BT_{B,p,y,k} = TT_{B,p,y,k} \times CF_k$$

$TT_{A,p,y,k}$: ベースライン期間の y 年 ($y1$ または $y2$) における地点 p のサブカテゴリ k の単位面積あたりの地上部バイオマス量 (t-dm/ha: ton dry matter/ha)

$TT_{B,p,y,k}$: ベースライン期間の y 年 ($y1$ または $y2$) における地点 p のサブカテゴリ k の単位面積あたりの地下部バイオマス量 (t-dm/ha)

CF_k : サブカテゴリ k の樹木の炭素含有率

樹木地上部のバイオマス量は、幹材積にバイオマス拡大係数と容積密度を乗じて求める。

$$TT_{A,p,y,k} = SV_{p,y,k} \times BEF_k \times WD_k$$

$SV_{p,y,k}$: ベースライン期間の y 年 ($y1$ または $y2$) における地点 p のサブカテゴリ k の単位面積あたりの幹材積 (m^3/ha)

BEF_k : サブカテゴリ k におけるバイオマス拡大係数

WD_k : サブカテゴリ k における容積密度 (t-dm/ m^3)

一方、樹木地下部のバイオマス量は以下の式により求める。

$$TT_{B,p,y,k} = TT_{A,p,y,k} \times R_k$$

R_k : 地上部バイオマス量に対する地下部の比率 (地下部/地上部)

尚、地上部のバイオマス量を求めるのに、上記のように幹材積、バイオマス拡大係数、容積密度から求める方法以外に、別表 A-4～A-8 にデフォルト値の値を使用しても良い。

(2) プロジェクト排出量の算定

プロジェクト排出量は、プロジェクト活動の計画的な森林減少の回避、計画外の森林減少の回避あるいは計画外の森林劣化の回避による地上また地下バイオマスの CO_2 蓄積量の変化量である。プロジェクト排出量は、モニタリングによって得られる対象森林面積の変化と単位面積あたりの炭素蓄積量をベースに算定する。

y 年における CO_2 蓄積量の変化量は、以下の式を用いて、プロジェクトにおける y 年とその1年後 ($y+1$ 年) の森林の CO_2 蓄積量の変化量の差分により求める。また、 CO_2 蓄積量は、森林単位面積当たりの炭素蓄積量に、森林面積と炭素の CO_2 換算係数を乗じて求める。

$$\Delta C_{PJ,y} = C_{PJ,y} - C_{PJ,y+1}$$

: 計算ファイル「Inputs & Outputs シート」セル E6

2. 森林/森林減少・劣化対策

$$C_{PJ,y} = \sum_k (NT_{y,k} \times A_{PJ,y,k} \times 44/12)$$

$$C_{PJ,y+1} = \sum_k (NT_{y+1,k} \times A_{PJ,y+1,k} \times 44/12)$$

$NT_{y,k}$: 事業がある状態の y 年におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの炭素蓄積量 (t-C/ha)

$NT_{y+1,k}$: 事業がある状態の y+1 年におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの炭素蓄積量(t-C/ha)

$A_{PJ,y,k}$: 事業がある状態の y 年におけるサブカテゴリ k の面積 (ha)

$A_{PJ,y+1,k}$: 事業がある状態の y+1 年におけるサブカテゴリ k の面積 (ha)

44/12 : 炭素の CO₂ 換算係数

$NT_{y,k}$ の算出 :

炭素蓄積量は、地上または地下バイオマスの炭素蓄積量のみを考え、サブカテゴリにおける樹木の地上部と地下部に
分けて算定する。

$$NT_{y,k} = NT_{A,y,k} + NT_{B,y,k}$$

$NT_{A,y,k}$: y 年におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの地上部バイオマスの炭素蓄積量 (t-C/ha)

$NT_{B,y,k}$: y 年におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの地下部バイオマスの炭素蓄積量 (t-C/ha)

樹木地上部と地下部の炭素蓄積量は、それぞれ地上部のバイオマス量（幹、枝、葉の乾燥重量）と地下部のバイオマ
ス量（根の乾燥重量）に樹木の炭素含有率を乗じて求める。

$$NT_{A,y,k} = TT_{A,y,k} \times CF_k$$

$$NT_{B,y,k} = TT_{B,y,k} \times CF_k$$

$TT_{A,y,k}$: y 年におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの地上部バイオマス量 (t-dm/ha)

$TT_{B,y,k}$: y 年におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの地下部バイオマス量 (t-dm/ha)

CF_k : サブカテゴリ k の樹木の炭素含有率

樹木地上部のバイオマス量は、幹材積にバイオマス拡大係数と容積密度を乗じて求める。

$$TT_{A,y,k} = SV_{y,k} \times BEF_k \times WD_k$$

$SV_{y,k}$: y 年におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの幹材積 (m³/ha)

BEF_k : サブカテゴリ k におけるバイオマス拡大係数

WD_k : サブカテゴリ k における容積密度 (t-dm/m³)

樹木地下部のバイオマス量は以下の式により求める。

$$TT_{B,y,k} = TT_{A,y,k} \times R_k$$

R_k : 地上部バイオマス量に対する地下部の比率 (地下部/地上部)

2. 森林/森林減少・劣化対策

4. 推計に必要なデータ

データの 種類	データの内容	データの入手方法	
		ベースライン排出量	プロジェクト排出量
$A_{p,y,k}$	ベースライン期間の y 年 (y1 または y2) における地点 p のサブカテゴリ k の面積 (ha)	実測値 (少なくとも 3 地点以上)	不要
$A_{PJ,y,k}$	事業がある状態の y 年におけるサブカテゴリ k の面積 (ha)	不要	計画値
$A_{PJ,y+1,k}$	事業がある状態の y+1 年におけるサブカテゴリ k の面積 (ha)	不要	計画値
$TT_{A,p,y,k}$	ベースライン期間の y 年 (y1 または y2) における地点 p のサブカテゴリ k の単位面積あたりの地上部バイオマス量 (t-dm/ha: ton dry matter/ha)	IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-4, 6: 植生別、樹種別、気候区分別等の適切な値を選択)。 その他、以下の幹材積 ($SV_{y,k}$)、バイオマス拡大係数(BEF _k)と容積密度(WD _k)から求めても良い。 ただし対象サブカテゴリのデフォルト値が無い場合や、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	
$TT_{A,y,k}$	y 年 (y1 または y2) におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの地上部バイオマス量 (t-dm/ha: ton dry matter/ha)	IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-4, 6: 植生別、樹種別、気候区分別等の適切な値を選択)。 その他、以下の幹材積 ($SV_{y,k}$)、バイオマス拡大係数(BEF _k)と容積密度(WD _k)から求めても良い。 ただし対象サブカテゴリのデフォルト値が無い場合や、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	
$SV_{p,y,k}$	ベースライン期間の y 年 (y1 または y2) における地点 p のサブカテゴリ k の単位面積あたりの幹材積 (m ³ /ha)	実測値 (少なくとも 3 地点以上)	-
$SV_{y,k}$	y 年におけるサブカテゴリ k の単位面積あたりの幹材積 (m ³ /ha)	-	計画値
BEF _k	サブカテゴリ k におけるバイオマス拡大係数	IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-1 の “BEF ₂ ”)。 ただし対象サブカテゴリのデフォルト値が無い場合や、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	
WD _k	サブカテゴリ k における容積密度 (t-dm/m ³)	IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-2 の “Basic wood density” または “D”)。 ただし対象サブカテゴリのデフォルト値が無い場合や、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	
CF _k	サブカテゴリ k の樹木の炭素含有率	IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-3 の “Carbon fraction”)。 ただし対象サブカテゴリのデフォルト値が無い場合や、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	
R _k	地上部バイオマス量に対する地下部の比率	IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-9 の “Mean”)。 ただし対象のデフォルト値が無い場合や、他にふさわしい値がある場合は、その値を使用しても良い。	

2. 森林/森林減少・劣化対策

5. その他

(1) プロジェクトバウンダリー

GHG 推計の範囲は、プロジェクトサイト内の事業対象区域とする。

(2) リークエージ

多くの住民やその農業活動を境界外へ移動させるような事業活動ではない場合、リークエージはゼロとみなせる。人や農業活動（耕作、牧畜）の移動の影響がリークエージとして懸念される場合は、簡易的に人為的 GHG 削減量の 15% をリークエージとして計上する。

(3) 解説

本方法論の参考となるものとして JCM、J-VER や VCS（Verified Carbon Standard）に関連する方法論がある。この中で、REDD Methodology Modules が、計画的な森林伐採、計画外の森林伐採、森林劣化というベースラインシナリオに応じて適用させるモジュールを提示しているが、本方法論の排出削減量の推定では、各プロジェクト活動によって対象森林区分における最終的な CO₂ 蓄積量の変化に着目し、JCM の方法論（Joint Crediting Mechanism Guidelines for Developing Proposed Methodology for Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation, and the Role of Conservation, Sustainable Management of Forests and Enhancement of Forest Carbon Stocks in Developing Countries (REDD-plus)）の排出量の推定方法（森林区分面積×面積あたりの炭素蓄積量）を参考に排出削減量の推定を行っている。

(4) 改訂履歴

Version	改訂月	改訂内容
2.0	2014年3月	● 書式の微修正
3.0	2019年9月	● ベースラインのカーボンストックの変化量の推定を、過去の変化量の少なくとも3点の平均値から求めることとした。 ● デフォルト値の使用を優先することとした
4.0	2023年3月	● 推計方法シートと計算シートの対応関係がより把握できるように、推計方法シートの主要な計算式について、計算シートのセル番号を記載した。 ● CO ₂ 蓄積量についてトレンド分析に関する記述を削除した。 ● 「4. 推計及びモニタリングに必要なデータ」の「事業実施後」の列を削除した（Climate-FIT は、現在は GHG 排出削減量を「計画段階」に定量化することを目的としているため）。
5.0	2024年3月	● 変更なし。