

1. 森林・自然環境保全/植林

1. 典型的な案件の概要

- 荒地、草地、農地等の非植林地に植林する事業。

2. 適用条件

- ① 植林対象地が当該国の森林の定義を満たしていないこと。
- ② 植林後に間伐等の森林施業が行われ、森林が持続的に管理されること。
- ③ 植林対象地が湿地ではないこと。

3. 推計方法

樹木は光合成により大気中の二酸化炭素を吸収し炭素を固定して成長することから、植林地は CO₂ (あるいは炭素) の貯蔵庫と考えることができる。そこで、植林による人為的純 GHG 吸収量は、一定期間における事業実施後の植林地の CO₂ 蓄積量の増加分 (あるいは間伐、収穫時の伐採等による減少分) (プロジェクト吸収量) から、植林しない場合の CO₂ 蓄積量の増加分 (あるいは減少分) (ベースライン吸収量) と植林事業を実施する際に発生する GHG 排出量 (プロジェクト排出量) を差し引くことにより求める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。

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

$ER_{AR,y}$: y 年における植林による人為的純 GHG 吸収量 (t-CO₂e/y)

$\Delta C_{PJ,y}$: y 年における植林による GHG 吸収量 (プロジェクト吸収量) (t-CO₂e/y)

$\Delta C_{BL,y}$: y 年における植林しない場合の GHG 吸収量 (ベースライン吸収量) (t-CO₂e/y)

PE_y : y 年における植林に伴う GHG 排出量 (プロジェクト排出量) (t-CO₂ e/y)

ここで、

$$\Delta C_{PJ,y} = (C_{PJ,t2} - C_{PJ,t1}) / (t2 - t1) \quad \text{： 計算ファイル「Inputs \& Outputs シート」セル E6}$$

$$\Delta C_{BL,y} = (C_{BL,t2} - C_{BL,t1}) / (t2 - t1) \quad \text{： 計算ファイル「Inputs \& Outputs シート」セル E7}$$

$C_{PJ,t1}$: 算定期間における t1 年における植林地の CO₂ 蓄積量 (t-CO₂e/y)

$C_{PJ,t2}$: 算定期間における t2 年における植林地の CO₂ 蓄積量 (t-CO₂e/y)

$C_{BL,t1}$: 植林しない場合の t1 年における草等の CO₂ 蓄積量 (t-CO₂e/y)

$C_{BL,t2}$: 植林しない場合の t2-年における草等の CO₂ 蓄積量 (t-CO₂e/y)

t_1, t_2 : 各々算定 (モニタリング) 期間の開始の年と終了の年

植林地の CO₂ 蓄積量の差分について、t2 年と t1 年の差は 1 年とは限らず、複数年 (例えば、3 年前、5 年前) の差分として求めることができ、その際は(t2-t1)年で除して 1 年当たりの GHG 吸収量を求める。

この場合、事業実施後から Y 年までに貯蔵される人為的純 GHG 吸収量は以下となる。

$$ER_{AR,Y} = \sum_y^Y ER_{AR,y}$$

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。

1. 森林・自然環境保全/植林

プロジェクト吸収量は、算定期間の t2 年と t1 年の植林地の CO₂ 蓄積量の差分により求める。

ベースライン吸収量は、植林しない場合を想定して、植林対象地に元々あった植生の t1 年と t2 年の CO₂ 蓄積量の差分により求める。植林しない場合、毎年同じ植生状況が繰り返されると仮定すると、 $C_{BL,t1} = C_{BL,t2}$ となり、結果として、ベースライン吸収量は、 $\Delta C_{BL,y} = 0$ となる。

プロジェクト排出量は、①施肥（窒素系肥料、石灰）による一酸化二窒素 (N₂O) の発生と、②植林時に植林対象地を整備するために、元々生育していた草、作物を刈払い、樹木を伐採することによる GHG の排出が考えられる。前者は微小と判断されることが多いため、ゼロとする。後者については、植林対象地を整備する年に発生が限られるが、排出量は無視できない場合がある。

(1) プロジェクト吸収量の算定

事業実施後の年間プロジェクト吸収量は、t2 年と t1 年の植林地の CO₂ 蓄積量の差分により求める。CO₂ 蓄積量は、植林の単位面積あたりの炭素蓄積量に、植林面積および炭素の CO₂ 換算係数を乗じて求める。

$$\Delta C_{PJ,y} = (C_{PJ,t2} - C_{PJ,t1}) / (t2 - t1) \quad : \text{計算ファイル「Inputs \& Outputs シート」セル E6}$$

$$C_{PJ,t2} = \sum_i (N_{t2,i} \times A_{PJ,i} \times 44/12)$$

$$C_{PJ,t1} = \sum_i (N_{t1,i} \times A_{PJ,i} \times 44/12)$$

$N_{t2,i}$: 事業実施後 t2 年におけるサブカテゴリ i の単位面積あたりの炭素蓄積量 (t-C/ha)

$A_{PJ,i}$: 事業実施後のサブカテゴリ i の植林面積 (ha)

$N_{t1,i}$: 事業実施後 t1 年におけるサブカテゴリ i の単位面積あたりの炭素蓄積量 (t-C/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-11 にサブカテゴリの設定例を示す。

$N_{y,i}$ の算出 :

植林による炭素蓄積量は、地上部バイオマス、地下部バイオマス、枯死木、リター、土壌から構成されるが、植林の場合、枯死木、リター、土壌の炭素蓄積量は増加すると想定されること、またこの部分の把握が困難なことから、本方法論において、簡便性かつ保守性の観点から、地上部バイオマスと地下部バイオマスのみを考慮し、算定を行う。

$$N_{y,i} = N_{A,y,i} + N_{B,y,i}$$

$N_{A,y,i}$: y 年におけるサブカテゴリ i 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)

1. 森林・自然環境保全/植林

$N_{B,y,i}$: y年におけるサブカテゴリ i 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。

$$N_{A,y,i} = T_{A,y,i} \times CF_i$$

$$N_{B,y,i} = T_{B,y,i} \times CF_i$$

$T_{A,y,i}$: y年におけるサブカテゴリ i 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)

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

CF_i : サブカテゴリ i の樹木の炭素含有率

樹木地上部のバイオマス量は、幹材積に拡大係数と容積密度を乗じて求める。

$$T_{A,y,i} = SV_{y,i} \times BEF_i \times WD_i$$

$SV_{y,i}$: y年におけるサブカテゴリ i の単位面積あたりの幹材積 (m^3/ha)

BEF_i : サブカテゴリ i におけるバイオマス拡大係数

WD_i : サブカテゴリ i 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。

$$T_{B,y,i} = T_{A,y,i} \times R_i$$

R_i : 植林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) ベースライン吸収量の算定

植林しない場合、毎年同じ植生状況が繰り返されると仮定すると、ベースライン吸収量はゼロとなる。

(3) プロジェクト排出量の算定

プロジェクト排出量としては、①施肥による一酸化二窒素 (N_2O) の発生と、②植林地を整備するために元々生育していた草、作物を刈払いすることによる GHG の排出が考えられる。

施肥による N_2O 発生量:

事業実施後における樹木の CO_2 吸収量と比較し、微小と判断されることが多いため考慮しない。

植林対象地に元々生育している植生が刈払いされることによる GHG 排出量:

この GHG 排出量は、植林対象地に元々生育している植生の CO_2 蓄積量に相当するとして、事業実施前の草等の面積あたりの炭素蓄積量に、その面積および炭素の CO_2 換算係数を乗じて求める。なお、(t2-t1)年で除して1年当たりの平均排出量として算定する。

1. 森林・自然環境保全/植林

$$C_{RMV,py} = \sum_j (O_{py,j} \times A_{gr,j} \times 44/12) / (t2 - t1) \quad : \text{計算ファイル「Inputs \& Outputs シート」セル E8}$$

$C_{RMV,py}$: py年における草等を刈払いすることによる GHG 排出量 (t-CO₂/y)

$O_{py,j}$: 植樹のために刈払いをする年 py における植林対象地 j の単位面積あたりの炭素蓄積量 (t-C/ha)

$A_{gr,j}$: 事業により刈払いされる植林対象地 j の面積 (ha)

44/12 : 炭素の CO₂ 換算係数

$O_{py,j}$ の算出:

植林対象地で刈払いされる植生の炭素蓄積量は、植生（草、作物）の地上部と地下部に分けて算定する。

$$O_{py,j} = R_{A,py,j} + R_{B,py,j}$$

$R_{A,py,j}$: 刈払い実施年 py における植生地上部の単位面積あたりの炭素蓄積量 (t-C/ha)

$R_{B,py,j}$: 刈払い実施年 py 年における植生地下部の単位面積あたりの炭素蓄積量 (t-C/ha)

植生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（茎、葉の乾燥重量）と地下部のバイオマス量（根の乾燥重量）に植生の炭素含有率を乗じて求める。

$$R_{A,py,j} = V_{A,py,j} \times 0.5$$

$$R_{B,py,j} = V_{B,py,j} \times 0.5$$

$V_{A,py,j}$: 刈払い実施年 py における単位面積あたりの植生地上部のバイオマス量 (t-C/ha)

$V_{B,py,j}$: 刈払い実施年 py 年における単位面積あたりの植生地下部のバイオマス量 (t-C/ha)

0.5 : 植生のバイオマス量に対する炭素含有率

植生地下部のバイオマス量は、以下の式により求める。

$$V_{B,py,j} = R_j \times V_{A,py,j}$$

R_j : 植生のバイオマス量の地上部に対する地下部の比率（地下部/地上部比）

バイオマス算定対象の植生:

草地、農地における、多年生の植物が CO₂ 蓄積量算定の対象となる。さらに農地における低木も算定の対象となる。農地の作物については、多年生の各種果樹、ゴムノキ、ナツメヤシ等の樹木性の工芸作物も算定対象となる。1 年性作物（野菜、トウモロコシ、綿等）については、1 年の中で生育、収穫されるので、炭素蓄積量への増減分はゼロとなる。

土地利用毎の CO₂ 蓄積量の算定:

草地と農地のバイオマス量は、植生を調べて地上部と地下部について算定することが望ましいが、当該国で公表されている土地利用毎のバイオマス量からヘクタールあたりの CO₂ 蓄積量を用いることも可能である。以下にその例を示す。

1. 森林・自然環境保全/植林

<土地利用毎のバイオマス量およびCO₂蓄積量>

土地利用カテゴリー		バイオマス量 (t-dm/ha)	炭素含有率 (t-C/t-dm)	炭素から二酸化炭素への変換係数	CO ₂ 蓄積量 (t-CO ₂ /ha)
転用前	農地	田	0.00	0.50	0.00
		普通畑	0.00		0.00
		樹園地	IE		0.48
	草地	13.50	0.47	24.75	
	湿地、開発地、その他の土地	0.00	0.50	0.00	

※IE=転用のない農地の算定に含まれる。

土地利用カテゴリー		バイオマス成長量	炭素含有率 (t-C/t-dm)
転用後	農地	田	3.0 (t-C/ha/yr)
		普通畑	0.00
		樹園地	IE
	草地	2.70 (t-d.m./ha/yr-)	0.47
	湿地、開発地、その他の土地	0.00	0.50
	針葉樹	3.0	0.51
	広葉樹		0.48

「日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (2018)」より作成

土地利用のカテゴリー	バイオマス量 (t-dm/ha)	炭素含有率 (t-C/t-dm)	炭素から二酸化炭素への変換係数	CO ₂ 蓄積量 (t-CO ₂ /ha)
1. Grass land	11	0.5	44/12	20
2. Grass land with shrubs	16			29
3. Annual crops/fallow land (slash and burn)	0			0
4. Perennial crops	24			44

PDD:CARBON SEQUESTRATION THROUGH REFORESTATION IN THE BOLIVIAN TROPICS BY SMALLHOLDERS OF “The Federación de Comunidades Agropecuarias de Rurrenabaque (FECAR)” Version 2.03 4th of December 2008 Page28 より作成

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 _{Pj,i}	事業実施後のサブカテゴリー i の植林面積 (ha)	不要	計画値
T _{A,y,i}	y 年におけるサブカテゴリー i の単位面積あたりの地上部バイオマス量 (t dm/ha)	不要	IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-5, 7, 8: 植生別、樹種別、気候区分別等の適切な値を選択)。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。
SV _{y,i}	事業実施後 y 年における植林サブカテゴリー i の単位面積あたりの樹木幹材積 (m ³ /ha)	不要	計画値
BEF _i	サブカテゴリー i におけるバイオマス拡大係数	不要	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 ”)。

1. 森林・自然環境保全/植林

			ただし対象サブカテゴリー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_i	サブカテゴリー i における容積密度 (t-dm/m ³)	不要	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ー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_i	サブカテゴリー i の樹木の炭素含有率	不要	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ー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_i	植林地上部バイオマス量に対する地下部の比率 (地下部/地上部比)	不要	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、該当する樹種が無い場合は最も類似する樹種を選択すること。 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。
$A_{gr,j}$	事業により刈払いされる植林対象地 j の面積 (ha/y)	不要	実測値
$V_{A,py,j}$	刈払い実施年 py における単位面積あたりの植生地上部のバイオマス量 (t-C/ha)	不要	植生地上部のバイオマス量については、IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-4 : 植生別、気候区分別等の適切な値を選択)。 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。
R_j	植生のバイオマス量の地上部に対する地下部の比率 (地下部/地上部比)	不要	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、該当する樹種が無い場合はもっとも類似する樹種を選択すること。 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。

5. その他

(1) プロジェクトバウンダリー

GHG 推計の範囲は、事業対象の植林地とする。

(2) リークエージ

事業実施によって人や農業活動 (耕作、牧畜) の移動を伴う場合は、境界外での森林伐採による炭素貯蔵量の消失 (リークエージ) の発生が懸念される。しかし、本方法論では草地、農地を植林対象としているが、多くの農民やその農業活動を境界外へ移動させるような植林事業は想定していないので、リークエージはゼロとみなせる。ただし、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、境界外へ移動する耕作面積、家畜数等を勘案の上、リークエージを算定する。例えば、該当する耕作地が 10%以上 50%未満 (50%の移動は、プロジェクトとして成り立たない) の場合は、人為的 GHG 削減量の 15%をリークエージとして計上する。

1. 森林・自然環境保全/植林

(3) 解説

本方法論において参考可能な CDM 方法論としては、AR-ACM0003 (Afforestation and reforestation of lands except wetlands, Version 02)と AR-AMS0007 (Afforestation and reforestation project activities implemented on lands other than wetlands, Version 03)がある。

本方法論の排出削減量算定ロジックは、上記の二つの方法論と同様である。ただし、本方法論では、植生地上部と地下部の炭素貯蔵量の変化をベースに算定を行い、リター・枯死木に関する炭素蓄積の推定は行ってない。また、土壌有機炭素の変化の推定は行わないこととした。これは、J-VER の場合、枯死木、リター、土壌のカーボンプールの変化の推定を無視しており、CDM の場合も任意にしていることに基づく。なお、植林の場合、枯死木、リター、土壌のカーボンプールの増加が想定されることから、これらは無視することで保守的な推計となる。

(4) 改訂履歴

Version	改訂月	改訂内容
2.0	2014年3月	<ul style="list-style-type: none"> 書式の微修正
3.0	2019年9月	<ul style="list-style-type: none"> カーボンストックの変化の計算方法を、連続する年の変化ではなく、隔年での変化でも計算できるように修正。 デフォルト値の使用を優先とすることとした。 土地利用毎のバイオマス量の値を、最新版に更新。
4.0	2023年3月	<ul style="list-style-type: none"> 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。 刈払いによる排出量について、1年あたりの平均値とするよう修正した。 「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	<ul style="list-style-type: none"> 変更なし。