

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 植林後に樹木の生育と維持に必要な管理が計画されていること。
- ② 主伐を計画している場合には、その CO₂ 吸収量の減少量を算定に含めること。
- 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、植林による純 CO₂ 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。

$$ER_{AR} = \Delta C_{PJ} - PE - \Delta C_{BL} \quad : \text{計算ファイル「Inputs \& Outputs シート」セル E12}$$

ER_{AR} : 植林による 1 年あたりの純 CO₂ 吸収量 (t-CO₂e/y)

ΔC_{PJ} : 植林による 1 年あたりの CO₂ 吸収量 (プロジェクト吸収量) (t-CO₂e/y)

PE : 植林に伴う 1 年あたりの GHG 排出量 (プロジェクト排出量) (t-CO₂ e/y)

ΔC_{BL} : 植林しない場合の 1 年あたりの CO₂ 吸収量 (ベースライン吸収量) (t-CO₂e/y)

なお、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、またこれらの定量化が困難なことから、本方法論では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。

(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、以下の 2 つのオプションのいずれかにより算定する。2 期間の炭素蓄積量が得られない場合はオプション 1、得られる場合はオプション 2 にて推計を行う。

なお、伐採木材製品による CO₂ 固定については保守性の観点から算定の対象外とする。植樹した樹木の枯死木や落枝などの薪利用による CO 吸収量の減少量は総吸収量と比較して微小と考えられるが、植樹した樹木の伐採を伴う大規模な薪利用が想定される場合には、下式において計上する (オプション 1 : 「事業実施後の主伐による年間 CO₂ 吸収量の減少量」にて計上 オプション 2 : 「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 (m³/ha)」にて計上)。

オプション 1

このオプションは、1 年あたりのバイオマス蓄積量について、IPCC デフォルト値を用いる簡便な手法である。

$$\Delta C_{PJ} = \Delta C_{PJ,G} - \Delta C_{PJ,L} \quad : \text{計算ファイル「Calculation シート」セル E5}$$

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

$$\Delta C_{PJ,G} = \sum_i (A_{PJ,i} \times G_{W,i} \times (1 + R_i) \times CF_i \times 44/12)$$

$$\Delta C_{PJ,L} = \sum_i (A_{PJ,i} \times HW_i \times BCEF_{S,i} \times CF_i \times 44/12)$$

$\Delta C_{PJ,G}$: 事業実施後の樹木成長によるバイオマス蓄積に伴う年間 CO₂ 吸収量の増加量 (t-CO₂e/y)

$\Delta C_{PJ,L}$: 事業実施後の主伐による年間 CO₂ 吸収量の減少量 (t-CO₂e/y)

$A_{PJ,i}$: 事業実施後のサブカテゴリ i の植林面積 (ha)

$G_{W,i}$: サブカテゴリ i の 1 年間の地上部バイオマス蓄積量 (t-d.m./ha/yr: ton dry matter/ha/yr)

R_i : サブカテゴリ i の樹木の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)

CF_i : サブカテゴリ i の樹木の炭素含有率

HW_i : サブカテゴリ i の樹木の幹材積 (事業実施期間の 1 年間の平均値) (m³/ha)

$BCEF_{S,i}$: サブカテゴリ i のバイオマス換算・拡大係数 (幹材積→地上部バイオマス) (t-dm/m³)

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。

オプション 2

このオプションは、t2 年と t1 年の植林地の CO₂ 蓄積量が設定できる場合に用いる手法である。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。

なお、植林地の CO₂ 蓄積量の差分について、複数年（例えば、20 年間、50 年間）の差分として求めることができ、(t2-t1)年で除して 1 年当たりの CO₂ 吸収量を求める。

$$\Delta C_{PJ} = (C_{PJ,t2} - C_{PJ,t1}) / (t2 - t1) \quad : \text{計算ファイル「Calculation シート」セル E5}$$

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

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

$C_{PJ,t1}$: 算定期間²の t1 年における植林地の CO₂ 蓄積量 (t-CO₂e/y)

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

$N_{t2,i}$: 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

² 対象プロジェクトによる CO₂ 吸収量を算定する期間は、基本的には対象プロジェクトの経済性評価などと合わせる（例：EIRR の算定期間の 50 年間）。一方、対象プロジェクトで経済性評価を行っていない場合はカーボンクレジット等制度の期間を参考に最低 20 年間とする。

1. 森林・自然環境保全/植林

t_1, t_2 : 算定期間の開始年と終了年

$N_{y,i}$ の算出:

$$\begin{aligned} N_{y,i} &= N_{A,y,i} + N_{B,y,i} \\ &= (T_{A,y,i} + T_{B,y,i}) \times CF_i \\ &= SV_{y,i} \times (1 + R_i) \times BCEF_{S,i} \times CF_i \end{aligned}$$

$N_{A,y,i}$: 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)

$N_{B,y,i}$: 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)

$T_{A,y,i}$: 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)

$T_{B,y,i}$: 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

$SV_{y,i}$: 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)

$BCEF_{S,i}$: サブカテゴリ i のバイオマス換算・拡大係数 (幹材積→地上部バイオマス) ($t-dm/m^3$)

R_i : サブカテゴリ i の樹木の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

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 t_1 年と t_2 年の CO_2 蓄積量の差分を下式により求める。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 $\Delta C_{BL} = 0$ となる。

$$\Delta C_{BL} = (C_{BL,t2} - C_{BL,t1}) / (t_2 - t_1) \quad : \text{計算ファイル「Calculation シート」セル E108}$$

$C_{BL,t1}$: 植林しない場合の t_1 年における草等の CO_2 蓄積量 (t- CO_2e/y)

$C_{BL,t2}$: 植林しない場合の t_2 -年における草等の CO_2 蓄積量 (t- CO_2e/y)

t_1, t_2 : 算定期間の開始年と終了年

(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 CO_2 排出量

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、 (t_2-t_1) 年で除して1年あたりの平均排出量として算定する。

$$C_{RMV,py} = \sum_j (O_{py,j} \times A_{gr,j} \times 44/12) / (t_2 - t_1) \quad : \text{計算ファイル「Calculation シート」セル E109}$$

1. 森林・自然環境保全/植林

- $C_{RMV,py}$: py年における草等を刈払いすることによるCO₂排出量 (t-CO₂e/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。

$$\begin{aligned} O_{py,j} &= R_{A,py,j} + R_{B,py,j} \\ &= (V_{A,py,j} + V_{B,py,j}) \times 0.5 \\ &= V_{A,py,j} \times (1 + R_j) \times 0.5 \end{aligned}$$

- $R_{A,py,j}$: 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 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)
 $V_{A,py,j}$: 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-d.m./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-d.m./ha)
 0.5 : 植生のバイオマス量に対する炭素含有率 (t-C/t-d.m.)
 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)

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。

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
$G_{W,i}$	サブカテゴリー i の1年間の地上部バイオマス蓄積量 (t-d.m./ha/yr: ton dry matter/ha/yr)	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, 4: 気候区分別、植生別、樹種別等の適切な値を選択）。ただし、適切な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。

1. 森林・自然環境保全/植林

R_i	サブカテゴリ i の樹木の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)	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 : 気候区分別、樹種別等の適切な値を選択)。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。
CF_i	サブカテゴリ 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-2 の “Carbon fraction”)。ただし、適切な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。
HW_i	サブカテゴリ i の樹木の幹材積 (事業実施期間の 1 年間の平均値) (m^3/ha)	不要	計画値
$BCEF_{S,i}$	サブカテゴリ i のバイオマス換算・拡大係数 (幹材積→地上部バイオマス) ($t-dm/m^3$)	不要	IPCC 等のデータに基づくデフォルト値を使用 (別表 A-1 の “BCEFs” から適切な値を選択)。ただし、適切な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。
$SV_{y,i}$	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)	不要	対象国の統計値、収穫予想表など。
$A_{gr,j}$	事業により刈払いされる植林対象地 j の面積 (ha/y)	不要	計画値
$V_{A,py,j}$	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 ($t-d.m./ha$)	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 (“2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”の Table 4.7, 5.1, 5.2, 5.3 等を参照)。ただし、適切な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。

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、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としたガイドラインや方法論は以下のとおりである。

- ・ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- ・ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
- ・ 2003 IPCC Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry
- ・ CDM 方法論：AR-ACM0003 (Afforestation and reforestation of lands except wetlands, Version 02)
- ・ CDM 方法論：AR-AMS0007 (Afforestation and reforestation project activities implemented on lands other than wetlands, Version 03)

Version 03)

- ・ Jクレジット方法論：FO-001 森林経営活動(Ver.6.0)
- ・ VCS 方法論：VM0047 Afforestation, reforestation and revegetation

本方法論の排出削減量算定ロジックは、主に IPCC の手法に従っている。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、土壌に関する炭素蓄積の推定は行っていない。なお、リター、枯死木、土壌の算定については、Jクレジット方法論では対象外、VCS 方法論では任意（方法論で示された条件に合致する場合は要算定）となっている。

(4) 改訂履歴

Version	改訂月	改訂内容
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。
6.0	2025年5月	<ul style="list-style-type: none"> ● プロジェクト吸収量に係る簡易的手法を追加した。 ● 主伐を実施する場合の算定方法を明確化した。 ● 誤記等を修正した。 ● 上記修正に伴い別表を最新かつ適切な内容に差し替えた。
7.0	2026年3月	<ul style="list-style-type: none"> ● 誤記等を修正した。 ● 計算シートの修正に伴い、計算式の記述における参照シート/セルを変更した。