GIC Discussion Paper
Center for Global Innovation Studies, Toyo University
No.20
2023年4月

［ワーキングペーパー］

森林分野における日本の温室効果ガス吸収量の算定方法及びJ-クレジット制度への示唆

福田　隆之　東洋大学グローバル・イノベーション学研究センター　客員研究員
播磨　南　みな木ち屋みな吉　代表

TOYO UNIVERSITY

GIC Discussion Paper は、グローバル・イノベーション学研究センター所属の研究員、客員研究員および外部研究者による研究成果をとりまとめたもので、学界、研究機関等、関連する方々から幅広くコメントを頂き、今後の研究に役立てることを意図しています。本稿はグローバル・イノベーション学研究センターが推進する公共政策イノベーション研究に関して、森林分野における日本の温室効果ガス吸収量の算定方法に着目し、本センター客員研究員と外部研究者で実施した調査研究成果をとりまとめたものです。

グローバル・イノベーション学研究センター
センター長 市川　顕

森林分野における日本の温室効果ガス吸収量の算定方法及び J-クレジット制度への示唆[注1]

東洋大学グローバル・イノベーション学研究センター　客員研究員　福田隆之
みな木ち屋みな吉　代表　播磨　南

はじめに

気候変動の進行、菅前総理によるカーボンニュートラル宣言などにより、温室効果ガスの吸収源としての森林に対する注目度が高まっている。だが、その吸収量の算定方法や、吸収源対策の一つである J-クレジット制度には、様々な課題が存在している。

主たる課題を先取りして述べると、前提として間伐が必ずしも CO2 吸収量の増加につながるわけではない（頻度や間伐率、ベースラインシナリオによって異なる）ところ、現行の J-クレジット制度においてはベースライン吸収量を、地球温暖化対策計画においては参照レベルを、それぞれ一律にゼロと設定し、かつ、両者とも吸収量の把握に幹材積の収穫予想表を用いているため、この点が顕在化されておらず、J-クレジット制度においては吸収量の追加性の観点から、地球温暖化対策計画においては対策の効果が見えにくいという点で、それぞれ問題である。

以下では、国による森林吸収量の算定方法及びオフセットクレジット制度について、日本における状況と課題を述べたあと（第 1 章）、海外の状況も踏まえて（第 2 章）、森林分野における温室効果ガス吸収量の算定方法及び J-クレジット制度への示唆を得ることを試みる（第 3 章）。

第 1 章　日本の森林吸収量の算定方法の現状と課題

1.1. 国による森林吸収量の算定に関する枠組み（地球温暖化対策計画）

1.1.1. 概要

地球温暖化対策の総合的かつ計画的な推進を図るため、政府は、地球温暖化対策推進法に基づき、「地球温暖化対策計画」を策定している（2021 年 10 月 22 日閣議決定）。

同計画には、温室効果ガスの削減目標及び目標達成のための対策・施策が示されている。森林は、同計画において温室効果ガスの吸収源として位置づけられ、吸収源対策として、間伐の推進をはじめとした森林の整備や保全、木材利用の推進等が掲げられている。

1.1.2. 目標

地球温暖化対策計画における温室効果ガスの削減目標及び森林吸収量の目標、並びに森林吸収量の目標の内訳は、表 1 及び表 2 のとおりである。以前の計画では、中期目標とし

[注1] このディスカッション資料の執筆時点は、2021 年 10 月である。

て 2030 年度に 2013 年度比 26%減、長期目標として 2050 年度までに 80%減とされていたが、2020 年 10 月 26 日の菅総理（当時）による「2050 年カーボンニュートラル宣言」等を受けて計画が見直され、削減目標が引き上げられた。

表 1 地球温暖化対策計画における目標値

	全体目標	森林吸収量の目標
中期目標	2030 年度に 2013 年度比 46%減 さらに 50%の高みに向け挑戦を続けていく ［旧目標］ ・2020 年度に 2005 年度比 3.8%減以上 ・2030 年度に 2013 年度比 26%	約 3,800 万 t-CO2 ※2013 年度総排出量比約 2.7% ［旧目標］ ・2020 年度に約 3,800 万 t-CO2 以上 ・2030 年度に約 2,780 万 t-CO2
2050 年目標	カーボンニュートラル ［旧目標］ ・長期目標として、2050 年度までに 80%減	－

（出典）地球温暖化対策計画及び旧地球温暖化対策計画（2016 年 5 月 13 日閣議決定）を基に筆者作成

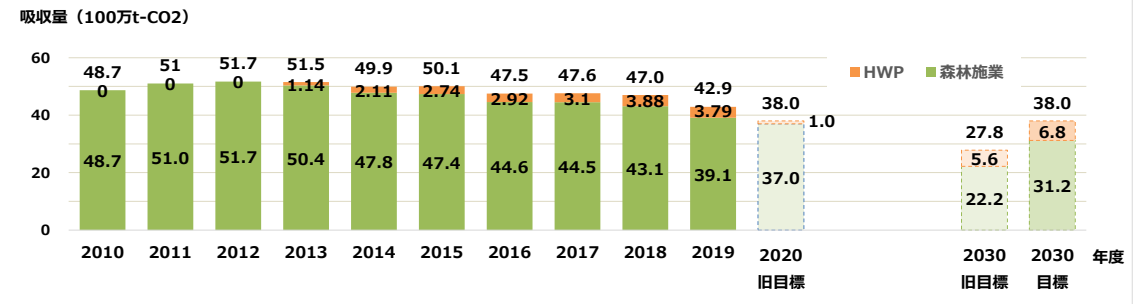
表 2 森林吸収量の目標値の内訳

	森林施業による吸収量	伐採木材製品（HWP）による吸収量
2030 年度	約 3,120 万 t-CO2 ［旧目標］ ・2020 年度に約 3,700 万 t-CO2 ・2030 年度に約 2,220 万 t-CO2	約 680 万 t-CO2 ［旧目標］ ・2020 年度に約 100 万 t-CO2 ・2030 年度に約 560 万 t-CO2

（出典）地球温暖化対策計画及び旧地球温暖化対策計画の各別表 5 を基に筆者作成

1.1.3. 森林吸収量の推移

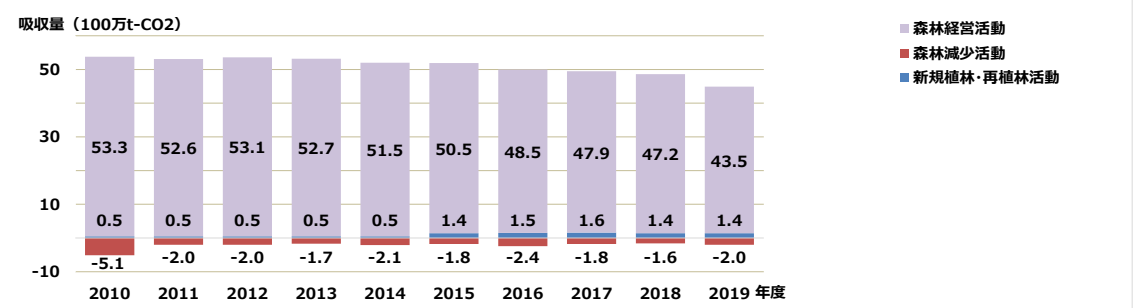
森林吸収量は、伐採木材製品（HWP）による吸収量は増加傾向にあるものの、全体としては微減傾向である（図 1）。2019 年度は、直近の 3 か年以上に減少傾向である。活動類型別（後述）に見ると森林経営活動による吸収量が例年よりも少なく、また、森林減少活動による排出量が例年よりも多いので（図 2）、この 2 点が影響した可能性がある。今後も同様の減少傾向が続いた場合、2030 年度の目標は、旧目標でも達成が危ぶまれる。よって、2030 年度の目標はかなり挑戦的な目標であることがうかがえる。



（注）2010～2012 年の HWP による吸収量は、当時算定対象外であったため 0 としてグラフを作成している。

（出典）林野庁（2015a、2016～2021a）及び表 2 より筆者作成

図 1　森林吸収量の推移（施業・HWP 別）



（出典）環境省（2012～2021b）より筆者作成

図 2　森林吸収量の推移（活動類型別）

1.1.4. 地球温暖化対策計画における森林吸収量の算定方法[注2]

森林は、光合成活動により大気から CO2 を吸収し、炭素を有機物として固定し一定期間貯留する。他方、伐採や自然攪乱（台風や山火事等による自然破壊）などの影響により CO2 を排出する。また、施肥、土壌中の有機物質の無機化、森林火災等によって N2O

[注2] この項の記載及び図表は、特に断りのない限り、温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）（2021）及び環境省（2021c、2021d）の記載内容を参考にした。地球温暖化対策計画においては森林による吸収量・排出量の算定方法は明示されていないが、同計画の進捗状況が毎年度末に公表されており、例えば最新の 2019 年度進捗状況の点検結果（地球温暖化対策推進本部 2021, p.324）において、京都議定書第二約束期間のルールに基づき算定している旨が記載されている。また、同書で「速報値」として報告されている吸収量の数値は、例年、当該年度の翌年 12 月に環境省が公表しているものだが、例年、その更に翌年の 4 月に「確報値」も公表している（環境省 2021a）。この「確報値」は、毎年 GIO が作成し日本が国連気候変動枠組条約（UNFCCC）事務局に提出している「国家インベントリ報告書」（NIR）の数値と一部を除き一致している。つまり、地球温暖化対策計画における吸収量は、NIR における算定方法が用いられているということになる。NIR には算定方法も記載されているため、本項では主として最新の NIR（GIO 2021）の記載を参照している。なお、環境省（2021c、2021d）においても同内容の算定方法が説明されている。環境省（2021c、2021d）は一般向けに公開されている文書であり、算定方法に関し、NIR にはない補足説明もあるため、一部はこちらを参照した。

（一酸化二窒素）や CH4（メタン）といった CO2 以外の温室効果ガスも排出する。つまり、森林は、温室効果ガスの吸収源でもあり、排出源でもある。

こうした森林による温室効果ガスの吸収量・排出量の算定方法は、主として京都議定書、パリ協定、IPCC ガイドライン[注3]等で定められており、地球温暖化対策計画においてもそれを踏まえ、3 つの森林の活動類型ごとに、6 つの炭素プール別に炭素ストック量（蓄積量）の変化量（増加量又は減少量）から各炭素プールの吸収量・排出量を算定し、そこに非炭素ストック由来の温室効果ガス（以下「非 CO2」という）の排出量を合計して算定されている。森林経営活動については、これに加えて、参照レベルに関する調整（後述）が行われている（図 3）。

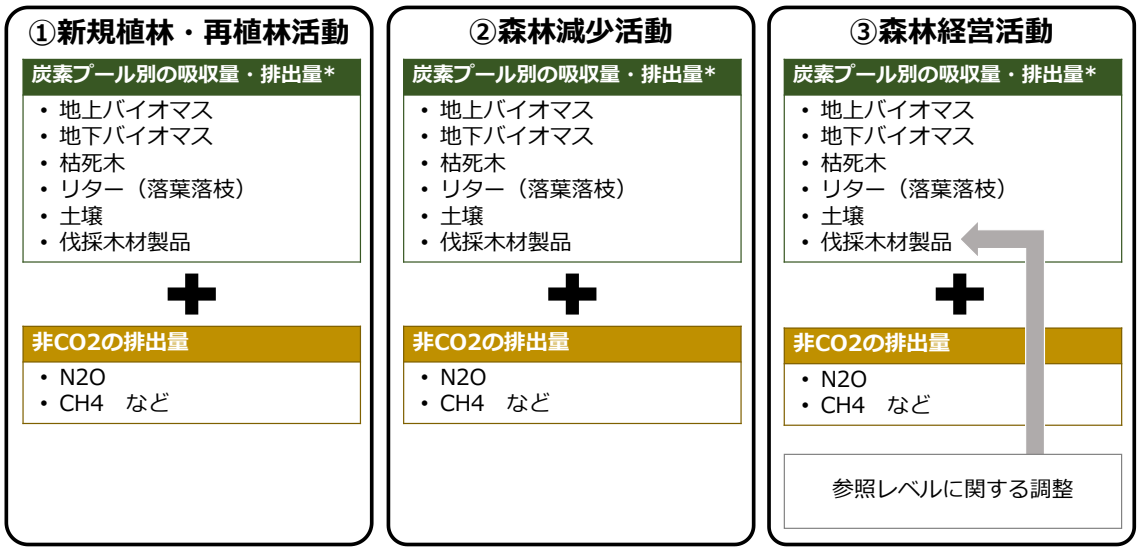


図 3　地球温暖化対策計画における森林吸収量の算定区分

なお、IPCC ガイドラインにおいて、温室効果ガスの排出量・吸収量は分野別に算定・報告することとされている（IPCC 2006a）。そして、環境省（2021d, p.1）によれば、「伐採木材製品をエネルギー利用した場合の CH4 及び N2O 排出はエネルギー分野で、伐採木材製品の廃棄物としての焼却処分の CH4 及び N2O の排出は廃棄物分野で、伐採木材を埋め立てた場合の埋立地からの CH4 排出は廃棄物分野での算定対象となっており、LULUCF[注4]分野の算定・報告対象には含まれない。逆に、エネルギー利用や単純焼却された伐採木材からの CO2 排出、廃棄された伐採木材の腐朽による CO2 排出は、LULUCF 分野において各炭素プールの減少分として既に CO2 排出と換算されていることから、

[注3] 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が策定したガイドライン

[注4] Land Use, Land-Use Change and Forestry（土地利用、土地利用変化及び林業）の略。森林及び HWP による吸収量・排出量はこの分野に含まれる。（以上、IPCC（2006b）、GIO（2021））。

「カーボンニュートラル」と呼ばれる扱いによって、二重計上を避けるためにエネルギー分野や廃棄物分野の CO2 排出には含めないこととなっている」。

筆者の見聞の限りでは、バイオマス発電等における燃料の燃焼に伴い排出される CO2 については、燃料となった樹木がかつて吸収した CO2 であるためにその排出量はゼロと扱われるという説明をよく目にするし、これを「カーボンニュートラル」と説明していることが多い。しかし、上述のとおり、その排出量はエネルギー分野ではなく LULUCF 分野（のうちの森林分野）で計上されている。森林分野においては伐採による排出量だけを切り出して算定してはいないため目立たないだけで、国全体の排出量の算定においては、ゼロとは扱われず、伐採の時点で排出と扱われているのである。バイオマス燃料については、燃やしても CO2 が排出されないのではなく、森林分野で排出分をカウントしているため燃焼時点でカウントしないだけであることに留意が必要である。

1.1.4.1. ３つの活動類型

CO2 の吸収自体はどのような森林においても行われるが、すべての森林が吸収源として認められているわけではない。地球温暖化対策計画において温室効果ガスの吸収源となる森林（吸収量を国の削減量としてカウントすることができる森林）は、森林法 5 条及び 7 条の 2 に基づく森林計画制度（地域森林計画及び国有林の地域別の森林計画）の対象となる森林のうち、表 3 の①～③のいずれかの活動がなされている森林のみである。

表 3 吸収源となる森林の類型

活動類型		定義
①	新規植林 (Afforestation)	少なくとも 50 年間森林ではなかった土地を植栽、播種あるいは天然更新の人為的な促進により、森林へ転換すること。
	再植林 (Reforestation)	かつて森林であったが、その後森林以外の用途に転換されていた土地に対して、植栽、播種あるいは天然更新の人為的な促進により、森林へ転換すること。
②	森林減少 (Deforestation)	森林から森林以外の用途へ直接人為的に転換すること。
③	森林経営 (Forest Management)	森林に関連する生態的（生物多様性を含む）、経済的、社会的機能を持続可能な方法で満たすことを目指した、森林が存する土地の経営と利用に関する一連の行為。 日本では、具体的には以下のように定義している。 ・ 育成林については、森林を適切な状態に保つために 1990 年以降に行われる森林施業（更新（地拵え、地表かきおこし、植栽等）、保育（下刈り、除伐等）、間伐、主伐） ・ 天然生林については、法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置

（出典）環境省（2021b）及び GIO（2021）より筆者作成

1.1.4.2. 6 つの炭素プール

上記 3 つの森林について、それぞれ 6 つの炭素プール別（a.地上バイオマス、b.地下バイオマス、c.枯死木、d.リター（落葉落枝）、e.土壌、f.森林から伐採された伐採木材製品（HWP））に、吸収量及び排出量が算定される。炭素プールとは耳慣れない言葉だが、“ある時点において炭素が森林内外のどこにあるか”という観点でグループ分けしたものと捉えると少し分かりやすいかもしれない（図 4）。

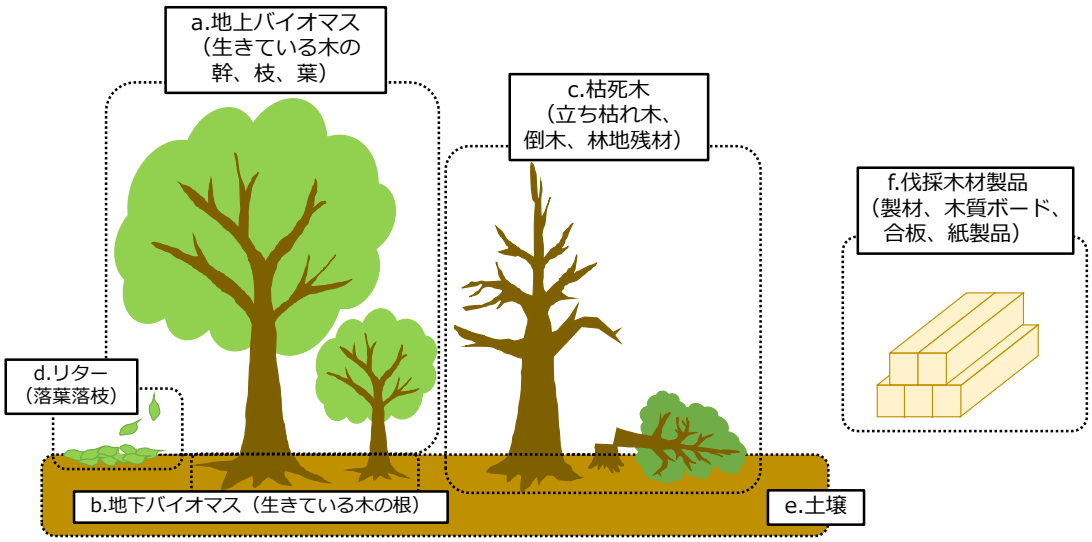


図 4　6 つの炭素プール

なお、私見だが、樹木のライフサイクルからこの 6 つのプールを見ると次のようになる（図 5）。

樹木が生きている間は、樹木内の炭素は a 及び b のプールに入っている。それが伐採されると、いったん a 及び b から出る。この時点で、一度炭素は排出されたとみなされるが、伐採後に製品化された分の炭素だけは、f のプールに再び入る。製品が廃棄されて焼却されると、炭素は f を出て、そして次に入ることができるプールはないので、実質的にはここで炭素が排出されたということになる。一方、端材で製品化されずに薪やバイオマスに回った分、丸太ごとバイオマス燃料になった分などは、次に入るプールがないため、a 及び b のプールを出た時点で排出ということになる。枯れたものや落ちた枝葉も同様に、a 及び b のプールからは出て、c や d、その後 e を経て、実質的な排出に至る。

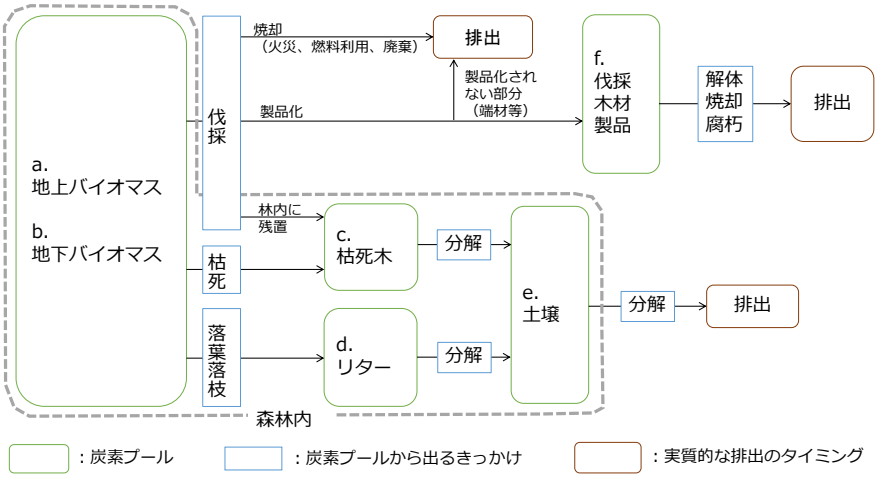


図 5　木のライフサイクルから見た 6 つの炭素プールと炭素の流れ

1.1.4.3. 吸収量と炭素ストック量（蓄積量）との関係

各プールの吸収量・排出量は、前述のとおり、各プール内の炭素ストックの変化量（増加量又は減少量）から算定されており、プール内の炭素ストック量が増加していれば当該増加量（に CO2 換算係数を乗じたもの）が吸収量として計上される。逆に、プール内の炭素ストック量が減少していれば、当該減少量（に CO2 換算係数を乗じたもの）が排出量として計上される（図 6）。

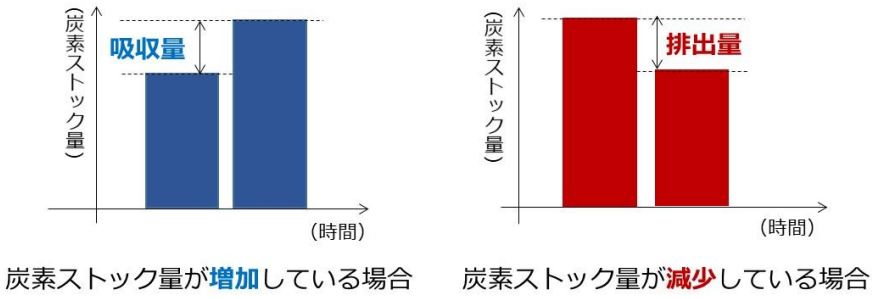


図 6　炭素ストック量の変化と吸収量・排出量の関係

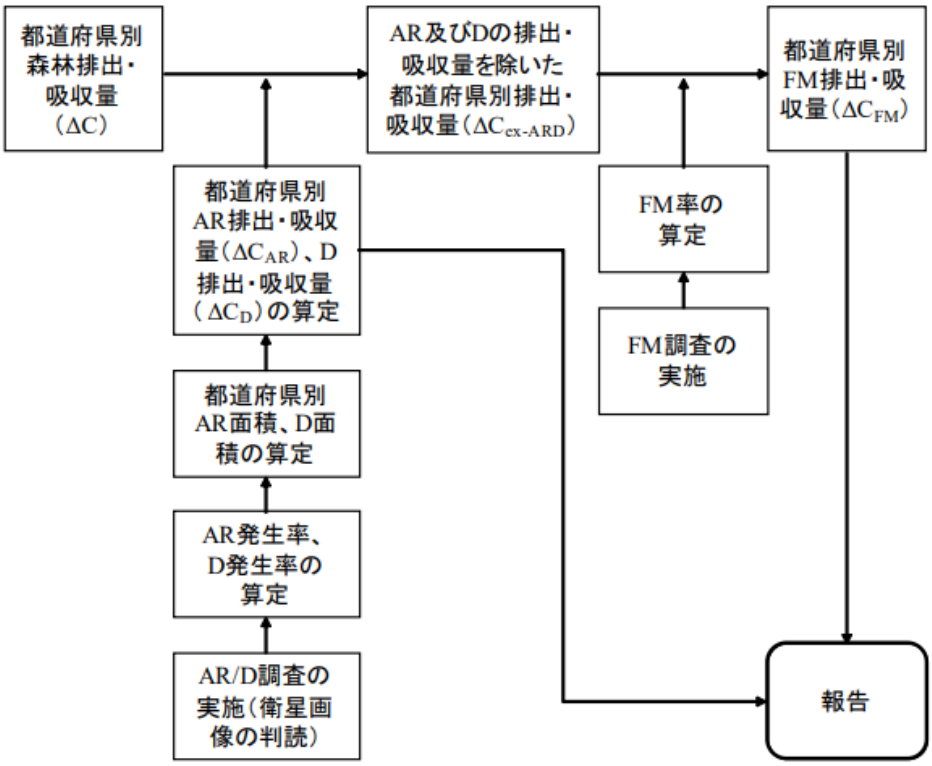
つまり、炭素ストック量が増加していれば吸収、減少していれば排出ということになる。なお、「吸収量が増加する」とは炭素ストック量の増加幅が大きくなる、「吸収量が減少する」とは炭素ストック量の増加幅が小さくなる、ということである。1.1.4.で森林吸収量は減少傾向にあると述べたが、あれは、炭素ストック量が減少しているわけではなく、炭素ストック量は増加しているがその増加幅が小さくなっているということである。

1.1.4.4. 各活動の吸収量･排出量の算定手順

新規植林、再植林及び森林減少活動における各プール（HWP プールを除く）の吸収量・排出量については、衛星画像の判読結果に基づいて都道府県別に該当する森林面積を把握した上で、活動別・プール別の吸収量・排出量の算定を行っている（図 7）。

森林経営活動における各プール（HWP プールを除く）の吸収量・排出量については、都道府県別の森林（森林計画の対象となっているすべての森林）の吸収量・排出量（ΔC）から新規植林、再植林（AR）活動及び森林減少（D）活動に伴う吸収量・排出量を差し引き、さらにサンプル調査から求めた森林経営活動対象森林の割合（FM 率）を適用することによって、吸収量・排出量の算定を行っている（図 7）。

なお、HWP プールについては、森林外に存在することから、上記の手順とは別に算定を行っている。



（出典）GIO（2021） 図 11-1

図 7 新規植林･再植林、森林減少、森林経営活動に伴う吸収量･排出量の算定手順
（HWP プールの吸収量･排出量を除く）

次項から、具体的な算定方法について述べる。紙幅の都合上、3 つの活動のうち最も吸収量が多い森林経営活動の算定方法についてのみ述べることとし、炭素プールについて

は、その吸収量の約 97%[注5]を占める地上バイオマス及び地下バイオマスプールと、吸収量が増加傾向にある HWP プールに絞って述べることにする。

1.1.4.5. 森林経営活動による吸収量･排出量の算定方法

1.1.4.5.1 地上バイオマス、地下バイオマス

6 つのプールのうち、生体バイオマス（地上バイオマス及び地下バイオマス）の炭素ストックの変化量は、2 つの時点の生体バイオマスの炭素ストック量を比較する手法（蓄積変化法）を用いて算定されている。算定式は以下のとおりである（図 8）。

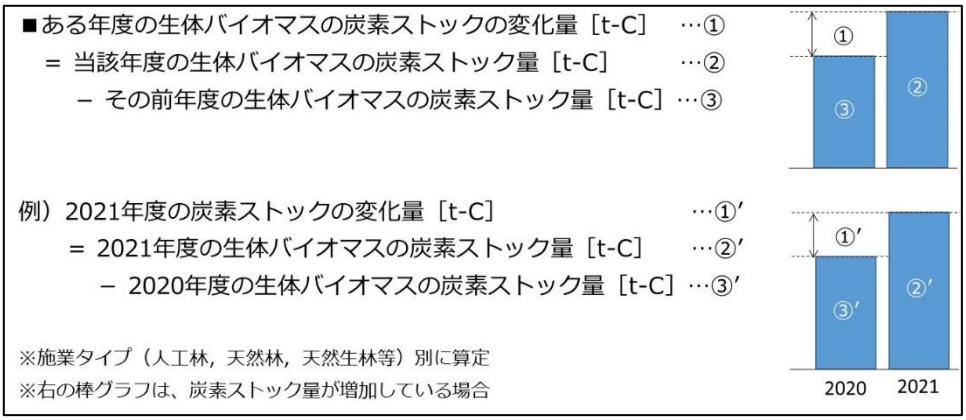


図 8 生体バイオマスの炭素ストック変化量の算定式

ある時点の炭素ストック量の算定式とその考え方及び幹材積の算定式及びその参照先は以下のとおりである（図 9）。

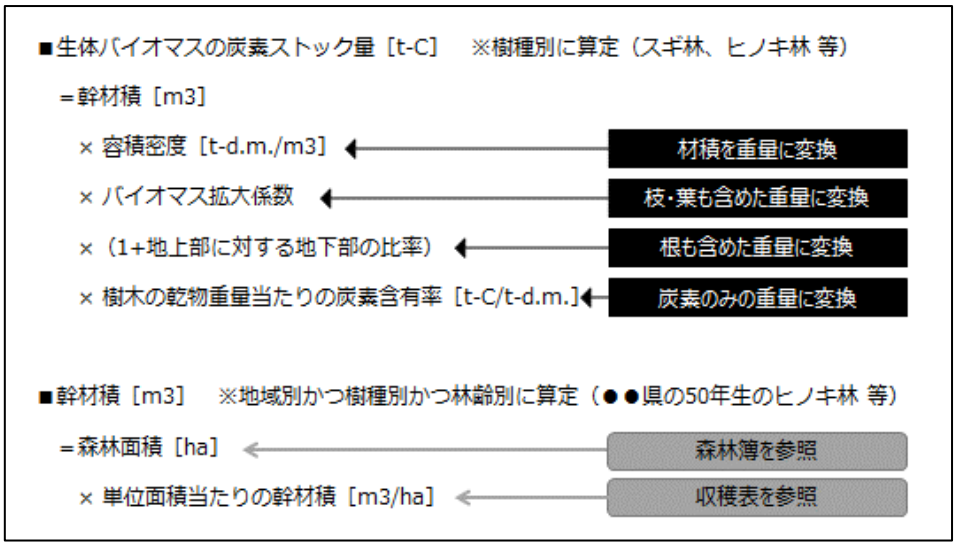


図 9 生体バイオマスの炭素ストック量･幹材積の算定式

[注5] GIO（2021）から筆者計算

生体バイオマスの炭素ストック量の算定式のうち、容積密度、バイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率及び炭素含有率は、国が樹種ごとに一律に設定している。

幹材積の算定式のうち、森林面積は、森林簿に掲載された面積が用いられている。森林簿とは、域内の森林の樹種、林齢、面積、人工林・天然林の区分などを記載したもので、民有林は都道府県が、国有林は各地域の森林管理局が毎年更新を行っている。森林面積は樹種別かつ林齢別に算出されている。皆伐して再造林が行われた場合は、林齢別の面積が変化することになる。

単位面積当たりの材積の算出には、一定の地域・樹種・地位ごとに標準的な施業を行った場合の成長過程を示した「収穫表」（林齢又は齢級と単位面積当たりの材積との関係を示したもの）に掲載された材積が用いられている。収穫表は、民有林のうち、人工林の代表的な樹種であるスギ、ヒノキ、カラマツ林については新収穫表（2006 年に森林総合研究所が最新の全国の調査結果を反映し地域の違いも考慮して作成した収穫表）が用いられ、残りの民有林については都道府県作成の収穫表が、国有林については各地の森林管理局が作成した収穫表が用いられている。

1.1.4.5.2. 森林経営活動対象森林の割合（FM 率）

前述のとおり、森林経営活動の対象となる森林は、1990 年以降に施業のあった育成林及び 1990 年以降も保護・保全措置が講じられている天然生林に限られる。こうした森林経営活動に伴う吸収量・排出量（HWP プールの吸収量・排出量を除く）は、1.1.4.4.で述べたとおり、森林計画制度の対象となっているすべての森林の吸収量・排出量から新規植林・再植林活動及び森林減少活動に伴う吸収量・排出量を差し引いた後、森林経営活動対象森林の割合（FM 率）等を適用することによって算定されている。

具体的には、育成林については、毎年度サンプル調査で 1990 年以降の施業の有無及び内容を調査し（2019 年度の調査個所は全国で約 22,400 箇所（GIO 2021, p.11-9））、調査結果から調査個所に対する FM 率を地域・樹種・齢級ごとに求めている。1990 年以降施業履歴がなかった（放置されていた）育成林で間伐等の施業が行われた場合、この FM 率が向上することになる。

天然生林については、法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置が講じられている森林（森林法に基づく保安林、自然公園法に基づく国立公園特別地域等）の面積を抽出して、吸収量・排出量を算定している。

1.1.4.5.3. 伐採木材製品（HWP）

森林から伐採され、搬出されて製品化された木材（伐採木材製品（HWP））は、木材が住宅資材や家具などに利用されている間は木材中に炭素を固定し、一定期間蓄積する。最終的に焼却、腐朽等によって廃棄されたときに CO2 を排出する。この性質により、京都議定書第 2 約束期間から、HWP が炭素プールに加わることになった。

対象となるのは、国産材由来の製材、木質ボード、合板、紙製品である。これらの利用又は廃棄に伴う炭素ストックの変化量が算定される。

具体的には、以下の方法で全体の変化量を算定し、その際に、後述の新規植林・再植林活動及び森林減少活動由来の変化量を差し引いたものを、森林経営活動由来の変化量としているようである。

1.1.4.5.3.1 建築物に利用される製材、木質ボード、合板

HWP のうち製材、木質ボード、合板については、日本では建築物への利用が大部分を占めており、かつ建築物にかかる統計類は一定の精度で取りまとめられていることから、「建築物」と「その他木材利用」とに分けて算定されている。

建築物に利用される製材、木質ボード、合板の炭素ストック量の変化は、建築着工に投入される製材、木質ボード、合板の炭素量をインフロー、建築解体時において排出される炭素量（解体された建築物に含まれる製材、木質ボード、合板の炭素量）をアウトフローとしてそれぞれ計算し、インフローからアウトフローを差し引いて算定される。それぞれの算定式は以下のとおりである。

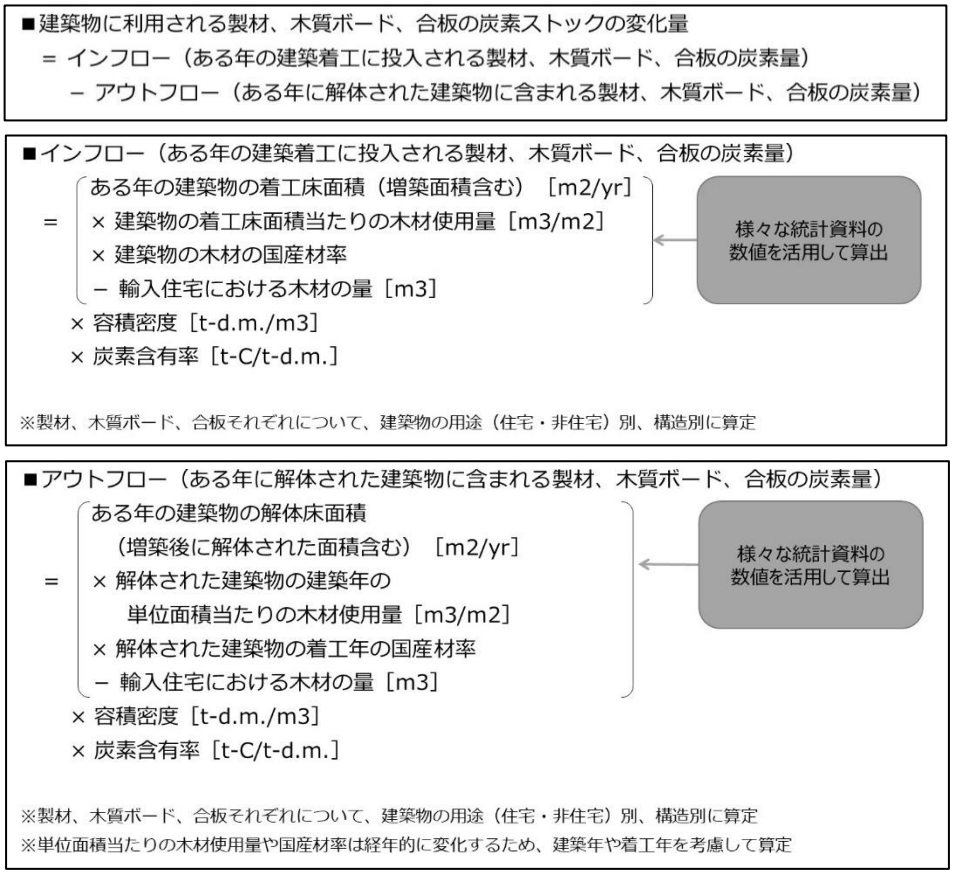


図 10 建築物に利用される製材、木質ボード、合板の炭素ストックの変化量の算定式

1.1.4.5.3.2 その他の木材利用、紙製品

「その他の木材利用」（建築物以外で使用される製材、木質ボード、合板）及び紙製品の炭素ストックの変化量は、算定対象年の炭素ストック量からその前年の炭素ストック量を差し引いて算定される。

各年の炭素ストック量は、算定対象年及び 1900 年から算定対象年の前年までに HWP プールに投入された国産材由来の木材の量をそれぞれ炭素量に換算し、それぞれの炭素量を半減期（2 年）を考慮して減衰させたうえで合算して算出される。

算定対象年に HWP プールに投入された国産材由来の木材の量は、対象製品の出荷量、販売量又は生産量に国産材率を乗じて算出されており、出荷量等及び国産材率は様々な統計資料を活用して算出されている。

1.1.4.5.3.3 新規植林･再植林活動及び森林減少活動由来の HWP

新規植林・再植林活動由来の HWP については、「我が国は AR（新規植林・再植林活動）対象森林では HWP として利用する木材の供給が発生していない」（GIO 2021, p.11-17, 括弧内筆者補足）として、変化量は 0 と報告されている。

森林減少活動由来の HWP については、即時排出と扱われ、前述のインフロー（投入量）の計算時にその分が減じられている（GIO 2017, p.11-44、環境省 2021e）。森林減少活動由来のインフローの推計は、2015 年度分について、全森林からの素材生産量に、森林減少活動由来の材積と全伐採材積の割合を乗じて算出した旨が国連気候変動枠組条約事務局に報告されており（GIO 2017, p.11-44）、その後は算出方法を変更した旨の報告がないので、おそらくその後も同じ方法が用いられている。「森林減少活動由来の材積と全伐採材積の割合」の算出方法は、前述の衛星画像の判読により得られた森林減少活動発生率（1.1.4.4.参照）を全体の伐採量に乗じているのかと思われるものの（環境省 2021e）、詳細は公表されていない。

1.1.4.5.4. 非 CO2 の排出量

森林からは、施肥や土壌中の有機物の無機化に伴う N2O の排出、森林火災に伴う CH4 や N2O の排出など、CO2 以外の温室効果ガスの排出もあり、これらの排出量も算定されている（算定方法の詳細は紙幅の都合で割愛する）。なお、土壌中の有機物の無機化に伴う N2O の排出は、土地利用変化・管理変化により土壌中の炭素が損失した場合の窒素の無機化に伴う N2O の排出のみが算定されている。また、火災に伴う CO2 の排出は 6 つのプールにおける算定過程で把握される。

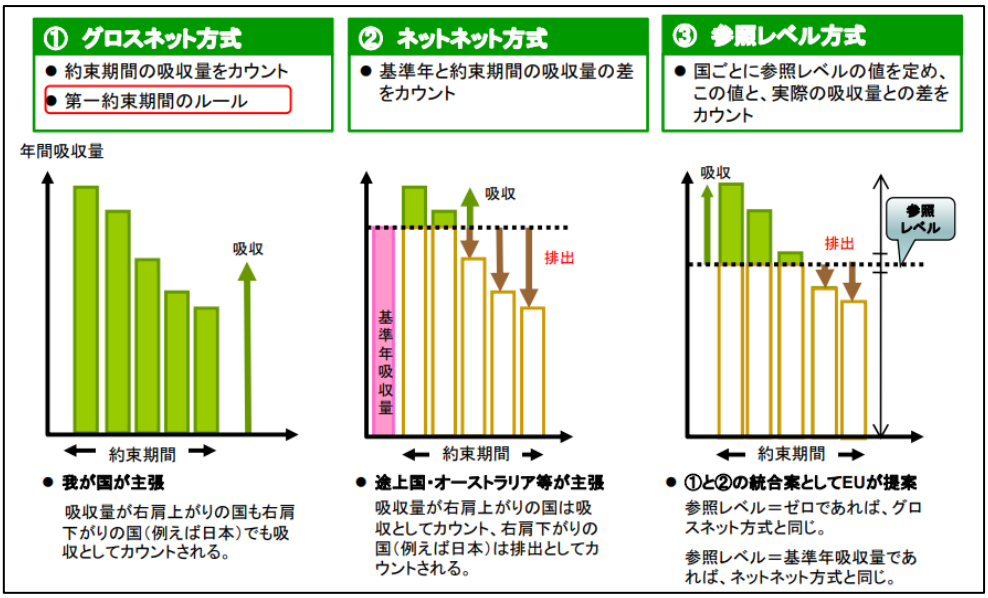
1.1.4.5.5. 参照レベル及び参照レベルに関する調整

森林経営活動由来の森林の吸収量・排出量については、京都議定書第 2 約束期間（2013～2020）においては、各国が「参照レベル」を設定し、上記の活動別・プール別に算定さ

れた当年の吸収量・排出量から参照レベルを差し引いたものを最終的な吸収量・排出量とすることとされている（林野庁 2015b p.4、CMP2011 p.14、IPCC2014）。

参照レベルとは、IPCC（2014, p.2.93）においては“a value of average annual net emissions and removals from FM in the second commitment period”（第 2 約束期間中の年間平均吸収量・排出量（筆者翻訳））とされており、それ以上の詳細な定義はない。ただし、京都議定書第 6 回締約国会合（CMP6）で採択された決定（Decision 2）（いわゆる「カンクン合意」の 1 つ）において、過去の吸収量報告、林齢構造、これまでの森林経営活動、BAU（Business As Usual）シナリオの下で予測される森林経営活動、第 1 約束期間における森林経営活動の取り扱いの継続等を考慮して設定することとされている（CMP 2010, p.5）。

この「参照レベル方式」は京都議定書第 2 約束期間からのルールであり、第 1 約束期間では「グロスネット方式」[注6]が採用されていた（図 11）。



（出典）赤堀（2010）p.17

図 11　気候変動枠組条約締約国会議で議論された森林吸収量の主な算定方式案

2008 年以降、気候変動枠組条約締約国会議において、第 2 約束期間からの算定方式について議論が行われた。そして、第 1 約束期間のグロスネット方式に対し、「ネットネット方式」（豪州、ノルウェー、中国等が主張）及び「将来見通しベースライン方式」（カナダが主張）が提案された。議論が平行線をたどる中、折衷案として、EU が「バー方式」を提案し、バーの設定方法について先進国間の議論を進める中で、バー方式と将来見通しベースライン方式が統合されて参照レベル方式となった。（以上、赤堀 2010）

[注6] 約束期間中の毎年の排出・吸収量を全量計上する方式（林野庁 2015b, p.51）

参照レベルについて詳細な定義がないのは、参照レベル方式が、このように交渉の過程で折衷案として生まれた方式であるためと思料する。実際、参照レベルの解釈は国により異なるという印象がある。

例えば、日本は、第1約束期間から「森林経営活動がなされている森林」の解釈として狭義の解釈（ナローアプローチ[注7]）を採用していること、及び、第1約束期間からの算定方法の一貫性を確保することを理由として、HWP以外の炭素プールについては参照レベルをゼロとしている（GIO 2021, p.11-49、林野庁 2015b, p.53、環境省 2021e）。

これは、参照レベルを「人為的な営みなく（つまり放置された状態で）発生する吸収量・排出量」と解釈していることがうかがえる（そして、“日本はナローアプローチにより既に人為的に発生する吸収量・排出量のみを算定しており、放置された森林による吸収量・排出量は算定対象から除外しているのだから、すべての森林が放置された場合の吸収量・排出量はゼロである、即ち参照レベルはゼロである”という結論に至る）。京都議定書及びパリ協定がターゲットにしているのは人為的に発生する温室効果ガスの排出量及び吸収量であることから、“参照レベル方式とは人為的に発生した森林吸収量・排出量のみを計上する（人為的な営みなく自然に発生した吸収量・排出量を除外する）という趣旨のものである”という理解に立つならば、参照レベルを上述のように解釈することも不自然ではない。

一方、林野庁（2015b, p.33）には「基本的に、参照レベルはBAUに基づく将来予測であるため追加的な森林吸収源対策がなければ参照レベルと同程度の吸収量になることが予測される」との記載もあることから、“参照レベル方式とは追加的な対策による吸収量・排出量のみを計上する（特段の対策を講じない場合の吸収量・排出量を「参照レベル」として設定し算定対象から除外する）という趣旨のものである”という解釈もあり得る。林野庁（2015b）によれば、他の先進諸国は、森林経営対象森林の特定に当たってブロードアプローチを採用しており、参照レベルもゼロ以外の値を設定している。また、参照レベルの設定に当たっては、市場の将来予測等を踏まえて伐採量を予測し、それを基に参照レベルを設定している。これは、上述のように追加的な対策の有無に力点を置いて参照レベルを解釈しているものと推測する（ただし、2009年以前に採択・実施された政策の影響は考慮して良いこととされているため、純粋なBAUによる予測値とはなっていない）。

なお、日本がナローアプローチを採用している理由について、Webサイト上では公式の見解は見当たらないが、京都議定書の採択・発効時の交渉経緯がその背景にあるようである。天野（2009）によれば、当初、日本は、森林吸収量を削減目標に組み込むことに関し、広大な森林保有国が圧倒的に有利であること等から反対していた。しかし、他国に比

[注7] IPCCは森林経営活動の解釈として狭義の解釈（ナローアプローチ）及び広義の解釈（ブロードアプローチ）の2つを示している。ナローアプローチは、追加的人為性を厳密に捉え、基準年以降、対象活動（間伐等）が確実に行われている森林のみを対象地とするアプローチである。ブロードアプローチは、森林計画制度の対象森林すべてを森林経営対象森林とするアプローチである（林野庁 2015b, p.50）。

べ省エネが進んでいたにも関わらず先進国の一員として高い削減目標を受け入れる必要があったこと、議長国として合意形成を図る必要があったこと等から、最終的に森林吸収量を組み込む判断となった。その後、米国の京都議定書からの離脱に伴い、EU 等が議定書の発効を優先し、日本に特例的に大きな森林吸収量の上限値[注8]を認めた。その結果、日本の森林吸収量は、他の締約国から厳しいチェックを受けることとなったという。おそらくはこうした経緯を背景に、森林経営活動対象森林を厳密に特定するため、ナローアプローチを採用することになったと思料する。

一方、HWP については、ナローアプローチのようなものは存在しないため、日本も参照レベルを設定している（環境省 2021e）。HWP の参照レベルは、2012 年までの推移を基に将来予測した値が使用されている（GIO 2021, p.11-49）。

なお、将来予測においては HWP の炭素ストックは減少傾向にある（すなわち排出源となる）とされ、参照レベルは排出量が設定されている（現に 2013 年までは減少傾向にあった）。しかし 2014 年以降炭素ストックは増加傾向になり、HWP は吸収源となっている。このため、参照レベルに関する調整を行う、つまり吸収量から参照レベル（排出量）を差し引くと、参照レベル分の排出量が吸収量として加算されることになる（図 12）。この加算分は意外に大きく、近年では HWP による吸収量の 5 割前後を占めている。

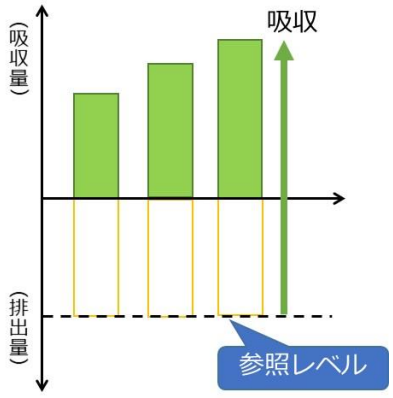


図 12　日本の HWP の吸収量と参照レベルのイメージ

1.2. オフセットクレジット制度（J-クレジット制度）

1.2.1. 概要

地球温暖化対策計画において、「目標達成のための分野横断的な施策」の 1 つに J-クレジット制度の推進が掲げられている。

[注8] 京都議定書においては、森林吸収量を無制限に削減目標及び削減実績に算入することはできず、上限値が定められている。第一約束期間は国ごとに上限値が定められており、日本は 3.8%（1990 年比）とされた（林野庁 2011）。なお第二約束期間は各国一律 3.5%（1990 年比）とされた（林野庁 2012）。

同制度は、省エネルギー機器の導入や森林管理などの取組（プロジェクト）による、CO2 などの温室効果ガスの排出削減量や吸収量を「クレジット」として国が認証する制度である（所管は環境省・経済産業省・農林水産省・林野庁）。取得したクレジットは、一般的なカーボン・オフセットのほか、地球温暖化対策法に基づく国への排出量報告（企業の排出量算定・報告・公表制度）のうち、調整後排出量（クレジット等を加味した排出量）の報告において活用することができる。（以上、経済産業省等 2021a）。クレジットの認証対象期間は原則として 8 年以内である（経済産業省等 2021b）。

森林管理による J-クレジット取得のための主な要件は以下のとおりである（経済産業省等 2021c）。

①森林経営計画が策定されていること

②認証対象期間中に、プロジェクト対象森林（クレジットを取得しようとする森林）の、どこか 1 カ所で 1 回は森林経営計画に基づく間伐を行うこと

③追加性を有すること。具体的には、プロジェクト実施後の吸収量が、国が設定したベースラインの吸収量を上回り、かつ、プロジェクトが赤字である（補助金があったとしても経費が収益を上回る）こと（詳細は後述）

④主伐が予定されている場合、認証対象期間における吸収見込み量の累計が、主伐による排出分を考慮しても正であること

その他、クレジットの認証に当たり、以下の項目等につき報告が必要となる。

①毎年度の吸収量

②適切な施業又は森林の保護（森林の巡視等を含む）の実施状況

③モニタリングプロット内の樹木の胸高直径及び樹高（実測値。地位判定に使用）

1.2.2. 追加性

1.2.2.1. 追加性とは

「追加性」（additionality）とは、京都議定書や様々な国のクレジット制度においてしばしば登場する用語である。従来の枠組みの転用、流用でなく、追加、上乗せしなければならないというような意味で用いられている。例えば、京都議定書では、「CDM（クリーン開発メカニズム）プロジェクトにおいて認証される温室効果ガス排出削減量は、その排出削減プロジェクトを実施しなかった場合の排出削減量に対して追加的（additional）でなければならない」などと規定されているほか、資金の追加性（Financial additionality）に関しては、附属書 I 国は、京都メカニズムに用いられる資金が、ODA 資金の流用となってはならないと決定されている。（以上、環境イノベーション情報機構 2021）

どのような場合に追加性があると認められるかについて、統一的な定義はないものの、私見[注9]では、クレジット制度においては、以下の要件（以下「追加性要件」という）を満たすことが求められているようである。

①そのプロジェクトを実施しなかった場合よりもした場合の方が排出削減量・吸収量が増えること

②クレジット制度がなければ、そのプロジェクトを実施しなかったと判断できること（クレジット制度がなくても実施されたであろうと判断されるものは追加性なし）

1.2.2.2. 追加性が求められる理由

なぜこのような「追加性」が求められるのか。

追加性要件①が求められる理由は、プロジェクトを実施しなかった場合と比較して排出削減量・吸収量が増えないプロジェクトにクレジットを付与しても、正味の排出量が減らないからである（二宮 2019）。CDM やクレジット制度は、クレジットの購入者に、購入した分だけ温室効果ガスを排出して良い（排出削減をしなくて良い）ことを認めるものである。ゆえに、プロジェクト実施者は、購入者に代わって吸収量を増やすか排出量を削減しなくてはならないということである。

また、クレジット制度は、クレジット制度が存在しない状態に対して、温室効果ガス排出量の削減を促す制度であるべきとの見解から、上記の追加性要件②が求められることになる。

1.2.2.3. J-クレジットにおける追加性の判断方法

追加性要件①（そのプロジェクトを実施しなかった場合よりもした場合の方が吸収量が増えること）については、プロジェクト実施の結果、方法論によって設定されたベースラインと実際の排出量（吸収量）との差分を「追加的な」排出削減量（あるいは吸収量）として認証している（経済産業省等 2021b）。差分がなければクレジットは付与されない。ただし、森林管理プロジェクトの方法論においては、ベースラインはゼロと設定されている（経済産業省等 2021c）。

追加性要件②（クレジット制度がなければ、そのプロジェクトを実施しなかったと判断できること）については、原則として経済的障壁の有無によって評価すると規定されており（経済産業省等 2021d）、森林管理プロジェクトにおいては、プロジェクトが赤字である（補助金等があったとしても、認証対象期間中の経費及び銀行等借入利子が同期間中の収益を上回る）ことが求められている（経済産業省等 2021c）。

[注9] 環境イノベーション情報機構（2021）、二宮（2019）、海外のクレジット制度（後述）等を参考にした筆者の見解

1.2.3. 吸収量･排出量の算定方法[注10]

J-クレジットにおいて吸収量・排出量の算定対象となる炭素プールは、生体バイオマスのみである。地球温暖化対策計画と異なり、枯死木、落葉落枝、土壌及び HWP は算定対象に含まれていない。

生体バイオマスによる CO2 吸収量・排出量は、年度ごとに算定する。算定式は以下のとおりである（図 13）。

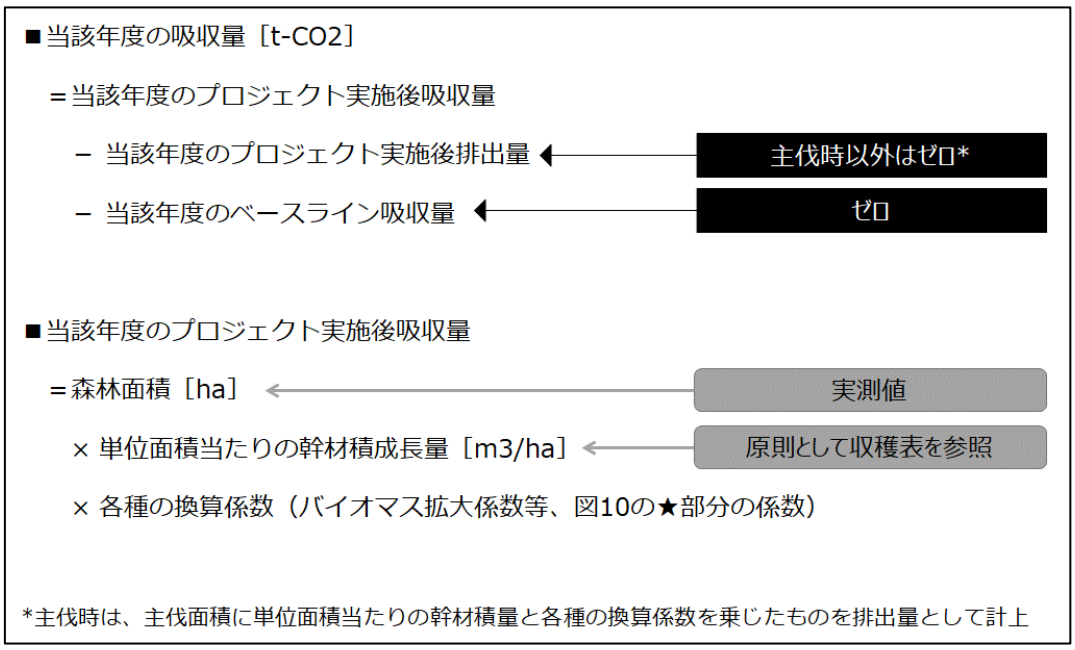


図 13 J-クレジット制度における生体バイオマスの CO2 吸収量･排出量の算定式

算定式は、地球温暖化対策計画で用いられているものと、見かけ上は少々違うが実質的には同じである。

ただし、具体的な数値の算出方法は少々異なっている。まず、森林面積は森林簿を参照するのではなく実測値を用いる（樹種別・林齢別に測定）。また、単位面積当たりの幹材積（の成長量）の算出方法も、原則として、都道府県が作成した収穫表を用いることとされている（スギ、ヒノキ及びカラマツ林についても、森林総合研究所が作成した新収穫表は使わない）。さらに、例外として、「収穫表作成システム LYCS」（森林総合研究所が開発した収穫表作成のためのマクロプログラム。以下単に「LYCS」という）を用いて作成した収穫表や、実測により独自で作成した収穫表を用いることも可能である（後者の収穫表は、その収穫表が対象森林の特性を反映していることが条件）。よって、地位判定のために測定した（モニタリングプロット内の樹木の）胸高直径と樹高から算出した（例え

注10 この項の記載は、特に断りのない限り、経済産業省等（2021c）を参考にした。

ば森林総合研究所作成の「幹材積計算プログラム」を用いて算出した）幹材積を用いることも、審査機関に認められれば可能である（J-クレジット制度事務局 2021）。

1.3. 課題

ここまで、日本における森林吸収量の算定方法及びクレジット制度について述べてきた。以下では、両者における課題を指摘する。

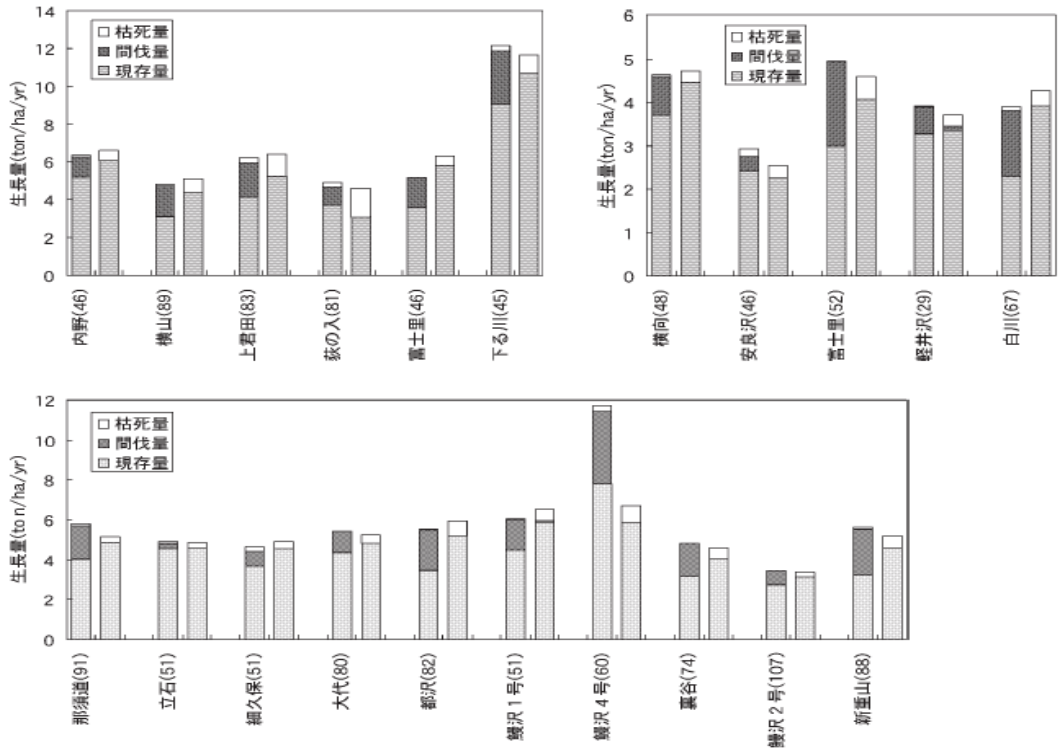
1.3.1. 前提：人工林における間伐･更新と CO2 吸収量の関係

まず前提として述べたいのが、一般に人工林で行われる間伐や更新（皆伐して再造林）が、CO2 吸収量の増加をもたらすとは限らない、ということである。

国は、森林吸収源対策として間伐を例示し、林野庁の Web サイトにおいても、細田ら（2005）の研究成果を示しながら、「間伐した森林では、林内に残ってさらに成長を続けた樹木と間伐された樹木を合わせた森林バイオマス（幹、枝葉、根の合計重量）が、間伐しなかった森林の樹木の森林バイオマスより多い傾向があったとの報告」があるため、最終的な吸収量は間伐をして間伐材を生産した方がより大きくなると考えられる旨を述べている（林野庁 2021b）。

しかし、この細田ら（2005）の研究成果の基となっている松本ら（2005）の研究成果に掲載された試験地の詳細情報（以下の図 14・表 4）を見ると、試験地における間伐の実施時期・頻度や間伐率が、人工林における間伐として一般的なものかどうか、疑問である。表 5 は、表 4 の試験地を計画区内に含む国有林の地域別森林計画から、間伐する林齢や材積間伐率をまとめたものである。表 4 と表 5 を比較すると、表 4 の試験地における間伐は、国有林の地域別の森林計画に掲載された間伐の実施時期や間伐率と比べて、全体的に、初回の間伐実施時期が遅いか、間伐の頻度が低いか、又は間伐率が低いという印象がある。

また、図 14 を見ると、枯死量まで含めた場合は無間伐区の累積バイオマス生長量が間伐区のそれを上回ることも多く、間伐をすると吸収量が増加するとは一概に言えないことがうかがえる。



注）左上：スギ、右上：カラマツ、下：ヒノキ。各試験林の左の棒が間伐区、右の棒が無間伐区。

（出典）松本ら（2005）図 4-4

図 14　植栽から現時点までの累積バイオマス生長量の比較

表 4　松本ら（2005）の研究に用いられた試験地の詳細情報

樹種	試験地名	所在地	林齢	現存地上部バイオマス (ton/ha)		間伐した林齢 (材積間伐率%)				
				間伐区	無間伐区					
	内野	群馬県黒保根村	46	238	279	16(22)	31(18)			
ス	横山	茨城県高萩市	89	274	389	40(16)	50(14)	79(27)		
	上君田	茨城県高萩市	83	344	435	48(11)	69(30)			
	荻の入	静岡県河津町	81	297	248	31(20)	41(23)			
ギ	富士里	長野県信濃町	46	164	267	17(4)	27(12)	33(15)	40(26)	
	下る川	高知県大野見村	45	406	482	23(25)	34(18)			
	那須道	福島県棚倉町	91	364	442	35(27)	46(21)	55(22)	65(6)	
	立石	栃木県馬頭町	51	229	234	35(13)				
	細久保	埼玉県秩父市	51	186	232	42(22)				
ヒ	大代	静岡県掛川市	80	345	385	32(15)	42(17)	69(11)		
	都沢	静岡県水窪町	82	282	427	31(18)	41(17)	61(17)	72(20)	
ノ	鰻沢１号	愛知県設楽町	51	228	299	21(6)	31(34)	36(10)		
	鰻沢４号	愛知県設楽町	60	466	352	30(17)	40(38)			
キ	裏谷	愛知県設楽町	74	231	297	44(30)	54(28)	74(14)		
	鰻沢３号	愛知県設楽町	84	202	384	54(18)	64(33)	79(15)		
	鰻沢２号	愛知県設楽町	107	290	337	77(21)	87(11)	97(8)		
	新重山	広島県神石郡三和町	88	279	404	22(15)	27(13)	32(6)	43(15)	53(18)
						63(4)	68(12)	78(3)	83(15)	
	横向	福島県猪苗代町	48	176	213	24(19)	35(21)			
カ	安良沢	栃木県日光市	46	111	103	15(15)	30(12)			
ラ	富士里	長野県信濃町	52	155	211	15(8)	20(3)	25(16)	30(13)	35(10)
マ						41(16)	47(10)			
ツ	軽井沢	長野県軽井沢町	29	94	97	14(9)	19(7)	24(12)		
	白川	長野県椎川村	67	152	262	29(8)	34(6)	39(7)	44(9)	49(10)
						55(11)	61(18)			

（出典）松本ら（2005）表 4-1

表 5 松本ら（2005）の試験地と国有林の地域別森林計画との対照表

樹種	松本ら(2005)試験地		国有林の地域別の森林計画					LYCS上の地域 ※2
	試験地名	試験地所在地	管轄森林局	森林計画区名	標準伐期齢	除伐林齢	間伐する林齢（材積間伐率）※1	
スギ	内野	群馬県黒保根村	関東	利根川下流	35	10 14	25 (20-35) 35 (20-35)	茨城地方
スギ	横山	茨城県高萩市	関東	八溝多賀	40	9 13	25 (20-35) 35 (20-35)	茨城地方
スギ	上君田	茨城県高萩市	関東	八溝多賀	40	9 13	25 (20-35) 35 (20-35)	茨城地方
スギ	荻の入	静岡県河津町	関東	伊豆	40	9 13	25 (20-35) 35 (20-35)	天城地方
スギ	富士里	長野県信濃町	中部	千曲川下流	40	10又は11 15	開始時期：林冠がうっ閉して林木相互間の競合が生じ始めた時期（Ry（収量比数）が0.7） 繰り返し期間：10年 材積間伐率：20～35	木曽地方
スギ	下る川	高知県大野見村	四国	四万十川	45	10 15	25(30.3-35※3) 35(28.5-35※3) 間伐率：Ryをを0.10～0.25下げることを目安に本数間伐率50%程度までの範囲で選木を行う	土佐地方
ヒノキ	那須道	福島県棚倉町	関東	奥久慈	50	9 14	30(20-35) 40(20-35)	関東地方
ヒノキ	立石	栃木県馬頭町	関東	那珂川	40	9 14	30(20-35) 40(20-35)	関東地方
ヒノキ	細久保	埼玉県秩父市	関東	埼玉	40	9 14	30(20-35) 40(20-35)	関東地方
ヒノキ	大代	静岡県掛川市	関東	天竜	45	9 14	30(20-35) 40(20-35)	大井・天竜
ヒノキ	都沢	静岡県水窪町	関東	天竜	45	9 14	30(20-35) 40(20-35)	大井・天竜
ヒノキ	鰻沢1号 鰻沢4号 裏谷 鰻沢3号 鰻沢2号	愛知県設楽町	中部	東三河	45	9 15 又は 10 16	開始時期：林冠がうっ閉して林木相互間の競合が生じ始めた時期（Ryが0.7） 繰り返し期間：10年 材積間伐率：20～35	愛知・岐阜南部
ヒノキ	新重山	広島県神石郡三和町	近畿中国	高梁川上流	40	9～16の間に適時実施	時期：樹冠がうっ閉したことにより、下層植生の一部が消失している若しくは消失するおそれのある場合又は林木相互間に競合による優劣が生じた時期 材積間伐率：上限35	中国

※1 《 》内は長伐期施業の場合に適用

※2 松本ら（2005）試験地及び各森林計画区に対応する（又はその近隣）と考えられるLYCS（Ver3.3）上の地域。スギは17の、ヒノキは10の地域から、筆者が選択。

※3 筆者が独自に算出。30.3%と28.5%は、LYCSで算出した、各林齢でRyが0.1下がる材積間伐率（土佐地方、地位2、植栽本数3000本/haで試算）。なお、本数間伐率に換算すると25年は45%、35年は40%。LYCSでは、Ryが0.25下がる材積間伐率は25年で54.1%、35年で65.3%だったが、管理経営の指針（2021年3月四国森林管理局）には、材積間伐率は35%までとする旨の記載があったため、上限は35%とした。

出典：国有林の森林計画については、各森林計画区の国有林の地域別の森林計画書による。うち、標準伐期齢は「立木の標準伐期齢」の項、除伐する林齢は「保育の標準的な方法」の項、間伐する林齢及び材積間伐率は※印を除き「間伐の標準的な方法」の項によるもの。なお、除伐・間伐をする林齢はあくまで目安である。

加えて、筆者が LYCS（Ver3.3）を用いて独自に試算したところでは、藤森（2001）に一般的なスギ人工林における間伐として掲載されていた頻度及び間伐率（本数間伐率で 15 年生頃 30～35%、25 年生頃 30～35%、35 年生～40 年生に 35～40%。初期の植栽密度は 3000 本/ha）で間伐した場合、伐期 50 年では、間伐木を合わせても累積の炭素ストック量は無間伐の場合を下回った（表 6）。一方、間伐率[注11]を 10%にすると、同じ実施時期・回数でも累積の炭素ストック量は無間伐林をやや上回った。また、間伐率を 30%に固定した場合、伐期 50 年では、累積の炭素ストック量について間伐実施林が無間伐林を上回るのは、30～45 年生の間に 1 回間伐した場合のみであった。（以上、表 6 黄色ハイライト部分）。LYCS による試算の限りでは、人工林における一般的な間伐よりも、間伐率又は頻度を低くしないと、伐期 50 年では、間伐林の炭素ストック量が無間伐林のものを上回らない可能性がある。

表 6　異なる間伐実施時期・間伐率による炭素ストック量の比較

			伐期50年					伐期80年				（単位：ton/ha）
区分	間伐実施林齢	間伐率	合計	残存木	間伐1	間伐2	間伐3	合計	残存木	間伐1	間伐2	間伐3
無間伐			184.8	184.8				266.4	266.4			
1回間伐1	15年	30%	179.9	172.4	7.5			263.1	255.7	7.5		
1回間伐2	20年	30%	183.7	170.7	13.0			267.8	254.8	13.0		
1回間伐3	30年	30%	185.1	165.8	19.3			269.9	250.6	19.3		
1回間伐4	35年	30%	186.8	162.3	24.5			273.3	248.8	24.5		
1回間伐5	40年	30%	188.2	157.5	30.7			275.1	244.4	30.7		
1回間伐6	45年	30%	188.7	156.0	32.7			274.7	242.1	32.7		
1回間伐7	50年	30%						277.4	238.8	38.6		
1回間伐8	55年	30%						277.4	237.7	39.7		
2回間伐1	15・25年	30%	178.2	157.6	7.2	13.4		258.6	238.0	7.2	13.4	
2回間伐2	15・30年	30%	179.0	153.7	7.2	18.1		260.9	235.6	7.2	18.1	
2回間伐3	15・35年	30%	181.1	151.6	7.2	22.3		263.5	234.0	7.2	22.3	
2回間伐4	15・40年	30%	182.7	148.0	7.2	27.5		265.1	230.4	7.2	27.5	
2回間伐5	15・45年	30%	184.1	144.7	7.2	32.2		268.0	228.6	7.2	32.2	
3回間伐1	15・25・35年	30%	177.8	136.7	7.2	13.4	20.5	266.6	225.5	7.2	13.4	20.5
3回間伐2	15・30・40年	30%	181.3	131.2	7.2	18.1	24.9	271.3	221.1	7.2	18.1	24.9
3回間伐3	15・30・45年	30%	182.1	127.8	7.2	18.1	29.0	271.7	217.4	7.2	18.1	29.0
3回間伐4	15・35・45年	30%	182.7	124.7	7.2	22.3	28.6	272.8	214.7	7.2	22.3	28.6
3回間伐5	15・25・35年	10%	188.6	178.6	1.5	2.9	5.5	271.0	261.0	1.5	2.9	5.5
3回間伐6	15・25・35年	20%	183.9	158.4	3.9	8.2	13.5	263.2	237.7	3.9	8.2	13.5
(3回間伐1)	15・25・35年	30%	177.8	136.7	7.2	13.4	20.5	266.6	225.5	7.2	13.4	20.5

※千葉地方、地位2、初期植栽密度3000本/ha、下層間伐で試算。
※間伐率は本数間伐率。
※炭素蓄積量の欄の、「残存木」は林内に残された（伐採されなかった）生立木の、「間伐1」～「間伐3」は1～3回目の間伐で伐採された樹木の、炭素蓄積量。
※黄色ハイライトは、無間伐の炭素蓄積量を超えたもの。
※赤字については後述。

なぜこのようなことになるのかを考えるために、表 6 のうち赤字で記したものについて、炭素ストック量、林内の樹木の平均直径及び平均樹高の経年変化を見てみたい（図 15）。

注11 LYCS では材積間伐率を指定して試算することができないこと、私有林への補助金においては本数間伐率 30%が要件とされていることが多いことから、ここの試算ではすべて本数間伐率を用いた。

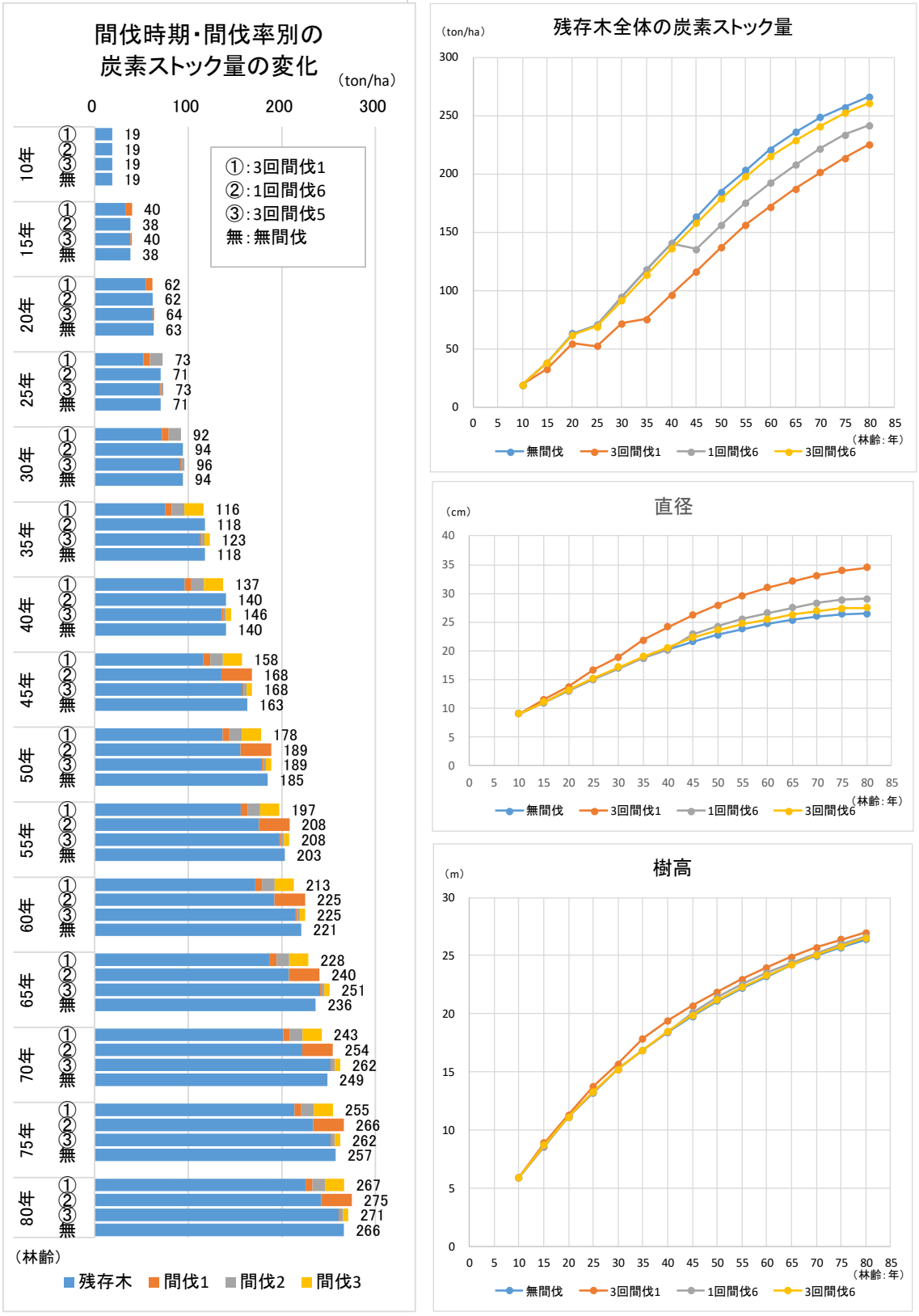


図 15　異なる間伐実施時期・間伐率による炭素ストック量・直径・樹高の経年変化

まず、合計の炭素ストック量の変化（図 15 左側の棒グラフ）を見ると、3 回間伐 1（30%間伐を 3 回）は、75 年生頃まで無間伐の炭素ストック量を常に下回り、80 年生で辛うじて無間伐のものを上回っている。また、1 回間伐 6（30%間伐を 1 回）と 3 回間伐 5（10%間伐を 3 回）は、ともに常に無間伐と同じかそれ以上の炭素ストック量で推移しており、かつ、75 年目で 1 回間伐 6 が 3 回間伐 5 の炭素ストック量を上回っている。

また、残存木の炭素ストック量、平均直径及び平均樹高の変化（図 15 の右側の折れ線グラフ）を見ると、3 回間伐 1 が無間伐や他の間伐パターンの炭素ストック量の増加スピード（グラフの傾き）を上回るのも、1 回間伐 6 が 3 回間伐 5 の炭素ストック量の増加スピードを上回るのも、65 年生以降であることも分かる。

つまり、間伐率が高くなると、間伐の効果（残存木全体の炭素ストック量の増加スピードを上げる効果）が出るまでに時間がかかることがうかがえる。

また、同じく残存木の炭素ストック量、平均直径及び平均樹高の変化を見ると、林内の個々の樹木の直径・樹高の増加幅は、間伐率も頻度も高いものが最も大きく（つまり個々の樹木は 3 回間伐 1 の方がよく成長する）、次いで間伐率が高いが頻度が低いもの（1 回間伐 6）、間伐率が低いが頻度は高いもの（3 回間伐 5）、無間伐の順になるが、残存木全体の炭素ストック量については順位が正反対になること、3 回間伐 1 は、残存木全体の炭素ストック量が、全期間にわたり、無間伐や他の間伐パターンのものより少ないままであることが分かる。

つまり、間伐率及び頻度が高すぎると、伐採による残本木の成長量増加よりも伐採による樹木の減少量の方が大きく影響することがうかがえる。

この 2 つのこと（①間伐率が高いため効果が出るまでに時間がかかること、②間伐率及び頻度が高いために伐採による樹木の減少の影響の方が大きいこと）から、3 回間伐 1（藤森（2001）で一般的とされている間伐率及び頻度）では、50 年程度では無間伐の場合の炭素ストック量を上回ることができないのだと思料する。

以上のことから、一般的に間伐した場合に無間伐の場合よりも CO2 吸収量が増加するとまでは言えず、その実施時期、頻度、間伐率によって、無間伐の場合と比較して CO2 吸収量が増加することもあれば減少することもあるということになる。

また、間伐であれ主伐であれ、伐採木中の炭素の全てが HWP として固定されることはない。根は抜かず生えていた場所に残されることが一般的であるし、枝葉も林内に残置されるかバイオマス燃料として搬出されることが多いと思料する（伐採地の表土・表層の保護や施肥的な観点からも根や枝葉は林内に残置した方が良いように思われる）。生体バイオマス（根・幹・枝葉）の炭素ストックの約 35%は根及び枝葉であるので（表 7）、この段階で少なからぬ割合が HWP プールには入らないことになる（リターや枯死木として一定期間は炭素を固定するが、建築材のような数十年にわたる固定は見込めない）。製品化が期待できるのは主として幹（生体バイオマスの炭素ストックの約 65%）ということになるが、林野庁（2021c）によれば、国産木材のうち用材として供給されたものの割合は

70.6%であるので（表 8）、HWP として固定されることが期待できるのは伐採された生体バイオマスの炭素ストックのうち約 46%程度（＝65%×70.6%）ということになる。また、国産木材のうち建築用材として供給されたものの割合は約 50.8%（表 8）であるので、数十年にわたり HWP として固定されることが期待できるのは、伐採された生体バイオマスの炭素ストックのうち約 33%程度（＝65%×50.8%）ということになる（表 9）。

表 7 生体バイオマスにおける部位別の炭素ストック量の割合

部位	スギ	ヒノキ
枝葉	15%	15%
幹	65%	64%
根	20%	21%

※GIO（2021）p.6-13等に示されたバイオマス拡大係数（スギ・ヒノキそれぞれ21年生以上）及び地上部に対する地下部の比率を基に、筆者計算

表 8 国産材の用途別供給割合

区分			数量（千㎥）	構成比（%）
用材	建築用材等	製材	11,615	37.3%
		合板	4,195	13.5%
		小計	15,810	50.8%
	パルプ・チップ用材		4,420	14.2%
	その他用材		1,750	5.6%
	小計		21,980	70.60%
しいたけ原木			242	0.8%
燃料材			8,927	28.7%
合計			31,149	100.0%

出典：林野庁（2021c）中「木材供給の動向」及び「木材自給率の動向」（建築用材等の小計は筆者計算）

表 9 伐採された生体バイオマスの炭素ストックの行方及びその割合

部位	割合	伐採後に入る炭素プール	伐採後数十年間の固定見込み
根・葉	35%	枯死木・リター	なし（一定期間は固定）
幹	33%	HWP（建材）	あり
	13%	HWP（建材以外の用材）	なし（一定期間は固定）
	19%	なし（燃料）	なし（即時排出）

※表7・表8を基に筆者計算

よく、人工林は、一定の林齢を超えるとそれ以降は林齢の増加とともに吸収量が減少するので、ある程度の林齢で更新（皆伐して再造林）した方が良いという主張を目にする。林齢と吸収量の関係は確かにそのとおりである。ただし、近年の研究成果から老齢木の成長速度は意外と大きい（筆者注：つまり吸収量はこれまで考えられていたほど減少しない）ことが判明しておりこれが収穫表には反映されていないとの指摘があるし（江草ら 2020）、何より、この主張は伐採に伴う排出分を無視した主張である。例えば 100 年の間に、標準的な保育や間伐を行い 50 年伐期で 1 回皆伐して再造林した場合と、100 年間無間伐の場合を比較すると、伐採木中の炭素も全量固定されるのであれば、前者の蓄積量は 355.6 ton/ha（＝177.8×2：表 6 より）、後者の蓄積量は 299.2 ton/ha（表 6 と同条件で LYCS により試算）であり、前者の蓄積量が後者のそれを上回る。しかし、伐採木中の炭素の固定具合（上述）を考慮すると、最初の伐期 50 年までに吸収した炭素のうち 100 年目まで固定されている分は 33%程度と考えられるので、実質的な吸収量は 236.5 ton/ha（＝177.8×33%＋177.8）となり無間伐の場合の 79%程度にとどまる。なお、仮に 100

年目で再度皆伐して再造林するのであれば、炭素の固定量は更に減少するので、吸収量は無間伐の場合を大幅に下回ることになる。

以上のことから、一般に人工林で行われる間伐や主伐（皆伐）が、CO2 吸収量の増加をもたらすとは限らないことが分かる。

なお、無間伐の場合や長伐期の場合との比較結果は以上のようになるが、比較対象となるシナリオは常に標準的な施業と無間伐や長伐期とは限らない。定期的に施業が行われている林地では、従来行われてきた施業と今後行おうとする施業とを比較する必要がある。

1.3.2. J-クレジット制度における課題

1.3.2.1. 課題① ベースライン吸収量がゼロであること

現在、J-クレジット制度においてはベースライン吸収量を一律にゼロとしている。よって、図 13 の算定式中の「プロジェクト実施後の吸収量」が正で、かつ主伐を行わなければ、クレジットを取得することができる（別途「赤字である」ことの説明は必要）。実際、間伐林においても、LYCS で作成した収穫表上は、間伐率 30%であれば基本的に間伐後 5 年程度で間伐前の蓄積量を上回るため、一般的な 3 割間伐を行った場合、「プロジェクト実施後の吸収量」は認証対象期間の 8 年間ではほぼ必ず正となる。

しかし、前述の追加性要件①にある「プロジェクトを実施しなかった場合の吸収量」は、無間伐となるか別の施業が行われるかのどちらかによる吸収量となり、どちらであっても吸収量はゼロにはならない。上述のとおり無間伐の場合には、間伐した場合（プロジェクトを実施した場合）の吸収量を上回ることもあれば下回ることもある。別の施業が行われた場合についても同様のことが考えられる。ベースライン吸収量をゼロとしていることで、追加性要件①の吟味が十分になされず、本来は追加性のないプロジェクトにクレジットを付与している可能性があるのではないか。

1.3.2.2. 課題② 幹材積成長量の算定は都道府県作成の収穫表を用いることが原則であること

ある林地内の幹材積を算定する方法としては、一般に、①林内の一部の樹木を伐採し、一定間隔で幹の円盤を採取して、区分求積法によって幹材積を計算し、結果を林地全体に拡大推計する方法（収穫法）、②林内に調査区を設け、調査区内の樹木の胸高直径と樹高を測定し、測定結果を胸高直径と樹高と幹材積の関係式に当てはめて各樹木の幹材積を計算し、結果を林地全体に拡大推計する方法等が挙げられる（藤森 2006）。林業においては②の方法が一般的である。

都道府県作成の収穫表（以下本項においては単に「収穫表」という）は、前述のとおり、標準的な施業を行った場合の林齢又は齢級と単位面積当たりの幹材積の関係を示したものであるため、実際の林地において上記②の方法等で算定された幹材積とは乖離があることが普通である（筆者の見聞の範囲では、林業事業者が林地内の具体的な資源量を把握するのに収穫表を参照することはあまりない）。また、間伐の実施時期や割合に応じて複

数の幹材積が示されているわけではない。よって、実際の吸収量よりも過剰にクレジットが付与される可能性がある。

さらに、収穫表上は林齢の増加とともに幹材積は必ず増加する。間伐の実施時期や割合によっては、認証対象期間中は間伐前よりも蓄積量が減少したままである（つまりプロジェクト実施後の吸収量が正にならない）こともあり得るが、そのような実際にはプロジェクト実施後の吸収量が正ではないプロジェクトでも、収穫表を用いれば、吸収量は必ず正になるので、クレジットが付与されてしまう。

この、収穫表を用いることを原則としていることと前述のベースライン吸収量をゼロとしていることとにより、森林経営プロジェクトは、主伐をしなければ自動的に追加性要件①をクリアしてしまうことになる。やはり追加性の吟味が不十分ではないか。

1.3.2.3. 課題③ 追加性要件②の指標が「赤字」であること

現在、前述の追加性要件②については、プロジェクトが赤字であるかどうかで評価しているが、プロジェクトの経費は申請者がある程度恣意的に計上することが可能である。J-クレジット制度の Web サイトを見る限り、申請時に、経費に関する根拠資料の提出は特段求めていないようであるし、もし提出を求めたとしても、その根拠資料の妥当性を判断することは難しい。赤字であるかどうかというのは、追加性要件②の評価指標として適切ではないのではないか。

1.3.2.4. 課題④ HWP が対象外であること

1.3.1.で述べたとおり、一般的な施業とは言い難いものの、間伐した場合の方が無間伐の場合よりも炭素や地上バイオマスの累積の蓄積量が多くなることは少なからずある。しかし、伐採木を含めず林地に残った生立木のみで比較した場合、間伐林の蓄積量が無間伐林の蓄積量を上回ることは稀である。したがって、伐採木を製品化して炭素を固定しなければ、間伐によって炭素の蓄積量を増やしたことにはならない（極論だが伐採木の全量をバイオマス燃料とした場合は間伐によって蓄積を減らしたことになる）。しかし、現行では HWP は対象外であるため、この点を適切に評価することができない。

また、主伐（皆伐）を行った場合、現行では伐採木の全量を排出として計上することになるが、林野庁（2021c）によれば国産木材のうち燃料材として供給されたものの割合は 28.7%であるので、伐採木のうち実際に燃料として焼却される割合は製品として固定される割合よりは少ないと思料する。つまり、主伐（皆伐）を実施するプロジェクトにおいては、過剰にクレジットが減算されている可能性がある。

このように、HWP を対象外としたままでは、プロジェクトを実施した場合の吸収量（ひいては追加性の有無）を適切に評価することができない。

1.3.2.5. 課題⑤ 国の目標達成への効果が不明

地球温暖化対策計画による吸収量・排出量の算定方法においては、人工林の実際の施業状況が吸収量・排出量に影響するのは森林面積と FM 率である（単位面積当たりの幹材積は収穫表で決まるので、実際の施業状況に影響されない）。FM 率は、1990 年以降の施業の有無で決まるので、1990 年以降一度も施業がなかった林地で施業が行われると FM 率が向上する。一方、1990 年以降にすでに施業が行われた林地にクレジットを付与しても、FM 率の向上には寄与しない。

しかし、J-クレジットの要件に、1990 年以降認証対象期間の開始日までに施業が行われていないこと、という事項はない。となると、国の目標達成に寄与しないクレジットもそれなりに含まれているのではないか（J-クレジット制度の Web サイトをざっと見た限りでも、プロジェクトエリアに 5 齢級（25 年生）以下の林分を含んでいるプロジェクトが複数あった。つまり 1990 年（30 年前）以降に既に施業（植栽）が行われた林地である。実際の吸収量の増減はともかく、FM 率の向上には寄与しないのではないか）。

1.3.3. 地球温暖化対策計画による森林吸収量の算定方法における課題

1.3.1.で述べたとおり、一般的に間伐や主伐が CO2 吸収量を増加させるとは言い難い。しかし、このことはあまり知られていない。森林経営活動による吸収量・排出量の算定において参照レベルをゼロとしているため、顕在化されていないのではないか。地球温暖化対策計画においては吸収源対策として間伐等が掲げられているが、参照レベルがゼロであると、無間伐の場合等との比較がなされないため、対策が本当に意味のあるものかが分からない。

また、単位面積当たりの幹材積量について収穫表を参照していることも、実際の間伐の程度が幹材積量に反映されず、対策の効果を分からなくさせているように思料する。

さらに、参照レベルがゼロであることと収穫表を参照していることが、J-クレジット制度にも影響し、同制度においてベースラインが吸収量ゼロ、収穫表を参照することが原則、となっているのではないか（このことによる問題点は上述のとおりである）。

第 2 章 海外における森林吸収量に関する制度、枠組み

以下では、海外における森林吸収量の目標値、算定方法、クレジット制度等について述べる。はじめに主要先進国の目標値及び吸収量・排出量の算定方法を概観したあと、国又は州による公設クレジット制度が存在する又は準備中である米国及びカナダのクレジット制度について述べる。

2.1. 削減目標

パリ協定下の主要先進国の削減目標（NDC）は表 10 のとおりである（2017 年度時点）。そのうち、森林を含む吸収源による目標は「AFOLU 目標削減量」欄のとおりであ

る。ただし、EU は目標値でなく目標への算入の上限値であるので（表 10 の注 2 参照）、森林吸収量に関する目標を設定しているのは、主要先進国においては日本のみということになる。

パリ協定においては吸収源の算入上限値は設けられていないが、EU は独自に上限値を設け、かつ低い値を設定している。これは欧州理事会（EC）及び欧州議会の意向だが、その背後には 世論や NGO の存在がある。また、中国等の途上国からも、自然現象を含む森林吸収量を計上して オフセットすることは、排出削減逃れだという批判があり、国際交渉上、EU 側として上限値を設定することで対応している。（以上、林野庁 2017b, p.103）

表 10 パリ協定の下での主要先進国の国別削減目標

主要先進国	国別GHG排出量 (ktCO2相当量)			パリ協定の下での国別GHG削減目標(NDC) 2030年又は2021-2030年の期間目標 ただし、アメリカのみ2025年目標							
	1990年	2005年	2013年	GHG 削減目標 総排出量	1990 年比 (%)	2005 年比 (%)	2013 年比 (%)	AFOLU 目標 削減量	1990 年比 (%)	2005 年比 (%)	2013 年比 (%)
EU	5,656,504	5,211,186	4,463,078	3,393,903	-40.0%	-34.9%	-24.0%	-52,112	-0.9%	-1.0%	-1.2%
フランス	549,065	557,992	491,159	329,439	-40.0%	-41.0%	-32.9%	-8,370	-1.5%	-1.5%	-1.7%
ドイツ	1,246,102	991,849	945,151	747,661	-40.0%	-24.6%	-20.9%	-4,959	-0.4%	-0.5%	-0.5%
イタリア	521,921	578,904	438,887	313,152	-40.0%	-45.9%	-28.6%	-1,737	-0.3%	-0.3%	-0.4%
オーストリア	78,845	92,810	80,043	47,307	-40.0%	-49.0%	-40.9%	-371	-0.5%	-0.4%	-0.5%
フィンランド	71,077	69,427	63,197	42,646	-40.0%	-38.6%	-32.5%	-903	-1.3%	-1.3%	-1.4%
ノルウェー	51,913	55,292	53,586	31,148	-40.0%	-43.7%	-41.9%	-	-	-	-
スイス	53,314	54,858	52,520	26,657	-50.0%	-51.4%	-49.2%	-	-	-	-
NZ	65,828	83,666	80,298	58,566	-11.0%	-30.0%	-27.1%	-	-	-	-
豪州	418,623	518,851	526,883	373,573	-10.8%	-28.0%	-29.1%	-	-	-	-
日本	1,270,743	1,397,102	1,407,883	1,041,834	-18.0%	-25.4%	-26.0%	-39,421	-3.1%	-2.8%	-2.8%
カナダ	612,866	747,458	731,424	523,220	-14.6%	-30.0%	-28.5%	-	-	-	-
アメリカ	6,397,145	7,378,775	6,799,979	5,312,718	-17.0%	-28.0%	-21.9%	-	-	-	-

（注 1）太枠は、各国が決めた基準年に基づく削減目標を示す。その他の値は削減目標から算出した参考数値。

（注 2）EU 加盟国の AFOLU セクターの計上分は、EU-ETS の対象外(Non-ETS)における AFOLU セクターからの排出削減クレジットの算入上限値を示す。

（出典）林野庁（2017b, p.66） 表 2-3-5

2.2. 森林吸収量の算定方法[注12]

次に森林吸収量の算定方法について述べる。吸収量・排出量の算定式（森林面積に単位面積当たりの炭素ストックの変化量を乗じる）自体は各国共通であるので、ここでは、森

[注12] この項の記載は、特に断りのない限り、林野庁（2015b）p.15-p.21 を参考にした。

林経営対象森林の特定方法、森林面積の把握方法、生体バイオマスの単位面積当たりの炭素ストックの変化量の把握方法を概観する。

2.2.1. 森林面積の把握方法

ヨーロッパ諸国では、全国土に系統的に配置された地上プロットにおける土地利用区分データを全国土で集計することで面積を推定している。最近では航空写真も補助データとして土地利用変化の判定に使用されている。

一方、カナダ、米国、ニュージーランドでは、全国土に写真プロットを系統的に配置し、航空・衛星写真を用いて各プロットにおける土地利用を判定し、それを基に全国土の面積を推定している。

なお、地上及び写真プロットの調査は５年程度のサイクルで行われるため、毎年の面積は、ほとんどの国ですべて測定データを内挿・外挿することで推定している。

2.2.2. 生体バイオマスの単位面積当たりの炭素ストックの変化量の把握方法

すべての国において、地上サンプリングプロット調査を基本とした国家森林インベントリ（NFI）が実施されており、NFI によるプロット調査の結果と、各国がそれぞれ整備した生体バイオマスモデルを基に算定を行っている。生体バイオマスモデルは、各国の主要樹種や森林タイプ別に最適化されたモデルを用いている。

ヨーロッパ諸国では、胸高直径や樹高等をパラメータとした単木のアロメトリ式が、代表的な樹種及び樹木成分（幹、枝、葉、根等）別に整備されている。

米国においても、同様なモデルが「成分比率法（CRM）」として、地域・森林タイプ別に整備されている。

カナダにおいては、樹種・地域別の収穫表や伐採・自然攪乱データ等を用いて、バイオマスと土壌を統合した炭素動態モデルを用いて算定を行っている。ニュージーランドでは、天然林に対しては樹種別のアロメトリ式を使用し、植林地に対しては収穫表を作成して算定を行っている。

2.3. オフセットクレジット制度

2.3.1. 米国カリフォルニア州[注13]

2.3.1.1. 概要

カリフォルニア州で排出量取引制度（キャップ・アンド・トレードプログラム）が実施されており、同制度においてはオフセットクレジットの使用も認められている。クレジット制度の名称は California Compliance Offset Program（CCOP）といい、Climate

[注13] この項の記載は、特に断りのない限り CAR（2021b）を参考にした。文中の訳語は筆者による。

Action Reserve（CAR）という組織が大気資源局（the Air Resources Board；ARB）から承認を得て運営している。（以上、丹本 2015、CAR 2021a）

なお、CCOP において認められている森林関連のプロジェクトは、①森林再生（再植林）（reforestation）、②森林管理の改善（improved forest management）、③非森林への転換の回避（avoided conversion）の 3 種類である。以下、②の「森林管理の改善」プロジェクトについて述べる。

CCOP の森林プロジェクトの方法論（CAR 2021b）では、「森林管理の改善」として以下の管理活動が例示されているが、これらに限定はされない。また、例示された活動についても詳細な内容は示されていない。

- 伐期の延長による林齢の増加（Increasing the overall age of the forest by increasing rotation ages）
- 病害を受けた樹木や被圧木の間伐による森林の生産性向上（Increasing the forest productivity by thinning diseased and suppressed trees）
- 競合する雑木や短命な樹種の管理（Managing competing brush and short-lived forest species）
- 蓄積量が不十分なエリアにおける蓄積量の増加（Increasing the stocking of trees on understocked areas）
- 高い蓄積量の維持（Maintaining stocks at a high level）

2.3.1.2. 追加性の判断方法

追加性については、①法的要求（プロジェクトが実施される地域の法令の順守によって得られる吸収量を超えて吸収すること）を満たし、かつ、②ベースラインシナリオによる吸収量を上回れば追加性を有すると認められる。赤字である必要はない。

2.3.1.3. 森林経営対象森林の特定方法

各国とも、日本と異なり、ブロードアプローチを採用しているため、森林経営対象森林の特定に当たっては、追加的な人為性をさほど厳密に考慮していない。森林計画制度の対象になっている林地であれば、ほぼそれが森林経営対象森林となっているようである。かわりに、参照レベルをゼロとはせず、一定の数値を設定して、実際の吸収量・排出量から差し引いている。

2.3.1.3.1. 算定対象となる炭素プール

算定対象となる炭素プールは、生体バイオマス、枯死木のうち立ち枯れ分、土壌（一部の場合に限定）、HWP である。

2.3.1.3.2. ベースライン吸収量の算定方法

ベースラインシナリオは、法的・経済的制約と、プロジェクトによる二次的な効果（輸送手段による燃料の使用増加に伴う CO2 排出増、伐採活動が他の地域にシフトすることによる他の地域での排出増（いわゆる「リーケージ」））も考慮してプロジェクト実施者（クレジットの申請者）が設定する。

具体的なベースラインシナリオによる吸収量は、デフォルトアプローチかモデリングアプローチのどちらかで計算することになっている。

デフォルトアプローチはその地域の森林による炭素ストック量の平均値（Common Practice）に法的・経済的制約を加味してベースライン吸収量を算定するもので、地域の平均値や法的・経済的制約を加味するための係数は所定のものが用意されている。

このアプローチによる吸収量がベースラインとして保守的なものかを確認するスクリーニングツールが用意されており、スクリーニングにおいて保守的であると認められなかった場合は、モデリングアプローチをとる必要がある。

モデリングアプローチは、伐採のタイミングや面積、法令上・経済上の制約を加味して、プロジェクト実施者が独自にベースライン吸収量を設定するものである。設定方法自体は方法論に掲載されている。

HWP のベースライン吸収量は、プロジェクト開始前の現地の生体バイオマス及び立枯れ木の炭素ストック量と「初期ベースライン吸収量」（ベースライン吸収量の、法的・経済的制約を加味する前の吸収量）から、一定の算定式によって算定する。こちらも計算ツールが用意されており、方法論に詳しい算定式は示されていない。

2.3.1.3.3. プロジェクトによる吸収量の算定方法

生体バイオマスと立ち枯れ木のプロジェクトによる吸収量は、基本的にはプロジェクトエリア内に調査プロットを設け、プロット内の胸高直径や樹高を測定して算定する。算定は、CAR 所定の計算ツール（スプレッドシート）を用いて算定することになっており、詳しい算定式は方法論には示されていない。サンプル調査が難しい場合にはモデルを用いた算定も可能である。

HWP のプロジェクトによる吸収量は、丸太の収穫量を CAR が作成した計算ツールに入力すると算定される（プロジェクトが実施される地域の製材工場の歩留まり率や製材製品分類ごとの経年の炭素の崩壊率を考慮して計算される。歩留まり率や崩壊率は CAR が設定したものがツール内に組み込まれているようである）。

2.3.1.3.4. 認証対象期間と永続性担保措置

認証対象期間は 100 年間である。そのためか、クレジットは先払いである。つまり、プロジェクトを登録し、所定の審査を通過すれば認証対象期間中からクレジットを取得することができる（CAR 2021c）。

認証対象期間中は、毎年モニタリングと報告と検証を受ける必要がある。クレジットが認証対象期間の途中で発行された場合は、クレジット発行から 100 年間報告と検証が必要である。期間の途中でプロジェクトを中止した場合は、クレジット全額に補償率を乗じた分のクレジットを CAR に支払う必要がある。補償率は中止した時点のプロジェクトの経過年数に応じて決められている。ただし、プロジェクト実施者の責めに帰さない事由による場合はこの限りではない。

なお、以上のことは「永続性」の項目に記載されていたのでここに紹介したが、永続性とは本来プロジェクト終了後もクレジットが発行された分の炭素が森林内または HWP にとどまるという意味で用いられるものであり、上記の措置が永続性担保措置と言えるのかは若干疑問である。

2.3.1.3.5. 「持続的な収穫」及び「自然林的な管理」の実施

プロジェクトが気候上の恩恵のみならず他の環境的な恩恵ももたらすことができるようにという趣旨で、方法論において、プロジェクト実施者は、「持続的な収穫」及び「自然林的な管理」を行うことを義務付けられている。具体的には、所定の森林認証の取得、森林内の構成樹種に在来種を所定の割合以上含めること、若齢林を所定の割合以上含めること、皆伐施業の場合は保残伐とすること（及びその度合い）等が定められている。

2.3.1.3.6. 批判

ベースラインの設定方法については、CarbonPlan という NPO（気候変動対策の科学的整合性を評価する NPO）（CarbonPlan 2021）から以下のように「ゴースト・クレジット」の取得が可能と批判されている。

- Common Practice の設定範囲が粗すぎて、そのエリア内の Common Practice より蓄積量の高いところを狙えば、（Common Practice がほぼベースライン吸収量となるため）簡単にクレジットを取得できてしまう（Song 2021）。
- 現実味のないベースラインシナリオも審査を通っている（例：自然保護団体が保存林を大量伐採するシナリオを設定し、プロジェクトでは伐採量を減らすか伐採しないとすることでクレジットを取得している）（Temple 2021）。

2.3.2. カナダ

2.3.2.1. 公設クレジット制度の状況

2019 年からカナダ全土でカーボンプライシングが導入されており、すべての州が炭素税又は排出量取引制度（キャップ・アンド・トレード方式）を実施している（一般財団法人日本エネルギー経済研究所 2020）。

クレジットによるオフセットが認められている州もあるが、2021 年 9 月末時点では、森林による吸収を対象としたクレジット制度は存在しない（カナダ環境・気候変動省

2020）。クレジットのメインは、埋立地や家畜からのメタンの回収である。以前は、アルバータ州とブリティッシュコロンビア州で森林によるクレジット制度があったようで（サスカチュワン州環境省 2019）、このうちアルバータ州では「森林伐採慣行の変更に起因する温室効果ガス排出量の直接削減」がクレジットとして認められていた模様だが（アルバータ州 2021，筆者翻訳）、現在はどちらも廃止されている。

ただし、連邦政府及び一部の州で、森林を対象としたクレジット制度を準備中である。

2.3.2.1.1. 連邦政府によるクレジット制度の準備状況[注14]

連邦政府は現在、カナダ全土を対象としたオフセット制度の導入に向けて準備中である。2021 年 3 月に規則案をパブリックコメントに付しており（現在は終了）、2021 年の秋に規則の最終版を公表予定としている（2021 年 9 月時点）。

開発予定の方法論のリストに、「森林管理の改善」（Improved Forest Management）が入っている。2021 年 9 月時点ではまだ策定されてはいない模様で、策定のスケジュールも不明であるが、以下の活動が含まれる予定のようである。

- 伐期の延長（Increasing rotation ages）
- 病気にかかった樹木の間伐（Thinning diseased trees）
- 競合する雑木の管理（Managing competing brush）
- 炭素の貯蔵量を維持又は増加するための樹木の蓄積（Stocking trees to maintain or enhance carbon storage）

2.3.2.1.2. 州政府によるクレジット制度の準備状況

州レベルでは、まず、サスカチュワン州が森林を含めたオフセットプログラムの導入に向けて準備中である（サスカチュワン州環境省 2021）。2021 年開始予定だったが、新型コロナウィルスによる感染症等の影響で 2022 年に開始が延期された（Eggerman & Buhler 2020）。

また、ケベック州でも、私有地における新規植林・再植林をクレジット制度の対象にすべく、パブリックコメントを行っている最中である（2021 年 9 月時点）。さらに、今後、公有地での新規植林・再植林も対象にする予定とのことである。（以上、ケベック州環境省 2021）

その他、ノバスコシア州は、現在はクレジット制度はないものの、制度について利害関係者と協議を行い、クレジット制度の方法論の開発等も検討する意向のようである（2019 年時点）（ノバスコシア州環境省 2019）。

---

[14] この項の記載は、国立環境研究所（2021）、カナダ連邦環境・気候変動省（2021）及びカナダ温室効果ガスオフセットクレジット制度規則（2021 年 9 月末時点）を参考にした。文中の訳語は筆者による。

2.3.2.2. ボランタリークレジット（VCS）

ボランタリークレジットとは、削減量や吸収量を民間の認証機関が認証するものであり、欧米などで普及している。

政府や自治体の排出量取引制度には基本的に活用不可であるものの（ただし一部連携しているものもある）、近年、企業による活用が増加している（2018 年の IPCC による「1.5℃特別報告書」[注15]以降に需要が急激に増加したようである）（内藤 2021）。

また、最近は、国際民間航空機関（ICAO）による「国際航空のためのカーボン・オフセット及び削減スキーム」（CORSIA）や、国際空港評議会（ACI）による「空港カーボン認証制度」（Airport Carbon Accreditation）などでも活用されることになり、注目を集めている（内藤 2020）。

主要な制度は Verified Carbon Standard（VCS）、Gold Standard などである（内藤 2021）。このうち、VCS に、カナダのブリティッシュコロンビア州及びケベック州の森林に関する方法論が設けられている（Verra 2021a）。ボランタリークレジットではあるが、方法論の開発者がブリティッシュコロンビア州環境省であるので、以下、その内容[注16]について紹介する。

2.3.2.2.1. 対象となるプロジェクト

対象となるプロジェクトは、①新規植林・再植林・植生回復（Afforestation, Reforestation and Revegetation：ARR）、②森林管理の改善（Improved Forest Management：IFM）、③森林減少の回避（Reduced Emissions from Deforestation and Degradation – Avoided Planned Deforestation：REDD-APD）の 3 種類である。このうち、森林管理の改善（IFM）活動として認められるのは以下の活動のみである。

- 影響を減じた伐採（Reduced Impact Logging；RIL）
- 保護林への転換（Logged to Protected Forests；LtPF）
- 伐期の延長（Extended Rotation Age/Cutting Cycle；ERA）
- 生産性の向上（Low Productive to High Productive Forests；LtHP）

森林管理の改善（IFM）活動が上記の 4 つに限定されているのは、この方法論だけでなく、VCS の他の方法論においても同様である。この理由を、事務局の Verra は、「炭素蓄積量の増加や排出量の削減を図ることができる森林管理活動は様々あるものの、ベースラインシナリオと比較して長期的な GHG 純排出量の増加に測定可能な違いをもたらすものは、これらの活動のうち一部のみである」と述べている（Verra 2021b, p.57, A1.4）。

[注15] パリ協定において世界の平均気温の上昇を産業革命以前と比べて 1.5℃に抑える努力を追求すると示されたことを受け、IPCC が作成した報告書。1.5℃の気温上昇による影響等が記載され、1.5℃に抑えるためには CO2 排出量を 2030 年までに 2010 年比で約 45%削減し、2050 年前後には正味ゼロにする必要があるとの示唆がある。（以上、肱岡 2019）

[注16] 方法論の内容については、特に断りのない限り Verra（2020）を参照した。文中の訳語は筆者翻訳。

2.3.2.2.2. 追加性の判断方法

追加性を満たすために、プロジェクトは、最も可能性の高い BAU シナリオを超える吸収量を確保し、クレジット販売による収入がなければ温室効果ガスの吸収が行われないことを論証する必要がある（Verra 2021b, p.33, 3.13）。「最も可能性の高い BAU シナリオを超える吸収量を確保」するとは、具体的には、①妥当な代替シナリオ（ベースラインシナリオ）を設定し、②当該ベースラインシナリオによる吸収量をプロジェクトによる吸収量が上回る必要がある。

代替シナリオは申請者が提示する。代替シナリオは、プロジェクトが行われる地域の法制度・経済性（補助金の有無、コスト等）・地域の一般慣行・過去の施業履歴などを踏まえた妥当なもの（クレジットがなければ実際に行われる蓋然性が高いもの）でなければならない。代替シナリオがない場合は追加性なしとみなされる。

そして、代替シナリオに基づく吸収量をベースラインとし、ベースラインの吸収量及びクレジットを取得しようとするプロジェクトによる吸収量を申請者が算定する。後者の吸収量が前者を上回らなければ、追加性なしとみなされる。また、上回った分の吸収量だけがクレジットになる。

2.3.2.2.3. 算定対象となる炭素プール等

対象となる炭素プールは、地上バイオマス（地下バイオマスは任意）、枯死木（伐期延長のプロジェクトは対象外）、土壌・リター（基本的には対象外だが場合によって必要）、HWP である。

また、丸太の輸送や木材加工に伴う排出量（残渣の焼却や腐朽も含む）、森林火災による排出量、土地利用シフトによるリーケージからの排出量等も算定しなくてはならない。さらに、CO2 だけでなく CH4 も対象である。

2.3.2.2.4. 吸収量の算定方法

プロジェクトによる吸収量（HWP を除く）は、プロジェクトエリアに調査プロットを設けてサンプル調査（胸高直径、樹高等を測定）を行い、結果を数理モデルに入力して算定する。サンプル調査は少なくとも 10 年に 1 回行われなくてはならない。数理モデルは、①成長・収量モデル（日本の収穫表に相当するものと推測）、②森林地や景観の力学モデル、③生態系炭素予測モデルの 3 つのタイプから 2 つ以上を組み合わせなくてはならない。3 種類のモデルそれぞれについて、ブリティッシュコロンビア州及びケベック州で一般に使用されているモデルが方法論に掲載されている。

ベースライン吸収量（HWP を除く）は基本的に数理モデルを用いて算定するが、それでも最小限のサンプル調査を最低 10 年に 1 回行わなければならない。また、サンプル調査の実施に合わせて、ベースライン吸収量を更新する必要がある。

HWP による吸収量は、ベースライン吸収量については設定したベースラインシナリオに基づいて丸太の収穫量を推定し、プロジェクトによる吸収量については実際の丸太の収穫量を算出した上で、それぞれ、樹種別に丸太の収穫量（材積）に容積密度、含有率及び CO2 換算係数を乗じて伐採木中に蓄積された CO2 を算出した後、当該 CO2 蓄積量に認証対象期間経過後の HWP における CO2 の保持率（認証対象期間経過後に HWP にどれだけ CO2 が貯蔵されているか）を乗じて算出する。HWP 保持率は、丸太の搬出先別（BC 州・QC 州・海外）かつ納品先の工場分類別（製材所、合板工場、パネル工場、製紙工場。海外分は製品分類）の保持率と、搬出先別のみの保持率（どの工場にどれだけ納品しているかについては標準的な構成を使用）の 2 種類が方法論に載っている（表 11、表 12）。丸太の納品先工場を証明し、最終的な用途（どのような製品に加工されるのか）を検証可能な形で予測することができる場合は、前者の保持率を、そうでない場合は後者の保持率を使用する。

なお、HWP による吸収量のベースラインも 10 年に一度更新しなければならない。

表 11　HWP の使用先･製品の種類･伐採からの経過年数ごとの CO2 保持率

年	北米で使用されているBC製品 – y年後に貯蔵されている$_{CO2}$の割合				北米で使用されているQC製品 – y年後に貯蔵されている$_{CO2}$の割合				その他で使用される製品 – y年後に貯蔵されているCO2の割合			
	製材所	合板工場	パネル工場	製紙パルプ	製材所	合板工場	パネル工場	製紙パルプ	木材	木材パネル	その他の丸太	製紙
0	64.90%	79.70%	84.50%	49.40%	67.50%	81.50%	84.50%	56.70%	76.00%	76.00%	76.00%	76.00%
1	63.60%	78.80%	84.10%	47.10%	65.80%	80.20%	84.30%	54.10%	73.80%	74.90%	72.70%	69.60%
2	62.50%	78.10%	83.80%	45.10%	63.10%	78.30%	84.00%	51.70%	73.60%	74.80%	72.40%	69.00%
3	61.50%	77.30%	83.50%	43.10%	60.70%	76.70%	83.80%	49.50%	73.50%	74.70%	72.20%	68.50%
4	60.60%	76.60%	83.10%	41.40%	58.60%	75.20%	83.60%	47.50%	73.00%	74.00%	70.80%	66.10%
5	59.70%	76.00%	82.80%	39.70%	56.80%	73.90%	83.30%	45.60%	72.50%	73.20%	69.50%	63.70%
6	59.00%	75.40%	82.50%	38.20%	55.20%	72.80%	83.10%	43.80%	72.00%	72.40%	68.10%	61.30%
7	58.20%	74.80%	82.10%	36.80%	53.80%	71.80%	82.80%	42.20%	71.40%	71.50%	66.80%	59.00%
8	57.50%	74.20%	81.80%	35.40%	52.60%	70.90%	82.60%	40.60%	70.90%	70.70%	65.50%	56.80%
9	56.90%	73.60%	81.50%	34.20%	51.50%	70.00%	82.30%	39.20%	70.40%	69.80%	64.20%	54.60%
10	56.30%	73.10%	81.20%	33.00%	50.50%	69.30%	82.10%	37.80%	69.80%	68.90%	62.90%	52.40%
11	55.70%	72.60%	80.80%	31.90%	49.70%	68.60%	81.80%	36.50%	69.20%	68.10%	61.60%	50.40%
12	55.10%	72.10%	80.50%	30.80%	48.90%	68.00%	81.50%	35.30%	68.70%	67.20%	60.30%	48.40%
13	54.60%	71.60%	80.20%	29.80%	48.20%	67.50%	81.30%	34.10%	68.10%	66.30%	59.00%	46.40%
14	54.00%	71.20%	79.90%	28.90%	47.60%	67.00%	81.00%	33.00%	67.50%	65.30%	57.80%	44.50%
15	53.50%	70.70%	79.50%	28.00%	47.10%	66.50%	80.70%	32.00%	66.90%	64.40%	56.60%	42.70%
16	53.00%	70.30%	79.20%	27.10%	46.60%	66.10%	80.50%	31.00%	66.30%	63.50%	55.40%	40.90%
17	52.60%	69.80%	78.90%	26.30%	46.10%	65.70%	80.20%	30.00%	65.70%	62.60%	54.20%	39.20%
18	52.10%	69.40%	78.60%	25.50%	45.70%	65.30%	79.90%	29.10%	65.10%	61.70%	53.00%	37.50%
19	51.70%	69.00%	78.30%	24.70%	45.30%	65.00%	79.60%	28.20%	64.40%	60.70%	51.80%	35.90%
20	51.20%	68.60%	77.90%	24.00%	45.00%	64.60%	79.40%	27.40%	63.80%	59.80%	50.70%	34.40%
25	49.20%	66.60%	76.30%	20.80%	43.50%	63.20%	78.00%	23.60%	60.60%	55.20%	45.30%	27.60%
30	47.40%	64.80%	74.70%	18.10%	42.40%	61.90%	76.60%	20.40%	57.40%	50.70%	40.40%	22.00%
35	45.70%	63.10%	73.10%	15.80%	41.50%	60.80%	75.20%	17.70%	54.20%	46.40%	36.00%	17.50%
40	44.10%	61.50%	71.60%	13.80%	40.80%	59.80%	73.80%	15.40%	51.10%	42.30%	32.00%	13.90%
45	42.70%	59.90%	70.00%	12.10%	40.00%	58.80%	72.50%	13.40%	48.00%	38.50%	28.50%	11.00%
50	41.30%	58.40%	68.50%	10.70%	39.40%	57.80%	71.20%	11.70%	45.00%	34.90%	25.30%	8.70%
55	40.10%	57.00%	67.00%	9.40%	38.70%	56.90%	69.90%	10.20%	42.10%	31.60%	22.40%	6.80%
60	38.90%	55.60%	65.50%	8.20%	38.10%	56.10%	68.80%	8.90%	39.30%	28.50%	19.90%	5.40%
65	37.70%	54.30%	64.00%	7.20%	37.50%	55.20%	67.60%	7.70%	36.60%	25.70%	17.70%	4.30%
70	36.70%	53.00%	62.60%	6.40%	37.00%	54.40%	66.50%	6.70%	34.10%	23.10%	15.70%	3.40%
75	35.60%	51.80%	61.10%	5.60%	36.50%	53.60%	65.50%	5.90%	31.70%	20.80%	13.90%	2.60%
80	34.60%	50.60%	59.70%	4.90%	36.00%	52.90%	64.50%	5.10%	29.40%	18.70%	12.30%	2.10%
85	33.70%	49.40%	58.40%	4.40%	35.50%	52.20%	63.60%	4.50%	27.30%	16.70%	10.90%	1.60%
90	32.80%	48.30%	57.00%	3.90%	35.10%	51.50%	62.70%	3.90%	25.30%	15.00%	9.70%	1.30%
95	31.90%	47.20%	55.70%	3.40%	34.70%	50.90%	61.80%	3.40%	23.40%	13.40%	8.60%	1.00%
100	31.10%	46.10%	54.40%	3.00%	34.30%	50.30%	60.80%	3.00%	21.60%	12.00%	7.60%	0.80%

出典：Verra（2020） 表 11

表 12　HWP の使用先・伐採からの経過年数ごとの CO2 保持率

年	北米で使用されているブリティッシュコロンビア州産の製品にy年後に残存しているCO2の割合	北米で使用されているケベック州産の製品にy年後に保存されているCO2の割合	それ以外で使用されている製品にy年後に保存されているCO2の割合
0	65.90%	65.20%	76.00%
1	64.60%	63.30%	72.70%
2	63.50%	60.90%	72.40%
3	62.50%	58.80%	72.10%
4	61.60%	56.90%	71.00%
5	60.70%	55.20%	69.80%
6	59.90%	53.70%	68.60%
7	59.20%	52.30%	67.40%
8	58.50%	51.00%	66.20%
9	57.80%	49.90%	65.10%
10	57.20%	48.90%	63.90%
11	56.60%	47.90%	62.80%
12	56.00%	47.00%	61.60%
13	55.50%	46.20%	60.50%
14	54.90%	45.40%	59.40%
15	54.40%	44.70%	58.30%
16	53.90%	44.10%	57.30%
17	53.40%	43.50%	56.20%
18	53.00%	42.90%	55.20%
19	52.50%	42.30%	54.20%
20	52.10%	41.80%	53.20%
25	50.00%	39.50%	48.40%
30	48.10%	37.70%	44.00%
35	46.40%	36.10%	40.10%
40	44.80%	34.70%	36.50%
45	43.40%	33.50%	33.20%
50	42.00%	32.40%	30.20%
55	40.70%	31.40%	27.50%
60	39.50%	30.50%	25.10%
65	38.30%	29.70%	22.90%
70	37.20%	28.90%	20.80%
75	36.20%	28.20%	19.00%
80	35.20%	27.60%	17.30%
85	34.20%	27.00%	15.80%
90	33.30%	26.50%	14.40%
95	32.40%	26.00%	13.10%
100	31.60%	25.60%	12.00%

出典：Verra（2020）　表 9

2.3.2.2.5. 認証対象期間と永続性担保措置[注17]

認証対象期間は最低 20 年、最高 100 年である。また、100 年以内で 4 回まで期間を延長することが可能である。クレジットは後払い（認証対象期間終了後に検証を経てクレジ

[注17] この項の記載は、特に断りのない限り Verra（2019, 2021b）を参考にした。文中の訳語は筆者翻訳。

ットが口座に振り込まれる。つまり日本と同じ）が基本だが、認証対象期間の途中から分割して受け取ることも可能である。また、期間中にトラブルが発生した場合に備えて、バッファークレジットを予め支払う必要がある。

永続性担保措置としては、「農林業およびその他の土地利用（AFOLU）セクター のプロジェクトは、火災や病気などの予期せぬ出来事によって GHG の除去が失われないようにする必要がある」（Verra 2021c，筆者翻訳）、「木の伐採を行うプロジェクトは、炭素ストックの永続性が維持されていることを証明し、VCU（筆者注：VCS が発行するクレジット）を発行するための炭素が、その後の再植や再生を伴わない最終的な伐採で失われないようにするための管理システムを導入しなければならない」との規定がある。

第 3 章　森林分野における今後の日本の温室効果ガス吸収量･排出量の算定方法及び J-クレジット制度への示唆

以下、1.4.で述べた課題点を軸に、海外の状況も踏まえながら、今後の森林分野における今後の日本の温室効果ガス吸収量・排出量の算定方法及び J-クレジット制度への示唆を述べる。

3.1. J-クレジット制度への示唆

① ベースライン吸収量をゼロとせず、現実味のある代替シナリオを設定し当該シナリオに基づく吸収量をベースライン吸収量として、実際に CO2 吸収量を増加させたと考えられるものを認証すべきである。これにより、追加性要件を 2 つとも満たすことができる。

ベースライン吸収量をゼロとしているのは、地球温暖化対策計画において参照レベルがゼロとされていることに影響されてのことではないかと推測するが、参照レベル方式が明確に追加性を求めているわけではないのに対し、J-クレジット制度においては追加性を有することを要件として規定しているので、プロジェクトを実施した場合としなかった場合の実質的な吸収量を比較すべきである。

ベースラインの設定方法としては、カナダにおける VCS の方法論に掲載されたものが望ましい。米国カリフォルニア州のデフォルトアプローチのような手法を用いる場合は、平均値の設定に当たり、対象の範囲をできるだけ狭くするべきである。

一点、ベースライン吸収量をゼロではなくした場合、追加的な吸収量を得るために、一般的な施業よりも間伐の頻度や割合を落とすプロジェクトが多く出てくるかもしれない。その場合、CO2 吸収量は増加するかもしれないが、森林の有する他の機能（水源涵養機能、木材生産機能等）が低下する可能性もある。そのようなリスクを回避するために、米国カリフォルニア州の方法論に見られたように、他の機能の向上に資するような措置も義務付けるのも一案である。

② 幹材積成長量の把握は、都道府県作成の収穫表を用いることを原則とするのではなく、実測により把握すること（プロット調査によって胸高直径、樹高等を測定して把握する、航空レーザーやドローンを用いたリモートセンシングにより把握する等）を原則とするべきである。プロット調査を毎年行うのは負担が大きいということであれば、カナダにおけるVCSのように、プロット調査と数理モデル（例えばLYCS）を組み合わせて用いることとしてはどうか。

③ HWPは対象に含めるべきである。その際の吸収量の算定方法は、カナダにおけるVCSの算定方法が参考になると考えられる。なお、HWPを対象に含める場合、地球温暖化対策計画においてもHWPは参照レベルをゼロとしていないので、J-クレジット制度においてもベースライン吸収量を設定する必要がある。

④ 地球温暖化対策計画とJ-クレジット制度との関係を一度整理すべきである。現在のJ-クレジット制度は、地球温暖化対策計画と一部整合を図ろうとしているように思えるが、1.4.2.5.で述べた通り、同計画の目標達成への効果が不分明である。追加性を重視するのか、地球温暖化対策計画との整合性を重視するのか、一度検討した方が良いように思う。そして後者を重視するのであれば、あまり追加性にはこだわらず、FM率の向上に寄与する（つまり1990年以降施業されていない人工林への施業を促進するような）クレジットの在り方を検討すべきである。

3.2. 地球温暖化対策計画への示唆

① 森林経営対象森林の特定方法はナローアプローチからブロードアプローチに切り替えて、参照レベルをゼロとせず何らかの値を設定した方が良いように思われる。対策の効果を見えづらくさせていることは、極論すれば（間伐や主伐が地球温暖化対策になると信じている）国民や林業関係者を欺くことになりかねない。

パリ協定においては森林吸収量の算入上限値などはなくなったので、ナローアプローチを採用する必要性はない。産業界への配慮からなるべく吸収量が多くなるよう（グロスネット方式と同等の効果を得られるよう）これまで参照レベルをゼロとしていたのかもしれないが、森林吸収量への過度な依存は国際的に批判を受ける可能性もある。

② 収穫表を参照することも、上述のとおり対策の効果を分かりにくくしているので、プロット調査も取り入れた方が良いのではないか。森林経営管理法及び森林・林業基本計画に基づき、今後、人工林は少なくない割合が針広混交林に誘導されていく（はずである）。そうなった場合、樹種別の収穫表による算定は難しくなると考えられるので、この点からも、プロット調査を取り入れるべきと思料する。

3.3. その他（森林吸収源対策全般への示唆）

① 森林による吸収というと単年度の吸収量に目がいきがちだが、本来は、長期スパンでの貯蔵量（いかに多くの CO2 を長期間大気に放出せず地上につなぎとめておくか）が重要である。そういった観点から政策がとられていくことが望まれる。

② ここまで、温室効果ガスの吸収源としての森林について様々なことを述べてきたが、筆者（播磨）個人の見解としては、日本の気候、地形、林業の状況等を踏まえれば、森林の多面的機能のうち重視すべきものは、CO2 吸収機能以上に、生物多様性保全機能、水源涵養機能、土砂災害防止機能、そして木材生産機能である。そして、間伐は、後者 4 つの機能の向上には重要であるし、主伐は、持続的に木材生産を行うのであればいつか必ず行うものである。経営効率上の理由等から主伐を皆伐により行うことも、それが森林の公益的機能を著しく低下させるものでなければ、反対するものではない。邪推だが、政府が温暖化対策として間伐等を掲げるのも、注目度の高い温暖化対策の文脈で語ることで、内心は、他の諸機能の向上のために間伐・主伐を促進したいからではないかとも考えられる。ただ、科学的に正しくないことを国民に語るのは政府への信頼の低下を招き、結局森林整備が進まなくなるおそれもあるので、どのような施業が森林のどの機能に効果があるのか（ないのか）はなるべく客観的に説明したうえで、政府として重視したい機能や施業を訴えるというやり方が望ましいと考える。

参考文献等一覧

（注）*は作成年が記載されていない記事であり、全て 2021 年 9 月 30 日最終閲覧。

- 赤堀聡之（2010）．COP15,CMP5 コペンハゲン一会合における森林関連の議論.
- 天野 正博（2009）．次期枠組みにおける森林吸収量の推計について.
- アルバータ州 Government of Alberta（2021）．Alberta Emission Offset System.*
- 環境イノベーション情報機構（2021）．EIC ネット　環境用語集　「追加性」.*
- 江草智弘・熊谷朝臣・白石則彦（2020）．日本の森林の炭素貯留能力は本当はムチャクチャすごかった！.
- 温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）（2017）．日本国温室効果ガスインベントリ報告書　2017 年.
- GIO（2021）．日本国温室効果ガスインベントリ報告書　2021 年.
- カナダ連邦環境・気候変動省 Environment and Climate Change Canada（2020）．Pan-Canadian Framework On Clean Growth Andclimate Change, Third Annual Synthesis Report on the Status of Implementation.
- カナダ連邦環境・気候変動省（2021）．Government of Canada announces next step

in creation of domestic carbon offset to further support clean growth.

- カナダ温室効果ガスオフセットクレジット制度規則 Canada Gazette, Part I, Volume 155, Number 10: Greenhouse Gas Offset Credit System Regulations (Canada)*
- 環境省（2021a）. 温室効果ガス排出・吸収量算定結果. *
  - 環境省（2012）. 2010 年度温室効果ガス排出量. 確定値. 全体版 p.11
  - 環境省（2013）. 2011 年度（平成 23 年度）年度温室効果ガス排出量. 確定値. 全体版. p.11
  - 環境省（2014）. 2012 年度（平成 24 年度）温室効果ガス排出量. 確定値. 全体版. p.11
  - 環境省（2015）. 2013 年度（平成 25 年度）温室効果ガス排出量. 確報値. 全体版. p.11
  - 環境省（2016）. 2014 年度（平成 26 年度）温室効果ガス排出量. 確報値. 全体版. p.11
  - 環境省（2017）. 2015 年度（平成 27 年度）温室効果ガス排出量. 確報値. 全体版. p.11
  - 環境省（2018）. 2016 年度（平成 28 年度）温室効果ガス排出量. 確報値. 全体版. p.14
  - 環境省（2019）. 2017 年度（平成 29 年度）温室効果ガス排出量. 確報値. 全体版. p.13
  - 環境省（2020）. 2018 年度（平成 30 年度）温室効果ガス排出量. 確報値. 全体版. p.14
  - 環境省（2021b）. 2019 年度（令和元年度）温室効果ガス排出量. 確報値. 全体版. p.14
- 環境省（2021c）. 温室効果ガス排出・吸収量算定方法　4.A.1 転用の無い森林*
- 環境省（2021d）. 温室効果ガス排出・吸収量算定方法　4.G 伐採木材製品*
- 環境省（2021e）. 環境省担当者から筆者宛て私信.
- 経済産業省・環境省・農林水産省（2021a）. J－クレジット制度について. *
- 経済産業省・環境省・農林水産省（2021b）. 国内における地球温暖化対策のための排出削減・吸収量認証制度（J－クレジット制度）実施要綱 Ver.5.2.
- 経済産業省・環境省・農林水産省（2021c）. J-クレジット方法論 FO-001(ver.2.5) 森林経営活動.
- 経済産業省・環境省・農林水産省（2021d）. 国内における地球温暖化対策のための排出削減・吸収量認証制度（J－クレジット制度）実施規程（プロジェクト実施者向け）Ver.6.0
- ケベック州環境省 Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs（2021）. Offset Credits. *
- 国立環境研究所（2021）. カナダ政府、国内カーボンオフセットの創設に向けた次のステップを発表.
- サスカチュワン州環境省（The Saskatchewan Ministry of Environment）（2019）. Saskatchewan Offset Framework Discussion Paper.
- 丹本憲（2015）. REDD+をはじめとした森林系クレジットのプライシングについての考え方. グリーン・コミュニティ ニュースレター. 国際航業株式会社. p.9
- 日本エネルギー経済研究所（2020）. 温室効果ガス排出削減のためのカーボンプライシング等の政策手法に関する調査.
- 藤森隆郎（2001）. 人工林施業. 全国林業改良普及協会編. 研修テキスト　森林・林業

の基礎知識．社団法人　全国林業改良普及協会．p.31 - p.32
- 藤森隆郎（2006）．森林生態学　持続可能な管理の基礎．社団法人　全国林業改良普及協会．
- 地球温暖化対策推進本部（2021）．2019 年度における地球温暖化対策計画の進捗状況
- 内藤秀治（2020）．今、再び注目を集める、炭素クレジット．
- 内藤秀治（2021）．国内外におけるクレジット活用拡大動向について．
- 二宮康司（2019）．J-クレジット制度における追加性について．
- ノバスコシア州環境局 Nova Scotia Department of Environment（2019）．Nova Scotia's Cap-and-Trade Program: Regulatory Framework．p.22
- 肱岡靖明（2019）．1.5° C 特別報告書のポイントと報告内容が示唆するもの　気候変動の猛威に対し、国・自治体の"適応能力"強化を．国立環境研究所地域環境研究センターニュース．通巻第 337 号．p.7-p.11
- 細田和男・家原敏郎・松本光朗・小谷英司（2005）．間伐は人工林のバイオマス成長を促すのか？．平成 16 年度　森林総合研究所　研究成果選集．独立行政法人　森林総合研究所．p.26 - p.27
- 松本光朗・細田和男（2005）．長期にわたり計測された林分での異なる施業によるバイオマス生長量の変動評価に関する研究．透明かつ検証可能な手法による吸収源の評価に関する研究（プロジェクト研究成果シリーズ 427 号）．p.30 - p.34
- 林野庁（2011）．平成 22 年度森林・林業白書．p.43
- 林野庁（2012）．2013 年以降の森林吸収源対策について．p.2
- 林野庁（2015a）．平成 26 年度森林・林業白書．p.87
- 林野庁（2015b）．平成 26 年度森林吸収源インベントリ情報整備事業（審査対応等（森林吸収量の算定・計上方法に係る国際交渉に向けた調査・分析））報告書．　p.4, p.15-p.21, p.33, p.51, p.53
- 林野庁（2016）．平成 27 年度森林・林業白書．p.78
- 林野庁（2017a）．平成 28 年度森林・林業白書．p.80
- 林野庁（2017b）．平成 28 年度森林吸収源インベントリ情報整備事業（審査対応等（次期枠組みにおける森林吸収量の算定・計上方法に係る調査・分析））報告書．　p.66, p.103
- 林野庁（2018）．平成 29 年度森林・林業白書．p.78
- 林野庁（2019）．平成 30 年度森林・林業白書．p.104
- 林野庁（2020）．令和元年度森林・林業白書．p.100
- 林野庁（2021a）．令和 2 年度森林・林業白書．p.112
- 林野庁（2021b）．Q10 間伐をすると吸収量が増加するのですか．*
- 林野庁（2021c）．令和 2 年（2020 年）木材需給表．
- CarbonPlan（2021）．About．*

- Climate Action Reserve（CAR）（2021a）. California Compliance Offset Program. *
- CAR（2021b）. Forest Protocol Version 5.0.
- CAR（2021c）. Submit and Register a Project. Voluntary Offset Program. *
- CMP（2010）. Decision 2/CMP.6 The Cancun Agreements: Land use, land-use change and forestry
- CMP（2011）. Decision 2/CMP.7 Land use, land-use change and forestry
- Eggerman, Chad and Buhler, Jessica（2020）. Canada: Government Of Saskatchewan Announces Updates To Greenhouse Gas Offset Program
- IPCC（2006a）. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Volume 1 General Guidance and Reporting. IGES, Japan
- IPCC（2006b）. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. IGES, Japan
- IPCC（2014）. 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). IPCC, Switzerland
- Song, Lisa（2021）. カーボン・オフセットの闇　気候対策の優等生で判明したゴースト・クレジットの実態. MIT テクノロジーレビュー. 株式会社角川アスキー総合研究所.
- J-クレジット制度事務局（2021）. J-クレジット制度事務局からの聞き取り.
- Temple, James（2021）. 自然保護団体が「伐採」前提で森林を換金、炭素クレジットの大きな矛盾. MIT テクノロジーレビュー. 株式会社角川アスキー総合研究所.
- Verra（2019）. Registration and Issuance Process v4.0.
- Verra（2020）. VCS Methodology, VM0034, Canadian Forest Carbon Offset Methodology Version 2.0.
- Verra（2021a）. VM0034 Canadian Forest Carbon Offset Methodology, V2.0. *
- Verra（2021b）. VCS-Standard v4.1.
- Verra（2021c）. VCS Quality Assurance Principles. *

GIC Discussion Paper

No. 20

発行日
2023年4月11日

発行人
市川顕

発行所
東洋大学グローバル・イノベーション学研究センター
Center for Global Innovation Studies
〒112–8606 東京都文京区白山5–28–20
Tel: 03–3945–7769／fax: 03–3945–7906