

3. 主要国の条約下の森林吸収量の算定方法及び活動量

第3章では、第1、2章と同じ18ヶ国を対象として、2022年に提出されたNIR 2020等に基づき、条約下の森林吸収量の算定方法及び活動量に関して整理分析を行った。また、森林地（F）の地上部炭素プールの炭素蓄積変化の算定に当たって、先進的なモデルを使用しているカナダ、蓄積差法を採用している米国及びゲイン・ロス法に基づくフラックス・バランスモデルを採用しているロシアについて、既存の論文に基づき、その概要を説明した。

3.1. 国家GHGインベントリにおける排出・吸収量の算定

生態学的及び社会経済的な条件に基づく各国の異質性を考慮すると、土地利用区分の共通定義は存在しておらず、森林地（F）からの排出・吸収量の推定に用いられる方法も、国及び土地利用区分によって異なる。国家GHGインベントリの基本的な前提として、（IPCCのガイドラインに沿ったものであれば）国毎状況を把握し、それを的確に反映した定義や方法を用いることで、統一された単一のアプローチを用いるよりも、より正確な推定値を得られる可能性が高い（EEA, 2022）。国家GHGインベントリにおける排出・吸収量は、基本的な概念として、活動量 × 排出係数で算定される。活動量とは、特定の活動に関する量的データであり、排出係数とは、単位活動量あたりに排出・吸収されるGHGの質量である（UNFCCC, 2009）。

国家GHGインベントリのためのIPCCガイドラインでは、複雑さに応じて段階的（Tier）に算定方法が示されている（IPCC, 2006）。Tier 1が最も基本的で細分化されていない算定方法であり、途上国を含むほぼ全ての国が、活動量としてFAO等が国際的に公開している国別データ、排出係数としてIPCCのデフォルト値を利用することにより、排出・吸収量を算定することが出来る。より高いTierであるTier 2、Tier 3は、通常、より精緻な方法と、排出源及び吸収源について、技術的、地域別、及び国別に固有の排出係数、すなわち実測やより高度に細分化された活動量が必要とされる。一般的に、Tier 2やTier 3といった高次Tierの算定方法、及びそれに適切な活動量を用いた方が、算定結果の信頼性が高まるとされており、IPCCガイドラインと整合性のある国固有の算定方法及び活動量が存在する場合、それを採用して排出・吸収量を算定することが強く推奨されている（EEA, 2022）。

このように、国によって適用されている算定方法が異なること、及びそれぞれの国情が違ふことから、国を超えて排出・吸収量の絶対水準や傾向を比較することは、誤った解釈を避けるために慎重に行う必要がある。実際に、場合によっては、算定方法の違いに起因して、排出・吸収量に大きな差が生じることもある。例えば、ゲイン・ロス法と蓄積差法は、短期的には異なる傾向をもたらす可能性がある。また、排出・吸収量を活動量で割ることにより求められる「見かけの炭素蓄積変化係数（implied carbon stock change factor）」は、あるカテゴリに新たに転入された土地や、異なる管理方法を実践する地域を含むことにより、大きく影響を受ける可能性がある

(EEA, 2022)。

3.2. 森林地 (F) 及び HWP の排出・吸収量の算定方法及び排出係数

上記主要 18 ヶ国の森林地 (F) 及び HWP における排出・吸収量の算定方法及び排出係数の概要を表 3-1 に示す。各国それぞれ、デフォルト (D) 及び国固有 (CS) の活動量と Tier 1 (T1)、Tier 2 (T2)、Tier 3 (T3) の算定方法、並びにモデル (M) による推定を組み合わせた算定方法及び排出係数が用いられている。

表 3-1 主要国の森林地 (F) 及びHWPに関する算定方法と排出係数

国名	森林地(CO ₂)		HWP(CO ₂)	
	算定方法	排出係数	算定方法	排出係数
米国	T2, T3	CS	T3	CS
カナダ	M, T1, T2	CS, D, M	M, T3	CS
豪州	T2, T3	CS, M	T2, T3	D, M
NZ	T1, T2, T3	CS, D	T2	CS, D
ノルウェー	T1, T3	CS, D	T2	D
スウェーデン	T2, T3	CS	T3	D
フィンランド	T2, T3	CS	T2	CS, D
ポーランド	T2	CS, D	T2	D
ドイツ	CS, T2	CS, D	CS, T2	D
オーストリア	T2, T3	CS	T2, T3	CS, D
イタリア	T1, T2, T3	CS, D	T2	CS
フランス	T1, T2	CS, D	T3	CS
スペイン	T1, T2	CS, D	T2	D
ポルトガル	CS, T2	CS, D	D	D
英国	CS, D, T1, T2, T3	CS, D	CS, T3	CS
スイス	T2, T3	CS, M	T2	D
ロシア	CS, T2	CS, D	T1	D
日本	T1, T2, T3	CS, D	T2, T3	CS, D

(略語) T1: IPCC tier 1, T2: tier 2, T3: tier 3, D: IPCC default, CS: Country specific, M: model

(出典) UNFCCC (2022a)の Table 4.1a - Methods and emission factors used (2020)

森林地 (F) の炭素プール及び HWP の炭素蓄積変化を算定する場合、排出係数が国固有 (CS) の場合には、算定に用いられる活動量が高度に細分化されているか、モデルを用いて推定されている場合であり、IPCC の Tier 2、又は Tier 3 のどちらかに関連付けて使用される。ただし、算定に関する全てのパラメータが CS であるとは限らないことに留意が必要である。例えば、地下部/地上部比やバイオマス拡大係数 (BEF) については、IPCC ガイドラインで示された規程のパラメータを採用していることが多い。しかし、表中で CS と表示されている場合は、最も重要なパ

ラメータが国固有であることが推察される。デフォルト (D) は、算定に IPCC のデフォルトの排出係数が使用されていることを意味し、一般的に IPCC の最も基本的な算定方法 (Tier1) と関連付けて使用される。

3.3. 森林地 (F) におけるサブカテゴリ別の排出・吸収量の報告

第 1、2 章で述べた通り、「森林地 (F)」カテゴリは、「転用のない森林 (F-F)」と「他の土地利用から転用された森林 (L-F)」という 2 つのサブカテゴリに分類される。これらのサブカテゴリ毎に炭素蓄積の変化が算定され、排出・吸収量が報告される。森林地 (F) カテゴリにおいて、サブカテゴリ及び炭素プール別に排出・吸収量が報告されているかどうかに関する情報を表 3-2 に示す。

表 3-2 主要国の森林地 (F) のサブカテゴリ及び炭素プール別の排出・吸収量の報告状況
(2020 年次 NIR 及び CRF)

国名	森林地 (F)									
	転用のない森林地 (F-F)					他の土地利用から森林地 (L-F)				
	LB	DOM		SOC-M	SOC-O	LB	DOM		SOC-M	SOC-O
		DW	LT				DW	LT		
米国	R	R	R	R	IE	R	R	R	R	IE
カナダ	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
豪州	R	R	R	R	R	R	R	R	R	NO,IE
NZ	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ノルウェー	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
スウェーデン	R	R	R	R	IE	R	R	R	R	IE
フィンランド	R	IE	IE	R	R	R	NA	IE,NA	R	R
ポーランド	R	R	NO	R	IE	R	NO,NA	NO,NA	R	R
ドイツ	R	R	R	R	IE	R	R	R	R	R
オーストリア	R	R	NE,IE	R	R	R	R	R	R	R
イタリア	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
フランス	R	R	NA	R	R	R	R	R	R	R
スペイン	R	NA	NA	R	IE	R	R	R	R	NO,IE
ポルトガル	R	IE	R	R	R	R	IE	R	R	R
英国	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
スイス	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ロシア	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
日本	R	R	R	R	IE,NA	R	R	R	R	R

(略語：炭素プール) LB：生体バイオマス、DOM：枯死有機物、DW：枯死木、LT：リター、SOC-M：土壌有機炭素（鉱質土壌）、SOC-O：土壌有機炭素（有機質土壌）

(略語：報告記号) R：報告されている、IE：他に含まれて報告されている、NA：該当しない、NE：推定していない、NO：発生していない

(出典) UNFCCC ウェブサイト：GHG data from UNFCCC

表中の灰色セルは、これらの炭素プールについて、IPCC の Tier 1 では炭素蓄積の純増減がないと仮定しても良いとされている。

一般的に、「転用のない土地」の炭素蓄積変化を算定する場合、単一のデータソースが使用されるため、単一の算定方法に分類することが容易である。他方、「他の土地利用へ転用された土地」の炭素蓄積変化を算定するためには、複数のデータソースが使用されることが多く、単一の算定方法に分類することが容易ではない。例えば、森林地 (F) から農地に転用された生体バイオマス (LB) の炭素蓄積変化を推定するために、各国は森林地 (F) カテゴリについては CS の値を、農地カテゴリについてはデフォルト (D) の係数を用いる場合がある。さらに、「他の土地利用へ転用された土地」については、算定手法を分類する際には、転用前後のカテゴリを考慮しなくてはならない (例えば、森林地 (F) から草地への転用には、草地から農地への転用に用いられるものと異なるアプローチやデータソースが用いられることが多い) (EEA, 2022)。

3.4. 森林地 (F) の定義

UNFCCC の下で締約国は、森林地 (F) 面積に関するガイドラインに基づき、森林地 (F) を定義する定量的なパラメータ (最低樹冠被覆率、最低樹高、最小面積、及び最小幅) を独自の基準に従って設定し、NIR で報告している。これら森林地 (F) の定義は、時間的・空間的な観点から、各国のインベントリシステム内で土地利用及び土地利用変化を識別するシステムと整合性が確保されなければならない。しかし、これら森林地 (F) を定義する定量的なパラメータは、国固有の自然条件、歴史的な森林調査手法、土地利用及び土地利用変化を識別するシステムと関連しており、各国の間で差異が見られる (表 3-3)。なお、森林管理上、樹木の生育していない林地は森林地 (F) 面積に含まれることもあれば含まれないこともあるため、追加の定性的な基準を用いて森林地 (F) の定義が補完される。一例として、林道、未立木地、苗畑、ヤナギ栽培等について追加定義がなされることがある (EEA, 2022)。

これら各国が NIR で報告している森林地 (F) の定義は、各国が他の国際的な報告枠組みの下で使用している森林地の定義と一致している場合が多い (例: FAO の世界森林資源評価 (FRA))。FAO の FRA においては、基準となる森林地 (Forest Land) の定義が定められており、それは国際的なレファレンスとして認められている。FAO-FRA の森林地を定義する定量的パラメータは、「0.5 ヘクタール以上の土地で、高さ 5 メートル以上、樹冠率 10 パーセント以上の樹木、又は (将来的に) 現場でこれらの閾値に達することができる樹木」と定められている。しかし、FAO の FRA において、各国から提出されたカントリーレポートでは、森林地の定義について、異なる定量的パラメータを用いている国もあれば、定量的なパラメータの記載がなく、定性的な基準のみを記載している国も見られる (表 3-3)。

表 3-3 主要国のFAO-FRA報告の森林地と条約下の森林地（F）の定義

国名	FAO FRA報告					条約報告			
	森林分類	最低樹冠被覆率	最低樹高	最小面積	最小幅	最低樹冠被覆率	最低樹高	最小面積	最小幅
米国	—	10%	(5m)	0.4ha	37m	10%	5m	0.4ha	36.6m
カナダ	その他	10%	—	—	—	25%	5m	1.0ha	—
	植林地	25%	5m	1.0ha	20m				
豪州	—	20%	2m	0.2ha	—	20%	2m	0.2ha	—
NZ	—	30%	5m	1.0ha	—	30%	5m	—	30m
ノルウェー	—	10%	5m	0.5ha	20m	10%	5m	0.1ha	4m
スウェーデン	—	10%	5m	0.5ha	20m	10%	5m	0.5ha	10m
フィンランド	—	10%	5m	0.5ha	20m	10%	5m	0.25ha (0.5ha) ^{注1}	20m
ポーランド	—	—	—	0.1ha	—	10%	2m	0.1ha	10m
ドイツ	—	—	—	—	—	10%	5m	0.1ha	—
オーストリア	—	30%	10m	0.05ha	—	30%	2m	0.05ha	10m
イタリア	—	10%	5m	0.5ha	20m	10%	5m	0.5ha	—
フランス	—	10%	5m	0.5ha	20m	10%	5m	0.5ha	20m
スペイン	—	5-10%	—	—	—	20%	3m	1.0ha	25m
ポルトガル	—	—	—	—	—	10%	5m	1.0ha	20m
英国	—	20%	5m	0.5ha	20m	20%	2m	0.1ha	20m
スイス	—	20%	3m	0.0625ha	25m	20%	3m	0.0625ha	25m
ロシア	—	5-10%	5m	0.5ha	—	18%	5m	1.0ha	20m
日本 ^{注2}	—	—	—	0.3ha	—	30%	—	—	—

黄緑色のセルは、FAO-FRAの森林地の基準と同じ基準を採用

(出典) FAO (2020)、EEA (2022)及び各国 NIR (2022)

なお、表 3-3 中のフィンランドの条約報告における森林地（F）の最小面積^(注1)に関しては、国の森林地（F）の定義では、最低面積は明確に設定されていないが、南フィンランドでは 0.25ha、北フィンランドでは 0.5ha という最小面積が林分のガイドラインに示されている。この定義はフィンランドが、FAO-FRA 報告で森林地の定義として用いている 0.5ha に厳密に準拠しているわけではない。フィンランドの GHG インベントリ報告では、国が定める全ての森林地を条約下の森林地（F）として報告することとされている。このため、フィンランドは、0.5ha より小さい森林地も条約下の森林地（F）として報告している可能性が高い。また、日本の条約報告における森林地（F）の定義には、下位区分（人工林/天然林、無立木地、竹林）が設定されている。

3.5. 土地利用及び土地利用変化の識別方法

ほとんどの国は、森林地（F）への、あるいは森林地（F）からの土地利用の転用を特定し追跡できる土地識別システムを開発している。土地識別システムは、ヨーロッパの国の多くは、国家

森林インベントリ (NFI) のシステマティック・サンプリング・グリッドで収集した情報に基づく Sampling アプローチを用いており、衛星画像、リモートセンシング分析、航空写真、又は国の登録簿という補助情報によって補完されている場合が多い。ただし、その他の国では、土地に関する登録簿等のデータベース及び地図情報やリモートセンシング等を組み合わせて土地を面的に識別する「Wall-to-Wall アプローチ」を使用している国もある

3.5.1. 土地転用マトリックスの作成に用いられる方法論

土地利用及び土地利用変化の特定・追跡のために、複数の手法を組み合わせた方法論を表 3-4 に示す（なお、各国のデータソースと適用された方法に関するより詳細な情報については、各国の NIR を参照する必要がある）。

表 3-4 主要国の土地利用及び土地利用変化の識別方法

国名	土地利用面積の推定手法			土地又は土地単位の識別 (特定・追跡)
	NFI	地図情報 リモセン	土地 登記簿 (調査)	
米国	○	○		データベース (NRI, FIA, NLCD)
カナダ	○	○	○	NFCMARSモデル
豪州		○		Wall-to-Wallアプローチ
NZ		○	○	Wall-to-Wallアプローチ (NZ ETS)
ノルウェー	○			Samplingアプローチ (統計学的手法)
スウェーデン	○			Samplingアプローチ (統計学的手法)
フィンランド	○	○		Samplingアプローチ (統計学的手法)
ポーランド	○		○	Samplingアプローチ (統計学的手法)
ドイツ	○	○		Wall-to-Wallマッピング・アプローチ
オーストリア	○			Samplingアプローチ (統計学的手法)
イタリア	○		○	Samplingアプローチ (統計学的手法)
フランス			○	Samplingアプローチ (統計学的手法)
スペイン		○	○	Wall-to-Wallアプローチ
ポルトガル	○	○		Wall-to-Wall地図
英国			○	国家植林統計 (AR)、複数の情報源 (D)
スイス		○	○	土地利用データベースアプローチ
ロシア			○	公的な森林インベントリ
日本			○	国家森林簿、登記簿

(出典) EEA (2022)、各国 NIR (2022)、Leskinen et al. (2020)

条約下の土地面積及び KP 活動の年間面積は、各国によって、異なる時期で利用可能なデータセット (例: リモートセンシング) の外挿若しくは内挿に基づいて、又は特定の土地調査 (例: サンプリング・グリッド、補助金記録、土地登録簿) によって提供される情報に基づいて推定され

る。また、インベントリの作成者は、専門家の判断に基づき、複数のデータソースを組み合わせることもある（例えば、イタリアでは、森林地（F）への転用は草原からしか起こり得ないと仮定されている）（EEA, 2022）。

条約の下で報告される土地利用及び土地利用変化は、対応する KP-LULUCF の活動エリアと整合性が取れていなければならない。条約下で報告される土地転用マトリックス（CRF 表 4.1）と KP 下で報告されるマトリックス（CRF 表 NIR-2）を比較することにより、時系列的に土地分類と KP 活動の報告面積の整合性を確認できる。ただし、条約で用いられる土地転用期間（20 年間）と KP 下で新規植林・再植林（AR）、森林減少（D）の定義期間（1990 年以降に発生した KP3 条 3 項活動はそれ以降も継続して該当活動に分類）には差異があることに留意が必要である。

3.5.2. 地理的位置を特定するための地図・データベース、地理的位置の識別システム

データと資源の利用可能性に応じて、各国のインベントリは、条約下での土地利用及び土地利用変化、並びに KP 第 3 条 3 項及び第 3 条 4 項に基づく活動の土地の特定・追跡のために、土地利用面積を推定する手法と土地利用及び土地利用変化を特定・追跡するアプローチを組み合わせている。一般的に、条約の下での土地利用及び土地利用変化を特定するために使用されるデータソースは、KP の下で LULUCF 活動を特定するために使用されるデータと同じか、それに準拠している。しかし、KP で規定されている要件があり、いくつかの国では、KP 報告要件を満たす追加情報の収集を目的として、KP 専用のプロジェクトを実施している（EEA, 2022）。

3.5.3. 土地利用面積及び土地利用変化の識別（特定・追跡）方法

上述の通り、各国は、年次センサス、定期調査、リモートセンシング等、様々な方法でデータを取得している。これらのデータ収集方法は、それぞれ異なるタイプの情報（地図や表等）を、異なる報告頻度で、異なる属性で得ることができる。

土地利用及び土地利用変化の面積を推定するための手法として、①グリッド（サンプル）ベース評価、又は②Wall-to-Wall 評価の 2 つがある。ただし、②の Wall-to-Wall 評価を用いた土地利用面積の推定手法は、通常は、校正、検証及び不確実性分析のためにサンプルが必要である。他方、①のグリッド（サンプル）ベースの評価を用いた土地利用面積の推定手法は、サンプルサイズの寸法やサンプルグリッドの設計だけでなく、スケールアップのために②の Wall-to-Wall マップを必要とすることもある（IPCC, 2019）。

また、IPCC ガイドライン（IPCC, 2019）は、土地利用及び土地利用変化を特定・追跡するアプローチを 3 つに分類している。アプローチ 1 は、国内の土地利用区分別の面積は特定できるが、土地利用区分間の転用に関する詳細な情報は備えていない。アプローチ 2 は、アプローチ 1 に加えて、土地利用区分間の転用の追跡調査が導入されており、転用前後の情報を備えている。アプローチ 3 は、アプローチ 2 に加えて、土地利用区分間の転用を空間的に明示的に追跡できるもの

である。

各国は、自国内の土地利用及び土地利用変化を識別するために、上記の土地利用面積の推定方法（①、②）と土地利用及び土地利用変化を特定・追跡するアプローチ（1、2、3）を組み合わせで使用することができる（表 3-5）。

表 3-5 主要国のKP-LULUCF活動の対象となる土地利用及び土地利用変化の識別方法

土地利用面積 の推定手法	土地利用及び土地利用変化を特定・追跡するアプローチ		
	アプローチ 1	アプローチ 2	アプローチ 3
① グリッド (サンプル) ベース評価	<ul style="list-style-type: none"> 単一サンプル 一時的サンプルユニット 	<ul style="list-style-type: none"> 固定プロットからサンプルが収集されるが、連続する二時点間における変化のみを追跡(時系列では追跡不可) 	<ul style="list-style-type: none"> 時系列で整合性の取れた位置情報を備えた固定地上プロット リモートセンシングデータを用いた時系列的に継続的で整合性の取れたサンプル
② Wall-to-Wall 評価	<ul style="list-style-type: none"> 単一の地図 別の時点で作成された整合性のない地図 	<ul style="list-style-type: none"> サンプルと組み合わせた時系列で整合性のない地図(例:階層化に用いられた地図) 時系列的には追跡出来ないが二時点間では追跡可能な整合性のある方法で作成された地図 	<ul style="list-style-type: none"> 時系列的に整合性のあるデータを用いたピクセル/土地ユニットで特定・追跡が可能

土地利用面積の推定手法①は、グリッド（サンプル）ベースの評価に基づくものであり、通常は、アプローチ 3、場合によってはアプローチ 2 に補足情報を加えたものと組み合わせて使用される。ほとんどの国の土地識別システムは、土地利用及び土地利用変化、並びに AR、D、FM 活動の土地を特定し追跡するために、国家森林インベントリ（NFI）のグリッドを用いており、リモートセンシングデータセットによって補完されることが多い。このため、ほとんどの国は、土地利用面積の推定手法①グリッド（サンプル）ベースの評価とアプローチ 3 の組み合わせ、又はアプローチ 2 に土地転用を時系列的に、又は空間的に明示的に追跡可能にする等の追加情報を加えた組み合わせ、を用いている。

アプローチ 3 として、国のシステム、すなわち土地区画識別システム（例えば、補助金支払いやライセンス取得に使用されるもの）を用いることもできる。このような国のシステムは、公的資金により管理運営されているため、国レベルでの十分な検証手続きを備えている。上述のアプローチ 2 が用いられる場合には、追加情報として、ライセンスデータベース、支払いスキームデータベース、森林管理計画関連データベース、又は専門家の判断等により土地転用を追跡可能にする情報が補足される。なお、土地利用面積の推定方法②の Wall-to-Wall が使用される場合には、通常、リモートセンシングデータから得られた Wall-to-Wall のデータセットを持つ地理情報システムが用いられる（EEA, 2022）。

3.6. 国家森林インベントリ (NFI)

国家森林インベントリ (NFI) は、面積の推定、森林炭素蓄積量とその変化の推定の両方において、基本的なデータインプットを提供する。これらの情報は、森林管理計画データベースのデータから取得、又は補完される場合もあるが、そのようなケースは極めて少ない（例えば、時系列の最初の年の情報を得ることが困難な国の場合）。

NFI のデータ収集方法は、通常、常設のサンプリングプロットでのパラメータの反復測定に基づいているが、サンプリングデザインは、サンプルサイズや現地調査の頻度の点で国によって異なる（例：オーストリア 3 年、スペイン 10 年、ドイツ 5 年）。NFI 調査では、年次データの入手がほとんど不可能であり、一部、年単位では識別できない変化もあるため、いくつかのパラメータのサンプリング頻度を上げるのは費用対効果面から適切でない。各国は、報告要件を満たし、時系列の一貫性を確保するために努力を傾けている。年間値は通常、利用可能なデータセットの内挿及び外挿によって得られる。森林地 (F) 面積の主なデータ源として NFI が用いられる場合には、国家統計（調査等）やリモートセンシング（衛星画像、航空写真等）等の補助的な情報で補完されていることが多い。

森林地 (F) に限らず、より良い管理のための土地や情報をモニタリングするために、各国は新たなデータを取得し、LULUCF 報告情報の改善に利用している。さらに各国は、利用可能なデータセットに従って、森林地 (F) 面積を様々な細目で分類している。内訳の基準は国によって異なるが、国別に時系列では一貫したものを採用している。森林地 (F) を細分化して階層化することにより、特定の階層の特徴が GHG 推定値に与える影響をより精緻に識別することができる。主な階層としては、森林タイプ（広葉樹／針葉樹、常緑樹／落葉樹、樹種に基づく分類）、気候条件（温帯湿潤又は温帯乾燥等）、土壌、標高（低地、山地等）、行政又は地理的境界（北部、南部地域等）、及び管理タイプに基づいている（EEA, 2022）。

3.7. 森林地 (F) の炭素プール

森林地 (F) の炭素プールの定義は対象 18 ヶ国全ての国から報告されている。各国の間で、炭素プールの定義に多少の差異が見られるが、この差異が算定値に与える影響は小さいと考えられる。例えば、各国は森林インベントリにおいて、地上部バイオマス (AGB) の炭素プールを定義する際に、測定された植生の最小直径（例：胸高直径 (DBH)）の閾値 (0~7.5cm) を定めている。他方、地下部バイオマス (BGB) の炭素プールについては、何がこの炭素プールに含まれているのか、情報が少ない。枯死木 (DW) の炭素プールは、腐朽時間や、木片の直径や高さ・長さの閾値が各国で異なることが多い。リター (LT) の炭素プールは、独自に評価するか、土壌の炭素プールに含めて算定するかのどちらかである。土壌有機炭素 (SOC) は、様々な方法と移行期間によって、炭素蓄積量の変化が計算される。通常、林床下のバイオマスの炭素蓄積は、原則的に森

林火災の排出量を推定するためにのみ算定される。

インベントリの完全性を評価する場合、ある炭素プールで報告されないものは別の炭素プールで報告される（例えば、細根は LT 又は SOC として報告される）ため、全体の推定に偏りが生じていないかどうかには留意する必要がある（EEA, 2022）。

3.7.1. 生体バイオマス（LB）炭素プールの炭素蓄積変化の算定方法

各国は、2006 年 IPCC ガイドライン（IPCC, 2006）に従って、NIR において森林地（F）炭素プールの炭素蓄積変化を算定している。生体バイオマス（LB）については、基本的に、蓄積差法又はゲイン・ロス法のいずれかに基づいて算定されている（表 3-6）。

LB の炭素蓄積量変化を算定するためのデータソースは、各国のデータ入手可能性に応じて異なる。現在では、ほとんどの国において国家森林インベントリ（NFI）が主要な情報源となっているが、他の国ではその他の林業統計や収穫表を用いている場合もある。さらに、森林火災の統計データが NFI 及びその他の統計情報を補完するものとして用いられている。炭素蓄積変化の算定値の完全性と正確性をさらに向上させるために、ほとんどの国では、さらなるデータの収集とデータ分析プログラムの改善が進行中である（EEA, 2022）。

3.7.2. 枯死有機物（DOM）及び土壌有機炭素（SOC）プールの炭素蓄積変化の算定

鈎質土壌（SOC-M）や枯死有機物（DOM）に蓄積された有機炭素の変化は、主に Tier 1 の算定方法を適用して報告しても良いとされている。これは、サブカテゴリ「転用のない森林（F-F）」において、これらの炭素プールが平衡状態にあり、したがって長期的に純炭素蓄積変化が生じないと仮定するものである。これら SOC-M や DOM 炭素プールにおける炭素蓄積変化を推定する場合、各国は主に国家森林インベントリ（NFI）の過程で収集されたデータを用いる。ただし、上述の通り Tier 1 の仮定が広く使われているのは、適切なデータが不足していることと、この情報を適切に収集するシステムに関連する高いコスト、また他のケースでは、既存のデータの不確実性が非常に高いためであることに留意が必要である。現在、これらの課題の改善に取り組む国が増えており、その結果、森林地（F）の DOM や SOC-M 炭素プールにおける炭素蓄積量の変化を、その国固有のデータを用いて報告する国が増えている（EEA, 2022）。

土壌有機炭素（SOC）の調査データが測定サイクルとして 2 回以上得られている場合、そのデータを直接利用して蓄積差法により炭素蓄積変化を算定するケースが多い。現状では、それらのデータをモデルに組み込んでいるケースは少ない。さらに、各国のデータセットが利用可能性に応じて、DOM の炭素蓄積変化を枯死木（DW）とリター（LT）に分解したり、SOC プールに含めて算定したりする国もある（例：フィンランド等）。なお、フランスは、時系列的に 1999 年以降についてのみ、DW の炭素蓄積変化量を報告している。これは、その年に発生した暴風雨の後、DW プールに大量に流入した炭素についてその後の蓄積変化を報告している。

表 3-6 主要国の「転用のない森林 (F-F) 」における炭素プール別の炭素蓄積変化の算定方法

国名	天然林/ 植林地	生体バイオマス (LB)		枯死有機物 (DOM)		土壌有機炭素 (SOC)	
		IPCC ガイドライン	詳細方法	枯死木 (DW)	リター (LT)	鉱質土壌 (SOC-M)	有機質土壌 (SOC-O)
米国	天・植	蓄積差法	NFIの反復調査による実測値/FIA	モデル/シミュレーション		DAYCENTモデル	IE
カナダ	天・植	ゲイン・ロス法	CBM-CFS3モデル(NFI、NFD、収穫表等に基づくパラメータ等を使用)				面積×排出係数
豪州	天・植	ゲイン・ロス法	FullCAMモデル			Roth-Cモデル	IE, NO
NZ	天然林	ゲイン・ロス法	アロメリーモデル(サンプルプロット)			土地細区分別炭素量	面積×排出係数
	植林地	ゲイン・ロス法	NFI(LUCAS)、収穫表(Forest Carbon Predictor)モデル				
ノルウェー	天・植	ゲイン・ロス法	NFIに基づくモデル	Yasso07モデル			面積×排出係数
スウェーデン	天・植	蓄積差法	NFIの反復調査による実測値		SFSIIによる実測値		IE
フィンランド	天・植	ゲイン・ロス法	NFIの反復調査による年間樹木成長量推定	Yasso07モデル			面積×排出係数
ポーランド	天・植	蓄積差法	樹種・年齢別のNFI及び国家統計(伐採統計含む)		NO	面積×排出係数	IE
ドイツ	天・植	蓄積差法	NFIの反復調査による実測値		実測値	実測値	IE
オーストリア	天・植	ゲイン・ロス法	NFIの反復調査に基づくモデル推定		Yasso07モデル		NO
イタリア	天・植	ゲイン・ロス法	NFI、For-estモデル			排出ではないと報告	排出ではないと報告
フランス	天・植	ゲイン・ロス法	NFI、国家伐採統計、収穫表		変化なしと仮定	変化なしと仮定	変化なしと仮定
スペイン	天・植	蓄積差法	NFIの反復調査による実測値	変化なしと仮定	変化なしと仮定	変化なしと仮定	IE
ポルトガル	天・植	ゲイン・ロス法	NFI、CARBINEモデル			土地細区分別炭素量	面積×排出係数
英国	天・植	ゲイン・ロス法	CARBINE、C-Flow及びBSORTモデル			SCOTIAモデル	面積×排出係数
スイス	天・植	ゲイン・ロス法	NFIに基づくモデル	Yasso07モデル			面積×排出係数
ロシア	天・植	ゲイン・ロス法	国家森林登録簿の主要樹種の年齢別情報に基づくフラックス・バランスモデル				面積×排出係数
日本	天・植	ゲイン・ロス法	国家森林資源DB(森林簿)、収穫表モデル	CENTURY-jfosモデル			IE、変化なしと仮定

NFI：国家森林インベントリ（システムティック・サンプリングベース）、FIA：森林インベントリ及び分析、DB：データベース、SFR：国有森林登録簿、E：その他に含まれる、NO：発生していない

(出典) 各国 NIR、佐藤 (2021)

サブカテゴリ F-F において、SOC-M の炭素蓄積変化は、一般的に微増すると報告されている。他方、有機質土壌 (SOC-O) について、ほとんどの国は、F-F において、SOC-O が存在しない、又は有意でない微小面積を報告している。しかし、SOC-O が存在する場合、ほとんどのケースで炭素蓄積が減少する、すなわち排出源となることが報告されている。SOC-O からの CO₂ 排出は、森林管理手法 (例えば、プランテーションを設置するための湿地土壌の排水) に関連している (EEA, 2022)。

3.8. 土地利用カテゴリ別の算定方法

3.8.1. 転用のない森林 (F-F) における算定方法

各国は、サブカテゴリ「転用のない森林 (F-F)」において、ほとんどの年で純吸収を報告している。例えば、イタリアとスペインは、サブカテゴリ F-F の面積が着実に増加しており、それにとともに、炭素蓄積が増加したと報告している。ただし、長期的に見ると、場合によっては、サブカテゴリ F-F の炭素蓄積量が増加から減少へと変動している国もある。これは、自然攪乱の影響及び林齢構成の影響で説明される。

このサブカテゴリの経年的な変動は、自然攪乱と密接に関連している。南欧諸国では山火事、中欧の数カ国では暴風や虫害が原因で、森林から大気中に大量の GHG が排出される。例えば、ポルトガルとイタリアは、2017 年に大規模な山火事が発生し、大面積の森林地 (F) と草地在が影響を受け、約 2 千 5 百万トン CO₂eq. が大気中に放出された。また、ドイツでは、第 2 章で述べた通り、1990 年に発生した大規模な嵐「ビビアン」により、約 7 千万 m³ の立木が風倒被害を受けたと推定されたことも注目に値する。バイオマス燃焼による CO₂ 排出量は、多くの場合、炭素蓄積変化量の一部として、CRF 表 4.A に含まれて報告されており、関連する非 CO₂ 排出量は CRF 表 4 (V) に報告されている。森林火災による排出量の推計は、排出量が少ない場合はデフォルトの方法で算定されるが、その国の炭素収支全体に占める割合が大きい場合 (例: ポルトガル、スペイン) は、その国特有の情報を含む高い Tier で算定されている。一般的に、必ずしも瞬時に炭素の放出をもたらさない自然攪乱 (例: 虫害) による排出は、年間のバイオマス損失として定量化することが容易ではないため、定期的な国家森林インベントリ (NFI) を通して長期的な算定に反映される。EU 域内国のサブカテゴリ F-F における排出・吸収量の経年変動のうち、自然攪乱の影響が最も大きかった例は以下の通り (EEA, 2022)。

- 森林火災

1990 年、2003 年、2005 年及び 2017 年のポルトガル、1990 年、1993 年、2007 年及び 2017 年のイタリア。

- 暴風雨

1990 年のドイツ、1999 年と 2009 年のフランス、2000 年のデンマーク、2005 年のスウェーデン、2018 年のイタリア。

3.8.2. 他の土地利用から転用された森林（L-F）における算定方法

サブカテゴリ「他の土地利用から転用された森林（L-F）」の炭素蓄積変化は、比較的有意な量であることが多いため、このサブカテゴリからの排出・吸収量は、通常、国家森林インベントリ（NFI）で収集された国固有のデータを含む Tier 2 の方法を用いて算定される。サブカテゴリ L-F では、生体バイオマス（LB）や枯死有機物（DOM）の炭素プールは、ほとんどの場合、純吸収源として報告される。鉱質土壌（SOC-M）は、植林時における土壌攪乱の有無によって、排出又は吸収として報告される。例えば、一部の国（例：フィンランド、スウェーデン）では、このサブカテゴリの時系列の最初の年において、排出又は極小さい吸収として報告されている。これは、新規植林や再植林に際して、地拵え作業時に発生する排出量が算定されているためである。

有機質土壌（SOC-O）に植林された場合、各国はこの炭素プールを純排出として報告している。例えば、フィンランドの場合、サブカテゴリ L-F において、1990 年には、排水された SOC-O からの排出量が報告され、LB の増加による吸収量が相殺されていた。それが近年では、SOC-O からの排水が極めて少なく、LB の炭素蓄積が増加し、それらを総計した結果として、サブカテゴリ L-F で大きな吸収量が報告されている。

サブカテゴリ L-F において、スウェーデンとスペインが報告した吸収量の変化は、このサブカテゴリの面積変化によってもたらされている。スウェーデンは、L-F の面積が増加しているのに対して、スペインは減少しており、それがサブカテゴリ L-F の吸収量の増減にそのまま反映されている（EEA, 2022）。

3.9. 各国の条約の下での森林関連の排出・吸収量の算定方法及び活動量の特徴

上述の通り、各国の条約の下での森林吸収量の算定には、国固有の方法及び活動量がいわれている。そこで、森林面積が大きく、代表的な算定方法及び活動量を用いて森林吸収量を算定しているカナダ（モデル推計）、米国（蓄積差法）及びロシア（ゲイン・ロス法モデル推計）について、その特徴を分析整理した。なお、この 3.9 は、最新の NIR ではなく、既存の文献情報を引用して記述した。したがって、古い情報も含まれており、最新情報では算定方法や活動量が更新されている可能性もあることに留意が必要である。

3.9.1. カナダの森林 GHG インベントリ

（1）カナダの森林地（F）からの排出・吸収量の報告

カナダ天然資源省のカナダ森林局（CFS）は、最新の方法を用いて、カナダの管理された森林における年間排出・吸収量及び経年変化の算定値を更新している。カナダ環境・気候変動省は、この森林地（F）の算定値と他の土地利用からの算定値を合わせて、GHG インベントリとして報告している。また、カナダ天然資源省は、これらの算定値を「カナダの森林の現状」という年次報告書にも掲載している。

カナダの「管理された森林」の定義は、人間が直接影響を及ぼす全ての森林であり、伐採目的の森林、森林火災・虫害に対する予防措置が実施されている森林及び保護林等が含まれる(図 3-1)。2015 年時点のカナダの「管理された森林」の面積は約 2 億 2,590 万 ha で、国全体の「管理された土地」の 81%を占める。カナダの「管理されていない森林」の総面積は約 1 億 1,800 万 ha で、全て国の北部地域に位置し、人間のアクセスが限られているか、全くない (Ogle et al., 2018)。

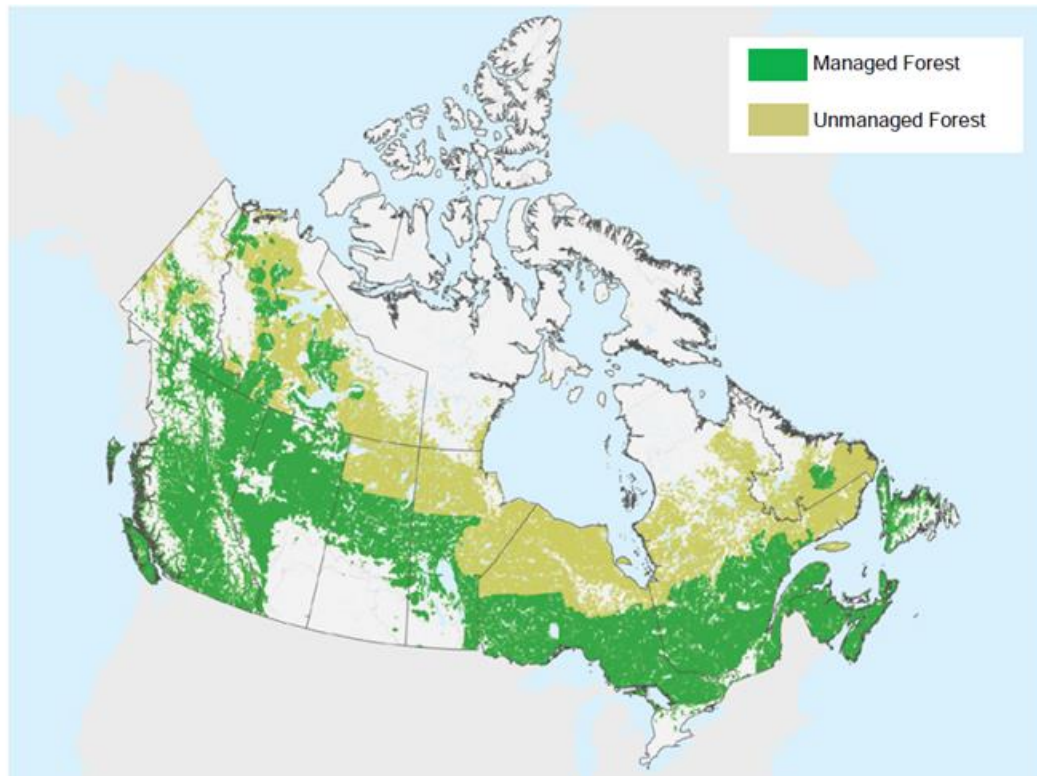


図 3-1 カナダの「管理された森林」と「管理されていない森林」

(出典) Canada NIR, 2022

(2) カナダにおける森林炭素モニタリング・計上・報告システム

カナダ天然資源省は、科学的根拠に基づく国家森林炭素モニタリング・計上・報告システム (NFCMARS) とその炭素収支モデル (CBM-CFS3) を用いて森林地 (F) からの排出・吸収量を推定している (Kurz and Apps, 2006、Kurz et al., 2009)。このモデルは国際的に認められており、森林地 (F) の排出・吸収を推定、理解するために世界中の多くの国で使用されている (Jevšenak et al., 2020, Kim et al., 2017, Pilli et al., 2013, Pilli et al., 2018)。NFCMARS では、約 2 億 2 千 6 百万ヘクタールのカナダの「管理された森林」における炭素蓄積量、炭素蓄積変化、その他の GHG 排出量を推定している。

(ア) 自然攪乱の影響

カナダ天然資源省は、山火事や害虫の発生等の自然攪乱による排出・吸収量への影響を定量化している。UNFCCC は、人為的な GHG の排出と吸収に焦点をあてており、カナダの GHG イン

ベントリ報告書（NIR）も、これに従って森林地（F）の管理に直接起因する排出・吸収量に焦点をあてている。自然撓乱の影響を定量化し、人間の直接的な影響に焦点を当てることで、森林からの炭素の排出を削減し、森林が貯留する炭素を増加させるためのアプローチを開発・改良できる（Kurz et al., 2008a, b, Kurz et al., 2018）。

（イ）伐採の影響

カナダの「管理された森林」における排出・吸収量の算定値には、伐採後、森林地（F）内に残された林地残材（梢端部、切り株、枝、根等）の分解や焼却等、毎年の伐採作業から生じる排出が含まれている。また、伐採後の森林の更新も吸収に含まれている。更新は、伐採の影響の一部であり、植林又は天然更新による。更新中の森林は通常、伐採後の最初の数年間は正味の排出源となるが、その後、更新木が成長するにつれ、加速度的に大きな正味の吸収源へと移行する。伐採やその他の林業作業で使用する機器からの排出は、GHG インベントリではエネルギー部門に含まれるため、「管理された森林」からの排出・吸収量の推定値には含まれていない。例えば、林業作業で使用する車両からの排出量は、GHG インベントリでは、運輸部門の排出量に含まれる。

（ウ）伐採木材製品（HWP）

カナダの森林セクターでは、毎年、伐採された木材のかなりの部分が、用途によって様々な期間炭素を貯蔵する製品、すなわち伐採木材製品（HWP）として使用されている。カナダの HWP からの排出・吸収量の推定には、国特有のモデルである NFCMARS-HWP（HWP の森林炭素モニタリング・会計・報告システム）が使用されている（Kurz et al., 1992, Smyth et al., 2014）。このモデルは、木材製品のライフサイクル（製造、使用、取引、廃棄等）を通して、HWP のサブプールとサブプール間の炭素のフローを追跡するものである。例えば、木材を薪・燃料として使用した場合には、即時に炭素が放出されることとなる。また、紙製品の多くは、伐採後数年以内に廃棄され炭素が放出されることになる。一方、建築物に使われる木材製品は長期間使用されるので、建築物中に貯蔵された炭素は伐採後何十年も経ってから放出される。カナダの NFCMARS-HWP では、これらの要素を全て考慮し、時間とともに発生する HWP からの排出をできるだけ正確に定量化している。したがって、カナダの毎年の HWP 排出量のかなりの部分は、過去の HWP の生産量と利用量が反映されている。これにより、HWP の排出量を発生と同時に正確に反映するだけでなく、建物の建設等、排出を遅らせる方法で木材を使用することを奨励することにつながる。

（エ）GHG インベントリ報告の改善

カナダ天然資源省は、カナダ環境・気候変動省と協力して、入手可能な最善の情報と科学的知識を用いて、カナダの森林地（F）からの排出・吸収量の算定と報告のアプローチを継続的に改善している。毎年、カナダ天然資源省とカナダ環境・気候変動省は、実施すべき優先的な改善点を決定し、定期的に更新される複数年の改善計画を策定している。例えば、カナダ政府は森林地（F）

の吸収量を増やし、排出量を削減することを目的としたイニシアチブを検討、実施している。必要な情報が入手でき次第、カナダ天然資源省はこれらの施策の影響を森林 GHG インベントリの算定に含める予定としている。樹木の成長を向上させる活動や、伐採のアクセス道路や土場での森林更新の遅延等が、的確に炭素蓄積変化に反映されるよう、継続的な研究改善が行われている。さらに、自然攪乱や気候変動が森林の成長・分解速度に与える影響をより定量的に把握するための研究も進行中である (Kurz et al., 2018)。

(オ) 空間的に明示的な森林炭素モデリング

空間的に明示的な森林炭素モデリングは、森林地 (F) の排出・吸収量の算定改良のために重要である。NFCMARS は、カナダ全土で異なる情報を森林管理ユニットのスケールで落とし込んでいるが、特定の場所の推定値を提供することはできない。NFCMARS の次期バージョンでは、空間的に明示的な森林炭素モデルを含み、リモートセンシングデータをより活用する予定としている。なお、空間性を明示的に組み込んだモデルの開発は、研究レベルではいろいろ試みられている (例えば、Sleeter et al., 2022 等)。

(2) カナダ森林セクターの炭素収支モデル (CBM-CFS3)

カナダ森林セクターの炭素収支モデル (CBM-CFS3) は、カナダの「管理された森林」の炭素収支を国際的に報告するために使用される、非空間的、林分及び景観レベルでのモデリングの枠組みである (Kurz et al., 2009、柴崎 & 石塚, 2015)。カナダの国家森林炭素モニタリング、計上、報告システム (NFCMARS) の中心的な構成要素である。この CBM-CFS3 は、様々な情報源から得た森林の成長と攪乱に関する情報が統合される。このモデルの元データは、州の森林インベントリ、一時的及び恒久的なサンプルプロット、森林の成長と収穫量の評価、山火事や虫害等の自然攪乱に関するリモートセンシング測定と統計から得られる。森林管理の動向を把握するために、伐採やその他の森林管理活動に関する情報が使用されている。

CBM-CFS3 では、森林に影響を与える生態学的プロセスに関するデータと科学的理解を基にして、伐採や自然攪乱の発生時に森林の炭素がどのように変化するかを追跡可能である。具体的には、IPCC のガイドライン (IPCC, 2003a、IPCC, 2006) に準拠し、UNFCCC の GHG インベントリ報告で要求される全ての森林炭素プールにおける炭素蓄積変化の動態をシミュレートできる。すなわち、生存木の全ての部位 (幹、枝、根) を含む地上部バイオマス (AGB)、地下部バイオマス (BGB)、並びにリター (LT)、枯死木 (DW) 及び土壌有機炭素 (SOC-M) の動態を推定できる。カナダ環境・気候変動省は、国際的な報告義務を果たすためにカナダが作成する主要文書である国家 GHG インベントリ報告書 (NIR) で、このモデルの最新の推定値を使用している。

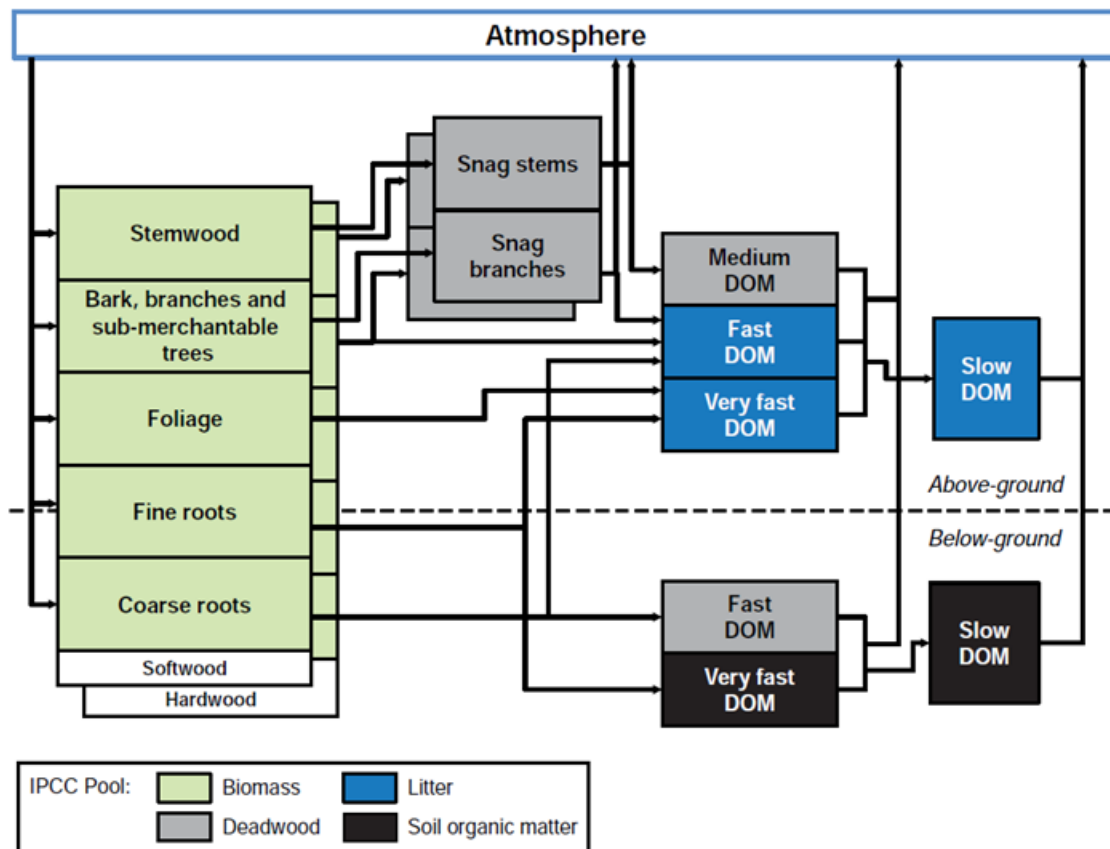


図 3-2 カナダのCBM-CFS3の炭素プールの構造

炭素プール間の移行を矢印で表示。また、各炭素プールの相対的な減衰速（速い、中庸、遅い）も明記。

（出典）Canada NIR, 2022

（ア）CBM-CFS3 のツール

CBM-CFS3 は、様々なレベルのユーザーから提供された森林管理情報を使用して、モニタリングや予測を目的とした森林の炭素蓄積量と蓄積変化の計算を行うことができる。CBM-CFS3 の開発は、1989 年に科学プロジェクトとして開始し、2002 年に森林炭素計上チーム（CFS-CAT）は、カナダ・モデルフォレスト・ネットワークと協力し、ユーザーが運用しやすい規模の森林炭素計上ツールを開発した。このツールの開発においては、以下の要件を満たすこととされた。

- 林業が、持続可能な森林管理の基準と指標の報告要件を満たす
- 林業が、森林認証の報告要件を満たす
- 森林管理者が、自分の施業が所有森林の炭素収支にどのような影響を与えるかを理解する

このツールを利用することにより、CBM-CFS3 用にフォーマットされたユーザー開発のデータファイルから、又は Remsoft® Spatial Planning System™ のような一般的な木材供給モデルから、必要なデータを読み込めるようにサポートされている。CBM-CFS3 のユーザーは、炭素への影響を評価するために、様々な森林管理シナリオを作成し、シミュレートして比較することができる。これにより、計画された施業が森林の炭素蓄積量や蓄積変化に与える影響を検討し、森林地（F）

からの排出削減や森林炭素の貯留量、吸収増加へ向けた的確な施策を検討可能である。

(イ) CBM-CFS3 の開発・改良と利用可能性

カナダの CBM-CFS3 は、国家生態パラメータ・データベースからの補足情報に基づき、森林管理計画に必要な以下の情報を使用している。すなわち、森林簿、樹種、成長曲線、収穫曲線（収穫表）、自然攪乱情報、人為的攪乱情報、森林伐採計画、土地利用変化情報等である。カナダ森林局の炭素計上チーム（CFS-CAT）は、新しい科学的情報を取り入れながら、継続的にモデルを改良している。

CBM-CFS3 の開発に当たっては、アビティビ・レイク・モデルフォレストと西ニューファウンドランド・モデルフォレストの二つのモデルフォレストがパイロットサイトとして選定され、CBM-CFS3 のテストが行われた。さらに、カナダ全域の他のモデルフォレストとそのパートナーが、ベータ版のテストを通じて CBM-CFS3 の開発に貢献した。2005 年には、CBM-CFS3 のリリース版がユーザーガイドとチュートリアルとともに林業界に無料で提供された。

CBM-CFS3 には、カナダに適した生態パラメータがデフォルトで実装されているが、変更可能であり、他の国でも CBM-CFS3 は使用可能である。モデル本体、補助文書及びチュートリアルは、インターネット上から無料で利用できる。このため、カナダの他にもアイルランド、チェコ等、数カ国で広く使用されている。また、EC の JRC は、EU の政策立案や科学研究のために、過去何年にもわたって CBM-CFS3 を、EU26 ヶ国の森林に適した生態パラメータを適用してテストを繰り返してきた。なお、CBM-CFS3 モデルの機能、必要な情報とデータ及び現時点で対応していない事象等の詳細情報は、マニュアル（Version1.2）に記載されている（Canadian Government website: Carbon Budget Model）。

3.9.2. 米国の森林 GHG インベントリ

(1) 米国の森林地（F）からの排出・吸収量の報告

米国は世界第 4 位の森林面積を有し（図 3-3）、これらの森林地（F）は米国の総排出量の 10% 以上を吸収しているため、米国の GHG インベントリの重要な部分を占めている。LULUCF セクターの吸収は、主に「転用のない森林（F-F）」の炭素蓄積増加による吸収量が多く、次いで開発地における吸収（都市の樹木等）、そして「他の土地利用から転用された森林（L-F）」が続く。

米国は、長期にわたって LULUCF セクターのインベントリの包括性を高め、現在では、全てのキーカテゴリ、プール、ガスについて報告がなされており、比較的完全性が高い。米国は、GHG インベントリに「管理された土地」を積極的に組み入れており、現在ではアラスカの一部（米国の総土地面積の約 5%）だけが「管理されていない土地」とみなされている（5 年前は 16%）（Federici et al., 2017）。

2017)。

土地利用変化マトリックスは、FIA プログラムがデータを提供していない部分（例えば、森林地 (F) →非森林地、又は非森林地→森林地 (F) の際の土地タイプ) を補足するために、他のデータセットの統計を用いて作成されている（表 3-7）。したがって、データセット間の不一致（森林を分類する基準の違いやサンプリングデザインの違い）の調整が必要となる。

表 3-7 米国本土、ハワイ、アラスカの土地利用及び土地面積を決定するために用いられたデータソース

		NRI	FIA	NLCD
Forest Land				
Conterminous United States				
	<i>Non-Federal</i>		•	
	<i>Federal</i>		•	
Hawaii				
	<i>Non-Federal</i>	•		
	<i>Federal</i>			•
Alaska				
	<i>Non-Federal</i>		•	•
	<i>Federal</i>		•	•

略語) NRI : 国家資源インベントリ)、FIA : 森林インベントリ及び分析、NLCD : 国家土地被覆データセット)

(出典) USA NIR (2022)

(4) 米国の国家森林インベントリ (NFI)

FIA プログラムでは、リモートセンシングデータと国家森林インベントリ (NFI) の現地プロットで収集したフィールドデータを組み合わせている。NFI において、各州の一部のプロットが毎年サンプリングされ、米国東部では 5 年に 1 回、米国西部では 10 年に 1 回、州内の全プロットを測定することを目標としている。米国の森林炭素インベントリは、この NFI サイクルの繰り返しによる蓄積差法に基づき炭素蓄積変化を算定している。このため、管理活動による炭素蓄積への影響に加えて、間接プロセス (CO₂ や N 施肥、気温レジーム、水利用可能性等)、山火事・害虫・嵐等の自然攪乱の結果が全て算定値に含まれる。なお、森林火災による排出量は年変動が大きいが、1990 年代以降増加傾向にある。

(5) 米国の森林 GHG インベントリ方法論の改善

2017 年の米国の GHG インベントリには、森林・土地利用セクターに関するいくつかの変更が記載されている。特に、新しいサブカテゴリ「開発地に転用された森林」が追加され、「草地に転用された森林」と「農地に転用された森林」の生体バイオマス (LB) や枯死有機物 (DOM) を含む新しいプールを追加し、以前のレポートよりも完全性が増している。その他の改善又は変更点

は以下の通り。

- F-F と L-F を別々に報告。以前の GHG インベントリ レポートでは、全て F-F に統合されていた。
- 森林土壌炭素（米国で最大の炭素蓄積）の推定に関する新しいアプローチ。
- 南中央及び南東部沿岸アラスカにおける管理地の指定を若干変更（アラスカにおける「管理された森林」の割合を 5%削減）。
- 森林地（F）の有機質土壌（SOC-M）からの排出量を、2017 年の GHG インベントリで初めて報告（2013 年湿地補足ガイドラインを適用）。

（6）米国の森林 GHG インベントリと FAO の FRA との比較

米国が FAO に提出している FRA と比較すると、米国の国家 GHG インベントリ報告書（NIR）の森林吸収量は有意に大きい（2015 年）。これは、FRA の吸収量が Federici et al.（2015）の方法を用いて推定されているのに対し、NIR では、それと異なる方法で森林吸収量が算定されているからである。また、FRA と NIR の間で森林吸収量が異なるもう一つの理由は、森林被覆と森林被覆変化の推定方法が異なり、それを基にして排出・吸収量が算定されていることである。すなわち、FRA は全ての森林を対象としているが、NIR では「管理された森林」のみを対象としており、アラスカとハワイ（及び米国領土）の内陸部は含まれていない。さらに、FRA と NIR の間では、森林に関連する土地の定義も異なっている。米国では、FRA と NIR は同じ基礎データが使用されているが、森林の分類方法や森林面積変化の計算・分類方法に違いが見られる。例えば、NIR では、IPCC のガイダンスに従い、転用のあった土地は、転用後 20 年間、転用カテゴリに留めおかれる。米国は現在、これらの相違の調整に取り組んでいる。

3.9.3. ロシアの森林 GHG インベントリ

（1）ロシアの森林地（F）からの排出・吸収量の報告

ロシア連邦は、世界の森林面積の 5 分の 1 を占め、泥炭の面積は世界で 2 番目に大きい（カナダが最大）。ロシアの森林地（F）からの排出・吸収は、ロシアの年間総排出量に大きな影響を与えている。2015 年次の NIR（2017 年）によると、ロシアは LULUCF なしの総排出量は 26 億 5 千万トン CO₂eq.以上、LULUCF ありの総排出量は 21 億 3 千万トン CO₂eq.で、HWP 含む森林カテゴリからの純吸収量は、LULUCF なしの総排出量の 22.2%に相当する-5 億 890 万トン CO₂ eq.以上と報告している。

1990 年以降の森林セクターからの大量の吸収増加は、1990 年以降の伐採率の大幅な減少の結果であり、この期間以降に大幅な純吸収に振れている（Zamolodchikov et al., 2011）。同時に、これは HWP プールへの炭素インフローの減少を意味し、HWP は 2006 年から 2015 年の期間平均排出量が 2 千 130 万トン CO₂eq./年となり、純排出源となった。森林火災による排出も森林関

連フラックス全体に大きな影響を与え、2006～2015年の年平均排出量は1億5,040万トンCO₂eq.で、同じ期間の森林地（F）からの年平均吸収量7億9,870万トンCO₂eq.（火災とHWPによる排出を除く）と比較することができる。

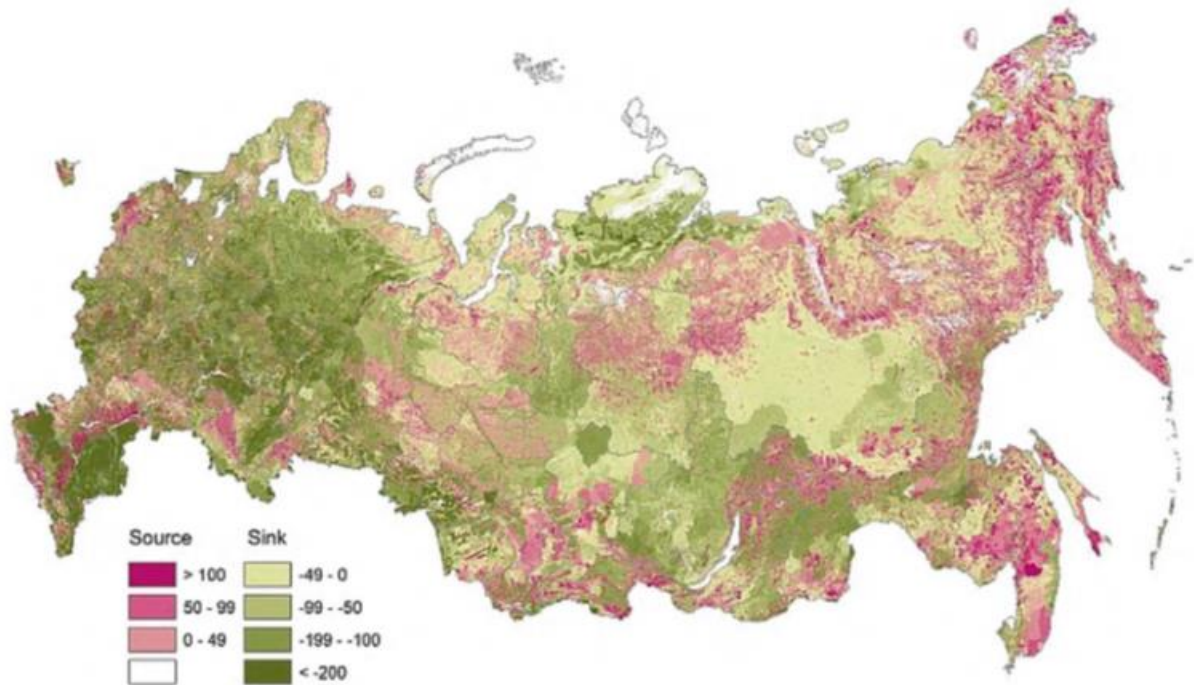


図 3-4 ロシアにおける主な土地被覆分類と森林を形成する主な樹種

IIASA 手法で算定した 2014 年のロシアの陸上生態系の炭素収支 (g-C/m²/年)。全体として、ロシアの森林はかなりの炭素吸収源となっているが地域差が大きい。かなりの面積が炭素吸収源として機能しており（ピンク色）、これらは永久凍土上か攪乱後の森林である。

（出典）Leskinen et al. (2020)

（2）ロシアの「管理された森林」

ロシアは森林面積の 76%を「管理された森林」とみなしている。これは、全ての森林を対象とした独立した調査とロシアの GHG インベントリとの間に差異があることを説明する要因の一つである。気温の上昇は、森林面積と成長可能期間の延長による年間成長率の両方に影響を与える可能性が高いことを考慮すると、「管理されていない森林」からの吸収も比較的大きいと考えられる。同時に、気候変動は、北方林における害虫の発生や森林火災の頻度や深刻度を高め、結果として排出量を増加させている (Flannigan et al, 2009)。そのため、森林地 (F) の炭素蓄積に対する正味の効果は不明である (Kurz et al, 2013)。

ロシアは、NIR において、「管理された森林」と「管理されていない森林」の面積を分ける際に、「管理された森林による代理」を採用している。2015 年の GHG インベントリで報告されている総森林面積は 8 億 9 千 7 百万 ha で、そのうち 6 億 8 千 5 百万 ha が「管理された森林」、2 億 1 千 2 百万 Mha（総森林の 23.6%）が「管理されていない森林」として扱われている。

ロシアの「管理された森林」の定義は、合理的、継続的、持続的な森林管理、再生産、保護、監視を確保するために必要な社会的、経済的、生態学的課題を達成するために、体系的な人間活動が行われている森林とされている。例えば、定期的な森林インベントリの実施、長期計画の立案、年間許容伐採量の決定、経済目的と環境機能に関する会計処理、火災やその他の攪乱による森林損失の減少と安定化を担保するための森林保護・再植林活動等、森林における一連の経済活動が組織的に行われている地域が含まれる。

ロシアでは、長年にわたって重要な土地面積が再分類され、「管理された森林」の面積は 1990 年の 6 億 9 百万 ha から 2015 年には 6 億 8 千 5 百万 ha に増加した。「管理された森林」面積の増加は、主に「管理されていない森林」から「管理された森林」への移行によるものだが、農地への植林によっても増加し、ほぼ同程度の面積が開発地への転用によって失われた。「管理されていない森林」は、「その他の土地」及び「管理されていない草地」からの移行により、同期間に増加した。

(3) ロシアの算定対象の炭素プールとガス

GHG インベントリは、生体バイオマス (LB)、枯死木 (DW)、リター (LT)、鉱物土壌 (SOC-M) と有機質土壌 (SOC-O) の炭素蓄積変化による「管理された森林」からの CO₂ 排出と吸収、排水された森林土壌からの CH₄ と N₂O 排出、森林火災による CO₂、CH₄ と N₂O 排出を含む。

HWP については、3 つの半製品カテゴリ、既定の半減期、KP で使用されているストックチェンジアプローチを用いて炭素蓄積変化による排出と吸収を算定している。HWP へのインフローよりアウトフローの方が大きいため、HWP プールは、「転用のない森林 (F-F)」カテゴリの総吸収量の 3.2%に相当する純排出源である。

(4) ロシアの算定方法及び活動量

「管理された森林」からの排出・吸収量を算定するため、主要樹種の齢級別にゲイン・ロス法に基づくフラックス・バランスモデルを適用している。このモデルには、成長による増加、伐採による損失、森林火災による損失、SOC-O の排水による損失が含まれる。このモデル推定は、樹種や齢級別の炭素蓄積量に関するフィールドデータに基づいて行われるため、CO₂ 施肥、N 沈着、林齢構成、気温レジームや水利用可能性の変化による影響が炭素蓄積変化の算定に組み込まれている。

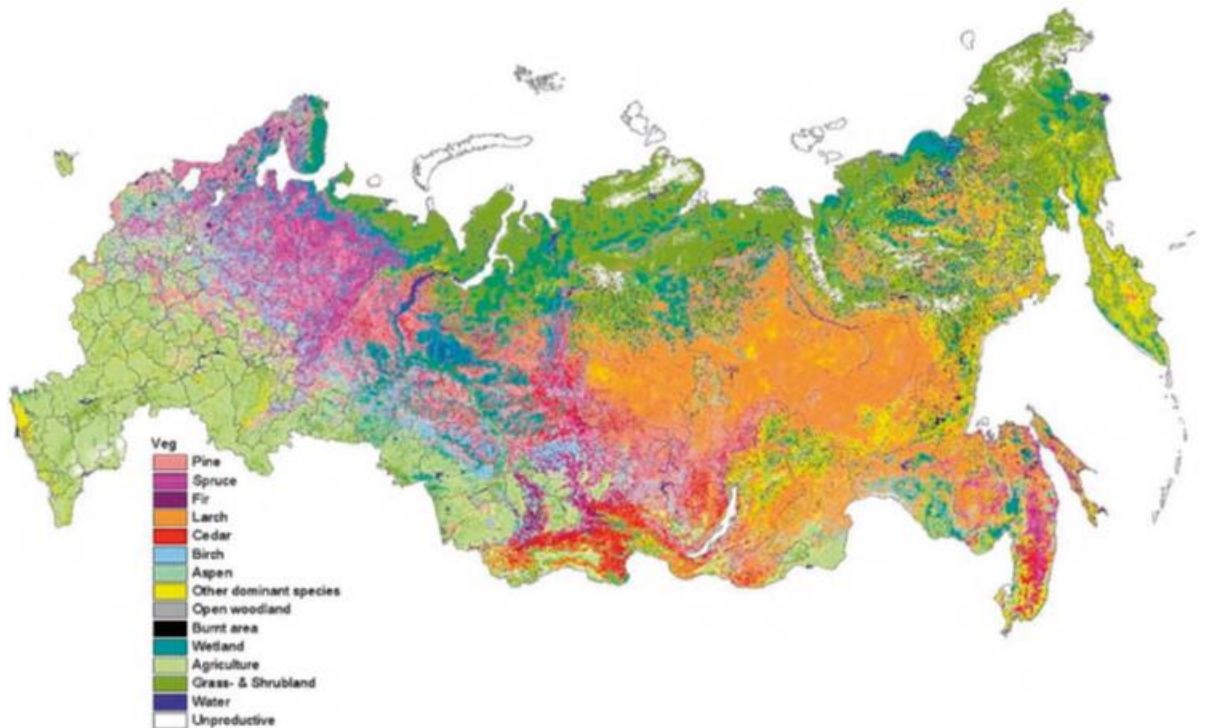


図 3-5 ロシアにおける主な土地被覆分類と森林を形成する主な樹種

(出典) Leskinen et al. (2020)

(5) ロシアの森林火災

森林火災は、毎年の伐採とともに、「管理された森林」からの最大の年間炭素損失要因である (Zamolodchikov et al, 2013)、特に森林火災の影響により排出量に年間変動が発生している。「管理された森林」における森林火災による排出量の報告では、管理された火入れと野火を区分しており、後者は4つのカテゴリ (地上火災、一時的な未立木地での火災、破壊的な火災、地下火災) に分類され、それぞれの排出係数は異なる。森林火災の大部分は人間活動によるものだが、「管理されていない森林」における森林火災も発生している。ただし、その「管理されていない森林」における森林火災による排出量は GHG インベントリ報告に含まれてない。

(6) ロシアの森林 GHG インベントリと FAO の FRA との比較

ロシアの GHG インベントリで報告されている森林地 (F) と FAO の FRA (2015) で報告されている森林地面積には差異が見られる。この理由の1つとして、森林の定義が異なることが考えられる。GHG インベントリでは、「管理された森林」と「管理されていない森林」を区別して報告しているが、FRA では違う分類で報告されている。このため、両者の報告値の差異は GHG インベントリでは把握できない「管理されていない土地」での樹木被覆の変化に起因している可能性もある。

4. 主要国の京都議定書の下での森林吸収量の計上方法及び活動量

第4章では、第1、2、3章の18ヶ国のうち、KP-CP2に不参加でKP下の補足情報をUNFCCCに提出していない3ヶ国（米国、カナダ及びロシア）を除く15ヶ国について、KP下での森林吸収量の計上方法について整理分析を行った。まず、対象15ヶ国の計上方法及び活動量について主要項目毎に比較分析を行った。また、森林吸収量の計上に際して、特徴的な方法及び活動量を使用している豪州についてその概要を説明した。豪州は、KP-CP2において、FM活動対象地の特定にナロー・アプローチ（IPCC, 2013）を使用している数少ない国である。また、豪州は、自然攪乱条項（UNFCCC, 2012a: Decision 2/CMP.7）を適用して、森林火災による制御不能（不可抗力）な排出量を計上から除外している。

4.1. 活動ベースによる人為的な吸収量の計上（KP第3条3項及び第3条4項）

第1章で述べた通り、KPの下では、KP第3条3項に基づく1990年以降の新規植林・再植林（AR）及び森林減少（D）、並びに3条4項に基づき選択される森林経営（FM）、植生回復（RV）、農地管理（CM）、牧草地管理（GM）及び湿地の排水・再湛水の各活動に由来する排出・吸収量が計上される。それらKPの活動対象となる土地は、一般的に、国土全体が人為的な影響を受けることを考慮して、特定の土地利用カテゴリに属する土地全てについて、対応する直接的な人為活動を特定し、報告している国が多い。ほとんどの国は、1990年以降の森林地（F）面積は全て管理の対象であり、したがってFM活動に関連すると考えている。ただし、豪州、ギリシャ及び日本のように、KPのLULUCF活動に森林地（F）面積全体を含めていない国も極めて少数であるが存在する。

土地利用及び土地利用変化を識別（特定・追跡）するシステムの一貫性は、時系列やデータソースに沿った同じ活動の定義を使用することで確保されている。国によっては、活動量と他の国のデータセットとの比較や内部検証を行い、整合性を確保している（例：フィンランドは国家森林インベントリ（NFI）から作成したARとDのデータを森林局の統計情報と比較している）（EEA, 2022）。

4.2. AR、D及びFMの炭素蓄積変化を算定するために使用する情報

AR、D及びFM活動における炭素蓄積変化を算定するための主なデータソースは、各国が実施した国別森林インベントリ（NFI）である。また、NFI以外のデータ（植林計画やその他の利用可能な国家統計から得られる収量表や林齢構成に基づくモデル）を基にして、年間のCO₂純排出量や吸収量をモデル化するケースも少なくない。森林地（F）への転用や森林地（F）からの転用に伴う鉱質土壌（SOC-M）からの炭素蓄積変化は、モデル化するか、IPCCのデフォルト手法と国別の参照炭素蓄積値を用いて算定される。これらの活動が有機質土壌（SOC-O）で発生した場合、

その結果生じる GHG 排出量は、その国特有の要因を用いて、又は極めて少数ではあるが IPCC の既定係数を用いて算定される。リター (LT)、枯死木 (DW) 及び SOC-M の炭素プールの炭素蓄積変化の算定は、ここ数年でかなり改善され、現在のインベントリでこれらの炭素プールを算定している国が増えている。

各国のインベントリの間で、樹種、気候条件、その他の特定の育林特性 (例：不均一な伐採率、異なる管理方法) に起因するバイオマス増加量に顕著な違いが見られる。さらに、インベントリ作成者が適用する方法によっては、バイオマスの算定に、期間平均又は実際の年間成長データのどちらかが使用されていることも、差異が大きい理由の一つである (EEA, 2022)。

4.3. KP 第 3 条 3 項活動が直接的な人為活動に起因することを証明する情報

国レベルで導入されている土地表示システムは、1990 年以降、時系列に沿ってあらゆる KP 活動の開始を特定することができる。例えば、AR の開始を評価するための情報として、植林年が挙げられる (例：英国等)。また、天然更新を促進する AR の場合、更新した木本植物が森林の定義に合致した年であり、国の森林簿やリモートセンシングによって検出されるが、それらの情報は毎年入手できるわけではないので、内挿・外挿技術を用いて推定されている。

D については、例えば、伐採許可に基づく国家統計が利用可能な場合は、毎年の直接評価から、また、地上データ及びリモートセンシングデータを用いたサンプリング又は Wall-to-Wall 技術によって編集された土地被覆及び土地利用に関するデータセットから情報を得ることができる。後者の場合、前述の通り、データが毎年入手できるわけではないことから、内挿・外挿技術を用いなければならない。

IPCC によると、AR として報告を受けている全ての土地は、人為的で直接的な活動の対象であることを証明する文書を提供することがグッドプラクティスであるとされている。この意味で、各国のインベントリで提供される関連文書には、森林管理記録や、森林の自然拡大を認める決定を含む、再造林や他の手段による森林再生を認める決定がなされたことを証明する文書が含まれることが多い。

一般に、多くの国では「人為的で直接的な」AR の解釈はかなり「広義 (ブロード)」であり、森林への転用が報告されている総面積の約 90% が人為的で直接的なものと想定されている。しかし、より厳しい基準を採用している国もある。例えば、英国では、国有地や補助金によるものでない植林地は AR の対象として報告していない。このように、AR カテゴリに含まれない場合、自然林の拡大は各国のインベントリで FM カテゴリで報告されている (EEA, 2022)。

4.4. 森林伐採又は攪乱後に再造林／天然更新された場合に森林減少 (D) と区別するための補完情報

森林被覆の喪失は土地モニタリングシステムで容易に確認できることが多い。しかし、その工

リアが本当に森林減少 (D) したのか、それとも伐採後に再生林／天然更新するのかを区別することは困難である。各国のインベントリでは、このように一時的に伐採され未立木地となった土地と D とを区別するための基準及び基準適用の一貫性に関する情報が示されている。

国家森林インベントリ (NFI) データとリモートセンシングデータの単純な組み合わせでは、上記を評価するのに不十分である場合が多いため、しばしば他の種類の情報を用いてデータが補完される。例えば、土地利用が変更された際に通常必要とされるライセンスに関する情報等である。また、土地の将来的な利用に関する詳細な情報がない場合、一部の国では、樹木の被覆が除去された後、天然更新又は再生林を行わなければならない予想期間を年単位で定義し、その期間が経過した時点で、該当地に樹木が生えていない場合には、その土地は D とみなされる。

一方、ほとんどの国が、伐採後、又は山火事後に森林を回復する法的義務があると報告しており、このような森林被覆の損失が D として認識されることは少ないと推察される。

各国のインベントリで採用されている手法により、一時的な未立木地とされた KP 活動の土地については、時間的・空間的に一貫した報告が行われる。このような伐採後の土地は、皆伐で伐採されたと報告された全ての土地と、風倒被害や山火事被害等、自然攪乱によって森林被覆が完全に失われた全ての地域に相当し、土地利用変化はないことが確認されているため、AR 又は FM 活動として継続的に報告される。一般的に、D エリアと一時的な無立木エリアとの区別は、各国の方法論に基づき、複数の評価基準と段階的な確認により決定されるが、それに当たっては現地確認及び特定された攪乱区画のデータ等、土地の正確な分類のための補足的情報として、国の法令施行情報等が用いられる (EEA, 2022)。

4.5. 森林経営 (FM) の計上方法

4.5.1. FM の定義

森林経営 (FM) は、林分レベルで行われる一連の森林施業や作業として認識されている。これには、伐採、天然更新及び人為的な再生、土壌を含む地拵え (排水、枝条の焼却を含む)、播種、間伐、枝打ち、施肥及び石灰施用、生息地の保全、火災予防計画等も含まれる。

持続可能な林業は、ヨーロッパでは長い伝統があり、数百年前の管理計画もある。現在、各国は森林に関する国特有の法律や、森林地域の持続可能な管理と保護を支援するその他の法律を制定している。EU では、森林の持続可能な管理、自然や生物多様性の保護に関する環境義務、さらには持続可能な農村開発及び再生可能エネルギー政策等が強く要求されている。また、2030 年に向けた EU の森林戦略 64 があり、EU の森林の質と量を向上させ、保護、修復、回復力を強化するためのビジョンと具体的なアクションが定められている。これは、気候変動がもたらす新たな環境条件、天候の極端さ、高い不確実性にヨーロッパの森林を適応させることを目的としている。さらに、林業と関連製品のチェーン全体の持続可能性を強調するための追加ツールとして、森林認証の枠組みを FM 活動の一環として報告している国もある (EEA, 2022)。

4.5.2. 森林経営参照レベル（FMRL）の技術的調整（TC）

森林経営参照レベル（FMRL）と FM 活動報告との間の整合性を取ることが UNFCCC 決議（UNFCCC, 2012a: Decision 2/CMP.7）により要求されており、各国は既に、方法論的要素（例：算定対象プール及びガス、対象面積、自然攪乱等）の観点からアセスメントを実施している。その結果、各国は、このような整合性を確保するために、FMRL の技術的調整（TC）を実施した（第 1 章で詳述）。

2022 年は KP-CP2 下での最終年である 2020 年次のインベントリ報告書の提出年である。このため、これまで各国が FM の算定方法及び活動量を改良・更新してきた結果にあわせて、FMRL は、さらに技術的に調整され、FM 活動量が適正に算定・計上されることを担保する必要がある。しかし、多くの国は、KP-LULUCF の排出・吸収量を KP-CP2 終了時に一括計上することを選択しており、方法論的要素に矛盾が見つかったにもかかわらず、時間や資源の制約から、KP-CP2 の最終年まで TC を延期する国もあった（EEA, 2022）。

以下、表 4-1 に、EU ヶ国及び英国が FMRL の値を変更した理由をまとめる。

表 4-1 MRLとFM活動報告との矛盾によるTCの必要性に関する情報

国名	FMRL の技術的訂正の適用の必要性に関する情報
スウェーデン	スウェーデンは、以下の理由により、FMRL の TC を実施した。2005～2009 年の履歴データセットについて、①LB のデータが、NFI からの新しいインベントリデータを用いて更新された。②LT 及び③SOC のデータが、土壌インベントリからの新しいデータを用いて更新された。なお、④HWP プールからの排出・吸収量の計算方法は、2015 年に提出された資料で一部改訂された。2015 年の報告では、GHG の新たな排出源として、森林地（F）の⑤SOC-M の排出、及び⑥窒素施肥の排出係数が更新された。⑦バイオマス燃焼に関しては、N ₂ O と CH ₄ の排出のみを報告することとなった。⑧CH ₄ と N ₂ O の GWP は、決議書 4/CMP.7（UNFCCC, 2012b）に従って変更され、関連する全ての排出量の推定値が更新された。
フィンランド	2011 年に提出したフィンランドの FMRL は、FM による排出・吸収量の予測に基づき構築された。当時、FMRL の作成には、以下の 3 種類の方法が用いられた。①森林資源の開発（成長量、増加量、収穫量、総排水量）は MELA ソフトウェアで、鉱物性土壌の炭素蓄積変化は Yasso 土壌モデルを用いてモデル化した。②有機質土壌の排水による CO ₂ 排出量は、排水面積に排出係数を乗じることで推定した。③窒素肥料とバイオマス燃焼による排出は、過去の排出量の 5 年平均を使用した。なお、2009 年の FM 面積は、過去 5 年間の平均的な D 面積が控除されている。KP-CP2 期間中に行われた方法論の変更と GHG インベントリにおける排出源範囲の拡大により、FMRL に対していくつかの TC が行われる。最終的な TC は、2022 年の FM 算定値の提出時に使用されたデータと方法が正しく反映される。
ポーランド	ポーランドの FMRL は、決議書 2/CMP.7（UNFCCC, 2012a）の附属書 14 及び 15 に従って TC が必要となる。HWP プールを含む FM からの排出・吸収量の推定において実施された方法論の変更を反映するために、関連する調整が必要である。ただし、この TC は、後の段階で

国名	FMRL の技術的訂正の適用の必要性に関する情報
	NFI から入手できる新しいデータに照らしあわせて実施される。ポーランドでは、森林生態系の炭素蓄積変化を CBM-CFS3 ソフトウェアを用いて評価している。また、国の GHG インベントリの一部として HWP による炭素代替効果も計算方法とモデルを使用して評価している。このアプローチにより作成され、内部検証された最終情報を利用することができる。
ドイツ	2011 年に提出したドイツの FMRL は、LB の炭素蓄積に関しては 2008 年のインベントリ調査のデータ、予測に関しては WEHAM 森林開発・木材生産モデルの森林管理シナリオに基づいていた。DOM (DE、LT) と SOC プール、及び施肥、排水、バイオマス燃焼 (森林火災) からの排出については、国別の排出係数が記録されておらず入手不能である。HWP 中の炭素は、決議書 2/CMP.7 (UNFCCC, 2012a) 及び FMRL の提出後に採択された 2013 年 KP 補足ガイドラインと整合性が取れていない。現在の FMRL には、KP 第 3 条 4 項に関連する現行の報告規則に従って報告される全てのカテゴリとその他の排出は含まれていない。FMRL の TC に関する追加勧告は、2011 年の「ドイツ FMRL の技術評価報告書」に記載されており、その後、ドイツは FMRL の TC を実施した。
オーストリア	オーストリアの「転用のない森林 (F-F)」サブカテゴリにおいて、これまで行われた改良・更新は、KP-CP2 の FM の計上に影響を与える。したがって以下の調整を必要とする。①LT と SOC の炭素プールを含める、②拡大係数の更新、③「排水」データの更新、④DW プールのデータ更新、⑤「増分」の計算における修正された HWP の更新。
イタリア	イタリアの FMRL は、EU のモデル G4M (IIASA) と EFISCEN (EFI) を用いて計算されている。FM 活動による排出・吸収量の算定は、成長モデル For-est で行われ、5 つ炭素プールの蓄積変化を推定するために使用された。現在進行中の NFI から新しいデータを入手し、「転用のない森林 (F-F)」と FM データの再計算が行われるとともに、FMRL の設定にも使用された。この推定は、2013 年 KP 補足ガイドラインの方法論に基づいて実施された。
フランス	新たなモデリングに基づいて FMRL を完全に再計算する計画はない。したがって、計算パラメータ (特に、林齢構成とエリア) の修正は、FMRL と FM 活動との間の整合性を改善することは意図されていない。しかし、技術的な調整を用いて FMRL をモデリングすることにより、インベントリの全体的な整合性を取り戻すことにつながるだろう。
スペイン	スペインは、本年度 TC として、以下のパラメータについて、過去のデータ (2000 年~2008 年) を更新した。①森林地 (F) 面積、②森林地 (F) における LB の推定値、③森林地 (F) におけるバイオマス燃焼による排出量、④HWP の推定値。
ポルトガル	KP-LULUCF からの排出・吸収量を推定するために用いられている全てのスプレッドシートは、基本情報が変更された場合、自動的に FMRL を再計算するように設定されている。決議書 2/CMP.7 (UNFCCC, 2012a) の要求事項に従い、FMRL の構築で使用される前提条件は一貫性が保たれている。したがって、FMRL 値の全ての変更は、基本情報 (過去の時系列) の変更又は使用する方法論の変更によるものであり、これらは過去の時系列と約束期間の報告の両方に適用される。したがって、2011 年にポルトガルが FMRL を提出した以降、ポルトガルの報告にはいくつかの変更が加えられている。
英国	英国は、2016 年のインベントリ報告で FMRL の TC を行った。2011 年に英国が提出した FMRL は、1990~2008 年の英国の GHG インベントリに基づいており、それ以降、以下のデ

国名	FMRL の技術的訂正の適用の必要性に関する情報
	一タや仮定が変更され、TC が必要となった。①使用モデルが CFlow から CARBINE に切り替わったこと、②1921 年以前の森林地 (F) 面積を含めたこと、③樹木の成長及び④伐採率の前提が変わったこと、⑤D 率に関する情報を更新したこと、⑥山火事による排出の発生率を推定するアプローチを更新したこと。

(出典) EEA, 2022

4.6. KP の下での伐採木材製品 (HWP) の計上方法

KP-CP2 の下では、全ての附属書 I 国は、基本的に、HWP 炭素プールの炭素蓄積変化を算定するために「生産アプローチ」を用いることとされている。このアプローチは IPCC の Tier 2 手法に相当し、半製品（製材、木質パネル、紙製品）毎にデフォルトの半減期を適用して一次減衰関数により算定がなされる。さらに、活動量に関する情報は、国際的なデータソース（FAO STAT 等）から収集される場合が多い。

KP の下で、一部の国は、AR の土地に由来する HWP と FM の土地に由来する HWP を明確に区別することは不可能と述べている。したがって、このような場合、IPCC のガイドラインに従って、保守的なアプローチで、HWP 炭素プールからの全ての排出・吸収量を FM の土地に割り当てている。さらに、他のいくつかの国では、伐採対象木の林齢が高いため、1990 年以降に森林地 (F) に転用された AR の土地から HWP は発生しないと述べている。なお、HWP の炭素蓄積変化を AR と FM に区分する場合には、IPCC のデフォルトの方法（2013 年 KP 補足ガイダンスの式 2.8.3）が示されている。

森林減少 (D) に由来する HWP については、報告規則に従い、即排出とみなして報告される。なお、2016 年の UNFCCC 審査でこの件に関して指摘があったことを受けて、EU は加盟各国に対して、CRF 表 4 (KP-I) C に「D に由来する伐採量」に関する情報を含めるよう要請した。これは、即排出とみなされている D に由来する HWP について、透明性のある情報を提供することを目的としている。それに関連して、各国は、D の土地で報告される HWP の原産地について、より詳細な記述を行うことで、NIR に含まれる情報の透明性を徐々に高めている。また、国の総 HWP に占める D 由来の HWP の割合を、各報告年における D 及び FM の土地の面積ベースの割合で案分している国もある。他方、D の土地に生育していた樹木に由来する HWP の炭素蓄積変化を報告している国もある（デンマーク）。同様に、法律上、HWP を D と関連付けることはできないと正当化する国もいくつかある（例：ギリシャ）。

IPCC のガイドラインに基づき、各国の GHG インベントリに記載されている固形廃棄物処分場の木材製品及びエネルギー目的で使用される伐採木材については即排出とみなされている（例外として、米国は、固形廃棄物処分場の木材製品の炭素蓄積変化を報告している）。D に由来する HWP から報告される排出・吸収量は全体として重要ではないが、2020 年の提出でデンマークは D に由来する HWP を 3,300 万トン CO₂ の吸収として報告している。デンマークの見解と

しては、1990年以降に発生したDの土地は、現実的には森林地(F)から他の土地利用(主に農地、草地、開墾地)へ土地利用変化しており、過去にそのDの土地で生育していた樹木に由来するHWPは現報告年でほとんど存在しないと説明した。また、また、報告期間内に、森林地(F)→その他の土地利用→森林地(F)に変化したエリアはほとんどなく、現状HWPを提供できるサイズ(樹高・直径)に達していないと説明している(EEA, 2022)。

4.7. KPの下での自然攪乱条項に関連する情報

4.7.1. 新規植林・再植林(AR)における自然攪乱条項の適用

自然攪乱による排出量を除外して計上することができる条項(UNFCCC, 2012a: Decision 2/CMP.7)に基づき、KP-CP2の期間中に、AR及びFM対象地において発生した自然攪乱による排出量を計上から除外することを選択した国と選択しない国が存在する。

一般に、各国は、自然攪乱の影響を受けるエリアは、広義(ブロード)の概念で、人為的で直接的なものと考えられ、そのような被害を回避するための管理予防計画の対象であることから、自然攪乱の影響は常に「制御不能(不可抗力)」である、と主張している。さらに、現在の国内法によれば、攪乱された土地の利用を変更することは許されず、当然、攪乱エリアの森林回復措置が実施されると主張している。また、山火事はKP活動エリアに影響を与える最も重要な自然攪乱である。しかし、いくつかの国は、暴風雨の影響を受けたエリアからの排出量のみを除外することとしている。他方、他のいくつかの国は、将来的に想定外の攪乱事象が発生する可能性がある場合に備えて、安全策として全ての攪乱タイプについて本条項を適用することとしている。

自然攪乱条項を適用した国は、自然攪乱による排出量の一貫した時系列を作成し、データの入手可能性に応じて異なる時間スパンをカバーしている。時系列に含まれる年間排出量は、各国担当局が収集した国固有の活動量、及び条約に基づく森林区分の報告方法に沿って算出された排出量に基づくものである。自然攪乱による排出のバックグラウンドレベルとマージンの設定については、大多数の国が2013年KP補足ガイダンス(IPCC, 2014a)に記載されているデフォルトの方法を使用している。各国は、このデフォルトの方法を用いることにより、バックグラウンドレベルの計算に使用されるバックグラウンドグループの年間排出量が、常にバックグラウンドレベルにマージンを加えた値以下であることを担保することにより、不適に純クレジットを獲得することがない、という情報を示している。一部の国では、バックグラウンドレベルの校正期間中、自然攪乱による排出量にトレンドは観察されず、また約束期間中も予想されない、と表明している国もある。例えば、スウェーデンは、過去の記録を分析した結果、自然攪乱の発生率が低いことが判明し、バックグラウンドレベルはゼロに設定されている。森林経営参照レベル(FMRL)の技術的補正後、そこに含まれるFMのバックグラウンドレベルは、バックグラウンドグループに含まれる校正期間中の自然攪乱による年間排出量の平均値に等しいものとされている。

また、本条項を適用し、自然攪乱による排出を制御不能(不可抗力)として計上から除外する

に当たっては、サルベージ伐採による搬出量は計上から除外してはいけない、という要件がある。この要件に関しては、森林火災の被害を受けた土地では、死滅したバイオマスや有機物は全て即座に酸化されるため、サルベージ伐採は行われないと主張されるケースもある。他方、暴風雨や虫害による排出を除外する国では、サルベージ伐採の対象とならない立木蓄積量の割合を設定して、その排出のみを除外するようにしている国もある（EEA, 2022）。

4.7.2. 森林経営（FM）における自然攪乱条項の適用

決議書 2/CMP.7（UNFCCC, 2012a）に従って、豪州、英国等は、KP-CP2 の FM 対象地域に影響を与える自然攪乱による排出を計上から除外する意向を「初期報告書」で表明した。自然攪乱の排出のバックグラウンドレベルとマージンの算出に各国が用いたアプローチ、及びこの規定を適用しようとする各国のその他の要件に関する最も詳細な情報は、上記 4.7.1 に記載されている（EEA, 2022）。

4.7.3. KP 下での豪州の事例

（1）豪州における FM の特定

豪州では、FM 活動を以下のように定義しており、活動が認められた土地のみを FM 対象エリアとして特定するナローアプローチを採用している（Australia NIR, 2022）。

- KP 第 3 条 3 項に含まれてない全ての商業植林地（1989 年 12 月 31 日以前に設立された植林地等）
- 2009 年 12 月時点で木材伐採が可能な全ての公有地、特にモントリオールプロセス実施グループ 2008 によって特定された複数用途の公有林
- その他の森林（2009 年 12 月時点で正式な保護区にある森林、民間で管理されている原生林、広範囲に放牧されている森林地帯を含む）で、以下の活動が観察されたもの。
- 1990 年以降に伐採が実施された土地
- 2009 年 12 月以降に実施された、エンリッチメントプランティング等、劣化した状態から森林を回復させることを目的とした直接的な人為的活動

植林地、多目的利用公有林、保全地域以外の森林の管理意図が不明なため、1990 年以降に伐採が実施された土地については、全てモニタリングしている。活動が特定されると、その活動が行われた土地は FM 計上に移行される。これにより、この活動からの排出・吸収量の経年変化をバランスよく、かつ完全に計算することができる。

また、FM には、持続可能な生産を目的とした森林管理慣行が行われている土地を含む。木材や木質繊維の生産は、以下のように行われる。

- ✓ 間伐、択伐、全伐を含む森林の伐採
- ✓ 森林管理の際の伐採

- ✓ スラッシュマネジメント、害虫駆除、施肥
- ✓ 伐採可能な土地区域内の天然資源の保護
- ✓ 森林施業規範の適用

(2) 自然攪乱条項の適用

豪州では、山火事が最も広範囲かつ頻繁に発生する自然攪乱事象であり、大気中への炭素の著しい放出をもたらす。その他の自然攪乱としては、干ばつ、嵐、熱帯低気圧、害虫や病害等がある。自然攪乱条項は、FM 排出量の推定にも適用されている。豪州は、決議書 2/CMP.7 と IPCC の 2013 年 KP 補足ガイドラインに記載されているデフォルトアプローチを適用して、自然攪乱、特に森林火災による排出のバックグラウンドレベルとマージンを算出している (Australia NIR, 2022)。

表 4-2 豪州の山火事に対するバックグラウンドレベルとマージンの構成要素

Parameter	Value
Calibration period	2000–2012
Method used	IPCC default
Background level	4,706 kt CO ₂ -e
Margin	5,403 kt CO ₂ -e
Background level plus margin	10,110 kt CO ₂ -e
Number of excluded years	Four
Excluded years	2003, 2007, 2009, 2010

(出典) Australia NIR, 2022

バックグラウンドレベル及びマージンの構築に使用されるデータが、純クレジット又は純デビットを期待する結果になり得るかどうかを判断するために、2013 年 KP 補足ガイドラインでは、自然攪乱排出量のトレンド及びバランス、並びにバックグラウンドレベル及びマージンに関する報告・検証に関する指針が示されている。

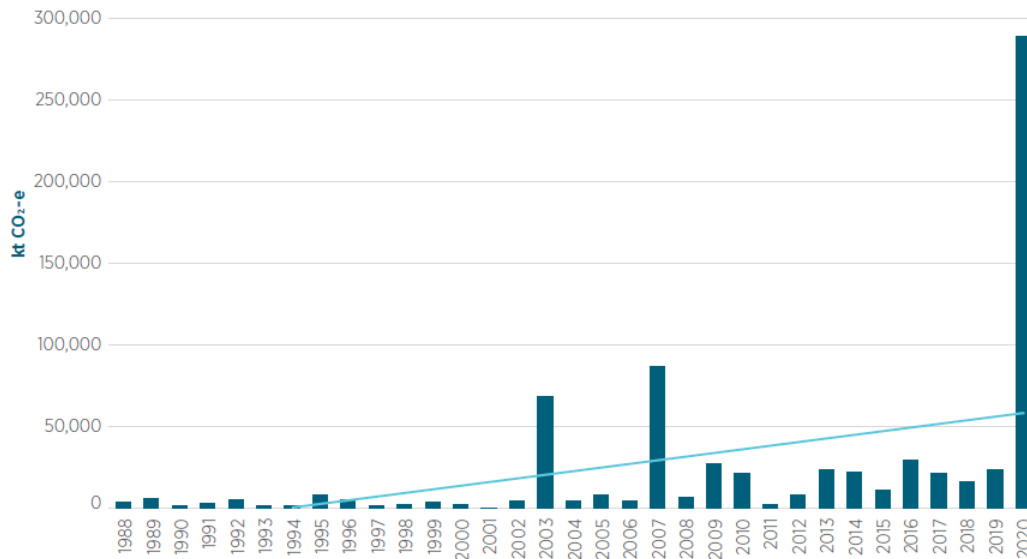


図 4-1 FM活動対象地における山火事によるCO2排出量とトレンドライン

(引き揚げ伐採に伴う CO2 排出量を除く)

(出典) Australia NIR, 2022

自然攪乱の年間排出量が設定されたバックグラウンドより多い場合のみ、その超過分の排出量が FM 計上から除外される。豪州では、この自然擾乱条項に基づき、森林火災により、バックグラウンドレベルを超過する排出量が発生した年については、その超過分の排出量を KP-CP2 の計上から除外している（表 4-3）。

表 4-3 豪州の山火事による排出量の報告（自然攪乱による排出量を除外）

Year	Total emissons Including natural disturbances	Reported emissons (after excluding natural disturbances)	Natural disturbance emissons that are excluded from reporting
	(kt CO ₂ -e)		
2000	2,211	2,211	0
2001	502	502	0
2002	4,948	4,948	0
2003	68,586	4,706	63,880
2004	4,689	4,689	0
2005	8,358	8,358	0
2006	4,558	4,558	0
2007	87,274	4,706	82,568
2008	6,505	6,505	0
2009	27,089	4,706	22,383
2010	21,793	4,706	17,087
2011	2,364	2,364	0
2012	8,222	8,222	0
2013	23,708	4,706	19,002
2014	22,417	4,706	17,711
2015	11,177	4,706	6,470
2016	29,868	4,706	25,161
2017	21,724	4,706	17,018
2018	16,094	4,706	11,387
2019	23,625	4,706	18,919
2020	289,325	4,706	284,619

（出典）Australia NIR, 2022

5. 主要国の NIR 及び CRF の国際審査における指摘事項及び対応状況

第5章では、条約下及びKP下で、主要国が提出した国家インベントリ報告書（NIR）及び共通報告様式（CRF）に関する国際審査の指摘事項を分析整理した。分析対象国は、平成3年度報告書（林野庁, 2022）において、2021年審査報告書を未分析であった2ヶ国（カナダ、イタリア）に加えて、2023年2月末の時点で公開されていた2022年審査報告書5ヶ国（豪州、フランス、英国、スイス及び日本）とした。附属書I国の多くは、KP-CP2期間を通してKP-LULUCFの一括計上を選択している国が多い。したがって、KP-CP2の最終年である2020年次のNIR及びCRFを対象とした2022年の審査は、KP-CP2のKP-LULUCF計上量が決定する重要な審査である。

5.1. UNFCCCによる附属書I国のNIR及びCRFの審査

各国が提出した条約下及びKP下での補足情報を含むNIR及びCRFは、UNFCCC事務局及びUNFCCCに登録された専門審査員チーム（ERT）によって算定方法及び活動量の妥当性や整合性等の審査を受けることとされている（UNFCCC, :Decision 19/CP.8）。

2014年に改訂されたUNFCCC附属書I国インベントリレビューガイドライン（UNFCCC, :Decision 13/CP.20）では、各国が毎年提出する定量的及び定性的なインベントリ情報について、COPが客観的、一貫性、透明性、徹底的、包括的に技術評価を行うことができるよう規定されている。年次審査では、算定・計上方法及び活動量に加えて、再計算や経年的な排出傾向を十分に考慮することとされている。審査では、基本的に、5つの審査基準（TACCC）が満たされているか確認される。ただし、KP-LULUCFの計上に当たっては、排出量の過小評価及び吸収量の過大評価を避けるために、保守的な観点からも審査が行われる。

表 5-1 審査の基本概念である5つの基準（TACCC）及び保守性

Transparency (透明性)	インベントリ報告の主張が根拠を基に示されており、審査員が検討可能であること。インベントリ報告書の作成にあたっては、記述の裏付けデータを明確な形で示す。
Accuracy (正確性)	インベントリ報告で報告されている排出・吸収量が真の値に近いものであること。不確かさを下げるため、各種数値の計算等が正確であるか、適切な数値を用いているか等について注意を払う。
Consistency (一貫性)	インベントリ報告の記述が過去のものとの整合性がとれていること。記述内容が過去の報告書と一貫しているか、特に、計上方法の変更や係数の変更等があった場合に、以前の報告内容とどのように整合性をとっているかを明確に示す。
Comparability (比較可能性)	インベントリ報告に記載されている排出・吸収量が、他の締約国と比較できること。COPで合意された計上方法論や報告様式に則った報告書を作成する。
Completeness (完全性)	IPCCガイドラインに含まれるすべてのガス、すべての排出源・吸収源がインベントリ報告書で網羅されていること。算定・計上の漏れがないか確認する。
Conservative (保守性)	KP下で排出量の過小評価及び吸収量の過大評価がなされていないかを確認し、必要に応じて強制勧告により是正を図る。

5.2. カナダ : 2021 年審査報告書

5.2.1. カナダ (条約下 LULUCF)

(1) バイオマス燃焼による排出

カナダの主要項目分析において、CRF の項目がどのように分解されているか、特にバイオマス燃焼による排出が含まれる箇所について、NIR においてより詳細を記述すること (2021 年勧告 : 解決済み)。

(2) 管理されていない土地の区分

カナダの NIR において、総面積がインベントリに含まれることを明記し、CRF 表 4.1 の土地面積を、管理されていない森林、管理されていない草地、管理されていない湿地について別々に報告すること (2021 年勧告 : 対応中)。

(3) 森林地 (F) における排水された有機質土壌 (SOC-O) からの CO₂ 排出

森林地 (F) における排水された SOC-O の CO₂ 排出量を、カナダ独自モデルである泥炭地モジュールを用いて、又は Tier1 の手法を用いて算定すること。カナダは州別統計に基づく活動量と Tier1 の方法を用いて算定した (2021 年勧告 : 解決済み)。

(4) 鉱質土壌 (SOC-M) と SOC-O の内訳

土壌の炭素蓄積変化 (CSC) について、鉱質土壌 (SOC-M) と SOC-O の内訳を示すこと。カナダは CBM-CFS-3 モデルによる泥炭地モジュールが開発中でありケベック州で試験的に実施されていること及びその他の地域では SOC-O の管理は行われていないこと等を説明した (2022 年勧告 : 解決済み)。

(5) 森林火災

管理された森林において発生する、立木が置き換わる火災 (stand-replacing fire) による排出及び火災後の吸収が人為的なものでないこと、並びに、相当程度の排出源となっているこれらの火災が国により制御できず、また「管理された土地による代理」の定義に従い時間とともに相殺されることについての根拠を示すこと (2021 年勧告 : 未解決)。

(6) 森林地 (F) の活動量の内訳

森林区分毎の活動量について、自然攪乱の影響を受ける森林と影響を受けない森林の内訳を示すこと (2021 年勧告 : 対応中)。

(7) 森林地 (F) への転用

2009 年から 2013 年のデータにおいてその他の土地利用から森林地 (F) への年間転用面積をゼロとしているが、その根拠を示すこと (2015~2021 年勧告 : 対応中)。

(8) 農地から森林地 (F) への転用

農地から森林地 (F) への転用に際して生じるバイオマスの喪失により生じる炭素蓄積変化を、全ての農地のカテゴリ(放棄された農地を含む)において含めること、またその際少なくとも Tier2 による 2006IPCC のデフォルト値を用いて算定すること (2021 年勧告: 対応中)。

(9) HWP のデータ

HWP の半製品カテゴリ毎に、炭素投入量、炭素損失量、CO₂ 排出量の情報を示すこと。カナダは HWP プール毎に国独自の Tier3 モデルを用いてシンプル・ディケイアプローチにより計算した結果を示している (2021 年勧告 解決済み)。

(10) HWP の歴史的なデータ

1900~1940 年間の HWP からの排出量を算定するのに用いた仮定と方法に関して明確に説明すること (2015~2021 年勧告: 対応中)。

(11) HWP における燃料材の取扱い

HWP 算定モデルにおける燃料材の取扱いについて明確にするとともに、輸出された木材チップとペレットの量を示すこと (2021 年勧告: 対応中)。

(12) HWP の算定に用いたデータの透明性

NIR および CRF の表の説明欄に、データの出所と使用した前提条件についての詳細な説明を含めることにより、報告の透明性を向上させること (2021 年勧告: 解決済み)。

(13) HWP のうち薪炭材の半減期

NIR と CRF に、薪炭材の適切な半減期パラメータを含めること (2021 年勧告: 解決済み)。カナダは、薪炭材と工場残材はそれぞれ収穫年に焼却・処分されると仮定していると報告した。

5.3. イタリア: 2021 年審査報告書

5.3.1. イタリア (条約下 LULUCF)

(1) 森林地 (F) における使用モデル

森林地 (F) に関して使用している For-est モデルのバリデーションのための書面を示すこと。イタリアは、バリデーションのためには第 3 回国家森林インベントリ (NFI) のデータが必要であるが、本インベントリが遅れていると説明 (2014~2021 年勧告: 対応中)。

(2) 炭素プールの定義と閾値

NFI における炭素プールと生態系の構成要素の定義と閾値を示すこと (2021 年勧告: 解決済み)。

(3) 地下部バイオマスの閾値

地下部バイオマス (BGB)、及びリター (LT) 中のその他全ての非生体バイオマスの閾値を修正すること。イタリアは、BGB の閾値を > 2mm、LT 中のその他の非生体バイオマスの閾値を < 2mm と説明した (2021 年勧告：解決済み)。

(4) 固形廃棄物処分場中の HWP

固形廃棄物処分場 (SWDS) 中の HWP からの CO₂ 排出量算定の方法を示すこと、また、半減期が 3.89 年であることの根拠を示すこと (2021 年勧告：未解決)。

(5) HWP の報告期間

CRF の表中に、HWP の活動量が、1990 年以降のみ示されている。イタリアは活動量として FAO の 1961 年からの時系列データを用いたと説明した。HWP の活動量として 1961 年からの全データを報告書に記載すること (2021 年勧告：新規)。

(6) 固形廃棄物処分場 (SWDS) 中の HWP

イタリアは、2019 年の固形廃棄物処分場 (SWDS) 中の HWP についてマイナスの排出量 (= 吸収) を報告しているが、これはイタリアの国情を反映していないとの疑義がある (イタリアでは木質系廃棄物を SWDS へ投棄することは禁じられており、SWDS 中の HWP の炭素蓄積量が増加するとは考えにくい)。 (2021 年勧告：新規)。

(7) D 起源の HWP

D 起源の HWP について、条約下及び KP 下の報告で、同じ方法を採用している。つまり、D に由来する HWP を条約下でも即時排出と報告しているが、これは条約下での報告としては 2006IPCC ガイドラインに沿っていない。イタリアは D に由来する HWP が無視できる量であるか、又は即時排出とすることの妥当性を示すこと (2021 年勧告：新規)。

5.3.2. イタリア (KP-LULUCF)

(1) FM 計上上限値

CRF 中の FM 計上上限値を訂正すること (2021 年勧告：解決済み)。

(2) データの不整合

D、FM の面積について前年度の期末データと、当年度の期首データに違いがある (2021 年勧告：新規)。

(3) 自然攪乱

ERT は、デビットもクレジットも生まないような自然攪乱のバックグラウンドレベルの推計方法を用いることを勧告する。また、次年の報告の品質確認 (QA) に当たっては、インベントリ取

りまとめに直接関与しない者によって実施されることを推奨する(2022年勧告及び推奨:新規)。

イタリアは自然攪乱条項の適用の意向を示しているが、同条項の適用に関する情報が報告書中に欠けている。ERTは、2022報告がKP-CP2の最終年であることから、自然攪乱条項の適用に関し最終決定をすること、また、適用する場合には、自然攪乱に関する全ての情報を報告すること(2022年勧告:新規)

ERTの検討によるとイタリアにおけるARの林野火災の強度は年を経るにしたがい減少している。これは、ARの性質上期間の経過に従い蓄積が増加することに鑑みると正確性を欠く可能性がある。1990年以降のARにおける林野火災の面積に関する情報を提供すること、バイオマス火災が、自然攪乱のバックグラウンドレベルの決定にどのように用いられているか説明すること(2022年勧告:新規)。

(4) FMRL 及び技術的調整 (TC)

FMRLに示された予測収穫量は、技術的調整(TC)においても同様のものであるかどうか、FMの自然攪乱のバックグラウンドレベルがTCに含まれているかどうか、また含まれているとすればその方法についての情報が欠けている(2021年勧告:新規)。

5.4. 豪州: 2022年審査報告書

5.4.1. 豪州(条約下LULUCF)

(1) 活動量の土地区分、炭素プール毎の内訳

現在「他に含まれる(IE)」と表示されている森林地(F)に転用された農地・湿地・開発地(SOC-M以外の全ての炭素プール)等の活動量の分類と炭素プールの内訳を示すこと(2016~2022年勧告:未解決、対応中)。

(2) 再造林へのSOC-Mの適用

劣化した沿岸湿地へのマングローブの再造林の炭素蓄積変化の報告においてSOC-Mプールを考慮することにより炭素蓄積量の増加が大きくなっているがその根拠を示すこと(2022年勧告:解決済み<根拠論文を示した>)。

(3) 排水されたSOC-Mからの排出

森林地(F)等の排水されたSOC-MからのCO₂排出量をCRFの該当欄に記入すること(2022年勧告:解決済み)。

(4) 炭素プールのTier3による評価

オーストラリアは各土地利用区分の各炭素プールを、Tier3の算定方法であるFullCAMモデルにより評価している。FullCAMは項目やデータ、キャリブレーションやバリデーションの改定を行ってきている。森林地(F)及び草地のSOC-M炭素について、データの改定、キャリブレーション

ョンやバリデーションに関する情報を示すこと（2022年勧告：新規）

（5）自然攪乱による排出・吸収量

オーストラリアは、森林地（F）の総排出・吸収量から、「管理された土地による代理」の手法により自然攪乱分を区別している。一方、自然攪乱による排出と攪乱後の吸収を区別せずに報告しており、自然攪乱による排出と攪乱後の吸収を区別して報告すべきである（2022年勧告：新規）。

5.4.2. 豪州（KP-LULUCF）

（1）異なる炭素プールの蓄積変化の内訳

オーストラリアは、Tier 3の算定方法である FullCAM モデルにより、地上部バイオマス（AGB）、地下部バイオマス（BGB）、枯死木（DW）、リター（LT）、土壌有機炭素（SOC）の5つの炭素プールの炭素蓄積変化を報告している。ただし、LTについてはDWに含まれているとして内訳を示していない（2022年勧告：未解決）。

（2）HWPの半減期

オーストラリアが独自に使用している HWP の半減期を導出した方法が妥当なものである根拠を示すこと（2022年勧告：解決済み：オーストラリアは比較のためにデフォルトの半減期を用いた Tier 2 の算定方法を用いた結果を示し、独自の Tier 3 の方法とおおむね整合していることを示した）。

（3）自然攪乱後の吸収量

オーストラリアは CRF の FM 活動において、自然攪乱後の吸収量について「該当なし（NA）」と報告しているが、これは KP の報告規定に沿っていない。自然攪乱による排出量を除外して報告し土地における自然攪乱後の吸収量は、FM 活動の吸収量から除くべきである。しかし、確認の結果、ダブルカウントは生じておらず、問題はないことが判明した（2022年勧告：新規）。

5.5. フランス：2022年審査報告書

5.5.1. フランス（条約下 LULUCF）

（1）自然攪乱に関するデータ

年間バイオマス成長量の計算に当たり、自然攪乱の対象となる森林地（F）の1990年から直近に至る面積を、地域及び森林タイプ毎に分けて示すこと（2022年勧告：解決済み）。

（2）HWPに関するデータ

1990年から直近に至る全ての HWP を、HWP の由来となる地域別、土地利用の種類別、FM と AR 別に分けて示すこと（2022年勧告：解決済み）。

(3) 森林地 (F) からの転用

NIR において、海外領地において森林地 (F) から他の土地利用への転用、又は他の土地利用から森林地 (F) への転用に伴う排出・吸収量を算定するための方法及び炭素蓄積変化 (CSC) 係数を示すこと (2022 年勧告：対応中)。

(4) TERUTI-LUCAS のデータ

フランスは土地利用変化のモニタリングについて、TERUTI-LUCAS と呼ばれるシステムを使用しており、このデータと国家森林インベントリ (NFI) データの整合性が明確でない (2022 年勧告：一部未解決)。

(5) 海外領土のデータ

フランス領ギアナにおける森林地 (F) 面積は収穫統計を森林管理区分 (天然林、二次林、人工林) 等により区分して示すこと (2013~2022 年勧告：解決済み)。

(6) 森林地 (F) からの転用による炭素蓄積減少

森林地 (F) から農地への転用に伴う炭素蓄積の純減を、CRF の 4B に記載し、蓄積量の増加については、純減の中に含まれていることから“IE”と記載すること (2019~2022 年勧告：未解決)。

(7) 固形廃棄物処分場 (SWDS) 中の HWP

固形廃棄物処分場 (SWDS) 中の HWP が有意な量であるかどうかを示すこと。無視できる場合には、報告書中に“NE”と記載して良い。しかし有意な量である場合は活動量を収集すること (2019~2022 年勧告：未解決)。

(8) 海外領土の HWP

フランスは海外領土からの HWP を計算しておらず、即時排出又はゼロと仮定しているがその根拠を示していない (2022 年勧告：新規)。

(9) 窒素肥料からの排出

森林地 (F) において窒素施肥からの N₂O 排出量を評価すること。農業セクターの肥料使用量と区分できない場合は、農業セクターの排出量に含めて評価し、その旨を記載すること (2019~2022 年勧告：対応中)。

5.5.2. フランス (KP-LULUCF)

(1) 海外領土のデータ

海外領地における森林地 (F) 面積及びその変化、自然攪乱の対象となる森林地 (F)、森林バイオマス炭素蓄積増加量、収穫ないし自然攪乱による炭素蓄積減少量に関するデータを取得するための体制を整備すること (2022 年勧告：一部未解決)。

(2) 土地利用変化及び自然攪乱対象地のデータ

土地利用変化及び自然攪乱対象地のバイオマス及び枯死有機物 (DOM) を算定する際には、国家森林インベントリ (NFI) における該当する土地におけるサンプルプロットからのデータを使用することで、精度を向上すること (2022 年勧告 : 解決済み)。

(3) 収穫量について FM と AR の区分

AR に相当する収穫量を、FM から除いて示し、AR と FM における炭素蓄積変化の算定値を修正すること (2022 年勧告 : 解決済み)。

(4) 病害及び乾燥害

病害及び乾燥害に関する報告内容の不整合に対応すること。病害及び乾燥害の要因がバックグラウンドレベルに含まれている可能性がある。しかし、フランスはそれを区分することができないため、KP の報告において自然攪乱の条項を適用しない意向を示した (2022 年勧告 : 解決済み)。

(5) ゲイン・ロス法と蓄積差法

バイオマスと枯死有機物 (DOM) の炭素蓄積変化を算定するためにゲイン・ロス法を用いているが、その値を検証するために蓄積差法を用いて検証すること (2015/2016~2022 年勧告 : 未解決)。

(6) 天然林と人工林

天然林と人工林のそれぞれの定義を示し、天然林と人工林別の面積を示すこと (2019~2022 年勧告 : 未解決)。

(7) FMRL と実際の排出・吸収量との差

FMRL と実際の FM 排出・吸収量の差が生じている原因 (年間伐採量、年間成長量、自然枯死率等) に関する定量的情報を示すこと (2015/2016~2022 年勧告 : 未解決)。

(8) FMRL と FM 算定値の整合性

FMRL を設定する際に用いた 2010 年国家森林インベントリ (NFI) の年齢構成と同じものを FM 算定にも用いること。フランスは、FMRL の設定に際してインベントリとは異なったモデルを用いており、キャリブレーションにより整合性を確保していると説明 (2022 年勧告 : 解決済み)。

(9) FMRL と年間 GHG インベントリとの整合性

FMRL と年間 GHG インベントリの整合性について説明すること (2022 年勧告 : 解決済み)。

(10) 自然攪乱のバックグラウンドレベル

NIR に、AR および FM のバックグラウンドレベルの計算結果を示すこと。フランスは病害及び乾燥害の要因がバックグラウンドレベルに含まれている可能性があるが、この量を分けることができないため、KP の報告において自然攪乱の条項を適用しない意向を示した（2022 年勧告：解決済み）。

(11) HWP のデータ

国内で生産された国産材製品の HWP の量を、国内で生産された全製品の HWP の量から分けて示すこと。国内で生産された国産材製品の HWP の輸出量に関する情報を示すこと。FM 及び AR の炭素蓄積の純変化を算定するための収穫量と、HWP の国内生産量の整合性に関する情報を示すこと。（2022 年勧告：一部解決）。

(12) HWP 算定の妥当性を示すこと

HWP の算定方法の妥当性に関する情報を示すこと。フランスは、これまでのガンマ関数を用いた Tier 3 の算定方法でなく、2006 年 IPCC ガイドラインに基づく Tier1 の 1 次減衰関数による方法に基づき算定したと説明した（2022 年勧告：解決済み）。

(13) 森林減少 (D) からの HWP

D、FM、AR 起源の HWP を分けて示し、土地利用変化により生じた D 起源の HWP と FM 起源の HWP を分けて示すこと（2022 年勧告：未解決）。

(14) KP-CP1 の HWP

KPKP-CP1 に計上すべき HWP を、KP-CP2 の HWP から除くこと（2022 年勧告：解決済み）。

5.6. 英国：2022 年審査報告書

5.6.1. 英国（条約下 LULUCF）

(1) Tier 3 による算定の妥当性

森林地 (F) の炭素蓄積変化の算定に当たって Tier 3 の方法であるモデル (CARBINE、C-Flow 及び BSORT モデル) を使用した推計の妥当性の根拠を示すこと（2022 年勧告：対応中）。

(2) 生産対象でない森林地 (F)

木材の生産対象でない森林地 (F) におけるバイオマスの炭素蓄積変化を算定・報告すること。あるいは、収穫や燃料材の採取等により森林バイオマスの減少が発生していないことを示すこと（2017～2022 年勧告：対応中）。

(3) 土壌炭素モデル

森林地 (F) の土壌炭素の蓄積及び排出・吸収量の算定に Tier 3 のモデル (SCOTIA モデル) を

用いているが、妥当性の根拠を示すこと（2022年勧告：未解決）。

（4）HWP のモデル

HWP の算定に用いている CARBINE モデルに使用している生産量のデータ及び当該データを炭素量に換算する諸係数を示すこと（2022年勧告：解決済み）。

（5）固形廃棄物処分場（SWDS）中の HWP

NIR の、固形廃棄物処分場（SWDS）に含まれる HWP についての記述に整合性が取れていない。英国は、現状では SWDS 中の HWP は算定していないと説明した。ERT は、SWDS 中の HWP からの排出が有意である場合には、2006 年 IPCC ガイドラインに従って SWDS 中の HWP からの排出・吸収量の算定を行うことを提言した（2022年勧告：新規）。

5.6.2. 英国（KP-LULUCF）

（1）生産対象でない森林地（F）

木材生産対象以外の森林地（F）におけるバイオマスの炭素蓄積変化を算定・報告すること。あるいは、収穫や燃材の採取等により森林バイオマスの減少が発生していないことを示すこと（2022年勧告：対応中）。

（2）モデルによる FMRL の技術的調整（TC）

CARBINE モデルを用いた FMRL の技術的調整（TC）と KPKP-CP2 の FM 算定値との整合性を示すこと（2022年勧告：解決済み）。

5.7. スイス：2022年審査報告書

5.7.1. スイス（条約下 LULUCF）

（1）小径木等のバイオマス

森林地（F）の生体バイオマス（LB）、枯死木（DDW）、リター（LT）において、胸高直径 12cm 未満の樹木、枝葉、根、さらに木本以外の林床植生を含めていないことについて妥当性、根拠を示すこと。スイスは、これらの炭素蓄積が無視できることを示した（2022年勧告：解決済み）。

5.7.2. スイス（KP-LULUCF）

（1）D の面積

CRF の表に示された D の総計値（300ha）が、別の表の記載と整合性が取れていない（2022年勧告：解決済み）。

（2）FM 対象面積の増加

時間の経過とともに FM 対象面積が増加している理由を示すこと。スイスは、天然更新により

森林地 (F) の定義を満たす面積が増えていることを示した (2022 年勧告 : 解決済み)。

5.8. 日本 : 2022 年審査報告書

5.8.1. 日本 (条約下 LULUCF)

(1) 枯死木 (DW) の炭素蓄積量

枯死木 (DW) の炭素蓄積量が大きい理由を示すこと。日本は、地上部バイオマス (AGB) に対する地下部バイオマス (BGB) の比率より DW の比率が若干の高い理由を示し、現実とかけ離れた値では二ことを説明した。また、現在実施しているモニタリング調査の結果に従いモデルの推定値を見直すと説明した (2022 年勧告 : 対応中)。

(2) 伐採跡地等の炭素蓄積変化

伐採跡地及び蓄積量が小さい森林地 (F) における炭素蓄積変化を計算するためのパラメータ等の方法論の根拠を示すこと。日本は、蓄積量が小さい森林地 (F) のパラメータは、国家森林資源データベースのパラメータの加重平均を用いたこと等追加的な説明を行ったが、パラメータの導出についての完全な説明には至っていない (2018~2022 年勧告 : 対応中)。

(3) FM と CENTURY-jfos モデル

FM に見られる変化が、CENTURY-jfos モデルにどのように反映されているかを説明すること (2022 年勧告 対応済み)。

(4) 森林地 (F) への転用面積

時間経過に伴い、湿地、開発地及びその他の土地から森林地 (F) へ転用面積の推計方法を示すこと。日本は 1971~2004 年及び 2005 年以降について森林地 (F) への転用面積の推計方法を示した (2022 年勧告 : 解決済み)。

(5) 森林地 (F) への転用前後の炭素蓄積変化

他の土地利用から森林地 (F) への転用前後の炭素蓄積量に関し、農地のバイオマス、森林地 (F) における生体バイオマス (LB) の成長量、枯死木 (DW)、リター (LT)、有機土壌炭素 (SOC) に関する追加的情報を提供すること (2022 年勧告 : 解決済み)。

(6) 排水又は再湿地化による土壌からの N₂O の排出・吸収量

現在、日本は森林土壌からの N₂O の排出・吸収量を報告していない。日本はその根拠として、日本では森林土壌の排水は一般に行われていないと説明したが、その根拠が NIR 中に示されていない (2022 年勧告 : 対応中)。

(7) 立木の少ない森林のバイオマス拡大係数 (BEF)

立木の少ない森林 (forests with less standing trees) のバイオマス拡大係数 (BEF) は、一般的な森林のように林齢 (21 年生以上と 20 年生以下) 及び樹種によって分けられていない (2022 年勧告 : 新規)。

5.8.2. 日本 (KP-LULUCF)

(1) FMRL における HWP の取扱い

FMRL の技術的調整 (TC) に際し、HWP プールの予測値を含めているが、これは、日本が森林地 (F) 炭素プールについて FMRL を“2013 年 1 月 1 日時点でゼロ”と設定しているアプローチと整合性が取れていない (2022 年勧告 : 未解決)。

参考文献リスト

- Australian Disaster Resilience Knowledge Hub website: New South Wales, July 2019 - March 2020: Bushfires - Black Summer. <https://knowledge.aidr.org.au/resources/black-summer-bushfires-nsw-2019-20/> (2023年2月21日閲覧)
- Australian Government, Department of Industry, Science, Energy and Resources (2022) National Inventory Report 2020: The Australian Government Submission to the UNFCCC: Australian National Greenhouse Accounts. (Australia NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/478957>
- Austrian Government, Environment Agency Austria (2022) Austria's National Inventory Report 2022: Submission under the UNFCCC and under the Kyoto Protocol. (Austria NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461938>
- Canadian Forest Service (2020) How does Canada report on forest GHG emissions? Science-Policy Notes (CFS).
- Canadian Government, Environment and Climate Change Canada (2022) National Inventory Report 1990-2020: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada. Canada's Submission to the UNFCCC. (Canada NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461919>
- Canadian Government website: Carbon Budget Model. <https://natural-resources.canada.ca/climate-change/climate-change-impacts-forests/carbon-accounting/carbon-budget-model/13107#download>
- Ellison D. and Petersson H. et al. (2013) The incentive gap: LULUCF and the Kyoto mechanism before and after Durban. GCB Bioenergy, 5, 599-622.
- European Environment Agency (2022) Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2020 and inventory report 2022. European Commission, DG Climate Action. <https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-1>
- European Union, European Environment Agency (2022) Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2020 and inventory report 2022: Submission to the UNFCCC Secretariat. (EU NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461931>
- FAO (2020) Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
- FAO website: Global Forest Resources Assessments. <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/en/> (2023年3月7日最終閲覧)
- Federici S., Tubiello F.N., et al. (2015) New estimates of CO₂ forest emissions and removals: 1990-2015. Forest Ecology and Management 352 (2015) 89-98.
- Federici S., Iversen P., et al. (2017) Case studies: Analyzing national GHG インベントリ inventories of forest fluxes and independent estimates in the world's top eight forest countries. <https://www.climateandlandusealliance.org/wp-content/uploads/2017/07/Case-studies-Working-Paper-FINAL.pdf>
- Finnish Government, Statistics Finland (2022) Greenhouse Gas Emissions in Finland 1990 to 2020: National Inventory Report under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. (Finland NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461893>
- Flannigan M.D., Krawchuk M.A. et al., (2009) Implications of changing climate for global wildland fire. Int. J. Wildland Fire, 18(5): 483-507.
- French Government, Inter-ministerial Task Force for Climate Change (2001) Third National Communication under the UNFCCC. (France NC3)
- French Government, Technical Reference Center for Air Pollution and Climate Change (2022) National Inventory Report for France under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. (France NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461899>
- German Government, Federal Environment Agency (2022) Submission under the UNFCCC and the Kyoto Protocol 2022 National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990-2020. (Germany NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461930>
- Italian Government, Institute for Environmental Protection and Research (2022) Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2020 National Inventory Report 2022. (Italy NIR, 2022)

- <https://unfccc.int/documents/461788>
- IPCC (2002) Report of the expert group meeting on factoring out direct human-induced changes in carbon stocks and GHG emissions from those to indirect human-induced and natural effects.
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/mtdocs/pdffiles/LULUCF_Task3_PM_Report.pdf
- IPCC (2003a) Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES)
- IPCC (2003b) Report of the meeting on current scientific understanding of the processes affecting terrestrial carbon stocks and human influences upon them.
<https://archive.ipcc.ch/pdf/supporting-material/ipcc-meeting-2003-07.pdf>
- IPCC (2006) 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia, et al. (eds). Published: IGES, Japan. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- IPCC (2010) Revisiting the use of managed land as a proxy for estimating national anthropogenic emissions and removals: Meeting Report, 5-7 May 2009, INPE, São José dos Campos, Brazil. Eggleston H.S., Srivastava N., et al. (eds). Published: IGES, Japan.
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/mtdocs/pdffiles/0905_MLP_Report.pdf
- IPCC (2014a) 2013 Revised supplementary methods and good practice guidance arising from the Kyoto Protocol (KP Supplement). Hiraishi, T., Krug, T., et al. (eds). Published: IPCC, Switzerland. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/index.html>
- IPCC (2014b) 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., et al. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/index.html>
- Japanese Government, Ministry of the Environment, Japan, Greenhouse Gas Inventory Office of Japan, Center for Global Environmental Research, Earth System Division, National Institute for Environmental Studies, Japan (2022) National Greenhouse Gas Inventory Report of JAPAN 2022. (Japan NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461933>
- Jevšenak J., Klopčič M. and Mali B. (2020) The effect of harvesting on national forest carbon sinks up to 2050 simulated by the CBM-CFS3 model: A case study from Slovenia. *Forests*. 11(10): 1-6.
- Kim M., Lee W., et al. (2017) Estimating carbon dynamics in forest carbon pools under IPCC standards in South Korea using CBM-CFS3. *Forest-Biogeosci. Forestry* 10: 83-92.
- Kurz W.A., Apps M.J., et al. (1992) The carbon budget of the Canadian forest sector: phase I. In: NOR-X-326 (eds Canada MOSaS), PP. 93. For. Can. NR, North. For. Cent., Edmonton, Canada.
- Kurz W.A. and Apps M.J. (2006) Developing Canada's National Forest Carbon Monitoring, Accounting and Reporting System to meet the reporting requirements of the Kyoto Protocol. *Mitigation Adapt. Strat. Global Change*, 11(1): 33-43. doi:10.1007/s11027-006-1006-6.
- Kurz W.A., Dymond C.C., et al. (2008a) Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, 452(7190): 987-990. doi:10.1038/nature06777. PMID:18432244.
- Kurz W.A., Stinson G., et al. (2008b) Risk of natural disturbances makes future contribution of Canada's forests to the global carbon cycle highly uncertain. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 105(5): 1551–1555. doi: 10.1073/pnas.0708133105. PMID:18230736.
- Kurz W.A., Dymond C.C., et al. (2009) CBM-CFS3: a model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. *Ecological Modelling* 220(4): 480-504.
- Kurz W.A., Shaw C.H., et al., (2013) Carbon in Canada's boreal forest: A synthesis. *Environmental Reviews*, 21(4):260-292.
- Kurz W.A., Hayne S., et al. (2018) Quantifying the impacts of human activities on reported greenhouse gas emissions and removals in Canada's managed forest: conceptual framework and implementation. *Can. J. For. Res.* 48: 1227-1240. [dx.doi.org/10.1139/cjfr-2018-0176](https://doi.org/10.1139/cjfr-2018-0176)
- Leskinen P., Lindner M., et al. (editors) (2020) Russian forests and climate change: What Science Can Tell Us 11. European Forest Institute. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2020/efi_wsctu_11_2020.pdf
- New Zealand Government, Ministry for the Environment (2022) New Zealand's Greenhouse Gas Inventory 1990-2020. Wellington: Ministry for the Environment. (New Zealand NIR, 2022)

- <https://unfccc.int/documents/461878>
- Norwegian Government, Norwegian Environment Agency (2022) Greenhouse Gas Emissions 1990-2020, National Inventory Report. (Norway NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461706>
- Ogle S.M., Domke G., et al. (2018) Delineating managed land for reporting national greenhouse gas emissions and removals to the United Nations framework convention on climate change. *Carbon Balance and Management*, 13(9), 1-13.
- Pilli, R., Grassi, G., et al. (2013) Application of the CBM-CFS3 model to estimate Italy's forest carbon budget, 1995-2020. *Ecol Model.* 266:144-71.
- Pilli, R., Kull, S.J., et al. (2018) The carbon budget model of the Canadian forest sector (CBM-CFS3): customization of the archive index database for European Union countries. *Ann. For. Sci.* 75(3): 1-7.
- Polish Government, National Centre for Emissions Management at the Institute of Environmental Protection – National Research Institute, Ministry of Climate and Environment (2022) Poland's National Inventory Report 2022: Greenhouse Gas Inventory for 1988-2020 Submission under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. (Poland NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461818>
- Portuguese Government (2021) Portugal's Adaptation Communication to the UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/2021%20Portugal%20ADCOM_UNFCCC.pdf
- Portuguese Government, Portuguese Environment Agency (2022) Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2020: Submitted under the UNFCCC and the Kyoto Protocol. (Portugal NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/519827>
- Russian Federation Government, Federal Service on Hydrometeorology and Environmental Monitoring (2022) Russian Federation National Inventory Report of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol for 1990 - 2020. (Russian Federation NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461970>
- Sleeter, B.M., Frid, L., et al. (2022) Operational assessment tool for forest carbon dynamics for the United States: a new spatially explicit approach linking the LUCAS and CBM-CFS3 models. *Carbon Balance and Management* 17:1. <https://doi.org/10.1186/s13021-022-00201-1>
- Smyth, C.E., Stinson, G., et al. (2014) Quantifying the biophysical climate change mitigation potential of Canada's forest sector. *Biogeosciences*, 11, 441-480.
- Spanish Government, Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge (2022) National Greenhouse Gas Emissions Inventory Report. (Spain NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461784>
- Swiss Federal Office for the Environment (2018) Switzerland's Seventh National Communication and Third Biennial Report under the UNFCCC: Fourth National Communication under the Kyoto Protocol to the UNFCCC. (Swiss NC7) <https://unfccc.int/documents/194473>
- Swiss Federal Office for the Environment (2022) Switzerland's Eighth National Communication and Fifth Biennial Report under the UNFCCC: Fifth National Communication under the Kyoto Protocol to the UNFCCC. (Swiss NC8) <https://unfccc.int/documents/614139>
- Swiss Government, Federal Office for the Environment (2022) Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2020: National Inventory Report and reporting tables (CRF). Submission of April 2022 under the UNFCCC and under the Kyoto Protocol. Federal Office for the Environment, Bern. (Switzerland NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461903>
- UNFCCC (2003) Decision 19/CP.8 UNFCCC guidelines for the technical review of greenhouse gas inventories from Parties included in Annex I to the Convention.
- UNFCCC (2006a) Decision 13/CMP.1 Modalities for the accounting of assigned amounts under Article 7, paragraph 4, of the Kyoto Protocol.
- UNFCCC (2006b) Decision 15/CMP.1 Guidelines for the preparation of the information required under Article 7 of the Kyoto Protocol.
- UNFCCC (2006c) Decision 16/CMP.1 Land use, land-use change and forestry.
- UNFCCC (2009) Resource guide for preparing the national communications of non-annex I parties: Module 3 National Greenhouse Gas Inventories. https://unfccc.int/resource/docs/publications/09_resource_guide3.pdf

- UNFCCC (2011a) Decision 2/CMP.6 The Cancun agreements: land use, land-use change and forestry.
- UNFCCC (2011b) Synthesis report of the technical assessments of the forest management reference level submissions. <https://unfccc.int/documents/6980>
- UNFCCC (2012a) Decision 2/CMP.7 Land use, land-use change and forestry.
- UNFCCC (2012b) Decision 4/CMP.7 Greenhouse gases, sectors and source categories, common metrics to calculate the carbon dioxide equivalence of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks, and other methodological issues.
- UNFCCC (2014a) Decision 24/CP.19 Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention.
- UNFCCC (2014b) Decision 6/CMP.9 Guidance for reporting information on activities under Article 3, paragraphs 3 and 4 of the Kyoto Protocol.
- UNFCCC (2015) Decision 13/CP.20 Guidelines for the technical review of information reported under the Convention related to greenhouse gas inventories, biennial reports and national communications by Parties included in Annex I to the Convention.
- UNFCCC (2022a) Aggregate information on greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks for Parties included in Annex I to the Convention.
- UNFCCC (2022b) Report on the individual review of the annual submission of France submitted in 2021. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2021_FRA.pdf
- UNFCCC website: GHG data from UNFCCC. <https://unfccc.int/topics/mitigation/resources/registry-and-data/ghg-data-from-unfccc> (2023年3月7日最終閲覧)
- UNFCCC website: Inventory Review Reports 2021. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/inventory-review-reports/inventory-review-reports-2021> (2023年2月28日最終閲覧)
- UNFCCC website: Inventory Review Reports 2022. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/inventory-review-reports-2022>
- UNFCCC website: National Inventory Submissions 2022. [https://unfccc.int/GHG インベントリ nventories-annex-i-parties/2022](https://unfccc.int/GHG%20インベントリ%20nventories-annex-i-parties/2022) (2023年2月28日最終閲覧)
- United Kingdom Government (2022) UK Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2020: Annual Report for Submission under the UNFCCC. <https://unfccc.int/documents/624711> (UK NC8)
- United Kingdom Government, Department for Business, Energy & Industrial Strategy (2022) UK Greenhouse Gas Inventory 1990 to 2020: Annual Report for submission under the Framework for Convention on Climate Change. (United Kingdom NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461922>
- United States of American Government, Environmental Protection Agency (2022) Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2020. Environmental Protection Agency, EPA 430-R-22-003. (United States NIR, 2022) <https://unfccc.int/documents/461948>
- Zamolodchikov D.G., Grabovskii V.I., and Kraev G.N. (2011) A Twenty Year Retrospective on the Forest Carbon Dynamics in Russia. Contemporary Problems of Ecology, Vol.4, No.7, pp.706-715.
- Zamolodchikov D.G., Grabovsky, V.I., et al. (2013) The Impacts of Fires and Clear-Cuts in the Carbon Balance of Russian Forests. Contemporary Problems of Ecology, Vol 6. No. 7, pp.714-726.
- 林野庁 (2017) 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。
- 柴崎一樹、石塚森吉 (2015) カナダにおける森林の炭素蓄積・収支算定システムの紹介。海外の森林と林業 94 巻. https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjiff/94/0/94_35/article/-char/ja
- 佐藤淳 (2021) 気候変動枠組条約下の包括的報告に向けた土地利用分野における炭素蓄積変化の算定改善に関する研究。弘前大学大学院理工学研究科博士後期課程博士論文。

https://hirosaki.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=6261&item_no=1&page_id=13&block_id=33

林野庁 (2020) 世界森林資源評価 (FRA) 2020 : メインレポート概要 .

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaigai/attach/pdf/index-5.pdf>

林野庁 (2022) 令和 3 年度森林吸収源インベントリ情報整備事業 (パリ協定下の森林吸収量算定にかかると技術的課題の分析・検討) 報告書.