

令和6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  
技術的課題の分析・検討)

報 告 書

令和7年 3 月

**林野庁**



## 目次

1. 成果の要約.....	1
1.1. 利用可能な最善の森林資源情報や分析手法を活用した森林吸収量の算定方法の改良.....	1
1.1.1. NFI データに基づく森林吸収量算定方法への移行に向けた検討.....	1
1.1.1.1 諸外国における森林吸収量の算定に関する情報収集.....	1
1.1.1.2 NFI データの検討.....	1
1.1.1.3 森林面積の検討.....	1
1.1.1.4 FM 率の把握手法検討.....	1
1.1.1.5 吸収量の試算.....	2
1.1.1.6 課題整理.....	2
1.1.2. 森林土壌・枯死有機物の炭素蓄積変化量の算定方法.....	2
1.2. 2035 年森林吸収量目標策定に向けた技術的支援.....	2
1.2.1. 人工林.....	2
1.2.2. 天然林.....	2
1.2.3. 森林吸収量目標.....	2
2. 本業務の背景と目的.....	4
3. 利用可能な最善の森林資源情報や分析手法を活用した森林吸収量の算定手法の改良.....	5
3.1. NFI データに基づく森林吸収量の算定方法への移行に向けた検討.....	5
3.1.1. 諸外国における森林吸収量の算定に関する情報収集.....	5
3.1.1.1 ドイツ.....	5
3.1.1.2 スウェーデン.....	14
3.1.1.3 ポーランド.....	21
3.1.1.4 オーストリア.....	27
3.1.2. NFI データの検討.....	34
3.1.3. 森林面積の検討.....	42
3.1.4. FM 率の把握手法検討.....	45
3.1.5. 吸収量の試算.....	48
3.1.6. 課題整理.....	50
3.2. 森林土壌・枯死有機物の炭素蓄積変化量の算定方法.....	52
3.2.1. CENTURY-jfos モデルの概要及び改定内容について.....	52
3.2.2. 土壌 3 プールの過去吸収量の再計算(1990~2007).....	54
4. 伐採木材製品(HWP)に係る炭素蓄積変化量の算定・計上方法の海外調査.....	56
4.1. 主要国の NDC 目標への森林・HWP 排出・吸収量の計上方法.....	58
4.1.1. 主要国の NDC 目標.....	58
4.1.2. 主要国の NDC 目標への森林・HWP 排出・吸収量の計上方法.....	59

4.1.2.1	日本.....	62
4.1.2.2	米国.....	62
4.1.2.3	カナダ.....	63
4.1.2.4	豪州.....	63
4.1.2.5	ニュージーランド.....	63
4.1.2.6	欧州連合(EU).....	64
4.1.2.7	スイス.....	64
4.1.2.8	ノルウェー.....	64
4.1.2.9	英国.....	65
4.1.3.	主要国の森林・HWP カテゴリー、活動に固有の仮定・方法論・アプローチ.....	65
4.1.3.1	日本.....	65
4.1.3.2	米国.....	66
4.1.3.3	カナダ.....	66
4.1.3.4	豪州.....	66
4.1.3.5	ニュージーランド.....	66
4.1.3.6	欧州連合(EU).....	67
4.1.3.7	スイス.....	67
4.1.3.8	ノルウェー.....	68
4.1.3.9	英国.....	68
4.1.4.	森林・HWP の計上方法に関する国際的議論の動向.....	68
4.1.4.1	カナダの LULUCF 分野(森林・HWP)の計上方法.....	68
4.1.4.2	EU の LULUCF 分野(森林・HWP)の目標設定と計上方法.....	71
4.1.4.3	パリ協定締約国の将来的な LULUCF 分野(森林・HWP)の計上方法.....	78
4.2.	主要国の HWP 排出・吸収量の算定方法の更新点.....	79
4.2.1.	日本.....	79
4.2.2.	米国.....	80
4.2.3.	カナダ.....	80
4.2.4.	豪州.....	80
4.2.5.	ニュージーランド.....	80
4.2.6.	欧州連合(EU).....	85
4.2.7.	スウェーデン.....	85
4.2.8.	フィンランド.....	86
4.2.9.	ポーランド.....	86
4.2.10.	ドイツ.....	86
4.2.11.	オーストリア.....	86
4.2.12.	イタリア.....	86

4.2.13.	ポルトガル .....	86
4.2.14.	スイス.....	86
4.2.15.	ノルウェー .....	87
4.2.16.	英国 .....	87
5.	2035年森林吸収量目標策定に向けた技術的支援.....	89
5.1.	人工林.....	89
5.2.	天然林.....	90
5.3.	森林吸収量目標 .....	93
6.	我が国の森林吸収量目標のNDCへの計上方法の見直しに関する検討 .....	94
6.1.	既存のIPCCガイドライン及びCOPやパリ協定の過去の決定事項を踏まえたパリ協 定下における森林吸収量の計上ルール.....	94
6.2.	全森林の吸収量を計上する場合の計上アプローチ(グロス・ネット方式、ネット・ネット 方式、参照レベルの扱い等) .....	94
6.3.	森林吸収量の計上方法変更による影響.....	96
6.4.	影響を受ける政策や制度 .....	96
6.4.1.	J-クレジット制度 .....	96
附属資料1	第1回検討委員会議事録.....	98
附属資料2	第2回検討委員会議事録.....	102
附属資料3	第3回検討委員会議事録.....	105



## 1. 成果の要約

### 1.1. 利用可能な最善の森林資源情報や分析手法を活用した森林吸収量の算定方法の改良

#### 1.1.1. NFI データに基づく森林吸収量算定方法への移行に向けた検討

##### 1.1.1.1 諸外国における森林吸収量の算定に関する情報収集

NFI を使用してバイオマス算定かつ蓄積差法を用いているドイツ、スウェーデン、ポーランド、オーストリアを対象に、森林の概要、NFI の制度設計、森林吸収量の算定手法・報告タイミング・調査年以外の算定(内挿・外挿)方法・将来予測方法について情報収集し取りまとめた。

##### 1.1.1.2 NFI データの検討

精度検証事業により測定誤差の評価が行われるようになった第 3 期以降の NFI データを森林吸収量算定の対象データとし、期毎に「データ解析プログラム」のデータセットと公表済バックデータを用いてデータの整理を行った。

吸収量の算定には、連続する 2 期間のデータを使用することとし、2 期間の蓄積変化量について分析を行った。蓄積減少は伐採(間伐・主伐)や自然攪乱による影響の可能性が高いと考えられる一方、蓄積増加量が極端に大きいプロットの調査結果については、そのまま吸収量の算定に使用できるかについて検証を行った。検証の結果、①樹木成長によると考えられる地点、②入力ミスによると考えられる地点、③円周外部付近にある立木を継続対象に含めるか否かの判断の不一致、④進階による影響の 4 つが主な蓄積増加原因であった。②及び③については、そのまま吸収量の算定に使用すると過大評価になる恐れがあることから、訂正およびデータの棄却について検討を行い、年齢毎に標準偏差+2 $\sigma$  をデータ棄却に使用した。

##### 1.1.1.3 森林面積の検討

NFI においては、未発注格子点が衛星画像判読で森林と判明した場合、林種を“その他”として処理しているが、このような点について、林野庁により国有林と都道府県に照合したことで林種情報を補完し、NFI データにより推定した森林面積について精度が向上した。ただし、各期に推定した林種ごとの森林面積の異動が森林資源現況調査の変動に比べて大きかった。このような変動を回避する観点から、森林面積の推定においては、森林資源現況調査の森林面積を使用することを決めた。

##### 1.1.1.4 FM 率の把握手法検討

パリ協定への移行に伴い、FM 林の定義や把握手法の検討を行った。①自発的又は公的に適切な管理経営、保護保全が行われている森林として法的ステータスが与えられている区域を FM とする。②①の対象区域以外のうち、NFI 調査結果を基に「直近5年間の施業履歴がある場合」或いは「育成単層林として維持していきべき森林については、7 年齢以下においては森林簿上樹種

と現地樹種が一致するか、8 齢級以上においては植栽木の立木密度が適切な状態で維持されている」との条件を満たしている場合について FM とした。全国の FM 率を大雑把に試算すると約 72% (法指定等 65% + 施業履歴 0.69% + Ry ほか 0.59%) となった。

#### 1.1.1.5 吸収量の試算

検討状況を踏まえ、一定の前提条件を置いた上で 4～5 期のデータを用いて算定した生体バイオマスによる森林吸収量は 121 百万 t-CO<sub>2</sub>/y であった。現行手法による同年の生体バイオマス吸収量は 41 百万 t-CO<sub>2</sub>/y (2021 年度) であり、試算結果の吸収量は約 3 倍となった。

#### 1.1.1.6 課題整理

NFI を用いた森林吸収量の算定手法や方向性に問題ないことを確認できたが、細かな部分についてさらなる検討が必要であった。算定方法の確立に向け、拡大係数等 (幹材積から炭素蓄積量へ換算)、土地利用変化 (森林→非森林、非森林→森林) のあったプロットの取扱い、調査未実施個所の林種別面積・蓄積推定、面積推計 (林種別)、土壌 3 プール、FM 率、NFI データ精査、等各項目に存在する検討課題の整理を行った。

### 1.1.2. 森林土壌・枯死有機物の炭素蓄積変化量の算定方法

改定した CENTURY-jfos モデルを用いて 1990～2007 年度の森林吸収量 (条約吸収量) の再計算を実施したところ、5 プール全体で既報告値から 1.03～1.06 倍の増加となった。

## 1.2. 2035 年森林吸収量目標策定に向けた技術的支援

### 1.2.1. 人工林

将来の森林面積は、主伐、再植林、エリートツリー等の導入、林種異動等政策方針を反映した全国森林計画のバックデータを使用した。成長量については、NFI 実データを基に成長モデルに当てはめて成長曲線を作成した。

### 1.2.2. 天然林

別途林野庁計画課から発注されている「令和 6 年度森林情報の高度化推進に向けた手法検討に関する調査委託事業」において、NFI データ等によって得られた現実林分の材積をベースとして、地域や気候区分毎の天然林の林分成長モデルを作成しており、その検討成果を利用して、天然林の成長モデルを調製した。

### 1.2.3. 森林吸収量目標

森林基本計画の森林の有する多面的機能の発揮に関する目標等を前提に将来の森林吸収量目標について試算を行った。主要年度の森林吸収量は、2030 年度約 82 百万 t-CO<sub>2</sub> (内人工林 48 百万 t-CO<sub>2</sub>、天然林 34 百万 t-CO<sub>2</sub>)、2035 年度約 71 百万 t-CO<sub>2</sub> (内人工林 40 百万 t-CO<sub>2</sub>、

天然林 31 百万 t-CO<sub>2</sub>)、2040 年度約 63 百万 t-CO<sub>2</sub>(内人工林 34 百万 t-CO<sub>2</sub>、天然林 29 百万 t-CO<sub>2</sub>)となった。

## 2. 本業務の背景と目的

2018年12月の国連気候変動枠組条約第24回締約国会合(COP24)及び関連会合において、国が決定する貢献(以下「NDC」という。)における温室効果ガス(以下「GHG」という。)排出削減目標への計上に関する指針や、NDCの進捗の報告等に関する指針を含む詳細な運用ルール(実施指針等)が決定され、我が国は、引き続きGHGの排出削減目標の達成に森林吸収量を貢献量として計上することとなった。

また、2021年のCOP26では、継続議題となっていた透明性枠組等の重要議題の合意に至ったことでパリ協定実施指針(パリルールブック)が完成し、NDCについては2025年に2035年目標を、2030年に2040年目標を通報することを奨励するとされた。

これらの決定に基づき、我が国を含む全締約国は、共通かつ比較可能な様式でGHG排出量やNDC達成に向けた取組等の報告を行うこととなり、毎年4月にGHGインベントリ報告書を条約事務局に提出する必要があるほか、2024年12月末までにNDCの進捗状況等を説明する隔年透明性報告書の提出が義務付けられた。さらに、2035年NDC目標の検討に向けた政府全体の向を踏まえつつ、林野庁では森林吸収量目標の検討を行う必要がある。

このため、本事業では、利用可能な最善の森林資源情報や分析手法を活用し、より安定性、透明性、精度の高い森林吸収量の算定方法の改良・実装の検討を行うとともに、2035年NDC目標や2050年カーボンニュートラル達成に向けた我が国の森林吸収量のポテンシャルの分析、森林吸収量目標の計上方法のあり方について調査・検討を行った。

### 3. 利用可能な最善の森林資源情報や分析手法を活用した森林吸収量の算定手法の改良

#### 3.1. NFI データに基づく森林吸収量の算定方法への移行に向けた検討

我が国の森林吸収源インベントリにおいては、全国の森林の個々の林分ごとの属性情報を整備した森林簿及び収穫予想表の成長モデルをベースとして森林吸収量の算定が行われている。一方、諸外国においては標本調査(サンプリング調査)により得られた森林資源情報(以下「NFI」という。)をベースとする森林吸収量の算定が一般的であり、我が国においても、5年で全国を一巡する森林生態系多様性基礎調査の第5期調査が令和5年度に終了し、同調査に基づくNFIの国家インベントリへの活用の可能性が広がっている。このため、本事業では、諸外国のNFIに基づく森林吸収量算定を対象に資料整理の上、我が国のNFIデータに基づく森林吸収源インベントリへ移行する場合の課題や具体的な算定に向けたデータ整理や手法検討を行った。

##### 3.1.1. 諸外国における森林吸収量の算定に関する情報収集

諸外国において森林吸収量の算定に用いられているNFI調査の制度設計について、過年度の調査報告等の内容をベースに必要なに応じてアップデートを加えて再整理を行った。

情報収集対象国の選定は、NFIを使用してバイオマス算定かつ蓄積差法を用いている国を中心として、ドイツ、スウェーデン、ポーランド、オーストリアを対象とした。

##### 3.1.1.1 ドイツ

###### 1) 森林の概要

ドイツの森林面積は1,150万haで、国土面積(3,576万ha)の約32%を占めている。森林は農業(52%)に次ぐ主要な土地利用形態であり、前回調査(BWI 2012、今回調査は2022年に実施)と比較して森林面積は15,000haの増加がみられた。森林面積のうち97%では樹木が生育しており、これらは約1,100万haを占める。残りの3%は樹木が存在しない環境(木材の保管場所、レクリエーションのための林道など)である。森林のうち約48%は私有林であり、残る29%が州有林、20%が企業所有林、3%が連邦政府所有林(国有林)となっている。私有林は特に農村地域で多く見られ、その半数は20ha未満の所有者による林地である。一方、企業所有の大規模な森林は14%に過ぎない。ドイツにおける私有林所有者の人数は180万人と推定されている。小規模な私有林の所有者の多くは森林組合に属しているが、都市生活や他職業への従事などにより森林管理への関心が薄い場合もある。気候変動への適応、生物的被害の防御、自然保護、生物多様性の維持の観点から森林管理の重要性が指摘されているが、経済的利益が限られるため、連邦および州政府からの支援が重要視される。

ドイツの森林のうち約71%はマツやトウヒ、ブナ、オークが優占する森林である。マツ林は最も広い面積(21.8%)を占めているが、過去2回の調査ではわずかな減少がみられた。トウヒ林は230万haの面積(20.9%)を占めているが、前回調査時には台風や干ばつなどの影響により大幅な面積の減少が確認されている。ブナ林は180万haの面積(16.6%)を占めており、前回調査時よ

りも増加していた。なお、ブナ林は 2018 年から 2021 年にかけての大規模な干ばつと猛暑により重大な被害を受けているが、これらの具体的な影響は把握されていない。オーク林は 130 万 ha の面積 (11.5%) を占めているが、特定の地域では異常気象に伴うキクイムシの大量発生によりオークは枯死し林分の構造や存続が危ぶまれている。また、他国から導入された樹種 (外来種) はこれまでドイツの森林において補助的な役割を果たしてきた。北アメリカや日本など、他地域の温帯気候から導入された樹種は、森林面積の 5% 弱を占めている。これらの樹種は、気候変動期における造林の新たな選択肢であり、気候変動や生物による森林破壊が頻発する現在ではますます重要になっている。一方で既存の森林への侵入や無秩序な拡散などのリスクを総合的に評価するためには、更なる調査と試験が必要であるとされている。

気候変動は森林に大きな影響を及ぼすことから、適応力と回復力を高めるための森づくりが必要であると言われている。気候変動が森林にもたらす影響として、極端な気象現象の頻発による生態系の攪乱が考えられ、具体的には台風や干ばつ等による森林被害が挙げられる。1990 年の台風や 2018 年以降の干ばつはその一例であり、干ばつではトウヒが大規模に枯死するなどの影響が確認されている。干ばつや枯死木に発生したキクイムシの被害により、ドイツ全体で森林の 19% に相当する約 200 万 ha が影響を受けており、被害地域では毎年平均で 4,480 万 m<sup>3</sup> にのぼる立木が失われている。

ドイツでは第二次世界大戦後に大規模な植林が実施され、61~80 年生の森林が最多の面積を占めるなど、多くは伐採の時期を迎えている (BWI 2022)。植栽された種は裸地に定着可能なトウヒやマツなどの少数の樹種である。一方で、100 年生以上の高齢級も全体の 30% 以上を占めており、2022 年の森林の平均樹齢は 82 年であった。これは 2012 年よりも 5 歳増加しており、森林の高齢化が指摘されている。高齢化の要因の一つとして、若齢の針葉樹を中心に発生したキクイムシによる被害が挙げられている。

ドイツの森林の林種別割合は、落葉樹林が増加傾向にある (2012 年:43%、2022 年:47%)。森林の構成種ではマツやトウヒなどの常緑針葉樹が多いが、これは中世から 19 世紀にかけての過剰な伐採や用地転換により広葉樹林が伐採され、その後の森林再生に常緑針葉樹が用いられたためである。トウヒやマツは、裸地への適性が高く、苗の育成が容易であること、成長が早いこと、優れた多用途の木材特性により、ドイツで広く普及した。一方で、落葉広葉樹は地下水の保持力や動植物の多様性、林分の安定性と適応性に優れており、連邦政府と州政府は、数十年にわたって針葉樹林をその場所に適した混交林に転換することを推進した。その結果、約 79% の森林が混交林になるなど、多くの場所で安定的な生物多様性の高い森林が形成された。「樹種構成の自然性」は、森林の樹種構成が潜在的な自然植生にどの程度対応しているかを示し、森林政策や天然林管理において重要な指標となる。近年、ドイツの森林の樹種構成は自然に近いものになっており、16% の森林がほぼ自然な樹種構成を持ち、22% が自然に近い構成を有する。近年の植栽では自然に近い樹種構成が約 50% を占め、国有林や企業所有林ではこの比率が高く、森林の転換が進んでいる。

ドイツの森林には 1 ha あたり平均 29.4m<sup>3</sup> の枯死木があり、これは生木のバイオマスの 9% に相

当する。枯死木の量は 2012 年に比べて増加しており、主な原因は 2017 年秋以降の気候変動による災害と、自然保護への意識の高まりであると考えられている。枯死木は過去には薪として利用されていたが、現在では生物多様性の保護や栄養循環の促進のために適切な割合で枯死木を維持することが重視されている。しかし、2018 年以降の災害により大量の枯死木が発生し、商業的に利用されることも多いが、これが森林火災のリスクを高める要因にもなっている。

ドイツの森林には 1 ha あたり平均 335 m<sup>3</sup> の立木が存在し、総量は 37 億 m<sup>3</sup> にのぼる。これは EU 諸国で最大である。森林蓄積は 2002 年の調査以来、大径木が増加傾向にあり、これは広葉樹・針葉樹の両方に当てはまる。立木の成長量は、1 ha あたり年間約 9.4 m<sup>3</sup>、森林全体で 1 億 150 万 m<sup>3</sup>/年である。広範に分布する樹種のうち、トウヒの成長が最も早く、13.0 m<sup>3</sup>/ha・年で、次いでブナとマツがそれぞれ 8.7 m<sup>3</sup>/ha・年、8.1 m<sup>3</sup>/ha・年である。2012 年の調査(BWI 2012)と比較すると、増加率は約 16%減少している。この大幅な減少の要因として、「虫害により成長の早いトウヒが減少したこと」、「森林の高齢化」、「近年の干ばつ」が挙げられている。なお、2012 年から 2022 年にかけて、木材の搬出量が増加する一方で、利用量は減少しているが、これは主に災害(台風や干ばつ、虫害)の結果である。2022 年現在、森林面積の 87%は制限されておらず、木材の利用が可能であるが、前回調査(BWI 2012)と比較すると、利用が制限されている面積は増加している。利用が制限される理由としては、利用に適していない地形特性、湿地、不適切な開発、自然保護区への転換、レクリエーション林などがある。

2022 年現在、ドイツの森林には、生立木(地上と地下)に 11 億 8400 万トン、枯死木には 4,610 万トン、リターを含む土壌には 9 億 3,600 万トンの炭素が蓄積されている。つまり、森林には合計約 22 億トンの炭素が蓄積されていると推定されている。生立木の炭素蓄積量は 2012 年の前回 BWI と比較して 1%増加した。しかし、2017 年から 2022 年にかけての生立木における炭素蓄積の損失は、枯死木の炭素増加よりも 1,130 万トン多く、この期間、森林は CO<sub>2</sub> の発生源であった。この原因として災害による損失と気候変動による成長の減少が考えられている。過去、LULUCF(土地利用、土地利用変化、林業)セクターはほとんどが吸収源であった。しかし、森林の老齢化、トウヒの減少、近年の干ばつの影響により森林炭素蓄積量の増加は今後も期待できず、こうしたことが、炭素蓄積量の減少につながっている。

## 2)NFI の制度設計

ドイツにおける森林は「連邦森林法(Bundeswaldgesetz)第 2 条」により定義されている。これには、一時的に樹木がない森林地帯(隙間や空き地)も含まれる。国家森林インベントリ(Bundeswaldinventuren: BWI)は森林の法的定義に基づいて実施されており、面積 0.1 ヘクタール以上、幅 10 メートル以上の地域のみが森林として記録されている。

ドイツの森林には樹高 20cm 以上の樹木が 1,004 億本あり、そのうち胸高直径 7cm 以上の樹木は 69 億本である。これらすべてを測定することは不可能であるため、森林の一部を無作為に選定し、そこで計測された値をもとに森林全体の状況を推定している。国家森林インベントリは、連邦森林法第 41 条 a に基づいて 10 年ごとに実施されている。連邦森林インベントリの間、炭素イン

ベントリを通じて森林内の炭素蓄積量に関するデータを収集している。国家森林インベントリ(BWI)は1986～1988年に第1回、2001～2002年に第2回、2011～2012年に第3回、そして2021～2022年に第4回の調査が実施された。炭素インベントリは2008年と2017年に調査が実施されている。

国家森林インベントリは、すべての州、すべての所有形態において、統一された方法で調査が行われている。国内全域を網羅した4×4 kmの調査地点網を設定し、その各交点に調査点(150 m四方の区画:トラクト)が設置されている(図3-1)。森林面積の少ない州などでは、サンプル数を確保するために2.83×2.83 km(調査点密度2倍)や2×2 km(調査点密度4倍)の調査地点網を設定することもある(図3-1)。さらに、トラクトでは四隅に調査プロットが設置され、データ収集のための調査が実施されている。

### Stichprobennetz in Deutschland ドイツにおける調査地点網

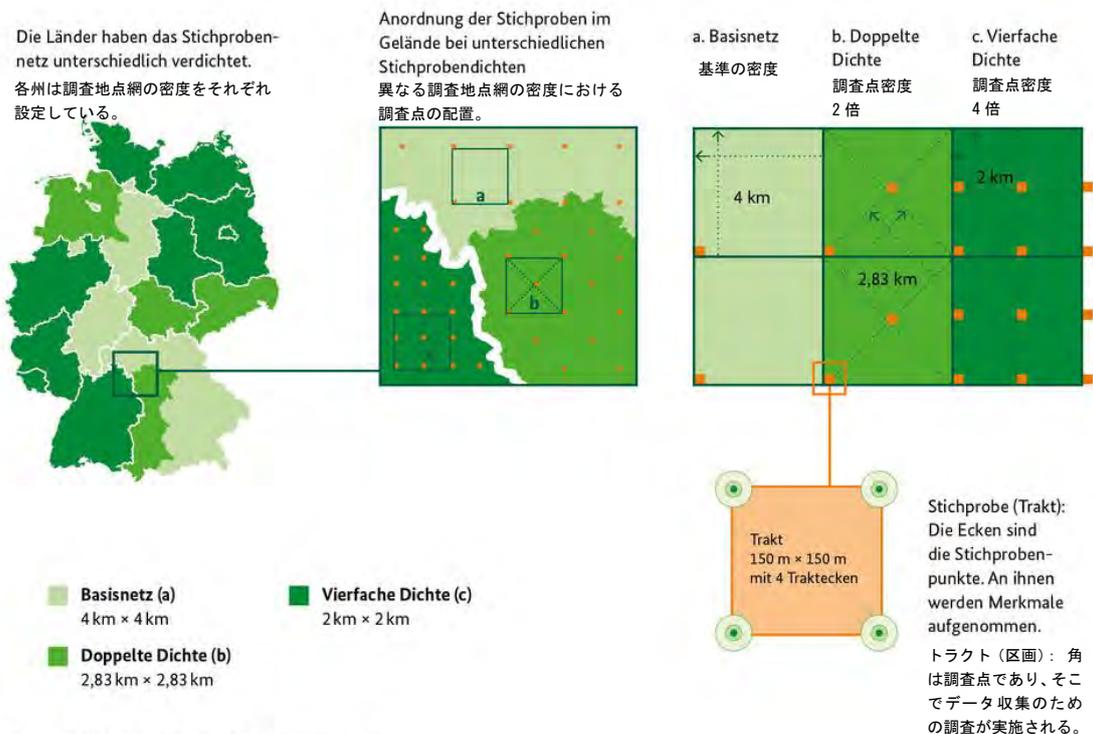


図 3-1 ドイツの国家森林インベントリにおける調査地点の概要

(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Der Wald in Deutschland Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur<sup>1</sup>より引用したものを一部改変)

<sup>1</sup> Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Der Wald in Deutschland Ausgewählte

調査プロット内には様々な大きさの標本円が設けられており、それぞれで調査の対象となる項目が異なる(図 3-2、表 3-1、Riedel et al. 2021<sup>2</sup>)。なお、立木のうち、一定の胸高直径および樹高を超えるものについては特定の標本円を設定せず、ビッターリッヒ法による調査が実施されている(表 3-1)。

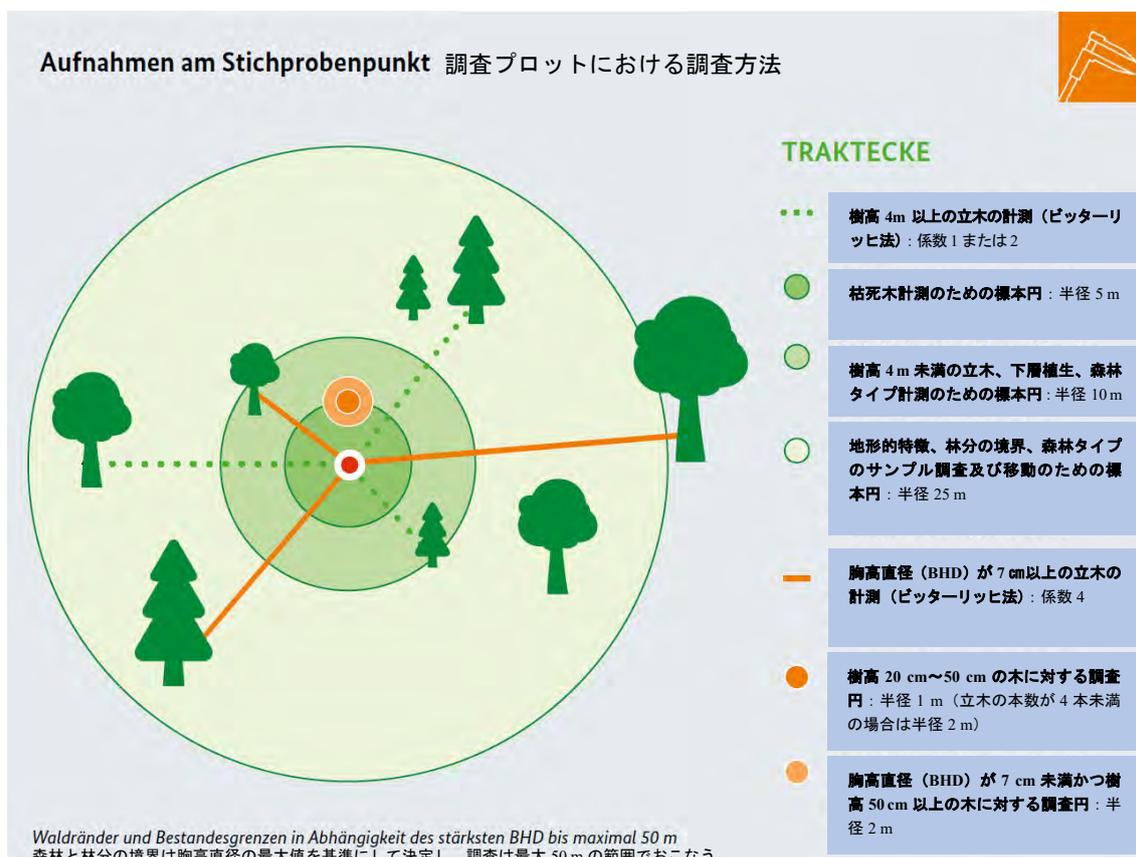


図 3-2 BWI における調査プロットの概要

(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Der Wald in Deutschland  
Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur より引用したものを一部改変)

Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur. In: Bundeswaldinventur.

[https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/Projekte/2024/bundeswaldinventur/Downloads/BWI-2022\\_Broschuere\\_bf-neu\\_01.pdf](https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/Projekte/2024/bundeswaldinventur/Downloads/BWI-2022_Broschuere_bf-neu_01.pdf) (2025 年 1 月 8 日参照)

<sup>2</sup> Riedel T, Henning P, Polley H, Schwitzgebel F (2021). Aufnahmeanweisung für die vierte Bundeswaldinventur (BWI 2022). [https://bwi.info/Download/de/Methodik/Aufnahmeanweisung\\_BWI2022\\_20210629.pdf](https://bwi.info/Download/de/Methodik/Aufnahmeanweisung_BWI2022_20210629.pdf) (2025 年 3 月 3 日参照)

表 3-1 BWI における調査内容

調査区	調査対象	調査項目
ビッターリッヒ法 ※中心から	係数 $k = 1$ または $2$ : 樹高 $4\text{ m}$ 以上の立木 係数 $k = 4$ : 胸高直径 $7\text{ cm}$ 以上の立木	樹種、方位角、中心からの水平距離、階層、胸高直径、樹高(一部)、上部直径(一部)、樹齡、損傷、枝打ちなどの作業痕跡 等
半径 $1\text{ m}$	樹高 $20\text{ cm} \sim 50\text{ cm}$ (4 本未満の場合は半径 $2\text{ m}$ ) の立木	樹種、樹高クラス、柵による保護の有無
半径 $2\text{ m}$	樹高 $50\text{ cm}$ 以上かつ胸高直径が $7\text{ cm}$ 未満の立木	樹種、樹高クラス、柵による保護の有無、胸高直径(樹高 $130\text{ cm}$ 以上)、動物による食害及び損傷、個別の保護の有無
半径 $5\text{ m}$	長さ $10\text{ m}$ 以上、かつ元口 $10\text{ cm}$ 以上の枯死木	樹種クラス、枯死木の種類、直径(胸高直径もしくは元口直径)、長さ、腐朽度、樹皮の剥がれ
	高さ $10\text{ cm}$ 以上、かつ直径 $20\text{ cm}$ 以上の切株	
半径 $10\text{ m}$	樹高 $20\text{ cm}$ 以上、 $4\text{ m}$ 未満の立木	植被率、更新方法
	下層植生	植被率、階層クラス
	森林タイプと保全状況	調査区内に出現するすべての指標種および外来種、区画の $10\%$ 以上を占める林分の種類(複数の場合もある) 等
半径 $25\text{ m}$	森林タイプと保全状況	地形的な特徴、作業道の有無および本数、作業道以外の車両(自転車含む)の通行跡 等

※内容を抜粋して記載、より詳細な情報は Riedel et al. (2021) に記載されている。

各調査地点については、森林分布図、航空写真、地籍図、地方林業局からの情報、その他の林業情報源などから、森林の規模、自然保護区に伴う木材利用の制限、有蹄類の生息状況など、現地では認識できない情報を事前にまとめている。また、実際のデータ収集にあたっては、下記の 3 段階の操作によりデータの質を担保している。

- a) データ入力時の管理: 調査チームは現地調査用の PC を使ってデータを記録する。その後、現地でソフトウェアによる妥当性チェックを現地で行い、データが誤っていた場合はその場で修正や計測漏れを補う再計測をおこなう。
- b) データ収集のチェック: 調査チームとは別に、調査監督者によって調査地点の 5%以上の地点を調査することで、計測されたデータの正確性を確認している。
- c) 妥当性チェック: 国または州の監督者により入力データのエラーを確認し、自身によるエラーの修正、もしくは各調査チームへのデータの修正依頼をおこなう。

### 3) 吸収量関連

#### ・算定手法

国連気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) 事務局へ提出する温室効果ガスインベントリの公式報告書において、ドイツの森林における CO<sub>2</sub> の排出・吸収量は、Tier 2 および国独自の値により算定され、排出係数(土地利用や地上部・地下部バイオマスなど各項目に対して設定されている)は IPCC のデフォルト値<sup>3</sup>もしくは国独自の値が使用されている(林野庁 2023<sup>5</sup>, UNFCCC 2023<sup>6</sup>)。また、土地利用変化に関する情報は NFI 情報やリモートセンシングを活用した Wall-to-Wall マッピング・アプローチ(全体を網羅する土地利用マップを作成し土地利用の変化を評価する方法)が用いられている(林野庁 2023)。ドイツの森林における炭素プール別の吸収・排出量の報告状況を表 3-2 に示す。

---

<sup>3</sup> IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. governmental Panel on Climate Change IPCC, IPCC, Hayama

<sup>4</sup> IPCC (2019) Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC

<sup>5</sup> 林野庁 (2023) 令和 4 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技術的課題の分析・検討) 報告書. 林野庁. 東京

<sup>6</sup> UNFCCC (2023) Aggregate information on greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks for Parties included in Annex I to the Convention. <https://unfccc.int/documents/630411>. (2025 年 2 月 17 日参照)

表 3-2 ドイツの森林における炭素プール別の吸収・排出量の報告状況

項目		報告状況	
転用の無い森林地	生体バイオマス	0.71 t C/ha	
	枯死有機物	枯死木	0.095 t C/ha
		リター	-0.012 t C/ha
	土壌有機炭素(鉱質土壌)		0.35 t C/ha
	土壌有機炭素(有機質土壌)		-2.9 t C/ha
他の土地利用から森林地	生体バイオマス	-0.80 t C/ha	
	枯死有機物	枯死木	0.003 t C/ha
		リター	0.47 t C/ha
	土壌有機炭素(鉱質土壌)		0.48 t C/ha
	土壌有機炭素(有機質土壌)		-2.9 t C/ha

※数値は UNFCCC (2023) に記載された 2021 年の単位面積あたりの推計値を記載。

・報告タイミング

ドイツの国家インベントリ報告書(NID / NIR)における LULUCF セクターの温室効果ガス排出量および吸収量については、報告書の提出年の 2 か年前までが算出されている(例:2024 年に提出された NID では 2022 年までの温室効果ガス排出量および吸収量が示されている)。調査完了から間もないためか、2024 年の報告において直近の NFI データ(BWI 2022)は用いられていない。なお、2012 年に実施された国家森林インベントリ(BWI 2012)は 2014 年の報告から、2017 年に実施された炭素インベントリ(CI 2017)は 2020 年の報告からデータが使用されている。

・調査年以外の内挿(外挿)方法

国家森林インベントリは一定期間おきに実施されるものであり、一時点の情報しか得ることができない。しかしながら、実際の炭素蓄積量は年ごとに変動しており、調査年以外については推定値を内挿(外挿)する必要がある。そのためドイツでは、調査周期ごとに得られた平均的な排出係数(EF)を基準にし、年ごとに報告される伐採量を用いた伐採係数法(Röhling et al. 2016<sup>7</sup>)によつ

<sup>7</sup> Röhling S, Dunger K, Kändler G, Klatt S, Riedel T, Stümer W, Brötz J (2016) Comparison of calculation methods for estimating annual carbon stock change in German forests under forest management in the German greenhouse gas inventory. Carbon Balance and Management 11:12. <https://doi.org/10.1186/s13021-016-0053-x>

て、年ごとの排出係数を推定している(Germany 2024<sup>8</sup>)。伐採係数法を用いた年ごとの国別排出係数(EFLFMa)は以下の式を用いて計算される。

**国別排出係数(EFLFMa)を算出するための式**

$$EF_{LFMa} = EF \times (1 + F_1)$$

※EF:IPCC(2006)によって算出された排出係数の基準値

F<sub>1</sub>:1990~2001年、2002~2007年、2008~2012年の期間内の年間伐採量と期間平均伐採量の偏差を表す補正係数

なお、ドイツの国家インベントリ報告書(NID / NIR)では、内挿(外挿)された算出値が年ごとに変動していることがあるが、これは「最新の調査結果をデータに反映したこと」、「数値の算出根拠となる計算式が修正されたこと」などが原因であると考えられる。

#### 4) 将来予測方法

炭素吸収量に関する直接的な将来予測ではないが、ドイツでは将来の森林開発や木材供給を見込んで、将来の森林開発と木材供給の評価を補助するツール(WEHAM: Waldentwicklungs- und Holzaufkommens-Modell)が開発された(Kändler and Riemer 2017<sup>9</sup>)。WEHAMは現在のNFIデータを初期条件として、40年間に将来の森林開発と木材供給を40年間にわたって予測する。WEHAMシミュレーターは、「成長モジュール」、「管理モジュール」、「等級付けモジュール」の3つの要素から構成されている。

第3回NFI(BMEL 2016)に基づく予測では、2013年から2052年までのシミュレーション期間中、市場に出回る可能性のある木材供給量は、年間7,660万m<sup>3</sup>から7,120万m<sup>3</sup>(-7.6%)に減少すると言われている。樹種ごとに見ると、ドイツの主要4樹種(トウヒ類、マツ類、ブナ類、オーク類)の潜在的な利用可能木材うち、トウヒの割合が最も高く(45%)、次いでブナ(28%)、マツ(20%)、オーク(7%)となっている。ただし、2003年~2012年の期間と比較するとトウヒ材供給は大幅に減少する予測である。

WEHAMによる潜在的木材供給の推定値は、管理と環境条件が一定であるという仮定のもとであり、「経済的要因」、「伐採手法の選択にかかるコスト」、「アクセス可能性」、「輸送距離」のほか、木材供給に影響を与える「消費者需要」などの外的要因も未考慮である。結果の不確実性は、予

---

<sup>8</sup> Germany (2024) National Inventory Document 2024. <https://unfccc.int/documents/637995>. (2025年2月17日参照)

<sup>9</sup> Kändler G, Riemer U (2017) Germany. In: Barreiro S, Schelhaas M-J, McRoberts RE, Kändler G (eds) Forest Inventory-based Projection Systems for Wood and Biomass Availability. Springer International Publishing, Cham, pp 175–183

測期間が長くなるにつれて増大する可能性があるため、最初の 20 年間の推定値が比較的信頼性が高いと考えられている。

### 3.1.1.2 スウェーデン

#### 1) 森林の概要

スウェーデンの国土面積は 4,070 万 ha であるが、そのうち 2,790 万 ha が森林である。また、生産林は 2,350 万 ha である (Swedish University of Agricultural Sciences 2024a<sup>10</sup>)。生産林のうち 52% は私有林であり、残りは企業所有林とその他の所有者林が 24% ずつを占めている。なお、その他の所有者林の大半は州有林である (Lundström and Wikberg 2017<sup>11</sup>)。

スウェーデンの森林はヨーロッパアカマツ (40%) をはじめとした常緑樹が優占しており、この樹種構成は国土のほぼ全域が亜寒帯に位置していることが要因であると考えられている。1970 年代まではトウヒのみで蓄積増加が顕著であったが、それ以降はトウヒ、マツ、広葉樹のすべての蓄積が増加している。トウヒの蓄積増加は、2005 年と 2007 年の大きな台風後に鈍化したが、2024 年現在では再増加の傾向がみられている。外来種であるコントルタマツが優占する森林も生産林の面積の 2% を占めている。

スウェーデンにおける立木蓄積は、1923 年に国家森林インベントリ (Swedish National Forest Inventory) が初めて実施されて以来、大幅に増加している。1923 年の総蓄積は 17.9 億 m<sup>3</sup> であったが、2024 年は 36.0 億 m<sup>3</sup> である (Swedish University of Agricultural Sciences 2024b<sup>12</sup>)。気候変動に関するデータで重要視される乾燥重量 (Dry Weight) については 2 億 7,000 万トンであると推定されている (Sweden 2024<sup>13</sup>)。

スウェーデンの森林において、最も面積を占める林齢は 41~60 年であり、これは森林面積の約 17% を占めている。林齢が 140 年以上の森林は約 360 万 ha あり、これは森林面積の約 12.9% に相当する。この種の森林は北部に多く存在する一方で南部では、樹齢 140 年以上の森林はほとんどみられない。スウェーデンの森林に存在する枯死木は、国家森林インベントリが 1990 年代

---

<sup>10</sup> Swedish University of Agricultural Sciences (2024a), Forest land. In: SLU.SE. <https://www.slu.se/en/Collaborative-Centres-and-Projects/the-swedish-national-forest-inventory/foreststatistics/forest-statistics/skogsmark/>. (2025 年 1 月 20 日参照)

<sup>11</sup> Lundström A, Wikberg PE (2017) Sweden. In: Barreiro S, Schelhaas M-J, McRoberts RE, Kändler G (eds) Forest Inventory-based Projection Systems for Wood and Biomass Availability. Springer International Publishing, Cham, pp 289–302

<sup>12</sup> Swedish University of Agricultural Sciences (2024b) Field instructions 2024 Riksinventeringen av skog. [https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/faltinst/ris\\_fin\\_24.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/faltinst/ris_fin_24.pdf). (2025 年 1 月 22 日参照)

<sup>13</sup> Sweden (2024) National Inventory Submissions 2024. <https://unfccc.int/documents/645011>. (2025 年 1 月 20 日参照)

にデータを収集し始めて以来、北部ノルランドを除くすべての地域で増加している。2024 年時点の枯死木の蓄積は 2 億 8,000 万  $m^3$ と推定されており、これは 1 ha あたり 10  $m^3$ になる計算である。なお、森林内に存在する枯死木の約半分は腐朽段階にある。

生産林における樹木の成熟度区分は、間伐期林が 40%で最も多い。また、32%が主伐期の林齢(伐採クラス D1 と D2:スウェーデンでは主伐期について土地条件を含めた林齢で種ごとに算出している)に達している。生産林面積のうち約 6%は幼齢段階の林分で、そのうち約 79%は植栽されたものであり、残りは天然更新である。生産林の蓄積は 1900 年代初頭から増加し、2024 年現在は合計 33 億 4,700 万  $m^3$ である。これは 1920 年代初頭から換算して 98%の増加である。1990 年以降、広葉樹の材積は約 60%増加し、2024 年現在は全体の 19%を占めている。生産林自体の面積は増加していないが、森林蓄積は増加傾向にある。2024 年時点でのスウェーデンの全森林では 1 ha あたりの材積は 143  $m^3$ で、このうち保護地域を除くと 141  $m^3$ である。スウェーデンの森林における伐採量(材積)は 2018/19 年から 2022/23 年の期間において約 9,300 万  $m^3$ であった。伐採材積のうち割合が最大のもは主伐であり、全体の 69%を占めている。一方、面積ベースで見ると、間伐が最も多く、それに続いて除伐および主伐が行われている。伐採材積ではオウシュウトウヒが 56%、ヨーロッパアカマツは 33%を占め、残りの 11%は広葉樹である。

国家森林インベントリでは、木材生産または品質に影響を及ぼす可能性のある樹木の損傷が記録されており、被害が多いのは、スウェーデン南部のトウヒ林(10%)とスウェーデン北部のマツ林(15%)である。常緑樹の被害の主な要因は風や雪などの気象によるものと動物による食害である。2003 年以降、マツの幼木がヘラジカの食害を受けた割合は 6~26%の範囲で推移している。この水準は、林業セクターが掲げる目標(生産性の低い地域で 2%、その他の地域で 5%)を大幅に上回っている。2008 年から 2013 年にかけて、ヘラジカによる食害は全国で増加傾向にあったが、その後、減少傾向に転じた地域も確認されている。

## 2)NFI の制度設計

NFI プロット(森林インベントリの調査区)は 5 年ごと、SFSI プロット(森林土壌インベントリの調査区)は 10 年ごとに再調査されている。これは、土壌の変化が地上のバイオマスの変化よりも遅いと予想されるためである。表土のコアサンプルは 2 調査区おき、より深い土壌層のサンプルは 4 調査区おきに採取している。立木や枯死木の蓄積変化に関しては NFI の測定結果から、リターや土壌有機炭素に関する変化については SFSI の測定結果に基づいて報告されている。

スウェーデンにおける「森林」は森林法により定義されており、具体的には樹高が 5 m 以上で、樹冠被覆率が 10%を超える土地、または現地でこれらの条件を満たす可能性のある樹木がある土地を指している。なお、この定義は国連食糧農業機関(FAO)の森林と同一の基準である。

国家森林インベントリ(Swedish National Forest Inventory)は、スウェーデン農業科学大学(Swedish University of Agricultural Sciences)により実施されている標本調査である。調査ではスウェーデン全土のデータを収集し、都市部と水域を除くすべての土地利用区分の結果を公表しているが、その中でも特に森林におけるデータ収集に重点を置いている。2003 年からは保護地

域、2016 年からは高山地域も調査対象地に含まれるようになった。土地利用区分のうち、生産林が最も広い面積を占めており、次いで泥炭地(500 万 ha)、高山地域(490 万 ha)、農地(280 万 ha)である。スウェーデンにおける国家森林インベントリは 1923 年から調査が開始されている。調査地点は調査単位(トラクト)として方形のクラスターにまとめられ、2024 年時点では毎年およそ 1,000 のトラクトが現地調査されている。このうち 3 分の 1 は一時トラクトであり、3 分の 2 は恒久トラクトである。恒久トラクトのみが国連気候変動枠組条約(UNFCCC)への報告に使用されている。なお、恒久トラクトは 1983 年から 1992 年にかけて実施された第 6 回国家森林インベントリから設定されたものである。

トラクトは全土に分布しているが、北部では空間的な自己相関が強いため、南部のほうが高密度になるよう設計されている(図 3-3(a))。国家森林インベントリは、2024 年時点では 5 年ごと(5 年で 1 周するよう)に調査が実施されている(Sweden 2024)。トラクトは正方形の形をしており、各辺に沿って調査プロットが配置されている。各トラクト内には、地域によって 4~8 つの調査プロットが設置されている(図 3-3(b))。

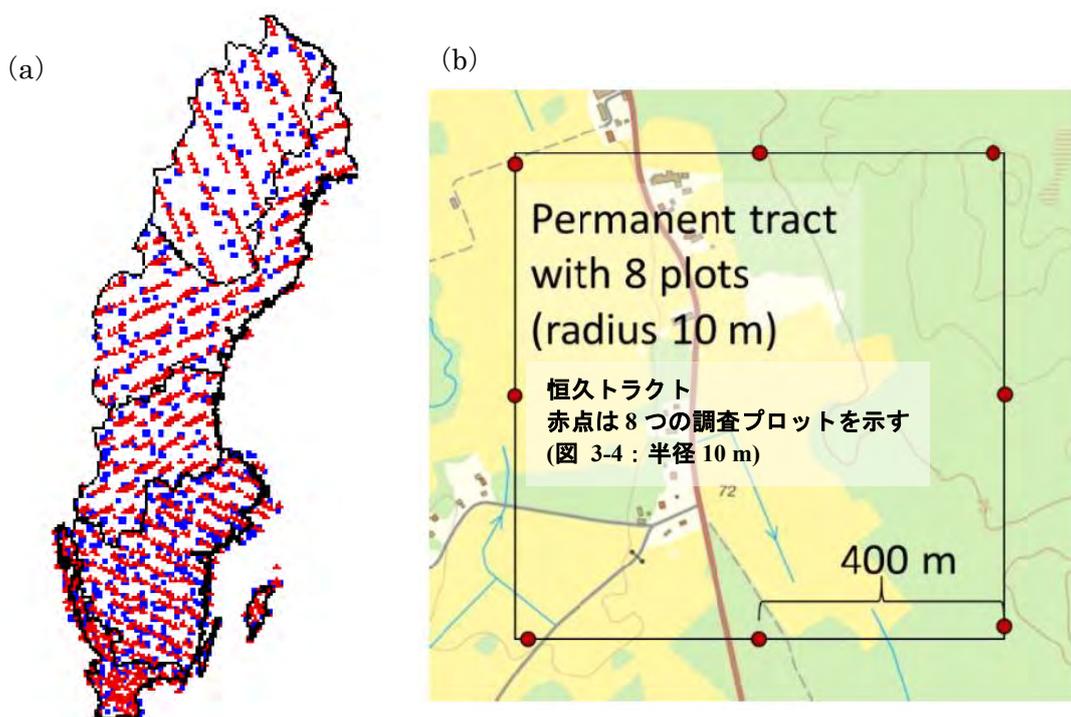


図 3-3 スウェーデンの NFI におけるトラクトの位置図(a)とトラクトにおける調査プロットの位置関係(b) (Sweden 2024 より引用したものを一部改変)

- (a) 恒久トラクトを赤、一時トラクトを青で示している。
- (b) 各トラクトには複数の土地利用区分が存在することがある。上記の例ではトラクト内に森林(緑)と農地(黄)がある。調査は立木の測定以外に腐朽クラスごとの枯死木の測定も行われる。

調査プロットでは、生育する立木、林分、立地、ヘラジカの食害や糞などの情報が収集されている。恒久トラクトでは半径 10 m、一時トラクトでは半径 7 m の円がメインプロットとして定義され、このうち半径 3.5 m の範囲はサブプロットになっている(図 3-4)。メインプロット内では胸高直径(1.3 m)が 10 cm 以上の木本について計測をおこなっている(表 3-3)。サブプロットでは、胸高直径が 4~10 cm の木本も計測対象になっている(表 3-3)。さらに、サブプロット内には半径 1 m の小プロットも設定されており、小プロット内では樹高 30 cm 以上かつ胸高直径 4 cm 未満の稚樹や小径木について高さ区分ごとに記録されている。

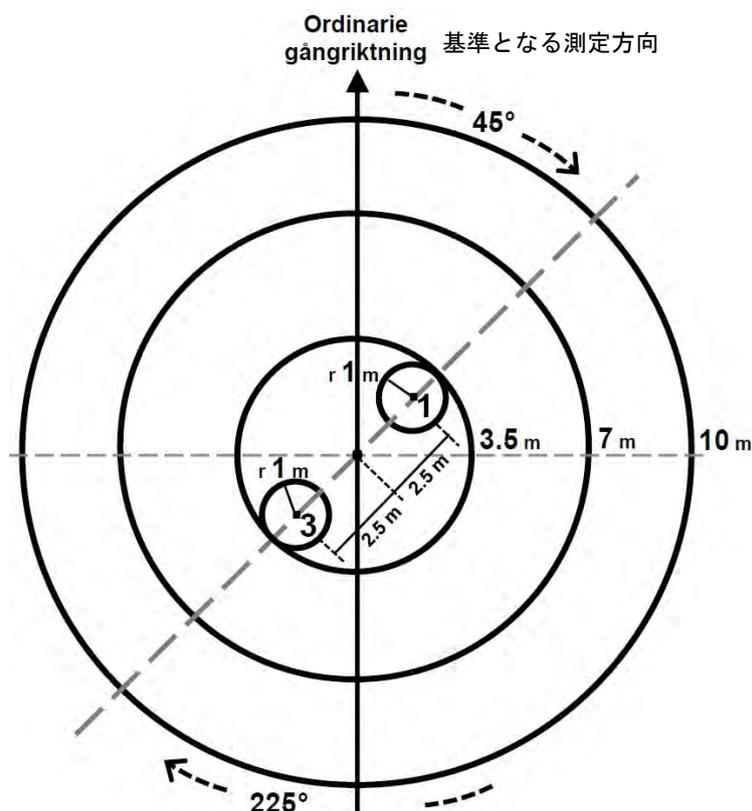


図 3-4 スウェーデンの NFI における調査プロットの概略図  
(Swedish University of Agricultural Sciences 2024b より引用したものを一部改変)

表 3-3 スウェーデンの NFI における主な調査内容

調査区	調査対象	調査項目
半径 0.28 m	ベリー類(ブルーベリー、コケモモ)	生育の有無、発育段階、個体数、植生高
半径 1 m	胸高直径 40 mm 未満、かつ樹高 10 cm 以上	個体数、樹種、樹高、胸高直径、病虫害の有無
半径 3.5 m	胸高直径 40 mm～99 mm の立木	樹種、方位角、中心からの水平距離、胸高直径
	ヘラジカの痕跡	食害状況、プロット内の糞の個数
半径 7 m ※一時プロット	胸高直径 100 mm 以上の立木と枯死木	樹種、方位角、中心からの水平距離、胸高直径 (倒木は元口から 1.3 m 地点で測定)、腐朽クラス
	林分の種類と割合	複数の林分が存在する場合はそれぞれ樹種と割合を記録
	樹冠被覆率	野生動物が利用できる高さの植被率を算出
	低木(樹高 2 m 未満)	低木の種類、被覆率
半径 10 m ※恒久プロット	胸高直径 100 mm 以上の立木および枯死木	樹種、方位角、中心からの水平距離、胸高直径 (倒木は元口から 1.3 m 地点で測定)、腐朽クラス
	土壌	土壌水分、土質、土壌の深さ 等
	林分	複数の林分が存在する場合はそれぞれ樹種と割合を記録
	樹冠被覆率	樹冠被覆率、胸高断面積合計
	低木(樹高 2 m 未満)	低木の種類、被覆率
半径 20 m	地形	傾斜、斜面方位
	樹冠被覆率	樹冠被覆率(植生高 0.5m 以上の合計)、胸高断面積合計
	階層	階層ごとの平均高・本数・胸高断面積合計、林齢
	損傷	病虫害、キツツキの痕跡、痕跡有の場合は被害木の詳細など
	林業への影響	現在の土地利用が木材生産の価値を低下させるかどうかを判定
半径 25 m	地表被覆率	表土の露出割合
	土地利用タイプ	土地利用コードから選択

※内容を抜粋して記載、より詳細な情報は Swedish University of Agricultural Sciences (2024 b)に記載されている。

### 3) 吸収量関連

#### ・算定手法

国連気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) 事務局へ提出する温室効果ガスインベントリの公式報告書において、スウェーデンの森林における CO<sub>2</sub> の排出・吸収量は、Tier 2, Tier 3 により算定され、排出係数は国独自の数値が使用されている (林野庁 2023, UNFCCC 2023)。また、土地利用変化に関する情報は NFI 情報を活用した **Sampling** アプローチ (統計学的手法) が用いられている (林野庁 2023)。スウェーデンの森林における炭素プール別の吸収・排出量の報告状況を表 3-4 に示す。

表 3-4 スウェーデンの森林における炭素プール別の吸収・排出量の報告状況

項目		報告状況	
転用の無い森林地	生体バイオマス	0.23 t C/ha	
	枯死有機物	枯死木	0.069 t C/ha
		リター	-0.041 t C/ha
	土壌有機炭素 (鉱質土壌)		0.18 t C/ha
	土壌有機炭素 (有機質土壌)		-0.35 t C/ha
他の土地利用から森林地	生体バイオマス	0.48 t C/ha	
	枯死有機物	枯死木	0.040 t C/ha
		リター	0.35 t C/ha
	土壌有機炭素 (鉱質土壌)		-0.045 t C/ha
	土壌有機炭素 (有機質土壌)		-0.38 t C/ha

※数値は UNFCCC (2023) に記載された 2021 年の単位面積あたりの推計値を記載。

なお、スウェーデンでは人為的な管理地のみ炭素貯蔵量の変化を報告しており、管理がなされていない土地における変動はゼロとして扱われている (Sweden 2024)。ただし、管理されていない土地が管理地へ転換された場合は変動の計算の対象とされている。

#### ・報告タイミング

スウェーデンの国家インベントリ報告書 (NID / NIR) における LULUCF セクターの温室効果ガス排出量および吸収量については、報告書の提出年の 2 か年前までが算出されている (例: 2024 年に提出された NID では 2022 年までの温室効果ガス排出量および吸収量が示されている)。2024 年の報告では、2022 年までの調査データが炭素蓄積量の変動の推定に用いられている (Sweden 2024)。ただし、スウェーデンにおける NFI の調査周期は 5 年であり、2019 年～2022 年の 4 年分については一部の調査データによる推定である (Sweden 2024)。

#### ・調査年以外の内挿(外挿)方法

同一プロットにおける調査は 5 年おきに実施されるものであり、調査年以外の炭素蓄積量については推定値を内挿(外挿)する必要がある。推定値の算出にあたり、1 年分のみの調査データを使用することで、サンプルのランダムな変動によって現実的でない変動が生じる可能性がある。そのため、推定値は直近 5 年間の値を平均して算出されている。例えば、2023 年の値の推定には 2018 年から 2022 年までの期間の平均値が用いられている。

国家森林インベントリの調査間の年の推定値は、調査が実施された 2 つの年のデータを基に算出した推定値が内挿されている。生体バイオマスと枯死有機物の炭素貯蔵量における 1990 年から 2017 年の推定値は、約 30,000 の調査プロットの値に基づいて計算されている。また、次回調査までの期間については、過去のデータを基にして算出した推定値が外挿されている (Sweden 2024)。2019 年、2020 年、2021 年、2022 年については推定年以降の 5 年分のデータに不足があるため、これらの年の推定値は、それぞれ約 24,000、18,000、12,000、6,000 の調査プロットの値を用いて算出されている。調査プロットで再測が実施されるたびに外挿データは段階的に更新される。

#### 4) 将来予測方法

スウェーデンでは、国家森林インベントリ (NFI) の情報をもとにスウェーデン国内および地域レベルの長期的な木材生産量と伐採可能量を予測するシステム (HUGIN) が開発されている (Lundström and Söderberg 1996<sup>14</sup>)。HUGIN は 1970 年代後半から開発が進められた古いシステムであるが、改良を加えつつ国家や地域レベルでの森林管理戦略を立案するために使用されている。過去の予測システムは短期的 (10~20 年) の伐採量と間伐プログラムに焦点を当てていたが、HUGIN はこれを改良し、木材生産性だけでなく森林の成長、自然保護への影響、経済的側面 (コストと収益) も考慮している。

HUGIN は、スウェーデンの「森林」を対象とした長期予測に対応しており、シミュレーション期間は最大 100 年である。予測結果は 10 年単位で表示され、分析にはスウェーデン国立森林調査 (NFI) から取得したプロットごとの詳細データを使用する。処理は、単木やプロット単位で実行される。成長予測では、森林における自然生産性と気候条件が予測期間中で一定であると仮定している。若齢林と成熟林は異なるモデルによって予測され、平均樹高が 7m 未満の若齢林は樹高を基準に成長を予測したうえで直径や蓄積に変換する。一方、平均樹高が 7m 以上の成熟林は各立木の基礎面積成長を用いたモデルで予測されている。HUGIN では柔軟な森林管理シミュレーションを可能にするために、予測では「新規植栽」、「間伐」、「施肥」、「主伐」、「湿地の排水」などの

---

<sup>14</sup> Lundström A, Söderberg U (1996) Outline of the HUGIN system for long-term forecasts of timber yields and possible cut. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Survey.

要因に加え、所有者カテゴリーや経済的条件や自然保護、レクリエーション用途などの土地条件なども考慮することが可能である。伐採量は、ユーザーが設定するか、システムが持続可能な収穫量を自動計算する。計算は、各期間の成長レベルに基づいて調整される。

HUGIN で出力されるデータは、樹種別・年齢別の森林の状態、成長と枯死率の推移、伐採量、木材品質、バイオマス、コストや収益についてなどである。結果はグラフや図表を用いて視覚的に表現され、伐採量や樹種構成の変化を明確に示す。これまでにスウェーデン全土を対象とした伐採シナリオや特定地域における森林管理の計算に活用され、バイオマス燃料供給の試算や暖房施設の配置計画にも応用されてきた。

2024 年現在、HUGIN は、スウェーデンの林業の多様化に対応する柔軟性の向上、森林保護と木材生産の両立を目指した計算手法の開発、新技術やデータの統合を進めている。これにより、持続可能な森林管理へのさらなる貢献が期待されている。

### 3.1.1.3 ポーランド

#### 1) 森林の概要

ポーランドの国土面積は 3,226 万 ha であるが、そのうち 928 万 ha が森林であり、これは国土の 29.6%に相当する (Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe 2024<sup>15</sup>)。ポーランドの森林は国有林が 80.8%を占めており、このうち 77.0%を国営の森林企業が管理している。現在 (2019～2023 年) の私有林の割合は 19.2%であるが、用地の売却、新たな国立公園の設立や拡大、土地台帳の近代化などの理由により、年ごとに微小な面積の変動がある。

ポーランドにおける森林は多くが貧弱な土壌地域に分布しているのが特徴で、肥沃な土壌に分布している森林の割合は 23.7%である。国家森林インベントリ (WIELKOBSZAROWA INWENTARYZACJA STANU LASÓW: WISL) によると、森林の大半である 68.7%を針葉樹が占めている。なかでもマツの割合が高く、森林面積の 58.9%を占めており、その多くは貧弱な土壌地域に分布している。一方で山岳地帯ではトウヒ、モミ、ブナなどの割合が高い。針葉樹の割合が高い理由として 19 世紀の木材産業で針葉樹が優先的に選ばれたことが挙げられている。なお、これまでの定期的な森林調査の結果では、広葉樹の増加傾向が確認されている。

林齢の構成に関する調査では、林齢が 41～60 年および 61～80 年の林分がそれぞれ 20.0%と 22.8%の面積を占めている。私有林ではこれらの割合がさらに高く、26.1%と 28.7%となっている。林齢が 80 年以上の林分の面積は、1945 年には約 90 万 ha であったが、2023 年は約 230 万 ha に増加している。国有林公社が管理する森林の例では、1967 年から 2023 年にかけて若齢の林分 (1～40 年生) の面積が減少傾向にある。この原因として、造林面積の大幅な減少、伐採

---

<sup>15</sup> Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe (2024) WIELKOBSZAROWA INWENTARYZACJA STANU LASÓW WYNIKI ZA OKRES 2019 – 2023, <https://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/Media/Default/Publikacje/WISL2019-2023.pdf>. (2025 年 1 月 29 日参照)

の制限(更新面積の縮小)、皆伐面積の削減(環境要因による)などが挙げられている。ポーランドでは 2023 年にあらゆる所有形態の土地において 63,140 ha の造林作業が実施され、このうち 13,313ha (19.5%) が天然更新であった。

ポーランドの森林における立木蓄積は、国家森林インベントリ(WISL)により 5 年ごとに収集されている。2019~2023 年調査における立木蓄積は 26.96 億 m<sup>3</sup>であると推計されている。そのうち国有林が 20.73 億 m<sup>3</sup>、私有林が 4.97 億 m<sup>3</sup>である。総蓄積の 48.3%が林齢 41~60 年および 61~80 年の林分に集中している。WISL の調査結果によると、ポーランドの森林における立木の平均蓄積は 291 m<sup>3</sup>/ha である。樹種ごとに見ると、マツが全体の 55.6%を占めている。私有林は国有林に比べて広葉樹の中でもカバノキ、ハンノキ、ポプラ、シデなどの割合が高く、オークやブナの割合は低い。これまで、森林蓄積は増加傾向であったが、近年ではその増加ペースが鈍化している。この要因として、立木の成長率の低下や枯死が挙げられている。枯死木の増加地域はトウヒの減少が顕著な低地地域と一致している。2023 年現在、ポーランドにおいて年間に生じる枯死木の量は伐採材積に匹敵する規模になっている。

## 2)NFI の制度設計

ポーランドにおける森林は、以下のように定義されている(Poland 2024<sup>16</sup>)。

1. 連続した面積が 0.10 ha 以上であり、森林植生(または造林地)に被覆されている(または一時的に被覆されていない)地域で、以下のいずれかに該当するもの
  - a. 木材生産のために指定されている地域
  - b. 自然保護区または国立公園の一部を構成する地域
  - c. 文化財登録簿(Register of Monuments)に記載されている地域
  
2. 連続した面積が 0.10 ha 以上であり、森林管理に関連する地域。

ポーランドでは森林の状況と動向について広域スケールで評価を行うため、国家森林インベントリ(WIELKOOBSZAROWA INWENTARYZACJA STANU LASÓW: WISL)が実施されている。WISL は 5 年周期で実施されており、毎年、調査プロット全体の約 20%ずつが調査されている。2024 年現在では 4 回目の調査が進められている。

調査は固定の調査区およびプロットにおいて行われている。固定の調査区は、16×16 km の区画の中に 4×4 km のメッシュを作成し、メッシュの交点に設定されている(図 3-5 左)。各調査区に

---

<sup>16</sup> Poland (2024) National Inventory Document 2024. <https://unfccc.int/documents/644532>. (2025 年 1 月 30 日参照)

は 5 つの調査プロットが設置されている。メッシュの交点に中心となるプロットが設定され、200 m 間隔で L 字に配置されている(図 3-5 右)。

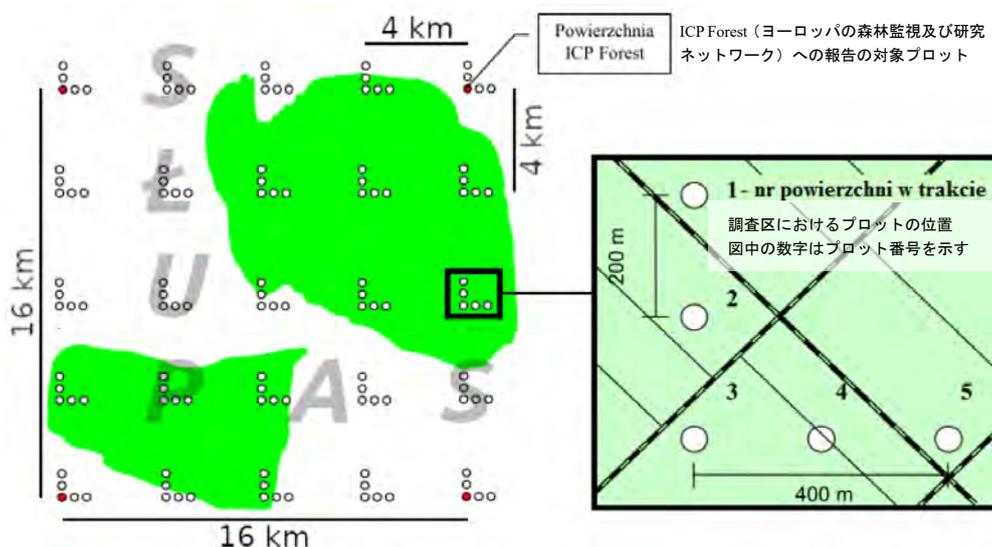


図 3-5 WISL における調査区(左)と調査プロット(右)の概要

(Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe (2024)より引用したものを一部改変)

プロット内には面積の異なる 3 種類の同心円状の円形試験区(A、B、C)が設けられている(図 3-2)。それぞれ調査の内容が異なっており、A 区では立木や倒木、切株を調査対象とし、B 区は低木などの小径の立木、C 区は森林の特性に関する情報が調査対象となっている(表 3-5)。

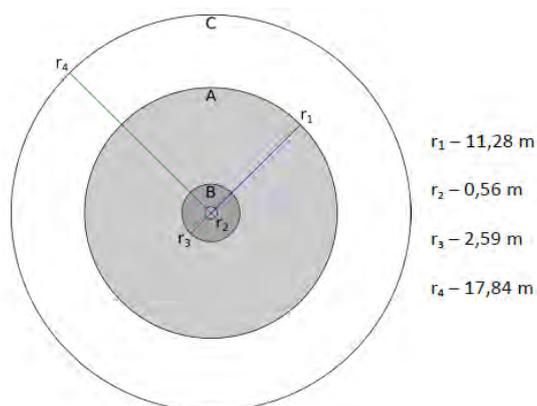


図 3-6 WISL における調査プロットの大きさ

(Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe (2024)より引用)

表 3-5 WISL における調査内容

調査区	調査対象	調査項目
A 区 400 m <sup>2</sup>	樹皮込みで胸高直径 70 mm 以上、または樹皮無しで 50 mm 以上の立木	樹種、階層、林分と樹種、中心からの距離と方位角、胸高直径、損傷の種類と程度、および発生箇所
	樹皮込みで太端の直径が 100 mm 以上、または樹皮無しで 80 mm 以上の枯死木および倒木	樹種、中心からの距離と方位角、胸高直径 (倒木の場合は全長の間接点の直径)、腐朽クラス、倒木の原因
	樹皮込みで直径が 100 mm 以上、または樹皮無しで 80 mm 以上、かつ高さ 50 cm 未満の切株	樹種、中心からの距離と方位角、直径、腐朽クラス、以前の調査時に設置された樹木タグ番号
B 区 20 m <sup>2</sup>	実生および樹高 0.5m 未満の立木	樹種、階層、被覆率、平均高、平均樹齡、更新方法、損傷の種類と程度(全体)
	胸高直径が 70 mm 未満の立木	樹種、階層、個体数、平均高、平均樹齡、更新方法、損傷の種類と程度(個体ごと)
C 区 1000 m <sup>2</sup>	森林の特性	土壌、地形、森林の立地型、優占種と樹齡、林型、階層構造、樹冠密度、植生被覆、立木の損傷原因と程度、過去の施業履歴、管理方法 等

※内容を抜粋して記載、より詳細な情報は Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe (2024) に記載されている。

### 3) 吸収量関連

#### ・算定手法

国連気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) 事務局へ提出する温室効果ガスインベントリの公式報告書において、ポーランドの森林における CO<sub>2</sub> の排出・吸収量は、Tier 2 により算定され、排出係数は IPCC のデフォルト値もしくは国独自の値が使用されている (林野庁 2023, UNFCCC 2023)。また、土地利用変化に関する情報は NFI 情報や土地登記簿を活用した Sampling アプローチ (統計学的手法) が用いられている (林野庁 2023)。ポーランドの森林における炭素プール別の吸収・排出量の報告状況を表 3-6 に示す。

表 3-6 ポーランドの森林における炭素プール別の吸収・排出量の報告状況

項目		報告状況	
転用の無い森林地	生体バイオマス	0.43 t C/ha	
	枯死有機物	枯死木	0.14 t C/ha
		リター	発生していない
	土壌有機炭素(鉱質土壌)		0.088 t C/ha
	土壌有機炭素(有機質土壌)		-0.68 t C/ha
他の土地利用から森林地	生体バイオマス	0.66 t C/ha	
	枯死有機物	枯死木	推定していない、発生していない
		リター	推定していない、発生していない
	土壌有機炭素(鉱質土壌)		0.27 t C/ha
	土壌有機炭素(有機質土壌)		-0.68 t C/ha

※数値は UNFCCC (2023) に記載された 2021 年の単位面積あたりの推計値を記載。

なお、継続的に森林が維持された地域における炭素蓄積量の推定値は 2009 年以前と以後で較正係数(時系列変動の推定のための係数)が変更されているため、完全に比較できるものではない。そのため過去の公表データについても IPCC ガイドライン (2006) Volume 1, Chapter 5.3.3.2 に基づく較正係数を用いて比較可能なデータに修正されている。

・報告タイミング

ポーランドの国家インベントリ報告書(NID / NIR)における LULUCF セクターの温室効果ガス排出量および吸収量については、報告書の提出年の 2 か年前までが算出されている(例:2024 年に提出された NID では 2022 年までの温室効果ガス排出量および吸収量が示されている)。2024 年に報告された NID では、森林における炭素蓄積量の推定には 2023 年 1 月 1 日現在の情報が用いられており、今後の調査により推定値が更新される可能性が記載されている(Poland 2024)。

・調査年以外の内挿(外挿)方法

ポーランドでは、森林における炭素蓄積の変化をカナダ森林セクターの炭素収支モデル(Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector:CBM-CFS3)を用いて推計している

(Blujdea et al. 2022<sup>17</sup>; 林野庁 2023)。CBM-CFS3 は IPCC のガイドラインに則って森林における過去および将来の温暖化ガスの排出量と吸収量を予測することができるソフトウェアである(柴崎・石塚 2015<sup>18</sup>)。予測に当たっては樹種・地域別の収穫表や土壌の条件、気象データが用いられるが、このほかにリター生産量や分解速度などの「枯死有機物のパラメータ」や、攪乱タイプと強度・頻度、伐採計画、自然攪乱後の更新などの「施業や自然による攪乱のパラメータ」を調整することができる(図 3-7)。これにより、過去や将来の炭素蓄積量を推定し、数値を内挿および外挿することができる。

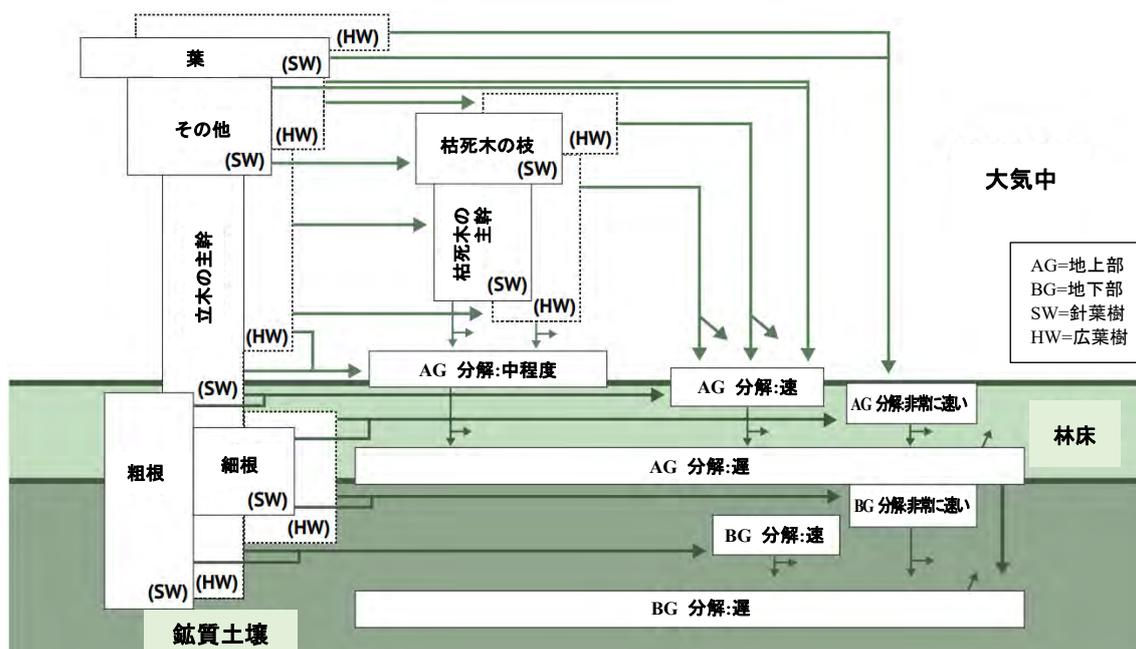


図 3-7 CBM-CFS3 において計算される炭素プールの構造  
(Government of Canada<sup>19</sup>より引用したものを一部改変)

#### 4) 将来予測方法

先述のとおり、ポーランドでは CBM-CFS3 により将来の予測がおこなわれている。CBM-CFS3

<sup>17</sup> Blujdea V, Rougieux P, Sinclair L, Morken S, Pilli R, Grassi G, Mubareka S, Kurz W (2022) The JRC Forest Carbon Model: description of EU-CBM-HAT. Publications Office of the European Union, Luxembourg

<sup>18</sup> 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 94:35. [https://doi.org/10.32205/jjiff.94.0\\_35](https://doi.org/10.32205/jjiff.94.0_35)

<sup>19</sup> Government of Canada. Frequently Asked Questions about the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector (CBM-CFS3), <https://ostr-backend-prod.azurewebsites.net/server/api/core/bitstreams/8ba15435-88f2-41d8-a94e-24db0c64897a/content>. (2025 年 1 月 30 日参照)

では、「地上バイオマス」、「地下バイオマス」、「リター」、「枯死木」、「土壌有機炭素」といった国連気候変動枠組条約で要求されるすべての森林炭素貯蔵量の動態を推定することが可能である。ただし、CBM-CFS3 では以下の要因については考慮されていないため注意が必要である (Government of Canada<sup>20</sup>)。

- 泥炭地およびコケの炭素動態
- 気候変動の森林成長への影響(降水量の変化)
- 気候変動の攪乱レジームへの影響
- 昆虫被害による成長率の低下
- 森林構造の制限(すべての林分が同一林齢の森林として扱われる、林齢の異なる複数樹種が生育する場合の設定は可能)
- 蓄積からバイオマスへの変換(複数種が混在する場合は蓄積が最大の種の変換係数が適用される、ただし、針葉樹と広葉樹の混在は区別される)
- マングローブ林

本ソフトウェアは当初、カナダ国内向けに開発されたが、推定に用いるパラメータの数値を任意の値に設定できることから他国でも利用が可能である。

#### 3.1.1.4 オーストリア

##### 1) 森林の概要

オーストリアの国土面積は 839 万 ha であるが、そのうちの約 40%が海拔 1,000m 以上に位置しているなど、山地が多いことが特徴である(林野庁 2023)。国土面積の 47.9%に相当する 402 万 ha が森林であり、これは中央ヨーロッパのなかでも森林割合が高い。1975 年には持続可能な森林管理を目的として森林法が制定され、この規定に基づいて林業がおこなわれている。近年、森林面積の増加が確認されており、特に西部のアルプス地方でその傾向が顕著である。これは造林と自然再生によるものである(Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Regions and Water Management 2023<sup>21</sup>)。

オーストリアの森林は約 80%が私有林、17%が国有林、3%が州有林として管理されている

---

<sup>20</sup> Government of Canada. Frequently Asked Questions about the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector (CBM-CFS3), <https://ostr-backend-prod.azurewebsites.net/server/api/core/bitstreams/8ba15435-88f2-41d8-a94e-24db0c64897a/content>. (2025 年 1 月 30 日参照)

<sup>21</sup> Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Regions and Water Management (2023) Austrian Forest Report 2023. <https://info.bml.gv.at/service/publikationen/wald/austrian-forest-report-2023.html>. (2025 年 1 月 30 日参照)

(European Forest Institute 2013<sup>22</sup>)。私有林の森林所有者は 137,000 人にものぼるが、そのうちの 6 分の 5 は 20 ha 以下の所有者であり、森林面積では森林面積の 5 分の 1 を占めている。これら所有者のほとんどは林業と同時に農業をおこなっている(林野庁 2023)。

森林のなかで最優占種はトウヒであり、全体面積の 46.2%を占める。その他もカラマツ(4.8%)やヨーロッパアカマツ(3.7%)、モミ(2.4%)など、針葉樹が約 60%を占めている。一方で、近年は広葉樹の増加が顕著であり、直近の 10 年間では針葉樹林が約 6%減少し、同じ割合で広葉樹林が増加した。針葉樹の減少の理由として、台風・干ばつなどの気象やキクイムシの蔓延による枯死、シカの食害に伴う更新阻害などが挙げられている(Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Regions and Water Management 2023)。

森林における立木蓄積は 11 億 8,000 万 m<sup>3</sup> であり、調査結果から増加傾向であることが確認されている。蓄積のほぼ半分を占めているのは胸高直径が 40 cm 以上の大径木であり、このサイズにおける材積は過去数十年にわたって増加している。また、森林における枯死木も増加傾向にあり、その蓄積は 3,270 万 m<sup>3</sup> に達すると推定されている。これは 2007 / 09 年の森林インベントリと比較して 18%の増加である。オーストリアでは、キクイムシの発生を予測するシステム(PHENIPS model)が運用され、これによって飛翔開始や樹木へ侵入するタイミング、越冬の可能性などが時間的・空間的に地図化されている(Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Regions and Water Management 2023)。

## 2)NFI の制度設計

オーストリアにおける森林は、森林法によって「連続した面積が 0.10 ha 以上かつ幅の平均が 10 m 以上の植物に被覆された土地」と定義されている(Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Regions and Water Management 2023)。ただし、国家森林インベントリ(NFI)では森林法と異なる基準によって森林が定義されており、報告にあたっては下記の基準が用いられている(Austria 2024<sup>23</sup>)。

- ・ 最小面積:0.05 ha
- ・ 最小樹冠被覆率:30%(現存の樹木群がこの閾値に達する可能性がある地点を含む)
- ・ 最小樹高:2 m(現存の樹木群がこの樹高に達する可能性がある地点を含む)
- ・ 森林地の最小平均幅:10 m 以上

森林に接続し、林業経営に寄与するが植生のない場所(例:森林搬出システム、木材貯蔵)

---

<sup>22</sup> European Forest Institute (2013) Integration of Nature Protection in Forest Policy in Austria. <https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/projects/austria.pdf>. (2025 年 2 月 3 日参照)

<sup>23</sup> Austria (2024) National Inventory Document 2024. <https://unfccc.int/documents/645017>. (2025 年 1 月 30 日参照)

場、森林内の空き地、森林道路)も森林に含まれる。

ただし、短伐期(最大 30 年)で利用される地域や、「植物園」、「種苗園」、「クリスマスツリー用植林地」、「果樹園」のような用途の植林地は森林ではなく「多年生作物地」として定義される。また、街路樹(防風林を除く)や公園内の樹木群は森林として分類されず、それぞれの土地利用カテゴリーに分類される。

オーストリアでは連邦農林環境水管理省(Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Regions and Water Management)1961年から全国的な森林調査が実施されており、約11,000のプロットが調査されている。調査記録は「オーストリア森林インベントリ(Österreichischen Forstinventur:ÖWI)」に記載されている。最新の森林インベントリ(Waldinventur 2016/21)は8回目の調査である。

調査区は個別の配置ではなく、4つの調査プロットが1つの調査単位(トラクト)としてクラスターサンプリングの形でまとめられる。トラクトは、東西・南北方向に配置された一辺200mの正方形であり、南東の角を座標の基準としてトラクトの四隅には円形の永久調査プロットが設置されている(図3-8)。

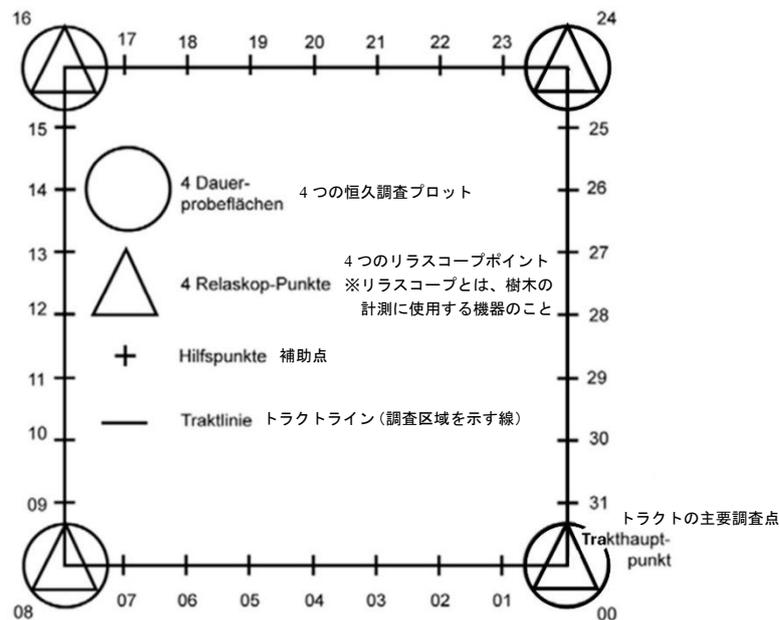


図 3-8 オーストリアの NFI における調査トラクトの概要  
(Hauk et al. (2020)<sup>24</sup>より引用したものを一部改変)

<sup>24</sup> Hauk E, Niese G, Schadauer K (2020) Instruktion für die Feldarbeit der Österreichische n Waldinventur 2016+ (04/2020) Österreichische Waldinventur. [https://www.waldinventur.at/2016\\_Dienstanweisung\\_%C3%96WI\\_Fassung2020.pdf](https://www.waldinventur.at/2016_Dienstanweisung_%C3%96WI_Fassung2020.pdf) (2025年2月3日参照)

調査プロットは半径 9.77 m、面積 300 m<sup>2</sup> の円形プロットである(図 3-9)。調査プロットには半径 9.77 m の標本円と、半径 2.6 m の固定標本円が設けられている。標本円では立木や枯死木・切株、調査地の情報について調査し、固定標本円では小径の立木の調査を実施する(表 3-7)。

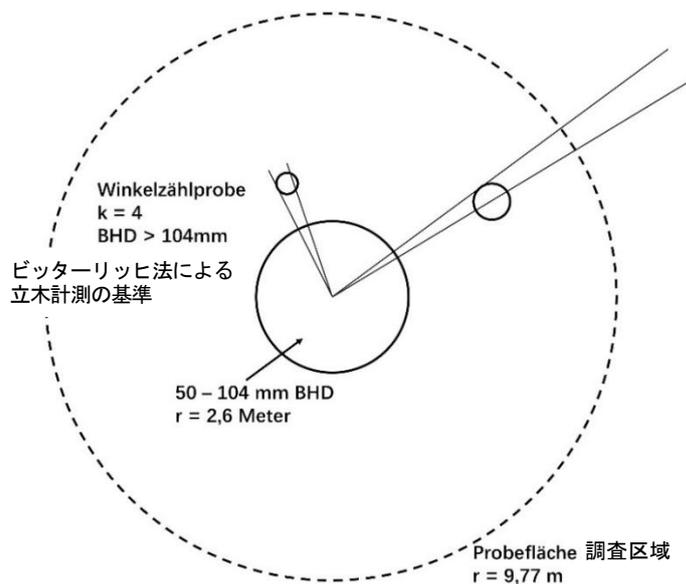


図 3-9 オーストリアの NFI における調査プロットの概要  
(Hauk et al. (2020)より引用したものを一部改変)

調査プロット内で異なる林分が認められる場合は、調査プロットはサブエリアに分割される。サブエリアは 1 つの調査プロットにつき最大 6 つまで設定可能で、サブプロットは最低 500 m<sup>2</sup>の均質な林分を代表する必要がある。調査における森林区画の定義上の最小面積は 500 m<sup>2</sup>であるが、調査プロットは 300 m<sup>2</sup>であるため、一部の森林および立地条件のデータは調査区周辺も考慮する必要がある。そのため、調査プロット外についても一定の範囲で補足的な情報収集がおこなわれている。

表 3-7 オーストリアの NFI における調査内容

調査区	調査対象	調査項目
r = 1 m	樹高 130 cm 未満	下層植生の繁茂状況、植生高クラスおよびクラスごとの本数(最大 25 個体)、更新様式
固定 標本円 r = 2.6 m	樹高 130 cm 以上、かつ胸高直径 50 mm ~ 104 mm の立木	樹種、方位角、中心からの距離、胸高直径、更新様式、消失の場合はその理由
標本円 r = 9.77 m	胸高直径 105 mm 以上の立木 もしくは k = 4 以上の低木(ビッターリッヒ法)	樹種、方位角、中心からの距離、胸高直径
	直径 10 cm 未満の枯死木(倒木含む)	地表被覆率
	直径 10 cm 以上の枯死木(倒木含む)	直径、本数、腐朽クラス、病害虫の有無(キクイムシやキツツキ等)
	直径 10 cm 以上の切株	直径、個数
	調査地の情報	面積、施業痕跡、樹種別の年齢級、成長分類、下層植生、損傷状況、若齢林の構造や個体の特性、樹形の異常、土壌分類と種類、リター層の厚さ・種類・階層構造、石礫含有率、含水率 等
プロット周 辺の 500m <sup>2</sup>	林分構造	林齢、樹種組成、希少種、階層構造、密度、地形、群落代表種の親木の有無、EU の森林生態分類に基づく森林タイプ分類 等

※内容を抜粋して記載、より詳細な情報は Hauk et al. (2020) に記載されている。

### 3) 吸収量関連

#### ・算定手法

国連気候変動枠組条約(United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)事務局へ提出する温室効果ガスインベントリの公式報告書において、オーストリアの森林における CO<sub>2</sub> の排出・吸収量は、Tier 2, Tier 3 により算定され、排出係数は国独自の数値が使用されている(林野庁, 2023UNFCCC 2023)。また、土地利用変化に関する情報は NFI 情報を活用した Sampling アプローチ(統計学的手法)が用いられている(林野庁 2023)。オーストリアの森林における炭素プール別の吸収・排出量の報告状況を表 3-8 に示す。

表 3-8 オーストリアの森林における炭素プール別の吸収・排出量の報告状況

項目		報告状況	
転用の無い森林地	生体バイオマス	0.21 t C/ha	
	枯死有機物	枯死木	0.023 t C/ha
		リター	推定していない、他に含まれて報告されている
	土壌有機炭素(鉱質土壌)		0.39 t C/ha
	土壌有機炭素(有機質土壌)		発生していない
他の土地利用から森林地	生体バイオマス	1.1 t C/ha	
	枯死有機物	枯死木	0.058 t C/ha
		リター	1.2 t C/ha
	土壌有機炭素(鉱質土壌)		0.64 t C/ha
	土壌有機炭素(有機質土壌)		発生していない

※数値は UNFCCC (2023) に記載された 2021 年の単位面積あたりの推計値を記載。

・報告タイミング

オーストリアの国家インベントリ報告書(NID / NIR)における LULUCF セクターの温室効果ガス排出量および吸収量については、報告書の提出年の 2 か年前までが算出されている(例:2024 年に提出された NID では 2022 年までの温室効果ガス排出量および吸収量が示されている)。森林における炭素蓄積量の算出にあたっては、NFI により取得されたデータを用いている。2024 年に報告された NID では 2021 年までのデータ(NFI 2016 / 2021)が用いられている。

・調査年以外の内挿(外挿)方法

オーストリアでは 2023 年の報告に向けて、これまで蓄積を把握できなかった「林業を目的とした人工林以外の森林」の蓄積について、1990 年までさかのぼって推定する手法をオーストリア連邦森林研究センター(BFW)が開発した。これは樹種ごと、胸高直径クラスごとの枯死率や伐採率、成長率に基づいてモデルを作成し、シミュレーションをおこなうものである。このシミュレーションに基づいて、1990 年から 2019 年までの収穫対象外森林における 1 ha あたりの平均蓄積の時系列データを算出した。2020 年から 2022 年については、2019 年の値を外挿しており、新たな NFI データが利用可能になった際に、これらの値は更新される予定である。なお、このモデルの特性上、炭素蓄積量の変化を増加と損失に区分することができず、純変化量のみが算出される。

#### 4) 将来予測方法

オーストリアにおける温室効果ガス排出に関する長期的な戦略では、2050年までに気候中立を達成するという目標を掲げている(Austria 2019<sup>25</sup>)。目標では、温室効果ガスの排出量をゼロに近づけ、残りの排出量については森林や土壌などの自然の吸収源での炭素蓄積と、製品または技術的な手法による永久隔離によって相殺されることが想定されている。

オーストリア連邦環境庁(Federal Environment Agency)では、2年ごとにエネルギーおよび温室効果ガスのシナリオを作成している。既存の政策に基づく「既存措置シナリオ(WEM)」や、追加の政策を想定した「追加措置シナリオ(WAM)」に加えて、2017年には「移行シナリオ」が作成され、基準シナリオとして「移行シナリオ」が定義されている。このシナリオは、国内で利用可能な資源と技術を最大限活用し、ライフスタイルの変化を考慮している。

##### 移行シナリオの概要

- ・ 再生可能エネルギーの大半を国内で生産し、バイオエネルギーの輸入量は現在(2017年)の水準を維持
- ・ 移動需要の減少、輸送量の増加抑制、廃棄物発生の減少、肉生産の大幅削減などの消費者行動の変化を見込む
- ・ 2050年までに1990年比で温室効果ガス排出量を80%削減
- ・ 自然吸収源による炭素隔離を実施(-400万 t CO<sub>2</sub>)
- ・ 国内の農業バイオエネルギー生産をさらに拡大
- ・ 産業燃焼プロセスおよび発電所からの炭素回収を導入

オーストリアの「気候経路計算機(climate pathway calculator)」は、2015年にイギリスの「炭素経路計算機(carbon pathways calculator)」を基に開発され、2019年に更新された。これはExcelベースのツールで、2050年までのエネルギーや温室効果ガス排出の異なる経路をシミュレーションすることができるものである。

森林や木材に関しても複数のシナリオが作成されており、伐採量の変動(増減)とその理由(材料、エネルギー、保護区の面積増加に伴う利用制限)、森林の樹種構成の変化などが考慮されている。シミュレーションでは、各シナリオについて2040年までは森林が炭素吸収源として機能するものの、その後、一部のシナリオを除いて温室効果ガスの排出源に転換すると見込まれている。

---

<sup>25</sup> Austria (2019) Long-Term Strategy 2050 – Austria. <https://unfccc.int/documents/267247>. (2025年2月3日参照)

### 3.1.2. NFI データの検討

我が国の NFI 調査は、1999 年から実施され、全国の森林を対象に 4km 格子点に調査点を配し(約 15,000 点)、5 年間で全国を調査している(2025 年現在、第 6 期調査の 1 年目)。2010 年(第 3 期)から精度検証事業によって、測定誤差の評価が行われ、再測(コントロール)調査により測定誤差を評価し、その誤差の要因を調査員にフィードバックするとともに、調査マニュアルに反映させている。その結果、調査誤差が減少傾向であり、第 3 期以降は調査精度が維持されている。

NFI 調査の実測結果を活用した森林蓄積変化量の推定は、従来の収穫表(成長モデル)に基づく推定よりも統計的信頼性が高まる一方、森林吸収量の算定方法として確立するためには、NFI 調査に内在する不確実性や過大算定リスクを合理的に排除する仕組みを整備することが必要となる。

蓄積変化量を算定するにあたり、連続する調査期のいずれかで調査が実施されなかった地点の蓄積データの推定、連続する 2 期の蓄積変化量が過大となっている調査データの修正又は棄却の方法について、検討が必要となる。

このことを踏まえ、本事業で NFI に基づいた森林吸収量算定検討データに NFI 調査の第 3 期～第 5 期を対象とし、データ整理及び精査を行った。また、第 5 期調査データ(2019～2023 年度)は精査が完了していない暫定データを使用しているため、今後のデータ確認や精査により変更する可能性があることに留意する必要がある。

#### 3.1.2.1 データ整理

調査期のデータ整理に当たって、林野庁より公表されている<sup>26</sup>データ解析プログラムのデータセットと公表済面積・蓄積の算定用バックデータを使用した。

取り纏めた項目は主に以下になる。

---

<sup>26</sup> <http://forestbio.jp/datafile/datafile.html>

表 3-9 算定用データセット

項目	内容
格子点 ID	調査点の番号
気候帯	各格子点の所在地の温量指数による(亜寒帯、冷温帯、暖温帯)
調査の継続状況	第3期～第4期での調査の継続状況(継続調査、到達不可能等による未実施)
計算林種	森林簿ベースの林種(平均材積算出際に採用)
林種 Final	衛星判読や ARD により判定林種(全国範囲を求めるときに採用)
林齢	森林簿上の林齢
優占樹種	材積割合において主要な樹種(現地の目視判定)
Ry	優占樹種がスギ・ヒノキ・カラマツである格子点に対して、密度管理図を用いて計算した収量比数
林種細分	森林簿ベースの細分(育成単層林、育成複層林、天然生林)
植林対象樹種	スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、アカトドマツ、アカエゾマツ
侵入木	上記「植林対象樹種」以外の樹種
枯死木	枯損の立木(倒木、切株を含まない)
蓄積/ha	格子点の立木毎の樹高・胸高直径を基に単木蓄積を計算し、本数等の情報を加えて蓄積/ha を算出

また、蓄積/ha は使用目的に応じて以下に区分した

表 3-10 蓄積/ha の立木対象

蓄積/ha 対象	植栽対象木	侵入木 ※1	枯死木 ※2	
全立木	○	○	○	
生立木	○	○	×	吸収量算定に使用
生立木(侵入木除く)	○	×	×	将来予測に使用

※1:侵入木とは植栽対象木以外の樹木

※2:吸収量算定上、枯死木は土壌・枯死木・リターの3プールにより計算する

### 3.1.2.2 データ精査

NFI 調査では、土地利用区分が一貫して森林であっても、災害の発生、アクセス道路の不通、所有者の不同意等により、調査が実施されていない箇所が存在しており、前後する調査期のいずれかの蓄積の実測データが欠落する場合には、蓄積変化量の算定もできないこととなる。

データの取得状況から、全国の森林蓄積の推計に使用可能なプロット数は3～4期 10,216 点、4～5期 10,472 点であり、総森林地点数の約 60%(表 3-11)となる。

表 3-11 NFI 各期の調査実施状況

		第 1 期 (H11-15)	第 2 期 (H16-20)	第 3 期 (H21-25)	第 4 期 (H26-30)	第 5 期 <sup>※4</sup> (R1-5)
森林	調査実施	算定使用可能 <sup>※2</sup>	12305	11,009	10,216	10,472
		算定使用不可	2144	3643	3164	2,253
	調査未実施 <sup>※3</sup>		1,395	1,407	3,008	3,996
	小計		1,395	16,059	16,388	16,721
非森林（非計画対象森林）		7,426	7,211	6,882	6,549	6,848
【参考】発注点数		(15,844)	(16,059)	(14,830)	(14,944)	(16,013)
計 <sup>※1</sup>		23,270	23,270	23,270	23,270	23,270

※1: 日本全土における格子点数(北方領土を除く)

※2: 前期から継続して現地調査を実施、林種・林種の細分等の情報が判明している

※3: 到達不可能、所有者不明、所有者不同意、調査未発注等の理由により調査を実施していない点

※4: データとりまとめ中であり、未公表

※第 1 期及び第 2 期(網掛け)については、森林資源モニタリング調査時代に収集したデータで、国有林では各森林局、民有林では都道府県が実施主体となり、直轄で調査を行う場合もある一方で多くが外部委託であり、多くの調査団体によって得られたデータには様々な誤差が含まれることから本分析に使用しない。

算定使用可能プロットの調査結果から、2 期間の蓄積変化量を分析した場合、蓄積減少プロットは伐採(間伐・主伐)や自然攪乱による影響の可能性が高いと考えられる一方、蓄積増加量が極端に大きいプロットの調査結果をそのまま吸収量の算定に使用できるかを検証したところ、以下のような原因が考えられた。

(1) 樹木成長によると考えられる地点

蓄積増加が極端に大きくても樹木成長によると考えられる地点も存在した。例えば、格子点 330444 では、ha 当たりの蓄積増加量が +32.4m<sup>3</sup>/ha・年となっているが、立木調査対象の本数が殆ど変化なく、データの異常も見られないことから、蓄積の増加は樹木の成長によるものと考えられた。(図 3-10)。

様式3-1 立木調査表 4 枚中 4 枚

格子点ID	林分番号	調査年月日	担当者	調査区
930444	1	2011.10.14	小中大	小中大

調査対象立木の胸高直径 小円部：1.0cm以上 中円部：5.0cm以上 大円部：18.0cm以上  
小径木が密生している場合、小円1/4内を通常通り調査し、5cm未満30本以上あれば残りの3/4内5cm未満立木は省略可能。ただし、小円内5cm以上の立木は省略してはならない。

ナンバートープ等 立木番号	樹種	小径第1位まで計測 胸高直径 cm	地上20cm 樹高 m	地上20cm 直径 cm	樹高 m	直径 cm	備考
1 901	スギ	29.8	18.0				41
2 902	スギ	48.2	23.5	67.0			42
3 903	スギ	45.0					43
4 904	スギ	32.2					44
5 905	スギ	34.6					45
6 906	スギ	31.9					46
7 907	スギ	43.3					47
8 908	スギ	41.1					48
9 909	スギ	40.0					49
10 910	スギ	32.0					50
11 911	スギ	38.4	18.8				51
12 912	スギ	32.0					52
13 913	スギ	34.4					53
14 914	スギ	30.5					54
15 915	スギ	47.3					55
16 916	スギ	55.3	21.5	65.0			56
17 917	スギ	36.6					57
18 918	スギ	31.9					58
19 919	スギ	39.7					59
20 920	スギ	38.5					60
21 921	スギ	31.3					61
22 922	スギ	32.8	20.8				62
23 923	スギ	37.2					63
24 924	スギ	50.6	21.5	52.3			64
25 925	スギ	35.7					65
26 926	スギ	39.6					66
27 927	スギ	35.8					67
28							
29							

第3期

2014年4月様式

様式3-1 立木調査表 全 5 枚中 5 枚目

格子点ID	林分番号	調査年月日	調査区
330444	1	2016.7.13	小中大

胸高直径：小円 1.0cm以上、中円 5.0cm以上、大円 18.0cm以上 樹高：分割の場合林分ごとに20本以上  
小径木が密生している場合、小円1/4内を通常通り調査し、5cm未満30本以上あれば残りの3/4内5cm未満立木は省略可能。ただし、小円内5cm以上の立木は省略してはならない。

ナンバートープ等 立木番号	樹種	小径第1位まで計測 胸高直径 cm	地上20cm 樹高 m	地上20cm 直径 cm	樹高 m	直径 cm	備考
1 278	スギ	37.0					7
2 279	スギ	30.3					
3 280	スギ	37.8					
4 281	スギ	30.3					
5 282	スギ	49.3	25.6				
6 283	スギ	46.1					
7 284	スギ	39.1					
8 285	スギ	36.1					8
9 286	スギ	44.4					
10 287	スギ	44.0					
11 288	スギ	42.7					
12 289	スギ	39.5					
13 290	スギ	42.7					3
14 291	スギ	41.8					4
15 292	スギ	32.3					
16 293	スギ	51.9					
17 294	スギ	60.5	24.3				
18 295	スギ	28.3					5
19 296	スギ	33.6					
20 297	スギ	41.3					6
21 298	スギ	41.5					
22 299	スギ	35.2					
23 300	スギ	41.2					8
24 301	スギ	53.1	25.1				
25							
26							

第4期

図 3-10 蓄積増加の正常事例

(2) 入力ミスによると考えられる地点(現象1)

これは、野帳に胸高直径 30.5cm と記載すべきところ、誤って 305cm と入力されたケースである(表 3-12)。調査結果の帳票への入力、野帳を確認しながら手作業により行うため、転記ミスが起こり得る。明らかな誤りと判断できる場合は野帳との照合により事後的にデータ修正を行うことも可能であるが、誤り判定基準の設定・抽出・野帳照合は時間がかかる作業となり、短時間では完全な照合は不可能である。

表 3-12 入力ミスによると考えられる地点(現象1)

格子点ID	林分番号	樹種	胸高直径	推定樹高
310154	1	スギ	305*1	38.6

※1 野帳上の胸高直径は 30.5

これによる影響で、ha 単位に拡大後の「蓄積/ha」が 1500 m<sup>3</sup>/ha 以上になり、前期の 500 m<sup>3</sup>/ha の 3 倍になる。

(3)円部外周付近にある立木を計測対象に含めるか否かの判断の不一致(現象2)

例えば大円部(中心点から水平距離半径 17.84メートル)の外周付近に存在する直径 18cm 上の立木について、5 年前の調査では境界外と判断したにもかかわらず、今回調査では境界内と判断した場合、当該立木の材積がすべて蓄積増加量となる(ただし、逆のケースもあり得る)(表 3-13)。

※第 4 期以降、外周付近の見落とし木が 20%以上であるとコントロール調査において判明した場合、再調査とする運用が開始されたことによる影響も無視できない可能性がある。

表 3-13 蓄積増加量が過大(現象2)

18cm 以上	小円	中円	大円	本数(ha)
第 3 期	1	12	16	290
第 4 期	4	9	24	370

格子点 12637(図 3-11)では、第4期調査で大円外周付近の立木を新たに測定対象に追加したことにより、直径 18cm 上の ha 当たり本数が 80 本純増になり、第 4 期と第 3 期の蓄積比較において当該 80 本分の材積がそのまま加算される結果となった。

様式 3-1		立木調査表				2015年4月様式	
格子点ID	林分番号	調査年月日	担当者	調査区画	全 4 枚中 4 枚目		
012637	1	2010.9.8	西川 晃司	小中大			
調査対象立木の胸高直径 小円部: 1.0cm 以上 中円部: 5.0cm 以上 大円部: 18.0cm 以上 小径木が密生している場合、小円 1/4 内を通常通り調査し、5cm 未満 30 本以上あれば残りの 3/4 内 5cm 未満立木は省略可能。ただし、小円内 5cm 以上の立木は省略してはならない。							
1/4 調査 実施 <input type="checkbox"/> ( ) 原則 N-E		ナンバーテープ色等					
ナンバーテープ等 立木番号	樹種	小径部 1 位まで計測 胸高直径 cm	地上 20cm 直径 cm	地上 5cm 直径 cm	直径 cm	空 心	新 旧
1: 188	134	26.5	20.1				
2: 289	135	24.9	20.3	27.4			
3: 770	136	32.3	19.2				
4: 771	137	28.5	17.2				
5: 772	138	23.7					
6: 282	137	18.7					
7: 776	137	21.0	16.6				
8: 287	"	21.6	17.1				
9: 778	148	25.9	17.3				
10: 779	125	23.0	18.0				
11: 800	124	24.9	18.6				
12: 801	122	23.6					
13: 802	123	21.6					
14: 803	126	21.7	18.2				
15: 804	127	23.9	18.8				
16: 805	"	18.6	15.6				
17:							
18:							

様式 3-1		立木調査表				2015年4月様式	
格子点ID	林分番号	調査年月日	担当者	調査区画	全 4 枚中 4 枚目		
012637	1	2015.6.23		小中大			
調査対象立木の胸高直径 小円 1.0cm 以上、中円 5.0cm 以上、大円 18.0cm 以上 樹高: 分節の場合林分ごとに 20 本以上 小径木が密生している場合、小円 1/4 内を通常通り調査し、5cm 未満 30 本以上あれば残りの 3/4 内 5cm 未満 立木は省略可能。ただし、小円内 5cm 以上の立木は省略してはならない。							
1/4 調査 実施 <input type="checkbox"/> ( ) 原則 N-E		ナンバーテープ色等					
ナンバーテープ等 立木番号	樹種	小径部 1 位まで計測 胸高直径 cm	地上 20cm 直径 cm	地上 5cm 直径 cm	直径 cm	空 心	新 旧
1: 43	804	27.3	17.6				
2: 44	803	27.7					
3: 45	805	20.8	14.4				
4: 46	801	25.9	20.3				
5: 47	790	20.3					
6: 48	789	30.3	19.2				
7: 49	802	23.8					
8: 50	800	28.0	17.0				
9: 51	799	26.1					
10: 52	"	37.0					
11: 53	"	19.0					
12: 54	798	20.5	19.0				
13: 55	797	25.7					
14: 56	796	24.3					
15: 57	"	20.1					
16: 58	"	24.2					
17: 59	"	24.5					
18: 60	792	18.9					
19: 61	793	19.0					
20: 62	"	28.0					
21: 63	771	28.5					
22: 64	790	34.2					
23: 65	789	27.0					
24: 66	788	39.8					
25:							

図 3-11 見落とし木による蓄積増加

#### (4)進階による影響(現象3)

調査対象となる立木は、小円部(0.01ha)が直径 1cm 上、中円部(0.03ha)が直径 5cm 上、大円部(0.06ha)が直径 18cm 上とされており、ha 当たり蓄積に換算する場合、直径 1~5cm は 100 倍、5~18cm は 25 倍、18cm 上は 10 倍の拡大率が適用される。例えば 5 年前の前回調査では直径が 18cm に満たなかった大円部にある立木が今回の調査で 18cm 上となった場合、前回調査では当該立木が存在しなかったことになるため、蓄積変化量が過大となる。一方、例えば前回調査で中円部にある直径 18cm 下の立木が今回の調査で 18cm 上となった場合、拡大率が 25 倍から 10 倍になるため、蓄積変化量が過少になる。

検証した結果、(1)は正常データであり、(4)の現象3は蓄積変化量が過大と過小の両方とも存在する。ただし、(2)の現象1及び(3)の現象2をそのまま吸収量算定に使用する場合は、過大評価になるおそれがあるため、訂正および棄却を行う必要があると考えられた。

各種現象とその影響を判断する観点から、第 3 期と第 4 期の蓄積変化量を分析した(人工林: 図 3-12、図 3-13、天然林: 図 3-14、図 3-15)。

※蓄積計算する際に、生立木蓄積を使用した(枯死木を含まない)

※蓄積増加量が 32m<sup>3</sup>/ha・年以上の調査点も一定程度存在

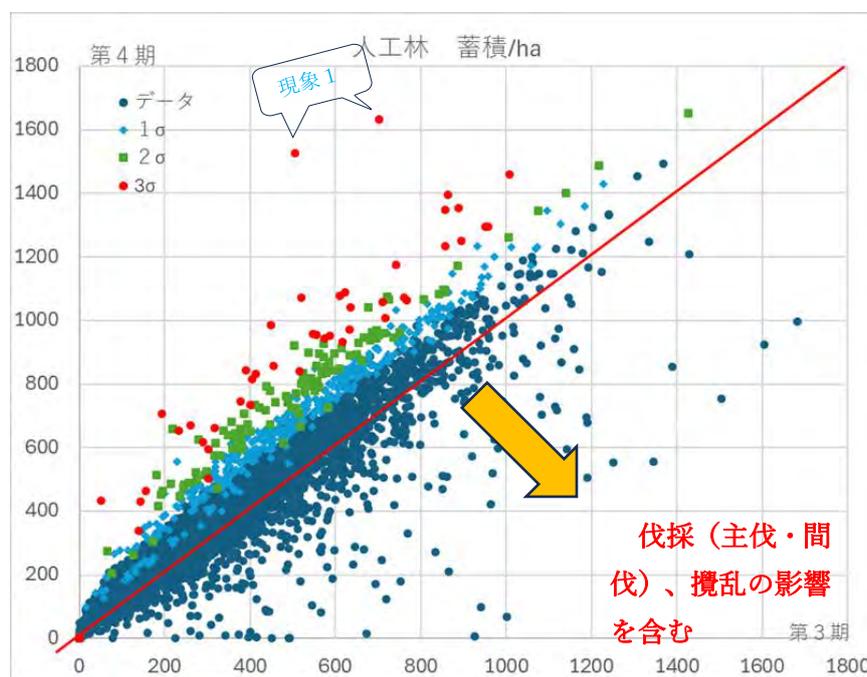


図 3-12 第 3 期と第 4 期の人工林蓄積/ha 散布図

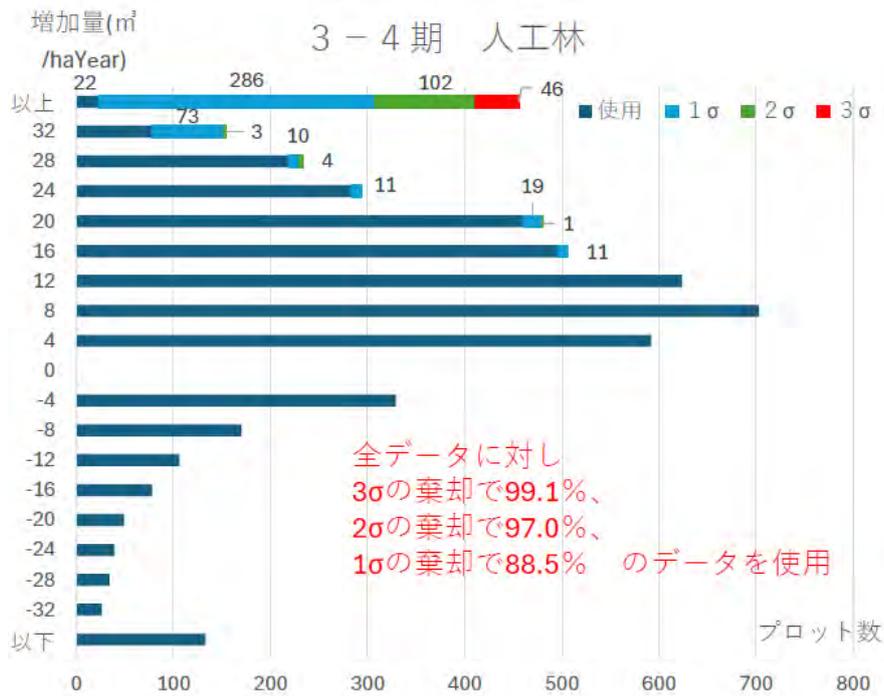


図 3-13 第3期から第4期の蓄積変化量及び標準偏差による棄却状況

天然林についても、同様な分析を行った。

※蓄積増加量が極端に大きいプロットも存在した。(ただし、人工林と比較した場合、異常に高い地点の出現頻度は低い)

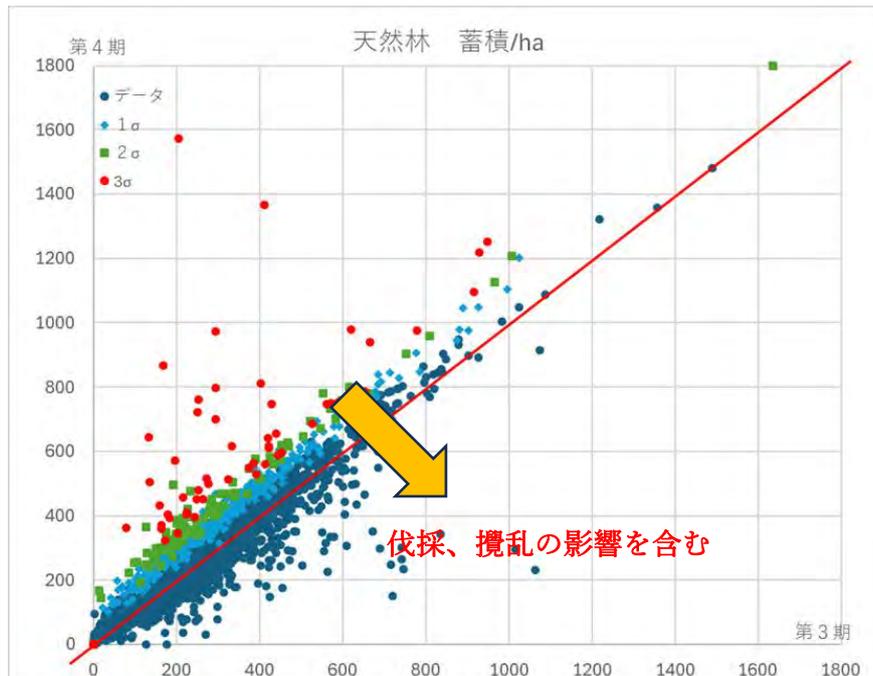


図 3-14 第3期と第4期の天然林蓄積/ha 散布図

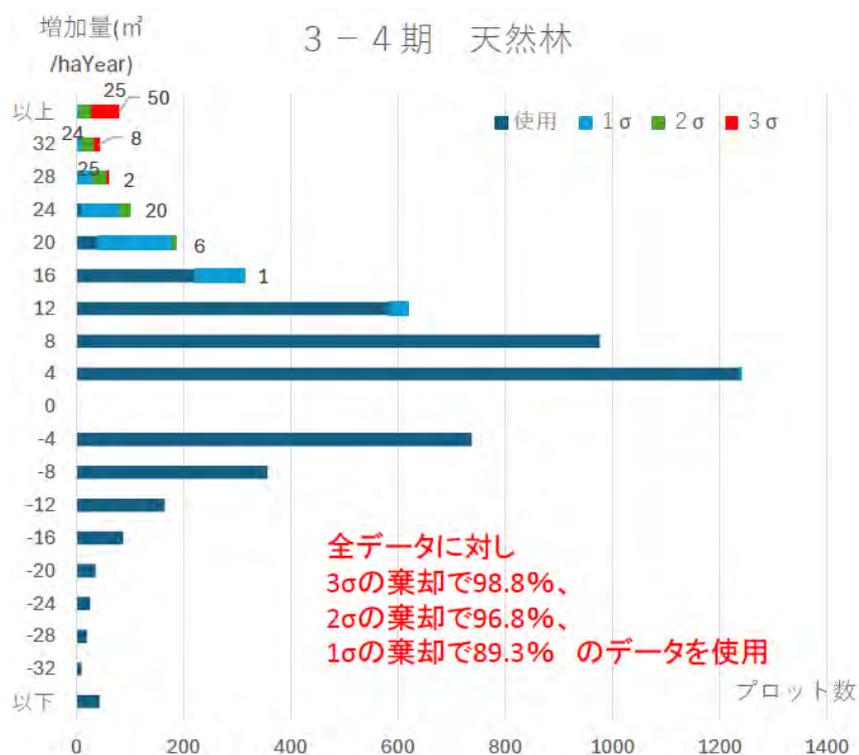


図 3-15 第3期から第4期の天然林蓄積変化量及び標準偏差による棄却状況

全てのデータを確認訂正したうえで使用することが理想であるが、今回、短期間でデータセットを作成する必要があり、試算に使用できるデータセットを得るための棄却方法について検討を行った。

検討の内容及び除外方法をまとめた。

表 3-14 蓄積増加量が過大現象及び対応案

事象	影響度	除外方法(案)
現象1	入力ミスに由来する蓄積変化量の過大な推定	標準偏差+3σ
現象2	立木を計測対象に含めるか否かの判断の不一致による蓄積変化量の過大な推定	標準偏差+2σ
現象3	前回調査から今回調査までの樹木成長で直径5cm、18cmを超えた場合にha蓄積を推定するための拡大率が変更することに起因する蓄積変化量の過大な推定	保有

以上の分析結果を検討委員会で検討した結果、以下の方針で作業を実施することとなった。

表 3-15 データセットの作成方針

課題	対応案
全国拡大に使用するプロットデータの選別	・前期、後期共に現地調査が実施されたプロットの調査結果を使用
蓄積変化量の過大な地点の取扱い	・森林吸収量の算定及び将来推計においては、保守性の観点から標準偏差+2σを使用

### 3.1.3. 森林面積の検討

前節(3.1.2.2)に記載のとおり、全国の森林蓄積の推計に使用可能なプロット数は 3~4 期 10,216 点、4~5 期 10,472 点であり、総森林地点数の約 60%となっており、NFI 調査結果をそのまま吸収量の算定に使用できない調査点について、蓄積変化量を推計する方法の検討が必要であった。最も簡便な方法として、気候帯区分別、林種別に求められる ha 当たり蓄積を全国に拡大する方法が考えられるが、このためには、調査が実施されなかった調査点も含め、林種の判定を行う必要がある。

従来、全国の森林面積・蓄積を推計するにあたり、調査発注されなかった格子点のうち、衛星画像判読で土地利用区分が森林とされた点は、林種不明のまま“その他”として処理されてきた。

吸収量算定結果の精度向上を図るためには、未発注格子点の林種情報が必要であり、今回林野庁により国有林と都道府県に格子点の位置情報と森林簿上の小班との照合を依頼することにより林種情報を補完した。補完により第 3 期の林種“その他”の 517 点、第4期の林種“その他”の 686 点について、人工林、天然林、非森林の区分への振り分けが行われた。

表 3-16 第3期と第4期における林種その他の振替詳細

調査期	林種	補正前	補正	補正後
第3期	人工林	6,776	129	6,905
	天然林	8,164	332	8,496
	その他	1,199	-517	682
	非森林	7,131	56	7,187
第4期	人工林	6,583	161	6,744
	天然林	7,847	366	8,213
	その他	1,648	-686	962
	非森林	7,192	159	7,351

時系列に見ると第 3 期から第 4 期にかけて、人工林から天然林、非森林への異動や、天然林から人工林、非森林への異動があったことが分かる(表 3-17 第 3 期と第 4 期における林種の変化(補完後)表 3-17)。

表 3-17 第3期と第4期における林種の変化(補完後)

		第3期				合計
		人工林	天然林	その他	非森林	
第4期	人工林	6,191	429	46	78	6,744
	天然林	459	7,563	74	117	8,213
	その他	91	103	407	361	962
	非森林	164	401	155	6,631	7,351
合計		6,905	8,496	682	7,187	23,270

これらの方法により推定した NFI に基づく林種別森林面積割合(全格子点数に占める割合)は期毎に数%の範囲で変動している(表 3-18)。

表 3-18 NFI 調査地点における林種の割合

林種		NFI (森林生態系多様性基礎調査) <sup>※1</sup>						森林資源現況調査 <sup>※2</sup>			
		3期点数/% (H21-25)		4期点数/% (H26-30)		5期点数/% (R1-5)		現況調査面積 万ha/%		現況調査面積 万ha/%	
計画対象 森林	人工林	6,905	29.7%	6,744	29.0%	6,924	29.8%	1,020	27.4%	1,008	27.0%
	天然林	8,496	36.5%	8,213	35.3%	8,429	36.2%	1,348	36.2%	1,346	36.1%
	その他	682	2.9%	962	4.1%	1,164	5.0%	136	3.7%	137	3.7%
計画対象森林以外 <sup>※3</sup>		7,187	30.9%	7,351	31.6%	6,753	29.0%	1,224	32.8%	1,238	33.2%
計 <sup>※4</sup>		23,270	100.0%	23,270	100.0%	23,270	100.0%	3,729	100.0%	3,729	100.0%

※1: NFI における、計画対象森林(法5条及び7の 2 条)に該当する調査地点数の内訳(人工林、天然林、その他)を記載

※2: 森林資源現況調査における、計画対象森林(法5条及び7の 2 条)面積の内訳(人工林、天然林、その他)を記載。比率(%)は国土面積に占める割合。

※3: 計画対象森林以外は、NFI においては格子点総数から計画対象森林の格子点数を減じた値、現況調査においては国土面積から計画対象森林面積を減じた値

※4: NFI においては格子点総数(北方領土を除く国土全体)、現況調査においては同国土面積を記載

※5: 5 期については精査中の値

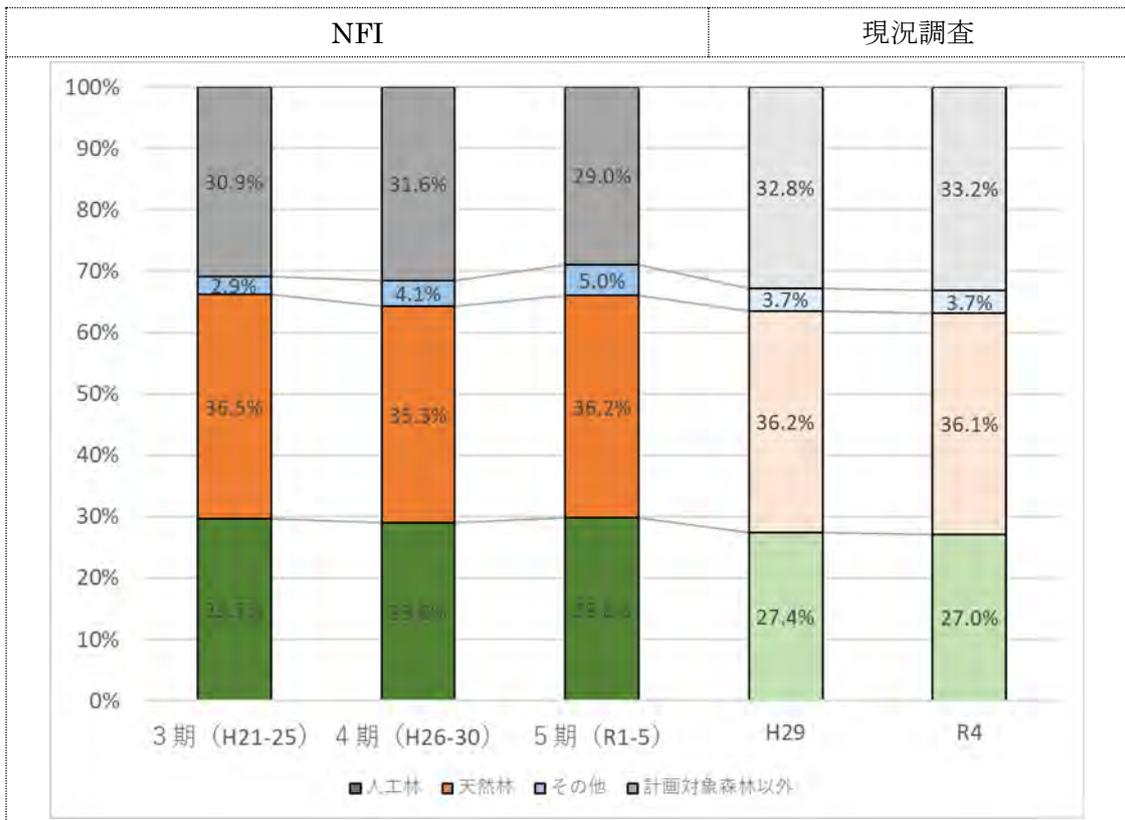


図 3-16 NFI 及び現況調査による林種ごとの森林面積

【参考:3~4期の蓄積変化量】

人工林: +9m<sup>3</sup>/ha・年、天然林: +5.6 m<sup>3</sup>/ha・年

全国の森林蓄積は図 3-17 に示した式により算出する。森林面積による揺らぎを回避する必要がある。

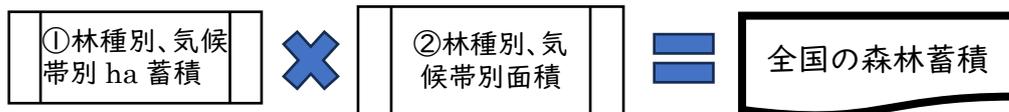


図 3-17 森林蓄積の算出

以上の分析結果を検討委員会で検討した結果、以下の方針で決まった。

表 3-19 森林面積の課題及び対応

課題	対応
格子点の林種、林種の細分に単位面積当たり蓄積量を乗じて求めるが、期毎に発注点数、衛星画像に基づく森林・非森林の判読結果、災害等に起因する調査未実施箇所を考慮した算定が必要。	NFI から林種別面積を算定する際の揺らぎを回避する観点から以下を検討 ・蓄積変化量に乗じる面積に森林資源現況調査を使用

#### 3.1.4. FM 率の把握手法検討

現在、育成林については、1990 年度以降に森林施業が行われた森林、天然生林については、保護・保全措置が講じられた法指定森林を FM 林と定義し、森林吸収量の計上対象としている。京都議定書第 1 約束期間から一貫した FM 林の判定基準を用いることで、時系列的な比較可能性を確保してきたところであるが、京都議定書の基準年と定められた 1990 年から既に相当の年数を経過したことに加え、パリ協定への移行に伴って、各国が柔軟な算定・計上方法を採用するケースも増えているなど、我が国の FM 林の定義や把握手法についても、検証が必要となっている。例えば、1990 年以降の施業履歴のある森林について、その後の森林管理状態のモニタリングが困難となっているほか、法指定区域については、天然生林のみに適用されており、育成林については法指定区域であったとしても、それだけでは FM 林に該当しないという整合性の問題も指摘されている。このため、(1)「持続可能な森林経営」が行われている森林を FM とする (FM が永続するものではない)、(2) 林種 (育成林、天然生林等) にかかわらず、森林全体に共通の定義を適用する、(3) 人為由来吸収量を計上する気候変動枠組条約の考え方を踏まえ、森林の状態ではなく、活動の継続性をもって評価する、(4) NFI 標本調査の実測結果を用いた森林吸収量の算定プロセスに適した FM 判定手法とするため、個々の調査プロット毎に FM/非 FM を判定できる客観的な基準を採用する、という原則に基づき、FM 林の再定義を行う。具体的には、表 3-20 に示すとおりである。

表 3-20 FM 再定義の考え方(案)

- 自発的又は公的に適切な管理経営、保護保全が行われている森林として法的ステータスが与えられている区域を FM とする。
  - ① 伐採制限等が適用される制限林に指定されている森林
  - ② 森林経営計画（森林法）、生物多様性増進活動実施計画（生物多様性増進活動促進法）の認定を受けている森林
- 法指定や計画認定の有無については、NFI 調査により直接的に確認できる情報ではないため、NFI 調査の実施に当たって、都道府県に照合する仕組みを導入。
- 法指定区域や認定計画対象区域以外のうち、以下に該当する場合は FM とする。
  - ① 直近 5 年間の施業履歴（NFI 調査において判定）がある場合
    - 施業種のうち、特に伐採が行われている場合は排出（蓄積減少）として取り扱われることから、計上逃れを避ける観点からも直近の施業履歴は FM として捕捉することが不可欠
  - ② 育成単層林として維持していくべき森林については、直近 5 年間の施業履歴のみで活動の継続性を判定することがなじまない。
    - a) 7 齢級以下（～35 年生）→植栽した樹種が健全に生育している場合（森林簿上の樹種と NFI 上の優占種が一致）は必要な保育が継続的に実施されているとみなし、FM とする。
    - b) 8 齢級以上（36 年生～）→植栽木の立木密度が適切な状態で維持されている場合（NFI 調査結果から判定される  $R_y$  が 0.6 以上 0.85 未満<sup>\*</sup>）の場合、適時適切な間伐が実施されているとみなし、FM とする。

※: $R_y$  の範囲については複層林施業における下木導入の際の目安や林野庁における森林施業の基準を参考に設定。

上記の考え方(表 3-20)に基づき、データ整理を行った結果を以下に示す。

法指定については、林野庁森林利用課から複数都道府県への聞き取りを元に推計し、「森林計画あり」及び「制限林」の面積は全森林面積の 65%であることが分かった。

法指定区域以外は、第 4 期 NFI データを基に分析を行った(図 3-18)。

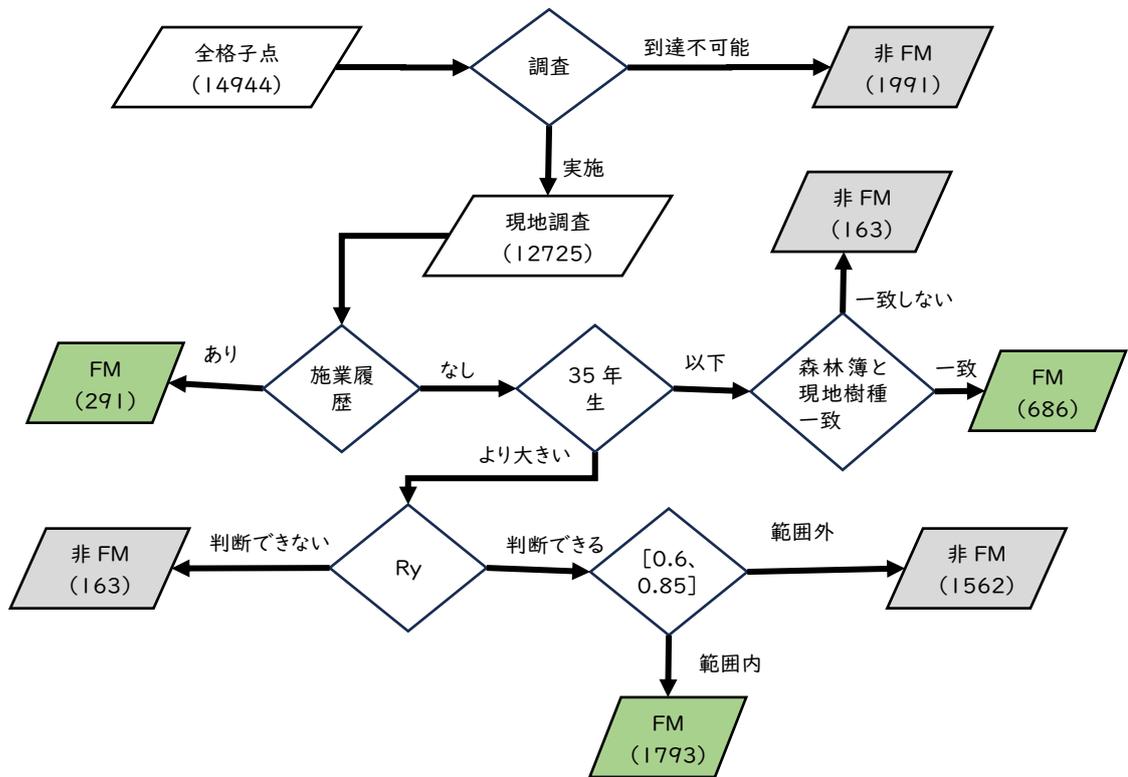


図 3-18 第 4 期 NFI データにより FM 率判定

表 3-21 NFI による FM 判定

判定区分	FM 判 定点数	FM 率	推定面 積	全体割合
施業履歴あり	291	2.0%	17	0.69%
35 年生以下・樹種一致 35 年生より大きい・Ry は 0.6～0.85 範囲内	2479	16.8%	147	5.94%

全国の FM 率を大雑把に試算すると約 72% (法指定等 65% + 施業履歴 0.69% + Ry ほか 0.59%) となった。2024 年温室効果ガスインベントリ報告書 (2022 年度の排出量・吸収量の実績) における FM 率は 71% (育成林 81%、天然生林 49%) であることから、概ね現行の FM 率と同じ水準になると見込まれる。

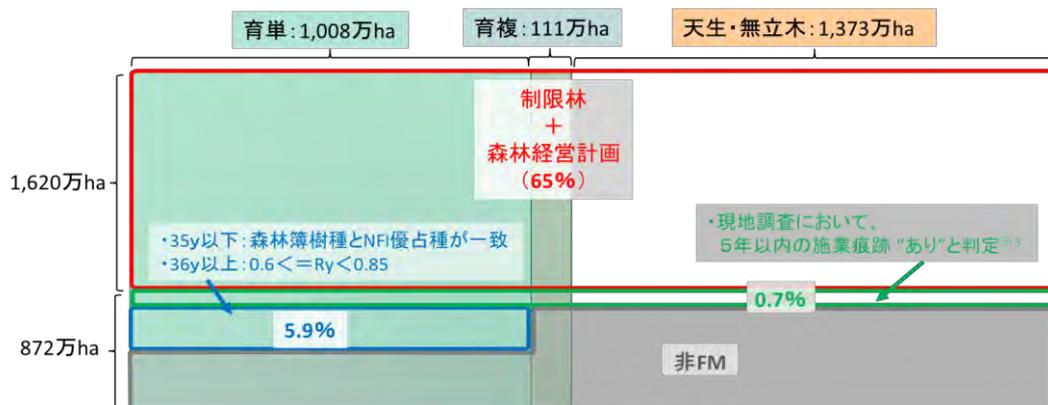


図 3-19 第4期 NFI データにより FM 率の試算結果

### 3.1.5. 吸収量の試算

以上の検討状況を踏まえ、NFI 調査結果に基づく森林吸収量(生体バイオマスのみ)の算定を行うプロセスは下図のとおりである(図 3-20)。なお、本試算は、NFI 調査の結果を活用した森林吸収量の算定方法へ移行した場合に、どのような算定結果になるか、概算で把握するためのものであり、インベントリの方法論として採用するためには、算定結果の正確性を確保する観点から、より詳細のルールを定める必要がある。

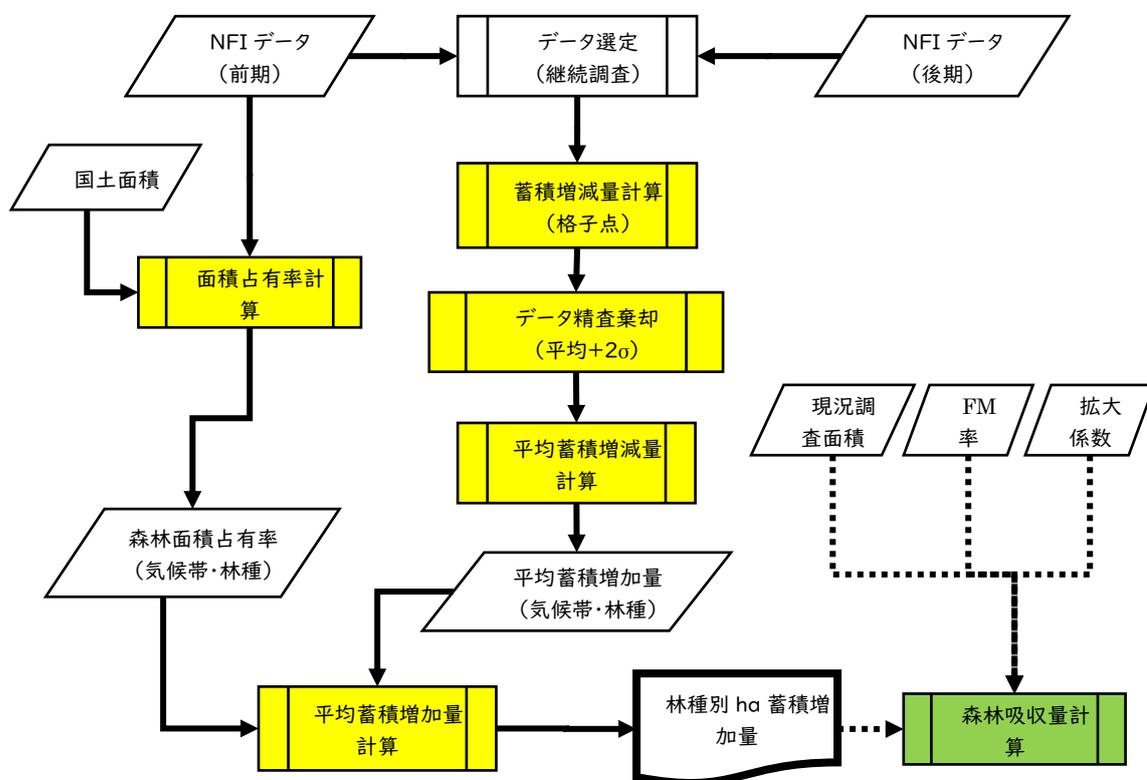


図 3-20 NFI による森林吸収量の算定イメージ

試算に当たって、第4期～第5期のNFI調査結果を用いて以下の前提条件で実施した。

- ha蓄積を求めるにあたり、以下の前提データを精査
  - 土地利用変化のあった格子点を除く
  - 連続した2期で現地調査を実施している格子点のデータを使用
  - 齢級毎に蓄積増加量の平均+2σの棄却を実施
- 調査実施格子点の気候帯別林種別 ha蓄積増加量を求め、森林資源現況調査の林種別面積に乘じ、林種別蓄積変化量を計算
- 拡大係数等の各種係数は、NFI 優占樹種の面積を基に加重平均して算出した値を適用 (人工林:0.303、天然林:0.406)
- FM率は暫定的に試算した人工林:78%、天然林:66%を適用

一定の前提条件(図 3-21)を置いた上で 4～5 期のデータを用いて生体バイオマスによる森林吸収量を試算した結果(図 3-22)、4～5 期(2019～2013 年)の森林吸収量は 121 百万 t-CO<sub>2</sub>/yr であった。現行手法による同年の生体バイオマス吸収量は 41 百万 t-CO<sub>2</sub>/y(2021 年度)であり、試算結果の吸収量は約 3 倍に増加した。

#### 森林吸収量試算における計算方法

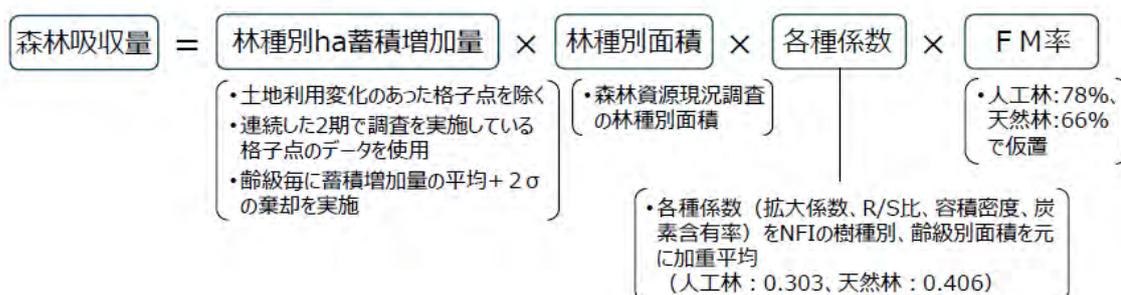


図 3-21 NFI による森林吸収量の試算概要



図 3-22 NFI による森林吸収量の結果

(※:第5期調査結果については精査中の値)

2021 報告の森林吸収量は収穫表による成長量から算定を行った結果(生体バイオマス部分)であり、NFI 試算は NFI データの 4 期・5 期の調査結果から蓄積差分により直接求めた結果である。森林吸収量の差の原因を分析するため、二つの手法の齢級別蓄積増加量(成長量に相当)の比較を行った(図 3-23)。

- 10 齢級以上は全ての齢級において NFI の蓄積増加量が 2021 収穫表の成長量を上回っている
- 収穫表では、主伐量を別途計上する必要があるため、今よりさらに低い吸収量になる
- 齢級別の森林面積は 11 齢級がピークであることから 10 齢級以降の成長量の影響を大きく受ける

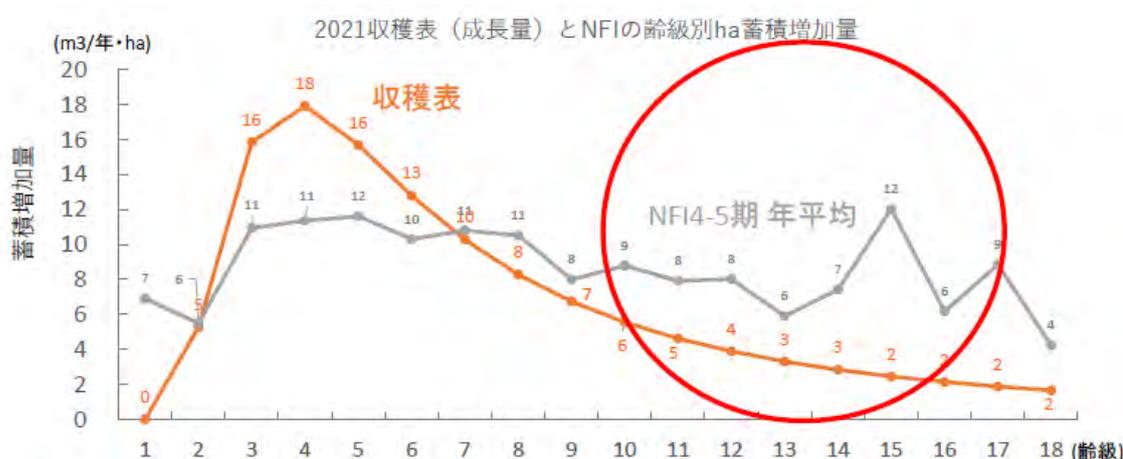


図 3-23 二つ手法の成長量の比較

※収穫表は、収穫表 2021(スギ、ヒノキ、カラマツ)と森林簿上の蓄積増加量(その他樹種)を加重平均により標準化したモデル。本モデルは主伐等による蓄積減少を含まないことから現行の算定方法では期首～期末の面積減少を主伐と勘定し蓄積を別途減じている。

※齢級別 ha 蓄積増加量は NFI の 4 期から 5 期への蓄積増加量を齢級毎の平均で示したものの(成長量から伐採による減少を減じた値、林種が人工林に区分されたプロットにおける植栽樹種以外の樹種も含めた全ての生立木が対象)

### 3.1.6. 課題整理

本事業では、NFI による森林吸収量を試算するためのデータ、パラメータ等について全面的な検討を行い、森林吸収量の試算結果を出した。3 回に亘って検討委員会に方針や進捗を報告や指摘対応を行った中で、方向性に問題ないことを確認できたが、細かな部分についてはさらなる検討が必要である。今後の課題として表 3-22 にまとめた。

表 3-22 算定方法を確立する際の検討課題

項目	算定方法を確立する際の検討課題
拡大係数等(幹材積から炭素蓄積量への換算)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 拡大係数、地上部/地下部比、容積密度及び炭素含有率については、個々の樹種ごとのデフォルト値を適用</li> <li>■ デフォルト値が存在しない樹種について方法を検討する必要がある</li> <li>■ 各種係数について、現行の2区分(20年生を境)を細分化する方法の検討が必要</li> </ul>
土地利用変化(森林→非森林、非森林→森林)のあったプロットの取扱い	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 算定は、ARD 調査の結果を活用(NFI データを用いない)する方向で検討するが、NFI においても土地利用変化は捕捉可能であり、NFI への統合についても要検討</li> <li>■ 1990年以降の土地利用変化を見る現行の仕組みを維持するか要検討</li> </ul>
森林プロットのうち、調査未実施個所の林種別面積・蓄積推定	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 調査実施プロットにおける林種別の平均値を調査未実施プロットに適用することを想定した上で、林種区分については人工林/天然林とするか、育成林/天然生林とするか要検討(蓄積(林分材積)を規定する最大の要因が樹種であるとすれば、人工林/天然林で区分するのが合理的か)</li> <li>■ 林種区分は森林簿情報に依拠するが、森林簿情報とNFI上の森林現況と整合しない場合(例:森林簿上の樹種とNFIの優占種が一致しない場合等)の取扱いについて要検討</li> <li>■ 一方、調査未実施個所の林種別面積(林種判読)や蓄積(地上部バイオマス量)の推定に当たっては、航空測量や衛星リモートセンシングの成果を活用することにより、より正確かつ効率的に算定できる可能性があり、方法について要検討</li> </ul>
面積推計(林種別)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 森林資源現況調査の林種別面積の仕様を想定(NFIにおける林種の情報も森林簿に由来)。ただし、前期調査時点から林種が変化しているプロットについて、蓄積変化の実態(例えば、人工林を伐採して蓄積が大きく現象して天然林へ移行している林分の存在等)について精査した上で、その取扱いを検討する必要がある</li> </ul>
土壌3プール	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ CENTURY-jfos モデルの各種パラメータについて検討が必要</li> <li>■ NFIによる面積集計方法(地域、林種、樹種、林齢の分け方など)との調整が必要</li> <li>■ 算定にあたり、AR・D面積を除く方法について検討が必要</li> <li>■ 将来的な土壌3プールの算定方法については、別途、土壌インベントリ専門家による検討を実施</li> </ul>
FM率	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 個々のNFI調査プロット毎に法的なステータスの有無を判定する仕組みについて検討が必要(森林生態系多様性基礎調査での対応を想定)</li> <li>■ 森林生態系多様性基礎調査における「施業履歴の有無」に関して判定精度の向上が必要</li> </ul>
NFIデータ精査	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 野帳の入力ミスによる蓄積増加量の影響が大きいため、入力ミスを取り除く方法について検討が必要</li> <li>■ 蓄積変化量が想定以上に大きく増加しているデータを分類し、実態確認の上、事後的にデータ訂正する仕組みを検討するとともに、異常値については吸収量の算定から排除するための一貫したデータ棄却ルールを整備が必要</li> <li>■ 2期連続にとらわれず、前後のデータを活用する等、調査結果を生かす方法の検討が必要(実際の調査間隔を踏まえた蓄積増加量の計算についても同様)</li> </ul>
森林吸収量の算定	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 連続した2期(換算分も含む)の蓄積増減量により直接算定する。算定する際に以下の事項を踏まえて複数シミュレーションを行う必要がある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蓄積増減量による区分分け、</li> <li>・ 非調査プロットの取扱い</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種係数の取扱い方針</li> <li>その他関連</li> </ul>
報告のタイミング	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ NFI 調査は5年で1期であるため、どの年度にどの算定結果を報告するか、考え方を整理する必要。例えば、第4期調査(2014-2018年度)と第5期調査(2019-2023年度)の蓄積差分算定の想定タイムラインは以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>調査結果の取りまとめ:2024年度(算定業務の開始)</li> <li>第4期調査(中間年は2016年度)と第5期調査(中間年は2021年度)の5年分の蓄積差は2016-2020年度の実態を反映したもの</li> <li>確報値(上記例では2016-2020年度)の報告ルールを決定する必要(5年分の蓄積差の平均値を各年度に適用するか、何らかの方法により内挿を行うか)</li> </ul> </li> <li>■ 国家インベントリ報告は毎年提出する必要があるため確報値が出るまでの暫定的な報告の仕方について検討が必要(上記例では、2016-2020年度の吸収量の確報値が出るのは2024年度)</li> </ul>
過去吸収量の再算定	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 遡り吸収量算定すると想定し、以下の内容及び何年まで遡るかを検討する必要がある <ul style="list-style-type: none"> <li>吸収量報告(①バイオマス(地上・地下)、②土壌3プール(土壌・枯死木・リター)、③ARD)</li> <li>吸収量算定要素(①面積、②蓄積増減量、③FM率)</li> </ul> </li> <li>■ 第3期調査(2009-2013)からQA/QCが開始されていることから、理屈上、第3期と第4期の蓄積差分を算定する2011年度まで再計算が可能</li> </ul>

### 3.2. 森林土壌・枯死有機物の炭素蓄積変化量の算定方法

森林土壌・枯死有機物の炭素蓄積変化量算定に用いている CENTURY-jfos モデルは、国立研究開発法人森林研究・整備機構(以下「森林総研」という)によりモデル内に適用される土壌炭素データや気象条件等に関する最新の知見等を踏まえた改定作業が行われ、昨年度の温室効果ガス排出量算定方法検討会において、モデルの改定とそれを活用した算定結果及び 2008 年度以降の森林土壌・枯死有機物の炭素蓄積変化量の再計算結果が承認された。

#### 3.2.1. CENTURY-jfos モデルの概要及び改定内容について

##### 3.2.1.1 CENTURY-jfos モデルの概要

CENTURY model はコロラド州立大学の William Parton 氏によって開発された土壌有機物分解モデルを主体とした物質動態モデル(有機物動態モデル)で、森林、農地、草原などの陸域生態系に対応している (Parton 1987)。CENTURY-jfos では、森林モデルと土壌有機物分解モデルを組み合わせ用いている。

日本の森林情報は、2005 年以降、森林簿と森林計画図をベースに開発された国家森林資源データベース(以下、国家 DB と略す)により管理されている (GIO 2019)。国家 DB では林小班ごとに森林タイプ(樹種、育成林または天然生林)、林齢、面積といった属性情報を持ち、日本の森林バイオマスによる吸収量はこれを利用して算定することになった。そこで、枯死木、リター、土壌についても、この形式に対応するように、森林タイプごとに林齢ごとの変化量(吸排係数)について CENTURY model を利用して算定する方式とした。CENTURY-jfos はこの算定を行うために 2007 年に開発したモデルで、林齢とともに変化する枯死木、リター、土壌の炭素ストックの変化量

をシミュレーションする炭素動態モデルとその出力から土壌吸排出係数を算出するプログラムから構成される(図 3-24)。炭素動態モデルでは、各都道府県について森林タイプごとに平均的な林齢ごとの炭素変動量( $\text{g m}^{-2}$ )が枯死木、リター、土壌のそれぞれについて見積もられ、これらの出力データから林齢ごとの土壌吸排出係数( $\text{g m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ )が算出される(ここでは+が吸収、-が排出)。これに国家 DB で用意される林齢ごとの森林面積を掛ければ、日本の森林全体の吸収量が算定可能となる。

2007 年に行った CENTURY-jfos の調整から時間が経過し、新たな知見とともに土壌インベントリ事業の情報が集積されて利用可能な状況になりつつあり、これらを踏まえた CENTURY-jfos の調整方法の見直しについて検討を行った。

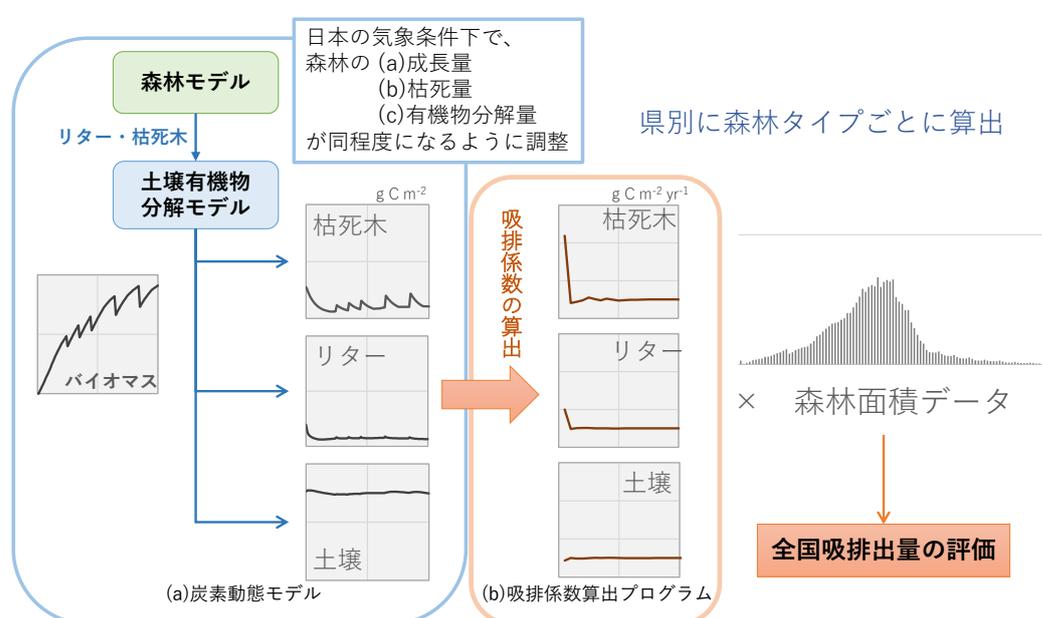


図 3-24 CENTURY-jfos の概要 (構造)

### 3.2.1.2 CENTURY-jfos モデルの改定内容

CENTURY-jfos モデルの改定作業では、モデル内の林分成長モデルを 2021 収穫表(民有林)に合わせる調整が行われたほか、下記のアップデートを加えている(図 3-25、図 3-26)。

- ① 地上部・地下部バイオマスの枯死率の変更  
(現地調査結果から、モデルのデフォルト値(0.96%/年)が過大であることが明らかになったため、0.2-0.5%/年へと変更)
- ② 気象データ(メッシュ気候値:1971~2000年の気温・降水量の平均値)を追加
- ③ 炭素含有率について、IPCC ガイドラインに従って針葉樹と広葉樹の違いを反映

本年は、改定した CENTURY-jfos モデルを用いて土壌3プールの排出・吸収量の再計算等を行った。



図 3-25 林分成長モデルの調整イメージ図(収穫表・成長量)

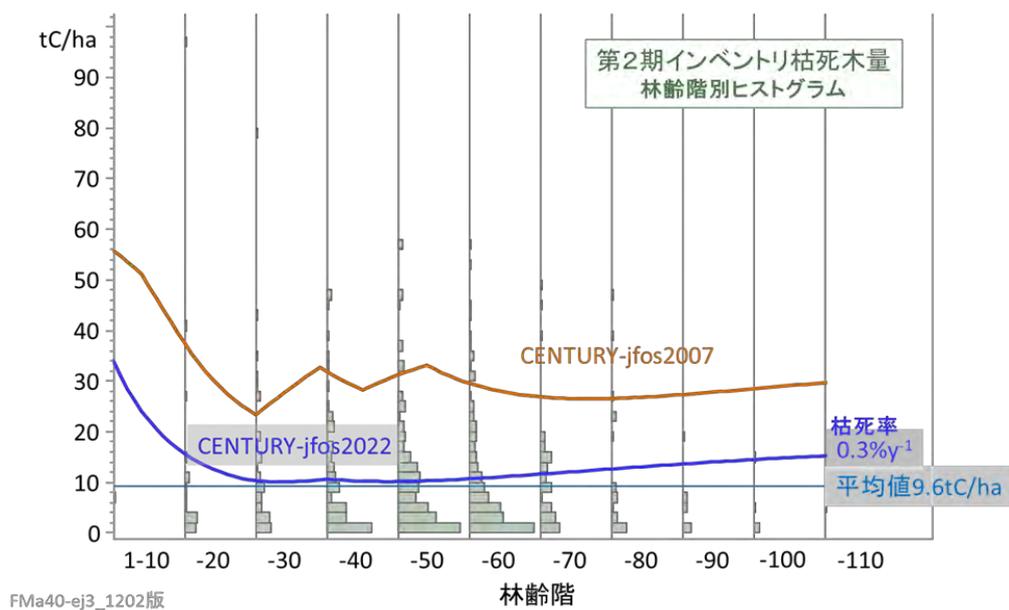


図 3-26 枯死率の調整(地上部・地下部バイオマスの枯死率)

### 3.2.2. 土壌 3 プールの過去吸収量の再計算(1990~2007)

改定した CENTURY-jfos モデルを用いて 1990~2007 年度の森林吸収量(条約吸収量)の再計算を実施したところ、5 プール全体で既報告値から 1.03~1.06 倍の増加となった(図 3-27)。



図 3-27 改定モデルを使用した全森林吸収量(5 プール計)の再計算

#### 4. 伐採木材製品 (HWP) に係る炭素蓄積変化量の算定・計上方法の海外調査

本章で使用する略語表は以下になる。

略語	解説
AR	afforestation and reforestation
	新規植林・再植林
BR	biennial report
	隔年報告書
BTR	Biennial Transparency Report
	隔年透明性報告書
BAU	Business as usual
	通常のビジネス
CTF-NDC	Common Tabular Formats
	NDC 共通表様式
D	deforestation
	森林減少
EC	European Commission
	欧州委員会
ETF	Enhanced Transparency Framework
	強化された透明性枠組み
EU	European Union
	欧州連合
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
	国連食糧農業機関
FAOSTAT	FAOSTAT
	FAO の統計データベース
FIA	Forest Inventory and Analysis
	森林インベントリと分析
FM	forest management
	森林経営
FL-FL	Forest Land Remaining Forest Land
	転用のない森林
FL-OL	forest land converted to other land uses
	森林から他の土地利用へ転用された土地
FRL	Forest Reference Level

	森林参照レベル
GHG	green-house gas
	温室効果ガス
HWP	harvested wood products
	伐採木材製品
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
	気候変動に関する政府間パネル
IPPU	Industrial Processes and Product Use
	工業プロセス及び製品の使用
ITMOs	Internationally Transferred Mitigation Outcomes
	国際的に移転された緩和成果
JRC	Joint Research Center
	共同研究センター
JFSQ	Joint Forest Sector Questionnaire
	(オーストリア) 森林セクター合同調査票
LCA	Life Cycle Assessment
	ライフサイクルアセスメント
LTA	long-term average (carbon stock)
	長期平均(炭素炭素蓄積量)
LULUCF	land use, land use change and forestry
	土地利用、土地利用変化及び林業
MPGs	Modalities, Procedures and Guidelines
	パリ協定第 13 条のためのモダリティ・手順・ガイドライン
NDC	Nationally Determined Contribution
	各国が決定する貢献
NID	National Inventory Document
	国家インベントリ報告書
NIR	National Inventory Report
	国家インベントリ報告書
OL-FL	land converted to forest land
	他の土地利用から転用された森林
OSB	Oriented Strand Board
	オリエンテッド・ストランド・ボード
SWDS	solid waste disposal site
	固形廃棄物処分場

UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
	国連気候変動枠組条約

#### 4.1. 主要国の NDC 目標への森林・HWP 排出・吸収量の計上方法

本章では、UNFCCC のパリ協定第 13 条「強化された透明性枠組み (ETF)」の下で、国が決定する貢献 (NDC) 目標への土地利用、土地利用変化及び林業 (LULUCF) 分野のうち、森林及び伐採木材製品 (森林・HWP) カテゴリーからの温室効果ガス (GHG) 排出・吸収量の計上方法について主要国間の比較分析を行った。分析対象資料としては、2024 年に締約国が提出した第 1 回隔年透明性報告書 (BTR)<sup>27</sup>及び NDC 共通表様式 (CTF-NDC)、並びにそれ以前に締約国が既に提出していた NDC 文書<sup>28</sup>を用いた。分析対象国は、附属書 I 国のうち日本を含む主要 15 ヶ国とした。このうち欧州連合 (EU) 加盟国については、EU 規則により同じ計上方法が適用されていることから、地域連合としての EU 報告を分析対象とした。

##### 4.1.1. 主要国の NDC 目標

本節では、パリ協定第 13 条のためのモダリティ・手順・ガイドライン (MPGs)<sup>29</sup>の paragraph 64 に基づき、各国が BTR 及び CTF-NDC に記載した NDC 目標に関する事項を分析した。各国、2030 年の NDC 目標については、基準年と目標年を比較した削減目標を設定しており、各国間で基準年に差異はみられるが、おおよそ 40～68%の削減目標を設定している。各国は、パリ協定の合意に基づき、NDC の実施と達成に向けた進捗を追跡するために、国全体の GHG 排出量 (LULUCF を除く) に LULUCF 分野の計上貢献量 (排出・吸収量) を加えた値を用いている。その一方で、2050 年の NDC 目標については、基準年と目標年を比較せず、目標年における排出量と吸収量を相殺したネットゼロを目指すことを目標としている (表 4-1)。

<sup>27</sup> UNFCCC web site: First Biennial Transparency Reports. <https://unfccc.int/first-biennial-transparency-reports>

<sup>28</sup> UNFCCC web site: NDC Registry. <https://unfccc.int/NDCREG>

<sup>29</sup> UNFCCC /PA/CMA/2018/3/Add.2 Decision 18/CMA.1 Modalities, procedures and guidelines for the transparency framework for action and support referred to in Article 13 of the Paris Agreement. <https://unfccc.int/documents/193408>

表 4-1 主要国の NDC 目標

地域・連合		国名	目標年	基準年	目標年	NDC 目標
アジア	日本	単年	2013	2030	46%削減	
				2050	ネットゼロ	
北米	米国	単年	2005	2030	50-52%削減	
				2050	ネットゼロ	
	カナダ	単年	2005	2030	40-45%削減	
				2035	45-50%削減	
			2050	ネットゼロ		
大洋州	豪州	単年	2005	2030	43%削減	
		複数年	2021-2030		4,377 Mt CO <sub>2</sub> -e	
		単年		2050	ネットゼロ	
	ニュージーランド	単年	2005	2030	50%削減	
		複数年	2021-2030		579 Mt CO <sub>2</sub> -e	
		単年		2050	ネットゼロ	
欧州	EU 加盟国 (EU 全体)		単年	1990	2030	少なくとも 55%削減
				2050	気候ニュートラル	
	EU 非加盟国	スイス	単年	1990	2030	少なくとも 50%削減
				1990	2025	少なくとも 35%削減
					2050	ネットゼロ
	ノルウェー	単年	1990	2030	少なくとも 55%削減	
			1990	2050	90-95%削減	
	英国	単年	1990	2030	少なくとも 68%削減	
		複数年	2033-2037 (5 年毎)		965 Mt CO <sub>2</sub> -e	
		単年		2050	ネットゼロ	

#### 4.1.2. 主要国の NDC 目標への森林・HWP 排出・吸収量の計上方法

本節では、MPG パラグラフ 65-79 に規定された「パリ協定第4条に基づく NDC の実施及び達成の進捗を追跡するために必要な情報」に基づき、調査対象国が BTR 及び CTF-NDC に記載した LULUCF 分野の森林・HWP サブカテゴリーの貢献量の計上方法を分析した(表 4-2)。

パリ協定の NDC 目標への森林・HWP 貢献量の計上方法として、京都議定書の下での計上ルールであった活動ベースを継続している国は、日本とニュージーランドのみであった。その 2 カ国は、森林経営 (FM) 活動による貢献量の計上に参照レベルを継続して適用するとともに、森林減少 (D) 由来の HWP は即時排出としてみなすことも継続している。

米国、豪州、スイス及び英国は、森林・HWP を含む LULUCF 分野について活動ベースの計上から、GHG インベントリ報告の土地カテゴリー別に計上する土地ベースに変更し、基準年と目標年の純排出量(吸収量含む)の差を貢献量として計上するネットーネットアプローチへと移行している。それらの国は、D 由来の HWP も即時排出とはみなさずにネットーネットアプローチを用いて計上していると読み取れる。カナダも活動ベースから土地ベースへ変更しているが、森林・HWP については、「他の土地利用から転用された森林」及び「森林から他の土地利用へ転用された土地」はネットーネットアプローチで計上するのに対して、「転用のない森林」は参照レベルを用いて計上している。EU 及び EU 加盟国も活動ベースから土地ベースへ変更し、森林・HWP については、2025 年までは「転用のない森林」で森林参照レベル (FRL) を用いて計上するが、2026 年以降はネットーネットアプローチを用いた計上へ移行することが決まっている。

なお、ノルウェーも活動ベースから土地ベースへ変更しており、現段階ではグロースネットアプローチを用いて計上するが、追加的な排出・吸収量(計上貢献量)を特定する方法を明確にするための作業が進行中であり今後その方法が報告される予定である。

表 4-2 主要国の NDC 目標への森林・HWP 排出・吸収量の計上方法

地域・連合	国名	基準年	目標年	計上ベース	カテゴリー	土地利用・土地利用変化別の計上アプローチ			
						転用のない森林 (FL-FL) 森林経営(FM)	他の土地利用から転用された森林 (OL-FL) 新規植林・再植林(AR)	森林から他の土地利用へ 転用された土地 (FL-OL) 森林減少(D)	
アジア	日本	2013*	2030	活動ベース	森林	FM 参照レベル(ゼロ)	AR グロスーネット	D グロスーネット	
					HWP	FM 参照レベル	FM に含まれる	即時排出	
北米	米国	2005	2030	土地ベース	森林・HWP	ネットーネット			
	カナダ	2005	2030	土地ベース	森林・HWP	参照レベル	ネットーネット		
大洋州	豪州	2005	2030	土地ベース	森林・HWP	ネットーネット			
	ニュージーランド	2005*	2030	活動ベース	森林 HWP	FM 参照レベル	AR グロスーネット	D グロスーネット 即時排出	
欧州	EU 加盟国(EU 全体)	1990*	2021-2025	土地ベース	森林	森林参照レベル (FRL)	グロスーネット	グロスーネット	
					HWP		グロスーネット	即時排出	
		1990	2026-2030	土地ベース	森林・HWP	ネットーネット (EU 域内の LULUCF 分野全体を対象として 2030 年までに土地ベースでの純吸収量を 2016 年～2018 年の年間平均値と比較して追加的に-42 Mt CO <sub>2</sub> e 増加させる目標を設定)			
	非 EU 加盟国	スイス	1990	2030	土地ベース	森林・HWP	ネットーネット		
		ノルウェー	1990*	2030	土地ベース	森林・HWP	グロスーネット (追加的な排出・吸収量を特定する方法を明確にするための作業が進行中)		
	英国	1990	2030	土地ベース	森林・HWP	ネットーネット			

\* 計上方法としてネットーネット以外のアプローチ(グロスーネット及び参照レベル)を用いる場合、基準年に LULUCF 分野の排出・吸収量は含まれていない。

#### 4.1.2.1 日本

日本は NDC 目標への森林・HWP 排出・吸収量の計上に活動ベースを適用している。FM 活動の計上には参照レベルアプローチを適用しており、森林炭素プールについては、追加的人為性を厳密に捉え、1990 年以降に対象活動(間伐等)が確実に行われている土地のみを計上対象とすることで、京都議定書第2約束期間と同様に参照レベルをゼロと設定している。つまり、FM 活動としては、インベントリの「転用のない森林」のうち、立木地における以下の活動に伴う GHG 排出・吸収量を計上対象としている(AR 活動を除く)。

- 育成林: 森林を適切な状態に保つため 1990 年以降に行われた森林施業(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: 法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置。なお、当該森林から搬出された HWP による炭素蓄積変化量も本活動の計上対象とする。(BTR1 p.154-155)

AR 活動では、1990 年以降に AR 活動があった土地のみを対象にしたグロスネットアプローチを用いている。すなわち、AR 活動では、1989 年末時点で森林ではなかった土地が植林等の人為的活動で 1990 年以降に森林に転用された土地を対象として、成長や森林管理に伴う年間の GHG 排出・吸収量を計上している<sup>30</sup>。なお、森林へ転用する前の土地からの生体バイオマスの炭素蓄積量の損失については、転用前の活動下において計上することと整理している(BTR1 p.81)。

D 活動では、1990 年以降に D 活動があった土地のみを対象にしたグロスネットアプローチを用いている。すなわち、D 活動では、1990 年以降に森林から他の土地利用へ直接的人為的に転用された土地を対象として、森林伐採や整地に伴う年間の GHG 排出量を計上している。なお、転用後の土地における炭素蓄積量の増加等については、転用後の活動下において計上することと整理している(BTR1 p.81)。

FM 活動のうち HWP プールについては、将来予測に基づく参照レベルを適用している。この HWP の参照レベルと森林の参照レベル(ゼロ)の合計を FM 活動全体の参照レベルと設定している。なお、AR 活動の対象森林から搬出された HWP による炭素蓄積変化量も AR 活動の計上対象となるが、FM 活動の対象森林から搬出された HWP と区別が困難であるため、HWP については FM 活動として一括で計上している。また、HWP の計上については、京都議定書第2約束期間と同様に、条約下の HWP 炭素蓄積変化量から D 由来のものを控除している(BTR1 p.81)。

#### 4.1.2.2 米国

米国は NDC 目標への LULUCF 分野(森林・HWP 含む)の排出・吸収量の計上に、土地ベ

---

<sup>30</sup> AR 活動は、インベントリの「他の土地利用から転用された森林」に類似しているが、対象となる時間軸が異なる。AR 活動は 1990 年を起点として一度 AR 活動に分類された土地はそれ以降変更されないのに対して、インベントリでサブカテゴリー「他の土地利用から転用された森林」に分類された土地は、転用後 IPCC デフォルトの 20 年が経過した後はサブカテゴリー「転用のない森林」に分類される。

ースに基づくネット・ネットアプローチを適用している。森林カテゴリーのサブカテゴリー「転用のない森林」には全ての森林生態系プールに蓄積された炭素ストックの純変化及び HWP が含まれている。また、サブカテゴリー「他の土地利用から転用された森林」には、全ての森林生態系の炭素ストックの純変化が含まれる(BTR1 p.2-25)。主なモデル更新として、森林インベントリと分析(FIA)の新しいデータと手法が組み込まれる予定であり、第5回隔年報告書(BR5)以降に報告される予定(BTR1 p.A-269)。

#### 4.1.2.3 カナダ

カナダは NDC 目標への LULUCF 分野(森林・HWP 含む)の排出・吸収量の計上に土地ベースを適用している。管理された森林及び関連する HWP を除く、各 LULUCF サブカテゴリーの計上にはネット・ネットアプローチが適用されている。ただし、森林は、過去の管理と自然攪乱(齢級構成のレガシー効果等)の影響を大きく受けるので、その特殊性を考慮して、管理された森林及び関連する HWP については、森林の齢級構成の影響等を考慮した参照レベルアプローチが適用され貢献量が計上される。この参照レベルアプローチは国際的に合意されており、人為的な管理の経年変化に焦点を当てる科学的に信頼性がある計上方法である(BTR1 p.42)。

#### 4.1.2.4 豪州

豪州は NDC 目標への LULUCF 分野(森林・HWP 含む)の排出・吸収量の計上に土地ベースに基づくネット・ネットアプローチを適用している。LULUCF 分野には、森林、農地、及び管理慣行(地拵え等)から生じる土地利用変化からの排出と吸収が含まれ、植生や土壤に蓄積された炭素に影響を与える。森林カテゴリーには、「転用のない森林」、「他の土地利用から転用された森林」及び HWP も含まれる(BTR1 p.117)。

#### 4.1.2.5 ニュージーランド

ニュージーランドは NDC 目標への森林・HWP 排出・吸収量の計上に活動ベースを適用している。1990 年の活動開始(基準)年より前に成立していた森林については、通常のビジネス慣行(BAU)に基づく参照レベルアプローチを用いて計上される。1990 年以降に成立した AR 林については、長期的に追加的に炭素が固定されたとみなされる量(長期平均(LTA)炭素蓄積量)に達するまでの吸収量が計上される。なお、1990 年以降に成立した森林の純面積は、1990 年以降に新規植林された森林面積から、1989 年以前に成立していた森林が 1990 年以降に減少した分を差し引いて算出される。D からの純排出量の計上は、全ての森林、すなわち 1989 年以前に植林された森林及び 1990 年以降に植林された森林の減少並びに 1989 年以前に成立していた自然林の減少が含まれる(BTR p.79-80)。1990 年より前の参照レベルの計算には HWP プールが含まれており、FM に由来する HWP は参照レベルアプローチを用いて計上される。また、LTA の計算にも HWP プールが含まれており、AR に由来する HWP は 1990 年以降の伐採量に応じて計上される。D については、伐採による地上部バイオマス炭素損失量を、FM:D 及び AR:D に按分

しそれぞれ推定している。なお、D に由来する HWP は即時排出とみなしている (BTR p.374)。

#### 4.1.2.6 欧州連合 (EU)

EU は NDC 目標への LULUCF 分野 (森林・HWP 含む) の排出・吸収量の計上に土地ベースを適用している。2021 年～2025 年までは、土地カテゴリー毎に個別の計上ルールが適用されており、管理された森林 (「転用のない森林」) 及び関連する HWP については将来予測の森林参照レベル (FRL) を用いることで、森林の齢級構成を考慮した管理慣行の変化に基づく貢献量が計上される (NDC1 p.18)。また、「他の土地利用から転用された森林」及び「森林から他の土地利用へ転用された土地」については、グロースネットアプローチを用いて貢献量が計上される (欧州員会 (EC) 共同研究センター (JRC) 専門家への聞き取り結果)。

EU は、改定された EU 目標で、EU 加盟国の LULUCF 分野全体を対象として 2030 年までに土地ベースでの純吸収量を 2016 年～2018 年の年間平均値と比較して追加的に -42 Mt CO<sub>2</sub>-e 増加させる目標を設定している。この目標の達成へ向けては、加盟国間の努力分担規則 (ESR) の下で柔軟性メカニズム、例えば LULUCF 分野のクレジット (credit) を加盟国間で移転可能という救済措置が認められている (4.1.4.2 章で詳述)。また、EU は報告規則の簡素化を行い、2026 年以降、上記の「転用のない森林」における FRL 等の土地カテゴリー毎に個別の計上ルールを完全に廃止する (EU, 2023<sup>31</sup>)。これにより、EU の 2030 年 NDC 目標への LULUCF 分野の貢献量は、他の分野と同様に、基準年と比較したネットアプローチを用いて排出・吸収量が計上されることとなる (EC JRC 専門家への聞き取り結果)。

#### 4.1.2.7 スイス

スイスは NDC 目標への LULUCF 分野 (森林・HWP 含む) の排出・吸収量の計上に土地ベースに基づくネットアプローチを適用している。基準年の値は、(LULUCF を含む) 全分野の純排出量 (吸収量含む) であり、最終的には、2030 年までのデータを対象とした最初のインベントリ報告で定義される。スイスは、環境保全を促進し、参照レベルの設定に影響を与える推定管理手法やその他のパラメータの想定による不確実性を低減するため、2021 年以降、LULUCF 分野の計上にネットアプローチを採用することを決定した (BTR1 p.53,54)。

#### 4.1.2.8 ノルウェー

ノルウェーは NDC 目標への LULUCF 分野 (森林・HWP 含む) の排出・吸収量の計上に土地ベースを適用している。NDC 目標の実施と達成に向けた進捗状況を追跡する出発点となる指標として、基準年 (1990 年) の“LULUCF を除く排出量”を選択した。LULUCF 分野の計上は、グロ

---

<sup>31</sup> European Union (2023) EU Regulation 2023/839 amending 2018/841 as regards the scope, simplifying the reporting and compliance rules, and setting out the targets of the Member States for 2030, and 2018/1999 as regards improvement in monitoring, reporting, tracking of progress and review. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/839/oj>

スーネットアプローチを適用している。ただし、LULUCF 分野における追加的な排出・吸収量を特定する方法を明確にするための作業が進行中である(BTR p.41)。

#### 4.1.2.9 英国

英国は NDC 目標への LULUCF 分野(森林・HWP 含む)の排出・吸収量の計上に土地ベースのネット・ネットアプローチを適用している(CTF-NDC Table1)。

#### 4.1.3. 主要国の森林・HWP カテゴリー、活動に固有の仮定・方法論・アプローチ

本節では、MPG パラグラフ 75(d)の規定に基づき、各国が BTR 及び CTF-NDC に記載した森林・HWP カテゴリー、活動に固有の仮定・方法論・アプローチを分析した。

まず、基準年と目標年を比較するにあたって森林の齢級構成の影響をどう取り扱うかについては、参照レベルやその他のアプローチで補正している国が多い。次に、自然攪乱条項については、山林火災のリスクが高く莫大な排出量が発生することが危惧される国は自然攪乱条項を適用、又は適用可能としている。HWP の算定・計上については、生産アプローチを適用している国が多いが、カナダは単純減衰アプローチ、豪州は蓄積変化アプローチを適用している。また、固形廃棄物処理場(SWDS)中の HWP については、米国、豪州及びニュージーランドが算定・計上対象としているが、その他の国は算定・計上対象としていない(対象外)。

表 4-3 主要国の分野、カテゴリー、活動に固有の仮定・方法論・アプローチ

地域/連合	国名	NDC 目標年	森林の齢級構成の影響	自然攪乱条項	HWP 計上アプローチ	HWP in SWDS	
アジア	日本	2030	考慮している(収穫表)	不適用	生産	対象外	
北米	米国	2030	考慮していない	適用可能	生産	対象	
	カナダ	2030	考慮している(参照レベル)	適用	単純減衰	対象外	
大洋州	豪州	2030	考慮していない	適用	蓄積変化	対象	
	ニュージーランド	2030	考慮している(参照レベル)	適用可能	生産	対象	
西欧	EU 加盟国 (EU 全体)	2021-2025	考慮している(参照レベル)	適用可能	生産	対象外	
		2026-2030	考慮しない	不適用*	生産	対象外	
	非 EU 加盟国	スイス	2030	考慮していない	不適用	生産	対象外
		ノルウェー	2030	考慮している(伐採閾値モデル)	適用可能	生産	対象外
	英国	2030	考慮していない	不適用	生産	対象外	

#### 4.1.3.1 日本

日本は、森林による吸収を齢級構成による炭素吸収量の差異を考慮して算定・計上している。管理された土地における自然攪乱による排出及びその後の吸収を除外する手法(自然攪乱条項)は適用していない。HWP の年間炭素蓄積量の変化による排出及び吸収は生産アプローチに基

づいて算定・計上している(CRT-NDC Table3)。なお、SWDS 中の HWP は算定及び計上に含まれていない(対象外)(CRT Table4.Gs1)。

#### 4.1.3.2 米国

米国は、森林・HWPを含む LULUCF の計上にネットーネットアプローチを適用しており森林の年齢構成の影響は考慮していない(NDC1 p.20)。管理された土地における自然攪乱による排出量及びその後の吸収量については、国家インベントリ報告書(NID)の国別総計に含まれるが、計上にあたっては自然攪乱条項の適用可能性を示唆している。この自然攪乱条項を適用する場合には、基準年(2005年)と目標年(2030年)の両方に同じ方法論が適用される。また、自然攪乱が発生した土地で、その攪乱後に土地利用の変化が起こる場合には CO<sub>2</sub> 及び非 CO<sub>2</sub> 排出量を計上することとし、サルベージ伐採による排出量も計上することとしている。HWP の排出・吸収量は生産アプローチを適用して算定・計上している(BTR p.3-44)。SWDS 中の HWP も算定・計上に含まれており、SWDS 中に貯蔵されている HWP の炭素ストックの純変化を推定するために Skog (2008) が提供する WOODCARB II モデルが使用されている(BTR p.A-269)。

#### 4.1.3.3 カナダ

カナダは、森林からの排出・吸収量を、林齢及び林齢に応じた成長率を含む森林インベントリ情報に基づきモデルで推計し報告している。このため、管理・保全活動又は自然攪乱による森林の年齢構造の変化は、排出・吸収量の推定に反映される。また、人為的介入の及ばない自然攪乱からの回復途上にある森林からの排出・吸収量は人為対象となる森林とは別に追跡されている。HWP の排出・吸収量は単純減衰アプローチを適用して国固有のデータを使用して算定・計上している。この HWP カテゴリーでは、「転用のない森林」及び「森林から他の土地利用へ転用された土地」において収穫された木材から製造された HWP が使用後に廃棄物処分場などへ廃棄される際の排出量が報告される。その排出量には、カナダ国内に加えて他国において消費される国産材由来の HWP が含まれている(CTF-NDC Table3)。

#### 4.1.3.4 豪州

豪州は森林・HWP を含む LULUCF の計上にネットーネットアプローチを適用しており森林の年齢構成の影響は考慮していない。NDC 目標への計上にあたっては、自然攪乱からの排出量及びその後の吸収量については自然攪乱条項を適用している。ただし、GHG インベントリ報告書では、自然攪乱による炭素蓄積変化量を国の排出量合計に含めて報告している(CTF-NDC Table3)。HWP の排出・吸収量は蓄積変化アプローチを適用して算定・計上している。SWDS 中の HWP についても算定・計上対象としている(CRT Table4.Gs1)。

#### 4.1.3.5 ニューージーランド

ニューージーランドは、人工林について参照レベルを適用しており、活動に起因する年齢構成の

動的効果を考慮している。活動開始年(1990年)より前に設立された森林は、通常レベルの参照レベルに基づいて計上される。そのうち人工林については、基準年より前の活動及び慣行に起因する齢級構成の動的効果、及び生産林における通常の森林管理の一環として行われる森林伐採と再生の継続的なサイクルが参照レベルに考慮される。活動開始年(1990年)以降に成立した森林は、長期平均(LTA)炭素蓄積量に達するまで計上される。LTA炭素蓄積量に達した後は、全ての炭素プールと活動を考慮した上で、それ以上の炭素の増減は考慮されない。これは、齢級構成の影響に対処し、森林に長期的に追加的に固定された炭素のみを考慮するためである。

ニュージーランドは、人為的でない重大な事象や状況が発生した場合、自然攪乱条項を発動するオプションを保持している。対象となる自然攪乱の種類は、山林火災、虫害及び病害、異常気象、並びに地質学的攪乱(地震)である。人工林については、全ての被災森林でサルベージ伐採が行われると考えられる。1990年以前の天然林については、地上プロット測定プログラムにより自然攪乱による排出量が(暗黙的に)捕捉される。このため、天然林における自然攪乱による排出量は、山林火災を除いて、他の(人為的な)攪乱事象と分離することはできない。ニュージーランドは、山林火災を除くあらゆる種類の自然攪乱について、ベースラインをゼロと想定している。山林火災による排出量については、2013年KP補足文書(UPCC, 2014)のセクション2.3.9.6に記載されている既定の方法論を用いてバックグラウンドレベルが設定されている(CTF-NDC Table3)。

HWPの排出・吸収量は生産アプローチを適用して算定・計上している(CTF-NDC Table3)。また、自治体の埋立地で処分される固形廃棄物の大半は、不活性廃棄物(57%)と木質廃棄物(13%)で構成されており(BTR p.157)、SWDS中のHWPについても算定・計上対象としている(CRT Table4.Gs1)。

#### 4.1.3.6 欧州連合(EU)

EUは、2025年まで、管理された森林(「転用のない森林」)に将来予測の森林参照レベルを適用しており、管理施業の変化が反映されるよう森林の齢級構成が考慮されている。2021年～2025年の期間において、EU加盟国は植林地及び管理された森林において自然攪乱条項を適用できる。HWPの排出・吸収量は生産アプローチを適用して算定・計上している(NDC1 p.18)。

ただし、EUは2026年以降、LULUCF分野全てのカテゴリーの計上はネットーネットアプローチに変更することが決まっている。このため、EUのCTF-NDCには、「NDCの対象範囲となる排出量及び吸収量を決定するために、EUは管理された土地における排出量及び吸収量を人間活動に起因するものと自然攪乱に起因するものとに分離しない」、「NDCの計上方法において森林の齢級構成の影響は考慮しない」と記載がある(CTF-NDC Table3)。

#### 4.1.3.7 スイス

スイスは、森林の齢級構成の影響を考慮しておらず、自然攪乱条項も適用しない。HWPの排出・吸収量は生産アプローチを適用して算定・計上している(CTF-NDC Table3)。なお、LULUCF分野でのみHWPの緩和効果を算定・計上することとしており、SWDS中のHWPは

算定・計上対象外と読める(BTR1 p.99)。

#### 4.1.3.8 ノルウェー

ノルウェーは、森林の齢級構成の考慮も含めて、LULUCF 分野における追加的な排出・吸収量を記録するための方法論を別途報告する予定。新規植林地及び管理された森林における自然攪乱による排出量及びその後の吸収量は、2001 年から 2020 年の期間における自然攪乱による平均排出量を上回る場合、異常値(バックグラウンドレベル)を除外して計上から除外することができる(自然攪乱条項を適用可)。HWP の排出・吸収量は生産アプローチを適用して算定・計上している(CTF-NDC Table3)。

#### 4.1.3.9 英国

英国は森林・HWP を含む LULUCF 分野の計上に Netto-Netto アプローチを適用しており森林の齢級構成の影響は考慮していない。自然攪乱に由来する排出を除外するアプローチを持ち合わせておらず、自然攪乱条項は適用していない。HWP の排出・吸収量は生産アプローチを適用して算定・計上している(NDC1 p.39)。

#### 4.1.4. 森林・HWP の計上方法に関する国際的議論の動向

本節では、上記 1.1 節～1.3 節で分析した情報並びに森林・HWP の計上方法に関する科学論文及び国際機関等の報告書に基づき、森林・HWP の計上方法に関する国際的議論の動向について、以下の 3 点について取りまとめた。

- (i) カナダの LULUCF 分野(森林・HWP)の計上方法
- (ii) EU の LULUCF 分野(森林・HWP)の計上方法
- (iii) パリ協定締約国の将来的な LULUCF 分野(森林・HWP)の計上方法

##### 4.1.4.1 カナダの LULUCF 分野(森林・HWP)の計上方法

LULUCF 分野は、人間活動と自然現象及びそのプロセス(例えば、山林火災や虫害のまん延)の両方が GHG の排出・吸収量に影響を与えるという点で他の分野と比較してユニークである。また、LULUCF は、国家 GHG インベントリにおいて、CO<sub>2</sub> の排出と吸収の両方を含めることができる唯一の分野である。LULUCF 分野では、5 つの管理された土地カテゴリー(森林、農地、草地、湿地、開発地)と、森林や森林転用と密接に関連する HWP カテゴリーについて、排出源からの GHG 排出量と吸収源による吸収量を推計し報告している。各カテゴリーの純排出量(吸収量含む)は、大気中への CO<sub>2</sub> 及び非 CO<sub>2</sub> 排出量並びに大気中からの CO<sub>2</sub> 吸収量の合計として計算される(BTR1 p.43)。

毎年、国家インベントリ報告書(NIR)は、LULUCF 分野からの排出・吸収量を含む場合と含まない場合に分けて国内の総計を報告している。“国内総排出量(LULUCF を除く)”は、農業、エネルギー、工業プロセス及び製品の使用(IPPU)及び廃棄物分野からの排出量で構成される。

2030年NDC排出削減目標に向けたカナダの進捗状況を報告するために、LULUCF排出量は、「LULUCF計上貢献」と呼ばれるものを追加することにより、国内総排出量に含まれる(BTR1 p.43)。

#### (1) カナダの管理された土地における自然攪乱の計上方法

自然攪乱は、管理された森林やLULUCFの他のサブセクターにおいて、かなりのGHG排出量とその後の吸収量をもたらす可能性がある。2012年にUNFCCCへ提出した文書において、カナダは、2020年目標に向けたGHG排出量の計上にLULUCF分野を含めることを表明した。その際、人為的影響に重点を置いて計上するために、人為的介入の及ばない自然攪乱に起因する排出量及び(回復過程にある森林からの)関連する吸収量は計上から除外することとした(BTR1 p.43)。

2019年12月に提出されたカナダの第4回隔年報告書(BR4)以降、カナダは、「転用のない森林」からの人為的な排出・吸収量を推定するためのアプローチを実践し、自然攪乱の影響を大きく受けた森林からの排出・吸収量は、現在、国家インベントリ報告書(NIR)において個別に追跡されている。カナダのNDCの強化版(2021年7月)では、管理された土地における自然攪乱による排出量とその後の吸収量に対処するためのこのアプローチが改めて示されている(BTR1 A4-74)。

#### (2) カナダの管理された森林及び関連するHWP以外のLULUCFサブセクターの計上方法

カナダのLULUCF計上貢献量は、NIRに示されたLULUCF分野のデータに基づいている。管理された森林及び関連するHWPを除く全てのLULUCFサブセクターについては、報告年と基準年(2005年)の純排出量(吸収量含む)を比較するネットーネットアプローチを用いて計上貢献量が決定される(BTR1 p.43)。なお、植林された土地については、植林当初、GHGインベントリ上では「他の土地利用から転用された森林」に分類され、ネットーネットアプローチを用いて計上される。これまでは、これら植林地は20年が経過した後、GHGインベントリ上で「転用のない森林」に再分類され、参照レベルアプローチを用いて計上されていた。この植林地の再分類とそれに伴う計上方法の変更は、単に林齢によるものであり、植林地の取り扱いについて(一貫性がなく)矛盾をもたらしていた。このため、カナダは、2021年の排出量予測報告書以降、植林地の計上処理に一貫性を確保するため、GHGインベントリ上で「他の土地利用から転用された森林」又は「転用のない森林」のどちらに分類されるかにかかわらず、植林地についてはネットーネットアプローチで計上することとした(BTR1 A4-74)。

#### (3) カナダの管理された森林及び関連するHWPの計上方法

過去の管理や自然攪乱の影響を大きく受けるカナダの管理された森林の独特な特性(年齢構成のレガシー効果)を踏まえ、カナダは、管理された森林(「転用のない森林」とも呼ばれる)及びそこから収穫されるHWPについて参照レベルアプローチを採用している。この参照レベルアプロ

チでは、まず管理された森林及び関連する HWP からの純排出量(吸収量含む)が過去の活動データに基づいて算出され、これまでの森林管理政策及び慣行の継続を反映した排出・吸収量の将来予測が参照レベルとして設定される。次に、報告年の実際の純排出量(吸収量含む)とあらかじめ定められた参照レベル値との差が貢献量として計上される。このため、計上貢献量には、参照レベルで想定された管理の影響と比較した、最新又は最近の管理活動による純排出量(吸収量含む)への影響が反映される。このように、参照レベルアプローチは、UNFCCC で合意された計上の原則、すなわち最近の人間活動の影響に焦点を当てて計上を行うという考え方に沿っている(BTR1 p.43)。カナダの参照レベルのシナリオは、カナダで利用可能な最新の NIR で使用されている過去のデータとの整合性を確保するために毎年再計算がなされる。LULUCF 計上貢献量の算出に必要な追加分析、及び州政府からの森林に関するインプットの提出期限を考慮し、カナダの LULUCF 計上貢献量に関連する過去の排出量は、毎年秋にカナダの排出量予測値とともに報告される(BTR1 p.43)。

#### (4) カナダの LULUCF 分野(森林・HWP)の計上方法のレビュー

2023-24 年にかけて、カナダ天然資源省とカナダ環境・気候変動省は、LULUCF 分野に関するカナダの GHG 計上方法のレビューを実施した。両省は 2023 年 12 月から 2024 年 6 月にかけて、カナダの LULUCF 計上方法に関する決定に情報を提供するため、専門家及びステークホルダーから意見を求めた。両省は、カナダの LULUCF 分野の計上方法を評価するために原則に基づくアプローチをとり具現化すべき 5 つの原則を提案した:(BTR1 A4-75)

- LULUCF 分野の計上推計値が比較可能であること
- LULUCF 分野の計上貢献度のばらつきを最小化すること
- 国際社会との整合性を確保すること
- オープンで明確に伝達されること
- カナダの GHG 削減目標に向けた進捗状況の計上が科学的に信頼できるものであること

このレビューの一環として、両省はカナダの LULUCF 排出量の計上方法について 3 つのオプションの可能性を検討した:(BTR1 A4-75)

- ① 「転用のない森林」及び関連する HWP に参照レベル計上を適用し、その他の土地カテゴリーにはネットーネット計上を適用する現在のアプローチを維持する
- ② LULUCF 分野全体にネットーネットアプローチを採用する(ただし、LULUCF 固有の計上ルール(自然攪乱条項含む)は適用)
- ③ LULUCF 固有の計上ルール(自然攪乱条項含む)を適用せず、カナダの経済全体の GHG 排出削減目標の定量化において、LULUCF 分野を他の全ての分野と同様に扱う

この計上オプションの評価において、レビュー参加者は、提案された原則と各々の分野／管轄区域への影響を考慮し、各計上方法に関連した潜在的な利点と欠点について意見を述べた。全

体として、参加者は①現行のアプローチと③LULUCF 固有の計上ルールを適用しないオプションのどちらを支持するかで意見が分かれ、過半数が①現行のアプローチを支持した。多くの参加者は、上記の計上オプションは実現可能な全てのオプションを包含していると考えたが、一部の参加者からは代替オプションにも提案された(BTR1 A4-75)。

カナダ政府は、内部分析とステークホルダーや専門家からのフィードバックに基づき、LULUCF 計上に関連する国際的・科学的な進展をモニターし続けながら、「転用のない森林」及び関連する HWP に参照レベル計上を適用し、その他の全ての土地カテゴリーにネットーネットの計上を適用する現在のアプローチを維持することを決定した。この決定における重要な要素は、参照レベルアプローチが森林の年齢構造のレガシー効果に対して人為活動の影響を評価するための科学的に信頼できるベースラインを提供できることである。加えて、参照レベルアプローチでは、最近の人為活動の影響に焦点を当てることができるため、「転用のない森林」及び関連する HWP の各年の貢献量の変動をより明確に識別することができる(BTR1 A4-75)。

#### 4.1.4.2 EU の LULUCF 分野(森林・HWP)の目標設定と計上方法

EU 全体での LULUCF 分野の目標は、2030 年に純吸収量を-310 Mt CO<sub>2</sub>-e まで増大させることである。この 2030 年 LULUCF 目標を達成するためには、2016 年～2018 年における LULUCF 分野の純吸収量の年間平均値(約-275 Mt CO<sub>2</sub>-e)と比較して、土地ベースの純吸収量を追加的に-42 Mt CO<sub>2</sub>-e 増加する必要があると予測されている。この 2030 年 LULUCF 目標を達成するために、加盟国は気候変動対策への意欲を高め、土地及び森林の所有者又は管理者に財政支援を行うこと等の追加的な農業及び林業政策を実施することが求められている(EC, 2024a p.26) EU は、2023 年に、EU 規則 2023/83 を公布し(EU, 2023)、以下の通り 2 つの遵守期間を設定し、全分野並びに LULUCF 分野の目標と計上方法が規定されている(表 4-4、図 4-1)。

##### (1) 第 1 遵守期間:2021 年～2025 年 EU の LULUCF 分野の目標設定と計上方法

2021 年～2025 年において、EU 加盟国の目標達成への進捗状況の評価は、土地利用活動の過去のベンチマーク(持続可能な森林経営のための森林参照レベル(FRL)等)を考慮した上で、LULUCF 分野において“計上される”排出量及び吸収量を基に行われる。全ての LULUCF 土地カテゴリーにおいて、加盟国は“負債無し(no-debit)”ルールを遵守しなければならない。つまり、LULUCF 分野において、“計上される”排出量は、“計上される”吸収量を上回ってはならない。もし、ある加盟国が計上排出量を計上吸収量よりも多く報告した場合には、その分だけ“負債(debit)”が発生し、その国は負債無しルールに反していることになる。逆に、ある加盟国が計上吸収量を計上排出量よりも多く報告した場合には、その分だけ“クレジット(credit)”が発生し、負債無しルールを満たしていることになる。なお、ある加盟国に負債が発生した場合には、その国は負債を補填するために様々な柔軟性メカニズムを利用することができる(例えば、他の加盟国からクレジットを購入する等)。全ての柔軟性メカニズムを活用した後でも、第 1 遵守期間に負債が残る場合

には、この負債は当該加盟国の努力分担規則(ESR)口座に移動される(EC, 2024b p.70)。

(2) 第2 遵守期間:2026年～2030年 EUのLULUCF分野の目標設定と計上方法

2026年～2030年において、EUの報告規則は簡素化され、全ての土地カテゴリーにおける報告された排出量と吸収量の合計(純吸収量)に基づくものとなり、過去のベンチマーク(FRL等)は完全に廃止される。このEU報告規則の簡素化により、EUの2030年NDC目標へのLULUCF分野の貢献量は、他の分野とほぼ同様に、基準年(1990年)と比較したネットーネットアプローチを用いて排出・吸収量が計上される(EC JRC 専門家への聞き取り結果)。

表 4-4 EU の気候目標の概要

	国際合意		EU域内法						2050年
	京都議定書	パリ協定	2020年気候・エネルギー対策パッケージ		2030気候とエネルギーに関する枠組み				
			EU ETS	努力分担決定 (ESD)	EU ETS (ETS1)	ETS2 <sup>1)</sup>	努力分担規則 (ESR)	LULUCF	
目標期間年	第2約束期間 (2013-2020年)	2020年より後 (既に有効)	2013-2020年		2021-2030年				2050年
全体の排出削減目標	-20%	2030年の純排出量を少なくとも-55%	1990年比GHG排出量を-20%削減		1990年比域内純排出量を少なくとも-55%削減				気候ニュートラル (排出量と吸収量がバランス)
排出削減目標			ETS排出量を2005年比2020年に-21%	非ETS排出量を2005年比2020年に-10% 加盟国の拘束力のある年間目標値は+20%~-20%の範囲	EU ETS排出量を2005年比2030年に-62%	ETS2排出量を2005年比2030年に-42%	ESD排出量(非ETS1排出量)を2005年比2030年に-40% 加盟国の年間目標は-10%~-50%の範囲	第1遵守期間：2021年～2025年現在の炭素吸収源レベルを維持するため”借方なし (no-debit)”合意 第2遵守期間：2026年～2030年EU全体で2030年までに-310MtのCO2換算量の純吸収を目標とし、各加盟国は2030年までに国内で拘束力のある目標を設定	
基準年	1990年 <sup>2)</sup>	1990年	2005年	2005年	2005年	2005年	計上ルールによる <sup>3)</sup>	適用しない	
			全体排出削減目標としては1990年		全体排出削減目標としては1990年				
対象分野	エネルギー、IPPU、農業、廃棄物、LULUCF	エネルギー、IPPU、農業、廃棄物、LULUCF	発電・熱供給、エネルギー集約型産業	運輸 (航空を除く)、建物、非ETS産業	発電・熱供給、エネルギー集約型産業、航空、海運	建物、運輸及び小規模排出部門 (燃料燃焼による排出等)	国内運輸 (航空運輸を除く)、建物及び非ETS	土地利用・土地利用変化及び林業 (LULUCF)	経済全体 (全分野)

1) 建物、運輸及び小規模排出産業のための ETS2

2) ただし、京都議定書の下での柔軟性ルールに従う。1995年又は2000年を三フッ化窒素 (NF3) の基準年として使用できる。

3) 図 1.1. EU の LULUCF 規則に規定された目標設定及び計上方法、並びに第 1 及び第 2 遵守期間における目標設定と計上方法を参照

(出典) European Commission (2024b) Technical information accompanying the document EU Climate Action Progress Report 2024. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52024SC0249> p.3-4 Table 1.1: Overview of new climate targets as adopted under the Fit for 55 package から抜粋

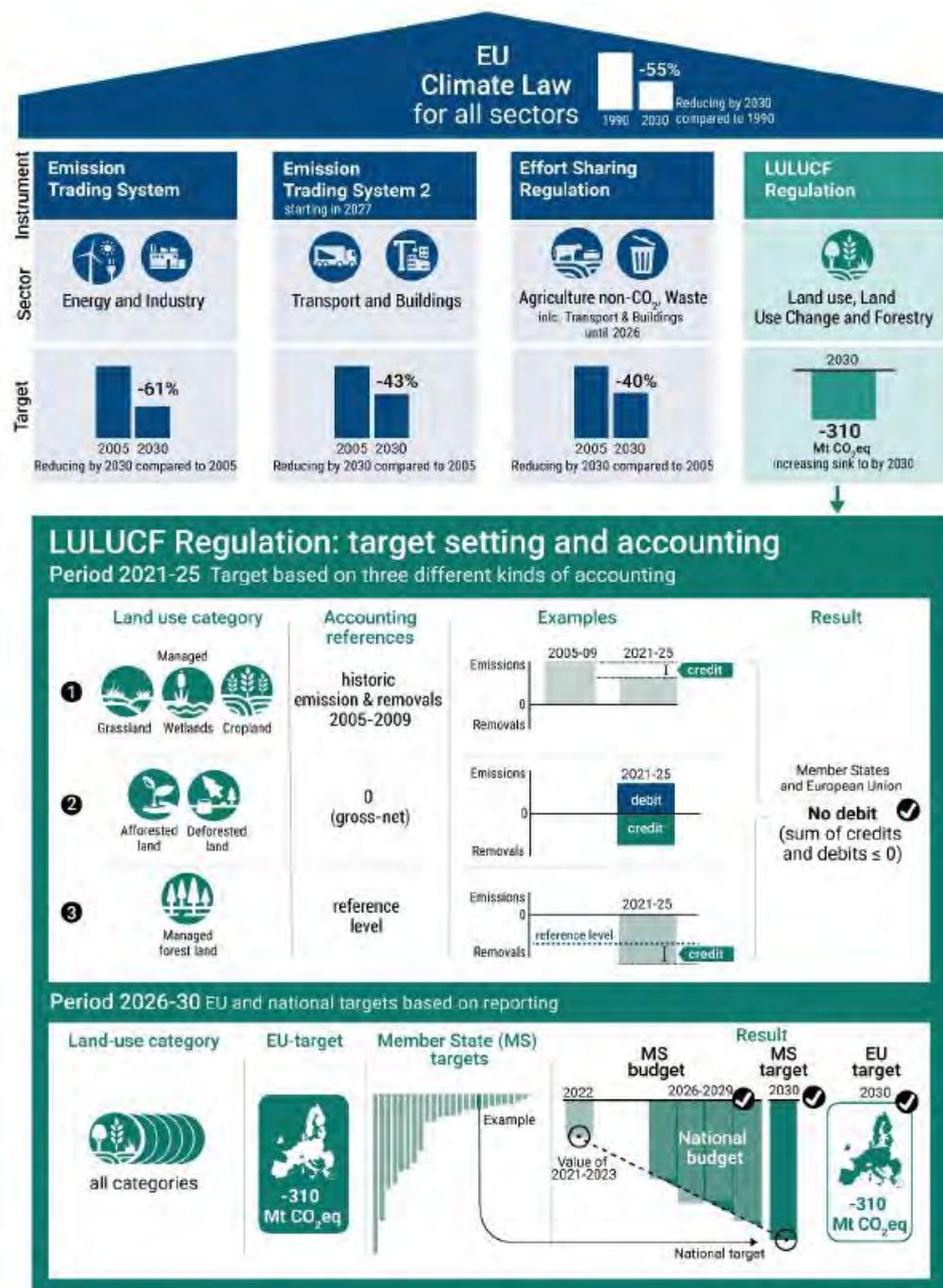


図 4-1 EU の LULUCF 規則に規定された目標設定及び計上方法

(出典) EEA (2024)<sup>32</sup> Figure 8: Overview of EU climate policy architecture and Member States' obligations under the LULUCF Regulation を引用

<sup>32</sup> European Environment Agency (2024) Handbook on the updated LULUCF Regulation EU 2018/841: Guidance and orientation for the implementation of the updated Regulation. <https://climate-energy.eea.europa.eu/topics/climate-change-mitigation/land-and-forests/reports/handbook-on-the-update-lulucf-regulation-v2>

基準年(1990年)におけるEU全体のLULUCF吸収量は-217 Mt CO<sub>2</sub>-eであった(CTF-NDC Table6、図 4-2)。

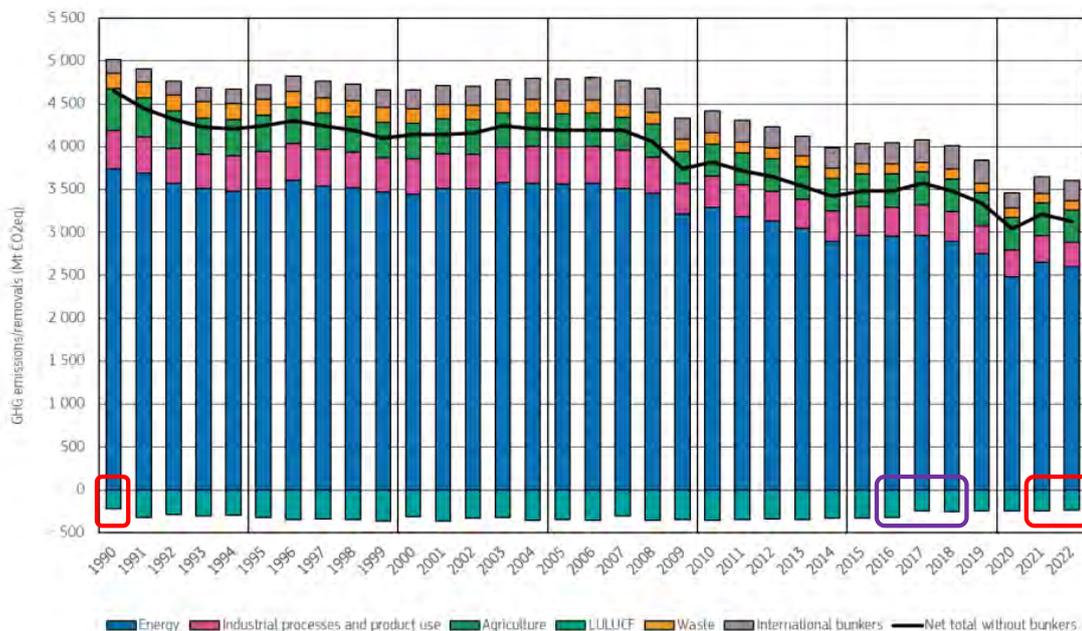


図 4-2 EUにおける分野別 GHG 排出・吸収量(1990-2022)  
(出典) EU BTR1 (2024) Figure 1: GHG emissions/removals in the EU by sector, 1990 to 2022

EUの2030年LULUCF目標(-310 Mt CO<sub>2</sub>-e)は、拘束力のある国別目標として加盟国間に配分される。この国別目標は、加盟国の2016年～2018年におけるLULUCF分野の純吸収量の年間平均値と、EU全体の排出削減目標を加盟国に割り当てる際に使用されたEUの管理された土地の総面積における各国のシェアから導き出されている(EC, 2024a p.26)(図 4-3)。

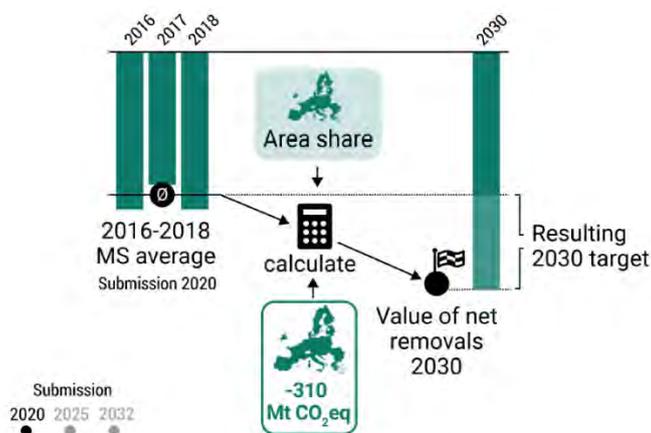


図 4-3 EU加盟国のLULUCF分野2030目標設定の計算例  
(出典) EEA (2024) Figure 10: Example of Member States' target calculation for 2030

この 2026 年～2029 年にかけて、2030 年 LULUCF 目標に到達するために必要な純吸収量の総計は、“割当量(budget)”として定義されており、単年量は 2022 年を起点とし 2030 年を終点とする直線的な内挿で定義されている(図 4-4)。この LULUCF 分野の目標を達成することを目的とした追加的な割当量は、EU 規則の下での柔軟性メカニズムに基づき、一定の条件を満たせば加盟国間で取り引きすることが可能とされている。

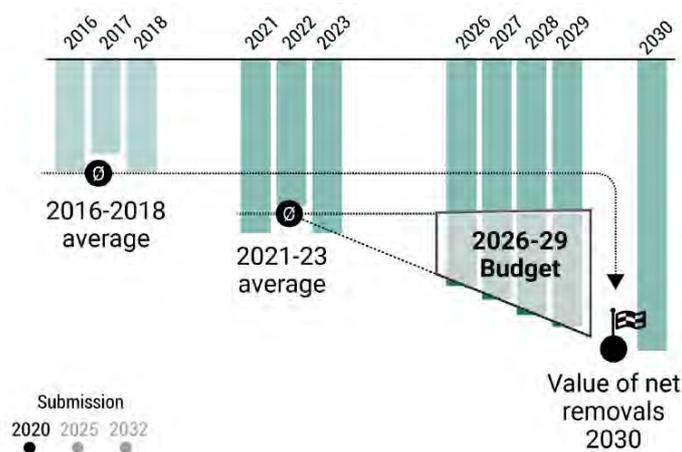


図 4-4 EU 加盟国の LULUCF 分野 2030 目標設定の計算例

(出典) EEA (2024) Figure 11: Example of a Member States' budget calculation 2026-2029

### (3) LULUCF 規則の下で加盟国が利用できる柔軟性メカニズム

LULUCF 規則の下で加盟国が利用できる柔軟性メカニズムがいくつかある。まず、一般的な柔軟性メカニズムとして、努力分担規則(ESR)の下での柔軟性メカニズム、すなわち LULUCF 分野のクレジット(credit)を加盟国間で移転することができる。加盟国が LULUCF 目標(割当量)を達成できない場合、LULUCF 目標達成に必要な量まで、ESR に基づくその他の排出源分野の割当量を LULUCF 分野に移転することもできる。また、加盟国が LULUCF 目標(割当量)を上回る実績を上げた場合には、その分のクレジットを他の加盟国に移転することもできる(EC, 2024b p.70)。次に、2021 年～2025 年においては、EU 全体が“負債無し(no-debit)”の公約を達成することを条件に、加盟国は「管理された森林における柔軟性メカニズム」を利用することができる。加盟国は、ガバナンス規則に基づく長期戦略において、森林吸収源の保全又は増加を確保する措置を盛り込むか、自然撓乱の証拠を提示して将来同様の事象を防止又は緩和する措置を計画することを条件に、森林から計上された超過排出量を相殺することができる(EC, 2024b p.70)。さらに、2026 年～2030 年においては、一般的な柔軟性メカニズムに加えて、EU 全体として 2030 年の目標を達成することを条件に、目標未達成の加盟国が「土地利用メカニズム」を利用できる。これには、自然撓乱に対する補填、気候変動の長期的影響による悪影響、又は土地の吸収における有機土壌の割合が異常に高いことによる悪影響に対する柔軟性メカニズムが含まれる(EC, 2024b p.70)。LULUCF 分野における自然プロセスに起因する不確実性に対処するため、火災、病虫害の発生、暴風雨、異常洪水等の自然撓乱(非生物的要因及び生物的要因)に対する代替

規定は、この改正規則で導入された是正措置に関連して欧州委員会から送られた意見を最大限考慮した加盟国に対して、2032年までに利用可能になる見込みである。ただし、加盟国が利用可能な他の全ての柔軟性メカニズムを全て使い果たし、そのような自然攪乱に対する加盟国の土地の脆弱性を低減するための適切な措置を講じ、LULUCF分野における2030年EU目標が達成されていることが条件とされている(EU, 2023)。

#### (4) EUの森林参照レベル(FRL)の取り扱い

2020年時点でEUの「転用のない森林」の計上に用いられるFRLは、約-300 Mt CO<sub>2</sub>e<sup>33</sup>と見積もられていた(図4-5)。EUのFRLは、2021年以降、自然科学的なエビデンス(森林の年齢構成や過去の伐採強度)を基に推計することとされ(Grassi et al., 2018)<sup>34</sup>、技術的修正も加えられ(Korosuo et al., 2024)<sup>35</sup>、科学的な信頼性は高まっていた。

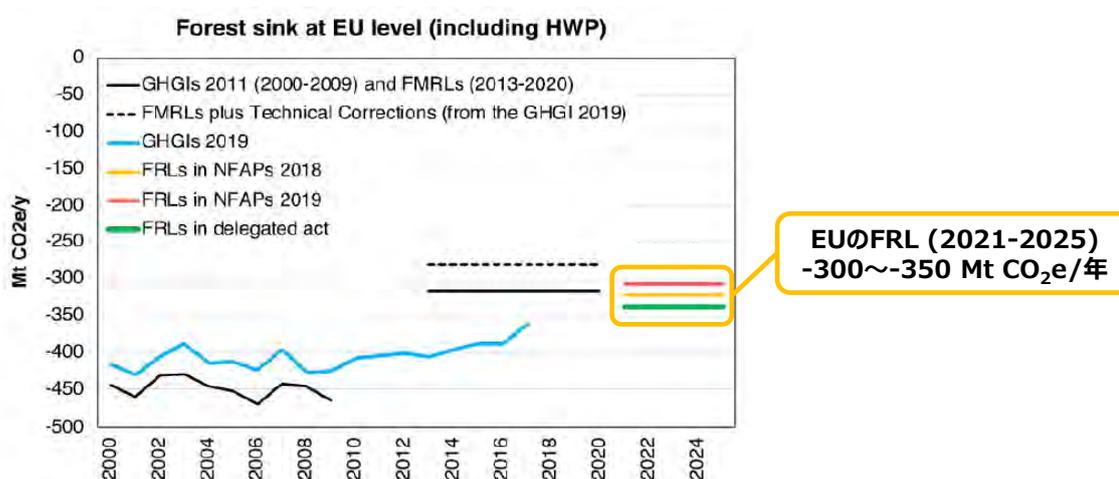


図 4-5 EUにおける森林参照レベル(HWP含む)

(出典)Korosuo et al. (2021)<sup>36</sup>

<sup>33</sup> この FRL 値は、2020 年以降の方法論的改善に伴い更新される予定 (EC, 2024)。

<sup>34</sup> Grassi, G., Pilli, R., House, J., Federici S., and Kurz W.A. (2018) Science-based approach for credible accounting of mitigation in managed forests. Carbon Balance Manage 13(8). <https://doi.org/10.1186/s13021-018-0096-2>

<sup>35</sup> Korosuo, A., Blujdea, V.N., Pilli, R. and Grassi, G. (2024) Technical corrections for the forest reference levels under the LULUCF regulation (EU) 2018/841, Publications Office of the European Union, Luxembourg, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/210485>, JRC138576. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC138576>

<sup>36</sup> Korosuo, A., Vizzarri, M., Pilli, R., Fiorese, G., Colditz, R., Abad Viñas, R., Rossi, S. and Grassi, G. (2021) Forest reference levels under Regulation (EU) 2018/841 for the period 2021-2025, EUR 30403 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-76-32258-0, doi/10.2760/0521, JRC121803. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC121803>

しかしながら、EU 加盟国にとって、FRL の推計及びモニタリング・計上に係る作業が大きな負担となっていた。このため、2026 年以降については、EU の報告規則が簡素化され、全ての土地カテゴリーにおいて GHG インベントリで報告される排出量と吸収量の合計に基づいて LULUCF 分野の純吸収量を計上することとなった。すなわち、土地カテゴリー毎に個別の計上ルール(FRL を含む過去のベンチマーク等)を用いた計上アプローチは完全に廃止されることになった (EC JRC 専門家への聞き取り結果)。

#### 4.1.4.3 パリ協定締約国の将来的な LULUCF 分野(森林・HWP)の計上方法

過去 20 年間の国際的な気候政策交渉において、LULUCF 分野、特に森林・HWP カテゴリーは、先進国の排出削減目標を合意する際に重要な役割を果たしてきた。森林・HWP の貢献量を目標に計上する方法として、京都議定書の第 1 約束期間では特定の林業活動に関する活動ベースのグロスネットアプローチから、京都議定書の第 2 約束期間では、FM 活動に関しては参照レベルアプローチが採用される等、そのルールは急速に変化し、各締約国の目標達成に際してクレジット(credit)又は負債(debit)として大きな影響を与えてきた。(Krug, 2018)<sup>37</sup>。

パリ協定の下では、先進国に加えて途上国も、自ら NDC 目標を設定し透明性を持って進捗を報告することとされている。また、NDC 目標へ LULUCF(森林・HWP)分野の貢献量を計上する方法もその国自身が決めて良いこととされている。Fyson & Jeffery (2019)<sup>38</sup> は、パリ協定締約国が提出した 167 の NDC を評価し分類したところ、LULUCF 分野を NDC 目標へどのように計上しているかに大きなばらつきがあることが判明した。上記 1.1 章～1.3 章で分析した通り、先進主要国の間でも、パリ協定の下で LULUCF(森林・HWP)分野の計上方法に差異がみられる。森林・HWP を含む LULUCF 分野の計上方法を、GHG インベントリ報告の土地ベースに基づき、その他の排出削減分野と同様に基準年と目標年の純排出量(吸収量含む)で比較するネット・ネットアプローチへ移行した国も米国、豪州、スイス、英国等多くみられる。その一方で、日本、ニュージーランド及びカナダは森林経営(FM)又は「転用のない森林」及び関連する HWP の計上に参照レベルを継続適用しており、EU も 2025 年までは森林参照レベルを適用することとしている。このため、各締約国が、LULUCF 分野の計上方法の基礎となる仮定及びそのデータソースをより明確に伝えることは、確実なグローバルストックテイクと野心的な排出削減を確保するために重要となっている(Fyson & Jeffery, 2019)。

「今世紀後半に、GHG 排出源による人為的排出量と吸収源による吸収量のネットゼロを達成する」という合意及び各締約国の NDC2050 ネットゼロ目標は、森林・HWP を含む LULUCF 分野

---

<sup>37</sup> Krug, J.H.A. (2018) Accounting of GHG emissions and removals from forest management: a long road from Kyoto to Paris. Carbon Balance Manage 13, 1. <https://doi.org/10.1186/s13021-017-0089-6>

<sup>38</sup> Fyson C.L. and Jeffery M.L. (2019) Ambiguity in the Land Use Component of Mitigation Contributions Toward the Paris Agreement Goals. Earth's Future: 7(8), 873-891. <https://doi.org/10.1029/2019EF001190>

の吸収による貢献が含まれている。ただし、森林・HWP 排出・吸収量の算定は不確実性が大きく、大規模な森林火災や病虫害等の自然攪乱の影響により莫大な排出量が発生する危険性もある。このため、管理された土地 (Managed land) における直接的人為的影響 (direct human-induced impacts) と間接的人為的影響 (indirect human-induced impacts) 及び自然影響 (natural impacts) を分離して目標へ計上することが重要とされる。そのような状況を鑑み、Krug (2018) は LULUCF 分野の目標を他の分野の目標とは別に表示し報告することを推奨している。実際に、上記 4.1.4.2 章で解説した通り、EU の 2030 年目標では、全体分野における基準年と比較した排出削減目標とは別に、LULUCF 分野の純吸収量を増加させる数値目標 (絶対量) が別枠で設定されており、その他の分野とは別枠扱いとされている。

2030 年以降、2050 年 NDC 目標であるネットゼロの達成へ向けては、基準年と目標年と比較せず、2050 年の単年における排出量と吸収量を相殺してネットゼロを目指すこととなる。このため、森林・HWP を含む LULUCF 分野の純吸収量をいかにして増大するかが重要となる。現行のように、基準年との比較のために森林の年齢構成の影響等を考慮する必要がなくなり、過去のベンチマークに基づく参照レベルアプローチ等の特別な計上方法は不要となる。したがって、森林・HWP を含む LULUCF 分野の計上方法がよりシンプルで科学的に信頼性の高いものとなり、各締約国間の比較可能性も確保されるであろう。ただし、上述の大規模な森林火災や病虫害等の人為影響の及ぶ範囲を超えた自然攪乱については、莫大な排出量が発生する危険性があり、上記 1.4 章で分析したカナダの計上方法や EU 規則に示されているように別途報告し、計上から免除すること (自然攪乱条項) を引き続き検討する必要があると考えられる。ただし、森林・HWP を含む LULUCF 分野の緩和効果を高めるために、管理慣行を改善すること及びその緩和努力に対する追加投資へのインセンティブを高める方策としては、特別な計上方法を利用して方向づけるべきではなく、中長期的な視点で他分野における代替効果や潜在的な純吸収量に関してライフサイクルアセスメント (LCA) を踏まえて貢献度を十全的に考慮し、減税や補助金、並びに民間事業者も参画する排出量 (吸収量) 取引制度等の政治的努力 (政策) によって方向づけられるべきと考えられる。

## 4.2. 主要国の HWP 排出・吸収量の算定方法の更新点

主要国の条約下における HWP 排出・吸収量の算定方法については、昨年度の本事業で詳細に調査済みである。そこで今年度は、HWP 排出・吸収量の算定方法に関して、主要国が 2024 年に提出した GHG インベントリ報告書 (NID) 2024 の再計算と改善点に記載されている昨年度からの更新点のみを抽出した。

### 4.2.1. 日本

HWP 排出・吸収量の再計算と改善について特記事項はないが、再計算の結果 (数値) を提示 (NID 2024 p.10-6)。

#### 4.2.2. 米国

HWP 排出・吸収量の再計算と改善について特記事項なし。

#### 4.2.3. カナダ

HWP カテゴリーでは、以下の要因により再計算が発生した。

- (i) カナダの林産物に関する HWP 推計モデルに用いられている FAO 統計に基づくパラメータの更新
- (ii) HWP 商品転換パラメータの更新
- (iii) 廃棄物焼却活動データの更新
- (iv) 森林伐採データの改善と更新

これらの更新の複合的な影響により、HWP カテゴリーの総排出量は、1990 年には 0.01 Mt CO<sub>2</sub>、2005 年には 0.1 Mt CO<sub>2</sub> と、わずかに下方修正された。また、2021 年には 4.0 Mt CO<sub>2</sub> (+3.1%) と上方修正された (NID 2024 Part1 p.199)。

#### 4.2.4. 豪州

HWP 排出・吸収量の再計算と改善について特記事項なし。

#### 4.2.5. ニュージーランド

国内市場及び海外(輸出市場)において生産・消費される HWP について、ニュージーランド固有の加重半減期が HWP 推計モデルに組み込まれた。この更新に伴う HWP 排出・吸収量への影響は、1990 年には約 43.2 kt CO<sub>2</sub>e の排出量が増加、2021 年には約 157.8 kt CO<sub>2</sub>e の排出量が増加した (NID 2024 p.390)。

##### (1) ニュージーランドの HWP に係る国固有の半減期

ニュージーランド国内で一次加工・消費された製材及び木質パネルは、全体として長寿命の木材製品に加工されている。その一方で、ニュージーランドから輸出された丸太は海外で一次加工され短寿命の木材製品が製造されている。ニュージーランドの 2024 年の GHG インベントリ報告 (NID) では、これまで適用されていた IPCC のデフォルト半減期の代わりに、算定精度を高めるために実施した調査結果 (Wakelin, 未発表) に基づき、製材と木質パネルに国固有の(加重平均)半減期が採用された(表 4-5)。これにより、輸出された HWP も国内消費と同じ割合で廃棄されるという IPCC デフォルト半減期の仮定が改善され、ニュージーランドの HWP の算定が精緻化された。なお、紙・板紙については、消費地が国内・海外(輸出市場)にかかわらず IPCC デフォルトの

半減期 2 年が適用されている (IPCC, 2014)<sup>39</sup>、(IPCC, 2019)<sup>40</sup>。

表 4-5 ニュージーランドの HWP 算定に用いられる半製品の半減期

HWP 加工地	HWP 消費地	半減期 (年)		
		製材 (国固有)	木質パネル (国固有)	紙・板紙 (IPCC デフォルト)
国内で加工	国内で消費	33.6	32.4	2
	海外(輸出市場)で消費	23.6	20.7	2
丸太輸出され海外で加工	海外(輸出市場)で消費	1.4 – 15.5 (輸出先国別)	2.8 – 23.9 (輸出先国別)	2

(出典)ニュージーランド NID (2024)

ニュージーランドから輸出された丸太のほとんどは、輸出先国において建築材や梱包材に加工されている。特に、中国と日本では、梱包材に加工されるものが多いことから、製材と木質パネルの加重半減期は、IPCC デフォルトの半減期と比べて顕著に短い。

表 4-6 ニュージーランドの丸太輸出が海外で加工され海外(輸出市場)で消費される HWP の半減期

Table 6.10.2 Weighted half-lives for harvested wood products produced in export markets

Country	Weighted half-lives		
	Sawnwood	Wood panels	Paper
China	8.3	8.3	2
India	1.4	10.4	2
South Korea	15.5	23.9	2
Japan	3.1	2.8	2
Other	8.3	8.3	2
IPCC default	35	25	2

(出典)ニュージーランド NID (2024)

(2) ニュージーランドの国内で加工され国内で消費される HWP の想定半減期

ニュージーランドの国内で加工され国内で消費される HWP について、2022 年の HWP 種類別の国内丸太消費量と想定半減期に関する調査結果(Wakelin, 未発表)は以下の通り(表 4-7)。

<sup>39</sup> IPCC (2014) 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>

<sup>40</sup> IPCC (2019) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., et al. (eds). Published: IPCC, Switzerland. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

表 4-7 ニュージーランドの国内で加工され国内で消費された HWP の種類別丸太消費量  
(2022 年)と想定半減期

Table A5.2.22 *Harvested wood products type, domestic market roundwood logs volume in 2022 and assumed half-lives for New Zealand*

Product	Sub-product	Volume (million m <sup>3</sup> )	Half-life
PANEL	Plywood – construction	0.0378075	50.3
PANEL	Plywood – formwork	0.0074415	1
PANEL	Plywood – other	0.0297655	34.7
PANEL	LVL – construction	0.117039	50.3
PANEL	LVL – formwork	0.02926	1
PAPER	MDF – floors/ceilings	0.152676	29.1
PANEL	MDF – other	0.039207	18.2
PANEL	Particleboard – floors/ceilings	0.0481835	30.2
PANEL	Particle board – other	0.0441295	20.7
SAWN	Construction	1.2372765	50.3
SAWN	Outdoor	0.5025485	31.6
SAWN	Packaging	0.4640485	4.5
SAWN	Joinery	0.1518405	22.9
SAWN	Decking	0.153859	23.9
SAWN	Furniture	0.07257	15.2
SAWN	Formwork	0.0535145	1

(出典)ニュージーランド NID Annex (2024)

(3) ニュージーランドの国内で加工され海外(輸出市場)で消費される HWP の想定半減期

ニュージーランドの国内で加工され海外(輸出市場)で消費される HWP について、2022 年の HWP 種類別の輸出量と想定半減期に関する調査結果(Wakelin, 未発表)は以下の通り(表 4-8)。

表 4-8 ニュージーランドの国内で加工され海外(輸出市場)で消費された HWP の種類別輸出量(2022 年)と想定半減期

Table A5.2.23 *Harvested wood products type, exported HWP volume in 2022 and assumed half-lives in the export markets*

Product	Sub-product	Volume (million m <sup>3</sup> )	Half-life
PANEL	Plywood – construction	0.011834	62.4
PANEL	Plywood – formwork	0.002367	0.7
PANEL	Plywood – other	0.009467	34.7
PANEL	LVL – construction	0.009467	62.4
PANEL	LVL – formwork	0.010751	0.7
PAPER	MDF – floors	0.0461	34.7
PANEL	MDF – built-ins	0.108038	17.3
PANEL	MDF – door	0.106167	24.3
PANEL	MDF – kitchen/bathroom cabinets	0.106167	13.9
PANEL	MDF – window	0.05961	17.3
PANEL	MDF – other	0.104753	10.8
PANEL	Particle board – wall/ceilings	0.011299	34.7
PANEL	Particle board – other	0.0555395	28.2
SAWN	Construction	0.493773	62.4
SAWN	Outdoor	0.02192	31.6
SAWN	Packaging	0.738288	4.5
SAWN	Joinery	0.368405	22.9
SAWN	Decking	0.004885	23.9
SAWN	Furniture	0.452825	15.2
SAWN	Formwork	0.048168	1

(出典)ニュージーランド NID Annex (2024)

(4) ニュージーランドの輸出丸太が海外で加工され海外(輸出市場)で消費される HWP の想定半減期

ニュージーランドから輸出された丸太が海外で加工され海外(輸出市場)で消費される HWP 及び廃棄物・燃料種類別の輸出量(2015 年)と想定半減期に関する調査結果(Wakelin, 未発表)は以下の通り(表 4-9、表 4-10、表 4-11)。

表 4-9 中国へ輸出された丸太の HWP 及び廃棄物・燃料種類別輸出量(2015 年)と想定半減期

**Table A5.2.24** *Harvested wood products type, waste and fuel product type, exported volume in 2015 and assumed half-lives for China*

Product	Sub-product	Waste/fuel product	Volume (million m <sup>3</sup> )	Half-life
PANEL	Appearance plywood	–	0.1039604	25
PANEL	Construction plywood	Panel (recycled)	1.1435644	2.5
PANEL	–	Burned	1.1435644	0.5
PANEL	Packaging plywood	–	0.2079208	3
–	Plymill residue	Burned	0.0519802	0
PAPER	–	Pulp	0.1559406	2
PANEL	–	Particle board	0.1559406	25
PANEL	–	MDF	0.1559406	25
SAWN	Plymill core	–	0.2079208	2
SAWN	Appearance lumber	Remanufactured	0.9356436	35
SAWN	Construction lumber	Panel (recycled)	1.2475248	2.5
–	–	Burned	1.2475248	0.5
SAWN	Packaging lumber	–	1.1435644	3
–	Slabwood	Burned	0.2079208	0
PAPER	–	Pulp	1.1435644	2
PANEL	–	Particle board	0.2079208	25
PANEL	–	MDF	0.2079208	25
–	Sawdust	Burned	0.1559406	0
–	–	Pellets	0.519802	0
PANEL	–	Particle board	0.1559406	25

(出典)ニュージーランド NID Annex (2024)

表 4-10 韓国へ輸出された丸太の HWP 及び廃棄物・燃料種類別の輸出量(2015 年)と想定半減期

Table A5.2.25 *Harvested wood products type, waste and fuel product type, exported volume in 2015 and assumed half-lives for South Korea*

Product	Sub-product	Waste/fuel product	Volume (million m <sup>3</sup> )	Half-life
PANEL	Construction plywood	Panel (recycled)	0.1841	25.5
PANEL	–	Burned	0.0526	0.5
PANEL	Appearance plywood	–	0.1052	25
PANEL	Plymill residue	MDF	0.2104	25
SAWN	Appearance lumber	–	0.0263	35
SAWN	Construction lumber	Particle board	0.6838	25.5
SAWN	–	Burned	0.1841	0.5
SAWN	Packaging lumber	–	0.3682	3
PANEL	Slabwood	MDF	0.526	25
–	Sawdust	Agriculture	0.1841	0
–	–	Burned	0.0526	0
PANEL	MDF	–	0.0526	25

(出典)ニュージーランド NID Annex (2024)

表 4-11 インドへ輸出された丸太の HWP 及び廃棄物・燃料種類別の輸出量(2015 年)と想定半減期

Table A5.2.26 *Harvested wood products type, waste and fuel product type, exported volume in 2015 and assumed half-lives for India*

Product	Sub-product	Waste/fuel product	Volume (million m <sup>3</sup> )	Half-life
SAWN	Construction lumber	–	0.432	0.5
SAWN	Packaging lumber	Export	0.352	3
SAWN	–	Domestic	0.144	0.5
PANEL	Blockboard	–	0.208	7
–	Slabwood	Fuel	0.224	0
PANEL	Sawdust	Particleboard	0.048	25
–	–	Fuel	0.192	0

(出典)ニュージーランド NID Annex (2024)

#### 4.2.6. 欧州連合 (EU)

HWP 排出・吸収量の再計算と改善について特記事項なし。

#### 4.2.7. スウェーデン

HWP に関しては、前回提出に誤りがあったため再計算を行った。HWP 算定方法論に記載した通り、海外での紙生産における国内産古紙の使用は、EU+英国での生産と貿易のデータに基づいて推計されている。以前の提出資料では、英国での紙生産量には「新聞用紙」というカテゴリ

ーが含まれていなかった。今回提出では、新聞用紙が追加され、時系列が再計算された。さらに、FAO データは 1 年遅れであるため前年の値を使用しているとともに、今後も継続的に置き換えられる(NID 2024 p.452)。

#### 4.2.8. フィンランド

HWP の活動データが最新の統計に基づき更新された。2012 年の化学木材パルプ生産量の誤りを修正し、2012 年以降の時系列を再計算した(NID 2024 p.454)。

#### 4.2.9. ポーランド

HWP の生産データ(FAO コード:1875、1876、1874、1872 の過去の生産データを含む)が更新され、HWP プールの炭素蓄積変化量の再計算が行われた(NID 2024 p.345)。

#### 4.2.10. ドイツ

前年の GHG インベントリ報告書が作成された時点では、HWP 排出・吸収量の算定に必要な 2022 年の HWP 活動データは、FAOSTAT データベースではまだ入手できなかった。このため、2021 年の HWP 排出・吸収量が 2022 年にもそのまま用いられた。本 GHG インベントリ報告書の作成中、FAO データベースが更新され、報告年である 2022 年までの HWP 排出・吸収量を時系列的に算定することが可能となった。この HWP 活動データの更新に伴う再計算の結果、前年に報告された HWP 排出・吸収量は 50%以上減少し、-3,984 kt CO<sub>2</sub>となった(NID 2024 p.792)。

#### 4.2.11. オーストリア

HWP 排出・吸収量の再計算と改善について特記事項なし(Joint Forest Sector Questionnaire(JFSQ)統計は更新されたが、HWP 排出・吸収量に関する再計算はなかった)。

#### 4.2.12. イタリア

HWP 排出・吸収量については、2017-2021 年の木質パネル、2021 年の紙・板紙の FAOSTAT 時系列データが更新された(NID 2024 p.369)。

#### 4.2.13. ポルトガル

HWP 排出・吸収量について再計算は行われなかった。

#### 4.2.14. スイス

HWP 排出・吸収量について、以下の再計算が行われた。

- 2013～2021 年の地域別の活動データが更新された(NID セクション 6.3.1.5 を参照)。AREA5 調査の最新データが組み込まれたことにより、森林地と森林減少の収穫割合に関して若干の再計算が行われた。

- 1990～2021年の森林減少に由来する HWP と森林地に由来する HWP の割合が再計算された。以前の提出では、全ての森林減少エリアにおけるバイオマス損失が考慮されていた。それが最新の提出では、「湿地に転用された森林」(4D2.1)、又は「その他の土地に転用された森林」(4F2.1)から産出された木材が HWP に使用される可能性は極めて低いことから、「農地、草地、及び開発地に転用された森林」(4B2.1、4C2.1、4E2.1)におけるバイオマス損失のみが考慮されるようになった。
- 2018年の針葉樹以外の製材の輸入量及び生産量について FAOSTAT データが更新された。
- 2019年のパーティクルボード及び OSB の輸出量及び生産量、並びに針葉樹以外の製材の輸入量について FAOSTAT データが更新された。
- 2020年の FAOSTAT データについて、産業用丸太(針葉樹及び非針葉樹)、紙、木材パルプ、古紙パルプ、及びあらゆる種類の木質パネルの輸出入量が更新された。
- 2020年の FAOSTAT データについて、産業用丸太(針葉樹及び非針葉樹)及びパーティクルボードの生産量が更新された。
- 2021年、全製品の生産量及び国内シェアのデータソースとして FAOSTAT に代えて国の調査結果が使用された。このため、FAOSTAT の輸出量及び輸入量データは国内シェアの算出に使用されなかった。

HWP 排出・吸収量についての直近の再計算結果と前回提出分の差異は、絶対値で、2018年(20.9 kt CO<sub>2</sub>)、2020年(52.3 kt CO<sub>2</sub>)、2021年(-93.1 kt CO<sub>2</sub>)を除いて、10 kt CO<sub>2</sub>より顕著に小さい。したがって、HWP 純 CO<sub>2</sub> 排出量(吸収量含む)の推移は前回提出とほぼ同じ傾向を示している(NID 2024 p.435)。

#### 4.2.15. ノルウェー

今回の最初の NID では再計算の結果を報告せず、今後の NID で報告する予定(NID 2024 p.10-1)。

#### 4.2.16. 英国

報告されたカテゴリ4Gの全体的な正味 GHG 吸収量は、前回のインベントリと比較して、時系列的に 0.01～-0.21Mt-CO<sub>2</sub>-e(0～-10%)変更が生じている。この変更は、セクション 6.2.7 で述べたように、新規植林・森林減少・木材生産の活動データが更新されたことによるものである。変更点は以下の Table 6.14(表 4-12)に記載の通り(NID 2024 p.414)。

表 4-12 カテゴリー4G (HWP) 前回提出以降の活動データの再計算 (英国のみ)

Table 6.14 4G Category specific recalculations to activity data since previous submission (UK only)

IPCC Category	Source Name	Old 1990 value	Old 2021 value	New 1990 value	New 2021 value	Units	Comment / Justification
4G	HWP produced and consumed domestically	-487.83	-530.06	-489.38	-583.33	Gg C	Updates to forest planting and wood production activity data.
4G	HWP produced and exported	-83.85	-25.60	-84.10	-30.93	Gg C	

(出典) 英国 NID (2024)

## 5. 2035 年森林吸収量目標策定に向けた技術的支援

森林吸収量の算定方法について、収穫予想表等の成長モデルをベースとする方法から NFI データを活用する方法へ移行することを前提として、NFI データ及び全国森林計画等から想定される今後の伐採造林シナリオに基づき、現状、2035 年及び必要に応じてその先の 2040 年、2050 年、2100 年の森林吸収量の予測等を行った。

天然林については、別途林野庁計画課から発注されている「令和 6 年度森林情報の高度化推進に向けた手法検討に関する調査委託事業」において、NFI データ等によって得られた現実林分の材積をベースとして、地域や気候区分毎の天然林の林分成長モデルを作成するための検討が行われることから、当該事業の受託者と連携し、当該事業により開発された林分成長モデルをベースとする天然林の吸収量の算定手法を提案するとともに、現状、2035 年、2040 年、2050 年、2100 年時点の天然林全体の吸収量の推定を行った。

### 5.1. 人工林

森林吸収量を算定するには、単位面積当たりの成長量と森林面積を掛け合わせただけで、拡大係数と FM 率等算定用パラメータを乗じる必要がある。将来の森林面積は主伐、再植林、エリートツリー等の導入、林種異動等政策方針に大きく依存するものであるため、全国森林計画のバックデータを使用した。

成長量については、NFI 実データを基に成長モデルに当て嵌めて成長曲線を作成して求めた。計画森林に対応するため、NFI の生立木(侵入木除く)データを使用して成長曲線を調製する。また、将来吸収量を算定する際は、立木の成長分から主伐量を減じることに注意する必要がある。

上記の方針で調整した成長曲線を図 5-1 に示した。

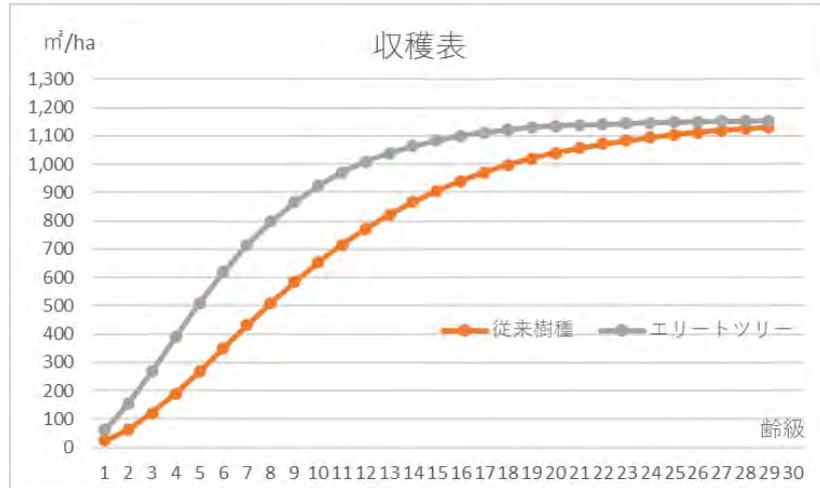


図 5-1 将来予測用の收穫表

※NFI の蓄積/ha は生立木(侵入木除く)のデータを使用

※年齢毎の平均成長量を求める際に、NFI の第 3 期と第 4 期の期間、第 4 期と第 5 期の期間のデータを使用

※年齢毎の平均成長量を基に最小二乗法により Richards 成長曲線を推定

※Richards 成長曲線により年齢毎の收穫表を調製し、エリートツリーの收穫表は、成長が従来樹種の 1.5 倍にして Richards 成長曲線により調製。

## 5.2. 天然林

森林簿に記載されている天然林の林齢等の情報は、人工林に比べて不確実性が高いと考えられることから、別途林野庁計画課から発注されている「令和 6 年度森林情報の高度化推進に向けた手法検討に関する調査委託事業」において、NFI データ等によって得られた現実林分の材積をベースとして、地域や気候区分毎の天然林の林分成長モデルを作成するための検討が行われたので、この成果を利用して天然林の成長モデルを調製した。

成長モデルとしては、Chapman-Richards 関数が採用されている。同関数の基本形は以下の式で表される。

$$y = A(1 - e^{-kt})^{\frac{1}{1-m}} \quad (\text{式 1})$$

ここで、 $y$  は林分材積 ( $\text{m}^3/\text{ha}$ )、 $t$  は林齢 (年)、 $A$ 、 $k$ 、 $m$  はパラメータである (各パラメータの意味は表 5-1 を参照)。上式を用いれば、林分材積と林齢に関する一時点のデータ (スナップショット) からパラメータ  $A$ 、 $k$ 、 $m$  を求めることができる。しかし、天然林の林齢は不確実性が高いことから、Chapman-Richards 関数の微分方程式で表した以下の式を用いることとした。

$$\frac{dy}{dt} = \frac{A^{1-m}k}{1-m} y^m - \frac{k}{1-m} y \quad (\text{式 2})$$

$y$ 、 $t$ 、 $A$ 、 $k$ 、 $m$  の定義は式 1 と同じである。左辺  $dy/dt$  は林分材積の成長率を表す。式 2 では、成長率を求めるために二時点のデータが必要となる代わりに、林齢の情報が必要なくなる。NFI の

データを用いれば、2時点のデータは問題なく得られることから、林齢の情報を必要としない式2を用いることで、式1を用いるよりも信頼性の高いパラメータ推定が可能になると期待される。式2の左辺は、林分成長量と測定間隔( $\Delta t$ )の差分商  $\frac{y(t+\Delta t)-y(t)}{\Delta t}$  によって求めた。式2を全国の天然林プロットのデータに当てはめることで、任意の期首材積に対する平均的な材積成長量および材積の上限を推定した。

なお、式1を変形して、 $t$ を $y$ の式とすれば以下の式3となる。

$$t = -\frac{\log\left[1 - \left(\frac{y}{A}\right)^{1-m}\right]}{k} \quad (\text{式 3})$$

式2で推定されたパラメータ $A$ 、 $k$ 、 $m$ と林分材積 $y$ を式3に代入すれば、対象林分の林齢を逆推定することが可能である。ただし、理論上の林分材積の上限値を表すパラメータ $A$ を、林分材積 $y$ が超えてしまう場合は推定できない(logの中がマイナスとなるため)。

NFI第3期、第4期、第5期のデータを用い、Chapman-Richards関数のパラメータ $A$ 、 $k$ 、 $m$ を推定した。3.1.2で検討した結果を踏まえ、平均値から $2\sigma$ 以上外れた値については異常値として機械的に棄却した。推定結果は表5-1に示すとおりで、パラメータ $A$ にあたる全国の天然林の林分材積の上限値(最終到達量)は $512.2\text{m}^3/\text{ha}$ と推定された。

表 5-1 Chapman-Richards 関数のパラメータ推定結果  
(材積の上限値に地域・林相の差がないと仮定した場合)

パラメータ	単位	意味	平均値
$A$	$\text{m}^3/\text{ha}$	材積の上限値	512.2
$k$	なし	成長速度を規定	0.0190
$m$	なし	代謝スケーリング指数	0.667

この結果をもとに、式1に同じパラメーターを与えると図5-2に示すような成長予測モデルを得ることができる。ここで注意が必要なのは、横軸の林齢は森林簿上の林齢ではなく、成長速度から逆算した仮想的な林齢であることである。

ここで、第4期NFIデータから算出した天然林の平均蓄積は $240.6\text{m}^3/\text{ha}$ であるので、これを第4期中間年2016年の値とすると、第4期中間年の仮想林齢を概ね79年と推定できる。NFI第3期、第5期の実測値もその前後5年に配置して比較すると、概ねモデルに一致していることがわかる(図5-3)。同様に第4期仮想林齢を基準として、2030年、2050年の仮想林齢は、それぞれ93年、113年と推定でき、推定材積は、それぞれ $292.2\text{m}^3/\text{ha}$ 、 $353.1\text{m}^3/\text{ha}$ となる(図5-3)。

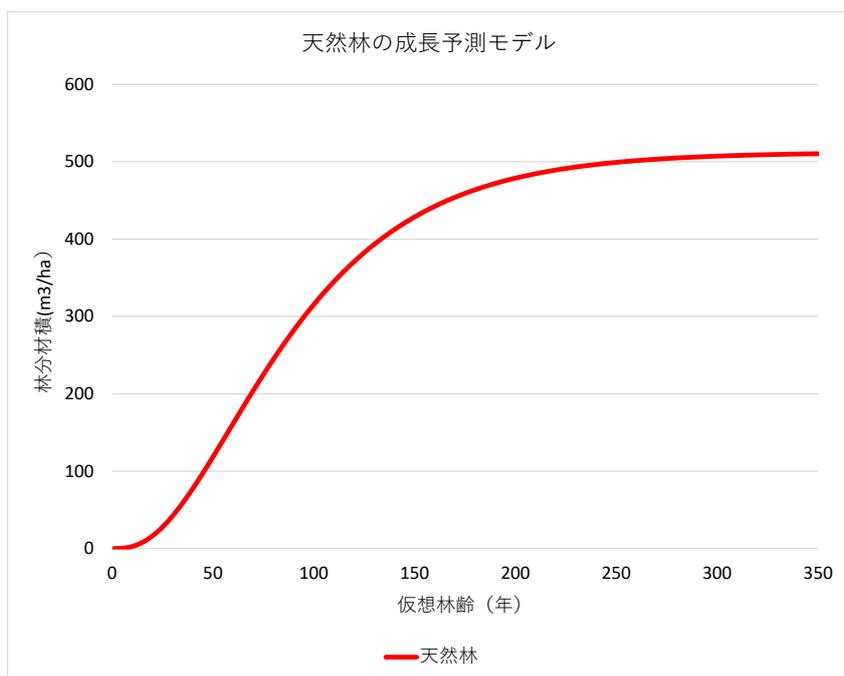


図 5-2 天然林の成長予測モデル

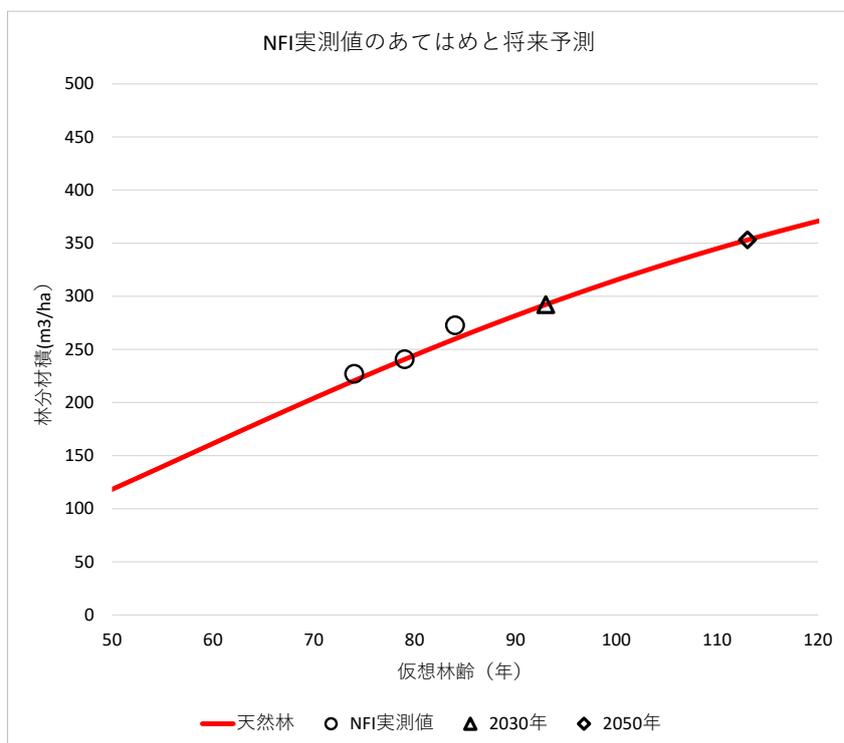


図 5-3 実測値のあてはめと将来予測 (部分拡大)

### 5.3. 森林吸収量目標

森林基本計画の森林の有する多面的機能の発揮に関する目標を踏まえて将来の森林吸収量目標の算定を行った。主要年度の森林吸収量を図 5-4 に示す。

人工林については、全国森林計画のバックデータに基づく森林面積及び主伐面積に収穫表を適用し、成長量と主伐量をそれぞれ求め、その差分から該当年度の森林吸収量を求めた。

天然林については、前節方法を元にデータの棄却等を行ったデータを元に成長モデルを調製し、成長量の差分から該当年度の森林吸収量をまとめた。(天然林における主伐量は別途計算していない)

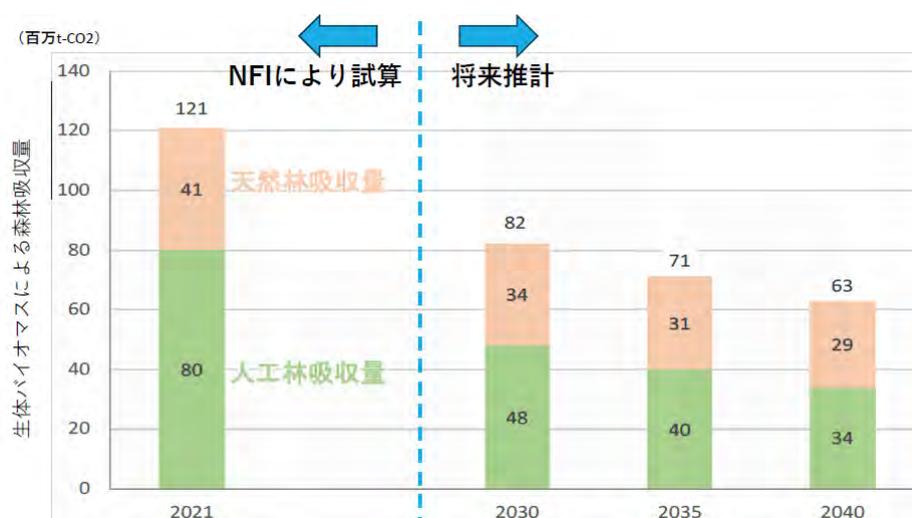


図 5-4 将来主要年度の森林吸収量

※この試算結果はバイオマス部分になる。

※拡大係数は、人工林:0.303、天然林:0.406 で計算

※FM 率は、人工林:0.78、天然林:0.66 で計算

## 6. 我が国の森林吸収量目標の NDC への計上方法の見直しに関する検討

現行の NDC における我が国の森林吸収量は京都議定書第二約束期間のルールを用いて森林経営対象森林(FM 林)を対象として計上している。一方、2050 年までのカーボンニュートラルの達成に向けた経路においては、吸収源の役割として、基準年の削減量に対する一定の削減率の達成に貢献するための追加的吸収量の確保以上に、残余排出を相殺するための総吸収量の確保が重要となる。このため、IPCC ガイドラインやパリ協定下での透明性枠組等の国際ルールとの整合性を踏まえつつ、将来的に全森林の吸収量を NDC の目標達成に計上するための課題を整理し、森林吸収量の計上方法のあり方についてとりまとめた。

### 6.1. 既存の IPCC ガイドライン及び COP やパリ協定の過去の決定事項を踏まえたパリ協定下における森林吸収量の計上ルール

パリ協定の第4条 13 項には、NDC の算定について、「締約国は、国が決定する貢献に関し、人為的な排出量及び除去量の計算を行うに際しては、この協定の締約国の会合としての役割を果たす締約国会議が採択する指針に従い、環境の保全、透明性、正確性、完全性、比較可能性及び整合性を促進し、並びに二重の計上の回避を確保する」、第4条14項には、「締約国は、国が決定する貢献の文脈においては、13 項の規定に照らし、人為的な排出及び除去に係る緩和に関する行動を確認し、及び実施する際に、適当な時は、条約に基づく既存の方法及び指針を考慮に入れるべきである」と規定されている。

また、NDC の策定ガイダンス(4/CMA.1 Annex II)において、NDC の算定にあたっては、IPCC が評価し締約国会議が採択する方法論と共通メトリクスを用いること、方法論の一貫性を保つこと、全ての排出・吸収源カテゴリーを含めるよう努力し一度含めた排出源、吸収源または活動はそれを維持すること、除外した場合は理由を説明すること等も併せて求め、アカウンティングが適切に行われるように求めている。

このように、パリ協定の下で森林を含む LULUCF 分野を排出削減目標へ計上するに当たっては世界共通のルールは存在しておらず、各国がこれまでのルールをベースとして決めることで柔軟な運用ができる透明性のある枠組みである。

### 6.2. 全森林の吸収量を計上する場合の計上アプローチ(グロス・ネット方式、ネット・ネット方式、参照レベルの扱い等)

森林吸収量の計上方式は、大きく分けて、ネット・ネット方式、グロス・ネット方式、参照レベル方式の三つがある。

ネットーネット方式(図 6-1 の A)は、基準年(例えば 1990 年)の純吸収量に対して、約束期間中の純吸収量を比較することにより、その差分が「クレジット」又は「デビット」として計上される方式である。このネットーネット方式では、基準年と比較して純吸収量が増加している場合には「クレジット」が発生するが、減少している場合にはデビットが発生する

グロースネット方式(図 6-1 の B)は、基準年にかかわらず、約束期間中の純吸収量を計上する方式である。このグロースネット方式では、約束期間において、純吸収の場合には、その総量に応じた「クレジット」が発生するが、純排出の場合には、その総量に応じたデビットが発生する。

参照レベル方式(図 6-1 の C)は、将来的な排出量及び吸収量を事前に予測して参照レベルを設定し、約束期間中の実際の排出量及び吸収量と比較することにより、その差分を「クレジット」又は「デビット」として計上する方式である。この参照レベル方式では、参照レベルと比較して純吸収量が多ければ「クレジット」が発生するが、少ない場合にはデビットが発生する。

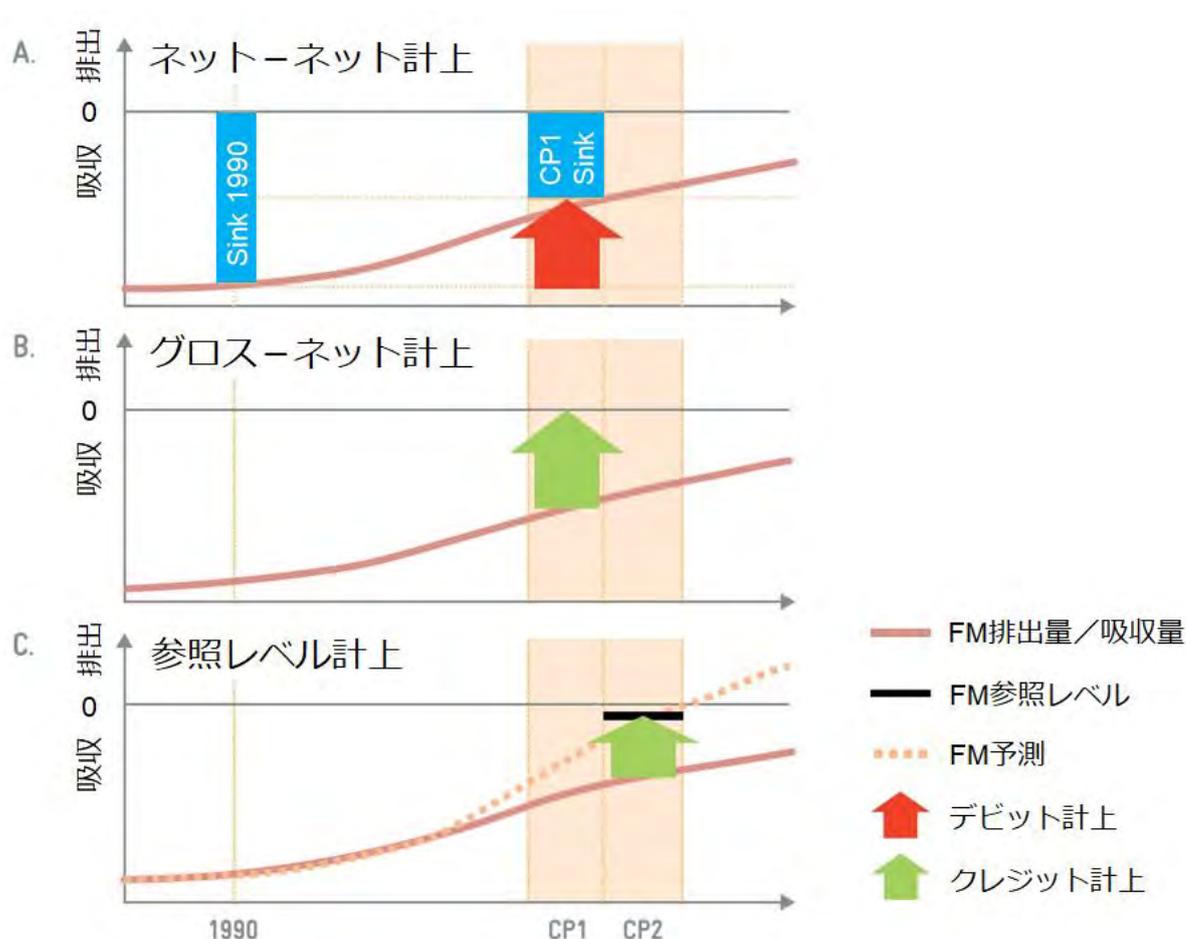


図 6-1 京都議定書の下での森林吸収量の計上方式

出典) Bo'ttcher und Graichen, 2015 の図を引用した Herold and Bo'ttcher, 2018

我が国は、活動ベース/参照レベル方式(参照レベルがゼロ)の計上方法を採用し、実質的に京都議定書の第1約束期間(2008年~2012年)と同じくグロス・ネット方式を現在まで一貫して適用している。

今後、「カーボンニュートラル(CN)の実現」(排出量と吸収・除去量の均衡)をNDC目標に挙げ

る段階になれば、我が国における吸収・除去量の総量を評価する観点から、森林吸収量に関しては、FM 林か非 FM 林か、人為起源か非人為起源かに関わらず、全森林の吸収量をグロス・ネットで計上することが合理的と考えられる。(附属資料 1 第 1 回検討委員会議事録)。

国際的には、こうした議論がほとんど行われていないことから、今後、ネット・ゼロ達成期に向けた計上ルールの在り方について問題提起を行い、合意を得ていく必要がある。

### 6.3. 森林吸収量の計上方法変更による影響

関連課題は 3.1.6 で取りまとめを行った。

### 6.4. 影響を受ける政策や制度

全森林の吸収量を計上する方法への変更により影響を受ける可能性のある施策や制度としては、J-クレジット制度が挙げられる。

#### 6.4.1. J-クレジット制度

##### 1) 制度概要

省エネ・再エネ設備の導入や森林管理等による温室効果ガスの排出削減・吸収量をクレジットとして認証する制度であり、経済産業省・環境省・農林水産省によって運営されている。削減・吸収活動はプロジェクト単位で制度に登録し、モニタリング結果の審査を経てクレジット認証される。

温室効果ガスの排出を削減する技術や方法ごとに排出削減算定方法やモニタリング方法等が規定されており、森林分野では森林吸収量を算定する活動として、3 つの方法論(森林経営活動、植林活動、再造林活動)が承認されている(2024 年 12 月時点)。

吸収量の算定は、「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) 方法論策定規定」では以下の式<sup>41</sup>を定めている。

$$\text{吸収量} = \text{プロジェクト実施後吸収量} - \text{プロジェクト実施後排出量} - \text{ベースライン吸収量} \quad ※1$$

この場合、ベースライン吸収量は、認証対象期間中に適切な森林施業又は森林の保護が実施されない場合の CO<sub>2</sub> 吸収量として、いずれの方法論においても 0 にすることとされている。一方、プロジェクト実施後吸収量は、1990 年以降に施業が行われた育成林やプロジェクト計画に含まれる森林について、J-クレジットの認証対象期間中に施業や保護が行われた場合に算定できるとされている。

これは、いわゆるグロス・ネット方式に該当するものであり、国家 GHG インベントリと整合した考え方によるものである。

J-クレジットにおいて、排出削減量や吸収量をクレジットとして認証できる活動は、我が国の

---

<sup>41</sup> [https://japancredit.go.jp/about/rule/data/07\\_houhouron\\_shinrin\\_v3-2.pdf](https://japancredit.go.jp/about/rule/data/07_houhouron_shinrin_v3-2.pdf)

NDC の目標達成に貢献できるものとされている。このため、ネット・ゼロ達成期とない、残余排出を中和するために吸収・除去量を全量計上するような方法へ移行した場合には、それに合わせて J-クレジットの方法論も見直されると見込まれる。

附属資料 1 第 1 回検討委員会議事録

林野庁主催

1. 【日時】 令和 6 年 9 月 3 日(火) 13:00~15:00
2. 【場所】 農林水産省共有第 3 特別会議室(中央合同庁舎第 4 号館)
3. 出席者名簿

第 1 回委員会(令和 6 年 9 月 3 日)出席者名簿 ※敬称略、委員は五十音順

	氏名	所属	
委員	天野 正博	早稲田大学 人間科学学術院 名誉教授	(現地参加)
	佐藤 淳	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員	(Web)
	丹下 健	東京大学 特命教授	(現地参加)
	中尾 勝洋	(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所 関西支所 森林生態研究グループ 主任研究員	(現地参加)
	古澤 仁美	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 立地環境研究領域長	(現地参加)
	松本 光朗	近畿大学 農学部 環境管理学科 教授	(現地参加)
	溝上 展也	九州大学 農学研究院 環境農学部門 教授	(欠席)
事務局	石井 洋	森林利用課 課長	(現地参加)
	増山 寿政	森林利用課 森林吸収源情報管理官	(現地参加)
	河野 孝典	森林利用課 企画官	(現地参加)
	松本 純治	計画課 調査官	(現地参加)
	塚田 夢人	森林利用課 森林吸収源推進班 課長補佐	(現地参加)
	飯田 俊平	森林利用課 森林吸収源企画班 課長補佐	(現地参加)
	中村 誠	木材産業課 住宅資材班 課長補佐	(現地参加)
	川上 華子	計画課 森林計画官	(現地参加)
	菅原 悠希	森林利用課 森林吸収源推進班 係長	(現地参加)
	山中 基成	森林利用課 係員	(現地参加)
	山之内 留美子	経営企画課 企画官	(Web)
	中山 昌弘	計画課 企画班 課長補佐	(Web)
	熊谷 有理	経営企画課 経営計画班 課長補佐	(Web)
	海老沼 ちひろ	経営企画課 経営計画班 森林環境評価調整官	(Web)
	小倉 俊治	経営企画課 経営計画班 経営計画官	(Web)

	村上 周	森林利用課 吸収源企画班 係長	(Web)
	今井 裕太郎	計画課 全国森林計画班 係長	(Web)

#### 4. 議事概要

資料 4-1、4-2

##### ●FM について

- 京都議定書の定義自体は意味をなさないと思うので、FM の定義の見直しは必要。(各委員)
- これまで FM 調査には過去の履歴を把握するなど手間がかかっていたので、NFI をうまく使いながら、今の状況だけを見て持続可能な状況かを客観的に判断できたら良い。(松本)
- その時その時の状況で FM 率を算定すると、割合は大きく上下することが予想されるので、現状の FM 率をそのまま使っていくという整理もあろう。(丹下)
- NFI を用いた FM 判定は、現地で調査員が迷わないよう明確な判断基準が必要。(古澤)
- 天然林でも原生林と里山林とでは扱いは異なるだろうから、FM 率の集計方法にどのようなものがあるのかを整理してほしい。(中尾)
- 2030 は京都議定書の第 2 約束期間の延長なので、急に FM を取っ払うのは難しい。カーボンニュートラルには直接つながるものではないと認識。(天野)
- FM 率は政策目標であり、透明性をもってわかりやすく説明できていれば良い。天然林の伐採規制を判断基準にするのは少し時代遅れなのかもしれない。(佐藤)
- 森林のクレジットは FM のルールに紐づいているので、J-クレジットの精度をどう変えていくかの整理も必要。活動ベースの仕組みを活かしつつ、軟着陸出来たらと思う。(松本)

##### ●NFI の活用について

- 従来の森林簿と収穫表を用いて算定する方法では統計的な誤差を出すことが出来なかったが、NFI のデータをそのまま使うのは実態に合っていてより科学的な算定になる。(各委員)
- NFI でどのように人為性を判断するかは検討が必要。(天野)
- 人工林は見直しを重ねており、保守的な算定なので問題はないが、今まで見直してこなかった天然林の収穫表と現実の違いについては植生の専門家の意見も含めて議論してほしい。(中尾)
- 吸収量が大きく変わるなら、森林関係者以外の外部への説明をしっかり行う必要。(佐藤)
- NFI を用いて侵入木を追加するという説明だと、侵入木がたくさん入ったほうが吸収量を獲得できるという誤解に繋がる恐れがある。FM 林という整理を組み合わせることで、良い森林を目指すというメッセージになるのではないか。(松本)
- 人工林を混交林や複層林に変えていこうという動きがあるが、今回算定対象に侵入木を含めていこうという中で、森林蓄積の定義を明確にする必要がある。(丹下)

##### ●土壌について

□ 諸外国は風倒被害や山火事があればそれを直接配慮するような算定になっているので、日本も同様の算定になり得るかは検討が必要。枯死木を NFI で評価するか CENTURY-jfos で評価するかは議論が必要。(天野)

□ 現状は間伐等の伐採を念頭に算定していたので、攪乱は考慮に入っていない。全国を念頭に算定を行う事を考えると、攪乱の影響は小さいと考える。CENTURY-jfos の枯死木の量については文献調査と枯死木調査の整合も確認した上でモデルに参入しているが、天然林については細かい樹種情報にはなっていない NFI と同じ地点(末尾が 0 と 5 の点)の調査結果を用いて調整されている。(古澤)

#### ●その他

□ 天然林の幹の蓄積に使用している広葉樹の材積表は正しいのか。(丹下)

□ 拡大係数が 20 年生以上と未満とで区切られているが、高齢級が多い現状では過大評価につながる。拡大係数の林齢区分を増やすなり蓄積別にするなり、高齢級に配慮した見直しが必要。(丹下)

□ 拡大係数は、外国からはなぜモデルにしないのかという質問も受けた。海外は区分がないので、その点は幾らか精緻化しているという整理はあろう。材積表にしる拡大係数にしる、総研が伐りつぶしたデータはたくさんあるので、使えるものもあると思う。(松本)

#### ●将来推計等について

□ 将来推計の方向は問題なく、2050CN を全森林で計算することは理解。(各委員)

□ NFI は諸外国でも活用しているので、各国の例から使えるものがないか調べてみたい。(佐藤)

□ NFI のデータをそのまま使うのは実態に合って良いが、将来予測をするに当たっては収穫表が便利。植生遷移だけでなく、病害によるダイナミックな変化も含めた将来予測はなかなか難しいので大きな技術テーマなのではないか。(松本)

□ 排出側の将来予測には経済動向や人口動態が良く盛り込まれており、森林吸収量の将来予測に当たっては、管理や攪乱に対する影響をどうカウントしていくかが重要。(天野、中尾、古澤)

□ 2050CN を見据えると、広葉樹の蓄積変化の把握が重要。生産量から国内の供給可能量を示してもらうとともに、バイオマス発電の増減や HWP の増減なども含め、政策による吸収量の変化も見せてほしい。天然林吸収量を確保していくための施策の提案もよろしくお願ひしたい。(天野)

□ 天然林吸収量の減少が予想されることが見えてくれば、天然林を若返らせる活動にも繋がる。(松本)

□ 木材製品による排出削減効果を数字で示してほしい。数字で示せれば、それをどんどん増やすことが木材利用の推進へのメッセージにも繋がる。森林の循環利用が温暖化対策には効果が高いということをもっとアピールしたほうが良い。(丹下、松本)

□ 2~3 年かけて見直す内容と、時期 NDC に向けて検討する内容とを整理したほうが良い。(佐藤)

- 全体的に都道府県区分での集計となっているが、細かすぎるのもっと大括りの地域集計や植生区分別などで推移モデルを作ってみてはどうか。(中尾)
- 全国的な評価になるのであれば、攪乱は全国レベルで見たら小さくなるのではないか。(古澤)

附属資料 2 第 2 回検討委員会議事録

1. 【日時】 令和 6 年 10 月 7 日(月) 13:30~16:00
2. 【場所】 東京都千代田区六番町 7 日林協会館 3F(大会議室)
3. 出席者名簿

第 2 回委員会(令和 6 年 10 月 7 日)出席者名簿 ※敬称略、委員は五十音順

	氏名	所属	
委員	天野 正博	早稲田大学 人間科学学術院 名誉教授	(現地参加)
	佐藤 淳	三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員	(現地参加)
	丹下 健	東京大学 特命教授	(現地参加)
	中尾 勝洋	(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所 関西支所 森林生態研究グループ 主任研究員	(現地参加)
	古澤 仁美	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 立地環境研究領域長	(現地参加)
	松本 光朗	近畿大学 農学部 環境管理学科 教授	(現地参加)
	溝上 展也	九州大学 農学研究院 環境農学部門 教授	(現地参加)
林野庁	石井 洋	森林利用課 課長	(現地参加)
	増山 寿政	森林利用課 森林吸収源情報管理官	(現地参加)
	河野 孝典	森林利用課 企画官	(現地参加)
	塚田 夢人	森林利用課 森林吸収源推進班 課長補佐	(現地参加)
	飯田 俊平	森林利用課 森林吸収源企画班 課長補佐	(現地参加)
	中村 誠	木材産業課 住宅資材班 課長補佐	(現地参加)
	川上 華子	計画課 森林計画官	(現地参加)
	菅原 悠希	森林利用課 森林吸収源推進班 係長	(現地参加)
	山中 基成	森林利用課 係員	(現地参加)
	本橋 伸夫	計画課 主席森林計画官	(Web)
	中山 昌弘	計画課 企画班 課長補佐	(Web)
	熊谷 有理	経営企画課 経営計画班 課長補佐	(Web)
	小倉 俊治	経営企画課 経営計画班 経営計画官	(Web)
今井 裕太郎	計画課 全国森林計画班 係長	(Web)	
事	小島 孝文	一社)日本森林技術協会 理事長	
	米 金良	一社)日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ リーダー	

務 局	井上 樹芳	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ
	佐藤 顕信	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ
	平野 晶彦	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ
	崔 華麗	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ

#### 4. 議事概要

##### 議題(1) 森林吸収量の算定・計上方法の見直しについて

###### ●算定用データについて

- 野帳入力ミスは蓄積増加量に影響が大きい。(丹下)
- 森林吸収量算定を精査する際に、3期・4期・5期との連続性を考慮した正確性の判断が必要。(佐藤)
- データ棄却で  $2\sigma$  が妥当。野帳入力ミスは以前あったものの、今後のチェック体制により発生することがないと理解。(松本)
- 継続調査点に条件として絞ったことで使える点数が少なくなる恐れがある。各期の平均値を出す観点で違う測定点を使っても問題がないので、異常値除外方法や平均値の出し方を検討(3→4期の期間が使えない点は、3→5期の期間で使えるかかも)。(古澤)

###### ●FM率について

- 提案のFM率算定方法に賛同。Ryの設定にてついでさらに分析することで理解。(溝上)
- 施業履歴によるFM率判定では、5年内の施業の有無による変動が大きくなる恐れがある。あまた、Ryの下限值設定に心配(松本)
- FM算定方法の変更理由を説明するのは大事。日本は森林に責任をもって管理する中で、Ryが変わったから対象が変わることについては、引き続き議論したい。(天野)

###### ●吸収量算定について

- FM率等が変わることを踏まえて、過去吸収量を遡って計算する方法の検討が必要。(丹下)
- 森林吸収量は既報告値の3倍になると説明が厳しい。遡りには、単純に従来報告値とNFIによる報告値の比率を使って過去に伸ばす方法でもいい。(佐藤)
- (FM)京都議定書の第一約束期間(2008年～2012年)と第二約束期間(2013年～2020年)と似た間隔で、NDCの2030年目標に対して2020～2030年との実施期間になる、実施期間のFM率を示さなければならない、1990年に遡り必要はないと認識。(佐藤)
- ARの土地利用変化の考え方には植林後20年以内に、土地利用変化を受ける特徴が出てくるが、20年以上であれば普通の森林と見なしても良い。(佐藤)

##### 議題(2) 森林吸収量目標設定について

- 天然林はまとめて全国一本で行うことで理解。人工林の将来予測にFM率72%踏襲について、花粉源対策での植え替えの推進など今後政府が描いている植え替えのシナリオを加味すると大き

く変わってくる気がする。(中尾)

□ 将来予測なので、本来政策面からいくと複数のシナリオごとに算定結果を出したほうが林野庁の行政施策としては使えるのではないか(一つのシナリオとしては 2050 年には FM 率を消える)。(天野、松本)

□ 伐採木材の参照レベルについて、現状の使っているものを継続して利用していくという提案だと理解したが、その場合の根拠、なぜそれを使えるのかという対外的な説明が必要。(佐藤)

### 議題(3) 今後の議論の進め方

□ 収穫表の改訂による森林簿の人工林材積はNFIデータとの差が天然林ほどのずれはない。また、伐採した人工林の 4 割弱ほどは天然林に戻った統計データに対して、NFI では明らかな減少傾向が見られない。人工林・天然林の面積を確定せずに NFI だけでやっていくことはいいのかどうか。このあたりは改善できる方法が必要。(丹下)

□ 再造林率を考慮する等の将来予測が必要。(松本)

□ 全体的に NFI ベースで進んでいることに素晴らしい。リモセン技術は格段に精度が向上しており、人工林、天然林、その他の判断は森林簿から脱却し、NFIやリモセンなどを使用する流れになっていく。(溝上)

□ 将来予測する際の FM 率については、基本計画等施策を考慮する必要ある。(中尾)

□ リモセンなどで得られたデータを森林簿に反映することが重要。より正確な森林簿データが大事。(古澤)

□ NFI による森林に入る CO<sub>2</sub> の吸収量と森林簿を切り分けて議論する必要がある。FM 率の出し方を使用する痕跡あるいは法的規制のデータに統計的な精度が必要である。(天野)

□ NFI データに基づき、Ry 値と侵入木の割合を検証する方法で、育成単層林か攪乱か育成複層林かを判断し、Ry の下限値を決める方法を提案。(丹下)

□ NFI 上で伐採された箇所植栽痕跡もないのに、森林簿上で人工林のままになっている場合は、森林簿林種を採用することは対外的に説明できない。林種については、森林簿と比較しながら、両方向を見ながら判断するのは一つの方法かもしれない。(松本)

□ LiDAR や高解像度の衛星データの解釈うまくできるようになった。最新技術を使えば、NFI 調査の 12000 点は数千点でもよいかもしれませんが、それ以外のデータを検証データとして使う。長期的な観点で、衛星データ、LiDAR、地上調査の組み合わせで数年かけて整備してく。(天野)

□ 複数基準でいくつのシナリオで将来予測することは基本(パリ協定の将来予測には、3 種類ある:ウィズメジャーとウィズアディショナルメジャーとウィズアウトメジャー)。(松本、佐藤)

附属資料 3 第 3 回検討委員会議事録

1. 【日時】 令和 6 年 10 月 31 日(木) 13:30~16:00
2. 【場所】 東京都千代田区六番町 7 日林協会館 5F(中会議室)
3. 出席者名簿

第 3 回委員会(令和 6 年 10 月 31 日)出席者名簿 ※敬称略、委員は五十音順

	氏名	所属	
委員	天野 正博	早稲田大学 人間科学学術院 名誉教授	(現地参加)
	佐藤 淳	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 主任研究員	(現地参加)
	丹下 健	東京大学 特命教授	(現地参加)
	中尾 勝洋	(国研)森林研究・整備機構森林総合研究所 関西支所 森林生態研究グループ 主任研究	(現地参加)
	古澤 仁美	(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 立地環境研究領域長	(現地参加)
	松本 光朗	近畿大学 農学部 環境管理学科 教授	(現地参加)
	溝上 展也	九州大学 農学研究院 環境農学部門 教授	(現地参加)
林野庁	石井 洋	森林利用課 課長	(現地参加)
	増山 寿政	森林利用課 森林吸収源情報管理官	(現地参加)
	河野 孝典	森林利用課 企画官	(現地参加)
	松本 純治	計画課 調査官	(現地参加)
	塚田 夢人	森林利用課 森林吸収源推進班 課長補佐	(現地参加)
	飯田 俊平	森林利用課 森林吸収源企画班 課長補佐	(現地参加)
	江崎 五郎	計画課 全国森林計画班 課長補佐	(現地参加)
	越前 未帆	森林利用課 森林炭素取引活性化計画官	(現地参加)
	川上 華子	計画課 森林計画官	(現地参加)
	菅原 悠希	森林利用課 森林吸収源推進班 係長	(現地参加)
	本橋 伸夫	計画課 主席森林計画官	(Web)
	山之内 留美子	経営企画課 企画官	(Web)
	中山 昌弘	計画課 企画班 課長補佐	(Web)
	熊谷 有理	経営企画課 経営計画班 課長補佐	(Web)
	小倉 俊治	経営企画課 経営計画班 経営計画官	(Web)
	林 真智子	計画課 全国森林計画班 係長	(Web)
	今井 裕太郎	計画課 全国森林計画班 係長	(Web)
	村上 周	森林利用課 吸収源企画班 係長	(Web)
山中 基成	森林利用課 係員	(Web)	
事	金森 匡彦	一社)日本森林技術協会 業務執行理事	
	米 金良	一社)日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ リーダー	
	井上 樹芳	一社)日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ	

務 局	平野 晶彦	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ	
	崔 華麗	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ	
	木村 成美	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ	
	佐藤 顕信	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ	
	古田 朝子	一社) 日本森林技術協会 事業部 森林情報グループ	(Web)

## 5. 議事概要

### 議論(1) 森林吸収量算定方法の見直しに向けた課題の整理

(本事業で議論した内容をまとめたと考える。最重要課題であるデータ精査を中心に議論し、以下のコメントを頂いた。)

- 野帳の記載・入力ミスが過去の調整結果(前後調査期の結果)からの成長状況を基に修正するという方法がある。(丹下、松本)
- サンプル母数が大きければ個別の入力ミスの影響が小さくなるので、なるべく多くの測点結果を使うべき。(古澤)
- 統計的には入力ミスが少ないと考えるが、それ以外のミスによるものの精査は課題と認識。(天野)
- 全国ベースで見れば個別入力ミスの影響はすくないかもしれないが、人工林・天然林に分けたうえ、気候帯別に分けていく、さらに  $2\sigma$  ではじいてしまうと、どんどんデータセットの数が少なくなる。この意味で、個別データでも大事に精度向上する必要がある。(松本、天野)

### 議論(2) 森林吸収量算定方法の見直しを踏まえた森林吸収量

- 成長モデルをベースに将来予測吸収量を示している。ただ、NFI ベースでみると将来になっても成長が衰えないので、これで将来予測するとかなり違ってくる。両方検討する必要がある。(中尾、天野)
- 将来吸収量について、天然林の減少は人工林ほどではない理由は天然林の伐採量が少ないからと理解。(丹下)
- IPCC 会議で各国と議論している中で、「CO<sub>2</sub> の濃度が増えているのでモデルで計算すると森林等の成長量がかなり大きく計算される」「CO<sub>2</sub> 施肥効果の影響が物すごく大きく出る」のような話があった。(佐藤)

### 議論(3) 中間とりまとめ(案)

- 森林成長量がこれだけ上振れしていることは、リター等の有機物として土壌に行くので、今後長期的な土壌3プールの動態も引き続き注視することを「6.関連事項」に追加してほしい。(古澤)

### 議論(4) 森林吸収量の見直しに関する FAQ

異議なし





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技術的課題の分析・検討)

報告書  
(令和6年度)

令和7年3月

業務受託：一般社団法人日本森林技術協会  
〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地 TEL:03-3261-5281(代表)

担当者 米 金良

