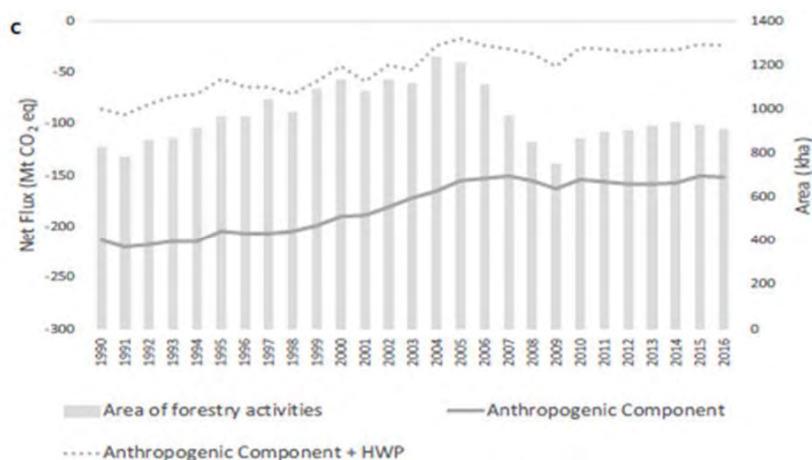


BOX 2.2J 自然攪乱による経年変動を算定するカナダの方法(続き)



【図2.6C】森林管理活動(例 主たる森林伐採面積)に相関する残りの管理対象森林地域でのフラックス(低いIAV)(C) (NIR 2018; Kurz et al. 2018)

105

BOX 2.2K EU法に基づき自然攪乱による経年変動を算定する方法

まだ実施されていない方法論(情報として)

イタリアの森林は自然火災を起こしやすく、大量の排出を引き起こし純CO₂収支に高い経年変動を起こす可能性がある。しかし、国はその大部分が人為的なものによるとしている。

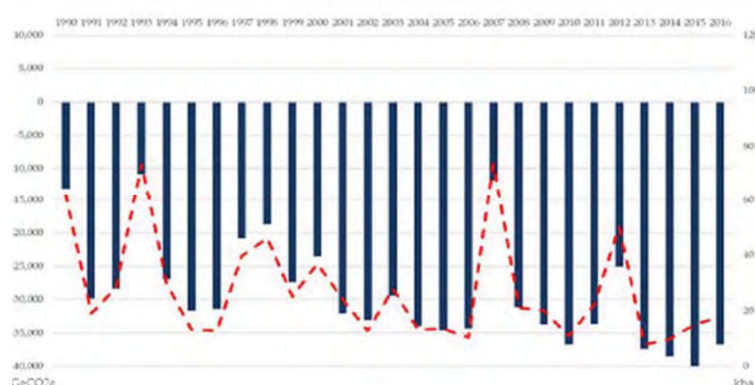
自然火災からの排出量と吸収量を自然的要素と分離するために、自然攪乱の国固有の定義を用いる。自然攪乱とは、大量のCO₂を排出させ、国の土地利用や管理慣行のコントロールを超えて影響を受けない非人為的な事象又は環境である自然火災をさす。

自然火災の特定には、国は自然火災からの年間GHG排出量の過去の時系列における変動性の95%信頼区間外にある統計的外れ値をさがす。

106

BOX 2.2K EU法に基づき自然撓乱による経年変動を算定する方法 (続き)

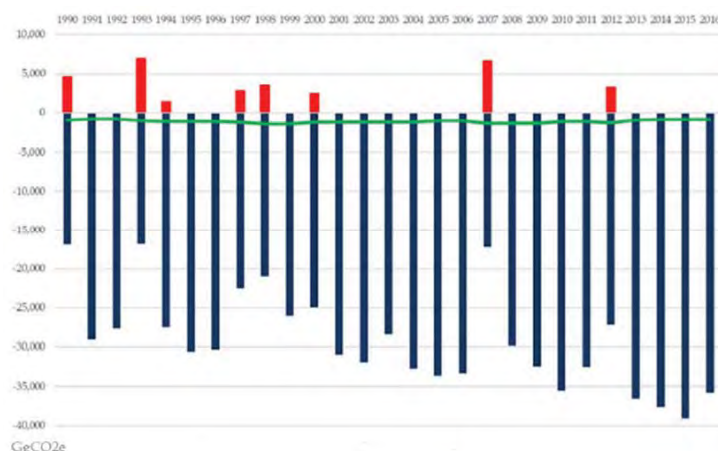
まだ実施されていない方法論(情報として)



【図2.6D】管理された森林の総GHG純排出量(人為的+自然撓乱(ND)及び燃焼面積)の時系列。青い棒グラフ(左のY軸:管理された森林の純吸収源からの年間総GHG排出量(Gg CO₂-e)。赤い破線(右のY軸):燃焼した年間面積(kha)。

107

BOX 2.2K EU法に基づき自然撓乱による経年変動を算定する方法 (続き)



【図2.6E】管理された森林のGHGの純排出量と吸収量の時系列(Gg CO₂-e)。青い棒グラフ(純吸収源):管理された森林からの年間の人為によるGHG純排出量(Gg CO₂-e)。赤い棒グラフ(排出源)とグリーン線(吸収源):管理された森林における自然撓乱からのGHG排出量とその後のCO₂吸収量をそれぞれ分離。時系列の変動係数:0.184。

108

2.6.4 管理地の排出量・吸収量への自然撓乱及び人為的影響の貢献度

- MLPの合計は、管理地での全ての排出量と吸収量の合計を指す
- 透明性
 - 分離された自然撓乱からの排出量とその後の吸収量を特定し、定量化し、報告することを選択した国では、MLPの分離された排出・吸収及び使用されたアプローチ、前提条件、方法を文書化の推奨
 - 自然撓乱の一般的な定義と国のアプローチの一貫性
 - 排出とその後の吸収がMLPレポート内で特定、定量化、分離される自然撓乱タイプ
 - 自然撓乱の定義に関連する要件がどのように満たされるか
 - 人間の行動によって実質的に影響を受ける排出量と吸収量が、自然撓乱の構成要素からどのように除外されるか

109

2.6.4 管理地の排出量・吸収量への自然撓乱及び人為的影響の貢献度

- 自然撓乱につながる発生を防止、管理、制御する実行可能な努力に関する科学的根拠又は証言及び文書
 - 特定の地域、森林タイプ、気候帯における火災の広まっている直接原因を示す研究
 - 撓乱の生じる可能性及び/又は大きさを、低下させるであろう撓乱の発生又は伝播につながる予防措置もしくは修正する要因の適用
 - 撓乱が発生した場合の可能な範囲で撓乱を管理又は制御する努力
- GHGの排出と吸収に対する自然撓乱の影響を特定、定量化、分離するために使用される方法の文書化の推奨
 - 自然撓乱の影響を受ける地域からのCO₂排出量が、その後の吸収によって平衡を保つという予想と一貫していること 等

110

BOX 2.2L 管理地における総フラックスの人為と自然撓乱の要素への自発的分離の例

土地利用カテゴリ	(例) 転用のない森林				
年		初年	・・・	・・・	インベントリ 実施年
MLP下の総面積 (kha)					
炭素ストック変化量	増加量				
	減少量				
	純				
非CO ₂ 排出量	排出量				
純排出/吸収と非CO ₂	計				

111

BOX 2.2L 管理地における総フラックスの人為と自然撓乱の要素への自発的分離の例(続き)

土地利用カテゴリ	例 転用のない森林				
年		初年	・・・	・・・	インベントリ 実施年
自然撓乱の年間面積 (kha)					
自然撓乱に該当する面積 (kha)					
炭素ストック変化量	増加量				
	減少量				
	純				
非CO ₂ 排出量	排出量				
純排出/吸収と非CO ₂	計				

112

BOX 2.2L 管理地における総フラックスの人為と自然撓乱の要素への自発的分離の例(続き)

土地利用カテゴリ	例) 転用のない森林				
年		初年	...	...	インベントリ 実施年
残された管理地面積 (kha)					
炭素ストック変化量	増加量				
	減少量				
	純				
非CO ₂ 排出量	排出量				
純排出/吸収と非CO ₂	計				

113

第2章 Annex

2.A1 鉱質土壌のデフォルト参照炭素ストック量

2.A2 鉱質土壌へのバイオ炭投入による土壌炭素ストック変化量の算定に関する追加情報

114

Annex 2A.1 鉱質土壌のデフォルト参照炭素ストック量

<式2A.1.1> 土壌有機炭素ストック量の算定

$$T_d = \sum_{i=1}^k (\rho_i \cdot P_i \cdot D_i) \cdot (1 - S_i)$$

T_d	= 深さdにわたる有機炭素の総量 (kg/m ²)
ρ_i	= 層iのかさ密度 (Mg/m ³)
P_i	= 層iの有機炭素の割合 (gC/Kg)
D_i	= 層の厚さ (m)
S_i	= 2mmを超える破片の体積

- IPCC Tier1の方法では、0～30cmの土壌の深さの層の変化を考慮する。ただし、0～50及び0～100cmの土壌の深さの層についても最良の算定値が導出された。

115

Annex 2A.2 鉱質土壌へのバイオ炭投入による土壌炭素ストック変化量の算定に関する追加情報

▷ 熱化学変換技術

- バイオ炭：燃焼を防ぐために制御及び制限されたオキシダント濃度の条件下で、バイオマスを超えて350℃を加熱することによって生じる固体の材料。このプロセスは、熱分解又は、ガス化に分類できる。

▷ バイオ炭投入による天然の土壌有機炭素のプライミング

- 土壌へのバイオ炭の添加後、天然の土壌有機炭素の無機化は減少する。長期的には、既存の土壌有機物に対するバイオ炭の影響はないと仮定する。

116

▷ 熱化学変換技術

- バイオ炭：燃焼を防ぐために制御及び制限されたオキシダント濃度の条件下で、バイオマスを350℃を超える温度に加熱することによって生じる固体の材料。このプロセスは、熱分解又は、ガス化に分類できる。

▷ バイオ炭投入による天然の土壌有機炭素のプライミング

- 土壌へのバイオ炭の添加後、天然の土壌有機炭素の無機化は減少する。長期的には、既存の土壌有機物に対するバイオ炭の影響はないと仮定。

▷ バイオ炭投入後の土壌からの亜酸化窒素の放出

- バイオ炭の添加による亜酸化窒素の排出量の減少は、散布後数年で減少する。また、バイオ炭の特性の変化は長期間にわたりゆっくりと発生する。Tier1の方法では、バイオ炭は土壌からの亜酸化窒素の排出を削減しないと想定されている。

▷ 有機質土壌へのバイオ炭の投入

- このガイダンスでは、バイオ炭のともなう有機質土壌の投入の影響を算定する方法は提供されていない。

117

第3章 整合性のとれた土地表現

3.1 イントロダクション

3.2 土地利用カテゴリ

3.3 土地利用面積の表現

3.4 GHG排出量・吸収量算定因数と土地面積の調整

3.5 アプローチに関連する不確実性

3.1 イントロダクション

- 目的
 - インベントリの計算に用いられるデータは、その収集方法や間隔、種類等が異なる。
 - そこで、土地利用カテゴリ及び土地転用を適切・整合的に表現するために、異なるタイプのデータを利用する際のガイダンスを提供。
- 主なステップ
 - 国固有の土地利用カテゴリを定義(3.2)
 - 活動データ作成のアプローチと方法を決定(3.3.1, 3.3.3)
 - 国内の全ての土地エリアを階層化(3.3.6)
 - データの網羅性に留意しつつ、カテゴリ別のデータを取得(3.2, 3.3)
 - 必要に応じて、土地被覆情報をIPCC土地利用・土地利用変化カテゴリに当てはめるためのルールを作成(3.3.5)
 - 必要に応じて、追加情報を収集
 - 土地利用・土地利用変化の面積を推計
 - 面積推計における不確実性を推計(3.5)

3.2 土地利用カテゴリ

- 「土地利用」とは
 - 「土地利用(land use)」: 土地に対してなされる社会経済的利用(農業、商業、住居利用、レクリエーション)。
 - 「土地被覆(land cover)」: 土地の生物物理学的な被覆(裸地、岩石地、森林、建物・道路、湖等)。
 - 属性(Attribution)によって、観察された「土地被覆・土地被覆変化」を「土地利用・土地利用変化」に関連付けることも可能。
- IPCC土地利用カテゴリの特徴
 - 排出量・吸収量算定の基礎として堅固である。
 - 実装可能である。
 - 完全である(国内の全ての土地エリアが土地利用カテゴリに重複なく分類される)。

○ 6つの土地利用カテゴリ

カテゴリ名称	定義・解説
(i) 森林 (Forest Land)	- 国の森林定義の閾値に合致する木本植生のある土地全てを含む。 - 将来的に閾値に達する見込みがあれば含める。
(ii) 農地 (Cropland)	- 農地。 - 森林定義を満たさないアグロフォレストリー地も含む。
(iii) 草地 (Grassland)	- 農地とみなされない放牧地、牧草地。 - 原野、レクリエーション地域、農業的利用地、混牧林等に存在する全ての草地を含む。
(iv) 湿地 (Wetlands)	- 泥炭の採掘エリアと、通年もしくは一時期、冠水又は帯水している土地で、森林、農地、草地、開発地に分類されない土地。 - 貯水池は管理された湿地に、自然河川・湖沼は管理されない湿地に含まれる。その他の湿地下位区分はIPCC Wetland Supplement (IPCC 2014)を参照。
(v) 開発地 (Settlement)	他のカテゴリに含まれない限り、サイズを問わず交通インフラ・住宅地等の開発地全てを含む。国の定義と整合させる。
(vi) その他の土地 (Other Land)	- 他のカテゴリに分類されない、裸地・岩石地・覆氷地等の全ての土地を含む。 - 特定済みの土地面積と、国土面積との調整に用いることも可能。

4

○ 土地利用カテゴリに係る備考

□ 下位区分の推奨

- 各カテゴリに、「管理されていない」下位区分を設けることが推奨される。透明性や転用の追跡を目的。

□ 独自の定義を適用する際の要請

- 独自の定義を適用することも可。ただしデータの調整や、IPCC土地利用カテゴリとの関係性の整理が必要。
- 全国的に指定され、明確に記述され、時間的整合性をもって適用されることが必要。
- 一つの土地ユニットは各年において一つのカテゴリ(もしくは下位区分)としてのみ報告する。

□ 国土面積の増減への対応

- 報告期間中の面積は、前回のインベントリ報告と同面積とする。
- 面積が増加(土地隆起、精度向上等)、減少(海面上昇、精度向上等)した場合は、全ての期間において当該地を追加・除外する。

5

○ 土地利用カテゴリに係る備考(続き)

□ 管理の有無に関する情報

- 「管理された土地(管理地)」と「管理されていない土地(非管理地)」の決定の方法と定義を説明する必要あり。
- ✓ 「管理された土地」: 生産や、環境・社会的機能の発揮のために人間の介入と実践が行われている土地。
- ✓ 「管理されていない土地」: GHG排出量・吸収量の報告は不要。ただし、整合性の維持、人為活動による「管理された土地」への区分変更のため、定量化し経時的に追跡することが推奨される。

□ 経年変動(IAV)の対応

- 国独自の方法を選択する場合には、自然撓乱の被害地域の特定と透明性の高い報告のための方法を記述することが推奨される。

▷ 土地転用

- ガイドンスの完全な適用には、データ収集期間に行われた土地転用の推定が必要。

例) FF = 転用のない森林、LF = 森林に転用された土地

- 報告するのは期末の土地利用カテゴリだが、GHG排出量・吸収量が転用前の土地利用によって異なる場合は可能な限り表現・報告すべき。転用前の土地について詳細データが入手可能であれば、さらに細分化が可能。

例) LC(農地に転用された土地) = FC(森林⇒農地) + GC(草地⇒農地)

- 国の土地利用区分がIPCCカテゴリと一致しない場合は、区分を結合・分割して一致させる必要がある。その手続きや閾値等は報告・特定する必要がある。土地分類システムが変更・新設される際には、IPCCカテゴリとの整合性が求められる。

▷ 土地転用(続き)

- 土地利用カテゴリは、必要に応じて、炭素ストック量変化やGHGの排出量・吸収量の推定方法と整合性を取るため(本巻第2章、第4章、第9章参照)、気候又は生態ゾーン、土壌及び植生タイプ等によってさらに階層化することができる(3.3.6参照)。デフォルトの気候及び土壌分類スキームは、Annex 3A.5に記載。表3.1は、Tier1の排出量・吸収量推定に使用される階層の例。排出量・吸収量推定のためのデータに合わせて土地利用面積を階層化するためのガイダンスは、セクション3.3.6で提供。
- 土地利用・土地利用変化の面積を決定する方法は、特に土地利用カテゴリに最小面積要件が使用される場合、国が適用する定義に従って土地を表現できなければならない。例えば、最小面積の定義が適用されている場合、その最小面積よりも面積が小さくなる又は大きくなった結果として土地利用の変更が発生する場合がある(例:森林の最小面積が1 haの場合は、森林減少で1.0 ha⇒0.9 ha=森林からの転用。植林で0.9ha⇒1.0ha=森林への転用)。こうした方法がインベントリに適用されたとしても、排出量・吸収量の過大・過小推定にならないことを証明することが推奨される(例:排出量・吸収量は実際に転用された面積で計上する)。

▷ 土地転用(続き)

- 場合によっては、既存のマップ又はサンプルユニットの空間分解能が、土地利用カテゴリの定義よりも粗い場合がある(例:森林定義の最小面積が1haなのに、利用可能なデータの最小マッピング単位が5ha)。この場合、小エリアが別のカテゴリとして報告されている、又は、土地転用面積が過小若しくは過大推定されている可能性がある。
- その場合は、過少・過大な報告の程度を評価し、必要に応じて、追加サンプルや補助情報(コンセッション境界、土地転用・土地管理に対する補助金等)で結果を補完し、結果や誤差の検証を行うことが推奨される。データが入手できない場合は、第1巻第5章で提供されている手法を使用することで、データのギャップに対処できる。
- 土地被覆変化情報が使用される場合、一般的に、土地被覆変化を攪乱の要因に割り当て、土地をIPCC土地利用カテゴリに割り当てるために、補助データが必要。通常、この属性のプロセスには、過去・現在の土地被覆、管理慣行、及び報告ルールに関する国固有の決定を含む情報の組み合わせが必要(ボックス3.1a参照)。報告ルールの適用により、国の土地利用変化の分類の一助とすることもできる(ボックス 3.1a参照)。

Box3.1.A. カテゴリ割当事例

IPCC土地利用カテゴリ	考慮事項	例
森林	森林定義	自国の定義を用いることができるが、森林定義の閾値を満たす木本植生のある土地は全て森林カテゴリに含める必要がある。
	森林へ転用された土地としての報告において、必ずしも現時点で森林定義を満たさなくともよい	- 再植林等により新たに森林が造成された場合は、転用時点から森林カテゴリとして分類する。 - 閾値を満たす「可能性」については、①そこに木本植生があること、②その森林タイプが閾値を満たしうること、を検討する。 - 判断に用いた仮定や閾値到達に要する年数を文書化する。
	特定の年／数年において森林定義を満たしていない土地を森林と報告すること	- 主に、①収穫、②攪乱(火災、病害等)が原因。一時的喪失であれば一般的には引き続き森林カテゴリとして報告する。 - 森林定義まで回復しない場合もありうる。そうした場合、転用として扱うまでの猶予期間を決めることができる。その期間は森林タイプ等により異なる。

10

Box3.1.A. カテゴリ割当事例

IPCC土地利用カテゴリ	考慮事項	例
農地	機会主義的／循環型の農業・放牧・休閒活動	気候・土壌・市場条件により、耕作地・放牧地・休閒地の間で農地の管理のあり方が変わることがある。こうした場合、①主な土地利用で報告を継続する、②報告の度に土地利用を移す、という方法がある。
	果樹園・アグロフォレストリー・その他の木本作物	木本作物のある土地が森林定義を満たすことがありうる。国は、どのような木本作物が森林定義を満たす可能性があるかを文書化し、場合によっては農地又は森林カテゴリの下に下位区分を設ける。
草地	森林定義閾値を満たさない木本や草本等を含むエリアを報告すること	国の森林定義を満たす木本植生を含む草地は、森林カテゴリとして報告する。果樹やナツツの木が自生する草地エリアでも同様。

11

Box3.1.A. カテゴリ割当事例(続き)

IPCC土地利用カテゴリ	考慮事項	例
開発地	他の土地利用として分類されうるエリアを報告すること	- 開発地には、都市公園、芝生、都市近郊農園等の被覆を有する土地が含まれる。 - 森林定義を満たす土地 → 森林カテゴリ - 芝生 → 農地・草地カテゴリ(定義を満たす場合) → 開発地カテゴリ(上記以外の場合) - まばらな樹木・草地のある都市エリア → 開発地カテゴリ(森林定義を満たさず、他の土地利用に定義される管理がない場合)
湿地	湿地と水域の分離	- 湿地カテゴリには様々な土地・水路が含まれる。 - 各国は通常自国の湿地カテゴリの定義を採用する。ラムサール条約の湿地マップ等を活用して下位区分を設けることもできる。
	陸域と海域の境界線の確定	- マングローブのように、陸域生態系と海域生態系の境界が不明瞭な地域も多い。 - 他のエリアとの整合性を保つため、通常、合意された国境線によって陸域と海域を分離する。国境の外側の海域生態系において発生した排出量はAFOLUセクターでは補足されない。

12

(表3.1) Tier1での階層化の例

要素	階層
気候 (Annex 3A.5参照)	亜寒帯／乾燥冷温帯／湿潤冷温帯／乾燥温帯／湿潤温帯／乾燥熱帯／湿潤熱帯／多雨熱帯
土壌 (Annex 3A.5参照)	高活性粘土土壌／低活性粘土土壌／砂質土壌／スボディック土壌／火山性土壌／湿地土壌／有機土壌
バイオマス (生態ゾーン) (第4章図4.1参照)	熱帯雨林／熱帯湿潤落葉樹林／熱帯乾燥林／熱帯低木林／熱帯砂漠／熱帯山地／亜熱帯湿潤林／亜熱帯乾燥林／亜熱帯ステップ／亜熱帯砂漠／亜熱帯山地／温帯海岸林／温帯内陸林／温帯ステップ／温帯砂漠／温帯山地／寒帯針葉樹林／寒帯ツンドラ林／寒帯山地／極域
管理方法 (複数適用の場合あり)	集約的耕起／減耕起／不耕起、 長期栽培、多年生樹木作物、石灰散布、 高／中／低投入耕作、 改良草地、未改良草地

13

3.3 土地利用面積の表現

○ 3つのアプローチ

アプローチ1: 土地利用カテゴリごとに面積の変化を特定。転用の性質と面積に関する情報は提供しない。

アプローチ2: カテゴリ間の転用を追跡。時系列での追跡は不可。

アプローチ3: 転用を空間的に時系列で追跡できるように拡張。

○ アプローチの選択

□ データの利用可能性と品質、土地利用や転用のパターン、土地管理、生態系の特性、排出量算定方法等、国の状況を考慮して選択。

□ 国内の地域や状況に応じてアプローチを併用可能。ただし、併用方法の説明、網羅性・整合性の証明、誤配分防止策が推奨される。

○ 過去のトレンド

□ 土地利用の過去のトレンドの影響を考慮し、枯死有機物・土壌有機炭素が平衡に達するまでの履歴が必要(デフォルトで20年)。

□ その移行期間終了後は、「転用された土地」から「転用のない土地」に移る。

14

3.3 土地利用面積の表現

▶ 時系列

○ インベントリには、少なくとも2時点の土地利用面積データが必要。

○ アプローチ1の場合、過去の土地利用が不明なので、仮定が必要だが、排出量・吸収量の過小評価を招く可能性がある。

○ 土地利用カテゴリ・転用データの時系列的整合性の重要性。

□ 方法の変更によって生じた人工的な変動は、実際の土地転用には含めない。

□ 管理地と非管理地の定義・推定の整合性。

▶ 炭素ストック推定における土地面積の整合性

○ 非管理地から管理地への転用による見かけの炭素ストック増加を、実際の炭素ストック増加と区別する必要あり。管理地の面積が変化する度、インベントリ時系列全体での再計算が必要となる。

○ インベントリ時系列全体の排出量・吸収量の推定の基準として、土地の最大面積を使用。非管理地の間は炭素ストック変化量はゼロなので、管理地となった年から推定に影響する。

15

▶ データの入手可能性

- 新たにデータ収集が必要になる場合、以下のガイダンスを参照。
 - Annex 3A.2.4: リモートセンシング技術に関するガイダンス
 - Annex 3A.3: サンプルング技術に関する一般的なガイダンス
 - Annex 3A.4: 位置明確なデータセットに関するガイダンス
- 必要なデータが全国的に入手できない場合、外部データを利用可 (Annex 3A.1参照)。ただし、通常土地被覆のみのデータで、土地利用のデータではないこと、不確実性算定に使用できるデータであることに留意が必要 (3.3.5、3.5を参照)。

- 留意事項
 - 既存のそれぞれのデータベースの定義と土地利用カテゴリで用いる定義との調和を図ること。
 - 使用する土地利用カテゴリで、関連する全ての活動を特定できるようにすること。
例) 管理された森林と管理されていない森林を区別できる。
 - データ取得方法の信頼性、文書化の適切さ(方法・時期・規模・ソース)の確認。
 - カテゴリ定義の一貫した適用。定義の変更がある場合は再計算。
 - 不確実性推定の準備。
 - インベントリの時系列全体での国土面積の整合性の確認。
 - 土地分類データベースの面積の合計が国の総面積と一致するか評価。
 - 窒素肥料の使用、石灰施用、収穫された木材製品等、全国の集計データのみが入手可能な活動については、土地利用分類なしで全国レベルの排出量・吸収量を算定する。

アプローチ1: 転用を含まない総面積

- 特徴
 - 国境等の定義された範囲内の土地利用面積の合計を表す。
 - 時系列で追跡できるのは、土地利用面積の純変化のみ。
- データセット
 - 他の用途のデータセットを組み合わせる場合が多いので、定義の違い等による二重計上や計上漏れへの対処が必要。
- 留意事項
 - 各カテゴリの転用面積は、2時点間での面積の差。カテゴリ間の転用は、補足データがない場合は特定不可。
 - 算定方法論に必要となるので、「転用のない土地」と「転用された土地」の区分に分類することが望ましい。「転用のない」カテゴリのみで報告した場合、特定のカテゴリでは排出量の過大／過小評価が起こりうるが、別のカテゴリで相殺される。
 - 土地利用と関連付けずに国家統計に基づいて非CO₂排出量を報告することは許容される。

アプローチ1: 転用を含まない総面積

(表3.2) 全国の土地利用データの事例

時点1	時点2	時点1・2間での 純転用面積
森林＝18	森林＝19	森林＝＋1
草地＝84	草地＝82	草地＝－2
農地＝31	農地＝29	農地＝－2
湿地＝0	湿地＝0	湿地＝0
開発地＝5	開発地＝8	開発地＝＋3
その他＝2	その他＝2	その他＝0
合計＝140	合計＝140	合計＝0

(表3.3) アプローチ1のデータの階層化事例

土地利用カテゴリ	期首面積	期末面積	純変化面積	状況
森林計	18	19	+1	
森林（非管理）	5	5	0	推定に含まず
森林（温帯内陸林）	7	8	+1	期末面積で推定
森林（北方針葉樹林）	6	6	0	転用なし。管理形態等で階層化
草地計	84	82	-2	
草地（非改良）	65	63	-2	転用あり。管理形態等で階層化
草地（改良）	19	19	0	転用なし。管理形態等で階層化
農地計	31	29	-2	転用あり。管理形態等で階層化
湿地計	0	0	0	
開発地計	5	8	+3	
その他計	2	2	0	推定に含まず
合計	140	140	0	

20

○ 特徴

- 特定の土地利用カテゴリの純減・純増及び転用の評価を提供。
- ただし転用の位置情報は追跡不可。
- このアプローチによって、土地転用マトリックスが得られる。

○ 排出量推定・面積操作

- 任意のカテゴリ間の転用に応じた排出係数・吸収係数を選択可。
- インベントリ作成年において転用がなかった土地においても、過去一定期間（土壌有機炭素が平衡に達する年数、IPCCデフォルト値は20年）の間に“転用があった土地”と、“転用がなかった土地”の下位区分を設けるべきである。この場合、ある年の転用面積は移行期間が終了した21年後には“転用なし”の面積に移転する。

21

(表3.6) 土地転用マトリックスの事例(簡易版)

転用前 転用後	森林	草地	農地	湿地	開発地	その他	期末計
森林	15	3	1				19
草地	2	80					82
農地			29				29
湿地				0			0
開発地	1	1	1		5		8
その他						2	2
期首計	18	84	31	0	5	2	140

○ 特徴

- 空間的及び時間的に整合性があり、明示的であること。
- サンプルング/マッピングの設計とデータ処理・分析方法がアプローチ3と見なせるものであること(表3.6A)。
- 手法の選択や処理方法は、各国の状況や、炭素蓄積量変化・排出量・吸収量推定の方法論に応じて決定。
- GISの分析ツールを使用して複数のデータセットを繋げることで、特定の土地について転用前後の状態を詳細に記述することが可能。
- 特に、Tier3の排出量算定方法論において、土地利用カテゴリ(及び転用)と、土壌タイプ・植生タイプごとの炭素排出・吸収係数を組み合わせる事によって、排出量推定を改善することができる。
- アプローチ3用のデータセットの準備方法はAnnex3A.4を参照。

3.3.2 土地表現のためのデータ

○ 図3.1の活用方法

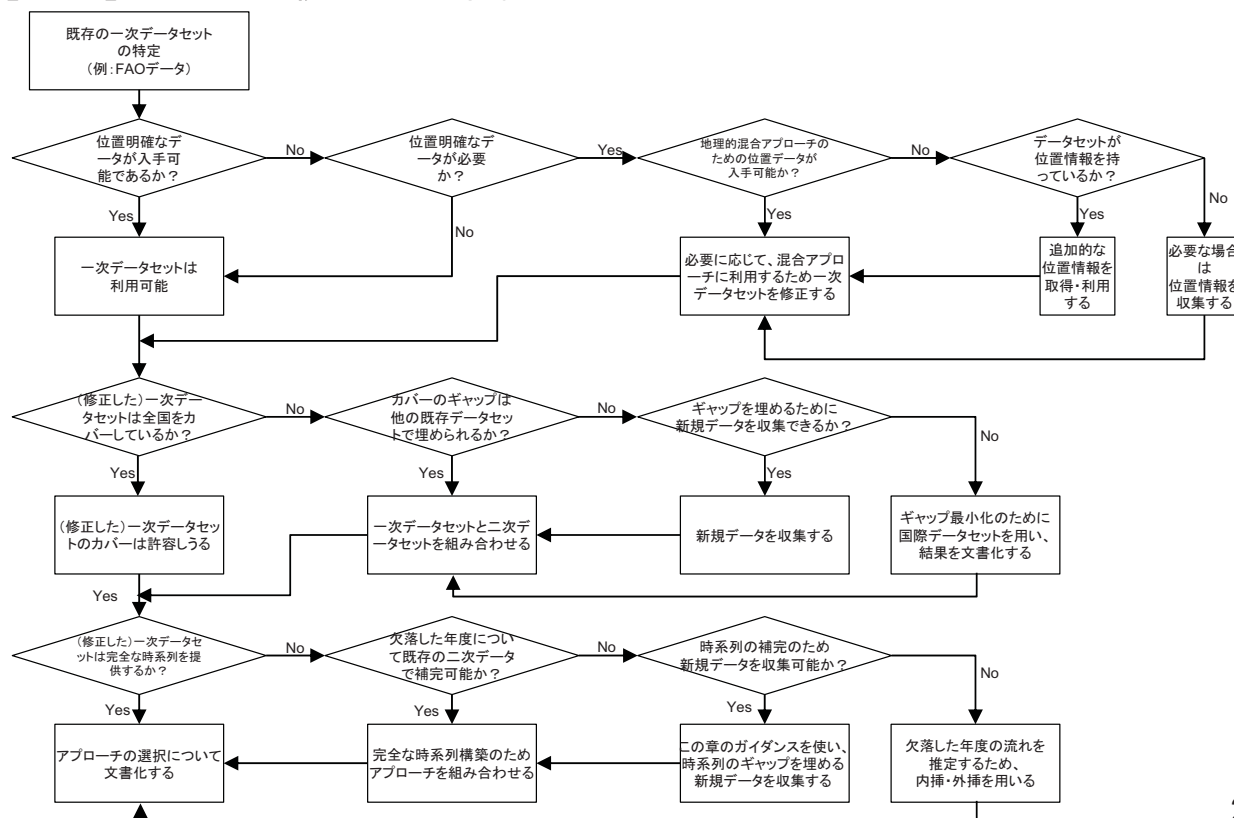
- 図3.1は、土地利用面積に関するデータの記述・取得を支援するためのデシジョンツリーである。一次・二次データセットの利用可能性に応じた、土地表現に用いるアプローチや手法のガイダンスを提供。
- 空間データの有無や、時系列データの有無、補完用データの入手可能性等の諸条件に基づき、3つのアプローチのいずれかを使用して、全ての土地を整合性をもって表現することを可能にする。そして、その方法の選択について文書化することが重要。

○ 活用上の留意事項

- 適切かつ一貫して実施されていれば、3つのアプローチのどれでも、堅固なGHG排出・吸収推定が可能。ただし、アプローチ1は、バイオマスの変化ではなく土地利用転用のみしか検出できないことに留意が必要。また、アプローチ3のみが、空間ベースの炭素モデルに利用可能。
- どのアプローチがより効果的であるかは、期間や目的で異なる。異なる期間や用途を時系列でマッチングする場合はそれに適した方法を採用する必要がある。
- 活動データの導出に使用するデータの情報源や処理方法は多数ある。必ずしもデータ自体によって適用すべきアプローチが決定するわけではないが、より高次のアプローチを利用できる場合は不確実性の最小化のためにもそちらを選択することが望ましい。表3.6Aに、データと方法、アプローチの例を示す。

3.3.2 土地表現のためのデータ

【図3.1】土地利用面積データの準備のためのデシジョンツリー



3.3.3 土地利用・土地利用変化の推定の方法

○ 3つの方法

- 土地利用・土地利用変化の面積推定に用いられる主要な方法として、以下の3種類がある。
 - サンプル法
 - サーベイ法
 - Wall-to-wall法
- これらの3つの方法は、相互に排他的ではない。
 - 例) Wall-to-wall法は、校正、検証、不確実性分析のためにサンプルを必要とする。
 - 例) サンプル法は、サンプルサイズやグリッドデザインを決定するため、wall-to-wallな地図を必要とする。
- 方法自体によってアプローチが決定するわけではない。どの方法も、アプローチ1、2、3のどれにも使用できる(表3.6A参照)。

26

3.3.3 土地利用・土地利用変化の推定の方法

▷ Wall-to-wall法

- リモートセンシングデータの質・量の向上により、土地被覆・土地被覆変化のwall-to-wallマップの作成が可能に。これは、他のデータと組み合わせることで、土地利用・土地利用変化の情報を生成するために使用可能である。他にも多くの潜在的な用途がある。
 - 土地被覆・土地被覆変化を特定する。
 - 土地利用を決定づける、特定の攪乱(収穫、伐採、火災等)及びプロセス(バイオマス成長等)に、土地被覆変化を属性化すること。
 - 土地利用カテゴリを、森林の状態、成長段階、攪乱からの経過時間、森林の種類等、排出量・吸収量推定を円滑にする単位によって階層化すること。
- 従来のマッピングプロセスを使用してWall-to-Wallメソッドを生成することも可能。例えば、林分の詳細地図や農地の地図と、人間の介入(収穫等)や攪乱(火災等)の記録を組み合わせることで、時系列の一貫した活動データを生成できる。

27

▶ Wall-to-wall法（続き）

- Wall-to-wall法には大きく2つの方法がある。
 - (i) 同じ又は類似のセンサー、一般的な分析方法、及び時系列処理方法を使用した一貫した時系列データ。
 - (ii) 異なるセンサーと方法を使用して作成された1つ以上のマップで、時系列の一貫したプロセスを適用していないもの。

▶ Wall-to-wall法（続き）

- アプローチ3での利用におけるグッドプラクティス
 - データの不整列又はアーティファクトの影響を最小限に抑える(例: 雲量)。
 - 排出量・吸収量算定の方法と整合性のあるデータであることを確認する。
 - 時系列が排出・吸収の要因となる活動の特定に十分な密度であることを確認する。
 - マップ間の時間が異なる場合でも、変化検出率の結果に影響しないと証明する。
 - 地図作成に使用するセンサーデータの取得時期が重複しないようにする。
 - 時系列的に追跡された変化が一貫していることを実証し、修正されたバイアスと分析の既知の不確実性について報告する。
 - 時系列内の単一のマップに加えられた改善(特に新しいマップの追加の際)が時系列内の他のマップに一貫して適用され結果が再計算されることを確認する。
 - 土地の二重計上・遺漏なしに土地利用の一貫した表現を確保すべく最終成果物を評価する。

▷ Wall-to-wall法（続き）

- アプローチ3でwall-to-wallアプローチを用いている事例として、オーストラリアの国別インベントリレポート（Department of the Environment and Energy 2018）がある。
- 異なる土地被覆地図が、異なるデータ（異なるセンサー等）又は方法（異なるアルゴリズム又は視覚的解釈を使用するオペレーター）を基に作成されている場合、空間的に一貫した時系列を維持することは困難。そのような場合、アプローチ3でこのデータを使用することは不可能かもしれないが、アプローチ2においてサンプルの階層化に使用できる場合がある（GFOI 2016）。
- アプローチ2でのwall-to-wall利用におけるグッドプラクティス
 - 時系列における土地被覆データの違いを説明する。
 - 不確実性を測定し、バイアスを修正するため、サンプルベースの方法を適用する。
 - データを使用して排出量・吸収量を推定する際に、土地利用が複数回変化する可能性のある土地をどう取り扱うかを説明する。

30

▷ サンプル法

- サンプル法は、サンプルから土地利用・土地利用変化を直接推定する。サンプルは、地上調査（国の森林インベントリや国の土地調査等）又はリモートセンシング（衛星画像、航空写真、航空機LIDAR、その組み合わせ）から取得する。サンプルは、土地利用・土地利用変化の正確な統計的表現を提供するが、特定の地点全てに関する情報は提供しない。一般的なサンプリング法は、以下の2つだが、様々なオプションや組み合わせが可能。
- 恒久的なサンプリング方法。一貫した方法とプロセスを使用して、同じサンプルエリアを経時的に測定・分析する
 - アプローチ3での使用：各サンプルユニットを経時的に追跡し、履歴を決定して適切にスケールリングする
 - アプローチ2での使用：2つの連続した期間の間の土地利用と土地利用の変化を決定する
- 一時的なサンプリング方法。データは一時点のみで収集される。繰り返し測定が行われる場合でも、同じ場所では収集されない
 - 繰り返し測定なしの場合、他のデータ（補助データ又は固定プロット）と組み合わせない限り、アプローチ2又は3の方法で使えない

31

▶ サンプル法(続き)

- サンプリングの設計を選択する際に重要な点として、①サンプリング方法が対象領域全体に適用できること、②サンプルサイズが十分に大きくて土地利用・土地利用変化のカテゴリ・下位区分について、政策要件やコストを考慮して、十分に正確な推定値を生成できることが必要。適用するサンプル方法の種類(地上又はリモートセンシング)に関係なく、以下のことを確認することが推奨される。
 - 十分な数のサンプルを使用して、長期にわたる繰り返し測定を行い、土地利用と土地利用の両方の変化を、望ましいレベルの不確実性で特定する。
 - 土地被覆を決定するためにサンプルが使用される場合、土地利用カテゴリを特定するためには、必要に応じて他の情報とともに使用する。
 - 排出量・吸収量に影響する土地利用変化と管理イベントが確実に特定されるように、十分な時間的頻度でサンプルが収集又は再測定される。
 - サンプルは、サンプリング頻度の違いにより変化の検出率が変化しないように、十分な時間的一貫性をもって収集する。
 - サンプリング方法が経時的に変更された場合、その変更が、土地利用・土地利用変化の面積の報告に矛盾をもたらさないこと。
 - サンプル評価プロトコルが適切に文書化されていること。

32

(表3.6 A) IPCC土地利用クラスとアプローチ導出のためのデータ及び手法の例

方法	アプローチ1	アプローチ2	アプローチ3
サンプル法	- 単一サンプル - 一時的サンプルユニット	固定ユニットからサンプルが収集されるが、連続する二時点の間における変化のみ追跡する	- 固定で整合性のある位置情報のある地上プロット - リモートセンシングデータを用いた継続的・整合性のあるサンプル
サーベイ法	- 一時点の単一のセンサス - 前回センサスと関係しない反復センサス	- 二時点間の全般的サーベイ - 過去の時点を参照できる国家センサスデータ	既知の地域における、ある期間の活動を特定するためにデザインされたサーベイ
Wall-to-wall法	- 単一の地図 - 別の時点で作成された整合性のない地図	- アプローチ2タイプのサンプルと組み合わせた時間的整合性のない地図(例: 階層化に用いられた地図) - 整合性のある方法で作成され、時系列的には追跡されていないが二時点間では追跡されている地図	時系列で整合性のあるデータを用いたピクセル／土地ユニットの追跡

33

3.3.6 土地利用データの階層化

(表3.6) 土地利用の決定と階層化に役立つ補助データ及び可能な仮定の例

課題	データ	可能な仮定 ¹
土地利用の変化から、管理された活動によって生じる森林被覆の変化を分離する。	- 森林管理地域の地図 - 森林管理慣行と収穫計画に関するデータ	収穫による森林の被覆変化（つまり、土地利用の変化ではない場合）。
自然撓乱に関連する被覆の変化（被覆の変化のみ）と、人の介入による変化（土地利用の変更や収穫等）を分離する。	- 火災や害虫等による撓乱の地図 - 国立公園と保全地域の地図	- 特に明記しない限り、火災や害虫の攻撃と同時に起こる被覆の変化が考慮される場合がある。 - 一定の条件の下では、とある土地の所有状態（例えば国立公園等）において生じる被覆の変化は、自然のプロセスに従うものながら、依然としてこれらを評価する必要がある。
森林が自然林か植林地かを判断する。	- 植林地管理エリア、プライベート植林地エリアの地図 - 新しい植林地と政策に関する知識 - 土壌と気候	- 植林地エリア内の森林エリアは、植林地エリアと見なす。 - 既知の植林地タイプに応じて新たに確立された森林クラス区域。 - 商業植林地は、特定の土壌又は気候範囲でのみ行われる。
作物の種類と管理慣行を分離する。	- 気候（降雨、温度等）、土壌特性又は土壌タイプ - 地域別の既知の作物（農業統計）	- 特定の地域では特定の作物及び管理慣行が発生し得る（例：砂漠に作物が存在しない、低有機物土壌で不耕起栽培）。 - 作物の種類を判断するために生育中の作物を採取する。
放牧地から牧草地を分離する。	- 家畜統計 - 農業人口調査データ	- 一定の動物の集中が見られる土地は牧草地とみなす。 - ある地域の生産者は牧草地を使用する（例えば、農地の輪作で）。

出典：（GFOI 2016）に基づく。

1) これらの仮定の有効性は国によって異なるため、全ての仮定を明確に説明する必要がある。

34

3.5 アプローチに関連する不確実性

(表3.7) アプローチ1-3による不確実性の要約

アプローチ	不確実性の原因	不確実性を減じる方法	チェックに基づき示唆される不確実の指標
1	- 不確実性の原因には、データのソースの性質に応じて、以下の一部又は全てが含まれる場合がある。 - 国勢調査でのエラー - 機関毎の定義の違い - サンプリング設計 - サンプリング誤差の変動 - サンプルの解釈 - 面積の純変化のみ把握している場合 - アプローチ1では、カテゴリ間のエリア変更のクロスチェックは実行できず、これにより不確実性が高まる傾向がある。	- 国家との一貫した関係を確認する。 - 定義の違いを修正。 - 関係する可能性のある不確実性について統計機関に相談する。 - 国際的なデータセットと比較する。	- 各カテゴリの総面積の数パーセントから10パーセントまでのオーダー。 - 継続調査から導き出された面積の変化に対する不確実性がより大きくなる。 - 他の目的のために準備されたデータが使用される場合、重大なシステムエラーが生じる。
2	アプローチ1と同様だが、面積の総変化が既知であり、クロスチェックを実行する能力がある場合とする。	上記に加え、マトリックス内のカテゴリ間変更の整合性チェックを行う。	各カテゴリの総面積については数%から10%のオーダー。面積の変化についてはこれらが直接導出されるため、さらに大きくなる。
3	アプローチ2にリモートセンシングデータが使われている場所のデータの解釈に関連する不確実性を加え、サンプリングの不確実性を除く場合。	アプローチ2に加えて、第1巻第3章に記載されている原則を使用した不確実性の正式な分析を行う。	アプローチ2と同様だが、関連する面積は地理的に特定可能である。しかし、アプローチ3では、エラーがマッピングされ、独立したデータ/フィールドチェックに対してテストできるため、アプローチ2よりも不確実性の量をより正確に推定できる。

35

第3章 Annex

3A.1 グローバル土地被覆データセットの例

3A.2 土地利用データベースの開発

3A.3 サンプリング

3A.4 アプローチ3のデータセット開発手法の概説

3A.5 デフォルトの気候と土壌の分類

3A.6 wall to wallで土地をIPCC土地利用クラスに割り当てるプロセス例

36

3章 土地表現

Annex 3A.1 グローバル土地被覆データセットの例

U

(表3A.1.1) 2017年のグローバル土地被覆データセットの例

	(A)	(B)	(C)	(D)
データセット名	ESA Climate Change Initiative – Global Land Cover Products (CCI – LC)	Global Forest Change Global Forest Watch	MODIS Land Cover Type Product (MCD12Q1)	Global PALSAR-2/PALSAR/JERS-1 Forest/Non-Forest Map
作成者	European Space Agency (ESA)	University of Maryland (UMD)、World Resources Institute (WRI)	NASA / US Geological Survey	宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
内容略述	1992年から2015年までの年間ベースの300 m空間分解能で一貫したグローバル土地被覆地図。	Landsatを使用した2000年から2017年までの土地被覆情報に基づく、グローバル森林範囲、森林被覆減少、及び増加。	2001年から2013年までのグローバル土地被覆を特徴付ける500 mの空間分解能でのMODISデータの時系列分析。	PALSAR-2 / PALSARmosaicの使用で、25 m空間分解能の後方散乱強度値分類で生成されたグローバル森林/非森林地図 (FNF)。

37

(表3A.1.1) 2017年のグローバル土地被覆データセットの例(続き)

	(A)	(B)	(C)	(D)
分類スキーム	システムは階層分類を使用し、凡例のテーマの詳細を各土地被覆クラスの説明に利用可能な情報の量に調整できる。標準化された分類アプローチに従っている。	2000年の高さ5 mを超え、樹冠被覆(0~100%)の植生、グローバル森林被覆増加(2000~2012)、2000年と2017年の林分交代攪乱、データマスク、雲のないLandsatモザイクとして定義された森林被覆減少の年をキャプチャする。	年間のTerra及びAqua MODISデータから導出した5つの分類スキームが含まれる。主要な土地被覆スキームでは、IGBPで定義される17の土地被覆クラスを特定している。これには、11の自然植生クラス、3つの開発及びモザイク化された土地クラス、3つの非植生クラスが含まれる。	森林は0.5 haを超える面積で定義され、林冠の被覆率は10%を超えている(FAO定義)。

(表3A.1.1) 2017年のグローバル土地被覆データセットの例(続き)

	(A)	(B)	(C)	(D)
リモートセンシングデータの種類	光学	光学	光学	レーダー
データ取得年	1992年から2015年までの年次	2000年から2017年までの年次	2001年から2013年までの年次	2007、2008、2009、2010、2015、2016
空間分解能又はグリッドサイズ	300 m (AVHRRを使用した1992-1999年で1100 m)	30 m	500 m	25 m、100 m、1000 m及び0.25度

(表3A.1.1) 2017年のグローバル土地被覆データセットの例(続き)

	(A)	(B)	(C)	(D)
改訂間隔 (時系列データセットの場合)	年次(1992–2015)ベースライン10年のグローバル土地被覆図	2000年から2017年までの年次時系列	2001年から2013年までの年次時系列	PALSAR–2007、2008、2009、2010、2015、2016 JERS–1 1993、1994、1995、1996、1997、1998 (熱帯のみ); Global1996
品質説明	土地被覆図は、分類と変化検出の信頼性を文書化する4つの品質フラグとともに提供される。	データマスクには、データのない地域、地図化された土地表面、固定的な水域が表示される。	各ピクセルの品質管理フラグが含まれる。MODISデータ処理の最新コレクションを使用する。	Degree Confluence Project、Forest Resource Assessment、Google Earth画像を使用したPALSARデータからの森林/非森林評価との全体的な合意は、それぞれ85%、91%、95%。
連絡先及び参照URL	http://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/download.php	http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest https://www.globalforestwatch.org/	http://glcf.umd.edu/data/lc/	http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/palsar_fnf/fnf_index.htm

40

- GHGのインベントリに必要な土地利用データベースには、以下の3つの広範なデータソースがある。
 - ・ 他の目的のために準備されたデータベース
 - ・ サンプリングによる収集
 - ・ 土地の完全なインベントリ
- 以下では、これらのタイプのデータの使用に関する一般的なアドバイスを提供する。

41

3A.2.1 他の目的のために準備されたデータの使用

- 土地の分類には、2種類のデータベースを使用できる。
- 多くの国では、以下で説明するタイプの国家データセットが利用可能である。
- また、インベントリ編集者は国際的なデータセットを使用する場合もある（以下に詳細を説明）。

3A.2.1 他の目的のために準備されたデータの使用

国内データベース

- 国内データベースは通常、既存のデータに基づき、毎年又は定期的に更新される。データの典型的なソースには、森林インベントリ、農業人口調査及びその他の調査、都市及び自然土地の人口調査、土地登記データ及び地図が含まれる。

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.1 他の目的のために準備されたデータの使用	
国際データベース	



- 国際的な土地利用及び土地被覆データセットを地域から地球規模で開発するため、いくつかのプロジェクトが実施されている(Annex3A.1参照)。これらのデータセットのほとんどは、さまざまな種類の衛星リモートセンシング画像を使用して生成されたラスターデータとして保存され、現地調査又は既存の統計/マップとの比較によって取得された地上参照データによって補完される。これらのデータセットは次の用途に使用できる。
 - 土地利用カテゴリの空間分布の推定。従来のインベントリは通常、クラスごとの土地利用面積の合計のみを提供する。空間分布は、国のデータが利用できない場合、補助データとして国際的な土地利用及び土地被覆データを使用して再構築できる。
 - 既存の土地利用データセットの信頼性評価。独立した国内データセットと国際データセットの比較は、外挿等の目的で必要な場合、明らかな矛盾を示し、これらを理解すると、国内データの信頼性が向上し、国際データの使いやすさが向上する可能性がある。

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.1 他の目的のために準備されたデータの使用	
国際データベース	



- 国際データセットを使用する場合、インベントリ編集者は以下を考慮する必要がある。
 - (i) 分類体系（例、土地利用クラスとその関係の定義）は、国内システムのものとは異なる場合がある。したがって、国が使用する分類システムと3.2節（土地利用カテゴリ）で説明されているシステムとの同等性は、国際機関に連絡し、その定義を国内で使用されている定義と比較することによって確立する必要がある。
 - (ii) 空間分解能は粗い場合があるため、比較可能性を向上させるために国のデータを集約する必要がある。
 - (iii) 通常、サンプルサイトでいくつかの精度テストが行われるが、地理参照の分類精度と誤差が存在する場合がある。担当機関は、実施した分類の問題とテストの詳細を把握する必要がある。
 - (iv) 国別データと同様に、レポートに必要な日付と一致する期間の推定値を作成するには、おそら内挿又は外挿が必要になる。

3A.2.2 サンプル方法による新しいデータの収集

- 面積間の変化を推定するためのサンプリング技術は、現場での直接測定による毎木調査又はリモートセンシング技術による評価が実行できないか、不正確な結果を提供する状況で適用される。整合性があり偏りのない推定手順を可能にし、正確な推定値をもたらすサンプリングの概念を使用する必要がある。
- サンプリングには、通常、インベントリ面積内の通常のグリッドに配置されたサンプリング単位のセットが含まれる。次に、土地利用クラスが各サンプリング単位に割り当てられる。サンプリング単位の使用で、インベントリ面積内の土地利用カテゴリの割合は導出でき、割合に総面積を乗算すると、各土地利用カテゴリの面積の推定値が得られる。総面積が不明な場合、各サンプリング単位が特定の面積を表すと想定され、土地利用カテゴリ面積は、このカテゴリに分類されるサンプリング単位の数を介して推定できる。
- 地域のサンプリングが連続して繰り返される場合、土地利用転用マトリックスを構築するため、時間の経過に伴う地域の変化を導出できる。
- 面積評価へのサンプルを基にしたタイプの適用で、各カテゴリの面積推定の信頼性を定量化するサンプリング誤差と信頼区間の計算が可能となる。信頼区間の使用で、観測されたカテゴリ面積の変化が統計的に有意であり、有意な変化を反映しているかどうかを確認できる。

3A.2.3 完全なインベントリの新しいデータの収集

- 国内全ての地域の土地利用の完全なインベントリは、定期的に全国の土地利用の地図を取得することを必要とする。これには、リモートセンシング技術を使用して実現できる。アプローチ3の概説のように、データは、偏りのない解釈を実現するため、必要なグラウンドトゥールースデータでサポートされるグリッドセル又はポリゴンのセットに基づき、GISで最も簡単に使用される。より粗いスケールデータの使用は、国全体又は適切な地域のデータの構築を可能とする。
- 完全なインベントリは、全ての土地所有者を調査することによっても達成でき、それぞれが土地の多くの異なるブロックを所有している適切なデータを提供する必要がある。この方法に固有の問題は、所有者の土地のサイズよりも小さい規模でデータを取得することや、重複のない完全な網羅性を確保することが難しいことが含まれる。

リモートセンシング(RS)技術

- 土地利用と土地利用変化の一貫した表現に、様々なRS技術が進歩し、リモートセンシングデータが活用できる(高及び中解像度のデータセットの無料利用とオープンアクセス)。
 - a) 地球観測衛星を通じて定期的に収集されるリモートセンシングデータの利用可能性を高める空間的及び時間的高網羅性
 - b) 時系列分類アルゴリズム及び関連するジオデータ処理ワークフロー
 - c) 地理情報システム(GIS)ベースの統合
- 現在の地理空間メタデータ標準は、ワークフローの出所情報又は系統情報を含むISO 19115に基づいている。出所は、リモートセンシング製品を生成するために実行される処理ステップの正確なソース、性質、及び順序を理解するために不可欠で、製品の作成中に誤差がどのように表現及び伝播されるかを理解するために必要である。
- 適合性を判読するには、リモートセンシングシステムとデータ処理の専門知識が必要であり、シームレスなリモートセンシング派生製品の開発における国又は地域の地理空間研究所との協力が強く推奨される。

リモートセンシング(RS)技術

- 新しいセンサー、方法、及びワークフローが開発され、利用可能になると、使用の適合性の判断は時間とともに変化する可能性がある。土地利用が時間とともに一貫して正確に表現されるようにすることが重要である。
- 編集者又はレビューアがリモートセンシングデータ及び製品に関連する使用決定に適合できるように、リモートセンシングの分解能、時系列の整合性、森林及びその他の土地利用の定義との互換性、及び土地利用変化の属性、全てが考慮されることが推奨される。
- リモートセンシングデータは、衛星搭載のセンサー又はセンサー(光学、レーダー、LiDAR等)を使用して取得されたデータである。これらのデータを効果的に使用して土地利用活動データを生成する前に、さまざまな形式の校正と調和が必要になる場合がある。
- 分類は、リモートで検出された画像の専門家による目視判読、デジタル方式、又はこの2つの組み合わせによって実現できる。一部のリモートセンシングアプローチは信頼性の高いサンプルデータセットを生成するが、他のアプローチは対象の時系列の各観測時期の wall to wallマップを生成する。

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	

U

- リモートセンシングの長所は、土地表現や繰り返しの網羅性の空間的に明示的な情報を提供する能力にある。これには、その場でアクセスすることが困難な大規模及び/又は遠隔地をカバーする可能性が含まれる。リモートセンシングデータのアーカイブも数十年にわたるため、土地利用情報の時系列の履歴を再構築するために使用できる。リモートセンシングは、土地利用カテゴリの面積推定値を取得し、サンプリング方式の選択と収集するサンプルの数を導くことができる比較的均質な階層の識別を支援するのに特に役立つ。
- リモートセンシングの課題は判読に関連する。画像を一貫して確実に土地利用に関する意味のある情報に変換する必要がある。衛星センサーによっては、大気の影響、煙、ヘイズの存在によりデータ収集が損なわれる場合がある。特に長期間にわたってデータを比較する場合のもう1つの懸念は、リモートセンシングの品質と分解能が時間とともに変化する可能性があることである。

50

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシング分解能	

U

▷ 空間(分解能)

空間分解能とは、リモートセンシングされた画像ピクセルのおおよその地上投影寸法を指す。土地表現に適切な空間分解能を選択する際には、最小マッピング単位(MMU)を考慮することが重要である。最小マッピング単位は、リモートセンシング画像からフィーチャのキャプチャを行うか決定する最小サイズである。ピクセル領域と検出可能性は、MMUの適合性を評価する際の2つの重要な要素である。一般的に受け入れられている基準は、ピクセル領域が1/4 MMUを超えないことである。空間分解能は一般に空間網羅性に反比例し、空間分解能の高いセンサーはより小さな領域をカバーし、逆もまた同様である。この関係性は、必要な処理時間と必要な専門知識に直接影響するため、インベントリの総コストに影響する。

▷ 波長(分解能)

波長分解能は、センサーが波長間隔を定義する能力を表す。波長分解能が増加すると、可能なチャンネル又は帯域の数が多くなり、それらの帯域に対応する波長範囲は狭くなる。一般に、波長分解能が高いほど、センサーがさまざまな変数を分離し、変化を検出する能力が高くなる。ただし、波長範囲が狭いことは、検出器に入射する電磁エネルギーが少なくなり、信号対ノイズ比(SNR)が低下する可能性があることを意味する。一般に、アプリケーションに応じ、波長帯域の数と空間分解能のバランスが取れている必要がある。

51

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシング分解能	

U

▷ 時間(分解能)

時間分解能とは、衛星が対象の土地を再訪するのに必要な時間の長さのことである。時間分解能は、画像の網羅性と空間分解能に関連している。適切な時間分解能は、人間の活動に関連する情報を含む画像時系列の開発に不可欠である。

▷ 放射(分解能)

放射分解能は、センサーの検出素子の感度に関連している。一般に、放射感度が高いほど、土地被覆と最終的に土地利用のより良い識別につながる。さまざまなソースからのノイズの導入により、一貫したセンサー放射分解能は、センサーの仕様で報告されているビット深度よりも若干低くなる場合があり、波長依存放射照度と大気透過率の制限のために帯域間で異なる場合がある。

52

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータの種類	

U

▷ リモートセンシングデータの一般的なタイプ

- 1) 航空画像
- 2) 可視及び/又は赤外線帯域を使用した衛星画像
- 3) 衛星又は空中レーダー画像
- 4) 衛星又は空中LiDARデータ

さまざまな種類のリモートセンシングデータの組み合わせ(例えば、可視/赤外線とレーダー、さまざまな空間分解能又は波長分解能)は、多様な土地利用カテゴリ又は地域の評価に非常によく使用される可能性がある。土地利用転用を追跡するための完全なリモートセンシングシステムには、センサーシステム関連の変数が分類誤差を引き起こさないようにする適切な処理方法を備えた、さまざまな分解能での複数のセンサーとデータタイプの組み合わせが含まれる。

53

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータの種類	

U

リモートセンシングデータと製品を選択するための重要な基準は以下のとおり。

- 適切な土地利用の分類スキーム
- 適切な空間分解能と画像範囲
- 土地利用転用を推定するための適切な時間的解決
- 精度評価を実行する機能
- データの取得と処理に適用される透明性のある方法
- 整合性と長期にわたる利用可能性。

54

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータの種類	

U

▶ 1. 航空写真

航空写真と近年の極めて高解像度なデジタル航空写真の分析により、森林樹種と森林構造が明らかになり、そこから相対的な樹齢分布と樹木の健康状態(針葉樹林の針葉の損失、落葉樹林の葉の損失とストレス)を推測できる。農業では、分析により、アグロフォレストリーシステムの作物種、作物ストレス、樹木被覆を示すことが可能である。評価可能な最小の空間単位は、使用する航空写真の種類によって異なるが、標準的な製品の場合、多くの場合1平方メートルほど。

▶ 2. 可視及び近赤外波長の衛星画像

衛星画像の使用により、大規模な地域(国又は地方)の完全な土地利用又は土地被覆が促進される。衛星は継続的かつ定期的に通過するため、望まれた地域からの長い時系列データを取得する可能性がある。通常、画像は明確なカテゴリの詳細なモザイクを生成するが、適切な土地被覆及び土地利用カテゴリへのラベル付けには、地図又は現地調査からの地上参照データが必要である。識別される最小単位は、センサーの空間分解能と作業の規模に依存する。最も一般的な、地方から国までの土地被覆及び土地利用図作成に使用される複数の波長センサーシステムでは、空間分解能が10~30メートルである。より高い空間分解能の衛星からのデータも広く利用可能である(例:ESA Sentinel-2)。

55

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータの種類	

U

▶ 3. レーダー画像

最も一般的な種類のレーダーデータは、マイクロ波周波数で動作するいわゆる合成開口レーダー(SAR)システムからのものである。主な利点は、夜間に雲やヘイズを透過してデータを取得できることである。このため、半永続的な雲量のある世界の多くの地域では、リモートセンシングデータが唯一の信頼できるソースとなる可能性がある。異なる波長と偏波を使用することで、SARシステムは、信号飽和により高いバイオマスでは現在いくつかの制限があるが、土地被覆カテゴリ(例えば、森林/非森林)、又は植生バイオマスの内容を区別することができる。

▶ 4. LiDAR

LiDARはアクティブなセンサー技術で、特定の波長のレーザー光は表面を透過し、一部は機器に反射/散乱して戻る仕組みである。ただし、パルスがセンサーに戻るまでにかかる正確な時間と角度から反射面までの距離と位置を決定するために使用される。表面全体に送信されるパルスのストリームを使用することにより、各反射ターゲットの相対的な標高を導出し、表面高と植生構造及び構成を分析できる3次元(3D)点群を生成できます。さらに、一般的ではないが、反射エネルギーの強度を使用し、反射面の特性を評価できる。最も正確で詳細なデータを生成する航空機搭載システムでは、一般に狭い長細い列幅を持つ。このため、広い面積の完全な網羅にはかなりの時間と費用が必要であり、より高い時間分解能が必要な動的な景観では、データは高い空間分解能のサンプルベースの分析に最適である。

56

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータの前処理	

U

- 航空機搭載センサー又は人工衛星搭載センサーによってキャプチャされた画像は、土地被覆及び土地利用の分類前に、放射、幾何学、地形の歪みを補正する必要がある。前処理の種類は、光学やレーダー等のセンサーシステムの種類により異なる。近年、シームレスに放射補正されたデータが利用できるようになり、このデータを土地被覆及び土地利用変化の検出に使用することがはるかに容易になった。
- 光学画像は、同じ季節に取得された複数の画像のデータを結合することで除去できる雲量の影響を受ける可能性がある。遍在する雲量は、最近の進歩の恩恵を受けることができる。GFOI(2016)は、影の影響を含む雲の除去に関する詳細なガイダンスを提供する。
- 国固有のリモートセンシング前処理機能の開発は、実用的ではない場合があるが、USGS、ESA、JAXA等は、国家GHGインベントリに必要な土地利用カテゴリの抽出に最適な分析準備データ(ARD)を提供している。グローバル又は国固有の地理参照データセットを使用する場合は、それらが国の測地マッピング標準を満たしていることを確認することが推奨される。

57

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
時系列の整合性	

U

- 経時的な衛星データの処理と較正の方法論的な変更と改善は、通常の慣行であり、多くの場合、変更検出用の製品が改善される。また、複数のソースとセンサーからデータを取得することも一般的である。適切な説明がない場合は、土地利用変化を検出するのに適さず、整合性のない製品となる可能性がある。このため、以下に示すような新しいデータ又は方法が利用可能になった際、時系列データの再処理が推奨される。
 - ・ 改善された地上基準点(GCP)の利用可能性。(例)USGSのLandsatデータを使用する場合、時系列全体で同じコレクションとTierのデータを使用することが重要である。異なるTierからのデータを結合すると、位置合わせ不良が発生する可能性がある。
 - ・ センサーの経時的な性能低下に対応した、センサーの改善された較正又は再較正の利用可能性。
 - ・ Data Cube等の新しいデータ及び処理方法の利用可能性、及びクラウドベースのデータ処理プラットフォーム。
 - ・ 誤差の修正。

58

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
時系列の整合性	

U

- 近年、土地被覆と土地利用の変化の評価に、多くの新しいセンサーとリモートセンシングデータが利用可能になり、複数のセンサーとソースからのデータを使用するには、時系列の整合性(第1巻第5章)で説明した原則に従って、時系列のリモートセンシングデータを一貫して処理する必要がある。その処理に適用可能なスプライシング技術の概要は以下参照。
 - ・ オーバーラップ技術は、新しい高解像度のセンサーデータが近年利用可能になったときに使用できるが、過去においては利用できない。古いセンサーと新しいセンサーのデータを少なくとも1年間(できればそれ以上)比較し、2製品間の一貫した関係を確立が可能。
 - ・ 過去のアーカイブからのリモートセンシングデータの利用可能性が制限されている場合、内挿技術が使用可能。時系列の断続的な年の最も利用可能なデータを内挿して、欠落したデータのギャップを埋められる。
- その他、さまざまな空間分解能データのマージ等の手法を使用し、データのギャップを埋めることが可能。ピクセル合成は、分類に最高品質の雲の無い合成を構築に用いられる技術である。季節変化による誤差を最小限に抑えるために、時系列全体で同季節に取得したリモートセンシングデータを収集することが重要となる。

59

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
地上参照データ	

U

- インベントリへのリモートセンシングデータの利用に、特に土地被覆の土地利用への関連付けには、リモートセンシングデータを現場又は地上参照データで補完することが推奨される。
- 地上参照データは、独立して収集するか、森林又は農業のインベントリから取得可能。
- 推定期間中に急速に変化する土地利用、又は植生被覆が容易に誤分類されることが知られている土地利用は、他の地域よりも集中的に地上サンプリングされるべきであり、通常、地上参照データを使用して、できれば独立して収集された現地調査からのみ行うことができる。
- 航空/ドローン又は軌道衛星から取得した高空間分解能の画像は、参照及び検証の目的にも役立つ場合がある。

60

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングと地理情報システムの統合	

U

- 画像の目視判読は、森林インベントリのサンプリングサイトを識別するためによく使用される、シンプルで信頼性がある。ただし、労働集約型であり、限られた地域に限定されており、さまざまな技手による主観的な判読の影響を受ける可能性がある。
- 一般に、リモートセンシングデータの効果的な使用には、リモートセンシングが地上ベースの測定又は地図データで空間と時間における特定の土地利用に関連する地域を表すことを提供できる広範な網羅性を統合する必要がある。通常、これは地理情報システム(GIS)を使用して最も費用効果が高くなる。GISの使用は、フィールド測定、調査、及び国勢調査データを含む複数のデータソースを組み合わせるのに最も一般的である。土地被覆と土地利用の変化を抽出するために使用される画像分類又は機械学習アルゴリズムを訓練するために不可欠である。
- 複数のデータソースを組み合わせる場合、いくつかの重要な要素を考慮する必要があります(3.3.4 節)。

61

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータを使用した土地分類	



- リモートで検出されたデータを使用した土地被覆の分類は、目視又はデジタル(コンピューターベース)分析によって行われる。
- 画像の目視分析により、シーンの全体的な特性の評価(画像内の前後関係の状況の分析)による人間の推論が可能になる。
- デジタル分類では、さまざまな波長データのマージ等、データを使用していくつかの操作を実行できる。これにより、生物物理学的地上データ(樹木直径、高さ、胸高断面積、バイオマス等)のモデリングを改善できる。さらに、様々な土地カテゴリに関連付けられた地域の計算が容易である。関連する技術コンピューターの開発とともに、ここ数十年で急速に発展し、ほとんどの国でハードウェア、ソフトウェア、衛星データを低コストで容易に利用できるようになった。
- 一般的な画像分類と機械学習アルゴリズムには、最尤法、決定木(random forest等)、サポートベクターマシン、ニューラルネットワークが含まれる。これらの多くは、標準の画像処理及び統計ソフトウェアパッケージで利用できる。

62

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータを使用した土地分類	



- 画像分類は、地図に含めるカテゴリ又はクラスの定義から始まる。
- 教師付き分類では、含まれる各クラスのトレーニングサンプルを提供する必要がある。サンプルは、国の森林インベントリのサンプルサイトを含むさまざまなソースから取得することも、高空間分解能の画像から取得することも可能。多くの場合、単一の日付の画像が画像分類に使用される。ただし、異なる季節からの複数の画像を画像分類で使用して、季節の動態でクラスをキャプチャしようとすることも可能。複数の季節の衛星データは、特に農地、草地、休閑地の地図作成に役立つ。層化のレベルが上がると、以前の植生マップや野外プロット等、分類器をトレーニングするための参照データの代替ソースが必要になる。
- 衛星画像からの情報の抽出も目視判読によって行うことが可能。判読領域に精通した専門家が行うのが最適である。ただし、ピクセル数が非常に多くなる可能性があり、非常に手間がかかる。判読は、判読者間の整合性と再現性を維持するのが難しく、判断する人により大きく異なる場合がある。

63

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータを使用した土地分類	

U

- 分類結果から、多くの場合、分類プロセスでトレーニングデータを変更又は改良することで解決できる問題や難題が明らかになる。より多くの又は改善されたトレーニングデータの追加を含む、顕著な問題がある分類の結果を改善しようとする多くの方法がある。また、地形データや気候データ等、追加の種類のデータを分類に含めると役立つ場合がある。データ処理方法の改善は、出力データの精度と整合性を改善するために時系列全体に反映される。
- 画像分類アルゴリズムの適用は、ピクセルをカテゴリ等への割り当てや、データをセグメント化したりする際に一貫した結果を与え、地図の改善を図ることが可能。

64

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータを使用した土地分類	

U

- 教師なしアプローチでは、分類アルゴリズムを使用し、画像ピクセルを多くのラベルなしクラスグループの1つに割り当てる。その後、専門の画像判読者が、ピクセルの各グループに、目的の土地クラスに対応する値を割り当てる。
- 教師ありアプローチでは、地上参照データ又はその地域の専門的な知識を使用して分類アルゴリズムをトレーニングし、入力されたトレーニングデータと同様の地域を識別してラベル付けする。アプローチにはさまざまな課題があり、反復試験で対処するのが最適である。また、統計的に分離可能なクラスよりも多くのクラスを使用することがある。
- 教師なしの方法は、必要なクラスよりも少ないクラスを生成し、特定の被覆の種類がいくつかのグループに分割される場合がある。
- どちらの場合も、データアナリストは分類出力の精度を確認できる。

65

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータを使用した土地分類	

U

- 永続的な土地利用変化を特定するには、より多くのデータと分析が必要になる場合がある。このため、衛星データによって特定された全ての土地被覆変化は、十分な空間的及び時間的分解能の画像、地上参照、及びその他の補助データセットを使用して検証し、森林被覆の一時的な損失から永続的な土地利用変化を分離することを確認することが推奨される。
- 衛星による土地被覆変化の属性として参照されるこのプロセスは、人為的な土地利用変化の特定に役立つ。属性に使用される一般的なデータセットには、火災、森林管理地域、農業地域、道路被覆率、都市部に関する情報を含むものが含まれる。
- データ処理アルゴリズムがますます多様化する変化プロセスを検出するにつれて、変化を引き起こす動因を区別する必要性が重要になる。変化の種類が異なると自然のシステムと人為的システムに異なる影響を与えるだけでなく、景観の状態を制御するプロセス全体に対する見識も提供する。

66

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングデータを使用した土地分類	

U

- この目標を達成するには、以下の2つの中心的な課題を克服する必要がある。
 - 1点目:スケールの不一致に関連する。デジタル画像の変化検出は個々のピクセルのレベルで発生しますが、実際の変化プロセスはプロセスに応じてピクセルよりも大きいか、又は小さい領域で動作する。
 - 2点目:分離可能性に関連する。変化動因は、変化が最初に検出される波長空間とは関係のない自然及び人為的要因によって定義される。様々な変化の動因は、ピクセル及びパッチレベルでの変化のほぼ同一の波長の特徴を持つ場合があり、完全にリモートセンシングの領域外の要因によって区別される必要がある。

67

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
リモートセンシングを使用した土地利用転用の検出	

U

▶ 分類後の変化検出

- 異なる時点から2つ以上の事前定義された土地被覆/利用分類が存在し、通常はデータセットの減算によって変更が検出される手法を指す。この手法は簡単であるが、土地利用カテゴリーの判読と分類の不一致にも敏感である。

▶ 分類前の変化検出

- 変化検出に対するより洗練された生物物理学的アプローチを指す。2時点以上からの波長応答データの違いを統計的手法で比較し、これらの違いを使用して土地被覆/利用の変化に関する情報を提供する。判読の不一致に対する感度が低く、分類後のアプローチよりもはるかに微妙な変化を検出できるが、容易ではなく、元のリモートセンシングデータへのアクセスが必要である。
- 他の実行可能な方法として、(例)変化の強調と目視判読が使用可能。変化する地域は、さまざまな帯域の組み合わせ、帯域の差、又は派生する指標(植生インデックス等)の表示を通じて強調される。潜在的な土地利用転用のある場所に注意を集中させ、その後、手動又は自動化された技術で詳細を表し、特定化できる。人間の判読者の不一致の影響を受けますが、微妙な変化を検出し、土地利用転用を決定するために土地被覆、状況、補助情報が必要な土地利用転用をより適切に検出及び地図作成が可能。

68

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
時系列分類	

U

- 多くの画像又は時系列の画像を使用するデータ処理方法は、個々の画像が収集された時点の条件にそれほど依存していないため、多くの利点がある。時系列の画像を使用すると、森林変化モニタリングにおける、例としては永続的な土地利用変化と収穫による森林の一時的な損失を区別するのに役立つ。
- 2つの画像を使用した変化検出にはいくつかの利点があるが、制限もある。変化カテゴリーのダイレクトマッピングには重要な利点がある。
- 新たなリモートセンシングに由来する地表フェノロジーは、国別インベントリの革新の将来の機会を表しています。土地被覆クラスの抽出をサポートするだけでなく、均質な景観単位に関する貴重な情報を提供する。
- 自然と人為的な影響の両方を特徴とする独特な森林と農業のサイクルがある地域は、時系列からの代表的な画像をほんの少しだけでは確認するのが難しい可能性がある。(例)比較的密な時系列から抽出された比較的粗い空間分解能の均一な景観単位でさえ、国全体又は地域内での適応的な土地利用抽出方法論を支持する。
- 密な時系列リモートセンシングデータの分析は、攪乱の範囲、種類、年、攪乱前後の土地被覆の状態、攪乱強度、再生率等の森林攪乱事象の特定に役立つ。

69

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
リモートセンシング(RS)技術	
マッピング精度の評価	

U

- 土地被覆又は土地利用の地図が使用時に、インベントリ編集者は地図の信頼性に関する情報を取得すべきである。このような地図がリモートセンシングデータの分類から生成される場合、地図の信頼性は異なる土地カテゴリ間で異なる可能性が高いことを認識しておく必要がある。
- 一部のカテゴリは一意に区別され、他のカテゴリは他のカテゴリと混同される場合がある。(例)針葉樹林は、その反射特性がより明確であるため、多くの場合、落葉樹林よりも正確に分類されるが、落葉樹林は、草地や農地と混同されやすい場合がある。同様に、リモートセンシングを通じて土地管理慣行の変化(例、集中的な耕作から減少した耕作への変化)確認することは、しばしば困難である。
- インベントリ編集者は、カテゴリごとに土地利用/土地被覆地図の精度を推定する必要がある。地図上の多数のサンプルポイントと対応する実世界のカテゴリを使用して、混同マトリックスを作成する(Annex3A.4、脚注5参照)。混同マトリックスに基づき、多くの精度指標を導き出すことが可能。複数の時間的分析も、特にグランドトゥルースデータが限られている場合に分類精度を改善するために使用可能。

70

3章 土地表現	3A.2 土地利用データベースの開発
3A.2.4 データ収集のためのツール	
地上調査	

U

- 地上調査は、土地利用に関する情報を収集及び記録するために使用でき、リモートセンシング分類の独立したグランドトゥルースデータとして使用できる。基本的に調査対象の地域を訪問し、マッピングの目的で景観の可視的及び/又はその他の物理的属性を記録することの1つの方法ある。境界のデジタル化と属性のシンボル化は、地理情報システム(GIS)で役立つ野帳と履歴マップのハードコピーを作成するために使用され、結果の地図のスケールとその使用目的にリンクされている最小の土地面積の図と属性の分類に関するプロトコルを介して行われる。
- 測量等の調査機器との併用で、面積と位置の正確な測定が可能。衛星航法システムの開発は、コンピューター機器の使用で位置情報を野外で直接電子形式で記録し、データはオフィスでの空間分析のために他の情報レイヤーとの登録及び調整が行われる。
- 土地所有者のインタビューとアンケートは、社会経済情報と土地管理情報を収集に使用されるが、土地利用と土地利用転用に関するデータも提供する場合がある。この国勢調査では、データ収集機関は土地所有者(又は使用者)の知識と記録に依存し、信頼できるデータを提供する。

71

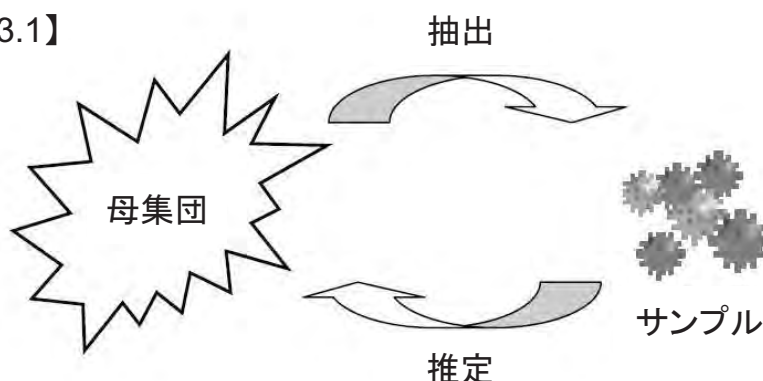
- 国勢調査での土地利用者調査は、人口全体又は適切なサイズのサンプルに対して実施できる。近年、あらゆる種類の検証及び精度評価技術が採用されている。サンプル適用の場合、調査地域全体は、適切な生態学的及び/又は行政上の土地単位、及び人口内の重要なカテゴリの違いによって空間的に層化され、土地面積及び管理慣行を扱う回答は、正確な座標、地籍の説明、又は少なくとも生態学的又は行政単位のいずれかである地理的位置が回答者に要求されるべきである。結果の調査後検証は、統計的異常の検索、独立したデータソースとの比較、フォローアップ検証アンケートのサンプルの実施、又は現場での検証調査のサンプルの実施により行われ、結果の表示は最初の層化パラメーターに従う必要がある。

- 多くの場合、土地利用に関するデータはサンプル調査によって収集され、土地利用変化又は炭素蓄積量変化を推定するために使用される。国家森林インベントリは、重要な例。このセクションでは、GHG排出量・吸収量報告のためにサンプル調査のデータをどう使用するか、データを取得するためにサンプル調査をどう計画するかのガイダンスを提供。

3A.3.2 サンプルングの概説

- サンプルングは、母集団の一部(サンプル)を観察することにより、母集団全体に関する情報を推測すること(図3A.3.1を参照)。また、サンプルング理論により、情報をサンプルプロットレベルから地理レベルにスケールアップすることができる。サンプルングを適切に設計することにより、インベントリのリソースの使用効率が大幅に向上する。さらに、リモートセンシングデータが全域をカバーする場合でも、判読と検証のためにサンプルサイトから地上調査のデータが必要になるため、インベントリの開発にはフィールドサンプルングが必要。

【図3A.3.1】



74

3A.3.2 サンプルングの概説

- 標準サンプルング理論は、母集団からサンプルをランダムに選択する(母集団の各ユニットは、一定確率でサンプルに含まれる)。これは、サンプルプロットがエリア内で完全にランダムに分布している場合、又はプロットが系統的なグリッドシステムで分布している場合を意味する。ランダムサンプルングは、バイアスのリスクを減らし、推定値の不確実性の客観的な評価を可能にする。したがって、ランダムサンプルングデータは、利用可能な場合、又は新しい調査を設定するときに使用すべきである。
- サンプルは、母集団を代表すると想定される主観的に選択された場所に設定することもできる。これは主観的(又は意図的な)サンプルングと呼ばれ、そのような調査のデータはGHGインベントリでも使用される(ランダムでない調査サイトからの観測が土地カテゴリ又は階層全体を表すために使用される場合)。この場合、たとえば森林タイプに関する観察結果が、そのタイプが代表的でない地域に設定される危険性もある。しかしGHGインベントリのリソースが限られているため、主観的に選択したサイト又は調査プロットからのデータも利用する必要がある。その際には、サイト又は区画を担当する機関と相談して、主観的なサンプルが代表とみなされる土地エリアを特定することが推奨される。

75

3A.3.3 サンプルング設計

- サンプルング設計では、母集団からサンプルング単位(サイト又はプロット)を選択する方法を決定し、どの統計推定手順を適用すべきか決定する。ランダムサンプルングの設計は、補助情報を使用して母集団が階層化されている(つまり、サンプルング前に細分化されている)かどうかに応じて、2つに大きく分けられる。
- 階層化調査は、通常、一定の費用でどの程度の精度を達成できるかという点でより効率的である。一方、それらはやや複雑になる傾向があり、収集データの誤った使用による非サンプルングエラーのリスクが増加する。
- サンプルング設計は、単純さと効率の間の適切な妥協点を目指す必要があり、以下に示す3つの観点からそれが達成される。
 - 補助データの使用と階層化
 - システムティックサンプルング
 - 固定サンプルプロットと時系列データ

3A.3.3 サンプルング設計

▶ 補助データの使用と階層化

- サンプルング設計の最重要項目の一つが、補助データを用いた階層化で、母集団は補助データに基づいて分集団に分割される。このデータは、法律上、行政上の境界、森林管理の境界、標高や生態系タイプを区別したマップ又はリモートセンシングデータ等で構成される。階層化による効率化のため、補助データを入手可能・安価で入手可能な場合は利用が推奨される。
- 階層化は、主に2つの方法で効率を向上させる。
 - (i) 母集団全体の推定の精度を向上させる。
 - (ii) 特定の分集団に対して適切な結果が得られるようにする。
- 前者においては、分集団におけるばらつきが、母集団全体のばらつきよりも小さくなる場合、階層化によるサンプルング効率が向上する。後者は、対象地域で一定精度の結果を出すために重要だが、同時に、同地域で別の手法で収集された既存データセットと使用される場合にも重要である。

▶ 補助データの使用と階層化(続き)

- 階層境界の識別にリモートセンシングデータ又はマップデータを使用すると、分類のエラーが発生する可能性がある。この種のエラーは、サンプル用のエリアがターゲットの母集団に対応しないため、最終的な推定値に大きなバイアスをもたらす。エラーのリスクがある場合は、地上踏査データでエラーの潜在的な影響を評価することが推奨される。
- GHG排出量・吸収量報告のためのデータが、国家森林インベントリ等の既存の大規模インベントリから取得される場合、そのインベントリの標準的な推定手順を適用すると便利。さらに、事後階層化(現地調査後に補助データに基づいて階層化する)は、基本的なフィールド設計を変更せずに新しい補助データを使用して効率を高められる可能性がある(Dees et al., 1998)。この推定理論によって、前段落のバイアスのリスクも減らすことができる。

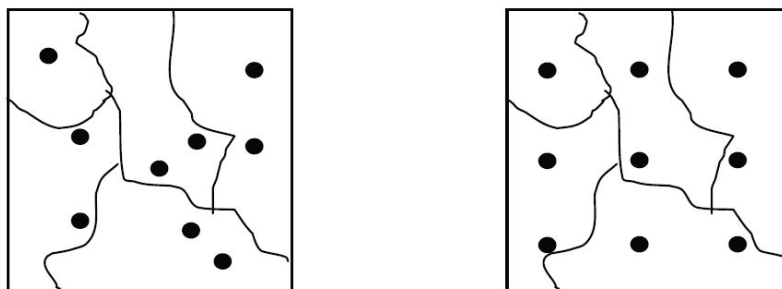
▶ システマティックサンプルング

- サンプルベースの森林調査や土地利用調査では、サンプルのポイント又はプロットを利用し、その特徴を記録する。ここで重要なのは、これらのポイント又はプロットのレイアウトである。サンプルベース調査で大面積をカバーする場合、小さなクラスター内にプロットを配置するクラスターサンプルングが移動コストの抑制に有効だが、プロット間の間隔を十分空ける必要がある。
- こうしたプロット(又はプロットのクラスター)を完全にランダムにレイアウトするか、システマティックにレイアウトするかが重要であり、通常、システマティックサンプルングは推定精度が向上するので効率的で、フィールドワークも簡素化される(図3A.3.2参照)。

▷ システマティックサンプルング(続き)

- システマティックランダムサンプルングが単純なランダムサンプルングよりも一般的に優れている理由は、サンプルプロットが対象エリア全域に均等に分布するからである。単純なランダムサンプルングでは、偏りが生じる可能性がある。

【図3A.3.2】単純ランダムサンプルング(左)とシステマティックレイアウト(右)

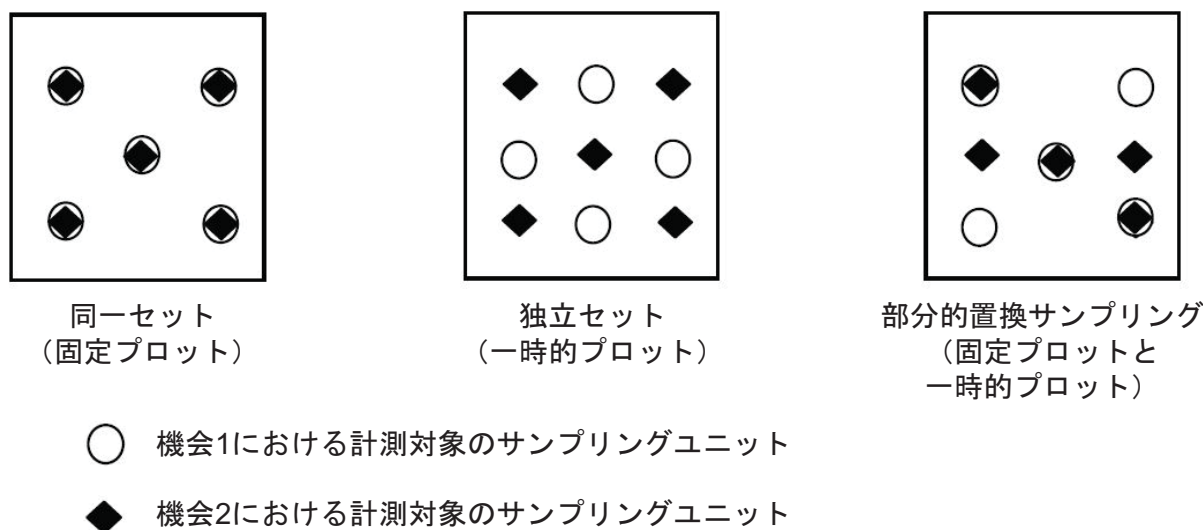


▷ 固定サンプルプロットと時系列データ

- GHGインベントリは、現在の状態と経時的な変化の両方を評価する必要がある。変化の評価は最も重要であり、経時的に繰り返しサンプルングする必要がある。測定間隔は、変化の原因となる事象の頻度に基づいて、又は報告要件に基づいて決定する。一般に、サンプルング間隔は5～10年で十分であり、多くの国の特に森林部門では、数十年分の調査のデータが利用可能。しかし報告の推定値は毎年必要なので、内挿法と外挿法を適用する必要がある。十分に長い時系列ない場合は、炭素ストックの変化動態の把握のために、さかのぼって推定する必要がある。
- 繰り返しサンプルングを実施する場合、エリアの現状や炭素蓄積量に関するデータはその都度評価される。変化量は、時点(t + 1)と時点tの差を計算することにより推定する。変化量の推定には、3つの一般的なサンプルング設計を使用できる(図3A.3.3参照)。
 - 同じサンプルングユニットを両方の場合に使用(固定サンプルングユニット)
 - 両方の場合に異なる独立したサンプルングユニットを使用(一時サンプルングユニット)
 - 一部のサンプルングユニットを交換し、他のサンプルングユニットは継続(部分交換によるサンプルング)

▷ 固定サンプルプロットと時系列データ(続)

【図3A.3.3】変更量推定のための固定・一時サンプルングユニットの多様な構成の利用



▷ 固定サンプルプロットと時系列データ(続)

- 通常、固定サンプルプロットのほうが、実際の変化を把握しやすいため、一時的なプロットよりも変化推定において効率的。ただし、固定サンプルプロットの使用にはリスクもある。固定サンプルプロットの場所が土地管理者に知られると(例: プロットに印をつける)、固定プロットが他のエリアと異なる管理をされるリスクがある。この場合、プロットには代表性がなくなり、結果が偏るリスクがある。このリスクが想定される場合、比較対象として、いくつかの一時的プロットを評価することが推奨される。
- 部分的置換サンプルングを使用すると、固定プロットに依存する問題に対処できる。ただし推定手順は複雑 (Scott and Köhl, 1994; Köhl et al., 1995)。
- 一時的なプロットのみを使用すると、全体的な変化は推定できるが、カテゴリ間の土地利用変化の調査が困難になる。これは、マップ、リモートセンシング、過去の土地の状態に関する行政記録等の補助データを使用すれば可能になる。しかしこれにより、評価に不確実性が加わり、専門家の判断以外では定量化が困難になる場合がある。

3A.3.4 面積推定のサンプルング方法

- 土地利用面積又は土地転用面積を評価するためアプローチの多くは、サンプルングに依存しており、2つの異なる方法で推定できる
 - 比率による推定: 対象地域の総面積は既知で、サンプル調査で土地利用カテゴリの変化割合を把握
 - 面積の直接推定: 総面積が既知である必要なし
- どちらのアプローチでも、インベントリエリア内の一定数のサンプルングユニットの評価が必要で、サンプルングユニットの選択には、単純ランダムサンプルングかシステマティックサンプルングを使用する(図3A.3.2を参照)。システマティックサンプルングにより、特に土地利用クラス変化が大規模なパッチで発生する場合に、面積推定の精度が向上する。階層化によって面積推定の効率を改善することも可能で、その場合、階層ごとに以下の手順を実行することが推奨される。
- 割合を推定する際には、サンプルングユニットは無次元のポイントであると想定されるが、土地利用カテゴリを決定する際には、各ポイントの周囲の小さなエリアを考慮する必要がある。

84

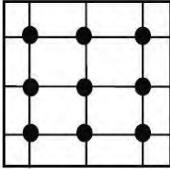
3A.3.5 割合を用いた面積推定

- インベントリエリアの総面積は既知。この場合、それぞれの土地利用カテゴリの面積の推定は、エリアの割合の評価に基づいて行うことができる。このアプローチでは、インベントリエリアは一定数のサンプルポイントでカバーされ、それぞれのポイントで土地利用が決定される。各土地利用カテゴリの割合は、特定のカテゴリにあるポイントの数をポイントの合計数で割って求める。各土地利用カテゴリの推定面積は、各カテゴリの割合に総面積を掛けることによって得られる。
- 表3A.3.1はこの手順の例。面積推定の標準誤差は、

$$A \sqrt{(p_i * (1 - p_i)) / (n - 1)}$$
 で算出できる。
 - p_i : 特定の土地利用カテゴリのiの割合
 - A: 既知の総面積
 - n: サンプルポイントの総数
- 土地利用カテゴリの推定面積である A_i の95%信頼区間は、標準誤差の±2倍

85

(表3A.3.1) 割合による面積推定の例

サンプリング手順	割合の推定	土地利用カテゴリの推定面積	標準偏差
	$p_i = n_i / n$	$A_i = p_i \cdot A$	$s(A_i)$
	$p_1 = 3 / 9 \cong 0.333$	$A_1 = 300 \text{ ha}$	$s(A_1) = 150.0 \text{ ha}$
	$p_2 = 2 / 9 \cong 0.222$	$A_2 = 200 \text{ ha}$	$s(A_2) = 132.2 \text{ ha}$
	$p_3 = 4 / 9 \cong 0.444$	$A_3 = 400 \text{ ha}$	$s(A_3) = 158.1 \text{ ha}$
	Sum = 1.0	Total = 900 ha	

ただし、

A ＝総面積(例では900ha)

A_i ＝土地利用カテゴリ*i*の推定面積

n_i ＝土地利用カテゴリ*i*にあるポイントの数

n ＝ポイント総数

次回調査までにカテゴリ*i*からカテゴリ*j*に転用される土地を A_{ij} とすることによって土地利用変化の面積を推定できる。

86

- インベントリエリアの面積合計が既知の場合、割合を用いて面積と面積変化を推定するのが効率的で精度も高いが、インベントリエリアの総面積が不明であるか、不確実性が大きい場合、土地利用クラス的面積を直接評価する等の代替手法を適用できる。このアプローチは、システムティックサンプリングの場合のみ使用可能で、各サンプルポイントは、サンプルレイアウトのグリッドセルのサイズに対応する面積を表す。
- たとえば、ポイント間の距離が1000メートルの正方形のシステムティックグリッドからサンプルポイントを選択すると、各サンプルポイントは $1\text{km} \times 1\text{km} = 100\text{ha}$ の面積を表す。したがって、15のプロットが特定の土地利用クラスに含まれる場合、面積は $15 \times 100 \text{ ha} = 1500 \text{ ha}$ と推定される。

87

Annex 3A.4 アプローチ3のデータセット開発手法の概説

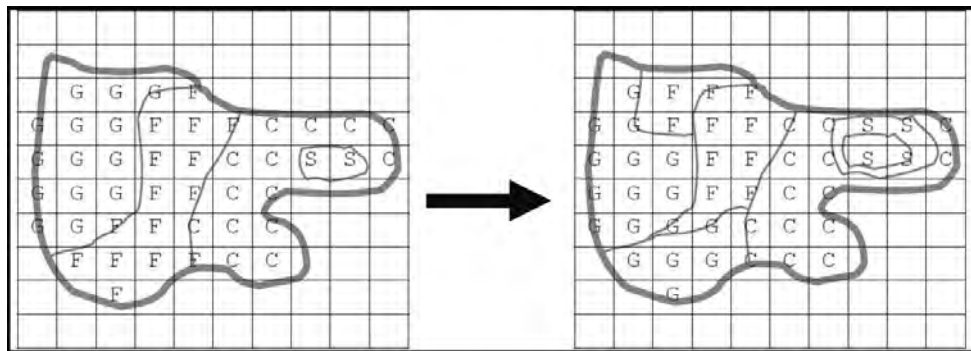
- アプローチ3では、国はグリッドセルや小さなポリゴン等の空間単位に細分化される。図3A.4.1の例では、エリアの細分割にグリッドセルが使用されている。グリッドセルは、灰色の線で囲まれた領域の土地利用を確定させるため、リモートセンシングや地上調査によってサンプリングされる。リモートセンシングは、土地利用の判読において、すべてのグリッドセルを完全にカバーすることもできる(図3A.4.1A)。地上調査は、グリッドセルのサンプルにおいて実施可能で、土地利用を直接確立できると同時に、リモートセンシングデータの判読にも役立つ。グリッドセルのサンプルは、規則的に配置する(図3A.4.1B)ほか、より土地利用変化の起こりそうな地域に重点的に不規則に配置すること(図3A.4.1C)も可能。一般化されたマップは、グリッドセルを使用して作成可能で、グリッドセルはポリゴンに集約することもできる(図3A.4.1D)。アプローチの最終成果は、表形式又は空間的に明示的な土地利用変化マトリックスになる。

Annex 3A.4 アプローチ3のデータセット開発手法の概説

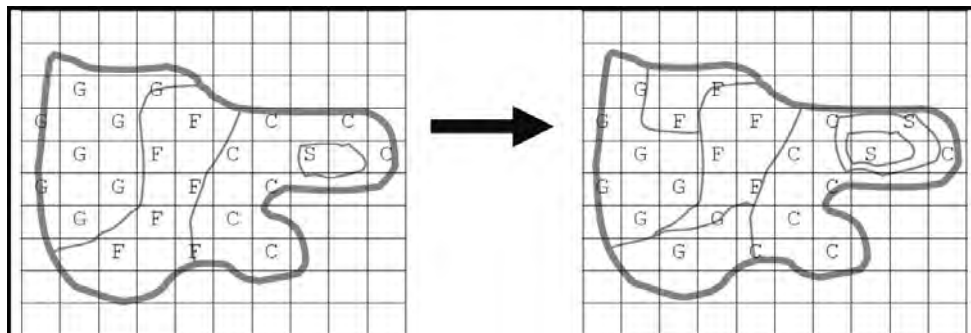
- アプローチ3を使用する場合、インベントリ作成者は以下のことを行う必要がある。
 - この章のアドバイスと一貫性のあるサンプリング戦略を使用すること。この戦略では、データにバイアスがなく、必要に応じてスケールアップできるようにする必要がある。サンプリングユニットの数と場所は、状況に応じて変化する。
 - リモートセンシングデータを使用する場合は、地上データを使用した土地カテゴリの判読方法を開発すること。これには、従来の森林インベントリ又は他の調査データを使用できる。土地タイプの誤分類と、地上データ又は高解像度リモートセンシングデータによるマップの精度を回避する必要がある。従来の手法では、誤分類の割合を示すマトリックスを作成する。
 - 土地カテゴリ面積と転用面積の信頼区間を設定する。
 - さまざまな土地利用変化の組み合わせによる、国のエリアの要約表を作成する。

全域での直接的・反復的土地利用評価

【図3A.4.1A】リモートセンシングによる全グリッドセルのカバー



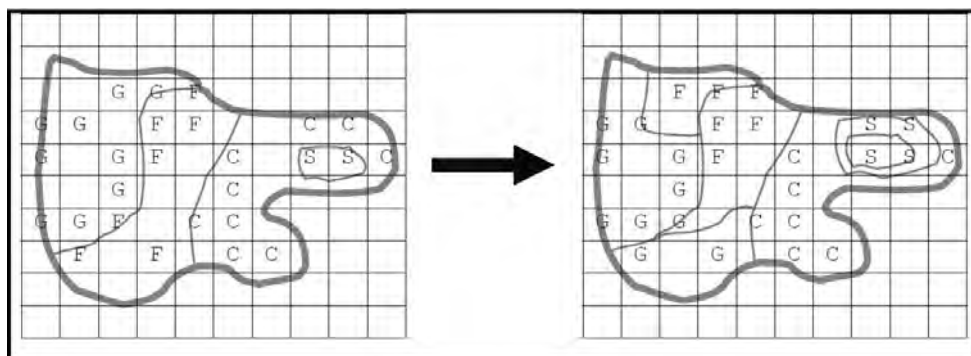
【図3A.4.1B】規則的に配置されたグリッドサンプル



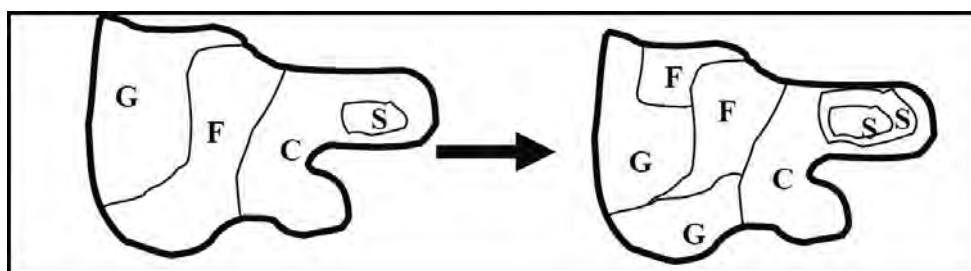
90

全域での直接的・反復的土地利用評価

【図3A.4.1C】不規則的に配置されたグリッドサンプル



【図3A.4.1D】グリッドセルを用いた一般化マップはポリゴンに統合することもできる



91

Annex 3A.5 デフォルトの気候と土壌の分類

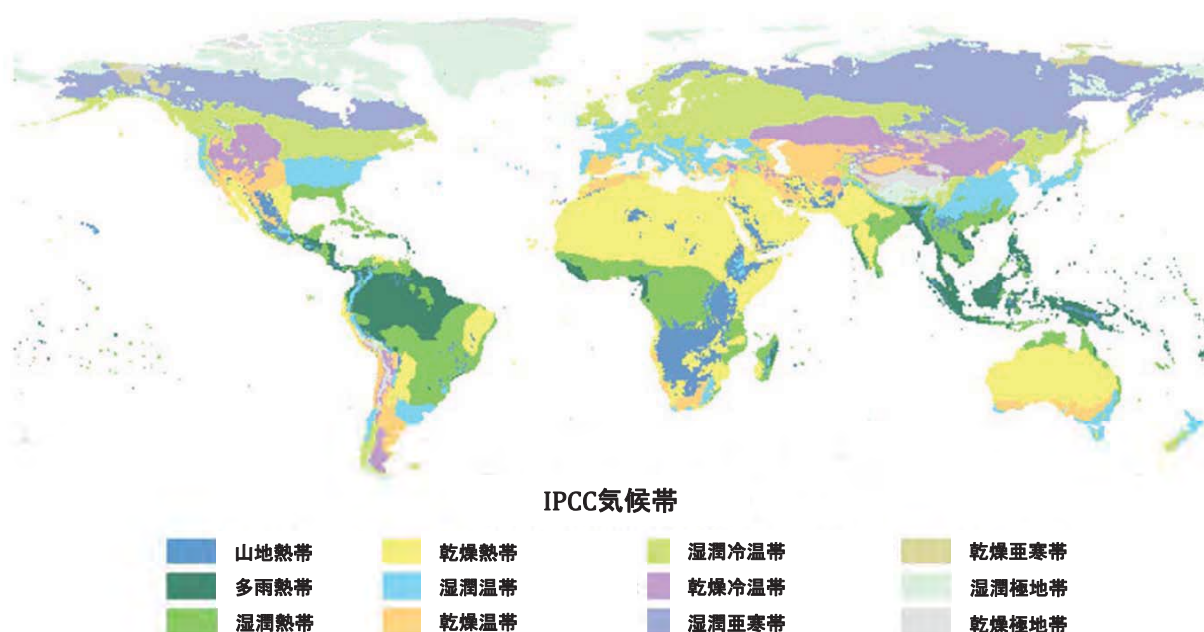
- 気候地域は、バイオマス、枯死有機物、土壌炭素ストック変化を算定に排出とストック変化係数を適用するために分類される。デフォルトの排出係数とストック変化係数は分類スキーム(図3A.5.2)を使用して導出され、Tier1の方法に使用する必要があります。
- 気候地域は、さらに生態系ゾーンに細分化され、バイオマス炭素炭素ストックの変化を算定にTier1の方法を適用することに注意する(第4章表4.1参照)。インベントリ編集者には、国ごとの排出及びストック変化係数とともに、Tier2及び3の方法を使用する場合、毎年更新される地方の気候データに基づき、国固有の気候分類を開発するオプションがある。全ての土地利用タイプにわたり、デフォルト又は国固有の同分類を適用することが推奨される。このため、気候の均一な分類を使用し、ストック変化と排出係数が全国インベントリの各プールに割り当てられる。

Annex 3A.5 デフォルトの気候と土壌の分類

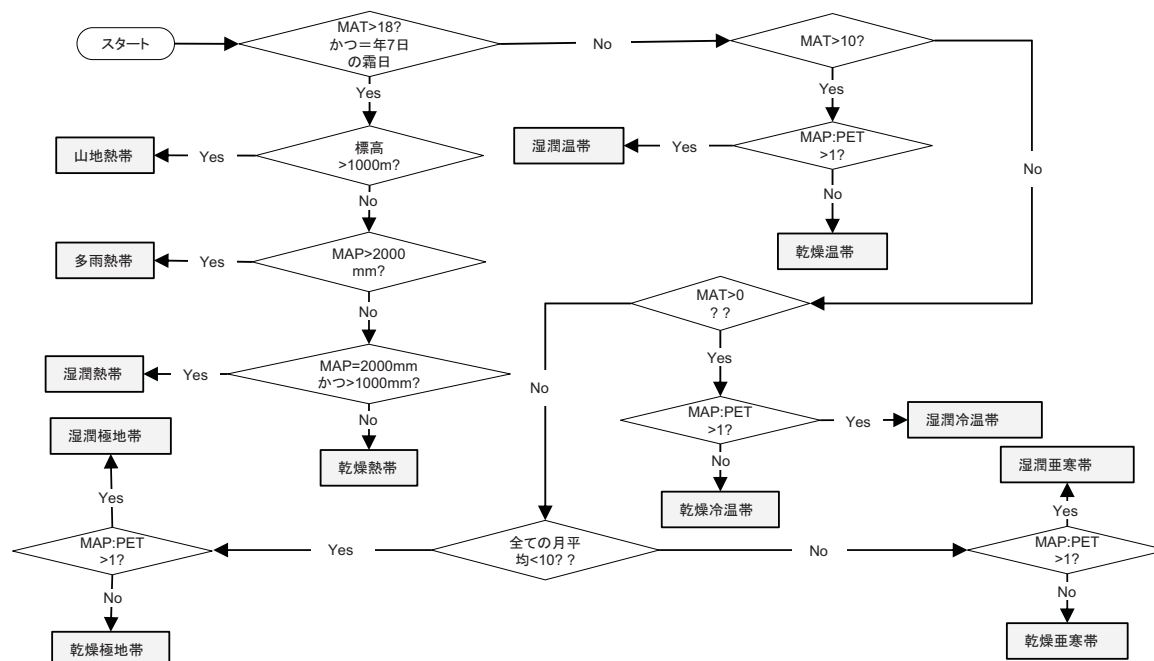
- 土壌は、土壌炭素ストック変化の算定に参照炭素ストックとストック変化係数、及び土壌N₂O排出を適用するために分類される。有機質土壌は、湿地か排水されて他の土地利用タイプ(森林、農地、草原、開発地等)に転用されている。有機物を含む土壌(ヒストソル)は次のように定義される。
 1. 土壌表面から始まり、厚さが10 cm以上で、直接重なっているもの:
 - a. 氷
 - b. 連続した岩又は技術的な硬質材料
 - c. 隙間が有機材料で満たされている粗い破片
 2. 土壌表面から40 cm以下で始まり、土壌表面から100 cm以下以内にいずれかの混ぜ 合わさった厚さがある
 - a. 材料の75%(体積)が苔繊維で構成されている場合、60 cm以上。
又は、
 - b. 他の素材では40 cm以上

- 他の全ての種類の土壌は鉱物として分類される。デフォルトの鉱物土壌分類は、USDA分類法に基づく土壌タイプの分類図(図3A.5.3)及びFAOの土壌資源分類の世界参照ベース(図3A.5.4)に示される(デフォルトのIPCC土壌タイプ)。
- デフォルトの参照炭素ストックとストック変化係数は、上記の土壌タイプにしたがって出され、デフォルトの鉱質土壌分類はTier1の方法で使用する必要がある。
- インベントリ編集者は、Tier2及び3の方法を適用する場合は、鉱物(確認)及び/又は有機物の国固有の分類を開発するオプションがあり、開発途上国固有の参照炭素インベントリ及びストック変化係数(又は有機土壌の場合は排出係数)と組み合わせて使用できる。
- 全ての土地利用タイプで同じ土壌分類を使用することが推奨される。

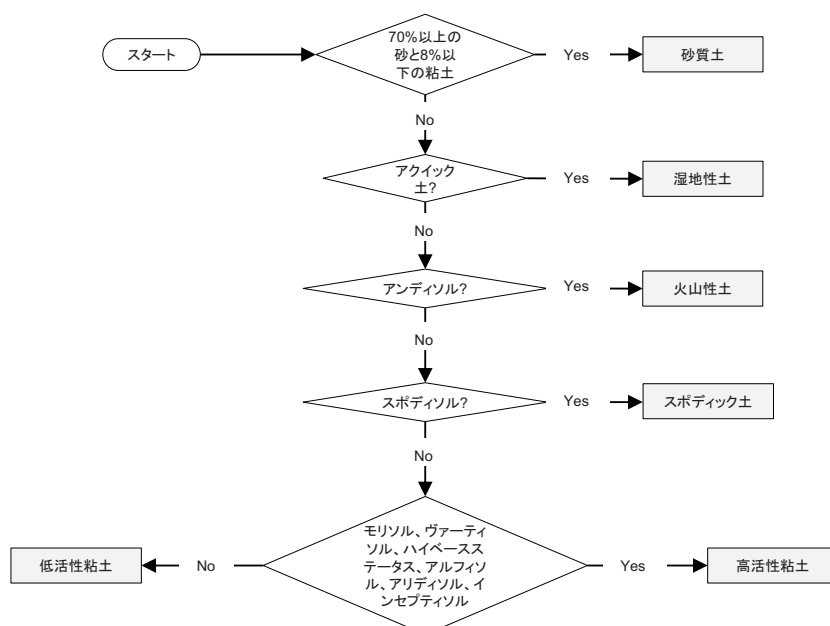
【図3A.5.1】主な気候帯の図(2006IPCCガイドライン更新)



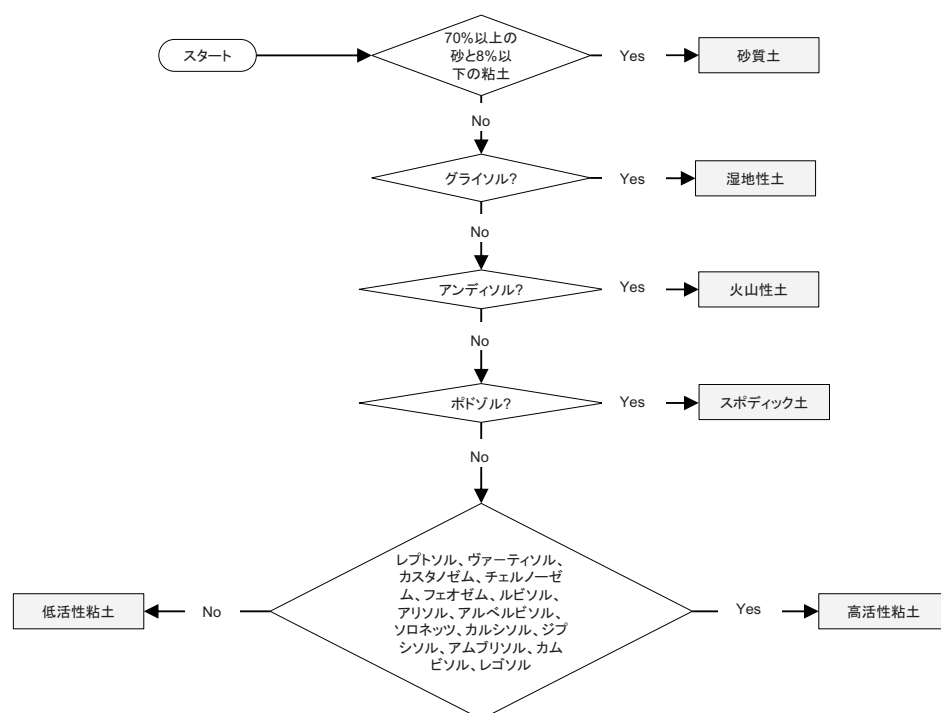
【図3A.5.2】デフォルトの気候地域の分類スキーム(標高、平均年間気温(MAT)、平均年間降水量(MAP)、平均年間降水量と潜在的な蒸発散比(MAP:PET)、及び霜の発生に基づいた分類



【図3A.5.3】USDA分類法に基づく鉱質土壌タイプの分類スキーム



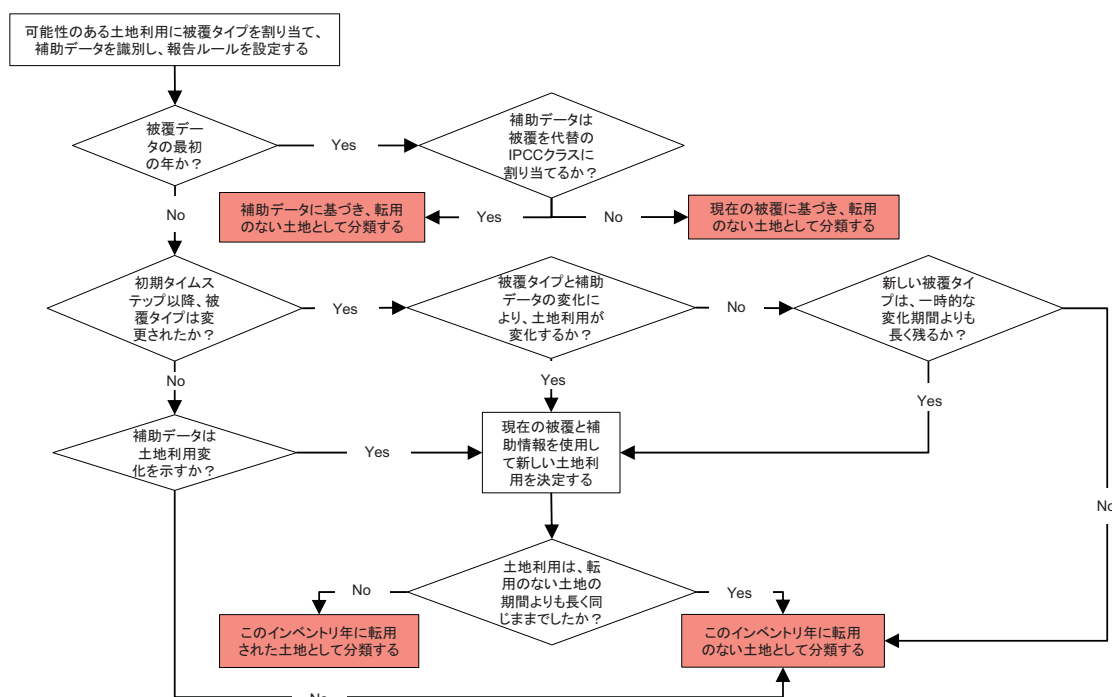
【図3A.5.4】世界土壌照合基準の分類に基づく鉱質土壌タイプの分類スキーム



- アプローチ3 でwall to wall法を使用する場合の土地をIPCC土地利用カテゴリに割り当てる方法(図3A.6.1参照)は、一部のサンプルベースの方法にも適用できる。このプロセスは、インベントリの各年の土地の各地域に適用される。このプロセスでは、土地被覆及び被覆変化、補助データ、報告ルールという3つの主要な情報を使用し、このアプローチは柔軟性が高く、国情に応じて反復が可能である。
- 土地被覆及び被覆変化データは通常、リモートセンシング等の地図作成から取得される(Annex 3A.2.4参照)。
- 補助情報は、土地被覆データから土地利用の評価を導くためのコンテキストを提供する地図又は他の空間的及び/又は非空間的情報(プロキシ)を含む。空間的な補助情報には、通常、管理又は政治的境界(森林管理地域や開発地等)、地球物理学的条件(土壌、気候等)及び攪乱(火災、収穫等)の地図が含まれる。空間補助データには、例えば、被覆変化が一時的であるか、別の土地利用タイプの一部であるかを判断するために、当年のデータから前後に見て、土地被覆時系列の分析を含めることができる。地域ごとの管理慣行等の非空間補助データも、貴重なコンテキストを提供できる。

- 報告ルールを使用して、各単位をIPCC土地利用カテゴリに割り当てる。これには、土地利用「転用のない」土地利用及び土地利用「転用された」土地利用のサブカテゴリが含まれる。これらの規則には、一時的な土地被覆の変化期間（つまり、土地が土地利用変化したと見なされるまでに新しい土地被覆タイプが所定の期間である時間）が含まれる。これらの期間は、国情に基づいて、土地利用カテゴリ又はサブカテゴリごとに変わる場合がある。

【図3A.6.1】アプローチ3にて、土地利用と土地利用変化を時間で分類するためのデシジョンツリー



- デシジョンツリーは、インベントリの各年に適用でき、以下に2つの重要なポイントを示し、適用するに役立つ

1. データの最初の年(最初の報告年ではない)に、各土地単位をIPCC土地利用カテゴリに割り当てる。分析の最初の年までは転用に関するデータがないため、全ての土地は「転用のない」のサブカテゴリに分類される。

データの最初の年が最初の報告年でもある場合、他の補助情報を使用して転用カテゴリに一部の土地を割り当てる必要がある。

例)

- 被覆は草地であると識別されるが、補助地図は土地が住宅地内の公園であることを示している。この場合、土地は開発地に割り当てられる。
- 土地は草地として識別されるが、補助地図は土地が森林管理区域内にあることを示し、全ての将来の被覆データは森林として被覆を示している。この場合、被覆は収穫サイクルの一部であり、土地は森林に割り当てられると想定することができる。

- デシジョンツリーは、インベントリの各年に適用でき、以下に2つの重要なポイントを示し、適用するに役立つ(続き)

2. 初年度以降、被覆及び補助データは毎年分析される。このプロセスは、土地が正しい転用のないサブカテゴリ又は転用のサブカテゴリに配置されるようにするための追加の分析が含まれている。土地利用と土地利用変化を分析するには、被覆変化に応じて以下の2つの主なプロセスがある。

(a) 土地被覆が変化しない場合

- 被覆及び補助データが変化しない場合、土地は現在の転用のないカテゴリにとどまる。
- 被覆は変化しないが、補助データが変化する場合、国固有の報告ルールに応じて土地は適切な転用されたサブカテゴリ、又は転用のないサブカテゴリに配置される。

- ディジジョンツリーは、インベントリの各年に適用でき、以下に2つの重要なポイントを示し、適用するに役立つ(続き)

(b) 土地被覆が変化する場合

- 被覆変化と補助データが土地利用変化を示唆する場合、被覆データの時系列を分析し、適切な報告ルールを適用し、土地を適切な転用された又は転用のないサブカテゴリに割り当てる。
- 被覆データは変化するが、補助データが土地利用変化ではないことを示唆している場合、被覆データの時系列を分析し、一時的に数を減じる報告ルールを適用し、適切な転用された、又は転用のないサブカテゴリに土地を割り当てる。
- 被覆変化と補助データが土地利用変化を示唆する場合、被覆データの時系列を分析し、適切な報告ルールを適用し、土地を適切な転用された又は転用のないサブカテゴリに割り当てる。
- 被覆データは変化するが、補助データが土地利用変化ではないことを示唆している場合、被覆データの時系列を分析し、一時的に数を減じる報告ルールを適用し、適切な転用された、又は転用のないサブカテゴリに土地を割り当てる。

- 国家データとグローバルデータセットの両方を使用して、土地被覆情報からIPCC土地利用カテゴリを導出できる。
- GHGインベントリの時系列の最初の年に土地利用変化のカテゴリの地域を正確に報告するには、最初の報告年の前に発生した土地利用変化の地域の推定値が必要である。

第4章 森林

4.1 イントロダクション

4.2 転用のない森林

4.3 転用された森林

4.4 完全性、時系列、QA/QC並びに報告と記録

4.5 表(省略)

1

4章 森林

4.1 イントロダクション

NR
2006

- この章では、森林及び転用された森林のバイオマス、枯死有機物及び土壌有機炭素の変化によるGHGの排出と吸収を算定する方法を提供。
- 第1章で特定した5つの炭素プール全てと、同じ土地内の異なるプール間での炭素の移動に対処。
 - 火災、暴風、昆虫、病気、その他の攪乱による自然損失に加えて、植林地の造成と収穫、商業伐採、燃料材の収集、その他の管理慣行等の人為活動による管理された森林の炭素ストック変化を説明。
 - 炭素ストック変化を算定するため、単純な方法とデフォルト値(Tier1)を提供するとともに、より高次のTier方法についてのアプローチを概説。
 - バイオマス燃焼による非CO₂ガスの排出を算定する方法を提供(土壌からのN₂O排出等、その他の非CO₂排出は第11章)。
 - 第2章の方法と方程式の一般的な説明及び第3章の一貫性のある面積データを取得するためのアプローチと共に使用する。

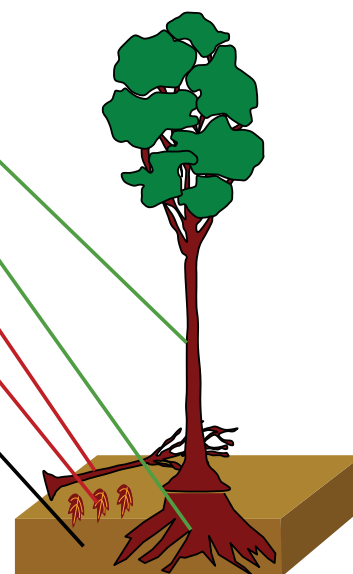
2

- 本ガイドラインは、第1章の定義に基づき、管理された森林についてGHGの排出源と吸収源を算定及び報告する方法を提供。
- 各国は、管理された森林についての国の定義を長期にわたって一貫して適用すべき。国の定義は、森林保護、植林の促進、天然更新の促進、商業木材生産、非営利的な燃料材の採取、管理された土地の放棄等、あらゆる管理慣行を含む、人間の介入の対象となる全ての森林を対象とすべき。
- 管理された森林は2つのサブカテゴリに分割され、ガイダンスと方法論は2つのセクションに分けて記載。
 - 第4.2節 転用のない森林
新しい土地利用の土壌炭素レベルに到達するために必要な移行期間(デフォルト20年)以上にわたって森林であった土地
 - 第4.3節 転用された森林
転用された森林(デフォルト移行期間20年内)

- 土地利用の変化に伴い炭素ストックが変化するので、上記2つのカテゴリによって国の森林を区別することを推奨。
(ただし、移行期間の実際の長さは、特定の国又は地域の自然環境及び生態環境によって、20年とは異なる場合がある。)
- 管理されていない森林が管理下に入った場合は、インベントリに入り、転用された森林に含まれる。他の土地利用に転用される管理されていない森林は、新しい土地利用カテゴリの適切な移行期間とともに、転用後の土地利用カテゴリの下でインベントリに入る。
- 土地転用及び関係する期間に関するデータがない場合、デフォルトの仮定は、全ての管理された森林が転用のない森林に属するとする。

関連する炭素プール及び非CO₂ガス

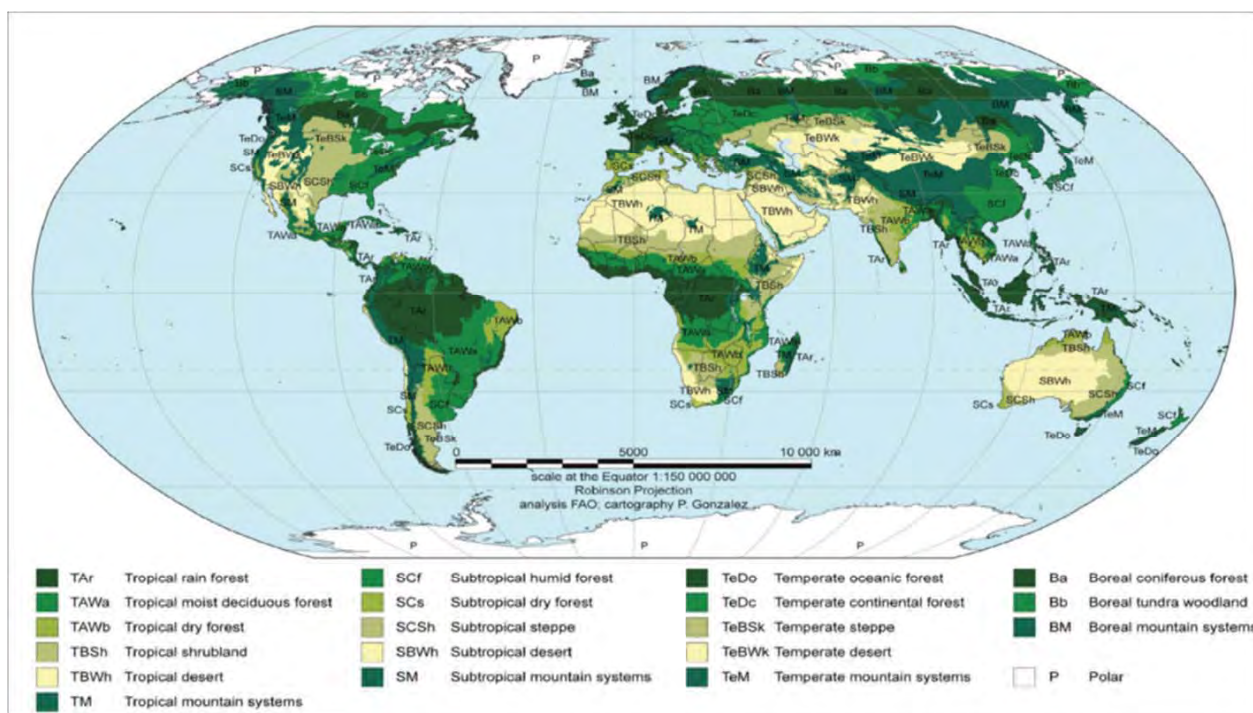
炭素 プール	バイオ マス	地上部バイオマス
		地下部バイオマス
	枯死有 機物	枯死木
		リター
	土壌有機物	
非CO ₂ ガス	CH ₄ 、CO、N ₂ O、NO _x	



森林土地利用分類

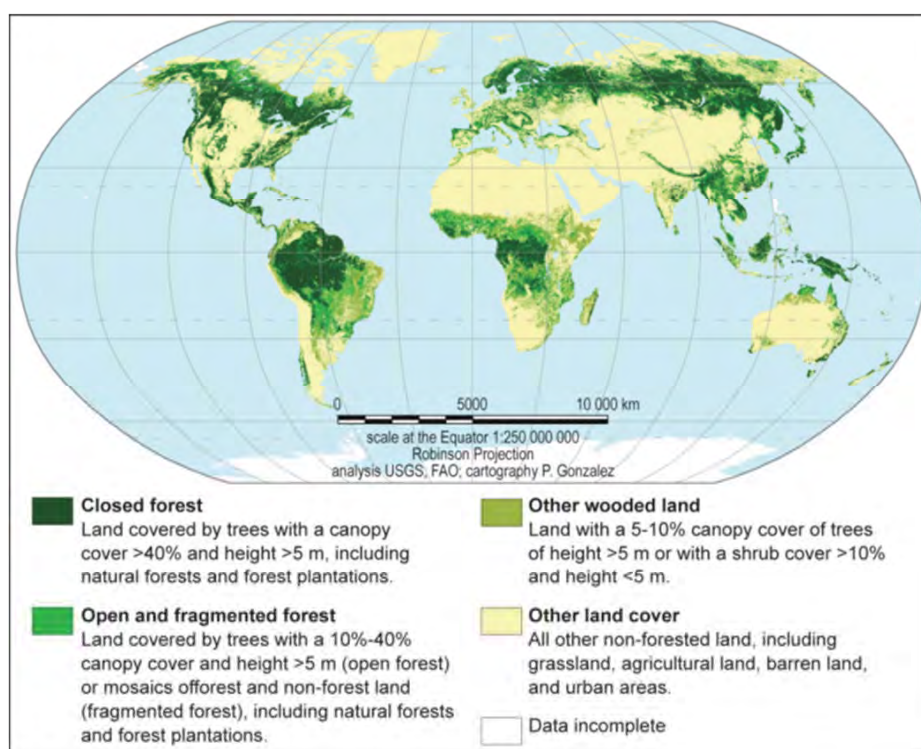
- ヘクタールあたりのGHGの排出と吸収は、サイトの要因、森林又は植林地の種類、林分の開発の段階及び管理慣行によって異なる。
- 成長率やその他の森林パラメータの変動を減らし、不確実性を減らすために、森林を様々なサブカテゴリに階層化することが推奨されている（BOX 4.1）。
- 本ガイドラインでは、デフォルトで、国連FAOによって開発された最新の生態ゾーン（図4.1）及び森林被覆分類（図4.2）を使用（FAO、2001）。
- 各国の専門家は、他のデータ要件を考慮して、利用可能で適切であれば、国のより詳細な分類を使用すべきである。

【図4.1】世界生態ゾーン(FAO, 2001)



7

【図4.2】世界森林土地被覆1995世界生態ゾーン



8

BOX4.1 細分化レベル

1. 国レベルよりも地域レベルの地理的細分化

生態系の種類、バイオマス密度、燃焼したバイオマスの割合等の重要な地理的変動を把握するために、国内の様々な地域におけるGHGの算定が必要となる可能性がある。

2. サブカテゴリごとの細分化

推奨される土地利用カテゴリ及びサブカテゴリを細分化して、気候、生態又は種、森林タイプ、土地利用又は林業慣行、燃料材の収集パターン等の重要な違いを反映することができる。

より細分化しても算定方法の基本的な性質は変わらないが、この章で提供されるデフォルトを超える追加のデータと仮定が必要。

適切なレベルでGHG排出量が算定された結果は、国レベル及び本ガイドラインで要求される標準カテゴリまで集計されるべき。これにより、全ての参加国間で結果の比較が可能になる。一般に、方法の透明性と再現性を確保するために、より細分化したレベルに使用されるデータと仮定も報告される必要がある。

- このセクションでは、バイオマスの増減を算定する方法を示す。
 - 増加には、合計(地上及び地下)バイオマス成長が含まれる。
 - 減少には、丸太の伐採/収穫、燃料材の伐採/収穫/収集及び火災、昆虫、病気及びその他の攪乱による損失である。減少が発生すると、地下のバイオマスも減少し、枯死有機物(DOM)に変換される。

- ゲイン・ロス法(式2.7)・・・バイオマスの増減の算定値から、バイオマスの年間変化を算定。全てのTierに適用できる。
- 蓄積差法(式2.8)・・・時間 t_2 及び t_1 間のバイオマス炭素ストック差を算定蓄積差法はTier2及び3により適している。
 - 一般的に蓄積差法は、バイオマスの比較的大きな増減を算定する場合又は非常に正確な森林インベントリが実施される場合に信頼できる算定値を提供するため。
 - 異なる種類の森林が混在する林地、バイオマスの総量と比較してバイオマスの変化が非常に小さい地域では、蓄積差法のインベントリ誤差は予想される変化よりも大きい場合がある。
- 定期的なインベントリによって、立木に加えて、枯死有機物ストックの算定がなされない限り、枯死有機物、伐採木材製品、並びに、攪乱によって引き起こされる排出への炭素移動を算定するためには、死亡率と損失に関する他のデータが必要であることに留意。

- 蓄積差法を使用する際に信頼できる結果を得るには、後続のインベントリも同一のエリアをカバーする必要がある。
- 適切なTierレベルで、ゲイン・ロス法又は蓄積差法の使用を選択するには、国のインベントリシステム、生態学的調査からのデータと情報の入手可能性、森林所有パターン、活動データ、変換拡大係数、並びに、費用対効果の分析を考慮した専門家の判断による。
- 第1章の図1.2に示すデシジョン・ツリーを使用して、Tierを選択する。これにより、このカテゴリのバイオマスが重要な炭素プールであるか、第1部の第4章で説明されているキーカテゴリであるかを考慮して、利用可能なリソースの効率的な使用が促進される。

▷ Tier1(バイオマスゲイン・ロス法)

- Tier1は、活動データと排出/吸収係数の国別の算定値が利用できない場合でも実行可能であり、転用のない森林のバイオマス炭素プールの変化が比較的小さい場合にも機能する。

バイオマス成長に伴う炭素ストック増加量		式2.9
バイオマス成長量		式2.10
森林の平均地上部バイオマス		表4.7 (天然林)、 表4.8 (植林地)
平均年間地上部バイオマス純成長値		表4.9 (天然林)、 表4.10 (植林地)
植林地の年間材積純成長値		表4.11A (地上部材積)、 表4.11B (商用材積)

▷ Tier1(バイオマスゲイン・ロス法)(続き)

炭素係数 (CF)	表4.3
木材比重 (D)	表4.13、表4.14
地下部と地上部バイオマスの比率 (R)	表4.4
立木の材積、成長量及び木材伐採量をバイオマスに変換及び拡大する方法の詳細説明	BOX4.2
バイオマス拡大係数 (BCEF)	表4.5
バイオマス変換係数 (BEF)	—
$BCEF = BEF \times D$	—

▷ Tier1(バイオマスゲイン・ロス法)(続き)

年間バイオマス炭素ストック量の減少	式2.11
木材伐採	式2.12
燃料材の伐採	式2.13
攪乱	式2.14
枯死有機物へのバイオマス移動	式2.20
枯死量	式2.21
林地残材への年間炭素移動	式2.22

- バイオマス資源又はそのカテゴリ(又はサブカテゴリ)の変化が重要又はキーカテゴリである場合、算定のためにより高次のTierの方法論を選択することが推奨されている。
- Tier2又はTier3の方法の選択は、利用可能なデータとモデルの種類と精度、活動データの空間的分解のレベル及び国情に依存する。
- アプローチ1(第3章を参照)を通して収集された活動データを使用する場合で、補足データを用いても森林とその他の土地利用の間に転用された土地の面積を特定できない場合には、インベントリ作成者は、全ての森林のバイオマスの炭素ストックを、転用のない森林のTier1方法を用いて算定しなければならない。

15

▷ Tier2

- Tier2は、国固有の活動データと排出/吸収係数の算定値が入手可能な国又は妥当なコストで収集できる国で使用できる。
- Tier2では、Tier1と同じように、式2.7～2.14(式2.8を除く)を使用する。
- 種固有の木材比重(表4.13及び4.14)を用いて、種固有の森林インベントリデータからバイオマスを計算できる。
- 必要な国固有のデータが利用可能な場合は、Tier2で蓄積差法(式2.8)を使用することができる。

16

▷ Tier3

- バイオマス炭素ストックの変化を算定するためのTier3アプローチでは、プロセスベースのモデルを含む様々な方法が可能。
- 実施方法は、インベントリ方法、森林条件、活動データの違いにより、国ごとに異なる場合がある。
- したがって、使用されるデータ、仮定、方程式、モデルの妥当性と完全性の透明な文書化は、Tier3の重要な課題である。
- Tier3で蓄積差法を使用する場合、詳細な国の森林インベントリを使用する必要がある(式2.8)。これらは、アロメトリー式とモデルで補完することができる。
- これらは、バイオマス成長の直接算定を可能にする国情に合わせて調整されている。

BOX 4.2 森林のバイオマスと炭素を評価するためのバイオマス変換拡大係数

- 森林インベントリや事業では、一般的に商用材積が用いられる。これには非商用部分は含まれていない。
- そこで、バイオマス拡大係数(BEF)を用いて、立木蓄積、年間純増加量又は木材伐採量についての商用材積(乾燥重量)を拡大して、樹木、林分及び森林の非商用部分を計上する。
- なお、バイオマス変換拡大係数(BCEF)は、材積から乾燥重量への変換と拡大を組み合わせたもの。
- BCEFとBEFには次の関係がある。

$$BCEF = BEF \cdot D$$
- より信頼性の高いBCEFのデフォルト値の選択が可能
 - BCEFS: 立木蓄積の商用材積を地上バイオマスに変換する。
 - BCEFI: 年間純増加量の商用材積を地上バイオマス成長量に変換する。
 - BCEFR: 木材伐採量の商用材積を総バイオマス(樹皮を含む)に変換する。なお、木材及び燃料材の伐採量用のBCEFR及びBEFRは、収穫損失のために立木蓄積のそれよりも大きくなる(Annex 4A.1用語集参照)。

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.2 排出係数の選択		

- ゲイン・ロス法では、地上バイオマス成長量、バイオマス変換及び拡大係数(BCEF)、BEF及び又は国内の各森林タイプと気候帯に応じた基本的な木材比重に加えて、バイオマス減少に関連する排出係数が必要。木材伐採、燃料材の伐採、攪乱による減少を含む

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.2 排出係数の選択		
年間バイオマス炭素増加量(ΔC_G)		

▶ 平均地上バイオマス成長量(G_W)

- Tier1
 - 表4.9、4.10及び4.12で提供される地上バイオマス成長量(G_W)のデフォルト値は、Tier1で利用できる。
 - 可能であれば異なる森林タイプには、より国に関連性の高い他の地域のデフォルト値を使用することが推奨される。

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.2 排出係数の選択		
年間バイオマス炭素増加量(ΔC_G)		

▷ 平均地上バイオマス成長量(G_W) (続き)

○ Tier2

- Tier2の方法では、より国固有のデータを使用する。
- 国固有の立木蓄積年間純増加量(IV)から地上バイオマス成長量(G_W)を計算する。
- 表4.11a及び4.11bは、IVのデフォルト値を示している。
- IVとデフォルトのバイオマス変換拡大係数($BCEF_I$)の組み合わせを表4.5に示す。
- 成長量のバイオマス拡大係数($BEFI$)と基本的な木材比重(D)に関する個別のデータを使用して、利用可能なデータを G_W に変換することもできる。
- 表4.13及び4.14は、基本的な木材比重のデフォルト値を示している。

21

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.2 排出係数の選択		
年間バイオマス炭素増加量(ΔC_G)		

▷ 平均地上バイオマス成長量(G_W) (続き)

○ Tier3

- Tier3のプロセスベースの算定では、詳細な森林インベントリ又はモニタリングシステムの以下のデータにアクセスする。
- 立木蓄積と過去及び予測された年間純増加量
- 立木蓄積又は年間純増加量とバイオマス及びバイオマス成長量との関数
- プロセスシミュレーションにより年間純増加量を導出することもできる。これには、特定の炭素含有率と基本的な木材比重も組み込む必要がある。
- インベントリの年が報告の年と一致しない場合は、内挿又は外挿された年間純増加量又はモデルによって推定された増加量に、収穫と攪乱に関するデータを含めて使用する。

22

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.1 バイオマス	
4.2.1.2 排出係数の選択	
年間バイオマス炭素増加量(ΔC_G)	

NR
2006

▷ 地下バイオマス成長量

○ Tier1

- 1996年IPCCガイドラインのデフォルトの仮定として、地下炭素ストック変化量はゼロとされる。又は、地下バイオマス成長の算定には、地下バイオマスの地上バイオマスに対する比率(R)のデフォルト値が使用される(表4.4デフォルト値)。

○ Tier2

- 国固有の地下バイオマスの地上バイオマスに対する比率を使用して、異なる森林タイプの地下バイオマスを算定する。

○ Tier3

- 地下バイオマスは、総バイオマスの増加と減少を計算するためのモデルに直接組み込まれるべき。又は、全国的又は地域的に決定された地下バイオマスの地上バイオマスに対する比率又は回帰モデル(例、Li et al., 2003)を使用する。

23

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.1 バイオマス	
4.2.1.2 排出係数の選択	
バイオマス年間炭素減少量(ΔC_L)	

NR
2006

▷ 木材伐採、 $L_{\text{wood-removals}}$ 、 L_{fuelwood} によるバイオマス減少量

- バイオマス伐採による炭素減少量を計算する場合、次の係数が必要: 木材伐採量(H)、燃料材の伐採量(FG)、木材比重(D)、地下バイオマスの地上バイオマスに対する比率(R)、炭素含有率(CF)、木材伐採用のBCEF。
- 全ての木材伐採量は森林バイオマスプールの減少量を表すが、第12章では伐採木材製品の炭素ストック量の年間変化量を算定するためのガイドンスが提供。

▷ 攪乱、 $L_{\text{disturbance}}$

- その他の炭素減少の算定には、攪乱の影響を受ける面積($A_{\text{disturbance}}$)とバイオマス(B_W)に関するデータが必要。地上バイオマスの地下バイオマスに対する比率及び攪乱で損失したバイオマスの割合とともに、攪乱の影響を受ける森林タイプの地上バイオマス算定値が必要。
- 第2章の表2.4、2.5及び2.6では、火災で失われたバイオマスの割合と、より高次のTierの下で枯死有機物に移行する割合を算定するために必要なバイオマス燃焼量の値、排出係数及び燃焼係数が提供。

24

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.2 排出係数の選択		
バイオマス年間炭素減少量(ΔC_L)		

- 第2章の表2.4、2.5及び2.6では、火災で失われたバイオマスの割合と、より高次のTierの下で枯死有機物に移行する割合を算定するために必要なバイオマス燃焼量の値、排出係数及び燃焼係数が提供。
- Tier1
 - 平均バイオマスは、森林タイプと管理慣行によって異なる(表4.9及び4.10デフォルト値)。
 - 火災の場合、CO₂及び非CO₂排出量は、下層を含む地上バイオマスの燃焼燃料から発生する。火災は下層植生の大部分を燃焼する可能性がある。
 - 他の攪乱の場合、地上バイオマスの一部が枯死有機物に移行し、Tier1では、攪乱を受けたる地域の全てのバイオマスは攪乱の年に放出されると仮定される。

25

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.2 排出係数の選択		
バイオマス年間炭素減少量(ΔC_L)		

- Tier2
 - Tier2では、攪乱によるバイオマス変化量は、森林のカテゴリ、攪乱タイプ及び強度によって考慮される。バイオマスの平均値は、国固有のデータから取得られる。
- Tier3
 - Tier2と同様の損失の計算に加えて、Tier3はモデルを採用することもできる。モデルは通常、攪乱の年とタイプに関する空間参照情報又は空間明示情報を使用する。

26

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.3 活動データの選択		
管理された森林の面積		

- 全てのTierで、異なる森林タイプ、気候、管理システム及び地域に応じて、管理された森林の面積に関する情報が必要。
- Tier1
 - Tier1では、森林局、保全機関、市町村、測量及び地図作製機関から、国の統計を通じて得られる森林面積のデータを使用する。
 - 国のデータが入手できない場合は、国際データソースから集計情報を取得できる。
 - 国の情報源を使用してFAOデータを検証し、妥当性を確認し、更新することが推奨される。
- Tier2
 - Tier2では、異なる森林タイプ、気候、管理システム及び地域に応じて、第3章の規定に沿った土地面積の適切な表現を確保するのに十分な解像度で、国が定義した全国のデータセットを使用する。第3章のアプローチ2は、本Tier2と関連している。

27

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.3 活動データの選択		
管理された森林の面積		

- Tier3
 - Tier3では、様々なソース、特に国家森林インベントリ、土地利用と土地利用変化の登録又はリモートセンシングからの管理された森林に関する国固有のデータを使用する。
 - これらのデータは、森林への全ての土地利用の転用を完全に説明し、気候、土壌及び植生のタイプに沿って分割する必要がある。第3章のアプローチ3を使用して、異なる森林タイプの地理参照面積を異なる土地利用タイプの面積変化を追跡するために使用することができる。

28

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.3 活動データの選択		
管理された森林の面積		

- インベントリでは、バイオマスストック変化量と炭素プールの移動を計算するために、燃料材の伐採や攪乱によるバイオマス減少を含む木材伐採に関するデータが必要。
- 産業目的での木材伐採に加えて、小規模プロセッシングや土地所有者から消費者への直接販売のための木材伐採もある。この量は公式の統計に含まれていない場合があり、調査によって算定する必要がある。
- 伐採された木の枝や頂端からの燃料材は、枯死木プールへの移動から差し引かなければならない。
- 二重計上が発生しないように、攪乱の影響を受けた面積からの木材の回収もバイオマスから差し引く必要がある。Tier1のインベントリでは、攪乱の影響を受けた面積のバイオマスは既に大気中に放出されていると仮定されるため。
- 生産統計を使用する場合、関係する単位に注意を払う必要がある。元データの情報がバイオマスで報告されているか、材積(樹皮なし又は樹皮つき)で報告されているかを確認することが重要。
- 全ての森林が転用のない森林の下で計上されるアプローチ1の土地表現の場合を除き、転用された森林からの木材伐採は、転用のない森林で報告される減少量に含まれるべきではない。これらの減少量は、新しい土地利用カテゴリで報告されるので。

29

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.3 活動データの選択		
木材伐採		

- 同様に、木材伐採に関する統計が土地の階層を提供していない場合、森林から転用された土地からのバイオマスの減少量に近似するバイオマス量は、総木材伐採量から差し引かれるべき。
- 丸太の搬出量は、UNECE/FAO Timber Bulletin及びFAO Yearbook of Forest Productsで公開されている。後者は、主に国から提供されたデータに基づいている。公式データがない場合、FAOは利用可能な最善の情報に基づいて算定値を提供する。通常、FAO yearbookは2年のタイムラグで公開される。

30

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.3 活動データの選択		
木材伐採		

- Tier1
 - FAOデータは、第2章の式2.12のHのTier1のデフォルトとして使用できる。丸太のデータには、立方メートルの皮なしで報告される森林から伐採された全ての木材が含まれる。皮無しのデータは、 $BCEF_R$ を使用する前に皮つきの値に変換する必要がある。皮なしから皮つき材積への変換は、樹皮の割合を使用して行われる。
- Tier2
 - 国固有のデータを使用する必要がある。
- Tier3
 - 異なる森林カテゴリからの国固有の木材伐採データは、報告用に選択された空間解像度で使用する必要がある。

31

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.3 活動データの選択		
燃料材の伐採		

- 燃料材の伐採による炭素減少の算定には、伐採される燃料材の年間材積量(FG)と木材比重(D)が必要。
- 燃料材は国によって様々な方法で生産され、通常の木材収穫から、木の部分の使用、枯死木の収集まで異なる。
- 燃料材は多くの国でバイオマス減少の最大の要素を構成しているため、そのような国では信頼できる算定値が必要。可能であれば、転用のない森林からの燃料材の伐採と、森林から他の土地利用への転用から生じる燃料材を分割する必要がある。

32

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.1 バイオマス	
4.2.1.3 活動データの選択	
燃料材の伐採	

NR
2006

○ Tier1

- FAOは、全ての国の燃料材及び木炭の伐採に関する統計を提供。FAOの統計は、各国の関係省庁によって提供されるものに基づいており、場合によっては、国内のデータ収集及び報告システムの限界により、燃料材及び木炭の伐採全体を完全に説明できない場合がある。
- Tier1では、FAOの統計を直接使用できるが、森林又は農業省や統計機関等の国内データソースによって完全性を確認する必要がある。森林、木材加工残渣、農場、家屋、村のコモンズ等、燃料材は複数のソースから収集されているので。
- FAO又は国の算定値は、燃料材の燃焼量に関する地域調査又は地域の研究から補足されるべき。より完全な情報が全国的に入手可能であれば、それを使用すべき。

33

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.1 バイオマス	
4.2.1.3 活動データの選択	
燃料材の伐採	

NR
2006

○ Tier2

- 可能ならば、国固有のデータを使用する必要がある。燃料材の地域調査は、国内又はFAOのデータソースを検証及び補足するために使用できる。国家レベルでは、様々な収入レベル、産業、所帯の農村部と都市部の家計について地域レベルの調査をすることで、燃料材の総伐採量を算定可。

○ Tier3

- 国家レベルの研究からの燃料材のデータは、非商用の燃料材の伐採を含む、Tier3モデルに必要な解像度で使用する必要がある。燃料材の伐採は、森林タイプと地域に関連付けられる必要がある。

- 転用のない森林からの燃料材の伐採の様々な方法は、調査を通じて地域レベル又は分割されたレベルで説明する必要がある。二重計上が発生しないように、燃料材の供給源を特定する必要がある。

34

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.3 活動データの選択		
攪乱		

- 全てのヨーロッパ諸国について、タイプごとの自然攪乱の割合と影響に関するデータベースは、<http://www.efi.fi/>にある。
- 世界的な燃焼面積に関するUNEPデータベースは、<http://www.grid.unep.ch/>にある。
- ただし、UNEPデータベースは2000年のみ有効であることに注意。多くの国では、燃焼面積の経年変動が大きいいため、これらの数値は代表的な平均値を提供していない。
- 多くの国が独自の攪乱統計を維持している。例えば、Stocks et al. (2002) は、Tier2又はTier3のアプローチで利用できる。
- FRA2005 (FAO, 2005)も攪乱のデータとして検討される必要がある。

35

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.4 Tier1の計算ステップ		
デフォルトの方法を使用してバイオマスの炭素ストック変化量(ΔC _B)を算定する手順		

- **ステップ1:** 第3章のガイダンス(土地面積の表現のアプローチ)を使用して、転用のない森林の面積(A)を、国によって採用されているように、異なる気候又は生態ゾーンの森林タイプに分類する。参照する点としては、GPG-LULUCFのAnnex 3A.1 (IPCC, 2003)は、地域及び国ごとの森林面積と森林面積の年間変化量の全国レベルのデータを比較の手段として提供。また、FAOは定期的に面積データを提供。
- **ステップ2:** 第2章の式2.9及び2.10を使用して利用可能な国の森林タイプ及び気候帯ごとに、面積及びバイオマス成長量の算定値を使用して、転用のない森林(ΔC_G)の年間バイオマス増加量を算定する。
- **ステップ3:** 第2章の式2.12を使用して、木材伐採(Lwood-removals)による年間の炭素減少量を算定する。
- **ステップ4:** 第2章の式2.13を使用して、燃料材の伐採(Lfuelwood)による年間の炭素減少量を算定する。

36

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.4 Tier1の計算ステップ		
デフォルトの方法を使用してバイオマスの炭素ストック変化量(ΔC_B)を算定する手順		

- **ステップ5:** 第2章の式2.14を使用して、攪乱による年間炭素減少量 ($L_{disturbance}$)を算定する。すでに木材伐採と燃料材の伐採でカバーされている減少量の二重計上は避ける。

- **ステップ6:** ステップ3から5で算定された減少量から、第2章の式2.11を使用して、バイオマス減少量(ΔC_L)による年間炭素ストック減少量を算定する。

- **ステップ7:** 第2章の式2.7を使用して、年間バイオマス炭素ストック変化量(ΔC_B)を算定する。

37

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.5 不確実性の評価		

- この節では、転用のない森林について行われたインベントリの算定に関連する排出源固有の不確実性を考慮する。

- 国固有の値及び/又は分割された値を算定するには、不確実性に関して以下の情報よりも正確な情報が必要。

- 第1巻の第3章では、サンプルベースの研究に関連する不確実性に関する情報を提供。

- 排出係数と活動データに関する不確実性の算定に関して入手可能な文献は限られている。

38

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.5 不確実性の評価		
排出及び吸収係数		

- FAO(2006)は、森林炭素係数の不確実性の算定値を提供。
 - 木材比重(10~40%)
 - 工業国の管理された森林の年間増加量(6%)
 - 立木蓄積(工業国8%、非工業国30%)
 - 工業国の合計した自然減少量(15%)
 - 木材及び燃料材の伐採量(工業国20%)。
- フィンランドでは、マツ、トウヒ及びカバノキの木材比重の不確実性は、Hakkila(1968、1979)の研究で20%未満。同樹種の林分間の変動性は、同樹種の個体間の変動性と比べて、より低いか、せいぜい同程度。フィンランドでは、マツ、トウヒ及びカバノキのバイオマス拡大係数の不確実性は約10%(Lehtonen et al., 2003)。
- アマゾン熱帯林の8つのインベントリプロットでは、測定誤差を組み合わせた結果、10年未満の期間での胸高断面積合計の変化量の算定値に10~30%の誤差が生じた(Phillips et al., 2002)。
- 木材比重とバイオマス拡大係数の不確実性の主な原因は、林齢、種構成、構造です。不確実性を減らすために、国は、国又は地域固有のバイオマス拡大係数と、その条件に合ったBCEFを開発することが推奨される。

39

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.5 不確実性の評価		
排出及び吸収係数		

- 国又は地域固有の値が利用できない場合は、デフォルトのパラメータのソースを確認し、国固有の条件との対応を調べる必要がある。
- 年間増加量の変動の原因には、気候、立地・成長条件、土壌肥沃度が含まれる。人工的に更新及び管理された林分は、天然林よりも変動が少ない。
- 算定の精度を向上させる主な方法は、森林タイプ別に階層化された国固有又は地域の増加量を適用することに関連している。増加量のデフォルト値を使用する場合、算定値の不確実性を明確に示し、記録する必要がある。
- Tier3アプローチでは、種、生態ゾーン、立地の生産性、管理の強化によって階層化された成長曲線を使用できます。同様のアプローチが木材供給計画モデルで日常的に使用されており、この情報を炭素計算モデルに組み込むことができます(例:Kurz et al., 2002)。
- 商業伐採に関するデータは比較的正確だが、違法伐採や税法上の過少報告のために不完全又は偏っている場合がある。販売されずに集められて直接使用される伝統的な木材は、統計に含まれない可能性がある。各国はこれらの問題を慎重に検討する必要がある。

40

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.5 不確実性の評価		
排出及び吸収係数		

- 暴風雨や害虫の発生後に森林から伐採される木材の量は、時間と量の両方で異なる。これらの種類の減少量に関するデフォルトデータは提供できない。
- これらの減少量に関連する不確実性は、森林から直接搬出された損傷木から又はその後商業目的及びその他の目的で使用される損傷木のデータを使用して算定できる。
- 燃料材の収集を伐採とは別に扱う場合、伝統的な収集に関連する不確実性が高いため、関連する不確実性も高くなる可能性がある。

41

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.1 バイオマス		
4.2.1.5 不確実性の評価		
活動データ		

- 面積データは、第3章のガイダンスを使用して又はFAO(2000)から取得する必要がある。工業国では、森林面積の算定値の不確実性は約3%と算定されている(FAO, 2000年)。

42

4.2.2 枯死有機物

- 枯死有機物(DOM)プール(リターと枯死木)の炭素ストック変化量を算定する方法の一般的な説明は第2章で提供。
- この節では、転用のない森林について、DOMプールの炭素ストック変化量を算定する方法に焦点を当てる。
- Tier1の方法で使用される単純な入力及び出力の方程式はDOMプールの動態を捉えるのに適していないため、DOMプールの炭素ストック純変化量はゼロであると仮定。
- DOMの動態を定量化したい国は、Tier2又は3の方法論を開発する必要がある。
- 枯死木(DW)プールには、粗い木質破片、枯死した粗い根、枯死立木及びリターや土壌の炭素プールに含まれていない他の枯死物の炭素が含まれる。
- DWプールのサイズと動態を算定することは、特に調査地の測定に関連する多くの実際上の制限がある。DWプールからリター及び土壌プールへの移動率の算定及び大気への排出に関連する不確実性は一般に高い。

4.2.2 枯死有機物

- 枯死木の量は、管理地と非管理地の両方で、林分間で大きく異なる。枯死木の量は、最終の攪乱からの時間・種類、攪乱中の損失量、攪乱時のバイオマス投入量(枯死量)、自然枯死率、分解率及び管理に依存する。
- 純リター蓄積率は、蓄積差法又はゲイン・ロス法を使用して算定できる。
- 後者では、年間リターフォール量(全ての葉、小枝、果実、花、根、樹皮を含む)から年間リター分解率を差し引いた収支の算定値が必要。さらに、攪乱はリタープールの炭素を追加及び除去し、リタープールのサイズと構成に影響を与える。
- 林分発達の初期段階におけるリターの動態は、最終の攪乱の種類と強度に依存する。攪乱がバイオマスをDOMプールに移動させた場合(例、風倒木や虫害による枯死)、リターのインプットによって減少量が相殺されるまで、リタープールは減少する可能性がある。
- 攪乱によってリターが除去された場合(例、自然火災)、リターの投入量が分解を超えるならば、林分発達の初期段階でリタープールが増加する可能性がある。
- 木材の収穫、林地残材の焼却及び地ごしらえ等の管理はリターの特性を変化させるが、リターの炭素への管理の影響を明確に実証した研究例はほとんどない。

4.2.2.1 方法の選択

- 第2章の図2.3のデシジョンツリーは、算定手順の実施に適したTierレベルの選択に関するガイダンスを提供。
- 方法の選択は枯死木とリターについて一緒に説明されるが、DOMプールの炭素ストック変化量の算定には、枯死木とリタープールのそれぞれの炭素ストック変化量の算定が必要（第2章の式2.17を参照）。

4.2.2.1 方法の選択

- Tier1
 - Tier1の方法は、枯死木とリターの炭素ストックが平衡状態にあることを前提としているため、DOMプールの炭素ストックの変化はゼロであると仮定。
 - ただし、森林タイプ、攪乱又は管理形態に大きな変化を経験している国は、Tier2又は3の方法論を使用してこれらの変化による影響を定量化し、結果として生じるストック変化と非CO₂排出量を報告するために国内データを開発することが推奨。
- Tier2及び3
 - 枯死木とリターの炭素ストック変化量を算定するには、2つの一般的な方法が利用できる。
 - バイオマス炭素ストック変化量を算定するための同様の方法が存在し、DOMの変化量を算定する方法の選択は、バイオマス炭素ストック変化量を算定する方法の選択によって影響を受ける可能性がある。

○ ゲイン・ロス法

- ゲイン・ロス法では、特定の期間のストック変化量を算定するために、枯死木とリタープールへの投入量と損失量の全体の収支が使用される。これには、管理された転用のない森林の面積の算定と、枯死木とリタープールへ出入する炭素ストックの年間平均移動量が含まれる（第2章の式2.18）。
- 不確実性を減らすために、転用のない森林の面積は、気候又は生態ゾーンによってさらに階層化され、森林タイプ、生産性、攪乱形態、管理慣行又は枯死木とリター炭素プールの動態に影響する他の要因によって分類される。
- 純収支の算定には、幹の枯死率、リターフォール及びターンオーバー並びに分解による減少量から枯死木及びリタープールへの年間移動量をヘクタールごとに計算する必要がある。
- さらに、管理活動又は自然攪乱の対象となる地域では、枯死木及びリターがバイオマス残渣の形で追加され、収穫（枯死立木の回収）、燃焼又はその他のメカニズムを通じて移動される。
- DOMの森林の階層化は、バイオマス炭素ストック変化量の算定に使用されたものと同一であることが推奨される（4.2.1節）。

47

○ 蓄積差法

- 蓄積差法では、管理された転用のない森林面積の算定、2時点での枯死木とリターの炭素ストックの決定及び2つの炭素ストック算定値の差の計算が含まれる（第2章の式2.19）。
- インベントリの年の年間炭素ストック変化量は、炭素ストック変化量を2つの測定間の期間（年）で割ることによって得られる。
- 方法2は、サンプルプロットに基づく森林インベントリがある国でのみ実行可能。
- 2時点での炭素ストックの差により、炭素ストック変化量を計算するには、報告された炭素ストックが面積変化の結果ではないことを保証するために、時間 t_1 と t_2 の面積が同一である必要がある。
- Tier2及び3の方法は、データ集約型であり、実施には現場測定とモデルが必要。
- モデルは、木材供給計画プロセスで使用する森林動態のシミュレーション用に蓄積された知識と情報に基づいて構築できる。

48

○ Tier1

- デフォルトでは、転用のない森林のDOMプールの炭素ストックは安定していると仮定。自然火災の間に枯死木及びリターから発生するCO₂排出量はゼロであると仮定され、したがって再成長の間の枯死木及びリターの炭素の蓄積も計上されない。
- CH₄及びCOを含む自然火災からの非CO₂排出量は、Tier1で算定。

○ Tier2及び3

- パラメータ f_{Biol} は、地上で分解するために残された総バイオマスの割合(第2章の式2.20を参照)。
- 移行した炭素の程度と精度は、損失の計算に用いられる拡大係数に対応する。

○ f_{Biol} のTier2の算定では、攪乱後に残った炭素の平均割合に関する全国データが必要。全国データが不完全な場合、第2章では2つの表を提供。

- 燃焼係数のデフォルト値は、国が良好な立木蓄積バイオマスデータを持っている場合に $(1 - f_{\text{BL}})$ として使用される。この場合、減少した割合が使用される(表2.6を参照)。
- バイオマス伐採のデフォルト値は、立木蓄積バイオマスデータが信頼できない場合に $[M_{\text{B}} \cdot (1 - f_{\text{BL}})]$ として使用される。 M_{B} は、燃焼に使用できる燃料の重量(第2章の表2.4及び式2.27を参照)。

- 国の拡大係数から、森林タイプ(針葉樹/広葉樹/混交)、バイオマス利用率、収穫慣行及び収穫作業中の損傷木の量を考慮して、収穫される生存木から収穫残渣への炭素移動に関する国固有の値を導出できる。
- 収穫と自然攪乱の両方が、枯死木とリタープールにバイオマスを追加する。他の管理慣行(収穫残渣の燃焼等)及び自然火災は、枯死木及びリタープールから炭素を除去する。
- 各管理慣行及び攪乱の影響を受けた森林タイプの面積が把握できる場合、攪乱マトリックス(第2章、表2.1; Kurz et al., 1992参照)を使用して、攪乱タイプごとに他のプールや大気に移動したり、収穫時に森林から伐採される各バイオマス、枯死有機物及び土壌炭素プールの割合を定義できる。
- f_{Biol} のTier3の算定では、火災や暴風等の攪乱からの急速な排出の割合に関するより詳細な知識が必要になる。データは、現場測定又は同様の攪乱の調査から得る必要がある。
 - 攪乱マトリックス(第2章、表2.1を参照)は、攪乱の種類ごとに、他の炭素プールに移される、大気へ排出される又は伐採木材製品に移されるバイオマス(及び他の全ての炭素プール)の割合を定義するために開発された(Kurz et al., 1992)。
 - 攪乱マトリックスは、生態系の炭素に関する収穫又は攪乱の直接的な影響を計算するときに、炭素の保持を確保する。

- Tier3の方法は、森林タイプ、生産性、齢級ごとに枯死有機物プールの投入量と損失量の割合を追跡する、より複雑な森林炭素計算モデルに依存している。
- 枯死有機物プールの再測定を含む包括的な森林インベントリが存在する場合、炭素ストック変化量の算定値は、第2章の式2.19で説明されている蓄積差アプローチを使用して導出することもできる。
- 定期的なサンプリングの伴うインベントリベースのアプローチは、第3章のAnnex 3A.3に記載されている原則に従う。インベントリベースのアプローチは、全ての森林炭素プールの動態を捉えるためにモデルと組み合わせることができる。
- Tier3の方法は、Tierが低い場合よりも確実性が高い算定値を提供し、バイオマスの動態と枯死有機物の炭素プールとの間に大きな関連があることを特徴としている。
- 枯死木とリターの炭素収支をモデル化する他の重要なパラメータは、森林タイプと気候条件及び森林管理慣行（例えば、制御された大規模火入れ又は間伐及び他の形態の部分収穫）によって異なる分解率である。

- Tier1方法を採用している国では、転用のない森林におけるDOMの炭素ストック変化量を算定するための活動データは不要。
- 高次のTierを使用している国では、主要な森林タイプ、管理慣行及び攪乱形態によって分類された転用のない森林の面積に関する活動データが必要。
- 総森林面積及びその他の全ての活動データは、この章の他の節、特に転用のない森林のバイオマスの節（4.2.1節）で報告されたものと一致する必要がある。
- 収穫と攪乱によって年間に影響を受けた面積に関する国固有の活動データは、国のモニタリングプログラムから導出できる。

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.2 枯死有機物		
4.2.2.3 活動データの選択		

- DOMの炭素ストック変化量の評価は、この情報を国の土壌及び気候データ、植生インベントリ及びその他の地球物理学的データと組み合わせて使用できる場合、非常に容易になる。
- データソースは、国の森林管理システムによって異なる。データは、個々の請負業者又は企業、規制機関、森林インベントリと管理を担当する政府機関及び研究機関から収集できる。
- データ形式には様々なものがあり、特に、インセンティブプログラム内で又は規則、森林管理インベントリ及びリモートセンシング画像を使用したモニタリングプログラムからの要求に応じて定期的に提出される活動レポートが含まれる(Wulder et al., 2004)。

53

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.2 枯死有機物		
4.2.2.4 Tier1の計算手順		

- Tier1では、転用のない森林のDOMIには変化がないと仮定しているため、計算手順に関するガイダンスは関係ない。

54

4.2.2.5 不確実性の評価

- Tier1では定義上、安定した炭素ストックを仮定しているため、正式な不確実性分析は適切でない。
- この仮定は林分レベルではほとんど正確ではなく、一般的にも正確ではない。ただし、一部の林分の増加は他の林分の減少によって相殺される可能性があるため、結果として生じる誤差は、森林景観にとっては小さいかもしれない。しかし、実際には、景観全体又は国全体で、枯死有機物プールは増加又は減少する可能性がある。
- ある国の森林で起こっている変化の種類を理解することで、枯死有機物プールの変化の方向について定性的な洞察を得ることができる。例えば、一部の国では、収穫量と攪乱による減少量が成長増加量よりも小さいため、立木蓄積バイオマスが増加している。Tier2又は3の算定方法を使用しない限り、増加率がわからない場合でも、枯死有機物プールも増加している可能性がある。
- 全ての炭素減少量が攪乱の年に発生すると仮定する方法を使用する国は、平均以上の攪乱の年には攪乱による減少量を過大評価し、平均以下の攪乱の年には正確な排出量を過小評価する可能性がある。そのような方法に依存しているかなり一定した収穫又は攪乱率を持つ国は、実際の炭素ストック純変化量に近いと思われる。

4.2.2.5 不確実性の評価

- より高次のTierの方法を採用した算定値の不確実性は、専門家の判断を使用して各国ごとに評価する必要がある。
- 枯死有機物の炭素ストック変化量の算定値の不確実性は、ほとんどの国で、枯死有機物のストックよりもかなり多くのデータがバイオマスのストックで利用できるため、バイオマスの炭素ストック変化量の算定値よりも一般的に大きいと仮定するのは正しい。さらに、バイオマスの動態を記述するモデルは、一般に、枯死有機物の動態モデルよりも高度である。
- 森林生態系の非木材要素を理解することの重要性が増していることで、多くの国がインベントリ手順を改訂した。枯死有機物の炭素ストックとその動態に関するより多くのデータが利用可能になり、インベントリ管理機関は今後数年で枯死有機物の算定値の不確実性をより明確に特定し、定量化し、削減することができる。

4.2.3 土壌炭素

- この節では、森林土壌炭素ストック変化量を算定するための算定手順とグッドプラクティスについて詳しく説明。枯死有機物プールである森林のリターは含まれていない。2種類の森林土壌については、個別のガイダンスが提供されている。1) 森林の鉱質土壌、2) 森林の有機質土壌。
- 森林の鉱質土壌の有機炭素含有量(深さ1mまで)は、通常、森林タイプと気候条件に応じて20～300トンC ha⁻¹の間で変化する。
- 土壌の有機炭素プールは、時間の経過に伴う炭素のインプットとアウトプットの違いのために静的ではない。インプット量は、主に森林の生産性、リターの分解、鉱質土壌への混入及びその後の無機化/呼吸による減少量によって決まる。
- 土壌有機炭素のその他の減少は、地下水に浸出した有機炭素の侵食若しくは溶解又は地表流による損失によって発生する。
- インプットの大部分は森林土壌の地上のリターからのものであるため、土壌有機物は上部土壌層に集中する傾向があり、土壌有機炭素の約半分は上部30cm層にある。
- 上層に保持されている炭素は、多くの場合、最も化学的に分解されやすく、自然および人為的な障害に最も直接さらされる。このセクションでは、土壌炭素のみを扱い、リターの分解(枯死有機物)については説明しない。

57

4.2.3 土壌炭素

- 森林タイプ、生産性、衰退率、および攪乱の変化等の人間の活動およびその他の攪乱は、森林土壌の炭素動態を変える可能性がある。
- 輪伐期の長さ、樹種の選択、排水、収穫の慣行(全木又は製材原木、更新、部分伐採又は間伐)、地ごしらえ活動(火入れ、地がき)そして施肥等、様々な森林管理活動は、土壌有機炭素ストックに影響を与える(Harmon and Marks, 2002; Liski et al., 2001; Johnson and Curtis, 2001)。
- 深刻な森林火災、害虫の発生及び他の林分を置き換える攪乱の発生等の攪乱形態の変化も、森林土壌の炭素プールを変化させると予想される(Li and Apps, 2002; de Groot et al., 2002)。
- さらに、有機土壌の森林の排水は、土壌の炭素ストックを減らす。

内容	参照
土壌炭素ストック変化量を算定するための一般情報とガイドライン	第2章、2.3.3節
森林に関連する土壌炭素ストック変化量	第2章、式2.24
土壌非有機炭素に関する一般的な議論	第2章、2.3.3.1節

58

- 転用のない森林に関連する土壌炭素ストック変化量を説明するために、各国は、少なくとも、インベントリ期間の開始時と終了時の総森林面積の算定値を、気候域と土壌タイプによって階層化する必要がある。
- 土地利用および管理活動データが限られている場合、アプローチ1活動データ(第3章を参照)をTier1アプローチの基礎として使用できるが、より高次のTierでは、森林管理システムの分布に関する詳細な記録または国の専門家の知識が必要。
- 森林の分類は、適切な気候と土壌図を重ね合わせることで達成できる気候域と主要な土壌タイプに従って階層化する必要がある。

4.2.3.1 方法の選択

- インベントリはTier1、2又は3のアプローチを使用して開発でき、国は鉱質及び有機質土壌に異なるTierを選択できる。第2章では、鉱質土壌(図2.4)と有機質土壌(図2.5)のデシジョンツリーが提供されており、インベントリ作成者が土壌炭素インベントリに適切なTierを選択できるようになっている。

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.1 方法の選択	
鉱質土壌	

U

- 森林タイプ、管理慣行及び土壌有機炭素に対するその他の攪乱の影響に関する文献が増えている。最終的には、サンプリング強度と異なる土壌の深さの増加量にわたる効果を考慮に入れて、気候条件、土壌の性質、関係する時間スケールの影響に基づいて一般化される可能性がある (Johnson and Curtis, 2001; Hoover, 2003; Page-Dumroese et al., 2003)。ただし、現在の知識では、森林の鉱質土壌の炭素ストック変化量の大きさと方向については決定的ではなく、広範に一般化をサポートできない。

61

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.1 方法の選択	
鉱質土壌	

U

- Tier1
 - 現在の科学的根拠では、IPCCの気候帯による森林管理の影響を定量化するためのTier1デフォルト排出係数を開発するには不十分である。したがって、Tier1方法では、森林土壌炭素ストックは管理によって変化しないと仮定されている。
 - 最近の研究は、土壌炭素ストックに対する森林管理活動の影響を定量化することが困難であり、報告された影響は変動的であり、矛盾することさえあることを示している (BOX 4.3A参照)。
 - さらに、アプローチ2又は3の活動データ (第3章参照) を使用する場合は、鉱質土壌の炭素ストック変化量を計算する必要はない (つまり、SOCストック変化量は0)。
 - アプローチ1 (第3章参照) を介して収集された活動データを使用し、森林に又は森林から転用された土地を特定できない場合は、インベントリ作成者は、土壌炭素ストック変化量を算定するために、インベントリ期間の最初と最終の面積を使用して森林の土壌炭素ストック量を算定する必要がある。
 - 土地利用変化の影響の算定のために、森林の土壌炭素ストック変化量は他の土地利用のストック変化量と合計される。作成者が森林のストックを計算しない場合、インベントリにシステマティックな誤差が発生する可能性がある。

62

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.1 方法の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier2

- 式2.25(第2章)を使用して、土壌有機炭素ストックは、参照土壌炭素ストック及び森林タイプ(F_I)、管理(F_{MG})及び自然攪乱形態(F_{ND})についての国固有のストック変化係数に基づいて計算される。
- 国固有の情報は、より良い参照炭素ストック、気候域、土壌タイプ及び/又は土地管理分類システムに組み込むことができる。

63

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.1 方法の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier3

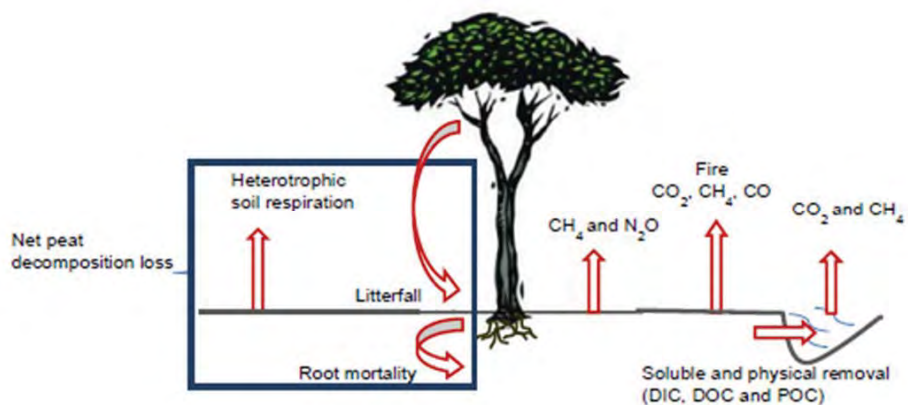
- Tier3アプローチでは、モデル結果の評価や国内モニタリング計画やモデリングツールの実施を含む、正確で包括的な国内算定方法の開発を可能にするかなりの知識とデータが必要になる。国固有のアプローチの基本要素は次のとおり。
 - インベントリ内の他の炭素プール、特にバイオマスに使用されているものと一貫した気候帯、主要な森林タイプ及び管理形態による階層化。
 - 各階層の主要な土壌タイプの決定。
 - 土壌炭素プールに対応する特性、SOCへのインプット及びアウトプット率の決定的プロセスの特定及びこれらのプロセスが発生する条件。
 - モデル評価手順を含む、運用ベースで各階層の森林土壌からの炭素ストック変化量を算定する適切な方法の決定と実施。これには、モデル評価の手続き、すなわち、方法論の考慮事項には、繰り返される森林土壌インベントリ等のモニタリング活動とモデル研究の組み合わせ並びにベンチマークサイトの確立を含む。
 - 良好な土壌モニタリングの実践に関するガイダンスは、科学文献で入手可能。
 - この目的のために開発又は適用されたモデルは、総合評価され、調査の下で代表される生態系、校正データから独立した観測で検証されることが推奨される。

64

○ 参照方法の選択に関連する項

内容	参照
Tier3方法に関する詳細なガイダンス	2.3.3.1節
Tier3のモデル化方法の例	BOX 2.2D
AFOLU分野の測定ベース及びモデルベースのTier3インベントリに関する一般的なガイダンス	2.5節

- 改良なし。2013 Wetlands Supplement 第2章、2.2節参照。
(排水された有機質土壌について説明。)



(資料)Wetlands Supplement 第2章 Page 2.7 Figure 2.1より
「排水された有機土壌からのフラックスの概要」

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier1

- アプローチ2又は3の活動データを使用する場合は、転用のない森林のストック算定値を計算する必要はない(第3章参照)。
- アプローチ1の活動データを使用している場合、インプット、管理及び攪乱形態を含むストック変化係数は、Tier1アプローチを使用すると1に等しくなる。したがって、この方法を適用するには参照炭素ストックのみが必要であり、それらは第2章の表2.3に記載されている。

○ Tier2

- 管理、森林タイプ及び自然攪乱形態に関する国固有の分類スキームに基づいて、ストック変化係数が導出される。また、国固有の参照炭素ストックの導出、それもTier1方法で提供されるデフォルトのカテゴリよりも詳細な気候と土壌の分類が必要である。
- 土壌炭素ストック変化量を評価する深さは、Tier2方法で30 cmと異なる場合がある。ただし、これには、土壌炭素ストックに対する土地利用変化の影響を決定する方法の一貫した適用を確保するために、参照炭素ストックの深さ(SOC_{REF})及びストック変化係数(F_{LU} 、 F_I 及び F_{MG})との整合性が必要(関連事項BOX 4.3A 参照)。

67

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier2(続き)

- 森林のSOCへの影響と影響を受ける森林の範囲を考慮して、全体的な影響が最も大きい係数に焦点を合わせることが推奨。
- 国が様々な管理形態の下で様々な森林タイプについて十分に実証されたデータを持っている場合、参照炭素ストックと調整係数を使用せずに土壌有機炭素の算定値を直接導出することも可能。
- ただし、算定方法は様々な土地利用カテゴリにわたっているので、その一貫性の欠如による炭素ストックの人工的な増減なしに、土地利用変化の影響を計算できるよう、参照炭素ストックとの関係を確立する必要がある。
- 森林のSOCへの影響と影響を受ける森林の範囲を考慮して、全体的な影響が最も大きい係数に焦点を合わせることが推奨。
- 異なる森林タイプ、管理慣行、攪乱形態の影響を分割することが不可能な場合、ストック変化係数はひとつに結合されるべき。

68

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier2(続き)

- 国が様々な管理形態の下で様々な森林タイプについて十分に実証されたデータを持っている場合、参照炭素ストックと調整係数を使用せずに土壌有機炭素の算定値を直接導出することも可能。
- ただし、算定方法は様々な土地利用カテゴリにわたっているので、その一貫性の欠如による炭素Cストックの人工的な増減なしに、土地利用変化の影響を計算できるように、参照炭素ストックとの関係を確立する必要がある。
- インベントリは、公開された研究又は調査からまとめられた国固有の参照炭素ストック(SOC_{REF})を導出することによっても改善できる。このような値は通常、大規模な土壌断面データベースの開発及び/又は編集によって得られる(関連事項2.3.3.1節参照)。
- ストック変化係数と参照炭素ストックを導出するための追加ガイダンスは2.3.3.1(第2章)に記載。

○ Tier3

- Tier3では、一定のストック変化率係数ではなく、土地利用と管理の影響をより正確に捉える変動率を算定することが優先される(詳細は2.3.3.1(第2章)を参照)。

69

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

NG

BOX 4.3A 森林のためのTier2ストック変化係数の開発

森林のデフォルトのストック変化係数を導出するのに科学的根拠は十分ではないが、国情を表すのに十分なデータが利用可能な場合は、国固有のTier2係数を開発できる。

転用のない森林における管理影響と対応するストック変化係数(FMG)の算定を伴ういくつかのメタ分析と再検討は、国固有のデータをTier2の方法に組み込むための分析と参照を提供する。

森林が重要な吸収源若しくは排出源である場合又は管理の強度・慣行の変化が以前の慣行と比較して増加若しくは減少をもたらす場合、管理影響の定量化はますます重要になる。

土壌炭素ストックの測定に基づく反応速度又は効果の大きさは、管理措置に関連する全ての変化を反映している。したがって、既存のデータから、有機物(FI)のインプットの炭素ストック係数を導出することはできない。

70

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
有機質土壌	

WS
2013

- 改良なし。2013 Wetlands Supplement 第2章、2.2節参照。
(排水された有機質土壌について説明されている。)

71

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.3 活動データの選択	
鉱質土壌	

U

- Tier1
 - 森林土壌炭素ストックは管理によって変化しないと仮定されているため、森林を様々な種類、管理分類又は自然攪乱形態に分類する必要はない。ただし、アプローチ1の活動データ(第3章参照)を使用する場合、適切な参照炭素ストックを森林に適用するには、国を気候域と土壌タイプに分類するための環境データが必要になる(デフォルトの気候分類スキームの詳細な説明は、第3章、Annex 3A.5参照)。
 - 気候の種類を分類するために必要な情報が国のデータベースから入手できない場合、国連環境計画等の気候データの国際的な情報源がある。土壌を第3章で提供されるデフォルトのカテゴリに分類するためのデータも必要。
 - 土壌タイプを地図化するための国内データが利用できない場合、国際土壌データとして、FAO世界土壌図等の合理的な代替手段が提供されている。

72

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.3 活動データの選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier2

- 活動データは、主要な森林タイプ、管理慣行、攪乱形態及びそれらが適用される面積で構成される。データは、国の森林インベントリ(存在する場合)及び/又は国の土壌及び気候データベースと関連することが望ましい。一般的な変化には、管理されていない森林から管理されている森林への転用が含まれる。
- データソースは、国の森林管理システムによって異なるが、森林インベントリに責任のある個々の請負業者又は企業、法定の森林当局、研究機関が含まれる。データ形式には様々な種類があり、活動報告、森林管理インベントリ、リモートセンシング画像等が含まれる。
- さらに、より細かい分類スキームがTier2のインベントリで利用される場合、参照炭素ストックも気候域と土壌タイプのより詳細なセットについて導出する必要があり、土地管理データは国固有の分類に基づいて階層化する必要がある。

○ Tier3

- Tier3の動的モデル及び/又は直接測定ベースのインベントリを適用するには、Tier1及び2の方法と比較して、気候、土壌、地形及び管理データの組み合わせに関する同様又はより詳細なデータが必要だが、正確な要件はモデル又は測定の設計に依存する。

73

4章 森林	4.2 転用のない森林
4.2.3 土壌炭素	
4.2.3.4 Tier1の計算手順	
鉱質土壌	

NR
2006

- Tier1では、転用のない森林の鉱質土壌炭素ストックに変化がないと仮定しているため、計算手順に関するガイダンスは提供されていない。

74

4章 森林	4.2 転用のない森林	NR 2006
4.2.3 土壌炭素		
4.2.3.4 Tier1の計算手順		
有機質土壌		

○ 計算手順

- **ステップ1:** インベントリの各期間の各年又は前年について、国の各気候域の管理された森林下の排水された有機質土壌の面積を算定する（例えば、1990年から2000年までのインベントリ期間にわたる排出は、土地利用と管理がインベントリ期間中のこの2年だけ知られていると仮定した場合、2000年の土地利用に基づく）。
- **ステップ2:** CO₂の年間減少量に係る適切な排出係数(EF)を選択する（表4.6から）。
- **ステップ3:** 全ての気候帯について、面積(A)と排出係数(EF)の積を合計して、総排出量を算定する。

75

4章 森林	4.2 転用のない森林	U
4.2.3 土壌炭素		
4.2.3.5 不確実性の評価		

- 土壌炭素インベントリには、以下の3つの広範な不確実性の原因が存在する。
 - 土地利用及び管理活動と環境データの不確実性
 - Tier1又は2アプローチを使用した場合の参照土壌炭素ストックの不確実性（鉱質土壌のみ）
 - Tier1又は2アプローチのストック変化/排出係数の不確実性、Tier3モデルベースのアプローチのモデル構造/パラメータの誤差又はTier3の測定ベースのインベントリに関連する測定誤差/サンプリングのばらつき
- 一般に、上記3つの広範なカテゴリの値を算定するためのサンプリングを増やすことで、インベントリの精度が向上する（すなわち、信頼範囲が小さくなる）。さらに、国固有の情報を組み込んだより高次のTierインベントリを開発することにより、バイアスを減らす（つまり、精度を向上させる）可能性が高くなる。

76

○ Tier1

- 土地利用及び管理データの不確実性は、インベントリ作成者で対処する必要がある、その後、単純誤差伝播式等の適切な方法を使用して、デフォルトの係数及び参照炭素ストック(鉱質土壌のみ)の不確実性と組み合わせる必要がある。
- インベントリ作成者は、デフォルトのレベルを使用する代わりに、国固有の活動データから不確実性を導出することが推奨される。

内容	参照
参照炭素ストックの不確実性	表2.3の最初の脚注
有機質土壌の排出係数の不確実性	4.5節、表4.6
有機質土壌の不確実性へのガイダンス	2013 Wetlands Supplement 第2章、2.2節
土地面積の算定値の不確実性	4.2.1.5節

- 鉱質土壌のデフォルトの参照炭素ストックと有機質土壌の排出係数を特定の国に適用した場合、本質的に高い不確実性、特にバイアスがある可能性がある。バイアスは、Tier2の方法を使用して国固有の係数を導出するか、Tier3の国固有の算定システムを開発することで削減できる。
- 係数の算定精度の低下を犠牲にしても、気候域や土壌タイプの違い等、土地利用と管理への影響における土地の重要な国内の差異を考慮することにより、バイアスをさらに最小限に抑えることが推奨される。
- 全国規模での不確実性を最小限に抑えるのに十分なサンプルサイズで、土地利用及び管理活動の大部分を捕捉する分類を設計することが推奨される(例:追加のサンプル位置を使用した地上調査の開発又は拡張、追加範囲を提供するリモートセンシングの導入等)。

○ Tier2

- バイアスを減らす目的で、国固有の情報がインベントリ分析に組み込まれる。
- 係数、参照炭素ストック又は土地利用及び管理活動データ間の依存関係を評価することが推奨される。
- 単純誤差伝播式やモンテカルロ法等を使用して、ストック変化/排出係数、参照炭素ストック及び活動データの不確実性を組み合わせることが可能。

○ Tier3

- モデルはより複雑であり、単純誤差伝播式は、結果の算定値に関連する不確実性を定量化するのに効果的ではない場合がある。モンテカルロ解析は可能だが、モデルに多くのパラメータがある場合は困難。
- しかしながら、土壌モデルのパラメータがベジアンアプローチで算定されている場合、パラメータの結果の同時確率分布は、モデル入力及びその他の関連データの確率分布関数のサンプリングとともに、パラメータの不確実性を捉えるモンテカルロ分析でサンプリングできる。
- 実験に基づいたアプローチ等、他の方法も利用できる。これは、モニタリングネットワークからの測定値を使用して、測定結果とモデル化結果の関係を統計的に評価。
- モデリングとは対照的に、測定ベースのTier 3インベントリの不確実性は、サンプルの分散、測定誤差、その他の関連する不確実性の原因から決まる。

- 制御されていない(自然火災)及び管理された(先行火入れ)火災は、森林からの非CO₂GHGガスの排出に大きな影響を与える可能性がある。転用のない森林では、バイオマス燃焼からのCO₂の排出量は、一般的にCO₂の吸収速度と連動していないため計上する必要がある。
- 森林タイプが変化する場合(例:天然林から人工林への転換)、最初の数年間にバイオマス燃焼からのCO₂の純排出がある。特に、転用中にかなりの木質バイオマスが燃焼した場合。しかし、時間の経過とともに、その影響は、農地や草地に転用された森林から生じるものほど大きくない。
- 土地利用の転用を明示的に特定できるような補足データなしで、制限のあるアプローチ1の土地面積の表現が使用されていない限り、土地利用転用中の火災による排出量は、新しい土地利用カテゴリで報告される。
- その場合は、森林からの火災による排出量はすべて、転用のない森林カテゴリに含まれるべき。

内容	参照
転用のない森林及び森林に転用された土地のGHG排出量を算定する一般的な方法	第2章、式2.27
Tier1アプローチのデフォルト表又はTier2アプローチの要素	第2章、2.4節

4.2.4.1 方法の選択

- 第2章の図2.6のデシジョンツリーに基づいて、各国が火災からのGHG排出を報告するための適切なTierを選択することが推奨される。
- 火災がキーカテゴリである場合、Tier2又はTier3アプローチの使用に重点を置く必要がある。一般に、活動データはグローバルデータセットにほとんど反映されていないため、火入れについては、排出量の信頼できる算定値を作成するために国固有のデータが必要。森林では、純炭素フラックスを算定する際に、バイオマス燃焼によるCO₂排出量と植生の再成長に起因するCO₂吸収量の両方を計上する必要がある。

4.2.4.2 排出係数の選択

- 燃焼に利用できる燃料の量(式2.27の M_B)は、非CO₂排出量を算定するために重要。
- Tier1

Tier1アプローチでの排出量の算定をサポートするデフォルトデータ	第2章、表2.4～2.6
植生タイプがデフォルト表のどの広域植生分類に対応するか の判断のためのガイダンス	第3章（一貫した土地表現）

- Tier2
 - M_B については、森林タイプと管理システムに応じて、構成要素に分けたレベルで国のデータを使用する可能性が高い。
- Tier3
 - 様々な森林タイプ、地域、および管理システムに応じた M_B の空間推定が必要。燃料消費量が異なる結果を基にして、異なる強度で燃えた火災を区別できる。

- 転用のない森林の燃焼面積の推定が必要。毎年の燃焼面積をカバーするグローバルデータベースが存在するが、これは個々の国における先行火入れによる毎年の燃焼面積について信頼できるデータを提供していない。
- 国のインベントリの信頼性を向上させるためには、燃焼面積及び火災の性質、特に、森林の炭素動態にどのように影響するか（例えば、樹木枯死率への影響）についての全国推定値を作成することが推奨される。
- Tier2を使用している国では、国の推定値を利用できる可能性がある。
- Tier3の算定には、火災の影響を受ける面積の地域及び森林タイプ並びに火災強度の特定が必要。

- 第2章の式2.27を使用してバイオマス燃焼からのGHG排出量を計算する手順の概要：
 - **ステップ1:** 第3章（土地利用面積を表すアプローチ）のガイダンスを使用して、転用のない森林の面積を、式2.27で国が採用した様々な気候帯又は生態系ゾーンの森林タイプに分類する。グローバルデータベース又は国の情報源からA（燃焼面積）の推定値を取得する。
 - **ステップ2:** バイオマス、リター、枯死木を含む、燃焼に利用できる燃料の量（ M_B ）をトン/haで推定する。
 - **ステップ3:** 燃焼
 - **ステップ4:** M_B と C_f を乗算して、燃焼した燃料の量を推定する（ M_B 又は C_f が不明な場合、 M_B と C_f の積のデフォルト：表2.4参照）。
 - **ステップ5:** 排出係数 G_{ef} を選択する（デフォルトの係数：表2.5、第2章参照）。
 - **ステップ6:** パラメータA、 M_B 、 C_f （又は M_B と C_f 、表2.4）及び G_{ef} を乗算して、バイオマス燃焼からのGHG排出量を取得する。

GHGごとにこの手順を繰り返す。

4.2.4.4 不確実性の評価

- 国固有の不確実性の算定値は、転用のない森林について算定される。これらは、活動データ(燃焼面積)と排出係数に関連する不確実性である。
- Tier1アプローチと比較して不確実性が減少する場合を除き、国固有のデータ(例えば、性質が限定されるもの)又はアプローチを使用せずに、誤差の算定値(範囲、標準誤差等)を提供することが推奨される。

4.3.1 バイオマス

- この節では、転用された森林のバイオマス変化によるCO₂排出量と吸収量の計算のための方法論的ガイダンスを提示する。
- 新しく造成された森林に適用されるIPCCガイドラインの「森林及びその他の木質バイオマスストック変化量」及び「管理地の放棄」カテゴリに関する報告に提供された方法論に代わるもの。

4.3.1.1 方法の選択

- この節では、転用された森林の地上及び地下バイオマスの変化によるCO₂排出量と吸収量の計算のための方法論的ガイダンスを提示する。利用可能な、キーカテゴリ分析、活動データ及び情報源に基づいて、バイオマスストック変化量を算定するための3つのTierの方法が提案されている。バイオマスのCO₂排出量と吸収量を計算する方法論選択のためのデシジョンツリーは、推奨されるアプローチを示している(第1章、図1.3)。
- Tier1に関連する参照項

内容	参照
年間バイオマス炭素ストック変化量の算定	第2章、式2.7
Tier1のデフォルトのパラメータ（第3章のアプローチ1で面積を算定時、以前の土地利用に関するデータが入手不可能時）	4.5節、表4.1～4.14

□ 年間バイオマス炭素ストック増加量(ΔC_G)

内容	参照
年間バイオマス炭素ストック増加量(ΔC_G)の算定	第2章、式2.9
年間平均バイオマス成長量(G_{Total})の算定	式2.10、第2章 4.5節、デフォルト値

87

4.3.1.1 方法の選択

□ バイオマス損失に伴う年間炭素ストック減少量(ΔC_L)参照となる項

内容	参照
年間炭素ストック減少量(ΔC_L)の算定	第2章、式2.11
木材伐採に伴うバイオマス減少量($L_{wood-removal}$)の算定	第2章の式2.12、 4.5節のデフォルト値
燃料材の伐採に伴うバイオマス減少量($L_{fuelwood}$)の算定	第2章の式2.13、 4.5節のデフォルト値
攪乱に伴う年間バイオマス炭素減少量($L_{disturbance}$)の算定	第2章の式2.14、 4.5節のデフォルト値

- 減少量に関するデータが利用できない場合、 ΔC_L は0と仮定する必要がある(式2.11)。
- 二重計上や計上漏れを防ぐために、4.2.1節及び4.3.1節でバイオマス減少量の一貫した報告を維持する必要がある。

88

○ Tier2

- Tier2の方法はTier1に似ているが、国で導出されたデータとより分割された活動データを使用し、バイオマス炭素ストック変化量のより正確な算定を可能する。
- 年間CO₂純吸収量は、転用された土地におけるバイオマス成長によるバイオマス増加量、実際の転用による変化(転用前後のバイオマスストックの差)及び転用された土地での減少量(第2章、式15及び16)の合計として計算される。
- デフォルト値に加えて、Tier2(式2.15)の適用には、以下に関する国のデータが必要。
 - 毎年森林に転用される面積
 - 森林インベントリ等から取得した転用された土地のヘクタール当りのバイオマス炭素ストック量の年間平均成長率(デフォルトデータは提供できない)
 - 非森林地が森林地になったときのバイオマス炭素変化量
 - 転用された土地でのバイオマスの損失による排出量

89

○ Tier2(続き)

- このアプローチでは、過去の土地利用に関するデータ、土地利用変化マトリックス(第3章、表3.4参照)及びそれらの土地の炭素ストック量に関する知識が必要になる場合がある。
- ΔC_G に関する参照項

内容	参照
年間バイオマス炭素ストック増加量 (ΔC_G) の算定	第2章、式2.9
年間平均バイオマス成長量 (G_{Total}) の算定	4.2.1節、 第2章、式2.10

- $\Delta C_{CONVERSION}$ に関する参照項

内容	参照
土地利用の転用に起因するバイオマスストックの初期変化量 ($\Delta C_{CONVERSION}$) の算定	第2章、式2.16

- $\Delta C_{CONVERSION}$ の計算は、転用前に特定の種類の土地(生態系、立地タイプ等)で発生する様々な炭素ストックを考慮して個別に適用できる。

90

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.1 方法の選択		

○ Tier2(続き)

□ ΔC_L に関する参照項

内容	参照
年間炭素ストック減少量(ΔC_L)の算定	第2章、式2.11
木材伐採に伴うバイオマス減少量($L_{\text{wood-removal}}$)の算定	第2章、式2.12
燃料材の伐採に伴うバイオマス減少量(L_{fuelwood})の算定	第2章、式2.13
攪乱に伴う年間バイオマス炭素減少量($L_{\text{disturbance}}$)の算定	第2章、式2.14

□ ΔC_L の関連事項

- 式2.12に適用するための立木材積の増加量と収穫量のために国ごとの木材比重とBEF又はBCEFの値を作成することが推奨される(Tier2計算用)。
- 第2章では、燃料材の収集(L_{fuelwood})及び攪乱($L_{\text{disturbance}}$)によるバイオマス減少量の計算方法について説明しており、減少量に関するデータが利用できない場合、 ΔC_L は0と仮定する必要がある。
- 4.2.2節と4.2.3節の間でバイオマスの減少量に関する一貫した報告を確保することは、二重計上又は計上漏れによる過大評価と過小評価を回避するため推奨。

91

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.1 方法の選択		

○ Tier3

- 転用された森林がキーカテゴリであり、炭素ストック量の有意な変化につながる場合は、Tier3を使用する必要がある。Tier2と同じ式と手順に従うか、より複雑な方法とモデルを使用できるが、いずれの場合も、実質的な国の方法と国固有のデータを使用する。
- 式2.15及び2.16は、転用前の森林タイプ、種及び土地タイプのより細かい地理的スケールと細分化に基づいて拡張される。国で定義した方法論は、通常の森林インベントリ又は地理参照データ及び(又は)バイオマス変化を説明するためのモデルに基づいている場合がある。
- 国の活動データは高解像度であり、転用された土地とそれらに造成された森林タイプの全てのカテゴリで利用可能。第1巻の第8章(報告ガイダンスと表)に従って方法論を記述し、記録することが推奨される。

92

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.1 方法の選択		

▷ 枯死有機物へのバイオマスの移動

- 土地を森林に転用するプロセスの間及び伐採によるバイオマスの搬出プロセスの間、バイオマスの非商業的部分は林床に残されるか、枯死有機物に移される。
- 方法の説明と枯死有機物の結末に関する仮定については、4.3.2節を参照。

93

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.2 排出係数の選択		
年間バイオマス炭素ストック増加量(ΔC_G)		

- Tier1
 - 総バイオマスの計算には、地上及び地下バイオマスプールが必要。
 - 集約的に管理された森林(植林)及び粗放的に管理された森林(天然更新)のための、バイオマス変換及び拡大係数、地下バイオマスの地上バイオマスに対する比及び乾燥重量の炭素含有率(CF)の地上バイオマスの年間平均成長のデフォルト値を提供(4.5節の表)。
 - 国の地域別の又はその他関連するデフォルト値を調査することが推奨される。

94

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.1 バイオマス	
4.3.1.2 排出係数の選択	
年間バイオマス炭素ストック増加量(ΔC_G)	

NR
2006

○ Tier2

- 可能な限り、国の条件に適した年間成長量の値、地上バイオマスへの地下バイオマス、基本的な木材比重及びバイオマス変換及び拡大係数を決定し、Tier2での計算に使用することが推奨される。
- 国情に応じて、例えば林分起源のもの(天然又は人工更新、再増加、自然な再成長の促進等)、気候、種の組成及び管理形態に基づいてこれらのカテゴリは精緻化される。
- さらなる階層化として、樹種組成、管理形態、林齢、気候域及び土壌タイプ等を参照する場合がある。
- 各国は、研究努力を通じて特定のバイオマス成長量及び拡大係数を取得することが推奨される(追加のガイダンス、4.2.1節参照)。

95

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.1 バイオマス	
4.3.1.2 排出係数の選択	
年間バイオマス炭素ストック増加量(ΔC_G)	

NR
2006

○ Tier3

- バイオマス炭素ストック成長量は、森林インベントリ、サンプルプロット、研究及び(又は)モデルから得られる国固有の年間バイオマス成長量とバイオマスデータの炭素含有量に基づいて算定できる。
- インベントリ作成者は、第1巻の第8章で強調されている要件に従って、モデルと森林インベントリデータが適切に記録及び説明されていることを確認する必要がある。

96

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.2 排出係数の選択		
転用前後の土地のバイオマスストック変化量($\Delta C_{\text{CONVERSION}}$)		

- Tier1
 - Tier1の計算には $\Delta C_{\text{CONVERSION}}$ の算定は不要。
- Tier2
 - 可能な限り、転用前後の土地のバイオマスストックに関する国固有のデータを取得して使用することが推奨される。
 - 算定値は、農地、草地、湿地、開発地及びその他の土地の炭素ストック変化量の計算に使用されるものと一致する必要があり、国の機関又は調査から取得する必要がある。Tier2は、国固有のデータとデフォルトデータの組み合わせで使用する場合がある(転用前の土地のデフォルトのバイオマスストック値は第4巻の他節を参照)。
- Tier3
 - 算定及び計算は、森林インベントリ又はモデルデータに基づいて実行される必要がある。
 - 森林インベントリ、モデル及びデータは、第1巻の第8章で概説されている手順に従って記録する必要がある。

97

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.2 排出係数の選択		
損失に伴うバイオマス炭素ストック変化量(ΔC _L)		

- 木材伐採、燃料材の伐採及び暴風雨、火災、昆虫の発生等の自然攪乱により、転用された森林の炭素が減少する。これは、4.2.1節に記載されている推奨される方法に従って報告する必要がある。炭素の減少量を算定するため4.2.1節で推奨されるアプローチは完全に適用可能であり、4.2.2節の下での適切な計算に使用されるべきである。
- 炭素ストック変化量が通常の森林インベントリにより導出される場合、木材伐採と攪乱による減少量は、それらについて個別に報告する必要なくカバーされる。
- 4.2.1節と4.2.2節の間でバイオマスの損失に関する一貫した報告を確保することは、二重計上又は計上漏れを避けるために推奨される。
- 伐採量に関するFAOデータは皮付き商用丸太についてであることに注意を要する。収穫された木材の樹皮率(BF)は、収穫に伴う木材伐採の樹皮を計上するために適用されるべき。国内で伐採量が有意な場合、インベントリ作成者は、国の収穫データを使用するか、国固有のBF値を導出することが推奨される。

98

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.2 排出係数の選択		
損失に伴うバイオマス炭素ストック変化量(ΔC_L)		

- ほとんどの国では、攪乱を受けた面積に関する情報は、2つのサブカテゴリである転用のない森林と転用された森林毎に入手できない可能性がある。ほとんどの場合、後者が前者よりもはるかに小さいことを考えると、全ての攪乱は転用のない森林に適用されるか又は攪乱された面積は2つの土地サブカテゴリに比例して比例配分される。
- 燃料材の燃焼データは通常、転用のない森林と転用された森林について別々に報告されない。そこで、デフォルトの燃料材データは、転用のない森林で報告される可能性が高い。燃料材の報告は、転用のない森林の燃料材の報告を確認し、二重計上を回避するために2つの土地サブカテゴリ間で照合される必要がある。

99

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.3 活動データの選択		
森林に転用された土地の面積($\Delta A_{TO\ FOREST}$)		

- 全てのTierでは、インベントリ年の前の20年間に森林に転用された面積に関する情報が必要。国で定義されているように、20年又は選択されたその他の期間が経過した後には、転用された森林は、4.2節(転用のない森林)に移行し、計上される必要がある。
- 4.3.2節(枯死有機物の炭素ストック変化量)、4.3.3(土壌の炭素ストック変化量)及び4.3.4節(非CO2GHG排出量)に同じ面積データを使用する必要がある。可能であれば、これらの面積は、主要な土壌タイプと転用前後の土地のバイオマス密度を考慮して、さらに分割する必要がある(BOX 4.3、転用された森林の特定における推奨されたアプローチの例)。
- 国内データの有効性に応じて、インベントリ作成者は、第3章で提供されるアプローチに基づいて推奨されたアプローチを選択することもできる。
- 放棄地で自然に再成長している森林及び植林地のバイオマスストックの計算には、異なるバイオマス成長率を使用する必要がある。Tier2及び3の下で計算を行うには、インベントリ作成者は、転用された森林の以前の土地利用のタイプに関する情報を取得することが推奨される。

100

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.1 バイオマス	
4.3.1.3 活動データの選択	
森林に転用された土地の面積 (ΔA_{TO_FOREST})	

NR
2006

○ Tier1

- 活動データは、国の統計を通じて、林業機関(様々な管理慣行の面積に関する情報)、保全機関(天然更新面積)、市町村、調査及び地図作成機関から取得できる。
- 記録されたデータが利用できない場合、専門家の判断により、新しい森林が主に集約的又は粗放的に管理されているかどうかを評価することができる。集約的・粗放的に管理された森林面積に関するデータが利用可能になった場合、面積をさらに分割してより正確な算定値を取得するために、これらを使用する必要がある。
- 計上漏れや二重計上を避けて、完全かつ一貫したデータの表現を確保するために、照合する必要がある。国データが利用できない場合は、国際的なデータソースから集計情報を取得できる。

101

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.1 バイオマス	
4.3.1.3 活動データの選択	
森林に転用された土地の面積 (ΔA_{TO_FOREST})	

NR
2006

○ Tier2

- 転用に関連する異なる土地利用下の面積が特定の年又は一定期間にわたって利用可能である必要がある。それらは、国のデータソースと土地利用変化マトリックス又は森林への全ての可能な転用をカバーする情報から得ることができる。
- 国が定義した国のデータセットには、この巻の第3章の規定に沿った土地面積の適切な表示を確保するのに十分な解像度が必要。天然更新と植林のアプローチにより森林に転用された面積を算定することが重要。

102

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.3 活動データの選択		
森林に転用された土地の面積 (ΔA_{TO_FOREST})		

○ Tier3

- 天然及び人工更新による転用された森林に関する国の活動データは、本書の第3章に記載されているように、様々な情報源、特に国家森林インベントリ、土地利用及び土地利用変化の記録、リモートセンシングから入手できる。
- これらのデータは、森林への全ての土地利用の転用の完全な計算を提供する必要があり、気候、土壌及び植生タイプに沿ってさらに分割することができる。植林地の面積は、通常、樹種と林齢に応じて利用できる。

103

4章 森林	4.3 転用された森林	NR 2006
4.3.1 バイオマス		
4.3.1.3 活動データの選択		
森林に転用された土地の面積 (ΔA_{TO_FOREST})		

BOX 4.3 転用された森林の特定の推奨されるアプローチの例

国家土地管理システムは、土地利用変化の特定を可能にし、多くの国で実施されており、土地人口調査システムは、土地利用変化の一貫した表現とタイムリーな追跡も可能にする。

国家インベントリ作成者は、土地管理システム又は人口調査からデータを取得し、転用された土地を特定する基礎として使用する必要がある。土地転用データは、転用された土地で特定の活動を行う企業、個人所有者、省庁及び機関から直接取得することができる。

一部の国では、転用された土地での排出量と吸収量を算定するための特別な計算システムが設計されている(オーストラリア、ニュージーランドの例)。

104

- デフォルトの方法を使用してバイオマスの炭素ストック変化量(ΔC_B)を算定する手順
- **ステップ1:** 農地、草地、開発地等のその他の土地利用カテゴリから、森林に転用された面積(インベントリ年以前の20年の期間)を算定する。転用された森林を算定するための詳細なアプローチについては第3章を参照。
- **ステップ2:** 転用に使用されたアプローチに基づいて、集約的に管理された森林(人工林林業)及び粗放的に管理された森林(天然更新)に従って、森林に転用された面積を分割する。
- **ステップ3:** 土地転用に伴う初期バイオマス減少量、 $\Delta C_{\text{CONVERSION}}$ (式2.16)を計算します。これは、土地転用方法によって階層化できる。
- **ステップ4:** 第2章の式2.9及び2.10を使用して、樹種及びその他のサブカテゴリレベルで集約的に管理された森林について、転用された森林(ΔC_G)の成長による年間バイオマス炭素ストック増加量を算定する。樹種及び他のサブカテゴリレベルでの年間バイオマス成長量を算定する。
- **ステップ5:** 第2章の式2.9と2.10を使用して、樹種及びその他のサブカテゴリレベルで粗放的に管理されている森林について、転用された森林(ΔC_G)で成長している年間バイオマス炭素ストック増加量を算定する。

105

- デフォルトの方法を使用してバイオマスの炭素ストック変化量(ΔC_B)を算定する手順(続き)
- **ステップ6:** 第2章の式2.12を使用して、商業伐採(用材及び製材丸太)による年間バイオマス損失量又は減少量($L_{\text{wood-removals}}$)を算定する。
- **ステップ7:** 第2章の式2.13を使用して、転用された森林における燃料材の伐採(L_{fuelwood})によるバイオマス減少量を算定する。
- **ステップ8:** 第2章の式2.14を使用して、攪乱又はその他の減少($L_{\text{disturbance}}$)による年間炭素減少量を算定する。
- **ステップ9:** 第2章の式2.11を使用して、木材伐採、燃料材の伐採及び攪乱(ΔC_L)によるバイオマス炭素の総減少量を算定する。
- **ステップ10:** 第2章の式2.15を使用して、転用された森林の年間バイオマス炭素ストック変化量(ΔC_B)を算定する。

106

4.3.1.5 不確実性の評価

- 転用された森林の炭素ストック変化量を算定するために必要な排出係数は、転用のない森林に必要なものとほぼ同じだが、インベントリ年の20年以内(転用のデフォルト期間)に森林に転用された土地を参照する。転用のない森林における不確実性に関する議論もここに適用可能。
- 転用前後の土地のバイオマスストックの算定に伴う不確実性は高い可能性がある。この不確実性は、森林への転用に関係する主要な土地利用カテゴリでサンプルの野外調査を実施することで軽減できる。
- 国の統計は商業収穫である可能性が高く、木材伐採(商用丸太)の不確実性は低いと考えられるが、森林減少による商業収穫と転用のない森林からの収穫を区別することが困難な場合がある。ただし、燃料材の伐採と収集及び攪乱によるバイオマス減少量の不確実性は高くなる可能性がある。

4.3.1.5 不確実性の評価

- 商業及び伝統的な方法に伴う不確実性は、異なる社会経済的及び気候域でのサンプル調査を実施することにより軽減される必要がある。
- 炭素ストック変化量を算定するために必要な重要な活動データには、初期の転用時及びその後の転用された土地面積とバイオマスの損失割合が含まれる。ほとんどの国が植林及び再植林された面積の記録を維持しているため、集約的及び粗放的植林地下の地域の不確実性のレベルは低くなる可能性が高い。
- リモートセンシング又はその他のモニタリング技術に基づいて、転用のない森林及び転用された森林の様々なカテゴリについて土地利用変化マトリックスを開発し、不確実性を削減する必要がある。リモートセンシングと地上調査の組み合わせで、不確実性を10～15%程度に抑えることができる。

4.3.2 枯死有機物

- この節では、枯死有機物プールの炭素ストック変化量について、転用された森林の土地利用カテゴリについて説明する。
- 農地、草地、開発地及びその他の土地利用カテゴリは、植林又は天然更新によって森林に転用される可能性がある。大部分の非森林では、枯死木やリターの炭素プールはほとんどないだろう。したがって、Tier1の仮定では、非森林の枯死木とリタープールの炭素ストックはゼロであり、枯死有機物プールの炭素は指定された期間(デフォルト= 20年)にわたって成熟した森林の値に対して線形に増加する。
- 管理されていない森林から管理されている森林への転用に関するTier1の仮定は、管理されていない森林の枯死有機物炭素ストックは管理された森林のものと同様であり、炭素ストック変化量を報告する必要はない。
- 現実には、他の条件が等しい場合、管理されていない森林の枯死有機物の炭素ストックは、管理された森林のそれよりも高くなる。木質バイオマスを取り除く収穫が、DOMプールの長期的な動態に寄与するため。
- 管理されていない森林から管理されている森林への転用の割合が高い国では、より高次のTierの方法を使用して、DOM炭素ストック変化量を算定することが推奨される。

109

4.3.2 枯死有機物

- 森林に転用後の枯死有機物プール内の炭素の排出と吸収を算定する方法には、転用の直前直後の炭素ストック及びインベントリ期間中に転用された土地面積の算定が必要。湿地、開発地、農地、草地等、非森林の土地利用カテゴリの一部には、DOMプールに有意な炭素ストックがある可能性がある。
- 転用された森林について、DOMプールの大きさがゼロであるという仮定が正当化されるかどうかを評価することが推奨される。高次のTierの方法では、初期のDOMプールの大きさを指定でき(例えば、一部の土地利用カテゴリでは、枯死木とリタープールがゼロではない)、また森林への転用の結果DOMプールが変化する転用期間の長さ(デフォルト= 20年)を定量化できる。

110

○ 関連する参照項

内容	参照
枯死有機物プールの炭素ストック変化量を算定する一般的方法	第2章、2.3.2節
算定手順の実施に適したTierレベルの選択に関するガイダンスの提供	第1章、図1.3

- 枯死木とリターの炭素ストックの算定値は、以前の土地利用、森林タイプ、更新の種類によって有意に異なる。

○ Tier1

- 転用された森林の場合、Tier1の仮定は、枯死木とリターのプールがゼロ（非森林の土地利用カテゴリ）からT年間の気候域のデフォルト値まで直線的に増加する（現行のリターと枯死木の両方の炭素プールのデフォルトは20年）。
- 燃料材採集等の人間活動や頻繁な間伐等のいくつかの造林的な慣行は、枯死木やリターのプールの炭素蓄積割合に有意に影響する可能性がある。国の気候及び管理形態を考慮して、デフォルトのプールサイズと仮定される移行期間が妥当かどうかを評価することが推奨される。
- 20年のデフォルト期間は、リタープールに適しているが、枯死木プールには短すぎる。特に、植生がゆっくりと成長する寒冷地では短すぎる。DOMプールを蓄積するのに必要な期間がデフォルトよりも長い場合、Tier1の仮定は炭素ストックの割合を過大評価する可能性がある。
- 森林への土地利用の転用に関係する面積が大きい場合、転用された森林におけるリターと枯死木の炭素ストックの割合について全国的な算定値を開発することが推奨される。

○ Tier2及び3

- Tier2又はTier3の下での枯死木及びリタープールの炭素ストック変化量は、第2章で説明されている2つの方法(第2章の式2.18及び2.19)を使用して算定できる。
- 転用前の土地利用、転用中に使用された方法(例、地拵え、残留バイオマスの処理)及び再成長している森林の生産性と特性に従って、森林に転用された面積を階層化することが推奨される。これらの要因はすべて、転用された森林のDOMプールの炭素ストックの大きさと変化の割合に影響する。
- また、より高次のTierの方法を使用している国では、リターや枯死木の炭素ストックに対してより適切な移行期間を選択することが推奨される。
- インプットとアウトプット量が均衡となると、リタープールは比較的迅速に安定する。
- 枯死木プールは、一般に非森林から森林の条件への移行期間が長くなる。さらに、リターと枯死木の両方の炭素ストックの大きさは多くの要因の影響を受け、より高次のTierを使用する国は、国情を適切に反映する成熟したDOMストック値を選択することが推奨される。
- Tier3のモデルアプローチを使用している国は、投入量と損失量のシミュレートされたバランスに基づいて、枯死有機物ストックが算定される。

○ Tier1

- Tier1方法を使用している国では、第3章、表3.1で定義されているように、異なる気候域における6つの土地利用カテゴリのデフォルトの枯死木とリターの炭素ストックに関するデータが必要。
- Tier1の仮定では、全ての非森林土地利用カテゴリのリター及び枯死木プールの炭素ストックはゼロである。転用された森林では、枯死木とリターの炭素ストックは、移行期間Tにわたって線形に増加すると仮定されている(リターと枯死木の炭素ストックのデフォルトは20年)。したがって、年間増加率は、非森林及び森林カテゴリのDOMプールの炭素ストックの差と、移行期間Tの年数との比として算定される。

○ Tier2及び3

- 第4章の4.2節、転用のない森林に記載されている高次のTierの方法は、転用された森林にも同様に適用される。土地利用の転用に関する慣行の影響(例、地拵え及び枝条の焼却)を算定する場合、追加の排出と吸収係数が必要。
- いくつかのアグロフォレストシステム、実質的な森林被覆がある開発地及びその他等、非森林土地利用カテゴリの枯死木及びリタープールの炭素ストックがゼロであるという仮定が正当化できない場合、追加の要件が発生する可能性がある。通常、森林インベントリにはそのような面積が含まれておらず、他のデータソースを特定したり、測定プログラムを実施したりする必要があるため、これは特別な課題となる可能性がある。

4.3.2.3 活動データの選択

- Tier1方法では、年間の森林への転用率に関する活動データが必要。
- 活動データは、第3章に記載されている一般原則に従って、転用された森林のバイオマス炭素ストック変化量を算定するために使用されるものと一致する必要がある。
- 活動データは、国の統計局、森林管理機関、保護機関、自治体、測量及び地図作成機関から取得できる。報告プログラムが使用される場合、検証手順と照合を実施して、計上漏れや二重計上を回避するために、転用された森林の完全かつ一貫した表現を確保することが推奨される。データは、一般的な気候カテゴリと森林タイプに従って分割する必要がある。
- より高次のTierを使用するインベントリには、洗練された土壌タイプ、気候及び空間的及び時間的解像度を備えた、森林の新規造成に関するより包括的な情報が必要になる。
- 移行期間として選択された年数(T)にわたって発生した枯死有機物プールの全ての変化を含める必要がある。転用がT年以上前に発生した土地は、転用のない森林カテゴリに移行され、報告される。

4.3.2.4 Tier1の計算ステップ

- デフォルト法による枯死有機物の炭素ストック変化量の算定手順
 - ステップ1: 農地、草地、開発地等のその他の土地利用カテゴリから、森林に転用された面積(インベントリ年から20年前の期間)を算定する。転用された森林を算定するための詳細なアプローチについては、第3章を参照。
 - ステップ2: Tier1の仮定では、非森林の枯死有機物(枯死木やリター)の炭素ストックはゼロ。非森林の枯死木とリターの炭素ストックに関する国のデータが利用可能な場合、草地、農地等転用前の土地利用カテゴリに従って、枯死有機物の算定値が利用できる同じカテゴリを使用して、森林に転用された面積を分割する。森林のリター炭素ストックのデフォルト値は、表2.2に示されている。ただし、森林の枯死木炭素ストックに関する統計的に有効な地域のデフォルトの算定値は利用不可。
 - ステップ3: 転用前後の炭素ストックの差を移行期間で割ることにより、枯死木とリターについて別々に、枯死有機物ストックの年間平均増加量を算定する(第2章の式2.23)。Tier1のデフォルトの仮定では、非森林の枯死有機物炭素ストックはゼロであり、移行期間は20年。
 - ステップ4: 過去20年間(デフォルト)に森林に転用された土地面積に年間平均増加量(ステップ3)を掛けることにより、転用された森林の枯死有機物の年間炭素ストック変化量を算定する。

4.3.2.5 不確実性の評価

- 一般に、バイオマスプールと比較してDOMプールで利用できるデータははるかに少ないため、枯死有機物プールの不確実性はバイオマス算定の不確実性よりも大きくなる。
- 第3章で提案されたアプローチを使用して行われた面積算定の不確実性は表3.7に示されており、枯死有機物の炭素ストック変化量の評価における不確実性は、デフォルト係数を使用したバイオマスストック変化量の算定の不確実性よりも数倍大きい場合がある。
- DOMプールの炭素ストック変化量における不確実性の算定値は、文献又はその他からほとんど入手できないが、転用された森林の枯死有機物プールの炭素ストック変化量の算定値のいくつかの不確実性についての情報源は特定できる。
- 第一に、DOMの炭素ストックが非森林でゼロであるという仮定は常に正当化されるわけではない。初期DOMストックの大きさを過小評価すると、蓄積割合が過大評価される。
- 第二に、リター及び枯死木の炭素ストックの大きさのデフォルト値は、長期間森林であった土地からの算定に基づいているため、偏っている可能性が高い。したがって、移行期間の終了時のストックの大きさは過大評価されている可能性があり、これも蓄積割合の過大評価につながる。
- 第三に、デフォルト移行期間は、リターの炭素ストックにとって長すぎる可能性があり、正確な蓄積割合の過小評価につながる。しかし、枯死木プールについて、20年の移行期間という現在のデフォルトの仮定は短すぎる可能性が高い。それゆえ、枯死木プールの炭素の蓄積割合は過大評価される可能性がある。

4.3.3 土壌炭素

- 鉱質土壌の土地転用は、特に土地が転用前に毎年作物を生産するために管理されていた場合、森林へ転用後は同レベルの土壌炭素ストックが維持されるか、又は増加する。
- ただし、特定の状況下では、鉱質土壌の草地から森林への転用は、転用後の数十年間、わずかな炭素の減少を引き起こすことが示されている。
- 有機質土壌からの炭素の排出は、転用前の使用状況と排水のレベルによって異なる。特に、農地からの転用は排出量を減らす傾向がある。草地からの転用は、同様の排出割合を維持する可能性が高い。一方、湿地からの転用はしばしば炭素排出量を増加させる。

○ 関連する参照項

内容	参照
土壌炭素ストック変化量の算定に関する一般情報とガイドライン	第2章、2.3.3節
転用された森林の土壌炭素ストック総変化量の算定	第2章、式2.24
土壌無機炭素に関する一般的な議論	第2章、2.3.3.1節

- 転用された森林に関連する土壌炭素ストック変化量を説明するために、各国は、少なくとも、気候域と土壌タイプによって階層化された、インベントリ期間中に転用された森林の面積の算定値を把握する必要がある。
- 土地利用及び管理データが限られている場合、アプローチ1の活動データは、転用される土地利用タイプのおおよその分布に関する各国の専門家の知識を用いて、出発点として使用できる。
- 転用された森林の転用前の土地利用と転用が不明な場合、SOCストックの変化は、転用のない森林で提供される方法を使用して計算できる（なお、インベントリの最初の年と比較して、現在の年の森林の土地ベースは、異なる可能性がある）。ただし、全ての土地利用分野の総面積がインベントリ期間にわたって等しいことが重要。全ての土地利用にわたってSOCストックを合計すると、総変化量が算定される。
- 転用された森林は、デフォルト又は国固有の分類に基づいて、気候域と主要な土壌タイプに応じて階層化される。これは、転用された土地について、気候図と土壌図を重ね合わせて、空間的に明示されたデータと組み合わせることで達成される。

4.3.3.1 方法の選択

- インベントリはTier1、2又は3のアプローチを使用して開発でき、国は鉱質及び有機質土壌に異なるTierを選択できる。土壌炭素インベントリに適したTierの選択でインベントリ作成者を支援するために、2.3.3.1節（第2章）の鉱質（図2.4）及び有機質土壌（図2.5）のデシジョンツリーが提供されている。

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.1 方法の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier1

- 土壌有機炭素ストック変化量は、式2.25(第2章)を使用して、森林への土地転用を伴う鉱質土壌について算定できる。
- 最初の(転用前の)土壌有機炭素ストック($SOC_{(0-T)}$)及びインベントリ期間の最終年(SOC_0)の炭素ストックは、転用前後で、土地利用と管理を説明するのに適切な参照土壌有機炭素ストック(SOC_{REF})とデフォルトのストック変化係数(F_{LU} 、 F_{MG} 、 F_I)の共通セットから決定される。
- 森林又は転用前の土地利用における露出した基岩の面積は、土壌炭素ストックの計算には含まれていないことに注意(ストックを0と仮定)。
- 年間のストック変化の割合は、ストックの差(時間)を時間依存性(D)のストック変化係数(デフォルトは20年)で除して計算される。

○ Tier2

- 鉱質土壌のTier2アプローチも式2.25(第2章)を使用するが、国又は地域固有の参照炭素ストック及び/又はストック変化係数、並びに、場合によってはより分割された土地利用活動及び環境データを含む。

121

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.1 方法の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier3

- Tier3アプローチには、高度に分割された土地利用及び管理データを用いた詳細で国固有のモデル及び/又は測定ベースのアプローチが含まれる。
- 森林への土地転用からの土壌炭素変化量を算定するTier3アプローチでは、草地、農地、(場合によっては開発地又はその他の土地利用を含む)その他の土地利用からの時間的な移行を表すことができるモデル、モニタリングネットワーク及び/又はデータセットを採用することが推奨される。
- 土壌炭素ストックの転用後の変化に関しては、気候、土壌及び森林タイプ/管理の相互作用が現れる国又は地域固有のフィールドにおける独立した観察でモデルを評価することが重要。

122

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier1

天然の管理されていない土地、並びに、管理された森林、開発地及び低い攪乱形態の名目上管理された草地については、土壌炭素ストックは参照値に等しいと仮定される(すなわち、土地利用、攪乱(森林のみ)、管理及びインプット係数が1に等しい)。しかし、改良及び劣化した草地、並びに、全ての農地システム等、森林に転用される可能性のある他のシステムでは、適切なストック変化係数を適用する必要がある。

Tier1に関連する参照項

内容	参照
森林のデフォルトのストック変化係数	第4章、4.2.3.2節
農地のデフォルトのストック変化係数	第5章、5.2.3.2節
草地のデフォルトのストック変化係数	第6章、6.2.3.2節
開発地のデフォルトのストック変化係数	第8章、8.2.3.2節
その他の土地のデフォルトのストック変化係数	第9章、9.3.3.2節
デフォルトの参照炭素ストック	第2章、表2.3

123

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier2

□ 国固有のストック変化係数の算定は、Tier2アプローチに関連する最も重要な開発である。土地利用間の土壌有機炭素ストックの違いは、参照条件と比較して計算される。デフォルトの参照炭素ストックが使用される場合は、参照条件は土地利用及び管理慣行によって劣化も改良もされていない天然植生である。森林が参照条件の場合、天然林への土地転用のストック変化係数は1に等しくなる。ただし、参照条件に合わない転用された森林については、攪乱(F_D)、インプット(F_I)及び管理(F_{MG})の影響を考慮して、ストック変化係数を導出する必要がある。それらは、新しい森林システムの炭素ストックを精緻化するために用いられる。

その他の土地利用分野のストック変化係数の導出に関する具体的な情報

内容	参照
農地のデフォルトのストック変化係数	第5章、5.2.3.2節
草地のデフォルトのストック変化係数	第6章、6.2.3.2節
開発地のデフォルトのストック変化係数	第8章、8.2.3.2節
その他の土地のデフォルトのストック変化係数	第9章、9.3.3.2節

124

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier2(続き)

- 参照炭素ストックは、Tier2アプローチで国固有のデータから導出することもできる。
- Tier1の参照値は、天然植生下の劣化がなく改良されていない土地に対応するが、Tier2では他の参照条件も選択できる。
- 一般に、参照炭素ストックは土地利用間で一貫している必要がある(2.3.3.1節参照)。したがって、土地利用に関係なく、各気候帯と土壌タイプに同じ参照ストックを使用する必要がある。
- 次に、参照ストックに土地利用、インプット及び管理係数を掛けて、国に存在する管理システムセットに基づいて各土地利用のストックを算定する。
- さらに、土壌炭素ストック変化量を評価するための深さは、Tier2の方法では異なる場合がある。ただし、これには、土壌炭素ストックの土地利用変化の影響を算定する方法の適用の一貫性を確保するために、参照炭素ストック(SOC_{REF})の深さと全ての土地利用(すなわち、 F_{LU} 、 F_I 及び F_{MG})のストック変化係数との整合性が必要(第2章、2.3.3.1節参照)。

125

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier2(続き)

- F_{LU} 及び F_{MG} の各国固有の係数を導出する場合、土壌の体積等価法(つまり、固定の深さ)ベースではなく土壌の質量等価法ベースで炭素ストックを表すことにより、炭素ストックの算定値を改善できる。これは、樹冠の被覆の消失による、根返り、整地、耕うん、雨による締固め等、土壌の密度に影響を与える土地利用に関連する様々な働きによって、特定の土壌の深さの土壌質量が変化するため。
- 上記の方法を適用する場合は、全ての土地利用にわたってストック変化係数を導出するために使用される全てのデータは質量等価ベースでなければならないことを認識することが重要。ただし、これを全ての土地利用のために包括的に行うのは難しいだろう(詳細、第2章、2.3.3.1節BOX 2.2C参照)。

○ Tier3

- 土地利用と管理の影響をより正確に捉える変化の割合を優先するので、一定のストック変化割合の係数自体を算定する可能性は低くなる(詳細、第2章、2.3.3.1節参照)。

126

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
有機質土壌	

WS
2013

- 改良なし。2013 Wetlands Supplement 第2章、2.2節参照。
(排水された有機質土壌について説明されている。)

127

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

- Tier1及びTier2
 - 土壌炭素ストック変化量を算定するために、転用された森林面積の算定値は、主要な気候域と土壌タイプに従って階層化する必要がある。これは、適切な気候図と土壌図の重ね合わせ及び転用された土地の空間的に明示的なデータに基づく。デフォルトの気候及び土壌分類スキームの詳細な説明は、第3章を参照。
 - 土地利用/管理の活動データの処理に関する特定の情報(4.2.3.3節の森林、5.2.3.3節の農地、6.2.3.3節の草地、7.2.3.2節の湿地、8.2.3.3節の開発地、9.3.3.3節のその他の土地を参照)
 - 転用された森林が土壌有機炭素ストックに及ぼす影響を評価する際の重要な問題の1つは、以前の土地利用と管理活動。
 - アプローチ2又は3を使用して収集された活動データは、転用された森林の転用前の土地利用と管理を決定するための基礎を提供する。対照的に、集計データ(アプローチ1、第3章)は、各土地利用における総面積のみを提供し、特定の移行を決定するための基礎とはならない。さらに、集計データは、総変化ではなく、土地利用と管理の純変化のみを表す。これはかなり大きくなる可能性があり、土壌炭素ストック総変化量に影響を与える可能性がある。

128

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
鉱質土壌	

U

○ Tier1及びTier2(続き)

- 集計データ(アプローチ1)では、土壌有機炭素ストック変化量を土地利用カテゴリごとに個別に計算し、ストック総変化量を取得するために組み合わせられる。ただし、ストック総変化量では、土地利用間で発生する完全な動態を捉えきれない。
- このアプローチを使用して、各インベントリ年の間の土地利用変化により、個々の土地利用カテゴリ内で一部の土地面積が失われ、獲得されることを考慮すると、土地の総面積ベースを時間とともに一定に確保するために各土地利用カテゴリ間の調整が必要になる。
- 土地利用変化の場合に、土壌有機炭素を算定する方法に関するさらなる説明は、2.3.3.1節に示されている。

○ Tier3

- 動的モデル及び/又はTier3の直接測定ベースのインベントリの適用には、Tier1又は2の方法と比較して、気候、土壌、地形及び管理データの組み合わせに関する同様又はより詳細なデータが必要だが、正確な要件はモデル又は測定の設計に依存する。

129

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.2 ストック変化及び排出係数の選択	
有機質土壌	

WS
2013

- 改良なし。2013 Wetlands Supplement 第2章、2.2節参照。
(排水された有機質土壌について説明されている。)

130

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.4 Tier1の計算ステップ	
鉱質土壌	

U

- SOC_0 及び $SOC_{(0-T)}$ 及び転用された森林のヘクタール当りの土壌炭素ストック純変化量を算定する手順
 - **ステップ1:** インベントリ期間の初期における鉱質土壌タイプと気候域ごとの土地利用と管理を決定する。これは、活動データの時間の順により異なる可能性がある(0 - T、例、5、10又は20年前)。
 - **ステップ2:** インベントリ対象の土地の各面積について、表2.3の気候と土壌タイプに基づいて、天然の参照炭素ストック値(SOC_{REF})を選択する。参照炭素ストックは、分野間の参照ストック値の違いにより炭素ストックの誤った変化が計算されないように全ての土地利用カテゴリで同じ値を使用する。
 - **ステップ3:** 森林への転用前に存在する土地利用及び管理システムを表す土地利用係数(FLU)、管理係数(FMG)及び炭素インプットレベル(FI)を選択する。FLU、FMG及びFIの値は、土地利用分野の各節に記載(第5章農地、第6章草地)。
 - **ステップ4:** 参照土壌炭素ストックにこれらの値を掛けて、インベントリ期間の初期の土壌有機炭素ストック($SOC(0-T)$)を算定する。

131

4章 森林	4.3 転用された森林
4.3.3 土壌炭素	
4.3.3.4 Tier1の計算ステップ	
鉱質土壌	

U

- SOC_0 及び $SOC_{(0-T)}$ 及び転用された森林のヘクタール当りの土壌炭素ストック純変化量を算定する手順(続き)
 - **ステップ5:** 同じ天然の参照炭素ストック(SOC_{REF})を使用してステップ1から4を繰り返し、 SOC_0 を算定する。ただし、土地利用、管理及びインプット係数は最後(0年目)のインベントリ年の条件を表す。Tier1の場合、全てのストック変化係数は森林のため1に等しいと仮定される(ただし、Tier2の場合、国固有のデータに基づいて、新しく転用された森林の下でこれらの係数の異なる値を使用する必要がある)。
 - **ステップ6:** インベントリ期間にわたる面積の年間平均土壌炭素ストック変化量、 $\Delta C_{Mineral}$ を算定する(第2章の式2.25を参照)。
 - **ステップ7:** 追加のインベントリ期間がある場合(例えば、1990年から2000年、2001年から2010年等)は、ステップ1から6を繰り返す。

132

4章 森林	4.3 転用された森林	WS 2013
4.3.3 土壌炭素		
4.3.3.4 Tier1の計算ステップ		
有機質土壌		

- 改良なし。2013 Wetlands Supplement 第2章、2.2節参照。
(排水された有機質土壌について説明されている。)

133

4章 森林	4.3 転用された森林	U
4.3.3 土壌炭素		
4.3.3.5 不確実性の評価		

- 転用された森林の不確実性の分析は、転用のない森林と基本的には同じ。
不確実性には3つの広範な情報源が存在する。
 - 土地利用と管理の活動及び環境データの不確実性。
 - Tier1又は2アプローチを使用した場合の参照土壌炭素ストックの不確実性(鉱質土壌のみ)
 - Tier1又は2アプローチのストック変化/排出係数の不確実性、Tier3モデルベースのアプローチのモデル構造/パラメータの誤差又はTier3の測定ベースのインベントリに関連する測定誤差/サンプリングのばらつき
- 追加の議論については、転用のない森林の不確実性の節を参照(4.2.3.5節)

134

4.4.1 完全性

- 完全性はGHGのインベントリの要件であり、伐採木材製品を含む全ての森林炭素の増加と減少に対処することが推奨される。
- 森林のGHGインベントリには、森林下の全ての土地と、森林に転用された全ての土地利用カテゴリを含める必要がある。完全性のために、全ての炭素プールと非CO₂GHGを含めることを推奨します。
- 第11章の11.2節では、排水された有機質土壌からのN₂O排出に関するアドバイスを提供。異なる炭素プールの計算に使用される森林面積は同じでなければならない。有機質土壌からの排出量と、無機質土壌の土地利用変化に起因する排出量又は吸収量を算定する必要がある。
- 高次のTierには、国固有の情報を組み込むことにより、無機土壌炭素ストック又は有機質土壌からの排出量に関する管理及び自然攪乱形態について追加の影響が含まれる。

135

4.4.1 完全性

- 転用のない森林及び転用された森林に関連する、又は、管理された（及び適用可能な場合は管理されていない）森林におけるバイオマス燃焼の影響からのCO₂排出量及び吸収量の完全な計算が必要。
- 枯死有機物プールへの移動をもたらすバイオマス炭素プールからの全ての損失量を、バイオマス炭素ストック変化量として最初に計算することが推奨される。
- Tier1算定方法を使用している国では、DOMプールへの追加はすべて追加年に排出されたと仮定されているため、火災又はその他の攪乱時にDOMプールからの炭素排出量を計算しないことが推奨される。そのため、Tier1の方法では、自然攪乱に伴うDOMプールの増加も計算から除外される。

136

4.4.2 一貫した時系列の開発

- 全てのAFOLUカテゴリについて、第1巻の第5章のガイダンスを使用して、人為的なGHGの排出と吸収のインベントリについて一貫した時系列を開発することが推奨される。
- 森林関連の活動データと排出係数は数年ごとにしか入手できない可能性があり、時系列の一貫性を実現するには、より長い時系列又はトレンドからの内挿又は外挿が必要になる場合がある。
- 森林関連の活動データと排出係数は数年ごとにしか利用できない可能性があるため、すべてのAFOLUカテゴリについて、第1章5章のガイダンスを使用して、GHGの人為的排出と吸収のインベントリの一貫した時系列を開発することが推奨される。
- 第1巻の第5章のギャップ補間に関する一般的なガイダンス(たとえば、線形補間または外挿)に加えて、森林土地カテゴリの場合に方法論の一貫性を確保する方法について、さらにガイダンスが提供。外挿により、森林の成長や収穫を含むギャップを埋める期間中の排出と吸収の主要な要因の進化を、線形補間または線形外挿よりも高い精度で反映できる場合がある。
- 一般的に、これらの関数関係は、様々な相互関係のある変数を考慮に入れて、異なるプールの炭素ストックの動態をシミュレートするために適用されるモデルで表現される。

137

4.4.2 一貫した時系列の開発

- 前述の変数は次のとおり。
 - 森林の特性(すなわち、森林タイプ、土壌タイプ、樹種構成、立木材積、年齢構造)及び管理慣行(すなわち、更新様式、輪伐期長、間伐頻度等)
 - 炭素プールとガス
 - HWPの算定パラメータ
 - 自然攪乱の取り扱い
 - 成長、枯死率、分解率及び自然攪乱形態に影響を与える人為的な気候や環境の変化(温度、降水量、CO₂、窒素負荷のフィードバック等)等の間接的な人為的影響の影響を含める可能性(2.5節参照)。
- これらの中で、伐採量は排出と吸収の重要な要因である。外挿される期間の実際の伐採量に信頼性がある場合、モデルは上記の他の変数と組み合わせて、この伐採量を直接適用できる。
- ギャップを埋める期間については、伐採量(又は他の適切な代替要素)に関する信頼できる統計情報がない場合がある。この場合、ギャップを埋める期間中も過去の管理慣行が継続すると仮定することが推奨される。これらの慣行は、既存の時系列に適用(及び記録)される必要がある。例、較正期間(以下を参照)。

138

4.4.2 一貫した時系列の開発

- 利用可能な木材ストック、林齢構造の動態、管理慣行の継続下での成長量及び伐採量（森林管理の収穫表の基礎）の関数関係を使用して、年間炭素ストック増加量（森林の純成長量）及び年間炭素ストック減少量（収穫等）の一貫した時系列を計算できる。（関数関係に基づいた外挿により森林のデータギャップを解決する例については、BOX 4.3B参照）
- 外挿に使用されるモデルは、残りの時系列で使用するものと一貫性のある方法論的要素に関する情報を利用することが推奨される。
- 外挿に使用されたモデルを時系列全体で再実行するために、（外挿されていない）既存の時系列で使用されている上記の変数のいずれかを変更すること（例えば、新しい炭素プールの追加）は、方法論の不一致を引き起こす。このような再実行にあたっては、上記の変数の一貫性を確保すべき。
- 一貫性の一般的なチェックとして、外挿に使用されるモデルが、選択された較正期間について既存の時系列が再現されることを実証することが推奨される。
- この較正期間の長さは様々な要因によって異なるが、モデルの結果と既存の時系列を少なくとも5年又は10年比較することが望ましい。

139

4.4.2 一貫した時系列の開発

- 較正期間におけるモデルの結果が既存の時系列の不確実性の算定範囲内にある場合（GHGインベントリに記載されているように）、既存の時系列と外挿された部分との間の残りの不連続性は、外挿されたデータへのオーバーラップ方法（第1巻の5.3.3.1節）の適用を通じて対処できる。この手順は、モデル化されたGHG算定のレベルには影響するが、傾向には影響しない。
- 較正期間中、モデルの結果が既存の時系列の報告された不確実性の範囲内に収まらない場合、これらの結果を時系列の外挿に使用することは推奨できない。（関数関係に基づいた外挿による森林のデータ不足の解決例については、BOX 4.3Bを参照）
- 国がTier1方法を使用している場合、DOMストック変化量の算定値は、森林への又は森林からの土地利用変化の場合にのみ提供される。リターと枯死木の炭素プールのデフォルト値又は移行期間の長さが変化した場合、データの全体の時系列を再計算することが推奨される。
- 土地利用変化率等の活動データの改訂が行われた場合は、全体の時系列の算定値を再計算することも推奨される。

140

- 枯死木とリターの炭素ストックに関するより多くの地上プロット及びその他のサンプルデータが将来利用可能になると、各国はより高次のTier算定手順で使用されるモデルを改善できる可能性がある。
- 全体の時系列で同じモデルのパラメータ値（リターフォールの割合、分解率、攪乱の影響等）を使用し、1つ以上のモデルのパラメータが変化した場合は、全体の時系列を再計算することが推奨される。そうしないと、例えば分解率の変化の結果として、人工的に排出源又は吸収源が発生する可能性がある。

BOX 4.3B 関数関係に基づく外挿により 森林データのギャップを解決する例

1990年から2015年までの一貫した時系列を構築するために蓄積差法（第4巻の2.3節を参照）が適用される場合を考慮。

1つの選択肢は、過去の時系列に線形の外挿を適用すること。

特に林齢構造の動態が森林のCO₂フラックスの傾向に影響を与える場合に、考慮すべきもう1つの選択肢は、過去のGHG排出量を関数関係を通して外挿すること。

この目的のために、モデルを使用して、ギャップを埋める期間について、過去の管理慣行の継続に伴う純成長量と収穫材積を計算することができる。

4.4.3 QA/QC

- 森林のGHGインベントリ算定の特性は、異なるレベルの精度及び正確度、並びに、バイアスのレベルがあることである。
- 算定値は、国で利用可能なデータ及び情報の品質と一貫性、並びに、知識のギャップに影響される。さらに、国で使用されるTierレベルに応じて、算定値は、サンプリング誤差、評価誤差、リモートセンシング画像の分類誤差、全体の算定値に伝播する可能性のあるモデリング誤差等、様々な誤差の情報源の影響を受ける可能性がある。
- 品質保証(QA)及び品質管理(QC)手順及び排出量算定手順の専門家による審査を通じて品質管理チェックを実行することが推奨される。
- 特に、排出量を算定するためにより高次のTierが使用されている場合、第1巻の第6章のTier2の手順で概説されている追加の品質管理チェック及び品質保証手順も適用可能。データ処理、取り扱い、報告及び記録に関連する一般的なQA/QCを、情報源固有のカテゴリ手順で補完することが推奨される。QA/QC手順は、転用のない森林と転用された森林について別々に記録する必要がある。

143

4.4.3 QA/QC

- データを収集する機関は、データ収集方法を審査し、データを確認して収集及び集約又は正しく分割されていることを確保し、データを他のデータソース及び過去数年と照合して、データが現実的で完全であり、長期にわたって一貫していることを確認する責任がある。
- FAOデータは、正確性と一貫性を保つために、他の国の情報源と照合する必要がある。算定の基礎(統計調査や机上での算定等)は、QCプロセスの一部として審査及び記載される必要がある。
- 記録は、審査担当者が不正確さ、ギャップを特定し、改善を提案できるようにするため、審査プロセスの重要な要素である。
- 報告の記録と透明性は、非常に不確実な情報源のカテゴリにとって、国固有の係数とデフォルト又は他の国で使用される係数との相違の理由を示すために最も重要である。同様の(生態学的)条件を持つ国は、方法、排出係数及び不確実性の評価の改良において協力することが奨励される。

144

○ 活動データの確認

- インベントリ機関は、可能であれば、管理されている全ての土地のデータを独立した情報源を使用して確認し、それらを比較する必要がある。
 - 多くの国では、FAOデータベースが主な情報源になる可能性があり、そのような場合、データは他の情報源と照合する必要がある。
 - いかなる面積記録の違いでも、審査の目的で文書化する必要がある。インベントリに関与する総面積と、気候及び土壌タイプ全体の階層化は、時間とともに一定であることを確保するために、活動データの面積合計は全ての土地利用カテゴリにわたって合計する必要がある。これにより、インベントリに大きな誤差を生じる結果となる森林の“消長”がなくなる。
 - 国固有のデータ(立木バイオマスとバイオマス成長率、地上バイオマスとバイオマス拡大係数の炭素含有率、合成肥料消費推定値等のデータ)を使用する場合、インベントリ機関はそれらをIPCCのデフォルト値又は排出係数データベース(EFDB)と比較して違いに注意すること。
- 国固有のパラメータは高品質で、できれば査読された実験データであり、適切に記述され、記録されている必要がある。
- インベントリを実施する機関は、推奨される方法が使用され、結果が査読されることを確保することが推奨される。報告された数値の信頼性を検証するために、テスト面積での評価が使用できる。

145

○ 内部及び外部審査

- 第1巻の第8章に記載されている審査プロセスは、できればインベントリ開発に直接関与しない専門家が実施する必要がある。
 - インベントリ機関は、AFOLUにおけるGHGの吸収量と排出量の専門家を活用して、使用した方法とデータの専門家による査読を実施する必要がある。いくつかのカテゴリについて国固有の係数を計算する際に使用されるパラメータの複雑さと独自性を考慮すると、その分野の選定された専門家が審査に関与する必要がある。
 - 土壌係数が直接測定に基づいている場合、インベントリ機関は、測定値を審査して、環境及び土壌管理条件の実際の範囲及び経年の気候変動を表しており、承認された基準に従って開発されたことを確認する必要がある。立地で有効なQA/QCプロトコルも審査し、結果の算定値を立地間及びデフォルトベースの算定値と比較する必要がある。
- Tier1の方法を使用している国は、森林減少に伴う炭素減少量の算定に必要な、リター及び枯死木プールの炭素ストックのデフォルトの仮定を審査し、必要に応じて修正することが推奨される。

146

4.4.3 QA/QC

- より高次のTierの方法を使用する国は、DOMストック変化量の算定値を作成するために使用されるモデルの中間指標を計算することが推奨される。例えば、QA/QC手順では、ストックの大きさ、リターフォールのインプット、分解損失等の算定値を、文献値や他の査読済み出版物と比較できる。可能な場合は、モデルの算定値を野外測定値やその他のデータソースと比較することが推奨される。
- モデリングシステムで簡単に実施できるQA/QC確認の1つは、内部質量収支を計算して、排出源又は吸収源として報告されていない炭素をモデルが生成又は消失していないことを確保すること。例えば、質量要件の保全には、バイオマスプールからの減少量がDOMプールへのインプットとして計上されるか、森林生態系の外部に移動されるか、又は、大気に放出される（火災の場合）場合が含まれる。
- さらに、収穫データを使用して、モデルによって発生する移動分の算定値（ストップロス）を確認できる。より高次のTier算定方法を使用する国で実施できる2番目のQA/QC手順は、地域、森林タイプ、土壌タイプ（有機質土壌と鉱質土壌）によって階層化されたDOMプールの上限値と下限値を確立することである。これらの範囲外にあるインベントリで報告された又はモデルによって算定されたいかなる値も、さらなる調査が必要である。

147

4.4.4 報告と記録

- 報告と記録の一般的な要件は、第1巻の第8章に記載。
- 一般に、全てのデータと情報（図、統計、仮定の情報源、モデリングアプローチ、不確実性分析、妥当性確認の研究、インベントリ方法、研究試験、野外立地調査から生じる測定、関連プロトコル及びその他の基本データ）を適用して、国家排出/吸収インベントリを作成する。
- インベントリに含まれる管理対象地の範囲の決定に関連する定義とこれらの定義が一定期間にわたって一貫して適用されているという証拠とともに、炭素プールの定義に関する詳細を報告する必要がある。
- 時系列データの完全性、一貫性及びサンプル、方法、年の相互間を内挿する方法を実証するため、並びに、再計算と二重計上の回避のため及びQA/QCのための記録が必要。
- インベントリ作成者は、計算方法とデータが現行の巻で説明されていない、又は、より分割されたアプローチによって説明されていない、より高次のTierレベルに進むことを決定するときに、より高度で正確な方法論、国で定義されたパラメータ及び高解像度の地図とデータセットを使用するにあたっては、追加の記録が必要である。

148

- ただし、全てのTierレベルで、方法論、係数及び活動データの選択に関する決定には説明が必要。
- 目的は、独立した第三者による算定値の再構築を促進することだが、国家インベントリ報告に必要な全ての記録を含めることは実用的ではない場合がある。そのため、インベントリには、使用されるアプローチと方法の概要、および報告された排出量の推定値に透明性があり、その計算で採用された手順を遡ることができるように、データソースへの参照を含める必要がある。

- 排出係数
 - 使用された排出係数又は吸収係数の情報源(特定のIPCCデフォルト値等)を引用する必要がある。
 - 国、地域又は森林タイプ固有の排出係数が使用され、新しい方法(デフォルトのIPCC方法以外)が使用された場合、これらの排出係数及び方法の科学的根拠は完全に記述及び記録される必要がある。これには、入力パラメータの定義、これらの排出係数と方法の導出プロセスの説明、不確実性の原因と大きさの説明が含まれる。
 - 国固有の排出係数を使用するインベントリ機関は、異なる係数の選択に基づいて情報を提供し、その導出方法を説明し、他の公開された排出係数と比較し、重要な違いを説明し、不確実性の程度を示すこと。

○ 活動データ

- 計算に使用される、面積、土壌タイプ・特性、植生被覆等の全ての活動データについて情報源を提供する必要がある。
- データ収集の日付と頻度、サンプリング手順、土壌特性と有機炭素の最小の検出可能な変化を得るために使用される分析手順、並びに、正確性及び精度の算定の情報を含むデータベースのメタデータを参照することは有用である。
- 活動データがデータベースから直接取得されなかった場合は、活動データの導出に使用された情報及び仮定、並びに、導出された活動データに関連する不確実性の算定値を提供する必要がある。これは特に、拡大プロセスを使用して大規模な算定値を導出する場合に適用される。これらの場合、関連する不確実性ととも統計手順を説明する必要がある。

151

○ モデルシミュレーションの結果

- インベントリ機関が算定手順でモデルからのデータ出力結果を使用した場合、モデルの選択と使用の理論的根拠を提供する必要がある。
- モデルが記述され、モデリング結果が解釈及び検証される、査読済みの出版物の完全な引用を提供することを推奨します。
- 審査担当者が一般的なモデリングアプローチ、主要なモデルの仮定、入力データと出力データ、パラメータ値とパラメータ化手順、モデル出力の信頼区間及び出力結果の実行された感度分析の結果等、モデルの妥当性を評価できるように詳細情報を提供する必要があります。
- モデルのコンピュータの情報源コードは、全ての入力と出力ファイルとともに、将来の参照のために永続的に保管する必要がある。

○ 排出量の分析

- 年ごとの排出量の著しい変動を説明する必要がある。年ごとの活動レベルの変化と排出係数の変化を区別し、これらの変化の理由を記録する必要がある。異なる排出係数が異なる年に使用される場合、その理由を説明し、記録する必要がある。

152

第12章 伐採木材製品(HWP)

12.1 イントロダクション

12.2 HWP分野で使われる用語と定義

12.3 HWPから生じるCO₂吸収・排出量を算定する際のアプローチの選択

12.4 HWPの算定方法の選択肢

12.5 エネルギー目的に使用される伐採された木質バイオマス

12.6 本ガイダンスにおけるSWDS中の木材の取扱いの明確化

12.7 不確実性評価

12.8 品質保証/品質管理

12.9 完全性

Annex12.A

1

12章 HWP

12.1 イントロダクション

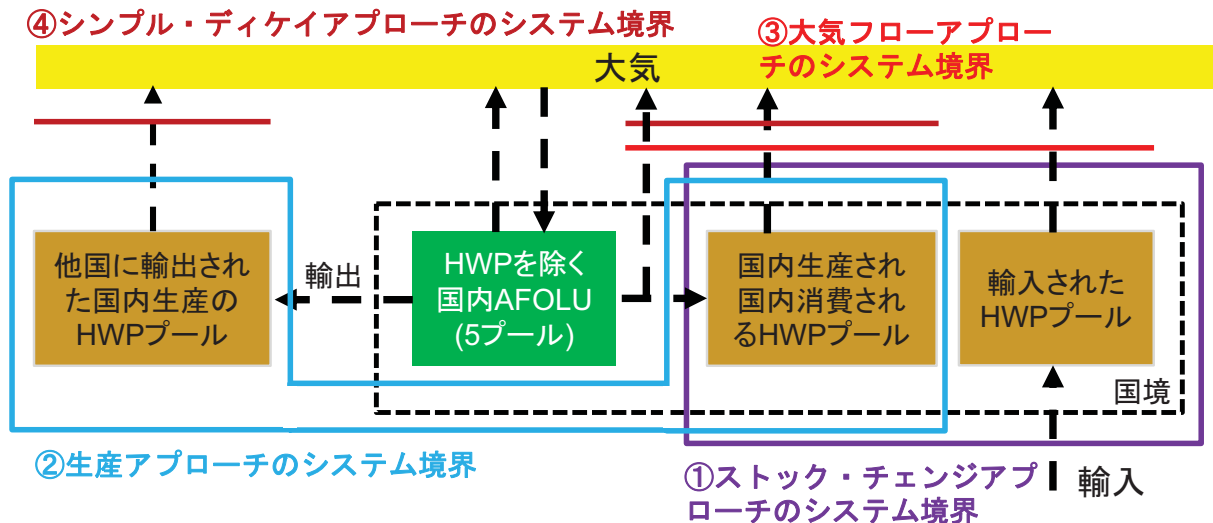
U

- 本章は、既に2006 IPCC ガイドラインで提示された4つのアプローチをそのまま使用。
- 本章は、IPCC KP サプリメントで提示されたパラメータや方法論等の新しい科学情報も考慮。
- 本章は、2006 IPCC ガイドラインと今回新たに提示された情報の関係を示す。
- 特に、12.4以降は、以下3種類のHWPについて説明。
 - 12.4 使用中のHWPの算定方法。
 - 12.5 エネルギー利用の木質バイオマスの取り扱い。
 - 12.6 固形廃棄物処理場(SWDS)の取り扱い。

2

12.2 HWP分野で使われる用語と定義

- 算定にあたっては、4つのアプローチから1つを選択する。
 - 計算と報告された算定の透明性、完全性、一貫性を確保するため、排出と吸収の二重計上、非計上（計上漏れ）を避け、HWPから生じる排出と吸収の算定と報告のためのアプローチを選択する。
 - どの時点でHWPプールに炭素が流入、保持、損失したかを定めるシステム境界をどう定めるかにより、以下4つのアプローチがある。



3

12.2 HWP分野で使われる用語と定義

- アプローチと算定方法の違い。
 - アプローチとは算定報告するHWPの吸収・排出はどれかを定義する。
 - 算定方法とは吸収・排出量をどのように算定するかを定義する。
- 算定方法には以下の3つがある。
 - フラックスデータ法（以下の2つ）。

実際はどちらも直接フラックスを計測せずにモデルで計測。

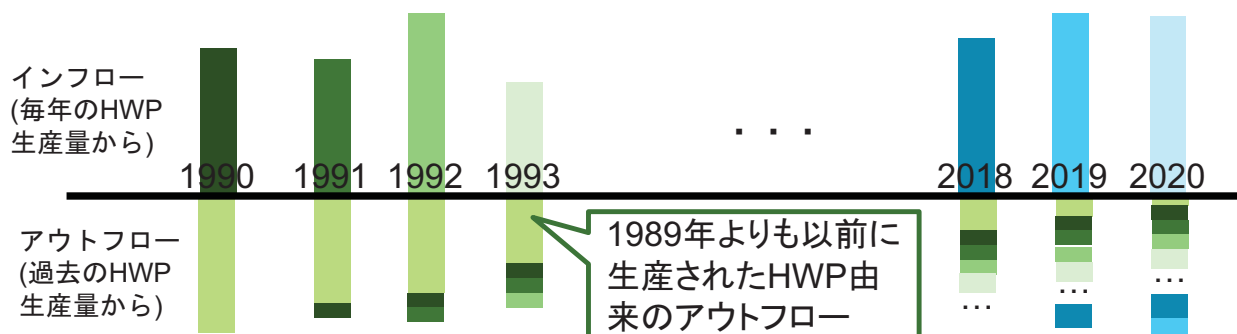
 - 伐採木材に含まれる炭素の大気とプール間のフラックスを計測。
 - 伐採木材に含まれる炭素フラックスを木材加工チェーン全体に渡り追跡。
 - 直接インベントリ法。
 - HWPプールの現存量を2時点以上で直接評価して、その間の炭素変化から吸収・排出量を算定。
 - 両方を合わせた方法。
 - 算定方法とアプローチは別概念であり、選ぶアプローチにより算定方法が定まるわけではない(ex.大気フローアプローチでも直接インベントリ法を取りうる)。

4

<HWPの2つの算定方法の解説>

○ フラックスデータ法(Tier1、Tier2、Tier3)。

- 当該年のインフロー(HWPプールに投入された炭素量)とアウトフロー(HWPプールから消失した炭素量)を別々に推定し、足し合わせたものを炭素ストック・チェンジ(+:CO2吸収、-:CO2排出)として算定。



○ 直接インベントリ法(Tier3のみ)。

- 毎年、現存するHWPストック現存量を調査して、前年との現存量の差を炭素ストック・チェンジとして計算。
- 例) 1991年の現存量51t → 1992年は30t = 1年間で21tの炭素損失。

5

○ 吸収とは。

- HWPに保持される炭素は、森林や木材生産地等の地上バイオマス炭素プールによって貯蔵された炭素が由来。
- 植生からHWPへの炭素移動は人為活動の結果。

○ エネルギー原料として用いられる木質バイオマスは、HWPプールには含まれず即時排出とみなす。

12.3 HWPから生じるCO₂排出量と吸収量を算定するためのアプローチ

- 本ガイドラインは、どのアプローチを選択すべきかを示すものではない。
- 4つアプローチは、12.3.1に示すように、2つに分けられる(Annex12.A.参照)。
- 12.3.1 HWPの4つのアプローチを2つに分ける概念的枠組(視点)。
- 12.3.2 各アプローチが定める排出・吸収プールの範囲(境界)。

12.3.1 4つのアプローチを2つに分ける視点

- HWPアプローチ設計への2つの視点。
 - 年間のHWP炭素プールの蓄積変化に着目する場合。
 - 選択するアプローチは、「ストック・チェンジアプローチ」or「生産アプローチ」。
 - 定義されたHWPプール内の炭素ストック変化量に基づいてHWPから生じるCO₂排出量と吸収量の算定。
 - 大気とHWP間の炭素の流入・流出に着目する場合。
 - 選択するアプローチは、「大気フローアプローチ」or「シンプル・ディケイアプローチ」。
 - HWPから大気へのCO₂排出を特定し定量化して吸収・排出量を算定。
- 2つの視点とシステム境界より4つのアプローチは以下の通り整理(Annex 12.A参照)。

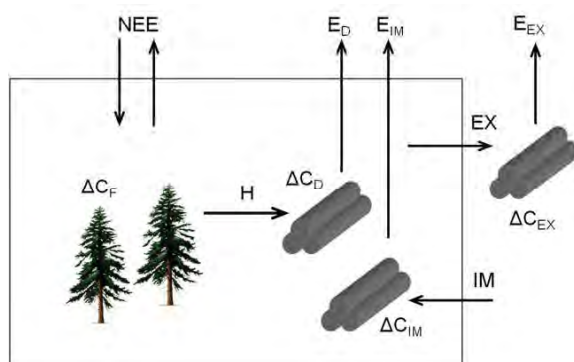
	消費国のHWPを算定対象	生産国のHWPを算定対象
ストック・チェンジやプールに基づいてHWPから生じるCO ₂ 排出量と吸収量の算定	ストック・チェンジアプローチ	生産アプローチ
大気からとHWPから大気へのCO ₂ フラックスの算定	大気フローアプローチ	シンプル・ディケイアプローチ

12.3.2 各アプローチが定めるシステム境界

- アプローチのシステム境界についての留意点。
 - HWPは他のプール(バイオマスや土壌等)と異なり、国境が算定範囲になるとは限らず、算定範囲はアプローチによって異なる。
 - 全ての国が同じアプローチを使用した場合、HWPからグローバル、地域的な生じるCO₂排出量と吸収量の算定値に二重計上や非計上は生じない。
 - 各国が異なるアプローチを使用した場合、森林、その他の木材生産地のカテゴリーHWPに関連するCO₂排出量と吸収量の算定に二重計上及び/又は非計上が生じる可能性がある。

12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択(解説)

＜4つのアプローチで計算されるHWP吸収・排出量＞

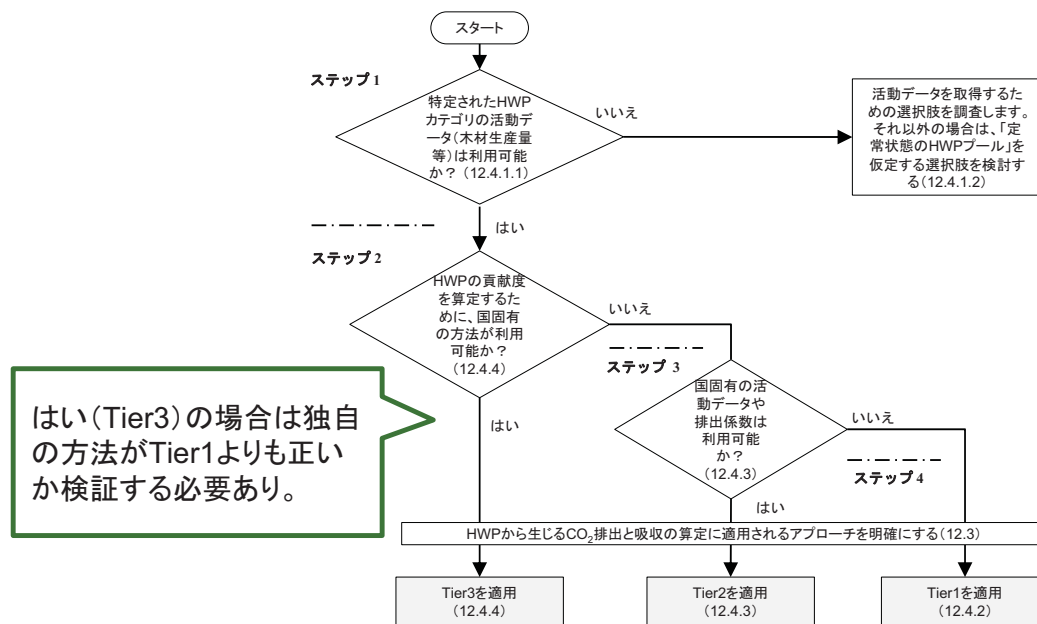


NEE: 森林の純炭素ストック・チェンジ
H: 伐採炭素量
 ΔC : 炭素蓄積変化量
E: 炭素排出量
EX: 輸出炭素量
IM: 輸入炭素量
F: 森林
D: 国内
EX: 輸出
IM: 輸入

アプローチ	HWP炭素蓄積変化の計算	説明
ストック・チェンジアプローチ	$\Delta C_D + \Delta C_{IM}$ $= H - EX - E_D + IM - E_{IM}$	国内消費されたHWPに着目
生産アプローチ	$\Delta C_D + \Delta C_{EX}$ $= H - E_D - E_{EX}$	国内生産されたHWPに着目
大気フローアプローチ	$\Delta C_D + \Delta C_{IM} - IM + EX$ $= H - E_D - E_{IM}$	国内消費されたHWPと輸出入の差引インフローに着目
シンプル・ディケイアプローチ	$\Delta C_D + \Delta C_{EX}$ $= H^* - E_D - E_{EX}$	国内生産されたHWPに着目
デフォルトアプローチ	$H - H$	HWPプールは安定し変化なし

※： IPCC 2006 ガイドライン、HはAFOLUで、 $-E_D - E_{CY}$ はHWPで報告することを提案

(IPCC 2006 ガイドラインより作成)

12.4.1 HWP由来のCO₂吸収・排出量算定方法を決める際の手順【図12.1】HWPから生じるCO₂排出量と吸収量を算定するための関連するTierの方法を選択するためのデシジョンツリー

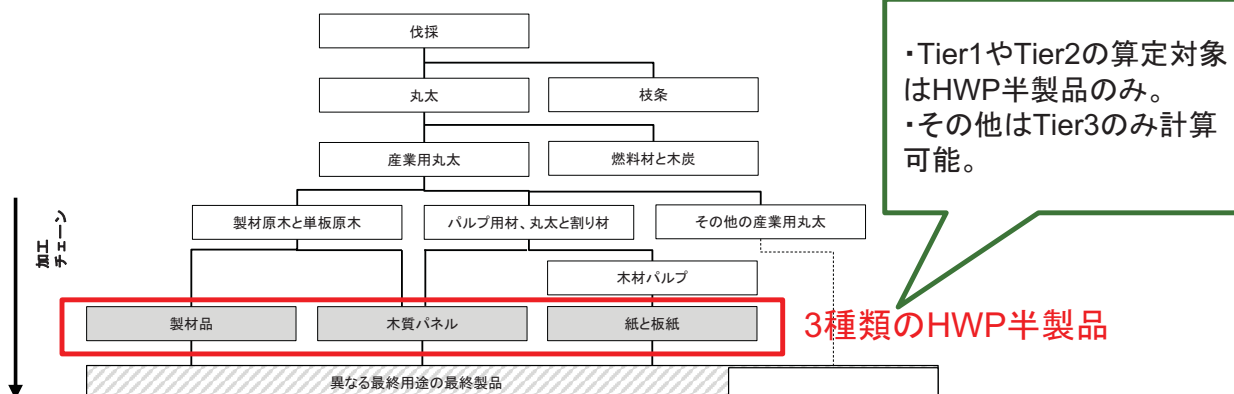
11

12.4.1 HWP由来のCO₂吸収・排出量算定方法を決める際の手順

12.4.1.1 活動データの利用可能性のチェック

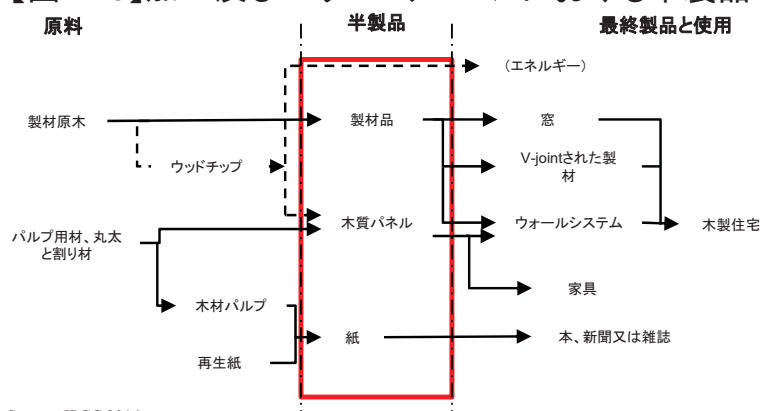
【図12.2】FAO林産物の定義に基づく木製品の簡易分類

- Tier1やTier2で用いられる活動データは3種類のHWP半製品に分けて計算。
 - 3種類のHWP半製品(製材、木質パネル、紙・板紙)の加工チェーンにおける位置づけは以下の図の通り。
 - HWP半製品よりも上位、下位の製品を取り扱う場合はTier3。



HWP半製品の定義

【図12.3】加工及びバリューチェーンにおける木製品のさまざまな加工過程の例



・二重計上を避けるためには、算定対象となるHWPの加工過程を統一させ、その生産量だけに着目。

・例えばHWP半製品を対象とした場合は、更に加工される家具や本の生産量まで一緒に活動データとして二重計上が発生してしまう。

Source: IPCC 2014

	定義
製材	長径方向に挽いたもの又は厚さが6 mmを超える表面をチップング加工したもので、国内及び輸入の丸太から生産された木材。厚板、梁・桁、根太、板、垂木、小角材、ラス、ボックスボード及びかんながけしてあるもの、していないもの、縦継加工してあるもの等の木材等が含まれる(単位:m ³)。
木質パネル	単板、合板、パーティクルボード、ファイバーボードで構成される(単位:m ³)。
紙製品・板紙	生産及び貿易統計では、アート紙、トイレトペーパー及び家庭用紙、包装資材及びその他の紙及び板紙の合計を表す(単位:トン)。

13

その他の関連する木材製品の定義

搬出材	Removal/Wood-removals	森林、林地、又はその他の伐採地から伐採及び搬出された、生存か枯死しているすべての樹木の材積。樹皮上で測定された場合(樹皮を含む)、材積を下方に調整して、樹皮なしの算定値に変換する必要がある(単位:m ³)。
丸太	Roundwood	伐倒されるか、もしくは収穫され、搬送されたすべての丸太。木炭を含む燃料材と産業用丸太(未加工材)の集合体である(単位:m ³)。
産業用丸太(未加工)	Industrial roundwood	燃料材を除くすべての丸太。これは、製材用丸太、単板用丸太、パルプ用丸太及び破片、その他産業用丸太の集合体である(単位:m ³)。
その他の産業用丸太	Other industrial round wood	製材原木、単板原木、及び/又はパルプ用材以外の産業用丸太。ポール、杭、柱、柵の材料、坑道の支柱、屋根板、シェイク、木毛、日焼け、なめし、蒸留、マッチブロック等に使用される丸太が含まれる(単位:m ³)。
木材パルプ	Wood pulp	紙、板紙、繊維板又はその他のセルロース製品に加工されるための、パルプ用丸太、木材チップ、破片又は残材から機械的及び/又は化学的プロセスによって加工された繊維状物質。木材パルプは、機械パルプ、セミケミカルパルプ、ケミカルパルプ、溶解パルプ等の総称である。

14

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.1 HWP由来のCO ₂ 吸収・排出量算定方法を決める際の手順	
12.4.1.1 活動データの利用可能性のチェック	
その他の関連する木材製品の定義	

U

再生紙	Recovered paper	再利用又は取引のために収集された紙又は板紙の廃棄物及びスクラップ。これには、元の目的で使用された紙と板紙、及び紙と板紙の生産からの残渣が含まれる(単位:トン)。
燃材	Wood fuel	調理、加熱、発電等の目的で燃料として使用される丸太。これには、主幹、枝、及び他の樹木の部分(これらは燃料用に収穫される)から収穫された木材と、炭の生産に使用される木材(ピットキルンやポータブルオープン等)、木質ペレット、その他の凝集塊が含まれる。木炭生産で使用される丸太の材積は、生産される木炭の重量から生産で使用する丸太の固体材積(m ³)に換算する6.0の係数を使用して算定される(単位:m ³)。
木炭	Wood charcoal	部分的な燃焼又は外部からの熱の適用によって炭化される木材。燃料として、又は他の用途に使用される木炭が含まれる(例、冶金の還元剤、吸収又はろ過媒体)(単位:m ³)。
木材チップとパーティクル	Wood chips and particles	小片に縮小され、パルプ化、パーティクルボード及び/又はファイバーボード生産、燃料としての使用、又はその他の目的に適した木材(単位:m ³)。
工場残材	Wood residues	その他の木材加工副産物。木材として使用できない製材所の不合格品、スラブ、縁取りとトリミング、単板原木の芯、単板の不合格品、おがくず、木工及び建具の生産から残材等の木材廃棄物やスクラップ、及びペレットやその他の凝集製品の製造に使用される工場残材が含まれる(単位:m ³)。

15

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.1 HWP由来のCO ₂ 吸収・排出量算定方法を決める際の手順	
12.4.1.2 HWPは変化なしとみなす場合	

U

- 12.4.1のステップ1がNoの場合は、過去に渡ってHWPプールは変化なしとみなす(Tier1より下位)。
 - このことを、過去のIPCCガイドラインでは、“即時排出”や“報告値0”という用語で示したが、プールの炭素量は一定であるとみなしているだけなので、即時排出ではない。
 - 実際には、インフローとアウトフローは毎年同量存在し、HWPの炭素ストックが長期的に変化していないため排出・吸収は生じていないという考え)。
 - FAOSTAT等から活動データを得てHWP排出量を算定するべき(Tier1)だが、もしそのような活動データさえも手に入らない場合は、“HWPプールは変化なし”とみなすことも必要。

HWPは安定という前提はTier1(一時減衰関数)よりも下位だが、算定方法の1つの選択肢として提示。

16

12.4.2 一次減衰法(Tier1)による算定方法

▶ 炭素ストックの変化に基づいて、またプールベースのアプローチによって、HWP由来のCO₂排出量と吸収量を算定。

- 12.4.1.1で定義したHWP半製品に対し活動データが入手可能だが、国独自のデータは入手不可能な場合はTier1の方法に従う。
- Tier1の方法はアプローチによって異なる。
 - ストック・チェンジやプールに基づきHWP吸収・排出を算定する場合（生産、ストック・チェンジアプローチ）。
 - フラックスに基づきHWP吸収・排出を算定する場合（大気フローアプローチ）。
 - シンプル・ディケイアプローチもTier1の方法が適用できると明記されているが、具体的な説明は12.4でなされていない。

12.4.2 一次減衰法(Tier1)による算定方法

炭素ストック変化やプールに基づくアプローチでHWPの吸収・排出を算定する場合

<式12.1>HWPプール由来の全吸収・排出量の算定式

$$\Delta\text{CO}_{2\text{TOTAL}}(i) = -44/12 \times \sum_{l=1}^N \Delta C_l(i)$$

- | | |
|--------------------------------------|--|
| i | = 算定対象年 |
| $\Delta\text{CO}_{2\text{TOTAL}}(i)$ | = HWP中の純炭素ストック・チェンジからの吸収・排出(Mt CO ₂) |
| C | = HWP中の炭素蓄積(Mt CO ₂) |
| $\Delta C_l(i)$ | = i年中のHWP商品クラスl中の炭素蓄積変化(Mt CO ₂) |
| L | = 半木材製品の製品の指数(表12.2と12.4.2.1を参照) |
| N | = 半木材製品の商品クラスの数 |

各製品毎(ex.製材、木質パネル)に年間の炭素ストック・チェンジに分子の質量比を乗じることによりCO₂吸収・排出量を推定(炭素ストック・チェンジ(ΔC)がプラス(増加)した場合は吸収、マイナス(減少)した場合は排出)。

＜式12.2＞HWPの炭素蓄積と年間炭素ストック・チェンジの算定式

$$C_l(i+1) = e^{-k} \times C_l(i) + \left[\frac{(1 - e^{-k})}{k} \right] \times Inflow_l(i)$$

$$\Delta C_l(i) = C_l(i+1) - C_l(i)$$

i	= 算定対象年
$C_l(i)$	= i年の最初の時点のHWP商品クラスの炭素蓄積(Mt CO ₂)
k	= 一次減衰関数の減衰定数(/年)
$Inflow_l(i)$	= i年中のHWP商品クラスIの炭素インフロー(Mt C/年, 式12.3参照)
$\Delta C_l(i)$	= i年中のHWP商品クラスIの炭素ストック・チェンジ(Mt C/年)

・i年の年間炭素ストック・チェンジは、i年のインフロー(生産量)、減衰定数($k=\ln(2)/\text{半減期}$)、次年(i+1)の炭素蓄積の3つで計算できることを示している。
・炭素ストック・チェンジとインフローが分かれば、アウトフローは以下の計算で算出可能。
 $Outflow(i) = \Delta C(i) - Inflow(i)$

＜式12.3＞選択したアプローチに応じたHWP中の炭素蓄積算定の炭素インフローの選択肢

$$Inflow_l(i) := \begin{cases} Inflow_{SCA_l}(i) \\ Inflow_{PA_l}(i) \end{cases}$$

$Inflow_{SCA_l}(i)$ = i年のHWP商品クラスIの国内消費由来のHWPの炭素インフロー(Mt C/年, 式12.6参照)

$Inflow_{PA_l}(i)$ = i年のHWP商品クラスIの国内生産由来のHWPの炭素インフロー(Mt C/年, 式12.7参照)

＜ストック・チェンジアプローチ＞
→国産材、外材問わず国内で利用されているHWPの生産量をから計算。
＜生産アプローチ＞
→国内で伐採された木材由来のHWPの生産量をから計算。

＜式12.4＞利用可能な活動データから初期年のHWP炭素蓄積を推定する式

$$C_l(t_0) = \frac{Inflow_{1average}}{k}$$

$$\text{With: } Inflow_{1average} = \left(\sum_{i=t_0}^{t_4} inflow_l(i) \right) / 5$$

k = HWP商品クラスlの一次減衰関数の減衰定数
(/年,式12.2参照)

・式12.2適用は、初期年の炭素蓄積必要。
・初期年の炭素蓄積は式12.4によりデータがある年から5年分のインフローの平均から算出可能。
・1961年等の過去のデータで初期の炭素蓄積を推定すると、過大推計の可能性。
・条約下の算定初期年である1990年から5年間のインフロー平均と比較する必要。

Box12.1 式12.2と式12.4のエクセルでの適用例

	A	B	C	D
1		半減期 (H)	35	
2		減衰定数 k	=LN(2)/C1	
3		term 'e ^{-k} ' of Eq. 12.2	=EXP(-C2)	
4		term '[(1 - e ^{-k})/k]' of Eq. 12.2	=(1-EXP(-C2))/C2	
5				
6	年	インフロー	HWP炭素蓄積	炭素蓄積変化
7	1990	100,00	=AVERAGE(B7:B11)/C2	=C8-C7
8	1991	101,00	=C\$3*C7+C\$4*B7	=C9-C8
9	1992	150,00	=C\$3*C8+C\$4*B8	=C10-C9
10	1993	103,00	=C\$3*C9+C\$4*B9	=C11-C10
11	1994	95,00	=C\$3*C10+C\$4*B10	=C12-C11
12	1995	105,00	=C\$3*C11+C\$4*B11	=C13-C12
13	1996	100,00	=C\$3*C12+C\$4*B12	=C14-C13
14	...	...	...	...

1990年の炭素蓄積は式12.4、
1991年以降は式12.2を使用。

＜式12.5＞国内で伐採された木質バイオマス由来のCO₂フラックス推定式

$$\Delta CO_{2_{AFA}}(i) = -44/12 \times \left(\sum_{l=1}^n \Delta C_{SCA_l}(i) + \sum_{j=1}^m RC_{EX_j}(i) - \sum_{j=1}^m RC_{IM_j}(i) \right)$$

$\Delta CO_{2_{AFA}}(i)$ = i年中の大気フローアプローチに沿ったCO₂排出・吸収量 (Mt CO₂/年)

$\Delta C_{SCA_l}(i)$ = i年中の国内消費されたHWP半製品の商品クラスlの炭素ストック・チェンジ (Mt C/年, 式12.2と式12.3参照)

$RC_{EX_j}(i)$ = i年中にHWP半製品の製造に使われた原料又は燃材の原料商品クラスlのうち輸出された炭素 (Mt C/年, 式12.11参照)

M = HWP原料カテゴリの数 (表12.2参照)

N = HWP半製品の数

$RC_{IM_j}(i)$ = i年中にHWP半製品の原料又は燃材の原料商品クラスlのうち輸出された炭素 (Mt C/年, 式12.11参照)

・大気フローアプローチでは国内利用されたHWP由来の炭素ストック・チェンジをCO₂フラックスとして計算。
・輸出と輸入材(燃材や原料丸太)の差引インフローは、プールは入ったとみなさず発生年に算定(輸入は排出、輸出は吸収として計算)。

＜生産量からインフローを推定する際のパラメータ＞

○ インフロー＝生産量×材積密度×炭素含有率

(表12.1)HWP半製品クラス及び準クラスのデフォルト変換係数

HWP木材半製品クラス (i)	密度 (絶乾質量/気乾材積) [Mg/m ³]	炭素含有率	炭素変換係数 cf (気乾材積当り) [Mg C/m ³]
製材(統合)	0.458	0.5	0.229
針葉樹製材品	0.45	0.5	0.225
非針葉樹製材品	0.56	0.5	0.28
木質パネル(統合)	0.595	0.454	0.269
ハードボード (HDF)	0.788	0.425	0.335
インシュレーションボード (その他のボード、LDF)	0.159	0.474	0.075
圧縮ファイバーボード	0.739	0.426	0.315
中質繊維板 (MDF)	0.691	0.427	0.295
パーティクルボード	0.596	0.451	0.269
配向性ストランドボード (OSB)	0.573	0.463	0.265
合板	0.542	0.493	0.267
単板	0.505	0.5	0.253
	相対絶乾質量 (絶乾質量/気乾質量) [Mg/Mg]		炭素変換係数 cf (気乾質量当り) [Mg C/Mg]
紙と板紙(統合)	0.9	-	0.386

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.2 一次減衰法(Tier1)による算定方法	
12.4.2.1 活動データ	

U

(表12.2)HWP原料クラスのデフォルト変換係数
(HWP半製品の製造に使用される燃料材及び原料材)

HWP原料商品クラス(j)	密度 (絶乾質量/気乾材積) [Mg/m ³]	炭素含有率	炭素変換係数 <i>cf</i> (気乾材積当り) [Mg C/m ³]
産業用丸太(統合)	0.458	0.5	0.229
針葉樹産業用丸太	0.45	0.5	0.225
非針葉樹産業用丸太	0.56	0.5	0.28
燃料材	0.458	0.5	0.229
木材チップとバーティクル	0.458	0.5	0.229
工場残材	0.458	0.5	0.229
	(絶乾質量/気乾質量) [Mg/Mg]		(気乾質量当り) [Mg C/Mg]
木炭	0.9	0.85	0.765
木材パルプ(統合)	0.9	-	0.417
機械木材パルプ	0.9	-	0.447
ケミカル木材パルプ、 硫酸塩、漂白無し	0.9	-	0.422
ケミカル木材パルプ、 硫酸塩、漂白有り	0.9	-	0.397
ケミカル木材パルプ、 亜硫酸塩、漂白無し	0.9	-	0.422
ケミカル木材パルプ、 亜硫酸塩、漂白有り	0.9	-	0.398
再生紙	0.9	-	0.386

25

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.2 一次減衰法(Tier1)による算定方法	
12.4.2.1 活動データ	
ストック・チェンジアプローチのための活動データの集約	

U

<式12.6>ストック・チェンジアプローチにおけるHWP半製品のインフローの推定式

$$\begin{aligned}
 Inflow_{SCA_l}(i) &= HWP_{C_l}(i) \times cf_l \\
 HWP_{C_l}(i) &= HWP_{P_l}(i) + HWP_{IM_l}(i) - HWP_{EX_l}(i) \\
 \text{With: } HWP_{C_l}(i) &= 0, \\
 \text{if } HWP_{C_l}(i) < 0 \text{ or } HWP_{EX_l}(i) > HWP_{P_l}(i) + HWP_{IM_l}(i)
 \end{aligned}$$

$HWP_{C_l}(i)$ = i年中のHWP半製品lの国内消費量 (m³)
 cf_l = HWP半製品lの炭素変換係数 (表12.1参照)
 $HWP_{P_l}(i)$ = i年中のHWP半製品lの国内生産量 (m³)
 $HWP_{IM_l}(i)$ = i年中のHWP半製品lの輸入量 (m³)
 $HWP_{EX_l}(i)$ = i年中のHWP半製品lの輸出量 (m³)

・ストック・チェンジアプローチの対象となるHWPは国内消費された分($HWP_{C_l}(i)$)。
 ・国内消費されたHWPは、HWP半製品の生産量にHWPに輸入されたHWPを加え、輸出されたHWPを除外したもの。

26

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.2 一次減衰法(Tier1)による算定方法	
12.4.2.1 活動データ	
生産アプローチのための活動データの集約※	

U

＜式12.7＞生産アプローチにおけるHWP半製品のインフローの推定式

$$Inflow_{PA_i}(i) = HWP_{DPI}(i) \times cf_l$$

$$HWP_{DPI}(i) = HWP_{PI}(i) \times f_R(i)$$

$$\text{With: } f_R(i) := f_{IRW}(i)$$

$$((f_{IRW}(i) \times (1 - q) \times f_{PULP}(i)) + q \times f_{RecP}(i))$$

$$\text{With: } f_{IRW}(i) := 0 \text{ if } f_{IRW}(i) < 0 \text{ and } f_{PULP}(i) := 0 \text{ if } f_{PULP}(i) < 0 \text{ and}$$

$$f_{RecP}(i) := 0 \text{ if } f_{RecP}(i) < 0$$

$HWP_{DPI}(i)$ = i年中の国内生産されたHWP半製品の生産量 (m³)

$f_R(i)$ = i年中の国内生産されたHWP半製品の原料 (IRW, PULP, RecP, Q) の国産材率 (式12.8で計算)

IRW = 産業用丸太の原料

PULP = 木質パルプの原料

RecP = 再生紙の原料

Q = 再生紙の利用率

・生産アプローチの対象HWPは国内生産された分 ($HWP_{DPI}(i)$)。
・国内生産分は、HWP半製品の生産量に、原料 (工業用丸太やパルプ等) の国産材率を乗じたもの。
・原料の国産材率 ($f_R(i)$) は式12.8で計算。

27

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.2 一次減衰法(Tier1)による算定方法	
12.4.2.1 活動データ	
生産アプローチのための活動データの集約※	

U

＜式12.8＞生産アプローチで原料の国産材率 (原料係数) を推定する式

$$f_R(i) = \frac{R_p(i) - R_{EX}(i)}{R_p(i) + R_{IM}(i) - R_{EX}(i)}$$

$$\text{With: } R := \begin{cases} IRW \\ PULP \\ RecP \end{cases}$$

$R_p(i)$ = i年中のあるHWP原料クラスの全生産量 (m³ or Mt)

$R_{IM}(i)$ = i年中のあるHWP原料クラスの輸入量 (m³ or Mt)

$R_{EX}(i)$ = i年中のあるHWP原料クラスの輸出量 (m³ or Mt)

輸入原料分を除外し、国産材由来のHWPだけを推定するための原料係数 (原料で輸出した分 ($R_{EX}(i)$)) は分子と分母で除外。

28

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.2 一次減衰法 (Tier1)による算定方法	
12.4.2.1 活動データ	
生産アプローチによる国内消費分のHWPのための活動データの集約※	

U

＜式12.9＞生産アプローチにおいて国内消費分のインフローを切り分けて求める方法

$$\begin{aligned}
 Inflow_{PADC}(i) &= HWP_{DC}(i) \times cf_l \\
 HWP_{DC_l}(i) &= HWP_{DP_l}(i) - HWP_{EX_l}(i) \times f_R(i) \\
 \text{With: } HWP_{DC_l}(i) &= 0 \\
 \text{if } HWP_{EX_l}(i) \times f_R(i) &> HWP_{DP_l}(i)
 \end{aligned}$$

$HWP_{DC}(i)$ = i年中のある国産材由来かつ国内消費されたHWP半製品の量 (m³)

・生産アプローチでは、国内生産されたHWPが対象であり輸出されたHWPも含まれるが、国内消費された分を別途分けて報告する場合は式12.9を用いる。

29

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.2 一次減衰法 (Tier1)による算定方法	
12.4.2.1 活動データ	
生産アプローチを用いた関連する土地利用カテゴリへのHWPの割り当てオプション	

U

＜式12.10＞関連する土地利用カテゴリへの割り当てと組み合わせた特定のHWP半製品クラスへの炭素流入の生産アプローチを用いた算定方法

$$\begin{aligned}
 Inflow_{PA_l}(i) &= HWP_{DP_l}(i) \times cf_l \times f_l(i) \\
 \text{With: } f_l(i) &= \frac{harvest_j(i)}{harvest_{Total}(i)}
 \end{aligned}$$

$HWP_{DP_l}(i)$ = i年中のある国産材由来のHWP半製品の量 (m³)
 $f_l(i)$ = i年中の土地カテゴリjから伐採された木材の割合
 j = 土地利用カテゴリ

・生産アプローチは国内生産されたHWPが対象だが、そのHWPが森林由来なのかその他の土地カテゴリ由来なのかを分けるためには、全土地カテゴリにおける伐採量に対する土地カテゴリの伐採量の割合 ($f_l(i)$) を用いる。

30

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.2 一次減衰法(Tier1)による算定方法	
12.4.2.1 活動データ	
大気フローアプローチに必要な追加的活動データの集約	

U

＜式12.11＞貿易されたHWP半製品の原料や木材燃料等の原料商品クラスの炭素量の計算

$$RC_{\text{TRADE}j}(i) = R_{\text{TRADE}j}(i) \times CF_j$$

$$\text{With: TRADE} := \begin{cases} IM & \text{原料カテゴリ}j\text{の輸入量} \\ EX & \text{原料カテゴリ}j\text{の輸出量} \end{cases}$$

$RC_{\text{TRADE}j}(i)$ = HWP半製品の原料もしくは燃料として用いられたHWP原料商品クラスjの炭素(Mt C, 表12.2参照)

cf_j = HWP原料商品クラスjの炭素変換係数(表12.2参照)

・大気フローアプローチを選択した場合輸出と輸入材の差引インフローは、輸入はマイナス、輸出はプラスとして計算。

31

12章 HWP	12.4 使用中の木材製品の算定方法の選択
12.4.2 一次減衰関数法	
12.4.2.2 排出係数(全アプローチ共通)	

U

(表12.3)HWP商品クラスのデフォルト半減期

HWP商品クラス	デフォルト半減期(年)
紙と板紙	2
木質パネル	25
製材品	35

SOURCE: IPCC 2014

- 排出係数は式12.2にある減衰定数(k)を推定するための製品寿命や半減期を指す。
 - 減衰定数(k)=ln(2)/半減期
 - 半減期=製品寿命×ln(2)
- Tier1における各HWP半製品の半減期は以下表12.3の通り。
- 製品寿命が分かれば国独自の半減期も設定可能(その場合はTier2になる、12.4.3.2を参照)。

32

12.4.3 国独自のデータによるHWP算定方法(Tier2)

- Tier2は、用いられる式自体はTier1で提示したものと同一(一次減衰関数を使用)だが、活動データもしくは排出係数が国独自のデータである点がTier1と異なる。

12.4.3 国独自のデータによるHWP算定方法(Tier2)

12.4.3.1 国独自の活動データ

- 国独自の活動データを用いる場合は、HSコードに一致した木材製品の国際的な分類システムに従う必要がある。
- 国独自のデータはオープンであり透明性と検証性が担保される必要がある。

- 国独自の排出係数(半減期)はISO15686に準拠し設定。

- まず、標準製品寿命(RSL)がISO15686-1:2011で定義されている。
- ISO15686-1:2011で示された使用条件から異なる場合はそれを考慮して標準製品寿命からISO15686-8:2008で示される7つ要因を考慮して国独自の製品寿命(ESL)を計算(Box12.2参照)。
- もし、予期せぬ変化(製品機能が不必要になる、同機能をもつ安い製品が開発等)が起き、老朽が起きる可能性がある場合はそれも考慮。
- 製品の潜在的寿命ではなく、実際に使われる寿命を推定する必要。
- RSL→ESLへの変換例はBox12.2、ESL→半減期への変換例は表12.4。

＜金属被覆材の製品寿命の計算例(ISO15686-8:2008より)＞

BOX 12.2 様々な要因を係数によって評価し国独自の製品寿命(ESL)を算定する例

国独自の製品寿命(National ESL) = 55年

$$(RSL) \times 1(A) \times 1(B) \times 1.2(C) \times 0.9(E) \times 1(F) \times 0.9(G) = 59.4 \text{年}$$

RSL: ISO15686-1:2011が定義する参照製品寿命

様々な要因(RSLと同じであれば1、高ければ>1、低ければ<1)

A: 供給材の品質	→本例ではRSLと同様とする
B: 製品のデザイン	→本例ではRSLと同様とする
C: 現場工事レベル	→本例ではRSLと同様とする
D: 内部環境	→本例は金属被覆材なので要因から除外
E: 外部環境	→本例ではRSLよりも気候は穏やかとする
F: 使用状況	→本例ではRSLと同様とする
G: 管理状況	→本例ではRSLより若干低めに設定

12.4.3.2 国独自の排出係数

(表12.4) 市場シェア、推定耐用年数(ESL)、及び老朽に関する情報を基に、
HWP商品クラスの国固有の半減期を導き出す方法の例

＜各製品の国独自の製品寿命から半減期を算出＞

HWP 商品クラス	市場	HWP商品クラスの 市場シェア	その国での推定耐 用年数(ESL)、年	その国での老 朽係数(O)	HWP商品クラスの 調整されたESL	半減期
製材品	建築	60%	70	0.9	41.0	28.4
	家具	10%	45	0.6		
	梱包	30%	6	0.3		
	紙	0%	-	-		
木質パネル	建築	50%	60	0.7	30.5	21.2
	家具	45%	35	0.6		
	梱包	5%	6	0.3		
	紙	0%	-	-		
紙と板紙	建築	0%	-	-	1.5	1
	家具	0%	-	-		
	梱包	50%	3	0.3		
	紙	50%	10	2		

37

生産アプローチにおける輸出HWPの国独自の半減期(排出係数)

- 生産アプローチで、国独自の半減期を用いる場合は、輸出HWPに対しては輸入国の状況を加味した半減期を用いる必要がある。
- 輸出国から提供される製品クラス毎の輸出量(活動データ)に対して、輸入国の半減期が適用されることから、輸入国の製品クラスは輸出国と同じであることはグッドプラクティス。
- もし異なる場合は、Tier1のデフォルト値を使用。

38

12.4.4.1 フラックスデータ法を用いる場合

一次減衰関数(FOD,Tier1)以外の減衰関数を使って算定。

- Tier3のフラックスデータ法に使われる活動データ。
 - Tier3では、HWP半製品だけでなく、最終製品等を活動データとして使用することが可能だが、その場合、上位のHWP半製品の材積が全て網羅されていることを担保することがグッドプラクティス。
 - フラックスデータ法(最終製品)にてマテリアル利用された全HWPの活動データを用意できない場合、他の方法を組み合わせることがグッドプラクティス(計上漏れや二重計上は防ぐ)。
 - 活動データの商品クラスは細分化しすぎず、ある程度まとまった量で(少なくとも全体の5%程度)国独自のHWP製品クラス作ることを推奨。
- Tier3のフラックスデータ法に使われる排出係数。
 - 国独自の商品クラスに対し、排出係数を設けることがグッドプラクティス。
 - 排出係数は国により大きく異なるので、データ品質管理システムが重要。

12.4.4.2 直接インベントリ法(Tier3)

- 2時点以上のHWPプールの現存量を直接インベントリで把握し、その変化を把握する方法。
- 直接インベントリ法は、木造建築等の最終製品に対して適用することが想定。
- 生産アプローチ下では、直接インベントリだけでは以下のような情報を得ることが難しく不確実性が増加。
 - 国産材割合。
 - 国産材のうち輸出された分。
 - 最終製品のうち輸入された分。
- よってフラックスデータ法と合わせて直接インベントリ法を用いることがグッドプラクティス。

12.4.4.3 フラックスデータ法と直接インベントリ法を合わせた方法 (Tier3)

- 生産アプローチでは、フラックスデータ法と直接インベントリ法を合わせた方法もありうる。
- その場合は、二重計上を避けるため、フラックスデータの計算から直接インベントリで計算される分を除外する必要がある。

12.5.1 エネルギー目的で使用する木質バイオマスからのCO₂排出量の取り扱い

(表12.5) 異なるHWPアプローチ下での生産国及び消費国の木質バイオマス燃焼からのCO₂排出の報告

- 選択するアプローチと木質バイオマスの種類によって、生産国と消費国のどちらでそれ由来の排出を報告するかが異なる。

燃焼木質バイオマスの種類(エネルギー利用)	HWPは変化なしとみなす場合	ストック・チェンジアプローチ	生産・シンプル・ディケイアプローチ	大気フローアプローチ
未利用木材伐採残渣	生産国	生産国	生産国	生産国
エネルギー原料として直接使用される伐採木質バイオマス				消費国
HWP半製品の製造による工場残材				
使用している最終製品の製造による工場残材				
消費後廃棄物として収集され燃やされる木質バイオマス		消費国		

12.5.2 エネルギー目的で使用され燃やされる木質バイオマスからの非CO₂排出量の取り扱い

○ 取り扱いに関連する内容。

- エネルギー目的で使用される木質バイオマスからの非CO₂排出量は、その消費国のエネルギー部門にて報告される。
- よって、適用されるアプローチに応じて、エネルギー目的での木質バイオマス燃焼からのCO₂及び非CO₂排出量は、同じ国（消費国）又は異なる国によって報告される可能性がある。

12.5.3 エネルギー目的で使用され燃やされる木質バイオマスの排出係数に関するガイダンス

＜排出係数に関して参照する2006 IPCCガイドライン＞

関連事項	参照する項
木質バイオマスの燃焼に起因するCO ₂ 及び非CO ₂ GHG排出量の排出係数	2006 IPCCガイドライン第2巻、第2章2.3.2節
木質バイオマスがエネルギーの目的で燃やされる場合の活動データの導出方法	2006 IPCCガイドライン第2巻、第2章2.3.3節
木質バイオマスが廃棄物として焼却される場合（エネルギー回収なし）	2006 IPCCガイドライン第5巻、第2章
木質バイオマスがバイオ燃料の原料として使用される場合	2006 IPCCガイドライン第2巻、第3章

12.6 本ガイダンスにおけるSWDS中の木材の取り扱いの明確化

- 12.6は固形廃棄物処理場(SWDS)におけるHWPからの排出を推定するためにどのガイダンスを利用するかを明確化したもの。
- 廃棄物の統計から活動データを取り扱う際は最新の注意が必要。
- 何故なら廃棄物の中に含まれるHWPは通常ごくわずかであるため、廃棄物の統計をそのまま使えず修正してから使用する必要がある。
- 12.6.1 SWDSにおける木質バイオマスからのCO₂排出量の表し方。
- 12.6.2 SWDSにおける木質バイオマスからの非CO₂(メタン)排出量の表し方。

12.6.1 SWDSにおける木質バイオマスからのCO₂排出量の表し方

- 本章で示した方法論は、使用中のHWPの減少はCO₂排出とみなしており、SWDS中のHWP排出は考慮していない。
- しかし、廃棄物とAFOLUセクターの排出量推定の一貫性をチェックするためには、SWDSからの木質バイオマス由来の排出を定量化することは有益かもしれない。
- SWDS中のHWP排出を推定する場合は、2006 IPCCガイドライン第5巻(廃棄物)に従う。
- 第5巻(廃棄物)は木質由来の廃棄物からの排出の推定方法を記載。
 - Tier1の場合→ ガイドラインのデフォルトパラメーターで算定。
 - Tier2の場合→ 国独自のパラメーターを使用し、ガイドラインにある方法に従って算定。
 - スtock・チェンジアプローチを利用する場合→ Tier1でもTier2でもアウトフローは別添3A. 1にある一次減衰関数で算定。

12.6.2 SWDSにおける木質バイオマスからの非CO₂(メタン)の排出量の説明

- メタン排出量は、廃棄物由来が国内かどうかに関係なく、廃棄物セクターにて報告される(2006 IPCCガイドライン、第5巻、3.1節参照)。
- 一次減衰関数を用いるTier1の方法では、SWDSの分解性有機物由来(DOC)のメタンだけでなく、DOC由来のCO₂やSWDSに永久貯蔵された炭素量も推定できる(2006 IPCCガイドライン、第5巻、3.2節参照)。
- SWDSに永久貯蔵された炭素やCH₄排出を特定できる場合。
→その分をHWP排出から除外することができる。

算定方法に関連した不確実性

- 不確実性の潜在的要因は、モデルを使うか直接的に把握するか、Tierによって異なる。

対象となる方法		不確実性の潜在的要因
フラックスデータ(モデル)によってHWPを算定	Tier1, Tier2	HWP半製品の炭素ストックが一次減衰関数にそって減少するという前提だが、実際の減衰パターンは異なるかもしれない。
	Tier3	一次減衰関数以外の他のモデルで推定する場合でも、技術面だけでなく、社会的要因によって耐用年数や減衰パターンが異なる。
	Tier1	減衰関数の初期値を決める際に、過去のデータが存在しない場合は、初期の炭素変化を0とするが、耐用年数が長いHWPが毎年増加するような場合、排出が過大評価されている(吸収が過小評価)。
	Tier1~3	モデルを使用する際に、その製品カテゴリを細分化すれば、その製品にあった半減期を使用することができる。例えば、Tier1では、製材、木質ボード、紙製品の3つのカテゴリだが細分化することでもっと適切な半減期を適用することができる。
実際のHWPを直接的に把握(Direct inventory)し算定	Tier3	実際に使われているHWPを直接的に把握することで、上記のフラックスデータに基づいた方法で生じるモデル等の不確実性を減らすことができる。

- その他の方法やTier1に関しての不確実性の潜在的要因は記載なし。

活動データに関連した不確実性

○ 不確実性の生じる原因

関連する事項	不確実性の原因
国際データベースからのHWP活動データ、CO ₂ 排出量と吸収量の算定	時系列の欠如、定義の不確実性、データ収集の範囲、二重計上、性質の異なるHWP商品をまとめて取り扱った際の不確実性。
HWP半製品に加工される前の原料に関するデータ（式12.7、12.8で提案されている産業用丸太、木材パルプ）	副産物の使用又は貿易データの省略に付随して全ての原料が算定式に含まれていない可能性がある。
活動データ	Conversion factor（変換係数）。

○ 不確実性減少への方策

関連する事項	不確実性への方策
HWP半製品の変換係数	HWP半製品を更に細分化することによりその商品に適した変換係数を使う（Tier2）（12.4.2.1節参照）。

49

排出係数と関連した不確実性（耐用年数及び半減期の算定）

○ 排出係数の不確実性への方策

関連するTierと事項	不確実性への方策
Tier1の半減期パラメータ	使用中のHWPの直接インベントリ（12.4.4節）、又は表12.4（12.4.3.2節）により一次減衰モデルを調整してTier1の半減期のパラメータを調整する。
Tier2のデフォルト半減期パラメータ	国独自の半減期を持つデータの使用。
Tier3	使用中のHWPの直接インベントリを使用して、HWPのより現実的な減衰パターンを開発し、信頼性の高い透明な情報が利用できるサブプールの使用の検討（調整可能なパラメータがほとんどないモデルであることが必要）。

50

12.8 QA/QC

○ QA/QCの手順

各手順	関連事項	参照する項
QA手順	インベントリの品質を評価する外部及び内部のレビューと監査が含まれる。	2006 IPCCガイドライン第1巻、6.8節
QC手順	計算、データ処理、完全性及び文書化に関連する項目、排出係数と活動データについては、一般的な手順に従う。	2006 IPCCガイドライン第1巻、6.6、6.7節
Tier2、Tier3	HWPの計算を改善する。	各々12.4.3、12.4.4節

○ Tier1のデータからTier2の算定値を改善する手順

各ステップ	関連事項	参照する項
1	国独自のデータを使用してインフロー（I）を計算するか確認する。	公式12.3
2	参照の表を国独自の状況に合わせて調整し、製材及びHWP原料の商品クラスの密度と炭素含有率のための国のソースを確認する。	表12.1、12.2
3	国独自の半減期の値が用いられている場合、HWPの市場分布の類似国との値を確認して検証できる。	12.4.3.2節

51

12.9 完全性

<完全性に関連する内容>

- 国が、最終製品の重要な輸出国及び/又は輸入国である場合（図12.3を参照）、国が選択したアプローチに照らして（12.3節参照）、最終製品の取引量の炭素を含めるか除外するために使用中のHWPプールへのインフローを調整し、方法を適合させる必要がある場合がある。
- 一部の木材は、最終製品に直接使用されるが、HWP統計で報告されるHWP半製品の量に初めに含まれない（12.4.1.1節参照）場合、Tier1及び2の方法は、使用中のHWPプールへの炭素のインフローを過小評価する可能性がある。

52

Annex 12.A HWPから生じるCO₂排出量と吸収量を算定するためのアプローチの詳細説明

12.A.1 イントロダクション

12.A.2 炭素ストック変化量に基づいたHWPから生じるCO₂排出量・吸収量の算定

12.A.3 木質バイオマスからのCO₂フラックスの算定

12.A.4 HWPアプローチの実施

53

12章 HWP

12.A.1 イントロダクション

U

12.A.1.1 アプローチのタイプ

▶ 4つのアプローチ

- ストック・チェンジアプローチ
- 生産アプローチ
- 大気フローアプローチ
- シンプルディケティアプローチ

54

12.A.1.2 概念的枠組とHWPアプローチのシステム境界

▶ HWP内の炭素ストック変化量を扱うアプローチ

- スtock・チェンジ、生産アプローチでは、エネルギー目的の原料として使用される木質バイオマスからのCO₂排出量はHWPから生じる排出・吸収量として含まれない。

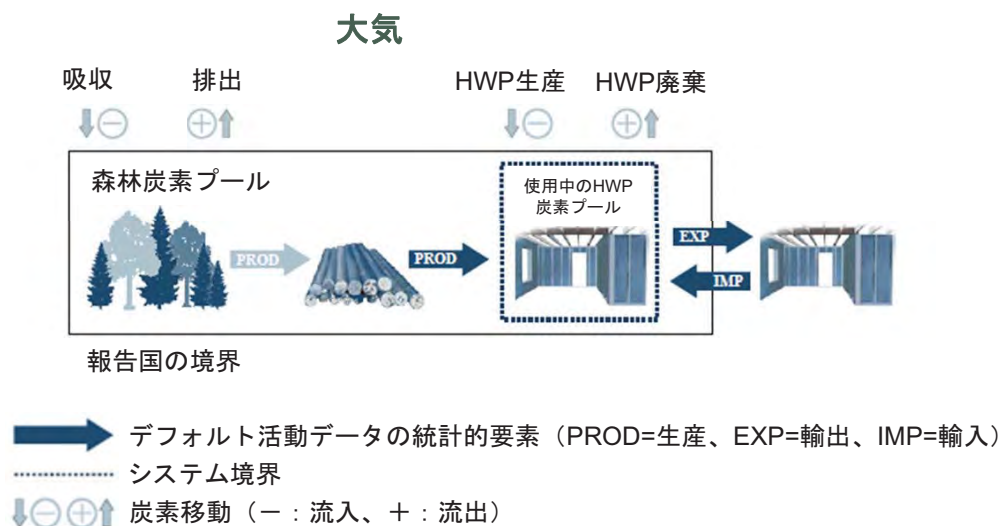
▶ HWP内のCO₂フラックスを扱うアプローチ

- 大気フロー、シンプル・ディケイアプローチでは、エネルギー目的の原料として使用されるも木質バイオマスからのCO₂排出量はHWPから生じる排出・吸収量として含まれる。
(詳細は12.A.2、12.A.3に記載)

55

12.A.2.1 スtock・チェンジアプローチ

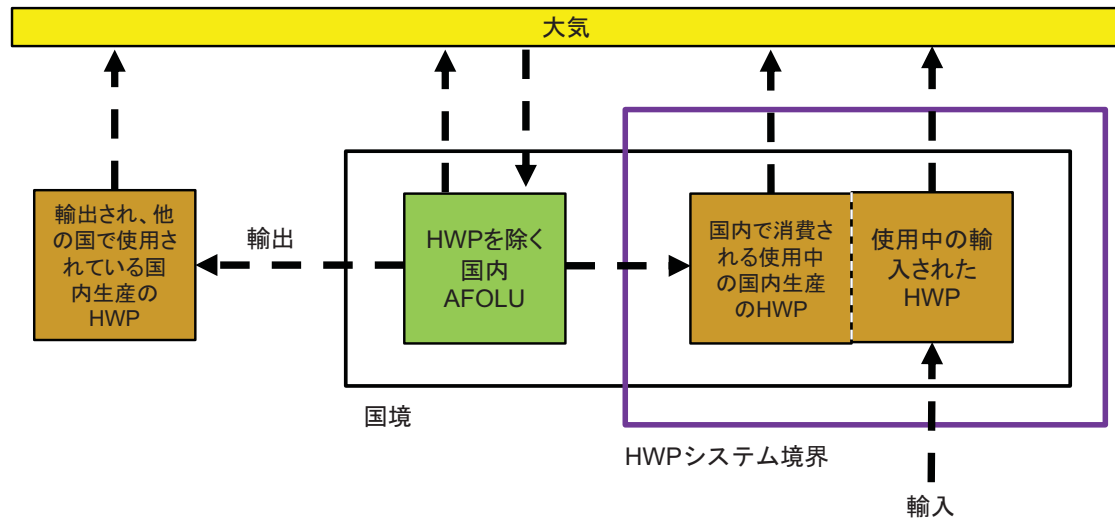
【図12.A.1】算定されたHWPの消費データに基づき、使用されているHWPプールの炭素ストックに関連したCO₂排出量・吸収量の算定をおこなうストック・チェンジアプローチの概念図



Source: Rüter 2017

56

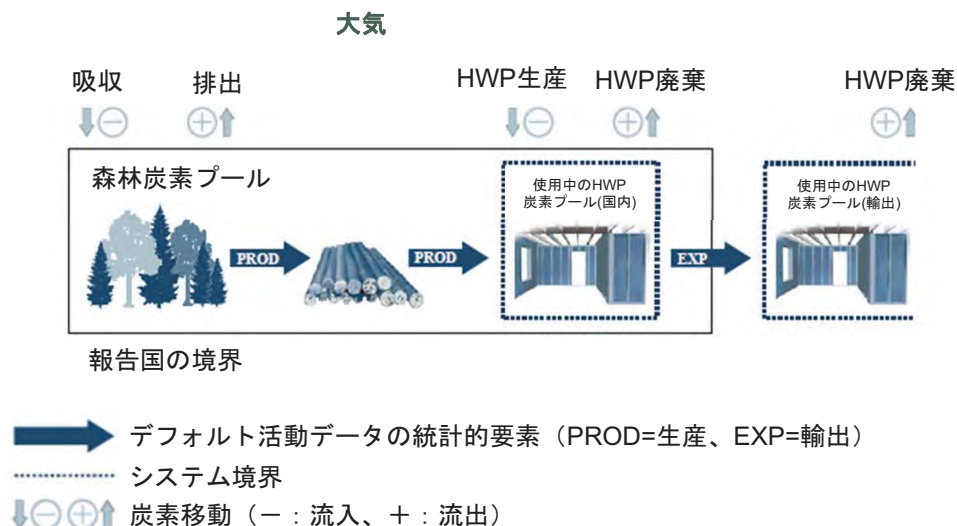
【図12.A.2】ストック・チェンジアプローチのシステム境界



注：破線は使用されているAFOLU及びHWPのプール内の炭素ストック変化量から推測されるフラックスをしめす。HWPから生じるCO₂排出量・吸収量を算定するHWPのシステム境界を越えるフラックスのみがストック・チェンジアプローチの対象となる。

57

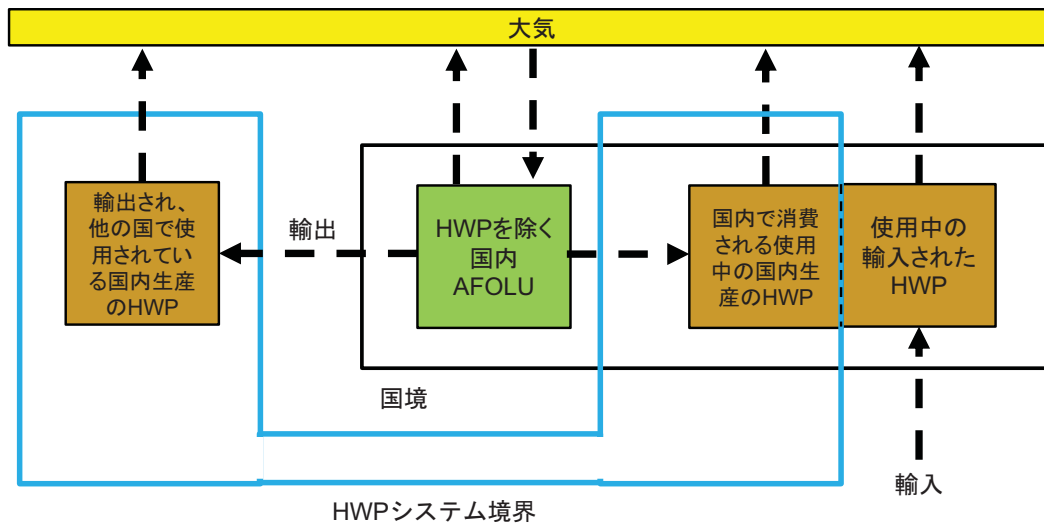
【図12.A.3】国内の収穫に由来するHWP生産に関するデータに基づき、使用されているHWPプール内の炭素ストックに関連したCO₂の排出量・吸収量を算定する生産アプローチの概念図



Source: Rüter 2017

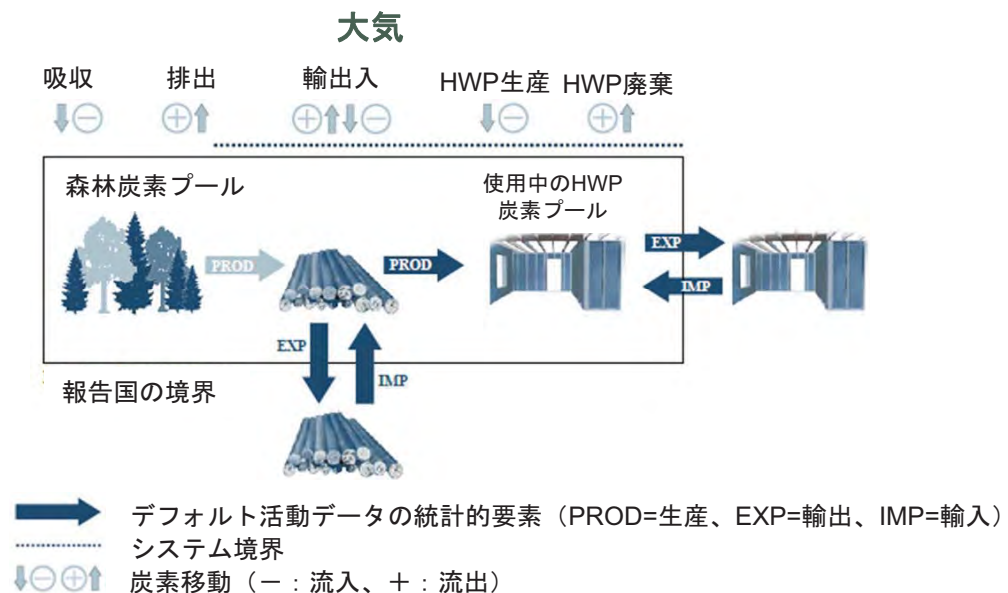
58

【図12.A.4】生産アプローチのシステム境界



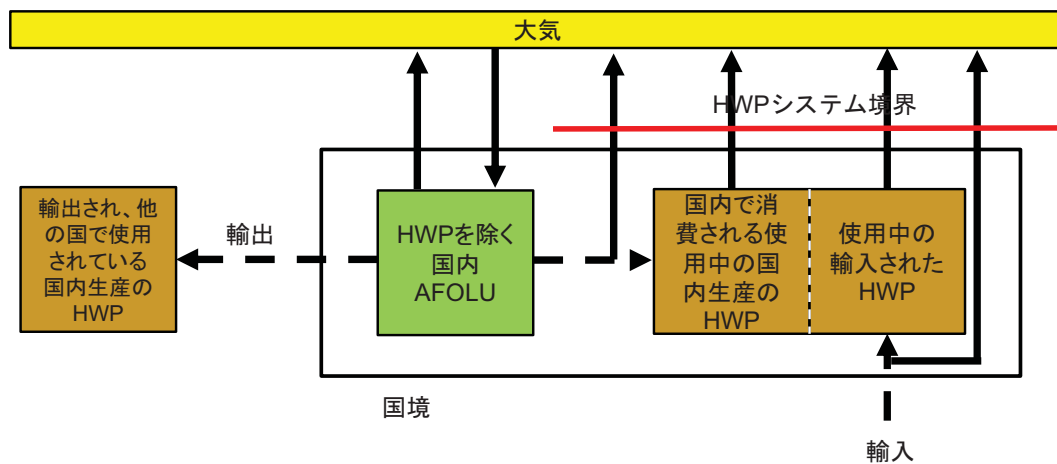
注：破線は使用されているAFOLU及びHWPプール内の炭素ストック変化量から推測されるフラックスをしめす。HWPから生じるCO₂排出量・吸収量を算定する、HWPのシステム境界を越えるフラックスのみが生産アプローチの対象となる。

【図12.A.5】使用され、かつ取引されている木質バイオマスのHWPプールの炭素ストックに関するデータに基づき、HWPに関連したCO₂フラックスを算定する大気フローアプローチの概念図



12.A.3.1 大気フローアプローチ

【図12.A.6】大気フローアプローチのシステム境界

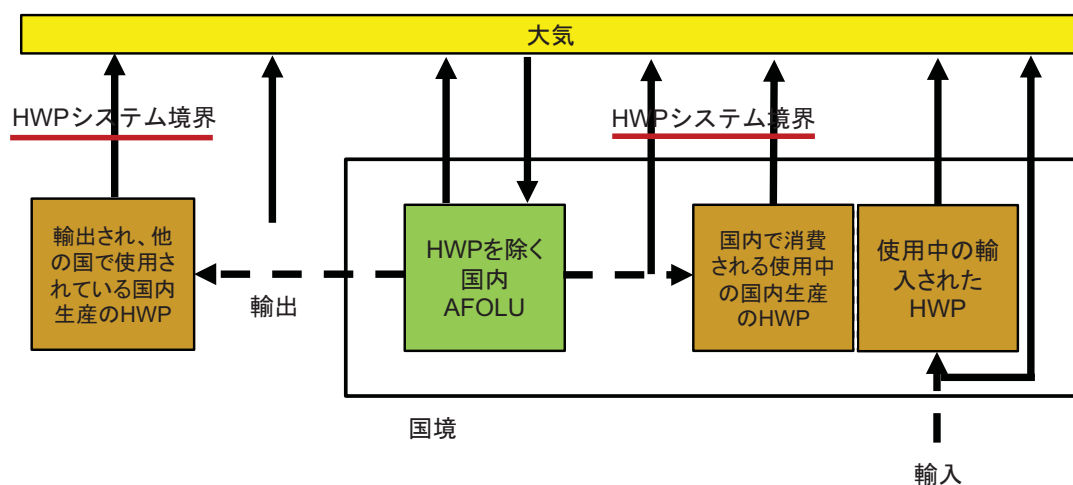


概念的には、HWPシステム境界を越えるすべてのCO₂フラックスを追跡するため、エネルギー目的に直接使用される木材原料に関連するフラックスが含まれる。
 注：灰色の境界線を横切る実線はHWPシステム境界を越えて追跡されるフラックスを示す。

61

12.A.3.2 シンプルディケイアプローチ

【図12.A.7】シンプル・ディケイアプローチのシステム境界



概念的には、HWPシステム境界を越えたすべてのCO₂フラックスの追跡に基づき、エネルギー目的に直接使用される木材原料に関連するフラックスが含まれる。
 注：灰色の境界線を横切る実線は、HWPシステム境界を越えて追跡されるフラックスを示す。

62

(表12.A.1)HWPアプローチの実施時にTier1の方法に適用される式

HWPアプローチ	適用される式
①ストック・チェンジ	式12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.6
②生産	式12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.7, 12.8, 12.9*, 12.10**
③大気フロー	式12.5 (式12.1, 12.2, 12.3, 12.4と併せて適用)
④シンプル・ディケイ	式12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.7, 12.8, 12.9*, 12.10**

*この式は、国内と輸出のHWPの分割が必要な場合に適用される。

**この式は、HWPを異なる木材生産土地カテゴリーに関連付けるときに適用される。

IPCC2019年改良版 第4巻農業・林業及びその 他の土地利用(AFOLU) 変更点の解説

- 1 序論の変更点
- 2 一般的方法の変更点
- 3 整合性のとれた土地表現の変更点
- 4 森林の変更点
- (5～11：省略)
- 12 木材伐採製品（HWP）の変更点

変更点の改良タイプ

タイプ	説明	略号
更新 (Update)	2006年IPCCガイドラインの対応する章/節/項が更新され、2019年改良版に記載。	U
新規ガイダンス (New Guidance)	2006年IPCCガイドラインにガイダンスがなく、2019年改良版に章/節/項が新規追加。	NG
改良なし (No Refinement)	章/節/項には改良が加えられていない。2006年IPCCガイドラインの対応する章/節/項が、そのまま2019年改良版に記載。	NR
改良なし 2006 (No Refinement)	章/節/項には改良が加えられておらず、2006年IPCCガイドラインの対応する章/節/項を参照。	NR 2006
湿地追補 2013 (Wetland Supplement)	2006年IPCCガイドラインに対する2013年追補：湿地の対応する章/節/項を参照。	WS 2013
削除 (Removed)	関連性がなくなったため、ガイダンス/節は削除（このケースはほとんどない）。	R

2

1 序論の変更点

- ① 変更ポイント
- ② 節の変更点
- ③ 図の変更点
- ④ 表の変更点
- ⑤ BOXの変更点

3

1 序論:①変更ポイント

- 本章には、第4巻(AFOLU)の他の章の新しいガイダンス及び更新が導入として反映されている。

4

1 序論:②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
1.1	導入	U
1.2	AFOLU分野におけるGHG排出・吸収の概要	U
1.2.1	科学的背景	U
1.2.1	炭素プールの定義と非CO ₂ ガス	U
1.3	AFOLU分野のインベントリ作成の概要	U
1.3.1	土地利用及び管理カテゴリ	U
1.3.2	AFOLU方法論の定義	U
1.3.3	キーカテゴリの特定	NR
1.3.4	インベントリ推定の作成ステップ	U
1.4	2019年改良版第4巻の組織	U
Annex 1A	AFOLU分野のIPCCGHGインベントリガイダンスの歴史的背景	NR

5

1 序論：③図、④表、⑤BOXの変更点

図番号	図タイトル／改良点	
変更なし		NR

表番号	表タイトル／改良点	
1.1	各土地利用カテゴリのAFOLUで使用される炭素プールの定義	U
1.2	Tier1で推定される土地利用カテゴリ、炭素プール、および非CO ₂ ガス、AFOLU分野との関連性及び1996年IPCCガイドラインの参照	U

BOX番号	BOXタイトル／改良点	
1.1	AFOLU方法論のTier構造の枠組み	U

6

2 一般的方法の変更点

- ① 変更ポイント
- ② 節の変更点
- ③ 式の変更点
- ④ 図の変更点
- ⑤ 表の変更点
- ⑥ BOXの変更点

7

2 一般的方法: ①変更ポイント

○ 本章では、以下の点が主に改良されている。

- a) 炭素バイオマス推定のためのアロメトリックモデルとバイオマス密度マップの適用についてTier2の新規ガイダンスが提供。
- b) 枯死有機物の変化を推定するためのガイダンスの改良及び係数の更新。
- c) 鉱質土壌の炭素ストック変化を推定する方法の説明及び係数の改良、並びに、バイオ炭の施用による炭素ストック変化を推定するTier2方法の追加。
- d) Tier3方法の適用に関して、モデルのパラメータ化と評価の方法、データのモデルへの統合、及びその透明性を高める手段についてガイダンスが拡充。また、さまざまな国がどのようにTier3の方法を開発し作業したか、ケーススタディが例示。

8

2 一般的方法: ①変更ポイント

- e) GHG排出量の経年変動(IAV)の影響を推定する方法について、新しい節が導入され、管理地プロキシ(MLP)の排出・吸収量を、人為的影響と自然攪乱の結果と考えられるものに分割するためのオプションが提供。

- ① まず定義を示し、排出・吸収量の年変動を定量化した炭素ストック変化を推定するための異なる方法論的アプローチを説明。
- ② 次に、国固有の例とともに、管理地における排出・吸収量に対する自然攪乱の分割された寄与を報告するための一般的アプローチが提供。

(分割報告を選択した国は、分割された要素だけでなく、総MLP排出・吸収量を報告することが推奨。)

なお、バイオマス燃焼からの非CO₂GHG排出量を推定する方法についての改良は限定的。

9

2 一般的方法:②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
2.3.1内	<u>バイオマス炭素ストックの変化</u> ➤ 植生を含む土地利用における材積、バイオマス及び炭素ストックを、Tier2及び3レベルで推定するためのアロメトリックモデルの使用について定義と新しいガイダンスが提供。適切なものを選択するためのデシジョン・ツリーが示されている。 ➤ 炭素ストック変化量の推定に、Tier2及びTier3レベルで、バイオマス密度マップを使用する方法についてガイダンスが提供。	NG
2.3.2内	<u>枯死有機物の変化</u> ➤ 枯死有機物の炭素変化を推定する方法と係数について最新情報が提供。	U

10

2 一般的方法:②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
2.3.3内	<u>土壌炭素ストックの変化</u> ➤ Tier2及び3方法の適用を含む、鉱物土壌の炭素ストック変化を推定するための改良点を提供。 ➤ Tier3に関しては、国ごとの土壌炭素ストックの変化の報告に適用された方法の説明が例示。 ➤ 質量等価法を使用して、土壌侵食と堆積の影響を評価するためのガイダンスが提供。 ➤ 鉱質土壌の炭素ストック変化を推定するための、デフォルトの参照炭素ストックが、グローバルデータセットの分析に基づき、気候帯ごとに異なる土壌タイプのより代表的な値を用いて更新。 ➤ 農地及び草地土壌へのバイオ炭の施用による土壌炭素ストックの変化を推定するためのTier2及び3の新ガイダンスが提供。森林、開発地、湿地及びその他の土地はTier3方法を開発することが可。	U

11

2 一般的方法: ②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
2.4	<u>非CO₂排出</u> ➤ 農地の燃料量を推定する方法を提供。これは作物残渣からの土壌N₂Oの排出量（すなわち残渣量）を推定する方法と一致。 ➤ 発生源間の一貫性を確保することはグッド・プラクティスとみなされ、これが燃料量を推定する方法が改良された主な理由。	U
2.5内	<u>Tier3方法</u> ➤ Tier3モデルのパラメータ化と評価の方法、モデルへのデータの統合及び透明性を高める方法に関するガイダンスを拡充するために更新。 ➤ さまざまな国がTier3方法をどのように開発し、作業したかを説明するために、事例研究が示されている。	U

12

2 一般的方法: ②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
2.6	<u>経年変動</u> ➤ 管理地プロキシ（MLP）の排出・吸収を、人為的影響と自然攪乱の結果と考えられるものに分割するために使用できるオプションが提供。	NG
Annex 2A.1	<u>鉱質土壌のデフォルト参照炭素ストック</u> ➤ 鉱質土壌のデフォルト参照炭素ストック推定のために使用されたデータの説明が提供。	NG
Annex 2A.2	<u>鉱質土壌におけるバイオ炭の施用</u> ➤ バイオ炭による炭素の施用から土壌の炭素ストック変化を推定するためのTier2及び3の方法を開発するための基礎となる科学的根拠の説明が提供。	NG

13

2 一般的方法:③式の変更点

式番号	式タイトル／改良点	
2.25A	<u>バイオ炭施用による硬質土壌のバイオ炭炭素ストックの年間変化</u> ▶ Tier2方法ガイダンスの一部として追加。草地及び農地において、バイオ炭が施用された鉱質土壌の土壌炭素ストックの年間変化を推定するために使用。	NG

14

2 一般的方法:④図の変更点

図番号	図タイトル／改良点	
2.4	<u>土地利用毎に鉱質土壌の炭素ストック変化を推定するための適切なTierの特定</u> ▶ デシジョンツリーの最初の菱形の最後に「方法」という単語を挿入することによるマイナー更新。	U
2.6A	▶ 管理地及び非管理地におけるGHG排出・吸収に対する人為的（直接的・間接的）影響と自然影響を引き起こす主要因と発生について要約。	NG
2.6B (BOX2Iの一部)	▶ オーストラリアの山火事による排出を自然攪乱による排出・吸収と人為活動による火災からの排出・吸収に分割する例を提供。	NG
2.6C (BOX2Jの一部)	▶ カナダのFL-FLの排出・吸収について、自然攪乱の影響が支配的な土地と残りの管理対象森林で発生するものとに分割する例を提供。	NG

15

2 一般的方法: ④図の変更点

図番号	図タイトル／改良点	
2.6D 2.6E (BOX2 K の 一 部)	<u>管理された森林のGHG総純排出量の時系列</u> <u>管理された森林のGHG純排出・吸収量の時系列</u> ▶ 管理地において報告された排出・吸収量に対する自然攪乱の寄与度を推定するための欧州法に基づく方法論的アプローチの例を提供。	NG
	▶ なお、2006年IPCCガイドラインの図2.7は、第1巻に移動し、すべてのセクター向けの追加ガイダンスとして拡充。	NG

16

2 一般的方法: ⑤表の変更点

表番号	表タイトル／改良点	
2.2	<u>リター及び枯死木炭素ストックのTier1デフォルト値</u> ▶ リター及び枯死木炭素ストックのデフォルト値が更新。	U
2.3	<u>鉱質土壌の炭素ストックのデフォルト参照値</u> ▶ Batjes (2011) により、新しい参照炭素ストックが更新。ただし、土壌タイプ・気候帯のサブセットについては、新しい値が提供されていないので、以前のIPCCガイダンスの値と変更なし。 ▶ 有機炭素ストックの平均値の割合として表される、更新された95%信頼区間が提供。平均値と信頼区間の計算に使用されるサンプル数がわかっている場合は、新しい係数情報のデータのレベルを示すため、更新後の表に示されている。	U

17

2 一般的方法: ⑤表の変更点

表番号	表タイトル／改良点	
2.4, 2.6	<u>植生タイプ毎の火災によるバイオマス燃焼値</u> <u>植生タイプ毎の火災による燃焼係数値</u> ▶ 農業残渣の燃焼による非CO ₂ 排出に関連する燃料量を推定するための更新が提供。	U
2.6A	▶ 測定ベースのTier3インベントリ報告の透明性を高めるために、インベントリ作成者が提供するドキュメントの例を提示。	NG
2.6B	▶ モデルベースのTier3インベントリ報告の透明性を高めるために、インベントリ作成者が提供するドキュメントの例を提示。	NG
2.6C	▶ 異なる推定方法により、報告された管理地からの年間排出・吸収量の推定の経年変動に関して、個々のドライバーの影響を区別できるかどうかを示している。	NG

18

2 一般的方法: ⑥BOXの変更点

BOX番号	BOXタイトル／改良点	
2.0A	AFOLUプロジェクト又は活動にIPCCガイドラインを適用する際に、一貫性と比較可能性を維持する方法について情報を提供。	NG
2.0B	アロメトリー式の定義について情報を提供。	NG
2.0C	バイオマス炭素インベントリへに適用するための新しいLIDAR技術について説明。	NG
2.0D	バイオマス炭素インベントリに適用するためのリモートセンシング技術について説明。	NG
2.0E	ブラジルのアマゾンのバイオマス炭素ストック変化を推定するためにバイオマス密度マップを使用した方法の例を提供。	NG

19

2 一般的方法: ⑥BOXの変更点

BOX番号	BOXタイトル／改良点	
2.1	アプローチ1活動と遷移マトリックスを用いたアプローチ2又は3活動データについて式2.25の代替式。	U
2.2	アプローチ1集計統計と遷移マトリックスを用いたアプローチ2又は3活動データの比較。	U

20

2 一般的方法: ⑥BOXの変更点

BOX番号	BOXタイトル／改良点	
2.2A, 2.2E	土壌炭素インベントリにおける等価質量法の使用について情報を提供。	NG
2.2B	バイオ炭の生産と適用に関連する排出の背景を提供。	NG
2.2C	土壌浸食及び沈着が土壌炭素ストック変化へ与える影響に対処する方法についての議論を提供。	NG
2.2D	各国政府が土壌炭素ストックの変化を報告するために使用したTier3方法の例を提示（オーストラリア、フィンランド、日本及びアメリカ）。	U
2.2F	データ同化によるモデルのキャリブレーション、評価、改善の例を提示（カナダの炭素収支モデル）。	NG

21

2 一般的方法: ⑥BOXの変更点

BOX番号	BOXタイトル／改良点	
2.2G	モデルの評価と改善の例を提示（フィンランド及びカナダ）。	U
2.2H	Tier3モデリングアプローチにおける不確実性の定量化の例を提示（カナダ及び米国）。	U
2.2I	管理地において報告された排出・吸収量に対する自然攪乱の寄与度を推定するために、オーストラリアが開発した方法論的アプローチの例を提示。	NG
2.2J	同、カナダが開発した方法論的アプローチの例を提示。	NG
2.2K	同、欧州法に基づく方法論的アプローチの例を提示。	NG
2.2L	管理地について報告された排出・吸収量を、人為的と自然攪乱による構成要素に自発的に分割するために使用できる表形式の例を提示。	NG

22

3 整合性のとれた土地表現の変更点

- ① 変更ポイント
- ② 節の変更点
- ③ 式の変更点
- ④ 図の変更点
- ⑤ 表の変更点
- ⑥ BOXの変更点

23

3 土地表現:①変更ポイント

- 本章では、以下の点が主に改良されている。

AFOLU分野における土地面積、土地利用変化及び関連する排出・吸収量を表すための科学的根拠を提供するために、更新(U)と新しいガイダンス(NG)を導入。

リモートセンシング(RS)のデータと製品に特に重点を置いて、異なるデータソースと情報の種類の組み合わせ方、国家土地利用分類システムとIPCC土地利用カテゴリ間の一貫性、活動データの不確実性と正確性及びRSデータの特異性を特に取り扱っている。

24

3 土地表現:②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
3.1	<u>導入</u> 精緻化は義務付けられていないが、インベントリ目的で国レベルでの土地の整合性のとれた表示を達成するために必要な主な手順を概説するための導入部分。手順については、次の節で詳しく説明。	U
3.2	<u>土地利用カテゴリ</u> 「土地利用」及び「土地被覆」という用語をさらに説明するために詳細な説明が導入。各国の定義とIPCC土地利用カテゴリとの一貫性及び報告期間を通じた総面積（管理対象及び非管理対象）の一貫性、並びに、IPCC土地利用・土地利用変化カテゴリの割り当てについて詳細なガイダンスを提供。	U

25

3 土地表現:②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
3.3	<u>土地表現</u> 2006年のテキストは改良され、土地利用、土地利用変化及び関連するGHG排出・吸収量の推定の透明性、一貫性及び正確性の改善、並びに、整合性のとれた土地表現のために、異なるデータタイプ及びソースを統合する方法について詳細なガイダンスが作成。改良点には、データの結合方法、IPCC土地利用カテゴリーの導出方法（土地利用分類及び階層化プロセスを含む）、及び土地利用の変化の追跡と区別について新しいガイダンスが含まれている。	U
3.4内	<u>GHG排出・吸収量推定の係数と土地面積の一致</u> 土地利用変化から推定される排出・吸収量の一貫性を保つため、異なるアプローチと階層を使用、組み合わせ、統合する方法について新ガイダンスが提供。バイオマスマップについては特別な参照が作成。	NG

26

3 土地表現:②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
3.5	<u>アプローチに付随する不確実性</u> 「改良なし」とされていたが、著者は活動データの不確実性について改良を示すことを決定。詳細は、第1巻の第3章：不確実性を参照。	U
Annex 3.A.1	<u>国際的な土地被覆データセットの例</u> 新しい土地利用データセットで更新。	U
Annex 3.A.2	<u>土地利用データベースの開発</u> 既存のテキストの精緻化と更新（RSデータの前処理と分類方法等）、及びデータ処理の時系列整合性について新しいガイダンス等が改良。	U
Annex 3.A.5	<u>気候及び土壌分類のデフォルト値</u> 図3.A.5.1のみが更新（2006年IPCCガイドラインから更新された主要な気候帯についての記述）。	U

27

3 土地表現:②節、③式の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
Annex 3A.6	(3.3.3で行われた編集の一部として、) アプローチ3のwall-to-wall方法を使用して、IPCC土地利用クラスに土地を割り当てるプロセスの例が提供。	NG

式番号	式タイトル／改良点	
変更なし		NR

28

3 土地表現:④図の変更点

図番号	図タイトル／改良点	
3A.5.1	<u>2006年IPCCガイドラインから更新された代表的な気候ゾーンの画定</u> 提供されるデフォルトの気候分類は、1985年から2015年までの期間のグリッド気候研究ユニット(CRU)の時系列(TS)の毎月の気候データに基づいて、図3A.5.2に示す分類スキームを使用して更新。	U
3A.6.1	<u>アプローチ3の土地利用・土地利用経年変化の分類についてのデシジョン・ツリー</u> アプローチ3のwall-to-wall方法を使用する場合(すなわち、すべての土地ユニットに土地被覆に関する時系列情報があると想定される場合)、IPCC土地利用カテゴリに土地を割り当てるためのデシジョンツリーを提示。この方法は、一部のサンプルベースの方法にも適用できる。	NG

29

3 土地表現:⑤表の変更点

表番号	表タイトル／改良点	
3.6A	IPCCC土地利用クラスとその結果のアプローチを導き出すための異なるデータ入力と方法のいくつかの例が提供。	NG
3.6B	土地利用の決定と層別化に役立つ補助データと利用可能な仮定の例が提供。	NG
3.A.1.1	<u>国際的な土地被覆データセットの例</u> 2017年のグローバルな土地被覆データセットの例で更新。	U

30

3 土地表現:BOXの変更点

BOX番号	BOXタイトル／改良点	
3.1A	<u>IPCC土地利用・土地利用変化カテゴリへ割り当てる際の例</u> 土地被覆変化情報を使用する場合、土地被覆変化を根本的な攪乱の原因に割り当て、土地をIPCC土地利用カテゴリに時系列で割り当てるために必要な補助データの例を提示。	NG

31

4 森林の変更点

- ① 変更ポイント
- ② 節の変更点
- ③ 式の変更点
- ④ 図の変更点
- ⑤ 表の変更点
- ⑥ BOXの変更点

32

4 森林:①変更ポイント

- 本章では、以下の点が主に改良されている。

バイオマスのTier1デフォルト係数の更新、土壌炭素ストック変化を推定する方法の適用及び時系列の一貫性についてガイダンスが改良。

枯死有機物及びバイオマス燃焼からの非CO₂GHG排出に関するガイダンスに改良はない。

33

4 森林:②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
4.2.3	<u>土壌炭素</u> 科学文献のレビューに基づいて土壌プロファイルのより深い土壌炭素の変化に関して現在の理解に基づき更新。層別化のレベルもさまざまな層で明確化。	U
4.2.3.1	<u>方法の選択</u> 森林管理の効果を定量化するための限られた科学的根拠に基づく議論で改良。このため、土壌炭素ストックへの管理影響について、デフォルトのストック変化係数が提供されていない。	U
4.2.3.2	<u>ストック変化及び排出係数の選択</u> BOX4.3Aの森林地のTier2ストック変化係数の開発に関する新ガイダンスを提供。Tier2方法の土壌の深さを説明。第2章に伴い、質量等価法の適用が明確化。	U

34

4 森林:②節の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
4.2.3.3	<u>活動データの選択</u> 森林地管理に関するTier2活動データのガイダンスを提供。	U
4.2.3.5	<u>不確実性の評価</u> Tier3の不確実性評価に関する新しいガイダンスで改良。	U
4.3.3.2	<u>ストック変化及び排出係数の選択</u> 第2章に従ってTier2の参照炭素ストックを開発するための追加ガイダンスを含む改良点、及び質量等価性が説明。	U

35

4 森林:③式の変更点

節番号	節タイトル／改良点	
4.3.3.3	<u>活動データの選択</u> 第2章に伴い、土地利用変化に対する活動データのタイプの推測についての新しい議論。	U
4.4.2	<u>時系列の一貫性の開発</u> 森林カテゴリにおけるギャップ充填や外挿する場合の方法論的一貫性を確保するための時系列の一貫性に関する更なるガイダンスを提供。	U

式番号	式タイトル／改良点	
変更なし		NR

36

4 森林:④図の変更点

図番号	図タイトル／改良点	
変更なし		NR

37

4 森林:⑤表の変更点

表番号	表タイトル／改良点	
4.4	地下バイオマスと地上バイオマスの比の値が更新。	U
4.7	天然林の地上バイオマスの値が更新。	U
4.8	植林地の地上バイオマスの値が更新。	U
4.9	天然林における地上バイオマス純成長量の値を更新。	U
4.10	熱帯及び亜熱帯の植林地における地上バイオマス純成長量の値を更新。	U
4.11	一部の植林樹種について報告された平均年間成長量（商用材積の成長率）の値を更新し、2006 IPCCガイドラインの以前の表4.11A及び4.11Bを置き換え。	U
4.12	表4.7～4.10に基づくTier1の推定バイオマス値を更新。	U

38

4 森林:⑥BOXの変更点

BOX番号	BOXタイトル／改良点	
4.3A	森林における土壌炭素のTier2ストック変化係数の開発に関するガイダンスを提供。	NG
4.3B	<u>関係式に基づく外挿により森林データのギャップを解決するための例</u> 森林データのギャップに対処する方法を例示。	NG

39

12 HWPの変更点

- ① 変更ポイント
- ② 節の変更点
- ③ 式の変更点
- ④ 図の変更点
- ⑤ 表の変更点
- ⑥ BOXの変更点

40

12 HWP: ①変更ポイント

- 本章では、以下の点が主に改良されている。

2006年IPCCガイドラインでカバーされている既存のアプローチ(蓄積変化、生産、単純減衰及び大気フロー)を維持しつつ改良。インベントリ作成者がいずれかのアプローチを用いてHWPプールの推定値を示すのに役立つ。

改良にあたっては、2013年IPCC KP サプリメントに含まれる関連する方法論情報及びパラメータ(炭素変換係数等)を含む、新しい関連する科学情報を考慮。例えば、以前のガイダンスとの一貫性を示すことが役立つ場合等は、必要に応じて以前のガイダンスを相互参照。

この章の新しい構造では、2006年IPCCガイドラインと新情報との関係を明確にし、必要に応じて新しいパラメータを含めて更新できることを目的としている。

41

12 HWP: ①変更ポイント

方法論の適用の説明は、更新されたパラメータに基づいて明確化。第12.2節では、既存の用語、定義及び概念のいくつかを明確化。

第12.3節では、利用可能なHWPアプローチに関するガイダンスを提供し、HWPから生じる排出・吸収量を推定するための概念フレームワークとシステム境界を定義するためのオプションを説明し明確化。

- 収穫された木質バイオマスに関する3つの異なる主題領域を検討するように構成。
 - i) 使用中の木材製品（材料として利用される木材）
 - ii) エネルギー目的で利用される木質バイオマス
 - iii) 固形廃棄物処分場（SWDS）の木質バイオマス

42

12 HWP: ①変更ポイント

第12.4節は、使用中の木材製品に関する詳細なガイダンスを示し、特に使用中の木材製品の方法の選択に関する優れた実践ガイダンスを提供。

- これには、さまざまなアプローチに従ってHWPから生じるCO₂排出・吸収量を推定するための改善された方法論的ガイダンスが含まれる。
- また、この節には、使用中のHWPプール内の初期炭素ストック及びHWP炭素変換係数等のパラメータを計算するための洗練されたガイダンスも含まれている。

第12.5節では、エネルギー目的で利用される木質バイオマスについて説明。

第12.6節では、「SWDSの木質バイオマス」の処理について明確化。

43

12 HWP: ①変更ポイント

- 2006年IPCCガイドライン（HWP計算機）に付随するHWPワークシートは、この更新されたガイダンスと組み合わせて使用できないことに注意。

レポートの規則と形式はDecision24/CP.19 Annex II及び関連するCRFで指定されているため、レポートとドキュメントの更新は含まれていない。

44

12 HWP: ②節の変更点

節番号		節タイトル／改良点	
2006	2019		
12, 12.1	12.1	<u>導入</u> 2019年改良版のHWP章の概要が記載。更新されたパラメータに基づく推定に関連するいくつかの重要な概念の説明を更新。	U
12.1	12.2	<u>用語と定義</u> 用語、定義及び概念の説明を更新(明確化)。	U
12.2	12.3	<u>HWPから発生するCO₂排出・吸収量の推定アプローチ</u> 異なるHWPアプローチの説明を更新。更新された技術パラメータに基づいた推定に関連するHWPアプローチの選択、アプローチ間の本質的な違いを明確化。	U

45

12 HWP: ②節の変更点

節番号		節タイトル／改良点	
2006	2019		
12.2	12.4	<u>使用中の木製品について方法の選択</u> 初期ストック確立の計算に技術パラメータを適用する最新ガイダンス及びHWP炭素変換係数を含む最新の技術パラメータを含む、アプローチの下で推定するための方法論ガイダンスを更新。推定方法に関連するすべての技術パラメータの更新が含まれている。	U
12.1, 12.2	12.5	<u>エネルギー目的で使用された伐採木材</u> エネルギー目的で使用された伐採木材からのCO ₂ 及び非CO ₂ 排出量、特にエネルギー部門でHWPが使用され、輸出入が関係する場合に、CO ₂ 排出量が報告される場所を明確にするための議論を更新。	U

46

12 HWP: ②節の変更点

節番号		節タイトル／改良点	
2006	2019		
12.2	12.6	<u>このガイダンスにおける「SWDSの木材バイオマス」の取り扱いの明確化</u>	U
12.3	12.7	<u>不確実性の評価</u> 不確実性評価の説明を更新し、Tier1から3の技術パラメータの適用についての説明を更新。	U
12.4	12.8	<u>QA/QC</u> QA/QCの説明を更新し、技術パラメータの適用の説明を更新。	U
12.5	12.9	<u>完全性</u>	U
12.A.1	12.A.1	HWPアプローチの更新された技術的な説明をAnnexに記載。	U

47

12 HWP: ③式の変更点

式番号		式タイトル／改良点	
2006	2019		
12.A.1, 12.A.2, 12.A.4, 12.A.5, 12.A.6	12.1	<u>使用中のHWPプールから発生する総排出・吸収量の推定</u> 決議24/CP.19付属書IIにより、更新された活動データ、技術パラメータ及び報告が利用可能（2019年改良版の第12.6節を参照）。	U
12.1, 12.5	12.2	<u>使用中のHWPプールの年間炭素ストック及び炭素ストック変化の推定</u> 炭素量（1900）の取り扱いが更新（2019年改良版の第12.4.2節、特に式12.4/BOX12.1の議論を参照）。 更新された活動データ、技術パラメータ及びSWDSの木材の取り扱いに関する最新のガイダンスが利用可能（同上）。	U

48

12 HWP: ③式の変更点

式番号		式タイトル／改良点	
2006	2019		
12.2, 12.3, 12.5	12.3	<u>選択されたアプローチにおいて使用中のHWPプールの炭素ストックを推定するための炭素インフローの選択</u> 更新された活動データ、技術パラメータ及びSWDSの木材の取り扱いに関する最新のガイダンスが利用可能（同上）。	U
12.4	削除	<u>HWPが国内収穫に由来する国内SWDSのHWPの炭素の年間変化の推定</u> SWDSの木材の取り扱いに関する最新のガイダンスにより式は不要（同上）。	U

49

12 HWP: ③式の変更点

式番号		式タイトル／改良点	
2006	2019		
12.6	12.4	<u>最初の時点で使用されているHWPプールの炭素ストックの概算（利用可能な活動データから）</u> 2019年改良版の更新された第12.4.2節、特に式12.4/BOX12.1に付随する議論が利用可能。	U
12.A.3	12.5	<u>国内で伐採された木材バイオマスに関連する総CO₂フラックスの推定</u> 「大気フロー」アプローチを維持するために式が更新。	U

50

12 HWP: ③式の変更点

式番号		式タイトル／改良点	
2006	2019		
12.2	12.6	<u>「蓄積変化」アプローチにおいて特定の半製品HWP製品クラスの炭素インフローの計算</u> 更新された活動データと技術パラメータが利用可能。	U
12.3	12.7	<u>「生産」アプローチにおいて特定の半製品HWP製品クラスにおける炭素インフローの計算</u> 更新された活動データと技術パラメータが利用可能。	U

51

12 HWP: ③式の変更点

式番号		式タイトル／改良点	
2006	2019		
12.3	12.8	<u>国内の伐採に由来する半製品HWP生産のための関連する国内生産原料の年割合の推定</u> 更新された活動データと技術パラメータが利用可能。	U
12.3	12.9	<u>「生産」アプローチにおいて国内消費HWPの割合を推定するための特定の半製品HWP</u> <u>製品クラスへの炭素インフローの計算</u> 更新された活動データと技術パラメータが利用可能。	U

52

12 HWP: ③式の変更点

式番号		式タイトル／改良点	
2006	2019		
12.3	12.10	<u>土地利用カテゴリへの割り当てに関連する、「生産」アプローチにおいて特定の半製品HWP製品クラスへの炭素インフローの計算</u> 更新された活動データと技術パラメータが利用可能。	U
12.A.3	12.11	<u>半製品HWPの後続処理のための木材燃料および原料として使用される、取引された原料HWP製品クラスの炭素の計算</u> 「大気フロー」アプローチを維持するために式が更新。	U

53

12 HWP: ④図の変更点

図番号		図タイトル／改良点	
2006	2019		
12.1	12.1	<u>HWPから発生するCO₂排出・吸収量を推定するための関連するTier方法を選択するためのデシジョンツリー</u> デシジョンツリーを更新し、利用可能な活動データの理解を改善。	U

54

12 HWP: ④図の変更点

図番号		図タイトル／改良点	
2006	2019		
12.A.1	12.A.1	<u>「蓄積変化」アプローチの概念図</u> システム境界図を更新。決議24/CP.19付属書IIにより、活動データと報告に関連する最新ガイダンスへのリンクを明確化（2019改良版のAnnex12.Aの第12.A.2.1節を参照）。	U
	12.A.2	<u>「蓄積変化」アプローチのシステム境界を示す「ボックスと矢印」図</u> 同上。	U

55

12 HWP: ④図の変更点

図番号		図タイトル／改良点	
2006	2019		
12.A.3	12.A.3	「生産」アプローチの概念図 システム境界図を更新。決議24/CP.19付属書IIにより、活動データと報告に関連する最新ガイダンスへのリンクを明確化（2019改良版のAnnex12.Aの第12.A.2.2節を参照）。	U
	12.A.4	「生産」アプローチのシステム境界を示す「ボックスと矢印」図 同上。	U

56

12 HWP: ④図の変更点

図番号		図タイトル／改良点	
2006	2019		
12.A.2	12.A.5	「大気フロー」アプローチの概念図 システム境界図を更新。決議24/CP.19付属書IIにより、活動データと報告に関連する最新ガイダンスへのリンクを明確化（2019改良版のAnnex12.Aの第12.A.3節を参照）。	U
	12.A.6	「大気フロー」アプローチのシステム境界を示す「ボックスと矢印」図 同上。	U

57

12 HWP: ⑤表の変更点

表番号		表タイトル／改良点	
2006	2019		
12.1	削除	<u>AFOLU分野のCO₂排出・吸収量への年間HWP貢献度を推定するために使用されるHWP変数</u> 2019年改良版の第12.4節に含まれる更新されたガイダンスにより不要。	R
12.2	12.3	<u>HWP産品クラスのTier1デフォルト半減期</u> 更新された技術パラメータを含む。	U
12.3	削除	<u>1900年～1961年までの世界の地域別の産業用丸太生産(収穫)量の推定年間増加率</u> ガイダンスが更新されたため不要（式12.4/BOX12.1の詳細な説明については、2019年改良版の第12.4.2節を参照）。	R

58

12 HWP: ⑤表の変更点

表番号		表タイトル／改良点	
2006	2019		
12.4	12.1	<u>半製品HWP産品クラスとサブクラスのデフォルト変換係数</u> 更新された技術パラメータを含む。	U
12.4	12.2	<u>原料HWP産品クラスのデフォルト変換係数：半製品HWP製造のための燃料木材及び原料</u> 更新された技術パラメータを含む。	U

59

12 HWP: ⑤表の変更点

表番号		表タイトル／改良点	
2006	2019		
12.5	削除	<u>Tier1変数に必要な国連FAO活動データ及びデフォルト変換係数</u> ガイダンスが更新されたため不要（2019年改良版の第12.4.1.1節を参照）。	R
12.6	削除	<u>5つの年間HWP変数を推定するためのTier1方法の活動データ及びパラメータ（排出係数）に関連する不確実性</u> 2019年改良版の第12.7節に含まれる更新されたガイダンスにより不要。全体的な不確実性の表示に含まれる。	R

60

12 HWP: ⑤表の変更点

表番号		表タイトル／改良点	
2006	2019		
12.7	削除	<u>AFOLU分野の背景データ</u> 決議24/CP.19付属書IIで合意された一般報告様式（CRF）表の採用により、もはや必要ない。	R
A12.1	削除	<u>表12.7の変数を使用してHWP寄与率を計算する方法の概要</u> 同上。	R

61

12 HWP: ⑥BOXの変更点

BOX番号	BOXタイトル／改良点	
変更なし		NR

62

2019年IPCCガイドライン 用語・略語集

略語	用語	邦訳
AD	activity data (area)	活動データ(面積)
	aggregate category	集合カテゴリ
AFOLU	Agriculture, Forestry, and Other Land Use	土地利用、土地利用変化及び林業
	air dry mass	気乾重量
	attribution	属性
	availability	利用可能性
	beam	梁・桁
BCEF	biomass conversion and expansion factor	バイオマス変換拡大係数
BEF	biomass expansion factor	バイオマス拡大係数
	biomass stock	バイオマスストック
	board	板
	boxboard	積層木材

2

略語	用語	邦訳
	business as usual scenario	BAUシナリオ
CF	carbon fraction fo dry matter	乾物重当たりの炭素含有量
	carbon stock	炭素ストック
	carbon stock changes	炭素ストック変化量
	chemical wood pulp	ケミカルパルプ
	climate domain	気候域
	conversion	転用
	country-specific information	国固有の情報
DOM	dead organic matter	枯死有機物
	decay profile	減衰歴
	decay/discard rate	減衰率
	default value	デフォルト値

3

略語	用語	邦訳
	discard flows	廃棄フロー
	dissolving wood pulp	溶解パルプ
	domestic production feedstock	国内由来の原料
	ecological zone	生態系ゾーン
EF	emission factor	排出係数
	emissions and removals	排出・吸収量
ESL	estimated service life	推定耐用年数
	estimation method	算定方法
	exponential decay pattern	指数関数的な減衰パターン
	extrapolation	外挿
	fibreboard	繊維版
FOD	first order decay	一次減衰関数

4

略語	用語	邦訳
	flux data method	フラックス・データ法
FM	forest management	森林経営
FMRL	forest management reference level	FM参照レベル
fd	fraction of biomass lost in disturbance	攪乱に伴うバイオマス損失割合
	fuelwood	燃料材
GPG	Good Practice Guidance	グッドプラクティスガイダンス
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
	growing stock	立木
	half-lives	半減期
HS	Harmonized Commodity Description and Coding System	国際統一商品分類
HWP	harvested wood products	伐採木材製品

5

略語	用語	邦訳
IEF	implied emission factor	見かけの排出係数
CO2 eq.	in CO2 equivalent	二酸化炭素換算値
	industrial roundwood	産業用丸太
	inflow	インフロー
	inherited emissions	過去の投入からの排出
	instantaneous oxidation	即時排出
IAV	interannual variability	経年変動
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
	interpolation	内挿
	joist	根太
KP	Kyoto Protocol	京都議定書
LVL	laminated veneer lumber	単板積層材

6

略語	用語	邦訳
	land area statistics	土地面積統計
	land converted to other land-use category	転用された土地
	land remaining in the same land-use category	転用のない土地
	land use conversions	土地転用
	land use transition matrix	土地利用移行マトリックス
LULUCF	Land Use, Land-Use Change and Forestry	土地利用、土地利用変化及び林業
	lath	ラス
LCI	life cycle inventory	ライフサイクルインベントリ
LI、LT	litter	リター
	living biomass	生体バイオマス
MLP	managed land proxy	管理地近似

7

略語	用語	邦訳
	management systems	管理システム
	material use	原材料利用
	measurement-based	測定ベース
	mechanical wood pulp	機械パルプ
	merchantable volume	商用材積
	mineral soils	鉱質土壌
	model-based	モデルベース
m	mortality rate	枯死率
	moulding	モールディング
ND	natural disturbances	自然攪乱
	nitrogen mineralization	窒素無機化
	obsolescence factor	劣化係数

8

略語	用語	邦訳
	organic amendments	有機施肥
	organic soils	有機質土壌
	outflow	アウトフロー
	oven dry mass	絶乾重量
	paperboard	板紙
	peat soil	泥炭土
	plank	厚板
	proxy	近似
QA	quality assurance	品質保証
QC	quality control	品質管理
	rafter	垂木
R	ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	地上部に対する地下部の比率

9

略語	用語	邦訳
RSL	reference service life	参照耐用年数
R	root-to-shoot ratio	地上部に対する根の比率
	sawn wood	製材
	sawnwood produced by resawing previously sawn pieces	二度引き製材
	scantling	小角
	second commitment period	第2約束期間
	semi-chemical wood pulp	セミケミカルパルプ
	semi-finished wood products	半製品
	settlement	開発地
	slash	林地残材
	sleeper	枕木
SOC	soil organic carbon	土壌有機炭素

10

略語	用語	邦訳
SWDS	solid waste disposal sites	固形廃棄物処理場
	stock change factors	ストック変化係数
	system boundaries	システム境界
	technical correction	技術的修正
	technical literature	技術文献
	the World Customs Organization	世界関税機関
	time dependence	時間依存
	time-series consistency	時系列の一貫性
	uncertainty	不確実性
	uncertainty assessment	不確実性の評価
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約
	validation methods	妥当性確認法

11

略語	用語	邦訳
	veneer sheets	単板のデータ
	verification	検証
	visual interpretation	目視判読
	wall-to-wall	wall-to wall
D	wood density	木材比重
	wood panels/ wood-based panels	木質パネル
	wood removals	木材伐採
	wooden flooring	木質フローリング