

LULUCF分野の 検討課題及び対応方針について

森林等の吸収源分科会











目次



- 1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量(分野横断: 4.A,2~4.F.2)
- 2. 土地利用変化時の土壌無機化に伴うN2O排出(4(III), 4(IV))
- 3. 森林バイオマス吸収量算定の更新(4.A)
- 4. 森林の枯死有機物データの更新(4.A.2~4.F.2)
- 5. 専業・兼業別の耕地面積を用いた堆肥施用量の補正(4.B、4.C)
- 6. バイオ炭(竹炭)の係数更新(4.B)
- 7. マングローブの算定(4.D)
- 8. 都市緑化算定の見直し(4.E)

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量 (分野横断: 4.A,2~4.F.2)

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量(背景)



検討課題

- IPCCガイドラインのデフォルト法では、土地転用時の鉱質土壌炭素蓄積変化を、深さ30cm、遷移期間20年で算定。我が国の温室効果ガスインベントリ(以下「インベントリ」という。)では、既存の各種情報から土地利用区分ごとに平均土壌炭素量を設定(下表)。
- ただし、土地転用が生じた際に、転用前土地利用の平均土壌炭素量から転用後土地利用の平均土壌炭素量に土壌炭素量が変化すると想定する計算は、実態に合わないことが分かってきている。これは、土地利用ごとに立地条件が異なり、土地利用ごとに卓越しやすい土壌があること(例:水田は平坦な後背湿地である沖積地に多く立地する一方、森林はほとんどが傾斜地に立地。)や、農地は圧密を受けるため、森林と農地では同じ土壌深度の重量が異なること等が要因となっている。

現行インベントリで設定している土壌炭素量(深さ30cmまで)

土地利用	土壌炭素量	設定方法
森林	約85tC/ha	CENTURY-jfosによる計算
農地平均	76.46tC/ha	1979年の土壌調査結果をインベントリコンパイラ側で集計した数値
水田	71.38tC/ha	1979年の土壌調査結果をインベントリコンパイラ側で集計した数値
普通畑	86.97tC/ha	1979年の土壌調査結果をインベントリコンパイラ側で集計した数値
樹園地	77.46tC/ha	1979年の土壌調査結果をインベントリコンパイラ側で集計した数値
牧草地	134.91tC/ha	1979年の土壌調査結果をインベントリコンパイラ側で集計した数値
開発地	80tC/ha	2006年IPCCガイドラインのWarm temperate moistのVolcanic soilsのデフォルト土壌炭素量で代用した値

(出典) 2022年提出温室効果ガスインベントリ 表6-12。

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量(経緯)



対応方針(全体方針)

- 「土地利用変化時の土壌炭素量変化を科学的裏付けのあるもの」にすることを目的に、2016~2018年度、2019~2021年度に、環境研究総合推進費プロジェクト【2-1601】*1、【2-1909】*2を実施し、本件に関して知見を集約。
- ■【2-1601】森林⇔農地の評価を、ペアサンプリングとEMS法(Equivalent Mass Soil法:同一深度ではなく、土壌重量土壌の炭素量を比較する方法)で実施。
- ■【2-1909】草地へのEMS法の適用・農地の細分化、開発地へのEMS法の適用、土地利用変化箇所の衛星データによる把握、及び新しい算定方法の適用を検討。



上記のプロジェクトから得られた成果のうち、以下の情報を基にして、インベントリの算定方法を改定。

- 森林⇔農用地の土地転用時
 - Koga et al. 2020 *3 (森林→農用地)、Ishizuka et al. 2021 *4 (農用地→森林)の2本の学術論文で示されている、EMS法に基づく土地転用時の土壌炭素変化係数。
- 開発地への土地転用時
 - プロジェクト下で作成を進めた、開発地の土地利用(裸地、緑地)の状況を踏まえた、転用後の20年時点の平均開発地土壌炭素量。(外崎ほか 2022*5)
- *1【2-1601】森林と農地間の土地利用変化に伴う土壌炭素変動量評価とGHGインベントリーへの適用研究(研究代表者:早稲田大学 天野正博)
- *2【2-1909】土地利用変化による土壌炭素の変動量評価と国家インベントリへの適用に関する研究(研究代表者:国立研究開発法人森林研究・整備機構 石塚成宏)
- *3 Koga et al. 2020 Assessing changes in soil carbon stocks after land use conversion from forest land to agricultural land in Japan, Geoderma 377, 2020, 114487, https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114487.
- *4 Ishizuka et al. 2021 Soil carbon stock changes due to afforestation in Japan by the paired sampling method on an equivalent mass basis, Biogeochemistry 153, 263-281, 2021, https://doi.org/10.1007/s10533-021-00786-8.
- *5 外崎公知、今井一隆、手代木純、木田仁廣、石塚成宏, 2022 森林および農地から開発地への土地利用変化に伴う土壌炭素蓄積変化に関する研究, 日本緑化工学会誌 48(2)

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量(方法論)



算定方法

■ 土地利用変化に伴う土壌炭素蓄積変化量(ΔC)の算定は、以下に示す2006年IPCCガイドラインのTier 2算定式(Equation 2.25)に従って実施する。パラメーターとしては、初期土壌炭素量、土壌炭素変化係数、遷移期間の設定が必要となる。対象となる土壌は鉱質土壌。

算定式1

ΔC =(遷移期間下面積)×{(転用後土壌炭素量)-(初期土壌炭素量)} /(遷移期間)

算定式2

(転用後土壌炭素量)=(初期土壌炭素量)×(土地利用変化係数)

※結果として、遷移期間中の単位面積当たり年間土壌炭素変化量(tC/ha/yr)が求められる。

改定内容

土地転用先	元の土地利用	改定後に適用する方法論	新規に設定・更新したパラメーター
森林	農地、草地	算定式1、算定式2を用いた正規のTier 2	遷移期間、初期土壌炭素量、土地利用 変化係数
	開発地、その他の土地 (湿地)	開発地の新規植栽時の年間土壌炭素変化 量と同じ変化が生ずると想定	遷移期間、年間土壌炭素変化係数
農地、草地	森林	算定式1、算定式2を用いた正規のTier 2	遷移期間、初期土壌炭素量、土地利用 変化係数
開発地	全て	算定式1の転用後土壌炭素量を直接設定	遷移期間、転用後土壌炭素量
その他の土地	全て	算定式1の転用後土壌炭素量を直接設定	遷移期間、転用後土壌炭素量

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量 (初期土壌炭素量の設定:森林)



対応方針

■ 森林土壌の土壌炭素量(SOC)については、近年の学術的な研究成果として新たな知見が得られていることから、新たな値に更新を行う。

現在利用している数値 : 約85tC/ha (CENTURY-jfosモデルの出力値)

• Ugawa et al. 2012_errata*6:70.6tC/ha(2006-2010年の土壌インベントリ調査の値)

• Yamashita et al. 2022*7 : 76tC/ha(同上データを用いた全森林の3Dマッピングモデル算 定値)

Table 3Mean and total SOC stocks upper 30 cm in each geographical and topographical area in Japanese forests.

	Mean SOC		Total SO	Area	
	kgC m ⁻²	SD	Tg C	Ratio	km ⁻²
Geographical area					
N.Japan	8.5	1.2	432.2	24%	51,131
NE.Japan	8.5	1.2	554.0	31%	65,113
SW.Japan	6.6	1.6	606.8	34%	91,296
S.Japan	6.7	1.4	174.8	10%	25,951
Topographic group					
Mountain summit	7.8	1.2	177.2	10%	22,808
Highland slope	8.5	1.3	209.0	12%	14,710
Upper valley wall	7.0	1.4	263.0	15%	37,417
Hills, landslide mass	7.7	1.5	339.8	19%	44,048
Hills, lower valley wall	6.9	1.5	518.0	29%	74,784
Valley bottom slope	7.0	1.5	41.3	2%	5870
Non-mountain area (fan, terrace, plain, lowland)	9.2	1.8	219.7	12%	25,065
All forest area	7.6	1.7	1767.8	100%	233,492



Yamashita et al. 2022の我が国の全森林の値を我が国の森林土壌の初期土壌炭素量として利用する。

^{*6} Ugawa et al. 2012, Carbon stocks of dead wood, litter, and soil in the forest sector of Japan: general description of the National Forest Soil Carbon Inventory, Bulletin of FFPRI, 11(4):207-221

^{*7} Naoyuki Yamashita, Shigehiro Ishizuka, Shoji Hashimoto, Shin Ugawa, Kazuki Nanko, Yoko Osone, Junko Iwahashi, Yoshimi Sakai, Motoko Inatomi, Ayumi Kawanishi, Kazuhito Morisada, Nagaharu Tanaka, Shuhei Aizawa, Akihiro Imaya, Masamichi Takahashi, Shinji Kaneko, Satoru Miura, Keizo Hirai, National-scale 3D mapping of soil organic carbon in a Japanese forest considering microtopography and tephra deposition, Geoderma, 406, 2022 https://doi.org/10.1016/i.geoderma.2021.115534.

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量 (初期土壌炭素量の設定:農地、草地(1/2))



対応方針

- 2021年に、2015~2018年に実施された我が国の農用地土壌の土壌調査の結果を用いた分析結果 (Matsui et al. 2021*8) に関する論文が公表されたことから、新たな値に更新を行う。
- 土地利用変化に伴う土壌炭素変化量の計算は鉱質土壌のみが対象となることから、上記論 文に用いた元データ(農研機構担当者から提供)の土壌群別炭素量及び面積データを用 いて、有機質土壌を除いた鉱質土壌群のみのデータを集計し、インベントリ用の算定に用いる。
- 水田、普通畑、樹園地、牧草地の4地目と、4地目の平均値、農地区分のみの平均値、畑区分の平均値を設定する。
- 時系列値は、一旦2015~2018年値で全ての年度値を更新するが、近い将来に、過去に 遡った同様の集計を予定しており、それらのデータが公表された場合は、時系列データの見直 しを再度検討する。

^{*8} Kayo Matsui, Yusuke Takata, Yuji Maejima, Hideo Kubotera, Hiroshi Obara & Yasuhito Shirato (2021): Soil carbon and nitrogen stock of the Japanese agricultural land estimated by the national soil monitoring database (2015–2018), Soil Science and Plant Nutrition, DOI:10.1080/00380768.2021.2000324

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量 (初期土壌炭素量の設定:農地、草地(2/2))



農地、草地の平均土壌炭素量設定値(深さ30cmまで)

	土	镶炭素量 (tC/	ha)		
土地利用	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		有機質土を 除外した値	・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・	
農地·草地平均 (4地目平均)		85.8 ± 4.1	83.0	Matsui et al. 2021で言及されている農耕地の総炭素量を2018年農耕地総面積で除して設定 (有機質土を除いた値は、同文献用に取りまとめられた16の土壌群データから、有機質土を除いて集計した値)	
農地平均(水田、 普通畑、樹園地)	76.46	79.1 ± 4.1	77.2	Matsui et al. 2021で言及されている3地目の総炭素量を同値 を算定するために処理した地目の合計面積で除して設定 (有機質土を除いた値の設定方法は同上)	
畑平均(普通畑、 樹園地、牧草地)	-	100.8 ± 6.2	97.6	同上の処理を当該3地目で実施 (有機質土を除いた値の設定方法は同上)	
水田	71.38	73.2 ± 5.3	70.5		
普通畑	86.97	91.9 ± 7.9	90.8	Matsui et al. 2021	
樹園地	77.46	79.2 ± 5.5	79.1	(有機質土を除いた値の設定方法は同上)	
牧草地	134.91	128 ± 14.6	120.7		

GHGインベントリ採用値

土地利用変化時の土壌炭素変化量 (森林⇔農用地の転用:土壌炭素変化係数と遷移期間の設定)



対応方針

- 環境研究総合推進費プロジェクトの成果を基に土壌炭素変化係数と遷移期間を見直す。
- 森林への転用、普通畑・樹園地への転用は40年時点の係数を用いる。<u>草地への転用は従来と変わらない転用後20年を遷移期間とする。</u>
 - 研究結果として、我が国の土地利用変化時の土壌炭素遷移期間がIPCCデフォルトの20年よりは長いという示唆が得られている。
 - 人工林の標準伐期齢(スギ35~50年、ヒノキ45~60年、カラマツ30~40年)を考慮すると、森林への土地 転用後であまり長期の遷移期間は設定しにくい。
 - 面積変化のデータが過去に遡るほど質が下がる(実質的に過去40年程度が限界)。
- 年間変化率: 転用後40年間一律の線形変化で設定(Tier 2)。(草地は20年間)
- 水田への転用は、国別データがないため、炭素変化係数として2006年IPCCガイドラインの2019年改良版(以下「2019年改良版」という。)デフォルト値の1.35、遷移期間20年を用いる。

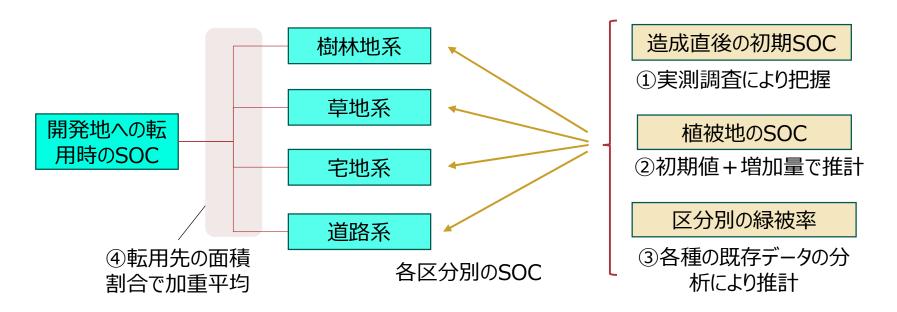
森林と農地・草地間の土地転用時の土壌炭素変化係数と転用後経過年数の関係

土地転用			出典				
上。20年4月1	20	31	40	46	60	100	Ш ,
農地/草地→森林	1.00	1.11	1.21		1.41	1.82	Ishizuka et al 2021
森林→農地	0.89		0.77	0.741	0.67	0.50	Koga et al 2020
森林→草地		0.858					Koga et al 2020

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量(開発地への転用:方法論)



- <u>開発地への転用は、基本土地造成を受けることから、表土を残したままの土地転用とはならない。土壌炭素量の実</u> 測調査を行ったところ、従前土地利用の土壌炭素量との関係性がほとんど見られないことが分かった。
 - ⇒EMS法による土地利用変化係数の設定は断念。転用後20年時点の平均土壌炭素量を設定。
- <u>開発地は土地被覆形態が多様であることから、それぞれの被覆形態別の土壌炭素量を推計し、面積割合で加重平</u> 均を行い開発地の土壌炭素量を推計。
 - ⇒明確にIPCCガイドラインにガイダンスがある訳ではないが、諸外国(伊、露など)で適用されている方法。
 - ⇒世田谷区のみどり率・緑被率調査(14の土地利用区分別に樹林地、竹林、草地、農地、屋上緑地による緑被率がまとめられている。)のクラスター解析の結果、「樹林地系」、「宅地系」、「道路系」に分かれる。
 - ⇒上記に、「草地系」を加えた4分類を、開発地内の土地分類として設定。



1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量 (開発地への転用等: 各パラメーターの設定)



- ① 基盤造成地の初期土壌炭素量(造成直後の値):実測データを整理
- 外崎ほか 2022*5では、土地造成後の土壌炭素量をサンプル調査で収集。表層地質(堆積岩、火成岩)、転用前の土地利用で分類し、既定の期間内で森林と農地から開発地に転用された対象地点の堆積岩・火成岩構成比で加重平均することで、土地造成直後の土壌炭素量を、森林からの転用時21.9±16.5tC/ha、農地からの転用時22.8±16.5tC/haと設定。
- ⇒ 開発地への転用時の土壌炭素量計算に利用
- サンプル調査(n=26)による土地造成直後の土壌炭素量の単純平均値は20.1±18.0tC/ha。
- ⇒ その他の土地に転用した時点の土壌炭素量として利用

②緑被地の土壌炭素増加量:文献調査値を踏まえて専門家判断

- 宅地、道路、裸地における草地、樹園地の炭素蓄積速度の文献調査を実施:草地も樹木も蓄積速度は大きく変わらず1~2tC/ha/yr。造成後の上乗せ値は植被地共通で1.5tC/ha/yrと設定。
- 転用後20年の炭素量は、造成後の炭素量に20年分の増分(1.5tC/ha/yr*20yr = 30tC/ha) を加える。
- ⇒ 開発地転用後の緑被地、裸地への植林 (開発地、その他の土地→森林への転用) にお ける土壌炭素変化計算に利用

11

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量 (開発地への転用:各パラメーターの設定)



③ 緑被率の設定

- 宅地系:国内23都市の「緑の実態調査」等から得られた緑被率の平均値を採用 (13%)。
- 道路系:高規格道路・一般道別の平野部・山地部の緑被判読結果を、道路整備面積と、 森林・農地→開発地と判読されたメッシュの平野部・山地部割合で加重平均した値を採用 (21%)。
- 草地系:ゴルフ場を対象とした日本芝草学会の論文値を採用(96%)。
- 樹林地(公園系): インベントリにおける都市公園の緑被率の値を採用(61%)。

④開発地への転用地における転用先土地分類割合

■ 1996年度末~2016年度末の土地利用変化面積を統計値を基に把握し、森林からの転用、農地からの転用、それぞれにおいて土地転用先の構成比を設定。

	開発地における構成比(%)						
	宅地系 道路系 草地系 公園系						
森林からの転用	54.1	36.9	3.5	5.5			
農地からの転用	53.2	45.2	0.3	1.3			

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量 (開発地への転用:転用後の土壌炭素量)



対応方針

■ 外崎ほか 2022*5で示される、開発地全体の平均土壌炭素量28.1tC/haを、土地転用 後20年時点の開発地の土壌炭素量として設定する。

	土地転用先の土壌炭素量(tC/ha)								
	宅地系	宅地系 道路系 草地系 公園系 平均値 全体平均値							
森林からの転用	25.8	28.2	50.7	40.2	28.3	20.1			
農地からの転用	26.7	29.1	51.6	41.1	28.0	28.1			

■ 土地利用変化に伴う土壌炭素変化量は、土地転用前の下の土地利用の平均土壌炭素量から、上記の開発地の平均土壌炭素量に遷移期間20年間で線形に変化するとみなして算定する。

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量 (活動量:土地転用面積の更新)



対応方針

■ 森林→農用地、農用地→森林の土壌炭素蓄積変化の計算を過去40年間の転用面積を 用いて計算するため、1951年度以降の時系列変化面積を構築し、報告年を含めて40年 分の転用面積を累計して当該面積を推計した(※転用後40年以内は土地の再転用は起 らないとする仮定を置くことになる。)。

1951~1970年度の面積推計方法

	項目	方法
総面積	田畑別面積	1951, 52: 農林省統計表 1956以降: 耕地及び作付面積統計 1953~55: 内挿
	普通畑、樹園地、 牧草地面積	1951, 52, 55, 60:農林省統計表 1961以降:耕地及び作付面積統計 上記以外:内挿
かい廃面積	田、畑の総かい 廃面積、田畑転 用	1951, 52:農林省統計表 1956以降:耕地及び作付面積統計 1953~55: 内挿
	自然災害	1956以降: 耕地及び作付面積統計 1956以前: 1956-1965年の総かい廃と自然災害面積比で総かい廃面積から推計
	人為的転換内 訳	1964以降: 耕地及び作付面積統計 1964以前: 農地の移動による比率利用
拡張面積	田、畑の総拡張 面積、田畑転用	1951, 52:農林省統計表 1956以降:耕地及び作付面積統計 1953~55:内挿
	開墾、干拓・埋 立、復旧の内訳	1956以降:耕地及び作付面積統計 1956以前:干拓・埋立-1956-60の平均、残りを開墾と復旧で半々に配分

※左記に加えて、1983~2002 年度の畑への転用面積の推計を 以下のように修正。

	畑への転用面積内訳の推計方法
改定前	「耕地及び作付面積統計」の各地目別 現状面積で配分
改定後	「農用地建設業務統計」の造成面積、 「耕地及び作付面積統計」の果樹園の 新植・廃園面積、各地目の変化面積か ら面積の出入を推計

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量(まとめ(1/2))



各土地利用変化における土壌炭素変化係数、遷移期間等(※赤太字は直接設定値。括弧内は各係数から計算される値)

土地	包利用変化	転用前SOC (tC/ha)	遷移期間 (年)	土地利用 変化係数	転用後SOC (tC/ha)	年間変化量 (tC/ha/yr)	備考
転用前	転用後	a	b	C C	d	e	כי װוּי
	水田		20	1.35	(102.6)	(1.33)	a. Yamashita et al. 2022 b, c. 2019RMのデフォルト値
	普通畑·樹園地		40	0.77	(58.52)	(-0.437)	a. Yamashita et al. 2022
	牧草地(草地)		20	0.858	(65.208)	(-0.5396)	b, c. Ishizuka et al. 2021を踏ま え算定方法検討会設定
森林	湿地	76					※2019RMの貯水池方法論適用時 に全面改訂予定
	開発地		20	-	28.1	(-2.395)	a. Yamashita et al. 2022 b, d. 外崎ほか2022
	その他の土地		20	-	20.1	(-2.795)	a. Yamashita et al. 2022 b, d. 外崎ほか2022を踏まえて算定 方法検討会設定
農地、草地	森林	83	40	1.21	(100.43)	(0.43575)	a. Matsui et al. 2021の元データ b, c. Koga et al. 2020を踏まえ算 定方法検討会設定
上記以外	森林	-	40	-	-	1.5	b, e. 環境研究総合推進費の成果を 踏まえて算定方法検討会設定
	開発地	(※) 全体83 水田 70.5	20	-	28.1	全平均の場合 (-2.745)	a. Matsui et al. 2021の元データ b, d. 外崎ほか2022
農地、草地	その他の土地	普通畑 90.8 草地 120.7 樹園地 79.1	20	-	20.1	全平均の場合 (-3.145)	a. Matsui et al. 2021の元データ b, d. 外崎ほか2022を踏まえて算定 方法検討会設定

1. 土地利用変化時の土壌炭素変化量(まとめ(2/2))



算定結果

■ 今回の改定に伴う再計算の状況は下記のとおり(条約インベントリの算定)。

方法論の改定に伴う排出・吸収量の変化

土地利用変化	1990年度再計算	直近年度再計算
4.A.2 転用された森林	-341万tCO ₂	-82万tCO ₂
4.B.2.1-2 森林から転用された農地、草地	91万tCO ₂	14万tCO ₂
	※内数扱いのため総排出量は増えない。	※内数扱いのため総排出量は増えない。
4.E.2.1 森林から転用された開発地	249万tCO ₂	87万tCO ₂
4.E.2.2-3 農地・草地から転用された開発地	342万tCO ₂	124万tCO ₂
4.F.2.1 転用されたその他の土地	125万tCO ₂	28万tCO ₂
土壌の無機化に伴うN2O排出*	58万tCO ₂ eq.	20万tCO ₂ eq.
合計	433万tCO ₂ eq.	177万tCO ₂ eq.

^{* 2.} 土地利用変化時の土壌無機化に伴うN2O排出(4(III), 4(IV))で示す方法論の改定に伴う再計算

2. 土地利用変化時の土壌無機化に伴う N₂O排出(4(III), 4(IV))

2. 土地利用変化時の土壌無機化に伴うN₂O排出 (4(III), 4(IV))(1/4)



背景

- 2006年IPCCガイドラインでは、管理土壌由来N₂O排出源の一つとして、土壌炭素減少に伴う無機化(mineralized)窒素由来のN₂O排出を算定する。算定対象は、転用された農地、草地、及びそれ以外の土地利用・土地管理で生ずる炭素減少時の活動。
- このうち、転用された農地、牧草地については、昨年度の算定方法検討会で農業分野で設定した方法論に基づき算定方法を改定している。今回の土壌炭素変化の算定改善も、農地、牧草地土壌全体を対象としたRothCによるモデル算定の内数となるため、再計算は行わない。
- 一方、森林、農地、草地から開発地への転用、その他の土地への転用においては、土壌炭素減少の改定が生ずることから、N2O排出の再計算も必要となる。

算定方法

■ 現行の開発地、その他の土地への転用に伴う無機化窒素に伴うN2O算定方法は、IPCCガイドラインのTier 1に従い下記の方法論を適用している。

無機化された窒素量 =(炭素減少量)/(CN比)

直接 N_2 O排出 = (無機化された窒素量) × (排出係数: EF_1) × 44/28

間接 N_2 O排出 = (無機化された窒素量) × (流出・溶脱割合) × (排出係数: EF_5) × 44/28

2. 土地利用変化時の土壌無機化に伴うN₂O排出 (4(III), 4(IV))(2/4)



対応方針

(方法論)

■ 算定方法は引き続き標準算定式に従い、前節で説明した土地利用変化に伴う土壌炭素減少量を活動量として用いる。ただし、排出係数とCN比は更新を行い、森林からの転用と、農地・草地からの転用でそれぞれ適用するパラメーターを変えるTier 2を採用する。

(排出係数)

- 直接N₂O排出係数(EF₁)は、2006年IPCCガイドラインでは、施肥・すき込み・無機化の窒素供給源で共通したデフォルト排出係数が提示されていたが、2019年改良版では、化学肥料施肥とそれ以外で別々の排出係数が提示されている。農業分野の算定方法の改善に合わせ、本算定においても2019年改良版のデフォルト値(Disaggregated Wet climates)を適用する。
- 間接N₂O排出算定のパラメーターは、既に2019年改良版のデフォルト値を適用済みのため 特に変更しない。

現行・更新EFの比較 [kgN2O-N/kgN]

	現行 EF₁	更新 EF ₁ (2019年IPCCガイドライン改良版)				
	(2006年IPCC ガイドライン)	Disaggregated (Wet climates)	Disaggregated (Dry climates)	Aggregated		
N mineralised from mineral soil as a result of loss of soil carbon	0.01	0.006	0.005	0.01		

2. 土地利用変化時の土壌無機化に伴うN₂O排出 <u>(4(III), 4(IV))(3/4)</u>



対応方針

(森林のCN比)

■ 森林からの転用では、我が国の森林土壌の平均的なCN比(暫定的な集計値)が2006年IPCCガイドラインで示唆されている森林・草地からの転用時に活用可能とされている15に近い値を取ることから、デフォルト値の15を利用する(※CN比の推奨値は、2019年改良IPCCガイドラインにおいても15のままとなっている。)。

(農地・牧草地のCN比)

- 土壌炭素量の設定と同じ2015~2018年の土壌調査結果(Matsui et al. 2021の元データ)から、算定対象外となる有機質土を除外してCN比を計算すると、全平均12.0、水田11.5、普通畑12.3、牧草地13.1、樹園地11.6となる。この値に更新して算定。
- 土壌炭素蓄積変化及び無機化の窒素の計算は、地目別の値を用いて実施する。

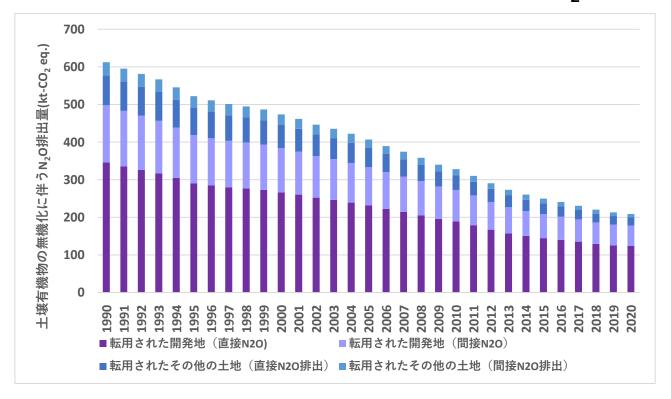
2. 土地利用変化時の土壌無機化に伴うN₂O排出 (4(III), 4(IV))(4/4)



算定結果

- 今回の改定(土壌炭素減少量の再計算、EF₁の更新、CN比の分離更新)を反映したN₂O排出量は下図のとおり。
- 再計算の排出増は1990年度に58万tCO₂ eq.、2020年度に20万tCO₂ eq.。

開発地、その他の土地への転用に伴う土壌無機化由来のN2O排出



3. 森林バイオマス吸収量算定の更新 (4.A)

3. 森林バイオマス吸収量算定の更新(4.A. 森林)(1/4)



検討課題

■ 現在、森林バイオマスによる吸収量分の大部分を占める森林の蓄積変化量(生体バイオマスの材積炭素ストック変化量)は、国家森林資源データベースに格納されている収穫表の材積を用いて算定している。このうち人工林の代表的な樹種(スギ、ヒノキ、カラマツ)の民有林の材積の算定には、平成15~17年度の現地調査結果を元に作成した「新収穫表」を用いている。

表 6-15 材積の算定に用いる樹種別収穫表

(出典) 2021年提出温室効果ガスインベントリ 表6-15

- 近年、森林生態系多様性基礎調査(NFI)等によるデータ収集・検証が進んだ結果、これまで利用してきた「新収穫表」データに比べて、高齢級人工林も含め、従来考えられていたよりも成長量が多いとの指摘がある。
- 令和2年度の森林等の吸収源分科会及び令和3年度の品質保証ワーキング・グループ(以下「QA-WG」という。)においても、森林吸収量の算定について、NFIの結果の反映による精緻化の必要性が指摘されている。
- 2021年以降提出のNIRにおいても、高齢級の林分における生体バイオマスの推計方法の検討を今後の課題として掲載。 23

3. 森林バイオマス吸収量算定の更新(4.A. 森林)(2/4)



対応方針

- 林野庁の委託事業において、最近のNFIデータなど 「新収穫表」調製以降に得られたデータ#1も用いて、 民有林の人工林主要樹種(スギ、ヒノキ、カラマツ) の収穫表(以下「2021収穫表」という。)を調製。 専門家からの意見を聴取するため、これまで3回の委 託事業検討委員会を開催。
- 具体的には、林齢 樹高の関係を説明する当てはまりの良好な成長モデル(樹高成長曲線)を選択し、適切な森林管理の基準となる指標(Ry:収量比数)等を設定した後、林分密度管理図#2を用いて各林齢における材積などを計算し、上記3樹種について地域別に「2021収穫表」を調製。

密度管理図を用いた収穫表作成フロー データ データ選定 モデル選定・ 樹高曲線 林分密度 管理図 森林管理水準 (Rv:収量比数) (設定) 初期植栽本数、 自然枯死 収穫表

#1:新収穫表データ(平成15~17年度)、森林吸収源インベントリ情報整備事業による 高齢級林分調査データ(平成26~28年度)、NFIデータ第4期(平成26~30年度)か ら異常値を除外して使用。

#2:成長条件が似た地方で、任意の樹種の人工同齢単純林について、植物個体群の密度理論を応用し、ha当たり林分材積やこれに関連する諸要素との関係を1枚の図にまとめたもの。

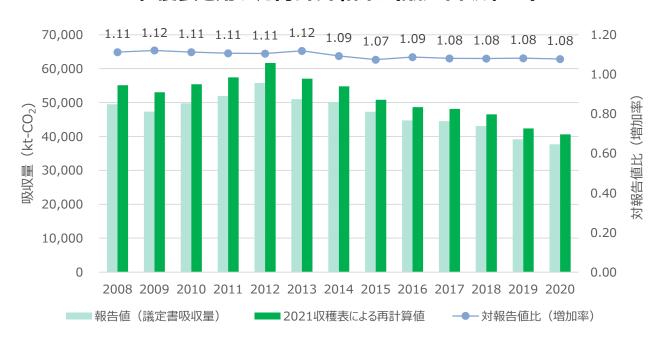
3. 森林バイオマス吸収量算定の更新(4.A. 森林)(3/4)



算定結果

■「2021収穫表」を用いて2008~2020年度の森林吸収量(議定書吸収量)を再計算 したところ、既報告値から1.07~1.12倍の増加となった。

2021収穫表を用いた再計算結果 (議定書吸収量)



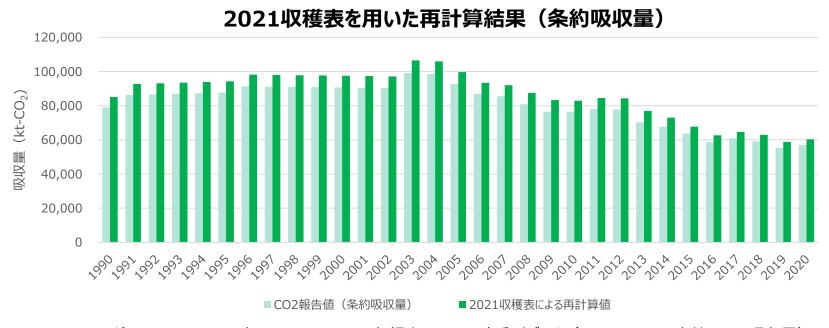
注:新規植林・再植林、森林減少、森林経営(HWP分を除く。)の活動による純吸収量を表したもの。

3. 森林バイオマス吸収量算定の更新(4.A. 森林)(4/4)



算定結果

■「2021収穫表」を用いて2008~2020年度の森林吸収量(条約吸収量)を再計算したところ、 既報告値から1.06~1.09倍の増加となった。1990~2007年については、この平均増加率 (1.08倍)を適用して算出した。



注:1990~2007年については、2022年提出のCRFの時系列データ(Table10s2:森林のCO $_2$ 吸収量)に、2008~2020年の平均増加率(1.08倍)を適用して算出したもの。

今後の予定

■ 2023年のインベントリ報告(2021年値)では、今回調製した「2021収穫表」を使用して算定する。中長期的には、今後のNFI調査結果や新たな知見等を踏まえ、委託事業を通じて継続的に算定手法の精緻化に取り組む予定。 26

4. 森林の枯死有機物データの更新 (4.A.2~4.F.2)

4. 森林の枯死有機物量の見直し (4.A.2 転用された森林、4.B.2~4.F.2 森林から他の土地利用への転用) (1/3)



検討課題

- 過年度のUNFCCC審査において、森林のバイオマス量に比べて枯死木量が多いのではという指摘がされてきた。
- 上記の指摘についてはNIRの説明改善で対応してきたが、森林等の吸収源分科会及び QA-WGにおいて、バイオマス量、枯死木量のデータそのものの見直しを実施すべきとの意 見ももらってきた。
- 加えて、枯死木の持ち出し量が最近の再生可能エネルギー需要増加に伴い伸びている可能性についても指摘されている。

対応方針

■ 森林から他の土地利用への転用(森林減少)に適用するパラメーター、及び他の土地から森林への転用(新規植林・再植林)に適用するパラメーターを、いずれも実測結果に基づく値に更新する。

4. 森林の枯死有機物量の見直し (4.A.2 転用された森林、4.B.2~ 4.F.2 森林から他の土地利用への転用) (2/3)



対応方針

■下表のとおりの値に変更。

土地利用変化	炭素蓄積変 化算定方法	枯死有 機物	遷移 期間	炭素蓄積量	出典·想定
森林から他の土地利用への転用	森林の平均枯 死有機物量が 転用年で失わ れる	枯死木	1年	10tC/ha	土壌インベントリ調査結果による全森林平 均値。
(森林減少)		リター	1年	4.9tC/ha	Ugawa et al. 2012*6 (土壌インベント リ調査結果) による全森林平均値。
他の土地利用から本まるの転用	遷移期間終了 時点の枯死有 機物量まで遷 移期間を通じ て増加	枯死木	40年	6.5tC/ha	環境研究総合推進費【2-1602】*1【2-1909】*2における新規植林地の調査結果 を踏まえた、回帰式による40年生の予測 値にて設定。
ら森林への転用 (新規植林・再 植林)		リター	20年	6.67tC/ha	環境研究総合推進費【2-1602】*1【2-1909】*2における新規植林地の調査結果 を踏まえた、林齢21年生以降のの平均値。 (新規植林の人工林の値のため、全平均 値より大きくなる)

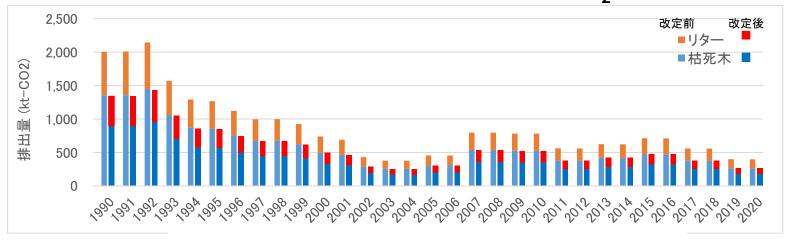
4. 森林の枯死有機物量の見直し (4.A.2 転用された森林、4.B.2~4.F.2 森林から他の土地利用への転用) (3/3)

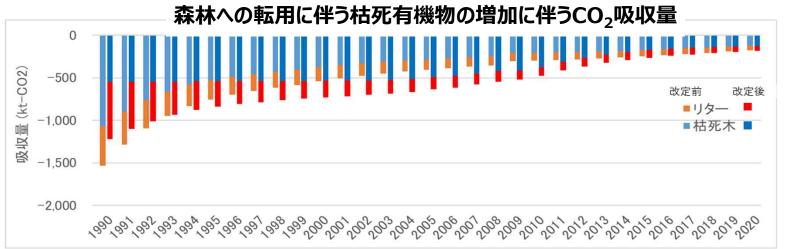


算定結果

- 森林から他の土地利用への転用において、単年の排出量が13~71万tCO₂/年減。
- 森林への転用において、単年の吸収量は1990~1993年度以外の期間で0~24万tCO₂/年増。

森林からの転用に伴う枯死有機物の損失に伴うCO2排出量





5. 専業・兼業別の耕地面積を用いた 堆肥施用量の補正(4.B、4.C)

5. 専業・兼業別の耕地面積を用いた堆肥施用量の補正 (4.B. 農地、4.C. 草地(牧草地))(1/3)



背景

- 転用のない農地・草地の鉱質土壌の炭素ストック変化量については、堆肥施用量をはじめ とした炭素投入量等のパラメーターを、土壌炭素動態モデルであるRothCモデルに入力して 推計。
- ■この堆肥施用量は、水田については「米生産費調査」(農林水産省大臣官房統計部)、 その他の品目(普通畑、樹園地、牧草地)は「農地管理実態調査」(農林水産省農 産局)のアンケートデータを使用。
- このうち農地管理実態調査のデータでは、専業農家と兼業農家で堆肥施用量に大きな差があることから、農林業センサス(5年に1度)の専業・兼業農家別の面積比率により、農地管理実態調査で得た専業・兼業農家別の堆肥施用量を加重平均し、補正後の堆肥施用量(= RothCモデルへの入力データ)を算出。

検討課題

■ 2020年の農林業センサスでは専業・兼業農家の面積データが廃止された。今後、2015年の農林業センサスの専業・兼業農家別の面積比率を継続して使用することは望ましくないため、新たな補正方法を検討する必要。

5. 専業・兼業別の耕地面積を用いた堆肥施用量の補正 (4.B. 農地、4.C. 草地(牧草地))(2/3)



対応方針

- 2020年農林業センサスでは、専業・兼業農家別の面積データの代わりに、主業・準主業・副業的経営体別の面積データが取得可能。
- 専業・兼業は年齢を問わず兼業従事者の有無により分類するのに対し、主業・副業分類は(65歳未満の)生産年齢で農業所得を主にする世帯員の有無により分類。
- 分類方法が異なるため一概に比較するのは困難であるが、農業所得が主か否かという点で、「主業経営体と専業農家」、「準主業・副業的経営体と兼業農家」には一定の関連があるものとみなし、
 - ○農林業センサスでの「主業経営体」の面積比率を「専業農家」の面積比率に
 - ○農林業センサスでの「準主業・副業的経営体」の面積比率を「兼業農家」の面積比率に それぞれ対応させ、堆肥施用量の補正に用いることとする。

主業・準主業・副業分類と専業・兼業分類の比較

主業経営体	農業所得が主(世帯所得の50%以上が農業所得)で、1年間に自営農業に60日以上従事している65歳未満の世帯員がいる個人経営体	専業農家	世帯員の中に <u>兼業従事者が1人もいない</u> 農家
準主業経営体	農外所得が主(世帯所得の50%未満が農業所得)で、1年間に自営農業に60日以上従事している65歳未満の世帯員がいる個人経営体	兼業農家	世帯員の中に <u>兼業従事者が1人以上いる</u> 農家
副業的経営体	1年間に <u>自営農業に60日以上従事している65歳</u> 未満の世帯員がいない個人経営体		

5. 専業・兼業別の耕地面積を用いた堆肥施用量の補正 (4.B. 農地、4.C. 草地(牧草地))(3/3)



今後の予定

(更新のタイミング)

- ■「農地管理実態調査」の堆肥施用量データは、各年のサンプル数が少ないことから、4年ごとにデータの更新を実施。その間は線形補間を行い、最終年以降は次のデータ更新まで据え置きで設定している。具体的には、2015~2018年調査の4か年で取得したデータを2017年度のデータとみなし、その後は据え置きとしている。
- 2021年度のデータを報告する2023年4月のインベントリ報告では、引き続き2017年度のデータを据え置きで用いることから、補正方法に(未来にあたる)2020年農林業センサスのデータを用いることは適切ではない。
- 今年度の調査が終了し2019~2022年調査が出そろうと、これを2021年度の堆肥施用量データとみなして更新するため、その段階(=2024年4月のインベントリ報告)で、この更新データに対して新しい補正方法を適用することを検討。

(長期的な見直しについて)

- これまで堆肥施用量のアンケートにおいては専業・兼業農家の別を調査してきたが、今後、主業・準主業・副業的経営体の別を調査することにより、主業を専業に、準主業・副業的を兼業に、という「みなし」に頼らずとも補正が可能となるよう、アンケート項目の見直しを行う。
- 2023~2026年調査が出そろい線形補間を行う段階で、主業・準主業・副業的経営体別の堆肥施用量データから直接補正する方法へ変更することを検討する。 34

6. バイオ炭(竹炭)の係数更新 (4.B)

6. バイオ炭の算定(竹炭に関する係数の更新) (4.B 農地)(1/3)



背景

- 2019年改良版では、農地に対するバイオ炭施用に伴う炭素貯留効果算定の方法が提供されており、我が国では、2020年提出インベントリより、木質系バイオ炭(白炭、黒炭、粉炭、オガ炭、竹炭)の農地・草地施用(鉱質土壌施用分)に伴う炭素貯留効果の算定を実施している。
- 2019年改良版で提示されている標準算定方法は、農地・草地へのバイオ炭施用量に対し、炭素含有率と100年後の残存率を反映した係数を乗じ、100年後まで貯留が残ると想定される炭素量を、施用当該年に計算する方法となっている。

検討課題

- バイオ炭の有機態炭素含有率の2019年改良版における標準的な測定方法については、乾式燃焼法による元素分析で得られた全炭素から無機態炭素(CaCO3の形態で炭化物中に含まれている炭素)を引いて求めた値を、2019年改良版の係数作成時のデータベースとして利用している。
- 現在、竹炭の係数(炭素含有率及び施用後100年後残存率を含めた値)は、南雲ら(2014)より得られた43.6%を我が国独自のCS (Country-Specific)値として利用してきた。この値は土壌中の有機炭素含有率の測定に一般的に用いられるチューリン法(二クロム酸・硫酸混液で処理後滴定)で15本の竹炭を測定して得られた平均値である。
- 南 雲 ら(2014) で は 、チューリン 法 に よる 30 分 間 の 反 応 で 求 め た 有 機 態 炭 素 含 有 率 (424mg/g=42.4%)を利用しているが、バイオ炭の場合は土壌に用いられる一般的な処理時間では、酸化 後の残炭にまだ難分解性炭素が含まれていることが分かってきた。現行のCS値では炭素含有率を過少推計して いると考えられる。

6. バイオ炭の算定(竹炭に関する係数の更新) (4.B 農地)(2/3)



対応方針

- Kurimoto et al. 2020*9で、国内産孟宗竹13試料を対象に、2019年改良版のデフォルト係数設定に利用したデータベース同様に、全炭素から無機態炭素を引いた有機態炭素含有量の調査結果がまとめられたことから、新たな国独自の係数を設定。
- 対象となる係数は下表のとおり(Kurimoto et al. 2020(表4))。全炭素量及び有機態炭素量は焼成温度の異なる竹炭間で明確な違いが見られ、また、全炭素量と有機炭素量の間には、一次式で表される有意な式が得られたとして、焼成温度に応じた3種類の係数が提示されている。インベントリに利用している竹炭の生産量(農業用途)では、焼成温度別の生産量を直接把握することができないため、インベントリへの適用方法の整理が必要となる。
- 本データに活用された竹炭の工業分析及び元素分析に関する文献(Kurimoto et al. 2019*10)では、13 種類の竹炭試料の全体平均として固定炭素含有量が85.5%(SD=7.5%)となっており、中温帯に対応するものの、農業用途の竹炭にはそれほどの高品質のものが求められる訳ではなく、現状高品質の白炭でもデフォルト値による熱分解の有機炭素含有率(0.77)を利用していることから、安全側に低温帯の有機炭素含有率(0.778)を利用する。また、100年後残存率はIPCCデフォルト値(0.65)を利用する。

焼成温度	固定炭素含有率#3 (%)		有機態炭素含有率#4 (%)		100年後残存率:IPCCデ
	平均值	SD	平均值	SD	フォルト値 (F _{perm})
低温(350~450℃)	76.3	3.4	77.8	3.9	0.65±15%
中温(450~600℃)	86.0	3.6	82.6	0.9	0.80±11%
高温(600℃以上)	92.5	2.0	88.2	1.6	0.89±13%

^{#3} 固定炭素量(Fixed Carbon)は、工業分析により揮発分炭素と灰分を除いて得られた値。低温では、元素分析値より低い値となる。

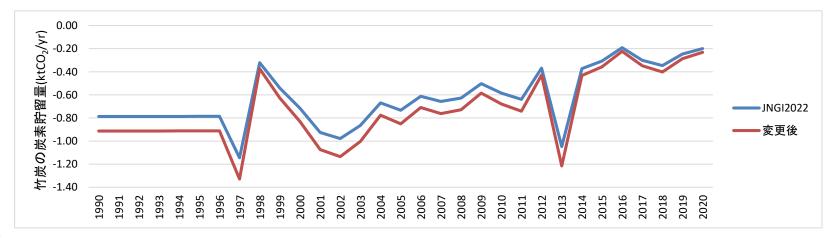
6. バイオ炭の算定(竹炭に関する係数の更新) (4.B 農地)(3/3)



算定結果

■ 新たな有機炭素含有率の値を用いると、「炭素含有率及び施用後100年後残存率を含めた値」に相当する係数は、従来の43.60%から、50.57%に上昇し、30~180tCO₂/yr炭素貯留量が増加するように再計算される。

改定前後の竹炭炭素貯留量算定結果



参考文献

- *9 Yasuji Kurimoto, Takeshi Kajimoto, Fumihiro Ozawa, Yoshiki Inoue, Akira Shibata. Relationship between fixed carbon and organic carbon of bamboo charcoal. Wood Carbonization Research 16(2),67-73, (2020) DOI: 10.32143/wcr.16.2 67
- *10 Yasuji Kurimoto, Takeshi Kajimoto, Fumihiro Ozawa, Yoshiki Inoue, Akira Shibata. Chemical characteristic measurements of 13 commercial bamboo charcoals and comparisons to the standard bamboo charcoals prepared at temperatures from 300℃ to 800℃. Wood Carbonization Research 16(1),3-12, (2019) DOI: 10.32143/wcr.16.1 3

7. マングローブの算定(4.D)

7. 沿岸湿地(ブルーカーボン)の算定(4.D.3 その他の湿地)



検討課題

- 2013年にIPCCで採択された湿地ガイドラインは、泥炭地・沿岸湿地・内陸の泥炭地以外の湿地の算定方法について、2006年IPCCガイドラインに追加的なガイダンスを提供している。UNFCCC下では湿地ガイドラインは、現行のインベントリ作成及びパリ協定下のインベントリ作成においても任意適用というルールとなっている(24/CP.19、18/CMA.1)。
- 第4章の沿岸湿地(Coastal Wetlands)の算定は、ブルーカーボン(Blue Carbon: BC)とも呼ばれる、マングローブ、塩性湿地、海草藻場の3生態系における排出・吸収量を扱っている。加えて、水産養殖のふん尿由来のN2O排出に関する方法論が存在。
- 現在、我が国でも算定に向けた取組を実施している状態。

対応方針

- 算定方法が策定されたブルーカーボン生態系から適宜インベントリに反映する。
- 2023年4月提出インベントリでは、新たにマングローブの炭素蓄積変化の報告を開始する。

7. マングローブの算定(4.D.3 その他の湿地)(1/7)



対応方針

■「湿地ガイドライン」の方法論を踏まえて、①生体バイオマス・枯死有機物・土壌の各炭素 プールの炭素蓄積変化算定方法を策定し、②全マングローブ面積の把握、 ③既に森林の 下で報告されているマングローブの重複除外、を行いマングローブの排出・吸収量を算定する。

炭素蓄積変化の算定方法

生体バイオマス

■ マングローブに特化した材積量、伐採量のデータは得られないことから、マングローブ林の平均生体バイオマス蓄積量を設定し、(a)新規面積増加に伴う成長量(※平均蓄積量までの増加を計算)、(b)攪乱に伴う損失量(※全生体バイオマスが失われるとの仮定)、を計算する。面積増減は群落レベルで判断。

枯死有機物

■ 飽和せずに蓄積が進んでいると考えられるが、蓄積速度のデータが得られないため、マングローブ林の平均枯死有機物量を設定し、(a)新規面積増加時の蓄積(※平均蓄積量までの増加を計算)、(b)面積減少時にマングローブ林がなくなり、その際に枯死有機物も損失するとして全量損失を計算する。

7. マングローブの算定(4.D.3 その他の湿地)(2/7)



算定に適用するパラメーター

データ一覧	概要	適用値	説明
地上部バイオマス量	除却時の損失バイオマス量、成長 量の適用期間の設定に利用	75 (66-84) t d.m./ha (Table 4.3, subtropical) ※括弧内は95%信頼区間の 値(以下同様)	日本国内のデータは多くなく、国内データと湿地ガイドラインのデフォルト値に大きな乖離がないため、デフォルト値(中間値)を利用。植物的見地からは、可能であれば樹種別に分けたいが、面積変化等の活動量が細かく分けきれないため、全体一本で設定。
地上部地下部比率 (R)	成長量及び蓄積量を、地上バイ オマスから生体バイオマス全体に拡 張することに利用	,	我が国の条件として妥当な値と考えられるため湿地ガイドラインの デフォルト値(中間値)を利用。
炭素含有率 (CF)	乾物重ベースのバイオマス量を炭 素量に換算するために利用	0.451 (0.429-0.471) tC/t d.m. (Table 4.2)	我が国の条件として妥当な値と考えられるため湿地ガイドラインの デフォルト値(中間値)を利用。
地上バイオマス成長量	新規植栽時のバイオマス成長量	75/20 (=3.75) t d.m./ha/yr	湿地ガイドラインに提示されている、平均蓄積量/成長量で成 長期間を決めると4年程度となり明らかに短いため、20年間で線 形に平均蓄積まで到達すると仮定した年間成長量を利用。
枯死木量 リター量	除却時の損失量、新規造成時 の最終蓄積量	10.7 (6.5-14.8) tC/ha (Table 4.7, all) 0.7 (0-1.3) tC/ha (Table 4.7, all)	同位体分析ではかなり古い枯死有機物もあり、飽和しないで蓄積し続けるが、IPCCデフォルトの考えを適用し、転用後20年でデフォルト値に到達するという計算を適用

7. マングローブの算定(4.D.3 その他の湿地)(3/7)



炭素蓄積変化の算定方法

土壌炭素

- 通常、マングローブ林では土壌部へのインプットがアウトプットより卓越していると考えられるため、 (a)全マングローブ面積を対象して、IPCCデフォルト吸収係数(下限値)を乗じた土壌 炭素増加量を計算する。
- (b) 群落レベルで面積が減少している場合は、掘削が行われた場合のみ、植林開始年からの土壌炭素蓄積量の全量を損失すると計算する。バイオマス部分の伐採、土砂堆積等の環境変化、自然かく乱による倒木裸地化などでは、土壌損失量の計算は行わない。なお、1990年以降は、宅地化や畑地化などの土地利用変化は基本的に発生していない。

7. マングローブの算定(4.D.3 その他の湿地)(4/7)



算定に適用するパラメーター

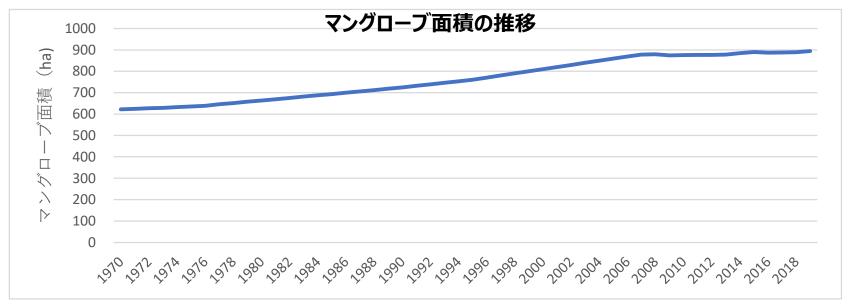
データ一覧	概要	適用値	説明
土壌吸収係数	年間土壌炭素増加量 (深度1mまで)	-1.62 (-1.32.0) tC/ha/yr (Table 4.12)	我が国は冬が寒いので根の枯死速度や生産速度が一般的な 亜熱帯より低い可能性があり、IPCCデフォルト下限値の1.3 tC/ha/yrを適用。新設時のみではなく、全マングローブに適用。
土壌炭素蓄積量	除却時の損失量、新規造成時 の最終蓄積量	有機質471 (436-510) tC/ha (湿地ガイドライン Table 4.11)	マングローブ下はほぼ泥炭化しているため有機質土壌の数値を用いる。なお、我が国では自然植生のマングローブの除却はほぼ行われていないため、実際には算定には用いていない。
	新植などで増加したマングローブを 伐採・除却する場合に適用する 蓄積量	増加計算とのバランスの観点から、1.3tC/ha/yr × 植栽後年数で計算した蓄積量	現状、マングローブの除却は人為的な植栽や人為的環境変化が原因で増えすぎたマングローブを対象にしか行われいないことから、新規植栽年以降に蓄積された土壌炭素を、土壌吸収係数に植栽後経過年数で設定。
土壌炭素損失	マングローブの損失(掘削を伴わない場合)	0	土壌は現場に残ることから、損失は計算しない(流亡は考慮しない。)。
	マングローブの損失(掘削を伴う場合)	深さ1mまでの土壌炭素損失	面積増加分を伐採した場合は、植栽年以降に蓄積された炭素量を損失として計算。以前からあるマングローブを伐採した場合は、デフォルト値の炭素量を損失計算。
	マングローブの損失(攪乱時)	攪乱時の土壌炭素変化係数 FD=1, (2006GL, chp.4, p4.23-4.25)	Tier 1を適用して損失は計算しない(攪乱時の損失量の算定は、Tier 2以上の国別情報が得られた場合のみ算定。)。

7. マングローブの算定(4.D.3 その他の湿地)(5/7)



面積

■ マングローブに特化した統計情報はないことから、既存の研究論文・データ、NPO法人マング ローバルの情報から、時系列的な群落別時系列面積データを構築する。面積が小さい(全 体で900ha程度)ことから、基本は線形内外挿で面積を推計。



(参考資料) ①「鹿児島&沖縄マングローブ探検」(マングローバル)、②「マングローブ林の変遷」(沖縄県資料)、③「マングローブに関する研究 I. 日本におけるマングローブの分布」(中須賀常雄・ 大山保表・春木雅寛、日本生態学会誌 24;237-246,1974)、④「沿岸生態系と海面上昇モニタリングを目的とした沖縄県内のマングローブ分布状況調査」(国際マングローブ生態系協会, 2003)、 ⑤「70 年間の画像アーカイブによる西表島仲間川マングローブ林立地域の森林動態復元」(内山庄一郎・宮城豊彦、Mangrove Science 11: 3-15, 2020)、⑥「西表島船浦湾のオヒルギ林にお ける台風破壊と修復過程に関する基礎的研究」(斎藤綾子・馬場繁幸・宮城豊彦 Mangrove Science 6; 41-52, 2009)、⑦航空写真GIS解析による石垣島マングローブ域面積の変遷(仲座 栄三・渡邊康志・川原大典・入部綱清・Rusila Savau、土木工学会論文集、2011)、⑧国指定漫湖鳥獣保護区保全事業の取り組み(環境省 那覇自然環境事務所)、⑨漫湖水鳥・湿地セン ターHP-漫湖のマングローブの歴史、⑩沖縄県中城湾のトカゲハゼの保全に配慮した移入マングローブの大規模駆除の取組(平中晴朗・國場豊・髙里典男・野原良治、応用生態工学 22(1), 103-108,2019)、⑪比屋根湿地のマングローブ調査(内閣府 沖縄総合事務所資料)、⑫マングローブと河川管理 - 石川川(うるま市)の事例 - (増野高司・中須賀常雄・岸本司、日本地理学会 発表要旨集 2012a (0), 100032-, 2012)。

(作成方法) ①~④より得られる1961, 1973, 1977, 1993-95, 2001, 2007, 2019年の群落別マングローブ面積を基本的に線形内挿した。ただし、西表島仲間川及び船浦については、⑤、⑥ の文献情報を踏まえ、⑤から得られるマングローブ林地表面露出面積の経年変化を面積減少傾向の年次変化に反映した。石垣島の一部地域については、⑦の文献で明示されているマングローブの流域別 45 増減面積を反映した。各群落における面積増減(主に伐採)の把握に⑧~収を利用。

7. マングローブの算定(4.D.3 その他の湿地)(6/7)



森林計画対象森林との重複除外

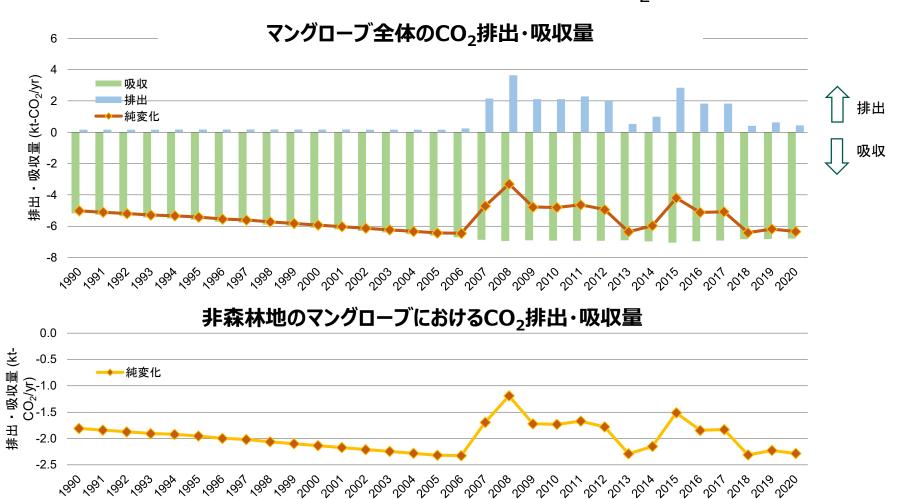
- マングローブは、森林(森林計画対象森林)との重複地があるが、森林に含まれるマングローブは既に森林の排出・吸収算定に含まれていることから、マングローブの群落別に森林の重複地の状況把握を行った。
 - 利用したデータ: NPO法人マングローバルが作成したマングローブの分布図(2010~2020年間に同NPO法人の調査員が独自に作成したもの)から得られるマングローブの位置情報、国土数値情報森林地域データによる国有林レイヤと地域森林計画レイヤ、国有林野施業実施計画図、森林計画関係図。
 - 判別方法:上記のデータを重ね合わせ、各群落別に森林・非森林を判断した。「明らかに森林計画対象と判断できる」、「明らかに対象外と判断できる」、「同じ群落において、森林計画対象となる場所とそうではない場所が混在している」場合があることから、それぞれの群落をラベリングの上、最後の混在林については、ほとんどが森林の場合、森林と非森林が半々の場合、ほとんどが非森林の場合に、更に再区分した。
- マングローブの森林、非森林の割合は1990年以降森林率がほぼ63~64%で一定。森林対象地のマングローブは主に森林内での樹種転換、非森林対象地のマングローブは干潟域等での生育面積の拡大が中心で、いずれも似たようなレベルで面積が増加。
- 上記分析結果を踏まえて時系列一定で64%のマングローブを森林の重複地とみなし、全マングローブの純吸収量の36%を乗じた値を、非森林マングローブの純吸収量とする。 46

7. マングローブの算定(4.D.3 その他の湿地)(7/7)



算定結果

■マングローブ全体としては、面積増加傾向を反映し年間5~6ktCO₂程度の純吸収、新規に算定する非森林のマングローブの純吸収量は約1~2.4ktCO₂となる。



8. 都市緑化算定の見直し (4.E)

8. 都市緑化算定の見直し(4.E 開発地) (1/5)



背景·検討課題

- 都市の緑地については樹木が大きくなりすぎないように剪定などを行うことから、IPCCガイドラインに基づく方法論(Tier 2)では実成長期間(AGP:Active growing period)を設け、AGPを超える樹齢の樹木については保守的に成長量と損失量を同一として炭素固定量を算定していない。
- 2006年IPCCガイドラインのデフォルト実成長期間は20年と設定されているが、我が国では開発地内の緑地における実測調査の結果、20年を超えてもバイオマス成長が続いていることが確認されたことから、30年生までについては、0~20年生の樹木吸収と同じ係数を用いた算定を実施している。
- 上記の算定では、都市緑地造成後30年を過ぎると吸収量は生じないことになるが、比較的規模の大きい都市公園などでは、剪定等の影響を受けない樹林地(以下「無剪定樹林地」という。)が存在しており、これらの吸収量を適切に把握しきれていない可能性がある。

8. 都市緑化算定の見直し(4.E 開発地) (2/5)



対応方針

- 国土交通省事業(*)の下で都市樹木に関する実測調査等を進めた結果、樹齢50年までの成長量算定が可能となる、無剪定樹林地のパラメーターが整備され、対象面積把握の方法論にもめどが立ったことから、新規に無剪定樹林地における造成後31~50年までの都市樹木の成長に伴う吸収量の算定を行う。
- 加えて、パリ協定下の報告への移行に伴い、京都議定書報告で求められていた最小面積 (500m²)以下の都市緑地を計算対象から除外していた処理を廃止し、情報として把握 できる全ての施設緑地を算定対象に含めることとする。

^{*} 平成29~30年度に植生回復によるCO2吸収量算定方法に関する検討会を設置して検討

8. 都市緑化算定の見直し(4.E 開発地) (3/5)



対応方針:方法論の改定-吸収係数の検討

- 造成後の経過年数30年以上の都市公園の無剪定樹林地においてサンプル調査を行い、単位面積当たりの炭素ストック変化量を計測し、造成後30年までの変化量(現行の算定に利用している過年度調査の結果)と造成後30年以降の変化量の差異を分析した。
- その結果、①無剪定樹林地における炭素ストック量は、造成後30年以降50年頃まで増加していること、②無剪定樹林地における造成後30年以降の変化量が造成後30年までの変化量と同等以上であることが確認された。
- したがって、無剪定樹林地については、現在施設緑地の算定に用いている吸収係数(2.33t-C/ha)を、造成後50年まで適用する。

対応方針:方法論の改定-無剪定面積率の検討

- 公園管理者へのヒアリングと専門家判断により、無剪定樹林地は、「定期的な剪定等の影響を受ける 樹林地外周から内側5mの範囲を除外した樹林地」と定義した。
- 都立公園の都市基幹公園・大規模公園(37か所)を対象に、航空写真より樹林地を抽出し、樹林地に占める無剪定樹林地の面積の比率(以下「無剪定面積率」という。)を算出した結果、無剪定面積率は55%であった(37か所の合計値で算定。)。
- 無剪定面積率と公園面積との間に有意な正の相関があったことから、調査対象公園の規模別構成比と全国の都市基幹公園・大規模公園の規模別構成比を比較した。その結果、両者に有意な差がないことから、この値を都市基幹公園・大規模公園の全国平均値とした。

8. 都市緑化算定の見直し(4.E 開発地) (4/5)



参考:都市基幹公園、大規模公園

種類	種別	内容	
都市基幹公園	総合公園	都市住民全般の休息、観賞、散歩、遊戯、運動等総合的な利用に供することを目 的とする公園で都市規模に応じ1箇所当たり面積10~50haを標準として配置する。	
	運動公園	都市住民全般の主として運動の用に供することを目的とする公園で都市規模に応じ 1箇所当たり面積15~75haを標準として配置する。	
大規模公園	広域公園	主として一の市町村の区域を超える広域のレクリエーション需要を充足することを目的とする公園で、地方生活圏等広域的なブロック単位ごとに1箇所当たり面積50ha以上を標準として配置する。	
	レクリエーション都市	大都市その他の都市圏域から発生する多様かつ選択性に富んだ広域レクリエーション需要を充足することを目的とし、総合的な都市計画に基づき、自然環境の良好な地域を主体に、大規模な公園を核として各種のレクリエーション施設が配置される一団の地域であり、大都市圏その他の都市圏域から容易に到達可能な場所に、全体規模1000haを標準として配置する。	

出典)都市公園の種類、国土交通省都市局公園緑地・景観課 HP https://www.mlit.go.jp/crd/park/shisaku/p_toshi/syurui/index.html

^{*} 都市公園データベース(国土交通省)の令和2年度末の全国データでは、都市基幹公園は2,227か所・面積39,470ha、大規模公園は230か 所・面積15,789ha、合計面積55,259haであり、これは全国の都市公園等面積129,183haの42.8%に当たる。

8. 都市緑化算定の見直し(4.E 開発地) (5/5)



算定結果

- 今回の改定では、推計が可能な1960年度以降の都市公園の造成面積を基に当該面積を推計する(この場合、造成後31~50年の大規模公園等の面積は、1990年度は0、2010年度以降に20年分の累計面積が計上される。)。
- 施設緑地の純吸収量は直近年で8.8万tCO2程度増加する。

