

# 土地利用・土地利用変化及び林業分野における 排出・吸収量の算定方法について

森林等の吸収源分科会



# 目次

1. 農耕地土壌の地目別土壌群面積の見直し (4.B., 4.C.等)
2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善 (4.B., 4.C.等)
3. 沿岸湿地の算定 (4.D.)
4. 貯水池からの排出量の算定 (4.D.)
5. 主な継続検討課題

# 1. 農耕地土壌の地目別土壌群面積の見直し-①

(4.B 農地、4.C 牧草地、4(II)有機質土壌からの非CO<sub>2</sub>排出、4(III)土壌無機化によるN<sub>2</sub>O排出)

## 【検討課題】

- IPCCガイドラインに基づく土壌炭素蓄積変化の算定では、Mineral soilsとOrganic soilsに分けた方法論が提示されている。日本の農耕地土壌においては、水田、普通畑、樹園地、牧草地の4地目について、1992年2001年の地目別土壌群面積情報（農環研、高田2009）を基に、鉱質土壌・有機質土壌面積の時系列的な推移を計算し、両者を分離してきた。（2001年以降の面積は、2001年度の面積を起点に、拡張・かい廃面積の一定割合を有機質土壌とみなして加減することで計算）。
- この度、2008～2012年に実施された調査を基にした地目別土壌群面積情報（※1）が整備されたため、2001年以降の変化を実績値を基に再計算することが可能となったが、ここで用いられた土壌分類や基盤図が、1992年、2001年に使われたものと完全には一致していない（※2）ことから、土壌面積の推移を把握するには、一貫した土壌分類を用いたデータセットへの修正が必要となった。

※1 農研機構が作成した地目別の土壌群面積データ。2008～2012年に農水省が実施した土壌由来温室効果ガス・土壌炭素調査事業の結果を基に作成した土壌図と、農水省が2001年に行った基盤調査により作成した地目別のGISデータ、2010年度の市町村別・作物別の面積統計を利用。引用可能な文献名は「包括的土壌分類第1次試案に基づく縮尺1/5万全国デジタル農耕地土壌図の作成、神田ほか,日本土壌肥料学雑誌88(1);29-34(2017)」

※2 利用されている土壌分類と地目図は下記の通り。

	1992年(旧)	2001年(旧)	2010年
土壌分類	農耕地土壌分類第2次改定案	農耕地土壌分類第2次改定案	包括的土壌分類第1次試案
地目図	第3次基盤整備基本調査図	第4次基盤整備基本調査図	第4次基盤整備基本調査図

# 1. 農耕地土壌の地目別土壌群面積の見直し-②

## (4.B 農地、4.C 牧草地、4(II)有機質土壌からの非CO<sub>2</sub>排出、4(III)土壌無機化によるN<sub>2</sub>O排出)

### 【対応方針】

- 農業環境インベントリーセンターの担当者に、2010年の地目別土壌群別面積情報と比較可能となる様に、2001年、1992年データの更新を依頼し、更新版のデータセットの提供を受けた。読み替えは、土壌分類体系の中ではかなり高次なカテゴリー（27分類）で実施した。
- この結果、新たな分類に基づいたデータでは、有機質土壌面積が減少する。これは、従来の区分で黒泥土として分類されていた土壌の一部が、（有機炭素含量が12%以上の泥炭物質からなる層が、土壌表面から50cm以内に積算して25cm以上あるという有機質土の定義を満たさず）低地土（グライ低地土や灰色低地土等）として分類されるなど、一部の土壌が有機質土の対象から外れたためである。

表1 地方別の土壌大群および土壌群別分布面積(千ha)の包括1次試算と農地2次改訂版との比較

包括1次試算(包)		農地2次改訂版* (農)	北海道		東北		北陸		関東・東山		東海		近畿		中国・四国		九州		全国	
土壌大群	土壌群	土壌群	(包)	(農)	(包)	(農)	(包)	(農)	(包)	(農)	(包)	(農)	(包)	(農)	(包)	(農)	(包)	(農)	(包)	(農)
有機質土	泥炭土	黒泥土	98.9	2.9	64.8	35.8	0.9	1.2	11.5	17.3	0.6	2.1	0.1	0.3	0.8	1.3	3.8	3.8	181.5	64.7
		泥炭土		103.0		37.8		0.8		10.3		0.8		0.1		0.2		1.9		154.9
	(小計)		98.9	105.9	64.8	73.7	0.9	2.0	11.5	27.6	0.6	2.9	0.1	0.4	0.8	1.5	3.8	5.7	181.5	219.6
		造成土																		
		有機質土	0.8	181.5	0.6	1319.6	39.9	2179.7	212.3	227.1	358.9	78	4598.3							
		ポドゾル																		
		黒ボク土																		
		暗赤色土																		
		低地土																		
		赤黄色土																		
		停滞水成土																		
		褐色森林土																		
		未熟土																		
		合計																		
包括1次試算			0.8	181.5	0.6	1319.6	39.9	2179.7	212.3	227.1	358.9	78	4598.3							
農地2次改訂版				219.6		1290.9	37.1	2186.6	295.7	199.1	346.9	22.4	4598.3							

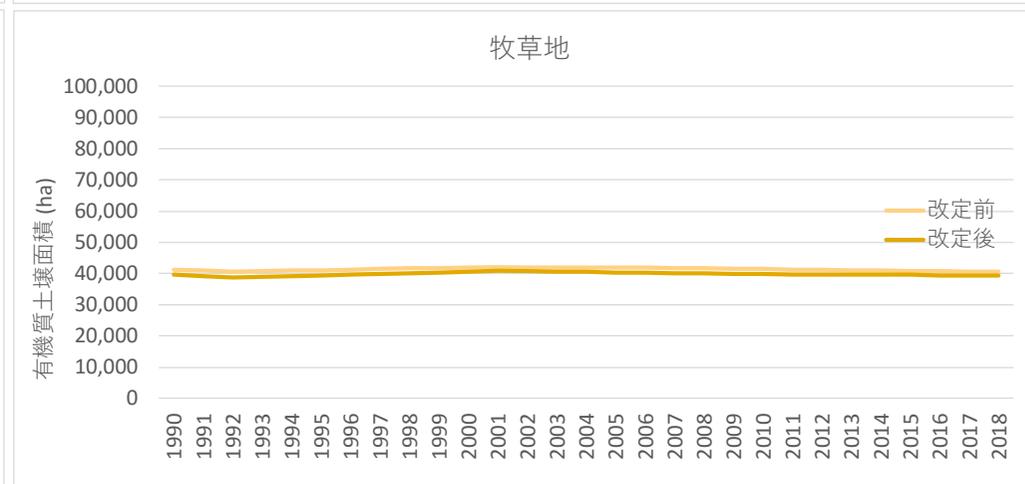
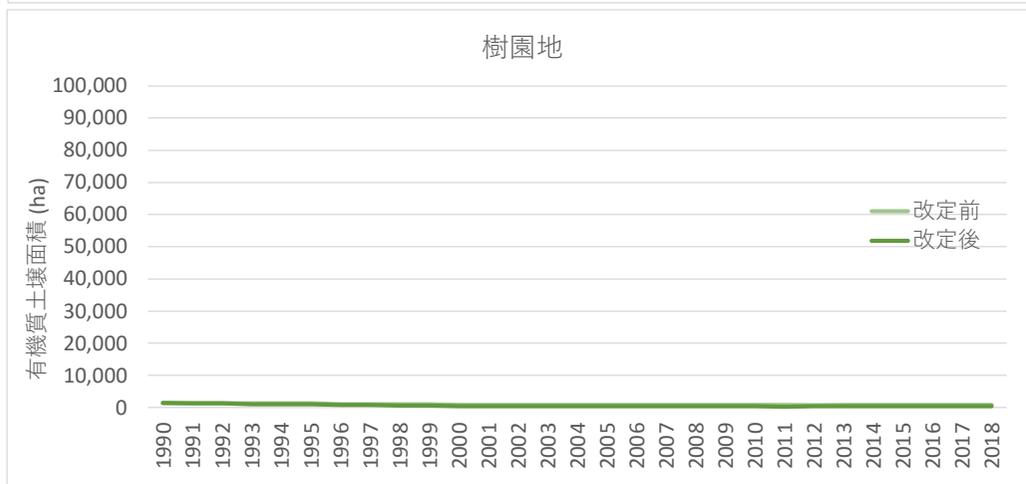
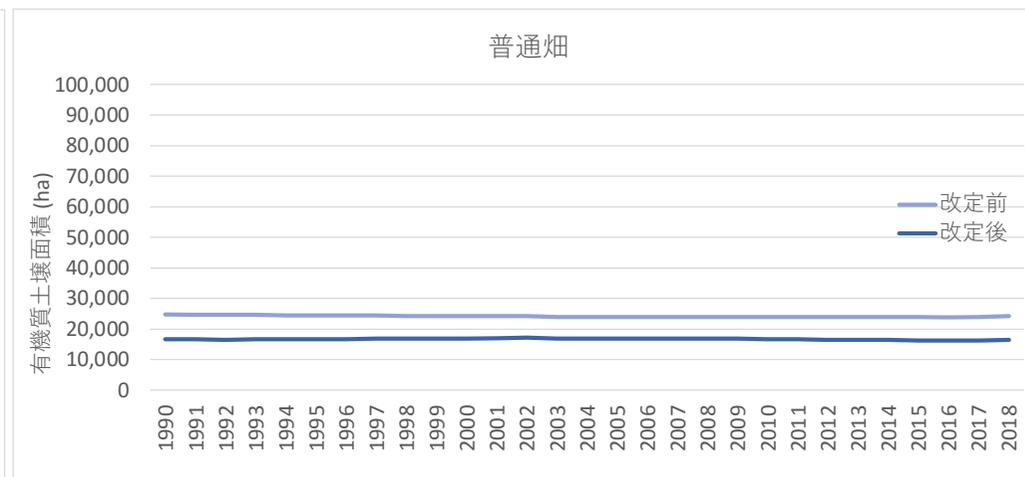
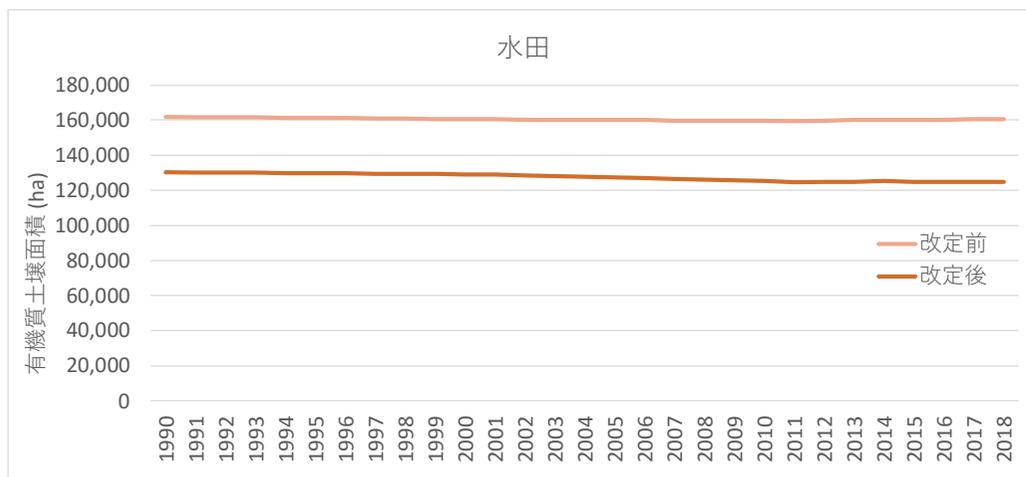
(出典) 包括的土壌分類第1次試算に基づく縮尺1/5 万全国デジタル農耕地土壌図の作成、神田ほか, 2017, 表1より抜粋

# 1. 農耕地土壌の地目別土壌群面積の見直し-③

(4.B 農地、4.C 牧草地、4(II)有機質土壌からの非CO<sub>2</sub>排出、4(III)土壌無機化によるN<sub>2</sub>O排出)

## 【改定結果：面積の変化】

- 今回の改訂により水田、普通畑、樹園地、牧草地の地目別の有機質土壌面積が合計で約18~19%程度（4~4.5万ha）減少した。



# 1. 農耕地土壌の地目別土壌群面積の見直し-④

(4.B 農地、4.C 牧草地、4(II)有機質土壌からの非CO<sub>2</sub>排出、4(III)土壌無機化によるN<sub>2</sub>O排出)

【改定結果：排出・吸収量の変化（カテゴリー・ガス別）】

土地利用	土壌	GHG	GHG算定への影響	排出・吸収の変動
全農地(C)	鉱質	CO <sub>2</sub>	土壌炭素蓄積変化計算に乗ずる鉱質土壌面積増	±1~6万t-CO <sub>2</sub> /yr**
	有機質	CH <sub>4</sub>	排水対象の有機質土壌面積減	▼1万t-CO <sub>2</sub> eq/yr
転用のない農地(CC)	有機質	CO <sub>2</sub>	排水対象の有機質土壌面積減	▼40~45万t-CO <sub>2</sub> /yr
転用された農地(LC)	鉱質	N <sub>2</sub> O	排出係数を乗ずる面積変化（基本的に増）	△~0.01万t-CO <sub>2</sub> eq/yr
	有機質	CO <sub>2</sub>	排水対象の有機質土壌面積変化（基本的に減）	▼~1万t-CO <sub>2</sub> /yr
牧草地(Gp)	鉱質	CO <sub>2</sub>	土壌炭素蓄積変化計算に乗ずる鉱質面積微増	±~1万t-CO <sub>2</sub> /yr**
		N <sub>2</sub> O*	排出係数を乗ずる面積微増	△~0.01万t-CO <sub>2</sub> eq/yr
	有機質	CO <sub>2</sub> *	牧草地全体の有機質土壌面積微減	▼1万t-CO <sub>2</sub> /yr
		CH <sub>4</sub> *	同上	▼0.1万t-CO <sub>2</sub> eq/yr
転用された開発地(LS)	有機質	CO <sub>2</sub>	農地・牧草地からの転用地は、元の土地の有機質土壌割合に準じた一定割合を有機質土壌と仮定。 (※1992-2001年の田畑転換地の有機質土壌地が少なく再計算された結果、開発地の転用に割り当てられた有機質土壌面積が従来より増加)	△1.5~2万t-CO <sub>2</sub> /yr
		CH <sub>4</sub>		△0.4万t-CO <sub>2</sub> eq/yr
		N <sub>2</sub> O		△0.02万t-CO <sub>2</sub> eq/yr
合計				▼33~43万t-CO <sub>2</sub> eq/yr

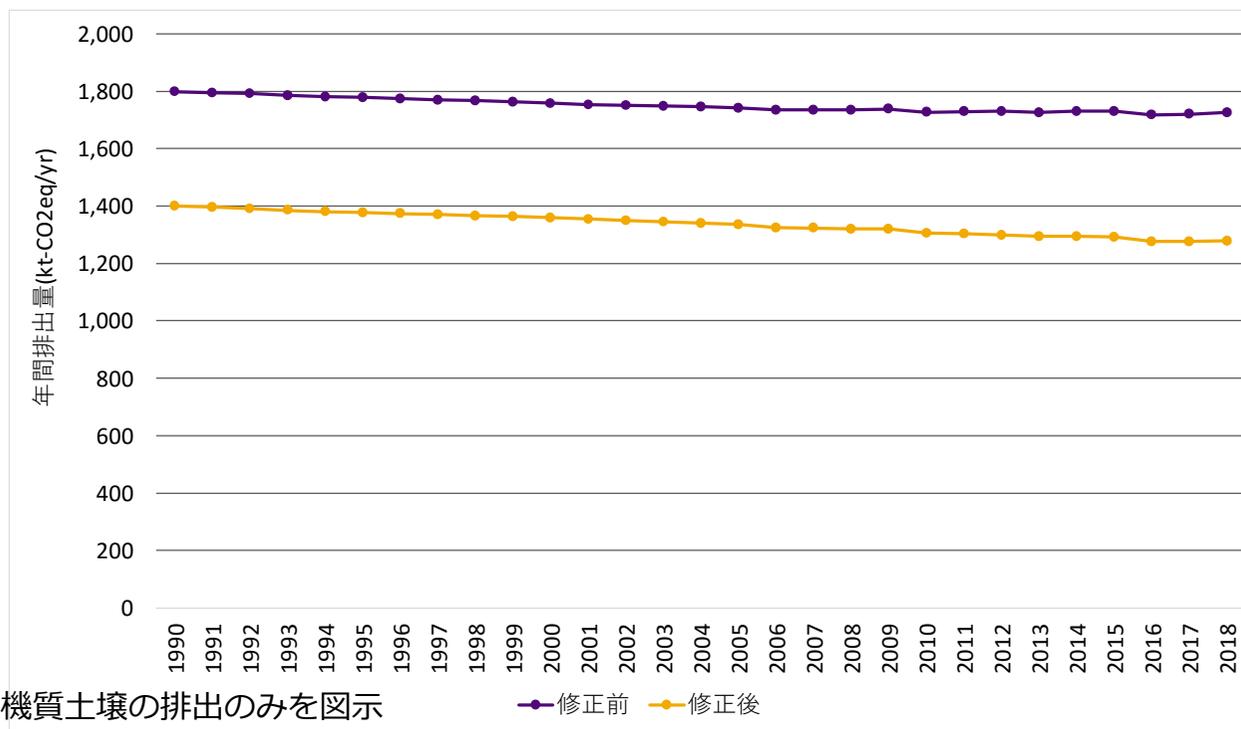
\* 排出計算時は更新率（約3%）を乗ずるため、面積の再計算値以上に排出の再計算規模は小さい

\*\* 更新前のRoth Cの係数を用いた値。実際の再計算量はRoth C算定見直し内に含まれる

# 1. 農耕地土壌の地目別土壌群面積の見直し-⑤

(4.B 農地、4.C 牧草地、4(II)有機質土壌からの非CO<sub>2</sub>排出、4(III)土壌無機化によるN<sub>2</sub>O排出)

【改定結果：排出・吸収量の変化（時系列：条約報告）】



【改定結果：排出・吸収量の変化（時系列：京都議定書報告）】

区分	単位	推計値								排出削減量	
		1990	2013	2014	2015	2016	2017	2018	単年平均	全体	
CM	修正前	kt-CO <sub>2</sub> eq	1,740	1,663	1,664	1,663	1,663	1,667	1,674	-74	-446
	修正後	kt-CO <sub>2</sub> eq	1,325	1,235	1,234	1,233	1,231	1,234	1,239	-91	-546
GM	修正前	kt-CO <sub>2</sub> eq	84	71	75	76	62	61	60	-16	-98
	修正後	kt-CO <sub>2</sub> eq	100	66	69	67	53	50	48	-41	-247

## 2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善-① (4.B 農地、4.C 牧草地)

### 【検討課題】

- 水田、普通畑、樹園地、牧草地の4地目の土壌炭素蓄積変化（鉱質土壌）の算定では、2015年提出インベントリより、Roth Cモデルを用いた算定値を報告している。（農地土壌吸収源として、国の排出削減目標の対象になっている排出・吸収源）。
- モデルでは「堆肥施用」「作物残渣の土壌へのすき込み」によって土壌に投入される炭素量と、その分解に伴う排出により、年間の排出・吸収量を計算し、GHGインベントリに対しては単位面積当たりの変化係数をアウトプットとして与えている。
- この計算結果については、時系列で見ると炭素蓄積変化が大きく動いている年があり、またその要因を完全に説明しきれなかったことから、UNFCCC審査において、モデルの投入データの再確認が指摘されてきた。
- 農林水産省及び農研機構で、算定に利用している土壌に投入される炭素量のデータについて検証作業を行ったところ、問題点が特定されたことから、改善策が検討されてきた。

## 2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善-② (4.B 農地、4.C 牧草地)

### 【対応方針：全体概要】

- 土壌炭素貯留算定に係る各パラメータを以下の様に見直す

パラメータ		パラメータの性格	変更の内容			排出量への影響	
			データ更新	過去データの集計ミス修正	算定方法の改善	1990	2018
土地利用区分ごとの農地面積		面積減 →排出・吸収量減	各年の統計データを利用（変更なし）				
作物残渣	水稲作付水田	発生量	発生量増 →炭素貯留量増		各年の水稲収穫量×1.2 →平年収量の1.2 (裏作作物の残渣を上乗せ)		
		稲わらすき込み率	すき込み率増 →炭素貯留量増	2012年までのデータ →2018年までのデータ	すき込み+マルチ（水田以外）の割合 →すき込みだけの割合		
	普通畑、樹園地、牧草地	発生量	発生量増 →炭素貯留量増		各年の単収×作物毎の比率(残渣部位/収穫部位) →単収を1970-2017年の平均単収に変更	↓	↓
		すき込み率	すき込み率増 →炭素貯留量増	全期間で一律の値を使用（変更なし）			↓
堆肥施用量	水稲作付水田	施用量増 →炭素貯留量増	2010年までのデータ →2018年までのデータ	アンケートの集計プログラムのミスを修正	アンケートのデータ →米生産費調査のデータ(アンケートから得られた裏作分の堆肥施用量を上乗せ)	↓	↑
	普通畑、樹園地、牧草地	施用量増 →炭素貯留量増	同上	同上	(スクリーニング等) 堆肥施用量の平均値を計算する際に、標本数が著しく少なく代表性に疑義のあるデータは除外	↓	↑

※ ↓ : 排出量の減、 ↑ : 排出量の増

農林水産省提供資料より

## 2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善-③ (4.B 農地、4.C 牧草地)

### 【対応方針：作物残渣】

- 稲わら処理における土壌炭素投入として考慮する処理方法から「マルチ」を除外
  - 稲わらの処理方法は、これまでは「すき込み+マルチ」をすき込み率として設定してきた。しかしながら、一般的に水田はマルチを行わず、マルチ向けに仕分けされた稲わらは、水田以外の作物栽培に利用されている量が計上されていることから、水稻作付水田への炭素投入量から除外することとした。また、この稲わらマルチについては、他の地目でも炭素投入量としては考慮しない。
  
- 作物残渣の発生量（※収量に対する残渣比率の係数を乗じて推計）の推計において、実績収量の利用を廃止
  - 作物残渣量は収穫量の実績値に比例する算定であったため、凶作の年（例：1993年の水稻）では、作物残渣を経由した土壌炭素量投入量が少なくなり、排出・吸収量に影響する状況となっていた。
  - 例えば、玄米が不作であっても稲体の量は玄米ほど減らず、収量連動では残渣量の年次変動が過大な可能性があることから、平均的な単収から残渣発生量を計算することとした。残渣発生量は平均単収と栽培面積に連動することとなる。
  - 水稻は都道府県別の各年の平年単収（※）を使用する。

※農林水産省が毎年公表している値で、水稻の栽培を開始する以前に、その年の気象の推移、被害の発生状況等を平年並みとみなし、実収量のすう勢を基にして作成されたその年に予想される10a当たり収量をいい、作柄の良否を表す作況指数の基準となる。全国値、都道府県別の値、作柄表示地帯別の値がある。
  - 水稻以外は、1970～2017年の実績収量の全国平均値をすべての年に使用する。
    - ✓ この期間において、年度ごとの収量変動や、自系列的な増減を示す作物もあるが、この傾向が作物によって異なることから、一律で単純平均を利用することとした。

## 2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善-④ (4.B 農地、4.C 牧草地)

### 【対応方針：堆肥】

#### アンケート利用の修正・更新

##### ■ 堆肥施用量アンケートの集計プログラムミスを修正

- 2000年以前の堆肥施用量は過小、2000年以降は過大に算定されていたことが判明したため、修正を実施。

##### ■ 2013年以降の堆肥施用量の推計に、2013-14、2015-18年の新たな調査結果を反映

- これまでは、1979-82、1984-87、1989-92、1994-97、1999-2002、2008-12年の過去のアンケート調査を利用。2013年以降の堆肥施用量は、2013-14、2015-18年の新たな調査結果を反映。

##### ■ 標本数によるスクリーニングを新規に実施

- 1998年以前の4回の調査に比べて、1999年以降の調査は全体の標本数が少なく、集計する単位によっては標本数が著しく少なく、平均値を求めるには代表性に疑問があったことから、標本数10未満のものは計算から除外。

##### ■ 作物または地目毎平均施用量を求める際に利用する、家畜の有無、専業兼業別の栽培面積比率の修正

- アンケートの集計結果を見ると、多くの作物・地目で、堆肥の施用量には「家畜あり」≪「家畜なし」≪「専業」≪「兼業」の傾向がみられ、アンケート回答農家の家畜の有無、専業兼業別に平均施用量を求めている。作物別、地目別の平均堆肥施用量を求める際に、統計データを基に作物、地目毎の家畜の有無、専業兼業別作付面積比率を推定して、加重平均を実施しているが、面積比率推定に適切でない部分があり、実態に近いものに修正。

## 2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善-⑤ (4.B 農地、4.C 牧草地)

【対応方針：堆肥】

### アンケート利用の修正・更新

#### ■ 畑地・樹園地の平均堆肥施用量推計時の作物別加重平均の実施（2008～2012年データ）

- 畑地の堆肥施用量は、飼料作物＞野菜＞畑作物となっており、この作物区分別の平均値を加重平均する方法が妥当である。これまでの計算では、1979-82、1984-87、1989-92、1994-97、1999-2002年は当該方法で計算されていたが、2008-12年は地目別の平均としていたことから、作物区分別の集計値を加重平均する方法に統一した。
- 樹園地も同様に果樹園と茶園で堆肥施用量に差があるが、2008-12年以外の調査では果樹園・茶園別に集計されていたが、2008-12年の調査は全体を併せて集計していたことから、果樹園・茶園ごとの堆肥施用量を集計する方法に統一した。

#### ■ 牧草地の堆肥施用量推計時のアンケート対象の絞り込み

- 牧草地の堆肥の施用量は田及び普通畑に牧草を作付したほ場に比べて明らかに小さいことが分かった。現行計算では2008～12年は牧草地の堆肥施用量が用いられていたが、1979-82、1984-87、1989-92、1994-97、1999-2002年は田及び畑で栽培された牧草を含めた平均値が牧草地の堆肥施用量に用いられていた。これを全ての調査期間において牧草地で栽培された牧草の堆肥施用量を用いる方法に統一した。

## 2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善-⑥ (4.B 農地、4.C 牧草地)

【対応方針：堆肥】

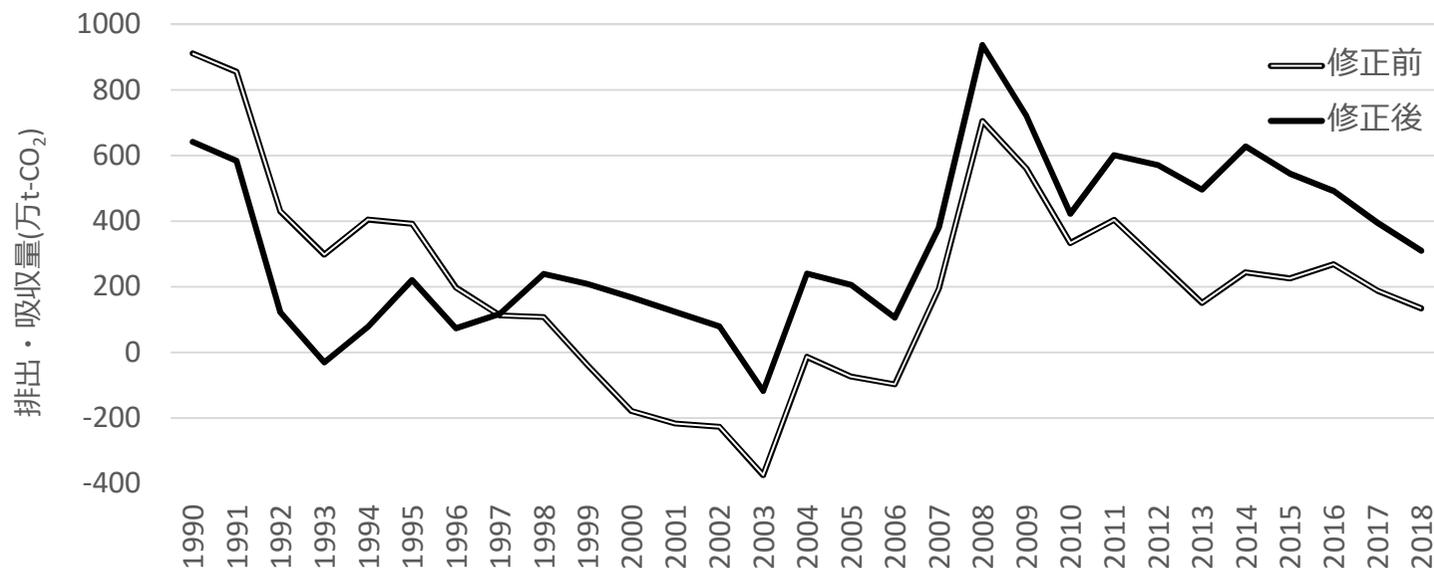
### 米生産費調査の利用（水稲）

- 水稲の堆肥施用量はアンケート調査以外に米生産費調査によるデータが存在。これとアンケート調査結果の再計算の結果を比較すると、アンケート調査結果による堆肥施用量は米生産費調査の2～3倍程度になった。
- 米生産費調査はランダムサンプリングで調査対象を選定していること、及び公表されている統計で透明性が高いことから、水田については米生産費調査の結果を基本とし、これにアンケート調査結果から得られた水田裏作分の堆肥施用量を加えて、水田での堆肥施用量を求める方法とした。

## 2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善-⑦ (4.B 農地、4.C 牧草地)

【改定結果：排出・吸収量の変化（全体）】

農地土壌からのCO<sub>2</sub>排出・吸収量の変化



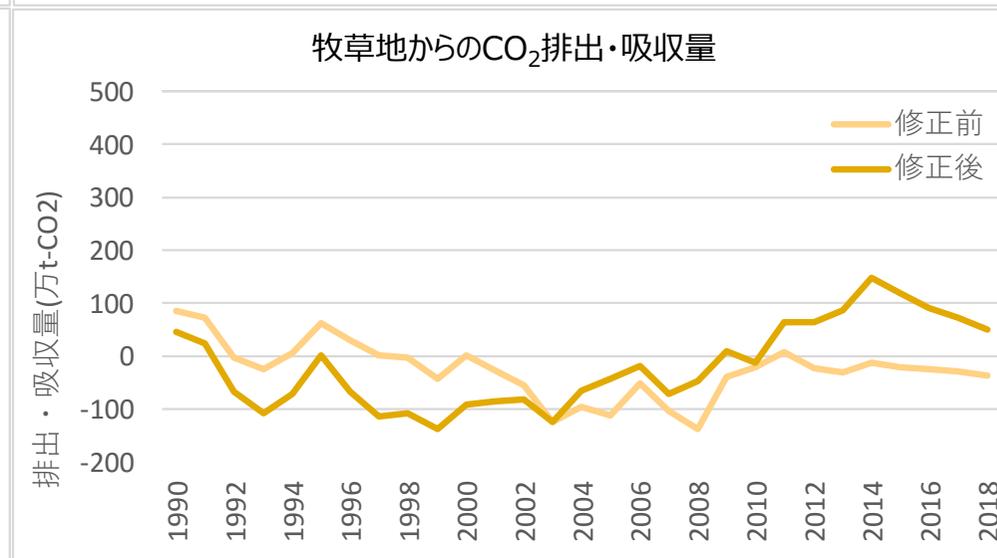
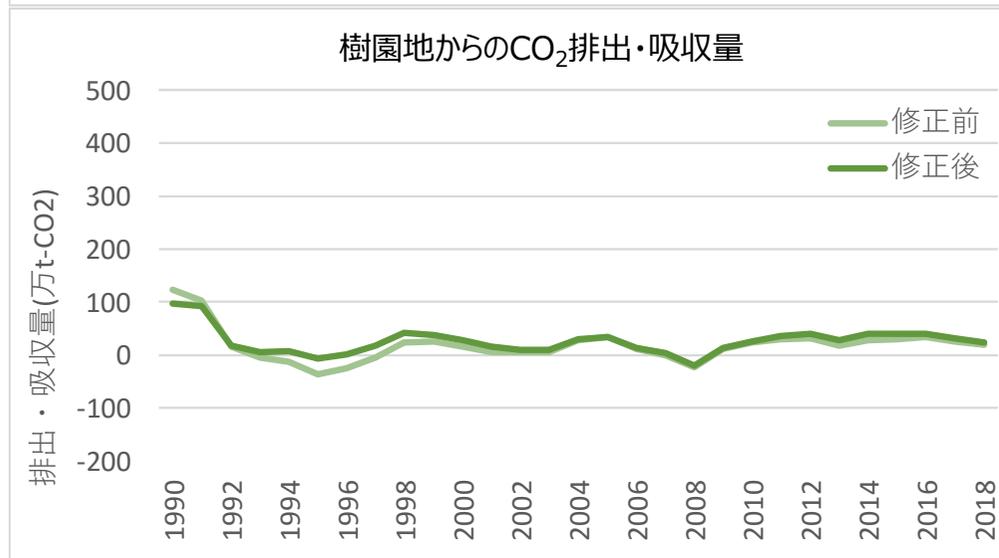
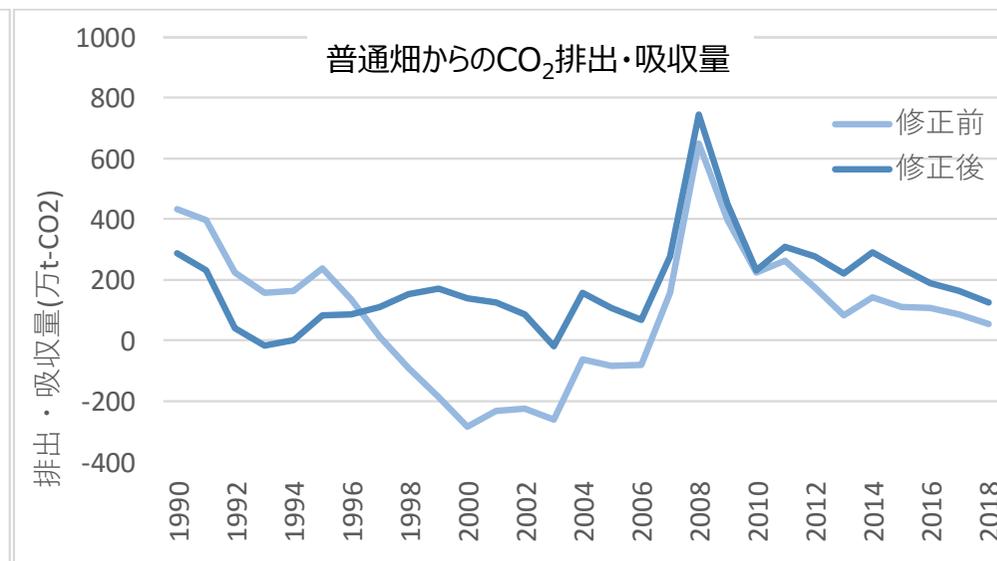
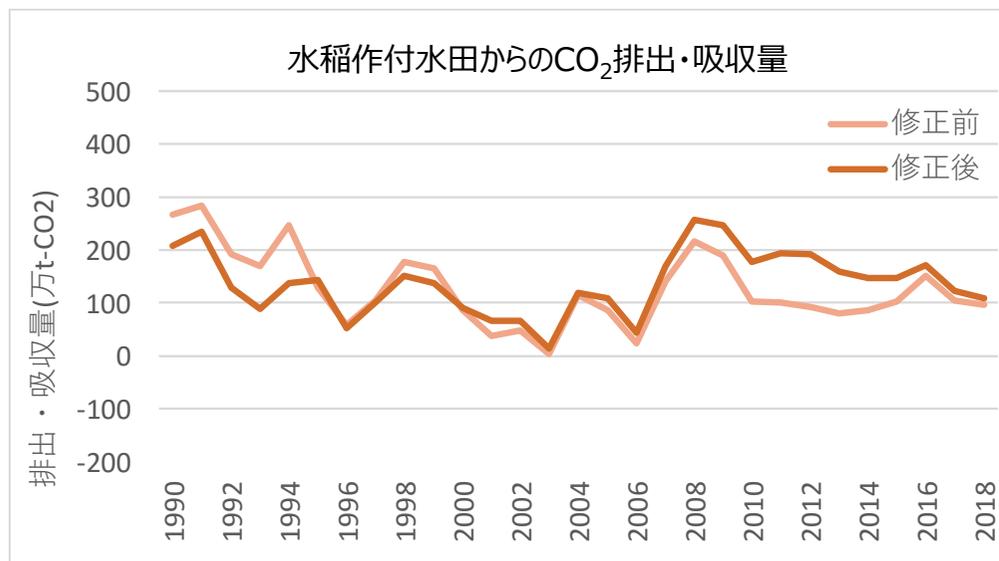
農林水産省提供の面積当たり炭素変化係数に、改定後の鉱質土壌面積を乗じて算定（+が排出、-が吸収）

【改定結果：排出・吸収量の変化（時系列：京都議定書報告）】

区分	単位	推計値								排出削減量	
		1990	2013	2014	2015	2016	2017	2018	単年平均	全体	
CM	修正前	kt-CO <sub>2</sub> eq	8,249	1,814	2,574	2,450	2,929	2,167	1,707	-5,975	-35,851
	修正後	kt-CO <sub>2</sub> eq	5,953	4,086	4,802	4,258	4,009	3,217	2,602	-2,124	-12,742
GM	修正前	kt-CO <sub>2</sub> eq	862	-303	-130	-199	-244	-278	-360	-1,114	-6,684
	修正後	kt-CO <sub>2</sub> eq	465	874	1,477	1,195	911	731	497	483	2,897

## 2. Roth Cモデルを適用した算定方法の改善-⑧ (4.B 農地、4.C 牧草地)

【改定結果：排出・吸収量の変化（地目別）】



### 3. 沿岸湿地の算定-①：全体 (4.D 湿地)

#### 【背景・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GHGインベントリ作成及びパリ協定下のGHG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。

### 3. 沿岸湿地の算定-②：全体 (4.D 湿地)

#### 【沿岸湿地の方法論】

- マングローブ、塩性湿地、海草藻場の生態系別に、他の通常のLULUCF分野の算定と同様に、バイオマス（地上部および地下部）、枯死有機物（枯死木、リター）、土壤の炭素プール別に方法論を提示。
- ブルーカーボン生態系の維持管理、拡大（造成・再生）、消失（浚渫など）、排水、（同生態系とは直接関係ない場合もあるが）水産養殖、などの、活動別に排出・吸収実態に合わせた方法論が提示されている。
- マングローブは木本生植物の生態系であるため、すべての炭素プールが算定の対象となるが、塩性湿地、海草藻場は基本的には土壤を主たるターゲットとした算定となる。方法論としては土壤の算定に独自性がある（デフォルト深度が1mまで、消失の場合は遷移期間を用いない、増加は年間吸収係数を長期間に渡り乗ずる等）。

対象区分	炭素プール	人為活動				
		維持	造成・再生	消失	排水	養殖
マングローブ林	バイオマス	森林と同じ方法論（成長量と蓄積量の独自係数提示）			造成・再生と同じ	ふん尿中に含まれる窒素分由来のN <sub>2</sub> O排出
	枯死有機物	森林と同じ方法論（蓄積量の独自係数提示）				
	土壤	デフォルト=0	独自方法論と吸収係数提示	独自方法論と独自係数提示	独自方法論と係数提示	
塩性湿地	バイオマス	ガイダンスなし(独自のTier3方法論を適用した場合のみ算定可)	Tier2以上でのみ考慮	土地利用変化の方法論（独自係数提示）	造成・再生と同じ	
	枯死有機物			泥炭採掘の方法論適用（実質無視）		
	土壤		独自方法論と吸収係数提示	独自方法論と独自係数提示	独自方法論と係数提示	
海草藻場	バイオマス	ガイダンスなし(独自のTier3方法論を適用した場合のみ算定可)	Tier2以上でのみ考慮	土地利用変化の方法論（独自係数提示）	ガイダンスなし	
	枯死有機物			泥炭採掘の方法論適用（実質無視）		
	土壤		独自方法論と吸収係数提示	独自方法論と独自係数提示		

## 3. 沿岸湿地の算定-③：全体 (4.D 湿地)

### 【対応方針】

#### 全体概要

- 現行のルールに基づくGHGインベントリ提出（2022年4月）が終了して以降の、新たな仕組みに移行するタイミングでGHGインベントリの反映を目指す。
- マングローブ、塩性湿地（湿地・干潟）については、標準算定式に則ったTier 1もしくはTier 2での算定を基本とする。
- 藻場については、湿地ガイドラインに方法論が提示されている海草藻場に加え、海藻藻場を含めて、国内研究から作成された物質循環モデルを基にした係数より計算を実施するTier 3の適用を検討。

#### 作業方針・作業内容

- 既存のGHGインベントリ報告との整合性の確認（本年度進捗を報告）
- 適用する方法論、パラメータ、活動量の整理（本年度進捗を報告）
- 算定に必要な時系列データの確認・構築（R3年度以降の報告）
- 上記を踏まえた算定の実施（R3年度以降の報告）

### 3. 沿岸湿地の算定-④：全体 (4.D 湿地)

#### 【既存のGHGインベントリ報告との整合性の確認】

#### マングローブ

- 現在、森林の算定を実施している「森林計画対象森林」について、一部でマングローブを含んでいるため、どれだけのマングローブが、現在のGHGインベントリ報告で概念的に含まれているのか確認が必要。
  - ⇒ 群落レベルのマングローブの情報と、「森林計画対象森林」との重複について調査を行ったところ、面積ベースで全体の半分程度で森林面積との重複がある可能性が高いことが分かった。
- 現時点で、森林側の算定でマングローブ林特有のデータを組み込むことは予定していないが、この先、マングローブの算定を新規に実施する場合に、既存の計算との二重計上の生じないような情報の整理を進める。

#### 湿地・干潟

- LULUCF分野の国土面積（全国都道府県市町村面積調（国土地理院））との重複状況について、確認が必要。
  - ⇒ 海岸線は「海岸線は満潮時の水涯線を表し、河川及び湖沼は陸域に含める。河川の河口では海岸線の自然な形状に従って河口兩岸の先端を結んで陸海の境としている」ことから、陸域内に含まれる湿地・干潟（原則的には、河口干潟、潟湖干潟）と、陸域外の湿地・干潟（原則的には、前浜干潟、人工干潟）に分けて面積を報告。
- 開発地で算定している緑地との重複可能性についての確認が必要。

#### 藻場

- 既存の算定とは特に活動量の重複はないと考えられるため、算定する場合はそのまま追加。

#### 全体

- 湿地定義（※現在は国土利用区分の「水面、河川、水路」）の変更が必要。基本的には、新規算定部分を追加する方向。

### 3. 沿岸湿地の算定-⑤：マングローブ（方法論） (4.D 湿地)

#### 【適用検討中の方法論（案）に基づく、炭素蓄積変化の推計方法の概要】

生態系	炭素プール	新規増加	維持	消失
マングローブ	生体バイオマス(*1)	Tier 1 or 2：定常状態に達するまでの年数(*2)で炭素を蓄積（ADは単年面積×蓄積年数）	変化なし(*3,*4)	Tier 1：消失年にすべて排出(*6) (ADは単年消失面積)
	枯死有機物	Tier 1：何年かかけて炭素を蓄積（ADは単年面積×蓄積年数）	変化なし(*4)	Tier 1：消失年にすべて排出(*6) (ADは単年消失面積)
	土壌	Tier 1：累積増加面積（～数百年）に対して、年次吸収係数を乗じて蓄積増を計算(*5)	変化なし(*7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 浚渫・持ち出しを伴う</li> <li>Tier 1：消失年にすべて排出(*6)</li> <li>■ 浚渫・持ち出しを伴わない</li> <li>変化なしとみなすことを検討</li> <li>(ADは単年消失面積－消失原因別)</li> </ul>

\*1 生体バイオマスの算定には、通常の森林と同様にゲイン・ロス法と蓄積変化法のいずれかを適用するが、蓄積変化法に必要となる、材積量の経年変化データは得られないため、ゲイン・ロス法での算定となる。

\*2 湿地ガイドライン, Chp4, Table 4.4の地上バイオマス成長量のデフォルト値に関する補足：Default values should only pertain to forests until the carbon biomass stock (Table 4.3) is reached.) (default values should only pertain to forests until the carbon biomass stock (Table 4.3) is reached.

\*3 「マングローブの生態と利用」馬場繁幸（1994）、「沖縄島におけるマングローブ利用の地域性」増野ら（2013）によると、マングローブ林は、現在わずかに染料としての利用があるが、燃料や柱材として利用として利用されることはなくなっている、との報告があることから、商用伐採、薪炭材収集はNA（存在してない）とみなす。

\*4 定常状態にあるとみなし、炭素蓄積変化は計算しない

\*5 湿地ガイドラインでは、Rewetting, revegetation and creationに伴う面積拡大があった場合、自然状態の蓄積量に到達するまでの年数、毎年の吸収係数（年間炭素蓄積割合）を乗ずる算定となる。したがって、遡れるまでの累積拡大面積のデータが必要となる。

\*6 Extraction（除去）という活動に該当。Tier 1では、消失が生じた年にすべての有機物が酸化してCO<sub>2</sub>として排出するとみなす。

\*7 該当する方法論が提供されていない。

### 3. 沿岸湿地の算定-⑥：マングローブ（面積データ） （4.D 湿地）

#### 【活動量（面積データ）】

- 日本のマングローブの面積や生育実態は、NPO法人「マングローバル」による調査が最も包括的かつ詳細。同調査によれば、日本では沖縄県と鹿児島県で約884haのマングローブの生育が確認されている。
- 同調査は今後も定期的に情報が更新される見込みで、現状、及び将来の活動量把握に活用できる見込み。
- 必要な活動量データ「総面積」「グロスの増加面積」「減少面積（攪乱、単純伐採、浚渫を伴う伐採土地利用変化など、要因別の面積データが必要）」は以下。いずれも、森林外の面積が必要になる。仮に、バイオマス量等を群落等で分けるのであれば、その下位区分に応じた面積情報の把握が必要。
- 過去からの面積推移を含めた国内調査がいくつか存在しており、これらの情報整理を進めて、時系列データの構築を進める。
  - なお、FAOの報告書（\*1）においては、1980、1990、2000、2005年のいずれにおいても日本のマングローブ面積は800haと報告されており、この場合の排出・吸収量はゼロとなる。（※基本的に活用できない）

\*1: The world's mangroves 1980-2005, FAO Forestry Paper 153 (2007)

### 3. 沿岸湿地の算定-⑦：湿地・干潟（方法論） （4.D 湿地）

#### 【適用検討中の方法論（案）に基づく、炭素蓄積変化の推計方法の概要】

生態系	炭素プール	新規増加	維持	消失
湿地・干潟	生体バイオマス	Tier 1:考慮しない	考慮しない(*3)	Tier 1:考慮しない（蓄積変化はゼロ）
	枯死有機物	Tier 1:考慮しない	考慮しない(*3)	Tier 1:考慮しない（蓄積変化はゼロ）
	土壌	Tier 2(*1, *2)：累積増加面積（～数百年）に対して、年次吸収係数を乗じて蓄積増を計算	変化なし(*3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 浚渫・持ち出しを伴う Tier 1に基づき消失年にすべて排出(*4)</li> <li>■ 埋立 浚渫・持ち出しを伴わず、嫌気性環境下に封じ込められると想定。変化なしとすることを検討</li> <li>■ 航路浚渫・河道浚渫(*5)、排水(*6) 算定対象外 (ADは単年損失面積－損失原因別)</li> </ul>
	CH <sub>4</sub> 排出	Tier 1:淡水域、汽水域、塩分濃度18ppt以下の海水域ではCH <sub>4</sub> 発生→基本的にはNOでの報告。		

\*1 Rewetting, revegetation and creationに伴う面積拡大があった場合、自然状態の蓄積量に到達するまでの年数、毎年の吸収係数（年間炭素蓄積割合）を乗ずる算定となる。遡れるまでの累積拡大面積のデータが必要となる。

\*2 ゼロでないRFを適用するのは、森林分野の森林定義（FAO定義では、樹冠被覆率10%以上）に準じて、植生被度10%以上の場合のみ。ほとんどの干潟は植生被度10%には満たないことから、国別データの適用も検討。

\*3 該当する方法論が提供されていない。

\*4 Extraction（除去）という活動に該当。Tier 1では、消失が生じた年にすべての有機物が酸化してCO<sub>2</sub>として排出するとみなす。

\*5 航路浚渫は元々干潟に定義されていない場所の改変を行う。河道浚渫は堆積する土砂を除去して定常状態に戻すための作業で、堆積も浚渫も計算しないことでバランスが取れる。

\*6 基本的に「干拓」が該当するが、ほとんどが農業利用で、既に農地、牧草地の区分で算定済みのため。

### 3. 沿岸湿地の算定-⑧：湿地・干潟（パラメータ、活動量） (4.D 湿地)

#### 【パラメータ】

- 湿地・干潟拡大時の土壌炭素吸収係数：デフォルト値（-0.91 t-C/ha/yr, Table 4.12）、もしくは国のデータの活用を検討。
- 湿地・干潟消失時に活用する土壌炭素蓄積量（深さ1mまで）：デフォルト値（Table 4.11）を適用。鈹質土壌（226 t-C/ha）、有機質土壌（340 t-C/ha）、鈹質・有機質土壌の統合値（255 t-C/ha）> 粒径等も踏まえて分類予定。

#### 【活動量（面積データ）】

- Tidal Marshに含める総面積（1990年～毎年）
  - 陸域内、陸域外を分けて把握
  - 直接算定に使う活動量ではないので、多少アバウトな把握となる見込み。ただし、活動量の方で計算する増減との整合性はとる
- 消失の計算のための、年間消失面積（1990年～毎年）
  - 土壌炭素変化計算方法が複数あるため、消失タイプ別の面積が必要（実数値か、入手できない場合は推計）
- 拡大の計算のための、累計拡大（造成）面積（1990年～毎年における現存累積面積）
  - Tier 1を適用する場合は、Recolonizationに該当しない、植生被度10%以上を満たすもの

### 3. 沿岸湿地の算定-⑨：海草藻場・海藻藻場（方法論） （4.D 湿地）

#### 【方法論】

- 湿地ガイドラインでは、seagrass meadowsのみの方法論が示されているが、日本は海草藻場と海藻藻場の両方を含める。両者におけるCarbon sequestrationを計算できる科学的な知見があるため。

- 吸収関係（Carbon sequestration）は、国内研究での物質循環モデルを基にした残存率の係数より計算するTier 3を採用。

（毎年の吸収量） = （藻場別の一次生産量として有機炭素化したCO<sub>2</sub>量） × （残存率） × （藻場別面積）

- 残存率は、藻場の植物によって隔離された大気中CO<sub>2</sub>のうち、分解されずに貯留される割合で、堆積、深海輸送、難分解有機炭素化の3過程を考慮する。
- 排出関係は湿地ガイドラインの「Extraction」が該当。
    - 海草藻場は、湿地ガイドライン中に方法論が存在。Tier 1報告を予定。内容は、基本的に湿地・干潟と同様。土壌のみTier 1で報告し、その他の炭素プールの排出は高次Tierのみで対応する。
    - 湿地ガイドラインでは、海草藻場はすべて鈹質土壌とみなす整理をしているため、デフォルト値は鈹質土壌のみ（108 t-C/ha）。湿地・干潟の様な土壌タイプの検討は不要。
    - バイオマスについては、草本と同様の扱いとなるため、成長段階での吸収量を計算していなければ、分解時の排出を計算する必要はない。
    - 湿地・干潟と同様に、土壌炭素損失を伴うものかどうかで、活動量の分離が必要。
    - 海藻藻場は、湿地ガイドライン中に方法論が存在しないことから、将来的な課題との位置づけ。

### 3. 沿岸湿地の算定-⑩：海草藻場・海藻藻場（活動量） （4.D 湿地）

#### 【活動量】

- Sequestration計算のための、藻場総面積（1990年～毎年）
  - 設定する係数に応じた、藻場タイプ別の面積
  
- 排出計算のための年間藻場消失面積（1990年～毎年）
  - 海草藻場は必須。
  - 埋立等の炭素損失が生じないと想定される消失と、浚渫を伴う要因の消失は分けて面積を把握する
  
- 農林水産技術会議における脱炭素・環境対応プロジェクトにおける「ブルーカーボンの評価手法及び効率的藻場形成・拡大技術の開発」でも、最新の全国藻場分布情報（※下記）の解析より、藻場タイプ別の面積の算定を進めており、これらのデータの活用も検討。
  - 環境省・生物多様性センター「全国藻場分布情報整備委員会」 → 東北・瀬戸内以外の全国
  - 環境省・生物多様性センター「東北震災エリアの藻場分布情報」 → 東北エリア
  - 環境省・閉鎖性海域対策室「瀬戸内海藻場分布情報」 → 瀬戸内エリア

## 4. 貯水池からの排出量の算定（2006年IPCCガイドラインの2019年改良版の反映） -①（4.D 湿地：湛水池（flooded land））

### 【検討課題】

- 湛水池からのGHG排出や、湛水池への転用時の土壌炭素の蓄積変化については、IPCCガイドラインで方法論が与えられていなかったが、2019年改良IPCCガイドライン（2019RM）で新規に方法が提示された。
- 算定対象とされているのは、人為的な改変による排出のみであり、大気とのガス交換として観測されるフラックスとは別の値となる。

種類・用途	条件	IPCC区分	算定	
自然湖沼・河川	水位調節等無し	Unmanaged Flooded land	対象外（自然由来）	
	水位調節等あり	面積変化なし	Unmanaged Flooded land	
		面積変化あり	Reservoirs_Storage	2019RM 7章
		滞留時間変化	Reservoirs_Storage	2019RM 7章
水力発電	貯水池式	Reservoirs_Storage	2019RM 7章	
	流れ込み式	Reservoirs_Run-off the river	2019RM 7章	
	揚水式	Reservoirs_Pumped Storage Reservoir	2019RM 7章	
人工河川	人為的な掘削を実施（運河や放水路）	Other constructed water Body (Canals)	2019RM 7章	
農林水産業	農業用ため池	Other constructed water Body (Ponds)	2019RM 7章	
	養殖池-汽水域・沿岸域	Coastal Wetlands	2013WLSL	
	養殖池-淡水	Other constructed water Body (Ponds)	2019RM 7章	
	用水路	Other constructed water Body (Ditches)	2019RM 7章	
	湛水期がある牧草地・採草放牧地	Wetlands or other	2013WLSL	
	水田（稲作）	Cropland - rice cultivation	農業分野	
	塩田	Coastal Wetlands	2013WLSL	
排水処理		Waste water	廃棄物分野	
湿原		Wetlands	2013WLSL	

## 4. 貯水池からの排出量の算定（2006年IPCCガイドラインの2019年改良版の反映） -②（4.D 湿地：湛水池（flooded land））

### 【算定方法】

- 貯水池（20年以上経過、8ha以上）
  - CH<sub>4</sub>排出：湛水池の堆積物中有機物の嫌気性分解に伴う排出を算定。
  - CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O排出：フラックスとして観測されるが、基本的に既に計上済み（CO<sub>2</sub>は元の土地から系外への流出時点で炭素損失して計算、N<sub>2</sub>Oは農業や廃棄物における間接排出の計算対象）の排出のため、算定は行わない。
- 貯水池（湛水後20年以内、8ha以上）
  - CO<sub>2</sub>排出：湛水した全炭素プール由来の有機物の分解による排出を算定。排出は湛水後の最初の10年に多く、その後も長期間（100年）続くが、その全排出を湛水後20年間に割り当てて計算する。デフォルト排出係数は面積当たり一定値で設定されており、元の炭素量に応じた排出の計算はTier 2以降でのみ算定。
  - N<sub>2</sub>O排出：20年以上の貯水池と同様に計算しない。
  - CH<sub>4</sub>排出：20年以上の貯水池と同様の計算式に、別の排出係数を適用して計算する。
- 貯水池以外の湖沼（8haより小さく発電目的でないもの）
  - 構築からの年数に応じた情報が十分に取れなかったことから、年数別には分けず一括して計算する。従って、若年数のみで計算するCO<sub>2</sub>は算定対象外で、CH<sub>4</sub>のみを計算する。

（貯水池のCH<sub>4</sub>排出）

= （水面からのCH<sub>4</sub>排出） + （流出時のCH<sub>4</sub>排出）

= （面積×EF×クロロフィルa濃度に応じた係数） + （面積×EF×流出時に発生するCH<sub>4</sub>割合）

## 4. 貯水池からの排出量の算定（2006年IPCCガイドラインの2019年改良版の反映） -③（4.D 湿地：湛水池（flooded land））

### 【試算状況】

- 「ダム便覧」に掲載されているすべてのダム(2,500程度) の情報をデータベース化し、2019年改良IPCCガイドラインのTier 1に則った試算を実施したところ、排出量は年間26~30万t-CO<sub>2</sub>eq程度となる。うち85~90%がCH<sub>4</sub>排出。
  - 排出係数が気候帯別に分かれているため、暫定的に北海道はcool temperate、北海道以外はwarm temperate moistの係数を用いた。ただし、ダムは山間部の高標高地帯に位置することも多いため、本州のダムでもcool temperateに該当するダムは多いと考えられる。（> 過大推計となる想定）
  - 面積8ha未満の貯水池も、発電用途が多いとして一律貯水池として扱った。（> 過小推計となる想定）
  - 水路については未算定。ダム便覧で把握できないため池も未算定。（> 過小推計となる扱い）
- この先引き続き精査を進め、現行の報告制度終了後の2023年4月のインベントリ提出からの、算定を反映を目指す。

Tier 1算定の主要パラメーター

係数		気候帯	値	2019RMの出典
CH <sub>4</sub> 排出係数	貯水池 (20年以降)	Cool temperate	54.0 kg CH <sub>4</sub> /ha/yr	Table 7.9 (New)
		Warm temperate moist	80.3 kg CH <sub>4</sub> /ha/yr	Table 7.9 (New)
	貯水池 (20年以内)	Cool temperate	84.7 kg CH <sub>4</sub> /ha/yr	Table 7.15 (New)
		Warm temperate moist	127.5 kg CH <sub>4</sub> /ha/yr	Table 7.15 (New)
	Saline ponds	All	30 kg CH <sub>4</sub> /ha/yr	Table 7.12 (New)
	Freshwater and brackish ponds	All	183 kg CH <sub>4</sub> /ha/yr	Table 7.12 (New)
Canal and ditches	All	416 kg CH <sub>4</sub> /ha/yr	Table 7.12 (New)	
CO <sub>2</sub> 排出係数	貯水池 (20年以内)	Cool temperate	1.02 t CO <sub>2</sub> /ha/yr	Table 7.13 (New)
		Warm temperate moist	1.46 t CO <sub>2</sub> /ha/yr	Table 7.13 (New)
流出時のCH <sub>4</sub> 排出の水面からのCH <sub>4</sub> に対する割合		All	0.09	Table 7.10 (New)
クロロフィルaに応じた調整係数		All	1.0	Equation 7.10 (New)

## 5. 主な継続検討課題

### 【高齡級の森林増加に対応した算定方法の見直し（4.A. 森林）】

- 現在の人工林の蓄積は、平成15～17年度に現地調査で把握したデータを基にした推計を行っているが、以前と比べると、高齡級まで育成する森林も増えており、高齡級人工林について、より実態に近い推計が可能となるよう算定手法の精緻化を検討中。今後、検討を進め、研究者の協力を得ながら科学的な検証も行い、実算定への反映を目指す。

### 【土地利用変化に伴う土壌炭素ストック変化の算定（分野横断）】

- 土地利用変化に起因する土壌炭素ストック変化は、現在十分な科学的裏付けに基づく算定ができていないことから、環境研究総合推進費によるプロジェクトも通して、単純な同一深度の土壌炭素量比較にとどまらない、Mass equivalent法に基づく土壌炭素ストック変化量の精査を進めている。森林から農地、及び農地から森林への土地利用変化に加え、開発地への変化時、土地利用変化面積の把握方法の検討も実施しており、2021年度末に最終的な成果が得られる予定。

### 【土地面積把握方法、土地利用区分（分野横断）】

- 現在、統計情報、行政データ、衛星判読等の様々なデータを組み合わせて土地面積や土地利用変化を把握しているが、土地利用変化等の情報把握精度に限界があり、近年の統計調査の廃止・簡素化の影響も受けて、改善の取組が必要と考えられる。

## 5. 主な継続検討課題

### 【沿岸湿地の算定（4.D 湿地-沿岸湿地）】

- 2013年に作成されたIPCC湿地ガイドラインで沿岸湿地における排出・吸収量の算定方法が提示されており、マングローブ、湿地・干潟、海草藻場・海藻藻場のブルーカーボン生態系からの排出・吸収量の算定に向けた検討に着手している。2022年度末での推計結果の提示を目指して作業を進めている。

### 【2006年IPCCガイドラインの2019年改良版の反映（4.D. 湿地-湛水池）】

- 2006年IPCCガイドラインの2019年改良版において、湛水池から発生しているGHG排出の算定方法が新規に提示されたため、その反映について検討する必要がある。