

2-1909

課題名：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
(JPMEERF20192009)

【重点課題 ⑥】 気候変動の緩和策に係る研究・技術開発

行政二ーズ（2－5）土地利用分野の人為活動による土壌炭素
の変動量評価とGHG インベントリへの適用に関する研究

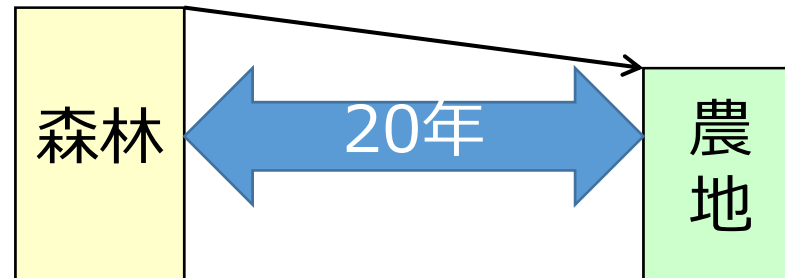
代表：国立研究開発法人森林研究・整備機構 石塚成宏
研究期間：2019年度～2021年度

分担機関：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機
構、公益財団法人 都市緑化機構、公益財団法人 地球環境
研究戦略研究機関

1. はじめに

国家インベントリ報告での現在の土地利用変化の計算方式

Tier2 森林⇔農地の平均炭素ストック量に20年かけて移行



現行国家インベントリのストック量

土地利用		平均炭素ストック量	単位はtC ha ⁻¹
森林		85.42	モデル推定値
農地※	田	71.38	未公表データ
	普通畑	86.97	
	樹園地	77.46	
草地		134.91	未公表データ
開発地		- (80)	精査中

森林の実態は（全国調査）

70.6 (Ugawa et al. 2004)

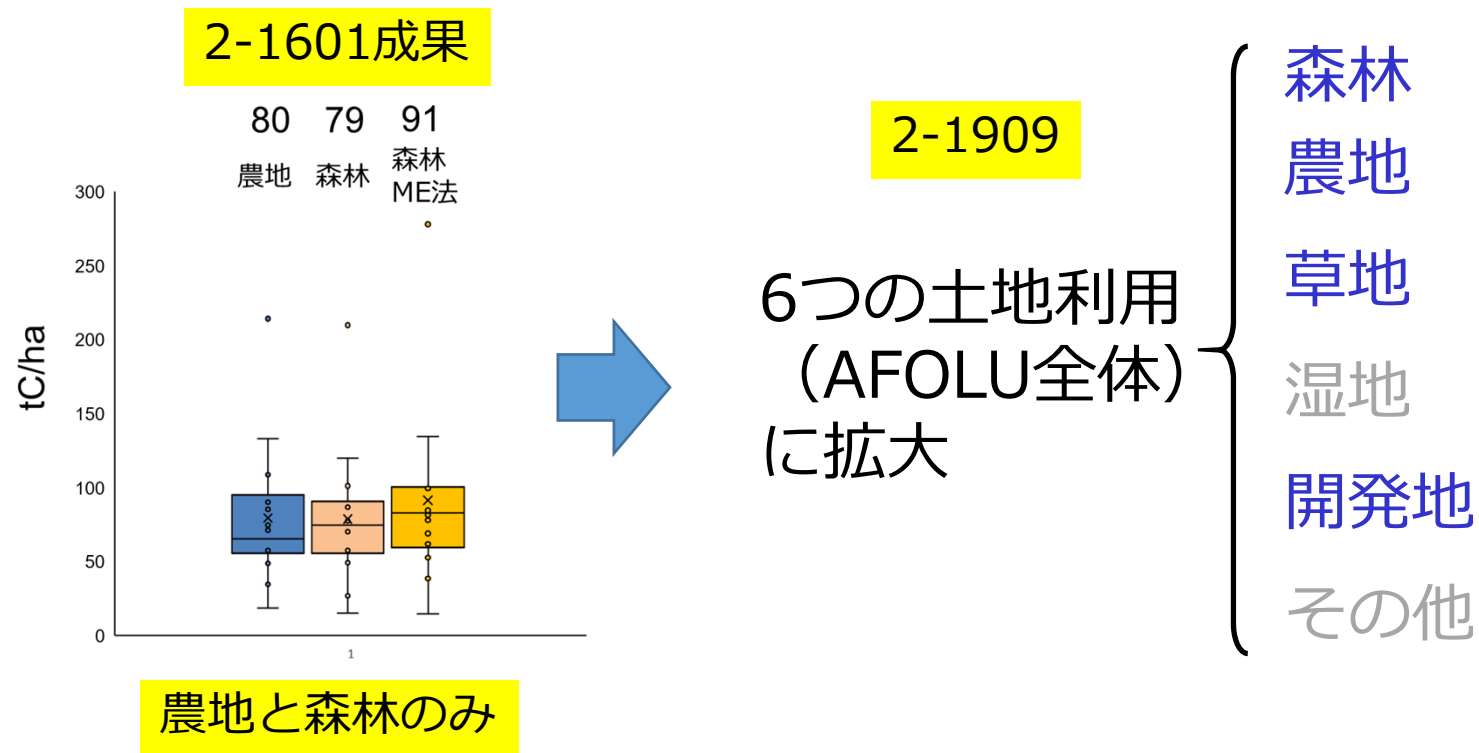
76.0 (Yamashita et al. 2022)

平均同士の比較は日本の
ような国には当てはまらない？

そもそも、すべてのデータに
科学的根拠がない状況

2. 研究開発目的

土地利用変化時 土壌炭素量変化係数の科学的根拠を提供する



3. 研究目標

- ・ 森林、農地、草地間に関しては、調査データに基づく変化係数を提供
- ・ 開発地については、他の土地利用と比較可能な平均土壌炭素蓄積量を提供
- ・ これらの結果をもとに国家インベントリ報告の次世代の算定方法を提案
- ・ 開発地とその他土地利用との土地利用変化量について、衛星画像から人工知能によって判別する技術を開発

4. 研究開発内容

(赤字は研究計画変更)

森林、農地、草地間

ペアサンプリングとIPCC準拠の評価方法を用いて土壌炭素量を比較し、これらの結果をプロセスモデルでシミュレーションして、総合的に考慮した変化係数を提供

開発地

モデル地域における造成後の土壌炭素量調査により、~~ペアサンプリング・ESM法により~~開発直後の土壌炭素量を決定し、開発後の植被による炭素蓄積推定から、開発地の平均土壌炭素蓄積量を推定

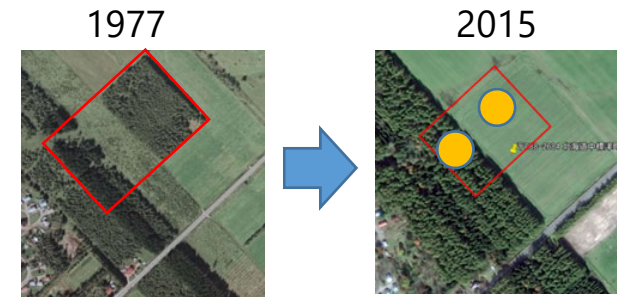
これらの結果を国家インベントリ報告に反映する手法を検討し、試算および導入への問題点等を整理

衛星画像を人工知能に学習させ、土地被覆を判別する技術を開発、新たな活動量把握手法として提案

5. 研究成果

5. 1. 成果の概要 サブテーマ1 および2

119カ所の下見調査 41カ所の土壌調査
ペアサンプリングとESM法（土壌質量均等法、IPCC準拠）



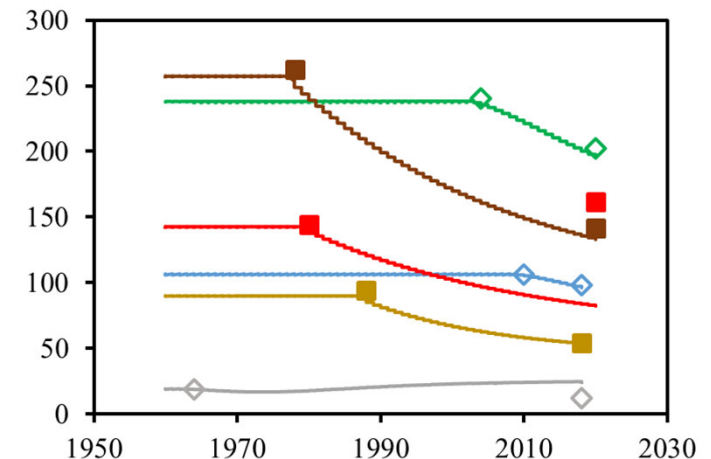
土地利用変化に伴う土壌炭素変化係数一覧

※係数はすべて
【変化後】 / 【変化前】

	森林	農地	茶園	果樹園	草地
森林		0.77	1.56	0.72、 1.28	1.00
農地	1.21		NE	NE	0.97
茶園	0.38			NE	NE
果樹園	NE	NE	NE		
草地	0.83	1.45	NE	NE	

NE 実態として存在しないもの または 比較できる場所がないもの
※2-1601の点を含む

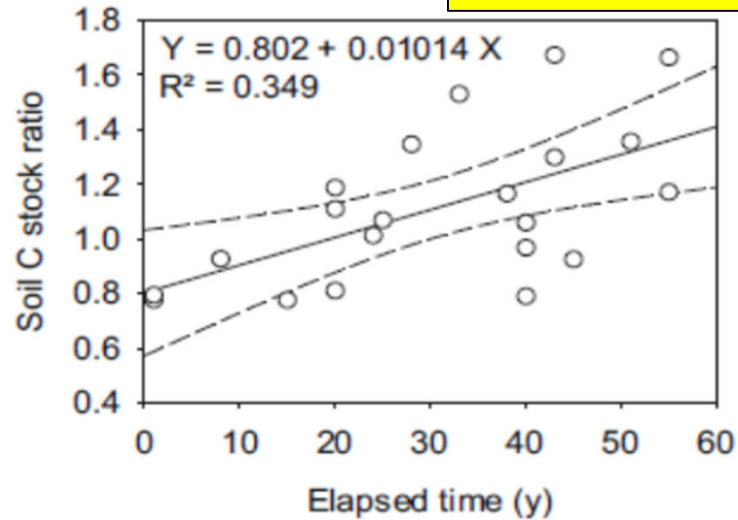
森林⇄草地のモデル計算結果



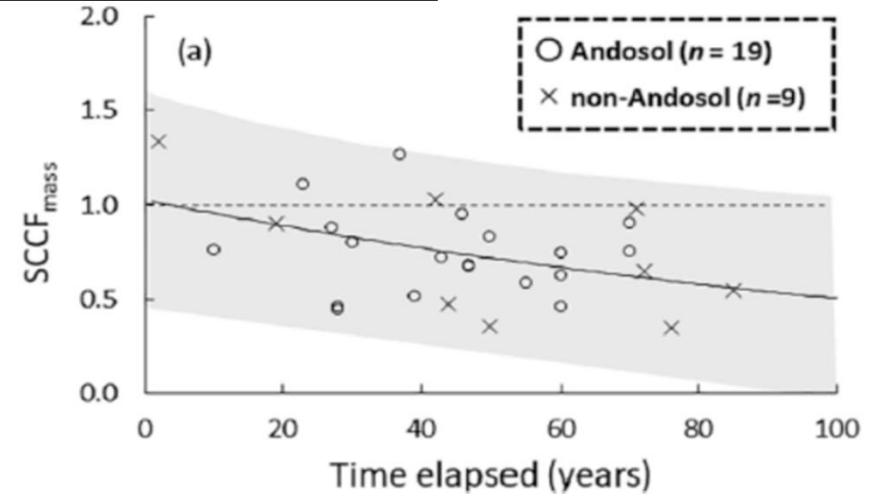
経過年数と土壌炭素蓄積
農地 → 森林

経過年数と土壌炭素蓄積
森林 → 農地

経過年数に応じて差が開いていく



Ishizuka et al. 2021
Biogeochemistry



Koga et al. 2020
Geoderma

	年数 (年)			
	20	40	60	100
農→森	1.00	1.21	1.41	1.82
森→農	0.89	0.77	0.67	0.50
逆数	(1.13)	(1.30)	(1.50)	(1.99)

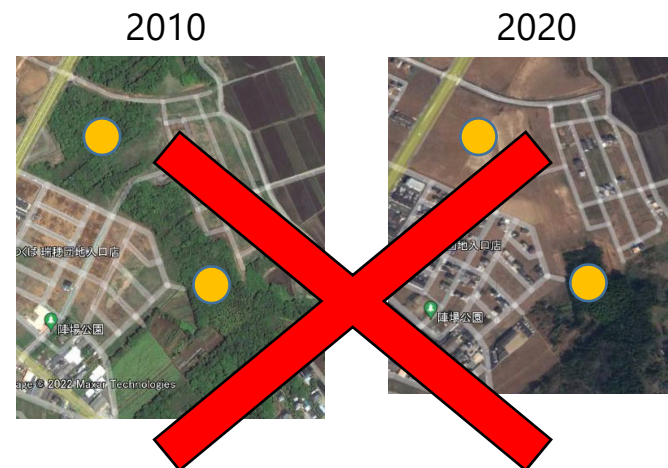
移行期間40年と各係数をサブテーマ4に提供

サブテーマ3 開発地

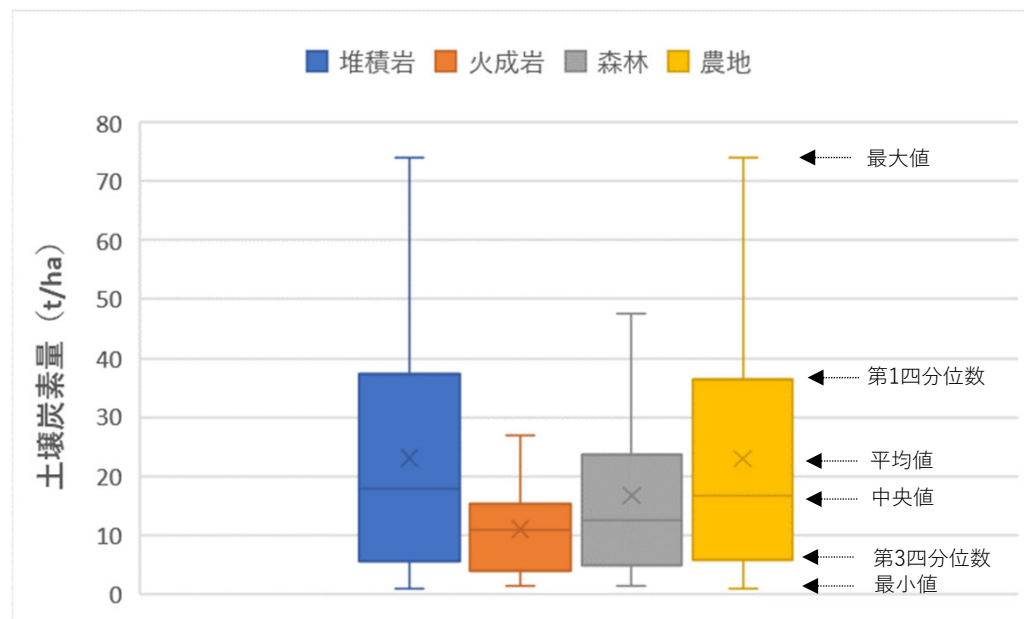
IPCC推奨法が使えない実態



平均土壌炭素量を使う方法に変更



開発地の調査法開発→26カ所の土壌調査



堆積岩 > 火成岩
農地 > 森林

表3.3 土地転用時の炭素量の初期値

土地転用	表層地質別構成比		炭素量の初期値 (MgC/ha)
	堆積岩	火成岩	
森林→開発地	75%	25%	20.8
農地→開発地	90%	10%	22.9
炭素量(MgC/ha)	24.2	10.9	

表3.15 森林から転用された開発地の平均炭素量

土地転用先	転用時 面積比	土地被覆面積比		土壌炭素量（Mg-C/ha）	
		緑被地	その他	転用先別平均	開発地平均
宅地系	36.5%	13%	87%	24.7	34.8
道路系	22.9%	24%	76%	28.0	
草地系	33.7%	96%	4%	49.6	
公園系	6.9%	61%	39%	39.1	
計	100%	47%	53%	緑被地炭素蓄積変化	
土壌炭素量(t-C/ha)		50.8	20.8	1.5t-C/ha/yr×20年間	



表3.17 開発地全体の平均炭素量

土地転用元	転用時面積比	土壌炭素量 (Mg-C/ha)	
		転用元別平均	開発地平均
森林	22%	34.8	30.0
農地	78%	28.6	

表3.16 農地から転用された開発地の平均炭素量

土地転用先	転用時 面積比	土地被覆面積比		土壌炭素量（Mg-C/ha）	
		緑被地	その他	転用先別平均	開発地平均
宅地系	53.3%	13%	87%	26.8	28.6
道路系	44.5%	24%	76%	30.1	
草地系	0.2%	96%	4%	51.7	
公園系	2.1%	61%	39%	41.2	
計	100%	19%	81%		
土壌炭素量(t-C/ha)		52.9	22.9		



サブテーマ4 社会実装

研究結果のGHGインベントリへの反映方法

森林⇔農用地

土地転用	転用後経過年数						出典
	20	31	40	46	60	100	
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

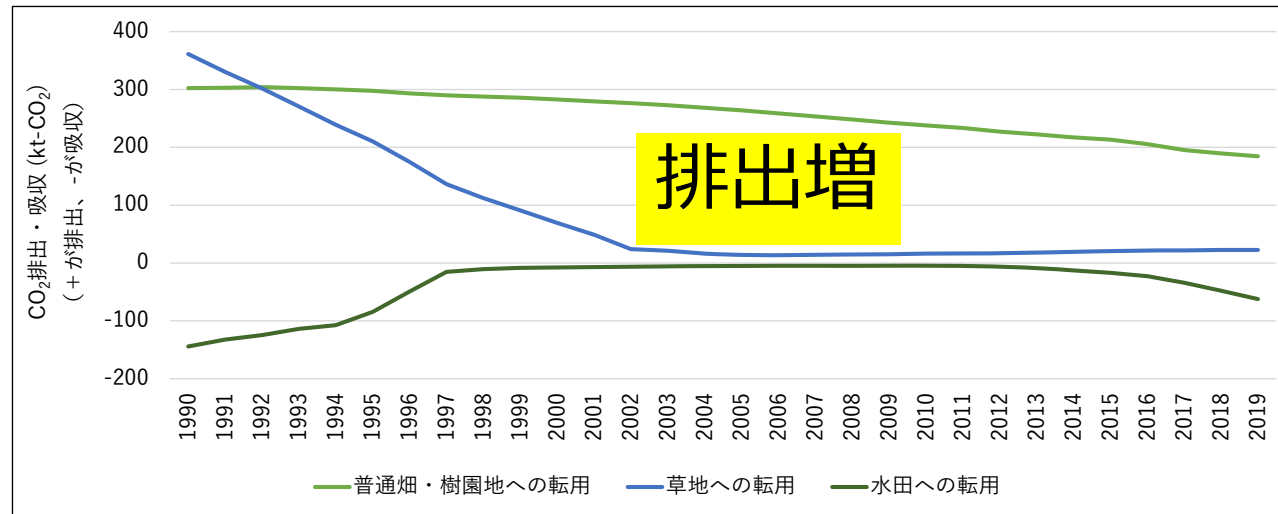
注) 赤字が算術平均値

- 以下を踏まえて、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。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。
- 年間変化率：転用後40年間一律の線形変化で設定

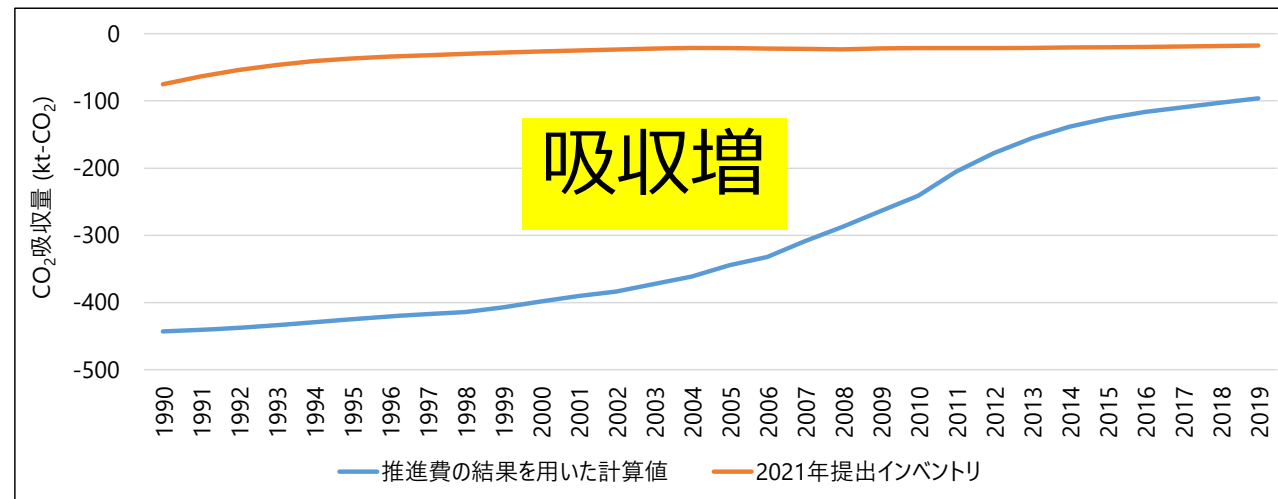
森林・農用地⇒開発地

- サブテーマ3で得られた30.0 t-C/haを利用（土地利用割合は固定としているが、変更も可能）。

D 森林伐採



AR 植林



【行政施策への反映】

■ 2021年度

- 算定方法検討会で今回の改定方針について情報共有

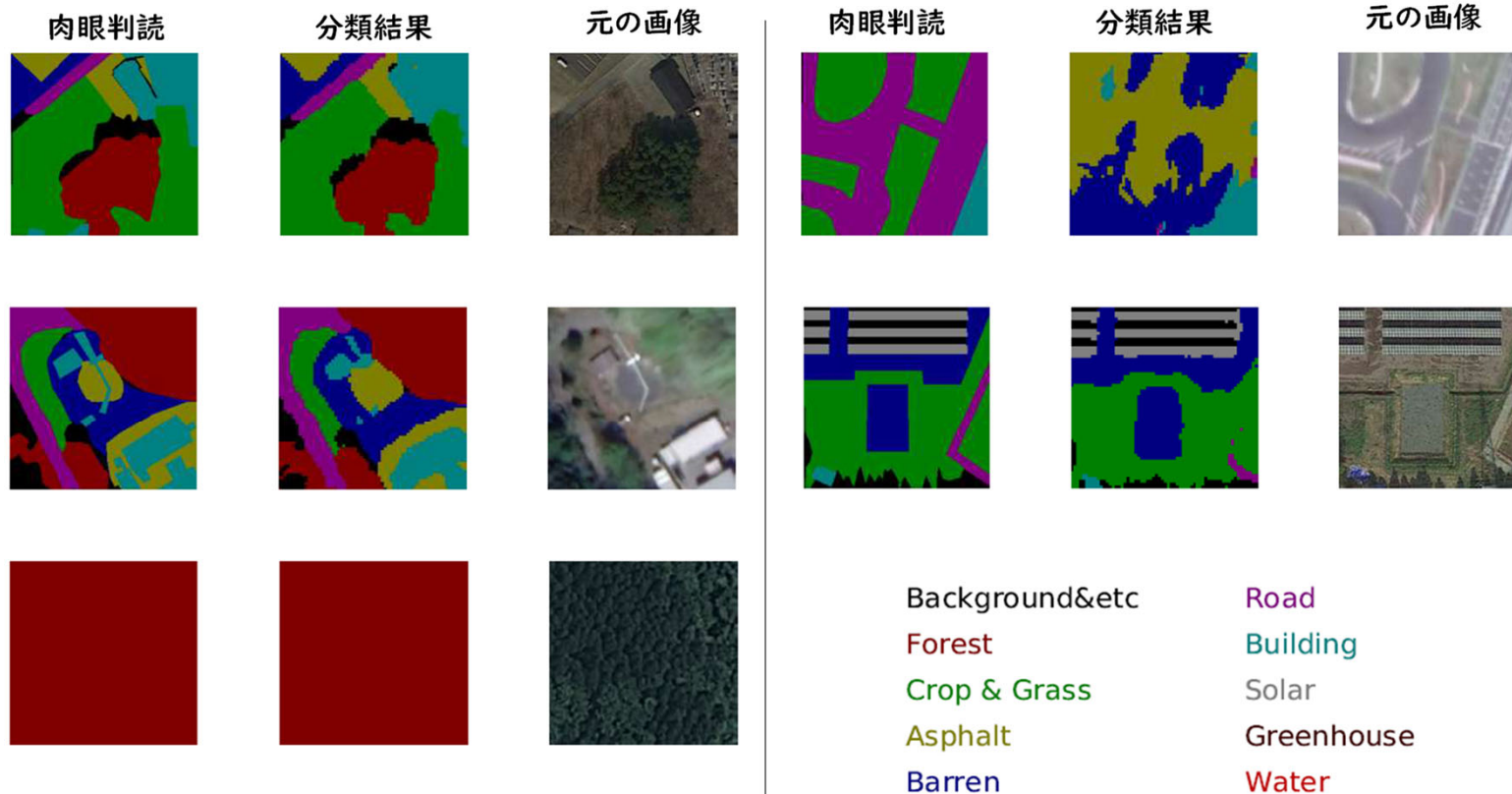
■ 2022年度

- パリ協定下の新制度の報告に移行。
- 2023年4月提出インベントリ以降から、今回の知見を反映することです承。

サブテーマ5 衛星AI判別

※PyTorch EfficientNet
教師420 評価180
画像はGoogle Earth

図5.8 分類結果の例



総合精度は84.9%、κ係数は0.794

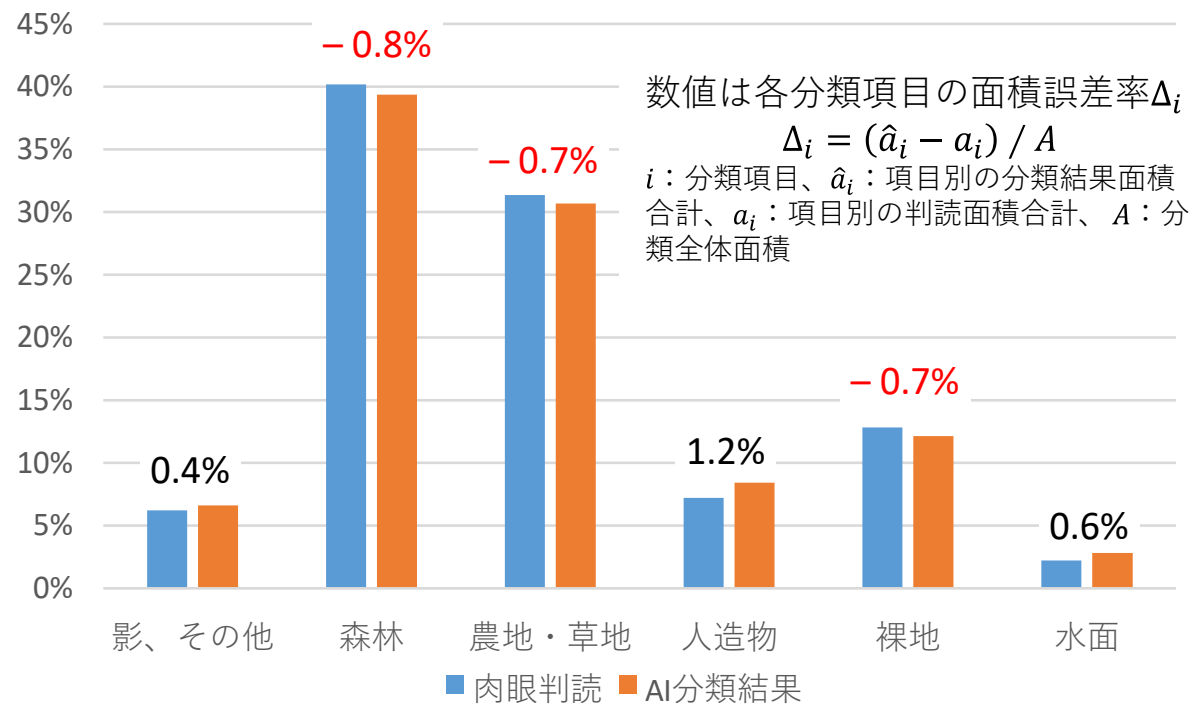


図5.13 面積比の真値と推定値の比較
(集約した土地利用区分)

実用レベル 実装には課題も

5. 研究成果

5. 2. 環境政策等への貢献

＜行政等が既に活用した成果＞

環境省の令和3年度温室効果ガス排出量算定方法検討会の森林等の吸収源分科会
新たな算定方法と試算結果を提示

＜行政等が活用することが見込まれる成果＞

- 1) 森林、農地、草地間の土地利用変化に伴う土壌炭素変化量の算定方法の提供
令和5年4月提出から適用する方針が了承済み
- 2) 開発地の平均炭素蓄積量の提供
実態に見合った数値に改善される見込みである。
- 3) 土地利用、土地利用変化及び林業分野の算定結果の精度向上
 - 1) および2)の数値改定により、300～700万t-CO₂/年程度（同分野の純吸収量の約10%前後）向上見込み。
- 4) IPCC への研究成果の反映
本研究によって得られた結果は、IPCCガイドラインの2019改訂部分を反映した最初の適用事例であり、次期改訂の際に良好事例として提供可能。

6. 研究成果の発表状況

- 1) Ishizuka, S 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. (IF:4.825)
- 2) Koga, N. et al, 2020. Assessing changes in soil carbon stocks after land use conversion from forest land to agricultural land in Japan. *Geoderma* 377, 114487. (IF:4.336)

査読付き論文に準ずる成果発表	1件
その他誌上発表（査読なし）	1件
口頭発表（学会等）	4件
「国民との科学・技術対話」の実施	0件
マスコミ等への公表・報道等	0件
本研究に関連する受賞	0件

FAOのレポートとして出版

Understanding countries' status and challenges for the estimation of carbon stock changes from mineral soils in national greenhouse gas inventories: Preliminary survey findings

Working Paper

Languages: English

Author: [Chisa UMEMIYA](#), Iordanis TZAMTZIS, Atsushi SATO, Mirella SALVATORE, Martial BERNOUX, Masahiro AMANO
Contributor: [André MADER](#), Sandro FEDERICI
Publication Date: March 2022
Publisher: [Food and Agriculture Organisation of the United Nations \(FAO\)](#)

Despite the growing global support for capacity building to improve soil management, the estimation and reporting of greenhouse gas (GHG) emissions and removals, especially from mineral soils in national GHG inventories, is still very limited. In 2021, the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) and FAO conducted a global survey to assess how countries have addressed the estimation of carbon stock changes (CSCs) in mineral soils in their GHG inventories. This report presents the findings from the survey.

Research Unit: [Biodiversity & Forests](#)
Copyright: [Food and Agriculture Organisation of the United Nations \(FAO\)](#), [Institute for Global Environmental Strategies](#)
Topic: [International Climate Regime](#), [Mitigation](#), [Forests](#)
Region/Country: [Worldwide](#)
Keywords: [Soil](#), [GHG inventory](#), [Soil Carbon](#), [Paris Agreement](#), [transparency](#)
SDGs: [Goal 13. Climate Action](#), [Goal 15. Life on Land](#)

[Download \(3.28MB\)](#)

Related Website

森林総研2021年度成果選集に選ばれる