

研究課題番号	2-1909
研究課題名	「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」
研究実施期間	令和元年度～令和3年度
研究機関名	国立研究開発法人森林研究・整備機構
研究代表者名	石塚 成宏

1. 研究開発目的

- 1) 我が国の土地利用変化に伴う土壌炭素変動量を、IPCC2019 改訂版ガイドラインに則した形で評価できるようにする。科学的知見に基づく変化係数の取得、それを用いた土壌炭素の変動量算定手法を開発する。これにより、気候変動枠組条約事務局に提出する国別温室効果ガスインベントリ報告書（NIR）の精度向上に貢献できる。
- 2) IPCC2019 改訂版ガイドラインでは6つの土地区分（森林・農地・草地・湿地・開発地・その他）に分け、最終的には土地利用全体を統合化してGHG 排出量について報告することを求めている。2-1601 では森林・農地間での土地利用変化に限定していたが、本研究により6つの土地利用区分に拡張され、土地利用セクター全体に関する方法が完成する。
- 3) 衛星画像等を利用した土地被覆による土地利用変化の把握方法のオプションを提供する。

2. 研究目標

森林・農地・草地間の土地利用変化に関しては気候、土壌特性、植生などの自然環境条件を反映する生態系モデルが適用可能なため、これらの土地利用間の土地利用変化に関しては現地調査とプロセスモデルの組み合わせによって変化係数を提供する。

一方で大規模な表土処理が行われる開発地については、モデル地域における土地利用ごとの平均炭素蓄積量をEquivalent Soil Mass 法により評価し、これらの比較によって変化係数を算出する。

また、活動量が正確に把握されていない開発地とその他土地利用との土地利用変化量について、衛星画像等から人工知能によって判別する技術を開発し、新たな活動量把握手法として提案する。これらの変化係数と活動量の関係を国家インベントリ報告に反映する手法を検討し、次世代の算定方法を提案する。

サブテーマ1：森林－草地間を中心に、森林－農地間でもデータ数の少ないカテゴリーの調査地点において土壌調査を行い、Equivalent Soil Mass 法（以下ESM 法）による土壌炭素蓄積量の比較を行う。ESM 法による土地利用変化係数を算出するとともに、モデルによる評価を行い、両者をサブテーマ4に受け渡し成果につなげる。また、サブテーマ3に必要な、開発地周辺の森林における土壌炭素量調査をおこなう。

サブテーマ2：農地－草地間を中心に、農地－森林間でもデータ数の少ないカテゴリーの調査地点において土壌調査を行い、ESM 法による土壌炭素蓄積量の比較を行う。ESM 法による土地利用変化係数を算出するとともに、モデルによる評価を行い、両者をサブテーマ4に受け渡し成果につなげる。また、サブテーマ3に必要な、開発地周辺の農地における土壌炭素量調査をおこなう。

サブテーマ3：全国に分布するニュータウンの中から1～2ヶ所を選定し、過去の土地利用や地形要因がニュータウン内の土壌炭素蓄積量に与える影響を多点調査により評価し、地域全体を評価

するのに必要な調査手法を開発する。開発された方法を用いて全国のニュータウンの中から数ヶ所を選定し、開発地と森林、農地の平均炭素蓄積量をESM法によって比較し、これらの土地利用変化係数を算出する。この結果をサブテーマ4に受け渡し成果につなげる。

サブテーマ4：各国の土壤炭素変動量に関連する報告方法について調査・整理する。また、土地利用変化の有無における整合性を図るのに必要なインベントリ報告上の課題を特定し、解決策のオプションを提示する。各国の専門家らにヒアリング調査を行い、6土地利用区分における課題を明らかにする。各サブテーマと協力し、統合的なインベントリ算定手法を提示する。活動量把握手法を土地被覆変化による把握手法に転換する可能性も視野に入れ、適切なNIR作成に向けた解決方法のオプションを提示する。

サブテーマ5：森林と開発地を中心に土地利用変化があった点を抽出する。委託業者を含めた4者において、これらを人工知能に学習させるために必要な手順を協議し、データセットを構築する。これらのデータセットを人工知能に学習させ、森林と開発地を判別する学習器を作成する。森林と開発地以外の土地利用変化についても適用可能性を評価する。これらの学習器の評価を行い、有効と判断された場合は、サブテーマ4に結果を受け渡して、統合的な算定手法に組み込む。

3. 研究の進捗状況

サブテーマ1：初年度の目標である調査地点の抽出を行い、サブテーマ2とあわせて52地点において下見調査を行い、さらに14か所においてサンプリングまで終了した。そのため、計画通り進展していると考えている。

サブテーマ2：初年度の目標である調査地点の抽出を行い、サブテーマ1とあわせて52地点において下見調査を行い、さらに14か所においてサンプリングまで終了した。そのため、計画通り進展していると考えている。

サブテーマ3：ニュータウンを選定し、過去の土地利用と地形要因がニュータウン内の土壤炭素蓄積量に与える影響を多点調査により評価し、地域全体を評価するのに必要な調査手法を開発し、複数のニュータウンでの調査も行った。そのため、計画通り進展していると考えている。

サブテーマ4：開発地への転用を中心に各国の算定方法を詳細に調査、整理し、我が国が採用すべき幾つかの方向性を提示することができた。そのため、計画通り進展していると考えられる。

サブテーマ5：1,486,534点から56,969点の森林・非森林の変化判読情報を精査・抽出した。森林から開発地に土地利用変化が発生した地点の開発状況についての予備的な細区分を行った。計画通りの進展である。

4. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)

1) 森林、農地、草地間の土地利用変化に伴う土壤炭素変化量の算定方法の提供

日本では、各土地利用が存在している地形の特徴が異なるため、各土地利用の平均炭素ストック量同士を比較するTier2の方法を使用すると、常識的ではない炭素変化量の算定になってしまう欠点がある。これに対し、従来、森林・農地ともに深さ30cmまでの平均炭素蓄積量を比較してインベントリ報告をおこなっていた。しかし、前期プロジェクトの成果によって、土地利用変化にともなう圧密・膨潤が起こるため、それぞれの深さ30cmまでの炭素量を比較することは不相当であることが分かった。そこで、科学ジャーナルへの掲載(2020年5月現在、投稿中)後に、土地利用変化

を評価する標準法として土壌重量均等法 (equivalent soil mass (ESM) 法) の使用を我が国の温室効果ガス算定検討会に提案する。これにより、インベントリ報告値の精緻化に貢献する。

2) 国際状況の把握と本課題の貢献

2020年3月23日、IGES 本部 (神奈川県三浦郡葉山町) にて、IPCC-TFI-TSU の専門家に対しヒアリングを行い、本研究課題の期待できる成果に関して、ア) 本研究課題で進めるESM 法による土壌炭素量変化係数の設定が、まだ他に事例のない先駆的な取り組みとして進んでいること、イ) 開発地への転用では、土地造成に伴う影響の扱いについて対応策を整理する必要があること、ウ) 途上国において土壌炭素変化量の報告が著しく遅れており国際的に対策を取る必要があること、についてインプットを行った。IPCC-TFI-TSU が将来、各国が共通で利用しうるインベントリ作成ガイドラインを見直すにあたって、本研究課題の成果を速やかに活用できる状況にあり、網羅的かつより精度の高い算定方法に基づく各国の排出量の把握に貢献する。

3) 森林、農地、草地間の共通モデルの構築

従来のNIR では、森林にはCENTURY-jfos を、農地にはRothC モデルを使用しており、土壌炭素の把握のためのモデルの一貫性が担保されていなかった。前期プロジェクトにおいて挙動を確認したCENTURY モデルをさらに改良することにより、簡易的に直線近似している土地利用変化に伴う土壌炭素量変化量の計算方法を、より高度なモデルによる計算方法に改良することが可能となるデータ採取を計画している。これにより、より一貫性のあるデータに基づくインベントリ報告に貢献する。

4) IPCC への研究成果の反映

IPCC インベントリオフィスは2019 年に、2019 年改訂ガイドラインを作成し、当研究プロジェクトの参画者が上記1) における成果を反映させている。本研究によって得られた結果は、このガイドラインの改訂部分を反映した最初の適用事例になるため、次期改訂の際に良好事例として取り上げられる可能性が高い。即ち、我が国の知見がIPCC の報告書において、最新の科学的知見として提供されることにより、世界の気候変動対策に貢献する。

5) インベントリ各種データの更新について議論するプラットフォームとして機能

土地利用分野の土壌関係統計値には様々な未解決問題がある。これらをまとめて議論する時間や場所というものは現在に至るまで設定されておらず、各省庁単独での意見調整しかされてこなかった。本研究の参画者はそれぞれ、農林水産省、林野庁、国交省の代表者が参画しているため、本プロジェクト内で議論することによりこれらの未解決問題を解決し、パリ協定の第一回報告前に本プロジェクトで得られる土地利用変化時の算定方法を含めて、それぞれの担当するデフォルト値など全体を矛盾なく構築し、提言することができると考えている。これにより、パリ協定の元での国別排出量の報告において、よりデータ間の一貫性のある値の報告に貢献する。

5. 評価者の指摘及び提言概要

着実に研究が進められており、我が国のインベントリ作成に有用な情報提供、IPCC ガイドラインへの反映等への貢献は大いに期待できる。土地利用変化による土壌中の炭素量変化は十分な実証研究、データ蓄積などが行われてきておらず、本研究の意義は大きい。日本全体として土壌炭素量の変化の大きい代表的な場所から教師データを取る必要がある。衛星データを用いた変化地点抽出などは既に多くの方法が提案されており (AI を導入した手法も含め)、ここで手案される方法が、他のサブ課題にとって、どれだけ有効な手段となるのか、の説明が必要。最終目的とした土地利用全体の炭素排出量の精度をあげインベントリの新しい算出手法の提示及びAI 評価を期待する。今回開発している土地利用変化の判別手法を統計データが未整備の海外で適用する可能性・その際の技術課題についても今

後整理されることが望ましい。

6. 評点

評価ランク：A