



土地利用が変化した場合の土壤炭素蓄積量変化を解明

立地環境研究領域:石塚 成宏・橋本 昌司・木田 仁廣・相澤 州平・酒井 寿夫

震災復興・放射性物質研究拠点:篠宮 佳樹 東北支所:森下 智陽 関西支所:岡本 透 九州支所:鳥山 淳平

農業・食品産業技術総合研究機構:白戸 康人・古賀 伸久 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株):佐藤 淳

最 新の日本の森林土壤炭素蓄積量の調査結果から、気候変動枠組条約の温室効果ガスインベントリ報告に使用されている土地利用変化時の計算方法に矛盾が生じることが分かってきました。そこで、IPCCが推奨する方法を用いて隣接する森林と農地のペアでそれぞれの土壤炭素蓄積量を比較し、森林から農地への変化時には土壤炭素蓄積量は40年間で0.77倍に減少し、逆に農地から森林への変化時には40年間で1.21倍に増加することを明らかにしました。土地利用変化時の土壤炭素蓄積変化量の算定方法として、本研究で明らかにした土壤炭素蓄積量の変化率を利用する新たな方法が日本の算定方法として採用されることになりました。

成果

■ これまでの知見と矛盾する土地利用変化時の計算

日本全国の森林土壤の平均土壤炭素蓄積量(深さ30cmまで)はこれまで85 tC/haと報告されていましたが、最新の全国調査から71 tC/haであることが明らかになりました。現在の温室効果ガスインベントリ報告書では土地利用毎の平均土壤炭素蓄積量の差をもとに土地利用変化時の土壤炭素蓄積変化量を計算しますが、農地の平均土壤炭素蓄積量(76 tC/ha)はこの森林の平均土壤炭素蓄積量(71 tC/ha)よりも多く、この方法では森林を農地に変えると土壤炭素蓄積が増える計算になります。これは、森林を農地に変えると、土壤炭素蓄積量は減るとするこれまでの知見と矛盾します。そこで、実際に土地利用変化が起こった場合の土壤炭素蓄積変化量を科学的に示す必要がありました。

■ IPCCが推奨する方法

IPCCが2019年に改定した最新の温室効果ガス算定方法書では、土地利用が変化した場所と隣接する元の土地利用の場所の土壤炭素蓄積量の比較から変化量を算出する方法が使われます。この時、それぞれの土地利用ごとに、同じ重量の土壤に含まれる炭素蓄積量を比較する土壤質量均等法(ESM法)を使う事が示されています(図1)。本研究では、航空写真や衛星写真から土地利用が変化した場所を見つけ、変化した場所と隣接する変化しなかった場所の土壤を採取してその両者の土壤炭素蓄積量をESM法により比較しました。

■ 森林、農地間の土地利用変化時の土壤炭素蓄積量変化

この研究では約60対の森林と農地のペアにおいて土壤炭素蓄積量を比較し、森林から農地へ変化した時の土壤炭素蓄積量は土地利用変化後の経過年数とともに直線的に減少すること、反対に農地から森林へ変化した時は、最初20年ほど土壤炭素蓄積量は減少し、その後増加することを明らかにしました(図2)。さらに、その変化率は、森林から農地への変化時の土壤炭素蓄積量は40年で0.77倍の減少、農地から森林への変化時には1.21倍の増加となることを明らかにしました。

■ 温室効果ガスインベントリ報告への反映

土地利用変化時の土壤炭素蓄積変化量の新たな算定方法として、今回の調査結果から得られた変化率を使う方法を環境省に提案しました。この方法は2023年春に提出されるパリ協定下最初の温室効果ガスインベントリ報告書に採用される見込みです。土地利用変化は分野横断的なテーマであり、異分野の研究者が協力した類を見ない成果となりました。

土地利用に関する算定方法が、学術誌に掲載された科学的な根拠をもとにした方法に置き換えられ、日本の報告の信頼性が向上することに大きく貢献します。

研究資金と課題

本研究は、環境研究総合推進費:2-1601「森林と農地間の土地利用変化に伴う土壤炭素変動量評価とGHGインベントリへの適用研究」(JPMEERF20162001)および2-1909「土地利用変化による土壤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)による成果です。

文献および参照サイト

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.

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.

専門用語

IPCC: 気候変動に関する政府間パネル。2006年に作成した温室効果ガス算定方法書を2019年に改訂しました。

温室効果ガスインベントリ報告書: 国が1年間に排出・吸収する温室効果ガスの量を取りまとめ、国連に提出する報告書のこと。

土壤質量均等法(Equivalent Soil Mass法、図1): 土地利用変化後の圧密や膨潤の影響を除くため、従来のように土地利用変化前後の深さ30cmに存在する土壤炭素蓄積量同士を比較するのではなく、同じ重量の土壤に含まれる土壤炭素蓄積量同士を比較する方法。

パリ協定: 2020年以降の温室効果ガス排出削減に関する国際的な枠組み。2016年11月に発効しました。

土壌質量均等法 (ESM法)

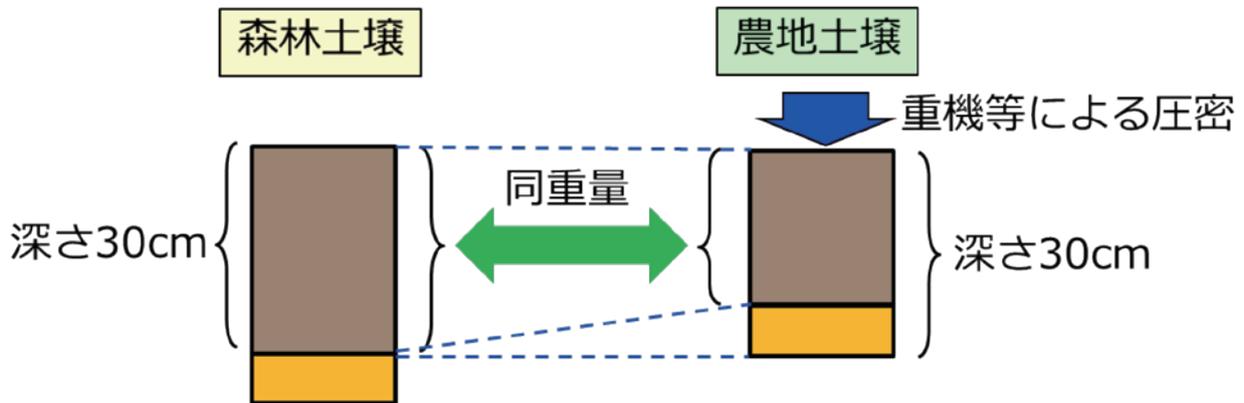


図1 土壌質量均等法(ESM法)のしくみ

通常は深さ30cmまでの土壌炭素を測定しますが、土地利用変化時には圧密などにより土壌の厚さが変わります(図中茶色の部分の厚さが薄くなる)。30cm同士を比較すると農地土壌では森林土壌の30cmより深い橙色の部分まで含めて測定してしまうため、土壌炭素蓄積量の変化をうまく測定できません。土壌質量均等法では、この影響を除去するため、同じ土壌重量(茶色の部分)に含まれる土壌炭素蓄積量を比較し、土壌炭素蓄積量の変化を正しく評価します。

農地から森林への変化時

森林から農地への変化時

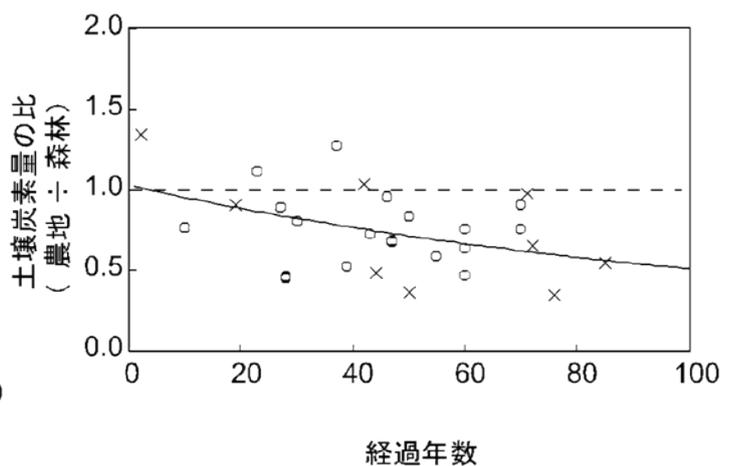
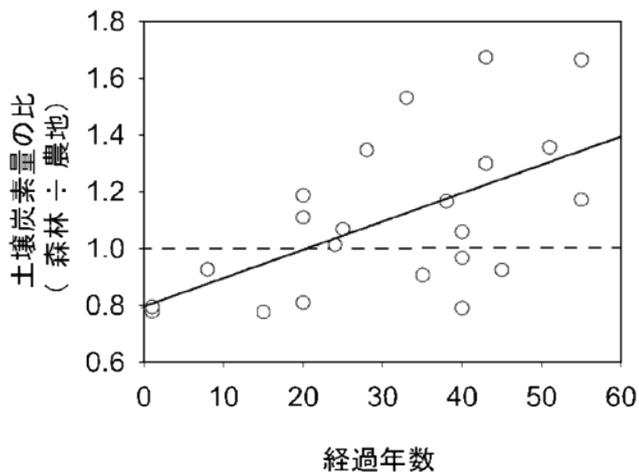


図2 農地から森林に変化した時の土壌炭素蓄積量の比と経過年数の関係(左図、Ishizuka et al., 2021の図を改変)と、森林から農地に変化した時の比と経過年数の関係(右図、Koga et al., 2020の図を改変)

農地から森林になった後20年程度土壌炭素蓄積量は減少しますが、その後長期間にわたって増加するのに対し、森林から農地になった場合は、比較的早期から土壌炭素は減少し、40年以上減少し続けます(点線は、変化前後で同じ炭素量となる位置を示す)。