

# AI を活用して高精細な森林土壌炭素貯留量の日本地図を作成



立地環境研究領域 山下 尚之・石塚 成宏・橋本 昌司・大曾根 陽子・川西 あゆみ・

相澤 州平・今矢 明宏・平井 敬三・森貞 和仁・田中 永晴

震災復興・放射性物質研究拠点 三浦 寛 森林防災研究領域 南光 一樹 関西支所 金子 真司

九州支所 酒井 佳美 農業・食品産業技術総合研究機構 稲富 素子 鹿児島大学 鶴川 信

国土地理院 岩橋 純子 国際緑化推進センター 高橋 正通

森林土壌は温室効果ガスである二酸化炭素の重要な吸収源です。日本の森林は山地に分布し、地形や地質、水分環境が複雑なために土壌炭素貯留量を詳細に推定することは困難でした。我々は、AIを活用して新たに土壌炭素貯留量を推定するモデルを開発し、高精細な森林の土壌炭素貯留量の日本地図を作成しました。この地図から北海道、東日本や主要な火山の近傍、また小流域スケールで見ると尾根や斜面下部で土壌炭素貯留量が大きいことがわかりました。この地図を農地の土壌炭素貯留量地図と統合して国連食糧農業機関（FAO）に提供し、地球土壌有機態炭素地図の日本部分として公開しました。現在、この地図は気候変動モデルの重要な基盤情報として活用されています。

## 成果

### 森林の土壌における炭素の貯留

土壌は陸域最大の炭素貯留の場であり、気候変動に影響が大きい大気中の二酸化炭素の吸収源として注目されています。適切に気候変動影響の緩和・適応策を立てるには、どこに、どの程度の炭素が土壌にため込まれているのかを、全国で正確に把握することが重要です。ところが、主に平地にある農耕地に比べて、森林は山地に多く分布するために地形や地質、水分等の立地環境が非常に複雑です。土壌の炭素貯留量はこれらに強く影響されるため、日本の森林において正確に分布を把握することは困難でした。

### 地形や気象から土壌炭素貯留量を推定する技術

近年、土壌炭素貯留量と、地形・気象・植生等の土壌生成因子（図1）との強い関係性を利用したデジタル土壌マッピング技術が急速に発展してきました。これは、衛星リモートセンシング技術により高精細な土壌生成因子データが容易に入手できるようになったことに加え、AI（機械学習モデル）の発達で土壌炭素貯留量の推定精度が飛躍的に高まったためです。

### 日本の森林における土壌炭素貯留量の分布

このデジタル土壌マッピング技術を用い、林野庁森林吸収源インベントリ情報整備事業の森林土壌炭素蓄積量調査結果（図2）のうち土壌炭素濃度、1m<sup>2</sup>当たりの土壌量、石礫率を教師データとして、日本の森林（約23万km<sup>2</sup>）における0-5、5-15、15-30 cmの深さの土壌炭素の貯留量を予測して地図化しました。この地図は従来の統計的推定手法と比較

して、推定精度が約20%向上し、全国、地域、小流域の異なるスケールでも空間変動を良好に再現できました。全国スケールで見ると北海道、東日本や主要火山の近傍（図3）に、小流域スケールでは尾根や斜面下部（図4）に、土壌炭素がより多く貯留していることがわかりました。

### 土壌炭素貯留量地図の活用

土壌炭素貯留量の地図は、気候変動モデルの基盤情報として活用され、その結果は地球規模や国家スケールの吸収源対策等、気候変動対策の立案に用いられています。また、土壌有機態炭素を指標とした土壌肥沃度の評価などにも利用され、土壌資源の持続的な管理と利用においても重要な情報です。私たちが作成した日本部分の土壌炭素貯留量の空間データはFAOが全世界を対象に作成した地球土壌有機態炭素地図の一部として公開されており、だれでも閲覧・ダウンロードが可能です（図5）。

## 研究資金と課題

本研究は、林野庁「森林吸収源インベントリ情報整備事業」及び実施課題\*「森林における物質・エネルギーの蓄積・輸送パラメタリゼーションの高度化と精緻化」による成果です。

## 専門用語

**デジタル土壌マッピング技術**：ある地点で調査した土壌の測定値を面的に広げて地図化するための技術。地形・気象等の土壌生成因子を用いて未調査地点の測定値を推定する。

\*森林総合研究所実施課題



図1 土壌の炭素貯留量を推定するために必要な土壌生成因子の例



図2 全国約2300地点の土壌調査地点において土壌炭素貯留量を測定

AIによる推定

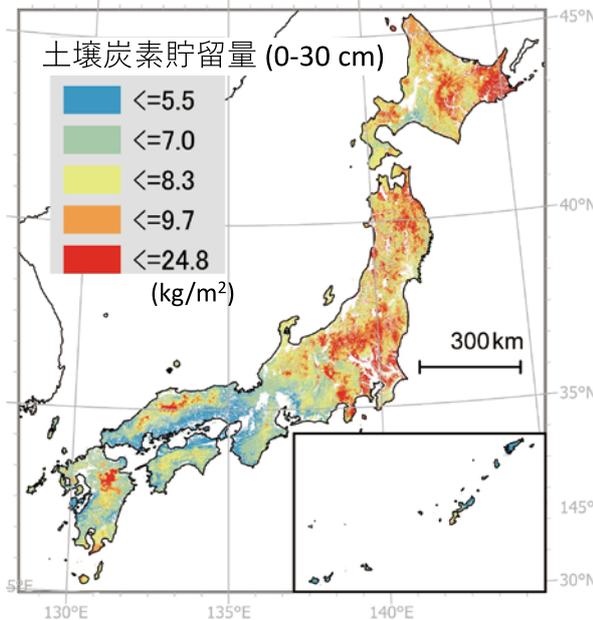


図3 全国の土壌炭素貯留量

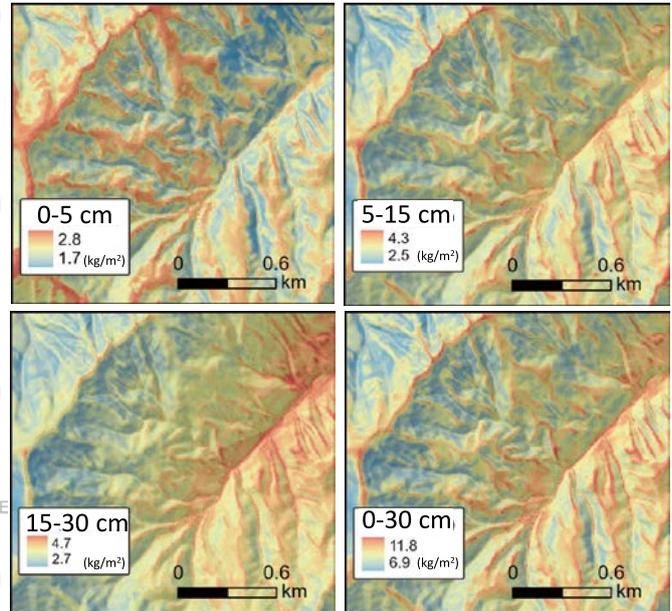


図4 山間部（小流域）における深度別の土壌炭素貯留量

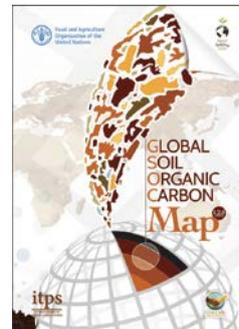
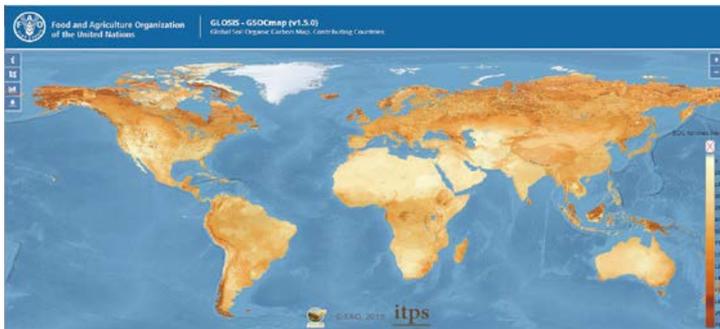


図5 地図の一部を提供したFAOの地球土壌有機態炭素地図のwebサイトとパンフレット  
(<http://54.229.242.119/GSOCmap/>)