

気候変動下での天然林における炭素収支の 空間評価・将来予測手法の開発

気候変動により天然林の炭素吸収量がどう変化するかを明らかにするため、天然林の炭素収支から炭素吸収量を広域で評価する手法と気候変動シナリオに基づく炭素吸収量の将来予測のための手法を開発しました。



背景と目的

気候変動が顕在化してきており、台風の巨大化など気象の極端現象により森林被害が発生することが懸念されています。気候変動の直接的な影響に加えて森林被害が増加することは、森林の炭素吸収量に影響を与えると考えられます。森林の炭素吸収量は光合成による炭素吸収と呼吸による炭素放出の差（炭素収支）によって評価されますが、人工林に比べて天然林は未解明なことが多くあります。そこで本研究では、台風の攪乱を受けた天然林および定常状態における天然林での炭素収支をリモートセンシング技術により推定し、高い地上解像度で炭素吸収量をマッピングする手法を開発しました。また炭素収支のタワー観測データを用いて、気候シナリオに基づく天然林の炭素吸収量の将来予測のための手法を開発しました。

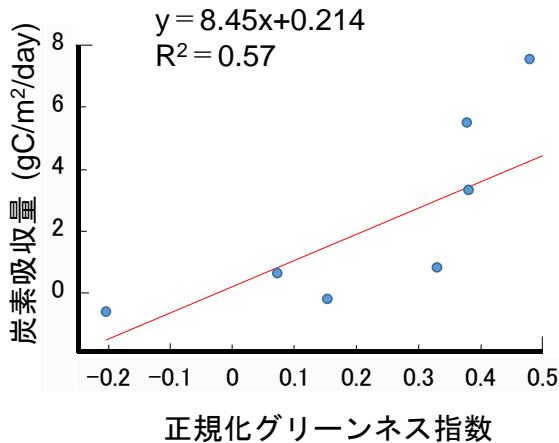


図1 タワー観測とドローン観測による炭素吸収量の推定モデル

タワー観測による炭素吸収量とドローン観測による正規化グリーンネス指数の間に線形関係が認められました。

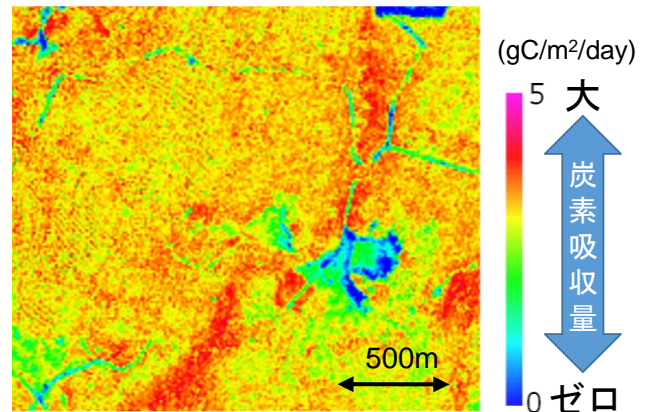


図2 Sentinel-2衛星データを用いた炭素吸収量のマッピング（安比国有林）

図1で得られた正規化グリーンネス指数を用いた炭素吸収量の推定モデルにより、10mの地上分解能の衛星データから炭素吸収量をマッピングしました。

炭素吸収量の広域評価手法の開発

天然林の炭素収支を衛星データによって推定し、炭素吸収量を広域でマッピングする手法を開発しました。まず札幌森林気象観測試験地（台風による攪乱有り）と安比森林気象観測試験地（定常状態）においてタワー観測を実施し、それぞれの天然林の炭素収支から炭素吸収量を評価しました。次に、ドローンを用いて展葉期から落葉期にかけてマルチスペクトルカメラで林冠の撮影を行い、赤の波長帯と緑の波長帯の観測値から正規化グリーンネス指数を算出しました。このように観測された炭素収支と正規化グリーンネス指数の関係を調べ、正規化グリーンネス指数から炭素収支を推定し、炭素吸収量を評価するモデルを作成しました（図1）。最後に、10mの地上分解能を持つ Sentinel-2 衛星データから正規化グリーンネス指数を算出し、広域の炭素吸収量のマッピングを行いました（図2）。

気候シナリオに基づく炭素吸収量の将来予測

3つの気候シナリオ（RCP8.5、4.5、2.6）による札幌と安比の平均気温や二酸化炭素濃度などの将来予測データから、生態系プロセスモデル Biome-BGC を用いて2100年までの炭素収支を予測しました。台風の攪乱を受けた森林は一時的に炭素の放出源（炭素収支が赤字）となりますが、徐々に回復する様子がわかりました。また気候変動により気温が上昇するほど森林の光合成による炭素吸収と呼吸による炭素放出がともに増加するため、その差である炭素収支は気温上昇の程度による違い（シナリオ間の違い）が小さいと予想されました。このことは、天然林による炭素吸収は将来も継続して、成熟した森林への推移することを示しています。ただし、いつ発生するか予測できない台風、火災、虫害などによる大規模な森林被害が炭素吸収量の変化に大きく影響することも明らかになりました。

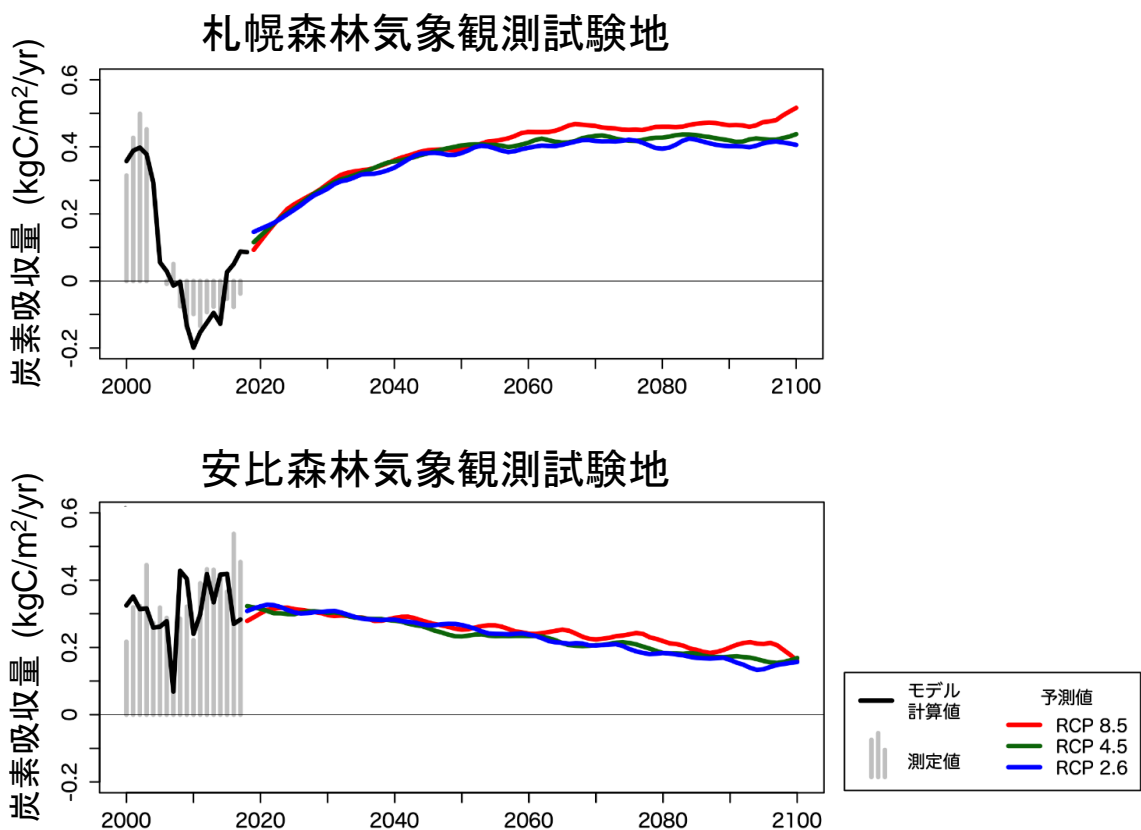


図3 札幌森林気象試験地と安比深沈気象観測試験地での炭素吸収量の変化
札幌森林気象試験地は2004年に大規模な風害を受けています。

成果の利活用

本研究により、気候変動シナリオに基づいた天然林における炭素吸収量の将来予測が、これまでより高精細な地上分解能で可能となりました。本研究成果は、今後様々な技術の進展と国際競争による開発に伴い高精細化していく気候モデルに対して、森林における高精度の炭素吸収量をインプットすることにより、気候モデルの予測精度を向上させるために用いられます。

要旨

気候変動下での天然林における炭素吸収量を予測するため、台風による攪乱を受けた天然林と定常状態の天然林において、林冠の反射から算出された正規化グリーンネス指数を用いたモデルによる炭素吸収長の空間評価手法を開発しました。また、3つの気候変動シナリオにおいて、2100年までの天然林の炭素吸収量をモデル計算し、その経年変化を予測しました。

まず、開葉期から落葉期までドローン観測データを用いて、森林の炭素吸収量と反射スペクトルから得られる指標の関係を調べました。その結果、正規化グリーンネス指数が炭素吸収量に関係する物理量を推定するのに適していることが明らかになりました。炭素吸収量の空間評価を行うため、Sentinel-2衛星データを用いて正規化グリーンネス指数から炭素吸収量を推定する式を開発しました。この推定式を用いることで、地上分解能10mで炭素吸収量をマッピングすることが可能となりました。また、それぞれの天然林に対して、3つの気候変動シナリオ（RCP8.5、4.5、2.6）と枯死率の予測値を用いて、生態系プロセスモデルBiome-BGCにより2100年までの炭素吸収量の将来予測を行ないました。その結果、炭素吸収量は、シナリオによる差が小さく、将来にわたり天然林による炭素吸収が継続することが予測されました。

Kitao, M. et al. (2021) Integration of electron flow partitioning improves estimation of photosynthetic rate under various environmental conditions based on chlorophyll fluorescence. Remote Sensing of Environment 254: 112273

研究代表者

研究ディレクター（気候変動研究担当） 平田 泰雅



プロフィール

リモートセンシングによる国内外での森林モニタリング手法の開発、気候変動研究に従事。

担当研究機関

森林総合研究所（北海道支所、東北支所、森林防災研究領域、森林管理研究領域、企画部）

問い合わせ先 TEL 029-829-8377（相談窓口）



ISSN 1349-0605

森林総合研究所交付金プロジェクト研究 成果 No. 85

「気候変動下での天然林における炭素収支の空間評価・将来予測手法の開発」

発行日 令和4（2022）年2月1日

発行者 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地

電話 029-873-3211（代表）

※本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。