

温暖化が永久凍土の森林へ与える影響は？ CO₂ 放出・吸収量の推移を 20 年間観測

<ポイント>

- ◇アラスカの永久凍土^{*1}の森林における CO₂ 放出・吸収量を、2003 年から 20 年間観測。
- ◇後半 10 年間の CO₂ 吸収量は、前半 10 年間と比較して約 20% 増加していた。

<概要>

アラスカやシベリアなど北半球の高緯度地域には永久凍土があり、その上には森林が広がっています。温暖化が進むと、永久凍土が解けて、中に含まれた大量の有機炭素^{*2}が CO₂ として放出される可能性がある一方、永久凍土上の森林が成長し、CO₂ の吸収量が増加する可能性もあります。そのため、温暖化が永久凍土全体に与える影響を調べるためには、長期間の観測が必要です。

大阪公立大学大学院農学研究科の植山 雅仁准教授と、信州大学学術研究院（理学系）の岩田 拓記准教授、新潟大学大学院自然科学研究科の永野 博彦助教らの共同研究グループは、森林の CO₂ の放出・吸収量をリアルタイムで観測できる気象観測タワー（図 1）を用いて、アラスカの森林における推移を 2003 年から 20 年間観測。分析の結果、2013 年～2023 年における CO₂ 吸収量は、その前の 10 年間に比べて約 20% 増加しており、その主な要因は近年の降水量増加と、CO₂ 濃度の上昇による光合成量の増加であることが明らかになりました。

本研究成果は、2024 年 10 月 25 日に、国際学術誌「Proceedings of the National Academy of Sciences」のオンライン速報版に掲載されました。



図 1 米国アラスカ州フェアバンクス永久凍土上のクロトウヒ林に設置された、森林の CO₂ 吸収を評価するための気象観測タワー。

30 分毎に、365 日、20 年以上、森林の CO₂ 吸収量を連続的にモニタリングしている。

<植山 雅仁准教授のコメント>

過酷な環境にさらされる観測システムを 20 年以上に渡って維持管理して高品質なデータを蓄積させることには、相当の忍耐を要しました。毎年のメンテナンス時に目にする極北の原野やオーロラ、研究の展開と共に広がる国内外の研究者との繋がりは、折れそうな心を癒して余りある活力の源です。

<研究の背景>

北半球の高緯度には、永久凍土と呼ばれる凍った大地が広がっており、その上には北方林とよばれる森林やツンドラなどの生態系が成立しています。高緯度地域では、温暖化が地球全体の2～3倍の速度で進行し、また、それに伴うさまざまな環境変化が生じています。永久凍土には大量の有機炭素が蓄積されていますが、温暖化が凍土融解を引き起こすことで有機炭素が分解され、CO₂やメタンなどの温室効果ガスとなって大気に放出されることが懸念されています。一方で、温暖化やCO₂濃度の上昇は、寒冷地域の植物の生育を促進させて、CO₂の吸収量を増加させる可能性もあります。温暖化の生態系への影響といった長期的な変化を評価するためには長期の実測データが必要不可欠ですが、過酷な環境下での長期モニタリングは容易ではありません。そのため、温暖化やそれに関連した環境変化に対して、高緯度の生態系のCO₂吸収機能がどう変化するかは、よく分かっていませんでした。

<研究の内容>

本研究グループでは、森林のCO₂吸収・放出量を30分毎にリアルタイムで計測できる気象学的手法を用いて、アラスカの永久凍土上の森林のCO₂交換量を2003年から長期観測しています。今回公表した永久凍土上の森林を対象とした20年に渡る長期観測データは、私たちが知る限り、凍土林に関する研究では世界最長の記録です。

20年の観測データから、近年10年間の森林のCO₂吸収量は、その前の10年間の吸収量に比べて、約20%増加していることが明らかになりました（図2）。また、この主要因が近年の降水量の増加に伴う湿潤化と、大気CO₂濃度の上昇による夏季の光合成の増加であることを突き止めました。

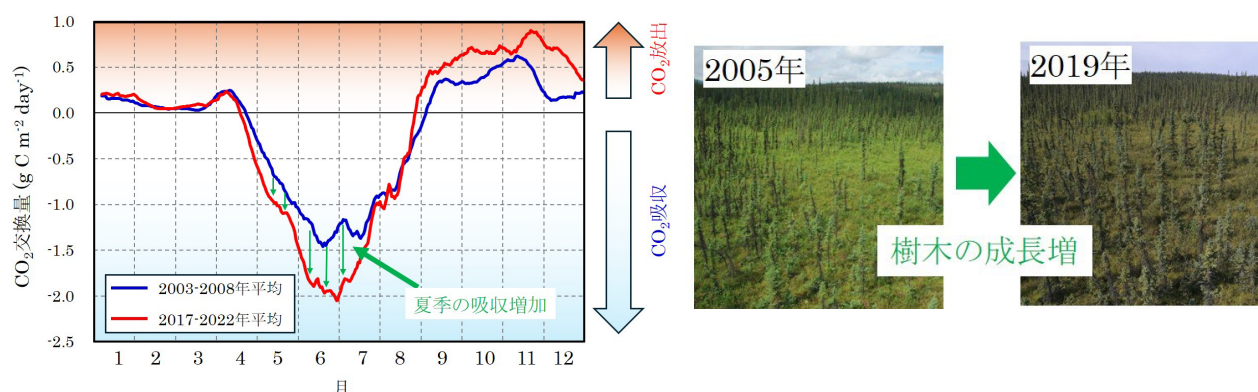


図2（左） CO₂交換量の平均的な季節変化

観測開始ごろの2003年～2008年平均値に比べて、近年、夏季のCO₂吸収量が増加している。

図2（右） 2005年と2019年に撮影した森林の様子

成熟林にも関わらず、近年、樹木が成長してきていることが、過去の写真との比較から確認できる。

<期待される効果・今後の展開>

高緯度の森林のCO₂吸収量が長期的に増加していること、また、その原因が大気の水循環や人為起源のCO₂濃度上昇に関連していることが、長期観測で明らかになりました。今回の20年の観測の知見やデータを、温暖化がさらに進行する将来にそのまま適用することは難しいため、さらなる長期観測が必要ですが、温暖化予測モデルの検証や改良に役立つことで、温暖化予測の精度の向上が期待されます。

また、高緯度地域には多様な生態系が成立しており、一つの森林の結果を高緯度地域の生態系全体の知見として活用することはできないため、より多くの地点での調査を実施し、それらのデータを持ち寄った国際共同研究の推進が望まれます。

<資金情報>

本研究は、文部科学省 北極域研究加速プロジェクト（ArCS II : Arctic Challenge for Sustainability II、<https://www.nipr.ac.jp/arcs2/>）からの支援を受けて実施しました。

<用語解説>

※1 永久凍土…2 年以上、連続して 0℃以下の温度となっている地面。凍土地帯でも、夏季はその表層が融解するため、植物の生育が可能。

※2 有機炭素…植物は光合成により CO₂ から有機炭素を作り出し、植物が落葉・枯死することで、その有機炭素は土壌で分解されて CO₂ に戻る。永久凍土地域は土壌が低温なため、植物遺体からなる有機炭素の分解が制限され、土壌に多く蓄積している。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Proceedings of the National Academy of Sciences

【論文名】 Anomalous wet summers and rising atmospheric CO₂ concentrations increase the CO₂ sink in a poorly-drained forest on permafrost

【著者】 Ueyama, M., Iwata, H., Nagano, H., Kukuu, N., Harazono, Y.

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1073/pnas.2414539121>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院農学研究科
准教授 植山 雅仁（うえやま まさひと）

信州大学理学部理学科物質循環学コース
准教授 岩田 拓記（いわた ひろき）

新潟大学大学院自然科学研究科
助教 永野 博彦（ながの ひろひこ）
E-mail : hnagano@agr.niigata-u.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：竹内

信州大学総務部総務課広報室

新潟大学広報事務室

TEL : 025-262-7000

E-mail : pr-office@adm.niigata-u.ac.jp