

● 坂部 綾香 特定助教 *Ayaka SAKABE (Assistant Professor)*

専門領域： 生物環境物理学（Biological and Environmental Physics）

受入部局： 農学研究科（Graduate School of Agriculture）

直前所属： 大阪府立大学 生命環境科学研究科
（Graduate School of Life and Environmental Science, Osaka Prefecture University）



地上観測データの統合解析による 森林における炭素循環メカニズムの解明

植物は光合成によって大気中の二酸化炭素を吸収、固定することから、森林は温暖化防止に重要な役割を果たすと期待されています。さらに森林では、強力な温室効果ガスであるメタンもやり取りされています。森林の温室効果ガス吸収能力に期待が寄せられ、森林保全の重要性が指摘されていますが、世界の森林面積は依然として減少を続けています。人間活動による急激な土地利用の改変が気候にもたらす影響に危機感を持ったことをきっかけに、森林のガス交換機能の実態を観測で明らかにしたいと思いこの研究を始めました。森林が炭素循環に果たしている役割を明らかにするには、現場でガス交換と環境要因の観測を長期的に継続する必要があります。森林の機能をイメージで捉えるのではなく、科学的に定量評価することができれば、森林の利用、保全について考える際に、新たな指標となる情報を提供できるのではないかと考えています。

森林のガス交換機能とは

森林では、ガス交換を介して様々な物質が大気とやり取りされています。まず蒸発散によって降水の一部を水蒸気として大気へ返し、水循環を駆動します。また、光合成によって温室効果ガスである二酸化炭素を吸収します。そのため、森林は温暖化防止に重要な役割を果たすと考えられています。森林のガス交換機能を詳細に見ると、植物、土壌微生物による呼吸でかなりの二酸化炭素が大気へ返されます。また、土壌では二酸化炭素に次ぐ温室効果ガスであるメタンが吸収、放出されています。森林ではそれぞれの生物の生存戦略の結果、人間の呼吸のように大気と様々な物質がやり取

An analysis of forestry carbon cycle response to climate change by synthesis of flux observations

Forests are expected to play an important role in preventing global warming because plants absorb and fix carbon dioxide in the atmosphere through photosynthesis. In the forest, methane, a powerful greenhouse gas, is also exchanged. Although the forest's ability to absorb greenhouse gases is expected and the importance of forest conservation has been pointed out, the global forest area continues to decline. Since I felt a sense of crisis about the impact of rapid land use changes due to human activities on the climate, I started this study in order to clarify the actual state of the gas exchange function of forests through observations. To clarify the role of forests in the global carbon cycle, it is necessary to continue observations of gas exchanges and environmental factors in the field over the long term. If we can quantitatively evaluate forest functions rather than capturing them in terms of images, I believe that we can provide information that will serve as a new index when considering the use and conservation of forests.

りされ、陸域生態系の炭素循環を駆動しています。人間活動は化石燃料の使用によって大気中の温室効果ガス濃度を上昇させ、森林を農地や畑に改変することで、自然界の炭素循環を乱しています。我々の生活基盤である自然環境を維持していくにあたって、森林のガス交換機能の特性を理解することは重要であると考えています。変化する環境に対して、森林は温室効果ガスの吸収源として機能するのか？その量はどの程度なのか？という問いに答えるべく、様々な観測技術を駆使して、現場でガス交換の変動を詳細かつ長期的にモニターする研究に取り組んでいます。

森林のガス交換を観測するには

ガス交換は大気の大小様々な渦によって物質が輸送されることで起こります。超音波風速計とガス分析計を用いて、森林上で鉛直風速とガス濃度の0.1秒ごとの変動を記録し、一定時間の両者の共分散からガス交換量（フラックス）を求めます（図1）。同様の手法を用いて、世界中の800以上のサイトで二酸化炭素、水蒸気フラックスの観測が行われています。メタンも森林における炭素循環の一部ですが、メタンは大気中濃度が微量であるため、森林でのフラックス観測例は非常に限られています。そのため、森林におけるメタン動態の理解は、二酸化炭素に比べて遅れていました。私はこれまでの研究で、微量ガスに適した観測手法を適用することで、森林でのメタンフラックスの観測に取り組んできました。さらに、林内での詳細なメタン放出・吸収プロセスを調べるために、土壌、幹といった林内のコンパートメントごとのフラックス観測にも取り組んできました。

観測データの蓄積から分かることと今後の展望

これまでの観測結果から、従来の認識に反して森林がメタンの放出源となることや、森林のタイプ（気候帯、植生）によって、フラックスの制御要因が異なることが明らかになりました（Sakabe et al., 2012, 2018）。また、林内に点在する面積的には小さな湿地がメタン放出のホットスポットとなり、森林全体としてメタン放出源となることも分かりました（Sakabe et al., 2016）。こうした地上観測から明らかになる事実は、しばしば予想に反するものであり、地上観測の重要性を再認識する結果となりました。世界中の研究者が、森林に限らず様々な生態系でフラックス観測を行い、データを蓄積しています。そして現在、これらのデータを共有するネットワークの動きが活発になっています。こうしたデータベースを活用しつつ、これまでに自身が蓄積してきた観測データを統合解析することで森林における炭素循環の変動メカニズムを解明し、地上観測からしか知りえない重要なメカニズムを抽出してモデル研究につなげることができればと考えています。さらに、独自の観測を展開していくために、長期観測を継続するだけでなく、重要なサイトを選択して新たにデー

タを取得する必要があると考えています。中でも、人間活動の影響が特に顕著である熱帯林でのフラックス観測に取り組みたいと考えています。



図1 森林上でガス交換量を観測するための測器。左から、メタン分析計、超音波風速計、二酸化炭素・水蒸気分析計であり、風速、ガス濃度の0.1秒ごとの変動が絶えず測定されています。

【参考文献】

- Sakabe A, Itoh M, Hirano T and Kusin K, “Ecosystem-scale methane flux in tropical peat swamp forest in Indonesia.” *Global Change Biology*, 24: 5123–5136, 2018.
- Sakabe A, Kosugi Y, Okumi C, Itoh M, Takahashi K, “Impacts of riparian wetlands on the seasonal variations of watershed-scale methane budget in a temperate monsoonal forest.” *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 121:1717–1732, 2016.
- Sakabe A, Hamotani K, Kosugi Y, Ueyama M, Takahashi K, Kanazawa A, Itoh M, “Measurement of methane flux over an evergreen coniferous forest canopy using a relaxed eddy accumulation system with tunable diode laser spectroscopy detection.” *Theoretical and Applied Climatology*, 109:39–49, 2012.