

# ウェーブレット変換を用いた高山帯生態系における二酸化炭素交換の環境応答解析

22S6025G 吉村隆博

## はじめに

二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) は主要な温室効果ガスであり、地表面でのその交換メカニズムを理解することが課題となっている。大気と生態系との CO<sub>2</sub> 交換量は生物物理学的要因によって異なる季節、時間スケールで異なる制御がされることが知られている。通常、CO<sub>2</sub> 交換量の日積算量や月積算量などと生物物理学的要因との関係が調査されてきたが、このような手法は季節や時間スケールによる違いを調査するうえで効率的ではない。一方、近年、ウェーブレット変換を用いて、CO<sub>2</sub> 交換量の環境応答の季節や時間スケールによる違いを明らかにする試みがなされている。

本研究の目的は、高山帯生態系における CO<sub>2</sub> 交換の環境応答の解析にウェーブレット変換を用いることで、CO<sub>2</sub> 交換の特性や制御要因の詳細を明らかにすることである。

## 方法

観測サイトは長野県木曾山脈将棋ノ頭付近に位置するハイマツ生態系である。渦相関法を用いて測定された CO<sub>2</sub> 交換量を総一次生産量 (GPP) と生態系呼吸 (RE) に分離し、データの欠測はランダムフォレスト法によって補間した。また、環境要因として日射量、気温、飽差、地温を観測した。

環境要因と GPP、RE に対して、連続ウェーブレット変換を用いた解析を行った。これは時系列データをスケールと時間ごとの局所的な寄与に分解する手法である。ウェーブレットパワースペクトルにより局所的な変動の強さを、ウェーブレットコヒーレンスにより環境要因と CO<sub>2</sub> 交換との間の局所的な相関と位相差を、パーシャルウェーブレットコヒーレンスにより一環境要因の影響を削除した相関を求めた。

## 結果と考察

非積雪時の 1 日スケールにて、GPP は連続した強い変動を示した。日射量も同様の強い変動を示し、日射量と GPP との間に有意なコヒーレンスが確認された。その位相差は小さく、日射の日変化が光合成を制御していることが示された。同様に、夏期の 2 日から月スケールにて、CO<sub>2</sub> 交換量と日射量は局所的に強い変動を示し、局所的に有意なコヒーレンスが確認された。天気の移り変わり、梅雨から梅雨明けによる日射量の変化が GPP を制御していることが示された。融雪後及び積雪開始前におけるひと月スケールにおいて、気温と GPP との間に有意なコヒーレンスが確認された。この期間の日射は十分に高く、光合成量を制限する気温によって GPP が制御されていると考えられる。融雪後及び積雪開始前における 2 週間からひと月スケールにおいて、気温及び地温と RE との間に有意なコヒーレンスが確認され、この期間の RE が気温及び地温に制御されることが示された。また、融雪後の地温と RE との相関は気温と RE との相関に比べて遅れた。この期間の気温の上昇は地上部の呼吸を制御し、土壌の融解による地温の上昇は土壌呼吸を制御することが考えられる。

飽差は GPP の主要な制御要因にならなかった。高山帯では飽差が低く保たれ GPP を大きく制御しない可能性が考えられる。

## まとめ

高山帯生態系の CO<sub>2</sub> 交換は日射、気温、地温により制御され、その制御が働く時間スケールが季節によって異なることが示された。特に春秋の融雪後、積雪前を取り巻く CO<sub>2</sub> 交換の制御要因の理解には、連続ウェーブレット変換が有効であったと考えられる。