

微気象観測ネットワークによる日本の森林における炭素吸収量の長期モニタリング A long-term monitoring of the carbon uptake by Japanese forests via micrometeorological observation network

山野井克己¹, 大谷 義一^{1*}, 溝口康子¹, 安田幸生¹, 中井裕一郎¹, 北村兼三¹, 高梨聡¹, 小南裕志¹, 深山貴文¹, 荻野裕章¹, 清水貴範¹, 玉井幸治¹, 中野隆志²

Katsumi YAMANOI¹, Yoshikazu OHTANI^{1*}, Yasuko MIZOGUCHI¹, Yukio YASUDA¹, Yuichiro NAKAI¹, Kenzo KITAMURA¹, Satoru TAKANASHI¹, Yuji KOMINAMI¹, Takafumi MIYAMA¹, Hiroaki HAGINO¹, Takanori SHIMIZU¹, Koji TAMAI¹, Takashi NAKANO²

¹ 森林総合研究所, ² 山梨県環境科学研究所

¹ Forestry and Forest Products Res. Inst., ² Yamanashi Inst. of Environmental Sci.

1. はじめに

世界各国で行われている地球温暖化緩和の取り組みでは、陸上の生態系、とくに森林における二酸化炭素吸収量の把握が重要な課題となっており、さまざまな気候、地域や森林タイプに対応した森林の炭素循環のメカニズム解明が急がれている。森林による CO₂ 吸収量を評価し、気候変動を予測するモデルに正しく森林の効果を盛り込むためには、観測によって森林と大気間のエネルギーや CO₂ の交換過程に関する理解を深め、モデルのパラメタリゼーションの向上、モデルの検証やリモートセンシング手法による炭素収支推定の比較検証などに必要なデータを収集・蓄積する必要がある。このような課題に取り組むため、欧米を中心に陸域生態系の炭素吸収量を長期にモニタリングする観測ネットワーク (FLUXNET) が構築され、我が国を中心にアジア地域にも観測ネットワーク (AsiaFlux) が展開された。ここに紹介するのは、このような森林生態系の炭素吸収量とそれに関わる過程を総合的に解明することを目的に設置された観測ネットワーク「森林総合研究所フラックス観測ネットワーク」による観測成果の一部である。

2. 観測の概要

観測ネットワークに属する試験地は、札幌 (SAP: 落葉広葉樹林, 北海道札幌市), 安比 (API: 落葉広葉樹林, 岩手県八幡平市), 川越 (KWG: 落葉広葉樹林, 埼玉県川越市), 富士吉田 (FJY: 常緑針葉樹林, 山梨県富士吉田市), 山城 (YMS: 常緑・落葉広葉樹林, 京都府木津川市), 鹿北 (KHW: 常緑針葉樹林, 熊本県山鹿市) の日本の森林 6 箇所に設定されている。試験地には共通のプラットフォームとして樹冠上に達する観測タワーを設置し、群落上で風速、気温、水蒸気量、二酸化炭素濃度等の乱流変動値や解析に必要な各種微気象要素を継続的に観測している。観測システムとしての特徴は、二酸化炭素濃度変動測定にクローズド型の赤外線ガス分析計を用いていること、赤外線ガス分析計に導入する大気は除湿していること、代わりにセラミック湿度センサと白金温度計を用いて潜熱フラックスを測定していること、などである。各種の乱流フラックスは渦相関法によって求め、計算の単位時間は 30 分で、通常行われる生データに対する品質管理等を共通に行い、データの精度を管理しつつデータベースを構築し、生態系純生産量 (NEP) やそれから推定される生態系呼吸量 (RE), 生態系総生産量 (GPP) と主要な微気象要素などについて公開を行っている (URL 参照)。

3. 観測結果の例

NEP の季節変化のパターンは、サイトごとにより異なっていた。落葉広葉樹林で積雪寒冷地域に位置する SAP と API は類似した季節変化を示し、冬期はほぼ一定値で炭素を放出 (負の NEP が連続) し、5 月から 8 月の着葉期に大きな炭素吸収量 (正の NEP) を示した。一方、常緑針葉樹である FJY や KHW はほぼ一年を通じて炭素を吸収していた。KHW では、高温と梅雨の影響で 6 月から 8 月に NEP が小さくなった。YMS は森林の成長があまり良くない里山の混交林であるため NEP は小さく、冬期はわずかな放出となった。SAP は 2004 年の台風による大規模な風倒被害により、夏期の NEP は被害前に比べて半分になったが、冬期の NEP はほとんど変化がなかった。API は 2007 年 8 月にブナアオシヤチホコによる虫害を受け、ブナが葉を失った。そのため 8 月以後は NEP が負 (炭素の放出) となり、NEP の季節変化に大きな影響が見られた。

年炭素収支には大きな年々変動が見られた。観測した NEP の変動が大きいほど GPP, RE の変動も大きくなる傾向が認められた。FJY では NEP の変動はわずかで、GPP と RE の変動傾向は同じでその変動幅も比較的少なかった。2007 年に虫害の被害を受けた API では、RE はほとんど変化せず GPP のみが減少することにより NEP が 1/3 に減少した。しかし、翌年の炭素収支への影響は見られなかった。台風による森林被害を経験した SAP で被害前後の炭素収支を比較した結果、樹冠の被害が大きかった (タワー周辺で 50 % 以上の樹木が幹折れや根返りを起こした) が、GPP の減少は少なかった。しかし RE の増加が顕著であった。被害後の NEP は負となり、森林は炭素の放出源となった。各サイトの年炭素

収支の比較を行った結果、YMS の混交林を除き、気候や樹種の違いが大きいにも関わらず、NEP は $3 \sim 4.5 \text{t[C]ha}^{-1}\text{y}^{-1}$ の範囲であった。森林は GPP として大気から吸収した炭素のうち 74~88 %を RE として放出しており、残りの 12~26 %を NEP として吸収していた。

今後は群落微気象モデルや生態系個別要素の収支との比較など、異なる手法間での収支比較などを充実させ、森林生態系の炭素収支の測定精度向上につなげて行きたい。

(URL:<http://www2.ffpri.affrc.go.jp/labs/flux/>)

キーワード: タワーフラックス観測, 生態系純生産量, 生態系呼吸量, 生態系総生産量

Keywords: tower flux observation, NEP, Ecosystem respiration, GPP