

# 森と大気の ガス交換測定を通して 森と人間社会の 関係を考えたい

## 研究の 現場から



坂部 綾香

SAKABE Ayaka

第10期 特定助教(農学研究科)

### なぜ森林を研究しようと思ったのですか？

子供の頃、地球温暖化についてのニュースを見るたびに、地球の気候はどうなってしまうだろうと不安に思った記憶があります。そして大学に入る頃、この問題にはきっと森林が重要だろうと森林科学科を選びました。植物は光合成をすることで、二酸化炭素を吸収して酸素を放出するから、あるいは、なんとなく森林は環境に良さそうというイメージ程度であったかもしれませんが。漠然と、地球上には森林が存在するべきだろうと思っていました。では、なぜ森林が大切なのか？ それに答えるには、森林が地球環境にどのような影響を与えているのか正確に知る必要があると思いました。森林が気候に与える影響を科学的に説明することが、森林を保全する意義の答えにつながるかと考えたためです。

### 森林研究=木・植物の研究というイメージがありますが、なぜガス交換に着目されたのですか？

知りたいのは森林を舞台とした生物活動が地球環境に与える影響ですが、林内の生物活動は多岐にわたるため、例えば1本の木をじっくり調べても、森林全体が大気に与える影響を定量化するのはなかなか困難です。そこで、林内の様々な生物活動、物理プロセスの結果起こるガス交換量を測定することで、森林生態系と環境の関係を定量的に理解することを目指しています。人間活動によって地球上の炭素の循環に変化が生じ、大気中の温室効果ガスが増加することで地球温暖化が引き起こされると考えられていますが、森林は陸域の炭素循環の主役です。なかでも熱帯林は、年間を通じて盛んに光合成をおこない、巨大なバイオマスを形成していることから「地球の肺」とも呼ばれます。さらに、森林と大気間では、水蒸気、メタン、その他の気候に影響を与える様々な

微量ガスがやり取りされており、森林のガス交換は気候に影響を与えています。生物活動が反映された結果であるガス交換量が、一日の中で、季節の中で、より長期的には森林が成熟するにつれて、あるいは気候が変化する中で、ダイナミックに変化する様子を捉えられる点を非常におもしろく感じています。

### 森林におけるガス交換を定量化するにあたり、こういった作業・研究をされているのですか？

樹冠より上で乱流渦による空気の動き(鉛直風速)とそれに連動した対象ガス濃度の変動を0.1秒ごとの高速で測定し、両者の変動の関係から対象ガスの鉛直方向の輸送量(フラックス)を計算します。フラックスは風上方向の広範囲を代表したものであり、自然状態の生態系の物質交換量を測定することができます。樹冠より上にアクセスするためにタワーにのぼります。マレーシアのパノ熱帯雨林にあるタワーは、樹高が高いので地上52mのタワー先端に測器が設置されています。樹冠を抜けたタワーの上はジリジリ暑いのですが、眺めは抜群で風が気持ち良いです。

タワーを使った二酸化炭素フラックスの観測は、陸域生態系の二酸化炭素収支を把握することを目的に、世界中の森林で観測が展開されています。私は、森林でメタンフラックスの観測を行っています。メタンは二酸化炭素に次ぐ温室効果ガスですが、二酸化炭素に比べて大気中濃度が低いので測定が難しく、理解が不足しています。ある森林がメタンの放出源となるのか吸収源となるのかさえ、測定してみないと分かりません。そのため、測器を設置して最初にデータが見られる瞬間が一番の楽しみです。生物活動に影響を与える環境データと併せて解析することで、どのようなメカニズムでフラックスの変動が起こっているのかを探ります。



インドネシアの泥炭湿地林のタワーにアクセスするために、ボートで移動中の様子。

インドネシアのカリマンタン島中部の都市、パランカラヤの泥炭湿地林に建つ高さ36.5 mのタワー上の様子。ガス交換量を測定するための超音波風速計、メタン分析計などが設置されている。運が良いときはタワーからオラウータンの親子、サイチョウなどの野生動物を発見することもできる。



### 坂部先生のご研究によって、なにがわかってきましたか？

森林は土壌でのメタン吸収が期待されていますが、滋賀県のヒノキ林で観測を行った結果、季節的に森林がメタン放出源となることが示されました。また、森林におけるメタン動態はこれまで土壌に焦点が当てられてきましたが、ある種の幹表面からかなりのメタンが放出されることも分かってきました。現在、どこで生成されたメタンがどのような経路で幹から出てくるのか、メカニズムに迫る研究に取り組んでいます。

インドネシアの泥炭湿地林でもフラックス観測を行っています。水位が高いため水に浸かった植物遺体が分解されずに堆積し、泥炭土壌には膨大な炭素が蓄積されています。しかし、近年の泥炭地開発により炭素が急速に大気へ放出されることが懸念されています。観測の結果、泥炭湿地林はわずかなメタン放出源であることが分かりました。泥炭地開発に伴う排水はメタン放出を抑制しますが、水位の低下により酸素にさらされた泥炭の分解を促進し、二酸化炭素の放出量を著しく増加させます。二酸化炭素に比べてメタンの放出量は数パーセントであるため、蓄積された炭素を維持するには、泥炭湿地林を未攪乱のまま、地下水位を高く保つことが重要であることを観測により示しました。未知のメカニズムはモデルに組み込みようがないので、データに基づいてメカニズムを探ること、そしてGround truthを取り定量的に評価することは、地上観測者にしかできない仕事であると考えています。

### 坂部先生は、今後森の研究とどのように向き合っていけますか？

数々のトラブルを乗り越え、多くの共同研究者の協力につながれた長期データは、ありのままの自然の変化を見せてくれます。例えば、森林土壌のメタン吸収量を10年以上継続して測定してい

るのですが、大気中メタン濃度が上昇するにつれて、土壌メタン吸収量が増加していることが分かりました。環境と生物は相互に作用するし、その関係は不変ではないことを実感しました。今後も、人間活動、それに起因する環境変化が森林におけるガス交換にどのように影響を与えるのか、反対に森林のガス交換の変化は気候にどのような影響を与えるのかを明らかにする研究を続けたいと考えています。

最後に、森と人間社会の関係を考えていく際に、自分が専門とする分野だけでは答えは出せないと考えています。データは熱帯湿地林からオイルパームへの転換は、膨大な炭素放出を招くと数値で示したとしても、オイルパーム産業は人々に経済的な恩恵をもたらしますし、森林を切り開いてダムを建設することで、多くの人の生活が豊かになることも事実であると思います。どこかでバランスを取る必要がありますが、森林の機能に関する科学的なデータが判断基準の一つとして加わることを目指して研究したいと思っています。

### インタビュー後記



第12期の東島沙弥佳さんと2名で坂部さんの研究を取材させていただきました。地球環境を維持するために森林が重要というのは漠然と知った気でしたが、研究者がそれを実証する“森林全体を考える”データをどのようにとっているのかというその視点が新鮮でした。私がフィールドとする草丈の低い草原地帯とは違い、森林は地表から約50mの広大な空間が対象です。草とは違い樹齢を重ねる樹木、したがって森林も成熟するなど、“森林”の多様性を改めて知る機会になりました。(第12期 大谷育恵)