

大学院教育支援機構（DoGS）海外渡航助成金 報告書

Outcome report

計画名 Plan	樹木幹メタン放出のメカニズムを数理モデルで理解する
氏名 Name	持留 匠
研究科・専攻・学年 Graduate school/Division/Year level	農学研究科 森林科学専攻 修士2年
渡航国 Country	フィンランド
渡航日程 Travel schedule	2023年 11月 27日 ~ 2023年 12月 13日

- ページ数に制限はありません。No limits on the number of pages
- 写真や図なども組み込んでいただいて結構です。You can include pictures or illustrations.
- 各項目について具体的に記述してください。Please fill in each item specifically.
- 日本語または英語で記載ください。Please use Japanese or English.

渡航計画の概要 Outline of the travel plan

私は樹木の幹からのメタンガス放出という現象について研究している。いち個体内での幹メタン放出の空間変動性は主に2つの要因がかけ合わさって作られると考えられる。すなわち、①幹内部におけるメタン生成菌によるメタン生成の空間分布、②幹内部におけるメタンの移動現象、である。

そこで今回は②について、樹幹内のさまざまな物質の移動のモデル化・シミュレーションを専門とするヘルシンキ大学の Teemu Hölttä 教授に、指導いただくことにした。

渡航は17日間で、滞在先はフィンランドのヘルシンキ大学農学部である。

成果 Outcome

渡航前に、Hölttä 先生による先行研究を参考にしながら、幹内部でのメタンについて円柱座標系にあてはめた拡散方程式を使って数値解を求めるプログラムを作成した。

滞在期間のはじめに Hölttä 先生と面談し、これまでの研究と、今回用意してきたデータ・モデルを紹介し、このモデルをどのように改良できるかアイデアをいただいた。その後も定期的に5回ほど面談を繰り返し、改良とそれに対するフィードバックをいただくことを繰り返した。最終日には、今回滞在中の成果をセミナーという形で研究室内外の人に発表した。

滞在期間中、モデルは事前に準備していたものから飛躍的に進歩した。例えばメタンの移動のプロセスに関しては、はじめは濃度勾配が駆動する拡散現象しか組み込んでいなかったが、樹木の蒸散にともなう流れに気体が溶け込んで移動する移流現象も再現した。

こうして出来たモデルに、いくつかの観測データを入力し、パラメーターを変化させながらメタン放出の空間パターンを出力し、これを観測されたメタン放出パターンを比較することで、実際に観測することの難しい、幹内部のメタンの移動メカニズムを考察することができた。

今回の滞在中に学んだのは、モデルの設計方法だけではなく、モデルをどのように使うか（モデルからどのような結論を引き出すか）という点だった。私はこれまでずっとフィールドでの測定をしてきたため、モデルを扱うときもあくまで現実に即したパラメーター設定をしていた。しかし先生のアドバイスをうけて、モデルのパラメーターを極端に大きくしたり小さ

くしたりすると、メカニズムを理解できるケースがあった。その最たる例は、樹木の太さや高さを変更、つまり木の大きさを変えてしまうというものだったが、それによって前述の拡散・移流それぞれの影響力が変化することがわかった。これによって、自分が観測していないサイズの樹木個体中における、メタンの移動現象についても議論を展開することができた。



筆者(左)と Hölttä 先生(右)

こうした発想は、現実の森林のなかで既に存在する樹木を相手に測定をする者としては、まったく思いつかないものであった。モデルを専門とする先生を実際に訪ねて議論を重ねる利点だと感じた。

博論公聴会

予期しなかったことではあるが、滞在期間中、似た研究テーマの博論公聴会が開催されたので傍聴した。発表者の研究は実験デザインも観測の精度も高く、とても良い発表であったが、驚いたのは質疑応答の長さであった。ヘルシンキ大学の博論公聴会は、学外から代表質問者として研究者を招き、教壇上に質問者と発表者が向かい合って座って質疑応答をおこない、聴衆はそれを見学する、といった形式を取るが、この1人の質問者がなんと2時間半にも渡ってあらゆる角度から質問をした。発表者はその1つ1つに丁寧に答えていて、感激した。私も来年の4月から博士課程に進学するにあたって、この発表者のような良い研究をしようと思った。

今後の展望 *Prospects for the future*

まずは今回の結果を修論に組み込み、さらに内容を拡充して投稿論文に仕上げたいと考えている。

モデル化・シミュレーションをすることで、今後、現地で測るべき特徴量、あるいは実験デザインも明らかになってきた。このようにモデルと測定を研究の両輪とすることで、幹メタン放出について、いままで知られていなかったプロセスを発見したり、個体内の現象を一般化して、より広い個体群レベルの幹メタン放出量の定量に活かすことを目指す。

幹の内部の物質の拡散・移流についてはモデリングの手法を習得できた。この技術に磨きをかけ、将来は幹メタン放出だけでなく、樹木のさまざまな生理現象についても、他の研究者と協力しながら果敢に取り組んでいきたい。

今回はこのようなチャンスをいただくことで、新たな技術・視点・人脈を得ることができた。博士進学直前というタイミングも相まって、今後の研究展開に大きな影響があるだろうと考えている。

支援いただいたことを非常に感謝しています。