

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	地域の水循環モデルの開発と水文極端現象の解析技術の習得
氏名 Name	東郷 俊太郎
研究科・専攻・学年 Graduate school/Division/Year level	農学研究科 地域環境科学専攻 修士1年
渡航国 Country	アメリカ合衆国
渡航日程 Travel schedule	2025年 2月 3日 ~ 2025年 3月 20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

地球上の水循環は、降水・河川流・地下水などによる水の移動を示す概念であり、生態系維持や人間活動において重要な役割を果たしている。しかし、近年では気候変動の影響により、水文極端現象が増加傾向にあるため、地球上の水循環システムの理解とともに、将来の異常気象の予測が欠かせない。報告者は、地中水動態を記述する伝統的な物理モデルである、Boussinesq 式や Richardson-Richards 式について研究を進めてきた。これらのモデルは物理過程の理解には有効である一方、現実の複雑な地形や境界条件において適用が困難という課題がある。

そこで、本渡航では、現象の内部構造に依存せず、入力と出力の関係にのみ焦点をあてた応答モデルについて、将来に発生することが予測される水文極端現象も考慮した、地域の水循環についての数理モデルの開発を行う。そこで、リモートセンシングデータや応答モデルを用いた水資源に対する人為的ストレスの定量化や、過去の土壌水分データや統計分析を基にした旱魃予測などの研究により、著名な AghaKouchak 教授（カリフォルニア大学アーバイン校）に受け入れていただき、研究を行う。実際の研究計画としては、これまでの報告者の研究対象である地下水位を推定する Boussinesq 式に、入力値として衛星データを導入する適切性について議論した上で、地表水と地下水を統合的に扱う数理モデルを作成し、さらに水文極端現象を解析する技術を習得することを目指す。

成果 Outcome

2025年2月3日から2025年3月20日までの6週間、アメリカのカリフォルニア大学アーバイン校に滞在し、AghaKouchak 教授のご指導のもと、衛星データを用いた地中水動態モデルの構築および水文極端現象の解析技術の習得に取り組んだ。渡航中は、毎週の研究室ミーティングに加え、個別に指導を受けつつ研究を進めた。

渡航前には、Boussinesq 式に衛星データを入力値として用いることを想定していたが、研究の過程で、対象とした衛星データの空間分解能が粗く、Boussinesq 式に適用する先行研究が限定的であることが判明した。これを受け、AghaKouchak 教授の助言のもと、衛星データの利用がより活発な Richardson-Richards 式を用いた土壌水分移動のシミュレーションを行い、気候変動が地域の水利構造物に与える影響の定量化に向け、Richardson-Richards 式から導出される確率微分方程式の数値計算についても取り組んだ。

気候変動による極端現象の予測については、AghaKouchak 教授らの研究グループが作成した

ProNEVA というプログラムを用いることを想定しており、報告者は本プログラムコードによる解析もサンプルデータを用いて行った。本手法は、対象とする水文量が従う確率分布について、パラメータの時間発展も考慮しながら、推定するものである。具体的には、最初に対象とする水文量が従う確率分布と、共変量についての非定常モデルを仮定する。続いて、確率分布のパラメータについての事前分布を定義し、マルコフ連鎖モンテカルロ法により、事後分布を近似的に導出する。さらに、得られたモデルについて、統計的仮説検定を行ったものを出力する。

滞在期間中は、受け入れていただいた教授の他に、研究室内外の大学院生と交流する機会が多くあり、アメリカでの研究活動や生活環境についても理解を深めることができた。現地で直接指導を受け、研究活動に専念する貴重な経験となった。



図 1. 滞在した研究施設の写真

今後の展望 Prospects for the future

今回の渡航では、当初予定していたモデルを変更したこともあり、地表水のモデル化にまでは至らなかった。したがって、今後は地表水の応答モデルを用いたモデル化を行い、土壌水分移動を記述する Richardson-Richards 式を基にしたモデルとの融合が望まれる。また、習得した水文極端現象の解析手法を用いて、近年甚大化する異常気象を想定した、水循環モデルの作成に取り組む。

本渡航では、普段報告者が研究に用いる手法とは異なり、より応用色の強い研究を行うことができ、研究の幅が広がると同時に、自身の研究を客観的にみることができ、研究についての考え方や方向性が浮き彫りになった。また、研究の進め方や重視する点なども異なり、科学について多角的な視点を養うことができた。これらの経験は、今後の研究生活において、得難い基準となると考える。

最後になりますが、ご支援いただいた大学院教育支援機構（DoGS）に心より感謝いたします。