

農業地域における水循環評価のための水同位体比モデリング手法の開発

【代表者】吉岡 有美 島根大学 生物資源科学部 助教

【研究の目的と内容】

目的

同位体とは、質量数以外の物理化学的特性が同じ核種である。水を構成する酸素と水素の安定同位体比は、降水、河川水、湖沼の水、水田の水、地下水等の水で異なることが多い。水体間の値の差異を利用すれば、対象とする水体にいつ、どの水が、どれだけ影響しているか、水の起源をトレースすることができる可能性がある。イオンや窒素・リンなど水質指標には、生物による吸収や、土壌への吸着・溶出などの多くの反応系があるが、同位体はその反応系は蒸発と凝結によるものと極端に少なく、有効なトレーサーとなり得ることが指摘されている。

しかしながら、同位体比を利用した既往研究は現地観測に終始しており、時間的・空間的な解像度には限界があった。水の移動というこれまで別途開発されてきたモデリング手法に新規に同位体比の輸送や反応を組み込むことで、より精緻に水の起源を評価できる手法の開発を研究の最終目的としている。そこで、水の安定同位体比モデリング手法の基盤構築に取り組んだ。

内容

1. 現地観測

水移動と水の同位体モデリングとのカップリングモデルの開発のため、第1段階として鉛直1次元の水移動に着目する。モデルパラメータ同定・検証に不可欠なデータ収集のため、2019年5月～9月までの灌漑期間中、集中観測を実施した。土性や水管理状況が異なる3つの水田圃場を選定し、降水、灌漑水、田面水(水田内に湛水されている水)、土壌水、暗渠排水、地下水のサンプリングを実施した。降水は月1回、土壌水は2・3週間に1回、その他については週3回の頻度で実施した。湛水深、土壌の物理特性についても測定した。

2. モデリング

酸素・水素の安定同位体比は、蒸発の影響をうけて値が上昇する(動的同位体分別作用)。イネを湛水管理して栽培する水田においては、湛水があるときの湛水表面から蒸発が生じる状況と、中干し等で湛水がなく土壌表層から蒸発が生じる状況に大別される。日単位の水・物質収支に基づいて、田面水の経日変化のモデル化を行った。田面水の同位体比の計算結果を入力条件として、土壌水の同位体比について鉛直1次元の変化を移流拡散方程式に基づいて、モデル化を行った。

【研究の成果(本研究によって得られた知見、成果、論文、学会発表、外部資金への応募見込み等)】

研究によって得られた知見

1. 現地観測

3つの圃場のうち、もっとも透水性がよい圃場では最深70cmの土壌水においても時期による同位体比の変動幅が大きい。透水性が小さい圃場では20cm以深では変動幅が小さくなることがわかった。また、2圃場では、最深部の同位体比がほぼ一定値に収束しており、土壌浸透中に、混合、移流、分散作用によって同位体比が均質化している状況を確認することができた。さらに、深部の土壌水の同位体比は田面水よりも高いことから、湛水表面での蒸発に加えて、非湛水期間における土壌表層における蒸発が土壌水の同位体比への影響が示唆された。

2. モデリング

土壌水の同位体比の計算精度は、入力条件である田面水の同位体比の計算精度に大きく依存するものの、中干し期前後における、土壌水の同位体比の鉛直プロファイルを再現することができる可能性を示した。非湛水期の土壌表面での動的同位体分別作用を、田面水の同位体変動モデルに組み込むことでモデルの精度を向上が見込め、今後の研究の課題として残った。

成果

研究発表

- ・相間美菜子, 中村公人, 吉岡有美, 瀧本裕士, 中桐貴生, 櫻井伸治, 堀野治彦: 水田土壌水の酸素・水素安定同位体比の鉛直分布, 第9回環境同位体学シンポジウム, 2019年12月
- ・瀬口恋妙, 中村公人, 吉岡有美, 瀧本裕士, 中桐貴生, 櫻井伸治, 堀野治彦: 田面水の酸素・水素同位体比の経時変化と灌漑排水管理, 第9回環境同位体学シンポジウム, 2019年12月
- ・農業農村工学会大会講演会, 2020年8月(発表予定)

書籍

・同位体環境学がえがく世界:2020年版, 陀安一郎, 申基澈, 藤吉麗編, 「酸素と水素同位体比による水田が主体な扇状地地下水涵養源評価の可能性」, pp.57-59, 総合地球環境学研究所, ISBN 978-4-906888-76-4, 2020年3月

外部資金への応募見込み

- ・日本学術振興会, 国際共同加速基金 B「トンレサップ湖の消長に関わる水田主体流域管理技術の開発と農村インフラ輸出への展開」, 分担, 2019年10月～2020年3月, 採択済み
- ・クワタ水・環境科学振興財団, 研究助成金, 2020年4月申請予定