

イネ群落の生長に伴う微気象環境の季節変化が田面水の水素・酸素安定同位体比に及ぼす影響

Effect of micrometeorological conditions varied with rice growth on stable isotope ratios of hydrogen and oxygen of paddy water

濱田 洋平[1]; 田瀬 則雄[2]

Yohei Hamada[1]; Norio Tase[2]

[1] 筑波大・陸域センター; [2] 筑波大・生命環境

[1] TERC, Univ. Tsukuba; [2] Life and Enviro. Sci., Univ. Tsukuba

水田からの蒸発および蒸散は、特に水稲耕作が盛んなアジアモンスーン地域の水収支において重要な要素の一つである。田面水の直接蒸発とイネの蒸散はそれぞれ異なるプロセスであるが、両者はしばしば蒸発散として一つのフラックスにまとめて扱われている。その主な理由の一つとして、蒸発散の測定に広く用いられている渦相関法などの微気象学的手法によっては、蒸発と蒸散とを分離できないことが挙げられる。これに対して、同位体水文学的手法を用いることで両者を分離できる可能性がある。それは、田面水の水素・酸素安定同位体組成が蒸発に伴う分別効果によって変化するのに対して、蒸散によっては変化しないためである。本研究ではこの可能性を検討すべく、水田の水の同位体組成の季節変化を詳細に調査した。また、イネ群落の生長とそれに伴う群落内外の微気象環境の変化を定量的に把握し、それが同位体組成に及ぼす影響を評価した。

調査対象として、茨城県つくば市真瀬地区にある水田1区画(長さ100m・幅50m)を設定した。同位体分析のため、水田の水(灌漑水・田面水・排水)を耕作期間である2004年4月~8月にかけて週1回~2回採取したほか、5月29日には日中数時間間隔で4回採水を行った。水田への降雨は蒸発抑制装置を備えた降水サンプラーで採取し、一雨ごとに回収した。同位体組成の分析は筑波大学の同位体比質量分析計(MAT-252)を使用した。水田の水収支各要素(降水・灌漑・蒸発散・排水・湛水深)の時間変化はデータロガーを用いて自動記録した。また、草丈やLAIなどイネの生長に関する指標や、群落内外の風速や温度などの微気象環境についての計測を定期的に行った。

田面水の安定同位体比は、蒸発による分別効果のため流動に伴って上昇した。各採水地点での田面水の同位体比は、全般的に時間とともに低下する傾向を示したが、灌漑水の同位体比は耕作期間を通じてほぼ安定していた。この結果、灌漑水から排水までの同位体比の上昇量は田植え直後に最大となり、季節の進行とともに次第に低下した。ダイアグラムにおける回帰直線の勾配は、やや不明瞭ながら逆に季節とともに増加する傾向を示した。これらの要因として、イネの生長による蒸発抑制効果が考えられる。しかし、5月20日~21日にかけての台風2号通過に伴う降雨直後にはこのような傾向が一時的に崩れ、すべての田面水の同位体比は降雨のそれに近い値となった。5月29日に観測された日内の変化量は、水素および酸素の安定同位体比でそれぞれ最大8パーミルおよび1.8パーミルであり、ダイアグラムの勾配は4.6~5.0の間で変化した。

水田からの蒸発・蒸散比に影響を及ぼすイネ群落の高度は、田植え直後の10cmから8月始めの90cmまで直線的に増加し、その後安定した。これに伴い、群落外(土壌面から高度1.2m)に対する群落内(土壌面から15cm)の微気象環境も徐々に変化した。群落内風速の群落外に対する比は、田植え直後の0.5から6月下旬には0.1まで低下し、その後一定値を示した。同じく気温の比も1.05から徐々に低下し、7月中旬からは0.95でほぼ安定した。田面水温の群落外気温に対する比の変動はより大きく、1.2から0.9まで変化し、7月中旬以降は採水時間帯(午後2時前後)の水温は気温を下回った。これらの結果はいずれも、イネ群落の生長に伴う田面水の蒸発抑制を支持するものであった。

本研究の結果、季節の進行に伴う田面水の安定同位体比の低下とダイアグラムにおける勾配の上昇が認められ、その要因としてイネ群落の生長に伴う群落内の微気象環境変化による蒸発抑制の影響が示唆された。このことから、田面水の同位体比は水田からの蒸発量に強く関係しており、他の手法を用いて蒸発散量を求めることで、蒸発と蒸散の分離やその比の計算に適用できる可能性が示されたと言える。他方、田面水の同位体比は降水の影響を受けるほか日内変動もあるため、これらの影響を評価する手法の開発が必要である。