

水田における経路別メタン放出と溶存メタン濃度の経時変化に関する研究 Time series of methane emissions via plant and ebullition and dissolved methane concentration in paddy field

濱本昌一郎¹・鶴海遥嘉²・小早川竜也²・梶浦雅子³・常田岳志⁴・山崎琢平²・西村拓²

¹北海道大学・²東京大学・³農研機構 農業情報研究センター・⁴農研機構 農業環境研究部門

要旨(Abstract)

本研究では、茨城県水田圃場において経路別メタンフラックスおよび溶存メタン濃度の経時変化について調べた。水稻経由のメタンフラックスおよびバブル態メタンフラックスは、それぞれ生殖成長期と栄養成長期で最大値を示した。バブル態メタンフラックスは溶存メタン濃度と正の相関がみられ、水稻の通気組織が未発達である栄養成長期では、メタン生成の増加に伴いバブル態メタンとして放出することが示唆された。

キーワード：水田、メタン、バブル噴出、溶存メタン濃度、モニタリング

Key words: Paddy field, Methane, Bubble ebullition, Dissolved methane concentration, Monitoring

1. はじめに

水田では、嫌気条件下において微生物活動によりメタンが生成され大気へと放出される。メタンは、水稻の通気組織を介する経路、土壌から田面水を介してバブル態として大気に放出される経路、水に溶解したメタンが大気に拡散する経路の三種類の経路で放出される。これまで、水田からのメタン放出の大部分は主として水稻を通して生じると考えられてきた。しかし近年、分光法を用いたレーザーメタン計の導入により、<1秒スケールでのメタン放出量の連続測定が可能となり、バブル態メタン放出の実態が認識されつつある。そこで本研究では、水田から放出される経路別のメタンフラックス変動を明らかにすることを目的とし、稲わら施用の有無や、水稻の有無が、経路別メタンフラックスおよび溶存メタン濃度に与える影響を調べた。

2. 実験方法

農研機構の谷和原水田圃場(茨城県つくばみらい市)を対象とした。水稻作付の有無と稲藁施用の有無を組み合わせ、計4処理区を設定した(稲有藁有、稲有藁無、稲無藁有、稲無藁無)。

各処理区のプロットサイズは縦30 cm、横50 cmで、合計12プロット(4処理3反復)とした。圃場は移植から成熟期まで継続して湛水した。気相率(バブル存在割合)測定のため、各処理区につき深度5 cmと10 cmに土壤水分センサー(TEROS-12, Meter group)を設置し、データロガー(ZL6 Basic, Meter group)により1時間間隔で計測した。また、土壤水分センサーと同一深度に採水管を設置し、後述のメタンフラックス測定時に土壤溶液を回収し、ヘッドスペース法により溶存メタン濃度を測定した。

メタンフラックス測定は、閉鎖式チャンバー法を採用し、メタン濃度の測定にはポータブルガス分析計(G4301, Picarro Inc.)を用いた。経路別メタンフラックスは、Kajiura and Tokida (2021)によって提案された方法を用いて算出した。測定期間は、2022年5月22日から8月27日までで、栽培期間中計13回の測定を行った。

同一圃場内で原位置ポット実験を行った。容積3Lのポットに、代掻き状態で現場土壌を充填し、各ポットに土壤水分センサーと採水管を

1本ずつ埋設した。フラックス測定区と同様の4条件で計15個のポットを作成し、水面下に位置するように田面に埋設した。生育ステージ毎にポットを回収し、Tokida et al. (2013)の手法でポット内のバブル量およびメタンバブル濃度、溶存メタン濃度を測定した。

3. 結果および考察

溶存メタン濃度は栄養成長期でピークを示し、登熟期にかけて再度増加した(図1)。稲藁有区では、特に栄養成長期で高い値を示した。このことから、有機物投与によってメタン生成が栽培初期に盛んに行われたことが示唆された。水稻経由のメタンフラックスは生殖成長期でピーク値を示した(図2)。気相率は栄養成長期で急増し、その後の変化は小さかったことから(結果非掲載)、生育に伴い水稻内の通気組織が発達し、水稻経由のメタン放出が生殖成長期で最も盛んに行われたことが考えられた。一方、登熟期では通気組織が劣化し、水稻経由のメタン放出が減少したと考えられる。バブル態のメタンフラックスは、栄養成長期に最も高く、生殖成長期で低い値で推移した後に、登熟期にかけて僅かに増加した(結果非掲載)。水稻の通気組織が未熟である栄養成長期では、生成されたメタンがバブル態として放出されることが考えられた。また、図3に示すように、溶存メタン濃度とバブル態メタンフラックスには正の相関がみられた。原位置ポット実験から溶存メタン濃度とバブル態メタン濃度の間の正の相関が確認できたことから、栄養成長期のメタン生成増加に伴い高濃度のメタンバブルが大気へと放出されたと考えられる。また、気相率とバブル態メタンフラックスの関係から、気相率9%を超えるとバブル態メタンフラックスが増加することがわかった(結果非掲載)。

4. 結論

水稻経由のメタンフラックスおよびバブル態メタンフラックスは、それぞれ生殖成長期と

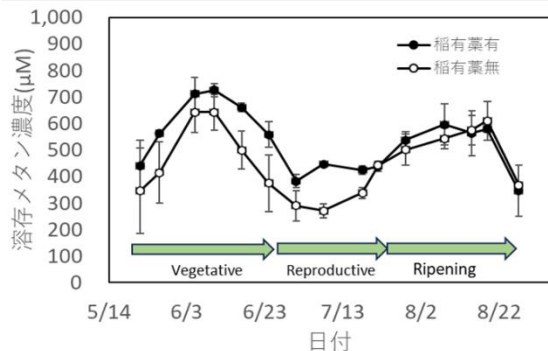


図1 溶存態メタン濃度の時系列変化

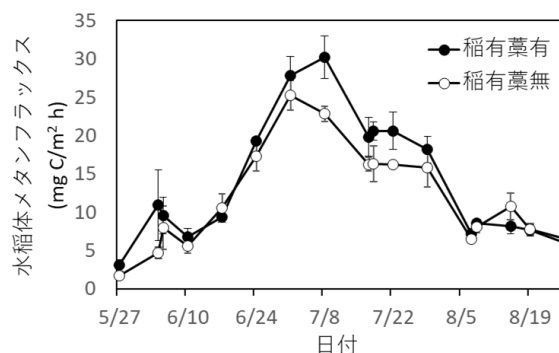


図2 水稻経由のメタンフラックス

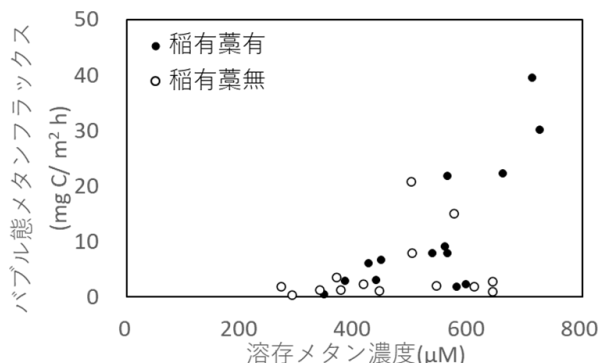


図3 バブル態メタンフラックスと溶存メタン濃度の関係

栄養成長期で最大値を示した。気相率(バブル量)の増加に伴い溶存メタン濃度が増加したことから、通気組織が未熟な栄養成長期では主としてバブル態としてメタンが放出され、その後通気組織の発達に伴い生殖成長期で水稻経由のメタンフラックスが増加したと考えられた。

謝辞: 本研究は科研費 19K22921 の補助を受けた。

参考文献: Kajiura and Tokida, J. Agr. Met. 77: 245-252, 2021. Tokida et al., Plant and Soil 364: 131-143, 2013.