

異なる浸透速度の水田土壌カラムからのメタン放出と排水のメタン濃度の測定 Measurement of the methane emission and the methane concentration in drained water from paddy soil columns with various percolation rates

○出井 宏樹*、飯田 俊彰*、岡島 賢治**、木村 匡臣*
Hiroki Dei*, Toshiaki Iida*, Kenji Okajima**, Masaomi Kimura*

1. はじめに 水田からのメタン放出が中干しや間断灌漑によって抑制できることはよく知られているが、営農面から、ある一定期間の連続湛水は必要である。通常の栽培法では、連続湛水時のメタン放出量は作付け期間のメタン放出総量の半分以上を占め、湛水時のメタン放出抑制法の検討が求められている。暗渠の水甲の操作等により、水田の浸透速度を制御することができるが、このような水田水管理による湛水時のメタン放出への影響についての研究例は少ない。Shiratori et al.(2007)は、乾田の方が湿田よりもメタン放出が少ないと報告したが、これらは圃場実験であり、単純に浸透速度のみの影響なのかは明らかではない。一方、出井・飯田(2010)は浸透速度を段階的に変化させた実験により、浸透速度とメタンフラックスとの関係は一次式で近似され、さらに浸透速度を一度 $30 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ 程度の大きな値に設定すると、近似一次式の勾配が変わることを明らかにした。そこで、土壌中のメタンの生成・消滅・放出の過程をさらに把握するため、浸透速度を $5, 13, 20 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ に設定した土柱模型を用いて実験を行い、土壌面からのメタンフラックスに加えて、排水のメタン濃度の測定を行った。

2. 方法 Fig.1 のような水田の成層土壌を再現した土柱模型（乾燥密度：作土層 0.78 g/cm^3 、耕盤層 1.10 g/cm^3 、心土層 1.52 g/cm^3 ）を6本作成し、気温が約 26°C に保たれた恒温室内で実験を行った。作土層、耕盤層には、山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場水田試験地でそれぞれに該当する土層から採取された土壌を 2 mm ふるいにかけてのものを用いた。心土層には豊浦砂を用いた。作土層の上に、すべての土柱模型で一定の湛水深（ 7.5 cm ）で 1% グルコース溶液を湛水した。

クローズドチャンバー法により、土柱模型の上面からのガスフラックスを測定した。また、ヘッドスペース法により、排水のメタン濃度を測定した。加えて、メタン生成に関連すると考えられる地温、水温、気温、土壌の酸化還元電位（Eh）を測定した。地温（熱電対）、Eh（白金電極）の測定箇所を Fig.1 に示す。湛水開始後すべての土柱模型の浸透速度を $5 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ とし、各測定項目が安定した湛水開始後 49 日目に $13, 20 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ の実験区を各 2 本ずつ設置し、2 反復の実験を行った。なお、本実験では、日本の通常の水田の浸透速度の範囲を再現した。

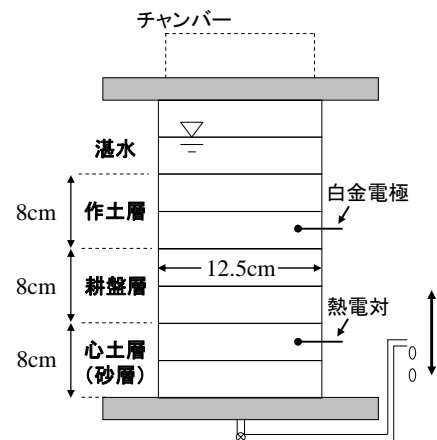


Fig.1. 実験装置
Experimental apparatus

*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo **三重大学生物資源学部 Faculty of Bioresources, Mie University

キーワード：水田水管理、メタン放出、浸透速度

3. 結果と考察 排水のメタン濃度の変化を Fig.2 に示す。湛水開始後単調に増加し、16~21 日目にピークを迎えた。その後、単調に減少し、40 日目以降は安定した。49 日目に浸透速度を変化させると、直後に 13、20 mm・d⁻¹ の実験区では共に大きなメタン濃度が検出された。その後、各実験区の濃度は単調に減少し、79 日目以降は安定した。浸透速度を大きくすると、排水のメタン濃度も大きくなることがわかった。

土壌模型の外部に排出されたメタンフラックスを Fig.3 に示す。上図が土壌面からのガスフラックス、下図が排水による輸送量を示す。ガスフラックスは、湛水開始後 14 日目までは単調に増加し、16 日目以降は安定した。49 日目に浸透速度を変化させると、13、20 mm・d⁻¹ の実験区では共に、既往の研究と同様に、ガスフラックスは減少した。排水による輸送量は、濃度と浸透速度の積であるため、Fig.2 で示した濃度の変化を増幅させたものとなった。

排水による輸送量はガスフラックスに比べ 10~100 倍程度大きかった。各実験区で Eh や温度等に相違がないことからメタンの生成量は同じであると仮定すれば、土壌内で生成したメタンの大部分は移流によって下方移動したと考えられる。浸透速度が大きければメタンは浸透水によって下方移動する間に酸化されにくいものと考えられる。

浸透速度とガスフラックスとの関係は、既往の研究と同様に一次式で近似された

(Fig.4)。また、浸透速度と排水のメタン濃度との関係も一次式で近似されることが示唆された (Fig.5)。ただし、Fig.4、5 には 79 日目以降のデータを用いた。

引用文献

Shiratori, Y. et al. (2007) : Effectiveness of a subsurface drainage system in poorly drained paddy fields on reduction of methane emissions, *Soil Science and Plant Nutrition*, 53, 387-400.
 出井宏樹、飯田俊彰(2010) : 水田土壌での浸透速度の違いがメタン放出に及ぼす影響、平成 22 年度農業農村工学会大会講演会、1-23.

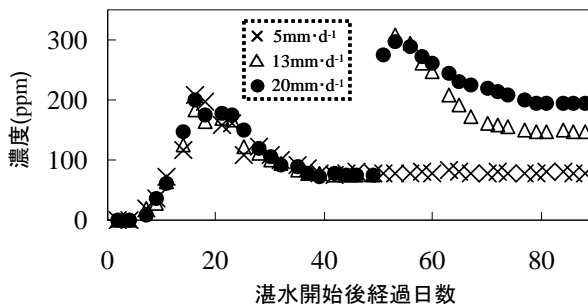


Fig.2. 排水のメタン濃度の変化
 Variation in the methane concentration in the drained water

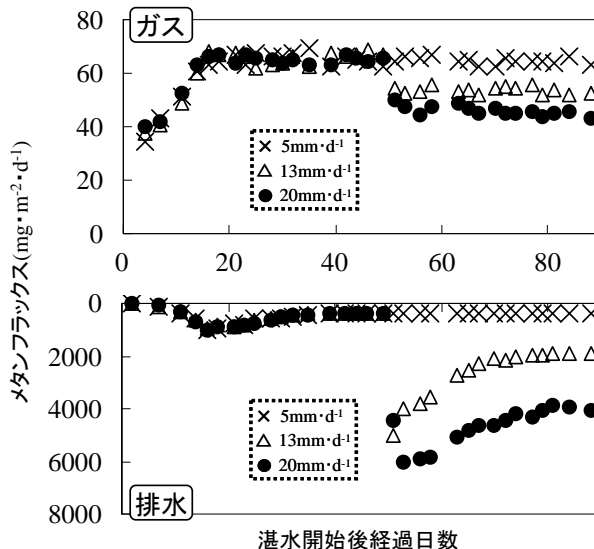


Fig.3. メタンフラックスの変化(上:ガス、下:排水)
 Variation in the methane flux (top: gas flux, bottom: drainage flux)

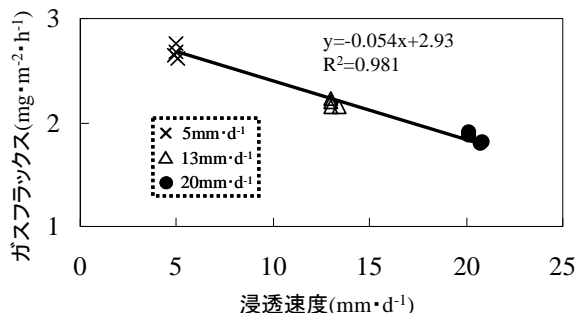


Fig.4. 浸透速度とガスフラックスとの関係
 Relation between the percolation rates and the gas flux

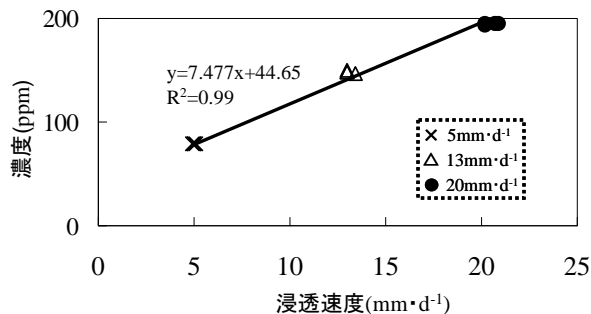


Fig.5. 浸透速度と排水のメタン濃度との関係
 Relation between the percolation rates and the methane concentration in the drained water