

水稻栽培下における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 rice plants 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、出井ら(2013)は浸透速度が異なる場合の土壌面からのガスフラックスと排水のメタン濃度を測定し、排水によるメタン輸送量はガスフラックスに比べ10~100倍程度大きく、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することを明らかにした。そこで、水稻栽培時の中干しまでの連続湛水期間における土壌中のメタンの生成・消滅・放出の過程を把握するため、浸透速度を5、20 mm・d⁻¹に設定した土柱模型に水稻を栽培して実験を行い、ガス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円筒形の土柱模型(乾燥密度:作土層 0.78 g/cm³、耕盤層 1.10 g/cm³、心土層 1.52 g/cm³)を8本作成し、降雨の影響を受けない屋外(平均気温 26.5 °C、標準偏差 3.48 °C)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ふるいにかけたものを用いた。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0.1%グルコース溶液を湛水した。また、光合成細菌の生育を防ぐため、土柱模型の側面をアルミホイルで覆った。

クローズドチャンバー法により、土柱模型上部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)と、水稻の稈長を測定した。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に施肥を行い、浸透速度を5 mm・d⁻¹とした。湛水開始後1日目に水稻(コシヒカリ)の幼苗を移植した。その後、20 mm・d⁻¹の実験区を4本設置し、4反復の実験を行った。なお、

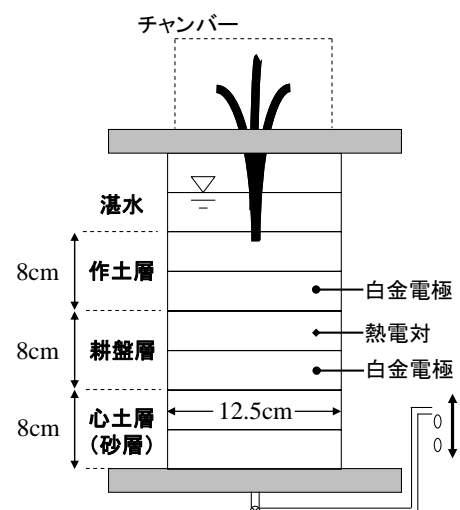


Fig.1. 実験装置
Experimental apparatus

*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

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。

3. 結果と考察 地温の変化を Fig.2 に示す。5 mm・d⁻¹ 区の地温の平均値と標準偏差は、それぞれ 26.0 °C、2.84 °C であった。一方 20 mm・d⁻¹ 区の地温の平均値と標準偏差は、それぞれ 25.9 °C、2.91 °C であった。

排水のメタン濃度の変化を Fig.3 に示す。両実験区共に、湛水開始後単調に増加し、5 mm・d⁻¹ 区では 16 日目に、20 mm・d⁻¹ 区では 21 日目にピークを迎えた。その後、単調に減少し、両実験区共に 46 日目以降は安定した。浸透速度が大きいと、排水のメタン濃度も大きいことがわかった。

土柱模型の外部に排出されたメタンフラックスを Fig.4 に示す。上図が土柱模型上部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、両実験区共に、湛水開始後 21 日目までは単調に増加し、28 日目以降は安定した。水稻を栽培しない既往の研究と同様に、浸透速度が大きいとガスフラックスは小さかった。排水による輸送量は、濃度と浸透速度の積であるため、Fig.3 で示した濃度の変化を増幅させたものとなった。

メタンフラックスが安定した状態では、排水による輸送量はガスフラックスに比べ、5 mm・d⁻¹ 区では 1/7 程度で、20 mm・d⁻¹ 区では 8 倍程度であった。各実験区で Eh や地温等にほとんど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、浸透速度が大きいほど、メタンは大気への土壌面からの放出や水稻を經由した放出が減少し、浸透水による下方移動が増加する、または、心土におけるメタンの酸化を受けにくくなると考えられた。

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、岡島賢治、木村匡臣(2013) : 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、平成 25 年度農業農村工学会大会講演会、8-20.

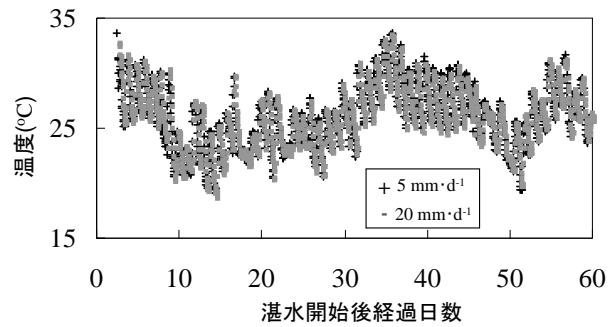


Fig.2. 地温の変化
Variation in the soil temperature

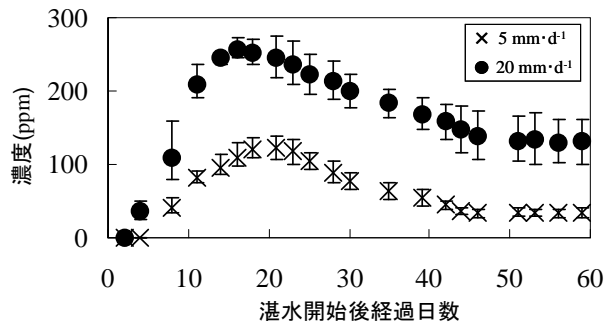


Fig.3. 排水のメタン濃度の変化
Variation in the methane concentration in the drained water

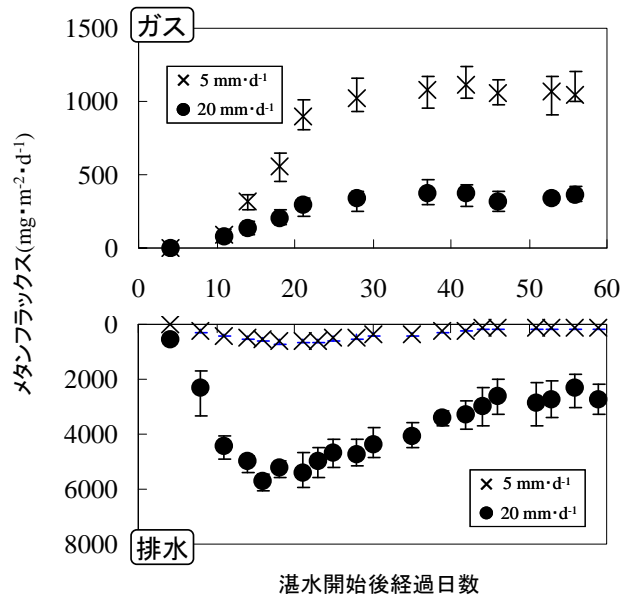


Fig.4. メタンフラックスの変化(上:ガス,下:排水)
Variation in the methane flux
(top: gas flux, bottom: drainage flux)