

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 Effect of percolation rate on methane emission from paddy soil columns

○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、水田の浸透速度や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、メタンフラックスと浸透速度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、近似式が変わることを明らかにした (Fig.1)。そこで、浸透速度とメタン放出量との関係をさらに定量的に把握するため、制御された稲のない環境下で、浸透速度を段階的に変化させた場合のメタン放出量の測定を行った。

2. 方法 Fig.2 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 $0.78\text{g}/\text{cm}^3$ 、耕盤層 $1.10\text{g}/\text{cm}^3$ 、心土層 $1.52\text{g}/\text{cm}^3$) を 4 本作成し、気温が約 30°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 2mm 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 (7.5cm) 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メタンフラックスを測定した。加えて、メタンフラックス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) と浸透速度を測定した。地温 (熱電対)、Eh (白金電極)、水圧 (多孔質管) の測定箇所を Fig.2 に示す。湛水開始後すべ

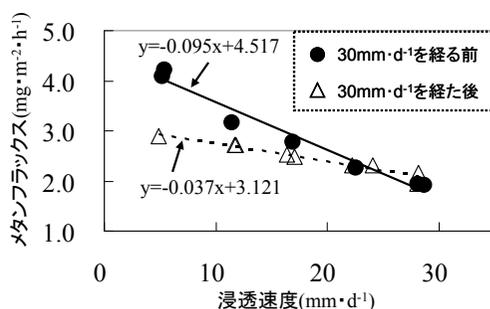


Fig.1. $30\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ を経る前後での浸透速度とメタンフラックスとの関係
Relation between percolation rate and methane flux before or after the percolation rate reached about $30\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$

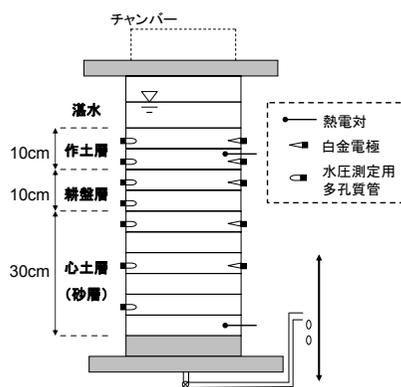


Fig.2. 実験装置
Experimental apparatus

*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

ての土柱模型の浸透速度を $0\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ とし、浸透状況が安定した湛水開始後 28 日目以降、浸透速度を変更した。Fig.3 に示すように、浸透速度を $0\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ から $10\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ に上昇させ、再び $0\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ とし、その後 $10\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 、 $20\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ と上昇させ、再び $0\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ とし最後 $20\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ とした実験区(A 区)と、浸透速度を $0\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ から $20\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ に上昇させ、再び $0\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ とし、その後 $20\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ 、 $30\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ と上昇させ、再び $0\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ とし最後 $30\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ とした実験区(B 区)を設定し、それぞれ 2 反復の実験を行った。各浸透速度で浸透速度やメタンフラックスが安定した時点で次の浸透速度へ変更した。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。

3. 結果と考察 浸透速度とメタンフラックスとの関係を Fig.4,5 に示す。両実験区ともに、両者には負の相関があり、出井、飯田(2010)と同様に一次式で近似された。

浸透速度を初期の $0\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ から $10\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ (A 区) または $20\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ (B 区) にする過程と、その後の過程とでは、浸透速度とメタンフラックスとの関係が異なることが明らかになった。さらに、 $10\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ から $20\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ (A 区) または $20\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ から $30\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$ (B 区) にする過程と、その後の過程とでは、両者の関係が異なることが明らかになった。すなわち、浸透速度を一度上昇させると、その後両者の関係を表す一次式の傾きは変化し、上昇させた浸透速度の値が大きくなるほど傾きは緩やかになることが明らかになった。両実験区とも、浸透速度の履歴に関係なく浸透速度と水圧プロファイルがほぼ一対一に対応したことや、作土層の Eh が実験期間を通してほぼ変わらなかったことから、浸透速度の上昇によって透水性や Eh 以外の土壌の変化が起こったものと推察された。

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(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.

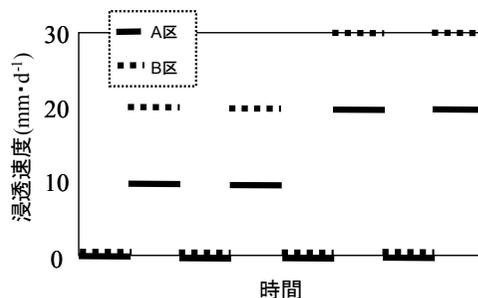


Fig.3. 設定した浸透速度の変化
Setting of changing percolation rates

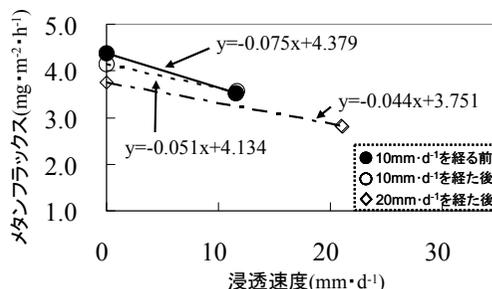


Fig.4. 各浸透速度前後での浸透速度とメタンフラックスとの関係(A)
Relation between percolation rate and methane flux in case A
before or after the percolation rate reached about 10 or 20mm·d⁻¹

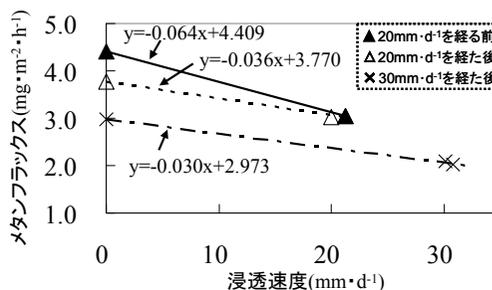


Fig.5. 各浸透速度前後での浸透速度とメタンフラックスとの関係(B)
Relation between percolation rate and methane flux in case B
before or after the percolation rate reached about 20 or 30mm·d⁻¹