

# 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  
Hiroki Dei, Toshiaki Iida

**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、水田の地下水位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。石橋ら(1997)や 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 (2009) による土柱模型からのメタン放出量の測定では、浸透速度がメタン放出に影響を及ぼすことが明らかになった。そこで、浸透速度とメタン放出量との関係を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.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  $0.78\text{g/cm}^3$ 、耕盤層  $1.10\text{g/cm}^3$ 、心土層  $1.52\text{g/cm}^3$ ）を4本作成し、気温が約  $30^\circ\text{C}$  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  $2\text{mm}$  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（ $7.5\text{cm}$ ）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放出される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) を測定した。さらに、浸透速度と排水の TOC 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.1 に示す。湛水開始後すべての土柱模型の地下水位を地表面下  $0\text{cm}$  とし、浸透状況が安定した湛水開始後 15 日目以降、地下水位を変更した。地下水位を地表面下  $0\text{cm}$  から  $25\text{cm}$  ずつ下降させ、 $100\text{cm}$  まで到達した後、 $25\text{cm}$  ずつ  $0\text{cm}$  まで上昇させ、その後浸透を止めた実験区 (A 区) と、地下水位を地表面下  $100\text{cm}$  から  $25\text{cm}$  ずつ上昇させていき、 $0\text{cm}$  まで到達した後、 $25\text{cm}$  ずつ  $100\text{cm}$  まで下降させ、その後浸透を止めた実験区 (B 区) を設定し、それぞれ 2 反復の実験を行った。各地下水位で浸透速度やメタンフラックスが安定した時点で次の地下水位へ変更した。なお、設定し

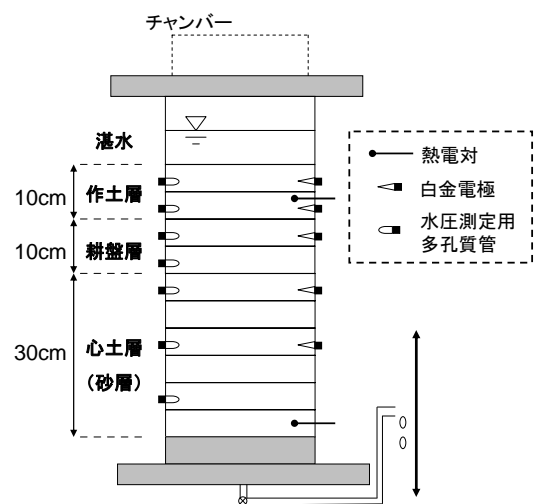


Fig.1. 実験装置  
Experimental apparatus

た地下水位と浸透速度との関係を Fig.2 に示す。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** 以後では、浸透速度とメタンフラックスが安定したときの、同じ実験区での2反復の平均値を示す。

浸透速度とメタンフラックスとの関係を Fig.3 に示す。両実験区ともに、両者には強い負の相関があり、両者の関係は2つの直線で近似された。地下水位を初期の0cmから100cmにする過程 (Fig.4) と、その後の過程 (Fig.5) 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。すなわち、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、その後浸透を止めてもメタンフラックスは初期の値には戻らない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地下水位と浸透速度がほぼ一対一に対応したこと (Fig.2) や、作土層の Eh や排水中の TOC が実験期間を通してほぼ変わらなかったことから、 $30\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$  程度の大きな浸透速度によって、今回測定されなかった何らかの土壌の生物学的、化学的変化が起こったものと推察された。

Fig.4 で得られた近似直線を用いると、稲のない水田土壌の浸透速度を  $5\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$  から  $30\text{mm}\cdot\text{d}^{-1}$  に変更すると、約  $0.6\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$  のメタン放出を削減できると試算された。

今後の課題として、稲を栽培した場合における定式化や、傾きの異なる近似直線が得られたことに関しての、土壌の生物学的、化学的見地からの検討などが挙げられる。

### 引用文献

- 石橋英二ら (1997) : 岡山県における水田からのメタン発生に及ぼす土壌型並びに水管理の影響、日本土壌肥科学雑誌、68(4), 417-422.  
 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(2009) : 水田土壌試料からのメタン放出への浸透状況が及ぼす影響、平成 21 年度農業農村工学会大会講演会、3-34.

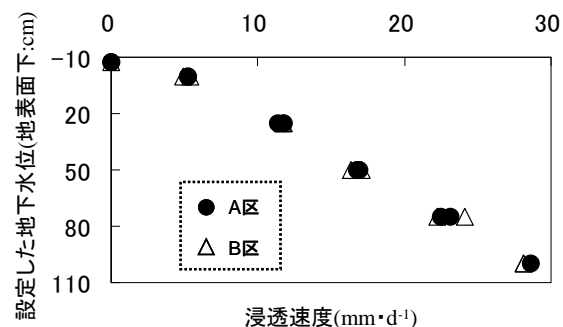


Fig.2. 浸透速度と設定した地下水位との関係  
 Relation between percolation rate and groundwater level

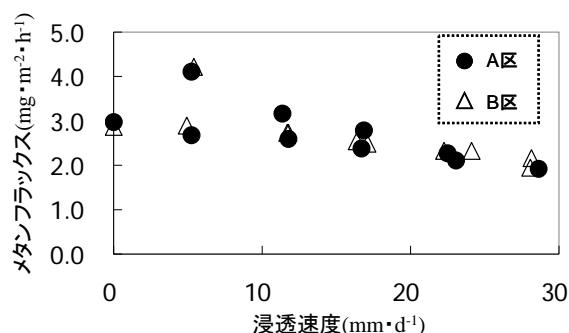


Fig.3. 浸透速度とメタンフラックスとの関係  
 Relation between percolation rate and methane flux

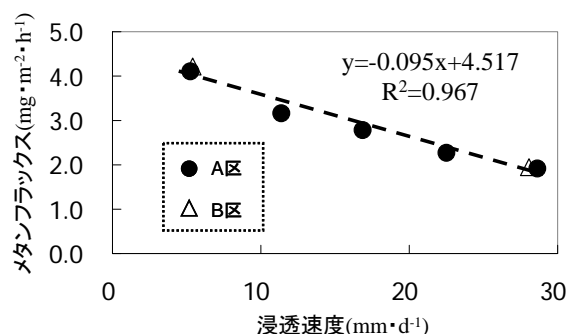


Fig.4. 初期の浸透速度上昇過程での浸透速度とメタンフラックスとの関係  
 Relation between percolation rate and methane flux during initial percolation rate increase

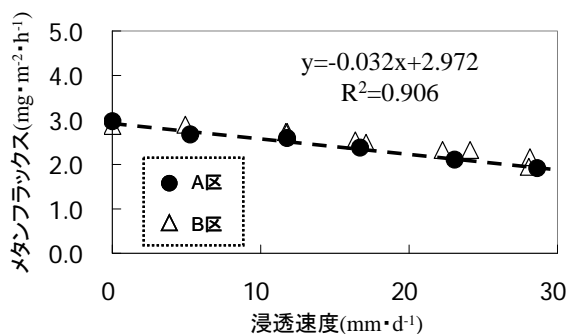


Fig.5. 初期の浸透速度上昇後の浸透速度とメタンフラックスとの関係  
 Relation between percolation rate and methane flux after the initial percolation rate increase