

イネのポット栽培における地下排水に伴うメタン放出特性

Methane emission properties induced by subsurface drainage in rice cultivation in pots

○松田壮顕*, 中村公人*, 岡野智広**, 岩間憲治***, 濱 武英*

○Soken Matsuda, Kimihito Nakamura, Tomohiro Okano, Kenji Iwama, Takehide Hama

1. はじめに 温室効果ガスの一つであるメタンは、嫌気性のメタン生成菌の働きによって湛水中の水田で生成され、大気へ放出する。したがって連続的な湛水状態を避けて、定期的に土壌を酸化環境にすることでメタン生成菌の活動を抑制できることが広く知られている。これまで、間断灌漑によるメタン放出量の削減事例が数多く報告されている。しかし一方で、排水によって土壌中に封入されていたメタンが放出するという報告もある¹⁾。土壌の乾燥に伴うメタン放出を詳細に計測した例は少なく、この現象を見落とすことで放出量を過小評価する可能性がある。したがって本研究では、ポット試験を行い湛水状態と地下排水による非湛水状態を繰り返し、地下排水によるメタン放出特性とその寄与の程度に注目した。また植栽・無植栽条件による放出特性の違いも検討した。

2. 方法 2019年に滋賀県立大学のガラス室内で、植栽及び無植栽ポットを3反復ずつ用意し栽培試験を行った。1/2000 a ワグネルポットに5 cm厚で礫、その上に不織布を敷いた後、同大学圃場水田から採取した土壌の5 mm篩通過分を20 cm厚で充填した。深さ5, 10, 15 cmにおいて10分間隔で地温、体積含水率(5TE; Decagon社)、酸化還元電位Eh(白金電極, Ag/AgCl参照電極(4400; DKK-TOA社))を計測した。6月5日に日本晴の苗を移植し、ポット下部の排水口の開閉により、排水期間を7月21日~28日(無植栽ポットは7月30日まで)、8月27日~9月3日、10月2日以降の3回設け(それぞれ1-D, 2-D, 3-D, その前の湛水期間を1-F, 2-F, 3-Fとする)、10月9日に収穫した。排水後のメタン放出がほぼ停止したことを確認してから再湛水させた。湛水期間中は給水により水深5 cm程度に維持した。約2~4日間隔(排水口開放後の頻度を多くした)でガスをチャンバー法にて採取し、FID付ガスクロマトグラフ(GC-14B; SHIMADZU社)で分析することでメタンフラックスを測定した。

3. 結果と考察 植栽・無植栽ポットの平均メタンフラックスの経時変化を図1に、各条件から1ポットずつ選択し、深さ5, 15 cmのEhの経時変化を図2に示す。

7月8日まではイネの有無による放出量の差は無かったが、7月12日から植栽ポットにおいてEhが-150 mV付近にまで低下し、放出が増加した。一方、無植栽ポットでは、同程度の還元状態にあったが放出はなかった。これは、植栽ポットでは土壌内で生成されたメタンがイネを介して大気中へ放出されるが、無植栽ポットでは生成しても土壌中に封入されて大気への放出が抑制されていたと考えられる。植栽ポットでは排水開始から3日後の7月24日にも放出しているが、Ehの値から、すでに酸化的でメ

*京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

**滋賀県立大学大学院環境科学研究科 Graduate School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture

***滋賀県立大学環境科学部 School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture

キーワード: 地球温暖化, 酸化還元電位, 間断灌漑

タンの生成が行われておらず、土壤中に封入されていたメタンが排水によって放出されたと推察される。無植栽ポットにおいても、排水期間中に、湛水期間中の生成成分が土壤水分量の低下に伴い放出したと考えられる。

2 回目の排水開始（8 月 27 日）前後の植栽ポットのメタン放出量を見ると、8 月中旬以降の湛水時のイネ体内の通過によるメタン放出を大きく上回る放出が排水に伴って生じた。

3 回目の湛水期間では、植栽・無植栽ポット共に前 2 回の湛水期間と同程度の還元状態であったがメタン放出は見られず、また 10 月 2 日の排水による放出も確認されなかった。栽培期間後期にはメタン生成菌が利用可能な有機物がほぼないことが示唆される。

3 回の湛水期間、排水期間それぞれのメタン放出特性を表 1 に示す。植栽ポットでの 2 回目、無植栽ポットでの 1 回目において、湛水期間よりも排水期間で最大フラックス値が大きい。湛水・排水期間に分けて放出量を算出すると、本実験条件では、全期間に占める排水期間の割合は 20%であるが、放出量に関してはイネ

の有無によらず 62~66%が排水期間中に放出した。これは、各湛水期間の前半は前の排水の影響を受けて放出が抑制され、その後湛水期間中に生成されたメタンの内、主にイネを通して放出されなかったものが不飽和状態になった時に放出された結果である。利用可能な有機物が存在するときに土壤の Eh をメタン生成に適した領域にまで低下させない管理が肝要であり、メタンが生成された場合の排水の必要性には再考の余地がある。

4. 今後の課題 イネがある場合の有機物の生成特性と、メタン発生を抑制できた場合に利用されなかった有機物の挙動にも留意することが必要である。

参考文献：1) Watanabe et al. (1994) *Soil Sci. Plant Nutr.*, 40 (2), 221-230

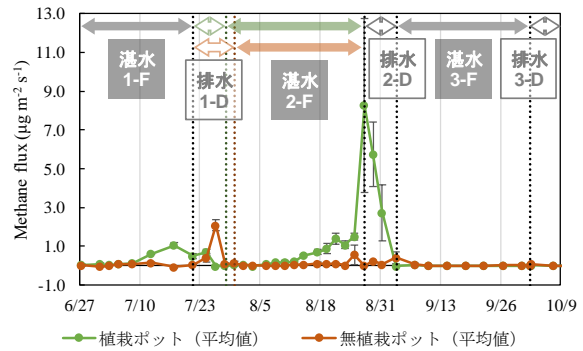


図 1 メタンフラックスの経時変化 (エラーバーは標準偏差を示す)

Temporal changes in methane flux (Error bars represent standard deviation)

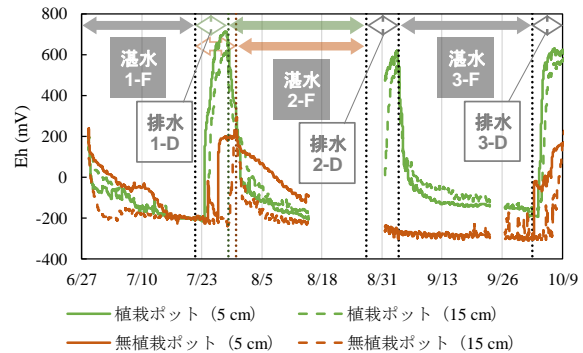


図 2 土壌 Eh の経時変化

Temporal changes in soil Eh

表 1 湛水・排水期間中のメタン放出量 (期間は 2 章参照)
Methane emission during flooding and drainage periods (see chapter 2)

	植栽ポット			無植栽ポット		
	日数 (d)	最大放出フラックス ($\mu\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	放出量 (g m^{-2})	日数 (d)	最大放出フラックス ($\mu\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	放出量 (g m^{-2})
1-F	24	1.06	0.74	24	0.15	0.09
1-D	7	0.70	0.25	9	2.08	0.45
2-F	30	1.51	1.23	28	0.56	0.21
2-D	7	11.43	3.57	7	0.40	0.06
3-F	29	0.05	0.02	29	0.06	0.03
3-D	7	0.02	0.01	7	0.09	0.04
湛水期間	83	-	1.99	81	-	0.33
排水期間	21	-	3.82	23	-	0.55
全期間	104	-	5.81	104	-	0.88