

ベトナム紅河流域における水田圃場からのメタン放出抑制のための水管理 Water management for reducing methane emission from paddy plot in Red River delta, Vietnam

○松田壮顕*, 中村公人*, 門田健吾*, 堀野治彦**, Tran Hung***, Le Xuan Quang***, 小松宏隆****, Pham Thanh Hai*****, 大浦典子*****, 岸本あやか*****, 米村正一郎*****, 川島茂人*

○Soken Matsuda, Kimihito Nakamura, Kengo Kadota, Haruhiko Horino, Tran Hung, Le Xuan Quang, Hiroataka Komatsu, Pham Thanh Hai, Noriko Oura, Ayaka W. Kishimoto-Mo, Seichiro Yonemura, Shigeto Kawashima

1. はじめに 水田地域においては公平な水配分や限られた水資源の有効利用を可能とするために節水灌漑が求められる。また、温室効果ガス（とくにメタン）の放出抑制のための管理も課題である。これらを同時に解決できると期待される水管理手法として AWD (Alternative Wetting and Drying) とよばれる間断灌漑技術が提案されている。試験区レベルの効果は示されているが、これを広く普及させるためには、地域ごとに必要とされる実際的な水管理の条件を示すことが不可欠と考えられる。ここでは、ベトナム紅河デルタ地域の水田地域において行った実証試験から、湛水深、土壌水分量、土壌酸化還元電位、メタンフラックスの関係性をもとにこれを検討した。

2. 方法

(1)調査地 ベトナム北部の紅河デルタ流域に位置する Hung Yen 省 Kim Dong 県 Phu Thinh 地区の約 50ha のポンプ掛の水田地区において、AWD の実証試験を行った。水田地区を、水路内に設けたゲート管理によって、①従来通りの常時湛水管理を行う対照区 (C 区)、②灌水の基準を代表圃場の田面に設置したパイプ内水位が田面から深さ 5cm に達したときとする弱乾燥区 (W 区)、③同基準を深さ 15cm とする強乾燥区 (S 区) の 3 ブロックに分けた。各区内 2 圃場にて各種観測を行った。対象地域の水稻栽培には、冬春作 (2, 3~6 月, WS) と夏秋作 (6, 7~9 月, SA) が存在する。ここでは、2017 年の結果を示す。2017 年の田植えと収穫は、冬春作で 2 月 15 日、6 月 20 日、夏秋作で 7 月 5 日、9 月 25 日であった。

(2)観測項目 実際に行われた水管理 (ポンプ操作, ゲート操作) を記録した。6 つの調査圃場にて、メタン (CH₄) 放出量をチャンバー法により 1 週間間隔で午前中に測定した。チャンバー設置付近の湛水深、深さ 5cm, 15cm の体積含水率、深さ 5cm, 15cm, 30cm の酸化還元電位 (Eh) の経時変化を測定した。また、気象因子 (気温, 湿度, 降水量, 日射量, 風速) を地区近傍にて観測した。

3. 結果と考察

(1)CH₄ フラックス, 湛水深, 体積含水率, Eh の経時変化 CH₄ フラックス, 湛水深, 体積含水率, 深さ 5cm の Eh の経時変化の一例として、冬春作における C1 圃場の結果を降水量とともに Fig.1 に示す。3 月初めに湛水深がほぼゼロで推移し、3 月 3 日から Eh が大きく低下して、それに伴い CH₄ が放出している。その後、Eh は約 -190~-180mV で安定し、CH₄ フラックスの最大値は 3 月 24 日に観測された。4 月 3 日頃から湛水深が低下したこと

*京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University, ** 大阪府立大学生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, *** Institute for Water Environment, Vietnam, ****キタイ設計 (株) Kitai Sekkei Co., Ltd., ***** Faculty of Hydrology and Water Resources, ThuyLoi University, ***** 農研機構 National Agriculture and Food Research Organization
キーワード: 間断灌漑, 酸化還元電位, 環境配慮型水管理

で、Eh が上昇している．その後 4 月 21 日から湛水深の上昇とともに体積含水率が増加し、Eh は低下に転じた．しかし、この時期に CH₄ 放出は観測されなかった．

(2) CH₄ フラックスと Eh の関係 CH₄ フラックスと計測時から遡った期間の各深度の Eh の期間平均値との相関を検討したところ、深さ 5cm との相関が高い圃場が多く、遡ることによる相関係数の増加はみられなかった．CH₄ フラックスとガス採取時の深さ 5cm における Eh の関係を Fig.2 に示す．CH₄ の発生から放出までの経路には、地表から直接放出されるものと、

稲の内部を通して空気中に放出されるものがある．後者は稲の生育状況によって大きく左右される．また、圃場による有機物量の違いもある．よって、両者に明確な一対一の関係はみられないが、冬春作では Eh が 200mV 以上になると、ほぼ CH₄ の発生が抑制されることがわかる．これはメタン発生抑制のための水管理の一指標となると考えられる．

夏秋作では 200mV 以上である場合が少ない．これは夏秋作の降水量が冬春作の 1.53 倍と多いためと考えられる．また、同じ Eh の範囲であっても、夏秋作の CH₄ フラックスは冬春作に比べて多い．これは気温、地温が高いことが一因と考えられる．

(3) Eh と湛水深の関係 深さ 5cm の Eh を 200mV 以上にするために要する、連続して圃場を非湛水状態に維持する期間を検討した．2017 年の冬春作において、湛水深が 0cm となる時点を開始時とした非湛水期間に対する深さ 5cm の Eh の経時変化を Fig.3 に示す．S2 圃場以外で 200mV に達している．Eh が 200mV に達するまでの期間は、C1 圃場を除いて 4~6 日間である．C1 圃場では非湛水状態であっても降雨の影響によって同期間が長くなったと考えられる．よって、CH₄ 放出抑制を意図する場合、非湛水状態になってから次の灌水までの期間は、少なくとも 4~6 日間より長くすることが望ましいことがわかる．

4. おわりに Eh が低い場合であっても CH₄ フラックスが低い要因は、稲の生育状況や土壌内有機物量の季節変化と推察されるが、そのメカニズムを明らし、より精緻な水管理条件を検討する予定である．

謝辞：本研究は科研費 16H05799 の補助を受けて行った．記して感謝申し上げます．

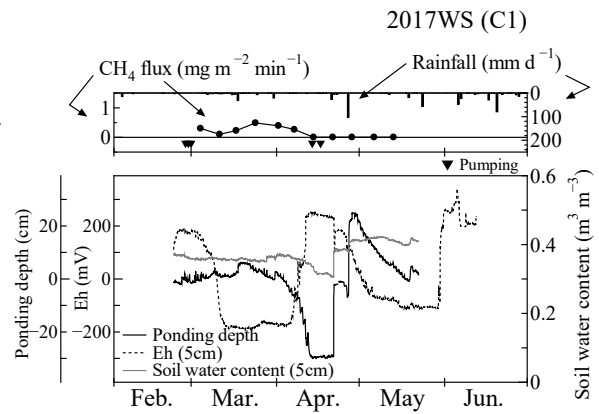


Fig.1 C1 圃場における CH₄ フラックス、降水量、湛水深、深さ 5cm の体積含水率と Eh の経時変化 Temporal changes in CH₄ flux, rainfall, ponding depth, soil water content and soil Eh at 5cm in depth of C1 plot.

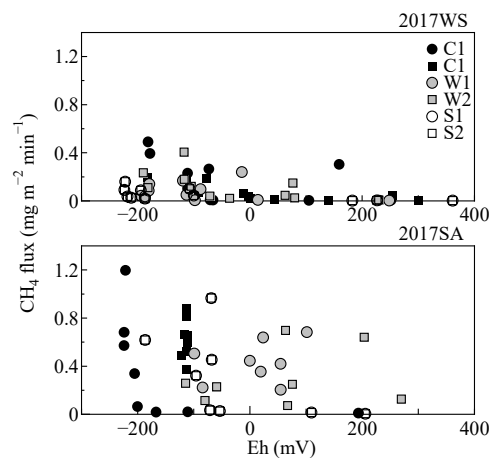


Fig.2 CH₄ フラックスと深さ 5cm の Eh の関係 Relation between CH₄ flux emitted from each plot and soil Eh at 5cm in depth.

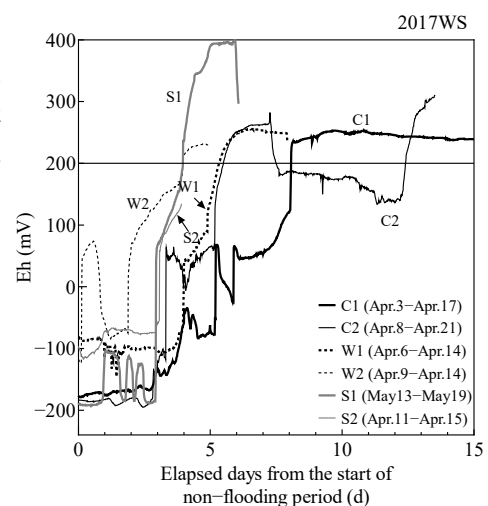


Fig.3 非湛水期間における深さ 5cm の Eh の経時変化 Temporal changes in soil Eh at 5cm in depth during non-flooding period.