

# 水田の根圏におけるメタンガス生産に関する炭素動態の遅延時間の解明

## The lag time of carbon dynamics related to methane gas production in rice fields

大久保直紀<sup>1</sup>・西脇淳子<sup>1</sup>・佐藤直人<sup>2</sup>・登尾浩助<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京農工大学・<sup>2</sup>明治大学

### 要旨

水田より放出される CH<sub>4</sub> ガスフラックスと CO<sub>2</sub> ガスフラックスには相関関係があることがわかっている。本研究では、クローズドチャンバー法と土壌ガス採取管を用いて水田での温室効果ガス動態を調べた。その結果、CH<sub>4</sub> と CO<sub>2</sub> フラックスの変動には時間差を伴うことが確認された。これは、水稻の炭素固定と光合成産物の動態に起因すると予想された。

キーワード：CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, 水田, 土壌ガス

**Key word:** methane, carbon dioxide, rice paddy, soil gas

### 1.はじめに

現在、大気中の温室効果ガスの増加が原因と考えられる地球温暖化が問題となっている。メタン (CH<sub>4</sub>) は地球温暖化に与える影響が同じ重量の二酸化炭素の 25 倍と、排出量は小さいが主要な温室効果ガスの一つといえる (Zhu et al., 2023)。水田は CH<sub>4</sub> の大きな放出源として知られ、我が国では水田からの CH<sub>4</sub> 放出量は CH<sub>4</sub> の人為的放出量の 42% もの割合を占めている (三菱ケミカルリサーチ, 2023)。そこでメタン放出量の予測のために、これらを推定するモデルの開発が進められている。その過程で、メタンフラックスと総一次生産量 (GPP) のもつ強い相関関係が着目され、リモートセンシング技術を用いて GPP を求め、CH<sub>4</sub> の排出量を推定しようという研究が進められている (Knox et al., 2016)。GPP と CH<sub>4</sub> 放出の関係を詳しく知ることによって地域のおよび地球規模での CH<sub>4</sub> 排出量のより適切な推定ができるようになる (Zhu et al., 2023)。しかし、CH<sub>4</sub> フラックスと GPP の関係は同期的ではなく時間差を伴うことが確認されているが、水田における遅れ時間のデータは少なく未だ明らかになっていないことも多い (Zhu et al., 2023)。そこで本研究では、光

合成量と CH<sub>4</sub> 放出量、地下の CH<sub>4</sub> ガス濃度などに着目し、炭素の流れに関連する遅れ時間や CH<sub>4</sub> の放出過程のそれぞれに影響を与える要因を調べることを目的とする。

### 2.手法

#### (1)試験地

実験は東京にある東京農工大学附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センターフィールドミュージアム本町の水田で行った。2024年5月8日に苗を 30 cm × 30 cm で、移植し、水稻区と裸地区を 2 反復した 4 プロットを設定した。1 プロットの大きさは 30cm×30cm で、裸地区は周りを波板で囲うことで周辺の植物の根の影響を排除した。

#### (2)測定

測定は水稻の生育状況に合わせて、幼穂形成期、出穂期、登熟期にそれぞれ 1 日、24 時間の連続観測を行った。

クローズドチャンバー法を用いて CH<sub>4</sub> と CO<sub>2</sub> の地表面ガスフラックスを測定した。加えて、土壌ガス採取管 (井本ら, 2003)、土壌間隙水採取管 (烏山, 1988))を用いて土壌中の CH<sub>4</sub>

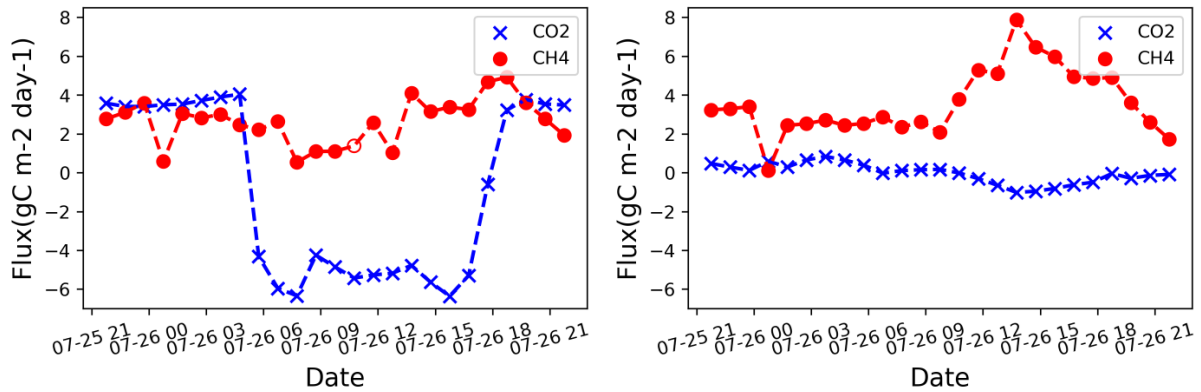


Figure1 2024/07/25・26 地表面ガスフラックス (右：水稻区, 左：裸地区, 青：CO<sub>2</sub>, 赤：CH<sub>4</sub>)  
メタンのデータの白抜き部は計算の途中でメタンの濃度が負の値となったものを示す。

濃度を測定した。採取深度は 5cm, 10cm, 20cm である。フラックス, 土壌ガス, 間隙水は, 昼は 1 時間に 1 回, 夜は 2 時間に 1 回測定した。

環境条件として日射量 (日射計, 英弘精機), 土壌温度 (T型熱電対), 酸化還元電位 (簡易土壌 Eh 計, 藤原製作所) を測定した。

### 3.結果・考察

2024 年 7 月 25～26 日の地表面ガスフラックスのデータを Figure1 に示す。水稻区での CO<sub>2</sub> ガスフラックスは, 26 日の 5～6 時にかけてと 17～19 時にかけて大きく変化していた。これは日射の影響をよく表していると考えられる。一方, 水稻区でのメタンガスフラックスは 26 日の 8 時頃まで減少, その後 19 時頃まで増加に転じた後, また減少に向かうという傾向が見られた。これは Zhu et al., (2023) に指摘されているとおり, CH<sub>4</sub> ガスの生成において光合成による炭素固定から地下での光合成産物の分解, CH<sub>4</sub> の生成・放出には時間がかかり, CO<sub>2</sub> フラックスとの間に時間差が生じることを表しているのではないかと考える。裸地区での CO<sub>2</sub> フラックスの増減の傾向は, 水稻区と同様であった。しかし放出量自体はとても小さい値であった。CH<sub>4</sub> ガスフラックスは 26 日の 10 時頃に増加を始め 14 時頃にピークを迎えた。Zhu et al., (2023) などと比較すると, CO<sub>2</sub> のフラックスに比して CH<sub>4</sub> のフラックスが大きい値を示した。

この要因については調査を進める必要がある。

謝辞：本研究は JST SICORP e-ASIA program (JPMJSC23E3) の助成をいただきました。深くお礼を申し上げます。

### 引用文献

井本博美, 藤川智紀, 溝口勝, 宮崎毅, 土壌中のガス採取装置の改良とガス採取方法, 土壌の物理性, 79, 2023, 51-55

Knox Sara Helen, Matthes Jaclyn Hatala, Sturtevant Cove et al. Biophysical controls on interannual variability in ecosystem-scale CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> exchange in a California rice paddy. 2016. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-BIOGEOSCIENCES, 121(3), 978-1001, DOI.10.1002/2015JG003247

三菱ケミカルリサーチ, 令和 4 年度農業由来のメタン等排出削減対策に係る国際調査等委託事業, 2023.

鳥山和伸, 真空採血管を利用した水田土壌窒素の簡易モニタ一法, 農業および園芸, 63 (6), 1988, 52-56

Zhu Tingting, Zhou Yanlian, Ju Weimin et al. The Linkage Between Methane Fluxes and Gross Primary Productivity at Diurnal and Seasonal Scales on a Rice Paddy Field in Eastern China. 2023. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-BIOGEOSCIENCES, 128(9), DOI. 10.1029/2023JG007632.