

## 水田における CO<sub>2</sub> および CH<sub>4</sub> ガス放出量と土壤水分量および地温変動との関係

Correlation between CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> gas emissions and changing soil water content and temperature in rice paddy

○山中志音\*・吉岡尚寛\*\*・土井俊弘\*\*\*・佐藤直人\*・登尾浩助\*

○Shion YAMANAKA, Takahiro YOSHIOKA, Toshihiro DOI, Naoto SATO, Kosuke NOBORIO

### 1.はじめに

水田における温室効果ガスの放出抑制は、気候変動対策の観点から重要な課題である。中干しは、生育期間中に一時的に水田から水を落とし、土壤を乾燥させる水管理手法であり、メタン (CH<sub>4</sub>) や二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) など温室効果ガスの放出特性に影響を与えることが知られている。湛水期間中、水田土壤は、嫌気的環境となるため CH<sub>4</sub>生成菌の活動が活発となり CH<sub>4</sub>の放出量が増加する。一方、中干しによって土壤中に酸素が供給されると嫌気的条件が緩和され、CH<sub>4</sub>の生成・放出が抑制される。同時に、湛水期間中に土壤中に蓄積した CO<sub>2</sub>は、排水直後に一気に放出することが報告されている (Nishimura et al., 2015)。本研究では神奈川県内の水田を対象として中干しを実施した 2 つの区画に着目し、中干し実施期間中および前後の CH<sub>4</sub>・CO<sub>2</sub> 放出量の変化を評価し、加えて土壤水分量および地温との関係について検討した。

### 2.方法

実験は、神奈川県相模川地域の水田 2 区画（試験区 1、試験区 2）にて、透明アクリル製の円筒式オートチャンバー（内径:31.8cm, 高さ:125cm）を水田内に 1 基ずつ設置して実施した。チャンバー内には、CH<sub>4</sub> ガスセンサー (CGM6812-B00, FIGARO 社) と CO<sub>2</sub> センサー (SCD30, Grove 社) を設置し、Raspberry Pi に接続して出力値を記録した。チャンバーの蓋を密閉して 30 分間のセンサー出力値からチャンバー内の濃度変化を計測し、CH<sub>4</sub>・CO<sub>2</sub> 放出量を算出した。測定終了後 30 分間チャンバーの蓋を開放した。この一連の動作を実験期間中繰り返した。環境条件として、水深、チャンバー内の気温・相対湿度、深さ 5 cm の土壤水分量および地温を 5 分間隔で経時的に測定し、Raspberry Pi に記録した。中干し期間は試験区 1 では 2024 年 7 月 8 日から 22 日であり、試験区 2 では同年 7 月 14 日から 25 日であった。

### 3.結果と考察

試験区 1 では、7 月上旬にかけて CH<sub>4</sub> 放出量が増加し、中干し前 3 日間の 1 日あたり平均は 127.4 mg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> であったが、中干し期間中およびその後 3 日間では 95.5 mg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>、92.6 mg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> となり、抑制効果が認められた。一方、試験区 2 では中干し期間中の平均 CH<sub>4</sub> 放出量は 93.4 mg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> であり、中干し前（7 月 9～13 日）の

---

\*明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University • \*\*香川大学大学院農学研究科 Graduate school of Agriculture, Kagawa University • \*\*\*明治大学研究・知財戦略機構 Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Properties, Meiji University

$86.2 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  と比較して増加した。中干し後 3 日間の平均も  $98.9 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  となり、中干しによる  $\text{CH}_4$  抑制効果は試験区 2 では確認できなかった。この差異は、中干し期間中の土壤水分量および地温の変化と関連していると考えられる。試験区 1 では中干し期間中の土壤水分量は中干し前と比べて最大で約 5% 低下し、平均地温は  $26.4^\circ\text{C}$  であった。中干し期間中は気温の上昇に伴い地温が上昇したが、 $\text{CH}_4$  放出量は中干し前と比べて上昇しなかった（図 1）。一方、試験区 2 では中干し期間前半（7月 14 日から 19 日）の平均  $\text{CH}_4$  放出量は  $79.2 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  であり抑制傾向であった。土壤水分量は 86.7 % から 89.7 % で推移し、平均地温  $25.3^\circ\text{C}$  であった。中干し期間後半（7月 20 日から 25 日）の  $\text{CH}_4$  放出量は  $108 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  となった。土壤水分量が 86.7 % から 48.9 % に低下していたが、平均地温は  $27.8^\circ\text{C}$  であったことから、土壤中に部分的に嫌気状態が生じて  $\text{CH}_4$  生成菌の活動が活性化したことが示唆された。

$\text{CO}_2$  放出に関しては、日中の吸収と夜間の放出が交互に現れる日変動が確認された（図 2）。中干し期間中は土壤が好気状態となり、有機物分解や根呼吸の促進により  $\text{CO}_2$  放出が増加する傾向があった。特に地温が上昇した試験区 2 でこの傾向が顕著であった。排水期間中の  $\text{CO}_2$  放出量は、地温と正の相関を示すとの報告（Nishimura., 2015）とも一致した。

以上の結果から、中干し期間中の地温条件の違いによって  $\text{CH}_4$ ・ $\text{CO}_2$  放出量が異なることが示唆された。中干しによる  $\text{CH}_4$  抑制効果は、中干し時期や降水の有無、地温変動を考慮する必要がある。

謝辞：本研究を実施するにあたり、神奈川県令和 6 年度水田脱炭素促進事業研究の助成を受けた。ここに記して謝意を表します。

参考文献 Nishimura et al. 2015 : Seasonal and diurnal variations in net carbon dioxide flux throughout the year from soil in paddy field, Journal of Geophysical Research: Biogeosciences, 120(1), 63–76.

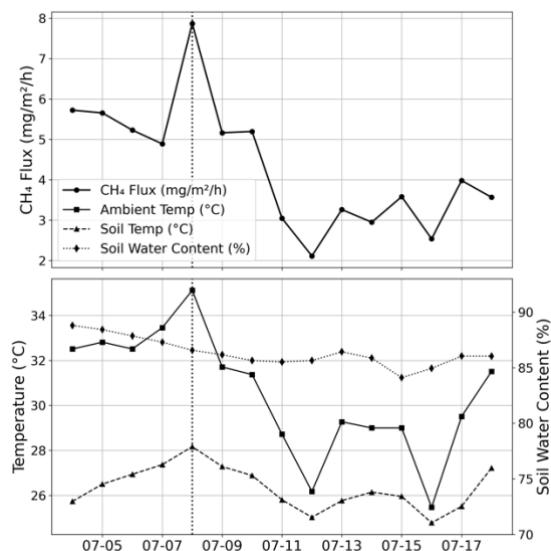


図 1 試験区 1 の  $\text{CH}_4$  放出と気温・地温・土壤水分量の日平均

Fig.1 Daily averages of  $\text{CH}_4$  flux, air temperature, soil temperature, and soil water content in Site1

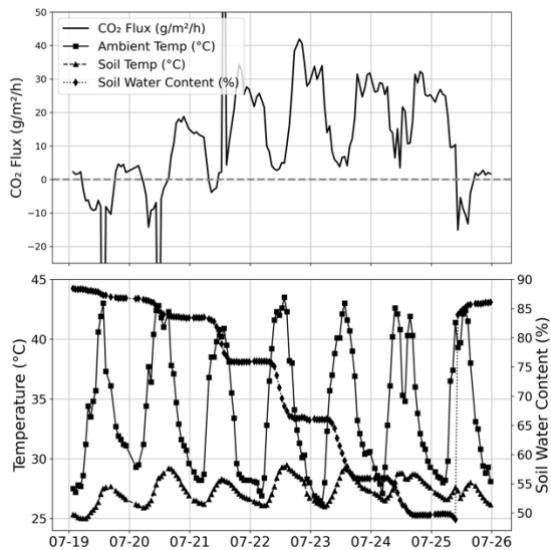


図 2 試験区 2 の  $\text{CO}_2$  放出と気温・地温・土壤水分量の日変動

Fig.2 Diurnal Variation of  $\text{CO}_2$  flux, air temperature, soil temperature, and soil moisture content in Site2