

水田における CO₂ および CH₄ ガス放出量と土壌水分量および
地温変動との関係
Correlation between CO₂ and CH₄ 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、土壌を乾燥させる水管理手法であり、メタン(CH₄)や二酸化炭素(CO₂)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、水田土壌は、嫌気的環境となるためCH₄生成菌の活動が活発となりCH₄の放出量が増加する。一方、中干しによって土壌中に酸素が供給されると嫌気的条件が緩和され、CH₄の生成・放出が抑制される。同時に、湛水期間中に土壌中に蓄積したCO₂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CH₄・CO₂放出量の変化を評価し、加えて土壌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、CH₄ガスセンサー(CGM6812-B00, FIGARO社)とCO₂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、CH₄・CO₂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5cmの土壌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CH₄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⁻² d⁻¹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⁻² d⁻¹、92.6 mg m⁻² d⁻¹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CH₄放出量は93.4 mg m⁻² d⁻¹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

キーワード: 水田灌漑 土壌構造 水分移動

86.2 mg m⁻² d⁻¹と比較して増加した。中干し後3日間の平均も98.9 mg m⁻² d⁻¹となり、中干しによるCH₄抑制効果は試験区2では確認できなかった。この差異は、中干し期間中の土壌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壌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℃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、CH₄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CH₄放出量は79.2 mg m⁻² d⁻¹であり抑制傾向であった。土壌水分量は86.7%から89.7%で推移し、平均地温25.3℃であった。中干し期間後半(7月20日から25日)のCH₄放出量は108 mg m⁻² d⁻¹となった。土壌水分量が86.7%から48.9%に低下していたが、平均地温は27.8℃であったことから、土壌中に部分的に嫌気状態が生じてCH₄生成菌の活動が活性化したことが示唆された。

CO₂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)。中干し期間中は土壌が好気状態となり、有機物分解や根呼吸の促進によりCO₂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CO₂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CH₄・CO₂放出量が異なることが示唆された。中干しによるCH₄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.

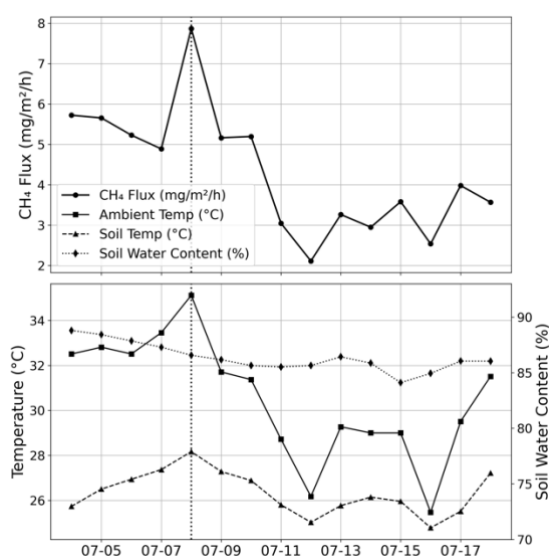


図1 試験区1のCH₄放出と気温・地温・土壌水分量の日平均

Fig.1 Daily averages of CH₄ flux, air temperature, soil temperature, and soil water content in Site1

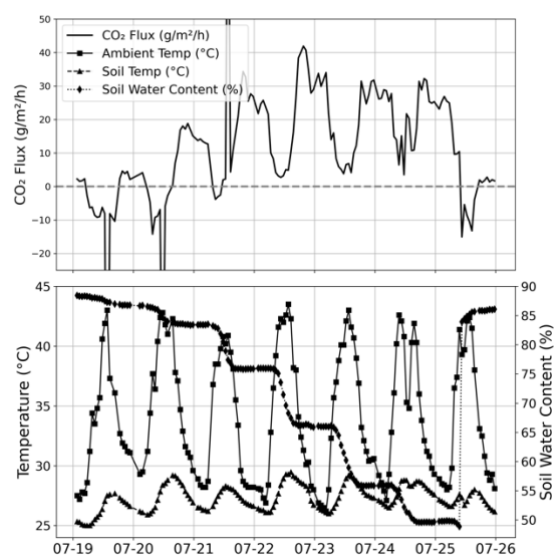


図2 試験区2のCO₂放出と気温・地温・土壌水分量の日変動

Fig.2 Diurnal Variation of CO₂ flux, air temperature, soil temperature, and soil moisture content in Site2