

水田における水管理の違いが温室効果ガス放出量と収量に及ぼす影響 Effects of Differences in Water Management Practices on Greenhouse Gas Emissions and Yields in Rice Paddy Fields

○工藤祐亮* 登尾浩助** 加藤孝* 下大園直人*

KUDO Yusuke, NOBORIO Kosuke, KATO Takashi, SHIMOOZONO Naoto

1. はじめに

水田は、温室効果ガスであるメタン(CH₄)の主要な放出源とされていることから、CH₄放出量(フラックス)を削減する取り組みが求められている。これまでに、CH₄放出を抑制する方法の一つとして中干しや間断灌漑などの水管理が有効であることが報告されている。しかし、中干しや間断灌漑における落水時には、二酸化炭素(CO₂)と亜酸化窒素(N₂O)が放出される可能性があり、それらのガス放出量は落水期間の長さによって異なると考えられる。その一方で、温室効果ガスの抑制技術としての間断灌漑を実際の稲作に広く普及させるためには、慣行の稲作と同等の収量あるいは増収であることが望まれる。そこで本研究では、間断灌漑における間断日数の違いがCO₂、CH₄およびN₂Oガス放出量と水稻収量に及ぼす影響を調査し、比較検討を行った。

2. 方法

2.1 調査地および水管理方法 調査は、明治大学農学部内にある6基のライシメータ(2×2×2m)を用いて、2011年5月25日から10月4日までの期間に行った。6基のライシメータは、地表面から深さ35cmまでが淡色黒ボク土であり、35cm以深は関東ロームである。調査期間における各処理区の水管理および圃場管理をTable1に示す。水管理は、間断灌漑の落水日数を2日間に設定した区(2日落水区)と落水日数を4日間に設定した区(4日落水区)を設けた。また、対照として1週間の中干し期間を除き常時2cm程度の湛水状態とした区(湛水区)を設けた。全処理区において、移植後の1週間は3~4cmの水深を維持した。さらにその後、2日落水区と4日落水区は、飽和状態とした期間を2週間継続した後、間断灌漑を開始した。ライシメータ全基において地下水位を40cm、減水深を20mm d⁻¹に設定した。1つの処理区につき2基のライシメータを用いて調査を行った。

2.2 測定方法 ガスフラックスの測定には、クロードチャンバー法を用いた。ガス採取の開始時刻は、すべて正午(12時)とした。また、白金電極と比較電極を用いて土壌深さ10cmにおける酸化還元電位(Eh)を測定した。収量調査は、代表株による調査法で行った(丸山, 2007)。

3. 結果および考察

3.1 ガスフラックスの変動 各処理区におけるCO₂、CH₄およびN₂Oフラックスの変動を

Table1 各条件区における水管理および圃場管理
Water management and field management in each treatment

処理区	月					
	5	6	7	8	9	10
2日落水区						
4日落水区						
湛水区						
圃場管理	基肥施用↑↑ (6月1日) 移植↑↑ (6月6日) 最終落水↑↑ (9月13日) 収穫↑↑ (9月19日)					

*明治大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Meiji University

**明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

温室効果ガス放出量, 間断灌漑, 水稻収量

Fig.1 に示した。湛水区の CH₄ フラックスは、既往の報告と同様、湛水開始後から徐々に増加し、中干しにより急激に低下した。再湛水後は、7月29日まで徐々に増加した後に収穫日まで緩やかに低下した。一方、2日落水区と4日落水区の栽培期間における CH₄ フラックスは、湛水区に比べて小さく、4日落水区ではわずかな吸収が多く観測された。積算 CH₄ フラックスは湛水区、2日落水区、4日落水区において、それぞれ 1027, 210, -85 mg m⁻²であった (Table2)。N₂O フラックスは、湛水区において中干し期間に一時的な放出が確認された。一方、2日落水区では目立った N₂O 放出は観測されなかった。しかし、4日落水区では8月から最終落水日にかけて N₂O の放出が継続的に観測された。これは、落水期間の延長により硝化過程での N₂O 生成が促進されたためであると考えられた。積算 N₂O フラックスは湛水区、2日落水区、4日落水区において、それぞれ 3, 9, 73 mg m⁻²であり、積算 CH₄ フラックスが最小値であった4日落水区は、最大値を示した。CO₂ フラックスは、全条件区において類似した変動を示し、積算フラックスは同程度の値となった。これは、透明なチャンバーを用いたことで稲の光合成量を含んでおり、放出量のみを評価することが出来なかったためである。

3.2 正味ガスフラックスと収量 水稻の影響が著しく大きい CO₂ を除いて地球温暖化係数(GWP)を考慮した CH₄ と N₂O の正味の積算フラックス(Net flux)は湛水区、2日落水区、4日落水区において、それぞれ 24, 8, 20 g CO₂ m⁻² となり、2日落水区は湛水区と4日落水区に比べて、大幅に小さかった (Table2)。これにより、間断灌溉における間断サイクルの短縮が正味の温室効果ガス放出量の削減に対して有効であることが示された。玄米収量は湛水区、2日落水区、4日落水区において、それぞれ 4713, 4108, 3852 kg ha⁻¹ となり、収量当たりの Net flux は湛水区、2日落水区、4日落水区において、それぞれ 51.8, 18.4, 51.4 g CO₂ kg⁻¹ となった。したがって、2日落水区の水管理は大幅な収量低下をもたらさずに CH₄ と N₂O の放出を抑制できると言える。

参考文献

丸山幸夫(2007) 作物の形態研究法:マクロからミクロまで、収量および収量構成要素、日作記, 76 (4), 601-603.

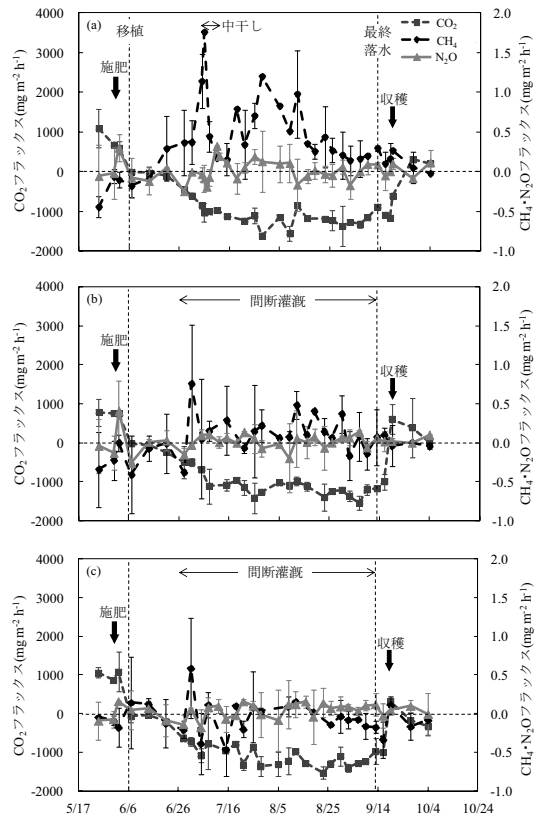


Fig.1 調査期間におけるガスフラックスの変動 (a)湛水区, (b)2日落水区, (c)4日落水区
Seasonal dynamics of gas fluxes during investigation period for (a) continuous flooding, (b) two-day drainage and (c) four-day drainage treatments

条件区	Table2 栽培期間(6月6日から9月19日まで)におけるガスフラックスと玄米収量 Gas fluxes during cultivation period and grain yield (from 6 June to 19 September)				収量当たりの Net flux (g CO ₂ kg ⁻¹)	
	CO ₂ (g m ⁻²)	CH ₄ (mg m ⁻²)	N ₂ O (mg m ⁻²)	Net flux ;CH ₄ +N ₂ O (g CO ₂ m ⁻²)		玄米収量 (kg ha ⁻¹)
湛水区	-2334	1027	3	24	4713	51.8
2日落水区	-2255	210	9	8	4108	18.4
4日落水区	-2289	-85	73	20	3852	51.4