

水田における水管理の違いが温室効果ガス直接および間接放出量に及ぼす影響 Effects of difference in water management on greenhouse gas emissions of direct and indirect in rice paddy field

南隼人¹・下大園直人²・島野光隆¹・登尾浩助¹

¹ 明治大学農学部・² 明治大学大学院農学研究科

要旨

水田において異なる水管理が CO₂、CH₄ および N₂O ガスの直接および間接放出量について調査した。その結果、間断灌漑では湛水区に比べて CH₄ の放出抑制には効果的であったが、N₂O の非常に大きな発生が確認された。間接放出の割合は湛水区で最大となり、水管理によって間接放出量の割合は異なることが示された。

キーワード：水田、間断灌漑、温室効果ガス

Key words: Rice paddy field, Intermittent irrigation, Greenhouse gas

1. はじめに

産業革命以降、人類活動による温室効果ガスの排出量が増加し、地球規模の気候変動の要因と考えられている。農業分野からの主要な温室効果ガス排出は二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、亜酸化窒素(N₂O)がある。特に水田はCO₂の23倍の温室効果を有するCH₄の重要な放出源とされている。CH₄の放出(フラックス)を抑制する手法として、中干しや間断灌漑などの水管理が報告されている(工藤ら, 2012)。しかし、中干しや間断灌漑時には土壌が好氣的条件となりCO₂の296倍の温室効果を有するN₂Oが放出される。また、水田で生成されたCO₂、CH₄およびN₂Oガスの発生経路には地表面から大気への放出(直接放出)と、水に溶解し溶存ガスとして排水路や河川へと流れ、そこから大気への放出(間接放出)があり、直接放出量よりも間接放出量が多い報告もある。そのため、間接放出も同時に調査する必要がある。そこで、本研究では水管理の違いがCO₂、CH₄およびN₂Oの直接放出と間接放出に及ぼす影響について調査することを目的とした。

2. 方法

調査地は神奈川県川崎市に位置する明治大

学内のライシメータ(2×2×2 m)6基で行った。調査期間は2012年5月16日から8月23日までとした。ライシメータ内の土壌は地表面から深さ35 cmまで淡色黒ボク土、35 cm以深は関東ロームである。水管理は落水日数を2日間とした2日落水区、4日間とした4日落水区、および中干し期間を除き常時湛水状態とした湛水区の3処理を2反復設けた。2日落水区と4日落水区では移植後の1週間は水深5 cmとし、その後間断灌漑を取り入れた。地下水位を40 cmとし、減水深を20 mm day⁻¹に設定した。フラックスの測定はアクリル製チャンパー(30×60×100 cm)を用いたクローズドチャンパー法で12時に行った。採取したガスはガスクロマトグラフを用いてCO₂、CH₄およびN₂Oガス濃度を測定した。溶存ガス濃度はライシメータ最下部の排水から溶液を採取し、Minamikawa et al.(2010)を参考にヘッドスペース法により測定した。

3. 結果・考察

各処理区における移植後からの積算ガス放出量をTable 1に示した。CO₂積算ガスフラックスは稲の光合成による吸収が含まれることから負の値を示した。CH₄積算ガスフラック

スは、湛水区では放出を示し、2日間断区と4日間断区では吸収となった。N₂O 積算ガスフラックスは、2日間断区で最大値を示し、湛水区は2日間断区と4日間断区に比べて大幅に小さい値となった。間断灌溉によってCH₄の発生は抑制されたが、N₂Oの発生が大幅に促進されたため、湛水区が最もCH₄とN₂Oの放出量が少なかった。同様の処理区で行った工藤ら(2012)は間断サイクルの短い2日間断区で最もCH₄とN₂Oの放出量が少なく、異なる結果となった。

3処理区のCO₂、CH₄およびN₂O溶存ガス濃度をFig.1に示した。CH₄濃度は、移植前には発生を示したが、移植後には発生が見られなかった。CO₂濃度は、移植後から徐々に上昇し、調査期間中は上昇し続けた。N₂O濃度は、移植前はほとんど発生が見られなかったが、急激に上昇し移植直後に最大値を示し、特に湛水区で発生が大きかった。その後、2週間で急激に低下した。これは窒素を施肥した際に、硝化が起り発生したN₂Oが溶解したか、または脱窒の中間生成物として発生したN₂Oが溶解したと考えられる。CH₄とN₂O積算溶存ガス濃度の放出量は湛水区で最大となった。直接放出量に対する間接放出量の割合は湛水区で3.58%となり、2日間断区と4日間断区では1%以下であった。昨年、同じライシメータを用いて工藤らが行った実験では、湛水区では2.87%と近い値を示していた。一方、間断区では6.11%と大きく異なった。

4. 終わりに

水管理の違いによりCH₄とN₂O積算ガス放出量および直接放出と間接放出の割合が異なることが示された。しかし、同様の処理を行っても年による変動は大きかった。

5. 参考文献

工藤祐亮ら(2012) 間断灌溉における間断日数の違いが水田からの温室効果ガス放出と水稲収量に及ぼす影響, 農業農村工学会論文集, 282, 43-50.

Minamikawa et al. (2010) Annual emissions of dissolved CO₂, CH₄, and N₂O in the subsurface drainage from three cropping systems, Global Change Biology, 16, 796-809.

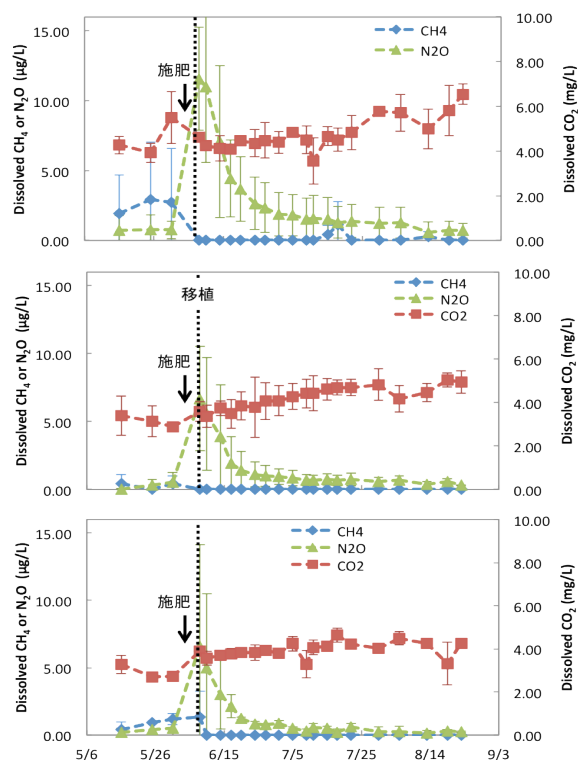


Fig. 1 測定期間中の溶存ガス濃度

(a) 湛水区、(b) 2日間断区、(c) 4日間断区

Table 1 移植後(6/9~8/23)における積算ガス放出量(CO₂相当量)

	Direct emission			Total direct	Indirect emission			Total indirect	Total gas emission; CH ₄ + N ₂ O	Total indirect/ total direct emission
	CO ₂ (g CO ₂ m ⁻²)	CH ₄ (g CO ₂ m ⁻²)	N ₂ O (g CO ₂ m ⁻²)	CH ₄ + N ₂ O (g CO ₂ m ⁻²)	CO ₂ (g CO ₂ m ⁻²)	CH ₄ (g CO ₂ m ⁻²)	N ₂ O (g CO ₂ m ⁻²)	CH ₄ + N ₂ O (g CO ₂ m ⁻²)	(g CO ₂ m ⁻²)	(%)
湛水区	-1411.77	9.71	20.47	30.19	7.40	0.00	1.08	1.08	31.27	3.58
2日間断区	-1585.03	-5.07	68.88	63.81	6.56	0.00	0.54	0.54	64.35	0.85
4日間断区	-1541.12	-3.91	63.52	59.61	6.07	0.00	0.41	0.41	60.02	0.69

謝辞 本研究の一部は文部科学省平成21年度市立大学戦略的研究基盤形成支援事業の助成を受けて行った。ここに記して謝意を表する。