

閉鎖型汎用化水田構造を有した転換畑地における温室効果ガスの削減効果

Removal Effect of N₂O Emission into Undersoil Layer in
New Multi-Purpose Paddy Field

○長谷川晃彦*, 石川雅也**, 飯田俊彰***, 梶原晶彦**

Hasegawa Akihiko*, Ishikawa Masaya**, Iida Toshiaki*** and Kajihara Akihiko**

1. 研究の目的

近年、畑地表面からの N₂O ガスの直接排出とは別に、施肥窒素を起源として生成され、NO₃-N 水中に溶存した N₂O ガス気泡（溶存 N₂O）が、NO₃-N 水とともに農地系外に溶脱・流出した際に大気へ N₂O ガスが放出される、いわゆる N₂O ガスの間接発生が指摘されている¹⁾²⁾。

筆者らは、閉鎖型汎用化水田の心土層において、収量に悪影響を与えない層位まで地下水位を上昇させ³⁾、その地下水位を維持させる⁴⁾ことで、NO₃-N 水・溶存 N₂O の除去による、N₂O ガス発生抑制が可能と考え、冬作期においてその抑制を実証した⁵⁾。本報では『作物の安定・高品質多収』と『生態系保全水程度まで圃場内での NO₃-N 除去』を前提に、閉鎖型汎用化水田構造と同等の環境条件を満たす土中埋設型野外ライシメータを用いた多肥作物栽培下での野外試験を行った結果を報告するとともに、年間における N₂O ガス削減効果を検討した。

2. 試験地概要と試験方法

隣接するライシメータを4基使用し、試験区3基（無植生区：化肥有・作物無、一般畑区：化肥有・作物有、転換畑区：化肥有・作物有）と対照区1基（化肥無、作物無）とした⁵⁾。TRAMに基づいて灌水量を設定した。なお、一般畑区の心土層では貯水せずに暗渠を通じて排水させる、通常の汎用農地での畑地構造である。2009年12月7日～2010年12月6日の1年間、各季でハウレンソウを栽培した。試験区の作土層に、冬作期および夏作期では燐硝安加里を

145 kg N・ha⁻¹施肥した。春作期および秋作期では燐硝安加里を 42 kg N・ha⁻¹施肥し、牛糞完熟堆肥を 116 kg N・ha⁻¹投入した。内径 30×30×30 (cm) の透明アクリル製チャンバーを用いて地表ガスを採取し、N₂O ガス濃度を測定した。地表面下 10 cm 毎に埋設された暗渠から採水した土壌水について、ヘッドスペース・ガス分析法によって溶存 N₂O 濃度を測定した。隔週定刻にガスおよび土壌水の採取と採水を行った。

3. 結果と考察

3.1 投入窒素量あたりの N₂O ガス排出割合 (Fig.1)

秋作期における投入窒素量あたりの N₂O ガス排出割合を Fig.1 に示した。一般畑区では、畑地表面からの放出は 0.8 % と測定された。溶脱した NO₃-N 水を由来とする N₂O ガスの間接排出については、わが国の基準²⁾を参考にした。多肥作物栽培下での試験を考慮すると、その割合は 2.0 % で示された。また、溶存 N₂O の揮散を由来とする N₂O ガスの間接排出は地表面からの放出量と同等であると指摘されている¹⁾ので、この割合は 0.8 % で示された。転換畑区では、畑地表面からの放出は 1.6 % と測定された。この値は一般畑区の 2 倍の排出割合であった。NO₃-N 水は生態系保全水程度まで心土層で除去できたので、この由来は 0 % になる。試験終了後に地下水層帯に残存していた溶存 N₂O が全てガス化して大気へ放出された場合を想定すると、この由来は 0.02 % と測定された。以上より転換畑区では、全栽培期において地下水中の溶存 N₂O は微小であることが認められた。

* 岩手大学 大学院連合農学研究科, ** 山形大学農学部, *** 東京大学 大学院農学生命科学研究科。* United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University, ** Faculty of Agriculture, Yamagata University, *** Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

キーワード：汎用化水田、転換畑地、温室効果ガス、水質浄化、窒素除去、脱窒、ハウレンソウ

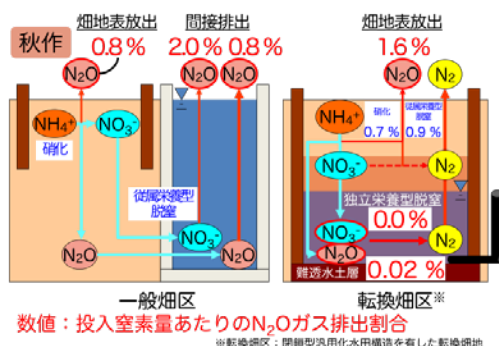


Fig.1 投入窒素量あたりのN₂Oガス排出割合 (秋作期)

3.2 転換畑区のN₂Oガス削減効果 (Table.1)

Table.1 は各期および年間の投入窒素量あたりのN₂Oガス排出割合である。転換畑区の一般畑区に対するN₂Oガス削減効果は、冬作期3.8倍、春作期5.5倍、夏作期1.2倍、秋作期2.2倍と示され、全栽培期で転換畑区のN₂Oガス削減が認められた。年間の投入窒素量あたりのN₂Oガス排出割合は、一般畑区3.5%に対して転換畑区1.6%と示され、一般畑区に対するN₂Oガス削減効果は2倍以上であることが認められた。

Table.1 転換畑区のN₂Oガス削減効果

時期	N ₂ Oガス 排出項目	一般畑区	転換畑区※	時期	N ₂ Oガス 排出項目	一般畑区	転換畑区※	
冬作	畑地表面	0.9%	0.9%	夏作	畑地表面	1.2%	3.4%	
	間接排出 (N ₂ O気泡)	0.9%	(0.1%)		間接排出 (N ₂ O気泡)	1.2%	(0.2%)	
	間接排出 (NO ₃)	2.0%	0.0%		間接排出 (NO ₃)	2.0%	0.0%	
	合計	3.8%	1.0%		合計	4.4%	3.6%	
春作	畑地表面	0.1%	0.4%	秋作	畑地表面	0.8%	1.6%	
	間接排出 (N ₂ O気泡)	0.1%	(0.01%)		間接排出 (N ₂ O気泡)	0.8%	(0.02%)	
	間接排出 (NO ₃)	2.0%	0.0%		間接排出 (NO ₃)	2.0%	0.0%	
	合計	2.2%	0.4%		合計	3.6%	1.6%	
※転換畑：閉鎖型汎用化水田構造を 有した転換畑地				1年間	畑地表面	0.7%	1.6%	
一般畑区に対する N ₂ Oガス削減効果は 2倍以上。					間接排出 (N ₂ O気泡)	0.7%	(0.0%)	
					間接排出 (NO ₃)	2.0%	0.0%	
					合計	3.5%	1.6%	

3.3 転換畑区の窒素収支 (Fig.2)

年間の窒素収支が Fig.2 である。わが国における一般畑での投入窒素に対するNO₃-N溶脱率である30%を用いると、一般畑区からは168 kg N・ha⁻¹のNO₃-N水が溶脱すると推定された。独立栄養型脱窒菌と従属栄養型脱窒菌による脱窒量については化学量式を用いた方法で

試算したが、現在、微生物数を考慮した厳密な検証を行い、解析精度を高めている。転換畑区の脱窒量を試算した結果、その量は476 kg N・ha⁻¹と算出され、この5分の4は独立栄養型脱窒菌による脱窒量であると試算された。両区における作物の窒素吸収量は同程度と実測された。以上より、転換畑区では適切な肥培・土壌・水管理による良好な作物栽培条件下での温室効果ガスの削減とNO₃-N水除去が認められた。したがって、閉鎖型汎用化水田構造を有した転換畑地は安定収量の確保と同時に窒素環境の保全が可能であることが示唆された。

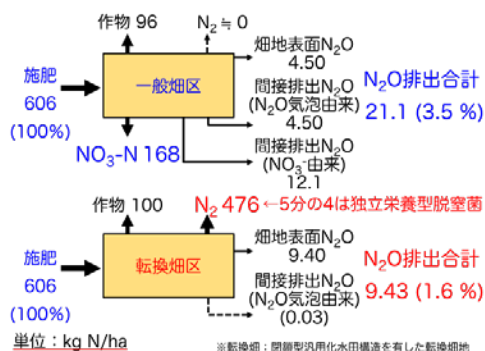


Fig.2 年間の窒素収支 (4作期 365日間)

4. おわりに

今後の課題は、独立栄養型脱窒菌の活性強度を考慮し、高品質で安定した収量、土壌・大気環境の保全機能の強化方法および節水効果に資する排水管理方法を検討することである。

【引用・参考文献】

- 1) 糟谷真宏・山田良三(1997)：野菜畑地帯の排水路における地下水湧出に伴う亜酸化窒素の放出，H9年度日本土壤肥料学会講演要旨集。
- 2) Sawamoto, T., Nakajima, Y., Kasuya, M., Tsuruta, H., and Yagi, K. (2005)：Evaluation of emission factors for indirect N₂O emission due to nitrogen leaching in agro-ecosystems. Geophys. Res. Lett., 32, L03403, doi:10.1029/2004GL021625.
- 3) 長谷川晃彦・下田陽介・石川雅也・飯田俊彰・梶原晶彦(2008)：閉鎖型汎用化水田構造を有した転換畑地からの温室効果ガス削減方法，H20年度農業農村工学会講演要旨集。
- 4) 長谷川晃彦・石川雅也・飯田俊彰・梶原晶彦(2009)：閉鎖型汎用化水田構造を有した転換畑地での地下水飽和土層帯における溶存亜酸化窒素の動態，H21年度農業農村工学会講演要旨集。
- 5) 長谷川晃彦・石川雅也・飯田俊彰・梶原晶彦(2010)：閉鎖型汎用化水田構造を有した転換畑地の地下水飽和土層帯におけるN₂Oガス削減効果，H22年度農業農村工学会講演要旨集。