

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 CH₄ and N₂O Removal Method from Undersoil Layer in New Multi-purpose Paddy Field

○長谷川晃彦*, 下田陽介**, 石川雅也*, 飯田俊彰***、梶原晶彦*
Hasegawa Akihiko*, Shimoda Yousuke**, Ishikawa Masaya*, Iida Toshiaki*** and
Kajihara Akihiko*

1. はじめに

これからの農地には水・土・大気・生物を犠牲にして食糧・食料資源とエネルギー資源の生産を優先させるという過去の常識は通用しない。筆者等が行った一連の研究¹⁾²⁾³⁾では水域、土壌や大気に対して、農地農村から排出される物質の負荷をかけるのではなく、農地農村空間が必要な食糧・食料生産機能とエネルギー資源生産機能を向上しつつ、ゼロエミッション空間へと限りなく移行するための解決策として、閉鎖型構造を有する汎用化水田に着目した。そして、その圃場構造条件を満たす土中埋設型野外ライシメータを使用した3年間の水質試験を行い、溶脱窒素水の除去を明らかにするとともに、その除去要因の90%以上が独立栄養型脱窒菌による生物学的脱窒作用であることを示唆した。

本報では、水質試験を継続している当圃場でメタンガスと亜酸化窒素ガスの濃度を実測し、作物の安定供給と窒素除去を前提に、その温室効果ガス抑制機能の強化可能性を検討した。

2. 温室効果ガス発生と抑制メカニズム (Fig.1)

易分解性有機物と溶存態硝酸が存在する弱還元土層では従属栄養型脱窒菌によって亜酸化窒素が生成される。溶存態硝酸が存在する強還元土層では独立栄養型脱窒菌が窒素ガスの生成を行うと同時に、その土壌水中に分散している亜酸化窒素気泡も還元化し、窒素ガスを発生させると考えられる。メタンガスは強還元土層で発生するが、その上部に存在する酸化土層

でメタン酸化菌によって二酸化炭素に分解されるので、地表面から放出されない。このとき発生した二酸化炭素（無機態炭素）の多くは降雨または灌漑による浸透水に溶解した後、強還元土層に運ばれ、独立栄養型脱窒菌が行う生物学的脱窒作用に使用されるものと考えられる。

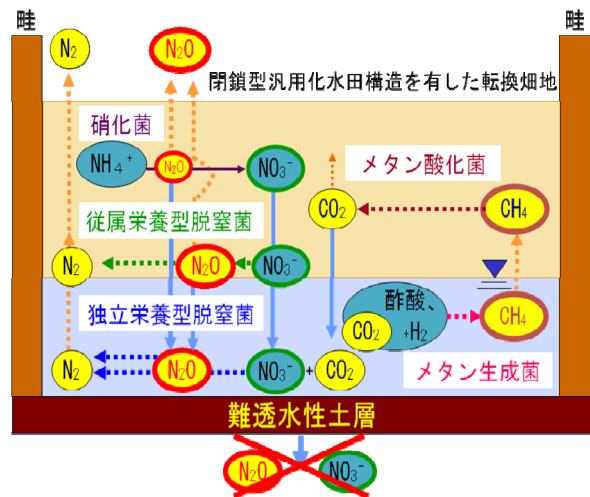


Fig.1 閉鎖型汎用化水田構造を有した転換畑地の温室効果ガス発生と抑制メカニズム

3. 研究の目的

閉鎖型農地構造を有した転換畑地において、作物栽培に悪影響を与えない環境条件下で、温室効果ガス放出量が一般的な畑地よりも多く放出される場合を想定した最悪の水管理試験を行うことによって、肥料の種類と量、散水浸透やそれに伴う地下水位の変動が温室効果ガス放出量にどのように影響するのかを明確にするとともに、温室効果ガス放出量の削減方法を検討することが本研究の目的である。

* 山形大学農学部、** 山形大学 大学院農学研究科、*** 東京大学 大学院農学生命科学研究科. * Faculty of Agriculture, Yamagata University, ** Graduate School of Agricultural Sciences, 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

4. 試験地概要と試験方法

隣接する当ライシメータ 3 基を使用し、有機肥料植生区、化学肥料植生区と無施肥無植生区とした³⁾。収穫したホウレン草については、ケルダール法によって窒素吸収量を測定した。内径 30×30×30 (cm) の透明アクリル製チャンバーを用いてガスを採取し、亜酸化窒素濃度とメタン濃度を測定した。土壤埋設チューブによって深さ 35cm と 55cm の土壤ガスを採取し、メタン濃度を測定した。2007 年 7 月 3 日～2008 年 2 月 11 日の週 2 回定刻のガス採取を行った。ガスサンプル総数は 1,243 本であった。

5. 結果と考察

5.1 施肥由来の亜酸化窒素放出量 (Fig.2)

耕起等のバックグラウンドによる影響をなくすために、化学肥料区での亜酸化窒素フラックスから無施肥区での亜酸化窒素フラックスを差し引いたグラフが Fig.2 である。その結果、硝酸カリウム投入と硫安施肥の正味の影響を表すグラフとなった。硫安施肥後の上昇は硝化作用によるものと考えられる。地下水位の調節によって、溶存態硝酸が存在する土層 (40 cm～60 cm) を弱還元層にしたことで、従属栄養型脱窒菌による中途半端な脱窒作用が生じ、亜酸化窒素が地表面から放出されたと考えられる。

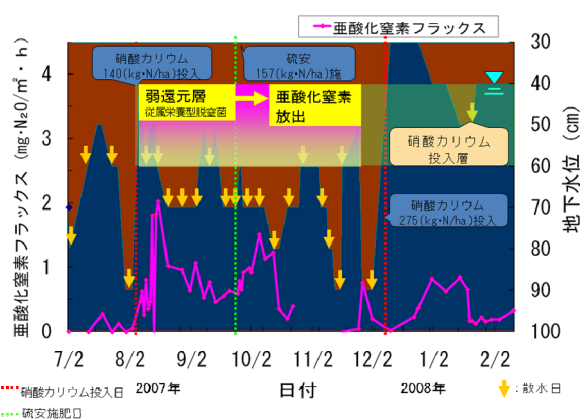


Fig.2 化学肥料由来の亜酸化窒素フラックスと地下水位変動

5.2 化学肥料区の窒素収支 (Fig.3)

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¹⁾²⁾。施肥由来の N₂O 放出量 3.9 % は従属栄養型脱窒菌による脱窒量と同程度であり、一般的な畑地からの放出量 (0.01～2.0%) と比較して大きい値であった。しかし、高い濃度の溶存態硝酸が存在する心土層内の弱還元土層まで地下水位を上げ、弱還元土層を強還元土層にすることで N₂O は地表面から全く放出されないの、地下水位管理 (雨水・灌漑) が温室効果ガスの削減方法であると考えられる。

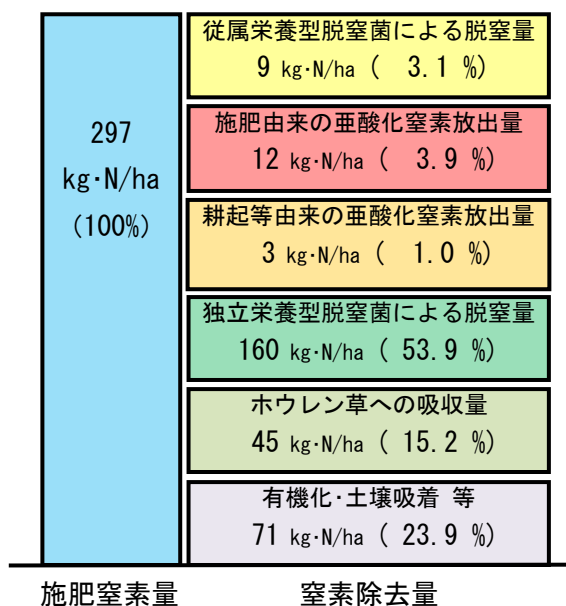


Fig.3 化学肥料区の窒素収支 (1 作期 87 日間)

5.3 メタンガスフラックス

55cm 以深の土壤から極めて高い濃度のメタンガスが検出されたが、地表面からはメタンガスフラックスが全く検出されなかった。

6. おわりに

本研究の一部は東北農政局管内農業農村整備事業推進方策検討委員会による平成 19 年度調査研究活動費によって遂行された。ここに記して、関係諸氏に謝意を表したい。

【引用文献】

- 1) 石川雅也・塩沢昌・飯田俊彰・梶原晶彦(2006) : 転換畑地心土層に蓄積した高濃度硝酸態窒素の除去要因の定量化、H18 年度農業土木学会講演要旨集、pp.372-373.
- 2) 下田陽介・石川雅也・飯田俊彰・梶原晶彦(2007) : 転換畑野菜栽培下における化学量式を用いた脱窒量の算出、H19 年度農業土木学会講演要旨集 pp.692-693
- 3) 下田陽介・石川雅也・塩沢昌(2008) : 転換畑土層内 T-N 濃度の予測式の導出と適用、H20 年度農業農村工学会講演要旨集.