

# 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

## Movement of Dissolved $N_2O$ 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. はじめに

近年、畑地表面からの亜酸化窒素ガス放出とは別に、畑地排水から高濃度の溶存亜酸化窒素が検出された事例が報告されている。

一方、筆者らは農耕地から放出される亜酸化窒素ガスの抑制策の一つとして、閉鎖型汎用化水田に着目し、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で、温室効果ガス放出量を削減するためには独立栄養型脱窒菌の脱窒活性を高めることが必要であり、そのためには溶存態硝酸が残存する土層帯を強還元土層にするような地下水位管理（雨水や灌漑）が有効なのではないかという仮説を立てた<sup>1)</sup>。

本報では、水質および亜酸化窒素放出ガス試験を継続している当圃場において、土壤水中に溶存している亜酸化窒素ガスに着目し、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. 亜酸化窒素ガス発生と抑制メカニズム (Fig.1)

窒素肥料である硫酸を土層に鋤き込むことで、酸化層では硝化によって亜酸化窒素が生成される。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、その土壤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推察される。本研究では、土壤浸透水を心土層の地下水飽和土層帯に貯水

させ、地下に閉鎖型の貯水空間を設けたことで強還元土層を創出し、酸化土層の占める割合を圧倒的に低くできる。そして、その強還元層における独立栄養型脱窒作用による亜酸化窒素放出の抑制強化を想定した長期試験を行った。

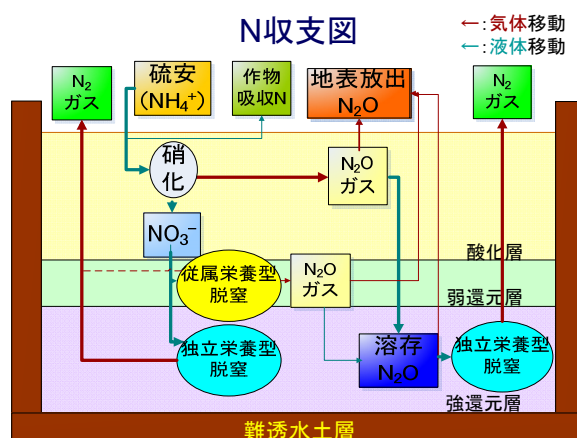


Fig.1 閉鎖型汎用化水田構造を有した転換畑地の亜酸化窒素ガス発生と抑制メカニズム

### 3. 研究の目的

閉鎖型汎用化水田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、強還元条件下における独立栄養型脱窒菌による溶存  $N_2O$  の脱窒作用を観測し、その結果に基づいて、散水灌漑や強還元土層での貯水による温室効果ガス削減効果の検討を目的とする。また、肥料の種類と量が地表面からの  $N_2O$  放出量と溶存  $N_2O$  存在量にどのように影響するのかを明確にすることを目的とする。

### 4. 試験地概要と試験方法

隣接する当ライシメータ 2 基を使用し、化学肥料植生区と無施肥無植生区とした。収穫したハウレン草については、ケルダール法によって

\* 山形大学 農学部、\*\* 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 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

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地表ガスを採取し、N<sub>2</sub>O ガス濃度を測定した。地表面下 10cm 毎に埋設された暗渠の暗渠排水について、ヘッドスペース・ガス分析法によって溶存 N<sub>2</sub>O 濃度を測定した。2007 年 12 月 11 日から開始した本試験は現在も継続中で、週 2 回定刻のガス採取と隔週定刻の暗渠排水採水を行った。2009 年 1 月末の段階でガスサンプル総数は 727 本、暗渠排水採水総数は 510 本であった。

## 5. 結果と考察

### 5.1 水管理による亜酸化窒素放出量の変動 (Fig.2)

散水量や地下水位の変動による地表面からの亜酸化窒素放出量と土壤水中に溶存する亜酸化窒素の変動を観測したグラフが Fig.2 である。その結果、散水により土壤水中に溶存する亜酸化窒素濃度が増加する一方で亜酸化窒素放出量は減少する傾向が認められた。その後、土壤水中に溶存する亜酸化窒素濃度は時間の経過とともに減少した。特に、試験全期間中、地下水によって飽和され、強還元条件下にある土層(地表面下 80 cm 層)では、独立栄養型脱窒作用による溶存亜酸化窒素の吸収分解が生じている可能性が示唆された。

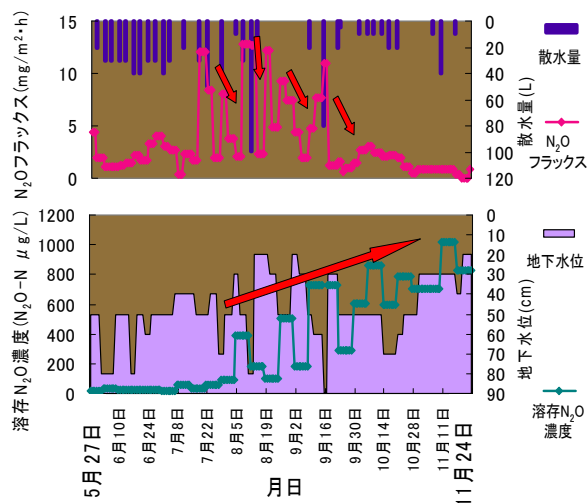


Fig.2 亜酸化窒素フラックスと地下水位変動

### 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<sup>2) 3)</sup>で試算したが、化学量式による算出方法については、今後、微生物数を考慮した厳密な検証を行い、解析精度を高める予定である。脱窒量を試算した結果、2 作期ともに硫酸を施肥したため、2 作期での亜酸化窒素の放出は主に硝化由来である。また、亜酸化窒素放出量は窒素投入量の約 17% を占めた。今後は、作物栽培に悪影響を与えない環境条件下まで地下水位を上昇させ一定に保ち、土壤中の強還元層の占める割合を高めることで、独立栄養型脱窒作用による亜酸化窒素の放出抑制試験を行う予定である。

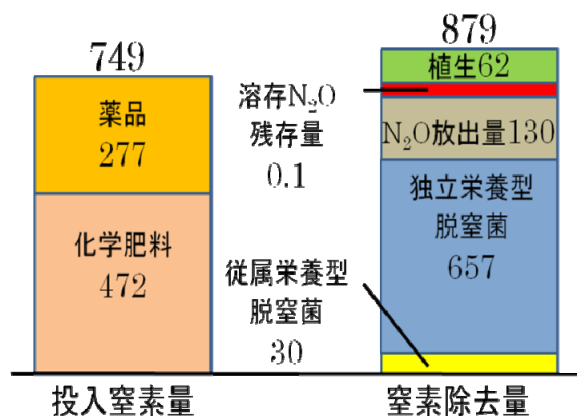


Fig.3 窒素の試験期間収支 (化学肥料区) kg·N/ha

### 5.3 肥料の種類と亜酸化窒素放出量

硝酸カリウムを心土層に投入したが、亜酸化窒素の放出および土壤水中に溶存する亜酸化窒素の発生は硫酸施肥以降の結果と比較して微量であった。また、硝化由来の亜酸化窒素放出量が具体的な数値で明らかとなった。

## 6. おわりに

本報は試験進行中の結果に基づく。今後、引き続き野外長期試験結果の精緻な解析を行う。

### 【引用文献】

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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