

# 転換畑地の心土層に蓄積した高濃度硝酸態窒素除去 Removal of Nitrate-Nitrogen Accumulated into Undersoil Layer in Multi-purpose Paddy Field

石川雅也<sup>1)</sup>、塩沢昌<sup>2)</sup>、飯田俊彰<sup>1)</sup>、梶原昌彦<sup>1)</sup>

Ishikawa Masaya<sup>1)</sup>, Shiozawa Sho<sup>2)</sup>, Iida Toshiaki<sup>1)</sup> and Kajihara Akihiko<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

一般に、汎用化水田を畑地利用する場合、暗渠を常時開放しておくので、多肥作物に吸収利用されなかった化肥由来の硝酸態窒素が著しく溶脱する。暗渠を閉じたとしても、硝酸態窒素が心土層を通じて地下水へ容易に溶脱する。そこで、現在、減肥あるいは輪作を行う等の施肥管理方法が模索されているが、いずれの方法にしても、農地1筆の作目は制限される。

本研究では、本問題を解決するひとつの方法として、汎用化水田が遮水性の畦を有した構造体だけでなく、心土層の底面に畦と密着した不透水層を有した構造体として新たに整備されるとともに、この不透水層の存在と不透水層上部の心土層に配した暗渠の閉鎖により、畑地作土層からの浸透水を心土層に貯めることで還元層をつくり、この還元層での脱窒作用を利用し、溶脱された窒素の除去を行うことを考えた。

こうした圃場構造条件を満たすものとして、本研究では、土中埋設型野外ライシメータを選び、水質試験を行い、地下水位と土層内の窒素負荷量の変動から窒素除去の有無を明確にし、窒素減少量(窒素減少率)を算出した。本研究のように、汎用化水田の転換畑利用時において、心土層に還元層を創出することによって窒素の系外流出の改善を試みた事例は存在しない。

## 2. 試験地の概要と試験方法

### 2.1 試験地の概要

山形大学農学部北側試験場のライシメータを使用した。ライシメータの構造は1基が表面

積3.24m<sup>2</sup>(1.8m×1.8m)の容量であり、土壤充填部分が深度1.0mの有底槽である。10本の暗渠が地表から10cm層毎に埋設されている。暗渠の大きさは、全長1.5m、直径3.0cmである。但し、採水時以外、暗渠を閉じていた。

### 2.2 試験方法

隣接するライシメータ(試験以前は長期間湛水状態)2基を使用し、試験区と対照区とした。試験区にだけ高濃度の硝酸態窒素溶液(硝酸カリウム)を加えた。その他は両基とも同じ条件で試験を行った。2004年8月3日、完熟堆肥(馬ふん)20kg、腐葉土10kgを両基の作土層0~20cm層にすき込んだ。また、同年9月21日には籾殻0.4kg、腐葉土5kgを両基の作土層0~20cm層にすき込んだ。なお、試験期間中、両基とも無植生であり、表面流出はなかった。

同年8月2日、試験区の作土下(深度40~80cm層)に高濃度の硝酸態窒素溶液を20cm層毎に分けて投入した。投入位置から上部の土壤については表土扱いを行った。溶液を地上から投入直後、その下層に最も近い暗渠出口から水道水を流入させ、下層を水分飽和に近い状態とし、20cm層分の土壤を戻した。この一連の作業を20cm層毎に深度40cm層まで繰り返した。

同年8月3日~同年9月8日に各層の暗渠から毎日定時刻に採水を行った。採水が可能であった暗渠まで地下水位が存在するものとした。なお、同年9月8日~同年12月14日については週1回定時刻に採水した。また、雨水と散水した水道水についても採水し、現場でEC、DO、

1) 山形大学農学部、2) 東京大学 大学院農学生命科学研究科 1) Faculty of Agriculture, Yamagata University, 2) Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.

水温を測定し、室内にて陰イオン濃度 (F、Cl、Br、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)、T-N濃度、TOC濃度をそれぞれ、高速液体クロマトグラフ、TOC・T-N計 (NPOC法・燃焼酸化・赤外線分析法) を用いて測定した。充填土壌の土壌物理性についても 10 cm土層毎に測定した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 深度別 T-N・NO<sub>3</sub>-N濃度 (Fig.1)

全試料において、T-N濃度 NO<sub>3</sub>-N濃度であった。硝酸態窒素投入後 (8月4日~9月21日) 深度 50 cm層と 80 cm層で T-N濃度のピークが認められたが、その後、移流と拡散によって深度 40 cm層に T-N濃度のピークが変位した。全体的に、時間経過とともに土壌水中の T-N濃度が低下していく傾向が認められたが、地下水位が降雨と蒸発によって -50 ~ -5 cmまで幅広く変動したので、希釈による影響とも考えられる。そこで、窒素負荷量を算出した。

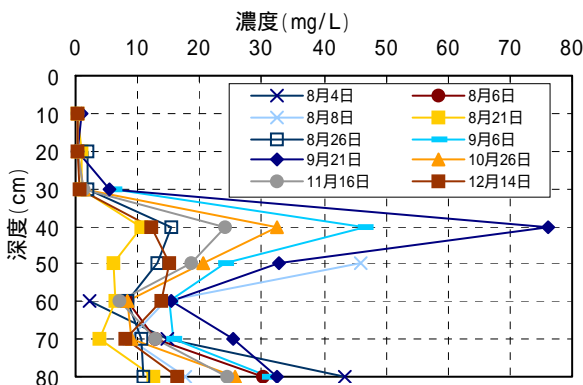


Fig.1 深度別 T-N・NO<sub>3</sub>-N濃度の時間変動 (試験区)

#### 3.2 窒素負荷量の算出方法

『各土層の暗渠水に含まれる NO<sub>3</sub>-N濃度』に『各土層当たりの地下水量』を乗じて『地下水中の各土層当たりの硝酸態窒素負荷量』を求めた。それらを地下水中の土層内の硝酸態窒素負荷量として加算し、『地下水の硝酸態窒素負荷量』を算出した。以下では、硝酸態窒素負荷量を窒素負荷量と記述する。また、TOC負荷量についても同様の方法で算出した。

#### 3.3 窒素負荷量と TOC 負荷量の経時変化 (Fig.2)

試験開始後、窒素負荷量と TOC 負荷量が一時的に増加した。その後、8月11日~8月20

日にかけて窒素負荷量と TOC 負荷量は減少したが、8月21日~9月21日まで窒素負荷量が再び増加した。この期間、9月14日まで TOC 負荷量はほぼ一定だったが、9月21日に腐葉土等の投入によって TOC 負荷量が一時的に増加した。それ以降、地下水位は一定であったが、窒素負荷量の減少とともに TOC 負荷量も減少した。水温が 7.1 から 27.0 の間であったので、易分解性有機物が必要な脱窒菌の活性によって、脱窒作用が進行し、窒素負荷量と TOC 負荷量の値が減少していることが示唆された。

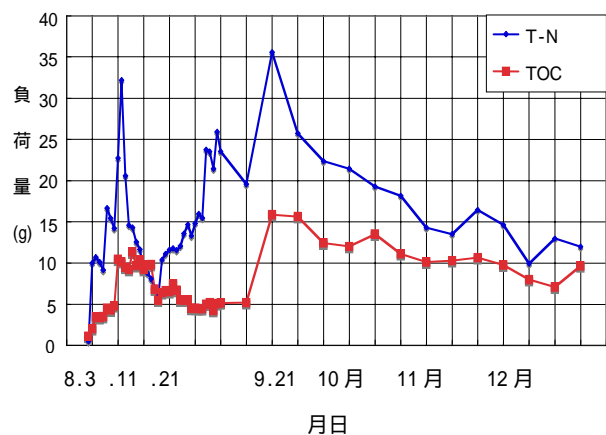


Fig.2 T-N 負荷量と TOC 負荷量の経時変化 (試験区)

#### 3.4 薬品由来による窒素減少量の算出

試験区に薬品として投入した窒素負荷量 (初期投入量) は 134.3g であった。試験終了時 (12月14日) の『暗渠水に残存している薬品由来の窒素負荷量』は、試験区から対照区を差し引くことで『降雨及び水道水による散水や堆肥・糞殻・腐葉土を由来とする窒素量』が相殺され、求められる。さらに、『試験開始前に暗渠水に残存していた窒素負荷量』を差し引いた結果、『試験終了時 (12月14日) において、投入した薬品が暗渠水に残存している窒素負荷量』は 11.3g であった。したがって、差し引き 123.0g の『薬品由来による窒素負荷量』が暗渠水からは検出されず、その窒素減少率は 92% であった。

### 4. おわりに

本研究は科学研究費補助金 (基盤研究(C)(2)) 課題番号 15580296 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。