

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 Calculation of the amount of denitrification in the New Multi-purpose Paddy Field

○下田陽介¹⁾、石川雅也¹⁾、飯田俊彰²⁾、梶原晶彦¹⁾

Shimoda Yousuke¹⁾, Ishikawa Masaya¹⁾, Iida Toshiaki²⁾ and Kajihara Akihiko¹⁾

1. はじめに

本研究では硝酸態窒素汚染の対策の1つとして、新型汎用化水田に着目した¹⁾²⁾。この新型汎用化水田とは下層に難透水層を造成し、強固な畦と底面を密着させた構造を有している汎用農地である。これまでの研究で、新型汎用化水田を想定した農地を転換畑として利用した場合に、有機炭素源を特に投与しなくても心土層に蓄積した高濃度窒素の除去が可能であることがわかった¹⁾²⁾。

本報では、独立栄養型と従属栄養型の脱窒菌に着目し、化学肥料を投与した野菜栽培を条件の下での脱窒量を化学量式を用いて算出した。

2. 試験方法 (Table 1)

試験は隣接した土中埋設型野外ライシメータを用いて行い、試験区と対照区を設定した。試験区には化学肥料(Table 1)を投与し、2006年の春と秋にホウレン草(ソロモンホウレン草)を栽培した。収穫したホウレン草はケルダール法により窒素吸収量を測定した。対照区は無施肥、無植生とした。

試験期間の2006年5月19日～同年11月28日まで隔週定刻に各土層の暗渠から土壤水を採水し、18項目の水質を分析した。

3. 結果と考察

3.1 深度別 T-N・NO₃-N 濃度変動 (Fig.1)

全試料で、T-N濃度≒NO₃-N濃度であった。試験区では各土層で0.334~6.919mg/Lの範囲で推移した。試験開始時など濃度が高くなる週もあったが、翌週には減少した。それ以外の期間は

0~2mg/Lで推移した。対照区でも、同様の傾向が認められた。

Table 1 肥料投入量と投入窒素量(試験区)

	投入量	投入窒素量
春作	2006年5月9日	6.36g (19.64kg/ha)
	硫安 30g	
	過リン酸石灰 30g 硫酸カリ 30g	
秋作	2006年9月12日	6.36g (19.64kg/ha)
	硫安 30g	
	過リン酸石灰 30g 硫酸カリ 30g	
	2006年10月10日	6.36g (19.64kg/ha)
	液肥 20L	

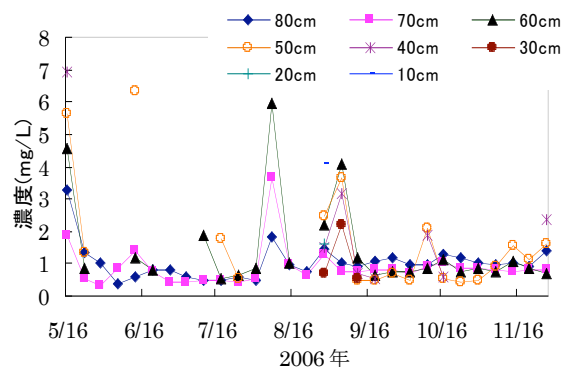
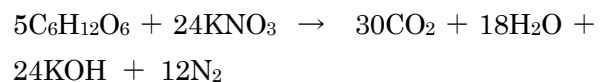


Fig.1 T-N 濃度変動(試験区)

3.2 従属栄養型脱窒菌による脱窒量の算出方法¹⁾²⁾

従属栄養微生物で、主として易分解性有機物をエネルギー源とする代表的な脱窒菌である *Pseudomonas denitrificans* の脱窒作用の化学反応式は次の通りである。



この反応式より、理論上、C/N比が $(30 \times 12.011) / (24 \times 14.007) = 1.072$ で従属栄養型脱窒作用が進行することになる。

1) 山形大学 大学院農学研究科、 2) 東京大学 大学院農学生命科学研究科

1) Graduate School of Agricultural, Yamagata University

2) 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、水質浄化、窒素除去、脱窒、硫酸化細菌、硫酸還元菌

試験区と対照区について、各採水日の土層毎の T-N 減少量と TOC 減少量を算出した。採水不可の土層については、前回採水時と同じ存在量とした。次に、各採水日の土層毎にその存在量を前回採水日の存在量から差し引くことで減少量を算出した。算出した減少量が負の場合は、その減少量をゼロとした。

各採水日の土層毎に『T-N 減少量』と『TOC 減少量を理論的な C/N 比 1.072 で除して算出した脱窒量』を比較し、脱窒量を算出した。どちらかがゼロの場合は脱窒が生じていないものとし、両者が減少している場合については、両者の数値を比較して、小さい値を脱窒量とした。

こうした方法で求めた脱窒量を積算した結果、試験区が 0.41g、対照区が 0.38g となった。

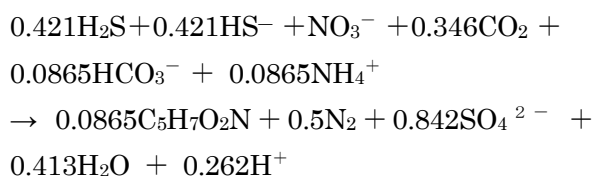
3.3 単位水量当りの脱窒量（従属栄養型）

土壌水量の異なる場所での脱窒量を比較するために単位水量当りの脱窒量を求めた。

まず、10cm 深の土層毎に存在した土壌水量を算出した。採水可能であった土層については土層体積に間隙率を乗じた値とした。採水不可能な土層については土層体積に体積含水率を乗じた値とした。採水日間の水量は、採水日間の地下水位の変動と圃場へ散水を行った日を考慮して推定した。こうした方法で求めた各日の水量を積算した結果、単位水量当りの脱窒量は、試験区で 2.33mg/m³、対照区で 2.15mg/m³ と算出された。

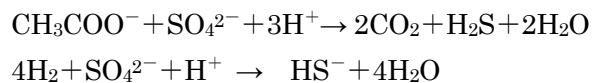
3.4 独立栄養型脱窒菌による脱窒量の算出方法²⁾

独立栄養微生物で CO₂、HCO₃⁻、CO₃²⁻などの無機態炭素をエネルギー源とする脱窒菌である硫黄酸化細菌 *Thiobacillus denitrificans* の脱窒作用のイオン反応式は、S²⁻を電子供与体とした場合、次の通りである。



このイオン反応式より、理論上、SO₄²⁻/NO₃⁻比 = (96.072 × 0.842)/62.004 = 1.304 で、硫黄酸化細菌

による脱窒作用が進行することになる。一方、強還元土壌では、硫酸還元菌が活動しているが、その反応式は次の通りである。



これより、硫黄酸化細菌は脱窒反応に還元硫黄化合物を必要とするが、硫酸還元菌と共存することで、その需要を満たしていると考えられる。

試験区と対照区について、採水日毎に地下水中の SO₄ 存在量を求め、試験区から対照区を差し引くことによって、『硫黄酸化細菌が化学肥料由来の硝酸を使用して生成された SO₄²⁻量』と『化学肥料に含まれる SO₄²⁻量』の差が求められる。その差について、前回採水日との増加量あるいは減少量を求め、各値を SO₄²⁻/NO₃⁻比 = 1.304 で除し、NO₃-N 値に換算し、その値を積算して脱窒量を求めた。ただし、脱窒に関係する SO₄²⁻の減少量は実際よりも少なく算出される可能性があるため、脱窒量の算出値は正味の値よりも小さくなる。

3.5 考察

試験区に化学肥料として投与された窒素は合計で 19.08g であった。それに対して作物の窒素吸収量は 16.10g であった。また従属栄養型脱窒菌の脱窒量は 0.41g、独立栄養型脱窒菌の脱窒量は 31.29g であった。有機物を投与しない条件下であっても、独立栄養型脱窒菌の働きを利用することで窒素除去が可能であることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究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 18 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 (2005) : 転換畑地の心土層に蓄積した高濃度硝酸態窒素除去, H17 年度農土学会講演要旨集, pp.276~277.
- 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方法の定量化, H18 年度農土学会講演要旨集, pp.372-373