

## 田面水の流速が硝酸態窒素除去機能に与える影響 Influence of Velocity on Nitrate Nitrogen Removal in Paddy Field

○杉崎芽依\* 大澤和敏\*\* 松井宏之\*\*

Mei SUGISAKI, Kazutoshi OSAWA, Hiroyuki MATSUI

### 1. 背景・目的

過剰な施肥が農業地域の水の窒素濃度を高めている。窒素濃度が高いことは飲料水や農業用水の利用に障害を与え、また生態系に影響を与える富栄養化も促進させる。そのため農業地域における窒素の流出を抑制することは大きな課題である。水田には脱窒菌による硝酸態窒素除去機能があることが多くの研究で認められている。既往の研究<sup>1) 2)</sup>において、硝酸態窒素除去速度と灌漑水量との関係は水量が多いほど除去量も多いことが示され、その関係式も示されている。しかし、その現象のメカニズム解明にまでは至っていない。

本研究では、室内実験によって流速の大小が硝酸態窒素除去速度に与える影響について調べることを目的とする。気温および日射を同一条件として、流速および水深と硝酸態窒素除去量との関係について検討した。

### 2. 実験方法

外部の光を遮り、25°Cに設定した恒温器内に模型水田を設置した (Fig.1)。水田土壌を2 cmの厚さで敷きつめ、硝酸態窒素濃度おおよそ10 mg L<sup>-1</sup>の硝酸溶液をポンプで循環させた。ポンプから繋がるチューブの途中で採水用のシリンジを取り付けた。実験条件として、水深は2 cmと4 cmの2条件、断面平均流速は1.8, 3.6 cm min<sup>-1</sup>および流れなしの3条件として、水深2条件と流速3条件で計6条件を各2回行った。実験開始から20, 22, 24, 44時間後に採水を行い、採水したサンプルの硝酸態窒素濃度の分析は液体クロマトグラフで行った。

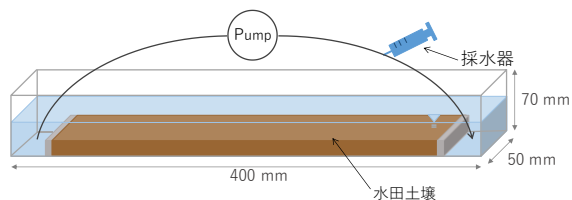


Fig.1 模型水田

### 3. 結果・考察

Fig.2 に硝酸態窒素濃度の経時変化、Fig.3 に硝酸態窒素除去量の経時変化を示す。硝酸態窒素除去量は硝酸態窒素濃度と湛水量との積によって求めた。Fig.2 より水深4cmの条件では水深2cmの条件より濃度の低下が小さいことが示され、Fig.3 では水深2cmの条件に比べ水深4cmの条件で硝酸態窒素除去量は多くなることが示された。水深が大きいくほど硝酸態窒素の存在量は多く、脱窒による硝酸態窒素除去量は硝酸態窒素濃度に比例するため、水深2cmの条件よりも硝酸態窒素濃度の低下が少なく高濃度で保たれている水深4cmの条件では、硝酸態窒素除去量が多くなったと考えられる。

(1) 式から硝酸態窒素除去係数  $a$  (m d<sup>-1</sup>) を求め、断面平均流速  $V$  (cm min<sup>-1</sup>) との関係を図4に示した。

\* 宇都宮大学大学院農学研究科

\*\* 宇都宮大学農学部

キーワード：脱窒，断面平均流速，硝酸態窒素除去係数

$$\frac{dX}{dt} = -\frac{a}{H} X \quad (1)$$

$X$ : 硝酸態窒素濃度 ( $\text{mg L}^{-1}$ ),  $H$ : 湛水深 (m),  $t$ : 時間 (d)

水深の影響を除いたものの、水深 2cm と水深 4cm の条件で異なる傾向が得られた。これに関して、水深 4cm では水深 2cm の条件よりも還元状態が進んでいることが予想され、これによって顕著な差が生じたものと考えられる。

次に田洩りによる硝酸態窒素除去係数を式 (2) に示す。これは水温  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) を変数とする二次関数として表されている。

$$a = 0.000011 T^2 + 0.005 \quad (2)$$

式 (2) によれば今回  $25^{\circ}\text{C}$  の一定条件であるため  $a$  は 0.0119 と算出される。これに対し、Fig.4 より、硝酸態窒素除去係数  $a$  ( $\text{m d}^{-1}$ ) は流速の大小で変化することが示された。水深 2 cm のとき式 (3)、水深 4 cm のとき式 (4) として表すことができる。

$$a = 0.0011V + 0.0096 \quad (3)$$

$$a = 0.0005V + 0.0072 \quad (4)$$

このことから、脱窒が水温だけでなく、流速の影響を受けていることが示唆された。

田面内の水流が大きいほど硝酸態窒素除去量が多くなる理由として、流速が大きいほど鉛直方向に硝酸態窒素分子の移動が促進されるのではないかと、そして脱窒が効率よく行なわれることで、硝酸態窒素除去量が多くなるのではないかと考える。

#### 4. 今後の課題

水の循環による攪乱の影響の検討、流速の大小による田面水内の鉛直方向への水の流れの把握、土性の異なる水田土壌を用い、汎用性を確かめることが今後の課題である。

##### 【参考文献】

- 1) 田淵俊雄ら (2005) : 流量が灌漑水流下過程の硝酸性窒素除去機能に及ぼす影響 - 湛水土壌系の硝酸態窒素除去試験と解析 2 -, 土壌の物理性, 99, 73-83
- 2) 田淵俊雄 (2006) : 水田窒素除去機能の定量化への試み, 農土誌 74-8, 7-10

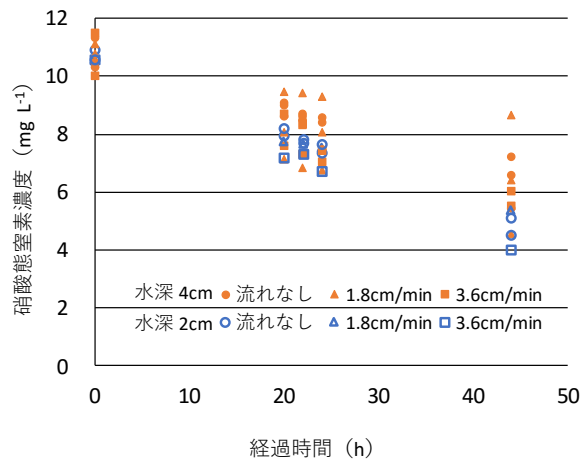


Fig.2 硝酸態窒素濃度の経時変化

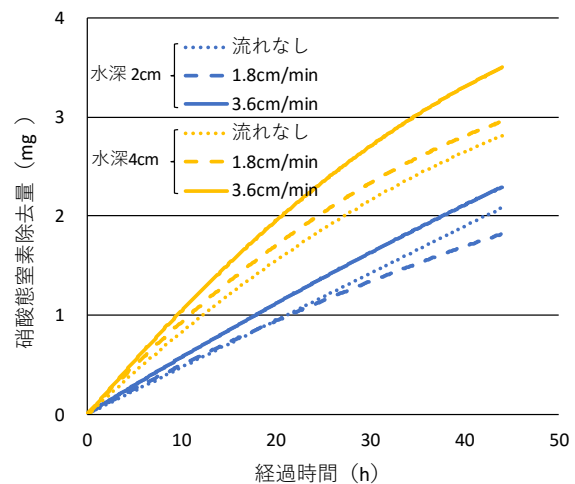


Fig.3 硝酸態窒素除去量の経時変化

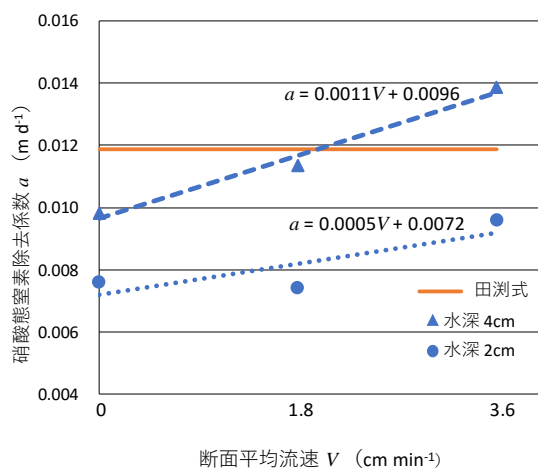


Fig.4 断面平均流速と硝酸態窒素除去係数