

## 異なる湛水深による窒素除去の変化

## The study of changes in nitrogen removal in different flooding water depths

○林 暁嵐\*, 増田舞子\*\*, 吉田貢士\*\*, 前田滋哉\*\*, 黒田久雄\*\*

LIN Xiaolan\*, MASUDA Maiko\*\*, YOSHIDA Koshi\*\*, MAEDA Shigeeya\*\*, KURODA Hisao\*\*

## 1. 背景と目的

近年、湖沼の富栄養化の原因の一つとして、農地への過剰施肥があげられる。流出窒素の抑制方法の1つとして、水田の窒素除去機能が着目されている<sup>1)</sup>。田淵ら<sup>2)</sup>は、刈り取り後の水田で湛水中のNO<sub>3</sub>-Nの除去量が0.02~0.4 g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>であることを明らかにした。また、湛水後の窒素除去量は、湛水初期NO<sub>3</sub>-N濃度、滞留時間、湛水深に依存することを報告している。室内実験により、窒素除去量は湛水初期NO<sub>3</sub>-N濃度が高いほど大きく、滞留時間が長いほど大きいことがわかった。しかし、窒素除去量と湛水深との関係は関係式でしかわかっておらず、実験による検証はなく、詳細は明らかでない。

このことを受け、本研究は田淵らの実験で未検証であった湛水深に着目した実験を行う。異なる湛水深による窒素除去能力の変化を観察することで、その関係を明らかにすることを目的とする。また、実験結果を用いて田淵式の検証を行う。これにより水田の窒素除去メカニズムの更なる解明につなげる。

## 2. 実験概要

## 2.1. 実験手法

実験は暗条件、25℃で行った。分析項目はEC、pH、DO濃度、各態窒素濃度、T-N濃度である。湛水液はNO<sub>3</sub>-N濃度は20 mg L<sup>-1</sup>、40 mg L<sup>-1</sup>、80 mg L<sup>-1</sup>に対し、CN比2（コハク酸で調整）とした。アクリルパイプをダンボールで覆

い、光が入らないようにした。また、試水が蒸発しないようにアルミホイルでパイプの先端を覆った。

実験手順は以下のように行った。

- 1) 長さ50 cm、内径5.4 cmのアクリルパイプに慣行水田土壌を5 cm入れた。
- 2) 試水を湛水深3 cm、5 cm、10 cm、20 cmまで静かに入れた(湛水量60 mL、110 mL、220 mL、430 mL)。
- 3) 24時間ごとに湛水液を採水し、新たに湛水液を交換する。これを3回行った。

## 2.2. 田淵式

田淵ら<sup>2)</sup>は、窒素除去量と濃度の関係は(1)式に近似していることを報告した。

$$Y = ax^n \quad (1)$$

ここで、 $Y$ : 窒素除去量 (g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>)、 $a$ : 窒素除去定数、 $x$ : NO<sub>3</sub>-N濃度 (mg L<sup>-1</sup>)、 $n$ : 窒素除去指数である。室内実験により、 $a = 0.017$ 、 $n = 0.66$ とした。

また、単位面積あたりの湛水中のNO<sub>3</sub>-N量とその除去量について(2)式が成り立つと仮定した。

$$-Hd_x = Yd_t \quad (2)$$

ここで、 $H$ : 湛水深 (m)、 $d_x$ : 窒素濃度の変化量 (mg L<sup>-1</sup>)、 $t$ : 湛水日数 (d) である。これに(1)式を代入すると、(3)式が得られる。

$$-Hd_x = ax^n dt \quad (3)$$

(3)式を積分することで、積算除去量( $D$ )について(4)式が求められる。

$$D = H \left\{ x_0 - \sqrt[1-n]{x_0^{1-n} - \frac{a}{H}(1-n)t} \right\} \quad (4)$$

\*東京農工大学大学院連合農学研究科 United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, \*\*茨城大学農学部 College of Agriculture, Ibaraki University

キーワード: 湛水深 窒素除去 水質浄化

### 3. 結果と考察

Fig. 1 に湛水後の全窒素濃度の変化を示す。すべての初期濃度において湛水深が深くなると湛水後の全窒素濃度が高くなった。

次に、Fig. 2 に窒素除去量の変化を示す。窒素除去量は、各濃度で湛水深間の違いによる差はあまりなかった。Fig. 3 に窒素除去率の変化を示す。窒素除去率は窒素除去量を初期窒素負荷量で除し 100 を乗じた。これによると、湛水深が深いほど窒素除去率が低下した。

実験結果から、窒素除去量は湛水深の違いによらず変化しないことがわかった。この原因として、以下のことが考えられる。湛水後、土壌表層付近で脱窒がおこり、下から徐々に窒素が除去される。このとき、濃度勾配が生じるが、湛水深が深いと、上方の窒素濃度は均一だが、下方だけ除去が進むと考えられる。そのため、24 時間で窒素が除去される限界は 10 cm 付近であり、このときの 10 cm と 20 cm の下方の濃度勾配は同様の傾向であると考えられる。

このことから、一定の時間内において、窒素除去できる湛水深に限界があると考えた。実験による実測値と田渕式の計算値を検証したところ、田渕式の除去定数  $a = 0.017$  に対し  $0.074 \sim 0.086$  になり、約 5 倍の差が生じた。

### 4. まとめ

本実験より、湛水深が深くても、24時間内に除去できる窒素量は変わらなかった。これは、窒素除去の速さに窒素濃度拡散が追いつかないことが原因として考えられる。実験結果から田渕式の検証を行うと、除去定数の値に約5倍の差があった。今後の課題として、新しいモデルの開発が必要だと考えられる。

本研究の一部は、茨城大学学術研究推進経費の援助を受けて行った。

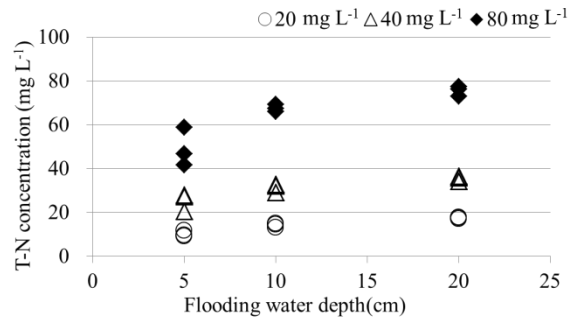


Fig. 1 Changes in T-N concentration after flooding

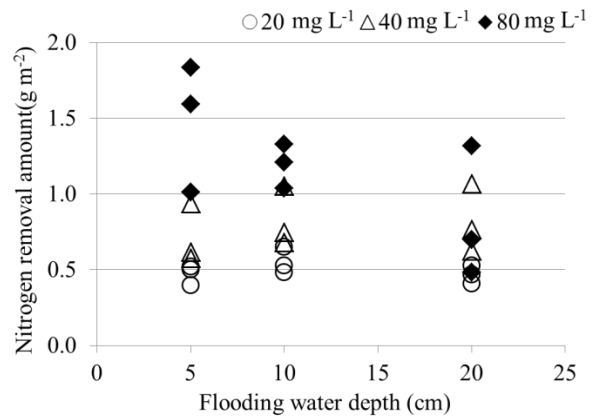


Fig. 2 Changes in nitrogen removal amount

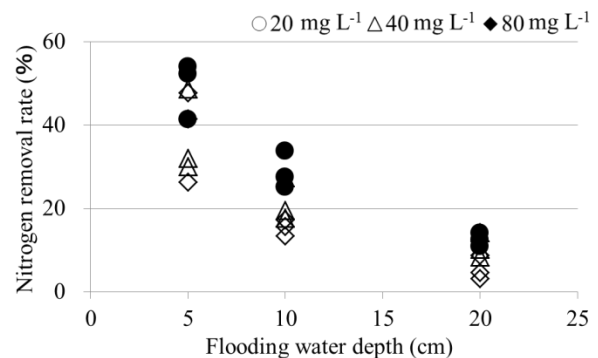


Fig. 3 Changes in nitrogen removal rate

### 引用文献

- 1) 小川吉雄・酒井一(1984):畑地から水田内へ流入した硝酸態窒素の動向, 日本土壤肥科学雑誌, 55(6), 533-538.
- 2) 田渕俊雄・末正奈緒希・高梨めぐみ(1987):水田湛水による硝酸態窒素の除去試験, 農土誌, 55(8), 53-58.