

水田表層土壌の脱窒活性と酸化層厚と温度に関する研究

The research of relationship between denitrification activity and oxide layer thickness, surface soil temperature on paddy surface soil

○梁 慧瑾*, 林 晓嵐**, 松原峻太***, 吉田貢士***, 前田滋哉***, 黒田久雄***

LIANG Huijin*, LIN Xiaolan**, MATSUBARA Shunta***, YOSHIDA Koshi***, MAEDA Shigeya***, KURODA Hisao***

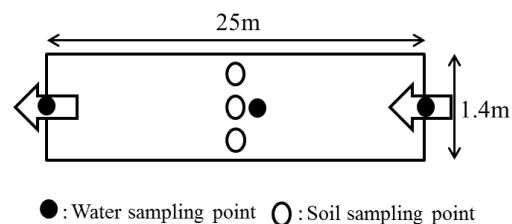
1. 背景と目的

近年、窒素汚染を原因とした閉鎖性水域の富栄養化が問題となっている。この対策として、水田が有する窒素除去機能が着目されており、そのメカニズムの解明が必要である。水田の脱窒作用に関して、田淵ら¹⁾は、水温が高いほど窒素除去量が増加することを明らかにした。また、林ら²⁾は、酸化・還元層の脱窒活性を測定した結果、酸化層では脱窒は起こっていないことを示した。さらに、水田土壌の酸化層が厚くなると、下層の還元層への硝酸態窒素の浸透を抑制し、脱窒を妨げるとした。そこで、本研究は脱窒活性と水田の水温と酸化・還元層の関係に着目し、水田表面土壌の脱窒活性におよぼす酸化層厚と表層温度の影響を明らかにすることを目的とする。

2. 調査概要

調査は茨城県阿見町O地区の通年湛水田で行った。水田は湛水深5~6 cm、無植生で管理した。調査日は2015年6月4日、7月9日、8月27日、10月15日とした。Fig. 1に示すように、流入水、中間地点直上水、流出水を採水し、それらのT-N濃度と各態窒素濃度を測定した。中間地点で表層土壌温度を測定した。不攪乱で10 cm土層を3ヶ所採土し、0.2 mmごとにDO濃度を定測した。本研究は林の手法に従い、土層のDO濃度分布測定からDO濃度 0 mg L^{-1} を境界値とした。コンタミを防ぐため、土壌サンプリングをDO濃度 1 mg L^{-1} 以上を酸化層、 0 mg L^{-1} 以下から1cm下を還元層として、土壌の脱窒活性をアセチレン阻害法³⁾で分析した。

*茨城大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Ibaraki University, **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：脱窒活性 温度 酸化層厚



●: Water sampling point ○: Soil sampling point
Fig. 1 Water sampling points and soil sampling points in test plot

3. 結果・考察

2015年の調査データに、林の2014年調査データ(2014年7月24日、8月19日、9月18日、10月3日)を加えて考察した。酸化層厚と表層温度の関係をFig. 2に示す。酸化層厚は、表層温度が 12°C ~ 24°C の範囲では正の関係がみられ、表層温度が上昇すれば厚くなる傾向がある。原因として、直上水からの酸素供給量が上がったことが考えられる。Fig. 3に表層温度と直上水の溶存酸素飽和度の関係を示す(2014年7月24日は欠測)。図より、 25°C 付近まで溶存酸素飽和度の増加がみられたため、表層温度が上がるにつれて酸化層が厚くなったと考えた。しかし、表層温度が 30°C 付近になると、酸化層厚は薄くなった。これは、土壌中の微生物の酸素消費量が酸素供給量を上回ったためと考えられる。

次にFig. 4に酸化層と還元層の脱窒活性を示す。酸化層脱窒活性の最大値は $4.0 \text{ N}\mu\text{g g-wet}^{-1} \text{ d}^{-1}$ 、最小値は $0.1 \text{ N}\mu\text{g g-wet}^{-1} \text{ d}^{-1}$ であった。還元層脱窒活性の最大値は $27.2 \text{ N}\mu\text{g g-wet}^{-1} \text{ d}^{-1}$ 、最小値は $11.5 \text{ N}\mu\text{g g-wet}^{-1} \text{ d}^{-1}$ であった。酸化層の脱窒活

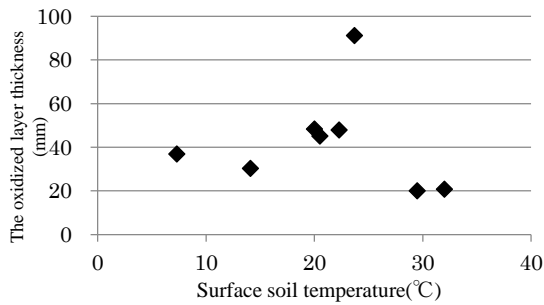


Fig. 2 Relationship between the oxidized layer thickness and surface soil temperature

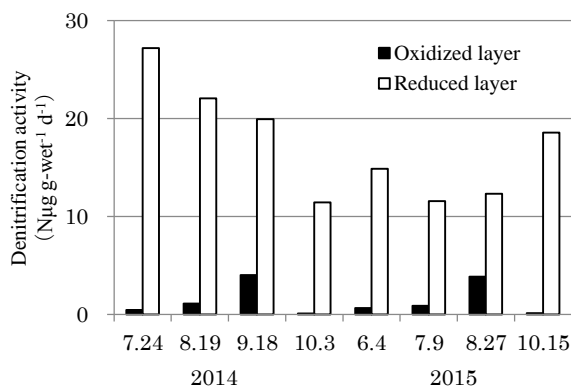


Fig. 4 Changes in denitrification activity of the oxidized layer and the reduced layer

性は還元層より小さいことがわかった。Fig. 5 に還元層の脱窒活性と酸化層厚と表層温度の関係を示す。還元層の脱窒活性と酸化層厚の回帰直線が点線、表層温度との回帰直線が実線である。還元層の脱窒活性は、表層温度と正の関係、酸化層厚さと負の関係がみられた。そこで、還元層の脱窒活性を従属変数、表層温度と酸化層厚を独立変数として重回帰分析を行った。その結果、 $R^2 = 0.903$ で式(1)の重回帰式が得られた。

$$y = 0.431x_1 - 0.435x_2 + 14.749 \quad (1)$$

ここで y は還元層の脱窒活性($N\mu g \text{ g-wet}^{-1} \text{ d}^{-1}$)、 x_1 は表層温度 ($^{\circ}C$)、 x_2 は酸化層厚さ(mm)である。式(1)から脱窒活性は、表層温度だけでなく、酸化層厚にも関係していることがわかった。

4. まとめ

本調査から、以下のことがわかった。1)酸化層の脱窒活性は、還元層より小さい。2)重回帰分析より、

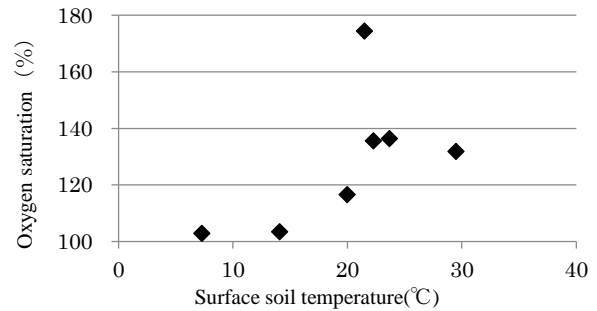


Fig. 3 Relationship between oxygen saturation and surface soil temperature

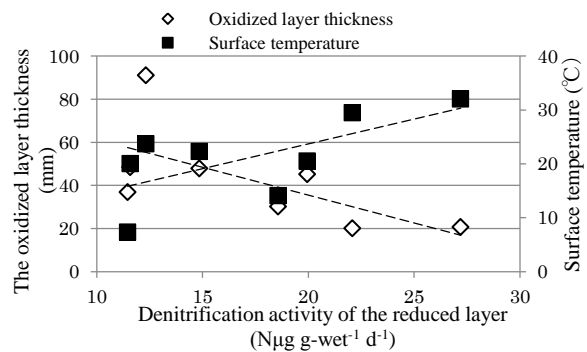


Fig. 5 Relationship between denitrification activity of the reduced layer and the oxidized layer thickness or surface soil temperature

還元層の脱窒活性は、表層温度と正の関係にあり、酸化層厚と負の関係にある。

今後は、さらに調査データを蓄積し、脱窒活性に影響する他の要因も考慮しつつ、さらに調査を行う必要がある。

なお、本研究の一部は、茨城大学学術研究推進経費の助援を受けて行った。また茨城大学広域水圏環境科学教育研究センターおよび茨城県霞ヶ浦環境科学センターの協力に感謝する。

引用文献

- 1) 田淵俊雄ら (1993): 休耕田を活用した窒素除去の試み。農業土木学会誌, 64(4), 27-32.
- 2) 林暁嵐ら(2015): 季節変化による酸化層の変化と脱窒活性の調査, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 588-589.
- 3) 戸田任重・日高伸(1996): 高濃度硝酸態窒素含有地下水の流入する水田下層土における脱窒活性, 水環境学会誌, 19(2), 170-175.