

水田における窒素流出負荷量に対する脱窒量の割合の推定

Estimation of the ratio of quantity of denitrification to nitrogen effluent load from paddy fields

○長坂貞郎*, 磯部勝孝*, 上田眞吾*, 對馬孝治*, ロイ キンシュック*, 山崎高洋*, 石川重雄*

Sadao NAGASAKA, Katsunori ISOBE, Shingo UEDA, Koji TSUSHIMA, Kingshuk ROY, Takahiro YAMAZAKI and Shigeo ISHIKAWA

1. はじめに

農地からの窒素化合物による水質汚濁が問題となって久しい。一方で、水田では窒素成分についての浄化作用があるとの報告が多くされている。その水田の浄化作用の主な要因のひとつとして考えられているのが、脱窒作用である。水田の作土層は、ごく表層の酸化層とその下の還元層に分けられる。窒素成分は酸化層で硝酸に酸化され、生成された硝酸は還元層に移行し、そこで脱窒菌によって脱窒がおきるといわれている。しかし、実際にはどの程度の脱窒が水田の浄化作用として機能しているのかを直接測定することは困難である。そこで本研究では、水田からの窒素流出負荷量に対する脱窒量の割合を推定することを目的として、ポット試験による脱窒量の測定実験を行った。

2. 実験概要

1/2000a のワグネルポットを複数用意し、日本大学生物資源科学部附属農場内の水田から採取した水田土壌を充填した。その際、それぞれのポットに、N, P₂O₅, K₂O がそれぞれ 14%ずつ含まれる化成肥料 5g を添加した。その後、それぞれのポットに蒸留水を加えて湛水させ、イネ（品種：コシヒカリ）の苗を移植して実験に供した。一部のポットには熱電対を取り付けて地温を記録した。ポットは、雨水の影響がないようビニルハウス内に設置した。浸透量が 10mm/day になるように毎日排水を行い、水位減少分の水量を蒸留水で補給した。ポットからの排水について、流出負荷量を算出するため、その水質を分析した。測定した水質項目は、T-N, NH₄-N, NO₃-N, NO₂-N である。イネの栽培は、2015 年 6 月 26 日～2015 年 10 月 13 日の期間に行った。

脱窒速度の測定には、アセチレン阻害法を用いた。イネの生育段階別に、中干し前、中干し後、落水前、収穫時にそれぞれ 3 つずつのポットを脱窒速度の推定実験に供した。脱窒速度の測定は、脱窒量を推定する実験と、土壌の深さごとの脱窒活性を推定する実験の 2 種類について行った。

脱窒量を推定する実験は、円筒カラムを用いて行った。まず、カラムをポットの土壌に挿して表面水と土壌を不攪乱で採取し、地温と同程度に設定したインキュベータ内に設置した。次に、カラム内の表面水および土壌に、アセチレン飽和溶液を注入した。その後、気相部分の N₂O 濃度を、ガスクロマトグラフを用いて測定した。N₂O 濃度の測定は、実験開始直後、2 時間後、4 時間後、6 時間後、24 時間後の計 5 回とした。

深さごとの脱窒活性の推定には、脱窒量を推定する実験に用いた円筒カラム内の土壌を

* 日本大学生物資源科学部 College of Bioresource Sciences, NIHON UNIVERSITY

キーワード：水環境，水田灌漑，水質

使用した。カラム内の土壌を 1cm 間隔に切り分け、それぞれの土壌に硝酸態窒素溶液とアセチレン飽和溶液を添加し、その 1 時間後に塩化水銀溶液を注入して、生成された N_2O の濃度を測定して脱窒活性を算出した。

3. 結果および考察

3.1 排水の水質

ポットからの排水の水質変化の一例を Fig.1 に示す。どの項目についても、実験開始から徐々に減少していく傾向がみられた。また、成分別にみると、ほとんどが NH_4-N で、 NO_3-N および NO_2-N はほとんど含まれていなかった。

3.2 窒素流出負荷量と脱窒量

円筒カラムを用いた脱窒速度の測定結果では、脱窒速度は中干しの前後でわずかに上昇したが、落水前と収穫時の測定では、定量限界未満となった。生育段階で脱窒速度は一定と仮定し、日ごとのポットからの T-N 流出負荷量算出した。その結果を単位面積あたりの脱窒量とともに Fig.2 に示す。T-N 流出負荷量と比較して、脱窒量はごくわずかな割合となった。

3.3 脱窒活性

深さごとの脱窒活性の推定結果を Fig.3 に示す。土壌表面で大きく、深くなるにしたがって小さくなる傾向がみられたが、変動が大きく、イネの根の影響で土壌内の脱窒菌の分布に差が出ることを示唆された。また、栽培初期で脱窒活性が大きく、栽培後期になるにつれて脱窒活性が小さくなる傾向がみられた。

4. おわりに

円筒カラムを用いて推定した脱窒速度と硝酸態窒素を添加して推定した脱窒活性を比較すると、4 回の実験全てで後者がはるかに大きかった。水質分析の結果では、排水で流出する窒素成分のほとんどが NH_4-N であった。ポット内の NO_3-N の存在量が少なく、脱窒能力が十分に発揮されなかったと考えられる。また、脱窒速度について、栽培期間中に変化している傾向がみられた。今後は、流入水に NO_3-N が含まれている場合の脱窒量の推定を、脱窒速度測定の頻度を上げて行う予定である。

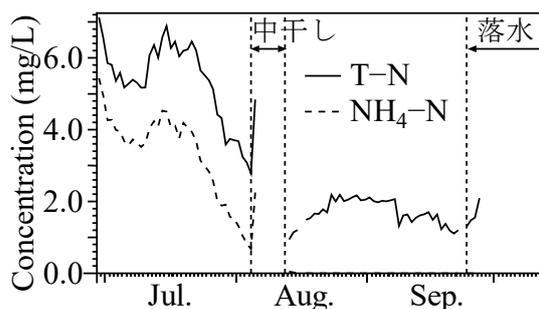


Fig.1 ポットからの排水の窒素濃度変化
N concentration of effluent water

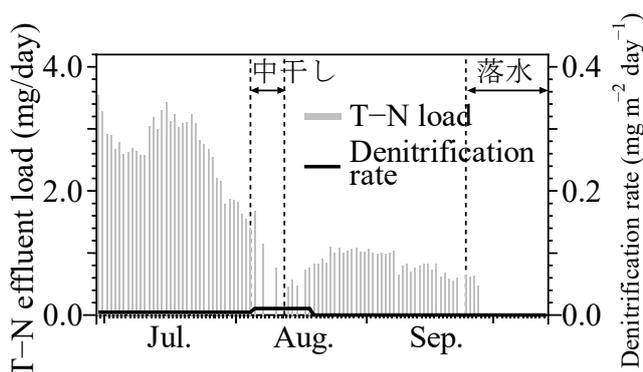


Fig.2 ポットからの T-N 流出負荷量と円筒カラムを用いた脱窒速度測定結果から算出した脱窒量

T-N effluent load and denitrification rate

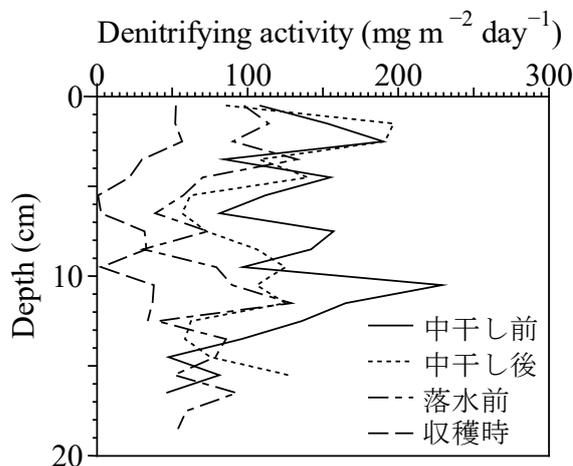


Fig.3 脱窒活性の深さ方向の変化
Denitrifying activity in paddy soil