

明暗条件と土壌厚さが窒素除去に与える影響

The influence of soil thickness and the light and dark condition for nitrogen removal

平野真弓* 黒田久雄* 加藤亮* 中曾根英雄* 田淵俊雄**

HIRANO Mayumi, KURODA Hisao, KATO Tasuku, NAKASONE Hideo and TABUCHI Toshio

1.はじめに 著者らはすでに、明暗条件による窒素除去能力の違いについて報告した(明暗実験'02 とする)¹⁾。その結果、光の連続照射で、有機物が発生し脱窒が持続的に行えることがわかった。また、明条件の方が、硝酸態窒素窒素除去量を大きくできることがわかった。今回は、さらに脱窒と土壌厚との関係について実験を行ったので、その結果を報告する。

2.明暗実験'01

2.1 実験土壌 実験には、茨城県阿見町の試験圃場の土壌を用いた。この圃場は、1991年から湛水状態になっており、不攪乱土壌である。今回は、その試験区(25m×1.4m)のうち遮光無植生区と無植生区の土壌を用いた。供試土壌は、試験区中央部の表層1cmを採土した。なお、無植生区には夏季に土壌表面に藻類が発生する。

2.2 実験方法 実験は、照明付インキュベータにより、照度25,000lxの明条件と暗条件を温度25で行った。実験は、まず500cm³ビーカーに土壌を生土で100g(約2cm)入れ、試験区に流入させている湧水300cm³(NO₃-N濃度、17~18mg・L⁻¹)を静かに入れた。明条件には、蒸発防止のためラップで蓋をした。暗条件は、ビーカー全体をアルミホイルで覆った。採水は、1週間ごとに行った。その際すべての溶液を取り替えた。実験は1連で行った。測定項目は、EC、pH、T-N濃度、NO₃-N濃度、COD濃度を測定した。

2.3 実験結果 Fig.1 に硝酸態窒素除去速度の変動を示した。除去速度は初めの硝酸態窒素濃度から1週間後の濃度とblankの値を差し引き、単位面積あたりで1日に換算して算出した。1,2週目の除去速度は、明条件・暗条件ともにほぼ同じ値を示したが、3週目からは明条件の除去速度が大きく減少した。有機物供給のある明条件の除去速度が、大きくなると予想していたが、逆の結果を示した。この原因として、この実験では、明条件の土壌全体に全方向から光を当ててしまったことが考えられる。その結果、明条件の土壌側面と底に無数の気泡が生じた。この気泡は、藻類の光合成で生成した酸素と考えている。脱窒は、嫌気条件下で行われるため、この酸素が土壌を酸化状態とし、脱窒を妨げたと思われる。藻類の発生は、土壌を酸化し脱窒を抑制することと、脱窒菌への有機物供給の両面があることがわかった。しかし、前回の実験から、明条件の窒素除去能力が高いことも事実である。そこで、明条件で脱窒が行われる土壌の部位を明らかにするため、次の実験を行った。

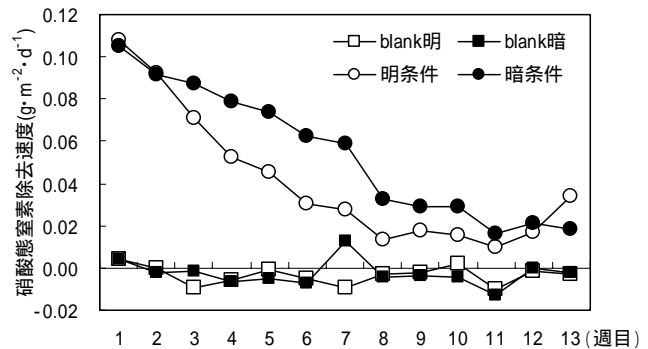


Fig.1 硝酸態窒素除去速度の変動

*茨城大学農学部(College of Agriculture IBARAKI University) **農業土木学会名誉会員(Honorary member of JSIDRE)

3. 土壤厚さ実験

3.1 実験土壤 実験には、明暗実験'01と同様の土壤と湧水を使用した。採土方法も同様である。

3.2 実験方法 実験条件も、明暗実験'01と同じである。しかし今回は、明条件には、土壤表面にだけ光が当たるよう土壤側面と底にアルミホイルを巻き、暗条件はビーカー全体をアルミホイルで覆った。脱窒を行う土壤の部位を調べるために、土壤の厚さを、5mm、10mm、20mmの三種類とした。実験には、500cm³ビーカーを使用し、土壤量を変えて土壤厚さを作った。

3.3 実験結果 Table1に各土壤厚さにおける除去速度と除去係数を示す。t₀~t日までの除去係数 a は、以下の式で表せる。

$$a(m \cdot d^{-1}) = (H/T) \times \log(X_0/X) \dots (1)$$

H:水深(m) T:日数

X₀:t₀日目の硝酸態窒素濃度(mg・L⁻¹)

X:t日目の硝酸態窒素濃度(mg・L⁻¹)

それぞれの値は、1週目と2週目の実験結果の平均値で示した。また、Table1にNO₃-N/T-Nの比も示した。土壤厚さ5mmの除去速度と除去係数は、両者とも他の土壤厚さに比べて値が小さい。

これは、土壤厚さ5mm程度までは、脱窒の行われる還元環境が形成しにくいと考えられる。つまり、還元状態は表層より5~10mm以下層に形成され、脱窒はその土層以下から行われることが推察できる。さらに土壤厚さ5mmの明条件では、実験後ビーカーから土壤を取り出した際にビーカーの底に藻類が付着していた。このことから、光が当たると、表層から5mmまでは光が入り、土壤は酸化状態にもなると考えられる。また、5mm明ではNO₃-N/T-Nが小さいことから、脱窒による窒素除去量の割合は小さく、植生吸収の割合が大きかったと考えられる。Fig.2に、各土壤厚さにおけるTOC(全有機炭素)濃度変化量と除去係数を示した。土壤厚さ20mmでは、明条件の除去係数が暗条件に比べ大きな値を示した。このように明条件で除去能力が高くなったのは、有機物供給があったためと考えられる。しかし、今回はそれぞれの土壤厚さごとに土壤量が違う。このことも、脱窒能力に差を与える原因といえる。そのため、今後土壤量を一定のもとで同様の実験を行い、さらに詳しい解析を行い、脱窒をさらに効率よく利用する方法を検討する予定である。

4.おわりに 以上の結果より、脱窒は表層から10mmより厚い部位で行われていることがわかった。

本研究は、科学研究費補助金基礎研究B(1)(14360138)のもとに実施した。

参考文献

- 1)平野真弓他 農業土木学会大会講演要旨集(2003, 沖縄大会)

Table1 各土壤厚さにおける除去速度と除去係数

		明条件			暗条件		
		5mm	10mm	20mm	5mm	10mm	20mm
除去速度	T-N(g・m ⁻² ・d ⁻¹)	0.023	0.076	0.098	0.016	0.075	0.085
	NO ₃ -N(g・m ⁻² ・d ⁻¹)	0.039	0.089	0.102	0.019	0.075	0.086
	NO ₃ -N/T-N	1.66	1.17	1.05	1.20	1.00	1.01
除去係数	T-N(m・d ⁻¹)	0.002	0.009	0.015	0.001	0.007	0.009
	NO ₃ -N(m・d ⁻¹)	0.003	0.012	0.018	0.001	0.008	0.010
	NO ₃ -N/T-N	1.83	1.42	1.20	1.24	1.04	1.05
TOC濃度変化量(mg・L ⁻¹)		+1.95	+3.98	+4.37	+0.71	+1.00	+1.10

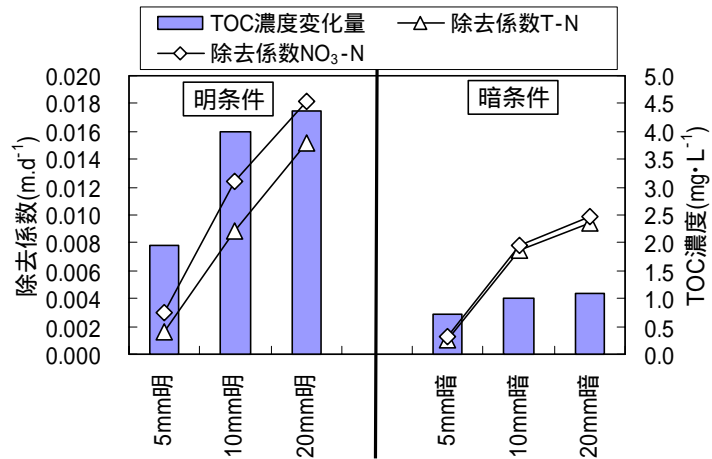


Fig.2 各土壤厚さにおける TOC 濃度変化量と除去係数