

光照射下における窒素除去式の検証

Verification of nitrogen removal equation in illumination condition

平野真弓*, 黒田久雄**, 加藤亮**, 中曽根英雄**

HIRANO Mayumi, KURODA Hisao, KATO Tasuku, NAKASONE Hideo

1. はじめに これまで、湛水土壤の窒素除去式は田淵ら(1987, 1993)によって求められているが、いずれも暗条件下で算出された式である。本研究では、光照射下において窒素除去式がどのような形を示すかを検証することを目的とした。田淵ら(1987)は、20 の室内恒温暗所下で窒素除去試験を行った結果、NO₃-N 除去速度 R_0 と濃度 X には以下の一次比例式が成り立つことを示している。

$$R_0 = aX \quad \dots \dots (1)$$

R_0 : 室内暗所での NO₃-N 除去速度(g・m⁻²・d⁻¹) X : NO₃-N 濃度(mg・L⁻¹)

(1)式の a は一次比例式の傾きを示し、水温によって異なる値である。室内暗所の無植生下で、水温を 10, 20, 30, 40 の4段階に変えたと傾き a には以下の実験式が成り立つことが示された(田淵ら, 1993)。田淵らによって求められた暗所での傾きを a_0 とする。

$$a_0 = 0.000011T^2 + 0.005 \quad (10 \leq T \leq 40) \quad \dots \dots (2)$$

a_0 : 暗所における窒素除去式の傾き T : 水温()

$$a_0 = T^2 + \quad (10 \leq T \leq 40) \quad \dots \dots (3)$$

(3)式の \quad と \quad は、土壤などによって異なるとされている。そこで、(1), (2)式が暗所条件下で算出されていることに着目し、本実験はそれらが光照射下でも成り立つか検証を行った。

2. 実験方法

2.1 実験条件 実験は、照明付インキュベータを用い、光は 250 μmol・m⁻²・s⁻¹ の強さで連続照射し、温度を 10, 20, 30, 40 でそれぞれ恒温状態で行った。初期濃度は、10, 20, 40mg・L⁻¹ に加え、田淵らの行った試験結果と比較を行うため 25mg・L⁻¹ の暗条件を用意した。

2.2 供試土壌 本実験で用いた土壌は、阿見町大形地区の「慣行水田」の土壌である。この水田土壌の表層 0~2cm を採土し試験に用いた。採土日は、10 と 30 が 2006 年 1 月 6 日、20 と 40 が 2006 年 2 月 10 日の 2 回だが、採土場所は同位置で行った。

2.3 実験方法 実験は、500 cm³ ビーカーに供試土の生土 100 g を入れ、KNO₃ で作成した NO₃-N 溶液 300 cm³ を静かに入れて濃度変化を測定した。1 試験体につき、3 連で行った。採水は、1 日ごと定時に 8 cm³ ずつ計 4 回採水し、NO₃-N と TOC 濃度を測定し 4 日間湛水した。4 日後に試料水をすべて取り除き測定・分析を行った。

3. 明条件下の NO₃-N 濃度と NO₃-N 除去速度の関係

Fig.1 に、NO₃-N 除去速度と NO₃-N 濃度との関係を示す。グラフには、3 連の試験体すべてのデータをプロットした。近似式は、一次近似(実線)と累乗近似(点線)をとった。Table 2 に、その近似式と相関係数を示した。

Fig.1 から、10, 30 の直線近似と累乗近似がやや異なる形状を示したが、20, 40 の近似曲線はほぼ直線に近い形状を示した。10 の相関係数が小さく、30 も直線と大きく変わる形状ではないので、光照射下でも窒素除去式は(1)式で近似された。これは、光照射下であっても NO₃-N 濃度と NO₃-N 除

*東京農工大学連合大学院(United Graduate, School TUAT) **茨城大学農学部(College of Agriculture, IBARAKI University)

去速度には常に(1)式のような比例関係が成り立つことを示す結果である。その比例関係は、光照射の有無や水温に関わらず常に成り立つことが明らかになった。

明条件下の窒素除去式の傾きを a_θ とおき、 a_θ と水温の関係を図2に示す。 a_θ と水温の関係から近似式を導く際、30 の値が異常値と考えられたので、30 の値を除外して近似式をとった。

Fig.2 から、20、40 の a_θ が a_0 よりも大きな値を示したことがわかる。実験から得られた光照射下での窒素除去式の傾き a_θ と水温 T () の関係を調べた結果、以下の近似式が得られた。

$$a_\theta = 0.00002T^2 + 0.005 \quad (10 \leq T \leq 40) \quad \dots \quad (4)$$

a_θ : 本実験の明条件下の傾き T : 水温()

(4)式は、田淵らによって提案された(3)式に対応した形であることがわかる。

4. おわりに 以上から、光照射下においても $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去速度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度には、暗所下と同様(3)式のような比例関係が成り立つことが明らかになった。また、光照射下での傾き a_θ と水温 T には、(4)式で表される近似式が成り立つことがわかった。(4)式は、田淵らによって求められた(2)式と対応しており、本実験結果から $a_0 = 0.00002$ となり、田淵らによって求められている a_0 の約2倍を示した。しかし、本実験は1種類の土壌で証した結果であるため、これらが他の土壌でも成り立つかは定かではない。今後、多くの種類の土壌で同様の試験を行い、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去速度の関係を検証していく必要があると考える。本研究は、科学研究費基礎研究 B(1)課題番号 14360138 で行った。

参考文献

- 1) 平野真弓, 黒田久雄, 加藤 亮, 中曽根英雄(2005): 明条件と暗条件における窒素除去能力の違いについての研究, 応用水文, 18, 7-13.
- 2) 平野真弓, 黒田久雄, 加藤 亮, 中曽根英雄(2006): 光条件が湛水土壌の窒素除去能力に与える影響, 農土論集, 245(74-5), 713-720

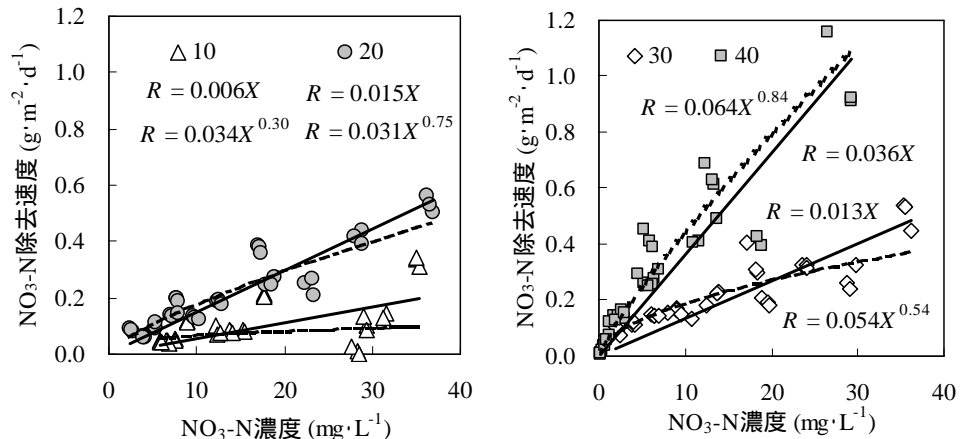


Fig.1 明条件下での $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去速度の関係

Correlation between $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration and $\text{NO}_3\text{-N}$ removal rate in light condition)

Table 1 明条件下における $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去速度の関係式

Correlation between a_d / a_0 and $\text{NO}_3\text{-N}$ concentration in light condition

	1次近似		累乗近似	
	近似式	r	近似式	r
10	$R=0.006X$	0.51	$R=0.034X^{0.30}$	0.16
20	$R=0.015X$	0.92	$R=0.031X^{0.750}$	0.92
30	$R=0.013X$	0.82	$R=0.054X^{0.54}$	0.91
40	$R=0.036X$	0.90	$R=0.064X^{0.84}$	0.98

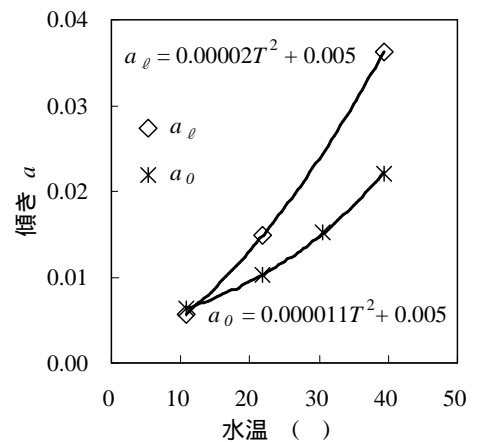


Fig.2 明条件下における窒素除去式の傾き a_θ と水温の関係(右図: 30 除外)

Correlation between a_θ and water temperature in light condition