

水分量や水分移動が土中の有機態窒素の無機化と微生物活性に与える影響 Nitrogen mineralization and microbial activity in unsaturated soil during infiltration

○岡田 華保・渡辺 晋生

Kaho Okada and Kunio Watanabe

はじめに 有機肥料の適切な施用量を考えるためには、土中に有機肥料を添加した際の正味の無機化・硝化速度を決定し土中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の変化を予測することが重要である。これらの速度はバッチ試験でしばしば評価される。しかし、降水や蒸発による圃場の土壌水分の変化や移動と土中の無機化・硝化速度や窒素の形態変化に関わる微生物活性との関係はよくわかっていない。そこで、異なる降水速度のカラム実験と対照のバッチ試験を同時に行い、水分量や水分移動が土中の有機態窒素の無機化や硝化、微生物活性の指標である ATP 量に与える影響を明らかにすることを目的とした。

試料と方法 岩手大学学内圃場で採取した黒ぼく土の 2 mm 篩通過分を試料とした。有機肥料には油粕 (J-オイルミルズ, C/N : 7) を使用した。バッチ試験では、体積含水率 θ を 0.4, 0.45 に調整した試料に、油粕を有機態炭素 C が 400 mg/100g-drysoil となるように添加し、50 cc サンプラーに充填した後、25 °C 暗所に保温静置した。そして、任意の日毎に土中の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と ATP 量を吸光度計とルミテスターで測定した。なお、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の測定には、10 %KCl と純水抽出液を用い、それぞれを全量と溶存量とみなした。また試料の θ , pH, EC も同時に測定した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の時間変化を一次分解反応式で再現するように、分解速度定数 k を決定した。カラム実験も 25 °C の恒温室で行った。高さ 16 cm, 内径 5 cm のアクリルカラムに、 $\theta = 0.4$ に調整した試料を、乾燥密度 0.9 g/cm³ と

なるように 15 cm 詰めた。降水装置と定量ポンプで純水を 1 PV 以上滴下した後、上端に $\theta = 0.4$ で調整した試料に油粕を添加した油粕すきこみ層 (400 mg-orgC/100g-drysoil) を 1 cm 載せ、再び純水を $q = 0.5, 1.0$ cm/d の一定速度で滴下した。2.5, 7.5, 12.5 cm 深に 4 極センサとテンシオメータを設置し、電気伝導度 EC と圧力水頭を測定した。また、下端から 35 cm 下方に排水口を設け、排水を約 40 mL 毎に計量、採取した。滴下 9, 16 d 後にカラムを解体し、各深さの θ , pH, EC を測定するとともに、 $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度と ATP 量を測定した。また、カラム実験の結果を HP1 を用いて解析し、バッチ試験と比較した。

結果と考察 バッチ試験では、 θ は 0.4, 0.45 と期間中それぞれ一定だった。図 1a に各含水率の土中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を示す。 $\theta = 0.4$ では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が 16 日で 44 mg/100g-drysoil に、 $\theta = 0.45$ では 20 日で 30 mg/100g-drysoil に上昇した。それぞれ、加えた有機態窒素の 74 %, 50 % が $\text{NH}_4\text{-N}$ に無機化したといえる。分解速度定数 k は、 $\theta = 0.4$ で 0.08 /d, $\theta = 0.45$ で 0.05 /d となった。なお、初期の有機態窒素濃度は、AD 分解法で求められる易分解分量で与えられるとした。図 1b に同含水率の土中の ATP 量を示す。いずれの試料においても、ATP 量は添加後数日で急激に増加した後、緩やかに減少し、16 日以降はおよそ一定となった。また、 $\theta = 0.4$ の方が 13 日目までの ATP 量が高かった。 $\theta = 0.4$ の方が微生物活性が盛んであり、それにともない有機物もよく分解されたと考えられる。

三重大学大学院生物資源学研究科 Graduate School of Bioresources, Mie University

キーワード：有機物分解 土壌微生物 分解速度定数

$q = 0.5 \text{ cm/d}$ のカラム実験では、解体時の θ は全層で 約 0.45 であった。油粕添加 9 d 後の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は油粕すきこみ層で $22 \text{ mg/100g-drysoil}$ と高く、1 cm 深で $3 \text{ mg/100g-drysoil}$ 、それ以深ではほとんど見られなかった (図 2a)。16 d には、油粕すきこみ層と 1 cm 深の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は 16, $0.8 \text{ mg/100g-drysoil}$ に減少し、1 cm 以深では検出されなかった。カラム内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 総量は 9, 16 d で 約 4.1, 3.0 mg であり、見かけの有機物分解率は 42% と 31% となった。また、9 d の ATP 量は油粕すきこみ層で高く、16 d にはカラム全層で 約 $0.04 \text{ mg/100g-drysoil}$ と一定になった (図 2b)。初期に油粕すきこみ層で微生物による有機物分解が盛んになり $\text{NH}_4\text{-N}$ が生じた後、16 d までは無機化速度を $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化などによる消失速度が上回ったと思われる。

$q = 1.0 \text{ cm/d}$ のカラム実験では、解体時の θ が 約 0.5 と高く、油粕添加後 9 d まで $\text{NO}_3\text{-N}$ は全層で見られなかった。油粕添加 9 d 後の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は油粕すきこみ層で $11 \text{ mg/100g-drysoil}$ 、1 cm 深で $3 \text{ mg/100g-drysoil}$ であり、それ以深ではほとんど見られなかった (図 3a)。油粕から分解された $\text{NH}_4\text{-N}$ のほとんどは油粕すきこみ層に留まったと考えられる。16 d には、油粕すきこみ層と 1 cm 深の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度はそれぞれ 8, $1 \text{ mg/100g-drysoil}$ に減少したが、2.5 cm 深で $1 \text{ mg/100g-drysoil}$ となった。カラム内の $\text{NH}_4\text{-N}$ 総量は 9, 16 d で 約 2.9, 2.6 mg と概ね一致し、有機物分解率は 30% 程度だった。9 d 以降は有機物がほとんど分解されず、上層に留まっていた $\text{NH}_4\text{-N}$ の一部が下方に流下したと考えられる。滴下期間中の ATP 量は全層で 約 $0.04 \text{ mg/100g-drysoil}$ であった。上層でまた 16 d より 9 d の ATP 量が高かったがその差はわずかであった。

$q = 0.5 \text{ cm/d}$ と 1.0 cm/d で比較すると、油粕の分解率や微生物活性は 0.5 cm/d の方が高かった。これはバッチ試験の θ と k の関係と一致する。そこで、浸潤過程にある有機物分解についても数値解析から k を求め、バッチ試験で算出した k との比較を試みた。

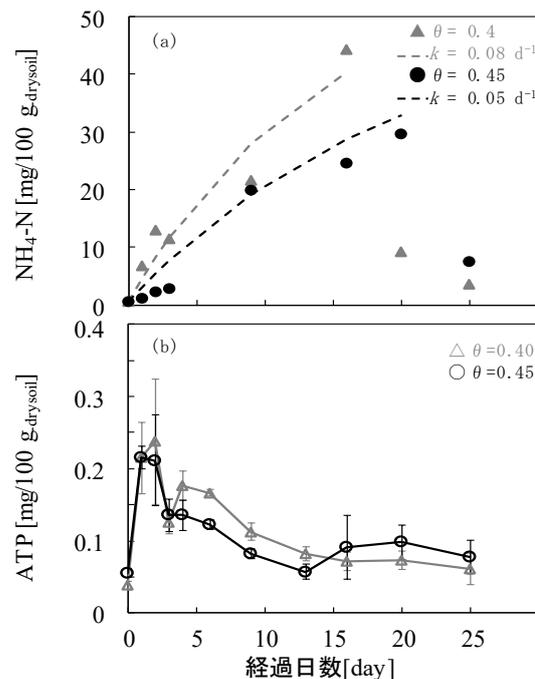


図1 (a) $\text{NH}_4\text{-N}$ (b) ATPの時間変化
Fig.1 (a) The change of $\text{NH}_4\text{-N}$
(b) The change of ATP

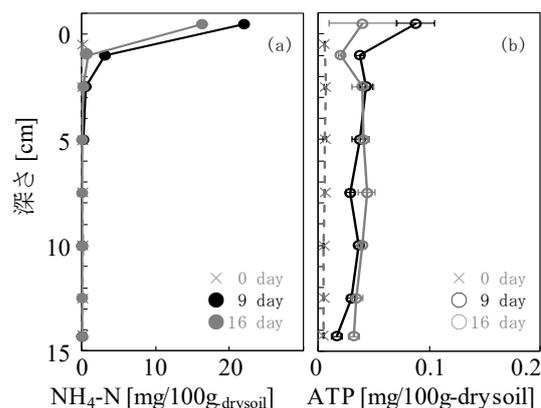


図2 (a) $\text{NH}_4\text{-N}$ (b) ATP分布 ($q=0.5 \text{ cm/d}$)
Fig.2 (a) Distribution of $\text{NH}_4\text{-N}$
(b) Distribution of ATP ($q=0.5 \text{ cm/d}$)

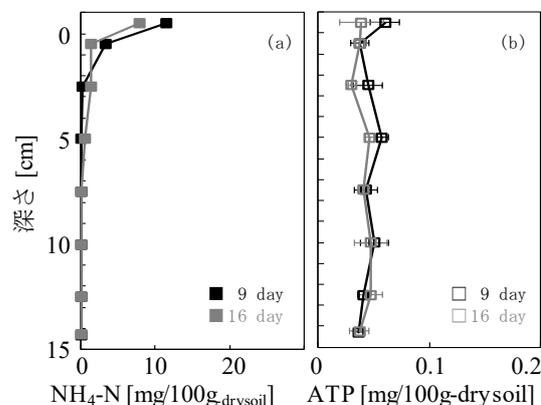


図3 (a) $\text{NH}_4\text{-N}$ (b) ATP分布 ($q=1.0 \text{ cm/d}$)
Fig.3 (a) Distribution of $\text{NH}_4\text{-N}$
(b) Distribution of ATP ($q=1.0 \text{ cm/d}$)