

有機物分解や硝化にともなう土中の ATP 量の変化 Change in amount of ATP in soil with decomposition and nitrification

○岡田 華保・渡辺 晋生
Kaho Okada and Kunio Watanabe

はじめに 近年、土中の ATP 量を比較的容易に測定できるようになった。ATP は生細胞中のエネルギー物質であり、その量は微生物数の指標となる。ところで、土中の物質循環を考える上で重要な微生物反応に有機物分解、硝化、脱窒がある。これらはそれぞれ一次反応式で表現できる。武藤 (2017) は、土中に無機態窒素を添加した際の硝化過程の ATP 量を測定し、ATP 量が硝化中ほぼ一定値を保持すること、硝化の反応定数 k_{nit} と概ね比例することを示した。しかし、土中に有機物を添加した際の有機物分解や硝化過程の土中の ATP 量の検討は不足している。そこで本研究では様々な C/N の有機物を添加した土中の ATP 量を測定し、有機物分解・硝化の量や反応定数 k との関係を検討することを目的とした。

試料と方法 岩手大学学内圃場の休耕畑において黒ぼく土を採取し 2 mm で篩別した。表 1 に示す有機物を有機態炭素量がそれぞれ 400 mg/100 g-drysoil となるよう添加し、試料とした。試料を 50 mL 容のステンレス円筒に乾燥密度が約 1.0 g/cm³、体積含水率が約 0.4 cm³/cm³ となるように詰め、25°C の暗所に保温静置した。数日毎に試料を取り出し、ATP 量をホタルルシフェラーゼ発光法により測定した。この際、試料の含水率 θ 、pH、EC も測定した。またアンモニア態窒素 NH₄-N を 10 % KCl 溶液で、硝酸態窒素 NO₃-N を純水で抽出し、それぞれの濃度を吸光光度計で測定した。

果と考察 クローバー添加試料の θ は保温静置中約 0.4 で一定だった。また pH は 15 日目までは 5.5 で一定だったが 50 日目までに 5.1 まで低下した。EC は 15 日目まで約 0.3 mS/cm で一定だったがその後 0.7 mS/cm まで上昇した。油粕添加試料についても pH と EC の傾向は同様だったが、米ぬかと稲わら添加試料の pH と EC は保温静置中ほぼ一定だった。図 1 にクローバー添加試料の NH₄-N と NO₃-N の濃度変化を示す。NH₄-N は 2 日目までに 1.6 mg/100g-drysoil 減少後 15 日目にかけて 7.0 mg/100 g-drysoil 増加した。15 日目以降 NH₄-N は減少し、NO₃-N が 50 日目まで増加した。油粕添加試料についても同様に NH₄-N が増加したが、期間中の NH₄-N の最大値は 20.1 mg/100 g-drysoil とクローバー添加試料よりも多かった。

クローバーの根のみを添加した試料については NH₄-N の増減は見られたが、NO₃-N は増加しなかった。米ぬかと稲わら添加試料については NH₄-N 増減量が小さく、NO₃-N は増加しなかった。クローバーと油粕添加試料でそれぞれ無機化と硝化が生じたと考えられる。他方、クローバーの根のみを添加した試料は無機化が生じ、米ぬかと稲わら添加試料は無機化と有機化が拮抗したと考えられる。クローバーと C/N

表1 添加した有機物のC/Nと有機態N量
Tab.1 C/N and N content of organic matters

記号	有機物	C/N	有機態N添加量 (mg/100g-drysoil)
A1 A2	クローバー*	16	21~26
B	クローバー (根) *	23	16
C	油粕	7	54
D	米ぬか	18	22
E	稲わら*	35	11

* 風乾後 2 mm 以下に粉砕

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

キーワード：微生物 窒素動態 C/N

が同程度の米ぬか添加試料で有機化が卓越したのは、米ぬかに含まれる易分解性炭素の割合が易分解性窒素に対して高いためであろう。ここで $\text{NH}_4\text{-N}$ 増加期間（無機化）と減少期間（硝化）を一次反応式に適合することでそれぞれの反応定数 k_{min} と k_{nit} を求めた。クローバー添加試料の k_{min} は 0.24 /day となった（図 1 の実線）が、 k_{nit} は 0.03–0.08 /day の間で正確には求められなかった（図 1 の点線と破線の間）。他の試料についても k_{min} は求められたが k_{nit} はばらついた。 k_{nit} を正確に求められない一因は硝化過程においても無機化や脱窒が生じているためだろう。

図 2 に各試料の ATP 量を示す。クローバー添加試料については 1 日目までに 0.56 mg/100 g-drysoil まで急激に増加した。その後減少し、8 日目以降は 0.06 mg/100 g-drysoil でほぼ一定となった。図 1 の $\text{NH}_4\text{-N}$ の初期の減少期間は ATP 量の急激な増加期間と一致しており有機化により微生物が増殖したと考えられる。無機化、硝化過程の ATP 量は $\text{NH}_4\text{-N}$ 増減量に関わらずほぼ一定であった。他の試料も ATP 量が初期に増減する期間、その後の一定を保つ期間に分けられた。ATP 量が増減する期間では微生物の増殖と無機化が、一定期間は無機化と硝化が生じていると考えられる。そこで無機化と硝化過程それぞれの ATP 量の平均値 (ATP_{min} と ATP_{nit}) と反応定数 (k_{min} と k_{nit}) の関係を比較した

（図 3, 図 4）。無機化過程では、米ぬかと稲わら添加試料を除き、ATP 量すなわち微生物数の増加に応じて k_{min} が高くなった。一方、米ぬかと稲わら添加試料は ATP 量が高いにも関わらず k_{min} が低かった。無機態窒素の増加が見かけ上みられなくても、有機化に応じて土中の ATP 量が高くなったと考えられる。硝化過程については、 k_{nit} のばらつきも大きく、 ATP_{nit} と k_{nit} に明確な相関はみられなかった。

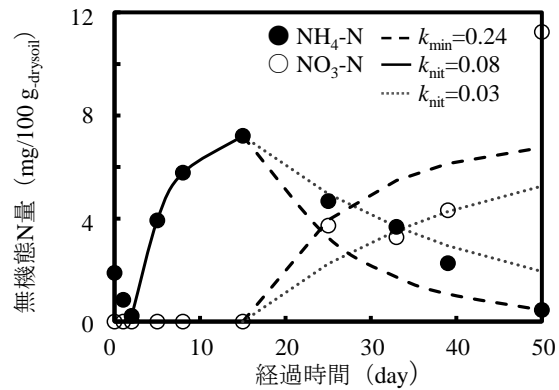


図1 A2の無機態Nの経時変化
Fig.1 Amount of inorganic-N in A2

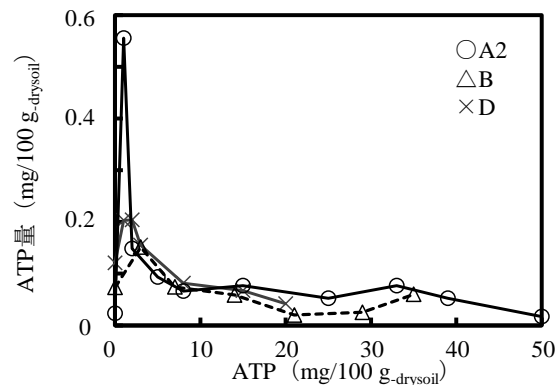


図2 ATP量の経時変化
Fig.2 Amount of ATP in A2, B, D

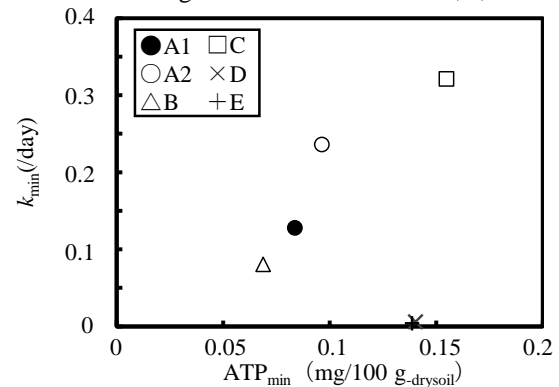


図3 ATP_{min} と k_{min} の関係
Fig.3 Relationship between ATP_{min} and k_{min}

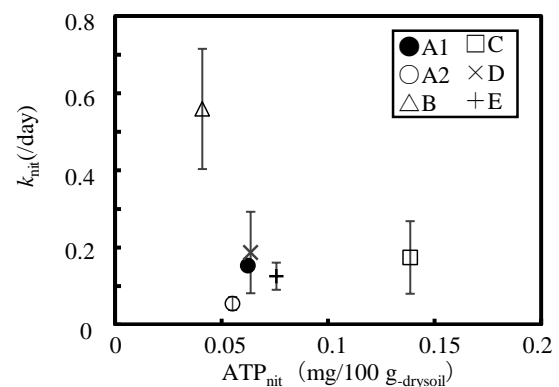


図4 ATP_{nit} と k_{nit} の関係
Fig.4 Relationship between ATP_{nit} and k_{nit}