

異なる温度の黒ボク土中におけるアンモニア態窒素の硝化

514124 草深有紀(土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 土中の窒素は微生物によって $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と態を変え、植物に吸収される。 $\text{NO}_3\text{-N}$ は植物に重要な物質であるが、過剰に存在すると環境汚染の原因ともなる。土中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 量を推定するには $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化速度を知る必要がある。硝化の速度定数は土中水の流れがない等温条件下の $\text{NH}_4\text{-N}$ 全量の硝化量から見積ることが多いが、温度変化や吸着の影響はよく分かっていない。そこで本研究では黒ボク土の硝化速度定数の温度依存性を確認し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶存態と吸着態の硝化の速度定数の違いや開始時間を検討することを目的とする。

試料と方法 22, 24, 26°Cにおいてバッチ試験と浸透実験を同時に行った。バッチ試験は体積含水率 0.40~0.45 cm^3/cm^3 に 5 cmol/L-N 硫酸アンモニウム溶液で調整した岩手黒ボク土を、50 mL のステンレス円筒に乾燥密度 1.0 g/cm^3 で詰め、約 50 日間静置した。そして数日毎に土中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 溶存態と吸着態、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、ATP の濃度を測定した。浸透実験は体積含水率 0.4 cm^3/cm^3 に純水で調整した黒ボク土を内径 5 cm、高さ 20 cm のアクリルカラムに乾燥密度 1.0 g/cm^3 で詰めた。上端から 5 cmol/L-N 硫酸アンモニウム溶液を 9 日間、その後純水を 20 日間 0.8 cm/day で滴下した。この際、下端の負圧を -30 cm に保ち、排液を採取した。実験期間中、カラム各深さの土中水圧力と電気伝導度 EC、排液の窒素各態の濃度と pH、EC を測定した。また、任意の時間にカラムを解体し、土中の窒素各態と ATP 濃度、pH、EC の分布を測定した。

結果と考察 バッチ試験では、時間とともに $\text{NH}_4\text{-N}$ 全量が減少し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量が増加した。このとき $\text{NH}_4\text{-N}$ 全量の硝化速度定数は温度とともに急激に減少した。これは既往の研究とも一致した。また、溶存態と吸着態に異なる硝化速度定数を与えても $\text{NH}_4\text{-N}$ 全量の硝化を表せた。図 1 に浸透実験 9 日目と 29 日目の土カラム中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 全量と $\text{NO}_3\text{-N}$ 量の分布を示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は上方に、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は下方に多く分布した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は上方の土粒子に吸着し、 $\text{NH}_4\text{-N}$ から生成した $\text{NO}_3\text{-N}$ が水の流れで下方に移動したと考えられる。温度が低下すると、土カラム中に残存する $\text{NH}_4\text{-N}$ 全量が増加し、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量が減少した。温度低下により硝化速度が低下したと考えられる。ここで、溶存態と吸着態が等しく硝化すると仮定して、バッチ試験で求めた硝化速度定数 ($k_1 = k_a$) を用い、26°C の浸透実験のときの土中窒素の移動と硝化を計算した (図 1 灰色線)。計算は 29 日の $\text{NH}_4\text{-N}$ 分布を過小評価、9 日の $\text{NO}_3\text{-N}$ 分布を過大評価した。

一方、吸着態は溶存態より硝化速度定数が小さく ($k_1 > k_a$)、また硝化が 14 日遅れて開始すると仮定した場合、計算は土中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 分布と排液の $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度をよく再現した (図 1 黒線)。同様の仮定を用いると、異なる温度の土中の窒素各態の分布や排液濃度も再現できた。微生物は、溶存態 $\text{NH}_4\text{-N}$ を先に硝化し、溶存態が少なくなった後に吸着態を分解する可能性が考えられる。

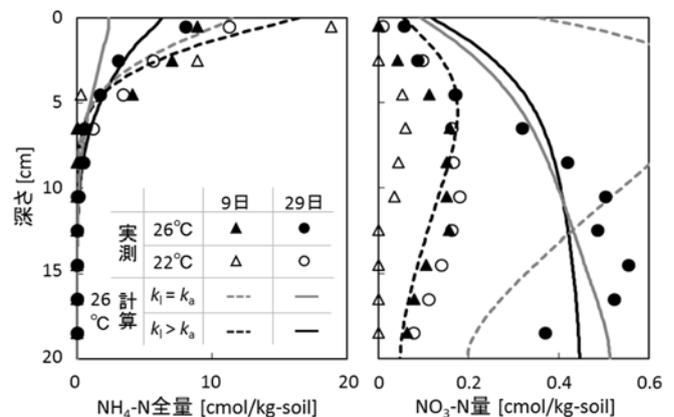


図1 浸透実験9日目と29日目の $\text{NH}_4\text{-N}$ 全量、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量分布