

浸透過程にある不飽和土中の窒素動態に関する実験・解析

三重大学 生物資源学研究科 ○中西 真紀

三重大学 生物資源学研究科 渡辺 晋生

はじめに 土中の窒素は、土粒子に吸脱着し、あるいは無機化や有機化、硝化、脱窒等を経て土中水とともに移動する。その過程で植物の栄養となるなど、土中の窒素動態の把握は、作物の生育環境を考える面でも重要である。ところで、土中の NH_4 には吸着態と溶存態が存在するが、各々の存在比や硝化に使われる割合などは不明である。また、不飽和土中の窒素動態は、土中水の移動や、窒素の吸着にともなう他の溶質の移動も考慮して把握されるべきであるが、これらを考慮した窒素動態の研究例は少ない。そこで本研究では、不飽和浸透過程でカラム実験を行い、浸透過程での NH_4 の吸着や硝化過程を、他の陽イオンの挙動とともに明らかにすることを目的とした。

試料と方法 試料には、三重大学内の圃場土（砂壤土）の 2 mm 篩通過分を使用した。図 1 に、実験装置の概要と試料の窒素量を示す。高さ 20 cm、内径 5 cm のアクリルカラムに、土を含水率 0.2、乾燥密度 1 g/cm^3 で均一に詰めた。上端から純水を 8 d 滴下した後、硫酸アンモニウムで調整した 700 mg-N/L 水溶液を 9 d 滴下した。その後再び純水を 31 d 滴下した。滴下速度は 0.7 cm/d で一定とした。2.5, 7.5, 12.5, 17.5 cm 深に 4 極センサとテンシオメータを設置し、4 極センサで電気伝導度 EC を、テンシオメータで圧力水頭を 10 分間隔で測定した。また、下端から 35.5 cm 下方に排水口を設け、排水液を電子天秤上のフラスコに受け、約 30 mL 毎に採取した。実験は 3 連で実施し、 NH_4 添加終了時 (17d)、純水滴下中 (35d)、実験終了時 (48d) にカラムを解体し、各深さの含水比、pH、EC を測定するとともに、10%KCl 水溶液および純水を用いて土中水を抽出した。そして吸光光度計 (DR6000) を用いて排水液と抽出液の NH_4 と NO_3 の濃度を測定した。この際、KCl 抽出液と純水抽出液で測定した NH_4 は、それぞれ全量と溶存量とみなした。また、イオンクロマトグラフィーを用いて排水液の陽イオン濃度を測定した。実験は 25°C の恒温室で行った。

結果と考察 図 2 に、 NH_4 全量、 NH_4 溶存量、 NO_3 、EC の土中分布を示す。土に添加した NH_4 の総量は 83 mg であった。 NH_4 は土粒子に吸着しながら流れ、17 d までに約 12 cm 浸透した(図 2(a))。この時、カラム内の NH_4 全量は 145 mg であった。35 d には最下層に NH_4 が到達し、35~48 d では、 NH_4 全量は深さ方向に

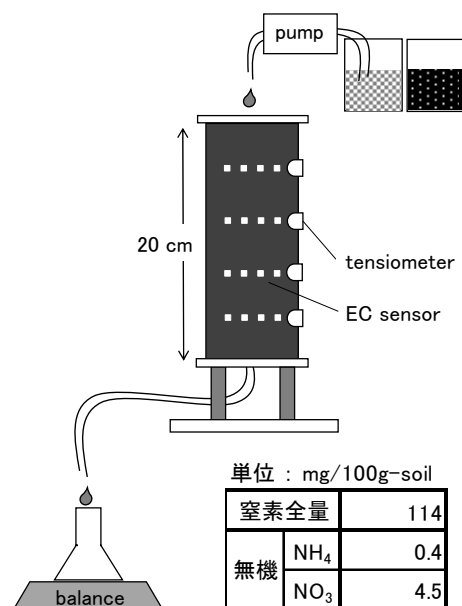


図 1 実験装置の概要、試料の窒素量

均一に減少した。カラム内の NH_4 の全量に対する溶存量の割合は、17 d の 20 % に対し、35, 48 d では 10 % 未満であった。カラム内の NO_3 量は、17~35 d に増加し、48 d には減少した(図 2(c))。EC は 17 d では全層で約 0.4 mS/cm であったが、35 d には低下した(図 2(d))。図 3 に、排水液の NO_3 , NH_4 濃度の時間変化を示す。 NO_3 濃度は、排水し始めは 50~100 mg/L であり、15 d まで徐々に低下した。また NO_3 濃度は、15~25 d で 20 mg/L を保った後、約 200 mg/L まで上昇し、35 d 以降は低下した。一方 NH_4 は、30 d 以降 50 mg/L で約 15 d 間流出した。17 d 以降の NO_3 と NH_4 の総流出量は、それぞれ 62, 10 mg であった。図 4 に、排水液中の陽イオン濃度の時間変化を示す。実験期間を通して、排水液の Mg, Ca など 2 価の陽イオンの濃度が、Na, K など 1 価の濃度を上回っていた。17 d に排水液の 2 価陽イオンの濃度が急増し、特に Ca は 1000 mg/L 近くまで増加した。それらは 25 d に急減した。また、Na は常に約 20 mg/L で存在し、K は徐々に増加した。

17 d のカラム内の NH_4 全量が、初期の無機態窒素量と添加量を上回ったことから、0~17 d には NH_4 の無機化が起こったと考えられる。17~48 d で NH_4 全量が減少したのは、 NH_4 のカラム外への流出と NO_3 への態の変化、有機化などに起因すると考えられる。17~35 d の NH_4 全量において、下層の土中量が増加していることから、溶存 NH_4 が流下過程で下層へ吸着したと考えられる。排水液の NO_3 濃度が 25 d 以降上昇し、35 d 以降低下したことから、硝化速度は 25 d 以前で上昇し、25~35 d 間で低下した可能性が示唆される。また排水液の NO_3 濃度は、15~25 d で 20 mg/L を保っていたことから、 NH_4 添加中もわずかに硝化し、継続していたと考えられる。17 d に排水液の 2 価陽イオン濃度が急増減したのは、 NH_4 とのイオン交換に起因すると考えられる。

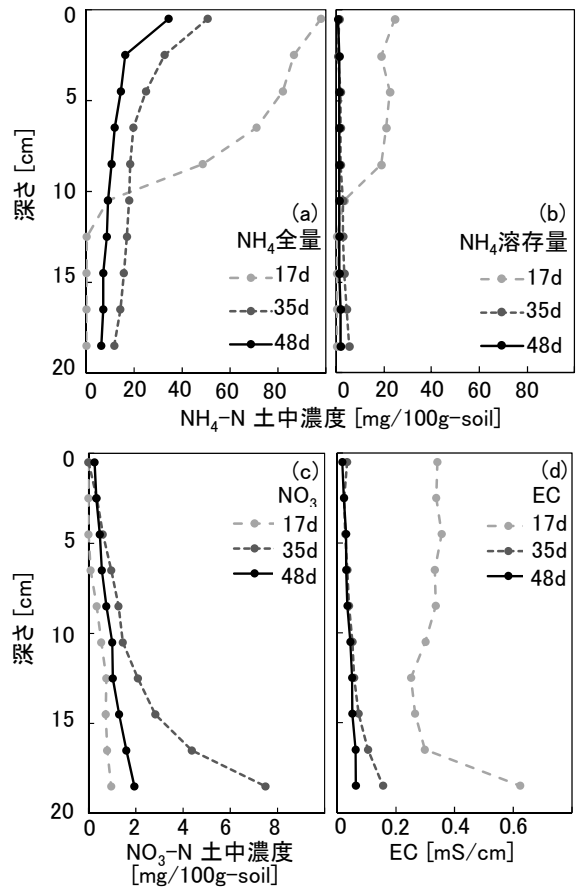


図1 土中分布 (a) NH_4 全量, (b) NH_4 溶存量 (c) NO_3 , (d)EC

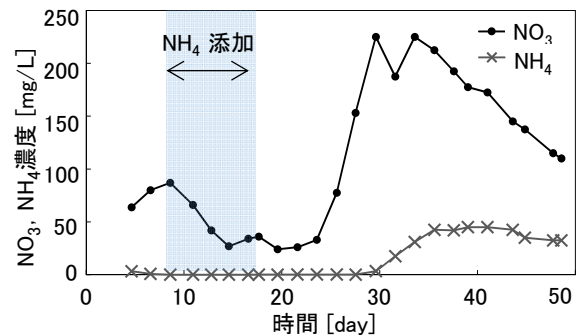


図3 排水液の NO_3 , NH_4 濃度の時間変化

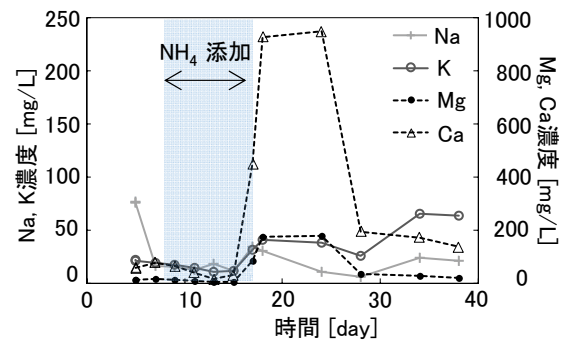


図4 排水液の陽イオン濃度の時間変化