

コマツナの根による吸水と窒素吸収についての検討

Investigation of water and nitrogen uptake by Komatsuna

○茂庭里帆*・渡辺晋生**・武藤由子***

MONIWA Riho, WATANABE Kunio, MUTO Yoshiko

1. はじめに

作物の生育において土壌中の水分や養分は重要な要素である。これらの分布状況は、土壌の物理条件、作物の根からの吸収等によって変化する。特に窒素は作物にとって大切な栄養元素であり、窒素の不足は生育に大きく作用する。一方、過剰施肥は地下水や河川の水質汚染、温室効果ガスの放出等の環境汚染の原因となる。よって、農業を持続的に行う上で農業による環境問題を解決することは不可欠であり、作物の生育過程における土壌中の水分や窒素の挙動を理解し予測することが求められる。根による水分と硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)吸収の仕組みには不明な点が多い。本研究では、コマツナの根による吸収が土壌中の水分とアンモニア態窒素($\text{NH}_4^+\text{-N}$)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の分布に与える影響を観察するための一次元土壌カラム実験を行った。また、数値計算で吸水強度分布を推定し、根長分布と比較した。

2. 方法

2.1. カラム実験

実験には岩手大学圃場の休耕畑表層から採取した黒ボク土の2 mmふるい通過分を用いた。土粒子密度は 2.69 g/cm^3 、土性は砂質土壌であった。これを内径 8 cm、高さ 25 cm (5 cm×5層) のアクリル製カラムに乾燥密度 0.9 g/cm^3 、体積含水率 $\theta = 0.4$ になるよう KNO_3 溶液を加えながら充填した ($\text{EC}_{1.5} = 0.5 \text{ dS/m}$)。TEROS21 (METER 社) を地表面から 2.5, 12.5, 22.5 cm の位置に

設置し土中水圧 h を測定した。コマツナの吸水量を求めるためにカラムをハカリに乗せ質量変化を測定した。この装置を気温 25°C 、日照時間を 12 時間とした人工気象器に入れ、本葉が 2 枚になるまで生長させた後に実験を開始した。実験中は日照時間を 24 時間とし給水は行わなかった。実験期間を 0, 5, 10 日とし、各実験終了後にカラム内の θ 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 量、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 量、 $\text{EC}_{1.5}$ 、pH、根長分布を 5 cm 深さごとに測定した。また、コマツナ地上部の全窒素量を測定した。

2.2. 数値計算

HYDRUS-1D を用いて実験で得られた分布の再現を試みた。計算では初期水分条件を $\theta = 0.4$ 、上端と下端の水分境界フラックスをとともにゼロと実験条件と等しくした。また、可能蒸散速度には実験で得られた実蒸散速度を与えた。よって、水ストレス応答関数は θ によらず 1 とした。吸水強度分布は根長分布の測定値を基準とし、実験結果の θ 分布を再現できる値を模索して求めた。

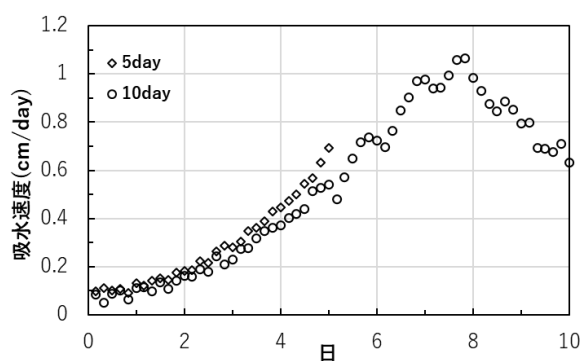


図1 吸水速度

*岩手大学大学院総合科学研究科 Graduate school of Arts and Sciences, Iwate University, **三重大学大学院生物資源学研究所 Graduate School of Bioresources, Mie University, ***岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University キーワード：水分移動，窒素移動，根，一次元土壌カラム，コマツナ

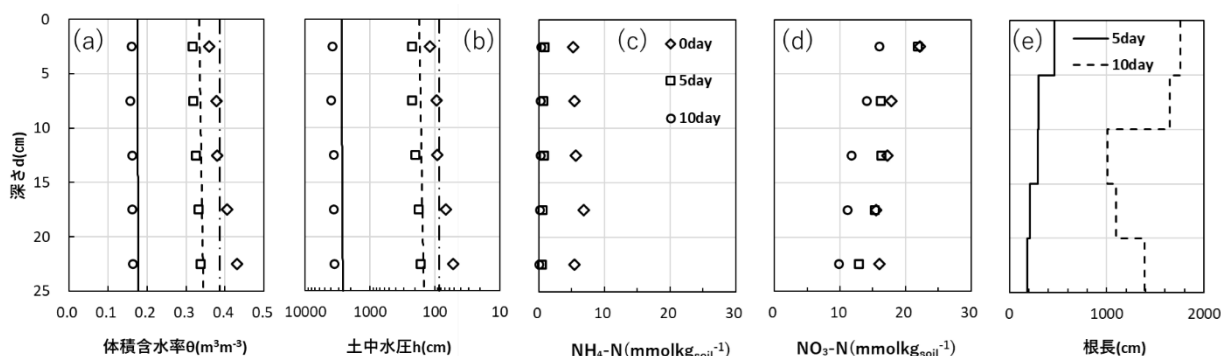


図2 体積含水率 θ (a), 土中水圧 h (b), NH_4^+ -N 量 (c), NO_3^- -N 量 (d), 根長 (e)の分布

3. 結果と考察

3.1. カラム実験

カラムの質量変化からコマツナの吸水速度を求めた (図 1). 吸水速度はコマツナの生長に伴って増加し, 7.8 日目に最大値となり以降は減少に転じた. 7.8 日目の各深さにおける測定値 h の平均は -1500cm で, おおよそ生長障害水分点と一致しており, 根が水ストレスを受け吸水が抑制されたと考えられる.

図 2 の (a), (c), (d) にカラム内の θ , NH_4^+ -N 量, NO_3^- -N 量の実測値をマーカーで示した. (b) には水分特性曲線を用いて θ から導出した h をマーカーで示した. θ はコマツナの吸水により全層で等しく減少した. NH_4^+ -N 量は全層で等しく分布し時間と共に減少した. これは硝化によるものと考えられる. NO_3^- -N 量は上層よりも下層で少なく, 全層で減少した. NO_3^- -N の減少はコマツナの吸収によると考えられる. 下層の分布量が少ないのは, 脱窒による可能性がある. (e) には根長分布を示した. 根は 5 日目には既に下層まで達しており, その後, 全層で増加した. カラム下端では根詰まりが確認された.

図 3 にカラム実験での窒素の積み上げ図を示す. 土壌中の NH_4^+ -N と NO_3^- -N の合計量とコマツナ地上部の全窒素量の合計は, 時間と共に減少した. 土中の無機態窒素量には, 有機体窒素の無機化による増加, コ

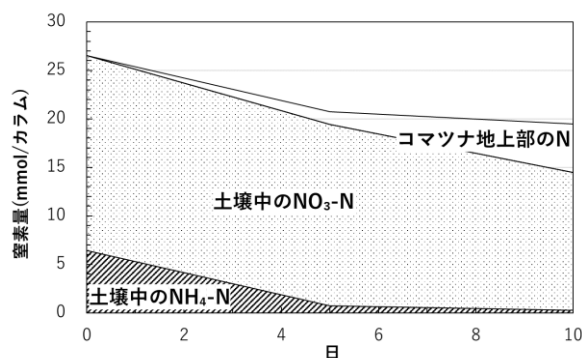


図3 カラム内無機態窒素の積み上げ図

マツナによる吸収と脱窒による減少が影響すると考えられる. 今後, 土中の有機体窒素量の変化を把握した上での窒素収支の検討が必要である. 0~5 日目までの前半と 5~10 日目までの後半について, 吸水量とコマツナ地上部の窒素量の増加からコマツナが吸収した土壌水の窒素濃度を求めたところ, 前半が 22, 後半が 18mmol/L だった. 後半は水ストレスを受け, 吸水だけでなく窒素の吸収も抑制されたと考えられる.

3.2. 数値計算

カラム実験における水分移動の計算結果を図 2(a)と(b)の実線と破線で示す. 先ず, 根長分布の傾向から吸水強度分布を上端で 1, 下端で 0.5 としたところ, θ は上層で少なく下層で多く計算された. 次に吸水強度分布を全層で 1 としたところ, 水分量は全層で等しく減少し, 実測値の水分量分布の変化を精度よく再現した. 吸水強度分布は根の分布とは異なる可能性がある.