

コマツナの根が土壌水と硝酸態窒素の分布に与える影響 Soil water and nitrate nitrogen profiles under root uptake of Komatsuna

○茂庭里帆¹・森谷泉水¹・渡辺晋生²・武藤由子¹

MONIWA Riho, MORIYA Izumi, WATANABE Kunio, MUTO Yoshiko

1. はじめに

土中の水分や養分の分布状況は作物の生育に大きく作用し、その変化は気象や灌水などの土壌管理条件だけでなく、作物の根による吸収によっても影響を受ける。肥料成分の中で、農地では特に窒素肥料が多く使われており、過剰施肥が地下水や河川の水質汚染、温室効果ガスの放出などといった環境汚染の原因となっている。持続的な農業を進めていくうえで、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することが求められる。根による水分と窒素成分の吸収の仕組みはそれぞれ異なる過程で行われるとされているが、そのメカニズムには不明な点が多い。今回の研究では、硝酸カリウムを添加した一次元土壌カラムでコマツナの栽培実験を行い、コマツナの根の伸長と働きが土壌中の水分と硝酸態窒素の分布の変化に及ぼす影響を調べた。

2. 方法

実験には岩手大学下台圃場休耕畑の表層から採取した黒ボク土の2mmふるい通過分を用いた。土粒子密度は 2.57g/cm^3 、土性は砂質壤土(砂69.4%、シルト19.1%、粘土11.5%)である。これに、炭酸カルシウムを 0.08gg^{-1} を加え、内径8cm、高さ25cm(5cm×5層)の亚克力製カラムに乾燥密度 0.9gcm^{-3} 、体積含水率 θ を $0.4\text{m}^3\text{m}^{-3}$ になるように充填した。水分量の調整には硝酸カリウム溶液を用い、硝酸カリウムの添加量は 0.0013gg^{-1} とした。水ポテンシャルセンサー(TEROS21, METER社)を地表面から2.5cm、12.5cm、22.5cmの位置に設置して土中水圧を測定した。また、コマツナの吸水速度を求めるためカラムをハカリに乗せて質量変化を測定した。コマツナを播種し、地表面からの蒸発を防止するためのポリプロピレンフィルムを、コマツナの生育を妨げないように乗せた。この装置を気温25度、日照時間を12時間とした人工気象器内に入れ、本葉が2枚になるまで発芽から約7日間生長させた後に実験を開始した。実験中は日照時間を24時間とした。実験開始から0、7、10日後に、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、ATPの分布を5cm深さごとに測定した。また、地表面蒸発の影響の有無を確認するために、コマツナの無い条件での対照実験を行った。

3. 結果と考察

コマツナの無い対照実験での10日間の蒸発量は10gで、コマツナのある場合の10日間でのカラム質量の減少量237gの約4%と少なく、また、 θ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 量分布等への蒸発の影響は見られなかった。よって、コマツナがある場合のカラムの質量変化をコマツナの吸水量と等しいとみなして吸水速度を求めた(図1)。吸水速度はおよそ7日までコマツナの生長に伴って増加し、1日程度一定となった後、減少に転じ

¹岩手大学農学部 Faculty of Agriculture, Iwate University, ²三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：水分移動，窒素移動，根系，一次元土壌カラム

た。吸水速度の増加が止まったタイミングは、土中水圧が生長阻害水分点に達したタイミングと一致した。 θ の減少により吸水が抑制されたと考えられる。

図2(a)に θ 分布の変化を示す。 θ は実験中、全層でほぼ等しく、コマツナの吸水に伴って減少した。測定した土中水圧より動水勾配(-dH/dz)の経時変化を求めたところ、土中水は0日~6日頃までは全層で上向き流れ、6日~7.5日までは中央より上層で上向き、中央より下層で下向き、7.5日以降は全層で下向き流れだった。根は上層から下層へ伸びて7日目には下端に到達しており、その後は全層で分布を増やした(図2(b))。根長分布と動水勾配の変化から吸水強度分布が根の伸長過程で変化したと考えられるが、試料の透水性が良好なために迅速に水分補給がなされ、実験期間中の θ 分布が上層から下層まで一定であったと考えられる。NH₄-N量は実験中全層でほぼ等しく、硝化により減少した(図2(c))。NO₃-Nは、0日目は全層でほぼ等しく分布したが7, 10日目には特に下層で大きく減少した(図2(d))。NO₃-N量の減少は、コマツナの根が吸収したことによるが、根がNO₃-Nを土壌水のNO₃-Nと同じ濃度で受動的に吸収したとすれば、カラム内のNO₃-N量の分布は、 θ と同様に実験期間を通して全層で等しく減少すると考えられる。よって、下層でNO₃-N量が減少したことは、下層では上層よりも能動的なNO₃-Nの吸収があった可能性を示す。

図3にカラム全体でのNH₄-N量、NO₃-N量、および θ の変化を示す。 θ はコマツナの吸水と蒸散により減少し、0日~7日目よりも7日~10日の方が、減少速度が大きかった。これは、コマツナの生長により吸水速度が増加しており、7日目頃から水ストレスを受け始めたものの、5日目までよりも吸水速度が速いことによる。一方、NH₄-NとNO₃-Nの合計量の減少速度は0日~7日の方が7日~10日よりも大きかった。土壌水分量の低下によりNO₃-Nの吸収が大きく抑制されたと考えられる。7日~10日については、NO₃-Nの吸収量が吸水量に対して少なかった可能性がある。

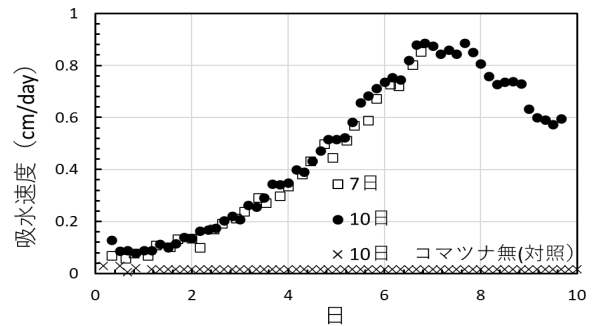


図1 吸水速度

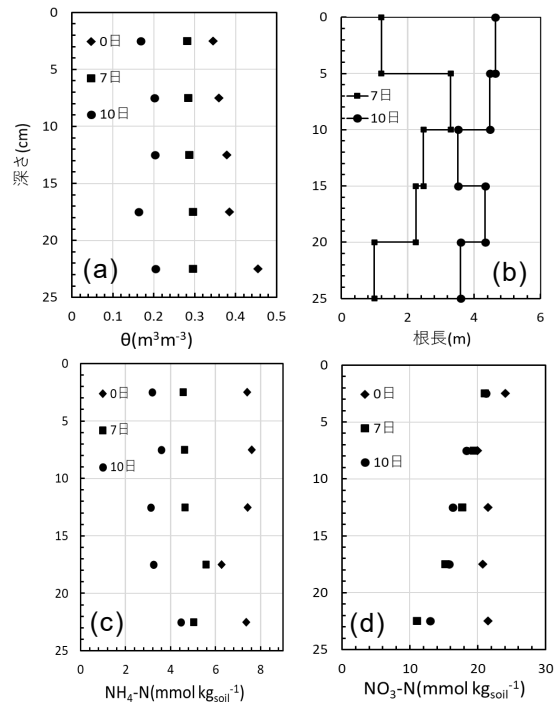


図2 θ , 根長, NH₄-N量, NO₃-N量, 分布

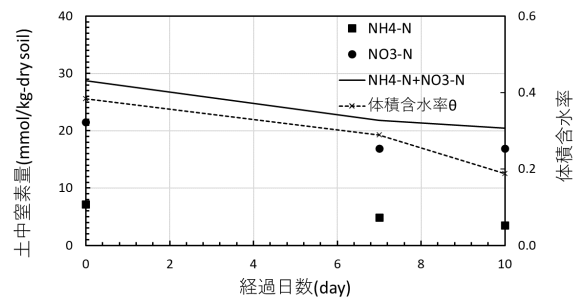


図3 無機態窒素量と θ の経時変化