

コマツナ栽培下にある土中の窒素動態

515320 清本 翼 (土壌圏システム学教育研究分野)

1. はじめに

作物生産における最適な窒素施肥管理を考えるためには、根の吸水量や態の変化を伴う土中の窒素移動を予測することが必要である。これまで、水分移動については根の吸水分布や水ストレス、蒸発散などの観測や実験から作物生長と土中の水分変化の関係が明らかになってきた。作物の窒素吸収については、採取した作物体の分析から各生育段階における吸収量が示されている。また、吸着や態の変化を伴う土中の窒素移動についてはいくつかの実験から予測モデルが提案されている。しかし、根の吸収を伴う土中の窒素移動については作物の各生育段階における土中の窒素分布や窒素収支、根の吸収機構などに不明な点が多い。そこで本研究では、コマツナ栽培下にある土中の窒素動態を明らかにすることを目的に実験を行った。

2. 試料と方法

試料には、三重大学附属農場ダイズ畑から採取した表土(飽和含水率: $0.41 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$)の2 mm ふるい通過分を用いた。内径 4.8 cm、高さ 16 cm の鉛直カラムに、試料を乾燥密度 $1.20 \text{ g}/\text{cm}^3$ で詰めた。カラムには 2、6、10、12 cm 深に土壌水分・EC センサ(5TE)を設置した。カラム下端から、 $0.3 \text{ cmol}/\text{L}$ の KNO_3 溶液をマリ奥特管を用いて供給し、カラム下端の圧力を 0 cm とした重力分布が形成されるように 2 日間静置した。その後、供給液を純水に替え、カラムに根長 5 cm のコマツナを移植し、栽培した。対照としてコマツナを栽培しないカラムも用意した(図 1)。両カラムの上端には蒸発を抑制するためにマルチを施した。そして、両カラムを温度 29°C 、湿度 70%、日照 12 時間に保った人工気象器内に 21 日間静置した。移植後、

0、7、14、21 日目にカラムを解体し、各深さの土中の体積含水率、根の含有量、アンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) 量、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 量、コマツナの乾物重量と窒素含有率を測定した。ここで土中の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ の和を全窒素量とした。定期的にコマツナの草高と蒸散量(マリ奥特管の水位)を計測した。

3. 結果

図 2 にコマツナの草高と蒸散フラックスを示す。コマツナの草高は 6 日目までは約 3 cm で一定だったが、8 日目から急激に大きくなり、12 日目には 8 cm、21 日目には 12 cm となった。蒸散フラックスはコマツナの草高が小さい 6 日目までは $0.5 \text{ cm}/\text{d}$ でほとんど一定だったが草高が大きくなるとともに上昇し、14 日目で $2.0 \text{ cm}/\text{d}$ となった。コマツナの生長が止まると蒸散フラックスは低下し 21 日目には $0.8 \text{ cm}/\text{d}$ となった。実験中、両カラムの試料の体積含水率は初期分布で一定だった。図 3 にコマツナ非栽培カラム(a)と栽培カラム(b)の全窒素量分布を示す。全窒素量の初期分布は、上層で多く、下層で少なく両カラムとも等しくなった。また、全窒素のほとんどは $\text{NO}_3\text{-N}$ だった。

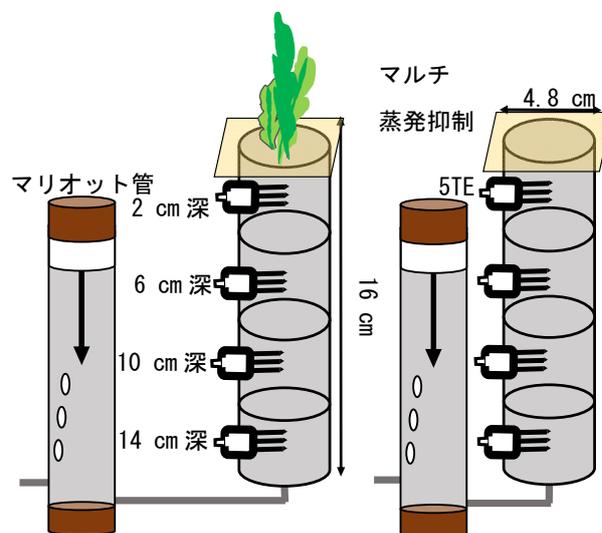


図 1 実験の概略図

コマツナ非栽培カラム 14 日目の全窒素量は、上端で減少し、6 cm 深で増加したがカラム内の総量は 0 日目と等しかった。これは $\text{NO}_3\text{-N}$ が濃度差により下方へ拡散移動したためだと考えられる。一方 21 日目には全窒素量は全体的に減少した。カラムを解体すると、12 cm より下層の土は変色しており還元状態となっていた。このことから、14 日から 21 日目にかけての全窒素量の減少はカラム下層への $\text{NO}_3\text{-N}$ の移動と下層での脱窒によるとみなせる。コマツナ栽培カラムでは、全窒素量が 14 日目には 2 cm 深から 10 cm 深の間で大きく減少し、21 日目にはカラム内からほとんど消失した。図 4 にコマツナの根密度分布を示す。7 日目には根は下層まで伸びておらず、4 cm 深で約 1 mg/cm^3 だった。14 日目には根は下層まで達しており 6 cm 深で最大 4 mg/cm^3 となった。その後 21 日目の根密度は 14 日目より全体的に低下した。コマツナが大きくなるにつれて、根の一部が枯死し分解されたと考えられる。0 日目から 14 日目の全窒素量が大きく減少した深さ 2 から 6 cm 深は根密度の高い層と一致した。図 5 にカラム全体の全窒素量の時間変化を示す。コマツナ非栽培カラム (a) の全窒素量は 14 日目まではほとんど変化しなかったがその後 21 日目にかけて減少した。コマツナ非栽培

カラムの全窒素減少量を脱窒量と考えると、21 日目までの脱窒量は 0.19 cmol とみなせる。一方、コマツナ栽培カラム(b)では全窒素量が 7 日目以降減少した。21 日目までの全窒素減少量は 0.30 cmol だった。

コマツナの乾物重量は 14 日目で 0.5 g 、21 日目で 0.9 g 、窒素含有率は 2~5 % だった。窒素含有率を平均的に 4.5 % とみなすとコマツナの窒素含有量は 14 日目で 0.17 cmol 、21 日目で 0.31 cmol となる。コマツナの窒素含有量と土中の全窒素減少量が等しいことからコマツナ栽培カラムでは脱窒があまりおこらなかったと考えられる。ここで、コマツナは蒸散量と等しい水分量をカラム全層から均一に吸水した (仮定 1)、あるいは根密度分布に比例して各深さから吸水した (仮定 2) とし、土中から全窒素を吸水に伴い受動的に吸収したとして、根の全窒素吸収量を算出した。根の吸収量は仮定 1 では 0.17 cmol となった。仮定 2 では 0.22 cmol だった。いずれの仮定であっても土中の窒素減少量が特に生育初期でコマツナの窒素含有量に及ばないこと、コマツナ非栽培カラムでは 14 日目までの脱窒量が見られないことから、コマツナは少なくとも生育初期段階には、窒素を能動的に吸収していたと考えられる。

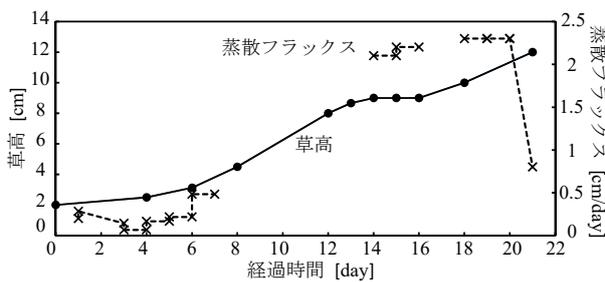


図2 コマツナの草高と蒸散フラックス

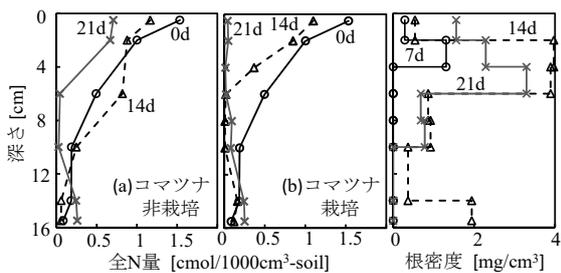


図3 全N量分布

図4 根密度分布

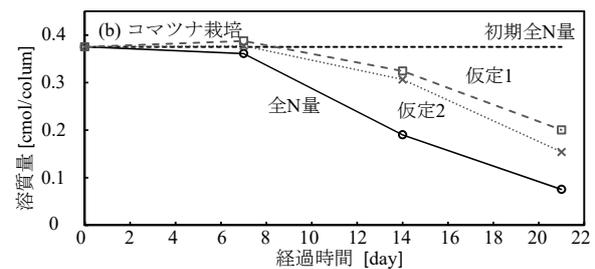
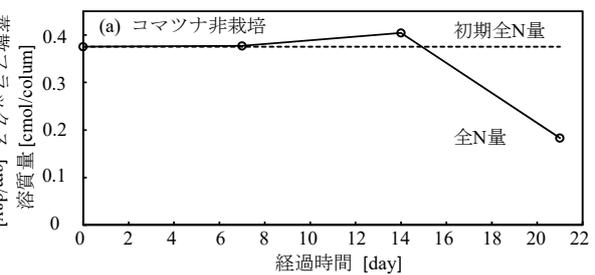


図5 カラム内の全N量の変化