

凍結層を持つ耕地への肥料の浸透を模したカラム実験

508138 津本陽一 (土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 馬鈴薯, 小麦. 農作物の多くが寒冷地で生産されている. こうした耕地では冬期に数 cm~数十 cm の土壌凍結層が発達する. 秋口に地表に撒かれた肥料は, 春先, 降雨や融雪水とともに凍結層を融解しながら土中へと浸透する. しかしながら, この浸透機構は未だよくわかっていない. そこで本研究では, 凍結層を持つ土中への水分・溶質の浸透過程と, 浸潤水の溶質濃度が凍結層の融解や浸潤速度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした.

試料と方法 北海道農業研究センター芽室拠点で, 畑地 (裸地) の表土を採土した. 土中水の硝酸濃度は 0.006 mol L^{-1} だった. 試料に純水を混合し, 乾燥密度 0.95 g cm^{-3} , 体積含水率 $0.46 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ となるように, 内径 7.8 cm , 高さ 5 cm のアクリル鉛直カラムに詰めた. 温度測定用熱電対を 1 cm 間隔で, 体積含水率と電気伝導度測定用 TDR センサーと圧力測定用テンシオメータを 5 cm 間隔でカラム側面より挿入した. カラム上下端の温度を 48 h , それぞれ -6.5°C と 2°C に制御し, 上方より試料を 12.7 cm 凍結した. ここで, カラム上下端の温度を 2°C とし, 上端から硝酸カリウム溶液 ($0, 0.05, 0.5 \text{ mol L}^{-1}$) を 15 cm の湛水条件で浸潤した.

結果と考察 土が凍結すると, 未凍結土中の水分が減少し凍結層の水分が増加した (図 1a, 0 h). このとき, 凍結層では氷から溶質が吐き出され, 液状水の溶質濃度が高くなった (図 1b, 0 h). ここで 0.5 mol L^{-1} の溶液を湛水したが, 4 h 経過するまで浸潤は始まらなかった (図 1e). これは, 流入水が表層で再凍結したためと考えられる. その後, 凍結層がない場合の約 $1/10$ の速度で浸潤が進行した (図 1e). 36 h 経過時には, 0.46 mL cm^{-2} の水が土中へ流入し, 浸潤前線は凍結層中央 (6.9 cm 深) に達した (図 1a). これは, 凍結層がない土中へ等量の水が流入した場合 (図 1c, 0.3 h) より 2.3 cm 浅かった. 凍結層内では, 氷の存在により透水係数が低く, 未凍結の場合と浸潤前線の形が異なると考えられる. 46 h 経過すると, 浸潤速度は凍結層がない場合と同程度まで増加した (図 1e). このとき浸潤前線は氷の残る凍結層下を進行した (図 1a, 58 h). 流入水の濃度を変えても凍結層内, 及び凍結層下を浸潤前線が進行する速度は変わらなかった. 土中水の溶質濃度 (相対濃度 C/C_0) については, 凍結層がある場合 (図 1b) とない場合 (図 1d) でその分布が異なった. これは, 凍結による溶質の再分布や, 凍結層内の浸潤前線の形状の違いによると考えられる.

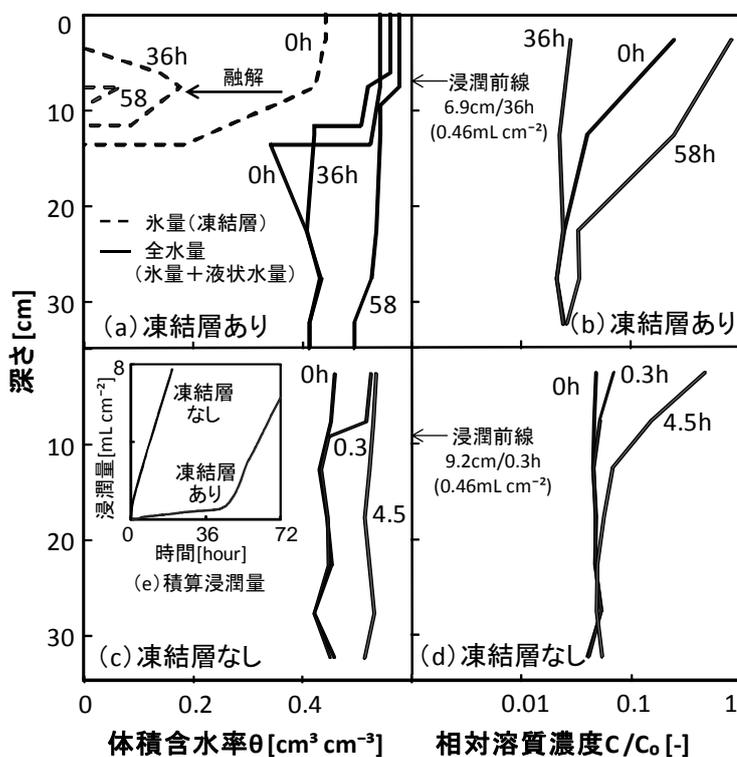


図1 浸潤過程にある土中の水分・溶質分布