

# 異なる水分飽和度で凍結した土壌の透水機構

512148 八谷知美 (土壌圏循環学教育研究分野)

**はじめに** 寒冷地の土地利用や地下水涵養を考える際、凍土の透水性の把握が重要である。既往の研究により、飽和凍土の透水機構の理解は進んでいる。しかし、自然界の多くの凍土は不飽和状態にあり、その透水性は凍結前の土壌の水分飽和度により変化すると考えられる。そこで本研究では、様々な飽和度の凍土の透水係数の測定と透水機構の理解を目的とした。

**試料と方法** 岩手大学附属農場休耕畑の表層土（黒ボク土）を試料とした。未凍結の試料の飽和透水係数は 20 cm/day、飽和体積含水率は  $0.60 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  であった。内径 7.8 cm、高さ 3 cm の容器に、飽和度 30, 50, 58, 100 % の試料を乾燥密度  $0.85 \text{ g}/\text{cm}^3$  で詰めた。試料上下端の温度を制御して試料を  $-4.2^\circ\text{C}$  に均一に凍結した。その後、試料の温度を上げながら試料下端より通水した。容器には熱電対を 1, 1.5, 2 cm 深、TDR 水分計を 1.5 cm 深、間隙水圧計を 1, 2 cm 深に設置し、凍結および通水融解時の試料の温度、水分量、土中水圧を測定した。土中水圧勾配と排水量から求めた水分フラックスにダルシー則を適用し、各温度の透水係数を求めた。

**結果と考察** 凍土中には  $0^\circ\text{C}$  以下でも凍らない不凍水が存在する。試料を冷却すると土中の間隙水が凍り、 $-4.2^\circ\text{C}$  で不凍水量が  $0.1 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  まで減少した。次に試料を通水融解すると、試料の温度が  $0^\circ\text{C}$  近傍まで急激に上昇し、しばらく停滞後さらに上昇した。凍結前の飽和度が高いほど  $0^\circ\text{C}$  近傍での停滞時間は長くなった。この際、不凍水量は温度とともに増加し、飽和度が高いほど不凍水量の増加速度は遅くなった。ここで、融解過程の凍土の透水係数を図 1 に示す。飽和度 100 % の凍土には、 $-0.3^\circ\text{C}$  以下では 20 m の水圧をかけても水は流れなかった。凍土の温度が  $-0.3^\circ\text{C}$  から  $0^\circ\text{C}$  に上昇すると、透水係数は  $10^{-4} \text{ cm}/\text{day}$  から  $10 \text{ cm}/\text{day}$  まで急激に上昇し未凍土の飽和透水係数に達した。飽和度 58 % の凍土には、 $-0.5^\circ\text{C}$  以下でも水が流れた。また、透水係数は温度に関係なく未凍土の飽和透水係数と等しかった。飽和度 50 % の凍土には  $-0.3^\circ\text{C}$  まで水は流れなかったが、通水後は透水係数が  $10^{-1} \text{ cm}/\text{day}$  から  $10 \text{ cm}/\text{day}$  に急激に上昇し、その後未凍土の飽和透水係数に達した。また飽和度 30 % の凍土には  $-0.1^\circ\text{C}$  までは水が流れず、通水後は速やかに未凍土の飽和透水係数に達した。飽和凍土は土中間隙が不凍水と氷で満たされており、不凍水膜が水の流路となる。そのため、透水係数は不凍水膜の増減にのみ依存する。一方、不飽和凍土は間隙に気相部も存在するため、急な水の流入時には、気相部も流路となり低温でも多量の水が流れる。しかし、流入水が再凍結することで間隙を塞ぐことがある。その場合は、間隙の氷が融解するまで凍土は飽和凍土と同程度あるいはそれ以上に水を流さない。こうした間隙の閉塞の評価が、不飽和凍土の透水を扱う上で重要といえる。

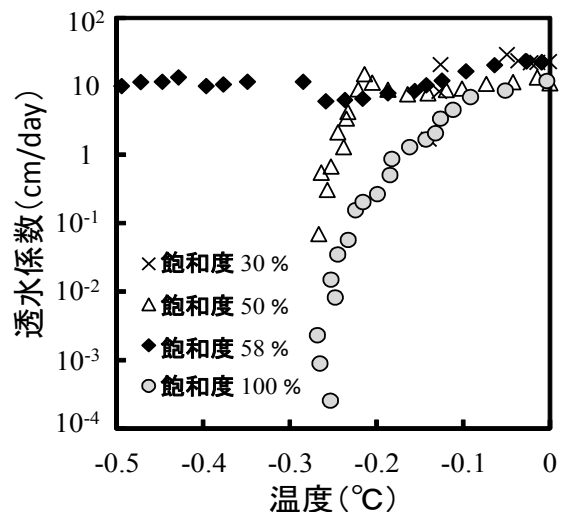


図 1 凍土の見かけの透水係数と温度