

凍結過程における畑地土壌中の水分移動

505128 紀藤 哲矢 (土壌圏循環学教育研究分野)

はじめに 近年、気候変動に伴い寒冷地での積雪深の予測が難しくなっている。北海道などの農地では、雪の多少が凍土の発達に大きな影響を及ぼす。土の凍結は土中の水や溶質の再分布を引き起こすため、様々な凍結条件について農地の水・熱移動を理解する必要があるが、黒ぼくや成層土の凍結についてはよく分かっていない。本研究では、畑土を用いて凍結実験を行い、凍結面の進行や、水分移動に成層土(下層土の存在)が及ぼす影響を調べた。

試料と方法 北海道十勝農業試験場の畑土壌(A層:黒ぼく[SiL]、C層:赤土[CL])と、無機質の下層土[SiL]を試料に用いた。内径 7.8cm、高さ 35cm のアクリル鉛直カラムに、実験①では全層に黒ぼくを、実験②では上層 25cm に黒ぼく、下層 10cm に赤土を、実験③では全層に下層土を、現場の含水率と乾燥密度で充填した。初期温度 4°Cの試料上下端をそれぞれ-8.5°C、2°Cに制御し、試料を上端から凍結した。このとき、外部からの水の出入はないものとした。試料には 1cm 間隔で熱電対を、5cm 間隔で TDR 土壌水分計とテンシオメータを挿入し、温度、水分量、土中水圧を 5 分おきに測定した。また、試料の全水量分布を炉乾法で測定した。

結果と考察 図 1a に凍結開始後 48 時間の温度 T と土中水圧 h の分布を示す。実験①では、48 時間で凍結前線が 18.5cm 深まで達した。実験①と②では凍結面の進行速度にほとんど差がなく、凍結面の深さもほぼ一致した。赤土の乾燥密度は黒ぼくに比べて小さいため熱伝導率が低いと考えられるが、今回その影響は見られなかった。図 1b に凍結前と 48 時間後の全水量分布を示す。点線は凍結面を示している。実験①では、約 16cm 深より上方(凍土側)で初期状態より水分量が増加し、それより深いところでは水分量は減少した。また、凍結面直下の体積含水率が 0.37 と最も低くなった。成層土(実験②)の場合、水分量の増減の境界はほぼ同じであったが、境界上部での体積含水率が平均で 0.01 低く、下層 10cm(赤土層)の水分減少量も 0.01 低くなった。下層の水分減少量の差が凍土の水分増加量の差に表れた。凍結した土の

h は低い(図 1a)。それゆえ圧力勾配が凍結面で大きくなり、土中水は未凍結層から凍結面へ移動する。凍結面直下で水分量が最も少なかったのはこのためである。赤土層からの水分移動量が黒ぼく層よりも少なかったのは、初期含水率や水分変化に起因する圧力変化、更には不飽和透水係数(水の流れやすさ)の違いによると考えられる。これらの違いの検討が今後の課題である。

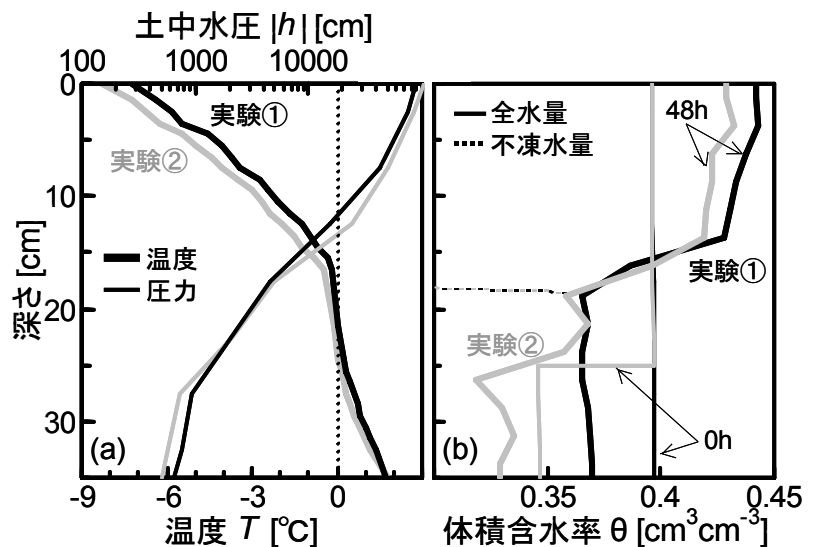


図 1 実験①と実験②の 48 時間の温度・土中水圧分布(a)と、水分分布(b)