

不飽和凍土における浸潤現象

三重大学生物資源学部 溝口勝・○廣住豊一・森田友博・清澤秀樹

1. はじめに

シベリアなどの永久凍土地帯では夏季に地表面が融解する。この融解した層は活動層と呼ばれ、地球温暖化のセンサーとして生態学的あるいは水文学的に重要である。現地で観測されたデータによると、活動層は夏の終わり(例えば最近調査が行われたチクシでは9月上旬にあたる)には不飽和状態になっている。そしてそのまま冬を迎え、初夏(6月上旬)に融雪水が浸潤することが考えられる。そこで本研究では不飽和凍土にどのように水が浸潤するのかを実験で確かめることにした。本発表では特に土壌が氷点下になっていることが浸潤にどのような影響を与えるかについて述べる。また土壌中の初期水分量が浸潤に与える影響についても考察する。

2. 実験方法

[実験条件] 試料には豊浦標準砂を用いた。初期温度と初期水分量に着目して、実験条件をTable1、Table2のように設定した。

[実験装置] 直径8cm、高さ45cmの亚克力製の円筒容器。装置の底にはネットを張り空気が自由に移動できるようにした(Fig.1)。

[実験手順] ①振動器を用いて30cmの高さまで試料を均一につめる(乾燥密度は1.4g/cm<sup>3</sup>)。②試料を冷凍庫に入れ24時間冷却する。③試料を冷凍庫から取り出し周囲を断熱した後、試料上面から一定温度の水500mLを注ぎその時点からの水位低下を観察する。また試料上面から0, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20cmの深さに熱電対を入れ試料内部の温度変化を測定する。

Table1 温度の影響

試料温度	浸潤水温
-30°C	5,10,15,20°C
-12°C	5,10,15,20°C
20°C	20°C
含水比 0%	

Table2 初期水分の影響

含水比
0%,0.32%,0.79%,1.18%,1.38%,1.80%
試料温度 -30°C, 浸潤水温 10°C

3. 実験結果・考察

(1) 浸潤速度

Fig.2は20°Cの水を流した場合の水位の時間変化である。20°Cの試料に水を浸潤させるよりも-12°Cの試料に水を浸潤させた方が、また-12°Cの試料に水を浸潤させるよりも-30°Cの試料に水を浸潤させた方が、水位の低下が遅い。この結果から試料の温度が低いほど浸潤速度が遅くなるということがいえる。

(2) 浸潤時の温度変化

Fig.3は-30°Cの試料に20°Cの水が浸潤するときの各深さにおける温度の時間変化である。温度変化は、ある時点で急激に0°Cまで上昇し、そしてしばらく0°Cを保ったのち緩やかに温度が上昇してゆく。こうした温度変化は浅い位置から順に現れた。

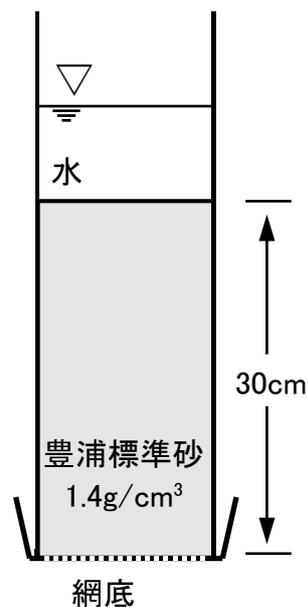


Fig.1

(3) 浸潤前線と0°C前線の関係

浸潤は間隙を飽和していく現象なので Fig.2の水位低下から浸潤前線の位置xを計算できる。

$$x = l / \Delta \theta$$

l:水位低下量(cm)、 $\Delta \theta$ :間隙率( $\approx 0.4$ )

Fig.4は各深さで温度が0°Cに上昇した時間と浸潤前後の位置の関係である。0°C前線を◆で、浸潤前線の位置を□で示した。◆と□はほぼ一致していることから、Fig.3にみられる急激な温度上昇は浸潤前線の到達と同時に起こっていることがわかる。

(4) 初期水分の影響

Fig.5に各含水比における水位の時間的変化を示す。実験によって多少初期水位は異なるが、含水比の高いものほど水位低下が遅くなるという傾向がみられた。また初期含水比w=1.38%になると水位低下はほとんどみられなかった(Fig.6)。これは各砂粒子の接触点まわりに付着したわずかな水分が浸潤前に凍結して浸潤時の空気の移動を妨げているとも考えられるが、詳細なメカニズムは今のところわからない。

4. おわりに

本研究により氷点下の不飽和凍土の温度と浸潤の特徴がわかった。室内実験の結果から永久凍土地帯では融雪水の浸潤がそのときの温度や初期水分量の影響を受けていることが予想される。今後はさらに現地調査とあわせて詳細な研究が必要である。

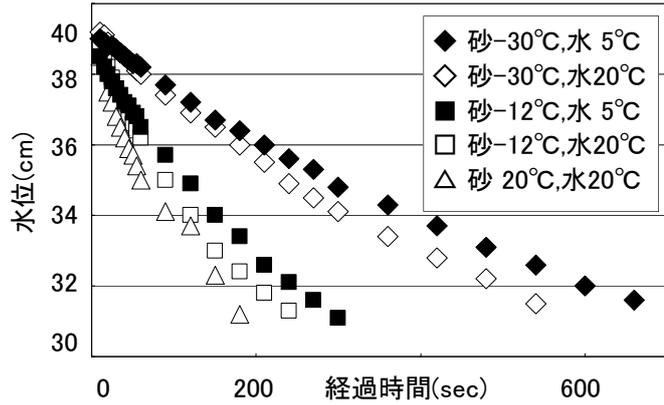


Fig.2 20°Cの水を浸潤させた時の水位の時間変化

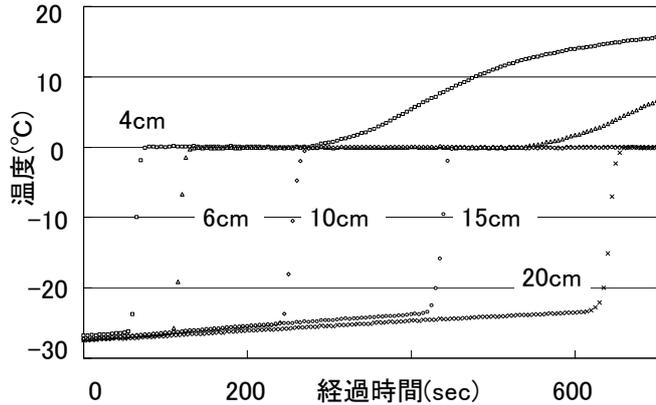


Fig.3 各深さにおける温度の時間変化(試料-30°C,水20°C)

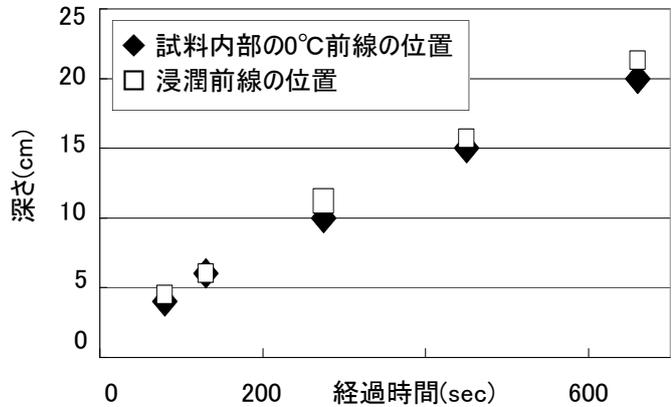


Fig.4 試料内部の0°C前線の位置と浸潤前線の位置

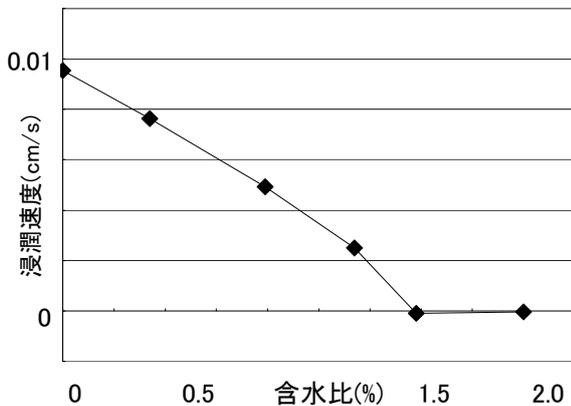


Fig.6 含水比と浸潤速度の関係(0sから600sまでの平均)

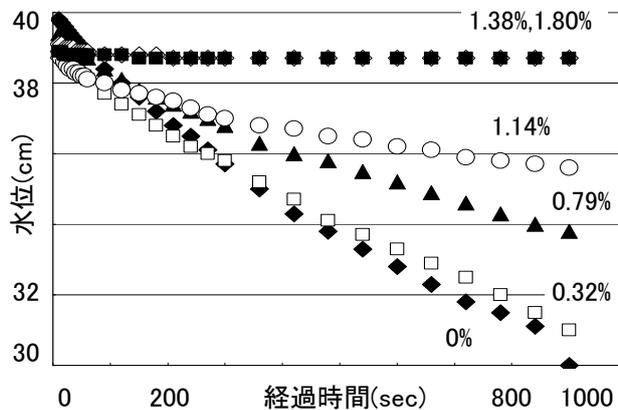


Fig.5 各初期含水比における水位の時間変化