

東京都

正会員

本庄谷 勇一

長岡技術科学大学

正会員

河原 能久

長岡技術科学大学

正会員

後藤 巖

1. はじめに 融雪出水の機構解明には、現象と融雪過程、浸透過程、流出過程に分けて検討することが必要である。本研究は融雪水の積雪内部への浸透過程に関するものであり、積雪底面からの融雪水の流出速度に着目し、それに及ぼす積雪上面からの融雪水の供給速度・供給時間の影響と実験的に検討するものである。

2. 実験概要

① 実験装置 図-1に実験装置の概略を示す。積雪試料は円筒容器(φ10.75 cm, 高さ50 cm)につめられ恒温室内に設置される。円筒と恒温箱との間には雪と水が入れられてあり、これにより試料と0℃に保つ。また、恒温箱の周囲には断熱材が張ってある。融雪水に相当する水は定水位槽より試料上面に供給され、試料底部の多孔板を通過し、下部の受水ビンに入る。

② 測定項目・方法 測定項目は水の流入速度、流出速度及び実験終了後の積雪の密度、含水率である。流入速度、流出速度は受水ビン内の水の重量測定より算出した。含水率の測定には速心分離器を使用し、予め作成した校正曲線より読みとった。図-2に粒径1~2 mmのざらめ雪の校正曲線を示す。図中の縦軸が含水率の真値、横軸が測定値を示す。また、スノーサンプラーとして真鍮円筒(φ5.0 cm, 高さ6.0 cm)を使用した。

③ 積雪試料 自然積雪のうち、ざらめ雪の層を水平方向にくりぬいて試料とした。これは融雪期の雪質のみを対象とすること、及び雪質の均一性をとるにためである。この試料を恒温室(-2~2℃)内で約1時間直立させた後、使用した。なお、自然積雪の融雪初期における密度(ρ)、体積含水率(θ)、間隙率(P)、飽和度(S_r)の測定例と図-3に示す。これは1983年3月2日、長岡技術科学大学構内の裸地上の積雪層である。図中の矢印の2箇所のみしり雪であるが他はざらめ雪になっている。密度が0.4 (g/cm³)程度、体積含水率が2%ほどである。

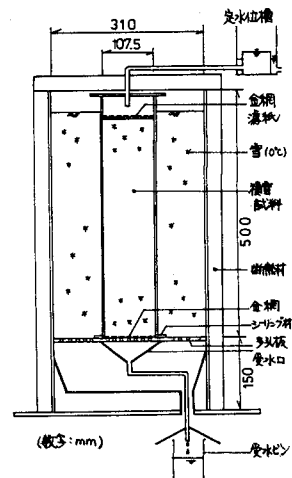


図-1 実験装置略図

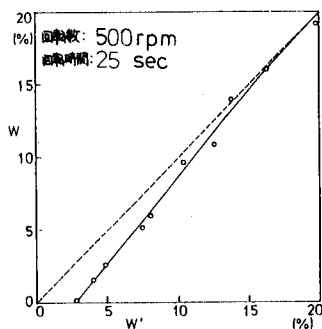


図-2 含水率測定の校正曲線

表-1 実験条件

	q_i	T_i	P
1	0.166	30	0.441
2	0.156	30	0.383
3	0.136	30	0.448
4	0.0112	30	0.434
5	0.0359	30	0.434
6	0.144	30	0.434
7	0.0506	10	0.457
8	0.0504	20	0.457
9	0.0509	40	0.457
10	0.0425	60	0.457

(g/cm²min) (min) (g/cm³)

3. 実験結果及び考察

表-1に実験条件として、単位面積当たり流入量(q_i)、流入継続時間(T_i)、実験終了後の密度(P)を示す。積雪試料の高さはいずれも45 cmである。Run 1~3は同一時間、ほぼ同一流入量と与えたものである。Run 4~6は同一試

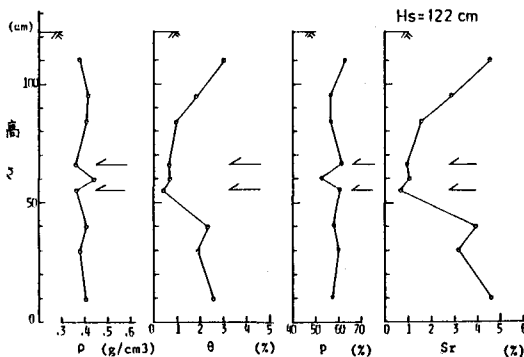


図-3 融雪初期の自然積雪の測定例

料を繰返し使用したもので、流入時間と一定に保ち、流入速度を変化させている。Run 7～9も同一試料を使用した、流入量と一定とし、流入時間を変化させ、流出速度(q_0)の時間的変化と測定したものである。図-4にRun 1～3, 6の結果を示す。初期の流出速度が同程度であれば、流出速度の再現性がかなり高いことを表わしている。Run 1の立上りが遅れているのは試料温度が0℃未満であったためである。図-5はRun 4～6の結果を示すものである。これより、流入速度が大きいほど流出速度の立上り、減衰が著しいことが明らかである。なお、Run 4の流出速度は約20分で流入速度と同程度となっているが、これは実験開始時の流出速度が大きいためである。図-5は流入継続時間のみを変化させたRun 7～9の結果である。流出速度の立上り部が一致していないが、流入時間がある値(約20分)よりも短くなると(Run 7), 流出速度は流入速度に達することなく減少することが知られる。

流出速度の立上り、減衰の特性に関して次の2種類の時間に着目し、上記の結果を整理を行う。1つは流出速度が流入速度と等しくなるまでの時間(ピーク遅れ時間: T_i)であり、他の1つは流出速度が流入速度の1/2に低減する時間(半減時間: T_0)である。図-7はピーク遅れ時間と流入速度との関係を示す。図中の勾配-2/3の直線は流入速度として q_0 ともfluxの流下速度が q_0 に比例する(Colbeck, S.C.)として書き入れたものである。流入速度が小さくなるにつけてデータのばらつきが大きくなるが、これは主として実験開始時の含水率分布の差異によると考えられる。Run 1, 6のデータは前述のような差異と有するものであり、初期条件が同一であれば矢印の方向へ移動すると推測される。直線の外挿が許されるとすれば、融雪量0.6 $\text{g}/\text{cm}^2\text{hr}$ に対し、積雪深が50 cm増えるごとにピーク遅れ時間が約1時間長くなることになる。また、与えられた流入速度に対し、直線以下の供給時間では流出速度の最大値が流入速度に達しないことが知られる。図-8は半減時間と流入速度との関係を表わすものである。図中の曲線は $T_0 \propto 1/q_0$ として近似したものである。流入速度が大きいほど半減時間が短いことは当然である。

4. 今後の課題

融雪水の浸透過程を不飽和浸透流として解析すること、実験を繰返し測定精度と上げることを行う予定である。

参考文献

小島・小林・藤野:
融雪研究ノ十,
第136号(1979)

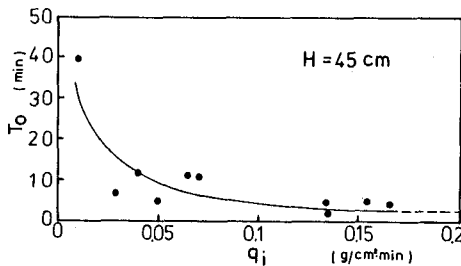


図-8 流出速度半減時間と流入速度との関係

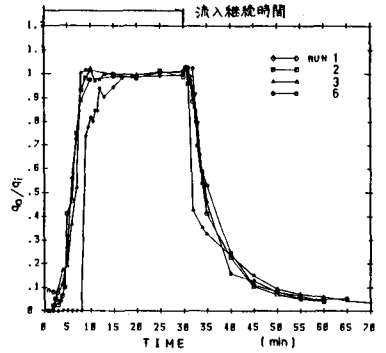


図-4 流出速度の時間的変化と初期含水率との関係

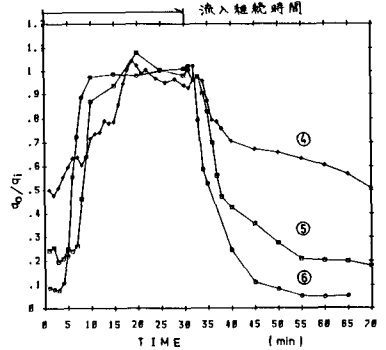


図-5 流出速度の時間的変化と流入速度との関係

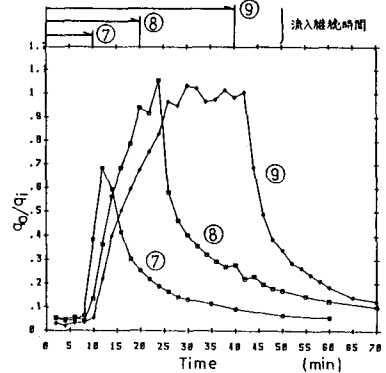


図-6 流出速度の時間的変化と流入継続時間との関係

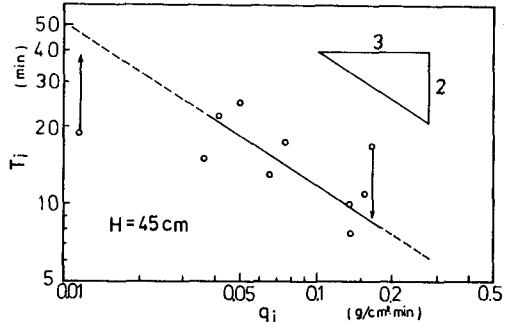


図-7 流出速度のピーク遅れ時間と流入速度との関係