

融雪および融雪水の浸透に関する実験的研究(その2)

金沢大学工学部 正員 高瀬 信忠
石川工業高等専門学校 正員 O 畑 時男

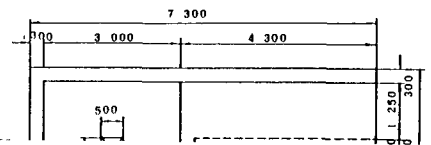
1. はじめに

融雪流出は流出系が非定常であるなど多くの要因の影響を受ける複雑な現象である。一方、長・短期の融雪流出の解析・予測手法が多く提案されているが十分なものとはいえない現状で、融雪流出の解析・予測手法を確立するには、さらに融雪流出の特性・機構が明らかにされる必要がある。

本報告は実験用盛土等での2年間の観測結果をもとに融雪流出の基本的プロセスである融雪および融雪水の移動に関して若干の検討を加えたものである。

2. 観測方法

昭和60年の観測においては前年に設置した実験用盛土に図-1で示す様な斜面部を増設した。斜面内には0.5 m×0.2 m×4 mの亚克力樹脂製水路を埋設し、新たに浸透流出量(融雪水が土壌に浸透した後、水路下流端に流出したもの)を測定した。一方、他の観測項目(気温、地温、積雪深、日射量、降水量、表面融雪量、浸透融雪量など)については前報で報告した通りである。



3. 観測結果と考察

(1) 気温、地温、積雪深、降水量、浸透融雪量、浸透流出量の日変化

図-2は昭和60年のそれぞれの観測項目の日変化を示す。昭和59、60年の積雪期間は60年が50日間に対して59年が19年になく低温で3月中旬迄の76日間にも上った。この低温傾向は特に2月に顕著であった。また積雪期間中の降水量も60年が約320 mm程度と推定されるのに対し、59年には538 mmにも上った。図-3は60年の1月11日以降の積雪水量と積雪全層平均密度の日変化を示したものである。2月2日以降積雪水量が急激に減少し、同時に積雪全層平均密度は $0.40 \sim 0.45 \text{ g/cm}^3$ とほぼ一定値で推移している。このことは融雪が治癒化し、積雪が全層ぞらめ化し、かなり一様に近い状態にあるものと考えられよう。

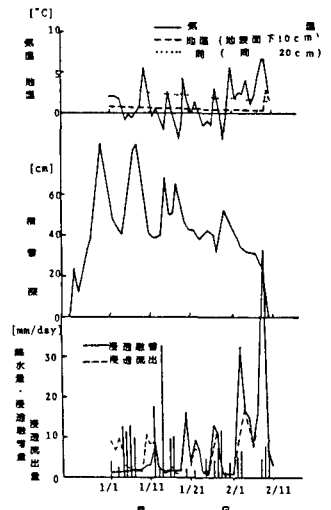


図-2 気温、地温、積雪深、降水量、表面融雪量、浸透融雪量、浸透流出量の日変化

(2) 表面融雪量と気温および日射量の関係

表-1は2年間の融雪期の表面融雪量 M [$\text{mm}/30\text{min.}$]と気温 T [$^{\circ}\text{C}$]および水平面全天日射量 I [$\text{cal}/\text{cm}^2 \cdot 30\text{min.}$]との関係を示したものである。2年間とも M と I の関係の相関が良い。しかし M と I の関係においても年によって回帰式が異なっている。観測期間は2年間とも雪質がざらめ化した融雪期を対象としており、年による M と I の関係の差はその他の積雪条件・気象条件の差に基づくものなのか、観測方法に基づく

表 - 1

		気温と表面融雪量の関係			日射量と表面融雪量の関係		
期	間	回	備 式	相関係数	回	備 式	相関係数
S.59.2.20~3.15(8日間)		M	$-0.270T-0.862$	$r=0.76$	M	$-0.042I+0.017$	$r=0.92$
S.60.2.2~2.5 (3日間)		M	$-0.053T+0.491$	$r=0.15$	M	$-0.058I+0.067$	$r=0.91$

もののなかが明確ではない。

次に図-5は高橋・小池らが利根川上流の宝川森林理水試験地で得た昼間放射収支量の実験式を考慮し、Mと $I[(T+273)/273]^4$ の関係を示したものである。両者の相関は昭和59年が0.93、昭和60年が0.90であり、かなり高い相関を示すが、この場合にも年による差が存在する。

(3) 地熱による融雪量 図-6は昭和59、60年の地熱による融雪量の実測値と計算値を示したものである。計算値は積雪内の熱の移動を無視し、地中からの地熱がすべて融雪に消費されるものとして求めたものである。ところで実測値には表面融雪や凍結の影響があり、ばらつきが見られるが、前報と同様地熱による融雪量としては1.0~1.5 mm/day程度と推定される。この値は実流域においては0.012~0.017 m³/sec/km²となる。この値の比較として北陸地方の2流域での冬季(1, 2月)における最低流量を表-2に示す。

(4) 浸透融雪量と浸透流出量 表-3は昭和60年における積雪の水収支を示すものである。例年になく低温で、積雪内における融雪水の移動が層構造の影響を受けた59年に対し、60年の水収支はほぼつり合っているようであり、鉛直方向の融雪水の浸透もかなり一様に近い状態で行なわれていたと思われる。

表 - 2

流 域	尾瀬川(手取川)	弥太蔵谷(黒部川)
期 間	S40,41,42	S.54,55,56
最低 流量	0.009m ³ /s/km ²	0.039m ³ /s/km ²

表 - 3

	積雪水量	降水量	浸透融雪量
期 間	1/11	1/11~2/10	1/11~2/10
水 量	150.1mm	159.0mm	320.1mm

一方、図-6は鉛直方向の融雪水のピーク伝播速度と表面融雪量の関係を示したものである。2年間とも伝播速度は $3.8 \sim 18.3 \times 10^{-3}$ cm/secの範囲にあり、成瀬らの $5 \sim 13 \times 10^{-3}$ cm/sec、藤野らの $8 \sim 30 \times 10^{-3}$ cm/secとほぼ同じオーダーである。しかしColbeckの示す関係($dz/dt|_m \propto M^{2/3}$)とは大きく異なる。

最後に表-4は浸透融雪量と浸透流出量の関係を昭和60年の積雪期間の一部について示したものである。このうち1月11日から融雪が若死化する以前の1月31日の期間については、浸透流出量が浸透融雪量の9割近くを占め、融雪水の大部分が土壤中に浸透しているものと思われる。

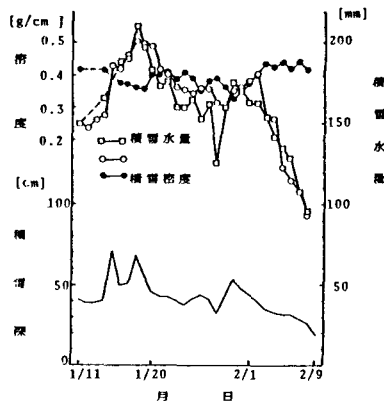


図-3 積雪水量と積雪全層平均密度の日変化

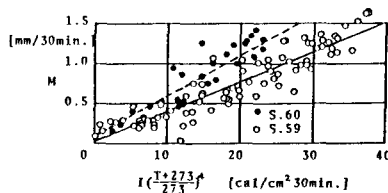


図-4 Mと $I[(T+273)/273]^4$ の関係

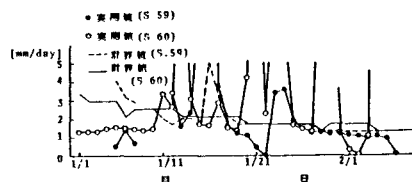


図-5 地熱による融雪量の日変化

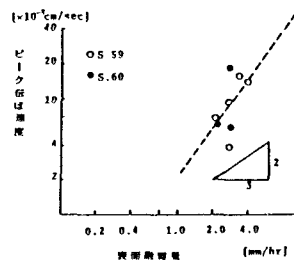


図-6 ピーク伝播速度と表面融雪量の関係

表 - 4

期 間	浸透融雪量	浸透流出量
1/1~1/10	26.1mm	48.0mm
1/11~1/31	101.0mm	88.0mm