

融雪および融雪水の浸透に関する実験的研究

石川工業高等専門学校
金沢大学工学部
同 上

正員 ○ 畑 時男
正員 高 瀬 信 忠
正員 宇治橋 康 行

1. はじめに

本研究は融雪流出の基本的プロセスである融雪および融雪水の積雪内移動についての基礎的実験を行ない、表面融雪量と気象因子との関係から流域内での融雪量の推定について、さらに表面融雪量と浸透融雪量の関係から融雪水の積雪内における移動特性について簡単な考察を加えたものである。

2. 観測方法

(1) 気温、地温、日射量、降水量、風速の観測

気温は地上 1.5 m

の位置に設置されたサーミスタ温度計により測定し、地温は図-1に示す盛土の表面下10cm, 40cmの位置に埋設したサーミスタ温度計により測定した。日射量はゴルチンスキー型日射量計によって水平面全天日射量を測定し、降水量はヒータ付雨雪量計により測定した。風速については地上 5 mの位置に設置したダイナベン指示風向風速計で測定した。

(2) 表面融雪量、浸透融雪量の観測

表面融雪量の観測は大浦らの

方法に準じ、直径14cm、深さ5cmのアクリル樹脂製円筒容器に挿入した雪試料の質量変化を30分毎に測定し、表面融雪量を推定した。また浸透融雪量は盛土上の積雪ライシメータ(A型:円形、直径30cm, B型:正方形, 1辺50cm)により積雪内を浸透してきた融雪水を集水し、これを転倒す雨雪量計で計量した。

3. 結果と考察

(1) 気温、地温、日射量、積雪深、降水量の日変化

図-2

は気温、地温、日射量、積雪深、降水量、浸透融雪量の1月1日から3月20日迄の日変化を示したものである。本年は例年になく低温で、期間中の最低気温は -8.0°C であり、最高気温は 9.4°C であった。積雪は1月15日から本格的な積雪となり、2月6日に71cmとなった。そして本格的な融雪が始まった2月中旬以降は急激に減少した。降水量は1月15日から融雪が完了し積雪深が0となった3月20日迄では452.5mmであった。地温は地表に積雪がない時は気温の影響を受けて周期的な変動を生ずるが、積雪があると緩慢ではあるが徐々に低下した。しかし 0°C 以下になることはなかった。

(2) 表面融雪量と気象因子の関係

実河川における融雪流出の問題を取り扱う場合、融雪量推定のための資料を得ることが困難であり、実用的な面を考慮して気温のみから回帰式等により融雪量を

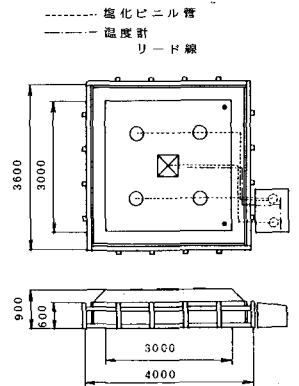


図-1 実験用盛土

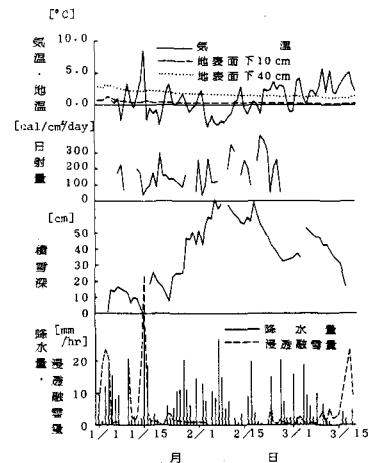


図-2 気温、地温、日射量、積雪深、降水量、浸透融雪の日変化

推定することが多い。図-3は融雪が活発化した2月20日から3月16日迄の9日間についての表面融雪量と気温の関係を示す。この時の相関係数は0.78であり、ややばらつきがみられる。測定精度の低さも考慮しなければならないが、比較的限定された地域および雪質にもかかわらず、かなりのばらつきがみられることから、複雑な地形の分布する河川流域において気温のみから融雪量を推定する方法では、十分な精度は期待できないといえよう。一方図-4は2月20日から25日迄の5日間についての表面融雪量と水平面全天日射量の関係を示したものである。この時の相関係数は0.92であり、このことから融雪量を推定するには気温より日射量が適当であるといえる。しかし実際には日射量データの入手の困難さ、あるいは流域内における斜面方位等の地形量の複雑な分布を考えると、単純には判定できない。

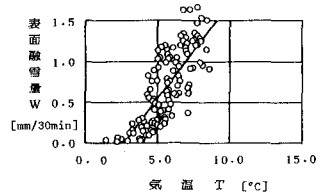


図-3 表面融雪量と気温の関係

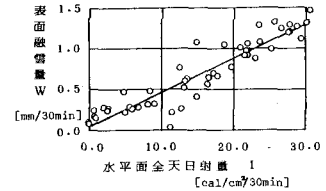


図-4 表面融雪量と水平面全天日射量の関係

また融雪があまり進行しない積雪では表層の雪質の差異が大きく影響し、表面融雪量と各因子の関係はばらつきが大きい。

(3)表面融雪量と浸透融雪量の関係 浸透融雪量とは表面融雪水が積雪内に浸透し地表面に到達した水量をいうが、積雪ライシメータに集水されたものには地熱による融雪量も含まれる。この融雪量を積雪内における熱伝導を無視し、地中からの熱伝導によって求めたものが図-5である。また同図中には積雪ライシメータの集水量も示されている。図-6は盛土に使用した土砂の同一の土砂の熱伝導率を示すが、計算には融雪期の含水率を考慮し、熱伝導率として $1.4 \text{ kcal}/^{\circ}\text{C} \cdot \text{m} \cdot \text{hr}$ の値を用いた。

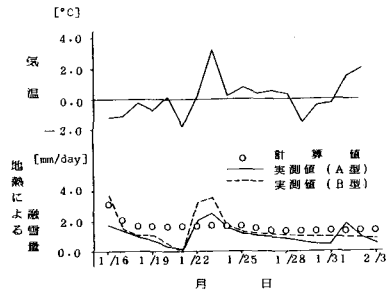


図-5 地熱による融雪量の
実測値と計算値の関係

これより地熱による融雪量として $1.0 \sim 1.5 \text{ mm/day}$ 程度であったと考えられ、これは融雪最盛期の表面融雪量と比較するとかなり小さい。

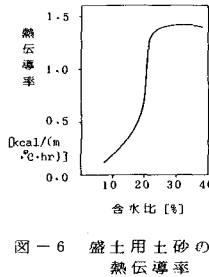


図-6 盛土用土砂の熱伝導率

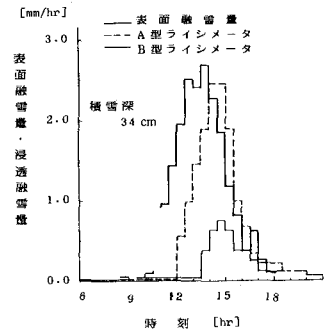


図-7 表面融雪量と浸透融雪量の関係 (3月14日)

さて1月15日から3月20日迄の積雪に対する水収支は降水量が 453 mm に対してA型ライシメータの集水量は 188 mm 、B型ライシメータの集水量は 167 mm とかなり小さかった。この原因は盛土上の積雪内における層構造の傾斜および氷板等の止水面の形成により、表面融雪水が一樣に鉛直下方に浸透せず、層方向の融雪水の移動が生じたことなどが考えられる。この影響は図-7にもみられる様に全層ぞらめ化した時にも存在する様に思われる。次に水収支に関して問題が残るが、表面融雪量と浸透融雪量の関係から、B型ライシメータのデータをもとに、融雪水の鉛直下方への伝播速度を求めると表-1の様になり、その値は $3.8 \sim 15.6 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ となる。

月 日	積雪深	遅れ時間	ピーク伝ば速度
3月 9日	48 cm	3.5 hr	$3.8 \times 10^{-3} \text{ cm/hr}$
3月13日	36	1.5	6.7×10^{-3}
3月14日	34	1.0	9.4×10^{-3}
3月15日	28	0.5	15.6×10^{-3}
3月16日	25	0.5	13.9×10^{-3}

表-1 表面融雪量のピークと浸透融雪量のピークの関係