HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	冬季間の積雪下面における融雪量の連絡観測（序報）
Author(s)	小島, 賢治
Citation	低温科學. 物理篇, 39, 101-108
Issue Date	1981-03-18
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18418
Type	departmental bulletin paper
File Information	39_p101-108.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Kenji KOJIMA 1980 Continuous Observation of Melting at the Bottom of a Snow Cover During the Winter (Preliminary Report). *Low Temperature Science, Ser. A, 39.* (With English Summary p. 107)

冬季間の積雪下面における融雪量の連続観測 (序報)*

小 島 賢 治
(低温科学研究所)

(昭和55年10月受理)

I. 緒 言

北海道の雨竜川上流域にある母子里のように冬季間の気温がきわめて低い所でも，積雪量が多いために積雪期間を通じて常に地熱により僅かずつ積雪下面が融けつづけていることはすでに報告した[1,2]。そして，この地面融雪が冬期間の同地域における川の渇水流量に大きく貢献していることを小林[3]は最近改めて強調した。石川[4]は地面融雪による積雪全体の沈下が積雪沈降力を増す作用を持つことを実験的に確かめた。このように冬期間の地面融雪は1日当りの量としては融雪最盛期の表層融雪の1～4%に過ぎないが，問題によってはその役割は無視できない。

従来報告された地面融雪量の測定は主として，いわゆる断面測定を適当な期間をおいて繰返すことにより(例えば特定の氷板より下の)積雪最下層の積雪水量の減少から求める方法に基づくものである。測定間隔が1～2カ月になることもあるので，その間の変化の様子は不明であった。そのうえ，この方法では測定の度に場所を移さねばならないこと，同じ時の同じ断面についても，特定層の積雪水量は一様ではないことなどによる誤差を免れない。そこで，母子里に融雪観測所が新設された機会に，次章で述べる(いわゆるライシメーターの)方法により地面融雪量の連続測定ができるよう設備した。初年度は集水器の設置に不備があって測定に失敗し，本報告は2冬目の測定結果の紹介であるが，測定開始の時点でまだ成功の見通しが明らかでなかったので，地面融雪の大小を支配する地面付近の地中および雪中の熱流あるいは温度分布等の測定は行なわなかった。とりあえず，1979年12月26日～1980年4月20日の間の母子里の地面融雪量とその時間変化のみを主として報告する。融雪期における日融雪量の測定に使えることも期待したが，期待通りにはならなかったので，ライシメーターによる浸透水量の測定結果のみを報告し，表層融雪量との関係にはここでは立入らない。

II. 測 定 方 法

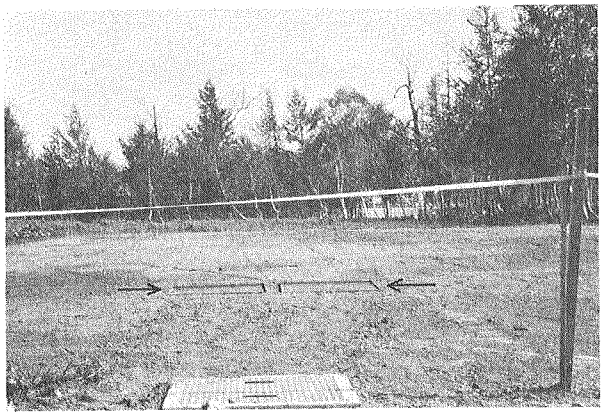
北大雨竜地方演習林母子里作業所構内にある低温科学研究所母子里融雪観測室の南側に幅7mの通路を隔てて15×30mの水平，平坦な観測露場を造成した。その一部，観測室の南壁から約14m南の地点に，面積90×90 cm^2，深さ10cmのステンレス製の浅い集水器2台を地表に

* 北海道大学低温科学研究所業績 第2274号

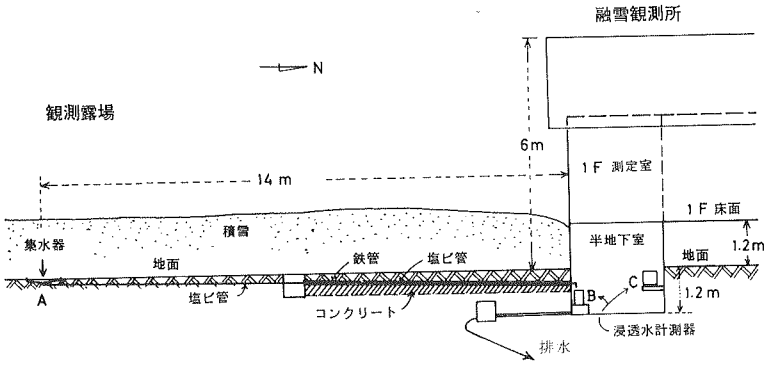
埋設し，浸透水をこれより内径20 mmの塩化ビニール管で観測所の半地下室に導き，雨量計と長期自記電接回数器により浸透水量を計測した。集水器の四辺は高さ4 cmの立上りがあり，その半分が地表面上に出張るよう設置し，集水器内の土の表面は周囲の地表とおよそ同じレベルになるようにした。また，露場全体に整地後白クローバーの種をまき，集水器の土にも同じ種を蒔いたが，水分の補給が不充分なため，集水器内の草は中央部に生えただけであった。

第1図の写真は設置直後の集水器を示す。第2図は，集水器，導水管，計測室等の配置立面図である。導水管は2本あり，2つの集水器による浸透水量を別々に測れるようにしたが，今回は初め集水器1台だけを用い，浸透水が地面融雪だけになってから2台の集水器からの浸透水を1台の雨量計で計測した。しかし，2月中旬に一方の集水器の下部が雪圧で破損し，再び集水器1台による測定となった。1台の集水器だけでは集水面積が小さすぎるようにも思われたが，2台による地面融雪浸透水量は1台の場合の2倍であった。融雪期についても集水器1台の代表性は良好と思われる。すなわち，4月18日に655 mmの積雪水量であった雪が5月16日に消失したが，一方浸透計による流下水量はこの間の合計が693 mm，これから雨量47 mmを差引くと646 mmの融雪となり，消失積雪水量との差9 mmは融雪量の1.4%に過ぎない。

浸透水量の計測は1979年11月1日から1980年6月3日までの間継続したが，積雪期間は



第1図 整地直後の観測露場と，そこに設置した集水器2台（矢印で位置を示す）



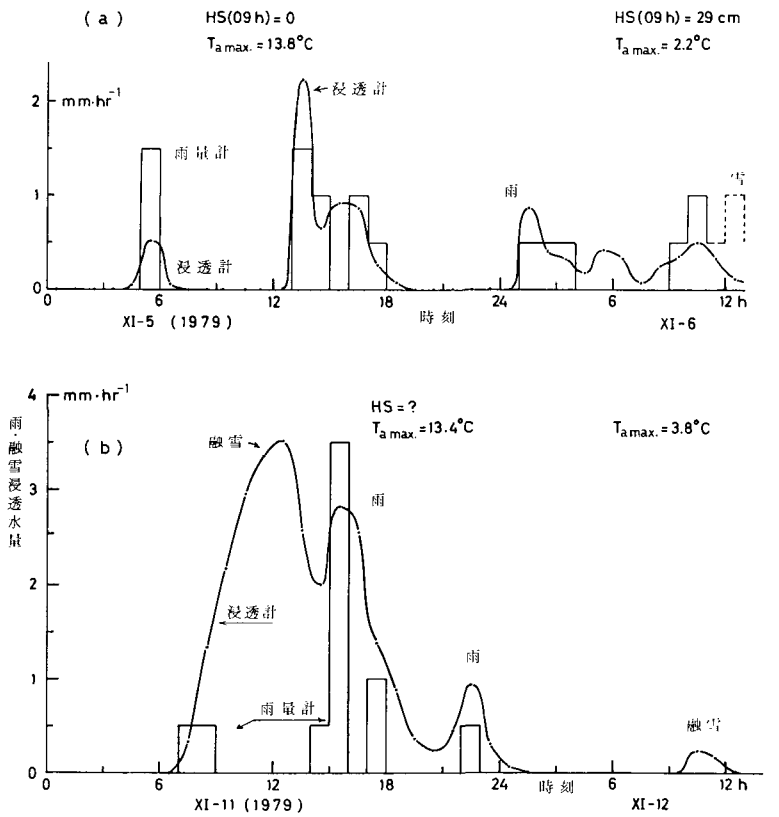
第2図 融雪水集水器，導水管，浸透水計測装置等の配置立面図

この露場では11月6日～5月16日であった。12月23日以前と4月20日以後の浸透水には表面融雪と雨によるものが多く，地面融雪量を分離することはできなかったが，12月26日～4月20日の浸透水はほとんど地面融雪によるものであった。

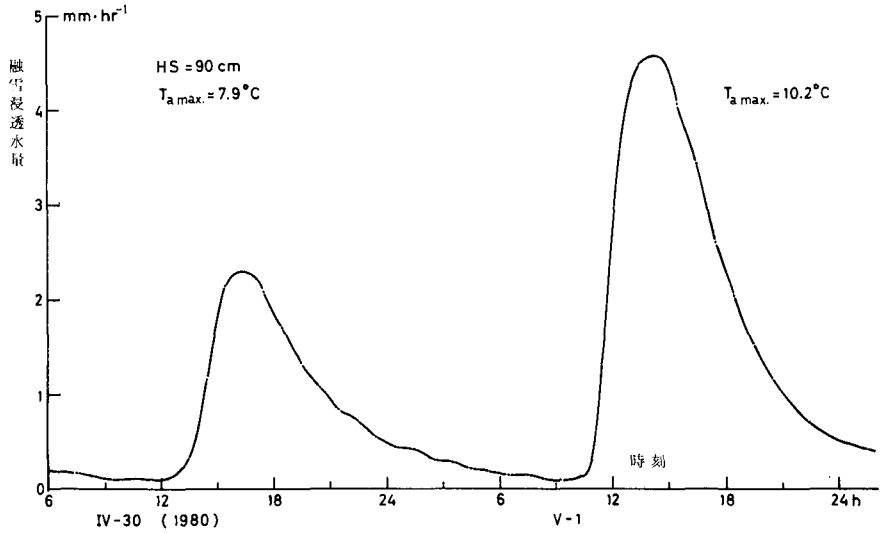
III. 測 定 結 果

1. 集水浸透系の時間遅れについて

ここで用いた集水器は浅いけれども，中央部で約8 cmの深さの土と，14 mの長さの緩勾配の導水管を通った水を計測するので，入力に対する出力の時間遅れが予想された。それで，冬の初めの積雪深が0ないし30 cmで降雨があった時，雨量計の記録と浸透計の記録とを比較した。第3図(a)は11月5日の無雪時の降雨にさいしての雨量計による1時間雨量（0.5 mm刻み）と浸透計による1時間浸透水量（0.019 mm刻み）の変化を重ねて示したものである。両者のピーク時は一致している。第3図(b)は融雪浸透水と雨水浸透との合成されたものと雨量計による1時間雨量とを重ねたものである。11月11日後半にみられる浸透水のピークはやはり雨量のピークと一致している。このことから，土およびその上の浅い積雪が充分に湿ってい



第3図　(a) 浸透計による時間雨量の1時間変化曲線と雨量計による時間雨量の階段グラフ（初冬の無雪時）
(b) 浸透計による融雪・雨浸透水1時間量の変化曲線と雨量計による時間雨量階段グラフ（初冬の浅いぬれ雪からの浸透例）



第4図 融雪期の2日間にわたる融雪浸透水1時間量の時間変化の例

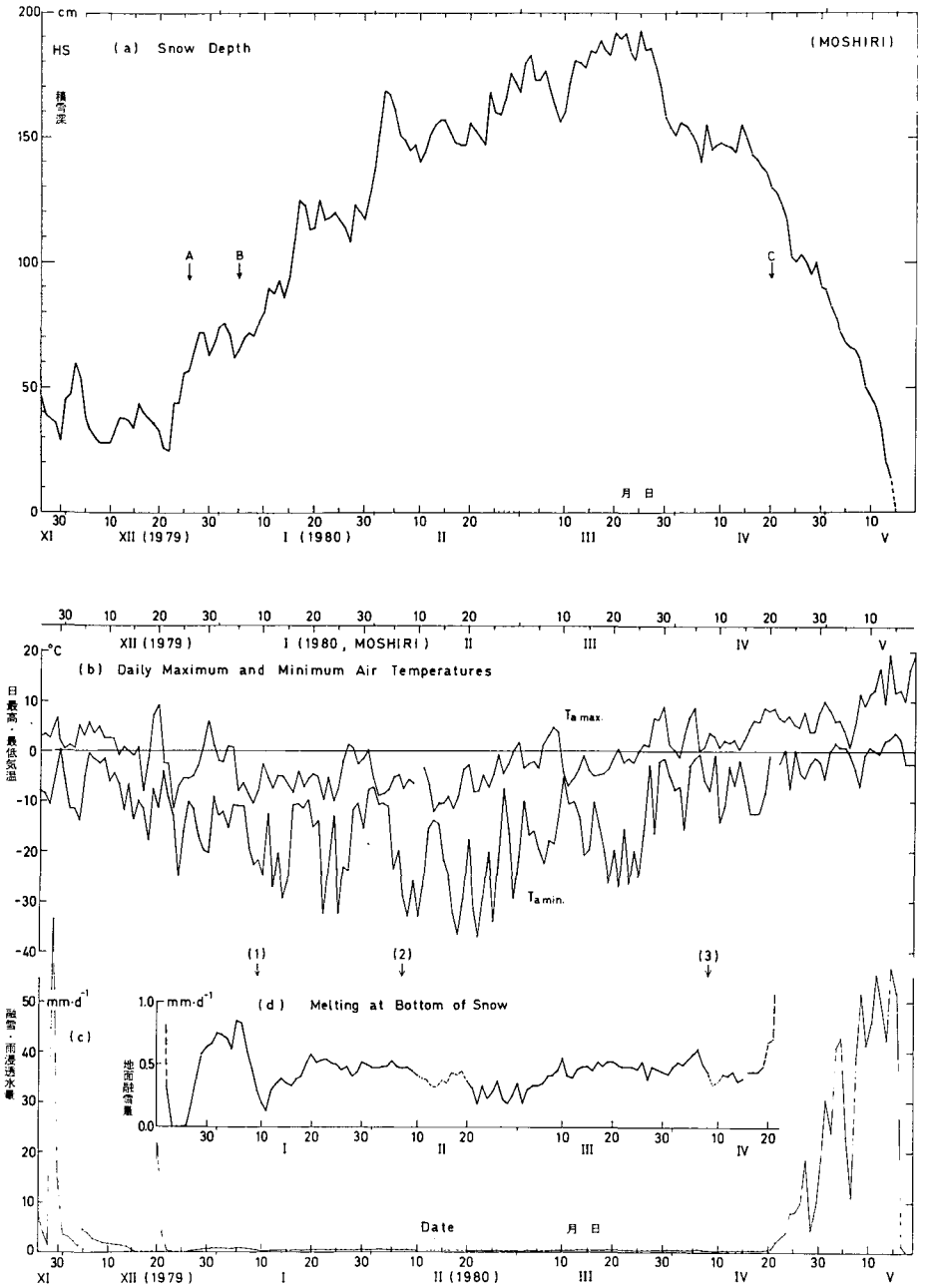
る場合には，この浸透水系の時間遅れは1時間以内であり，1時間量に関しては遅れがないと言って差支えないであろう。土が乾いている時の降雨に対しては初期欠損があることは言うまでもない。その観測例は省略する。

融雪期で積雪深が1mほどの場合の表層融雪の浸透水測定値には融雪速度に対して3～5時間程度のピークの遅れがある。第4図は4月30日0時から5月2日2時までの1時間浸透水量の変化である。この図から融雪浸透水の1日量を分離することは容易である。しかし，それが日融雪量と一致するとは限らないようである。

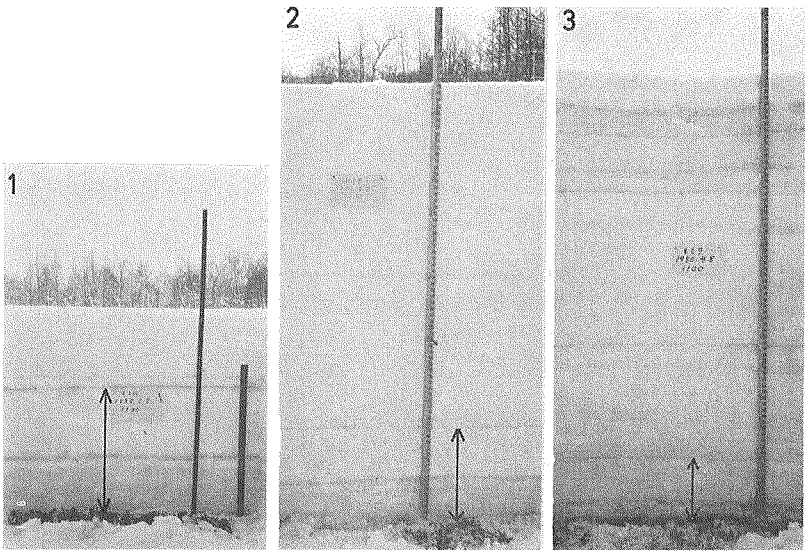
2. 地面融雪量の測定結果

第5図(a)は1979年11月21日以後の積雪深で，演習林母子里作業所における毎日9時の観測値である。12月24日まで50cm以下，1月15日まで1m以下というのは，同地方の積雪深としては非常に少ないものであった。しかし，3月には平年並となり，4月中旬の積雪深はむしろ多い方であり，融雪最盛期は例年より遅れて現れた。

第5図(b)は同作業所の観測による毎日の最高最低気温を示す。12月20日までは比較的気温が高い日が多かった。第5図(c)には11月26日から5月17日にいたる浸透計による毎日の浸透水量を $mm \cdot d^{-1}$ 単位で示した。はじめの2本のピークは融雪に降雨が重なった結果であり，12月23日からは気温の低下と共に浸透水は一時完全に止った。積雪深が55cmを越えた12月26日（第5図(a)の矢印A）から僅かずつ浸透水が出始めたのは地面融雪によるものと考えられる。それ以後，4月20日（矢印C）すぎに浸透水量が急増するまでの間，浸透水が止ったことは一度も無い。この間の地面融雪浸透水量（縦軸）の目盛幅を25倍に拡大して日量の変化を図示したのが第5図(d)である。2月中旬の破線のグラフは集水器の一方が破損したとみられる時期で，それ以前は集水面積が1.63 m^2，以後は0.81 m^2 であるが，破線期間は不確実である。一般的傾向として12月に充分な積雪があるときは，地温が未だ比較的高く，気温は余り下らず，従って地面融雪量が冬季間で最も多いことが予想される。1979～80年冬期は上に述



第5図　(a)　母子里における1979～80年冬期の積雪深の変化
(b)　母子里の同期間中の毎日の最高および最低気温
((a), (b) とも北大演習林母子里作業所の観測による)
(c)　浸透計による毎日の浸透水量
(d)　1979年12月21日～1980年4月20日の浸透水量
(地面融雪量 $mm \cdot d^{-1}$) の変化



第6図 浸透計と同じ露場における積雪断面

(1) 1980年1月9日
(2) 1980年2月8日
(3) 4月8日。↕印層の積雪水量の減少から地面融雪量を算定した

べたように積雪が特に浅く，地面融雪だけが観測され始めた時期が特に遅かったので，第5図(d)にみられる変化が一般的傾向とは言い難いが，12月末から1月初めにかけて多く，その最大値は0.85 mm·d^{-1}に達した（第5図(a)の矢印Bの日）。一方，日最低気温が最も低くなった2月下旬は地面融雪量も少なく経過し，0.2 mm·d^{-1}前後の日が6回ほど現われたが，その後また増大して3月中旬以後は0.4～0.5 mm·d^{-1}であった。

第5図(d)に短かい矢印に番号をつけて示した(1) 1月9日，(2) 2月8日，(3) 4月8日には同じ露場で積雪断面測定を行なった。第6図の写真はこれらの日における積雪断面である。写真に縦の矢印を記入した接地層の積雪水量の減少によりこれらの日の間の地面融雪量を算定した。第1期間(1)～(2)の30日間の地面融雪量は浸透計からは12.9 mm，断面測定からは11.2±1.5 mmを得た。1回の断面測定ごとに目標層の積雪水量を3～5カ所測定して平均値を求め，次回の平均値との差をもって11.2 mmとしたが，±1.5 mmはそのさいの測定値の平均値に対する最大偏差である。次の期間(2)～(3)の60日間の地面融雪量は，浸透計によれば24.8 mm，断面測定によると28.7±5.7 mmとなり，両者は誤差の範囲内でほぼ一致していたことになる。これら両期間をあわせた90日間にわたり平均すると，地面融雪浸透水量は0.42 mm·d^{-1}となる。12月26日から4月20日までの総量は51.3 mm，日平均では0.44 mm·d^{-1}であった。

浸透計からの出水量が急増し始めた4月20日より数日前から表層融雪は始まっていたが，融雪水の積雪内浸透流下が4月20日の降雨によって加速されたものと思われる。小林の観測によると，付近を流れる川の流出量も4月20日から急増した。注目に値することである。

IV. あとがき

地面融雪量は場所によって大きな差があり[5]，同じ場所でも年により（気象条件により）異なるが，母子里では年による変動が比較的少ない方である。

冬期間の川の渇水流量と地面融雪量との関係は興味ある問題である。今回は厳冬期の流量測定は1回しか行なわれなかったので，ここでの議論は控えることにしたが，次回はこの点にも着目するとともに，地表付近の地中熱流と積雪下層内部の熱流量の連続測定を加えて，再びライシメーターによる浸透水計測を全積雪期間にわたって継続する予定である。

終りに，観測露場の造成ならびに観測実施にあたって北大雨竜地方演習林および同母子里作業所から多大の便宜を計って頂き，また多くの気象観測資料の提供をうけたことに対し深く感謝する。低温科学研究所融雪科学部門の小林大二助教授，油川英明助手，ならびに大学院学生の深見浩司，内藤明男両君などの助力に負う所が多いことを併記して謝意を呈する。

文　献

1) 小島賢治・小林大二・小林俊一・油川英明・石川信敬 1970 母子里の小流域における融雪，流出，および熱収支の研究 I. 低温科学，物理篇，**28**，175–190.
2) 小島賢治 1979 融雪機構と熱収支. 気象研究ノート，**136**，1–38.
3) 小林大二・小島賢治 1980 北海道における季期の流出 (1). 日本雪氷学会秋季大会講演予稿集，昭和55年度，132.
4) 石川政幸・小野茂夫・川口利次 1978 地熱が積雪沈降力に及ぼす影響. 雪氷，**40**，No. 1，47–49.
5) 秋田谷英次 1969 地中から積雪内へ流れる熱流の測定. 低温科学，物理篇，**27**，409–413.

Summary

Daily amount of melting at the bottom of a snow cover during the winter and its variation from December to April were observed in Moshiri, Hokkaido as a preliminary test.

A set of two shallow lysimeters, each 90×90 cm wide and 10 cm deep at its center, was buried in the surface layer of the ground for snow observations in front of the Snow Melting Research Station in Moshiri. The ground, 30×15 m in area, was made level and flat and was covered with short grass. Meltwater which percolated into the lysimeters was led to rain gauges set in the basement of the station through plastic tubes 14 m in length and the amount of percolation was recorded on long term recorders (Figs. 1 and 2). During the early winter and the period of heavy surface melting in spring, bottom melt was inseparably mixed with surface melt and sometimes also with rain. Since the snow depth was unusually small and the temperature was often high during the early period of the 1979–1980 winter (Figs. 5 (a) and (b)), bottom melt could be separately recorded within the period from Dec. 26, 1979 to Apr. 20, 1980 as shown in Fig. 5 (c) or (d). The data obtained in this season might not show the general feature of bottom melting. It was found, however, that the maximum daily melt appeared in the early stage reaching 0.85 mm/day and minor melt continued in late February with the values around 0.2 mm/day. This minor melting seemed to be related to frequent very low temperatures, which are seen in Fig. 5 (b). The amounts of bottom melting during two successive period were estimated also from a decrease in water

equivalent of the lowest layer of the snow cover by means of pit-wall observations on Jan. 9, Feb. 8, and Apr. 8 (Fig. 6). These days are indicated by small arrows with numbers (1), (2), and (3) respectively on Fig. 5 (d). The bottom melt during the first period of 30 days between (1) and (2) was 12.9 mm by lysimeter and 11.2 ± 1.5 mm by pit-wall observations; further the bottom melt during the second period of 60 days between (2) and (3) was 24.8 mm by lysimeter and 28.7 ± 5.7 mm by pit-wall obvervations. The average daily bottom melt during these 90 days was 0.42 mm/day. A sudden increase in daily amount of percolated water after Apr. 20 might be related to the flow down of surface-melt water accelerated by a rainfall on Apr. 20, though surface melting was taking place beginning several days earlier. It was noticeable that the time of this increase in percolation rate was nearly the same as the time when the snowmelt runoff of a stream near the station was considerably increased. A comparison between the rate of bottom melting of snow and the rate of base flow of the stream during the winter is scheduled for the next season with measurements of the balance of heat flow at the bottom of the snow cover.