HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	母子里における融雪量と流出量
Author(s)	小林, 大二; 成瀬, 廉二; 大浦, 浩文
Citation	低温科學. 物理篇, 26, 105-111
Issue Date	1969-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18082
Type	departmental bulletin paper
File Information	26_p105-111.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Daiji KOBAYASHI, Renji NARUSE and Hirobumi ÔURA 1968 Snowmelt-Runoff at Moshiri. *Low Temperature Science, Ser. A*, **26**. (With English Summary p. 110)

母子里における融雪量と流出量*

小林大二・成瀬廉二・大浦浩文
(低温科学研究所　気象学部門)

(昭和43年9月受理)

I. まえがき

IHD (国際水文学10年計画) の一環として石狩川支流の雨竜川上流において，融雪の熱収支に主眼をおいた研究が1967年4月に引きつづき，第2年度目として1968年4月中旬から約2週間行なわれた。その際11.4 km^{2}の小流域における融雪流出の測定を行なったところ，4月14日～24日までの11日間の総量が流域末端における融雪量の測定結果とかなり良い一致を示した。融雪水の流出に関しては，融雪流出の予報的見地から気温変動と結びつけた文献が多く，直接に融雪量の実測値と関係づけた例は少ないようである。今回の流域末端での融雪量の測定は結果的には流域全体の代表性に優れていた。これは，この時期に日射融雪が卓越していたことと高度差が300 m位しかない小流域であったので気温融雪に大きな地域差が生じなかったことによるのであろう。流出に関しては，同じく小流域でしかも融雪進行期にあったので流出の機構が比較的単純になっていたのであろう。上のような理由で流出高と融雪水量が比較的よく合ったと思われる。このことからこの流域においては流量測定から融雪量の算出を行なうことができるので，これを熱収支の研究の1つのデータとすることができそうである。

II. 測定の条件と方法

a) 流　　域

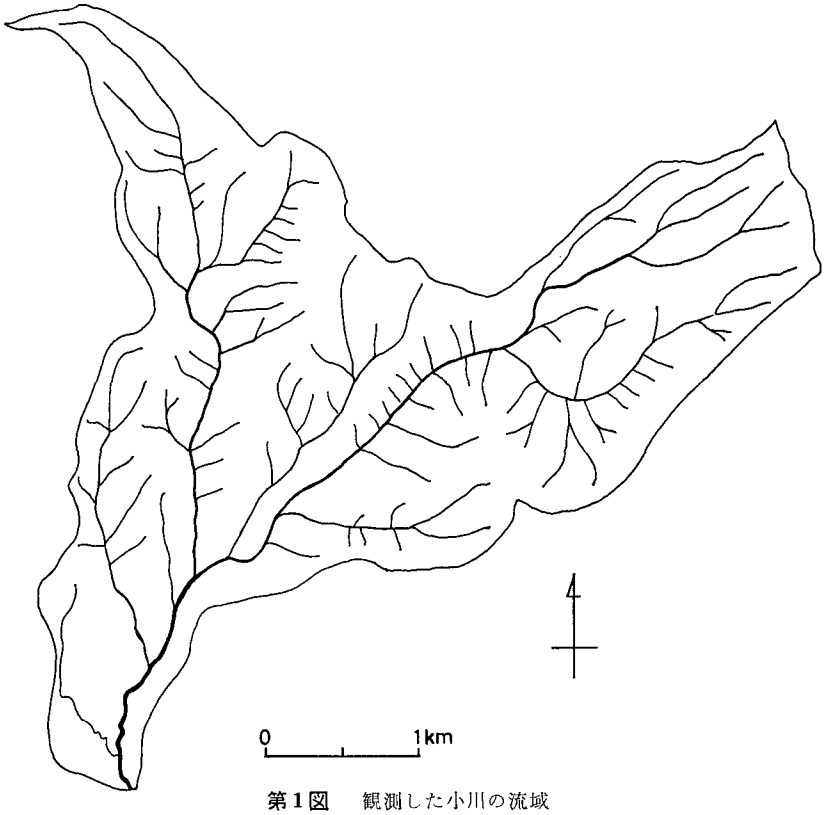
流域図を第1図に示す。流域面積は平面で11.4 km^{2}の小流域である。流域末端の高度は290 mで，ここで融雪量，流量の他正味輻射量を含む気象要素の観測が行なわれた。高度別の面積は290～390 mが3.8 km^2，390～490 mが4.7 km^2，490～630 mが3.0 km^{2}となっている。起伏については流域中央よりやや上流の最も切り込みの深い地域において3%位の面積増加でそう大きくはない。

被覆状態は流域末端近く約1 km^{2}が畑地で上流の大部分は針葉樹2割，広葉樹8割のあまり密でない林地である。

b) 融　雪　量

雪質は全層ざらめで，積雪深は4月14日にほぼ80 cm，4月24日に30 cm位であった。融雪量測定の1つの方法は積雪下に受け口71 cm×70.5 cmの5,000 cm^{2}の角型の漏斗を埋め，

* 北海道大学低温科研究所業績　第934号



第1図 観測した小川の流域
(雨竜郡幌加内町母子里，北海道大学雨竜地方演習林内)

それに自記雨量計を接続して積雪下に浸透してくる融雪水量を測定した。自記雨量計の1カウントは 3.13×10^{-3} cm の水量に相当する。結果を第2図に示す。1日の融雪水量はほぼ極小値の時を境として分離して算出したが極小値がほとんど0に近かったので誤差は少ないと思われる。融雪水量はこの他に雪面の沈下からも求められるのでその値を第3図に記入したが，流出量との比較は主として，自記雨量計による値によって行なった。今後特にことわらないかぎり融雪量はこの雨量計による値を用いる。

c) 流量と流出量

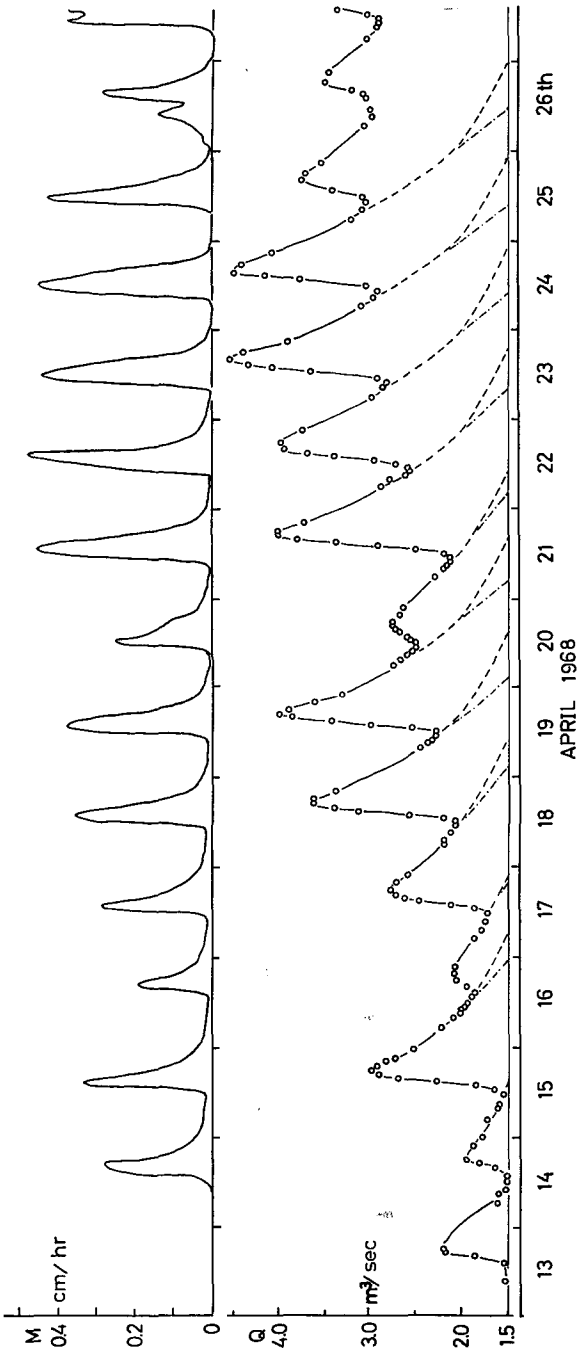
流量測定点における川幅は融雪進行期においては6～7 m，水深は深い所で80 cm～110 cmであった。流速の測定は，幅50 cm毎に広井式流速計を橋の上から水深の6割に下ろして計る1点法によった。流速は速い所で1.5 m/sec位であった。このような流量測定は前後6回行ない水位流量曲線を作った。水位の測定は水位柱により5時～22時までほぼ1～2時間毎に行なって流量を求めた。第2図にこれを示す。

1日毎の融雪量に相当する流出量の算定は2つの方法によった。1つはこの期間のハイドログラフの減水部を重ねあわせて標準減水曲線を作りそれによって1日毎の流出区分を点線のように引き1日分の融雪水相当流出量を算出した。もう1つの方法はハイドログラフの流量を

対数にとって半対数方眼紙に画き，1日毎の減水部を直線で延長したものである。それを第3図に引きなおした指数的減水曲線が1点鎖線で示してある。ただしこの2つの方法はいずれも 1.5 m³/sec までの減水について適用しただけで 1.5 m³/sec 以下の所は，一様な減水を示すものとして 1.5 m³/sec になる時刻だけを基準にして流出量の配分を計算した。この方法は1日毎の減水曲線を流量0まで延長して1日毎の融雪流出相当量を算出しているので，基底流量の概念は入ってこない。ちなみに夏期の渇水期における流量は 0.16 m³/sec であった。上記2つの方法による1日毎の融雪量相当流出量を第3図及び第1表に示す。結果的には半対数方眼紙上で1日毎に求めた減水指数曲線を基準にした方が良いようである。今後特にことわらないかぎりこの第2の方法で分離した流出量を用いる。

d) 正味輻射とその他の気象要素

気象要素としては日射量，正味輻射量，気温垂直分布，風速垂直分布，湿度などの測定が行なわれたが，これらについては別に融雪に関する熱収支についての報告が出される予定なのでこれを参照されたい。ここでは積雪面下の雨量計で測定した融雪量に相当する熱量に対する正味輻射量の割合及び最高気温などを第1表に示すに留める。

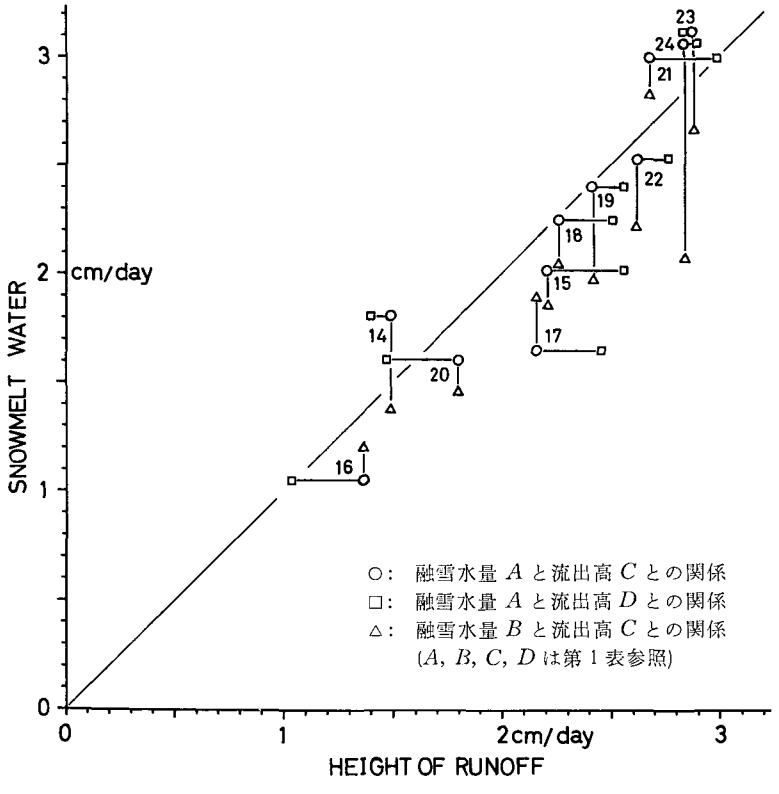


第2図　積雪下に滲出した融雪水量 (M) と流量 (Q) の日変化

第 1 表

期 日	融雪水量		相当流出高		正味輻射	気温	
	A cm/day	*B* cm/day	*C* cm/day	*D* cm/day	融雪熱量 (%)	最高 (°C)	最低 (°C)
4月14日	1.80	1.37	1.49	1.40	58	6.0	—
15	2.01	1.85	2.21	2.56	101	10.4	−6
16	1.05	1.20	1.37	1.04	113	7.0	−1
17	1.64	1.89	2.16	2.46	99	8.5	−6
18	2.24	2.04	2.26	2.51	89	9.3	−6
19	2.39	1.97	2.42	2.46	87	10.8	−7
20	1.60	1.46	1.80	1.47	77	8.0	−1
21	2.98	2.82	2.68	2.99	73	10.0	−5
22	2.52	2.21	2.62	2.76	68	9.8	−2
23	3.11	2.66	2.88	2.83	67	6.9	0
24	3.05	2.07	2.84	2.90	71	10.7	−1
14日～24日	2.44×10	2.12×10	2.46×10	2.54×10			

A: 雪積下に埋めた自記雨量計による測定
B: (積雪面の沈下)×(ぬれ密度)
C: 1日毎の減水曲線によるハイドログラフの分離により算出
D: 11日間の標準減水曲線によるハイドログラフの分離により算出



第3図 融雪水量と流出高 (流量/流域面積)

III. 結果と考察

4月14日から24日までの観測点での融雪水量は 2.44×10 cm であった。この値を流域の代表値とすれば全体で 2.78×10^6 m^3 の融雪があったことになる。 同じくこの期間に相当する融雪による流出量は 2.81×10^6m^3, 流出高で 2.46×10 cm であった。 又標準減水曲線によれば流出量 2.90×10^6m^3 流出高 2.54×10 cm であった。ある流域の融雪水の流出と融雪量との関係を論じる上で融雪量の測定点の代表性の問題がある。流域の地被，高度，地形，積雪等の違いのため日射融雪量及び気温融雪量等が融雪測定点での融雪量と異なるであろう。又，流出の時間的変化については流域面積，地形，地質，地被，積雪等が複雑な影響を与えているであろう。しかるに今回のこの流域では11日間相当の総量においては結果的に観測点での融雪量が流域の平均値でありかつ100% の流出をすると考えても良さそうである。このことはいろいろな正負の要因が結果的に打消しあったためと考えられるが，主として次の点によるのであろう。融雪量については流域面積の小さいこと，流域内での高度差の小さいこと，日射融雪の卓越したこと等によって流域内に林地が多いにもかかわらず，流域末端の平坦な雪原での値が流域の代表値を示したらしい。又流出について言えば，流出面積が小さいために1日間の融雪量に相当する流出量をハイドログラフ上で分離することが比較的容易だったので，流出量を論じる上で信頼度を高めている。又4月初めから融雪がはじまっていて融雪進行期であったので，融雪初期にみられる保水，浸透等のための非定常的現象が少なく流出の機構が単調になっていたと考えられる。

1日毎の観測点における融雪量と1日分融雪量相当の流出量を流域面積で割った流出高を第3図及び第1表に示す。第3図では融雪水量としては積雪面下に埋めた自記雨量計から求めた値と積雪表面の沈下から求めたものとの2つを示した。後者においては内部融解が沈下にあらわれにくい点からみて，雨量計による値を中心に考えることにした。 というのは11日間の沈下による融雪水量は 2.12×10 cm で流出量に比してあまりにも少なすぎるからである。又流出についても前述の2つの方法による値を示した。流出量についてはこの範囲で考える。11日間相当の流出状態から1日毎の流域での融雪水も100% 流出するものと考えれば，流出高が流域での平均融雪量を示すことになる。11日間相当の融雪流出の場合と異なり1日分毎の融雪流出の分離には相対的誤差の入り込む可能性が大きいし，又林地における気象データなどもないので流域融雪量と観測点融雪量の差について熱収支にもとづいた定量的な説明はできないが，観測点における日射融雪のデータと比較すると次の様になる。観測点での融雪量の方が流域の平均融雪量より多かった14, 21, 23, 24日などは正味輻射量の融雪熱量にしめる割合が73～58% でこの観測期間としては少ない。このことは気温融雪が山地で平地より少なかったためであろう。又流域の平均融雪量の方が観測点のものより多かった15, 16, 17日などは正味輻射量が融雪熱量の99～113% となっている。18, 19, 20, 22日などは正味輻射量が70～90% 程度で前記2群の中間にあり，融雪水量とそれに相当する流出高がかなり近接している。融雪流出の機構は前述のように複雑であろうが結果的にみて観測地点での融雪水量と流域流出高との比較

的良い一致を示したことは，この流域での融雪の研究を行なう上で流量の測定が融雪量の推定に有力な手段となり得ることを示唆している。

今回は時間の制約のため融雪流出の解析は行なっていない。しかし融雪水の滲透のグラフ及びハイドログラフ上での日変化はかなり規則性があって興味深い。地面での融雪と積雪下の自記雨量計でのデータからの積雪中の融雪水の浸透の解析及び雨量計のデータと流量のデータとから流域流出の解析を行なう予定でいる。今後は流域全域での融雪，特に山地における融雪と気象要素との関係を平地での研究と比較して行なっていきたい。

今回の研究は雨竜郡幌加内町の北海道大学雨竜地方演習林母子里看守所付近で行なった。大変お世話になった演習林関係の方々に深くお礼を申し上げる。

Summary

As part of the International Hydological Decade projet, an observation of snowmelt-runoff for a small drainage area at Moshiri (Fig. 1) was made from April 13th to 28th, 1968 with measurement of heat energy for melting snow. The observation point was located at the upper reaches of Uryu River, a branch of the Ishikari River. The drainage area is 11.4 km^2 and the difference in elevation between the watershed outlet (290 m above sea level) and the highest ridge is about 340 m. One tenth of the area is flat farm-land located near the outlet and the remaining area is mountainous and thinly covered with needle- or broad-leaved trees. The snowmelt hydrograph (Q) is shown in Fig. 2. In Fig. 2 the volume of melted water (M) which has drained down through the snow cover is also shown. Separation of snowmelt for each day on the hydrograph above 1.5 m/sec was made graphically by two methods. Dotted lines are based upon normal recession curve obtained from the hydrograph for two weeks. Each chain line is the exponential curve appropriate to the runoff of the day and is derived from each straight recession line of the day appropriate to the hydrograph drawn on semilogarithmic paper. (discharge: log scale, time: normal scale). Below 1.5 m^3/sec the authors assumed that all recession curves are parallel. Thus the amount of runoff originating from the snowmelt of any single day can be estimated from the hydrograph.

The total amount of runoff during 11 days was 2.54×10 cm in water (the first method) 2.46×10 cm in water (the second method) and that of the snowmelt was 2.44×10 cm in water in the same period. Generally speaking, the runoff of meltwater is affected by a considerable number of factors, such as the solar and other radiations, heat conduction from the air, the characteristics of the snow cover, the size and the topography of the basin, vegetation and the type of soil. Figure 3 and Table 1 show good coincidence between daily snowmelt and its runoff. The base runoff is not certain but should be lower than 0.14 cm/day. These results justify the method of estimation of snowmelt in a drainage area from the observation of stream flow, and frees the worker from the difficult and troublesome direct measurement of snowmelt over a wide area. The time of draining

down of melt water through the snow cover to the ground will be calculated by an application of the nonlinear unit-hydrograph theory.

In the near future the authors intend to study the characteristics of snowmelt in a more mountainous drainage basin.