



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	大雪山ヒサゴ雪溪の融雪係数
Author(s)	兒玉, 裕二; KODAMA, Yuji; 竹内, 由香里 他
Citation	低温科学. 物理篇. 資料集, 52, 39-47
Issue Date	1994-03-30
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18789">https://hdl.handle.net/2115/18789</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	52_p39-47.pdf



## 大雪山ヒサゴ雪渓の融雪係数\*

兒玉 裕二・福沢 卓也

(低温科学研究所)

竹内由香里

(北海道大学大学院理学研究科)

(平成5年12月受理)

**要旨**：大雪山ヒサゴ雪渓における融雪係数を求めた。測定された日融雪量は、日平均気温、日最高気温、日最低気温、日較差の中で日平均気温と最も相関が良かった。求めた融雪係数を用いて前年の融雪量を推定したところ、前年の融雪係数を用いた場合と比較して大差無かった。ヒサゴ雪渓の気温は旭川の気温とよい相関を持ち、旭川の日平均気温からもヒサゴ雪渓の融雪量をよく推定できた。ヒサゴ雪渓の気温と相関がよければ、遠隔地の長期の気温データからヒサゴ雪渓の長期の融雪量を融雪係数を使用して求めることができることが解った。

**Abstract** : Melting coefficients at the Hisago Snow Patch in the Daisetsu Mountains were discussed. The amount of snowmelt at the Hisago Snow Patch in the summer of 1990 has the best correlation with the daily mean air temperature rather than the daily maximum, minimum air temperatures and their difference. Using the melting coefficient of 1990, the snowmelt amount in 1989 was also estimated well. Since the air temperature at the Hisago Snow Patch was well correlated with the air temperature at Asahikawa, the long period snowmelt amounts at the snow patch were estimated using the Asahikawa air temperature. As long as the remote air temperatures have a good correlation with the air temperature at the snow patch, the melting coefficient method using air temperature at a distant location can be used to estimate the long term snowmelt amount of the snow patch.

キーワード：雪渓，融雪量，融雪係数

Key words : Snowmelt amount, Snow patch, Melting coefficient

## I. はじめに

山岳地帯の積雪・氷河が人口の増加や産業の発展に伴う水需要の増加に従い未開発の水資源として世界的に注目されはじめている。事実、UNESCO では山岳地帯の雪氷水文学の研究が緊急且つ重要な課題として IHP-phaseIV に取り上げられている。山岳地帯の積雪・雪氷・氷河等からの流出を水資源として有効利用するためには、その水文学的研究が欠かせない。

山岳地帯の水文学的研究があまり進捗していない原因の一つには観測のためのロジスティクスの困難さを上げる事ができる。つまり、データが不足している事である。そこで勢い数十 km も離れた、高度も異なる場所のデータを利用した研究が多くなっている。今回は雪溪の融雪に注目してその推定によく利用される融雪係数について検討してみる。

## II. 融雪係数

融雪量を気象データから推測する方法の一つに融雪係数法がある。それは融雪量が気温とよい相関があるという考え方に基づく。その簡便さは、気温のみで議論できるため他の方法（例えば熱収支法）などとは比べられないほどよい。融雪量を  $M$  (mm/day) とすると、

$$M = k_m (T - T_0) \quad (1)$$

と表され、 $k_m$  (mm/day/°C) は融雪係数、 $T$  (°C) は日平均気温、 $T_0$  (°C) は融雪が起こり得る最低の日平均気温である。融雪係数  $k_m$  は数日間積算された  $M$  と  $(T - T_0)$  の比例定数とする時もある。また、 $(T - T_0)$  に当たる部分は日最高気温や日最低気温、日格差の関数やそれらの組み合わせであったりする事もある。さらに、気温  $T$  の部分がその日の 0°C 以上の気温の平均値の時もある。

## III. 日融雪量と気温

第 1 表に 1990 年夏期に大雪山ヒサゴ沼 A 雪溪で観測された融雪量と日平均気温、日最高気温、日最低気温、日較差を示す。観測方法、観測場所等に関しては兒玉・竹内 (1993)<sup>1)</sup> を参照されたい。これらのデータを用いて回帰解析<sup>2)</sup> を行い、どの変数が融雪量と最も良い相関を持つかを調べた。第 2 表に自由度調整済みの相関係数を示す。この結果、日較差以外には余り大きな差がないが、日平均気温が融雪量と最も良い相関にあることがわかる。その一次回帰式は

$$M = 7.6 (T_s - 1.4) \quad (2)$$

となる。ここで融雪量  $M$  は mm/day であらわしてあり、 $T_s$  (°C) は雪溪上 1 m の日平均気温である。第 1 図に日融雪量と日平均気温 (第 1 表) との関係を一重回帰線と共に示す。ここで 7.6 mm/day/°C が融雪係数となる。

第1表 1990年夏期のヒサゴ雪溪の融雪量、日平均気温、日最高気温、日最低気温、日較差。

日付	日融雪量 (mm/day)	日平均気温 (°C)	日最高気温 (°C)	日最低気温 (°C)	日較差 (°C)
6/25	59.6	6.7	10.0	5.0	5.0
6/26	76.1	7.8	11.4	4.8	6.6
6/27	75.5	6.9	9.8	4.1	5.7
7/28	81.7	11.1	14.9	6.4	8.5
8/31	103.2	10.4	12.4	9.2	3.2
9/1	86.5	10.7	13.8	8.4	5.4
9/27	31.0	2.3	4.7	-1.2	5.9
9/28	24.3	1.6	3.5	0.2	3.3
9/29	25.2	3.7	4.0	3.3	1.3

第2表 ヒサゴ雪溪の融雪量と気温パラメータとの自由度調節済み  
相関係数

パラメータ	日平均気温	日最高気温	日最低気温	日較差
自由度調節済み 相関係数	0.87	0.85	0.83	0.06

この融雪係数が異なる年にも適用できるかどうかを調べた。データは山田ら<sup>3)</sup>の中の1989年7月31日から8月27日(8月3日から8月8日の間は気温のデータが無いので使用せず)のもので、融雪量は一つは雪尺による雪面低下量と雪溪表面密度から計算し、もう一つは日平均気温から上記の融雪係数を使って求めた。その結果を第2図に示す。第3図には同じデータで求めた融雪量と日平均気温の関係とそれから新たに求めた一次回帰式を示す。融雪係数は89年の方がやや大きくなっているが、平均二乗誤差は90年の融雪係数を使った場合は13.9 mm/day, 89年の場合は9.3 mm/dayでその差は余り大きくない。90年の融雪係数は6月から9月までのデータから得たもので、それを8月のみのデータに適用したために出た差であると思われる。

#### IV. 長期融雪量

以上ヒサゴ雪溪の融雪量が日平均気温とよい相関があることをみてきた。しかしながら、ヒサゴ雪溪での気温のデータは限られており、それを利用して長期間や過去の雪溪の融雪量を推定することはできない。そこでより長期のデータが存在する近くの気象官署のデータを用いた方がより連続した長い期間の融雪量が推定できる。問題はその関係である。雪溪の日平均気温とある場所の日平均気温との間により相関があればその場所の日平均気温から雪溪の融雪量を推定できる。

氷河や山岳地域の雪溪の消耗量を推定するためには遠隔地の気温データから推定することはよく行われている。しかしながら、データ不足を補うために勢いその妥当性の検討無しに行われることがしばしばある。ここでは、先ずヒサゴ雪溪と旭川地方気象台の日平均気温を比較した。その結果を第4図に示す。この2箇所の気温はよい相関を示し、その一次回帰式は

$$T_S = 0.7 T_A - 6.2$$

となり、相関係数は0.91であった。山岳地域等の遠隔地の気温を推定するためによく高度差に湿潤断熱減率をかけたものを差し引くことがよく行われるが、この式からその方法はよくないことがわかる。それは平地の平均気温が夜間の放射冷却現象によってよく冷却するが、標高の高い山岳地域ではその影響が小さいためと思われる。

次に旭川での日平均気温、日最高気温、日最低気温、日較差を用いて、ヒサゴ雪溪の融雪量との相関係数を求め第3表に示した。この場合も日平均気温が最もよい相関を示した。

第3表 ヒサゴ雪溪の融雪量と旭川の気温パラメータとの自由度調節済み相関係数

パラメータ	日平均気温	日最高気温	日最低気温	日較差
自由度調節済み相関係数	0.88	0.83	0.80	-0.12

第5図に旭川の日平均気温とヒサゴ雪溪の融雪量との関係とその一次回帰線を示す。その一次回帰式は

$$\begin{aligned} M &= 6.1 T_A - 40.5 \\ &= 6.1 (T_A - 6.6) \end{aligned}$$

となった。ここで $T_A$  (°C) は旭川の日平均気温である。融雪係数は6.12 mm/day/°Cとなり、ヒサゴ雪溪の気温との場合よりやや小さくなった。融雪が起これる最低気温 $T_0$ は6.6°Cとなりヒサゴ雪溪の気温との場合より約8°C異なる。この温度差は2地点の標高差を1400 m とすると気温減率0.58°C/100 m となり湿潤気温断熱減率に近い。

第6図に旭川の日平均気温から計算した融雪量とヒサゴ雪溪の測量から求めた雪面低下量に平均雪溪表面密度から得られた融雪量を比較した。測量のデータは福沢ら<sup>9)</sup>によった。旭川の気温から推定した融雪量が妥当であることがわかる。

第7図に旭川の日平均気温の4月から10月までのデータを用いて求めたヒサゴ雪溪の融雪量の季節変化を示す。ここで負の値は融雪が起これなかったことを示し、その量は余り意味を持たないが、負の値の日は雪溪が冷やされた時と思われ、その次の日融雪量の一部は前の日に冷えた分を融雪が起これる温度まで雪溪を暖めたために使用された熱量を含むと考えられるため、実際の融雪量を示していないと考えられる。このようなことを考慮するとヒサゴ雪溪の融雪は5月初旬に始まり、10月中旬まで続くと考えられる。

兒玉・竹内<sup>り</sup>はヒサゴ雪溪に最も近いアメダス点である東川の気温からヒサゴ雪溪の融雪量を同様の方法で推定している。今回旭川の気温から推定したものと比較したものが第8図である。たいへんよい一致を示している。

## V. 考察とまとめ

1990年のヒサゴ雪溪の融雪量と気温のデータから融雪係数について検討した。ヒサゴ雪溪の融雪量は日平均気温と最もよい相関があった。また、旭川の日平均気温とよい相関があり、その一次回帰式は

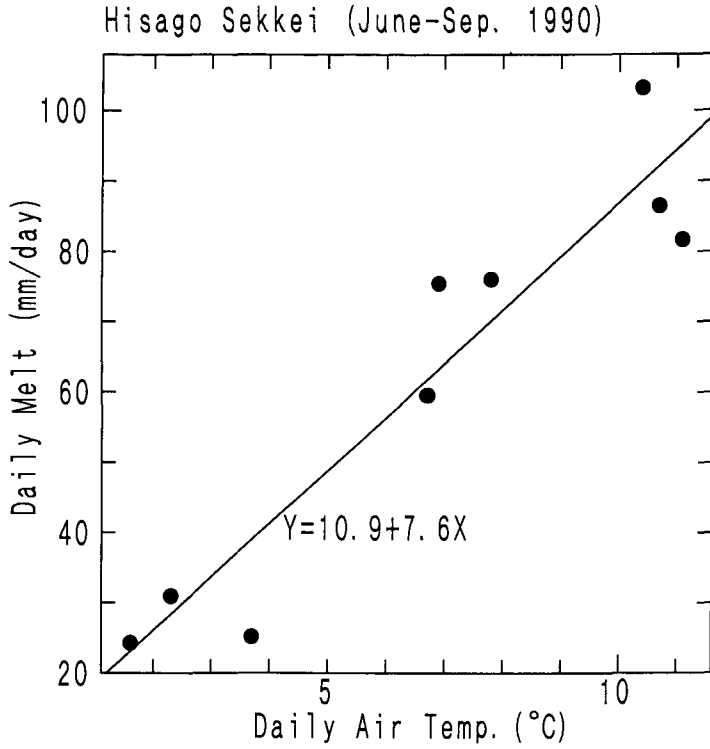
$$M=6.1(T_A-6.6)$$

と表される。東川の気温ともよい相関があり、その両者から推定した融雪量にはほとんど差がなかった。

以上見てきたように融雪量と気温はよい相関があり、雪溪の気温とよい相関がある限り、遠隔地の気温を用いて雪溪の融雪量を推定できることがわかった。

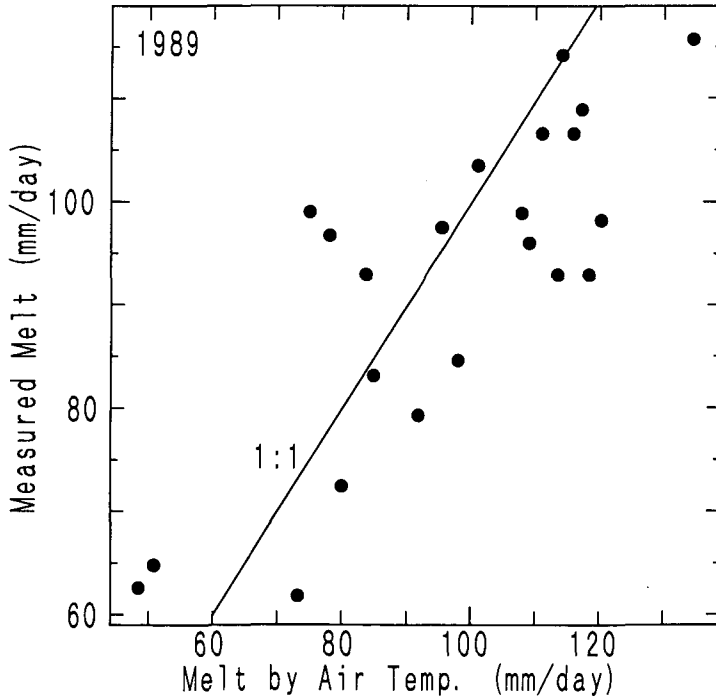
## 文 献

- 1) 兒玉裕二・竹内由香里 1991 大雪山ヒサゴ雪溪の融雪 (1991). 文部省科学研究費補助金一般研究(B)研究成果報告書「雪溪の水循環に関する水文学的研究」, 17-30.
- 2) 田中豊・垂水共之・脇本和昌編 1984 パソコン統計解析ハンドブック II 多編量解析編. 共立出版, 403 pp.
- 3) 山田他 1989 大雪山ヒサゴ雪溪の水文・気象環境(1989) 低温科学, 物理篇, 48, 資料集, 23-63.
- 4) 福沢卓也・西村浩一 1991 大雪山ひさご沼流域における積雪量変化. 文部省科学研究費補助金一般研究(B)研究成果報告書「雪溪の水循環に関する水文学的研究」, 51-55.



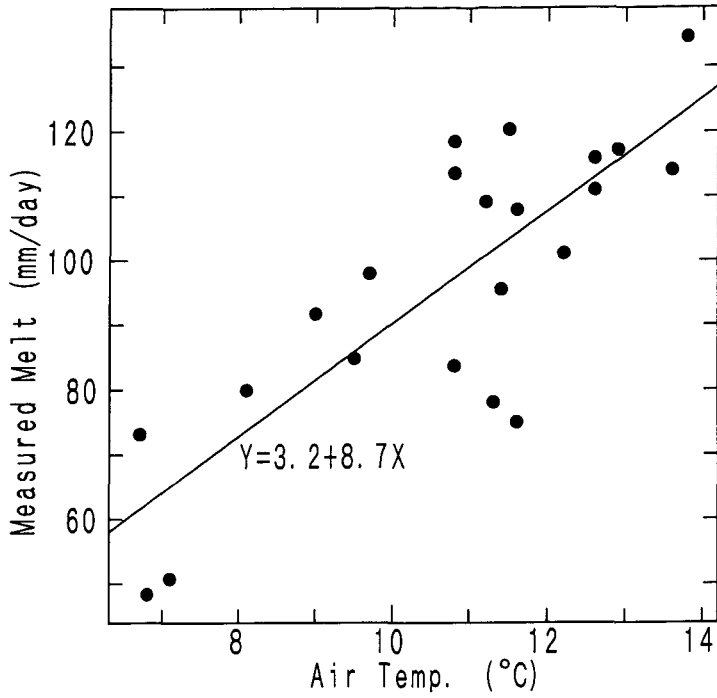
第1図 ヒサゴ雪渓における融雪量と日平均気温（第1表）との関係。実線は一次回帰直線

Measured Melt v. s. Melt Calculated by Air Temp.



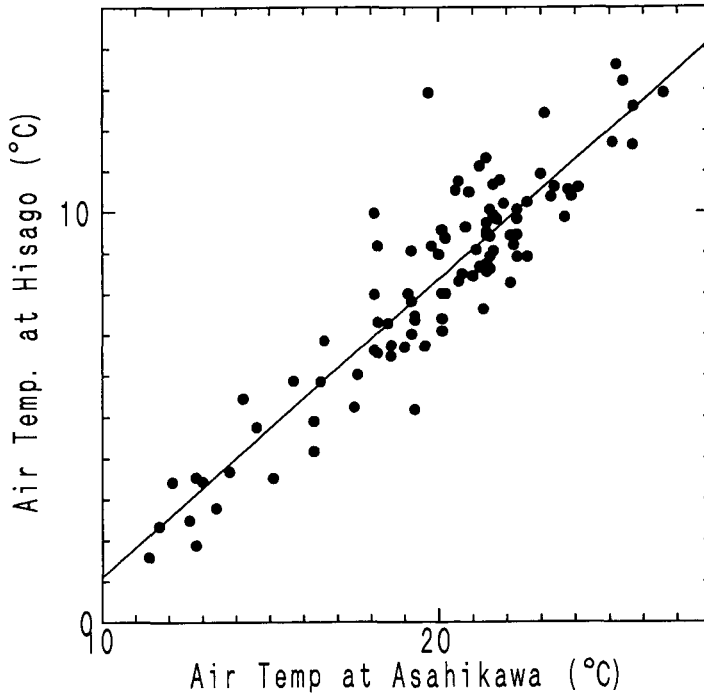
第2図 1989年ヒサゴ雪渓で観測された融雪量と1990年夏季の融雪係数を用いて計算された融雪量の関係。実線は1:1を示す

Measured Melt v. s. Air Temperature in Aug. 1989



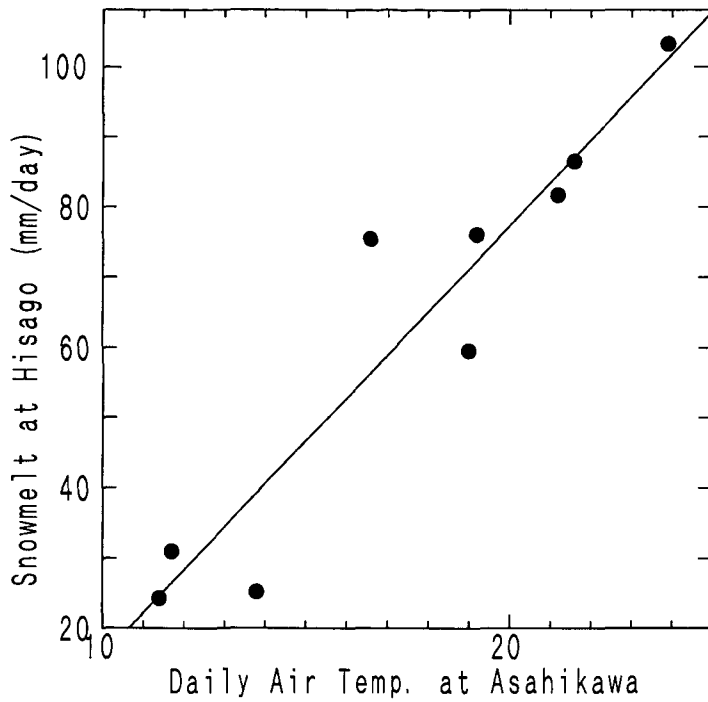
第3図 1989年ヒサゴ雪溪における融雪量と日平均気温との関係。  
実線は一次回帰直線

Air Temp. Hisago v. s. Asahikawa



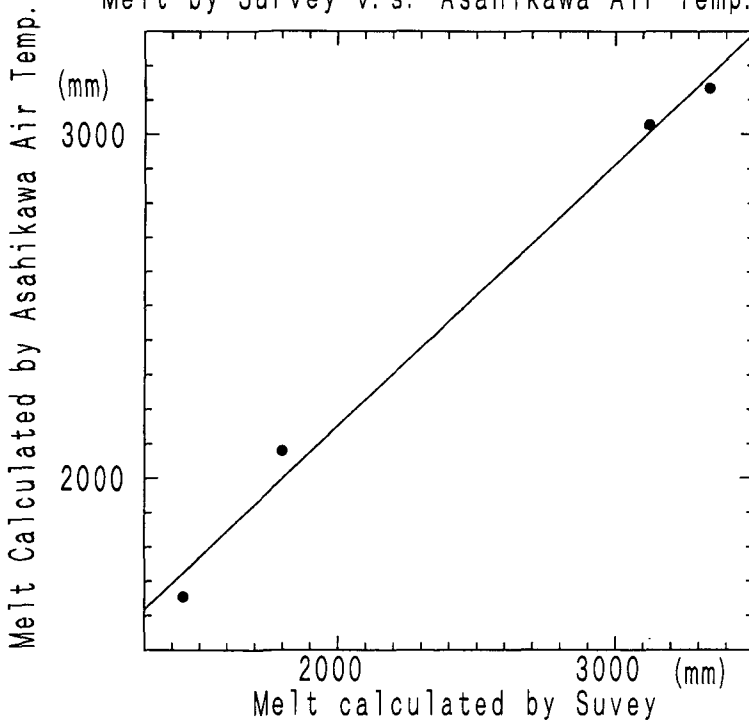
第4図 旭川とヒサゴ雪溪の日平均気温の関係。実線は一次回帰直線。

Melt at Hisago and Air Temp. at Asahikawa

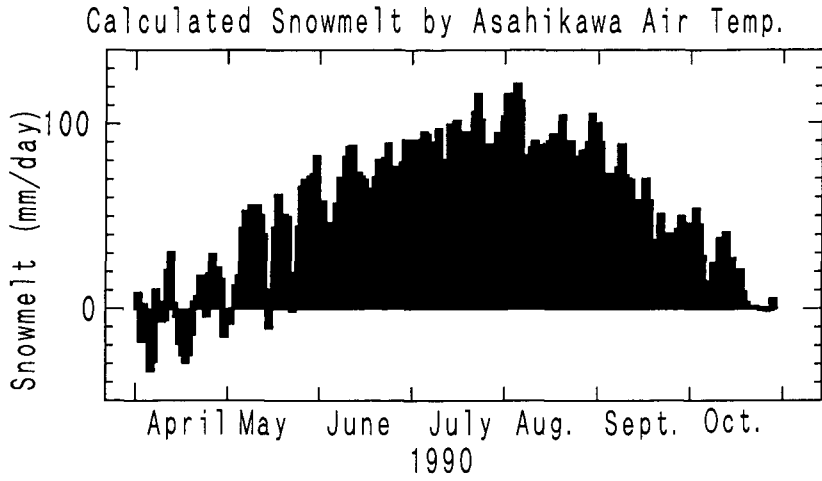


第5図 ヒサゴ雪渓の日融雪量と旭川の日平均気温との関係。実線は一次回帰直線

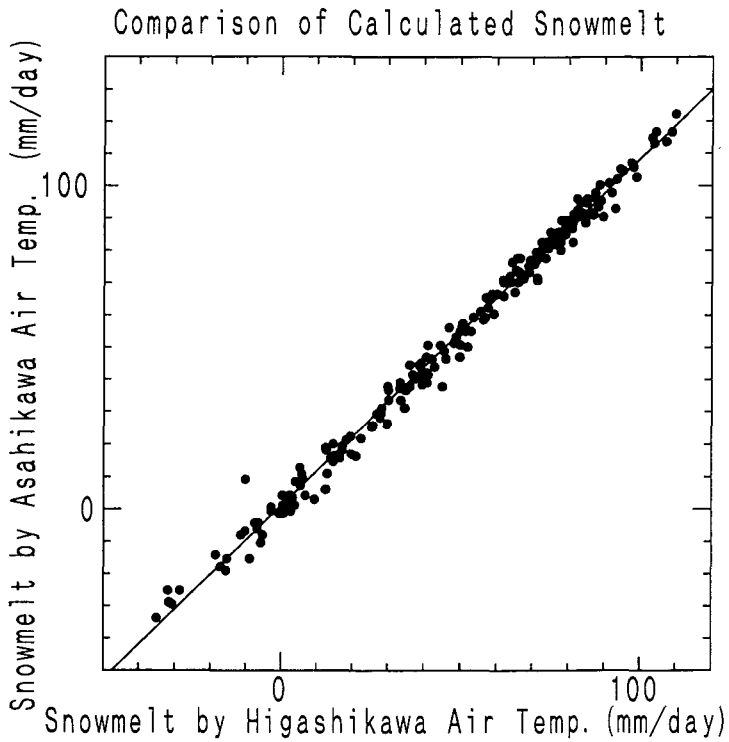
Melt by Survey v. s. Asahikawa Air Temp.



第6図 測量から得られた融雪量と旭川の日平均気温から得られた融雪量との比較。実線は一次回帰直線



第7図 旭川の気温から得られたヒサゴ雪溪の日融雪量の季節変化



第8図 旭川と東川の気温から得られたヒサゴ雪溪の融雪量の比較。実線は一回帰直線