

少雪年における多年性雪溪の調査

和 泉 薫*

Observations on perennial snow patches after winter with small amount of snowfall

by

Kaoru IZUMI

(Abstract)

In the ablation season of 1979 after winter with small amount of snowfall, observations were carried out on the following perennial snow patches formed by avalanche debris; Ishikorobi-zawa perennial snowpatch ($37^{\circ}53'N$, $139^{\circ}39'E$) at 1080m above sea level in the Iide mountain range, Kuwanoki-zawa perennial snow patch ($37^{\circ}09'N$, $139^{\circ}05'E$) at 800 m above sea level in the Echigo mountain range and Shirouma** perennial snow patch ($36^{\circ}45'N$, $137^{\circ}46'E$) at 1780m above sea level in the Northern Japan Alps. The obtained results were as follows.

- (1) The snow patch formed by avalanche debris diminishes considerably by the partial collapses as the result of the development of a tunnel underneath.
- (2) Ishikorobi-zawa perennial snow patch at the end of the ablation season consisted of four snow (ice) layers, the oldest of which was estimated to accumulate in winter of 1975-76. Then the snow patch remained as several pieces of snow blocks at a distance of about 200m along the valley.
- (3) Kuwanoki-zawa perennial snow patch on 1 September consisted of four snow (ice) layers, the oldest of which was estimated to accumulate in winter of 1975-76. The snow patch was melted completely by middle of October. By the meteorological date, the snow patch was estimated to melt completely within about ten years period.
- (4) Shirouma perennial snow patch at the end of the ablation season consisted of nine snow (ice) layers, the oldest of which was estimated to accumulate in winter of 1970-71. The area of the snow patch remaining then was at a distance of about 800m along the valley.

* 新潟大学積雪地域災害研究センター

** 白馬大雪溪の英文名を本文では便宜上 Shirouma perennial snow patch とした。

I ま え が き

山地に堆積した積雪のうち、特定の場所に盛夏を過ぎても残存するような孤立した残雪は雪渓と呼ばれている。夏期の遅くまで残る雪渓のなかには、その年の融雪期を越えて残り越年するものもある。このような越年雪を多年性雪渓と呼んでいる（渡辺，1979）。これら雪渓をその涵養過程によって分類すると、「吹きだまり型」「なだれ型」「混合型」に分類される（樋口，1968）。熱収支・質量収支の研究や気候変動の指標としての観測等は今まで主として吹きだまり型の多年性雪渓を対象として行われてきた。ところが吹きだまり型雪渓は、高山の山稜付近のごくわずかの部分にしか残らないのに対し、なだれ型雪渓は多雪地帯の山間部の海拔高度 1,000 m 以下の谷底にも多数存在し（新井他，1974）、水資源を効果的に利用する面からもその特性の把握が必要とされている。しかし、その実態の調査例は少ない（たとえば成瀬他，1976）。

ところで 1978 - 79 年冬期は、異常な暖冬少雪のため新潟県内の平野部、山間部ともに降雪量が少なかった。豪雪都市長岡でも、最大積雪深は 33 cm（新潟県農業気象月報による）と過去 53 年間の平均値 143 cm を大きく下回った。このため雪解け時期から夏場にかけて、一部で渇水害が懸念される程であった。

そこで、なだれ型多年性雪渓を対象とし、それらがこのような少雪年に示す融雪過程及び融雪末期の状況を把握するため、1979 年の夏期、新潟県境付近の三カ所のなだれ型多年性雪渓について現地調査したのでその結果を報告する。

II 調 査 雪 渓

調査対象とした雪渓は、北から飯豊山系石転ビ沢雪渓、魚沼駒ヶ岳桑ノ木沢雪渓及び北アルプス白馬大雪渓の三カ所で、それらの位置を図-1 に示す。図-1 にはまた、雪渓での気象状態を推定するための資料を用いた気象観測所、小国、奥只見及び白馬の位置も示した。

石転ビ沢雪渓は、北股岳（標高 2,025 m）から北東方向に延びる石転ビ沢を細長く充填する形で存在し、飯豊連峰最大最長と言われる雪渓で、越川広光（樋口他，1979）により雪渓規模の変動が調査されている（図-2）。

桑ノ木沢雪渓は、魚沼駒ヶ岳（標高 2,003 m）に連なる稜線から北方に延びる桑ノ木沢を細長く充填する形で存在する雪渓で、中俣他（1979）により初めて調査されその後引き続き桑ノ木沢雪渓調査グループ（和泉他，1979）により継続調査されている（図-3）。

白馬大雪渓は、白馬岳（標高 2,933 m）の南方にある東西方向に延びる沢を充填する形で存在する雪渓で日本有数の雪渓

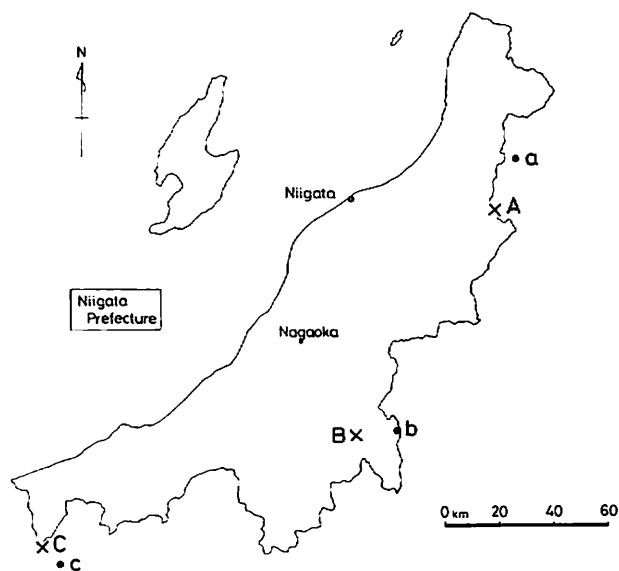


図-1 調査雪渓(x)及び近隣の気象観測所(●)の位置図

A : 石転ビ沢雪渓 B : 桑ノ木沢雪渓 C : 白馬大雪渓
a : 小国 b : 奥只見 c : 白馬

Fig. 1 The locations of observed perennial snow patches (x) and their neighbouring meteorological stations (●)
A : Ishikorobi-zawa B : Kuwanoki-zawa C : Shirouma
a : Oguni b : Okutadami c : Hakuba

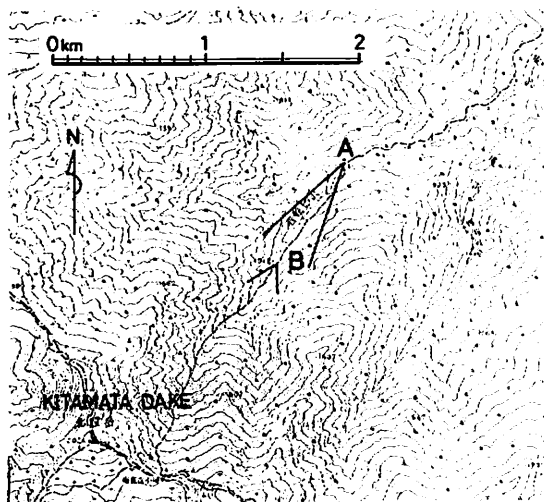


図-2 石転ビ沢雪渓周辺の地形図
 (この地図は、国土地理院発行の2.5万分の1地形図「飯豊山」を使用したものである。)

Fig.2 Topographical map around Ishikorobi-zawa perennial snow patch.

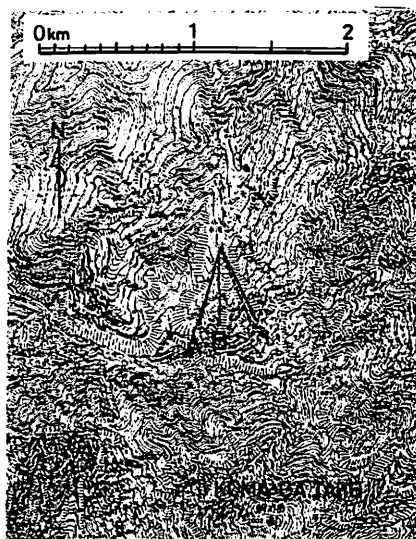


図-3 桑ノ木沢雪渓周辺の地形図
 (この地図は、国土地理院発行の2.5万分の1地形図「八海山」を使用したものである。)

Fig.3 Topographical map around Kuwanoki-zawa perennial snow patch.

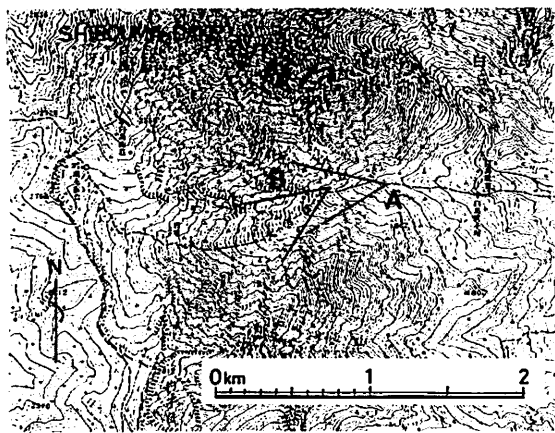


図-4 白馬大雪渓周辺の地形図
 (この地図は国土地理院発行の2.5万分の1地形図「白馬町」「白馬岳」を使用したものである。)

Fig.4 Topographical map around Shirouma perennial snow patch.

と言われるが、著者は調査報告をまだ未見である(図-4)。

これら三雪渓はいずれも雪崩の堆積により形成されたなだれ型雪渓と考えられている。

Ⅲ なだれ型雪渓の消耗形態

本州中央部の山岳地帯の低標高(1,000 m以下)の谷筋に存在するなだれ型雪渓においては、消耗に大きく関与する夏期気温がかなり高く 0°C 以上の月平均気温の積算値で $100^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$ を越える場合がある。これは夏期の消耗量を上回るほど冬期のなだれによる涵養量が莫大なためであり、日本の気候条件の下ではいかに豪雪地帯でも降雪による堆積だけでは夏期の消耗量には及ばず越年雪の形成はむずかしい。冬期のなだれによる莫大な涵養量と、夏期の莫大な消耗量の組合わせによって越年雪の規模が変化してくる。

なだれ型雪渓の涵養過程としてのなだれ現象は、冬期気象の各種要素と複雑に関係しているが、そのうち特に降雪量に大きく関与している。少(多)雪年には雪渓規模は縮小(拡大)する。

それではなだれ型雪渓の消耗機構はどのようなものであろうか。三雪渓での観察をもとにまとめてみると次のようになろう。吹きだまり型雪渓と同様に雪渓上面では気温や日射等による融雪が働き、上面は低

下してゆく。しかし、なだれ型雪渓の特徴として急峻な谷筋の底部を堆積物が埋める形となるため、谷筋にあたる雪渓下底には融雪の進行にしたがい雨水・融雪水が流れるトンネル状の水路が形成される。また両岸からの輻射や枝沢からの雨水の流入による融雪のため両岸と雪渓との間に隙間が開く。この隙間や上流端から外気が侵入すると、それによる顕熱・潜熱伝達が活発に行われ、ますますトンネルが拡大し、トンネル内部の表面が部分的に崩れたりして雪渓の厚さが減少する。雪渓上面での融雪に加えてこれらの作用が働き雪渓は著しく消耗して力学的に不安定となり、クラックが入って構造的に弱い部分からブロック状に崩壊する。崩壊し細かく分裂した残雪は、表面積が増大しかつ水流に洗われるため融雪が急速に進行し消滅してしまう。これらは小規模ながら同じなだれ型雪渓について調査した成瀬他（1976）の報告と同様である。

1978-79年冬期は降雪量が近年になく少なかったため、これらの消耗過程が典型的にあらわれた。写真-1の桑ノ木沢雪渓にこれらの様子が示されている。この写真の撮られた1979年8月6日の時点では、すでに雪渓下底には大きなトンネルが形成されており下流端から上流端まで通じていた。このトンネルの下流端からは気温約 10°C 、風速数 m 程度の風が吹き出していた。この風は、トンネル内の雪渓表面に接している空気が冷却され、気温が外気より低くなりトンネル内外で密度差を生じたため河床勾配により移動

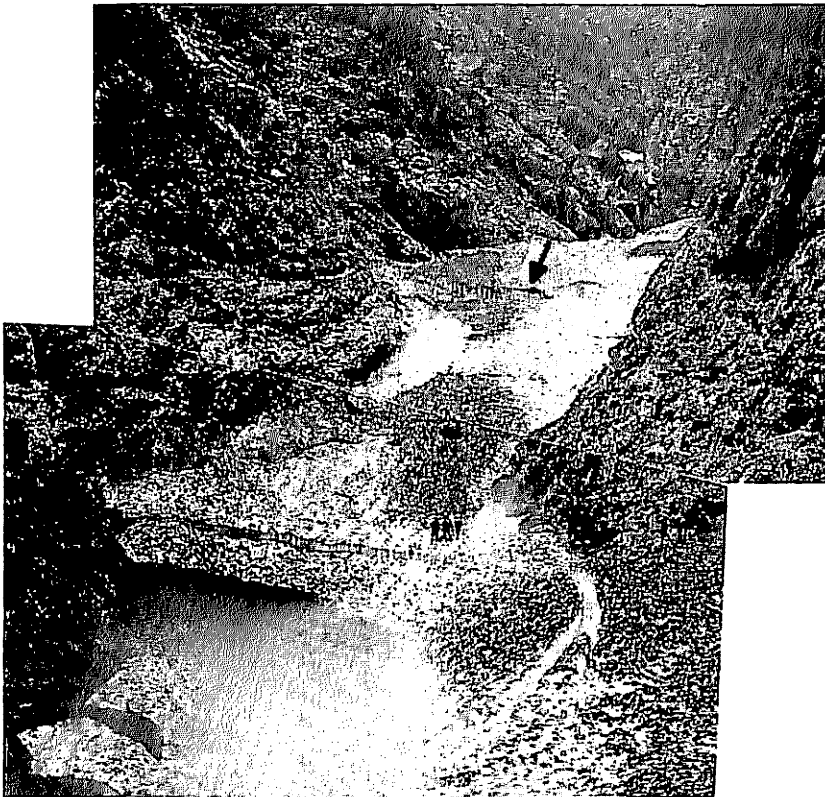


写真-1 桑ノ木沢雪渓の破壊的消耗状況（1979.8.6、図-3のAで撮影）
矢印は1978年と1979年の年層境界を示す。

Photo.1 Development of cracks and partial collapses of Kuwanoki-zawa perennial snow patch (Photo taken from A in Fig.3 on Aug.6, 1979)

* 参考までに、この時の雪渓末端での水温は 10°C 、左岸斜面上の気温は 21°C 前後であった。

して起こる重力風と考えられる風で“雪渓トンネル風”とも呼べる。この雪渓トンネル風と暖かい外気が混合して発生した霧が写真左下に見える。また雪渓と両岸との間には隙間が開き、雪渓表面を横断するクラックが何本も入り、調査中にも薄く不安定になった部分が崩落した。

このようになだれ型雪渓に関しては、上面での気温や日射等による融雪のみで消耗は論ぜられない。したがってなだれ型雪渓の末端高度は、新井他(1973)のように単純に雪渓上面での質量収支によって決まるものでなく、上述のような複雑な消耗過程の機構に支配されている。これら消耗機構の詳しい調査が必要とされる。

一方、この消耗形態を逆に利用し、夏場の渇水期に雪渓の薄くなった部分を人為的に破壊し融雪を促し一時的に水量を高めることも考えられる。量的な面で問題はあがるが、小流域内の水の効率的利用という立場からは検討の余地はあろう。

VI 調査雪渓の消耗及び越年状況

多年性雪渓の越年量は冬期の涵養量と夏期の融雪量との差によって決まる。夏期の融雪量は各気象要素の実測にもとづく実験式からもとめられるが、山岳地帯での融雪量を算出するための気象観測資料は極端に少ない。そこで経験的に付近の気象観測所における気温のみから山岳地帯での融雪量を推定することが行われている。なだれ型雪渓においても、上述のように消耗の途中で複雑な機構を経るものの融雪量と気温との関連は深い。そこで、石転ビ沢雪渓については北北東に約22km離れた小国(標高140m)の、桑ノ木沢雪渓については東へ約17km離れた奥只見(標高788m)の、白馬大雪渓については南東へ約10km離れた白馬(標高700m)の月平均気温を、気温遞減率を $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ と仮定して各雪渓での値に高度補正^{*}し、そのうち 0°C 以上のものを積算し積算気温(ΔT)として図-5に示した。

前述のように冬期涵養源であるなだれ現象は、降雪からなだれ崩落までの過程がBlack Boxであるものの、降雪量の多寡とは関連が深い。そこで各雪渓の近隣の気象観測所における冬期間の日降雪の深さの積算値を降雪深累計(ΔD_s)とし、各雪渓での降雪量の代用として図-5に示した。

図-5の積算気温と降雪深累計の経年変化の基準としている横線はこの期間の平均値を表わし、その値を左右端のカッコ内に示した。積算気温(降雪深累計)の平均値からのマイナス(プラス)の偏差は上に、プラス(マイナス)の偏差は下にとってある。すなわち平均値より上は雪渓にとって規模拡大側に、下の斜線側は規模縮小側に気象条件が働くことを示している。

1 桑ノ木沢雪渓

1977年8月4日における桑ノ木沢雪渓は、中心標高約800m、長さ250m、幅40m、厚さ15~20m(推定)、総体積約10万 m^3 を示し、越年性雪渓であることが推定された(中俣, 1979)。ところが、少雪年であった1979年の同時期8月6日には、雪渓は著しく消耗しており、写真-1に示すようにクラックが雪渓を何本も横断し崩壊寸前の状態であった。雪渓表面の汚れは草木の枝、葉などの堆積物である(以下これをゴミと呼ぶ)。このゴミのうち雪渓上部と中央部で特に黒くなっているのは、その部分の1978-79年冬期の積雪が全部融解してしまったため1978年の融雪末期の表面が露出し二年分のゴミの堆積となったためである。これは、1978年11月の雪渓末端が人物の立っている付近であったことと一致している。また最上流のクラック部分を見ると、写真に矢印で示したように二年分のゴミの堆積部分が右方の雪渓内部に入り込んでいることがわかる。これは1978年の表面のゴミ層で、1978年と1979年の年層境界である。この年

* 桑ノ木沢雪渓については奥只見と標高がほとんど等しいため高度補正はしていない。

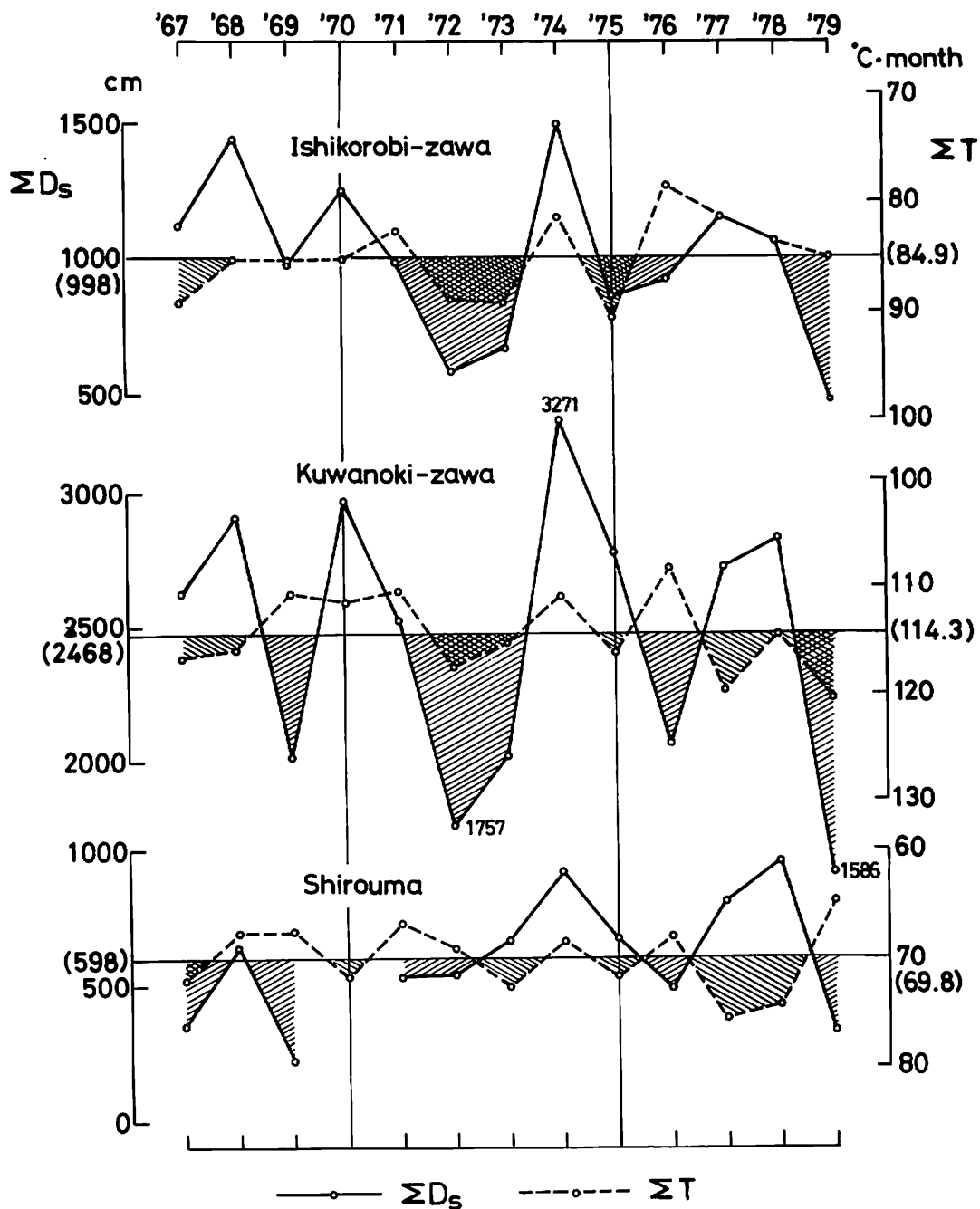


図-5 調査雪渓における融雪期の積算気温 (ΣT) と冬期の降雪深累計 (ΣD_s)

降雪深累計は近隣の気象観測所の値、積算気温はそれに高度補正をした値を使用した。基準線およびカッコ内はこの期間の平均値を示し、積算気温(降雪深累計)の平均値からのマイナス(プラス)の偏差を上(下)に、プラス(マイナス)の偏差を下(上)にとっている。

Fig.5 Variation with time of summed up temperature (ΣT) during the ablation season and summed up depth of daily snow fall (ΣD_s) during winter season at observed perennial snow patches. ΣT and ΣD_s was derived from the data of neighbouring meteorological station.

層境界より上の雪は1978-79年冬期に堆積したものであるが、ここでは便宜上1979年の雪と呼ぶ（以下同様）。

この後、9月1日までは、この最上流のクラックから下流側の雪が全部崩壊してしまった。これらの様子は左岸斜面上に設置された8mm駒撮り装置によって確認された。崩壊せず残存した部分の下流側断面には、写真-2に示すような見事な成層構造が現れた。最上部の右端にわずかに白く見えるのが上述の1979年の雪で、上面の黒々と見えるのが二年分のゴミの堆積である。この下に3層の成層構造が見てとれる。上層が1978年の雪であり、その下の中層が1977年の雪と思われる。ところがこの1977年の雪と1978年の雪との境界にはゴミが見あたらない。中俣他（1979）によれば1977年8月の雪渓表面にはかなりゴミがあったのであるから、融雪末期までに風、雨水などでゴミが減少したと考えざるをえない。この境界を一応年層境界とすると、下層は1976年の雪と考えられる。図-5の中段に示すように1975-76年冬期の降雪深累計は少ないので越冬できたかどうか疑われる。しかし、積算気温の方がこの13年間で最低であったことと、同じなだれ型雪渓で新潟県境にある谷川岳東面ノ倉沢雪渓でもこの冬には例年になく積雪が少なく雪渓規模も小さかったが、やはり夏期気温が低かったため11月初旬まで雪渓が存続した（小岩, 1979）ことを考えると1976年の雪としてよさそうである。

1979年9月1日以降この雪渓のアーチ状残存部分は順次崩壊し、10月中旬には完全に消滅した。図-5

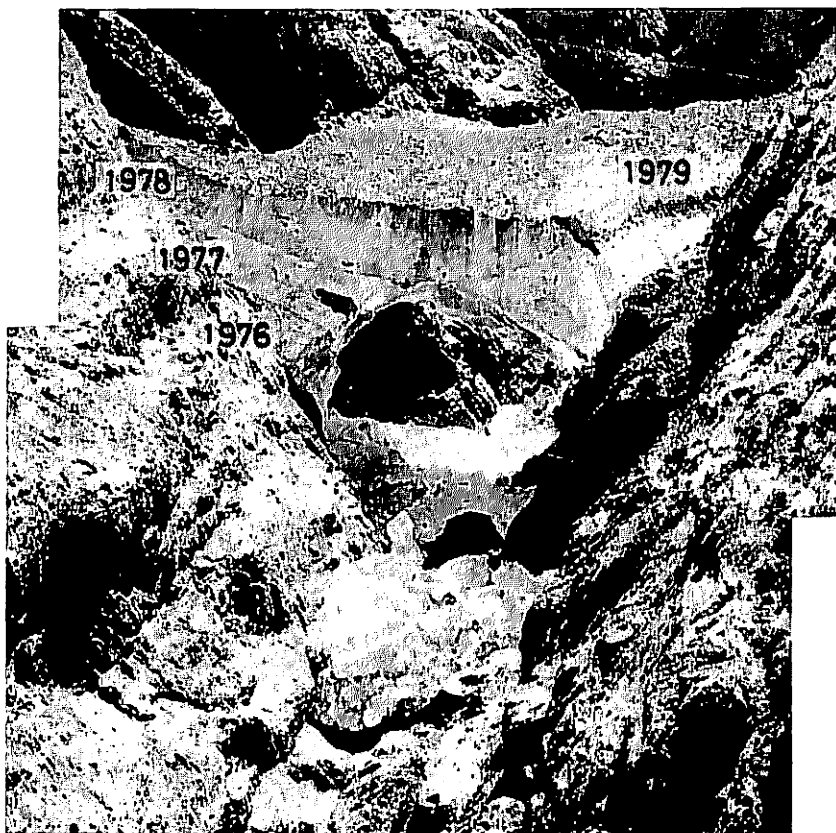


写真-2 桑ノ木沢雪渓の残存部分（1979.9.1, 図-3のBで撮影）
数字はその雪層が堆積したと考えられる年である。

Photo.2 Remained part of Kuwanoki-zawa perennial snow patch.
(Photo taken from B in Fig.3 on Sept.1, 1979)

の中段に示すように、1979年には積算気温も降雪深累計も雪渓規模に対しマイナスに働き、かつ降雪深累計が過去13年間の最小という少雪であったため完全に消滅したものであろう。すると、積算気温も降雪深累計も雪渓規模に対しマイナスに働いた1972、1973年にも完全消滅が考えられ、地元の人の10年に1回程度は完全消滅するという話とも大体一致する。逆に、1974、1975年の雪の方は越年し残存してもよさそうであるが、確認できなかった。9月1日の残存部分が河床から約10m程上の高い位置にアーチ状にかかっていたことを考えると、1974、1975年の雪は下底のトンネルの発達により融雪してしまった可能性がある。

とにかく、桑ノ木沢雪渓は平年時数年分の雪の堆積から成り10年程度の周期で完全に消滅すると考えられる。

2 石転ビ沢雪渓

1979年10月28日、石転ビ沢雪渓の融雪末期の状況を調査した。石転ビ沢全体の写真を写真-3に示す。この写真の撮影地点から上流の鞍部までは高度差で1,000 m 直線距離で約3kmあり、初夏でもこの沢を雪が埋め、北段岳への登山ルートや夏スキーの場として使われる。



写真-3 石転ビ沢全体の状況（1979.10.28、図-2のAで撮影）
矢印の部分に雪渓が残存している。

Photo.3 View of Ishikorobi-zawa valley.
(Photo taken from A in Fig.2 on Oct.28, 1979)



写真-4 石転ビ沢雪渓末端部の状況（1979.10.28、図-3のBで撮影）
4層（I～IV）の成層構造が見られる。

Photo.4 Tongue of Ishikorobi-zawa perennial snow patch.
(Photo taken from B in Fig.3 on Oct.28, 1979)

図-5の上段に示すとおり1978-79年冬期はこの地方でも近年にない少雪で、降積深累計は平均値の約半分程度であった。このため雪渓は、調査時、主に写真の矢印の部分に沢筋に沿って約200 m程のいくつかの雪のブロックとして残存しているのみであった。このブロック状残雪の末端の状況を写真-4に示す。これを見ると消耗の形態は桑ノ木沢雪渓で述べた状況と同様である。やはり雪渓下底にトンネルが形成され拡大し、弱い部分から崩壊して融雪している。

雪渓末端(標高1,080 m)の雪のブロックの断面には、やはり成層構造が現われていた。これを写真のように上からⅠⅡⅢⅣと4層に区別した。Ⅰ層の雪は白く表面のゴミも少ないため1979年の雪と思われる。Ⅰ-Ⅱ層、Ⅱ-Ⅲ層間の境界にはゴミの堆積が見られるが、Ⅲ-Ⅳ層間にはそれが見あたらない。そのためⅣ層が単独で年層かどうか判断しがたいが、桑ノ木沢雪渓の同様の例にならいここでもⅣ層を年層と考えた。すると、過去に年層の完全消滅がなければ、Ⅱ層は1978年の雪、Ⅲ層は1977年の雪、Ⅳ層は1976年の雪となる。これらを図-5の上段に示した積算気温と降雪深累計の変動のグラフと対応させると、1975年の雪渓規模縮小年以後の雪の堆積が残っていることになる。しかしこの前年の1974年は雪渓規模拡大年でその年の雪が越年し残存していてもよさそうである。しかしその前の1972、1973年に消耗が大きかったため、1974年の雪は沢の下底部に堆積し1979年までに融雪してしまったものかもしれない。これらの議論は過去の消耗状況を連続して確認していないのであくまでも推論にすぎない。

また地元の人の話では、この雪渓の雪はどんなに少なくなっても完全に消滅することはかつてなかったということである。桑ノ木沢雪渓より標高にして300 m程高く、かつ降雪深累計の変動幅が少ないことを考慮すると、この雪渓では少雪年や夏期の消耗の著しい年でも完全消滅せずわずかでも越年するのであろう。消耗状況を逐次追跡しなければ、残存する越年雪がいつ堆積したものか判定できない。この意味からも、毎年継続調査を行っていない場合のdatingには曖昧さが残る。

しかし、1979年のような少雪年でも3~4層の年層を残して越年することは確認された。

3 白馬大雪渓

1979年10月15日、白馬大雪渓の融雪末期の状況を調査した。夏期において白馬岳への登山ルートが雪渓上に移る地点から撮影した白馬大雪渓の状況を写真-5に示す。三カ月前の7月20日に観察した際には、この撮影地点付近まで沢は雪で埋っていた。ここから上流の稜線までは高度差で約1,000 m、直線距離で約2 kmあり、大雪渓の名のとおり日本でも有数の雪渓で登山ルートや夏スキーの場として使われている。写真中の矢印は雪渓の末端で、その上流右手の枝沢が三号雪渓である。

図-5の下段に示すとおり、1978-79年冬期この地方では1969年以来の少雪で、白馬での降雪深累計は平均値の約半分程度であった。このため10月15日の調査時、雪渓は末端から上流約800 mの長さに縮小していた。地元の古老の話でも、白馬大雪渓がこれほど顕著に消耗したことは今までになく、百年に一回位の珍しいことと言われている。

雪渓末端(標高1,780 m)の状況を写真-6に示す。この雪渓での消耗形態も前述の二雪渓と同様である。やはり雪渓の下底にトンネルが発達しクラックが入り弱い部分から崩壊して融雪したものであるが、その状況は上流端の厚みが少ない部分で顕著であった。下流末端の断面にはきれいに成層構造が現れており、写真に示したように上からⅠ~Ⅸと9層に区別できた。Ⅰ層の雪は白く表面のゴミも少ないため1979年の雪と思われる。Ⅰ~Ⅱ、Ⅲ-Ⅳ、Ⅳ-Ⅴ、Ⅵ-Ⅶ、Ⅶ-Ⅷ、Ⅷ-Ⅸ層間にはゴミの堆積が認められるが、Ⅱ-Ⅲ、Ⅴ-Ⅵ層間の境界にはそれがない。そのためⅢ、Ⅵ層が単独で年層かどうか判断しがたいが、前述の二雪渓で行ったようにここでも年層と考えた。すると過去に年層が完全に融雪したことがなければ、

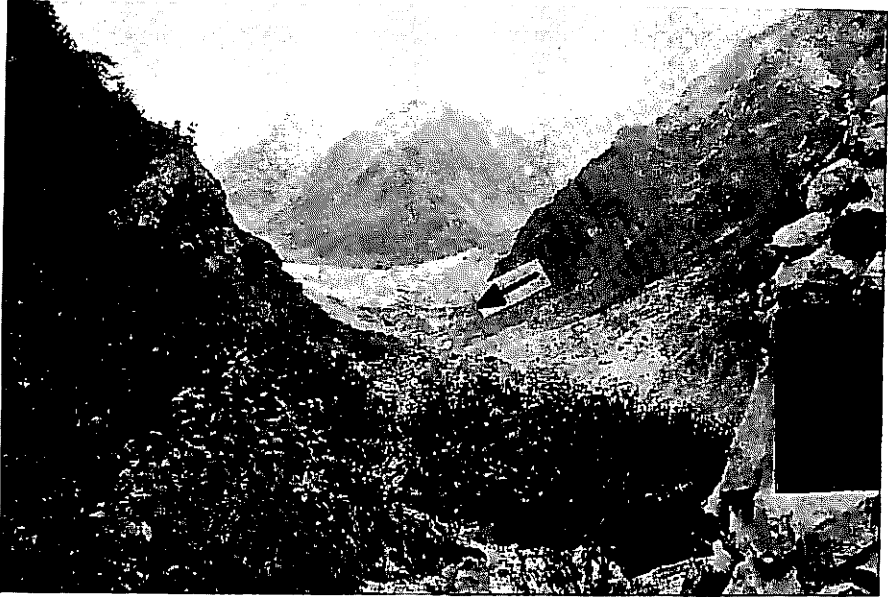


写真-5 白馬大雪渓の状況 (1979.10.15, 図-4のAで撮影)
矢印の部分が雪渓の末端

Photo.5 View of Shirouma perennial snow patch.
(Photo taken from A in Fig.4 on Oct. 15, 1979)



写真-6 白馬大雪渓末端部の状況 (1979.10.15, 図-4のBで撮影)
9層 (I~K) の成層構造が見られる。

Photo.6 Tongue of Shirouma perennial snow patch.
(Photo taken from B in Fig.4 on Oct. 15, 1979)

I層は1979年の雪、あと順次一年毎さかのぼり最下層Ⅹは1971年の雪と考えられる。

図-5の下段に示した積算気温と降雪深累計の変動と雪渓末端の年層構造を対応させると、目立つのは積算気温と降雪深累計が共に雪渓規模拡大側に働いた1974年に対応する雪層Ⅳが最も厚いことである。このことから年層の dating は妥当なものと考えられるが、あくまでも推定である。このためあとの細かな対応は見合わせる。

白馬大雪渓では、雪渓涵養の源となる降雪深累計は桑ノ木沢雪渓の $\frac{1}{5}$ 、石転ビ沢雪渓の $\frac{1}{2}$ と少ないもののその変動幅が小さいことや、積算気温が桑ノ木沢雪渓の6割しかないため、なだれ涵養量と消費量がうまくバランスし、ほぼ毎年越年雪が形成され年層構造が発達すると考えられる。1970年の降雪深累計が欠測のため推定にすぎないが、1970年以前の雪は1979年までに雪渓下底で融雪してしまったのであろう。

このように、白馬大雪渓において九年分程度の年層構造が見られ、1979年のような少雪年でも長さにして800 m程度は越年することが確認された。

Ⅳ ま と め

1978-79年冬期の降雪量は近年になく少なかったため、雪渓の消耗も著しく平常時には見られない情報が得られることが予想された。このため新潟県境付近の三カ所のなだれ型多年性雪渓について現地調査した結果、次のことがわかった。

1. なだれ型雪渓の消耗は、上面からの気温や日射等による融雪のほか、下底に形成されたトンネル部分や両側面からの融雪によって引き起こされる雪渓自体の崩壊によってもかなり進行する。
2. 石転ビ沢雪渓-1979年融雪末期、残存ブロックに四年分の年層構造が見られ越年した。越年規模が縮小しても、百年間程度は雪渓が完全融雪することはないと考えられる。
3. 桑ノ木沢雪渓-1979年10月には完全融雪しその直前には四年分の年層構造を示した。完全融雪の周期は10年程度と考えられる。
4. 白馬大雪渓-1979年の融雪末期には雪渓末端で九年分の年層構造が見られ、長さ約800 mにわたる雪渓が越年した。
5. このようになだれ型多年性雪渓は、過去の気象条件を反映した涵養と消耗過程の組合わせの結果である年層構造を示すことから、気候変動の指標として使える可能性がある。ただし、降雪からなだれ涵養に至る機構が未知のためその特性を把握しておく必要がある。

謝 辞

この小論をまとめるにあたり、御指導をいただいた新潟大学災害研中俣三郎教授、調査に御協力いただいた桑ノ木沢雪渓調査グループの方々に厚くお礼申し上げます。また気象資料の提供に対し好意的な御配慮をいただいた電源開発株式会社小出電力所及び山形県小国町役場に深く感謝いたします。

文 献

- 新井 正・関根 清(1973)：日本の山地の残雪の形成に関する研究，地理学評論，46，9，569-582。
新井 正・関根 清(1974)：東北地方・北海道における雪渓の分布，立正大学『文学部論叢』，48，49-74。
樋口敬二(1968)：日本における雪渓の水河学的研究，雪氷，30，6，195-207。

- 樋口敬二他 14名 (1979) : 総合報告 - 日本における雪渓の地域的特性とその変動, 雪氷, 41, 3, 181 - 197.
- 和泉 薫・桑ノ木沢雪渓調査グループ (1979) : 魚沼駒ヶ岳桑ノ木沢雪渓調査 I, 昭和54年度日本雪氷学会秋季大会講演予稿集, 215.
- 小岩清水 (1979) : 谷川岳東面一ノ倉沢雪渓の調査, 雪氷, 41, 3, 161 - 164.
- 中俣三郎他 7名 (1979) : 佐梨川源流桑ノ木沢雪渓調査, 雪氷, 41, 1, 31 - 36.
- 成瀬廉二・高橋修平・植松孝彦・西村浩一・水津重雄・岡野 正・西村 寛・菊地時夫 (1976) : 北見山地ウエンシリ岳の雪渓調査 (1976) : 低温科学, 物理篇, 34, 147 - 162.
- 渡辺興亜 (1979) : 雪渓の消長からみた最近の気候傾向, 地理, 24, 12, 18 - 28.