

## 劔沢雪溪の最近の変動

飯 田 肇 (富山県立山カルデラ砂防博物館)  
福 井 幸太郎 (富山県立山カルデラ砂防博物館)

### はじめに

劔岳の劔沢雪溪や白馬岳の白馬大雪溪は、秋期の残雪面積が大きい多年性雪溪として知られている。また、遅い時期まで登山道として利用され、登山者にとってたいへん馴染み深い雪溪でもある。

この劔沢雪溪で、2016年秋に異変が起きた。もともと一続きの万年雪（多年性雪溪）として知られている雪溪が3つに分断してしまったのだ（図1）。しかし、2017年が多雪年だったこともあり、雪溪はほぼ元の大きさに戻った。しかし、2020年秋には、顕著な少雪年だったことから、雪溪は再び3つに分断して、最下部の長次郎谷出合付近の万年雪（多年性雪溪）がほぼ消失してしまった（図1）。山岳関係者に聞き取りを行っても、この場所の雪溪がほぼ消失して河床が露出したのはここ数十年間見たことがな

い、ということだった。

そこで、現地写真データや航空測量写真データ等の収集を行い最近の劔沢雪溪の変動について予察的に検討したので、ここに報告する。

### 1. 2020年の劔沢雪溪の変動

2020年夏期から秋期にかけて、真砂沢ロッジ主人の坂本心平氏が継続的に劔沢雪溪の撮影を実施していたので、これらの写真データから雪溪の変動を見てみる。

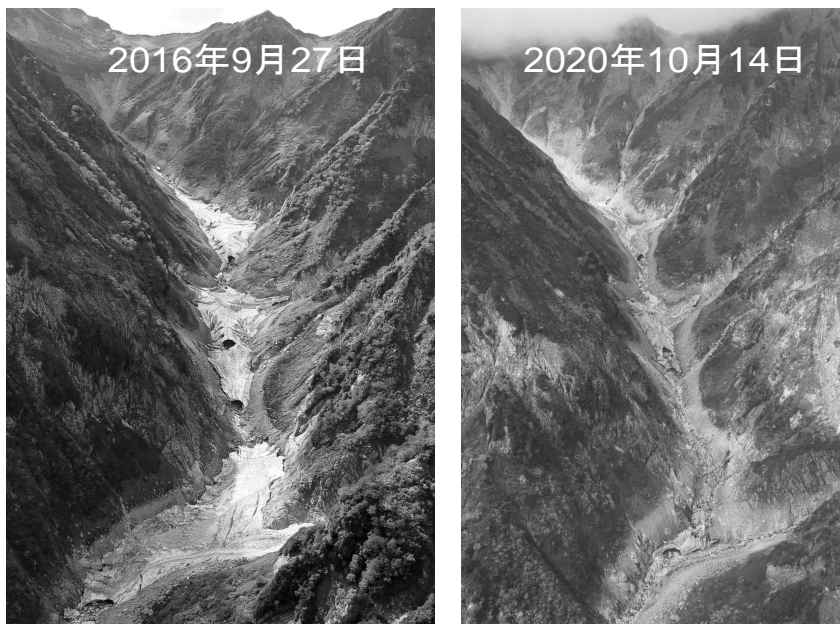


図1 2016年秋と2020年秋の劔沢雪溪全景

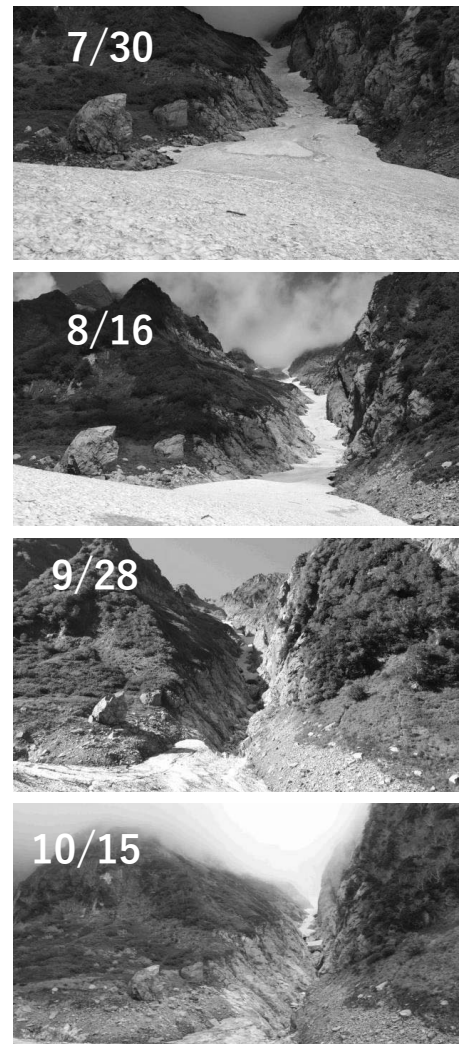


図2 2020年の劔沢雪溪の変動、平蔵谷出合付近（提供：坂本心平）

#### 4. その他

##### 1-1 平蔵谷出合付近の雪渓の変動

図2に、劔沢雪渓の平蔵谷出合付近の変動の様子を示す。

7月30日を見ると、平蔵谷雪渓は劔沢雪渓と繋がっていて、平蔵谷出合付近の劔沢雪渓も一定の厚さを保っている。

8月16日になると、まだ平蔵谷雪渓と劔沢雪渓は繋がっているが、平蔵谷雪渓の表面が大きく低下し、雪渓幅も狭くなっているのがわかる。劔沢雪渓の平蔵谷出合付近でも、雪面が低下しているのがわかる。

次に9月28日を見ると、平蔵谷雪渓は2300m付近まで大きく上流側に後退し、劔沢雪渓と完全に分断されてしまった。8月末頃から分断が始まったと推測される。平蔵谷雪渓の幅も狭くなっている。

10月15日になると、平蔵谷出合付近の劔沢雪渓は、消失こそしていないものの表面が低下したいへん薄くなっている。雪渓表面の汚れが顕著で、前冬期に涵養された積雪はすべて消失し、その下の万年雪（多

年性雪渓）が表面に現れている。平蔵谷雪渓は上流側にさらに2400m付近まで後退し、横断クレバスにより雪渓が何カ所も分断されている様子を見ることができる。平蔵谷出合付近の劔沢雪渓は、残存してはいるものの、これまで記録がないほど大きく消耗していることがわかる。

##### 1-2 長次郎谷出合付近の雪渓の変動

図3に、長次郎谷出合付近の劔沢雪渓の変動について示す。

7月29日を見ると、長次郎谷雪渓と劔沢雪渓はすでに分断されている。長次郎谷雪渓は、1980m付近まで上流側に後退している。夏の最盛期に長次郎谷雪渓と劔沢雪渓が分断されているのはたいへん珍しく、おそらくこれまで記録に残されていない現象である。

次いで8月8日になると、長次郎谷雪渓がさらに上流側に2000m付近まで後退し、幅も極端に狭くなっ

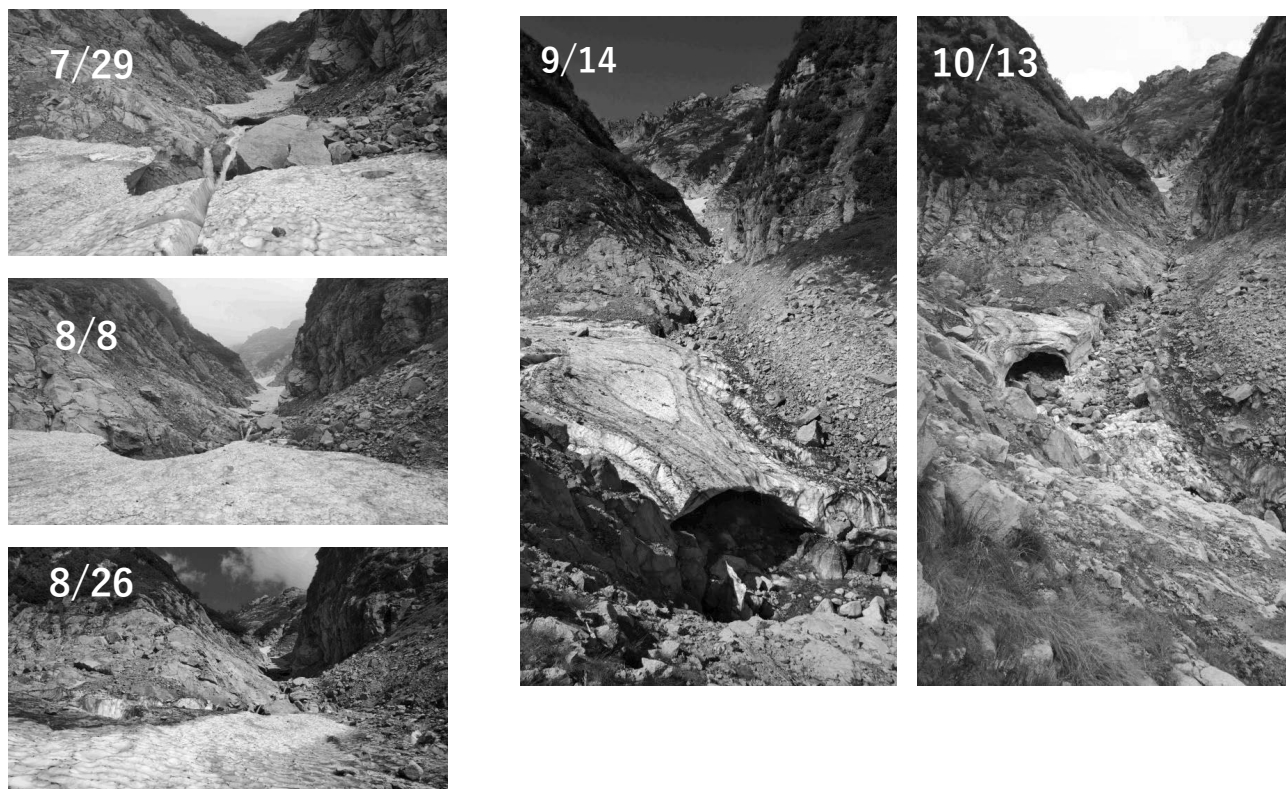


図3 2020年の劔沢雪渓の変動、長次郎谷出合付近（提供：坂本心平）

ている様子を見ることができる。すでに登山路として利用することは難しい状況であると思われる。

続いて8月26日になると、長次郎谷雪渓は2100m付近まで大きく上流側に後退し、幅も極端に狭くなっている。また、長次郎谷出合付近の劔沢雪渓も、雪面が大きく低下し、下層の年層境界の汚れ層が表面に露出しているのがわかる。8月下旬の時点ですでに、前冬期に涵養された積雪は全て消耗し、下層の万年雪が表面にあらわれている。今夏の雪渓の消耗の激しさがうかがえる。

さらに9月14日になると、ついに長次郎谷出合付近の劔沢雪渓がほぼ消失していた。出合付近の一部に年層境界が明瞭な万年雪（多年性雪渓）の塊が残存しているが、すでに下層にトンネルが出来てスノーブリッジ状になっている。9月上旬には出合付近の劔沢雪渓はほぼ消失し河床が露出したと考えられる。これは、これまで記録に残されていない現象であり、長次郎谷出合の劔沢雪渓が消失して河床が現れたのは、この数十年で初めてのことでありとされる。

10月13日になると、出合付近の劔沢雪渓はごく一部の雪塊を残すのみとなり、広い河原と化していた。登山路としての雪渓は完全に無くなり、この地点では本流の徒渉を強いられることになった（写真1）。長次郎谷にも雪渓はほとんど見られなくなり、その消耗の激しさがうかがえる。



写真1 劔沢雪渓長次郎谷出合付近の本流の徒渉（2020年10月13日） 提供：佐伯知彦

### 1-3 劔沢本谷の雪渓の変動

図4に、平蔵谷出合付近の上流側と下流側の劔沢雪渓の変動を示す。

9月19日を見ると、平蔵谷出合付近と、前劔東尾根から落ちるルンゼ（Aルンゼ）出合付近より上流には雪渓が残存しているが、その間の雪渓は消耗して雪塊となり分断されていた。9月とはいえ上流側のこの部分の雪渓が分断されるのは大変珍しい現象である。

さらに9月28日になると、平蔵谷出合下部の雪渓がブロック状に分断されていた。登山路としては使



図4 2020年の劔沢雪渓の変動、劔沢本谷（提供：坂本心平）

#### 4. その他

用出来ない状況であり、右岸のスラブ壁を高巻くルートが使用されていた（写真2）。



写真2 剣沢雪渓消耗時の右岸避難ルート状況  
(2020年10月13日) 提供：佐伯知彦

10月13日になると、平蔵谷出合より下流の雪渓はほぼ消失して河床が露出した。山岳関係者の多くは、このような光景を目にするのは初めてだと語っていた。

## 2. 剣沢雪渓の最近の変動比較

図5に、2016年、2017年、2020年秋期に富山県立山カルデラ砂防博物館の調査で取得した剣沢雪渓の航空測量写真を示す。

前述の様に、2016年9月27日には雪渓が大きく消耗し3つに分断されていた。標高約2120～2220m付近に上部雪渓、標高約2050～2100m付近に中間雪渓、標高約1900～2000m付近に下部雪渓が残存している。雪渓表面には年層境界を含む下層の万年雪（多年性雪渓）が露出していて、多数のクレバスが分布している。これらから、残存する積雪は多年性のフィルン（硬雪）あるいは氷体だと考えられる。各雪渓の面積を予察的に算出したところ、上部雪渓が約 $2 \times 10^4 \text{ m}^2$  (2ha)、中間雪渓が約 $2 \times 10^4 \text{ m}^2$  (2ha)、下部雪渓が約 $2 \times 10^4 \text{ m}^2$  (2ha)であり、ほぼ同様の面積で分断されていた。

翌年の2017年10月6日を見ると、剣沢雪渓は分断されずに一続きになっていて、上端が標高約2250m付近、下端が標高約1850m付近であった。長さ約

1500m、標高差約300mの大規模な多年性雪渓である。面積は約 $10 \times 10^4 \text{ m}^2$  (10ha)であった。前年の2016年に分断されて雪渓が消失した部分は、冬期の多雪で涵養されて一続きの大雪渓となった。

次に2020年10月14日を見ると、雪渓は上部雪渓と中間雪渓の2つに分断されていた。2016年の下部雪渓（下流の長次郎谷出合付近の雪渓）は、わずかな塊を残すのみでほぼ消失し、河床が露出している。近年では雪渓の消耗が激しかった2016年よりもさらに大きく雪渓が消耗したことがわかる。上部雪渓は標高約2150～2200m付近に分布し、中間雪渓は標高約2070～2100m付近に分布している。各雪渓の表面には、2016年と同様にクレバスが多数分布していて、2016年とほぼ同位置に分布するクレバスも判別できる。2016年に残存した密度の高い万年雪や氷体が再び表面に露出したと推測される。2016年よりも消耗が激しいため、長年かけて涵養されてきた万年雪や氷体のかなりの部分が消失してしまったと考えられる。各雪渓の面積は、上部雪渓が約 $1.4 \times 10^4 \text{ m}^2$  (1.4ha)、中間雪渓が約 $1.4 \times 10^4 \text{ m}^2$  (1.4ha)haであり、下部雪渓にあたるわずかに残存する雪塊は約 $0.2 \times 10^4 \text{ m}^2$  (0.2ha)であった。

2016～2020年には特徴的な少雪年や多雪年が見られ、それに伴って剣沢雪渓は大きく変動した。2016年に3つに分断した雪渓の総面積は約 $6 \times 10^4 \text{ m}^2$  (6ha)であり、多雪年であった2107年の一続きの雪渓の面積は約 $10 \times 10^4 \text{ m}^2$  (10ha)、再び少雪年であった2020年の雪渓の総面積は約 $3 \times 10^4 \text{ m}^2$  (3ha)であった。各年の秋期の雪渓総面積比は、2017年を1とすると、2016年が0.6、2020年が0.3となり、2020年の雪渓の消耗がいかに大きかったかがわかる。また少雪年に残存した雪渓は、表面形状等から万年雪（フィルン）や氷体で構成されていると考えられる。

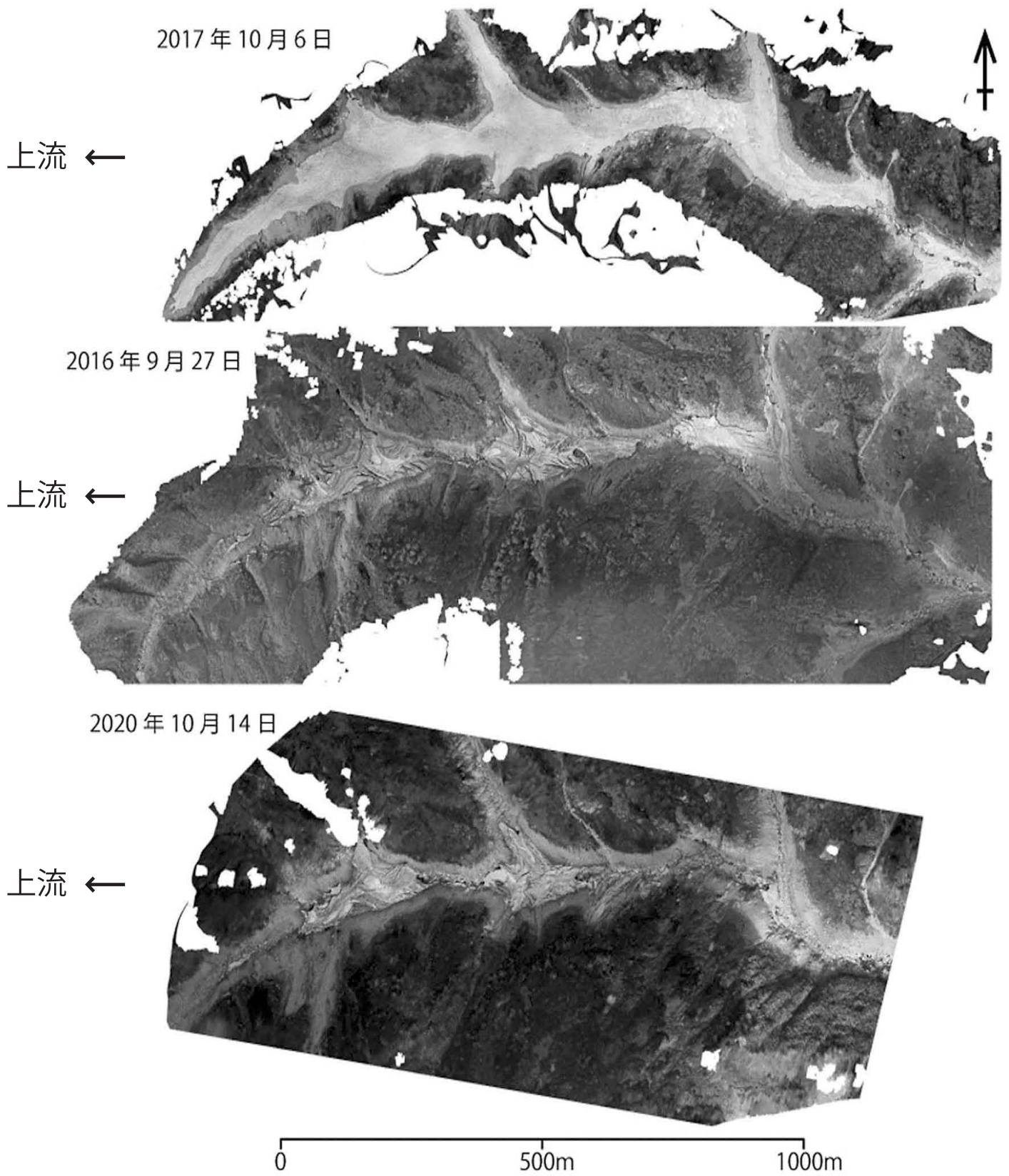


図5 2016年、2017年、2020年秋期の劔沢雪溪の航空測量写真による比較

### 3. 剣沢雪渓の構造と消耗特性

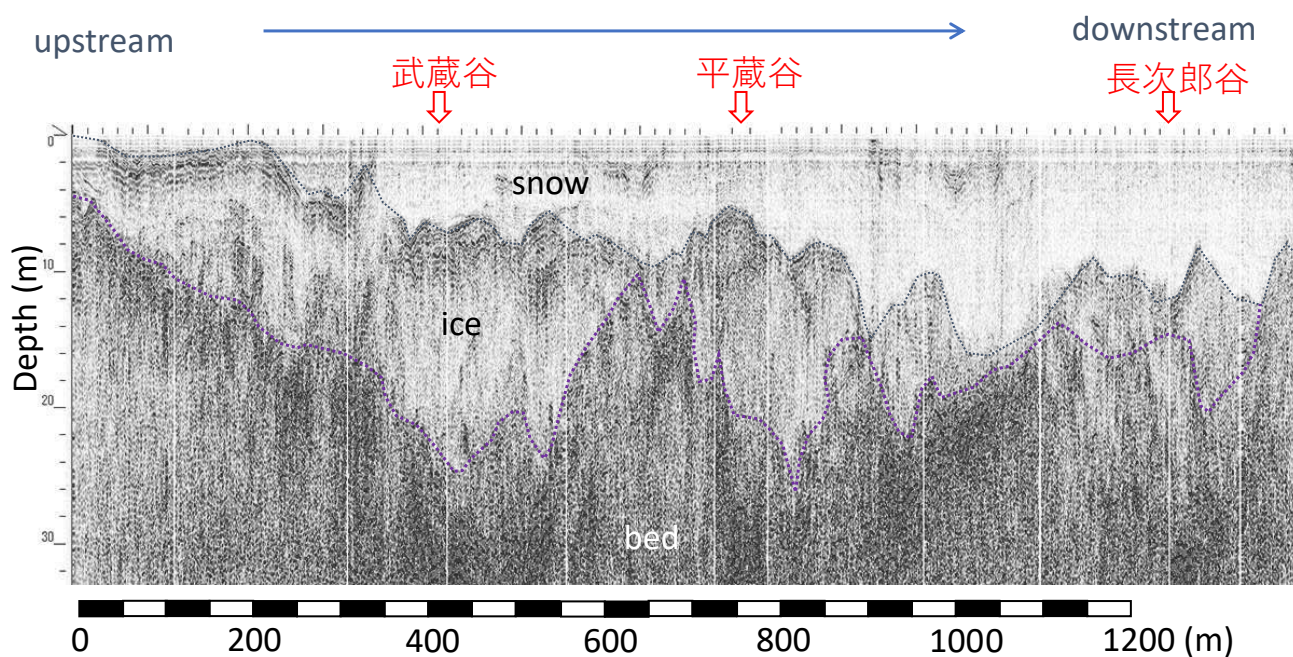
図6に、2013年8月17日に剣沢雪渓で実施した地中レーダー観測の結果を示す(福井・飯田, 2017)。これより、武蔵谷・前剣東尾根Aルンゼ出合付近や平蔵谷出合付近には、厚さ18m前後の氷体が存在していることが判明した。また、長次郎谷出合付近には厚さ10m前後の氷体が存在していた。しかし、これ以外の場所では氷体はほとんど存在していなかった。厚い氷体が存在している場所は、支流の合流点(出合)付近にあたり、氷体の形成には支流からの雪崩の堆積が深く関係していると考えられる。

剣沢雪渓の変動を見ると、少雪年の2016年に雪渓が残存した位置は、厚い氷体が存在する位置とほぼ一致している(飯田, 2020)。逆に、雪渓が消失した位置には氷体は存在せず、前冬の積雪や新しい万年雪(フィルン)で構成されていたことがわかる。少雪年があると、より密度の高い氷体は融解しにくいですが、それより密度が低い積雪や万年雪(フィルン)の融解が選択的に進むことになる。このことが影響し

て、2016年には雪渓が3つに分断したと考えられる。

翌2017年は多雪年であった。そのため2016年に雪渓が消失した場所にも新しい積雪が補填され、剣沢雪渓は一続きの雪渓に戻った。しかし、このような場所で厚い氷体が形成されるまでには長い時間が必要であり、氷体の形成前に2020年の顕著な少雪年が訪れた。2020年の雪渓の消失場所を見ると、2016年の雪渓の消失場所を中心により広い範囲に拡大している。特に、レーダー探査で氷体の厚さが10m程度であった長次郎谷出合付近では、2016年にかろうじて残った氷体のほぼ全てが消失してしまい、広い範囲で河床が露出する状況になったと考えられる。

また、2016年や2020年の雪渓の写真を見ると、雪渓下部に沢水が多量に流れ込みトンネル状のスノーブリッジ構造が多く見られる(図1)。雪渓下部にトンネルができると顕著な熱輸送が起こり雪渓下部からの融解がより促進される。2016年に発達した雪渓下部のトンネルが残存し、2020年により発達して氷体の下部からの融解も促進されたと考えられる。



Longitudinal profile of 100MHz GPR in Tsurugisawa snow patch in 17 Aug 2013

図6 剣沢雪渓の地中レーダー観測結果、2013年8月17日(福井・飯田, 2017)

## おわりに

劔沢雪渓は登山路として利用されている雪渓であるため、一度多年性雪渓が消失した場所では、その後の氷体の涵養が進まず、不安定な状態が続くことが危惧される。特に2020年には、長次郎谷出合付近の下部雪渓がほぼ消失した。また、武蔵谷・前劔東尾根Aルンゼ出合付近と平蔵谷出合付近の雪渓は残ったが、その間の雪渓は全て消失した。今後、多雪年があつて積雪が涵養されたとしても、新しい積雪はまだ密度が低くてなかなか厚い氷体は形成されない。このような状況下で暖冬少雪年があると、これらの新しい積雪部分が弱点となって選択的に融解が進み、劔沢雪渓は早い時期から分断されやすくなることが考えられる。特に、下部の長次郎谷出合付近は、今後、毎年様に早い時期から登山路として利用出来なくなる可能性がある。

長く登山路として利用され親しまれている劔沢雪渓であるが、最近の温暖化により、その姿が大きく変わりつつある。今後も登山路として利用していくためにも、毎年の雪渓状況についてのモニタリングを継続して実施していくことが強く望まれる。

## 文 献

- 飯田 肇 (2020) : 日本の現存氷河の概要. 登山研修, VOL.35, 16-23.
- 福井幸太郎, 飯田 肇 (2017) : 2016年秋の飛騨山脈北部の氷河・雪渓の融解状況. 日本地理学会2017年春季学術大会講演予稿集.