

とやまと自然

第37巻冬の号

No.148 2014

れんぼう ひょうが
立山連峰の氷河と万年雪

福井幸太郎・飯田 肇



つるぎだけ まどひょうが
秋の劔岳三ノ窓氷河

立山連峰の氷河と万年雪

福井幸太郎・飯田 肇（富山県立山カルデラ砂防博物館）

■我が国で初めて認められた現存する「氷河」

今から 11.5 万年前～1.2 万年前、地球全体の気温が今よりも 5～7℃も低かった最終氷期とよばれる時代には、日本にも、日本アルプスや北海道の日高山脈に約 400 もの氷河が発達し、カール（氷河の侵食でできた円形の窪地）やモレーン（氷河の運んだ土砂でできた丘）などの氷河地形ができました。しかし、最終氷期が終わって温暖な気候が続く現在の日本に氷河は存在しないと考えられていました。

近年、電波で氷の厚さを測るアイスレーダーや誤差数センチメートルで位置がわかる測量用 GPS など新しい機器を使った観測が立山連峰の万年雪で行われるようになり、いくつかの万年雪は、流動する氷体を持つ氷河であると判明しました（福井・飯田、2012）。現在、氷河として学術的に認められているのは剣岳の三ノ窓氷河、小窓氷河、立山の御前沢氷河の 3 つです。

今回は立山連峰とその周辺で見られる氷河と万年雪（図 1）についてお話しします。

■氷河とは

高い山の窪地や谷間では、冬に降り積もった雪が夏でも融けきらずに残ることがあります。この夏を越して残る雪のことを「万年雪」、学術用語では「多年性雪溪」といいます。国内有数の豪雪地帯である立山・剣岳周辺には日本でもっとも多く、大量の雪が吹きだまる稜線の東側に国内トップクラスの規模を誇る万年雪がみられます（図 1）。

万年雪は、雨が多かったり猛暑だったたりした年に消えてしまうものも多いですが、なかには 10 年以上も存在し続けるものがあります。このような寿命が長い万年雪の底の方には、積

もった雪の重みで下の雪が押しつぶされ、氷の塊「氷体」ができます。

氷体は、厚さ 30 m 近くまで成長すると重力の作用を受けてゆっくりと谷や斜面を流れはじめます。この流れる氷体のことを「氷河」といいます。

なお、氷河の水はゆっくりと下流へ向かって流れていき、やがて融けて消えてしまいがちですが、消えた分の氷が上流側から流れてきて補われます。このため、氷河が流れ続けていても消えてしまうことはありません。



図 1：立山連峰の氷河と主な万年雪の分布

■極東最南端の氷河

現在、地球上にはおよそ 20 万の氷河が存在し、陸地の約 10% を覆っています。氷河が分布している場所は、南極やグリーンランドのような「寒い場所」、もしくはパタゴニアやニュージーランド南島のように寒さはそれほどでもあ

りませんが「雪が多い場所」です（図 2）。

日本周辺の極東地域では、氷河はロシアのカムチャッカ半島より北の地域にのみ分布すると考えられてきました。今回発見された立山連峰の氷河は「極東最南端氷河」ということができます。

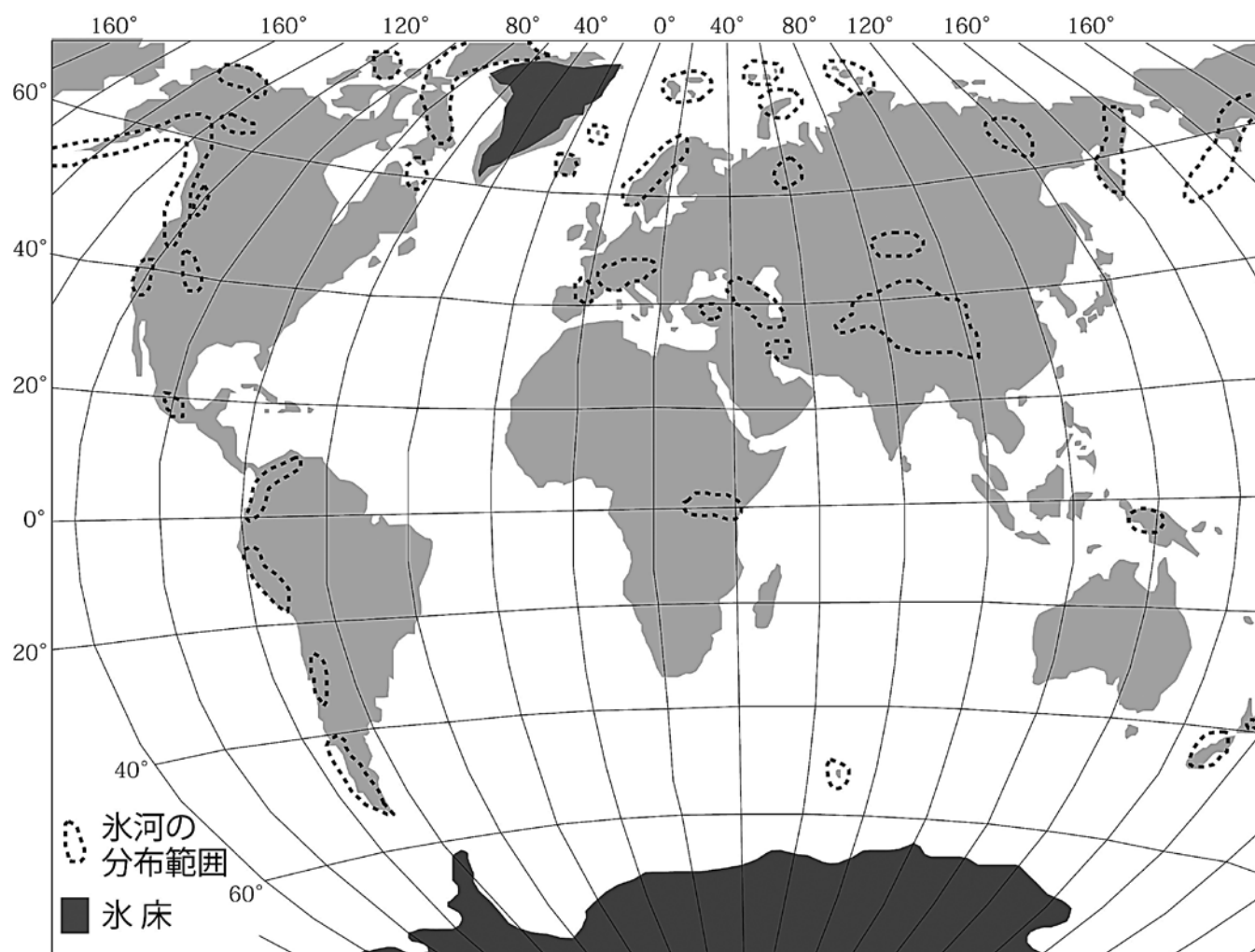


図 2 地球上の現在の氷河分布。塗りつぶした範囲と点線で囲った範囲に氷河が存在。樋口（1977）より。

■なぜ立山に氷河が存在できるのか？

まず氷河の分布に必要な「寒さ」から立山をみていきます。立山カルデラ砂防博物館では、立山最高峰の大汝山（標高 3,015 m）でデータロガーという機械を使って無人気象観測を行っています。その結果、年間平均気温は $-3 \sim -4^{\circ}\text{C}$ であることが判明しました。この値は富士山（ -6.4°C ）や大雪山（ $-4 \sim -5^{\circ}\text{C}$ ）に次いで国内 3 番目の低さです。夏の平均気温も 8°C 程度と低く、立山は氷河が分布可能なほど「寒い」場所であるといえます。

つぎに「雪の多さ」についてみていきます。室堂平では毎年もっとも雪が深くなる 3 月に積雪調査が行われています。過去 30 年間の平均積雪深は約 7 m であることが分かっています。この積雪深を降水量に換算すると約 3,000 mm になり、雪が多いことで多数の氷河が分布しているパタゴニアやニュージーランド南島の降雪量に匹敵します。

気温条件だけで見ると富士山や大雪山の方が立山よりも氷河の分布に適していますが、雪の量は両山岳とも立山の半分もありません。この

ため、両山岳には氷河が存在していません。「寒くて」なおかつ「雪が多い」という氷河の分布に必要な二つの条件がそろっている立山は国内でもっとも氷河の分布に適した場所であるといえます。

つぎに立山連峰とその周辺にみられる3つの氷河と7つの万年雪についてそれぞれの特徴をみていきましょう。

■ 剣岳 三ノ窓氷河



図3 剣岳東面。写真左が三ノ窓氷河、右が小窓氷河

三ノ窓氷河は、剣岳のハッ峰と三ノ窓尾根の間の氷食谷を埋める氷河です(図3)。長さは1,600 m以上、幅は100 m、標高は1,700～2,400 mです。登りきるのに3時間もかかります。

三ノ窓氷河は、厚さ70 m、長さ1,200 mに達する巨大氷体をもっており、氷体は1ヶ月間で最大30 cm流動しています。氷体の規模は国内最大であり、三ノ窓氷河は国内最大の「氷河」だといえます。

三ノ窓氷河は、豪雪地帯に位置し、さらにハッ峰と三ノ窓尾根という急峻な尾根に挟まれてい

るため、積雪期に「雪崩の巣」と化します。5月や6月にこの氷河に行くと、全面が雪崩のデブリ(積もった氷の塊)に厚く覆われ、とりわけ、より切り立っているハッ峰側から、凄まじい量のデブリが流れ込んでいました。この雪崩による膨大な雪の集積(積雪深にして20～25 m)が、氷河の形成に大きく寄与しているようです。

10月になると積雪は大部分融けきり、氷体が一部露出してクレバス(氷の割れ目)やムーラン(氷河にできる縦穴)といった氷河特有の地形が出現するようになります。

■ 剣岳 小窓氷河

小窓氷河は、剣岳の三ノ窓尾根と池ノ平山(標高2,561 m)南東面の間の氷食谷を埋める氷河です。長さは1,200 m、幅は200 m、標高は2,000～2,300 mです。厚さ30 m以上、長さ900 mと三ノ窓氷河に次ぐ規模の氷体をもっており、氷体は1ヶ月間で最大30 cm流動しているため現存する「氷河」といえます。

小窓氷河も秋になると、クレバスやムーランといった氷河特有の地形が表面に現れます(図4)。クレバスの断面を観察したところ、表面から深さ1～2 mまでが積雪で、その下には気泡を多数含む青白い氷層がクレバスの底まで続いていました。氷体の上に載っている積雪には、年層(1年間のうちに積もり融け残った積雪層)が1～2年分しかなく、氷体は1～2年程度で急速に形成されるようでした。



図4 小窓氷河でのクレバス内部調査

■ 劔岳 池ノ谷右俣雪溪

池ノ谷右俣雪溪は劔岳西面の劔尾根と早月尾根に挟まれた深く切れ込んだ氷食谷を埋めるS字形の細長い雪溪です。雪溪の長さは1,000 m、幅は50 m、標高は1,900 ~ 2,200 mです(図5)。

池ノ谷は「行けぬ谷」の当て字として池ノ谷と名付けられたほどアプローチが困難な谷で、馬場島から白萩川を2時間以上かけて遡り、さらに5時間以上藪漕ぎをしてようやくたどり着けます。

池ノ谷右俣雪溪は下流部に厚さ50 m、長さ400 mの氷体をもっており、氷体は1ヶ月間で15 cm程度流動して氷河である可能性が極めて高いことが分かっています。

この雪溪は劔岳の西面にあるため、氷河として認められれば富山の平野部や北陸新幹線から眺められる貴重な氷河になります。

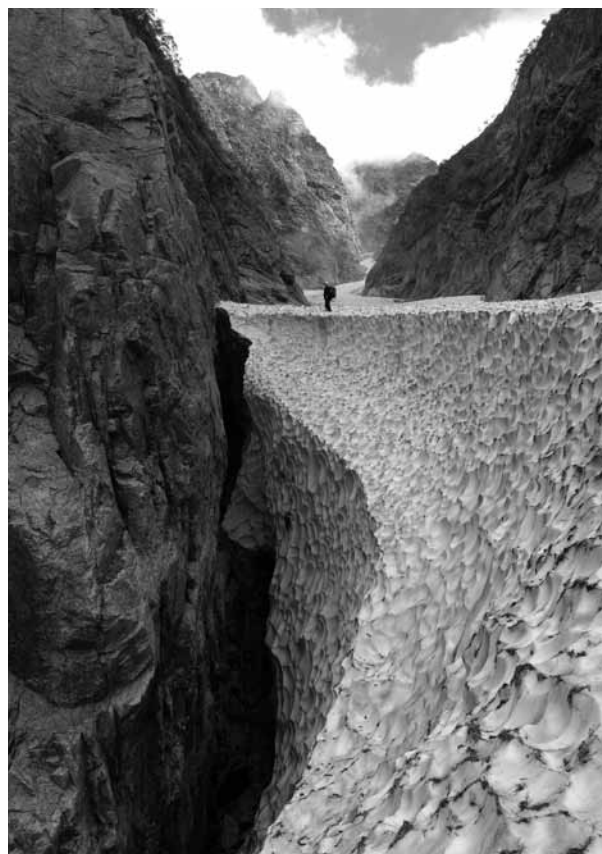


図5 池ノ谷右俣雪溪の深いシュルンド(岩壁と雪溪の隙間)

■ 劔岳 長次郎雪溪

長次郎雪溪は劔岳東面のハッ峰と源次郎尾根の間の氷食谷を埋める雪溪です。途中の熊ノ岩(標高2,550 m)で右俣と左俣に分かれます。

全長1.5kmに達する長大な雪溪ですが、秋の終わり頃には大部分消失することがあります(図6)。

明治40年に参謀本部陸地測量部の柴崎芳太郎一行が5万分の1地形図作成の測量のために劔岳に登頂した際、大山村(現富山市)出身の山岳ガイド宇治長次郎に導かれて通った雪溪がこの長次郎雪溪です。登頂の様子は新田次郎によって「劔岳点の記」として小説化され2009年には映画化されました。

この雪溪では、2013年8月下旬にアイスレーダー観測を実施しました。熊ノ岩直下に長さ300 m、厚さ18 m程の小さな氷体もっているようですが、この程度の厚さの氷体が流動している可能性は低く、長次郎雪溪は残念ながら氷河ではないようです。



図6 縮小した10月中旬の長次郎雪溪。写真中央上が熊ノ岩

■ 劔沢雪溪

劔沢雪溪は劔沢小屋(標高2,400 m)のやや下流~真砂沢ロッジ(標高1,780 m)付近まで2 km以上にわたってのびている日本最大の多年性雪溪です。融雪末期の面積は、支流の平蔵谷、長次郎谷、別山谷、真砂沢谷を合わせると

40haに達します。

この雪溪でも2013年8月下旬にアイスレーダー観測を実施しています。武蔵谷出合付近で厚さ22m、平蔵谷出合付近で厚さ20mの氷体を確認できましたが、雪溪の規模の割には薄い氷体しか持っていないという意外な結果になりました。このため氷河である可能性は低いようです。

剣沢雪溪は4つの大きな支流をもっているため集水面積が大きく、雪溪の底には水量が多い川が流れています。この川の浸食によって雪溪の底がえぐられスノーブリッジが発達し(図7)、古い氷が残らず氷河になれないと考えられます。



図7 スノーブリッジが発達する剣沢雪溪

■剣沢 はまぐり雪

戦後、立山の万年雪の中で最初に詳細な調査が行われたのがはまぐり雪です。はまぐり雪は剣御前小舎(標高2,750m)の北側の剣沢の源頭部に位置します(図8)。その形と表面にみられる縞模様からはまぐり雪という名前がつけました。

1962年、1963年の富山大学、北海道大学の調査で、大きな発見がありました。はまぐり雪は小さな万年雪であるにも関わらず、秋には全層が氷化していること、氷体中に10層以上の汚層(年層)があり、氷の年齢は10年を越えることが明らかになったのです。

この調査に参加した北海道大学の吉田順五



図8 10月下旬のはまぐり雪

教授は、年層の変化から、はまぐり雪が年4m程度滑動していて、小さいながらも現存する「氷河」であるという論文を1964年に発表しました。当時のテレビ、新聞は「日本にも氷河が現存していた」と大きく報道しました。

しかし、この説は京都大学の今西錦司教授により「流動を定量的に実測したわけではなく、はまぐり雪は氷河とは言えない」と否定されました。その後、名古屋大学の調査ではまぐり雪は流動していないことが確認されました。

■立山 御前沢氷河

御前沢氷河は、立山の主峰、雄山東面の御前沢カールにある現存する「氷河」です(図9)。長さは700m、幅は200m、標高は2,500~2,800mです。末端には、通称サル股モレーンとよばれる氷河地形が存在します。この氷河は、雄山山頂から眺めることができます。

御前沢氷河は、上流部に厚さ36m、長さ200m、下流部に厚さ27m、長さ400mの2つの氷体を持っています。両氷体とも1年間に20cm前後流れています。三ノ窓氷河や小窓氷河ほど活動的でないものの、現在でもかろうじて流動しているため現存する「氷河」として認められています。

御前沢氷河の下流部には、氷体の側面を観察できる奥行き15~20mの洞穴があります。この洞穴にもぐってみたところ、気泡を含む白い氷と透明な氷が交互に出てくる縞状(年層?)の氷体や氷に生えている地衣類など興味深いものが観察できました。



図9 立山東面。写真左が御前沢氷河。右が内蔵助雪溪

■立山 内蔵助雪溪

内蔵助雪溪は、富士ノ折立（標高2,999m）の北東側、内蔵助カール内にある万年雪です（図9）。長さとは幅は150m、標高は2,700～2,850mです。

10月頃、この雪溪に降り立つと、表面にはツルツルの氷が露出していてアイゼンなしでは歩けないほどです。また、深さ20mに達する10数個のムーランが開いていて、雪どけ水が音を立てて流れ込んでいます。

名古屋大学等の調査グループは、1979年、1980年、1986年、1988年の秋にムーランに潜って内部の氷の構造を調べました。氷壁にはいくつもの層構造や礫層が見られました。深さ5m付近には特に厚い礫層があり、それを境として上部の氷層は水平に堆積しているのに対して、下部の氷層は下流に向けて急傾斜でのし上がるような構造をしています。

また、この礫層を境に下部の氷の粒径が急激に大きくなっていました。このような氷体の構造は、氷河として流動していた痕跡であり、

内蔵助雪溪は流動していた氷河水が融け残って保存されているものだと考えられています。いわば氷河の化石ともいえるものです。

ムーランの底の氷体中には、長さ数mmの木片・葉片が含まれていました。放射性炭素同位体を使って年代を測定したところ、約1,500年～1,700年前のものであるという結果が得られました。ムーランの底の氷体は日本最古の氷河水ということが出来ます。

■鹿島槍ヶ岳 カクネ里雪溪

カクネ里雪溪は、後立山連峰、鹿島槍ヶ岳（標高2,889m）の北壁直下にある大規模な万年雪です（図10）。長さは700m、幅は250m、標高は1,800～2,150mです。

1955～1958年に地理学者の五百沢智也氏が現地調査を行い、秋には氷体が露出し、クレバスやムーランがみられるなど氷河に類似した構造を持つ氷体があることが報告されました。日本の地理学関係者の間では、氷河の可能性が高いと考えられています。また、今西錦司教授も、

晩年、^{ばんねん}「ケニヤ山の氷河と全く同じ格好であり、^{ひょうが}日本の万年雪で氷河に一番似ている」とコメントしています。

立山カルデラ砂防博物館では、2011年6月中旬にカクネ里雪溪でアイスレーダー観測を実施しました。その結果、雪溪中央部に厚さ40m、長さ700mを超える氷体が存在することを確認しました。氷体の規模は小窓雪溪のそれと同程度で、流動している可能性が非常に高く、将来、流動が実測されれば、カクネ里雪溪も氷河として認められるでしょう。



図10 鹿島槍ヶ岳北壁直下にあるカクネ里雪溪

■白馬大雪溪

白馬大雪溪は、後立山連峰の白馬岳（標高2,932m）の南東側、姫川水系松川北股入源流の谷にある長さ1kmを超す大規模な万年雪です。単に「大雪溪」と呼ばれることもあります（図11）。

剣沢雪溪、針ノ木雪溪と並んで日本三大雪溪のひとつに数えられており、面積は約20haと剣沢雪溪について、日本で2番目の大きさです。標高は1,700～2,200m、大雪溪中央には白馬岳山頂に通じる登山道がついていて大勢の登山客で賑わいます。

1995年7月、白馬大雪溪では、大規模な土石流が発生し、上流から下流にかけて雪溪が縦に真っ二つに割れ、全長1.3km、深さ10～20m

に達する巨大な溝ができました。北海道大学・新潟大学を中心とする研究チームがこの溝に降り立ち雪溪の断面を調査しました。その結果、雪溪は、ほぼ全層が積雪層からなり、氷体は確認できませんでした（松元ほか、1998）。このため、大雪溪が氷河である可能性は低いようです。



図11 白馬大雪溪

これまでお話ししてきたように近年、立山連峰の氷河や万年雪については新しい知見が次々に得られてきています。しかし、氷河ができた年代はいつか？どうやって氷河水ができるのか？他にも氷河はないのか？など未解明の点も多いです。立山カルデラ砂防博物館では、今後も調査を継続し立山連峰とその周辺の氷河の全貌について明らかにしていきたいと考えています。

【参考文献】

樋口敬二（1977）日本の雪溪－世界の氷河の中での位置－．科学，47，429-436．

福井幸太郎・飯田肇（2012）飛騨山脈、立山・剣山域の3つの多年性雪溪の氷厚と流動－日本に現存する氷河の可能性について－．日本雪氷学会誌「雪氷」，74，213-222．

松元高峰・河島克久・和泉薫・納口恭明（1998）土石流によって形成された北アルプス白馬第雪溪上の大規模な溝．日本雪氷学会誌「雪氷」，60，37-46．

ちや（ふくい こうたろう・いいだ はじめ）

とやまと自然 第37巻第4号(冬の号)(通算148号)平成27年1月5日発行
発行所 富山市科学博物館 〒939-8084 富山市西中野町一丁目8-31
TEL 076-491-2125 FAX 076-421-5950 URL <http://www.tsm.toyama.toyama.jp/>
発行責任者 上杉俊男 印刷所 中央印刷株式会社 TEL 076-432-6572