

## 研究ノート

# 2004年8月に新潟県荒沢岳で発生した雪渓崩落災害の 実態と過去40年間の災害分析

河島克久<sup>1)</sup>, 栗原 靖<sup>2)\*</sup>, 和泉 薫<sup>1)</sup>

### 要 旨

2004年8月1日, 新潟県荒沢岳の西本城沢において雪渓が大規模な崩壊を起こし, 写真撮影のために雪渓底部に形成された空洞(トンネル)内に入っていた写真愛好家4人が死傷(3人死亡, 1人負傷)する災害が発生した. 著者らは, このような雪渓崩落災害に関してこれまで学術的な調査研究が全くなされていないことをふまえ, 本災害の発生直後に現地調査を実施するとともに, 新聞検索によってわが国における過去40年間の雪渓崩落災害を抽出し, その特徴を調べた. その結果, 現地調査から, 雪渓の崩壊部は面積約220m<sup>2</sup>, 質量約150~230tonと見積もられた. 周辺地形の特徴などから, この大規模崩壊は, トンネル上部の雪が片持ち梁構造となり, その固定端(梁の付け根)上端部付近の積雪に引張破壊が生じて発生したものと推定された. また, 新聞検索から, わが国では1965年から2004年までの40年間に合計45件の雪渓崩落災害が発生しており, 62人の被災者が出ていること, 発生件数は群馬県(谷川山系)と富山県(北アルプス)で多いこと, 登山目的の入山者の被災事例が全件数の約70%を占めることなど, この種の災害の特徴が明らかになった. 過去40年の災害からみると, 2004年の荒沢岳の災害は, 死傷者数が最も多い事例の一つであった.

キーワード: 雪渓崩落災害, 雪渓底部のトンネル, 破壊強度, 荒沢岳, 災害分析

Key words: collapse accident of snow patch, snow tunnel, fracture strength of snow, Mt. Arasawa, casualty analysis

## 1. はじめに

2004年8月1日11時30分頃, 新潟県北魚沼郡湯之谷村(現魚沼市)の荒沢岳(1968.7m)の西本城沢において, 雪渓が大規模な崩壊を起こし, 崩壊した雪塊の下敷きとなって写真愛好家4人が死傷(3人死亡, 1人負傷)する災害が発生した. この4人は, 写真撮影のため雪渓底部に形成されたトンネル状の空洞内に入っていたところ, 天井部分の雪が突然崩れ落ち被災したものである. 本論文では, このような雪渓の崩壊現象によって人的

被害が生じた災害を「雪渓崩落災害」と呼ぶことにする(雪渓崩落災害の定義については6章でも触れる).

わが国の積雪地域の山岳地帯には, 夏季にも融解しきらない孤立した残雪である雪渓が数多く存在し, 規模は小さいものの美しい山岳景観を見ることができ, これらの万年雪の幾つかは, アクセスの容易さから中山間地域の重要な夏季観光資源として活用され, 雪渓やその周辺の高山植物群を巡る観光ツアーや観光イベントが企画されるほどの人気スポットとなっている. 荒沢岳の災害もまさに観光化された万年雪において発生したものである. このような災害の発生は, 夏季山岳レクリエーションの促進のみならず, 雪国における観光資源を活用した産業振興に大きな影を落とすことになりかねないことから, 早急な安全対策の確

1) 新潟大学災害復興科学センター  
〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050

2) 新潟大学大学院自然科学研究科  
〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050

\* 現在: (財)鉄道総合技術研究所防災技術研究部  
〒185-8540 国分寺市光町2-8-38

立が望まれる。

本事例のような雪渓の崩壊によってもたらされる災害は、約 50 年前に新聞検索に基づき山岳遭難を統計的にまとめた長谷川 (1958) の報告の中に既に認められる。この報告の中では「雪渓崩れ」という項目が遭難原因の一つとしてあげられている。しかし、ここでは全山岳遭難に対する雪渓崩れによる遭難件数の割合が記載されているのみであり、雪渓崩れの定義、発生件数、発生場所、発生時期などは記述されていない。また、数多くの登山技術書や山岳雑誌の中には、雪渓崩壊の危険性を指摘するものは存在しても (例えば山田, 2005), 実際の災害事例を具体的に述べたものや雪渓崩落災害の発生状況や特徴を取り扱ったものは過去にみられない。さらに、雪渓の大規模崩壊自体を雪氷学的に取り扱った研究も過去に見られない。

そこで本稿では、今後、雪渓崩壊現象の解明を進める足掛かりとするとともに、雪渓崩落災害の防止対策に資することを目的として、荒沢岳西本城沢の災害直後に行った現地調査結果をまとめる。また、新聞検索から明らかになったわが国における過去 40 年間の雪渓崩落災害の特徴について述べる。

## 2. 荒沢岳西本城沢の概要

大規模崩壊を起こした雪渓が位置する荒沢岳西本城沢周辺の地形図を図 1 に示す。このエリアは越後三山只見国定公園に位置し、付近には多くの観光客を集める奥只見湖がある。西本城沢は荒沢岳山頂から北北東方向に延びた溪谷であり、その上流域は急峻な雪崩斜面に囲まれ、夏季には谷底に雪渓 (雪崩涵養型雪渓、一部は多年性) が形成される。西本城沢上流域は、2003 年 8 月に「中荒沢亜高山帯植物群と万年雪原」として湯之谷村指定文化財 (天然記念物) に指定されている。

奥只見湖岸の銀山平の中荒沢 (標高約 750 m) からは、西本城沢方面に林道が延びているのに加え、車で到達可能な林道終点 (標高約 880 m) から夏季に雪渓がみられる標高約 1000 m まで遊歩道が整備されているため、子供から高齢者まで多くのハイキング客が容易に雪渓を訪れることができる (林道終点からの所要時間 20~30 分)。この

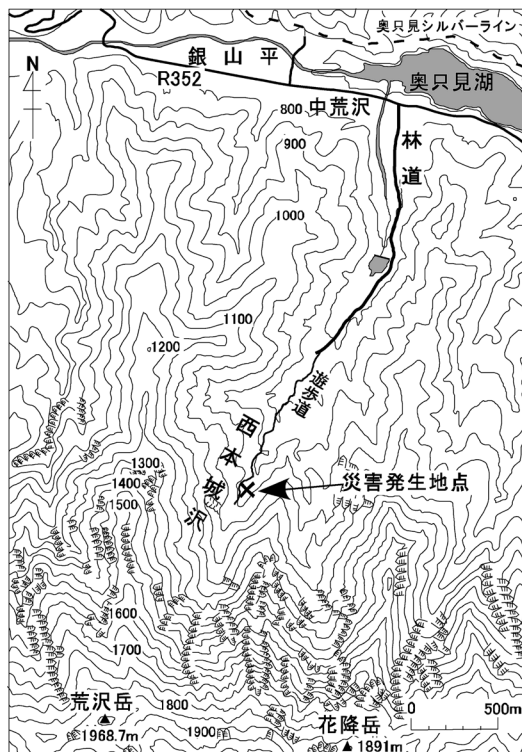


図 1 荒沢岳西本城沢周辺の地形図。等高線間隔は 50m。

アクセスの良さのため、夏季には雪渓や高山植物を求めた観光客が多数訪れる場所である。

## 3. 災害の発生状況

今回の災害では 4 人が被災したが、現場にはさらに 2 人の写真愛好家がいた (合計 6 人)。6 人は、東京都、埼玉県、新潟県から来た人達であり、お互いに面識はあったものの、ツアーリーダーが存在するような組織化された集団ではない。またツアーガイド等の同行もなかった。

難を逃れた 2 人も西本城沢の雪渓底部にできたトンネル状の空洞内 (以降、単に「トンネル」と呼ぶ) で写真撮影を行っていたが、崩落時には撮影を終えてトンネルから出ていた。この 2 人の証言によれば、トンネルは幅 7~8 m、高さ約 3 m、長さ約 30 m であったとのことである。また、トンネル天井部の雪の厚さはおおよそ 1~1.5 m であったが、部分的に薄い個所や完全に消失した個所が存在していた。被災した 4 人はトンネルのほぼ真ん中まで入り込んで撮影をしており、午前 11 時 30 分頃、トンネル全体が二度にわたって崩落

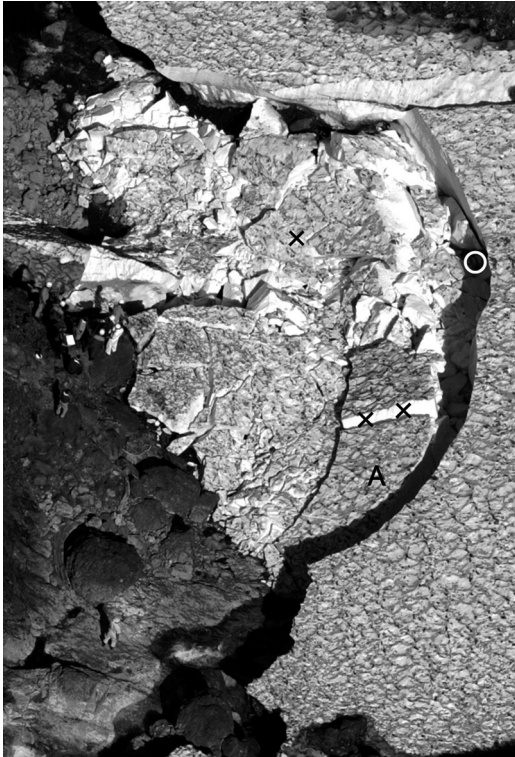


図 2 2004 年 8 月 1 日午後 3 時に上空から撮影された崩壊域 (写真提供: 共同通信社)。写真中の×は死亡した 3 名の被災位置。○は自力で脱出した 1 名の被災位置。A は最大の雪塊。

したとのことである。

災害発生 3.5 時間後の 8 月 1 日午後 3 時に上空から撮影された崩壊域の写真を図 2 に示す。図 2 では写真上部が下流方向であるので、雪渓の左岸方にトンネルが形成され、それが大崩壊を起こしたことが分かる。また、左岸には救助に駆けつけた人が複数写っており、それと比較することによって崩壊域が広大であることがみとれる。崩壊によって生じた雪塊の大きさは大小様々であるが、雪渓本体に近い場所 (写真右寄り) の雪塊が他に比べて大きいように見える。これは、雪渓本体に近い箇所の方が、雪の厚さが大きく破壊されにくかったこと、あるいは崩落距離 (落差) がトンネル中央部に比べて小さかったことを意味している可能性がある。

被災した 4 人のうちの 1 人は、頭部に軽傷を負いながらも、持っていたカメラの三脚を使って雪塊を削り自力で脱出した。警察と消防は、当日午

後から残りの 3 人の救出活動を開始したが、崩落した雪塊が大きくしかも硬いために作業は難航し、夕方に捜索を打ち切らざるを得なかった。翌 8 月 2 日にはチェーンソーを用いて雪塊の除去作業を行った結果、3 人が遺体で発見された。死因は 2 人が窒息死、1 人が内臓破裂であった。

救出活動に立ち会った方からの聞き取りによって明らかになった被災位置を図 2 に示す。死亡した 3 名はいずれも極めて大きな雪塊の下で発見されていることが分かる (雪塊の大きさや質量については 4.2 節を参照されたい)。一方、自力で脱出した方は崩壊部の縁近く (図 2 の○印) で被災しており、この場所の雪塊が比較的小さかったことが幸いしたものと考えられる。また、自力で脱出した方は「雪に埋まった後、気が付いたら沢の水位があごまで上がっていた」と証言している。これは、崩れ落ちた雪塊が溪流をせき止め、水位上昇を引き起こしたことを意味しており、雪渓崩落災害では雪塊の衝突や荷重による死傷のみならず、水による窒息死 (溺死) の危険性もあることが分かる。

#### 4. 現地調査

著者らは、救助活動が完了し、遊歩道への立ち入り規制が解除された 8 月 3 日午前中に災害現場へ入り調査を行った。調査内容は、崩壊した雪渓の測量、崩落雪塊の密度・硬度・含水率測定、気象データの収集である。

##### 4.1 雪渓の形状

調査時の西本城沢には、残雪域が標高 1000 m から少なくとも標高 1200 m 程度まで沢に沿って断続的に複数存在していた。これらの残雪域のうち災害現場となったのは、最も下流の標高 1000~1010 m に形成された雪渓である。この雪渓は、調査時には標高 1010 m 付近で極端に幅が小さくなっており、その上流の残雪域とほぼ分離した状態であった。そこで、8 月 3 日にこの最下流の残雪域を対象としてトランシットコンパスと巻尺を用いて測量を行った。

8 月 3 日に撮影した雪渓の写真と測量によって得られた雪渓の平面図をそれぞれ図 3、図 4 に示す。この雪渓は長さ約 90 m (沢方向)、幅 5~35 m 程度であり、西本城沢の右岸に貼り付いたような





図 3 災害が発生した雪渓の状況 (2004 年 8 月 3 日)。



図 5 崩壊域と雪渓本体の境界にみられた鉛直に切り立った平滑な破断面。

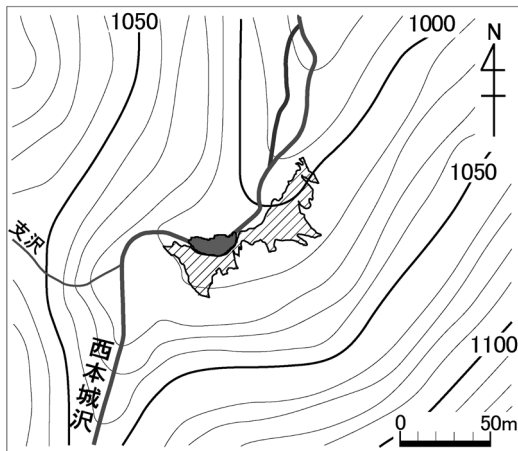


図 4 雪渓周辺の地形図および雪渓の平面図 (2004 年 8 月 3 日). 等高線間隔は 10m. 斜線部, 黒く塗りつぶした領域は, それぞれ残雪域 (雪渓), 崩壊域を表す。

状態で存在していた。雪渓表面は右岸斜面に向かって高くなっており、その傾斜は  $21\sim 24^\circ$  であった。災害発生時には、左岸側の雪はほとんどの場所で完全に融解しきっていたが、谷幅が狭くなっている上流の一部では兩岸にまたがって雪が残っており、その底部に巨大なトンネルが形成されていたことが分かった。

#### 4.2 崩壊域の状況

測量結果から、崩壊域は長さ約 29 m, 最大幅約 12 m であり、その面積は約  $220\text{ m}^2$  であることが分かった。図 5 に示したように、崩壊域と雪渓本体の境界は鉛直に切り立った平滑な面 (破断面) をしている点が特徴的であり、このような大規模

崩壊をもたらしたのは、ここでの破壊であると推定される。その破断面の雪渓の厚さを多数の地点で測定したところ約  $1.8\sim 3.6\text{ m}$  (平均  $2.7\text{ m}$ ) であった。

崩壊域には大小多数の雪塊が散乱しており、中でも大きい雪塊 (図 2 の A) は幅約 3 m, 長さ約 4 m, 厚さ約 2.6 m ものサイズがあり、これは次節で述べる雪の密度を考慮すると約 20 ton もの質量となる。

難を逃れた 2 人の証言ではトンネル上部の雪の厚さは  $1\sim 1.5\text{ m}$  ということであったが、これは調査時の状況から判断してほぼ妥当であると考えられる。崩壊域の平均的な雪の厚さを  $1\sim 1.5\text{ m}$  とすると、崩壊部全体の体積と質量は、それぞれ約  $220\sim 330\text{ m}^3$ , 約  $150\sim 230\text{ ton}$  と見積もられる。

#### 4.3 崩落した雪塊の密度・硬度・含水率

崩壊した雪塊のうち、厚さ約  $1.2\text{ m}$  の雪塊を対象として、密度、硬度、含水率を測定した。密度は鋸を用いて直方体形状のサンプルを切り出し、この体積と質量を測定することによって求めた。硬度と含水率の測定にはそれぞれプッシュゲージ (Takeuchi *et al.*, 1998), 熱量式含水率計 (Kawashima *et al.*, 1998) を用いた。

その結果得られた密度、硬度、含水率の鉛直プロフィールを図 6 に示す。密度と硬度は下部ほど大きい傾向にあり、その値はそれぞれ  $660\sim 720\text{ kg m}^{-3}$  (濡れ密度),  $1\sim 6\text{ MPa}$  であった。含水率は  $7\sim 12\%$  であった。含水率を考慮すると雪塊の乾き密度は  $600\sim 660\text{ kg m}^{-3}$  程度であり、雪粒子の機械的充填による限界密度 (約  $550\text{ kg m}^{-3}$ ) を

上回っている。600~660 kg m<sup>-3</sup> という乾き密度は、平地積雪に比べると大きいですが、消耗期における多年性雪渓のフィルンの密度としては平均的な値であり、特に大きいわけではない (Kawashima, 1997)。また、平地積雪における融雪期の濡れざらめ雪 (濡れ密度 400~500 kg m<sup>-3</sup>) の硬度が 0.01~0.3 MPa 程度 (Takeuchi *et al.*, 1998) であることを考えると、この雪塊の硬度は水を含んでいるにもかかわらず極めて大きいことが分かる。この硬度が著しく大きいという雪渓の雪 (フィルン) の特徴が、救出活動を著しく難航させた要因である。

## 5. 大規模崩壊と気象及び地形との関係に関する考察

### 5.1 災害発生前の気象の特徴

2004年8月1日の新潟県は、日本の東海上に張り出した太平洋高気圧に覆われ概ね晴天であった。災害発生場所から北東方向に約9km離れた電源開発株式会社・奥只見気象観測所 (奥只見湖畔、標高786m) の気象観測データによると、当日の天候は晴であり、降水は全く観測されていない。また、最高気温は30.6℃であり、当該観測所における2004年8月の日最高気温の平均が26.1℃であることを考えると、8月1日は極めて高温であったといえる。このことから、災害当日は激しい融雪が起り得る気象状況であったと考えられる。一般に、積雪の中に融雪水が多量に入ると、含水率の増加に伴って積雪の破壊強度が低下する (前野, 1986)。したがって、西本城沢の雪渓においても、災害発生時には融雪水の浸透によって積雪強度の低下がもたらされていた可能性が高い。

一方、雪渓底部に巨大なトンネルが形成され、構造的不安定化が進んだ背景には、8月1日以前の消耗期の気象が関係しているであろう。そこで奥只見気象観測所における2004年5~7月の日最高・日最低気温と日雨量の変化を図7に示す。

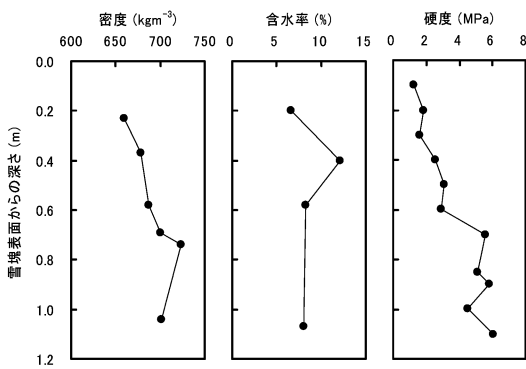


図6 崩壊した雪塊の密度、含水率、硬度の鉛直プロフィール。

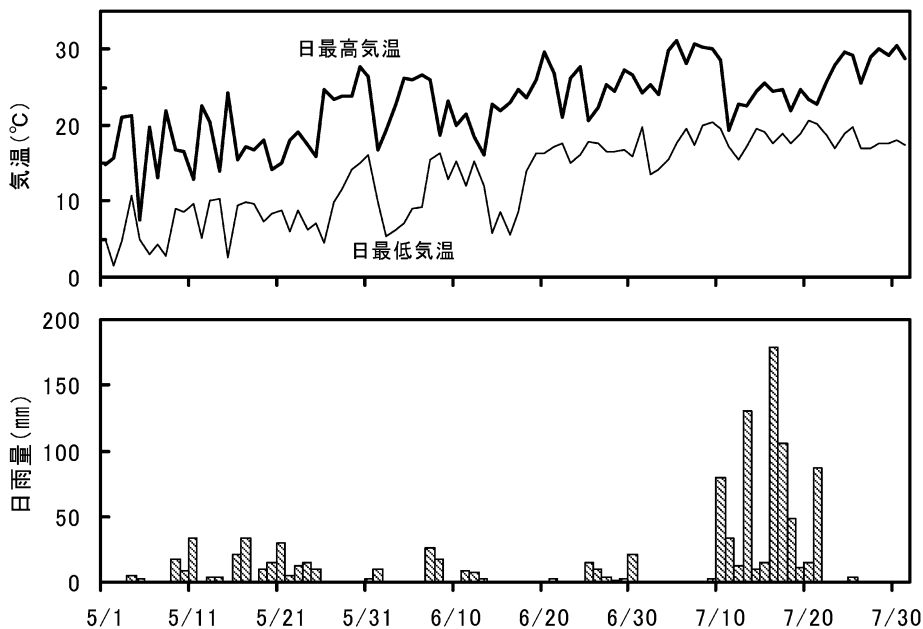


図7 奥只見気象観測所における2004年5~7月の日最高・日最低気温と日雨量の変化。

2004年の夏季は、総じて太平洋高気圧の勢力が日本付近で強く(気象庁, 2004)、標高が比較的高い奥只見気象観測所でも6月以降日最高気温が25℃を超える日が度々出現している。また、7月上旬までは著しく大きい日雨量は認められない。

しかし、7月中旬には梅雨前線の活動が活発化し、新潟県中越地方は「平成16年7月新潟・福島豪雨」と命名された集中豪雨に襲われた。その結果、7月10日から7月21日にかけて連日降雨があり、この12日間だけで合計726.5mmにも達した。特に7月16~17日の奥只見気象観測所の雨量は多く、2日間の合計が284mmに達している。

7月下旬になると梅雨前線の活動が次第に弱まり(気象庁の発表によると2004年の北陸地方の梅雨明けは7月22日ごろ)、東日本は再び太平洋高気圧に覆われることが多く、奥只見気象観測所のデータでも高温・少雨傾向が続いている。

以上から、災害発生前の気象の特徴としては、高温日が多かったことと集中豪雨に見舞われたことがあげられる。成瀬ら(1976)は、北海道ウエンスリ岳の雪崩涵養型雪渓において消耗過程の観測を行い、雪渓底部のトンネルの拡大は①渓流水からの長波長放射、②対流による渓流水からの乱流伝達熱(顕熱、潜熱)、③トンネル内へ侵入した外気からの乱流伝達熱によってもたらされるとしている。したがって、2004年に高温日が多かったことは、トンネル内に高温の外気が侵入することによって、トンネル拡大に寄与したと考えられる。この効果は、トンネルがある程度拡大し、外気が入り込みやすくなる時期(たとえば7月下旬)において特に顕著であったであろう。また、雪渓流域では、降雨時には融雪水に比べて高温の水が渓流に流れ込み、渓流水温が上昇するため(石井ら, 1990)、7月中旬の連続的降雨は上記①と②の効果を高めたであろう。これに加えて、集中豪雨による著しい増水は、渓流水とトンネル壁面との直接的な接触によって、効率的にトンネル壁面を融解させた可能性がある。以上から、災害発生前の気象の特徴は、雪渓下部からの消耗を促進させトンネルを巨大化させる上で好都合であったものと推定される。

## 5.2 災害発生地点周辺の地形的特徴

本節では今回の大規模崩壊が発生した地点周辺の地形的特徴を考察する(図4参照)。

まず、西本城沢に注目すると、災害発生地点より上流では、急峻な谷壁を伴った急勾配の峡谷となっており、災害発生地点の直ぐ上流(標高1010~1020m付近)で左岸側から支沢が西本城沢に合流している。一方、災害発生地点以降では河床勾配は緩み、谷幅も徐々に広がっている。このような西本城沢の地形的特徴に対応して、河床は谷頭部から災害発生地点までは基盤岩が露出しているのに対し、災害発生地点の直ぐ下流からは砂礫に覆われた河床となっている(図8)。その結果、渓流水は災害発生地点までは比較的狭い流路を形成して岩盤上を集中的に流下しているが、それより下流方では複数の流路へと分散しながら流下している。また、砂礫河床では地中浸透により表流水が減少する可能性がある。渓流水が雪渓底部のトンネル形成に大きな役割を果たしていることを考えると、災害発生地点は、支沢からの流水の付加と岩盤河床上の集中的流下の効果によって、トンネルの効率的な形成・拡大が生じやすい場所であるものと考えられる。

次に、災害発生地点の兩岸の斜面に目を向けると、左岸側が比較的傾斜が緩い尾根状の斜面(散水斜面)であるのに対し、右岸斜面は急傾斜の谷状の斜面(集水斜面)であり、その延長も大きい。このことから、積雪期の雪崩による涵養を考えた



図8 災害発生地点周辺の西本城沢の河床状況。雪渓が完全に消失した2007年8月13日に撮影。河床上に示した閉曲線は2004年8月1日の崩壊域(概略)を示す。



場合、涵養量が右岸側に偏ることが推定される。一方、消耗の観点からみると、左岸側は南東向き斜面であるのに対し、右岸側は北西向き斜面であるので、雪渓表面における消耗量は左岸側の方が大きいものと推定される。現地調査の際に見られた残雪域の右岸側への偏在は、この涵養量と消耗量の偏りを反映したものではないかと考えられる。この地形条件に起因する涵養・消耗量の非対称性は、消耗末期の雪渓の構造的不安定性をもたらす可能性があると考えられ、これについては次節で考察する。

### 5.3 雪渓崩壊メカニズムの推定

前節で述べた地形条件に起因する涵養・消耗量の非対称性をふまえて、今回の災害をもたらした雪渓の大規模崩壊のメカニズムを考察する。

5.1 節で述べたように、2004 年消耗期は高温日が多く、しかも集中豪雨があったという気象条件の下、災害発生地点では雪渓底部のトンネルが7月末の時点で巨大化していたものと考えられる。この時の雪渓の横断面形状を現地調査結果や難を逃れた方の証言等から推定し、その模式図を図9に示す。この場所では雪渓本体は右岸側に偏在しており、この非対称性のため、両岸から橋を架けたいわゆるスノーブリッジ構造というよりも、むしろ右岸側の雪渓本体から左岸に向かって板状の庇を架けたような構造になっていたと推定される。3章で述べたように、トンネルの天井部分には厚さの薄い個所や完全に消失した個所が存在していたことが分かっている。また、消耗期の雪渓の側縁部と谷壁との間にはラントクルフトと呼ばれる隙間がしばしば形成される。もし、トンネル天井の消失部が拡大したり、ラントクルフトが著

しく拡大し左岸と雪渓がほとんど接触しない状態になったりしたならば、トンネル上部の庇状の積雪は左岸斜面からの支持力をほとんど失うことになるであろう。この場合、雪渓の横断面形状は、一端（右岸側）が固定支持され、他端（左岸側）が自由な片持ち梁状の構造に近くなる。実際に、片持ち梁状の構造は、雪崩涵養型雪渓のトンネル周辺部において出現することがあり、現地調査時にも崩壊現場よりも上流方の雪渓でも認められた。

トンネル上部が片持ち梁構造になった場合、庇状の積雪は、固定端（付け根）の上端と下端において自重による曲げ応力が最大となり（厚さが一定の均質な積雪層の場合）、固定端上端部に最大引張応力が、固定端下端部に最大圧縮応力が出現することになる（例えば淡路・深津, 2005）。乾いた高密度積雪では、同一密度の下では圧縮破壊強度の方が引張破壊強度よりも数倍以上大きい（Mellor, 1975）。消耗期の雪渓のような湿潤高密度積雪の破壊強度はこれまで未解明であるが、もし乾き雪の場合と同様に圧縮破壊強度の方が大きいとするならば、庇状の積雪は、最大引張応力が引張破壊強度を超えた時点で固定端上端部において引張破壊を起こすことになる。

以上が現地調査の結果等に基づいて推定した雪渓崩壊の発生メカニズムである。しかし、この中には推定の域を出ない点も多くあり、消耗期における雪渓の連続的な観測から大規模崩壊を引き起こすプロセスを明らかにし、吟味する必要がある。また、湿潤高密度積雪の破壊強度や雪渓内部の応力分布についても定量的な検討が必要である。

## 6. わが国における過去の雪渓崩落災害の特徴

1章で述べたように、これまで雪渓崩落災害に関して、発生件数、発生場所、発生時期、被災状況などを調査した研究は見られず、その実態や全体像は不明である。そこでここでは、1965年から2004年までの40年間にわが国で発生した雪渓崩落災害を主に新聞を用いて検索・抽出し、本災害の特徴をまとめた。この検索・抽出作業は膨大な作業量であり多くの時間を要したため、その途中段階において、新潟・富山・長野・群馬の4県分の結果をまとめて報告している（栗原ら, 2006）。

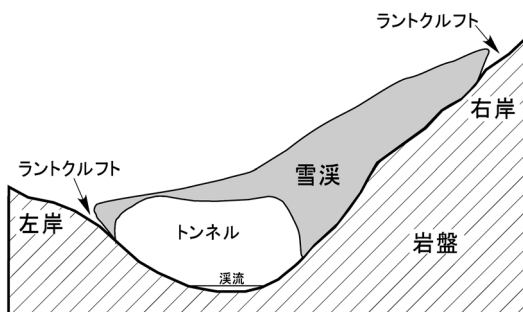


図9 災害発生直前の雪渓の横断面形状の模式図（推定図）。

本稿では、所期の検索・抽出作業が完了したので、部分的に前報と重複する箇所もあるが、上記4県に加えて、わが国で雪渓が存在するような山域のほとんどをカバーした結果として報告する。

### 6.1 検索・抽出の方法

検索に用いた新聞と検索期間を表1に示す。全国紙としてはデータベースが整備されている朝日新聞と(株)ジー・サーチのG-Searchデータベースサービスを用いた。G-Searchデータベースサービスでは、全国紙、地方紙、専門紙、スポーツ紙、経済誌など100紙誌以上についてデータベースを横断的に検索できる。また、地方紙としては、雪渓が存在する地域を考慮して表1の10紙を検索に用いた。これらの地方紙にはデータベース化されていないものも多く、縮刷版、マイクロフィルム、CD-ROMを用いて検索・抽出作業を行った。なお、全国紙も地方紙もデータベース化されているものは通年の記事を検索対象としたが、データベース化されていないものについては、この災害が雪渓の消耗過程において発生するものであるということを考慮し、5~10月を検索対象とした。

表1 雪渓崩落災害の検索に用いた新聞と検索期間。

	検索に用いた新聞名	検索期間
全国紙	朝日新聞データベース「聞蔵」	1984~2004
	朝日新聞戦後見出しデータベース	1965~1983
	G-Searchデータベースサービス	1984~2004
地方紙	北海道新聞記事データベース	1988~2004
	北海道新聞 縮刷版	1974~1988
	北海道新聞 マイクロフィルム	1965~1974
	河北新報データベース KD	1991~2004
	山形新聞 縮刷版	1989~2004
	山形新聞 マイクロフィルム	1965~1988
	福島民報 CD-ROM	2002~2004
	福島民報 縮刷版	1976~2002
	福島民報 マイクロフィルム	1965~1976
	新潟日報 マイクロフィルム	1988~2004
	新潟日報 縮刷版	1966~1977
	新潟日報 マイクロフィルム	1965
	上毛新聞記事データベース	1990~2004
	上毛新聞 マイクロフィルム	1965~1989
	信濃毎日新聞統合データベース	1995~2005
	信濃毎日新聞 マイクロフィルム	1989~1995
	信濃毎日新聞アーカイブス	1965~1988
	富山新聞データベース	1993~2004
	富山新聞 縮刷版	1965~1992
	北国新聞データベース	1993~2004
北国新聞 縮刷版	1965~1992	
岐阜日日新聞/岐阜新聞 マイクロフィルム	1965~2004	

新聞記事から雪渓崩落災害を抽出するにあたり、雪渓の崩壊によって発生する災害にはブロック雪崩災害の範疇に入る事例もあるため、基準を設け両者を区別する必要がある。1章で述べた長谷川(1958)の「雪渓崩れ」という分類もその定義が記載されていないため定かではないが、雪渓崩落とブロック雪崩の両者が含まれている可能性がある。和泉ら(2002)は「ブロック雪崩の大きな特徴は崩落した雪塊が壊れながらもブロック状態を保って流下・堆積することにある」としている。そこで本研究では、災害発生時の雪塊の運動形態に着目し、崩壊した雪塊が斜面を転がり落ちる過程で人を死傷させた事例についてはブロック雪崩災害として扱い、雪渓崩落災害には含めないこととした。すなわち、雪渓の崩壊場所もしくはその直近において被災した事例を雪渓崩落災害として取り扱った。

### 6.2 災害事例の抽出結果とその特徴

新聞検索から明らかになった1965年から2004年までの40年間にわが国で発生した雪渓崩落災害を発生年月日順に表2にまとめた。表2において、発生場所の市町村名は災害発生当時のものである。また、発生地点の標高は、記事に記載されていない事例もあったため、一部については記事内容から推定したものである。記事から地点が厳密に特定できない事例では、標高に幅を持たせて表現した。さらに、表2には被災形態を「誘発崩落型」と「自然崩落型」に分類して示している。ここで誘発崩落型とは、雪渓上を歩いていて足元の雪が崩壊して被災したケースを意味する。一方、荒沢岳の災害と同様に雪渓底部のトンネル内や雪渓の脇にいたときに雪渓が崩壊して被災したケースを自然崩落型と呼ぶことにした。

これらの災害事例から明らかになった雪渓崩落災害の特徴を以下に述べる。

#### (1) 発生件数

過去40年間に雪渓崩落災害は、1道10県で45件発生している。これによる被災者は合計62人であり、その内訳は死者33人、負傷者27人、被災程度不明2人である。1年間あたりの発生件数と被災者数はそれぞれ1.1件、1.6人となる。

道県別発生件数を表3に示す。群馬県(13件)と富山県(12件)で発生件数が特に多いことが分



表 2 1965 年から 2004 年までの 40 年間にわが国で発生した雪渓崩落災害の一覧.

年月日時刻	道県	発生場所	標高	入山目的	被災形態	死者	負傷	被災者の年 齢	災害発生時の状況
1965/8/14 11:15	群馬	水上町 谷川岳マチガ沢 S 字状大滝	1100m	登山	誘発崩落	1		男 (19)	雪渓が陥没し、4 人パーティのうち 1 人が直径 5.6 m の雪の塊の下敷きとなり死亡.
1966/9/11 10:45	長野	安曇村 大喰岳	3000m	登山	誘発崩落		1	女 (27)	大喰岳を縦走中のパーティ 2 人のうち 1 人が雪渓で写真を撮ろうとしたところ雪が崩れたため沢に落ち、岩場で全身を打って重傷.
1969/7/18 9:00	富山	立山町 鯉岳三ノ沢	2300m	登山	誘発崩落		1	男 (21)	雪渓が割れたため約 5 m 下の雪と岩のすき間に転落した. 右手くすり指切斷で 1 ヶ月の怪我.
1969/7/30 16:15	富山	立山町 立山タンボ沢	2000m	登山	誘発崩落		1	男 (17)	パーティ 18 人が長さ 1.5 m のスノーブリッジを渡っていたところ、1 人がスノーブリッジとともに約 3 m 下に転落し、全身打撲で死亡.
1969/10/15 10:40	長野	白馬村 白馬岳白馬大雪渓	1700m	旅行	自然崩落	3		男 (17) 男 (17) 男 (16) 男 (16)	修学旅行で雪渓のスノーブリッジの下で記念撮影をしていたとき、幅 5~6 m、厚さ 3 m の雪の塊の下敷きとなり、3 人が死亡、1 人が重傷.
1970/6/28 10:00	富山	宇奈月町 黒部溪谷榎平と阿曾原の中間	750m	登山	自然崩落	1	1	男 (20) 男 (21)	スノーブリッジの下を歩行中、高さ 2.5 m のブリッジから雪塊が落下し、2 名が下敷きとなった。1 名は自力で脱出したものの重傷、もう 1 人は雪もろとも沢に落ちて死亡.
1970/7/18 7:00	群馬	水上町 マチガ沢 F4 上部	1200~1850m	登山	誘発崩落		1	男 (23)	厚さ 1~3 m の雪渓上を登はん中に雪渓を踏み抜き 15 m 四方にわたって陥没、圧死.
1970/8/3 9:30	新潟	大和町 水無川上流滝ノ沢	850m	登山	自然崩落	2		男 (26) 男 (27)	男女 4 人のパーティに雪渓が崩れ落ち 20 m の雪の塊が、2 人の上に着て死亡.
1971/5/22 14:30	新潟	村松町 上杉川	不明	山菜取り	誘発崩落		1	女 (42)	集落から約 10 キロ奥の山へゼンマイ取りに行った際に雪渓から落ち、全身打撲で重傷.
1971/7/12 16:30	岐阜	上宝村 滝谷の滑滝上方	2350m	登山	誘発崩落	不明	不明	男 (22) 男 (22)	パーティ 3 人で滑滝上方を登っていたところ、雪渓が崩れたため、2 名が転落した。難をのがれた 1 名が事故を神岡署に報告、救助隊を編成し、救助に向かったが安否については不明.
1971/9/5 6:00	群馬	水上町 一ノ倉沢本谷の衛立前沢出合い	1150m	登山	誘発崩落		1	男 (27)	6 人が衛立前沢出合い付近の雪渓を登っていたところ、長さ 3 m、幅 10 m にわたって雪渓が陥没し、1 人が崩れ落ちた約 10 トンの雪に巻き込まれ死亡.
1974/7/22 不明	富山	宇奈月町 鯉岳仙人谷	1600~2000m	登山	誘発崩落		1	男 (36)	仙人谷で道に迷った男性が道を探しに行く途中で空洞になっている雪渓を踏みはずし、約 15 m 下の谷に転落。頭、首、背中などを強打し 1 ヶ月の怪我.
1974/7/30 12:10	富山	魚津市 片貝川上流の阿部本谷	1000m	リーダー講習会	自然崩落		1	男 (13)	野外活動リーダー講習会に参加していた中学生の頭上の雪渓（オーバーハンク状）が厚さ 2 m、幅 5 m、長さ 5 m にわたり崩壊。雪塊を背中を受けて約 1 m 下の河原に転落。脊椎骨折で死亡.
1975/5/7 12:30	富山	上町町 千石地内の千石川支流二ノ谷	400m	山菜取り	誘発崩落		1	男 (42)	山菜採りを行っていた男性が急傾斜の雪渓を登っていた際に足元の雪渓が崩れ、雪のブロックとともに 25 m 下に転落。頭を強く打っており、救出されたが山途中で死亡.
1975/5/29 早期	新潟	津南町 辰ノ口大又地内清水沢	250~550m	山菜取り	誘発崩落		1	男 (33)	雪渓を渡ろうとした際に、雪に穴が空き転落。周りの雪約 1 トンが胸の上に落ち圧死.
1975/8/3 12:50	群馬	水上町 谷川岳幽ノ沢出合い	900m	旅行	自然崩落		1	男 (26) 男 (25)	雪渓の写真撮影をしている最中、高さ 4 m、幅 10 m にわたり雪が崩れ落ちたため下敷きとなった。1 人は圧死、1 人は重傷.
1975/9/27 11:10	富山	立山町 黒部別山沢出合	1500m	登山	誘発崩落		1	女 (22) 男 (24)	スノーブリッジ上を登山中の男性がブリッジ崩落のために約 7 m 下に転落。その際、沢へ水をくみに来っていた女性が上から落ちてきた雪塊に埋まり死亡。男性は腰を打って歩行不能の重傷.
1976/7/17 18:00	群馬	水上町 谷川岳マチガ沢 S 字	1100m	スキー	誘発崩落		1	男 (27)	雪渓でスキーをして帰る途中で、男性 2 人が雪渓の陥没に巻き込まれた。1 人が崩落してきた雪塊で右足を折って 3 ヶ月の怪我.
1978/7/31 10:40	富山	立山町 鯉岳東側の北股	2000m	登山	自然崩落		2	女 (23) 男 (35)	パーティ 4 人のうち 2 人が、長さ 30 m、幅 15 m、厚さ 4 m のスノーブリッジの下を歩行中、頭上の雪が崩れて雪塊の下敷きとなり、1 人は即死。もう 1 人も間もなく死亡.
1981/7/26 10:45	富山	大山町 針ノ木岳針ノ木雪渓	1892m	登山	自然崩落		1	男 (18)	雪渓を背に写真を撮りながら登っていたところ、縦、横とも約 5 m、重さ約 30 t の雪ブロックの下敷きとなり死亡.
1981/7/26 9:30	山形	小国町 朝日連峰毛無沢	740~1300m	登山	自然崩落		2	男 (25) 男 (21)	パーティ 4 人のうち 2 人が、幅約 10 m、厚さ約 3 m の雪渓を登ろうとしたところ、雪塊が落下し、1 人が背中を強く打って動けない状態、もう 1 人も肩を脱臼する怪我.
1981/8/13 10:30	富山	朝日町 朝日岳柳又谷の大ナル谷出合	1500m	登山	自然崩落		1	男 (33)	スノーブリッジの下を歩行中に幅約 2 m、長さ約 30 m にわたりブリッジが崩れ、下敷きとなり死亡.
1983/7/24 早期	群馬	水上町 谷川岳幽ノ沢	900~1150m	登山	誘発崩落		2	男 (46) 男 (24)	パーティ 7 人で幽ノ沢を登っていたところ、雪渓が崩れたため、先頭を歩いていた男性 2 人が約 5 m 転落した。1 人が左足を折る怪我、もう 1 人が肋骨を折る怪我.
1986/8/28 11:45	北海道	静内町 日高山系ナナン沢	1040m	登山	自然崩落		1	男 (20)	パーティ 3 人でナナン沢のスノーブリッジ内を通過中、スノーブリッジの一部が崩れ、広さ約 6 m、厚さ 40 cm ほどの雪塊が男性を直撃し、胸部圧迫で死亡.
1987/6/6 8:00	群馬	水上町 谷川岳幽ノ沢大滝	1000m	登山	誘発崩落		1	男 (37)	スノーブリッジ上を歩いていた男性が 8 m 下の雪渓に転落し、死亡.
1987/7/19 12:20	群馬	水上町 谷川岳マチガ沢 S 字	1100m	スキー	誘発崩落		1	男 (38)	スキーをかついで雪渓の上を歩いていた男性が、足元の雪が崩れ落ちたため、雪渓下の岩場に 3 m 転落。腰の骨を折って重傷.
1987/8/13 14:30	山形	小国町 梅花皮小屋から約 700 m 下の雪渓	1500m	登山	誘発崩落		1	男 (50)	登山仲間 2 人と一緒に梅花皮小屋に向かう途中、足元の雪渓が崩れ、男性 1 人が尻に転落。男性は左太ももを骨折する怪我.
1991/8/11 午前	群馬	水上町 谷川岳大倉沢二又	1350m	登山	自然崩落		1	男 (36)	仲間 3 人とスノーブリッジをくぐった際に、雪が崩壊し最後の男性が約 10 m の雪の下敷きになった。首の骨を折り死亡.
1993/5/23 午前	山形	飯豊町 手ノ子沢川上流付近	不明	山菜取り	誘発崩落		1	男 (53)	切り立った沢の上から雪底に転落し、崩れた雪の下敷きになったとみられる。沢の底の雪庇の下で遺体を発見.
1993/5/29 12:00	福島	伊南村 内川の深瀬沢 国道 352 号から約 1 km 北西に上った地点	800m	山菜取り	自然崩落		1	女 (43)	山菜を採り終え下山途中で厚さ約 5 m、幅約 14 m、長さ約 15 m の雪渓の脇を通ったところ、大きな雪の塊が崩れ落ちた。雪塊が女性を直撃し、死亡.
1993/8/13 13:00	長野	白馬村 白馬岳白馬大雪渓	1600~2200m	登山	誘発崩落		1	男 (58)	雪渓を踏み抜き約 4 m 下の岩場に転落。頭や足を怪我.
1993/8/14 10:00	山形	小国町 ほん石転び沢	1700m	登山	誘発崩落		1	男 (63)	雪渓にさしかかった際に足元の雪渓が崩壊し、20 m 下に転落。腰を強く打つ怪我.
1996/6/16 不明	群馬	水上町 谷川岳一ノ倉沢衛立岩	1200m	登山	誘発崩落		2	男 (53) 女 (42)	雪渓（幅約 300 m、長さ約 700 m）を渡っている時、長さ約 20 m、幅約 5 m にわたって足元の雪が崩れて約 10 m 転落。雪塊に挟まり死亡.
1996/7/14 7:35	群馬	水上町 谷川岳白毛門沢	1000m	登山	自然崩落		1	男 (22)	高さ約 3 m のスノーブリッジの下で、幅 2 m、奥行 2 m の雪が崩れ、男性を直撃。背中を強く打って死亡.
1996/10/11 13:00	富山	宇奈月町 鯉岳仙人池ヒュッテ付近	1600m	登山	誘発崩落		1	男 (38)	雪渓の割れ目により約 10 m 転落し、崩落した雪の下敷きとなり重傷.

表 2 (続き).

年月日 時刻	道県	発生場所	標高	入山目的	被災形態	死者	負傷	被災者の 年 齢	災害発生時の状況
2000/7/22 10:00	群馬	水上町 谷川岳芝倉沢出合	1000m	登山	誘発崩落	1		女 (32)	外国人グループ7人のうち3人が崩れたスノーブリッジとともに2m 余り転落。1人が内臓破裂などで重傷。
2000/8/15 9:15	石川	尾口村 白山山系の奥長倉	1500m	登山	自然崩落	1	1	男 (59) 男 (58)	男性4人、女性2人で沢沿いを上流に向かっている途中、雪渓が長さ 5~6m、幅3~4mにわたって崩れ、2人が下敷きになった。1人 は即死。もう1人も肋骨などが折れて3週間の怪我。
2000/8/15 13:30	富山	立山町 黒部峡谷	1500m	登山	誘発崩落	1		男 (55)	雪渓を渡っていたところ崩落に遭い、約30m下の谷底に転落。背骨や 腰などの骨折で重傷。
2000/8/16 16:30	山形	遊佐町 烏海山 矢島口登山道8合目付近	1800m	登山	自然崩落	1		男 (43)	アーチ状になっていた雪渓の一部が崩れ、雪塊に当たり、右脚を骨折 するなどの重傷。
2001/7/5 12:00	群馬	水上町 谷川岳ヒツゴー沢	750~ 1450m	登山	自然崩落	2		男 (45) 男 (40)	男性2人が、高さ約10m、幅約30m、長さ約20mのスノーブリッジの 下を歩いていたところ、頭上の雪が崩れ落ち、1人重体、1人大怪我。
2001/8/13 13:00	北海道	西興部村 ウエンシリ岳 通称「氷のトンネル」	400m	旅行	自然崩落	1		男(不明)	高さ約36m、幅約157m、長さ約60mのスノーブリッジが、入口から約 17mにわたって崩れ落ち、中にいた男性1人が左足に軽い怪我をした。
2002/7/24 15:00	秋田	矢島町 烏海山	1440m	遺体収容 作業	誘発崩落	1		男 (47)	足元の雪渓が突然崩れ、約3m下に転落。腰の骨を折る大けが。
2003/5/24 10:00	山形	小国町小玉川 中の俣川 通称「入り滝沢」の斜面	450~ 800m	山菜取り	誘発崩落	1		男 (76)	雪渓を横断中に雪が崩落し、約15m下に落下。右足の大腿部など多発 骨折による外傷性ショックで死亡。
2003/6/17 7:45	山形	小国町 石飯び沢出合下部 梅花皮沢と俣川の合流部付近	700m	登山	誘発崩落	1		女 (69)	雪渓を歩いていたところ、足元の雪が崩落し、2~3m下の沢に転落。 約1ヶ月後、2km下流の浅瀬で遺体で発見。
2004/8/1 11:30	新潟	湯之谷村 荒沢岳西本城沢	1000m	写真撮影	自然崩落	3	1	男 (64) 男 (57) 男 (50)	スノーブリッジが崩落し、その下で写真撮影していた4人が雪塊の下 敷きになった。3人は生き埋めとなり死亡。1人は自力で脱出し頭な どに軽傷。

表 3 雪渓崩落災害の道県別・月別発生件数.

発生日	北海道	秋田	山形	福島	新潟	群馬	長野	富山	石川	岐阜	合計
5月	0	0	2	1	2	0	0	1	0	0	6
6月	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	4
7月	0	1	1	0	0	7	0	6	0	1	16
8月	2	0	3	0	2	3	1	2	1	0	14
9月	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
10月	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
合計	2	1	7	1	4	13	3	12	1	1	45

表 4 雪渓崩落災害の道県別・入山目的別発生件数. 括弧内の数値は被災者数を表す.

	登山	スキー	山菜採り	旅行	写真撮影	遺体収容	講習会	合計
北海道	1 (1)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (2)
秋田	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	1 (1)
山形	5 (6)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7 (8)
福島	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)
新潟	1 (2)	0 (0)	2 (2)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	4 (8)
群馬	10 (13)	2 (2)	0 (0)	1 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	13 (17)
長野	2 (2)	0 (0)	0 (0)	1 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (6)
富山	10 (13)	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	12 (15)
石川	1 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2)
岐阜	1 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2)
合計	31 (41)	2 (2)	6 (6)	3 (7)	1 (4)	1 (1)	1 (1)	45 (62)

かる。被災者数も群馬県(17人)と富山県(15人)が圧倒的に多い(表4)。図10に示した年別発生件数からは、多い年で年間4件発生しているが、半数近い19年で発生がみられないことが分かる。

## (2) 発生時期と発生時刻

雪渓崩落災害は5~10月にかけて発生してお

り、特に7月(16件)と8月(14件)に件数が多い(表3)。山形県、福島県、新潟県、富山県では、5月という早い時期にも災害事例がみられるのに対し、長野県ではすべての災害が8~10月に発生しており、地域によって災害の発生する時期に違いがみられた。

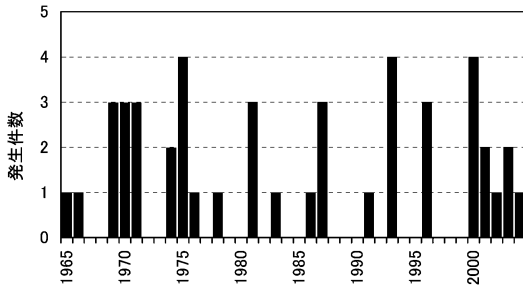


図 10 雪渓崩落災害の年別発生件数.

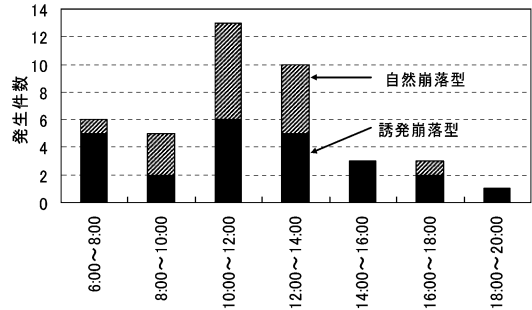


図 11 雪渓崩落災害の時間帯別発生件数.

発生時刻が分かっている 41 事例を対象として、図 11 に時間帯別の発生件数をまとめた。表 2 において発生時刻が「朝」または「早朝」と記入されている事例については 6~8 時の時間帯に含めたが、「午前 (2 件)」、「不明 (2 件)」と記入されている事例について図 11 から除外した。雪渓崩落災害は 6~18 時の間に発生しているが、その中でも特に 10~14 時の時間帯で発生件数が多く、全体の 56% を占めている。

(3) 発生場所と入山目的

大部分の災害は北アルプス (15 件)、谷川山系 (13 件)、飯豊連峰 (3 件)、越後山脈 (2 件)、鳥海山 (2 件) などに位置する山岳地 (2000~3000 m 級) に形成された雪渓で発生している。新聞記事の内容や発生地域の地形条件から判断して、これらの雪渓の多くは雪崩涵養型雪渓であると考えられる。発生地点の標高は数 100 m から 3000 m までばらついているが、山域毎にみると、例えば北アルプスでは 1500~2000 m に、谷川山系や越後山脈では 1000 m 前後に多くの事例が集中しているという特徴がある。

入山目的別の発生件数 (表 4) をみると、全件数の約 69% に当たる 31 件が登山目的 (登山の中には沢登りとロッククライミングも含まれている) で入山し被災した事例である。登山以外では、山菜採り、旅行、スキー、遺体収容作業、写真撮影を目的として入山した事例であり、野外活動リーダー講習会に参加していた中学生が被災した事例もある。山菜採りの事例は山形県、福島県、新潟県、富山県で合計 6 件みられ、これらはすべて 5 月に発生している。

(4) 被災形態

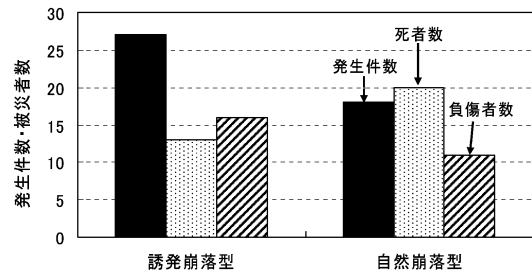


図 12 雪渓崩落災害の被災形態別発生件数・死者数・負傷者数.

図 12 に被災形態別の発生件数、死者数、負傷者数を示す。誘発崩落型が 27 件 (死者 13 人、負傷者 16 人、被災程度不明 2 人)、自然崩落型が 18 件 (死者 20 人、負傷者 11 人) であり、誘発崩落型で被災するケースの方が多いことが分る。しかし、災害 1 件当たりの被災者数は、誘発崩落型が 1.1 人、自然崩落型が 1.7 人であり、自然崩落型の方が多。これは、誘発崩落型では全件数の 85% が単独の被災であるのに対し、自然崩落型では単独の被災は全件数の 50% に留まっていることに対応している。また、両ケースそれぞれについて死者数を被災者数で割った値は、誘発崩落型が 45% (被災程度不明 2 人については除外した)、自然崩落型が 65% であり、被災した場合に死に至る危険性は自然崩落型の方が大きいといえる。

前述した発生時刻を被災形態別にみると、自然崩落型の 10~14 時への集中度が著しく高く、自然崩落型の全件数の 71% を占めていることが特徴的である (図 11)。災害の原因には数多くの因子が存在するため決定的なことは言えないが、自然崩落型の 10~14 時への集中は、自然条件下で



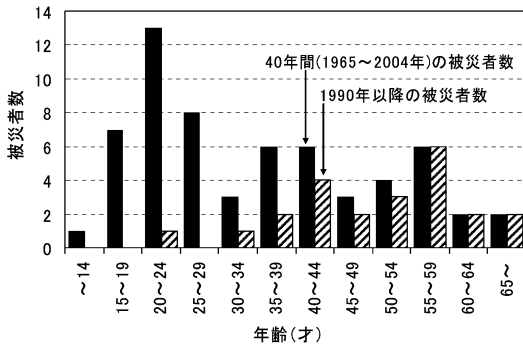


図 13 雪渓崩落災害の年齢別被災者数。

の雪渓崩壊がこの時間帯に活発化することを意味している可能性がある。それに対して人間の行動に伴って起きる誘発崩落型は、あえて言うならば、早朝から夕方まで幅広い時間帯で発生しているとみなすことができる。

#### (5) 被災者の年齢構成

年齢別の被災者数を図 13 に示す。ここでは、年齢が不明である被災者 1 名は除外している。過去 40 年間全体では、10 代、20 代に被災者が集中しており、これらが全被災者の約半数を占める。しかし、近年では被災者の年齢に変化がみられており、1990 年以降の被災者の年齢に着目すると 10 代、20 代の被災者はわずか 1 名であるのに対し、中高年層（40 代以上）の被災者は 19 名に達している。特に、50 代以上の人々が被災した災害は、1 事例を除くとすべて 1990 年以降に発生している。このような被災者の年齢構成の顕著な変化、換言すれば近年の中高年層の被災多発傾向は山岳遭難全体にわたっていえることであり、その背景には 1990 年代以降の中高年層を中心とした第二次登山ブーム（斎藤，2004）があるものと考えられる。青山（2007）によると、全山岳遭難者に占める中高年者の割合は、1980 年には 24% 程度と低かったが、その後の第二次登山ブームの影響を受けて急激に増加し、1999 年には約 80% に達している。この事実、雪渓崩落災害も含めた山岳遭難の防止軽減対策のあり方を考える上で無視できない点であろう。

#### 6.3 過去の災害事例からみた荒沢岳の災害の特徴

2004 年 8 月 1 日 11 時 30 分頃に発生した荒沢岳における自然崩落型の災害は、過去の災害事例

からみると、その発生時期や発生時刻はこの種の災害の発生頻度が高い時期・時刻とほぼ一致している。発生場所については、荒沢岳では 2004 年より前には災害事例が認められないものの、その近傍の越後駒ヶ岳の水無川上流滝ノ沢（標高 850 m）では 1970 年 8 月 3 日に自然崩落型の災害（2 人死亡）が発生している。雪崩涵養型雪渓が数多くみられる越後山脈は雪渓崩落災害の危険性が潜んでいる山域であると言えるであろう。また、荒沢岳の被災者は 50～64 歳の中高年層であり、近年の山岳遭難者の傾向と一致している。

荒沢岳の災害で特徴的なことは死傷者の多さである。過去 40 年間に発生した 45 件の災害の中では、1969 年 10 月 15 日に北アルプス白馬大雪渓で修学旅行中の高校生が被災した事例と並んで死傷者（死者 3 人、負傷者 1 人）が多い事例であった。

また、被災者が写真撮影目的の集団であったことも特徴的であり、45 件の災害事例の中では唯一である。被災した 4 人に難を逃れた 2 人を加えた 6 人の写真愛好家は、3 章で述べたようにツアーリーダーが存在するような組織化された集団ではなかった。このことと入山目的が写真撮影であったことを直接結びつけることはできないが、少なくとも団体行動が重視される集団登山ではパーティを統率するリーダーが存在し、安全管理を行うのが一般的であろう。リーダー不在のグループでは、集団依存の心理（結束を乱すことを強くおそれる心理）が働き危機意識が低下することが指摘されている（山村，2005）。偶然にも 4 人の死傷者を出した北アルプス白馬大雪渓のケースも登山を目的とした集団ではなく、修学旅行中の高校生集団が被災したものである。荒沢岳の災害は、写真撮影を目的としたリーダー不在の集団であったことが決定的要因であったとは言えないまでも、全く無関係ではないであろう。

#### 7. まとめと今後の課題

本研究では、2004 年 8 月 1 日に新潟県の荒沢岳西本城沢で発生した雪渓崩落災害（3 人死亡、1 人負傷）に関して、災害調査の結果をまとめるとともに、雪渓の大規模崩壊と気象や地形との関係を考察した。また、これらに基づき今回の災害をもたらした大規模崩壊のメカニズムを推定した。さ

らに、過去の雪渓崩落災害の発生状況を新聞等の検索から調べ、その特徴をまとめた。本研究により明らかになった主な知見は以下のとおりである。

- (1) 大規模崩壊が発生した荒沢岳西本城沢の雪渓は標高 1000~1010 m に位置し、長さ約 90 m (沢方向)、幅 5~35 m 程度であった。崩壊域の規模は、長さ約 29 m、最大幅約 12 m であり、その面積は約 220 m<sup>2</sup>であった。
- (2) 崩壊した雪塊の硬度は 1~6 MPa であり、平地積雪における融雪期の濡れざらめ雪の硬度に比べて著しく大きかった。また、雪塊の密度は 660~720 kg m<sup>-3</sup> (濡れ密度、含水率 7~12%) であり、この値を用いると崩壊部全体の質量は約 150~230 ton と見積もられる。
- (3) 2004 年夏季 (災害発生前) の気象の特徴としては、高温日が多かったことと集中豪雨に見舞われたことがあげられる。成瀬ら (1976) による雪渓底部のトンネル拡大過程の観測結果から判断すると、これらの気象の特徴は、雪渓下部からの消耗を促進させトンネルを巨大化させる上で好都合であったものと推定される。
- (4) 災害発生地点は、岩盤河床における渓流水の集中的流下と支沢からの流水の付加との効果によって、トンネルの効率的な形成・拡大が生じやすい場所であると考えられる。また、大規模崩壊が発生した雪渓は、地形条件に起因する雪の涵養量と消耗量の偏り (右岸側と左岸側の大きな差異) によって、トンネルが拡大する消耗末期には構造的不安定性が増す可能性がある。このことと現地調査結果から、今回の大規模崩壊は、トンネル上部の雪が片持ち梁状の構造となり、その固定端 (梁の付け根) 上端部付近における引張応力が雪の引張破壊強度を超えたため発生したものと推定される。
- (5) わが国では、過去 40 年間 (1965~2004 年) に 1 道 10 県で合計 45 件の雪渓崩落災害が発生しており、62 人の被災者 (死者 33 人、負傷者 27 人、被災程度不明 2 人) が出ている。発生件数と発生時期は、群馬県 (谷川山系) と富山県 (北アルプス)、7~8 月でそれぞれ多く、

全件数の約 70% が登山目的の入山者が被災した事例である。被災時の状況に着目すると、誘発崩落型 (雪渓上を歩いていて被災) と自然崩落型 (トンネル内や雪渓の脇で被災) に大別することができ、後者の方が前者に比べて災害 1 件当たりの被災者数が多く、しかも被災した場合に死に至る危険性が高い。被災者の年齢は 1990 年頃を境に大きく変化し、近年では中高年層の被災者が圧倒的に多い。

- (6) 2004 年 8 月の荒沢岳の災害は、過去 40 年間の災害事例からみると、1969 年の白馬大雪渓の事例と並んで死傷者数が多い事例であった。また、発生時期や発生時刻については、この種の災害の発生頻度が高い時期・時刻とほぼ一致していた。

以上のように、本研究では荒沢岳の災害を契機として雪渓崩落災害の研究に初めて取り組み、現地調査や過去の災害分析から雪渓崩落災害の実態や特徴に関して複数の知見を得ることができた。今後、これらの知見を活かし、効果的な雪渓崩落災害の防止対策を検討し、それを実行に移していくことが必要である。その中でも、消耗過程における雪渓崩壊の危険性に関する情報提供や注意喚起の手法の検討は極めて重要であろう。また、雪渓の大規模崩壊の発生メカニズムを解明し、それに基づいた崩壊危険度の評価手法を考案することも望まれる。発生メカニズムの解明にあたっては、本研究を通して解決すべき複数の課題が浮かび上がってきた。まず、消耗期における雪渓の連続的な観測から、大規模崩壊を引き起こすプロセスを正しく理解する必要がある。また、湿潤高密度積雪の破壊強度に関しては、これまでほとんど研究がなされていない状況にあるが、雪渓崩壊を定量的に議論する上でこの解明は避けて通れない。さらに、消耗期のトンネル周辺における雪渓内部の応力分布を明らかにすることも必要である。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、災害現地調査では新潟大学大学院自然科学研究科の庄司淳博士 (現在、(株)プロテックエンジニアリング) に、雪渓

崩落災害事例の調査では新潟大学災害復興科学センターの伊豫部勉博士にご協力いただいた。また、電源開発株式会社からは、奥只見気象観測所の気象データを提供していただいた。さらに、2名の匿名査読者からは、本稿に対して貴重なコメントをいただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げる次第である。なお、本研究は、平成17・18年度(財)日本積雪連合調査研究委託事業「山岳雪渓の崩壊現象の解明と雪渓崩落事故防止対策の提案」、及び新潟大学大学院自然科学研究科地球温暖化地域学寄附講座研究助成金「地球温暖化に伴って顕在化・多発化する新潟地域の雪氷災害の研究」からの助成を受けて実施された。

## 文 献

- 青山千彰, 2007:「監視庁データ」にみる山岳遭難事故の全体像。山岳遭難の構図, 東京, 東京新聞出版局, 15-32.
- 淡路英夫・深津鋼次, 2005: 考え方を身につける材料力学。東京, 森北出版, 137pp.
- 長谷川芳郎, 1958: 山岳遭難の統計。登山講座第二巻, 川崎隆章編, 東京, 山と溪谷社, 172-184.
- 石井吉之・野村 睦・兒玉裕二, 1990: 大雪山ヒサゴ雪渓における融雪水の流出。平成2年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集, 103.
- 和泉 薫・小林俊一・永崎智晴・遠藤八十一・山野井克己・阿部 修・小杉健二・山田 穰・河島克久・遠藤 徹, 2002: 2000年6月新潟県浅草岳で発生したブロック雪崩災害の実態。雪氷, **64**, 39-47.
- Kawashima, K., 1997: Formation processes of ice body revealed by the internal structure of perennial snow patches in Japan. Bulletin of Glacier Research, **15**, 1-10.
- Kawashima, K., Endo, T. and Takeuchi, Y., 1998: A portable calorimeter for measuring liquid-water content of wet snow. Annals of Glaciology, **26**, 103-106.
- 気象庁, 2004: 夏(6~8月)の天候。気象庁報道発表資料(平成16年9月1日), 11pp.
- 栗原 靖・河島克久・和泉 薫・伊豫部勉, 2006: 日本における過去40年間の雪渓崩落災害(1) —新潟・富山・長野・群馬県の災害の特徴—。寒地技術論文・報告集, **22**, 55-60.
- 前野紀一, 1986: 雪の物性。基礎雪氷学講座I, 雪氷の構造と物性, 前野紀一・福田正己編, 東京, 古今書院, 156-198.
- Mellor, M., 1975: A review of basic snow mechanics. IAHS Publ., 144, 251-291.
- 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年)。低温科学, 物理篇, **34**, 147-162.
- 斎藤惇生, 2004: 中高年登山の現況と行方。山の世界, 梅棹忠夫・山本紀夫編, 東京, 岩波書店, 43-52.
- Takeuchi, Y., Nohguchi, Y., Kawashima, K. and Izumi, K., 1998: Measurement of snow hardness distribution. Annals of Glaciology, **26**, 27-30.
- 山田哲哉, 2005: 雪渓の歩き方。ヤマケイ・テクニカルブック登山技術全書②, 縦走登山, 東京, 山と溪谷社, 74-77.
- 山村武彦, 2005: 人は皆「自分だけは死なない」と思っている—防災オンチの日本人—。東京, 宝島社, 221pp.



**Investigation of collapse accidents of snow patches in Japan :  
report on an accident at Mt. Arasawa on August 1, 2004,  
and casualty analysis for the past 40 years**

Katsuhisa KAWASHIMA<sup>1)</sup>, Yasushi KURIHARA<sup>2)\*</sup> and Kaoru IZUMI<sup>1)</sup>

*1) Research Center for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University,  
Nishi-ku, Niigata 950-2181*

*2) Graduate School of Science and Technology, Niigata University,  
Nishi-ku, Niigata 950-2181*

*\* Present address : Disaster Prevention Technology Division,  
Railway Technical Research Institute, Kokubunji, Tokyo 185-8540*

**Abstract:** A collapse accident of a snow patch occurred at Mt. Arasawa, Niigata Prefecture, on August 1, 2004. This accident claimed the lives of 3 amateur photographers who were taking photographs within a large snow tunnel formed by the snow melting underneath the snow patch. Since such accidents have not been studied thus far, we carried out firsthand observations at the accident site on Mt. Arasawa on August 3, 2004. In addition, data and information related to collapse accidents of snow patches in Japan were collected from national and local newspaper articles. We then carried out a statistical analysis of data for the past 40 years from 1965 to 2004 to reveal the characteristics of this type of accident. A survey of the snow patch on Mt. Arasawa indicated that the collapsed snow area was as large as 220 m<sup>2</sup>, and the mass of the collapsed snow was estimated to be 150-230 ton. Since the roof of the snow tunnel may have become a cantilever structure immediately before the accident, this type of large-scale collapse was presumed to be caused by tensile fracture at the fixed end of the roof because of its weight. From the casualty analysis, data for 45 accidents and 62 casualties of snow patch collapses were compiled for the past 40 years. It was clarified that there were many accidents and casualties in the Gunma Prefecture (Mt. Tanigawa) and Toyama Prefecture (Northern Japanese Alps). As compared to accidents over the last 40 years, the accident at Mt. Arasawa in 2004 is characterized by the largest number of fatalities.

(2009年5月4日受付, 2009年7月29日改稿受付, 2009年8月27日受理,  
討論期限2010年5月15日)