

## 研究ノート

# 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

和泉 薫<sup>1)</sup>, 小林 俊一<sup>1)</sup>, 永崎 智晴<sup>2)</sup>, 遠藤 八十一<sup>3)</sup>,  
山野井 克己<sup>3)</sup>, 阿部 修<sup>4)</sup>, 小杉 健二<sup>4)</sup>, 山田 穰<sup>4)</sup>,  
河島 克久<sup>5)</sup>, 遠藤 徹<sup>5)</sup>

## 要 旨

新潟県北魚沼郡入広瀬村の浅草岳において、2000年6月18日、山菜取り遭難者の遺体搬出作業中の捜索・救助隊がブロック雪崩に襲われて4名が死亡した。ブロック雪崩発生前後の映像解析や現地調査から、発生量は $32\text{ m}^3$  (重量21 ton)と算定され、記録上最大規模のブロック雪崩であることがわかった。この地域の山岳地は近年にない多雪で融雪が約1ヶ月遅れ、気温が上昇した5、6月に多量の残雪が急速に融解した。この災害は、急斜面の残雪が融雪末期のいつ崩落してもおかしくない不安定な状態の時に、その直下で多人数が作業を行っていたため発生したものである。

運動シミュレーションから、雪渓末端の被災地点における速度は $12\sim 35\text{ m/s}$ 、到達時間は $10\sim 33$ 秒と計算された。雪崩に気付くのが遅れたとするとこの到達時間では逃げ切れない。また、雪ブロックの衝撃力は、直径50 cmの球形で速度が $12\text{ m/s}$ の時でも約3 tonfと計算されたので、直撃を受ければ人は死傷を免れないことがわかった。

また、これまでほとんど研究がされていないブロック雪崩についてその定義を明確にし、過去の災害事例を調べて発生傾向についても明らかにした。

キーワード：ブロック雪崩、雪塊、雪渓、衝撃力、浅草岳

Key words: snow block avalanche, snow blocks, snow patch, impact pressure, Mt. Asakusa

## 1. はじめに

2000年6月18日午前8時25分頃、福島県との県境にある新潟県入広瀬村の浅草岳(標高1586 m)の北向き斜面で、行方不明になっていた山菜取り1名の遺体搬出作業中に、捜索・救助隊の警察官や消防隊員等がブロック雪崩に襲われ、雪塊の激突により4名が死亡、5名が重軽傷を負うという災害が発生した(図1)。6月における雪崩死亡事故は希であり、またブロック雪崩による災害事例もこれまで少ないことから、災害当日および6月30日に現地調査を行った。さらに

過去の災害事例調査によりブロック雪崩災害の発生状況をまとめ、運動シミュレーションによる速度と到達時間、衝撃力についても推定した。本報文中ではそれらの結果をまとめて報告する。

## 2. ブロック雪崩の定義とこれまでのブロック雪崩災害

1998年に改訂された日本雪氷学会雪崩分類に、その他の雪崩現象として「ブロック雪崩」が初めて記載された。この分類ではブロック雪崩を「雪庇・雪渓等の雪塊の崩落」と定義している。しかしこの定義では、落下した雪塊が粉々に砕け、一般の雪崩と変わらない堆積状態を示すものもブロック雪崩になってしまう。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。そこで本

1) 新潟大学積雪地域災害研究センター  
〒950-2181 新潟市五十嵐2の町8050

2) 株式会社アルゴ21

3) 独立行政法人森林総合研究所十日町試験地

4) 独立行政法人防災科学技術研究所雪氷防災研究部門

5) 財団法人鉄道総合技術研究所塩沢雪害防止実験所

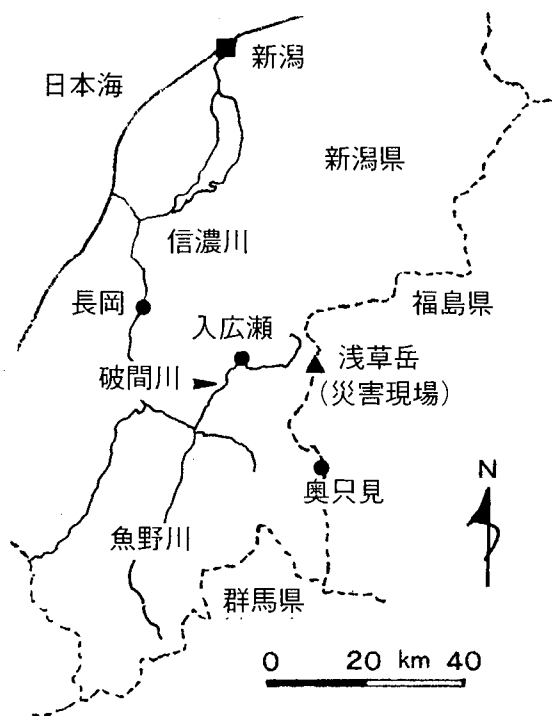


図1 ブロック雪崩災害発生位置図。

報文では、堆積区の状態に着目し、ブロック雪崩を、「雪庇・雪渓等の雪塊の崩落で、デブリの大半が雪塊からなり、かつその雪塊が離散的に堆積している雪崩」と定義することにした。堆積区に雪塊が多く混じっていたとしても、デブリの雪が面的に広がっているのはブロック雪崩とはしない。したがって、ブロック雪崩のほとんどは、残雪期に高密度になった積雪の一部が崩落し雪塊状態で流下・堆積する雪崩のことを指すことになる。

この定義によって、過去100年間の日本の雪崩災害データベース(和泉ら, 2000 a)を調べたところ、ブロック雪崩による災害事例は表1のように、これまで35件発生していることがわかった。これはその後の調査で新たに判明した事例も含んでいるため、既に発表した件数(和泉ら, 2000 b; 和泉, 2000)より多くなっている。また、ブロック雪崩による災害は、地域によっては3, 4月にも起こっていると考えられるが、データベースの基となった新聞記事等の記録からだけでは全層雪崩との区別が難しいので、ここでは5月以降の災害事例についてのみ載せている。

表1によれば、最も古い記録は、1910年6月、新潟県堀之内村龍光字松澤(現堀之内町)で、渓谷の残雪を食べようとした少年が落下してきた雪塊の下敷きとなって圧死した災害である。これを初めとして、2000年8月、石川県尾口村丸石谷上流で登山者1人がブロック雪崩の崩落で死亡した災害まで、1901-2000年の100年間に35件発生し44人が死亡している。このうち登山と山菜取り中の災害が大半を占めている。

ブロック雪崩は、最近初めて雪崩分類に入れられたように一般にはあまりなじみがない。しかし登山関係者には昔からよく知られた現象である。特に谷川岳において有名で、春から夏にかけて雪渓を使って沢を遡行する際に、雪渓の一部が崩れて登山者を直撃する災害が起こってきた。こうした雪崩災害防止のため、群馬県では遭難防止条例によって、毎年4月から5月にかけてマチガ沢、一ノ倉沢などの危険地区において登山禁止期間を設定している。このような対策もあって登山中のブロック雪崩災害は、ほとんどが1980年代前半までである。

これに対して最近のブロック雪崩災害のほとんどは、山菜取り中または山菜取り遭難者の捜索・救助作業中に発生しており、こうした山菜取り関連ではこれまで13件発生し、16人が死亡している。雪渓を使えば急斜面の山菜の穴場に容易にたどりつけることから、山菜取りブームの高まりとともにブロック雪崩による災害が多く発生してきた。浅草岳での災害もこうしたブームの下で起きたものである。山菜取り関連のうち、1985年5月富山県上市町伊折の濁谷で起きたブロック雪崩災害は、山菜取り遭難者の遺体を搬出作業中の警察官2人が崩れてきた雪渓塊に当たって死傷した事故(谷口ほか, 1981)で、浅草岳での災害とよく似た状況で起きている。残雪期の山岳で山菜取りが遭難すると、その捜索・救助にあたる警察官等もブロック雪崩の危険に曝され、場合によってはこのように二次災害も発生する。ブロック雪崩による二次災害は、登山関係においてもこれまで2件発生しており、残雪期の山岳での捜索・救助作業においては、ブロック雪崩に対する十分な警戒が必要不可欠であることを示している。

表1 ブロック雪崩による過去の災害事例.

No.	年月日	時刻	道府県	場所	死者	負傷	対象	天候・積雪	概要
1	1910/6/2		新潟県	堀之内村龍光寺松澤(現堀之内町)	1		通行中		雪渓の雪を食べようとした少年に約200貫匁の雪が落下したため圧死.
2	1929/5/26	17:00	山形県	大泉村松ヶ崎(現朝日村)	1		山菜取り		青物つみの2人に約20尺位の崩雪が崩壊してきて1人が下敷となり圧死.
3	1936/5/9	17:00	山形県	本郷寺村月岡字風味(現西川町)	1	3	材木流し整理		栈橋材木流出整理の夫夫5人に2m大の雪崩が襲い1人頭骨粉砕で即死, 3人打撲で重軽傷.
4	1940/6/15	8:30	群馬県	谷川岳ツイタテ沢	3	1	遺体収容作業		山岳会による遭難遺体収容作業中に長さ50m幅30mのブロック雪崩で3名死亡, 発生量27m <sup>3</sup> .
5	1941/5/28	4	新潟県	田沢村瀬ノ峽(現中里村)	3		遠足中		遠足の小学校児童が休息中, 雪渓の雪が崩落し児童2人と教員1人が死亡.
6	1951/5/30	10:00	群馬県	谷川岳ノ倉沢本谷	4		登山	前日雨	登山中の4人パーティがF3付近でブロック雪崩に遭いブロックとともに墜落して死亡.
7	1955/5/6	7:30	群馬県	谷川岳ノ倉沢本谷	2		登山		2人パーティが登山中滝沢合付付近でブロック雪崩に遭い死亡.
8	1956/5/29		群馬県	谷川岳マチガ沢	1		遺体収容作業	前々日雨	転落遭難者の遺体収容作業中の5人にブロック雪崩が落下, 岩陰に身を寄せたため1人軽傷で済む.
9	1959/5/2	11:00	群馬県	谷川岳ノ倉沢	1		登山	雨	3人パーティの内の1人に頭大のブロックが当たり転落, クレバに落ちて死亡.
10	1961/5/2	15:30	山形県	飯豊町教馬 教馬沢山林	1		薪取り		薪取り1人が雪崩に遭い, 頭に1m四方の雪塊があたって脳内出血で死亡.
11	1962/5/20		新潟県	湯之谷村 駒ヶ岳桑ノ木沢	2		登山		駒ヶ岳登山の学生2人が桑ノ木沢の本流付近でブロック雪崩に遭い雪渓の割れ目に落ち遭難死.
12	1965/5/22	11:00	福島県	会津高田町 博士山博士坂	1		山菜取り		山菜取りの1人が雪で足を滑らせて転落した際, 上から落ちてきた雪に胸を挟まれて死亡.
13	1966/5/2	12:00	新潟県	湯之谷村 荒沢岳中ノ俣	1		登山		登山中の3人パーティの内の1人が幅20m長さ100m厚さ0.5mのブロック雪崩に遭い死亡.
14	1966/5/3	10:00	群馬県	谷川岳芝倉沢出合	1	1	登山		登山中の2人が直径1m程のブロック雪崩に打たれ, 1人は胸を強く打ち死亡, 1人は負傷.
15	1968/5/24		福島県	山都町ノ木字宮城沢	1		山菜取り	斜面の積雪1.5m	山菜取りが木の枝に掴まった衝撃で斜面の雪が崩れ, その下敷きとなって死亡(柴返し雪崩).
16	1970/5/3	13:45	群馬県	谷川岳ノ倉沢第五ルンゼ	3	7	登山	暖気	登山中の11人パーティの内の10人がブロック雪崩に流され3人死亡, 7人重傷.
17	1971/5/14	13:00	群馬県	谷川岳幽ノ沢カズミ沢	1	1	登山		登山中の2人が長さ100m幅40m厚さ1.5m位のブロック雪崩に打たれ1人は頭骨骨折で即死, 1人は負傷.
18	1971/5/16	11:40	群馬県	谷川岳幽ノ沢V字状岩壁	1		登山		登山者1人がブロック雪崩に遭い肋骨骨折等で重傷を負った.
19	1972/5/3	12:00	新潟県	湯之谷村 駒ヶ岳金山沢第五スラブ・ビクトリアフェース	2		登山		登山の4人のうち2人がブロック雪崩で頭を打ち重傷を負った.
20	1973/5/17	7:30	福島県	只見町田子倉 鬼面山中腹	1	1	山菜取り		山菜取り2人が幅3m長さ10mのブロック雪崩に遭い1人死亡, 1人重傷.
21	1974/8/4	13:00	新潟県	湯之谷村 荒沢岳中ノ俣	1		登山		沢を渡っていた6人パーティの1人が崩れ落ちてきた約1トンの雪塊に下敷きとなり全身打撲で死亡.
22	1978/5/21	9:30	福島県	金山町中川字上野前	1		山菜取り		山菜取り1人に厚さ1.5m約1m四方の雪塊が崩れて直撃し, 跳ね飛ばされてショック死した.
23	1981/5/23		新潟県	広神村中ノ沢	1		山菜取り	斜面所々に残雪	山菜取り1人が柴返し雪崩に巻き込まれ厚さ1mの雪の下に埋まって死んでいるのが発見された.
24	1981/5/24		新潟県	湯之谷村笹沢 鳴倉山キツネ沢	1		山菜取り	斜面所々に残雪	山菜取り1人が背後からブロック雪崩の直撃を受け頭の骨を折って死亡した.
25	1981/7/26	10:45	長野県	北ア針ノ木岳 針ノ木沢	1		登山		雪塊をバックに写真を撮ってもらっていた高校生が崩壊した縦5m横5mの雪塊の下敷きとなり死亡.
26	1981/8/13	10:30	富山県	北ア朝日岳 柳又谷大ナル谷	1		登山		登山中の5人パーティの1人が崩れ落ちた雪の下敷きとなり死亡. デブリ堆積は幅2m長さ30m.
27	1982/5/2	10:00	新潟県	関川村巖峠	1		溪流釣り		溪流釣りの3人のうち1人に落下してきた雪塊が直撃し, 転倒して足を骨折.
28	1984/5/25	朝	新潟県	湯之谷村七日市新田 別当沢	1		山菜取り	沢の上部に残雪	山菜取り1人がブロック雪崩の直撃を受け, 雪に埋まって窒息死しているのが発見された.
29	1984/7/1	16:00	新潟県	大和町大倉 水無川溪谷	1		山菜取り		沢に下りた山菜取り1人の頭上に雪渓約1立米が落下し直撃したため死亡.
30	1985/5/27	9:45	富山県	上市町伊折 小早月川濁谷	1	1	遺体収容作業		山菜取りの遺体収容中の警察官2人の頭上に雪渓塊が崩れ落ち1人は内臓破裂で死亡, 1人は重傷.
31	1986/5/28	19:00	新潟県	小千谷市吉谷 山林	1		山菜取り		山菜を取ろうと沢に入った1人が斜面を落ちてきた約5立米の雪塊に直撃され, 内臓破裂などで死亡.
32	1993/5/29	12:00	福島県	伊南村内川 深瀬沢	1		山菜取り	快晴, 気温上昇	雪渓の脇を通過した山菜取り2人のうちの1人に雪渓から崩れ落ちた雪塊が直撃し死亡.
33	2000/5/5	15:00	山形県	小国町小玉川 大又沢	1		狩猟	前日夜大雨	熊狩中の6人の内1人にバウンドして転がってきた幅5~6mの雪ブロックが当たり頭部骨折等で重傷.
34	2000/6/18	8:25	新潟県	入広瀬村 浅草岳	4	5	遺体収容作業	晴れ, 気温上昇	遭難者の遺体収容中の警察官などにブロック雪崩が直撃し, 4人死亡, 5人重軽傷.
35	2000/8/15	9:15	石川県	尾1村丸石谷上流 黒滝付近	1	1	登山	曇り, 登坂の際の両側に雪渓	沢登り中の6人パーティの2人が雪渓から崩落した雪塊のため1人下敷き死亡, 1人はね飛ばされ負傷.

### 3. 災害現場の地形・積雪・融雪状況

浅草岳の北西側には大規模地すべりの滑落崖である急斜面が馬蹄形状に広がっている。これら急斜面にはアバランチシュート（雪崩道）が発達していることから全層雪崩の常習斜面であることがわかる。浅草岳山頂から約2 km 西にある滑落崖上部（標高約1300 m）の小さな沢が今回のブロック雪崩の発生源である。図2に災害発生の状況を、写真1に新潟県警察のヘリコプターから撮影された発生直後の災害現場を示した。この発生源の沢は破間川支流ヤスノ沢右支沢の最上流部に位置している。6月30日の現地踏査によって、この沢は長さ約50 m 幅約5～6 m で深さ1.5 m 程度のU字型断面をしており植生はほとんどなく、傾斜は遷急点から上流側が34° 下流側が43° であることがわかった（写真2）。この測量結果と、新潟県警察のヘリコプターがブロック雪崩発生前後に発生源付近を撮影したビデオ映像から、雪崩発生量を見積もった。発生前この沢には上下に分かれてそれぞれ33 m<sup>3</sup>と40 m<sup>3</sup>の沢に沿った細長い雪渓が存在し、その上側の雪渓の約8割が崩落し下側の雪渓の一部を巻き込んで、全体として32 m<sup>3</sup>の雪ブロックが雪崩となったことが算定さ

れた。

表1のブロック雪崩災害事例において崩落した雪ブロックの大きさがわかるものを調べると、体積は人の頭大から27 m<sup>3</sup>の範囲にあった（表1中の「長さ」は崩落・流下した全体の距離を指しているものが多いことに注意）。このことから今回の浅草岳の雪崩は記録上では最も発生量の大きいブロック雪崩であったことがわかる。6月18日に現地調査した際、ヤスノ沢右支沢を林道が渡る地点付近（標高970 m）に残存していた雪渓の密度を観測したところ、ぬれ密度は平均で665 kg/m<sup>3</sup>あった。この値を使うと32 m<sup>3</sup>の雪塊の重量は21 tonとなる。この発生重量も過去の

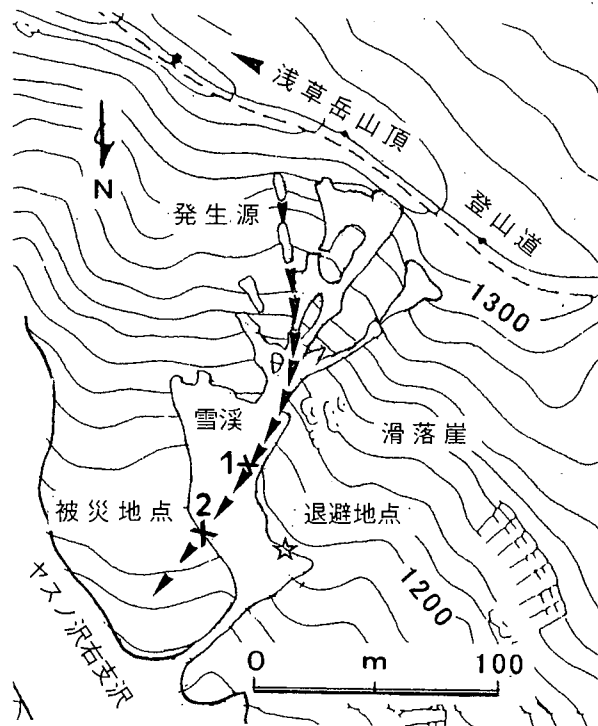


図2 ブロック雪崩災害の発生状況図。  
（矢印は主な雪ブロックの落下経路を示す）

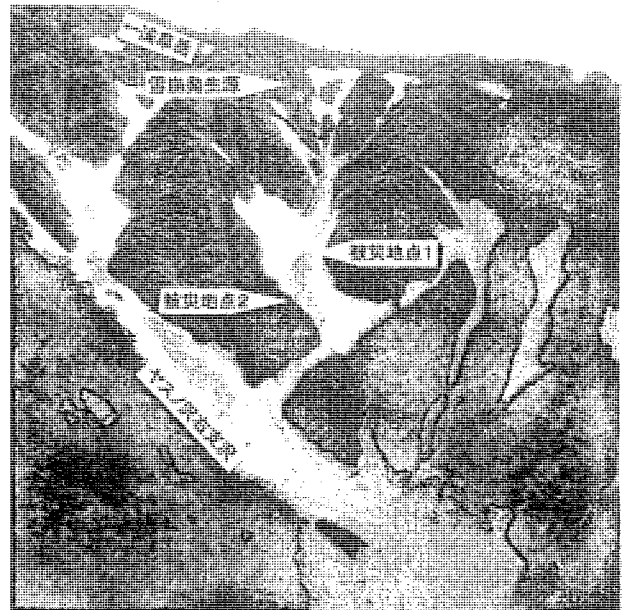


写真1 雪崩発生直後の災害現場。  
（6月18日新潟県警察撮影）

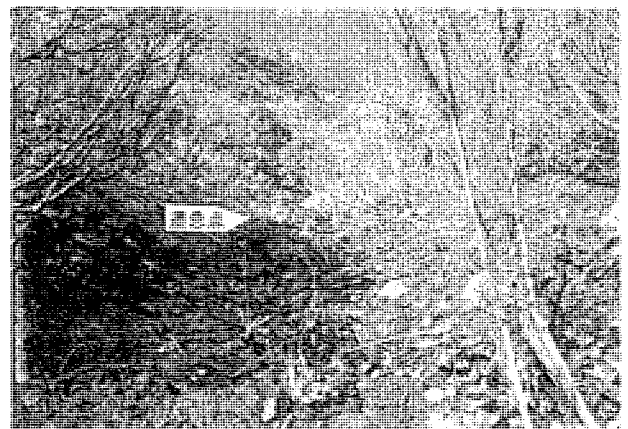


写真2 雪崩発生源の沢の状況。  
遷急点の上方から下流方向を望む。  
（6月30日山野井撮影）

記録上では最も大きいことが表1からわかる。

1999-2000年冬期の北陸地方の積雪は、平野部では少なかったが、山岳地ではむしろ多雪の傾向にあった。この状況を防災科学技術研究所長岡雪氷防災研究所が奥只見(標高1200m)と長岡(標高96m)で観測している年最大積雪深の経年変化で見ることとする(図3)。奥只見は浅草岳の災害現場に最も近い(南に約21km)山岳気象・積雪観測点で、標高が今回の雪崩発生源とほぼ同じなので、災害現場の積雪状況に近いと考えられる。

この冬期、平野部の長岡では過去10冬期の平均程度の最大積雪深であったにもかかわらず、奥只見での最大積雪深は過去10冬期平均の1.3倍にもなる6.80mを記録した。また3月下旬は例年になく冬型の気圧配置になることが多く、北陸地方の1000mを超える山岳地には多量の降雪がもたらされた(社団法人日本雪氷学会, 2000)。

奥只見での最大積雪深も3月下旬の27日に記録されている。さらに、4月中旬以降5月初めまで上空に寒気をともなった低気圧が次々と通り、曇りや雨の日が多く、気温が平年を下回る日が多かった。この状況は、4月1日以降雪崩発生日までの、奥只見における日平均気温の変化を示した図4からも読みとれる。

このため山岳地での融雪が大幅に遅れ、例年なら消雪してしまっている6月中旬でも浅草岳の急斜面には雪渓がまだ部分的に残存していた。奥只見における年最大積雪深と消雪日との関係を図5に示す。ここで言う消雪日とは、奥只見で測定している積雪重量計の記録から判断したものである。図5によれば、例年なら5月20日頃に消雪日となるのが、2000年には約1ヶ月遅れて6月18日が消雪日となっている。これはこの年、山岳地で融雪が1ヶ月ほど遅れたという地元の人の話を裏付けている。

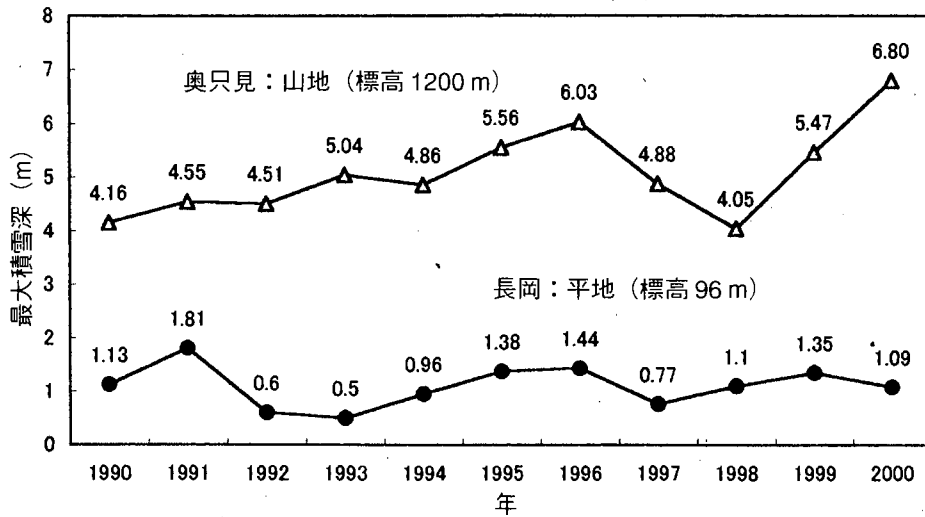


図3 新潟県における山地と平地の最大積雪深の変動。(防災科学技術研究所長岡雪氷防災研究所観測)

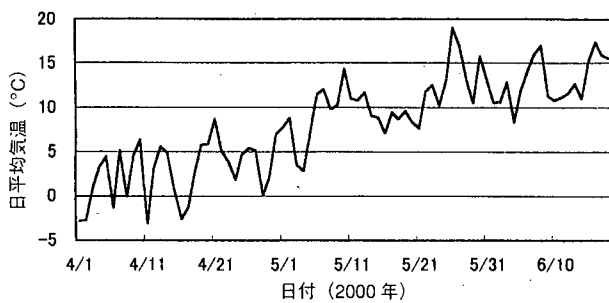


図4 奥只見における日平均気温変化。(防災科学技術研究所長岡雪氷防災研究所観測)

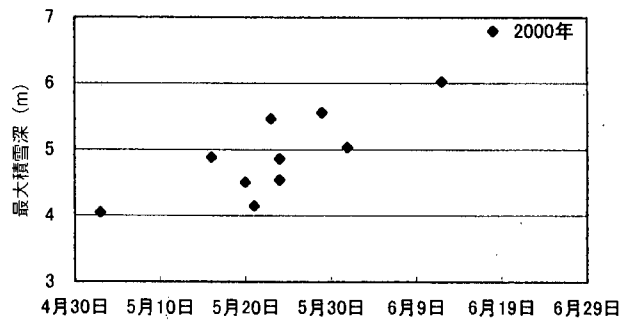


図5 奥只見における最大積雪深と消雪日との関係。(防災科学技術研究所長岡雪氷防災研究所観測)

一方、2000年は空梅雨傾向で、5月下旬以降災害当日まで晴れて気温が上昇する日が多かった(図4)。災害発生の日前と3日前には、奥只見で最高気温が20℃を超えた。このため浅草岳でも融雪が急速に進み、急斜面上で不安定となった雪渓が次々とブロック雪崩となって崩落していったものと考えられる。災害から12日後の6月30日には、災害現場付近の滑落崖の急斜面上からは雪がほとんど無くなっていた。したがって災害当日前後は、急斜面から雪渓が崩落や融雪で消失する直前の極めて不安定で危険な状態にあったものと考えられる。それは、この災害のきっかけとなった山菜取り遭難者がやはり雪ブロックの直撃を受けて死亡したと考えられること、この災害直後もブロック雪崩が断続的に発生したことなどからも裏付けられる。

#### 4. 災害の発生状況

滑落崖上部から崩落した32m<sup>3</sup>の雪ブロックは、転動や跳躍運動、それに標高約1220mでの左岸への衝突によって多くの雪塊に分裂して幅を広げながら落下し、標高約1200mの被災地点1で見張りの2人を直撃して死亡させた。その後、標高約1185mの雪渓端の被災地点2で幅約20mに広がって遺体搬出作業中の捜索・救助隊員等を襲い、その中の2人を死亡させ、最終的にはブッシュを通過してヤスノ沢右支沢の雪渓付近まで長径が約1m以下の離散する雪塊となって堆積した(写真3)。雪塊が離散して堆積域の範囲を明確にできないため、図2には雪塊の主な流下軌跡

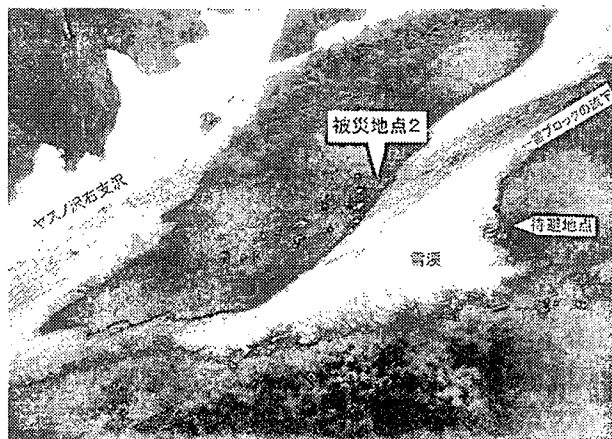


写真3 被災地点付近の雪ブロックの堆積状況。  
(6月18日新潟県警察撮影)

のみ矢印で記載してある。

被災者の証言によれば、<sup>たまたま</sup>一疊大程の雪塊も落下してきたという。また雪塊がまるで落石のように襲ってきたともいう。被災地点は両方とも、上流の滑落崖から落下してくる雪塊や落石がまともに直達する場所で、被災地点2付近のブッシュの中で遺体となって発見された山菜取りも雪塊の直撃によって死亡したものと考えられている。被災地点2から雪渓上を西に30m程移動すると山陰の比較的安全な場所があり、直接作業に携わらなかった隊員はここに待避していた(図2の待避地点)。それにも関わらず、このような危険な場所でヘリコプターによる遺体搬出作業を行っていたのは、雪渓上の移動が滑って危ないことのほか、地元の案内人の経験からそれほど大きくない数個程度の雪塊の落下を想定し、見張りをしていれば対処できると判断したからではないだろうか。ところが今回のブロック雪崩は、その想定を遙かに超える32m<sup>3</sup>(21ton)もの雪ブロックが多数の雪塊に分裂しながら幅を広げて落下し、後述のように短時間で到達したため、回避できなかったものと考えられる。見張りに立っていた地元の案内人は、救助隊員等にブロック雪崩の落下を走り下って知らせながら、自らも雪塊の直撃を受けて死亡している。

#### 5. 運動シミュレーションによる速度と到達時間の推定

上記のように現地調査によって発生源の位置と雪ブロックの代表的な軌跡を特定した。そこで、運動シミュレーションに使うため雪ブロックの落下経路の断面形状を縮尺1/5000の森林基本図から図6のように求めた。発生源上端と被災地点2

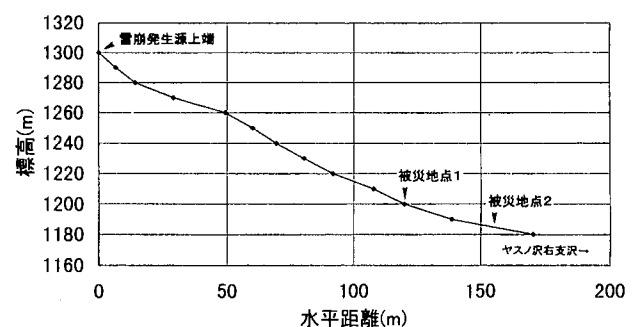


図6 雪ブロックの落下経路断面。

の標高はそれぞれ1300 m, 1185 mで、断面図における被災地点2から発生源上端までの斜度は36.6°である。この断面上で雪ブロックを質点とみなして運動シミュレーションを行った。質点の運動は跳躍運動と滑り運動からなるとし、運動シミュレーションによって被災地点2までの到達時間と被災地点2における速度を推定した。

跳躍運動では、斜面に衝突する際に斜面垂直方向の速度成分のみが次式で減衰するとした。

$$V_{yr} = -E \times V_{yi} \quad (1)$$

ここで $E$ は反発係数、 $V_{yr}$ は衝突後の斜面垂直成分、 $V_{yi}$ は衝突前の斜面垂直成分を示す。斜面に対して反射角が5°以下の時は、滑り運動の式を用い、斜面方向の加速度 $a$ を次式のようにした。

$$a = g (\sin\theta - \mu \cos\theta) \quad (2)$$

ここで $\theta$ は斜面の傾斜角、 $g$ は重力加速度、 $\mu$ は摩擦係数である。

氷の反発係数は、前野ほか(2000)によれば、 $-1.0^\circ\text{C}$ の時0.51である。今回のブロック雪崩では、雪面上での跳躍であることと気温がプラスだったことから、反発係数はそれよりも小さい $E = 0.10 \sim 0.50$ の範囲とした。摩擦係数に関しては、6月30日の現地調査の際、被災地点付近の雪渓斜面上で、実際に雪塊を落下させて転がり運動を観測する実験を行い、摩擦係数0.40を得た。この値を下限値とし、 $\mu = 0.40 \sim 0.80$ の範囲で計算を実行した。初期速度0.10 m/sで、発生源からブロック雪崩は飛び出すとした。

計算の結果、 $\mu = 0.40 \sim 0.70$ 、 $E = 0.10 \sim 0.50$ の範囲で被災地点2までの到達時間は10～15秒、被災地点2での速度は15～35 m/sとなった。摩擦係数 $\mu$ を0.80まで大きくすると、経路の途中で停止し被災地点2まで雪ブロックは到達しない。計算では跳躍運動を考慮したもの、シミュレーションでは運動の大部分が滑り運動となった。災害発生後に撮影された写真3には被災地点2の少し下流で止まっている雪塊が多数見られる。したがって被災地点2付近は減速域になっていたと考えられる。

また、落石の落下式(砂防学会, 1992)のように発生源から被災地点2までを一つの斜面として滑り運動で計算を行うと、 $\mu = 0.40 \sim 0.70$ の時、到達時間は12～33秒、被災地点2での速度は12～32 m/sとなった。上の運動シミュレーションでは斜面を複数に分けていて、走路前半の急傾斜の部分で速度が増大するため、その後緩斜面となっても被災地点2での速度は落石式より大きく、到達時間は短くなっている。

以上の結果から、到達時間は10～33秒ほどで、速度は遅くても12 m/s以上あったことが推定される。被災地点2からは発生源の小沢は見通せないでブロック雪崩の発生をすぐには認知できないし、捜索・救助隊員等が見張りの声によって事態を把握するにも時間がかかったと思われる。また上空でホバリングしていたヘリコプターの爆音が雪崩の音や見張りの声を聞き取りにくくしたことも考えられるので、ブロック雪崩の襲来に気付くのが遅れたとするとこの到達時間では逃げ切れない。

## 6. 雪ブロックの衝撃力

6月30日の現地調査の際、被災地点付近の雪渓において、質量(密度)がそれぞれ0.75 kg (0.70 kg/m<sup>3</sup>)、2.0 kg (0.68 kg/m<sup>3</sup>)の雪ブロックを雪渓から切り出し、それぞれ1.0 m, 0.80 mの高さから落下させ、デジタル式荷重測定器(アイコーエンジニアリング製)の直径14 mmの円盤アタッチメントに衝突させて衝撃力のピーク値を測定した。測定値の平均値はそれぞれ3.8 kgfと11 kgfであった。雪ブロックの衝撃力が衝突時の運動エネルギーに比例するとすれば、その比例係数は約0.60となる。

この関係を使うと、密度0.69 g/cm<sup>3</sup>、直径20～50 cmの球形の雪ブロックの衝撃力は、速度が12 m/sの時でも0.35～2.8 tonfとなる。証言によると、それよりも遙かに大きい<sup>たまたみ</sup>畳一畳ほどの雪ブロックも含まれていたということから、雪ブロックがまともに衝突すれば人は死傷を免れないことが充分考えられる。

## 7. 被災原因と今後のための問題点

被災地点は上流の滑落崖から落下してくる雪塊

や落石が直達する場所である。このような危険な場所で遺体搬出作業を行っていたのは、雪渓上は滑りやすく滑落の危険があり、雪渓のないところはブッシュが繁茂して遺体の移動が困難なことのほか、地元の案内人の経験からそれほど大きくない数個程度の雪塊の落下を想定し、見張りによって対処できると判断したからと考えられる。ところが想定を超える  $32 \text{ m}^3$  の雪ブロックが、多数の雪塊に分裂して幅広くなって短時間に落下したため、回避できなかったものであろう。

しかし、今後このような二次災害の発生を防ぐために、時期はずれに急斜面に残っている雪渓の危険性の判断や、地上の捜索・救助隊とヘリコプター間での危機管理における意志疎通に問題がなかったかを、徹底的に調査し明らかにしておく必要があるだろう。

## 8. まとめ

浅草岳で2000年6月18日に発生したブロック雪崩災害について、現地調査、気象・積雪資料解析、運動シミュレーション等を行って得られた結果は、次のようにまとめられる。

- 1) ブロック雪崩を「雪庇・雪渓等の雪塊の崩落で、デブリの大半が雪塊からなり、かつその雪塊が離散的に堆積している雪崩」と定義した。このブロック雪崩による災害は過去100年間に35件発生し、あわせて44名が死亡していることがわかった。
- 2) 1999-2000年冬期、北陸地方の山岳地は近年になく多雪で、4~5月にかけての低温もあって融雪が約1ヶ月遅れたため、最高気温が  $20^\circ\text{C}$  を超えるようになった6月中旬でも浅草岳の急斜面には雪渓がパッチ状に残存し、極めて不安定で危険な状態にあった。
- 3) このような状況下、ヤスノ沢右支沢最上流部の滑落崖にある小沢に残っていた残雪が、6月18日朝、ブロック雪崩(発生量  $32 \text{ m}^3$ ) となって崩落し、多数の雪塊に分裂して下流の雪渓で遭難者の搬出作業中の警察官等を直撃し、4名を死亡させた。
- 4) 運動シミュレーションにより、発生地点から被災地点(雪渓端)までの到達時間は10~33秒、速度は  $12 \sim 35 \text{ m/s}$  と計算された。雪

崩の襲来に気付くのが遅れたとすると、この到達時間ではとても逃げ切れない。また雪ブロックの衝撃力は直径50cmの球形で、速度が  $12 \text{ m/s}$  の時でも約3tonfと計算され、直撃を受ければ人は死傷を免れないことがわかった。

- 5) 被災地点はブロック雪崩が直達する危険な場所であったが、捜索・救助隊員らの想定を超える規模の雪ブロックが多数の雪塊で短時間に落下したため、見張りがいても回避できずに被災したものと考えられる。

ブロック雪崩についての研究はこれまでほとんど行われていない。本研究によってある程度の把握はできたが、発生条件や運動機構などについてはまだよくわかっていないのが現状である。山菜取りなど残雪期の山地におけるレジャー活動が益々盛んになっていく昨今、ブロック雪崩研究の推進が社会的に強く要請されるであろう。

## 謝 辞

新潟県警察本部からは、捜索・救助活動の際に撮影されたビデオテープ等の資料を提供していただいた。また、独立行政法人防災科学技術研究所長岡雪氷防災研究所の清水増治郎主任研究員からは、奥只見で観測している気象・積雪データを提供していただいた。ここに記して厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- 和泉 薫・小林俊一・矢野勝俊・遠藤八十一・大関義男・王昕, 2000a: 過去100年間の日本の雪崩災害, 日本自然災害学会学術講演会講演概要集, **19**, 99-100.
- 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, 2000b: 新潟県浅草岳で発生したブロック雪崩災害, 日本自然災害学会学術講演会講演概要集, **19**, 97-98.
- 和泉 薫, 2000: 質問箱「ブロック雪崩とはどのようなのですか?」, 雪氷, **62**, 563-564.
- 砂防学会, 1992: 崩壊・地すべり・落石・飛砂対策(2), 砂防学講座第7巻-2, 山海堂, 127.
- (社)日本雪氷学会, 2001: 3.27左俣谷雪崩災害調査報告書, (社)日本雪氷学会, pp. 68.
- 谷口凱夫・梶田 正・高瀬 洋, 1981: 山の彼方に, 郷康彦警部補追悼・遺稿集作成実行委員会, pp. 238.



前野紀一・遠藤八十一・秋田谷英次・小林俊一・竹内  
政夫, 2000 : 基礎雪氷学講座Ⅲ 雪崩と吹雪, 古今  
書院, 144.

**Investigations into the avalanche disaster of snow blocks in Mt. Asakusa, June 2000.**

Kaoru IZUMI<sup>1)</sup>, Shun'ichi KOBAYASHI<sup>1)</sup>, Tomoharu NAGASAKI<sup>2)</sup>, Yasoichi ENDO<sup>3)</sup>,  
Katsumi YAMANOI<sup>3)</sup>, Osamu ABE<sup>4)</sup>, Kenji KOSUGI<sup>4)</sup>, Yutaka YAMADA<sup>4)</sup>,  
Katsuhisa KAWASHIMA<sup>5)</sup> and Toru ENDO<sup>5)</sup>

1) *Research Institute for Hazards in Snowy Areas, Niigata University, Ikarashi, Niigata 950-2181*

2) *ARGO21 Co. Ltd.*

3) *Tokamachi Experimental Site, Forestry and Forest Products Research Institute*

4) *Snow and Ice Studies Group, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention*

5) *Shiozawa Snow Testing Station, Railway Technical Research Institute*

(2001年7月19日受付, 2001年12月14日改稿受付, 2001年12月14日受理, 討論期限2002年7月15日)