



# 1991年度雪崩分科会総会報告

1991年10月28日14時半より、日本雪氷学会秋季大会に合わせて、つくば市の科学技術庁研究交流センターにて1991年度雪崩分科会総会が開かれ、続いて話題提供が行われました。以下その概要をお知らせいたします。

## <1991年度雪崩分科会総会>

参加者：36名

### 1. 活動報告

- ・第2回雪崩対策の基礎技術研修会の開催。1991年 4月16～18日。新潟県湯沢町にて。
- ・ニューズレター No.8 (1月末)、No.9 (9月末)の発行。
- ・幹事会の開催。6月8日、蓬平温泉にて。分科会活動計画、例会の話題、ニューズレター原稿等についての打ち合せ。
- ・雪崩分科会活動の一つとしてダイナミックスW.G. (ワーキンググループ) に1991年分旅費・会議費等5万円の補助。

### 2. 会計報告

1991年度会計の決算報告がなされ、続いて成田英器監査から適正に処理されている旨の報告が行われた。

### 3. 次年度活動(行事)計画について

今年度とはほぼ同様の行事計画案が出され、了承された。ダイナミックスW.G.への補助は1992年度も承認された。新しいW.G.の募集もしている。

## <話題提供> -雪泥流、土雪流、スラッシュ-

### 1. 雪泥流災害の事例と問題点

和泉 薫 (新潟大学)

### 2. 昭和20年3月「土雪流」による西津軽大然(おおじかり)部落壊滅

鶴田要一郎 (マタギ研究家)

### 3. 富士山におけるスラッシュ雪崩の特質 -発生のメカニズムと流れの様態-

安間 荘 ((株)建設基礎調査設計事務所)

< \* > 終了後、17時30分より近くの万年喜鮨(まねきすし)に場所を移して懇親会が開かれ、たくさんの方々が出席されて有意義な会となりました。

日本雪氷学会雪崩分科会  
平成2年度会計決算報告  
(平成3年9月30日現在)  
\* 収入の部 \*

項目	金額 (円)
前年度繰越金	139,735
年会費納入	8,500
雪崩研修会収益金	200,000
雪崩研修会テキスト売上金	200,000
雪崩預金利息	517
合計	548,752

\* 支出の部 \*

項目	金額 (円)
分科会レタ - No. 8 発送	13,200
分科会レタ - No. 9 発送	13,820
活動資金補助 (雪崩クイナックスワーキンググループ)	50,000
幹事会旅費 (6月8日5人)	97,733
コピー代	20,000
作業補助アルバイト	2,000
封筒代	2,231
切手代	1,860
会議費	1,400
振替口座送料	60
印鑑購入代	500
文具代	288
現金書留郵送料	1,635
合計	204,727

収入 (548,752円) - 支出 (204,727円)  
差引残高 = 344,025円 (次年度繰越金)

以上の通り報告します。

会計幹事 阿部 修  
防災科学技術研究所 新庄雪氷防災研究支所

日本雪氷学会雪崩分科会  
平成2年度会計監査報告

会計簿、領収書、郵便振替口座、銀行口座及び現金を  
監査した結果、平成2年度会計決算報告と相違ないこと  
を報告します。

会計監査 成田 英器  
北海道大学低温科学研究所

成田英器

## 雪泥流災害の事例と問題点

新潟大学災害研 和泉 薫

1990年 2月の長野県小谷村梅池スキー場のから沢と12月の岩手県松尾村の赤川で、流路内にいたそれぞれ2名が、流動化した雪と水の混合体に巻き込まれ死亡するという災害が発生した。これらは鉄砲水によると報道されたが、現地を調べたところ雪と水の混合体の流れによるものであることがわかった。このように水を多量に含んで泥状になった雪は「スラッシュ(Slush)」と呼ばれるが適当な日本語名がない。そこで雪と水の混合体が流動化した現象を「雪泥流」と呼ぶことが提案されている(小林俊一、雪崩分科会レター No.9)。

### 1. 雪泥流による災害とその発生

過去の積雪期の流路での災害事例を調べ、雪泥流災害と考えられる事例を拾い出したところ、その件数は10件余りになった。それほど数が多くないのは、これまで雪泥流という分類がなかったために、雪泥流による災害も雪中洪水・融雪洪水などに含まれていたからで、実際にはもっと多いものと思われる。

1900年以降、雪泥流災害の中で最も大きな被害をもたらしたのは、昭和20(1945)年 3月22日、青森県鱒ヶ沢町大然で流出20戸、死者88名を出した雪泥流である(鶴田要一郎著「岸壁(くら)」1988)。また、雪泥流が過去に何回か発生している常習溪流があることも明らかになった。

これら事例から、雪泥流の発生には、流路にまとまった量の雪の存在と、流動を起こすだけの十分な量の水の供給が必要ながわかった。雪は自然積雪、吹き溜り、雪崩などによって、水は急激な融雪、豪雨、雪崩によるダムアップなどでもたらされ、雪と水の混合体の安定条件が破綻したとき雪泥流が発生する。

### 2. 雪泥流の研究

雪泥流はこれまで目撃されたり映像に撮られた例が極めて少ない。したがって雪泥流を研究するためには、まず発生機構、流動特性、停止機構といった雪泥流の実態を把握する必要がある。そのための手法としては災害事例の解析、模型水

路実験、小流路での現地実験、常習溪流での観測・計測などが挙げられる。また雪と水の混合体である「雪泥」自体の物性もまだ充分研究されていないので、現場観測や室内実験によって調べる必要がある。その成果は雪泥流の実態把握に役立つと考えられる。

1991年 4月から新潟大学積雪地域災害研究センターに、雪泥流を土石流・崩壊もふくめて砂防学的見地から研究する雪泥流災害研究分野が、時限のため地すべり研究分野を改組して発足した。ここでは上記のような手法によって雪泥流災害の研究を進めている。皆様方の御支援をお願い致します。

## 話題提供要旨

### 昭和20年3月「土雪流」による大然部落遭難記録概要

元小学校長 鶴田要一郎

昭和20年3月22日午後11時頃、前日からの豪雨により白神山を源とする赤石川が氾濫、流雪溪谷を塞ぎ止め、破れて鉄砲水となって青森県西津軽郡赤石村（現在は鱒ヶ沢町）大字大然（おおじかり）部落を襲撃、21戸のうち20戸が土雪流に埋まり、あるいは流出し、死者88人、生存者僅かに16人という惨事が発生した。

ランプ生活であった人々は、9時頃までには就寝、寝静まった夜中に、突然の浸水で目覚めた幾人かの父親は、避難のために衣服を着ようとし、あるいは子供を抱えて立ち上がったところへ土雪流の第一波。部落の下外れ3戸にいた17人以外の88人が、哀れにも一瞬のうちに犠牲になった。

3戸の中でも上流の家では、前年の暮れ父が死に長男は軍隊で、母と子供だけであったが、不用心と近所の若者4人寝泊りしていた。浸水に目覚め、逃げようとしたところへ第一波の襲来、長女りさがそれに埋もれ、若者3人の応援を得て母は泣きながら助けようと、素手で掘ったが、水が引いた土雪流は砂利道のように固く、若者が手探りで持ってきた木製のへらで掘ったが遅々として進まず、狂わんばかりの母子であった。

ようやくあと一歩という段階で第二波の前兆と思われる浸水があり、長女りさは水中の人となり、もはやこれまでと若者は裏の窓から神社へ逃げた。長女を掘ったお陰で、下半身埋まっていた二女きみよが自由になり、マジ（物置き用二階）に逃げた。「死ぬなら一緒に死のう。下りてこい。」という母の声が耳に入ったかどうか、きみよは、流れていく家の梁につかまり、途中で割れた屋根から這い出して神社へ逃げ命拾いをした。母と子供3人が無惨にも命を絶った。

7人家族の中の家では、一挙に窓から浸入した土雪流で目覚め、長男作次郎とその妻は一旦裏の板倉へ避難したが若者の後を追って神社へ逃げた。しかし、かぜで寝込んでいた作次郎は、神社の中で36才の生涯を閉じた。あとの5人は、

最も下外れの家の板倉へ避難した。

下外れの家では、幸いにも、寝室のある家半分には土雪流が入らず、隣に寝泊りしていた若者4人の中の1人正義も含めて6人の家族全員が、裏の板倉へ避難した。

板倉では、合わせて11人が、88人もの人が死んだことを知る由もなく「朝になれば水も引くし……。」と話しながら、干し餅を食べているところへ第二波の襲来、あわてて倉の屋根に上がったが、そのまま下流に流された。すべての建物と樹木が、荒波にもまれているように押し流されてくるのを見た11人は、正にこの世の地獄を見ていた。

部落の下流にできたダムが破れて水が引いたらしく、300mほど下流で部落が置き去りになり、この11人も、黒い雪の上を普通に歩き、山伝いに神社へ逃げた。

氷雪を碎き困難を極めた遺体の収容も、最後の1人が7月11日の発見で終わり、8月10日に合同葬儀で一応一区切りがついた。

終戦によって復員した人達と、神社での16人等、合わせて36人は、これから後、文字通り粉骨碎身、血みどろの10年間で復興を果たした。さらに10年間で動きがあり、昭和40年代半ばにして今日の大然になった。

今50回忌を迎えようとしているが、あれから半世紀、犠牲者の御冥福と、大然の皆様の御多幸を祈るのみである。

## 1、雪代（ユキシロ）

富士山麓において古くから雪代（ユキシロ）と呼ばれる洪水流が春先に発生し、しばしば山麓の村落に被害を与えている。広辞苑によればユキシロはユキシルのなまりで雪解け水の意であるが源平盛衰記巻34に「富士の裾野の雪しるに、富士の河水増りつつ…」と使われており、少なくとも中世から雪解けに伴う増水として認識されていたことは間違いない。

富士山周辺で発生したなだれ（雪代を含めて）については、昭和15年（1940）に広瀬 潔氏が雑誌「山小屋」に投稿した論文（1）にくわしく記載されているが、これによれば戦国時代の天文14年（1545 AD）から昭和14年（1939 AD）まで少なくとも18回におよぶなだれが文書に記録されているという。

このうち特に大規模のなだれは雪代で、永祿2年1月（1559 AD）と天保5年4月（1834 AD）の二つが知られている。永祿2年のものは、現在の富士吉田市付近の村落に土石流洪水が押し寄せ、幾多の人家が全滅したと伝えられている。また、天保5年のものは、富士吉田市では、永祿2年の災害とほぼ同じ地域が再び土石流に襲われ、人家が軒先まで埋まってしまったという。また、この時には富士山西斜面の富士宮市方面の潤井川や東斜面の御殿場市、裾野市、三島市方面の黄瀬川においても大洪水となり多数の人間・家畜・家屋が流亡し富士山麓全域で大被害を生じたという（図1、図2）。

近年においても、昭和47年3月（1972）、昭和56年3月（1981）、昭和59年3月（1984）、平成2年3月（1990）に中程度の規模の雪代が富士山の全域で発生した。

またこれらの雪代は春先だけでなく、初冬においても発生することが明らかになった（1991年11月28日 富士大沢）。

これらの現象の調査、研究を進めていくうちに古来から知られている富士山の雪代（ユキシロ）が単なる積雪の融解に伴う増水・洪水ではなく、ある程度の降雨を契機として発生する雪解けなだれと密接な関係があり、山麓に被害を与える土石流、洪水段波は雪解けなだれに伴う二次的流出によるものであることがわかってきた。

雪解けなだれは、富士山の持つ様々な特殊条件（暖温帯にある高度の大きな成層火山で

、地盤が凍結した状態の積雪期に大雨が降るなど)の下で起こる極めて特異な現象であるが、斜面の積雪が不安定化し、滑動するなだれ現象のメカニズムの面からみれば、富士山の雪解けなだれは、スラッシュ・フローと本質的に変わらない。

## 2、スラッシュ・フロー

スラッシュ・フロー ( Slush flow ) はもともとノルウェー、グリーンランド、アラスカなど亜極帯において、春の雪解け時に積雪や氷河の表面が融解し、雪(氷)片間の付着がなくなって融雪(氷)水中に浮遊したシャーベット様の雪層が斜面に沿って流下する現象である。これは固液混合体で通常の水よりも大きな粘性を有するものの、基本的には液体の性質を示し、傾斜角 $2^{\circ}$ 程度でも流動することが知られている。

大気温の上昇や日射による雪(氷)の融解は、雪(氷)の潜熱が大であるため、水量換算で数10mmを越えることはない。温帯積雪地では通常融雪による水の供給は、雪層や地表を覆う表土の透水能よりも小さく、層内横方向浸透流や表面流を起こすことは稀である。

斜面においてスラッシュ・フローを起こす基本的条件としてはまず雪(氷)の粒子間接触部の付着力、マサツ抵抗力を失わせるに足る浮力、せん断力が働くことである。雪(氷)層中において、下層に垂直浸透していく量を上回る水が供給された場合に下位から徐々に雪(氷)粒子間の空隙が水で満たされ、ついには雪(氷)層内に水位が形成される。水浸した部分の雪(氷)粒子には浮力が働き、せん断抵抗力を低下させるし、斜面に沿って下に向かう浸透水圧は雪(氷)層をすべらせようとする。

ではこのような条件はどのようなところ、ときに生じるのであろうか。これには二つの要素がある。

第一は、融雪(氷)層の下位に透水性の低い層が形成されている場合である。これは透水性の低い岩盤が直接斜面の広い範囲に露出している場合、氷河や氷冠のように厚い不透水性氷が分布している場合、永久凍土層が厚く分布している場合など極帯、亜極帯では、一般的に見られる。この外季節的な凍土層や当年雪層中の氷板(レインクラスト、ウインドクラスト、サンクラストなど)も相対的難透水層になり得る。

第二は、雪(氷)層中に多量の水が供給される場合である。これは、気温の急激な上昇による融雪、サイクロンや低気圧の通過に伴う豪雨などが考えられる。また積雪や氷帽をかぶった火山において激しい火山活動(溶岩・火砕流の流出、広域な火山噴出物の散布など)によって急激な融雪が起き、大量の水が雪(氷)層に供給されることもある。また、

豪雪地帯において、川の側面の谷からなだれや土石流が発生し、川を一時的に堰止めて上流側の積雪を水没させ、天然ダムの決潰や溢流によって下流の積雪層に一時に水を加えることもある（昭和20年青森県鯉沢町の天然部落土雪流災害の例。鶴田 要一郎著「<sup>くら</sup>岸壁」1988）。

ここで重要なことは、雪（氷）層中に水位上昇を生起させるのは、水の供給—浸透排出の相対的な量比の問題であることに注意しなければならない。すなわち、下位層の透水性が低くても水の供給量が少なければ雪（氷）層中に不安定化させるに足る水位上昇は起きないし、また、下位層の透水性が高ければ、相当な豪雨があっても雪（氷）層中に水位上昇は起こらず、斜面の雪（氷）層が不安定化することもない。

スラッシュ・フローは雪粒子と水が流動化し、斜面を流れ下る現象すなわち固液混合体の流れとして捉えることができるが、斜面の雪が不安定化し、動きだすときの条件のみに着目すれば、本質的に土のすべりと変りなく、季節的融解層ができる亜極帯や高山帯で見られるソリフラクションと近縁関係にある現象といえる。

### 3、スラッシュ・フローから土石流へ

富士山のように厚さ数cmから数mの溶岩と多孔質火山礫（スコリア）の累積互層で形成された成層火山体斜面は通常極めて良好な透水性を有しており、谷も大雨のときのみ表面流がみられる涸沢が多い。50年確率の時間雨量強度に対する平均流出率は0.2程度といわれており、夏～秋には相当の雨が降っても植生が覆った斜面はもちろん、火山礫よりなる裸地でも表面流が起こることはめったにない。一方、冬～春においては、極めて流出率が高くなり、時間20～30mmの降雨に伴ってしばしば土石流、洪水流が発生する。

これは斜面の地盤が凍結すると土粒子間の空隙を氷の結晶が埋めて次第に透水性が低くなって雨水の地下浸透が低下していくためと考えられる。スコリア層の場合、非凍結あるいは融解したものの透水係数は $10^{-1} \sim 10^{-2}$  cm/secであるが、凍結したものは $10^{-4} \sim 10^{-5}$  cm/secになっていることがわかっている。実験結果から間隙率を一定とし土粒子間の空隙を氷の粒子が埋めていくと仮定すると、凍結層の含水（氷）比と間隙率とパラメータとして透水係数を推定することが可能である。

富士山における春先の気象条件（日中に融雪や降雨で水が土中に供給され、夜間に再凍結することを繰り返している）を考えれば含水（氷）比の高い実質的に不透水に近い層が形成されていても不思議ではない。

2で述べたようにスラッシュ・フローが生起する条件として層内の水位上昇および斜面に沿った層内浸透流の発生が不可欠である。

もしこれによって斜面が不安定化するとすれば、すべり面は凍結した難透水層の上面を境とするのは自明である。難透水層の上面位置が a) 積雪層中にある場合、b) 積雪層と凍結土層の境にある場合、c) 融解土層と凍結土層の境にある場合、d) 融解土層と凍結していないが難透水性の岩盤などとの境にある場合等々があり、どの部分が、どの面で不安定化するかは力のつり合いの条件で決まる。不安定化して滑動する部分が a) b) の場合は典型的なスラッシュ・フローであるし、c) d) の場合は、雪を含まない土石流土砂流となる。富士山の場合、むしろ b) と c) の中間的な形態のものが一般的であり、一つのスラッシュなだれで、斜面上部の発生源域では a) b) の形態をとっているが斜面中～下部では将棋倒し状に拡大し、c) d) の形態に進む例が多い。すなわち、上部では雪と氷の混合したスラッシュ・フローであるが斜面下方に流れるにしたがって土砂、礫の混入量が多くなるが、流下するさいのマサツ熱で雪は解け、水に変わっていく。このような雪、水、土砂の混合した状態の流れは、スラッシュ土石流とも呼ばれるべきものである（雪が完全に融け、土砂と水だけになれば土石流となる）。

これらの流れは富士山の東斜面においては $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ 付近の斜面で発生している場合が多い。スラッシュ土石流は、凍結層が消滅するところまで達するとデブリに含まれる水分が地下に浸透して流動性が低下し、ついには停止する（図3）。

もしスラッシュ土石流が岩盤の露出した谷にそのまま流れ込めば、谷の水を合わせて段波状の土石流、土砂流となって下流の低地を襲うことになる。

言いかえれば、スラッシュなだれは発生する時、場所で様相が変わり、流下していく過程で流れの様態が変化していくという特徴がある。この関係を図4に模式的に示す。

#### 4. スラッシュなだれの堆積物となだれの編年

富士山のスラッシュなだれのきわだった特徴のいくつかを上げると、1) 北緯 $35^{\circ}$ 度という温暖帯の高山地域で起きること、2) 本来透水性のよい火山斜面が低温期に凍土層が形成され、季節的難透水層を作ること、3) 初冬期、早～晩春期に、急激な気温上昇による融雪および多量の降雨を契機として発生すること、4) なだれる物質が雪・氷のみでなく、しばしば多量の粗粒土（融解土層の一部）を含むことなどである。

通常スラッシュなだれでは雪と水の混合物であるため、デブリが融けてしまえばほとん

ど何も残らない。しかし、富士山のスラッシュなだれでは、全く礫を含まないものから雪（氷）粒子を含まない粗粒な土のみよりなるものまで様々である。一般に停止したデブリに含まれる土の容積比は数%～数10%程度である。

すなわち、一回のスラッシュなだれは、堆積域においてそれに対応した堆積物を残すことになる。新しいスラッシュなだれの堆積物がそれに先立つ堆積物の上に次々と重なっていくとすれば、地層累重の法則がここでも成り立っている。

富士山東斜面の北部、標高960m付近で掘られた深さ11mの試堀坑の観察結果では、1)富士山の火山活動で放出された粗流な多孔質軽石層（スコリア）の上に、2)多数の成層したスラッシュ堆積物層（火山砂礫）があり、3)最上部は褐色に風化したスコリアおよびローム層あるいは腐食土層で覆われた大きな堆積サイクルがあり、これが少なくとも5つは認められた。これは、1)火山降下物による山腹斜面の広範囲な被覆、2)スラッシュなだれによる降下堆積物の削剥-移動-堆積、3)火山活動の静穏期の風化層、表層土壌の形成に対応すると考えることができよう。

近年富士山周辺の火山灰層の編年が精力的に進められているが試堀層中に露れた火山灰層は同定の結果（宮地 直道ほか）、地表面下16M付近にある御殿場泥流（2500年前）より新しく約300年前（西暦1707年の宝永スコリア）までの間の堆積層であり、中間に挟まっている火山灰層のいくつかについてもおよそその時代がわかってきた。

また、スラッシュ堆積層の単層の最下部に厚さ数mm以下の黄褐色細粒土薄層が挟まれている。これはアジア大陸から飛来した黄砂に由来するものと考えられている。

1707年の宝永噴火で富士山東斜面は厚さ1～5mのスコリア層に覆われている。このスコリア層は緩く不安定であり、噴火以後もスラッシュなだれによる削剥が進んでいるとみて間違いはない。近年発生したスラッシュなだれのうち中規模のものは、標高1300m付近の樹林帯まで達している。スラッシュなだれのデブリは礫を多く含むため、樹林帯最先端の立木はデブリで樹皮が痛められやすく、古傷がしばしばみられる。

1990年3月のスラッシュなだれで枯損した23年生のアカマツ（*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.）の年輪を調べたところ、芽生え（1967年ごろ）後、1981年に1年分の年輪巾が、また1984年から3年分の年輪巾がせまくなっていて、樹皮の損傷を受けたことがうかがえる。1972年の年輪には特に異常は認められなかった。

アカマツの根元を堀削し、スラッシュなだれの堆積物を観察したところ、それぞれのスラッシュなだれに対応した上から60cm（1990）、20cm（1984）、7cm（1981）の堆積

物が区分できた。

これらの事実から、近年スラッシュなだれのデブリは樹林帯の深部に少しずつ侵入し、樹林帯は後退を余儀なくされている現状が浮かび上がってくる。

このようにスラッシュなだれの編年は、残された堆積物や樹木の年輪を用いて様々な分野からアプローチできる可能性がある。

また、大規模な雪代災害の発生した天文—永祿年間、天保年間は歴史上著名な飢饉の時代であり、スラッシュなだれの規模や頻度は地域・地球の寒冷化と関係していることも考えられる。中国大陸における黄砂の出現頻度と気温（極高圧帯の中央アジアへの張出しに関係？）が相関していることを考えると、スラッシュなだれの堆積物に挟在する黄砂薄層は過去の地球環境を解く鍵になるかも知れない（図5、図6）。

（株式会社 建設基礎調査設計事務所）



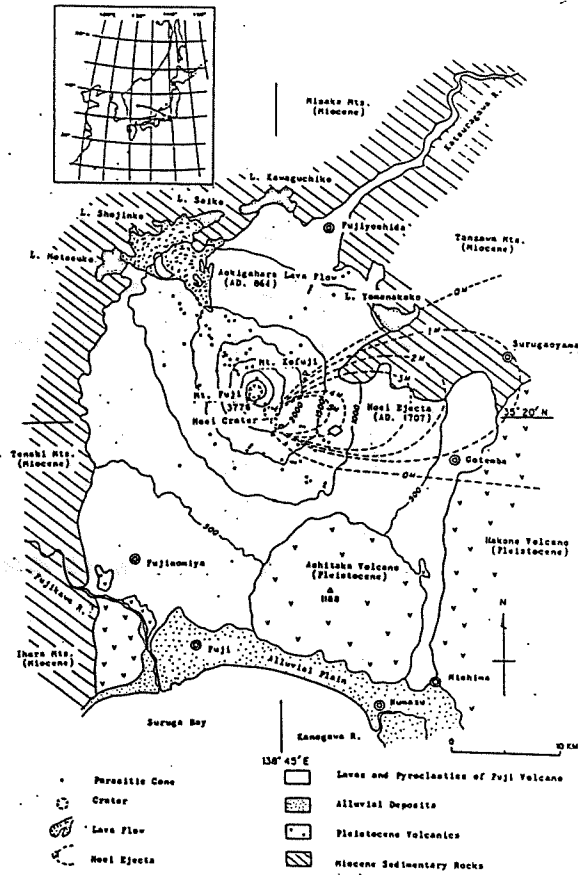


図1 富士山周辺の地質と火山活動



図2 天保5年の雪代による災害を報じた瓦版  
屋根に乗った人もろとも家が流されている。(目でみる富士宮の歴史)

図3

1981年3月15日の融雪なだれの発生域(富士山周辺図)  
 Affected area of slush flows on 15th March, 1981

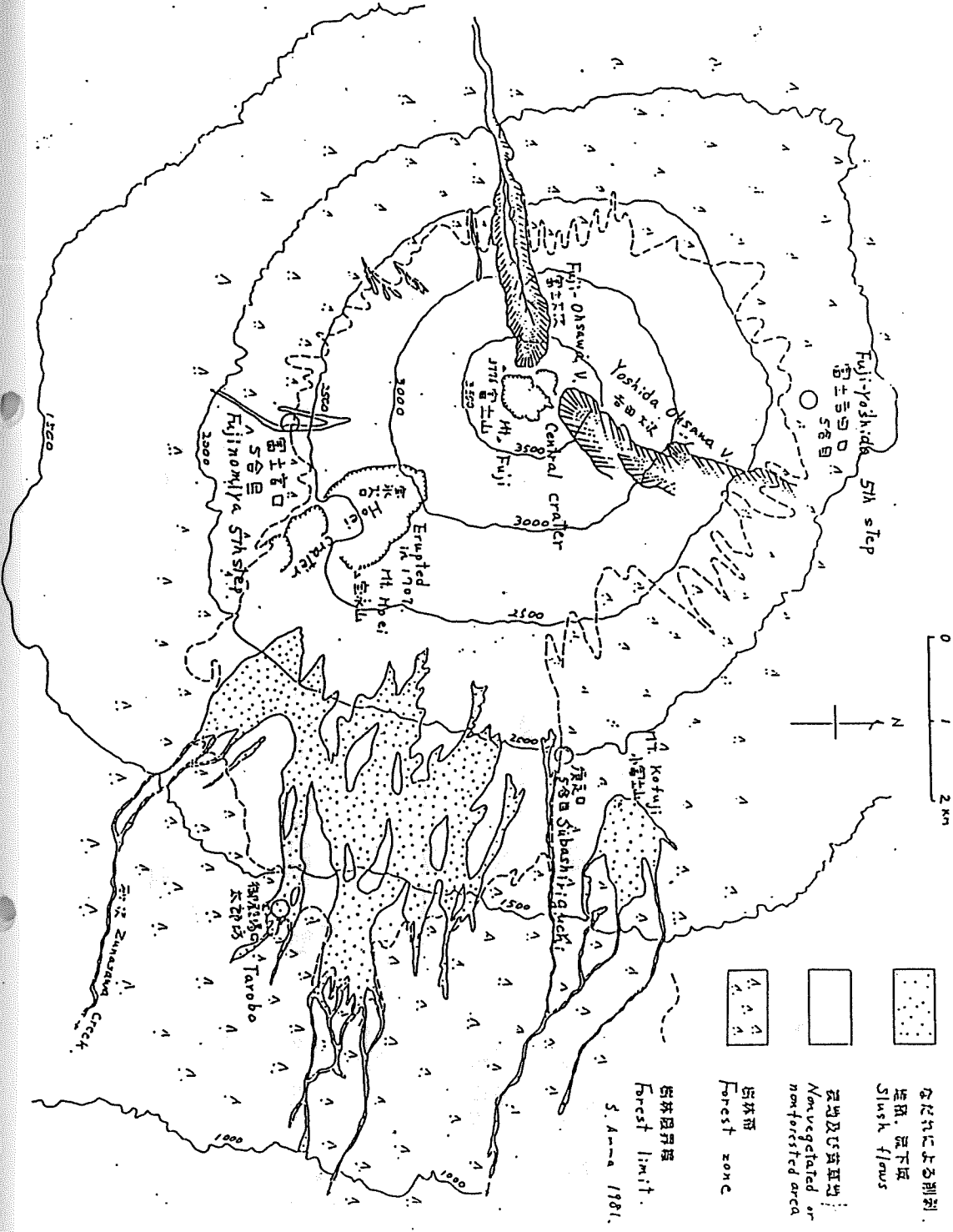
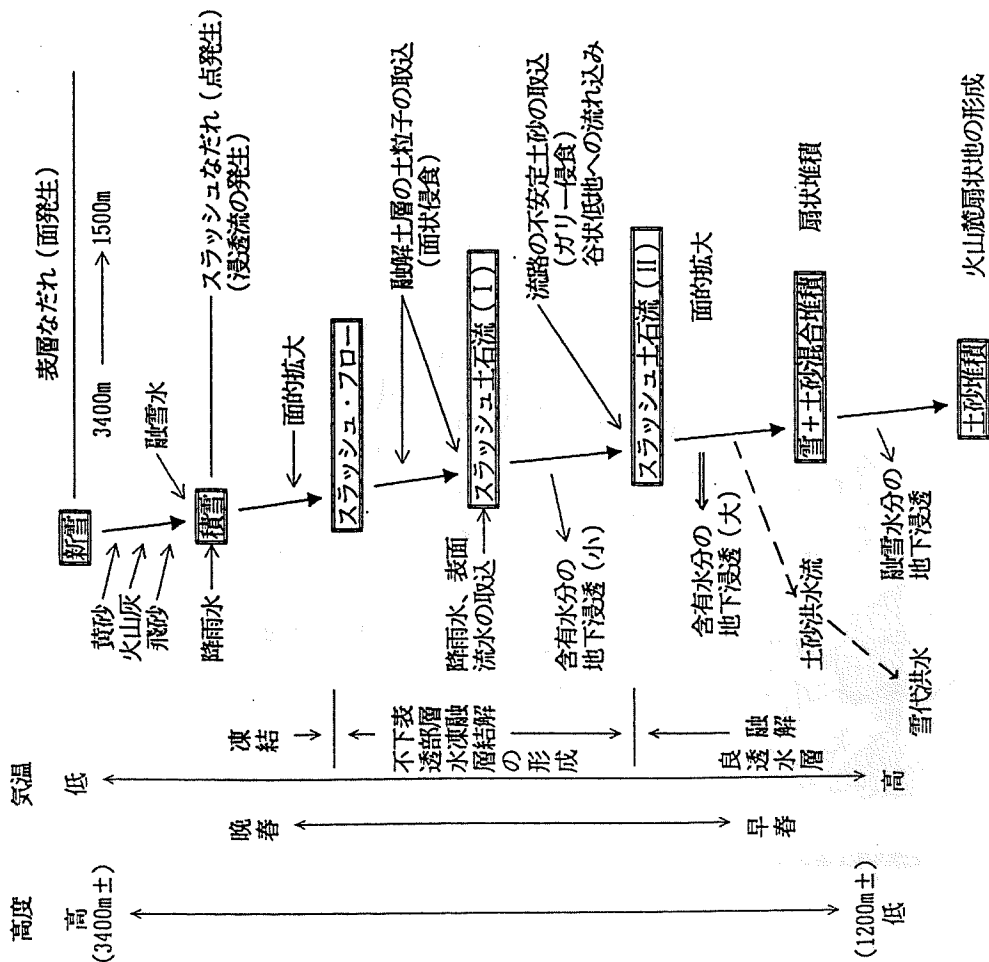
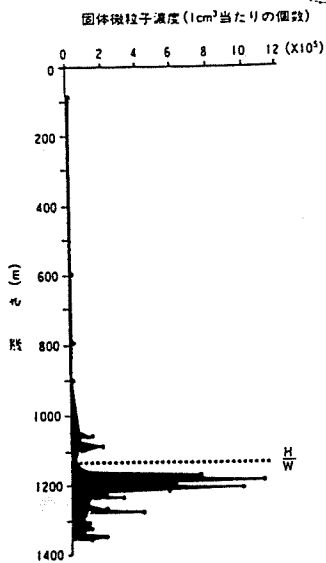


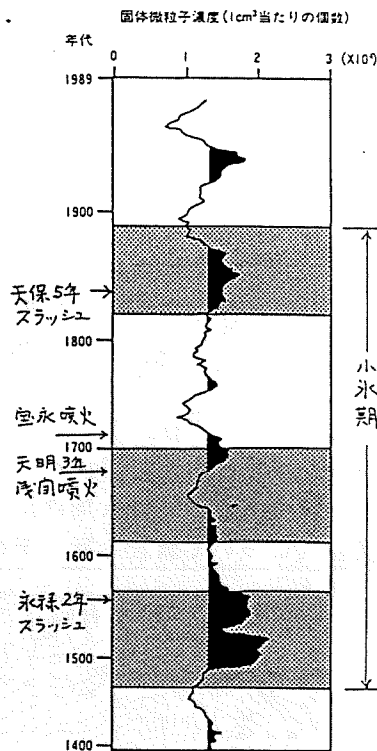
図4 富士山でのスラッシュ・フローの模式的ダイアグラム



構成成分	粘性	おこなわれる作用
雪	粒状体	おこなわれる作用 新雪の異常堆積 (地吹雪による)
雪+水	液状体 中	尾根状地などの 積雪深が小さい 所から発生
雪+水 (+土砂)	小	最大傾斜方向に 流れが拡大
雪+水+土砂	小	均質な混相流が 平滑な斜面から 谷に向って集束
雪+水+土砂	大	見かけ比重による 負の分級作用
雪+土砂	粒状体 (雪粒子を含む)	融雪分級作用 細粒フィロム形成
土砂	粒状体	細粒分の粒子間移動 続成作用

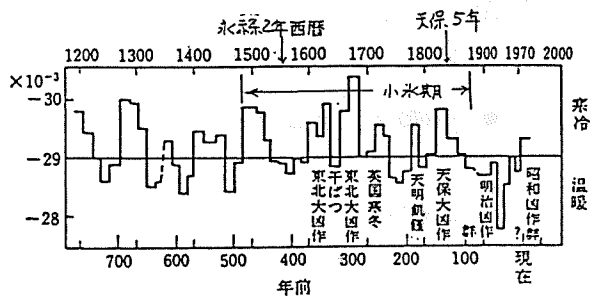


グリーンランド、キャンセンチュリー  
の深層コアの固体微粒子濃度の変化 (Thompson ·  
M-Thompson, 1981).  
固体微粒子濃度は、融解サンプル1 cm³ 当りの直径  
0.63 μm 以上の非水溶性粒子の総個数。HとWは、  
それぞれ後氷期と氷期を意味する。氷期に固体微粒子  
濃度が非常に高く、乾燥地域のほろがりと大気輸送  
力が強かったと考えられている。中国の乾燥地域から  
の黄砂も多量に含まれている可能性がある。



グリーンランド氷床の南端、Site-Jの205 m  
コアにおける過去600年の固体微粒子濃度の変化と、  
中国における黄砂の発現が活発であった期間 (網目の  
帯)  
中国の乾燥期に黄砂が多量にグリーンランドに輸送さ  
れた可能性が考えられる。固体微粒子濃度は、融解サ  
ンプル1 cm³ 当りの直径0.63 μm 以上の非水溶性粒  
子の総個数。黄砂については、張 (1982) による。

図5 グリーンランドにおける固体微粒子の濃度 (黄砂 名大水研編)



グリーンランドの氷柱の分析から求めた気  
温変化 (Dansgaard)

図6 グリーンランドにおける気温変化 (気象ハンドブック 朝倉書店)

# 狩場2号橋流失災害調査

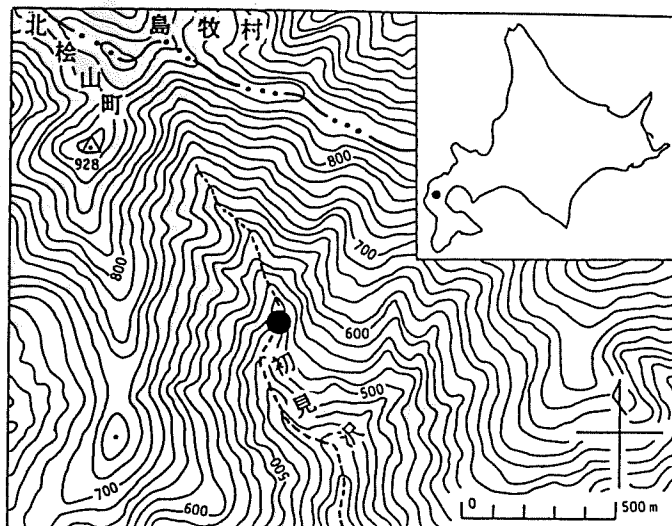
北大低温科学研究所 秋田谷英次・福沢卓也

## I. 災害概況

北海道北檜山町役場からの連絡によると、北檜山町と島牧村を結ぶ峰越林道に架かる狩場2号橋(長さ10.3m、約50ト)は平成3年春、流失し、約80メートル下流で上下反転した状態で発見された。発見直後の同町役場の被災調査によると橋脚コンクリートの損傷はなく、また流された橋はほぼ原型をとどめ、その上には岩石や土砂の堆積物は見られなかった。この様な被災状況から流失原因は洪水や土石流によるものではなく、雪崩により飛ばされ積雪上に落下した可能性があるとのことであった。そこで筆者らは、平成3年9月7日、被災原因の確認のため現地調査を行った。

## II. 現地調査結果

災害現場は檜山支庁管内の狩場山塊の一つである標高928.6mの尾根から南に流れる初見沢上流で、この沢は真駒内川の支流の一つである(第1図)。現地では地形と被災状況について調査を行いその原因を検討した。



第1図 災害現場。●が橋のあった位置

### 1. 地形の特徴

災害のあった沢の上流は、東西に長く連なる尾根からなっており、この尾根から続く斜面は扇型をなし、第2図正面に見られるような逆三角形状に狭まり、橋のある初見沢へと続いている。この扇型斜面には大きな樹木はなく、笹で覆われている。初見沢の両側斜面には樹木が密生し、河床は橋のある地点が最も狭く幅は40~50mあまりである。

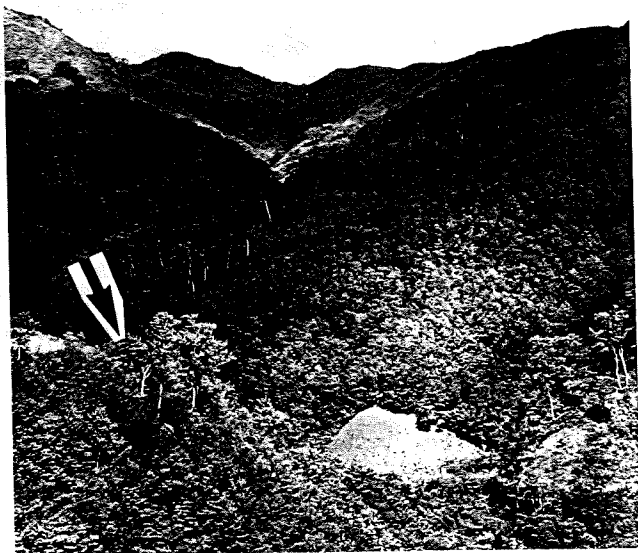
沢が湾曲しているため、橋脚地点からも、橋の落下地点(谷底)からも直接山頂までは見通せなかった。しかし、中継点を設けて見通し角を推定すると、橋の

落下地点から山頂までの見通し角は20度、もと橋のあった地点（橋脚地点）から山頂までの見通し角は22度程度と推定できた（地図上では23度）。雪崩の経験則によると表層雪崩は見通し角18度、全層雪崩は24度地点まで到達する。このことから全層雪崩は橋の地点まで到達する確率はきわめて少ないが、表層雪崩は橋の落下点よりさらに下流まで到達しうる。このことから、橋のあった地点は表層雪崩走路の末端に近いが、十分雪崩の到達範囲と考えられる。

## 2. 雪崩の痕跡観察

橋脚地点付近の沢の中には、主にブナの折れた流木が多数散在していた。特に橋脚地点より上流に多く、沢の底には枝のもぎ取られた樹幹の部分が多く見られた。また枝が付いたまま折れたブナも数本あり、それらの中で最大のものは直径30cm、長さ18mあまりであった（第3図）。沢の両側の斜面は密生した樹木で覆われているため、この斜面からの全層雪崩は考えられない。また、両斜面下方には、立木のままで上部のみが折れているものもかなりの数にのぼった。沢の側方斜面は密生した樹木に覆われていることから、立木上部の折損はこの斜面からの表層雪崩とも考えにくい。次に初見沢本流からの全層雪崩は1. で述べた見通し角以外に、下記の理由でも否定できる。全層雪崩は密度の大きな雪が多量に谷底に沿

って流れるため、沢の屈曲点凸部（外側）の側面の土砂は削りとられ、明瞭な侵食跡を残す。また侵食された土砂は、なだれた雪と共に運ばれ谷底に堆積する。しかし、侵食跡は見られず、また谷底の岩には苔がついたままであり、流された



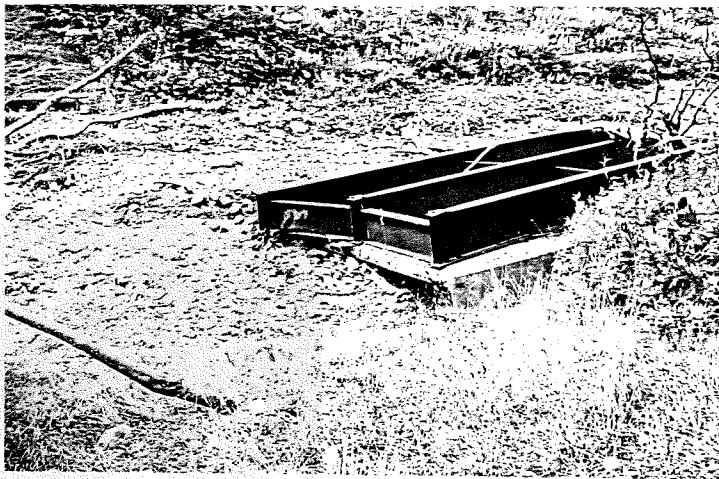
第2図 初見沢上流の斜面状況。正面の尾根は第1図の島牧村と北檜山町の境界。矢印が橋のあった位置



第3図 沢の中の折れたブナ。

橋の上には全く土砂の堆積もなかった（第4図）。以上のことから、今回の橋の流出災害は初見沢本流からの、規模の大きな表層雪崩と判定できる。

今回の橋流出災害のあった狩場2号橋は狩場山地東側を島牧村から北檜山にぬける峰越林道に架かる橋である。同林道の島牧側に架かる橋（全長23.4m、鋼合成桁橋、総重量112トン）は1978年春に流失しているのが発見され、今回と同様に表層雪崩によるものと判断された。同地では、これまで大きな雪崩災害記録はなかったが、地形、植生及び積雪状況及び2回



第4図 80m流された橋脚。  
橋は上下反転しその上に折れた木があるが土砂の堆積はない

の橋梁流失災害から、この山域は雪崩の危険が大きいことが明かとなった。

終わりに、この災害の情報提供と現地案内をして下さった北檜山町役場、檜山支庁林務課職員の方々に感謝いたします。

## 岐阜県上宝村の雪崩

(財) 林業土木施設研究所 石川政幸・野々山直人

1991年 2月17日に岐阜県北部の上宝村で表層雪崩が発生し、新穂高温泉や中尾温泉のスキー客など 1,234名が足止めとなり、ニュースでも大きく報道された。ここでは 3月29日と 5月以降に行った調査結果の概要を述べるが、対策工種選定を目的とした残雪期の調査であるため、雪崩の詳細については不明の点が多い。

### (1) 発生斜面

岐阜県吉城郡上宝村神坂、県道神岡-新穂高線に接する6本の沢の上方、標高1,200~1,900m、南~南東向き、傾斜 37~40° の斜面から雪崩が発生し、沢を流下して標高950m付近の道路を乗り越えた。標高1,900mの発生斜面は森林伐採跡のササ生地、標高1,200~1,500m の斜面は表土が侵食された無立木の凹斜面である(表)。

表 雪崩の発生状況

斜面 No.	発生 年月日	発生区				備考
		標高	方位	傾斜	植生	
1	1991.2.17	1,900m	SSE	38°	ササ生地	表層雪崩、3.6 全層雪崩
2	2.17	1,450	S	40	無立木地	〃
3	3.6	1,250	SSE	40	〃	全層雪崩
4	2.17	1,900	SE	37	ササ生地	表層雪崩
5	2.17	1,550	SSE	39	無立木地	表層雪崩、3.6 全層雪崩
6	3.6	1,400	SSE	38	〃	全層雪崩、3.9 全層雪崩

### (2) 発生日時と気象条件

① 表層雪崩： 2月17日3時頃にNo.5斜面で発生し、その後ひきつづいてNo.1, 2,4で発生した。神岡では 2月15日に気温が急昇し最高12.0℃、最低0.1℃になり、10mmの雨が降った。上宝村役場の人の話では、 2月16日に雨が降り、その後雪に変わり17日まで降りつづいたとのことである。おそらく 15,16日の雨で雪崩発生斜面にはぬれざらめ雪の弱層が形成されていたものと推定される。上宝村役場(雪崩発生地点から4km、標高830m)における 2月17日の積雪深は103cm、降雪深は61cmであったので、雪崩発生斜面の積雪深は1.8m、降雪深は1.0m程度と推定される。

② 全層雪崩： 3月6日と9日の2回発生した。No.1,2,5,6斜面では、2月17日に雪崩が流下した浅い凹地状の沢で雪崩が発生したことから、2月17日の雪崩の一部が沢の途中に堆積し、それが全層雪崩の発生を促進した可能性もある。雪崩は3月4日から6日にかけて気温が急昇し、8日に雨が降ったことによって発生したものであって、神岡の日最高気温は4日から6日にかけて11.4~12.7℃、日最低気温は0.3~0.6℃に上昇している。上宝村役場で降雪は観測されていない。

### (3) 雪崩流の高さとデブリの堆積状況

雪崩によって生じた樹幹の擦傷や枝折れの高さから推定した雪崩流の高さは下部ほど高く、約10mであった。デブリにはダケカンバ・ミズナラの直径40cmの幹や枝、オオシラビソの枝葉、直径80cmの石礫などが散乱し、土砂が堆積していた。上部の沢の中や周辺には直径90cmの幹折れ、根返り木も見られた。したがって、2月17日の雪崩は「雪煙りを伴う面発生乾雪表層雪崩」である。

デブリの堆積量から、発生した雪崩量は1,500~10,000 m<sup>3</sup>程度と推定された。