

# 富士山スラッシュ雪崩発生予測のための判断指標検討

国土交通省富士砂防事務所 三輪賢志, 永井健二, 荒木孝宏, 〇中川達也  
アジア航測株式会社 小川紀一郎, 千葉達朗, 佐野寿聰, 高橋秀明

## 1. はじめに

富士山では、古くからスラッシュ雪崩とよばれる現象が確認されている。スラッシュ雪崩は、富士山周辺で生じる洪水や土石流等の契機となる現象（安間，2007）の一つであり、写真-1は、平成21年2月14日に富士山東南稜斜面で発生したスラッシュ雪崩の痕跡であり、富士山ではこのような現象がたびたび発生しているものと考えられる。スラッシュ雪崩は、直接的に被害を与えない小規模のものも含めると、頻繁に発生する土砂災害として考えられることから、地元住民等の安心・安全の向上のために、スラッシュ雪崩の発生を予測し、防災情報を提供することは、大変有効であると考えられる。今回、スラッシュ雪崩発生を事前に予測することを目的として、スラッシュ雪崩発生時の気象条件・水文特性から予測のための判断指標設定の検討結果を報告する。

## 2. スラッシュ雪崩の概要

スラッシュ雪崩とは、大量の水を含んだ雪が流動する雪崩として定義されている。富士山で発生するスラッシュ雪崩は、積雪のある融雪時期に、急激な温度上昇による融雪や降雨により積雪層内に多量の水が供給されること、また、地盤凍結による難透水層が存在することにより、供給された水が積雪層内に貯留し、この貯流水が斜面の積雪を不安定化させ引き起こされると言われている（安間，2007）。

## 3. 検討方法

### 3.1 高層天気図等を利用した判断指標

#### (1) 対象事例

1972年以降に発生した31事例のスラッシュ雪崩のうち、検討対象としては、富士山周辺の11観測所の発生当日の最大日雨量が45mm以上の場合のスラッシュ雪崩とした。ただし、台風の接近に伴い、多量の降雨と湿気な風の吹込みにより発生した2事例については、発生形態が異なることから対象外とし、全27事例で検討を行った。

#### (2) 気象値の特徴整理

スラッシュ雪崩の発生を予測する上で、発生地点である富士山高標高部の気象状況の把握は極めて重要である。そのため、高標高部の状況を示す高層天気図を用いて、スラッシュ雪崩が発生するときの高層気象の特徴を整理した。本検討で用いた高層天気図は、スラッシュ雪崩の発生標高付近の気象状態を表す700hPa高層天気図（約3,000m）を使用し、発生にかけての気温の変化、発生時の風向・風速、湿潤域の位置を確認するとともに、スラッシュ雪崩が発生するときの高層天気図の特徴を整理した。

#### (3) 地上天気図の利用

対象とするスラッシュ雪崩は、降雨起因による発生事例であることから、低気圧による多量の降雨がもたらされることが条件となる。そこで、スラッシュ雪崩が発生するときの富士山周辺の低気圧の位置、通過経路を整理することで、スラッシュ雪崩の発生要因となる低気圧の特徴を整理した。

#### (4) 高層気象データの利用

富士山測候所（3,775m）の観測データと、700hPa等圧面における輪島の高層気象データとの比較を行うとともに、スラッシュ雪崩発生時の輪島における高層気象の特徴を整理した。

### 3.2 気象データを用いた発生判断指標

#### (1) 発生時のタイプ分類

1972年以降に発生した31事例のスラッシュ雪崩について、スラッシュ雪崩の発生時における雨量、気温、風向・風速、水位、地温、積雪深、気圧の変化を整理した結果、5タイプに分類することができた（表-1）。その中で、本検討では、低気圧の影響による気圧の低下、スラッシュ雪崩の発生要因である多量の降雨や気温の上昇が見られるタイプIを対象とした。

#### (2) 各水文・気象値の判断指標の検討

タイプIのスラッシュ雪崩について、発生日の日雨量・最大1時間雨量、気温の変化、日最多風向・日最大風速、気圧変化、水位の状況を観測所毎に整理し、単一気象条件における発生判断指標について検討した。

#### (3) 複数指標を用いた判断指標の検証

単一気象条件による発生判断指標を、複数の気象条件を用いた場合の発生条件検討し、その精度検証を行った。



写真-1 平成21年2月14日に発生したスラッシュ雪崩

表-1 スラッシュ雪崩発生時のタイプ

タイプ	気圧変化	雨量	気温変化	風向	事例数
タイプI	低下	70mm以上	上昇	南寄り	26
タイプII	低下	70mm未満	上昇	北寄り	3
タイプIII	低下	20mm未満	下降	北寄り	1
タイプIV	上昇	20mm未満	上昇	北寄り	1
タイプV	上昇	70mm以上	上昇	南寄り	1

## 4. 検討結果

### 4.1 高層天気図等を利用した判断指標

#### (1) 高層天気図、地上天気図の特徴

発生日の日雨量が45mm以上である降雨起因のスラッシュ雪崩(27事例)について、700hPa高層天気図における発生時の特徴について図-1に示す。本検討で確認できたスラッシュ雪崩発生時の特徴の概要は以下のとおりである。

- ・発生にかけて富士山周辺の気温は上昇し、0℃程度まで達する。
- ・富士山の北側に低圧部が見られ、そこから伸びる気圧の谷が朝鮮半島～富士山西側に見られ、富士山には、南西方向から暖かい風が吹き込む。
- ・湿潤域が富士山周辺を覆う。
- ・低圧部を中心とした同心円状の等高線が西から東にかけて北上している。

また、地上天気図を用いて低気圧の位置を整理した結果、全事例で富士山の北側に低気圧が位置していた。その中で、南北両側に低気圧がある場合も5事例あったが、700hPa高層天気図から北側の低気圧による低圧部の影響が大きいものであった。

#### (2) 高層気象データの検討

1991年11月28日に発生したスラッシュ雪崩についての、富士山測候所の気温と石川県能登半島の輪島における700hPa等圧面の気温を図-2に示す。変化傾向は概ね同様であり、スラッシュ雪崩の発生時刻にかけて気温上昇し0℃程度に達している。また、このときの風向も、富士山と輪島では同様の傾向を示し、スラッシュ雪崩が発生するときは南～西寄りの風向であった。

このことから、スラッシュ雪崩の発生をもたらす低気圧が、朝鮮半島付近より東へ移動してくることにより、輪島に南寄りの暖かい風が吹き込み気温上昇し、次いで、富士山周辺も気温上昇することが言える。

### 4.2 気象データを用いた発生判断指標

#### (1) 各水文・気象値の判断指標

対象とした26事例のタイプIについて、発生前日から発生日の水文及び気象値の整理を行った結果、スラッシュ雪崩の発生時における気象条件は以下のとおりである。

- ・雨量は、おおよそ連続雨量50mm以上、最大1時間雨量10mm以上の場合が多い。
- ・発生当日と前日の気温変化は、平均・最高・最低気温ともに、0～10℃上昇している場合が多い。
- ・風速・風向では、御殿場観測所において、南～南西の風が吹き、日最大風速が5m/s以上の場合に発生している。
- ・低気圧の通過による影響で、気圧が発生前日から当日にかけて2hPa以上低下している。
- ・スラッシュ雪崩が発生した日には水位が観測されている。

さらに、単一気象条件を用いて適中率を求めた結果、日雨量・最大1時間雨量については90%以上と高い確率であった。一方で、空振り率は、全ての気象条件において90%を超えており、各条件を満たす気象状況が多く発生していると言える。

#### (2) 複数指標を用いた判断指標の検証

単一での気象条件を基本とし、全ての単一気象条件を用いた複数指標による判断指標の検討を行った。その結果、雨量・気温変化・風向風速・気圧変化・水位の各条件を全て満たした件数は、スラッシュ雪崩発生時で19件(適中)、非発生時で67件(空振り)あった。また、発生条件を満たしていない発生していない状況で発生した件数は1事例(見逃し)、発生条件を満たさず、かつ、スラッシュ雪崩が発生しなかった件数は5,077事例(適中)であり、適中率は98.7%と極めて高い値であった。しかし、空振り率も77.9%で依然として高い値であった。

## 5. まとめ

富士砂防事務所では、本検討をもとにスラッシュ雪崩の発生が予測される気象条件となった場合に注意・警戒を強め、防災体制に役立っている。また、地域住民等に対しても、スラッシュ雪崩発生の危険が高く注意が必要という注意喚起を行っている。今後も新たなスラッシュ雪崩発生時の水文・気象条件の追加等を行い、判断指標の精度向上を図るとともに、防災情報の提供手法について関係機関と連携し実施することで、地域住民等の安心・安全の向上を図りたい。

## 6. 参考文献

安間 荘：富士山で発生するラハールとスラッシュラハール，富士火山，山梨県環境科学研究所，p.285-301，2007

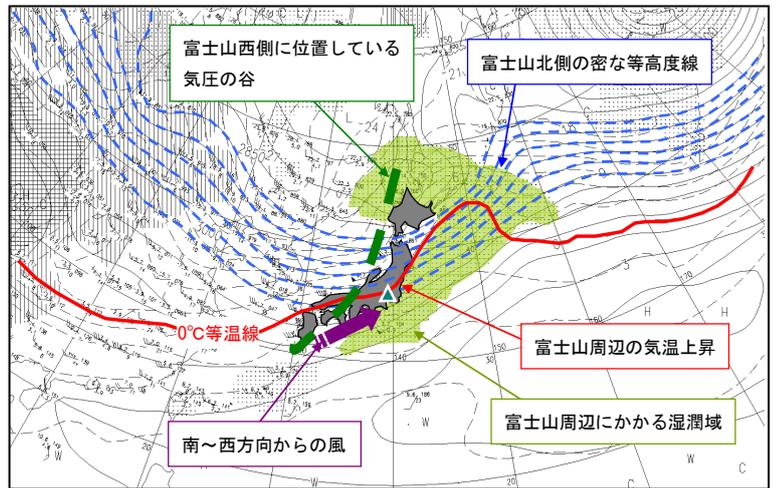


図-1 スラッシュ雪崩発生時の700hPa高層天気図の特徴

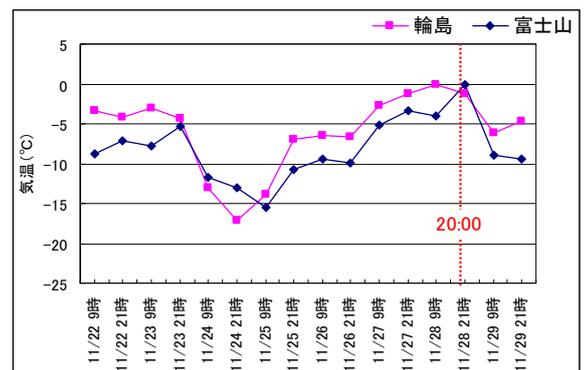


図-2 スラッシュ雪崩発生時の輪島の気温