

新潟県長岡土木事務所 ※松郷 文人  
 新潟県糸魚川土木事務所 ※湯田 寛  
 ○新潟県土木部道路建設課 ※笹原 克夫  
 (株)アルゴス 上石 勲

1. はじめに

我が国有数の豪雪地帯である新潟県では、古くより雪崩による災害が後を絶たず、近年では昭和56年、昭和59年、昭和61年と多数の死傷者を出した大災害が起こった。そこで本県は雪崩対策事業として雪崩対策施設の整備を進めているが、雪崩発生危険箇所数が多いためなかなか追いつかないのが現状である。そこで警戒避難体制の整備等のソフト的な雪崩対策が重要になってくるが、そのために警戒避難基準値の設定が必要になってくる。本調査では警戒避難基準値の設定のために必要な気象関係のデータを収集すると共に、幾つかの既存の雪崩発生予測方法について検証することを目的とする。

2. 調査内容

2.1 調査場所

調査場所は以下の2箇所である。(図-1参照)

- ①西頸城郡能生町柵口：昭和61年1月26日深夜大雪崩が発生し、死者13名を出した。
- ②南魚沼郡塩沢町蟹沢新田：昭和59年2月8日、10日と雪崩が発生し、国道291号が不通となった。

2.2 気象観測

この2箇所において気象観測を実施し、そのデータを基に雪崩発生予測を行った。

気象観測項目としては以下の通りである。

- 気温
- 風向
- 風速
- 積雪深

図-1に示すようなシステムで、以上の項目について観測しそのデータを転送・処理した。

2.3 雪崩発生検知方法

雪崩発生検知方法は以下の2つの方法を考えた。しかし両方とも短所があるため、地元の人に発生監視と発生報告の協力を依頼した。

①長尺フィルム内蔵カメラ：雪崩が発生すると予想される斜面を撮影インターバル1時間で連続撮影した。

②地震計(蟹沢新田のみ)：雪崩発生に伴う振動を感知する。雪崩発生データは地震計の出力が設定レベルを越えた時に記録されるものとした。この方法は現在までの事例が少ないため、地震計の出力レベルの設定が問題である。

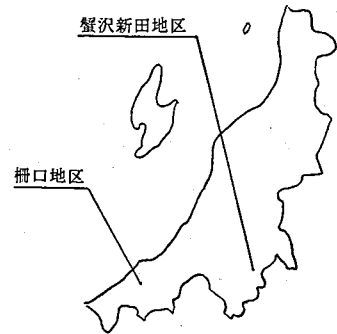


図-1 位置図

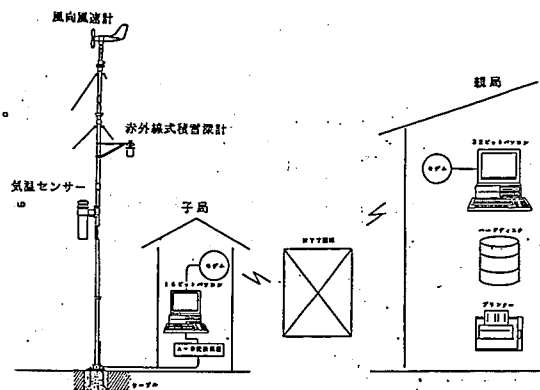


図-2 システム構成図

### 3. 雪崩発生予測手法

前述のようにして収集したデータを用いて、幾つかの方法で雪崩発生予測を行った。それらの方法について説明する。

#### I. 気象協会方式

前20時間の気象状況が次表のうちに該当するかどうか

項目	内容
時間積雪深の差	6~8cm以上
最低気温(海拔100mにおける)	-4~-2℃
最大風速(10分間平均風速の最大)	6~8m/sec
最大風速時の風向	WNW~NW

#### II. 新潟県治山課方式

表層雪崩発生の力学的メカニズムを模倣とした遠藤氏の手法を基に雪崩遊離体制の基準化をおこなったものである。

蟹沢新田・柵口の雪崩の発生点は傾斜45°とし、ランクに当てはまるかどうかの判定を行っている。

ランク	斜面勾配 45°
(1)極めて危険	降雪強度 4cm/h 以上 新雪深 60cm 以上
(2)危険(80%)	降雪強度 3.2cm/h 以上 新雪深 50cm 以上
(3)やや危険(50%)	降雪強度 2cm/h 以上 新雪深 40cm 以上

新雪深の算出方法

①積雪深が減少した場合は(1時間の積雪深差 $\leq 0$ )一言が終了と判断

1時間毎の積雪深の増加中(積雪深差 $\geq 0$ )の

現時点の積雪深-降雪(増加)開始時の積雪深

②積雪深が減少する時間が12時間以上となった場合に一言が終了と判断

積雪深が減少中(積雪深差 $\leq 0$ )の時間が12時間となるまでは、降雪開始時の積雪深を更新しない

現時点の積雪深-降雪(増加)開始時の積雪深

### 4. 調査結果及び雪崩発生予測の結果

図-3に蟹沢新田の、そして図-4に柵口の気象観測結果の一部を示す。ここでは平成元年12月21日から平成2年2月末日までの風速・気温・積雪深が示されている。今冬は1月下旬に大量の積雪があり、柵口では現地踏査によっても表層雪崩の発生が確認された。表-1に写真判読により確認された雪崩を示す。1月下旬は悪天期のため発生した全ての雪崩が写真により確認されたわけではないと考えられる。蟹沢新田では雪崩の発生は認められなかった。図-5から図-7に柵口の雪崩発生予測の結果を示す。

### 5. 考察

#### 5.1 本観測システムの問題点

本システムにおいて最も問題となるのは、雪崩発生検知方法である。今冬に雪崩の発生の見られた柵口地区において前述の通り2つの方法を使用した、各々について述べる。

#### III. 長岡国道方式

$X$ (危険指数) =  $\text{Min}[(P-P_0), (Q-Q_0), (R-R_0), (S-S_0)]$

P: 先行時間前積雪深

Q: 先行時間内平均降雪量 ... {先行時間前の積雪深-現在の積雪深}

R: 先行時間内平均気温

S: 先行時間内平均風速

のスケール調整倍したものを

$P_0, Q_0, R_0, S_0$ は各値のスケール調整した最小値である。

危険指数0以上が雪崩発生領域である。

気象要素	先行時間前積雪深 (cm)	先行時間内平均降雪量 (cm/h)	先行時間内平均気温 (°C)	先行時間内平均風速 (m/s)
スケール調整倍率	l=1	n=75	n=25	t=25

#### IV. 判別分析法

建設省道路局、河川局、土木研究所において、雪崩発生事例と各種気象因子との相関を因子分析と判別分析の統計的手法で解析したものである。

表層雪崩は湯沢地区内、全層雪崩は新潟県の全域の雪崩発生判別式である。

表層雪崩危険指数=-5.9233

+0.297 (発生日降雪量(cm)) ... {時間積雪深差累計}

+0.0003 (発生日積雪深(cm)) ... {9時の積雪深}

+0.0023 (発生前々日平均気温(°C)) ... {0時~24時の平均}

-0.0277 (発生日最低気温(°C)) ... {0時~24時の最低}

全層雪崩危険指数=-4.0557

+0.0776 (発生日降雪量(cm))

-0.0008 (発生前々日積雪深(cm))

+0.0263 (発生前々日・発生前日の平均気温の和(°C))

+0.0356 (発生前日最高気温(°C))

表-1 柵口雪崩写真判読

雪崩発生日時	雪崩の種類
1/21 8:00~10:00	表層雪崩
1/22 10:00~12:00	表層雪崩
1/29 12:00~14:00	表層雪崩
2/2 10:00~12:00	表層雪崩
2/2 14:00~16:00	全層雪崩
2/3 16:00~2/4 12:00	全層雪崩
2/6 8:00~10:00	全層雪崩
2/6 16:00~2/7 14:00	全層雪崩
2/10 10:00~12:00	全層雪崩
2/10 16:00~2/11 8:00	全層雪崩

①長尺フィルム内蔵カメラ

撮影地点と雪崩発生地点の距離があるため、撮影精度や写真の判読精度の限界があり、ある程度の規模の雪崩しかとらえられなかったようである。また悪天時には対象斜面が撮影できない。現地人の雪崩発生報告や我々の現地踏査で雪崩が発生したと確認されても、それをとらえられなかったことが多かった。この方法では積雪面の微地形から雪崩発生痕跡を確認したのだが、ビデオ等で雪崩の発生・流動そのものをとらえるほうが非常に確実・簡単なのである。

②地震計（蟹沢新田のみ）

今冬は蟹沢新田では雪崩の発生は確認されなかったもので、地震計の使用については今回は議論できない。

5. 2 雪崩発生予測手法に関する考察

今冬は少雪で雪崩発生事例も少なく、特に蟹沢新田では雪崩の発生は確認されなかったということで、データ量は不十分であるが、一応現存のデータを用いて前述した4つの雪崩発生予測手法について検討する。

I. 方法1

おおまかな方法であるが、雪崩頻発期間には危険度が高い。しかし雪崩非発生日でも危険度の高いことがしばしばある。

II. 方法2

本手法は表層雪崩発生日をほとんど正確に予測し、かつ雪崩非発生日を危険と予測したこともない。的中率が高く、空振り率が低いという理想的な結果を出した方法である。

III. 方法3

この方法も気象協会方式と同様に、気象条件の変化に敏感に反応して危険度が変化している。しかし先行時間を長くすると危険度の変化は穏やかになり、特に先行時間36時間では表層雪崩が頻発した1月下旬に危険度が正で高く、他の時期にはほとんど負の値となった。

IV. 方法4

1月下旬の表層雪崩頻発期間には危険度が大きい、非発生日でも危険度の高い日があるがしばしば現われる。

以上のように統計的な手法では空振りが多く、現在のところあまり信頼性が高くない。またIIIやIVの手法では地域により係数やスケール調整倍率が異なってくると考えられるが、その決定手法にも問題がある。

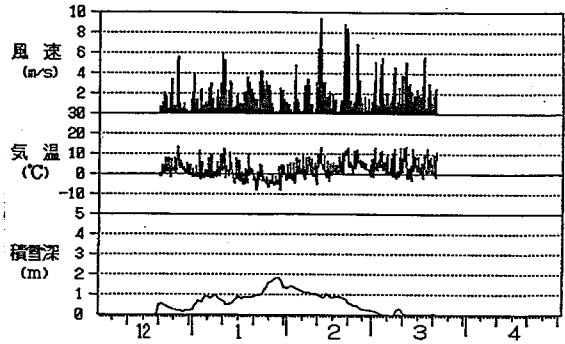


図-3 蟹沢新田の気象観測結果

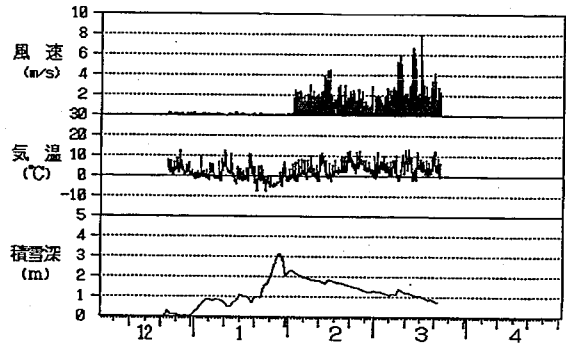


図-4 柵口の気象観測結果

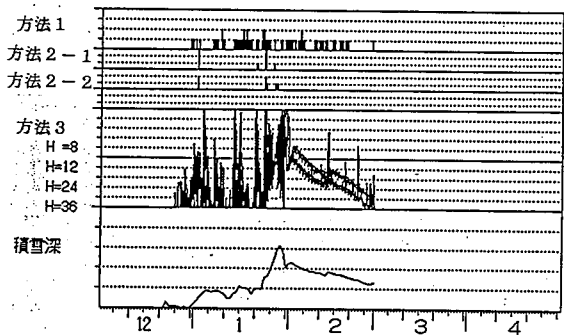


図-5 雪崩発生危険度

方法1-1は新雪深を①の方法で算出したもの  
方法1-2は新雪深を②の方法で算出したもの

## 6. おわりに

以上のような雪崩発生調査と雪崩発生予測を今年度より開始したが、観測システムについてさらに改良していかねばならない点が多い。また今冬は少雪だったことでデータ量も不十分である。さらに調査を継続してデータを蓄積していきたい。最後に地震計については土木研究所新潟試験所よりお借りしたこと、多数の皆様に参加して頂いたことに謝辞を表します。

### 参考文献

- 1) 新潟県治山課：表層雪崩に関する気象現況調査委託報告書，昭和62年3月
- 2) 新潟県治山課：表層なだれ危険箇所調査総合解析報告書，平成元年3月
- 3) 塩野、飯野：表層なだれの発生危険度に関する考察，昭和61年北陸地建管内技術研究会論文集
- 4) 建設省道路防災対策室、傾斜地保全課、土木研究所：雪崩発生の予知・予測に関する研究 pp. 8～38，第43回建設省技術研究会論文集，平成元年11月

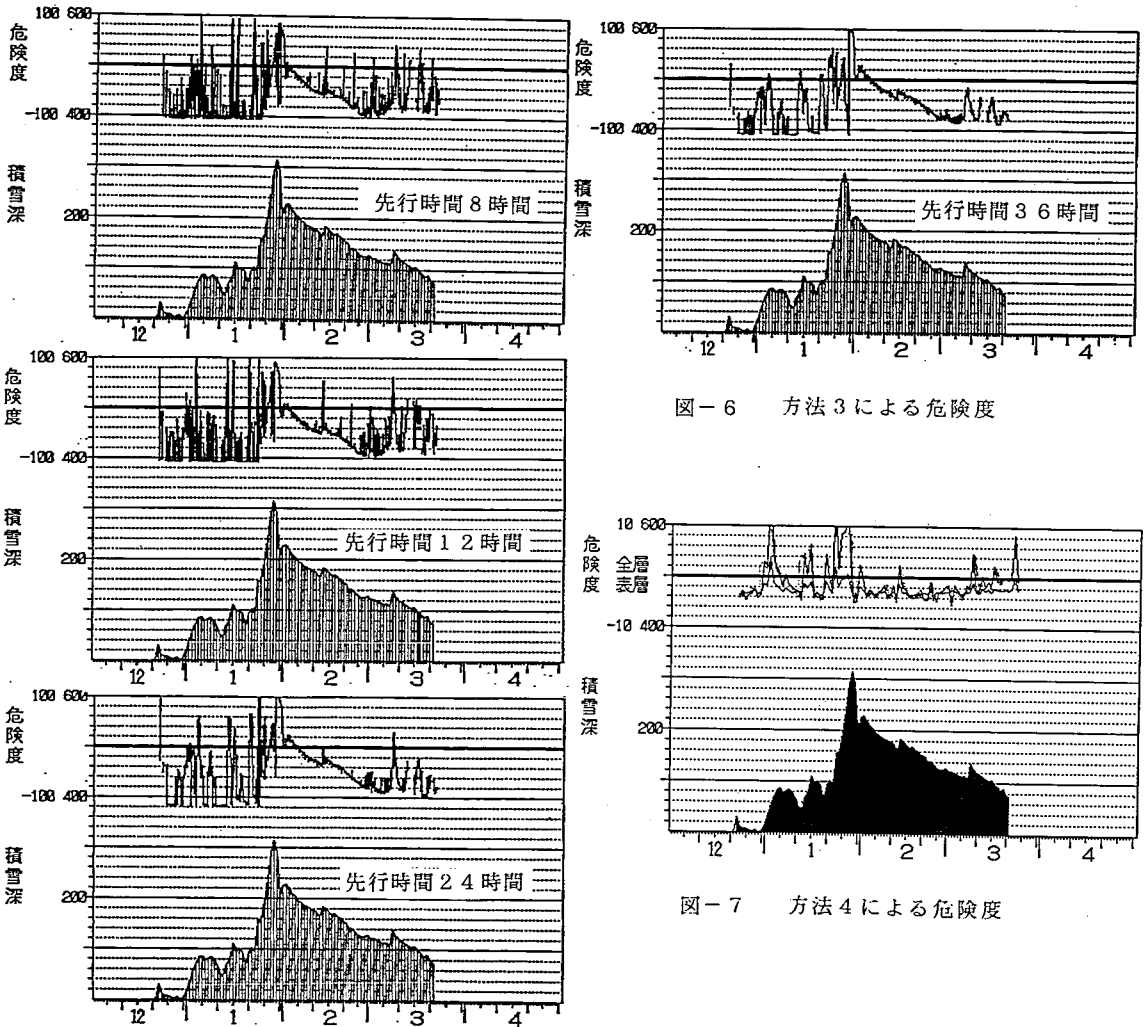


図-6 方法3による危険度

図-7 方法4による危険度

※元新潟県砂防課