

# 太平洋側地域に適用可能な雪崩発生危険度の評価方法

## A Method for Evaluating Avalanche Starting Risk Applicable to the Pacific Side Area of Japan

吉川 知里<sup>1)</sup>, 河島 克久<sup>2)</sup>, 松元 高峰<sup>2)</sup>  
C. Yoshikawa<sup>1)</sup>, K. Kawashima<sup>2)</sup>, T. Matsumoto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 新潟大学 理学部

<sup>1)</sup> Faculty of Science, Niigata University

<sup>2)</sup> 新潟大学 災害・復興科学研究所

<sup>2)</sup> Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

---

*Abstract:* A simple method for evaluating avalanche starting risk was developed by using data of snow avalanches observed in Yamanashi Prefecture and Tokyo metropolitan area in February, 2014, with the object of application to the Pacific side area of Japan where extratropical cyclons cause heavy snowfall in general. In this method, the avalanche starting risk is determined according to the combination of slope angle factor and vegetation factors, and is expressed in seven levels in 10-meter grid square. The application of the method to Hayakawa region (Yamanashi Prefecture) and Mt. Nasu (Tochigi Prefecture) confirmed its relevance.

*Key words:* avalanche starting risk, Pacific side area of Japan, vegetation factor, GIS

---

### 1 はじめに

普段は積雪の少ない太平洋側の地域でも南岸低気圧の影響により大雪となり、雪崩が発生することがある。例えば、2014年2月14日～16日に関東甲信地方を中心として広範囲に大雪となった結果、山梨県や埼玉県の間部などで雪崩が頻発し、集落が孤立する事例が多数見られた。また、2017年3月27日には栃木県那須町で雪崩が発生し、48名もの死傷者を出した。このような雪崩災害を防止・軽減するためには、雪崩発生危険度の高い斜面を特定し、対策を講じる必要がある。

日本海側の多雪地域では倉島(1985)や新山ら(2003)が、傾斜・植生・積雪深の3要因から雪崩発生危険度を定量的に評価する方法を提案している。しかし、この評価方法をそのまま太平洋側地域に適用することはできない。なぜなら、日本海側では植生が雪崩の抑制に大きな効果を発揮するため、樹林帯での雪崩は通常発生しにくい。太平洋側では、2014年関東甲信大雪の際に秋山ら(2015)が指摘しているように、密な樹林内でも雪崩が発生する事例が多数みられるためである。そこで、本研究では太平洋側の地域に適用可能な雪崩発生危険度の評価方法を確立することを目的とする。南岸低気圧により太平洋側で降る雪はサラサラとして崩れやすい性質を持っていることが多いため(中村ら, 2014)、積雪深が少なくても雪崩が発生することがある。このことから、積雪深は必ずしも良い指標とはならないので、本研究では積雪深を除いた傾斜と植生に基づいて、潜在的な雪崩発生危険度の評価方法を検討する。

### 2 解析方法

本研究では、まず2014年2月14日～16日の大雪イベントにおける雪崩発生地点と非発生地点について、傾斜要因と植生要因(樹高、樹冠密度、植生種類)を新山ら(2003)を参考にして求める。次に発生・非発生の標本分布に基づき各要因の階級を区分し、数量化二類を適用して雪崩発生への影響度を表すスコアを求める。得られたスコアを用いて、10mメッシュで雪崩発生危険度を定量的に評価する方法を提案する。

#### 2.1 雪崩の発生地点及び非発生地点の特定

2014年2月の関東甲信大雪時の山梨県と東京都の雪崩調査結果(和泉ら, 2014)に基づき、雪崩発生地点44か所を特定した。また、その近傍において非発生地点44か所を選んだ。本作業ではデジタル空中写真も用いた。

## 2.2 傾斜と植生の算出

特定した地点について、国土地理院の航空レーザ測量データを用いて GIS (Geographic Information System) 上で傾斜と植生を算出した。まず、航空レーザ測量データから、樹木や地上構造物を含んだ地表面形状を表す 2 m メッシュの DSM と、地盤標高を表す 1 m メッシュの DEM を作成した。DEM から四近傍法により 1 m メッシュの傾斜を求めた後、発生地点もしくは非発生地点を含む 10 m メッシュの平均傾斜を求めた。樹高は DSM と DEM の差から 2 m メッシュ毎に算出した後、10 m メッシュの平均をとることで求めた。また、2 m メッシュ毎の樹高が 2 m 以上であった場合に「樹木あり」とし、10 m メッシュ内に「樹木あり」のメッシュが存在する割合を樹冠密度として算出した。植生種類については環境省の植生区分図から判断した。

## 2.3 階級区分と数量化二類の適用

発生地点と非発生地点の各要因の標本分布に基づき、傾斜要因と植生要因を階級区分した。次に数量化二類による判別分析を行うことで、雪崩発生・非発生を傾斜と植生に基づいて予測するためのスコアを得た。

## 3 解析結果

### 3.1 発生・非発生地点における各要因の分布の特徴

算出した各要因の標本分布を図-1 に示す。傾斜要因は、発生地点では 35~45° に集中しており、非発生地点では 20° 未満の緩斜面から 60° 以上の急斜面まで幅広く分布していた。一方、植生要因には、樹高 8 m 以上の高木では雪崩が発生しにくいという特徴が見られた。また、樹冠密度は、非発生地点では 90% 以上にほとんど集中しており、0~100% の間に広く分布する発生地点とは大きく異なる。さらに、落葉樹では発生の割合が多く、常緑樹では非発生の割合が多いことが分かった。これらの特徴に基づいて、数量化二類で用いる階級区分を表-1 のように設定した。

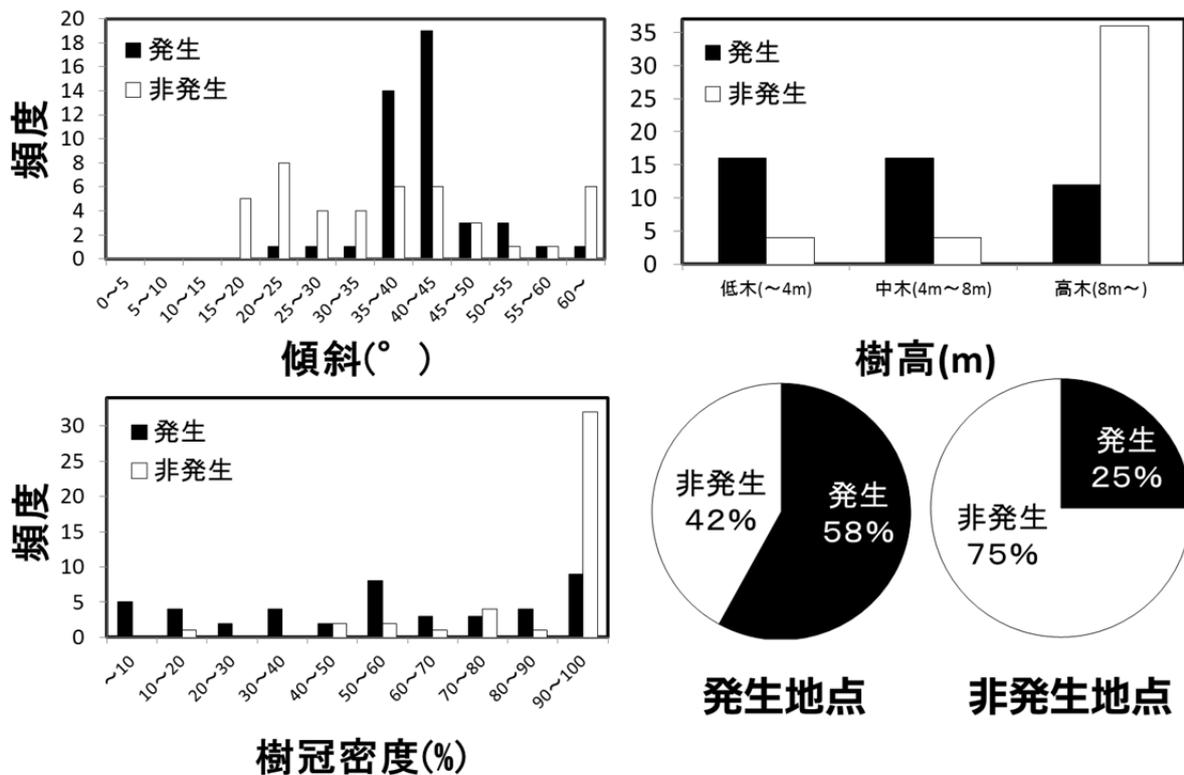


図-1 傾斜要因と植生要因の標本分布.

表-1 雪崩発生に寄与する要因と階級区分及びスコア

| 要因 | 階級                             | スコア     |
|----|--------------------------------|---------|
| 傾斜 | 20°未満または60°以上                  | -0.9302 |
|    | 20°以上かつ35°未満                   | -0.6013 |
|    | 35°以上かつ45°未満                   | 0.7037  |
|    | 45°以上かつ60°未満                   | 0.212   |
| 植生 | 樹冠密度80%以上の高木                   | -0.493  |
|    | 樹冠密度80%以上の中低木<br>樹冠密度80%未満の常緑樹 | -0.0434 |
|    | 樹冠密度80%未満の落葉樹<br>草地、裸地         | 0.6244  |

表-2 本研究で提案した雪崩発生危険度の評価方法

| 植生                            | 傾斜        |         |         |         |
|-------------------------------|-----------|---------|---------|---------|
|                               | ~25°,60°~ | 25°~35° | 45°~60° | 35°~45° |
| 樹冠密度80%以上の高木                  | -1.423    | -1.094  | -0.281  | 0.211   |
| 樹冠密度80%以上中低木<br>樹冠密度80%未満の常緑樹 | -0.974    | -0.645  | 0.170   | 0.660   |
| 樹冠密度80%未満の落葉樹<br>草地、裸地        | -0.306    | 0.023   | 0.836   | 1.328   |

■ ~ -1.25  
 ■ -1.25~-0.75  
 ■ -0.75~-0.25  
 ■ -0.25~0.25  
 ■ 0.25~0.75  
 ■ 0.75~1.25  
 ■ 1.25~

低 ←————— 雪崩危険度 —————→

### 3.2 数量化二類により得られたスコアと評価方法

数量化二類による解析から、表-1のようなスコアが得られた（的中率 88%）。雪崩発生危険度は傾斜・植生要因の各スコアを足し合わせることで行い評価し、合計スコアがプラスで大きくなるほど危険度が高いことを意味する。例えば、ある地点において傾斜が 20°かつ樹冠密度 80%以上の中木の植生が存在している場合、合計スコアは-0.6447 となり、合計スコア<0 であるので雪崩発生危険度は低いと評価される。傾斜が 4 階級、植生が 3 階級あるので、12 通りの合計スコアが出現する。本研究では、この 12 通りの合計スコアを 0.5 間隔で 7 段階に分けて雪崩危険度を評価することとした（表-2）。

### 4 妥当性の検証

本研究で確立した評価方法を山梨県早川町の 1 km 四方の領域に適用し、図-2 及び図-3 のような雪崩発生危険度マップを作製した（10 m メッシュ毎）。図-2 において、北西側の斜面は植生が少ないため危険度が高いと評価される地点が多いが、南東側の斜面は植生が密かつ樹高も大きい急な斜面であっても危険度が低いと評価されている。図-3 で↓印を付けた地点は空中写真から 2014 年 2 月 14 日~16 日の大雪イベントで雪崩が確認された地点である。この 2 地点は、7 段階で 2 番目に高い雪崩危険度のメッシュに位置しており、実際に雪崩が発生したことを考慮すると妥当な評価がなされていると言える。また、栃木県那須町的那須岳周辺に適用した結果を図-4 及び図-5 に示す。那須岳においても、過去に雪崩が発生した 5 地点（図-4 の×印、図-5 の↓印）全てが雪崩危険度が最も高いメッシュに位置していることがわかる。以上から、本研究で提案した雪崩発生危険度の評価方法は、山梨県、栃木県などように、降雪が主に南岸低気圧によってもたらされる太平洋側地域に広く適用できる可能性が示唆された。

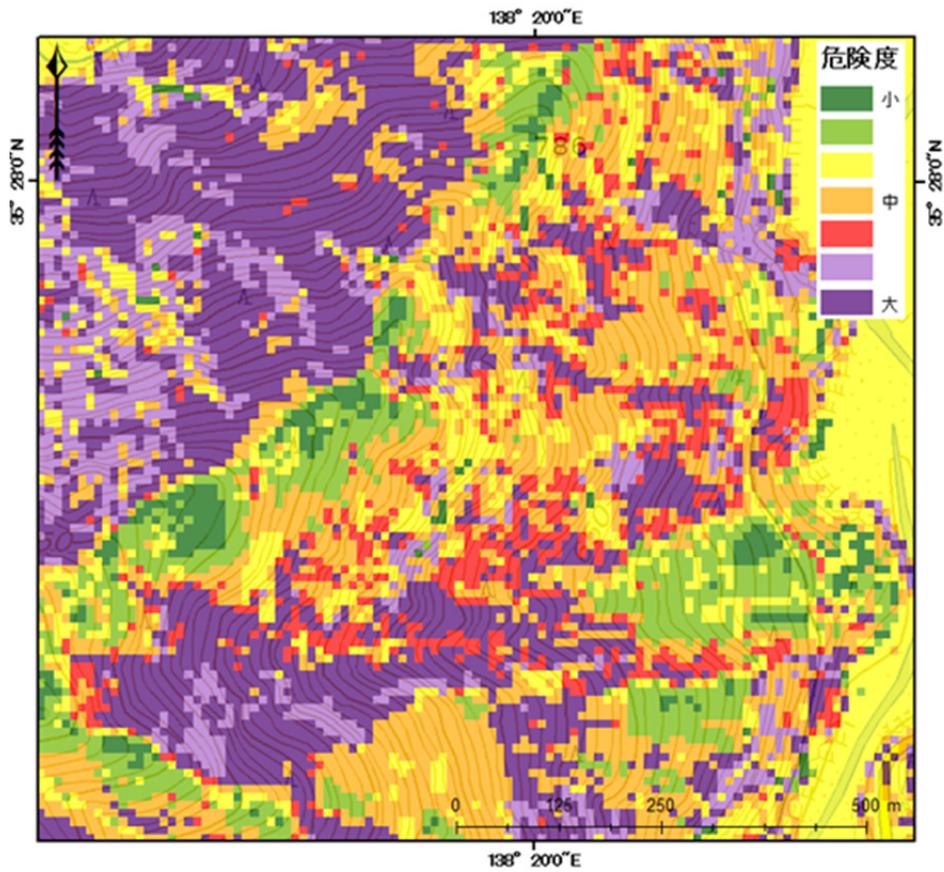


図-2 山梨県早川町への適用結果（雪崩発生危険度マップ）

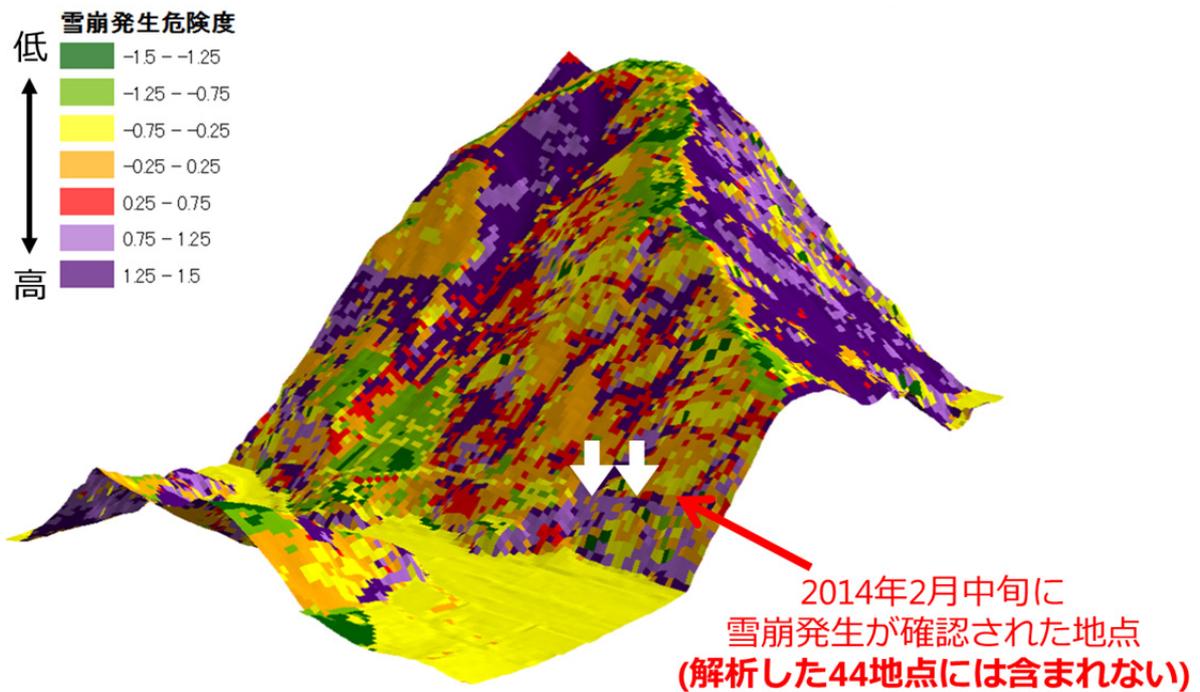


図-3 山梨県早川町への適用結果（3D表示）

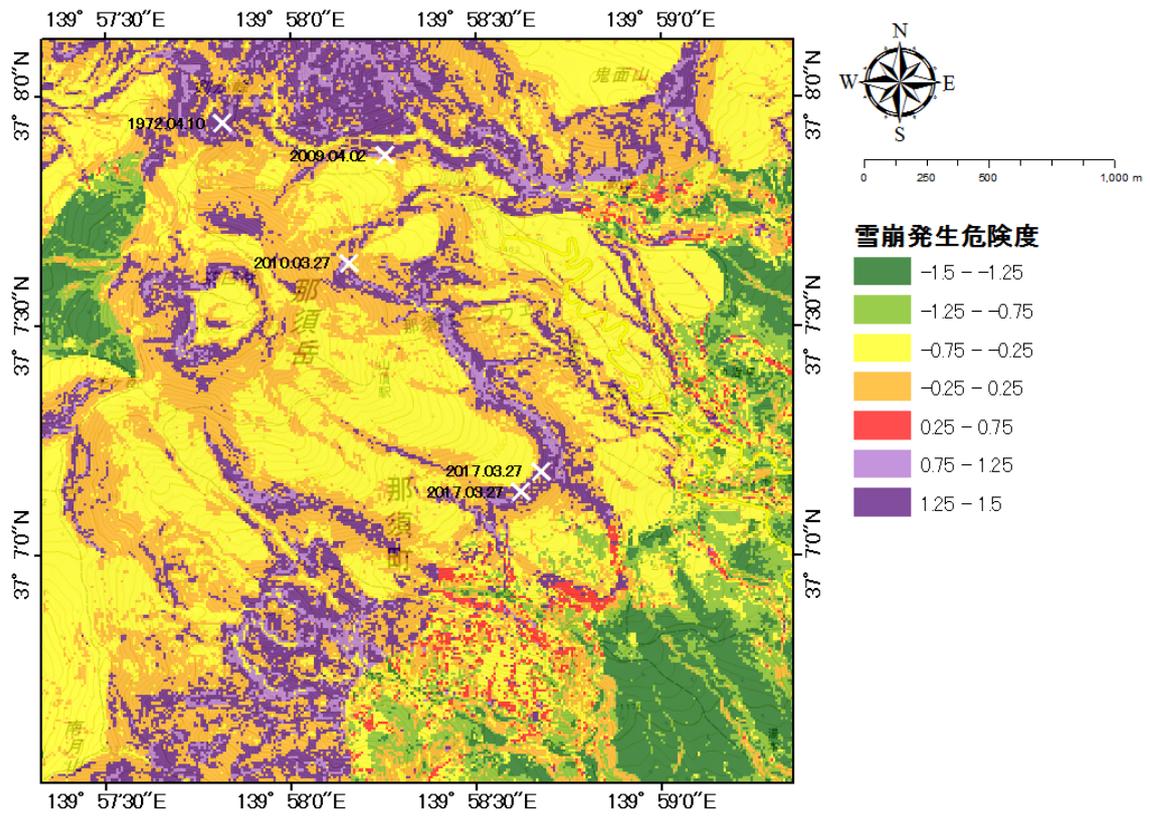


図-4 栃木県那須町（那須岳周辺）への適用結果

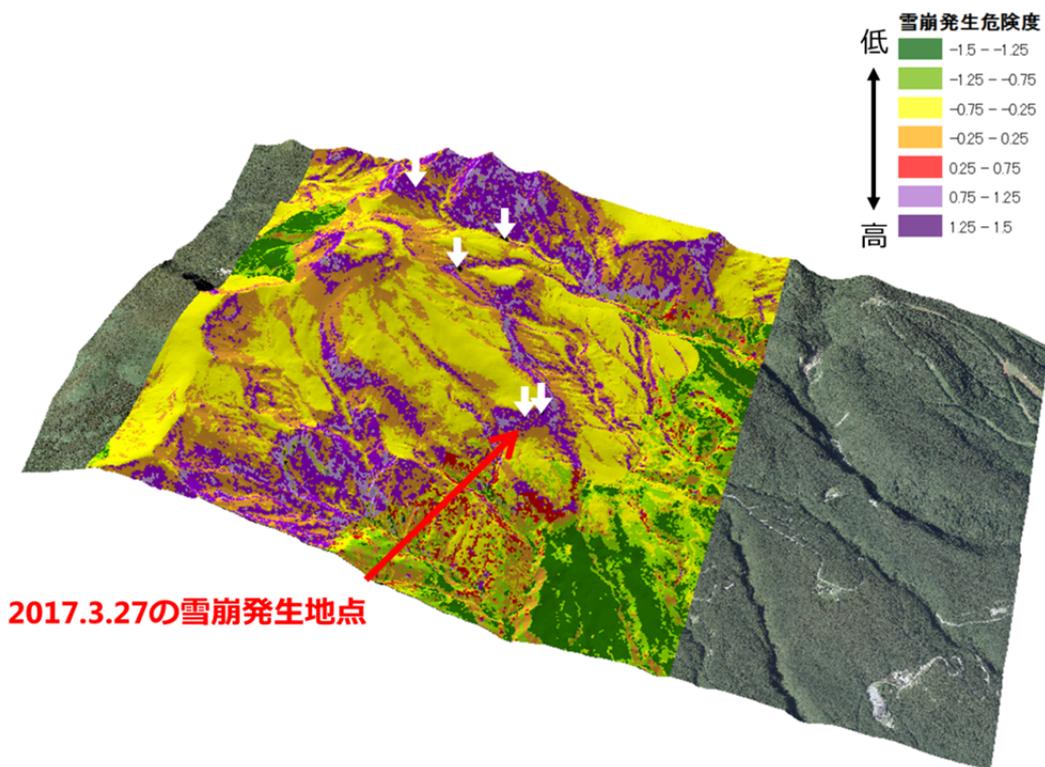


図-5 栃木県那須町（那須岳周辺）への適用結果（3D表示）

## 5 まとめ

本研究では2014年2月の関東甲信大雪時の雪崩調査結果に基づいて、地形・植生要因を指標とした雪崩発生危険度の評価方法を提案した。この方法の妥当性を検証した結果、2014年2月の山梨県での雪崩発生地点と2017年3月の栃木県での雪崩発生地点等が適正に評価されており、評価方法の妥当性が確認でき、太平洋側地域に広く適用できる可能性が示唆された。

## 謝辞

本研究を実施するに当たり、国際航業株式会社の佐藤匠氏及び松田宏氏から貴重なご意見を頂いた。また、本研究の解析では、国土交通省国土地理院が管理する航空レーザ測量データを利用させていただいた。上記の関係各位に心からお礼申し上げます。なお、本研究はJSPS 科研費 17K18453 の助成を受けて実施された。

## 引用文献

- 秋山一弥, 関口辰夫, 池田慎二, 2015 : 2014年2月の大雪によって山梨県の早川周辺で発生した雪崩の特徴. 雪氷, **77**, 47-57.
- 和泉薫, 河島克久, 伊豫部勉, 松元高峰, 2014 : 2014年2月中旬の大雪による雪崩災害の発生状況と特徴. 2014年2月14-16日の関東甲信地方を中心とした広域雪氷災害に関する研究(課題番号 25900003), 平成 25-26 年度科学研究費助成事業(科学研究費補助金)(特別研究促進費) 研究成果報告書(研究代表者: 和泉薫), 111-118.
- 倉島収, 1985 : なだれ発生斜面の発生危険度の判定基準モデルについて. 交通工学, **20**, 9-23.
- 中村一樹, 上石勲, 阿部修, 2014 : 2014年2月の低気圧の降雪による雪崩の特徴. 日本雪工学会誌, **30**, 106-113.
- 新山純一, 松田宏, 飯倉茂弘, 河島克久, 藤井俊茂, 2003 : 東北新幹線盛岡・八戸間のなだれ危険度評価とその工学的意義. 日本雪工学会誌, **19**, 91-101.