

## 2011年3月12日長野県北部地震による雪崩発生状況

上石 勲\*・本吉弘岐\*・石坂雅昭\*

### Avalanches Induced by North Nagano Prefecture Earthquake on 12 March 2011

Isao KAMIISI, Hiroki MOTOYOSHI, and Masaaki ISHIZAKA

\*Snow and Ice Research Center,  
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan  
kamiisi@bosai.go.jp, himotoyoshi@bosai.go.jp, ishi@bosai.go.jp

#### Abstract

The North Nagano prefecture Earthquake (M6.7) on 12 March 2011 induced surface-snow avalanches, full-depth avalanches, collapse of the block-like snowpack and cracks on the surface of the snowpack over wide areas. Especially, within the area, failure surfaces of the snow avalanche were stepped and irregular. The avalanches filled roads at many locations, some of which occurred at slopes even though avalanche supporting structures had been deployed. According to the snowpack and weather conditions, the likelihood of avalanche at the time of the earthquake was estimated to be low. The stability index of the sliding surface for a surface-snow avalanche, consisting of wet melt forms snow, show the possibility of earthquake-induced avalanche.

**Key words** : Avalanche, North Nagano Prefecture earthquake, Snowpack, Crack

#### 1. はじめに

2012年3月12日午前3時59分に長野県北部を震源としたマグニチュード6.7の地震が発生し、地震によって表層雪崩、全層雪崩、土砂崩壊に伴う雪崩が発生し、道路や建物に被害をもたらした。積雪や雪崩発生状況を現地調査によって把握し、今後の地震と雪崩の複合災害対策に資することとした。2011年3月12～13日に地震による雪崩発生状況と積雪状況調査、ならびに19～20日に雪崩発生状況、積雪調査ならびに広域的調査を実施した。地震によって発生した雪崩や積雪の亀裂についてのこれまでの研究例としては東浦ら<sup>1)</sup>、小倉ら<sup>2)</sup>、小杉ら<sup>3)</sup>の例があるが、今回のように積雪2m以上の大雪時に発生した地震によって広域的に雪崩が誘発された研究報告例はない。

#### 2. 地震による雪崩発生状況

調査は新潟県十日町市、津南町、長野県栄村で行った(図1)。地震によって斜面では表層雪崩や全層雪崩、土砂崩壊に伴った雪崩が発生した。自然発生の雪崩と異なるところは次の点である。



図1 地震による雪崩発生調査範囲

Fig. 1 Research area of seismicity-induced avalanche.

- ① 表層雪崩、全層雪崩、積雪クラックが一度に多数発生(図2、図3)
- ② 表層雪崩の破断面は自然発生雪崩と異なり、直線状ではなく階段状になるなど不規則な形状(図2)
- ③ 尾根または平坦部から張り出した雪がブロック状に破壊し崩落
- ④ 表層雪崩は、途中の脆弱なざらめ層を滑り面として発生(図3)
- ⑤ 土砂崩壊に伴う雪崩も発生、流動性高く流下距離が長い(図4)

\* 独立行政法人 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター



図2 地震による雪崩の典型的な発生状況(新潟県十日町市)  
Fig. 2 Typical shape of seismicity-induced avalanches.

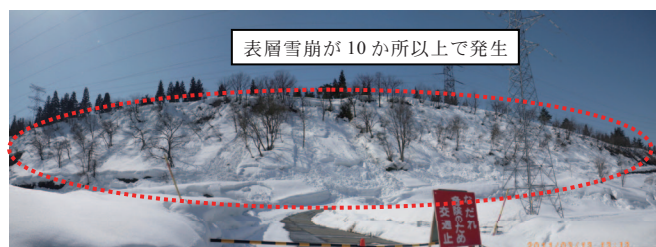


図3 地震によって発生した表層雪崩(新潟県十日町市)  
Fig. 3 Seismicity-induced surface snow avalanche.



図4 地震による斜面崩壊と雪崩(新潟県十日町市)  
流動性が高く流下距離が長い  
Fig. 4 Seismicity-induced surface snow avalanche and collapse of slope. High fluidity and long flow distance.



図5 地震による雪崩によって被災した建物(新潟県十日町市)  
Fig. 5 Damaged house by seismicity-induced snow avalanche.



図6 雪崩予防柵を乗り越えて道路埋雪(新潟県十日町市)  
Fig. 6 Avalanches at slope with avalanche supporting structures.

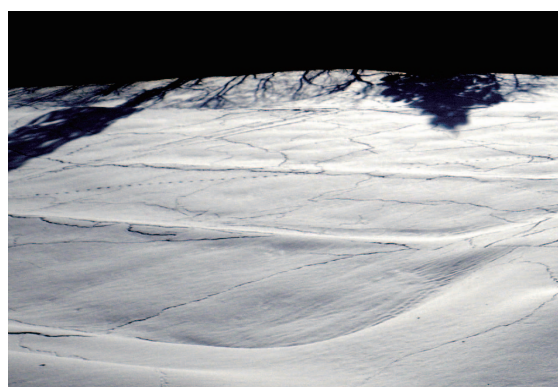


図7 地震による平坦部の積雪クラック(新潟県津南町)  
Fig. 7 Cracks on the surface of snowpack at flat ground.



図8 地震による雪崩によってダムアップした河川(新潟県十日町市: 渋海川)  
Fig. 8 River dam up by caused seismicity-induced snow avalanche debris.

被害としては一部で道路を埋雪し、一時通行止めとなった。また、予防柵を乗り越えて道路まで到達した斜面も多かった(図5, 図6)。また、平地部でも積雪表面のクラックも多発していた(図7)。

地震と雪によるその他の複合災害では、地震による雪崩によって河道が埋雪して上流の水がダムアップしている状況も見られた(図8)。

3. 発生後1週間後の状況

3月12日の地震発生後1週間後の3月19, 20日に現地調査を実施した。雪崩ならびに積雪のクラックの一部は地震後の降雪によって新雪の下となったが、雪崩の破断面やクラックは1週間経過後も引き続き確認できた。道路脇の不安定な積雪については、道路管理者などが機械を使用しての処理が行われ、危険性が除去されているところが多かった。しかし、通常発生しづらい箇所でもクラックや不安定なブロック状の積雪が残っているところもあり、余震や気象変化などによって雪崩が発生しやすい条件であることが把握された(図9)。



図9 1週間後の状況 集落裏のブロック状の積雪の崩落(新潟県十日町市)

Fig. 9 Falls of snowpack blocks near house after a week later.

4. 雪崩発生の面的調査結果

雪崩発生状況をもとに長野県栄村、新潟県十日町市周辺の幹線道路(国道、主要地方道)沿いの約100地点について地震の積雪・雪崩発生への影響を把握した。

とくに、自然では雪崩が発生しない地形(勾配30度以下)でも地震によって雪崩やブロック状の積雪崩落が随所に発生している箇所や、平坦部でも積雪にクラックが多数入っている箇所は、長野県栄村、新潟県津南町と十日町市旧松代、旧松之山地区に分布していた(図10)。

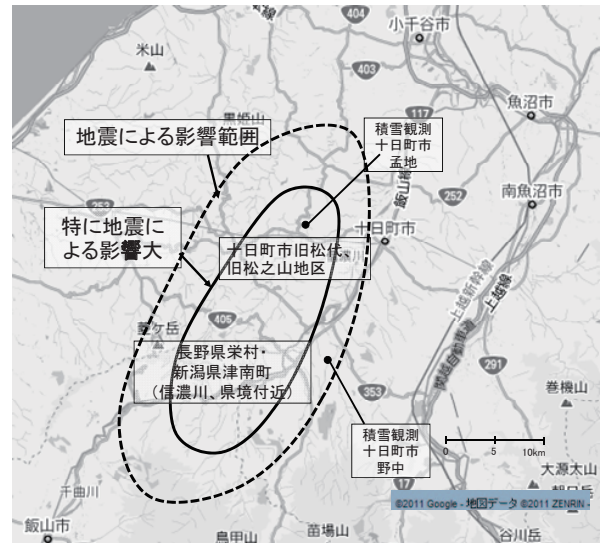


図10 地震による雪崩発生への影響範囲

Fig. 10 Area of seismicity-induced snow avalanche.

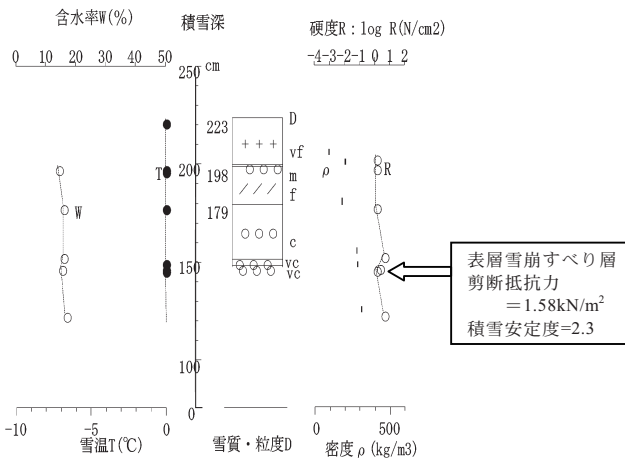


図11 積雪状況(新潟県十日町孟地 3月12日)  
Fig. 11 Snow profile (Mochi, Tokamachi, Niigata pref. 12. March).

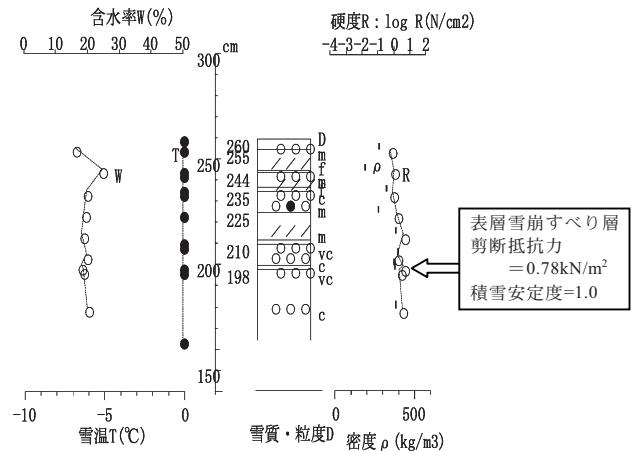


図12 積雪状況(新潟県十日町野中 3月13日)  
Fig. 12 Snow profile (Nonaka, Tokamachi, Niigata pref. 13. March).

## 5. 積雪調査

2010-2011 冬期は大雪で気象庁アメダス津南観測点では1月31日に最大積雪深336 cmを記録しており、地震発生後の3月12日には227 cmであった。

地震による雪崩発生後直後に新潟県十日町市孟地ならびに新潟県十日町市野中において積雪調査を行った(位置は図10)。調査では、積雪をすべり層まで掘り、雪質、積雪の粒度、密度、含水率などを測定した。また、シアフレームという断面積100 cm<sup>2</sup>金属製の枠を用いて測定した積雪の剪断抵抗力を測定し積雪の安定度を求めた(図11, 図12)。

積雪深は2.2～2.6 mで、地震で多発している表層雪崩は、ぬれざらめ雪をすべり層とし、その上部の密度200～300 kg/m<sup>3</sup>の50～70 cmの積雪が流下していることがわかった。また、すべり層の剪断抵抗力は0.78～1.58 kN/m<sup>2</sup>で、積雪安定度(=剪断抵抗力/すべり層の上乗荷重)は1～2.3であった。自然に発生するぬれざらめ雪をすべり層とした表層雪崩よりも大きな値の測定結果も得られ、地震による振動の影響があるものと推定された。

## 6. まとめと今後の課題

地震発生直後の現地調査からは、積雪期に地震が発生したことにより、地震の揺れによって全層雪崩、表層雪崩、土砂崩壊を伴った雪崩が広域的に発生したことがわかった。表層雪崩は、表面から50-70 cmのぬれたざらめ雪を

すべり層としており、地震動が加わることでより表層雪崩発生に至ったと考えられた。また、全層雪崩や積雪の崩落、積雪のクラックの発生には、比較的密度の大きく硬い積雪の存在が影響しているとも考えられる。今後の積雪期の複合災害対策を検討するうえでも、現地の状況をさらに詳しく調査するとともに、地震の振動が積雪に与える影響を定量的に検討する必要がある。

調査に当たっては新潟県道路管理課ならびに町田建設株式会社様から雪崩発生に関しての情報やアドバイスを頂いた。ここに感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 東浦将夫・中村 勉・中村秀臣・阿部 修(1979)：地震によって発生した雪崩。国立防災科学技術センター研究報告, No.21, 103-112.
- 2) 小倉康子・和泉 薫・宮崎伸夫・小林俊一(2001)：2001年1月4日新潟県中里村で発生した自身による雪崩, 新潟大災害研年, 23, 9-15.
- 3) 小杉健二・根本征樹・阿部 修・佐藤 威・功刀 卓(2000)：山形県西川町で発見された不思議な積雪の亀裂について, 東北の雪と生活, 21, 19-20.

(2011年9月16日原稿受付,  
2011年10月31日改稿受付,  
2011年10月31日原稿受理)

## 要 旨

2011年3月12日午前3時59分に長野県北部を震源としたマグニチュード6.7の地震によって斜面では表層雪崩や全層雪崩、土砂崩壊に伴った雪崩が発生し、平地でも積雪表面にクラックが多発していた。自然発生の雪崩と異なるのは①表層雪崩、全層雪崩、積雪のクラックが多数発生、②表層雪崩の破断面は直線状ではなく階段状になるなど不規則な形状、③尾根または平坦部から張り出した雪がブロック状に破壊し崩落、④表層雪崩は脆弱なざらめ層をすべり面として発生、⑤土砂崩壊に伴う雪崩は流動性高く流下距離が長い、などである。被害としては一部で道路を埋雪し一時通行止めとなった。また、予防柵を乗り越えて道路まで到達した箇所も多かった。また、地震による雪崩発生や積雪の崩壊状況を調査した結果、地震の震動が雪崩発生に広域的に大きく影響を及ぼしていたことが推定された。積雪の調査からは発生した表層雪崩は表面から50-70 cmの濡れたざらめ雪がすべり層となっていることがわかった。

キーワード：雪崩、長野県北部地震、積雪、クラック