

2015年1月に多発した表層雪崩災害調査

山口 悟*・中村一樹*・上石 勲*

Research Report on the Simultaneous Multiple Avalanche Accidents that Occurred in January, 2015

Satoru YAMAGUCHI, Kazuki NAKAMURA, and Isao KAMIISI

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

Abstract

A number of simultaneous multiple avalanche accidents occurred in January 2015, which resulted in the deaths of four people. The Snow and Ice Research Center, NIED, carried out snow pit observations in order to investigate the causes of these avalanche accidents. Based on the results of these observations, we hypothesized that these avalanches occurred because of the presence of a weak layer, consisting of non-rimed snow crystals, which formed as a result of a cyclone. Similar non-rimed snow crystals were not only observed at different snow pit observation sites at differing altitudes, but also at the Snow and Ice Research Center, NIED, in Nagaoka, approximately 80 km away from the observation area. Therefore, we concluded that the weak layer, deemed to be the cause of the avalanches, was likely to be present over large areas.

Key words : Simultaneous multiple avalanche accidents, Week layer, No rimed snow crystal.

1. はじめに

2015年1月17日に標高1,192mの粟立山(妙高市西野谷)の標高800m付近でスノーボーダー2名が雪崩に巻き込まれ、翌18日に救助されたが1名の死亡が確認された。同じ17日午後、標高1,932mの前山(妙高市田切)のスキー場の山頂に最も近いリフト乗り場から西方向に約250m離れたコース外地点で、スキーヤー1名が雪崩に巻き込まれ死亡した。また18日午後2時25分頃、標高1,900mの竜王山(長野県山内町)のスキー場コース外で雪崩が発生し、アルゼンチン国籍の2名が巻き込まれて死亡した。図1にそれぞれの雪崩事故の現場の位置を示す。3つの雪崩事故は同時期に比較的狭い範囲で多発したことが分かる。防災科学技術研究所雪氷防災

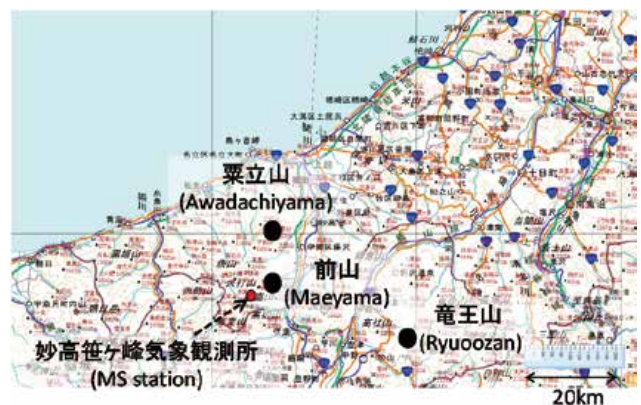


図1 雪崩事故発生地点並びに防災科研の観測点(妙高笹ヶ峰気象観測所)
※国土地理院地図使用、カシミールにて描画
Fig.1 Locations of the avalanche accident sites, and the snow and meteorological observation site (Myoko-Sasagamine station: MS station), NIED.

* 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター

研究センターでは、狭い範囲で同時多発的に発生した雪崩事故の原因を解明すべく現地調査を行ったので報告する。

2. 観測結果

2015年1月19日に図1で示す前山において、東1,130 m地点にて積雪断面観測を実施した。図2に標高1,500 m地点の積雪断面観測結果を示す。

層構造は大きく分けて、積雪表面から深さ67 cmまでの比較的新しい雪(新雪またはこしまり雪)の層とその下の比較的古い層(しまり雪またはざらめ雪)の2つに分けることが出来た。密度並びに硬度の測定結果をみると、基本的には深くなるにつれて密度が増加しそれに伴い硬度が単調に増加しているが、積雪表面からの深さ67~72 cmにおいて上下の層よりも硬度が低い新雪並びにこしまり雪からなる層があるのが分かった。図2から上下の層に明確な弱い層がみられないことから、今回の雪崩の原因は、表層から67~72 cmに存在した雲粒なし結晶(図3)

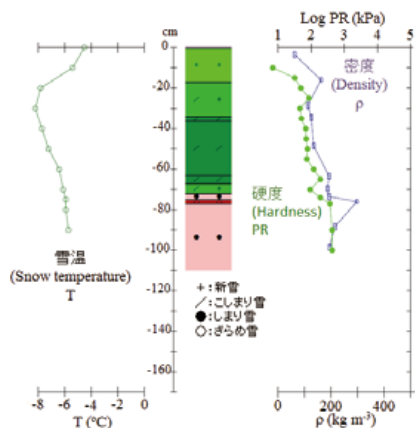


図2 前山東斜面標高1,500 mにおける積雪断面観測結果
Fig. 2 Snow pit observations for the east-facing slope in Maeyama (1,500 m a.s.l.).

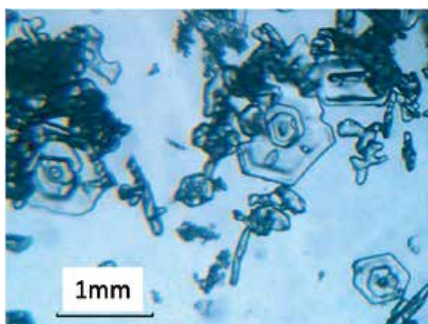


図3 積雪表面からの深さ67~72 cmで見つかった弱い層の結晶写真(雲粒なし結晶)

Fig. 3 Photo of non-rimed snow crystals taken at a depth of 67-72 cm below the snow surface.

から構成された弱層であると判断した。なお標高の異なる他の2地点でも同様の層構造がみられたことから、今回の弱層は広い高度帯で存在していたことがわかった。

3. 気象データからの考察

防災科学技術研究所では、気象庁などが観測点を持っていない比較的標高の高い中山間地に積雪・気象観測網(SW-Net)を展開しており(Yamaguchi *et al.*, 2011), その観測点の一つである妙高笹ヶ峰気象観測点(標高1,310 m)が今回断面観測を行った地点から南東約6 kmにある(図1)。そこで得られた気象データから、今回の雪崩の原因となった弱層がいつ形成されたかについて考察を行った。

図4に2015年1月14日から1月18日の期間に妙高笹ヶ峰気象観測点において測定された風向・風速、気温、積雪深、降水量並びに積雪重量の増加量を示す。一般的に冬期間の降水量は、実際の降水量と比べて少ない値になる。これは雨に比べて雪の捕捉率が小さいためである(Goodison *et al.*, 1998)。そこで図4において降水量は、期間中の降水量の積算値と積雪重量の増加量が等しくなるように、測定された降水量を補正して現実に近い値としている。また前山の標高1,500 m積雪断面観測地点と妙高笹ヶ峰気象観測地点の標高差は190 mである。気温減率を0.6 °C/100 mとすると積雪断面観測地点の気温は妙高笹ヶ峰気象観測地点の気温と比べて約1.1 °C低いことになる。

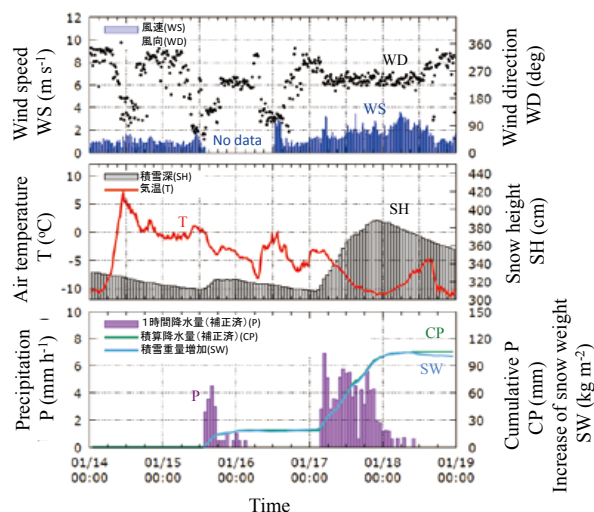


図4 妙高笹ヶ峰気象観測点において測定された気象データ(2015年1月14日~1月18日)

Fig. 4 Meteorological data observed at the MS station from January 14-18, 2015.

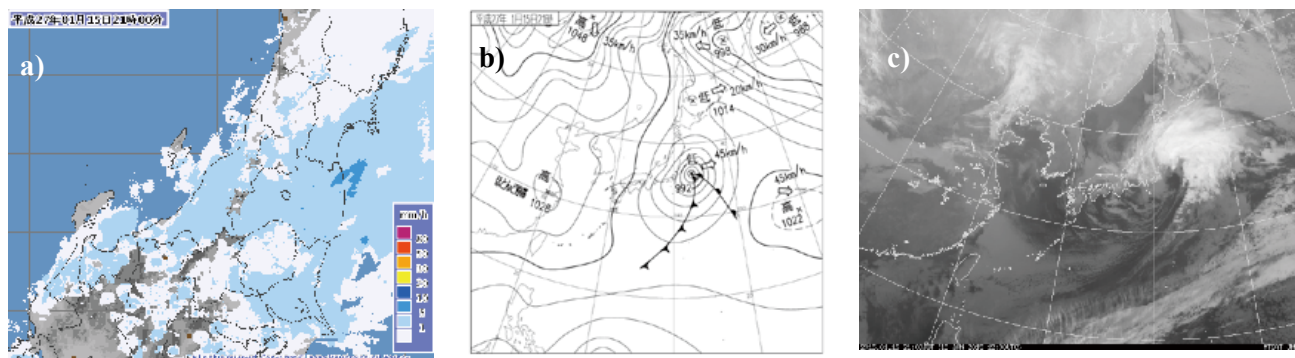


図5 2015年1月15日21時の気象条件
 a) 気象庁解析雨量, b) 地上天気図, c) 衛星赤外画像
 Fig. 5 Weather conditions at 21:00 on January 15, 2015.
 a) Analyzed rainfall data; b) surface weather chart; c) satellite infrared image.

気温の変動履歴から積雪断面の深さ 75 ~ 77 cm で観察されたざらめ雪は、1月14日の気温上昇に伴うものと考えられる。その後15日14時~16日3時にかけて降水(気温がマイナスのために雪として降った)が観測され、積雪深が約10 cm増加している。図5にこの期間中である2015年1月15日21時における気象条件(気象庁解析雨量、地上天気図、衛星赤外画像)を示す。この期間の降水は、南岸低気圧の北側に広がる層状雲からもたらされたと考えられる。中村ら(2013)によると、低気圧の前面によってもたらされる降雪は、雲粒がつかない降雪結晶となることが多い。例えば、2014年2月に山形県や宮城県で発生した表層雪崩は、低気圧の北から北東側の層状雲からの降雪付着が少ない降雪結晶が弱層を形成して生じた雪崩である(中村ら, 2014; 中村・小杉, 2015)。従って南岸低気圧によってもたらされたこの降雪が、67 ~ 72 cmのこしまり雪・新雪の弱層を形成するとともにその上の72 ~ 75 cmのしまり雪の層を形成したと考えられる。実際に2015年1月15日夜には、80 km以上離れている新潟県長岡市の防災科学技術研究所雪氷防災研究センターでも雲粒無し結晶が観測された(図6)。従って今回の雪崩の原因となった雲粒なし結晶からなる弱層は広範囲で形成された可能性がある。その後、冬型になり(図7)17日4時から雪が激しく降り始め、17日22時までに積雪深は78 cm増加した。その結果弱層となった15日~16日の積雪層の上に17日の降雪が上載積雪として積もり積雪が不安定となって表層雪崩が発生したと考えられる。

Nagaoka 2015-01-15 19:59-20:02

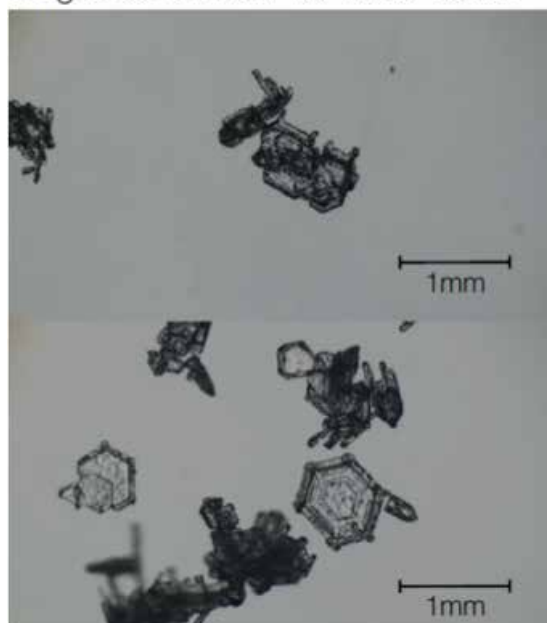


図6 2015年1月15日夜に長岡市の防災科学技術研究所雪氷防災研究センターで観察された雲粒無し結晶の降雪の写真
 Fig. 6 Photos of the non-rimed snow crystals observed at the Snow and Ice Research Center, Nagaoka, on January 15, 2015.

4. まとめ

2015年1月17日-18日に多発した表層雪崩の原因を解明するために1月19日に新潟県妙高市の前山で現地調査を実施した。標高の異なる3カ所で積雪断面観測を実施した結果、雪崩発生地点に最も近い標高1,500 m地点では、積雪表面からの深さ67 ~ 72 cmに雲粒なし結晶の弱層が検出された。気象データの解析の結果、この弱層は、1月15日~

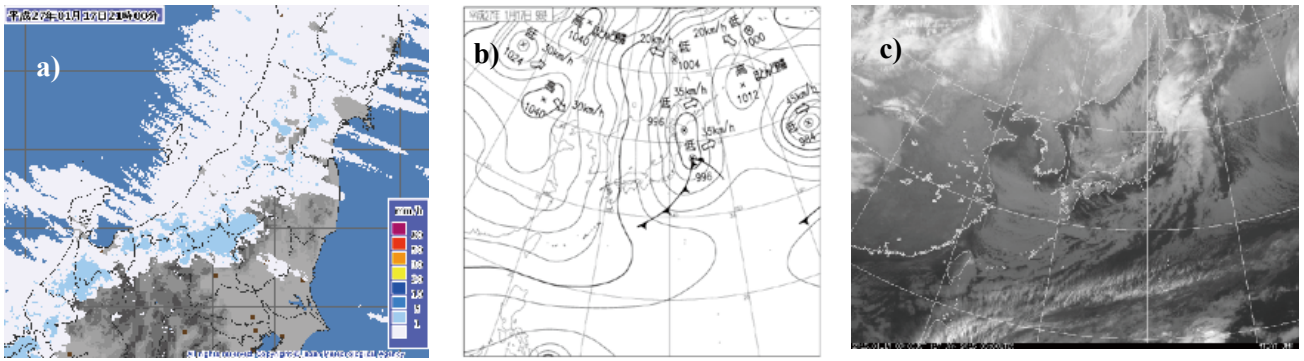


図7 2015年1月17日9時の気象条件
a) 気象庁解析雨量, b) 地上天気図, c) 衛星赤外画像

Fig. 7 Weather conditions at 09:00 on January 17, 2015.

a) Analyzed rainfall data; b) surface weather chart; c) satellite infrared image.

16日に通過した南岸低気圧の北側に広がる層状雲からの降雪であると推定された。南岸低気圧通過後、16日に日本海に伸びる気圧の谷が通過し冬型の気圧配置となり、それに伴い前山付近では17日早朝から17日夜まで雪が激しく降り上積雪を形成した。その結果、積雪が不安定となって表層雪崩が発生したと考えられる。今回の雪崩の原因となった雲粒なしの降雪結晶は、80 km以上はなれた新潟県長岡市でも観測された。従ってある程度広い範囲で弱層が形成され、その結果同時多発的に雪崩が発生したことが示唆された。

今回の雪崩の原因となった雲粒なしの降雪結晶の弱層に関しては、現在防災科学技術研究所が雪崩予測に使用している積雪変質モデル(SNOWPACK)では、再現することが出来ない(平島ら, 2015)。従って今後事例解析を進めるとともに、実験等を通じて雲粒なし降雪結晶の物理特性を明らかにして、SNOWPACKに導入することで、今回のように同時多発的に発生する表層雪崩の予測精度をあげる必要がある。

参考文献

1) Goodison, B. E., P. Y. T. Louie, and D. Yang (1998): WMO solid precipitation Measurement

Intercomparison Final Report. World Meteorological Organization Instrument and Observing Methods Report, **67**, pp 212.

- 2) 平島寛行・本吉弘岐・山口 悟・上石勲(2015): 2014年関東甲信地方における大雪災害への雪氷災害発生予測システムの適用可能性. 雪氷, **77**, 421-431.
- 3) 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.
- 4) 中村一樹・小杉健二(2016): 低気圧性の降雪により2014年2月9日に山形県西川町で発生した雪崩の特徴. 防災科学技術研究所 主要災害調査, **49**, 47-54.
- 5) 中村一樹・佐藤友徳・秋田谷英次(2013): 降雪系弱層形成時の気象の特徴. 北海道の雪氷, **32**, 14-17.
- 6) Yamaguchi, S., O. Abe, S. Nakai, and A. Sato (2011): Recent fluctuations of meteorological and snow conditions in Japanese mountains. Annals of Glaciology, **52**, 209-215.

(2015年10月16日原稿受付,
2015年11月24日改稿受付,
2015年11月24日原稿受理)

要 旨

2015年1月に同時多発的に発生した雪崩事故により4名の方が亡くなった。防災科学技術研究所雪氷防災研究センターでは、狭い範囲で同時多発的に発生した雪崩事故の原因を解明すべく新潟県妙高市の前山で現地調査を行った。その結果、南岸低気圧の通過に伴って降った雲粒なし降雪結晶の弱層が雪崩の原因であったことが分かった。この弱層は山の広い標高帯に存在していただけではなく、弱層が形成された時期と思われるときに観測場所から80 kmほど離れた新潟県長岡市にある雪氷防災研究センターにおいても雲粒なし降雪結晶からなる降雪が観測された。そのことからある程度広い範囲で弱層が形成され、その結果同時多発的に雪崩が発生したことが示唆された。

キーワード：同時多発雪崩，弱層，雲粒なし降雪結晶