

2012年12月に三段山で発生した雪崩の調査報告 Slab avalanche occurred at Mt. Sandan, the Tokachi mountain range in Hokkaido, in December of 2012

山野井克己 (森林総合研究所), 中村一樹 (北海道大学大学院),
大西人史 (雪崩事故防止研究会), 山本行秀 (クウェリ),
菊地基 (旭岳ビジターセンター), 雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム
Katsumi Yamanoi, Kazuki Nakamura, Hitoshi Ohnishi, Yukihide Yamamoto,
Motoi Kikuchi, Snow damage research team of Hokkaido branch

1. はじめに

日本雪氷学会北海道支部では雪氷災害の調査を迅速に行うために、2007/08年冬期に雪氷災害調査チームを発足させた。調査チームによる雪崩調査報告¹⁾²⁾³⁾⁴⁾は、概要がHPでも公開されている。本報では、2012年12月16日に北海道上富良野町、十勝岳連峰三段山中腹で発生した雪崩の調査結果を報告する。

2. 雪崩の発生状況

2012年12月16日10時頃北海道上富良野町三段山中腹で、5人のスキーヤーの内1名が巻き込まれる雪崩事故が発生した(図1)。雪崩は4人目のスキーヤーが斜面に侵入した事により発生し、スキーの先端は雪面上に出ていたがデブリに完全埋没した。他のメンバーにより15分後には掘り出され、約5時間後に病院に収容されたが、低酸素脳症のため死亡した。

発生前夜から当日にかけては本州北部を低気圧が通過し、発生時は冬型の気圧配置となっていた。

3. 調査の概要

現地調査は発生の翌日(12月17日)に行った。雪崩発生後の降雪はわずかで、図2に示すように、明瞭な破断面および堆積区が確認された。GPS測定による雪崩範囲の測量と埋没地点の特定を行った。また、破断面で積雪断面調査(層構造、雪質、密度、雪温、硬度、せん断強度、上載荷重)を行った。さらに、気象観測データ(吹上テレメータ、十勝岳テレメータ)の収集を行った。

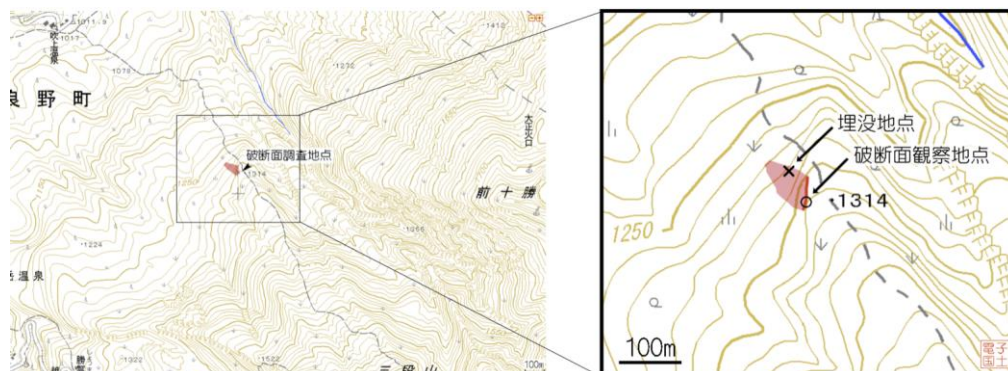


図1 雪崩の発生位置と範囲

4. 結果と考察

4.1 雪崩の概要と規模

GPS を用いて測定した雪崩の範囲を図 1 に示す。また、雪崩の概要を表 1 に示す。雪崩は 1310 m 付近の傾斜が変化する位置で発生し、破断面は北から南南西に向かって形成されていた。図 2 に示すように破断面が明確に残っており、破断面の厚さは場所によって異なっていた。雪崩の範囲内には灌木が有るものの、発生区付近は無立木の斜面となっていた。堆積区はブロック状の硬いデブリが堆積していた。



図 2 破断面及び堆積域

表 1 雪崩の種類及び規模

発生地点	三段山 標高1310m付近(N43°25'27.07"、E142°39'15.36")	
雪崩の種類	面発生乾雪表層雪崩	
斜面方位・傾斜	北西・30-40°	
破断面	最高標高 1310m	破断面の厚さ 40-80cm
デブリ末端	標高 1272m	
雪崩の規模	破断面の幅 60m	水平距離最大 70m
	標高差 30-40m	見通し角 24°

4.2 破断面での積雪断面調査

破断面内の標高 1307 m 地点で積雪断面調査を行った (図 1)。積雪深は

305 cm, 破断面の高さは 70 cm, 傾斜 35° で有った。図 3 に破断面を含む積雪断面の写真と模式図を、図 4 に弱層となった雲粒無し新雪・こしまり雪の接写写真を示す。150-305 cm の範囲で行った積雪断面観測の結果を図 5 に示す。214-216 cm のこしまり雪, 235-242 cm の雲粒無しの降雪結晶の残る新雪・こしまり雪, 304-305 m の新雪以外はしまり雪であった。破断面の形状から、235-242 cm の新雪・こしまり層が雪崩の原因となったと考えられる。この弱層内の 237 cm の密度および硬度はそれぞれ

153 kgm^{-3} , 18.2 kPa となり, 表面の新雪を除けば層内で最も小さくなった。硬度測定にはプッシュゲージを用いており, 硬度をせん断強度に変換した⁵⁾。



図 3 破断面を含む積雪断面
模式図中の赤および黄で示した新雪・こしまり雪層が弱層となった。

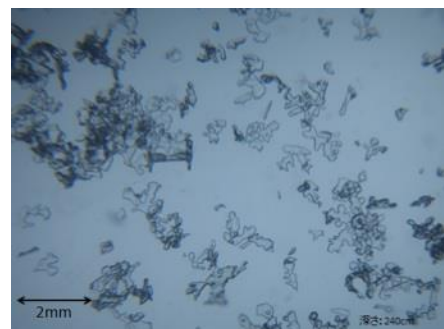
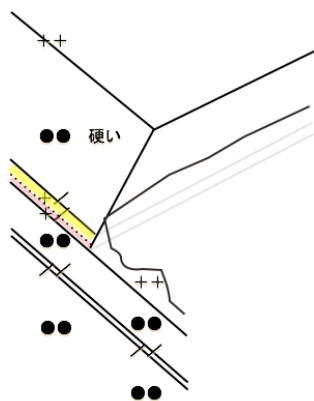


図 4 弱層となった新雪・こしまり雪層 (240cm)

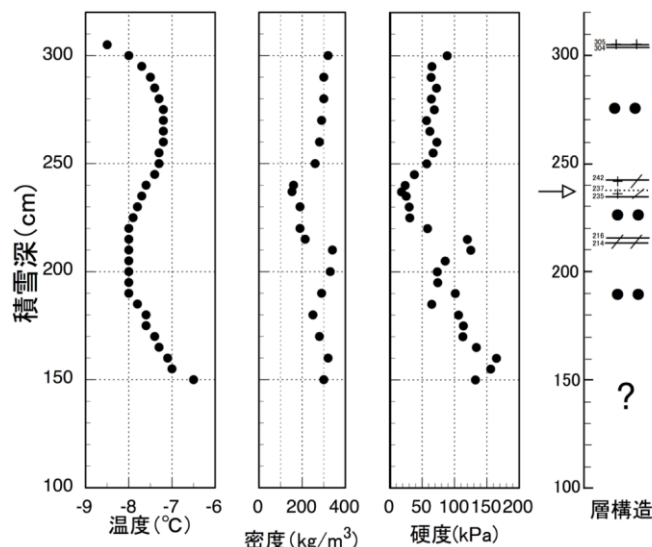


図5 積雪断面観測の結果
矢印は弱層の位置を示す。

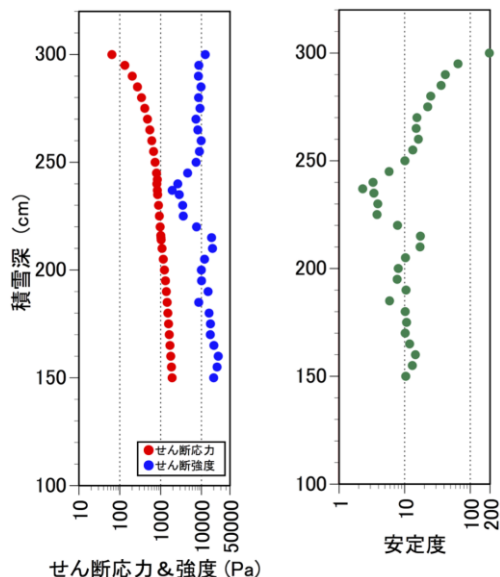


図6 積雪の安定度

また、密度から層ごとの積雪重量を積算し、観測地点の傾斜 35° を用いて各深さのせん断応力を求めた。図6にせん断強度、せん断応力および安定度を示す。237 cmの安定度が2.3となり、最も小さな値を示した。この弱層上には62 cmの密度および硬度の大きいしまり雪の層があり、風成雪であると考えられる。堆積区には、このしまり雪がブロック状に破壊した雪塊が堆積していた。

4.3 雪崩発生までの気象条件

図7に2012年12月1～16日の吹上テレメータ（標高1010 m，西南西1.9 km）および十勝岳（標高1320 m，北東1.5 km）の観測値を示す。吹上の風向・風速は設置場所が樹林帯の中であるなどの条件から、雪崩現場と大きく異なっている事が予想される。そこで、気象庁気候データ同化システムを力学的にダウンスケールしたWRFモデルを用いて雪崩現場の気象条件を再現した。

雪崩の原因となった235～342 cmの新雪・こしまり雪には雲粒無しの降雪結晶が残っていた。このような降雪結晶は低気圧前面で降ることが多く、本州北部から北海道付近を低気圧が通過する場合に生じる。現場の斜面は北西を向いており、東寄りの強風による風成雪で上載積雪が増える可能性が高い。一方、西寄りの強風では吹き払われて比較的積雪が増加しづらい。このような条件を12月前半の気象条件から抽出すると、3～4日、6～7日、8～9日、16日に低気圧が通過した。まとまった降水と積雪深の増加は4日および8～9日に発生した。WRFの東寄り成分（北北東～南）の内で風速5 m/s以上の時は、低気圧の通過に対応して4回ある（図7）。弱層となった雲粒無しの降雪結晶を含む層が8日に形成され、その後の東風で242～304 cmのしまり雪が堆積したと考えられ、214～216 cmのこしまり雪および216～235 cmのしまり雪は6日に、214 cm以下のしまり雪は4日に形成されたと考えられる。これらは図7のWRFによる降水、風向、風速および十勝岳と吹上の積雪深の推移と矛盾しない。事故当事者らの証言では、事故前日に同じ斜面を滑走した時と当日の現場斜面の積雪量に違いを感じており、16日の風成雪による上載積雪の増加も考えられる。242～304 cmのしまり雪は断面観測では1層と記載しているが、8日に加えて16日も堆積した可能性がある。

5. まとめ

今回の雪崩は、面発生乾雪表層雪崩で、雲粒無し降雪結晶を含む層が弱層になっていた。2012年11～12月は例年よりも北海道付近を低気圧が多く通過しており、北西の季節風だけでなく、東寄りの強風が吹いた頻度が高くなった。雪崩事故発生地点では降雪結晶に関連する弱層の形成と風成雪が発生しやすい状況になったと考えられる。

謝辞

吹上テレメータのデータは上川総合振興局 旭川建設管理部に提供していただいた。WRFによる気象モデル計算は、環境省環境研究総合推進費(S-8-1(2))、文部科学省気候変動適応研究推進プログラム(RECCA)の一環として実施された。

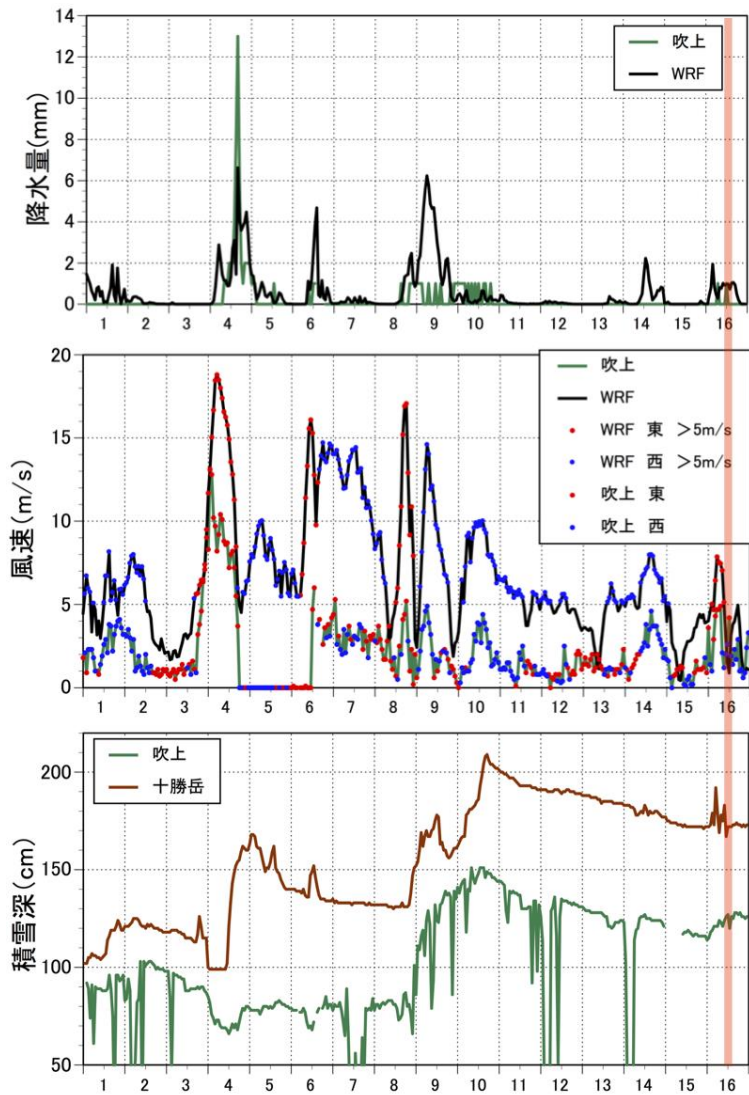


図7 雪崩発生までの気象データ
赤線は雪崩発生の12月16日10時

引用文献

- 1) 尾関俊浩・八久保晶弘・岩花剛・中村一樹・樋口和生・大西人史・佐々木大輔・秋田谷英次, 2008: 2007年11月に北海道上ホロカメットク山で連続発生した雪崩, *雪氷*, **70**, 571-580.
- 2) 山野井克己・杉山慎・大西人史・高橋学察・中村一樹, 2009: 2009年2月にニトヌプリで発生した雪崩の調査報告, *北海道の雪氷*, **28**, 41-44.
- 3) 澤柿教伸・中村一樹・奈良亘・松浦孝之・三鍋良平・小野寺規之・池田慎二・雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム, 2010: 2010年1月に尻別岳で発生した雪崩の調査報告, *北海道の雪氷*, **29**, 5-7.
- 4) 荒川逸人・兒玉裕二・澤柿教伸・佐々木大輔・奈良亘・雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム, 2011: 2011年1月に尻別岳で発生した雪崩の調査報告, *北海道の雪氷*, **30**, 99-102.
- 5) 山野井克己・竹内由香里・村上茂樹, 2004: プッシュゲージを用いた斜面積雪安定度の推定, *雪氷*, **60**, 609-676.