

トマム山で 2020 年 1 月 30 日に発生した雪崩の調査報告 Report on an avalanche occurred at Mt. Tomamu on Jan. 30, 2020

下山 宏¹, 阿部 夕香², 双樹 智道³, 板垣 力⁴, 山野井 克己⁵, 尾関 俊浩⁶,
雪氷災害調査チーム⁷

Kou Shimoyama¹, Yuka Abe², Tomomichi, Soju³, Chikara Itagaki⁴, Katsumi Yamanoi⁵,
Toshihiro Ozeki⁶, Snow Damage Research Team⁷

Corresponding author: k-shimo@lowtem.hokudai.ac.jp (K. Shimoyama)

2020 年 1 月 30 日にトマム山三角沢にてバックカントリースキーヤーが被害に合う雪崩事故が発生した。この報告を受けて雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チームは雪崩事故の調査を行った。現場観測と聞き取り調査より雪崩は面発生乾雪表層雪崩で、スキーヤーの誘発によって発生したことが分かった。積雪層内には 2 層の弱層が存在し、破断はこれらの層で同時に発生した。弱層にはどちらの層も雲粒の付着しない降雪結晶粒子が確認された。一方で人為的な雪崩発生の原因としては地形的要素の重要性が示唆された。

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、これまでに北海道で発生した雪崩事故を中心に雪崩事故調査を行ってきた¹⁾。調査結果は「北海道の雪氷」にて報告されるとともに、概要が雪氷災害調査チームのホームページ (<http://avalanche.seppyo.org/snow/>) でも公開されている。本報では、2020 年 1 月 30 日に北海道占冠村トマム山で発生した雪崩事故の調査結果を報告する。

2. 雪崩事故の概要

2020 年 1 月 30 日夕方、占冠村トマム山の通称三角沢において、バックカントリースキーをしていたフランス人のグループ 8 名うちの 1 名が雪崩に巻き込まれる事故が発生した。グループはトマム山山頂から三角沢を滑走してトマムスキー場内へ戻る途中、沢地形をトラバースした。この時 4 番目のスキーヤーがトラバースする際に足元から破断、そのまま雪崩に巻き込まれた。遭難者は約 1 m の深さに完全埋没しており、コンパニオンレスキューによって約 10 分後に救出されたが、心肺停止状態であった。メンバーが蘇生を試みたが断念。その後死亡が確認された。

3. 調査結果

3. 1 雪崩の概要と破断面

雪崩の種類はスキーヤーがトリガーとなった面発生乾雪表層雪崩で、トマム山三角沢内の小規模な支沢内で発生した (図 1)。トリガー地点はスキーヤーの滑走跡から沢地形の最上部付近で、南東向きの斜面から沢地形へと傾斜が急変するノール地形で破断した。破断面はノールに沿うように沢底方向に 5 m、そして斜面下方向 50 m に渡り確認された (図 1)。走路は下方の沢底に至る 10 m 程の距離であり、デブリの堆積域は沢底に沿って幅 5 m 長さ 50 m 程の範囲であった (図 2)。また、破断面付



図 2. 雪崩発生地点の写真

¹ 北海道大学低温科学研究所

² 札幌山岳ガイドセンター

³ 北海道山岳ガイド協会

⁴ 陸上自衛隊

⁵ 森林総合研究所 北海道支所

⁶ 北海道教育大学 札幌校

⁷ 日本雪氷学会 北海道支部

Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

Sapporo Mountain Guide Center

Hokkaido Mountain Guide Association

Japan Ground Self-Defense Force

Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

Sapporo Campus, Hokkaido University of Education

Hokkaido Branch, the Japanese Society of Snow and Ice

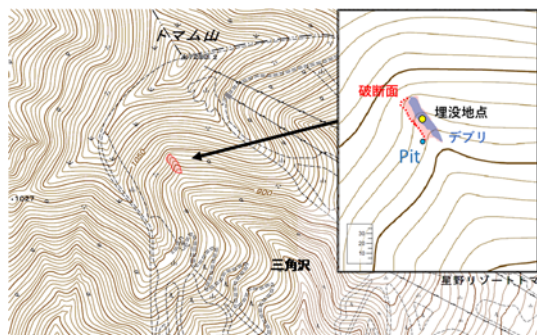


図2. 雪崩発生地点と破断面, デブリ, 積雪観測地点 (Pit).

近の一部ではすべり面が2段となっている場所も確認された。

3. 2 弱層

積雪観測は雪崩事故発生の翌日2020年1月31日に、雪崩発生区末端域の破断面近傍で斜面方位が雪崩のトリガー地点と同じ南東向き斜面で行った。積雪表面から150 cmまでのシャベルコンプレッションテストを実施した結果、積雪表面から60 cmと80 cmの2つの深さで破断が確認された(CTH21, SP, 同時に破断)。雪崩の現場においてもすべり面が2段の場所も確認されていることから、これらの層が今回の表層雪崩のすべり面となった弱層であると

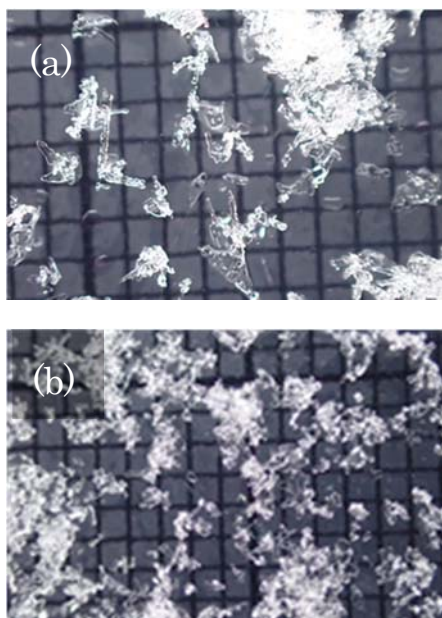


図3. 弱層の雪の拡大写真。

ゲージは1 mm. (a) 弱層1, 針状の雲粒無し降雪結晶. (b) 弱層2, 写真中央右付近に広幅六花の結晶が見られる。

特定した。すべり面となった層の雪質を観察すると、深さ60 cm付近の弱層(弱層1)は雲粒の無い針状の降雪結晶が見られた。(図3a)。深さ80 cm付近の弱層(弱層2)では、こしまり雪に混じって広幅六花の結晶構造の残る雪が観測された(図3b)。

3. 3 積雪断面構造

図4に積雪断面観測の結果を示す。積雪深は250 cmで斜面傾斜角は30~40度であった。表層の0~40 cm, 40~46 cmは結晶構造が破壊された雪が多く存在するこしまり/新雪層で、その下の深さ46~50 cmの新雪層が弱層1に相当する。弱層1の下の50~52 cmは日射による融解を受けたと見られるざらめ/こしもざらめ雪層, 52~65 cmはしまり雪層であった。65~80 cmは結晶構造の一部が残るこしまり雪の層, 80~83 cmは日射による融解を受けたざらめ/こしもざらめ雪の層が存在した。この65~80 cmのこしまり雪層が80~83 cmのざらめ/こしもざらめ雪層の直上で破断した(弱層2)。

積雪密度は表層付近が最も高く250 kg m⁻³程度、深さ30 cm以下は150~200 kg m⁻³と積雪下層で小さい値であった。積雪硬度は60~70 cm付近のしまり雪層で極大の30 kPa程度、深さ80 cmまでは10 kPa程度の低い値であった。

また、弱層1におけるシアフレームテストを行った結果、斜面の安定度(SI)は3.9(サンプル2回)であった。SIの雪崩発生の目安は2から4であることから、弱層1は雪崩発生の目安範囲ではあるが、極端に高い状態ではなかったと言える。

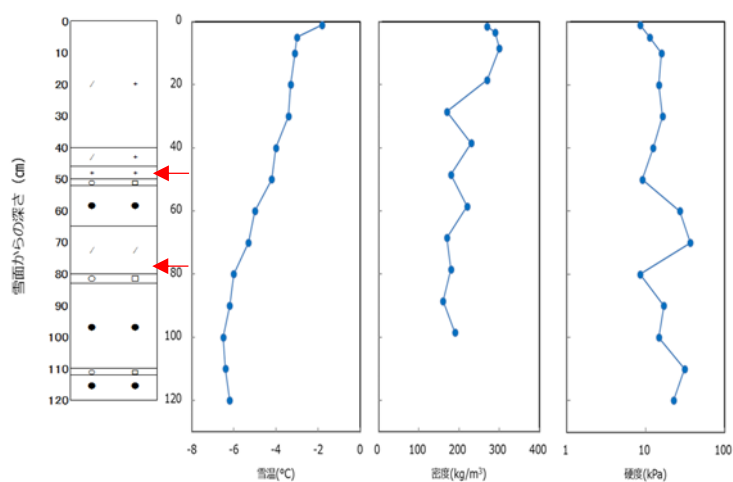


図4. 積雪断面観測結果. 左図の矢印はそれぞれ弱層を示す(浅い層が弱層1, 深い層が弱層2)。

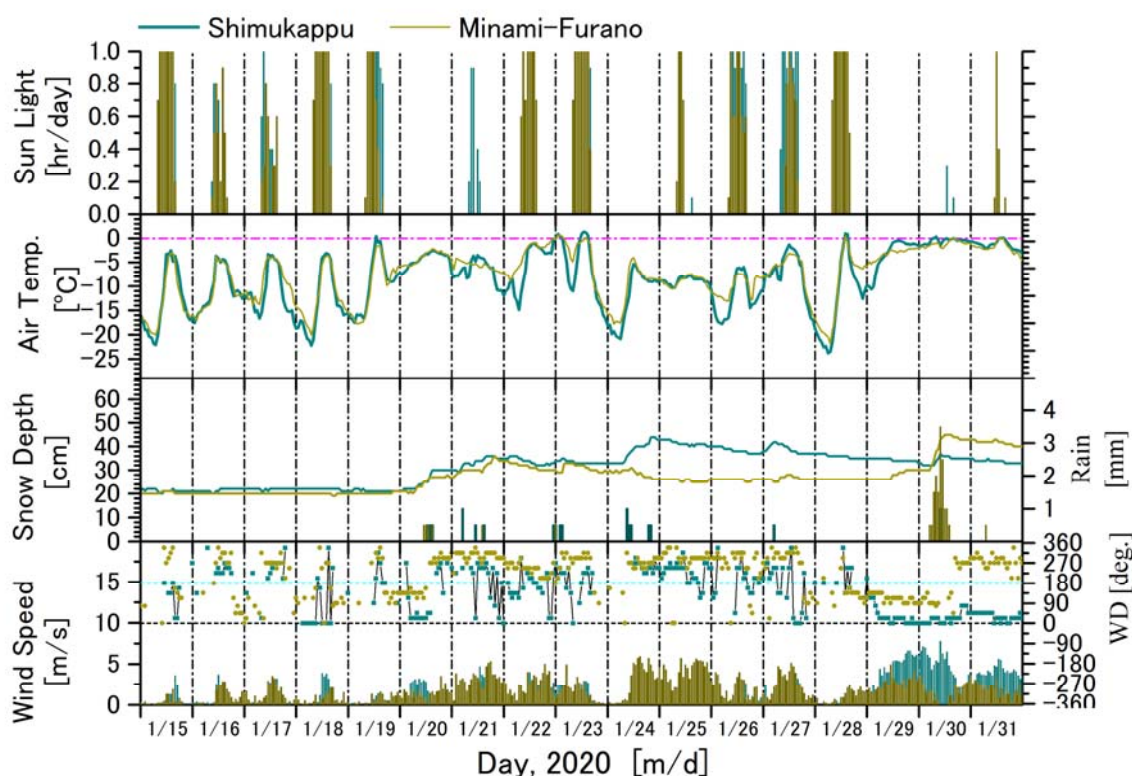


図5. アメダス占冠、南富良野における気象データ。
上から1時間毎の日照時間、気温、積雪深と降水量、風向と風速を示す。

4. 雪崩発生までの気象条件

図6に、アメダス占冠および南富良野の地上気象要素の観測結果を示す。雪崩事故の発生前、1月29日夕方から30日にかけて、現地の天候は急激に悪化した。東よりの風が強まり、大量降雪を伴う暴風雪となり、隣接するトマムスキー場では30日のゴンドラ運航を見送る状況となった。アメダス南富良野では29日昼過ぎから降雪があり、1日で25cm積雪深が増加した。29日から30日にかけて占冠では 5m/s 以上の風が観測された。アメダス占冠が盆地内での観測値ということを踏まえると、山城ではかなりの強風であったと推察される。また、低気圧の接近に伴い暖気が移流し、気温が上昇した。

1月中旬以降でまとまった積雪は1月20～21日、1月24日に観測された。南富良野で1月24日正午前から西寄りの風が強まり、25日にかけて強風が続いた。一方、トマムは内陸に位置するため、厳冬期であっても比較的天気の良い日が多い。日照時間を見ると1月22～23日、1月26～28日は十分な日射のある晴天日であったと推察される。また気温に関しては、日中の気温において占冠と南富良野でプラスになる日が存在するものの、雪崩の発生した標高

980m付近では常に氷点下の気温であったと言える。

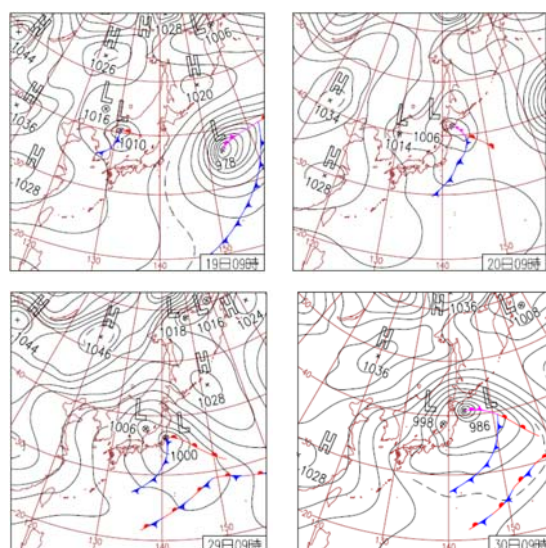


図6. 気象庁による午前9時の天気図。
上段は2020年1月19日(左)と20日(右)、
下段は2020年1月29日(左)と30日(右)。

5. 考察

1月29日の北海道は、日本海上に存在する弱い

低気圧から延びる弱い気圧の谷にあった(図6)。また本州の房総半島付近には前線を伴う低気圧が存在した。本州の低気圧はその後北上して発達、北海道付近は等圧線が狭い間隔で東西方向に延びる気圧配置となり、東寄りの強風が吹いた。弱層1となった雲粒無し降雪結晶は、低気圧の前面など対流が弱く、風も弱い穏やかな気象条件で降ることが知られている。1月29日はまさにこのような気圧配置である。また、暖気移流を伴ったことで比較的気温が高い条件で形成される針状の降雪結晶が形成されたと言える。その後の低気圧の発達に伴い、弱層1の上に強風で結晶構造が破壊された風成雪が堆積した。風成雪は密度が高いために短時間でスラブ化する。これが弱層1の上載積雪になったと考えられる。

弱層2を含む深さ65~80cmのこしまり雪層は、日本海上にある前線を伴った弱い低気圧が1月19日から20日にかけて北海道の南を通過する際に降ったものと考えられる。このケースでは低気圧は北海道へ接近する際に、それ程発達しなかったことが特徴的である。この時にまとまって積もった雪は、おそらく雲粒付着の無い結晶粒子で、焼結速度が遅く、比較的長い期間結晶構造が保存されたと考えられる。

積雪硬度の極大値が観測された深さ53~65cmのしまり雪層は、1月24日の寒冷前線通過に伴う降雪と考えられる。この層が表層にある時1月26~28日の日射で積雪表層が融解、そして夜の放射冷却で凍結した時に形成されたのが、深さ50~53cmのざらめ/こしもざらめ雪層であると考えられる。

積雪調査地点で観測された弱層は積雪の安定性が極端に悪いという状況ではなかった。しかしながら、今回のスキーヤーによる雪崩の誘発は、斜面傾斜角が急激に大きくなるノール地形で生じた。積雪安定性だけではなく、地形的な要素が今回の雪崩事故の原因として重要であると考えられる。

6. まとめ

2020年1月31日にトマム山で発生した表層雪崩の破断は2層で確認され、結晶構造に違いは見られるものの、どちらも雲粒のない降雪結晶粒子を含む層が弱層を形成した。どちらも日本海に存在する低気圧による降雪である。浅い層にある弱層は雪崩発生の前1日で形成されており、このケースでは低気圧は急激な発達したことで、弱層上に短期間で上載積雪を形成した。一方、深い層に存在した弱層は10

日より前に降った雪の層であることが推察された。これは、雲粒無し降雪結晶の危険性が持続的であることを改めて示唆するものである。

観測された弱層の積雪安定性は極端に低いものではなかった。従って、今回の雪崩事故はノール地形という雪崩発生の危険性が高い地形が重要な原因として考えられる。バックカントリースキーにおけるリスク管理として、積雪状態だけではなく、いわゆる「地形の罠」に十分配慮すべき事を改めて認識させられる事例であった。

【謝辞】

本調査は、ほくやく・竹山ホールディングス、大東工業、秀岳荘の各社からの寄付による雪氷災害調査チームの活動として実施した。

【参考文献】

- 1) 山田 知充, 2014: 活躍する雪氷災害調査チーム: 北海道支部の社会貢献活動, 雪氷, **76**, 481-485.
- 2) 雪氷災害調査チーム, 2015: 山岳雪崩大全, 山と溪谷社.