

## 2012-13 年冬季初めの低気圧に伴う降雪に起因する トマム山の全層雪崩

### Full-depth avalanche at Mt. Tomamu caused by cyclonic snowfall in early winter of 2012-13

中村一樹, 佐藤友徳 (北海道大学大学院地球環境科学研究院),  
下山宏 (北海道大学低温科学研究所),  
石川嵩 (北海道大学大学院環境科学院)

Kazuki Nakamura, Tomonori Sato, Kou Shimoyama and Takashi Ishikawa

#### 1. はじめに

図 1 に示すトマム山 (標高 1239m) は、北海道中央部の山岳域に位置し、占冠村側の斜面はスキーリゾートとして知られている。トマム山では、2012 年 12 月、2013 年 1 月にスキー場コース内で比較的大規模な積雪全層のクラックが発生した。また、2013 年 2 月に隣接する山のスキー場コース内でクラックが発生し、3 月に同地点で全層雪崩が発生した。これらの事例について実施した調査の結果と考察を報告する。

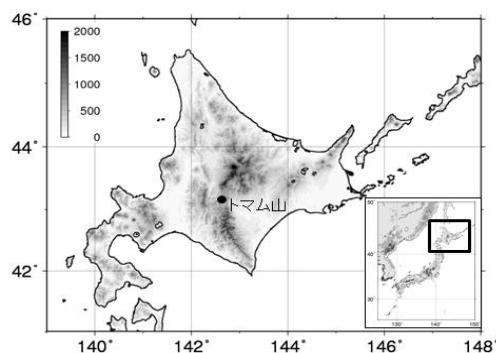


図 1 トマム山の位置

#### 2. クラックと全層雪崩の発見の経緯

図 2 にトマム山のクラック発生地点と全層雪崩発生地点を示す。いずれも、トマムスキー場内の非圧雪ゲレンデで発生したもので、スキー場パトロールの方が発見した。

2012 年 12 月 17 日に A 地点でクラックが発見され、2013 年 1 月 1 日に B 地点で、翌 2 日に C 地点で発見された。クラック発生後、安全が確認できるまで、一時的にゲレンデは閉鎖された。毎日のパトロールの一環として、A, B, C の各地点でクラックの上側の積雪と下側の積雪の間を計測することにより、簡易的にクラックの開き (グライド量) の経過観察が行われた。

図 2 の全層雪崩地点の上端付近で、2013 年 2 月上旬にクラックが発生したため、ゲレンデは閉鎖された。ここでも毎日のパトロールの一環として簡易的にクラックの開き (グライド量) の経過観察が行われた。2~3 月にかけて、10~30cm/day 程度のグライド量だったが、3 月 29 日に 93cm/day と大きくなり、3 月 30 日朝に全層雪崩が発見された。



図 2 トマム山のクラック発生地点と全層雪崩発生地点

### 3. 調査方法

それぞれの事例の調査方法を以下に示す. なお, A, B, C の各クラック地点のうち最も大規模な A 地点を中心に観測を行った. 以下の調査結果と考察では, 主に A 地点と全層雪崩地点を取り上げる.

#### (1) クラック地点

- ・2012年12月18日: A地点のクラック沿いに26点をGPS測量, 積雪深, クラック幅(傾斜方向)測定, 積雪断面観測, 写真撮影
- ・2013年1月9日: 積雪断面観測, 写真撮影
- ・2013年2月23日: 積雪断面観測, 写真撮影, B地点, C地点のGPS測量

#### (2) 全層雪崩地点

- ・2013年4月1日: 全層雪崩破断面及びデブリ外周沿いにGPS測量及び積雪深測定, 破断面で積雪断面観測, 写真撮影

### 4. 調査結果

#### (1) クラック地点 (A地点)

図3にA地点に発生したクラックと底面の笹の倒伏の状態を示す. 図4にGPS測量調査によるA地点のクラックの位置と開き幅を示す. また, 図5に2012年



図3 A地点に発生したクラック(左)と底面の笹の倒伏(右)

12月18日にA地点のクラック移動量測定点(N43°04'39", E142°35'50", 標高1149m)で実施したクラック破断面の積雪断面観測結果を示す.

クラックは, 長さ約100m程度である. クラックが開いている幅は, 測量26地点の中の最大値が510cmであり, 300cm以上の部分が複数あった. 測量26地点の積雪深の平均値は128cm, 最小65cm, 最大231cm, 積雪断面観測を行ったクラック移動量測定点では積雪深が120cmで, 全層密度0.28g/cm<sup>3</sup>, 全層積雪相当水量338mm, 斜面は方位136度の方向に30度傾斜していた. 雪温は, 一番高い0cmの温度が-0.1℃で, 全層氷点下であった. 雪質は, 全層乾雪で, 濡れている層はなく, しまり雪が主で, 下層にざらめ雪, こしもざらめ雪の層があった. 積雪層の下に5~6cmの笹の層があり, 全ての笹が積雪の下で斜面

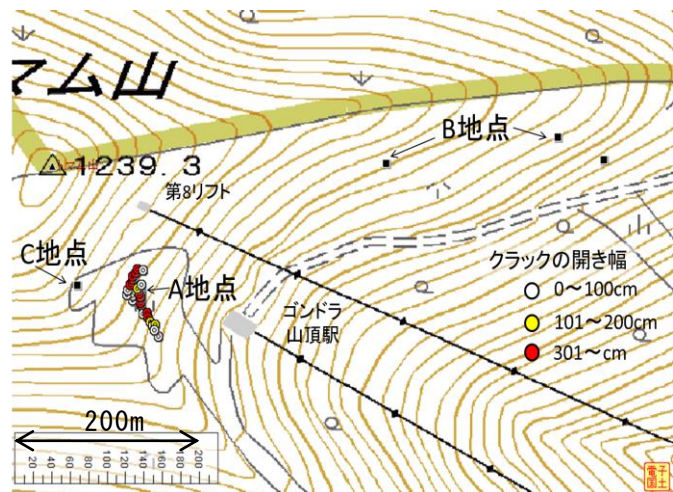


図4 GPS測量調査によるA地点のクラックの位置と開き幅

下向きに倒れていた。この面がすべり面となっていると考えられる。

クラック移動量測定点では、12月18日～19日は2m/day以上、20日～23日は1m/day以上、それ以降は数十cm/day以下の速度でクラックが開き、1月6日で一旦動きが止まった。

(2) 全層雪崩地点

図6に、3月29日から30日にかけて発生したと考えられる全層雪崩と破断面付近の積雪底面の笹の倒伏の状態を示す。また、図7にGPS測量調査による全層雪崩の位置を示す。破断面地点(N43°04'20", E142°38'08", 標高847m)の積雪断面観測より、積雪深128cm, 全層密度0.42g/cm<sup>3</sup>, 全層積雪相当水量543mmであり、積雪下層の0～10cmは、ざらめ雪と氷板で融解水の痕跡があった。また、積雪底面の全ての笹が斜面下向きに倒れていた。

5. 考察

既往研究によると、笹が地面で倒伏し、その上に雪が積っているときには、積雪底面での雪の滑り(グライド)が活発で、丈夫な雪でも全層雪崩になりやすい。一方、笹が倒伏せずに、積雪内に入りこんでいると、笹が雪を支え、グライドは少なく、全層雪崩も少ない<sup>1),2)</sup>。また、多量の雪が一度に積り、そのまま根雪となるときは、笹は倒伏しやすい。しかし少量ずつ、期間をおいて積ったときには、倒伏する笹は少ない。後者の場合には、全層雪崩の発生が遅く数も少ない<sup>3)</sup>。

トマム山は、日本海側の気象の特徴である冬型の気圧配置による降雪のほか、低気圧通過時に大雪となる太平洋側の気象の特徴を併せ持つ。表1に示すように2012年11月から12月にかけて頻繁に通過した低気圧に伴う大雪により、トマム山では冬の早い段階で根雪となった。

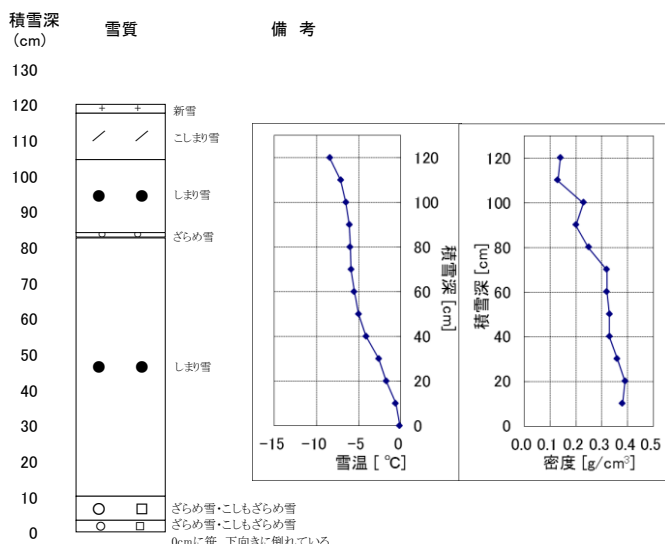


図5 2012年12月18日A地点クラック破断面積雪断面観測結果



図6 発生した全層雪崩(左)と破断面底面の笹の倒伏(右)

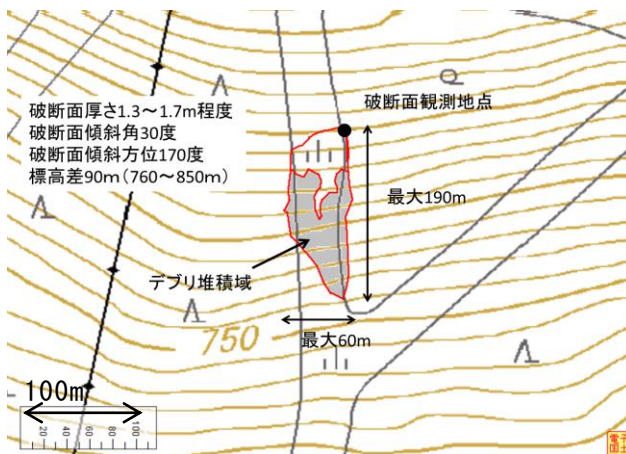


図7 GPS測量調査による全層雪崩の位置

図8に、トマム山のゴンドラ山頂駅（位置は図4参照）標高1088m地点の気温観測値を示す。12月から3月中旬まで-10~15℃前後と低温かつ氷点下で経過している。初冬に根雪となって笹の倒伏があり、冬季に氷点下の低温が継続していたことから、12月、1月、及び2月上旬に発見された全層雪崩地点のクラックは、2012-2013年初冬の低気圧接近に伴う大雪に伴い、笹が倒れた状態で積雪し、乾雪の状態ですべり面となったことに起因する可能性が高い。

表1 北海道への低気圧の接近数  
(N41-46, E139-146の領域に入った低気圧の個数)

	11月	12月
2011年	5	6
2012年	10	8

気温減率-0.65℃/100mを用いて標高850mの全層雪崩破断面付近の気温を推定すると、3月28日の11時に+7.9℃まで上昇していた。初冬の大雪により笹が倒伏することで厳冬期の2月上旬にクラックが入って不安定な斜面の積雪底面に、3月28日の高温による融雪水が入り、いっそうすべりやすくなったことで、3月29日のグライド量が大きくなり、29日から30日の朝にかけて全層雪崩が発生したと推察される。

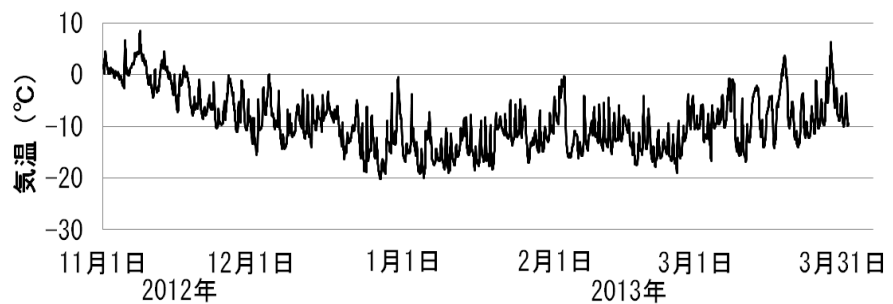


図8 トマム山標高1088m地点気温観測値

## 6. まとめ

トマム山で2012年12月、2013年1月、2月に発生したクラックは、2012-2013年初冬の低気圧接近に伴う大雪に伴い、笹が倒れた状態で積雪し、笹がすべり面となったことに起因すると考えられる。また、2013年3月に発生した全層雪崩は、同様の笹の倒伏で積雪底面が滑りやすくなっていたことに加え、3月下旬の高温により、積雪底面に融雪水が入ったことに起因すると考えられる。

## 謝辞

本研究は、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)、IFES-GCOEモデリングタスクフォース、及び北海道大学大学院環境科学院・占冠村・株式会社星野リゾートトマム連携協定の一環として実施された。

雪崩及びクラックのデータ提供や聞き取り調査で、星野リゾートトマムスキー場パトロール及びスタッフの方にお世話になった。図2, 4, 7の地図データは国土地理院の電子国土Webシステムから配信されたものである。

## 【参考・引用文献】

- 1) 遠藤八十一・秋田谷英次, 1977: 笹地斜面における積雪のグライド機構, *低温科学. 物理篇*, **35**, 91-104.
- 2) 遠藤八十一, 1980: 笹地斜面における積雪のグライド機構II, *低温科学. 物理篇*, **39**, 81-89.
- 3) 秋田谷英次, 1977: 積雪の映像化, *雪氷*, **39**, 215-221.