

## 2009年3月羊蹄山雪崩積雪調査について

### ～積雪観測結果と気象条件からの考察～

中村一樹，中林宏典（(財)日本気象協会北海道支社），  
秋田谷英次（NPO 法人雪氷ネットワーク・北の生活館）

#### 1. はじめに

近年，従来からの冬山登山者のほかに，冬山でバックカントリースキーやスノーボードを楽しむ人が増えている．ただ，自然の山岳地域での活動であるため雪崩発生リスクが生じ，残念なことに，毎年雪崩事故が起きている．

仮に，雪崩発生危険性を予め気象データから予想することが可能ならば，登山者，スキーヤー，スノーボーダー，山岳での作業者のほか，道路管理等にも有益な情報となる．

このような観点で，事前に得られる気象データから雪崩リスクを予想し，冬期の山岳地域での行動に対する安全性を高めることを目的に研究を継続している（中村・秋田谷，2008a，2008b）．

#### 2. 調査と目的

2009年3月2日に発生した羊蹄山の雪崩により，4名の登山者が遭難し，3月3日に全員無事救助されたものの，1名が雪崩に巻き込まれて右足を骨折する事故となった．

2009年3月6日に，日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チームとして，積雪断面調査を行った．羊蹄山雪崩発生地点と調査地点を図1に示す．

羊蹄山の標高が高い地域は危険と判断されたため，雪崩発生地点までは行かず，雪崩発生地点隣接地点として，京極地点（京極町羊蹄山登山口）で積雪断面調査を行った．また，積雪層の広域の広がりやアメダス気象データとの付け合せを実施する地点として，倶知安地点（倶知安町）でも積雪断面調査を行った．

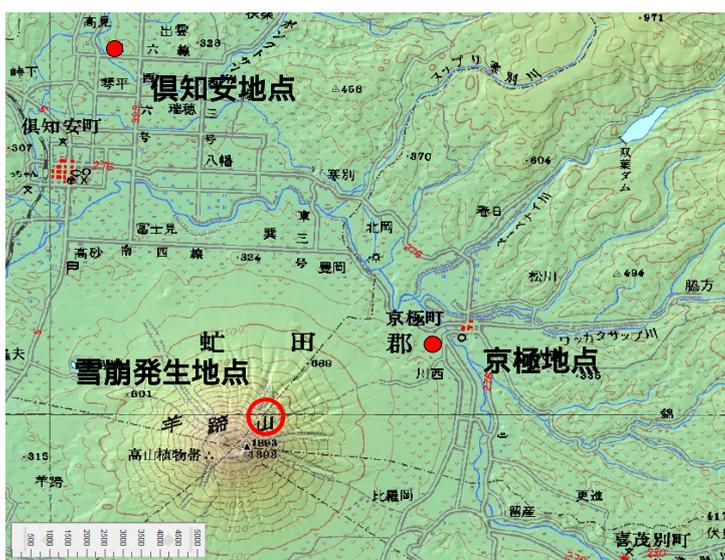


図1 羊蹄山雪崩発生地点と調査地点．

国土地理院発行数値地図 200000（地図画像）使用．

積雪断面調査の結果，図2に示すように，京極地点の積雪表面から31cmの深さ（弱層ハンドテスト肘1回）のしまり雪層中に雲粒なし新雪結晶による弱層が存在することを確認した．倶知安地点でも積雪表面から25cmの深さ（弱層ハンドテスト肘2回）に同様の弱層を確認した．

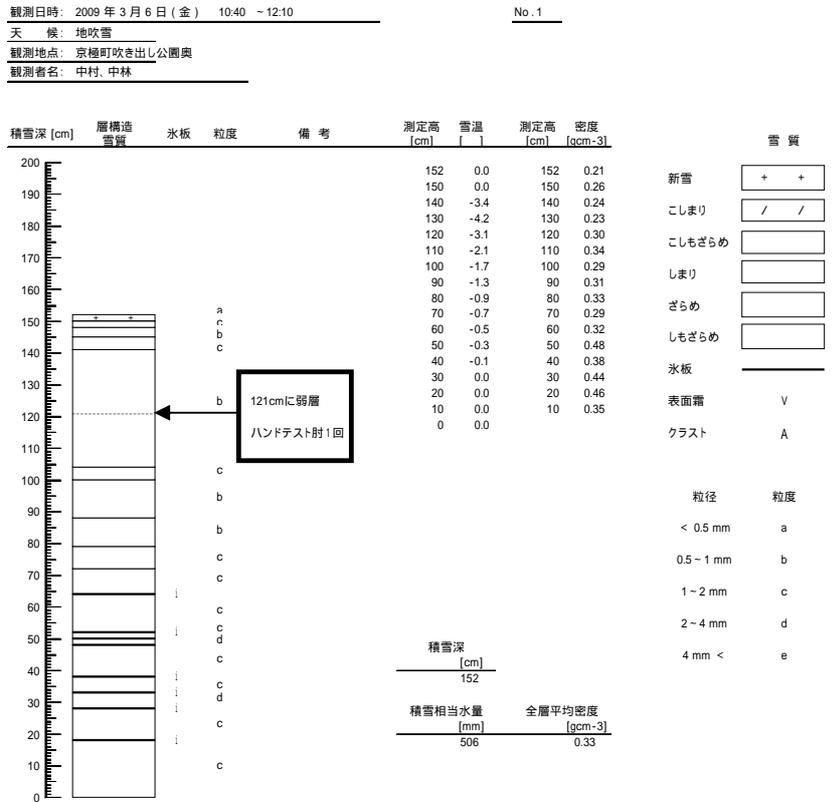


図2 京極地点積雪断面観測結果．

両地点とも積雪表面から50cmまでに，この層以外の顕著な弱層は確認できなかった．雪崩発生地点の積雪断面調査をしていないため，3月2日発生の羊蹄山の雪崩が，この弱層に起因するかどうか断定はできないが，羊蹄山周辺に雲粒なし新雪結晶による弱層が存在していたことは確認できた．

面発生表層雪崩で弱層を伴う現象の場合，表1に示すように，「雲粒なし新雪」，「表面霜」，「しもざらめ(こしもざらめ)」，「あられ」，「濡れざらめ」のいずれかが弱層となる場合が多い．

表1 面発生表層雪崩における弱層形成の5種類の雪と特徴．

種類	結晶形	降雪に 関係	積雪に 関係	既存研究による 気象からの推定
雲粒なし新雪	大きな幅広六花は、 顕著な弱層 雲粒が無ければ小 さな結晶でも弱層			弱風または無風の時の降雪 気圧配置からの言及なし
表面霜	幅広六花の一部に似 た形状から、シタ状の ものまで			夜間の放射冷却と弱風、高湿度 で顕著に発達
霜ざらめ	骸晶状やコップ状、角 柱や平板上			表面に新雪、昼間の強い日射と 夜間の放射冷却で表層中に発達
あられ	凍結水滴(雲粒)の集 合体、 球形または円錐形、 直径数ミリ			雪結晶が雲の中を落下中に雲粒 を捕捉し凍結、冬型、寒冷前線、 低気圧中心部など
濡れざらめ	大きな球形の氷粒、 結合弱い			強い日射で結晶のボンドが融ける 凍結せずに積雪内に埋没で弱層

このうち、降雪結晶が直接弱層の原因となるのは、「雲粒なし新雪」と「あられ」であり、他の雪は堆積後の変態により形成される。雲粒なし新雪やあられは、これらが降った直後に上載積雪となる多量の雪が積もると、積雪内で弱層となる。

ただ、雲粒なし雪結晶やあられの降雪が弱層の原因となったこれまでの表層雪崩研究事例において、気圧配置や気象データからの考察は少ない。

2008-2009 年冬期の北海道地方は、低気圧の通過が多く、冬型の気圧配置が長続きしなかった。このような気象の状態で、岩見沢市北村や札幌などでは、雲粒が付着していない雪結晶による降雪が多く観測された。その中のいくつかの事例では、この雲粒なし雪結晶が、積雪内に弱層を形成していたことを確認した。

そこで、本研究では、雲粒なし雪結晶の降雪が弱層の原因となった事例について、2008-2009 年冬期の降雪結晶観測結果と、3月6日に実施した積雪断面調査結果を含む 2008-2009 年冬期の積雪断面調査結果を用いて、気象の面から考察した。

### 3. 考察に用いたデータ

#### 3.1 定点降雪・積雪観測データ

2009 年 1 月～2 月の顕著な降雪時に、岩見沢市北村で観測した降雪結晶及び積雪断面観測データを用いた。

#### 3.2 広域降雪・積雪観測データ

2009 年 1 月～3 月に札幌市北区、札幌市中央区、札幌市南区定山溪、喜茂別町中山峠、京極町(図 1 参照)、倶知安町(図 1 参照)で観測した降雪結晶データあるいは積雪断面観測データ等を用いた。

#### 3.3 気象データ

気象庁アメダスデータ、高層気象データ、天気図、解析雨量データ、気象衛星画像等を用いた。

### 4. 考察

岩見沢市北村の降雪結晶観測結果から、図 3 に示すような雲粒なし降雪結晶が観測された日を抽出し、地上天気図と岩見沢の地上気温、札幌の高層 850hPa 気温を対応付けた。

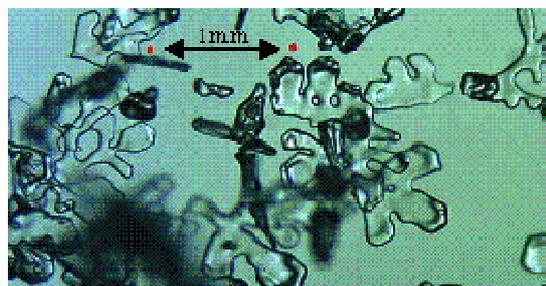


図 3 雲粒なし降雪結晶.

その結果、岩見沢市北村では、2009 年 1 月 26 日、2 月 3 日、2 月 5 日、2 月 11 日、2 月 20 日に雲粒なし結晶が降雪として観測され、いずれも低気圧前面の降雪によることが確認できた。

地上及び高層の気温が高かった 1 月 19 日のほか数日は、同様に低気圧前面の降水があったが、雨またはみぞれであった。

2 月下旬及び 3 月上旬の積雪断面調査結果や気象データから、図 4 の 2 月 20 日 9 時の地上天

気図に示す日本海の発達した低気圧の前面で、広域に雲粒なし結晶が降り、この低気圧通過直後の冬型の気圧配置時に上載積雪となる降雪があり、雲粒なし降雪結晶が弱層として積雪内に保存されたと推察される。

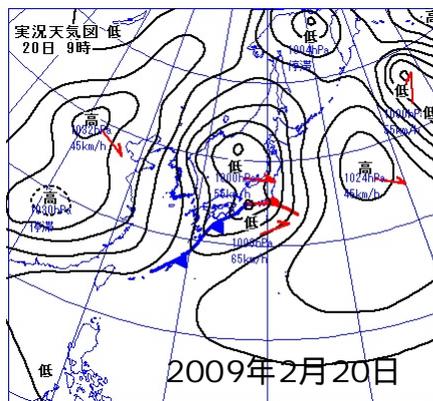


図4 2009年2月20日9時地上天気図。

## 5. まとめ

本研究では、2009年1月～3月の降雪結晶、積雪断面調査結果を基に、気象データから考察した。

その結果、雲粒なし結晶が雪崩の弱層となる条件として、次の2項が挙げられる。

- (1) 気温が低く、低気圧前面における層状の雲からの降水が、雨やみぞれではなく、降雪の形態をとる。
- (2) 雲粒なし結晶が降った後、すぐに多量の降雪で覆われる。つまり、積雪表層での変態が進行しないまま、積雪中に埋没する。

これらの条件を満たす気圧配置として、「発達した低気圧が通過し、すぐに冬型の気圧配置となる場合」が想定された。

以下、今後の課題、展望を列記する。

- ・雲粒なし結晶が積雪内で弱層となる期間の定量化
- ・気象データからの層状雲、対流雲の判別
- ・既存の積雪安定度算定モデル再現精度向上のためのパラメータとしての可能性検討
- ・山岳での上昇気流による弱い降雪との区別
- ・過去の雪崩発生時における積雪観測データと気象データの検証
- ・気候変動に伴う降雪結晶変化に対応する雪崩リスク変化の予測

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、(社)日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チームの皆様には、有益なコメントをいただいた。また、北海道大学低温科学研究所的場澄人氏には、中山峠での積雪断面観測データを提供いただいた。ここに感謝申し上げる。

## 参考文献

- 中村一樹，秋田谷英次，2008：気象データを用いた雪崩発生分析，北海道の雪氷，27，83 - 86。  
中村一樹，秋田谷英次，2008：一般気象情報を用いた表層雪崩発生危険度予測の試み，雪氷研究大会（2008・東京）講演要旨集，pp.154。