

Letter No.52

雪崩分科会レター



埼玉県秩父市内の雪崩監視および除雪作業風景（2014年2月）。

2014年2月14日～15日の南岸低気圧がもたらした大雪と多数の雪崩が発生した事により、通行不能となった埼玉県秩父市内県道中津川三峰口停車場線へ国土交通省北陸地方整備局管内から除雪支援がなされた。TEC-FORCE 隊員のべ12人日、ロータリー除雪車1台（作業にはバックホウ2台を現地調達し使用）、除雪支援として4業者のべ105人日が派遣され、関東地方整備局と合同でトンネル部を除く約3.3kmの除雪を実施した。現地は、幅員が狭く雪崩によりロックネットが張り出した状態であり、さらに気温上昇による雪崩の2次発生を警戒しながらの緊迫した作業となった。

（写真・文：岩崎 剛（町田建設株式会社））

2014年4月18日発行

（公社）日本雪氷学会 雪崩分科会

目 次

■ 巻頭言	3
■ 第 24 回雪崩対策の基礎技術研修会 開催報告	4
■ 2013 年度雪崩分科会例会報告	6
【雪崩分科会講演会要旨】	
北海道における近年の冬期の気象変化と湿雪雪崩の特徴 原田 裕介	7
事前規制できる雪崩とできない雪崩 石本 敬志	13
ぬれざらめ雪の弱層が原因の表層雪崩について-本州での事例-	
2010,2011,2013 冬期 上石 勲	15
■ International Snow Science Workshop 2013 参加報告	18
■ International Snow Science Workshop 2014 開催案内	19
■ 雪崩分科会役員一覧表	20

分科会費納入のお願い

今年度の雪崩分科会費を郵便振替で納入願います。金額は年額 1,000 円です。お手数ですが、郵便局の窓口において用紙を受け取り、必要事項をご記入の上、払い込み願います（氏名と何年度分の会費かをお書きください）。前年度までの会費に未納のある方は、あわせて納入願います。口座番号等は以下のとおりです。

口座番号：00670-0-26949 口座名称：日本雪氷学会雪崩分科会

ご不明な点がございましたら会計担当幹事 平島 寛行までお問い合わせください。

連絡先：〒940-0821 新潟県長岡市栖吉町前山 187-16

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター

Tel: 0258-35-8932 Fax: 0258-35-0020 e-mail: hirasima@bosai.go.jp

巻 頭 言

公益社団法人日本雪氷学会 雪崩分科会
幹事長 山口 悟

今冬の2月に南岸低気圧によってもたらされて太平洋側の大雪は記録的な豪雪となり、普段雪崩などとは無縁の地域で数多くの雪崩が起きました。それらの雪崩では幸いなことに死者こそ出ませんでした。生活道路が雪崩のために閉鎖されたため数えきれないほどの孤立集落が発生しました。

我々雪氷研究者は、普段雪氷災害というもの雪国だけの問題であると考えがちですが、今回の太平洋側の豪雪の事例は、まさにそんな雪氷研究者の盲点を突いたものであったといえるかと思えます。また普段非雪国に住んでいる方々も、雪崩をはじめ雪氷災害の恐ろしさを実感したものだと思えます。この豪雪災害に関しては、新潟大学の和泉先生を代表として文部科学省・特別研究促進費（突発災害）を申請しそれが受理されるとともに、雪氷学会並びに雪工学会の合同調査チームを立ち上げ、調査を行うことになっております。雪崩分科会の会員の方々の多くの方も今後いろいろな面で本調査にご協力いただくことになるかと思えます。

最近自然災害が起こるたびによく想定外という言葉を使います。今回の太平洋側の豪雪災害もその一つかも知れません。もちろん科学には限界があり、また近年の温暖化によって、昔と比べて自然災害の発生形態が変わってきているのも事実です。しかしその反面、災害を研究する立場として、想定外という言葉を使いに抵抗を感じます。我々災害に携わる者は、先輩方から受け継いだ英知に少しでも知識を加えることで想定外を減らすのが使命です。それなのに安易に想定外という言葉を使ってしまうのは、自分たちの努力不足の言い訳と取られても仕方がないかも知れません。

さて、今年は雪氷で雪崩特集号の発刊が予定されております。それを機会に、雪崩の関係者間の情報交換をますます促進し、少しでも想定外を減らせるように雪崩分科会としても頑張っていきたいと思います。

(2014年3月)

■第 24 回雪崩対策の基礎技術研修会 開催報告

尾関俊浩(北海道教育大学札幌校)・町田敬(町田建設株式会社)

2014年1月16日～17日の日程で新潟県湯沢町にて日本雪氷学会主催の第24回雪崩対策の基礎技術研修会が開催されました。雪崩分科会では毎年この研修会の開催に協力し、講師の派遣を行っております。平成18年豪雪以降も、2010-2011年、2011-2012年、2012-2013年と日本列島は豪雪に見舞われ、雪害対策を強いられています。雪国での暮らしを成り立たせるためには、雪崩に対する取り組みが依然重要です。また、2007年上ホロカメットク山で4名が亡くなった雪崩や、2013年立山真砂岳で7名が亡くなった雪崩など、山岳で雪崩に巻き込まれ亡くなるケースが後を絶たない状況です。この研修会は、雪崩に遭わないための知識や、雪崩現場に必要な技術を学会外に広め、活用していただく活動となっております。

近年の大雪により雪崩対策が必要となった方々へ分科会員により直接メールやパンフレットを送付した結果、今年の研修会の参加者は54名と盛況でした。雪崩対策の前線で活動する山岳救助担当者や雪崩対策に関わるコンサルタント、道路維持管理者の皆様と幅広い参加層となりました。研修内容は2日間にわたり、「降・積雪の性質と雪崩の発生」、「積雪断面観測法」といった基礎から「雪崩危険斜面の判定・雪崩管理の実態」、「雪崩予知技術」、「雪崩対策工の調査・計画・設計」などの応用まで網羅する講義と、「積雪観測法実習」、「雪崩捜索、救助法実習」の野外実習を行いました。

1月17日午後から行われた現地研修では、国道17号湯沢地区に設置されている様々な防雪工(スノーシェッド、予防柵、防護柵、予防杭、せり出し防止柵、誘導柵など)の見学と過去に行われた人工雪崩実験の経緯を解説しました。また、日本唯一の法面点検車についての説明と地上高11mまで上がる作業床への乗車体験が行われ、斜面監視を行う際の斜面の見方や着眼点の解説を行いました(写真1)。当日は国道での斜面雪処理作業が実施されており、実際に作業している状況を見ながら監視員の配置や作業員の安全確保方法、適切な処理方法を説明する良い機会に恵まれました(写真2)。

この研修会は毎年行われております。2014年度の開催案内は11月頃の雪氷に載る予定です。

(雪崩分科会会長 尾関俊浩)

(雪崩分科会幹事 町田敬)



写真1 法面点検車と斜面監視の解説。



写真3 講義状況



写真2 斜面雪処理現場での作業方法の説明。



写真4 講師による説明

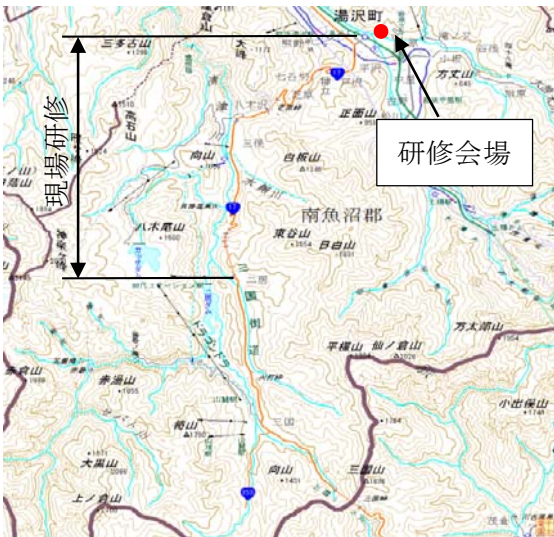


図1 現地研修位置図



写真5 断面観測実習



写真6 プローブによる列索実習



写真7 活発な意見交流会



写真8 新潟日報 2014年1月17日日刊

■2013年度雪崩分科会例会報告

雪崩分科会の2013年度総会が雪氷研究大会（2013・北見）開催期間中の2012年9月17日18:30～19:00に北見工業大学のA101講義室において開催された。参加者は36名であった。

総会では、2012年度事業報告、会計報告、監査報告が行われ、承諾された。引き続き2013年度事業計画案、会計計画案が示され、異議なく了承された。また、以下の項目が報告された。

- ・ 第24回雪崩対策基礎技術研修会(開催地：新潟県湯沢町)の開催協力
- ・ メーリングリストおよびWebの活用

分科会終了後の懇親会には、32名以上の方に参加を頂き、大変盛況であった。

<分科会セッション（講演会）>

今回は、日本雪工学会雪崩防災委員会と合同で「北海道の冬季の気象変動と雪崩災害」というテーマで総会前の9月24日17:00～18:30に同会場において開催された。講演者は、原田裕介氏（(独)土木研究所 寒地土木研究所）、石本敬志氏（一般財団法人 日本気象協会 北海道支社）、上石勲氏（(独)防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター）の3名で、北海道の2012/2013冬期の気象の概況と発生した雪崩や地すべり災害について、観測データや実際の現場の写真等を用いて講演された。なお各講演内容は次ページから掲載する。

2) 調査結果

北海道の年最深積雪、年降雪量、日降雪深の階級別出現率、根雪日数の変化傾向（対象地点における(1)式の傾き a の調査期間における平均値を、スプライン補間により示した図）を図2～図5に示す。年最深積雪は、北海道では日本海側の西部、内陸部、オホーツク海側および太平洋側東部の東部で増加傾向にある。根雪日数は、北海道内の西部および東部で日数が増加する傾向にある。冬期降雪量は、対象地域の大部分で減少傾向にあるにもかかわらず、30cm以上の日降雪深の出現率は、北海道オホーツク海側で増加傾向にあった。

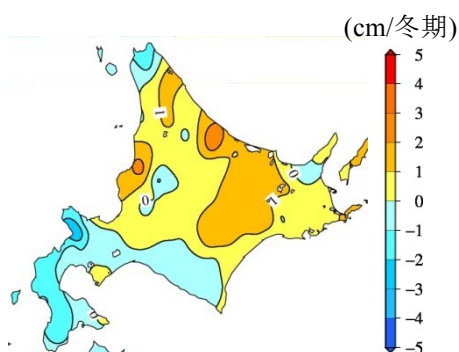


図2 年最深積雪の変化傾向

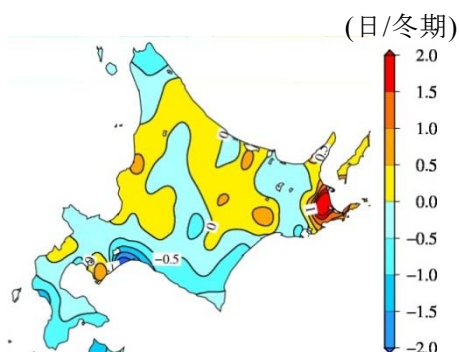


図3 根雪日数の変化傾向

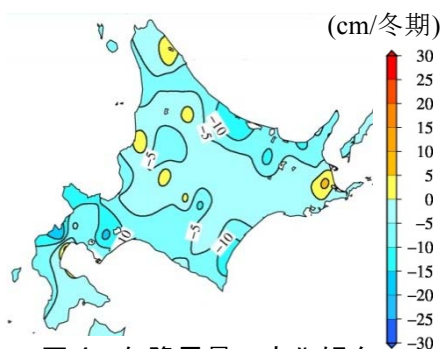


図4 年降雪量の変化傾向

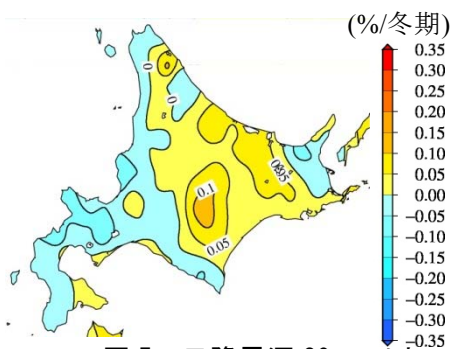


図5 日降雪深30cm以上の変化傾向

(2) 北海道における大雪・暴風雪時の気圧配置の変化傾向

前項(1)より、北海道での短期集中降雪が北海道中央部や東部で増加する傾向にあることから、低気圧に起因する降雪が多くなっていることが伺える。一般に、低気圧に起因する降雪の特徴は、悪天域は低気圧周辺と前線近傍で、発達した低気圧の周辺では暴風や強風となる。低気圧の移動に伴い、風向や気温が急激に変化する。どの地域で大雪や暴風雪となるかは低気圧の進路が重要で、北海道ではどの地域でも大雪や暴風雪が発生する可能性がある。そこで、地上付近の気象状況の分析結果を表す地上天気図を基に、大雪や暴風雪発生時の低気圧などの移動経路および発生地域の特徴を整理した。

1) 調査方法

調査に用いたデータは、1984～2010年度冬期における図1に示す77地点の1時間ごとの積雪深、気温、風速（毎正時前10分間平均風速）である。(1)と同様、時間降雪量を1時間ごとの積雪深の増加量とした。

大雪の基準は、降り始めからの24時間降雪量40cm以上、48時間降雪量60cm以上、72時間降雪量80cm以上のいずれかを満たすものとし、かつ北海道全体における災害時の社会的影響と広域性を勘案して、アメダス77地点のうち5地点以上で上記の大雪の基準を満たし

た場合を大雪事例として抽出した。暴風雪事例は、上記と同様にアメダス 77 地点のうち 5 地点以上で、過去の災害事例をもとに設定した 24 時間吹雪量 $5.0\text{m}^3/\text{m}$ 以上を満たす場合とした。なお、吹雪量は、単位時間に風向と直角な単位幅を通過する雪の総量である。ここでは、風速と吹雪量との経験式により 24 時間吹雪量を算出した¹⁾。

北海道内の大雪や暴風雪は、発達した低気圧の通過や、その後の冬型気圧配置によってもたらされることが多い。ここでの地上天気図の分類は、北海道付近を通過する前の低気圧や前線の位置とその移動経路を 17 通り、低気圧通過後の冬型の気圧配置を 3 通りに細分した。

2) 調査結果及び考察

「1) 調査方法」にしたがい大雪 49 事例、暴風雪 14 事例、大雪かつ暴風雪 10 事例（計 73 事例）を抽出した。抽出結果に対して、低気圧や前線の位置とその移動経路、低気圧通過後の冬型の気圧配置に分類し、発生年度ごとに集計した。その結果、図 6 に示す A~D の 4 パターンの合計が 49 事例で、全 73 事例の約 3 分の 2 を占めた。

図 6 に示す A~D の地上天気図パターンについて、9 冬期ごとの出現頻度を求めた（表 1）。その結果、D で増加傾向がみられ、特に D の 2002~2010 年度の出現度数は 11 事例で D 全体の約 60% であり、近年の北海道における大雪や暴風雪の特徴の一つといえる。また、2002 年度以降、D の出現度数 11 事例のうち低気圧が急速に発達する場合は 9 事例で、2001 年度以前と比較して多かった。Nakamura et al.²⁾は、1980 年代後半から冬型の気圧配置の勢力が弱まり、1 月と 2 月に温帯低気圧が発達しやすい傾向にあることを示している。Inatsu and Kimoto³⁾は、地球温暖化によって、1 月と 2 月に日本付近を通過する温帯低気圧の頻度や勢力が高まる可能性を指摘している。また、世界の年平均気温は、様々な変動を繰り返しながら上昇しており、上昇率は 100 年（1891~2011 年）あたり 0.68°C である⁴⁾。加えて、二酸化炭素やメタンなど温室効果ガスの世界平均濃度は、増加傾向にある⁴⁾。以上から、低気圧に起因する大雪や暴風雪の頻度は今後増加し、かつ発達した低気圧により強い降雪や風速が発生する可能性が示唆される。

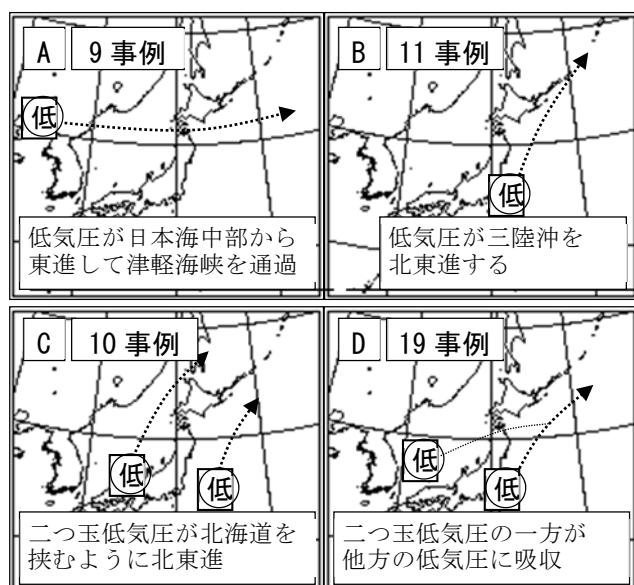


表 1 1984-2010 年度冬期の大雪・暴風雪時の地上天気図の出現頻度

出現頻度は左側の数字、そのうち北海道付近で急速に発達した低気圧（24 時間で中心気圧が 19hPa より低下）によるものを右側括弧で表記

パターン	年度	1984-1992	1993-2001	2002-2010
低気圧の移動経	A	2 (1)	4 (2)	3 (1)
	B	4 (1)	3 (1)	4 (1)
	C	3 (3)	5 (4)	2 (1)
	D	3 (2)	5 (2)	11 (9)

図 6 大雪・暴風雪時の代表的な低気圧の移動経路

近年の増加傾向が認められた D に伴って大雪や暴風雪となる地域は、オホーツク、十勝、釧路の北海道東部や、宗谷および上川の北海道北部であった¹⁾。これらの地域では、大雪や暴風雪が他地方と比較して発生しやすいため、今後雪害対策を検討する際は、このタイプの大雪や暴風雪の増加を考慮する可能性があると考えられる。

3. 気象変化に伴い想定されうる湿雪雪崩に関する取組

土木研究所で現在実施している、湿雪雪崩の発生条件を検討するための雪崩発生箇所近傍の気象観測データを用いた解析と、積雪内の水の浸透に関する現地実験について紹介する⁵⁾。

(1) 湿雪雪崩の事例解析

北海道の国道における湿雪雪崩の発生箇所近傍の気象観測データ（気象庁 AMeDAS、北海道開発局道路テレメータ）を用いて、湿雪雪崩発生前の降雨量と積雪表面付近の融雪量を計算し、これらの合計値を積雪への水の供給量とした。雪崩発生前の日と当日（発生時刻まで）の積雪への水の供給量と発生時の積雪深の関係（図 7）より、厳冬期の 2 月は、積雪への水の供給量が少なく、表層雪崩の発生がみられることが特徴である。特に、積雪が深いと表層雪崩となる傾向がある。一方、融雪期の 3 月は、積雪への水の供給量が多くなり、全層雪崩となる事例がほとんどであった。

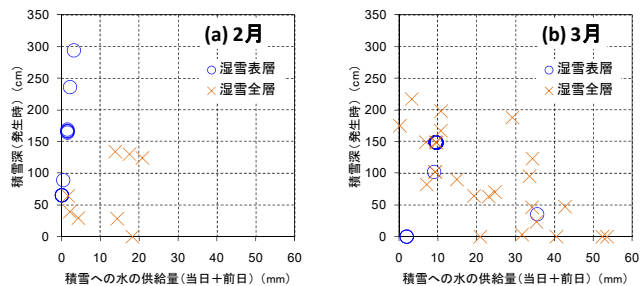


図 7 雪崩発生前の日からの融雪量と降雨量の合計値（積雪への水の供給量）と発生時の積雪深との関係

(2) 積雪内の水の浸透に関する現地実験

北海道札幌市南区定山溪（定山溪ダム流木処理場）の平地と隣接する斜面（勾配は約 30°）で、2013 年 3 月 19 日と 4 月 23 日に、自然積雪の表面に黄色の蛍光染料（フルオレセイン）を混ぜた水を、幅 2.0m×奥行 4.0m の範囲に毎分 4.0l で 1 時間散布（散水量 30 mm h⁻¹）する実験を行った。実験の結果、厳冬期で雪温 0℃以下の層が存在するしまり雪主体の斜面積雪（図 8 ①）では、水は積雪層構造に沿って斜面下方に流れる傾向が強く、積雪底面には到達しなかった（図 9）。しかし、融雪期で雪温が全層 0℃のざらめ雪が主体の斜面積雪（図 8 ②）では、滞水した層に沿って流れる水と滞水した層から鉛直方向に流れる水が確認でき、水は積雪底面へ浸透した（図 10）。

(3) まとめ

北海道における湿雪雪崩の事例解析と、積雪内の水の浸透に関する現地実験の結果、湿雪雪崩の発生条件として、厳冬期の 2 月は少ない水の供給量でも表層雪崩が発生する可能性があり、融雪期の 3 月は水が容易に積雪底面に到達するようになり全層雪崩が発生する可能性が高くなると考えられる。今後、今回得られた結果と既往の知見を含めて湿雪雪崩の定量的な発生条件を検討することが必要と考えている。

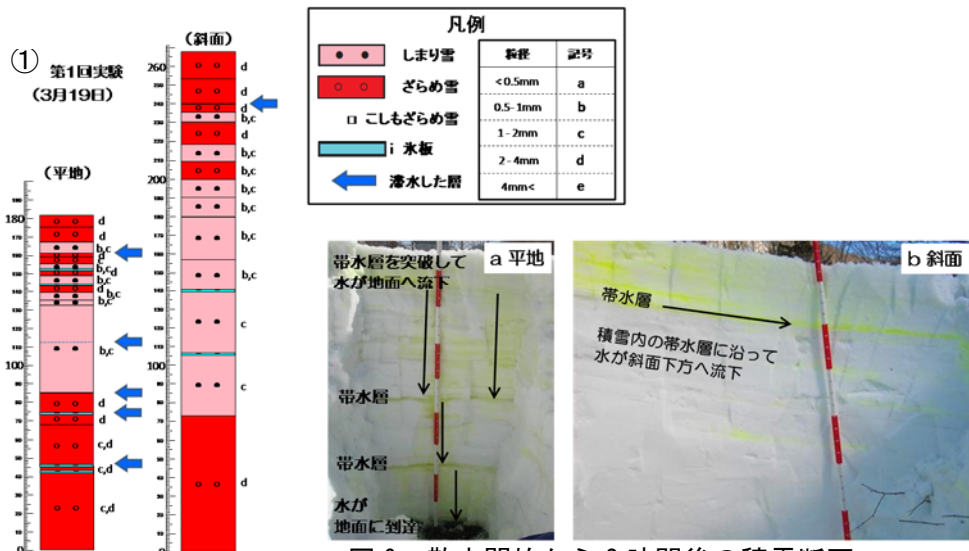


図9 散水開始から2時間後の積雪断面
第1回実験(3月19日), (a)平地, (b)斜面.

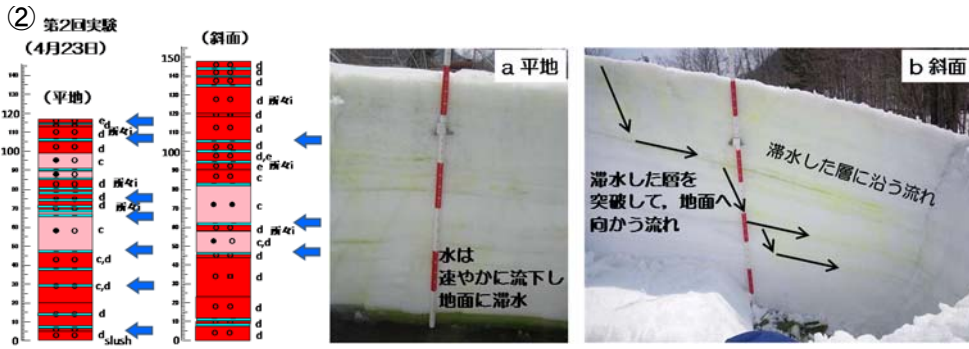


図8 散水前の積雪層構造と散水後に滞水した層の位置
図10 散水開始から1時間後の積雪断面
第2回実験(4月23日), (a)平地, (b)斜面.

4. 今後想定される雪崩発生の形態について

今後想定される雪崩発生の形態について、私見を以下に述べる。

(1) 寒冬型, 暖冬型両方の雪崩災害の備えが必要ではないか

現在、地球は緩やかに温暖化の方向で、海洋の温度も上昇傾向である⁴⁾。一方で、北極海の氷が減少すると、シベリア大陸に寒気が南下し日本周辺で寒冬傾向にあることが指摘されている⁷⁾。そのため、今後西高東低の気圧配置が継続し温帯低気圧が発達しない「寒冬型」と、西高東低の気圧配置が続かず温帯低気圧が発達する「暖冬型」の両方の可能性が考えられる。よって、寒冬では大量降雪、暖冬では低気圧前面の温暖前線に相当する層状雲による雲粒の付着が少ない降雪結晶をすべり面とする雪崩^{7),8)}や、降雨・融雪に起因する雪崩災害に対する備えが必要と考えられる。

(2) 無雪期の天気や災害への考慮(豪雨による土砂崩落や植生変化, 地震等)

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震では、斜面崩壊による植生や地形の変化によって地震後の雪による影響が懸念され、各種の応急対策が実施された。しかし、地震発生後の中越震災地域では2年続きで大雪となり、雪崩や融雪災害が増加するなど、想定以上の災害が発生した。また、平成24年3月12日に発生した長野県北部地震の約半年後の平

成 24 年 7 月 30 日に、新潟県中部での豪雨により土砂流出により植生の変化、雪崩予防柵の倒壊等が見られた。このため、雪崩が発生しやすくなったことを指摘している⁹⁾。加えて、夏期の温暖傾向によって、全層雪崩の誘因の一つであるカヤやササなどの生育が良くなることも考えられる。以上から、無雪期の天気や災害への考慮が今まで以上に必要と考えられる。

(3) 寒暖差、降雨等による積雪構造への影響と想定される雪崩

冬期に降雨が多くなった場合、積雪層にレインクラストが形成され、新たな降雪によりレインクラストをすべり面とする雪崩が多くなる可能性がある。クラストをすべり面とする雪崩は、上載積雪との摩擦が小さいため、速度が大きくなり到達距離も長くなると考えられる¹⁰⁾。また、降雨や融雪等に起因する濡れざらめ雪をすべり面とする、表層雪崩発生の増加が懸念される¹¹⁾。

雲粒の付着が少ない降雪結晶やレインクラストは、低気圧の接近時の条件によりある程度広範囲の斜面で一度に形成されることから、これらがすべり面となる表層雪崩の影響は広範囲に及ぶことが想定される。今後、冬山レジャーの行動判断や、道路や鉄路の維持管理等が従来よりも困難になる可能性も考慮される。また、施設によるハード対策だけでなく、いままでの経験や今後開発される技術を生かしたソフト対策を中心とした対処が必要となるものと考えられる。

参考文献

- 1) 原田裕介他, 2013: 冬期の気圧配置と北海道における大雪・暴風雪の地域別発生状況. 寒地土木研究所月報, **719**, 33-41.
- 2) Nakamura, H., et al., 2002: Interannual and Decadal Modulations Recently Observed in the Pacific Storm Track Activity and East Asian Winter Monsoon, *J. Climate*, **15**, 1855-1874.
- 3) Inatsu, M., and M. Kimoto, 2005: Two types of interannual variability of the mid-winter storm-tracks and their relationship to global warming. *SOLA*, **1**, 61-64.
- 4) 気象庁, 2013: 気候変動監視レポート2012, 21-58.
- 5) 松下拓樹他, 2013: 湿雪雪崩の発生条件に関する一考察. 寒地技術論文・報告集, **29**, 157-161.
- 6) Inoue, J., et al., 2012: The Role of Barents Sea Ice in the Wintertime Cyclone Track and Emergence of a Warm-Arctic Cold-Siberian Anomaly. *J. Climate*, **25**, 2561-2568.
- 7) 山野井克己他, 2013: 雲粒なし降雪結晶を原因する面発生乾雪表層雪崩 十勝岳連峰三段山で発生した事例, 雪氷研究大会 (2013・北見) 講演要旨集, 219.
- 8) 中村一樹他, 2013: 降雪系弱層形成時の気象の特徴. 北海道の雪氷, **32**, 14-17.
- 9) 上石勲, 2012: 中越地震によって発生しやすくなった雪崩と長野県北部地震で発生した雪崩. 雪崩分科会レター, **48**, 7-8.
- 10) 若林隆三他, 2010: 北アルプス母池高原の厳冬期樹林雪崩三例. 雪氷研究大会 (2010・仙台) 講演要旨集, 104.
- 11) 上石勲他, 2013: 2012-13 冬期に発生した特徴ある雪崩—降雪中に発生した全層雪崩、融雪期に発生した表層雪崩、地震によって発生した雪崩—, 雪氷北信越, **33**, 38.

事前規制できる雪崩とできない雪崩

石本 敬志（一般財団法人 日本気象協会 北海道支社）

1：はじめに

国土交通省北海道開発局から委嘱され、道路防災有識者として雪崩現場に立ち会う機会に恵まれ、雪崩には事前規制できる雪崩とできない雪崩があると考えられるようになったのでその経緯を紹介する。

2：事前規制の目安ができるまで

雨が一定量になると道路を通行止めにし、安全を図る考えが以前からある。そうした事例に学び、道路の斜面に雪が降り積もれば危険度が増すので、過去の雪崩発生事例と道路気象条件を勘案し、北海道上川管内の一部の国道では雪崩発生前に事前規制をすることがある。

事前規制が可能になったのは、過去の雪崩事例記録があり、気象条件との関連を検討できたからである。北海道の国道における雪崩の種類は図1に示すように乾雪雪崩が多い。大雪山系に入る当該地域では、一層その傾向が顕著であり、新積雪深が一定水準を超えると管内のどこかで警戒すべき事象があったことから、一定水準でパトロールを強化し、次の水準では雪崩の有無を問わず通行規制し、安全を確認してから通行を再開する目安を検討した。

当該地区の道路に関わる雪崩の発生点は、全て道路から目視できる道路法面であることを、あらかじめ何度も上空から確認していることも、その目安を運用できる背景にある。

1.道路雪崩の実態 (1995-2008)

1-1. 種類と発生件数



- ・ 厳冬期:大雪・吹雪時に表層・全層含めて36件81.8%の乾雪雪崩が発生
- ・ 融雪期:大雨・急激な気温上昇により8件18.2%の湿雪雪崩が発生

そうした目安が実際に運用され始めてから、デブリ量が 3000m³ 前後に及ぶ規模の面発生乾雪全層雪崩が2度あったが、いずれも事前規制中であり被害を未然に防いでいる。2度とも、要請を受け、通行止めを解除する前の安全確認のため、現場へ向かう機会に恵まれ発生直後の雪崩を見ている。この地域は山岳地で、直近が最適とは限らないので近くの3か所の道路テレメータを参考にしている。また現地には危険度判定に行った際、いつも現地を見ており、的確に質問に応じてくれる熟練技術者の存在も不可欠であることにも触れておかなければならない。

3：事前規制できない雪崩

このような事前規制がどこでもできるわけではない。まず、過去の雪崩事例が記録としてなければ記録収集から始めなければならない。記録があっても、道路から見えない箇所には雪崩発生点がある場合は、雪崩発生危険度を判断する別な手段が必要になる。雪崩に限らず、供用している以上、いつ、どこで何があったか、記録を残すのは道路管理者の義務であり、防災対策の記録収集も最低限で済み、最低限の説明責任も果たせる。

4：雪崩対策の安全対策充実に向けて

積雪変質計算モデルの研究が進み、信頼度が高まりつつあるが、その裏付けのためにも、いつどこで、どのような雪崩が起きたのか定量的な解析に耐えられる記録の蓄積が欠かせない。道路雪崩の発生規模は、一般に山岳雪崩より小さいが、発生直後の現場へは行きやすい。特に、事前規制の場合には安全確認のため、より確実に発生直後の現場を見られる。

雪崩の規模や発生個所の道路構造や写真・スケッチに加え、定量的な解析に耐えられる積雪構造の記録の蓄積があれば、モデル計算でどこまで再現できるか検証できる。通行規制の開始や解除の判断に使えるレベルまで信頼度が高まることを期待したい。

ぬれざらめ雪の弱層が原因の表層雪崩についてー 本州での事例 ー

2010,2011,2013 冬期

上石 勲 (防災科学技術研究所雪氷防災研究センター)

はじめに

最近3年連続して冬期にぬれざらめ雪の弱層である表層雪崩が発生した(図1)。その特徴をまとめるとともに、その原因や予測についてに述べる。

1. 2010年の新潟県内で発生した面発生湿雪表層雪崩

(1) 長岡市西川口 (2010年1月22日) の雪崩

・発生状況：標高約110m・幅20m・勾配約35-40度・積雪深160cm・雪崩の厚さ80cm

すべり層となったぬれざらめ雪は通常のぬれざらめ雪よりもバリバリとした感触で、1月12日～1月13日の無降雪時に形成されたものと推定された(図2)。

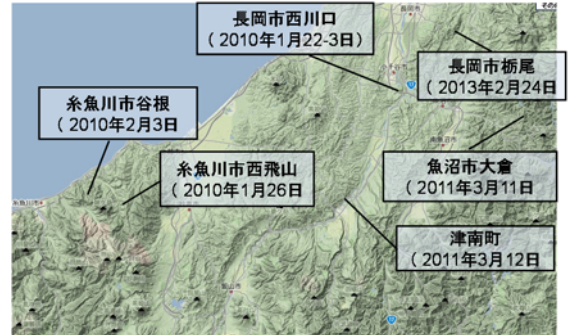


図1 2010,11,13年に発生したざらめ雪を弱層とした雪崩

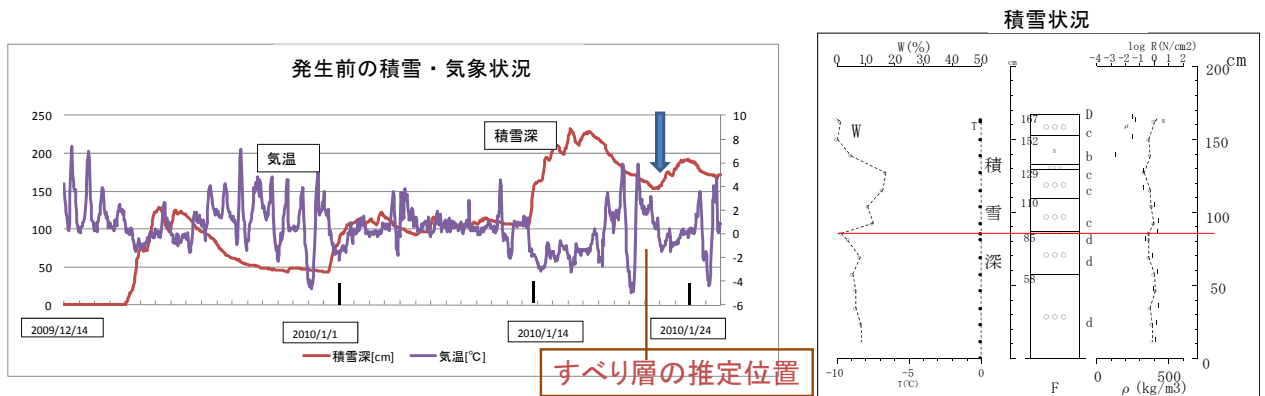


図2 長岡市西川口のぬれざらめ雪をすべり層とした雪崩発生・積雪・気象状況

(2) 糸魚川市西飛山 (2010年1月26日) の雪崩

・発生状況：標高約400m・幅50m・勾配約35-40度・積雪深2.0m・雪崩の厚さ1.2m

すべり層：深さ85cmぬれざらめ雪(厚さ2cm)の弱層で、積雪安定度(せん断抵抗力/上載荷重)は0.85であった。含水率はすべり層上下の積雪よりも低い傾向積雪状況で、近隣の糸魚川市田麦平の積雪気象状況から、すべり層となったぬれざらめ雪は雪崩発生16日前の1月12日～13日に形成されていたものと推定された(図3)。

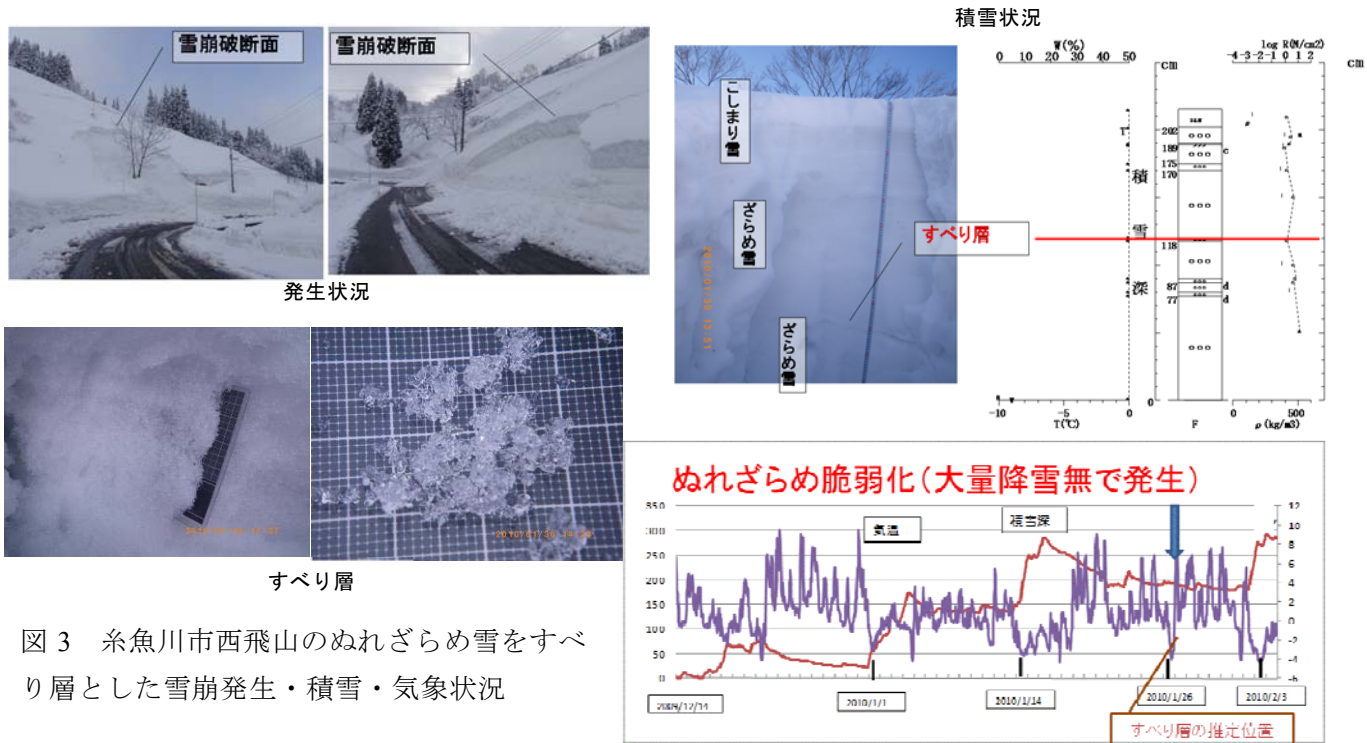


図3 糸魚川市西飛山のぬれざらめ雪をすべり層とした雪崩発生・積雪・気象状況

(3) 糸魚川市谷根 (2010年2月3日) の雪崩

- ・発生状況：標高約130m・幅50m・雪崩の厚さ約1m・積雪深約2m・勾配約35-40度
- 積雪状況、近隣の糸魚川市田麦平の積雪気象状況から、雪崩発生2日前の2月1日に形成され、その上の大量降雪によって積雪が不安定になり、雪崩が発生したものと推定される(図4)。

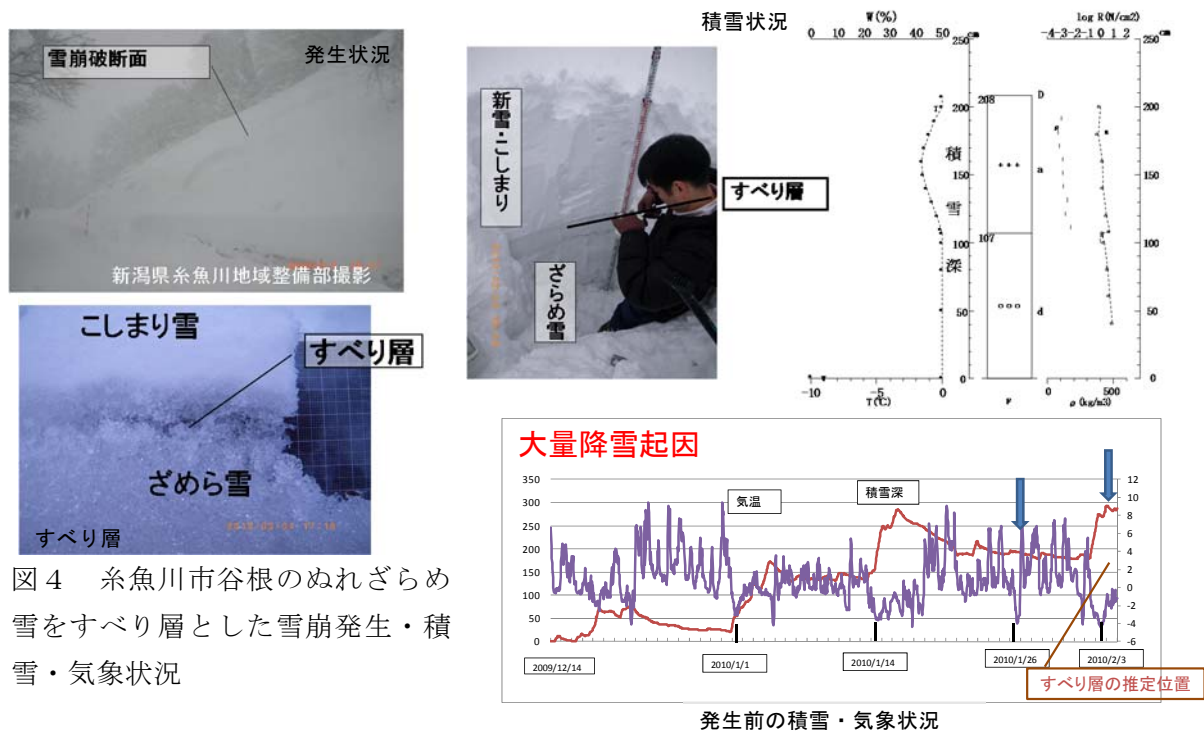


図4 糸魚川市谷根のぬれざらめ雪をすべり層とした雪崩発生・積雪・気象状況

新雪、こしまり雪(密度80~150kg/m³)(厚さ1m)の下のざらめ雪の再上部は結合が弱く、すべり面となったものと推定される。すべり層付近の硬度が弱く、測定したせん断抵抗力から計算された積雪安定度は0.80であった。

2. 2011年の長野県北部地震によって誘発された面発生湿雪表層雪崩

2011年3月12日、東日本大震災の次の日の未明に発生した長野県北部地震によって新潟県津南町、十日町市、長野県栄村などで多数の雪崩が発生した。発生した雪崩には全層雪崩と表層雪崩の双方があり、表層雪崩のすべり層はぬれざらめ層が観測された。図4は新潟県十日町市の一つの斜面で表層雪崩が多数発生した状況である(図5)。

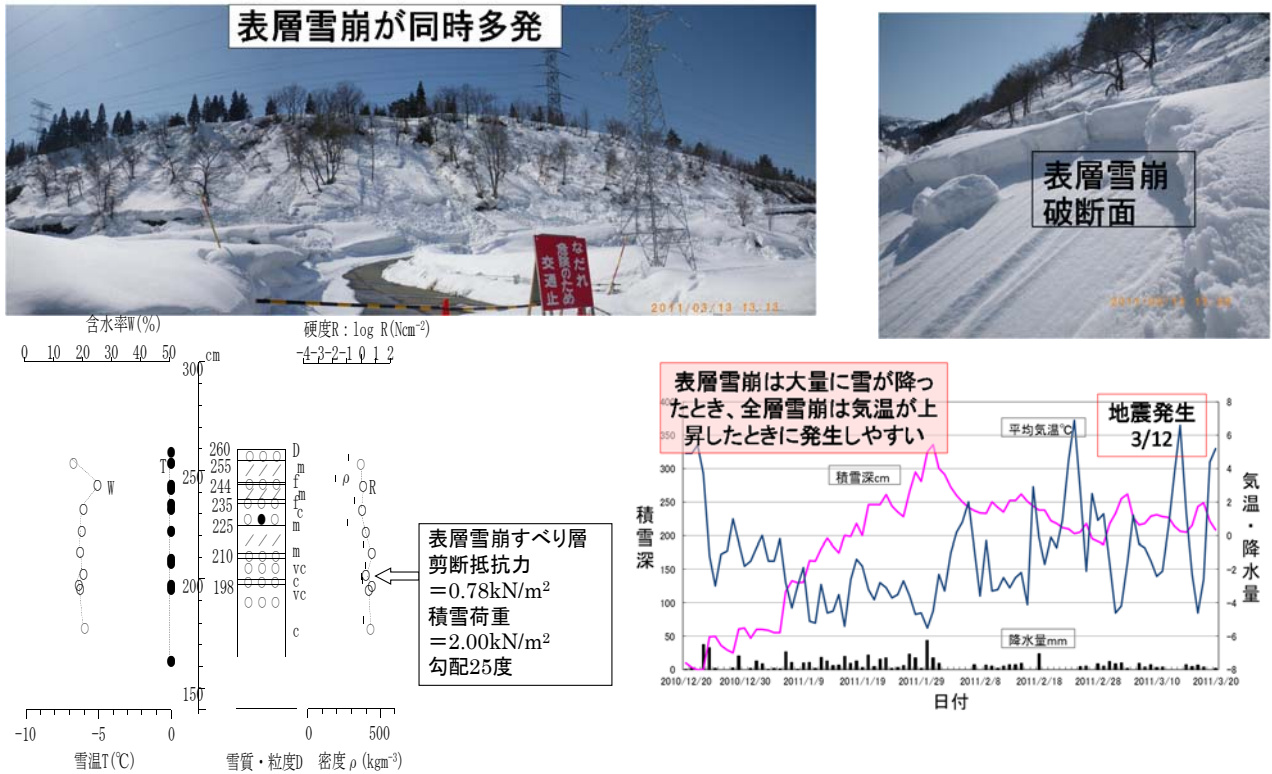


図5 長野県北部地震によって誘発された表層雪崩、積雪状況、気象状況(新潟県十日町市)

すべり層は粒径の大きなぬれざらめ雪で、その上の62cmのざらめ、新雪が流下した。

発生時は2m以上の積雪で表層雪崩、全層雪崩は特別に発生しやすい条件ではなく、地震の影響で表層雪崩発生したものと推定された。

3. 2013年新潟県魚沼市大倉地区で多発した面発生湿雪表層雪崩

2013年3月15~16日、新潟県魚沼市大倉地区鳥屋ガ峰で、ぬれざらめ雪をすべり層とした面発生湿雪表層雪崩が長さ数m~100mの大小多数発生した(図6)。



図6 魚沼市大倉地区で発生したぬれざらめ雪をすべり層とした面発生表層雪崩

4. 2013年2月24日、厳冬期に発生した乾・湿雪全層雪崩

長岡市栃尾では流下延長 700m の大規模な全層雪崩が厳冬期に発生した。積雪深 4.5m の底面から 2.5m ではぬれたざらめ雪が観測された(図 7)。

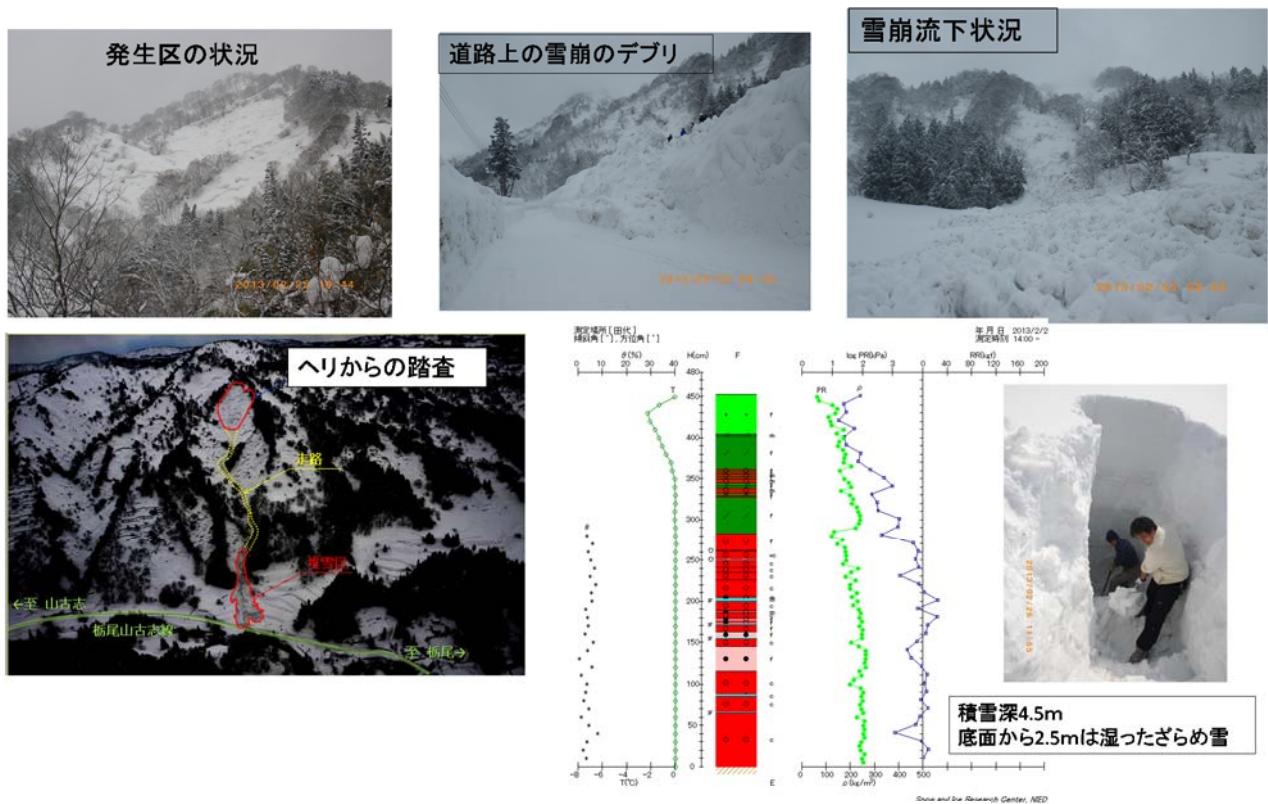


図7 長岡市栃尾地区で発生した厳冬期全層雪崩

5. まとめ

2010,12年、新潟県では雪が多く、寒暖の差が大きかった。また、2013年は2月中旬までは比較的低温での降雪が続いた後に寒暖の差が激しくなった。このような気象条件が、以上のようなぬれたざらめ雪が関与する表層雪崩の発生に関与していることも考えられるが、この種の雪崩についてはまだ観測事例が少ない。ざらめ雪の最上部で密度が小さく弱い層ができるなど不明な点も多い。今後その発生メカニズムを解明し、積雪変質モデルに適用していくなど、発生予測に結び付けていく必要がある。

International Snow Science Workshop (ISSW) 2013 参加報告

平島寛行 (防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター)

ISSW 2013 が 10 月 6～11 日にかけてフランスのグルノーブルで開催された (プログラムなどの詳細は、<http://www.issw2013.com/> 参照)。参加者は 34 か国 740 名で、110 件の口頭発表と 240 件のポスター発表が行われた。今回は 4 年に一度のヨーロッパでの開催で実務者が多数参加することもあり、4 カ国語の同時通訳が実施されながら進められた。ここでは、各セッション中で見られた発表の一部の紹介とフィールド見学会について述べる。なお、次回の ISSW は 2014 年 9 月 29 日から 10 月 3 日にかけてカナダの Banff で開催される予定である。

各セッションの発表：本大会は、雪崩ダイナミクス、積雪の性質、積雪モデル、雪崩予測、雪崩対策、雪崩教育等のセッションに分けられ、基本的に1つの大会場で行われる。発表されたものを一部抜粋すると、複数のデジタルカメラを用いた雪崩形状の測定、サーモグラフィを用いた雪崩の熱的分布の測定等の最新の研究成果や、地震計で観測された地震誘発雪崩の紹介等が見られた。雪崩予測に関しては、気象モデルと積雪モデルを組み合わせる雪崩の予測を行う研究が進められており、スイスの SNOWPACK のほか、フランスの CROCUS やオーストリアが独自に開発している積雪モデルに関する紹介も行われた。4日目には同時並行で雪崩のテストサイトのワークショップが行われ、7つのテストサイトが紹介された。全体的に近年の測器の発達で、時間、空間分解能が向上しており、今後はモデルとの連携が進んでいくと思われる。



写真1 ワークショップ会場の様子

フィールド見学会：ワークショップ3日目に、シャモニ・モンブランにて雪崩対策に関する現地見学会が実施された。イタリアとフランスを結ぶモンブラントンネルは過去に大規模雪崩によりトンネルの入り口が塞がれたことがあり、その後どのように雪崩対策が行われてきたか紹介された。また、別グループでは発生区から堆積区まで 3000m の標高差をもつ雪崩サイトである Tacconnaz 雪崩防護施設の見学会などが行われた。



これらの詳細については、雪氷の2014年3月号にシンポジウム報告として紹介されているので、詳しい内容についてはそちらを参照されたい

写真2 フィールド見学会の様子、ロープウェイで登った山頂にて

■ International Snow Science Workshop 2014 開催案内

2014年9月29日から10月3日にかけてカナダの Banff にて開催されます。発表要旨の投稿締め切りは4月25日となっています。詳細は URL <http://www.issw2014.com/> をご覧下さい。

■ 雪崩分科会役員

会 長	尾関 俊浩	北海道教育大学札幌校
副会長	和泉 薫	新潟大学災害・復興科学研究所
副会長	上石 勲	独立行政法人防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
幹事長	山口 悟	独立行政法人防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
監 事	荒川 逸人	野外科学株式会社技術部
幹 事 (会計)	平島 寛行	独立行政法人防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
幹 事 (企画)	飯田 肇	立山カルデラ砂防博物館
幹 事 (企画)	中山 健生	日本勤労者山岳連盟
幹 事 (企画)	町田 誠	町田建設株式会社
幹 事 (企画)	町田 敬	町田建設株式会社
幹 事 (企画)	栗原 靖	公益財団法人鉄道総合技術研究所
幹 事 (編集)	河島 克久	新潟大学災害・復興科学研究所
幹 事 (編集)	竹内 由香里	独立行政法人森林総合研究所十日町試験地
幹 事 (編集)	小田 憲一	日本大学理工学部
幹 事 (研究会)	中村 一樹	北海道大学大学院環境科学院
幹 事 (メーリングリスト)	松下 拓樹	独立行政法人土木研究所寒地土木研究所
幹 事 (メーリングリスト)	伊藤 陽一	IRSTEA (Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture)
幹 事 (ホームページ)	池田 慎二	独立行政法人土木研究所雪崩・地すべり研究センター
顧 問	遠藤 八十一	国際雪形研究会
顧 問	若林 隆三	アルプス雪崩研究所
雪崩分科会ホームページ	http://www.seppyo.org/~nadare/	
事務局	：(独) 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター 山口 悟 e-mail: yamasan@bosai.go.jp 〒940-0821 長岡市栖吉町前山 187-16 Tel: 0258-35-7520 Fax: 0258-35-0020	
編集担当	：日本大学理工学部土木工学科 小田 憲一 e-mail: oda@civil.cst.nihon-u.ac.jp 〒101-8301 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 Tel: 03-3259-0575 (or0668) Fax: 03-3259-0575 (or0668)	