ISSN 0918-1474

雪氷北信越

第　35　号

2015 年 6 月

（公社）日本雪氷学会北信越支部

 ISSN 0918-1474

雪氷北信越　第35号

目　　次

巻頭言：
日本雪氷学会北信越支部 支部長 和泉 薫 ---------- 1
受賞者のことば：
2015年度北信越支部賞受賞者と選定理由　佐藤 篤司 ---------- 2
雪氷技術賞を受賞して　安達 聖 ---------- 6
大沼賞を受賞して　島田 亙 ---------- 7
雪氷奨励賞を受賞して　佐々木 明彦 ---------- 8
北信越支部賞受賞者一覧 ---------- 9

2015年度総会・研究発表会・製品発表検討会：
次第・プログラム ---------- 11
講演予稿集 ---------- 14

2014年度事業報告 ---------- 56
2014年度収支決算報告 ---------- 59
2015年度事業計画 ---------- 60
2015年度予算 ---------- 61
(公社)日本雪氷学会北信越支部 支部規程施行内規 ---------- 62
(公社)日本雪氷学会北信越支部 表彰規程 ---------- 63
2015-16年度 (公社)日本雪氷学会北信越支部 役員 ---------- 64
北信越支部特別・賛助・購読会員名簿 ---------- 66
編集後記 ---------- 67

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

巻頭言

支部長　和泉 薫（新潟大学 災害・復興科学研究所長）

2015 年 5 月 24 日の本部理事会において，北信越支部長に選出されました和泉薫です．在任中は支部会員の皆様とともに支部活動を盛り上げていきたいと考えております．なお，日本雪氷学会が 2012 年 4 月に公益社団法人となってから，支部長は本部理事の中から本部理事会において選出されることになりました．この選出によって支部長に任命されたのは，前支部長の鈴木啓助先生に次いで 2 人目となります．鈴木先生の支部への貢献を見習って精一杯務めたいと思っておりますので，支部会員各位のご支援・ご協力をよろしくお願い申し上げます．

思い起こせば，北信越支部が設立された 1987 年頃には，北信越地域の雪氷学会会員の中には一匹狼的に活躍されている“猛者”が多かったように記憶しています．そのような猛者達によって立ち上げられた本支部には年長者だけでなく私のような若手も結構多く参加していて，様々な活動を盛んに行ってきました．それは支部 HP に掲載されているこれまでの活動記録を見るとよくわかります．

それでは現状はどうなのかと思い，2015 年 6 月 6 日に松本市の信州大学で行われた支部の研究発表・製品発表検討会プログラムと 2015-16 年度支部役員名簿をつきあわせて見たところ，思いがけないことがわかりました．発表件数の 42 件は確かに支部発表会としては多いと思います．しかしその 42 件の内，2/3 の 28 件の発表は支部役員が発表者です．またそれ以外の発表も，1 件を除いて共著者の中に支部役員が入っています（支部役員の先生の指導下にある学生さんの発表がほとんど）．すなわち最も重要な支部活動である研究発表会の大半が，支部役員（年長者が多い）またはその関係者によって行われているのです．支部が設立してからしばらくは，役員でない一般会員の発表も結構あったように記憶しています．よく言えば成熟してきたのかも知れませんが，同好会的な組織になってきていると揶揄されてもしかたがありません．この支部の変化を押しとどめることは難しいと思います．なぜなら，それが 2000 年以降の，円高による製造業への打撃，公共事業の減少，2008 年をピークとした人口減少社会への突入等により，地方の経済や雇用状況が悪化したことと大きく関わっているからです．

かといって手をこまねいていては支部活動が低迷化するだけです．雪氷研究を目指す若い人たちを育て支部で大いに活躍してもらうしかありません．そのためには幼少の頃から雪氷現象に興味をもってもらうよう，子供達相手に広く啓蒙活動を行っていくことが重要かと考えます．極端な気象現象が冬期にも頻発化している昨今，2014 年 2 月の関東甲信地方における大雪の例を持ち出すまでもなく，今後も雪氷現象の解明，雪氷災害の対策等に対する研究の需要は増すことはあっても減ることはないので，北信越支部の活動に対する社会の期待は大きいと考えます．支部会員に若い人達を多く迎え入れ，調査研究を活発に行い，支部活動をますます盛り上げていくことを皆様と共に頑張っていきたいと思っております．

通勤途中によく聞くラジオ番組に，保育園等に出かけて行って園児から将来何になりたいか等を聞くというコーナーがあります．男の子ならサッカー選手，警察官，女の子ならお菓子屋さん，保育園の先生という回答が多いのですが，1 人でも，雪氷の研究をする人になりたいと答える子供がでてくれることを願って，本文の終わりとします．

©2015（公社）日本雪氷学会

2015年度日本雪氷学会北信越支部賞受賞者と選定理由

2015年4月2日，上越市雁木通りプラザにおいて，2015年度北信越支部賞受賞候補者選定委員会（佐藤篤司（委員長），飯田　肇，川田邦夫，鈴木啓助，横山宏太郎）が開催された．推薦された支部賞候補者から，推薦書ならびに参考資料に基づいて慎重に審議した結果，3件が受賞候補に選定され，4月30日～5月13日の2015年度第1回北信越支部理事・幹事合同会議で承認された．受賞者と選定理由は以下のとおりである．

雪氷技術賞：安達　聖氏（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター　契約研究員）
件　　名：MRI装置を用いた濡れ雪の高分解能非破壊測定手法の研究開発
理　　由：北信越を含む本州の雪害を考える上で濡れ雪の詳細な物理特性の把握は非常に重要であるが，これまでの測定はバルク的な観点からのものに留まり，積雪微細構造とその中での水の挙動を議論する精度には至っていない。乾き雪に関しては，欧米を中心にX線CTを使った積雪微細構造と物理特性との関係に関する研究が近年精力的に進められているが，同装置では水と氷を区別できないという弱点があった。

こうした中で安達氏は，MRI(磁気共鳴画像法)が物質を非破壊で精査できる点に注目し，同装置を導入した北海道教育大学尾関研究室において大学院時代からこれを雪氷研究に応用する研究を行ってきた。MRI装置がX線CTと大きく異なるのは，物質内の水の挙動を直接検知できる点である。ただ主に医療分野で使われているMRI装置を雪氷分野への研究に応用するためには，温度変化によって静磁場均一性が劣化すること，空間分解能を上げると勾配磁場コイルからの発熱が氷試料に影響を与えることなどの解決すべき課題があった。安達氏は，それらの問題を解決するために，2次シムコイルを適切に調節して磁場のゆがみを補正することおよび装置内の発熱をおさえるための空冷システムの開発を行い，実際に改良を行った低温室MRIが着氷構造の研究や積雪内部の水の存在に関する研究に有効なことを示した。

防災科研・雪氷防災研究センターに移ってからは，MRI装置内で水と雪が共存する0℃の環境を長時間保つための装置の開発と高分解能化，測定時間の短縮化を精力的に進め，高い分解能で濡れ雪測定を可能にする高分解能雪氷用MRIを設計し開発した（雪氷防災研究センター新庄雪氷実験所に導入済）。この中では，MRI装置による非破壊含水率の測定手法を開発し，積雪の吸水過程並びに排水過程の水分特性曲線の測定を行い，積雪内部の水みちの発達を考える上で重要な“ヒステリシス”が積雪に存在する可能性を示唆する成果をあげている。

以上のように安達氏の開発，研究を行っているMRI装置を用いた濡れ雪の高分解能非破壊測定手法は世界でも先進的な研究であり，従来バルクでしか議論されてこなかった濡れ雪の物理特性研究にとって画期的な測定手法である。その測定手法および技術を反映した高分解能雪氷用MRI装置は，今後積雪内部の詳細な水の移動モデル等を研究する際に有効なデータを取得可能にするだけではなく，全層雪崩や着雪氷などの湿雪災害のメカニズム解明にも役立つことが期待され，雪氷技術賞受賞候補者に選定した。

©2015（公社）日本雪氷学会

主要参考論文

Adachi et al., 2009. Development of a compact magnetic resonance imaging system for cols room, REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS, 80, 054701.

安達聖ほか，2010. コンパクトMRIによる濡れ雪中の融水の分布の撮像，寒地技術論文・報告集，26，63-65.

安達聖・尾関俊浩・山口悟，2014，雪氷用MRIの冷却システムの構築　その2，雪氷北信越，34，24.

安達聖ほか，2013. 雪氷用MRIの開発-高速撮像に向けたグラジエントエコー法の実装-，寒地技術論文・報告集，29，65-69.

Adachi et al., 2012.　Hysteresis in the water retention curve of snow measured using an MRI system, International Snow Science Workshop Proceedings, 918-922.

大　沼　賞：島田　亙氏（富山大学大学院理工学研究科　准教授）

件　　名：氷結晶の形態形成機構に関する研究

理　　由：島田氏は，北海道大学低温科学研究所，国立極地研究所在籍を経て，富山大学に赴任され，長く雪氷学（特に氷結晶の成長機構・他）の実験的研究を続け，多くの業績を挙げている。これらの研究に対して既に日本雪氷学会平田賞も受賞されている。

氏の主たる研究テーマは過冷却水から成長する氷結晶の形態がどのようにできていくかという機構に関するものに始まり，樹枝状氷の結晶成長機構などを研究している。水分子で作られるカゴ状構造の中に気体分子が取り込まれた構造を持つ結晶を包接水和物結晶というが，極域の氷床氷等の大きな圧力のかかった状況下に見られる。国立極地研究所在籍時代を通し，極域で採取された氷試料中の空気包接水和物の構造の研究を行った。またアンモニウム臭化物などの化学物質の場合の研究も広く行っている。

富山大学に赴任後は学生達の教育指導をされると共に，フィールドでの実験調査にも関わっている。積雪表面現象である雪えくぼや雪庇の形成機構に関して，フィールドでの長期連続写真の撮影技術に創意，工夫をして，学生達への研究指導と貴重な観測データの集積も行っている。毎年実施している立山での雪氷学実習では，雪氷が関わる構造土など大地の景観や状況について，若い学生達に解説して雪氷学への関心を高めている。また，標高の高い立山室堂平では，最大積雪深となる時期（４月）に他の大学及び研究機関と合同で，大きな積雪断面を切り出してその冬の積雪構造を調べ，貴重な雪氷試料の採取と解析研究を主導的に行っている。

美しい雪結晶の撮影・収集をしては機会あるごとに展示して，身近な所にある雪氷科学の奨励にも大きく貢献している。これらの功績に対し，島田氏を大沼賞受賞候補者として選定した。

主要参考論文

Watanabe, K., Nishimoto, D., Ishita, S., Eda, N., Uehara, Y., Takahashi. G., Kunori. N., Kawakami. T., Shimada. W., Aoki. K., and Kawada. K., 2012, Formaldehyde and hydrogen peroxide concentrations in the snow cover at Murododaira, Mt. Tateyama, Japan，Bulletin of Glaciological Research，30, 33-40.

©2015（公社）日本雪氷学会

岩間真治・渡辺幸一・上原佳敏・西元大樹・小森静・齋藤由紀子・江田奈希紗・善光英希・島田　亙・青木一真・川田邦夫，2011，立山・室堂平の積雪中のイオン成分，ホルムアルデヒドおよび過酸化水素濃度，雪氷，73, 295-305.

Tanaka,D., Tokuyama,Y., Terada,Y., Kunimochi,K., Mizumaki,C., Tamura,S., Wakabayashi,M., Aoki,K., Shimada,W., Tanaka,H., and Nakamura,S., 2011, Bacterial communities in Asian dust-containing snow layers on Mt. Tateyama, Japan，Bulletin of Glaciological Research，29, 31-39.

Shimada,W., 2011, Nucleation probability by memory effects of type-B tetra-n-butyl ammonium bromide semi-clathrate hydrate，Proc. Int. Sympo. Phys. Chem. Ice, Hokkaido Univ. Press, 249-252.

伊藤真人・島田　亙・長尾二郎・海老沼孝郎・成田英夫，2009，氷表面におけるキセノンクラスレートハイドレート結晶の成長形態と成長機構，雪氷，71, 353-360.

雪氷奨励賞：佐々木　明彦氏（信州大学理学部　特別研究員）

件　　名：地形形成作用としての雪氷の役割に関する研究

理　　由：佐々木氏は，東北大学大学院在籍中から積雪が形成する山岳地域の地形に関する研究を続け，着実に成果を上げている。

特に，南アルプス南部の赤石岳（標高3120 m）と荒川三山のひとつである前岳（標高3068 m）との間の最低鞍部（標高2699 m）一帯の緩斜面は，大聖寺平とよばれているが，そこに分布する雪窪の形成過程を野外調査によって明らかにした業績は評価される。佐々木氏によれば，雪窪の縁辺部は，海洋酸素同位体ステージ4（おおよそ7万年前）以降に当地に存在した氷河の消失後に残雪下での侵食作用が卓越するようになり，谷頭圏谷を侵食して雪窪の形成がはじまり，少なくとも7300年以前（cal BP）の完新世前半に形成が終了している。また，現在の残雪砂礫斜面は，今でもなお雪窪の形成が続いており，フロストクリープやジェリフラクションが生じていることを明らかにした。

2009年5月9日に白馬大雪渓の谷頭部で発生した山火事は，高山帯での火事としては極めて珍しく，その山火事の自然環境への影響を明らかにすることは重要な意義を持つ。佐々木氏は，地温や積雪グライド力の観測を継続して実施し，断熱材として地温変化を抑制していたリター層の焼失のために，凍結融解作用が頻発することによる新たな土砂移動発生の可能性や，積雪グライドの発生によるハイマツの抜根，及びその後の裸地化や土壌侵食の発生を指摘し，その結果，地表流による侵食，雨滴侵食に対して地表面がさらに脆弱になることを明らかにした。

以上により，佐々木氏の研究は，観察や観測が困難な山岳地帯で行われてきた地形形成作用としての雪氷の役割に関する貴重な成果であり，今後の発展も期待されることから，佐々木氏を雪氷奨励賞受賞候補者として選定した。

主要参考論文

佐々木明彦・鈴木啓助（2014）：GPS 測量にもとづく北アルプス涸沢圏谷の積雪深分布．雪氷北信越，34、15.

佐々木明彦・長谷川裕彦・増沢武弘（2013）：南アルプス南部，大聖寺平に分布する雪窪

©2015（公社）日本雪氷学会

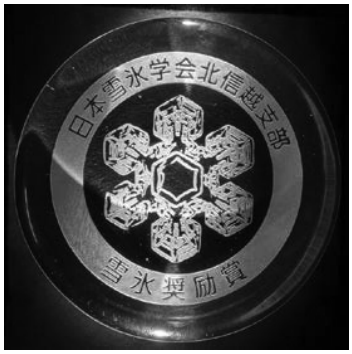
の形成過程．地学雑誌，122，694-708.
佐々木明彦・朝日克彦・鈴木啓助（2013）：GPS測量にもとづく涸沢圏谷の積雪深分布．雪氷北信越，33，41.
佐々木明彦・苅谷愛彦・池田　敦・鈴木啓助(2013)：白馬岳高山帯の山火事跡地における地表環境のモニタリング．山岳文化学会論集，10，57-64.
佐々木明彦(2004)：鳥海山における残雪凹地の多重構造とその形成過程．駿台史学，123，29-48.

日本雪氷学会北信越支部賞の副賞

今年度から支部賞の副賞が変わりました．藤野丈志会員（株式会社 興和）が撮影した降雪結晶の写真をもとにデザインしたガラス製のペーパーウェイトです．

雪氷技術賞：広幅六花

大沼賞：羊歯六花



雪氷奨励賞：扇付角板

雪氷功労賞：扇付樹枝

（撮影：佐藤篤司氏）

©2015（公社）日本雪氷学会

雪氷技術賞を受賞して

安達　聖（防災科研　雪氷防災研究センター）

このたびは，「MRI 装置を用いた濡れ雪の高分解能非破壊計測手法の研究開発」に対して，雪氷技術賞をいただき，誠にありがとうございました．ご推薦して下さった方々，選考委員の方々，雪氷用 MRI の研究開発に携わって下さった方々に深く御礼押し上げます．

私が雪氷用 MRI の研究開発を始めたのは，北海道教育大学大学院での指導教官が一般的な実験室用の MRI を購入したのがきっかけです．指導教官は「正直なところ，この MRI で雪を見ることができるかは分からない．それでも，見たいものは見たいのだ．」と私に告げ，MRI を残して，半年間フィンランドに旅立ってしまいました．そして，私は途方にくれながらも雪氷用 MRI の研究開発を始めました．一般的に MRI では液体の水の ^{1}H から NMR 信号を取得し画像化するため，固体の水である雪を画像化するのは困難です．そのため，雪氷試料を対象とする MRI の開発は行われてきませんでした．しかし，私の指導教官は筑波大学 NMR イメージング研究室の協力を得て，世界で初めて雪氷試料を MRI で撮像しました．使用された MRI は常温の実験室に設置された 4.7T 超電導磁石と低温チャンバーを組み合わせた装置で，ざらめ雪試料を 1voxel：100μm の空間分解能で鮮明に 3 次元撮像することに成功しました．私はこの画像を見て，1T の永久磁石で 4.7T の超電導磁石を使用した MRI と同程度画質の画像を得るという無謀な目標を立ててしまいました．

大学院の 5 年間で雪氷用 MRI は，永久磁石は低温室に設置され，永久磁石内に画像の歪みを補正するための複数チャンネルのシムコイル，高空分解能を得るための勾配磁場コイル，発熱を抑えるための空冷式の冷却システムを実装されました．さらに，撮像法を雪氷試料用に最適化することで，無謀だと思われた目標を達成することができました．その結果，海水飛沫着氷内のブラインや，ざらめ雪やしもざらめ雪などの比較的粒径の大きな雪氷試料の撮像に成功しました．また，D3 の頃から，撮像視野が大きな低磁場の永久磁石を使用した湿雪用の MRI の試験運用を始めました．

雪氷防災研究センターに勤め始めてから本格的に湿雪に対応した雪氷用 MRI の研究開発を始めました．使用した永久磁石は 0.2T と低磁場のもので，1T の永久磁石よりも空間分解能は一桁ほど劣りますが，撮像視野が広いため，湿雪試料中の水分分布の把握や，画像からの含水率計測には適しています．長時間の撮像時に湿雪試料に影響を与える磁石内に実装されたコイル系からの発熱は，空冷方式と水冷方式を組み合わせた冷却方式により解消され，長時間の撮像でも，濡雪試料を 0℃に保ち続けることが可能になりました．また，　これまでに雪氷用 MRI の研究開発で蓄積されたデータと技術を生かして設計された 1.5T 雪氷用 MRI が新庄雪氷環境実験所に新たに導入されました．この雪氷用 MRI は最先端の MRI 撮像技術を取り入れたもので，X 線 CT に匹敵する分解能で雪氷試料を撮像することが可能です．

今後も私は「それでも，見たいものは見たいのだ」の精神を忘れずに，MRI を雪氷分野に応用，し研究を続けていきたいと思います．北信越支部の皆様，今後ともよろしくお願いいたします．

©2015（公社）日本雪氷学会

大沼賞を受賞して

富山大学大学院理工学研究部(理学)　島田　亙

このたびは，栄えある日本雪氷学会北信越支部大沼賞を頂き，まことにありがとうございます．ご推薦いただいた方々，ご選考いただいた方々，そして北信越支部会員のみなさまに深く御礼申し上げます．

氷結晶の形態形成機構に関する研究は，私が北海道大学低温科学研究所物理学部門の大学院生となったときに，古川義純先生と黒田登志雄先生から頂いたテーマです．過冷却した融液からの結晶成長では普遍的に見られる樹枝状成長について，水-氷系で比較しようというものです．

一般に融液からの結晶成長では，固液界面は原子／分子レベルで荒れており曲面が現れます．このとき結晶の成長形は，“界面張力”と“熱拡散”で決まると考えられ，理論もこの二つを考慮して組み立てられていました．ところが水-氷系では，融点直下にも関わらず基底面（basal 面,(0001)）が現れ，形状も非常に平坦で二次元に近いものになります．しかし，いくら平坦でも結晶は三次元であり，この構造を光学干渉系などで測定し，理論と比較しました．すると，形状は理論と一致しないものの，樹枝状結晶先端の成長速度は理論と一致するという奇妙な結果が得られました．これは，氷結晶では，理論が無視している“界面カイネティクス”が界面張力，熱拡散とともに成長形に影響を与えているからだという結論に達しました．これは，融点直下でも基底面が現れると事実とも一致し，理解されやすいと思います．

上記の実験は，純水からの氷結晶成長についてですが，現在は糖類など不凍性の不純物を加えた水溶液からの氷結晶成長の場合や，雪結晶の成長についても実験を行っています．はやいもので富山大学に移って十年が経過しましたが，まだこれらの実験に関する論文発表ができておらず，忸怩たる思いです．今後，順次発表できるよう努力したいと考えております．

大学では，「これをやってみたい」「あれをやってみたい」という積極的な学生が少数ではありますがいます．学生諸君の希望を叶えようと新たなテーマにもチャレンジすることが多い十年であったと気づかされる反面，なかなか成果があがっていないと反省する次第です．しかし，大学にいる以上，彼らのやる気を引き出し，ともに研究を進めたいと考えております．私の能力は非常に限られているため，北信越支部のみなさまにも，いろいろな面でご協力をお願いすることがあると思います．今後とも，ご指導ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます．

©2015（公社）日本雪氷学会

雪氷奨励賞を受賞して

信州大学理学部　研究員　佐々木明彦

このたびは日本雪氷学会北信越支部雪氷奨励賞をいただき，まことにありがとうございます。身に余る光栄です。ご推薦いただいた方々，選考委員の皆様に心より御礼申し上げます。

このたび受賞の対象となった「地形形成作用としての雪氷の役割に関する研究」は，私が修士論文以来取り組んできた研究テーマのひとつです。私は，明治大学大学院文学研究科の修士課程と東北大学大学院理学研究科博士課程において地理学の研究室に所属し，それ以来，地形学に主軸をおいた研究を行ってきました。対象とした地形は「雪窪」です。雪窪は，周囲から孤立した雪田を溜める浅い凹形をしめす地形です。その大きさは直径 100～200 m が平均的ですが，なかには直径が 500 m を超すものもあります。ほとんどの雪窪は積雪が吹き溜まる山稜の風下側直下に分布しています。

雪窪では残雪の「物理的・化学的な風化・運搬作用」が斜面に対して働き，斜面が侵食されると考えられてきました。例えば，夏に残雪が融解し，残雪の縁が残雪の中心に向かって縮小していくと，雪が消えた場所ではそれまで存在した季節凍土が一気に融解し，ジェリフラクションが発生します。これが残雪の縁で融雪の進行とともに発生していきます。雪田の下方の斜面では，雪田からの融雪水で斜面がシート状に侵食されます。これらは残雪の直接的な作用の例です。一方，雪が消えた後の降雨による流水もまた斜面を侵食します。これは，消雪後の季節凍土の融解で弛んだ地表が降雨による侵食を受けやすいという点で，残雪の間接的な作用といえます。これらは雪窪をつくる作用の一端ですが，残雪の作用は消雪の進行，つまり季節の変化に伴って，それぞれの作用の強度および発現する場所が変化し，そのうえ，過去から現在へいたる気候変化は残雪の作用の様式や強度を変化させてきたと考えられます。したがって，雪窪をつくる作用は非常に複雑といえます。

東北日本全域を対象に空中写真判読を行って雪窪の分布図を作成した際に，8 月上旬までに残雪が消雪する雪窪は，斜面全域に植生が定着し土層に覆われること，それ以後に消雪する場所には残雪砂礫地が形成されることがわかりました。過去のある時点までに形成された雪窪と現在も地形形成が続いている雪窪が存在し，両者を分けるのは残雪の滞留期間の長短であるということです。私は，現在雪窪で働く作用を鍵にして，鳥海山や三国山地の偽高山帯，南アルプスの高山帯に分布する雪窪を対象に，過去に雪窪の形成に関わった残雪の作用の痕跡を，残雪砂礫地や土層に覆われた砂礫堆積物の堆積構造から読み解いてきました。年代決定には土層の放射性炭素年代測定と火山灰編年学を利用しました。その結果，雪窪は最終氷期中におもに地表部の凍結融解作用によって形成されたことがわかりました。ほとんどの雪窪は完新世になると土層に覆われて，それ以後は斜面の侵食は生じなくなります。しかし，残雪砂礫地をもつ雪窪では，それ以後も残雪砂礫地において地表部の凍結融解作用や融雪水によって斜面の侵食が続き，外形をさらに掘りこんできました。この間，完新世の中頃には，土層に覆われた部分を侵食して残雪砂礫地が拡大したこともわかってきました。残雪の滞留期間が現在よりも１ヶ月ほど延長されたと考えられます。こうしたシグナルは過去の気候変化に対応した現象と考えられますから，汎地球規模の気候変化に対する日本の山岳における応答を見ていくために非常に重要だと考えています。今後もこのようなシグナルの地域差を明らかにし，日本の山岳景観の形成に雪がどのように関わってきたかを追求していく所存です。

最後に，私の生まれは秋田県で，近くに鳥海山がありました。夏に鳥海山に登ると，たくさんの雪田があり，雪田とその周囲の緑の草原とのコントラストが美しく，非常に印象に残りました。もちろん当時は雪窪などという地形も知らなかったわけですが，高校生のときには大学に進学するならこの美しい山の景観を研究したいと思うようになり，地理学の道に進んだわけです。今回の受賞で，高校生の頃に漠然と抱いた想いをまた思い出すことができました。

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

（公社）日本雪氷学会北信越支部賞受賞者

1993年度　雪氷技術賞：田村 盛彰
　　大　沼　賞：五十嵐 高志
1994年度　大　沼　賞：大関 義男，新潟県中山間地農業技術センター気象観測チーム
　　雪氷功労賞：阿部 勉
1995年度　雪氷技術賞：村本 健一郎，椎名 徹，(株)インテック，ソーラーシステム㈱（代表：湯本喜久雄），農事組合法人グリーンファーム（代表：橘　守）
　　大　沼　賞：須藤 伊佐夫，遠藤 徹
　　雪氷功労賞：高瀬 信忠
1996年度　大　沼　賞：北原 拓夫，小林 俊市
　　雪氷功労賞：古川 征夫
1997年度　大　沼　賞：和泉 薫，納口 恭明
　　雪氷功労賞：遠藤 治郎，鈴木 哲
1998年度　雪氷技術賞：対馬 勝年，木内 敏裕
　　大　沼　賞：河島 克久
　　雪氷功労賞：和田 惇，国際雪形研究会
1999年度　大　沼　賞：町田 誠，清水増治郎，上村 靖司
　　雪氷功労賞：新宮 璋一
2000年度　雪氷技術賞：福井県雪対策・建設技術研究所雪対策研究グループ（代表：杉森 正義，研究推進者：宮本 重信 他）
　　大　沼　賞：石坂 雅昭
　　雪氷功労賞：中村 勉，梅村 晃由
2001年度　雪氷技術賞：石丸 民之永
　　大　沼　賞：上石 勲，立山積雪研究会（代表：川田 邦夫）
　　雪氷功労賞：小林 詢，神田 健三
2002年度　大　沼　賞：竹井 巌，佐藤 国雄
　　雪氷功労賞：河田 脩二，山田 穣
2003年度　雪氷技術賞：山田 忠幸
　　大　沼　賞：横山 宏太郎
　　雪氷功労賞：早川 典生
2004年度　大　沼　賞：熊倉 俊郎，中井 専人
　　雪氷功労賞：小林 俊一
2005年度　大　沼　賞：小南 靖弘
　　雪氷功労賞：前田 博司
2006年度　雪氷技術賞：松田 正宏
　　大　沼　賞：竹内 由香里，松井 富栄
　　雪氷功労賞：遠藤 八十一
2007年度　雪氷技術賞：貴堂 靖昭，村井 昭夫
　　大　沼　賞：若林 隆三，佐藤 和秀
　　雪氷功労賞：福嶋 祐介

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

2008 年度　雪氷技術賞：宮崎 伸夫
大　沼　賞：庭野 昭二
雪氷功労賞：対馬 勝年
2009 年度　雪氷技術賞：高田 英治
大　沼　賞：鈴木牧之記念館
雪氷功労賞：川田 邦夫，横山 宏太郎
2010 年度　大　沼　賞：飯田 肇
雪氷奨励賞：山口 悟，渡辺 幸一
雪氷功労賞：杉森 正義
2011 年度　雪氷技術賞：株式会社大原鉄工所雪上車グループ
大　沼　賞：樋口 敬義
雪氷奨励賞：平島 寛行
2012 年度　雪氷技術賞：加藤 務
大　沼　賞：（社）新潟県融雪技術協会
雪氷奨励賞：伊豫部 勉
雪氷功労賞：佐藤 篤司
2013 年度　雪氷技術賞：越後雪かき道場
大　沼　賞：本田 明治
雪氷功労賞：丸山 敏介
2014 年度　雪氷技術賞：大川 滋
雪氷奨励賞：池田 慎二，福井 幸太郎
2015 年度　雪氷技術賞：安達 聖
大　沼　賞：島田 亙
雪氷奨励賞：佐々木 明彦

©2015（公社）日本雪氷学会

2015 年度(公社)日本雪氷学会 北信越支部

総会・授賞式・研究発表会・製品発表検討会

2015 年 6 月 6 日(土)

信州大学 理学部

2015 年度（公社）日本雪氷学会 北信越支部大会

主催：日本雪氷学会北信越支部
共催：信州大学理学部

日　時：　2015 年 6 月 6 日（土）9:30～19:30

場　所：　信州大大学理学部（松本市旭 3-1-1）
　　Ａ会場：1 番講義室　Ｂ会場：3 番講義室

次　第：

研究発表・製品発表検討会　（ＡおよびＢ会場　9:30～12:00）

総　会　（Ａ会場　13:00～13:45）

支部賞授賞式　（Ａ会場　13:45～14:00）

雪氷技術賞：安達　聖氏（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター　契約研究員）
件　　名：MRI装置を用いた濡れ雪の高分解能非破壊測定手法の研究開発

大　沼　賞：島田　亙氏（富山大学大学院理工学研究科　准教授）
件　　名：氷結晶の形態形成機構に関する研究

雪氷奨励賞：佐々木　明彦　氏（信州大学理学部　特別研究員）
件　　名：地形形成作用としての雪氷の役割に関する研究

研究発表・製品発表検討会　（ＡおよびＢ会場　14:00～16:45）

研究技術交流会　（Ａ棟 1 階　17:00～19:00）

研究発表・製品発表検討会プログラム

＊は製品発表，ほかは研究発表.　（1 鈴：7 分，2 鈴：9 分，3 鈴：12 分）

《Ａ会場（1 番講義室）》

Ⅰ　積雪の構造・融雪　(9:30-10:30)　座長：松下　拓樹（土木研究所）

1. 乾いた雪への水分移動モデルの適応性の検証
   ○勝島隆史（森林総研）・安達聖・山口悟・平島寛行（防災科研・雪氷）・熊倉俊郎（長岡技大）
2. 光学式積雪比表面積測定装置の開発
   ○山口悟・本吉弘岐(防災科研・雪氷)・青木輝夫（気象研）・谷川朋範（JAXA）
3. 新雪の比表面積と降雪種の関係（2）
   ○山口悟・石坂雅昭・本吉弘岐（防災科研・雪氷）・八久保昌弘（北見工大）・青木輝夫（気象研）
4. ライシメータを用いた積雪下面流出量の測定－十日町における 10 冬期の比較－
   竹内由香里（森林総研十日町試験地）

Ⅱ　雪氷物理（10:30-11:30）　座長：安達　聖（防災科研・雪氷防災研究センター）

5. 雪結晶の成長形態
   ○大竹一輝・島田亙（富山大・理）
6. キセノンハイドレードの成長と解離過程
   ○古川翔平・島田亙（富山大・理）
7. 複氷現象におけるワイヤー周辺の”その場”観察実験
   ○宮本翔平・島田亙（富山大・院）

©2015（公社）日本雪氷学会

8. 自転を伴って滑走する物体のカールの考察
○対馬勝年・森克徳

Ⅲ　雪氷化学　(11:30-12:00)　座長:島田　亙（富山大学）

9. 回転翼航空機を利用した富山県上空の過酸化物濃度の測定（Ⅱ）
○矢地奈津子・渡辺幸一・平井泰貴・山崎暢浩・金圣鈞・西部美雪・松原弘（富山県立大）
10. 富山県における積雪中の各化学成分の経年変化
○平井泰貴・渡辺幸一・高辻航平・矢地千奈津・山崎暢浩・金圣鈞・宋笑晶（富山県立大）・島田亙・青木一真・川田邦夫（富山大学）

Ⅳ　計測・降雪Ⅰ・着氷雪　(14:00-15:30)　座長:岩本　勉之（極地研/新潟大）

11. 各種降雪センサーによる時間降雪深の比較Ⅲ－新型降雪センサーとの比較ー
○石丸民之永・山崎正喜（新潟電機㈱）・熊倉俊郎（長岡技大）
12. 北陸地方降雪期における2次元超音波風向風速計の着雪・測定特性（速報）
○中井専人・山下克也（防災科研・雪氷）・伊藤芳樹・大谷淳・内山真司・渡部善博・宮崎真（㈱ソニック）・横山宏太郎・山口悟（防災科研・雪氷）
13. 固体降水計測を目的とした反射型光学式測定器について
○広川貴大（長岡技大・院）・熊倉俊郎（長岡技大）・本吉弘岐・中井専人(防災科研・雪氷）・山崎正喜（新潟電機(株)）
14. 2次元ビデオディスドロメーターの性能評価
○山下克也・中井専人・本吉弘岐・石坂雅昭(防災科研・雪氷)
15. 光学式ディスドロメータを用いた霙の状態の定量化の試み
○本吉弘岐・三隅良平・石坂雅昭・中井専人・山下克也（防災科研・雪氷）
16. 雪氷用MRIによる着雪内部の水分分布の可視化
○安達聖・佐藤研吾（防災科研・雪氷）

Ⅴ　降雪Ⅱ・気候（15:30-16:45）　座長:杉浦　幸之助（富山大学）

17. モデル計算による2014年2月における関東甲信地方の積雪分布
○平島寛行・本吉弘岐・山口悟・上石勲（防災科研・雪氷）
18. 関東甲信地方に大雪をもたらす大気循環場の特徴
○本田明治（新潟大理/新潟大災害研）・山崎哲・吉田聡（JAMSTEC)・藤田彬・木村祐輔（新潟大）・岩本勉之（極地研/新潟大）
19. 冬季日本海側に発生した帯状降雪雲の特徴－2013年1月9日の事例－
○畠山光・本田明治・岩本勉之・浮田甚郎（新潟大・理）
20. 北極海の海氷変動と日本の降雪パターンとの関係
○岩本勉之（極地研/新潟大理）・本田明治・浮田甚郎（新潟大理）
21. 北陸地方における大気環境中の粒子状物質およびガス状物質
○山崎暢浩・松原弘樹・金聖鈞・渡辺幸一（富山県立大）

《Ｂ会場（3番講義室）》

Ⅵ　雪害　(9:30-10:00)　座長:宮崎　伸夫（クライメット エンジニアリング）

22. 2014-15冬期の雪氷災害発生状況調査
○上石勲・安達聖・山口悟・本吉弘岐・石坂雅昭・山下克也・中村一樹（防災科研・雪氷）
23. 御嶽山2014年噴火に対する雪氷･火山複合災害の視点からの取り組み
○河島克久・伊豫部勉・松元高峰・片岡香子・和泉薫（新潟大学）・佐々木明彦・鈴木啓助・齋藤武士（信州大学）

©2015（公社）日本雪氷学会

Ⅵ　積雪分布・凍土・凍上　(10:00–11:15)　座長：本吉　弘岐（防災科研・雪氷）

24. 御嶽山南東斜面（田の原）における積雪・融雪の特性
○松元高峰・河島克久・伊豫部勉・和泉　薫（新潟大・災害研）・佐々木明彦・鈴木啓助（信州大・理）
25. 御嶽山周辺における積雪水量の高度分布
○伊豫部勉・河島克久・伊豫部勉・和泉　薫（新潟大・災害研）・佐々木明彦・鈴木啓助（信州大・理）
26. 中部山岳地における積雪の地域特性の研究～等価積雪密度の地域特性～
○池田慎二・松下拓樹（土木研究所）・和泉薫（新潟大・災害研）
27. マルチコプターを用いた積雪地表面の変動に関する観測
○杉浦幸之助・和田直也（富山大）
28. 高山帯での山火事の発生による土壌の凍結融解サイクルの激化
○佐々木明彦・鈴木啓助（信州大・理）

Ⅵ　教育普及・利雪・克雪 (11:15–12:00)　座長：山下　克也（防災科研・雪氷）

29. コンパクトな雪結晶透過光撮影台
○藤野 丈志（(株) 興和）・加藤正明（長岡市立科学博物館）
30. 雪かき道場が参加者に与える印象と支払い意思額の分析
鹿嶋功貴・○関健太(長岡技大・院)・上村靖司（長岡技大）
31. 方法・用途の異なる 4 雪利用施設の冷房性能とコストの評価
全潤樹（長岡技大・院）・上村靖司・○前田貴志（長岡技大・院）

Ⅶ　雪崩 (14:00–16:45)　座長：上石　勲・山口　悟（防災科研・雪氷）

32. 2014/15 冬期における雪崩災害の特徴について
○和泉薫・河島克久・伊豫部勉・松元高峰（新潟大・災害研）
33. 2014-15 年冬期の新潟県中越地区での雪崩発生事例
○町田敬・町田誠・岩崎剛・松井富栄（町田建設（株））
34. 新潟県津南町において発生した湿雪全層雪崩について
○松下拓樹・池田慎二（土木研）・秋山一弥（筑波大）・石田孝司（土木研）
35. 長野県茅野市車山において発生した乾雪全層雪崩
○池田慎二・松下拓樹（土木研究所）・和泉薫（新潟大・災害研）
36. 低気圧の通過に伴う降雪結晶弱層の形成と雪崩の発生について
○池田慎二・松下拓樹（土木研究所）・和泉薫（新潟大・災害研）
37. 南岸低気圧温暖側前面の環境場と降雪粒子の特徴および安息角
○石坂雅昭・本吉弘岐・中井専人・山下克也（防災科研・雪氷）
38. 富山県立山エリアにおける雪崩情報と安全啓発活動
出川あずさ（日本雪崩ネットワーク）
39. 岩手山西斜面の雪崩に対する森林の減勢効果
○竹内由香里（森林総研十日町試験地）・西村浩一（名古屋大学）
40. 連続体モデルを用いた雪崩防護工学設計諸元設定手法に関する研究
○池田慎二・松下拓樹・石田孝司（土木研究所）
41. 乾いた積雪層境界における水分浸透
○平島寛行・Francesco Avanzi ・山口悟（防災科研・雪氷）
42. 積雪モデルを用いた湿雪雪崩の発生に関する評価手法について
池田慎二・○松下拓樹（土木研）・勝島隆史（森林総研）・秋山一弥（筑波大）・石田孝司（土木研）

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

1

乾いた雪への水分移動モデルの適応性の検証

○勝島隆史(森林総研) ・安達聖・山口悟・平島寛行（防災科研・雪氷)・熊倉俊郎(長岡技科大)

１、研究背景と目的

融雪や降雨が発生した後の積雪状態を、積雪モデルで適切に再現するには、積雪内の水分移動を適切に取り扱う必要がある。湿雪内の水分移動は、土中の水分移動を表すリチャーズ式によるモデルを用いることで、数値再現が可能と考えられる。一方で、リチャーズ式は初期状態で含水した土中の水分移動を表すものであることから、乾いた雪への水分移動についてリチャーズ式を適応できるか分からない。そこで、乾いた雪へのリチャーズ式の適応性を検証するために、鉛直１次元浸透のカラム実験と数値計算の結果を比較した。

２、研究手法

図１に実験装置の概要を示す。アクリルパイプにより作成した内径 6mm、長さ 20cm の細長いカラムを用いた。ふるい分けした雪試料をカラムに詰め、カラム上端に一定速度で水を供給し、鉛直下方への浸透を発生させた。このカラムを用いた予備実験で、カラムの横断面のほぼ全体に浸透水が広がる様子が確認されたので、このカラムを用いた鉛直下方への浸透を１次元の浸透と仮定した。ローパスフィルターを取り外したデジタル一眼レフカメラと光吸収・赤外線透過フィルター(波長 860nm 以下を吸収)による近赤外写真を用いて、カラム上端からの浸透先端の位置を求めた。

この浸透に対して、リチャーズ式による水分移動モデルで数値再現を試みた。主排水特性曲線と通気度を実測し、含水率に対する毛管圧と不飽和透水係数の関係を vanGenuchten モデルで与えた。乾いた雪への浸透では、浸透先端に毛管圧の閾値である水侵入圧が存在することから(Katsushima et al., 2013)、水侵入圧をリチャーズ式に導入した水分移動モデル(Hirashima et al., 2014)についても検証を行った。モデルに与える水侵入圧の値は、実験の結果に適合するように水侵入圧の値を調整した。

３、結果と考察

図２に実験と計算による、浸透開始からの経過時間に対する浸透先端のカラム上端からの位置を示す。これは、0.5mm と 0.25mm の目の開きのふるいで粒径を調整したしまり雪の試料に、207mm/hr.のフラックスで水を供給したものである。実験では、浸透開始からの経過時間が 300 秒、浸透先端のカラム上端からの位置が 50mm を境にして移動速度に変化が見られ、300 秒以前では浸透先端の移動速度が遅かった。このことは浸透先端が前進することに対して、浸透開始初期ではそれ以降と比較して、より多くの水量が必要であり、乾いた雪への浸透では高さ方向の含水率プロファイルが一定でないことを示している。リチャーズ式を用いて数値再現を試みたところ、経過時間が 300 秒以前では浸透先端の移動速度が実験よりも２倍以上早かった。それ以降では実験と計算とで移動速度の大きな差異は見られず、良好な再現結果が得られた。一方で、水侵入圧をリチャーズ式に導入したモデルでは、全体として良好な再現結果を得た。これらのことは、乾いた雪への浸透の再現には、水侵入圧による浸透の阻害過程を計算に取り入れる必要があることを示している。

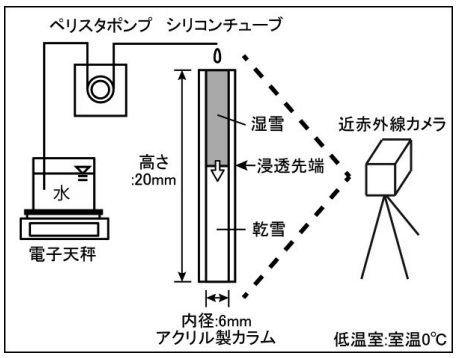


図１　実験装置の概要

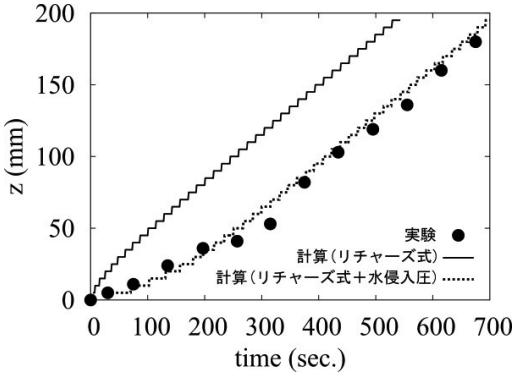


図２　浸透先端位置の時間変化

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

2

光学式積雪比表面積測定装置の開発

○ 山口悟[1)], 本吉弘岐[1)], 青木輝夫[2)], 谷川朋範[3)]
[1)]防災科研・雪氷, [2)]気象研, [3)]JAXA

1. はじめに

雪崩発生予測モデルの検証ならびに改良のためには，実際の雪崩の災害現場において積雪状況の調査を行い，モデルの結果が実際の積雪状況を再現しているかを検証する必要がある．しかし従来の断面観測方法だと，測定を行う断面(Pit)を掘るのに数時間から半日かかってしまうために，1 日 1~2 カ所の観測が限度であり 観測の代表性に関して疑問が残ることも多い．また断面観測における測定項目のうち，雪質や粒径に関しては観測者の主観に依存する部分が多く，モデルと実測とを客観的に比較する事は難しい．今後雪崩発生予測モデルの更なる予測精度向上を行うためには，雪崩災害現場において客観的なデータの取得且つ多点における観測を行い，その結果を用いてモデルの精度をより厳密に検証する事が不可欠である．

比表面積(SSA)は，粉体などの多孔質物質の組織構造を表す物理量の一つで，単位質量もしくは単位体積当たりの粉体粒子の表面積のことである．従って積雪の SSA は雪粒子のサイズだけではなく，形状や結合状態も反映した物理量である．近年野外で簡単に SSA を測定する手法として，近赤外領域の反射率を使いる方法(NIR 法)が提案されている[1)]． そこでその原理を利用して Pit を掘らないで，積雪の SSA を測定する装置（光学式積雪比表面積測定装置）の開発を試みた．

2. 装置の概要

今回開発を行った光学式積雪比表面積測定装置は，すでにヨーロッパで開発されている POSSUM[2)]を基にしている．主な仕様は以下の通りである．

＜本体＞
本体寸法：Φ80×300mm
本体重量：約 5kg
主材質：アルミニウム
使用温度：-20℃～45℃
ケーブル長：10m
＜センサー部詳細＞
レーザー：波長 635nm ×1 個，波長 1310nm ×1 個
ディテクター：Si+InGaAs フォトダイオード ×7 個

図 1 に実際に作成した装置の写真を載せる．

図 1 開発した光学式積雪比表面積測定装置

3. 今後の予定

装置の完成が冬に間に合わず，実際の自然積雪を使っての性能評価は行えていないが，現在低温室において性能評価を始めている．性能評価の結果をふまえて，今後は日本の濡れ雪に適用可能にするための改良を行っていく予定である．

参考文献

1) Matzl and Schneebeli, 2006. *J. Glaciol*. **52**, 558-564
2) Arnaud et al., 2011. *J. Glaciol.* **57**, 17-29

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

3

新雪の比表面積と降雪種の関係(2)

○ 山口悟[1)], 石坂雅昭[1)], 本吉弘岐[1)], 八久保晶弘[2)], 青木輝夫[3)]
[1)]防災科研・雪氷, [2)]北見工大, [3)]気象研

1. はじめに

比表面積(SSA)は, 粉体などの多孔質物質の組織構造を表す物理量の一つで, 粒子のサイズだけではなく形状も反映した物理量である. そのため新雪の SSA の値は降雪結晶の雲粒の付き具合にも密接に関係する量であると考えられる. そこで本研究では, BET理論を用いたメタン吸着法[1),2)]を使い, 降雪直後の新雪の SSA の測定を行い, 降雪種によってその値がどのように変化するかを調べた.

2. 測定方法

本研究では, 圧密や焼結の影響を少なくするために, 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター（長岡市）の降雪粒子観測施設の天井の開く低温室（約-5℃）内に 1-2 時間程度の期間に堆積した新雪の SSA の測定を 2014 年, 2015 年の 2 冬期にかけて計 52 回行った. なおデータの解析にあたっては, CMF(Center of Mass Flux distribution)[3)]から求めた降雪種ならびに雪氷防災研究センターの露場で測定している 1 分間間隔の気象データ（気温、湿度、風速、降水量）を用いた.

3. 結果

図 1 に測定された 52 例のうち, 降雪期間中の気温が 0℃以下の事例(35 事例)の SSA の値（$m^2\ kg^{-1}$）と CMF との関係を示す. なお図を作成するに当たっては便宜的に測定された SSA が小さい場合(<110 $m^2\ kg^{-1}$)(図 1-A))と大きい場合(≧110 $m^2\ kg^{-1}$)(図 1-B))の 2 グループに分けている. SSA の値と CMF から求めた降雪種との関係を見ると, 基本的に雲粒があまりついていない雪片の場合には SSA が小さくなり, 雲粒が多量についている濃密雲粒付き雪片の場合には SSA が大きくなる傾向がある. 一方雲粒があまりついていない(ついている)粒子でも SSA が大きくなる（小さくなる）場合があるなど, 単純に CMF だけからは SSA の値が決まらない可能性が示唆された.

参考文献

1) Leganeux *et al.*, 2002: *J. Geophys. Res.*, **107**(D17), 4335, doi:10.1029/2001JD001016
2) Hachikubo et al., 2014: *BGR*, **32**, 47-53.
3) Ishizaka *et al.*, 2013: *J. Meteor. Soc. Japan*, **91**, 747-762.
4) Loacatelli and Hobbs, 1974: *J. Geophys. Res.*, **79**, 2185-2197.
5) 梶川, 1996: *雪氷*, **58**, 455-462

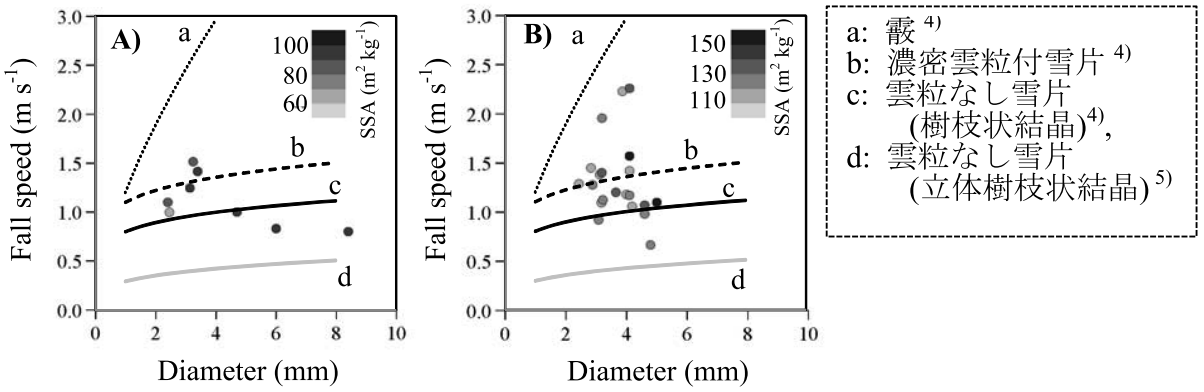


図 1 CMF と SSA との関係

A) SSA<110 $m^2\ kg^{-1}$ の場合, B) SSA≧110$m^2\ kg^{-1}$

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

4

ライシメーターを用いた積雪下面流出量の測定
—十日町における10冬期の比較—

竹内由香里（森林総合研究所十日町試験地）

はじめに　雪面で生じた融雪水や雨水は積雪内を流下して地表面に到達する．一般に積雪は水を含むと構造が急速に変わり，物理的特性が大きく変化する．たとえば同密度であれば乾雪に比べると湿雪は強度が小さいので，急激な融雪や降雨があると雪崩（特に全層雪崩）が発生しやすくなることはよく知られている．また河川への融雪流出においても積雪内の流下は重要な過程であり，融雪水の積雪内浸透の研究は国内外で早くから行われてきた．しかし，積雪は通常層構造をしていて，融雪水（雨水を含む）は積雪内を一様には浸透していないこともよく知られている．このことが，数値モデルによる積雪内浸透の再現を難しくしていて，融雪水の浸透過程をモデル化する研究が近年も盛んに進められている．本研究では，森林総研十日町試験地において観測した10冬期分の積雪下面流出量の測定値を解析した．年ごとに積雪量や層構造は異なるが，融雪水の流下速度に年による違いがあるかを調べ，その要因を明らかにすることを目的とする．

方法　積雪下面流出量の測定には十日町試験地の観測露場に設置した融雪ライシメーター（底面積：3.6 m×3.6 m）を用いた．積雪下面から流出した水を集めて500 cm^3の転倒升で測定し，1時間間隔で記録した．また，雪面融雪量（1時間値）は同じ露場で測定した気象データを用いて熱収支法で算出した．露場においては積雪の断面観測をほぼ10日毎に実施した．解析には2006～2015年の10冬期のデータを用いた．積雪内の流下速度は，融雪水が雪面で生じた時刻 t_1 より積雪下面から流出した時刻 t_2 までの時間でその日の積雪深を除して求めた．時刻 t_1 および t_2 はNomura (1994) に倣って以下の2通りの方法で定めた．1番目の方法では，融雪量，流出量ともに日最大値が出現した時刻（ピーク出現時刻）をそれぞれ t_1，t_2 としてピークの流下速度を求めた（図1a）．2番目の方法では，日融雪量，日流出量それぞれの50%が出現した時刻を t_1，t_2 として重心の流下速度を求めた（図1b）．

結果　10冬期の最大積雪深は81～313 cmと年により大きな差があった．これらの年の積雪期を通したライシメーターの捕捉率（流出率＝流出量積算値／冬期降水量）を確認すると0.91～1.03であったので，全ての年でライシメーターの収支は一致したとみなして解析を行なった．結果の1例として，2008年融雪最盛期（3/9～3/22）の晴天日について，重心の流下速度と日流出量との関係を示した（図2）．この期間の積雪は全層がざらめ雪で積雪深は164 cmから96 cmまで低下した．重心の流下速度は日流出量が多いほど速くなる傾向があり，日流出量が24～28 mmの日は約40 cm h^{-1} であった．この関係の年による違いを報告する．

文献　Nomura, 1994, Contributions from the Institute of Low Temperature Science, A-39, 1-49.

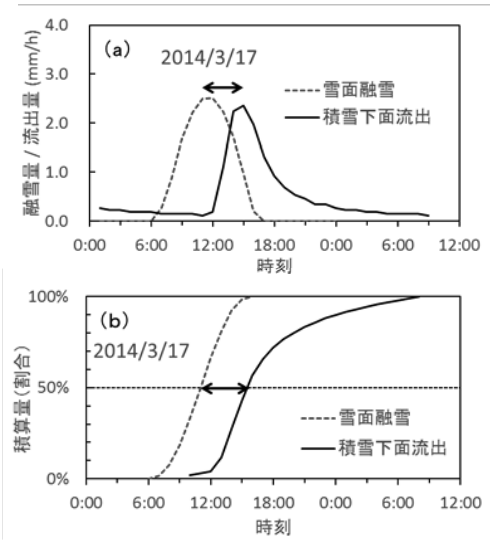


図1　雪面融雪量と積雪下面流出量の時間変化.

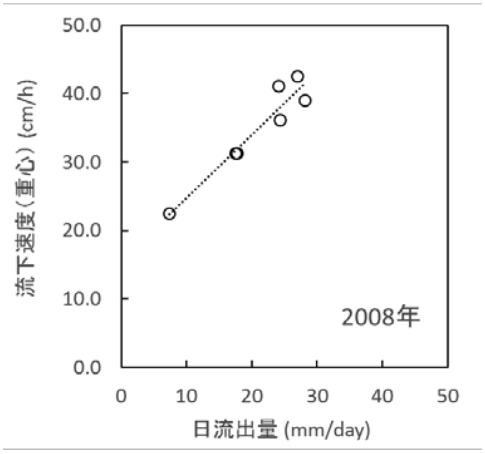


図2　日流出量と重心の流下速度の関係（2008年3月）.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

5

雪結晶の成長形態

○大竹一輝，島田亙（富山大・理）

１．はじめに

雪結晶は美しい幾何学模様を持っている．Nakaya（1951）を初めとするこれまでの研究により，雪結晶の成長形態は水蒸気密度と温度により決まることが示されてきた．これまで成長メカニズムの考察（権田,2002）や，理論的な雪結晶の成長形態の研究（Yokoyama, 1989）も行われている．しかし，樹枝状結晶のような複雑な形態がどのように形成されるかについては，あまり理解が進んでいない．これは雪結晶が透明で非常に薄いために，結晶外形の観察しか行われていないことに原因がある．

そこで本研究では，マイケルソン干渉計を用いて雪結晶の三次元形態を測定し，二次枝の発生メカニズムについて考察する．

２．研究手法

北海道において天然降雪結晶の野外観測と，低温実験室内（気温－10±1.0 ℃）において人工雪結晶を用いた観察を行った．観察には，拡散型人工雪結晶生成装置（図 1）とマイケルソン干渉計を用いた． 用いた干渉計は光源に 546 nm（緑色）を用いたため，干渉縞は厚さ 273 nm 毎に生じる．撮影はデジタルカメラで行った．撮影した干渉縞にほぼ等間隔に点をプロットして，解析ソフトウェア（ImageJ）を用いて各点の座標を求めた．この座標から GMT（作図ソフトウェア）を用いて雪結晶の三次元化を行った．

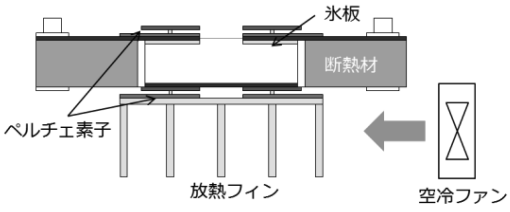


図 1：拡散型人工雪結晶生成装置

３．結果と考察

野外観測で採取した樹枝状結晶の干渉画像と，結晶の三次元形態を図 3 に示す．結晶には干渉縞が最大 19 本あり，厚さは約 5.1 μmであった．それぞれの干渉縞から合計 10687 点の座標を得て結晶の三次元化を行った．

結晶表面で観察された干渉縞は，ほとんどが等間隔に並んでいたが，樹枝先端部は干渉縞が密になっており，勾配が大きくなっていることが分かる．また，干渉縞が結晶外形に並行であるものとそうでないものがあった．これは，結晶表面に形態的に不安定な成長をしている部分が存在することを示しており，二次枝の発生にはこのような結晶表面の形態不安定が関係しているのではないかと考えられる．

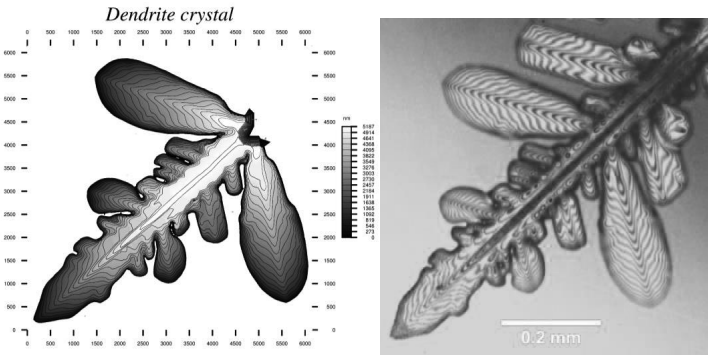


図 3：樹枝状結晶の干渉画像（右）と解析画像（左）

室内実験では，拡散型装置を用いて樹枝状結晶の生成および成長に成功した．干渉画像については、発表で紹介する．

4. まとめ

マイケルソン干渉計を用いて雪結晶の観察を行った．その結果，結晶表面には複雑な三次元構造が存在することが明らかになった．

今後は，成長する雪結晶の干渉画像を撮影し，二次枝の発生メカニズム解明に取り組んでいく．

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

6

キセノンハイドレートの成長と解離過程

○古川翔平，島田亙（富山大・理）

1. はじめに

クラスレート・ハイドレートとは，水分子がカゴ状構造をとり，その中に分子（ゲスト分子）を取り込んだ結晶である．ゲスト分子が気体である場合，ガス・クラスレート・ハイドレートと呼ばれ，メタンガスが含まれているものはメタンハイドレートと略される．

これらのクラスレート・ハイドレートは，天然ガスの輸送・貯蔵手段になるという工業面での期待が持たれている．このクラスレート・ハイドレートの貯蔵では，自己保存効果と呼ばれる本来解離条件下での解離抑制を利用しているが，この発現条件や抑制メカニズムはよく理解されていない．さらに，メタンハイドレートは低温・高圧条件下でないと生成されず，実験的研究は難しいとされている．

そこで，本研究ではメタンハイドレートと同じ結晶構造で，より低圧でも安定なキセノン（Xe）ハイドレートを用い， Xe ハイドレートの解離する様子を“その場観察”し，解離抑制の発現条件を求めた．

2. 実験方法

銅製の試料カップ（φ10mm×5mm）に市販の氷を一辺が 5mm の立方体に整形し，ステンレス製の低温高圧セルに置く（図 1）．低温高圧セル内は，液体窒素により銅ブロックが冷却され，試料カップを一定温度に保つことができる．また，真空ポンプと Xe ガスボンベで任意の Xe ガス圧力に調整できる．

実験は，低温高圧セル内を真空引きと Xe ガス圧入で Xe ガスに置換した．その後，一定の圧力・温度にして核生成を行い，その様子を観察した．共焦点顕微鏡(Lasertec，1HD200)を用いて観察し，同時にデジタルカメラで結晶成長・解離過程を動画として記録した．

3. 実験結果

氷表面に Xe ガスを加圧して，核生成させ，所定の圧力・温度に設定した．ハイドレートの成長に必要とされる水分子は氷表面から供給されるので，氷とハイドレート境界には「くぼみ」が観察された．

真空引きを行い，減圧するとハイドレートは解離を始め，ガスと水蒸気が放出される．この解離現象は吸熱反応のため，ハイドレート表面は急冷される．このため一旦放出された水蒸気は再びハイドレート表面で氷膜を形成する（図 2）．したがって，この氷膜の下でハイドレートの解離が続く．ここで，Xe ガスが粒界を動かして放出されるパターンと，氷膜を破って放出されるパターンの二種類の解離過程が観察された．粒界が存在するところの氷は多結晶，氷膜を破ったところの氷は単結晶であると考えられ，分解時にできる氷膜の潜熱量と大きく関係していると考えられる．

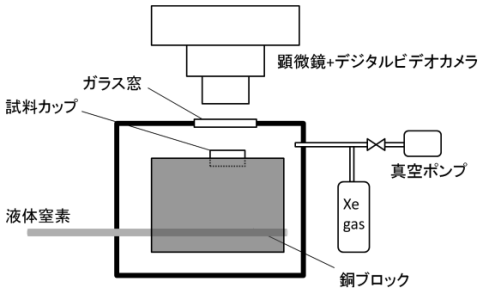


図 1.実験装置

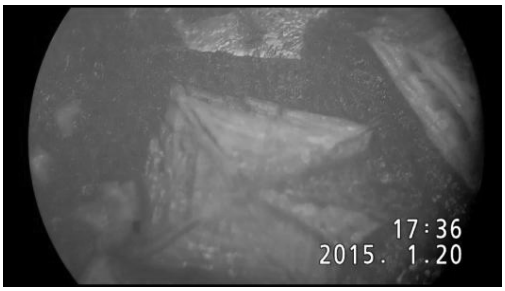


図 2.解離中の Xe ハイドレート

中央（白）は厚いハイドレート，その周囲（黒）は薄いハイドレートでそれぞれ氷に覆われている．

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

7

復氷現象におけるワイヤー周辺の”その場”観察実験

○宮本翔平，島田亙（富山大・院）

1．はじめに

0℃の氷塊に錘をつけたワイヤーをかけるとワイヤーは氷中を貫入していくが，氷は二つに分断されることはなく元どおりに復元してゆく．この現象を復氷と呼び，H_2O 特有の圧力融解が関わっていることが知られている．復氷現象について，これまで多くの研究が行われてきたが，その多くが圧力と貫入速度に関するものであり，復氷断面に発生する蒸気泡や水泡の定量的な観察を行っている研究はあまりない．

そこで，本研究では復氷現象をよりミクロに観察し，復氷断面に発生する蒸気泡が復氷速度にどのような影響を与えているかを調べる目的で実験を行った．

2．実験手法

実験は低温室内（2.0℃±1.0℃）で行った．復氷装置をステージに固定し，顕微鏡で観察することにより，ワイヤー貫入面で発生する微小変化を観察した．実験では市販のワイヤーに研磨を施したものを使用した．これは，市販のワイヤーの表面に存在する無数の小さな傷による不均一核生成によって，気泡が形成されることを防ぐためである．本研究では，ワイヤー後面に自然発生する気泡が復氷速度に大きな影響を与えていると仮定している．したがって，ワイヤーの傷から発生する気泡を排除し，自然発生の気泡・水泡のみを観察するため，表面の凹凸をできる限り少なくした．

3．結果・考察

図１は，貫入の様子を撮影した映像の一部である．ワイヤーの下方には蒸気泡や水泡が出現していることがわかる．この蒸気泡・水泡は，ワイヤー後面で凍結するはずであった水が，ワイヤー後面で蒸気泡・未凍結水となって存在していることを示している．したがって，凍結の際に発生する潜熱の供給が停滞し，復氷速度が減少するはずである．

この時の復氷速度の微小変化を示したグラフが図２である．このグラフは，蒸気泡・水泡が発生したり消滅したりしている様子を長時間観察し，その経過時間に対する移動距離と速度を表したものである．速度変化のグラフを見てわかる通り，復氷速度は一定ではなく，時間経過とともに上下していることがわかる．この速度変化は，実際にワイヤー周辺で発生している蒸気泡と密接に関連しており，ワイヤーに接する蒸気泡の割合が高いほど復氷速度は減少し，その割合が低いほど復氷速度は増加する傾向がある．

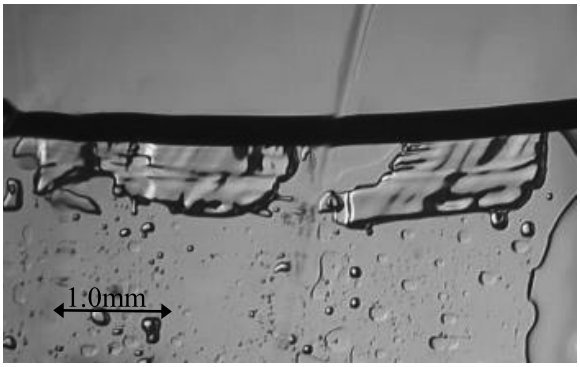


図１　ワイヤーの貫入の様子．ワイヤーは画面下から上へ移動（上部の太い線）．ワイヤー通過後（画面下）にはワイヤーと接している蒸気泡，薄いアメーバ状の水泡が残されている．透明な部分は氷である．

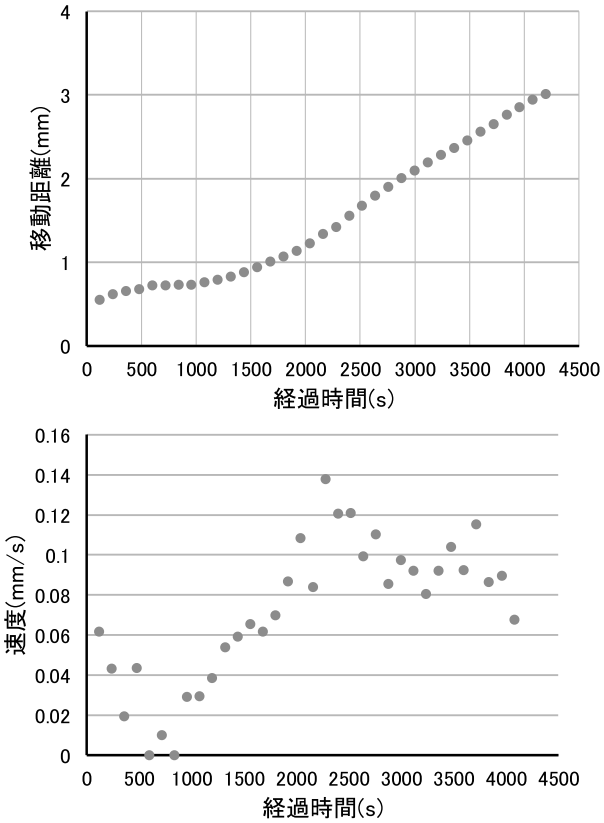


図２　貫入距離（上）と速度（下）の時間変化．時間経過（蒸気泡の発生）とともに，復氷速度の変化が観察された．

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

自転を伴って滑走する物体のカールの考察

○対馬勝年、森克徳

1. はじめに

自転を伴って滑走する物体のカールについて、テーブル上のコップは自転と逆方向にカールし、氷上のストーンは自転と同じ方向にカールする。氷上ではカール大きさが自転角速度にあまり依存しない不思議な現象もあって、カール機構の説明をめぐって論争が続いている。

2. 二つの様式のカールの提案

通常の物体間の摩擦は速度に依存しない。自転が加わってもスリップリング上の各部の摩擦の大きさは等しく、方向が異なるだけである。反時計回り自転では、進行方向と直角な成分は前後で打ち消すが、平行な成分は右(加速）側が左(減速)側よりわずかに大きくコップは自転と逆(減速）方向にカールする。これを第一様式のカールとする。

氷のように速度低下とともに摩擦が増大し、摩擦の速度特性がある場合には自転が加わって加速となる右側の摩擦が小さく、減速となる左側の摩擦が大きくなる。このカールを第二様式のカールとする。

第二様式のカールは氷のようにクリープする場合に現れ、荷重時間が長くなる低速ほど真の接触面積が広がり摩擦が増大することに起因する。

3. 第二様式のカールの大きさ

図 1 のように減速側と加速側で摩擦に大小が生ずる。スリップバンドの大きさが一定で、摩擦の大きい側の滑走距離は短く、摩擦の小さい側の滑走距離は長いため、バイメタルの変形のように弧を描いた運動となってカールを生ずる。

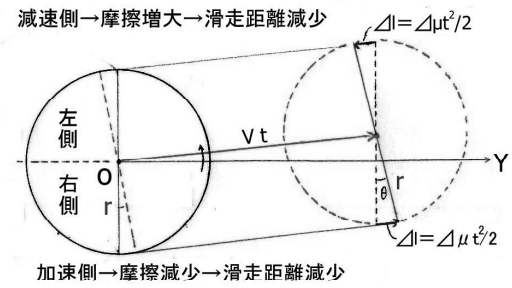


図１　左右摩擦異方性による第二様式のカール

左右間に摩擦係数で 1 万分の 2 の違いがあれば、スリップリングの半径 r に等しい 0.06m 進んだところでの左右端間の進行距離の違いが 10μm となり、重心の横方向へのずれ(カールの大きさ)に等しい。2r 進んだところでは 30μm、nr 進むと $C_{nr} = C_{(n-1)r} + n\delta = (n-1)n\delta/2$ となる。これらの関係を図 2 に示した。n = 500 （nr=30m）の場合、$\delta = 10^{-5}$m とすると $C_{30} = 1.25$m となるので実際のカールと同程度となる。

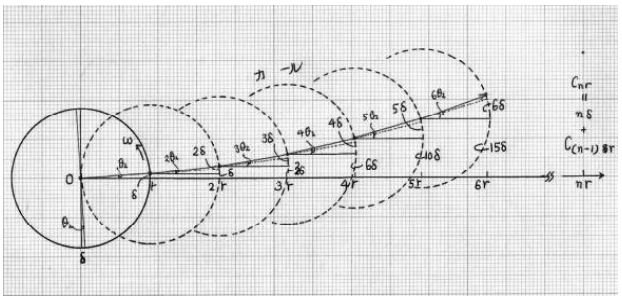


図２　第二様式のカール

4. 第一様式カール

第一様式のカールは普遍的に現れるカールである。一般に摩擦は速度に依存せず荷重に比例する。

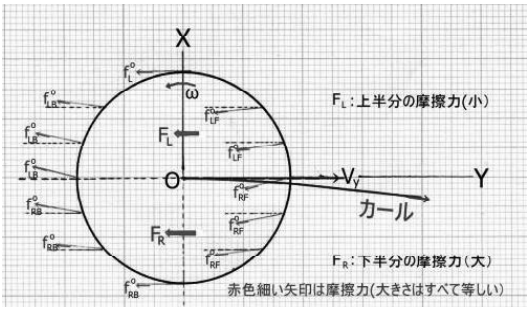


図３　第一様式のカール

スリップリング上の摩擦の大きさはどの点でも等しいが、方向は異なる。図 3 の反時計自転の場合、上半分の y 軸方向となす角 θ は下半分が y 軸方向となす角より大きい。そのため y 軸に平行な方向の摩擦成分は図 3 の下半分が上半分より大きく、コップは自転と逆方向、摩擦の大きい側にカールする。x 軸方向の摩擦成分は y 軸に平行な前後(図の左右）で打ち消しあって合力が 0 となる。

上に述べた二つの様式のカールはそれぞれ自転速度が増せば大きくなるが、お互い逆方向にカールするためカールの大きさに及ぼす自転角速度の影響が小さいと推測される。

氷上滑りでストーンが軽量のためクリープが無視される場合は第一様式のカールが期待される。

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

9

回転翼航空機を利用した富山県上空の過酸化物濃度の測定（Ⅱ）

矢地千奈津・渡辺幸一・平井泰貴・山崎暢浩・金聖鈞・西部美雪・松原弘樹(富山県立大学)

はじめに

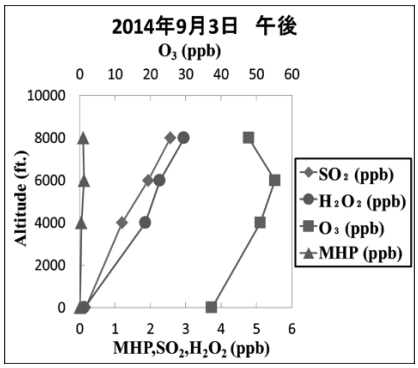
大気中の過酸化物 (過酸化水素(H_2O_2)、有機過酸化物(ROOH)) は、主にオゾン(O_3)介した光化学反応によって生成される。また、二酸化硫黄(SO_2)の液相酸化を促進させることや、$PM_{2.5}$ の主成分でもある硫酸塩粒子の生成に大きく寄与していることから、過酸化物は大気中で非常に重要な働きを果たしている。近年、国内のバックグラウンド大気中の O_3 濃度が大きく変化していることが報告されており、H_2O_2 の生成に影響を与えているものと考えられる。そのため、H_2O_2 の測定データの蓄積が重要となる。特に上空大気中の過酸化物濃度の測定は、雲粒内での硫酸の生成過程や降雨・降雪の酸性化による植生への影響などを考察するために重要であるが、国内での鉛直プロファイルのデータは非常に少ない。本研究では、ヘリコプターを利用して、富山県射水市上空の H_2O_2、SO_2、O_3 などの測定を行った結果について報告する。

方法

2014 年 9 月 3 日および 2015 年 3 月 27 日に、ヘリコプターを利用して富山県射水市上空の大気観測を行った。2014 年 9 月の観測では 2000 ft (600 m) 毎に 10 分間旋回水平飛行し、高度 8000 ft (2400 m) まで上昇した。旋回水平飛行中に、ミストチャンバーにより大気中の過酸化物を採取した。試料採取終了後、直ちに富山県立大学内へ下降し、過酸化物を採取した捕集液を超低空で構内に投下・運搬し、速やかに HPLC・ポストカラム・酵素式蛍光法により分析を行った。学内へサンプルを輸送後、ヘリコプターは直ちに次の高度へ上昇し、試料採取を行った。この方法により、試料採取後 10 分以内に分析することができ、精度の良い過酸化物の測定を行うことが可能となった。また、O_3、SO_2 については、自動計測を行った。

結果と考察

図 1 に、2014 年 9 月 3 日および 2015 年 3 月 27 日における富山県射水市上空の過酸化物、O_3、SO_2 濃度の鉛直プロファイルを示す。2014 年 9 月については、SO_2 は地表付近よりも上空で濃度が高かった。H_2O_2 も上空で高濃度であり、SO_2 濃度よりも高かった。このことから、上空では十分な酸化能力があると考えられる。一方、2015 年 3 月の観測時は、SO_2 濃度に対して H_2O_2 濃度が低い状態(Oxidant limitation)であった。このとき、雲が発生しても雲粒内での SO_2 の酸化が抑制されるものと考えられる。H_2O_2 濃度は、2014 年 9 月観測時に比べて低く、寒候期ではアジア大陸から高濃度の SO_2 が輸送されてもきても酸化剤が不足するため、雲水や降雪の酸性化が抑えられている可能性が考えられる。酸化剤となる過酸化物濃度の増加が冬期の降雪の酸性化を促進させるものと考えられる。



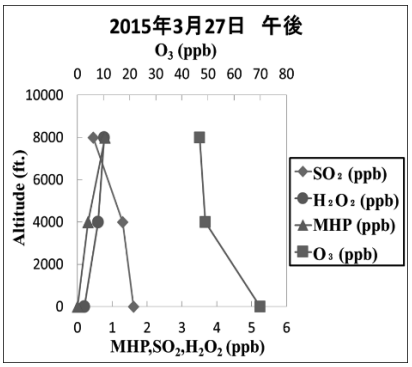


図 1　2014 年 9 月 3 日および 2015 年 3 月 27 日の富山県射水市上空における H_2O_2、CH_3OOH (MHP)、O_3、SO_2 の鉛直プロファイル

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

10

富山県における積雪中の各化学成分の経年変化

平井泰貴・渡辺幸一・高辻航平・矢地千奈津・山崎暢浩・金圣钧・宋笑晶（富山県立大学）
島田亙・青木一真・川田邦夫（富山大）

はじめに

日本海に面している北陸地方は、アジア大陸から様々な物質が飛来してくる地域である。工場からの排ガスには多量の汚染物質が含まれ、アルデヒド類や過酸化水素(H_2O_2)などの光化学生成物の生成を促進させているものと考えられる。アルデヒド類は生態系に有害な物質の一つである。また、北陸地方では、降雪は貴重な水資源であり、降雪に含まれる汚染物質により、自然環境悪化が懸念され、生物多様性の衰退や生態系破壊等の生態系への悪影響が考えられる。立山・室堂平(36.6°N, 137.6°E, 標高 2450 m)では、晩秋季から春季にかけて膨大な量の積雪があり、室堂平での積雪試料の化学分析は、観測が困難な期間の大気環境を考察する上で極めて重要となる。本研究では、立山室堂平において積雪断面観測及び採取を行い、含まれる主要イオン成分及びアルデヒド類濃度について分析し、寒候期の定期環境情報を確認し、各年の化学成分の変化を考察した。

方法

積雪断面観測は、2009年～2014年4月の立山・室堂平で行った。積雪層位の観測を行い記録したのち、鉛直約10 cm間隔で試料をサンプリングした。採取した試料は融解させないまま富山県立大学まで持ち帰り、冷凍保存した。アルデヒド類の分析を行う際は、試料を測定直前に融解させ、1,3-シクロヘキサンジオン-ポストカラム誘導体化による高速液体クロマトグラフ法・蛍光検出法を用いて測定した。各サンプルのイオン成分の分析も高速液体クロマトグラフ法で行い、積雪層位の鉛直分布を作成し、アルデヒド類と各イオンの比較を行った。

結果と考察

図.1 に 2014 年 4 月立山・室堂平における積雪断面層位及び各イオン成分の鉛直分布を示す。NO_3^-、$nssSO_4^{2-}$はピークが一致している層が多くみられる。また、黄砂にはカルシウムが多く含まれており、$nssCa^{2+}$のピークがある層については、黄砂が飛来していたと推定できる。海塩物質である Na^+と Cl^-についてはピークが類似していたが、Na^+が低濃度であるにも関わらず Cl^-が高い層がみられ、最近活発化している地獄谷（弥陀ヶ原火山）の影響と考えられる。火山性ガスには HCl、H_2S、SO_2 などのガス成分が含まれるが、$nssSO_4^{2-}$については Cl^-とのピークの一致はみられなかった。冬季は SO_2 の硫酸への酸化が抑えられることや、H_2S と SO_2 との反応（硫黄が生成）などによるものと考えられる。図.2 に 2009 年から 2014 年の積雪中の人為汚染物質の平均値を示す。年々変動がみられ、その年の気塊の輸送経路が大きく関係していることがわかった。また、（2010 年を除いて）2009 年から概ね減少傾向であることがわかる。越境汚染の主な原因は中国の人為起源物質であるが、中国は 2005 年から環境汚染企業の取り締まりを強化しており、その影響が反映されていた可能性が考えられる。

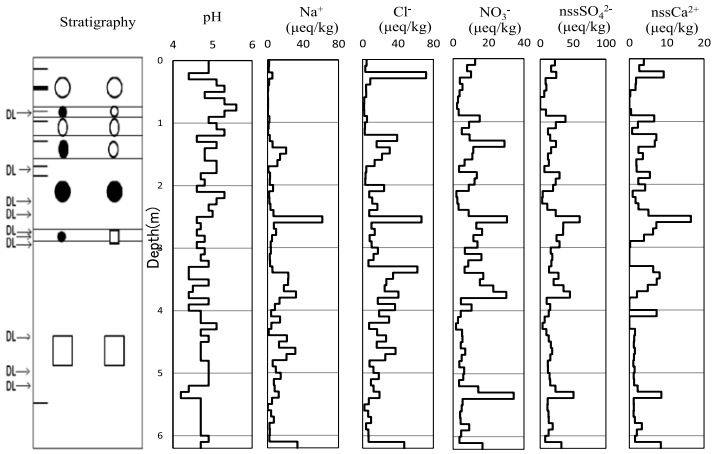


図.1 2014 年 4 月の立山・室堂平における積雪中の化学成分

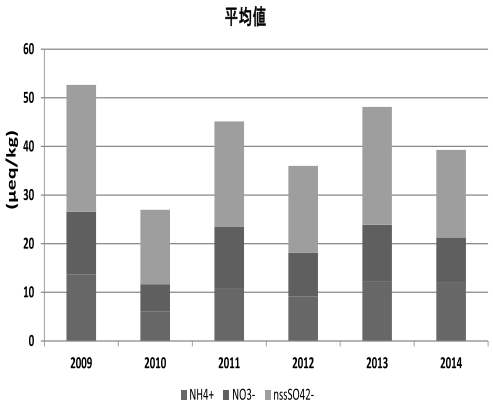


図.2 人為汚染物質の平均濃度（2009～2014 年）

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

各種降雪強度センサーによる時間降雪深の比較　Ⅲ　－新型降雪センサーとの比較－

○石丸民之永・山崎正喜(新潟電機株式会社)　熊倉俊郎(長岡科学技術大学)

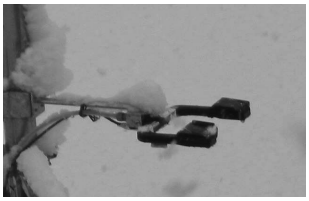
１．はじめに

降雪量の多寡を議論するとき降水量換算値は単純積算できる利点はあるが社会生活上、人間の見た目の感覚と多少ズレがあり、できれば降雪強度を降雪の深さで表せないか検討している。圧密沈降に関係しない降雪々片の反射光カウント式降雪強度計では１冬季間などの長い期間で見ると極めて良い相関を示すが１イベントのような短期間では相関係数がそれぞれ違ったものとなり高精度化は難しかった。今冬、多少ではあるが雪片の寸法要素を取り込んだ透過光式降雪センサーを試作したのでその実験結果を報告する。

２．供試測器、測定方法及び実験環境の概要

透過光式降雪センサー(SPN-96)の外観は右図の通りで感知域光膜は 10(W)×72(L)×3(H)の大きさである。

降雪の深さの基準測器として時間降雪深計(SPH-1 回転積雪板＋光電透過式、回転積雪板上の積雪深を 5mm ピッチの光透過式積雪深計で５分ごとに計測し、毎正時に回転積雪板を反転させてリセットする)を用いた。



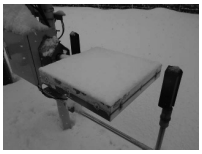


写真１　SPN-96　　SPH-1

実験場所は長岡市内住宅地にある当社構内の露場で行った。

３．結果

図１に雪片径分布の一例として今冬季 12 月７日 24 時間の雪片径別合計個数を示す。雪片径は降下物体を球と仮定し球状ガラスビーズを用いて検証を行った。最大径(φ7.6)以上は表示値φ7.6 に集約されている。図２に光電回路からの出力波形の一例(2 月 9 日 11:30 頃)を示す。

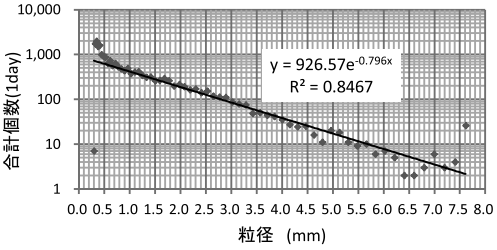


図１　2014-12-7 雪片径別合計 個数

「時間降雪深計(SPH 型)」に対する相関と参考として「雪片カウント式(SHK)」積算値を比較したグラフ・１冬季間を図３に、図４～図５に一例として各降雪イベントでの関係を示した。

長期間での相関は非常に良いが短時間での比較 例えば降雪イベント毎の相関はそれぞれでの勾配が違っており「雪片カウント式(SHK)」に比較しても良くなったとは言えない。

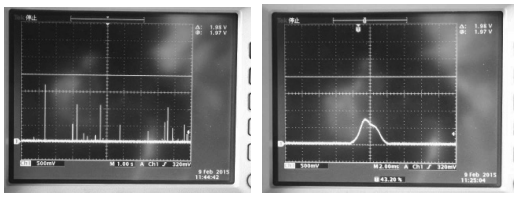


図２　0.5V/div.1sec/div　　0.5V/div.2ms/div

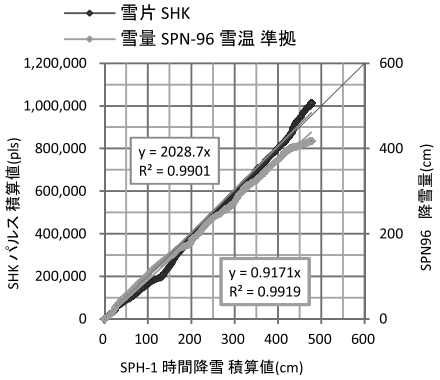


図３　2014-2015　時間降雪深 積算値

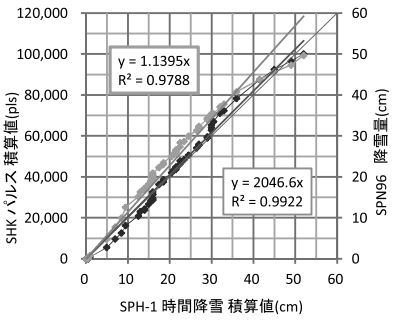


図４　12/31～1/02

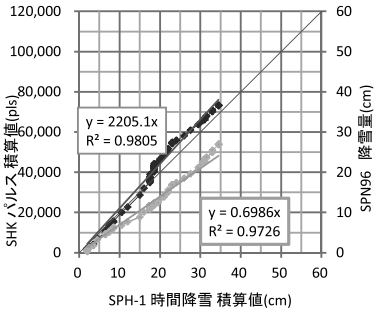


図５　1/28～1/29

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

12

北陸地方降雪期における2次元超音波風向風速計の着雪・測定特性(速報)

○[1]中井専人・[1]山下克也・[2]伊藤芳樹・[2]大谷淳・[2]内山真司・[2]渡部善博・[2]宮崎真・[1]横山宏太郎・[1]山口悟
(1:防災科研雪氷，2:株式会社ソニック)

1．はじめに　湿雪が多く降る日本の積雪地域においては、風向風速測定がしばしば着雪による欠測に見舞われる。これについて、ヒーター付き超音波風向風速計の着雪耐性や測定特性の比較観測を行った。

2．研究方法　表1のセンサーの同時観測(観測1：2014年12月12日から2015年1月15日、雪氷防災研究センター露場)と風除けやぐら内観測(観測2：2015年1月20日から4月7日、中央農研北陸研究センター)を行った。

3．結果　観測1(図1)では、3種類の測器の風向風速の比較を行った。期間全体の超音波式と風車型の風速は、風車型の着雪時を除くと　(超音波式の風速)＝1.02×(風車型の風速)　(相関係数は0.98、両者の風速が1.0ms^{-1}以上のデータ)で良く対応した(図2)。顕著な着雪が見られた期間に超音波式の欠測はほとんどなく、一体型、風車型の順に着雪欠測が多かった(図3)。観測2では、3m四方で測定高がやぐら縁より-1.2mの風除けやぐら内において、降雪粒子観測の品質管理のため風速測定を行った。やぐら外の風速と比較するとやぐら内では約1/3まで風速が小さくなるが、外部風速に比例した風があり無風ではなかった。

4．まとめ　観測1では、ヒーター付き超音波風向風速計が北陸地方の顕著な着雪時にもほとんど着雪せず観測できることがわかった。2次元超音波方式では、80W程度のヒーター強度で着雪欠測のほとんどない風向風速観測を実現することは可能である。観測2では、風除けやぐら内降雪観測において、解析の際に強風時のデータを除く必要のあることがわかった。

表1　使用したセンサー

名称・種類	ヒーター	消費電力
Sonic SA-10（超音波式）	有	Max. 80W
Lufft WS-600（一体型）	有	44.2VA
Young 05103（風車型）	なし	なし

図１　観測１の状況（2014年12月14日12時の顕著な着雪時）。(a)全体、(b)超音波式、(c)一体型、(d)風車型。

謝辞：　本研究は『ヒーター付き２次元超音波風向風速計を用いた積雪期風測定特性の調査』及び『高度降積雪情報に基づく雪氷災害軽減研究』によります。露場を管理する防災科学技術研究所雪氷防災研究センター及び中央農業総合研究センター北陸研究センター関係者に感謝します。

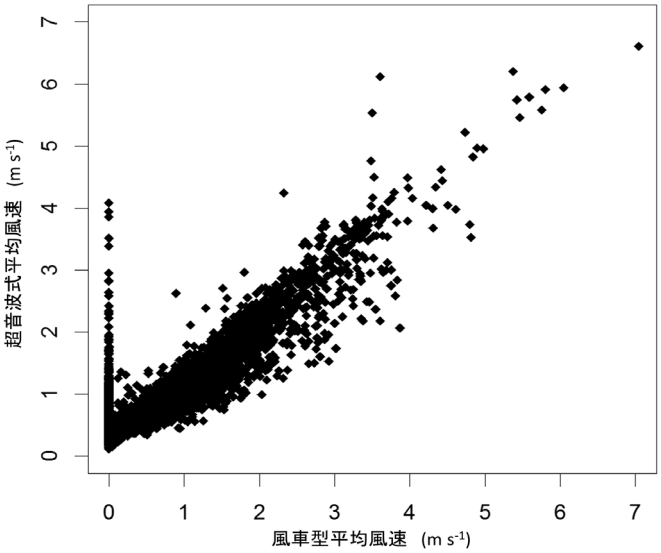


図２　風車型と超音波式の10分平均風速(ms^{-1})散布図

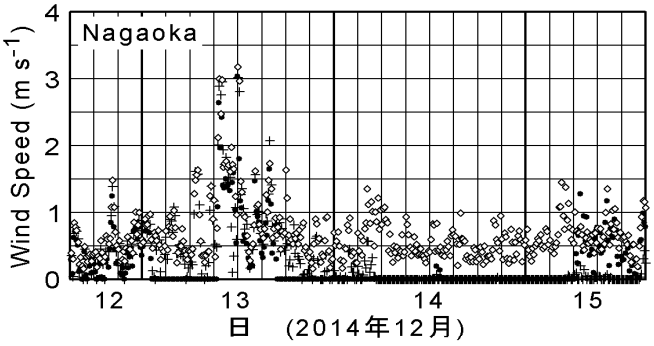


図３　顕著な着雪時の時系列。◇：超音波式、●：風車型、＋：一体型。

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

固体降水計測を目的とした反射型光学式測定器について

○広川貴大[1]・熊倉俊郎[2]・本吉弘岐[3]・中井専人[3]・山崎正喜[4]
(1:長岡技術科学大学大学院、2:長岡技術科学大学、3:防災科研 雪氷防災研究センター、4:新潟電機株式会社)

１．はじめに

正確な降水量を計測することは降水予測や水資源管理の観点から重要であり、また降雪種の判別は積雪の程度や雪崩予測をする上で必要な情報である。例えば、雪崩が多く発生する山岳地帯や積雪の多い豪雪地での計測を考えると頻繁なメンテナスの必要が無く捕捉損失が少ない降水量計、降雪種判別器が理想的である。

これらの要件を満たす反射型光学式測定器は、発光素子によって光を照射し降雪粒子の反射光を光検出器より検知することで信号を出力する。

しかし、この測定器は観測粒子との距離や粒子直径によって出力する信号強度が変化する問題点がある。この解決法の 1 つとして適当な時間単位で信号強度の平均化を行う方法が考えられる。

平均化処理を行うことの有効性を検討する為、今回は信号強度に関して行わなかった場合のデータを用いて落下速度と粒子直径の関係を示したので報告する。

２．測定

2015 年 1 月 27 日～3 月 27 日の期間において長岡市内にある雪氷防災研究センターの観測場内にて反射型光学式測定機器を設置し、測定を行った。

また反射型光学式測定器の近くには、降水粒子とその落下速度を計測する Parsivel、降水量を計測する Geonor と田村式降雪強度計、ビデオカメラによる粒子判別器が設置されている。これらの測定機器と反射型光学式測定機器から得た計測データとで比較を行う

３．手法

観測で得られたデータから落下速度と粒子直径を求めなければならない。落下速度ωは測定光の厚み d、観測光の通過時間 td とすると

$$\omega = d/td$$

d が一定とすると係数として考える事ができ

$$\omega = d/td = k_1 \cdot 1/td \qquad (k_1\text{は係数})$$

となり、これから$\omega \propto 1/td$となる。

粒子直径に関して計測距離 D、発光強度I_o、受光強度I'、計測する粒子半径rとすると

$$I' = \frac{1}{D^2} I_0 \alpha 4\pi r^2 \quad (\alpha\ \text{はアルベド})$$

またI'の値により出力信号の電圧 V が決まるため

$$I' \propto \mathrm{V}$$

これから$\mathrm{V} = k_2 r^2$ (k_2は係数)と考えられ

$$r \propto \sqrt{V}$$

電圧の平方根と適当な係数の積から観測粒子の大きさを求めることができる。

４．結果

図 2 に平均化処理を行わない場合の落下速度と粒子直径の関係を示す。図 2 の示す期間は 2015 年 2 月 1 日午前 5 時 00 分～10 分である。

縦軸は落下速度に関係し、横軸は粒子直径に関係している。縦軸の値が低く横軸の値が高い領域は落下速度が遅く、粒子直径が大きい傾向にある。これから降水種が雪片に近いものであると考えられる。また縦軸の値が高く横軸の値が低い領域は落下速度が速く、粒子直径が小さい傾向にある。これから降水種がアラレに近いものである考えられる。

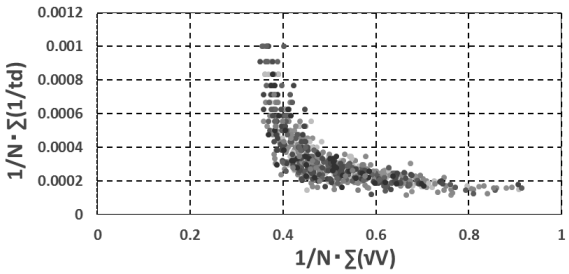


図 2　測定データ

また平均処理を行ったデータの落下速度と粒子直径の関係および他の測定機器との比較については当日に示す予定である。

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

14

2 次元ビデオディスドロメーターの性能調査

○ 山下克也・中井専人・本吉弘岐・石坂雅昭（防災科研・雪氷）

1. はじめに

気象レーダーによる広域の固体降水の降水強度を正確に推定するためには、降雪粒子特性に応じたレーダー受信強度と降雪量の関係を把握する必要がある。そのような情報を得るためには、気象レーダー受信強度と同時にレーダー視野内の降水粒子の粒径分布、落下速度、及び形状を測定する必要がある。2 次元ビデオディスドロメーター(2DVD)は、それらの情報を自動的に連続測定することのできる装置である。しかしながら、固体降水に関しての定量的な評価はなされていない。定量的評価を目的として、2DVD と光学式ディスドロメーターの比較を行ったので、本稿ではその結果を報告する。

2. 2 次元ビデオディスドロメーター(2DVD)

2DVD(Joanneum Research 社製)は、直交する 2 方向からスリット状に照射されたビームを 2 台の CCD カメラが捕らえる構造になっており、スリットを通過した降水粒子の大きさ、形状、落下速度を測定する装置である。降水粒子の大きさや形状はビームを通過する粒子の影から算出し、落下速度は 2 つのビーム間を通過する時間から算出している。2DVD のメリットは、雨・雪の連続測定が可能であること、既存の測器より落下速度の精度が良いこと、及び粒子情報が画像情報として記録されているので粒子サイズや形状を正確に算出できることが上げられる。

3. 2DVD と光学式ディスドロメーターの比較

2DVD と光学式ディスドロメーターの Persivel 1 (PSVL1 : OTT 社製)及び Laser Precipitation Monitor(LPM : Thies 社製)との比較結果を図 1 に示す。新潟県長岡市の雪氷防災研究センター(SIRC)で 2014 年 2 月 7 日から 9 日に得られた結果を示している。粒径と落下速度は、5 分の質量フラックスの中心(CMF : Ishizaka et al., 2013)で示している。2 月 7 日は冬型気圧配置時の降雪、2 月 8 日は南岸低気圧接近・通過時の降雪、2 月 9 日は冬型降雪から雨へと推移する降水が観測されている。期間を通して見ると、2DVD は光学式ディスドロメーターと比べて、降水強度と粒径を過小評価、落下速度を過大評価している。特に降雪強度が大きい時にその傾向が顕著である。2 月 9 日の 12 時以降の降水は雨であったが、その時の 2DVD の粒径及び落下速度は PSVL1 や LPM のものと大きな差は見られなかった。以上より、降雪時の測定データから導出された粒径と落下速度に問題があることが示唆される。ここには示さないが、2DVD で得られた画像からは、降水粒子がきちんと記録されていることが確認できるので、2 台のカメラで得られた降水粒子から同一粒子を特定するマッチング処理に問題があると考えられる。マッチングでは、2 台のカメラで記録した 2 つの画像から同一の粒子を特定しないといけないが、降水強度が大きい場合のような粒子が多数存在する時には、記録される粒子と粒子の時間間隔が小さくなるためミスマッチングの可能性が高くなる。このことが、降雪強度が大きいときに 2DVD と光学式ディスドロメーターの値の差が顕著に現れる原因の一因であると考えられる。このように、既存のマッチングアルゴリズムでは、降雪粒子のマッチングに問題があるので、マッチングアルゴリズムの改良あるいは特性を考慮したデータ利用が必要である。

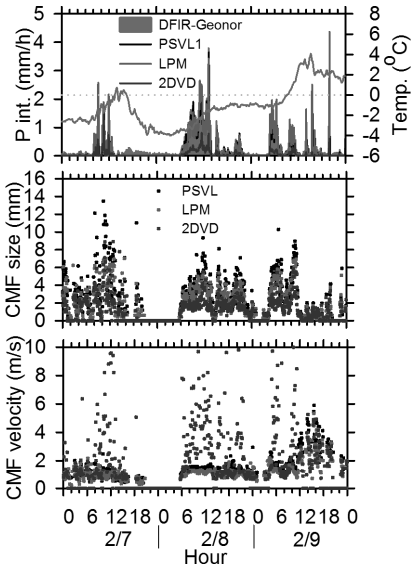


図 1　2014 年 2 月 7 日から 2 月 9 日までに SIRC で得られた降水強度、気温、粒径、落下速度の時系列。DFIR-Geonor は風除け用 2 重柵(DFIR)内に設置した重量式降水量計（Geonor）の値である。CMF 粒径と CMF 落下速度は各ディスドロメーターの 5 分データを用いて計算した質量フラックスの中心値である。

参考文献： Ishizaka et al (2013), J. Meteor. Soc. Japan, 91, 747-762.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

15

光学式ディスドロメータを用いた霙の状態の定量化の試み

○本吉弘岐[1]・三隅良平[2]・石坂雅昭[1]・中井専人[1]・山下克也[1]
（[1]防災科研・雪氷、[2]防災科研・水土砂）

はじめに

霙は、雨滴と融解中の固体降水粒子の混合状態で、層状性降水の場合には融解層中で見られる降水形態である。霙の内部では融解の度合いに応じて、降水に含まれる雨滴の割合や、液体水の割合などが異なる。Misumi et al. (2014)は、雪片含水率の観測結果から、液体水や雨滴の割合を気温、湿度、降水強度から求める経験式を提案している。このような霙の状態の定量化は、着雪や冠雪などにより引き起こされる湿雪災害の把握や、雲の微物理過程、気象レーダーにおけるブライトバンドのモデル化などで重要となる。本発表では、気温や湿度などの気象要素と独立に、光学式ディスドロメータ観測のみから、雨滴の降水量寄与を算出する手法を提案し、雪氷防災研究センターでの観測への適用結果を紹介する。

雨滴の降水量寄与の算出方法

本研究では、光学式ディスドロメータとして OTT 社製 PARSIVEL を用いた。一定の時間毎（観測では 1 分間）に観測された降雪粒子の数が、32×32 個のビンに区切られた粒径・落下速度軸上の 2 次元ヒストグラム（粒径・落下速度分布）として得られる。観測される雨滴の粒径と落下速度は Gunn and Kinzer (1949)により実測された経験曲線(G-K 曲線)によく一致するため、粒径・落下速度分布上の G-K 曲線上の降水粒子を雨滴とみなすことで、雨滴の寄与と固体降水の寄与を分けることが可能である。実際の観測では、降雨時の粒径・落下速度分布は G-K 曲線の周りにある程度の分布するため、暖候期の雨のデータを積算することで雨滴が測定されうるビンを雨滴マスクとして求めた（図 1）。PARSIVEL による降水量推定には、Ishizaka et al. (2013)による手法を用い、あらかじめ各ビンに割り当てられた降水量寄与の推定値と観測された粒子数の積の総和から降水量を求めた。全降水量を R とし、図 1 の雨滴マスクに対応するビンから求めた降水量を R_{RAIN} とし、全降水量 R に対する雨滴の寄与 R_{RAIN} の比を、雨滴の降水割合 F_R とする。

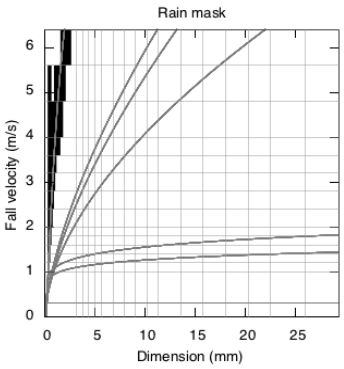


図 1: PARSIVEL の粒径・落下速度ビン上の雨滴マスク

観測結果

観測データは、湿度測定に不備のあった 2013/14 を除いた 2010/11 から 2014/15 の 4 冬期に雪氷防災研究センターで取得されたデータを用いて、PARSIVEL の 5 分毎の粒径・落下速度分布から F_R を求めた。図 2 に、全期間における気温と F_R、湿球温度と F_R との関係をそれぞれ示す。図 2(a)、図 2(b)ともに、0℃以下では F_R は十分に小さい値となっており、気温または湿球温度が高くなるにつれて F_R が 1 に近づく結果が得られ、実用的なデータ得られたものと考えられる。理想的には雪の場合に F_R は 0、雨の場合には 1、霙では 0~1 の間の値となるが、気温が 6℃以上の雨と考えられる降水でも F_R が 0.8 程度の値を取っているケースが見られ、観測誤差や雨滴マスクの作成方法に改善の余地があることが分かった。今後は、ここで得られた手法を用いて、鉛直降水レーダーやろ紙法を用いた降雪含水率測定を用いた霙の観測の解析等を行う予定である。

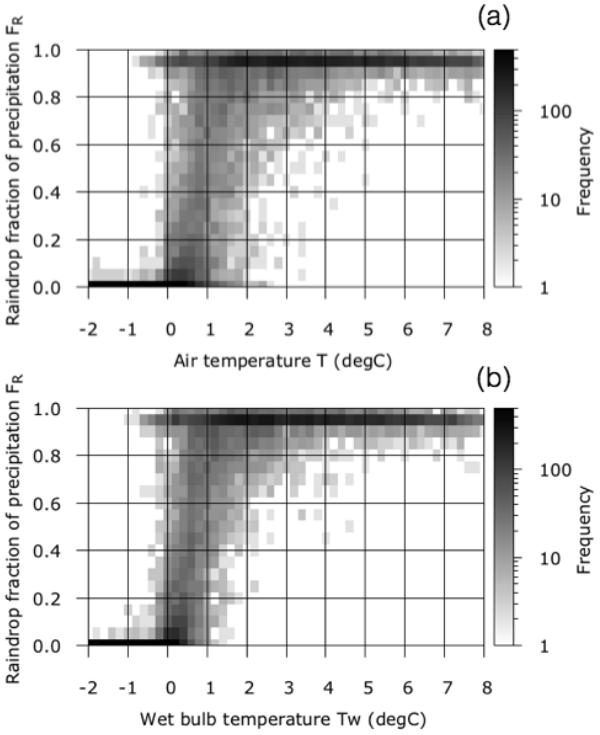


図 2: (a)気温と FR の関係、(b)湿球温度と FR 関係

【参考文献】
1) Misumi, R., et al. (2014): *J. Appl. Met.*, 53, 2232-2245 .
2) Gunn and Kinzer (1949): *J. Meteor.*, **6**, 243-248.
3) Ishizaka, M., et al. (2013): *JMSJ*, **91**, 747-762.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

16

雪氷用MRIによる着雪内部の水分分布の可視化

○安達聖，佐藤研吾（防災科研・雪氷）

1. はじめに

電線への着雪は，電線の破断や送電鉄塔の倒壊などによる停電の一要因となり，社会全般に大きな被害をもたらすことが知られている．近年では，着雪が大きく成長する前に自然落下させる難着雪リングなどが開発されており電線の着雪対策が進められている．また，電線の着雪の落下についてはLászló *et al.*(2010)により，屋内実験とモデル計算結果との比較が行われた．しかし，落雪に至るまでの着雪内部の水分移動の実現象を捉えた検証は行われていない．そこで我々は着雪内の水分分布と移動の様子の正確に把握するため，雪氷用MRIを使用し着雪試料が落下にいたるまでの連続3次元撮像を行った．

2. 測定方法

本研究では，0 ℃の低温室に設置した雪氷用MRIを使用した．使用した永久磁石は静磁場強度0.2 T，撮像視野は15 cm球である．着雪試料には-20 ℃の低温室に保存しておいた自然降雪を使用した．自然降雪を直径8 cmのパイプに入れ円筒形に成型（密度：430 kg m^{-3}）し，底面の中心に穴をあけて，水を満たした直径1 cmのプラスチック製パイプを挿入した．そのパイプの両端をロープで結び，永久磁石内に吊り下げた．パイプを水で満たしたのは，MR画像の輝度値から含水率を計測するための標準試料にするためである．MRIには多数のコイルが使用されているため，撮像時には熱が発せられる．それらの発熱により，計測中の着雪試料周辺温度は1.5 ℃程度に保たれた（図1）．MR撮像は空間分解能1 mmの3D撮像を行い，1回30分間の撮像を1分の間隔をあけ約64時間連続で行った．

3. 測定結果

本実験で与えた計測条件では撮像中に着雪試料は落下することはなく，着雪試料が徐々に溶け，試料の下部に水が移動していく様子が見られた（図2）．今後は，試料周辺の温度の調整や，パイプ内への温水の循環を行うことで，着雪が落下するプロセスを再現し，着雪が落下に至るまでの形状の変化と，内部の水分の移動の様子の可視化を行う予定である．また，MR画像からは含水率の計測が可能であるため，詳細な水分分布の把握を行う予定である．

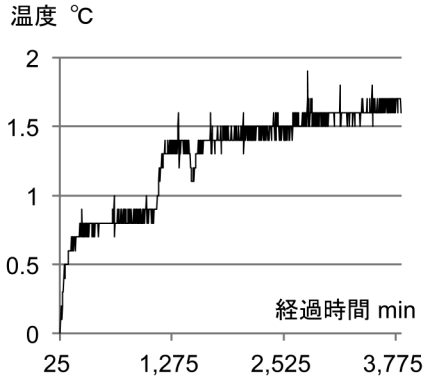


図1　着雪試料周辺の温度変化

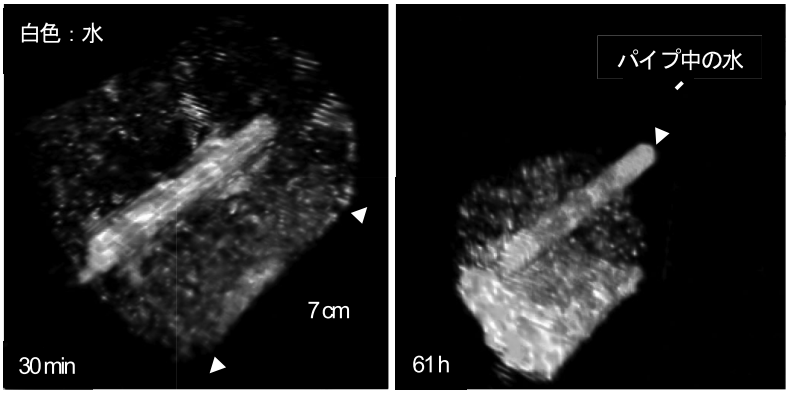


図2　着雪試料の3D-MR画像　左：30分経過後　右：61時間経過後

参考文献

László *et al.*, 2010, Natural wet-snow shedding from overhead cables, *Cold Regions Science and Technology*, 60, 40-50.

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

17

モデル計算による2014年2月における関東甲信地方の積雪分布

○　平島寛行、本吉弘岐、山口悟、上石勲（防災科研）

１．はじめに

2014年2月に、南岸低気圧の接近・通過により関東甲信地方は大雪に見舞われた。一方、防災科学技術研究所では、これまで雪氷災害発生予測システムを開発し、新潟や山形などの雪国を対象に雪氷災害の予測に適用してきた。本研究では、同システムを用いて非雪国である関東甲信地方の積雪の計算を試みた。

２．計算方法

本研究では､関東甲信地域を中心に､2月7日から2月25日までの期間において地域気象モデル(JMA-NHM、以下、NHM)及び積雪変質モデル(SNOWPACK)を用いて積雪の計算を行った。SNOWPACKの入力データとして、関東甲信地域において12時間おきに更新されたNHMの計算値を用いた。NHMの計算では、気象庁メソスケールモデル(MSM)の予測値を境界値及び初期値に用いて480×480km2の領域で5km格子の計算を行い、更にネスティングにより関東甲信地域を含む領域で高解像度(1.5km格子)の計算を行った。また、NHMによる計算結果を用いて各グリッドに対してSNOWPACKを用いて積雪の計算を行った。アメダス等、気象庁の観測地点においては、比較のために観測データを入力に用いたSNOWPACKの計算も行った。

３．　結果

計算結果の一例として､2月15日午前9時における積雪深の分布を図1に示す。本研究では2月7日から計算を行ったため、2月7日に雪があった領域はグレーで覆って除外した。また、気象庁の観測データを入力して計算した積雪深については同図内の○内の色で示した。円の外側と内側の色の差が、NHM計算値と実測値の入力データの違いによる積雪深の差に相当する。

伊豫部ら(2014)が2月15日に実測及び聞き取り調査に基づいて作成した分布図によると、この時期は関東甲信全域に積雪領域が広がっていたが、実測値を入力した積雪深は関東のほぼ全域で雪が広がっていた一方で、NHM計算値を入力した結果では関東東部では雪がなくなっていた（図1参照）。

NHM計算値による結果では､2月15日午前1時に積雪領域は東部を含む関東全域まで広がったが、関東東部の多くの地域では降雪後の融雪により15日の午前中に積雪が0となった。ここで、関東東部における2月14日及び15日の降水量及び気温の平均をNHM計算値と実測値で比較したところ、計算値では降水量で約44%の過小評価、気温で2.3℃程度の過大評価傾向が見られた。このため、NHM計算値の結果は与えられた降水量が少なかったのに加え、気温の過大評価のため降雪が降雨として計算され、また融雪量も過大評価されたため、積雪量が大幅に過小評価されたと考えられる。このように、非雪国における積雪量やそれによる雪氷災害を予測するには、降水量だけでなく気温の予測精度も重要であることが本研究で示された。

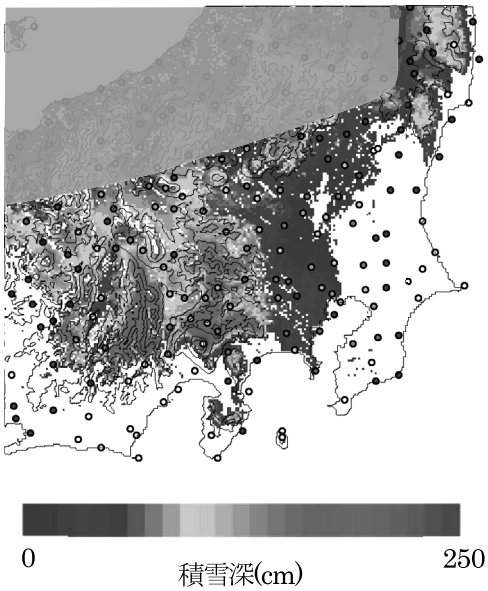


図1　NHMによる計算値及びアメダスの気象データを用いた2月15日午前9時における積雪深分布。○の内側は実測の気象データ、外側はNHMのデータを入力して計算した結果。白は積雪が0の場所。

参考文献

伊豫部ら(2014): 2014年2月中旬の大雪による関東甲信地方の詳細積雪深分布, 2014年2月14-16日の関東甲信地方を中心とした広域雪氷災害に関する調査研究(科学研究費研究成果報告書). 27-32.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

18

関東甲信地方に大雪をもたらす大気循環場の特徴

本田明治[1,2]、山崎　哲[3]、吉田　聡[3]、藤田　彬[4]、木村祐輔[4]、岩本勉之[1,5]
1: 新潟大理、2: 新潟大災害研、3: 海洋研究開発機構、4: 新潟大院自然、5: 国立極地研

2014 年 2 月 14 日～15 日の南岸低気圧の接近によって、関東甲信地方では記録的な大雪になったが、特に山梨県では 1.5 ～2 倍の積雪深を記録した（甲府 114cm（これまでの記録 49cm）、河口湖 143cm（89cm））。この大雪をもたらした大気場の特徴の詳細をみるためにメソ気象モデル Weather Research & Forecasting Model (WRF)の 3.5.1 版を用いた再現実験を実施した結果を前回報告した。結果は、低気圧経路が実際より西寄りに通ったものの、山梨県、群馬県、埼玉県を中心とした関東甲信地方の大雪を再現していた。時間経過をみると前半の 14 日の日中の降雪は甲信地方中心で低気圧前面の雲による降雪で、後半の 14 日夜間～15 日朝の降雪は関東地方にも及び低気圧本体の雲による降雪であったことが示された。15 日未明を中心に 850 hPa 付近を中心に関東地方の大気下層では顕著な東風が卓越しており、ここに低気圧からの南風が収束して発達した雪雲が山梨県、群馬県、埼玉県方面に流れ込んだと考えられる。

続いて山梨県で過去に大雪だった事例を調べてみた。1953 年以降、甲府で 40cm 以上の降雪深となったのは、1986 年 2 月 18～19 日（49cm）、1998 年 1 月 15 日（44cm）、2001 年 1 月 27 日（45cm）、2014 年 2 月 8 日（45cm）、2014 年 2 月 14～15 日（112cm）の 5 事例である。気象庁の JRA-55 再解析データを用いて、この 5 事例の降雪がピークとなった日時の平均海面気圧（SLP）の分布を図 1 左に示す。南岸低気圧の中心は東海沖に位置し、カムチャッカ半島付近に発達した低気圧がみられ、その南西側では大陸の沿海州から北海道方面に高圧部が張り出しているのが特徴的である。この SLP 分布に伴って、大気下層ではオホーツク海から本州東方を回り込むように北日本と東日本に寒気が入り込みやすい場が形成されている（図略）。SLP 分布を詳しくみると、南岸低気圧の北東側には北方から高圧部が張り出し、それに伴い北東風が吹く関東甲信地方には寒気が入りやすい状況が作られていることが分かる。実際関東内陸部や甲信地方の地表付近では、広く 0℃前後のエリアに覆われている（図略）。このような北からの高圧部の張り出しは 850 hPa 面高度場でも確認され、関東甲信地方の対流圏下層では東風成分が入りやすい場が形成されている。850 hPa 面の水蒸気量（比湿）と水蒸気フラックスをみると、南岸低気圧の前面で南西方向から 100 $gm^{-2}s^{-1}$ 超の流入、その北側は東方向からの流入がみられ、関東甲信上空で水蒸気フラックスの収束が予想される（図 1 右）。

以上は 5 事例の平均的描像であり山梨県付近に大雪をもたらす必要条件とも言える。山梨県で際立って降雪量の多かった 2014 年 2 月 14-15 日の事例を改めてみると、SLP 場や水蒸気フラックスの分布は 5 事例平均のパターンと大きな相違はみられない（図略）。つまり後半の降雪は他事例と同様の南岸低気圧による降雪過程であったことが予想される。他 4 事例の降雪継続時間は 12-15 時間程度であるが、今回の記録的大雪事例では 30 時間近く降雪が継続しており。南岸低気圧接近前の降雪前半のプロセスを解明する必要があり、循環場変動の視点も含めた解析を進めていく予定である。

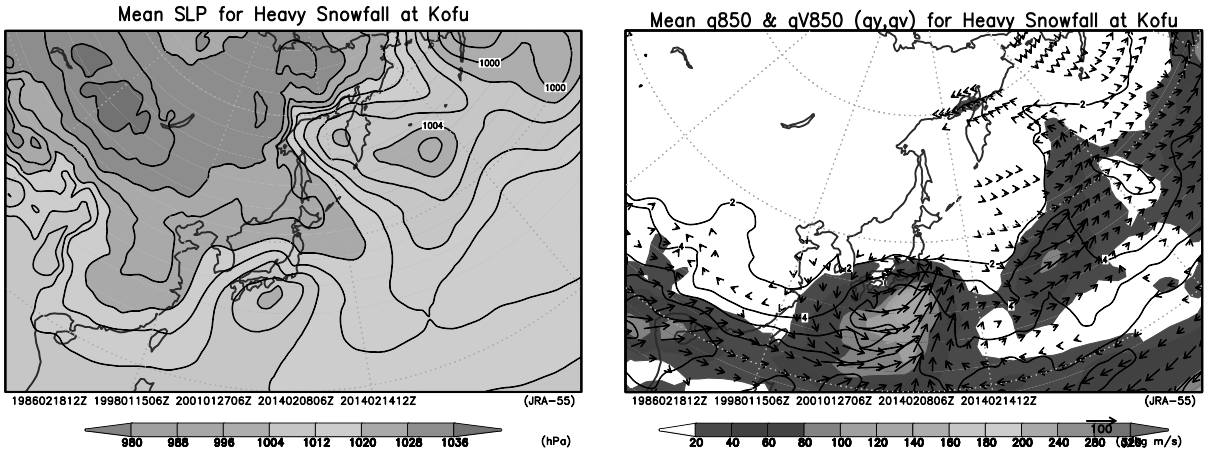


図 1. 甲府市で大雪となった 5 事例平均の（左）海面気圧（SLP: hPa）、（右）850 hPa 面の比湿（g/kg: 等値線）及び水蒸気フラックス（$gm^{-2}s^{-1}$: カラーと矢印）。5 事例の日時は 1986 年 2 月 18 日 21 時、1998 年 1 月 15 日 15 時、2001 年 1 月 27 日 15 時、2014 年 2 月 8 日 15 時、2014 年 2 月 14 日 21 時（いずれも日本時間）。

本研究は、科学研究費（特別研究促進費）「2014 年 2 月 14-16 日の関東甲信地方を中心とした広域雪氷災害に関する調査研究」の助成を受けています。

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

19

冬季日本海側に発生した帯状降雪雲の特徴
—2013 年 1 月 9 日の事例—

畠山光 [1]，本田明治 [2,3]，岩本勉之 [2,4]，浮田甚郎 [2,3]
1：新潟大院，2：新潟大学自然科学系，3：新潟大学災害・復興科学研究所，4：国立極地研究所

1. はじめに

新潟県柏崎市において、2013 年 1 月 8 日～17 日の 10 日間、39 回のレーウィンゾンデによる高層気象観測（以後、ゾンデ観測）を実施した。観測期間中は冬型の気圧配置の継続と気圧の谷の通過により、柏崎付近では断続的に降水、降雪が続いた。そのうち、今回は、海岸部に帯状の雪雲が停滞し、柏崎市に一晩で 30 ㎝の集中降雪をもたらした 2013 年 1 月 9 日の事例について着目する。本研究では、ゾンデ観測および数値実験により得られたデータを用いて、停滞した帯状降雪雲の 3 次元構造の特徴を明らかにすることを目的とする。

2. 使用データと数値実験設定

ゾンデ観測による高度、気温、湿度、風向、風速を用いた。

また、数値実験には NCEP および NCAR が開発した数値モデル WRF（Weather Research & Forecasting Model）3.5.1 版（Skamarock et al., 2008）を用いた。第 1 領域を日本海含む日本周辺、第 2 領域を本州北部、第 3 領域を新潟周辺と設定し、格子点間隔をそれぞれ 9 ㎞、3 ㎞、1 ㎞とした。計算期間は 8 日 21 時～10 日 9 時（JST）で、データの出力間隔はすべて 30 分ごととした。図 2、図 3、図 4 では第 3 領域の結果を用いている。

3. 気象状況および結果

9 日午前に気圧の谷が通過し、その後冬型の気圧配置となり、午後から 10 日未明まで上中越の海岸部に帯状の雪雲が停滞した。その間柏崎に約 30 ㎝の降雪がもたらされた。9 日 21 時のゾンデプロファイル（図 1）によると、地上 2500m までは風速 10m/s 以下の北東風で、その上空には西風が卓越していた。

全国合成レーダーや地上気象観測による当日の日降水量から、上越と柏崎で強い降水が見られ、数値実験結果でも同じ領域で降水を確認した（図 2）。

数値実験では、9 日の 14 時と 19 時の 2 回、海岸線に沿う帯状の上昇流帯が到達し、特に 19 時からは 4 時間に渡って停滞する様子を再現した（図 3）。この上昇流帯は、下層で陸から吹く北東風と季節風が収束し続けることによって長時間停滞していたことが分かった（図 4）。このとき、上昇流は 700hPa 程度（約 2900m）まで達していた。この上昇流により、雪雲が形成され続けていたと推測できる。そして 21 時のゾンデ観測では、上空 2500m まで北東方向に吹く弱風層を観測したことから（図 1）、帯状収束雲を停滞させた北東風を捉えられていたと考えられる。Nakai et al.,（2005）によると、雪雲は 6 種類に分類されると示している。そのうちこの帯状収束雲は、海岸付近に停滞するという特徴を持つ D モードと呼ばれる雪雲であると考えられる。そのため、今後は D モードに分類されるかどうか検討するためも、似た特徴を持つ他の事例と比較しながら、より詳細に解析を行う必要がある。

参考文献

Skamarock, W. C. et al., 2008: NCAR Tech.Note, NCAR/TN-475+STR, 125pp.

Nakai et al.(2005). A classification of snow clouds by Doppler radar observations at Nagaoka, Japan. SOLA, 1, 161-164

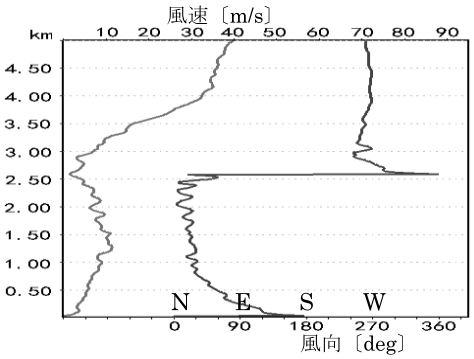


図 1. 2013 年 1 月 9 日 21 時における風向、風速の鉛直プロファイル。

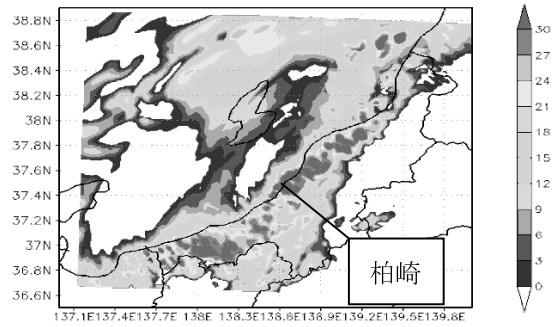


図 2. 2013 年 1 月 9 日 21 時における反射強度。

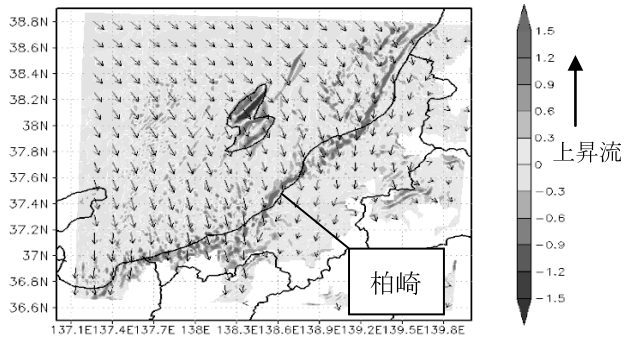


図 3. 2013 年 1 月 9 日 21 時における 925hPa 面鉛直風速（m/s）。

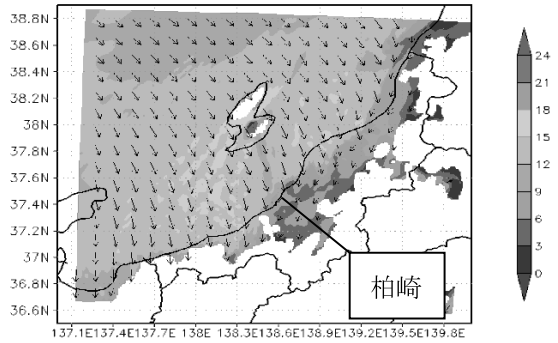


図 4. 2013 年 1 月 9 日 21 時における 975hPa 面水平風速（m/s）。

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

20

北極海の海氷変動と日本の降雪パターンとの関係

○ 岩本勉之 (極地研／新潟大・理) ・本田明治 ・浮田甚郎 (新潟大・理)

1. はじめに

北極海の海氷変動は広く北半球中緯度域の気候に影響を及ぼし得ることが、近年の研究によって明らかになっている。例えば、ユーラシア大陸沿岸域、特にバレンツ～カラ海 (BK) の夏～秋季海氷面積が減少すると、続く冬季にシベリア高気圧が発達し、それに伴う寒気移流によって極東域が低温偏差になることが知られている (Honda et al., 2009)。また、この低温偏差が西日本を中心に多雪傾向をもたらすことも指摘されている (岩本ら, 2014)。一方、近年の夏季海氷面積の減少は、東シベリア海 (ES) などの北極海太平洋セクタでも顕著である。そこで本研究では、BK と ES の夏季海氷域面積変動と、北半球大気循環場、日本の降雪分布の変動との関係を調べた。

2. データ

解析には、日本国内のアメダスによる日降雪深のデータを、12 月から翌年 2 月まで積算した冬季積算降雪深を用いた。解析期間は 1986/87 年から 2012/13 年までの 27 冬季とし、この期間の平均の冬季積算降雪深が 100cm に満たない地点を除外した 185 地点のデータを用いた。大気循環場は再解析データ ERA-Interim の月平均値を、海氷データは HadISST をそれぞれ用いた。解析に際し、全てのデータから解析期間の線形トレンドを除去した上で統計量の計算を行った。

3. 結果

9 月の BK と 10 月の ES の平均海氷面積の年々変動 (それぞれ BKI と ESI) を図 1 に示す。ともに解析期間内に減少傾向となっているが、トレンドを除去した変動成分に関して両者はほぼ無相関 (r=0.05) であり、同じユーラシア大陸沿岸域でありながら、これらの海域の夏～秋季の海氷変動は独立であるといえる。回帰分析により、BK で海氷が減少すると、続く冬季はシベリアで高気圧偏差となり、冬季東アジアモンスーンが強化される傾向があることがわかった (図略)。また、BK での海氷減少によって日本の日本海沿岸地域では冬季降雪深が増加する傾向があり (図 2a)、冬季東アジアモンスーンの強化と整合的であった。一方、ES における海氷減少は正位相の北極振動パターンをもたらす傾向となった (図略)。過去の研究からは、北極海の海氷域面積の減少により、負位相の北極振動パターンとなることが指摘されているが、この解析はこれと逆の傾向となっている。また、ES での海氷変動は北海道の太平洋沿岸域の降雪深変動と有意な正相関となった (図 2b)。この領域の降雪は主に北海道南岸を通過する低気圧によってもたらされることから、ES での海氷変動が北極振動の変動と関連して日本付近の低気圧活動に影響を与えていることが示唆される。

本研究の結果は、海氷変動が起こる海域によって大気循環場や日本の冬季降雪パターンが大きく異なることを示唆している。今後、海域による大気の応答パターンの違いについて解析を行う必要がある。

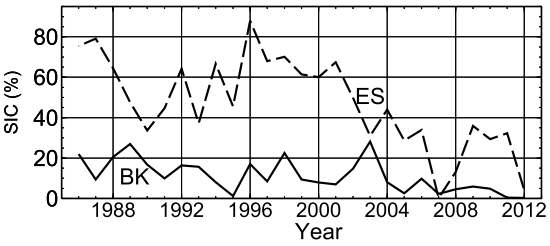


図 1: 9 月のバレンツ～カラ海 (BK; 72–82°N, 30–100°E) および 10 月の東シベリア海 (ES; 72–82°N, 140°E – 180°) の平均海氷密接度 (SIC) の年々変動。

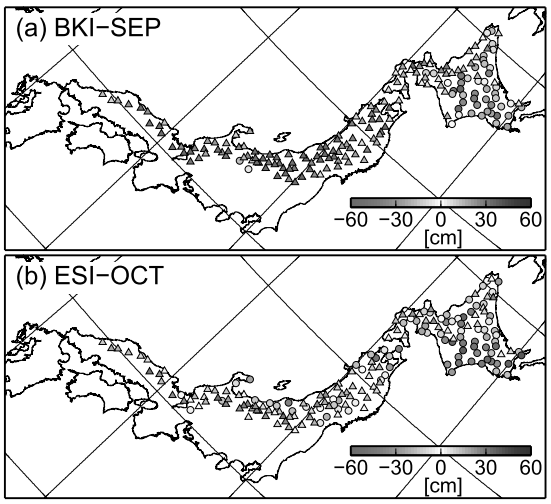


図 2: (a) 9 月の BK および (b) 10 月の ES の平均海氷密接度に回帰した冬季（DJF）積算降雪深の回帰係数。海氷密接度の 1 標準偏差分の変動に対する降雪深の変化量を示し、回帰係数の符号が正と負の箇所をそれぞれ丸と三角で表す。

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

北陸地方における大気環境中の粒子状物質およびガス状物質の動態

山崎暢浩・松原弘樹・金聖鈞・渡辺幸一　(富山県立大学)

１．はじめに

近年、日本海沿岸域にアジア大陸からの大気汚染物質が多く越境輸送されてきている。汚染大気中に含まれる代表的な物質である硫酸エアロゾル(Sulfate)、オゾン(O_3)、二酸化硫黄(SO_2)と同様に、最近ではメディアでも多く取り上げられている $PM_{2.5}$ もアジア大陸から多く輸送されてきている。ここで硫酸エアロゾルは $PM_{2.5}$ の主成分の一つである。また 2010 年以降桜島の火山活動が活発化しており、硫酸塩粒子を多量に含む噴煙が北陸地方に輸送されていることも確認されている。硫酸エアロゾルなどの吸湿性粒子は、雲粒を形成する際の雲核として働き、降雨・降雪を酸性化させる原因となる。本研究では富山県小矢部市および射水市において、粒子状物質およびガス状物質などを測定し、越境汚染や噴煙の影響や、大気汚染物質の起源などについて考察する。

２．方法

富山県射水市において、PARTISOL-FRM MODEL2000 PM-2.5 AIR SAMPLER により、大気中の粒径 2.5 μm 以下の微小粒子を採取し、純水中へ抽出後、イオンクロマトグラフ法によってイオン成分を測定した。粒子個数濃度の測定には、オプティカル・パーティクル・カウンター(OPC)を用いて 5 段階粒径別(0.3μm～、0.5μm～、1.0μm～、2.0μm～、5.0μm～)に測定した。硫酸エアロゾルの計測は、乾式の気化還元法-紫外蛍光法の測定機であるサルフェイトモニター(Thermo Fisher Scientific 社製サルフェイト濃度測定装置 Model 5020 SPA)で行った。二酸化硫黄 (SO_2)の計測には、乾式の紫外線パルス蛍光法による二酸化硫黄自動計測計で行なった。オゾン(O_3)の計測は、紫外線吸光方式(紀本電子工業社製　Model OA-683)で行った。

３．結果と考察

2014 年 5 月下旬から 6 月上旬の小矢部市において、高濃度の SO_2 、O_3 、SO_4^{2-}および NH_4^+が観測された。後方流跡線解析の結果から、この期間、東アジア大陸の工業地帯からの越境汚染の影響を受けていたものと考えられる。2014 年 7 月下旬において、高濃度の SO_2 、SO_4^{2-}および NH_4^+が観測された。しかし同期間における O_3 濃度は、低濃度であったことから、人為起源が原因ではないと考えられる。2014 年 7 月 18 日、19 日に、桜島昭和火口において、大きな噴火があり、その時の気塊が北陸地方に輸送されていたものと考えられる。

Fig.1 に、2015 年 2 月の小矢部市における SO_2 濃度(1 時間値)および粒子個数濃度(15 分値)の時系列を示す。2 月中旬において、高濃度の SO_2 および粒子個数濃度が観測された。後方流跡線解析の結果、モンゴルの乾燥地帯および、渤海沿岸域の工業地帯を通過して大気が輸送されていたことがわかった。また 2 月下旬において、高濃度の粒子個数濃度が観測されたが、SO_2 においては低濃度であった。2 月上旬と同様、モンゴルの乾燥地帯および、渤海沿岸域の工業地帯を通過して大気が輸送されていたと考えられ多が、汚染起源から長時間かけて北陸地方に大気が輸送されたため、ほとんどの SO_2 が SO_4^{2-}に酸化されていたものと考えられる。大陸から輸送される硫酸エアロゾルなどが雲核となり、降雪が酸性化し、豪雪地帯である北陸地方の自然環境に影響を与えていることが予想される。

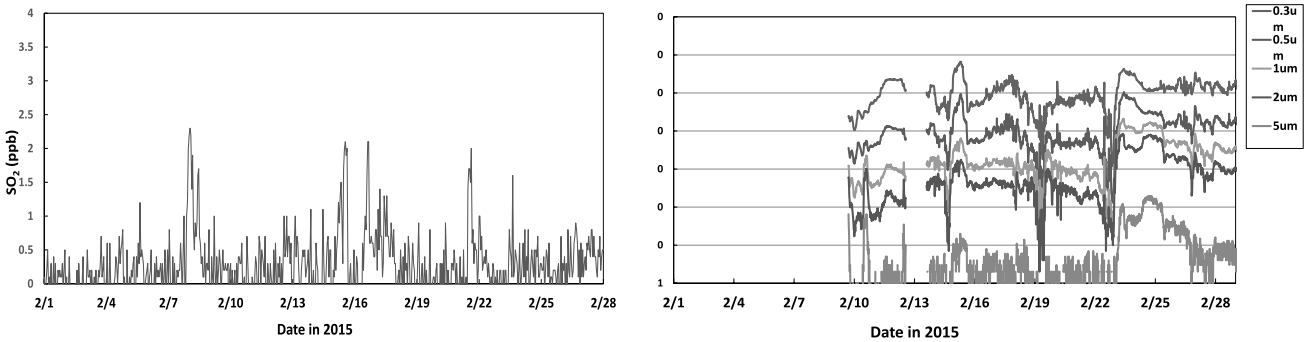


Fig.1　2015 年 2 月の小矢部市における SO_2 濃度（左図）および粒子個数濃度（右図）の時系列

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

22

2014-15 冬期の雪氷災害発生状況調査

○ 上石勲、安達聖、山口悟、本吉弘岐、石坂雅昭、山下克也、中村一樹(防災科研)

1. はじめに

2014-15 冬期は、2014 年 12 月の徳島県、岐阜県高山市の着冠雪災害、平成 2015 年 1 月の宮城、山形、新潟県での雪崩災害や建物被害、北海道道東地方の大雪と長期吹雪災害、1 月～2 月の大雪による新潟県内の建物被害など、各地で多くの人的・物的被害が出た(図 1)。

2. 雪氷災害発生状況

2014-15 冬期は、日本各地で大雪となっている、とくに、新潟県の山沿いをはじめ北陸・東北地方の山沿いと北海道道東地方で大雪となっている(図 1)。2014 年 12 月の徳島県と岐阜県高山市での大雪による被害では、樹木への着雪⇒その後の大量降雪による冠雪⇒倒木⇒電線切断による停電⇒道路除雪困難⇒長期停電、長期孤立と災害が連鎖した。とくに徳島県では、山間部の集落が孤立し高齢者が亡くなるという事故が発生した。生活道路が急勾配で幅が狭く、集落も点在しており、電話も IP 電話で停電によって連絡がつかなかったことも災害を大きくした原因と考えられる。

図 2 に雪氷防災研究センターで測定している積雪重量の変化を示す。雪が多くてしかも重いため、新潟県内では 73 棟の建物被害が出た。空き家の倒壊も目立っており、大きな社会問題となっている(図 3)。これは、山間部で雪が多いことと、降雨も多かったことも原因の一つとなっていることが推定される。

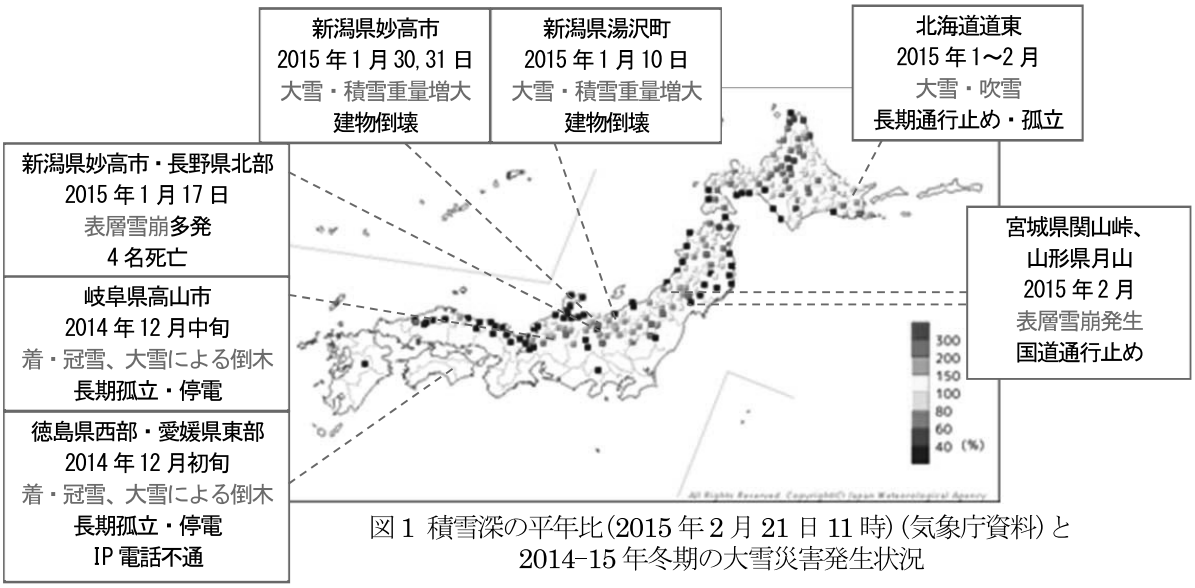


図 1 積雪深の平年比(2015 年 2 月 21 日 11 時)(気象庁資料)と 2014-15 年冬期の大雪災害発生状況

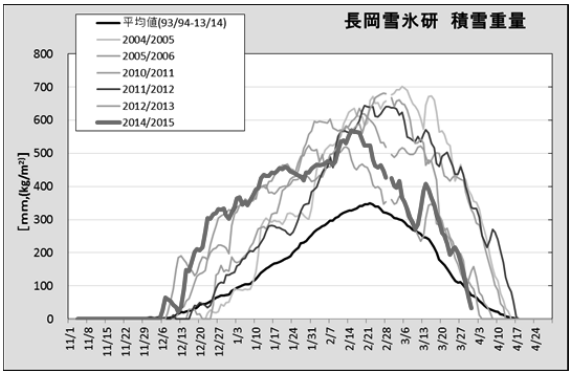


図 2 積雪重量の変化
(赤:今冬，黒:過去 21 年平均)

図 3 空き家の倒壊（新潟県 1 月 15 日）

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

御嶽山 2014 年噴火に対する雪氷･火山複合災害の視点からの取り組み

○河島克久・伊豫部勉・松元高峰・片岡香子・和泉薫（新潟大学）
佐々木明彦・鈴木啓助・齋藤武士（信州大学）

１．はじめに

御嶽山は2014年9月27日に水蒸気噴火を起こし，死者56名，行方不明者7名を出し，戦後最悪の火山災害となった．御嶽山のような多雪地域の活火山では，積雪期には，噴火による融雪型火山泥流や融雪・ＲＯＳに伴う雪泥流などの突発的現象とその災害が懸念される．しかし，これまでの火山防災では，噴火現象そのものへの関心に比べて，噴火に伴って発生する現象や噴火後の土砂輸送等についての関心は低く，研究や防減災対策が十分に行われてきたとは言い難い．そこで新潟大学と信州大学の研究グループでは，御嶽山を対象として冠雪火山の雪氷・火山複合災害に関して，雪氷学・水文学・火山地質学・災害科学の視点からの取り組みを開始した．本発表ではそのアウトラインを述べる．

２．御嶽山田の原における積雪期の気象・積雪観測

御嶽山７合目田の原（標高 2190 m）に気象･積雪観測システムを設置し，積雪深，気温，相対湿度，短波長放射量（上下），長波長放射量（上下），風向風速，地温等のデータのリアルタイムモニタリングを 2014 年 11 月 13 日に開始した．降水量については，同箇所にアメダス御嶽山があるため，それを使用することとした．観測は 2015 年５月まで行い，得られたデータに基づいて積雪深変化の特徴，降水特性，融雪特性等を調べた．この解析結果の一部については，本大会において松元らが報告する．

３．御嶽山濁川における水文・土砂流出観測

火山噴火によって噴出物が堆積した流域では，その後，長期間にわたって水や土砂の流出特性が変化し，土石流等の災害を引き起こす可能性も高いと考えられる．そこで，今回の火口や火砕流の堆積域の下流にあたる濁川（王滝川支流）において，2014 年 11 月から 2015 年５月まで水位のモニタリング，電気伝導度，pH，浮流土砂濃度の測定などを実施した．河床の条件が非常に不安定なため，自記計測による長期モニタリングは難しいが，噴火後の土砂輸送特性の長期的な変化傾向を明らかにするために，現地での断続的な計測・サンプリングは今後も継続する予定である．

４．御嶽山におけるスノーサーベイ

火山噴火に伴い発生する融雪型火山泥流などの土砂災害は，被害を及ぼす範囲や被害の程度が，噴火の規模のみならず積雪量によって大きく異なるため，火山周辺における積雪分布特性を把握しておくことが重要である．そこで2015年2月～4月に御嶽山の北，南，南東，東斜面においてスノーサーベイを合計4回実施した．その結果得られた積雪水量の標高依存性や斜面方位による違いについては，本大会において伊豫部らが報告する．

５．積雪期火山防災情報プラットフォームの公開

御嶽山田の原における気象・積雪観測監視情報とともに，官民の多機関からインターネットを介して発信される火山防災情報，行政による監視情報等をリアルタイムで収集・集約・視覚化し，行政や市民が相互に利用しあえる基盤的な仕組みとして「御嶽山積雪期火山防災情報プラットフォーム」を構築し，2014年12月12日に公開した（右図）．この中では簡易なモデルを用いて推定した1時間融雪量・積雪底面流出量も表示し，雪泥流や火山土砂流出現象の監視に役立ててもらうこととした．

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

御嶽山南東斜面（田の原）における積雪・融雪の特性

○松元　高峰・河島　克久・伊豫部　勉・和泉　薫（新潟大学災害・復興科学研究所）
佐々木　明彦・鈴木　啓助（信州大学理学部）

1. はじめに

日本の山岳地域における積雪の空間分布と堆積・融解過程については，北海道大雪山における一連の観測研究（例えば山田ら，1978）のほか，各地で研究例がある．長野県南西部に位置する御嶽山は，飛騨山脈の南端に連なる 3000m峰であり，その山腹に4つのスキー場を抱える積雪地域でありながら，しかし降雪・積雪・融雪の特性に関する知見は，今のところ極めて限られている．そこで本研究では，2014/15 冬季に実施した気象・積雪観測の結果に基づいて，御嶽山南東斜面における季節積雪の堆積・消耗過程の特徴を示すことを目的とする．

2. 研究方法

御嶽山の南東側山腹に位置する田の原駐車場（長野県王滝村；標高 2190 m）に気象観測ステーションを設置し，2014 年 11 月 13 日から 2015 年 5 月 18 日まで自記計測を行なった．観測項目は気温，相対湿度，全天日射量，反射量，風向，風速，積雪深，地温（全期間）と，大気放射量，地球放射量（2015 年 2 月以降）である．降水量は，同じ田の原駐車場に設置されているAMeDAS 御嶽山の計測値を用いた．また，2014 年 9 月の噴火に伴なう入山規制範囲が縮小された 2015 年 2 月下旬以降に，積雪断面観測と積雪水量調査を 2 回実施した．

3. 結果

田の原においては 12 月上旬に根雪となり，小さな増減を繰り返した後，3 月 12 日に最大積雪深 203cm に達した．日降雪水量が 10 mm を越えるような顕著な降雪イベントは，すべて低気圧（日本海低気圧・南岸低気圧・二つ玉低気圧）の卓越する気圧配置の下で発生した．一方，冬型の気圧配置の下では，少なめの降雪がある場合と，降雪のない場合とがみられた．降雪により積雪深が増加した直後に，しばしば急激な積雪深の低下が見られるが，これは強風によって雪面が削剥されたものと推測される．

3 月後半以降，田の原では気温が 0℃を上回ることが多くなって融雪が進み始め，4 月 21 日に消雪した．この期間中，3 月 18～19 日，4 月1～7 日，4 月 13～14 日，4 月 19～20 日に，顕著な降雨（Rain-on-Snow）イベントが発生したが，田の原における積雪のほとんどはこれらのイベント中に融けたことが図1から明らかである．融雪期を通した表面熱収支において乱流伝達熱の寄与が大きいことが，この地点の融雪過程の特徴ということができる．

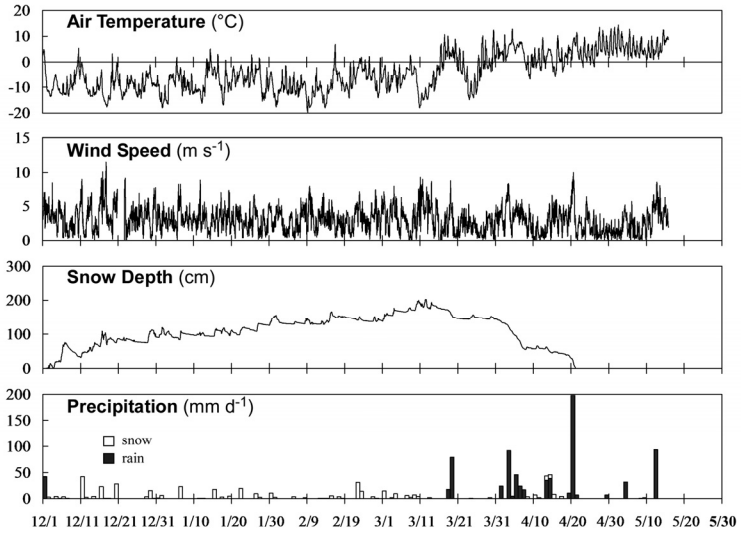


図1　田の原における気象・積雪観測結果（2014 年 12 月～2015 年 5 月）．降水量は AMeDAS 御嶽山の計測値を用い，気温が 1.5℃以上の場合を降雨，1.5℃未満の場合を降雪とした．

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

御嶽山周辺における積雪水量の高度分布

○伊豫部勉・河島克久・松元高峰・和泉薫（新潟大学災害・復興科学研究所）
佐々木明彦・鈴木啓助（信州大学・理学部）

１．はじめに

2014 年 9 月 27 日に発生した御嶽山噴火は，60 名以上の登山者が死者・行方不明となる大惨事となった．また最近では，蔵王山・吾妻山・箱根山周辺でも火山性活動が高まり，噴火への警戒体制が強められている．火山噴火に伴い発生する現象は多様であり，特に積雪地域では，火砕流等による急激な冠雪の融解により，多量の泥水が岩石や樹木を巻き込みながら山腹を流れ下る融雪型火山泥流が発生する場合がある．火山斜面における積雪量は泥流の流出規模を規定する要素のひとつであり，火山一帯の積雪分布に関するデータの蓄積は泥流発生因子としての積雪の役割を評価する上で重要なことである．著者らは，火山斜面における積雪分布特性を把握することを目的として，2015 年 2 月から 4 月にかけて御嶽山でスノーサーベーを実施したので，この調査結果について報告する．

２．観測地域・方法

現地調査は，2015 年 2 月 9～10 日，2 月 26 日，3 月 16～17 日，4 月 7～8 日の計 4 回，御嶽山の北，南，南東，および東斜面にて実施した．積雪調査地点は，標高 885m～2,196 地点の間で各斜面 3～5 地点の観測定点を設けたが，調査日の天候や消雪によって測定できなかった斜面や地点もあった．各地点における積雪水量と全層平均密度は，円筒型のスノーサンプラーを用い，コア重量を測定することで求めた．測定は各地点で 3 回行いその平均値を測定値とすることを基本としたが，測定ごとにばらつきが大きい場合には測定回数を適宜増やした．

３．調査結果

図 1 に御嶽山南東斜面（標高差 1,311m）で得られた全層平均密度の季節変化を図 1 に示す．全層平均密度は 2 月では 300 kg m^{-3} 以下であったが，時期が進むにつれて増大し，融雪最盛期の 4 月には 450～500 kg m^{-3} に達した．また，特定の調査日の全層平均密度には標高の違いによる大きな違いが見られないことから，標高に依存せず一定値として扱える可能性がある．なお，3 月の観測結果がその前後に比べて若干小さな値になっているのは，調査日前の多量降雪に伴い新雪層が形成されたためと考えられる．一方，斜面方位別にみた積雪水量と高度との関係について，3 月の調査結果を図 2 に例示する．積雪水量はいずれの斜面においても標高とともに直線的に増加し，積雪水量には標高依存性が認められる．また，積雪水量を斜面方位別にみると，同標高においては北斜面の方が他の斜面に比べて 100 mm 程度多くなっている．このことは，3 次元的な広がりを持つ山地の積雪水量分布を推定するうえで，標高に加えて斜面方位の効果も無視できないことを意味する．今後は，個々の降雪の高度分布の特徴が総観気象とどのような関係にあるのかを斜面別に詳しく検討していく必要がある．

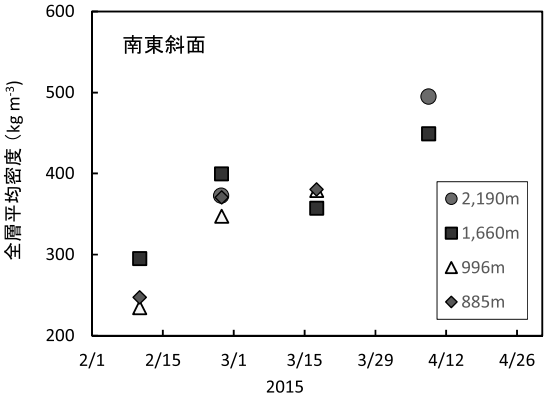


図1　南東斜面における全層平均密度の推移

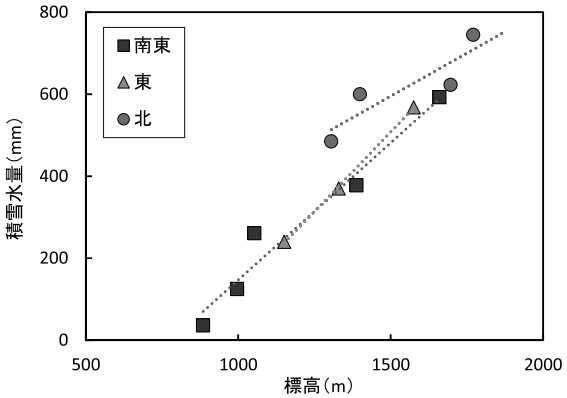


図2　斜面別にみた積雪水量と標高との関係
（2015 年 3 月 17 日）

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

中部山岳地における積雪の地域特性の研究
～等価積雪密度の地域特性～

○池田慎二・松下拓樹（土木研究所）・和泉薫（新潟大学）

１、はじめに

積雪は地域によって量・質共に大きく異なる。積雪の地域特性を知ることは水資源の有効利用、雪氷防災の観点から重要でありこれまでにも積雪の地域特性に関する研究は行われているが、それらは平地を対象としたものであった。本研究の目的は中部山岳地における積雪の地域特性を明らかにすることである。さらに今冬より、より多様な気象条件下における積雪の特性を明らかにするため、新潟県糸魚川市能生地区に標高別（60 m、100 m、200 m、500 m）に観測点を設けた。

２、観測方法

図１に示した６箇所（9 地点）において１か月に１回の頻度で全層の積雪断面観測を行った。栂池はしまり雪、志賀・乗鞍はしまり雪・こしもざらめ雪、駒ヶ根・蓼科はしもざらめ雪、能生はしまり・ざらめ雪が卓越する地域である。

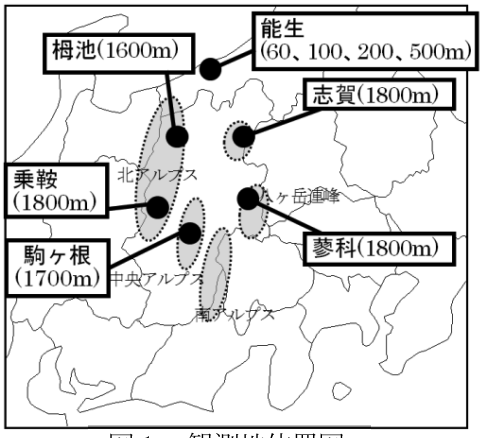


図１　観測地位置図

３、今冬の積雪水量と過去の比較

2008～2015 年冬期における各地の最大積雪水量を図２に示す。今冬は、厳冬期においても南岸低気圧の通過に伴う降雪が度々みられたため内陸地域（乗鞍、駒ヶ根、蓼科）の積雪水量が大きかったのではないかと思われたが、日本海側の栂池においても積雪水量は多かった。栂池、志賀、駒ヶ根においては観測期間における最大値であったがそれ以外の地域においては観測期間における最大値ではなく、全般的に今年の積雪水量が顕著に多いわけではなかった。

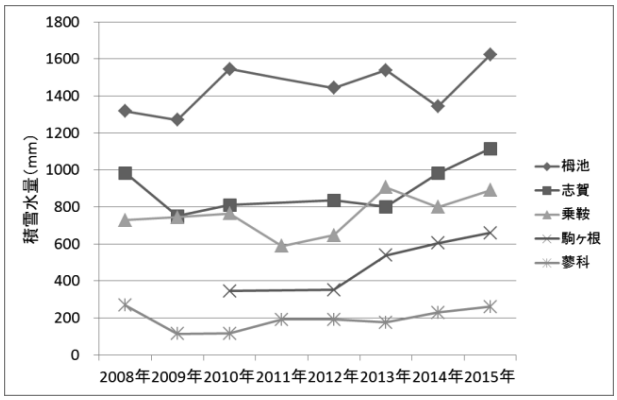


図２　2008～2015 年冬期における各地の最大積雪水量

４、今冬における各地の等価積雪密度

図３に今冬における各地の等価積雪密度と建築や雪崩対策施設の設計において使用されている積雪深と等価積雪密度の関係を示す。等価積雪密度とは、対象地における単位面積当たりの最大積雪水量を最深積雪深で除したものであり、建築物や雪崩対策施設を設計する際に最大積雪深から最大積雪荷重を求める目的で利用されている。従来、等価積雪密度は最大積雪深と相関が高いと考えられていたが、図をみるとその値は地域によって大きく異なり、必ずしも積雪深と相関があるわけではないことがわかる。これには各地における雪質の差異が大きく関係していると考えられ、積雪深以外に雪質に影響すると考えられる気温、温度勾配、降雨量等の要素を加えることによって、より対象地に適した等価積雪密度を設定することが可能になると考えられる。

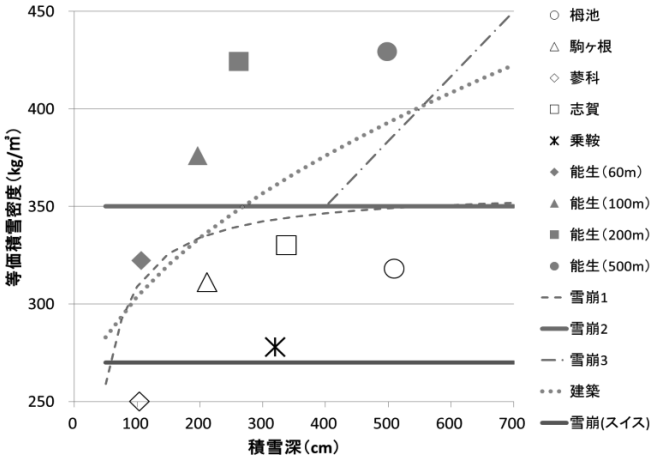


図 3　2015 年冬期における各地の等価積雪密度と各分野において使用されている等価積雪密度
※最大積雪水量は月に 1 回の観測、最深積雪深は 1 時間に 1 回の観測による。

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

マルチコプターを用いた積雪地表面の変動に関する観測

○杉浦幸之助（富山大）・和田直也（富山大）

1．はじめに

積雪は，裸地や森林というように地表被覆に違いがあっても，地表を覆うように降り積もり，形成される．強風が吹くと，一旦降り積もった雪粒子は空中を舞い，昇華蒸発が活発に生じることになる．同時に，積雪の削剥や堆積，あるいは植生への着氷着雪の成長や剥離が生じて，地表面のアルベドが急変することになる．これにより，接地境界層の水熱収支に大きな影響を与えることになると考えられる．

一方，各国の気候モデルによる地表面アルベドの季節変化を比べると，特に積雪森林域でモデル間に大きな相違が見られている．また衛星観測による積雪検知の精度は，植生密度が高くなる森林域で低下している．

そこで本研究では，樹冠上及び急峻な地形での広範囲にわたる積雪地表面アルベドを定期的に測定していくために，今回マルチコプターを導入して空中観測を試みたので報告する．

２．観測方法

異なる地表面状態を対象とするために，広範囲にわたる雪原と森林域や起伏に富む急峻な地形を有する北アルプスの日本海側富山県山域を観測対象地域とした．2014 年 11 月の堆雪期及び 2015 年 4 月の融雪期に，立山のふもとから広がる溶岩台地の弥陀ヶ原高原（標高約 1,600m から 2,100m）で空撮を行った．マルチコプターは，DJI 製 PHANTOM2 に GoProHERO3+を搭載している．マルチコプターの位置情報を保存するために，小型 GPS も搭載した．

３．結 果

空撮画像（図 1）から，弥陀ヶ原は地表面を覆うように雪が積もり，樹高の高いオオシラビソなどの樹木が見えている様子がわかる．また，一部の樹木には冠雪が見られる．今回の観測により，高解像度の画像を入手することができ，マルチコプターによる観測研究の有効性を確認することができた．今後は，消雪までさらに数回にわたる空撮を弥陀ヶ原で予定している．これにより，森林域を含む起伏に富んだ積雪地表面のアルベドの時空間変化の実態把握へと進める予定である．

図 1 2014 年 11 月の空撮画像.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

高山帯での山火事の発生による土壌の凍結融解サイクルの激化

○佐々木明彦・鈴木啓助（信州大学理学部）

1. はじめに

2009 年 5 月 9 日に白馬岳の高山帯において発生した山火事によって，ハイマツ群落や草本群落の一部が焼失した。ハイマツの焼失に伴う根系の弱化によって新たな土砂移動の発生がとくに懸念されたが，山火事の直後に土砂移動はほとんど生じなかった。しかし，ハイマツの葉が焼け落ちたことで，地温状況には明らかな変化が生じ始めた。本発表では，ハイマツ焼失後に認められた地温状況の変化について報告する。

2. 方法

山火事によって焼失したハイマツ群落と，その直近の焼失していないハイマツ群落に，それぞれ温度センサーを設置した。温度センサーは，リター内，1cm 深，10cm 深，40cm 深に埋設した。また，両群落の周囲にみられる草本群落や砂礫斜面の 1cm 深にも温度センサーを埋設し，1 時間インターバルで観測した。

3. 結果と考察

山火事発生直後の 2009 年や 2010 年の地温状況は，焼失ハイマツ群落と非焼失ハイマツ群落とで大きな違いは認められなかった。しかし，山火事発生から 2 年後の 2011 年夏季以降に非焼失ハイマツ群落に比べ焼失ハイマツ群落における地温の日較差が大きくなり始めた（図 1）。また，日平均地温も，非焼失ハイマツ群落に比べ，焼失ハイマツ群落では夏季に高く冬季に低くなるようになった。それは 1cm 深で最も顕著であることが明らかとなった。非焼失ハイマツ群落，焼失ハイマツ群落とも 2009 年や 2010 年では，10 月～11 月の凍結移行期に 1cm 深での日周期の凍結融解は生じなかったが，2011 年の 10 月～11 月に焼失ハイマツ群落では 13 回の日周期の凍結融解が生じた。一方，同期間に非焼失ハイマツ群落の 1cm 深では日周期の凍結融解は生じなかった。このような土壌の地温状況は，2012 年および 2013 年の 10 月～11 月も同様で，焼失ハイマツ群落でのみ日周期の凍結融解が 10 回以上生じた。また，焼失ハイマツ群落では，2010 年と 2011 年の融解進行期には日周期の凍結融解は生じなかったが，2012 年以降の融解進行期にはそれぞれ 20 回ほどの日周期の凍結融解が生じた。

焼失ハイマツ群落の林床のリターの厚さは，2011 年にはおおむね 4cm であったが，2012 年には 2cm となり，2013 年と 2014 年には場所によっては 0.5cm 程度になった。山火事後にハイマツの焼失によってリターの供給が途絶えた結果，それまでに林床に存在したリターが流水で流出したほか，夏季地温の上昇に伴う乾燥化に起因して分解が進行し，その厚さは減少してきた。この結果，焼失ハイマツ群落では，リターによる地表の断熱効果が減じ，地温状況は裸地における地温状況に近づいている。焼失ハイマツ群落の林床では，今後土層の凍結融解による物質移動が顕著になっていく可能性が考えられる。

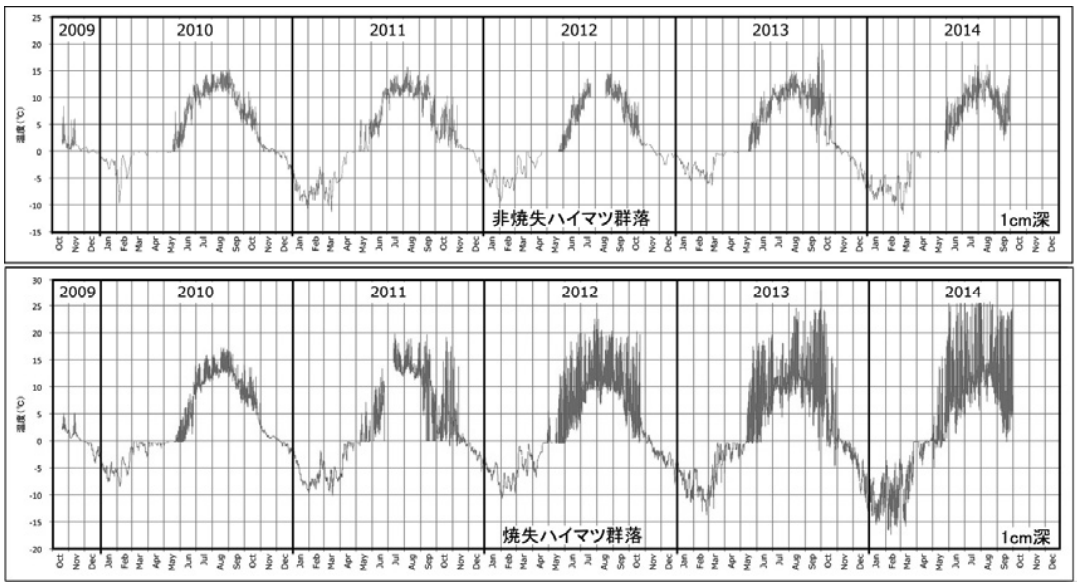


図 1　1cm 深地温の日較差の比較

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

コンパクトな雪結晶透過光撮影台

○藤野 丈志（(株)興和）・加藤 正明（長岡市立科学博物館）

1 はじめに

長岡市立科学博物館で実施している一般向け体験学習「うちの子を理科好きにしよう」では，平成 23 年度の冬期より雪結晶撮影教室をおこなっている．教室では，雪結晶透過光撮影台[1)]を使い，コンパクトデジタルカメラで雪結晶の透過光撮影等をおこなっているが，参加者が持参する様々なタイプのデジタルカメラに対応すべく，コンパクトな雪結晶透過光撮影台を工夫した．

2 撮影台の工夫

雪結晶透過光撮影台を図-1 に示す．カメラのフラッシュ光を光源として，雪結晶を透過光で撮影できるものである．デジタル一眼レフカメラでの撮影に合わせて，白いボールの大きさやアクリルの筒の高さを決めて作ったものであったが，コンパクトデジタルカメラでも問題なく撮影ができていた．いくつかのデジタルカメラで撮影した画像を確認すると，マクロ撮影機能が標準的についた最近のコンパクトデジタルカメラでは，フラッシュ光の照射範囲が広いものがあり，より小さな観察台でも上手く撮影できることがわかった．そこで，サイズの異なるいくつかの観察台で撮影を試したところ，図-2 に示す，白いボールの直径が 9 cm，アクリルの筒を省略しボールの上に直接プラスチック板やシャーレを置いた観察台でも，十分に透過光撮影が可能であることがわかった．

3 雪結晶撮影教室

平成 26 年度の雪結晶撮影教室では，白いボールの直径が 24 cm・12 cm・9 cm の雪結晶透過光撮影台を準備し，参加された方には，持参したデジタルカメラに合うものを，食塩の結晶による撮影練習を兼ねて選んでもらった．レンズとフラッシュ発光部が離れているカメラでは直径 9 cm の撮影台で問題なく撮影できた（図-3）．

実際の雪結晶撮影では，降ってくる雪結晶のほか，積もった雪粒子を撮影したり，これまでに考案されている観察・撮影方法を試したりしている．その教室の様子は発表にて紹介する．

1）藤野丈志（2011）：野外における雪結晶の簡易な透過光撮影，雪氷研究大会講演要旨集，Vol.2011，P3-30.

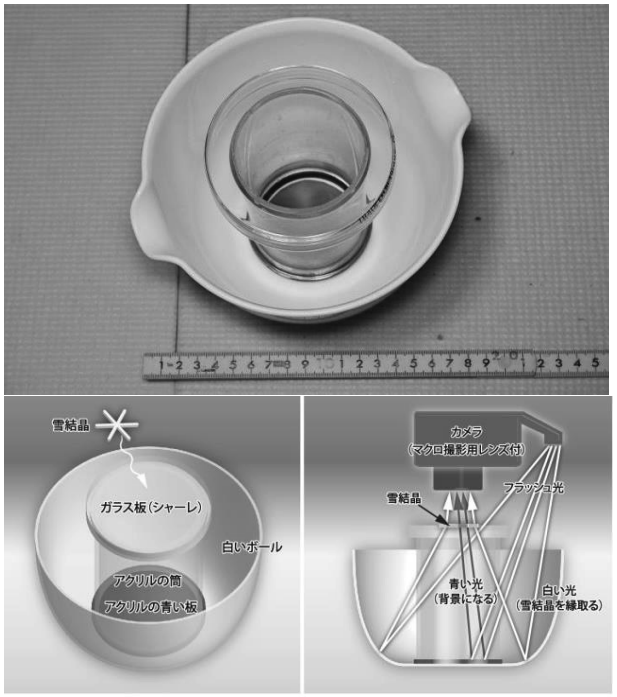


図-1 雪結晶透過光撮影台（上）と撮影原理（下）

図-2 コンパクトな雪結晶透過光撮影台

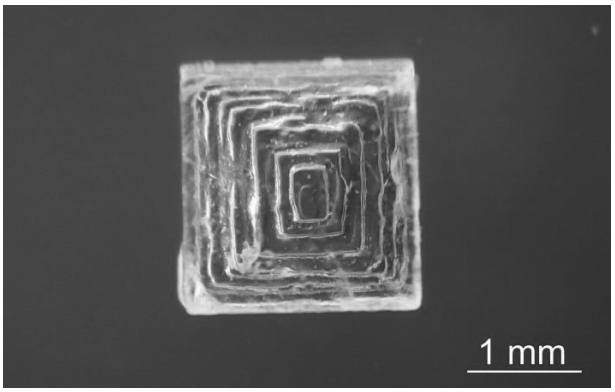


図-3 食塩の結晶による撮影例

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

30

雪かき道場が参加者に与える印象と支払い意志額の分析

鹿嶋功貴[*1]・○関健太[*1]・上村靖司[*2]

１．はじめに

一般に雪かきは「辛い」，「きつい」と言われるが，雪かき道場の参加者からは「楽しい」，「人のためになって嬉しい」という声を聞く．鹿島ら[1)]は，雪かき道場の参加者アンケートの自由記述欄に注目し，テキストマイニング分析を行い[2)]，参加者は「楽しい」という印象が強いことを裏付けた．本報告ではその結果を踏まえて，2015年冬に参加者に対して行った追加アンケートの分析結果を報告する．

２．テキストマイニング分析

2008～2014年のアンケート回答者596人中417人が自由回答欄に何らかの記述をしていた．雪かき道場の実施回数は約40回でそのうち28回分の自由記述データが残っていた．自由記述回答率は70%であり，そのデータを使用してテキストマイニング分析を行った．

図１に共起ネットワーク分析の結果を示す．図の実線の楕円で囲まれている部分に注目すると，「雪かき」「楽しい」という語が多く抽出されている（円が大きい），また比較的強い共起で結ばれている（線が太い）ことから，全体的に参加者が「雪かきを楽しい」と感じていた．　特に雪かき未経験者や非積雪地帯に住む人が多い初級参加者は，雪かきを新鮮な体験であると思い，楽しいと感じたのではないかと考えられた．

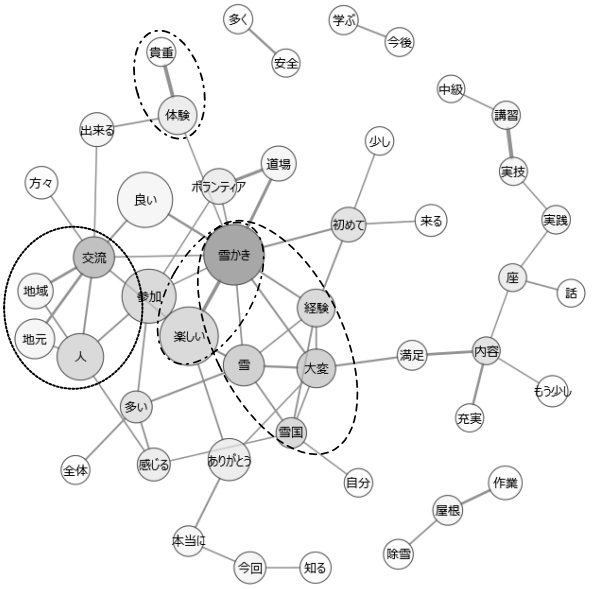


図１　アンケート全体の共起ネットワーク

３．2015年の追加アンケート

2015年の雪かき道場において，「楽しさ」を感じた内容について，「新鮮さ」「技術向上」などの６項目について５段階評価で記入するレーダーチャートによるアンケート調査を行った．結果を図２に示す．「新鮮さ」が特に初級で際立って高いスコアを示した．また，「新しい出会い」は級に関係なく4.0以上であり，人と人との交流が楽しさを感じさせる大きな要因になっていた．

参加者に「雪かき道場の参加費（食費・宿泊費を除く）として、支払える金額を記入してください」という質問をした結果，雪かき道場の通常の参加費である1000円よりも2000円以上高く支払ってもよいと考えていて，特に非積雪からの参加者ではさらに1000円高くてもよいと回答した．

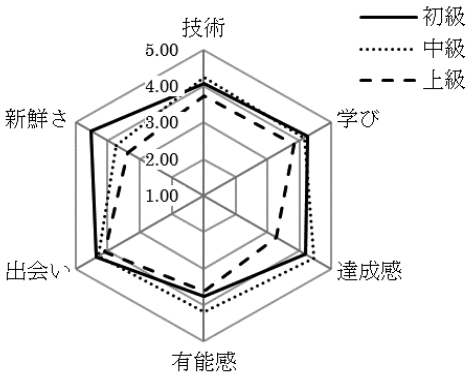


図２　級ごと平均のレーダーチャート

４．まとめ

2015年の雪かき道場参加者に対して，レーダーチャートを作成させた結果，初級参加者は「新鮮さ」が一番楽しい要因であり，高い値を示した．このことから，テキストマイニング分析の結果から考察した，「雪かき自体が初めての経験であり，新鮮なものであったから」ということは正しかったと言える．払ってもよいと思う参加費についての問いに対しては，参加者全体の平均では雪かき道場の通常の参加費1000円よりも2000円以上高く支払ってもよいと回答した．

これまで「辛い」，「きつい」と言われていた雪かきであるが，雪かき未経験者にとっては，新鮮な体験であることから，積極的に非雪国に向けて発信すべきである．

参考文献

1) 鹿嶋功貴，上村靖司，木村浩和：第30回寒地技術シンポジウム（2014年・札幌），雪かき道場が参加者に与える印象のテキストマイニング分析
2) 樋口耕一（2012）：「社会調査のための計量テキスト分析―内容分析の継承と発展を目指して―」株式会社ナカニシヤ出版（ISBN：978-4-7795-0803-5 C3036），p1-16

*1　長岡技術科学大学大学院工学研究科　Graduate School of Engineering.Nagaoka University of Technology
*2　長岡技術科学大学機械創造工学専攻　Dept. of Mechanical Engineering, Nagaoka University of Technology.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

方式・用途の異なる４雪利用施設の冷房性能とコストの評価

全潤樹（長岡技科大院），上村靖司（長岡技科大），○前田貴志（長岡技科大院）

１．はじめに

雪利用施設は2012年において全国で123施設あり[1)]，様々な業種・用途に用いられている．

新潟県と長野県で稼働している用途･方式の異なる４つの新しい雪利用施設において，室温の変化や，冷熱量などの測定を行う機会を得た．

本研究では４雪利用施設について，室温変化，冷熱量，空気清浄効果などを夏季に並行して計測する[2)]とともにコストも算定し，それらの特徴や性能，採用方式の安定性，コストを比較して検討した．

２．施設概要

４施設とは①雪室に冷風循環を組み合わせた「米貯蔵施設」，②雪室に冷水循環を組み合わせた「温泉保養施設」，③雪山（もみがら被覆）に冷水循環を組み合わせた「きのこ栽培温室」，④雪山（ウッドチップ被覆）に配送と簡易冷水循環装置を組み合わせた「SA トイレ施設」である．これらの特徴を表１に示す．

表１　４雪利用施設の諸元

		(1) 米貯蔵施設	(2) 温泉保養施設	(3) きのこ栽培温室	(4) SAトイレ施設
所在地		新潟県下越地区	長野県下高井郡	新潟県上越地区	新潟県中越地区
運用開始年		2014	2014	2010	2014
冷房対象空間 (m³)		1,560(もみ) 2,400(玄米)	741(休憩室) 716(食堂)	1,463(4～6棟) 1,310(3棟)	289(男子) 289(女子)
設定温度 (℃)		05(もみ) 15(玄米)	(25)	10～20(培養) 20～30(発生)	(25)
運転時期		4/16～(もみ) 05/1～(玄米)	6/16～9/25	6/6～9/9	7/21～7/20
運転時間		連続運転	日中のみ (9～20時)	連続運転	連続運転
雪保存	貯雪量 (t)	545	263	1,000	1,000
	方式	雪室	雪室	雪山 (もみがら)	雪山 (ウッドチップ)
冷熱取出し方式		冷風	冷水	冷水	冷水
用途		冷蔵 (米冷蔵)	冷房 (食堂・休憩室)	冷蔵 (シイタケ栽培)	冷房 (トイレ)
既設測定機器		○	○		
備考					雪の運搬方式

３．評価方法

各施設の冷房性能は取得冷熱量・消費電力から成績係数（COP）を算出して評価した．さらに雪利用施設で実際に掛かった費用を市販の電気空調機器に置き換えた場合のコストをシュミレーションして，比較し，雪利用の採算性を検討した．雪利用施設でのトータルコストが電気空調機器を用いた場合のコストを下回る点（損益分岐点）を，ライフサイクルコスト分析（LCC）の手法を用いて各施設で算出した．

４．評価結果

各施設で得られた結果を表２に示す．①米貯蔵施設の場合，システムの COP は 5.9 であったが，送風機の制御方法を改善することで 8.8 に改善される可能性が示された．庫内温度は設定温度±2℃と，安定した貯蔵環境を実現できた．損益分岐点は運用開始３年目に現れる．通常の低温倉庫は 15℃程度で運用されており，雪冷房倉庫と同等の 5℃の環境にする電気空調機器を入れるとさらに負荷が大きくなりコストも増えるため，

表２　実験結果の概要

	(1) 米貯蔵施設	(2) 温泉保養施設	(3) きのこ栽培温室	(4) SAトイレ施設
取得冷熱量 [GJ]	165	37	37.1	11.5
消費電力量 [GJ]	28	8	3.31	2.0
成績係数(COP) [-]	5.7	4.8	11.2	4.9
利用雪量 [t]	491	110	653	34
自然融解量 [t]	146	74	－	－
CO_2削減量 [kg]	10,377	1,822	15,731	380
雪冷房システム RC:IC［万円/年］	126:12	132: 3	56: 7	20:8
電気空調機器 RC:IC［万円/年］	18:52	26:14	40:35	3:2
損益分岐点 ［年目］	2	10	1	－

コスト上での雪冷房倉庫の優位性は高まる．

②温泉保養施設の場合，COP は 4.8 となった．これは施設の定格電流で消費電力を算出していることと，夏は涼しく雪冷房を積極的に使用しなかったためであり，今後の改善余地は大きい．損益分岐点は運用開始 11 年目に現れ，運用次第では雪冷房の採算性が見込めることが示された．

③きのこ栽培温室の場合，COP は 12.4 となり非常に高い効率で冷房を行えた．コストは，運用開始初年度から雪利用施設のほうが安くなった．これは土木工事をせずに農地に雪山をつくったこと，廃材であるもみ殻を被覆材として用いたことなどの結果であり，雪冷熱を農業へ活かす優位性が立証された．

④SA トイレ施設の場合，簡易冷水循環装置の COP は 6.3 であった．この配送による方式では毎朝，重機による雪のコンテナへの積み込み，トラックでの輸送の費用が大きいため，損益分岐点は現れない．夏季のイベント利用が主たる目的であったため，そもそも採算性は考慮されていないが，今後冷熱供給方法を③のシステムにすることで大きく採算性を改善することができる．

５．まとめ

全体を通して，LCC の手法によるコスト評価で適切に設計，運用された雪冷房は電気空調より安くなることが示され，損益分岐点は 10 年以内に現れることが示された．ただし雪を配送する場合，無駄な消費電力が大きい場合，また施設の冷房負荷が小さい場合には損益分岐点が現れない可能性がある．

参考文献

1) 経済産業省　北海道経済産業局：COOL ENERGY 雪氷熱エネルギー活用事例集 5，(2012)
2) 全潤樹・上村靖司：「方式・用途の異なる４雪利用施設とそれぞれの優位性」，寒地技術論文・報告集 寒地技術シンポジウム 30，pp.335-340，(2014)

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

2014/15 冬期における雪崩災害の発生状況について

○和泉 薫・河島克久・伊豫部勉・松元高峰（新潟大・災害研）

１．はじめに　2014/15 冬期は，日本海側の山沿いで大雪となり，北は北海道から西は鳥取県までの広域にわたって雪崩災害が発生した．このうち北海道オホーツク海沿岸では，発達した低気圧の停滞によって近年では経験の無い大雪となり羅臼町が孤立し雪崩災害も発生した．昨年の関東甲信地方の大雪と同様，元々雪の少ない地域に経験の無いような大雪が降ると即雪崩災害につながることが改めて認識された．本稿では，現地調査やネット情報から取り纏めた 2014/15 年冬期における雪崩災害の発生状況について報告する．

２．2014/15 冬期の気象状況　12 月から 1 月はじめにかけては，冬型の気圧配置となることが多く，日本付近には周期的に強い寒気が南下し，全国的に気温の低い日が続いて，日本海側では降雪量，積雪とも平年を大きく上回った．1～2 月は，寒気の南下が弱かったにもかかわらず，低気圧の発達に伴って冬型の気圧配置が強まったことから，北陸以北の本州山沿いでは冬の降雪量や最深積雪が平年を上回った．それ以降，3 月 9～12 日にかけて北海道付近で発達した低気圧によって北日本や東・西日本の日本海側で暴風雪・大雪になったほかは，低気圧に向かっての暖気の流入や高気圧の晴天による気温上昇のため全国的に気温が高くなり，積雪地における融雪が進行した．この気象推移は，図 1 のアメダス津南の降積雪変化からも読み取れる．

３．雪崩災害の発生状況　2014/15 冬期の雪崩災害は全国でこれまでの調べで 57 件発生していたことがわかった．月別雪崩災害発生件数及び表層・全層の内訳は，12 月：4 件（表層 4，全層 0），1 月：16 件（12，4），2 月：17 件（6，11），3 月：16 件（3，13），4 月（0，4）と上記気象状況を反映して，12 月から 2 月上旬までが表層雪崩，2 月中旬以降が全層雪崩を主体に発生していたことがわかる．都道府県別の雪崩災害件数が 10 件を超えたのは，発達して南からの暖気を取り込んだ動きの遅い低気圧に度々襲われた北海道（10 件）と，図 1 のように12月から1月にかけて度々大雪に見舞われ平年を大きく上回るハイペースで積雪が急増した新潟県（12 件）・長野県（10 件）の計 3 県である．特に北海道根室管内での雪崩災害は，北海道東方で発達した低気圧の動きが遅く湿った暖気が多量に流入し羅臼町にこれまで経験のない大雪を降らせたことによる．

雪崩災害を被災対象別に分類すると，件数では道路の 38 件と冬期レジャーの 12 件で大半を占めており，冬期の死者 13 人の全部が冬期レジャーで占められている．13 人の死者の内 10 人が山スキー中の表層雪崩による被災で，1 月 17～23 日と 2 月中旬に集中している．これら期間には，低気圧が北海道東方で発達し冬型気圧配置が強まったり，上空に強い寒気が入ったりして大雪がもたらされている．外国人を含む 10 人の山スキーヤーの被災はゲレンデ外であり，バックカントリーにおける雪崩リスクの認識不足等がマスコミで問題視された．

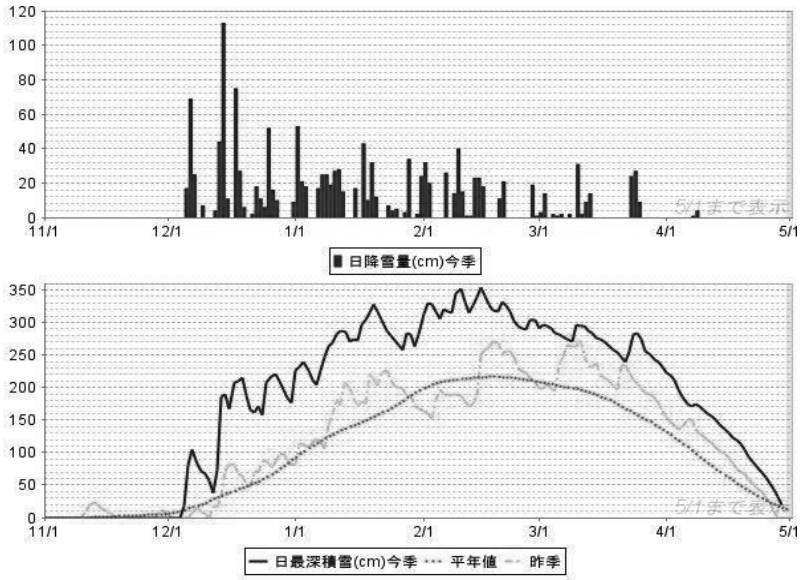


図１　アメダス津南（新潟県）における 2014/15 冬期の降積雪の推移（新潟地方気象台･雪の状況より）

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

2014-15 年冬期の新潟県中越地区での雪崩発生事例

○町田敬 1)，町田誠 1)，岩崎剛 1)，松井富栄 1)
1) 町田建設株式会社

１．発生状況について

表１に2014年から15年冬期(以下,今冬とする)に観測された新潟県中越地区での流下延長100m以上の規模の大きかった雪崩事例を示す.

今冬の降雪は,12月上旬の気温が高い時期の降雪が大量に積もり，そのまま根雪となった．また，厳冬期の１月には降雨が観測されており，積雪底面部には多くの脆弱な濡れざらめ雪層が確認されていた.

表１　2014-15 年冬期の大規模雪崩事例

No	地名	発生年月日	雪崩種類	発生区標高	流下延長
1	十日町市 葎沢	2014 年 12 月 26 日	面発生湿雪 全層雪崩	480m	170m
2	十日町市 中立山	2015 年 1 月 19 日	面発生湿雪 全層雪崩	630m	260m
3	南魚沼市 市野江	2015 年 1 月 26 日	面発生湿雪 全層雪崩	390m	160m
4	湯沢町 土樽	2015 年 2 月 15～16 日	面発生乾雪 表層雪崩	1020m	960m
5	湯沢町 神立	2015 年 2 月 16 日	面発生湿雪 全層雪崩	660m	580m
6	魚沼市 今泉	2015 年 2 月 17 日	面発生湿雪 全層雪崩	180m	120m

※数値はGoogleEarthにて計測

２．全層雪崩の発生状況にいて

沢地形を流下したNo.1,2,3,5の事例では，沢部の積雪を3m程度削り込みながら流下しており，沢出口から水平方向に広がったデブリ形状となっていた.また，沢地形を流下したデブリは削り込んだ溝の下流に堆積した形状であり，2 次発生を阻止する雪堤のような形状となっていた.

また，No.6の事例では，発生直前に空中からの調査が実施されておいたが，顕著な前兆が見受けられない状態から数時間で発生に至った.

３．表層雪崩の発生状況についてあ

No.4の表層雪崩の事例においては,枠組減勢工に雪崩が流入し，阻止されていた．枠組減勢工への衝突事例は少ないため，追跡調査等を実施している.

４．まとめ

今後の雪崩防災に寄与できるよう，降積雪状況を含め，既往履歴の取りまとめを今後進めていく方針である.

写真１　No.1の雪崩発生状況

写真２．　No.2の雪崩発生状況(飯塚建設(株)提供)

写真３．No.3の雪崩発生状況

写真４．No.４の雪崩発生状況

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

新潟県津南町において発生した湿雪全層雪崩

○松下拓樹・池田慎二（土木研）・秋山一弥（筑波大）・石田孝司（土木研）

1. はじめに

各地で発生する雪崩の発生要因や機構は多様であり、これらの雪崩事例について情報を共有し蓄積することは、雪崩災害防止の観点から基本的かつ重要なことと考えている。土木研究所では、2015 年 1 月の新潟県妙高周辺、2015 年 2 月の長野県車山高原と新潟県津南町で発生した雪崩について現地調査を行った。ここでは、新潟県津南町で発生した雪崩について報告する。

2. 雪崩事例の概要と調査内容

2015 年 2 月 16 日午前 1 時半ころ、新潟県津南町辰口の斜面（北緯 37°2’54.54”、東経 138°40’6.78”、標高約 265m）で高さ約 50m、幅約 15m の積雪が崩れて、木造建物1階の窓や壁を突き破って雪崩が建物内部に侵入した。現地調査は、雪崩発生から 2 日後の 2 月 18 日に行い、雪崩が発生したと考えられる破断面のある斜面（図1）で積雪断面観測を行った。積雪断面観測では、雪質と粒径の観察、雪温、密度、硬度、含水率の測定を 10～20cm 毎に行った。また、雪崩発生に関わる気象状況を調べるため、雪崩発生箇所の南 6.3km に位置する AMeDAS 津南（北緯 36°59.8’、東経 138°41.0’、標高 452m）の観測値を用いた。

図1 雪崩発生箇所の状況

3. 調査結果

図1に示す雪崩発生箇所の写真によると、この雪崩は全層雪崩である。積雪断面観測の結果（図2）、積雪は底面付近を除いて湿ったざらめ雪からなり、積雪表面付近に含水率の高い層があるが、積雪内部に硬度が小さく弱層となる積雪層はみられなかった。特徴的なのは、積雪底面に厚さ 30cm の硬い氷の層が形成されていることで、雪崩発生箇所の積雪底面にも同様な特徴がみられた。また、斜面勾配の変化点と思われる箇所には、氷層にクラックが生じており地面まで到達していた。この氷層は、AMeDAS 津南（図省略）の気象データより、2014 年 12 月上旬の気温上昇による積雪の融解と降雨により形成されたと考えられる。また、この氷層の上 30～129cm の積雪は、極めて硬いざらめ雪からなる。これらの硬い積雪層の硬度と含水率は、センサーを貫入させることができなかったため欠測となっている。図3は、雪崩発生前の AMeDAS 津南における気温、積雪深、降水量、日照時間の1時間毎の観測値の時系列である。雪崩発生時の気温は 0℃以下だが、それより 6 日前の 2 月 10 日以降は気温 0℃以上で一日の日照時間が 8 時間を超える日があった。また、2 月 13～15 日に降水が観測されたが、降水時の気温が 0℃以下であり積雪深の増加がみられることから、これは降雪と考えられる。

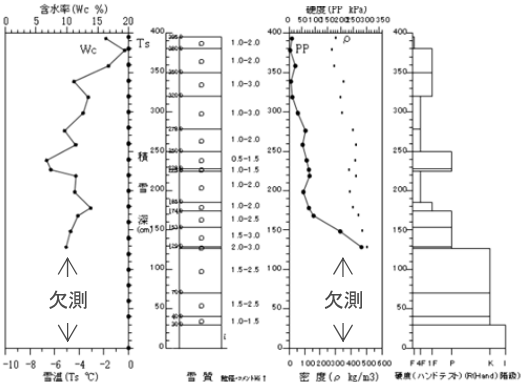


図2 積雪断面観測の結果（2 月 18 日）

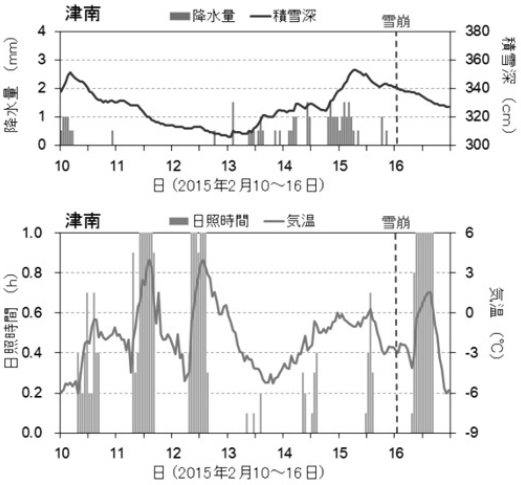


図3 AMeDAS 津南の気象と積雪深の推移

以上より、津南で発生した雪崩は、気温上昇と日射による融雪に伴う湿雪全層雪崩と考えられる。ただし、積雪底面に硬くて厚い氷層があり、この氷層にクラックが生じていたことから、積雪内を浸透した水が地面に到達して土壌表面の破壊やすべりを伴って斜面積雪全体が崩れた可能性も考えられる。

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

長野県茅野市車山において発生した乾雪全層雪崩

○池田慎二・松下拓樹（土木研究所）・和泉薫（新潟大学）

１、はじめに

平成27年2月12日に長野県茅野市車山の標高 1900m 付近において乾雪全層雪崩が発生し麓の道路が一部通行止めとなった。さらに、通行止めとなった区間では3月 18 にも雪崩が発生し、この区間での通行止めの期間は 2 月 12 日～4月9日となった。ここでは、2月12日に発生した雪崩について、2 月 14 日に行った現地調査および雪崩発生個所近隣で継続的に実施している積雪観測のデータを基に述べる。

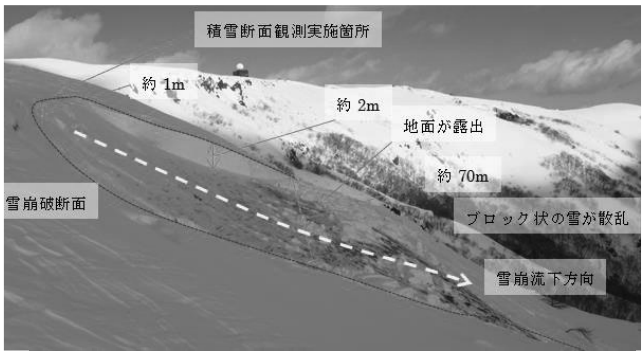


写真１　雪崩発生区の状況(雪崩の幅は約 70m)

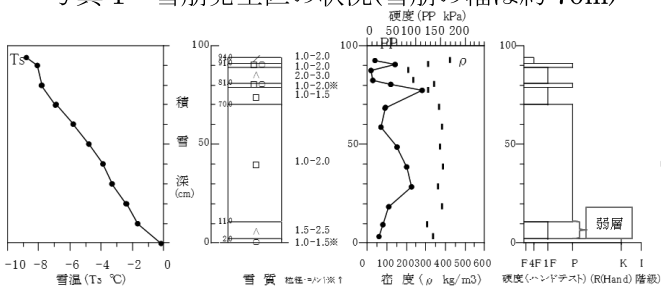


図１　雪崩破断面の積雪断面観測結果

２、雪崩破断面における積雪構造

地面付近(2～11 cm)に硬度 64 kPa、粒径 1.5～2.5 mm のしもざらめ雪の弱層が形成されており、この層が破壊されることにより雪崩が発生した。なお、最下層の硬度の高いざらめ雪層は部分的に存在しているが、この層がない箇所も多く、ほぼ全層が崩れていたため全層雪崩と区分した。上載積雪は、主にこしもざらめ雪からなり硬度は比較的高かった(100～200 kPa 程度)。

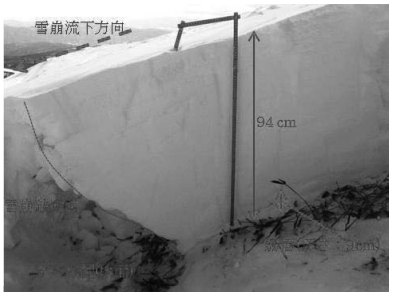


写真２　雪崩破断面の積雪状況

3、雪崩の発生原因

上載積雪の硬度が比較的高かったこと、発生時に降雪等による荷重の増加がなかったこと、水の浸透の痕跡がみられなかったことから、積雪に外的な刺激が加わることによって雪崩が発生したと考えられる。また、発生区に部分的に雪庇が残存していたことから雪崩発生のきっかけは雪庇の崩落であると推定した。

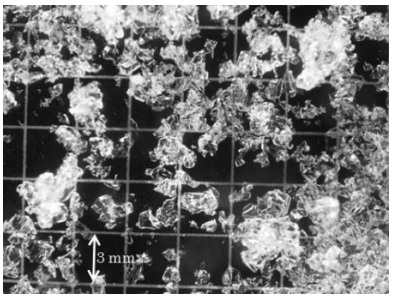


写真３　弱層を形成していた雪粒

４、今冬の積雪状況の特徴

今回雪崩が発生した斜面において過去に道路まで到達する雪崩事例はなかった。このため、8冬期に渡って蓼科高原(標高 1800m、現場からの水平距離 10km)で観測された積雪データを基に今冬の積雪状況が特異であったのか検討した。今回の雪崩の原因となったのは、地面付近に形成されたしもざらめ雪弱層であったがこのような積雪構造は過去の8冬期においても観測されており、今冬に限られたことではなかった。また、今冬は、積雪水量が比較的多い傾向にあったが、それほど顕著でもない(図 2)。今後、雪崩のきっかけとなったと考えられる雪庇の発達状況等も含めて詳細に検討することによって、今冬このような雪崩が発生した原因について検討したい。

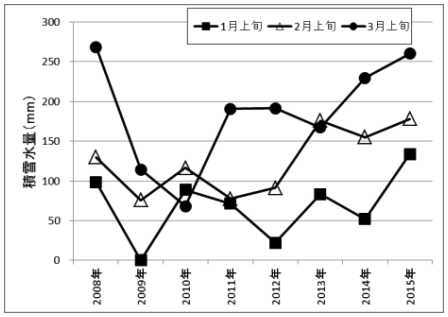


図２　過去８冬期における積雪水量

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

低気圧の通過に伴う降雪結晶弱層の形成と雪崩の発生について

○池田慎二・松下拓樹（土木研究所）・和泉薫（新潟大学）

１、はじめに

降雪結晶は結晶の形状、大きさ、雲粒のつき方等によって特徴付けられるが、これらは積もってからの密度、結晶同士の結合に影響し強度、圧縮粘性係数等の積雪物性に影響をもたらす。このため、降る雪の特性によっては、脆弱な積雪層を形成し雪崩の発生要因になると考えられる。低気圧の通過に伴う降雪によって降雪結晶弱層が形成され、その後の冬型の気圧配置に伴う降雪により上載積雪がもたらされたために雪崩が発生したと推定している報告がいくつかみられる（たとえば中村他，2013；池田，2015）。しかし、実際には冬型の気圧配置に伴う降雪がもたらされる前には、ほとんどの場合事前に低気圧が通過しているため、単に「低気圧の通過に伴う降雪」ということだけでは、弱層の形成とその後の雪崩の発生について説明することはできない。そこで、今冬の１月中旬から２月上旬にかけて南岸低気圧の通過に伴う降雪により形成されたと考えられる積雪層を観察すると共にこの期間の雪崩発生状況を調べた。

２、研究方法

対象となったのは１月 15 日、１月 22 日、１月 27 日、１月 30、日２月５日、２月８日の６回の低気圧の通過に伴う降雪によって形成された積雪層である。

観測項目：層位、密度、硬度（プッシュプル）、シアーフレームテスト、雪結晶の接写

観測実施箇所（実施日）：燕温泉：雪崩破断面（1/18）、妙高前山：雪崩事故現場付近（1/19）、栂池高原（1/20、1/24、2/1、2/7、2/11）、志賀高原（1/21、2/10）、乗鞍高原（1/20、2/10）、蓼科高原（2/9）、駒ヶ根高原（2/9）

雪崩の発生状況：事故等の発生状況は報道等より収集、その他の雪崩発生状況は、日本雪崩ネットワークの「雪の掲示板」（http://nadare.jp/snowbbs2/index.html）から収集

３、観測結果と今後の課題

積雪層の物性：観測の結果、対象とした６回全ての低気圧の通過に伴う降雪によって雲粒の付着の少ない大型の板状結晶の層が観察された。観察された積雪層の密度とせん断強度指数（SFI）の関係を図１に示す。ばらつきはあるものの、従来日本の本州において観測された新雪～しまり雪の密度とせん断強度の関係（山野井・遠藤，2001）と比較すると弱い傾向にあり、北米や北海道で計測された降雪結晶弱層（Perla et al.，1982；Jamieson and Jonston，2001；八久保・秋田谷，1996）に近い値を示している。

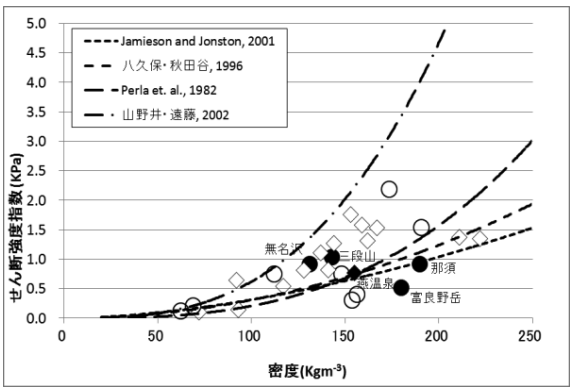


図１　降雪結晶弱層の密度と SFI の関係
◇は今冬、○は昨冬以前に得られた観測値

雪崩の発生状況：１月 17 日に新潟県、長野県において複数の雪崩事故・災害が発生した。この中で、新潟県妙高市燕温泉における災害については複数の雪崩が発生していたが、そのうちの１つの破断面におい積雪断面観測を実施した結果、低気圧の通過に伴う降雪により形成されたと考えられる雲粒の付着の少ない大型の板状結晶によって形成された弱層において破壊が起こっていることが確認された（写真 1）。しかし、他の雪崩においてもこの層において破壊が起こっていたかどうかは確認できていない。その他の低気圧の通過に伴う降雪の後にも事故・災害にはなっていないものの「雪の掲示板」において複数の雪崩発生が報告されていた。ただし、これらの雪崩と低気圧の通過に伴う降雪により形成された弱層との関連は確認されていない。今冬の観測により、低気圧の通過に伴う降雪により雲粒の付着の少ない大型の板状結晶の弱層はかなり頻繁に形成されている可能性が示唆されたが、今後も継続してこのような弱層と雪崩発生の関連性について確認する必要がある。

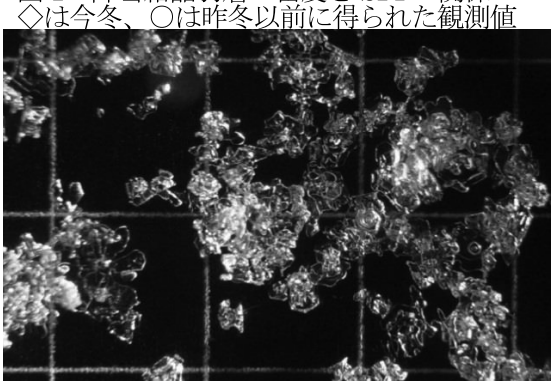


写真 1　燕温泉の雪崩破断面において観測された弱層を形成していた降雪結晶（升目は 3mm）

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

37

南岸低気圧温暖側前面の環境場と降雪粒子の特徴および安息角

○ 石坂雅昭・本吉弘岐・中井専人・山下克也（防災科研・雪氷）

1. はじめに

昨年2014年2月，いわゆる南岸低気圧による関東甲信の大雪災害の中で，崩れやすいサラサラとした雪による雪崩が多発した（和泉ら，2014）．筆者らは長岡市および新潟市で観測された降雪とそれを構成した雪結晶および当時の気象環境から，この特殊な雪崩に角柱，角板，交差角板，砲弾などの低温環境下で生成される結晶（低温型雪結晶）を多く含む降雪が関係したと推定した（石坂ら，2014）．そして，今冬もまた南岸低気圧時に同様な降雪が観測され，崩れ易さに関連する安息角の簡易な測定を行うことができた．ここではその測定結果と合わせて，昨冬の事例を含めた南岸低気圧温暖側前面における共通する降雪粒子及び環境場の特徴について述べる．

2. 共通する環境場と降雪の特徴

昨冬と今冬の事例から以下の南岸低気圧前面（温暖側）における共通性する事象が見られた．

- 低気圧の接近にともないウィンドプロファイラーおよびレーダーにおいて季節風冬型時より高い高度（たいがい 5km より上空）にエコーが出現する（図１）．
- 対応してマイクロ波放射計による上空の湿度も高い．気象モデルの解析値から，エコーは低気圧前面上層での南西～南からの湿度の高い気魂の流入に対応していると考えられる．
- 低気圧がさらに接近すると次第に下層にもエコーが出現し地上に達すると降水（雪）となる（地上に達せず降水がない期間もある）．
- 降水が降雪の形でもたらされる場合は，上に述べた低温型雪結晶を多く含む降雪が見られる（図２）．また，鼓型雪結晶，雲粒付着結晶など上空の低温域で生成し下層の環境場の影響を受けたものも見られる．
- エコー高度の高い期間は低気圧が観測地点の真南からやや東に移動する時点で低下する（図１）．

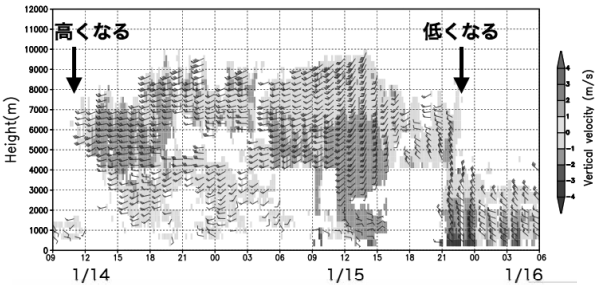


図１　2015年1月15日中心とする南岸低気圧時の高田のウィンドプロファイラーエコー．

図２　2015年1月30日南岸低気圧時の砲弾を多く含む降雪．　時刻11:32，於SIRC.

3. 安息角の測定と結果

測定は長岡市の防災科学技術研究所雪氷防災研究センター(SIRC)の降雪粒子観測施設の低温室で行われた．天井上部から降雪を取り入れて簡易な漏斗状治具に直接降らせて測定した．低温室の温度は約−５℃，外気温は-0.7～＋0.3℃で推移した．安息角は約40度から45 度の間にあった（図３）．雪の安息角は付着力を左右する気温の影響を受けるが，今測定では０℃付近の付着し易い気温にもかかわらず，値は昨年の上石ら（2014）が報告したと同程度の小さい値であった．また，接地後バラバラになる現象も見られ，この種の雪が結合力の弱いサラサラとした物性を持つことが明らかになった．

図３　図２の降雪時の安息角測定の様子．

参考文献

和泉薫，河島克久，伊豫部勉，松元高峰，2014：2014年２月中旬の大雪による雪崩災害の発生状況と特徴．平成25-26年度科学研究費助成事業研究成果報告書, 111-118.

上石勲，中村一樹，安達聖，山下克也，2014：2014年２月の南岸低気圧の降雪による雪崩災害と関連する大雪災害．平成25-26年度科学研究費助成事業研究成果報告書, 119-125.

石坂雅昭・本吉弘岐・中井専人・中村一樹・藤野丈・椎名徹・村本健一郎，2014，2014年２月の南岸低気圧がもたらした降雪粒子の特徴―雪崩の多発と「青い雪」そして中谷の「粉雪」に関連して―，雪氷研究大会(2014・八戸)講演要旨集，八戸市，45-45.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

富山県立山エリアにおける雪崩情報と安全啓発活動

○出川あずさ（日本雪崩ネットワーク）

1. はじめに

日本雪崩ネットワーク（JAN）は2014年11月下旬，富山県立山エリアでの雪崩情報を発表した．また同時に啓発チラシを作成し，山小屋やアウトドア・メーカーなどを通じて配布する雪崩安全対策を行った．これらの概略を報告する．

2. 背景

JANでは2012シーズンから長野県白馬エリアで北米と同一の標準化された雪崩情報を発表（出川，2014）しており，初滑りの地として混雑する立山での発表も以前より検討していた．また，室堂周辺では過去10年間で4件の雪崩死亡事故が起きており，JANの調査により，内3件が持続型弱層であることが判明している．さらに昨シーズンは，真砂岳での悲劇的な事故もあり，雪崩情報を発表するだけではない，より考慮された取り組みが必要とされていた．

3. 内容

3.1 雪崩情報

2014年11月16日から30日までの15日間，朝7時に雪崩情報の発表を行った．雪崩情報は5段階の危険度区分，留意すべき雪崩，雪崩発生状況・積雪・気象の概要，および行動への助言からなる．

雪崩情報の発表にあたっては，JANが主催するプロ講習会である雪崩業務従事者Level 1あるいは国際資格であるLevel 2を所持した会員が，積雪状態を「雪の掲示板」に投稿し，また，JAN会員が勤務する山小屋に降雪版などの気象定点を設けて判断の材料とした．「雪の掲示板」には11月14日から29日までの16日間で59データが24名の会員によって投稿され，雪崩情報の作成に役立てられた．データ投稿を行った24名の内22名は，山岳ガイドあるいはスキーパトロールといった現場プロである．また、詳細な積雪断面観察を10回実施，内1回は雪崩破断面で行っている．

3.2 啓発チラシ

判型A4のカラーチラシを作成した．表面は「雪崩の危険を考える」と題し，積雪不安定性・安全な行動・雪崩救助の三項目における重要な点を列記，裏面は「雪崩死亡事故データ」と題し，立山エリアにおける過去20年間の雪崩死亡事故リストとJANが調査した4件の死亡事故の概略を掲載した．

啓発チラシは12,000枚印刷され，立山室堂地区の山小屋，プロショップ，アウトドアメーカー直営店，ガイド会社あるいは山岳会などに，まとまった数が配布され，ユーザー各自が入手できるようにした．また，PDFをウェブサイトに掲載し，TwitterやFacebookなどを使って告知することで，より幅広い層への頒布を行った．

写真：啓発チラシ（左が表，右が裏）

4. 今冬の傾向と雪崩情報の閲覧

雪崩情報を発表した期間の立山は，まとまった降雪も少なく，雪崩危険度はConsiderableが1日付いたのみで，概ね安定傾向にあった．懸念された持続型弱層も11月20日の放射による再結晶化が多少観察されたものの，現象自体が弱く，大きな問題とはならなかった．

一方で，少ない降雪といいながら，期間中にサイズ1-1.5の雪崩が20ほど観察報告されている．この内6割がスキーカットなど人的な刺激で発生させた雪崩であり，フィールドで活動するガイドなどからの情報の集約が状況把握に極めて重要であった．

期間中のウェブのページビューは41,209（1日平均2,747），ユーザー7,319を記録し，Facebookでは1日の平均リーチ(閲覧者数)は5,620であった．

参考文献

1) 出川あずさ, 2014：日本雪崩ネットワークにおける雪崩情報発表への実践的アプローチ，雪氷, 76, 451-460.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

岩手山西斜面の雪崩に対する森林の減勢効果

○竹内由香里（森林総研十日町試験地）・西村浩一（名古屋大学）

はじめに 2010-11 年冬期に岩手山西斜面で大規模な雪崩が発生し，広範囲（約 7 ha）の亜高山帯林が倒壊した（図 1）．この雪崩の発生は，雪が消えて大量の倒木が現れたことで判明したため，雪崩の発生区や発生時期はわかっていない．竹内ら(2014)は現地調査の結果から，雪崩は森林に流入する前に高速になっていた可能性が高く，標高約 1730 m の森林限界より高所で発生した乾雪表層雪崩と考えている．また，写真や気象データに基づいて，この雪崩は記録的な大雪となった 12 月 31 日以降 1 月 6 日までに発生したと推定した．さらに樹幹の折損状況から幹が折れる曲げ応力を計算し，雪崩の速度を推定した．本研究では，雪崩の流下を運動モデルで再現し，発生区の位置や雪崩を停止させた森林の効果を明らかにすることを目的とする．

方法 雪崩の運動は，TITAN2D (Pitman et al., 2003) を適用して計算した．TITAN2D は，乾燥粒状体の運動を実際の地形上でシミュレーションするモデルで，空気抵抗の無視できるスケールで，非圧縮性，非付着性を仮定している．雪崩の厚さと流れ方向の速度（厚さ方向の平均値）を変数とし，雪崩本体の広がりと速度分布の変化を計算する．基礎方程式は質量保存式と運動量保存式である．本モデルでは発生区は任意の大きさの楕円で近似し，初期条件では雪崩の厚さを 1 m とし，内部摩擦角は 20° で一定とした．岩手山の雪崩は，実際の発生区の位置が不明であるので，まず雪崩の流下経路を再現するように，発生区の位置を検討した．また，底面摩擦角を変えて森林の有無を区別し，実際の雪崩の流下を再現する底面摩擦角を調べた．

結果と考察 ［雪崩発生区の位置］雪崩の発生区を明らかにするために，運動モデルにおいて発生区の位置を変えて雪崩を流下させて，経路や到達点を実際の雪崩と比較した．その結果，標高 1950 m 付近の幅 300 m 程度の範囲を発生区とすると，途中で 2 方向へ分かれて実際の雪崩と同様の 2 つの経路を流下した．これまで図 1 の雪崩 N と S は発生区が異なる別の雪崩と考えていたが，同一の発生区から流下した 1 つの雪崩であった可能性が示唆された．［底面摩擦角の比較］モデルにおいて雪崩の底面摩擦角を変えて流下距離を比較した結果，森林限界より高所では μ_1= 12～14°，森林内では μ_2= 26～25°とすると実際の雪崩の流下距離をよく再現できることがわかった（図 2）．森林がない場合を想定して，底面摩擦角を 14°で一定にすると，雪崩が減速せずに実際より遙か遠くまで流下したことから，森林は雪崩を停止させる大きな効果があったといえる．

文献

竹内ら, 2014, 雪氷, 76(3), 221-232.
Pitman and others, 2003, Physics of Fluids, 15 (12), 3638-3646.

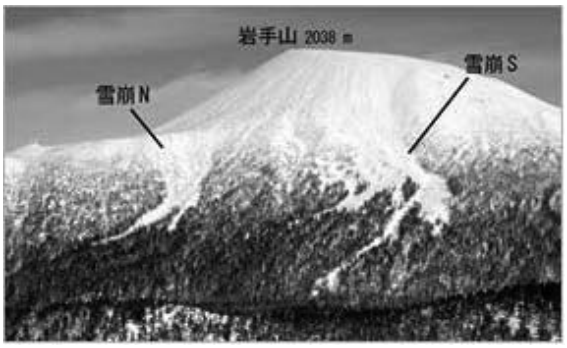


図 1　岩手山西斜面の雪崩跡.

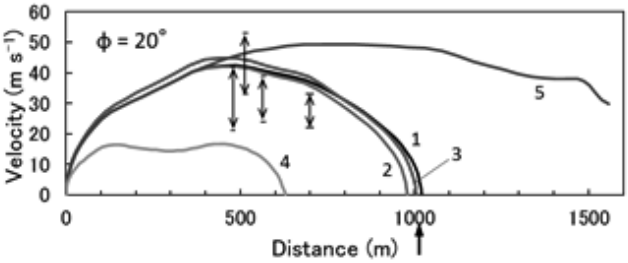


図 2　雪崩の流下距離と速度変化.
↕は樹木の折損状況から推定した雪崩速度下限値.
↑は実際の最長到達点までの距離.
1：μ_1= 14°，μ_2= 25°. 2：μ_1= 14°，μ_2= 26°. 3：μ_1= 12°，μ_2= 26°. 4：μ_1= 25°，μ_2= 25°. 5：μ_1= 14°，μ_2= 14°. 内部摩擦角 φ はいずれも 20°.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

連続体モデルを用いた雪崩防護工設計諸元設定手法に関する研究

○池田慎二・松下拓樹・石田孝司（土木研究所）

１、はじめに

雪崩斜面の規模・形状や保全対象との位置関係によっては、雪崩予防柵等の発生区対策よりも、雪崩防護工等の走路・堆積区対策の方が、コストや自然環境への影響、施工性などにおいて有利となる場合がある。しかし、現在使われている雪崩の流下経路や高さ等の設計諸元の設定方法は、経験則に基づくもので、合理的な手法が未確立である。このことは、雪崩対策の工法として、防護工を選定しにくくしており、大規模斜面への雪崩対策が進まない原因の一つとなっている。そこで、本研究では、近年土石流等の運動シミュレーションに用いられるようになった連続体モデルの雪崩防護工設計諸元設定への適用性を検討する。

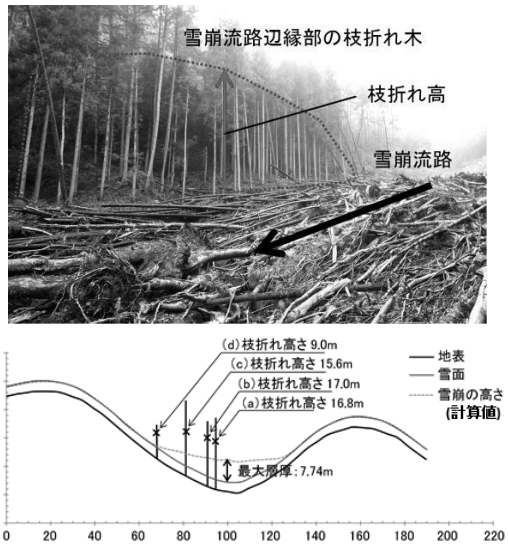


図 1 雪崩高さ(計算値)と雪崩による枝折れ高さの比較の例(張らによるモデル)

２、方法

張らによるモデル(張ら, 2004)、MPS 法(Saito et al., 2012)、TITAN2D(Pitman et al., 2003)の 3 つのモデルを用いて事例解析を行った。対象とした雪崩事例は、福島県南会津郡檜枝岐において発生した大規模な面発生乾雪表層雪崩である(標高差： 700m、水平距離： 2100m、雪崩発生厚：1.8m)。

３、解析結果

いずれのモデルにおいても底面摩擦、内部摩擦といったパラメーターを調整することによって流下範囲、到達距離等を概ね再現することができた。また、谷幅や屈曲等の地形変化に伴う雪崩の高さの変化も再現された。ただし、雪崩走路辺縁部の枝折れ高さと比べると雪崩の高さは低く見積もられた(図 1)。また、雪崩速度に関しても、局所的・瞬間的に明らかに過大な値が示されるといった課題もみられた。

４、連続体モデルを用いた雪崩防護工設計諸元の設定と課題

従来は、地形変化とは無関係に流下距離に比例して雪崩高さを増加させる手法が一般的に用いられていたが、谷幅の変化による雪崩高さの増加を表現できないことや、雪崩堆積区付近の雪崩高さを過大評価してしまう可能性があった。本研究によって連続体モデルを使用することによってこれらの課題を解消できる可能性があることが示された(図 2)。ただし、雪崩高さを適切に求めるためには雪崩の密度プロファイルを何らかの手法によって再現する必要がある。また、速度に関しても従来の手法と比較し、妥当性を確認した上で使用する必要があると考えられる。いずれにしても、実用化にあたっては今後より多くの事例解析を行い連続体モデルの適用性を検証する必要がある。

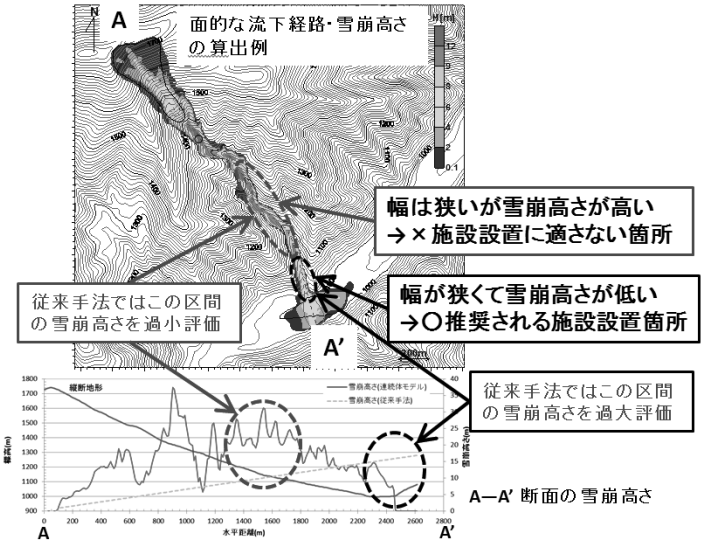


図 2 連続体モデルを用いた雪崩防護工設計諸元の設定

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

41

乾いた積雪層境界における水分浸透

○　平島寛行（防災科研）、Francesco Avanzi（ミラノ工科大学）、山口悟（防災科研）

1．はじめに

乾き雪に水が浸透する時、水は一度通った所に優先的に流れて水みちを形成する。これは乾き雪に水が浸透しにくいことが原因であるが、それは水侵入サクションが影響しているためである。これまでの研究において、Katsushima et al. (2013)は水みち形成実験を行って水浸入サクションを測定し、Hirashima et al. (2014)がその実験結果を組み込んだ３次元の水分移動モデルを開発して水みちの形成過程を再現した。この水みち過程を積雪変質モデルに組み込むことで全層雪崩の発生予測精度の改善が期待できるが、水分移動モデルの３次元のアルゴリズムを直接１次元の積雪変質モデルに入れることはできない。そこで、まず水分移動モデルを用いた数値実験により様々な積雪の層構造における毛管障壁や水みちに関する条件をまとめ、それらの結果をパラメーター化して積雪変質モデルに組み込む。その際には、数値実験の結果が実際の浸透過程を再現しているか検証を行う必要がある。本研究では、層構造中を浸透する水の移動に関して室内実験と数値実験の結果を比較し、水分移動モデルで計算される層構造中の水分浸透に関する検証を行った。

２．実験及びモデル

実験は粒径 0.2～0.5mm (fine)、1.0～1.4mm (medium)、及び 2.0～2.8mm (coarse)の３種類の積雪粒子に対して行った。本研究では毛管障壁が形成される条件である、上の粒径が下より小さい積雪層の組み合わせ（上 fine/下 coarse, medium/coarse, fine/medium)の３パターンで実験を行った。また、水分供給速度に関しては 10mm/h, 20mm/h, 100mm/h の３パターンで行った。再現計算の際には、実験と同じ積雪の形状(直径 5cm の円筒)、密度、粒径、水の供給条件を与えて計算した。計算結果とモデルの比較は、毛管障壁によりたまる水の層の厚さ、含水率分布、底面到達時刻について比較を行った。

３．　結果

室内実験と数値計算の結果を図１に示す。図１の左は fine/coarse の積雪層に 20mm/h の供給速度で水を浸透させ、水が底面に到達した時に正面から撮った写真である。右は同条件の計算結果で、正面からみた表面部分の体積含水率(%)を色で表した図である。右図に関しては、水みちの存在を表現するために内部に水みちがある箇所は薄い灰色で示した。実験、計算ともに毛管障壁により水がたまっており、その厚さも３～４ｃｍでよく一致していた。実験結果では下の層において水みちの跡が表面にあった一方、計算結果では内部にのみ水みちが見られた。これは実験結果では水みちが壁面付近にできやすかった一方で、計算ではその傾向が小さかった事が現れている。

全体的には、毛管障壁の影響が大きいケースでは水がたまった層の厚さや底面到達時刻に関して実験と計算で良い一致を示していたが、medium/coarse のような毛管障壁の影響が小さいケースにおいては、実験では見られた弱い毛管障壁の影響により水のたまった層が計算ではほとんど見られなかったという不一致もあった。

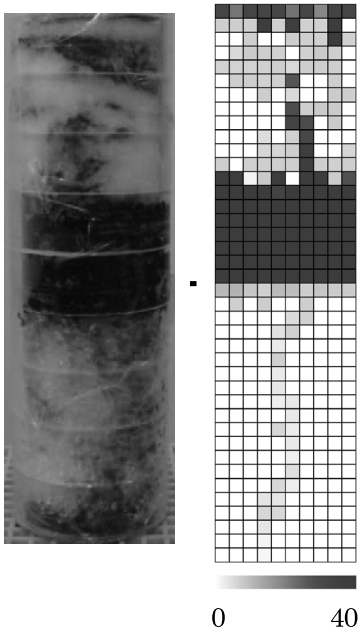


図１ 室内実験(左, カラム１個の高さは 2cm)と数値計算(右, グリッドサイズは 5mm)の比較。太線は層境界を表す。

参考文献

Katsushima et al. (2013) Experimental analysis of preferential flow in dry snowpack. Cold. Res. Sci. Tech. 85. 206-216.

Hirashima et al. (2014) A multi-dimensional water transport model to reproduce preferential flow in the snowpack. Cold. Res. Sci. Tech. 108. 80-90.

©2015（公社）日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

積雪モデルを用いた湿雪雪崩の発生に関する評価手法について

池田慎二・○松下拓樹（土木研）・勝島隆史（森林総研）・秋山一弥（筑波大）・石田孝司（土木研）

1. 目的

湿雪雪崩は、融雪水や降雨などの水の存在により積雪強度が低下することと、降水による積雪への上載荷重の増加により斜面積雪が不安定となり発生する。ただし、積雪内部の水の浸透は、積雪層構造や雪質、密度等の影響を受けて平地と斜面では異なる（松下ら, 2013）。そのため、しまり雪からざらめ雪への変化などの過程も平地と斜面で異なることがこれまでの観測により明らかになった（池田, 2013）。このような複雑な過程を経て発生する湿雪雪崩に対して、筆者らは斜面での水の浸透や積雪構造の特性を考慮した積雪モデル（池田, 2014）を用いて湿雪雪崩の発生に関する評価手法を検討している。ここでは、この手法について一冬期通して試行した結果を報告する。

2. 積雪モデルを用いた湿雪雪崩の発生に関する評価手法の概要

筆者らの積雪モデルは、積雪内の水の浸透における水みちの影響を考慮した Katsushima *et al.* (2009)を基本とし、透水係数等の最新の知見を反映するとともに、斜面積雪に応用するために帯水層の含水率の閾値や水みちへの流出量の設定値を、十日町における3冬期の観測データと比較して検討を行い、融雪時の斜面における積雪構造の再現性を向上させたものである（池田ら, 2014）。この積雪モデルによる積雪密度と含水率の計算値から積雪各層の積雪安定度を計算した。ここで、従来の積雪層底面のせん断方向の強度と応力の比で表される安定度は、降雪の度に小さくなって継続することがあり、実際には安定化した積雪でも安定度が小さくなる場合があった。そこで、筆者らはスラブ（雪崩層）の強度を考慮した安定度、つまりスラブの底面のせん断強度に加えて、斜面上部の引張強度、斜面下部の圧縮強度、側面のせん断強度の合計値とスラブの質量による応力の比を湿雪雪崩の発生に関する評価に用いることとした（池田ら, 2011; 2012）。

3. 試行に用いた雪崩発生記録と気象データ

湿雪雪崩発生の評価手法の試行は、土木研究所で実施した新潟県糸魚川市能生地区柵口の観測データ（2002 年 12 月～2003 年 3 月）を用いて行った。カメラと地震計により雪崩の発生を記録し、雪崩種類の判断は記録映像と気象データから推定して、一日毎に雪崩発生数を集計した。また、気温、積雪深、日射等の観測値を積雪モデルの入力データとした。

4. 試行結果

上述の積雪モデルを用いることにより、しまり雪からざらめ雪への層構造の変化（図1a）、含水率と滞水する可能性のある層（図1b）が再現され、積雪層内に安定度が低く積雪の破壊が起こる可能性のある箇所と時期（図1c）が推定された。図1d に、積雪各層の安定度の最小値と湿雪雪崩の発生件数の時系列を比較した。安定度が低くなるときに、湿雪雪崩の発生件数が多くなることから、ここで示した積雪モデルを用いた斜面積雪の安定度により、湿雪雪崩発生に関する評価が可能と考えられる。ただし、融雪期後半で湿雪全層雪崩の発生件数が多くなる時期では安定度が高く推定された（図省略）。融雪期後半の湿雪全層雪崩に対する発生評価、特に積雪底面の破壊やすべりなどの影響等を考慮することが今後の課題である。

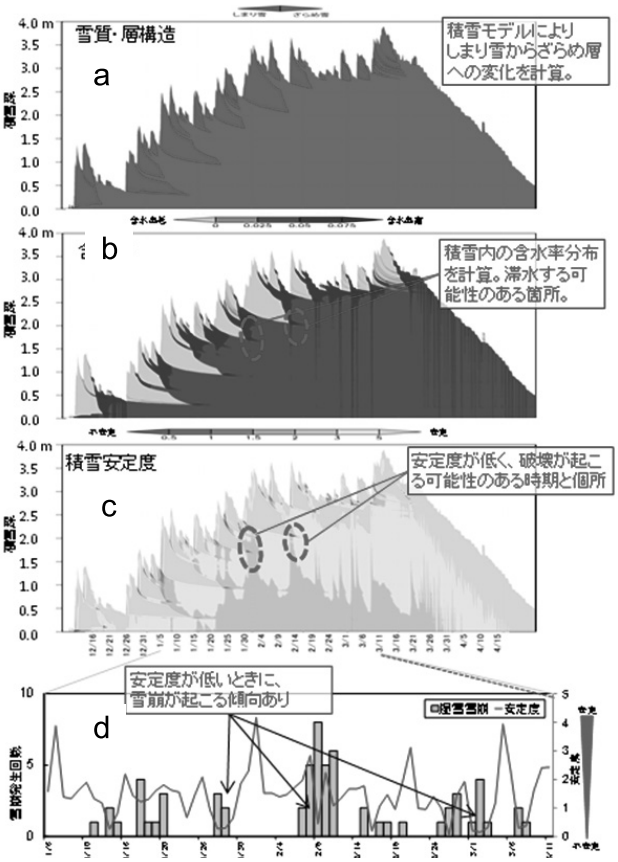


図1 積雪モデルによる（a）雪質・積雪層構造、（b）含水率、（c）積雪安定度の計算結果、（d）安定度の最小値と雪崩発生数（2002～2003年冬期、柵口）。

©2015（公社）日本雪氷学会

2015 年度(公社)日本雪氷学会 北信越支部

・2014 年度事業報告

・2014 年度収支決算報告

・2015 年度事業計画

・2015 年度予算

・支部規定施行内規

・支部表彰規定

・2015-16 年度北信越支部役員

・北信越支部特別・賛助・購読会員名簿

2014年度日本雪氷学会北信越支部事業報告

1. 研究発表会

2014年度北信越支部研究発表会・製品発表検討会（2014年度日本雪氷学会北信越支部大会）
日時:5月17日　場所:富山大学（五福キャンパス）
発表件数:44件　参加者:60名
共催:富山大学理学部

2. 研修会等

2.1　講演会

「今年の雪　速報会　2013－14」

- 「北陸地方を中心とした2013/14冬期の天候と降雪の特徴」:河原直孝（気象庁新潟地方気象台）
- 「この冬の大気循環場と降雪の特徴」:岩本勉之（国立極地研/新潟大学）
- 「北陸地方整備局における自治体（山梨県・埼玉県）への除雪支援」:遠藤正樹、三浦義則（国土交通省　北陸地方整備局）
- 「山梨県・埼玉県への除雪支援」:新保良勝（新潟県土木部道路管理課雪寒事業係）
- 「2012年2月中旬の南岸低気圧通過による雪崩災害の特徴」:和泉　薫（新潟大学　災害・復興科研）
- 「2014年2月の関東甲信越の大雪災害の概要と雪氷防災研の対応」:上石　勲（(独)防災科研　雪氷防災研究センター）
- 「国道17号群馬県側で多発した雪崩とその対応」:町田　誠（町田建設㈱）

日時：６月 18 日（水）13:00～17:00 場所：長岡市　シティーホール「アオーレ長岡」市民交流ホールＡ
参加者：147 名
備考:NPO法人水環境技術研究会，防災科学技術研究所雪氷防災研究センターとの共催

2.2　見学会

第19回雪形ウォッチング
日時：5月31日(土)～6月1日(日)　場所：宮城県栗原市　参加者：64名
備考：国際雪形研究会と共催

2.3　学習会

雪氷科学に関する国際ワークショップ

- Multi-scale, multi-approach measurements of distributed snowpack on the North Slope of Alaska Larry Hinzman（アラスカ大学国際北極研究センター）
- Radiative properties of snow and their application to climate study　青木輝夫（気象研究所）
- Processes that shape observed snow distribution in mountains　Michael Lehning（スイス連邦雪・雪崩研究所）
- Construction and application of a blowing snow forecasting system in Japan　根本征樹（防災科学技術研究所）
- Experimental investigations on intermittent snow drift　Enrico Paterna（スイス連邦雪・雪崩研究所）
- Empirical parameterizations of kinematical properties of solid precipitation particles from ground-based measurements at Nagaoka　本吉弘岐（防災科学技術研究所）
- Micro-computed tomography of snow: Potentials and limitations　Henning Löwe（スイス連邦雪・雪崩研究所）
- Modeling liquid water flow in snow in a hydrological context　Nander Wever（スイス連邦雪・雪崩研究所）
- Modeling wet snow based on physical process studies　平島寛行（防災科学技術研究所）
- On measuring snow mechanical properties relevant for dry-snow slab avalanche release　Jürg Schweizer（スイス連

©2015（公社）日本雪氷学会

邦雪・雪崩研究所）
・Monitoring avalanche release to better understand formation processe　Alec van Herwijnen（スイス連邦雪・雪崩研究所）
日時：11月18日（火）　9:00～17:00　場所：アオーレ長岡　市民交流ホールD
参加者：53名　備考：独立行政法人 防災科学技術研究所との共催

農業ハウスの雪害と対策
基調講演
「2014 年2 月の大雪による温室の被害と今後の対策」森山 英樹氏（（独）農研機構 農村工学研究所 農業施設研究室 主任研究員）
福井からの情報発信
・「平成26 年大雪による長野県小諸市の園芸施設被害」大﨑 隆幾 氏（福井ハウス株式会社）
・「福井県における農作物災害対策」上中 昭博 氏（福井県 農林水産部生産振興課）
・「連棟型農業ハウスの屋根融雪技術」奥田 広行 氏（福井県 建設技術研究センター）
日時：12月11日（木）　15:00～17:00　場所：福井大学(文京キャンパス)総合研究棟Ⅰ13階大会議室
参加者：8名　備考：福井雪技術研究会との共催

雪氷防災研究センター・新潟地方気象台合同談話会
・2014-15の大雪災害-着雪（徳島・高山）、雪崩（妙高）、建物倒壊（湯沢、妙高）-　上石勲(防災科学技術研究所雪氷防災研究センター)
・雪氷用MRIによる湿雪の撮像　安達聖(防災科学技術研究所雪氷防災研究センター)
・2014年2月の南岸低気圧による関東甲信地方大雪時の降雪種　山下克也(防災科学技術研究所雪氷防災研究センター)
・平成26年2月15日南岸低気圧による上中越山沿い大雪の事例解析（その1）－大雪発生時の環境場の特徴－　増渕美彦（新潟地方気象台）
・平成26年2月15日南岸低気圧による上中越山沿い大雪の事例解析（その2）－JMANHMによる再現実験　何故、低い気温は持続したのか－　石川　治美（新潟地方気象台）
日時：2月18日（水）　14:00～　場所：雪氷防災研究センター　2F　大会議室
参加者：16名　備考：防災科学技術研究所雪氷防災研究センターと新潟地方気象台との共催

2.4　講習会
積雪断面観測講習会
講師：安達聖，山下克也（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター）　勝島隆史(富山高等専門学校)
日時：2月21日(土)　場所：防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
参加者：24名　備考：防災科学技術研究所雪氷防災研究センターとの共催

3. 普及・啓発
3.1　支部ホームページの運営（http://www.seppyo.org/hse/）
大会プログラム・予稿集の掲載，および学習会等イベントの広報などの情報を随時更新

3.2　教育普及に関する共催事業
行事名：氷の花「チンダル像」の野外観察・学習会
内容：昨年の冬の観察の報告、チンダル像の学習と実験、野外観測ほか
日時：1月12日（月）10:00～　場所：セミナーハウスあいりす（加賀市中央公園内）

©2015（公社）日本雪氷学会

参加者:18名　備考:中谷宇吉郎雪の科学館，同友の会と共催

3.3　他学会，他団体への協賛・共催・後援等

「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　創立50周年記念講演会」
主催:防災科学技術研究所
会場：長岡市　シティーホール「アオーレ長岡」市民交流ホールＡ　参加者：123 名
・雪氷防災講演会
　記念講演
　　森 民夫／長岡市長
　　中尾 正義／(公社)日本雪氷学会会長
　雪氷防災研究最前線　-雪氷防災研究センターの歩みと最新の研究-
　　上石 勲／(独)雪氷防災研究センター長
　　小杉 健二／(独)雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所長
・ナダレンジャーショー　会場:ナカドマ(参加人数:105名)
・記念展示(会場:ホワイエ)
日時: 11月17日(月)　13:00～17:00

4. 2014年度北信越支部賞の表彰

雪氷技術賞:大川　滋(株式会社興和　水工部　課長)
　「そり式グライドメータを用いた雪崩検知システムの開発」
雪氷奨励賞: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　専門研究員)
　「フィールド観測を主体とした雪崩に関する積雪の研究」
雪氷奨励賞:福井幸太郎(富山県立山カルデラ砂防博物館　主任学芸員)
　「立山連峰における永久凍土および現存氷河についての研究」

5. 出版事業

5.1　支部機関誌

「雪氷北信越」第34号を6月に発行した．北信越支部ホームページにて公開．

6. 管理事項

6.1　北信越支部総会

5月17日，富山大学(五福キャンパス)

6.2　理事・幹事合同会議

第1回: 4月11日～23日，文書審議
第2回:12月11日，長岡市　まちなかキャンパス 501会議室

6.3　顧問・評議員会

12月11日，長岡市　まちなかキャンパス 501会議室

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

2014年度収支決算報告（北信越支部に関する抜粋）

				2014年度予算（A）	執行額（B）	増減（A）-（B）
収入				90,000	83,580	6,420
会費収入	支部会員費			0	0	0
事業収入	研究発表会収入			30,000	38,000	-8,000
	研修会講演会等収入			10,000	21,500	-11,500
	出版収入　北信越支部機関誌			50,000	24,080	25,920
資金からの繰り入れ（事業指定資金がある場合のみ）				0	0	0
雑収入				0	0	0
前期繰越金（特別な理由がある場合のみ）				0	0	0
支出				215,000	201,959	13,041
事業費			事業費 計	127,000	156,505	-29,505
	1調査・研究			0	0	0
	2研究会研修会	研究発表会	北信越支部大会	25,000	25,113	-113
		研修会等	講演、見学、学習会	2,000	2,778	-778
		普及・啓発	教育普及事業	0	0	0
		褒賞	北信越支部褒賞費	55,000	79,660	-24,660
	3出版事業	支部機関誌	北信越支部機関誌	45,000	48,954	-3,954
		その他出版		0	0	0
管理費			管理費 計	88,000	45,454	42,546
	事務局費			3,000	0	3,000
	会議費			85,000	45,454	39,546
	支払手数料			0	0	0
	役員選挙費			0	0	0
	雑費			0	0	0

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

2015年度事業計画

１．研究会研修会

研究発表会　　研究発表会・製品発表検討会(松本市)

研修会等

講演会　2回開催する

見学会　1回開催する

学習会　3回開催する

講習会　1回開催する

普及・啓発　　ホームページの運営

教育普及に関する事業の開催　1回開催する

褒賞　　2015年度北信越支部賞の表彰

２．出版事業

支部等機関誌　　機関誌「雪氷北信越」35号の刊行

３．その他

管理事項

理事・幹事合同会議の開催

顧問・評議員会の開催

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

2015年度予算（北信越支部に関する抜粋）

					2015年度予算（A）	2014度予算（B）	増減（A）-（B）
収入					85,000	90,000	-5,000
	会費収入	支部会員費			0	0	0
	事業収入	研究発表会収入			25,000	30,000	-5,000
		研修会講演会等収入			10,000	10,000	0
		出版収入		北信越支部機関誌	50,000	50,000	0
	資金からの繰り入れ（事業指定資金がある場合のみ）				0	0	0
	雑収入				0	0	0
	前期繰越金（特別な理由がある場合のみ）				0	0	0
支出					187,000	215,000	-28,000
	事業費			事業費 計	102,000	127,000	-25,000
		1調査・研究			0	0	0
		2研究会研修会	研究発表会	北信越支部大会	25,000	25,000	0
			研修会等	講演、見学、学習会	2,000	2,000	0
			普及・啓発	教育普及事業	0	0	0
			褒賞	北信越支部褒賞費	25,000	55,000	-30,000
		3出版事業	支部機関誌	北信越支部機関誌	50,000	45,000	5,000
			その他出版		0	0	0
	管理費			管理費 計	85,000	88,000	-3,000
		事務局費			0	3,000	-3,000
		会議費			85,000	85,000	0
		支払手数料			0	0	0
		役員選挙費			0	0	0
		雑費			0	0	0

©2015（公社）日本雪氷学会

公益社団法人日本雪氷学会北信越支部 支部規程施行内規

第1条　本支部は，公益社団法人日本雪氷学会支部規程第1条に基づき，公益社団法人日本雪氷学会北信越支部と称する．

第2条　本内規は，支部規程第2条2項に基づき，本支部における支部規程の施行に必要な事項を定めるものである．

第3条　本支部の会員は，北信越地方（新潟県，長野県，富山県，石川県，福井県）に在住する公益社団法人日本雪氷学会の会員とする．また，他支部に所属する会員であっても，本支部に所属することを希望する場合は，重複所属することを妨げない．

第4条　本支部に次の役員をおく．

支部長	1名
副支部長	若干名
支部顧問	若干名
支部評議員	若干名
支部理事	若干名（副支部長，幹事長を含む）
支部監事	2名
支部幹事	若干名

第5条　支部長は，支部からの推薦に基づき，定款施行細則第28条により，定款第20条に定める理事の中から理事会において選出する．

第6条　副支部長，支部理事および支部監事は支部総会において，支部会員の中から選任する．

第7条　支部の幹事長は支部理事の中から支部長が委嘱する．支部幹事は支部会員の中から支部長が委嘱する．

第8条　支部長は本支部を代表しその会務を総理する．

第9条　副支部長は支部長に事故ある場合，その職務を代行する．

第10条　支部理事会は支部長、副支部長、支部理事で構成され、支部会務執行に必要な協議を行う．支部理事会の議長は支部長とする．

第11条　支部監事は支部の事業ならびに会計を監査する．

第12条　支部幹事会は幹事長、幹事で構成され、支部長の命を受けて支部事業の企画及び会計ならびにその他の会務を処理する．

第13条　支部長の任期は２年とする．ただし連続する２期を超えて在任することはできない．支部長を除く役員の任期は２年とする．ただし再任を妨げない．その他は定款第24条の定めるところによる．

第14条　支部顧問および支部評議員は支部理事会の議決を経て支部長がこれを委嘱する．支部顧問及び支部評議員は本支部の発展に寄与するものとする．

第15条　本支部は毎年１回定時総会を開くほか必要に応じ臨時総会を開く．

第16条　総会においては下記事項の承認を受けなければならない．

事業報告・収支決算報告
事業計画・予算案
役員の決定
支部規程施行内規の変更
その他重要な事項

第17条　本支部の事業年度は毎年４月より翌年３月までとする．

附　則

本内規は2013年5月11日より施行する．

©2015（公社）日本雪氷学会

（公社）日本雪氷学会北信越支部表彰規程

１．本規程は，主として北信越地方において雪氷に関し下記の貢献をした者を表彰することを目的とする．

２．支部長は，受賞者を選定するために受賞候補者選定委員会（以降，委員会という）を設ける．

３．委員会は，数名をもって組織し，支部長が会員の中からこれを委嘱する．

４．委員会は，毎年会員に下記の賞に該当する候補者の推薦を求める．

（1）雪氷技術賞：克雪・利雪に有効な新しい技術を確立したものに贈る．

（2）大沼賞：長年にわたる観測データの集録など，雪氷に関する地道な貢献を行ったもの，もしくは雪氷研究に関して斬新なアイデアを生みだしたものに贈る．

（3）雪氷奨励賞：雪氷学の研究に顕著な成果をあげ，今後の発展を奨励することが適当と考えられるものに贈る．

（4）雪氷功労賞：支部の発展に著しい貢献をしたものに贈る．

ここで，雪氷技術賞，大沼賞の受賞者は本規程の趣旨に添う者であれば，会員・非会員を問わないものとする．

雪氷奨励賞と雪氷功労賞の受賞者は会員に限るものとする．

５．候補者の推薦は，下記の項目を記載した書類を支部事務局に提出するものとし，その締め切りを毎年 3 月 15 日とする．

（1）雪氷技術賞，大沼賞，雪氷奨励賞，雪氷功労賞の区別

（2）推薦者の氏名，所属，職名

（3）受賞候補者の氏名（または団体名），所属，職名．

（4）推薦理由書(○○○の功績,などの受賞表題を挙げ,800 字ほどにまとめたもの)．

（5）上記の理由書を証明する関係書類があれば添付する．

６．委員会は，推薦書類を検討し，その年の受賞者を項目ごとに 1～2 件選定し，支部長に報告する．受賞者は，支部理事会の承認を得て決定する．

７．各賞は賞状とし，支部定時総会においてこれを贈呈する．

附　則

本規程は 2013 年 5 月 11 日より施行する．

©2015（公社）日本雪氷学会

2015-16年度(公社)日本雪氷学会北信越支部役員

(*本部理事)

支部長

和泉 薫*　新潟大学災害・復興科学研究所所長

副支部長

飯田 肇　立山カルデラ砂防博物館学芸課長
上石 勲　防災科学技術研究所雪氷防災研究センター長

支部顧問

泉田 裕彦　新潟県知事
石井 隆一　富山県知事
大塚 昇一　小千谷市長
関口 芳史　十日町市長
宮元 陸　加賀市長
梅村 晃由　梅村研究開発事務所所長/長岡技術科学大学名誉教授
河田 脩二　金沢大学名誉教授
神田 健三　中谷宇吉郎雪の科学館友の会会長
小林 俊一　新潟大学名誉教授
対馬 勝年　富山大学名誉教授
早川 典生　NPO法人水環境技術研究会理事長/長岡技術科学大学名誉教授

支部評議員

植田 拓郎　新潟県総務管理部長
村椿 晃　富山県生活環境文化部長
羽毛田 昌敏　小千谷市建設課長
東 佑亮　十日町市建設部長
廣瀬 幸雄　中谷宇吉郎雪の科学館館長
池野 正志　（株）興和常務取締役技術本部長/新潟県融雪技術協会技術委員長
遠藤 八十一　元森林総合研究所十日町試験地主任
川田 邦夫　雪環境研究塾塾長/富山大学名誉教授
佐藤 和秀　長岡工業高等専門学校名誉教授
島田 英俊　北陸電力（株）電力流通部送電チーム統括課長
下村 忠一　NPO法人なだれ防災技術フォーラム　理事長
杉森 正義　山田技研（株）技術顧問
古川 征夫　（株）アルゴス代表取締役
丸山 敏介　新潟電機（株）代表取締役
横山 宏太郎　元中央農業総合研究センター
和田 惇　元北陸建設弘済会理事長

支部理事

石田 孝司　土木研究所雪崩・地すべり研究センター
上村 靖司　長岡技術科学大学機械創造工学専攻
河島 克久*　新潟大学災害・復興科学研究所
熊倉 俊郎　長岡技術科学大学環境社会基盤工学専攻

©2015（公社）日本雪氷学会

佐藤 篤司*　元防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
杉浦 幸之助*　富山大学極東地域研究センター
鈴木 啓助　信州大学理学部
高田 英治　富山高等専門学校
竹井 巌　北陸大学教育能力開発センター
竹内 由香里*　林総合研究所気象環境研究領域
中井 専人　防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
長峰 聡　新潟地方気象台観測予報課
前田 博司　福井工業大学建設工学科
宮崎 伸夫　(有)クライメットエンジニアリング
山口 悟　防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
山田 忠幸　山田技研株式会社

支部監事

石坂 雅昭　防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
町田 誠　町田建設（株）

支部幹事長

竹内 由香里　森林総合研究所気象環境研究領域

支部幹事（[1]庶務，[2]会計，[3]雪氷北信越編集，[4]支部だより，[5]HPの各担当者）

安達 聖　防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
池田 慎二　土木研究所雪崩・地すべり研究センター
伊豫部 勉[3]　新潟大学災害・復興科学研究所
小川 克昌　（有）アサップ
勝島 隆史[2]　森林総合研究所気象環境研究領域
加藤 務　テクノかとう
加藤 正明　長岡市立科学博物館
木戸 瑞佳　富山県環境科学センター
齋藤 隆幸　（株）スノーテック新潟
佐々木 明彦　信州大学山岳科学研究所
島田 亙　富山大学大学院理工学研究部
瀬戸 民枝　新潟県魚沼地域振興局地域整備部計画調整課
浜田 崇　長野県環境保全研究所
坂東 和郎　（株）興和水工部/新潟県融雪技術協会
平島 寛行　防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
福井 幸太郎　立山カルデラ砂防博物館
藤野 丈志　（株）興和水工部
本田 明治　新潟大学理学部
町田 敬[4]　町田建設（株）
松元 高峰　新潟大学災害・復興科学研究所
皆巳 幸也　石川県立大学生物資源環境学部
村井 昭夫　金沢市立内川中学校
本吉 弘岐[1]　防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
渡辺 幸一[5]　富山県立大学工学部

©2015（公社）日本雪氷学会

北信越支部特別・賛助・購読会員名簿

特別会員（5）

富 山 県	930-8501	富山市新総曲輪1-7	生活環境文化部県民生活課 水雪土地対策班
新 潟 県	950-0965	新潟市中央区新光町4-1	総務管理部地域政策課雪対策室
小 千 谷 市	947-8501	小千谷市城内2-7-5	建設課
加 賀 市	922-0411	加賀市潮津町イ106	中谷宇吉郎雪の科学館
十 日 町 市	948-8501	十日町市千歳町3-3	建設課

賛助会員（14）

(株)アルゴス	944-0009	妙高市東陽町1-1
(株)上越商会	943-8616	上越市大字土橋1012
中日本ﾊｲｳｪｲ･ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ名古屋（株）金沢支店	920-0025	金沢市駅西本町3-7-1
(有)アサップ	944-0005	妙高市中川3-5
(有)クライメットエンジニアリング	948-0103	十日町市小泉1834-23
(株)興和	950-8565	新潟市中央区新光町6番町1
(株)上越観光開発	949-6431	南魚沼市樺野沢112-1
轟産業(株) 長岡営業所	940-0082	長岡市千歳1-3-31
長岡舗道(株)	940-2115	長岡市下山町651-1
新潟電機(株)	940-1101	長岡市沢田1-3535-41
一般財団法人日本気象協会 新潟支店	950-0962	新潟市中央区出来島1-11-26
北陸電力（株）	930-8686	富山市牛島町15-1
(株)星野工業	946-0024	魚沼市中原65-1
町田建設(株)	949-6407	南魚沼市島新田374

購読会員（15）

石川県林業試験場 造林科	920-2114	白山市三宮町ホ１
国土交通省北陸地方整備局 契約課購買係	950-8801	新潟市中央区美咲町1-1-1
国土交通省北陸地方整備局 北陸技術事務所	950-1101	新潟市西区山田2310-5
清明堂書店 外商部	930-0083	富山市総曲輪3-2-24
富山県農林水産総合技術センター 森林研究所	930-1362	中新川郡立山町吉峰3
長野県林業総合センター	399-0711	塩尻市大字片丘字狐久保5739
新潟県森林研究所	958-0264	岩船郡朝日村大字鵜渡路2249-5
新潟大学　学術情報部	950-2181	新潟市西区五十嵐二の町8050
新潟地方気象台	950-0954	新潟市中央区美咲町1-2-1 新潟美咲合同庁舎2号館 9・10F
一般財団法人日本気象協会 北陸支店	930-0892	富山市石坂2415番地4
(株)ネクスコ・エンジニアリング新潟	950-0916	新潟市中央区米山5-1-35 カレント・さくらビル2F
福井工業大学 図書館	910-8505	福井市学園3-6-1
福井雪技術研究会	910-0017	福井市文京3-9-1 福井大学工学部環境設計工学科
(独)防災科学技術研究所雪氷防災研究センター	940-0821	長岡市栖吉町前山187-16
(株)北国書林 外商部	921-8112	金沢市長坂 2-12-16

©2015（公社）日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

編集後記

『雪氷北信越』の編集を今年も引き続き担当し，第 35 号をここに発行することができました．原稿をお願いした方々には快くご執筆いただき，また編集にあたっては支部長，幹事長，幹事をはじめ役員の方々にはたいへんお世話になり，ありがとうございました．今年の北信越支部総会・研究発表会は信州大学で開催され，発表件数は昨年よりはやや少ないものの 40 件を越えました．ご準備いただいた実行委員，ならびに関係者の皆さまに感謝いたします．また，今年の雪氷研究大会が 9 月 13 日（日）～16 日（水）にかけて信州大学で開催されます．大会期間中は「山と雪を考える」と題した公開講演会や雪と氷の不思議な性質を体験しながら学べる「雪氷楽会」や「子どもと雪氷を楽しむ会」も開催されます．皆さまのご来場を支部会員一同，心よりお待ちしております．

さて，この『雪氷北信越』は第 28 号より電子出版を開始し，支部のホームページで誰でも閲覧できるようになっております．併せて，これまで同様の印刷冊子の出版も継続し，北信越地区の特別，賛助，購読会員へ進呈するとともに，支部内外を問わず希望者に有料で頒布しています．引き続き『雪氷北信越』が広く活用されることを願っております．

（伊豫部 勉）

編集委員：伊豫部 勉，池田 慎二，勝島 敬史，加藤 務，竹内 由香里（委員長），町田 敬

（公社）日本雪氷学会北信越支部ホームページ　http://www.seppyo.org/hse/

SEPPYO HOKUSHIN'ETSU
Journal of Hokushin'etsu of Japanese Society of Snow and Ice

No.35　June 2015

Editor and Publisher: Hokushin'etsu Branch, Japanese Society of Snow and Ice
Office: Tohkamachi Experimental Station, Forestry and Forest Products Research Institute
614, Tatsu-otsu, Tohkamachi, 948-0013, Japan

雪氷北信越　第 35 号

編集・発行：(公社) 日本雪氷学会 北信越支部
事務局：〒948-0013 十日町市辰乙 614　(独)森林総合研究所十日町試験地内
印刷所：共立印刷株式会社　〒950-0971 新潟市中央区近江 2 丁目 16 番 15 号
発行年月日：2015 年 6 月 30 日

© 2015（公社）日本雪氷学会
掲載された記事の著作権は（公社）日本雪氷学会に属する．

（表紙題字：大沼匡之）