

雪氷北信越

第 38 号

2018 年 8 月

(公社) 日本雪氷学会北信越支部

雪氷北信越 第38号

目 次

巻頭言：

大雪と降雪の研究

日本雪氷学会北信越支部 監事 石坂 雅昭 ----- 1

受賞者のことば：

2018年度北信越支部賞受賞者と選定理由 和泉 薫 ----- 2

大沼賞を受賞して 本吉 弘岐 ----- 4

雪氷功労賞を受賞して 和泉 薫 ----- 6

北信越支部賞受賞者一覧 ----- 7

2018年度総会・研究発表会：

次第・プログラム ----- 9

講演予稿集 ----- 13

2017年度事業報告 ----- 48

2017年度収支決算報告 ----- 51

2018年度事業計画 ----- 52

2018年度予算 ----- 53

(公社)日本雪氷学会北信越支部 支部規程施行内規 ----- 54

(公社)日本雪氷学会北信越支部 表彰規程 ----- 55

2017-18年度 (公社)日本雪氷学会北信越支部 役員 ----- 56

北信越支部特別・賛助・購読会員名簿 ----- 58

雪氷北信越「北信越のひろば」の投稿料改定について ----- 59

編集後記 ----- 60

大雪と降雪の研究

監事 石坂 雅昭 (防災科学技術研究所・客員研究員)

職場を離れて 2 年余りになる。世間では「終わった人」である。そんな私に巻頭言のお鉢を回しているのだからと思うが、大方書くべき人が書いてしまったということなので仕方がない、引き受けた。「終わった人」は好きなことが書ける。

さて、今冬、北陸の平野部は大雪に見舞われて、交通渋滞をはじめ、長時間の立ち往生、列車内での閉じ込めなど多くの被害が出た。亡くなられた方も全国では 116 名 (消防庁 4 月 13 日発表) と三桁となった。痛ましいことである。また、災害への対処で苦労された方も多いと思われる。

今冬の大雪は平野部の限られた地域に集中的に強い降雪が続いたのが特徴であった。集中的な降雪には、私も在職中は富山から長岡へ単身赴任していたので、冬の車での往来に怖い思いを何度かした。雪はいつ止むのか、少し待てば良いのか、どこが危険なのか、迂回した方が良いのか、そんな予測が的確にできたらと思った。自分の仕事も関係していたので、研究の到達点の低さに忸怩たる思いがある。

近年の立ち往生をもたらすような集中的な大雪事例を調べてみると、同じ場所に半日から一日以上断続的に降雪がある。積雪が急速に増えている数時間をみると、降水量としては多くても平均して時間 5 ミリ程度である。そして降水量 1 ミリでおおよそ 1 センチの割合で積雪深が増加する。積雪は自重で沈みながら増えるので時間ごとの降雪深はもっと多いだろう。細かいことはさておき、そのような雪が半日以上も続くと 50 センチを超えることになる。それが平野部であればたちまち大きな混乱になる。

しかし、豪雨災害時の雨と比べると雪の降水量ははるかに小さい。このことは、降雪の研究が雨に比べて容易であるということではない。小さな対象を扱っているだけで、そのことによってむしろ研究としては困難なことが増えるとも言える。例えば、分単位の短い時間の雪の降水量を測るには、一般に雨に使われている降水量計では分解能が足りない。小さなものを見るのに高倍率の顕微鏡が必要なように、高感度の観測装置の高密度な配置が必要なのである。数値モデルにも高い解像度が要求される。

しかし、人口の少ない日本海側の雪にそのような研究資源を投資してはくれない。また、日本海側の降雪を正面から扱う研究者も多くはない。それに雪雲が誕生する日本海に観測点を配置するのは困難であり、肝心の雪雲の情報は不足している。このように日本海の降雪研究は参入者が少なく、未解明なことの多い分野である。

考えてみると、これはとてもチャレンジングな対象ではないだろうか。日本の研究は往往にして国外の研究者の創出した概念や理論でうまく説明できることだけを対象にする傾向があるが、それらにない新しい発見、それを説明する新しい概念や枠組みを見つける可能性があると言える。

北陸出身の中谷宇吉郎は北海道で雪の研究を始めたが、当時の日本の物理学の主流からは、あれは「科学」でないと言われた。しかし、彼は外国の科学者の二番煎じは科学でないと考え、矜持を持って雪の未知の世界を探求した。もし彼が北陸にいたら、おそらく北陸の大雪にも取り組んだと思われる。

地の利を生かして降雪の研究をやってみませんか。「終わった人」は自分のやってきたことを外において、あつかましくもこれから「始まる人」(若者 or 若くなくても可) を無責任にけしかけるものである。ご容赦願いたい。

2018年度日本雪氷学会北信越支部賞受賞者と選定理由

2018年4月6日、上越市ミュゼ雪小町多目的室2において、2018年度北信越支部賞受賞候補者選定委員会（和泉薫（委員長）、飯田肇、石坂雅昭、上石勲、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、2件が受賞候補に選定された。なお、候補のうち1件については候補者が選定委員長と同一であるため、委員長を除く4名で審査した。その後、5月8日～5月15日の2018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。

大 沼 賞：本吉弘岐会員（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター、主任研究員）
件 名：長年にわたる観測および比較解析に基づく降雪粒子特性の研究
理 由：本吉弘岐氏は、防災科学技術研究所雪氷防災研究センター着任（2008年）以来、毎冬季の地道な降雪粒子観測を行い、基礎的知見を蓄積してきた。特に北陸地域に多い湿雪の研究においては、雨滴を降雪粒子から区別するための手法を提案して雨、霰、固体降水の判別を行い、気温・湿度や湿球温度との関係を明らかにした¹⁾。また、霰の含水状態を推定する手法を提案し²⁾、それを用いて気温と雨滴の割合との関係が降水状態の時間変化に影響されることを見いだした³⁾。さらに、降雪粒子観測から融解状態と卓越降水粒子を判別するアルゴリズムを構築し、気象モデルの改良やレーダー観測研究にも貢献している⁴⁾。主要降雪粒子の観測はリアルタイムで防災科学技術研究所のホームページでも公開されている^{5) 6)}。

計測においては、降雪粒子の形状をより詳細に解析するため、ベルトコンベアを用いた降雪の連続撮影システムに改良を加え解像度を高めたばかりでなく、冬季に蓄積される多量の画像の解析を実施して有用なデータベースを構築している。また、この分野では先鞭となる、自動記録式電子天秤を用いた降雪粒子一つ一つの質量・粒径・落下速度の連続同時測定を実施するなど、斬新なアイデアを用いて降雪に関する基礎物理量の正確な測定技術の発展に寄与した⁷⁾。現在はこのデータをもとに、粒径・落下速度による降雪粒子質量の経験的パラメタリゼーションを推進している⁸⁾。

以上のように、本吉氏は長期間の観測において降雪粒子の基礎的知見を積み重ね、その中で斬新な観測、解析手法を生み出し、降雪粒子の特性を明確にしつつ、その特性を気象モデル、レーダーなどの検証として用いる手法を開発してきた。以上の理由により本吉弘岐氏を大沼賞に選定した。

主要参考文献

- 1) 本吉弘岐・三隅良平・石坂雅昭・中井専人，2013，地上降雪観測による融解層に伴う霰および湿雪の観測，雪氷北信越，33，63.
- 2) 本吉弘岐・三隅良平・石坂雅昭・中井専人・山下克也，2015，光学式ディストロメータを用いた霰の状態の定量化の試み，雪氷北信越，35，28.
- 3) Misumi, R., H. Motoyoshi and S. Yamaguchi, S. Nakai, M. Ishizaka, Y. Fujiyoshi, 2014, Empirical Relationships for Estimating Liquid Water Fraction of Melting

Snowflakes, J. Appl. Meteor. Clim., 53, 2232-2245.

- 4) 本吉弘岐・石坂雅昭・中井専人・椎名徹・村本健一郎, 2010, 鉛直降水レーダーと地上降水粒子観測によるレーダー反射率の比較, 雪氷北信越, 30, 42.
- 5) http://yukibousai.bosai.go.jp/sk/fso/index_public.html
- 6) Ishizaka, M., H. Motoyoshi, S. Nakai, T. Shiina, T. Kumakura and K.-I. Muramoto, 2013, A new method for identifying the main type of solid hydrometeors contributing to snowfall from measured size-fall speed relationship., J. Meteor. Soc. Japan, 91, 747-762.
- 7) 本吉弘岐・石坂雅昭・中井専人, 2012, ビデオカメラと電子天秤を用いた個別の降雪粒子の質量測定について, 雪氷北信越, 32, 59.
- 8) 本吉弘岐・石坂雅昭・中井専人・山下克也, 2016, 粒径・落下速度による降雪粒子の経験的パラメタリゼーション. 雪氷研究大会 (2016・名古屋) 講演要旨集, 247.

雪氷功労賞：和泉薫会員（新潟大学名誉教授）

件 名：雪崩防災への学術的・社会的貢献及び学会・支部運営に果たした功績

理 由：和泉薫氏は、学術と社会貢献の両面からわが国の雪崩防災分野を長きにわたり牽引してきた。学術的には、日本全国で発生した雪崩災害の現地調査を行い、雪崩の発生機構や流動機構を解明してきた。その過程においては、1986年の柵口雪崩災害では地震計振動記録を解析し、地震計によって雪崩検知が可能であることを日本で初めて明らかにした。また、2001年の浅草岳雪崩災害ではブロック雪崩に関してわが国初の学術的調査を行った。さらに、明治元年から平成22年までの約140年間に及ぶ日本全国の雪崩災害をデータベース化し、世界的に見ても例がない雪崩災害の履歴分析を行った。これらの研究成果対して日本雪氷学会平田賞及び北信越支部大沼賞を受賞している。

一方、社会的には、2000年岐阜県上宝村の左俣谷雪崩災害において、雪氷学会が建設省から委託された調査委員会の委員長を務め、日本最大規模の雪崩の発生機構を解明するとともに、今後の対策について提言した。また、国土交通省や新潟県の道路防災ドクター等を長年務めており、平成18年豪雪の際には秋山郷の国道405号線の雪崩調査と技術指導に心血を注ぎ、雪崩災害防止に大きく貢献した。さらに、雪崩研修会の講師を長年務めるなど、雪崩防災教育の面での貢献も大きい。これらの社会的貢献に対しては、国土交通省から雪崩災害防止功労者表彰を受けている。

学会運営の面では、本部理事・評議員、北信越支部長、雪崩分科会会長、雪氷研究大会 (2017・十日町) 実行委員長などを歴任し、学会の円滑な運営と発展に貢献した。さらに、2014年2月の関東甲信地方を中心とした大雪災害では、突発災害科研費の研究代表者を務め、雪氷学会の災害関係研究者の取りまとめ役を果たしている。

以上のように、和泉氏の雪崩防災への学術的・社会的貢献及び学会運営、支部の発展に果たした貢献は多大なものであり、雪氷功労賞に選定した。

大沼賞を受賞して

国立研究開発法人 防災科学技術研究所 雪氷防災研究部門 本吉 弘岐

このたびは、日本雪氷学会北信越支部の大沼賞という身に余る賞をいただき、まことにありがとうございました。ご推薦いただいた方々、選考委員の皆様に深く御礼申し上げます。

降雪粒子特性に関する研究は、私が防災科学技術研究所に赴任して以降に取り組んでいる研究テーマです。この分野の研究は、本格的な雪氷研究が始まった初期の頃から行われてきた、旧くて新しいテーマです。降雪粒子には、霰や雪片の違いや、形状、質量、密度、落下速度、構成結晶、含水状態などに様々な違いがあります。時々刻々と変化する降雪粒子特性の違いから、表層雪崩の弱層が形成されたり、着雪・冠雪の生じやすさや視程に影響するなど、降雪粒子特性は雪氷災害に対して重要な役割を持っています。技術の進歩に合わせて、かつて手動で行われた計測が自動化されたり、より詳細な降雪のデータの取得が可能となってきました。私も、既存の装置を組み合わせたり、従来の解析手法を少しだけ工夫したものになりますが、雪氷防災研究センターにある降雪粒子観測施設を用いて、降雪粒子特性の自動計測や降雪粒子特性の推定手法の開発を行ってきました。

まず、降雪粒子特性として重要なのが質量で、個別の降雪粒子の質量、形状、落下速度の同時計測は、長岡では数多く観測される粗大雪片や大粒の霰、湿雪などの当該データが過去の文献になかったために始めたものです。雪片の質量はとても小さい（0.1mg ～ 100mg）ため、電子天秤等を用いる場合も手動で計測するのが通常です。そこで、応答時間の短い産業用電子天秤（最小秤量 0.1mg）を用いることで、形状と落下速度計測用にビデオカメラに写った落下中の個別降雪粒子の質量を自動記録することが可能になり、1mg 以上の粒子について 2 冬期で 3000 個を超える計測を行うことができました。

長岡は、みぞれの観測頻度が高いのですが、湿雪と乾雪を分けた解析を行うためには、降雪の含水状態を評価する必要がありました。気温が 0℃以上の降雪粒子の融解が進むと、小さい粒子から雨滴へと変化します。光学式ディストロメータで粒径・落下速度を計測すると、雨滴は Gunn and Kinzer の関係に良く一致します。その特性から、みぞれの中の雨滴とそれ以外の固体降水を区別し、降水量への寄与を割合として求める手法を開発することで、雨雪判別だけでなく、みぞれの融解度合いを評価できるようになりました。

また、雪氷防災研究センターでは、私が赴任する以前から、低温室内のベルトコンベアを用いた降雪粒子の画像（10 秒毎）を取得しており、これを整理して、アーカイブ化しています。また、2014 年の南岸低気圧による関東甲信大雪時に降雪結晶起因の雪崩が頻発したことから、2016 年からは降雪結晶の形を判別できるようなより詳細な画像を取得できるようにし、複雑な形状も立体視で確認できるような撮影方法にも取り組んでいます。

こうした方法で、降雪粒子特性の観測を自動化し、さまざまな降雪特性の情報を引き出

すことが、今後の降雪に起因する雪氷災害の軽減のための研究のためには必要です。また、気象レーダー観測や気象予測モデルと比較することにより降雪現象の把握に活かしていきたいと考えおり、今後も雪氷防災研究センターの研究者の皆さんや、他機関の方々との共同研究を通して、研究を進めていきたいと思ひます。皆様のご指導、ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

雪氷功労賞を受賞して

新潟大学名誉教授 和泉 薫

このたびは日本雪氷学会北信越支部の雪氷功労賞をいただき、身に余る光栄に感じ入っております。まずは調査研究などご協力、ご支援下さった支部会員の皆様、中でも推薦、選考に関わられた方々に深く御礼申し上げます。

小生 2 年前に新潟大学を定年退職いたしました。その現役最後の頃に拝命した北信越支部長職を、昨年上石現支部長にバトンタッチしたばかりで、功労賞などはまだ縁遠いものと思っておりました。ただ振り返ってみますと、雪氷の学術的研究は北海道大学大学院時代以来 45 年、新潟大学での雪氷学関連の講義は 20 年以上行ってきましたし、大学院自然科学研究科では 20 年間雪氷研究者・実務者の博士号取得をお手伝いし、主査または副査を務めた学位取得者は 20 名（そのほとんどが日本雪氷学会員）にもなりました。こうした長きにわたって雪氷研究・教育に携わったことに加え、昨年の雪氷研究大会（2017・十日町）の実行委員長として微力ながらも大会を成功裏に終えたことも追い風となり、功労賞をいただくことになったと思われます。

受賞の対象の一つである雪崩災害の研究は、新潟大学に助手として赴任してすぐに起こった 56, 59, 61 豪雪の大きな雪崩災害の現地調査に始まりました。聞き取り調査などを行って驚いたのは、被災地での雪崩履歴が言い伝え程度にしかなく、雪崩防災に欠かせない過去の雪崩記録がほとんどないことでした。そこで取り組んだのが、日本全国の雪崩災害事例の収集とデータベース化でした。当時はワープロに毛の生えたような DB ソフトしかなく、都道府県ごとに発生履歴を時系列表にまとめる程度でしたが、最近まで挫折することなく継続してきた結果、ようやく明治初めから約 140 年間に及ぶ「日本の雪崩災害データベース」として web 上に公開するまでに至りました。この DB による雪崩災害の履歴分析などの研究によって、日本雪氷学会平田賞と北信越支部賞大沼賞を受賞いたしました。

近年は、雪崩災害のほかに雪形、消雪日予測伝承、雪氷冷熱利用、雪結晶デザインなど、雪氷民俗・文化の調査研究も行っています。雪崩などのフィールドサイエンスでは、共同研究者と協力して成し遂げられる研究が多々ありますが、雪氷民俗・文化の分野では 1 人でも新しい発見が可能です。雪崩災害に加え、雪氷民俗・文化の調査研究を今後も継続し、桂歌丸師匠に倣って“生涯現役”を貫いていきたいと思っております。

より一層のご指導、ご鞭撻をいただきますようお願い申し上げまして、受賞のお礼とさせていただきます。ありがとうございました。

(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 巖，佐藤 国雄 雪氷功労賞：河田 脩二，山田 穰
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 專人 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：福島 祐介

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
2013 年度	雪氷功労賞：佐藤 篤司
	雪氷技術賞：越後雪かき道場
	大 沼 賞：本田 明治
2014 年度	雪氷功労賞：丸山 敏介
	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 互
	雪氷奨励賞：佐々木 明彦
2016 年度	大 沼 賞：松元 高峰
	雪氷奨励賞：勝島 隆史
2017 年度	大 沼 賞：藤野 丈志
2018 年度	大 沼 賞：本吉 弘岐
	雪氷功労賞：和泉 薫

2018 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

2018 年 6 月 2 日(土)

富山県立大学

2018 年度(公社)日本雪氷学会 北信越支部大会

主催:(公社)日本雪氷学会北信越支部

共催:富山県立大学

日 時: 2018 年 6 月 2 日(土)10:30~19:00

場 所: 富山県立大学(富山県射水市黒河 5180)

A会場:L 合同棟 L205 B会場:L 合同棟 L204

次 第:

研究発表会 (AおよびB会場 10:30~12:40)

総 会 (A会場 13:40~14:25)

支部賞授賞式 (A会場 14:25~14:40)

大 沼 賞:本吉 弘岐 氏 (防災科学技術研究所雪氷防災研究センター主任研究員)

件名:長年にわたる観測および比較解析に基づく降雪粒子特性の研究

雪氷功労賞:和泉 薫 氏 (新潟大学名誉教授)

件名:雪崩防災への学術的・社会的貢献及び学会・支部運営に果たした功績

研究発表会 (AおよびB会場 14:45~17:00)

研究技術交流会 (G 厚生棟 G111 食堂 17:10~19:00)

研究発表会プログラム

(1 鈴:7 分, 2 鈴:9 分, 3 鈴:12 分)

《A会場(L 合同棟 L205)》

I 雪崩1 (10:30-11:25)

座長:秋山 一弥(土木研究所)

1. 2017/18 冬期に土木研究所で観測した雪崩について

○原田裕介・石川 茂・上之和人・秋山一弥(土木研究所)

2. 小蓮華山(長野県)における雪崩事故(2018 年 1 月 20 日)の調査報告

○出川あずさ(日本雪崩ネットワーク)

3. 2018 年 2 月, 3 月に福井県大野市の同一斜面で発生した 2 回の雪崩

○上石 勲・山口 悟・長峰 聡(防災科研・雪氷)

4. 秋田県湯沢市泥湯温泉で 2018 年 2 月 13 日に発生した雪崩の調査(速報)

○竹内由香里・勝島隆史(森林総研十日町)・浅利一成(秋田森林管理署湯沢支署)・井良沢道也(岩手大)・落合博貴((株)森林テクニクス))

II 雪崩2・利雪・克雪 (11:30-12:40)

座長:原田 裕介(土木研究所)

5. 全層雪崩の連動的発生とグライド速度

○河島克久・松元高峰(新潟大災害研)・伊豫部 勉(京都大工学研究科)・渡部 俊

(新潟大災害研)

6. 高精度空間情報による雪崩の発生規模の推定
○秋山一弥・石川泰裕 (土木研究所)
7. 太平洋側地域に適用可能な雪崩発生危険度の評価方法
○吉川知里 (新潟大理学部)・河島克久・松元高峰 (新潟大災害研)
8. 日本最古の雪崩防止柵について
○和泉 薫 (NPO なだれ防災技術フォーラム)
9. 「新潟の雪」と「雪の新潟」の謂れ
○和泉 薫 (新潟大名誉教授)

Ⅲ 気候・融雪・雪溪 (14:45-16:00)

座長：河島 克久 (新潟大災害研)

10. 乗鞍岳東斜面における雪面上の重力風
○上原元樹・佐々木明彦・鈴木啓助 (信州大)
11. 熱収支モデルおよび積雪融解モデルを用いた山岳地域における積雪融解プロセスの再現
○西村基志 (信州大)・佐々木明彦 (国士舘大)・鈴木啓助 (信州大)
12. 融雪型火山泥流の流動性に与える雪の影響
○沖田竜馬 (新潟大自然科学研究科)・河島克久・松元高峰・片岡香子・渡部 俊 (新潟大災害研)
13. 白山千蛇ヶ池雪溪の夏季から秋季の縮小過程
○小川弘司 (石川県白山自然保護センター)・藤原洋一 (石川県立大)
14. 谷頭小流域において降雨および越年性雪溪の融雪水がもたらす溪流水の時空間的な水質変動
○清水啓紀・佐々木明彦・鈴木啓助 (信州大)

Ⅳ 森林 (16:05-16:55)

座長：竹内 由香里 (森林総研)

15. 風洞装置を用いたスギの湿雪着雪成長の室内実験
○勝島隆史 (森林総研十日町)・安達 聖 (防災科研・雪氷)・竹内由香里 (森林総研十日町)
16. 雪崩斜面における樹木の倒伏過程と降積雪およびグライドとの関係
○松元高峰 (新潟大災害研)・河島克久 (新潟大災害研)・勝島隆史 (森林総研十日町)・宮下彩奈 (東京大日光植物園)・伊豫部 勉 (京都大工学研究科)・渡部 俊 (新潟大災害研)
17. 雪崩斜面における積雪期間中の樹木の変形モニタリング
○宮下彩奈 (東京大日光植物園)・松元高峰・河島克久 (新潟大災害研)・勝島隆史 (森林総研十日町)

《B会場(L 合同棟 L204)》

V 降雪1 (10:30-11:40)

座長：山下 克也 (防災科研・雪氷)

18. 2018 年 1 月 11-12 日新潟市に大雪をもたらした総観場・循環場の特徴

○本田明治 (新潟大理学部)・春日 悟 (新潟大自然科学研究科)・伊豫部 勉 (京都大工学研究科)

19. 2018 年冬季の北陸の大雪から集中豪雪について考える

○石坂雅昭 (防災科研・客員)・本吉弘岐・中井専人 (防災科研・雪氷)

20. 2018 年 1 月から 2 月の大雪時の降水系

○中井専人・本吉弘岐・山下克也・山口 悟 (防災科研・雪氷)

21. 2018 年大雪時に観測された多重鼓様雪結晶について

多重鼓様雪結晶観測グループ (神田健三 (中谷宇吉郎雪の科学館友の会)・藤野丈志 ((株) 興和)・○本吉弘岐 (防災科研・雪氷)・石坂雅昭 (防災科研・客員))

22. 新雪粒子特性診断のための数値気象モデルを用いた新たなアプローチ

○橋本明弘 (気象研)

VI 降雪2 (11:45-12:40)

座長：中井 専人 (防災科研・雪氷)

23. 新潟県で測定した南岸低気圧に伴う降雪時と冬型気圧配置時の降雪時の降雪種

ー2018 年 1 月 22 日から 24 日の事例ー

○山下克也・中井専人・本吉弘岐 (防災科研・雪氷)

24. 反射型固体降水観測器による降水種別判別の検討

○上林颯・熊倉俊郎 (長岡技大)・山崎正喜・石丸民之永 (新潟電機 (株))・本吉弘岐・中井専人 (防災科研・雪氷)

25. 降雪センサー情報を用いた詳細降雪・気象情報提供システムの開発

○山口 悟・山下克也 (防災科研・雪氷)・齋藤隆幸 (スノーテック新潟)・山崎正善 (新潟電機 (株))・神田英一朗 ((株) KCS)

26. 降雪深増率計の開発 IV ー2017~2018 積雪板式時間降雪深計との比較ー

○石丸民之永・山崎正喜・羽賀秀樹 (新潟電機 (株))・熊倉俊郎 (長岡技大)

VII 凍土・積雪分布・吹雪・氷床・建築 (14:45-15:55)

座長：山口 悟 (防災科研・雪氷)

27. 南部パタゴニア地域における岩石氷河の分布

○松元高峰 (新潟大災害研)

28. 2009 年から 2014 年までの中央アジア・アルタイ山脈域における積雪水量の変動特性

○杉浦幸之助・三國志成 (富山大)

29. 低温風洞におけるスプラッシュ過程の測定

○新屋啓文（新潟大）・大宮 哲（寒地土研）・根本征樹（防災科研）・大風 翼（東工大）

30. 氷床コア深層掘削機の電装部の開発 ―3500m ケーブル通信と試作―

○高田守昌（長岡技大）・本山秀明（極地研・総研大）

31. 屋根雪試験棟を用いた雪荷重による垂木の変形のモニタリング計測の試み

○本吉弘岐・伊藤陽一（防災科研・雪氷）・高田清太郎（（株）高田建築事務所）・神田英一朗（（株）KCS）

VIII 雪氷化学・教育・普及・積雪の構造（16:00-17:00）

座長：高田 守昌（長岡技大）

32. 立山・室堂平における積雪層中の化学成分濃度の特徴

○渡辺幸一・原田英幸・日比野桂佑・江尻遼介・市川夢子（富山県立大）・島田 亙・青木一真・川田邦夫（富山大）

33. 積雪層の中に含まれる化学成分の融点直下における下方移動

○大西悠也・島田 亙・朴木英治（富山大）

34. pH 指示薬による積雪層の pH 可視化

○藤野丈志（（株）興和）・對馬勝年（富山大名誉教授）

35. 積雪中への水分浸透における水みちから毛管流卓越への遷移過程 ―モデルを用いた数値実験―

○平島寛行（防災科研・雪氷）・Francesco Avanzi（カリフォルニア大学バークレー校）・Nander Wever（コロラド大学ボルダー校）

1

2017/18 冬期に土木研究所で観測した雪崩について

○原田裕介・石川 茂・上之和人・秋山一弥(土木研究所)

1. はじめに

雪崩・地すべり研究センターでは、雪崩研究の基礎データを取得するため、2017/18 冬期に新潟県および長野県の3箇所に観測サイトを設けた(図1)。本発表では、各観測サイトの特徴と雪崩観測結果の一部について報告する。

2. 観測サイトの特徴および観測結果(一部)

2. 1. 新潟県糸魚川市柵口

糸魚川市柵口地区では、1986 年 1 月に 13 名の犠牲者を出した流下距離 2.1km の表層雪崩が発生した。土木研究所では、2000 年に当該地区に雪崩観測ステーションを設置し、山麓サイトと集落サイトにて雪崩の動画撮影と気象観測を実施している¹⁾。2017/18 冬期前に動画撮影カメラを増設し、併せて絶対気圧計を設置のうえインフラサウンド(低周波数の音波)観測を実施した²⁾。発表時には、2017/18 冬期に映像で得られた雪崩発生規模¹⁾と、気象およびインフラサウンド観測との関係について紹介する。

2. 2. 長野県松本市安曇(乗鞍高原)

近年、短時間での多量降雪によって雪崩災害が生じる場合がある。土木研究所では、上記の雪崩発生条件を解明し、その危険度評価手法を提案するための研究に取り組んでいる。長野県松本市安曇に位置する林道奈川安曇線 B 線、通称上高地乗鞍スーパー林道 B 区間(乗鞍高原～白骨温泉)では、多量降雪に伴う雪崩が樹林帯をすり抜けて道路に到達することで通行止になることがある³⁾。そこで、当該区間を対象として、乗鞍高原で気温・風向風速・積雪深計を設置のうえ冬期間計測し、2018 年 1 月 22 日の短時間の多量降雪時(9 時間で 45cm)に積雪⁴⁾および翌 23 日に雪崩発生跡の確認を行った。発表時には、上記結果を紹介する。

2. 3. 長野県小谷村中土(小谷温泉)

小谷村中土の県道 114 号沿いで、2017 年 2 月(推定)に複数箇所ですべて全層雪崩が発生し、デブリが河川や道路付近まで到達していた。その後の道路関係者や地元住民の聞き取り等をもとに、当該路線の小谷温泉から南南西 3.3km 付近の4斜面を対象に、冬期間インターバルカメラを設置のうえ雪崩のモニタリングを実施した。また、小谷温泉付近に位置する中谷川雨量観測所(国土交通省所管)のパンザマストを用いて気温・風向風速・積雪深計を設置のうえ冬期間計測した。2017/18 冬期は、1 月 17~18 日、3 月 8~9 日、3 月 28~29 日に複数斜面で全層雪崩が発生していた。

3. 今後の課題

雪崩は、山岳地域では頻繁に発生していると考えられるが、災害につながらないものは報告されず、加えて気象や映像のみだけで発生情報を得るのは難しい。2017/18 冬期は、2.1 はインフラサウンド観測、2.2 と 2.3 は道路管理者および地元住民からの雪崩発生情報を新たな試みとして導入した。将来的に、雪崩の危険区域をより精度よく決定するためには、実際に発生した雪崩の発生量や発生面積、到達距離などの雪崩の規模に関する統計データが必要である。今後、どのような観測手法が効果的かを検討していきたい。

4. 謝辞

上記の観測サイトの気象・映像・画像機器の設置は、関係省庁、地元自治体等への申請または承諾を得て実施した。また、松本市および小谷村の関係各位より雪崩発生情報を頂いた。ここに、御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 秋山, 2014: 雪氷, 76, 431-440. 2) 新井ら, 2014: 寒地技術論文・報告集, 30, 194-199.
- 3) 原田ら, 2017: 雪氷研究大会(2017)講演要旨集, 221.4) 松下ら, 2016: 寒地技術論文・報告集, 32, 120-125.



図1 観測サイトの位置(地理院地図を基に作成)

2

小蓮華山（長野県）における雪崩事故（2018 年 1 月 20 日）の調査報告

○出川あずさ（日本雪崩ネットワーク）

1. はじめに

2018 年 1 月 20 日、12 時 30 分頃、長野県・白馬連峰にある小蓮華山・船越ノ頭付近にて山岳滑走をしていたスノーボーダー 1 人が雪崩を誘発し、死亡する事故が発生した。当該グループのメンバーおよび初動捜索救助活動を指揮した山岳ガイドへの聞き取り調査を実施したので報告する。

2. 雪崩データ

種類は面発生乾雪表層雪崩であり、地形局所に形成したウインドスラブであった。規模はサイズ 2（流下距離 800m）。破断面の標高は 2,550m、方位は南東、スラブは幅 30m、厚み 20～70cm（堆積区からの目視での推定）であった。破断面での積雪断面観察は実施していないため、弱層等は不明である。

3. 行動概略

経験ある 3 人の滑走者の内、1 人が稜線付近から斜面に滑り込むと、すぐに雪崩を誘発し、完全埋没した。残された仲間 2 人と近傍にいたガイド・パーティが初動捜索を実施したが、埋没者の雪崩ビーコンの電源が入っていなかったため、途中でプローブによる捜索に切り換えられた。最終的に山スキーヤー等、約 30 名が捜索活動に関わり、発生から約 1 時間 20 分後に要救助者を掘り出した。被害者は既に心肺停止であったが、県警ヘリコプターの到着まで約 1 時間、現場に居合わせた医師の指導の下、CPR が続けられた。その後、ヘリコプターが飛来したが気象状況により、翌 21 日に搬出は行われた。

4. 教訓と課題

4.1 雪崩ビーコンの機能確認

入山時にトラブルがあり、通常、実施している雪崩ビーコンの確認作業が、適切に行われなかった。

4.2 ゴースト現象の発生

身に付けた電子機器などの電磁波が雪崩ビーコンに影響を与え、実際には発信状態のビーコンがないにも関わらず、捜索モードのビーコンに数字が表示される「ゴースト現象」が発生する可能性があることが、実務者の間ではよく知られている。この現象が

捜索現場で発生し、初動活動に影響を与えた。今回の事故はゴースト現象が実際の捜索現場で確認報告された国内最初の事例となった。

4.3 雪崩エアバッグ

被害者はエアバッグを使用していたが、適切に展開させることができていない。このため、浅い埋没深であったものの、雪面に手がかりがなく、プロービングによる長時間の捜索活動が強いられた。



写真 1 山岳エリア全景（撮影日は事故以前）



写真 2 事故現場全景（黒丸が埋没位置）

5. まとめ

小蓮華山の事故は雪崩捜索救助に関して、いくつかの重要な教訓を残した。昨秋、山岳に係る主要 6 団体によって日本雪崩捜索救助協議会が設立されている。弊団体ではこの協議会を通して、これら教訓や課題に適切に対処し、雪崩安全活動を進めたい。なお、調査報告の作成にあたり、カナダ山岳ガイド協会の Marc Piche 氏に深く感謝の意を表する。

3

2018年2月、3月に福井県大野市の同一斜面で発生した2回の雪崩

○上石勲、山口悟、長峰聡(防災科研雪氷)

1. はじめに

2018年に大雪となった福井県大野市の荒島岳北東斜面(図1)で、2月13日と3月9日に流下延長2km以上の性質の異なる大規模な雪崩が2回発生した。現地調査概要を示す。

2. 雪崩の発生状況

発生した斜面、雪崩の発生状況は図1のとおりである。2回の雪崩とも道路に設置されたスノーシェッドよりも幅が広く流れ、道路の上にデブリが堆積した。2月13日の雪崩は道路下のダム湖上を流下しさらに、対岸を乗り越えていた(図2)。ダム湖には雪崩による倒木やデブリが湖面に浮かんだ状態であった。3月9日に発生した雪崩の発生区を上空から調査した結果(図3)、表層雪崩の破断面と推定される形跡が確認された。2回目の雪崩はアメダス九頭竜(標高436m)、アメダス大野(標高182m)での気象積雪状況(図4)から、発生区付近では雨や湿った雪が8日～9日午前にかけて降り、上載荷重が増加したことも発生要因であると考えられる。



図1 雪崩発生状況



図2 1回目雪崩発生状況(2018.2.16日調査)



表層雪崩破断面? 全層雪崩発生

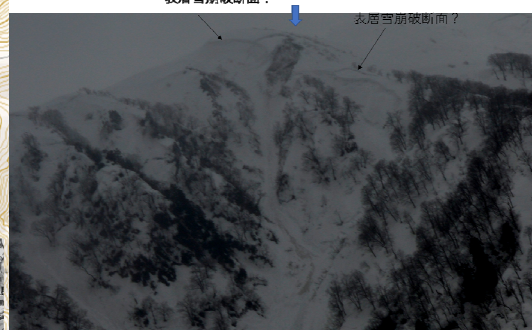


図3 2回目雪崩発生状況(2018.3.11日調査)

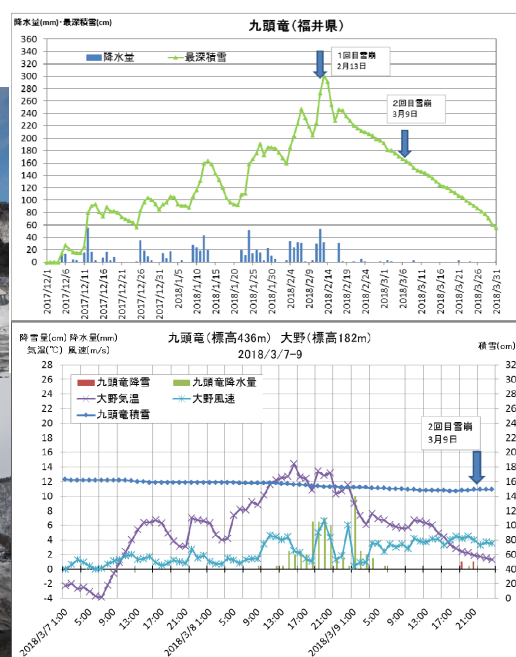


図4 気象積雪の変化と雪崩発生日

4

秋田県湯沢市泥湯温泉で 2018 年 2 月 13 日に発生した雪崩の調査（速報）

○竹内由香里・勝島隆史（森林総研十日町試験地）・浅利一成（林野庁秋田森林管理署湯沢支署）
 ・井良沢道也（岩手大学農学部）・落合博貴（（株）森林テクニクス）

はじめに 2018 年 2 月 13 日 19 時 30 分すぎに秋田県湯沢市の泥湯温泉背後の小安岳で雪崩が発生した。雪崩は温泉旅館 1 軒の窓ガラスを割り、雪が室内に入ったが、けが人はなかった。最寄りの気象庁アメダス観測点（湯の岱；標高 335 m）のデータ（図 1）によると、2 月 11 日から断続的に降雪があり、11 日 8 時から 13 日 20 時までの降水量は、35.5 mm、積雪深は 127 cm から 170 cm と 40 cm 余り増加した。雪崩発生時の気温は -6.2°C であった。泥湯温泉（標高約 700 m）や雪崩発生区は湯の岱より標高が高いので、この観測値より気温は低く、降水量や積雪深増加量は多かったと考えられる。この雪崩の発生状況や規模、流下経路を明らかにするために、発生直後の 2 月および融雪期に現地調査を実施したので報告する。

調査方法 2018 年 2 月 17 日および同 22 日には、雪崩堆積区の先端付近で積雪層上部の断面観測を実施した。4 月 13 日には、雪崩の走路上を踏査して、雪崩によって樹木の枝や幹が折れた高さを測定し、位置を GPS で測定した。また、雪崩に混入して流下したと思われる枝が雪面上に多数現われていたので、その分布範囲が雪崩走路を示すと考え、走路の左右両端の位置を測定した。

調査結果 図 2 に踏査の結果を示した。●と○が折損した樹木と雪面上の枝を表わす。これらを結んだ雪崩走路を実線で示した（走路幅は 40~70 m）。2 月の観測によると、標高 750 m 付近（×の位置）では、積雪層内に厚さ 30 cm のデブリが見られたが、これより下流では、顕著なデブリ層は確認されなかった。4 月に踏査した範囲では、図中①、②の幹や枝が折れた高さが最も高く、それぞれ 10.6 m、10.8 m であった。

考察 雪崩走路上では、10 m 以上の高さで幹や枝が折れていたことから、雪崩発生時の積雪深を差し引いても、この雪崩は雪煙を伴った乾雪表層雪崩であり、低密度の雪煙層が旅館まで達し、高密度の流れ層はそれより手前で堆積したと推測される。雪崩は、①②の地点を通過するまでに、雪煙を伴うほどの規模に発達し、高速になっていたと考えられるので、踏査した最高地点よりかなり上流の広い面積で発生した可能性が高い。実際の雪崩の発生区は不明であるが、図 2 には、傾斜が急で踏査できなかった上流の雪崩走路および発生区の範囲を地形から推定して点線で示した。1996 年冬期に発生した表層雪崩も標高 1100 m 付近の傾斜が平均 37 度の斜面で発生し、今回と同様の経路を流下したことが報告されている（阿部ら、1996）。

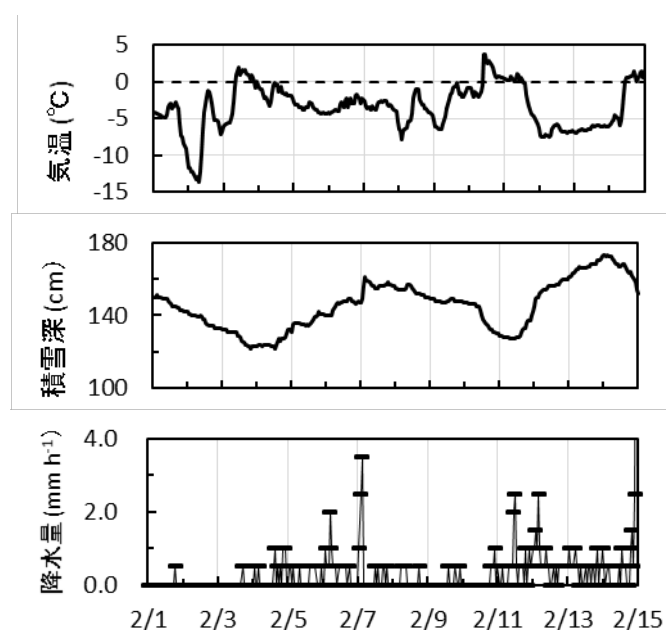


図 1 アメダス湯の岱の気象データ。



図 2 踏査した雪崩走路および推定される発生区。

5

全層雪崩の連動的発生とグライド速度

○河島克久 (新潟大学) 松元高峰 (新潟大学) 伊豫部勉 (京都大学) 渡部 俊 (新潟大学)

1. はじめに

全層雪崩 (glide avalanche) の研究は古くからあるものの、その予測手法は未だ確立されているとは言えない。これは、全層雪崩が水の積雪内への供給・浸透、積雪層構造、地形、植生などが複雑に相互影響して発生すること、及びこれらに関する理解やデータ蓄積が不十分であるためである。そこで著者らは、新潟県魚沼市大白川の斜面において、全層雪崩の発生要因として極めて重要である積雪グライド観測とWebカメラによる雪崩モニタリングを2013/14年冬期から毎冬行ってきた。これまで、全層雪崩の発生に至る積雪グライドの加速プロセスについて議論してきたが、今回は全層雪崩が連動的に発生する場合のグライド速度の特徴について述べる。

2. 観測斜面と方法

観測斜面は、標高 310~430 m、斜面長約 150m、傾斜 35~40 度程度の北西向きの自然斜面であり、低中木に覆われている。積雪期には低中木は徐々に倒伏し、その上を斜面積雪がグライドする。グライド観測にはソリ式グライドメータ (大川ら, 2012) を用いて 10 分間隔でデータを取得した。一方、Web カメラは、破間川を挟んでグライド観測斜面と正対する南東向き斜面に設置し、1 秒間隔で画像を記録した。

3. 主な結果

2017/18年冬期の観測では、2018年4月5日にグライド観測斜面においての15時57分36秒、15時59分49秒、16時00分19秒とわずか2分43秒の間に3回の全層雪崩が発生した。図1は3回の雪崩の前後のWebカメラ画像である ((a)~(d)はそれぞれ15時57分27秒、15時58分12秒、16時00分05秒、16時01分00秒)。これらの3つの雪崩の発生区は隣接しており、先に発生した雪崩がそれに続く雪崩の始動に大きな影響を及ぼした (連動関係にある) 可能性が高く、言うなれば連動型雪崩とでも呼ぶべきものである。全層雪崩の連動的発生は、先行する雪崩による抵抗力 (雪崩の始動を止めようとする力) の低下によって説明されるものと考えられる。4月1日から雪崩発生までのグライド速度 (3回目の雪崩の発生区で測定) の変化を図2に示す。著者らは全層雪崩の発生に至る積雪グライドの加速過程がuniform motion, constant acceleration motion, increasing acceleration motion の3段階のステージからなることを指摘したが、今回の雪崩では、最後のステージに入ってから雪崩発生までの時間が極めて短く (約 2.5時間)、雪崩発生直前のグライド速度 (113 mm/h) も小さい (連動的発生でない場合の30%程度)。これらの積雪グライドに見られた特徴的な挙動には連動的発生が関係している可能性がある。

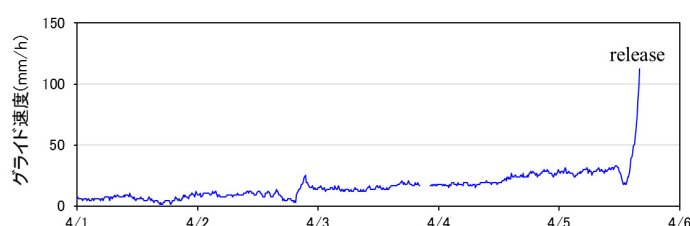


図2 雪崩発生前約5日間のグライド速度の時間変化。

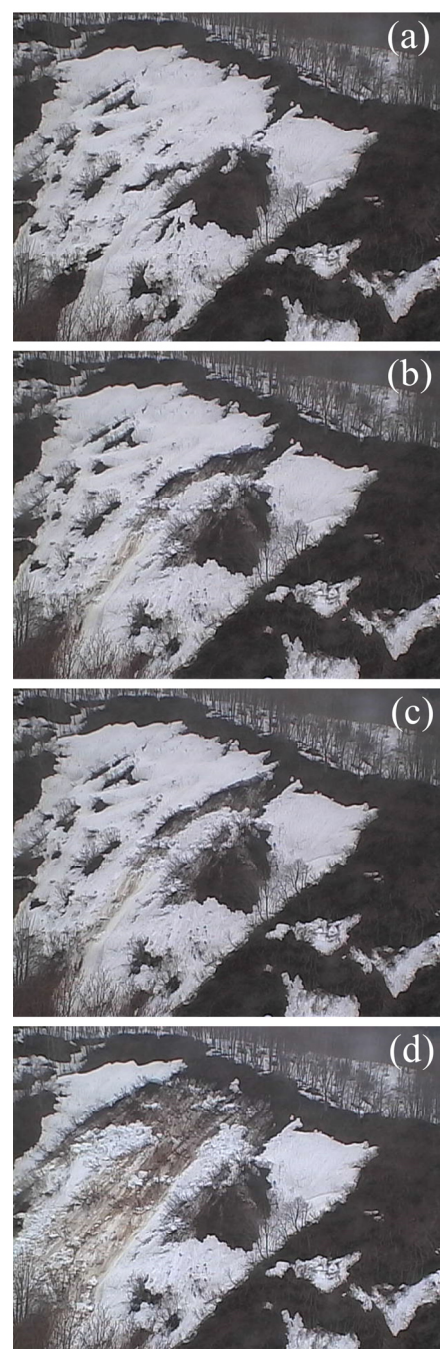


図1 雪崩の発生前後のWebカメラの画像。

6

高精度空間情報による雪崩の発生規模の推定

○秋山一弥・石川泰裕（土木研究所 雪崩・地すべり研究センター）

国内では雪崩の質量を用いた質量階級（清水，1966）や，質量と雪崩の重心落差を用いた雪崩の magnitude（Shoda, 1965）と同義であるポテンシャル階級（清水，1966）が雪崩の規模として示されている．質量には発生量と雪崩層（発生区）の積雪密度の情報が必要であるが，雪崩は短期間で痕跡が消失するうえ積雪密度は場所によって異なることから，形状や密度が推定できる土砂の崩落と比較すると調査は容易ではない．

岐阜県高山市（旧上宝村）新穂高の左俣谷支流穴毛谷流域を中心として 2008 年 4 月 15 日に実施した空中写真撮影を判読したところ，大部分が表層雪崩で走路の途中で合流して堆積区が不明な雪崩が多いが，発生区から堆積区まで追跡可能な 344 個の表層雪崩と 38 個の全層雪崩を特定した．次に，同時に実施した航空レーザ測量から 2m 間隔の DSM を作成して，ArcGIS を用いて特定した雪崩の二次元形状を数値化した．

さらに，三次元形状として堆積区を対象に前記の DSM を用いたところ，堆積状況や構造物（砂防堰堤）の凹凸形状があまり再現できなかったが，オリジナルデータでは図 1 のとおり両者が明瞭に再現できた（秋山ら，2016）．発生区でも同様で，オリジナルデータを用いると破断面が段差として再現できて発生量を算定し，標高別の 3 箇所で行った積雪断面観測の標高と平均積雪密度の関係から発生区の積雪密度を算定することで，雪崩の質量を推定できると考えられるが，ArcGIS ではオリジナルデータは扱いづらいため，今後はどの間隔の DSM なら再現が可能か検討する必要がある．

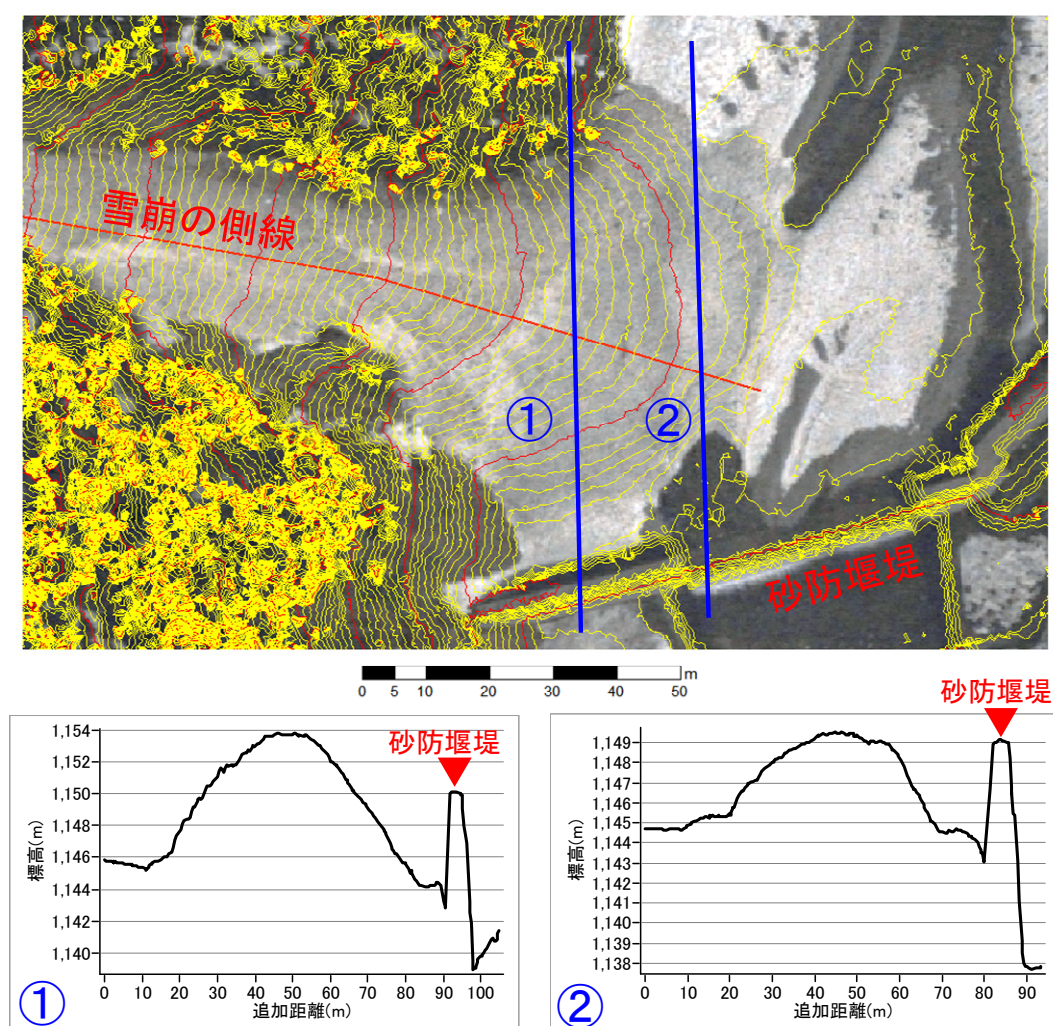


図 1 オリジナルデータによる全層雪崩（堆積区）と砂防堰堤の縦断形状（図中のコンターは 1m 間隔で，①と②は縦断形状の側線）

7

太平洋側地域に適用可能な雪崩発生危険度の評価方法

吉川知里 (新潟大学理学部, 現在: 新潟県村上地域整備部), 河島克久・松元高峰 (新潟大学災害研)

1. はじめに

普段は積雪の少ない太平洋側の地域でも南岸低気圧の影響により大雪となり、雪崩が発生することがある。例えば、2014年2月14日～16日に関東甲信地方を中心として広範囲に大雪となった結果、山梨県や埼玉県の山間部などで雪崩が頻発し、集落が孤立する事例が多数見られた。また、2017年3月27日には栃木県那須町で雪崩が発生し、48名もの死傷者を出した。このような雪崩災害を防止・軽減するためには、太平洋側地域でも雪崩発生危険度の高い斜面を特定し、適切な対策を講じる必要がある。そこで本研究では、2014年2月の山梨県等における雪崩発生地点のデータに基づき、太平洋側の地域に適用可能な雪崩発生危険度の評価方法を検討した。

2. 解析方法

著者らは、2014年2月14日～16日の大雪イベント直後に山梨県等において現地調査を行っており、大雪に伴う雪崩の発生地点を明らかにしている。そこで、まず雪崩の発生地点と非発生地点について、傾斜要因と植生要因(樹高、樹冠密度、植生種類)を新山ら(2003)を参考にして求めた。次に、発生・非発生の標本分布に基づき各要因を階級区分し、数量化二類を適用して雪崩発生への影響度を表すスコアを求めた。得られたスコアを用いて、10mメッシュで雪崩発生危険度を定量的に評価する方法を提案した。

3. 解析結果

発生・非発生の標本分布の特徴から各要因の階級区分を表1のように設定した。その結果、数量化二類から表1に示したスコアが得られた(的中率88%)。そこで、本研究では、雪崩発生危険度を傾斜・植生要因の各スコアを足し合わせることで7段階に分けて評価する方法を提案した(表2)。この方法では合計スコアがプラス側に大きくなるほど危険度が高いことを意味する。例えば、ある地点において傾斜が20°かつ樹冠密度80%以上の中木の植生が存在している場合、評価得点は-0.6447となり、合計スコア<0であるので雪崩発生危険度は低いと評価される。

4. 妥当性の検証

本研究で提案した評価方法を山梨県早川町の1km四方の領域に適用し、図1のような雪崩発生危険度マップを作製した(10mメッシュ毎)。色が濃くなるに従って雪崩発生危険度が高いことを意味する。北西側の斜面は植生が少ないため危険度が高いと評価される地点が多いが、南東側の斜面は植生が密かつ樹高も大きい急な斜面であっても危険度が低いと評価されている。×印を付けた地点は空中写真から2014年2月14日～16

日の大雪で雪崩が確認された地点である。この2地点は雪崩危険度が高いと評価されていることから、本研究の評価方法が妥当なものであり、山梨県に適用可能である考えられる。また、栃木県那須町に適用したところ、過去に雪崩が発生した複数の地点において危険度が高いと評価されたことから、山梨県以外の太平洋側に広く適用できる可能性が示唆された。

【謝辞】本研究の解析では、国土交通省国土地理院が管理する航空レーザ測量データを利用させていただいた。また、本研究はJSPS科研費17K18453の助成を受けて実施された。

表1 雪崩発生に寄与する要因の階級区分とスコア

要因	階級	スコア
傾斜	20°未満または60°以上	-0.9302
	20°以上かつ35°未満	-0.6013
	35°以上かつ45°未満	0.7037
	45°以上かつ60°未満	0.212
植生	樹冠密度80%以上の高木	-0.493
	樹冠密度80%以上の中低木 樹冠密度80%未満の常緑樹	-0.0434
	樹冠密度80%未満の落葉樹 草地、裸地	0.6244

表2 提案した雪崩発生危険度の評価方法

植生	傾斜			
	～25°、60°～	25°～35°	45°～60°	35°～45°
樹冠密度80%以上の高木	-1.423	-1.094	-0.281	0.211
樹冠密度80%以上中低木 樹冠密度80%未満の常緑樹	-0.974	-0.645	0.170	0.660
樹冠密度80%未満の落葉樹 草地、裸地	-0.306	0.023	0.836	1.328

■ -1.25 ■ -1.25～-0.75 ■ -0.75～-0.25 ■ -0.25～0.25 ■ 0.25～0.75 ■ 0.75～1.25 ■ 1.25～

低 ← 雪崩危険度 →

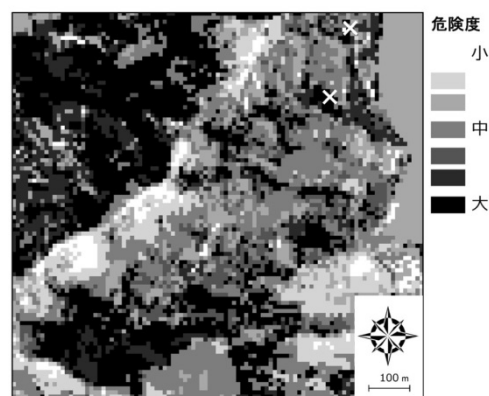


図1 山梨県早川町への適用結果

日本最古の雪崩防止柵について

和泉 薫 (NPO なだれ防災技術フォーラム)

1. はじめに

明治の初めから 2010 年までに日本国内における雪崩災害のデータベースを作成 web 上に公開している (https://www.nhdr.niigata-u.ac.jp/nadare_db/index.html)。併せて江戸時代の雪崩災害についても調べているが、近現代ではそれほど多くない青森県での発生件数・死者数が、新潟県に次いで多いことがわかった。これは、一つには 1661~1868 年までの天候、災害等が細かく弘前藩庁日記に残されていること、また、弘前藩が多雪山地で鉱山開発を行い、何度も雪崩被害を受けていたことによると考える。この弘前藩の尾太銅山（青森県西目屋村）について書かれた文献（根深誠，2014）を調べて、銅山の絵図にこれまで見たことのない雪崩対策が描かれていることがわかったので報告する。

2. 近代までの雪崩対策の歴史

日本での雪崩防止技術の歴史は古く、雪崩防止林の植栽や階段工の施行などが行われてきた。記録上最も古い階段工は、長野県太田村五束（現飯山市大字常郷字五束）の山腹に明徳年代（1390-1394）に施行された水平階段と言われている（勝谷，1955）。現存する最古の切取階段工は、新潟県十日町市大池に「なでどめ」として 1841（天保 12）年に施行され、その後数回の補修を経て今なおその効果を発揮している（図 2）。一方、雪崩防止柵（杭）、コンクリート擁壁、スノーシェッドなど近代的な構造物が設けられるようになったのは、奥羽本線、磐越西線など雪国での鉄道が開発され始めた 19 世紀末以降と言われている（中俣，1987）。従って、江戸時代まで雪崩防止柵は無かったというのが定説であった。

3. 日本最古の雪崩防止柵

青森県西目屋村の尾太（おっふ）銅山では、江戸時代、銅山辺りで 10 件の雪崩災害が発生し、少なくとも 39 人が死亡しており（塚越，2016）、度々の雪崩の襲来に難儀していたことがわかっている。その銅山で幼時から伝聞した鉱山稼行の様子を金華溪秀山が書き綴った記録『山機録』（1771）に、銅山の見取り絵図（図 2）がある。絵図をよく見ると鉱山裏の山腹上部に柵が並んでいるのが見て取れる。左端の柵には注記があって「ナデヨケ」「ヤラ井」と書かれている。前者は「ナデ（全層雪崩）除け」、後者は丸太を縦横に粗く組んで作った囲い「矢来」のことである。すなわち雪崩防止の木柵が設置されていたことを示している。しかも建物の最上部の線は、古釜跡と注記されている。塚越（2016）によれば『山機録』が執筆される前の約 20 年間（1724~1745）に、尾太銅山で 6 件の雪崩災害が発生し 28 人が死亡している。それらの雪崩災害で斜面中腹の銅釜が被害を受け山麓に移したため、元の銅釜を古釜跡と記載したものと考えられる。すなわち『山機録』には、日本最古の雪崩防止柵と銅山施設の雪崩被害跡が記録されていたと言えよう。



図 1 十日町市大池の切取階段工（高橋，1952）

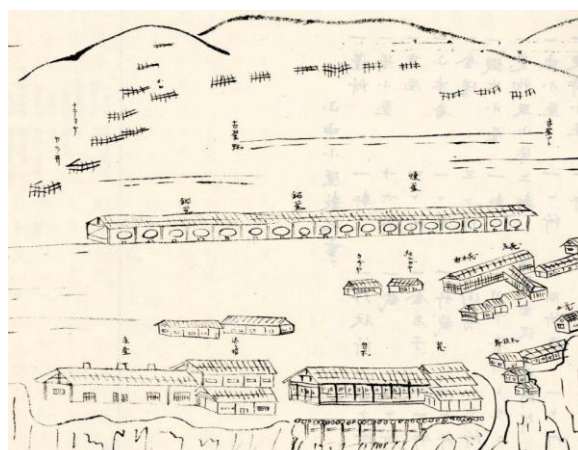


図 2 尾太銅山見取り図（『山機録』（1771）より）

9

「新潟の雪」と「雪の新潟」の謂れ

和泉 薫 (新潟大学名誉教授)

1. はじめに ここでの「新潟」とは新潟市のことである。新潟市は、「雪国」新潟県の中でも一段と雪の少ない処として知られている。新潟における最深積雪の平年値(1981～2010年)は、36cmとスコップひと掻くくらいしかない。そんな新潟においても、時に大雪は降り、各種雪害も発生してきたこと、そのため越後の雪を代表して「雪の新潟」と謂われてきたことを報告する。

2. 新潟における大雪 2017/18冬期の1月11～12日に45, 39cmの日降雪があり、12日にはこの冬の最大積雪深80cmを記録した。このため交通に多大な障害が発生し、市民生活は大きな被害を受けたことは耳目に新しい。この80cmは、観測史上歴代11位の値でしかない。これを上回る近年の大雪は2010年2月の81cm(歴代10位)、1984年の87cm(歴代7位)で、過去に100cmを超えたのは歴代1位の120cmを記録した1961年(36豪雪)より以前に発生している。歴代2位の118cmは1896年1月に、3位タイの106cmは1895年1月と小氷期の影響の残る19世紀末に記録されている。

3. 新潟で発生した雪害 最大積雪深が120cmとなった36豪雪時の大晦日には、弱風型の着雪が起こり下越地方の広域で停電被害が生じた。近年では2005年12月22～23日に下越地方を中心に強風型の着雪によって大規模な停電(新潟大停電)が発生し、36豪雪時に比べ電気に大きく依存する社会生活が大打撃を受けた。

最大積雪深87cmを記録した1984年(59豪雪)は低温多雪の冬で、路線バスが田んぼに突っ込む等、地吹雪による交通障害が多発した。この年2月に国道116号線で発生した低い地吹雪の状況を図1に示す。これを上回る地吹雪災害が発生したのが、最大積雪深81cmを記録した2010年2月である。81cmを記録した5日の翌日6日には-2℃前後の気温と10 m/s前後の風速が継続したため強い地吹雪が発生し、視程障害や吹溜まりに伴い、走行不能車両は約550台に及んだ。新潟市は海岸沿いに立地していて冬期の季節風が強いいため、低温多雪の冬には地吹雪が発生しやすい。加えて、通勤に自家用車利用率が高いことから、地吹雪条件が整えば交通関係の甚大な障害が発生しうる都市となっている。一方、自動車交通がまだ発達していない19世紀末における新潟の雪害は、家屋倒壊であったことが官報の記事からわかる。新潟の下町で暴風雪のため数軒の住家が倒壊したが、古い木造家屋の屋根雪が偏荷重となって倒壊に至ったものであろう。

以上のように新潟ではこれまで豪雪地並みに様々な雪害が発生していることがわかる。

4. 新潟市章に雪環が入っている理由 豪雪地市町村の標章には、雪の結晶デザインを取り入れたものが多い。図2に示した新潟市章の、錨は港の意、漢数字五は開港五港の意、雪環は新潟(越後)の意、と市章制定時(1908)の説明にある。新潟市章に雪デザインが採用されたのは、豪雪地帯を多く抱える新潟県の県庁所在地であることだけではなく、市章制定の2年前に、「佐渡おけさ」の前身である「相川おけさ」が成立しており、その第3番は「♪ 雪の新潟 吹雪に暮れてよ 佐渡は寝たかよ 灯も見えぬ ♪」と歌われ、明治の頃は、新潟でも吹雪が冬の風物詩となっており、時には災害を起こしていたことも雪環デザイン採用に繋がったのであろう。平均的には雪は少ないものの、時には大雪の冬もあり、様々な雪害が発生してきた。

新潟は、やはり「雪の新潟」と呼ぶのがふさわしい。



図1 新潟市西区曾和 R116(1984-2)

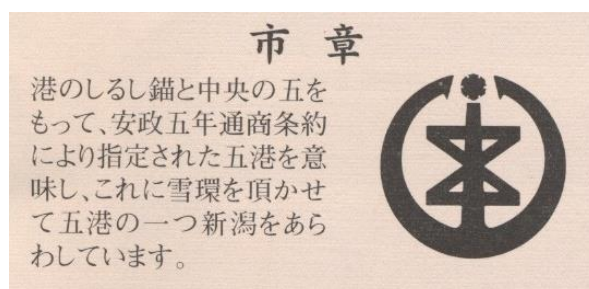


図2 新潟市章とその説明文

10

乗鞍岳東斜面における雪面上の重力風

○上原元樹 (信州大学)・佐々木明彦 (国士舘大学)・鈴木啓助 (信州大学)

1. はじめに

山岳地域において、地表面の放射加熱・放射冷却により生じる温度勾配の結果、山谷風や斜面上昇風・斜面下降風と呼ばれる日周期の風系が現れることはよく知られている。中部山岳地域でも、これらの風系が卓越することが報告されており、山岳地形の効果 (木村, 1994) や局地気象 (斎藤ほか, 1998) などとの関連が議論されてきた。しかしながら、実際の中部山岳地域は、特に冬季から春季にかけて広く雪に覆われ、積雪期は1年のうちのかかなり大きな部分を占めるにも関わらず、雪面上における山岳風系の研究はほとんどされていない。本研究において、本州中部に位置する乗鞍岳 (標高 3026 m) の東斜面の標高 1450 m 地点において経年の気象観測を行い、冬季～春季の積雪期に卓越する局地風系の存在を明らかにした。

2. 方法

観測は乗鞍岳東斜面に位置する信州大学乗鞍ステーション (以下、乗鞍 st.) (北緯 36°7' 東経 137°37' 標高 1450 m) において行った。乗鞍 st.では風速、風向、気温、相対湿度、気圧、日射量、降水量を通年観測しており、本研究では 2009 年 7 月から 2016 年 11 月までを解析対象期間とした。

3. 結果

乗鞍 st.の観測結果から、日中は上昇風・夜間は下降風という日変化 (日中/夜間型) と、日出から昼前まで上昇風・昼過ぎから翌日出まで下降風という日変化 (午前/午後型) の 2 つの風系の日変化が存在することが明らかとなった。日中/夜間型は一般的な山谷風の特徴に該当するが、午前/午後型はそれとは異なる特殊な風系である。日中/夜間型と午前/午後型の発生頻度は明瞭な季節変化を示し、特に、午前/午後型は春季を中心に卓越していた。

4. 考察

日中/夜間型と午前/午後型は両者とも比較的風が弱く、日射の大きな日に観測されていたことから、これらの風系は地表面付近の温度変化に伴う熱駆動の風であると考えられる。しかしながら、乗鞍岳の地表面状態は積雪の有無によって季節的に大きく異なり、冬季から春季にかけては山体の広い面積が雪に覆われる。雪がない場合、一般的に日中は、大気よりも地表の方が暖かく、その結果、山岳斜面では斜面上昇風が吹く。しかしながら、雪面は 0 °C 以上にはならないため、日中に気温が上昇すると大気よりも雪面上の方が低温の状態が形成される。その結果、相対的に低温の (重い) 空気に重力が働き、斜面下降風 (重力風) が発生する。日出直後は標高の低い非雪面がよく暖められ上昇風が吹くが、やがて気温の上昇と共に、より高い標高の雪面と気温の温度差が大きくなり、昼過ぎから下降風へ転じると考えられる (Ma et al., 2013)。春季は雪面と非雪面が共存しつつ、十分な日射が確保できる季節であるため、午前/午後型のような風系が卓越すると考えられる。

11

熱収支モデルおよび積雪融解モデルを用いた山岳地域における積雪融解プロセスの再現

○西村基志 (信州大学)・佐々木明彦 (国士舘大学) 鈴木啓助 (信州大学)

1. はじめに

冬季の気温が低温となる山岳地域をはじめとする高標高地域では、冬季降水によって大量の積雪がもたらされる。積雪融解による融雪水は土壌への水の安定供給源となっており、また、周囲の大気環境を支配するなど、周囲の植生や気象に多大な影響を与えている。全球規模での気候変動などの環境変化に対する影響が如実に表れると言われている山岳地域においては、積雪融解の挙動を把握することは同地域の自然環境を理解する上で非常に重要である。そこで本発表では、積雪融解解析の際に広く用いられる熱収支モデルを用いた解析に加え、経験則に基づいた積雪融解モデルを用いて解析を行い、それらのモデルを乗鞍岳東斜面の標高 1590 m 地点に適用することで積雪融解過程の再現を試みた。この結果は山岳地域における積雪融解過程の再現および、広域分布への応用の面からも有用な結果となり得る。

2. 方法

乗鞍岳東斜面の標高 1590 m 地点に位置する気象観測地点において、熱収支モデルおよび気温と日射量をパラメータとする積雪融解モデル (Konya *et al*, 2010) を適用した。解析期間は 2011/12 年から 2016/17 年の積雪期間であり、熱収支モデルのモデル式を式 (1) に、積雪融解モデルのモデル式を式 (2) に示す。

$$Q_M = R_{net} + H + E + Q_p \quad (1)$$

$$M = \alpha SW_{in,day} + \beta T_{day} + \gamma \quad (2)$$

Q_M ($W m^{-2}$) は融解熱, R_{net} ($W m^{-2}$) は正味放射量, H ($W m^{-2}$) は顕熱フラックス, E ($W m^{-2}$) は潜熱フラックス, Q_p ($W m^{-2}$) は降雨伝達熱である。各係数 α, β, γ は本研究地点における各年の熱収支解析による融解量 M (mm w.e.) を従属変数, 日中 (8時から18時) の平均気温 (T_{day} ; $^{\circ}C$) および日中の平均下向き短波放射量 ($SW_{in,day}$; $W m^{-2}$) を独立変数として回帰分析を行うことにより決定した。また、モデル計算値が負となった場合は積雪融解が起っていないとし、解析データを除外した。また、熱収支解析の結果から、日積算融解熱量が連続して正である期間を消耗期、消耗期以前の期間を涵養期とそれぞれ定義した。ただし、日積算融解量が負であった場合、その日から遡って、日融解熱量が正である日が連続して7日以上続いた場合は、日積算融解量が負であったその日も消耗期に含めた。

3. 結果

熱収支モデルによる解析により、消耗期への移行のトリガーとしてアルベドの低下が大きく影響している可能性が示唆された。また、本研究地点での積雪融解に最も寄与していたのは短波放射によるエネルギー供給であり、涵養期と消耗期の平均熱量を見てみると、短波放射収支量が大きく増加していた。

経験則に基づく積雪融解モデルの係数決定を行った結果、 $\alpha = 0.04$, $\beta = 1.79$, $\gamma = -2.49$ となった。上記の係数を用いて各年の消耗期にモデルを適用したところ、いずれの年も精度良く積雪融解過程を再現出来ていた。

4. 考察

熱収支モデルによる解析結果から定義した消耗期への移行に伴い、積雪深の減少および、融解熱量の増加が概ね認められた。それには、アルベドの低下による短波放射収支量の増加が影響し、さらに融雪が進行するという正のフィードバックの可能性が示唆されるが、アルベド低下の決定的なトリガーとなる現象については現段階では不明であり、これは今後の課題である。また、本研究地点のような短波放射が積雪融解に大きく寄与する地点では、気温に加え日射量をパラメータに含んだ積雪融解モデルを用いることは非常に有用である。積雪融解過程を精度良く再現することに成功したこの結果は、同地域の積雪融解過程へのさらなる理解や、モデルのさらなる応用の可能性を示した。

融雪型火山泥流の流動性に与える雪の影響

○沖田竜馬¹, 河島克久², 松元高峰², 片岡香子², 渡部俊²

1. 新潟大学大学院自然科学研究科 2. 新潟大学災害・復興科学研究所

1. はじめに

山頂や山腹に積雪や氷河が存在する火山で噴火が起きた場合に、高温の火山噴出物が火山斜面上の雪や氷を融かして泥流を発生させることがある（融雪型火山泥流）。泥流は土砂やテフラ（火山噴出物）、水、雪、氷で構成されるが、それらの構成割合が異なる事で泥流の流動性が異なると考えられている（Manville et al., 2000）。流動性は泥流の流速や到達範囲などに大きな影響を及ぼすため、泥流の構成割合と流動性の関係を定量的に明らかにすることは防災上、極めて重要である。本研究では、テフラ、水、雪の構成割合の違いが流動性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として基礎的実験を行った。

2. 実験方法

木製の模擬斜面（斜面長 167 cm, 傾斜 15°）の上にテフラ、水、雪（全て 0℃）を混合させたサンプルを流し、流下距離と先端速度を測定した。実験では沼沢湖火砕堆積物（山元, 1995）の火砕流堆積物の基質部分をテフラ試料として用いた。テフラと雪は粒径をそれぞれ 32~63 μm, 2 mm 以下に整えた。本実験ではテフラ、水の質量をそれぞれ 270 g, 220 g に固定し、雪の質量を 0~40 g の範囲で 5 g ずつ変えた。雪を入れた実験は 2 回ずつ行い、再現性を確認した。なお、実験は 0℃の低温室内で行った。

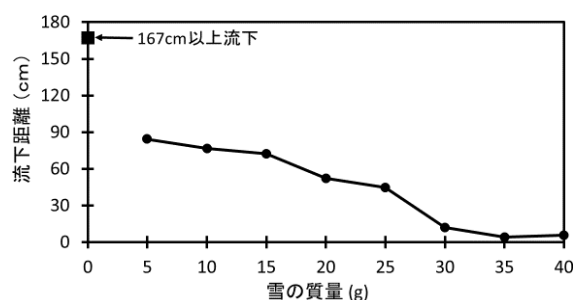


図1 雪の質量と流下距離（2回の平均）の関係

3. 実験結果

雪の質量と流下距離の関係を図 1 に示す。雪の質量が大きくなるほど流下距離は小さくなった。雪 0 g の実験では長さ 167 cm の模擬斜面内で停止しなかったが、わずか 5 g の雪を加えただけで流下距離は 84 cm まで小さくなった。雪 35 g, 40 g の実験では流動をほとんど示さなかった。

流下開始からの先端速度の時間変化を図 2 に示す。全ての実験において流下開始 1 秒後に先端速度が最大となり、その後は減速した。雪の質量が大きくなるほど先端速度は小さくなった。

4. 流動性低下の考察

雪を入れた全ての実験で、大きさ 5~15 mm, 質量 1~3 g のテフラ、水、雪から成る凝集体が泥流表面に多数出現した。接写撮影で構造を観察すると、凝集体は雪粒子にテフラが付着した状態のものから構成されており、テフラを含んだ水がその周りを満たしていた。さらに、凝集体を脱水、高温乾燥させて凝集体に含まれるテフラ、水、雪の質量比を計測すると、それぞれ 33 %, 50 %, 17 %であった（14 個の平均）。

流下実験において雪が含まれると泥流の流動性が低下したのは、この凝集体の存在が深く関係していると考えられる。凝集体がサンプル内の水を吸収して泥流本体の含水比を低下させたのに加え、泥流のせん断変形に対する抵抗になったものと考えられる。

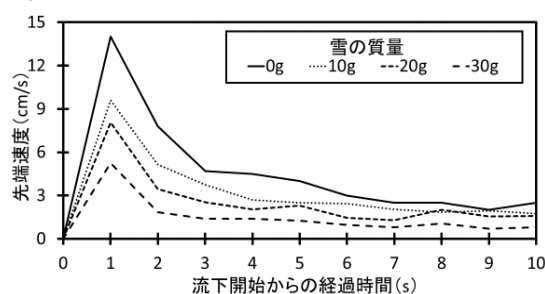


図2 先端速度（2回の平均）の時間変化

13

白山千蛇ヶ池雪溪の夏季から秋季の縮小過程

○小川 弘司 (石川県白山自然保護センター)、藤原 洋一 (石川県立大学)

はじめに

小川ら (2016) は、白山にある多年性雪溪の千蛇ヶ池雪溪を対象に、その越年規模 (面積) を 1981 年以降モニタリングするとともに、写真などからより過去の越年規模を、明らかにしてきた。

この千蛇ヶ池雪溪の、夏季から秋季にかけての縮小過程を解明するため、自動撮影カメラを設置し、その変化を記録した。その結果について報告する。

調査方法

千蛇ヶ池雪溪 (標高 2,570m) は、白山火山の噴火活動によって形成された爆裂火口のすり鉢状の地形に雪が吹きだまったもので、雪溪が最小となる秋季には、火口跡に雪がまとまった形で残る。

自動撮影カメラは、この雪溪全体を見おろすことができる、南側斜面に設置した。カメラはBrino社製TLC200を使用し、解像度 1280×720、1 時間間隔の毎正時に自動撮影を行った。期間は 2017 年 7 月 19 日 8:00～同年 10 月 10 日 18:00 までの約 3 か月間である。期間中 8 月 13 日並びに 10 月 10 日に雪溪規模を測量した。

また、雪溪からほぼ南に 0.7km離れた室堂平 (標高 2,450m) において、同時期に Onset 社製 HOB0 の観測機器を使用し気温、雨量、日射量、湿度、風速を計測し、雪溪の縮小との応答を見た。

調査結果

雪溪は徐々に縮小した。当初、舌状に北西方向並びに西方向へ伸びた部分は分離・消失し、雪溪は火口内に収まるようになった。8 月 13 日の計測時に 3,818 m²あった雪溪は 10 月 10 日には 1,477 m²となるなど、撮影期間中に大きく縮小した。

雪溪表面のダストは徐々に沈着し、表層は黒ずんでいくが、降雨によるシート状あるいは線状の表面流水によってダストが洗い流され、数日間降雨が続くとそれが顕著となってダストで覆われた表面が白い雪の層に変化することが観察された。

2017 年の本雪溪の縮小過程において、例年との大きな違いは、東側に大きな池が存在していたことである。過去において、西側の最低部に池が形成されることはあっても、東側に形成されることは少なく (1981 年以降では 4 例目)、しかもこれほどの大きな池が存在することは、例のないものであった。池は降雨が続くと水量が増し、8 月下旬に池の面積は最大となった。

この池の水面下で水みちが形成され、それが徐々に拡大する様子が観察された。7 月下旬に最初に見られ、8 月上旬からは水面に姿を現し始めた。最終的に 10 月 10 日時点で、水面上では幅約 5m、高さ 2.7m の半円状の姿となった。水面下で融雪が進み拡大したと推察されたが、これほど大きな水みちは、これまでの現地観察では確認できなかった。

気象との関係で見ると、日雨量が 300mm 以上に達する連続降雨があった日、日平均日射量 300W/m² 以上かつ、時間平均日射量 1,000W/m² 以上に達した日には、雪溪の縮小が顕著であった。

文 献

小川弘司、伊藤文雄 (2016) : 白山千蛇ヶ池雪溪の越年規模の経年変化. 雪氷北信越第 36 号, 32.



千蛇ヶ池雪溪 (2017 年 7 月 19 日撮影)



千蛇ヶ池雪溪 (2017 年 10 月 10 日撮影)

14

谷頭小流域において降雨および越年性雪溪の融雪水がもたらす渓流水の時空間的な水質変動

清水啓紀・佐々木明彦・鈴木啓助（信州大学）

1. はじめに

水環境の持続的な活用のために、山岳地域の源流部における水循環の時間・空間的な理解は不可欠である。水循環の理解には渓流水のみならず、降雨、融雪水、地下水等の河道への入力量および水質を明らかにせねばならない。しかしながら、高山帯における高頻度かつ長期にわたる水質調査は、十分に実施されていないのが現状である。中部山岳地域に属する乗鞍岳の東斜面谷頭部に位置する小流域は、乗鞍大雪溪として知られる越年性雪溪を有し、春季から秋季にかけ降雨および融雪水により涵養される周氷河地域である。

本研究では谷頭小流域で見られる地表流の時空間的な水質変動を明らかにするため、対象集水域にて、気象および地表流の流量観測と水質調査を実施した。水試料の主要イオン濃度および水素・酸素安定同位体比の測定により、融雪水、地下水、降雨の入力がもたらす地表流の水質変動を明らかにする。

2. 研究方法

調査対象とした集水域は、乗鞍岳東斜面の標高約2600～3000 mで流域面積は0.59 km²であり、この集水域から下流へと3本の河道が延びる。このうち1本の河道の標高2598 m地点に観測局を設置し、2017年3月～2017年10月にわたり、水位、水温、電気伝導度の自動連続観測（10分毎）と、自動採水器を用いた渓流水の採取を実施した。また、観測局脇の裸地面に、常時解放型バルクサンプラーを置いて降雨を採取した。加えて、3本の河道の上流側と下流側の2カ所にそれぞれ採水地点を設け、原則として週一度、地表流を採水した。このうち数地点では流量観測を行った。10分間降水量の観測は、集水域の北方に位置する富士見岳山頂付近で実施した。また、越年性雪溪の融雪が著しい6月には積雪断面観測を実施し、積雪試料を採取した。

採取した地表水、積雪および降雨の各試料は、ろ過処理を行い、電気伝導度、pH、HCO₃⁻濃度（硫酸滴定）、主要イオン濃度（イオンクロマトグラフィー）、水素・酸素安定同位体比を測定した。

3. 結果と考察

各河道における地表水の主要イオン濃度は、地表流への地下水および融雪水の入力パターンの違いにより、2つの特徴的な時間変動を示した。1つは、地表流が涸れない6月初頭から7月末にかけての融雪期にみられる、溶存イオン濃度の通減傾向である。この水質変動は、地表流に対して溶存イオン濃度の比較的低い融雪水がもたらす、希釈作用が要因として挙げられる。もう一方の時間変動は、集水域内の融雪水量に左右されない、安定した水質の遷移である。この流路は恒常的に地表流がみられ、積雪層中のHCO₃⁻濃度、SO₄²⁻濃度とは明らかに異なる、高濃度のHCO₃⁻、SO₄²⁻が観測された。流路上流部には、熱水変質作用で形成されたと考えられる硫化鉄がみられ、高いSO₄²⁻濃度は硫化鉄の酸化によるSO₄²⁻の地表流への付加が要因と推測される。水の安定同位体比は、3本の河道のうち、6月時点で流出高が最大を記録する河道の上流側において、融雪の進行に伴い、徐々にδ¹⁸Oが増加する傾向が見られた。これは、水の相変化に伴う同位体分別により、融解と再凍結が生じる積雪層内から軽い水が選択的に流出していくためと推定される。

乗鞍大雪溪が後退し、雪溪末端の標高がおおよそ2700 m以上になると、雪溪の融雪水が河道へ直接流入する様子はみられなくなる。平水時において融雪水は地下に浸透し、集水域内の湧水地点から復帰流として河道に流入する。このプロセスにより地殻由来のイオンが融雪水に付加され、地下水の性質を帯びる。乗鞍岳東斜面の谷頭小流域では、降雨による間欠的かつ面的な水の入力と、融雪による長期的かつ局所的な水の入力が、集水域内の空間的な水質のばらつきと時間的な変動をもたらしていると考えられる。

風洞装置を用いたスギの湿雪着雪成長の室内実験

○勝島隆史(森林総研)・安達聖(防災科研・雪氷)・竹内由香里(森林総研)

1. 研究背景と目的

樹冠への微風時の乾雪の冠雪や、強風時の湿雪の着雪によって、木の幹折れや根返りなどの冠雪害が発生する。著者らが実施したスギ単木を用いた冠雪の野外測定や人工降雪装置による室内実験により、スギの冠雪の成長・落下と気象条件との関係が示されつつある。しかしながら、これまで主に太平洋側において甚大な被害が発生した冠雪害の原因とされている強風時の湿雪の着雪については、冠雪の野外測定から着雪成長と気象条件との関係を示すには至っていない。本研究では、スギへの湿雪の着雪成長の風速依存性を考察するために、低温室内に設置された風洞装置を用いてスギ枝への湿雪の室内人工着雪実験を実施した。

2. 研究手法

実験では、防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所に設置された風洞装置(幅 1m×高さ 1m×長さ 14m)を使用した。スギ枝を風洞装置内に固定し、一定の風速条件下で風洞装置を稼働させた状態で、湿雪をスギ枝の風上側の風洞装置上部の開口部よりふるい分けしながら投入し(目の開き 10mm)、湿雪の飛雪を人工的に発生させた。スギ枝は林分内の生育状態と同様の形状となるように設置した。3kgの湿雪を5分間で投入し、飛雪した湿雪をスギ枝に衝突・着雪させた。実験前後でのスギ枝の重量変化から着雪重量を測定した。また、ナイロンメッシュで作成した開口部直径が 30cm(断面積 0.071m²)の飛雪量計を用いて、同様の風速条件下での飛雪量および降雪水量を測定した。風洞装置の風速は 7,9,11,13m/s を使用し、室温 1℃に設定した。実験は設定風速毎に 3 回実施した。実験で使用する湿雪は、結晶形の雪粒子を人工的に降雪させることができる降雪装置を使用して室温-10℃で作成した乾雪を、室温 1℃の環境下で一晩放置し、その後、0℃の水を噴霧器により供給することで作成した。スギ枝は新潟県十日町市で採取し、枝の先端部に葉のついた状態の物を使用した(水平投影面積 0.066m², 水平投影面積 0.061m²)。

3. 結果と考察

図 1 に風速 9m/s における実験終了直前のスギ枝の着雪状況の例を示す。図の右側が風上側を示しており、雪が斜め下方向に落下する様子が見られる。飛雪が衝突するスギ枝前面において各葉を跨ぐ形で多くの雪が付着していた。この実験では着雪重量は 340g、飛雪量と投影面積から求めたスギ枝を通過する雪の実質通過重量は 2315g、降雪水量は 13mm であった。図 2 に、実験により得られた着雪率と風速との関係を示す。着雪重量と実質通過重量との比を着雪率と定義した。実験中の風洞内は室温 0~2℃、湿度 60~70%であり、供給した湿雪は重量含水率 20%程度であった。図 2 より、Ducloux and Nygaard(2014)により提案されている電線着雪における風速に対する着雪率の関係式と同様に、今回の実験結果においても着雪率は風速の増加に伴い減少する傾向が見られたが、この傾向は風速 9m/s 以上では顕著ではなかった。

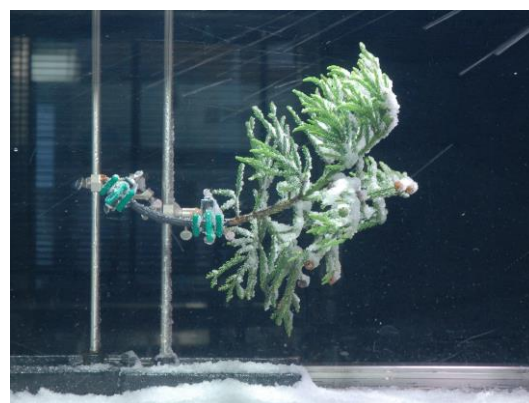


図 1 実験終了直前の着雪状況 (風速 9m/s)

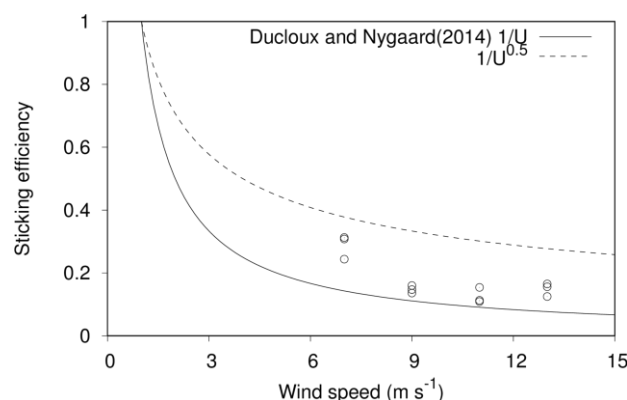


図 2 着雪率と風速との関係

雪崩斜面における樹木の倒伏過程と降積雪およびグライドとの関係

○松元 高峰(新潟大災害研)・河島 克久(新潟大災害研)・勝島 隆史(森林総研十日町)
・宮下 彩奈(東大日光植物園)・伊豫部 勉(京大工学研究科)・渡部 俊(新潟大災害研)

1. はじめに

急斜面上に生育する樹木と積雪との力学的相互作用を解明することは、全層雪崩発生へとつながる積雪の不安定化の過程を知る上で極めて重要である。これまでに、遠藤・秋田谷(1977)や山野井(2005)が、ササや樹木の倒伏過程とグライドなどとの関係を、現地観測や実験に基づいて議論している。しかし斜面における積雪動態と樹木の倒伏過程とを連続的に計測した例は極めて限られている。本研究では、新潟県の山地斜面において、広葉樹が積雪層内に埋没し倒伏していく過程を、傾斜計やインターバルカメラを用いて連続観測するとともに、降積雪状況やグライド量などと比較することで議論する。

2. 研究方法

現地観測は、新潟県魚沼市大白川の破間川左岸に面した斜面で実施した。この斜面は主に匍匐した樹形をもつマルバマンサク・ヤマモミジ・ハンノキ類などの低木広葉樹に覆われており、斜面上方の傾斜は30~45°程度である。稜線から約10 m下方にある広葉樹2本を選んで、地表から130~140 cmの位置(直径5~7 cm)に自記傾斜計を設置し、2017年11月から2018年4月まで計測を行なった。同じ斜面では、ほかに広葉樹の幹の変形、積雪のグライド量、地温などの計測も実施している。さらに、樹木と積雪の状況を稜線上の2カ所に設置したインターバルカメラで監視するとともに、破間川右岸の平坦地に設けた観測露場で、各種の気象・積雪観測を実施した。

3. 結果

図1に、大白川観測露場における積雪深と融雪ライシメーターを用いて計測した積雪底面流出量、そして雪崩斜面上部におけるグライド量と広葉樹の樹幹傾斜(No.2)、傾斜を計測した木の周辺における表層地温の時間変化を示す。なお、樹幹傾斜は幹が鉛直上向きするとき0°、水平に倒れて90°、そして地表面傾斜が約40°なので、地表まで完全に倒伏した場合の値は130°前後となる。

インターバルカメラの画像から、傾斜計が積雪に完全に埋もれたのは12月28日であり、それ以前の期間において樹幹傾斜が小さな変動を繰り返すの

は、降雪時に幹や枝に冠雪が発達すると傾斜が大きくなり、冠雪が落ちると元へ戻るという過程を示すことが分かった。12月末から、木の先端まで完全に埋雪した1月末までの期間には、傾斜計より先の部分の幹が降雪の際に傾きながら埋雪することで、傾斜計部分の樹幹傾斜も増加している。木全体が雪に埋もれてしまうと、傾斜の変化はそれ以前より小さくなるが、積雪層の圧密に伴う樹幹傾斜のわずかな増加は続いている。

積雪のグライドは1月下旬頃から始まり、3月に入ると次第に活発になる。この時期に、樹幹傾斜の増加は再び大きくなっているが、このことは、グライドに伴う「抜け出し」が起こって倒伏が進むことを示すと考えられる。3月下旬になると傾斜は130°近くに達して、地表面まで完全に倒伏したことが分かる。その後、この斜面で全層雪崩が発生する4月5日までの間に樹幹傾斜の小さな増減が続いているが、その原因は分かっていない。なお、積雪期間を通じて1.5°C前後で安定していた表層地温が、雪崩発生前4日前頃から変動しながら上昇するのは、クラックなどを通じて外気が侵入し始めた可能性を示唆する。

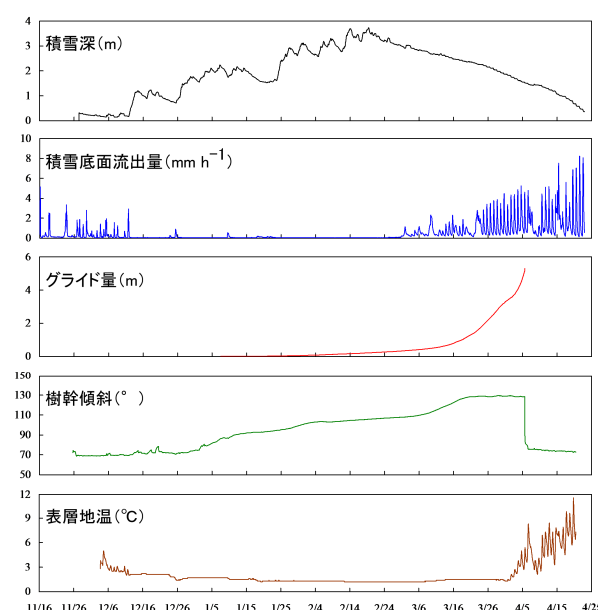


図1 2017/18冬季における大白川観測露場での積雪深・積雪底面流出量と、雪崩斜面上部でのグライド量・樹幹傾斜(No. 2)・表層地温の時間変化。

雪崩斜面における積雪期間中の樹木の変形モニタリング

○宮下彩奈 (東大日光植物園)・松元 高峰 (新潟大災害研)・河島 克久 (新潟大災害研)・
勝島 隆史 (森林総研)

1. 研究背景と目的

山地斜面に生育する樹木と積雪との力学的な相互作用を解明することは、全層雪崩の発生メカニズムや多雪地の植生分布を理解する上で重要である。そのためには、斜面における積雪動態と樹木の変形を同時に計測した上で、両者の力学状態を総合的に評価する必要がある。しかしながら、実際の斜面形状や樹木の生育状態は非常に複雑であり、このような計測を総合的に実施した例はこれまでなかった。

本研究では、ひずみゲージを用いて樹木の幹の変形を積雪期間中計測し続け、積雪による幹の変形過程および幹が受ける力学的ストレスによって雪のもたらす効果を数値的に捉えることを試みた。

2. 研究手法

雪崩頻発斜面(新潟県魚沼市大白川、標高 420m)において、水平方向に幅約 5 m、斜面傾斜方向に約 20 m の調査区を設けた。調査区内に生育する木本の幹 8 本を選び (マンサク 4 本、ヒメヤシャブシ 4 本)、地際から 1 m 程度の場所に (直径約 4-6 cm) 山側と谷側各 1 枚のひずみゲージ (FLA-5-11-5LJRA、東京測器) を貼り付け、30 分間隔で値を記録した (MD-111&NSW-024C、同)。測定期間は 2017 年 12 月 4 日-2018 年 4 月 20 日である。同時に、グライドメータによる積雪グライドのモニタリング、インターバルカメラを用いた樹木の埋没変形過程の自動計測および掘り出し調査における埋雪状況の観測 (期間中 2 回) を行った。

また、上記の調査に先んじて、サイト内の簡易地形測量および毎木調査を実施し、斜面傾斜角や生育する木の樹種や樹形、分布を記録した。

3. 結果と考察

幹の変形は積雪期の初期から、おそらく冠雪の影響を受けながら速やかに起こった (図 1)。その後、ひずみ量に増減の少ないタイプ (図 1 上) と、増加傾向のもの (図 1 下) がみられた。これらは、初期の冠雪で地面に完全に倒伏した個体と、初期には若干浮いた状態で倒伏し、積雪期後半に向かって地面まで倒伏していった個体を表しているものと思われる。後者のタイプの方が、最大ひずみの平均が

山側で 1.7 倍、谷側で 2.9 倍大きかった。3 月 10 日頃からグライドが目立ち始めると、それまで比較的安定していたひずみの値は不安定になったが、大幅な増減はなく、4 月 5 日の雪崩発生後に一気にゼロに近い値まで回復した。

これらの結果から、雪崩斜面における木本の生育にとって、まずは地面まで倒伏できるかどうかが重要であるといえる。そうすればグライドや雪崩の発生は、それほど大きな影響を与えない可能性がある。一方、今回の計測で、初期に完全には倒伏しなかったと思われる個体では (図 1 下のタイプ)、幹が弾性変形以上の変形を強いられっていると予測されるものが存在した。このように倒伏が不十分であった場合、雪圧によって破壊的なストレスにさらされる危険性が増すと考えられる。例えば樹木の成長は、自身の幹曲がりやを困難にすると考えられ、雪崩斜面においては、高木種などが立木として成長することは非常に困難だと考えられる。

また、積雪グライドが観測されるまでの期間にひずみの増加を招いた要因として、近隣の木の手動や雪の量・質の変化による雪圧の変化が考えられるが、これらの動態の解明は今後の課題といえる。

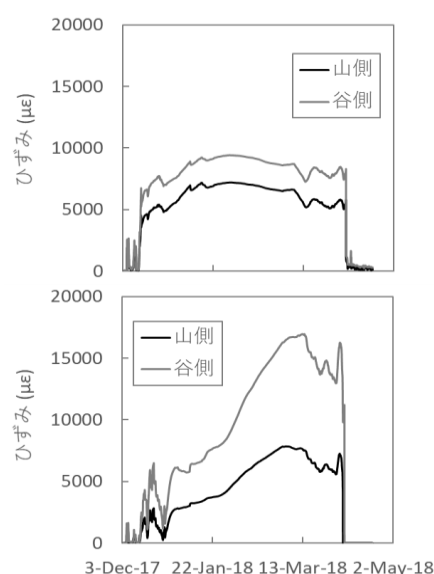


図 1. 上：斜面上部のマンサクのひずみ変化。ゲージ部直径 4.1 cm。下：同直径 5.7 cm の個体。

18

2018 年 1 月 11-12 日新潟市に大雪をもたらした総観場・循環場の特徴

本田明治 (新潟大学理学部)、春日悟 (新潟大学大学院自然科学研究科)

伊豫部勉 (京都大学工学部)

2018 年 1 月 11 日昼頃～12 日午前にかけて新潟市一帯では降雪が継続し、最深積雪は 80 cm (2 日間の降雪量は 84 cm) に達した。新潟市の積雪深が 80 cm を超えた冬は過去 50 冬で今冬を含めて 5 冬しかなく、最近では 2010 年 2 月 5 日に 81 cm を記録している。2010 年の事例では 2 晩かけての降雪であったが、今回の事例はほぼ 24 時間降雪が継続したことが特徴である。

新潟大学災害・復興科学研究所が運用する準リアルタイム積雪深分布図によれば (図 1 左)、1 月 11 日～12 日にかけての積雪深の増加は越後平野から阿賀野川沿いにかけてみられ、新潟市域を中心とした海岸部で特に多い。日本付近は 9 日より冬型の気圧配置となり、10 日～11 日にかけて日本海上の等圧線は次第に「くの字状」になるとともに (図 1 中)、日本海寒帯気団収束帯 (JPCZ) が形成され始めた。対流圏中上層では気圧の谷が日本海南西部に向かって北東～南西方向に延びており、本州日本海沿岸では西南西の風が卓越していた (図 1 右)。これにより JPCZ は山陰沖～北陸・新潟の走向となり、新潟県では下越地方を中心に雪雲が入りやすい状況となった。500 hPa 面のポテンシャル渦度 (渦位: Potential Vorticity 以下 PV) の高い領域は、上空の気圧の谷から等高線に沿ってほぼ西南西～東北東に延びており、概ね JPCZ にも対応している。PV 値の高い領域は、上空の寒気により大気の状態が不安定 and/or 低気圧性渦度の大きい領域に対応するので、JPCZ との対応も整合的であると言える。このような総観場・循環場の状況は 11 日午前～12 日昼頃まで継続し、新潟市域の降雪継続時間ともおおよそ対応している。

JPCZ の持続による長時間の降雪の維持が今回の新潟市域の大雪の主要因のひとつと考えられるが、他の要因として北海道西部にみられる低気圧 (図 1 中) にも着目したい。この低気圧は 10 日夜に北海道留萌沖で発生して南西に移動し、11 日は後志沖に停滞し、12 日に東方に移動して昼ごろには襟裳岬付近に達している。この低気圧の南方に当たる東北日本海側～新潟県では等圧線は「逆くの字」状となり、局所的な高気圧性循環により、山形県～新潟県の沿岸部では北東寄りの風が入りやすい場となっていた。この気圧配置に対応して、11 日午前～12 日午前にかけての新潟県内のアメダス風分布は、新潟市域より南側では南西寄りの風、北側では北東寄りの風となっていた (図略)。レーダー降水強度をみると、新潟市域への雪雲の侵入は 11 日の昼～夕方には主に JPCZ によるものであったが、11 日夕方～12 日午前にかけては山形県～新潟県の沖合海上を北北東～南南西に延びる雪雲が主体であった (図略)。このような、新潟県の海岸線に沿って停滞する带状降雪雲は、しばしば海岸平野部にまとまった降雪をもたらし、最近では 2013 年 1 月 9 日に柏崎市で約 40 センチ、2017 年 1 月 13 日に新潟市で約 30 センチなどが該当し、いずれも北海道西部の低圧部、東北日本海側の高圧部が確認されている。带状降雪雲の形状は Nakai et al. (2005) による降雪モードの分類では D モードと対応するようだが、本事例では D モードに特徴的な陸風がみられないなど、異なる条件下での発生も考えられるので、今後総観場・循環場の視点も含め、大雪の発生・持続詳細に検討していきたい。

12-JAN-2018

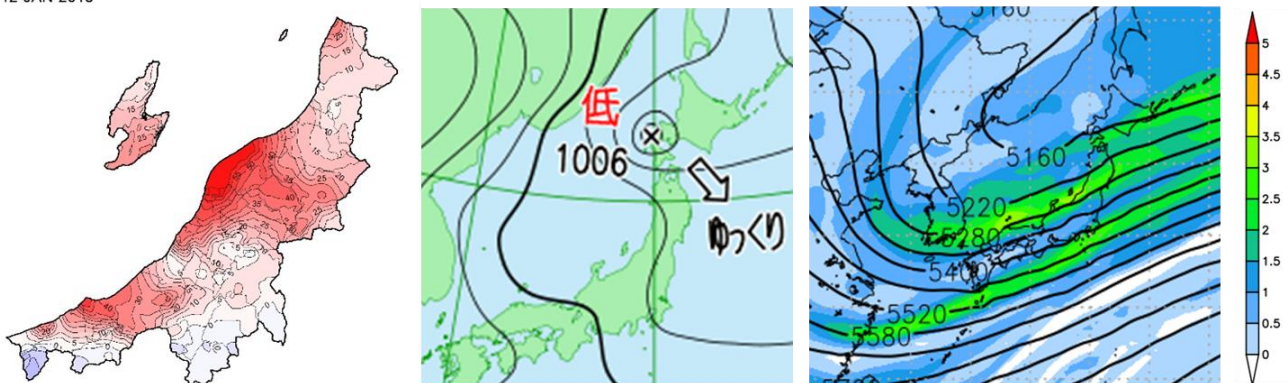


図 1. (左) 2018 年 1 月 12 日 9 時と 11 日 9 時の積雪深差 (cm)、(中) 1 月 11 日 15 時の地上天気図 (気象庁)、(右) JRA-55 再解析データに基づく 1 月 11 日 21 時の 500-hPa 高度 (m、実線) 500-hPa 高度におけるポテンシャル渦度 (渦位) (PVU)。

2018 年冬季の北陸の大雪から集中豪雪について考える

○ 石坂雅昭¹・本吉弘岐²・中井専人²

1. 防災科研・客員, 2. 防災科研・雪氷

1. はじめに

2018 年 1, 2 月の北陸平野部は数回の大雪に見舞われた。その中には車の立往生などの事態を招くなど、短時間に積雪が増加する集中豪雪（中井, 2007）の様相を呈していたものがあつた。ここでは、富山県高岡市伏木の大雪事例から、集中豪雪時の環境場及び降雪形態の特徴について考察する。

2. 大雪の概要

図 1 に伏木の今冬 1, 2 月の積雪・降雪・平均気温（いずれも日単位）及び輪島の 500hPa の気温（9 時, 21 時）を示した。図中 A, B, C と記した 1 月 11 日, 同 24 日, 2 月 6 日前後は、まとまった降雪に見舞われ積雪深も増加した。いずれも上空（500hPa）の寒気は -35°C 以下ときわめて低温であつた。中でも A と C では、日降雪量もこの地方としては大変大きく、交通機関の混乱も生じ、短期間の降雪が急速な積雪深増加を伴う集中豪雪の特徴を呈した。これに対して B の期間では日降雪はそれなりにあるが、A や B よりも少ない。

3. 集中豪雪もたらした環境

A, C と B とは、寒気を中心の南下と継続時間とから前者は里雪、後者は山雪、と総観場が異なつていた

（Akiyama, 1981）。集中豪雪は前者で生じていた。図 2 は A の期間の気象観測結果であるが、2 波（両端矢印）のそれぞれ約 10 時間の強い降雪（平均 4mm/h）によって積雪深が急激に増加したことがわかる。前者は西風とそれより北寄りの風の収束、後者はメソ渦による降雪であつた。後者の C の期間は JPCZ によるものであつた（同時期福井では長時間の車の立往生が発生）。形態は異なるが、上空寒気存在と大気の収束が関わっている。

4. 降雪粒子の特徴から見た集中豪雪

集中豪雪で見られる降雪粒子とその降雪形態は如何なるものだろうか。残念ながら降雪粒子の観測所は少ないので、2016 年の集中豪雪の際に長岡市の防災科研・雪氷センターで得られた結果を紹介する（図 3、今冬の結果は解析中）。図 3 の主要な降雪の粒径と落下速度（CMF: Ishizaka ほか, 2013）から、粒径は 4mm 以下と小さいが速度はやや速い霰状雪が主な降雪であつたことがわかる。この時 1 m^2 当りに毎分平均で 8000 個の粒子が降っていた。小さいが速度を稼げる粒子が大量に降つたことを示している。以上のことから、集中豪雪の一つの形態として、日本海からの多量の水蒸気の供給を背景に、収束による大気の上昇、上層の強い寒気による多量の核形成、それらが雲粒捕捉による落下速度の増加を得て、結果として大きな降雪フラックスを獲得して降雪強度を大きくし、かつそれが継続する所に大雪が生じているということが推測される。

参考文献

Akiyama, 1981, J. Meteor. Soc. Japan, 59, 591-601.

Ishizaka et al., 2013, J. Meteor. Soc. Japan, 91, 747-762.

中井専人, 2007: 気象研究ノート(216), 45-59.

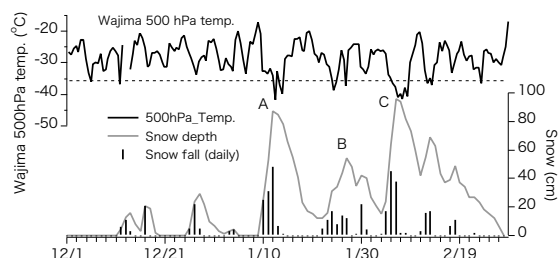


図 1 伏木の降積雪及び輪島高層(500hPa)の気温推移。

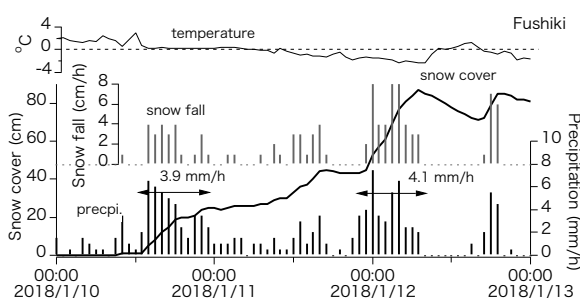


図 2 A の期間 (図 1) の伏木の気象要素の推移。

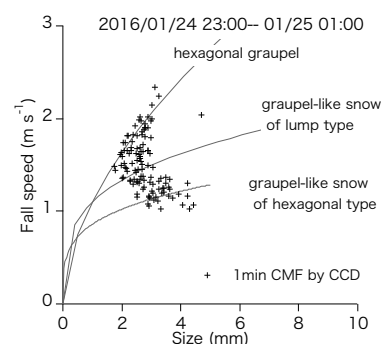


図 3 集中豪雪時に観測された降雪の代表的粒径・落下速度, CMF.

20

2018 年 1 月から 2 月の大雪時の降水系

○中井専人・本吉弘岐・山下克也・山口悟(防災科研雪氷)

1. はじめに

2018 年 1 月から 2 月にかけて北信越地方では大雪となった。これらの大雪を含む期間として(I)1 月 9 日 1800JST(Japan Standard Time, 日本標準時)-14 日 0900JST、(II)1 月 23 日 0000JST-28 日 0000JST、(III)1 月 28 日 0900JST-2 月 1 日 1200JST、(IV)2 月 3 日 0000JST-10 日 0000JST の降水系(雪雲)について解析した。

2. 積算降水分布の特徴

期間(I)~(IV)について、気象庁全国合成レーダーエコー強度(mm hour⁻¹)を使用し、10 分毎の瞬時値である強度分布がそのまま 10 分間継続したと仮定して北信越地方の積算降水量(mm)分布を作成した。積算降水量分布は発達した雪雲の通過、上陸を反映して帯状の分布を示したが、豪雪は数十 km 四方で特に集中して多くなるという局地性を示した。その場所は下図に示すように期間によって異なっており、風の場合、雪雲の移動方向と発達過程、地形の影響などが重なって決まっていたと考えられる。

3. 降水系の差異

レーダーエコー強度分布、ひまわり雲画像をもとに、新潟県から福井県にかけて降雪をもたらした降水系(雪雲)がどのような種類のものではあったか解釈した結果から、上陸した雪雲について概略を述べる。

期間(I)では、最初は西回りの寒気吹き出しの雲が上陸し、それが 11 日午後南下してきた JPCZ と合流し、以後は JPCZ の渦状の雲となった。その後に続く北西からの寒気吹き出しによる降雪はほとんどなかった。期間(II)では、23 日は期間(I)と同様に西回りの寒気吹き出しの雲、次に南下してきた JPCZ の雲(17 時ごろ)が上陸し、その後 JPCZ が一度北上したため同じ変化がもう一度くり返された。それに続く北西からの寒気吹き出しに伴う T モード、L モードの筋雲による降雪の時間は期間(I)と異なって長く、27 日まで継続した。期間(III)では、やや不明瞭な JPCZ とその西側の寒気吹き出しの雲が上陸し続けた。期間(IV)の 2 月 3-4 日は 2 個の polar low とその後面の寒気吹き出しの雲であり、5-7 日に福井県に大雪をもたらしたのは西側の polar low に引きずられるように形成された JPCZ の雪雲であった。7 日に北から新潟県に上陸した雪雲はこれとは全く異なり、東側の polar low の後面で日本海北部から南下してきた寒気の前面で発達した積乱雲であった。

4. まとめ

期間(I)~(III)の降水系は JPCZ とその南側に位置した西回りの寒気吹き出しの雪雲、期間(IV)の降水系は polar low が強く影響した2つの収束域(ひとつは JPCZ)に発達した積乱雲が主要な降雪をもたらしていた。

本研究は防災科学技術研究所運営費交付金「多様化する雪氷災害の危険度把握と面的予測の融合研究」によります。

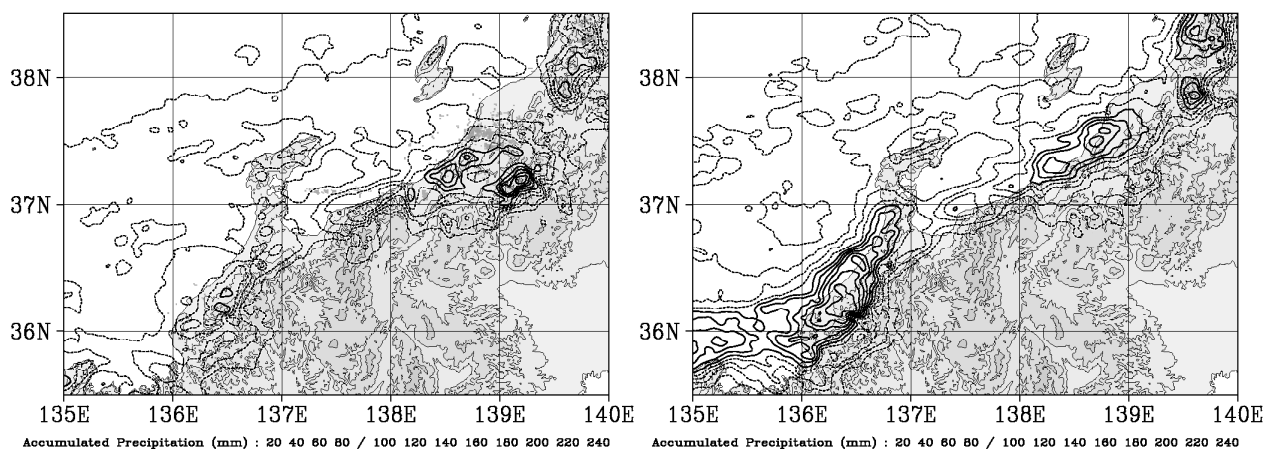


図 気象庁全国合成レーダーエコー強度を用いた(左)期間 II(2018 年 1 月 23 日 0000JST-28 日 0000JST)及び(右)期間 IV(2018 年 2 月 3 日 0000JST-2 月 10 日 0000JST)の積算降水量(mm)分布。図の下に等値線の値(破線/実線)を示す。標高等高線は 100m、500m、1000m、及び 2000m。

2018 年大雪時に観測された多重鼓様雪結晶について

多重鼓様雪結晶観測グループ (神田健三¹・藤野丈志²・本吉弘岐³・石坂雅昭⁴)

1. 中谷宇吉郎雪の科学館友の会, 2. 株式会社 興和, 3. 防災科研・雪氷, 4. 防災科研・客員

1. はじめに一ことの始まりー

2018 年冬季, 福井から新潟にかけての平野部は何度か大雪に見舞われた。特に 2 月 6 日前後の大雪では福井県内の国道で車の立往生が続き全国的なニュースとなった。図 1 はその 6 日昼頃に神田が加賀市においてノート型端末で撮った降雪の写真である。雲粒付きの各種の粒子の中に A や B で示した鼓が連なったような降雪「多重鼓」が見られる。同じ写真には C に見られる雲粒付柱状のものがあ有神田はそのようなものから「多重鼓」ができるのではないかと考えてみたがその機構はわからない。とりあえずこのような雪の観測が他にもないかと石坂にメールを送った。石坂はこのタイプの降雪を過去に何度か観測していたが (石坂ほか, 2004), 成因はわからずじまいであった。ただ, 大雪は成因を知る手がかりになるかもしれないと思い, 日頃降雪観測を行なっている藤野, 本吉両氏に連絡して同様のタイプの雪の観測の有無を問い合わせたところ多くの観測例が報告された。

2. 今冬における多重鼓様雪結晶の観測例

新潟で観測していた藤野は 1 月 11 日の日中 (図 2) と 2 月 5 日に, 本吉の長岡での観測では同 10 日の日中から夜にかけて (11 日は撮影機器の不調で観測できず) と 2 月 6 日の未明と夕方に同種の雪を多く観測したとの報告があった (図 3)。また藤野には 1 月 2 日のほか過去の観測もあった。ただ鼓型の雪が連なったものと言っても, 図 3 のように角柱が明瞭なものから図 1 の B と同様に雲粒が介在するもの (図 2), さらに図 4 のように分類上は雲粒付角柱 (R1a) と区別が付きにくいもの (菊池・梶川, 2011) までと, 形態は多様である。また解像度によっては細部の詳細が不明なこともあり, ここではこれらを総称して多重鼓様雪結晶とした。ちなみに Nakaya (1954) では図 2 と同じような結晶を Fig. 148 に示し "malformed development of sectioned-tuzumi crystal", すなわち奇形としている。

3. 多重鼓様雪結晶の成因に関連して

典型的な鼓状結晶は「角柱→角板」と成長領域が遷移したことで説明できる。また, 多重鼓の中で柱状結晶の中央付近から成長した板状部を持つものは, 柱状部分が双晶である場合がありそのこととの関連が推測される。その場合, 板状部は三つとなる。しかし, それより多くの板状部分を持つ多重鼓はどのようにしてできるのだろうか。全てを同列に扱えるのだろうか, 雲粒の寄与はあるのだろうか, また観測された期間は上空に強い寒気が平野部に集中的な大雪がもたらしたが, そのような環境との関連があるのだろうか。本報告を機に活発な議論が起こることを期待したい。

参考文献

石坂ほか, 2004, 雪氷, 66, 647-659 (図版 2 i)。

菊池・梶川, 2011, 雪の結晶図鑑。北海道新聞社。

Nakaya, 1954, Snow Crystals natural and artificial. Harvard Univ. Press.

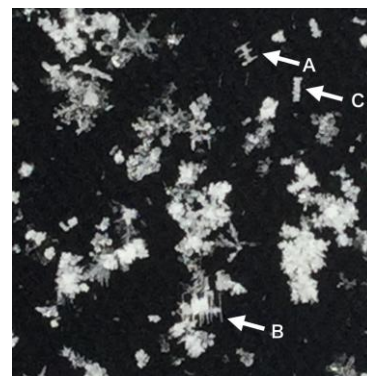


図 1 2 月 6 日加賀市の降雪
(撮影: 神田)。



図 2 1 月 11 日 12:29, 新潟市
(撮影: 藤野)。

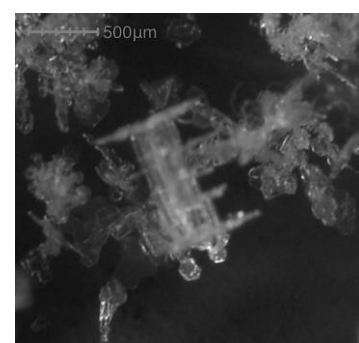


図 3 2 月 6 日 00:16, 長岡市
(撮影: 本吉)。

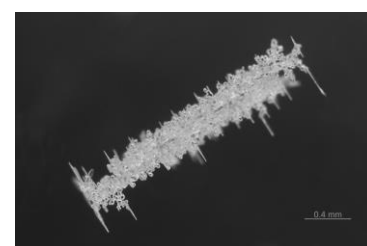


図 4 1 月 11 日 22:50, 新潟市
(撮影: 藤野)。

新雪粒子特性診断のための数値気象モデルを用いた新たなアプローチ

○橋本明弘 (気象研)

1. 新雪粒子特性診断のための新たな手法

雲・降水粒子の密度や形状は、雲・降水の生成過程および積雪過程に影響を与える。そのモデル化には、ビン法や超水滴法等をはじめとする粒子特性を精緻に表す手法を用いた取り組みが進められているが、それには膨大な計算コストが必要のため、汎用性は高くない。一方、低コストで運用できるバルク法雲物理過程を組み込んだ気象モデルでは、粒子特性は極めて簡単な形でしかモデル化されておらず、降雪・積雪粒子の直接観測やリモートセンシング観測で捉えられた多様な粒子特性に追従できていない。

このため、著者は、気象モデルに組み込まれたバルク法雲物理過程を多変数化し、雲・降水の粒子特性を従来よりもはるかに精緻な形で表す新たな手法の開発に取り組んでいる。この手法を用いて、2017年3月那須町での雪崩災害、2015年1月妙高市での雪崩災害、1997年1月三国川ダムで実施された降雪観測期間中の降雪再現実験を行い、新しい手法の適用性を検討している。

2. 適用性に関する検討

2017年3月那須町・2015年1月妙高市での雪崩災害はともに表層雪崩によるもので、雪崩発生には、降雪粒子の特徴が深く関与していた。つまり、積雪内部に雲粒付着の少ない雪粒子から成る層があり、その上に多量に降り積もった雲粒付き雪粒子が上載荷重となることで、雪崩発生の強い背景要因となっていた。新しい手法を用いてこれらの事例に関する再現実験を行ったところ、積雪層内部における雪粒子の雲粒付きの大小に関する定性的な議論に十分適用できることが分かった。

(橋本ほか, 2017, 雪氷研究大会講演予稿集, p73)。

1997年1月三国川ダムでの降雪観測では、雲粒寄与率(降雪粒子の質量に対して雲粒の占める質量の比)が観測値として得られており、新しい手法を用いた数値実験から得られる雲粒寄与率を定量的に検証できる。予備的な結果によると、新しい手法は概して良い再現性を示しているが、雲物理過程のモデル化に改善を要することも分かった

(橋本ほか, 2018, 日本気象学会春季大会, B205)。

3. まとめ

新しい手法は、比較的低コストの数値計算により、降雪粒子特性の3次元分布、および、新雪粒子特性の2次元分布の時間変化を再現できるため、雪氷学・雪氷防災学上の様々な課題に対する波及効果を潜在的に備えている。これを実現するために、この手法によって新たに得られる気象モデルの出力値を用いて、新雪密度・比表面積・粒径など、新雪粒子特性を診断する手法を検討している。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K01340, 16K05557, 17K18453 の助成を受けたものです。

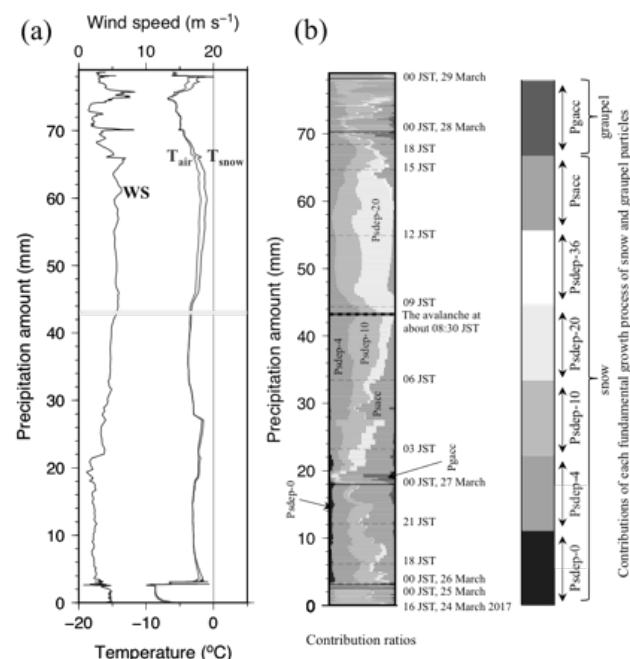


図 1 那須町雪崩地点を含むモデル格子の気象パラメータを、2017年3月24日1600JST以降の10分毎積算降水量積算降水量の関数として表記した層位図。(a)地上風速(WS), 気温(T_{air}), 雪温(T_{snow})。 (b)素過程別成長量の寄与率毎に色分けしたもの。PdepXは温度別昇華生長量(Pdep-0: 0~-4°C, Pdep-4: -4~-10°C, Pdep-10: -10~-20°C, Pdep-20: -20~-36°C, Pdep-36: -36°C以下), Psacc: 雪の雲粒捕捉生長量, Pgacc: 霰の雲粒成長量。(橋本ほか, 2017, 雪氷研究大会講演予稿集, p73)

23

新潟県で測定した南岸低気圧に伴う降雪時と冬型気圧配置時の降雪時の降雪種

—2018年1月22日から24日の事例—

○山下克也、中井専人、本吉弘岐 (防災科研雪氷)

1. はじめに

2018年1月22日から23日にかけて、南岸低気圧の移動に伴い関東甲信地方を中心に広い範囲で大雪となった。この時、新潟県でも降雪があり、雪氷防災研究センター(以後、雪氷研)では、新潟県長岡市、柏崎市、上越市の5地点で降雪粒子の連続観測を行っていた。また、南岸低気圧に伴う降雪の後には冬型の気圧配置となり24日には大雪が降った。この時も降雪粒子の連続観測を行っていた。ここでは、1月22日から1月24日までの観測データを基に降水種分類を行い、南岸低気圧に伴う降雪時と冬型気圧配置時の降雪時の降雪種の違いを示す。

2. 観測と降水種分類

観測には、Thies 社製光学式ディストロメーターを用いた。観測は、新潟県長岡市の雪氷研、長岡技術科学大学、柏崎市の西山薬師、新潟工科大学、上越市の中央農業研究センター北陸研究拠点で行った。降水種の分類は、10 分間の質量フラックス中心値を用いた Ishizaka et al. (2016)の降雪種分類方法に雨の分類を加えたものを使用した。

3. 結果

南岸低気圧に起因する降雪は、雪氷研では1月22日14時頃から降り始め、翌23日の2時頃まで続いた(図1陰影部)。雪氷研以外の観測サイトでも同じ時間帯に降雪があった。そのときの降水は主に雪片に分類されており、時間割合は、80%(柏崎)から96%(長岡技大)であった。一方、冬型気圧配置時(1月24日0時から1月24日24時)の降水は主に霰に分類されており、時間割合は、57%(長岡技大)から98%(柏崎)であった。これらの違いは雲粒付着度合いの差異を示している。今後は、雲水量などの雲物理量を用いて雲粒付着度合いの差異要因を調べる予定である。

参考文献

Ishizaka et al. (2016):The Cryosphere, 10, 2831-2845.

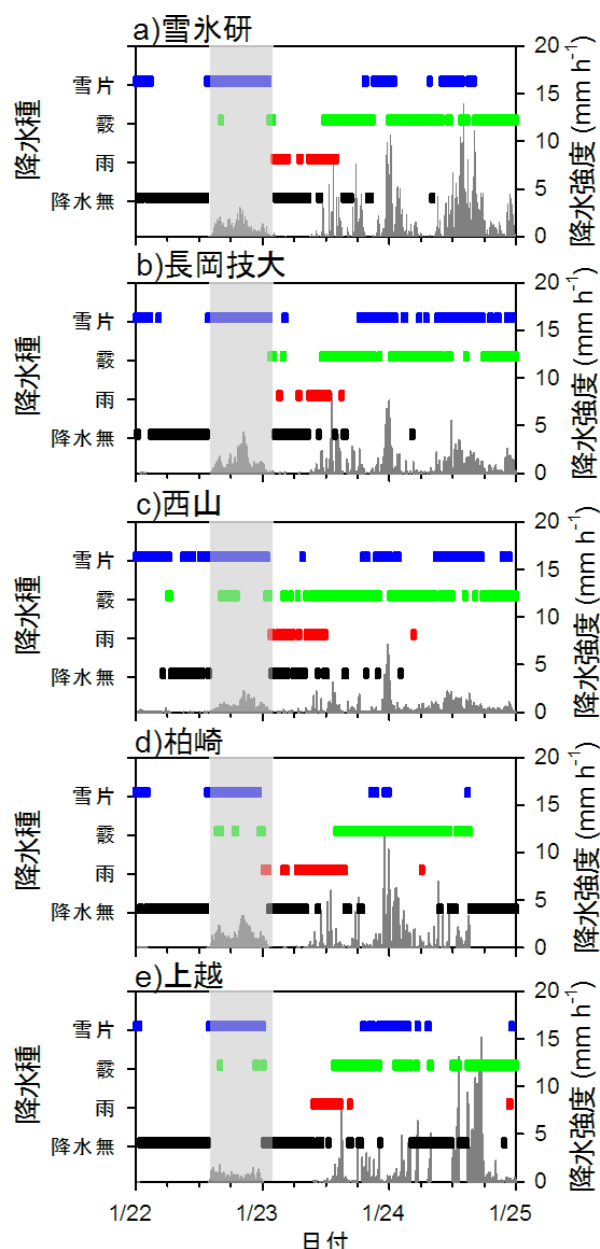


図1 2018年1月22日から24日までの降水種と降水強度の時間変化。降水強度はディストロメーターデータとThies社提供アルゴリズムから算出した値である。陰影部は、雪氷研に南岸低気圧に起因する降雪があった時間帯を示す。

反射型固体降水観測器による降水種別判別の検討

上林颯^{*1}, 熊倉俊郎^{*1}, 山崎正喜^{*2}, 石丸民之永^{*2}, 本吉弘岐^{*3}, 中井専人^{*3}

*1 長岡技術科学大学 *2 新潟電機株式会社 *3 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

1. はじめに

大雪に見舞われると車の立ち往生や公共交通機関の遅延・運休などの交通障害をはじめとした様々な影響が生じる。これらの影響を軽減するためには、降水種別（雨、あられ、雪）や降水（降雪）量が重要な情報となる。しかし、降水種別判別は有人の気象台など一部の観測地点での目視観測や高価な既存の観測器（Parsivel や LPM）を用いた観測に限られ、雪などの固体降水は風の影響により捕捉率が低下することにより降水量に誤差が生じやすい。このような背景から雨滴や雪片が光を反射させることを利用した光学式雨量計を開発した。本研究で提案している観測器は、近赤外線を水平に照射し、その照射領域を通過する降水粒子の反射強度を計測している。本研究では、この反射型固体降水観測器の観測データを用いて降水種別判別をすることを目指して既存の観測器のデータとともに観測データを解析した。

2. 解析方法

本研究で使用したデータは、2017 年 1 月 22 日～同年 2 月 25 日までの期間中に防災科学技術研究所雪氷防災研究センターの降雪粒子観測施設 (FS0) に設置した反射型固体降水観測器で観測したデータである。また、参照するデータとして FS0 に設置された Parsivel, 画像処理装置で観測したデータから算出した CMF (Center of Mass Flux) を使用した。反射型固体降水観測器は、近赤外線照射領域を通過した固体降水粒子による反射強度を AD 変換して 0.2ms 間隔で連続出力する仕様になっているが、観測器と降水粒子の距離や粒径によって出力信号の強弱が変化するため個々の降水粒子のデータを得ることができない。そのため、多数の降水粒子が水平一様に降ると仮定し、一定時間（本研究では 5 分）あたりの反射強度と反射強度継続時間の統計量を求め、粒径に相当する値 D' 、落下速度に相当する値 w' とした。Parsivel の天気コードおよび画像処理装置のデータから算出した CMF による降水種別を参照して粒径に相当する値 D' 、落下速度に相当する値 w' を説明変数にしたマハラノビス距離による判別分析によって降水種別判別を試みた。

3. 結果・考察

Parsivel で snow/freezing rain, CMF で lump graupel/rimed aggregate に分類されたデータを用いてマハラノビス距離による判別分析で雪 (snow) /あられ (graupel) を分類されたデータを図 1 に示す。今回用いた期間では Parsivel が 797 事例 (snow:697 事例, freezing rain:100 事例), CMF が 396 事例 (lump graupel:41 事例, rimed aggregate:355 事例) だった。全データに対して判別が的中した割合を判別の中率と定義して求めると、Parsivel の場合 88.2%, CMF の場合 79% であり、降水種別ごとに求めると Parsivel では雪 94.3%, あられ 54% であり、CMF では雪 21.1%, あられ 80.5% となった。

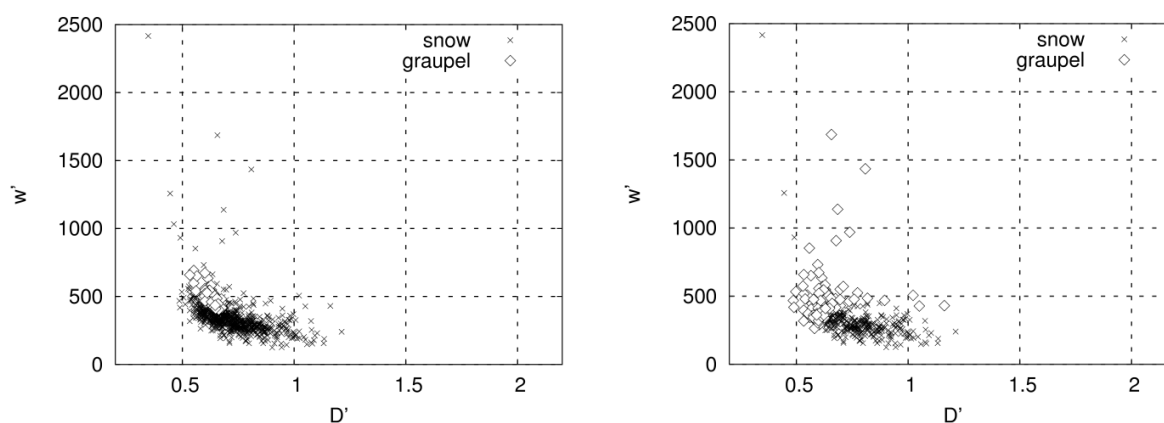


図 1 判別結果 (上: Parsivel 下: CMF)

25

降雪センサー情報を用いた詳細降雪・気象情報提供システムの開発

○ 山口悟¹⁾ 山下克也¹⁾, 齋藤 隆幸²⁾, 山崎正喜³⁾, 神田英一朗⁴⁾¹⁾防災科研・雪氷, ²⁾株式会社スノーテック新潟, ³⁾新潟電機株式会社, ⁴⁾株式会社 KCS

1. はじめに

国土の約半分を占める雪国において、冬季交通網の確保は常に必須の課題であり、道路の除排雪に毎年多額の費用が投入されている。特に生活道路の確保は死活問題である。2016年1月下旬に新潟県中越地域で起こった大雪による数日間に及ぶ道路網の麻痺並びにそれに伴う物流の停止からもわかるように、この問題は除雪技術が発達した今日でも解決されていない。本問題が解決できていない理由の一つは、効果的な除雪体制や迂回路を決定するために不可欠な情報である詳細な広域降雪量分布等の情報を得る手段が未だ無いことが挙げられる。

雪国の冬の道路維持に不可欠なインフラである融雪施設（地下水の散水消雪やロードヒーティング等）の稼働制御には「降雪センサー」が利用されている。しかし現状では各降雪センサーが取得する情報は、センサーが接続されている1つの融雪施設の稼働にしか利用されていなかった。そこで発表者らは融雪設備の制御に使われている「降雪センサー」に通信機能を付加することで、センサー取得情報(降雪強度や気温など)をクラウド上に一括集約するシステム（詳細降雪・気象情報提供システム）を開発した。

2. 実証実験

H28年度に長岡市の協力、H29年度の冬には長岡市に加え新潟県の協力を得て、長岡市内にある降雪センサー(H28年度:20台、H29年度:28台)に通信機能を付加して、降雪センサーの取得データをリアルタイムで取得する実証実験を行った。なお取得できるデータは降雪センサーの種類によって異なるため、H28年度の実証実験では、主に降雪の有無の情報を中心に取得したのに対し、H29年度の実証実験では降雪の有無の加え、降雪強度並びに気温の情報を取得した。またその情報を基に広域の累積降雪量分布の推定等を行った(図1)。

3. 今後の展望

2年間の実証実験を通じて、降雪センサーに通信機能を付加することによって得られる詳細な降雪情報の有効性がある程度証明できた。今後は、サイエンス並びに防災の観点から、実際に得られるデータを具体的にどのように活用するかに関して検討していく予定である。

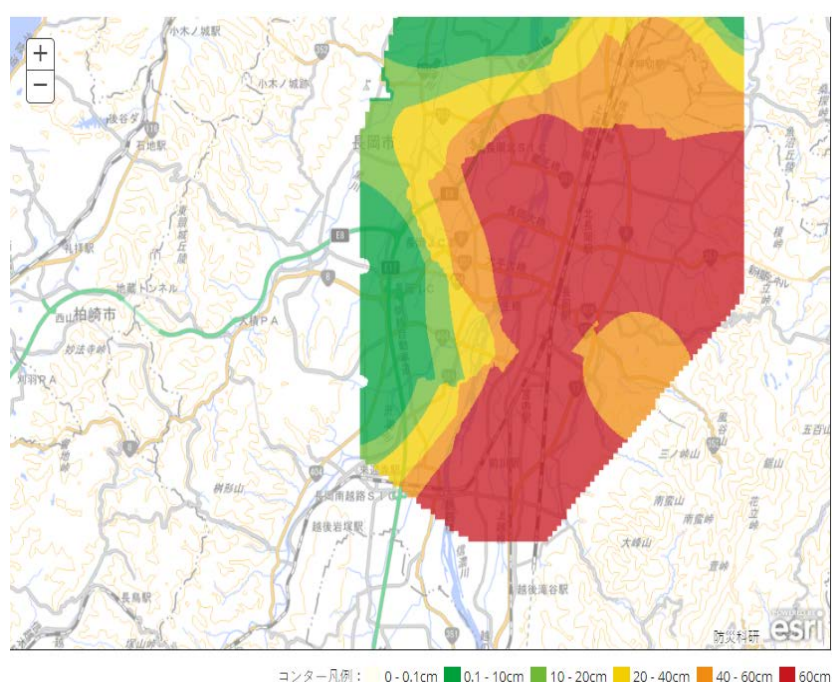


図1 本システムを用いて計算した2018年2月6日午前4時における過去24時間の累積降雪量分布。

26

降雪深増率計の開発 IV —2017-2018 積雪板式時間降雪深計との比較—

○石丸民之永・山崎正喜・羽賀秀樹(新潟電機株式会社) 熊倉俊郎(長岡技術科学大学)

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、できれば降雪量を降雪の深さで表せないか検討してきた。雪片が着地し積雪となると圧密・沈降・雪面剥離などで降雪深値は変動するが、これらの変動要素に関係しない降雪々片を空間で計測し降雪量を求める方法として雪片の数だけでなく寸法要素も取り込める透過光式降雪深増率計を2015年冬季試作し、以来3冬季の実験結果を報告した。今冬は昨冬実験を行ったセンサー部の感知光膜幅を大きくしたものの(40mm)に粒子の通過位置による光量の不均一があることが分かったのでこれを修正し(幅25mm)昨冬同様の測定原理の異なる回転積雪板式時間降雪深計との比較実験を行ったのでその結果を報告する。

2. 供試測器、測定方法及び実験環境の概要

透過光式降雪深増率計 SPN-96(25) センサーの外観は写真1の通りで感知域光膜は25(W)×80(L)×3(H)の大きさである。降雪深は降雪々片の大きさを測り球体と仮定してその体積を演算積算後、光膜面積で除し、気温で決まる係数を乗じて算出した。雪片径の測定可能範囲は0.5mmから10mmで最大径以上の雪片は表示値10mmに集約している。



写真1 SPN-96(25)



写真2 SPH-1

降雪の深さの比較測器として昨冬同様、回転積雪板式時間降雪深計(写真2 SPH-1 回転積雪板+光電透過式)を用いた。実験場所も同様に長岡市内住宅街にある当社構内の露場で行った。

3. 結果

「積雪板式時間降雪深計(SPH型)」との2018年1月の時系列比較を図1、1時間降雪深の積算値を降雪イベント毎に表した相関を図2に示す。図3、図4に1/29~31、2/7~9の同時刻における比較を示した。両者は一部合致していない部分(時刻)もあるが全体としては良く対応している。

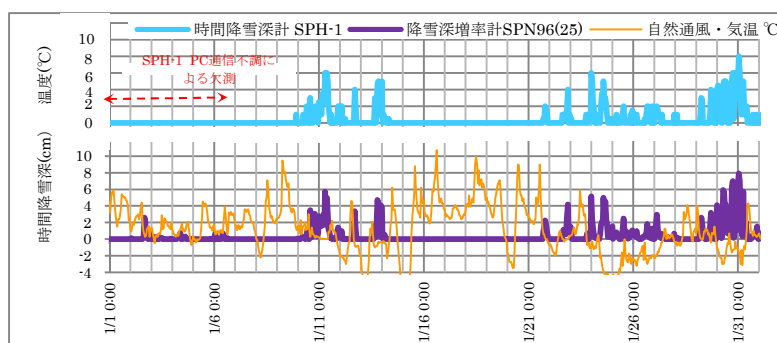


図1 2018/01 時間降雪深

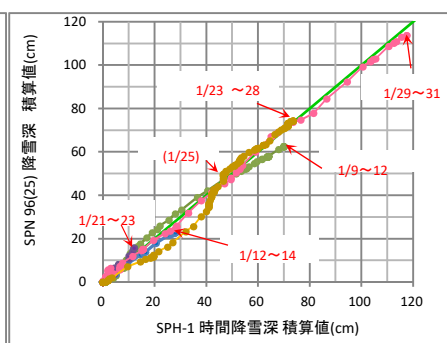


図2 2018/01 降雪イベント毎の相関

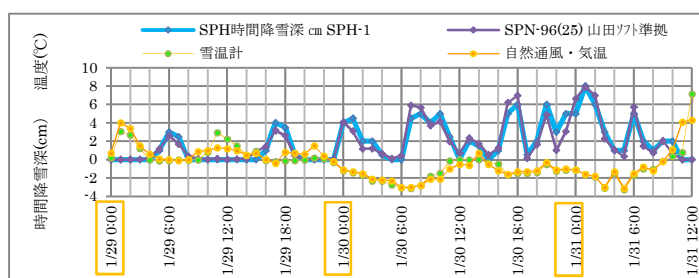


図3 2018/01/29~1/30

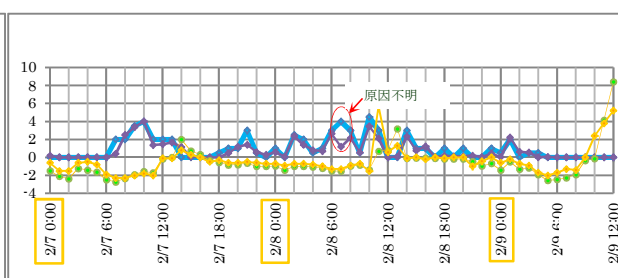


図4 2018/02/07~2/09

参考文献 1)降雪深増率計の開発 III 雪氷研究大会(2017・十日町)講演要旨集, P165

南部パタゴニア地域における岩石氷河の分布

○松元 高峰 (新潟大学災害・復興科学研究所)

1. はじめに

南米アンデス山脈における山岳永久凍土、とくにその指標となる岩石氷河については、チリ・アルゼンチン両国にまたがる乾燥・半乾燥地域(南緯 27 – 35°)に分布するものが古くからよく研究されてきた(例えば Azócar & Brenning, 2010). しかしそれ以外の領域における研究例はごく少ない. 南米南端部のパタゴニア地域では、その中部における岩石氷河分布の概要が報告され(Matsumoto *et al.*, 2012), そのうち San Lorenzo 山塊における分布の特徴が Falaschi *et al.* (2015) によって示されているが、南部パタゴニアについては、Valcarcel *et al.* (2008) や森ほか(2012) がフエゴ島に分布する岩石氷河のいくつかを紹介するにとどまっている. 本研究は、南緯 48°以南の南部パタゴニア地域について、広く岩石氷河の分布を調査してその特徴を示すことを目的とする

2. 研究地域・方法

本研究では、南緯 48 – 55°の領域のうち、南パタゴニア氷原などの大規模な氷河分布域の西～北側(大西洋側)に接する山地を対象とする(図 1 のオレンジで囲った範囲). 岩石氷河の判別は、Matsumoto *et al.* (2012) と同様に、衛星画像(Google Earth)や空中写真から「急な前縁斜面、皺状のリッジ群、ローブの折り重なり」(池田, 2013)といった形態的特徴を見出すことで行なった. また、フエゴ島に分布する岩石氷河のひとつにおいて、2016 年 1 月と 2017 年 12 月に簡単な現地調査を行い、表面地温の連続観測も実施した.

3. 結果

研究対象地域の北端である 48° S, 73° W 付近から南東端の 55° S, 67° W 付近まで、湿潤な海洋性気候の下で氷河が発達するアンデス主稜線と、大西洋側に広がる乾燥した台地とに挟まれる細長い領域の各地で、岩石氷河の分布が確認された. 北端部周辺では、標高 2000 m 前後の稜線から延びる斜面上に分布し、末端は 1700 m 前後のところにある. 南東端周辺では、稜線高度 1000 m 前後の斜面にあって、末端は 600～700 m にまで達している. それらのほと

んどが、日当たりの悪い南向き斜面に分布する.

対象地域内のほとんどの山地では、岩石氷河はいくつか散在する程度でしかない. 多数の岩石氷河が集中して分布するのは次の 2 つの山塊に限られる. 最も多くの岩石氷河が確認されたのが、フエゴ島南部の Lago Fagnano という湖の北岸に面する、Sierra Beauvoir という山塊(図 1 の A)である. この山塊の主な地質はジュラ紀～白亜紀の泥岩からなり、10×50 km の範囲に 60 の岩石氷河が見出された. それらのうち、54.42° S, 68.68° W に位置する岩石氷河(図 2) の 2 か所で計測した表面地温の年平均値(2016 年 2 月～2017 年 1 月)は 1.1°C であった(最低値は -9.4°C). 次いで岩石氷河の多かった山塊が、Paine と El Calafate という人気観光地の間に位置する Sierra Baguales(図 1 の B)である. ここでは 30×35 km の範囲に少なくとも 24 の岩石氷河が確認された.

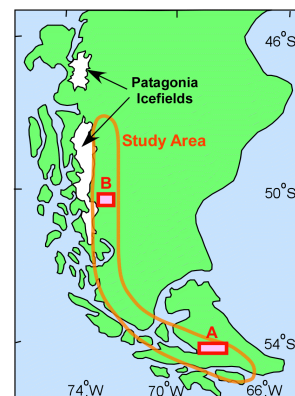


図 1 研究対象地域



図 2 Sierra Beauvoir 山塊に分布する岩石氷河

2009 年から 2014 年までの中央アジア・アルタイ山脈域における 積雪水量の変動特性

○杉浦幸之助（富山大）・三國志成（富山大）

1. はじめに

近年の冬季における気温上昇は多くの地域で降雪量を減少させ、そのため山岳地域の水資源にも影響を及ぼしている。山岳地域における水資源の実態を把握する上で、融雪水としての積雪水量の分布を評価することは重要である。しかし、山岳地域の積雪水量を広範囲に及ぶ現地観測から求めることは困難である。先行研究によると、現地積雪観測をもとに WRF モデル (The weather Research and Forecasting) から得られた中央アジア・アルタイ山脈の積雪データが比較され、アルタイ山脈の積雪水量がおおよそ再現できることが示された (杉浦・北端, 2011)。しかし、対象とする期間が短く、WRF を用いたアルタイ山脈の長期間にわたる積雪水量データが評価されていない。そこで本研究では、アルタイ山脈を対象として WRF による長期間の積雪水量データと標高との関係を調べ、そして積雪水量の年々変動の原因を探ることを目的とする。

2. 解析方法

本研究の対象期間は 2009 年 8 月 31 日から 2014 年 6 月 1 日まで、対象範囲はアルタイ山脈を含む 1000km × 1000km とした。水平方向の空間解像度は 5km、雲物理は New Thompson スキームとして、WRF バージョン 3.3 により出力された積雪水量データを解析した。その際に、NCEP/NCAR Reanalysis の 2.5 度グリッド 6 時間データ (風速, 気温, 湿度, ジオポテンシャル高度, 気圧, 地表面温度, 地温, 土壌水分) を使用した。また、アルタイ山脈域における積雪水量の年々変動の原因を探るために、NCDC Climate online Data (NOAA) から中国のアルタイ、モンゴルのウルギー・トルボ・ホブドの 4 か所の気象観測所の日降水量データを使用した。さらに、気象庁から各冬期 (12-2 月) の北半球の月平均の海面気圧データを使用した。

3. 結果と考察

本解析の結果、以下のことが明らかになった。

1. アルタイ山脈周辺にある各観測所の降水量の推移と WRF によるアルタイ山脈の積雪水量の推移に対応が見られた。
2. そして、標高が高くなるにつれて、WRF による積雪水量はおおよそ増加する傾向が見られた。
3. しかし、対象期間のいずれの冬でも標高 500m-1000m の積雪水量は標高 1000m-1500m よりも多く、標高依存性が逆転していた。これは、アルタイ山脈周辺にある各観測所データの比較からアルタイ山脈の西側の降水量が東側よりも多かったこと、そして風上であるアルタイ山脈の西側に標高 500m-1000m の地域が集中していたためではないかと考えられる。
4. アルタイ山脈域では 2009/2010 年冬の積雪水量がもっとも多かった。2010/2011 年冬, 2011/2012 年冬になるにつれ、積雪水量は次第に減少した。2012/2013 年冬には再び積雪水量が増加したものの、続く 2013/2014 年冬に再び減少していた。
5. そこで、対象期間の各冬期 (12-2 月) でアルタイ山脈の積雪水量と気象庁による北半球の月平均海面気圧とその平年偏差を比較したところ、2009/2010 年冬期と 2012/2013 年冬期は対象範囲周辺の気圧は平年並みに対し、2011/2012 年冬期では平年よりも気圧が高かった。このことから、平年よりも気圧が高い時期は晴れが多くなり降水量や積雪が減少して、アルタイ山脈域の積雪水量が変動していたのではないかと考えられる。

今後は、アルタイ山脈周辺の気圧配置や大気循環場について詳細に調べることで、アルタイ山脈の積雪水量の年々変動の原因をさらに明らかにすることができるものと考えられる。

低温風洞におけるスプラッシュ過程の測定

○新屋啓文 (新潟大), 大宮哲 (寒地土研), 根本征樹 (防災科研), 大風翼 (東工大)

1. はじめに

吹雪のダイナミクスを理解する上で重要となる物理素過程の一つとして、飛雪粒子の雪面への衝突 (スプラッシュ過程) が知られている。スプラッシュ過程は、吹雪・地吹雪において雪面から 10 cm 程度の跳躍層に存在する雪粒子の運動を特徴付けるのみならず、雪面に堆積した他の雪粒子を空气中へ弾き出す侵食過程および飛雪粒子の運動停止による雪面への堆積過程を担っている。これまでに、ハイスピードカメラを用いたスプラッシュ過程の測定は、雪や砂、粉体物理の分野において実施されてきた¹⁻³⁾。しかしながら、風洞実験でスプラッシュ過程の三次元挙動を測定することは、多数の粒子が混在するため、依然として困難である。そこで、本研究では、弱風から強風に至るまでスプラッシュ過程の粒子の三次元挙動を捉えるため、雪粒子の供給量を制限した低温風洞実験を行った。

2. 風洞実験

実験は、防災科学技術研究所の新庄雪氷環境実験所にて -10°C の低温風洞 (長さ $x = 14\text{ m}$, 幅 $y = 1\text{ m}$, 高さ $z = 1\text{ m}$) で行われた。流れ方向 $x = 10.4\text{--}10.7\text{ m}$ の雪面は実験毎に敷き替えられたが、その他の領域では散水によって硬化させた雪面を配置した。また、風上からの雪粒子供給として、 $x = 0\text{ m}$ の位置に長さ 0.2 m , 幅 0.17 m , 深さ 0.3 m の積雪を用意し、一定速度で上昇させつつ短冊状基盤で削剥した。ここで、実験で使用した雪は「しまり雪」であり、かさ密度は平均 328 kg/m^3 であった。レーザー (LDP-100 SingleLaser, 強度 68 %) を風洞の上面から照射することで、飛雪粒子を可視化した。雪面での照射中心位置は $x = 10.5\text{ m}$, $y = 0.5\text{ m}$ で、範囲は直径 40 mm の円形であった。可視化された飛雪粒子は、2 台のハイスピードカメラ (nac HX-6, 1000 fps, $300\text{ }\mu\text{m/pix}$) で 3 秒間撮影された。その際、2 台のカメラは、視線方向が流れ方向に対して 45° 斜めであり、2 台の視線方向が直交し同じ焦点位置 ($x = 10.5\text{ m}$, $y = 0.5\text{ m}$, $z = 6\text{ mm}$) となるように設置された。上記設定において、自由流速度と風上からの雪粒子供給量を変化させ、スプラッシュ過程を測定した。

3. 結果

各実験の自由流速度 u と雪粒子供給量 (積雪の上昇速度 w で制御) の組み合わせは、飛雪粒子が互いに重なり合って撮影されないように、それぞれ $u = 5, 7.5, 10\text{ m/s}$ と $w = 10.5, 21.0\text{ }\mu\text{m/s}$ から決定された。図 1 は、 $u = 5\text{ m/s}$, $w = 21.0\text{ }\mu\text{m/s}$ の時のスナップショットである: (a) 風下側, (b) 風上側から撮影。画像下端の白帯は雪面で反射したレーザー光を示しており、点在する白円は飛雪粒子を表している。両画像において、各ピクセルで鉛直高度が一致しているため、画像上端に位置する飛雪粒子は同一であると判断できる。そして、座標変換を行うことで、粒子の三次元座標 (x, y, z) が推定可能となる。しかし、雪面近傍では、各高度で複数の粒子が存在しており、瞬間座標のみから画像間で粒子を同定することは難しい。発表では、本問題点を克服するため、瞬間座標と速度を考慮した結果を紹介する。

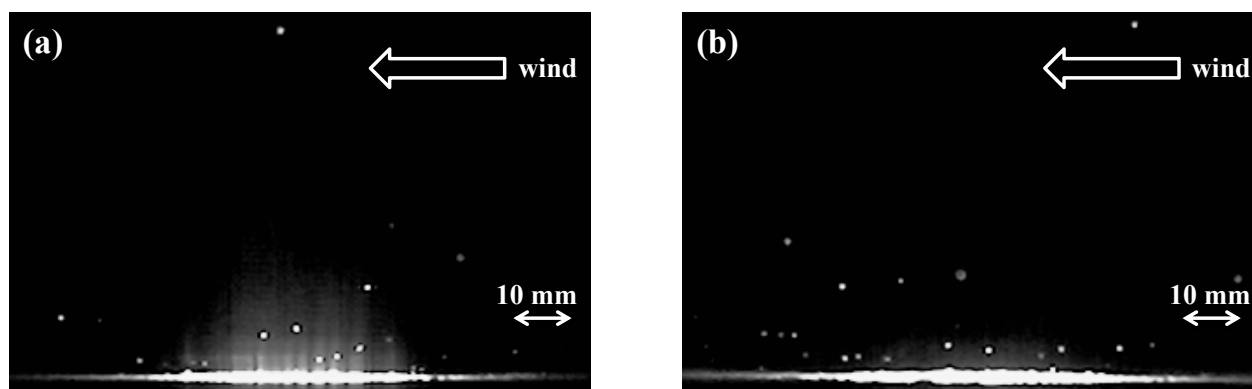


図 1 自由流速度 5 m/s における飛雪粒子: (a) 風下側, (b) 風上側の斜め 45° から撮影

参考文献

- 1) Sugiura, K. and N. Maeno, 2000: *Boundary-Layer-Meteorol.*, **95**, 123-143.
- 2) O'Brien, P. and C. McKenna Neuman, 2016: *Aeolian Research*, **20**, 126-138.
- 3) Ammi, M., L. Oger, D. Beladjine, and A. Valance, 2009: *Phys. Rev. E*, **79**, 021305:1-9.

30

氷床コア深層掘削機の電装部の開発 — 3500m ケーブル通信と試作 —

○高田守昌（長岡技術科学大学）・本山秀明（国立極地研究所、総合研究大学院大学）

1. はじめに

南極ドームふじ地点近傍において、過去 80 万年を超える最も古い氷試料の存在が示唆され、日本南極観測隊は、第 3 期ドームふじ深層コア掘削計画を進行している。深層掘削の開始は直近ではないが、輸送や現場準備の必要性から、JARE62 で深層掘削システムを南極へ持ち運ぶ必要があり、国内での事前テストの実施を含めると、掘削機システムの開発が急務である。

氷床コア試料の掘削は、掘削孔にウインチケーブルで掘削機を降下させ、掘削孔底面でコア試料の外周を 3 枚のカッターを回転させて切削し、掘削機を引上げコア試料を取得する工程が繰り返される。氷の切削時は、適切な荷重をカッターに作用させ、カッターの回転速度を一定に保ち、鉛直方向に進行しているかなど、掘削機の状況を地上から把握し制御する必要がある。このため掘削機は、これらの計測制御が可能で、地上と双方向のデータ通信が可能な機能を有する電装部が必要である。

これまでに、電装部の基本設計を行ったが、実績がないために不確定な要因であった、ウインチケーブルを介したデータ通信方法を検討し決定することが重要な課題であった。本発表では、実際に深層掘削で使用するウインチケーブルを用いたデータ通信の検討結果と、基本設計に基づいて試作した電装部について報告する。

2. 3500m ウインチケーブルを介したデータ通信

通信規格として、シリアル通信の一種で 1200m まで動作保障されており、700m のウインチケーブルで通信に成功している RS485 を用いた。地上側と掘削機側を模した 2 台のコンピュータ上の RS485 間を 3500m ウインチケーブル中の 2 本の導線を介して接続し、通信テストを実施した。まず、文字列を送信し、受信された文字列が同じであったことから、データ通信が可能であることが分かった。そして、通信速度を 1200~230400bps の範囲で段階的に変化させ、19200bps まで通信可能であることを確認した。また、オシロスコープによる受信波形を確認した結果、通信速度の増加とともに波形は乱れていったが、9600bps まで概ね矩形波を保っていた。これらの受信波形は、ウインチケーブルと RS485 を電子回路としてモデル化し、シリアル通信の矩形電圧を印加した、シミュレーションで得られた結果を再現していた。掘削では、毎秒 100 文字程度の送信および受信を想定しており、9600bps でこの文字数が十分に送受信可能であることから、この通信規格を採用することとした。

別途の通信方法として、2 線で 2600m まで動作保証されている LAN の延長についても検討したが、3500m ケーブルにおいては通信を確立しなかった。

3. 電装部の試作

深層掘削は、静水圧による掘削孔の収縮を防ぐため、氷と同程度の密度の液を掘削孔に入れ液封で行う必要がある。このため、電装部は液封液の静水圧から隔離するため耐圧室に入れる必要がある。掘削孔の直径が 135mm であり、自重による掘削機下降のための掘削孔との隙間、耐圧強度にみあう肉厚とパッキンの必要性から、電装部は外径が 85 mm 以内という寸法的な制約がある。また、ウインチケーブルの制約から、供給電源は 1 系統とするが、掘削用モーターと電装部の電圧が大きく異なることから、リレー回路および 2 次電池を導入した設計としている。これらに適合するよう、コンピュータ、制御および計測用の機器などを市販品より選定するとともに、一部は自作した。これらを組上げ、試作機を作成し、耐圧室に格納可能な寸法に収まっていることを確認した。

31

屋根雪試験棟を用いた雪荷重による垂木の変形のモニタリング計測の試み

○本吉弘岐・伊藤陽一（防災科研・雪氷）・高田清太郎（株高田建築事務所）・神田英一郎（株KCS）

1. はじめに

屋根雪による建物の倒壊や損壊は、雪国において深刻な問題である。それを防ぐためには雪下ろし等の対策が必要であるが、作業に伴う事故のリスクやコストが伴う。このようなリスクやコストを低減するために、雪下ろし実施のタイミングを適切に判断することが重要である。本研究では、雪下ろしのタイミングを客観的に判断するための方法として、雪荷重により生じる屋根垂木の変形をセンサーを用いてモニタリングする手法を検討し、その有効性を確認するために、屋根雪試験棟を用いて2017年12月から2018年3月にかけて実証実験を行った。

2. 屋根雪試験棟

屋根雪試験棟は、120 ミリ角の米松材で組まれた一間四方の木造小屋で、雪氷防災研究センター内のアスファルト路面にアンカーボルトで固定し設置した（図1）。屋根は、60cmの軒を持った西向きの3寸勾配の片流れ形状で、5本の垂木の上に合板を張り、さらにルーフィングで覆っている。垂木断面の幅は45ミリとしたが、強度による違いを見るため、高さが105ミリ(H105)と90ミリ(H90)の2種類の垂木を用意した（図1左）。

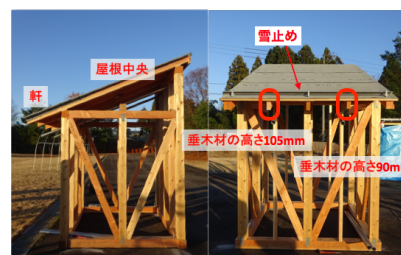


図1: 屋根雪試験棟



図2: 歪み測定用の歪みゲージ（左）と計測器と共に垂木に設置したところ（右）

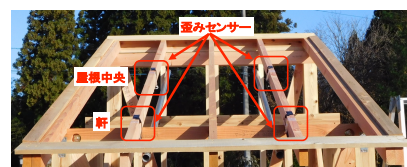


図3: 歪みセンサー取付け位置

3. 計測方法

太さの異なる2本の垂木に対して、屋根中央と軒の2箇所にセンサーを取付けた。歪み計測には、垂木の上下に取付けた歪みゲージ（共和電業KFG-5-120-C1-5）を用いた（図2左、図3）。たわみ計測には、線形変位センサー（緑測器LP-10FB-1K）を用い、センサー軸の先端が垂木の底面に垂直に接するように設置した（図4）。10分毎の取得されたデータは、クラウドサーバーを経由し、Web上でモニターできるようにした。



図4: たわみセンサーを軒先（左）、屋根中央（右）に設置したところ

4. 実験結果

図5は、屋根に雪がない状態の12月27日12:00以降の屋根中央における曲げ歪みおよびたわみの時系列グラフである。同じ垂木で測定している曲げ歪みとたわみの変化の様子はよく一致していた。一方で、太さの異なる垂木では、曲げ歪み・たわみとも細い垂木(H90)の方が太い垂木(H105)に比べて変化が大きかった。冬期における屋根中央での最大の曲げ歪みは、H90で $300\mu\epsilon$ 、H105で $250\mu\epsilon$ 、最大のたわみはH90で2.9mm、H105で2.0mmを記録した。このときの屋根雪の重量は、スノーサンプラーによる計測から $230\text{kg/m}^2 \sim 300\text{kg/m}^2$ の間と推定される。また、屋根中央と軒のデータの比較からは、屋根雪が軒に移動し偏荷重となっている様子も確認できた。

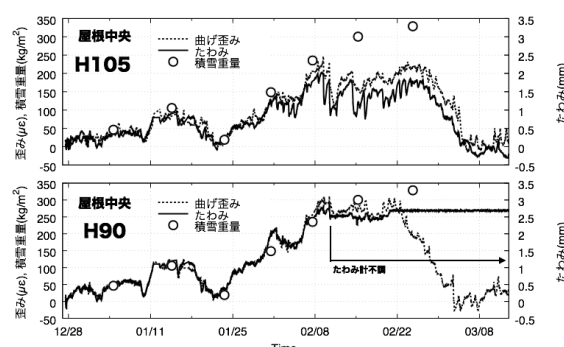


図5: 屋根中央部で計測した垂木の曲げ歪みおよびたわみの時系列データ。丸い点は、スノーサンプラーにより計測した試験棟の屋根雪重量の値。

今回の実証実験により、雪荷重に応じた垂木の変形が十分な精度で計測可能であることが確認できた。一方で、実用のためには、耐久性や取付けの容易さ、計測箇所の選定方法、計測値と雪下ろしのタイミングを関係づけなど課題も残る。

32

立山・室堂平における積雪層中の化学成分濃度の特徴

渡辺幸一・原田英幸・日比野桂佑・江尻遼介・市川夢子（富山県立大）
島田亙・青木一真・川田邦夫（富山大）

はじめに

立山・室堂平（36.6°N, 137.6°E, 標高 2450 m）では、11 月頃から積雪が始まり、毎年 4 月には通常 6 m を超える積雪層が形成される。形成された積雪層は、寒候期のさまざまな大気環境情報を記録している。そのため、室堂平での積雪試料の化学分析は、直接的な観測が困難な時期の高所大気環境を考察する上で重要となる。室堂平での積雪化学成分の測定は、1990 年代から行われ、多くの重要な知見が得られている（長田ら, 2000）。演者らは、2003 年以降、4 月の立山・室堂平において積雪中の主要イオン成分、過酸化物質やアルデヒド類の測定を行ってきた（岩間ら, 2011 ; Watanabe *et al.*, 2011, 2012 ; 渡辺ら, 2016）。山岳域の自然環境評価のためには長期間に渡る測定の継続が必要である。本研究では、室堂平で実施した積雪断面観測の結果について、積雪中のイオン成分およびアルデヒド類の動態について報告する。

方法

4 月の立山・室堂平において、積雪層の断面観測、10 cm 間隔の化学分析試料の採取を行い、積雪試料を融解させないまま富山県立大学に持ち帰り、冷凍保存した。アルデヒド類濃度の測定は、試料採取後数日以内に（融解後直ちに）HPLC・ポストカラム法（岩間ら, 2011）により、ホルムアルデヒド（HCHO）およびアセトアルデヒド（CH₃CHO）濃度を測定した。主要イオン成分濃度についてはイオンクロマトグラフ法によって測定を行った。

結果と考察

図 1 に、2017 年 4 月の立山・室堂平における積雪層中のイオン成分濃度の鉛直プロファイルを示す。2017 年 4 月の積雪深は約 6 m で、主にしまり雪で形成されていた。化学成分の溶出や再分配の影響は比較的小さかったものと考えられる。nssSO₄²⁻、NO₃⁻および NH₄⁺は主に人為由来の汚染物質によるものであり、同様の深度分布を示していた。HCHO は nssSO₄²⁻と同様のピークがみられ、酸性物質だけでなく、アルデヒド類のような光化学生成物も、アジア大陸から長距離輸送されているものと考えられる。なお、積雪中の HCHO と CH₃CHO との相関関係はみられなかった。また、両者の鉛直プロファイルから、CH₃CHO よりも HCHO の方が堆積後の拡散の影響を受けやすいと考えられる。

積雪層内の人為起源汚染物質の平均濃度（あるいは沈着量）には年による濃度の変動がみられ、中国の二酸化硫黄排出量の変化だけでなく、アジア大陸からの大気汚染物質の輸送過程の影響を受けているものと考えられる。強い冬型の気圧配置が卓越する年に人為起源物質の濃度が低く、移動性高気圧型が卓越する年に濃度が高くなる傾向がみられた。2017 年 4 月の nssSO₄²⁻の平均濃度は（濃度が極大であった）2007 年以降で最も低く、中国国内の二酸化硫黄排出量が低下し、立山の自然環境が改善している可能性が考えられる。

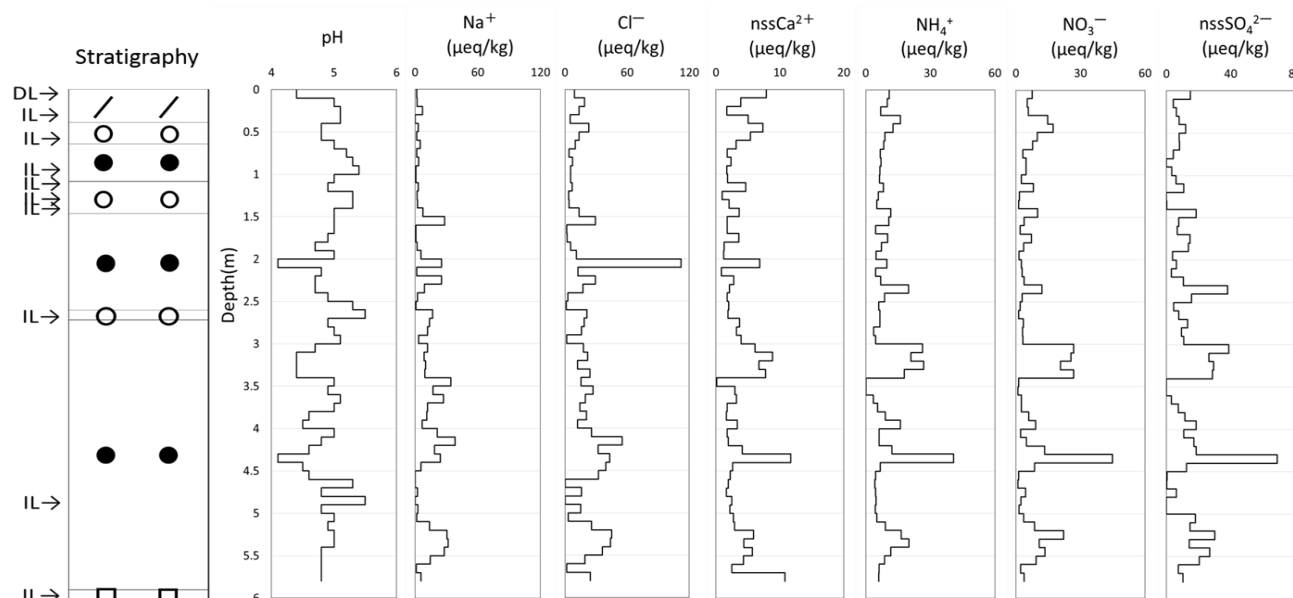


図 1 立山・室堂平（2017 年 4 月）における積雪層位およびイオン成分濃度の鉛直プロファイル

33

積雪層の中に含まれる化学成分の融点直下における下方移動

○大西悠也 (富山大院・理工), 島田互 (富山大院・理工), 朴木英治 (富山市科学博物館)

1. はじめに

立山室堂平(標高 2450m)は例年 6~8m の積雪が記録される多雪地帯で、ここで形成される積雪は雪が降り始める 10 月下旬から 4 月までほとんど融けることがない。そのため、積雪層内部に含まれる化学成分やエアロゾル粒子が保存されていると考えられてきた(長田ら 2000)。

ところが、近年の立山室堂平での調査から、積雪層の雪温が厳冬期でも融点に近くなっていることが分かり、積雪層内での化学成分の保存がどのようになっているのかという問題が生じている。

そこで本研究では、融点直下の積雪層で各種化学成分がどの程度下方移動するかを室内実験から調べる。

2. 実験方法

実験は、積雪高 15 cm の人工的な積雪の中に化学成分を含まない雪層と化学成分を含ませた雪層(以下、化学成分層)を作成して行った。化学成分には硫酸ナトリウムと硝酸マグネシウムを用い、厚さ 0.5 cm の化学成分層を 2 層作成した。化学成分層は積雪高 6~6.5 cm と 11.5~12 cm に入れた。なお、着色したガーゼを化学成分層特定のため、端部に挟んだ。上方より電球の光を日光に見立て、日中は照射し、夜間は消灯することによって気温の日変化を再現した。また、積雪層内の温度は熱電対温度計を用いて測定した。

作成した積雪を 2 週間、低温室の中に置いたのち、圧密を考慮して、サンプリングを行った。化学成分層 0.5 cm 厚とその下 1.5 cm 厚の合計 2 cm 分を 0.5 cm 厚ずつサンプリングし、化学分析直前に自然解凍させた。化学分析には、富山市科学博物館のイオンクロマトグラフ (SHIMADZU LC-10ADVP) を用いた。

3. 実験結果

図 1 は実験①、図 4 は実験②の化学成分層付近の雪温変動図である。また、図 2,3 は実験①、図 5,6 は実験②の後、サンプリングした試料の化学分析結果を表したものである。矢印で示した部分

が化学成分層である。圧密の影響で化学成分層は最初の高さより下方へ移動していた。

実験①では全層平均雪温が -0.12°C であり、上層、下層の化学成分層付近で 0°C に達することがあった。実験②では全層平均雪温は -0.35°C であり、上層、下層の化学成分層付近で 0°C に達することはなかった。化学分析の結果、積雪の融点直下において化学成分の下方移動が確認できた。実験①では、 NO_3^- が他のイオンより移動しやすいという結果が得られた。実験②では、 NO_3^- が他のイオンより移動しにくいという結果が得られた。

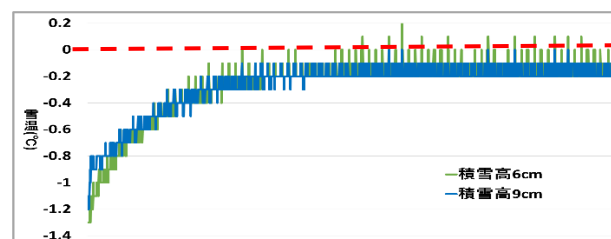
<実験①の結果(全層平均雪温: -0.12°C)>

図 1 化学層付近の雪温

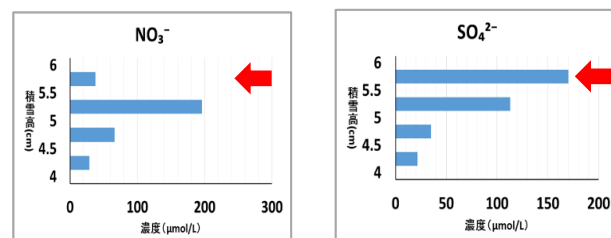
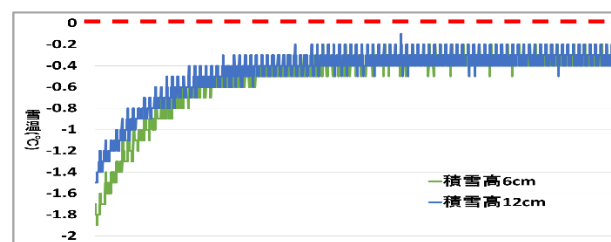
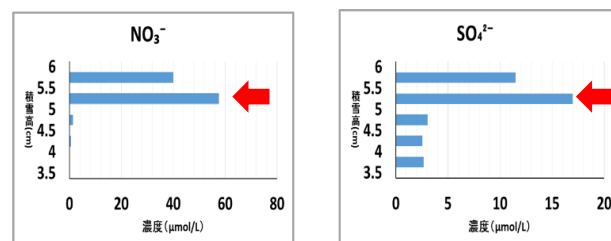
図 2 下層の NO_3^- 濃度 図 3 下層の SO_4^{2-} 濃度<実験②の結果(全層平均雪温: -0.35°C)>

図 4 化学層付近の雪温

図 5 下層の NO_3^- 濃度 図 6 下層の SO_4^{2-} 濃度

pH 指示薬による積雪層の pH 可視化

○藤野 丈志((株)興和)・對馬 勝年(富山大学名誉教授)

1 はじめに

積雪断面観測の一つとして積雪各層の pH 分布を着色によって可視化できれば、教育現場等で雪の酸性化の理解や積雪サンプリング位置や範囲を決めるのに役立つと考えた。そこで、pH 指示薬を使った断面の pH 可視化を試みた。

2 実験方法

pH 指示薬には(株)共立理化学研究所のパックテスト®を使用した。pH 3.6~6.2 の範囲で色調が変わる酸性雨用の指示薬で、水に溶かすことで発色し、比色法で pH を読み取るものである。リボン状の布に pH 指示薬を広げて載せ、それを積雪断面に軽く押しつけて積雪断面に転写した。気温がプラスの時は、積雪の含水に pH 指示薬が溶け自然に発色した。気温がマイナスの時は息を吹きかけて積雪を少し融かし発色させた。

3 実験結果と考察

図 1 に pH 指示薬の発色状況と雪質を示す。実験中の気温は 2~4℃で積雪は全層ぬれ状態であった。pH 指示薬は転写後ただちに発色し、pH の層構

造が可視化された。この写真から比色法により pH 値を解析した結果を図 2 に示す。pH 値は 3.7~4.8 で細かな層構造が測定されていることがわかった。図 3 に写真の画素すべてで pH 値を解析した結果を示す。目視でも pH の層構造は見えるが、pH 指示薬の濃淡を解析で取り除くことにより、層構造をはっきりととらえることができた。別の場所でも実施した pH 値の時間変化の様子を図 4 に示す。気温は 10℃前後と高く、断面作成後融雪が進む状況で、時間の経過とともに pH 4 程度の融雪水が流下している様子がとらえられた。

実験の結果、pH の層構造が色として綺麗に見え、積雪層の pH 可視化という目的を達成できた。積雪の含水の pH を測定しているので、融雪が進んだり未溶解の酸性物質が溶け出したりすることにより pH 値が変化すると予想され、値の信頼性については課題がある。しかし、低 pH の融雪水の移動が可視化されるなど、この手法が有用な点があると考えている。一つは降雪粒子の pH 可視化で、現在その可能性を調べているところである。

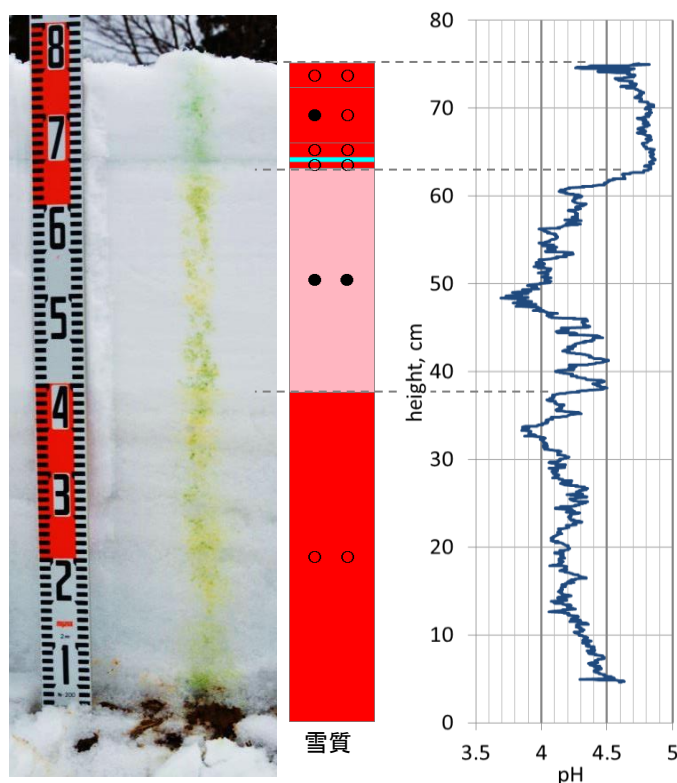


図 1 pH 指示薬発色状況

図 2 pH 解析値

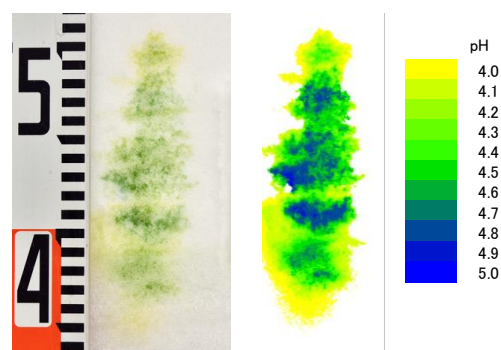


図 3 全画素 pH 解析例

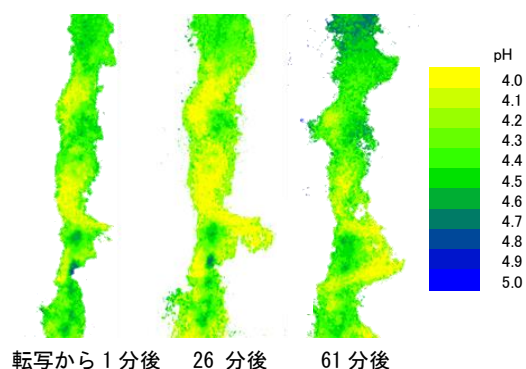


図 4 pH 値で可視化された融雪水の流下

35

積雪中への水分浸透における水みちから毛管流卓越への遷移過程

- モデルを用いた数値実験 -

○ 平島寛行 (防災科研・雪氷)、Francesco Avanzi (カリフォルニア大学バークレー校)

Nander Wever (コロラド大学ボルダー校)

1. はじめに

積雪中における水分移動のメカニズムとして、均一に流れる毛管流と不均一に流れる水みち流がある。乾き雪に水が入り込んだ際には水みちを形成して浸透していくが、融雪期には全層がぬれ雪となり、毛管流が卓越して比較的均一に浸透する。SNOWPACK に代表される 1 次元の積雪変質モデルでは、不均一に流れる水みちを考慮することが難しかった。そこで 3 次元の水分移動モデルを開発して、水みちの形成やそれを伝わった浸透を再現するとともに、低温室におけるカラム中への水の浸透実験の結果を用いて検証を行ってきた(Hirashima et al. 2014, 2017)。これらの実験では水の供給量が 1 時間あたり 10mm/h 以上と多量であり、また実験時間も短かく、水みちの形成から底面への到達までに着目していたため、乾き雪からぬれ雪への遷移過程までは対象としていなかった。本研究では、水みちが卓越した状態から毛管流が卓越した状態に変わる遷移過程について、数値モデルによる再現を試みた。

2. 実験及びモデル

乾き雪からぬれ雪への遷移過程を計算するためには、長い時間スケールに対する計算が必要となる。本研究においては、再現計算の対象として、Avanzi et al. (2017)の実験結果を用いた。この実験では発熱するプレートに雪の上に乗せて徐々に融解し、それによる融雪水の浸透とそれに伴う湿雪変質を測定した。7 時間温めて融解させた後、残りの 17 時間は熱の供給を止め、翌日の同時間に同一のサンプルを同じ条件で再加熱し、このサイクルを 2 週間続けた。この時の融雪量を積雪の減少量から見積もった所、1 時間あたり 0.66mm となった。現段階の水分移動モデルでは融解は考慮されておらず、水の供給量を与えて入力する方式のため、本計算では 1 時間あたり 0.66mm の水の供給を 7 時間、その後 17 時間は供給量を 0mm として 2 週間計算した。計算条件としては 10cm × 30cm のサイズ、5mm のメッシュサイズ、平均粒径 0.17 mm で計算を行なった。なお、粒径成長の影響を考慮するため、Brun (1989)の式によるぬれ雪の粒径増加量も計算した。

3. 結果

図 1 に水の供給を開始した 1 日後、5 日後、及び 10 日後の体積含水率の分布を示す。乾き雪中に水が浸透した直後における水みちは 1 本だけであったが(図 1a)、5 日後には水みちが増加し、60%の範囲がぬれ雪となった(図 1b)。さらに 10 日後にはほとんどの領域でぬれ雪となり、水の浸透も均一な毛管流が卓越した(図 1c)。水みちの領域の拡大に関しては、様々な原因が考えられるが、本計算では、湿雪変質による粒径成長が水みちの拡大に影響していることが示された。

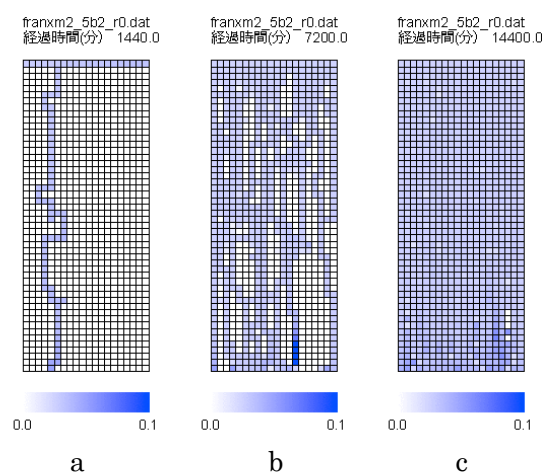


図1 乾き雪中への水の浸透 (a) 1 日後 (b) 5 日後 (c) 10 日後

本研究は科学研究費補助金「不飽和浸透による空間的に不均一な水分移動を再現可能な積雪変質モデルの開発」によります。

参考文献

- Hirashima et al. (2014) Cold. Res. Sci. Tech. 108, 80-90, doi:10.1016/j.coldregions.2014.09.004.
 Hirashima et al. (2017) Hydrol. Earth Syst. Sci., 21, 5503-55015. doi: 10.5194/hess-21-5503-2017.
 Avanzi et al. (2017) Water Resour. Res., 53, 3713-3729, doi:10.1002/2016WR019502.

2018 年度(公社)日本雪氷学会 北信越支部

- ・2017 年度事業報告
- ・2017 年度収支決算報告
- ・2018 年度事業計画
- ・2018 年度予算

- ・支部規程施行内規
- ・支部表彰規程
- ・2017-18 年度北信越支部役員
- ・北信越支部特別・賛助・購読会員名簿

- ・「北信越のひろば」の投稿料改定について

2017年度日本雪氷学会北信越支部事業報告

1. 研究発表会

2017年度北信越支部研究発表会・製品発表検討会（2017年度日本雪氷学会北信越支部大会）

日時：2017年5月27日（土）

場所：十日町市総合福祉センターサンクロス十日町（新潟県十日町市卯320番地39）

発表件数：34件 参加者：55名

※（国研）森林総合研究所十日町試験地との共催

2. 研修会等

2.1 講演会

「今年の雪 速報会 2016－17」

日時：2017年5月31日（水）13:30～16:40

場所：長岡市 まちなかキャンパス長岡 301会議室

参加者：120名

※ NPO法人水環境技術研究会，（国研）防災科学技術研究所雪氷防災研究センター，（一社）北陸地域づくり協会との共催

プログラム：

- ・「北陸地方を中心とした2016/17冬季の天候と降雪の特徴」：中村誠（気象庁新潟地方気象台）
- ・「今冬における山陰地方の雪害(1)」：河島克久（新潟大学災害・復興科学研究所）
- ・「今冬における山陰地方の雪害(2)」：伊藤陽一（（国研）防災科学技術研究所雪氷防災研究センター）
- ・「昨年の集中降雪を教訓とした取組について」：稲本義昌（国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所）
- ・「平成29年2月に実施した官民連携による雪崩対応訓練について」：吉田あみ（新潟県南魚沼地域振興局地域整備部維持管理課）
- ・「今冬の雪崩死亡事故からみる安全管理上の問題点」：出川あずさ（NPO法人日本雪崩ネットワーク）

2.2 見学会

第22回雪形ウォッチング

日時：2017年5月6日（土）～5月7日（日）

場所：長野県王滝村・木曽町

参加者：84名

※ 国際雪形研究会との共催

2.3 学習会

新潟大学災害・復興科学研究所 災害環境科学セミナー

日時：2017年6月5日 10:30～11:30

場所：新潟大学災害・復興科学研究所 1階プレゼンテーションルーム（新潟県新潟市）

参加者：15名

講演者：小西啓之（大坂教育大学）

講演タイトル：「光学式雨量計を用いた精度良い降雪量を推定する試み」

雪氷防災研究センター・新潟地方気象台合同談話会

日時：2017年12月14日 13:30～17:15

場所：新潟地方気象台 9F 会議室（新潟県新潟市）

プログラム：

- ・ 山口悟（雪氷研）「消雪パイプの稼動に使用されている降雪センサーを利用した降雪分布把握の取組」
- ・ 鳥山泰宏（新潟地台）「2017年1月13～14日の大雪についての事例解析」
- ・ 土田覚（長野地台）「南岸低気圧による降雪に関する調査研究」
- ・ 横木 保則（長野地台）「積雪変質モデルを用いた積雪層に関する研究」
- ・ 上原秀晴（新潟地台）「雨量データの品質管理について」
- ・ 上石勲（雪氷研）「2017年3月27日に栃木県那須町で発生した雪崩災害に関する調査研究」

参加者：27名

※ 新潟地方気象台、(国研) 防災科学技術研究所雪氷防災研究センターとの共催

新潟大学災害・復興科学研究所 災害環境科学セミナー

日時：2017年12月22日（金）16:30～17:30

場所：新潟大学災害・復興科学研究所1階プレゼンテーションルーム（新潟県新潟市）

講演者：牛尾収輝 氏（国立極地研究所）

講演タイトル：多年氷から探る南極氷床縁の海洋-雪氷圏変動の特性

参加者：15名

2.4 講習会

積雪観測講習会

日時：2018年2月10日

場所：防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

参加者：20名

※関東・中部・西日本支部、防災科学技術研究所との共催

※雪結晶撮影講習会と同時開催

雪崩サーチ&レスキュー講習会 in 立山2018

日時：2018年2月20日-22日

場所：国立登山研修所

参加者：19名

※雪崩事故防止研究会との共催

2.5 ワークショップ等への後援

「AI・IoTを活用した冬期交通網管理の効率化に関するワークショップ」

日時：2017年9月14日16:00-17:30

場所：長岡市福祉センター「トモシア」

参加者：85名

主催：(国研) 防災科学技術研究所、株式会社スノーテック、株式会社KCS

※ 公益社団法人中越防災安全推進機構、長岡IoT推進協議会とともに後援

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

雪結晶撮影講習会

日時: 2018年2月10日

場所: 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

参加者: 20名

※関東・中部・西日本支部、防災科学技術研究所との共催

※積雪観測講習会と同時開催

4. 2017年度北信越支部賞の表彰

大沼賞: 藤野丈志 (株式会社興和・水工部, 課長)

「新潟市における降雪結晶写真の撮影および分類と簡易撮影法の普及活動」

5. 出版事業

5.1 支部機関誌

「雪氷北信越」第37号を2017年9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

2017年5月27日, 十日町市総合福祉センターサンクロス十日町

6.2 理事・幹事会議

第1回理事・幹事合同会議: 2017年4月24日～5月1日, 文書審議

第1回理事会議: 2017年5月27日, 妙高市勤労者研修センター

第2回理事・幹事合同会議: 2017年12月11日, 長岡市まちなかキャンパス 5階 501会議室

6.3 顧問・評議員会

2017年12月11日, 長岡市まちなかキャンパス 5階 501会議室

2017 年度収支決算報告

	2017年度予算 (A)	2017年度執行 (B)	増減 (B)-(A)
収入	55,000	69,765	14,765
会費収入 支部会員費	0	0	0
事業収入 研究発表会収入	35,000	29,000	△ 6,000
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	10,000	30,765	20,765
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	250,000	180,515	△ 69,485
事業費 事業費 計	157,000	135,898	△ 21,102
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	55,000	61,042	6,042
研修会等 講演、見学、学習会	2,000	23,570	21,570
普及・啓発 教育普及事業	25,000	0	△ 25,000
褒賞 北信越支部褒賞費	25,000	16,240	△ 8,760
3出版事業 支部機関誌 北信越支部機関誌	50,000	35,046	△ 14,954
その他出版	0	0	0
管理費 管理費 計	93,000	44,617	△ 48,383
事務局費	8,000	8,677	677
会議費	85,000	35,940	△ 49,060
支払手数料	0	0	0
役員選挙費	0	0	0
雑費	0	0	0

* 研究会等の支出23,570円のうち、積雪観測講習会ルーベ、賞状用紙の代金18,351円は、講演会事業積み立て基金より支出

2018年度事業計画

公益社団法人日本雪氷学会 2018年度 事業計画書

事業分類	事業小分類	事業名	担当
1調査・研究	調査		
	研究		
2研究会研修会	研究発表会	北信越支部 研究発表会・製品発表検討会の開催(射水市)	北信越
	研修会等	北信越支部 講演会の開催(2回) 北信越支部 見学会の開催(1回) 北信越支部 学習会の開催(3回) 北信越支部 積雪観測講習会の開催(1回)	北信越 北信越 北信越 北信越
	普及・啓発	北信越支部 ホームページの運営 北信越支部 教育普及に関する事業の開催(2回)	北信越 北信越
	褒賞	2018年度北信越支部賞の表彰	北信越
3出版事業	学会誌		
	支部等機関誌	北信越支部 機関誌「雪氷北信越」38号の刊行	北信越
4その他	管理事項	北信越支部 理事・幹事合同会議の開催	北信越
		北信越支部 顧問・評議委員会の開催	北信越

2018 年度予算

		2017年度予算 (A)	2018年度予算 (B)	増減 (B)-(A)
収入		55,000	55,000	0
会費収入	支部会費	0	0	0
事業収入	研究発表会収入	35,000	35,000	0
	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	10,000	10,000	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		250,000	220,000	△ 30,000
事業費	事業費 計	157,000	127,000	△ 30,000
	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	55,000	25,000	△ 30,000
	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	25,000	25,000	0
	褒賞 北信越支部褒賞費	25,000	25,000	0
	3出版事業 支部機関誌 北信越支部機関誌	50,000	50,000	0
	その他出版	0	0	0
管理費	管理費 計	93,000	93,000	0
	事務局費	8,000	8,000	0
	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

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。

(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. 支部長は、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・利雪など雪氷に関する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出したものに贈る。
 - (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(〇〇〇の功績, 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。

本規程は2018年6月2日に改正する。

2017・2018 年度 (公社) 日本雪氷学会北信越支部役員

支部長

上石 勲* 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター長

副支部長

飯田 肇 立山カルデラ砂防博物館学芸課長
河島克久 新潟大学災害・復興科学研究所教授

支部顧問

花角英世 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

佐久間寛道 新潟県総務管理部長
磯部 賢 富山県生活環境文化部長
大矢敏之 小千谷市建設課長
神田真太郎 十日町市建設部長
廣瀬幸雄 中谷宇吉郎雪の科学館館長/金沢大学名誉教授
池野正志 (株) 興和代表取締役社長/(一社) 新潟県融雪技術協会会長
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
新谷智弘 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
古川大助 (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 (*本部理事)

秋山一弥 土木研究所雪崩・地すべり研究センター
和泉 薫 新潟大学名誉教授
上村靖司 長岡技術科学大学機械創造工学専攻
熊倉俊郎* 長岡技術科学大学環境社会基盤工学専攻
杉浦幸之助* 富山大学大学院理工学研究部
鈴木啓助 信州大学理学部

竹井 巖	北陸大学薬学基礎教育センター
竹内由香里*	森林総合研究所十日町試験地
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	元新潟地方気象台
坂東和郎	(株) 興和水工部/新潟県融雪技術協会無散水部
宮崎伸夫	(有) クライメットエンジニアリング代表取締役
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	山田技研株式会社代表取締役
渡辺幸一	富山県立大学工学部

支部監事

石坂雅昭	
町田 誠	町田建設(株) 代表取締役

支部幹事長

熊倉俊郎*	長岡技術科学大学環境社会基盤工学専攻
-------	--------------------

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

伊藤陽一	防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
小川克昌	(有) アサップ代表取締役
勝島隆史 2)	森林総合研究所十日町試験地
加藤 務	テクノかとう代表
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) スノーテック新潟代表取締役
佐々木明彦	国士舘大学文学部
島田 互	富山大学大学院理工学研究部
瀬戸民枝	新潟県十日町地域振興局地域整備部
浜田 崇	長野県環境保全研究所
平島寛行 5)	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
藤本明宏	福井大学大学院建築建設工学専攻
本田明治	新潟大学理学部
町田 敬 4)	町田建設(株)
松元高峰 3)	新潟大学災害・復興科学研究所
皆已幸也	石川県立大学生物資源環境学部
村井昭夫	石川県立大学客員研究員
本吉弘岐 1)	防災科学技術研究所雪氷防災研究センター
山下克也	防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

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番地	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 (11)

(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
(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
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
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 (14)

石川県林業試験場	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	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番地
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	村上市鶴渡路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 総務課	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
(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 福井市文京3-9-1
福井雪技術研究会	910-8507	福井大学学術研究工学系部門 機械工 学部門
(国研)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

雪氷北信越「北信越のひろば」の投稿料改定について

北信越支部長

5月27日の北信越支部総会において、支部機関誌『雪氷北信越』の「北信越のひろば」への投稿料を次のように改定する提案を行いました。「以前の学会全体の赤字が適宜解消されている」こと、また「料金として研究発表会の登録料と同等とするのが望ましいと考えられる」という根拠に基づいて、A4用紙半頁の場合の投稿料を500円に、A4用紙1頁の場合の投稿料を1,000円と改定するというものです。支部総会で御承認をいただくことができましたので、上記の提案どおりの改定内容に決定させていただきます。

次号から、以下の原稿作成要領（『雪氷』支部だよりに掲載されます）に従い、ふるって御投稿いただけますようお願い致します。

原稿作成要領

- ・内容：北信越支部機関誌としてふさわしい内容であれば自由とする。例えば、催し企画の案内、研究機関紹介、製品紹介、企業広告、求人や学生募集の情報、絵画、写真、俳句川柳など。
- ・原稿はPDFファイルとし、電子メールに添付して送付する。メール本文には原稿のタイトルと著者名を明記する（目次に掲載するため）。
- ・書式は自由とするが、A4用紙サイズ（縦）1頁または半頁で作成し、上30mm、下20mm（半頁では150mm）、左右各20mmの余白をとる。
- ・原稿はそのままA4判でモノクロ印刷し、また電子版として支部ホームページに掲載します。

原稿送付先：hse-editor@seppyo.org

「雪氷北信越」編集委員会宛

投稿料：A4用紙半頁¥500, 1頁¥1,000.

編集後記

編集作業に時間を要してしまい、皆様にはたいへん御迷惑をおかけしましたが、ここに「雪氷北信越」第38号を発行することができました。原稿をお寄せいただいた方々には心より御礼を申し上げます。また編集に当たっては支部長、幹事長、幹事ほか役員の方々にはたいへんお世話になりました。

今年の支部総会・研究発表会は6月2日に富山県射水市の富山県立大学で開催されました。実行委員の方々や関係者の皆様の御陰をもちまして、35件の発表、59名の参加者という盛会でありました。今後も北信越から研究成果をどんどん発信していきたいところです。

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にて公開されています。併せてこれまでと同様に印刷冊子での出版も継続し、北信越地区の特別・賛助・購読会員の皆様へ進呈するとともに、支部内外を問わず御希望の方には有料で頒布しております。「雪氷北信越」が広く活用されることを願っております。(松元 高峰)

編集委員：勝島 隆史，熊倉 俊郎（委員長），町田 敬，松元 高峰，本吉 弘岐，平島 寛行

（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 Branch of Japanese Society of Snow and Ice

No. 38 August 2018

Editor and Publisher: Hokushin'etsu Branch, Japanese Society of Snow and Ice
Office: Department of Civil and Environmental Engineering, Nagaoka University of Technology
1603-1, Kamitomioka, Nagaoka, 940-2188, Japan

雪氷北信越 第38号

編集・発行：（公社）日本雪氷学会 北信越支部

事務局：〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1

長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻気付

印刷所：富士印刷株式会社 〒950-1233 新潟市南区保坂字岡下 353 番地 1

発行年月日：2018 年 8 月 31 日

©2018（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）

