ISSN 0918-1474

雪氷北信越

第 32 号

2012年6月

㈳日本雪氷学会北信越支部

 ISSN 0918-1474

雪氷北信越　第32号

目　　次

巻頭言：
北信越の多様なCryosphere（雪氷圏）に対する研究推進を　副支部長　飯田 肇 ---1

受賞者のことば：
2012 年度北信越支部賞受賞者と選定理由　佐藤 篤司 ----------2
雪氷奨励賞を受賞して　伊豫部 勉 ----------5
大沼賞を受賞して　(社) 新潟県融雪技術協会 ----------6
雪氷技術賞を受賞して　加藤　務 ----------7
雪氷功労賞を受賞して　佐藤 篤司 ----------8
北信越支部賞受賞者一覧 ---------- 9

2012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 ----------15

2011年度事業報告 ---------- 62
2011年度収支決算報告 ---------- 65
2012年度事業計画 ---------- 66
2012年度予算 ---------- 67
日本雪氷学会北信越支部規約・表彰規定 ---------- 68
2012-13年度北信越支部役員 ---------- 70
北信越支部特別・賛助・購読会員名簿 ----------72
雪氷北信越掲載記事の訂正 ----------74
編集後記 ---------- 74

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

巻頭言

北信越の多様なCryosphere（雪氷圏）に対する研究の推進を

副支部長　飯田 肇（立山カルデラ砂防博物館）

春の立山で雪の大谷「雪の壁」を見てきました。今春の高さは17mでした。立山黒部アルペンルートの標高2400m付近で道路除雪して作られる壁ですが、この地域の積雪量が圧倒的に多いことがよくわかります。まさに世界的な豪雪地帯です。しかし、雪の壁の積雪は季節積雪で晩夏までには全て融けて無くなります。多量に積もり多量に融けるのが大きな特徴となっています。立山にはさらに積雪が多い場所があります。主稜線の風下側の吹きだまりで、一冬で20m以上の積雪量があることがわかってきました。このような場所では秋になっても残雪が残り、多年性雪渓（万年雪）が形成されています。さらに、規模の大きな多年性雪渓の中には、積雪下に30mに達する厚さの氷体が存在する雪渓があり、その中に現在でも氷体が流動しているものがあることが、立山カルデラ砂防博物館の最近の調査で確認されました。定義からいえば、現存する氷河といえることになります。一方、今冬は北陸地方の平野部や中山間地域で多雪に見舞われ、雪害も多く発生しました。しかし、2000m以上の標高の高い山岳地帯では雪は決して多くなかったようです。

このように、北信越支部が抱える雪氷領域は、実に多様です。0mから3000mまで、日本海側から脊梁山脈を越えて内陸部まで、豪雪地帯としては世界的な人口密集地から過疎の中山間地、そして原始の自然が残る高山地帯まで。この空間的、時間的、社会的な広がりを持つCryosphere（雪氷圏）が、北信越支部独特の研究領域ということになります。この地域の雪氷研究には、雪害研究に見られるように古くからの伝統があり、また地球科学的なグローバルな観点からの研究も大きく進んできています。しかし、これだけの研究領域ですので、まだ解明されていない事象が山ほどあることもまた事実です。私が関連している範囲でも、例えば、標高の高い山岳地帯ではいつ、どこで、どのくらいの雪が降り積もるのかという基本的なことが未だによく解かっていません。山岳地帯の積雪の不均質性より冬期降水量がどのくらいあるのかも解明されていないのです。さらに、気温上昇等の気候変動に対する標高毎の積雪量の応答特性についても、解明されているとはまだとても言えない状況です。

これらの課題の解明には、前号で鈴木支部長が書いておられるように、理論やシミュレーションのみならず、地道な現地観測データ収集によるモニタリングが必ず必要となってきます。高山地帯での観測では、平野部では何でもないことでも思わぬ苦労が伴い、完全なデータセットを得るのがたいへん難しいのが現状です。しかし、特に若い研究者の皆さんに、この一見効率の悪いフィールド作業をぜひ体験し継続していく努力を惜しまないでいただきたいと思います。

前述のとおり、北信越支部の抱える雪氷領域は日本の他の地域には見られない多様性を含んでいます。地球規模の雪氷研究とともに、この特色ある地域の雪氷研究が今後ますます進展していくことを強く望んで止みません。

©2012㈳日本雪氷学会

2012年度北信越支部賞受賞者と選定理由

2012年3月30日，上越市雁木通りプラザにおいて2012年度北信越支部賞受賞候補者選定委員会が開催された．出席した委員は，佐藤篤司（委員長），飯田　肇・川田邦夫・横山宏太郎・神田健三（文書による参加）・鈴木啓助（文書による参加）である．推薦された支部賞候補から，推薦書並びに参考資料に基づいて慎重に審議した結果，4件が受賞候補に選定され，4月9〜12日の2012年度第1回理事・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．

雪氷奨励賞：伊豫部 勉 氏（新潟大学災害･復興科学研究所，特任助教）
件　　名：多機関の積雪データの集約による広域積雪分布特性の解明
理　　由：積雪情報は，冬期交通の確保，雪崩の警戒・警備，屋根雪処理などの雪対策を適切・円滑に実施する上で欠かすことのできない重要な防災情報である．近年では気象庁や国土交通省といった国の防災機関のみならず，府県，市町村，高速道路会社等の民間企業，大学や雪氷関連の研究機関などでも積雪観測点を設けて積雪深を測定しており，機関ごとに独自のWebサイトで準リアルタイム公開している．その数は日本全国で約2200地点，新潟県で約280地点にも上る．

伊豫部勉氏は，この多機関の観測データが広域積雪分特性を把握する上で有用であることに着目し，2005年冬期以降ほぼ毎年，全国の積雪深データの収集とそれを用いた詳細積雪深分布図の作成や広域積雪分布特性の解析を行ってきた．その結果，新潟県上中越地方の山間部及び新潟・山形県にまたがる飯豊・朝日山地周辺がわが国で最も広大かつ顕著な多雪地域であることを示した．また，積雪深の高度依存性に地域特性があることを見い出し，新潟・山形県の特徴として標高約300m以上では積雪深の増加率が急激に低下することを明らかにした．

近年，伊豫部氏は多機関の積雪データの集約を効率的に行うために，リアルタイム積雪情報集約システムの開発に取り掛かっており，これが実現すれば詳細積雪深分布図の準リアルタイム公開が可能になるため，防災上の意義が大きい．以上より，伊豫部氏の研究は，多機関データの集約という新しい着眼点によって得られた独創性豊かなものであり，今後の発展性も期待されることから雪氷奨励賞の授賞候補者として選定する．

大　沼　賞：(社) 新潟県融雪技術協会（会長　小松崎道雄）
件　　名：長年にわたる消融雪技術の普及および産業育成の功績
理　　由：(社) 新潟県融雪技術協会は，新潟県内の 31 の消融雪に関連する企業を会員とする協会である．昭和36年に長岡市で初めて施工され，豪雪地新潟の冬の日常生活および社会活動を一変させた地下水散水融雪技術，いわゆる消雪パイプの普及，技術向上をはかるため，昭和58年6月に本協会は設立された．

昭和60年以降，消融雪施設の設計・施工・維持管理を詳細に記載した「散水消雪施設設計施工・維持管理マニュアル」や「散水消雪施設の維持管理歩掛資料」を発刊し，定期的に最新の知見を導入した改訂を繰り返すなど，業界全体として技術の信頼性と水準を高めてきた．また「さく井技能検定」や技術研修会の実施など，産業界の人材育成にも尽力し

©2012㈳日本雪氷学会

てきた.

平成 16 年の中越地震，平成 19 年の中越沖地震においては，いち早く災害復旧に尽力して新潟県より感謝状を受けるなど，社会貢献活動も活発に行なってきた．平成 17 年には社団法人として新潟県から認可され，公益的な業界団体として社会的にも認知されるに至っている.

昨年長岡市で開催された雪氷研究大会（2012・長岡）においては，消雪パイプ誕生 50 周年を記念する行事を並行して開催して大会全体を盛り上げるなど，本学会への貢献も大きい.

以上，発足から約 30 年に及ぶ実績と今後のさらなる発展への期待から，2012 年度日本雪氷学会北信越支部賞　大沼賞候補者として相応しいものと判断し，ここに推薦する.

雪氷技術賞：加藤 務 氏（テクノかとう　代表）
件　　名：雪氷計測データのリアルタイム配信システムの開発と実用化
理　　由：加藤務氏は，前所属の新潟電機株式会社の時代から現在に至るまで，長年にわたり雪氷計測機器の開発に従事してきた．その中で，加藤氏は1990年代から雪氷計測データのリアルタイム配信システムの開発に先駆的に取り組み，その技術を確立した．この開発によって，ユーザーは観測地に設置した様々な雪氷測器，気象測器，画像装置等によって得られる情報を，監視局においてインターネットを利用してリアルタイムで回収・閲覧・操作することが可能となった．その結果，データ取得状況の監視，データ公開，ユーザー間のデータ共有などにおいて容易性を格段に高めるとともに，カメラ画像と併せた観測ができるため，研究面のみならず雪氷防災の実用面においても様々な応用の道が拓かれた.

実際に，この技術は総合積雪情報システム，山地降雪・積雪状況表示配信システム，新幹線着落雪計測システム，雪崩監視システムなどに適用されており，北陸地方・東北地方・北海道などの寒冷・多雪条件下において多くの実績と効果をあげている．その一例として，新幹線着落雪計測システムでは，雪国の新幹線において重大な問題となっている車両着落雪現象の解明のため，車両着雪量データを着雪画像とともにリアルタイムでモニタリングするシステムに加藤氏の技術が用いられ，着雪除去作業の迅速な実施や列車速度規制の発令・解除など，効率的な対策につながるデータを得ることに成功した．また，雪崩監視システムでは，中越地震による崩壊斜面の雪崩監視に同技術が用いられ，斜面画像情報の道路管理者や雪崩パトロールへの提供によって，災害予防・対応に貢献している.

以上より，加藤氏の取り組みは，克雪に有効な新しい技術を確立したものであり，雪氷技術賞候補者に選定する.

雪氷功労賞：佐藤 篤司氏　(防災科学技術研究所　雪氷防災研究センター 研究参事)
件　　名：長年にわたる雪氷研究の推進と支部の発展に貢献した功績
理　　由：佐藤氏は 2003 年から 2006 年まで副支部長，2007 年から 2011 年まで支部長を歴任し，雪氷防災研究センター長の重責を果たしながら，支部の発展に著しい貢献を果たしたことは周知である.

2004 年の新潟県中越地震直後の大雪の際には，(社)日本雪氷学会と日本雪工学会の研究者で「新潟県中越地震・雪氷災害調査検討委員会」を立ち上げ，また，翌年の平成 18 年豪

©2012㈳日本雪氷学会

雪に対しては科学研究費による『2005－06年冬期豪雪による広域雪氷災害に関する調査研究』組織を作り，支部の雪氷研究の活性化と社会への還元に努めてきた．

さらに，富山県総合雪対策推進会議委員，富山県新総合計画課題別研究会（県土づくり研究会）委員，長岡市防災会議委員（1号)，長岡市地下水対策協議会委員，長岡市国民保護協議会委員，(社)中越防災安全推進機構理事などを務め，金沢工業大学 地域防災環境科学研究所にて講演するなど，北信越地域での社会貢献も活発に行なっている．

さらに，市民向けの講演や積雪断面観察講習会を実施し，また報道機関への広報活動も十分に行なっている．

以上のとおり，佐藤氏の支部発展に対する多大な貢献は雪氷功労賞にふさわしいものと認め受賞候補者として選定する．

©2012㈳日本雪氷学会

雪氷奨励賞を受賞して

伊豫部　勉（新潟大学　災害・復興科学研究所）

この度は2012年度日本雪氷学会北信越支部賞の雪氷奨励賞をいただき，身に余る光栄でございます。ご推薦下さった方々，支部の皆様には厚く御礼申し上げます。仕事は地味で手間がかかりますが，最近は毎冬のように全国のどこかで大雪となり，データの蓄積や整理を継続的に行ってきて良かったと改めて感じております。これもひとえに，日頃から観測網の維持や管理にご苦労をされている関係機関の皆様のご協力のおかげだと常々思っております。

受賞対象となった「多機関の積雪データの集約による広域積雪分布特性の解明」ですが，このテーマの出発点はじつは雨量分布でありました。私が新潟大学積雪地域災害研究センター（現：災害・復興科学研究所）に研究員として就いた2004年7月に新潟・福島県内は記録的な豪雨に見舞われました。信濃川の支流では越流や破堤が発生し，市街地や農地でも広範囲にわたり浸水しました。私は当研究所の和泉薫先生や河島克久先生と共に，気象庁，JR，高速道路，消防署，電源開発，自治体等々が保有する地上雨量観測データを収集し，様々な媒体で提供された数値を元に雨量分布図を作成することで詳細な雨域の動態や降水量を明らかにする研究に携わりました。気象庁観測点やレーダー・アメダス解析雨量を用いた雨量分布図との比較，過去に当該地域で発生した水害時の雨量分布を再解析するなかで，多機関データの一元的集約の有効性や自然外力を精密に解析し記録として残すことの重要性を感じ取ることとなりました。

水害から3ヶ月後，ご周知のとおり，新潟県では中越地震が発生しました。さらに震災の2ヶ月後には19年ぶりの大雪に見舞われ，地震と豪雪の複合災害が各地で発生しました。この大雪がきっかけとなり，当時Web上で公開されていた県内約150地点の積雪深データを使わせていただき，積雪深分布図の作成に初めて着手しました。さらに翌冬の全国的な豪雪（平成18年豪雪）では全国の積雪深観測データの実態調査へとつなげることが出来ました。新潟でのわずか2年足らずの間に一生記憶から消えないであろう経験をしたことが，このテーマを推進する上での原動力となっていると感じております。

現在，Web上で公開される全国の積雪深観測点は約2,300地点にのぼります。積雪情報がほぼリアルタイムで気象防災関係者や地域住民に向けて提供され，警備や注意警戒等の意思決定に役立っています。しかしその一方で，複数の機関が独自に公開しているため，いざ情報を収集する際には多大な時間と労力が必要となり，こうした貴重な観測データが防災情報として十分に生かしきれていないのではないかと最近感じております。これまでひと冬が終わるまで一般には公開しなかった積雪深分布図を出来るだけ短い時間で処理し公開することを考えております。この積雪深分布の準リアルタイム公開が雪氷災害の軽減に直結するとは言えないまでも，時機を逸することなく地域との情報共有を図ることで，雪氷防災関係者，住民，自治体とが連携した的確な対処の一助につながるものと確信しております。

最後になりますが，様々な災害調査を通してご指導頂いた研究所の皆様，これまで様々なかたちでお力添え頂いた方々に深く感謝いたします。本賞の受賞を励みとして，今後とも努力を続けていく所存であります。

©2012㈳日本雪氷学会

大沼賞を受賞して

社団法人 新潟県融雪技術協会
会長　小松﨑 通雄

このたび、日本雪氷学会北信越支部大沼賞という栄誉ある賞をいただき、誠にありがとうございました。当協会の消融雪技術の普及および産業育成への取り組みを高く評価して頂けましたことは、これからの私どもの活動に大きな励みとなるものであります。ご推薦してくださった方、選考委員の皆様に深く御礼申し上げます。

社団法人新潟県融雪技術協会は、消融雪技術に関する諸問題の調査及び研究、技術の向上、融雪事業の進歩及び発展を図ることにより地域社会の繁栄と公共の利益に寄与することを目的とし、昭和58年6月に会員28社（現在31社）により設立され、来年には30周年を迎えます。この間、昭和60年に発行した「消雪パイプ設計施工マニュアル（案)」、昭和 62 年に発行した「散水消雪施設維持管理マニュアル」は改定を重ね、今日においても消融雪施設の設計施工から維持管理に欠かせない手引書として多くの方々に利用されています。

また、平成 16 年の中越地震によって消雪パイプも大きな被害を受けましたが、これを契機として平成17年には新潟県との間に「災害時の応急業務に関する協定」を締結しました。そして、2年後に発生した中越沖地震では、この協定に基づき地震直後から組織的な被害実態調査を実施し、短期間で消雪施設被害の全体像の把握を行うなど、震災復旧に貢献することができました。その後、平成 20 年には新潟市との間にも「災害の復旧支援業務に関する協定」を締結し、新潟県内での自然災害への対応に万全を期しているところです。

さて、消雪パイプは昭和36年に長岡市で誕生し、昭和40年代から平成初めに掛けて広く普及してきました。現在の新潟県内の公共道路におけるその数は、国・県・市を合わせ約9,000箇所にも上り、これらの施設の維持管理が今後の大きな問題となりつつあります。新潟県と当協会による調査では、消雪井戸の寿命は約 39 年であり、今後、寿命を迎える施設数は年々増え続け、約 18 年後(平成 42 年)にそのピークを迎えると予測しています。一方で、建設投資の縮減もあり、既存施設を大事に長持ちさせる延命化技術や、更新時の長寿命化技術の導入などを含め、消雪施設のアセットマネジメントの確立と普及が大変重要な課題として取り組んでおります。

また、古くからある問題ですが、消雪用の地下水利用の集中は、依然として各地で井戸涸れや地盤沈下を発生させています。地下水の保全と消雪施設の機能維持の両立を図るためにも、地下水の利用量と涵養量の把握、地下水・地盤沈下モニタリング体制の維持、節水技術の開発と普及など地下水資源の適正利用の推進にも努めています。

消雪パイプは雪国の冬期道路交通・生活空間の確保には無くてはならない重要な社会資本です。当協会では、この消雪パイプが永遠に雪国を守り続けていけるよう、消雪パイプをはじめとする消融雪技術の役割、問題と課題を常に考えながら、専門技術者集団としてこれからも普及活動や技術の向上に努めてまいりたいと思っております。

©2012㈳日本雪氷学会

「雪氷技術賞」を受賞して

加藤 務（テクノ かとう 代表）

このたび、栄えある日本雪氷学会北信越支部「雪氷技術賞」をいただき、身に余る光栄です。皆様に心からお礼申し上げます。誠にありがとうございました。

受賞の対象は「雪氷計測データのリアルタイム配信システムの開発と実用化」であり、振り返れば通信回線・コンピューター・インターネット・ソフト開発・観測システム等及び観測現場・データ表示解析を二十数年に渡って携わって来ました。1990 年代前半では通信回線は高額で、通信データ量も少なくシステムも高額で大手メーカの技術が必要でした。1990 年代後半からインターネットの普及に伴い通信回線・PC の低価格になり、市販機器の組合せで観測システムの構築が可能に成りました。こられを使い、気象・雪氷観測機器及び画像データを定期・リアルタイム回収しデータ共有を可能になった。近年では、光ファイバー回線・携帯電話回線を使用する事により、データ高速化・山間部でもシステム構成が容易に実現できる様になり、より快適な環境に成りつつ有ります。

開発に当たっては、新潟電機株式会社勤務時代開発し、その後機器変更改良に至っています。PC OS・ソフトは各種使用、システムの要に位置し各システム毎に開発・改良を加えております。データ蓄積・解析には、OS に Linux を使用し安定動作させ、表示・観覧には、基本的に Windows 上のブラウザを使用しておりいます。

「新幹線着落雪計測システム」について、簡単にご説明します。東北新幹線 2 駅に設置され、センサー計測部分は、鉄道総合技術研究所様とオプトウエア（株）様により開発されており、新幹線台車の着雪量をレーザー光により数値化・画像化され、プラットホーム下に設置した PCweb サーバに記録します。また、WEB カメラにより台車の着雪状況画像も PCweb サーバに記録し、光回線によりインターネット上から数値データ・記録画像を容易観覧可能としました。WEB カメラはリアルタイムで接続可能であり、カメラ操作を可能としています。又、計測 PC・PCweb サーバは、インターネット上からリモート管理でき安定動作・メンテナンスいたしました。さらに、別サーバには、新幹線沿線の気象データも蓄積しており気象と着雪量の関係についても解析可能です。2006 年 12 月から 2012 年 3 月まで運用され、新幹線運行管理に利用にされた様です。

新潟電機株式会社勤務に間に開発に携われた事に感謝し、実用化・導入では、各御担当者の助言・御指導の賜物と考えております。今後、より一層の御指導・御鞭撻いただきます事を御願い申し上げます。

©2012㈳日本雪氷学会

雪氷功労賞を受賞して

佐藤篤司
防災科学技術研究所　雪氷防災研究センター

昨年度に支部長をバトンタッチしたばかりで、未だ功労賞など頂く年ではないと思い、またそう思われたいとも考えていました。周りからは、しかし順番だから、辞退されると後が困る、などと言われ、今回、ありがたく北信越支部・雪氷功労賞を頂くことになりました。推薦、選考に関わった方々に深く御礼申し上げます。

2007年から2010年度の支部長を預かった4年間は過ぎてしまえば一瞬のようですが、この貴重な期間を少し思い返してみたいと思います。就任早々、支部設立20周年であることに気づき、大慌てで記念シンポジウムを開催して、かたちだけは繕いました。もう少し早めに認識できていれば良かったと、就任早々の反省でした。

執行部にとって最も大きな課題は予算減少に伴う、緊縮改革を実行することでした。そのために、理事、幹事の人数、さらに会合数を減らして旅費の削減、支部機関誌「雪氷北信越」の電子出版形式への変更による印刷費削減を実施しました。「雪氷北信越」については、さらに支部総会資料や役員名簿などを充実させるために出版時期の変更や、A4版へのサイズ変更などをさせて頂きました。これらの小生の我が儘な希望に辛抱強くお付き合い頂いた執行幹事の河島幹事長はじめ、庶務の小南さん、会計の熊倉さん、編集委員長の竹内さんなどの皆さんにはこの場をお借りして、心底より感謝申し上げる次第です。

年一回の重要行事である支部総会と研究発表会は松本市、加賀市、小千谷市、福井市で行いました。地元の会員のご尽力に感謝申し上げる次第です。それぞれの土地の記憶とともに貴重な経験となりました。

本年度は中谷宇吉郎没後50周年記念シンポジウムと連携して、ゆかりの加賀市で開催されました。そのシンポジウムは中谷先生ゆかりの方々が多く集まり、実に盛大な催しとなり、その流れは支部会にもおよび、懇親会を含め多士済々の顔ぶれとなりました。

懇親会では地元加賀の銘酒が１０本も並び、アルコールに弱いことを自覚しつつも、ついつい味比べのつもりが酩酊状態入り口となり、支部賞受賞の挨拶は従って、赤面の至りとなりました。3月にサハリンに行った折、中谷先生を思い、当地を踏まれたんだろうか、と疑問を呈したところ、渡辺興亜先生、樋口敬二先生から当該の随筆集をすかさずご指摘されました。その後、樋口先生からは「ツンドラ」、「馴鹿（トナカイ）」の作品名などをご教示頂き、随筆集を今まで漠然と眺めていただけで、少しも真剣に読んでいなかったこと、まさに、六十の手習いが必要であることが明白となりました。

ものの書によれば、江戸時代にはすでに「八十の手習い」が使われていたとのことで、無知の知を自覚し生涯勉強の必要性や楽しみを古人は良く看破していたのでしょう。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

(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
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

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

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　雪氷奨励賞：山口　悟 ，渡辺幸一
　　大　沼　賞：飯田　肇
　　雪氷功労賞：杉森正義
2011年度　雪氷奨励賞：平島寛行
　　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
2012年度　雪氷奨励賞：伊豫部勉
　　雪氷技術賞：加藤 務
　　大　沼　賞：(社) 新潟県融雪技術協会
　　雪氷功労賞：佐藤 篤司

©2012㈳日本雪氷学会

2012 年度（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

2012 年 4 月 14 日（土）～15 日（日）

加賀市 セミナーハウスあいりす

2012年度（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
後援：中谷宇吉郎 雪の科学館

日　時：　2012年4月14日（土）16:30～20:00、15日（日）9:00～16:00
場　所：　セミナーハウスあいりす　（石川県加賀市山田町リ243（加賀市中央公園内））
第１会場：アイリスホール　第２会場：研修室３
次　第：

総　会　（第1会場　14日 16:30～17:15）

支部賞授賞式　（第1会場　14日 17:15～17:30）

雪氷奨励賞：伊豫部 勉氏（新潟大学災害･復興科学研究所，特任助教）
件名：多機関の積雪データの集約による広域積雪分布特性の解明

大　沼　賞：（社）新潟県融雪技術協会（会長 小松崎道雄）
件名：長年にわたる消融雪技術の普及および産業育成の功績

雪氷技術賞：加藤 務氏（テクノかとう 代表）
件名：雪氷計測データのリアルタイム配信システムの開発と実用化

雪氷功労賞：佐藤篤司氏（防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター研究参事）
件名：長年にわたる雪氷研究の推進と支部の発展に貢献した功績

技術交流会（懇親会）　（レストラン　14日 18:00～20:00）

研究発表・製品発表検討会　（第1および第2会場 15日 9:00～16:00）

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)

《 第１会場（アイリスホール)》

Ⅰ　雪氷物理 (9:00-10:45)　座長：島田　亙（富山大学）
高田守昌（長岡技術科学大学）

1. こしもざらめ雪の等温状態における剪断強度増加の温度依存性
　○平島寛行（防災科研）・阿部 修（防災科研）
2. ブレード状アタッチメントによる積雪硬度判定方法の評価実験
　○金高義（極地研）・竹内由香里・遠藤八十一（森林総研）
3. 氷の結晶粒径と方位の測定法　－ 画像処理ソフトの開発と方位測定の発展–
　○高田守昌・重国亜沙子・笠原 亮・柳瀬健太郎・東 信彦（長岡技大）
4. 水膜内水流が復氷速度を抑制
　○対馬勝年（富山大）
5. 復氷の実験的研究 -多結晶氷と単結晶氷を用いた貫入速度の差異-
　○島田　亙・浦田悠介（富山大・理）
6. 吹雪時の大気電場に関する風洞実験
　○大宮 哲（北大・低温研）・佐藤篤司（防災科研・雪氷）
7. 実験、植物体に氷花（シモバシラ）を作る
　○吉田嗣郎

©2012㈳日本雪氷学会

Ⅱ　積雪の構造 (10:45-12:15)

座長：伊東靖彦（土木研・雪崩･地すべり研究センター）
安達　聖（防災科研・雪氷防災研究センター）

8. ぬれ雪を対象とした低磁場 MRI の開発
　○安達 聖（防災科研・雪氷）
9. 2011 年 4 月立山室堂平における積雪断面観測および積雪中のイオン鉛直分布
　○谷口貴章・島田 亙（富山大・理）
10. 立山室堂平で発達する雪庇の研究ー動画と気象状況からの形成過程の考察ー
　○霜垣 永・島田 亙（富山大・理）
11. 凹凸を持つ積雪内の水分移動
　○勝島隆史（富山高専）・熊倉俊郎（長岡技大）・山口 悟（防災科研・雪氷）
12. 多層積雪への降水浸透と積雪硬度の変化
　○伊東靖彦・池田慎二（土木研・雪崩C）・松下拓樹（土木研・寒地）・山口 悟・上石 勲（防災科研・雪氷）・野呂智之（土木研・雪崩C）
13. 地中レーダ探査による土壌下の積雪に関する研究
　○泉 吉紀・酒井英男（富山大）・上石 勲（防災科研）

Ⅲ　雪氷化学 (13:15-14:15)

座長：渡辺幸一（富山県立大学）

14. 積雪および降水中のアルデヒド類の動態
　○渡辺幸一・西元大樹・石田幸恵・江田奈希紗・道上芹菜・小川厚治（富山県立大）・島田亙・青木一真・川田邦夫（富山大）
15. 中部山岳地域における積雪層中の化学成分の空間分布
　○狩山裕昭・鈴木啓助（信州大・理）
16. 降雪に含まれる化学物質濃度の空間分布
　○倉元隆之・鈴木大地・佐々木明彦・鈴木啓助（信州大）
17. 乗鞍上高地地域における積雪層中の主要イオン濃度の時間変化
　○鈴木大地・倉元隆之・佐々木明彦・鈴木啓助（信州大）

Ⅳ　雪崩 (14:15-16:00)

座長：平島寛行（防災科研・雪氷防災研究センター）
伊豫部勉（新潟大・災害研）

18. 白馬山岳域における標準化された雪崩情報の提供
　○出川あずさ・舎川朋弘・林智加子・池田慎二・五月女行徳・Damian Banwell（日本雪崩ネットワーク）
19. 11/12 シーズン・山岳域における雪崩死傷事故（速報）
　○出川あずさ・横山巌（日本雪崩ネットワーク）・池田慎二（土木研・雪崩･地すべり研究センター）
20. 水の浸透に着目した斜面と平地の積雪層構造の比較：2011-12 年冬期観測結果
　○池田慎二・伊東靖彦・野呂智之（土木研・雪崩 C）・勝島隆史（富山高専）・松下拓樹・坂瀬修（土木研　寒地）・竹内由香里（森林総研・十日町）
21. 日本で観測された雪崩破断面の積雪構造について
　○池田慎二・野呂智之（土木研・雪崩 C）・出川あずさ（日本雪崩ネットワーク）
22. 雪崩に対する森林の減勢効果− 妙高・幕ノ沢を対象とした運動モデルによる実験−
　○竹内由香里（森林総研十日町）・西村浩一（名古屋大）・Abani Patra（Univ. at Buffalo）
23. 震動台による積雪の震動実験（序報）
　○上石 勲（防災科研・雪氷）・町田 敬（町田建設）・加藤 務（テクノかとう）
24. 雪氷防災研実験斜面における積雪観測
　○上石 勲（防災科研・雪氷）

©2012㈳日本雪氷学会

《 第２会場（研修室３）》

Ⅴ　雪渓・教育普及・建築・利雪克雪 (9:00-11:00) 座長：山口　悟（防災科研・雪氷防災研究センター）
竹井　巌（北陸大学）

25. 穂高岳涸沢雪渓の経年変化の資料収集
　○神田健三
26. 北アルプス涸沢圏谷における GPS を用いた積雪深の観測
　○佐々木明彦・槇 拓登・鈴木啓助（信州大）
27. 雪結晶配置の縦と横・再考　－ 中谷先生没後 50 周年を記念して－
　○和泉薫（新潟大・災害研）・納口恭明（防災科研）
28. 加賀市の氷室・雪穴跡と雪氷利用
　○竹井巌（北陸大）・神田健三（雪の科学館）・河田脩二（金大名誉教授）
29. 多雪農山村地域における親雪の取組み－ 震災犠牲者追悼「雪あかり木島平」の実施－
　西田徹也（木島平村役場）・○山口健太郎（木島平村教委）・内藤正巳（木島平村役場）
30. 福井県における近年の大雪時の雪の単位荷重
　○前田博司・茶木厚博（福井工大）
31. 消防庁データに基づく 2011/2012 冬期の雪害　－ 過去の豪雪年との比較－
　○佐藤威（防災科研・雪氷）
32. 雪結晶の簡易な透過光撮影
　○藤野丈志（(株)興和）

Ⅵ　融雪・積雪分布 (11:00-12:15)　座長：倉元隆之（信州大学）

33. 積雪内部の不均一浸透と気象条件との関係－ マルチライシメータを用いた解析－
　○山口 悟（防災科研・雪氷）
34. 2011/12 年冬期における全国および新潟県内の積雪深分布の特徴
　○伊豫部勉・河島克久・和泉薫（新潟大）
35. 上越地方の積雪、２０１２冬
　○横山宏太郎・小南靖弘（中央農研北陸）
36. 長野県北部飯綱山周辺域における 2012 年の積雪深分布と積雪水量
　○浜田 崇・富樫 均（長野環保研）・横山宏太郎（農研北陸）
37. 長岡と新庄における新積雪の密度の年々変動　－ １９６５年 から２０１１年 －
　○佐藤篤司（防災科研・雪氷）

Ⅶ　交通・降雪 (13:15-15:45)　座長：本吉弘岐（防災科研・雪氷防災研究センター）
本田明治（新潟大学）

38. 雪片による積雪面の削剥の風速･温度依存性
　○佐藤威・根本征樹・小杉健二・望月重人（防災科研・雪氷）
39. 鉄道用信号機フード（クリアヒート式）の着雪防止対策
　○加納寛之・五十嵐 勉（JR 東日本）・佐藤篤司（防災科研・雪氷）
*40. 豪雪地における坂道安全対策としての地熱ヒートパイプ融雪施設事例
　○藤野丈志・小谷野 保・佐藤秀樹（(株)興和）
41. 新潟県における豪雪年の降雪の時空間変動解析
　柴田神奈（新潟大・理）・○河島克久・伊豫部勉（新潟大・災害研）・佐藤亮太（新潟大・院）
42. 近年の大雪に関わる大気循環場の特徴
　○本田明治（新潟大・理）

©2012㈳日本雪氷学会

43. 妙高山域における積雪水量と冬期降水量の標高依存性
　　○竹内由香里（森林総研十日町）・宮崎伸夫（クライメットエンジニアリング）・金高義（極地研）
44. 暖候地降雪の降雪種判別のための降積雪観測データベース
　　○石坂雅昭・本吉弘岐・中井専人・山口悟（防災科研）
45. 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
　　○本吉弘岐・石坂雅昭・中井専人（防災科研・雪氷）
46. 冬季山岳域のレーダー降水量と地上観測降水量の差の要因に関する研究
　　○板戸昌子・熊倉俊郎（長岡技科大）・中井専人（防災科研）
47. 北信越地域に出現する降水系の降雪種と Ze-R
　　○中井専人（防災科研）・藤田学斗（長岡技大）・勝島隆史（富山高専）・本吉弘岐（防災科研）・熊倉俊郎（長岡技大）・石坂雅昭（防災科研）・横山宏太郎（農研北陸）・村上茂樹（森林総研十日町）

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

1
こしもざらめ雪の等温状態における剪断強度増加の温度依存性

○ 平島寛行、阿部修(防災科研)

1. はじめに

乾雪表層雪崩の発生原因のひとつであるこしもざらめ雪の剪断強度の評価は、雪崩の発生予測を行う際において重要である。こしもざらめの発達段階における剪断強度の変化(阿部ほか、2007)のみでなく、等温条件下における剪断強度の増加量の評価も、積雪の安定化の判断をする際には重要である。本研究では、-2～-15℃における等温条件下でのこしもざらめ雪の剪断強度の変化を測定し、その温度依存性を調べた。

2. 実験

雪氷防災研究センター新庄支所の雪氷防災実験棟において、実験を行った。気温を-20℃に制御して表面を冷やすとともにヒーターを用いて積雪底面を 0℃に保つ事で温度勾配をかけた。9 日間の強い温度勾配にさらすことで、こしもざらめ雪が十分に発達した。その後、積雪を気温を-2,-5,-10,-15℃に設定された別の低温室に移し、温度勾配がほとんどない環境下で２ヶ月おき、定期的に密度及び剪断強度を測定する事でこしもざらめ雪の剪断強度の時間変化を測定した。

3. 実験結果と SNOWPACK への導入

それぞれの温度条件下における剪断強度の変化を図１に示した。２ヶ月の間に 2～4 倍程度の剪断強度の増加が見られた。これをしもざらめ化率(阿部ほか、2007)に変換し、その変化量と温度の関係を図２に示したところ、5℃～-15℃の条件下においては、温度が高くなるほど変化が大きかった一方で、-2℃の条件下においては、他の温度条件と比べ剪断強度やそれに伴うしもざらめ化率の減少量は小さい値を示した。この原因としては、融点付近のため積雪が軟化していたためと考えられる。軟化による剪断強度の低下を考慮することも重要であるが、今回は-5℃～-15℃の測定結果から温度依存性を定式化し(式 1)、SNOWPACK モデルに組み込んだ。

$$dC/dt=0.4152\exp(-4250/(T+273.15)) \quad (1)$$

SNOWPACK で計算した結果の１例を図３に示す。温度勾配解除 60 日後において、しもざらめ化率は実験結果でも計算結果でも約 0.8 となった。

4. まとめ

温度が高いほど変質も速くなるため、剪断強度の増加量も大きい傾向が実験から確認された。しかしながら、融点付近では軟化等も影響する。正確な剪断強度の見積もりには、そのような要素も組み込んでいく必要があることが示唆された。

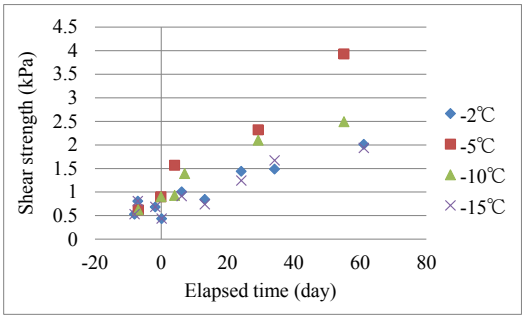


図１　各温度条件における剪断強度の変化

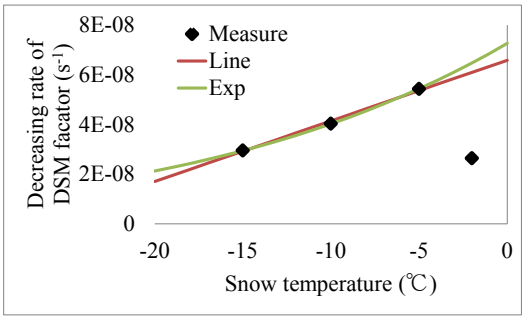


図２　しもざらめ化率の変化の温度依存性

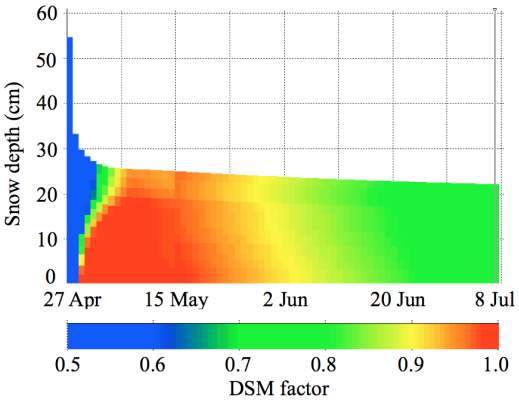


図３　しもざらめ化率の計算例
(5 月 7 日に温度勾配を解除後、雪温は-5℃で一定)

参考文献
阿部ほか(2007) こしもざらめ雪の剪断強度の定式化. 寒地技術論文・報告集, 23, 126-129.

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

2

ブレード状アタッチメントによる積雪硬度判定方法の評価実験

金高義（国立極地研究所）・竹内由香里（森林総研十日町試験地）・遠藤八十一（森林総研十日町試験地）
・宮崎信夫（クライメットエンジニアリング）

１．はじめに：

積雪断面観測の際の積雪硬度計測は，デジタル式荷重測定器に装着した直径 15mm の円板状アタッチメントを約 1cm/sec の速度で 1～2cm ほど貫入させた時の最大抵抗力によって広く評価されている（例えば，竹内ら 2001）．この円板状アタッチメントを用いた計測方法では，積雪硬度は圧縮性能に大きく支配される．本研究では圧縮性能の影響を受けずに雪粒子同士の結合強さに起因する硬度を計測するために作成したブレード状アタッチメントの評価を，ブレードサイズと貫入速度の効果に関して乾いたしまり雪に対して行った．

２．実験装置と方法：

アイコーエンジニアリング社製デジタル式荷重計を手動スタンド（MODEL-1345）に取り付け，一定の貫入速度を実現した．森林総研十日町試験地において実験は実施され，実験機は雪洞内に設置して外気温に関係なく 0°C近傍を保持した．積雪断面から切り出された乾いたしまり雪（密度ρ = 352kg/cm^3, 温度 T = -0.1°C）の雪試料を載荷板上に設置したのち，速やかに実験を開始した．最大抵抗力のみを測定する従来の方法は，簡便さにおいて優れているものの，力学挙動を評価する上で応力-ひずみ関係が不明であるのは重大な欠点である．本研究では，デジタル式荷重計の機能を用いて荷重を，また貫入変位を変位変換機（共和電業社・DTH-A-50）によってそれぞれ 0.05sec ごとに連続的に計測した．ブレードサイズ（W）と貫入速度（U）は，それぞれ 3 種類（10，20，40mm）と 4 種類（4，1，0.5，0.25mm/sec）とした．

３．結果と考察：

ブレード状アタッチメントによって計測される荷重を，単位長さ当たりで計算して，Blade Hardness Index（B.H.I.）として評価した．

W=20mm 一定として貫入速度の依存性をみると，いずれの貫入速度の場合でも，貫入深さ 5mm ほどで脆性破壊に行きつき B.H.I.はおよそ 500N/m に収束し，貫入深さ 30mm の間に貫入速度の依存性は見られなかった（図 2a）．また，U=4mm/sec 一定としてブレードサイズの依存性をみると，弾性-脆性の力学挙動はしめしたが，ブレードサイズが大きいほど B.H.I.は小さくなった（図 2b）．

ブレード状アタッチメントは，貫入速度依存性が極めて小さいことから，圧縮抵抗の影響が少ないことが考察できた．

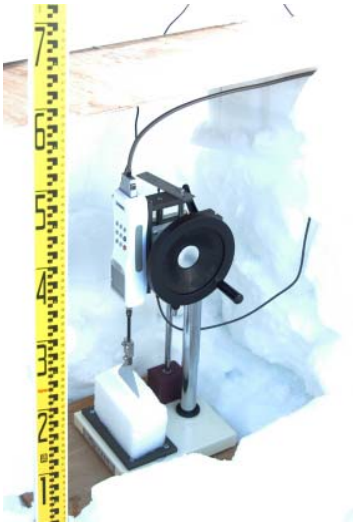


図 1：実験装置

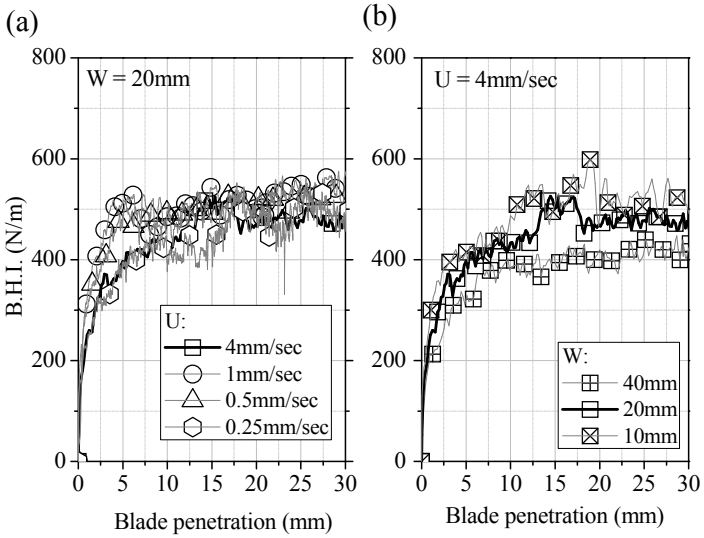


図 2：a）貫入速度依存性と b）ブレードサイズ依存性

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

3

氷の結晶粒径と方位の測定法　－画像処理ソフトの開発と方位測定の発展－

高田守昌○、重国亜沙子*、笠原亮*、柳瀬健太郎、東信彦　（長岡技術科学大学）*修了生

氷河や氷床の流動は、応力や温度のみではなく、力学的に異方性をもつため多結晶体であるため、氷結晶の幾何学形状や方位といった結晶組織が強く影響を与えるので、これらを考慮した力学的性質について研究が行われている。

結晶の幾何学形状測定は、偏光板や顕微鏡を用いて氷試料の結晶粒界を識別し、結晶粒の代表的な特徴である等価円直径などで表すことが多い。画像の解析には、高額で汎用的な画像処理ソフトにおける一部機能を利用しいている。そこで、安価で結晶粒の幾何学形状の解析に特化した、図1に示したソフトウェアの開発を行っている。画像解析では、撮影した画像を表示させ結晶粒界を手動で描き、スケール設定するにより、多結晶氷のそれぞれの結晶粒の幾何学形状を解析することが可能である。測定可能な項目は、等価円直径、面積、周長など 50 種類以上であり、必要な項目を選択できる。なお、このソフトウェアの開発には、ナショナルインスツルメンツ社の LabVIEW(Ver. 2010)および VISION を用いている。

氷結晶の方位測定は、光学的性質を利用したリグズビーステージによる結晶主軸測定(Langway, 1958)、自動化したファブリックアナライザー(Wang, 1999)、X 線を用いたラウエ法や後方散乱電子回折(EBSD)法などを用いて行われている。しかし、それぞれ、1 ㎜以下の小さな結晶粒の結晶方位測定が難しい、非常に高額な装置であるといった理由から小さな氷結晶の方位を容易に測定可能な方法は存在していない。熱腐食孔（エッチピット）による結晶方位測定が Higuchi(1958) によって提唱され、Matsuda(1979)により測定が試みられ、笠原(2002)、重国(2008)によって多結晶氷の結晶主軸の測定に用いられるようになった。エッチピット形状の測定には、結晶粒の幾何学解析と同様に、光学顕微鏡および撮影装置があれば良いため、安価で容易な方法である。しかし、結晶粒の解析と同様に汎用の画像処理ソフトが必要であり、広く使われることはなかった。そこで、上述のソフトウェアに、結晶方位の解析に必要な、外形輪郭の角度測定の機能を追加した。

今後は、開発中のソフトウェアを結晶の幾何学形状の測定については、使いやすいものに洗練する予定である。また、結晶方位測定では、エッチピットの外形輪郭から結晶主軸だけでなくおよび、A 軸測定も可能な方位測定のアルゴリズムを確立するとともに、このソフトウェアに組込む予定である。発表では、これらの方針についても紹介する。

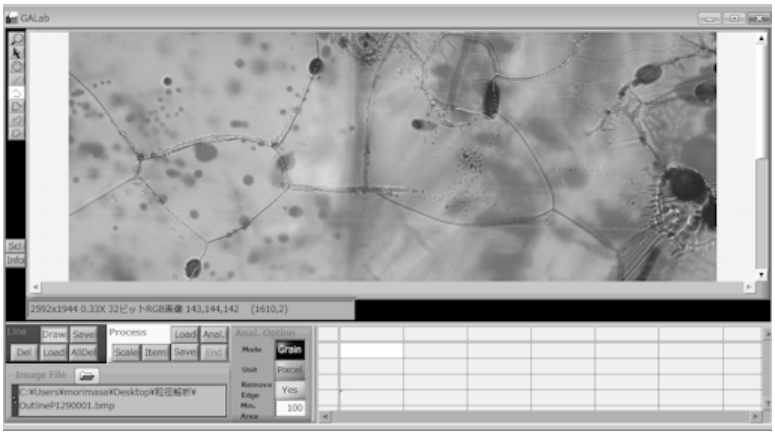


図1　画像解析ソフトの画面

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

4

水膜内水流が復氷速度を抑制

対馬勝年（富山大・理）

１．はじめに

復氷過程では氷が融けた分だけワイヤーは前進し貫入速度を与える。その場合、ワイヤーを通る熱流が貫入速度 V を決めると考えられる。しかし、ナイロン線から銀線まで 2000 倍に熱伝導率が変わっても、V がなぜ僅か 10 倍程度の違しか生じないのか疑問とされていた。この疑問は「水膜の流れ」に着目すれば解決されると思われる。水が後方に流れた分だけワイヤーは前進するという解釈も成り立つからである。

２．水膜の流れ

水膜が薄すぎれば界面の影響を受けて水の粘性抵抗が大きくなり、流れの抵抗が増して水膜内の水は殆ど流れず、水膜がある厚さに達したときスムーズな流れが発生すると仮定しよう。水に流れをもたらすのは圧力勾配であり、水の粘性と水膜厚さが流れに影響する。水の流れが V の抑制原因になっていると考えれば、熱伝導率の影響の小さい理由に納得がいくであろう。流量は水膜内の圧力勾配に比例するから、最大圧力一定の条件ではワイヤーが太さに反比例して V が減少すると考えられる。

３．銅線太さの貫入速度に及ぼす効果

銅線の場合、熱伝導率は水の 700 倍もあり、ワイヤー太さ 0.1 ～ 0.5mm 程度では温度差の殆どが水膜内に発生し、ワイヤー内の温度差は無視できるほど小さい。したがって、水膜厚さがワイヤーの太さによって変わらないと仮定すれば、熱流解析では最大圧力一定の条件下では貫入速度は太さによって変わらないはずである。しかし、実測(図 1)は熱流解析と異なり、太いワイヤーほど V が遅かった。しかひ、これは水膜流に対する圧力勾配が太いワイヤーほど小さいことと一致する。つまり、水膜流れが V を抑制していることを支持する結果となっている。

V の実測から、金属ワイヤーを流れる熱流、水膜を流れる熱流を計算できる。ワイヤー前面の水膜を流れる熱流 q は水膜内温度差 $\Delta T_{水膜}$ と水膜厚さ d の比に水の熱伝導率 $k_{水}$ をかけたものに等しい。問題なのは温度差も d も未知数なためどちらも決定できないことである。さらに、ワイヤー後面水膜の圧力が負圧になっている場合、その大きさが不明なこと、負圧がワイヤー前面の氷の融点降下に影響を与えることも問題となる。しかし、ワイヤー後面の蒸気泡の大きさから負圧の大きさを推定し、均一厚さ水膜を仮定すればワイヤー下面で d の最大値を決定できる。ナイロン線の場合はワイヤー後面は部分的な復氷となり未凍結の水が氷表面まで続いているから、ワイヤー後面の水は 0 ℃と確定できる。それゆえ、水膜内温度差が決定できそうに思われるが、この場合も氷を流れる熱流を無視できないため、単純にはいかない難しさがある。

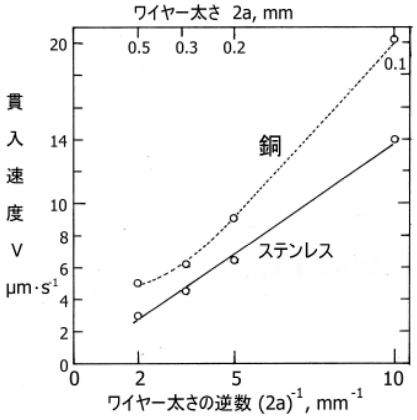


図１　貫入速度 V とワイヤー太さの逆数の関係

ワイヤーの太さと最大圧力が同じなら、ワイヤーの種類によらず水膜厚さはほぼ似た値になるであろう。水膜が厚すぎれば圧力で後方に迅速に運ばれ、逆に薄すぎれば水の流れが遅く水膜が厚くなり、ある一定値(幅あり）になると考えられる。水の流れは水の粘性係数にも依存する。Jellinek が平滑面に対する氷の剪断付着力の測定で水膜の粘性係数が界面の影響を受けて著しく増大すると報告している。この関係が復氷にも当てはまると仮定すれば、水膜が薄くなるほど粘性係数が大きくなることになり、水膜がある厚さを維持するのに好都合となる。

水膜は境膜や境界層の厚さを含み、単純ではないと思われる。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

5

復氷の実験的研究～多結晶氷と単結晶氷を用いた貫入速度の差異～

島田　亙・浦田悠介（富山大・理）

1.　はじめに

復氷現象は古くから知られており、さまざまな理論・実験的研究がおこなわれてきた。しかしながら、氷自体の結晶粒構造の影響を調べた例はほとんどない。そこで、本研究では、単結晶氷と多結晶氷を用いて、復氷現象でのワイヤー貫入速度の差異を調べることを目的に実験を行った。

また、これまでに行われた実験から、ワイヤーにかかる圧力が0.8 ～ 1.0 bar 付近を境に、高圧側でワイヤーの貫入速度の跳躍が見られることがわかっている。そこで本研究では、この 1.0 bar 前後の圧力でワイヤーの貫入速度の測定を行うこととした。

2.　実験装置・実験方法

単結晶氷には、氷筍を作ることによって得られた単結晶の部分を用いた。また、多結晶氷には、水を撹拌しながらゆっくりと凍結させた氷を用いた。試料サイズは20 x 20 x 50 mm 程度である。なお、単結晶氷の場合、[0001] 方向にワイヤーが貫入するようサンプルをセットした。

実験は、アイスクリームストッカー内で温度を 0.0℃付近で ± 0.1℃以内に制御して行った。ワイヤーには、直径0.3 mm の真鍮ワイヤーを0.25 mm まで研磨したものを用いた。観察にはデジタル一眼レフカメラとマクロレンズを組み合わせたものを用い、5～30 秒間隔のインターバル撮影を行った。解析は、得られた画像をPCに取り込み、画像解析ソフトを用いることによって行った。

3.　実験結果・考察

単結晶氷と多結晶氷を用いたワイヤーの貫入速度をFig. 1 に示す。1 bar 以上の高圧側では、単結晶と多結晶の差異はほとんど見られないのに対し、1 bar 以下の低圧側では、誤差が大きいものの、単結晶よりも多結晶の方が貫入速度が大きくなっている。この原因としては、多結晶氷では粒界面が多数存在しており、この粒界は結晶構造が乱れているためにワイヤーが貫入し易く、速度が大きくなったのではないかと考えれられる。

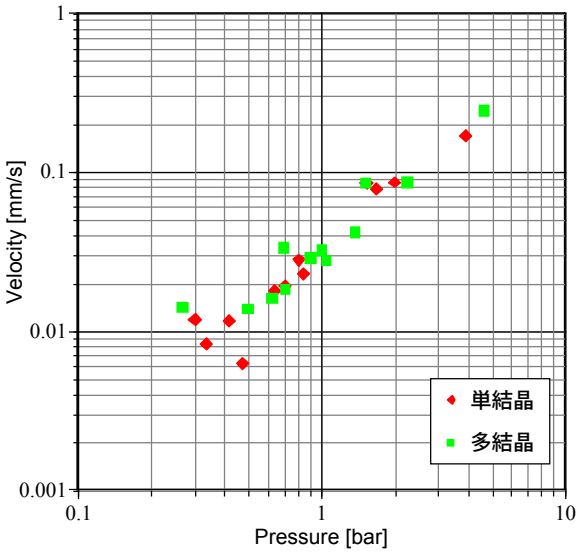


Fig. 1　ワイヤー貫入速度の圧力依存性

また、ワイヤーが貫入した後の氷試料を観察したところ、多結晶氷で1 bar 以下の場合に限り、ワイヤー通過面にブレがみられた。これは同じ多結晶氷の高圧の場合や単結晶氷では見られなかった。これは、低圧では、各結晶粒子の貫入しやすい方向にワイヤーが進みやすくなることを示しており、単結晶氷ではワイヤーの貫入しやすい方向があることを示唆している。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

6

吹雪時の大気電場に関する風洞実験

○大宮哲(北大低温研)、佐藤篤司(防災科研 雪氷防災研究センター)

1. はじめに

吹雪の発生に伴い、雪面近傍における大気電場(以下、電場)が変動する事が報告されているが(Simpson, 1921 など)、それは吹雪粒子が帯電しているためである。これまでに観測された最大瞬間電場は、高度 0.5m において 32.3kV/m(絶対値)であり(Gordon and Taylor, 2009)、晴天無風時の平均電場(100V/m:下向き)と比較すると、その値は 320 倍を超える。この電場と吹雪粒子の帯電量の積で生ずる静電気力により、吹雪粒子自身の運動軌道が影響を受けている可能性について議論されている(Schmidt *et al.*, 1999 など)。しかしながら、吹雪時の電場測定例は少なく、その変動特性に関する知見は乏しい。

2. 実験方法

本研究では、吹雪時の電場の変動特性を明らかにすることを目的とし、防災科研・雪氷防災研究センター新庄支所の低温風洞を用い、風速および雪供給量を変え、吹雪時の電場測定を行った。また、この電場強度と粒子の質量フラックスの間には因果関係があると考えられるため、質量フラックスの同時測定も行った。測器の設置状況を図1に記す。ここでは、回転セクタ型表面電位計(図 1 左)を用い、測定された電位値(V)とプローブの設置高度(2.5cm)とから、雪面を基準とした電場(V/m)を算出した。質量フラックスの測定にはネット式吹雪計(図 1 右)を使用し、その開口部中心位置が高度 2.5cm にくるようにした。なお、吹雪の発生には、回転ブラシによって雪粒子を巻き上げる粒子供給装置(図 2)を用いた。本実験は、保存雪を粉砕して作成した球状粒子、削剥の無い硬い雪面を用い、気温-10℃、吹走距離 10m、風速 5～7m/s、雪供給量 8.7～34.9g/m/s で行った。

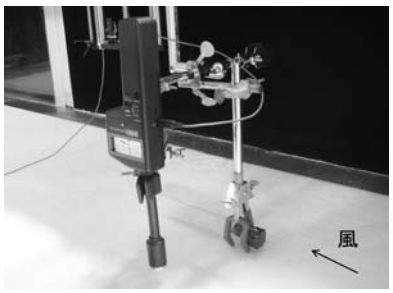


図1 測器の設置状況

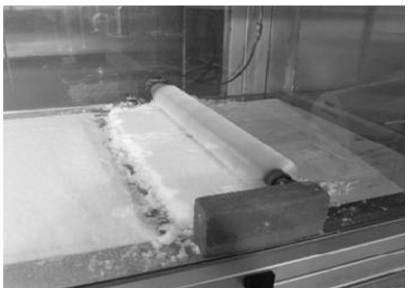


図2 粒子供給装置

3. 実験結果

風のみを吹かせた場合には、風速に関わらず電場は変動しなかった。図 3 に、吹雪時の最大電場と質量フラックスの関係を示す。風速 7m/s のケースにおいて、両者の間に顕著な相関が見られた。また、風が強いほど電場強度が増加する傾向が確認された。本実験で得られた電場は全て負(上向き)を示したが、これは実験時の吹雪粒子が正に帯電していた事を示唆している。

これまでに行われた実験から、回転ブラシによって供給された雪粒子は供給時点で正電荷を帯びているが、雪面との衝突を繰り返す事によって徐々に負電荷を蓄積する事が示されている(大宮・佐藤, 2011)。強風時ほど跳躍距離が長いため、電場測定地点までの跳躍回数は少ない。従って、強風時ほど供給段階で帯びた正電荷がより多く残っており、大きな負電場が測定されたものと解釈できる。

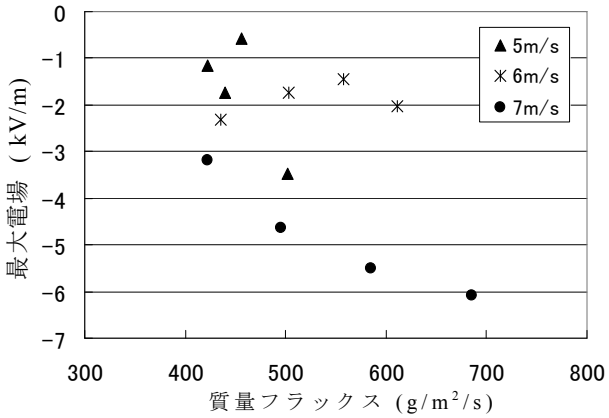


図 3 最大電場と質量フラックスの関係

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

7

実験…植物体に氷花(シモバシラ)を創る

吉田嗣郎(ネイチャーシネプロ)

はじめに

初冬の頃から気温が0℃以下に下がった朝、シソ科の植物シモバシラ(*keisukea japonica*)にシモバシラ(氷花)が見られる。(以降氷花とする)これまで筆者が氷花を観察した植物は、前出と①シソ科テンニンソウ(*Leocosceptrum japonicum*)②シソ科アキチョウジ(*Plectranthus longitubs*)③キク科タイアザミ(*Cirsium nipponicum ver.incomptum*)④ヒユ科イノコズ(*Achyranthes videntata ver.japonica*)で②③④は現在筆者が初めて確認したと考えている。シソ科でもシソ(*perilla frutescns ver.crispa*)やオドリコソウ(*Lamium album ver.barbatum*)では氷花の発生を観察していない。なぜ氷花は特定の植物に発生するのか。疑問を解く鍵は実験で氷花を発生させることが一つの方法と考え、2010年の初冬から装置作成に取り組み、2011年12月8日に初めて自然に近い氷花を発生させることに成功したので、実験装置の作成や実験方法その結果を報告する。

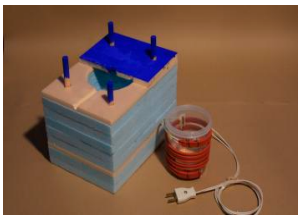
実験装置の作成(NCP氷発生装置)

この装置はⅠ三温度帯冷凍ストッカーⅡ植物体収納容器 Ⅲ氷花発生装置で構成した。 Ⅰは容量100ℓ、外寸縦668mm 奥行578mm 高さ666mm(レマコム社製)を使用した。 Ⅱは直径88mm深さ115mm厚さ3mm、食品保存用容器(商品名UNIX WARE)480ccを利用した。外側にベルトヒーター～シリコンゴム最少曲り径10mm(坂口電熱社製)巾10mm長さ1mを巻き、100w可変トランスに接続し水温を調節した。
Ⅲは発砲プラスチック保温材(ダウ化工社製)厚さ10mmと20mmを使用、二液混合接着材クイック30(コニシ社製)で張り合わせて作成。寸法は縦160mm 横226mm 高さ165mm。中心に直径95mm 深さ115mmの穴を明けⅡが入るようにした。上部の植物体を設置する部分は同保温材10mmで縦165mm横113mm二枚作成。対角位置の横30mm縦40mmに直径11mm深さ115mmの穴を明け、直径10mmの檜丸棒を差し込んで植物体設置板を固定した。設置板の中心には、植物体の茎の径に合わせ切り込みを入れ、茎を挟んで固定した。

図1シモバシラに生じた氷花

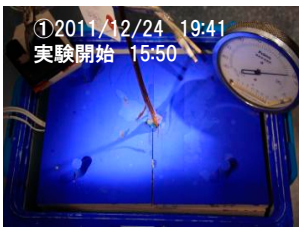
Ⅰ冷凍庫

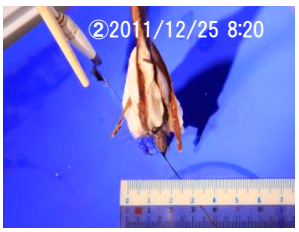
Ⅱ植物体収容容器


Ⅲ氷花発生装置

実験方法

庭に植栽してあるシソ科シモバシラなどを事前に、発砲プラスチック容器に移植して実験室内に持ち込み準備した。Ⅰ三温度帯冷凍ストッカーはチルド帯0℃～－8℃で使用した。実験試料は根付きで茎の上部15cmで切断し、実験装置Ⅱにセット。外部に表示できるデジタル温度計を①冷凍庫内②氷花発生容器上部Ⅲ植物体収納容器内に設置して測定した。④冷凍庫内湿度も計測し、90%前後の高湿度を保つようにした。Ⅲの水温は常に＋3℃前後になるように調整した。実験開始後、およそ30分～1時間間隔で装置の蓋を開き、氷花の発生状況を観察記録し、キャノンEOS40Dで撮影、PCに読み込み記録した。





実験結果

NCP氷花発生装置による第5回目のシソ科シモバシラを使った実験の結果。上の図は氷花が成長する様を時間軸で記録したもの。①12月24日19:41実験開始から4時間、植物体の表皮を破って氷花が発生し始める。②25日実験開始後6時間、高さ30mm巾27mmに成長。③25日実験開始後24時間、高さ41mm巾34mmに成長。④27日実験開始後87時間、高さ37mm巾67mmに成長した。高さは昇華により③より4mm小さくなっている。

考 察

実験結果より、図1自然に野外で発生した氷花と、実験によって発生させた氷花では形状はほとんど変わらないが、同じ巾に成長するのに実験ではおよそ10倍掛かっている。温度条件は紙面の都合で割愛したが、冷凍庫の性能と関係があると考えられる。なお何故特定の植物に氷花ができるかについて、当装置を使って通年実験が可能であることから、同一植物で成長段階による実験。同時に異種植物での実験。植物生理の観点から調べたり、過冷却の問題の探求、顕微鏡による観察などにより、疑問点の解明を進めたいと考えている。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

8

ぬれ雪を対象とした低磁場MRIの開発

○安達　聖　（防災科研　雪氷）

1. はじめに

MRI(Magnetic Resonance Imaging)はX線CT同様，医療分野において画像診断に用いられ，撮像対象の3次元構造を非破壊かつ高分解能で描出することが可能であることが知られている．雪氷試料の撮像についてはX線CTが先行したが，雪氷と内部に存在する水の識別などにおいては，MRIは画像コントラストの点でX線CTを遥かに凌駕する．本稿ではこのMRIの特性に注目し，ぬれ雪中の水の撮像を可能とするMRI装置の開発の経過について報告する．

2. 撮像装置

使用したMRIは0 ℃の低温室に設置された永久磁石と，常温の実験室に設置された制御用コンソールを組み合わせたコンパクトMRIである．使用した永久磁石は，静磁場強度0.21 T，磁極間ギャップ16 cm，静磁場均一領域15 cm球(25 ℃，25 ppm)，総重量1350 kgである（図1）．RFコイルは，内径11cmのアクリルパイプに，直径2 mmの被服銅線を16ターン巻いたソレノイドコイルを用い，真鍮製のシールドボックス内に固定したものを使用した．撮像シーケンスには，TR/TE = 100 ms / 10 ms，イメージマトリクス：128×128×16，面内空間分解能1 mm×1 mm，奥行分解能8 mmの3Dスピンエコー法を用いた．

3. 画像歪み

永久磁石は自身の温度変化に比例し静磁場強度が変化することが知られている．一般的に永久磁石は25 ℃の環境での稼働を基準に設計されているため，低温室内での静磁場均一領域の保証はされていない．そのため，低温室で永久磁石を用いたMRIを稼働させた場合MR画像は歪んでしまう．図2に低温室内で撮像された格子状の標準試料のMR画像を示す．図2に示されるように画像の中心部から外側へ広がるにつれて画像の歪みが大きくなっていることがわかる．

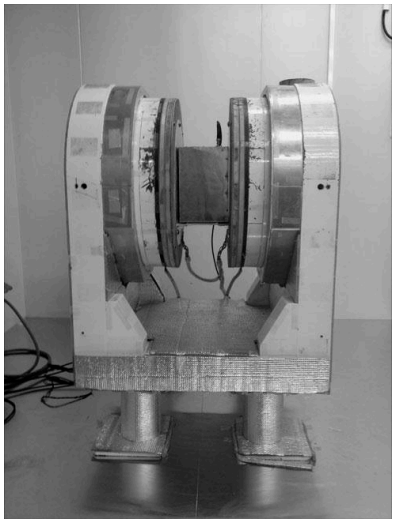


図1　0.21T　永久磁石

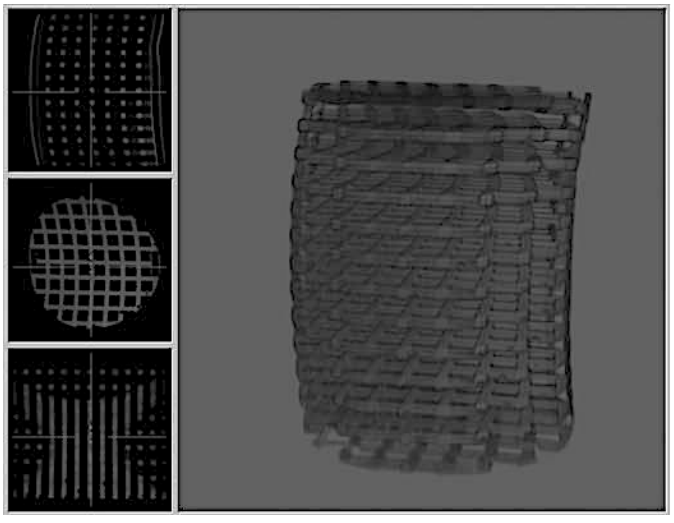


図2　標準試料のMR画像

4. 今後の予定

シムコイルの実装により歪みのない静磁場均一領域を確保し，歪みのないぬれ雪の3次元データセットの取得を目指す．また，得られた画像より低分解能MRI法を応用した含水率計測を行い，従来の含水率計測法との比較を行う．

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

9

2011年4月立山室堂平における積雪断面観測および積雪中のイオン鉛直分布

○谷口　貴章，島田　亙(富山大学)

1.はじめに

冬期の立山室堂平は，北西季節風と対馬暖流からの盛んな水蒸気供給によってもたらされる大量の降雪により，膨大な積雪量を誇る。また，その積雪層内部には，アジア大陸から輸送された黄砂や人為的汚染物質などの大気エアロゾル粒子が保存される。そして，その積雪の断面を観測，試料採取し物理的・化学的に解析することで冬期の大気環境を復元できると考えられており，観測が困難とされる山岳地帯の冬期の気象・大気環境の理解に役立てられてきた。しかし，大気環境を時系列的に復元するためには，積雪層の堆積時期推定が必要であり，その上，観測結果を評価するためには，経年的な議論が必要である。したがって，このような積雪断面観測は非常に重要な観測とされている。

本研究では，2011年4月16日から4月18日にかけて，立山室堂平において積雪断面観測と積雪試料のサンプリングをおこない，物理的・化学的解析から冬期間の大気環境を理解することを目的とした。そして，同観測地におけるこれまでの観測結果との比較から経年変化を議論した。

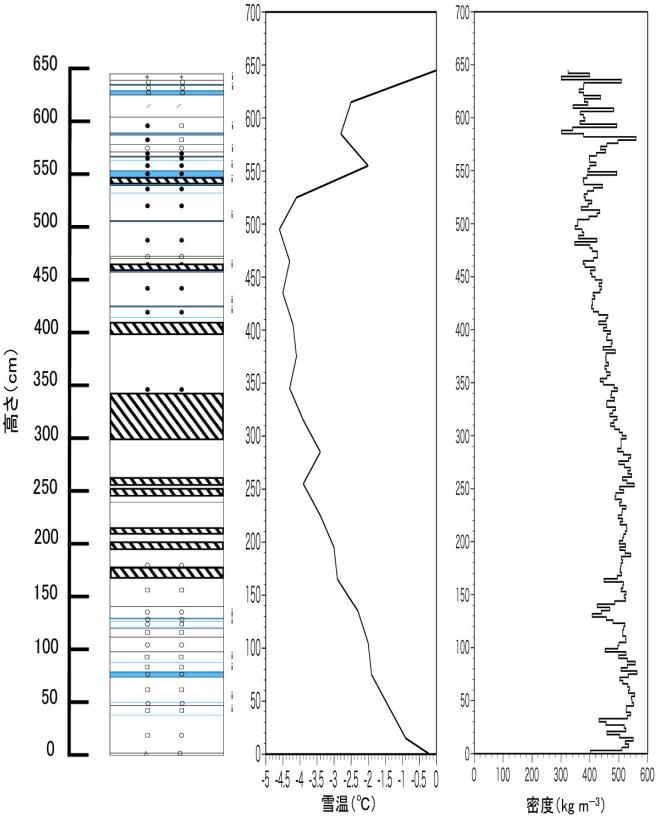


図1　積雪層構造（左），雪温分布（中），密度分布（左）
斜線は汚れ層を示す。

2.研究手法

積雪断面観測では，積雪高（cm），雪温（℃），密度（kg m^{-3}）を測定した。雪温は30 cm間隔で測定し，密度は100 cm^{3}角型密度サンプラーを用いて3 cm毎に測定した。そして，密度測定に用いた積雪試料を化学分析用試料とした。

化学分析では，pH，電気伝導度を測定し，そしてイオンクロマトグラフィを用いて各種イオンを測定した。

3.結果と考察

積雪断面観測の結果から，積雪層構造，雪温分布，密度分布を図1に示す。まず，積雪高は646 cmであった。雪温は，平均雪温で−2.9℃，最低雪温は−4.5℃，最高雪温は地表面雪温で−0.2℃であった。密度は，平均密度で 465 kg m^{-3}，最低密度は 301 kg m^{-3}，最高密度は 563 kg m^{-3} であった。そして，積雪水量は2998 mmであった。

本年の積雪層は，雪温分布と密度分布の特徴から，大きく3層に分類することができる。これらは季節変化による気象条件の違いが明瞭に現れた結果であると考えられる。特に，中間層では，175 cmにわたる単一のしまり雪層があり，さらに氷板が少なかった。したがって，この積雪層を形成した厳冬期は非常に気温が低く，悪天候であったことがわかる。

そして，この積雪層に含まれた汚れ層は，肉眼でも確認が困難であるくらい薄く，かつ汚れ層が少なかったことから，黄砂が飛来した日が少なかったことが考えられる。

化学分析結果や経年変化の議論は，発表で述べる。

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

10

立山室堂平周辺で発達する雪庇の研究 ～動画と気象状況からの形成過程の考察～

霜垣永，島田亙（富山大・理）

１．はじめに

山岳地に発達する雪庇の形成過程の研究は，雪害対策の面でも重要であるが，その形成過程は未だ明らかになっていない部分が多い。

立山室堂山荘北側と雷鳥沢尾根上には，西風による大規模な雪庇が形成される。そこで本研究では，2010 年 11 月より立山室堂山荘の北東端に位置する部屋の北側の窓にインターバルカメラを設置し，雪庇の形成過程を撮影間隔 30 分で微速度撮影した，解析した。

２．使用データ

画像データは，2010 年 11 月 24 日 16：30～2011 年 2 月 21 日 17：30 までの動画から 1 コマずつ抜き出して用いた。また，気象データは立山室堂山荘での観測値を使用した。

３．解析手法

3.1　天候の分類

観察時点での天候を，画像に写った雲の割合から晴れ，曇り，降雪，視界不良と分類した。

3.2　画像編集

画像のずれを岩と植生を基準点として修正し，雪庇の先端部分を，ドロー系ソフトを用いてフリーハンドで輪郭を描き出した。

3.4　雪庇の増減量の計測

輪郭線に基準点をとり，基準点の変化で雪庇の増減量を計測した。立山室堂山荘北側の雪庇は張り出し長さと高さを計測し，雷鳥沢尾根上の雪庇については張り出し長さのみを計測した。

3.5　気象データ解析

雪庇の形成に寄与しないとされる，風速が 4 m/s 未満のデータは除外し，風向頻度，日平均風速，そして日平均気温を求めた。

４．結果・考察

張り出し長さは，前進と後退を繰り返しつつ徐々に成長していた。一方，高さは増減を繰り返しているが，最終的に初期状態より減少している。この傾向は，成瀬・西村（1980）が行った二度の断面観測の結果と概ね一致する。このことから，山岳地に発達する雪庇は前進しながら張り出し部分の高さが少しずつ減少していくと言える。

次に，気象データと比較すると，平均風速が 4～7 m/s の範囲で，降雪がある場合では高さ方向に成長可能であることが確認できた。しかし，8 m/s を超えるような風の場合，雪粒子が地ふぶきとして再配分されるため，高さが減少することがわかった。また，これまでの研究では風速 8 m/s が雪庇の成長できる上限だと推測されてきたが，今回の観測では，降雪を伴う成長方向の 8 m/s を超える風が発生した場合でも張り出し長さが増加していた。これは，新雪が供給されたため，雪庇先端部分の成長に大きく影響したのではないかと考えられる。

一方，降雪を伴う成長方向と逆の風が卓越した場合，あまり削剥による後退は見られなかった。これは，雪庇下部の斜面から雪粒子が南東風によって供給され，張り出し部分の下部に付着したためだと推測された。

参考文献

1) 成瀬廉二・西村寛（1979）：雪庇の構造と雪質 I，低温科学，物理篇，Vol.38, 41-51.

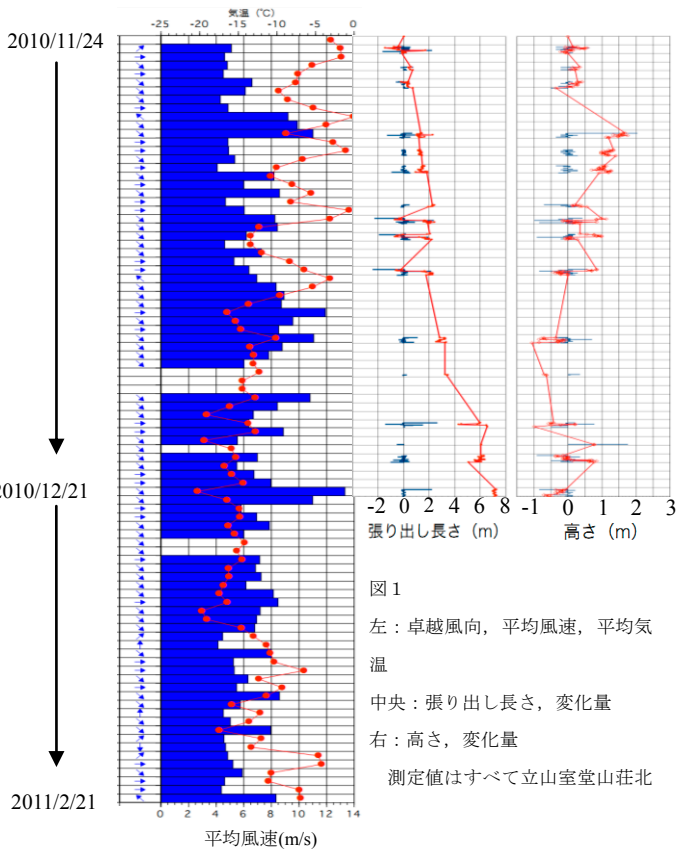


図 1
左：卓越風向，平均風速，平均気温
中央：張り出し長さ，変化量
右：高さ，変化量
測定値はすべて立山室堂山荘北

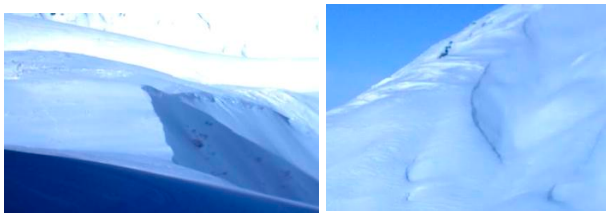


図 2　左：立山室堂山荘北側の雪庇　右：雷鳥沢尾根上の雪庇

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

11

凹凸を持つ積雪内の水分移動

○勝島隆史(富山高専)・熊倉俊郎(長岡技科大)・山口悟(防災科研・雪氷)

1、研究背景と目的

積雪内の各層に凹凸を持った止水面が存在する場合、その幾何学的な形状によっては、水平方向の圧力勾配や重力の作用により、止水面上部において凹部へ水が集中する水平方向の流れが形成され、水みちが成長することが経験的に示されている。しかし、室内実験や野外観測により、これを定量的に示すことは難しい。ここでは、止水面の滞水の度合いと凹凸の度合いが、水みちの成長に対してどのような影響を与えているか定量的に評価するために、数値計算による感度実験を行った。

2、研究手法

積雪層が持つ浸透特性を、粒径と密度による飽和透水係数の式(Shimizu,1970)と、粒径による水分特性曲線の式(Yamaguchi et al., 2010)を用いて表現し、ダルシー則に基づく2次元の水分移動モデルにより計算を行った。計算を簡単にするために浸潤前線の不安定性、水分特性曲線のヒステリシス、水侵入圧は無視した。積雪表面から水を5kg/m^2/hr.のフラックスで計算領域に流入させた。計算領域の左右の側面を、サイクリック境界条件で接続した。流出境界にあたる積雪底面はフラックスの鉛直勾配をゼロとして与えた。初期含水率は全てゼロとした。計算領域内の上部に粒径の小さな積雪層を与え、下部にこれより粒径の大きな積雪層を与え、止水面を表現した。積雪密度は上下ともに200kg/m^{3}とした。この2つの積雪層の境界に対してあらかじめ正弦波で表現される凹凸を与えた。凸部の頂点の位置が積雪表面から5cmの位置となるよう設定した。下部の粒径を変化させることで止水面での滞水の度合いを変化させ、また、凹凸の振幅および波長を変化させることで凹凸の度合いを変化させる感度実験を実施した。

3、結果と考察

水の供給開始6時間後の体積含水率の分布を図1に示した。振幅5cm、波長50cm、上部積雪層の粒径を0.2mm、下部積雪層の粒径を0.4mmとした場合を(a)に示した。この条件を感度実験の基準とした。この条件から、振幅を小さくし、2.5cm、0.5cmとした場合を(b)、(c)に、下部積雪層の粒径を小さくし、0.3mm、0.25mmとした場合を(d)、(e)に、波長を大きくし、2mとした場合を(f)に示した。(a)の基準とした条件では、止水面上部の凹部と凸部とで含水率が大きく異なっていた。これは、止水面上部での凹部への水の集中に伴うものである。この水の集中により、凹部から止水面下部への水分移動が形成し、顕著な水みちが発達した。一方で、(c)および(e)に示した止水面の凹凸の振幅や下部の積雪層との粒径の差が特に小さい場合では、止水面上部の凹部と凸部での含水率の差は小さく、凹部への水の集中は小さかった。これらの場合では、凹部のみならず凸部からも止水面下部への水分移動が形成した。また、(f)に示した凹凸の波長を大きくした場合では、凸部から下部への水分移動が、基準と比べてわずかに小さくなる程度であった。

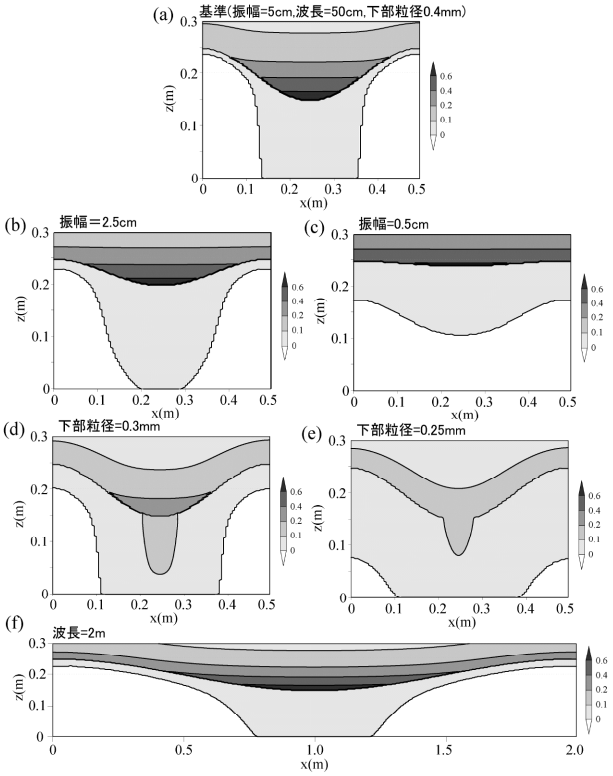


図1　水の供給開始6時間後の体積含水率の分布。(a)振幅5cm、波長50cm、上部粒径0.2mm、下部粒径0.4mm、(b) 振幅2.5cm、(c) 振幅0.5cm、(d) 下部粒径0.3mm、(e) 下部粒径0.25mm、(f)波長2m

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

12

多層積雪への降水浸透と積雪硬度の変化

○伊東靖彦・池田慎二（土木研・雪崩Ｃ）・松下拓樹（土木研・寒地）
山口 悟・上石 勲（防災科研・雪氷）・野呂智之（土木研・雪崩Ｃ）

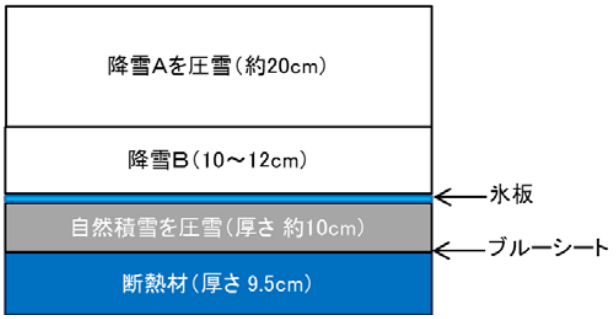
1 はじめに

冬期に降雨があると，標高の低い多雪地域などでは湿雪雪崩の発生が懸念される。しかし，積雪中の雨水の浸透やそれにともなう積雪の強度低下などを詳細に観測した例は少なく，降雨に伴う雪崩の発生条件については不明な点が多い。そこで，冬期の降雨にともなう湿雪雪崩の発生危険度評価手法の構築のため，積雪中へ雨水が浸透し含水率が増加するとともに積雪の破壊強度が変化する状況を把握することを目的として実験を行ったので報告する。

2 研究方法

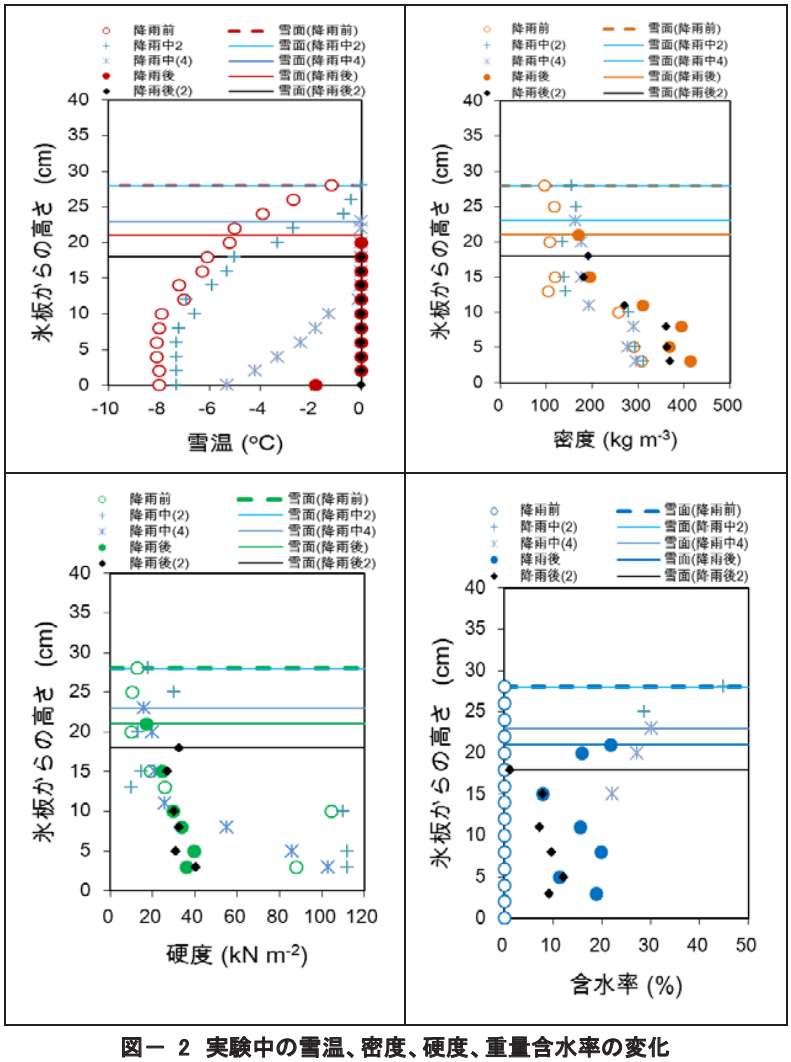
自然環境下では積雪状態、温度、降雪降雨のコントロールが出来ないことから、今回は人工雪を用いて、2012 年 1 月に、防災科学技術研究所雪氷防災実験棟で実験を行った。

テーブルの上にスタイルフォーム、自然雪(しまり雪)を敷き詰めたのち、自然雪表面に氷盤を形成させて、降雪 B(球状結晶)を 4 時間かけて約 12cm、さらに降雪 A を 24 時間降雪させ、約 50cm 堆積させた。降雪 A の堆雪後、体重を加えて圧密させて降雪 A の厚さを約 20cm とした(図－1)。



図－ 1 積雪層の構成(実験前)

作成した積雪層に、2mm/hで6時間降雨させた。降雨中と前後に積雪観測を実施した。積雪観測項目は層構造、雪温、密度、硬度、重量含水率などである。



図－ 2 実験中の雪温、密度、硬度、重量含水率の変化

3 測定結果

降雨前と降水開始後 2 時間後(降雨中(2))、5 時間後(降雨中(4))、降水終了直後、および終了 17 時間後(降雨中(2))の積雪観測データを図－ 2 に示す。

参考文献

1)社)日本雪氷学会(編):積雪観測ガイドブック，朝倉書店，2010

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

13

地中レーダ探査による土壌下の積雪に関する研究

泉 吉紀（富山大学），酒井英男（富山大学），上石 勲（防災科研）

1.はじめに

平成23年3月12日に，長野県北部を震源とするM6.7の地震が発生し，新潟県十日町，津南町では深度6弱を観測した．この地震に伴い，津南町辰ノ口地区では土砂崩壊が生じ，下部の積雪や土砂を巻き込み，土石流となって国道353号線を埋塞した．堆積状況から，崩壊堆積土砂が雪崩堆積物を覆っていることがわかり，地震発生後に雪崩が起き，その後土砂崩壊が発生したと考えられる．土砂内の雪によって生じる融雪水は地盤のゆるみや陥没を招き，二次災害の原因となる．また，土砂内に残存する雪の状況を正確に把握することは，復旧工事を進める上でも重要である．

本研究では，地中レーダ探査を用いて土砂内に混入した雪の量と位置を推定することを目的に，現地での調査に加え，土壌に雪と氷を埋設してレーダ波の反射パターンを探る実験を行った．

2.探査概要

現地調査は，平成23年8月に実施した．復旧作業中の土塊上にて約40mの測線を設定した．対象深度が不明なため，アンテナ中心周波数は100・250MHzの2種類を用いた．

実験は，平成23年9月に京都大学防災研究所・穂高砂防観測所にて実施した．2.5×5mの探査範囲を設定し，中心部に50(W)×40(D)×20(H)cmの氷を埋設した．アンテナ中心周波数は500MHzを用いた．

3.探査結果

辰ノ口地区での探査結果を図1に示す．距離14～23mにおいて異常応答が確認できる．また，距離16,21,26mでは多重反射が認められた．

図2に氷を埋設した実験の探査結果を示す．左図は氷を埋設していない状態の結果である．中図は氷を埋設した結果で，氷による反射の強い領域(2.1～2.6m)が確認できる．右図は未凍結の部分（水）が残る氷を埋設した状態の結果で，氷の反射に加え，水による多重反射が認められる．

以上の結果から，辰ノ口地区で得られた異常応答は土砂内の雪，多重反射は融雪水の溜まりによるものと推察される．

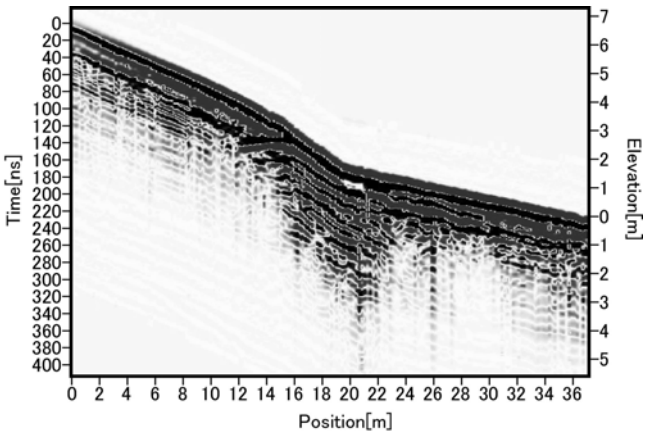


図1 辰ノ口地区での探査結果(100MHz)

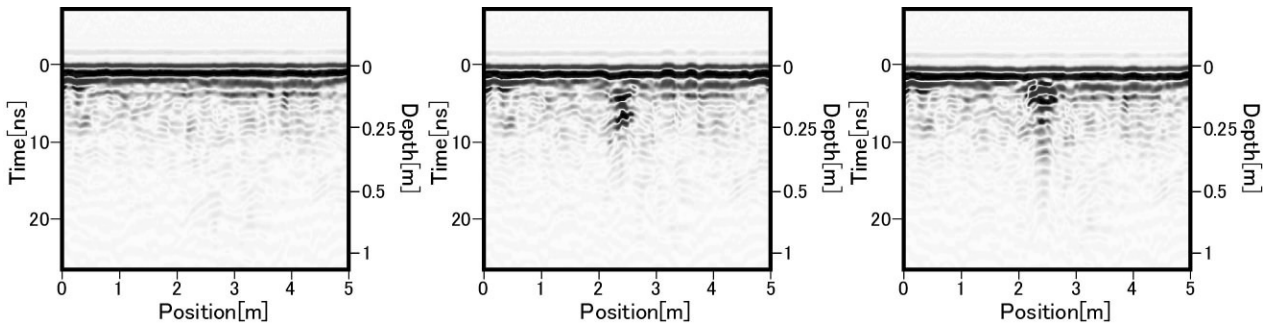


図2 氷を埋設した実験の探査結果(左:氷なし，中:氷，右:氷+水)

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

14

積雪および降水中のアルデヒド類の動態

渡辺幸一・西元大樹・石田幸恵・江田奈希紗・道上芹奈・小川厚次（富山県立大）
島田亙・青木一真・川田邦夫（富山大）

はじめに

大気環境中のアルデヒド類（ホルムアルデヒド等）は、自動車排ガス等による一次的に排出される他に、炭化水素等の光化学酸化過程よって生成され、生体への毒性が強い物質である。近年、東アジア域のバックグラウンド大気中のオゾンや炭化水素類が増加していることからアルデヒド類の濃度も増加している可能性が懸念される。しかしながら、国内での自然環境中におけるアルデヒド類の測定例は十分でなく、その動態について不明な点も多い。本研究では、富山県立大学内や立山・室堂平（標高 2450m）において、降水や積雪中のアルデヒド類の濃度を関連物質と共に測定し、ホルムアルデヒドやアセトアルデヒドの大気液相中の濃度動態について考察した。

方法

降水試料は富山県立大学環境工学科棟屋上で採取した。アルデヒド類の測定は、試料採取後直ちに HPLC・ポストカラム法（岩間ら, 2011）により、ホルムアルデヒドおよびアセトアルデヒド濃度を測定した。主要イオン成分についてはイオンクロマトグラフ法によって測定した。また、2011 年 4 月の立山・室堂平において、積雪層の断面観測・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。アルデヒド類や過酸化物濃度の測定は、試料採取後数日以内に（融解後直ちに）行った。過酸化物濃度の測定は酵素式蛍光法（Watanabe et al., 2009）によって行った。

結果と考察

降水試料中のホルムアルデヒドは夏期に濃度が高くなる季節変化が観測された。国内の水道水基準を超える高濃度のホルムアルデヒドも度々検出された。また、アセトアルデヒドはホルムアルデヒドよりも一桁程度低濃度であった。図 1 に、2011 年 4 月の立山・室堂平における積雪層中のイオン成分、過酸化水素およびホルムアルデヒド濃度の鉛直プロファイルを示す。なお、アセトアルデヒドはほとんど検出されなかった。

積雪中のホルムアルデヒドは、春期に堆積したと考えられる層において、人為起源イオン成分である $nssSO_4^{2-}$ および NO_3^- と類似した濃度分布を示しており、特に、$nssSO_4^{2-}$ 濃度が高い層でホルムアルデヒドも高かった。同様の結果は 2010 年ピットにおいても観測され（岩間ら, 2011）、酸性物質だけなく、ホルムアルデヒドのような光化学生成物（あるいはその前駆物質）も、アジア大陸から立山へ長距離輸送されてきている可能性が考えられる。なお、積雪中のホルムアルデヒド濃度は、平野部で採取した降雨中の濃度よりもはるかに低かった。2011 年ピットについては、深度 3m よりも下層ではホルムアルデヒドと人為起源イオン成分との相関関係はみられず、時間経過による堆積後の濃度変化の影響が考えられる。過酸化水素濃度は、$nssCa^{2+}$ 濃度が低いざらめ雪層で高く、過酸化水素が高い融解水や降雨が浸透したためと考えられる。過酸化水素とホルムアルデヒドを比較すると、過酸化水素の方がより堆積後の濃度変化が大きいと考えられ、過酸化水素については堆積当時の濃度情報は保存されないが、ホルムアルデヒドについてはある程度保存されるといえる。

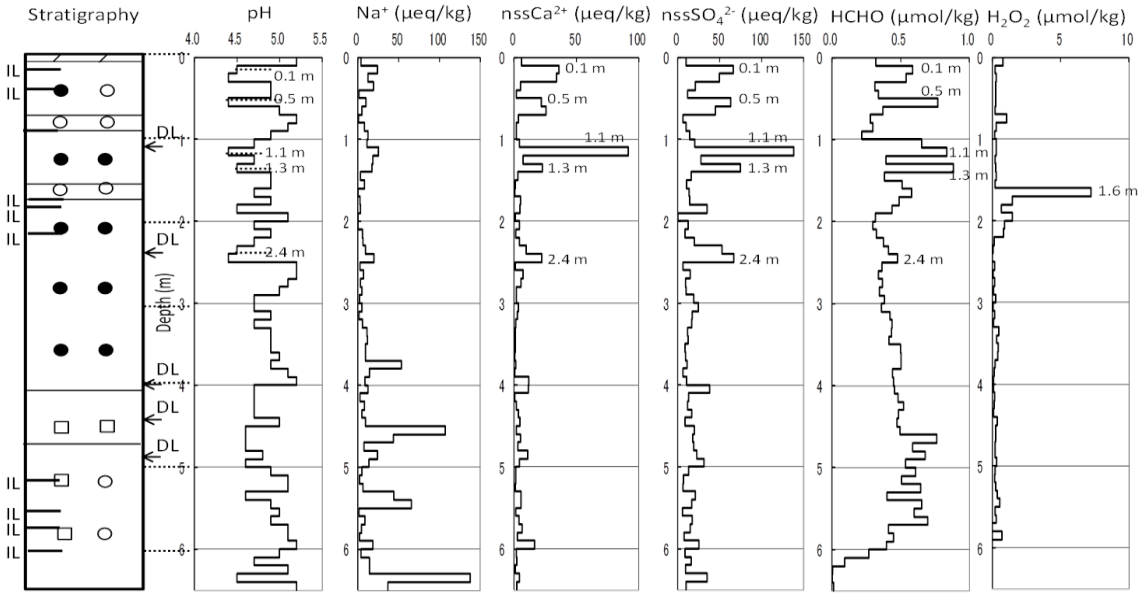


図 1 立山・室堂平（2011 年 4 月）における積雪層中のイオン成分、ホルムアルデヒドおよび過酸化水素濃度

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

15 中部山岳地域における積雪層中の化学成分の空間分布

狩山 裕昭（信州大学理学部）鈴木 啓助（山岳科学総合研究所）

はじめに

鈴木(1984)では，降水中の化学物質濃度の空間的な分布は，降水粒子の起源の影響を受けている．西高東低の冬型の気圧配置の際には，日本海側で雪を降らせ，日本海側では日本海からの海塩起源物質が多く含まれることが知られている(鈴木，1983；上野，1993など)．一方，太平洋側の多くの地域は南岸低気圧が通過した際の降水が多く，その際は非海塩起源物質が多くなる．このような研究は沿岸部や平野部で盛んに行われているが，山岳地域においては，アクセスの困難さから研究例が少ない．したがって，中部山岳地域において積雪層中からの基本的な化学成分の空間分布を把握する必要がある．また，積雪表面の融雪による水の移動がなければ，積雪層中の化学成分は堆積層に保存される(鈴木，2000)．

そこで，本研究は中部山岳地域を調査地点とし，積雪初期から積雪採取時までの化学的特性や気象条件を用いて，降雪日を同定する．さらに，積雪層中の化学成分が降水時の気象条件や地理的条件などによる違いで空間的にどのように分布しているかを比較，検証することを目的とする．

研究方法

2011年2月～4月にかけて，中部山岳地域の御岳，志賀高原，菅平高原，千畳敷，縞枯山，栂池高原，涸沢の7地点において広域積雪ピット調査を行った．サンプリングの際には平らで付近に樹木などの遮るものがなく，人間活動の及びにくい地点で行った．積雪表面から掘削し，積雪試料は密封式のビニール袋に入れ，冷凍庫で保存した．分析の際には，クリーンルーム実験室内において，室温で融解させた後，ろ過し，pH，電導度を測定した．さらに，イオンクロマトグラフ(ICS-2000)により主要イオン濃度(Na^+，NH_4^+，K^+，Mg^{2+}，Ca^{2+}，Cl^-，NO_3^-，SO_4^{2-})を測定した．降雪日の同定の際には，気象庁のアメダスとweathernewsの地上天気図を参考にした．また，地上4000m~5000mの空気塊の履歴を辿るため，後方流跡線解析を用いた．

結果と考察

冬季降水において降水の約98%が酸性試料であり．雪試料中のNa^+，Cl^-は海塩起源物質，SO_4^{2-}，NO_3^-は非海塩起源物質であった．SO_4^{2-}は大陸起源の長距離輸送された人為起源物質や土壌粒子，NO_3^-は近傍からの人為起源物質であると考えられる．

積雪全層から，長野県北部に位置する地点では冬型の気圧配置，日本海低気圧による化学成分濃度が保存されていた．

日本海からの距離が離れるに伴い，Na^+/Cation，Cl^-/Anionが低くなり，$nssSO_4^{2-}$/Anionが高くなる傾向を示した．このことに関して，日本海側では冬型の気圧配置の影響を強く受けていることや，地形効果の影響を受けていることがわかった．特に，内陸に位置する千畳敷において，地形効果により海塩粒子が輸送される過程で落ちてしまい，相対的に$nssSO_4^{2-}$がもたらされたと考えられる．

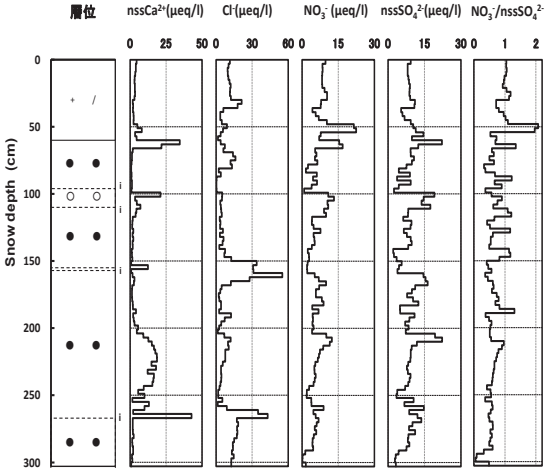


図1 栂池高原における各イオン濃度の分布

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

16

降雪に含まれる化学物質濃度の空間分布

○倉元隆之[1]・鈴木大地[2]・佐々木明彦[1]・鈴木啓助[1, 2]
(1:信州大学山岳科学総合研究所、2:信州大学理学部)

1. はじめに

「日本の屋根」と呼ばれる中部山岳地域は、世界的に見ても多雪地域である。この地域の水循環およびそれに伴う物質循環を正しく理解するためには、降積雪の影響を評価することが求められる。また、この地域は多くの地域の水源となっている。積雪を水資源として評価するためにも、冬季降水の現状を把握することは重要である。中部山岳地域では、積雪は主に冬型の気圧配置時と南岸低気圧によってもたらされる。これまでの研究によって、積雪層には降雪時の気象条件により異なる化学特性があることが分かっている。気象条件の違いと採取した積雪に含まれる化学的指標をもとにして、各積雪層の堆積時期を特定することができる。一方で、積雪の化学特性の空間分布は、海からの距離や地形の影響などにより、同一の降水イベントによる積雪であっても異なることが予想される。そこで、本研究では降雪に含まれる化学物質濃度の空間分布を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

積雪試料の採取は、2011年12月から2012年2月のまとまった降雪の直後に行った。松本市から上越市、糸魚川市および飯田市までの各経路上において、主要な道路から、数十m以上離れた人為汚染の少ない場所を選び、各経路の5〜10ヶ所を調査地とした。いずれも松本からの距離は100〜150 kmである(図)。現場では、積雪断面観測を行い、密度と雪温を測定した。その後、化学分析用の試料をステンレス製のサンプラーを用いて、表層から3 cmごとに採取した。降雪直後で雪が融解などの変質を受ける前の積雪層のみを採取の対象とした。採取した試料は、融解せずに信州大学まで持ち帰り、分析時まで冷凍保存した。融解後にpH、電気伝導度の測定を行い、イオンクロマトグラフを用いて主要イオン濃度の測定を行った。

図　調査対象地域

3. 結果

上越市、糸魚川市までの経路で採取した積雪試料は、海に近い観測地点ほど電気伝導度の高い試料が含まれており、これらの試料にはNa^+などの海塩起源物質が多く含まれていた。また、内陸の観測地点においてもpHの低い試料があることから、強い北西の季節風により、海塩由来の物質とともに降水の酸性化に寄与する物質も内陸まで運ばれていると考えられる。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

17

乗鞍上高地地域における積雪層中の主要イオン濃度の時間変化

○鈴木大地(信州大学理学部)、倉元隆之(信州大学山岳科学総合研究所)、
佐々木明彦(信州大学山岳科学総合研究所)、鈴木啓助(信州大学山岳科学総合研究所)

1. はじめに

降水粒子は生成から地上に落ちるまでに様々な化学成分を取り込んでいく。この化学成分の組成は、降水をもたらした気圧配置や、通過した大気中のエアロゾルなどの大気環境を反映している。例を挙げると、冬型の気圧配置時の降水では、Na^+濃度が高く、$NO_3^-/nssSO_4^{2-}$が低くなり、南岸低気圧による降水では、$nssSO_4^{2-}$濃度が高く、$NO_3^-/nssSO_4^{2-}$が高くなることが知られている。また、黄砂を取り込むと、$nssCa^{2+}$濃度と$nssSO_4^{2-}$濃度が高くなる。山岳地域にもたらされる降水は、人間活動による局地的な化学物質の発生源から遠いため、その影響を受けにくい。ゆえに、山岳地域にもたらされる降水は比較的清浄で広範囲の大気からの影響を受けていると考えられる。積雪層中では融雪が起こらないかぎり化学物質は保存されている。これらのことから、山岳地域で積雪を全層採取すれば、冬季降水の情報を得ることができる。また、定期的な観測を行うことで、圧密や融雪などによる化学物質濃度の変化の情報も得ることができる。それらの結果から、乗鞍・上高地地域における積雪層中の主要イオン濃度の時間変化を追い、その特徴を考察することを目的とする。

2. 方法

本研究では、乗鞍休暇村、上高地ステーションの2地点で積雪開始期から融雪期まで定期的に観測した。調査は2009年12月～2010年5月の期間に行った。

サンプリングは周囲に木のような障害物や人間活動による撹乱がなく、降雪が一様に積もる広く平らな場所で行った。まず、地表面までの縦穴を掘り、積雪断面観測と雪温・密度の測定を行った。そして、表層から鉛直方向に3cmずつ積雪をサンプリングし、融解させずに大学へ持ち帰った。実験室にて、電気伝導度（EC）・pHを測定し、イオンクロマトグラフ(DIONEX: ICS-2000)で積雪層中の主要イオン濃度（Na^+・NH_4^+・K^+・Mg^{2+}・Ca^{2+}・Cl^-・NO_3^-・SO_4^{2-}）を測定した。なお、 これらの作業はすべてクリーンルーム内で行った。調査地点では、自動気象観測装置を設置して積雪深を測定した。

3. 結果

乗鞍休暇村では2009年12月11日ごろからまとまった積雪が観測され、2010年2月7日に最大積雪深164cmを記録した。その後減少し、2010年5月4日に消雪した。上高地ステーションでは2009年12月17日の観測開始時に積雪深39cmが記録され、2010年2月7日に最大積雪深98cmを記録した。その後減少し、2010年4月6日に消雪した。

多くのサンプルがpH5.62以下の酸性降水であった。また、pHが高い試料ではECが低く、pHが低い試料ではECが高いという関係が示された。一方、黄砂が含まれると考えられる層では、pHとECがともに高い傾向が示された。Na^+濃度とCl^-濃度では、ほとんどの層で海水中の濃度比との一致が見られ、二つのイオンは海塩起源であると考えられる。Na^+濃度とSO_4^{2-}濃度では、海水中の濃度比との一致が見られず、SO_4^{2-}濃度の多くは人為起源等の海塩以外が起源であると考えられる。

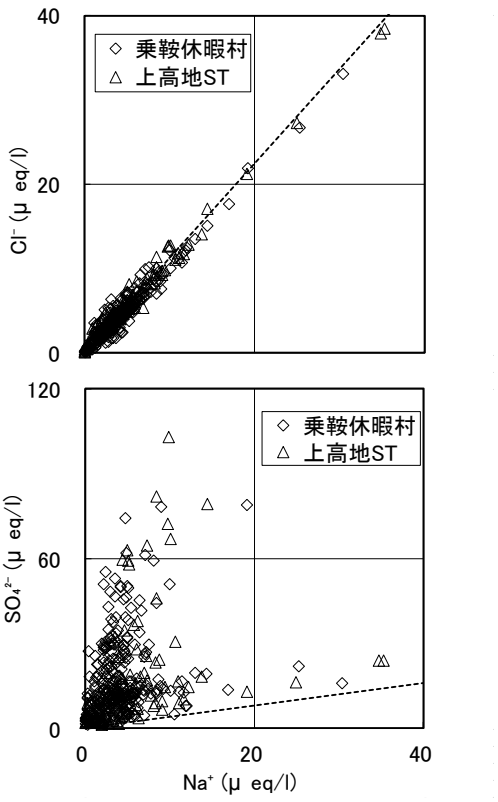


図1　Na^+濃度とCl^-およびSO_4^{2-}濃度の関係

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

18

白馬山岳域における標準化された雪崩情報の提供

○出川あずさ・舎川朋弘・林智加子・池田慎二・
五月女行徳 ・Damian Banwell（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（以下JAN）では、2012シーズンより、北米で公報されているものと同一の標準化された雪崩情報の発表を白馬山岳域を対象に、日本で初めてスタートさせた。この雪崩情報は、山岳ユーザーの行動計画と意志決定をサポートすることで、雪崩事故発生率の低減、および雪崩事故が発生した際の被害軽減に寄与することを目的にしている。

2. 背景と方法

山岳ユーザーに対する5段階の危険度区分を用いた雪崩情報は､1993年にヨーロッパで始まり、北米には1994年に導入された。しかし、その後、雪崩発生の可能性が低いものの、一旦、発生した場合の結末が深刻な状況での危険性を的確に表現できていないなど、いくつかの問題が露呈した。これをリスク・コミュニケーションの観点から解決するため、米国、カナダの雪崩情報に関わる現場専門家が集まり、ADFAR2（Avalanche Decision making For Advanced Recreationalist 2）が2005年にスタート。多数の議論を通し､視覚的なイラストの使用や｢留意すべき雪崩」という新しい概念の導入、またハザード評価プロセスの標準化や雪崩危険度の定義の改善がなされた。JANでは2001年から提携するCanadian Avalanche Associationと共に、この概念に沿った雪崩情報の準備を進めてきた。なお、欧米では、数日先までの「雪崩予報」の形態で雪崩情報が提供されているが、JANでは､実況データに基づく雪崩ハザード評価を「雪崩情報」として発表している。

3. 体制

JAN が主催する現場プロ対象の講習会であるLevel 1あるいは国際資格であるLevel 2の所持者を中心とした登録メンバーが、山岳での積雪コンディションを情報共有システム「雪の掲示板」に書き込む、あるいは雪崩情報の担当メンバーにメールや電話等で実況報告を入れる。担当者は、必要に応じて情報提供者に連絡を取り、より詳しい状況の把握を行う。その後、それらの実況データを元に、翌朝発表予定の雪崩情報の素案を作成し、担当メンバーで確認および修正を行う。発表の朝、観察された気象データと天気予報を加味して素案を再度修正し、最終版を作成。ウェブに情報を掲載した後、Twitterにて情報が更新されたことを告知する。

現在、白馬山岳域で活動する情報提供者はLevel1で14名、Level2で4名おり、雪崩情報を発表する前日には、必ず、誰かしらは山岳に入り、実況データを採取し、それに基づく雪崩ハザード評価を行っている。2012シーズン、白馬山域のみで「雪の掲示板」には月平均 50 データ（1 月～3 月）の書き込みがあった。それらを利用しつつ、2012 年 1 月 7 日から週末の土日を中心に雪崩情報を定期的に発表し、最終の 4 月 1 日まで全 29 回を実施した。

4. おわりに

現在、週末のみの発表となっているのは、実況データを提供して頂ける教育を受けたガイドのツアーが週末に多いこと、また専従者を置く資金的な余裕がないため、山岳利用者の多い週末のみに絞っている。今後は、情報の信頼度向上の鍵となる実況データ提供者の質的・量的、両面での拡充にさらに努め、山岳レクリエーションの雪崩安全に寄与していくものである。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

19

11/12 シーズン・山岳域における雪崩死傷事故（速報）

○出川あずさ・横山巌（日本雪崩ネットワーク）
池田慎二（土木研究所 雪崩・地すべり研究センター）

1. はじめに

11/12 シーズン、雪崩による死傷事故が 6 件発生し 6 人が亡くなり、3 人が重症を負った（4 月 2 日現在)。この内、5 つの事故について現地調査を実施したので報告する。

	日付	場所	都道府県	怪我	死亡	区分	行動
1	2012/1/28	白馬・犬川上流	長野県	0	1	山岳	SK
2	2012/2/1	玉川温泉	秋田県	0	3	施設	OT
3	2012/3/10	白馬乗鞍岳・親沢	長野県	1	0	山岳	SB
4	2012/3/13	猫魔ヶ岳	福島県	2	0	山岳	SK
5	2012/3/14	谷川岳・天神尾根	群馬県	0	1	山岳	SK
6	2010/3/16	谷川岳・天神尾根	群馬県	0	1	山岳	SB
SK: スキー SB: スノーボード OT: その他							

2. 白馬・犬川上流（長野県）

2012 年 1 月 28 日 12 時 15 分頃、面発生乾雪表層雪崩（size 3、流下標高差 630m）が犬川上流の東～南東面で発生した。破断面は幅 300m 以上、高さ 50～150cm、斜度 30～45 度で、弱層はこしもざらめ雪（粒度 0.5-1.0mm、厚さ 2-10cm)、滑り面は融解凍結クラストであった。

3. 玉川温泉（秋田県）

2012 年 2 月 1 日 17 時頃、面発生乾雪表層雪崩（size 2、流下標高差 150m）が玉川温泉岩盤浴施設上方の北西斜面で発生した。破断面は幅 300m 以上、高さ 70cm、斜度 30～40 度で、弱層はこしもざらめ雪（粒度 0.5-1.0mm、厚さ 2cm）であった。

4. 猫魔ヶ岳（福島県）

2012 年 3 月 13 日 15 時 30 分頃、面発生乾雪表層雪崩（size 1.5、流下標高差 100m）が猫魔ヶ岳北東面で発生した。破断面は幅 50m、高さ 40～60cm、斜度 38 度（断面観測点）で、弱層はこしもざらめ雪（粒度 0.5-1.5mm、厚さ 5-10cm)、滑り面は融解凍結クラストであった。

5. 谷川岳・天神尾根（群馬県）

2012 年 3 月 14 日 11 時頃、面発生乾雪表層雪崩（size 2.5、流下標高差 500m）が谷川岳天神尾根の西斜面で発生した。破断面は幅 40m、高さ 30～50cm、斜度 35 度（断面観測点）で、弱層はこしもざらめ雪（粒度 1.0-1.5mm、厚さ 2cm)、滑り面は融解凍結クラストであった。

6. 谷川岳・天神尾根（群馬県）

2012 年 3 月 16 日、面発生乾雪表層雪崩(size 2、流下標高差 400m）が谷川岳西黒尾根の北東面で発生した。破断面は幅 150m、積雪断面観測点で斜度 38 度であった。調査は事故から 4 日後の 3 月 20 日に実施したため、弱層やスラブなどは不明であったが、融解凍結クラストを滑り面とする雪崩であったことが示唆された。

7. 3 月 10 日からの積雪不安定性

3 月 10 日から 16 日の間で 4 件の事故が起きているが、現地調査および JAN「雪の掲示板」などにより、次の積雪不安定性が報告されている。

3 月 5 日～6 日の降雨と気温上昇で形成された融解凍結クラスト上に、9 日～10 日の南岸性低気圧の降雪層が形成され、その層が再結晶化（FC1)。続いて 11 日に日射を浴びた面で融解凍結クラストが形成し、12 日からの冬型降雪に埋もれ、境界面で再結晶化（FC2）が進んだ。

猫魔ヶ岳は FC1 を原因とし、14 日の天神尾根は FC2 であることが破断面調査で確認されている。また、把握されている周辺の状況証拠から、10 日の親沢は低気圧の降雪層により、16 日の天神尾根は FC1 であると推察されている。

8. おわりに

11/12 シーズンを含めた過去 3 年間で 15 件の雪崩死亡事故が起き、その内 11 件の事故について破断面調査を行っているが、10 件が持続型弱層によるものである。このような持続型弱層の雪崩に対しては JAN が進める山岳積雪コンディションの情報共有と、それを適切に理解するための教育が効果的であると考える。

※各雪崩の写真や破断面のデータ等は http://nadare.jp/incident/を参照のこと。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

20

水の浸透に着目した斜面と平地の積雪層構造の比較：2011-12 年冬期観測結果

○池田慎二・伊東靖彦・野呂智之(土木研　雪崩 C)・勝島隆史(富山高専)・
松下拓樹・坂瀬修(土木研　寒地)・竹内由香里(森林総研　十日町)

1　はじめに

土木研究所　雪崩・地すべり研究センターでは、湿雪雪崩の危険度評価に関する研究に取り組んでいる。危険度評価においては積雪多層モデルを活用し安定度を計算する手法を用いるが、積雪中の水の移動を重視した積雪多層モデルに関する研究は、多くは行われていない。現在、Katsushima, et.al(2009)を基にした積雪多層モデルの活用を検討しているが、このモデルを活用するには、水みちに流れる水の量をパラメーターとして設定する必要がある。これについては、積雪断面観測データに基づいて検討することが考えられるが、今までに蓄積されている積雪断面観測データのほとんどは、平地で観測されたものであるため、斜面積雪にそのまま適用可能であるか疑問がある。このため、平地の積雪と斜面の積雪における水の浸透状況の差異を明らかにするために平地と斜面において同時に積雪断面観測を実施した。本発表では、2011-12 冬期の観測結果について報告する。

2　観測地と観測方法

観測地：森林総合研究所十日町試験地において実施した。平地の観測は露場において、斜面のデータは、勾配 40° の試験斜面(北向き斜面)において実施した。

観測項目：雪温、層構造、雪質、粒度、密度(100cc サンプラー)、硬度(プッシュプル)、含水率(デノス式)

観測頻度：20 日に 1 回の頻度で実施

3　結果

観測は、1/5、1/25、2/15、3/5、3/25 に実施した(4/3 の時点)。

写真1は、1/5の観測時の積雪断面である。平地(写真上)の断面では、明瞭な水道が確認できるのに対し斜面(写真下)の断面では、明瞭な水みちがみられず、積雪下層における水の影響も少ないようにみられた。

しかし、2/15 の観測においては、斜面の方がざらめ雪の占める割合が大きく、より水の影響を受けているようにみられた。この際、水の影響を強く受けているのが局所的なものであるかどうか確認するために観測を行った積雪断面からさらに 1m ほど掘り進んでみると、ざらめ雪層の占める割合が少ない個所があることが確認された。

このため、上記の 2 例のような平地と斜面の積雪における水の影響の差異は、局所的な差異によるものである可能性がある。今後は、観測を継続することに加え、大規模なトレンチを掘って比較する等、空間的なばらつきに対処する観測方法を検討する必要があると考えられる。

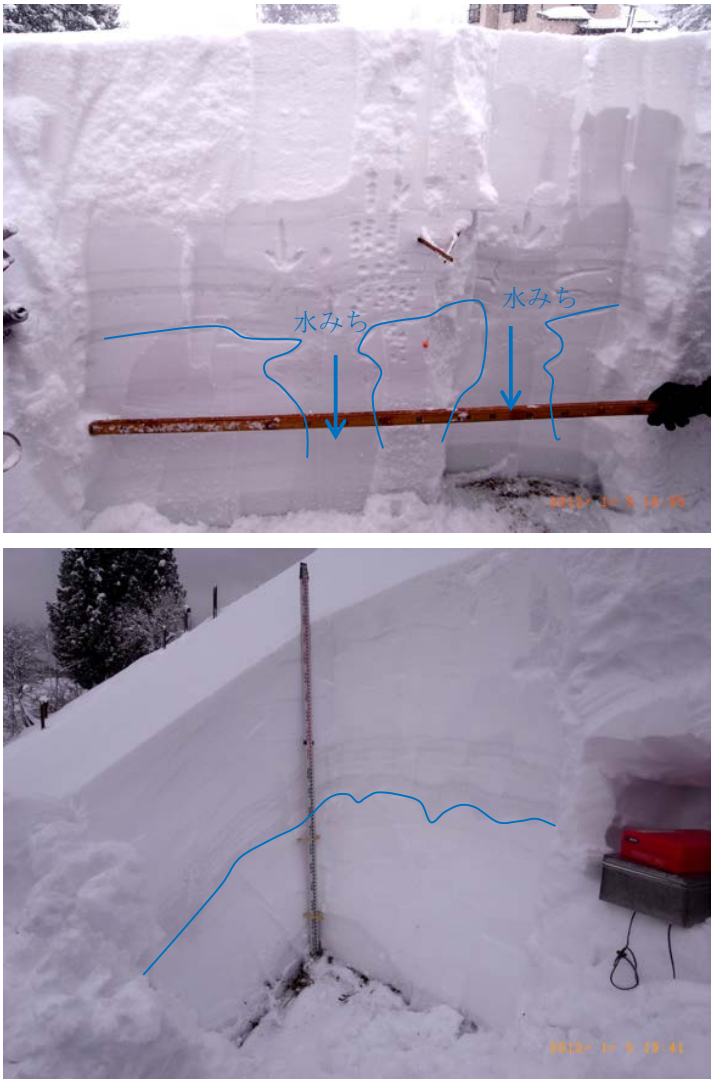


写真 1　1/5 の積雪断面(平地：上、斜面：下)

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

21

日本で観測された雪崩破断面の積雪構造について

○池田慎二・野呂智之(土木研　雪崩 C)・出川あずさ（日本雪崩ネットワーク）

1　はじめに

雪崩の発生には積雪構造が関与していることは古くから経験的に知られており、現場で雪崩対策に従事している人々の間ではそれらの知識が活用されてきた。近年では、これらを統計的に扱う研究も行われ、構造的脆弱性(Structural weakness)という言葉が用いられるようになっている(McCammon and Schweizer, 2002; van Herwijnen and Jamieson, 2005; Schweizer et al., 2007 など)。このような取り組みにおいては、弱層の位置(深さ)、弱層の厚さ、弱層とその上下の層の硬度差および粒度差、弱層のタイプ(持続型または非持続型)といった項目に着目されるが、これらは気候の異なる地域においても共通性がみられるといわれている(Schweizer and Jamieson, 2001)。ただし、弱層の種類に着目すると、それらの出現頻度は気候と関連して地域的な特徴が現れることが指摘されている(LaChapelle, 1966; McClung and Schaerer, 2006)。本発表では、限られた数ではあるが、雪崩破断面において実施された観測結果を基にして日本の山岳地において観測された雪崩破断面の積雪構造の特徴について検討する。

2　結果

筆者による観測および既存の観測データの収集により計 37 事例(うち人為発生雪崩 24 事例)の雪崩破断面における積雪断面観測結果を得た(表 1)。

弱層が破壊層であるものが 34 事例、層境界が破壊層とみられるものは 3 事例であった。表層付近で形成されたこしもざらめ雪弱層 21 事例(57%)、新雪弱層 7 事例(19%)、地面付近に厚く発達したしもざらめ雪弱層 6 事例(16%)と多様な破壊層がみられた。観察されたこしもざらめ雪弱層の 67%(14 事例)は、弱層の下に融解凍結クラストのすべり面を伴うものであった。人為発生雪崩における弱層の種類を図 1 に示した。日本において観測された事例においては、スイス、カナダと比較するとこしもざらめ雪と新雪が多いこと、表面霜の観測事例がないことが特徴的である。一方、弱層の位置(深さ)、弱層の厚さ、弱層とその上下の層の硬度差等については、スイス、カナダと大きな差はみられなかった。

表 1　収集された雪崩事例

No.	場所	発生日	調査日	トリガー	負傷(人)	死亡(人)	出展
1	志賀高原前山	1996/1/26	1996/1/28	人為		1	河島克久
2	ニセコ春の滝	1998/1/28	1998/1/29	自然		1	McEiwaine et al., 2000
3	八方尾根ガラガラ沢	2000/2/19	2000/2/23	人為		3	池田/SPIN
4	栂池高原栂の森	2001/2/15	2001/2/15	人為			池田/SPIN
5	八方尾根崩沢	2002/1/5	2002/1/6	自然			池田/SPIN
6	上高地スーパー林道	2005/1/5	2005/1/7	自然			山口他2004
7	八方尾根丸山ケルン付近	2005/1/14	2005/1/19	自然			池田/SPIN
8	八幡平恵比寿沢	2005/1/23	2005/1/24	人為		1	小杉・阿部, 2005
9	妙高前山	2006/1/28	2006/1/29	人為	3		池田/SPIN
10	五竜小遠見尾根	2006/4/9	2006/4/10	自然			SPIN
11	栂池高原ヒヨドリ峰	2006/4/9	2006/4/9	人為			SPIN
12	立山雷鳥沢	2007/4/18	2007/4/20	人為		1	池田/SPIN
13	上ホロカメトック山下降ルンゼ	2007/11/13	2007/11/17	人為	1		尾関他, 2008
14	上ホロカメトック山化け物岩	2007/11/23	2007/12/11	人為	1	4	尾関他, 2008
15	妙高三田原山	2008/2/1	2008/2/2	人為			SPIN
16	ニセコニトヌプリ	2008/2/8	2008/2/10	人為	1		山野井他, 2009
17	妙高三田原山	2008/2/28	2008/2/29	自然			池田/SPIN
18	白馬47スキー場	2008/3/2	2008/3/3	自然			池田/SPIN
19	八方尾根崩沢	2009/1/14	2009/1/14	自然			池田/SPIN
20	八方尾根無名沢	2009/1/25	2009/1/26	人為	1		池田/SPIN
21	車山	2009/2/23	2009/2/29	人為			池田/SPIN
22	栂池高原ヒヨドリ峰	2009/3/7	2009/3/7	人為			SPIN
23	那須岳	2009/4/2	2009/4/4	人為		1	阿部・小杉, 2009
24	尻別岳	2010/1/16	2010/1/18	人為	1	1	池田/SPIN
25	志賀高原前山	2010/2/6	2010/2/8	自然	2		池田/SPIN
26	乗鞍岳位ヶ原	2010/2/23	2010/2/24	人為		1	SPIN
27	蔵王熊野岳	2010/3/12	2010/3/14	人為		1	池田/SPIN
28	立山国見岳	2010/11/30	2010/12/1	人為	3	2	池田/SPIN
29	車山		2011/2/22	自然			SPIN
30	志賀高原池の塔山	2011/3/5	2011/3/9	人為			池田/SPIN
31	車山		2011/3/12	自然			SPIN
32	小日向山	2011/3/12	2011/3/14	不明		3	池田/SPIN
33	車山	2011/3/26	2011/3/28	人為			SPIN
34	犬川上流	2012/2/28	2012/1/29	人為		1	池田/SPIN
35	玉川温泉	2012/2/1	2012/2/4	自然		3	池田/SPIN
36	猫魔ヶ岳	2012/3/13	2012/3/14	人為	2		池田/SPIN
37	天神尾根	2012/3/14	2012/3/16	人為		1	池田/SPIN

※SPIN:日本雪崩ネットワーク運営の情報共有システム
(http://spin.nadare.jp/top.html)

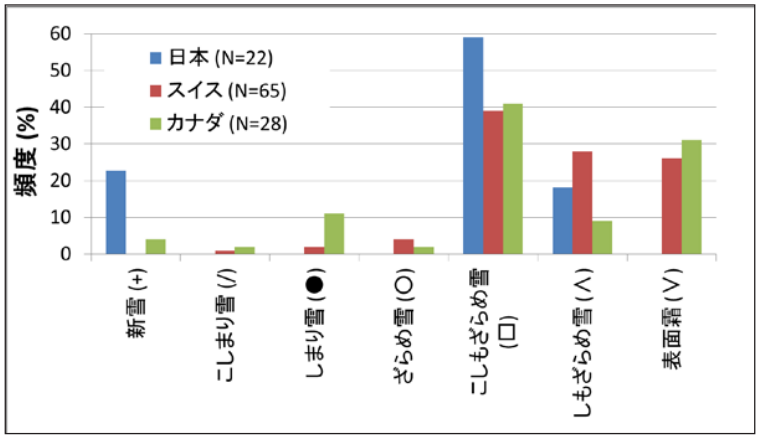


図 1 日本、カナダ、スイスで観測された人為発生雪崩の弱層の種類
(McCammon and Schweizer, 2002 に日本のデータを加えて作成)

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

22

雪崩に対する森林の減勢効果
－妙高・幕ノ沢を対象とした運動モデルによる実験－

竹内由香里（森林総研十日町試験地）・西村浩一（名古屋大学）・Abani Patra（University at Buffalo）

はじめに 妙高山域の幕ノ沢で2008年2月17日に発生した大規模な乾雪表層雪崩により，多数の樹木が倒壊した．スギ人工林を対象に倒壊状況を調査した結果，雪崩によるスギの折損は，林縁付近で最も甚大で，林内に入るにつれて軽微となり，雪崩の痕跡は林縁から130 mほどの林内で途絶えたことがわかった．この調査結果に基づき，スギの幹が折れる曲げ応力から逆算して，雪崩は26～31 ms^{-1}以上の速度でスギ林に流入し，林内を進みながら減速して，林縁から約130 mの地点で速度が0 ms^{-1}になったと推定された（Takeuchi et al., 2011）[1]．本研究では，雪崩が林内で減速，停止したことに対するスギ林の効果を調べるために，幕ノ沢を対象とした運動モデルを用いて雪崩の流下を再現し，底面摩擦角を変えてスギ林の有無による雪崩の速度や到達距離の比較を行なった．

方法 計算には，運動モデルTITAN2D (Pitman et al., 2003)[2] を用いた．TITAN2Dは，土石流や火砕流を想定した乾燥粒状体の運動を実際の地形（GIS）上でシミュレーションする目的で開発されたモデルで，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hと流れ方向の速度v（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と運動量保存式で与えられる． このモデルで2008年の大規模雪崩の流下を再現し，到達距離が調査結果に近くなるように底面摩擦角の最適値を林外，林内各々について試行錯誤で求めた．スギ林が無い場合を想定して，林内の底面摩擦角を林外と同値にして実験した場合の雪崩の速度変化や到達距離を調べた．

結果と考察 運動モデルの内部摩擦角を20°，底面摩擦角μを12～20°と変えて計算した結果，μ= 13～14°のときに幕ノ沢源頭部の発生区からスタートした雪崩の到達点が，実際の最長到達点に最も近くなることがわかった．また，堆積区において雪崩が流入したスギ林の上端（林縁）の位置から，上述の調査や推定の結果に基づいて 30 ms^{-1} の初速度で雪崩をスタートさせる数値実験を行なった結果，雪崩の到達点はμ = 25°のときに林縁から約130 mとなり，調査結果をよく再現できた（図1）．すなわち，本研究で対象とする2008年の幕ノ沢雪崩の底面摩擦角は 13～14°，雪崩が流入したスギ林の抵抗は底面摩擦角 25°に相当すると考えた．運動モデルによりスギ林上端部から初速度 30 ms^{-1} で流下させた雪崩の流下距離と速度の計算結果を図1に示した．μ=25°のときに，調査結果や幹が折れる曲げ応力から推定した到達距離をよく再現できた．もしスギ林が無かったとしたら，雪崩は底面摩擦角 13～14°のままで流下すると考えられるので，図のように到達距離はスギ林上端から310～350 mとなり，スギ林内を流下した実際の到達点より，200 mも遠くまで達した可能性を示している．μ=13～14°と25°で計算した場合の速度や到達距離の違いが，雪崩に対するスギ林の減勢効果を表わしていると考えられる．

1) Takeuchi et al., 2011, Annals of Glaciology, 52(58), 119-128.
2) Pitman et al., 2003, Physics of Fluids, **15**, 3638-3646.

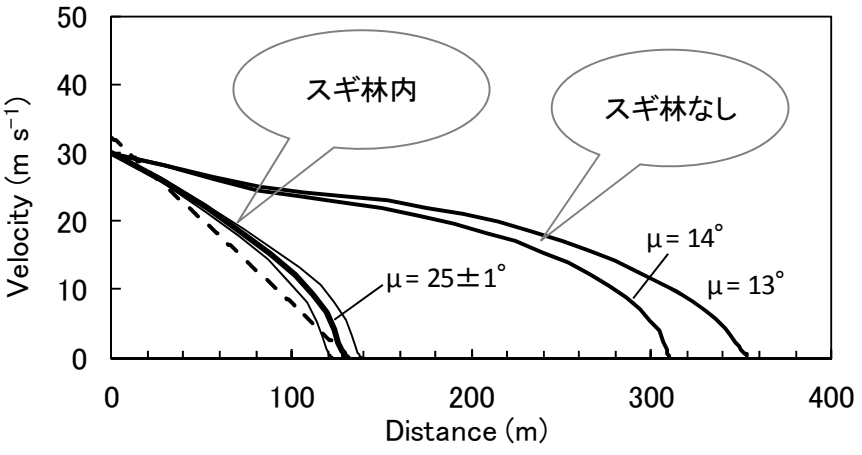


図1 スギ林上端の位置からスタートさせた雪崩の流下距離と速度の変化．初速度（林に流入した速度）を30 ms^{-1}として計算．μは底面摩擦角．破線は幹の曲げ応力から推定した速度変化．

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

23

震動台による積雪の震動実験（序報）

上石勲、（防災科研・雪氷）、町田敬（町田建設）、加藤務（テクノかとう）

1. はじめに

2012年3月12日に発生した長野県北部では多数の表層雪崩、全層雪崩が発生した。その発生のメカニズムを解明するために、積雪の震動台実験を行った。湿雪の震動台による大規模な実験は今回が初めての例であるので、実験方法の確立も目的とした。

2. 震動台の概要

装置は永久磁石震動加振装置で震動させている。水平震動台（2×2m）と垂直震動台(0.5×0.5m)があり、垂直震動台を水平震動台上部に設置することによって2軸の震動を同時に与えることもできる。装置は雪氷防災研究センター低温室（-5～0℃）に設置した。載せることができる試験体の重量は垂直震動台で約40kg、水平震動台で1500kgである。積雪内と震動台に設置してある加速度センサーの電気的信号を記録するとともに、破壊現象を記録するためにビデオ撮影を行った。

3. 積雪試験体の切り出しと固定方法

勾配を持った自然積雪を震動台に固定するために、つぎのような手順を考案した。
①試験体底面合板を平地積雪の断面に勾配を付けて差し込むみ、さらに背面、側面をスノーソーで切り出し後、試験体を平面に立てる(図1)。
②低温室まで移動（数枚の合板上を滑らせて）し、チェーンブロック(小さな試験体の場合は人力)で震動台上に設置する。

震動台上面に約10ｃｍ突き出したねじに積雪底面を差し込んだほか、大きな積雪試験体では積雪内部にＬアングルなどを貫通したり、小さな試験体では積雪の周りに補強板を設置するなど、試験体の固定について工夫した。

図1積雪サンプルの切出し

4. 実験結果

垂直震動台に試験体を載せ、正弦波震動制御システム(加速度を一定として周波数と振動数を自動制御)によって震動を与え、破壊の状況を観測した。与えた加速度は50～600galで、加速度を大きくすると、試験体の共振により震動台から外れて転倒する状況も見られたため、上記のような固定方法を考案した。また、弱層を左右、前後4方向から一定の幅で削って上載荷重による駆動力を大きくした。積雪の弱層は断面観測から把握し、弱層の剪断強度をシアフレームを用いて測定するとともに、積雪密度と弱層の上部層の厚さから上載荷重を求めた。弱層の種類は降雪結晶とぬれざらめ雪であった。

表1 積雪振動実験結果の一例

震動	駆動力		弱層剪断強度	積雪安定度	破壊状況
	重力	震動			
gal	Nm^{-2}	Nm^{-2}	Nm^{-2}		
50	78.6	4.0	300	3.63	×
100		8.0		3.46	×
200		16.0		3.17	×
300		24.1		2.92	○

図2振動による積雪の破壊

表1は水平震動実験結果の一例を示したもので、加速度を50,100,200,300galとしそれぞれ周波数を1～10Hzまで5分間で増加させ、破壊しなかった場合は×としてある。この場合、加速度300galで周波数が約2.0Hzとなった時に、降雪結晶の弱層を境に積雪が破断した。ここに示す震動による駆動力は $W k \cos^2\theta$（水平震度）、$W k \cos\theta \cdot \sin\theta$（垂直震度）によって求めたものである。図2はぬれざらめ雪を弱層として破断した例である。

同じ試験体で行った水平と垂直の2種類の震動実験では、破壊時の震動を考慮した積雪安定度は、水平では1.75であったのに対し垂直では0.58と小さかった。また、弱層が降雪結晶では2.7～3.7と大きな値で破壊しているのに対し、ぬれざらめ雪では1.2～2.0の場合が多かった。

5. **今後の予定**　本実験をもとに、さらに各種条件での実験と解析を進める予定である。

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

24

雪氷防災研実験斜面における積雪観測

○上石勲、平島寛行（防災科研・雪氷）

1. はじめに

斜面上の積雪の状況を把握することは、雪崩発生予測のために重要である。防災科学技術研究所雪氷防災研究センター構内にある実験斜面と平地での断面観測を 2012 年 1 月中旬から 3 月下旬までほぼ 1 週間ごとに実施してきた。実験斜面は西向き、勾配 35 度、斜面長 50 mで、表層は草地または一部表面土壌が露出している。平地での積雪観測点は斜面から観測露場を挟んで東側約 100m に位置している。

2. 観測結果

観測露場ならびに斜面、平地での積雪深は、2 月下旬まではほぼ同様の傾向で推移し、最大で約 2m となった。しかし、3 月になり気温が上昇すると、斜面の積雪深の方が小さく、3 月末には平地の 1/2 となり、消雪も 10 日以上早かった(図 1)。

雪質は、1 月～2 月にかけてしまり雪の層が数層見られたが、斜面ではざらめ雪の割合が多く(図 2)、3 月にはほぼ全層ざらめ雪となった。密度については全体的に斜面の方が小さい傾向にあった。また、平地では氷板の上のしまり層やしまり雪とざらめ雪の層境界上部に含水率の高い層が見られたが、斜面では少なかった。地面から 50cm までの密度、含水率測定値の平均値の時系列変化からも同様な傾向が見られた(図 3)。これらの原因としては、斜面と平地との気象条件の他に、斜面方向への水の移動状況が異なることが関連しているものと考えられる。

今後は、積雪変質モデルとの比較を行う予定である。

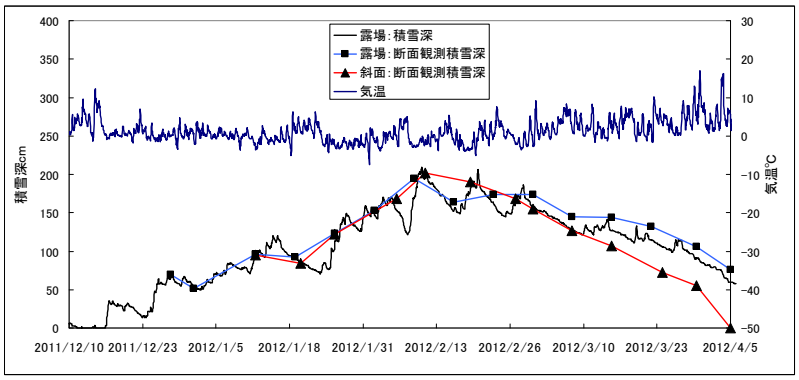


図 1　積雪深・気温の変化

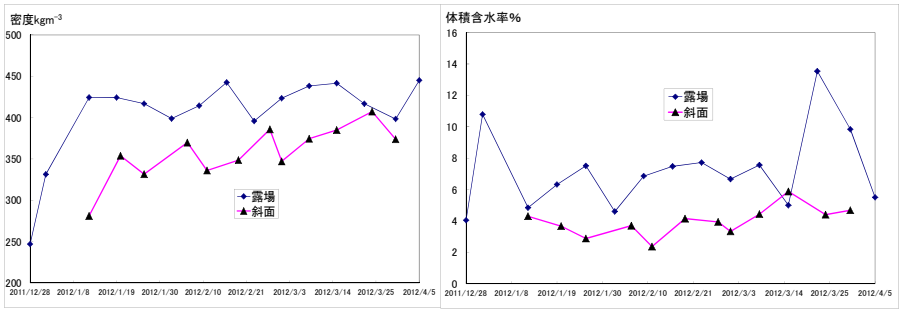


図 3　地面から 50cm の密度、含水率の測定値の平均

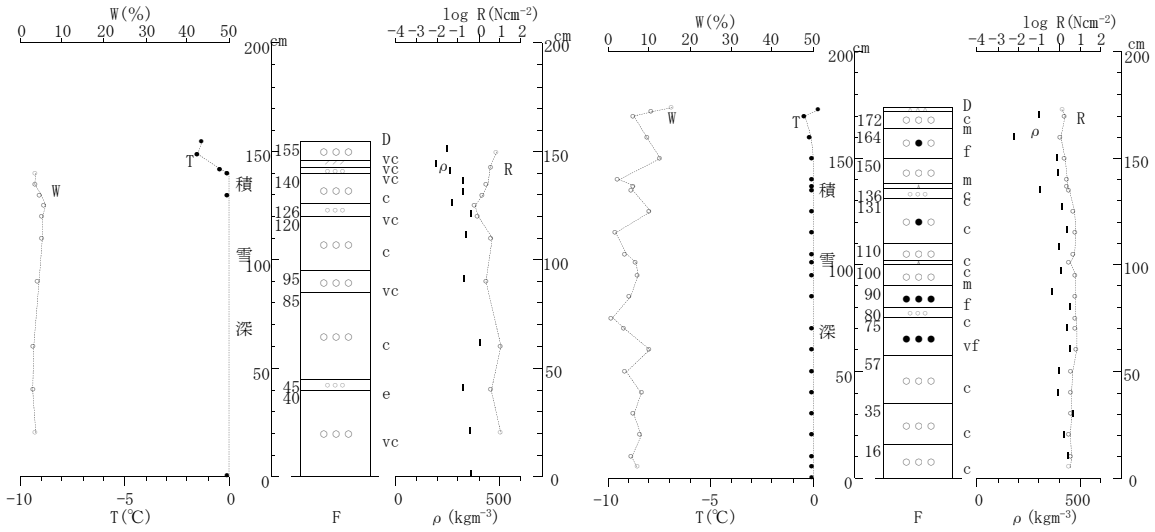


図 2　積雪観測結果（左：斜面　右：平地　3 月 1 日）

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

25

穂高岳涸沢雪渓の経年変化の資料収集

神田健三（中谷宇吉郎雪の科学館）

北アルプス穂高岳の涸沢雪渓について、筆者が所属した信州大学の学生サークル自然科学研究会が1968年に調査を開始し、主に融雪末期の年々の規模を記録してきた。調査は学生とOBにより1987年まで20年間続いた。その後、各地の雪渓が全般的に大きく残った1989年、筆者らがセスナ機で涸沢を含む北アルプスの広域の写真撮影を行い、空撮は1996年まで続けられた。2011年夏、筆者は涸沢に24年ぶりに入山し、それを機に、これまでの空白期間の記録収集を行った。デジタルカメラの普及で日付のわかる写真が集まれば、雪渓の記録の欠落を補えると考えたからである。幸い、山小屋や山岳写真家からの協力が得られ、又、林野庁の空中写真を収集し、1967年以降の45年間で記録がないのは2005、2007の2年のみとなった。

涸沢雪渓の資料の多くは斜め写真で、平面図化と数値化は今後に残され、又、全般的な解析も今後の課題であるが、いくつかの事実を紹介する。

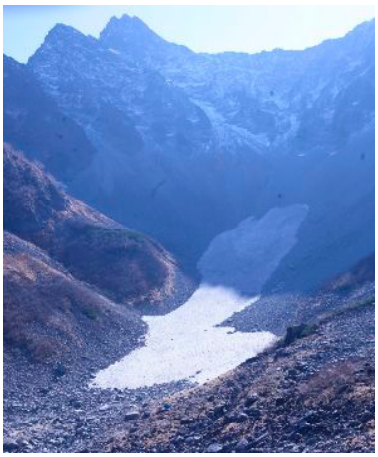
① 比較的に大きかった年　1967～69，72～77、81、87，89（最大），92～93，96，2011年

② 消滅したか僅少だった年　1991，94、97～99、2004　（下線は完全消失年）

③ 土石流が発生して雪渓の一部を蔽った年　1980，83，88，90，93，95、97、2003

融雪末期の雪渓の規模には、涵養・消耗の様々な要素が反映され、その他の自然環境の変化も反映される。関係者と連携し、今後も永く穂高・涸沢の雪渓の変化を記録していく道を探っていきたい。

1989.10.9 観測史上最大



2011.11.4
（藤家道義）

1975.5.5　なだれ跡

1997.7.20 土石流跡（鈴木悦子）

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

26

北アルプス涸沢圏谷における GPS を用いた積雪深の観測

○佐々木明彦・槇　拓登・鈴木啓助（信州大学）

1. はじめに

上高地を中心とした槍・穂高連峰の山岳域は，信濃川水系梓川の最上流域に相当する。梓川の源頭部には涸沢，岳沢，槍沢，一ノ俣谷，二ノ俣谷など，圏谷地形を有する谷が並び，圏谷を中心に多量の積雪がみられる。これらの積雪水量の把握は，水資源の賦存量を算定する上で重要であるだけでなく，同流域の積雪水量の年々変動をとらえることで地球環境変動の一端を明らかにすることにつながるであろう。そこで，梓川上流域の各谷頭部における最大積雪水量を見積もり，融雪過程の解析を実施することを当面の目的として，本研究では涸沢圏谷の圏谷底において，2011 年 4 月に積雪深の実測を行った。

2. 対象地域

涸沢圏谷は，奥穂高岳（3192 m）を流域最高点とする，日本における最大規模の圏谷のひとつである。標高 2300～2400 m 付近には広い圏谷底がみられ，そこから涸沢本谷が流れはじめ，横尾谷となって梓川と合流する。涸沢圏谷は北アルプス主稜線の東側に位置するため，冬季に多量の積雪がみられ，積雪は夏季遅くまで残る。

3. 方法

GPS 測位により積雪面の標高を求め，積雪面標高と地表標高との差分をもって積雪深とする。今回の観測では，MAGELLAN 社の ProMark 3 と外部アンテナを 2 セット使用し，それぞれを基地局と移動局とした。座標の決定は両局の相対測位の結果にもとづく。すなわち，単独測位では，大気や電離層の状況，時計の誤差など共通要因による誤差が生じるが，相対測位では 2 地点における単独測位の相対的なベクトルを計算することで，共通要因による誤差が相殺され，精度の高い位置情報が得られる。基地局は電子基準点を用いたスタティック測位により位置決定された。一方，移動局は，アンテナを高さ 1.8m の測量ポールに取り付け，ポールの石突が積雪面に触れるように保持し，徒歩により移動させた。測位のインターバルは 2 秒ないし 5 秒とした。つまり，移動局の軌跡が積雪面の座標となる。得られた測位結果は，楕円体高をジオイド高で補正し，標高データに変換した。地表の標高データには基盤地図情報数値標高モデルを用いる。これを内挿補間して便宜上 1m間隔の地表座標を用意した。

4. 結果

2011 年 4 月 15-17 日に GPS 測位を実施し，圏谷底における積雪面の座標データを得た。実測して得られた積雪面上の座標とその xy 座標に水平距離が最も近い地表座標との標高差をとって積雪深とした（図 1）。

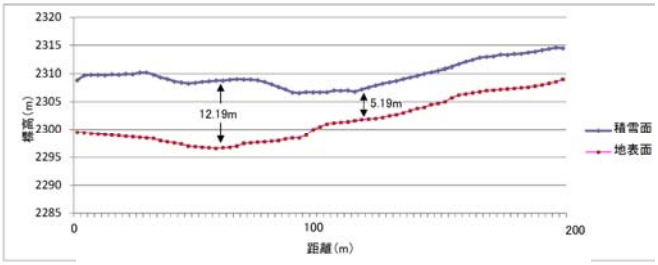


図 1　GPS 測量によって求めた積雪深

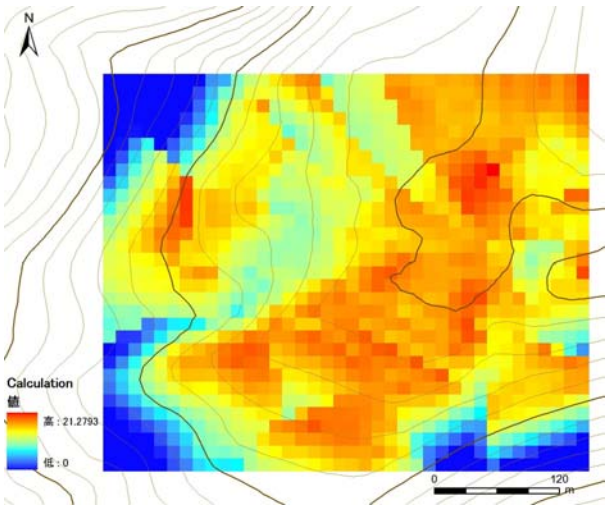


図 2　推定された積雪深分布

移動局の軌跡間の積雪面標高は，内挿補間によって求め，積雪面と地表面の標高それぞれを 10m セルで示した。そして，前者から後者を差し引いた値を積雪深とし，平面図に示した（図 2）。10m セルで表された平面図では，最大積雪深は約 21m と算定された。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

27

雪結晶配置の縦と横・再考 －中谷先生没後50周年を記念して－

○和泉 薫(新潟大・災害研)、納口恭明 (防災科研)

1.はじめに

中谷先生はベントレーの写真集『Snow Crystals』に魅せられて、雪の研究に着手したと言われている。この写真集中の雪結晶（六方対称）のほとんどが、対称軸の一つを水平（横型）にして配置されている。中谷先生は初期の論文中で雪結晶写真をベントレー流に横型に配置していたが、人工雪作成に成功した頃以降は、雪結晶の写真や模式図のほとんどを、対称軸の一つを垂直にする縦型配置に変えている。この変わり様は、雪の研究の過程で、土井利位の『雪華図説』に典型的に見られる六角形を縦型配置にする日本の伝統文化に気付いたからと考察した。また、雪結晶スケッチの国による縦型・横型配置の違いは、文字の縦書き・横書き文化に由来すること、ベントレーは配置が自由な写真であってもスケッチ時代の横型配置に固執し、現在でも世界中においてデザインなどに利用されアメリカ文化とも言える雪結晶写真集を作り上げたことも明らかにした(和泉，2006)。すなわち、雪結晶などの六角形の配置であっても各国の伝統文化に大きく影響されるのである。ここではいくつかの国の伝統文化と雪結晶配置との関係について調べた結果を報告する。

2.紋章文化による縦型配置

アルファベットは横書きであるので、ヨーロッパでは横型配置の雪結晶デザインが多いかというと英国やドイツ（ドイツ語圏）では縦型デザインの方をよく見かける。これらの国々における代表的文化は紋章文化である。紋章は戦場において騎士が彼我を区別するため平らな広い面をもつ楯に模様・図案を付けたことに始まる。一般的な楯はU字形をしており対称軸は垂直の1本しかなく縦型と言える.その後本来の目的を失い種々の装飾がつけられ家系や武勲を誇るシンボルとしての伝統文化になっていったが、基本は楯の形の縦型である。この紋章文化が根底にあるため、アメリカ文化としてのベントレーの写真集（横型配置雪結晶）が入ってきても、雪結晶デザインの縦型配置の優位性は変わらないと考える。紋章を調べる過程で、縦型の樹枝状結晶が模様として楯にデザインされた紋章を見つけた。この紋章は上記の推察を裏付けている。

3.国土の形による縦型配置

フランスにおいても雪結晶デザインの配置は縦型をよく見かける。これは紋章とは別の文化によることを以前述べた(和泉，1998)。フランス本土の形が地図上では縦型の六角形になっているため、六角形を意味するフランス語 hexagon にはもう一つ「フランス本土」という意味がある。従って雪結晶デザインも、ナショナリズムを喚起する形である縦型六角形に配置するは当然のことである。それを実証する物を探していたが、最近発行されたツール・ド・フランス100周年の記念切手に見つけることができた。切手の背景がフランス本土になっていて、その外縁に沿って縦型六角形状に目打ちが入っている変形切手になっており、国土と同じ縦型六角形を強く意識してデザインされていることがわかる。

4.津波で滅失した大浦六角堂の配置

フランス国土と同様、対称軸の一つを南北方位軸に合わせた六角形の事例を、東日本大震災の津波によって滅失した岡倉天心ゆかりの五浦六角堂（茨城県北茨城市）の再建計画に見つけることができた。六角堂は創建時、六角形の基礎の対称軸の一つが南北方向に配置されていたことがわかっている。岡倉天心は西洋文明の荒波が日本に押し寄せていた時代に日本美術の真価と日本人の心を広く世界に伝えたいという情熱からこの六角堂も建てたという。従って六角堂の向きを日本の伝統的な六角形の縦型配置（南北方位軸を対称軸の一つに一致させる）としたことも、フランスにおける六角形の縦型配置の文化と相通ずるものがある。

5.まとめにかえて

以上のように伝統文化は雪結晶デザインの配置にも大きく影響していることがいくつかの国の事例を調べることでわかった。大学でアンケート調査すると雪の結晶らしいデザインは縦型配置とする学生数が最も多い。日本の伝統的な六角形の縦型配置文化に無意識のうちに染まっているのであろう。中谷先生が研究の過程で雪結晶の横型配置を縦型配置へと変えてしまったのは日本人としては無理からぬことなのであろう。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

28

加賀市の氷室・雪穴跡と雪氷利用

竹井巖(北陸大)、神田健三(雪の科学館)、河田脩二(金大名誉教授)

１．はじめに

日本海に面した積雪地域では、冬の雪を夏まで貯蔵して利用することが古くから行われてきた。加賀市域においても明治から昭和期にかけて貯雪施設(氷室・雪穴)が設置され利用されていた。このことは雪氷冷熱エネルギーの利用例の観点から興味深いものがある。加賀市の貯雪施設の分布･現況と利用実態を報告する。

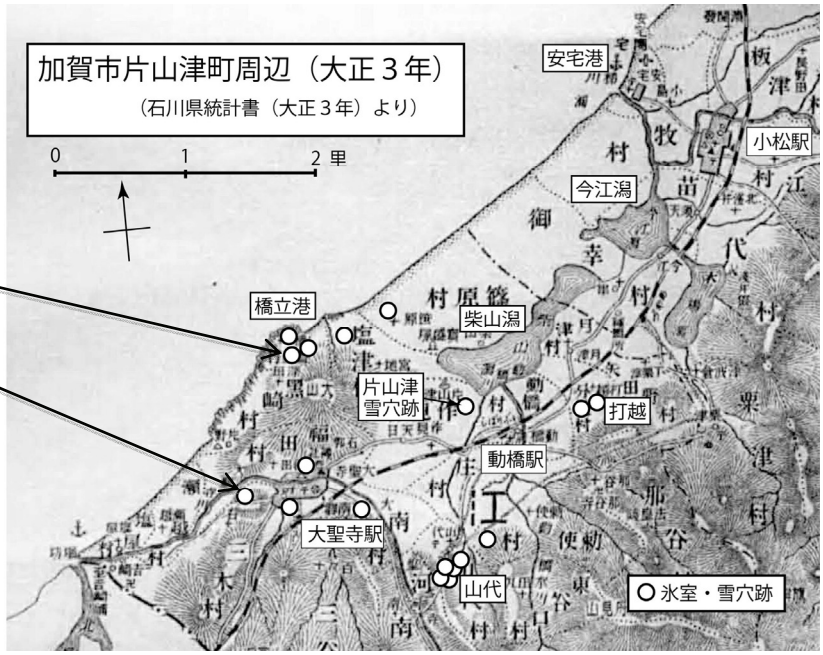
２．貯雪施設(氷室・雪穴)の分布

石川県統計書によると、加賀市域（大聖寺・旧江沼郡）の大正 14 年における登録雪貯蔵業者数は、記録上最大数の 27 を数える。この地域に、貯雪施設が少なくとも 27 箇所は設けられていたことを意味する。

これまでの調査によると、大聖寺藩の城下町であった大聖寺地区に 4 箇所、海岸や柴山潟の周辺に位置する橋立・片山津地区に 8 箇所、温泉や保養施設のある山代・山中地区に 10 箇所の計 22 箇所の氷室･雪穴が確認できた。（なお、大聖寺地区には、平成 15 年に復元された時鐘堂下部へ新規の氷室が設けられている）

３．氷室・雪穴跡の現況

上記貯雪施設の多くは、危険防止のため埋め戻され、土地造成等で消失している。しかし、いくつかは土坑が現存し、貯蔵の実態把握に資することの可能なものもある。土坑の残存良好なものとしては、橋立地区の港の西側丘陵上の雪穴跡(5m×4m×深さ 3.5m 直方体状)、橋立出水神社境内の雪穴跡(径 7m 深さ 5m のすり鉢状)、および大聖寺地区の荻生町稲荷神社境内の氷室跡(5m×7m×深さ 4m 逆角錐状)がある。また、埋め戻されているが、痕跡が確認されるものも片山津地区（4m×7m 文献(1)）や山代地区に認められる。



４．貯雪施設(氷室・雪穴)の利用実態

上記貯雪施設による貯蔵雪の利用が大正期から昭和初期にかけて盛んであったことが、聞き取り調査等で窺えた。大聖寺地区の氷室は、氷室の日の祝いの氷や魚屋料亭の保冷用途に、橋立・片山津地区は鮮魚の保冷運搬用途に、山中・山代地区は魚屋料亭等の生鮮食料の保冷用途および熱冷まし等の医療用途に使用されていた。特に、片山津地区の貯蔵雪が鉄道を利用した鮮魚長距離輸送の保冷用途であったことは注目される。

＜関連文献＞

(1)竹井「大正期における石川県の氷室(雪室)と鮮魚鉄道輸送」（2008）北陸大学紀要、第 32 号、ｐ.155-166.
(2)竹井、神田、小川「石川県の氷室(雪室)の調査リスト」（2009）北陸大学紀要、第 33 号、ｐ.109-124.

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

29

多雪農山村地域における親雪の取組み―震災犠牲者追悼「雪あかり木島平」の実施―

西田徹也（木島平村役場）・○山口健太郎（木島平村教委）・内藤正巳（木島平村役場）

１．はじめに

雪が生活や生業に大きな支障をもたらしている現代の多雪農山村地域では、住民が雪に対して良い印象を持てず、ひいては自らの地域に愛着や誇りを持つことができなくなっている。これを打開するには、住民の雪に対する捉え方を変えることが必要といえる。そのきっかけ作りの場としては、大規模な観光イベントではなく、家族や集落を対象とした小規模な取組みが有効と考えられる。そこで著者らは、長野県木島平村においてスノーランタン[1)]を用い、東日本大震災等の犠牲者追悼を目的に「雪あかり木島平」を2012年3月10日に行ったので、その取組みを報告する。なお、著者らは、総務省の「地域おこし協力隊」制度により、都市域から木島平村に任期付で移住し、地域活性化等の取組みに携わっている。

２．企画

スノーランタンは、雪を筒状に加工して作った灯篭であり、くずかごと一升瓶を使用して簡単に作ることができる。このスノーランタンを、木島平村往郷地域にある根塚と呼ばれる小高い丘の斜面全体に並べ、灯りを灯す企画を立てた。そして、村内ケーブルテレビ等を利用し、企画を広告した。同時に、各家庭でもスノーランタンを作り、全村で震災犠牲者を追悼することを呼びかけた。

図1　親子でのスノーランタン作りの一場面。簡単に作れることを実感した様子だった。

３．実施状況

当日（3月10日）は、日中にスノーランタンを作成した。作成にあたっては、図1に示すように、親子など数多くの方が駆け付け、作業に参加された。そして、5時間で約400個のスノーランタンを作ることができた。夕方からは、スノーランタンにろうそくを入れ、点灯作業を行った。点灯が完了すると、スノーランタンの灯りが根塚を埋め尽くした。図2に点灯後の様子を示す。ろうそくの灯りは約2時間灯り続け、訪れた方は雪を通したやさしい灯りを楽しむとともに、震災犠牲者の冥福を祈っていた。日中と夜を合わせて、延べ33名が参加された。一方、自宅で家族と一緒にスノーランタンを作られた方もおり、「簡単にできて、しかも、きれいだった」、「震災犠牲者に追悼の気持ちが届いたのでは」などの感想を寄せていただいた。

図2　点灯後の様子。離れた場所からも灯りが確認でき、美しい光景を演出した。

４．総括

本取組みの特徴は、村外出身者が企画し、村民を巻き込んで実施したことである。同様の取組みは、山形県最上町でも行われており、著者らと同様の地域おこし協力隊員が観光協会と連携し、草原に1000個のスノーランタンを灯す「灯々祭」が2012年3月17日に実施された[2)]。このように、寡雪都市地域から来た者の雪に対する新鮮な見方は、多雪農村地域住民の雪に対する印象を変えるきっかけを提供できる可能性がある。著者らは、今後も継続的に取組みを行い、村民が雪に親しみ、雪を貴重な地域資源として捉えられるきっかけ作りの場を提供したいと考えている。なお、ご協力いただいた村民各位、および実施にあたり便宜を図っていただいた木島平村役場関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

1) 日本雪氷学会北海道支部設立50周年記念誌編集委員会（編）：雪氷教育レシピ．雪氷研究の系譜―北海道の雪氷から世界の雪氷圏まで―，日本雪氷学会北海道支部，pp. 239-258，2009.

2) 灯々祭―とうとうさい―，http://toutou-festival.jimdo.com/（2012.4.3 閲覧）.

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

30

福井県における近年の大雪時の雪の単位荷重

前田博司・茶木厚博（福井工業大学）

はじめに

平成18年および平成23年寒候期はいずれも大雪で、福井県においても多くの建物被害が発生した。ここでは、このときの雪の単位荷重について検討した結果を報告する。

雪の設計用単位荷重

建築物の設計用積雪荷重の算定に用いる雪の単位荷重は、建築基準法施行令86条で「積雪量1cmごとに1m²につき 20N以上。ただし、多雪区域ではこれと異なる定めをすることができる。」とされており、福井県においては30N以上と定められている。

積雪状況と建物被害

平成18年と平成23年の福井における最大積雪深と福井県内の建物被害を表1に示す。

表1　最大積雪深と建物被害[1)]

寒候期	最大積雪深（福井）	住家被害（棟）			非住家被害（棟）		
		全壊	半壊	計	全壊	半壊	計
平成18年	95cm	1	2	3	38	14	52
平成23年	119cm	2	2	4	32	25	57

両寒候期ともほぼ同等の積雪があり、被害も同程度である。被害建物はすべて木造であった。

積雪荷重および単位荷重の推定

気象データ[2)]から積雪荷重を推定した。すなわち、積雪継続期間内で日平均気温が降雪上限温度未満の日の降水量を雪としての有効降水量とし、そこから融雪量を差し引くことで積雪量（水当量）を推定した。融雪量は、日平均気温が融雪下限温度を超えた日の温度差を合計し、その値で累計降雪量を除することによって 1℃当たりの融雪量を求め、その日の温度差を乗じることで日融雪量を求めた。積雪荷重は積雪量を重力に換算することで求められる。ここでは、降雪上限温度を 2℃、融雪下限温度を 0℃とした。こうして推定した値を平成18年の実測値（1/6 大野・1/11 福井）と比較した結果、推定値は実測値の 96%（大野）および 95%（福井）とやや下回ったが、誤差はわずかであり、推定値は妥当なものであると考えられる。

雪の単位荷重は積雪荷重を積雪深で除すことによって求められる。その結果が図1および図2である。

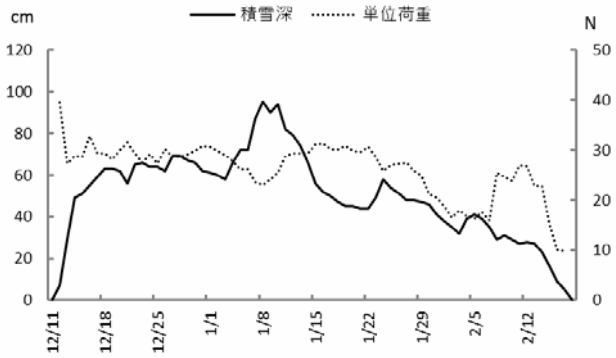


図1　平成18年の積雪深と単位荷重（福井）

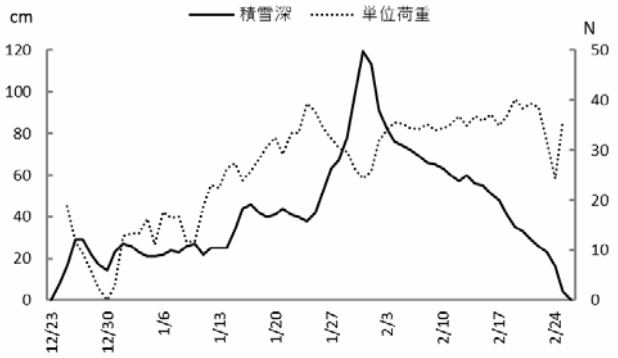


図2　平成23年の積雪深と単位荷重（福井）

図より、寒候期の降積雪状況によって単位荷重の変化の様子は異なるが、積雪深のピークでは積雪 1cmあたり 1m²につき 25kN前後で一定であり、設計用の 30kNより小さい値であったことがわかる。

《参考文献》　1）総務省消防庁 HP・災害情報：http://www.fdma.go.jp/bn/2012/detail/739.html
2）気象庁 HP・過去の気象データ検索：http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

31

消防庁データに基づく 2011/2012 冬期の雪害　－過去の豪雪年との比較－

佐藤 威（防災科研・雪氷）

1. はじめに

1980 年代後半から暖冬少雪傾向が顕在化したが、その傾向は 2000 年代になると止まった(または、中断した)かのように見え、05/06 冬期(平成 18 年豪雪)、10/11 冬期、11/12 冬期には全国各地で豪雪となり、多数の死傷者が出た。消防庁では都道府県毎の人的被害と建物被害を集計して公表しているが、本研究では、それに基づき今冬の雪害の特徴について過去の豪雪年と比較して概観する。また、雪害の発生は冬期間の気温や降積雪の推移に左右されるので、気象庁のデータに基づいてそれらの比較も行った。(対象は、北海道、東北、北陸に限定する)

2. 気温と降積雪状況

図 1(a)に北陸の月平均気温の平年差の変化を示す。3 冬期で気温の変化が異なり、05/06 冬期は 12 月～1 月、10/11 冬期は 1 月と 3 月､11/12 冬期は 12 月～2 月が低温であった。他の地域も概ね同様であった。降雪量の平年比の変化の例(北陸)を図 1(b)に示す。北陸地方について平均した月降雪量で見れば、05/06 冬期はいずれの月も平年以下であったが、10/11 冬期は 1 月が、11/12 冬期は 2 月がそれぞれ平年をかなり上回った。他の地域の降雪量の変化は北陸と同じとは限らない。

雪は狭い地域に集中して降る(集中豪雪)傾向にある。北陸を例として観測点による降雪量の違いを見るために、冬期間(12 月～2 月)の降雪量の平年値に基づく 5 つの階級に対し、各階級に入る観測点の割合を図 2(a)に示す。これより、11/12 冬期は他の 2 冬期と異なり、「かなり少ない」と「少ない」はなく、「多い」の割合が 70%近くに達した。図 2(b)はこの期間の最深積雪についての同様の図で、11/12 冬期は 90%以上の地点で最深積雪が平年以上であったことが分かる。

3. 雪害の状況

消防庁による 3 月 29 日現在の全国の人的被害と建物被害を表 1 にまとめた。今冬の死者数は 05/06 冬期を下回るものの 10/11 冬期とほぼ同数であるが、死傷者数は 05/06 冬期に匹敵する多さである。また、建物被害は 05/06 冬期よりかなり少ないものの、非住家被害については 10/11 冬期を上回っている。道県毎の死者数(図 3)を見ると北海道、秋田、山形、新潟は 3 冬期とも死者数が多いが、11/12 冬期には青森の死者数の多さが特異的である。また、図には示さないが、3 冬期に共通して、犠牲者の 3/4 が屋根の雪下ろしを含む雪処理に関係するもので、65 才以上の高齢者の割合が 2/3 を占めている。

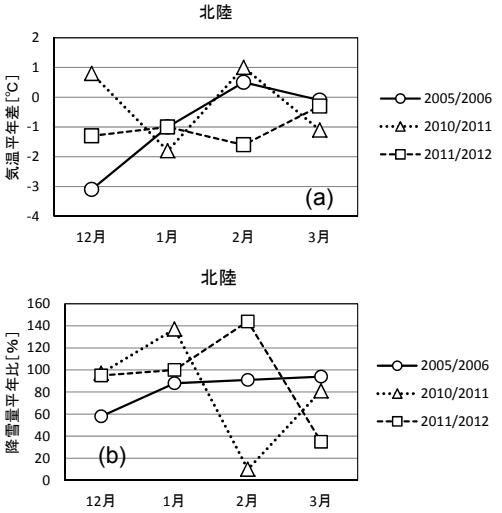


図 1　北陸の(a)月平均気温の平年差と(b)月降雪量の平年比

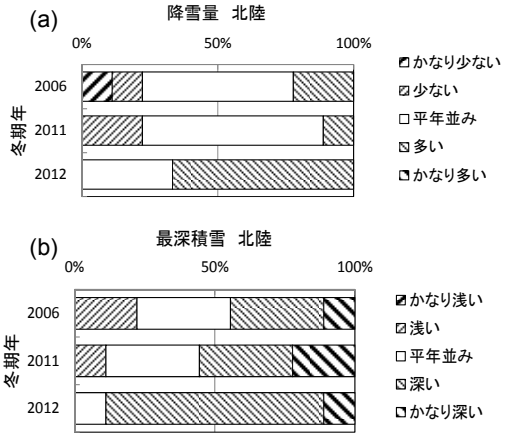


図 2　北陸の冬期間の(a)降雪量と(b)最深積雪の階級毎の観測点の割合

表 1　全国の人的被害と建物被害

冬期	死者[人]	死傷者[人]	住家被害[棟]	非住家被害[棟]
05/06	152	2297	4713	2478
10/11	131	1668	646	771
11/12	130	2037	426	843

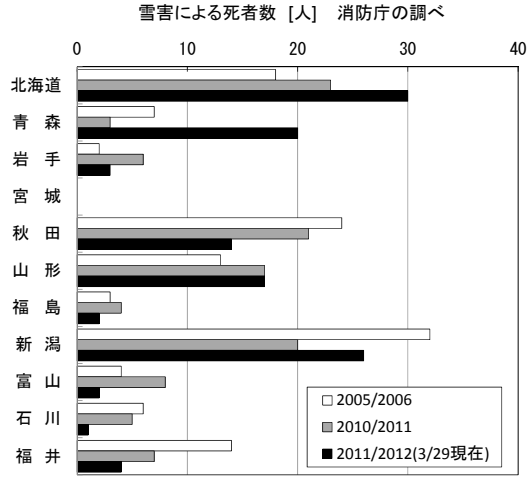


図 3　北海道、東北、北陸の雪害による死者数

【参考文献】
気温･降積雪データは気象庁の「冬(12～2 月)の天候」および「12 月の天候」などに、雪害データは消防庁の「雪による被害状況等(速報値)」によるもので、いずれも web で公開されている。

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

32

雪結晶の簡易な透過光撮影

○藤野　丈志・((株)興和)

1　はじめに

雪結晶が短時間で融けてしまうような高い気温のときでも撮影できれば，時期的にも地域的にも観察のチャンスが広がる．そこで，野外において雪結晶の透過光照明による撮影を素早くできる観察台を作り，撮影方法を考案した[1)]．本報では，雪結晶の写真を手軽に楽しめるよう撮影方法と観察台の工夫をしたので報告する．

2　観察台

雪結晶の観察台を図-1に示す．観察台は，長さ 10 cm のアクリルの筒の下に青いアクリル板を置き，上に雪結晶を受けるガラス板（シャーレ）をのせたものである．アクリルの筒とガラス板の代わりに，底の平らなガラス製のコップでもよい．また，色紙を小さなビニル袋に入れて観察台の下に敷くことで，自由に背景色をつけることもできる．この観察台を手で均した積雪面上に置き，ガラス板の上に雪結晶が落ちてくるのを待つ．

3　撮影方法

撮影は，クローズアップレンズを装着したデジタルカメラを使い，フラッシュを強制発光させておこなう．素早く撮影するために，手持ち撮影でおこなう．マクロ撮影が可能なコンパクトデジタルカメラの場合，フラッシュ光が直接雪結晶にあたることがあるので，光を遮るための被いをつける．クローズアップレンズをつけられないカメラの場合，レンズの前にルーペをかざして撮影する．

この撮影方法は，積雪からの散乱光を透過光として利用する．撮影時の光の経路を図-2に示す．フラッシュ光は雪面で反射し，白い散乱光となって雪結晶に斜め方向からほぼ一様にあたる．青い板からの反射光は雪結晶のほぼ真下から雪結晶を透過してくる．このとき，白い散乱光は雪結晶の縁で屈折したものだけがレンズに到達するので，写真には青い背景に白い輪郭の雪結晶が写る．

4　撮影例

雪結晶の撮影例を図-3に示す．フラッシュの光源が一つでも，その光が上手く積雪で散乱することによって，影をほとんど出さずに写すことができる．撮影に慣れると，雪結晶が落ちてきてから 2〜3 秒後にはシャッターを切れるので，気温が高く融解が進んだ雪結晶の撮影も可能である．

文献

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, pp. 248-

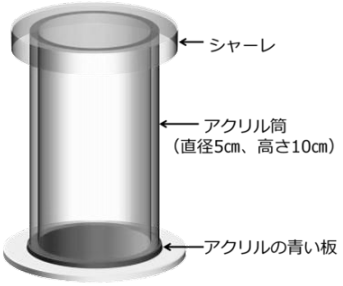


図-1　雪結晶観察台

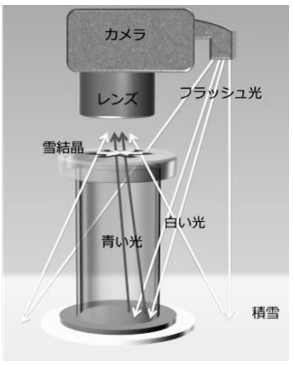


図-2　撮影時の光の経路

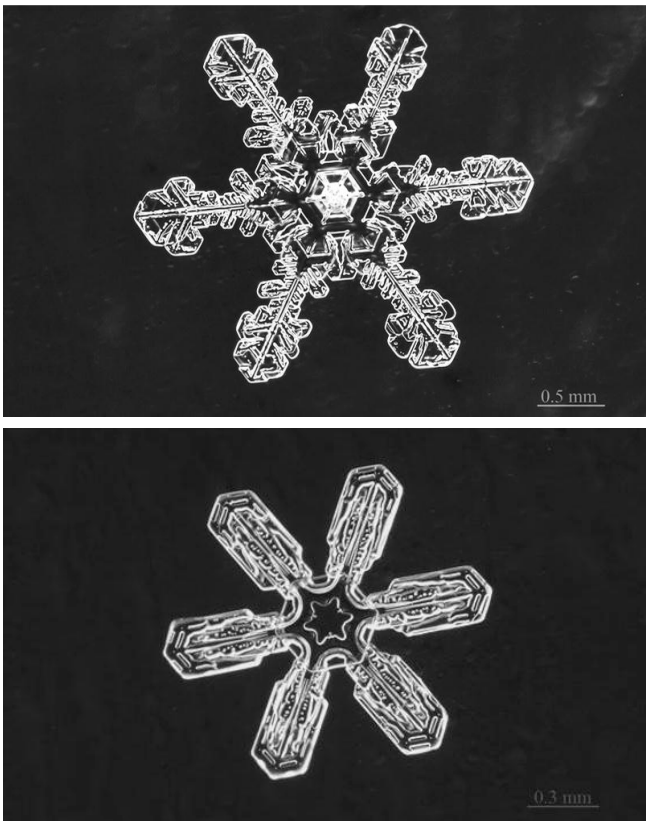


図-3 雪結晶の撮影例

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

33

積雪内部の不均一浸透と気象条件との関係
—マルチ-ライシメータを用いた解析—

○山口悟（防災科研　雪氷）

1. はじめに

積雪内部の水の移動は，全層雪崩の予測精度向上のために不可欠である．さらに春先に起こる融雪洪水や土砂崩れなどを考える際にも，積雪内部の水の移動は避けては通れない問題である．一方積雪内部の水は単純に鉛直方向に移動するだけではなく，水平方向にも移動し水みちを通じて選択的に流れることがあることもよく知られている．従って積雪内部の水の移動を正確にモデル化するためには，どのような条件の時に積雪内部の水が水平方向に移動するかを明らかにする必要がある．

2. 研究方法

防災科学技術研究所　雪氷防災研究センターでは，各マスが 1m x 1m のライシメータを 9 個組み合わせたマルチ-ライシメータ(図 1)を露場に設置し，2005/2006 冬季より各ライシメータからの流出量の測定を 1 時間ごとに行っている．また同時に露場にて詳細な気象データの測定も行っている．それらのデータを用いて，どのような条件下で積雪内部の水平方向の水の流れ（ライシメータ間の流出量の違い）が生じるかを議論する．

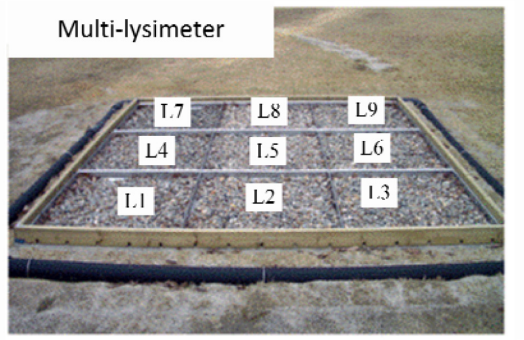


図 1 雪氷防災研究センターに設置された Multi-lysimeter

3. 結果並びに考察

図 2 に 2011 年に観測されたライシメータ間の流出量の顕著な違いの例とその時の気象データ（気温，降水量）との比較結果を載せる．2/18 の早朝から午前中にかけて L5 において他のライシメータよりも明らかに多い流出量が測定された．その現象が生じる前には，降水と融雪により積雪への多量な水の流入があったことがわかる．他のライシメータ間の流出量に顕著な違いが表れた事例でも同様な傾向が見られた．このことは積雪への水の流入量（降水量＋融雪水）を閾値にすれば，積雪内部の水平方向への水の移動の有無をモデル化できる可能性を示している．

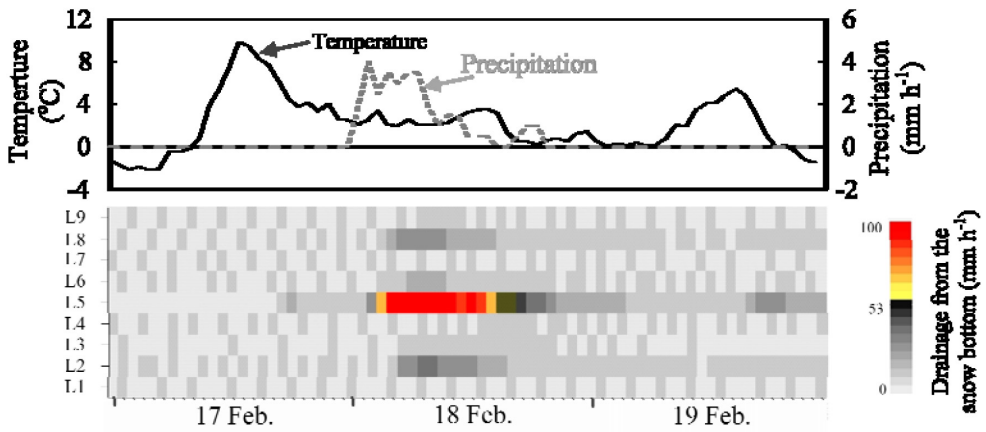


図 2. 2011 年 2/17-19 に観測されたライシメータ間の極端な流出量の違いとその時の気象データ（気温、降水量）

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

34

2011/12年冬期における全国および新潟県内の積雪深分布の特徴

○伊豫部　勉，河島克久，和泉　薫（新潟大学　災害・復興科学研究所）

1．はじめに

積雪の面的分布は，集中降雪時における災害防止や被害軽減といった時間オーダーの問題から，水資源に対して考慮されるべき年々変動や長期変化の予測にも活用可能な情報である。そのひとつである積雪深情報は，近年のインターネットの普及に伴い，気象庁をはじめとする国の防災機関のほか，研究機関，民間企業，さらには地方自治体レベルでも独自に観測地点を設けて収集し，機関毎のWebサイトで公開されている。その結果，従来と比較にならないほど詳細かつ多量の積雪深情報が生産され，即時的に利用者へ提供することを可能にした。また，効果的な積雪深情報の流通は，雪氷被害を予防軽減できる余地が大きく，行政をはじめとする関係機関からの積雪情報は重要な意味を持つと考えられる。本報では，平成18年豪雪に次ぐ雪氷災害をもたらした2011/12年冬期の全国，新潟県内の積雪深分布について，Webサイトで公開される全国の積雪深データを可能な限り一元化に集約し，これらを元に得られた積雪深分布図の特徴を述べる。

2．データと方法

まずインターネットを用いて積雪深の観測情報を公開する機関を検索し，機関毎に観測点の数と位置座標，測定方法，Web上での公開状況（更新頻度，データ形式，過去データの有無）について調査した。積雪深は概ね正10分～1日1回（主に8時～9時）の頻度で計測され，Web上では数分～数時間以内に観測点の現在・最近24時間以内の測定値を数値やグラフ等で参照することができる。2010/11年冬期における積雪深データの一斉収集は，1月27日～3月28日にかけて約7日間おきに計9回実施した。公開されるデータは，PDF，HTML，Excelなど多様なファイル形式にわたるため，各機関の値を統一したファイル形式へ変換し，データセットを作成した。積雪深分布図は，積雪深データセットを元にグラフ作成用ソフトGsharp（日本電子計算）を用いて作成した。

3．結果

図1に2012年2月17日の積雪深分布図を示す。全国的にみた積雪深分布図によると，2011/12年冬期の積雪は調査を開始した1月27日以降，東北・北陸地方の日本海側を中心に広範囲に拡大し，2月前半には3mを超えるエリアが山形県から新潟県にかけた内陸山間部において連続的に見られた。また，雪による死者や建物被害の数が平成18年豪雪を大きく上回った北海道では，低温による融雪の遅れにより2月後半に積雪深分布のピークが見られた。一方，新潟県内では2月10日前後に豪雪のピークを迎え，それ以降は減少に転じた。図2に2012年2月10日の新潟県内の積雪深分布図を示す。上中越地域の内陸山間部で3m以上の多雪エリアが広がり，さらに奥只見，十日町市松之山，妙高周辺では4mを超える豪雪エリアが現れていたことが分かる。今後は，積雪深分布図をリアルタイムで提供するシステムを構築しWeb公開する予定である。

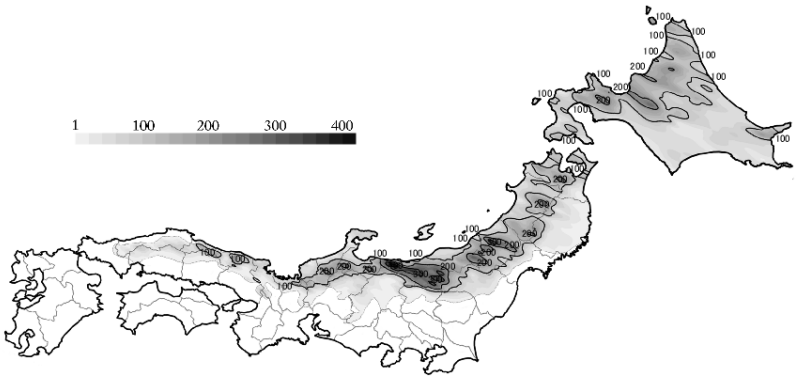


図1　2011年2月17日9時における積雪深分布図
（全国2190地点のWeb公開データを使用）

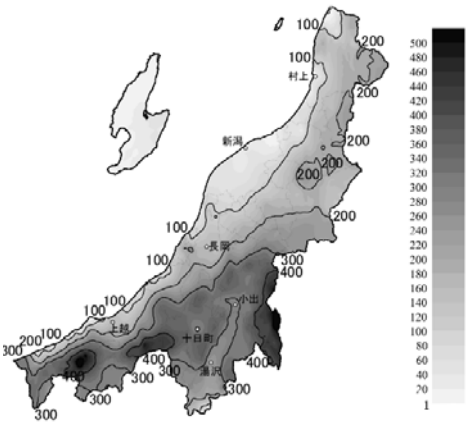


図2　2011年2月10日9時の積雪深分布図
（新潟県内328地点のWeb公開データを使用）

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

35

上越地方の積雪、2012冬

○横山宏太郎・小南靖弘（中央農研北陸）

はじめに

北陸研究センターでは、積雪の分布と変動を知るため、新潟県上越地方を中心に積雪調査を継続的に実施してきた。近年、暖冬傾向の続く中で、2006冬は記録的豪雪であったが、2007冬は逆に記録的少雪と両極端の状況が連続して起こった[1)]。2010冬、2011冬と比較的雪の多い冬に続いて、2012冬は記録的な豪雪となった。高田測候所（現在は特別地域気象観測所）でも、1986冬（324cm）以来26年ぶりに積雪深が２mを越えた（222cm）。ここではその状況を、特に2006冬と比較しながら報告する。

方法と調査結果

各地点で神室型サンプラーを用いて全層の積雪を採取計測し、積雪深、積雪相当水量、全層平均密度を得る。定期的な調査地点は35地点である。調査は毎年３回、時期は１月・２月・３月の下旬を基本として行っている。定期的な調査以外にも、特に融雪期に、機会があれば調査を行うよう務めている。

図１は、平野部から南方へ向かい、さらに妙高山中腹までの積雪相当水量の調査結果である。調査地点を標高順に並べ、各地点ごとの１，２，３月の値を、2006冬と2012冬とを一対にして示している。

積雪相当水量は低地から標高が高くなるに従って増加していくが、580mで極大があり、それより上も単純に増加しているわけではない。2006冬と2012冬を比べると、標高710m地点よりも低いところでは、2012冬がやや多めになっている。それよりも高いところは妙高山東斜面であるが、特に1350m、1540mの２地点では、2012冬が明らかに少ない。2012冬は、高田平野から東の中山間地域でも積雪は多かった。総じて住民の生活する範囲での降積雪が多く、各方面への影響は大きかった。融雪の遅れも懸念されており、これからの状況も注意しておきたい。

参考文献　１）横山ほか（2007）上越地方の山地積雪、2006冬と2007冬、雪氷北信越27、p69

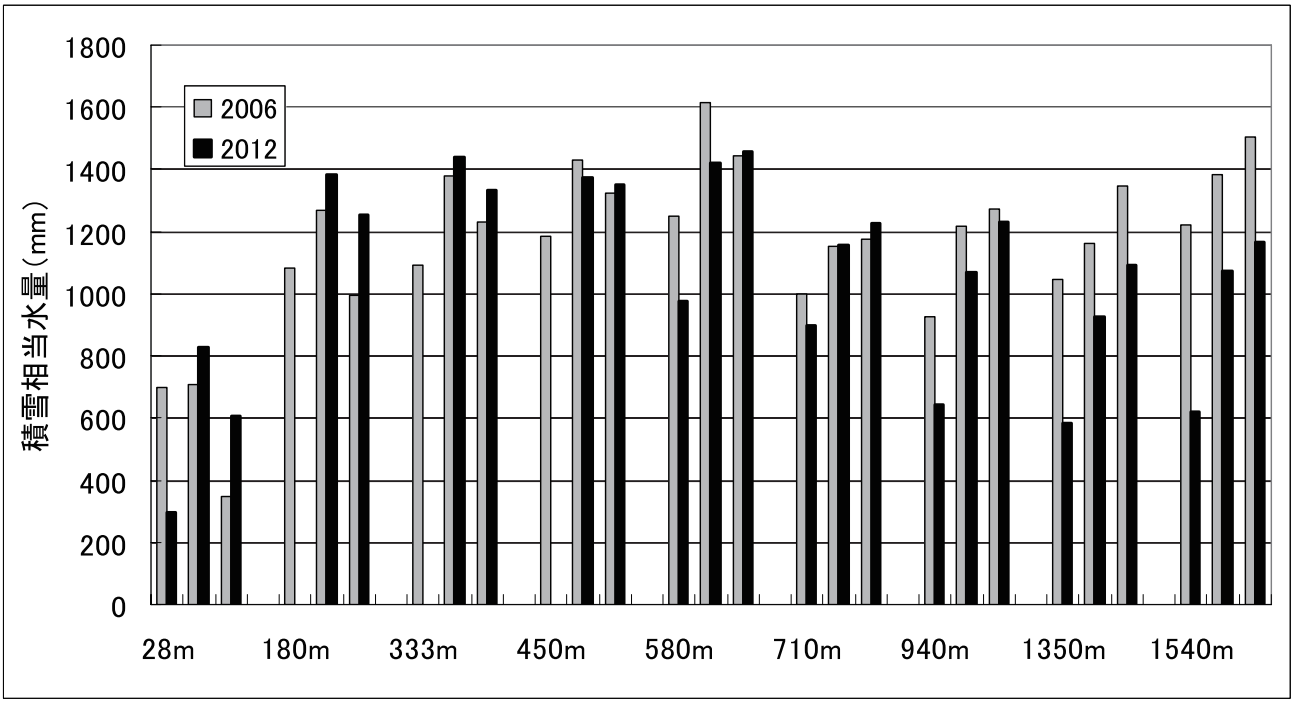


図１　標高別の積雪相当水量（mm）。横軸のラベルは調査地点の標高。各地点、2006冬、2012冬それぞれ、左から１，２，３月下旬の結果を示す。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

36

長野県北部飯綱山周辺域における2012年の積雪深分布と積雪水量

○ 浜田　崇・富樫　均（長野環保研）・横山宏太郎（農研北陸）

1. はじめに

長野県環境保全研究所（長野市）では，長野県北部の飯綱高原にある当所において，2002/2003 年冬季から積雪深観測を継続するとともに，飯綱山周辺の 9 ヶ所において 2010 年冬季より積雪深分布の一斉観測（月 1 回）を開始している．今回は，2011/2012 冬季に飯綱山周辺域で行った積雪深一斉観測とあわせて 2012 年 2 月に積雪水量の観測も行ったので，それらの結果について報告をする．

2. 観測地点と方法

積雪深の観測地点は 9 ヶ所で，飯綱山山頂付近およびその周辺の標高 720m～1600mの地域に分布する．観測場所は周囲が開けた比較的平坦な場所である．積雪深の測定には測深棒を用いて，地点毎に 5 回の測定を行いその平均値を求めた．観測は 2012 年 1 月 17 日，2 月 18 日，3 月 19 日に行った．また，2 月 18 日および 19 日には，積雪水量の観測を，上記 9 ヶ所のほか飯綱山に立地する 3 つのスキー場内で計 5 ヶ所を追加して実施した．積雪水量の測定には神室型スノーサンプラーを用いて，地点毎に 3 回の測定を行いその平均値を求めた．

3. 観測結果および考察

3 回行った積雪深一斉観測による積雪深分布の特徴は，過去の観測結果も含めてみると，1 月のみ少し傾向が異なっており，飯綱山の西側に位置する戸隠や飯綱山山頂付近で積雪が少ないという特徴がみられた．調査地域を含む長野県北部では，2012 年 1 月に白馬のみ積雪が極端に少なく，こうした広域の積雪深分布の一端を反映しているものと考えられる．

また，2 月に行った積雪水量観測の結果をみると，標高と積雪水量の関係（図 1）は，おおむね標高に比例して積雪水量が増加する傾向があるもののばらつきもみられた．また，このときの高度による積雪水量の増加率（1 次の線形回帰式の係数 a(mm/m)）を計算すると，今回の事例では，0.35 となった．なお，積雪全層の密度は標高に依存するような傾向はみられなかった．

調査地域は冬季の天気界付近にあたり，積雪深や積雪水量の分布には標高による効果とともに天気界からの距離による影響など，より広域の降雪量分布が関係しているものと考えられる．今後は一斉観測地点においても積雪水量を継続して観測できるような体制を整え，調査地域における降積雪分布の特徴を明らかにするとともにそれらの変動をモニタリングしていきたい．

謝辞

本報告の一部は環境省環境研究総合推進（S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究）の支援により実施されている．

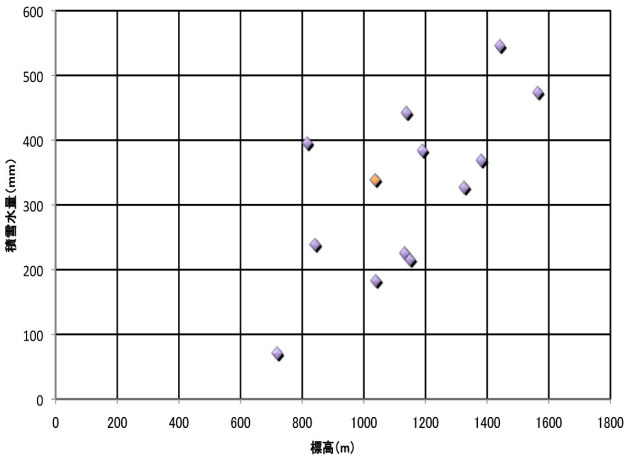


図 1　飯綱山周辺における積雪水量と標高との関係（2012 年 2 月 18 日・19 日測定）

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

37

長岡と新庄における新積雪の密度の年々変動

――１９６５年 から２０１１年 ――

佐藤篤司 （防災科研・雪氷防災研究センター）

1. はじめに

降り積もる雪の密度はその大小によって，雪氷災害の発生要因ともなる．例えば，気温の高いとき降る密度の大きい雪は，電線着雪や屋根・建物の損傷を引き起こし，密度の小さい雪は地吹雪発生をもたらし，交通傷害や山地の雪庇成長を助長し，雪崩の要因ともなる．

防災科学技術研究所・雪氷防災研究センターでは冬期間，毎朝９時に降積雪観測を継続している．新積雪深は雪板を用い，24時間降雪量を計っている．初冬と春先は気温が高いため湿雪が多く観測誤差も大きい．そのため，今回の解析は，厳冬期の２月の平均値を用いた．

2. 観測とデータ

降積雪観測の一環として，雪氷防災研究センター（長岡）と同新庄支所（新庄）で観測，蓄積されたデータを用いた．期間は1965年（新庄は1975年）から2011年で，平均新積雪密度と平均気温を算出し経年変動を調べた．図１には気温の変動を示したが，両地点とも1980年代後半から気温の上昇ジャンプが明瞭に見られ，その後は高い値で推移している．

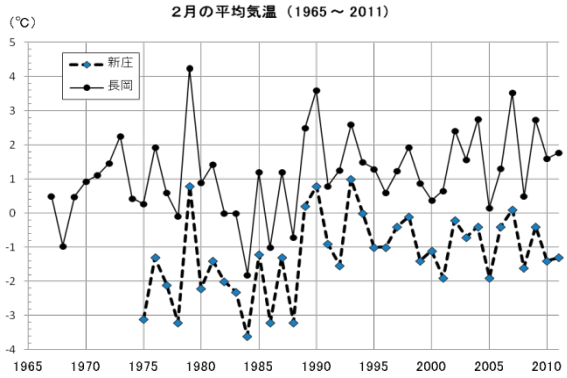


図１　長岡と新庄の２月の平均気温

3. 新積雪密度の年々変動

図２に両地点の２月の平均新積雪密度を経年変動として示した．長岡の場合，図１の気温上昇に対応するように，ジャンプが見られる．新庄の場合，数年の低い値で上昇傾向が見にくいが，大きな値となった年が多い．また，気温（T［℃］）と新積雪密度(DN［kg/m^3］)の相関式として，

DN＝　9.9*T＋112.1　（長岡），

DN ＝ 10.7*T ＋ 103.8　（新庄）

が得られ，気温の上昇により新積雪密度が線形的に大きくなることが分かった．

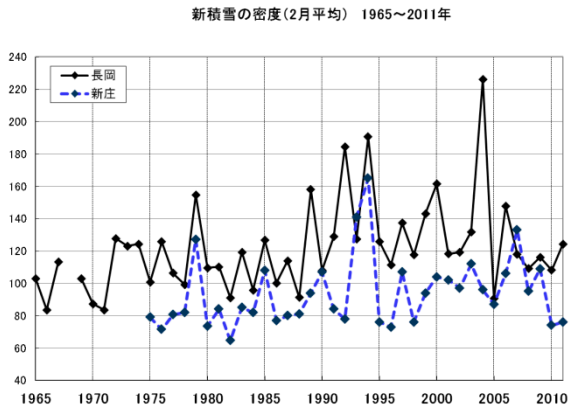


図２　長岡と新庄の２月の新積雪の密度

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

38

雪片による積雪面の削剥の風速･温度依存性

佐藤威○・根本征樹・小杉健二・望月重人（防災科研・雪氷）

1. はじめに

吹雪による吹き溜まりや視程障害はしばしば重大な交通事故などの災害を引き起こす。積雪面近傍を跳躍運動する吹雪粒子が積雪面に衝突した際に、新たな粒子を弾き飛ばすことにより吹雪は発達し積雪面は削剥される。これは吹雪発達の基本的なプロセスであり、これまでに多数の研究が行われている。一方、我が国においては、吹雪時に降雪があることが多く、降雪粒子である雪片も吹雪の発達に寄与すると考えられる。すでに、Sato et al. (2008)は、風洞実験により雪片が積雪面に衝突した時の雪片の破壊率と堆積率について、風速との関係を明らかにした。本研究では、風洞実験により積雪面に衝突した雪片による削剥現象を再現して積雪面の削剥率を求め、その風速･温度依存性を明らかにした。

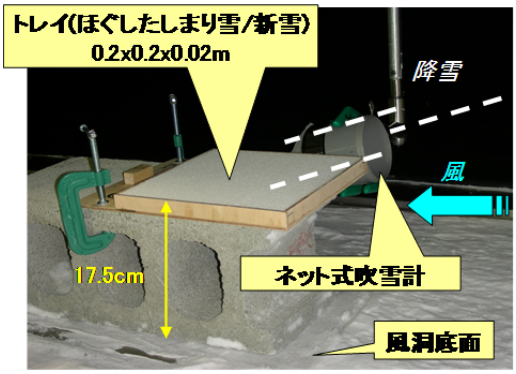


図１　雪片による積雪面の削剥実験の様子

2. 実験方法

0.2m×0.2m×0.02mのトレイにほぐしたしまり雪または新雪(人工降雪装置による樹枝状結晶の雪)を入れ、風洞底面から17.5cm の高さに設置した(図 1)。風洞天板に取り付けてある降雪供給装置から樹枝状結晶の人工雪をふるい落とし、降雪を模擬した。一定時間降雪に曝露した前後のトレイの重量の変化から、積雪面の削剥率を求めた。また、ネット式吹雪計を用いて降雪フラックス(降雪強度)を求めた。実験時の気温は-1、-3、-10℃とし、風速を変化させた。同じ気温･風速の条件でトレイからの昇華率とネット式吹雪計に捕集した雪の昇華率を別途測定し、それぞれの昇華による質量の減少を補正した。また、レーザー光スクリーンで可視化した雪片の軌跡から求めた雪片の衝突速度の分布と、トレイの上方における風速分布の測定結果から、野外における積雪面上高度 1m の風速 U_1 と風洞の設定風速 U_{set} の関係を推定した。

3. 結果

トレイにほぐしたしまり雪を入れた場合の削剥率を降雪フラックスで規格化した値と U_1 の関係を図 2 に示す。規格化削剥率はかなりばらつくが、U_1 が 5m/s 以上で正の値を持ち、U_1 とともに増加する。気温が-10℃の時、U_1=12m/s における規格化削剥率は最大でも 0.4 程度である。この値は、吹雪の跳躍粒子による規格化削剥率(この場合は、水平面に落下する吹雪粒子のフラックスで規格化する)に比べ一桁小さい。この違いは、衝突時に雪片の持つ運動エネルギーの一部が自分自身の破壊に費やされることや、積雪面の削剥に関与するのは雪片の一部であることによると考えられる。

気温が-3℃、-1℃の場合は、規格化削剥率は-10℃の場合より小さい。この温度依存性は、積雪面を構成する雪粒子同士の付着力が大きくなることを反映していると考えられる。

-10℃の時、トレイの雪質による規格化削剥率の違いを図 3 に示す。新雪の場合は、ほぐしたしまり雪の場合よりも規格化削剥率は小さく、雪の結晶同士の絡み合いがあるため削剥されにくいことを示している。

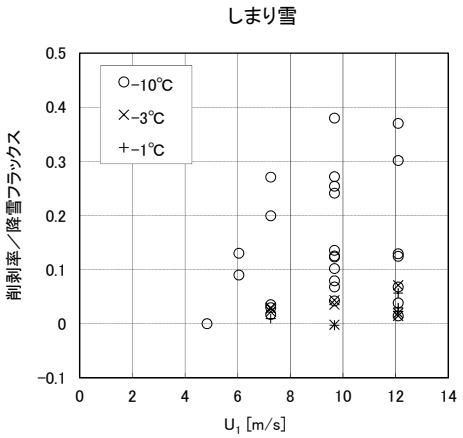


図２　降雪フラックスで規格化した削剥率と風速の関係。積雪面はほぐしたしまり雪で、気温を変えた。

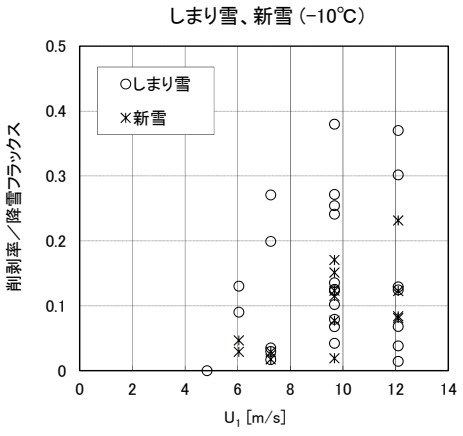


図３　降雪フラックスで規格化した削剥率と風速の関係。積雪面の違い(ほぐしたしまり雪と新雪)。

【参考文献】

T. Sato, K. Kosugi, S. Mochizuki and M. Nemoto, 2008, Wind speed dependences of fracture and accumulation of snowflakes on snow surface, Cold Regions Science and Technology, 51, 229-239.

©2012㈳日本雪氷学会

ISSN 0918-1474

39

鉄道用信号機フード(クリアヒート式)の着雪防止対策

○加納寛之・五十嵐勉（東日本旅客鉄道㈱)、佐藤篤司（防災科研・雪氷）

1. はじめに

鉄道における信号機や標識類の着雪防止対策は、雪国の永遠の課題として過去においても様々な対策を実施してきた。写真１は過去に発生した信号機への着雪状況である。

写真1 着雪状況

前回開発した信号機フードにおいて、着雪防止については満足できている状況にあるが、大きな消費電力量が必要となっていることが課題であった。そこで着雪防止機能を確保しつつ、省電力化を最大限に考慮した鉄道用信号機フード（クリアヒート式）を開発することとした。

2. 開発中の信号機フードの概要（写真２）

今回採用したクリアヒートの原理は、透明導電膜に一対の電極を形成し、その電極間に電流を流すことにより発生する熱を利用して、透明導電膜を暖める方式である。(図１)

フード上部は降雪対策として、面状ヒーターを内蔵した。フード前面は吹雪対策として、クリアヒート式を採用し、各々に温度センサーを取付け、省電力化を図っている。

図1 ｸﾘｱﾋｰﾄの原理

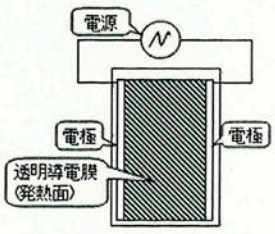
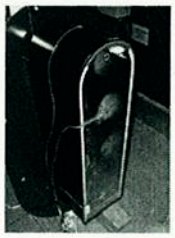


写真2 開発中の信号機ﾌｰﾄﾞ



3. 着雪試験の結果と考察

外気温を-5℃、-20℃とし、降雪深5cm/hによる信号機への降雪試験、及び風速5m/s、飛雪流量$5\times10^{-3}kg/m^2.s$による信号機レンズ面への吹雪試験を行い、着雪状況について検証した。

降雪による着雪試験では十分な融雪能力が確認できた。吹雪による着雪試験では、ある程度の融雪能力は確認できたが、視認性を妨害する空洞化『カマクラ現象』が発生した。(写真３)

これは着雪した雪と信号機（クリアヒート部）の間に空洞ができ、融雪に必要な熱が雪に伝導しなくなる現象で、まるで雪国のカマクラのような状態となってしまい、さらに着雪が進むこととなった。(図２)

写真3 試験結果

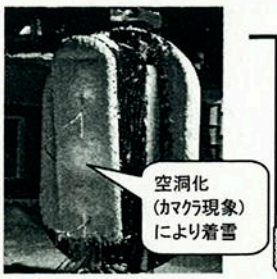
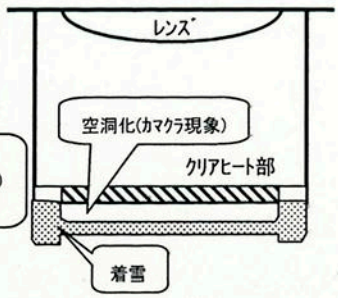


図2 信号機ﾌｰﾄﾞの断面略図



4. 今後の展開

今回の実験棟での着雪試験結果を踏まえ、特に吹雪に対して融雪能力を向上させた信号機フードに改良した。具体的には空洞化『カマクラ現象』を防止するため、クリアヒート部の出力を上げるとともに、着雪が著しかった信号機端部を改良した。

写真4 土樽でのﾌｨｰﾙﾄﾞ試験

その信号機フードを豪雪地域である上越線土樽駅のフィールドに設置し、実際の雪により、その改善効果を検証中である。今冬は２月中旬からの設置となり、データ不足ではあるが、一度も着雪していないことが確認できている。(写真４)

今後も引き続き実験棟での着雪試験、及び土樽でのフィールド試験を実施し、省電力化と完全な着雪防止対策を実現した鉄道用信号機フード（クリアヒート式）を開発していく。

そして冬期における鉄道の安全・安定輸送の確保に貢献していきたい。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

40

豪雪地における坂道安全対策としての地熱ヒートパイプ融雪施設事例

○藤野 丈志・小谷野 保・佐藤秀樹((株)興和)

1 はじめに

豪雪地帯の山間部においても道路除雪が行われるが、除雪後も圧雪または凍結による登坂不能やスリップ事故のリスクが大きい。そこで、このようなリスクを低減することを目的に、平成20年度～平成23年度にかけて、新潟県十日町市船坂地内の急勾配な車道上に地熱ヒートパイプ融雪施設を施工してきており、平成23年度には急勾配・急カーブ地点に設置を行った。

2 施設概要

地熱ヒートパイプ融雪施設は、深度 20 m 程度の採熱孔に、温度差で熱を伝えるヒートパイプを挿入し、地熱を舗装体に伝え融雪を行うものである。

施工位置と施工タイプを図-1に示す。平成20年11月に最初の試験施工を実施し、地中の温度、舗装内温度を確認した。平成21年度には車両の幅員に合わせた縦断方向タイプを施工した。その際、熱出力の異なる2タイプ（熱出力140 W/m^{2}と160 W/m^2）の融雪状況比較検討し、熱出力140 W/m^{2}を採用することとした。平成22年度、平成23年度にはカーブでの制動効果を得る目的で、道路横断方向に4セット設置した。

3 融雪状況

本施設の熱出力140 W/m^{2}は、従来の設計による熱出力230 W/m^{2}の60%ほどしかないため、降雪時には積雪状態となりやすい。しかしながら除雪路面に凍結した圧雪が残るときでも、融雪路面は凍結しておらず、圧雪が剥離しやすくなっていた。平成23年度以降設置した横断方向タイプでは、白い積雪路面に融雪路面が縞模様に出るようになり、スリップ防止効果を発揮していた。

4 まとめ

本事例は除雪補助であることから、必要な熱出力については従来設計の60%出力とし、さらに、融雪範囲も全面融雪ではなく轍融雪などの部分融雪とした。これにより坂道安全対策施設としての効果を得つつ施工コストの大幅削減が図られ、同じ整備コストでより長い延長に整備することができた。このような方法は、山間部の坂道安全対策に限らず、国道など主要道路における大型車の登坂不能対策施設としても十分に適用可能であると考えられる。

謝辞

試験施工にあたり，新潟県十日町地域振興局地域整備部維持管理課からは，快く試験施工箇所のご提供を頂きました.この場を借りて感謝申しあげます.

文献

1) 池野正志・佐藤秀樹・藤野丈志（2010）：豪雪地の除雪路線における地熱ヒートパイプ融雪施設の導入効果，第24回北陸雪氷シンポジウム予稿集

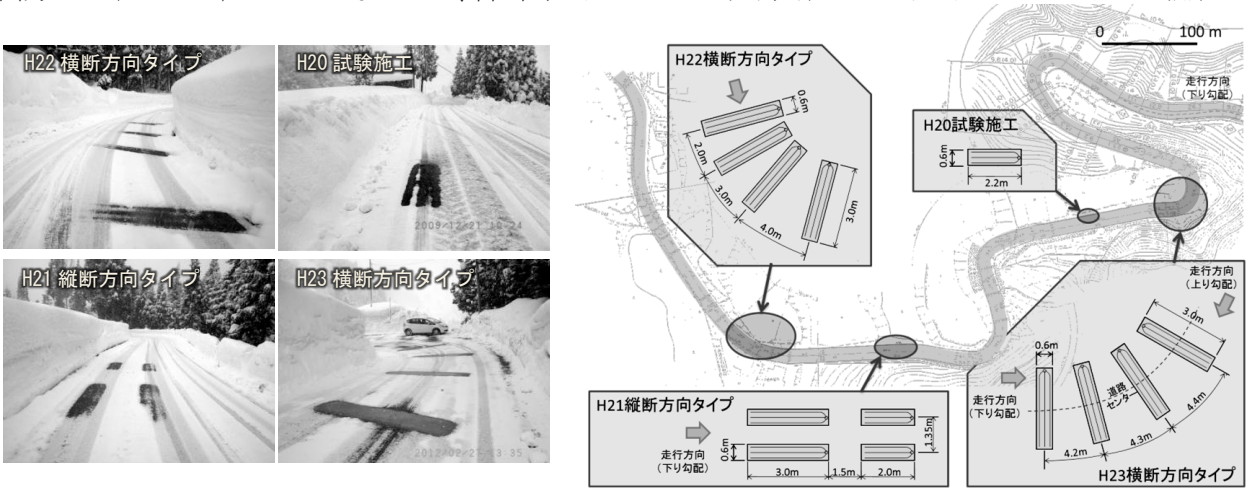


図-1 地熱ヒートパイプ融雪施設の施工位置と施工タイプ

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

41

新潟県における豪雪年の降雪の時空間変動解析

柴田神奈（新潟大・理）　○河島克久・伊豫部勉（新潟大・災害研）　佐藤亮太（新潟大・院）

１．はじめに

新潟県における降雪の時空間変動に関する研究としてAkiyama(1981)やIwamoto et al.(2008)の主成分分析（EOF）を用いた研究がある．Akiyama (1981)は冬季日降水量を用いてEOF解析を行い，降雪分布パターンを山地型，平均型，平野型に分類しており，各分布型の出現状況から大雪の年には特定の分布型の出現に偏りやすく，特に豪雪年には平野型分布が支配的であることを指摘している．上記の先行研究が日降水量を使用したものであったのに対し，本研究では降雪（固体降水）の多寡に注目してその時空間変動を解明するため，豪雪年における1～2月の日降雪深データを用いて相関行列によるEOF解析を行った．

２．使用データと豪雪年の抽出

新潟県が1969/70年積雪期以降，2009/10年積雪期まで41年にわたって毎年取りまとめている「新潟県降積雪及び気温観測調査報告書」の中から,降雪板を用いて午前9時に測定された日降雪深データを使用した．豪雪年の抽出は上記報告書において41年を通してデータがそろっている観測地点の中から,代表地点として下関，長岡，十日町，高田の4地点を選び，1～2月の最大積雪深の4地点平均値を比較することによって行った．その結果，1974年，1977年，1980年，1981年，1984年，1985年，1986年の4地点平均値が圧倒的に大きかったため，これら7年を豪雪年として抽出した．

３．解析結果

EOF解析の結果，各豪雪年の寄与率は，第1主成分が46～65%，第2主成分が8～19%であり，第3主成分以降は寄与率が大幅に低下するため，本研究では第1主成分と第2主成分について取り扱う．第1主成分の固有ベクトルB_1は全県で正の値を示した.主成分スコアA_1と日降雪深の全地点平均値の変動を比較したところ,両者の変動パターンがほぼ一致していたことから,第1主成分は広域降雪の指標であることが分かった．次に第2主成分の代表例として1985年の固有ベクトルB_2の分布を図1（左）に示すが，B_2=0のラインを境に符号が異なり，海岸平野部で正，山間部で負の値をとるという特徴が豪雪年に共通してみられた．しかしB_2=0のラインの位置は年によって異なり，小千谷市付近を軸としてシーソーのようにその傾きが変化することが分かった．例えば，1980年はラインが新潟県を南北に分ける位置にある（図1右）．B_2が正の地域と負の地域について，日降雪深の平均値の変動をA_2の変動と比較すると，A_2が正の時は海岸平野部で，負の時は山間部で日降雪深の平均値が大きいことから，第2主成分は山雪・里雪パターンの指標であることが分かった．これらの結果に基づき，主成分スコアを用いて降雪分布パターンを山雪パターン，里雪パターン，中間パターンの3パターンに分類したところ，豪雪年の大雪日は全体的にみると里雪パターンよりも山雪パターンの日が卓越するが，年ごとにみると各降雪分布パターンの出現頻度に大きな違いがあることが分かった．

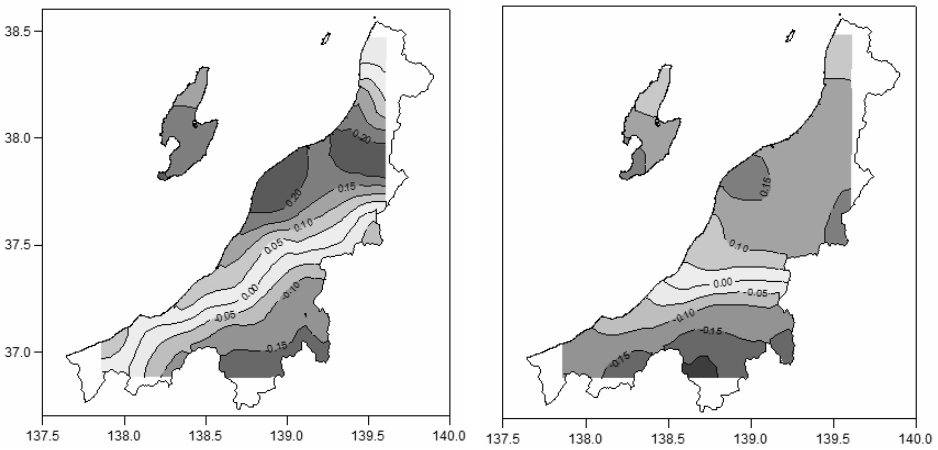


図1　第2主成分の固有ベクトルの分布（左：1985年，右：1980年）

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

42

近年の大雪にかかわる大気循環場の特徴

本田明治（新潟大・理）

1．はじめに

近年の冬季、欧州から極東にかけてのユーラシア大陸の中高緯度帯はしばしば強い寒気に見舞われ、最近では2005/06年、2007/08年、2009/10年、2010/11年、2011/12年の冬、直近の7冬中、実に5冬が顕著な低温傾向となっている。一方冬季の北極海上では高温状態が続いており、近年の北極海の顕著な海氷減少と関連が深いと考えられる。日本では05/06年のいわゆる「平成18年豪雪」以降、07/08年は並冬であったが、09/10年は寒暖の差が大きかったものの、しばしば強い寒気に見舞われ、続く10/11年は1月を中心に寒気が持続し各地で大雪となった。また11/12年冬は季節を通じて3ヶ月の間寒気が居座ったため、久しぶりのいわゆる寒冬大雪となった。

日本で全般に降雪量が多かった2005/06年～11/12年冬季（12月～2月）平均の大気循環場の特徴をみると、ユーラシア大陸では、シベリア北部上空で高気圧性偏差、日本と欧州上空で低気圧性偏差となっている（図1）。地表付近では、ユーラシア大陸の高緯度一帯は広く高気圧性偏差に覆われ（シベリア高気圧の発達に対応）、この高気圧偏差の東側～南側一帯は寒気移流によって広く低温域に覆われやすくなる（図略）。

近年の冬のユーラシアの低温の要因はいくつかあると考えられるが、先行する夏～秋の北極海の海氷域変動との関連に着目すると、過去約30年の観測データから、夏季～秋季の北極海シベリア沿岸の海氷面積が例年より少ないと、冬季のユーラシアは広い領域で有意に低温傾向になることが確認された。続いて大気大循環モデルを用いて秋～初冬にかけて北極海の海氷の多少を設定し、大気応答の違いを調べる数値実験を実施したところ、少氷時における冬季ユーラシアの有意な低温傾向を再現することに成功した[2)]。数値実験の結果を解析した大気場の応答の特徴を図2に示す。北極海の海氷が夏場に減少すると続く秋～初冬にかけて露出した海面からの加熱で、上空の高度は上昇して高気圧性偏差が形成される。これによって上空の偏西風ジェット蛇行しやすくなり、いわゆる定常ロスビー波が励起され、ユーラシア大陸上に伝播し、極東の上空では低気圧性偏差になりやすい。この波列形成に伴って、シベリア一帯には寒気が入りやすくなり、大陸上の寒気蓄積はシベリア高気圧の発達と東方への拡大をもたらし、ユーラシア中高緯度帯は広く低温偏差に覆われやすくなることが明らかとなった。

このようにして再現された大気循環場のパターンは日本で降雪量が多くなるときの、典型的な大気循環パターン[4)]と整合的である。ユーラシア大陸を横切る、欧州から極東への停滞性波動はユーラシアパターンとしても知られているもので、日本の降雪が北半球大気循環場変動と密接にかかわっていることを示唆するものである。このように日本が大雪になりやすい大気循環場の特徴は概ね明らかになったものの、各冬によって大気循環場のパターンや継続する期間は異なる。特にこの2011/12年の冬のように冬季を通じて極東一帯に寒気が入りやすいパターンが持続したメカニズムはほとんど分かっていない。近年の冬の循環場をより詳しく解析していくことによって、大気循環場の形成及び維持過程を明らかにしていきたい。

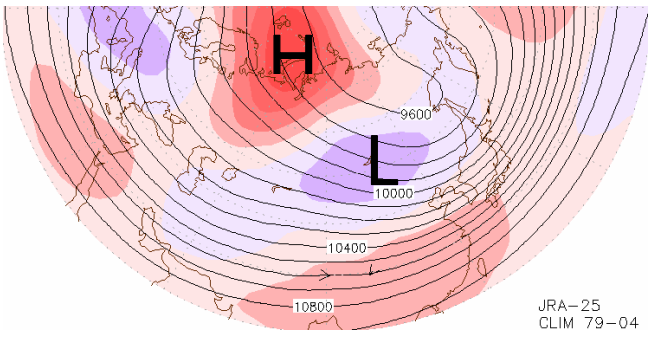


図1．2005/06年～11/12年冬季（12月～2月）平均の250 hPa高度場（m）。陰影は高度偏差で20 m間隔。

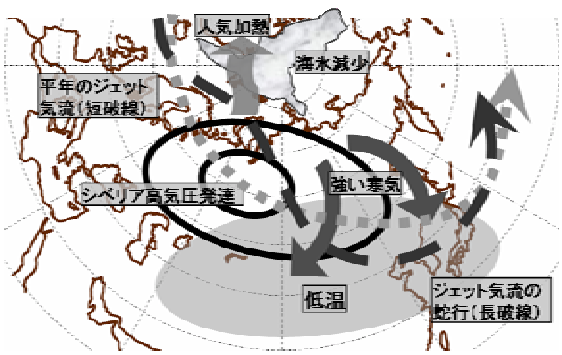


図2．北極海の海氷減少によって極東一帯に寒波がもたらされるメカニズム。

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

43

妙高山域における積雪水量と冬期降水量の標高依存性

竹内由香里（森林総研十日町試験地）・宮崎伸夫（クライメットエンジニアリング）
・平島寛行（防災科研雪氷防災研究センター）・金高義（国立極地研究所）

はじめに 妙高山域の幕ノ沢では，大規模な雪崩の発生区（標高 1700 m 付近）における観測が困難なため，気象や積雪の実測データが得られていない．そこで，雪崩の堆積区近くの気象観測点（標高 810 m）またはアメダス関山（標高 350 m）の気象データを用いて，積雪変質モデルにより発生区の積雪の変化を推定し，これまでに発生した 5 件の大規模雪崩の滑り面の雪質や形成過程を調べた（竹内・平島，2011）．その際，気温は 0.65℃／100 m の減率で標高補正したが，降水量は補正しなかったために，モデルで推定した積雪深が実際より大幅に少なくなり，降水量の標高補正が課題となっていた．そこで，幕ノ沢における降水量の標高補正の手がかりとするために，積雪水量を測定し，標高依存性を調べた．

方法 融雪の影響を最小限にするために調査は厳冬期の 2012 年 2 月 17 日に行なった. 調査地点は標高 350, 567, 730, 810, 1027, 1099m の 6 地点で，アメダス関山観測点近傍および幕ノ沢の近くを通る県道 39 号に沿って，平坦でかつ除雪の影響のない場所を選んだ．積雪水量は神室型スノーサンプラーを用いて 1 調査地点につき 1～2 回測定し，全層平均密度を算出した．さらに測深棒を用いて 1 調査地点につき 10 点で積雪深を測定した. 10 点の平均積雪深に全層平均密度を乗じて平均積雪水量を求め, その地点の積雪水量とした.

結果と考察 アメダス関山と標高 810 m 気象観測点において 2011-12 年冬期に根雪になったのは 12/16 と 12/15 でほぼ同時であった．2/17 の積雪水量は標高 350m（アメダス関山近傍）において 1174 mm で，標高 810 m で観測した 1663 mm までは，標高が上がるにつれて 1.1 mm / m の割合で増加したが，それより上では標高が高くなっても積雪水量はほぼ横ばいか減少する結果となった（図 1）．この結果に基づき，積雪変質モデルで標高 1700 m の発生区の積雪を推定する際の降水量は，標高 810 m の降水量と同値にするのが現実的と考えている．図 2 に 2010-11 年までの 7 冬期（12, 1, 2 月）のアメダスの降水量 P_{350} と気象観測点の降水量 P_{810} を比較した．両者の比 P_{810}／P_{350} は，年により 1.2～1.7 の変動があるが，平均すると 1.5 倍であった．●で示す 2012 年の積雪水量（HW）の比 HW_{810}／HW_{350} は 1.4 であり，平均的な降水量の比と同程度であった．降水量計で測定した降水量は，捕捉率補正が必要であるが，標高 810 m の気象観測点では風速を測定していないため，捕捉率を風速の関数で求める横山ら（2003）の方法が使えない．そこで，2/17 に測定した積雪水量（1663 mm）を真の降水量積算値とみなして平均的な捕捉率を求めた．同地点で根雪になった 12/15～2/17 の降水量積算値は 1195 mm であったので，捕捉率は 0.72 となった．

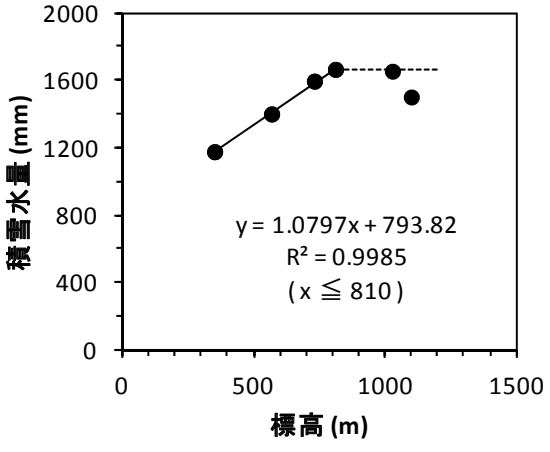


図 1　標高と積雪水量の関係.
（2012 年 2 月 17 日測定）

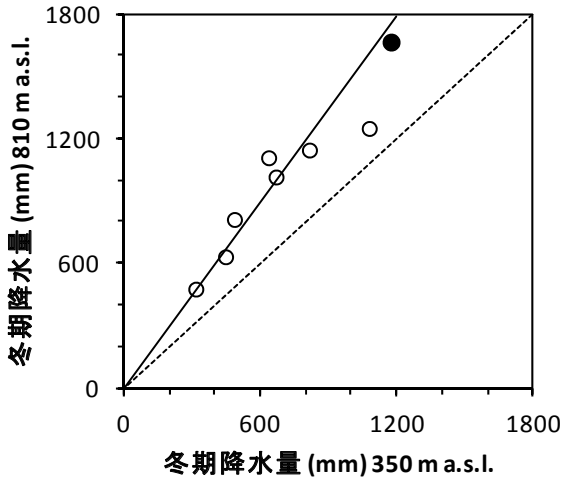


図 2　アメダス（350 m a.s.l.)と気象観測点（810 m a.s.l.）の冬期降水量の比較．2005～2011 年 7 冬期. ●は 2012 年 2 月 17 日の積雪水量．実線は 1:1.5.

©2012㈳日本雪氷学会

44 暖候地降雪の降雪種判別のための降積雪観測データベース

○石坂雅昭・本吉弘岐・中井専人・山口悟（防災科研・雪氷）

1. はじめに

没後50年を迎えた中谷は「雪は天からの手紙である」という言葉を残した。しかし、同時に彼は自身の著作（Nakaya, 1954）の中で、雲粒のついた樹枝や凍結雲粒そのものが不規則に集合したものなどについては、現状（当時）では明確な分類はせずIrregular snow particlesとしたこと、そしてそれらは一般に考えられている以上に頻繁に見られることを述べ、これらについては将来の研究として残している。北陸など暖候地の降雪にはそのような降雪が多く、また実際の雲からもたらされる降雪粒子は数も多く種類もさまざまである。雪結晶は「天からの啓示」としては中谷の言うとおりであるが、現実の「雲からの便り」は乱筆乱文なのである。

2. 降水フラックスの中心による判別

レーダーの反射強度をはじめ、降雪現象と他の事象との関連を調べるには、この多様な降雪をどのように判別（記述）するかが鍵となる。そこで、我々は降水の粒径、落下速度の連続的観測から得られる粒径−速度関係によって降雪種の判別を行って来た。ただ、いずれの降水においても一般には小さい粒子の数が圧倒的に多く、分布のパターンに特徴はあっても速度や粒径の単なる算術平均では特徴が出ず、判別の数量化は難しい。そこで、降水寄与で重み付けた「降水フラックス」を導入し、重み付けした粒子の粒径−速度分布座標上の分布から重心位置を求めて「降水フラックスの中心」とし、この位置から降雪種別の情報と大きさの情報を得る方法を提案した（石坂, 2011）。観測機器が雪だけではなく雨も観測できるものであれば、雲粒付の度合に応じた雪片、霰、霙、雨などの種別判別ができ、かつその大きさの情報も得ることができる（本吉, 2011）。

3. データベースの構築

連続自動観測から得られる粒径、落下速度と上記の定量化手法とを用いると観測間隔の分解能に応じて細かい時間間隔のフラックス中心の位置が求まる（現状は最小1分）。そして、それを使って降雪の種類と他の降雪関連した要素との関係を調べることが可能になった。ただ、時間間隔が短いと得られるデータが膨大になり解析に時間がかかる。そこで、多量のデータから一般的なSQL言語の問い合わせを使い迅速なデータ抽出が可能となるよう降雪種と関連気象要素を合わせたデータベースを構築することにした。データベースはIBM社のDB2 Express-C（無償版）を用いた。降雪粒子観測からは、上述のフラックス中心の座標（粒径、落下速度）やフラックスから求まる降水量など、露場の気象観測から気温、湿度、風向、風速、積雪深、積雪重量など、また田村式降雪降雨強度計から1分間降水量などをデータベースの各テーブルとして作成した。

4. データベースの利用

データベースを利用することによって、例えば、フラックス中心座標のみでは判別が困難な分布領域が一部重なる霰と霙領域の判別に、気温などの情報を加味して判断するなどのことが容易になった。その結果を使って、雨、霙、雪が気温や湿度のどの範囲に分布するかという情報を一冬期の連続観測から得ることができ、これまでの結果（Matsuo et al., 1981）との比較も可能になった（図は点が多く残念ながら白黒では表現できないので略）。下図は簡単な関係ではあるが興味深い結果の一つ、2012年冬期（2011年12月から翌年3月まで）のフラックス中心の粒径座標の大きさと気温との関係である。前者は降雪粒子の大きさを反映しているので、大きい降雪粒子は0℃付近で出現することが多いことを明確なピークで表わしている。2～3℃以上は雨滴に対応している。

今後さらに本データベースを充実することによって暖候地降雪の特徴を明らかしていこうと考えている。

謝辞

データベース構築では富山コンピュータ専門学校の小林敏一氏にご指導いただいたことをここに記して感謝申し上げます。

参考文献

Nakaya (1954), Snow Crystals, Harvard University Press.

石坂ら（2011），推定質量フラックスを用いた降雪粒子の連続的種類判別について，雪氷研究大会（2011・長岡）要旨集, 105.

本吉ら（2011），光学的ディスドロメーターによる連続降雪粒子観測−推定質量フラックス重心位置の推移と降水量推定−，雪氷研究大会（2011・長岡）講演要旨集, 106.

Matsuo et al.(1981). Relationship between types of precipitation on the ground and surface meteorological elements. J. Meteor. Soc. Japan, 59, 462-476.

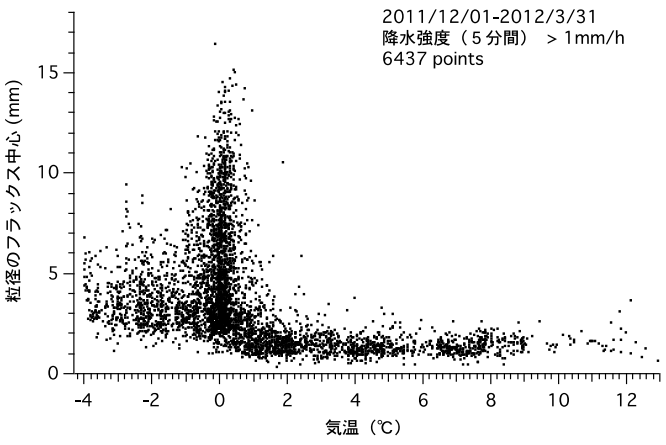


図　粒径フラックス中心の大きさと気温との関係

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

45

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

○本吉弘岐・石坂雅昭・中井専人（防災科研・雪氷）

1. はじめに

降水粒子の質量は、定量的降水量推定や雲物理過程などの降水現象を考える上で重要なパラメータである。降水粒子の終端落下速度は、質量により決まる重力と粒子形状により決まる空気抵抗との釣り合いによって決まるため、降水粒子の質量、粒子形状、落下速度には相互に関係がある。近年、降水粒子の形状（大きさ）・落下速度を同時に測定できる測器（ディスドロメータ）が利用されてきており、それにより得られる粒径・落下速度分布を降水強度やレーダー反射率に焼き直すためには、さらに粒子の質量の情報が必要となる。広範な種類の降雪粒子の粒径、落下速度、質量の同時測定がなされてきた（Locatelli and Hobbs（1974），石坂（1995）など）が、いずれも数多くの測定をおこなうためには細心の注意と時間、労力が必要である。本発表では、より多くの同時測定データを取得するため、石坂(1995)では手作業で行っていた質量測定を、組み込み用の電子天秤を導入し重量データの自動記録することにより、粒径、落下速度および質量の同時測定を自動化する試みについて、その手法と初期結果について報告する。

2. 装置の概要

測定装置は雪氷防災研究センターの降雪粒子観測施設の-5℃の低温室に設置した。図1に装置の概念図を示す。天井の取り込み口から落下してくる降雪粒子のうち、装置上部の4cm×4cmのスリットを通過したものだけが、電子天秤の受け皿の容器へ着地する。ここで用いた電子天秤(A&D AD-4212C)は、ライン組み込み用として市販されており、表示類を持たないことでコンパクトであり、また風防がないことで直接降雪粒子を受けるのに都合がよい。重量データは0.1mgの分解能で0.1秒毎にRS-232C通信によりPCに記録され、このときの電子天秤の重量変化から粒子1個の質量を算出する。スリットを通過した粒子は、ビデオカメラ(Victor GC-PX1)により横方向から撮影される。ビデオカメラの記録画素数は1920×1080ピクセル、フレームレートは60s^{-1}、シャッタースピードは1/4000s（このカメラではこれが限界）である。動画データの各フレームから粒子の形状、連続フレームの比較から粒子の落下速度を算出することができる（村本他（1988））。

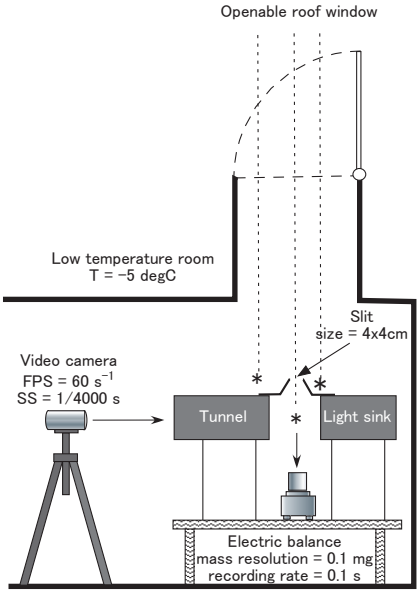


図1：装置の概念図

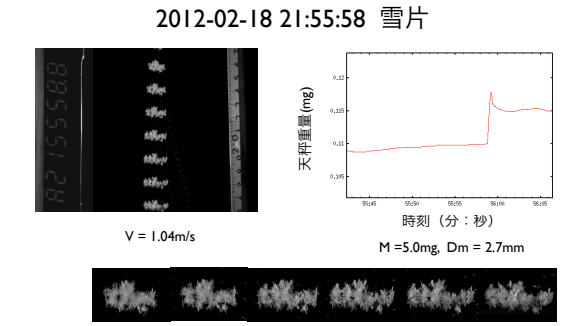
3. 測定例と今後の課題

取得されたデータの例を図2に示す。左側の図は、ビデオカメラで撮影された画像を重ねたもので、右側が天秤による同時刻の重量データである。この例では、落下速度1.04m/s、質量は5.0mg、粒径は下の表のように粒子の向きにより幅を持って測定された。

多数のデータの蓄積するためには、図2のような例を自動で抽出し、データ処理する必要がある。今回の初期解析を通して、自動処理に対する問題点として、

- 図2の右図の様に着地の衝撃のため重量データがオーバーシュートがある（自動化の障害）
- スリットに衝突し砕けてしまったり、方向を変えてしまう粒子がある（除外のための判別方法）
- ビデオカメラで撮影されてから重量変化が生じる際に落下速度に応じて時間差が生じる

などが挙げられる。今後はこれらの問題点を解消することで、データ処理の自動化を図る予定である。



投映面積(mm^2)	90.3	93.8	99.9	103.3	105.6	106.6
相当円直径(mm)	10.7	10.9	11.3	11.5	11.6	11.7
最大幅(mm)	14.4	15.4	17.0	17.1	19.0	18.9

図2：粒径・落下速度・質量の同時測定例（雪片）

【参考文献】

Locatelli, J.D. and P. V. Hobbs (1974): J. Geophys. Res., 79, 2185-2197.
石坂雅昭(1995): 雪氷, 3, 229-238.
村本健一郎・椎名徹(1988): 電子情報通信学会論文誌 D, J71-D, 9, 1961-1863.

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

46

冬季山岳域のレーダー降水量と地上観測降水量の差の要因に関する研究

板戸昌子*1，熊倉俊郎*1，中井専人*2
*1 長岡技術科学大学，*2 雪氷防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター

1．はじめに

新潟県をはじめとする本州日本海側では，冬季山岳域の気象庁レーダー観測では，地形条件等によりレーダー降水量が著しく小さい地域がある．レーダー降水量の減少の要因の一つとして，レーダーサイトから電波が伝播する際の降水による減衰が考えられる．本研究では，山岳域の観測点での積雪重量から算出された地上降水量とレーダー降水量との比較を行い，レーダー観測降水量から計算可能なマイクロ波減衰の水平分布で補正する手法について検討した．

2．使用データ

対象期間は2010年1月とした．レーダー観測雨量は気象庁による1 kmメッシュの全国合成レーダーで，毎正時から10分毎に時間雨量換算のデータがある．地上観測雨量は，防災科学技術研究所雪氷防災研究センターが山岳域に設置している積雪重量計のデータから1時間毎に求めた．また，地上観測された気温が0℃以下のデータのみを使用した．ここで地上観測雨量の積算時間と合わせるため，レーダー観測データは各正時とその前の5つ，合計6つの時刻のデータを平均して用いた．

3．原理と手法

レーダー方程式のレーダー反射因子Z [mm^6/m^3]は，降水強度R [mm/hour]から，$Z = BR^{\beta}$ で算定される．B，βは定数であり，気象庁によれば，現在気象庁で運用されているレーダーのZの係数はB=200，β=1.6が用いられている．レーダー方程式やZ-R関係の式には減衰を考慮に入れていないが，実際には降水による減衰や大気中のガスによる減衰を受けている．Ks[dB]をレーダーサイトから観測点までの降水による減衰係数とすると，降水強度R [mm/hour]および波長λ [cm]を用いた以下の式により算出される．

$$Ks = 3.5\times10^{-2}\frac{R^2}{\lambda^4} + 2.2\times10^{-3}\frac{R}{\lambda} \qquad (1)$$

地上観測から求めたレーダー反射因子Z_{obs}とレーダー観測から求めたレーダー反射因子Z_{radar}の関係は，Fをレーダー観測に起因する誤差要因や合成処理に起因する誤差要因とすると，(2)式のように表される．

$$\log\left(\frac{Z_{radar}}{Z_{obs}}\right) = \log F \qquad (2)$$

運用されているレーダーでも降水による補正は行われているが，ここではその妥当性を検討したいため，電波が観測点まで伝播する際の降水による減衰として，レーダーサイトから観測点まで1 km毎に区切り，それぞれの地点のKsを求めた．これを積算した値を透過率τとすると，往復分の減衰を考慮し(3)式のように表される．

$$\tau = \frac{P(r_n)}{P(r_1)} = 10^{\left(-\frac{2}{10}\sum_{i=1}^{n}K_{si}\right)} \qquad (3)$$

さらに，合成処理の際に既に補正済みの分をτ_sとし，降水による減衰以外の誤差要因をF'とおくと，以下の(4)式で表される．

$$\log\left(\frac{Z_{radar}}{Z_{obs}}\right) = \log\tau - \log\tau_s + \log F' \qquad (4)$$

よって，Z_{obs}とZ_{radar}の比Z_{obs} / Z_{radar}はτの関数として考えられる．

4．結果

図1にマイクロ波の透過率τとZ_{obs}/Z_{radar}との関係を示す．全体的に傾きが負であることから降水による減衰については過剰に補正されていることがわかる．全国合成レーダーは，降雪としてではなく降雨としてKsが算出されている可能性がある．

また，降水強度別に見ると，降水強度が弱い場合と強い場合とでは切片が異なることから，降水による減衰以外の要因が異なることが考えられる．

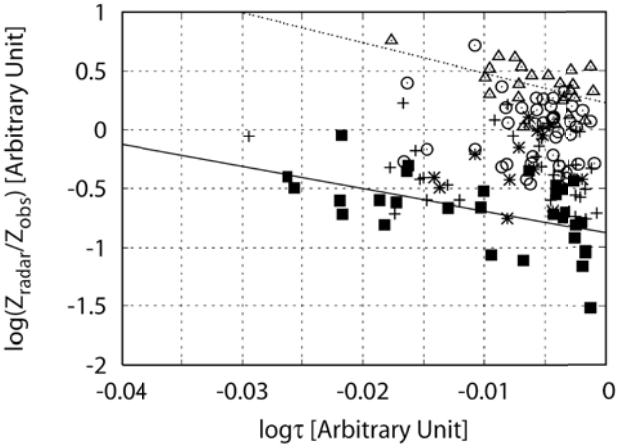


図1　マイクロ波の透過率τとZ_{obs} / Z_{radar}の関係．地上降水量が5 mm/hour以上を四角，4 mm/hour以上5 mm/hour未満をアスタリスク，3 mm/hour以上4 mm/hour未満を十字，2 mm/hour以上3 mm/hour未満を丸，1mm/hour以上2 mm/hour未満を三角で示した．実線は地上降水量が5 mm/hour以上の降水の近似曲線，点線は1mm/hour以上2 mm/hour未満の降水の近似曲線である．

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

47

北信越地域に出現する降水系の降雪種とZe-R

○[1]中井専人・[2]藤田学斗・[3]勝島隆史・[1]本吉弘岐・[2]熊倉俊郎・[1]石坂雅昭・[4]横山宏太郎・[5]村上茂樹
(1:防災科研雪氷, 2:長岡技大, 3:富山高専, 4:農研北陸, 5:森林総研十日町)

１．はじめに

新潟県域を中心とした複数の大学・試験研究機関の協力体制で、降雪粒子観測とレーダー観測を組み合わせた研究を平成22年度より行っている。目的は、宇宙からの降雪観測(全球降水観測計画; Global Precipitation Measurement; GPM)のアルゴリズム作成のための基礎データ取得である。観測概要は昨秋の雪氷研究大会(2011・長岡)で発表した(P2-15)。本稿では、観測された降雪粒子特性、Ze-R関係と降水系分類との比較結果について発表する。

２．研究方法

解析には、森林総合研究所十日町試験地に設置した降雪粒子観測点(Snow Particle Observation Site; SPOS)のOTT Hydromet GmbH製Parsivelによる１分毎の降水粒子粒径－落下速度分布、及び防災科学技術研究所雪氷防災研究センター偏波ドップラーレーダーX-POLによる10分ごとの等価反射強度因子Zeを使用した。降水粒子の粒径－落下速度分布は５分毎に集計し、さらに降水粒子１個ずつの降水強度(水フラックス)を算出するフラックスチャート(石坂ほか, 2008, 寒地技術論文・報告集, 24, 126-130)を用いて降水強度Rを算出した。また、５分間を代表する降水粒子種の特徴を表すものとして、粒径－落下速度分布から水フラックスの重み付き平均した粒径(Dc)と落下速度(Vc)(石坂ほか, 2009, 雪氷研究大会(2009, 札幌), B1-05)を求めた。このDcとVcとから、ARMI ＝ Vc／$Dc^{0.5}$ で定義したARMI(aerodynamical riming and melting index)で降水粒子の種類を簡易的に表すことにした。Ze-R関係については、Rasmussen et al. (2003, JAM)に従い固体降水のZe-R関係を$Ze=aR^{1.67}$とし、この式を変形してA=dB(Ze)-16.7log(R)としたときのAについて検討を行った。

３．結果

ARMIによって降雪粒子はある程度分類可能であるものの、Aは大きくばらついた。そこで、気温0℃以下のデータを選び、融解の影響を除いたところ、ARMIとAの値は降水系によって異なる値を示す結果が得られた(図１)。特にL、Tモード降雪のARMIが大きく、相対的に霰が卓越することに対応することがわかった。今後、データ数を増やしてさらに解析を進めていきたい。

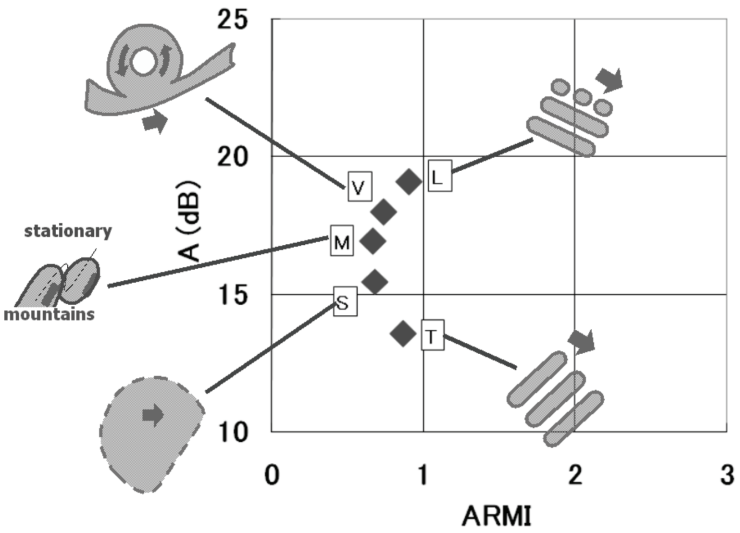


図１　降水系別に平均した ARMI と A。図中のＬ、Ｔ、Ｖ、Ｍ、Ｓは降水分布形状による降水系の分類であり、それぞれＬ、Ｔモード線状降水系(筋雲)、渦状降雪、山岳降雪、面状降雪を表す。

本研究は宇宙航空研究開発機構降水観測ミッション(PMM)第6回研究公募課題PI213、及び防災科学技術研究所プロジェクト研究『高度降積雪情報に基づく雪氷災害軽減研究』によります。X-POL及びFSOは防災科学技術研究所によって、露場整備およびそこでの観測は各研究機関によってそれぞれ維持されているものです。観測インフラを使用させていただいた各機関に感謝します。

©2012㈳日本雪氷学会

2011年度日本雪氷学会北信越支部事業報告

1. 2011年度北信越支部総会および研究発表会・製品発表検討会
(「2011年度日本雪氷学会北信越支部大会」として開催　後援:福井雪技術研究会)
日時:5月14日(土)　場所:福井市地域交流プラザ　アオッサ
発表:30件　参加者:66名

2. 講演会
「今年の雪　速報会　2010－11」
テーマと講師:
・「今冬の大雪とその観測・予測」中井　専人(防災科学技術研究所　雪氷防災研究センター)
・「北陸地方の冬の天候と予想」　五十里　勇人(気象庁　新潟地方気象台)
・「2010/11年冬季の新潟および全国の積雪深分布の特徴」　伊豫部　勉(新潟大学　災害・復興科学研究所)
・「2009/10年冬の大気循環場の特徴と日本の天候」　浮田　甚郎(新潟大学　理学部)
・「道路管理者の視点から　～今冬の話題～」　蓑和　保男(国土交通省北陸地方整備局　長岡国道事務所)
・「雪崩防災訓練の実践と問題点」　大花　博重(新潟県南魚沼地域振興局地域整備部　計画調整課)
・「平成23年魚沼地域豪雪の記録」和田　豊(新潟県魚沼地域振興局地域整備部　維持管理課)
・「今冬の雪崩」町田　誠(町田建設株式会社)
日時:6月2日(木)13:20～17:00　場所:長岡市中央公民館　参加者:123名
備考:NPO法人水環境技術研究会,(独)防災科学技術研究所雪氷防災研究センターとの共催

「雪崩を追って三十年」
テーマと講師:
・「富士山の表層雪崩とスラッシュ雪崩―森林生態に及ぼす影響と山岳遭難事故―」　安間　荘(法地学研究所代表)
・「黒部峡谷の大規模表層雪崩の実態」　川田　邦夫(富山大学名誉教授)
・「日本アルプスの雪崩―森林と積雪からのアプローチ―」　若林　隆三(アルプス雪崩研究所・元信州大学教授)
日時:6月18日(土)14:00～17:00　場所:信州大学理学部C棟2階大会議室　参加者:90名
備考:信州大学山岳科学総合研究所との共催

3. 見学会
テーマ:福井の雪対策技術と名勝
日時:5月15日(日)　8時30分～12時30分
場所:福井県雪対策・建設技術研究所(福井の雪技術について説明)、幸橋(PIP融雪工法)、福日機電(PIP融雪による駐車場融雪)、養皓館(福井松平家庭園)　参加者:21名
後援:福井雪技術研究会

テーマ:栂池高原　雪崩の森　公開見学会
日時:6月19日(日)　場所:長野県小谷村栂池高原　参加者:21名
備考:アルプス雪崩研究所との共催

©2012㈳日本雪氷学会

テーマ：長岡震災アーカイブセンター「きおくみらい」見学会
日時：12月9日（金） 場所：長岡震災アーカイブセンター「きおくみらい」 参加者：15名

4. 学習会
○新潟地区
テーマと講師：
・「日本海沿岸域における温暖化に伴う積雪の変化予測」馬燮銚 or 川瀬宏明（JAMSTEC）
・「日本の積雪地域の気候的特徴と気候変化に対する応答の違い」石坂雅昭（防災科研 雪氷防災研究センター）
・「山地観測、鳥取豪雪と降水量地上観測について」中井専人・山口悟（防災科研 雪氷防災研究センター）
日時：2011年8月24日(水) 15:00～17:00 場所：雪氷防災研究センター大会議室(2F)参加者：15名
備考：雪氷防災研究センター・新潟地方気象台合同談話との共催

○長野地区
テーマと講師：
・南極におけるオゾン研究 Dr. Hartwig Gernandt(ドイツ アルフレッド・ウェーゲナー極地研究所) 日時：2011年11月11日（金）16:00～17:00場所：信州大学理学部C棟2階大会議室 参加者：55名
備考：信州大学山岳科学総合研究所との共催

○新潟地区
テーマと講師：
・寒さと森林 鳥田 宏行 地方独立行政法人北海道立総合研究機構 森林研究本部 林業試験場 森林環境部 環境グループ
日時：2011年12月8日16：30～18：00 場所：新潟大学災害・復興科学研究所3F会議室
参加者：17名
備考：新潟大学災害・復興科学研究所セミナーとの共催

○新潟地区
テーマと講師：
・「吹雪による視程障害の予測とその改良について」 佐藤 威（雪氷防災研究センター）
・「連続降雪粒子観測による霙・湿雪領域を含めた主要降雪粒子の種類判別について」 本吉 弘岐（雪氷防災研究センター）
・「降雪量ワークシートの検証と改良及び解析降雪量の検証と改良」吉開 裕亮（新潟地方気象台）
・「JMANHMによる、上中越に形成された降水ラインによる大雪の事例解析」北村 美佐絵（新潟地方気象台）
・「柏崎から入広瀬にかけての線状エコーによる降雪」 小林 正男（新潟地方気象台）
日時：2011年12月16日（金） 13時～ 場所：新潟地方気象台 2F会議室 参加者：45名
備考：雪氷防災研究センター・新潟地方気象台合同談話との共催

5. 講習会
積雪断面講習会

©2012㈳日本雪氷学会

講師:佐藤篤司、上石勲、山口悟(防災科学技術研究所　雪氷防災研究センター)、河島克久(新潟大学　災害復興科学センター)、鎌田慈　(鉄道総合技術研究所)、竹内由香里　(森林総合研究所　十日町試験地)
日時:2月25日(土)13:00～16:30　場所:新潟県長岡市 防災科学技術研究所　雪氷防災研究センター
参加者:19名
備考:日本雪氷学会関東以西支部と共催

6. 教育普及に関する企画事業
行事名:科学教室「雪の出前事業」
開催日:3月5日　場所:上越市立中郷小学校　対象:1年生と2年生　参加者:57名

7. その他の共催事業等
○行事名:子ども雪博士まつり
内容:「武田康男氏による南極のスライドとお話し」、「氷で発電」、「スライム」、「氷レンズで点火？」、「1円玉を浮かせて六花」ほか
日時:7月31日(日)　9時～16時00分　場所:中谷宇吉郎雪の科学館　参加者:413名
備考:中谷宇吉郎雪の科学館, 同友の会と共催

○行事名:雪氷研究大会(2011・長岡)
内容:研究発表会、公開シンポジウム、企画セッション、技術展示、雪氷楽会ほか
開催日:9月19日(月)　～23日(金)　場所:ハイブ長岡　参加者:　859名(公開行事等含む)
備考:実行委員会への協力

9. 機関誌「雪氷北信越」 第31号を6月に発行した. 北信越支部ホームページにて公開

10. 2011年度北信越支部賞
雪氷奨励賞:平島　寛行((独)防災科学技術研究所雪氷防災研究センター任期付研究員)
「積雪モデルの精度向上ならびにそれを用いた雪崩発生予測に関する研究」
大　沼　賞:樋口　敬義(故人)
自家本「雪の栞」及び「和歌に雪を求めて」の作成
雪氷技術賞:株式会社大原鉄工所雪上車グループ(代表:金子誠一)
「極地用等雪上車の技術開発」

11. 支部ホームページ(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

12. 理事・幹事合同会議
第1回:　4月11日～17日, 文書会議
第2回:12月9日, 長岡市　まちなかキャンパス長岡

13. 顧問・評議員会
第1回:12月21日, 長岡市 まちなかキャンパス長岡

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

２０１１年度　収支決算報告

		2011 年度予算 (A)	**2011 年度決算 (B)**	増減 (A)−(B)
収入		**509,348**	**486,785**	**22,563**
会費収入	支部会員費	0	0	0
事業収入	研究発表会収入	0	0	0
	研修会講演会等収入	0	9,500	−9,500
	出版収入(北信越支部機関誌)	5,000	5,080	−80
内部移管	支部交付金	257,000	257,000	0
資産勘定(基金)からの繰入		170,000	170,000	0
雑収入	受取利息	0	0	0
前期繰越金				
現金 22,933, 北越 2,095, 振替 500, 本部 19,677(2011/3/31)		77,348	45,205	32,143
支出		**469,815**	**459,663**	**10,152**
事業費	**事業費 計**	**286,000**	**231,208**	**54,792**
1 調査・研究		0	0	0
2 研究会研修会	研究発表会(北信越支部研究発表会)	30,000	8,470	21,530
	研修会等(北信越支部講演、見学、学習会)	60,000	50,580	9,420
	普及・啓発	0	0	0
	褒賞(北信越支部褒賞費)	31,000	9,618	21,382
3 出版事業	支部機関誌(北信越支部機関誌)	165,000	162,540	2,460
	その他出版	0	0	0
	管理費 計	**183,815**	**58,455**	**125,360**
事務局費		3,000	0	3,000
会議費		180,000	57,640	122,360
支払手数料		0	0	0
役員選挙費		0	0	0
雑費		815	815	0
資産勘定(基金)への繰入れ		0	170,000	−170,000
収支差額		**39,533**	**27,122**	**12,411**

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

2012年度事業計画

1. 調査・研究

なし

2. 研究大会

(1) 講演会　2回開催する

(2) 研究発表会・製品発表検討会

加賀市で開催する

(3) 見学会　1回開催する

(4) 学習会　新潟地区, 長野地区, 富山地区, 石川地区, 福井地区で計5回開催する。

(5) 講習会　1回開催する

3. 出版事業

(1) 機関誌　「雪氷北信越」32号を発行する

4. その他

(1) 教育普及に関する企画事業　1回以上開催する

(2) ホームページの運営

(3) 2012年度北信越支部賞の表彰

(4) 理事・幹事合同会議の開催　実際に参集する会議を1回と, 文書会議を適宜開催する

(5) 顧問・評議員会の開催　1回開催する

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

２０１２年度　予算

		2012年度予算 (A)	2011年度予算 (B)	増減 (A)−(B)
収入		**587,422**	**509,348**	**78,074**
会費収入	支部会員費	0	0	0
事業収入	研究発表会収入	0	0	0
	研修会講演会等収入	0	0	0
	出版収入(北信越支部機関誌)	5,000	5,000	0
内部移管	支部交付金	239,000	257,000	−18,000
資産勘定(基金)からの繰入		316,300	170,000	146,300
雑収入	受取利息	0		0
前期繰越金		27,122	77,348	−50,226
支出		**569,000**	**469,815**	**99,185**
事業費	**事業費 計**	**386,000**	**286,000**	**100,000**
1 調査・研究		0	0	0
2 研究会研修会	研究発表会(北信越支部研究発表会)	30,000	30,000	0
	研修会等(北信越支部講演、見学、学習会)	60,000	60,000	0
	普及・啓発	100,000	0	100,000
	褒賞(北信越支部褒賞費)	31,000	31,000	0
3 出版事業	支部機関誌(北信越支部機関誌)	165,000	165,000	0
	その他出版	0	0	0
	管理費 計	**183,000**	**183,815**	**−815**
事務局費		3,000	3,000	0
会議費		180,000	180,000	0
支払手数料		0	0	0
役員選挙費		0	0	0
雑費		0	815	−815
収支差額		**18,422**	**39,533**	**−21,111**

©2012㈳日本雪氷学会

(社) 日本雪氷学会北信越支部規約

第１条　本支部は (社) 日本雪氷学会北信越支部と称する.

第２条　本支部は (社) 日本雪氷学会定款第４条の目的を達成するために次の事業を行う.

1. 雪氷および寒冷に関する調査および研究
2. 雪氷および寒冷に関する研究会，講演会，座談会，見学会等の開催
3. その他本支部の目的達成に必要な事業.

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(社) 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
顧問	若干名
評議員	若干名
支部理事	若干名
支部監事	２名
支部幹事	若干名 (内幹事長１名)

第５条　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６条　支部長，副支部長は支部理事の互選とする.

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，重要な事項を議決する．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およ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，通算４年を越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.

第14条　顧問および評議員は理事会の議決を経て支部長がこれを委嘱する．顧問および評議員は本支部の発展に寄与するものとする．顧問は本支部の指導にあたる.

第15条　本支部は毎年１回定期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.

1. 会務ならびに会計の報告
2. 新年度の事業計画
3. 役員の決定
4. 規約の変更
5. その他重要な事項

第17条　本支部の経費は下記の収入によってこれをまかなう.

1. 本部からの交付金

©2012㈳日本雪氷学会

2. 寄付金その他

第18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　本規約は昭和６２年９月１日より施行する.

本規約は平成３年６月１日に改正する.

本規約は平成５年６月１日に改正する.

本規約は平成１１年５月１５日に改正する.

本規約は平成１８年５月１３日に改正する.

(社) 日本雪氷学会北信越支部表彰規定

１．本規定は，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定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，その締切を毎年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，理事会の承認を得て決定する.

７．各賞は賞状および記念品とし，通常総会においてこれを贈呈する.

©2012㈳日本雪氷学会

2011-12年度(社)日本雪氷学会北信越支部役員

支部長

鈴木啓助　信州大学理学部教授

副支部長

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

顧問

泉田裕彦　新潟県知事
石井隆一　富山県知事
谷本正憲　石川県知事
村山秀幸　上越市長
谷井靖夫　小千谷市長
関口芳史　十日町市長
寺前秀一　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
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

評議員

寺家　克昌　新潟県総務管理部長
林　俊信　富山県生活環境文化部長
鈴木研司　石川県土木部長
小山田裕一　上越市都市整備部道路課雪対策室長
竹田幸雄　小千谷市建設課長
柴田芳雄　十日町市建設部長
池野正志　(株)興和常務取締役/新潟県融雪技術協会技術委員長
石坂雅昭　防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター研究参事
川田邦夫　雪環境研究塾塾長/富山大学名誉教授
神田健三　加賀市中谷宇吉郎雪の科学館館長
高田 勉　北陸電力(株)電力流通部送電チーム統括課長
佐藤篤司　防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター研究参事
下村忠一　元(株)アルゴス取締役副社長
白樫正高　長岡技術科学大学名誉教授
杉森正義　山田技研(株)技術顧問
田村盛彰　田村雪氷計測研究所所長
古川征夫　(株)アルゴス代表取締役
本江裕之　中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)金沢支店取締役支店長
町田　誠　町田建設(株)代表取締役
丸山敏介　新潟電機(株)代表取締役
横山宏太郎　中央農業総合研究センター北陸研究センター専門員
若林隆三　アルプス雪崩研究所所長
和田　惇　元北陸建設弘済会理事長

©2012㈳日本雪氷学会

理事(*本部理事)

飯田　肇　立山カルデラ砂防博物館学芸課長
和泉　薫　新潟大学災害・復興科学研究所教授
上石　勲　防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター主任研究員
上村靖司　長岡技術科学大学機械系准教授
河島克久　新潟大学災害・復興科学研究所准教授
熊倉俊郎*　長岡技術科学大学環境・建設系准教授
小南靖弘　中央農業総合研究センター北陸研究センター主任研究員
佐藤　威　防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター長
鈴木啓助　信州大学理学部教授
高田英治　富山高等専門学校教授
竹井　巌　北陸大学教育能力開発センター准教授
竹内由香里*　森林総合研究所・十日町試験地主任研究員
中井専人　防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター総括主任研究員
長峰　聡　新潟地方気象台観測予報課気象情報官
野呂智之　土木研究所雪崩・地すべり研究センター長
前田博司　福井工業大学建設工学科教授
宮崎伸夫*　(有)クライメットエンジニアリング代表取締役
山田忠幸　山田技研株式会社代表取締役
山口　悟*　防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター主任研究員

監事

遠藤八十一　元森林総合研究所・十日町試験地主任
佐藤和秀　元長岡工業高等専門学校教授

幹事長

上石　勲　防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター総括主任研究員

副幹事長

竹内由香里*　森林総合研究所・十日町試験地主任研究員

幹事　1)庶務担当,　2)会計担当,　3)雪氷北信越編集担当,　4)支部だより担当,　5)HP担当

池田慎二[1)]　土木研究所雪崩・地すべり研究センター専門研究員
伊東靖彦　土木研究所雪崩・地すべり研究センター主任研究員
小川克昌　(有)アサップ代表取締役
勝島隆史[2)]　富山高等専門学校助教
加藤　務[5)]　テクノかとう代表
加藤正明　長岡市立科学博物館学芸係長
木戸瑞佳　富山県環境科学センター主任研究員
島田　亙[3)]　富山大学大学院理工学研究部准教授
瀬戸民枝　新潟県土木部監理課企画調整室政策企画員
浜田　崇　長野県環境保全研究所研究員
本田明治　新潟大学理学部准教授
町田　敬[4)]　町田建設(株)
皆巳幸也　石川県立大学生物資源環境学部准教授
村井昭夫　金沢市立内川中学校教諭
渡辺幸一　富山県立大学工学部准教授

©2012㈳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（７）

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
石 川 県	920-8580	金沢市鞍月1-1	土木部管理課技術管理室
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
上 越 市	943-8601	上越市木田1-1-3	都市整備部道路課雪対策室
十 日 町 市	948-8501	十日町市千歳町3-3	建設課

賛助会員（１８）

(株)上越観光開発	949-6431	南魚沼市樺野沢112-1
(株)アルゴス	944-0009	妙高市東陽町1-1
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
(株)上越商会	943-8616	上越市大字土橋1012
東北電力(株) 新潟支店	951-8633	新潟市中央区上大川前通5番町84
(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)高田建築事務所	940-1105	長岡市摂田屋5-6-22
東洋瓦斯機工(株)	950-0964	新潟市中央区網川原2-33-26
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
(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
(有)アサップ	944-0005	妙高市中川3-5
北陸電力（株）	930-8686	富山市牛島町15-1
三陽工業（株）装置製造部	947-8504	小千谷市平沢2-3-20

©2012㈳日本雪氷学会

購読会員（１９）

石川県林業試験場 造林科	920-2114	石川県白山市三宮町ホ１
(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
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
清明堂書店 外商部	930-0083	富山市総曲輪3-2-24
電源開発(株) 関東支社 奥清津電力所	949-6212	南魚沼郡湯沢町大字三国字土場山502
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
富山大学学術情報部 学術情報管理グループ図書情報管理チーム	930-8555	富山市五福3190
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
新潟地方気象台	950-0908	新潟市中央区幸西4丁目4番1号
一般財団法人日本気象協会 北陸支店 業務部	921-8036	金沢市弥生1-33-8
(独)農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター 北陸研究センター	943-0193	上越市稲田1-2-1
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
新潟大学附属図書館 雑誌係	950-2181	新潟市西区五十嵐二の町8050
一般財団法人日本気象協会 富山事業所	930-0892	富山市石坂2415-4
一般財団法人日本気象協会 福井事業所	918-8239	福井市成和1-2301

©2012㈳日本雪氷学会

 ISSN 0918-1474

雪氷北信越掲載記事の訂正

雪氷北信越第 31 号(2011) 57 ページ掲載の「大沼匡之先生略歴」(表)のうち,「1976 年２月　農水省定年退官」は,正しくは「1976 年２月　農林省定年退官」です.当時は「農林省」であり,「農林水産省」となるのは,1978 年７月５日でした.謹んでお詫びして訂正いたします.

横山宏太郎

編集後記

今年は,中谷宇吉郎没後 50 周年として,4 月に加賀市で記念シンポジウムが開催されました.これと同時開催としたため,本年度の北信越支部総会は例年よりも開催が早くなり,準備で苦労されたことと思います.ご協力頂いた関係者の皆様に感謝いたします.

さて,本年度も無事に『雪氷北信越』第 32 号を発行することができました.発行が遅くなりましたことをお詫びいたします.この『雪氷北信越』は,第 28 号より電子出版を開始し,支部ホームページで誰でも閲覧できるようになっています.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.(島田　亙)

編集委員:
島田　亙,池田慎二,勝島敬史,加藤　務,上石　勲(委員長),竹内由香里,町田　敬

㈳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.32　June 2012

Editor and Publisher: Hokushin'etsu Branch, Japanese Society of Snow and Ice
Office: Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention
187-16, Suyoshi, Nagaoka, Niigata 940-0821, Japan

雪氷北信越　第 32 号

編集・発行:㈳日本雪氷学会 北信越支部
事務局:〒940-0821 長岡市栖吉町前山 187-16 (独)防災科学技術研究所雪氷防災研究センター内
印刷所:株式会社 なかたに印刷　〒939-2741 富山県富山市婦中町中名 1554-23
発行年月日:2012 年 6 月 30 日

© 2012 ㈳日本雪氷学会
掲載された記事の著作権は ㈳日本雪氷学会に属する.

(表紙題字:大沼匡之)