

2010年度 北信越支部総会および研究発表会・製品発表検討会

日 時： 2010年5月15日(土) 10:00～20:30

場 所： 小千谷市民学習センター楽集館 (新潟県小千谷市上ノ山4-4-2 電話0258-82-8282)

次 第：

10:00～12:00 研究発表会・製品発表検討会 3階ホール(第1会場)
3階 第7学習室(第2会場)

13:00～13:30 2010年度 北信越支部総会 3階ホール(第1会場)

13:30～13:45 2010年度 支部賞授賞式 3階ホール(第1会場)

雪氷奨励賞: 山口 悟((独)防災科学技術研究所雪氷防災研究センター主任研究員)

件名: 観測を重視した山地積雪の変動に関する研究

雪氷奨励賞: 渡辺幸一(富山県立大学工学部環境工学科准教授)

件名: 過酸化水素の雪氷化学的研究

大 沼 賞: 飯田 肇(立山カルデラ砂防博物館学芸課長)

件名: 山岳積雪の研究と雪氷に関する啓蒙活動

雪氷功労賞: 杉森正義(山田技研(株) 技術顧問)

件名: 長年にわたる克雪対策および支部活動に対する貢献

14:00～17:00 研究発表会・製品発表検討会 3階ホール(第1会場)
3階 第7学習室(第2会場)

14:00～17:00 雪と氷の科学教室「雪の小千谷の雪氷楽会」【参加無料】 2階 交流展示室

18:30～20:30 技術交流会(懇親会)

ホテルプラザ片山 4階 鶴の間(小千谷市本町1丁目7-3 電話0258-82-2051)

参加費: 5,000円(学生は2,000円)

【注意事項】

1. 発表方法

会場にはパソコン(OFFICE XPが利用可能)と液晶プロジェクタを用意します。

最新のPowerPointファイルには対応できませんので、ご注意下さい。

パソコンで動画を使用される方は、念のためご自身のPCをご持参下さい。

なお、希望者がおられませんので、OHPは用意しません。

2. 発表時間

1鈴: 7分、2鈴: 9分(発表終了)、3鈴: 12分(質疑応答終了)とします。

発表件数が多く、スケジュールに余裕がありません。時間厳守にご協力下さい。

*ファイルのコピーは事前に済ませておいてください。

3. 予稿集

当日、会場において予稿集は配布いたしません。予め支部ホームページより印刷してください。

「雪氷北信越30号」は6月に支部ホームページに掲載(電子出版)します。

印刷冊子(有料)をご希望の方は「雪氷」またはホームページを参照し、お申し込み下さい(5/30締切)。

【送迎バスについて】

小千谷市およびホテルプラザ片山のご好意により、会場と駅等を結ぶ無料送迎バスが運行されます。送迎バスの申込は不要です。

(1) 5月15日 長岡駅東口(ホテルニューオータニ長岡横) 発9:15→楽集館着9:55(小千谷市マイクロバス)

(2) 5月15日 楽集館発17:40→小千谷駅着18:00(小千谷市マイクロバス)

(3) 5月15日 楽集館発18:00→ホテルプラザ片山着18:10(ホテルプラザ片山マイクロバス)

(4) 5月15日 ホテルプラザ片山20:45→小千谷駅着21:00(ホテルプラザ片山マイクロバス)

(5) 5月16日 ホテルプラザ片山発9:00→小千谷市役所着9:10(ホテルプラザ片山マイクロバス)

(6) 5月16日 小千谷市役所発12:40→長岡駅東口着13:20(小千谷市マイクロバス)

(社) 日本雪氷学会 北信越支部

2010年度 日本雪氷学会北信越支部大会 研究発表・製品発表検討会プログラム

【第1会場】3階ホール (※は製品発表)

セッション	座長	No.	タイトル / 発表者名
雪崩 10:00-12:00	平島寛行 (防災科研・雪氷 防災研究セン ター)	1	魚沼地域今年の雪崩発生状況 ○岩崎 剛・町田 誠・早川 典生(町田建設(株))・町田 敬(長岡技術科学大学)
		2	2月6日長野県山ノ内町志賀高原で発生した雪崩 ○伊藤陽一(土研)・石井靖雄(筑波大学)・富樫香流(国際航業(株))・中村明(土研)・上石勲(防災 科研)・平島寛行(防災科研)・池田慎二(日本雪崩ネットワーク/新潟大学)
		3	09-10シーズンにおける山岳ユーザーの雪崩事故 ○池田慎二・出川あずさ・五月女徳行(特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク)
		4	レーダー・アメダス解析雨量とMSM計算値でみた降雪結晶弱層による雪崩事故時の気象状況 ○池田慎二(特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク/新潟大院)・勝島隆史(長岡技術科学大院)
	池田慎二 (日本雪崩ネット ワーク/新潟大学)	5	2010年1月に新潟県内で発生した面発生湿雪表層雪崩 ○上石勲・山口悟・平島寛行・本吉弘岐(防災科研・雪氷防災)
		6	2010年新潟県湯沢町貝掛での全層雪崩発生に対する流下阻止対応 ○松井富栄・町田誠・岩崎剛・早川典生(町田建設(株))・町田敬(長岡技術科学大学)
		7	道路上への雪崩発生を想定した危機管理対応訓練 伊藤恒彦(新潟県南魚沼地域整備部)・○町田 誠(町田建設(株))
		8	雪中発破による湿雪中の圧力伝播 ○町田敬(長岡技大)・町田誠(町田建設(株))・上石勲(防災科研・雪氷)
雪氷化学 14:00-14:45	木戸瑞佳 (富山県環境科学 センター)	9	雪氷化学的手法による冬季降水量の推定法 ○鈴木啓助・横 拓登(信州大学山岳科学総合研究所)
		10	富山県における大気、降水および露水中の過酸化水素濃度 ○渡辺幸一・齊藤由紀子・青木美貴子・江田奈希沙・小森静(富山県立大学)
		11	積雪の過酸化水素濃度と主要イオン濃度について ○佐藤和秀・田中暁大・山崎祐希(長岡高専)・亀田貴雄(北見工大)・石坂雅昭(防災科研・雪氷)・ 竹内由香里(森林総研十日町)
教育普及・計 測 14:45-15:15	宮崎伸夫 (クライメットエンジ ニアリング)	12	除雪作業中の屋根からの転落防止に適した命綱について ○上村靖司(長岡技科大)・中山建生(雪氷学会会員)・諸橋和行(中越防災安全推進機構)
		13	4極センサーによる道路気象要素の観測特性 山田忠幸・○杉森正義(山田技研)・竹内正紀(元福井大学工)・永井二郎(福井大学工)・石坂雅昭 (防災科学研究所)
利雪 15:30-16:15	小林俊市 (防災科研・雪氷 防災研究セン ター)	14	二十日石などによる消雪日予測伝承の研究 ○和泉薫・河島克久(新潟大災害復興セ)・田村由美子(新潟市役所)・山口健太郎(新潟大院)
		15	石川県の氷室(雪室)の調査リスト ○竹井巖(北陸大)・神田健三(雪の科学館)・小川弘司(石川県自然保護課)
		*16	雪室をビルトインした雪冷房住宅 ○上村靖司(長岡技科大)・広井年郎(アクトホーム)・伊藤親臣(雪だるま財団)
積雪の構造 16:15-17:00	中井専人 (防災科研・雪氷 防災研究セン ター)	17	粒子直径が水侵入圧と水みち形成に与える影響 ○勝島隆史(長岡技科大)・山口悟(防災科研・雪氷)・熊倉俊郎(長岡技科大)・佐藤篤司(防災科研・ 雪氷)
		18	水分特性の積雪特性依存性 ○山口悟(防災科研 雪氷)・勝島隆史(長岡技科大)・佐藤篤司(防災科研雪氷)・熊倉俊郎(長岡技 科大)
		19	積雪中における水分移動のモデル化(2) 積雪変質モデルへの導入 ○平島寛行・山口悟・佐藤篤司(防災科研)・Michael Lehning (SLF)

【第2会場】3階 第7学習室 (*は製品発表)

セッション	座長	No.	タイトル / 発表者名
降雪 10:00-11:15	渡辺幸一 (富山県立大学)	20	長岡における反射因子差と卓越降雪粒子の変動 ○中井専人・石坂雅昭・山口悟・本吉弘岐(防災科研・雪氷)
		21	鉛直降水レーダーと地上降水粒子観測によるレーダー反射率の比較 ○本吉弘岐・石坂雅昭・中井専人(防災科研)・椎名徹(富山高専)・村本健一郎(金沢大学)
		22	AMeDAS観測降雪水量の算定に対する風速による降水量計の捕捉率補正の重要性について ○宮崎航・熊倉俊郎(長岡技大)・中井専人・本吉弘岐(防災科研・雪氷)・長峰聡(新潟地方気象台)
		23	北陸地方における気温の時間変化が降水形態に与える影響 ○藤田学斗(長岡技大)・天藤由季子(東京都)・熊倉俊郎(長岡技大)・竹内由香里・村上茂樹(森林総研)・山口悟・石坂雅昭(防災科研・雪氷)
		24	2009年2月に十日町で観測した黄砂を含む降雪について ○竹内由香里(森林総研十日町)・中井専人・石坂雅昭(防災科研雪氷)・熊倉俊郎(長岡技科大)・朝岡良浩(東北大・工)・青木一真(富山大・理工)
積雪分布・気候 11:15-12:00	伊豫部勉 (新潟大学災害復興科学センター)	25	2009/2010冬季の北信越地方の多雪 ○中井専人・山口悟(防災科研・雪氷)・竹内由香里(森林総研十日町試験地)
		26	長野市飯綱高原における積雪深観測結果～2003年から2010年～ ○浜田 崇・富樫 均(長野県保研)
		27	最深積雪気候値の気温及び温度依存性 ○石坂雅昭(防災科研・雪氷)
雪氷物理 14:00-15:15	竹井巖 (北陸大学)	28	テレビ中継からカーリングストーンの摩擦推定およびストーンの曲り機構 ○対馬勝年(富山大・理)
		29	復氷過程におけるワイヤー前面の水膜の観察 ○対馬勝年(富山大理)・田中るみ
		30	氷1h表面の擬似液体層の分子動力学シミュレーション ○久賀みづき・小川貴史・家富洋(新潟大学)
		31	摩擦帯電列への氷の導入に向けた実験的試み ○大宮哲(北大大学院)・佐藤篤司(防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター)
		32	低温核生成による初期氷晶の形態 ○島田互・稲垣孝一(富山大・理)
水循環・融雪 15:30-16:00	山口悟 (防災科研・雪氷 防災研究センター)	33	融雪水によるCO ₂ 輸送量の広域評価モデルの試作 ○小南靖弘・横山宏太郎・中野聡史(中央農研)
		34	簡便な積雪底面流出量の推定と融雪期の列車運転規制への適用可能性の検討 ○伊豫部勉・松元高峰*・河島克久(新潟大学災害復興科学センター・*現職:パタゴニア生態系研究センター)・外狩麻子・島村誠(東日本旅客鉄道株式会社)
着氷雪・交通 16:00-17:00	伊藤陽一 (土木研究所 雪崩・地すべり研究センター)	*35	車載式塩分濃度システムの開発と現場への展開 ○山田忠幸・杉森正義(山田技研)・竹内正紀(元福井大学工)・永井二郎(福井大学工)
		36	雪玉の安息角測定(その4) ○小林俊市(防災科研・雪氷防災研究センター)
		37	周期加熱による着雪除去技術の開発-その2 ○上村靖司(長岡技科大)・菊入正浩(長岡技科大工)・鈴木善和(長岡技科大院)
		38	豪雪地の除雪路線における融雪施設の導入 ○藤野 丈志・池野正志・佐藤秀樹((株)興和)

1

魚沼地域今年の雪崩発生状況

○岩崎剛，町田誠，早川典生（町田建設株），町田敬（長岡技術科学大学）

1. はじめに

今冬の魚沼地域においては、降雪初期段階から大量の降雪が見られた。特に 12 月から 1 月にかけては大量降雪が数回見られ、魚沼地域では他地域に比べ、頻繁に雪崩発生が見られた。本発表では新潟県魚沼地域振興局管内の県管理道路で発生した雪崩について報告する。

2. 今年の魚沼地域気象データ

図 1 で見るように、今冬では降雪が観測され始めた 12 月 18 日からの 4 日間で 169cm の積雪が見られた。その後、2 月上旬にかけても間隔を空けて大量の降雪が数回見られた。結果的には、降り始めから 2 月上旬までは降雪が多く、平年値を上回るペースであったが、2 月中旬以降を過ぎると降雪は少なく、累計降雪量は平年値の 1099 cm を下回る 796cm という小雪年であった。

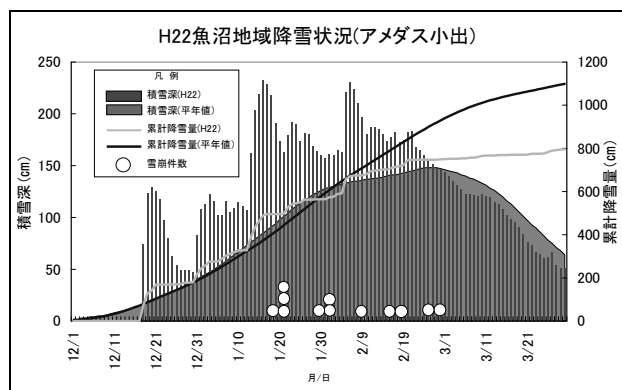


図 1 平年値と H22 降雪量比較

3. 雪崩発生状況

降雪初期段階での大雪の後、1 月下旬から 2 月に入ると平年に比べ、気温の高い期間が続く、この間に魚沼管内では旧堀之内町で 3 件、旧広神村で 4 件、旧守門村で 1 件、旧入広瀬村で 4 件、合計で「平成 18 年豪雪」の雪崩発生数の 10 件を上回る 12 件の雪崩が発生し、各地で交通障害を起こした。（図 1）

各雪崩発生箇所での除雪担当者に対するヒヤリング結果によると、これまでに雪崩発生履歴はあるものの、殆どが道路までの到達実績は無く、今冬のような雪崩被災は初めてであるという箇所が多く見られた。（写 1）

雪崩の発生形態はいずれの箇所も湿雪全層雪崩であり、道路を全面閉塞あるいは部分的な閉塞となり、一時的に交通障害を招いたが人的被害等は無かった。



写 1 国道 252 号上稲倉地区 被災状況

4. まとめ

今冬の魚沼地域の雪崩の特徴として、年間降雪量はさほど多くなかったにもかかわらず、雪崩発生数は多かった事が挙げられる。

今冬の魚沼地域では、降り始めから一気に 169cm もの雪が降り積もった。この降雪初期段階における大量降雪の為に、地表部の植生が積雪層に食い込むことなく、積雪層の下に敷き均されてしまった事が、全層雪崩が多発した一因と考えられる。

又、瞬間的な大雪の後には必ず高温の期間が続く、この気象状況も雪崩発生の引き金になったものと考えられる。

大雪警報等の発令時には表層雪崩に対して警戒を強めるが、降雪が落ち着くと警戒心を緩めてしまいがちである。しかし雪崩危険は、今冬多発したように全層雪崩の発生危険へと移行していく。従って冬期道路管理においては降雪が止んでも警戒心を緩めてはならない事を今冬の状況は示している。

2月6日長野県山ノ内町志賀高原で発生した雪崩

○伊藤 陽一¹・石井 靖雄²・富樫 香流³・中村 明¹・上石 勲⁴・平島 寛行⁴・池田 慎二⁵

(1 土木研究所, 2 筑波大学, 3 国際航業株式会社, 4 防災科学技術研究所, 5 日本雪崩ネットワーク/新潟大学)

1. 雪崩の概要

2010年2月6日19時40分頃、長野県山ノ内町において雪崩が発生した。雪崩は斜面向かい側のホテルや駐車場まで到達し、ホテルロビーにいた宿泊客2名が軽傷を負ったほか、駐車中の大型バスや車が巻きこまれた。

発生箇所は志賀高原 前山スキー場の南西向き斜面の標高1,780 m付近である(図1)。当スキー場は営業休止中であるが、発生斜面は営業時も滑走禁止で圧雪は行っていなかった。なお、発生斜面の東側に隣接する斜面では、1996年1月27日にスキーヤーによる雪崩事故が発生している。

雪崩の痕跡は発生後の降雪により不明瞭であったが、発生区での積雪調査などから、幅約25~30 m、発生区最上部から被害のあったホテルまでの標高差約90 m、水平距離約190 m(見通し角24°)の規模をもつ面発生乾雪表層雪崩と推定された。また、発生区におけるすべり面の傾斜角は約40°で、発生区より上の斜面に雪庇やクラック等は見当たらなかった。

2. 積雪・気象状況

雪崩発生から2日後に、雪崩発生区の破断面で積雪調査を行った。積雪表面から鉛直方向に深さ122 cmの位置にざらめ雪の硬い層があり、この層の上に厚さ2 cm程度のこしもざらめ雪の層があった(図2)。こしもざらめ層(深さ120 cm付近)では硬度が小さく、この部分が弱層となり、ざらめ層をすべり面とする表層雪崩になったものと推定した。こしもざらめ層でシアーフレームテスト(250 cm²)を行った結果、積雪安定度SIは平均1.37と計算された。

発生箇所から数百 m 西側に位置する志賀高原 熊の湯で長野県が測定した降積雪深データによると、午前9時における24時間降雪量は2月6日は60 cm、7日は50 cmで、多量の降雪がある中で雪崩が発生している。また、現場から約4.5 km 南西に位置するアメダス笠岳雨量観測所では、2月5日深夜から7日午前にかけてほぼ連続した降水が記録されており、雪崩発生前24時間累加降水量は19.5 mmであった。アメダス飯山観測所の気象データを用いた積雪変質モデルSNOWPACKの計算結果でも、こしもざらめ雪の弱層が形成されることが確認された。

謝辞：現地調査および気象データの入手にあたり、長野県北信建設事務所に便宜をはかっていただいた。ここに記して感謝します。



図1 雪崩発生斜面の様子

(斜面上部の点線は破断面位置, ●は積雪調査箇所)

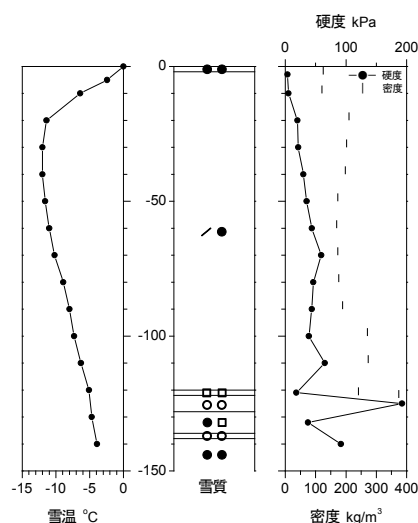


図2 積雪断面観測結果

(左：雪温, 中央：雪質, 右：密度・硬度)

3

09-10 シーズンにおける山岳ユーザーの雪崩事故

○池田慎二・出川あずさ・五月女徳行（特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク）

1、はじめに

09-10 シーズンにおいて山岳ユーザーによる雪崩死亡事故が 3 件発生し 3 名の方が亡くなった(4 月 16 日現在)。日本雪崩ネットワークでは、これらの事故について現地調査を実施したので報告する。

2、尻別岳・西方 989m ピーク付近(北海道)

発生日時： 2010 年 1 月 16 日 5 時 40 分頃

種類： 面発生乾雪表層雪崩

規模： size 2.5 標高差約 330m、流下距離約 230m

破断面： 南斜面 標高 970m、幅約 50m、
厚さ約 40cm、斜度 37 度

弱層： こしもざらめ雪（粒径 0.2-0.5mm 厚さ 3cm）

滑り面： しまり雪・こしもざらめ雪（0.2-0.5mm 1f）

種別： 山スキーヤー(9 人グループ)

事故概要： 山スキーツアー中の一行 9 人のうち、女性ガイド 1 人と男性客 1 人が巻き込まれた。ガイドは自力で脱出、もう 1 名は他のツアー客が救助し、道警へりで札幌市内の病院へ搬送されたが、間もなく死亡が確認された（事故概要については読売新聞より）

写真 1 尻別岳雪崩破断面



3、乗鞍岳位ヶ原(長野県)

日時： 2010 年 2 月 23 日 12 時 55 分頃

種類： 面発生乾雪表層雪崩

規模： size 2.5 標高差約 100m、流下距離約 230m

破断面： 北東斜面、標高 2480m、幅約 100m、
厚さ 20~80cm、斜度 28 度

弱層： こしもざらめ雪（粒径 1mm、厚さ 3cm）

滑り面： 降雨で形成された氷板

種別： 山スキー(1 人)

事故概要： 富士見沢を滑走後、登り返しの最中に雪崩に巻き込まれた。雪崩の発生に気づいた山小屋従業員（発生の瞬間は見えていない）と、通りがかった登山者の計 4 人で救助した。しかし、足が一部出たほぼ完全埋没（林道より下方 5m ほどの地点）であったため、掘り出した時には既に心肺停止であった。（事故概要については信濃毎日新聞および取材より）

写真 2 乗鞍岳雪崩破断面



4、熊野岳・蔵王沢(山形県)

日時： 2010 年 3 月 12 日 14 時頃

種類： 面発生乾雪表層雪崩

規模： size 2 標高差約 80m、流下距離約 160m

破断面： 北西斜面、標高 1500m、幅約 50m、
厚さ 40~150cm、斜度 34 度

弱層： こしもざらめ雪（粒径 0.5mm、厚さ 1cm 弱）

滑り面： 融解凍結クラスト

種別： 山スキー(2 人グループ)

事故概要： 蔵王沢へ向かって滑り込む斜面にて、後ろを滑走していた 1 人が雪崩に巻き込まれた。警察に救助要請後、救助隊が出て捜索が行われたが発見に至らず、翌 13 日に 50 人体制で再度捜索が行われ、11 時 50 分頃、深さ 1.5m の雪の中から心肺停止で発見。（事故概要については新聞報道および取材より）

写真 3 熊野岳雪崩破断面



※各雪崩の破断面におけるピットデータ等は <http://nadare.jp/incident/> を参照のこと

4

レーダー・アメダス解析雨量と MSM 計算値でみた降雪結晶弱層による雪崩事故時の気象状況

○池田慎二(特定非営利活動法人日本雪崩ネットワーク/新潟大院)・勝島隆史(長岡技術科学大院)

1、はじめに

雲粒の付着の少ない大型の降雪結晶は、しばしば弱層を形成し雪崩の発生原因となることが知られているが、積雪後の変態による弱層に比べ、その形成過程に関する研究は少ない。妙高三田原山(08/2/1)、八方尾根無名沢(09/1/25)において雲粒の付着の少ない大型の降雪結晶の弱層に関連した雪崩事故が発生した。これらにおいて、同時期に広域(志賀高原、乗鞍高原、蓼科高原)で雲粒の付着の少ない大型の降雪結晶の弱層が確認されているが、上載積雪の量は日本海側と太平洋側で大きく異なることと雪崩事故が発生したのが日本海側の山岳であったことが共通している。本研究では、これらの雪崩事例について気象庁レーダー・アメダス解析雨量とメソ数値予報モデルの計算値(以後 MSM と記す)を用いて雪崩発生前後の気象状況を把握し、その特徴について検討する。

2、レーダー・アメダス解析雨量でみた降水の推移

八方尾根無名沢での雪崩事故の例を示す。図1に降雪結晶の弱層が確認された観測地の位置、図2に09/1/22~26の降水量の緯度時間断面図を示す(経度方向に関しては観測地の西端(乗鞍高原)と東端(志賀高原)の範囲の降水量を平均している)。

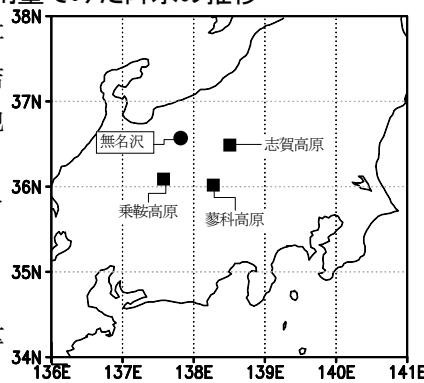


図1 各観測地位置図

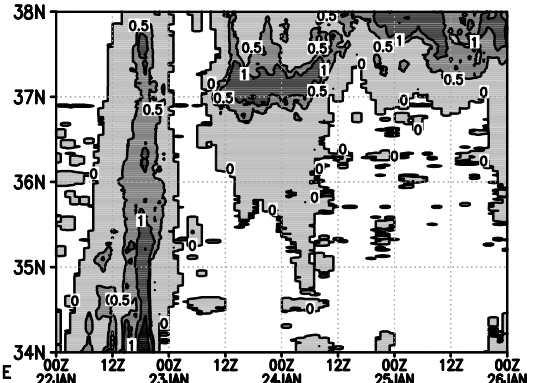


図2 09/1/22~26の降水量(mm/h)の緯度時間断面図

図2から22日昼頃から23日

未明にかけて広範囲で降水があった後、一旦降水が止み、その後日本海側を中心として強い降水があったことがわかる。この広範囲の降水は、二つ玉低気圧の通過に伴う降水に、日本海側の降水は冬型の気圧配置による降水に対応している。このことから二つ玉低気圧の通過によって、広域で観測された降雪結晶がもたらされ、その後、冬型の気圧配置によって日本海側に限定的に多量の上載積雪がもたらされたことが示唆される。

3、MSM でみた鉛直断面の気象推移

図3にMSMの計算値による無名沢における気象状況の高度時間断面図を示す。図3より、二つ玉低気圧通過時には、雲頂高度が高い、鉛直p速度が低く上昇流が弱いという特徴がみられた。これらは、雲粒の無い大型の降雪結晶が形成されるのに適した条件である可能性がある。

3、まとめと今後の課題

雲粒の少ない大型の降雪結晶の弱層に関連して雪崩に至る気象状況をレーダー・アメダス解析雨量やMSMによってある程度把握できる可能性が示された。今後も現地観測を継続することと同時に過去の事例を収集し、それらを分析することにより、雲粒の付着の少ない大型の降雪結晶の弱層が形成される気象条件と形成されない気象条件を定量的に判別することが可能であるか検討を行いたい。

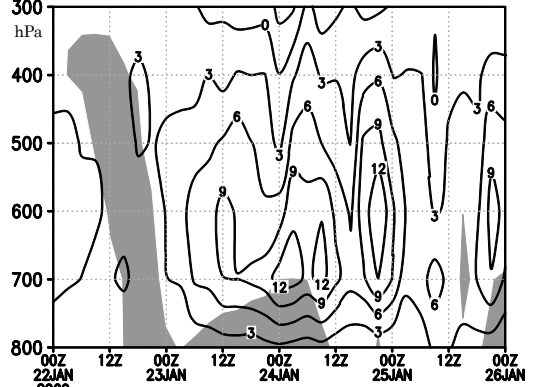
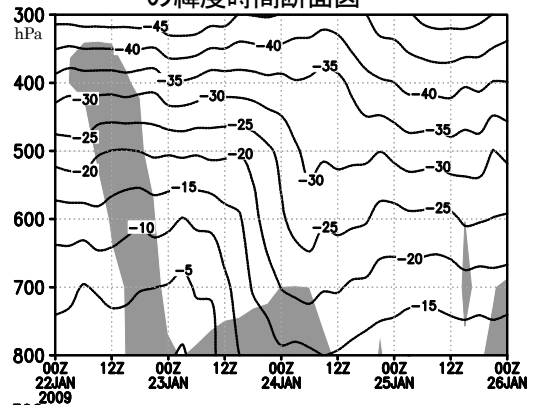


図3 湿数・気温・鉛直p速度の高度時間断面図(無名沢)

上: 気温(°C) 下: 鉛直p速度(Pa/s)
※グレーの部分は湿数3°C以下の領域

2010 年 1 月に新潟県内で発生した面発生湿雪表層雪崩

○上石勲, 山口悟, 平島寛行, 本吉弘岐(防災科研雪氷防災)

1. はじめに

新潟県川口町*1(2010年1月24日発見)、新潟県糸魚川市西飛山(2010年1月26日発生)で発生した面発生湿雪表層雪崩について現地調査を実施した。

2. 雪崩の発生状況

(1) 新潟県川口町(信濃川左岸段丘崖)

川口町西川口の信濃川段丘崖で発生

し、周辺では多くの面発生湿雪全層雪崩も確認された(図1)。

- ・発生日：2010 年 1 月 24 日午後 2 時以前
- ・雪崩の種類：面発生湿雪表層雪崩
- ・発生状況：標高約 110m、幅 20m、勾配約 35-40 度、積雪深 160cm、雪崩の厚さ 80cm
- ・すべり層：深さ 85cm のぬれざらめ雪(厚さ 2cm)の弱層(図2)、積雪安定度 $SI=0.85$ 、含水率はすべり層上下の積雪よりも低い傾向あり(図3)

(2) 糸魚川市西飛山

県道西飛山能生線沿いの斜面で発生し道路を一部埋雪した(図4)。

- ・発生日：2010 年 1 月 26 日午後 2 時ごろ
- ・雪崩の種類：面発生湿雪表層雪崩
- ・発生状況：標高約 400m、勾配約 35-40 度、積雪深 215cm、雪崩の厚さ 95cm
- ・すべり層：深さ 120cm のぬれざらめ雪(厚さ 2cm)の弱層(図5)、積雪安定度 $SI=0.65$

3. すべり層の形成過程

2つの面発生湿雪表層雪崩のすべり層は、ぬれざらめ層の最上部の厚さ数 cm の弱層であることが確認された。川口町の雪崩のすべり層形成は近隣の気象観測点(小出アメダス)の記録から1月15日の降雪開始前と推定

される(図6)。2009-10 冬期は大量降雪と比較的気温が高い時期が交互にあったことが、このような弱層形成に関連しているものと推定されるが、今後さらに形成過程を詳しく調査研究する必要がある。

謝辞：糸魚川市西飛山雪崩調査の際には、新潟県糸魚川土木事務所ならびに新潟県庁道路管理課から協力を頂いた。ここに感謝いたします。

*1：川口町は2010年4月長岡市と合併

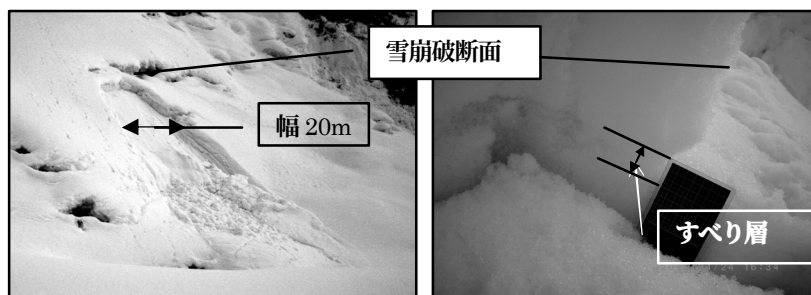


図1 雪崩発生状況(川口町)

図2 すべり層(川口町)

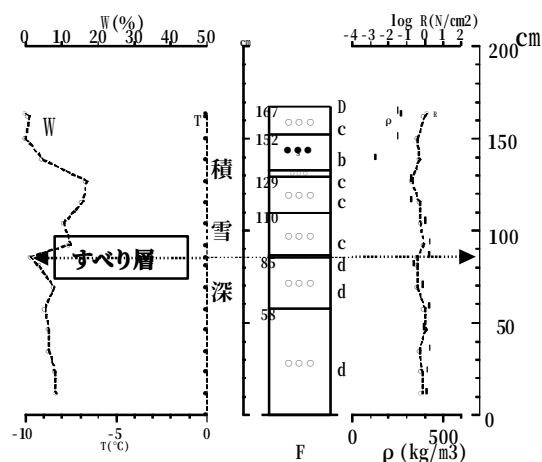


図3 積雪観測結果(川口町)



図4 雪崩発生状況(糸魚川市西飛山 新潟県提供)

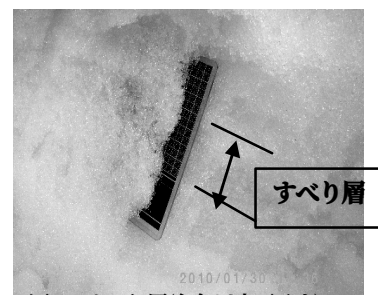


図5 すべり層(糸魚川市西飛山)

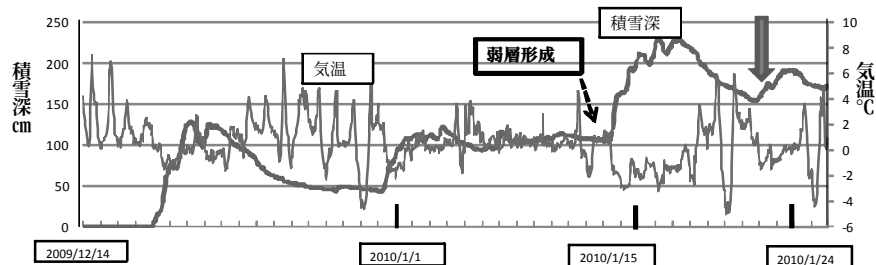


図6 気象積雪の変化と雪崩発生日(小出アメダス)

2010年新潟県湯沢町貝掛での全層雪崩発生に対する流下阻止対応

○松井富栄，町田誠，岩崎剛，早川典生（町田建設㈱），町田敬（長岡技術科学大学）

1. はじめに

新潟県南魚沼郡湯沢町の国道 17 号沿いで表-1 の雪崩発生事例と、雪崩発生規模の大きい貝掛での雪崩流下阻止対応について報告する。

2. 今冬の気象状況

今冬は1月の初旬から、まとまった降雪があり 2 月 6 日に三俣地区で積雪深 3.0m と年最大値を記録した。また 2 月下旬には暖気の流入に伴い最高気温 +13℃ と雨が観測され、全層雪崩発生の危険性が高い状態となった。最終的には年最大積雪深 301cm、累計降雪深 1301cm でこれらは平年値よりやや少ない値であった。

3. 国道 17 号で発生した雪崩

この湯沢地域では、表-1 に示すように 2 月 20 日から 3 月中旬にかけて 12 件の全層雪崩が発生した。この雪崩は件数と規模において今季の雪の量を反映して、平年並みであり、道路上への雪崩流出はなかったが、この 12 件の中で雪崩規模の大きかった貝掛の雪崩について報告する。

4. 貝掛での雪崩

3 月 2 日の夜間に面発生全層雪崩が発生した。この雪崩は図-1 に示すように、国道 17 号の上り線に接した沢地形に沿って流下した。道路上には雪崩対策のスノーシェッドが設置されているが、雪崩は図-1 に示すように沢下部が、スノーシェッドが設置されていない方向に向かっているため、デブリが道路に到達する危険性のある斜面となっている。

表-1 平成 22 年国道 17 号で発生した雪崩

No.	地点	雪崩発生日
1	三俣SS南	2月28日
2		3月9日
3	貝掛SS上	3月2日
4	三俣SS上	3月6日
5		3月14日
6	三俣SS北	2月20日
7		2月28日
8	芝原	2月2日
9		3月9日
10	芝原	3月8日
11	堀切	2月1日
12		3月19日

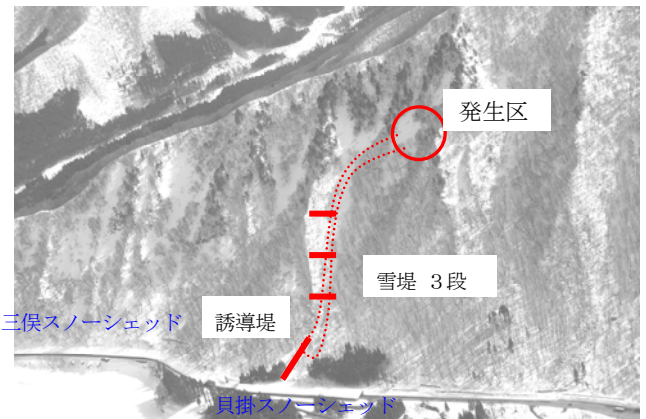


図-1 雪崩発生斜面と流下阻止対策工

5. 雪崩流下阻止対策とその効果

この斜面では、例年全層雪崩が発生しているため、あらかじめ図-1 に示すように、雪崩流下勢力減勢の雪堤を 3 段とデブリをスノーシェッド方向に誘導する誘導堤を人力により現場積雪を利用し施工した。雪崩は雪堤を 3 段破壊して流下した後、スノーシェッド上に設置した誘導堤でデブリは停止し(図-2)、国道への雪崩流下阻止ができた。

6. まとめ

国道 17 号における 12 件の雪崩を報告し、特に貝掛における雪崩に対しては、雪堤による雪崩流下勢力の減勢と誘導堤による流下方向の誘導が現場積雪を利用した人力作業により、果たせたことを示した。



図-2 誘導堤で停止した雪崩

道路上への雪崩発生を想定した危機管理対応訓練

伊藤恒彦（新潟県南魚沼地域整備部），○町田 誠（町田建設㈱）

1. はじめに

雪崩発生時を想定した危機管理対応訓練を実施し、災害発生後の初動時における現地調査や情報整理・伝達などの仮想の活動を通じて、平時から地域整備部職員および関係者の危機管理対応力の向上を図ることを目的とする。

2. 訓練の概要

この「雪崩発生時における危機管理対応訓練」は、道路管理関係機関として、南魚沼地域整備部、南魚沼市消防本部、南魚沼警察署、南魚沼市、除雪関係業者を集めて行われた。開催期日は平成 22 年 2 月 16 日、開催地は一般国道 291 号二子沢（新潟県南魚沼市清水地内）である。

訓練の想定した状況設定は以下のとおりである。

- 雪崩発生箇所：一般国道 291 号二子沢スノーシェッド手前
- 雪崩発生日時：平成 22 年 2 月 16 日午前 9 時 00 分頃発生
- 道路への雪崩流出量：延長 50m、幅 8m、高さ 2m で、国道 291 号が全面埋塞

また想定被害の状況および訓練の実施状況は以下の通りである。

9:10～9:40 通行車両の運転手が発見、地域整備部に通報。同部から市、警察、消防、除雪関係業者へ情報を伝達、かつ現地への出動を要請。

9:40～9:50 関係者が現地へ集結して現地対策本部を設置（図 1）。現場で雪崩発生状況や、被災状況等を確認。通行規制（全面通行止め）の実施と関係機関への周知。

10:10～10:50 人や車両等が雪崩に巻き込まれていないか確認。ゾンデ棒による搜索訓練開始（図 2）。雪崩に埋もれた被害者（ダミー人形）を発見、病院に搬送。

10:50～11:30 搜索活動の終了を受け、斜面の残雪処理、道路上の排雪作業。

11:30 その後、人的被害の無いのを確認、また道路の安全を確認し、通行規制を解除し、関係機関に通知。現地対策本部を解散して訓練の終了。

3. 本訓練の特徴

本訓練は第一に道路管理者職員・交通管理者・消防救助・除雪の関係者等を現地に集めて行った点に最大の特徴がある。時として関係諸機関は連携の悪さが指摘されるが、このような訓練を通じて、そのような点は克服されるであろう。当然ながら本訓練には約 50 名という多数の人員が動員された。さらに本訓練は被災者救助の搜索活動を含む迫真的なものであった。

4. 訓練を終えて

本訓練は、道路管理等関係諸機関の多数の参加者が実際に現場に集まって行ったもので、その意義は極めて大きい。このような訓練は、雪崩専門家の適切な指導の下に、雪崩災害が危惧される各所において定期的実施する必要がある。



図 1 現地対策本部の設置



図 2 埋没者の搜索活動

雪中発破による湿雪中の圧力伝播

○町田敬¹⁾，陸旻皎¹⁾，町田誠²⁾，上石勲³⁾

1)長岡技術科学大学，2)町田建設㈱，3)防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター

1. 目的

雪中発破は，潜在的雪崩危険斜面において積雪中に爆薬を配列装薬し同時に発破させる．この発破衝撃によって雪崩誘発を計画的に行い，潜在的な雪崩の危険性を排除させるための対策手法である．

本研究は，雪中発破の装薬間隔と装薬深の違いが積雪中を伝播する発破圧力（以下「爆雪圧」とする．）と積雪層の破壊に及ぼす影響を計測し雪崩誘発に適切な装薬配置の確立に寄与することを目的としている．

2. 実験条件

実験地は，標高 510m の新潟県南魚沼市栃窪地内の山間地の田地において平場（積雪深：208cm）と斜度 30°の斜面（積雪深：140cm）で実験を行なった．

実験日は，2010 年 3 月 30 日～31 日に実施し，雪質は全層において濡れ雪となりざらめ雪が卓越した融雪状態であり，周囲の斜面においては全層雪崩が多発している状況であった．

使用爆薬は，近年の人工雪崩誘発に使用実績のある含水爆薬 HIGH JEX（JAPEX 製）を使用した．この爆薬は，安全性，耐水性，耐衝撃に優れており低温化においても爆破性能の低下がない．本実験においては，これまでの研究から最適な爆薬量とされている 1 孔当り 300g を全装薬条件で使用している¹⁾．

平場では，装薬深 2.0m，1.5m，1.0m とし，発破点から水平距離 1.0m と 1.5m の地点で爆雪圧の計測を行った．斜面では，装薬深 1.5m と 1.0m とし，発破点から斜距離 1.0m と 1.5m における斜面上流部と下流部の爆雪圧の計測を行なった．

3. 計測方法

爆雪圧の計測としては，図 1 に示すように容量 5kN の圧縮型ロードセルを箱の中に設置し，受圧板面積 15cm×15cm の中心を相薬点と同じ深さに設置した．また，箱との接地部における摩擦の影響を低減させるために，滑車を取り付けてある．ロードセルの入った箱は，鉄製のジャッキで固定し，反力を得る為に 21mm 厚のベニヤ板を雪中に埋設した．

データ収集システムにおいては，サンプリング周期を 10kHz で計測を行い，発電機からの電源供給によるノイズ低減を図るため UPS を介している．

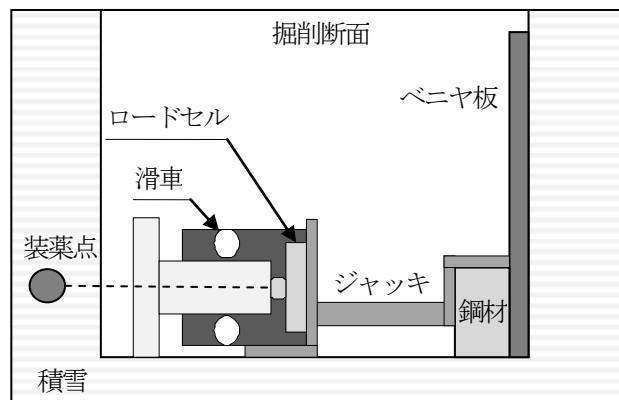


図 1 ロードセルの設置概要

4. 結果とまとめ

図 2 に平場で計測された，装薬条件ごとの最大爆風圧を示す．装薬深が深くなると，過去の実験同様に雪面からの噴出現象が低下し，積雪中を伝播する最大爆風圧は増加している事が示された¹⁾．また，装薬深ごとに水平距離 1.5m と 1.0m の最大爆雪圧の平均値を比べると，4.8 倍～5.4 倍となっている．この結果から，雪中発破により爆雪圧が伝播する範囲は今回の様な湿雪においてごく狭く，1.0m では積雪硬度を超える爆雪圧を計測しているものの 1.5m 以遠では積雪層の破壊はほとんど期待できないと考えられる．

よって，融雪期の濡れざらめ雪が卓越する場合において装薬間隔を 2m とすることで積雪層の破壊が適切に行われると考えられる．

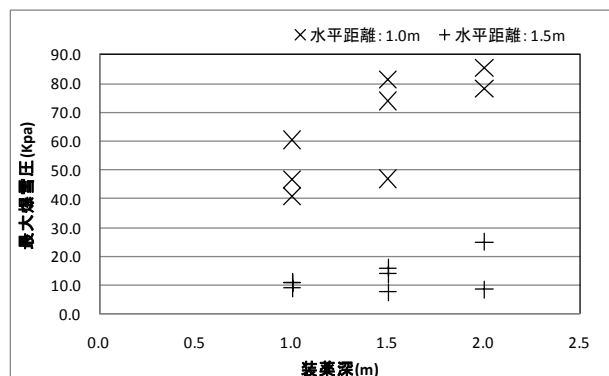


図 2 平場実験での最大爆風圧

参考文献

1) 雪中爆破による爆雪圧と発破騒音の計測：町田敬ほか，雪氷研究大会講演要旨集，Vol.2009，pp.111

雪氷化学的手法による冬季降水量の推定法

○鈴木啓助・槇 拓登（信州大学山岳科学総合研究所）

1. はじめに

山岳地域の生態系は、環境変動に対して敏感に反応する。これは、この生態系が温度条件や水文条件などの厳しい極限環境下で成立していることや、気温が高度とともに減少するため、温暖化などの影響がより狭い空間で発現することを意味している。また、わが国の山岳地域の生態系は積雪の影響を強く受けているし、山岳地域の積雪は水資源（天然のダム）として重要な役割を果たしている。そのため、山岳地域の積雪の多寡が、地球温暖化によっていかなる影響をうけるのかも重要な問題である。しかしながら、気象庁による山岳地域での観測として象徴的であった富士山測候所が、2004 年 8 月を最後に無人化され、それ以降は、気温・湿度・気圧・日照時間（夏期）のみの観測となった。他のアメダス地点では、標高 1350 m の野辺山が最高所である。野辺山では、積雪深の観測が無く、積雪深も含めたアメダス地点としては、日光の 1292 m が最高所で、次いで、菅平の 1253 m である。地球規模での温暖化現象が、中部山岳地域という地域空間スケールでの環境変動に及ぼす影響を評価する上で、高標高地点での気象観測データの欠如は、山岳地域の生態系や水資源に対する温暖化の影響などを評価する上で、極めて深刻な事態であると言わざるをえない。そこで、信州大学山岳科学総合研究所では、中部山岳地域における気象観測網を整備してきた（<http://ims.shinshu-u.ac.jp/>）。

気温や気圧などの観測に比べて、山岳地域における冬季降水量や降積雪深の機器による計測は、様々な課題を抱えている。そこで、積雪の雪氷化学的手法により冬季降水量を推定する手法を提案する。

2. 研究方法

調査地点は、北アルプス・涸沢である（図 1）。奥穂高岳（3190m）の東側に広がる、標高約 2300 m から 2600m にかけてのカール状地形は涸沢カールと呼ばれ、穂高連峰登山の中心地である。涸沢カールは、北穂高岳・涸沢岳・奥穂高岳と連なるほぼ南北の稜線の東側に位置するため、冬季の北西季節風時には風下側となり積雪量が大きく、夏でも雪の残る雪渓を形成する。

涸沢カールの標高 2320 m 付近において、2008 年 4 月 19 日と 2009 年 4 月 18 日に積雪ピット化学調査を実施した。時間的な制約のために、2008 年には積雪表面から 303 cm 深まで、2009 年には、402 cm まで積雪層を掘削し、層位を観察した後、雪温・密度を観測し、深度 3 cm ごとに積雪層を採取した。積雪試料は密封式のビニール袋(WHIRL-PAK)に入れ、保冷箱で信州大学の実験室まで運び、化学分析を行うまで冷凍庫で保存した。分析の際には、融解した後ろ過し、pH および電導度を測定した。さらに、イオンクロマトグラフ（DIONEX: DX-500）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。これらの操作はすべてクリーンルーム実験室で行った。

3. 結果

積雪の詳細化学分析の結果、黄砂層や強い冬型の気圧配置によってもたらされたと考えられる海塩成分濃度の高い層が複数認定できた。これらを鍵層として降雪日時を特定し、それぞれの期間の積雪水量を算出し、観測されている地点の期間降水量と比較した結果、良好な関係が認められた。



図 1. 調査位置図

富山県における大気、降水および露水中の過酸化物質濃度

渡辺幸一・齊藤由紀子・青木美貴子・江田奈希沙・小森静（富山県立大学）

1、はじめに

大気中の過酸化物質（過酸化水素、有機過酸化物質）は、二酸化硫黄の酸化を促進させるなど重要な役割を果たしている。また、オゾンなどと同様に生体に有害な物質でもある。近年、国内のバックグラウンドオゾンが増加し、過酸化水素濃度の増加も懸念されているが、過酸化物質の挙動については不明な部分が多く、東アジア域ではデータが非常に少ない。本研究では、富山県内において、大気、降水（降雨、降雪）、露水中の過酸化物質濃度の測定を行い、二酸化硫黄の潜在的な酸化能力の評価や降水形態による過酸化物質濃度の変化などについて考察した。

2、方法

富山県立大学短期大学部棟屋上で、降水（降雨・降雪）のサンプリングを行い、採取後直ちに過酸化物質濃度を酵素式蛍光法および高速液体クロマトグラフ（HPLC）・ポストカラム・蛍光法で（過酸化水素濃度を各種有機過酸化物質と分離し）測定した。露水試料は、夜間から朝方にかけてテフロンシート上に採取した。また、大気中の過酸化物質については、ミストチャンバー法により採取し、HPLC・ポストカラム・蛍光法で測定した。

3、結果と考察

図1に、富山県立大学内における降水中の過酸化物質濃度の季節変化を示す。降水中の過酸化物質濃度は、夏季に高く、冬季に非常に低くなる明瞭な季節変化が観測された。夏季は日射量が多く、活発な光化学反応により大気中の過酸化物質濃度が高くなるものと考えられる。実際、大気中の過酸化水素濃度も夏季に高濃度、冬季に低濃度であった。2008年9月には非常に高濃度の過酸化物質（ $190\mu\text{M}$ ）が観測されたが、オゾン濃度や気塊との関連性について検討した結果、広域汚染が原因となっていた可能性が示唆された。図2に、冬季の降雨および降雪中の過酸化物質濃度の相違を示す。降雪中の過酸化物質濃度が降雨中より低濃度となる傾向がみられ、降雪と降雨中への過酸化物質の取り込み過程の違いによるものと考えられる。大気から降雪中へ取り込まれる場合は H_2O と H_2O_2 が分別せずに取り込まれるが、水滴中の場合には、水に溶けやすい H_2O_2 が優先的に取り込まれることとなる。

2008年秋期の学内（富山県射水市）で採取した露水中の過酸化物質濃度は $0.8\sim 3.6\mu\text{M}$ で、同時期に採取した降雨中の濃度（ $\sim 190\mu\text{M}$ ）より（はるかに）低かった。1997年4月から1998年12月にかけて東広島市で測定された露水中の濃度が $3.5\mu\text{M}$ 以下であったことから（佐久川ら, 2006）、低地での露水中の過酸化物質濃度は、降雨中の濃度より低く、数 μM 以下であることが多いと考えられる。一方、2008年9月の立山・室堂平で採取した露水中の過酸化物質濃度は $65\mu\text{M}$ と高濃度であった。通常、露は静穏日の夜間に観測されるが、低地での大気中の過酸化物質濃度は、夜間から早朝に非常に低濃度となる日変化を示す（Sakugawa and Kaplan, 1989; Watanabe and Tanaka, 1995）。これに対して、山岳域のような高所では、日中よりも夜間に過酸化物質濃度が高くなる日変化が報告されている（Watanabe et al., 1995）。室堂平では、夜間の大気中の過酸化物質濃度が比較的高く、夜露中へ含まれる過酸化物質濃度が高かったものと考えられる。

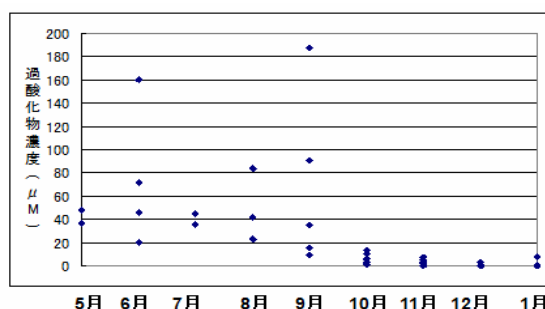


図1. 富山県立大学短期大学部屋上(富山県射水市小杉地区)における降雨中の過酸化物質濃度(2008年5月～2009年1月)

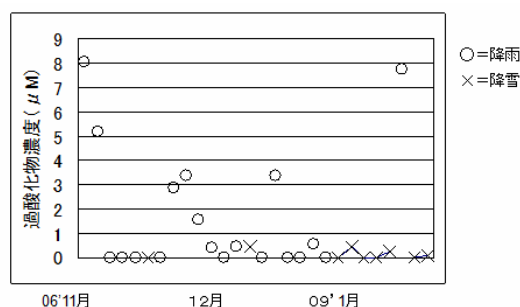


図2. 富山県立大学短期大学部屋上(富山県射水市小杉地区)における降雨および降雪中の過酸化物質濃度(2008年11月～2009年1月)

積雪の過酸化水素濃度と主要イオン濃度について

○ 佐藤和秀・田中暁大・山崎祐希（長岡高専）・亀田貴雄（北見工大）・
石坂雅昭（防災科研・雪氷）・竹内由香里（森林総研十日町）

1. はじめに

日本でも酸性雨や大気汚染物質による森林被害が発生し、対策が急がれている。大気中の過酸化水素 (H_2O_2) は、オゾン (O_3) と同様の強い酸化力を持ち、大気、降水中での SO_2 , NO_x の酸化に重要な働きを果たしている。また、降水中に取り込まれた H_2O_2 は、植物の細胞に悪影響を与え、森林衰退の原因物質のひとつとして考えられている。 H_2O_2 は環境問題に深く関わっており、その特性を把握することは非常に重要であると考えられるが、降水中 H_2O_2 濃度の測定例は少なく、 SO_2 , NO_x 等の大気汚染物質との因果関係は不明な点が多い。

夏期から冬期にかけて新潟県長岡市における降水の H_2O_2 濃度の観測調査から、 H_2O_2 濃度は夏期から冬期にかけて値が小さくなること、また一降水については降水初期に濃度が高く、徐々に値が減少することなどがわかった。

2009 年冬期に、北海道北見市周辺および長岡周辺において積雪断面観測を実施し、積雪試料を採取し H_2O_2 濃度および主要イオン成分濃度の測定を行った。

2. 試料と解析

積雪試料は採取後、低温室で一時的冷凍保存し、分析直前に速やかに融解し化学分析を行った。 H_2O_2 濃度は FIA-FD 法によって、主要イオン濃度はイオンクロマトで分析を行った。

3. 測定結果

北海道北見市西相内における積雪断面（2009 年 2 月 22 日）の分析結果を図 1 に示す。積雪深 93cm で表面から新雪、こしまり、ざらめ、しまり、こしもざらめ層などが観測された。 H_2O_2 濃度が低い層はカルシウムイオン濃度が比較的高い層でまたざらめ層が多いことが観測された。

北見市周辺の積雪断面観測による雪質毎の H_2O_2 濃度とカルシウムイオン濃度の平均値を

図 2 に示す。ざらめ層は他の雪質に比べ、 H_2O_2 濃度が低く、カルシウムイオン濃度が高いことがわかる。大気中の過酸化物は液体により取り込みやすい。大気中の過酸化物濃度を取込んだ表面積雪層の融解水や降雨の浸透によるものや、さらにカルシウムイオン濃度が高い層は、土壌成分を多く含んでいる可能性があり、それに含まれる金属成分による H_2O_2 などの過酸化物の分解を促進したことも考えられる。

渡辺ら（2008）は 4 月の立山・室堂平の積雪層の観測で、ざらめ層で過酸化物濃度が高い傾向があることを報告している。

【参考文献】

- ・ 渡辺幸一ら（2008）： 立山・室堂平における積雪層中の過酸化物およびイオン成分濃度の測定，雪氷北信越, 28, p40.

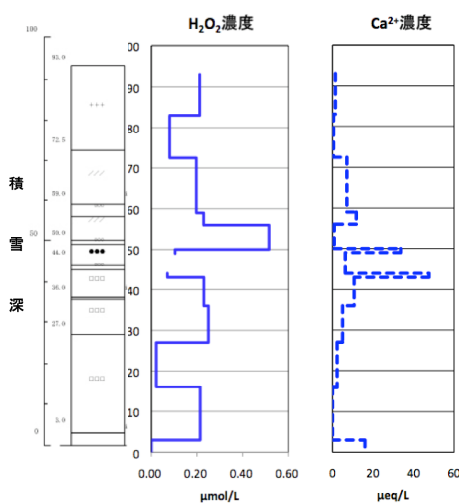


図 1 北見市西相内の積雪層位と H_2O_2 および Ca^{2+} 濃度分布

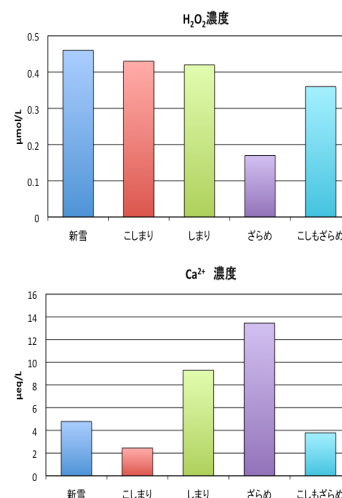


図 2 北見市周辺の雪質による H_2O_2 および Ca^{2+} 濃度

除雪作業中の屋根からの転落防止に適した命綱について

○上村靖司（長岡技科大）、中山建生（雪氷学会会員）、諸橋和行（中越防災安全推進機構）

1. はじめに

高所からの転落事故は雪害要因の約7割を占める。これを防止するための命綱について、関係者等のコメントを基に、求められる要件を検討し整理するとともに、平成22年2月に十日町市において実証実験も行い、その有効性も確認したので、その結果を報告する。

2. 命綱に求められる要件・機能・要素

国土交通省が平成20年に行った調査結果に記載された関係者のコメントをもとに、命綱に求められる要件を「安全」、「容易」、「安価」、「作業性」、「フェイルセーフ」の5つに整理した。求められる機能としては、急制動、緩制動、移動制限の3つを検討し、屋根上の除雪範囲内に移動を制限する方法が効果的という結論を得た。

上記の5つの要件と3つの機能を出来る限り満たすように、命綱を構成する各要素について検討を加えて一つのモデルを構築した（表1）。作業者の装備としてハーフハーネスとスリングとカラビナ各1個で「作業性」を阻害せずに「安全」を確保するセットを組んだ。

次に、アンカーについて一点アンカーと二点アンカーの軌道を考察し、二点アンカーの場合にメインロープを張ったときには楕円軌道となりロープの長さを作業途中に変更することなく、屋根の大半の部分をカバーしつつ、軌道が屋根外に出ず「安全」が保証されることを示した。また作業者にとって学習が「容易」になるようにロープワークは2種類のみで制限した。

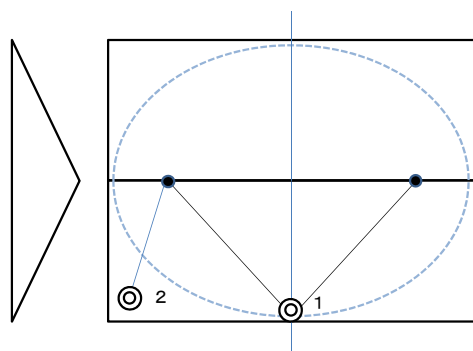


図1 二点アンカーの作業可能範囲

価格は一人当たり1万円強で揃えることができ、「安価」もある程度達成できた。

表1 実証実験用の装備（作業者4人の場合）
（規格の単位のない数値はmm）

	名称	規格	数	単価	価格
1	ハーネス	ハーフ	4	4,190	16,760
2	スリング	12×60cm	4	830	3,320
3	カラビナ	ネジ式	4	1,890	7,560
4	土嚢袋	-	3	15	45
5	スリング	15×60cm	3	830	2,490
6	カラビナ	オートロック	3	1,890	7,560
7	ロープ	9×50m	1	12,500	12,500
計（一人当たり）				48,345	(12,086)

3. 実証実験

平成22年2月7日に、十日町市池谷地区の旧池谷小学校屋根にて、実際に屋根上で試験を行った。土嚢袋に雪を詰めてそれを雪中に埋め込んでアンカーとし、これを屋根上に3カ所設置した。4名の作業者によって実際に除雪作業を行った結果、作業上の安全が保証されるだけでなく、安心感をもって作業にあたることができたこともわかった。さらに、万一の場合にロープで繋がった共同作業者がすぐに事故を感知できる「フェールセーフ」も確認できた。



図2 ハーネスとメインロープの接続

4 極センサーによる道路気象要素の観測特性

山田忠幸・[○]杉森正義（山田技研）・竹内正紀（元福井大学工学部）
永井二郎（福井大学工学部）・石坂雅昭（防災科学研究所）

1 はじめに

これまでの報告で、多極平板型冬期道路気象観測装置としてきたものを、装置は4つの円盤で構成されることから、4極センサーと呼ぶ。装置の機能には、①遠隔法による道路表面の熱移動の観測、②気象要素の観測があり、装置の作動特性および①についてはシミュレーションと熱収支の面から検討してきた。ここでは、②の機能について調べる。

2 天空放射と対流熱伝達熱の観測

4つの円盤のうちの2個を使用すると、2つの変数を取り込み、独立した2つの熱収支式が成り立つ。変数は円盤表面における放射成分と対流熱伝達率である。2つの式から2つの変数の値が求まることになる。ここで、放射成分は、天空放射（長波長下向き）と日射であり、また降雪強度も計算式ではこれらと区別できないので3者をまとめて放射成分としておく。しかし、3者のうち気象状況的にどれが卓越しているかは判別できる。

3 長岡における観測事例

長岡における一連の観測のうち2009年1月5日0時から48時間の事例から観測特性を示す。ここでは夜間の放射冷却時の判別を問うているので、好天の場合を選んだ。図1に、気温と日射のほか、円盤温度、円盤加熱量の状を示す。図2に、天空放射の計算値を定点観測値と比較して示す。計算による値は円盤の放射率を0.9とした場合と、放射率のうち吸収率だけを0.8とした2通りの場合を示す。前者は定点観測値の約10%低く、後者は約5%大で、きわめて近い値となる。算出される値は、傾向だけでなく数値的にも天空放射をよくあらわしているといえる。このことから、凍結危険な放射冷却時を端的に示すことができる（図2左↓）。算出値が定点観測値とずれている場合は、降雪または日射が関与している時であり、これの知見を重ねておけば、実際上の判断に使える。

次に図3に対流熱伝達率について計算値と風洞実験からの実験式による比較を示す。開きが認められるが、実験式として今は基準とできるものではなく、何がより確かなものであるかは今後検討しなければならない。なお、気温が両円盤の設定温度以上になると、計算式は関与できないため、計算停止時間帯として図2、図3に示してある。

4 旭川における設置実験

旭川の道路融雪現場のサイトに設置し、道路融雪の省資源制御を主目的に検討をすすめている。

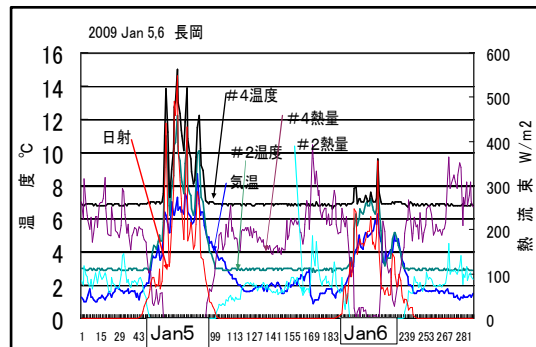


図1 期間中の気象および円盤表面状況

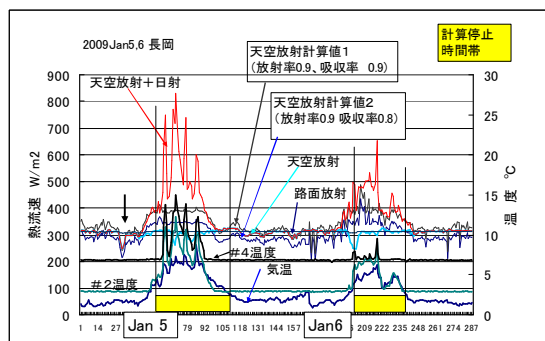


図2 天空放射（下向き）計算値の検証

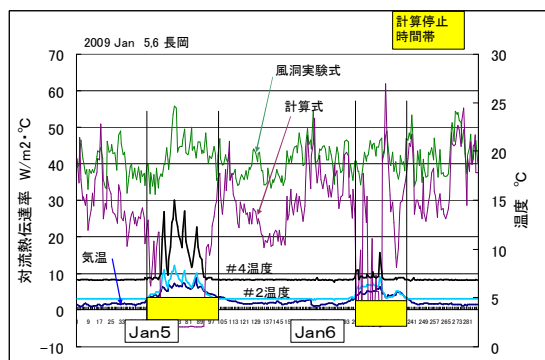


図3 対流熱伝達率計算値の検証

二十日石などによる消雪日予測伝承の研究

○和泉薫・河島克久（新潟大災害復興セ）、田村由美子（新潟市役所）、山口健太郎（新潟大院）

1. はじめに

今日のような気象情報が得られなかった時代、雪国に暮らす人々は長年の自然観察で培った知恵によって、消雪日予測を行っていた。そうした知恵の一つが二十日石で、融雪期にその頭が見えてから二十日経つと付近の雪が消えてしまうという伝承を持つ。この二十日石については今年の支部研究発表会での報告後にも伝承地がまだいくつかあることがわかった。また、同様に消雪日二十日前を知る伝承が他にあることも文献調査等からわかった。それら様々な消雪日予測の伝承についての調査結果をまとめて報告する。



図1 長野県飯山市蕨野の二十日石

2. 新たにわかった二十日石伝承地

新たに得られた二十日石の情報を基に聞き取りや現地調査を行った結果、新潟県南魚沼市吉里・吉山新田、十日町市土倉、富山県富山市数納、石川県白山市中宮、長野県飯山市蕨野にも二十日石伝承のあることがわかり、前の報告と合わせると二十日石伝承地は 25 箇所となった。ただし前の報告と同様、分布域はほとんどが北信越地方に限られていた。新たにわかった 6 箇所のうち富山市数納と飯山市蕨野の 2 箇所には石がまだ現存していた。近くに積雪深の観測所があった飯山市蕨野の二十日石（図1）について、その高さで消雪二十日前積雪深の累年平均値の関係を調べたところ、少雪年のデータを除けばほぼ両者は一致することがわかった。二十日石伝承によって消雪日をおおよそ予測できたことが改めて確認された。

3. 二十日石以外の消雪日予測伝承

市町村史、民俗誌などにより二十日石以外の消雪日予測伝承について調査したところ、「二十日峰（はつかづんね）」、「二十日平（はつかっぴら）」、「土手（畦）二十日」の 3 種類あること、しかも調べた限りでは、新潟県内の上・中越地域においてのみ伝承されていることがわかった。

●「二十日峰」：細い尾根のことを地元では“づんね”と呼び、雪が尾根に細く残るか、またはその雪の一部が切れ（消え）てから二十日経つと平場の雪が消えると謂う。長岡市和南津（図2）、津南町船山、十日町市田沢に伝承がある。斜面の雪がグライド等で移動することで、尾根に残雪が細く現れる。

●「二十日平（はつかっぴら）」：春先の雪消えどき、斜面の雪がグライド等で下方に滑り、地肌が露出してから二十日経つと、平場の雪が消えるという伝承を持つ斜面（平；ひら）で、魚沼市七日市新田、魚沼市天狗山にある。ただし、前者は中腹に道路が作られ樹木も生長しており、後者は中越地震で大きく表層崩壊したため伝承が生きていた頃とは状況が大きく変わっている。

●「土手（畦）二十日」：雪消えの頃、水田の土手（畦）が顔を出してから二十日経つと付近の雪は消えてしまうという伝承で、上越市十二ノ木や十日町市市之越に伝わる。予測は二十日石伝承によく似ているが、耕地整理などで田圃が昔の状態と違っているため、土手（畦）の場所、高さについては確認できなかった。

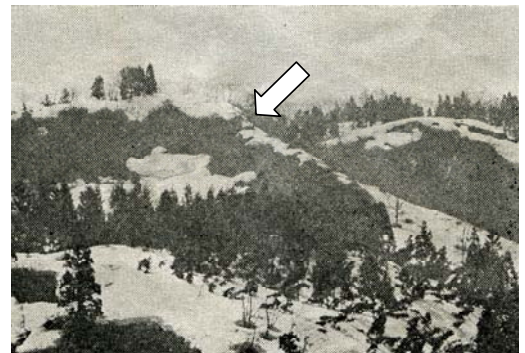


図2 長岡市和南津の二十日峰(づんね)
(川口町史, 1986) 矢印が雪切れ箇所

4. 消雪日二十日前を知る意味

二十日石以外の消雪日予測伝承もみな消雪日の二十日前で日数は同じである。これは、前に報告したように、消雪日二十日前以降はその前と比べ降雪がほとんどなく、積雪密度が大きくて硬く締まった状態になり、山間農村地で融雪末期に行われていたベト撒き、肥え引き、薪・落ち葉拾いなど、櫓を使った農作業に好都合な雪面状態になることを雪国の人々は経験的に知っていたことから、二十日という日数になったものと考えられる。しかし二十日石以外の伝承は、上述のように地形や植生の変化に影響を受けやすく不確実性が高いため二十日石伝承ほど各地で使われることはなかったのではなかろうか。

石川県の氷室(雪室)の調査リスト

竹井巖（北陸大）、神田健三（雪の科学館）、小川弘司（石川県自然保護課）

加賀市の中谷宇吉郎雪の科学館によって、石川県の氷室(雪室)の情報提供の呼びかけが 2002-2006 年に行われ、加賀市域を中心に多くの氷室の所在が明らかになってきた。今回、著者らはその成果を調査リストとしてまとめることができた（竹井、神田、小川「石川県の氷室(雪室)の調査リスト」、北陸大学紀要第 33 号(2009)p.109-124）。石川県で冬期間の雪を貯蔵する施設としての氷室(雪室、雪穴など)が盛んに営まれたのは 80 年前の大正時代が中心なので、その詳細は文献の記述や当時のことを記憶されている方々からの聴取によってしか調べることができなくなっている。そのため、最盛期(大正 14 年)には石川県内で 112 の氷雪貯蔵業者を数えた雪氷利用の実態は、分からなくなりつつある。ここでまとめることのできた調査リストの 69 の氷室(雪室)は、雪貯蔵施設として石川県で営まれた氷室(雪室)の一部にすぎない。ほとんどが痕跡を残さず詳細不明であるが、それでも奇跡的に痕跡を留めているものもあり、現地調査することができた。ここでは、得られた結果の概略を紹介する。

図に見られるように金沢地区には、藩政期の城内に設置された氷室や現代の湯涌温泉復元氷室のものなど

を含めて、25 カ所の氷室がリストに挙げられた。この中には、北島(1982)の聞き取り調査による 15 カ所が含まれている。

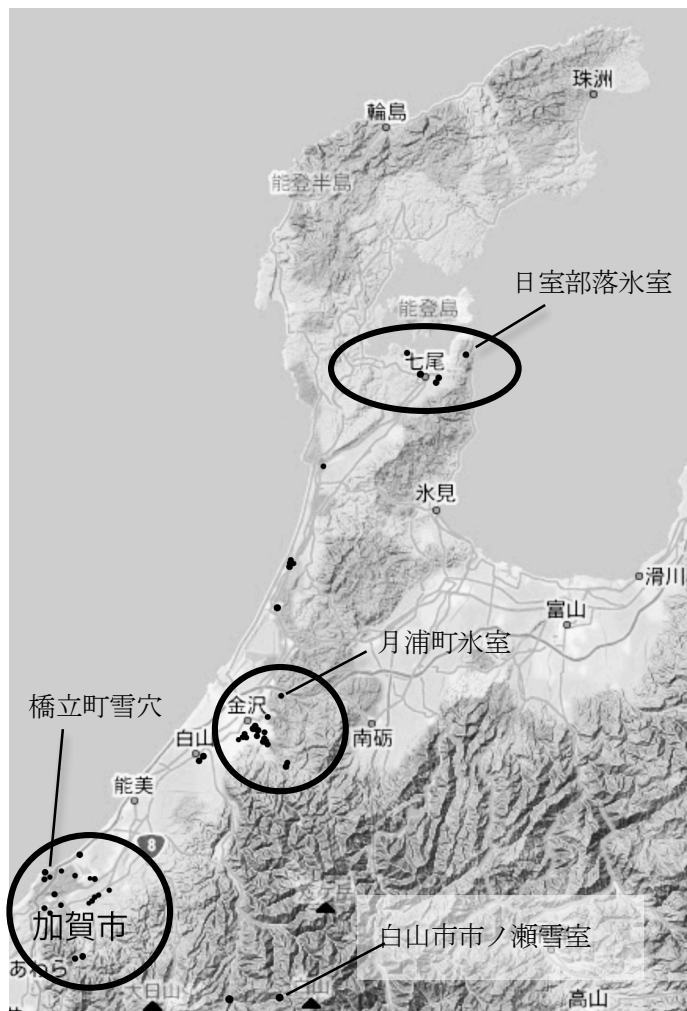
金沢市に隣接するかほく市(5 カ所)、白山市(4 カ所)を含めると、金沢周辺に 34 カ所の氷室がリストに挙げられていることになる。

金沢市周辺で氷室の痕跡が明確に残っているのは、大正昭和期に使用された月浦町氷室(5m×10m×3m の土坑)と昭和 30 年前後に使用された白山市市ノ瀬の石積みの雪室である。

石川県で次に多くの氷室が見られるのは加賀市域で、23 カ所を数える。現地調査で、片山津、橋立、橋立出水神社、大聖寺荻生町稲荷神社、山代べにや(2 カ所)の計 6 カ所の氷室(雪穴)には土坑が現存していることが確認できた。

七尾市周辺にも 5 カ所の氷室があったことが文献等で確認できる。ほとんどの氷室は痕跡が残っていないが、七尾市の江泊港に山越えて隣接する日室地区の氷室跡は、状況を確認できた。

石川県に明治から昭和初期にかけて存在した氷室(雪室)の多くは、その貯蔵雪を鮮魚の冷蔵用途に使用するために設けられていた。特に、所在地が海岸部と都市部に分布することから、鉄道による鮮魚輸送が盛んになる明治末から大



正期にかけての、遠距離輸送する鮮魚冷蔵用の雪貯蔵施設として運営された氷室(雪室)の実態が窺える。

竹井、神田、小川「石川県の氷室(雪室)の調査リスト」北陸大学紀要、第 33 号、p.109-124(2009)。

北島俊郎「金沢の氷室」加越能民俗研究、vol.11、p.72-81(1982)。

竹井「大正期における石川県の氷室(雪室)と鮮魚鉄道輸送」北陸大学紀要、第 32 号、p.155-166(2008)。

雪室をビルトインした雪冷房住宅

○上村靖司（長岡技科大）、広井年郎（アクトホーム）、伊藤親臣（雪だるま財団）

1. ガイドライン

2006年4月に、30tの雪室をビルトインした住宅が新潟県小千谷市に建築され、2006～2008年にかけて、雪室の貯雪性能、雪冷房システムの冷房性能、空気清浄効果についての実証試験が行われた。

この成果を踏まえて、雪冷房住宅の建築ガイドラインが新潟県によって作成され¹⁾、一般の工務店で入手する資材と、一般的な工法の組合せで施工できるモデルが一応の完成をみた。このガイドラインに基づいて、平成21年度中に、小千谷市に一棟、魚沼市に一棟が建築され、普及の兆しが見えている。

2. モデルとなった雪冷房住宅の概要

ガイドラインのモデルとなった雪冷房住宅の外観を図1に示す。L字型の屋根に積もった雪は北西側に滑り落ち、そこから建物北東角に設置された雪室に投入される。



図1 住宅外観（左：東側，右：北側）

住宅の間取りは図2の通りであり、2階の3室計24畳を雪冷房でまかなう。冷熱の取出しは冷風循環方式とし、冷房だけでなく空気清浄効果（除塵、脱臭）および除湿効果も与えた。雪室に貯蔵される雪は、ひと夏通じて冷房しても9月中旬頃まで残る。

冷風温度と冷風吹き出し量の調整によって、冷たい風が直接居住者に当たらないように配慮され、快適範囲（温度25～27℃、湿度も50～70%）に維持されるよう温度制御器も備えている。粉塵量測定の結果から、外気よりも清浄な空気が供給されることは実証されている。

雪冷房運転のための電力消費は、適切な運転制御をおこなえば、3室合計でも年間1500円以下になることがわかっており、ランニングコストは極めて安い。

また、1階雪室横に設置した約4.5畳の冷蔵室（5℃）は、野菜・米・そば・酒などの貯蔵スペースとして住

民から非常に重宝されている。また、雪入れ・蔵開きなど年中行事としても活用されている。

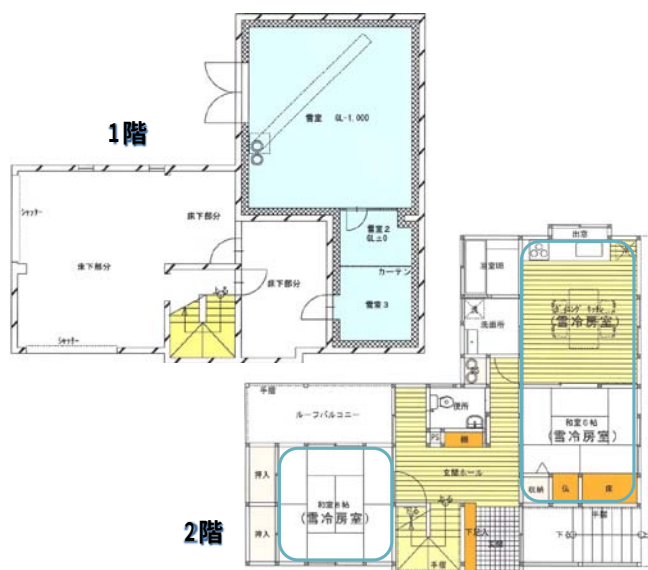


図-2 住宅の間取図

このモデル住宅においては、雪室および雪冷房装置のために約500万円の付加費用が建設時にかかったが、建設資材や工法の見直しから300万円ほどに削減することができた。それでも3台のエアコンと空気清浄機の購入費用よりは高いが、快適性、安いランニングコスト、4.5畳の広さをもった冷蔵室という付加価値を総合的に考慮すると、十分競争力をもった価格で雪冷房が実現できたと考えている。

平成21年度には、新潟県中越大震災復興基金の「雪国住まいづくり支援」事業への組み入れ（最大1,452千円の補助）、魚沼市も1棟のみではあるが雪室費用の補助事業が実施された。どちらの制度も、平成21年度で終了してしまったことから、今後の恒久制度の創設を期待しているところである。

文献

- 1) 新潟県、雪冷熱エネルギー住宅建築のためのガイドライン、http://www.pref.niigata.lg.jp/HTML_Article/gideline.pdf, 2009.

粒子直径が水侵入圧と水みち形成に与える影響

○勝島隆史(長岡技科大)・山口悟(防災科研・雪氷)・熊倉俊郎(長岡技科大)・佐藤篤司(防災科研・雪氷)

1、目的 土壌における水の浸透の研究では、乾燥した砂と、あらかじめ湿った砂とで浸透過程が大きく異なることが示されている。乾燥した砂へ水が浸透する際の浸潤前線では、ある毛管圧を超えないと水が浸透し始めることができない毛管圧が存在している(Hillel and Baker,1988; Wang,2000)。この毛管圧を水侵入圧と呼んでいる。この毛管圧は、湿った砂における浸透で発生する毛管圧に比べ、非常に高く、浸潤前線における含水率は、飽和かあるいは飽和に近い含水率となることが観測されている(Glass et al.1989; Selker et al.,1992; Lu et al.,1994)。この水侵入圧が存在する場合には、浸潤前線の後面において、毛管圧が深さ方向に増加する。このような、毛管圧の鉛直プロファイルをもつ浸潤前線では、下方への浸透が不安定化し、水みちが形成されることが示されている(Raats,1973; Philip,1975)。筆者らは、乾燥した積雪に水が浸透する際の水みちの形成が、砂における水みち形成の理論と同様の理論で説明する事が出来ると仮定し、水侵入圧の存在が積雪においても存在する事を実験により確認した。また、水侵入圧が顕在化した積雪においては、水みちが形成される事を確認した(勝島ら,2009)。本研究では、粒子の直径の違いと供給する水フラックスの大きさが水侵入圧に与える影響と、そのときに形成される水みちについて実験を行ったので報告する。

2、実験手法 実験は、応答速度の比較的早いセンサーの直径 6mm のテンシオメータ(DIK-3180、大起理化工業)を用いて浸潤前線における毛管圧と、その時間変化を測定すること水侵入圧を測定した(Baker and Hillel,1990; Geiger and Durnford,2000)。直径 5cm の円筒形のカラムに乾燥した雪試料を詰め、試料の上端からカラムの中心に点源にて、一定のフラックスで水を供給することで、浸透を発生させた。テンシオメータは、試料上端から 1.7、6.7、11.7cm の位置の位置に合計 3 本挿入し、サンプリング間隔 1 秒で測定した。乾燥した雪試料に点源で直接水を供給した場合、供給した位置から水みちが形成され均一な浸潤前線を形成しないことが予備実験で示されたことから、確実に浸潤前線において測定するために、あらかじめ湿った雪を乾燥した雪試料の上に 2cm 載せた。1.7cm の位置に設置したテンシオメータはこの湿った雪に設置した。

実験に用いた試料は、低温室で保存したしまり雪またはざらめ雪を、ふるいを用いて直径を整えたものを使用した。用いたふるいの目の大きさから、直径 0.25mm 以下、0.25~0.5mm、0.5~1.0mm の 3 種類の試料を用いた。実験は、浸透水の凍結防止のため、室温 0 度に保った低温室内において行い、試料の雪温が 0°C 付近まで上昇したものを用いた。水の供給にはペリスタポンプを使用して、与える水のフラックスを一定に調整した。また、水を供給するタンクの重量を電子天秤で測定し、試料に供給した水のフラックスを測定した。

3、結果と考察 図 1 に、1.7cm の位置で測定した毛管圧の時間変化を、用いた試料の直径と与えたフラックスの大きさによって示した。直径 0.25~0.5mm、0.5~1.0mm の試料では、毛管圧は上昇後下降しており、このピークの値が水侵入圧として考えることができる。直径 0.25mm 以下の試料では、上昇後一定の値をとっており水侵入圧は確認する事が出来なかった。与えるフラックスを変化させた場合では、測定された水侵入圧はフラックスが大きい方が水侵入圧は高い値が測定されており、一定の値にはならなかった。また、直径 0.25~0.5mm、0.5~1.0mm の試料では全ての実験において水みちが確認されたが、直径 0.25mm 以下では水みちを確認する事が出来なかった。土壌における研究においては、直径が小さいほど浸潤前線が安定となり水みちが出来にくいことが示されており(Wang et al.,1998)、土壌と同様の傾向を雪においても見ることが出来た。

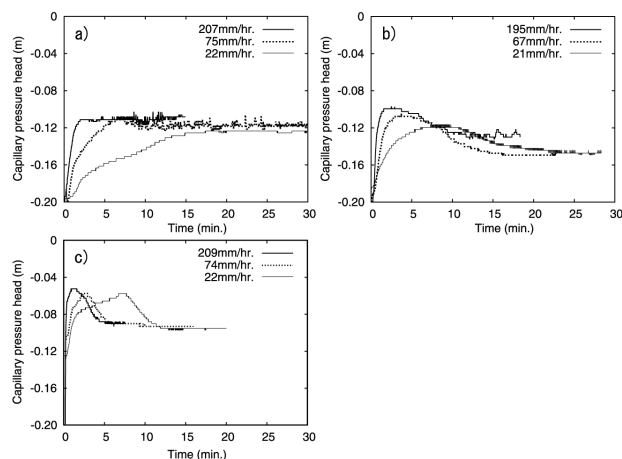


図1 直径とフラックスを変えた時の毛管圧の時間変化
a)直径 0.25mm 以下、b)0.25-0.5mm、c)0.5-1.0mm

水分特性の積雪特性依存性

○山口悟（防災科研 雪氷）・勝島隆史（長岡技科大）・佐藤篤司（防災科研 雪氷）・熊倉俊郎（長岡技科大）

1. はじめに

全層雪崩の発生には、積雪底面に水が到達するタイミングや積雪底面からの水の排出量等が強く影響すると考えられる。よって全層雪崩の予測には、積雪内部の水の移動および積雪底面からの水の流出量を正確に見積もる必要がある。また積雪の強さを表すせん断強度は含水率が増加すると指数関数的に弱くなる。そのため濡れざらめ層の弱層が原因で生じる表層雪崩の予測精度の向上には、積雪内部の水が各層にどれ位分布するかを正確に予測することが不可欠である。

体積含水率 (θ_v) とサクション(h)との関係を表す水分特性曲線(WRC)は、物質内の水分移動特性を表す重要な物性値である。そのため WRC の積雪特性依存性を明らかにすることは、積雪内部の水の移動のモデル化のために必要不可欠である。本研究では、粒径(d)や密度(ρ)および雪質を変えた雪のサンプルの WRC の測定を行い、その結果をもとに、 WRC と積雪特性の関係を明らかにする事を試みた。

2. 結果並びに考察

実験結果から積雪の WRC は、砂とよく似た振る舞いすることが分かった。そこで土壌の分野で WRC の解析に使用されている Van Genuchten model (VG model)を用いて、積雪の WRC のモデル化を試みた。なお本研究使用した VG モデルは以下の通りである。

<VG model>

$$S_e = \frac{\theta_v - \theta_v^r}{\theta_v^s - \theta_v^r} = (1 + |\alpha h|^n)^{-m} \quad (1)$$

S_e : 有効飽和度, $m=1+1/n$, θ_v^r : 残留含水率, θ_v^s :

飽和含水率.

解析の結果, WRC の形状を決定する VG model 内の二つのパラメータの値 (α と n) は, サンプルの粒径と密度に大きく依存するが, 雪質には余り依存しないことが分かった。そこで, 積雪の特徴を表すパラメータとして $d\rho$ を導入した。その結果, 空気進入圧に関係するパラメータ α は, $d\rho$ が増加するに伴い増加するのに対し, $d\theta_v/dh$ の関係を表す n の値は, $d\rho$ が増加するに伴い減少する傾向があることがわかった (図 1)。このことから, 積雪の WRC は, 粒径と密度の関数としてモデル化できる可能性が示唆された。

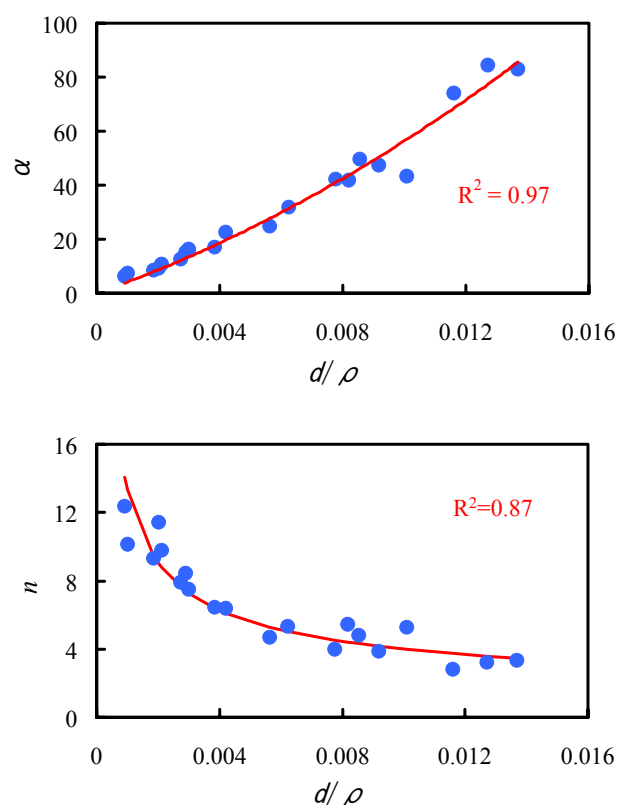


図 1 VG model 内の α , n と d/ρ との関係

積雪中における水分移動のモデル化(2) 積雪変質モデルへの導入

○ 平島寛行、山口悟、佐藤篤司(防災科研)、Michael Lehning (SLF)

1. はじめに

防災科研で行っている雪崩発生予測では、積雪変質モデルを用いている。しかし全層雪崩に関しては、積雪変質モデルの水分移動過程が単純化されているために積雪への液体水の浸透及び底面への到達が正しく計算されておらず、予測精度が不十分であった。そこで前報(平島ら,2009)では、積雪変質モデルに組み込むためのより現実的な水分移動モデルを開発した。本研究では、山口ら(2009)の実験結果に基づいて先に報告した水分移動モデルを再構築するとともに、実際に積雪変質モデルへの導入を行った。

2. 水分移動計算

水フラックスの計算は、透水係数及びサクシヨンの値から流量を計算するダルシー則を用いた。

サクシオンについては以下の van Genuchten model を用いた。

$$\Theta = \left[\frac{1}{1 + (\alpha h)^n} \right]^m \quad m = 1 - 1/n \quad (0 < m < 1) \quad (1)$$

ここで、 Θ は有効含水率、 h はサクシオンである。パラメータ α 及び n は山口ら(2009)の実験から得られた粒径依存の式を与えた。また、飽和透水係数は Shimizu (1970)の式から、不飽和透水係数は上記の α 及び n から van Genuchten-Mualem model を用いて推定した。

3. 計算結果

上記の水分移動モデルを導入した積雪変質モデルを用いて、雪氷研露場の一冬分(2002/2003)の積雪状態の計算を行った。図1に水分移動モデル導入前及び導入後の体積含水率の計算結果を示す。導入前は、濡れ雪のほとんどの層で体積含水率が4%だったのに対し、導入後は時間とともに体積含水率が変動している様子が再現され、所々に帯水層が形成された。モデル内では帯水層は、粒径の異なる層境界(粒径の大きい雪の上に小さい雪が載っている所)で形成され(図2)、粒径が成長するとともに帯水層から水が排水されていく過程もモデル内で計算された。

断面観測において帯水層が確認された1月24日における実測値(含水率及び粒径)と計算値との比較を

行ったところ、水分移動モデルの導入により、粒径の異なる層境界で、帯水層が再現されるなどモデルの精度の向上が確認された(図3)。従って、本モデルを使うことにより全層雪崩の予測精度が向上することが期待される。

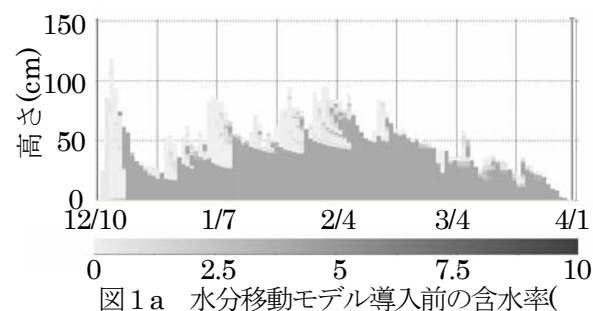


図1a 水分移動モデル導入前の含水率

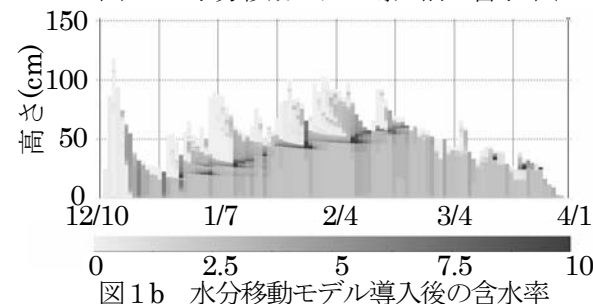


図1b 水分移動モデル導入後の含水率

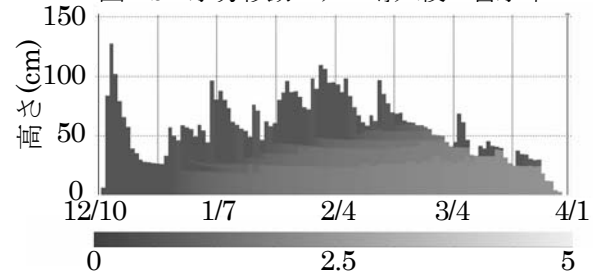


図2 水分移動モデル導入後の粒径

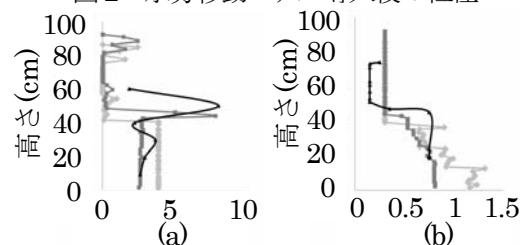


図3 観測との比較 (a) 含水率 (b) 粒径

— 測定値 — 改良前 — 改良後

参考文献

- 平島ら(2009): 積雪中における水分移動のモデル化. 雪氷北信越 62(2), 117-127
山口ら(2009): 積雪の不飽和透水係数の測定. 雪氷北信越 62(2), 117-127