日本雪氷学会北海道支部機関誌

北　海　道　の　雪　氷

第 9 号

目　　次

巻　頭　言	福田正己	1
あきたぶき	斉藤新一郎	3
平成 2 年度研究発表会講演要旨		4
平成元年度支部事業報告・会議報告・会計報告		49
平成 2 年度支部事業計画・会議計画・会計計画		53
平成 2 年度支部役員名簿		55
記念出版のお知らせ		57

平 成 2 年 8 月

発行　日本雪氷学会北海道支部

日本雪氷学会北海道支部規約

第 1 条　本支部は日本雪氷学会北海道支部と称し、事務所を札幌におく。

第 2 条　本支部は日本雪氷学会定款第 4 条の目的を達成する為に下記の事業を行う。

1. 雪氷および寒冷に関する調査及び研究。
2. 雪氷および寒冷に関する研究会、講演会、座談会、見学会の開催。
3. その他の本支部の目的達成に必要な事業。

第 3 条　本支部の会員は北海道地方在住の日本雪氷学会正会員、団体会員、賛助会員および名誉会員とする。

第 4 条　本支部に次の役員をおく。

支 部 長　　1　名
支部理事　　若干名（内支部地方理事若干名を含む）
支部監査　　2　名
支部幹事　　若干名（内幹事長 1 名）

第 5 条　支部長、支部理事および支部監査は支部総会において支部会員の中から選任する。

第 6 条　支部幹事（幹事長を含む）は支部会員のうちから支部長が委嘱する。

第 7 条　支部長は本支部を代表しその会務を総理する。

第 8 条　支部理事は、支部理事会を組織し重要な事項を決議する。
支部理事会の議長は支部長とする。

第 9 条　支部監査は支部の会計を監査する。

第 10 条　支部幹事は支部幹事会を組織し、支部長の指示を受けて、会務並びに会計を処理する。

第 11 条　役員の任期は 1 ケ年とする。ただし再任を防げない。

第 12 条　本支部に顧問をおくことができる。

第 13 条　顧問は必要に応じて本支部の指導にあたる。顧問は理事会の議決を経て支部長がこれを委嘱する。

第 14 条　本支部は毎年 1 回定期総会を開く外必要に応じ臨時総会を開く。

第 15 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. 会務並びに会計の報告
2. 新年度の事業方針
3. 役員の決定
4. 規約の変更
5. その他重要な事項

第 16 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. 本部よりの交附金
2. 寄附金その他

第 17 条　本支部の事業年度は毎年 4 月より翌年 3 月までとする。

附　　則　本規約は昭和 34 年 5 月 18 日より施行する。
昭和 53 年 6 月 8 日改正

巻 頭 言

福田正己（支部幹事長）

日本雪氷学会北海道支部創立３１周年目の今年、「雪氷調査法」がいよいよ出版される。　６月末の暑い日に最終原稿のとりまとめを終えた。生活に密接に関わる雪氷現象をどのように捉えるか、その手引書とも云うべき「雪氷調査法」は、多くの方々の御協力でようやくまとまり、今年の末には会員の方々の手元にお届けすることが出来ることになった。２ケ年にわたる執筆と編集作業の過程で、当り前と思っていたことが、実はあいまいであったり、あるいは執筆担当者の間での統一がとれていなかったりして、決して順調にまとめられたわけではない。いわば生みの苦しみを経て、日本で初めての「雪氷調査法」が出来上がったわけである。北海道支部所属の会員にとどまらず、広く全国の会員の中から選んで専門テーマごとに最適の方々に執筆して頂いた。この調査法の執筆のために、幾度となく野外での観測を繰り返して下さったとの話も聞いており、いずれも期待通りの内容となった。

また、原稿がすべて揃った段階で、たびたび編集会議を開き、用語や内容の統一や、図版の統一を心がけたが、その都度担当執筆者には原稿の手直しをお願いした。いずれも御多忙の折でもあり、こうした手間をおかけするのはいささか心苦しくもあったが、「調査法」の内容の充実のためと御理解いただいた。

「調査法」の出版準備中にも、さまざまな分野からの問い合わせが寄せられた。たとえば、「道路雪氷」については主な自動車製造メーカーからの問い合わせが続いた。聞くところによると、主な自動車メーカーはすべて北海道に寒冷テストコースを設置したとのこと。やはり寒冷と積雪に対応する技術を培うには、その場所で実際に試験するのが欠かせないわけで、各社ともに並々ならぬ研究開発計画をもって望んでいるのであろう。平成元年２月に士別市で開催した支部地方談話会でも、トヨタ自動車の士別試験場の事業内容が詳細に報告され、多くの人々の関心を呼んでいた。圧雪路面状態を人為的に作り出す過程がビデオで紹介されたが、木下式積雪硬度計を使用している様子が映し出された。　折から談話会に

は木下誠一北星学園大教授も出席しており、講演ののちトヨタ関係者から直接質問がなされるなど、路面積雪調査への関心の高さがうかがわれた。その折にも、「雪氷調査法」の刊行予定であると説明したところ、ぜひ刊行の後には積極的に活用したいとのことで、３０周年事業へ協賛して頂くことが出来た。

最近のリゾート開発ブームのなかで、スキーリゾートを新たに企画するところも多い。しかし、スキー場を設計し安全に運営・管理するためには、その基礎となる積雪調査は欠かせない。そこで今回刊行する「調査法」ではとくにスキー場の設計に関わる調査法を取り上げた。おそらくこのような課題を取り上げた調査法はいままでにも例がないと思われる。これは当初３０周年記念事業の目的として、理学と実学との融合の推進を掲げていたが、それに合致する１つの成果ともいえよう。このほかにも、さまざまなテーマを選んで、１５章にわたって雪氷調査を分かりやすく解説している。

海外にも事例のない、「雪氷調査法」の出版は、まさに日本雪氷学会北海道支部３０周年記念事業にふさわしいものではあるが、一方でまたそれだけ困難な面も多く、あるいは今後さらに改訂を重ねて、完全なものを目指すことになるかも知れない。しかもこうした「調査法」の充実は、多くの会員の方々の指摘と御意見によって成し遂げられるので、刊行のあかつきには厳しい助言を含めて会員各位からのご意見を支部事務局へお寄せ願いたい。さらにこの「調査法」をテキストとした、技術講習会も将来開催し、広く「調査法」の普及に努める計画も進めている。　２ケ年を要した３０周年事業もようやく完了しようとしている。

あきたぶき

雪が少なめで、地吹雪があまり発生しなかった、１９８９／９０年の冬であった。人びとの生活には、過ごしやすい冬であった。

だが、耕地防風林の雪丘調査、鉄道防雪林の雪丘調査とも、あまり良い成果が得られなかった。野外で、丸太杭を打ち、地吹雪を捕捉する実験も、板に箸を立てて、地吹雪を捕捉する模型実験も、あまり良い成果が得られなかった。お天気任せの調査の、限界なのであろう。次の冬こそ、強い地吹雪を期待したいが、人びとが困ることを期待するのだから、気がひけるものだ。

アキタブキは、前年の秋には、既に、地表に蕾が出て来ている。これは、長い冬の間、雪の下で、じっと春を待っている。雪解けとほとんど同時に、蕾が開いて、蕗のとうとなる。これは、花の集合体であり、小さい花が集まって、花序（頭花）をつくり、これらが集って、複花序（蕗のとう）をつくる。これには、雌株と雄株があり、しかも、株は栄養繁殖するので、雌株群と雄株群とは、別々に存在する。

開花、受粉が終わると、雄株は萎れ、雌株は伸び出す。伸びて、高さが１ｍにもなり、綿毛つきのタネ（そう果）を風にとばす。本種フキ（いわゆる京蕗，Patasites japonicus）と比較して、変種アキタブキ（秋田蕗、大蕗）は、葉も巨大であり，var. giganteusという学名になっている。

斎藤新一郎



アキタブキ

平成２年度研究発表会講演要旨

日時：平成２年６月６日（水）　１０：３０－１５：３０
場所：北海道大学百年記念会館　大会議室

午前の部
１０：００－１０：３０　支部総会
研究発表会　（発表時間　１５分　質疑応答を含む）
１０：３０－１２：００　座長　石本　敬志（北海道開発局）

① ニセコスキー場の雪崩
秋田谷英次・清水弘・成瀬廉二・福沢卓也（低温研）
② スキー場における過去の雪崩災害解析と雪崩対策に関する研究
天野隆明（低温研）・中村浩（北海道開発局）
③ 雪崩防止柵アンカーの施行と耐荷力について
黒川國夫（開発土木研）
④ しもざらめ雪の急速発達
福沢卓也・秋田谷英次（低温研）
⑤ 冬の気象の教材化
高橋庸哉（青少年科学館）
⑥ 冬型災害による道路運行規制の実態分析
千葉敏和（開発土木研）

午後の部
１３：１０－１５：３０　座長　兒玉　裕二（北大低温科学研究所）

⑦ 凹凸のある屋根面の屋上積雪分布調査
苫米地司（道工大）
⑧ 膜材を用いた屋根の屋根雪滑落性状について
山口英次・苫米地司（道工大）
⑨ 札幌における住宅地の雪問題の発生状況
高橋章弘（道寒地研）・苫米地司・大垣直明（道工大）

⑩　吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションの応用
　　－モレエ山における実測との比較－
　　中田琢志・植松孝彦・金田安弘・竹内敬二(気象協会)・佐藤守(札幌市)

⑪　耕地防風林の地吹雪捕捉機能と林木の雪害について（第２報）
　　斉藤新一郎・成田俊司・長坂　有（道林試場）

⑫　積雪センサーを組み込んだ融雪パネル
　　佐山惣吾・西山泰則（北開試）・岩本龍明（アイケン工）

⑬　融けている雪面に放置しても傾かない積雪板（序報）
　　小島賢治（中央区南９西１７）

⑭　雪面蒸発量の斜度依存について（２）
　　高橋修平・榎本浩之・百武欣二（北見工大）

⑮　電気抵抗探査による置戸町の永久凍土と地下氷の調査結果
　　原田鉱一郎・福田正己・石崎武志（低温研）

⑯　伏条更新によるアカエゾマツの氷河期における生残りについて
　　斉藤新一郎・川辺百樹（道林試場）

1990年1月15日ニセコスキー場の雪崩事故

秋田谷英次 、清水　弘、成瀬廉二、福沢卓也　（北大低温科学研究所）

1．雪崩事故の概要

後志地方ニセコアンヌプリ（標高1,309m）には、ひらふ・アルペン・東山・アンヌプリの大規模スキー場がある。平成2年1月15日午後２時ごろ、東山スキー場付近の通称「水野の沢」で雪崩が発生し、沢の中を滑っていた２つのグループの９人が巻き込まれた。１名は間もなく救助されたが、3時間後に死亡し、他の１名は翌日遺体で発見された。さらに、同日午後3時半頃、ひらふスキー場のアルペンコース付近の通称「春の滝」付近の沢でも雪崩が発生し、スキーヤ６人が巻き込まれ、このうち、２人は首まで雪に埋まったが、午後6時40分までに全員が救助された。雪崩の規模は前者は幅50m，長さ500m、後者は幅30m，長さ100mで、発生点の標高は600m～700m付近と推定され、いずれも表層雪崩であった。また、２つの雪崩とも正規のコースからはずれた滑降禁止区域内で発生したものである。

2．積雪調査結果

雪崩の翌日、１月１６日現地に入って積雪観測を行い雪崩発生の原因を調べた。観測は、ひらふスキー場のニセコ高原ゴンドラ山頂駅付近の標高約700m地点で行った。観測点は２つの雪崩の発生点と標高、斜面方位（南東）がほぼ等しいので、雪質や成層構造は雪崩発生点と大きくは変らないと考えられる。積雪断面観測と弱層テスト、さらに雪試料を研究所へ持ち帰って雪粒子の顕微鏡観察を行った。弱層テストの結果上から40ｃｍ付近が弱く、容易にせん断破壊を起こした。この弱層が今回の雪崩の破壊面と考えた。断面観測結果によると、吹雪中に積もったと考えられる層（厚さ約40cm）が表面あり、この層の下に約2cm厚さの弱層があった。

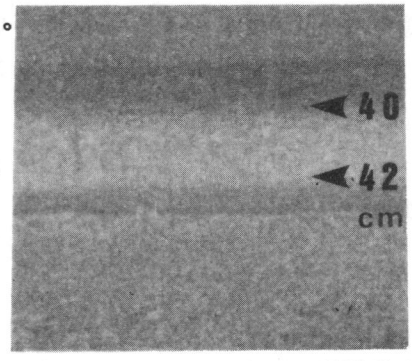


図１　弱層を含んだ積雪の層構造
厚さ約２ｃｍの雪板に下から光を当てた

3．積雪および気象データから見た斜面積雪の不安定化

弱層を含んだ雪のブロックを研究所に持ち帰り詳細な観察を行った。鉛直面に沿って厚さ約２ｃｍに雪を板状に切り、下から光をあてて透過光で撮った写真を図１に示した。白い帯状の部分が弱層で、雪粒が上下の層より大きく密度が小さいため、光を多く透過すので明るく見える。反対に弱層以外の部分は、粒子が小さく密度が大きいので、光は透過しにくいので暗く見える。弱層部分は大きな粒子の降雪結晶と、温度勾配の影響を受けて角ばった、いわゆるこしもざらめ雪に変態したものが見られた。弱層の上の層は丸みのある小さな粒子で、風で運ばれて堆積した風成雪であった。これらの事実から雪が積もった時、およびその後の気象の推移が推察できる。すなわち、弱層内には降雪結晶が破壊されずに形をとどめていることから、あまり風速が大きくなく、大きな降雪結晶が静かに積もったと考えられる。また、しもざらめ化した結晶が見られることから、この層が表面にあるとき、特に夜には、放射冷却で積雪表面がかなり低温になったと推定できる。この様な条件では、表面付近に大きな温度勾配が形成され、急速なしもざらめ化が起こる。もし、晴れて日射があると、日射は積雪内部で吸収され、表面直下が昇温するので、日没後の温度勾配はさらに大きくなり、より一層、しもざらめ化は進行する。表面の積雪がしもざらめ化した後、風を伴った降雪があり、弱層の上に多量の積雪が形成されている。風速が大きい程、また風向が北西風であると風下の南東斜面には多量の雪が積

もることになる。この雪は風成雪といわれ、粒子が小さく密に堆積するためかなり硬い。

図２にはスキー場に一番近い倶知安のアメダスデータを示した。図によると1月10日から11日には吹雪でまとまった降雪があり、11日午後からは雪も止み、風速も弱くなり、晴れて日も射している。このため日没後には気温が急に低下（放射冷却）している。そのため積雪表面に大きな温度勾配が生じ、しもざらめ化が進行し積雪は脆弱になったと考えられる。その後、12日午後から雪が降りはじめ、13、14日には吹雪となり、また、13日は北西～北北西の風向で、雪崩のあった南東斜面には多量の風成雪が形成されたであろう。すなわち、新雪がしもざらめ化した弱層の上に比較的短期間に多量の風成雪が形成されたため、斜面積雪は不安定な状態であったと思われる。スキー場のゲレンデ内は雪上車で絶えず圧雪するため、弱層は機械的に破壊・圧縮されるため積雪全体が丈夫になるが、雪上車の入らない沢の中では、弱層がそのまま保存され、その上に風成雪が積もったため、かなり不安定な状態になったと考えられる。

４．まとめ

今回の雪崩事故は、同一スキー場内の近接した２つの沢でほぼ同時刻に発生した表層雪崩によった。両雪崩は不安定積雪をスキーヤーが刺激した誘発雪崩であるが、当時の斜面積雪は不安定であり、この不安定化の要因は数日間の降雪や気象条件に依存すると考えられる。気象データの解析結果、吹雪のあとに弱い風速下で降雪があり、その後晴れて放射冷却により積雪表面が冷やされ、しもざらめ化が進行し、弱層が形成された。その後の３日間は雪または吹雪の天候で、弱層上に多量の風成雪が形成された。この気象経過が斜面積雪の不安定化を招き、スキーヤーの刺激が雪崩を誘発したと考えられる。

終わりに本調査に協力頂いた、ニセコひらふｽｷｰ場、東山ｽｷｰ場の方々、調査に同行された森林総合研究所新田隆三氏、またアメダスデータの入手に関してお世話になった気象協会北海道本部の植松孝彦氏に対し、ここに記して感謝の意を表します。

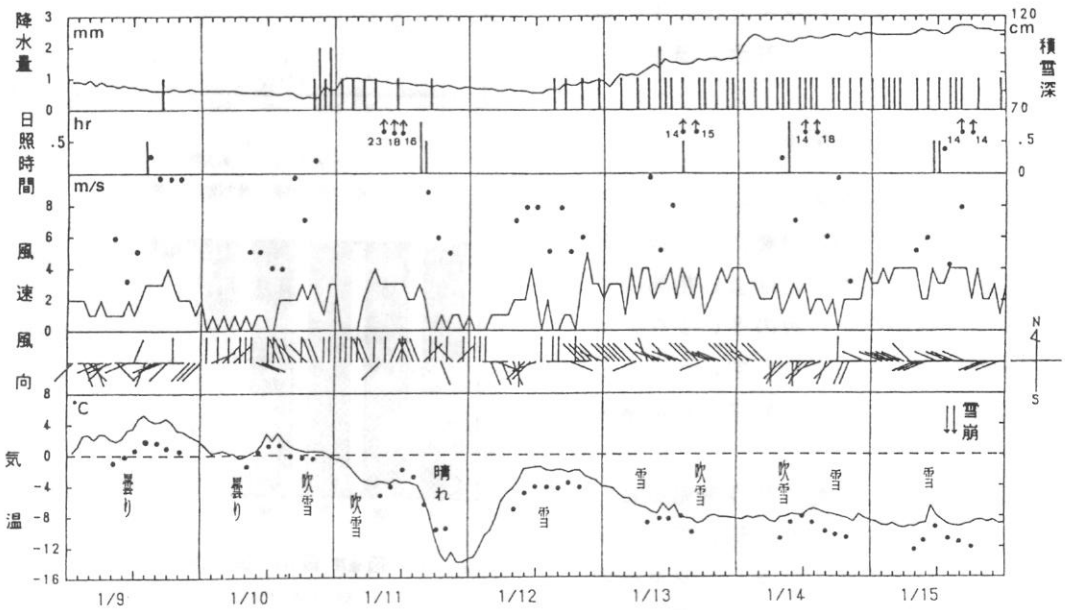


図２　倶知安のアメダスデータとスキー場での風向・風速と天候
黒丸はスキー場ゴンドラ山頂駅での値、黒丸と矢印及び数値は風速の値

スキー場における過去の雪崩災害解析とその対応策について

天野隆明（北大低温研），中村浩（開発局）

1．はじめに

スキーは、冬のスポーツとして定着し、それにともなうスキー人口の増加によりスキー場の開発も各地で盛んに行われている。最近の開発の特徴は、大規模なスキー場の開発と開発場所が山の奥地（高標高）で行われていることである。しかし、スキー場関係者の雪崩災害に対する認識もまだ甘く、それ以上にスキーヤーの認識は低い。そのため、今後は大型の雪崩災害やスキーヤーによる誘発型の災害の増加が予想される。そこで、スキー場での過去の雪崩災害の傾向をつかみ、今後のスキー場における雪崩対策を考えた。

2．研究過程

新潟県（1008）、長野県（288）、北海道（136）の各地方新聞から、1910年から1989年までの雪崩記事を集め、それをもとに雪崩災害の傾向を把握した（括弧内は収集した発生件数である）。次に、スキー場（本研究のスキー場とは、スキー場のコース、リフトの支柱等のある場所とリフトにより簡単に行けるスキー場周辺のことを言う。）の雪崩災害については、全国を対象に策道協会報や日本の雪崩と災害等からも収集し、解析を行った。それをもとにスキー場におけるこれからの雪崩対策の提言を行った。

3．雪崩災害の解析結果

図１より、発生件数は年によってばらつきがあるが、1955年以降については、発生件数と最大積雪深とにはよい相関関係があり、雪崩の発生件数の多い少ないは、最大積雪深に左右されやすいと考えられ、今後大雪になれば、発生件数は増加することが予想される。

図２の被害対象別発生割合を見ると、最近のレジャーブームを反映して、レジャーが高くなってきている。レジャーの内訳を図３より見ると、登山が高いこと

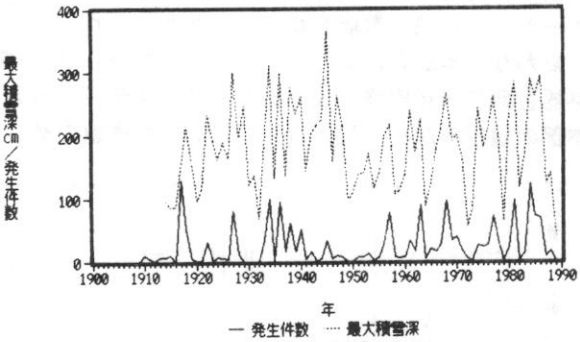


図１：発生件数と最大積雪深の関係

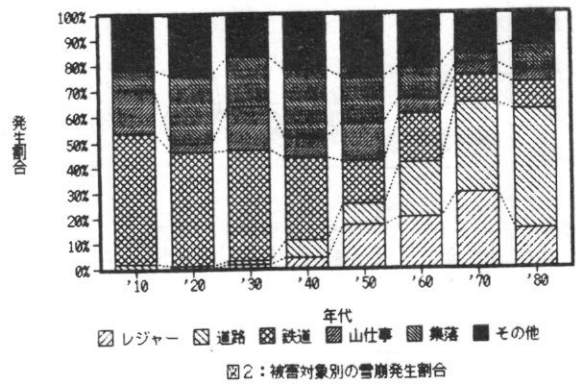


図２：被害対象別の雪崩発生割合

は変わっていないが、スキー場とツアースキーが増加傾向にある。スキーツアーは、アメリカでは増加傾向にあり、日本においても今後増加が予想される。スキー場での雪崩災害は1950年代に始まり、年々増加しており1980年代においては３割以上を占めるようになった。

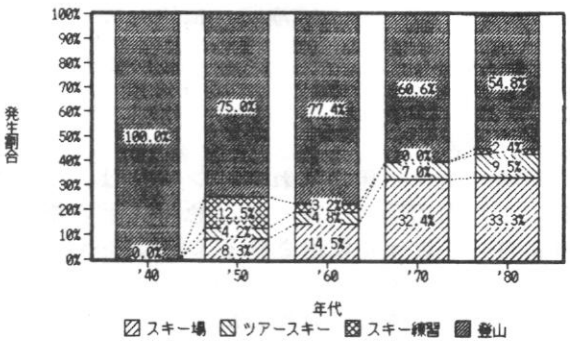


図３：レジャーの内訳（雪崩災害発生割合）

４．スキー場の雪崩災害の解析

スキー場の雪崩災害について図４より見てみると、1960年頃より災害が増加しはじめ、それ以降は毎年のように起こっている。これは、リフト基の架設が盛んになり始めた頃と一致している。５６豪雪をピークにそれ以降は減少しているのは雪崩対策が進んだためと考えられる。

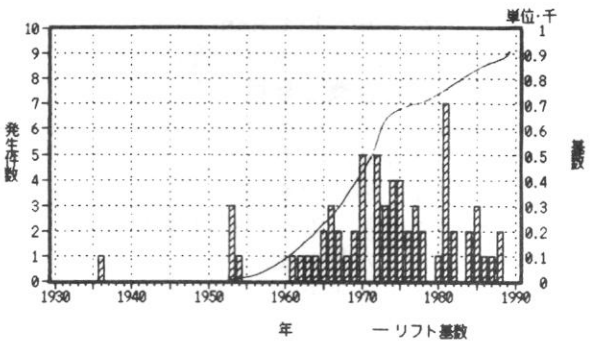


図４：雪崩件数とリフト基数

次に雪崩災害の内容について調べると、雪崩の種類別では表層雪崩３８件、全層雪崩６件、不明２２件となっており、表層雪崩が圧倒的に多い。そこで表層雪崩の発生域をコース内・外で分けると、コース内で発生してものは４件、コース外で発生したものは２１件あり、そのうちコース外の立入禁止区域内でスキーヤーが起こしたものが４件、不明が１３件である。コース外の立入禁止区域内で起きた４件の内３件が北海道で起こっており、北海道で起こった過去の災害の１２件のうちの３件に相当し、これが北海道の雪崩災害の特徴である。コース内で起こった４件は、圧雪車による整備がまだ十分でなかった頃、新雪の降った後や吹雪の時に起こったものである。

５．スキー場におけるこれからの雪崩対策

これまでの対策は防止工等のハードなものに頼っていたが、これからはソフトによるものを充実しなければならない。当面の課題として“スキーヤー自身の雪崩に対する意識の向上”を目指す必要があると考える。例えば、スキー場のゲレンデマップの中に、雪崩危険地帯を明確に記載し、スキーヤーに情報を提供するべきである。スキースクールにおいては、技術ばかりを教えるのではなく、コース外での、特に新雪の急斜面の滑走は雪崩の危険性を伴うことを教えるということも必要である。アメリカではすでに行われていることであるが、一般スキーヤー対象に雪崩の危険性を教えるセミナーを開くのも有効であろう。また、スキー場側の雪崩に対する安全策の提案としては、刻々と変化する積雪状況に対応できる体制が必要である。

雪崩防止柵アンカーの施工と耐荷力について

黒 川 國 夫(北海道開発局開発土木研究所)

1. まえがき

吊柵や吊枠に用いられるアンカーは、コンクリートブロックや鋼管、H鋼などがある。この内鋼管アンカーは、急斜面上の施工も比較的容易なことから、道内の国道工事において数多く使用されるようになった。

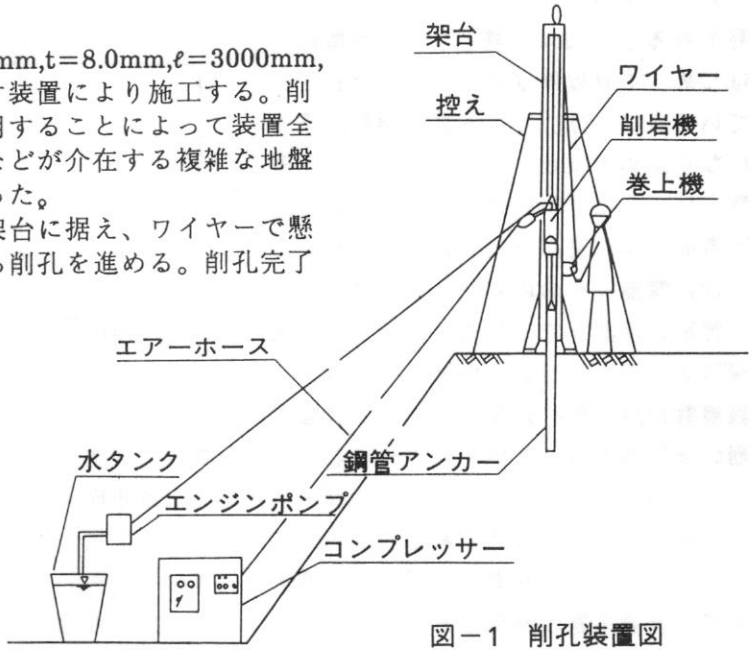
本文は、鋼管アンカーの施工法および設置位置の地盤強度によって異なる、アンカーの水平支持力の算出方法などについて述べる。

2. 鋼管アンカーの施工法

鋼管アンカー(Φ=114.3mm,t=8.0mm,ℓ=3000mm, STB52材)は、図－1に示す装置により施工する。削孔機本体は、削岩機を転用することによって装置全体を軽量化し、また転石などが介在する複雑な地盤の確実な削孔も可能になった。

施工方法は、削孔機を架台に据え、ワイヤーで懸垂し巻上機で調整しながら削孔を進める。削孔完了後は、アンカー内部および外周部に発泡モルタルを充填し、地盤との一体化をはかる。

現在、鋼管アンカーは、勾配1.2割の切土斜面を有する法頭部または小段部に施工されているが、他工法と比較し施工が容易であることが確認されている。



図－1　削孔装置図

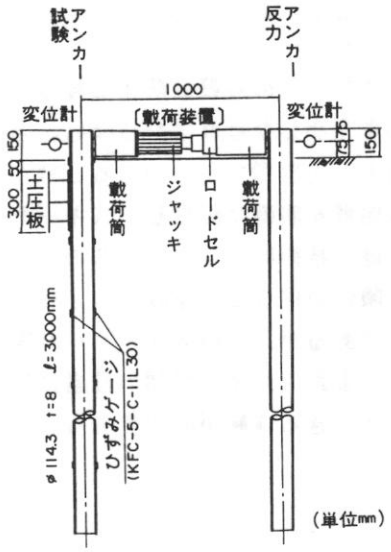
3. 鋼管アンカーの耐荷力

鋼管アンカーの水平載荷試験(図－2)と引張試験の検討結果から、水平支持力の算定法について述べる。試験は一般国道275号幌加内町朱鞠内湖南部に位置する吊柵設置個所の切土法面頭部で実施した。

3.1. 鋼管アンカーの水平支持力

水平載荷試験により算出された横方向地盤反力係数K値を用いて、基礎杭と同様、弾性床上のはりとしてアンカーの深さ方向の曲げモーメントの計算を行う。曲げモーメントの計測値は、鋼管に取りつけたひずみゲージの値を換算して求めた。

算出された深さ方向の曲げモーメント分布の計算値と計測値を比較し図－3に示す。計算値と計測値は各荷重段階ともほぼ一致した曲げモーメント分布である。この結果、鋼管アンカー



図－2　水平載荷試験装置図

は、弾性床上のはりとして水平支持力を算出できると考えられる。

K値の算出は、水平載荷試験により求める方法と、地盤の調査結果から推定する方法がある。しかし鋼管アンカーは、アンカー長や口径などが基礎杭と異なるため、地盤強度の変化による影響が大きく、施工本数に見合った試験調査の回数や位置の選定を適切に行い、K値を決定する必要がある。

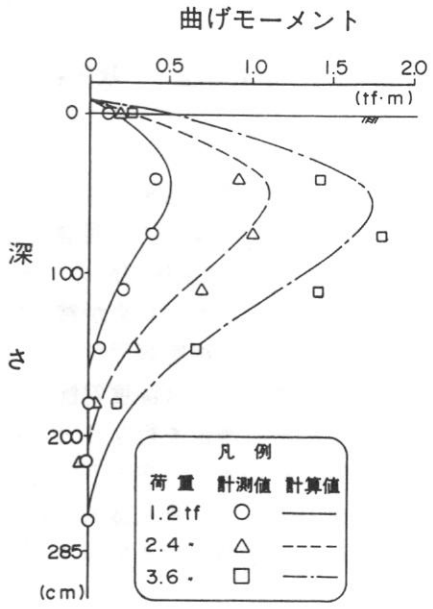
3.2. 土圧板の設置効果

鋼管に土圧板 (H鋼100×100×6×8mm,ℓ=1000 mm) をT字型に1~3枚設置したアンカーの試験結果から、土圧板設置枚数によって異なる水平支持力の効果を検討する。

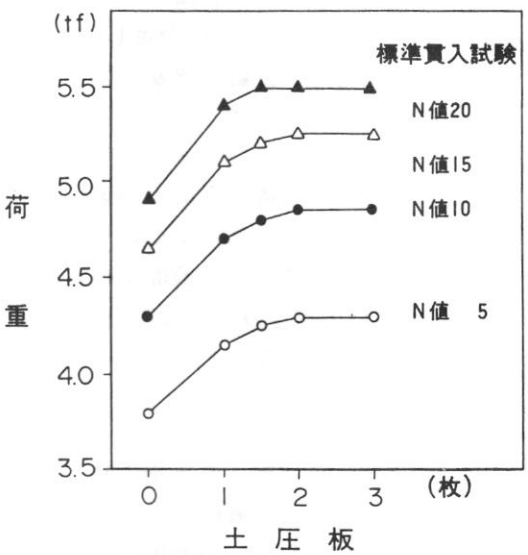
計算は、地盤強度を一定と仮定し、アンカー地中部の曲げモーメント分布の最大値が、許容応力度 (長期強度) に達する時の荷重を地盤強度N値ごとに算出し、この結果を比較する (図ー4)。土圧板を1枚取付けた場合は、土圧板を取りつけない場合と比べ荷重が約10%増加している。しかし、1枚以上取りつけても設置効果は顕著に現れていない。原因として、水平抵抗に関与する地表面からの深さは $1/\beta$ (β;杭の特性値) 程度とされているが、土圧板の設置効果が顕著に現れる深さには限度があるものと考えられる。

3.3. アンカーの引張試験の結果

吊柵に作用する雪圧は、ワイヤーロープを通じてアンカーに伝えられる。通常斜面方向の力は、水平力と鉛直力の分力として考えることができる。アンカーについても施工位置との関係によって、同一の傾向を示すと考えられたため、引張試験を行い確認した。法頭後部2.5m程度にアンカーを施工した場合の水平支持力は、ワイヤーロープに発生した斜面方向の荷重の内、その鉛直分力は法頭付近の地盤が分担し、アンカーにはその水平分力が作用すると考えられる結果を得た。



図ー3　曲げモーメント分布の計算値と計測値を比較



図ー4　土圧板の設置効果

4. あとがき

アンカーの適切な設計施工は、雪崩発生を防止する基礎となるものである。今回の検討によって、鋼管アンカーの水平支持力の算出は、地盤の調査結果(標準貫入試験N値)を用いて簡便に行うことが可能になったと考えられる。今後、アンカーに作用する雪圧の大きさや、経時的な変動特性などの調査を行っていきたいと考えている。

しもざらめ雪の急速発達

福沢卓也 ， 秋田谷英次 （北大低温研）

1．はじめに

多くの雪崩は、弱層と呼ばれる剪断強度の小さい層を滑り層として発生する。しもざらめ雪は古くから典型的な弱層として知られている。従来、しもざらめ雪は、積雪中で0.1～0.2°C/cm程度の温度勾配のもとで3週間以上かけてゆっくりと形成されると考えられていた。これは、しもざらめが積雪中の深い部分で観察されるという事実に基ずく考察であった。これに対して積雪表面付近では、雪温分布は気象変化にともない大きく摂動しており、しもざらめ雪は大きな温度勾配のもとで急速に発達することが考えられる。そこで今回、表面付近の雪温測定を行なうとともに、表層の雪粒の接写を行なったところ、大きな温度勾配(2°C/cm)のもと一夜のうちにしもざらめ雪が急速発達することがわかった。（本来、成長速度を考えるとき水蒸気圧勾配を考えなければならないが、ここでは簡単のために温度勾配についてのみ考えてみる。）

2．雪温測定および接写

1989年12月から1990年3月までの内の50日間、問寒別にある雪崩観測所の南斜面において、表面から深さ10cmまでの雪温を2cm毎に測定した(図１)。測定は、日射の影響のない夜間に行なわれた。センサーには熱電対を用い、10分インターバルで雪温を測定した。雪温測定地点の近傍から、日没、日の出直後にそれぞれ雪をサンプリングして、表面から深さ1cmの部分の雪をガラス板の上にばらして接写を行なった。

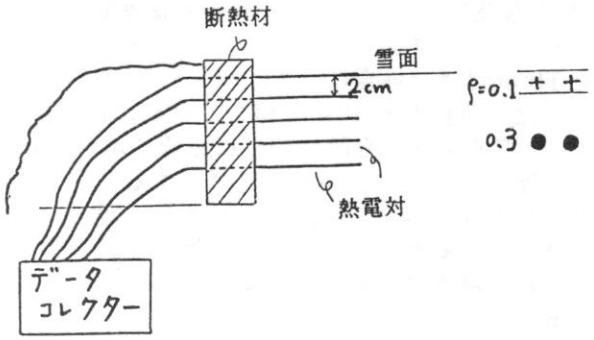


図１　雪温測定法と層構造(3/2)

3．観測結果

1990年3月2日夜間の雪温測定結果と接写写真をそれぞれ図２，図３に示す。3月2日は終日快晴微風で、昼間は南斜面の積雪は内部昇温していた。図２から表面直下では内部融解が起こっていたことがわかる。日没(16:20)ののち、放射冷却により雪面温度が急激に低下した。積雪内部では融解水が再凍結するまで雪温

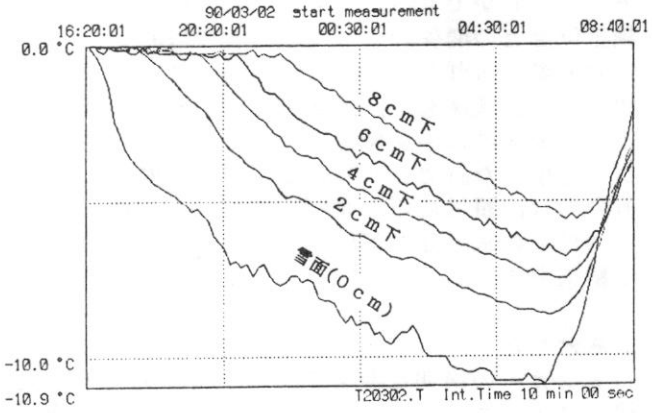


図２　各深さでの雪温の時間変化(3/2~3)

は0'cに保たれ、その後熱伝導によって雪温が低下した。しかし、新雪の熱伝導率は小さいので表面と2cm下での温度差は大きいまま保たれた。日の出(6:30)ののち、表面雪温は急速に上昇しているが、これはセンサーが日射により暖められたためであると考えられる。結局、表面と2cm下との間に2'c/cm程度の温度勾配が14時間持続した。図3から、この間に表面直下では、新雪が1mm程度のしもざらめ雪に急速に変態したことがわかる。

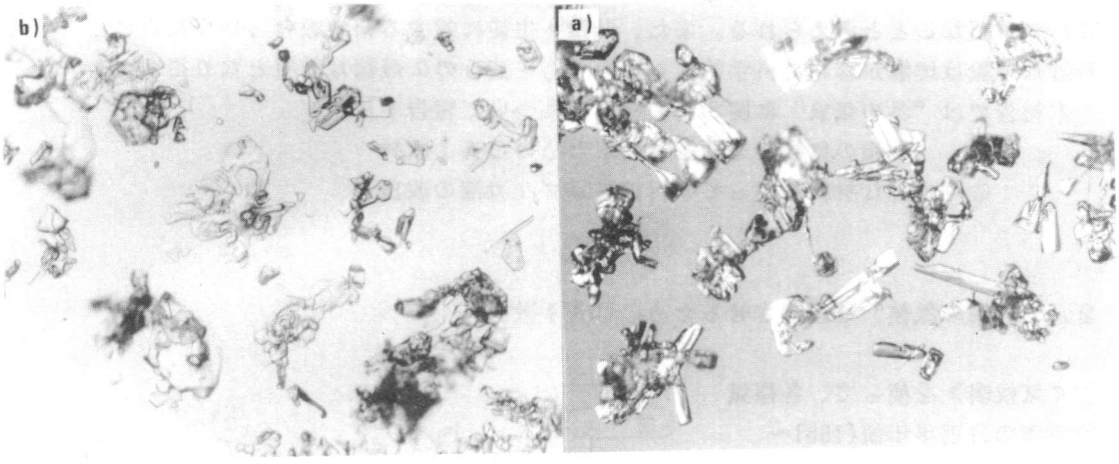


図3　表面下1cmでの雪粒の接写(バラ写し)　1mm
a)3/2 16:30 新雪　b)3/3 6:30 しもざらめ雪

4．まとめ

上述のような、表層におけるしもざらめ雪の急速発達現象は、観測期間50日間のうち10回観測された。全てに共通の条件は、次のことだった。

①層構造は、密度の大きい旧雪の上に密度の小さい新雪が数cm載っている2層構造であった(図1)。

②昼間、日射があり積雪は内部昇温していた。

③夜間は、晴天微風で雪面は放射冷却していた。

以上のことから、昼間日射により内部昇温したのち、夜間、放射により雪面は冷やされたが、新雪の熱伝導率は小さいため、表層に大きな温度勾配が持続したと考えられる。また、昼間内部融解が起これば、更に大きな温度勾配が持続する。このことから、表層では大きな温度勾配(≃2'c/cm)のもと短時間(14時間)のうちに、しもざらめ雪は急速発達すると考えられる。

冬の気象の教材化

高橋　庸哉*

1．はじめに

北国に住む人々にとって、身近な現象である“冬の気象”を科学的な眼で見直すことは極めて重要なことと考えられる。また、児童・生徒に対する科学教育という視点に立てば，身近な現象は理解が容易で科学的なものの見方を養うのに最適な教材となり得る。

本報告では“冬の気象”に関する教材開発について報告する。

◎　“札幌の気候”を理解させるためのＣＡＩ教材

◎　身近な材料を使っての雪結晶レプリカ液の改良

2．“札幌の気候”を理解させるためのＣＡＩ教材

《気候表》を使って、各種気象要素の月別平年値(1951～1980)をグラフにすることは児童・生徒の住んでいる土地（ここでは、例として札幌）の気象を理解させるのに効果的である。しかし、作業に時間がかかるため、グラフ化できる気象要素の数は限られ、他地点との比較を十分に行うことはできない。そこで、パソコンを使ったＣＡＩ教材（“札幌の気候”）を試作した。

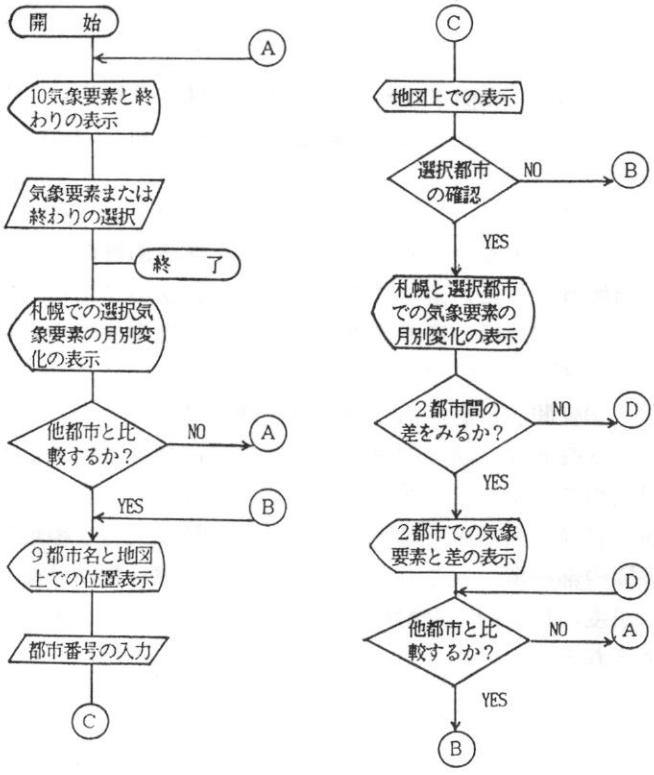


図1　ＣＡＩソフト“札幌の気候”フローチャート

＊　勤務先：札幌市青少年科学館

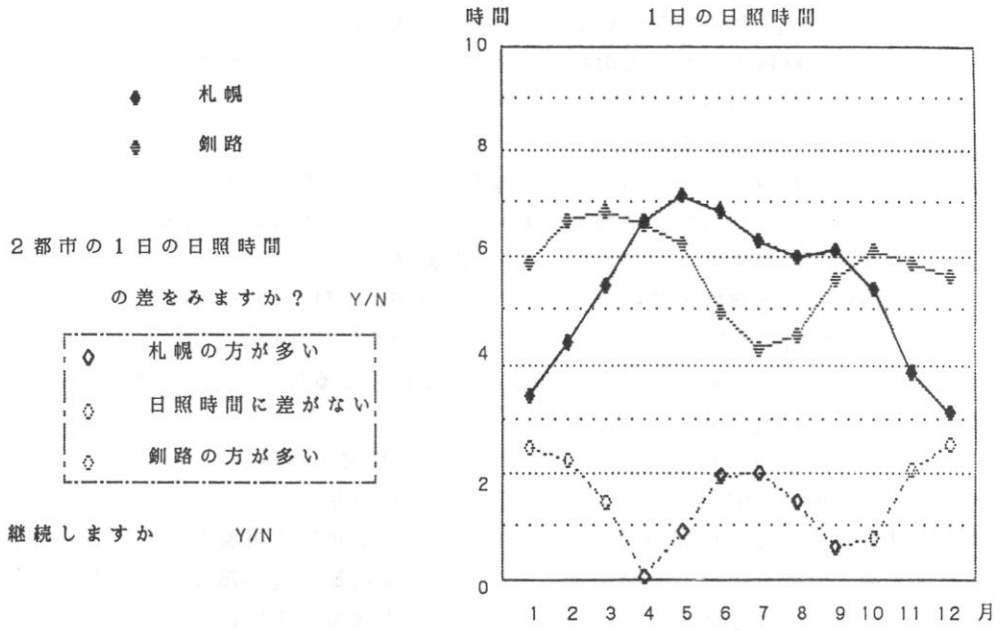


図２　ＣＡＩソフト“札幌の気候”の表示画面の例（実際の画面はｶﾗｰ表示）

プログラムは札幌の各気象要素の月別平均値をグラフにするもので、他都市との比較ができるようにした。図１はプログラムの流れを示したものである。選択可能な気象要素は次の通りである：1.平均気温，2.最高気温，3.最低気温，4.降水量，5.相対湿度，6.雲量，7.１日の日照時間，8.風速，9.１カ月に降った雪の深さ，10. 降雪日数。比較する都市を選ぶ際には、日本地図がＣＲＴ上に表示され、都市の位置を示した。比較する都市は次の通りである：1.旭川，2.函館，3.釧路，4.東京，5.新潟，6.長野，7.大阪，8.広島，9.那覇。２都市間の値の差は絶対値で示した。また、２都市の気象要素は色分け表示した。

図２は表示画面の例で、札幌の１日の日照時間を釧路の値と比べたものである。札幌の方が夏に日照時間が２時間程長く、逆に冬には釧路の方が 2.5時間程長いことが示されている。このプログラムによって、気候の特徴を視覚に訴え、直感的に理解させることができるようになった。

３．身近な材料を使っての雪結晶レプリカ液の改良

雪結晶のレプリカ法はSchaefer(1941)によって開発されたもので、雪結晶をプラスチックの膜で被い、その表面構造をかたどったものである。身近で親しみやすく、冬の自由研究などで極めて人気の高い教材の一つであるが、使われている薬品の入手が一般には困難なこと・水分によって白濁が生じるなどの問題点があり、あまり普及していない。そこで、

これらの欠点を克服するために新しいレプリカ材料の検討を行った。**

雪結晶のレプリカ材料として、次の組み合わせが適当であることがわかった***:

◎ポリスチレン+1,1,1-トリクロロエタン

◎アクリル＋メチレンクロリド

これまでのレプリカ材料(ポリビニルフォルマール＋二塩化エチレン) に比べて、次のような利点がある。

a. 材料の入手が容易：ポリスチレン…発泡スチロール・カセットテープの箱,アクリル…工作材料，1,1,1-トリクロロエタン…修正液の薄め液，メチレンクロリド…アクリル接着剤

b. ポリビニルフォルマールは水溶性不純物(ポリビニルアルコール・ポリビニルアセテート) を含むため、その溶液は僅かな水で白濁するが、ポリスチレン・アクリルでは白濁を生じない。

c. 二塩化エチレンを用いた場合には結晶の角が溶けて丸くなる欠点があったが、1,1,1-トリクロロエタンは水の溶解度が低く、結晶が溶けにくい。

d. 1,1,1-トリクロロエタン・メチレンクロリドは二塩化エチレンより低毒性で不燃性。

e. メチレンクロリドは融点(-95.1℃) が低く、低温まで使用可能。

図３は雪結晶レプリカの作製例である。結晶の表面構造が良く再現されている。メチレンクロリドを使った場合には、蒸発が速いので二次的な結晶成長が起こることがあるので注意を要する。尚、レプリカ液を入れる容器として、点滴瓶が良いこともわかった。点滴瓶からスライドグラス上に液をたらし、楊子でのばすだけで良く、倒してもこぼれにくい利点もある。

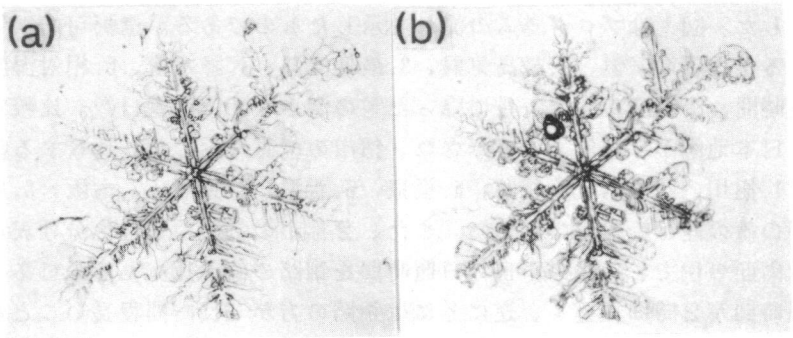


図３　雪結晶のレプリカ作製例：(a)レプリカ前　(b)できたレプリカ。
ポリスチレンの1,1,1-トリクロロエタン10％溶液使用。雪結晶の直径約４mm。

** 雪結晶レプリカ法の改良に関する詳細は拙著論文を御参照下さい。
Takahashi, T. and N. Fukuta, 1988: Ice crystal replication with common plastic solutions. J. Atmos. Oceanic Tech., 5, 129-135.

*** 既存の製品（スプレ糊：商品名３M－５５）をそのままレプリカ液として使用することも可能である。アクリルゴムを1,1,1-トリクロロエタン で溶かしたものであるが、濃度が高いのでやや固いのが難点である。

冬型災害による道路通行規制の実態分析

千葉敏和（北海道開発局 開発土木研究所）

1．まえがき

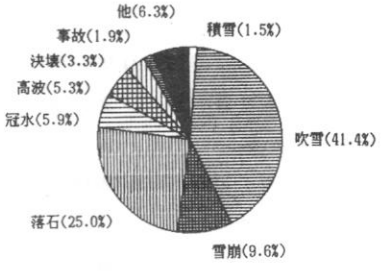
北海道において国道は、点在する都市間を結ぶように網の目状に広がっており、道内の経済活動や生活基盤を支えるために重要な役割を果している。しかし、国道の通行規制件数は毎年数十件以上に達している。特に、北海道が積雪寒冷地に位置していることから、吹雪や雪崩などの冬型災害による通行規制が多いことが特徴的である。

本報告では、北海道開発局で管理している国道の通行規制データ（昭和４５～６３年）を利用して、冬型災害による通行規制の推移や地域的特徴を明らかにする。

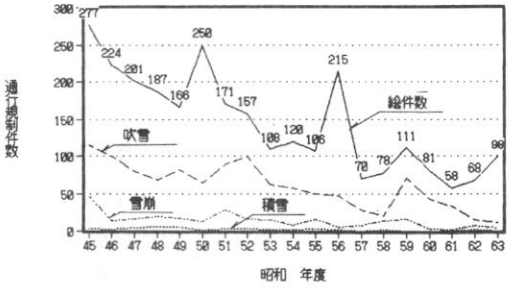
2．通行規制件数の実態分析結果

自動車交通による物流の依存度の増大などより、近年道路の重要性は益々高まっており、季節を問わず、要求される道路管理水準も高まってきている。他方、道内国道の改良済道路延長については、毎年着実に増加しており、昭和４５年には３，７６２kmだったが、昭和６３年には５，７３７kmになっている。一方、国道の通行規制総件数は、年により変動はあるが、昭和４０年代（４５～４９年）の平均件数は２１１件だったが、昭和６０年代（６０～６３年）の平均件数は約３分の１の７６件にまで減少している。これは道路整備水準が進んだことと、道路の管理水準が高まったことが大きな理由と考えられる。

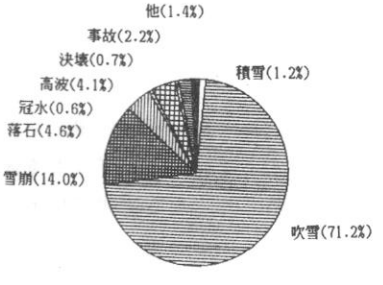
しかし、北海道が積雪寒冷地に位置していることから、冬型災害（積雪、吹雪、雪崩）の克服が重要な課題であると言える。図－１には、昭和４５年度から昭和６３年度までの、１年間を通した通行規制の災害原因別の割合を示した。なお、ここではそれぞれ災害発生の恐れによる事前の通行規制も含んでいる。冬型災害だけで全体の５０％以上を占めており、さらに吹雪によるものが４０％以上もあることが特徴的である。しかし、年度別の通行規制の推移を見ると、吹雪によるものが年々減少傾向にあることが分かる（図－２）。また、雪崩と積雪については、全体に占める件数は少く、年々減少している。さらに、冬期間（１２月から３月までの間）の集計結果を見ると、冬型災害は８６％も占めており、特



図－１　災害原因別の通行規制総件数の割合
（昭和４５～６３年，通年）



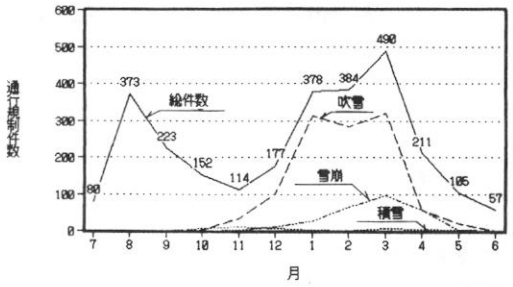
図－２　年度別の通行規制件数の推移



図－３　災害原因別の通行規制総件数の割合
（昭和４５～６３年，冬期間）

に吹雪は７１％にも達している（図－３）。

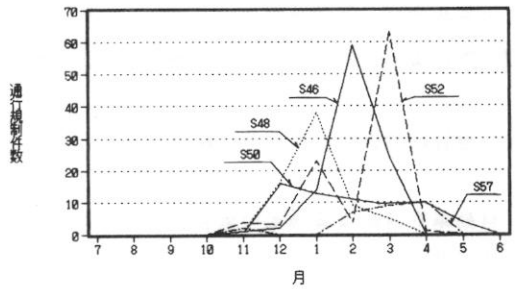
また図－４には、月別の通行規制件数の推移を示した。総件数については、８月と、１月から３月までの厳寒期が突出している。１月から３月は、吹雪による影響度が大きく、全体の７３％を占めている。また、雪崩については、３月を中心として広く分散している。



図－４　月別の通行規制件数の推移

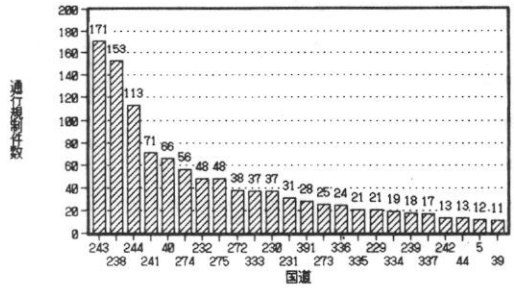
３．吹雪による通行規制の特徴

図－５には、吹雪による通行規制の月別発生状況が、年によってどのように異なっているかを示した。ここでは、昭和４５年度から６３年度までの間で、通行規制件数のピークの月が異なっている代表的な年のものを抽出した。昭和５０年度の通行規制件数の最も多い月は１２月であり、また昭和５７年度には４月となっている。このことから、吹雪による通行規制件数が、必ずしも毎年厳寒期に集中しているとは限らないことが分かる。



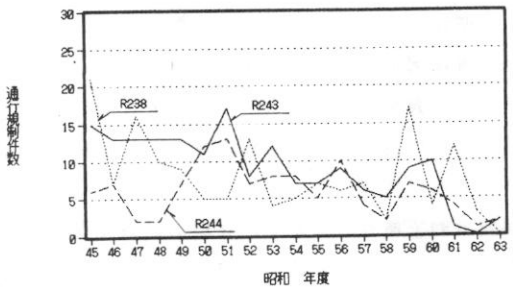
図－５　月別の通行規制件数の推移（吹雪）

次に図－６では、吹雪による通行規制件数の最も多かった国道を順に並べた。なお、ここでは１路線当り１０件以上の通行規制があったものを載せた。上位５路線は、いずれも道東、道北に位置しており、このことからも吹雪災害が主に道東、道北に集中していることが分かる。



図－６　国道別の通行規制件数（吹雪）

さらに、吹雪による通行規制件数の最も多かった国道３路線について、それぞれの年度別推移を示した（図－７）。各国道とも変動はあるが、年々減少してきていることが分かる。この理由としては、年々除雪水準が高まってきたことと、近年の降雪量の減少と吹雪そのものが減ってきたことが主な原因と考える。



図－７　国道別の通行規制件数の推移（吹雪）
（最も件数の多い３路線）

４．あとがき

本報告では、国道の通行規制に関する資料の有効利用を目的として、主に冬型災害による通行規制の推移と特徴を分析した。そして吹雪による通行規制の時間的推移や国道別の特徴を明らかにすることができた。このことにより、既存の通行規制データを利用した道路防災のための一評価手法を示すことができたものと考える。

屋根面に凹凸を持った建物の屋上積雪分布について

○苫米地 司（北海道工業大学）

1　はじめに

屋上積雪は，気象条件の影響を大きく受けながら，屋根形状固有の分布を形成することが，これまでの研究で明らかになっている[1,2]。本調査では，屋根面に凹凸がある場合の積雪分布を明かにし，屋根面の凸部が風上および風下部の積雪分布におよぼす影響を明らかにすることを目的としている。

2　調査概要

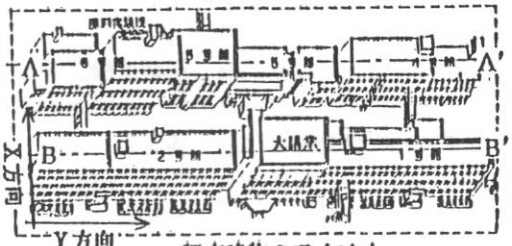
屋上積雪分布調査は，図１に示す北海道工業大学の波線部の建物を対象に，1990年 2月21日に実施した。積雪深は，測定点を図中のＸ方向３m間隔，Ｙ方向５m間隔に設定し，スノーサンプラー付属のスケールで１cm単位で測定した。なお，これらの建物の屋根面には30mmの断熱材が使用され，暖房時間は午前８時から午後４時までである。

3　調査日までの気象概要

図２に調査対象建物から約800m離れたアメダスの観測値による積雪深の推移を示す。図中には，大学構内の実測値も合わせて示してある。両者の値は，ほぼ一致している。図のように，積雪深は12月中旬から１月下旬にかけて増大し，１月31日に最大積雪深となっている（アメダス観測値：92cm，大学構内の実測値：96cm）。２月に入ると，降雪量も少なく，急激に積雪深が減少し，調査日の２月21日の地上積雪深はアメダスの観測値で66cm，大学構内の実測値で70cmであった。

風速と気温の月平均値をみると，12月で風速：3.0m/s，気温：-0.6℃， 1月で風速：2.7m/s，気温：-5.0℃， 2月で風速：2.7m/s，気温：-1.2℃であった。このように，積雪深が急激に増加した１月は，低温が続き，吹雪の発生も多かった。２月になると，雨が降るなど比較的気温が高い状態にあった。

4　調査結果



調査建物のアイソメ

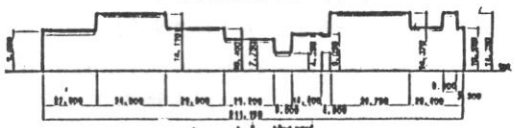

A－A' 断面

図１　調査対象建物の概要

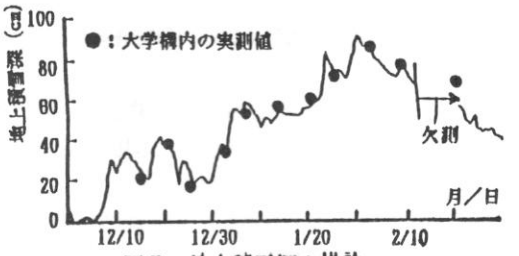


図２　地上積雪深の推移

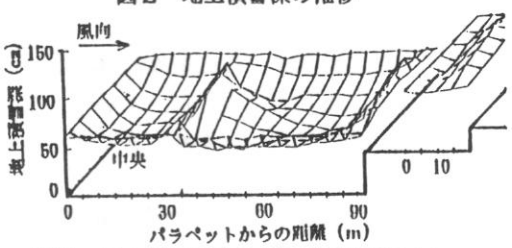
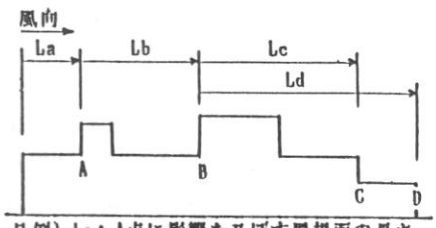


図３　屋上積雪分布の一例（２号館屋上）



凡例）La：A点に影響を及ぼす屋根面の長さ

図４　影響を及ぼす屋根面長さの定義

図３に調査結果の一例を示す。図のように，屋根面凸部の風上および風下部で大きな吹きだまりが形成され，不均一な積雪分布となっている。これらの積雪分布をみると，吹きだまり状況は，凸部の高さや風上側の屋根面の広がりによって大きく異なっている。

積雪分布におよぼす凸部の影響を検討するために，凸部の高さ，風上側の広がり度および吹きだまりの影響範囲について検討した。風上側の広がり度は，図４に示すように，風上側の屋根面の長さで整理した。吹きだまりの影響範囲は，図５に示す定義で整理した。

図４に，凸部の高さと吹きだまり部位の最大積雪深との関係を示す。図のように，風上部では凸部の高さの増大に伴い，最大積雪深が緩慢な増加傾向を示す。これに対し，風下部では凸部の高さの増大に伴い，最大積雪深が減少傾向を示す。谷間状になっている部分では，最大積雪深が地上積雪深の２倍以上の 150cm程度となっている。

図５に，風上側の屋根面長さと吹きだまり部位の最大積雪深との関係を示す。図のように，風上および風下部とも長さの増大に伴い，最大積雪深が増加する傾向を示す　図６に，凸部の高さと影響範囲との関係を示す。図のように，風上側では凸部の高さの増大に伴い，影響範囲が増加する傾向を示す。この影響範囲は，いずれも凸部の高さよりも小さくなっている。これに対し，風下側ではバラツキが大きく顕著な傾向がみられない。

図７に，風上および風下側の屋根面長さと影響範囲との関係を示す。図のように，風上および風下側とも屋根面の長さの増大に伴い，影響範囲が増加する傾向を示す。

４　まとめ

本調査結果から，屋根面に凸部がある場合の屋上積雪分布は，凸部の高さだけではなく，風上側の屋根面の長さも大きく影響を与えることが明かとなった。今後，屋根面の飛雪供給源となる風上側の屋根面の長さをパラメーターとした模型実験を実施する予定である。

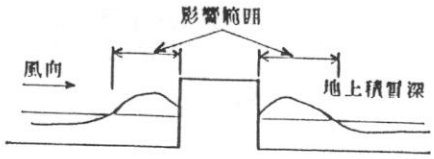


図５　影響範囲の定義

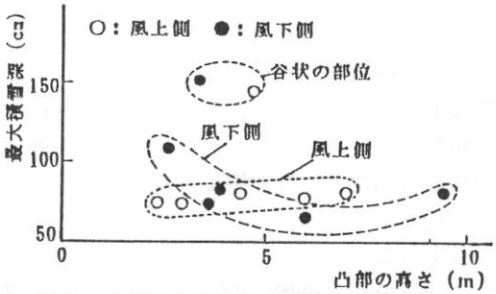


図６　凸部の高さと最大積雪深との関係

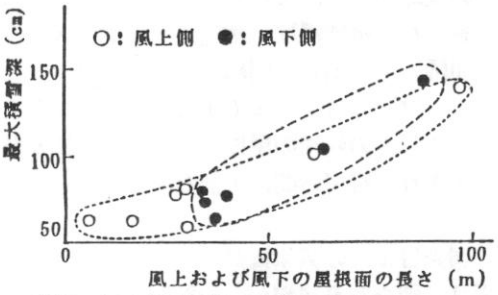


図７　風上屋根面長さと最大積雪深との関係

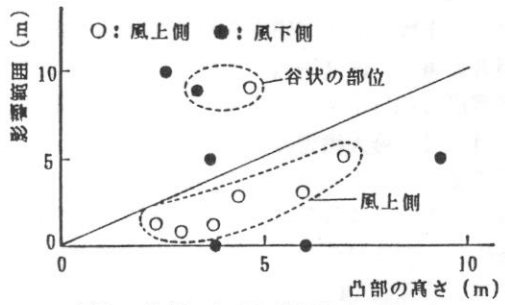


図８　凸部の高さと影響範囲との関係

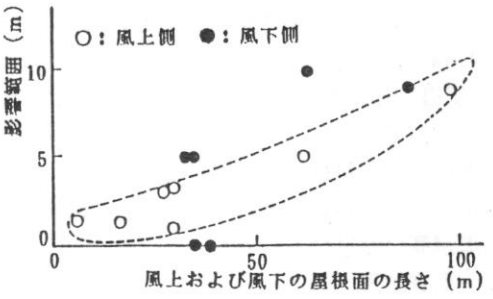


図９　風上屋根面長さと影響範囲との関係

膜材を用いた屋根の屋根雪滑落性状について

○山口英治，苫米地司（北海道工業大学）

1．はじめに

近年，屋根材にテフロンコーティングガラス繊維布膜を使用した大スパン構造物は，秋田県などの積雪地域にも建設されている。積雪地域に膜材を使用した大スパン構造物を建設する場合，屋根雪荷重やその処理方法が大きな問題となる。さらに，膜構造物の透過性などの利点を考慮するとできるだけ屋根面に雪がないことが望ましい。このような背景から本研究では，膜材を用いた屋根の滑落角度，動摩擦係数，滑落飛距離などの検討を行った。

2．実験方法

1） 実験装置

図1に，滑落装置の概要を示す。本実験では，屋根葺材の形状が比較的大きな平板であり滑動挙動の観察や滑落角度，滑落速度・時間の測定が容易なことから傾斜平板法を採用した[1,2]。

2）雪氷滑動体モデル

一般に，屋根雪の最下層の旧雪は多結晶で氷に近い状態にある[3]ことから，雪氷滑動体モデルとして図2に示す氷モデルを用いた。図のように，氷＋スタイロフォーム（160×136×40mm）の氷ブロックにおもりを載せ積雪深を想定した。また，雪モデルは，台形状（上底125×135mm，下底135×140mm，高さ113mm）に加工した。

3） 低温室

冬期間の外気温を想定するため，滑落装置を低温室内に設置した。低温室は，−30～＋60℃まで調節可能であり，温度調整幅は ±0.5℃である。実験では，低温室の温度を-10～＋2.5℃まで2.5℃刻みで実施した。

4） 実験シリーズ

表1に，実験シリーズを示す。氷モデルは，以下に示す4種類の屋根葺材を用い243種類，雪モデルは，テフロンコーティングガラス繊維布膜のみを用い新雪，ザラメ，シャーベット状，しまり雪と4タイプで36種類の条件について実施した。

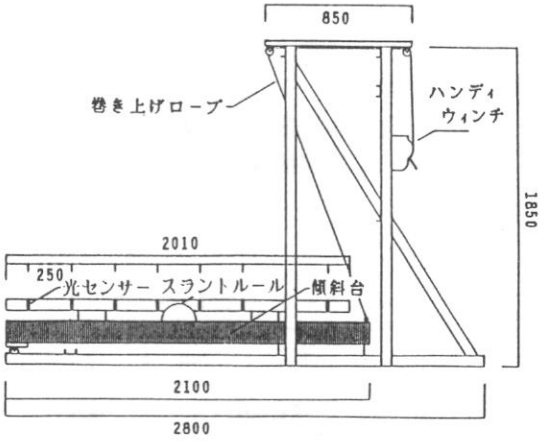


図1　滑落装置

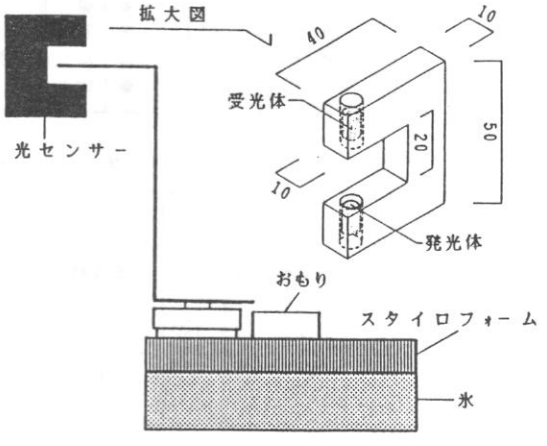


図2　氷モデル

5) 実験手順

実験は，外気温，積雪深，凍着時間など実験条件を設定後，ハンディウインチを巻き上げ雪氷滑動体が滑り出した時点で止め，その時の傾斜角をスラントルールで読み取る。滑落と同時にパソコンは，光センサー区間の時間と速度を算出する。

氷モデルの場合，+2.5℃を除き30分以上実験温度環境に置き，表面温度を室温と同程度にし実施した。また，雪モデルの場合，実験ごとに新しい雪を用いた。

3．実験結果

図3に，温度と滑落角度との関係の一例を示す。図のように，屋根葺材が同一の場合，氷モデルと雪モデルとでは，大きく異なる。氷モデルの場合，温度変化による滑落角度の大きな変化がみられない。これに対し，雪モデルの場合，−2.5℃で滑落角度が最も小さくなる。−2.5℃以下では温度の低下ともない，滑落角度がやや大きくなる。温度が-2.5℃を越えると，滑落角度が急激に増加する。

これらの現象は，各屋根葺材の表面粗さが影響していると考えられる。氷の接触面が，平滑であるため表面粗さの大きい材料は，有効接触面積も小さく凍着時間による影響が，少くなると考えられる。雪モデルは，氷モデルに比べ単位面積当りの凍着力が常に大きい。凍着力は，一般に次式で表せれる。凍着力S，見かけ上の接触面積A，積雪重量W，滑落角度θとすると，

表1　実験シリーズ

○：ポリカーボ

●：ポリカーボ，テフロンコーティングガラス繊維布膜，スベルーフ，ルーフテック

温度	積雪深10cm					積雪深20cm					積雪深30cm					積雪深40cm				
	凍着時間（分）					凍着時間（分）					凍着時間（分）					凍着時間（分）				
(℃)	0	1	5	20	40	0	1	5	20	40	0	1	5	20	40	0	1	5	20	40
−10.0	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○
− 7.5	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○
− 5.0	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○
− 2.5	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○
± 0.0	●	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○
+ 2.5	●	○				●	●				●	○				●	○			

○：テフロンコーティングガラス繊維布膜

温度	新雪			ザラメ			シャーベット			しまり雪		
	凍着時間（分）			凍着時間（分）			凍着時間（分）			凍着時間（分）		
(℃)	5	40	120	5	40	120	5	40	120	5	40	120
−10.0	○	○		○	○							
− 7.5												
− 5.0	○	○		○	○		○	○				
− 2.5	○	○	○	○	○	○		○	○	○		
± 0.0	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
+ 2.5	○	○	○	○	○	○	○		○			

＊積雪深は，15cm程度を示す。

以下のようになる。

$S=W\sin\theta/A$　　（単位：kg/m²）

雪が-2.5℃で滑落角度が減少するのは，膜材とモデルとの接着面に適度な融雪現象が起こるためと考えられる。逆に，0℃で急激に増加するのは，融雪現象が促進し吸着力が発生するためと考えられる。

図4に，滑落角度と動摩擦係数との関係を示す。動摩擦係数は，次式で表せれる。重力加速度g，滑落角度θ，滑落加速度αとすると，以下のようになる。

$\mu k=(g\sin\theta-\alpha)/g\cos\theta$

図のように，動摩擦係数の分布は3種類に分かれる。この分布を見るとA郡には，氷モデルを用いたテフロンコーティングガラス繊維布膜，スベルーフ，ルーフテックの3種類，B郡には，ポリカーボ，C郡には，雪モデルを用いたテフロンコーティングガラス繊維布膜が，屋根葺材別にそれぞれ分布している。動摩擦係数値は，A郡では，0.02～0.08，B群では，0.004～0.20，C郡では，0.04～0.11の範囲に分布する。さらに，テフロンコーティングガラス繊維布膜に着目すると，氷モデルでは，$\mu k=0.05$～0.07，雪モデルでは，$\mu k=0.04$～0.11の範囲に分布し，ほぼ同様の傾向を示す。

4．屋根雪の滑落飛距離の検討

屋根雪の滑落飛距離は，様々な抵抗力および屋根形態により変化する。滑落飛距離の解析式は，質点の運動法則を用い次式で表せれる。滑

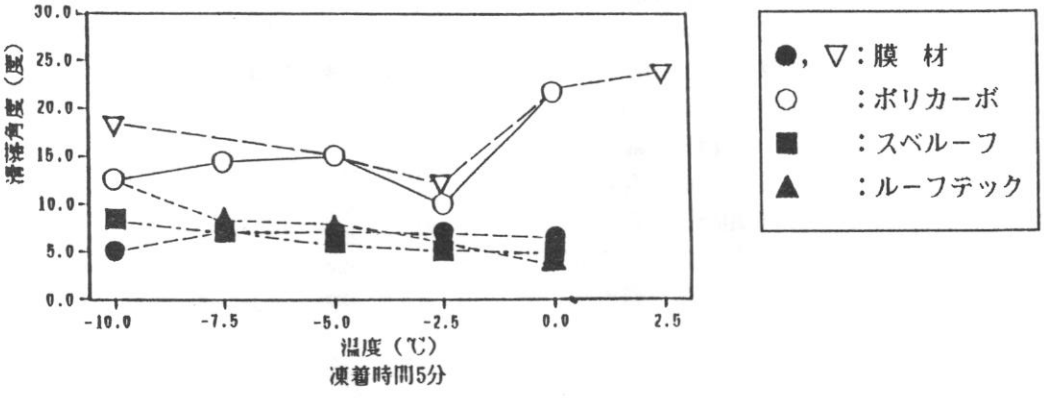
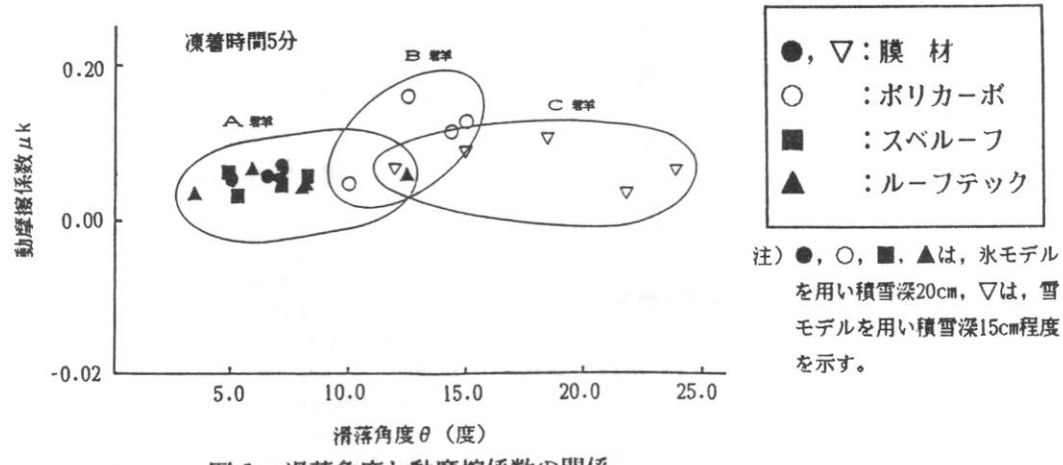


図3　温度と滑落角度の関係



注）●，○，■，▲は，氷モデルを用い積雪深20cm，▽は，雪モデルを用い積雪深15cm程度を示す。

図4　滑落角度と動摩擦係数の関係

落飛距離D，飛び出し初速度V，軒の高さH，滑走距離Lとすると，以下のようになる。

$$D=V\cos\theta\left(\sqrt{(V\sin\theta/g)^2+2H/g}-V\sin\theta/g\right)$$

（単位：m）

$$V=\sqrt{2gL\left(\sin\theta-\mu k\cos\theta\right)}$$

（単位：m/s）

図5に，真駒内アイスアリーナ程度の大スパン構造物を想定し，滑落角度と滑落飛距離との関係を示す。動摩擦係数は，本実験結果より$\mu k=0.00$，0.10，0.20を用いた。図のように，滑落飛距離は滑落角度により大きく変化する。さらに，動摩擦係数により滑落飛距離の最大値を与える角度が，$\mu k=0.00$で約20度，$\mu k=0.10$で約22.5度，$\mu k=0.20$で約25度と変化する。

図6に，前述の大スパン構造物を想定し，滑走距離と滑落飛距離との関係を示す。本実験結果より膜材の動摩擦係数を$\mu k=0.10$とし，軒の高さH＝15m，屋根の勾配をθ＝10，20，25，30，40度にとった。図のように，滑走距離と滑落飛距離との関係を見ると，いずれの場合も滑走距離の増加にともない滑落飛距離は，長くなる。屋根勾配別の滑落飛距離を見ると，25度までは，勾配の増加につれ長くなり，25度を過ぎると逆に短くなる傾向を示す。

5．まとめ

本研究結果をまとめると，以下のようになる。

(1)屋根雪の滑落は，屋根材料と雪氷との接触面状態（凍着力や融雪現象）の影響を大きく受ける。

(2)動摩擦係数は，氷モデルと雪モデルで同様の傾向を示す。

(3)−2.5℃程度で最も凍着力が小さく滑落しやすい。

(4)動摩擦係数により最大滑落飛距離を与える角度が変化する。

(5)動摩擦係数$\mu k=0.10$において，屋根勾配25度付近が滑落飛距離の増減の分岐角になる。

今回の実験では，氷モデルを中心に進め，膜材を用いた屋根の屋根雪の滑落角度や滑落飛距離などを実験的に検討した。今後，雪モデルを用いた実験や屋外実験などを行い詳細な検討を加える予定である。

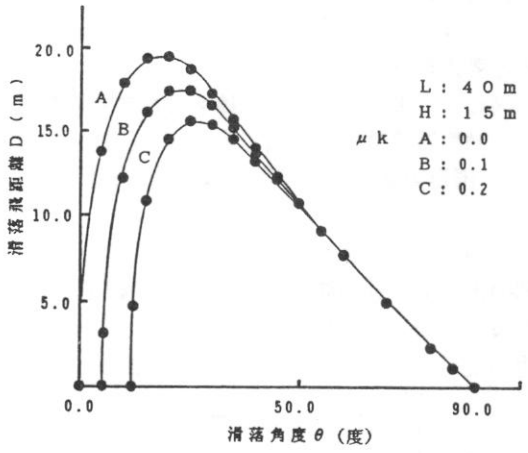


図5　滑落角度と滑落飛距離の関係

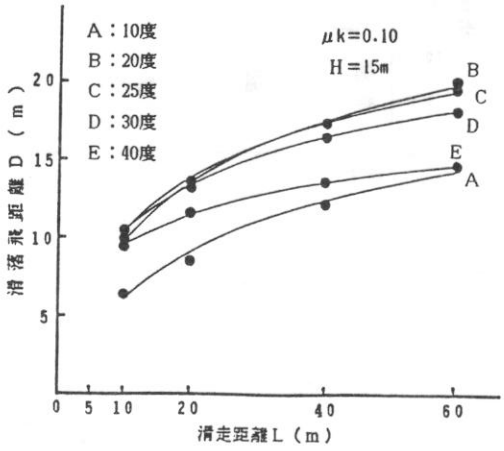


図6　滑走距離と滑落飛距離の関係

【参考文献】

1）渡辺 正朋・平井 和喜：屋根葺材と雪氷の摩擦に関する研究（1)-屋根葺材と氷ブロックの静摩擦-日本雪工学会誌，NO.3，pp.1-11,1987

2）渡辺 正朋・平井 和喜：屋根葺材と雪氷の摩擦に関する研究(2)-屋根葺材に対する雪氷の滑走速度および動摩擦-日本雪工学会誌，NO.9，pp.1-12，1988

3）前田 博司：金属板屋根における積雪の滑落，日本雪氷学会誌，雪氷41巻，NO.3，pp.199-204，1979

札幌における住宅地の雪問題の発生状況

高橋章弘（道立寒研），大垣直明，苫米地司（道工大）

1，はじめに

寒冷積雪地域である北海道における住宅技術の向上は，近年，めざましい飛躍がみられる。その技術の主たるものは住宅地全体を見通したものではなく，単体である住戸内の防寒性能の向上（高断熱・高気密化）に主眼が置かれてきた。北海道において冬期間における除・排雪行動は重要な生活行為として位置づけられている。しかし，建築計画の分野における雪処理問題に関する研究の蓄積は極めて少なく，他分野と比較して大きく立ち遅れているのが現状である。

2，研究の目的

雪問題の発生の仕方は地域条件や気象条件により異なっているにも拘らず，対処の方法は画一的で，地域の特性に合致した雪対策は講じられていない。特に，住宅地において現実にどの様な問題点が発生し，どの様な課題が存在するのか明確に把握されていないのが現実である。

本研究は第一に建築計画系分野における雪問題についての研究に関する取り組み状況を把握する。第二に札幌圏の住宅地の雪問題の実態を明かにすることを目的としている。

3，研究の方法

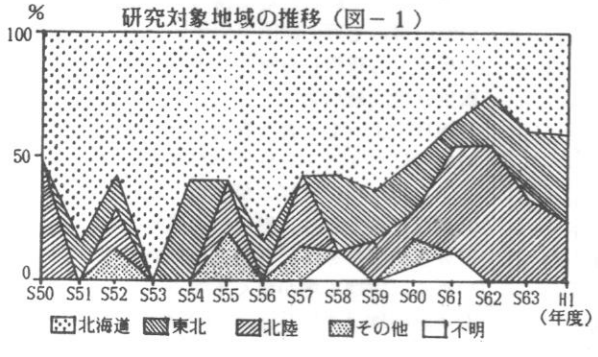
1)昭和50～平成１年に日本建築学会大会学術梗概集において発表された計画系論文（建築計画，農村計画，都市計画，建築経済・住宅問題）を分析対象とした。

2)札幌市手稲区前田・曙地区の気象条件が同一で，異なる５タイプの１戸建住宅地（建売住宅3，注文住宅2）を選定し，住民へ住宅地の雪問題に関するアンケート調査を実施した。

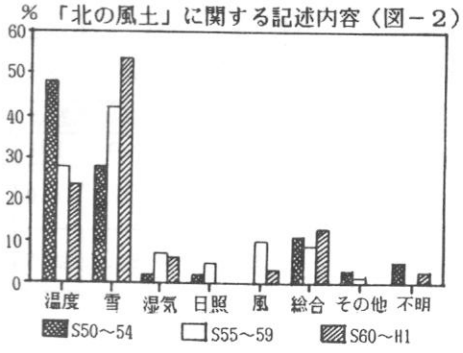
4，日本建築学会計画系における雪問題に関する研究状況

日本建築学会大会学術梗概集において発表された計画系論文を分析対象とし，そのなかから「北の風土」に関する研究論文を抽出した。過去15年間に発表された研究論文10,175件のうち，「北の風土」に関する論文は132件で全論文の1.3%，さらに記述内容が建築計画との関わりが大きいと思われるものは44件で0.4%しか占めておらず，建築計画系において問題の位置づけが如何に低いかが伺える。

研究対象地域の推移をみると，北海道が中心で過半数を占めている。しかし，近年は北陸・東北地方の件数も増加し，「北の風土」に対する認識が広域化してきていることが判る。また，記述内容に関しては「温度」「雪」が大半を占め，特に「雪」は年々増加傾向を示し，研究対象の方向性が移行してきていることが判る。（図－１，図－２）



研究対象地域の推移（図－１）



「北の風土」に関する記述内容（図－２）

5，アンケート調査による雪問題の発生状況

調査は昭和62年11月に実施し，留置自記方式により実施した。調査表の平均回収率は９割強であった。調査項目は冬期間に発生する問題点の現状などである。（表－１，図－３）

質問内容は住宅地における冬期間の問題点を敷地内６項目，敷地外６項目の計１２項目設定し分析を行った。住宅地において当てはまる問題点の全てを選択し，さらにその中で最も重要な問題点を１つ選び回答を求めた。結果は以下のとおりである。

住民が感じている最重要問題点の第一位は「道路が狭くなり，歩行が困難である」（26.4%）で降雪時の道路状況・除雪方法・除雪体制の不備からの指摘と考えられる。第二位は「近くに雪捨て場がなくて困る」（19.8%）で敷地の狭小化が進み，敷地内雪処理の困難さを示している。第三位は「屋根から落雪した雪の処理が大変である」（15.4%）で敷地の狭小化，配置計画・平面計画の不備，屋根形態など多くの要因により発生してきたと考えられる。問題の認識度を敷地の内外でみると「敷地内の問題点」が４割弱，「敷地外の問題点」が６割強を占めており，住民の最重要問題点は敷地外の方をより深刻に受け止めていることが判る。

一方，重要問題点は敷地内外を問わず上位回答として，次の２つが突出している。第一位は「吹雪により玄関前に吹き溜りができる」（66.9%）で，長期間にわたる雪日数とこの地区の特徴である強風・吹雪多発地域により，毎日のアプローチ確保のための除雪労力が厳しいためと考えられる。第二位は「道路が狭くなり，歩行が困難である」（64.4%）で，先に述べた理由により高い値を占めている。

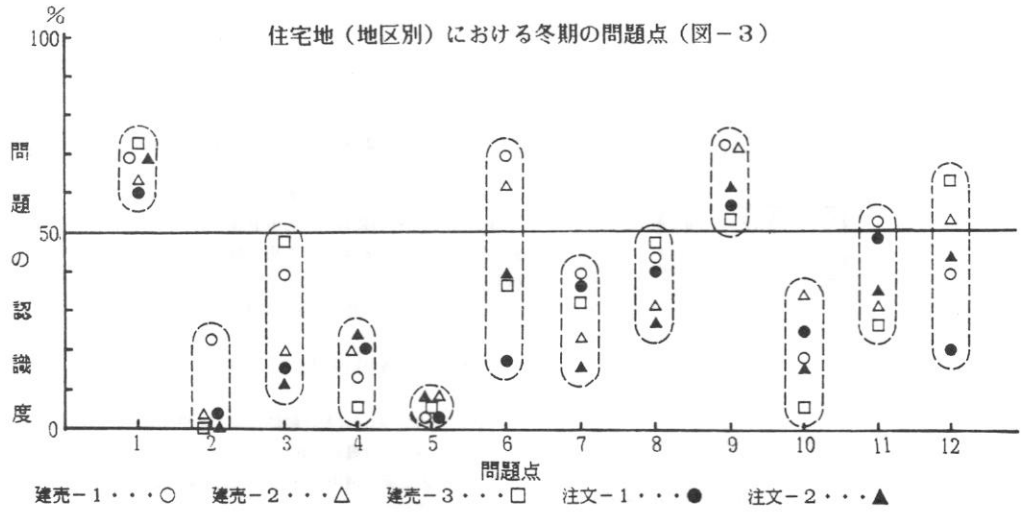
地区別にみていくと，敷地条件などにより重要問題点としての認識に幅のあるものと，敷地条件が異なっても共通の問題として現れてくるものがある。共通の重要問題点で高率を示すものは「吹雪により玄関前に吹き溜りができる」で，７割程度を示している。次は「道路が狭くなり，歩行が困難である」で５割を占めている。認識率に幅のある「屋根から垂れ下がった雪が危険で見苦しい」は，高率を示す建売－１は屋根形状が緩勾配の片流のため「巻きだれ」が発生し易く，建売－３は陸屋根のため風向により「雪庇」が発生し易いため，視覚的に強調されたためと考えられる。「屋根から落雪した雪の処理が大変である」は建売－１・建売－２の両地区共に屋根形態が勾配屋根のために大きく影響していると考えられる。

住宅地における冬期の問題点（表－１）

	敷地内の問題点（%）					
	1	2	3	4	5	6
最重要問題点	13.2	0.0	1.1	3.3	1.1	15.4
重要問題点＊	66.3	5.9	25.4	16.9	5.9	44.9
	敷地外の問題点（%）					
	7	8	9	10	11	12
最重要問題点	0.0	4.4	26.4	0.0	19.8	9.9
重要問題点＊	28.8	37.3	64.4	20.3	39.0	43.2

＊複数回答

＜敷地内の問題点＞
1)吹雪により玄関前等に吹き溜りができる
2)積雪により採光が不十分である
3)屋根から垂れ下がった雪が危険で見苦しい
4)屋根の雪が隣の敷地に落ちる（または自敷地へ）
5)雪の重みで戸の開閉が困難になる
6)屋根から落雪した雪の処理が大変である
＜敷地外の問題点＞
7)除雪によってできる雪山が景観を損なう
8)冬期にゴミステーションが雪山になり，ゴミが車道に置かれ困る
9)道路が狭くなり，歩行が困難である
10)児童公園が冬場に利用できない
11)近くに雪捨て場が無くて困る
12)歩道の除雪が行き届いていない



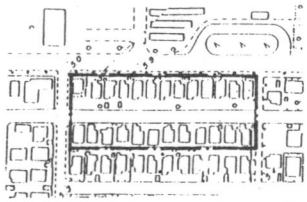
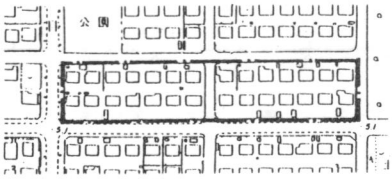
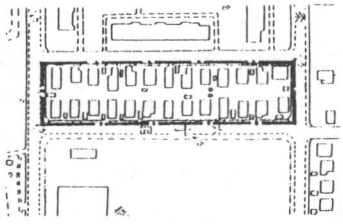
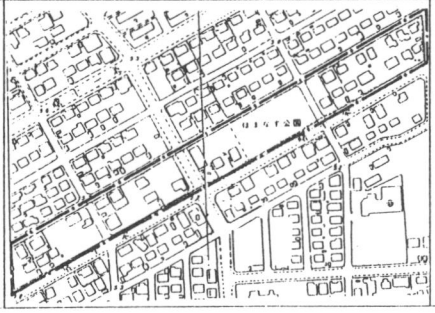
６，まとめ

住宅地の冬期間の問題発生の主要因は当然のことであるが「雪」（降雪）・「風」（吹雪）・「気温」（寒さ）などに依っていた。これら３要素が相互にかかわっており，実際はその複合化により多くの問題が発生していると考えられる。

現在まで，北海道における冬期間の住宅地の問題は敷地内に降雪した雪処理に関する事が中心であった。アンケート結果から，住民の認識度は敷地内については「玄関前の吹き溜り」「屋根雪の落雪処理」などが大きなウェートを占め，敷地外については「道路・歩道の除雪不備による障害」「道路の堆雪化」などが大きな部分を占めていることが判った。

住宅地の除・排雪は屋根形態，配置・平面計画，敷地状況，前面道路幅員，近隣状況などにより状況が異なり，それにつれて除・排雪量やそれに要する労力・エネルギーなどに直接関係してくる。これらは相互に何等かの形で影響し合っていると考えられ，それぞれに個の問題として捉えるのではなく，群の問題としてトータルな視点で雪処理と取り組む事など，住宅地計画・建築計画を考えていく必要があると考えられる。

調査対象地区の特性（表－２）

対象地区	対象地区および周辺状況図	地区特性
建売－１		・屋根形態は６割が緩勾配（平均屋根勾配14.4度）の片流屋根が占めている。 ・平均敷地面積が189.5㎡と対象５地区の中で最も小さい。 ・空地率は9.2%と対象５地区の中で最も低い。 ・敷地前面道路の幅員が8Mのため、敷地前面道路端への排雪は厳しい。 ・平均建ペイ率は41.5%と２番目に高い比率を示している。
建売－２		・屋根形態は９割弱が切妻屋根（三角屋根）で平均屋根勾配42度の急勾配である。 ・平均敷地面積は223.4㎡と比較的大きく，平均建ペイ率は32.0%と５地区の中では最も小さい。 ・隣接して児童公園と河川があり除・排雪場所として利用されており，利便性が高い。 ・敷地前面道路は東西方向にはしり，北側敷地の道路幅員は8M，南側敷地の道路幅員は10Mである。
建売－３		・屋根形態は全て陸屋根方式である。 ・平均敷地面積は218.1㎡あり５地区の中では中間に位置する。 ・敷地周辺に学校グラウンドなどがあるが，フェンスなどにて区画されており，除・排雪に利用できないため，空地率が17.2%と低い数値になっている。 ・敷地前面道路は南北方向にはしり，東側敷地の前面道路幅員は12Mで歩道が堆雪空間になっているが，西側の前面道路幅員は8Mのため除・排雪に苦労している。 ・平均建ペイ率は39.5%と５地区の中では中間に位置する。
注文－１		・屋根形態は陸屋根と無落雪屋根が地区の７割以上を占めており，勾配屋根（片流屋根）が残り３割を占めている。 ・平均敷地面積は191.0㎡と小さく，建ペイ率は43.0%と５地区の中で最も高い。 ・空地率は27.4%と５地区の中で２番目の数値を示す。 ・敷地前面の道路は東西方向が８割弱を占め，北側・東側敷地の道路幅員は15Mと広幅員のため歩道が堆雪空間として利用され，西側・南側・中通りの道路幅員は8Mのため除・排雪に苦労している。
注文－２		・屋根形態は陸屋根が約４割，勾配屋根（片流・切妻屋根）が６割を占める。平均屋根勾配は15.7度と緩勾配である。 ・平均敷地面積は236.0㎡と５地区の中で最も大きい。 ・平均建ペイ率は39.9%と中間の値を示している。 ・空地率は対象地区内に公園や空地が多く存在し，66.1%と５地区の中で最も高いためね除・排雪が楽である。 ・敷地前面の道路は東西方向にはしっており，北側敷地の道路幅員は8Mで，南側は15Mである。

注１）空地率：調査対象地区内の空地（未利用地・公園など）および地区の道路を挟んだ向いの空地の面積を対象地の面積で除した値
注２）建ペイ率には物置・車庫・住宅を含む

吹雪・吹きだまりの数値シミュレーションの応用 －モエレ山における実測との比較－

中田琢志，植松孝彦，金田安弘，竹内敬二（気象協会）
佐藤　守（札幌市）

1．はじめに

気象協会ではここ数年にわたって吹雪・吹きだまりの数値シミュレーション手法の開発を行ってきた。柵や小屋などのいろいろな地形での吹きだまりのシミュレーションをはじめ、アンダーパスへの雪の吹き込みの予測を行ってきた。今回、札幌市東区に建設中のモエレ沼公園の中に造成中のモエレ山において、積雪深と風の観測を行い、実測値とシミュレーションの比較を行ったのでその結果を報告する。

2．計算に用いた式

最初に空気の運動方程式および連続の式から気流の計算を行い、その後で飛雪空間濃度、吹きだまり、吹き払いの計算を行った。以下に主な式を示す。

飛雪空間濃度φの依存式

$$\frac{\partial (\rho \phi)}{\partial t} + \mathrm{div}(\rho u_s \cdot \phi) = \mathrm{div}(\rho K_s \mathrm{grad}\phi)$$

ただし、ρ：空気の密度、u_s：飛雪粒子の移動ベクトル、Ｋｓ：φの渦拡散係数

雪の最大侵食速度

$$E = \frac{c}{h} \left(\frac{\rho}{g}\right) \frac{{w_f}^2}{u_{*t}} \frac{u_*^2}{u} (u_{*t} - u_*)$$

ただし、ｈ：跳躍層の高さ、ｃ：実験定数、u_*：摩擦速度、u_{*t}：臨界摩擦速度、w_f：飛雪粒子の落下速度

地表面における吹きだまり量をＳとすると、

$$\frac{\partial S}{\partial t} = -(D + E)$$

ここで、$D = \rho w_f \phi_h$ は跳躍層から地表面への沈着速度である。

3．モエレ山の概要

モエレ沼公園は札幌市東区丘珠町にあり、都心から北東方向に約15km離れている。そのなかにモエレ山、プレイマウンテンという２つの山が造成中である（図１参照）。完成後のモエレ山とプレイマウンテンの高さはそれぞれ50m、32mであるが、平成２年３月９日現在それぞれ16m、17mである。

4．現状のモエレ山における積雪深の観測値とシミュレーションの比較

図２に平成２年２月28日における現状のモエレ山周辺の積雪深分布を示す。風下側の山かげで積雪が大きく、風上の北北西と、西南西の方向の斜面の上の方で積雪が少ないのが特徴であった。なお、山頂部は土砂盛り作業により積雪がなかった。

一方、図３の左にモエレ山周辺の積雪を含めた地形の鳥瞰図を示す。線は計算に用いた

メッシュを示す。なお、斜面に相当するところではメッシュが細かくなっている。積雪深は、地上10mで北北西の10m/sの風が吹き、１mm/hrの降雪強度を与えたときの吹きだまり速度に、平地上の積雪深が実測値と一致するような係数を乗じてもとめた。なお、わかりやすくするため、積雪深を実際より深く描いた。

図３の右の断面図で実測値と比較すると、モエレ山の中心を通るＡ図（図３の左のＡの矢印の横断面）では、風上側の斜面で積雪が少なく、風下側の斜面で積雪が多い点で実測とシミュレーションは一致していた。斜面中腹を通るＢ図では、斜面の風上側のへりで積雪が少なく、斜面の風下側のへりで積雪が多い点で実測とシミュレーションは一致していたが、斜面中腹では実測値のほうが多かった。斜面の下のＣ図では、シミュレーションに比べて、実測値はばらつきが大きかった。実測値はいろいろな風向からの降雪の一冬の積雪の積算値であり、また、観測時には融雪が進んでいたことを考えると、一方向の風向からの積雪深のシミュレーション値と比較して、定性的にはほぼ一致していたといえる。

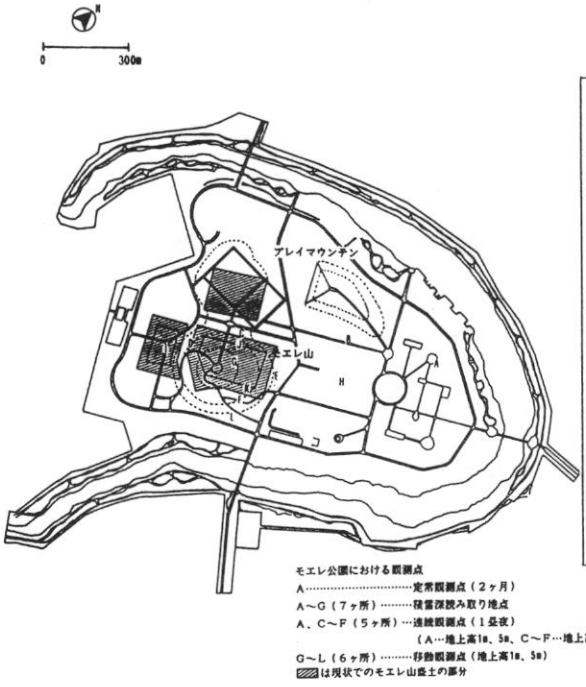


図１　モエレ沼公園

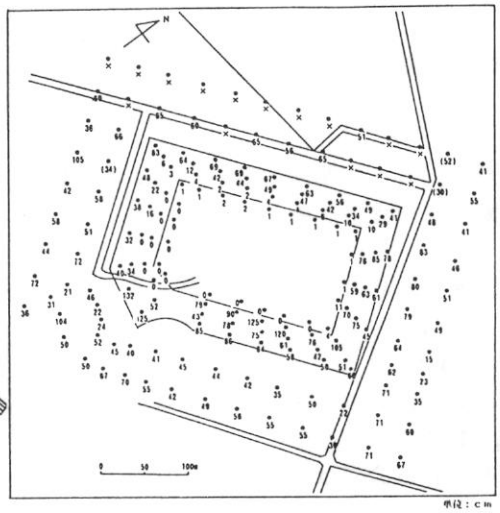
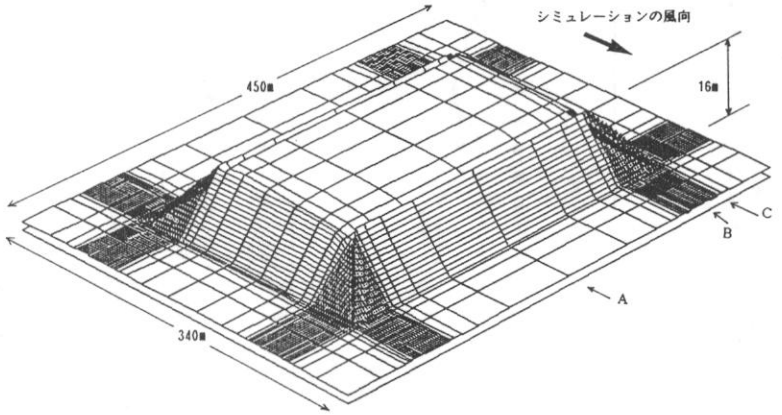


図２　モエレ山周辺における積雪深分布
（平成２年２月28日）
×　：道路等により測定不能
（　）：除雪地につき参考値

鳥瞰図



断面図

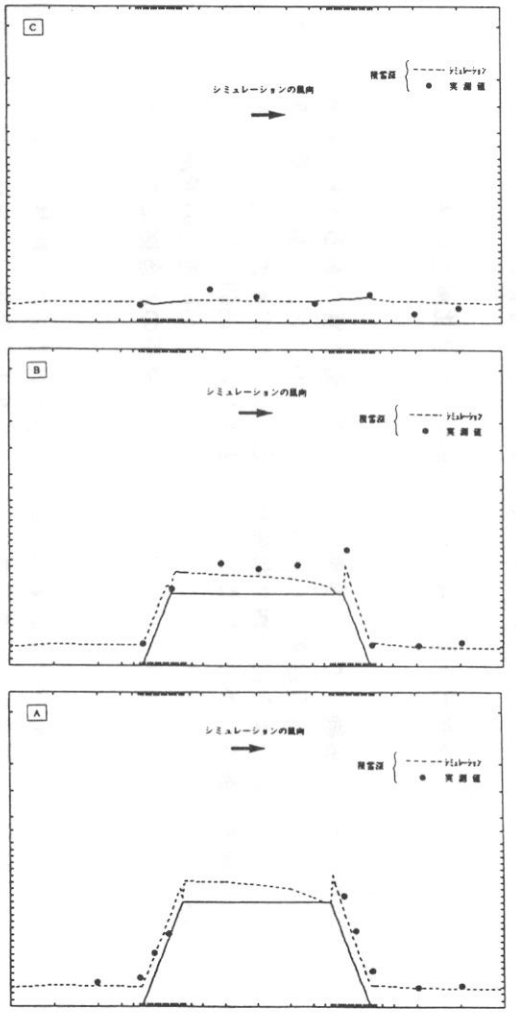


図3　　現状のモエレ山の吹きだまりシミュレーションと実測の比較

耕地防風林の地吹雪捕捉機能と林木の雪害について（第２報）

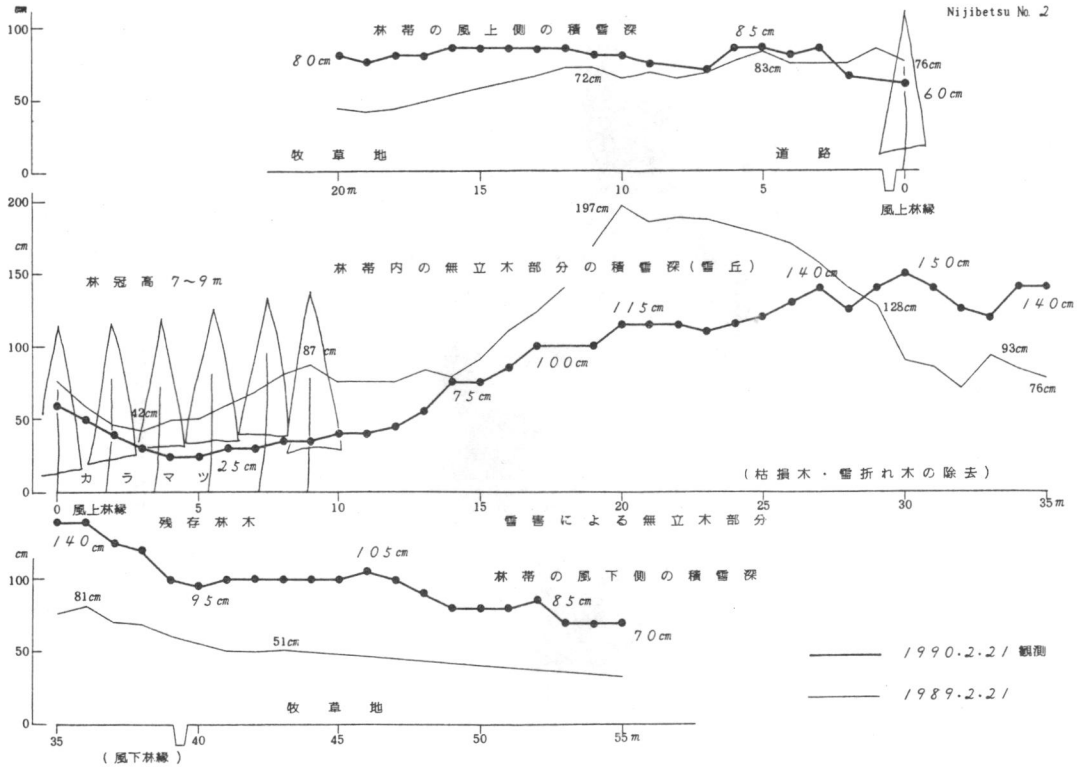
□斎藤新一郎・成田俊司・長坂　有（北海道立林業試）

１．まえがき

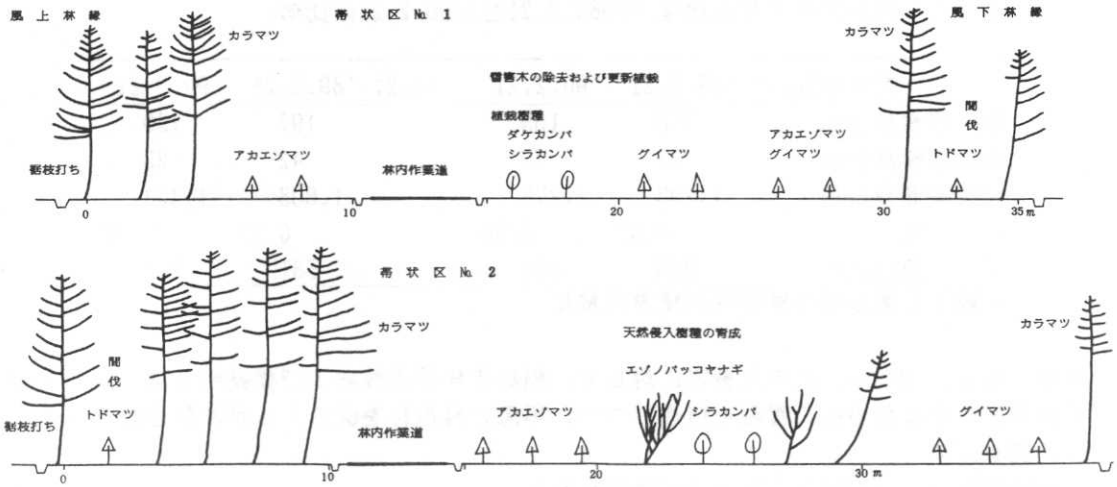
北海道の東部地域（根釧）では，積雪が少なめで，乾き雪であるから，林木の被害に寒乾害が知られていても，雪害はあまり注目されていなかった．しかし，第１報（斎藤・成田，1989b)に報告されたように，耕地防風林には，かなりの雪害（地吹雪の捕捉と雪丘の沈降圧による林木の被害）が出ていることが見出された．1989／90年の冬には，全道的にも地吹雪が少なかったが，それでもこの地域には，いくらかの雪丘の形成がみられた．そこで，現地調査を行い，1988／89年の冬と比較し，林帯の再造林について検討したので，報告する．

２．調査地の概要

標茶町虹別地区には，カラマツ防風林帯網が造成されている（林帯幅が約40m，間隔が約 500m，林齢が15～20年生）．ここでは，北～北西の季節風（摩周颪）により，地吹雪が発生し，防風林内に大きな雪丘が形成されやすい．このため，風上林縁10mくらいを残して，林木が幅30～50mにもわたって，いちじるしい雪害を受けている（増田ほか，1978，



図－１　カラマツ防風林帯内の積雪深（雪丘，1989.2.21と1990.2.21の比較）



図－２　再造林のための樹種配置および林内作業道の設置（案）

明らかな雪丘がみられず，積雪深が林内でも50～80cmであった．

４．小考察

調査地に最寄りの気象観測所（中標津空港）の資料では，1988.12～1989.2.21および1989.12～1990.2.21の違いは，気温的には大差がなく（90.1がやや低い），風速にも大差がなかった(88.12～89.1がやや大きい)．降雪量と最大積雪深は，それぞれ，88／89が56cmと11cmであり，89／90が95cmと23cmであった．また，降水量は，前者が 116mmであり，後者が 142mmであった（89.1と90.2に降雨があった）．

それゆえ，２冬の雪丘の違いは，降雪量・降水量の違いに起因するらしい．図－１および表－１に示されたように，89／90の冬の比重の大きい積雪は，地吹雪の発生を抑制して，典型的な雪丘を形成させなかった，と考えられる．しかし，積雪の比重が大きいので，再造林された苗木や若木には，積雪の中で，かなりの雪害が生じているであろう．

雪丘は，林縁から10～20(～30)ｍの位置に形成されるのであるから，ここには林木を育てずに，地吹雪の溜まり場（一種の捕雪溝）としておくことが望まれる．そして，ここには，林帯を保育管理し，更新を図るための林内作業道を設置したらよい，と考えられる．

図－２に，再造林のための耐雪性の高い樹種の配置と林内作業道とが示される．

参考文献

増田久夫・遠藤泰造・工藤哲也・吉武　孝，1978．中標津営林署管内カラマツ防風林の雪害調査．防風林の機能等についての報告書，p.69～87，帯広営林局．

斎藤新一郎・成田俊司，1989a．根釧地域（標茶町および中標津町）における耕地防風林の防雪機能と雪丘による林木の被害について．手記53pp.，北海道立林業試験場．

斎藤新一郎・成田俊司，1989b．耕地防風林の地吹雪捕捉機能と林木の雪害について．北海道の雪氷，no.8：38～39．

斎藤新一郎・成田俊司・長坂　有，1990．標茶町虹別および荻野における耕地防風林の雪丘調査について．手記　pp.，北海道立林業試験場．

表－１　雪丘のサイズと比重（1989.2.21と1990.2.21の比較）

	帯状区No.1: '89.2.21	'90.2.21	No.2: '89.2.21	'90.2.21
最大積雪深(cm)	156	155	197	150
最小積雪深(cm)	31	70	42	25
積雪断面積(㎡)	1,203	1,273	1,608	1,404
比　　重	0.32	0.38	0.33	0.38
重　　量(ton*)	385	484	531	534

＊幅１ｍあたりの林帯内の積雪の重量

斎藤・成田，1989a)．この大被害に対して，釧路支庁林務課および標茶町では，健全な防風林を維持するために，雪害を回避しつつ，早急に再造林を図る方法が検討されている．

３．調査結果

現地調査は，1990年２月20～21日に行われた．

まず，虹別No.1林帯では，89年と90年の雪丘には，外見上，ほとんど差異がみられなかった．89年には雪丘の最高点が風上林縁寄りにあり，90年にはそれがやや後方にあったが，高さにはほとんど差がなかった．89年には，林外の積雪深は，林帯の風上側では距離45mで無積雪（風食）となり，林帯の本来の風下側では距離50mで無積雪となっていた（林帯間隔約500mのうち，およそ370mが積雪を吹き飛ばされていた）．しかし，90年には，林外も，ほぼ一様に，50～70cmの積雪深があった．

雪丘の最高点ふきんの断面（深さ150cm)をみると，表層の30cmくらいがシマリユキ（比重0.27～0.29であり，残りはコシモザラメ～シモザラメ状（比重0.37～0.43）となっていた．数層の薄い氷層（比重～0.57）がみられた．最下層（12cm，比重0.38）にも，土の汚れはみられなかった．全体の平均比重は，0.38であった．

次に，虹別No.2林帯では，89年と90年の雪丘には，外見上，かなりの違いがみられた．89年には，雪丘の最高点が風上林縁のすぐ後方に，高く，狭い範囲で出現した．そして，林外の積雪深は，林帯の風上側では距離45mで無積雪となり，林帯の本来の風下側では距離60mで無積雪となっていた（林帯間隔約500mのうち，350mが積雪を吹き飛ばされていた）．ところが，90年には，最高点がずっと後方に，あまり高くないが，広い範囲で出現した．しかも，林外も，ほぼ一様に，50～80cmの積雪深があった．

以上は，図－１に示される．

雪丘の最高点ふきんの断面（深さ148cm)をみると，表層の15cmのみがシマリユキ（比重0.25～0.29）であり，残りはコシモザラメ～シモザラメ状（比重0.34～0.47）となっていた．数層の薄い氷層がみられた．最下層（10cm，比重0.27）にも，やはり，土の汚れはみられなかった．全体の平均比重は，0.38であった．

表－１に，89年と90年の雪丘のサイズと比重が示される．

なお，標茶町の萩野地区の防風林（林冠高12～15m，胸高直径15～25cm）においても，やはり，風上側が広大な草地であって，過去の雪丘に由来する，カラマツの幹の大きな根元曲りが見出された．ここでも，風上林縁から10～20mの林内に，根元曲り木が数多くみられ，しかも，この部分がかなり疎な林分になっていた．ただし，ここでは，90年には，

積雪センサーを組み込んだ融雪パネル

佐山　惣吾、西川　泰則（北海道工業開発試験所）
岩本　龍明（アイケン工業㈱）

1．緒言

北海道工業開発試験所では、塩化ビニールターポリン製のソフトタイプのスノープレッシャーピローを開発した。これはビニールシートを 2枚貼り合わせ、約 2cmの厚さに不凍液を充填し、ピローから細いチューブで圧力センサーに導くものである。ピローを野外に敷設し、その上に積もった雪を相当水量とし、mmH_2O/cm^2 の圧力単位で測定できるものである。

従来はスノープレッシャーピローはメタルウエファーと呼ばれる金属製薄板で作られていたが、その大きさは 1.8m×0.9m と大きなものであった。当所ではビニール製で試み、50×50cm の小型のもので積雪相当水量 $0.1mmH_2O$の高感度を有するものに改良した。本報告はこの小型スノープレッシャーピローを積雪センサーとして用い、ロードヒーティングの制御における実用製について検討したものである。

2．従来のロードヒーティング用センサー

この種のセンサーとして実用化されているものは、その機能として次のように分類される。なおこれらを組み合わせて使用すると精度が高い。

(1)赤外線を照射し、空中の雪片からの反射光を検知する。
(2)電極を有する平板上に落下する雪を融かし、その導雪性の変化より検知する。
(3)路面に埋め込んだ円型の電極により、誘電率の変化より検知する。
(4)気温又は路面温度を測定する。

以上の方法は何れも路面上の積雪量を直接測定するものではない。この積雪量を直接測定できるのがスノープレッシャーピロー式積雪計である。[1)] 本実験においては、市販されている赤外線降雪センサーを比較のため用いた。

3．実験装置

スノープレッシャーピローは 30×25cm 厚さ 2cm とさらに小型にした。

融雪装置は灯油ボイラーからの約 40℃の温水を流すことのできるパネルである。融雪パネルの大きさは 1m 角で厚さは 5cm であり、内部に径約1cm の銅パイプが 10cm のピッチで配列している（アイケン工業㈱製）。

融雪パネルの一角を深さ方向に約1cm 削り込み、その窪みに積雪センサーを組み込んだ。この構造によるとピロー自身も温水パイプにより暖められ、積雪はパネル上とほぼ同時に融ける。温水量は5ℓ／minとした。

融雪パネルは 1列に 3枚づつ 2群に分け、その各々は、①プレッシャーピロー式積雪計、②赤外線反射式降雪計センサーの信号で働く電磁バルブより、導水が ON-OFFされる。また、電磁バルブの ON-OFF 時間と導水量を記録した。

4．センサーの特性の相違点

プレッシャーピロー式積雪計は、その上に積もった雪の重力を不凍液を介して水圧で検知する。ある一定の水圧（積雪）になったとき、センサーの圧力スイッチが ON になる。今回は設定圧力を 5mmH_2O （積雪 約5cm）とした。雪が降り始め、積雪が 5cmになったとき、融雪パネルに温水が循環される。最初パネルは冷えているが、パネルの表面温度が上がるのに要する時間は 約20分である。その間も雪は降り積もるが、その量は僅かである。降雪速度と融雪速度との兼ね合いにより融雪は進み、パネル上の積雪残量が5cmになったとき、導水は OFF となる。その後の融雪はパネルの余熱により進み、熱を有効に利用できる。

赤外線反射式降雪計は地上約 3m に設置され常時空中に赤外線が照射されている。空中にある物体が存在したときセンサーは赤外線の反射光を検知して導水が ON になる。なお雪片の検知の信号を安定にするため、一旦 ON になったらその信号は 約30分間 ON となり、その後 OFF となる。このセンサーによると、降雪が有るが積雪に至らなくても導水が行われ、また融雪が終了しても導水が行われる心配があると思われる。その理由は融雪面上の積雪を直接測定できないからである。

5．実験結果

平成元年12月より 2年 4月迄フィールドテストを行い、スノープレッシャーピロー式積雪計のロードヒーティング用センサーとしての実用性を確認した。Fig.1 に 1例として平成 2年 3月12 ～ 13日の実験結果を示す。

3月12日17時頃から降雪が始まり、降雪は 約28時間続く。赤外線式降雪センサーはいち早く作動し、途中 2回断続する（この時降雪は無かったのであろう）。一方プレッシャーピロー式積雪計は降雪開始より 約6時間遅れて作動する（この間 約5mmH_2O／cm^2相当の積雪が有ったと思われる）。その後 2回断続する。この 約28時間中の導水 ONの時間の合計を比較すると①プレッシャーピロー式積雪計：12時間、②赤外線式降雪計：26時間であった。

この結果より融雪パネルに組込ませたスノープレッシャーピロー式積雪センサーは、従来の降雪センサーと比較して約 50％省エネルギーの性能を示した。

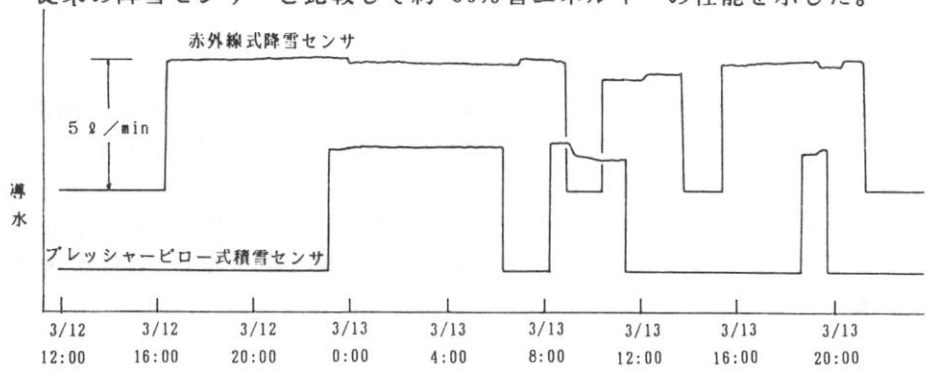


Fig.1　導水時間と導水量

参考文献　1)佐山、西川、田村：北海道の雪氷、第8号（1989）P.48

融けている雪面に放置しても傾かない積雪板（実験用）の試作

小　島　賢　治

Ⅰ　まえおき

積もっている雪に関する実験・研究用に任意の時刻間の新積雪の深さと重さ（積雪水量）を測るための道具を実験用積雪板と仮称することとし、ここでは以後単に雪板と略称する。

筆者は従来、50×50×1cm の木の合板の中央に高さ 50cm あまりの目盛付木柱を垂直に立てて全体を白く塗装した雪板を使用し、測り終わったら直ちに板上の雪を払って周りの雪面と雪板の上面とが同じレベルになるようにおき直すという使い方（気象庁1971）を1985年まで断続的ながら15年以上用いてきた。しかし、融雪期には雪板の下の雪が融け難いために、雪板が周りの雪面より数時間で数cm高くなることは稀ではない。この条件下で（普通は）新積雪がないから雪板にとっては差し支えないが、近く（主に風下側）の実験雪面にとっては不都合な事がある。そのような時には１日に２～３回雪板のおき直しをしなければならず、手間はいとわないとしても、限りある面積の気象および積雪観測露場内では、降積雪の可能性が無い場合は雪板を移動しないですめばそれにこしたことはない。ところが置き換えをせずに放置すると周囲より高くなるばかりでなく、次第に傾いて露場にとって好ましくない点景となる。それで、板の下の融雪速度が自然雪面の融雪速度と同じになる（板が常に雪面と同じレベルにある）ような材料は無いものかと、かねがね考えていた。

Ⅱ　予備実験

札幌の融雪末期の積雪の表面に各種の板状および棒状の物体を並べて1987年 4月 3日12時から３日間の各材料の挙動を観察した。材料とは、横長のベニヤ板２枚（１枚は白色、他は茶色に塗装）、塩化ビニール板（大きさＢ４、１枚は透明、他は白色ポリエチレン袋およびアルミフォイルで包んだ）、薄い鉄板、厚さ1mm のアルミニウム板、ならびに棒状物体（1.5 x 1.5x 50 cmの木の角棒その他数種）である。長さの方向を東西においたベニヤ板は厚さ３mmの薄いものであったが、１日で雪面より高くなって南に傾いた。逆にアルミ板は３日で２～３cm 沈んだ。透明なビニール板だけが常に雪面と同じレベルを保った。細い木の棒は長い方向のまわりに回転するが全体としては大体雪面にあった。

それで、厚さ1mm の透明塩化ビニール板に１cm角の木の棒を板の対角線上に固定して、Ｘ状の脚（灰色に塗装）として板を補強し、この板の中央に垂直に目盛付の木柱（1.2 x 1.2 x 35 cm）をたてて、模擬雪板を試作した。実際に雪板として使うには小さすぎるが材料の適否を見るためのものである。

Ⅲ　北海道母子里でのテスト

上に記した塩ビ模擬雪板と、これと同じ大きさの木製の模擬雪板とを並べて、1990年 4月18日 9時35分に母子里の積雪表面においた（写真１）。それから快晴続きの約４９時間後の 4月20日

10時20分までに、木製の模擬雪板は大きく傾いたが、ビニール板はほぼ水平を保っていた（写真２）。しかし使用したビニール板は母子里の強い日射と汚れの少ない雪に対しては暗色に過ぎた。板の下の雪を融かし過ぎて、板は周りの雪面より２日で２～３ cm 沈んでしまった。これでは結局おき直しが必要である。

小島他（1970）によるとAlbedo 0.59 の雪面に厚さ1mm の塩化ビニールシート（1.2 x 1.2 m）を敷いた時、その部分の Albedo 低下は0.06であった。このビニールを１回通過する時の日射の減衰はおよそ５％と見積もられる。今回の母子里でのテスト期間中の融雪量はおよそ12cm-snow（ 50±２ mm-water ）で、低温研融雪部門の熱収支要素観測結果によると、この融雪量の90%以上が放射融雪であり、上記の６％の Albedo 低下による融雪量増加はおよそ２cm-snow と推定された。しかし、母子里の同じ時期でも、例えば1971年 4月18～21日のように、日射量の日総量の平均が今回（26.0 MJ· m^{-2}·d^{-1}）の78%、放射融雪の割合が全融雪量の80%、蒸発熱損失がさほど多くはない（顕熱伝達量の22%）（小島 1979)という場合ならば、同じビニール板でも沈みは目立たぬ程度に僅かであったと推定される。いずれにせよ、板の材料にはなお検討の余地があるし、雪面の熱収支の内容で成績が左右されるのは好ましくない。

なお、研究発表題目には（序報）としたが、積雪板としての工夫は当分見合わせ、「融雪期の雪面低下に最もよくなじむ材料は何か」については今後も検討したい。その意味でこの報告の題名から（序報）を削除した。

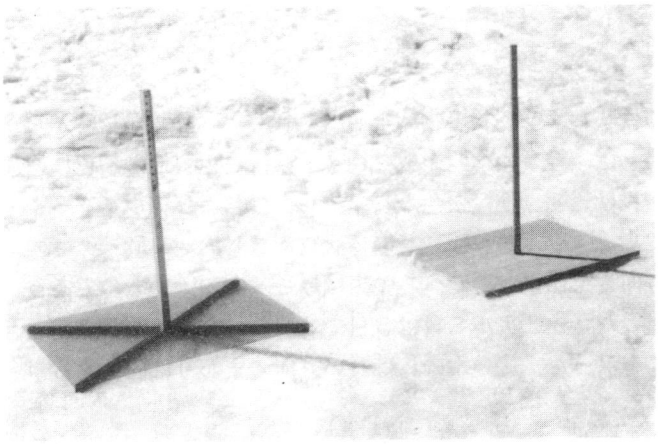


写真１.

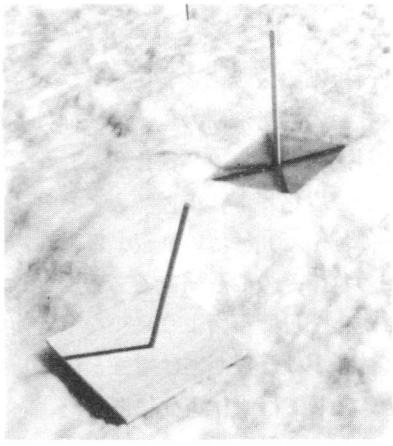


写真２.

文　献

気象庁 1971 地上気象観測法. 266 pp.

小島賢治・小林大二・小林俊一・成瀬廉二・石川信敬 1970 母子里における融雪・気象観測資料（1968）. 低温科学、物理編、２８、資料集、1-23.

小島賢治 1979 融雪機構と熱収支. 気象研究ノート、１３６、 1-38

雪面蒸発量の斜面依存について（2）

○高橋修平、榎本浩之、百武欣二（北見工大）

1．はじめに

北見地方では、最低気温－２０℃以下の日が続く厳冬期においても、南向き斜面では積雪の消耗が見られる。これは融解ではなく雪面からの蒸発によるところが大きいためと考えられ、蒸発量の斜面依存に関する観測を行った。本来、０℃以下の場合の水蒸気の出入りは昇華と言うべきであるが、方向性を明確にするため蒸発・凝結という言葉を用いることにする。

2．蒸発量観測

1989年１月から３月にかけて、北見工大構内において高さ約50cmの屋根型の雪山を作り，斜面における蒸発量を測定した。蒸発皿として175mmx85mmx35mmの角型プラスチック容器を用い、雪山の南斜面45°,22.5°および北斜面 45°,22.5°で測定を行い、水平面蒸発量と比較した。

１月から２月にかけての気温の低い冬期間、南45°斜面では蒸発量が水平面の約２倍であり、北45°斜面では約1/2であった。融雪期となって表面が濡れ出すと、この斜面依存の傾向は小さくなった（図１）。

南斜面と北斜面の蒸発量の差が大きいときの気象条件は、気温が０°C以下で直達日射量が大きい快晴の日のときである。これは直達日射が斜度に依存するため、表面温度に差を生じ、雪面の蒸気圧の違いから蒸発量に差が生じるものと考えられる。

3．表面温度観測

斜面における蒸発量変化には表面温度が重要な役割をすると考え、1990年2月1,2日に、蒸発量とともに斜面の表面温度を測定した。

表面温度計として、携帯型放射温度計を３種(CHINO-IRAHOT,SOAR-TX700,TASCO-THI300)用い、毎回、初めに水と氷を混ぜた0°C検定表面を測

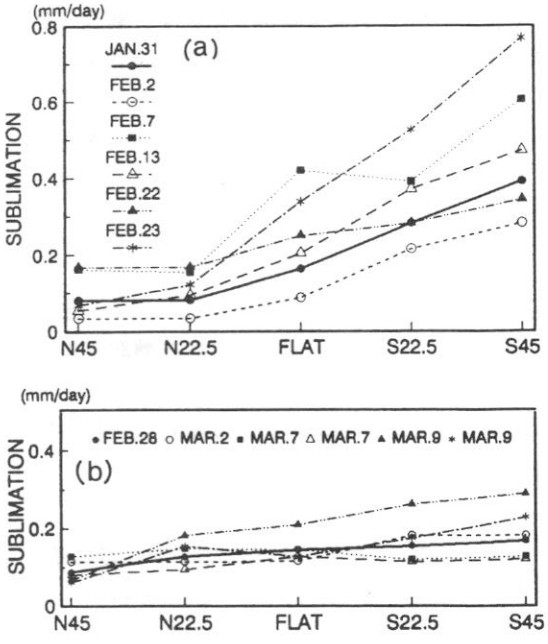


図１．蒸発量の斜面依存
ａ：冬期　(1989年1月31日－2月23日)
ｂ：融雪期(1989年2月28日－3月9日)

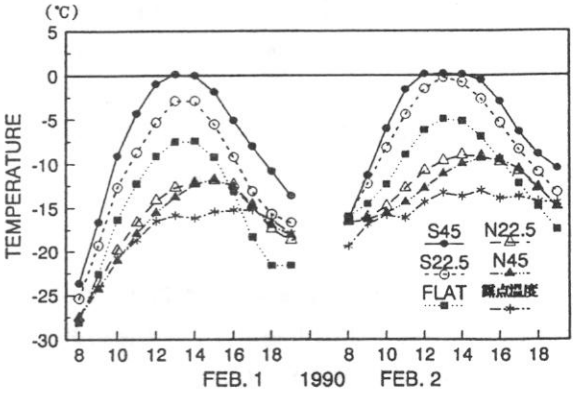


図２．斜面の表面温度および露点温度
(1990年2月1日、2日)

定し、各斜面表面温度を測定後、再び0°C表面を測定した。３機種の内、安定していて、夜間のｻｰﾐｽﾀ温度計とよい一致をみたものを測定値として採用した。

表面温度の観測結果を図２に示す。観測は任意の１～２時間毎であるが、熱収支計算用に、毎時平均値（その前１時間の平均）で示した。南45°と北45°では10°C以上の差がある。露点温度と比べると、北斜面は夕方に凝結することが予想できる。

４．斜面の熱収支

北見工大構内における気象観測値を図３、図４に示す。これらから、斜面における熱収支各項を次のように見積った。

①放射収支Q_R： 短波放射収支をQ_{SR}、長波放射収支をQ_{LR}とするとき

$$Q_R = Q_{SR} + Q_{LR}$$

直達日射量Ｉoは観測しているので、日射量Ｉから散乱成分Ｄを分離でき、斜面傾斜から短波放射収支を次式のように求められる（図５）。但し散乱成分は斜度依存しないとする。

$$Q_{SR} = (1-A)\,I \quad (A:ｱﾙﾍﾞﾄﾞ)$$

$$I = I_o \cdot \sin H + D \quad (H:太陽高度)$$

$$\sin H = \sin(\phi-\theta)\sin\delta + \cos(\phi-\theta)\cos\delta\cos t$$

（ϕ:緯度, θ:斜度, δ:赤緯, t:時角）

長波放射収支は斜面表面温度を測定しているので、天空放射$Q_{LR}\downarrow$、地表放射$Q_{LR}\uparrow$から次式のように求めることができる（図６）。但し$Q_{LR}\downarrow$は傾斜に依存しないとする。

$$Q_{LR} = Q_{LR}\downarrow + Q_{LR}\uparrow$$

$$Q_{LR}\uparrow = \sigma\,(Ts+273)^4$$

②顕熱Q_A： 斜面の表面温度Tsが観測されているので、1m気温Taは共通として、平面における顕熱輸送の次式が使えるものとする（図７）。

$$Q_A = \alpha V(Ta-Ts)$$

（α:係数, V:1m風速）

③潜熱Q_E： 表面温度から表面蒸気圧Esがわかり、1m蒸気圧Eaは共通として、平面における

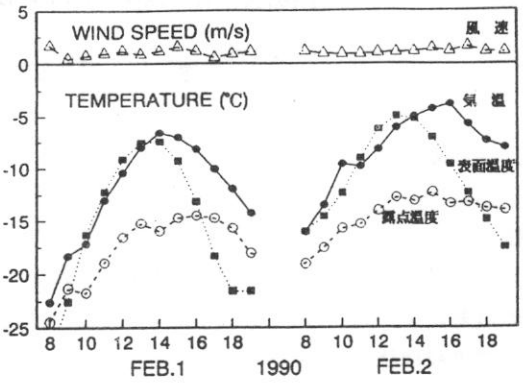


図３．気象条件（風速、気温、水平面表面温度、露点温度）

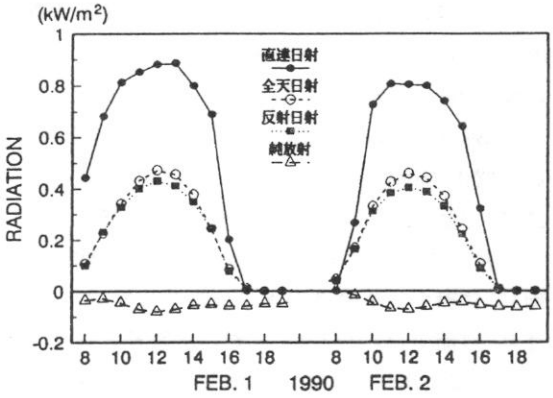


図４．放射量観測値

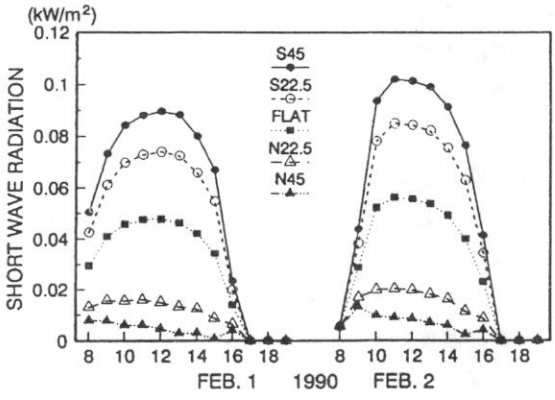


図５．短波長放射収支

潜熱輸送式を用いる（図８）。

$Q_E = \beta V(Ea-Es)$

（β：係数）

④伝導熱Ｑｃ：　雪面温度が0°C以下のとき、伝導熱Ｑｃを考えねばならず。前述の各項との間に熱収支の式が成り立つ。

$Q_R + Q_A + Q_E + Qc = 0$

他の項が求められたので、Ｑｃは残差項として求められるが、それぞれの項の誤差も含み、残差計算からだけは確実なことは言えない。１日間積算するとき、Ｑｃの斜度依存は小さいとして、今回はこれに言及しない。

５．蒸発量の斜面依存性

図９に蒸発量実測値を示す。先の潜熱計算から得られた熱量(図８)と比べるとき（蒸発は負の潜熱なのでグラフは上下反対）、傾向は非常によく一致する。絶対値は実測値の方が小さいが、気象測定点が約500m離れていて風速が異なることなどが考えられる。

図10に熱収支各項をそれぞれ一日積算したものを斜度別に示す。またその各項の水平面の値からの偏差を図11に示す。短波放射が南斜面で増加する分、それに匹敵する負の熱流量が顕熱、長波放射によってあり、3～4割程度の大きさの潜熱が負熱流量としてある。

図12に熱収支各項の概念図を示す。傾斜により直接変化するものと、２次的に表面温度変化から変化するものがある。短波放射のうち直達日射が傾斜によって異なるため、表面温度が変化し、そのために顕熱、長波放射が、さらに表面蒸気圧変化から潜熱が変化することになる。つまり風速、気温、蒸気圧にもよるが、直達日射量を知れば熱収支各項の斜面による変化が予想でき、さらに蒸発量の斜面変化を求めることができることになる。

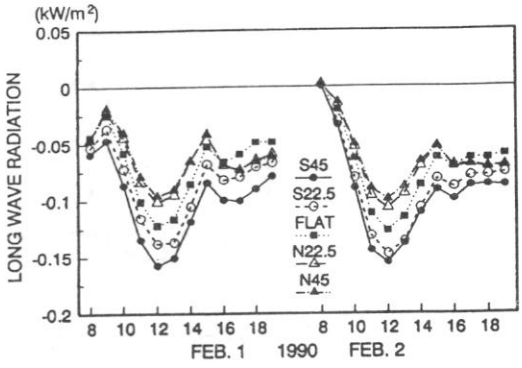


図６．長波長放射収支

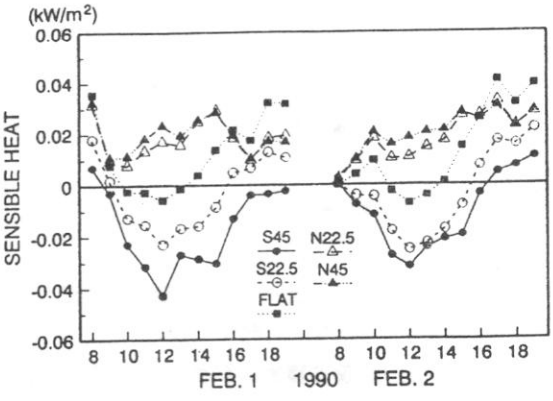


図７．顕熱フラックス

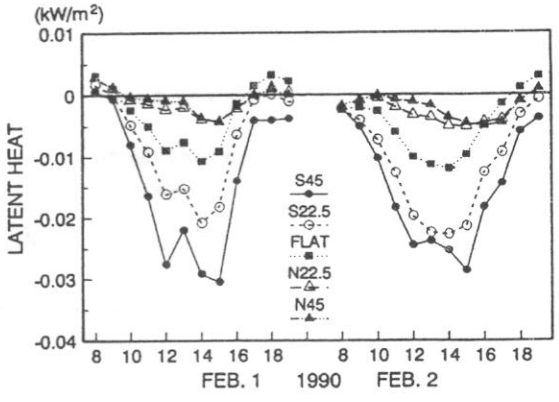


図８．潜熱フラックス

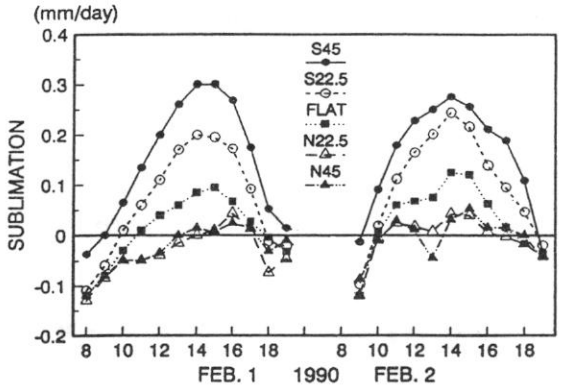


図９．蒸発量観測値

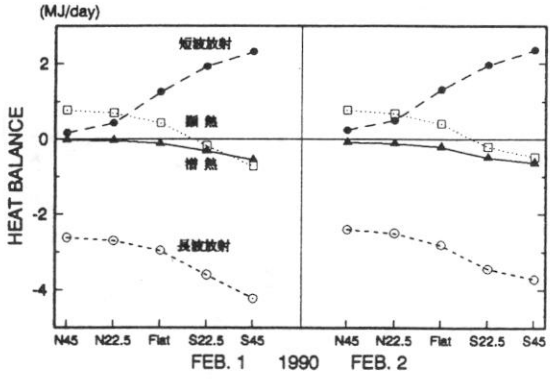


図10．熱収支積算の斜面による違い

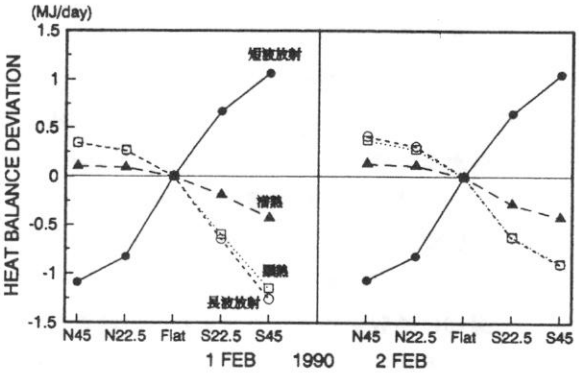


図11．熱収支積算の水平面からの偏差

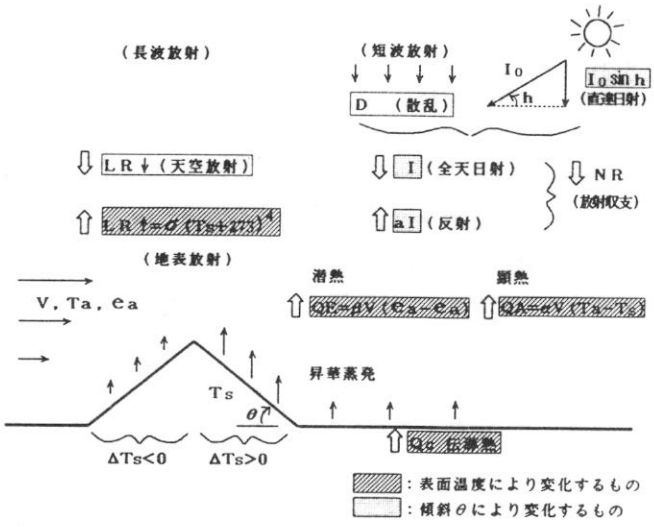


図12．斜面における熱収支各項の概念図

電気比抵抗探査による
置戸町の永久凍土と地下氷の調査結果

° 原田鉱一郎・福田正己・石崎武志（北大・低温研）

1．はじめに

昭和５４年（１９７９年）５月下旬に置戸町鹿の子ダム建設現場において、道路工事の際に斜面の下より巨大な地下氷が発見された。[1,2] 発見後、その形状や分布が調査され、成因や生成時期の解明のための調査が続けられた。電気比抵抗探査と地中温度測定を、平成元年（１９８９年）６月２６日に行った。調査結果について述べると共に、凍土の調査に対する電気比抵抗探査の有効性についても言及する。

2．調査

電気比抵抗探査とは、大地に直流電流を流し、それにより形成される電位から地下の比抵抗を求めるものである。電流・電圧電極の間隔を変えることにより、大地の水平方向と垂直方向の比抵抗を得ることができる。電極の配置により様々な方法があるが、今回は２極法を用いたが、電極の移動が少なくてすむという利点がある。電気比抵抗探査は、地下氷が発見された地点を中心に、斜面に対し水平方向と最大傾斜方向について行われた。

地中温度測定は、電気比抵抗探査の測線に沿い、表面から１ｍ深さについて行われた。

3．調査結果

電気比抵抗探査の結果を見ると、水平方向については、地表面付近は深部に比べ比抵抗が大きく、電気比抵抗探査の起点（左側）からの距離が６～１２ｍの範囲で特に比抵抗が大きくなっている。（図１）　最大傾斜方向についても地表面付近で比抵抗が大きく、起点（下側）からの距離が３～１１ｍの範囲で特に大きくなっている。（図２）

また、地中温度測定より、水平方向で起点から１０ｍと１６～２０ｍの地点で、最大傾斜方向で起点から１０ｍの付近で温度が低くなっている。（図３、４）

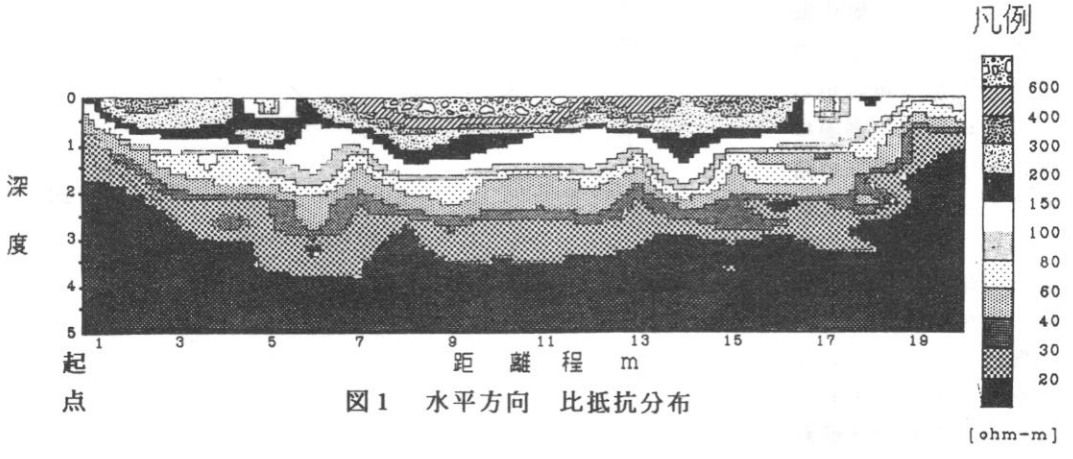


図１　水平方向　比抵抗分布

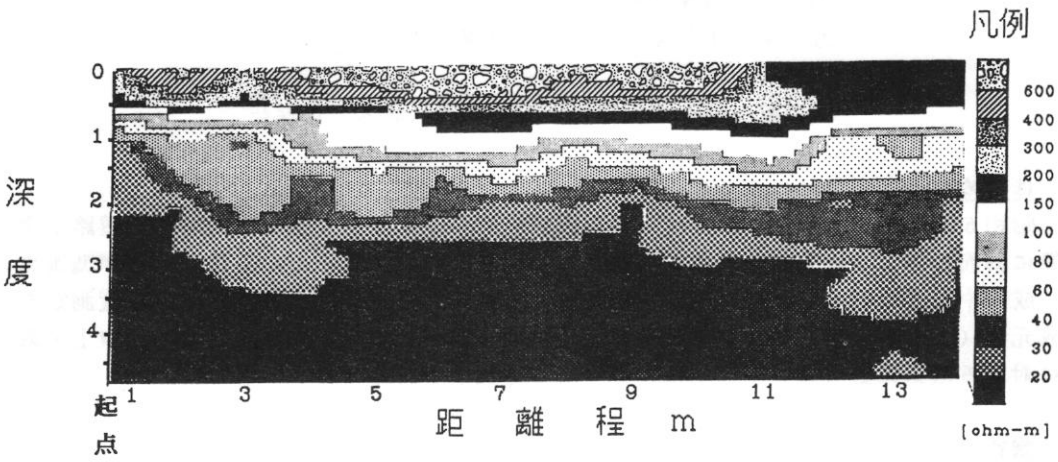


図２　最大傾斜方向　比抵抗分布

４．考察

一般に土の比抵抗は、土の含水率が低いと大きくなる。また、土の温度の低下に伴い比抵抗は増大し、－１０°Ｃ以下になると０°Ｃの時に比べ１～２桁も比抵抗は大きくなる。[3)] 従って、比抵抗が大きい部分は、他の部分に比べ、温度が低いか含水率が低い部分である。しかし、電気比抵抗探査の結果からだけではどちらであるかわからない。このため、測線に沿った地中温度測定の結果を考え合わせることが必要となってくる。

その結果、地中温度の低い部分が比抵抗の大きな部分に対応していることがわかる。つまり、比抵抗の大きな層は低温層を表している。

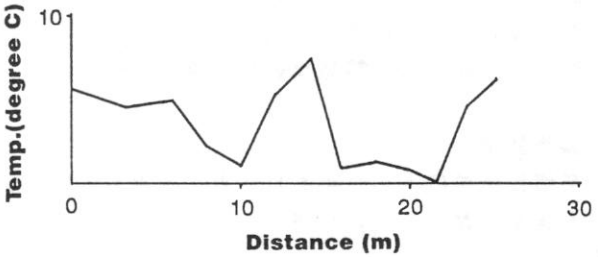


図３　水平方向　温度分布

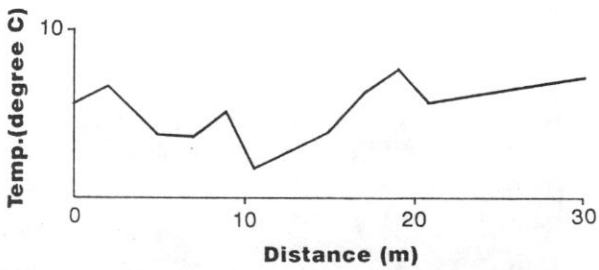


図４　最大傾斜方向　温度分布

また、地下氷発見地点付近での、地表面から深さが１０ｍまでの鉛直方向の地中温度測定（１９８７年６月２０日の測定値を使用）の結果を見てみると、地表面から２～５ｍの深さについて地温が０°Ｃ以下になっている。[4]（図５）しかし、電気比抵抗探査の結果にはそれがうまく表れてこない。この理由として、深度が深くなり地中温度が高くなると（０～－０．５°Ｃ）、比抵抗は０°Ｃの時と比較してあまり大きく変化しないためということが考えられる。

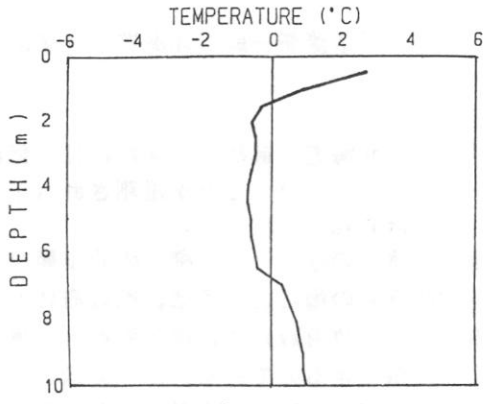


図５　鉛直方向　温度分布

５．おわりに

今回の調査結果より、置戸町の調査地において、比抵抗と地中温度との対応をとることにより、電気比抵抗探査から永久凍土層が存在していることが確認された。このように、電気比抵抗探査は凍土の探査に有効であることがわかった。しかし、温度が高い（０°Ｃ付近）凍土については、比抵抗の変化が小さいために電気比抵抗探査にうまく反映されないといった問題も残されている。また、比抵抗と地中温度との対応だけでなく、比抵抗と含水率との対応をとることも、今後必要になってくる。

参考文献

１）福田正己・成田英器（1980）　置戸町で発見された地下氷について．低温科学、39、201-205

２）福田正己（1989）　置戸町鹿の子ダム付近の永久凍土と地下氷について．昭和62－63年度科学研究費補助金一般研究（Ｂ）研究成果報告書、5－13

３）Karen Henry（1987）　Electrical grounding in cold regions. Cold Regions Technical Digest, 87-1

４）曽根敏雄・福田正己（1989）　置戸町鹿の子ダム付近の永久凍土の地中温度分布．昭和62－63年度科学研究費補助金一般研究（Ｂ）研究成果報告書、15－16

伏条更新によるアカエゾマツの氷河期における生残りについて

○斎藤新一郎（北海道立林業試）・川辺百樹（ひがし大雪博物館）

1．まえがき

近年の学説では，北海道の最後の氷河期には，気温が低くて，樹木の水平分布が，現在よりもずっと南に下がっていたことが推測され（平地がハイマツ帯），花粉分析によってもこのことが裏付けられつつある．

しかし，樹木の移住の速さ（V＝種子の散布距離／樹木の成熟年数，m／年）について考えると，樹木の多くの種にとっては，風散布においても，動物散布においても，北海道の中央部と本州の間（数百km）を，津軽海峡（地峡）を通って移動するには，後氷期の1万年間はあまりに短すぎるのである．たとえば，トドマツの風散布において，移住の速さは，V＝50m／50年＝1m／年にすぎず，1万年間でもわずかに10kmしか移住できないのである．

それゆえ，やはり，氷河期においても，花（花粉）や果実・種子をつける実生繁殖（実生更新）とは別の手段で――おそらく，栄養繁殖の1つである，伏条更新で，あるいは萌芽，根萌芽，地下茎などの更新方式により――，多くの樹種が，道内のあちらこちらに，細々と，生育（世代交代）しつづけていて，後氷期になって，再び勢力を回復した，と考えないわけにはゆかない．

2．調査地の概要

上述の仮説――氷河期にハイマツが優勢であって，しかも，その冷涼な環境下においても，多くの高木類が生育していたにちがいないこと――を証明するには，今日でも，ハイマツ帯に生育する高木類を捜し，その伏条更新を見出せばよい，と考えられる．

筆者たちは，東大雪山系のウペペサンケ山の尾根（標高1600m）において，アカエゾマツの伏条更新の1個体を見出した．なお，この周辺において，アカエゾマツ（マツ科トウヒ属）およびトドマツ（同モミ属）の枝の接地と不定根の発生は，既に見出されていた．この尾根は，ダケカンバ帯よりも上にあり，風衝地であって，ハイマツ植生からなり，ハイマツの海に浮かぶ小島のように，アカエゾマツおよびトドマツの矮性木が，いちじるしく偏形して，株立ち状に点在する．

3．調査結果

現地調査は，1988年8月20日および1989年8月18日に行われた．

この尾根のハイマツそう林内において，伏生し，接地した枝から不定根が発生している個体は，1988年にも多数みられたが，いずれも枝先が鉛直に立上がっておらず，枝のつけねの直径よりも接地部から先の枝の直径が太い事例（新しい根系の独立・子株の独立）は，観察されなかった．

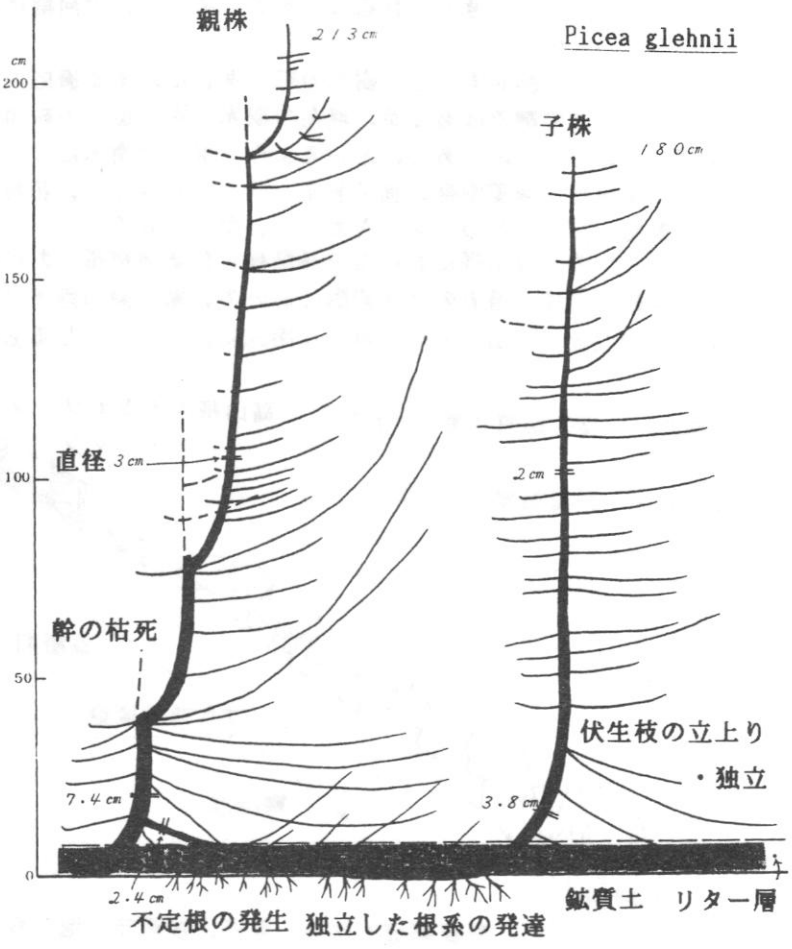
けれども，1989年には，直立した子株が，ただ1例にすぎないが，見出された．この親株は，風衝樹形がいちじるしく，典型的な偏形樹形を呈し，数回の幹の枯死をくり返して，高さが 213cm，胸高直径が3cm，地際の直径が7cm強であった．他方，子株は，風衝形をほとんど呈さないで，通直であり，高さが 180cmあって，親株から出た枝のつけねが 2.4cmにすぎないのに，立上がった，新しい幹の地際の直径が 3.8cmもあった．リター層（厚

さ約10cm）を除いてみると，鉱質土に接した枝は，不定根を発生させ，新しい独立した根系を発達させつつあった．

希少な事例であるために，伐採して樹幹解析をすることが困難なので，正確な年齢を読めないのであるが，輪生枝や芽鱗痕・茎輪を手掛りに推測すると，子株が約35＋α年（50年くらいか）であり，親株はさらに＋β年（70～80年くらいか）であろう．なお，この親株のまた親株（祖株）らしい株ないし痕跡は，みられなかった．

図－1に，調査事例が示される．

これらの風衝・矮性アカエゾマツおよびトドマツには，球果の生じた痕跡は全く見出せなかった．



図－1　アカエゾマツの伏条更新の1例（ウペペサンケ山）

4．小考察

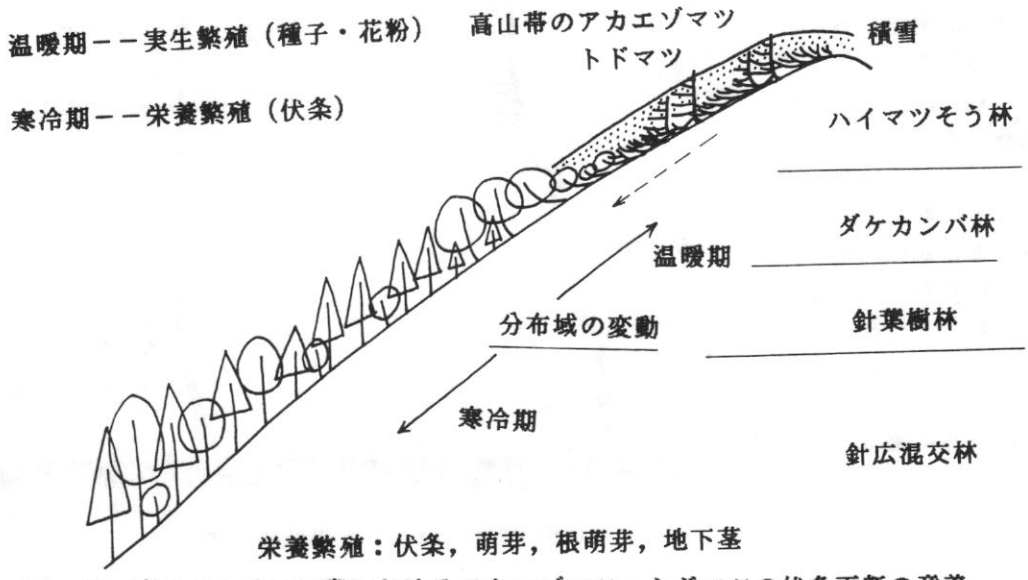
枝を接地させ，土をかけて，不定根を発生させ，とりき（伏条とりき，Layering）する方式は，園芸方面では古くから確立されていた技術である．針葉樹の高木類では，道南のヒバ（ヒノキアスナロ，ヒノキ科アスナロ属）に，伏条更新が知られ，さしき（枝挿し）造林も行われてきた．日本海側でも，スギ（とくに，変種ウラスギ）のさしき造林が行われてきた．ただし，これらは，低山帯における事例である．

針葉樹の高山帯（ないし生育限界域）における伏条更新の事例は，いくつか知られている．たとえば，奥羽山脈の多雪地域におけるスギ（スギ科スギ属），クロベ（別名ネズコ，ヒノキ科クロベ属；小野寺ほか，1989），北アルプス（富山県）の多雪地域におけるタテヤマスギ（スギの変種；平，1985），アルプス山脈のヨーロッパトウヒ（マツ科トウヒ属；KUOCH & AMIET, 1970），などである．これらの樹種は，当然のことながら，低山帯や平地では，種子散布による実生更新をする．つまり，環境条件が厳しくなり，開花・結実が

困難な状態に置かれると，良好な環境条件下では隠されていた，個体維持のための栄養繁殖能力が発揮される，と考えられるのである．そして，氷河期には，この能力が発揮されていたにちがいない．

こうした事例から検討すると，樹木の環境変化に対する適応力は，かなり大きいものであり，現在は過去の鍵ではあるが，現在の樹木分布と温度の相関からだけでは，過去を単純に推測することは危険である，といえよう．現在の樹木についてのより多くの知識――植栽分布，耐寒性，栄養増殖，種子散布，サクセッション，花粉生産量，虫媒花の存在，ほか――を総合して，改めて過去を解くことが望まれる．

アカエゾマツの，高山帯における栄養繁殖と針葉樹林帯における実生繁殖との，２つのタイプの繁殖方式は，過去の気候変動において，寒冷期の南下（下山），温暖期（亜間氷期を含む）の北上（登山）という単純な図式に，一石を投じるものである（図－２）．



図－２　高山のハイマツ帯におけるアカエゾマツ・トドマツの伏条更新の意義

参考文献

小野寺弘道・ほか，1989．多雪環境下におけるスギ天然林の更新様式．雪氷大会講予稿集，平1：154．

斎藤新一郎，1971．氷河域における樹木群の残存の可能性について．雪氷大会講予稿集，昭46：80．

斎藤新一郎・川辺百樹・ほか，1990．ウペペサンケ山の森林植生(2)――1,610m峰ふきんの尾根筋の植生．ひがし大雪博物館研報，no.12：1～16．

平　英彰，1985．北アルプス北部におけるタテヤマスギの天然分布について．森林立地，vol.27(2)：1～8．

KUOCH, Rolf and AMIET, Roger, 1970. Die Verujungung im Bereich der oberen Waldgrenze der Alpen. Mitteilungen, vol.46(4)：159～328, Swiss For. Res. Inst.

平成元年度事業報告

元．６．１３　支部総会・研究発表会（北大国際交流会館）

（１）支部総会　１０：００－１０：３０

（２）研究発表会（発表件数１０件）　１０：３０－１４：３０

（３）第一回理・幹事会　１２：００－１３：００

元．６．１３　３０周年記念式典（北大国際学術交流会館）及び祝賀会（クラーク会館）参加者１２０名

（１）３０周年記念式典　１５：３０－１７：００

記念式典は、支部福田正己幹事長の司会により次の式次第で進行した。

１．　開会の辞

２．　支部長挨拶　若濱　五郎

３．　来賓祝辞　日本雪氷学会長　東　　晃

４．　祝電披露

５．　感謝状授与

６．　記念事業披露

７．　記念特別講演　「寒さの中の暮らし」
－北欧の子供たち－
北海道教育大学教授　伊藤　隆一

８．　閉会の辞

５．の感謝状は支部の活動に貢献されてこられた方々に授与された。

北海道大学名誉教授　吉田　順五氏（初代支部長）
北海道大学名誉教授　井上　力太氏（初代幹事長）
国際基督教大学教授　東　　晃氏（昭和50-51年支部長）
北星学園大学教授　木下　誠一氏（昭和52-59年支部長）
北海学園大学教授　堂垣内尚弘氏（初代理事）
元北海道電力副社長　大橋　康次氏（理事、本部顧問）

（２）３０周年記祝賀会　１７：３０－１９：３０

記念祝賀会には会員の他に、関連する各界の方々、記念事業に協賛頂いた企業等の方々をお招きした。

山崎誠氏の司会により次の式次第で進行した。

１．　支部長挨拶　若濱　五郎氏

２．　来賓の挨拶　紋別市長　金田　　武氏
雪氷学会東北支部長　渡辺　善八氏
北信越支部長　中村　　努氏

３．　乾杯　雪氷学会長　東　　晃氏

４．　スピーチ　木下　誠一氏
大橋　康次氏

５．　閉会の乾杯　支部会員　小島　賢治氏

元．８．　２　講演会（北大低温科学研究所　講義室）　参加者５０名

講師　Ｒ．Ｌ．Ｓａｃｋ氏（オクラホマ大学工学部）

「Designing Structures for Snow Loads」
（日本建築学会北海道支部構造専門委員会、日本雪工学会主権、日本雪氷学会北海道支部共催）

元．９．２９　講演会（京王プラザホテル）参加者４１名
講師　中沢直樹氏（パシフィックコンサルタンツ㈱）
「氷の力－アラスカ大学とＣＲＲＥＬでの３年間を振り返って」
（北海道開発技術センターと共催）

２．２．２５　北海道支部地方談話会　参加者７０名
会場　北大苫小牧演習林
テーマ　「冬の暮らしの今、昔　－雪と氷に英知を探る－」
（森の集い　’９０実行委員会（フォーレストフォーラム）と共催、北大苫小牧演習林協力）

実施内容

１０：００　開会
主催者挨拶　雪氷学会北海道支部長　若濱　五郎
北海道大学苫小牧演習林長　石城　謙吉

１０：１０　講演
「永久凍土の世界」
北海道大学低温科学研究所　福田正己助教授
「アイヌの冬の暮らし」
白老・アイヌ民族博物館　岡田路明学芸課長
「苫小牧のスケートの歴史」
苫小牧体育協会　西浦清輝理事長

１２：１０　昼食
１３：００　下駄スケートづくり
１３：３０　体験コーナー
・リンクでの下駄スケートの試し滑り
・かんじき、わらぐつ、歩くスキー
・氷の結晶を見る
・森林資料館、森林記念館開放
１５：００　終了

２．３．２３　北海道支部講演会（クラーク会館大集会室）参加者４０名
講師　福田矩彦（ユタ大学気象学科）
「新しい霧消し計画」
（日本気象学会北海道支部、農業気象学会、北海道開発技術センター共催）

・日本雪氷学会北海道支部創立３０周年記念事業

１．　「北海道の雪氷」第８号（創立３０周年記念号）

「北海道の雪氷」第８号を平成元年１１月に発行し、支部会員、３０周年記念事業賛助会員、企業等に配布した。記念号では、６月に北大で開かれた祝賀会、講演会などの記録を中心に、支部会員情報・研究期間名簿、三十年史年表、付図をＢ５版１５４ページにわたり総特集した。

２．　「雪氷調査法」の執筆

「雪氷調査法」は、６月末に最終原稿のとりまとめを終えた。平成２年末に出版予定である。

平成元年度会計報告

収入の部

費　目	予　算	決　算	差　額
前年度繰越金	106,688	106,688	0
本部交付金	410,000	410,000	0
出版物等売上げ	0	5,520	5,520
広告代金	30,000	119,382	89,382
預金利子	0	623	623
合　計	546,688	642,213	95,525

支出の部

費　目	項　目	予　算	決　算	差　額
事業費	講　演　会	60,000	41,470	18,530
	研究発表会	20,000	20,500	△ 500
	地方談話会	150,000	97,819	52,181
	機関誌発行	60,000	60,000	0
	小　計	290,000	219,789	70,211
会議費	総　会	200,000	27,300	△ 7,300
	理・幹事会	60,000	100,927	△40,927
	小　計	80,000	128,227	△48,227
事務費		13,000	117,200	12,800
予備費		46,688	0	46,688
合　計		546,688	465,216	81,472

収入額　642,213
支出額　465,216

176,997 …… 次年度繰越し

平成２年度事業計画

１．事業計画

１）研究発表会　平成２年６月６日（水）（北大百年記念会館、大会議室）

２）機関誌　「北海道の雪氷」第９号発行・・・平成２年８月

３）講演会　２回（９月、１２月）

４）地方談話会　１回

２．会議計画

１）総　会　　平成２年６月６日（水）

２）理・幹事会　３回　（第１回目は６月６日　１２時～１３時）

平成２年度会計計画

収入の部

費　目	前年度決算	２年度予算
前年度繰越金	106,688	176,997
本部交付金	410,000	410,000
出版物等売上げ	5,520	0
広告代金	119,382	30,000
預金利子	623	0
合　計	642,213	616,997

支出の部

費　目	項　目	２年度予算案	備　考
事業費	講演会	60,000	２回
	研究発表会	30,000	１回
	地方談話会	150,000	１回
	機関誌発行	80,000	１回
	小　計	32,000	
会議費	総　会	40,000	１回
	理・幹事会	80,000	３回
	小　計	120,000	
事務費		130,000	
予備費		46,997	
合　計		616,997	

平成２年度　日本雪氷学会北海道支部役員

支部長	若濱五郎	北海道大学教授・低温科学研究所長	011-716-2111-5470
理事	秋田谷英次	北海道大学教授・低温科学研究所	011-716-2111-5488
	五十嵐柳幸	㈱地崎工業取締役土木部長	011-511-8112
	石井幸男	日本気象協会北海道本部参与	011-621-2456
	伊藤蔵吉	北海道土木部長	011-231-4111-28011
	魚住昌也	札幌市建設局長	011-211-2500
	遠藤明久	北海道工業大学名誉教授	011-741-446
	小山田博	北海道電力㈱土木部長	011-251-1111
	加藤建郎	交通安全施設研究会	011-261-1855
	川瀬昌万	日本道路公団札幌建設局技術部長	011-241-9181
	神部寿行	鹿島建設㈱札幌支店次長	011-231-5181
	北出武夫	札幌管区気象台技術部長	011-611-6121-400
	木下誠一	北星学園大学教授	011-891-2731-472
	国島峯夫	札幌市青少年科学館長	011-892-5001
	小坂正友	北海道ガス㈱工務部長	011-231-9511
	小室重雄	北海道農業試験場農村計画部長	011-851-9141
	佐伯浩	北海道大学教授・工学部	011-716-2111-6183
	佐々木晴美	北海道開発技術センター専務理事	011-271-3028
	佐山惣吾	北海道工業開発試験所材料応用技術課長	011-851-0151
	霜山正雄	㈶河川情報センター札幌センター所長	011-757-0511
	白髭博司	日本電信電話㈱北海道支社技術部長	011-212-4500
	青木正夫	北海道開発局官房開発調整課長	011-709-2311
	照井進一	北海道開発局営繕部長	011-709-2311
	東海林明雄	北海道教育大学教授・釧路分校	0154-41-6161-328
	土橋多一郎	北海道電力㈱工務部長	011-251-1111
	中村裕史	道立寒地住宅都市研究所環境科学部長	011-621-4211
	早川和夫	北海学園大学教授・工学部	011-841-1161
	林脩	北海道開発コンサルタント交通施設部長	011-851-9221
	堀内数	北海道工業大学教授	011-681-2161-255
	松浦常雄	旭川市市長公室長	0166-26-1111
	南山英雄	北海道電力㈱総合研究所長	011-881-6435
	飯塚一力	ＪＲ北海道㈱工務部長	011-251-9144
	山本孝	北方圏センター事務局長	011-221-7840

監　査	近江谷　靖　雄	北海道電力㈱土木計画課長	011-251-1111-5430
	竹　内　政　夫	北海道開発局開発土木研究所道路部長	011-841-1111-207
幹事長	福　田　正　己	北海道大学低温科学研究所	011-716-2111-5492
会計幹事	西　村　浩　一	北海道大学低温科学研究所	011-716-2111-5478
庶務幹事	石　崎　武　志	北海道大学低温科学研究所	011-716-2111-5491
幹　事	石　本　敬　志	北海道開発局開発土木研究所	011-841-1111-320
	和　泉　賢　一	北海道住宅都市部まちづくり推進室	011-231-4111
	今　村　秀　之	旭川市市長公室企画局企画調整部	0166-26-1111-206
	金　森　　久	北海道ガス㈱寒地技術研究開発ｾﾝﾀｰ	011-222-2038
	金　田　安　弘	日本気象協会北海道本部調査部	011-621-2456
	金　戸　　進	札幌管区気象台予報課	011-611-6126-461
	今　　哲　也	北海道企画振興部総務課長	011-231-4111-23119
	斉　藤　有　司	北海道開発ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ ㈱交通施設部	011-851-9221
	桜　井　修　次	北海学園大学・工学部	011-841-1161
	鈴　木　　実	㈱マネジメントワークＣＡＥ研究室	011-232-4848
	高　橋　庸　哉	札幌市青少年科学館	011-892-5001
	田　中　雅　樹	JR北海道㈱工務部工事第一課	011-251-9139
	月　間　郁　夫	日本電信電話㈱北海道支社	011-212-4383
	林　　幸　弘	日本道路公団札幌建設局交通技術課	011-241-9181
	原　　文　宏	北海道開発技術センター	011-271-3028
	松　下　啓　郎	北海道電力㈱総合研究所研究企画課	011-251-1111-4721
	宮　田　　明	北海道農業試験場農業気象研究室	011-851-9141-234
地区幹事	高　橋　修　平	北見工業大学一般教育等（自然）	01572-4-7786
	土　谷　富士夫	帯広畜産大学農業工学科	0155-48-5111-290
	平　松　和　彦	北海道立旭川西高等学校	0166-52-1215
	矢　作　　裕	北海道教育大学釧路分校	0154-41-6161-330
顧　問	真　井　耕　象	北海道大学名誉教授	0138-55-1509
	金　田　　武	紋別市長	01582-4-2111

編　集　後　記

今年も斉藤新一郎氏より美しい版画と随想をお寄せいただきました。来年はどのような作品を頂戴できるのか楽しみです。今年の支部研究発表会では、全部で16編の発表がありました。今後とも多くの発表をお待ちしています。北海道支部創立30周年記念事業の最後の仕事となりました雪氷調査法も今年の末に出版される予定ですので、ご期待ください。

北海道の雪氷　No. 9

平成2年8月25日　印　刷
平成2年8月31日　発　行

編集
発行　日本雪氷学会北海道支部

札幌市北区北19条西8丁目
北海道大学低温科学研究所内
TEL. 011-716-2111
内線 5491・5478・5492

印刷所　札幌市手稲区曙2条5丁目
協業組合　高速印刷センター
TEL 683-2231