

日本雪氷学会北海道支部機関誌

北海道の雪氷

第 2 号

目 次

IGS 84 Sapporo について	木 下 誠 一	1
昭和 5 7 年度研究発表会講演要旨		2
昭和 5 7 年度講演会講演要旨		17
雪と氷の観察会		24
— 地方談話会 — 「雪と交通」		25
昭和 5 8 年度研究発表会講演要旨		34
昭和 5 7 年度支部事業報告・会議報告・会計報告		53
昭和 5 8 年度支部事業計画・会議計画・会計計画 (案)		55

昭和 5 8 年 6 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 年とする。ただし再任を妨げない。

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

IGS 84 Sapporo について

支部長 木下 誠一

国際雪氷学会 (International Glaciological Society : IGS) と日本雪氷学会とが共催で、昭和59年9月3～7日、札幌で国際シンポジウムが開かれます。このことは既に先号で若狭五郎氏が紹介をされましたし、又、最近の“雪氷”オ45巻オ1号昭和58年3月号の44ページにも紹介されております。要項を下記に示します。

シンポジウムの名称 Symposium on Snow and Ice Processes at the Earth's Surface

会 期 昭和59年9月3日(月)～7日(金)

会 場 北海道厚生年金会館

シンポジウム構成 研究発表

展示(技術・測器)

見学(市内と北大低温研)

懇親会

主要テーマ 1) 雪氷面に於ける質量・熱交換

2) 雪氷に関する物理的・化学的諸過程(雪の変態, 着雪, 着氷, ふぶき, 地盤凍結等)

3) 大気中の雪の挙動(地ふぶき, はだれ, 流動化)

4) 海水の動きと雪の影響

参加予想人員 外国人 100人(アメリカ・カナダ・イギリス・ソ連・中国・ノールウェー・スウェーデン・スイス等13ヶ国)

日本人 50人

雪氷学会本部では、この国際シンポジウム運営のための組織委員会を作り、近く活動を開始する予定ではありますが、札幌で開かれる以上、当然北海道支部が実行の中心とならざるを得ません。日本の雪氷学、雪氷技術の中心は北海道です。更に世界の中心へと飛躍するのに非常によい機会の到来です。

研究発表や展示に積極的に応募することが期待されます。又、北海道支部では、シンポジウム開催のための実行幹事団を結成し、国際連絡調整、会場、見学会、懇親会、受付、宿泊輸送、展示、婦人プログラム、財務、募金連絡の各分担当をきめ、近く活動を開始する予定です。シンポジウムは、参加者の登録代で全部をまかなうことが出来ず、一部を募金に頼らざるを得ません。支部会員にもこの募金活動に御協力をお願いする次第であります。IGS 84 Sapporoが雪氷学会支部会員により成功裡に実行されるよう心から期待します。

昭和 57 年度研究発表会講演要旨

北海道支部の研究発表会が、昭和 57 年 6 月 10 日、札幌市教育文化会館にて開催された。発表件数は、前年度の 9 件から 14 件と大幅に増加した。話題はすべて寒さと雪に関連し、北海道の生活にかかわりが深いものであった。約 70 名の参加者を得、終始活発な討論がおこなわれた。

* * * * *

日 時 昭和 57 年 6 月 10 日 (木) 10:10~16:30

場 所 札幌市教育文化会館・大研修室

プログラム

午前の部 10:10~12:00 座長 遠藤辰雄

1. 落葉広葉樹の休眠芽の芽鱗と寒さ・乾燥との対応について…………… 3
斎藤 新一郎 (道立林業試験所)
2. 雪腐小粒菌核病菌 *Typhula* spp. の生態的地位の分化と気象要因…………… 4
松本 直幸・但見 明俊 (北海道農業試験場)
3. 大型垂直風洞による人工降雪実験 (第 2 報)…………… 5
高橋 庸哉・井上 力・伊藤 由幸 (札幌市青少年科学館)
4. 手稲山の雪崩遭難事故…………… 6
清水 弘・遠藤 八十一 (北大低温研)
5. 札幌市の給水装置における凍結件数の推定について…………… 7
金子 佑 (札幌市水道局)

午後の部 13:00~14:30 座長 小野寺 弘道

6. 多雪地域における地上最大積雪重量の検討…………… 8
桜井 修次 (北海学園大)・城 攻・柴田 拓二 (北大・工)
 7. 住宅の無落雪屋根について…………… 9
藤村 成夫 (道立寒地建築研)
 8. 低温領域 (0℃付近) の着雪発達の確認実験について…………… 10
山岡 勝・小林 裕一 (北電技研)
浅井 修一 (北電)・若浜 五郎 (北大低温研)
 9. 地吹雪に関する野外模型実験 一防雪林と切土地形に関して一…………… 11
金田 安弘・植松 孝彦 (気象協会道本部)
片山 修・斎藤 輝男 (道路公団札幌建設局)
- 14:45~16:30 座長 石本 敬志
10. 冬期の川の流出について…………… 12
本山 秀明・小島 賢治・小林 大二 (北大低温研)
 11. 吹溜り現象の相似則について…………… 13
安濃 豊 (開発局建設機械工作所)
 12. 着雪現象の模型実験について…………… 14
安濃 豊 (開発局建設機械工作所)
 13. 模型雪による屋上積雪の風洞模型実験…………… 15
その 1. 活性白土と道工大風洞装置の相似則…………… 15
苫米地 司・遠藤 明久 (北海道工大)
 14. 模型雪による屋上積雪の風洞模型実験…………… 16
その 2. 3つの屋根形の堆積の定性的性状…………… 16
遠藤 明久・苫米地 司 (北海道工大)

落葉広葉樹の休眠芽の芽鱗と寒さ・乾燥との対応について

斎藤新一郎（北海道立林業試験場）

冷温帯に生育している落葉広葉樹の休眠芽（冬芽）を観察すると、休眠芽（の本体）を一つむ芽鱗には、様々の形態のものがあることがわかる。そして、これらの多様な芽鱗の形態は、地史における気候の変遷と関係があると考えられる。

休眠芽には、冷温帯においても、裸出（無鱗）のものと、有鱗のものがある。そして、有鱗芽の芽鱗の起源には、托葉起源のもの（*Stipular scales*）と、葉身・葉柄起源のもの（*Leafy scales*）とがある。

天然分布からみると、裸出芽が有鱗芽よりも低緯度地方に限られるわけではなく、同科内の属や、同属内の種の分布が逆の場合もみられる。それゆえ、芽鱗の機能は防寒にあるとはいえない。裸出芽をもつ高木は、生育地をみると、沢沿い地のような湿潤・弱風地に限られているし、低木の生育地も林床のような湿潤・弱風地である。¹⁾ 芽鱗を除かれると、休眠芽の本体は、寒気には耐えるが、乾燥には耐えられず、防乾こそが芽鱗の本来の機能とみられる。

Leafy scales の場合には、葉身や葉柄が特殊化して芽鱗になったものであり、開葉時にはその移行態がみられる。*Stipular scales* の場合には、外側の芽鱗は葉身を欠いた托葉だけ（葉身の退化）であり、内側のそれは葉身と組になった托葉である。

広葉樹の落葉性の起源を、地史における気候の変遷のうち、寒冷気候の出現よりも、乾燥気候への応化（適応）とみるならば、²⁾ それを可能にしたのは、伸芽から休眠芽への、そして、裸出休眠芽から有鱗休眠芽への進化であった、ということができる。

気 温	暑		暖		涼		寒
気 候 帯	熱 帯	亜熱帯	暖温帯		冷温帯	亜寒帯	寒 帯
森 林	常伸樹林	常緑樹林		落葉樹林	低木性落葉樹林	ツンドラ	
生 活 形	常伸高木	常緑高木		常緑低木	常緑小低木		
		(落葉高木)		落葉高木	落葉低木	落葉小低木	
葉 の 形 態	常緑性	大葉	照葉		硬葉	針葉	
	落葉性	大葉		中葉		小葉	
芽 の 形 態	伸芽	休眠芽 (裸出)		休眠芽 (有鱗)			
森 林	熱帯多雨林		雨緑樹林		サバナ	乾荒原 (砂漠)	
乾 湿	多湿	潤			乾	極乾	

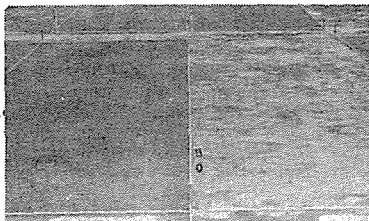
1) 斎藤新一郎, 1981: 乾燥への適応と多雪地の樹木の生活形. 雪氷S56大会講演予稿集, p. 50.

2) AXELROD, D. I., 1966: Origin of deciduous and evergreen habits in temperate forests. *Evolution*, 20, 1~15.

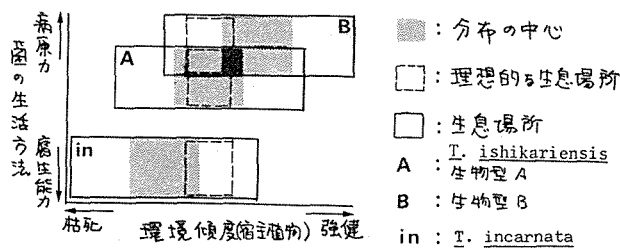
雪腐小粒菌核病菌 *Typhula* spp. の生態的地位の分化と気象要因

○松本直幸、但見明俊（北海道農試）

雪腐病菌は積雪下で活動するという特殊な生態的地位を確立した一群の病原菌である。積雪下の環境は安定で、しかも北海道のような地方では長期間続く。積雪下はまた、他の病原菌との競争がほとんどなく、宿主植物も積雪下ではほとんど増加しないという点でも特殊である。このような環境下で個々の雪腐病菌の生態的地位は様々な分化し、物理的に有限な生息場所と有効に利用している。ここでは雪腐小粒菌核病菌 *Typhula* spp. について得られた知見を報告する。雪腐小粒菌核病は二種の病原菌 *T. incarnata* と *T. ishikariensis* によりおこる。*T. ishikariensis* はさらに3つの生物型、A、B、Cに分かれる。生物型Aは生物型B、Cと交配せず、生物型BとCは交配可能である。病原力は生物型B、C > 生物型A > *T. incarnata* の順に強く、競争的腐生能力（他の微生物と競争しながら生きていない有機物上で増殖する能力）は *T. incarnata* > 生物型A ≥ 生物型B、C の順に強かった。つまり、病原力と競争的腐生能力は補完的關係にあることが明らかになった。これらの北海道内における分布を調べると、*T. incarnata* は全道一円に分布するが特に多雪地帯で優占種であり、生物型Aも多雪地帯に多かった。生物型Bは寡雪地帯に多く、生物型Cは両地帯にまたがって分布している。このような生物型C以外の菌が示す異所性（分布が異なること）は宿主の越冬前の生理状態と関連があると考えられる。補充するがあまり日陰にあくかしハードニング程度も異なる植物をつくり、これらに *T. incarnata* ああるいは *T. ishikariensis* 生物型Bを接種した。補充区の植物は十分にハードニングされる生物型Bの被害のみを受けながら、日陰区の植物はハードニングが不十分で *T. incarnata* と生物型Bの両方に同程度の被害を受けた。これら4種類の菌のうち2種類ずつを混合して接種を行い、互いの競争力を比較したところ、生物型A > *T. incarnata* > 生物型B、C の順であった。雪腐小粒菌核病菌のいずれにとっても最も理想的な宿主はハードニングが不十分で衰弱しており、しかも他の病原菌に侵されやすいものであると考えられる。これは生物型Aが優占し、*T. incarnata* は競争的腐生能力によりむしろ枯死しかかっている植物を主に侵し、ハードニングが十分に強い植物には病原力の強い生物型Bが蔓延することで、雪腐病小粒菌核病菌の生態的地位の分化がおきていると推定される。また、こうした様々な生理状態にある植物は均等に分布せず、気象的要因により偏在し、これが雪腐小粒菌核病菌の異所性の主な原因になるといえる。



薬剤防除区 ← | → 無防除区
雪腐小粒菌核病による芝草の被害



病原菌 *Typhula* spp. の生態的地位の分化

大型垂直風洞による人工降雪実験(第2報)

高橋庸哉・井上力・伊藤由幸(札幌市青少年科学館)

1. はじめに 札幌市青少年科学館では中心展示物の一つとして、大型垂直風洞による人工降雪装置を設置した。前回の序報^{*}では装置の概要と若干の降雪実験の結果について発表したが、本報告ではその後の実験結果について述べる。

2. 装置の概要 装置の概略図は図1の通りである。装置は主風洞(降雪部)及びリターン風洞、送風器、超音波式アトマイザー及び氷晶発生装置からなっている。超音波式アトマイザーから微水滴が主風洞に供給され、過冷却雲となり、次に氷晶発生装置から断熱冷却によって作られた氷晶が主風洞に供給されると、氷晶は主風洞の中で上昇流に逆らいながら、微水滴からの水蒸気によって成長して、雪結晶となって、落下してくる。

3. 実験結果 実験は主に $-1/5^{\circ}\text{C}$ 付近の雪結晶の成長速度が一番大きいところで行なわれたが、 -8°C 付近の角柱の成長領域でも若干の実験がなされた。現在までに次のような結果が得られている。

① これまでに、最大直径 1.8mm の樹枝状結晶が得られた。得られた雪結晶の一例を写真1に示す。対称性の比較的良好な結晶となっており、二次的な枝がかなり成長している。

② 結晶の中には二次的な枝が立体的に伸びているものもかなりあった(写真2参照)。

③ 全長 5mm にも及ぶ雪片が得られた(写真3参照)。

④ -8°C 付近で行なった実験では $400\mu\text{m}$ 程の角柱が得られた(写真4参照)。

※ 参考文献 降雪担当グループ(代表高橋)・成瀬・古川・志藤, 北海道の雪氷1, 1982,

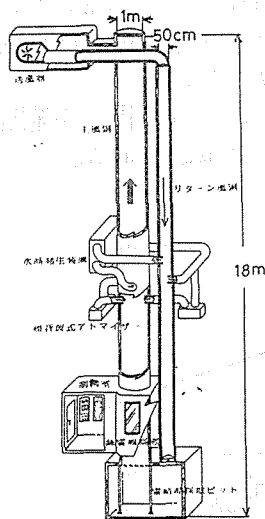
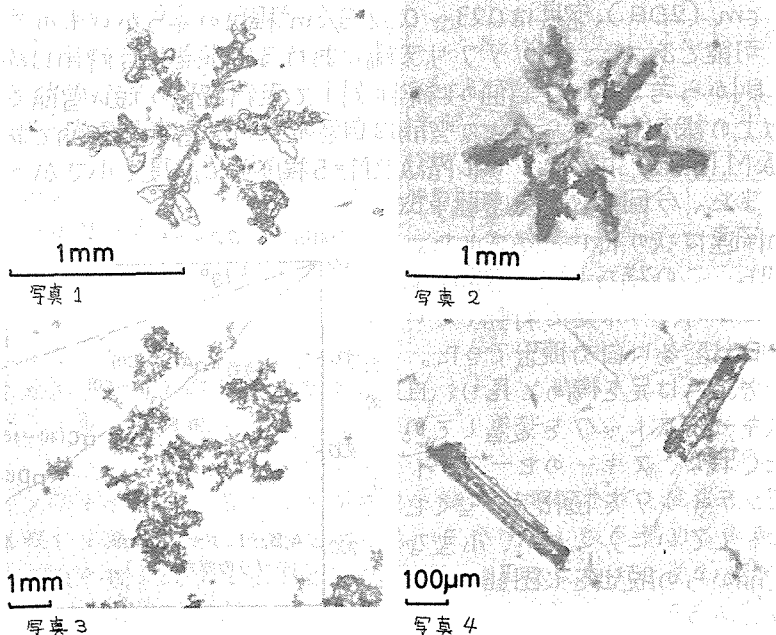


図1. 装置の概略図



手稲山の雪崩遭難事故

清水弘 遠藤ハナ（北大低温研）

昭和57年4月10日午後4時半ごろ、手稲山北斜面で雪崩が発生し、スキヤーの遭難事故がおきた。筆者らは、12、13および20日に現地調査を行ない、地形、デブリ等の観察から雪崩の規模や運動を推定し、今回の雪崩と遭難事故との関連を考察した。

1. 雪崩発生までの気象と積雪状況：4月8日に日本海にあった低気圧が発達しながら東北地方を横断し、10日には太平洋に抜けた。この間、札幌付近では高温と北寄りの強風が続いたが、9日夜から気温が降下し、手稲山頂付近では氷点下になった。降水は、8、9日は殆どゼロであったが、10日には手稲山口で38mmの降雨が観測された。遭難者の談話によると、なだれ発生直前の現地の天候は風がおさまり、降雪もやみ、視程は良好であった。新積雪は、スキーを穿いて靴が少しもぐる状態であった。12日の現地付近の断面観測で、旧雪と新雪の境界に滑り面の存在が確認された。

2. 遭難事故（図1）：2名のスキヤーA、Bが男子大回転コースの東隣の沢状地の滑降を始めて間もなく、Aが転倒して足を傷めた。救助のため、Bがスキーを脱ぎツボ足でAの位置に登りついた直後、上方から落下して来た雪崩に倒され、流された。雪崩停止後、Bは自力で起き上り、脱出できたが、Aは行方不明となり、4日後にゾンデ捜索によりデブリ末端部の堆雪底から遺体が発見された。

3. 雪崩調査と考察（図1）：i) 雪崩斜面は北々東に面した幅狭い直線的な急斜面（傾斜は上部で43度、下部で37度）で雪崩走行距離は400～500mであった。ii) デブリは雪崩後の降雪で平滑に覆われ、その様子は断面観測によって始めて確認された。デブリの厚さは、雪崩走行域で20～40cm程度（13日）、末端堆積部で約140cm（20日）、密度は0.23～0.32 g/cm³程度の柔らかいものであり、手で掘ることも可能であった。iii) デブリ末端における雪崩発生方位角は約33度で、高橋の18度法則から考えると、斜面の傾斜に対して走行距離の短い雪崩であった。

以上の調査結果から、この雪崩は自然発生の乾雪表層雪崩であり、その規模（質量階級M.M.=2, ポテンシャル階級P.M.=5程度）も速度も小さかったと考えられる。

また、今回の雪崩と遭難事故

の関連は次の様に考察された。

即ち、この様な小型の雪崩であったから、ツボ足で行動していたBは容易に自力脱出できた。一方、Aは足を傷めて尻り、且スキーとストックを装着していた（特に、スキーのセーフティビンディングを極限まで強くセットしていた）ことが、小型な雪崩からの脱出をも困難にしたのであろう。

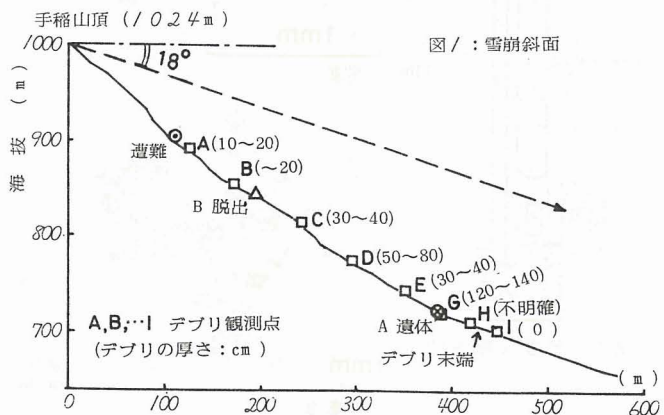


図1：雪崩斜面

札幌市の給水装置における凍結件数の推定について

金子 佑 (札幌市水道局)

1. はじめに

積雪寒冷地の上水道においては、冬期間の凍結事故防止対策が重要課題であり、管の埋設深度を深くすることや、水抜装置を必ず設置することが、その主要なものといえる。しかし後者については、使用者の強い自覚が必要なことから、「ついつい」型

の凍結事故が後を断たない。札幌市水道局においても、冬期間の凍結事故は例年多発しており、この修繕に特別体制を組んで対応しているのが現状である。そしてこの修繕体制を効率的にするために、従来から当日の発生予想件数と経験的に推定してきたが、この推定値を何らかの手法を用いて客観的に、より信頼性の高いものにできないかと考え、昭和54年度から取り組んできた。

2. 給水装置の概要

右図を参照のこと。

3. 推定方法に関する基本方針

凍結事故発生には不確定要素が多く、しかも毎日短時間のうちに算出しなければならぬなどの条件を考慮して、従来から収集していた次の各要素を組み込んだ簡単な一次式を作成し、推定値を算出することとした。

- (1) 当日午前9時～午前10時の受付件数。
- (2) 当日午前9時までの最低気温。
- (3) 前日の最高、最低、平均の各気温。
- (4) 前日の平年度最高、最低、平均の各気温。

4. 推定式の作成

- (1) 推定式 $Y = aX + b$

ここに $Y = \frac{\text{当日の受付予想件数}}{\text{当日10時までの受付件数}}$

$X = \text{当日9時までの最低気温}$

$a, b = \text{定数}$

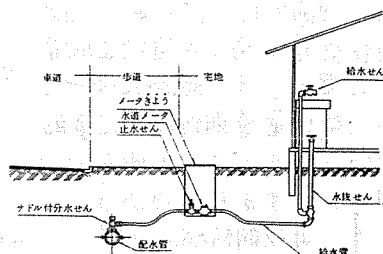
- (2) 定数 a, b の決定

昭和52, 53年度の X, Y の実績値をグラフにプロットし、試算式として2つの一次式を作成した。(表-1 参照)

5. 結果と考察

2つの試算式(A)及び(B)を用いて、昭和52～56年度冬期間の凍結件数を推定し、これと実績件数とを比較して誤差率をもとめたが(表-2 参照)、誤差率20%未満を一応の目安とすると、約半数が該当することとなる。今後これらのデータをもとにさらに定数 a, b を改良していく予定である。

給水装置標準図



(表-1) 定数 a, b の決定

試算式	定数	温暖日	標準日	寒冷日
(A)	a		0.2	
	b	1.2	2.1	3.0
(B)	a		0.1	
	b	1.9	2.7	3.5

(表-2) 誤差率

項目	試算式	(A)	(B)
データ数		311	311
誤差率 (%)	最小	0.0	0.0
	最大	138.5	126.2
	平均	26.0	20.9
誤差率の分布状況	～5%未満	31 (10.0%)	45 (14.5%)
	5%～20"	118 (37.9%)	136 (43.7%)
	20"～50"	126 (40.5%)	114 (36.7%)
	50"～	36 (11.6%)	16 (5.1%)

多雪地域における地上最大積雪重量の検討

○桜井 修次(北海道大・工) 城 攻(北大・工) 柴田 拓二(北大・工)

建築物設計用雪荷重の合理的な評価法については、①地域性を考慮した最大積雪重量の再現期待値 ②屋上積雪に反ばす気象・屋根形状などの影響要因 ③建物の構造安全率 等との関連を踏まえて定量化されなければならない点に難しさがある。筆者らは、①については、適正な再現期間における最大積雪重量期待値と最深積雪重量期待値との相関特性が確立できれば、豊富な最深積雪量の観測資料から最大積雪重量期待値の推定が可能になると考え、種々の検討を進めてきた。

本報は、札幌及び東北・北陸各地で過去に測定された地上積雪重量に関する資料を収集・整理し、多雪地域における最大積雪重量期待値の定量的評価の検討の仕方を明らかにして、基本的問題の解決を図ろうとするものである。

1. 再現期待値の考察 公刊された観測資料と直接の照会から得た各冬期における最大積雪重量及びその冬期の最深積雪量を集約し、二重指数分布と確率分布関数として求めた再現期待値を表1に示す。図1は、縦軸に非超過確率(1-T/T:再現期間)を二重指数で、横軸には最大積雪重量を等分目盛にとって、最大積雪重量の順序統計量に基づいてプロットした例であるが、GumbelのI型極値分布によく適合していることが分る。

2. 最大積雪重量の再現期待値と最深積雪量の再現期待値との関係 表1に示す測定地について再現期間30年、50年、100年の最大積雪重量期待値(W_{EXP} (kg/m²)と記す)と最深積雪重量期待値(H_{EXP} (cm)と記す)との関係を求めると図2が得られる。両者の間には地域別、再現期間の長短に関わりなく一定の関係が認められ

$$\text{中心値は } W_{EXP} = 3.5 H_{EXP}$$

$$\text{上限値は } W_{EXP} = 3.7 H_{EXP}$$

となっている。この結果から、積雪重量記録のない地域にあっても、再現期間を設定すること

によって、最深積雪量の期待値から最大積雪重量の期待値を予測できると考える。

謝辞 本論に用いた資料は、北大低温研 秋田谷謙師、林試十和田試験地 渡辺成雄氏、同山形分場分場 小野茂夫・川口利次氏、防災利根セン- 新庄支所 東浦将夫氏、北陸農試 農業気象研究室 他の方々の御好意によるものである。添削致します。

参考文献 1) 日本建築学会：昭和56年豪雪被害調査報告 P35-P44 2) 柴田・城・桜井他：日本建築学会 道支部研究報告集 NO55

表1 最大積雪重量の再現期待値(kg/m²) ()内は最深積雪量の期待値(cm)

測定地	札幌	札幌	札幌	札幌	札幌	札幌	札幌	札幌	札幌	札幌	札幌
期待値	(北海道)	(秋田県)	(岩手県)	(山形県)	(山形県)	(山形県)	(山形県)	(山形県)	(山形県)	(山形県)	(山形県)
統計年数	17	10	12	38	13	15	13	42	18	19	12
再現期待値30年	467 (139)	451 (198)	1174 (360)	1004 (284)	822 (239)	987 (268)	726 (204)	1498 (408)	1192 (330)	859 (251)	1414 (407)
再現期待値50年	497 (147)	470 (209)	1277 (389)	1089 (306)	879 (255)	1055 (284)	782 (215)	1625 (439)	1287 (351)	944 (274)	1512 (432)
再現期待値100年	537 (157)	496 (224)	1401 (428)	1202 (335)	955 (276)	1146 (306)	856 (230)	1744 (480)	1413 (379)	1057 (303)	1642 (465)

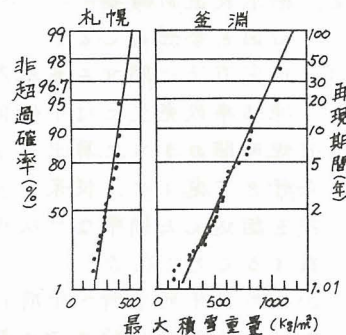


図1 最大積雪重量の極値分布

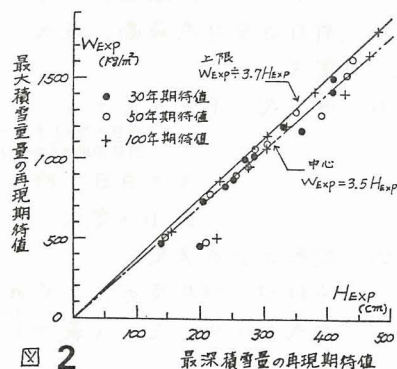


図2 最大積雪重量の再現期待値と最深積雪量の再現期待値の関係

住宅の無落雪屋根について

藤村成夫（北海道立寒地建築研究所）

1. 住宅の無落雪屋根の種類

住宅における無落雪屋根の採用は、最近札幌市では新築の7割位を占め、屋根の改造では100%近い。全道的にも相当採用されてきており、しかも増加しつつある。

これらの無落雪屋根の種類は表1の如くで、大多数は木造のM型屋根であるが、外勾配の折板屋根のものやストッパー型のものなどもある。特にストッパー型のは外勾配屋根でスガモリや落雪障害に悩まされている住宅を安価に改造し効果を上げている（写真1）。

表1 住宅の無落雪屋根の種類

勾配	内勾配（M型屋根）					外勾配		
形状								
構造	普通	やや少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	普通	普通→大きく
備考	壁面の雨じまい 風下側のまきだれ などに有利			壁面の雨じまいに有利 風下側のまきだれに やや有利	横じまいなし	横じまいなし (折板使用) 勾配1/50	横じまいなし 敷地北側の斜線 制限の便に有利	地熱利用 多雪・湿雪地方に適 合。湿雪地方に多い

2. 無落雪屋根の2・3の問題点

屋根雨水の処理：札幌市では下水道への排水を認めているが、無落雪屋根が更に増加した場合、現状のままでは豪雨時に一部の地で溢水の恐れもあるであろう。また、排水管の凍結を防ぐため、分流式下水道の汚水桝に屋根雨水の排水管を接合する例もあるとの事であるが、これが多くなると汚水管の容量が小さいので問題である。

屋根の雪荷重：無落雪屋根の雪荷重は部分的には地上と同等、平均値でも地上の7割を超える場合もあるようだ。構造物の設計にはこの点を考慮する必要があるだろう。

柱の配置：道内の木造住宅の柱には一般に10.5cm角のとど松・えぞ松を用いているが、現在建てられている無落雪住宅の柱1本当りの負担面積が広すぎるものがある（※2階建の1階柱の許容負担面積は雪荷重300kg/m²のとき4.0m²/本、同じく210kg/m²のとき4.8m²/本）。

耐力壁の配置と量：無落雪住宅の実状では、耐力壁の配置や量に適正を欠くもの（耐力壁が片寄って配置されている。或は耐力壁の壁倍率1の強さを130%とした場合、所要耐力壁長さが不足する）がある。

※許容耐力は耐力=20kg/cm²（建設省告示。柱の断面積110cm²（木ノ足端が横架材に密着するものとて全断面を計算））として算定した。
屋根の荷重=モヤ・小屋組・天井・55kg/m²（雪荷重ものを除く）。2階床の荷重=たみ・梁・天井・積載物共190kg/m²

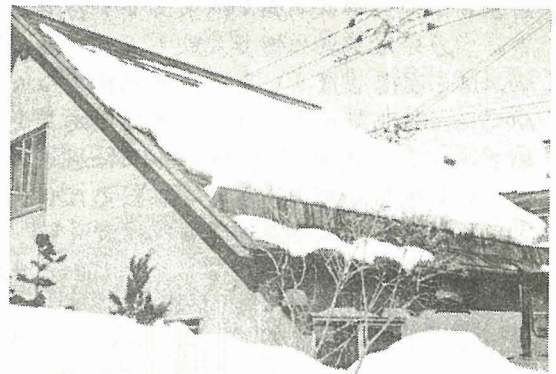


写真1 ストッパー型 無落雪屋根

低温領域(0℃付近)の着雪発達の確認実験について

山岡 勝 小林 裕一(北電技研) 浅井 修一(北電工務部)
若浜 五郎(北海道大学低温科学研究所)

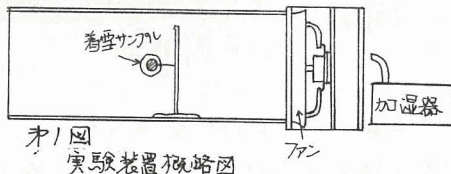
1. まえがき 昭和56年1月道南地方(ハ雲付近)で電線着雪が発生したが、現地に採集した着雪サンプルを調査した結果、従来考えられていた電線表面に氷膜が存在する湿雪着雪と異なり電線表面が氷結していたのではないかと考えられた。着雪発生地帯は標高200m程度であるため、気象庁署(ハ雲アメダス)の気温は $-1.5^{\circ}\text{C} \sim -2^{\circ}\text{C}$ であるが、現地気温は 1°C 以下であったと考えられる。さらに、降雪片は水分が多くても着雪後、湿度や风速の条件によって蒸発潜熱を奪われて氷結しながら発達した可能性もある。このため、温度、湿度を細かく変えた場合、湿雪がどう変化するか観察実験をした。

2. 実験方法 温度、湿度条件に正確に設定する必要があるため北大低温研の精密低温室を利用させていただき、オ1図のような実験装置を使って実験をした。着雪サンプルは長さ40cmの電線ACSR 330mm²に水を含ませた雪を付けて作り、着雪内部、表面、電線表面の温度と熱電対で測定した。风速は6%一定で行ない、気温、湿度を変えて着雪の状態を観察した。

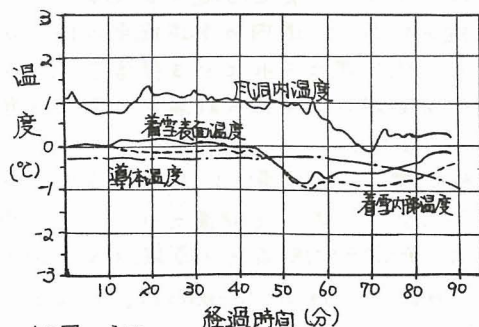
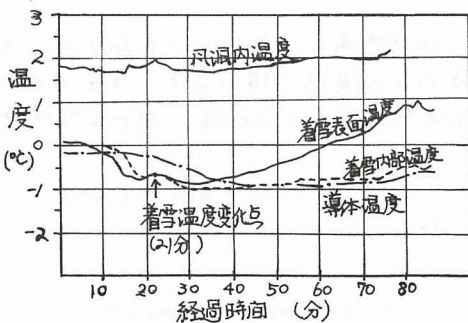
3. 実験結果 各実験結果の各部温度変化と着雪の氷結の有無とまとめたものがオ1表である。特に興味のある結果になったのが実験結果NO.3, NO.4, NO.5である。実験NO.3では、21分経過には熱が放散し、その後は周囲より着雪に熱が与えられている。実験NO.4は、温度、湿度とも高いため氷結しなく、この状態より温度を 0.5°C に下げた実験NO.5では熱放散が多くなって氷結が始まり、15分後には着雪温度が少しずつ上昇し始めている。NO.3, NO.5である時間経過後着雪内部温度が上昇に転じているのは、着雪中の水分がなくなつて雪の昇華蒸発だけになるためと考えられる。

尚、この実験は北大低温研降雪物理研究室のオ1表 実験結果(着雪表面温度は実験中の最低温度と、同室内温度は設定目標と示す。)

方この御指導のもとに行なわれたものである。



実験No.	湿度	风速(%)	室内温度(℃)	着雪表面温度(℃)	着雪内部温度(℃)	電線表面温度(℃)	氷結の有無
1	50~53	6	—	-2.4	0.61	5.91	有
2	56~58	7	2	-2.0	0.69	5.83	有
③	52~54	6	②	-0.8	0.37	19.4	有
④	76~84	2	1	0.06	0.28	19.5	無
⑤	76~84	2	0.5	-0.9	0.28	19.5	有



地吹雪に関する野外模型実験

——— 防雪林と切土地形に關して ———

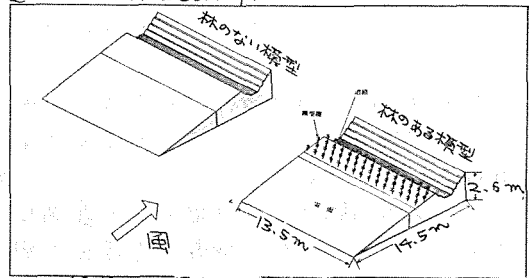
金田安弘・植松孝彦 (気象協会道本部)

片山 修・斎藤輝男 (道路公団札幌建設局)

はじめに 吹雪時の切土地形における堆雪状況と、切土の風上側に位置する落葉樹林の防雪効果を把握する目的で野外模型実験を行った。実験は昭和57年2月から3月にかけて、石狩町、花畔で行った。

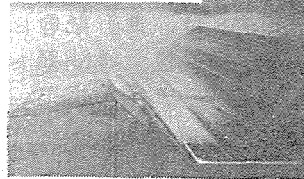
実験方法 地形模型は、緩やかな昇り斜面で切土から成る2次元模型とし、縮尺は $\frac{1}{50}$ とした。実験では同一の模型を2つ並べ、一方には模型樹を斜面上に配置して(林幅1.5m または3m)比較観測を行った(図1)堆雪状況は35mmカメラと8mmカメラにより、7記録し、同時に模型上の雪尺を双眼鏡で読み取り、積雪深分布を観測した。また、模型周辺で風速の鉛直分布、風向、気温、降水量、飛雪量の鉛直分布、視程の観測を行った。

実験結果 図2に林幅3mとした場合の堆雪状況の一例を、ほぼ同時刻の林のない場合と比較して示す。模型林内では風下側1.5mにわたって堆雪し、最終的には法肩から40cm付近に堆雪のピークがみられた。一方、林のない模型の斜面上は吹き払いとなり、堆雪はほとんどみられなかった。また、道路上の堆雪は、林のある場合きわめて少なく、0.1~0.2cmであったのに対し、林のない場合は道路中央の高さ4.5cmの中央分離柵がほぼ埋没してしまった。次に林の有無による切土内の堆雪状況の一例を図3に示す。林のある場合、道路上、法面とも一様に堆雪し、風上側法肩付近には雪底状の堆雪がみられた。一方、林のない場合では、道路中央付近に雪の山が形成され、風下側法面が吹き払いとなり、堆雪がみられないのが特徴である。

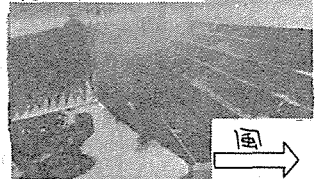


(図1) 模型の概観

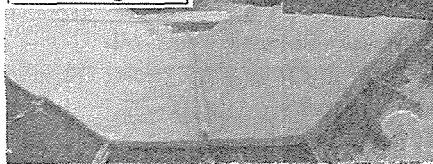
実験開始後49分



実験開始後46分



林あり(幅1.5m)



実験開始後67分



実験開始後69分



林なし



(林なし)

堆雪状況(3/7, RUN3, 林幅3m)

(平均気温 -3.3°C , 平均風速 6.1 m/s (高さ1m))

(平均気温 -4.3°C , 平均風速 6.8 m/s (高さ1m))

(図3) 切土内の堆雪状況(3/7, RUN4, 実験開始後48分)(最終形態)

冬期の川の流出について

○ 本山秀明・小島賢治・小林大二 (北大低温研)

1. はじめに：1981～82年冬期に低温多雪地帯を流れる河川の流量と、流域の涵養量である地面融雪量を測定し、比較した。観測地は、雨竜川源流部の美深越沢川を流域とする母子里盆地で、流域面積は11.4 km²である。

2. 測定内容：冬期には河川が氷結するため、水位の連続記録から流量への変換は困難である。それで1ヶ月おきに流量を測定した。

一方、地面融雪量は盆地の底の露場において、次の3種類の方法で得た。①地面に埋めたライシメータで融雪水を集めて測定した。②熱流板を2枚、地表面付近の地中と雪中に埋め、その両者の熱流量の差を融解熱として融雪量を求めた。③断面観測を1ヶ月おきに行ない、ある基準面からの積雪水量の減少量を融雪量とした。

3. 結論：地面からの放出熱量から積雪上方へ流れる熱量を引いた残りが、地面融雪に費やされる。そこで盆地の底と中腹で雪温分布と積雪密度の観測を数回行ない、地面融雪量を比較した。その結果両地点ではほぼ等しいと推定したので、流域全体の値として盆地の底の地面融雪量をそのまま用いた。

対象とする期間を、断面観測開始日の81年12月4日から、表面融雪による河川の増水前の82年3月28日の125日間とした。この期間にライシメータ、熱流、断面観測によって得られた地面融雪量は、それぞれ 70.5 mm, 73.6 mm, 77.9 mm であった。そこでその平均 74.0 mm をこの期間の全地面融雪量とする。一方河川への全流出高は、114.9 mm である。それゆえ、冬期の河川流出量の64%が地面融雪によって補われている。

4. 考察：流量の変化だけに注目すれば、 $Q = A \exp(-\alpha T)$ で近似できる。しかしこのモデルは、地面融雪による流域涵養を全く無視している。そこで今後この問題について研究を進めた。

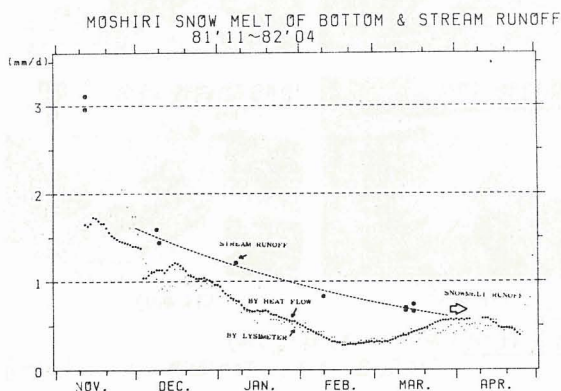


Fig 3. ライシメータ(●) 熱流(○) により求めた
地面融雪量と、河川の流出高(△)

Fig 2 →
地上 100cm までの
雪温分布
実線：盆地の底
破線：中腹

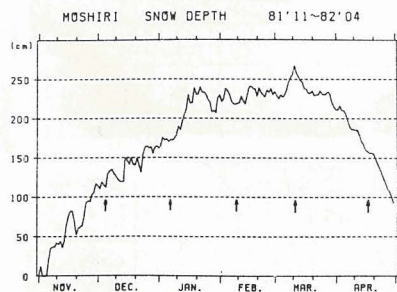
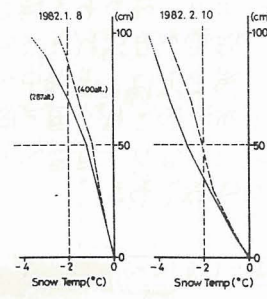


Fig 4 積雪深変化 (矢印は断面観測実施日)

吹溜り現象の相似則について

安濃 豊 (北海道開発局建設機械工作所)

吹雪の模型実験は E. A. Finney (1934) 以来多くの研究例が報告されている。例えば Gerdel and Strom (1961), Strom et al (1962), Kind (1975), Inersen (1979) らが、また国内では、黒田、木下 (1940)、堀谷、新井 (1950)、谷藤、小川 (1952) らが研究発表している。これらの研究者達は同時に吹雪現象の相似則についても考察しており、井上 (1948) の自然風に関する相似則を引用したり、一般的にフルード数 (Saltation 時の粒子運動に関連する) を採用している。筆者も同様の考えに基づき、研究を進めていたが、活性白土法により大縮尺の模型実験に成功して以後、これらの相似則と明らかに矛盾する諸現象に遭遇し、理論的に説明する必要が生じた。これらの現象とは。

1) 空力的相似性を全く考慮していない、ハンドファンを用いて活性白土を飛ばしても、模型防雪柵後方に相似な吹溜り (雪丘という) が形成される。この現象は吹溜り現象の相似性における空力的相似性の重要性に疑問をいだかせるものである。

2) 全く同一な活性白土を用いて、 $1/100$ と $1/1000$ の防雪柵模型実験を行うと、模型雪の縮尺は変わらない、すなわち Saltation 時の Particle Trajectory は同一なのに雪丘形状は相似となる。この現象は Particle Trajectory の相似性が吹溜りの相似性に大きな影響を与えないことを示唆する。3) 活性白土が他の模型雪材料と異なる点は微粒子で安息角が大きいことであるが、吹溜り現象における活性白土の高い幾何的相似性はこれらの性質に高く依存していると考えざるを得ない。4) 地形模型表面を模型雪が十分捕捉されるよう、表面アラサを与えなければ、雪粒が表面をスリップしたり、不自然に剝離したりして積雪状態は形成されない。この事実も模型の表面アラサを原型と相似にする必要があることを示している。

これらの現象を説明するためには相似則として次の概念を導入しなくてはならない。

- 1) 吹溜り現象に重要なのは雪面付近の空力的相似性、特に風による剪断力が水平面内で相似性を有することであり、Vertical Wind Profile の厳密な相似性は必要としない。
- 2) 模型雪材料の安息角と粒径が原型雪と相似であれば、ある風速において必ず相似な吹溜りが発生する。
- 3) 模型と原型の風速比は、吹雪が始まる限界摩擦速度の比で表される。
- 4) Saltation 時の Particle Trajectory は吹溜りのスケール較べて、はるかに小さいから無視してかまわない。

以上の相似理論は過去の相似条件を大胆に緩和したものである。今回はこの「相似則の緩和」について報告する。

着雪現象の模型実験について

安濃 豊 (北海道開発局建設機械工作所)

着雪現象を模型化することは、電線や家屋、航空機への着雪を防止するうえできわめて有力な手段となりうるものである。安濃(1981)はモンモリロナイトを酸処理した活性白土が吹溜り現象に高い相似性を有することを報告したが、この粉体は本来粘土であるから含水率によって粘着力を変化し、着雪の模型実験にも使用できるものである。

活性白土は上記の如くモンモリロナイトを硫酸で処理したものであるが、その過程で、結晶構造が破壊され、多量の非晶質珪酸すなわちシリカゲルを生成する。このシリカゲルは乾燥剤に多用されるほど吸湿能力が強く、活性白土内の水分を吸収し、粘土粒子間の吸着をさまたげる。また、粘土鉱物の特長として電気的二重層による強力な電荷を有するから粒子同士は反発しあい、シリカゲルの作用とあいつてサラサラとした粒状性を保つ。一方、シリカゲルの吸湿能力を上まわる水分が加わると、今度は水分子が水中の陽イオンと連繋し強力な粘着力を発生する。活性白土の粘着力の変化はこのように説明できる。

着雪の模型実験は高橋浩一郎(1938)によって報告されている。高橋はアルミナ、炭酸マグネシウムなどを模型雪に用いて樹木への着雪と例に考察している。

相似則としては、

$$\frac{f}{\rho g l} \Big|_M = \frac{f}{\rho g l} \Big|_P$$

を挙げているが、この相似則は降雪時の着雪を表すものであり、吹雪時の着雪を表すものではない。ここで f は坑襲力、 ρ は粉体密度、 g は重力加速度、 l は長さ、 M と P はそれぞれ模型と原型を表す。吹雪時の着雪は雪質と同時に風速による影響が大きいものと考えられるから、相似則に風速を含むことが望まれる。

写真-1は直径3cmの円板に形成されたコーン状着雪である。

この時の風洞内風速は5m/sec. 活性白土の含水率は25%前後である。また写真-2は同じく含水率4%前後の着雪である。このように模型実験でも雪質により着雪モードは大きく異なるし、風速によって成長速度も異なることが認められた。

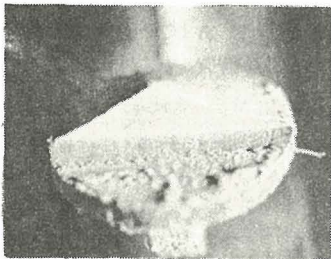


写真-1

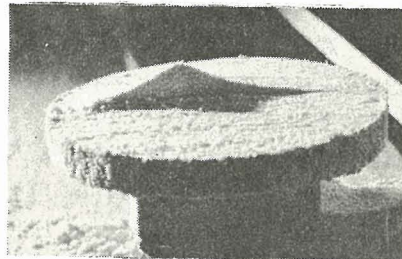


写真-2

模型雪による屋上積雪の風洞模型実験 その1 活性白土と道工大風洞装置の相似則

○ 苫米地 司・遠藤 明久(北海道工業大学)

1. はじめに 模型実験の場合、相似性が問題となる。しかし、降積雪状態を再現するには、現在一般に使用している風洞では不可能な点も多くある。ここでは、道工大小型粉体専用風洞装置(安濃村上式)内の気流と自然風、活性白土(模型雪)とに分け、それぞれについて検討する。(風洞装置は講演時に説明)

2. 風洞内の地表風モデルの相似条件
風洞内気流と自然風の相似条件として根本の提案による(1)乱子レイノルズ数の一致、(2)乱れ強さの一致、の2項目を設定する。Prandtlの運動輸送理論²⁾と平均風速分布から乱子レイノルズ数を求めると下式となる。

$Re = \frac{U}{\nu}$ カルマン定数

自然風の場合： $R = \frac{1}{2} \ln(\frac{H}{Z_0})$ H : 建物高さ

風洞内の場合： $R = \frac{1}{2} \ln(\frac{Z}{Z_0})$ Z_0 : 表面粗度長

すなわち、乱子レイノルズ数を一致するには $\frac{U}{\nu} = \frac{U}{\nu}$ とすればよい。雪面の粗度長は $10^{-3} \sim 10^{-2} m$ ³⁾である。活性白土面の粗度長を風洞内の風速分布が対数法則に従うことより求めると $9 \times 10^{-3} \sim 7 \times 10^{-2} mm$ 程度である。本実験では $\frac{1}{100}$ の模型を使用しており、 Z_0 は $\frac{1}{100}$ 程度となり、乱子レイノルズ数はほぼ一致する。

雪面の乱れの強さは谷藤・小川³⁾による

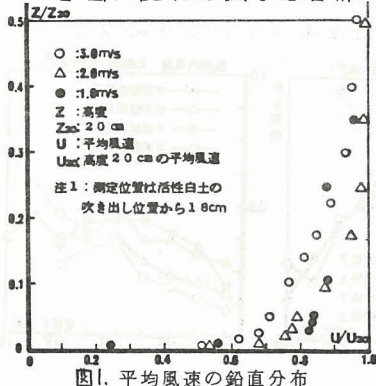


図1. 平均風速の鉛直分布

と12%程度である。本風洞内の乱れの強さは、 $0 \leq Z \leq 5mm$ で7~15%程度である。このように乱子レイノルズ数、乱れの強さについて完全ではないが、かなりの程度まで相似条件を満たす。また、活性白土面上の風速分布と雪面上の地表風モデルを図1に示す。

3. 活性白土と雪の相似条件

活性白土と雪の相似条件を粒度分布と落下運動から検討する。図2に活性白土、札幌の雪⁴⁾、南極の雪⁵⁾の粒度分布を示す。活性白土と雪の粒度分布は類似している。さらに、60%粒径では活性白土:0.01mm、札幌の雪:0.3~0.5mmとなり、 $\frac{1}{100}$ の模型の場合は、雪は $\frac{1}{100}$ 程度となり、幾何学的相似性もある。次に落下運動を抵抗係数 C_D とフルード数 F で検討する。雪と活性白土を小球と考えると $C_D = 24Re^{-1}$ となる⁶⁾。雪: $Re = 2.0 \times 10^{-3}$ 、活性白土: $Re = 2.18 \times 10^{-3}$ となり、 C_D はほぼ同じになる。フルード数は、雪: $\frac{1}{\sqrt{Re}} = 7.99$ 、活性白土: $\frac{1}{\sqrt{Re}} = 10.68$ となる。なお、雪粒子の落下速度は結晶構造によって異なるが0.5%, 活性白土の落下速度は0.1%とする。このように粒径分布、抵抗係数、フルード数について完全ではないが、かなりの程度まで相似則を満たすと考えられる。

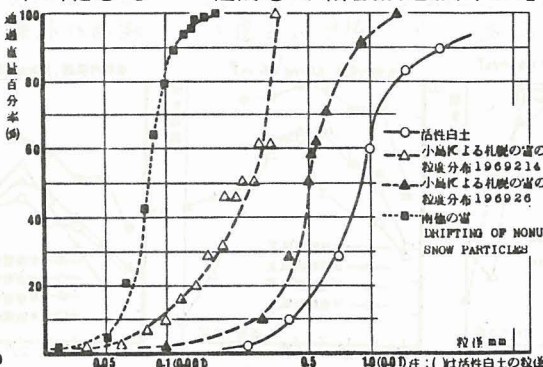


図2. 活性白土及び雪の粒度曲線

- 1) 航空学会誌11(116)
- 2) 流体の力学(培風館) 安藤常世著 P141
- 3) 土木研究所報告 5.30号6A
- 4) 北海道大学低温科学研究所業績 第993号
- 5) DRIFTING OF NONUNIFORM SNOW PARTICLES
- 6) 流体の力学(培風館) 安藤常世著 P169

模型雪による屋上積雪の風洞模型実験

その2 3つの屋根形の堆積の定性的性状

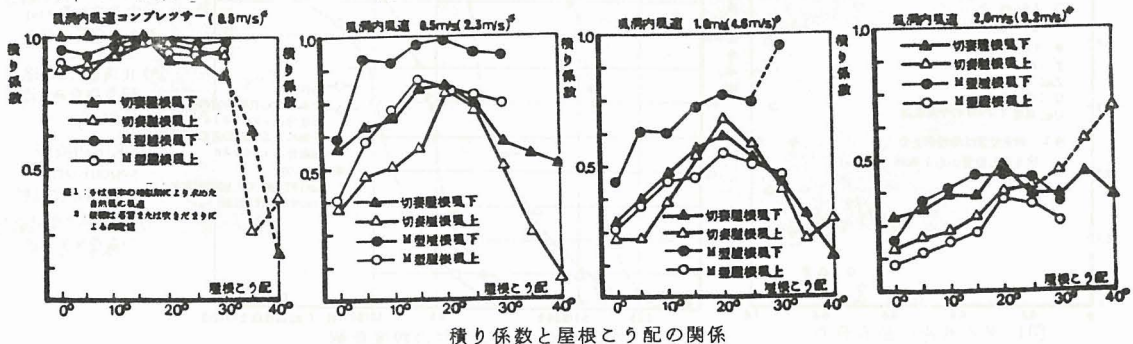
〇遠藤 明久・吉米 地司 (北海道工業大学)

1 はじめに 道工大小型粉体専用風洞装置(安濃、村上式)による屋上積雪模型実験から得られた、水平屋根、切妻屋根、M型屋根の活性白土堆積の定性的性状について報告する。

2 実験方法 (1)家屋模型 バルサ材で製作、家屋の1/100大を目途に、高3cm、幅3cm、奥行6cm大を基本形とし、それに切妻屋根は、5°から40°まで5°きざみの斜度の屋根の8種、M型屋根は、5°から30°まで5°きざみの屋根の6種を製作した。屋上面には活性白土が積りやすいようサンドペーパー400番を張った。(2)風速 コンプレッサーのみで活性白土を吹き出した無風に近いとき(以下「無風」という)と、風洞風速0.5% (根本式による自然風速換算値23%)、1% (4.6%)、2% (9.2%)、3% (13.9%)の5段階。(3)模型位置 吹き出し口から1.4m、1.8m、2.2mの距離の3列に、模型を4形式ずつ並べた。(4)実験時間 各2時間30分の堆積とした。(5)堆積深計測 ハットピンにミシン油を塗り、堆積活性白土にさし、付着した白土の高を、1%目盛りものさしで0.5%単位で目測。(6)地上想定板 地上堆積深との比較推定のため、模型前後に、地上想定板を置く。

3 結果 (1)「無風」時には、水平と切妻、M型の30°までは、斜度に関係なく、同じ深さで屋根全面に均一に積る。地上想定板の深さとも差は少ない。35°を超えると落下を伴うため減少する。(2)風速の増加と共に、「無風」時よりも全般に堆積深は減少する。また水平と切妻、M型とは、異った形を示す。(3)水平は、同一風速の切妻、M型よりも常に堆積深が小さい。水平の堆積深を地上想定板上(「無風」時の)との比較でいえば、風洞0.5%のときは地上板上の40%弱(風上)ないし60%(風下)、風洞2%のときは20%弱(風上)ないし30%台(風下)である。(3)切妻は、斜度20°を分岐点に異った堆積形状を示す。20°までは斜度増と共に堆積深は増すが、25°をすぎると減少する。地上板と比較すると、風洞0.5%のときは地上板上の80%(風下、風上共に)にまで達し、2.0%のときは50%(風下)ないし40%(風上)にまで達する。(4)M型の堆積は、切妻の風上・風下の階段形状と斜度とは異なる。

むすび 本実験の結果の屋上の堆積性状は、本学で実施している屋外実家屋実験の状況や札幌市内その他の実際の屋上積雪状況ときめわて類似の形状を示し、相応の信頼性をもちものとする。



昭和 5 7 年度講演会講演要旨

昭和 5 7 年度には下記のテーマで 2 回の講演会がおこなわれた。特に第 1 回目の講演会は、札幌市教育文化財団、札幌市、札幌市教育委員会が雪氷学会北海道支部の希望を全面的に受けいれて企画された「教文、学会公開講座」の一環としておこなわれた。大学公開講座が市民に開かれたものであるように、市民の方がたに学会活動の一端を知ってもらおうと共に共通の問題を考える場を持ち得たことは、きわめてよることばしいことであった。

開催時間が午後 6 時 3 0 分～8 時ということもあり、学会員に対しては受講料無料という特典があったにもかかわらず、あまり多くの参加が得られなかったのは残念であった。しかしまた、仕事を終えた市民の方々が熱心に受講される様子をみるにつけ、“雪・氷・寒さ”についての関心の深さを思い知らされ学会員としての責任を感じるひとときでもあった。

第 2 回講演会は、1 1 月 2 4 日、北大低温研の酒井教授を講師に招き、北大百年記念会館でおこなわれた。氏が長年にわたり一貫して研究を続けられた“植物の耐凍性”に関する講演には学会以外の方々も含め、多くの参加を得ることができた。

講師の先生がたはじめ、多大な御協力を賜った札幌市教育文化財団はじめ、関係諸機関に感謝する次第です。

* * * * *

講演会 ①

「教文・学会公開講座」

昭和 5 7 年 9 月 2 8 日 1 8 時 3 0 分～2 0 時

演題 「南極におけるヒトの適応能について」

講師 蜂須賀 弘 久 氏（京都教育大学）

昭和 5 7 年 1 0 月 6 日 1 8 時 3 0 分～2 0 時

演題 「寒さと雪氷現象 —雪害について—」

講師 秋田谷 英 次氏（北大低温研）

会場 札幌市教育文化会館

講演会 ②

昭和 5 7 年 1 1 月 2 4 日 1 3 時 3 0 分～1 6 時

演題 「植物の耐凍性と寒冷適応」

講師 酒 井 昭氏（北大低温研）

会場 北海道大学百年記念会館

南極におけるヒトの適応能について

蜂須賀 弘久

(京都教育大学
第10次南極地域観測隊)

(はいめ に)

極地における医学的研究の課題としては、寒気や昼夜パターンの変化や孤独の影響が考えられるが、筆者の参加した10次隊では(1968年～1970年)の間に基礎代謝の季節変動、体温のサーカディアンリズム、日々の摂取熱量と消費熱量等について継続測定と実施した。

(研究方法)

被検者は25才から47才までの健康な隊員で職種は隊長、医学、電離層、土木建築、通信、雪氷、気象、調理の担当で、年令と職種による日々の行動の違い、生理的な変化についても把握できるように留意した。

基礎代謝は早朝覚醒時にダークスバックに採気した呼気を分析して、気候や行動の関係について調査した。また、サーカディアンリズムについては体温、尿を測定対象にして、1日3時間おきに採計測し、その結果を日照時間との関係で分析し、昼夜パターンの変化によってどの程度生体のリズムが影響を受けるのかについて調査した。また、隊員の1日のエネルギーの収支については、調理前と調理後の栄養価の実質的な算出を行ってこれを摂取栄養に、一方隊員の1日におけるエネルギー消費量は、所定の行動記録用紙にその動きが逐一記入できるようにして、また補助測定としてペドメーター(万歩計)を常時携帯して、1年間の行動の変化を掌握しエネルギー収支の資料とした。

(研究結果と考察)

前述の目的と方法により越冬中の隊員全員と、特に依頼した8名の隊員の生理的变化を検討してみると、大体次のようになった。

- 1) 外気温が常時零下の環境においても、基礎代謝は夏低冬高の季節変動をしていた。
- 2) 日本において実測されている年令別基礎代謝基準値と比較してみると、越冬隊員の値(年間平均値)は、内地と同等なりしそれより高い値を示しており、明らかに寒冷気候に馴化しているものと思われる。
- 3) 摂取総カロリー中、糖質の占める割合は基地では55%で内地の70%よりは少ないが、それは極地における栄養管理の上からは脂肪や蛋白質の摂取が内地より高いことを示している。しかしながら、それでも欧米人の食習慣からみられる摂取比率より低かった。
- 4) 万歩計による年間の歩行量の変化を調べてみると、白夜期(夏)に最も高く、暗夜期の冬に最も低く、なお且つその変化の様子は気温の変化よりも、日照時間の間に相関がみられた。相関係数は前者で0.53、後者で0.64で、一年にわたり個人の行動を追跡してみると、年令の高いもの程動きは少なく、職種では隊長、調理、通信の隊員の動きの変動幅は少なかった。
- 5) 総体的に現在の昭和基地の観測活動は地味で動きが少なく、隊員は蓄積エネルギーにより肥満傾向にあり、その解決策としては余暇活動の充実と、簡単な体

育施設の設置が望まれる。

- 6) 睡眠の量は年間を通してほぼ7時間程度で、一応の健康状態は保れている。しかし、^{夜間}白夜期(夏)と暗夜期(冬)の睡眠パターンを詳細に調べてみると、暗夜期には非常に顕著な断続睡眠の徴候がみられ、精神的には“躁”と“うつ”の起り易い状況になっている。特に近代文明の中で、現代人が運動不足の上に自覚志向に向っていることを思う所、1つの警鐘をばらしているように思われてならない。
- 7) 1日当たりの体内リズムの変化を1か月分にまとめて、各個人別に検討してみると、暗夜期(冬)に緊張と弛緩の変動幅が小さくなっているように思われる。この冬の間の体温の変動幅の減少は、活動リズムと体温の固有リズムが相殺的に働くに因って思われ、このことは前項(6)の結果と併せて越冬中の生活管理には細心の配慮が必要であることを物語っている。

(総括)

南極におよる“ヒトの適応能について”基礎代謝、サーカディアンリズム、エネルギーの支出の面から越冬隊員8名について継続測定を実施したところ、次のような結果を得た。

1. 四季変化に敏感な日本人は極寒の地に行っても、季節変動を起している。
2. 白夜期(夏)と暗夜期(冬)のように日本にない特殊な環境下におよび人間の生理を詳細に分析してみると、暗夜期(冬:太陽のない時期)に問題が多いようである。
3. 最近の地直は観測活動を考へる時、健康維持のためには身体活動のできる場所とか、余暇のプログラムについて積極的に考へる時期に来ているように思われる。

(以上)

寒さと雪氷現象 一雪害について一

秋田谷 英次 (北大低温科学研究所)

現在のように車が普及し、しかも都市への人口集中が著しい社会では、一たび豪雪に見舞われると、雪害は多くの分野に支障をきたし、更には、二次的な災害もひき起す。又、積雪地帯では、豪雪がない場合でも、雪のため恒常的に住民の生活や産業活動に支障をきたし、これも一種の雪害と考えられている。

雪害という言葉が使われるようになったのは、それ程古いことではない。公の場で用いられたのは、大正の末期からで、雪国の生活水準(特に農村)を向上させるために、いわゆる雪害問題が政治の場でとり上げられ、雪害対策の必要性が論議された。一般の人々の間で雪害という言葉が使われるようになったのは、これよりさらにあとのことである。日本語の辞典を調べてみると、昭和29年以前に出版されたものには、雪害という言葉は載っていない。辞典に載っている雪害の定義も時代と共に変わっているが、文明が発達し、社会構造が複雑になるにつれ雪害の内容が変化し、雪害の影響が広範囲に及ぶようになったためである。例えば広辞苑(岩波)によると、雪害の説明は次のように変化している。

昭和30年 降雪のために受ける農作物などの被害

昭和44年 豪雪、積雪、雪崩のため、交通機関、農作物、構造物などが受ける被害

一度に多量の雪が降ると、積雪や吹きだまりによる交通路の閉鎖、なだれによる構造物の倒壊など直接的な災害の他に、長期に積雪が地上を覆っていることによる生活の不便さ、生産活動の障害などの雪による不利益も、広い意味の雪害である。

昭和31年に雪寒道路法が制定されてからは、国の予算措置により、除雪路線は、大巾に増えた。昭和39年には豪雪法が制定され、教育・農林水産・建設・厚生面の事業に対し国からの財政補助が行われるようになった。これらの法律で豪雪地帯と指定された面積は全国土の52%で、全人口の18%がこの豪雪地に住んでいる。国の豪雪対策経費の75%(北海道は80%)が道路除雪に費され、冬期の交通確保の重要性がわかる。その他、地方自治体でも多くの雪害対策条例が定められている。

雪害の大きさは、雪の量の絶対的な大きさと、量の急激な増加に関係しており、前者は最深積雪深、後者は日降雪深で表わされる。日本の最大積雪深の記録(気象庁)をみると、1位は富山県真川で750cm(昭和20年2月26日)、20位でも531cmで大部分は北陸で発生している。北海道の最大は倶知安の312cm(昭和45年3月)、札幌では169cm(昭和14年)と本州と比べるとはるかに少い。しかし100万人以上の人口をかかえる札幌の現状を考えると、雪害対策はやはり重要課題といえる。つぎに日降雪の深さの記録をみると、1位は富山県真川の180cm(昭和22年2月28日)、20位でも125cmとなっている。20位までの中に北海道が4件あり、最大は4位の160cm(渡島鹿部、昭和38年)、残りの3件は十勝で発生している。北海道の例はいずれも発達した低気圧が太平洋岸を北上したときに発生している。北陸の豪雪は、雪の量が北海道に比べ桁違いに多く、その様子を高橋喜平さんの著書から紹介しよう。高橋さんは新潟

県十日町の林業試験場勤務で、積雪観測の仕事もしていたが昭和20年2月26日には積雪深が425cmに達している。人々は屋根の雪を空地や道路に積み重ね、町のいたる所に高い雪の塔が作られた。雪の塔の高いものは16mもあり、これは札幌雪まつりの大雪像に匹敵する。当時は冬期は自動車が走らないため道路除雪は行われず、人々は踏み固まった雪路の上を歩いた。このため歩行者が道路から屋根の上に落ちて怪我をしたとか、道路を歩いていて電線に首を引っかけて、神社の鳥居をまたいで通ったという考えられないような話が書かれている。

北海道の大雪害の例をあげると、その1つとして、昭和47年12月1日の電線着雪事故がある。日本海で発達した低気圧が道南部を横断し、道東海上で停滞したため暴風雪となった。稚内方面の着雪事故が最も被害が大きく、175基の送電線鉄塔のうち47基が倒壊、4基が傾き同地方は長期間停電となった。着雪量は、送電線1mあたり10kg以上もあった。着雪事故は送電設備の損害のみならず、人々の生活に与える影響は大きい。例えば、夜間の室内照明は勿論のこと、最近では交通信号機の停止、断水、銀行オンラインの停止、冷凍食品の腐敗など、生活が便利になる程停電の社会に対する影響は大きくなっている。同じように、鉄道・道路・航空など交通網が発達した現代では交通に対する影響も大きくなる。昭和44年2月5日、日本海で発達した低気圧で道内は暴風雪となった。国鉄では58本の列車が立往生し、道路では国道14、道々187路線が不通となった。小中学校は全道の各にあたる1275校、高校は42校が臨時休校となった。国道12号線の三別大橋付近は吹きだまりのため立往生した車の列は5kmも連なり、500台の車と1500人の人が車もろとも雪の中に閉じ込められた。全員を救出するのに24時間、国道の開通には60時間も要した。

全国のなだれ事故の統計によると、大正7年から昭和49年の55年間で1555名の死者が出ているが、最近では山奥の集落の減少、鉱山、林業、水力発電ダムの工事現場など、山間部での冬期労働者の減少、安全対策の普及などにより、なだれによる死亡者は減少している。ちなみに北海道での死者の一番大きいなだれ事故は、昭和36年4月日高の沙流川上流の発電用ダム工事現場で、なだれにより34名の死者を出しているが、それ以後大量の死者を出すなだれは北海道では発生していない。しかし山間部の新たな道路の開通、スキー場の開発、登山人口の増加により以前とは違ったなだれ事故が起っている。北海道での雪や寒さが原因と考えられる人身事故を昭和50～53年の3年間でみると自動車事故によるものが179件で最も多く、次いで屋根雪の落下によるものが9件となっている。災害は進化するといわれているが、昔は雪による自動車事故は、社会問題とはならなかったものが、車の普及により激増したもので、社会構造の変化につれ、新たな災害が起っている。上にあげた自動車事故の65%は車のスリップが原因で、スリップ防止のために開発されたスパイクタイヤが道路舗装の破損、削られた粉じんの人体への影響が新たな社会問題となっている。自然現象を人間の都合のよい様におえつける特効薬は多分ないであろう。毎年冬は必ずやってき、量の差はあるが必ず雪も降る。雪が積っても夏と同じような、又雪のない地方と同じような生活を望むのは無理で、雪や寒さと共存する気持が必要である。近頃、防雪、克雪、剝雪、無雪をめざした町づくり運動が行われているが、科学技術の力と、その有機的、効率的な活用をはかる行政面での対応が必要である。

植物の耐凍性と寒冷適応

酒井 昭 (北大・低温科学研究所)

植物は氷点下の温度を凍結を回避したり、あるいは凍結した状態で耐えている。多くの植物細胞や組織は細胞外凍結で、すなわち細胞壁に接してその外側に氷を析出し、細胞自身は凍結脱水された状態で耐えている。この場合、その細胞からかなり離れたところに氷を析出する場合もある。現在のところ、細胞内が凍っても生きていられる細胞はまだ知られていない。いずれにしても、細胞外凍結状態では、ある温度までは、細胞内の水は温度低下につれ凍結脱水が進むが、氷が細胞内に侵入できないようなバリアーが存在している。しかし、細胞外凍結で、ある植物は -5°C の凍結にしか耐えられないのに、なぜ他の植物が -70°C 以下までも耐えられるのか、また細胞外凍結で、ある限界温度以下に冷されたときに、なぜ凍死するのかについては、まだ充分な説明が与えられていない。

落葉広葉樹の枝の木部の中心部から、外に向って数列の細胞群が放射状にならんでいる。これを放射組織とよんでいる。冬の落葉樹の枝の木部放射組織は -30°C 以下までも過冷却できるし、また、野外では過冷却で越冬していることが、いろいろな方法で確かめられている。木部のほかの細胞は $-8\sim-10^{\circ}\text{C}$ で凍っているので、まだ凍っていない放射組織細胞の水が、なぜまわりの凍った組織に向って脱水されないのか、また、なぜまわりの組織からの植氷がおこらないのか不思議である。おそらく放射組織を構成する細胞の細胞壁か、あるいは細胞膜が水を透過しないためと考えられる。また、両者が癒着している可能性も考えられる。いずれにしても過冷却であるから、木部放射組織の最低生存温度は $-40\sim-45^{\circ}\text{C}$ までである。事実、多くの温帯性落葉樹は気温が -45°C 以下に下がる地域には、ヤナギ属、ポプラ属、シラカンバ属を除いて、ほとんど分布していない。 -45°C 以下に冷え込むところにまで分布している上記の3属の植物は、示差熱分析で調べたところ、木部放射組織は過冷却ではなく、細胞外凍結する能力をもっていることが判明した。それでは、ヤナギなどの特別に耐寒性の高い落葉樹と、ほかの落葉樹の木部放射組織の細胞とでは、構造と機能がどのように違っているのだろうか。興味深い問題である。

北海道で自生しているトドマツやエゾマツなどの針葉樹の冬芽を切ってみると、その中心部にミミリていどの大きさの緑色の枝条原基がある。春になって芽がほころびると、これが伸長して新梢となる。この枝条原基のまわりには20~30層からなるリン片がとりまいて枝条原基を冬の乾燥から守っている。枝条原基を芽から切取って水につけて凍結すると -5°C の凍結にも耐えない。しかし、冬芽のなかにある状態では、枝条原基は -30°C まで冷やされても生きている。冬芽をその基部で切って示差熱分析すると、枝条原基以外の芽の組織は $-8\sim-10^{\circ}\text{C}$ で細胞外凍結するが、枝条原基のみは $-12\sim-13^{\circ}\text{C}$ まで過冷却する。そのため枝条原基中の水は、おもにその下部に、ちょうど霜柱のように、氷を析出する。そしてゆっくり冷却される時には、芽の中の枝条原基は -45°C 近くまでも生きられるが、速く冷却する時には、冷却中に枝条原基内に凍結がおこって死ぬ。したがって、枝条原基の生存最低温度は、過冷却のばあいと違って

冷却速度によって著しく異なる。北海道の針葉樹の芽は、ゆっくり冷却しても、 $-40 \sim -45^{\circ}\text{C}$ までしか耐えられない。示差熱分析で調べたところ、過冷却の場合と違って枝条原基が凍死する温度付近で潜熱の放出は認められなかった。このことから、強度の脱水によって枝条原基が凍死したものと考えられる。こうした凍結様式を、われわれはあらたに器官外凍結とよぶことにした。すなわち枝条原基を構成している細胞は、細胞外凍結に耐える能力をもたないが、器官ぐるみで外部からの植氷凍結を防ぎながら、凍結脱水に耐えている。アラスカ内陸部で越冬している針葉樹の枝を札幌に空輸してもらい調べたところ、これらの芽も器官外凍結で耐えているが、北海道の針葉樹とちがい、 -70°C まで冷却しても生きていた。すなわち、アラスカやシベリアの亜寒帯針葉樹の芽の枝条原基は強度の脱水に耐える能力を獲得することによって -50°C 以下に冷え込む厳寒の地でも生きている。器官外凍結では、冷却中の脱水が細胞外凍結よりも非常に小さいのが特徴である。その意味で器官外凍結は細胞外凍結と過冷却との中間的性格をもっている。すなわち、ゆっくり冷却される時には細胞外凍結的性格を、速く冷却する時には過冷却的性格を示すものと考えられる。

被子植物の多くの花芽や吸水種子も器官外凍結で越冬している。吸水した種子では、胚自身が凍れば死ぬが、最初に種皮が凍結する。ついで胚乳や胚中の水が種皮と胚乳膜のあいだに水を析出する。そして胚や胚乳は器官外凍結で強度の凍結脱水に耐えている。たとえばレタスの種子では -70°C 以下の凍結にも耐えることが知られている。

一般に葉や枝の韌皮組織は細胞外凍結、木部の放射組織は過冷却、針葉樹の冬芽の枝条原基や被子植物の花芽、吸水種子は器官外凍結をする。このように植物の組織や器官によって氷点下の温度に耐える適応戦略が異なっている。

熱帯植物は $15 \sim 10^{\circ}\text{C}$ の温度にある時間さらされると冷温傷害をうける。この傷害温度が熱帯植物の生存下限温度に相当する。この冷温傷害は、生体膜を構成する脂質の液晶から固相への相転移がその一次的原因と考えられている。温帯植物や亜寒帯植物は夏は約 20°C 、冬は $0 \sim -30^{\circ}\text{C}$ の非常に低い温度下で生きている。そのため、これらの植物は、 0°C 以下の温度でも生理機能を保持できるよう、夏から冬にかけて、夏型から冬型に物質代謝を転換して体制の転換をはかる。すなわち植物は夏の状態のままでじっと冬も耐忍しているのではなく、 0°C 近い温度で細胞の構造や成分を変えて、厳しい寒さに耐えられるよう細胞をつくり変える。こうした秋から冬にかけておこる一連の体制変換の現象を低温馴化とよんでいる。熱帯植物とちがい、温帯や亜寒帯植物は低温馴化能力を獲得することによって年温度較差の著しい温帯や亜寒帯でも生活できる。また、温帯や亜寒帯植物は自己の生活環の中に低温が組込まれており、ある程度の冬の寒さにさらされないと生存できないしくみになっている。

現在のグローバルな植生は温度と降水量から説明されている。しかし、こうした解釈論では、植物は受身的な立場におかれている。植物の側からすれば、植物は異なった地域の、異なった環境に適応的に分化、発散して現在の植生をつくりあげたものと考えられる。気候変動による森林の植生の変遷も同じであって、気候変化によって植物が受身に移動するだけでなく、変化した気候に適応した種を分化させ、これに積極的に対応した面をも併せ考えることが必要である。地球上の異なる気候に生育する植物の耐凍性は、生育地の冬の寒さに対応して高まっている。これは寒さの厳しいと

ころほど、寒さによる自然選択が強く進むため耐凍性の高いものばかりの集団となっているからである。現在、地球上で寒さの最も厳しいところまで分布を拡げている耐寒性の高い樹種はマツ科のマツ属、トウヒ属、モミ属、カラマツ属の4属に限られる。その他の科、属の植物は北方の亜寒帯にまで分布できる樹種を分化していない。第三紀始めに高緯度地域にまで分布を拡げたスギ科植物は、第三紀新世以降の気温の低下、季節性の激化に対応できず、絶滅するか、または暖地に遺存的に分布しているにすぎない。一般に異なる気候帯に広く分布し、しかも種数の多い属は遺伝的変異性に富み、環境適応能力が高い、そして、こうした植物のみが耐凍性の高い種を分化している。北アメリカ、ユーラシア大陸の広大な亜寒帯地域は、わずか10種ほどの木によって占められ、北方針葉樹林帯が成立している。

以上

雪と氷の観察会

「雪と氷の観察会」が、昭和58年1月14日、15日および30日に、札幌市青少年科学館主催、日本雪氷学会北海道支部後援により開催された。氷の薄片製作実習は同科学館の低温実験室内にて、雪の結晶のレプリカ作成は同館玄関、積雪断面の観察は前庭にてそれぞれ行なわれた。参加者は8-9名のグループにわかれ、午前または午後に3コーナを順番に回って実習を受けた。参加総数は129名、内わけは小学5・6年生88名、中学生9名、高校生5名、教員9名、父母10名、その他一般8名であった。講習指導は、科学館・高橋庸哉、北大低温研・大伴武都美、外塚 信、橋本雅之、入川真理、水野悠紀子、成瀬廉二が担当した。

なお、講習会後、科学館によせられた感想文の中から一文を以下に掲載いたします。

「雪氷の世界」に参加して

常盤小6年 花井文恵

私が一番心に残った実験は、氷の薄片づくりです。キラキラと光るのがとても印象的でした。今までは、ただの透明な固体だと思っていたのですが、こんなに美しいものだとは思いませんでした。同じ氷でも種類や切り方によって光り方が異なることに驚きました。

雪の結晶では、いろいろ複雑な形がありました。立体的なものもすてきでしたが、どちらかと言えば平面でいり組んだ形の方が好きです。驚いたことと言えば、粉のように小さなものまでが、大変複雑な形をしていることと、結晶の一つ一つは、透明な色をしているということです。雪は白い色ときめつけていた私にとって、新しい発見でした。そして、「結晶の一つ一つは透明なのに、どうして白い色になるのだろう」という疑問が一つでてきました。

最後に積雪断面ですが、地層にとってもよく似ていました。今までは、雪の断面に興味なかったのですが、今度から注意して見てみたいと思います。

今日は楽しい一日でした。またこのような会に参加したいと思います。

雪 と 交 通

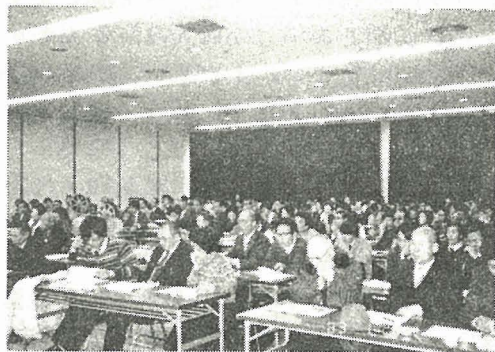
昭和58年1月28日、旭川市との共催により、旭川市民文化会館において地方談話会が開かれた。当地での談話会は、これが3年ぶり3回目である。今回は、冬期間の自動車走行に関する問題点を、冬の気象、事故の実態及びスパイク・タイヤの構造と性能の観点から取り上げ、談話会のテーマを“雪と交通”とした。話題提供は、道央を中心とした冬の気象の特徴を気象台の若原勝二氏、冬道での自動車事故に関して多くの資料を有してみられる警察署の浅野正紀氏、及び自動車工学からみたスパイク・タイヤの安全性について道工大の堀内 教氏にお願いをした。参加者は、一般市民のほか、冬の交通に関係のあるハイタク、運輸業界や交通安全の担当者ら200人以上に達し、大変盛会であった。川原俊男氏（旭川市役所）の司会による自由討論では、多くの具体的な問題が提起され、活発な意見の交換が行われた。その中には、4輪駆動車の運転の仕方、スパイク・タイヤへの過信は危険であり場合によってはスパイクレス・タイヤの方が安全な場合があることや、簡単な安全運転の見分け方など、実用的で興味深い質疑応答があった。このように、今回の地方談話会を成功裡に行なうことが出来たのは、テーマの選定から講師の紹介に至るまでの多くの方々の御助力、特に旭川市市長公室の皆様の御協力があったためであり、ここに深く感謝いたします。

地方談話会 昭和58年1月28日 旭川市民文化会館

テ マ 「雪 と 交 通」

話題及び講演者

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1 “旭川の冬の気象” | 若原勝二氏（旭川地方気象台） |
| 2 “冬の交通事故の実態” | 浅野正紀氏（旭川方面旭川警察署） |
| 3 “車はどうしたら滑らないか” | 堀内 教氏（北海道工業大学） |
| 4 映画 “冬と道”（30分） | |



旭川地方談話会における
聴衆

地方談話会を開催して

川 原 俊 男 (旭川市企画課長)

学会という言葉の響きが、一般市民の方がたに近寄りやすいという感じを持たせるのだろうか、常日頃考えていた。この私の気持ちの中には、多分にこれまで数回旭川で開催した雪氷学会の情景が頭から脱していなかっただけである。

昨秋、雪氷学会北海道支部の幹事の先生から、地方談話会も旭川で開催してもよいとの連絡をいただいた時も、正直なところふっと、そんな想いがかすめたのである。

地方談話会をお引き受ける私共市町村の担当者は、「良い機会が得られた」と心はずませると同時に、とにかく多くの方の参加していただけるものにしたいと、まず考えるのである。そのために私共は“学会”という堅いイメージを払拭するような市民受けのするテーマ選定に最も意を注ぐことになるのである。だから、学会の先生方には誠に申し訳ないと思いつながら、学会とはほど遠いテーマと内容をお願ひすることになるのである。

さて、今回の談話会のテーマは“雪と交通”とさせていただいた。これは旭川市政の柱の一つが、北国に視点をおりた街づくりであること、さらに、昨年異常な増加をみた交通事故の実態から、旭川市では交通事故非常事態宣言をし、市民総ぐるみで交通安全運動を展開していることを併せ考えた結果である。

ところで、北国に視点をおりた街づくりといっても、半年間冬の生活を余儀なくされる旭川にとっては、行政的にも極めて多岐な分野に亘ることになるが、私共が最も力を入れなければと考えていることは、冬の生活を豊かで快適なものにしていくとする市民の意識の高まりを図ることである。いいかえると、旭川市民の中から“冬はいやだ”、“冬は暮しにくい”という声がなくなることである。

たしかに、私共の日常生活を見渡すと驚くほど北国で生活するには相應しくない多くの実態が見受けられる。したがって、私共が北国の生活実態を正しく認識し、そこに住んでいくことの問題点をはっきりと見極め、北国での生活を改善していこうとする意識をもつことが最も緊要なことである。このためには、雪や寒さがつきまとう北国に住んでいるのだというしつかりとした認識をもつことである。

ここ数年、旭川市が実施している北政視察団の派遣、冬を描く児童生徒絵画展もこうした観点に立って取り組んでいるものであり、今回の談話会もその一環である。特に、私共にとって今回の談話会は、旭川市がこれまで進めてきた北方生活問題の成果を知る機会でもあったし、今後の北国に視点をおりた街づくりを進める目安にもしたいと考えていたのである。

談話会の当日、市の広報紙や新聞報道でこの談話会の開催を知った市民が会場を埋めた。二百人収容の会場に入れずお帰りになった市民もいた。私の頭の中にあつたこれまで数回開催した学会の情景は、すっかりと消え去っていったのである。

北国に視点をおりた旭川の街づくりも、どうやら定着化しつつあると思いつながら、旭川に雪が降る限り続くこの課題に、雪氷学会の先生方の御尽力を今後ともお願いする次第である。

旭川の冬の気象

若原勝二（旭川地方気象台）

1、まえがき 秋空のもと、石狩川のほとりから眺める真白い大雪山の山並みには、厳しい冬の訪れをも忘れさせる美しさがある。その山にも、冬になるとなかなかその全容を現さなくなる。雪雲やスモッグに覆われる日が多くなるからである。冬期間蓄えられた山の雪は春から夏にかけての有効な水資源となって水田や発電などに利用される。しかも、石狩川のとうとうとした流れは、私達を和ませながら神居峡谷を出て日本海へと戻って行くのである。このように水の循環をもたらす主役が大陸からの乾燥した季節風である。アジア大陸と太平洋という熱容量の違う領域に挟まれた日本付近は、地球をめぐり大気の流れから見ると冬期間は特に、低気圧の発生しやすい条件を備えている。低気圧が発達しながら北海道の東に抜けた後、季節風が持つていったとばかりに、大陸から吹出してくる。日本海上を吹走してくる過程で、海面からの暖湿な空気との対流を繰り返しながら、雪雲を発生、発達させて西岸から旭川方面に入ってくるのである。

2、雪 旭川の1月の降水量80mmは、海岸から30~40kmに分布する多雪地帯(200mm)の1/2から1/3である。雪片は密度が小さいため、落下速度が雨粒の約1/10で、下層の風に支配されやすく、それだけ地形の影響を大きく受ける。例えば、雪片の落下速度1m/s、高度3.0km、平均風速10m/sと仮定すると、この雪片の落下地帯は海岸から30kmの所になる。よって、海岸から60km余り離れた旭川が大雪になるためには、雪の高度が高く、海岸からの吹送距離が最短の西向きに風が強くなければならぬ。

そのような条件がそろうのは表1でも分かるように11月である。留萌沖の11月の海水温は11度で1・2月の2倍高く、真冬の寒気が大陸から吹出す時は、背の高い活発な雪雲ができて、旭川付近まで入り込むのである。日本海側の気象官署では1・2月に大雪を記録しているところが多い中で、注目すべきことである。なお、初冬の大雪は心理的、社会的にも冬への準備が不完全な時であるため、災害に結びつきやすいから十分注意が必要である。

表1図は旭川大雪時の1例として今年1月9日の天気図と地上流線を示した。低気圧の発達、東面の背の高い雲列、旭川付近の強雪域(6~9cm/hr)に対応する収束域の存在が特徴的である。

3、寒さ 一番冷え込むのは、大寒以後の1月下旬で特に1月25日から31日の間は最低気温の出現率が高い。しかし、このまま春に向うのではなく、2月中旬に再び最低気温の極小値が現われる。これはオホーツク海沿岸に流氷が接岸し、より冷えやすくなるためで、この頃よく旭川付近に高気圧ができて日本海からの雪雲の進入を妨げてしまう。

日	日降雪量 最大値	年、日	日降雪量 最大値	年	日降雪量 最大値
11	54 cm	1969.25	303 cm	1954	116 mm
12	42	1976.22	244	1975	95
1	48	1967.23	243	1958	80
2	38	1969.1	185	1951	64
3	30	1980.10	170	1980	62

表1 降雪量の統計(1953~1980)

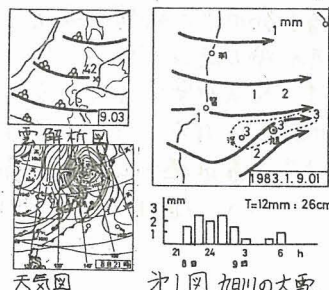
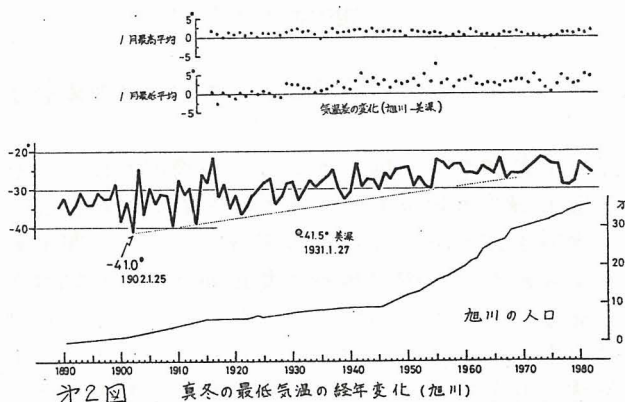


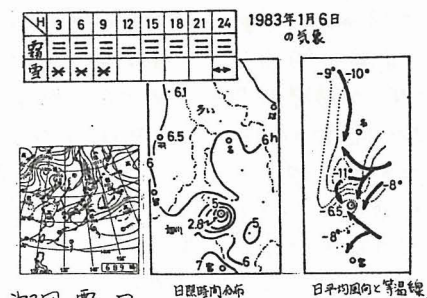
表1図 旭川の大雪

観測開始以来の最低気温極値(真冬)の経年変化を見ると(オ2図)、上限が -22.3 度であり変化は11のに比べて、下限は全国一の -41.0 度を記録した1902年から約 0.2 度/年の割合で順調に上昇していることが分る。特に1950年頃からは -30 度以下になっていない。このように冷えがなくなったのは上川管内全体でないことが、オ2回上から認められる。同じ管内で観測所日本一の記録(-41.5 度)を



もつ人口変化の少ない美深町(現在8300人)との最低気温(1月平均)の差の変化を見ると、1920年代までは旭川との差が全くなかったのに、旭川の人口が7万人に達した1930年頃から美深より旭川の方が $3\sim 5$ 度定常的に高くなっている。最高気温の差は1960年以後小さくなっている、都市化しつつある旭川(現在36万人)は冷えがらく暖まりにくくなっていることが分る。

4. 霧 冬の霧日数(1951~1980)は1月が一番多く10日、12月と2月が7日、3月が4日となっている。霧がかかっている時間は夜半過ぎから日の出直後までが多い。しかし、今年の1月6日は、日中も霧が消散せず正にロンドンをおわせる息苦しい1日であった。その時の気象状況を示したのがオ3図である。これから分るように旭川の日照時間2.8時間は周囲の半分以下と極端に少ない。平均風向から求めた流線は、旭川付近が収束するようになっていて、相対的に気温が高く、同りから冷気が上川盆地内に次々と下っている様子が分る。この日、筆者は霧の中を歩いて家路に向っていったが、場所によって極端に見通しが悪く(視程10m位)、そこでは工場の臭気が鼻を突いたのである。



オ3図 霧の日

よって霧は盆地内の湿度の高い空気が冷やされることによって発生するのであるが、川からの水蒸気、工場の煙や車の排気ガスが加わって一層濃度を高めるのである。5. あとがき、旭川の冬の気象は以上のように、その地理的条件から季節風の強弱と都市化の影響で変化に富んだものである。季節風が強い時は一般に雪が多く、朝方の冷え込みが緩み、空気は雪によって清められる。これに反して、季節風が弱い時は、大気が安定しているため雲も少なく、夜間放出される熱が多くなるから冷え込みが厳しくなる。このような時は風も弱く、汚染物質が下層にたまり、水蒸気と微風の効果が霧が発生し交通関係や生物に害を及ぼすようになる。

やはり、旭川の冬は白い雪におおわれている方が、健康で文化的である。

冬の交通事故の実態

浅野正紀 (加川警察署交通第一課長)

はじめに、

寒冷、降積雪という冬期現象はスベリに起因する交通事故の発生にとどまらず交通管理施設の未済、視認障害、生活空間が侵害されるといった駐車苦情の増加など、とくに白の道路の出現が道路交通にもたらす影響は多種多様であります。冬道の交通事故を防止するためには北国の智慧と工夫が生かされて効果的な施策は勿論のこと、なによりも一人一人が冬道の危険性を正しく理解、認識しすべての交通行動の中で安全走行の習慣づけをすることが基本であります。

1. 冬期交通事故の実態

道内の冬期間(11月～3月)の交通事故は昨冬で年間事故の約40%を占める7,104件発生し死亡事故は前冬比+23名の184名を数えています。

月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	累計
件数	57	131	136	113	104	129	157	177	195	160	176	151	1,756
死者	57	25	23	37	38	56	32	63	87	55	71	47	588
死者	54	21	16	22	18	51	46	56	65	55	52	44	501

冬期間(11月～3月)事故	56年	55年	増減
件数	7,104	6,665	+439
死者	184	161	+23

○冬期の車両走行は心理的に除排雪の装備した幹線道路へ集中する傾向にあり、気象条件の急変しやすい道路交通環境を意識的に回避するがゆえに日・時・場と同一くして交通の増大現象が行なわれます。一般的に交通量の増と事故率の関係では事故減の評価を受けますが問題なのは同じ集中混雑と比較しても高・中・低の混合交通度合がより強くなり走行速度の適正水準が乱れる要因が生じます。道内の交通事故死多発要因には大型混入率が高い側面があります。すべりとともに混合交通の度合が冬期事故率を高めている実態を知る必要があります。

○このような観点から冬期交通事故は幹線道路に集中し、かつ同時多発傾向にあるといえます。昨年管内(12月)では過去の記録にない7名が死亡したように除排雪の質的向上拡大とともにスピードに対する安全意識のズレが拡大し日常生活圏にまで拡散しつつあります。日常生活経験との比較(屋外活動が制約される冬の運動のあり方・車から走りにくいという錯覚、行楽交通が活発化しない……)において感覚的にピークは夏期という画一的な先入感があるとするは改める必要があります。

2. 冬期交通事故の要因

冬期現象が道路交通環境のみならず人車に及ぼす影響は視界不良・ウィンドへの附着という外的要因、他生体生理機能の反応に及ぼす変動をもちます。とくに白一色という比較的に定した道路交通環境の中より真冬の判断作用が継続されると初冬期に大型事故が多発する傾向にあります。環境の変化に対応する意識の切りかえの程度が技術面での操作誤りを誘発し車両性能の向上等が無意識的に慎重さを欠き過剰判断に陥る可能性があります。管内の1月中の人身事故88件の43%は追突で占められ、鮮やかな間に合うと思ふべきであり、真冬の追突は認知遅れが主原因であるのに対し認知後操作誤りが主原因となるのはスベリの判断がせむと云えます。

○慣れてゐる側面

去る1月信号交差点での右折車を認め追突を避けるべく急制動をしたため方向性を失い左前側に滑走暴走し歩道上の婦人を死に至らしめた事故は回避余裕がありながら技術面(免許取得後2ヶ月)の対応に慎重さを欠いたものであり、同11月山間部下り坂カーブで正面衝突、同乗者死の事故も確率的に加減速の変化がありながらスピード制禦が充分行われず発生した下り車事故にも同様のことがいえる。

○慣れすぎた側面

道交法では交差点優先関係が明示されていますが冬期の道路環境の中では常態が逆転する場合があります。広路が狭路に、早通し良が悪くに、夏期と同様の交通行動では交差点出合頭事故の増加現象はあながちスベリにすべて起因しているわけではありません。不確実な停止確認の常態行動が冬期はより事故に直結する要素を含んでいることは交差点附近の雪山からも明らかであります。慣れからの情性運転が冬期には危険な落とし穴となる事を理解すべきでしょう。

3. 冬期交通事故の態様

冬期間の交通事故の中ではスリップ事故、視界不良事故、わだち事故、スキー・リゾに關連する事故を概して冬型事故と称しています。

○スリップ事故

統計からみて約8割を占めるスリップ事故はカーブ正面衝突、交差点出合頭等制動時のスリップ走行時のスリップが原因で発生しています。雪路でなくとも滑べる事を注意する必要があります。去る11月、川に車が転落、同乗の高校生が死した事故は山側からの融雪水が路肩部分に僅かしみ出し夜間凍結(薄氷)が車両走行に影響を与えたものであります。冬期は昼夜の道路交通環境の変化も急激におきとくに山間部ではこの点の心構えが必要となります。

○視界不良事故

地吹雪現象を含め視界をこぼさる現象が多くあります。先行の大型車が通常速度で走行している車が後続の普通車に安全の判断を誤らせ追突事故も誘発する場合があります。地吹雪が眼下と眼前で発生しているのに気づかず自律性を失い目くら運転を継続するためです。視界不良事故はこのように追突、歩行者との衝突に代表されます。地吹雪事故の147件を分析した調査の中で「運転をそのまま継続する意識が10年以上歴を有する熟練ドライバーの40%にあることは1種の過信といえます。

去る1月先行車の雪煙の陰からの横断歩行者の発見が遅れ、重体事故例は雪煙が作用したのであります。市街地には交差点が無数に存在するが、この雪煙追従の場合には横の警戒力を失い、いつか必要でありそのためには速度の制禦、車間を充分空けるにしなければなりません。

○わだちの事故

わだち事故は正面衝突が代表例であります。正面衝突という衝撃力の他、突如として発

生するがゆえに防護準備の「間」がなへため互いに畏怖するケースが傾向としてあります。去る12月わだち上り坂を登坂中の車がスピンし正面衝突で人身死の事故が発生したのであります。すべての車にわだちかへ致するとは限りませんが、軽四輪を運転してゐた車から少なからず技術的側面が影響したものであります。わだちが突如として出現するものでない限り、どのコースを選択するか、車輪などの位置にすべきか心に合すべきでしょう。

○その他の事故

スキー、ソリ遊びの事故で毎年悲惨な状況があります。雪の深い、雪のこけいという両面子供がどのような時、場合、方法で冬の遊びをしているのか保護者の注意の程度が問題視される事故といえます。

区分	年別	50	51	52	53	54	55	56
冬期間(11月-3月)死者数		163	175	173	177	164	161	184
冬型死者数		47	53	47	58	39	35	46
占 率		28.8%	30.3%	27.2%	32.8%	23.8%	21.7%	25.0%

区分	年別	スリッパ事故	視界根事故	わだち事故	その他事故	計
発生 件数	56年	1,550	185	189	124	2,048
	55年	1,457	219	116	149	1,941
死者数	56年	35	4	5	2	46
	55年	21	9	3	2	35

①冬型事故の主な特徴（道内）

- 冬型事故の26%はスリッパ事故である。
- 午前中(8~12時)に多発しており、特に8時~10時の時間帯が全体の約半を占めている。
- 追突事故が約4割を占め死に事故は正面衝突が6割を占めている。
- ハンドル、ブレーキ操作の誤りによる事故の発生率が高いが死に事故の半数以上はスピードの出し過ぎが原因となっている。
- 20代代の運転者の事故が4割近くを占めている。
- 5年未満の比較的運転経験の浅い者の事故が多いが死に事故は5年以上の者の事故が6割以上を占めている。

おわりに

防犯運転技術とは他人の性格(人・車・道路)・行動を充分みぬき常に自分を安全な位置に置くことと云われる。道路交通環境条件の変化に対応する知識・技能に裏打ちされた交通行動が心身のゆとりにつながり防犯技術を可能なうしめるものであります。自然の法則に従って事故回避することはできない事に留意すべきだと思います。

車はどうしたら滑らないか

堀 内 教 (北海道工業大学機械工学科教授)

冬型自動車事故の特徴はスリップ事故に代表されるように、雪氷路でのタイヤと路面間の滑り易さが原因と言われる。滑り防止策としてチエン、スノータイヤ（以下SNと言う）やスパイクタイヤ（以下SPと言う）が使われて夏と同じように自由自在に走行しようとしている。しかし路面状況と運転者の判断ミス等によって事故が発生している。雪氷路ではどのようなタイヤを使用しても夏の道路と比較して滑り易いと言うが、少しでも滑らないように走るにはどうしたらよいか。

1. 雪氷路用タイヤとは : 夏タイヤに比較してトレッド（路面）ゴムを厚くして、深い溝を掘り接地面の模様を種々に変化させ、ゴム表面に細い溝をつけて路面との滑り抵抗を大きくしようとしたのがSNである。1964年にフィンランドで特許が出されたスタッデットタイヤ（SNに鋼製又は超合金製のピンをトレッドに打込んだタイヤのこと）は日本ではスパイクタイヤと称してこれが雪氷路用タイヤとして普及し、SNよりSPが多く使われている。北海道では乗用車・小型車で100%近く、大型車でも75%程度の装着率である。スパイクピンの

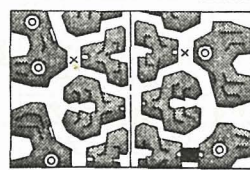
図-1 SNタイヤパターン

SNOW GRIP SPIKE (SGS)



図-2 SPタイヤパターン

WINTER RADIAL708 (RD708)



外径は乗用車で2.5~5.0mm、ゴム面からの突出量は1.5~2.5mmで、ピンの本数は80~120本程度である。氷盤路でピンの効果ありとメーカーがPRして来たので、チエンの取扱いの不便さ、乗心地の悪さが敬遠されてSPは今や雪氷路の滑り止め措置として、その性能を信頼されてたれも疑うことなく益々普及される傾向にある。

2. スパイクピンの効果とは : 氷盤路での実験例で比較してみると、

旋回、制動、発進加速の結果は大よそ図-3~図-5に見られる。（注一 昭和57年11月、日本自動車タイヤ協会が盛岡市営スケートリンクの氷盤

で実験した結果）ここにスパイクレスタイヤ（以下SPLと言う）と言うのは近年市販されるようになったスパイクのないラジアル構造のもので、

ゴム質等が従来のSNに比較して低温でも軟く、氷盤路での性能が良いと言われている。SPLの市販量は未だ少ないので、一般にはその性能は知られていない。筆者はこれまでの研究結果からピンの効果について次のように考える。タイヤの回転が停止し滑走を始めると大きな滑り抵抗が発生する。又停止していたタイヤが回転を始める瞬間に大きな滑り抵抗が発生する。従ってその他の状況では、余り大きな滑り抵抗は発生しない。タイヤの回転方向に沿った滑り抵抗は回転が始まる時（駆動力が作用するとき：滑り率が0%に近いとき）か回転が停止した時（制動力が作用して回転が停止した時：滑り率100%のとき）最大の駆動力又は制動力を発生するのに役立つが、横方向力が作用しているとき（旋回時）には余り横方向の滑り抵抗力は発生しない、と言うことがピンの特性と言える。特に急制動の車輪ロック制動のとき、SNやSPLに比較してSPの制動距離が短くなる言うことでユーザーはSPが安全走行に必要なだと考えている。一般的には、氷盤が薄い路面で急制動すると、氷盤が割れてピンが直接舗装路面を摩擦し、制動距離が短くなるという体験や、氷盤路に残るピンの擦過痕を見て、ピンの効果がSNよりも大きいと考えている。急制動においては確かに、ピンの有無の優劣は明らかで、これを

図-3 制動試験の結果

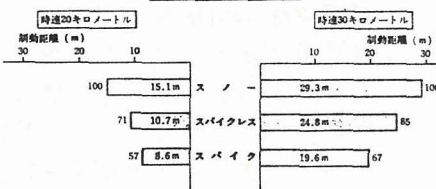


図-4 発進試験の結果

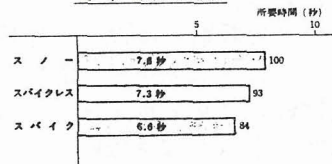
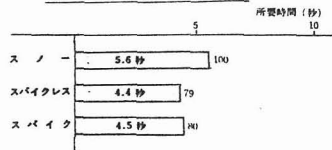


図-5 コーナリング試験の結果



摩擦係数で比較するとピンのあるSPで0.20~0.22、ピンの無いSPLで0.12~0.14で約0.1の差異が認められる。この0.1の差は制動初速度が早くなると制動距離の長短では可成り大きな差となる。しかし、氷雪路での急制動、特に車輪ロックは車両の方向安定性に悪い結果をもたらすことが多いので、運転者は急制動しないことを最善の秘訣と教えられている。

3.トレッドの作用とは : 雪氷路用タイヤトレッドの作用はタイヤ性能を決定するもので、ピンの効果を考える以前の基本事項である。回転したタイヤの接地部では凸部(トレッド模様)は雪を圧縮し、溝は押し出された雪をその中に一杯にくだませて固まらせ、接地面以下の雪を粗な組織から密な組織に変化させるので、丁度トレッドの凸部は雪の中にくだ込んで、その模様通りの雪型が生成されるので歯車がかみ合ったような状態になっている。これが滑り易い雪路を走ることができる機構である。しかし、雪を圧縮したトレッドは次の瞬間には接地面を離れる。この時、溝にくだんでいた雪を放散する作用によって(これはゴムの弾性変形による)溝の中の雪又は氷雪は無くなるので、次の接地時の雪氷のくだ込み作用が可能になる。この繰り返しのことによってSN、SPL、SPの各タイヤは走行が可能になる。SPも基本的にはSNの性能に依存している。SPLは氷盤路面で細い氷面の凹凸をとらえて滑り抵抗を増すように材質や模様が改善されたもので一般のSNより良い場合もある。SP、SPL、SNのタイヤが最も滑り抵抗が小さくなるのは、氷盤路面に水膜がある場である。タイヤ接地圧による摩擦で氷面が溶けて水になること、又は気温が高くなって表面が溶けて水になってしまふとゴムの作用は、溝の中に水が入ってしまふと雪又は氷との摩擦作用が不十分になってしまうので滑り易く、発進や制動の性能が極端に低下してしまう。氷とゴムの間に水による潤滑作用が発生する時が最も危険である。

4.滑らないように走るには : 路面の滑り易さに対してはタイヤのゴムの作用を十分に理解した運転操作が基本になる。(1) 急制動しないこと(早めに減速する、エンジンブレーキ利用)(2) 制動したまま車両を停止しないで最後はタイヤを転動させて停止する(トレッド溝の氷雪を放出させて、次の発進時のゴム作用を活用するため)(3) 旋回時には直線部で思い切って減速して、一定速度で旋回すること(どんなタイヤでも横すべり抵抗は直線走行時より数段と低下する。特に駆動力が作用するとなお低下する。)(4) 気温や路面温度を考えて走行すること(最も滑り易いのは路面温度が0℃~-6℃位まで、それ以下では次第に滑り抵抗が大きくなる)気温が-10℃以下ではザラザラの氷の粒子が生成され、走行中フエンダー等に分散しその音がわかる。タイヤ騒音が聞えないような路面は降雪中又は新雪があったり、圧雪の表面が凍結している場合である。(5) 路面のわだちと他の部分は色が異なる。透明に見える部分と白く見える部分では、透明で暗く見える部分はわだちである。多くのタイヤによって雪の結晶が一定の方向に押されて、滑り易い面が並んでしまっている。即ち氷盤に近くなっている。白い部分はまだ雪の結晶が比較的ランダムに並んでいて、空間があると言うことで滑りにくい。筆者の実験ではわだち部分とわだち以外の部分での摩擦係数の差が0.15~0.2 (SPLで路面温度-4℃)あった。従って道路中に余裕のある所ではわだちを出て走れば滑りにくいことになる。(6) FR車(前輪駆動車)や4WD車(全輪駆動車)ではSPL、SNで雪氷路を安全に走行できる。ただし、カーブ走行では直線部での思い切った減速が必要である。(7) AT車(自動変速機の車両)であれば発進、加速がスムーズであり、これのFR車、4WD車であれば一層運転が容易である。ただしカーブの減速は早めに急坂路でのエンジンブレーキには慎重な操作を必要とする。(8) FR車で横すべりし易いならば何か重い物を積荷して輪荷重を大きくしてみるのも良いが、減速を早めにする。(9) SPの性能は限られた条件の時有利であるから過信してはいけない。冬道の安全運転はSPを使わないで、SPLで訓練したら滑らない運転技術を身につけられる。(10) 慢然と前車のわだちにはまって走らぬこと。滑べらない路面を深して走るシビアな運転技術を体得すること。冬道の安全運転はスパイクタイヤに依存しなくて走れるような運転の知識、技術、深い読みのできる心の余裕を持った運転を目指すことである。滑らないようにするには、考える運転が必要である。又車粉公害を減らして行くためにも雪や氷の特性を知って運転の知識を豊富にすることは現下の急務であると考えます。

昭和58年度研究発表会講演要旨

日 時 昭和58年6月9日(木) 10:40~17:00

場 所 北大百年記念会館・大会議室

プログラム

(10:40~12:10) 座長 佐々木 浩

1. 石狩平野における降雪の広域同時立体観測…………… 35
若浜五郎, 遠藤辰雄, 山田知充, 藤吉康志, 秋田谷英次, 遠藤八十一, 小林俊一,
成瀬廉二, 古川義純, 小西啓之, 入川真理, 橋本雅之(北大低温研)
2. 降雪雲のゾンデとレーダーによる同時観測…………… 36
遠藤辰雄, 藤吉康志, 入川真理, 小西啓之, 山田知充, 若浜五郎(北大低温研)
3. 石狩平野の一続きの降雪における降雪水量分布の観測…………… 37
山田知充, 秋田谷英次, 成瀬廉二, 遠藤八十一, 小林俊一, 若浜五郎(北大低温研)
4. 北海道積雪分布図(平均最深)について…………… 38
増田久夫(林業試験場北海道支場)
5. 低温領域(0℃付近)の着雪発達の確認実験について(第3報)…………… 39
山岡 勝, 小林裕一, 安味和幸(北電技研), 若浜五郎(北大低温研)

(13:10~15:00) 座長 桜井修次

6. 台地と谷すじの放射冷却の比較…………… 40
田中タ美子, 藤原滉一郎(北大農学部), 小林大二(北大低温研)
 7. 林地における地面融雪量測定例…………… 41
北原 曜, 真島征夫(林業試験場北海道支場)
 8. 石狩平野を貫く高速道路のふぶき対策について…………… 42
中田雅博(日本道路公団札幌建設局)
 9. 冠雪防止対策について(Ⅱ)(面状発熱体と傾斜アダプターの効果)…………… 43
小林裕一, 山岡 勝, 安味和幸(北電技術研究所)
 10. ほふく型常緑樹の生態について…………… 44
斎藤新一郎(道立林業試験場)
 11. ハイマツの氷河期への適応について…………… 45
斎藤新一郎(道立林業試験場)
- (15:10~17:00) 座長 山田知充
12. 走行車両による積雪路面のフラクタル次元について…………… 46
能町純雄, 角田与史雄(北大工学部), 松岡健一, 岸 徳光(室蘭工大)
 13. 模型雪による屋上積雪の風洞実験…………… 48
その3 軒高が屋上積雪に及ぼす影響…………… 48
苫米地 司, 遠藤明久(北海道工大)
 14. 模型雪による屋上積雪の風洞実験…………… 49
その4. 背後建物が前面建築物の屋上積雪に及ぼす影響…………… 49
遠藤明久, 苫米地 司(北海道工大)
 15. 光学機器による大型ドーム上積雪深の観測…………… 50
—真駒内屋内スケート競技場について(1982-1983)…………… 50
桜井修次(北海学園大学), 城 攻, 柴田拓二(北大工学部)
 16. 超音波による海水の性質について…………… 51
佐伯 浩, 小野敏行, 酒井雅史(北大工学部)
泉 洸(東海大札幌校舎)
 17. 海水と各種土木材料間の凍着強度について…………… 52
中沢直樹(パシフィックコンサルタント)
小野敏行, 酒井雅史, 佐伯 浩(北大工学部)

。若波五郎，遠藤辰雄，山田知充，藤吉康志，秋田谷更次，
遠藤八一，小林俊一，成瀬康二，古川義純，小西啓之，
入川真理，橋本雅之（北大佐温科学研究所）

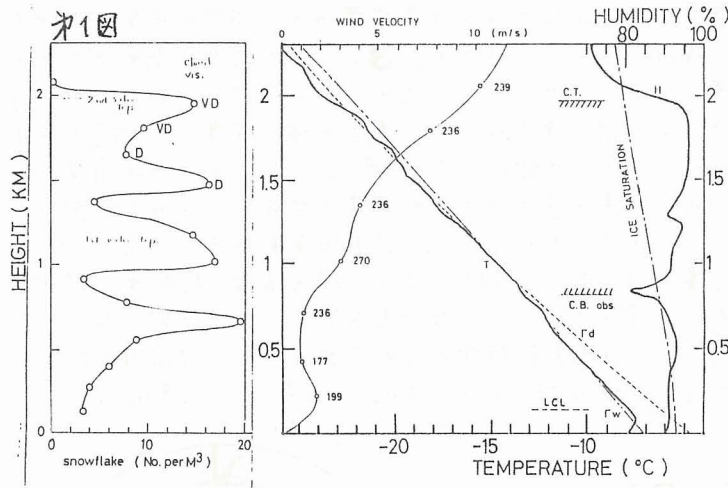
回; 北大位温研, ▲; 長期自記降雪量計
○; 新降雪量, 積雪深, 積雪水量定章



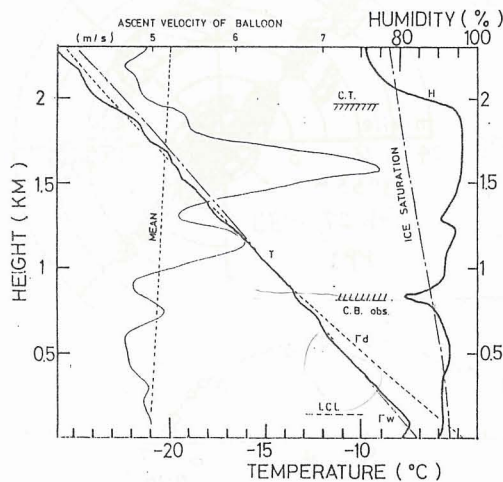
降雪雲のゾンデとレーダによる同時観測

遠藤辰雄 藤吉康志 入川真理 小西啓之 山田知充
若狭五郎 (北海道大学低温科学研究所)

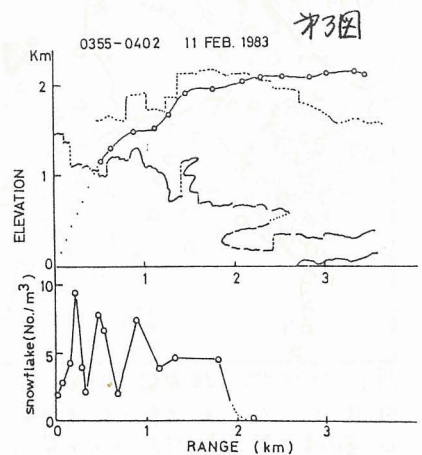
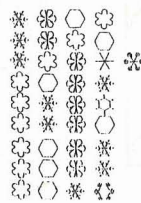
雲内観測により降雪雲の構造とその時間変化を知ることは、降水粒子の生成や消長を基に降雪の予報を行う上で有効である。また降雪量の水平分布をレーダで求めるとき、その Air Truth を与えるものとして重要である。そのため観測を試験的に開始した。以下にこれまでに得られた結果の一部を示す。ゾンデの種類はレーウィンゾンデに加えて雪結晶ゾンデ、空中カメラ(降雪粒子のその場観察用) コーナリフレクタ等である。第1図は気温、相対湿度、風速に對し空中カメラでとらえた雪片の数密度を示す。上から2番目と4番目のピークは夫々風の鉛直シヤーと関係していることがみとめられる。この大気は雲内では飽和に近く、雲底下では P_w にあう状態で、雲底下で



蒸発を伴う下降流であることが第2図でみとめられる。結晶形では、得られた資料に関する限り -15°C 近くのものであり、top mode の結晶形の技術からの湿度に関する環境を表現することが可能である。ゾンデの飛跡を追跡しながら REI mode のエコー断面のうちゾンデに近いものを取り出して合成したものである。



第2図



石狩平野の一続きの降雪における降雪水量分布の観測

山田和亮・秋田谷英次・成瀬廉二・遠藤ハナ一・小林俊一
若瀬五郎（北大・低温研）

I. はじめに

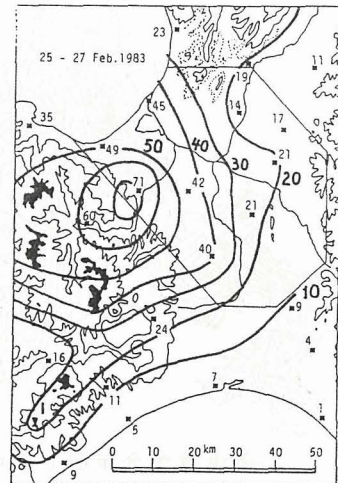
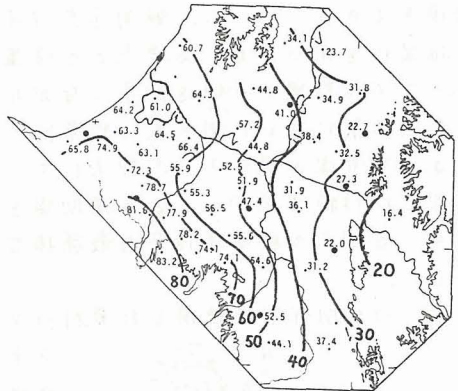
降雪機構を明らかにし、降雪を量的に予測するためには、どのような降雪雲からどのようにして、どれだけの量の雪が地上に落下し、どう分布するかを同時に観測することが重要である。現時点では、未だこれらを同時に“量的に”観測する体制には到っていないので、まず、一続きの降雪による降雪水量の分布を正確に観測することから研究を開始した。また、今後研究を続ける上の基礎的な情報の一つである、石狩平野の降雪水量分布の特徴、特に、どこに降雪が集中しやすいかを調べてみた。

II. 観測方法と観測結果

一降雪の分布を詳細に調べるため、石狩平野に50地点の観測網を、オ1図に黒丸で示したように配置した。降雪水量の観測は、降雪開始前にあらかじめカラスプレーで積雪表面を着色しておき、降雪後にこの着色面上に堆積している新雪層を秤量するという方法を使った。

一例として、本年2月25-27日に石狩平野を襲った豪雪の分布を、オ1図に、またアメダスデータから導かれる同時期の分布をオ2図に示す。オ1図から、この豪雪は札幌付近に集中する降雪雲と、これより弱いけれども海岸から北西部へと集中する降雪雲からもたらされたと考えることができる。同時期のアメダスデータによる分布を見ると、分布の様子は良く一致しているが、降雪水量はアメダスデータの方が、新雪層で測った値の80%程度と小さく、これはアメダス降水計の捕捉率が、80%程度であることを意味している。

またアメダスの降水データを用いて1982-83年冬期の降雪水量分布の特徴を調べたところ、① 石狩平野の南面山地に中心をもつ分布 ② 札幌及びその西方山地に中心をもつ分布 ③ 平野中央部に明瞭なバンド状の中心をもつ分布 ④ 東部に中心をもつ分布 ⑤ 北部あるいは北西部に中心を持つ分布の集中パターンのあることがわかった。



北海道積雪分布図(平均最深)について

増田久夫(農林水産省 林業試験場 北海道支場)

最近の北海道林業では、立地、植生上の問題としてササ類の種類、分布と積雪深との関係、また、気象被害の面からは多雪地帯のトドマツ幼齡造林地に発生する枝枯病と積雪深、寡雪地帯にみられる寒風害などが雪とのかがわりあいの深い問題として注目されている。そのため、積雪に関する情報に関心がよせられているが、これまでに森林施業などに直接利用できるようなものがなかった。そこで、今回、上に述べた諸問題の検討のため、最近20年間の道内の積雪資料をもとに、縮尺60万分の1の北海道積雪分布図を作製したのでその内容、作製経過、問題点等について報告する。

分布図の作製要領

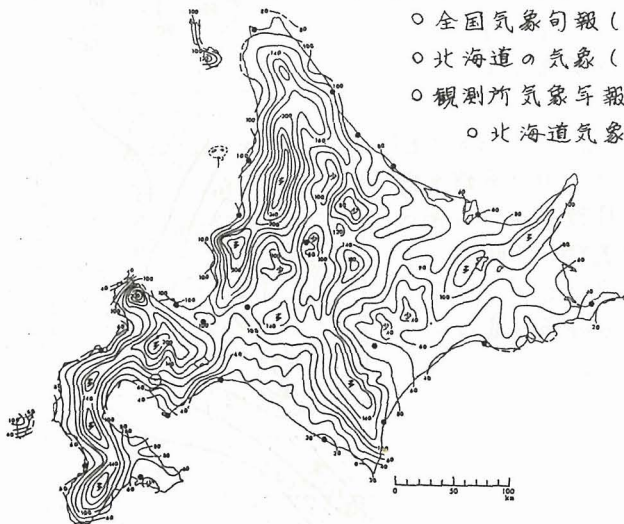
1. 本図は北海道内気象官署、旧農業気象観測所、地域気象観測所の昭和37年～56年の毎寒候期における最深積雪深を測点ごとに集計・平均して得た平均最深積雪深を60万分の1地方図にプロットし、等値線図法によって作図した積雪分布図である。

2. 資料の統計年数は20年とし、観測年数が18年以上の測点では実測年数の累年平均値をそのまま用いた。観測年数17年以下のところでは、原則的に期間補正にもとづく推定値を用いたが、基準点との位置的關係等で補正困難な場所もあり、そのようなところでは周囲との値を勘案しながら、その測点の累年平均値を参考値として用いた。分布図作製に用いた測点数は結果的には317点となった。

3. 等値線の線引きは内挿法により、線間隔は積雪深20cmごととしたが、線間の広い部分には積雪深10cmごとの補助線を入れた。

4. 各測点の積雪深は平均最深積雪深のほかに、観測期間中の最大値、最小値とも示した。

5. 分布図作製に使用した資料は次のとおりである。



北海道積雪分布図(平均最深)

○全国気象旬報(別冊・月別統計値)1962～1964

○北海道の気象(月刊) 昭40～42年

○観測所気象年報 昭43～54年

○北海道気象月報(月刊) 昭55～56年

○新版・北海道の気象 昭39年刊

○改訂版・北海道の気象

昭48年刊

○農業気象10年報(昭41～50年) 昭53年刊

○(参考)北海道森林気象略表 大13～昭18

低温領域(0℃付近)の着雪発達の確認実験について(初報)

山岡 勝 小林 裕一 安味 和幸 (北電技研)

若沢 五郎 (北海道大学低温科学研究所)

1. まえがき 筆者等は難着雪現象の開発という結果であった。今年の実験は、昨年に比べて含水率の高い実験を行ったため(昨年は2~7%の含水率)、全体的に、着雪内部近氷結するのに時間がかかり、水分が非常に多い実験NO. 2と3では温度が1℃、0.5℃でも内部近氷結しなく、含水率と温度が低めの実験NO. 5では氷結した。また、実験NO. 1で見られる様に温度を0.5℃下げただけで着雪内部温度が急に低下した。

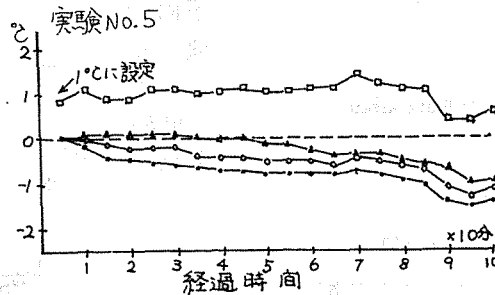
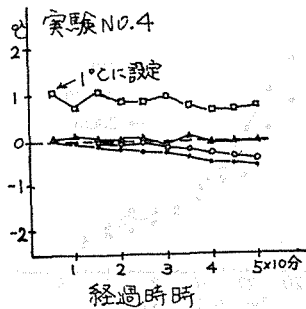
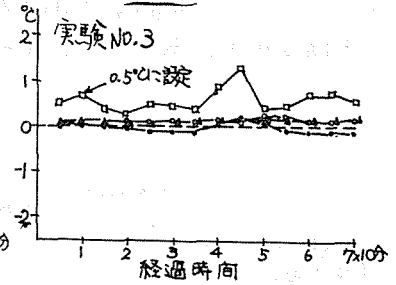
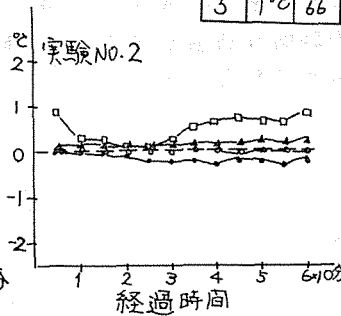
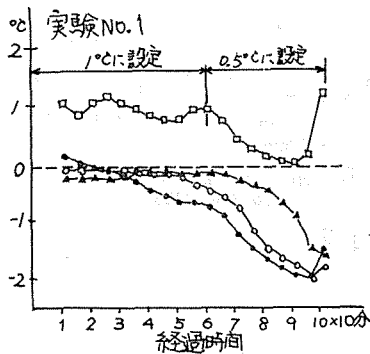
2. 実験方法及び実験条件 実験に用いた風洞装置、サンプル電線は昨年と同じものを使用し、北大低温研の精密低温室を利用して実験した。また含水率は秋田谷式、湿度はアスマン式、温度は熱電対で測定した。実験NO. 毎の条件は表にまとめている。

3. 実験結果 昨年は湿度が低い(約50%)と湿度が2℃でも氷結し、湿度が高い場合(約80%)は、温度が0.5℃に下った時に氷結する

4. 考察 これらの実験で温度がプラス側でも湿雪が氷結すること、含水率が高くなると氷結しにくくなる傾向のあることが判った。着雪体中の水分の移動等理論検討は今後の問題である。今後は人工

実験 No.	基準 温度	湿度	風速	含水率	氷結の程度	
					着雪表面	着雪内部
1	1℃	69~72	6%	36.2%	有	有
2	1℃	75~80	6	45~51	有	無
3	0.5℃	—	6	42	有	無
4	1℃	75	6	39~41	有	有
5	1℃	66	6	27.3	有	有

着雪実験装置で実際に雪を付けながら実験して行く様にしたい。



□.....風洞内温度
●.....着雪表面温度
○.....着雪内部温度
▲.....導体温度

台地と谷すじの放射冷却の比較

田中夕美子・藤原溪一郎(北大農学部) 小林大ニ(北大低温研)

静穏晴夜の放射冷却現象は、地形によってそのあらわれかたがさまざまである。

図-1, 図-2 および図-3 はそれぞれやや広い谷すじ, 平らな台地および狭い谷すじで得られた夜間冷却時の気温の時間変化である。図によると, 2つの谷すじはいずれも気温の急な下降が日ออกมาで続くが, 台地では気温の下降は24時前からゆるやかになり, 冷却はあまり進行しない。この台地の気温変化は, 広い谷の上空32.5 mの気温変化に似ている。150 cm 高の最低気温は谷すじで -18°C 以下, 台地で -16°C であるが, 23時の150 cm 高の気温は広い谷で -13.3°C , 台地で -13.7°C で, 台地の方が低い。また, 日没から24時前までの冷却は広い谷より台地の方が急激である。

三つの地形の地上12 mまでの温度勾配を6時で比較したところ, 台地で $4.5^{\circ}\text{C}/10\text{m}$, 広い谷で $1.2^{\circ}\text{C}/10\text{m}$, 狭い谷で $0.3^{\circ}\text{C}/10\text{m}$ であった。台地で日没直後の急な冷却が日ออกมาで継続しないのは, 上空の乱流拡散が谷底より大きいためと思われる。以上の他に, 谷横斜面で夜間冷却時の気温と風速の時間変化を比較したので合わせて報告する。

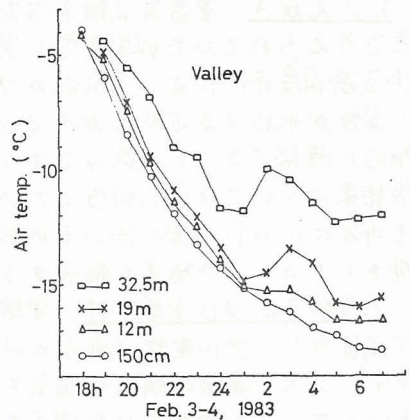


Fig. 1

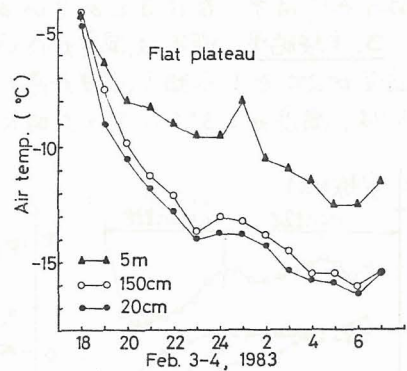


Fig. 2

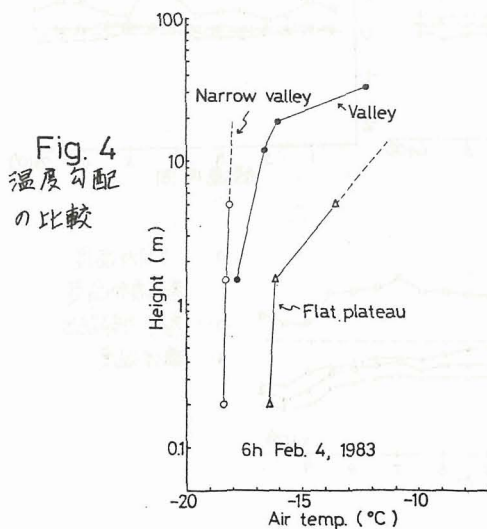
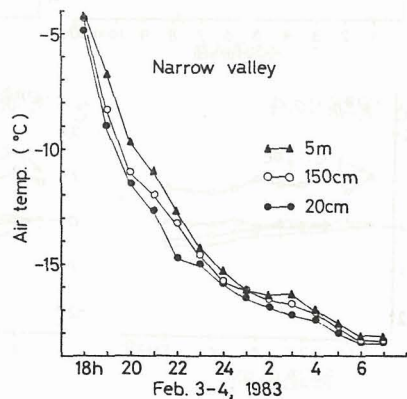


Fig. 4
温度勾配
の比較

Fig. 3
狭い谷
の気温
の時間
変化



林地における地面融雪量測定例

○北原 曜 (農林水産省 林業試験場 北海道支場)
真島征夫 (同)

地面融雪量の測定方法には、①積雪最下層の層厚の減少から求める方法、②熱流量による方法、③受水器による方法の3通りがある。最近、小島(2,3)は、これら3通りの方法を母子里において観測し、地面融雪量は、積雪深、気温との関係で変化するが平均すると 0.5 mm/d で、3通りの方法で大差がなかったと報告している。このように、地面融雪の研究は着実に進められてきているが、露場ではなくLF層(落葉落枝などを含めた腐植層)のある実際の山地の地面融雪については不明な点も多い。この報告は、②と③の方法を用いた林地の地面融雪量の測定例について述べる。

観測地は、札幌近郊の当支場羊ヶ丘実験林内で、シラカンバ(樹高8~14m、胸高直径12~42cm)を主体とした落葉広葉樹林である。標高は235m、傾斜は北向47度である。土壌は火山灰と野幌層を母材としたlBl₀型で、その上にLF層が約5cm堆積しているが、LF層は受水器設置時に除去した。観測項目は、地面融雪量(mm/d)、積雪深、地温、雪温、気温、土壌凍結深、積雪断面で、前二者は毎日10時、その他は週1回程度測定した。地面融雪量は、 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 、深さ45mmのステンレス製受水器で約2mの導水管を経て、土中埋設した箱の中のポリタンクで測定した。

観測結果と考察：1983年は少雪年で、積雪深が50cm以下では地面融雪は起こらなかった。しかし、積雪深が60cm以上となった2月23日から3月9日までは $0.37 \sim 0.51\text{ mm/d}$ (平均 0.46 mm/d)の地面融雪が観測された。この結果は、従来の値と大差がないと思われる。土壌凍結深は、1月20日(積雪深35cm、日最低気温-12.1度)、2月14日(同じく49cm、-15.7度)を含めて観測期間中、LF層まででそれ以降のA層は凍結しなかった。また、LF層の凍結中は地面融雪は起こらなかった。3月1日と7日の地温と雪温から地面融雪に使われた熱量を計算すると、それぞれ 0.54 mm/d 、 0.64 mm/d で、ほぼ受水器による地面融雪量と一致した。なお、積雪の熱伝導率は和泉ら(1)に与った。

末尾ながら、北大低温科学研究所小島賢治教授に有益な教示を、また観測には、当支場橋本幸、横山陽行両技官に多大な協力を頂いた。深く感謝する。

引用文献 (1)和泉重ら：低温科学物理篇，33，91~102，1975 (2)小島賢治：低温科学物理篇，39，101~108，1980 (3)同：低温科学物理篇，41，99~107，1982

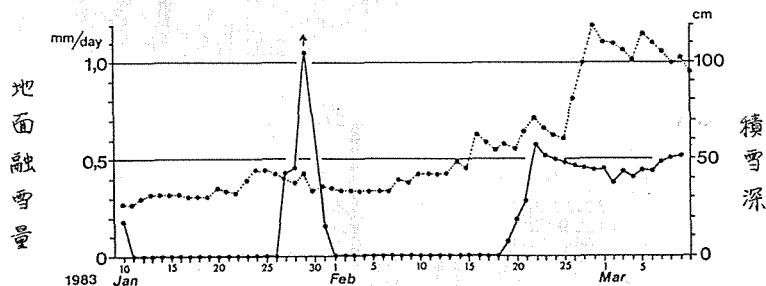


図 1983年1月10日
~3月10日の積雪深
(点線)と地面融雪
量(実線)

石狩平野を貫く高速道路のふぶき対策について

中 田 雅 博 (日本道路公団札幌建設局 技術部 技術課)

1. はじめに 石狩平野を横断する道央自動車道札幌～岩見沢間で、冬期に頻発の予想されるふぶき、地ふぶきに関して、昭和54～57年度まで岩見沢市下志文、江別市江別太付近で現地調査を実施し発生状況とその対策について取りまとめ中であり、その概要を報告する。

2. ふぶき、地ふぶきの発生状況 冬期間、視程計の自動観測により得た結果の1例として表-1、図-1の分類で規模別、パターン別にふぶきの発生時間を表-2のように整理した。それらの結果わかった事は以下のとおりである。

①パターンA,Bの発生頻度は全時間の7～18%、大規模以上の発生頻度は1.4～4%である。②昼夜別の発生頻度に差は見られない。③

継続時間では、パターンAは3～4時間までの発生頻度が高く、パターンBでは顕著な傾向はない。④パターンAは北西方向、パターンBでは北東方向が主風向である。

表-1 ふぶき規模分類

規模	基準
特大	視程の最小値<50m
大	50<視程の最小値<100m
中	100<視程の最小値<600
小	600<視程の最小値

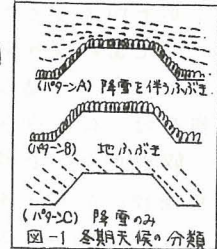


表-2 規模別、パターン別 ふぶき時間集計表 (単位:時間)

年度	観測点	パターンA					パターンB					パターンC	備考	
		特大	大	中	小	計	特大	大	中	小	計			
54	岩見沢	16	13	76	40	145 ⁽¹³⁵⁾	0	0	3	10	13 ⁽¹³⁾	195 ⁽⁶⁶¹⁾	689	1/22~3/27 5/16~6/1
55	"	30	21	40	45	136 ⁽⁹⁸⁾	3	10	39	103	155 ⁽⁹⁸⁾	204 ⁽⁶⁸⁴⁾	1079	1/10~3/23 1/74~1/8
56	"	7	15	59	15	96 ⁽⁹⁶⁾	0	2	17	26	45 ⁽¹²³⁾	209 ⁽⁷⁹³⁾	1742	1/20~3/21 1/22~3/27
57	江別	4	4	52	4	64 ⁽³³⁾	11	23	39	4	77 ⁽⁵³⁾	136 ⁽⁶³⁶⁾	1746	1/20~3/21 1/22~3/27

3. 防雪林、防雪柵の効果 図-2に示す位置に防雪林及び柵を設置し、その効果の違いを視程、降雪量、風速低減率等により調査した。図-3,4は対策工別のふぶき時間の比較を示し、図-5はその結果をふぶき時間の低減という点から評価したものである。

調査結果よりわかった事は以下のとおりである。①防雪林は総合的防雪効果に優れている。②盛土下に設置する防雪柵はのり尻より離す程視程障害に効果的であり、本線除雪の点でも有利である。③本線上の風速低減の点から柵高3mより4mの柵の方が十分効果的である。④空隙率20%と70%の違いは顕著でなかった。

4. まとめ 防雪対策として①用地境界に立入防止柵と兼ねた防雪柵を設置する。

②用地余裕のある区間については将来の効果 expectingして防雪林の苗木を植える等の方向で検討を進めている。

最後に本調査を行うにあたり御指導を賜った北海道大学助教授小林大二先生、北海道開発局工本試験所室長竹内政夫氏、副室長石本敬志氏に心から謝意を表するものです。

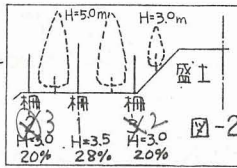
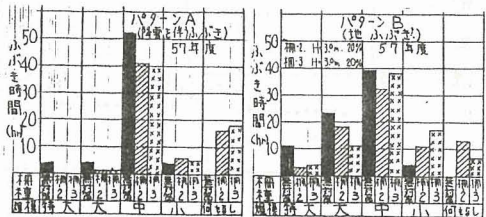
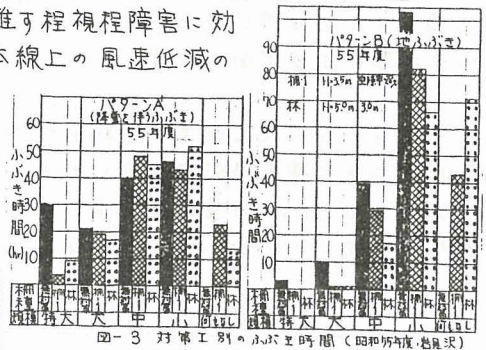


図-5 ふぶき時間・低減率

対策	ふぶき時間(時間)	低減率(%)
防雪林	24	44%
柵-1	29	34%
柵-2	32	32%
柵-3	16	38%



冠雪防止対策について(Ⅱ)

(面状発熱体と傾斜アダプターの効果)

1) 林 裕一 山田 勝 安味 和幸 (北海道電力(株)技術研究所)

1. まえがき 従来より多雪弱風性の気象条件下に置れている送配電線変電所において支持物、碍子部に冠雪が発達し設備損傷及び保守管理に困難を来している。当所において進めている冠雪防止及び処理法のうち、今冬、傾斜アダプター方式について、傾斜アダプター表面に撥水性の性質を持たせたものと、表面に面状発熱体を取り付けたアダプターとの比較観測を実施したので報告する。面状発熱体の発熱容量は冠雪全量を融解させるに必要な容量ではなく、エネルギー密度が低くとも付着面に少量の水膜を発生させる程度の容量で冠雪を剝離落下の引き金としては十分な容量となっている。そのためには付着面材料は撥水性で付着力の小さなものが必要となるが今回の実験ではフッ素樹脂(テフロン)を用いた。

2. 実験結果 表1に札幌において実施した面状発熱体を用いた傾斜アダプターの実験例を示す。発熱密度 0.1 W/cm^2 (350W)では自然冠雪及び人工冠雪の場合でも短時間で落下処理出来る結果となった。実験規模を想定したモデル柱に設置した傾斜アダプターの比較結果を表2に示す。外気温がプラス領域における実験(実験No.1~3)ではフッ素樹脂

表1-1

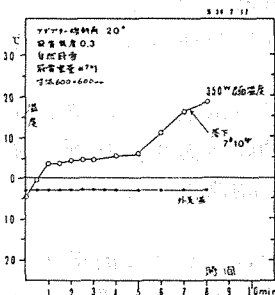


表1-2

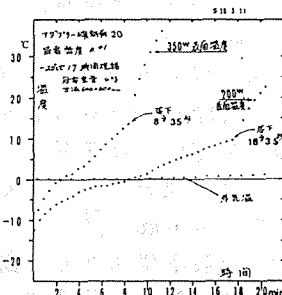


表2 傾斜アダプターと面状発熱体の効果比較 (傾斜角)

実験日	試験条件	降雪性状	降雪発生時の気象条件	面状発熱体350W	面状発熱体200W	傾斜アダプター	備考
1/24	外気温がマイナス域での比較(自然落下比較)	新雪	-5°Cの低温域で発達	面状発熱体350W 落下時間15sec 落下高さ100mm	面状発熱体200W 落下時間18sec 落下高さ100mm	傾斜アダプター 自然落下	外気温がマイナス域でプラス域に変化した場合は、試験開始時に自然落下
2/2	自然落下比較	3日間発達させた	氷結0°C以下で発達	面状発熱体350W 落下時間15sec 落下高さ100mm	面状発熱体200W 落下時間18sec 落下高さ100mm	傾斜アダプター 自然落下	
3/2	自然落下比較	2日間発達させた	-3°C位の低温域で発達	面状発熱体350W 落下時間20sec 落下高さ100mm	面状発熱体200W 落下時間10sec 落下高さ100mm	傾斜アダプター 自然落下	外気温がプラス域からマイナス域に変化した場合は、試験開始時に自然落下
4/2	外気温がマイナス域での比較(自然落下比較)	新雪	-5°C位の低温域で発達	面状発熱体350W 落下時間240sec 落下高さ100mm	面状発熱体200W 落下時間10sec 落下高さ100mm	傾斜アダプター 自然落下	降雪量310mm
5/2	自然落下比較	6日間発達させた	-5°C位の低温域で発達	面状発熱体350W 落下時間65sec 落下高さ100mm	面状発熱体200W 落下時間185sec 落下高さ100mm	傾斜アダプター 自然落下	

3. 考察

今回の実験では、雪質の差により落下状況が異なることが確認されたので、今後モデルを築き実用化した場合の問題点を摘出していきたい。

ほふく型常緑樹の生態について

斎藤新一郎（北海道立林業試験場）

北海道に自生する、ほふく型常緑樹には、次のようなものがあります。

針葉樹（裸子植物） ハイイヌガヤ*（イヌガヤ科） ハイマツ（マツ科） リシリビャクシン* ハイネズ* ミヤマビャクシン*（いずれもヒノキ科）

広葉樹（被子植物） チョウノスケソウ（バラ科） ツルシキミ*（ミカン科）

エゾユズリハ*（トウダイグサ科） フッキソウ*（ツゲ科） ガンコウラン*（ガンコウラン科） アカミノイヌツゲ* イヌツゲ* ツルツゲ* ヒメモチ*（モチノキ科） ヒメアオキ*（ミズキ科） イソツツジ ハクサンシャクナゲ キバナシャクナゲ ヤチツツジ ヒメシャクナゲ* シラタマノキ* コケモモ* ツルコケモモ*（ツツジ科） ヤブコウジ*（ヤブコウジ科） ツルアリドオシ*（アカネ科）〈*印は、多肉果をつける〉

これらの小型木本に、ほぼ共通してみられる生態——生活形態も含む——には、次のようなものがあります。

- 1) 母種や同属ないし同科の木本より小型であり、より北方に分布する傾向がある。¹⁾
- 2) 多雪地方に生育する傾向があり、²⁾ 保湿・保温などの利雪により越冬する。^{1), 3)}
- 3) 林床型のものが多く、⁴⁾ 耐陰性に富み、しかも上木の落葉中の春と秋に光を利用するとみられる。⁵⁾
- 4) 風散布型よりも、動物散布型の多肉果をつけるものが多く、²⁾ いずれの果皮も鮮明な色に熟し、落葉性の多肉果木本と違い、⁶⁾ 秋に熟し、冬は積雪下にあつて落果しないで、翌春にも種子散布を行う。

上述の共通点からみて、次のような仮説が考えられる。

常緑樹が、落葉性を獲得しないままでは、高緯度地方にまで進出するためには、低温と乾燥を避けるために多雪地方を選び、雪害をほふく型化して軽減し、湿潤な林床に生育して光の低木化し、しかも利用方式を変え、風散布に期待しにくいから多肉果をつけて動物散布されるようになった。つまり、ほふく型常緑樹は、落葉性を除いて、冷温帯の気候条件下に、よく適応進化したものと考えられる。 に進まなかった点

- 1) 松村義敏, 1947: 植物の越冬. 96pp., 彰考書院.
- 2) 斎藤新一郎, 1976: 苗木育成からみた樹木種子の運搬者としての鳥類の役割について. 鳥, 25: 41~46.
- 3) ———, 1981: 乾燥への適応と多雪地の樹木の生活形. 雪氷講予稿集, 556: 50.
- 4) ———, 1982: 落葉広葉樹の休眠芽の芽鱗と寒さ・乾燥との対応について. 雪氷北支講予稿集, 557: 1.
- 5) ———, スプリング・エフェメラル——春の光を利用するもの. 科学と実験, 33(4): 12~17.
- 6) ———, 1982: はないかた・まつぶさ. 北海道林務部報〈林〉, 363: 49~54.
- 7) 四手井綱英, 1971: 積雪と樹木の生活形. 雪氷, 33: 42~43.

ハイマツの氷河期への適応について

斎藤新一郎(北海道立林業試験場)

ハイマツの分類、生態、形態などの特色は、諸文献によると、次のようである。

- 1) 分類 マツ科 マツ属 ゴヨウマツ亜属 センブラマツ節 センブラマツ亜節
- 2) 分布 北海道、本州中部以北、千島、カムチャッカ、東シベリアの高山帯、亜寒帯に生育し、樹木限界線より上部に大きな群落をつくる(ハイマツ帯)。
- 3) 生活型 常緑性の針葉樹であり、ほふく型低木である。高さ1~3mになり、多幹型で、伏条更新をする。
- 4) 種子散布 開花から成熟まで2生長期を要し、球果は枝から離れやすく、熟しても種鱗が開かず、種子は大きめで、無翼であり、鳥類・小哺乳類の隠匿貯蔵(caching or scatter-hoarding)により散布される。
- 5) 実生の生育 明るい裸地にみられることが多く、しかも単生でなく束生がふつうであり、亜高山帯にもしばしばみられる²⁾。
- 6) 寒乾害の回避 積雪下で越冬し、樹冠高は積雪深や風の強さと関係する。

これらに筆者の観察を加えて考察すると、ハイマツの生態・形態は次のようになる。

ハイマツは、^①センブラマツ亜節のうちで最も高山ないし北方に分布し、低木・ほふく型となつて利雪の道を見出し、厳しい低温地方に生育できるようになった¹⁾。②伏条更新により、実生によらずに、数百~数千年間生きられる。③マツ属の特徴であるが、2年球果のため、短い生長期しかない高山でも、種子が充実できる。④種子の無翼化・大型化により、風散布から動物散布(貯蔵型散布, Synzoochory)へと進化した³⁾。⑤動物、とくにホシガラスによつて、母樹群(seed source)から遠く離れた場所に運ばれ、埋土され、裸地に束生することにより、厳しい気候条件や生存競争に有利となる。⑥氷期がくれば、上部では伏条更新のみで、下部では伏条・実生の両方式で更新することにより、同属種より適応進化が進んでいる。

こうした生態・形態からみて、ハイマツは、マツ属の中では、針葉樹の中でも、最も進化した種であり、とくに氷河期と深く関係して進化(適応)してきた種である、ということができる。

-
- 1) 斎藤新一郎, 1981: 乾燥への適応と多雪地の樹木の生活形. 雪氷講予稿集, 556: 50.
 - 2) ———, 1982: ハイマツの種子散布者としてのホシガラスの行動の痕跡について. 日林北支講集, 31: 155~157.
 - 3) ———, 1983: 動物による種子散布からみたチョウセンゴヨウとハイマツ. 北方林業, 35(5): 147~150.

走行車輛による積雪路面のフラクタル次元について

能町 純雄(北大工学部), 松岡 健一(室蘭工大)
角田 史雄(北大工学部), 岸 穂光(室蘭工大)

はげしい降湿雪の際、車輛交通の頻繁な交叉点の舗装面に20cm~10cmの周期性を有する積雪凹凸がまたたく間に一面に生じたり、この路面が日没急冷と共に堅固な凹凸に変化し、異様な起伏を形成することはしばしば経験するところである。この種のランダム凹凸は車輛交通によって引き起こされるが、またこの路面を重車輛が高速で疾走することもあり得るわけで、この場合、橋梁構造物の安全信頼度がどのように評価されるかは北国の重要な課題と考えることができる。

出現する路面凹凸は全く同じものは絶対に生じないのど、統計的な量と考えられるが、その性質は実測によって与えられることになる。本文では、この凹凸も測定し検討を加えた。

図-1に、路面の不規則凹凸例の現場写真を示している。

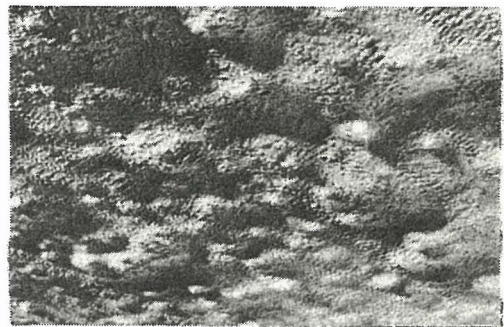
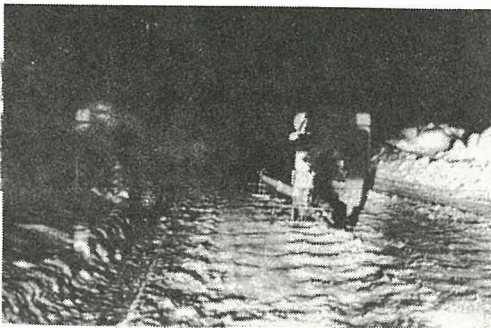


図-1. 路面の不規則凹凸例

B. B. Mandelbrot¹⁾によれば、波形のパワースペクトルは、次式で与えられる。

$$N = \frac{\text{凹凸曲線長}}{\text{要素長}} = [\text{点数}] \times [\text{要素長}]^{-D} \quad \dots (1)$$

ここで D をフラクタル次元と定義する。

また、その不規則凹凸のパワースペクトル $S(f)$ は理論的に

$$S(f) \propto f^{2D-7} \quad \dots (2)$$

と与えられる。

今回測定した積雪路面不規則凹凸のスペクトルは図-1, 2に示したようにいずれも $D=1.5$ のフラクタル次元に近く、D. B. Macvean²⁾が主張するスペクトル

$$S_y(m) = \frac{2\beta^3\sigma_y^2}{\pi(\beta^2+m^2)^2} \quad \dots (3)$$

に相当するものと見られる。波数 -4

したがって、路面相関は、次式で積雪路面の不規則凹凸が示されることがわかった。

$$(1 + \beta|x|) \exp(-\beta|x|)$$

参考文献 1) B. B. Mandelbrot: Fractals: Form, Chance, and dimension (Freeman, San Francisco, 1977). 2) D. B. Macvean: Response of Vehicle Accelerating over Random Profile, Ingenieur-Archiv 49 (1980)

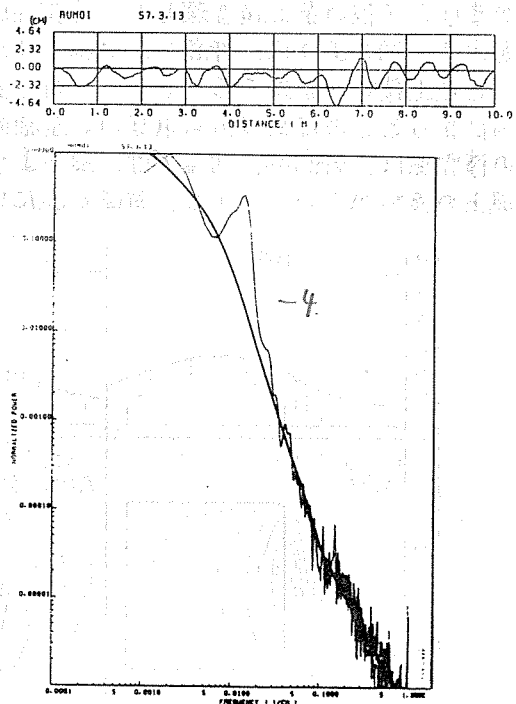
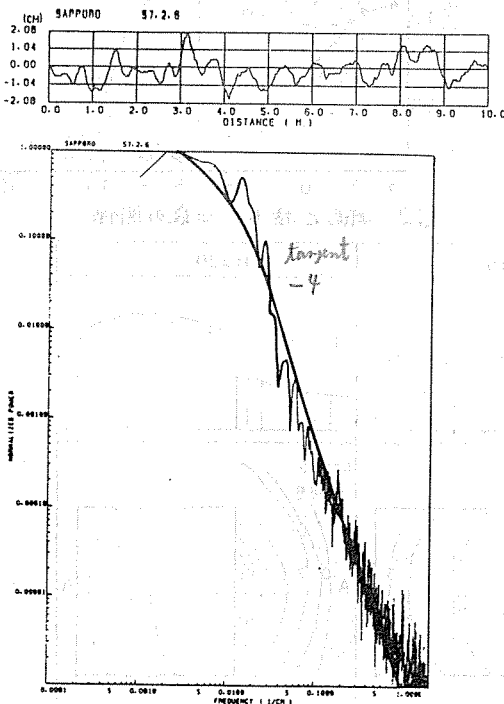


図-2. 札幌地点の測定波形およびパワースペクトル図。 図-3. 留萌地点の測定波形およびパワースペクトル図。

模型雪による屋上積雪の風洞実験

その3 軒高が屋上積雪に及ぼす影響

○ 苫米地 司・遠藤 明久(北海道工業大学)

1 はじめに 道工大小型粉体専用風洞装置(安濃・村上式)による屋上積雪模型実験から得られた、軒高が屋上積雪深に及ぼす影響について報告する。

2 実験方法 (1)家屋模型 バルサ材で製作、家屋の $\frac{1}{100}$ 大を目途に、幅3cm、奥行6cmを基本型とし、屋根形状を水平屋根、かまぼこ屋根の2種類とした。なお、かまぼこ屋根の屋根こう配は、既応の切妻屋根の実験で積雪の最も多い 25° とした。(2)風速 風洞内風速1.0% (根本式による自然風速換算値4.6%)と2.0% (9.2%)の2段階とした。なお、積雪の測定方法、積もり係数の求め方は、前報その2りと同じである。

3 実験結果 図1に風洞内風速1%のかまぼこ屋根の屋上積雪深および等深線図を示す。図のように、軒高0.5、1.5cmでは地上と屋上積雪が連続する。しかし、軒高3.0cmになるとこの現象はみられない。屋根面の積雪深は、軒高0.5、1.5cmでは、風下より風上の積雪が多い。しかし、軒高3.0cmにな

ると逆の傾向となる。

次に、屋上積雪深を積もり係数で比較検討すると図2のようになる。軒高0.5、1.5cmでは、いずれの風速においても1.0以上となり、地上積雪深よりも多くなる。

4 おわりに 軒高が低い場合(本実験では1.5cm以下)、地上積雪と屋上積雪が連続し、屋根面の積雪増を助長する。さらに、屋根面の積雪荷重の他に雪の側圧や沈降圧なども十分に考慮しなければならない。 注1)模型雪による屋上積雪の風洞実験; 遠藤・苫米地, 昭和59年雪氷学会支部研究発表会予稿集

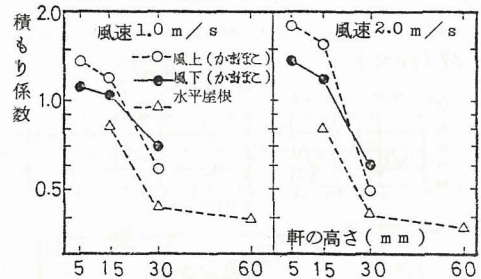


図2 軒高と積もり係数の関係

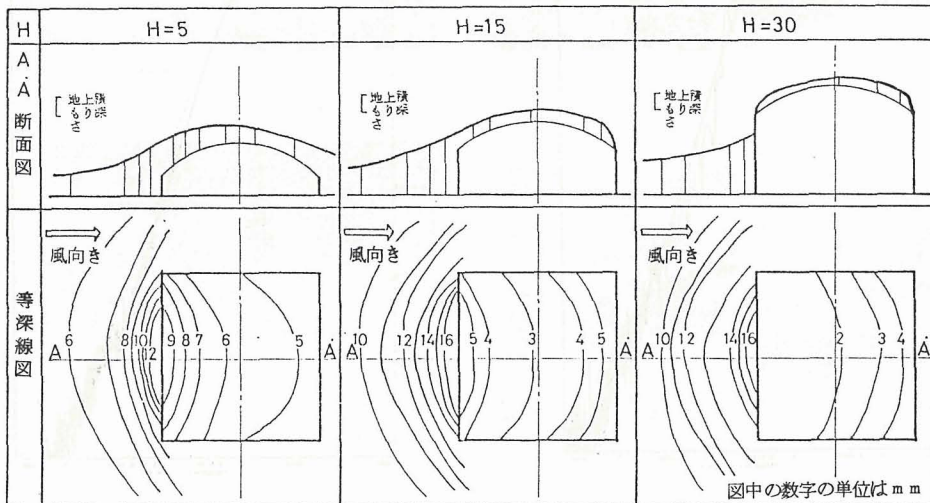


図1 かまぼこ屋根の屋上積雪深および等深線図(風洞内風速1%の場合)

模型雪による屋上積雪の風洞実験

その4 背後建物が前面建築物の屋上積雪に及ぼす影響

○ 遠藤明久・苔米地司(北海道工業大学)

はじめに 建物屋上の積雪深は、背後に風を遮る建物が存在する場合、その影響を受ける。当然、背後建物との距離、その高さで違う。この点を風洞実験で、水平屋根の建物の背後に板状建物がある場合と、コの字状建物がある場合につき求めてみた。

実験方法 模型縮尺は $\frac{1}{100}$ 。前面の水平屋根建物は3cm立方。背後の板状建物は高6cmと9cm。前面幅は共に9cm。奥行は同3cm。両建物の距離は0.0.5.1.2.3.4cm。コの字状建物は、高9cm。コの字内幅が5cm。両翼幅が3cm。前面建物との距離は上掲のほか5cmと7cmを加えた。風洞内風速は「その3報告」同様、0.5%、1%、2%とした。

実験結果 板状建物の風速1%の場合の積もり深さを図1に示した。また積もり係数、前面建物との距離の関係を風速別に図2に示した。(コの字状の図は、紙幅上省略した。) この実験結果を要約すると、次のようになる。

1) 前面の水平屋根の積雪深は、背後建物

との距離が小さいほど大となる。が距離が板状の場合は3cm^{以上}、コの字状の場合は5cm以上になると、背後の建物の影響がなくなり、水平屋根建物単体の場合と同一の少ない積雪深となる。

2) 風速の強弱の関係は、風速が0.5%では積雪深、積もり係数共に大であるが、風速が1%、2%では、距離が0.5cm以下の場合には積雪深が多く、1cmを超えると次第に少なくなり、板状では3cmを超え、コの字状では5cmを超えると、背後の影響は見られなくなる。

3) 板状の6cm高と9cm高との差違は見られなかった。

4) なお、背後建物屋上の積雪深は、水平屋根単体の屋上の積雪状態と同一で、風速が小さいほど積もり、風速が大きいくほど少なくなる。

5) 主題から外れるが、前面建物と背後建物との間の吹きだまり^{はさみ}は、両者の距離と逆比例する。ただ、風速の強弱による

差違は多少しか見られない。

注1) 積もり係数は、下式により求めた値。

$$\text{屋根積もり係数}(R) = \frac{\text{屋根の積もり深さ}}{\text{地上理想板状上の積もり深さ}}$$

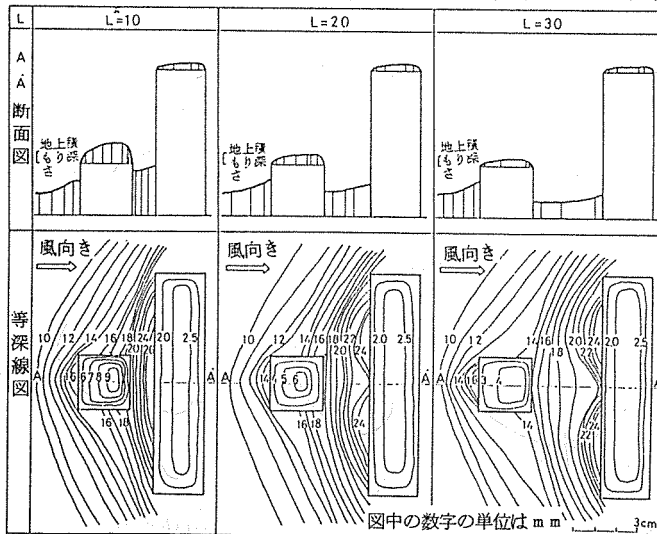


図1 背後建物が板状の積もり深さ、等深線図(風速1%の場合)

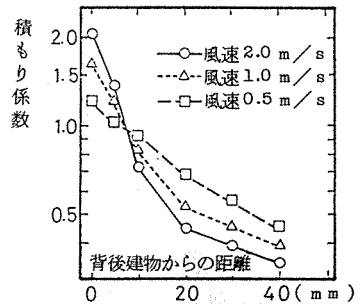


図2 積もり係数と距離Lとの関係

光学機器による大型ドーム上積雪深の観測
—真駒内屋内スケート競技場について（1982—1983）—

○桜井 修次（北海道大学） 城 攻（北海道大学） 柴田 拓二（北海道大学）

多雪地域に建つ大型ドームを設計する上で、雪荷重の不均等分布に対する検討が必要であるが、実在ドーム上の積雪に関する調査報告はほとんど見当たらない。本報告は、標記建物の屋上積雪の観測例であるが、直捷の採雪が困難なので建物から離れた位置に観測点を設け光学機器を用いて屋上積雪深の観測推定を試みたものである。

○建物概要 本建物は直径103mの円形競技場で、屋根ドームは平面が12角形で24枚の3角形平板からなる多面体である（図1）。屋根構造は鉄骨造立体トラス、屋根面のはしげは鉄板（厚4.5mm）貼りOP塗りである。屋根面の勾配、稜線の勾配、軒高、屋根最高高さを図1、2に示す。

○観測方法 冬季の恒風方向に対しほぼ直角方向に位置し、同建物の中心から178.5m離れた小学校屋上（観測点高さはドームGL+12.28m）の一定点を観測点とした（図1）。観測点から見える屋根のスカイラインは図3のようになり、図1の破線部分に相当する。屋上積雪深Hsは $H_s = l(\tan\theta_s - \tan\theta_0)$ から求めた（ l は観測点から屋上定点までの水平距離、 $\theta_s - \theta_0$ は観測点から屋上定点に対する積雪時・無雪時の仰角）。使用機器は光波測距儀（plessey社製 Tellurometer CD6 誤差5mm）、セオドライト（ニコンNT2誤差20秒）で、総合的に屋上積雪深の計測誤差は20mm未満となっている。

○計測結果 今冬期3回の観測結果を表1に示す。屋上平均積雪深に対する各定点の積雪深の比（以後“比”と略す）は、降雪の少なかつた1月25日に風上側0.32～0.88、風下側0.64～2.05、同様の2月19日に風上側0.06～0.48、風下側0.23～2.72であった。大雪時の2月28日の比は、風上側0.78～0.98、風下側0.86～1.41であった。なお、今後、風速、外気温、室温、屋根の断熱特性を加えて観測を継続する予定である。

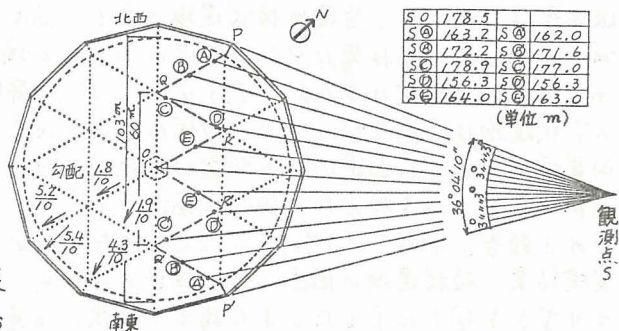


図1 屋根伏図、屋根勾配、観測点と屋上定点との水平距離

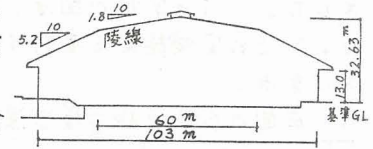


図2 南側断面図

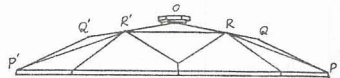


図3 観測点から見える屋根形状

表1 計測結果

屋上定点		風上側(北西側)					風下側(南東側)					平均
観測日		A	B	C	D	E	E'	D'	C'	B'	A'	
1月25日	Hs	7.4	6.5	3.1	5.5	2.7	13.1	10.9	5.4	17.2	12.4	8.4
地上積雪深	比	0.88	0.77	0.37	0.65	0.32	1.56	1.30	0.64	2.05	1.48	平均
2月19日	Hs	3.6	4.6	1.1	0.6	4.4	26.1	18.9	2.2	19.0	15.2	9.6
地上積雪深	比	0.38	0.48	0.11	0.06	0.46	2.72	1.97	0.23	1.98	1.58	平均
2月28日	Hs	56.7	50.9	45.3	52.3	52.8	82.0	72.6	50.1	59.2	58.8	58.1
地上積雪深	比	0.98	0.88	0.78	0.90	0.91	1.41	1.25	0.86	1.02	1.01	

Hs: 屋上積雪深(cm) 比: 屋上各定点の積雪深/屋上平均積雪深
地上積雪深は札幌管区気象台資料による

超音波による海氷の性質について

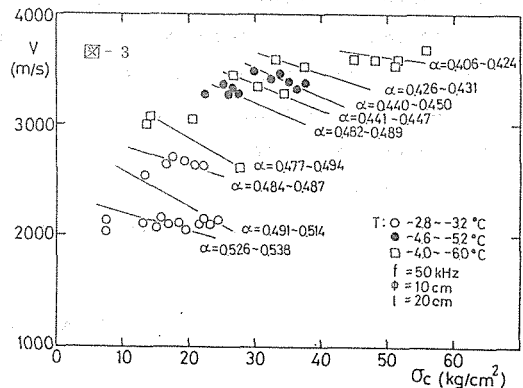
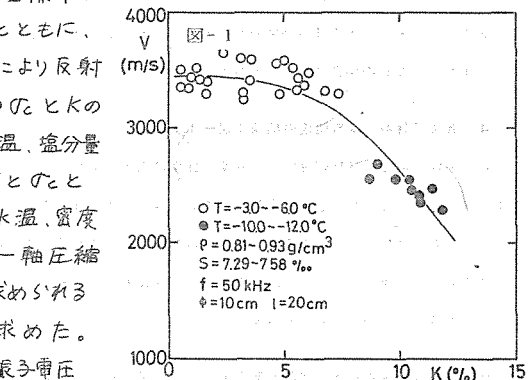
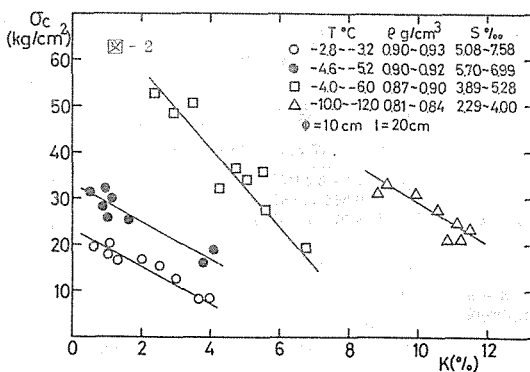
佐伯浩、小野敏行、酒井雅史(北大工学部) 泉 洌(東海大学理学院)

(序) 最近、北極海、ホーク海、渤海において石油、ガス資源の探査、採掘のため構造物が建設される事になっている。その構造物の設計に当っては、海氷の厚さ、強度、弾性諸定数が与えられねばならないが、現実には、寒冷地における試験の困難さから、実際の海氷強度の測定は極めて困難なのが実状である。本研究は海氷の強度と組成を非破壊試験により明らかにしようとするための基礎的な研究である。一般に、材料の強度、組成等を非破壊試験で知る方法としては、1) 超音波を利用する方法、2) 電気抵抗を利用する方法、3) 共振周波数を利用する方法、4) 弾性波を利用する方法、5) 反跳硬度を利用する方法等が知られているが、本研究では超音波を利用して海氷の性質を調べた。

(実験方法と実験結果) 本研究では、超音波に対する海氷の性質を知るため、海氷の供試体(径10cmの内筒形)を超音波の発振子と受振子で挟んで、超音波の透過時間、発振子、受振子の電圧を測定する事により、海氷内の音速と減衰定数を求めた。発振子、受振子はグリースを塗布し、 0.21 kg/cm^2 で加圧した。これは接着面で減衰をできるだけ少なくする事と安定した受信波形を得るためである。また、海氷の供試体は、体積、重量、塩分量、氷温を測定するとともに強度としては、径10cm 高さ20cmの内筒形供試体を $1 \sim 3 \times 10^{-3} \text{ sec}$ の歪速度で圧縮試験を行い一軸圧縮強度 σ_c を求めた。図-1は、海氷の空隙率 K と音速 V の関係を示したものであるが、 K の増加とともに、 V は小さくなる事を示して、これは超音波が空隙により反射しているためと思われる。図-2は、4種類の海氷の σ_c と K の関係を示したもので、海氷の強度 σ_c が空隙率、氷温、塩分量等に依存している事を示している。図-3は、音速 V と σ_c と減衰定数 α の関係を示したもので、9種類の氷温、密度、塩分量の異なった氷で実験を行った結果であるが、一軸圧縮強度 σ_c は、音速 V と減衰定数 α が求めれば、求められる事を示している。なお、減衰定数 α は次式で求めた。

$$P = P_0 e^{-\alpha x}$$

 P : 受振子電圧 P_0 : 発振子電圧

 x : 供試体長 (cm)


海水と各種土木材料間の凍着強度について

中澤直樹 (バンフィックコンサルタンツ), 小野敏行, 酒井雅史, 佐伯 浩 (北大工学部)

1 はじめに

寒冷地の海岸, 海洋構造物, 中でも桟橋, 橋脚, 石油掘削用プラットフォーム等の杭状構造物に海水が凍着している場合, 水位の変動により杭軸方向に氷力が作用する。この様な氷力は海水と構造物間の凍着力に大きく影響される。本研究は海水と各種土木材料間の凍着強度, 更に, 杭材料表面の粗さと凍着強度の関係を調べたものである。

2 実験方法

凍着強度の実験は押抜き試験と引抜き試験により行なわれたが, 本項では押抜き試験の結果を示す。押抜き試験の長所は, 試験が簡単で多数の実験が可能である事と, 海水の強度に大きな影響を与える氷温を完全制御できることである。

尚, 本実験はサロマ湖の海水を用いて行った。

3 氷厚, 氷温, 杭径の影響

これまでの実験により氷厚の増加, 氷温の低下と共に凍着強度も増加すること又, 無次元杭径 $\pi \phi / Dg_r > 65$ の領域で凍着強度が一定となることが明らかとなっている。以上の凍着強度特性を踏えて, 杭径 $\phi = 10 \text{ cm}$, 氷温 $T = -5.1 \sim -8.2^\circ\text{C}$ の条件で以後の実験を行った。

4 各種杭材料と凍着強度の関係 (図-1)

同一条件の基で, 材料の違いにより凍着強度は大きく異なることがわかる。

1980年に行なわれた同様の実験では材料の違いによる凍着強度の順序は, 図-1と若干異なるものであり, それぞれの凍着強度の値も図-1の値と比較して大きいものであった。従って, 材料が同一でも, 杭表面の粗さの違いにより凍着強度も違って来るものと思われる。

5 杭表面の粗さと凍着強度の関係 (図-2～図-5)

精密表面粗さ計を用いて各種材料の表面形状及び平均波高 ($\bar{h}$), 平均波長 ($\bar{\lambda}$), 波形勾配 ($\bar{h}/\bar{\lambda}$) の値を図-2及び表-1に示した。図-3、図-5より $\bar{h}$ 及び $\bar{h}/\bar{\lambda}$ が大きくなればなる程, 凍着強度が大きくなる事がわかる。又, 図-4より $\bar{\lambda}$ が小さい程 τ_B は大きくなる傾向を示し, $\bar{\lambda} \approx 0.4$ 付近で最大となる。図-3～図-5により杭表面の材料粗さの諸元 $\bar{h}$, $\bar{\lambda}$, $\bar{h}/\bar{\lambda}$ と τ_B との間には相関があることが明らかとなった。今後は, より広範囲な材料表面粗さと凍着強度の関係が明らかにされなければならない。

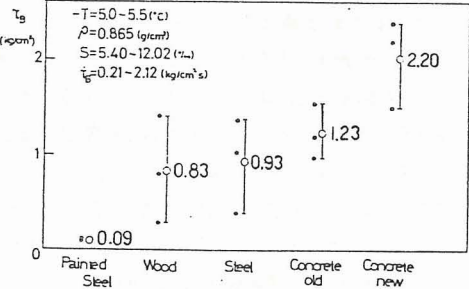


図-1 各材料と τ_B の関係

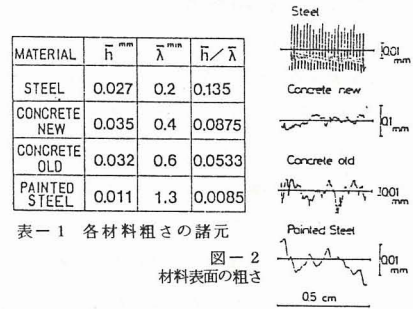


表-1 各材料粗さの諸元

図-2 材料表面の粗さ

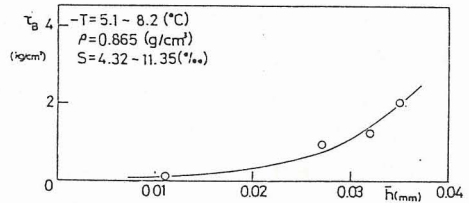


図-3 平均波高 $\bar{h}$ と τ_B の関係

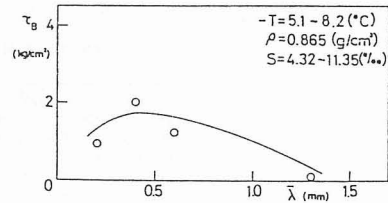


図-4 平均波長 $\bar{\lambda}$ と τ_B の関係

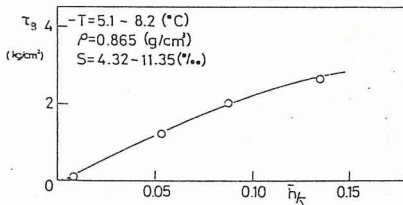


図-5 波形勾配 $\bar{h}/\bar{\lambda}$ と τ_B の関係

昭和57年度支部事業報告・会議報告・会計報告

1. 事業報告

- 1) 研究発表会 昭和57年6月10日 (札幌市教育文化会館)
発表件数 14件 参加者 70名
- 2) 講演会 ① 昭和57年9月28日、10月6日 (札幌市教育文化会館)
主催：札幌市教育文化財団・札幌市教育委員会
後援：日本雪氷学会北海道支部
演題 「南極におけるヒトの適応能について」 蜂須賀弘久氏(京都教育大)
「寒さと雪氷現象 ―雪害について―」 秋田谷英次氏(北大低温研)
参加者(支部会員)25名および19名
講演会 ② 昭和57年11月24日 (北大百年記念会館)
演題 「植物の耐凍性と寒冷適応」 酒井 昭氏(北大低温研)
映画 「樹海」 参加者 34名
- 3) 見学会 昭和57年11月15日
見学施設 札幌管区气象台、石狩川開発建設部洪水予防システム
参加者 21名
- 4) 雪と氷の観察会 昭和58年1月14日、15日、30日 (札幌市青少年科学館)
主催：札幌市青少年科学館
後援：日本雪氷学会北海道支部 参加者 129名
- 5) 地方談話会 昭和58年1月28日 (旭川市民文化会館)
共催：旭川市
テーマ 「雪と交通」
演題 「旭川の冬の気象」 若原勝二氏(旭川地方气象台)
「冬の交通事故の実態」 浅野正紀氏(旭川警察署)
「車はどうしたら滑らないか」 堀内 数氏(北海道工大)
映画 「冬と道」 参加者 200名

2. 会議報告

- 1) 総会 昭和57年 6月10日 (札幌市教育文化会館)
- 2) 第1回理・幹事会 昭和57年 6月10日 (札幌市教育文化会館)
- 3) 幹事会 昭和57年 7月 2日 (北大低温研)
- 4) 第2回理・幹事会 昭和57年12月17日 (北大クラーク会館)
- 5) 第3回理・幹事会 昭和58年 4月28日 (北大クラーク会館)

3. 会計報告（昭和58年3月末現在）

1) 収入の部

費 目	予 算 額	決 算 額	増 減 差	備 考
前 年 度 繰 越 金	1 2 2,0 7 5	1 2 2,0 7 5	0	
本 部 交 付 金	4 9 0,0 0 0	4 9 0,0 0 0	0	
出 版 物 等 売 上	2 0,0 0 0	6,0 5 0	△ 1 3,9 5 0	
預 金 利 子	0	2,5 4 8	2,5 4 8	
合 計	6 3 2,0 7 5	6 2 0,6 7 3	△ 1 1,4 0 2	

2) 支出の部

費 目	項 目	予 算 額	決 算 額	増 減 差	備 考
事 業 費	講 演 会	5 0,0 0 0	8 1,6 1 5	△ 3 1,6 1 5	2回（予定2回）
	研究発表会	5 0,0 0 0	3 9,0 1 0	1 0,9 9 0	1回（予定1回）
	地方談話会	1 5 0,0 0 0	1 4 5,4 4 0	4,5 6 0	1回（予定1回）
	機関誌発行	1 5 0,0 0 0	1 0 1,0 7 0	4 8,9 3 0	第1号印刷費、郵送料
	見 学 会	0	3,0 0 0	△ 3,0 0 0	1回（予定0）
	小 計	4 0 0,0 0 0	3 7 0,1 3 5	2 9,8 6 5	
会 議 費	総 会	3 0,0 0 0	3 2,3 0 0	△ 2,3 0 0	
	理・幹事会	7 0,0 0 0	6 1,6 1 3	8,3 8 7	理・幹事会 3回 幹 事 会 1回
	小 計	1 0 0,0 0 0	9 3,9 1 3	6,0 8 7	
事 務 費	通 信 費	3 0,0 0 0	2 0,1 8 0	9,8 2 0	
	物 件 費	1 0,0 0 0	1 7,6 1 0	△ 7,6 1 0	支部用封筒作製
	人 件 費	3 0,0 0 0	0	3 0,0 0 0	
	印 刷 費	1 0,0 0 0	0	1 0,0 0 0	
	交 通 費	1 5,0 0 0	5,7 4 0	9,2 6 0	
	小 計	9 5,0 0 0	4 3,5 3 0	5 1,4 7 0	
予 備 費		3 7,0 7 5	0	3 7,0 7 5	
次年度繰越			1 1 3,0 9 5		
総 合 計		6 3 2,0 7 5	6 2 0,6 7 3		

収 入 額 6 2 0,6 7 3 円

支 出 額 5 0 7,5 7 8 円

1 1 3,0 9 5 円 次年度繰越

昭和58年度支部事業計画・会議計画・会計計画(案)

1. 事業計画(案)

- 1) 研究発表会 昭和58年6月9日 (北大百年記念会館)
- 2) 機関誌 「北海道の雪氷」第2号発行……昭和58年6月
- 3) 講演会……1回
- 4) 地方談話会……1回

2. 会議計画(案)

- 1) 総 会 昭和58年6月9日 (北大百年記念会館)
- 2) 理・幹事会……3～4回

3. 会計計画(案)

1) 収入の部

費 目	前年度予算	58年度予算
前年度繰越金	122,075	113,095
本部交付金	490,000	490,000
出版物等売上	20,000	5,000
合 計	632,075	608,095

2) 支出の部

費 目	項 目	58年度予算	備 考
事業費	講演会	40,000	1回
	研究発表会	50,000	1回
	地方談話会	180,000	1回
	機関誌発行	120,000	
	小 計	390,000	
会議費	総 会	30,000	1回
	理・幹事会	70,000	3～4回
	小 計	100,000	
事務費	通 信 費	30,000	
	物 件 費	10,000	
	人 件 費	10,000	
	印 刷 費	10,000	
	交 通 費	20,000	
	小 計	80,000	
予備費		38,095	
	合 計	608,095	

雪氷の研究 No. 6 「雪氷の研究展望と文献目録 (1969~1978)」の販売のお知らせ

本書は、わが国において1969年~1978年に公表された雪氷に関する約4,500篇の文献目録と27の研究分野別の総合解説を内容としています。著者ならびに内容を以下に紹介します。

目 次

序 文 黒 岩 大 助

総説篇

1. 氷の物理・化学 (福田明治・前野紀一)、2. 雪の結晶・降雪現象 (菊地勝弘)、3. 積雪 (秋田谷英次)、4. 吹雪 (石田完)、5. なだれ (清水弘)、6. 水資源・融雪 (小島賢治)、7. 測定器・測定法 (木村忠志)、8. 海水・河川氷・湖氷 (小野延雄)、9. 凍土 (木下誠一)、10. 氷河・雪溪 (樋口敬二・渡辺興亜・上田豊)、11. 極地雪氷 (南極) (楠宏)、12. 雪氷の地球化学 (加藤喜久雄)、13. 細胞の凍結 (大山佳邦)、14. 植物の凍結・耐凍性及び農林作物の寒害 (酒井昭)、15. 凍土工学 (木下誠一)、16. 電力 (坂本雄吉)、17. 電気通信 (鈴木道也)、18. 土木・水中構造物 (山岡勲)、19. 道路・空港 (井上元哉)、20. 鉄道 (篠島健二)、21. 船舶 (小野延雄)、22. 都市計画・建築 (篠田裕見)、23. 農業 (大沼匡之)、24. 林業 (石川政幸・若林隆三)、25. スキー・橇 (対馬勝年)、26. 登山 (金坂一郎)、27. 生活科学 (中村勉・東浦将夫)

文献篇	文献略号表	雪氷研究機関一覧	英文アブストラクト
1~27に同じ			

ページ数 約400ページ

定 価	販売価格 (会 員)	4,200円 (送料込)
	〃 (非会員)	5,000円 (〃)

購入方法 購入御希望の方は、日本雪氷学会北海道支部事務局まで料金をそえてお申し込み下さい。

北海道支部事務局 〒060 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

編 集 後 記

本誌発行は年一回のため、昨年6月の研究発表会の講演要旨が一年おくれて今号に掲載されることになってしまった。いささか時機を失した感もあり、発表者には申しわけなく思います。今年度は、会誌発行を研究発表会と時を合わせ、講演予稿集としても兼ねることにした。したがって今号には、2年分の研究発表(計31題)、講演会(3題)、地方談話会(3題)の要旨が納められ、いかにも要旨集のような体裁になってしまった。機関誌としては、もう少しトピックス紹介やニュース、解説等があった方が望ましいと思うが、紙面の都合もあり、次号以下に期待したい。

ご多忙中、原稿執筆に心よく応じていただいた各位に感謝いたします。なお、今号の編集には、堀口、水野、成瀬があたった(N)。

—北海道の雪氷 No. 2—

昭和58年5月28日 印刷

昭和58年6月9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. 011-711-2111

内線 5581・5583・5478

印刷所 札幌市中央区北3条東6丁目

興亜堂

TEL 231-0380~1