日本雪氷学会北海道支部機関誌

北　海　道　の　雪　氷

第１号

目　　次

「北海道の雪氷」の発刊に際して …… 木下誠一（日本雪氷学会北海道支部長） …… 1

おいわい …… 黄　茂桓 …… 2

1984年、国際雪氷学会シンポジウムの札幌開催について …… 若浜五郎 …… 3

昭和56年度支部事業報告・会議報告・会計報告 …… 4

－地方談話会－　流氷と漁業 …… 6

日本雪氷学会北海道支部研究発表会講演要旨 …… 14

－講習会－　雪と氷の観察会 …… 23

昭和５７年５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 ケ年とする。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

「北海道の雪氷」の発刊に際して

木　下　誠　一

雪氷学会北海道支部は、昭和３４年５月８日札幌市北４西６の自治会館において発会式をあげた。初代の支部長は吉田順五現会長である（当時北大低温科学研究所教授）。この１年ほど前から、北海道開発局、札鉄、北電、気象台、営林局、林試、農試、海上保安庁、道、札幌市、北大等が中心となり、学会本部事務局の石原健二、福井篤両氏の尽力で、発足の運びとなったものである。北海道支部の目的は、日本雪氷学会としての雪氷および寒冷に関する種々の事業を行ない、学会の発展に寄与することは勿論ですが、特に北海道に在住する会員に関連の深い問題をとりあげることです。現在まで、毎年かかさずに、総会、講演会、談話会、見学会、講習会が開かれており、又時には研究発表会も開かれて来ております。その都度、会員各位の御協力をいただき、よい成果をあげたと思います。特に談話会では、札幌以外の道内の地方で毎年会をもち、その地方に特色のある問題をとりあげて来ました。近い例では、紋別市において昭和５７年１月２９日に、〃流氷と漁業〃という話題で談話会が開かれました。地元の人々に大変な関心をもたれ、質疑討論も非常に活発でありました。これで紋別市では既に３回も流氷に関する談話会が開かれたわけですが、その他にこれまでに、旭川、北見、網走、稚内、帯広、釧路、函館、倶知安でも開かれ、いずれも大変な盛会で、どの一つをとっても思い出深い印象に残るものばかりです。今後とも地方における談話会をもり立て、地元住民に密着する問題をとり上げて行かなければならないと思います。

又、現在までに、北海道支部が主催した全国大会が４回（昭和３５年、４６年、５５年が札幌、５０年が旭川）開かれて居ります。北海道支部は学会のなかでも主力的な存在です。何年かに１回は全国大会に協力しなければならないでしょう。

今回「北海道の雪氷」を発刊することになりましたが、支部の活動状況や、会員相互の動向等を会員の皆様にお知らせし、より緊密な連絡がとれるようにしたいというわけです。どんどん御投稿いただきますようお願いする次第です。

又、昭和５９年には、国際雪氷学会と日本雪氷学会とが共催で、国際シンポジウムが札幌で開かれます。支部会員の皆様には、なにかと御支援をいただくことと思いますが、今後ともよろしくお願いします。

おいわい

黄　　茂桓（中国科学院蘭州氷河凍土研究所）

日本雪氷学会北海道支部では「北海道の雪氷」と題する機関紙を創刊することとなった。本紙が貴学会会員間の情報交流の場となり、かつ国際雪氷研究者間の学術交流のひとつのチャンネルになることを心から祈っている。

２１年前、私が中国において雪氷研究をはじめた時、日本は雪氷研究の優れた国のひとつであると先輩が教えてくれた。その時以来、日本雪氷学会誌の「雪氷」や、北大低温研の「低温科学」など、日本における雪氷関係の出版物は、私に多くの知識を与え続けてきた。日本に来て、日本の雪氷研究者に直接に接することが私の長年の夢であったが、以前はこの様なことが実現できるとは想像もできなかった。しかし、昨年、私は２年間日本に留学する機会を得ることができ、現在北大低温研で勉強を続けている。来日以来、日本雪氷学会の多くの皆さんからいろいろとお世話いただいたり、便宜を計っていただいたりして、非常にありがたく思っている。私が日本に来て半年、日本の雪氷学は、基礎的な研究だけではなく、人間生活に密接に結びついた実用的な研究もまた非常に発展をとげていることを身をもって感じている。私は日本滞在の２年間に、日本雪氷学のあらゆる分野の知識をできる限り身につけて帰りたいと願っている。この様な時に、この北海道に根ざした雪氷関係の雑誌が新しく作られることは私にとっても大変ありがたいことである。

過去３年間に、中日両国の雪氷研究者の友好的な往来と、学術交流と、共同研究はめざましく活発化してきた。すでに、両者間で交流した人の数は１０人を越えた。いまでは、中国の雪氷・凍土研究者は、日本の雪氷研究を極めて身近なものとしてとらえることができるようになった。一方、中国側からは、中国氷河凍土学会刊の「氷河凍土」をはじめとして、いくつかの雪氷関係出版物が日本に伝えられ、日本の雪氷研究者に多くの情報を提供する様になった。今度、刊行された「北海道の雪氷」もまた、私たちが愛好できるすぐれた雑誌として発展し、中日雪氷研究者のかけ橋となることを、心から希望する次第である。

本誌への投稿を募集します

本誌は、今後年１回３月頃に発行されます。北海道に関連の深い雪氷関係解説、随筆などお寄せ下さい。また、会員への案内、ニュースなども随時掲載いたしますのでお寄せ下さい。

本誌への御意見、御要望がありましたら事務局までお寄せ下さい。

〒060　札幌市北区北１９条西８丁目　北大低温研内　雪氷学会北海道支部事務局

― １９８４年、国際雪氷学会シンポジウムの札幌開催について ―

若浜五郎

かねてより国際雪氷学会（ＩＧＳ：International Glaciological Society）から国際シンポジウムを日本で開くようにとの要請がありましたので、ＩＧＳの日本代表幹事としてその対応につき関係の方々と種々相談して参りました。その結果、①日本は雪氷学の先進国であるのに国際シンポジウムを引受けたことがないこと、②日本のＩＧＳ会員は７０名を越え、シンポジウムを引受けるに充分な力と責任を有すること、③研究の国際化が強くいわれる今日、国際シンポジウムを日本で開くことは、特に若手研究者にとって有形無形の効果が期待できること、④日本の雪氷学全般にとっても良い刺戟となり、将来の研究をより発展させるための良い契機となること、などの理由でシンポジウムを引受ける方がよいと判断し、国内のＩＧＳ会員全員にお諮りしたところ大方の賛同が得られたこと、また日本雪氷学会に共催方お願いしたところ承諾が得られたので開催を引受けることに踏み切った次第です。日時その他を下に記します。シンポジウムのテーマは、国内のＩＧＳ会員の御意見とＩＧＳ本部評議員会の意向を調整しつつ決めたものであります。

― 記 ―

日　時：１９８４年（昭５９年）９月２～７日
（９月１日に東京で一般講演とレセプションが予定されている）

場　所：札幌市（会場未定）

題　目：Symposium on Snow and Ice Processes at the Earth's Surface
（地表面における雪氷の諸過程に関するシンポジウム）

内　容：(1)雪氷面におけるエネルギー交換
(2)雪の変態
(3)着氷雪
(4)空中を流れ飛ぶ雪の挙動（ふぶき、なだれ、流動化）
(5)海氷の漂流とその影響

主　催：国際雪氷学会

共　催：日本雪氷学会（他にも２～３共催ないし後援に加わっていただく予定）

今後、組織委員会、実行委員会等を構成して実務を進めて行かなければなりませんが、各位の御協力を宜しくお願い致します。

なお、ＩＧＳを簡単に紹介します。ＩＧＳは１９３６年（昭１１年）設立された英国雪氷学会が第二次大戦後国際化し、１９７１年（昭４６年）現在の国際雪氷学会に発展したものです。本部は英国ケンブリッチ大学のスコット極地研究所におかれ、すべての国の雪氷の科学的技術的諸問題の研究を奨励促進し、雪氷の情報交換につとめると共に学会誌（Journal of Glaciology）の発行やシンポジウムの開催等を行なっております。この機会をお借りして入会をお勧めします。入会御希望の方は北大低温研・若浜に御一報下さい。（TEL：011―711―2111・(内)5470）。（文責）若浜五郎

日本雪氷学会北海道支部事業報告・会議報告・会計報告

1. 昭和５６年度事業報告

1）講　演　会　　昭和５６年６月１１日　　北大百年記念会館
　　演　　題　　「森のしくみ」
　　講 演 者　　石　城　謙　吉　氏（北大苫小牧演習林長）
　　参加者数　３７名
2）研究発表会　　昭和５６年９月　１日　　札幌市教育文化会館
　　一般講演　　８題
　　特別講演　　黄　　茂　桓　氏（中国科学院蘭州氷河凍土研究所）
　　参加者数　６５名
3）講　習　会　　昭和５７年１月１３日　　札幌市青少年科学館
　　テ　ー　マ　　「雪と氷の観察会」　　中、高生対象　　札幌市青少年科学館と共催
　　参加者数　７０名
4）地方談話会　　昭和５７年１月２９日　　紋別市民会館
　　テ　ー　マ　　「流氷と漁業」
　　講　　師　　駒　木　　成　氏（水産庁北海道区水産研究所海洋部長）
　　青　田　昌　秋　氏（北海道大学低温科学研究所流氷研究施設）
　　自由討論司会　　辻　　敏　氏（北海道立網走水産試験場漁業資源部長）
　　参加者数　１００名

2. 昭和５６年度会議報告

1）総　　会
　　日　　時　　昭和５６年６月１１日（木）　１５：００～１５：３０
　　場　　所　　北海道大学百年記念会館大会議室
　　議　　題　　1. 昭和５５年度支部事業・会計報告
　　2. 昭和５６年度支部長及び役員選出
　　3. 昭和５６年度支部事業・会計計画審議
　　4. そ　の　他
2）理・幹事会
　　①　昭和５６年４月４日（土）１４：００～　北大クラーク会館
　　５５年度事業・会計報告　　５６年度事業計画について審議
　　②　昭和５６年６月１１日（木）１７：３０～　　北大クラーク会館
　　５６年度事業について審議
　　③　昭和５６年１２月１２日（土）１４：００～　　北大クラーク会館
　　５６年度前期事業報告・及び後期事業計画について
　　支部機関誌「北海道の雪氷」の発刊について審議

3. 昭和５６年度会計報告（昭和５７年３月末現在）

1）収　入　の　部

費　　目	予算額	決算額
前年度繰越金	47,489	47,489
支部交付金	490,000	490,000
出版物等売上げ	30,000	10,700
預金利息	0	2,429
合　　計	567,489	550,618

2）支　出　の　部

費　目	項　　目	予算額	決算額
事業費	講演会	40,000	31,000
	研究発表会	30,000	56,110
	地方談話会	140,000	187,976
	講習会	70,000	68,960
	小　計	280,000	344,046
会議費	総会	30,000	20,512
	理・幹事会	70,000	44,550
	小　計	100,000	65,062
事務費	通信費	60,000	18,850
	物件費	20,000	585
	人件費	30,000	0
	印刷費	15,000	0
	交通費	15,000	0
	小　計	140,000	19,435
予備費		47,489	0
小　計		567,489	428,543

収　入　額　　550,618　円

支　出　額　　428,543　円（－

122,075　円 …… 次年度繰越し

— 地方談話会 —

流　氷　と　漁　業

昭和５７年１月２９日、数年ぶりの地方談話会が流氷の接岸し始めた紋別市の市民会館でおこなわれた。テーマは〃流氷と漁業〃である。あいにく、真冬の紋別にはめずらしい猛吹雪に見舞われた１日であったが、午後１時３０分からの談話会には１００人以上の人が集まった。駒木成氏、青田昌秋氏の話題提供の後、辻敏氏の司会による自由討論では、漁業、雪氷の研究者、現場の漁業関係の方々による活発な意見の交換がおこなわれた。なお、今回の談話会を開催するにあたり、紋別漁業組合、紋別市役所、北大低温研流氷研究施設の皆様の御協力を得ました。ここに感謝の意を表わします。

× × × × × × × × × × ×

地方談話会	昭和５７年１月２９日	紋別市市民会館
テーマ	「流氷と漁業」	
講師	駒木　成	氏（水産庁北海道区水産研究所海洋部長）
	青田昌秋	氏（北海道大学低温科学研究所流氷研究施設）
自由討論司会	辻　敏	氏（北海道立網走水産試験場漁業資源部長）

談話会要旨

オホーツク海の海況に関する２．３の話題……青田昌秋（北大低温研）…… 7

流氷と漁業、特に漁場環境……駒木　成（北海道区水産研究所）…… 10

日本雪氷学会北海道支部主催「流氷と漁業」

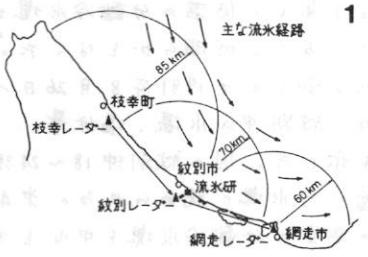
談話会に参加して（感想）……辻　敏（北海道立網走水産試験場）…… 12

オホーツク海の海況に関する2,3の話題

青田昌秋（北大・低温研）

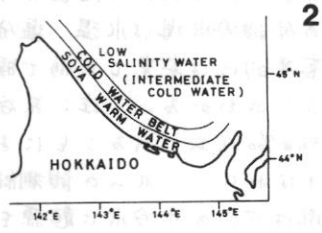
Ⅰ．流氷研究施設

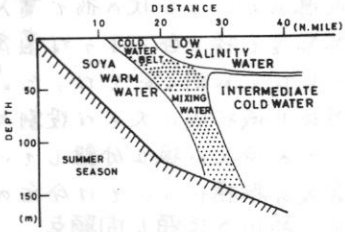
昭和16年低温科学研究所の設立と同時に、福富孝治教授を中心に海氷の研究が開始され、数多くの研究成果がなしとげられた。この研究では現地における観測が重要で、1965年故田畑忠司教授の御尽力と住民の皆様の御支援によって紋別市に流氷研究施設が設置された。この施設は流氷観測レーダ網を有し、オホーツク海、北海道沿岸の流氷の動きを連続的に追跡できる。レーダの設置点、観測範囲を第1図に示す。レーダーによって流氷の動きが極めて複雑であることが知らされた。流氷の動きは風、海流および氷自体の相互作用に支配されることは明らかであるが、流氷の動きに関しては現在未だその基礎的研究の段階にあり、その予測など実用化までには今後の大きな努力が必要である。基礎的研究と同時に毎日の流氷情報は海上保安庁、気象庁および漁業関係機関に通報され航海、漁業の安全のために広く利用されている。



Ⅱ．オホーツク海、北海道沿岸の海況について

この沿岸海域には著しく性質の異なる3つの水塊が存在する。その3つの水塊とは第2図の模式図に示すように、宗谷暖流（対馬暖流の一部が宗谷海峡からオホーツク海へ流入し、この沿岸に沿って南東流する。その塩分量は周囲より大で33.6~34.0‰である。）、オホーツク海表層低塩分水（32.5‰以下の低塩分水で密度が小さく、その下層の水との間に顕著な密度躍層をなし対流混合を防げる。これがオホーツク海を結氷しやすい海としている。なおこの表層水はアムール川からの大量の雪融け水の流入と流氷の融解による低塩分水によって維持されていると考えられている。）および中冷水（冬季、表層水の冷却、結氷によって沈降したもので夏でも2℃以下の冷たい水である。）





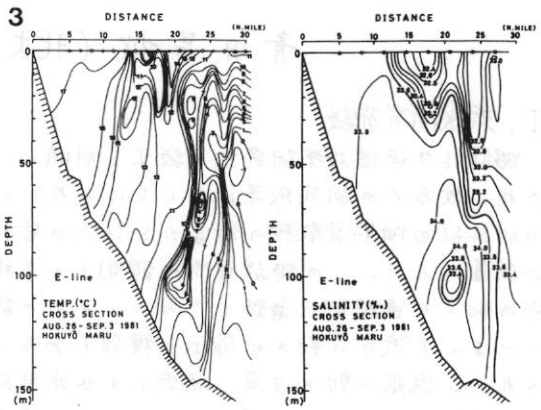
イ．夏季表層にみられる冷水帯について

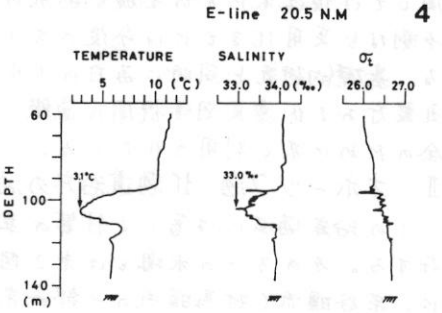
宗谷暖流と沖合の中冷水、表層低塩分水との間には混合水域が形成され、豊かな漁場となる。これまでに夏季、宗谷暖流の沖側に沿岸に平行な冷水帯が発生することが知られている。この冷水帯の発生についてはこれまでにいくつかの報告がなされている。それらは中冷水湧昇説と移流説である。飯田[1]、前田[2]はその機構は異なるが、この冷水帯は中冷水が湧昇したものと考え、杉浦[3]はカラフト北部からの移流ではないかと推察した。現在これらの説のうちいずれが本質的であるかの判断はなされていない。半沢[4]らはむしろこれらの複合説をとなえている。

筆者は今年度よりこの冷水帯発生の機構について人工衛星の資料と海洋観測の両面から考察を進めたいと考えている。

口．混合水域の孤立冷水塊について

1981年7月下旬、8月下旬～9月上旬、11月上旬の3回それぞれ海上保安庁、北海道水産試験場、北海道水産研究所との協力によってこの沿岸の測点間隔の密な海洋観測を実施することができた。その結果、表層の冷水帯とは別に、夏季混合域の中層以深には周囲より著しく低温の分離冷水塊が存在していることが明らかとなった。[5] 第3図に1例として1981年8月26日～9月3日、紋別沖の水温、塩分量、　　の鉛直断面図を示した。図の紋別沖18～24浬、水深60～120m層に冷水塊が認められる。第4図は距岸20.5浬の測点の分離冷水塊を中心とする水温、塩分量および密度(σt)の鉛直分布である。これからこの分離冷水塊は水温、塩分量を異にしながらも、密度的には安定した形で暖流域に存在していることがわかる。（注：宗谷暖流はその塩分量が33.6‰以上であることによって識別される。）





すなわち、これらの観測結果からこの分離冷水塊は沖合の中冷水に起源を有するものであり中冷水本体の一部が宗谷暖流域内に孤立水塊あるいは舌状の形で貫入したものであること、またこの貫入は暖流水と中冷水が等密度で接し合うような密度条件が満されるとき起りその時期は5～9月の間であることなどが明らかとなった。[5] 暖流域内に認められる中冷水の貫入現象はこの沿岸域の混合水域形成に大きな役割をはたしているものと考えられる。

この冷水が孤立分離しているものか、舌状で中冷水本体と続いているか、またその貫入の機構については今後の観測で明らかにしていきたい。

皿．最近の話題と問題点

近年漁業関係者から沿岸水および沖合水の水温が低下しているのではないかとの疑問が投げかけられている。

1．中冷水フロントの経年変化

この沿岸域（距岸10～30浬以内を想定している）の水温は宗谷暖流の勢力と中冷水フロント（前面）の遠近に支配されるであろう。とくに中冷水フロントの沿岸への接近はその影響が著しい。中冷水本体の沿岸からの距離の年による変動は宗谷暖流の勢力変動から考えて高々数浬と考えられる。これまでの観測の測点間隔は数浬以上であるため過去の資料から詳しい中冷水フロントの経年変化を求めることは困難であろう。先に述べた1981年の筆者らが参加した観測の測点間隔は1.5浬であり、中冷水フロント

を明確にとらえている。この年を基準として今後毎年観測を続け中冷水フロントの移動、宗谷暖流の勢力、流氷勢力との関係研究の第一歩としていきたい。

2. オホーツク海中央部の水温について

オホーツク海中央部の水温に関して気象庁巡風丸による観測（1971～78年）があり、確かにこの3,4年は低下の方向を示している。また気象庁半沢ら[4]はこの8年間の2～3月のオホーツク海中央部の平均気温、オホーツク海の海氷生産量の見積および オホーツク海中央部（50°N－150°E）の5月における0～50m層、50～100m層の平均水温との関係について調べ以下のように述べている。すなわち、オホーツク海の海氷生産量の10%の多寡は表層水、中冷水の水温のそれぞれ0.20°C/m、0.22°C/mの高低に相当する。これはオホーツク海の2～3月の気温偏差1°Cの低高に相当すると。[4]

以上のことからオホーツク海の流氷勢力が夏季の水温に大きな影響を与えていることが明らかであり、ひいては漁業生産に大きなかかわりを持っているといえる。

しかし現在話題となっているオホーツク海漁場の水温低下説に関してはより広範囲の資料の確保が必要である。沿岸域では中冷水フロントの動き、沖合では太平洋からの流入水の長期変動が影響すると考えられる。今後の観測の充実が必要であろう。

以上1981年1月29日の支部会での講演のうちの一部をもって報告に代える。

参考文献

1). Iida, H, 1962, On the water masses in the coastal region of the South-Western Okhotsk Sea, J. Oceanogr. Soc. Japan, 20th Aniversary Volume, 272-276.

2). Maeda, S, 1968, On the cold water Belt along the northern coast of Hokkaido in the Okhotsk Sea, 海と空, 第43巻第3号, 71-90.

3). 杉浦次郎, 1958, オホーツク海南西部の海況について, 気象庁研究時報, 10, 549-553.

4). 科学技術庁研究調整局「オホーツク海に関する総合報告書」, 1981.

5) 本多達夫, 1982 北海道オホーツク海沿岸の混合水域に関する研究（北大・理学研究科・修士論文、未印刷）.

流氷と漁業、特に漁場環境

駒木成（北海道区水産研究所）

流氷と漁業との係わりは、直接的な形での影響に漁船遭難・港湾閉塞・漁場と漁期の制約・漁網や養殖施設被害・定着性生物損傷などがあり、また間接的な形では結氷流氷直下の環境変動や低温・低塩分で原氷質を反映した流氷融氷水生成がある。

結氷から融氷への過程としての流氷規模のなかで、我国についてみれば、年間3千億～1万億トンと見積られているオホーツク海流氷が最も規模の大きいものであり、この量はオホーツク海湛水量の0.2~0.8%に相当し、北海道周辺海域への影響範囲は、流氷融氷水も含めると、利尻島以南の日本海沿岸を除いた広域に及んでいる。然しながら、これらの現象は冬～春の期間であって、結氷・流氷下での漁場環境や漁業生物調査が極めて困難な現状下では、僅かに局部的・断片的な情報が得られているにすぎず、寒冷圏に残された重要な研究課題の一つである。

1、漁業生物の流氷災害

コンブ：根室・釧路地方のナガコンブでは、流氷接岸による漁獲対象の2年コンブ流失とともに岩盤剥離面からは翌年漁獲のコンブ芽が大発生することが知られている。流氷接岸が例年みられるオホーツク沿岸では、コンブの生産量に変動を与えるような形での被害を明らかにすることができないといわれ、一方、地先沿岸氷が発達しがたい宗谷海峡周辺域では流氷接岸によるコンブ生産減関係に高い正相関がみられる。

ホタテガイ：1974年のサロマ湖内の結氷が発達しないまゝ流氷の流入によってホタテ養殖施設が被害を受けたが、海水氷点前後でのホタテ代謝機能は約1/3に低下するものの、耐凍性をもっており、流氷と結氷下での生理的影響に差がみられない。

ホッキガイ：水深4～5m以浅では、流氷移動に伴う貝殻被損が知られている。

このように、漁業生物の流氷災害は主として物理的条件によるものであって、地先沿岸氷定着発達度合は流氷接岸のための防氷効果と深く係わってくる。

2、流氷の氷質、特に栄養塩

視点を海藻・植物プランクトン肥料としてのN・P面からみると、アンモニア態Nの著量濃度が得られる場合があり（1表）、これはオホーツク北部の感潮河川水由来か或は氷上動物汚染由来と仮定し、氷中の細菌は低温下でもアンモニア産生能がある（2表）。

3、結氷・流氷下の海況・水質

サロマ湖を事例とすると、結氷下表層水の水温-1.7～-1℃、塩分31.5~32.5‰の変動幅があり（5図）、10m以浅断面の海況、N・P、DO分布（7, 8, 9図）は3月頃から層重性が強まりはじめ、N・Pいづれも高濃度で硝酸態Nが主となる。根室港外漂着のオホーツク流氷（俗に舶来氷と称）下2m以浅水は経時的にも安定した高アンモニア態Nと低塩分で層重した事例は、特異的な流氷融氷水と仮定した（6図）。

オホーツク沿岸枝幸沖合での流氷分布域のN・Pは南水域のそれとは違って高濃度で、Nは硝酸型でP/N相関も高く、塩分または水温も異なり、明らかな海洋構造の違いがみられる（4表、5図）。海あけ以降も持続してオホーツク固有冷水のN・Pは高濃度であって、冷水14%・暖水86%程度の混合水でも高いN・P水準を保っている（5表）。

第1表　北海道オホーツク岸における海氷の氷質（* 単位は $\mu g/l$）

採氷年月日	採氷域	氷の種類	Cl(‰)	PO_4-P*	NH_4-N*	NO_2-N*	NO_3-N*	Urea-N*	文献
1962. 3. 13	根室市弥生町沿岸	流　氷	0. 379	10	571	0. 0	50	——	11) 12)
〃	〃	沿岸海氷	0. 68	6	17	0. 8	0	——	〃
1963. 3. 14	〃	流　氷	0. 206	11	68	0. 0	0	——	〃
〃	〃	沿岸海氷	0. 774	13	62	0. 0	0	——	〃
1964. 3. 24	〃	沿岸海氷	0. 13	0	45	0. 1	11	——	〃
〃	〃	〃	0. 33	0	40	0. 1	0	——	〃
1972. 3. 15	サロマ湖幌岩	湖内海氷	3. 2	4	0	0. 0	0. 0	——	13) 14)
〃	〃	〃	2. 65	0	122	0. 6	0. 0	——	〃
〃	〃	〃	3. 21	0	85	0. 0	0. 0	——	〃
1974. 2. 14	サロマ湖トカロチ	流　氷	0. 97	5	0	0. 0	14. 0	——	〃
〃	〃	湖内海氷	4. 15	6	0	0. 3	17. 8	——	〃
1974. 2. 14	サロマ湖トップシ	流　氷	3. 35	3	26	0. 6	5. 9	——	〃
〃	〃	湖内海氷	3. 25	4	0	0. 8	9. 2	——	〃
1975. 3. 18	枝幸北沖	流　氷	——	25	86	7. 0	25. 0	157	15)
〃	〃	〃	——	83	91	3. 0	32. 0	237	〃
1976. 3. 17	〃	〃	1. 09	13	102	8. 0	19. 0	20	〃

第2表　海氷菌による培地別アンモニア産生能[15]（単位は $NH_3\ \mu g/l$）

Test strain	30°C, 2 days			2 to 4°C, 7 days		2 to 4°C, 30 days
	Casein	Peptone	Casate	Peptone	Casate	Casate
From drift-ice	0	58	53	25	35	77
From shore ice	0	122	84	22	27	50
Pr. vulgaris	0	281	206	23	17	
Bac. subtilis	69	268	211	15	19	

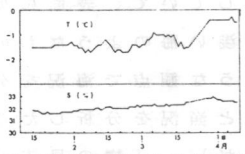
第5表　1977年における 70～75 m 深の混合水組成

水塊 / 水質	暖　水 (70m)	冷　水 (75m)	混合水 (75m)	混合水中の水塊含有率 (%)	暖　水	冷　水
S　(‰)	34. 00	33. 08	33. 88	S 基　準	86	14
ΣN ($\mu g/l$)	30	240	64	ΣN 基　準	84	16
P　($\mu g/l$)	15	54	26	P 基　準	72	28

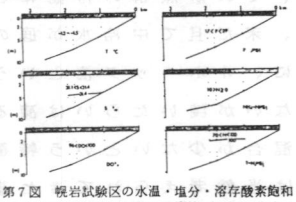
第4表　枝幸北沖（宗谷海峡東方）の3月中旬
海明け初期の海況区分と肥沃性

観測年	要　素	流氷域（沖合，冷水）	海明け域（沿岸，暖水）
1975	T (°C)	1. 29～ 2. 4	1. 1～ 1. 4
	S (‰)	33. 90～33. 99	33. 84～33. 87
	σ_t	27. 14～27. 20	27. 12～27. 15
	PO_4-P ($\mu g/l$)	17　～ 30	2　～ 7
	NH_4-N ($\mu g/l$)	3　～ 13	4　～24
	ΣN ($\mu g/l$)	74　～210	6　～28
	P/ΣN 単回帰 r^2	0. 91 (n=22)	0. 22 (n=9)
	回帰検定	$\alpha \ll 0.01$	$\alpha \gg 0.05$
1976	T (°C)	−1. 75～+1. 72	2. 1 ～ 3. 15
	S (‰)	32. 30～33. 85	33. 90～33. 95
	σ_t	26. 00～27. 10	27. 04～27. 19
	PO_4-P ($\mu g/l$)	6　～62	1　～ 4
	NH_4-N ($\mu g/l$)	0　～ 2	0　～ 4
	ΣN ($\mu g/l$)	66　～270	2　～ 4
	P/ΣN* 単回帰 r^2	0. 37 (n=23)	0. 94 (n=6)
	回帰検定	$0.01 < \alpha < 0.05$	$\alpha < 0.01$
1977	T (°C)	−1. 79～+0. 70	2. 61～ 4. 3
	S (‰)	32. 65～33. 35	33. 88～34. 02
	σ_t	26. 27～26. 83	26. 96～27. 04
	PO_4-P ($\mu g/l$)	37　～54	13　～26
	NH_4-N ($\mu g/l$)	5　～16	0　～12
	ΣN ($\mu g/l$)	98　～235	12　～59
	P/ΣN* 単回帰 r^2	0. 87 (n=5)	0. 71 (n=8)
	回帰検定	$0.01 < \alpha < 0.05$	$\alpha \leq 0.01$

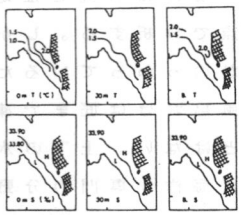
* P/ΣN は $P = a_0 + a_1 \Sigma N$ とする．
r^2 は P のパラツキに対する N の寄与率



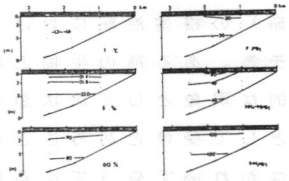
第5図　富武士地先定点の水温と塩分（1975）[15]



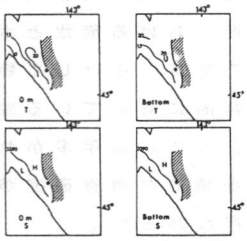
第7図　幌岩試験区の水温・塩分・溶存酸素飽和度・栄養塩の断面分布[13)14)]（1973. 2. 15）.



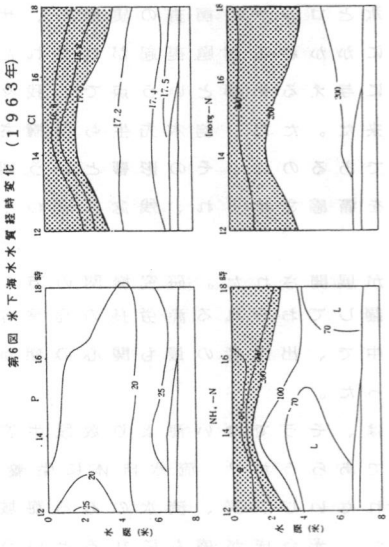
第10図　宗谷海峡東側，枝幸北沖の1975年3月12～14日の海況[15]．



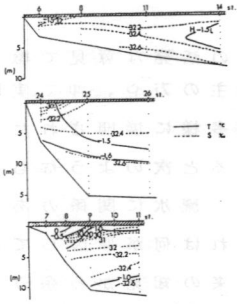
第8図　幌岩試験区の水温・塩分・溶存酸素飽和度・栄養塩の断面分布[13)14)]（1972. 3. 16）.



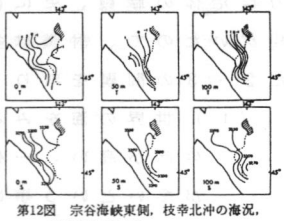
第11図　宗谷海峡東側，枝幸北沖の海況，1976年3月17～23日．



第6図　氷下海水水質経時変化（1963年）



第9図　3月中旬の水温・塩分の断面分[15]（1975）.



第12図　宗谷海峡東側，枝幸北沖の海況，1977年3月17日．

上記図表は、「駒木成（1979）オホーツク南西沿岸域の漁場環境に与える流氷の影響、沿海研ノート 17巻1号の抜粋分

日本雪氷学会北海道支部主催「流氷と漁業」談話会に参加して（感想）

辻　敏　（北海道立網走水産試験場）

1982年1月29日、北海道紋別市で開催された標記の談話会に参加する機会を得た。水産の仕事に携わっており、しかもオホーック海を仕事の場にしていて、流氷を除外しては考えられないということを観念的には知っていながら、如何に流氷に関して不勉強であったかということを思い知らされた1日であったというのが偽らざる感想である。

会は青田先生（北大流氷研）のオホーック海の海況の特徴と流氷生成の要因、気温や水温と流氷、流氷の性質やその動き等の講演で始められた。大変理解し易く、オホーック海の海況の特徴や流氷の特性が系統的には握でき、断片的に持っていた流氷に関する知識を整理するのに得るところが非常に多い講演であった。ここで教えられた最大の事柄は、当然といえば当然の事であるが、ひとつの現象をは握しても、観点によって本当に多種多様な見方ができるという事である。私達も仕事の性質上、オホーック海の海況については最大の関心事であり、毎年定期的に海洋観測を実施して年々の変動を押える努力を続けている。そして最も重要なオホーック中冷水の強弱や、接岸、離岸の状況を推定し、それが魚群の行動にどんな変化を及ぼしているのかという観点で分析する。しかし、未だ且て中冷水が底の役目をなしていて、表面に低塩分の水がのっかっているために、オホーック海というのは実は浅い海のようなもので、深い風呂おけは底まで凍らないが浅いたらいは凍るというような観点で海況を分析したことはない。上下の水の混合が少ないという特徴から海況と漁況を分析したこともない（海洋学専門の分野では当然考えられてきた事であらうが）。「物の見方」という点で教えられる事が多かった。

続いて駒木先生（北水研）の根室海峡における流氷とコンブの調査の実態や、サロマ湖における流氷とホタテ等、ある種の生物と流氷にかかわる問題提起がなされた。ここでは、主として物理的な現象として流氷が生物に与える影響という点で、我々も日常的に考えている問題として受けとめることが出来た。ただ、駒木先生も指摘されたように、毎年多かれ少なかれ必ずやってくる流氷であるのに、その影響という観点で継続的な調査研究が展開されていないということを痛感させられ、残念に思わざるを得なかった。

その後、出席された方々の活発な意見で総合討論が展開された。研究機関の方や地方自治体の職員、更には船主の方や、沖で実際に活躍しておられる漁労長の発言等が相次いだので、討議は多種多様に展開された。その中で、出席者の最も関心の深かった2・3の問題を取り上げると次のようなものであった。

（1）世界の海をみると、流氷に関係のある海域は、そうでない海より数段生物の生産が高い。一体これは何が原因しているのであらうか？　流氷自体に栄養分が多いという事は従来の知見から余り考えられないし、又、流氷のある海域で一次生産の植物プランクトンの発生がよいとか、光合成が盛んになるという根拠も薄い。強いて考えれば、暖水塊（あるいは冷水塊）の真中よりも、寒暖相

接し混合する水域で一次生産は高いと考えられるので、その面で流氷が何かの役割りを果すかも知れないと思われるが、今のところはほとんど手がかりもつかめていない。流氷は流氷そのものとして、又、プランクトンはプランクトンそのものとしての研究は随分進んでいるが、お互いを結びつけた研究は非常に少ない。その為には、オホーック海における周年のプランクトン調査なども是非必要であらう。

（２）漁業、あるいは魚種によっては、流氷そのものよりも、流氷下における生物の生活の実態を知りたいし、そのような深所に及ぼす流氷の影響を知りたい。具体的には２００米以深の海の状況に流氷というのはどんな影響を持つのであらうか？　近年の観測によると、その辺りの水温は0.5℃程低くなっていると聞くが、海の生物にとって0.5℃の差というのは大変なものであらう。この事と流氷とはどんな因果関係にあるのだらうか？　この様な観点では、漁業者は表面における水温や流氷よりも、ある水深における海況の年々の変動が知りたいし、それと魚の関係を解明してほしいと思う。流氷もプランクトンも漁業者の経験によると潮の流れと大いに関係があると考えているので、潮の流れ（表面だけでなく海底の方も含めて）の調査は是非必要ではなからうか。

（３）生物の再生産に及ぼす流氷の影響という点での解明が非常に遅れている。恐らく流氷によって夫々の種は卵から稚魚への生き残りに影響を受けているであらうし、コンブの様にその年の成体にとつては罪であっても、岩面が掃除される事によって次世代には功という場合もある。補充機構に及ぼす流氷の功罪についての研究が、種毎に是非必要であらう。

（４）最近の気象学やその他の学問分野では機械器具の発達に目ざましいものがあるが、水産の分野では遅れているのでないか。近年海洋観測の表面水温等は衛星を利用できるようになってきたが、遅れは否定できない。それも、弱電気やその他の分野の研究者が積極的に水産の分野に入って、どんな器具が必要であり、有効なのかという研究が進められていないからであらう。

以上のような討論をつうじて痛感させられたのは、もう今はひとつの学問分野に閉じこもっている時代ではなく、ある学会と他の学会が手をとり合って研究を進める時代に入ったという事であった。科学が「人間の生活も豊かにする」という目的で展開されている以上、ひとつの学問分野で果し得る役割りには自づと限界がある。もちろん、夫々の学問分野がそれなりに発展する事を抜きにしては連携も何もあったものでない事は言をまたない。しかし、今回の学会でも短的に表現されているように、雪氷学と水産学、雪氷学と海洋学、海洋学と弱電気学等々、どの問題も幾つかの学会（学問分野）にまたがっていることは明らかである。これを契期にして「学際的研究」を発展させたいと感じたのは私１人では無かったと確信したい。

そんな感想を抱きつつ、雪氷学会にふさわしい猛吹雪（この日、オホーック海沿岸の鉄道は全部運休となり、紋別市では／７時以降ハイヤーの運行さえ全部止って終った。）に包まれた会場を離れた。

日本雪氷学会北海道支部研究発表会講演要旨

北海道支部研究発表会が、昭和５６年９月１日、札幌市教育文化会館で開催された。全部で９編の講演発表が行われ、そのうちの一編は、昭和５６年８月より北海道大学低温科学研究所に２年間の予定で滞在中の、中国科学院蘭州氷河凍土研究所の黄茂桓氏による特別講演であった。

この研究発表会は、約７０名の参加者を得、活発な討論がおこなわれ、盛会のうちに終了した。この様な研究発表会は、昭和５７年度より、毎年６月頃に時期を変更して、開催してゆく予定である。

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

日　時　　昭和５６年９月１日(火)　１０：００～１５：３０

場　所　　札幌市教育文化会館　３階大研修室

プログラム

午前の部　　１０：００～１２：００　　座長　小　島　賢　治（北大低温研）

1. 第２１次南極観測隊気水圏観測の概報…… 15
　小　林　俊　一　・　石　川　信　敬（北大低温研）
　大　畑　哲　夫　・　川　口　貞　男（国立極地研）
2. 電線着雪付着力測定に関する一方法…… 16
　浅　井　修　一　・　小　林　裕　一（北電技研）
　若　浜　五　郎（北大低温研）
3. 建築物設計用雪荷重について…… 17
　柴　田　拓　二（北大工学部）
4. 湿雪氷化による路面不規則凹凸が橋梁に及ぼす走行荷重応答…… 18
　能　町　純　雄（北大工学部）
5. 石狩平野における積雪分布の特性…… 19
　油　川　英　明（北大低温研）

午後の部　　１３：３０～　　座長　若　浜　五　郎（北大低温研）

6. 特別講演　　中国における氷河の温度
　黄　　茂　桓（中国科学院蘭州氷河凍土研究所）
7. 厚岸地方における成長期の海霧とイチイおよびトドマツの天然更新との関係について…… 20
　斎　藤　新一郎（道立林業試験所）
8. 十勝地方の農地の土壌凍結分布について…… 21
　土　谷　富士夫（帯広畜産大農業工学科）
9. 大型垂直風洞による人工降雪実験（序報）…… 22
　札幌市青少年科学館建設準備室降雪担当グループ
　（代表　高　橋　庸　哉）
　成　瀬　廉　二　・　古　川　義　純（北大低温研）
　遠　藤　辰　雄（北大理学部）

第21次南極観測隊気水圏観測の概報

°小林俊一・石川信敬（北大低温研）・大畑哲夫・川口貞男（国立極地研）

南極地域観測隊による南極域観測計画*（POLEX-South：Polar Experiment-South）は，第20次隊（1979）から第22次隊（1981）までの3年間にわたって気水圏部門**によって行われる国際協力観測計画に基く観測である。本報告では第2年度の第21次隊によって行われた観測成果の概要について報告する。

南極大陸は，約25,200×10^{12}トンもの莫大な氷から成る地球の冷源となっており，これが地球の大気循環に重要な役割を果している。又この南極氷床が融けると約50mの海面上昇となり，この氷床の長期間にわたる変動（気候変動）が重要な研究となる。又南極氷床を取り巻く海氷も地球の冷源として大きな役割を果し，南極の冬の9月に最も面積が大きくなり，南緯55～60°まで張り出すことがあり，夏の1月でも昭和基地沖合100 km位まで張り出す年もある。従って第21次隊では，みずほ基地と昭和基地でそれぞれ以下の観測が実施された。

（A）みずほ基地における観測

1．30mタワーによる大気境界層観測．2．放射収支観測．3．低層ゾンデによる斜面滑降風の観測．4．音波レーダによる接地逆転層の観測．5．超音波風速温度計による顕熱輸送の測定．6．飛雪の観測．7．超音波式積雪深計による雪の堆積変化の測定．8．定常気象観測．

（B）昭和基地における観測

1．海氷上の熱収支観測．2．パドルの形成機構．3．無人気象観測．4．航空機による日射・表面温度・雪面形態・マルチバンドカメラ観測．5．音波レーダによる海氷上の接地逆転層の観測．6．水中氷（Frazil Ice）の観察．

以上の如き観測は，全て（I）エネルギー収支，（II）大気-雪氷-海洋の相互作用，（III）極域大気循環に関連した基礎的な研究である。

＊1970年3月ICSU（国際学術連合会議とWMO（世界気象機関）の合同組織委員会JOCでGARP（地球大気開発計画）の副計画として，極域における熱エネルギー収支とこれが全地球的な大気循環や気候変動におよぼす役割を明らかにするという目的でPOLEX（極域観測計画）が計画された。

＊＊（年次計画）

年度	隊次	参加者	所属	重点観測
第1年度（1979）	第20次 (L) 山崎道夫	前晋爾	国立極地研	氷床域の接地層及び放射収支
		和田誠	〃	
		山内恭	東北大	
第2年度（1980）	第21次 (L) 川口貞男	小林俊一	北大低温研	逆転層の構造，大気循環及び海氷域の熱収支
		石川信敬	〃	
		大畑哲夫	名大水研	
第3年度（1981）	第22次 (L) 吉田栄夫	井上治郎	京大防災研	広域の気象
		佐藤和秀	長岡工専	
		西村寛	北大低温研	

電線着雪付着力測定に関する一方法（その2）

浅井修一　小林裕一（北電）　　若浜五郎（北大　低温研）

1. まえがき

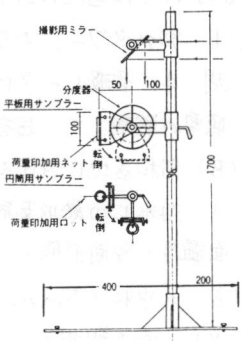
北海道における電線着雪は、低気圧前面でのシャーベット状の湿雪によって発生することが多い。一方電線着雪の脱落の有無は着雪の自重と着雪付着力のバランス条件如何により生ずるものと言える。従って湿雪の付着力の大きさは難着雪効果やその脱落限界着雪付着量に密接な影響を持ったものであり、今後その理論的背景を整備する上から重要な要素となるものである。そのため当所では湿雪の付着力測定のための一方法を具体化し測定を行なっているが、これはその才2報である。

2. 測定装置および測定方法

(1)人工着雪装置　降雪装置は従来着雪実験に使用した小型人工着雪装置を用いた。この装置は地上積雪を粉砕しながら蒸気あるいは噴霧した水滴と一緒に着雪サンプラーに吹きつけて着雪を発生させる装置でサンプラー表面付近の風速は5m/s 程度に調整して実験を行なった。

(2)付着力測定装置　図1に示す装置により測定を行なった。サンプラー降雪方向前面には、サンプラー表面より5mmの位置に荷重印加用ネットを配置してある。着雪サンプラーは回転自在となってスタンドに取付けられており、着雪捕捉面に降雪を吹きつけてネットを着雪中に埋没させるが、同ネット中央部に取り付けられたフックのみが着雪の外に露出する。付着力測定要領としては先ずサンプラーを転倒して着雪を下向きにした後、フックに荷重を加えていく。印加荷重としてはワーレンモーターにより、レールの上を移動する微少荷重変換器により荷重を歪量として測定するものである。図2にその測定要領を示した。

図1 付着力測定装置



3. 実験結果

アルミ板（$10^{cm}\times10^{cm}$）に対する付着力の実測結果の一例を表1に示した。実験に使用した雪は積雪をほぐし、人工的に湿雪を作り出したものであるが、測定結果はかなりバラついている。また表2には各種電線および銅パイプに対して得られた結果である。含水率20～30%で付着力は大きい傾向を示したが今後更にデータを増やしより客観性のあるものとしていきたい。

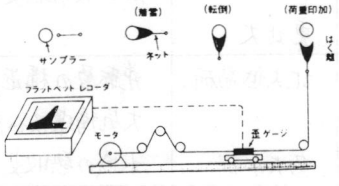


図2　付着力測定要領

表1　付着力—含水率の関係

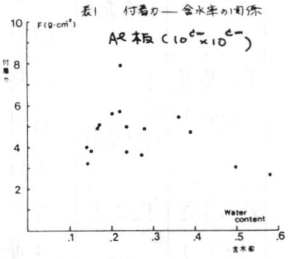
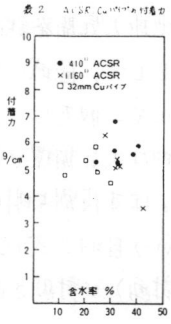


表2



建築物設計用の雪荷重について

北大工　柴田拓二　城　攻
桜井修次

○雪による建物の倒壊　1980年12月下旬から81年1月上旬にかけて、東北・北陸地方は「三八豪雪」以来の記録的な大雪に見舞われ、各地で多くの建物が倒壊した。札幌でも、1月30日朝に丘珠飛行場の民間航空会社の格納庫が倒壊した。結果的には、札幌のこの冬の積雪は大凡平年並で、北海道は小樽など一部の地域で多雪であったが「五六豪雪」には仲間入りしなかった。それでも建物の倒壊事故が生じたが、実は特に多雪の冬ではなくても建物の雪による倒壊はしばしば生じているのである。その主要な原因は、建物設計用雪荷重の設定が適切でないことによるものである。

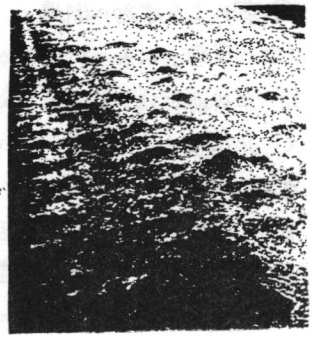
○現行法規による設計用雪荷重　建築物設計用の雪荷重は、建築基準法施行令の規定（1950年）により建設地の最深積雪量に積雪の単位重量を乗じて計算することになっており、最深積雪量と積雪単位重量は特定行政庁（都道府県知事、建築主事を置く市町村長）が定めている。積雪単位重量即ち積雪の平均比重は、全国的に共通して多雪区域では0.3と規定しているが、最深積雪量の規定は全く不統一で、観測資料との関連が曖昧で合理的根拠の不明な値が設定されている。制定以後実況に応じて見直しが行なわれた地方もあるようであるが、北海道のように「三八豪雪」などによる集中的な大被害と無縁であった地域では見直しの機会がないまゝに今日に至っている。設計用雪荷重の法規定が合理的に設定されないまゝに推移していることの大きな理由は、危険な状態に立至った場合にも建物管理者の裁量によって除雪が行なわれれば災害を回避できることと、屋根勾配によって自然落下をはかれば屋上積雪量は地上積雪量とは無関係であるとする考え方があったことによるものと推察される。しかし、このような社会的背景は近年大きく変化している。大雪が連続する時に公共建築物の雪おろしのために人を集めることは困難である。住宅敷地が狭隘化し、急勾配屋根からの自然落雪は近隣の紛争の因となり、雪おろしを行っても雪捨場が確保できない。建物の規模がある限度を越えると緊急の雪おろしは実質的に不可能である。建物倒壊時には管理上の問題とするよりは設計、施工の責任を追究する風潮が拡まってきた、等々である。もはや、建築法規上の設計雪荷重規定を根拠不明のままに放置することのできない状況である。

○設計用雪荷重設定のために必要な資料　積雪の平均比重0.3は、最深積雪時の平均比重の概数とされている。即ち、現行法規の規定する雪荷重は、最深積雪時の積雪重量であるが、冬期間中の最大積雪重量が一般に最深積雪時重量より遅れて出現し、より大きな値となることが多いことは既に示されていることである。札幌の積雪の実態については、北大低温研による1963年以降の継続的な観測資料があって、最大積雪深と最大積雪重量との相関を把握できるが、広く他の地域についても同様の資料が必要である。簡易な積雪重量観測法が開発されれば広範に最大積雪重量の資料蓄積が可能となろうが継続的な資料の蓄積には気象官署、観測所において積雪重量観測を正規の観測項目として担当されることが最も望ましい。目視観測が可能な最大積雪深と最大積雪重量の相関特性が確立されれば合理的な雪荷重の設定は一般市民にも理解し易いものとなる。屋上積雪と地上積雪との相関についても、これに対する影響要因についての計測を含め観測資料が広範囲に蓄積される必要がある。

湿雪氷化による路面不規則凹凸が橋梁に及ぼす走行荷重応答

北海道大学工学部　能町純雄

はげしい降湿雪の際，車輌交通の頻繁な舗装面に 20 cm～10 cm 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，裏状の路面が日汲急冷と共にフラクタルな凹凸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を有する路面を重車輌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考察されるべき課題である。

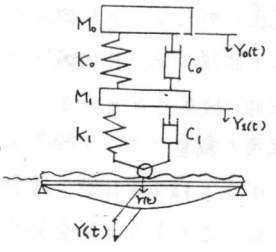


図．1 路面凹凸の例

出現する路面凹凸を統計的な量と考え，その性質は実測によって与えられることになるが，エルゴディクなランダム量と仮定しよう。

また橋梁の走行荷重系のモデルとして，横用のように図．2 に示す二重バネを有する集中力が等速走行する場合を考える。荷重点直下のたわみ速度を $\dot{Y}(t)$ とおけば，解析の結果，次のような第2積ボルテラ型確率積分方程式を導くことができる

$$\dot{Y}(t) = f(t) - \int_0^t \dot{Y}(t)\cdot K_S(t,\tau)\,d\tau + \int_0^t F(\tau)\cdot K_b(t,\tau)\,d\tau \qquad \cdots\cdots (1)$$



図．2 橋走行荷重システム
M_0：バネ上荷重，M_1：バネ下荷重

上式中 $f(t)$ は車輌重量が等速走行するときのたわみ速度，$K_S(t,\tau)$ は車輌の力学的性質と橋の剛性による積分核，$K_b(t,\tau)$ は車輌の力学的性質による積分核，$F(t)$ はランダム不陸 $r(t)$ から等びかれる確率量である。除雪の行われる橋梁で積雪の構造に及ぼす影響は無視できるので $E[F(\tau)] = 0$，式(1)を解いて

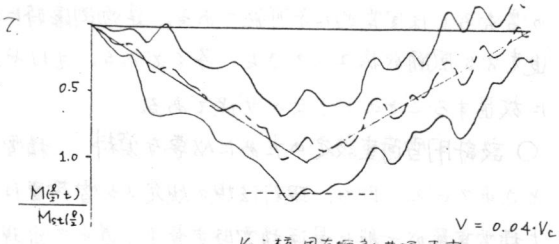
$$\dot{Y}(t) = R(t) + \int_0^t F(\tau)\,G(t,\tau)\,d\tau$$

ただし

$$R(t) = f(t) - \int_0^t f(\tau)\,H(t,\tau)\,d\tau$$

$$\therefore\ E[\dot{Y}(t)] = R(t)$$

$$E[\dot{Y}^2(t)] = R^2(t) + \int_0^t\int_0^t E[F(\tau)\cdot F(\tau')]\cdot G(t,\tau)\,G(t,\tau')\,d\tau\,d\tau'$$



図．3 橋中央曲げモーメント応答（標準偏差を含）

上式右辺の第2項はランダム不陸による分散で，$H(t,\tau)$ は解核，$G(t,\tau) = \int_0^\tau K_b(t,\tau)\,H(t,u)\,du$

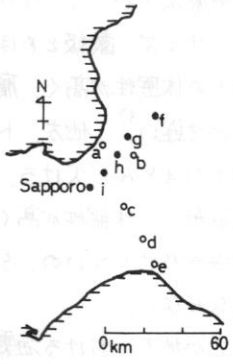
仮定により $E[F(\tau)F(\tau')] = \int S_F(\omega)e^{i\omega(\tau-\tau')}d\omega$ となるが $E[\dot{Y}^2(t)]$ は非定常確率過程のため時間の変数となる。$S_F(\omega)$ は $F(t)$ のパワースペクトルである。$S_F(\omega) \propto \frac{1}{\omega^2+\alpha^2}$ とする中央点の曲げモーメントの変動を図，3 に示してある。1点鎖線は平均値，2つの実線はそれぞれ標準偏差値を加味した値である。水平破線は同じ荷重に対する現行設計モーメントである。

石狩平野における積雪分布の特性

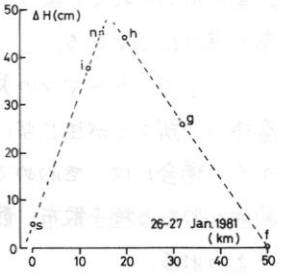
畑川 栄明 （北大・低温研）

石狩平野の数地点に自記積雪深計を設置し積雪初期から消雪時までの積雪深の連続記録を得ることができた。その記録の解析から積雪分布の特性を報告する。第1図は積雪深計の設置点を示した図で，a～eは1979～80年，f～iは80～81年の積雪期に設置した地点である。図から明らかなようにa～eは冬の季節風の方向とほぼ平行しており，f～iは直行している。各地点の積雪深計は12月に設置し，4月に回収したが，記録に対する障害はほとんどなかった。

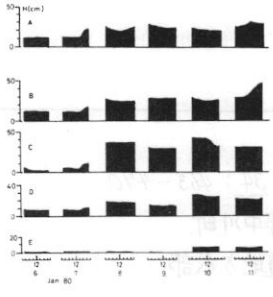
第2図はf～iの一降雪時（80.1.27～28）の積雪深増加量(ΔH)を示したものである。札幌(S)からf点（浦臼）までの50kmの区間においてΔHは，hとiの間に極大値点をもち，直線的に減少している。nはf～iよりも内陸側で，石狩湾の海岸線より約39kmの地点であるが，海岸線からはhとiの間に位置している。nの値がi－S線上にあることから，この積雪増の傾向は内陸側まで同じように続いているものとみなされ，極大値点はほぼ南東方向に連なっていると考えられる。第3図はa～eの積雪深の変化を示したものである。積雪深計は夜間の記録が得られないので，断続的な図となっている。この図において，1月7日の午後から8日の早朝までの間にeを除く他の地点において積雪深増が認められ，特にc地点における増加は著しい。この時の積雪深増加量(ΔH)の分布を第4図に示す。a～eを結ぶ線上にΔHの大きな地点が連なっている。この方向は第2図における南東方向よりも南に傾斜している。このことは，第4図の左に示した降雪のレーダーエコー分布にもあらわれている。すなわち，積雪深増のみられた7日12時から21時までの4枚のエコーを重ね合せた結果が，ほぼΔHの分布と一致しているわけである。第5図はa～eの一降雪時のΔHを示したものであるが，図の○は，その時の降雪のレーダーエコーの走向（平均）が南東方向よりも南に傾斜している場合，●点は東に傾いている場合である。前者の場合にはc～e点においてΔHが増大しており，後者ではa，bにおいて著しい。



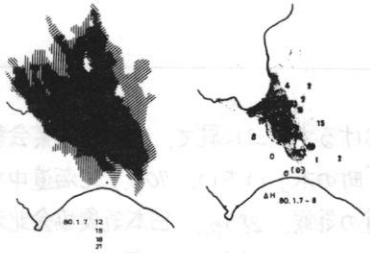
第1図．積雪深計の設置点



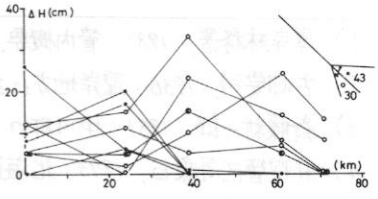
第2図．f～iの一降雪による積雪深増加量



第3図．a～eの積雪深の変化



第4図．積雪深とレーダーエコーの分布



第5図．a～eの一降雪による積雪深増加量

厚岸地方における成長期の海霧とイチイおよびトドマツの天然更新との関係について

斎藤新一郎（北海道立林業試験場）

北海道東部の太平洋岸の厚岸地方の，厚岸林務署管轄の道有林の天然生針広混交林を見学した際，イチイ（*Taxus cuspidata*）の天然更新が比較的に良好であるのに比較して，トドマツ（*Abies sachalinensis*）の天然更新があまりみられなかった．そこで，この2つの樹種の種子，散布，発芽および実生の形態・生態の特徴と，この地方の成長期の気候の特徴，とくに春～夏に卓越する海霧との関係について検討してみる。

厚岸地方は，北海道においては，イチイの成育の目立つ地方であり，昔からイチイ材の産出が多くあって，近年には資源枯渇に対して造林も行われつつある。[1), 2)] イチイは，トドマツ・広葉樹混交林の中層木であって，ササの乏しい，比較的暗い，腐植層に富む，適潤な林床にかなり良好に天然更新し，サイズ・齢級ともほぼ連続的である。[2), 5)] イチイは，仮種皮つきの種子をつけ，鳥に散布され，種子の休眠性が高く，腐植土を好み，耐陰性が大きく，春と秋の落葉期の光をよく利用し，成長がきわめて遅い。[3)] 他方，トドマツは，成木は多くみられるが，ふつうの林分には稚苗があまりみられず，上木のほとんど欠ける，林床植生の乏しい場所によく更新するにすぎない。トドマツは，有翼種子を風散布し，休眠性が高くなく，水はけのよい鉱質土を好み，耐陰性もかなり大きい。これの発芽は，地温が15℃くらいの，5月末くらいであるが，厚岸の苗畑では地温を上げるため，フレームを用いねばならない。

この地方における海霧は，成長期の5～8月に卓越し，月間20日にもなり，このため，気温の上昇が抑えられ，日照率が30%にも低下する。[4)] それで，林内の相対照度は，上木・草本と霧とのため，二重に低められてしまう。また，海霧は，霧雨状となって，成長期の林床を過湿気味にし，腐植の分解も進みにくくなる。

こうして，トドマツの天然更新は，光不足，温度不足，過湿な林床などのため，かなりな上木疎開，腐植の分解などが生じないと，人為的な補整を行わなければ，見込みが乏しいといえよう。他方，イチイの場合には，きわめて大きな耐陰性，冷涼気候下での発芽能力，適潤な林床，秋の光の利用，広範囲にわたる種子散布，競争者の更新不良などと関係して，海霧の卓越する地方によい成育をすると考えられる。

1）厚岸林務署，1981：管内概要.
2）古畑要司，1936：厚岸地方におけるオンコに就て．北海道林業会報，34：463～470.
3）斎藤新一郎，1981：中川町の「町の木」いちい．70p.，北海道中川郡中川町.
4）札幌管区気象台，1973：北海道の気候．283p.，日本気象協会北海道地方本部.
5）舘脇 操・田下英治，1937：ヲンコ林の群落学的研究．生態学研究，3：279～294.

十勝地方の農地の土壌凍結分布について

土谷 富士夫（帯広畜産大学農業工学科）

1．はじめに　農地の冬期間における土壌凍結は、他の季節と非常に異なった土壌状態を示し、なかでも凍結による水分移動、凍上による土壌構造の変化および地表面の隆起など著しい変動を示す。これらの現象は小麦や牧草等の越冬作物に直接影響を与えるばかりか、春期の耕起、播種作業にも影響を及ぼす。畑作中心の十勝地方において、積雪下の土壌凍結分布を知る事は、土地生産性や労働生産性を向上させる対策を得る上で、非常に重要となってくる。

2．実験方法　凍結深さの推移を知るため、1980～81年の冬期に、十勝管内の20市町村の24ケ所の農地にメチレンブルー凍結深度計を設置し連続観測を行った。測定の都合上、農地は、草地、小麦畑、裸地圃場および秋起し圃場の4種とり、凍結前に各地点の熱伝導率をプローブ法で、また乾燥密度、含水比を採土管でサンプリングを行って測定した（表1）。その結果を以下に示す。

3．結果と考察　平年より積雪が早く、そのため一般に土壌凍結深さは小さく、凍結の消失も早かった。凍結開始は11月28日～12月9日で内陸の陸別が最も早く凍結した。最大凍結時の積雪分布とその時の最大深さを図1と図2に示す。積雪が早くその量が多い地区ほど最大の発生日が早く、2月初旬に山間部で起った。積雪が少ない内陸の東部は最も遅く、3月上旬に最大となり、本別で最大値、51.7cmを記録した。凍結が完全に消失する時期は、内陸の平野部が早く4月1～5日であるのに対し、深くまで凍結した東部は遅く、本別で4月20日以後となった。次に積雪下の最大凍結深さを推定するため、12月から2月までの旬平均気温T_aと積雪深さSを利用し、次式によって計算した。

$$Z_i=\sqrt{2k_f T_a t/L+(Z_{i-1})^2}-mS_i \quad (i=1,2,\cdots,8,9),\quad L=0.80\gamma_d w,\quad Z_{max}=Z_9$$

ここにZ_iは凍結深さ(cm)、k_fは凍結土壌の熱伝導率(cal/cm·sec·℃)、tは日数、γ_dは乾燥密度、wは含水比である。その結果、係数mが0.5の時に、最も実測値に近い計算値を得た。2，3の地区で±10cmの差を示すものの、上記の式によって推定が可能と思われる。

表1．土壌の物理的性質

	地区	熱伝導率 (mcal/cm·sec·℃)	乾燥密度 (g/cm³)	含水比 (%)
1	リクベツ	0.99	0.80	58.4
2	ヌカビラ	1.12	0.80	50.0
3	カミシホロ	1.31	0.97	70.1
4	アシヨロ	1.55	0.66	39.5
5	ユータリ	1.58	1.01	40.5
6	シモサホロ	1.28	0.80	44.5
7	シカオイ	1.31	0.64	96.8
8	オトフケ	0.89	0.76	59.0
9	メムロ	0.59	1.15	24.1
10	オビヒロ	0.88	0.80	50.0
11	イケダ	1.93	1.01	51.5
12	ウラホロ	1.21	0.79	43.2
13	ヌカナイ	0.83	0.80	48.1
14	カミサツナイ	1.05	0.85	38.7
15	サラベツ	1.51	0.97	38.7
16	オオツ	1.08	0.80	50.0
17	タイキ	1.39	0.99	34.3
18	ヒロオ	1.17	0.70	63.8

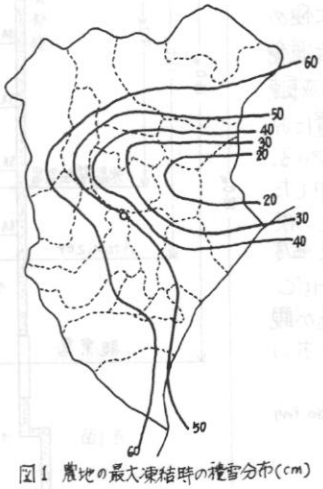


図1 農地の最大凍結時の積雪分布(cm)

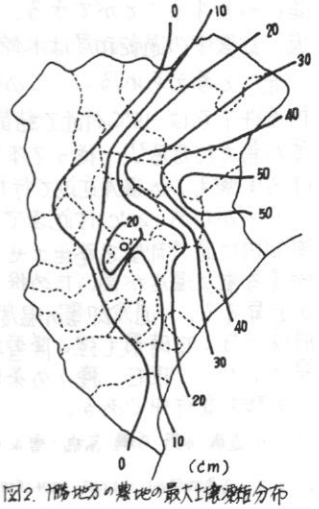


図2．十勝地方の農地の最大土壌凍結分布

大型垂直風洞による人工降雪実験(序報)

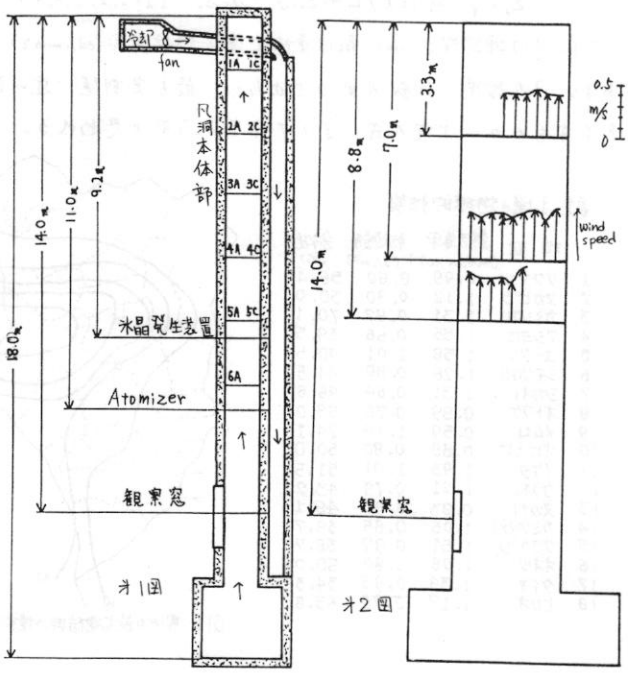
札幌市青少年科学館建設準備室降雪担当グループ(代表 高橋庸哉)・
成瀬廉二・古川義純(北大低温研)遠藤辰雄(北大理学部)

1. はじめに　大型垂直風洞による人工降雪装置が、札幌市青少年科学館(56年10月開館予定)の展示物の一環として設置された。この装置は、垂直上昇流の中に過冷却雲を発生させ、この中で雪の結晶を成長させて人工的に降雪状況を造り出すことを目的としている。[1] このような実験装置は、降雪のメカニズム、結晶の生成等の研究に有効であると期待される。本報告では、この装置の概要と、現在までの降雪実験の結果について述べる。

2. 人工降雪装置の概要　本装置の概略断面図を第1図に示す。風洞部は、内径1m、高さ18mの円筒型である。風洞上部に冷却器と送風器があり、ここで冷却された空気が戻り管(内径0.5m)で送られ風洞内に上昇流を発生させる。上昇流の風速は0.1~1mの範囲で可変である。風洞内の水平風速分布は第2図に示した様にほぼ一様であった。また風洞内の温度は-25℃まで冷却が可能である。風洞内に人工過冷却雲を発生するために、超音波方式のAtomizerが4台設置された。また雪結晶の種となる氷晶は、別に設置した氷晶発生装置から風洞内に供給することができる。風洞下部には、観察窓、雪結晶採取口が設置されており、風洞内の降雪状況の観察等が可能である。本実験装置は、自動運転により、風速・霧供給量を変化させることができる。

3. 人工降雪実験　上昇流の中にAtomizerから霧を供給すると、これより上部の風洞内には定常的に過冷却雲が発生する。この中に、氷晶発生装置から氷晶を風洞内に入れるとそれらは成長し、雪結晶となる。風洞内に雪結晶の落下速度にみあう上昇流があれば、結晶の滞空時間が長くなり、より大きな結晶に成長することができる。また、過冷却雲中の過飽和度は水飽和に極めて近いと考えられる。この様な過飽和条件下では-15℃付近で結晶の成長速度が最大になる。[2] 従って本装置における実験もこの温度近辺で行なっている。

あらかじめ-20℃付近まで冷却した風洞内に過冷却雲を発生させると、供給する霧の温度が高いため徐々に温度が上昇する。過冷却雲の温度が-15℃前後になった時最も強く降雪状態が観察された。現在、種々の条件において実験を進行中である。



1) 古川、遠藤・水野・成瀬・高橋：雪氷 42、1980、P47
2) 山下：気象研究ノート、Vol.123 1974 P47

― 講 習 会 ―

「雪と氷の観察会」

支部では、昭和５７年１月１３日（水）に、札幌市青少年科学館との共催により、雪と氷の観察法の講習会を開催した。今回は主として、中学生、高校生を対象として開き、約７０名の参加者を得て、非常に好評のうちに終了した。

この講習会においては、支部より講師として６名の会員を派遣し、また上記中高生とは別に、約２０名の雪氷学会会員に対しても同時に講習を行なった。当日、参加者に配付した講習会テキストを本紙に再録し、会員の便に供することとする。但し、本テキストは中高生向けに書かれていることをお断わりする。

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

日　時　　昭和５７年１月１３日(木)　１０：００～１６：００

場　所　　札幌市青少年科学館

講習内容　1.　雪の結晶の観察法

講　師　　水　野　悠紀子（北大低温研）

古　川　義　純（北大低温研）

2.　積雪断面の観察法

講　師　　成　瀬　廉　二（北大低温研）

橋　本　雅　之（北大低温研）

3.　氷の薄片の観察法

講　師　　大　伴　武都美（北大低温研）

外　塚　　信（北大低温研）

講習会テキスト目次

雪の結晶の観察法　水　野　悠紀子（北大低温研）…… 24

積雪断面の観察法　成　瀬　廉　二（北大低温研）…… 29

氷の薄片の観察法　大　伴　武都美（北大低温研）…… 33

〔付録〕　氷の多結晶組織の観察　大　伴　武都美（北大低温研）…… 35

雪の結晶の観察法

北大低温科学研究所　　水野　悠紀子

およそ５カ月もの長い間雪にとざされて生活する北国の人々は、雪とは切っても切れない密接な関係を持っています。

雪といえば降り積もった雪(積雪)と降って来る雪の結晶（降雪）を指しますが、家の囲りに高くつもった雪も実は１つ１つの雪の結晶の集まりです。最近は本などで美しい雪の結晶の写真を目にする機会が多くなり雪の結晶が六花といわれるように六角形を基本にした形であることは良く知られていますが、それを自分の目で確かめたり、詳しく観察した人はあまり多くないはずです。降って来る雪のどれ１つとして同じ形をしているものはありません。人の顔と同じように雪の結晶にも個性があります。ここでは降って来る雪の結晶を観察する方法と、雪の形をいつまでも残しておくレプリカの作り方について説明します。

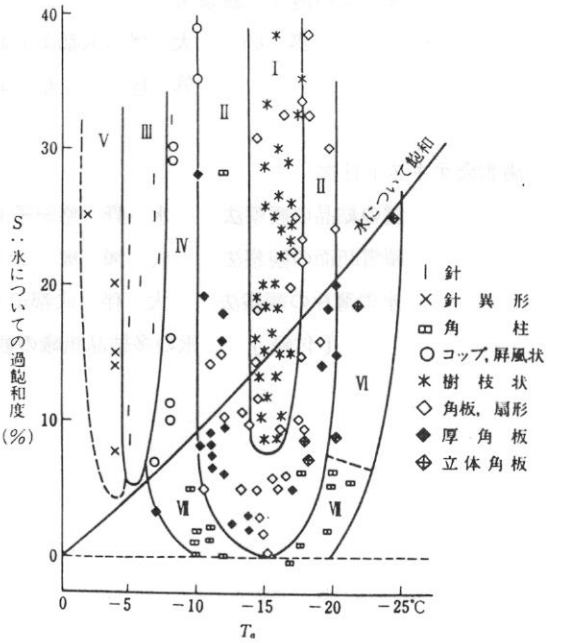
1　雪の結晶形と成長条件

雪の結晶の形が、その結晶の成長する温度と水蒸気の過飽和度によって決まることは、中谷博士の人工雪の実験によって明らかにされました。この関係は　第１図に示した中谷ダイヤグラムとして表わされています。したがって天然の雪の形を観察することによって、結晶が成長しながら落下する途中で通過した温度や、水蒸気過飽和度など、その時の成長条件（上空の気象状態）をおおむね推定することができます。

2. 雪の結晶の分類

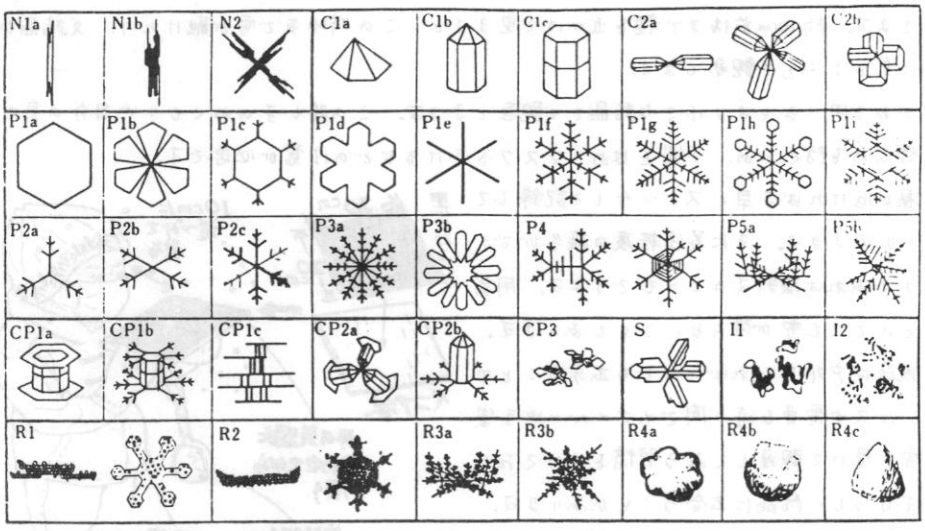
雪の結晶を観察してある時はその美しさに魅せられ、またある時は雲粒が沢山ついていて落胆することもありますが、結晶を見てどんな雪が降っているかを記録するためにも雪の結晶の形をある程度は知っていなければなりません。

雪の結晶は六角形を基本としていますが、大別すると角柱状に伸びるか、角板状に成長するかで分かれますが、中谷は第２図と、第１表に示すように４１種類に分け、これを一般分類としました。最近は降って来る時の気象条件を考慮してさらに細分化された気象学的分類もありますが、いずれも大きく分けると針状結晶(N)角柱状結晶(C)，板状結晶(P)　角柱と板状の組み合わせ(C-P)，側面結晶(S)，雲粒付結晶



第１図　中谷のTa−Sダイヤグラム

(R), 不定形(I)と初期結晶からなっています。しかし、実際に観察してみるとこれらの表や図のどれに入れてよいか迷う判のつきにくいものも出てきます。特に肉眼や虫めがねなどによる観察ではあまり細かい分類よりも第3図の実用分類で十分な場合もあります。この図には記号の他に代表的な雪の写真もあるので自分の観察した結晶がどのグループに入るかを調べるときに便利です。

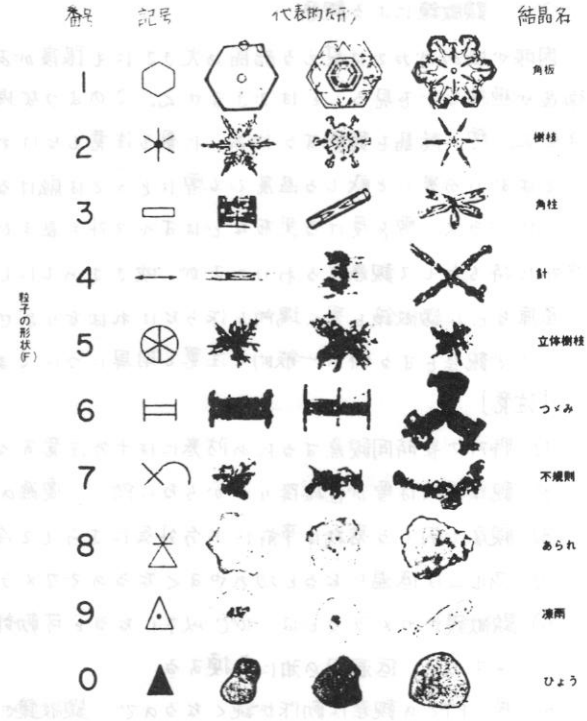


第2図　雪の結晶の一般分類　(Nakaya)

- I 針状結晶 N
  - 1. 単なる針
    - a. 基本の針
    - b. 基本の針の束
  - 2. 針組合せ
- II 角柱状結晶 C
  - 1. 単なる角柱
    - a. 角錐
    - b. 砲弾型
    - c. 角柱
  - 2. 角柱組合せ
    - a. 砲弾組合せ
    - b. 角柱組合せ
- III 板状結晶 P
  - 1. 正規六花
    - a. 角板
    - b. 扇形
    - c. 枝付角板
    - d. 広幅六花
    - e. 星状
    - f. 樹枝
    - g. 羊歯状
    - h. 角板付樹枝
    - i. 樹枝付角板
  - 2. 三花四花系
    - a. 三花
    - b. 四花
    - c. その他
  - 3. 十二花
    - a. 羊歯状十二花
    - b. 広幅十二花
  - 4. 畸形
  - 5. 立体集合
    - a. 立体六花
    - b. 立体放射状
- IV 角柱・板状組合せCP
  - 1. つづみ型
    - a. 角柱と角板
    - b. 角柱と樹枝
    - c. 複合つづみ
  - 2. 平板付砲弾
    - a. 砲弾と角板
    - b. 砲弾と樹枝
  - ※ 3. 不規則集合（粉雪）
- V 側面結晶 S
- VI 雲粒付結晶 R
  - 1. 各種雲粒付結晶
  - 2. 厚板
  - 3. 霰状雪
    - a. 六花状
    - b. 塊状
  - 4. 霰
    - a. 六花状
    - b. 塊状
    - c. 角錐状
- VII 無定形 I
  - 1. 氷片状
  - 2. 雲粒付無定形

（※ 中谷の命名以来、ながく側面結晶と呼ばれてきたが、最近の研究から交叉角板とでも呼んだ方がいいことが分かった）

第1表　雪結晶の形の和名



第3図　雪の結晶の実用分類　(Mason)

3. 雪の観察

3-1 肉眼による観察

20～30cm４方位の黒布（ビロードがよい）を厚紙かベニヤの板に張り、しばらく外気に放置して外気温と同じ温度まで冷やした後、降って来る雪を受けとります。数mmの大きな結晶は肉眼でも十分見ることができます。約10cm前後まで顔を近づけて見ますが、この時呼気で雪が融けたり、又結晶が飛ばないように息をこらえて観察します。

虫めがねを用いるとより小さな結晶でも観察できます。この時も手のぬくもりや自分の息で雪が融けたり飛ぶのを防ぐため、手袋をはめ、マスクをかけるなどの注意が必要です。

外気温が低ければ手早くスケッチして記録しておくこともできます。また等倍程度の接写ができるカメラであれば撮影することもできます。用意万端ととのえても雪が降らないこともあります。肉眼の観察は戸外にいればいつでも出来ることですから、バスや電車を待つ間でもオーバーや手袋の上に雪を受けて観察してみる習慣をつけておくと時々すばらしい結晶に出合うことがあります。

3-2 顕微鏡による観察

肉眼や虫めがねでは見える結晶の大きさにも限度がありますし雪が成長してきた過程を示す微細な構造や模様などを見ることはできません。このような場合にはどうしても顕微鏡によらなければなりません。雪の結晶を観察するばあいに最も注意しなければならないことは−10℃とか−15℃と人間にとってはずいぶん寒いと感じる温度でも雪にとっては融ける寸前の温度にあるわけですから、顕微鏡、スライドガラス、雪を受ける黒布などはすべて外気温まで冷やされていなければなりません。顕微鏡を戸外に持ち出して観察するわけですが吹きさらしにしておくことはできませんので雪洞を作るか寒い車庫などに顕微鏡を置く場所を作らなければなりません。

ここで観察をする時の一般的な注意と用具についてまとめておきましょう。

〔注意〕

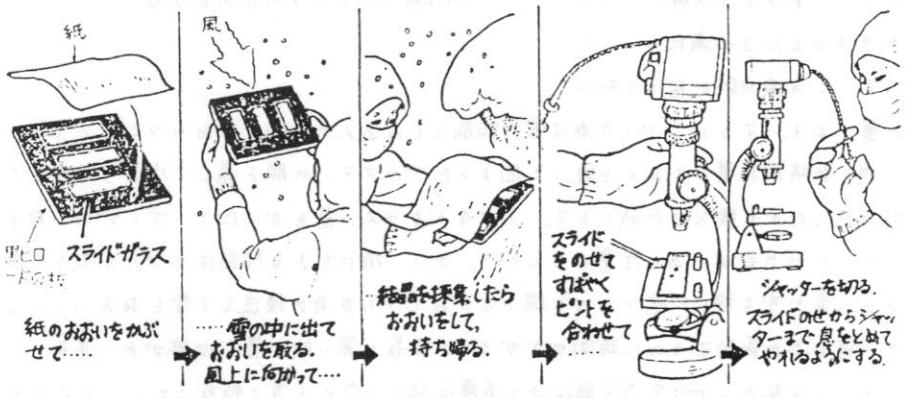
1) 野外で長時間観察するため防寒には十分注意する
2) 観察場所は雪が直接降りかからない所。　電源のとれるところ
3) 観察に用いる器材は事前に十分外気にさらして冷やしておく。
4) フィルムは低温になると切れやすくなるのでカメラやフィルムは保温するのが望ましい。
5) 顕微鏡やカメラなどは、−10℃以下になると可動部の油が固まって動きにくくなるので、油ぬきをするか、低温用の油に交換する。
6) 寒い所での観察は動作が鈍くなるので　顕微鏡やカメラの取り扱いはあらかじめ練習をしておく。

[観察，写真撮影に用いる道具]

1. 雪の結晶は0.5～5mm程度の大きさなので，接眼レンズは5倍，又は10倍，対物レンズは，10倍，4倍，2倍などの低い倍率のものを用意する。雪の大きさに合わせてレンズの切り換えができるリボルバー式のものがよい。
2. 露出計付き一眼レフカメラが望ましい。顕微鏡とカメラのアダプターが必要。
3. その他
   - 黒い布(ベルベット，ビロードなど)を張った厚紙かベニア板(20cm×20cm)
   - 細い筆かマッチ棒
   - 虫めがね
   - はけ(黒布掃除用)
   - 手袋(薄いものが作業がしやすい)
   - スライドガラス
   - 各種フィルター(断熱フィルター，色温度補正フィルター，ブルーフィルター)

さて以上のような注意と用具の準備ができると，いよいよ観察の開始です。下図のように黒い布の上にスライドガラスを2~3枚のせて雪の降っている外に出てこの上に雪を受けます。スライドガラスにいくつかの結晶がのったら顕微鏡のところに持ち帰ります。雪ののったスライドガラスを顕微鏡のステージにのせ，ねらった雪の大きさに応じて，顕微鏡の視野の中に結晶全体が入るように対物レンズを選びます。手早くピントを合わせ，フィルムを巻き上げてシャッターを押します。この時もスライドガラスがくもらないように息をとめてできるようにします。

美しい雪の結晶を見たり写真をとることが目的であればこれでよいのですが，ついでにある時間に降ってきた雪がどの形に入るかを分類表や図に従って大まかに分け記録しておくことも忘れないでください。



4　雪の結晶のレプリカの作り方

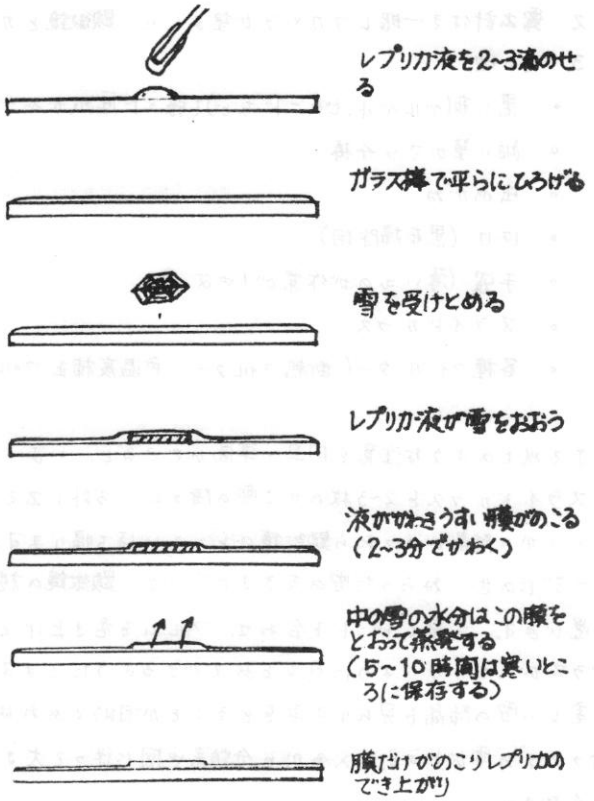
もとのものと同じ型をとったものをレプリカといいますが，雪の結晶もレプリカをとることができます。これは室内に持ち込んでも融ける心配もなくゆっくり観察できますし，いつまでも残しておくことができます。

○　フォルムバールレプリカ法

雪が融けないうちにプラスチックのうすい膜で結晶をつつみ，プラスチックの膜が固まってから，中の雪がプラスチックの膜にあいている小さな穴を通ってゆっくり蒸発するため，元の雪の結晶の形がそのまま残ります。この方法は米国のシェーファー博士によって見出されました。レプリカ液はフォルムバール(ポリビニールフオルマール)というプラスチックの白い粉を二塩化エチレンという液体に1～3％の濃度にとかしたものです。

比較的大きくて構造が複雑な結晶には濃いものを，小さく薄い結晶にはうすい溶液の方が鮮明なレプリカができます。

作り方は右の図に示したような手順でおこないます。まずレプリカ液はよく乾いたふた付きの小びんに入れ，これを屋外に出して外気温と同じになるまで冷やしておきます。これをガラス棒につけてスライドガラスの上に2~3滴たらし，一様に広げます。この液が乾かないうちに雪を静かに置きます。するとレプリカ液は雪の結晶にしみ込んで全体をおおいつくしてしまいます。これを寒い所に数時間放置しておくと乾いて固まったプラスチックの膜を通して水分子がゆっくり蒸発し，雪の形を残したまま膜だけが残ります。スライドガラスに息をかけたり，ゴミがついたりするときれいなレプリカが出来ないので注意しましょう。また，特に大きな結晶はレプリカ液を1滴スライドガラスの上に置き雪を静かに近づけると端の方からレプリカ液が侵透して雪をおおいつくします。結晶が大きい程全体が蒸発するのに時間がかかるので気長に寒い所に置く必要があります。



フォルムバールレプリカのとり方

(観察としプリカ作製法の図は参考文献(2)より遠藤辰雄氏の許可を得て転載させていただきました)

参考文献　1　「雪の結晶」小林禎作著　ブルーバックス　雪の結晶について一般的に解説，写真撮影法もある。

2　子供の科学　特集「雪」1979年1月号　遠藤辰雄著　子供向けの雪の結晶の生成，観察法，レプリカ作製

3　雪の結晶の観察　1979年1月号　日本気象学会社内関誌"天気"　菊地勝弘

積雪断面の観察法

北大低温科学研究所　　成瀬 廉二

1. はじめに

一晩中あるいは二、三日降り続いた雪がやんだとき、屋外に出て積った雪にふれてみよう。長ぐつがすっぽり埋るほど軟らかくて、スコップでかき上げると風にのってバラバラに飛び散ってしまう雪。どっしりと重く、除雪に一苦労する雪。雪ダルマや雪玉が作りにくい雪。次第に手袋がびしょびしょになってしまう雪。スキーのシュプールが残らないようなカチカチにかたい雪 ――― このように降り積った雪〔積雪（せきせつ）〕は、雪の結晶の種類、気温、風速、林や建物など周囲の地形の影響を受けて、様々な異った性質を示しています。

そして二、三日から一週間もたつと、積雪は次第にかたく、重い雪に変っていきます。積雪に表面から地面まで穴を堀り、雪の壁を観察してみると、冬の初めに積った雪から最近の雪までが、色々な様相を示していることがわかります。湖や海洋の底に堆積した地層を分析して数千年～数万年前からの気候の変動を調べるのと同様に、積雪の内部を調べること（断面観測という）から、一冬の積雪の歴史と変化の様子を知ることができます。

ここでは簡単な道具のみを用いて行なえる、積雪断面の観察法を紹介しよう。

2. 道具

- スコップ（先のとがったものではなく、背の平らな四角型スコップが良い）
- 物差し（折り尺、または目盛のついたテープを棒にはりつけたもの）
- ノート
- エンピツ

〈あれば良いもの〉

- インク（青）……20～50ml
- 霧吹き（園芸用噴霧器など）……500ml～1.5l用
- トーチランプ（ガソリン用またはブタンガス用）
- 小型ほうき
- カメラ
- 虫めがね

3. 雪穴の堀り方

積雪の深さが1m位のときは約2m×1.5m、それより深いときにはもっと広く、雪面に四角形を描き、その中の雪を地面まで堀りおこします。四つの断面の内、一つの面を観察するので、堀り出した雪くずは別の方向へ積み上げること（図1参照）。地面に達したら、観察する一つの断面をきれいに

仕上げます。なるべくスコップの刃のあとが残ったり、凸凹にならないように。

第1図
雪穴の掘り方

4. 層構造の観察

きれいに仕上げた断面を、ほうきや軟らかい布や手袋でそっとはくようになぜると、肉眼でもよく見ると沢山の層があることがわかります。平坦地で人に乱されていない場所では、これらの雪の層は、水平に、しょっちゅう遊び場になっていた広場やスキー場では、クツやスキーのあとが層の中に乱れて残っているでしょう。土の混った汚れた層が見られれば、そこは何日も雪が降らずに表面だったところです。氷の層が入っていれば、そこは暖かい日に一度融けてその後また凍った部分です。根雪になってからの毎日の天気の記録と比べてみると、対応がついて面白いでしょう。

観察面に物差しを立て、層の構造をスケッチしてみよう。写真を撮っておくのも良い。

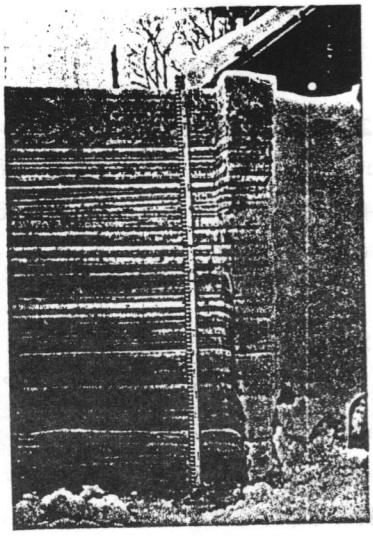
5. 色水による断面の観察

汚れの少ないきれいな積雪では、層構造はなかなかはっきりとは見えません。そこで雪の壁に色水を吹きつけると、色水が層と層の間にしみこんで構造が良くわかります。

インク（何色でもよいが青が一番見やすい）を水で20～30倍程度にうすめ、大型の霧吹きで壁の全面にむらなく吹きつける。その後、トーチランプで壁をはしからはしまでまんべんなくあぶり、雪の壁の表面を少しだけ融かします。そうすると雪質の少しでも異なる層と層の境界に色水がしみ込み、色の濃い線が何本も現われてきます。図2はこのようにして観察した断面の写真です。（積雪の深さ、1.9m）。水平の線一本一本が、ある期間（数時間の場合もあるし、数日の場合もある）雪が降らずに積雪の表面だった層に相当します。

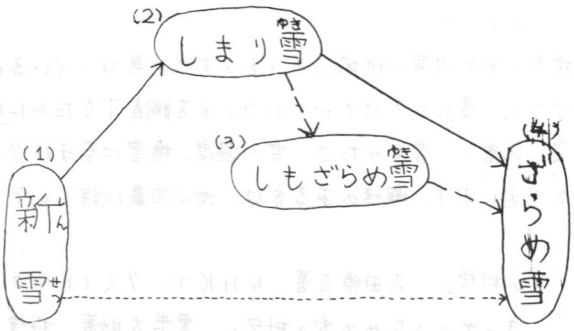
6. 雪質の分類

雪の結晶には様々な形があり細かく分類されていますが、積った雪の粒も色々の形や性質を異にし



着色した積雪断面

第２図



第３図　雪質の変化

ています。これらを大きく分類すると、第３図に○で囲った４種類になります。「新雪」は、積ったばかりの軟らかく軽い雪で、雪結晶の形をまだ保っています。新雪が積ってから日がたつと、気温が低く融けなくとも、雪結晶のとがった部分が昇華蒸発して次第に丸味を帯びた小さな雪粒に変り、また雪粒同志がくっつき合って（焼結という）網目状の組織になります。こうなると、「しまり雪」と呼ばれます。この雪は、大部かたくなり、スコップで四角や三角に切り出しても簡単にはこわれません。気温が０℃以上になったり、または０℃以下でも強い日射があると、積雪の表面は融け、水は下方にしみ込みます。そして再び寒くなると、その融け水は雪粒を包んで凍ります。このように融解や凍結を繰り返すと、雪粒は丸みを帯びた大きな粒になり（２～３mm以上にもなる）これがブラニュー糖のようなざらめ雪です。雪が少なく気温が低い地域では、積雪の表面付近は地熱のために雪の温度は高く、このような強い温度差のために、下層の雪粒から昇華蒸発して上層で昇華凝結し、積雪内部に霜が作られます。これが「しもざらめ雪」と呼ばれています。大きいものは数mmにもなり、雪粒が角ばっているので「ざらめ雪」と見分けがつきます。

北海道の雪の多い地域では、冬から春にかけて３図に実線で示したように（１）→（２）→（４）と変化し、やがては融けて水になります。北海道で雪が少なく寒さの厳しい地域では、（２）→（３）→（４）の経路をたどります。一方、北陸地方のように暖かい地域では、直接（１）→（４）となるか、あるいは新雪がそのまますぐに融けて消えてしまいます。

慣れないうちは、雪質の見分けがつきにくいですが、てびっちした雪構造図に雪質を書き込んでみましょう。雪粒をバラバラと黒っぽい布に受け、虫めがねで観察するのも良い方法です。半月か一ヶ月後に、ほぼ同じ場所で観察してみると、前回とは似ていますが少しずつ層の間隔が縮まったり、雪

質が変化しているのが分るでしょう。また札幌の北部の海岸付近と南部の山沿い地域とでも差が見られるでしょう。雪の積り方や気象条件が異なるからです。

7. おわりに

積雪の量や性質が地域によりどのように異なっているか、あるいはそれらが同一地域で冬から春にかけてどう変化して行くかということを調査するためには、以上に述べたことのほかに、雪の重さ（密度，比重）、雪のかたさ、雪の温度、積雪に含まれている水の量（含水率）などを、目的に応じて色々測定します。興味のある方は、次の図書に詳しいですから参考にして下さい。

「雪の科学」、吉田順五著、ＮＨＫブックス（１９７１年）P. 300.
「スキーヤーのための雪の科学」、黒岩大助著、科学ブックス（１９７２年）、共立出版 P.174.
「新防雪工学ハンドブック」、日本建設機械化協会編、森北出版（１９７７年）、P. 513.
「積雪観測法」、清水弘著、雪氷の研究（４）、日本雪氷学会（１９７０年）、P. 5～28.
「積雪災害の基礎的研究」、吉田順五著、北大低温科学研究所（１９６９年）、P. 53

氷の薄片の観察法

大伴　武都美（北大・低温科学研究所）

1. 氷の薄片の作成

〔用具〕・偏光板2枚（カメラの偏光フィルターや偏光サングラスでもよい.）・試料より少し大きめのガラス板　・ヒーター（電熱器，ホットプレート，コンロなど）　・平らな金属板（大きさは上記のガラス板より少し大きいもの．ナベ，フライパン，コッフェルなど）　・写真撮影をする場合にはカメラ，三脚，光源ランプ，接写リング or 接写レンズ。

〔手順〕

氷の薄片を作るには，通常はカンナやバンドソーを利用して作るが，ここでは簡単な熱板法を紹介する。

1）ヒーターの上に金属板をおく。この場合金属板上にとけ水がたまらない方がよいので，ナベやフライパンを使用するときは底を上にした方がよい。金属板を手でふれることのできるくらいの温度にヒーターを調節する。

2）金属板の上にガラス板をおき，その上に氷試料をおいて試料を手で動かしながらゆっくりとかす（図1）。この際，とけ水はガラス板上にのこらないように流す。

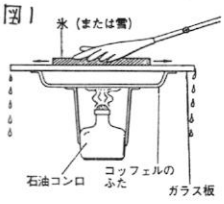


図1

3）氷の厚さが数mmになるまで両面をとかす。もし，作業を進めている場所の気温が0°C以下ならば，この厚さにしたあと，一方の面とガラス板をよくすり合わせて平らにし，しばらく寒い所に放置すると，ガラス板と氷をはりつけることが出来るので後の作業を楽に進めることが可能である。あとは，はりつけていない氷の面をゆっくり，ガラス板と平行にとかしてゆく。この場合には厚さが1mmぐらいになるまで作業を続ける。また必要に応じてもっと薄くすることができる。

作業をしている場所が0°C以上のときは，放っておけば氷はどんどんとけてしまうので，ガラス板に氷をはりつけることはできない。厚さが数mmになるまでとかして，そのまま観察する。気温が高い場合はあまり薄くしない方がよい。

2. 薄片の観察

ガラス板ごと二枚の交叉偏光板にはさんで見ると，それぞれの単結晶にさまざまな色がついたモザイク模様を見ることができる。氷の場合は通常個々の結晶粒径が大きいので肉眼で十分観察できるが，場合によっては偏光顕微鏡を使用する場合もある。この薄片から個々の単結晶粒の形，大きさ，そして結晶組織を知ることができる。またユニバーサルステージを利用することによって結晶粒のc軸方位を知ることができる。たとえば，つららや電線着雪を輪切りにした薄片を観察すると，年輪のように同心円状に広がってゆく結晶粒が見える。これはつららや着雪の成長の様子を反映して出来るもので興味深い。また個々の結晶粒は一般には着雪の方が小さいがこれは，つららがとけ水からゆっくり成長するのに対して，着雪は雪が急激に付着して成長するためである。市販の氷は前の二つに比較して結晶粒は大きく，

鉛筆を束ねたような組織をもっている。そのために薄片を切り出す方向によって結晶組織の見え方は異なる。市販氷は大きな缶の底の方からゆっくり成長させてゆくために結晶粒が大きく，成長方向に伸長する傾向がある。これに対して家庭の冷蔵庫で凍らせた氷は，急に四方から凍らせるために，薄片を作ってみると，気泡が多く結晶粒径も周辺部ではかなり小さく，中心部にゆくに従って成長速度がおそくなるため大きくなってくることがわかる。この冷蔵庫の氷も，もし容器の底から，ゆっくり凍らせると，透明で結晶粒径の大きな氷を得ることができる。池の氷や海氷は市販氷と同じ様な結晶組織をもち，鉛直方向に結晶粒は伸長している。南極や氷河の氷は，多様で一概には言えないが，いままで述べたすべての氷とは異なり，結晶粒の形は複雑な形態を示すことが多い。結晶粒の大きさは，大きいものでは数十センチにも達するものがある。

【メモ】

【付 録】

氷の多結晶組織の観察

大伴 武都美（北大・低温科学研究所）

1. はじめに

南極の氷床，海氷や高山の氷河，流氷，それに身近なところでは家屋の軒に下がるつらら，冷蔵庫や池の氷などは氷の多結晶でできている。多結晶とは，種々な結晶軸方位や形態をもった単結晶が集合して出来ているものであるが，これから述べる方法は，透明固態である氷の性質に着目し，透過偏光を使用して氷の多結晶の結晶組織を観察しようというものである。

2. 氷の結晶構造と光学的性質

氷の結晶を構成している原子は水素と酸素であり，水素二原子と酸素一原子で水分子が作られている。氷はこの水分子が規則正しく集合したもので，結晶学的な分類では六方晶系（hcp，C_3 構造）と呼ばれるグループに属している。図1に示されているように氷結晶は，同一平面上にある三本の等価な結晶軸（a軸）とそれらに垂直な結晶軸（c軸）をもつ。

固態物質をその光学的性質に従って分類すると表1のようになる。この表から明らかなように，氷は光学的に異方性を持った結晶であり，光学的一軸性結晶に分類される。つまり，氷における光学的な一本の軸は結晶学的なc軸と一致する。光学的異方体では一般に

光学的等方体	光学的性質に，方向による差異がない．一つの方向に進む光は通常光一つのみである．普通は複屈折の現象がない．	非結晶 等軸晶系の結晶
光学的異方体	光学的性質に，方向による差異がある．一般に，一つの方向に進む光は，たがいに速度を異にする二つの偏光に分かれる．その振動方向はたがいに直角である．複屈折の現象がある．	
光学的一軸性結晶	光軸が一本あり，その方向は結晶軸cと一致する．一つの方向に進む二つの偏光は通常光および異常光である．	正方晶系の結晶 六方晶系の結晶
光学的二軸性結晶	光軸が二本ある．一つの方向に進む二つの偏光は両方とも異常光である．	斜方晶系の結晶 光学的弾性軸の各々および吸収軸の各々は結晶軸a, b, cのいずれか一つと一致する． 単斜晶系の結晶 光学的弾性軸のいずれか一つおよび吸収軸のいずれか一つは結晶軸bと一致する． 三斜晶系の結晶 光学的弾性軸および吸収軸は一般に結晶軸と一致しない．

表1 固態物質の光学的性質による分類。
坪井誠太郎著：偏光顕微鏡より引用。

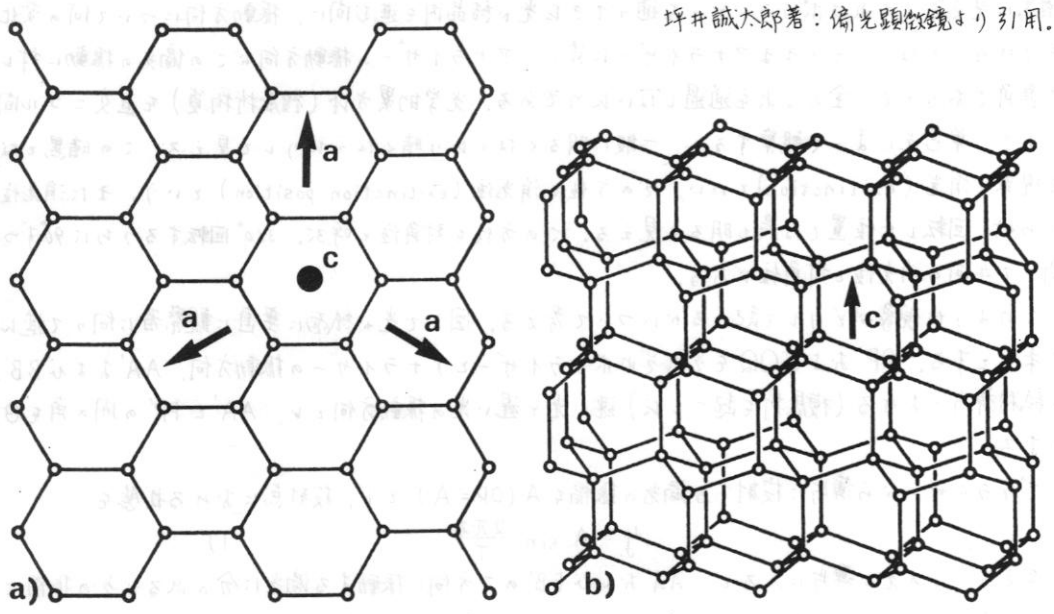


図1．氷の結晶構造 ○印は酸素原子の位置。結晶主軸（c軸）方向から見たところがa図．a軸から10度傾いた方向から見たのがb図．それぞれの図に結晶軸方向が図示してある。

一方向ごとに二つの屈折率がある。これに外から光が進入するときは，一つの入射光に対して二つの屈折光が得られる。この現象を複屈折という。しかるに，C軸の方向にだけは，ただ一つの屈折率しかない。そのためにC軸を光軸（optic axis）とも呼ぶわけである。

3. 偏光と偏光板

光波の振動はその進行方向に垂直な平面内で起こる。通常の光の振動の様子は一般に複雑な振動も簡単な振動の重ね合わせとして考えることができる。偏光とは，振動がある特定方向にのみ限られたものである。最も簡単な偏光は，その振動方向が直線上に限られたもの，すなわち直線偏光である。通常（偏光していない）光をガラス面や水面に反射させると，一般に多少偏った光が得られる。その振動方向は光の進行方向に対して直角で反射面に平行である。

光学器械において偏光を得るには，ニコル（偏光）プリズムが偏光板を使用する。ニコルプリズムは，透明な方解石の結晶を特定の方向に切り磨き，それを組み合わせたものであり，偏光板は約10％のポリビニールアルコール（Polyvinyl alcohol）の水溶液を，水平に置いたガラス板上に放置乾燥し，厚さ0.1mm程度の透明なフィルムを作り，これを約90°Cに加熱して，一つの方向に引き伸ばし，これを沃素一沃化カリウム水溶液に浸し，わずかに青色になったものを乾燥したものである。現在では光学器械を含めて，一般にはこの偏光板を用いている。

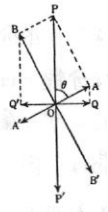


図2 直交ニコル間におかる薄片の方位

4. 交叉偏光板下での単色光による観察

互いに振動方向が直交する二枚の偏光板を通して透過する光を観察すると，暗黒に見える。この状態を直交ニコルと呼び，光源に近い偏光板をポラライザー，眼に近い偏光板をアナライザーと呼ぶ。直交ニコル間に光学的等方体を置き回転させながら観察すると，常に暗黒に見える。これはポラライザーを通ってきた光が結晶内を進む間に，振動方向について何の変化もうけることなく，そのままアナライザーに達し，アナライザーの振動方向がこの偏光の振動に対して直角であるので，全くこれを通過しないためである。光学的異方体（複屈折物質）を直交ニコル間におき，単色光によって観察すると，一般に明るくなったり暗くなったりして見える。この暗黒となる現象を消光（exitinction）といい，その方位を消光位（exitinction position）という。また消光位から45°回転した位置では最も明るく見える。この方位を対角位と呼ぶ。360°回転するうちに90°ずつ隔って4回の消光位と対角位がある。

このような現象がどうして起こるかについて考える。図2で光が紙面に垂直に観察者に向って進んで来るとする。PP'およびQQ'をそれぞれポラライザーとアナライザーの振動方向，AA'およびBB'を試料薄片におかる（複屈折を起こした）速い光と遅い光の振動方向とし，AA'とPP'の間の角をθとする。

ポラライザーから薄片に投射する偏光の振幅をA（OP＝A）とし，投射点における状態を

$$y = A \sin \frac{2\pi t}{T} \qquad 1)$$

で与える。この光が薄片に入ると，AA'およびBB'の二方向に振動する偏光に分かれるがその振幅はそれぞれ

$$OA = A\cos\theta \qquad 2) \quad \text{および} \quad OB = A\sin\theta \qquad 3)$$

であって，薄片に入射した点における振動はそれぞれ

$$y_1 = A\cos\theta\sin\frac{2\pi t}{T} \qquad 4)$$

および

$$y_2 = A\sin\theta\cdot\sin\frac{2\pi t}{T} \qquad 5)$$

で与えられる。薄片の厚さを d とすれば，この両偏光が薄片を出る点においては，

$$y_1 = A\cos\theta\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda_1}\right) \qquad 6)$$

$$y_2 = A\cos\theta\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{d}{\lambda_2}\right) \qquad 7)$$

となる。ただし λ_1 および λ_2 は薄片内における複屈折を起こした両偏光の波長である。λ_1 および λ_2 に相当する屈折率を n_1 および n_2 とし，この偏光の空気中における波長を λ_0 とすれば，

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_0}{n_1}, \quad \lambda_2 = \frac{\lambda_0}{n_2}$$

であるので，これを 6)，7) 式に入れると

$$y_1 = A\cos\theta\cdot\sin\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi d n_1}{\lambda_0}\right) \qquad 8)$$

$$y_2 = A\sin\theta\cdot\sin\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi d n_2}{\lambda_0}\right) \qquad 9)$$

を得る。すなわち，光が薄片を出る点における両偏光の位相差 δ は

$$\delta = \frac{2\pi d n_2}{\lambda_0} - \frac{2\pi d n_1}{\lambda_0} = \frac{2\pi d}{\lambda_0}(n_2 - n_1) \qquad 10)$$

で表される。二つの偏光は薄片を出てからは，この位相差を保ったままでアナライザーに達し，アナライザーは各偏光の OQ′ の方向における分振動のみを通過させる。その分振動の振幅は，図と式 2)，3) から

$$OA\sin\theta = A\cos\theta\cdot\sin\theta = \frac{A}{2}\sin 2\theta$$

$$OB\cos\theta = A\sin\theta\cdot\cos\theta = \frac{A}{2}\sin 2\theta$$

すなわち，いずれも $\frac{A}{2}\sin 2\theta$ である。またその位相差 δ' は

$$\delta' = \pi - \delta = \pi - \frac{2\pi d(n_2 - n_1)}{\lambda_0}$$

となる。アナライザーを通して眼に達する光はこの両分振動の合成されたものであって，その合成波の振幅 A' は

$$A'^2 = A^2\sin^2 2\theta\cdot\cos^2\frac{\delta'}{2} \qquad 11)$$

となり，この式に式 10) を代入すると

$$A'^2 = A^2\sin^2 2\theta\cdot\sin^2\frac{\pi d(n_2 - n_1)}{\lambda_0} \qquad 12)$$

となり，この式は，光学的異方体の薄片を直交ニコル間におき，単色光を通すとき眼に達する光の明るさを一般的に与える式である。すなわち直交ニコル間で見られる明るさは 1) 薄片の性質（厚さ d，屈折率 n_2, n_1）2) 入射光の性質（振幅 A，波長 λ_0）および 3) 薄片の方位（θ）により決定されることになる。

5. 薄片のレターデーション

12) 式の右辺にあらわれた $d(n_2 - n_1)$ 項について再び考えてみる。光学的異方体内に光が入射したとき，二つに分かれた（振動方向は直交する）偏光において，速度の遅い光と速い光の遅れ（retard）について考えてみる。薄片において，速い方の波長を λ_2 とすると，速い方の光は d/λ_1 回だけ振動して薄片から出てくるのに対し遅い光は d/λ_2 回だけ振動して出てくることになる。すなわち，

薄片の厚さ d に対し遅い方の光は速い方の光よりも $d/\lambda_2 - d/\lambda_1$ 回だけ多く振動して初めて薄片からでてくる。しかし各単色光の振動の周期は一定であるから遅い方の光が薄片から出るときには速い方の光はすでに距離 R

$$R = \lambda_0 \left(\frac{d}{\lambda_2} - \frac{d}{\lambda_1} \right) \qquad 13)$$

だけ先に進んでいることになる。この R を薄片のレターデーション (retardation) という。13) 式に $n_1 = \frac{\lambda_0}{\lambda_1}$ $n_2 = \frac{\lambda_0}{\lambda_2}$ なる関係を入れると

$$R = d(n_2 - n_1)。$$

直交ニコル間で薄片を見るとき，薄片の性質を決定するのはそのレターデーションRである。何故なら単色光をもって一定の方位に薄片をおいて観察したときの明るさはRによって定まるからである。

6. 直交ニコル間における光学的異方体の白色光による観察

光学的異方体の薄片を直交ニコル間におき，白色光で観察すると色づいて見える。そして薄片を偏光板に平行に回転すると，回転に従って色はほとんど変化しないが，明るさは変化することがわかる。明るさの変化の様子は先に単色光の項に記した通りである。色づいて見える理由は以下の通りである。12) 式において，もし白色光を構成するいずれの単色光においても A'^2/A^2 が等しいならば，薄片を透過した光において，それぞれの強度も等しく，色はあらわれない。しかし，実際には，光の波長 λ_0 と R が異なるためこの値が各単色光ごとに異なり，眼に達するときに白色光の割合とは異なり色づいて見える。この理由のために，薄片を観察して見える色は，虹とは異なり，種々の単色光の混合による混色であることに注意しなければならない。あらわれる干渉色は $R = d(n_2 - n_1)$ 式において，$n_2 - n_1$ に順次に種々の値をあたえ，それぞれの $n_2 - n_1$ について，R と d の関係を示すことによって Michel-Lévy の干渉色表を利用して得られる。ただし n_2 と n_1 は2.で述べたように方位の関数であり，光学的一軸性結晶においては，C軸方位と光の方向との方位差 θ によって決定される。

参考文献

この手引を書くにあたっては，次の二冊の本から多くの引用を行なった。堀井誠太郎：偏光顕微鏡（岩波書店），M. Born and E. Wolf: Principles of Optics 6th ed. (Pergamon Press)。また図1の氷の結晶構造は，学習院大学のグループ（代表：入沢寿美氏）が作成したプログラムを用いて北海道大学大型計算機センターのHITAC-M200Hシステムを利用して描いた。図3は，探検と冒険 第6巻（朝日新聞社）の成瀬廉二：氷河調査の初歩，から引用した。一般的な参考書としては，若濱五郎：氷河の科学（日本放送出版協会），吉田順五：雪の科学（同左），東 晃：氷河（中央公論社），前野紀一：氷の科学（北大図書刊行会）などがある。

雪氷の研究№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.海氷・河川氷・湖氷（小野延雄）、9.凍土（木下誠一）、10.氷河・雪渓（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

「北海道の雪氷」は、昭和５６年１２月１２日に開かれた理幹事会において審議され、発行のはこびとなった。第１号は、３月中に発行する予定であったが、このような発行業務に不慣れなこともあり、遅れたことをおわびする。

本誌は、日本雪氷学会北海道支部の１年間の活動の状況を支部会員にお知らせすることを主な目的として創刊されたものである。今後、北海道に密接に関連した記事・企画など積極的にとりあげてゆきたいと考えている。本誌が、北海道の雪氷研究になにがしかの寄与ができれば、本誌発刊を策謀した私たちにとって望外のよろこびである。　（文責　古川）

北海道の雪氷　No. 1

昭和５７年５月１０日　印　刷
昭和５７年５月１５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・5468・5472

定　価　５００円
印刷所　札幌市中央区北３条東６丁目
興　亜　堂
TEL 231-0380～1