

雪 氷 災 害 と わ た し

若濱 五郎

ただ今、太田裕先生から前座を務めるとか、私のためにわざわざ東京から来て下さったというお話を頂きましたが、大変有難い事でございまして心から感謝している次第でございます。太田先生からは格調の高い地震災害のお話がありましたが、私の方は準備不足で、この間板倉先生からどのような題にするのかと電話で催促される始末で、本日は準備の悪い話で申し訳ないと思います。

さて、私は長い間自然災害で地区部会長とか或は総合班のいろいろな役を仰せつかってきましたが、本日はその間にお世話になりました福島久雄先生、また先輩の名誉教授の先生方にたくさん来て頂きまして大変光栄で有難いことあります。ただ、お世話になった酒井良男先生が亡くなられ、本日その温顔を拝することができるのは大変残念であります。

ではこれからOHPとスライドを使いまして、「雪氷災害とわたし」という題で話させて頂きます。実は、私は雪のない東京生まれなので、たまに雪が降りますととても嬉しくなったものです。昔から雪月花と言いまして雪は日本文化では風流の代表みたいのですね。ですから雪はすばらしいものという感覚を持っています。それから戦後、中谷宇吉郎先生の雪の話や、隨筆などを読んで益々雪に憧れ、北大の低温科学研究所に入れて貰えればそういう研究が出来ると思っていた訳です。ですから、雪氷災害をやるなどという気はもちろん有りませんでした

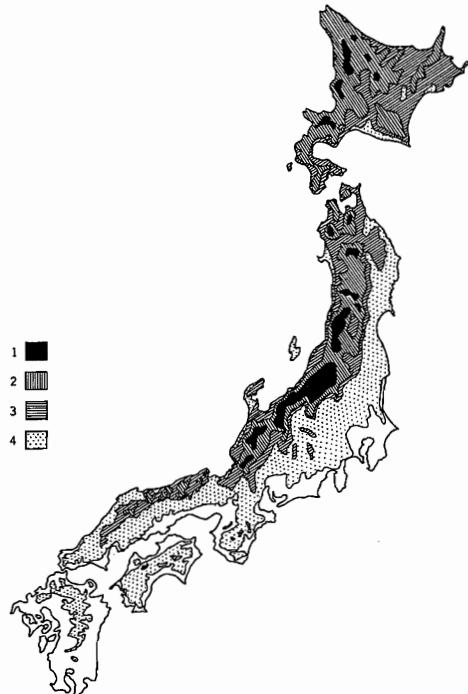


図1 日本の最高積雪深の平均の分布
1 : 200 cm 以上, 2 : 100~200 cm,
3 : 50~100 cm, 4 : 10~50 cm
(気象庁編：日本気候図第2集，地人書館，1972より描き改める)

し、そういう言葉が有ることも知りませんでした。雪害という言葉が定着したのは戦後の昭和30年代ではないかと思います。それまで、雪というのは本州の雪のあまり降らない処では、風流な存在であったし、一方、雪国ではいわば天災と考えられていました。元々たくさん降る処に住んでいるのだから別に雪害などという概念は無かったのでしょうかね。それはそれとしてわが国の日本沿岸地方一帯は世界有数の豪雪地と言われています。もちろん世界は広いですから日本海沿岸地方一帯よりもたくさん降る処はあります。例えば、アラスカ南部に氷河地帯がありますが、ここは私が若い頃によく行きましたけれども、そこでは日本よりもたくさん降ります。でもそこには人が殆ど住んでいない、熊ぐらいしかいませんから従って災害がないわけです。ところが日本海沿岸一帯はご存じの通りそこに2千万人以上の人がびっしり密に住んでいるという非常に特殊な世界でも珍しい地域であります。ですから当然そこには都市雪害とか交通の問題が起こり、また、雪崩、農林雪害が起こるとか或は着雪や着氷で電力線や通信線が切られるというようないろいろな形の雪害が多い訳であります。それからもうひとつ、雪氷灾害の氷害のほうですけれども、これはいわば寒冷による凍結害とも言えましょうか。例えば雪はあまり無いが大変寒い処では地面が凍って凍上害などいろいろな凍結による害がある。或は、湖沼とか河川などが凍結する。日本では河川や湖沼の凍結による大きな問題はありませんが、欧米、シベリアなどでは凍結の問題が非常に多いのです。更に、海が凍ると流氷災害があります。最近、ちょうど2、3日前に行ってきたばかりですが、オホーツク海沿岸のサロマ湖ではホタテの養殖が流氷によってかなりの被害を受けたという事です。また海岸構築物がやられるという被害があります。

北海道は、北緯43~44度くらいのところに位していますが、これは中緯度地帯のまっただ中であります。中緯度地帯でしかもこれだけ人が住んでいる処で大雪がしそうあって、札幌みたいな大都市（現在167万ありますけれども）が今年のように雪に埋まってしまうというのは世界でも大変珍しい事であります。それから北海道の北部へ行きますと、この間も最低気温が-35度以下になりました。今年は暖かい方ですが、私の若い頃には北大の母子里演習林へ行きますと-35度、-40度をしばしば経験しました。このように人がたくさん住んでいる中緯度地帯で-40度になるというのはとても珍しいことであります。それから流氷が見られる。前に言った事の繰り返しですが、北緯44度の、しかも文明の地で流氷を目の前に見られるというのもこれまた世界でも例のない非常に珍しいこ



図2 ひまわり画像でみた筋状の雲の列、北海道西岸沖にはひときわ強く輝く帯状の雲（帯状収束雲）がみられる。この帯状の雲が石狩平野に侵入してくると、同地方に「ドカ雪」を降らせる。

とであります。このように日本列島というのは非常に不思議な処であります。夏はすごく暑いが冬は非常に寒い。雪がたくさん降る。そこに人間が大勢住んでるので雪氷災害が当然起こるわけであります。消防庁や国土庁には災害に関するいろいろな資料がありますが、過去10年間における自然災害全体による死者の17%が雪氷災害によって亡くなったという統計があります。最近、先ほどの太田先生のお話のように大地震が無いとか或は各種の災害対策が進んでいるとかいろいろな事があるのでしょうけれども、案外雪氷災害によって死亡する人の数が多いというわけであります。もちろんこれは北陸などで豪雪がありますと屋根雪を処理しないと家が潰れてしまうからおじいさんとか御婦人が屋根に上って雪下ろしをしている時に落ちて死んだといういわば二次災害的な人も入っております。

さて今日は「雪氷災害とわたし」という題であります。これはまあいわば低温科学研究所が雪氷災害研究に力を注いでいた頃に私が居たものですからそのような意味で聞いて頂ければ幸いに思います。その前には気象庁の地震課におりまして、当時和達清夫先生が気象庁長官でございましたが、無理やりに地震課に入れられまして地震観測はもちろん大島噴火、これは昭和25、6年でしたでしょうか、飛んでいたり、それからちょうど国際脈動観測年というのがございまして、脈動がどうして起こるか、脈動といいましても周期が長い振動で5、6秒から7秒、8秒というような地面が非常にゆっくり揺れ動くのですね、地震計で見てますと。それが波浪と関係があるという説がちょうど出たのですが「そういった事を研究せい」という訳です。また、ちょうど津波警報組織、これは戦後すぐ昭和21年4月1日にアリューシャンで、海底大地震があり、それによってハワイ島が大津波を受けたのがきっかけになって現在の津波警報組織が出来たのですが、その最初の頃に居たものですから私もしおちゅう地震津波の報告書を持ってあのおっかないMPがいるGHQへ行って提出してきました。後の気象長官になった末広さんが当時津波警報官だったのですが地震や火山災害についていろいろと教わりました。災害科学とは、昔から縁が深かった訳です。昭和24年でしたか、ちょうどマッカーサーの行政整理というのがありました、入ったばかりの私は一番最初に整理の対象になりました。その代わり当時の地震課長井上宇胤さんという方が「おまえ少し勉強してこい」ということで今太田裕先生がいらっしゃる地震研究所の河角広先生という大先生の教室に行くことが決まりました。それでほんの僅かの間いたのですがすぐまた和達先生に地震課にひっぱり戻されました。もしあのままいれば形の上でですが地震研究所では太田先生の先輩になったかも知れません。

いろいろとあった後、昭和30年7月にやっと憧れの低温研究所の気象部門に入れて頂きました。私はもともと気象が好きで気象庁に入ったのに地震をやらされていたわけですが、やっと気象がやれるということで早速降雪とか雲物理の研究に取り掛かりました。冬になると雪の観測をして喜んでいたのですが、昭和33年に突然、天皇と言われていた吉田順五所長から応用物

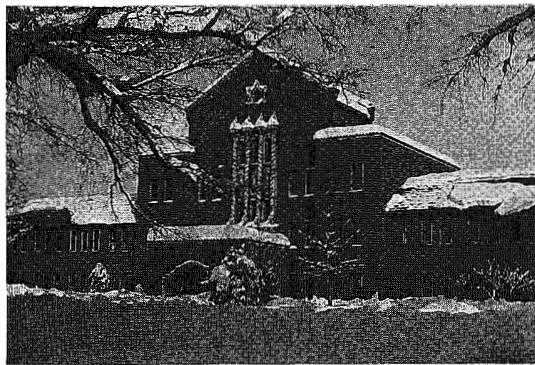


図3 昭和30年代のころの低温科学研究所(昭和44年、現在の建物が新築されると共に取りこわされた)

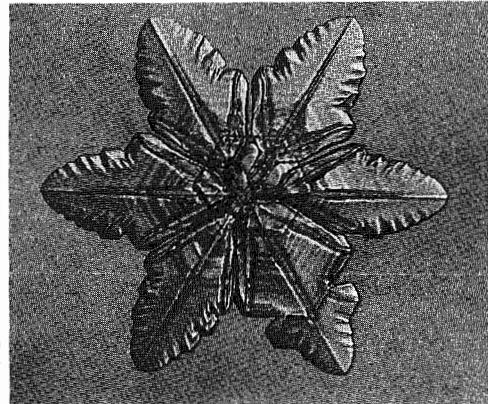


図4 典型的な六花の結晶。雪の結晶の形にはいろいろとあって、夫々が美しい。しかし、「美しいものには気をつけよ」のたとえもあるように、雪が一時に大量に降ると雪害をひき起す。

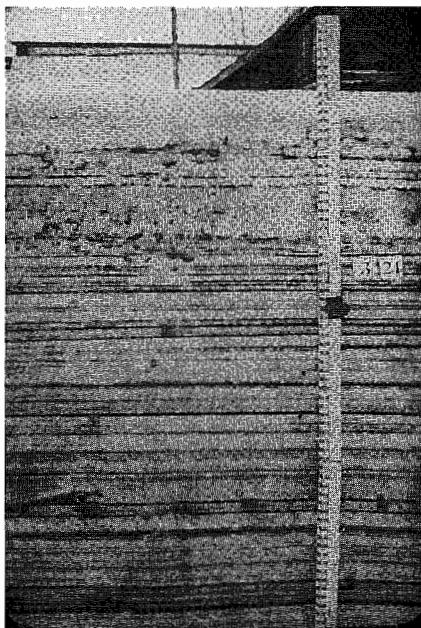


図5 積雪の断面にインクを吹きつけ火であぶると、層構造がみられる。積雪の表面附近は「新雪」でふわふわと軟かいが、深い層はよく締った「しまり雪」である。

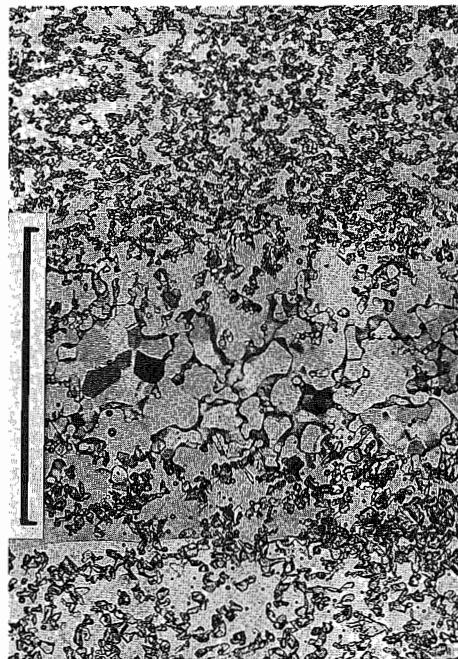


図6 図5の層構造の写真で、インクがよくしみ込んだ層と層の境界附近の雪を鉛直方向に切りとり、薄片にして顕微鏡で見たところ、インクがよくしみ込むのは、写真中央や、下にみられる大粒の「ざらめ雪」とその上の「こしまり雪」との境界である。左側のスケールが10 mm。この写真は約40枚の顕微鏡写真をつなぎ合わせて1枚にしたものである。

理部門に来いという命令が下りました。応用物理部門は当時通称積雪部門と言われておりまして、地面に積もった雪の研究をするということであります。地面から脱してやっと上を向いたと思ったら、また、急に下を見ることになったのがっかりしたのですが、今ここにいらっしゃる木下誠一先生が当時応用物理部門にいらして、先輩として非常に親切丁寧にいろいろな事を教えて下さいました。それで今度は急に積雪の研究に転向したのですけれども、当時、低温研究所の中に『雪の会』というのがありまして積雪の物理的な研究を総合的にしようと吉田先生以下、みんなが張り切っていた時代がありました。

いろいろな問題がありましたが、一番大事な課題に「積雪薄片の作成」というのがありました

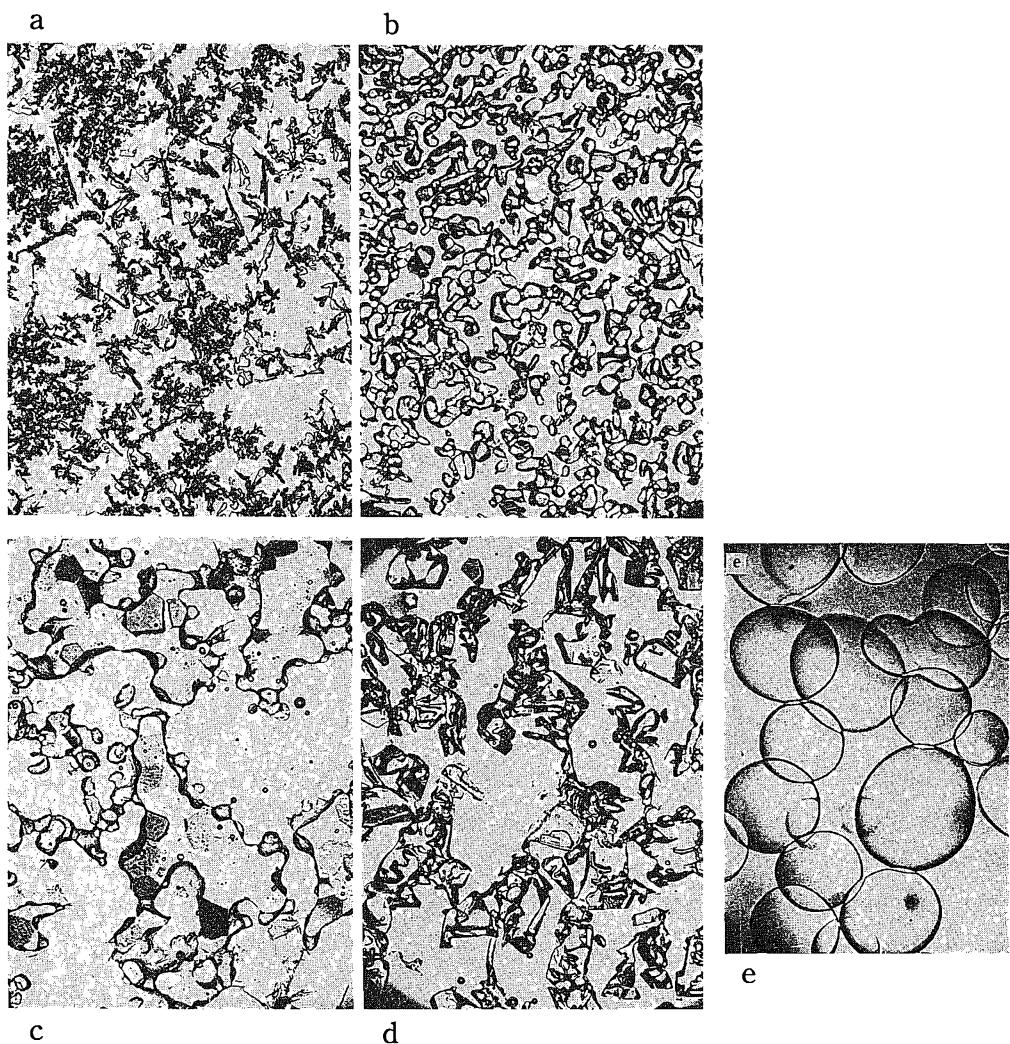


図7 いろいろな雪質の薄片の顕微鏡写真 (a) 新雪, (b) しより雪, (c) ざらめ雪,
(d) 霜ざらめ雪, (e) 大量の水を含んだ「ぬれざらめ雪」

た。積雪は外からは誰でも見られるが内部の細かい組織やミクロな構造は全く分からぬ。ミクロな構造・組織を見るためには鉱物薄片と同じように何かうまい方法で薄片を作らなければならぬと言われておりました。吉田先生から「木下、若濱おまえら二人何かその方法を考え」と言われ、困っていたのですが、窮すれば通ずで非常に好運にもうまい方法がすぐ見つかりまして、後で写真をお見せしますけれども、積雪の薄片がうまく出来るようになりました。それを使って積雪の中をミクロに見たり、或は積雪の変形のメカニズムが分かるようになつた訳であります。これが結果的には後で雪害研究の基礎になったと評価されたわけありますが、昭和34年から36年にかけて特殊研究という、たぶん後の雪氷災害研究の走りだと思うのですが『霜害と雪害の基礎的研究』という科研費が3年間当たったのですね。その中で、薄片の作成が大いに役だった訳です。私は一番下っ端でしたが、先ず地面と雪面の熱収支を調べようと言う事になりました。ところが我々は熱収支とか放射計にはあまり慣れていなかったので、当札幌管区気象台におられた石井幸男さん、また後に工学部教授になられた井上力太さんに習いながら毎晩庭に這いつくばって観測をしました。その頃はまだ今みたいに立派な放射計が無かったのですがゴルチ NSK の日射計というのが出来て短波放射の観測が楽になり、それからベックマンの放射計というのが初めてアメリカで完成されて長波放射が非常に便利に簡単に測れるようになったわけです。高価な機器でしたがそれを買ってきて初めて地面や雪面の熱収支の観測を始めたわけです。その頃また吉田先生が熱量式含水率計という雪の含水率を量的に測る野外向きの装置を開発されました。昭和34年のことです。そういった背景のもと、積雪の構造組織、融雪洪水を頭においていた融雪の研究を始めたわけです。

一方、当時、低温研究所では大浦浩文先生（その後亡くなられましたが）が凍上の研究を始めていたのですが、たまたま先生が南極観測に行かれたのでその仕事を木下先生が引き継がれ、「凍上の仕事をするから若濱も手伝え」という事でまた木下先生にくつついで北見工業大学とか釧路の現場に行き、何日も徹夜観測をした事を覚えております。それが後の凍上災害の研究につながったわけです。ちょうどまたその頃、昭和36年の4月の事ですが、当時日高の山では水力発電の電源開発工事が日々的に行われておりましたけれども、そこで4月4日から5日にかけて大雨が降り、「全山雪崩」といいますか山の中殆んどが雪崩になりました電源開発の飯場が襲われ、合計33名が亡くなるという事故が起こりました。それが人災か天災か調べて来いという依頼がありまして、私もくつついで行きましたが、本物の雪崩を生まれて初めて見て、雪崩の恐ろしさを肌で感じた次第です。山の斜面を調査するうちに、話に聞いていた雪崩の滑り面を初めて見ましたし、また、典型的な霜ざらめ雪がものすごく発達しているのも見ました。霜ざらめ雪はもちろん言葉としては以前から知っていましたし西洋の文献には“Depth Hoar”という述語で書かれておりますが、本物のすばらしいものを見て感動致しました。付着力が無いほんとに砂みたいな脆い雪が現場にあるのが見れたからです。雪崩災害の調査に行って喜ん

でいるというのはうまくないのですが。この事故があった後も、まだふた冬は電源開発工事を継続するので「飯場や作業員の雪崩対策を何とか考えてくれ」という依頼を受けました。どうしたら良いかをみんなで考えたのですが、結局は「霜ざらめ雪」の発達を防げば良かろう。そのためには踏み固めてしまえば良い、例えばスキーヤー達が雪を踏んで滑っているスキーパークで雪崩が起こったと言うのはあまり聞いた事が無いからです。そこで現場の人に新雪が降る毎に雪を踏んでもらい、我々が時々行って調べてみたのですがとてもうまく行きました。低温研では、これが雪崩防止の一一番最初の仕事ではないかと思います。

それから昭和37年に演習林の母子里で融雪の研究を本格的に開始しました。私も木下先生のもとで朝から晩まで雪に埋まって含水率の観測をしては融雪水の浸透流下を調べました。また、その間にいろいろな社会的な要請がありました。例えば、長万部の国鉄の機関区でしたか、「汽車や線路、駅などが雪害や凍結害で非常に困っている、何とか助けてくれないか」という要請がきました。亡くなられた藤岡先生と私と二人で長万部に行きましたところ、例えば汽車から乗り降りするデッキに雪がツルツルについてしまうのでお客様がステンと転んでホームに頭を打ったとか、或は階段を上る時にツルッと滑ってお客様が怪我をするという問題をどう解決したものかということです。そこで「デッキや階段に人工のゴムを敷いたら良いんじゃないか」と話したのですが、それがすぐ取り入れられましてデッキや階段にゴムを貼るようになりました。これは昔中谷宇吉郎先生が低温研究所の創設直後、戦争中ですけれども、飛行機着氷の研究をやられた時に、氷を物体から剥すにはどうやったら一番簡単に剥れるかという問題を考えられた結果ペコペコ湾曲するような物体を使うとよろしいという結論を得られましたが、それをデッキに応用した訳で、実際にゴムを貼って踏んづけてやるとバリバリと氷が割れてすぐ取れてしまいました。中谷先生の着氷の研究を思いだしてやった事が初めて実際にも役だった訳です。私は低温研に入ってからこのような雪害の研究をやろうという気は全然無く、ただ理学的雪氷の研究をしたいという事だったのですが、やっぱり世の中に多少なりとも役にたった、少しでもお返しできたという事はとても嬉しく、一人で喜んでいたものでした。

その後、今度は昭和38年1月下旬に北陸地方一帯に猛烈な豪雪が起きました。これが有名な三八豪雪であります。そのうちに文部省から突発災害調査ですぐ行って調べて来てほしいという話がありました。私は先発隊で出発したのですけれども、何しろ現地ではまだ汽車も道路も不通の時でしたのでえらい苦労をして長岡にやっと入ったんですね、以来、長岡と富山、湯の谷これは岐阜県との境ですが、それから福井、越前大野と約ひと月かかって調べて来ました。その時に初めていわゆるドカ雪のすごさというものを目の当たりにして、これはやはり将来雪害の研究をしなければいかんなという事を思ったのですけれども、ちょうど福井大学へ行きましたら学長さんの長谷川万吉先生、塚野先生にお会いしました。長谷川先生はご存じのとおり自然災害研究を一番最初に提唱して文部省に総合研究班を作られた方ですが、長谷川先生

は「雪害というのはこれからとても大事になるのだから自然災害の中で雪氷災害をちゃんとやって下さいよ」と、非常に穏やかにしかもはっきりと言われた事を覚えております。戦後自然災害を研究しなければという気運やポテンシャルはあったのでしょうか、直接的には昭和34年9月26日、名古屋を襲った伊勢湾台風による大災害が直接の契機になって自然災害が発足したと聞いておりますが、その言い出しちゃが長谷川先生だった訳です。塙野先生は当時本部幹事をやられていたと思いますが。まあそれはそれとして三八豪雪を身をもって体験したあと、その後4月、5月にも山の方に雪はどうなっているのかという事で立山へ入りました。ちょうどたまたま前年にも我々は万年雪渓の調査で立山に入ったので土地勘があったものですから山の雪を調べようという事で海拔2000mの弥陀ヶ原で雪を調べたり、最後は「剣岳乗っ越し」の標高2700m地点まで登って山地積雪を調べてきました。山の雪を水資源の立場から調べた例は中谷先生時代からずいぶんありますが、山地積雪の特性を調べようという意味ではこれが初めてではないかと思います。

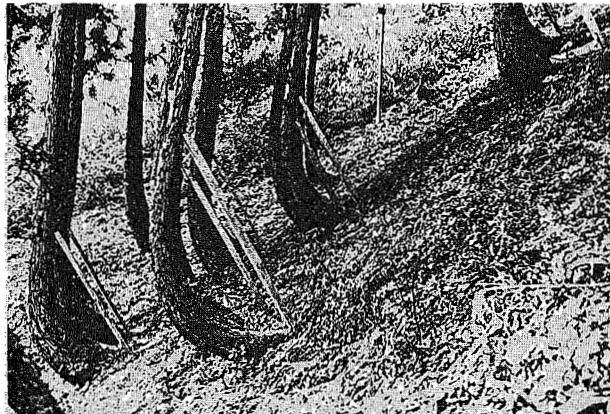


図8 斜面積雪の移動圧で根曲りを起した樹木

この昭和38年の4月、低温研に雪害科学部門が新設され藤岡先生他のメンバーでスタートしました。話が少々脱線しますが、雪害科学部門の新設は木下先生と私がちょうど前年の概算要求の時期に当時の所長の吉田順五先生に進言した結果出来た部門です。当時の応用物理部門では積雪の基礎研究もしなきやならん、三八豪雪のような豪雪調査もしなきやならん、雪崩、凍上、融雪もしなきやいかんという事で我々だけではとっても手が足りないから何とか新しい部門をいくつか作ったらどうでしょうかと進言したわけです。最初に雪害（雪崩）部門を要求したら、翌年通ってしまった訳です。翌年、今度は凍上学部門を概算要求で出したらうまくそのまま通って、木下先生が教授になられ、以来凍上灾害をやられているわけです。

また、ちょうどその頃、昭和39年ですが私が生きて初めてアラスカの氷河調査に、当時理学部にいらした東晃先生に連れて行って頂きました。当時雪害部門や凍上部門が出来て災害の仕事は専門の方が担当することになったので応用物理部門では少しゆとりができ、氷河調査などにも行ける可能性が出てきた訳であります。元来私は雪氷災害的な研究よりは雪氷の基礎研究とか、氷河の地球科学的な研究に非常に興味を持っていたものですから、アラスカ行きは躍り上がるような感動でした。ただ、実際問題としては社会の要請にも応えられなければなりま

せん。例えば、国鉄の新幹線の列車着雪防止研究という要請がありました。これは東海道新幹線が関ヶ原で雪が降ると列車着雪が起こって列車がストップしてしまうという問題です。ご存じのように東海道新幹線は昭和39年の東京オリンピックの年から営業を開始したのですが、その年は少しスピードダウンして走っていたので何も問題が起らなかったのですが、翌年昭和40年スピードを時速210kmに上げたところが関ヶ原で雪が降った途端に、何かの原因で列車がストップしてしまったのです。最初は原因が何であるか分からなかったのですが、調べた結果、舞い上がった雪が車体下部に付着し、走行中それが塊になって線路に落下し、それが砂利をボーンと跳ね上げ、車体下部の絶縁とか電気系統を壊してしまうために起る事が分かってきました。それでその対策として、スプリンクラーから水を蒔いて雪を漏らして、一応雪の舞い上がりを止めたのです。列車が減速して遅れるという事はありますが列車が全部止まってしまうという事は無くなつたわけです。その後、上越新幹線、東北新幹線を作る時には絶対に雪害の無い新幹線を作るという事で、吉田順五先生のもと、今日見えていらっしゃいます小島先生、木下先生、それに私も呼ばれて10年間ぐらいそのお手伝いをしました。

列車着雪と共に、当時大きな問題となつたのが電力線の着氷による被害でした。特に北海道では昭和45年頃から50年頃にかけて、強風下の電線着雪による送電鉄塔の倒壊とそれによる長時間停電事故があちこちで起きました。その対策を緊急に立てなくてはならないというので昭和45年の春、北海道電力株式会社の幹部の方が低温研にいらして、低温実験室の使用を含む研究協力を要請されました。私はこれ以来、ずっとこの問題にお付き合いし、私自身の雪氷災害研究の主要なものとなりました。これについては後で少し詳しくお話ししますがその前にちょっと降雪物理学部門の話をしたいと存じます。

先程、お話ししましたように、私は昭和33年以来、応用物理学部門にあって、雪氷の基礎研究をしたり、アラスカやオーストラリヤに行っては雪氷の地球科学的研究をし、その傍ら、雪氷災害研究にも携わってきたのですが、昭和56年新設された降雪物理学部門に突然移ることになりました。昭和33年以来、積雪や氷河研究のため下を向いていた顔を、再び上に向けなければならなくなつた訳です。降雪物理学部門は、「大気科学研究の充実を図れ」という文部省測地学審議会の建議を受け、その一環として低温研に設置されたものです。ただ、定員純増ゼロで10年時限部門という厳しい条件つきでしたので、誰を主任教授にするかが大問題でした。いろいろな紆余曲折をへて結局、教授会で「なんとか若濱、お前がやってくれ」と強く先輩に要請され、遂にそれを受けた訳です。それはそれとして降雪部門のテーマは降雪のメカニズムを明らかにすることで、これは雪氷学ではなく、気象学の問題です。53歳になって雪氷学から気象学への転向は大変辛いことですし、だいいち、北大物理学部が中谷先生以来、亡くなられた孫野先生、そして今は菊地先生、播磨屋先生が降雪研究の伝統を継いでやっていらっしゃいます。

でも、部門が出来た以上、降雪の研究をしなければなりません。我々は主に豪雪の実体とそ

のメカニズムをやろうということで、それに絶対必要な最新鋭の降雪観測レーダーを要求しました。丁度、時はマイナスシーリング時代で2億円以上もするレーダーを概算要求するのは気が引けましたが、幸い北大事務当局、文部省の理解と低温研の応援、それに気象学会幹部の先生方のご支援もあって「高速三次元ドップラーレーダー」一式を買うことが出来たのは大きな幸せでした。自然災害特別研究や重点領域研究の科研費もたくさん頂き、降雪部門の若い人達は勿論、北大、東北大、東大、名大、大阪教育大などの各大学や気象庁の方々の絶大な協力を頂きながら、北海道西岸小低気圧や帶状収束雲の研究ができ、幾つかの新知見を得たことは本当に有難いことと思っております。この降雪物理学部門もこの3月末で10年時限が来ます。丁度私の定年と共にその使命を終えるわけです。

今年の4月からは衣替えをして、今度は雪氷気候物理学部門となります。これも10年時限がついていますが、地球環境問題のうち、雪氷圈と気候の関わりを研究しようという事であります。温暖化とか気候変動は海面上昇など地球規模の自然災害を起こす可能性があるので、今や全人類的課題であります。勿論、我々は雪や氷の世界と気候がどのような関わりがあるかという事を学問的に知りたいという事でやるわけですけれども、結果的には必ずそういった事に役立つのではないかと期待している訳であります。

ところで、私が主にやってきたのは、雪氷災害の中でも着雪着氷災害に関する事であります。先程も申しましたように、勿論戦前から電線に着雪が起こり断線する事故は起こっていました。また、戦争中は飛行機着氷の研究がニセコ山頂を舞台に行われておりました。それから、昭和20年代に入りましたて国鉄の上越線電化、北陸線電化というように電化工事が広く行われるようになりました。その時に電線着雪で電線が切れてしまっては大変というので、中谷先生のお弟子さんである莊田幹夫さんが当時国鉄に入りましたて新潟県塩沢にできた雪実験所長として電線着雪の研究を始めました。その成果をまとめたのが莊田さんの学位論文になりました。この莊田さんの結論は非常に有名であります。電線着雪が起こる気象条件を明らかにした訳です。即ち、着雪は風速3m以下でしか起こらないと、そ

れ以上の強い風の場合には着雪が風に吹き飛ばされるので絶対に起こらない事、それから着雪気温帯が-0.5から+1.5度くらいの間である、というものです。私も低温研に入った時にそ

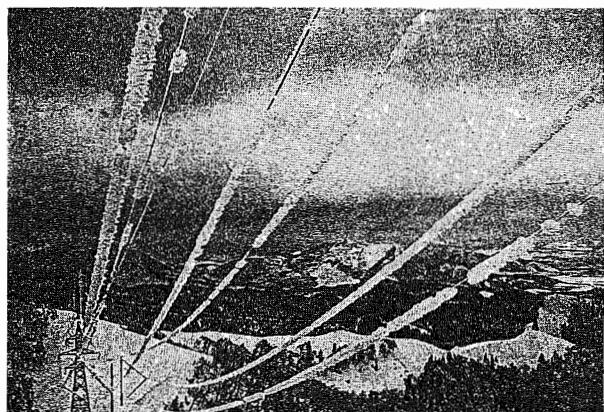


図9 送電線への着雪。雪の大量付着のため送電鉄塔が倒壊し、長時間の広域停電を引き起すことがある。

習いました。ところが、昭和 38 年 2 月 25 日、道東に強い低気圧が近付き、強風が吹き、大量の濡れ雪が降ってその結果電線着雪が起こり、鉄塔 18 基が倒壊する事故が起こりました。これは今申しました荘田さんの結論と反する訳ですね。少なくとも現場では 10 m くらいの強い風が吹いていたという証言もありましたし、釧路地方気象台では 10 m 以上の風を観測していたのです。それで大論争になりましたが、結局当時は荘田さんが勝ってしまったんですね。荘田さんは、気象台で強風を観測したのは事実だが、鉄塔が倒壊した現場でちゃんと風速を測ったのかと反論したのです。勿論そんな所で測っていないから、「観測もしないで何を言うか」という事で勝ってしまったわけです。

しかし、その後昭和 45 年、47 年に相次いで大事故があつてこれは皆何れも猛烈な低気圧による着雪でした。ちょうどこの時私は札幌にいましたが私の家の庭でも着雪が起つたのです。その時はものすごい雪嵐でした。これは明らかに荘田さんの説と何か違うものがあるのではないかと強く感じたわけあります。強風下でも着雪が起こることを決定づけたのは昭和 47 年 12 月 1 日の道北地方の大着雪事故でした。この時の送電線着雪は稚内で最大風速が 38 m の風が吹いたという、ほんとにめちゃくちゃな風の中で起つたのですね。平均風速は 20 m 以上でした。ですから、この観測事実から強風下でも着雪が起つり得るのだという事が証明されたわけですね。で、そうなると荘田さんの研究された北陸地方の着雪とは違う北海道独特の着雪があるのではないかという事になり、それ以来ずっと北海道型着雪の研究を北海道電力の方々と一緒にやってきた訳です。北電技術陣は人工着雪装置を作つて電線に人工的に着雪を起すことに成功しました。そして荘田説に反し 7 m/s の強風下でも電線着雪が起ることを実証しました。その後、我々は風洞で毎秒 20 m まで出して実験をした結果電線着雪はちゃんと起つりました。着雪は強風下でも起つる事が実証されたわけです。次はその対策を考えなければいけないのですが、私にとってみると何でこんなに細いものに雪が簡単に着いてしまうのか、つまり自然現象として何か細い物があると雪が何故直径 30 cm も簡単に着いてしまうのかというのが非常に不思議なんで、この辺が興味の中心でした。対策の方は北海道電力の方々のアイディアと努力で電線の難着雪化が考えられました。私はただ横からワイワイ言いながらやっていただけですが、対策も急速に進みました。それについては後で時間があったらスライドでお見せしたいと思います。

最近は、昭和 55 年のクリスマスイブの日、いわゆる五六豪雪の始まりに当たるのですが仙台、福島地区で超高压送電鉄塔線を含めて 142 基が倒壊しました。これは電線着雪による世界最大の事故だったのですね。それで以後、東北電力管内では北海道と同じ様な対策がどんどん進められました。その後フランスでも相次いで着雪による大事故がありました。1986 年 1 月にはフランス南部一帯で 1000 基の鉄塔や送電柱が倒壊したんですね。私もフランスに呼ばれたり、またフランスからも我々の所に調査団が来たりして「日本は電線着雪の先進国だ。助けて」とい

う事で、いわば技術輸出といいましょうか、着雪対策の技術転移をやっております。ところで、東京地方では着雪なんて何処か北の方の話だと思っていたのですが、昭和 61 年 3 月 23 日に猛烈な低気圧が関東南部を襲って着雪が発生し、相模川幹線という 27 万 5000 ボルトの送電幹線が 8 基も倒壊し、この東京都下 70 万世帯が 2 日間停電という事故が起こりました。予想外の雪の事故で通産省や東京電力は「北海道の例を勉強して対策を」という事で私もその対策委員会に呼ばれ、アドバイス役をやらされました。その結果、北海道のような難着雪対策を各電力会社もみんなやれという事になり、中部、関西などでも対策が進められました。現在、東京電力は世界初めての 100 万ボルトの送電幹線を建設中です。これは柏崎原発 400 万キロワットの電力を東京に持ってこようという訳です。これは最大標高 1900 m 位の山の中を通って来るので、もちろん着氷雪対策を考えなくてはなりません。東京電力ではいろいろな現場観測や調査をし、それを踏まえて着氷、着雪対策をたてております。私も山中の現場に行って見て来ましたが、それは大変な事業だと思いました。そんな事で、着氷雪対策の基礎研究をやっているうちに、昭和 54 年自然災害総合班の研究計画委員会の委員を仰せつかり、それから以後ずっと災害に関係しているうちにだんだんだんだん深入りし、とうとう北海道地区部会長まで仰せつかる事になってしまいました。これは酒井良男先生がずっと 18 年半もやってこられたわけでありますけれども、先ほど太田先生からお話をありましたように昭和 61 年 10 月酒井先生の後をうけ、以来太田先生と二人三脚で 3 年半やらせて頂き、そして以後は菊地勝弘先生と板倉忠興先生の時代になったわけであります。

最後にひと言申し上げたいのは、自然災害科学とは何かという問題であります。私が研究対策委員になった頃はいつも総合班本部の議論の中心的課題でした。私もそんな中で白熱的な議論をした事が何度もありました。そもそも、自然災害科学なんていう学問はあるのかという事です。北大の先生の中にも自然災害科学なんてそんな物は無いんだと言う先生がたくさんおられます。そんな学問は本来無いんだ、少なくとも大学の本務ではないと言うのですね。しかし、自然災害学会という学会がもう既にありますて、その辺をどう考えるかというのが当時の研究体制委員会で議論されていた訳です。その頃酒井先生もその委員でいらしたし私もそのメンバーでしたが、特に、大学における自然災害研究のあり方も討論されました。当時総合班で出したパンフレットの中に大学における災害研究は無目的研究であると書いてあったのですね。それでこんなのはおかしいと私もずいぶん言ったのですが。基礎科学は無目的研究というのならわかるが、社会の要請に応えて災害の軽減防止を目指し予知・予測とか防災対策の基礎研究するのが自然災害研究であると言いながら、但しそれは無目的研究であるなんて絶対おかしいと言ったんですが、全国の先輩先生方から集中砲火を浴びてしまいました。大学の研究は本来すべて無目的研究であると言うのです。私は、少なくとも自然災害研究はそんな事は絶対ないと一人でがんばり最後にはとうとう私が勝ったものですから、以来「イヤ、今の発言はちょっ

と無目的発言でした」なんて言う言葉が流行ったくらい無目的論争は激しいものであります。その辺は、いろいろと議論があると思いますが、それはそれとして、我々はやはり、例えば十勝噴火の時のように、社会が災害で困っているときは専門家として社会に力を貸さなければならぬと思います。

最後に今後の自然災害研究の中で、雪氷に関してはどうあるべきかに触れたいと思います。先ほど雪氷気候物理学部門の新設の話の中で触れましたが、やはり今の気候の変動、温暖化とか海面上昇などが起こると世界的な大災害を引き起こす可能性があるので、地球気候と雪氷圈の関わり合いを解明することだと思います。気候変動の予測は人類の強い要請なので、これはもう好むと好まざると関わらずしなければならぬ差し迫った問題であると私は考えています。今は、雪はきれいだから科学的に研究しようなんていうのんびりした時ではなく、ここしばらくは人類の危機、地球の危機に対応せざるを得ない時代にあるのではないかと思うのであります。

これから後は、今までの話をスライドでお目にかけるようなものなので、詳しい説明は省略させて頂きます。

ースライド上映一

- (1) いろいろな形の雪の結晶。
- (2) 低温科学研究所の旧い建物。
- (3) 積雪の断面、層構造。
- (4) 積雪の薄片；新雪、しまり雪、ざらめ雪、霜ざらめ雪の薄片の偏光顕微鏡写真。
- (5) 積雪成層の境界、積雪表面を薄片で見る。
- (6) 積雪表面近くにおきた内部融解を薄片で見る。
- (7) 氷の焼結現象。
- (8) 積雪薄片を圧縮して積雪の内部歪と、積雪の圧密変形のメカニズム及び氷化過程を調べる。
- (9) 吉田式含水率計を使って融雪水の浸透過程を調べる。
- (10) 水に浸った積雪粒子の急速な粗大化過程を顕微鏡の下で見る。
- (11) 凍土の断面写真、アイスレンズが見える。
- (12) 日高の雪崩の現場写真（昭和36年4月5日発生、ここで16名が、この山の向こう側での雪崩で17名、計33名が亡くなった。）
- (13) 沢雪崩のデブリ。非常に硬い。
- (14) 上越国境に近い越後の山々の雪崩（ヘリコプターから撮る）。
- (15) 山形・福島県境の板谷峠付近。国鉄が奥羽本線の鉄路を雪崩から守るため建設した雪崩擁

壁。人間が雪崩に力で対抗しようとしたこれら構造物の多くは、大自然の力には勝てず、雪崩で破壊されたという。

- (16) 今は自然の力をまともに受けないスノーシェッドが多く建設される。
- (17) 根曲り。斜面積雪が斜面上をジワジワとゆっくり流下するとき、雪圧で木の根元をこのように曲げてしまう。(山形県釜渕の林業試験場構内にて)
- (18) 階段工。宗谷本線下平鉄橋近くの裸山の斜面に造られた階段工。昭和30年代初頭にもここから発した雪崩が天塩川にかかる下平鉄橋を吹き飛ばしてしまった。現在は橋をやめ、トンネルにしてしまった。
- (19) 三八豪雪時の長岡市内。雪で街は埋まってしまった。
- (20) 東北新幹線の試験走行時、雪の舞い上がりや列車着雪の状況を調べた。これらの試験結果に基づいて、雪害の絶対に無い東北及び上越新幹線が建設された。
- (21) 乗鞍山頂コロナ観測所のドームに成長した着氷。その防除対策を依頼され、真冬に2回も調査に登った時の写真。
- (22) 道東、弟子屈送電線路に起こった着氷雪(昭和50年3月21日発生)。
- (23) 電線着雪による鉄塔の倒壊(昭和47年12月1日、稚内幹線)。
- (24) 稚内事故の時の着雪の断面。内部構造を示す模様から、着雪の成長過程の手掛かりが得られた。
- (25) 強風下で起こる北海道型着雪(湿型着雪ともいう)の発生条件。従来の気温、風速の他に、第三のファクター降雪強度が着雪の発生に重要なことを示した。
- (26) 着雪事故の発生判定基準を示す図。
- (27) 20 m/sの強風下でも湿型着雪が発生・成長することを示した風洞実験。
- (28) 着雪成長時の雪粒の捕捉率を求めた実験。
- (29) 着雪防止対策のいろいろ。捻れ防止ダンパー、相間固定スペーサー、離着雪リング、ひれ付き電線など。
- (30)～(33)；豪雪のレーダーによる観測・研究。
 - (30) 高速三次元ドップラーレーダー。
 - (31) 帯状収束雲の水平レーダー画像。
 - (32) 帯状収束雲の垂直断面のレーダー画像。帯状と言っても細胞状の対流性雪雲から成り、それが次々にやってきては雪を降らせ、時には数十波もきて大雪となる。
 - (33) 同上画像のドップラーレーダー画像。帯状収束雲内の水平・鉛直速度成分が得られ、これらを基に豪雪雲の動的構造を明らかにした。このレーダー観測により北海道西岸沖に陸風前線が存在し、その消長が大雪の発生と関係していることを解明した。

もう時間がありませんのでスライドはこの辺で終わりにしたいと存じます。

駆け足で『雪氷災害と私』という題で話をしてまいりましたが最後にもう一度、自然災害研究に対する私の考えを、先程の繰り返しですが述べさせて頂きます。もともと、大学には災害科学研究所的な研究所が全国に4カ所あると言われていました。それは、北大の低温研究所、東大の地震研究所、京都大学防災研究所、そして九州大学応用力学研究所であるという訳です。私はそのような事を言われる事に反発し、「低温研では災害ばかりやっている訳じゃない。多くの研究者は雪氷を科学としてやっているのだ」と、私が総合班の委員をやるようになってからも繰り返し言ってきたのですが、実際には最初に言いましたように、災害の軽減防除について社会の強い要請があった場合に「俺はしらん。俺は大学人だから災害研究に関係はない。それは省庁の研究所や行政の問題です。」と、つっぱねるわけには行きません。特に雪氷の場合はあまり専門家がおりませんので、そういった場合には知恵ぐらいお貸ししなくてはいけない、役立つ事があったらしなくてはいけない、という風に考えてずっとやって来たつもりであります。

話が散漫でまとまりが何もありませんでしたが、長時間お聞き下さいまして有難うございました。

終わりに臨みまして、あとひと月で定年になりますが長い間自然災害科学の先生方には大変お世話になり、特に酒井先生には非常にお世話になりました。今日ここにいらして頂けたら大変嬉しかったのですけれども。先生方本当に有難うございました。今後ともよろしくお願ひ致します。私も今後何かお役に立つ事がありましたら、何でもいたしたいと思っております。

最後に、この北海道地区部会、或は自然災害科学資料センターの皆さまの益々のご活躍をお祈りして私の話を終わらせて頂きます。本当にどうも有難うございました。

本文は、北海道大学低温科学研究所若濱五郎教授（現北海道大学名誉教授）が、1991年3月1日開催の地区総会において行った、特別講演を加筆修正して取りまとめたものである。