

## 防災科学技術研究所新庄雪氷防災研究支所

佐藤 威

### 1. はじめに

防災科学技術研究所新庄雪氷防災研究支所は、雪氷災害の軽減と防除を目的とした科学技術庁の研究機関として、昭和44年山形県新庄市に開設された。当初の名称は国立防災科学技術センター新庄支所であったが、その後、昭和63年に新庄支所から新庄雪氷防災研究支所へ、さらに平成2年に国立防災科学技術センターから防災科学技術研究所へと名称が変更になり現在に至っている。本所はつくば市にあり、地震、火山、気象、水象防災などに関する研究部があるが、雪氷防災は新庄雪氷防災研究支所(以下では新庄支所と略す)と新潟県にある長岡雪氷防災実験研究所が担当している。本所と長岡雪氷防災実験研究所についてはそれぞれ天気36巻5号と38巻11号の研究機関めぐりに紹介されている。新庄支所の現在の研究スタッフは支所長、特別研究員を含め7名で、事務官、アルバイトを含めても総勢10数名の小さな研究所である。

新庄市は山形県北部の最上地方の中心地であり、人口4万3千人の地方都市である。この地はわが国の雪害救済運動の発祥の地であり、また昭和8年から38年まで農林省積雪地方農村経済調査所が設置されていた。このような歴史を背景として、新庄支所発足にあたっては地元の強い働きかけがあったと聞いている。現在でも地元とのつながりは大きく、雪氷防災研究の成果を一般市民に広めるための研究発表会や、雪氷に関わる大学・研究機関・行政機関の間の情報交換を図るための研究連絡会をそれぞれ年1回開催している。また毎年4月には科学技術週間の一環として研究所を公開しているが、多くの市民が訪れ好評を博している。

雪氷災害には、家屋周辺の積雪など身近なものから人命・財産を奪うもの、あるいは社会機能を麻痺させ



写真1 新庄雪氷防災研究支所の構内。冬は深さ1.4m(平年の最大積雪深)の雪でおおわれる。左端に雪崩実験シュートがある。

るものなど様々あるが、いずれも自然現象と人間活動の関わりの中で発生する。このため社会の変化とともに雪氷災害は変貌していく。例えば、散水消雪により幹線道路の交通が確保されるようになった反面、地下水の大量使用のため地盤沈下や地下水位低下などの新たな問題が発生した。また、積雪地域にまで達した高速交通網においては、吹雪による視程障害や吹溜りが道路交通機能の低下や大規模な交通事故の原因となっている。新庄支所では多種多様な雪氷災害の防止のため、雪氷に関する理工学的研究のみならず、雪氷災害の発生と関わる人間活動についての社会科学研究も含む幅広い分野で研究活動を行なっている。

### 2. 研究活動

38豪雪を契機とした克雪意識の高まりの中で、新庄支所の草創期には道路・屋根雪の消雪や流雪溝による排雪などの身近な雪氷災害の対策技術の研究が精力的に行なわれた。その後も屋根雪処理の研究は継続され、電気、温水、太陽エネルギー、浅層地熱などを利用す

る方法が試験されている。また、雪氷災害の実態や住民、行政の対応の調査を通して、雪氷災害の地域特性や都市域での雪氷災害の発生構造、さらには住民の意識にいたる様々な分析を行なった。このほか、屋根雪の堆雪形状、屋根雪落下時の衝撃力、圧雪の工学的特性、最上川流域における降積雪の広域分布、雪処理用陸水としての地下水調査、災害雪崩の研究などが行なわれてきた。東北地方は北海道の寒冷積雪地と北陸地方の温暖積雪地の中間に位置し、積雪の性質は非常に複雑である。新庄支所では、このような寒暖遷移地帯における積雪性状の解明を重要な経常的研究テーマに掲げ、積雪の断面観測、降雪深・新積雪密度の観測などのほか、種々の気象観測を継続中である。観測値はいずれもデータベース化され簡単に利用可能となっている。以下では最近の研究のいくつかを紹介する。

### 1) 吹雪の研究

吹雪の研究の歴史は古く、わが国においても明治時代に始まっている。以後、吹雪に関する理論的・観測的研究が数多くなされ、飛雪粒子の運動形態に応じた転動・跳躍・浮遊層の存在などが明らかになっている。しかし、従来の研究の多くは吹雪現象を点において捉えたもので、いつどこでどの程度の吹雪が起こるかという防災的観点からは不十分なものであった。

そこで防災科学技術研究所は昭和61年度から7年間、青森県津軽平野をフィールドとして吹雪の所内共同研究を実施した。新庄支所は現地観測所における吹雪・気象の地上観測およびSPC（スノーパーティクルカウンター）などの吹雪計を用いた吹雪の広域観測を担当した。本所のドップラーレーダーによる降雪および降雪雲からの下降流の観測、低層ゾンドによる下層の大気構造の観測も同時に行ない、吹雪の構造や広域的な発生機構の研究に取り組んだ。

この研究の中で、雪面近傍に形成される跳躍層の構造とその風速・気温依存性、飛雪粒子の粒径分布、飛雪粒子の昇華による湿度の上昇、吹雪の短時間変動などが明らかになった。また、吹雪による地上視程の悪化とドップラーレーダーによる上空のエコー強度、ドップラー速度の間に強い相関があることが確認された。アメリカで開発されたSPCは、原理的には飛雪粒子の粒径毎の質量フラックスが測定可能な測器であるが、光学系の不備からこの特徴は十分には実現されていなかった。しかし、この研究期間中に新庄支所において光学系と信号処理系の改良を行ない、吹雪観測用の実用的な測器として完成させた。以上の研究成果



写真2 吹雪の現地観測所（青森県津軽平野）。

は新庄支所が関わったものであるが、いずれも吹雪の防災研究において重要な基礎的知見である。

新庄支所では、上記の成果に基づき吹雪の広域的な予測手法を開発する研究を昨年度から5年計画で開始している。フィールドを北海道石狩平野に移し、新設の直交二偏波ドップラーレーダーと本所のドップラーレーダーによるデュアル観測を行なう予定である。降雪雲に伴う強風構造の解明、降雪雲の移動・変質過程の解明、SPC自動観測網による広域的な吹雪の現況把握、吹雪の時空間変動の解明などを主な研究内容とするが、最終的にはドップラーレーダーによる吹雪の広域的な予測を目標としている。かなり大きな研究テーマであるので、北海道内の大学・研究機関を始め多くの機関の協力を得て進めている。

### 2) 雪崩の研究

新庄支所ではこれまでに、野外施設として世界最大規模の雪崩実験シュート（幅1m、長さ20m、傾斜角30°）を用いて、雪崩の衝撃力や運動に関する実験的研究を行ってきた。例えば、シュートを滑り落ちる雪塊が杭・壁に衝突する時の衝撃圧の分布や衝撃波形の解析、画像解析などにより、衝撃力の発生メカニズムや算定方法が明らかになり、雪崩対策上重要な知見となっている。また、雪塊の動摩擦抵抗の測定結果を雪崩の運動モデルに反映させてきた。現在、これらの実験は一段落し自然斜面での実験に重点を移しつつある。すでにノルウェー、アメリカにおいて共同実験を実施し、国内でも計画中である。一方、低温室内で高速圧縮試験機を使用した衝撃力の精密測定に着手している。また、一昨年より雪崩の内部構造の解明を目指し、シュートにピンポン球を滑走させる雪崩のモデル実験を始めた。雪崩は土石流や雪泥流とも類似の現象であり、この方面の研究でもシュートの利用が期待さ



写真3 10,000個のピンポン球を用いた雪崩のモデル実験。

れている。

### 3) 地球科学的研究

雪氷災害をもたらす要因の一つは降積雪現象を含む気象条件である。この気象条件は、小は大気乱流から大は地球規模の様々なスケールを持つ現象に支配されている。これまでの雪氷防災研究では、気象条件については多雪年・少雪年という受動的な見方をしがちであった。しかし最近では、大きな規模の現象や時間的に長いスケールの気候変動についても積極的に研究し、災害を単にローカルな現象として捉えるだけでなく、グローバルな視点から気候変動の中で捉えようという試みがなされている。一方、このような大規模・長時間スケールの現象に対して、雪氷圏は大気・海洋との相互作用を通して深く関わっていることは周知の事実となっている。

平成2年の防災科学技術研究所への名称変更の際、英文表記に Earth Science が入り研究所としても地球科学を指向していくことになった。この前後から新庄支所においても地球科学的視点を持つ研究が開始されている。例えば、平成元年度から砂漠化機構に関する国際共同研究に参加し、タクラマカン砂漠の水源であ

る崑崙山脈氷河の水文状態の調査を行なっている。平成3年度には、中国蘭州氷川凍土研究所と共同でムスタグ山水河を水源とするチラ河の上流に気温・風速・降水量等の気象要素と積雪重量・凍結深度を測定するための自動観測システムを設置した。また、平成3年度よりアジアモンスーン機構に関する日中共同研究に参加し、チベット地域での積雪量・永久凍土の変動を長期的に観測するため、ラサ、ナチュ、シガゼの3か所に積雪重量計と凍結深度計を設置して昨年度から観測を開始した。こちらの方は中国国家気象局との共同研究となっている。いずれもデータの本格解析はこれからであるが、中国側との研究者の交流を含め順調にスタートしたところである。一方国内では、雪氷域の広域的な変動過程の研究の第一段階として大気-雪氷間相互作用を広域的に明らかにする目的で、融雪期の新潟県高田平野において北陸農業試験場の協力のもと、気象・積雪の2次元観測を行なっている。

### 3. 雑感

新庄支所ではここ数年来、地球科学的な研究テーマが増えつつあり、また国際的な共同研究も多くなってきた。しかし、吹雪や雪崩などローカルな雪氷防災研究も依然として重要な課題であり、どちらかに片寄ることなく、ともに進めていく必要があると考えている。

上で紹介した以外にも、新庄支所では雪氷防災を接点とする多様な研究を実施している。研究スタッフが少ないため1つのテーマに関わる人数が少なく、研究所内で広く議論する機会が少ないのが目下の悩みの種である。共同研究を通じてより多くの研究者と交流する必要性を感じている。また、御多分にもれず新庄支所にも高齢化の波が押し寄せてきており、馬力のある若手の登場が待望されているところである。特別研究員制度などの途もあるので、興味のある方は声を掛けていただければ幸いである。