

雪氷災害発生予測システムの開発への取り組み

佐藤 篤 司

暖冬少雪の冬が久しく続いたが雪害は無くなっていない。さらに2005、2006年は予想もしなかった豪雪が全国的に猛威を振り、昭和38年の北陸地方を中心に大被害をもたらした38豪雪に続き戦後2番目の人身被害をもたらした。

我が国では雪害軽減施策として、古くからハード的な対策が進められてきており、その成果は高く評価されている。一方、さらに雪害予防、軽減のためには立ち後れているソフト的な対策を進める必要がある。このため防災科学技術研究所では1～2日先の降雪・吹雪・雪崩等の雪氷災害を高空間分解能で予測する雪氷災害発生予測システムの構築に取り組み、平成13～17年度までの研究で試用レベルに達した原型が完成した。さらに平成18～22年度には現場の防災対策に役立つ実用化を目指す。

キーワード：雪氷災害、雪害、気象モデル、積雪モデル、予測モデル、雪崩、吹雪、道路雪氷

1. はじめに

我が国では暖冬少雪が平年並みようになって久しい。しかるに、2005～2006の冬期は記録的な低温と豪雪に見舞われ、気象庁観測点339のうち23地点で観測開始以来の最深積雪の記録が更新された。そして、この豪雪による死者は152名、負傷者は2,145名に達し（平成18年9月25日現在、消防庁）、気象庁は1963年の「38豪雪」以来43年ぶりに、この冬の大雪を「平成18年豪雪」と命名した。

図-1に昨冬、平成18年豪雪による死者数を道府県別に示した。新潟県の32名を最大に秋田県の24名、

北海道18名等と多くの人身雪害が発生したことが分かる。また、豪雪の範囲が北海道から中国地方まで日本海側の雪国全域、さらには愛知県、滋賀県などまで広がり、その結果、従来、雪害とは縁のない地域と思われた各地でも被害をもたらした。

防災科学技術研究所の雪氷防災研究センターでは、平成13年度からの5カ年計画として雪氷災害予測システムの構築に向けたプロジェクトを実施し、プロトタイプのパredictシステムを構築した¹⁾。

2. 予測システムの構成

雪害の中でも主要な吹雪・雪崩の発生予測と道路雪氷の状態予測を取り上げた。そのために地域気象モデル、積雪変質モデル等、現在の最先端手法を改良し、それらを結合して雪氷災害の発生予測システムの構築を目指した。試験研究地域として、長岡を中心とした新潟県中越地域と新庄を含む山形県北部地域の二カ所での数値モデル研究、観測研究を実施している²⁾。

本システムは下記に述べる地域気象モデル、積雪変質モデル、雪氷災害の発生予測（吹雪、雪崩、道路雪氷）の3つのサブテーマより構成され、その関係は図-2となる。

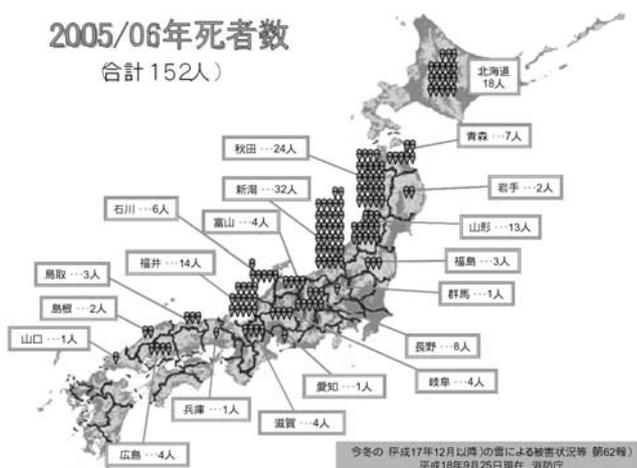
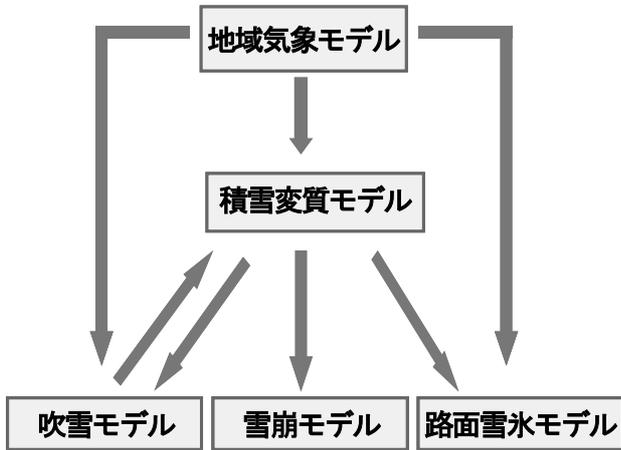


図-1 平成18年豪雪による県別被災者数

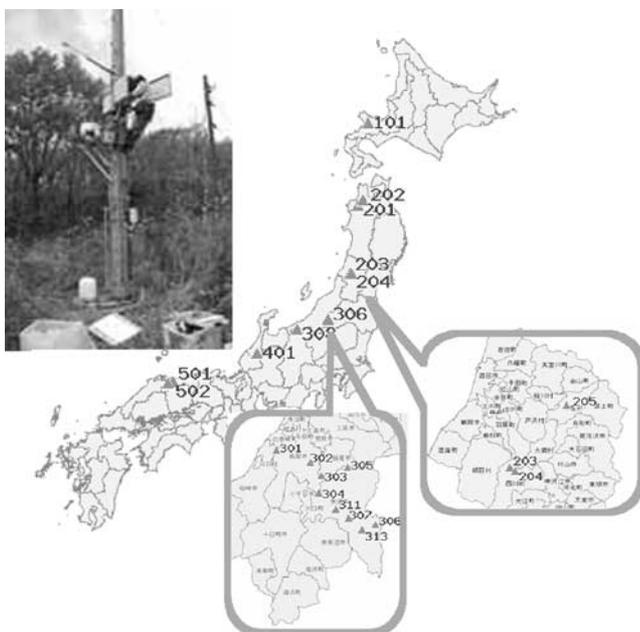


図一 2 雪氷災害発生予測システムの構成

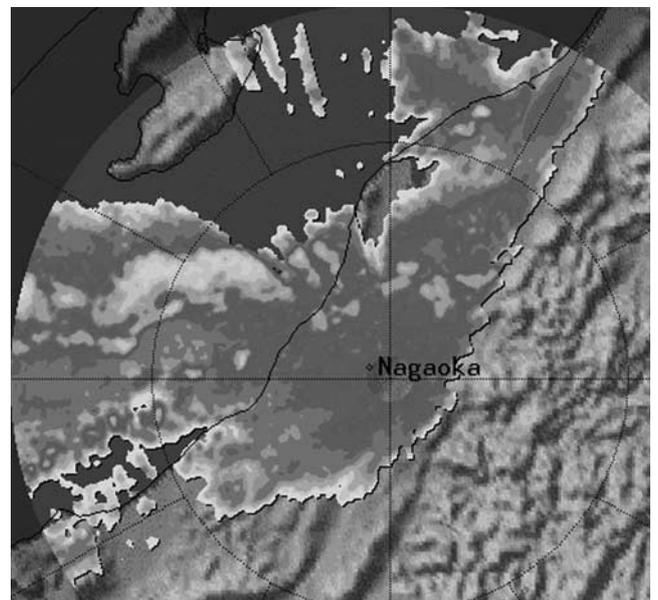
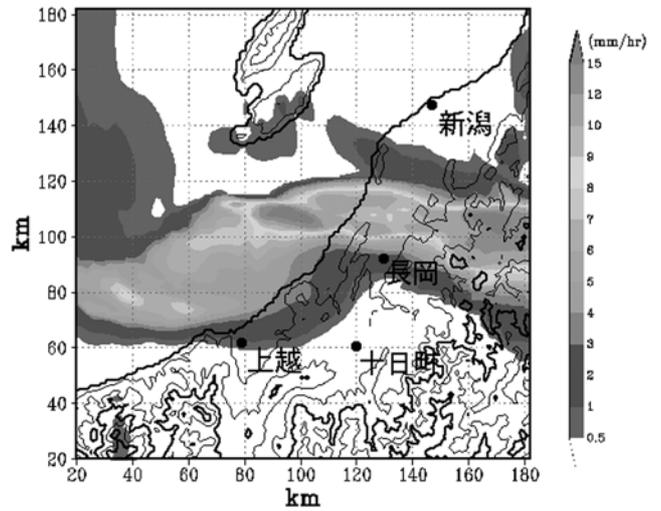
3. 降雪分布予測

雪氷災害の発生は降雪量の大小はもとより、その性質にも大きく依存する。例えば、雪崩の発生には力学的に弱い弱層の寄与が知られており、「あられ」や「板状結晶」などから構成される。従って、雪氷災害の予測には出来るだけ狭い地域ごとの気象要素、特に降雪量や「あられ」や「板状結晶」などの降雪種を高精度に予測する必要がある。

このため、我々は地域気象モデルの改良を始めた。気象庁が開発した非静力学モデル (MRI/NPD-NHM) を基礎とし、対象地域を第一段階 10 km、第二段階 2 km の格子間隔で計算する^{3), 4)}。このモデルの結果を検証し、さらに改良するため、山地を含む前述の試



図一 3 防災科学技術研究所の運営している山地を中心とした気象・積雪観測点 (ホームページより)



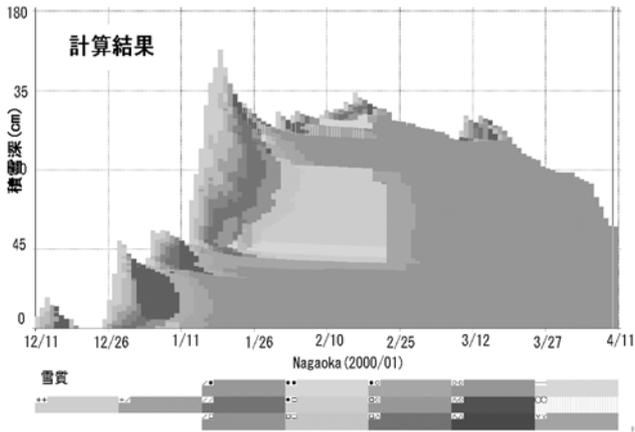
図一 4 2005年12月22日8時10分頃の予測モデルの出力結果 (上) と対応する時間帯のレーダー反射強度 (下) (モデルはレーダーが観測した東西方向に伸びる強い降雪帯を予測している。)

験地域に気象・積雪観測点を設置し (図一 3)、得られた時間分解能の高い地上気象データ、また雪氷防災研究センター (長岡) に設置してあるドップラーレーダーによる降雪観測を併用する⁵⁾。

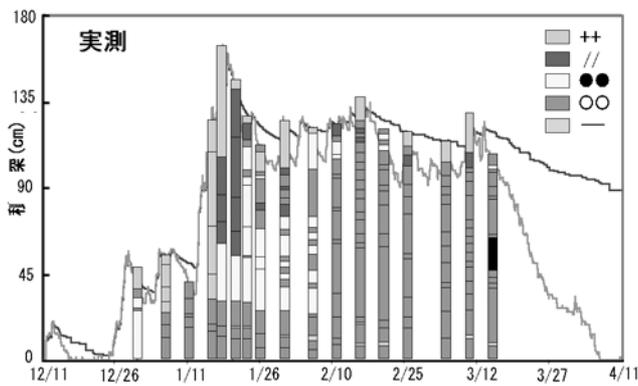
さらに、当センター構内の降雪粒子観測施設において、降雪種の連続観測を行い雪雲モードとの対応を調べている (図一 4)⁶⁾。

4. 積雪変質予測

雪が降り積もった後、吹雪の発生に至るか、あるいは雪崩発生につながるか、などの判断要素となる積雪表面や内部の変質・弱層形成などを予測するため、スイスの国立雪・雪崩研究所 (SLF) の開発した SNOWPACK モデル⁷⁾ を使用し長岡等の温暖積雪地



図一五 SNOWPACK による長岡の積雪計算結果（雪質）



図一六 上図に対応した積雪断面観測結果

に適用すべく改良を続けている。このため SLF と共同研究を結び、国内の平地・山地、北極の観測データまた雪氷防災実験棟での室内実験データなどを用いての改良を進めている^{8)・9)}。図一五は長岡における積雪の深さと雪質の一冬の変化を計算したものであり、図一六の断面観測結果とほぼ対応が取れている。

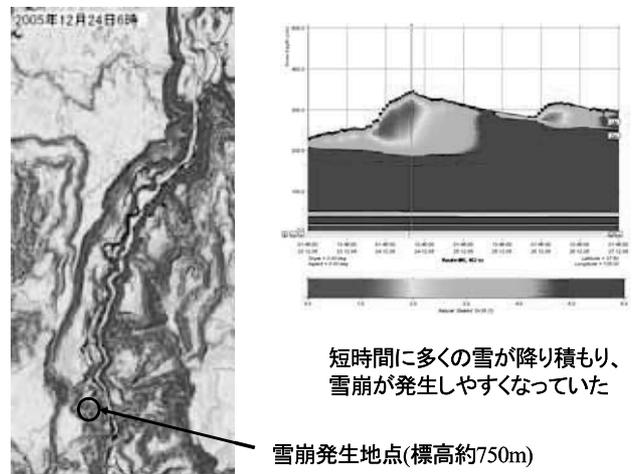
5. 雪氷災害発生予測システム

ここでは①雪崩の発生、②吹雪の発生¹⁰⁾、③道路雪氷の状態¹¹⁾の予測を上記気象モデルと積雪モデルから与えられる気象・積雪条件から計算により求める。このため雪崩・吹雪に関する過去の観測データの活用を計って、雪崩・吹雪発生予測の各モデルを作成する。道路雪氷に関しては、国土交通省の協力を得て山地国道の気象・路面温度などの観測を実施し、道路雪氷予測モデルの構築を行っている。

平成 18 年豪雪の最中、新潟県と長野県を結ぶ国道 405 号線が雪崩の多発により交通止めとなったが、2005 年 12 月 24 日には、通行中の小型乗用車が雪崩に押し流される事故が発生した（図一七）。



図一七 2005 年 12 月 24 日、国道 405 号線で起きた雪崩により沢に流された乗用車



図一八 国道 405 号線沿いで発生した雪崩に関して雪崩発生予測モデルを適用させた結果（前日から降り積もった新雪が弱層となって崩れ落ちたことがわかった）

このときの雪崩発生危険度を我々の予測モデルで計算した結果が図一八である。

図一八の左図は雪崩の起こった日の危険度を地域の水平面図に示している。全体的に急斜面全てで危険度が高い状況であることがわかる。右側の図は雪崩発生点での積雪深の日変化と積雪内部の雪崩危険度を示す。雪崩の発生した前日から新雪が積もり、同時に危険度が高まったことを示唆している。

6. おわりに

平成 18 年豪雪では最も多くの被害を受けた新潟県の山間地を中心に本予測モデルの試験運用を始めてい

る。国土交通省北陸整備局長岡国道事務所、新潟県長岡地域振興局、同十日町地域振興局の協力を得て、モデル予測と現地適用の試行運用、また検証データの取得などの実施である。

本最先端システムの中で、今後の各モデルの進展により、雪国住民の必要とするきめ細かい雪氷災害発生予測情報を迅速に予測し、提供できることを期している。

JCMMA

【参考文献】

- 1) 佐藤篤司：雪害を減らす一雪氷災害発生予測システムの開発一，防災科学技術研究所 第5回成果発表会 講演・ポスター概要集 pp.7-8 (2006)
- 2) 佐藤篤司・石坂雅昭・清水増治郎・小林俊市・納口恭明・西村浩一・中井専人・山口 悟・岩本勉之・佐藤 威・阿部 修・小杉健二・望月重人：雪氷災害発生予測システムの構築に向けて，2003年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集 p.30 (2003)
- 3) 岩本勉之・中井専人・山口 悟・清水増治郎・佐藤篤司：非静力学モデルによる降雪再現実験，2003年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集 p.31 (2003)
- 4) 中井専人・岩本勉之・山口 悟・佐藤篤司：非静力学モデルと積雪変質モデルを用いた降雪再現実験，日本気象学会 2003年度秋季大会講演予稿集 p.170 (2003)
- 5) 中井専人・石坂雅昭・岩浪 越・三隅良平・朴 相郡・清水増治郎・小

- 林俊市：新潟県中部で観測された雪雲構造と降水分布，2002年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集 p.54 (2002)
- 6) 石坂雅昭・椎名 徹・村本健一郎：画像処理手法による降雪種の情報，寒地技術論文・報告集 vol.18 p423-436 (2002)
 - 7) M. Lehning, P. Bartelt, R. Brown, C. Fierz, P. Satyawali : A physical SNOWPACK model for the Swiss avalanche warning. Snow microstructure, *ColdReg.Sci.Technol.* 35 (3) pp.147-167 (2002)
 - 8) 山口 悟・佐藤篤司・Michael Lehning : 湿潤積雪変質モデル (SNOWPACK) の適応，2002年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集 p.102 (2002)
 - 9) 阿部 修・望月重人：人工環境下での温度勾配変態過程における積雪剪断強度の変化，2003年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集 p.162 (2003)
 - 10) 佐藤 威・岩本勉之・中井専人・佐藤篤司：吹雪に伴う視程悪化の予測モデルの開発，2003年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集 p.73 (2003)
 - 11) 小林俊市・小杉健二・佐藤 威・望月重人：道路雪氷へ与える車両の影響 (その1)，2003年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集 p.133 (2003)

【筆者紹介】

佐藤 篤司 (さとう あつし)
独立行政法人 防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター



「建設機械施工ハンドブック」改訂3版

近年、環境問題や構造物の品質確保をはじめとする様々な社会的問題、並びに IT 技術の進展等を受けて、建設機械と施工法も研究開発・改良改善が重ねられています。また、騒音振動・排出ガス規制、地球温暖化対策など、建設機械施工に関連する政策も大きく変化しています。

今回の改訂では、このような最新の技術情報や関連施策情報を加え、建設機械及び施工技術に係わる幅広い内容をとりまとめました。

「基礎知識編」

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般
4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

1. トラクタ系機械
2. ショベル系機械
3. 運搬機械
4. 基礎工事機械

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
2. 締固め機械
3. 舗装機械

● A4版/約900ページ

● 定 価

非 会 員：6,300円 (本体6,000円)

会 員：5,300円 (本体5,048円)

特別価格：4,800円 (本体4,572円)

【但し特別価格は下記○の場合】

○学校教材販売

〔学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

※なお送料について、複数又は他の発刊本と同時に申込みの場合は別途とさせていただきます。

●発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>