

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

雪おろシグナルの高精度化に向けた 1km メッシュ積雪重量分布情報の開発

研究代表者氏名 平島寛行¹⁾

研究分担者氏名 本谷研²⁾ 河島克久³⁾, 佐野浩彬⁴⁾

- 1) 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 2) 秋田大学
3) 新潟大学 災害・復興科学研究所 4) 防災科学技術研究所

研究要旨

屋根雪下ろしの判断材料に用いるために、積雪重量分布を計算して公開するシステム「雪おろシグナル」の開発をこれまでの共同研究で行ってきた。雪おろシグナルは新潟大学の準リアルタイム積雪分布監視システムで収集された積雪深データを入力して積雪変質モデル (SNOWPACK) を用いて重量を計算し、GIS を用いて発信するシステムである。昨年度まで適用してきた新潟県、山形県、富山県に加え、今年度は新たに秋田県に適用範囲を拡大した。また、雪おろシグナルの弱点である、観測点から離れた場所における積雪重量の誤差の改善にむけて、診断型積雪分布モデルで計算した2次元の積雪分布のデータと融合し、高精度の積雪重量分布情報の作成手法の開発を行った。さらに、本手法の運用に向けて、両モデルを融合して計算した積雪重量の精度の検証を行うとともに、準リアルタイムで計算、発信を行うシステムの構築を行った。

A. 研究目的

雪氷災害は毎年100名前後の犠牲者を出しているが、そのうち屋根雪処理中の滑落等、除雪中の事故は半数以上にのぼる。また、過疎高齢化が進行する中山間地域では、人手不足による雪下ろしが困難になり、雪の重みによる空き家の倒壊も起きている。屋根雪対策の1つに効率的な雪下ろしの判断基準の参考情報提供があるが、それには屋根雪荷重の見積りが有用である。

それらの荷重の見積もりを可能にするため、新潟大学の準リアルタイム積雪分布監視システム¹⁾の積雪深の分布情報を入力して積雪変質モデル (SNOWPACK)²⁾で積雪重量分布を計算し、屋根雪下ろし判断の参考に使うシステム「雪おろシグナル」をこれまでの共同研究において開発してきた³⁾。雪おろシグナルは2018年1月に新潟県を対象に公開を開始し、2019年には山形県及び富山県へ拡大した。

雪おろシグナルは積雪深観測点における積雪密度を計算して重量分布を作成するシステムの

ため、観測点から離れた場所における精度が低いといった問題がある。そこで本研究では、地形の影響を考慮して積雪分布が計算可能な診断型積雪分布モデル⁴⁾で計算した積雪分布と融合する手法を開発するとともに、観測点間の内挿方法の検証を行った。また本手法の実用化にむけて、準リアルタイムで運用可能にするシステムの構築を行った。

B. 研究方法

B-1 適用範囲の拡大

これまで公開してきた新潟県、山形県、富山県に続き、2020年1月29日より秋田県で運用を開始した。また、秋田大学の乳頭ロッジに設置してある積雪重量計のデータの自動取得も開始し、雪おろシグナルの分布情報に反映した。

B-2 診断型積雪分布モデルとの融合

雪おろシグナルと診断型積雪分布モデルを融合するため、積雪深観測点における双方のモデル

における積雪重量の差をとり、その差を逆距離荷重法で内挿し、それにより作成した1kmメッシュデータを診断型積雪分布モデルによる積雪重量に加算した。これにより、雪おろシグナルで計算する積雪深観測点の積雪重量を維持しつつ、診断型積雪分布モデルの特徴が反映される。本方法に関する詳細は昨年度の報告書を参照されたい。本年度は、下記の交差検証を用いた方法でこの融合による内挿方法の検証を行った。

- 1) 雪おろシグナルで計算する積雪深観測地点における積雪重量を真値と仮定した。
- 2) 1)の積雪深観測点のうち、ターゲットの地点を決めてその点を削除し、診断型積雪分布モデルと融合して面的分布を作成した。
- 3) 2)で作成した面的分布から、ターゲット地点に相当する箇所の重量と、積雪深観測値を用いて SNOWPACK で計算した重量を比較した。
- 4) 2)および3)の比較を融合した新潟県、山形県エリアに対して、2018/2019年冬期のデータで検証を行った。

B-3 融合計算の準リアルタイム化

本手法のリアルタイム化に先立ち、まず診断型積雪分布モデルを準リアルタイムで稼働するシステムを構築し、web上での共有を可能にした。

(<https://tohoku6snow.web.fc2.com>)

続いて、日データとして出力される診断型積雪分布モデルのデータと雪おろシグナルによる積雪重量の計算値から午前9時のデータを取得し、開発してきた融合手法を用いて1kmメッシュの積雪重量分布情報を作成した。また、そのデータをGISで読み込み、可視化するシステムも構築した。

C. 研究結果

C-1 2019年度の運用結果

2019年度は記録的な少雪であったため雪おろシグナルの需要は少なく、大雪だった2017年度の56,000、少雪だった2018年度の26,000に対し、2019年度は約10,000であった。アクセスは新潟が最も多く34%、ついで東京(17%)、山形(15%)、秋田(8%)とつづいた。

C-2 融合による検証

雪おろシグナルは積雪深観測地点における精度は高く、雪氷防災研究センター露場で測定した積雪重量との比較⁴⁾では、平均偏差(MBE)が15.4kg/m²、二乗平均誤差(RMSE)が26.4kg/m²(平均の13%)、また相関係数(r^2)が0.98と、高い精度を示す(図1a)。一方で、従来の内挿方法による誤差をB-2で示した交差検証で計算したところ、MBEは2.2kg/m²、RMSEは240.5kg/m²(平均の71%)、 r^2 は0.61であった。このように、積雪深を観測していない場所における推定誤差は大きい。

また、診断型積雪分布モデルと融合した結果について解析した。図1bにその比較の散布図を示す、MBEが-9.6kg/m²、RMSEが190.0kg/m²(平均の56%)、 r^2 が0.75と、誤差はあるものの、従来の内挿手法と比べて大幅に改善されたことが確認された。

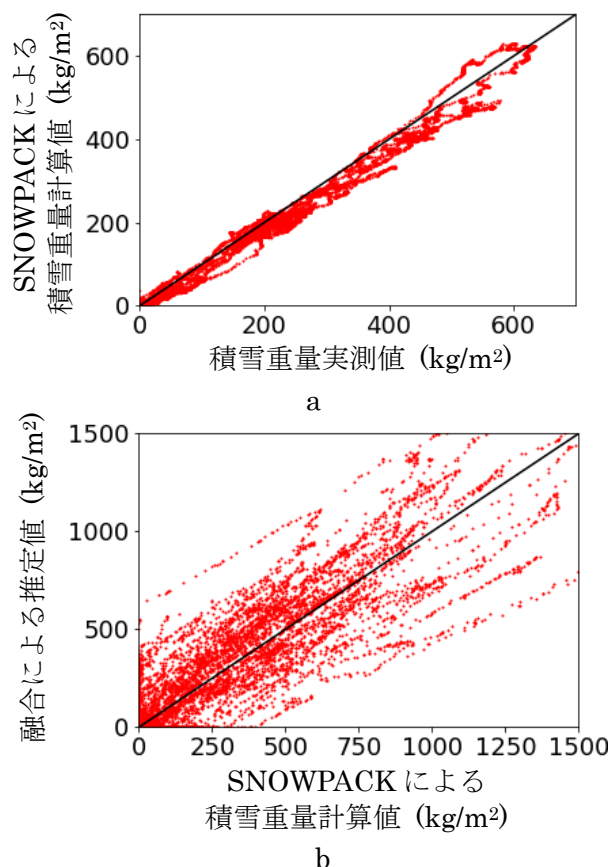


図1 積雪深観測点(a)及び観測点以外(b)における積雪重量の実測値と推定値の比較。(b)のグラフでは、積雪深観測点のデータを用いたSNOWPACKによる計算値を実測値として使用。

C-3 準リアルタイム計算

雪おろシグナルと診断型積雪分布モデルを融合し、準リアルタイムで計算した結果を地理院地図上に組み込んだものを図2に示す。1時間おきに雪おろシグナルと診断型積雪分布モデルの出力データを巡回し、新しいデータが確認されたら更新される仕組みとなっている。実際の画面では、地形の影響が考慮され山岳部で雪が多い傾向がより鮮明に出た。今冬は非公開で稼働したが、来冬からの実装・公開に向けてさらに改良を進める予定である。

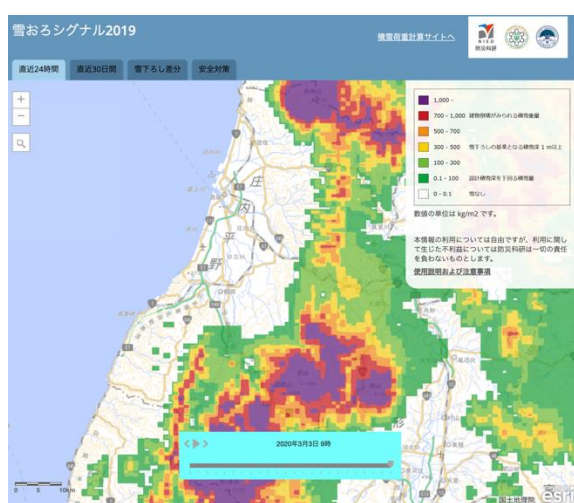


図2 融合された1kmメッシュ積雪重量分布情報

D. 考察

本研究で行った内挿方法の検証により、両データの融合による精度の向上がみられた。一方で、依然として誤差は大きく、改善の余地は残る。今後は融合手法に関して改良を試みるとともに、衛星データ等の他の手法で得られた積雪分布との融合等も試みる予定である。雪おろシグナルは積雪深観測地点においては比較的正確に積雪重量を推測できるため、本研究で用いたような交差検証を応用することができる。従って、さまざまな融合手法の精度を検証して最適な手法を決定することが可能である。

また、診断型積雪分布モデルは日データとして出力される一方で、雪おろシグナルは時間データとして発信している。本手法の運用を開始するためには、日データと時間データの融合方法も検討し、それによる精度への影響も検証していく必要がある、これらは今後の課題となる。

E. 結論

本研究において、雪おろシグナルの適用エリアとして新潟県、山形県、富山県と、新たに秋田県を追加して4県に対応した。一方で、記録的少雪年であったため、アクセス数は全体的に少なかった。

本研究では雪おろシグナルと診断型積雪分布モデルを融合したことにより、雪おろシグナルの利点を維持しつつ積雪重量分布傾向も改善され、内挿精度も大きく向上したことが確認された。また、準リアルタイムで稼働するシステムも構築し、来冬からの運用も可能になった。今後は衛星データ等の利用も視野に入れてさらなる改善を進める。

参考文献

- 1) 伊豫部・河島, 2020: 日本雪工学会誌, 36(1), 1-13.
- 2) 平島, 2014: 雪氷, 76(6), 411-419
- 3) 平島ら, 2018: 寒地技術論文・報告集, 34, 20-23.
- 4) 本谷ら, 2017: 東北の雪と生活, 32, 9-14.

F. 研究発表

1. 論文発表 (掲載誌名・巻号・頁・発行年を記入し、掲載論文あるいはPDFファイルを別紙で1部提出) なし

2. 学会発表 (学会名・発表年月・開催地なども記入)

平島ら: 「雪おろシグナル」の高精度化にむけた積雪重量分布情報の融合, 雪氷学会北信越支部研究発表会, 2019年6月, 長岡

平島ら: 積雪重量分布情報「雪おろシグナル」の精度向上にむけた試み, 雪氷研究大会, 2019年9月, 山形

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし