

新潟大学災害・復興科学研究所  
共同研究報告書

雪おろシグナルを利用した山地積雪重量の時空間分布の定量的評価

研究代表者氏名 平島寛行<sup>1)</sup>

研究分担者氏名 本谷研<sup>2)</sup> 河島克久<sup>3)</sup>, 佐野浩彬<sup>4)</sup>

- 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<sup>1)</sup>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)で重量を計算し、GISを用いて情報発信するシステムである<sup>2)</sup>。観測点から離れた場所における積雪重量の誤差を改善するため、今冬より診断型積雪分布モデル(SSDM)<sup>3)</sup>のデータと融合して作成した1kmメッシュの積雪重量分布情報の公開を開始した。また、この技術を応用して、30年間のアメダスのデータを用いて長期間の積雪重量分布を作成した。30年間のデータと比較することで、現在の雪を平年の最大や平均と比べた相対的な量の見積りが可能になり、任意の年、緯度経度の積雪重量推定値も取得可能になった。これらの情報は将来的に雪下ろしだけでなく水資源や複合災害の研究等にも応用していく予定である。

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。そのような事故を軽減するため、効率的な雪下ろしの判断基準の参考情報として、積雪重量分布情報となる「雪おろシグナル」の開発を進めてきた。一方で、同じ積雪重量でも耐雪設計基準には地域差があるため、平年時の積雪重量に対する相対的な雪の量も家屋破損のリスクを考える上では重要である。また、雪国における積雪重量分布は屋根雪下ろしの判断基準のみでなく、水資源の管理や積雪期に起こる地震や火山災害など他の研究等に対しても応用可能である。本研究では、これまで開発してきた雪おろシグナルを上記の多様な目的にも応用可能にするため、同システムを用いて山地を含む長期の積雪重量分布の基礎的データを作成した。また、雪おろシグナルについてはこれまで進めてきた1kmメッシュの積雪重量分布情報の公開を開始した。

B. 研究方法

B-1 長期積雪重量データの作成

気象庁の气象台や測候所、アメダスでは長期の気象データが記録、公開されている。その気象庁観測点のうち積雪深が測定された地点におけるデータを収集して積雪変質モデル(SNOWPACK)で積雪重量を計算し、30年間の各観測点における積雪重量のデータセットを作成した。なお、計算範囲は雪おろシグナルを運用してきた秋田から福井にかけての日本海側の県を対象に行った。

B-2 1kmメッシュ積雪重量分布情報の作成

診断型積雪分布モデル(SSDM)は標高に応じて気象データに補正を加え、シンプルな積雪計算で積雪量を推定するため高速に広範囲の積雪分布が計算できる。SSDMについても同様に30年間の計算を行い、B-1で計算した積雪深観測点における積雪重量の情報と融合して山地を含む積雪重量の分布を作成した。融合の方法に関しては、1kmメッシュの雪おろシグナルを作成するためにこ

れまで開発してきた方法<sup>4)</sup>を用いた。

### B-3 雪おろシグナルにおける 1km メッシュ積雪重量分布の公開

昨年度までの共同研究において、雪おろシグナルと SSDM を融合した 1km メッシュの積雪重量分布の情報の作成手法を開発してきた<sup>4)</sup>。SSDM で作成される積雪分布の情報は午前 9 時における日データであるため、1 時間おきの 1km メッシュの積雪重量分布を得るために、異なる時刻の SNOWPACK と SSDM のデータを融合する必要がある。そこで、SNOWPACK と SSDM のデータを融合する際には、SNOWPACK の時刻以前で最も新しい時刻の SSDM のデータを用いて融合し、SNOWPACK の時刻を雪おろシグナルにおける重量分布の時刻とした。この方法で作成した 1km メッシュデータを地理院地図上に重ね、新しいバージョンの雪おろシグナルとして公開を開始した。

## C. 研究結果

### C-1 長期データと比較した昨冬及び今冬の雪

長期のデータの作成により、積雪重量に基づいた平年値との比較解析が可能になった。図 1 は新潟県におけるアメダスの各観測地点における昨冬 (2020/21, 灰) 及び今冬 (2021/22, 黒) の最大積雪重量を 1991/92 以降の年最大積雪水量の最大値 (赤) 及び平均値 (緑) と比較したものである。昨冬は新潟県内のほとんどの場所で平均を上回った一方で、今冬は中山間地のみが平均を上回るといった山雪型であった。昨冬は高田の積雪深が、今冬は津南の積雪深が過去 30 年で最大値を記録したが、積雪重量に関しては、2012 年の高田や 2006 年の津南を下回る値であった。

### C-2 長期の 1km メッシュ積雪重量分布の作成

SSDM と組み合わせて作成した 30 年間の積雪重量の分布の例を図 2 に示す。例として、ここでは 2 月 1 日時点における 1991/92 から 2020/21 の積雪重量分布を年ごとに示した。同様のデータを 12/1 から 4/30 までの期間で作成している。最も雪の多かった年として平成 18 年豪雪の 2005/06 を赤丸で、最も雪の少なかった年として記録的少雪だった 2019/20 に青丸で印をつけた。

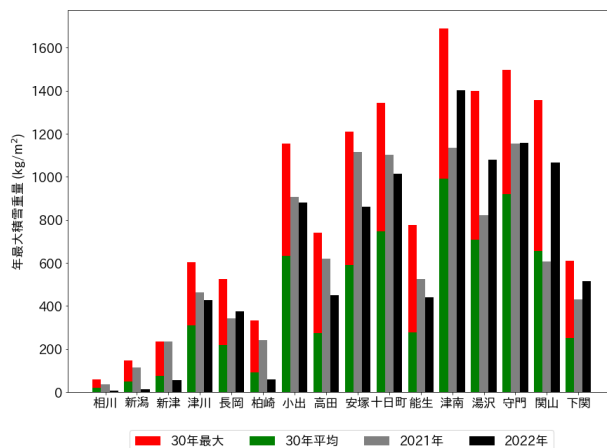


図 1 新潟県における年最大積雪重量の 30 年平均及び最大値との昨冬と今冬の比較

この手法で計算する推定誤差を見積もるために、SNOWPACK の計算した値を真値と仮定して分布の推定値と比較して評価した。SNOWPACK で計算した積雪深観測地点における積雪重量の積雪重量計に対する誤差は 15%程度と、内挿による推定の誤差より大幅に小さい。本研究で長期のデータセットに用いているのは積雪深の観測されたアメダス地点で、秋田から福井で 71 地点存在する。一方、準リアルタイム積雪分布監視システムでは同範囲で 932 地点の積雪深を収集している。ここで、2020/21 において、アメダス観測点の積雪深のみを使用して作成した分布 (図 3a) と、全地点を使用して作成した分布 (図 3b) を比較した。図からは目立った違いは見られなかった。一方、定量的な

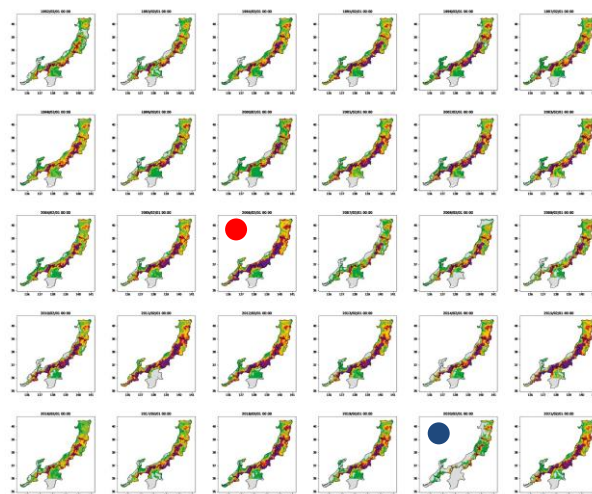


図 2 2 月 1 日における 1991/92 (左上) から 2020/21 (右下) の 30 年間の 1km メッシュ積雪重量データ。

誤差評価のために、アメダス以外の積雪深観測点における双方の積雪重量の差を調べたところ、MBE で $-61.2\text{kg}/\text{m}^2$ (21%)、RMSE で $155\text{kg}/\text{m}^2$ (55%)であった。したがって、60%ほどの誤差があると考えられる。

### C-3 雪おろシグナルの今冬の運用

雪おろシグナルの適用地域として新たに青森県及び福島県を追加するとともに、2022年2月より、SNOWPACK と SSDM を融合した 1km メッシュの積雪重量分布情報を表示した新しいバージョンの公開を開始した(図4)。また、北海道に関しては公開を開始したが、北海道は現時点で SSDM のデータがないため、観測点の積雪重量をもとに逆距離荷重法で内挿した旧バージョンの方法で作成した分布を公開した。そのため、本州とは別のページとして表示した(図5)。今冬において雪おろシグナルは約 75,000 のアクセスがあり、昨冬に次ぐアクセス数となった。

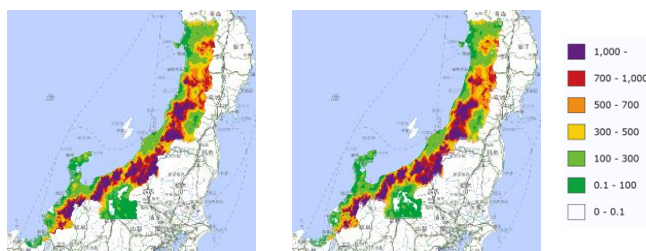


図3 2021 冬期における 1 月 24 日時点での積雪重量 (a)全積雪深観測点を用いたもの (b)アメダスのみを用いたもの

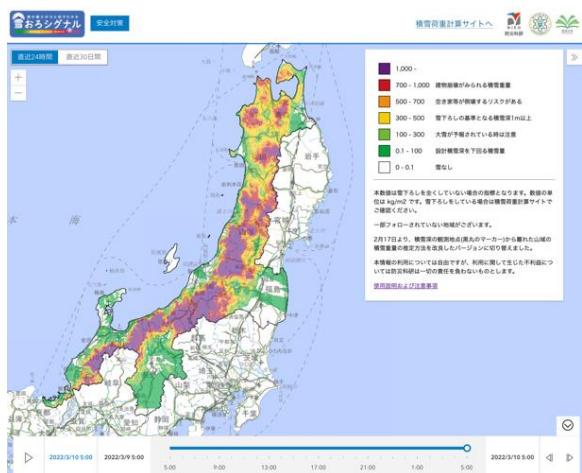


図4 今冬 2 月より公開を開始した 1km メッシュ版の雪おろシグナル

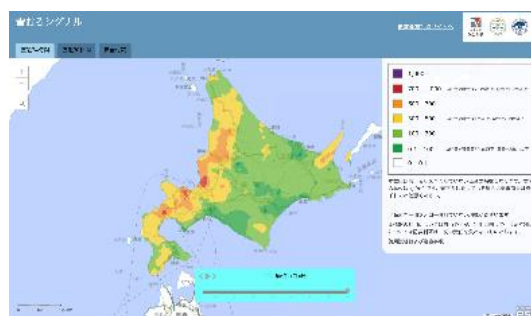


図5 北海道版の雪おろシグナル (<https://seppy.bosai.go.jp/snow-weight-hokkaido/>)

## D. 考察

長期の積雪重量との比較により、昨冬の高田や今冬の津南で見られたように、積雪深の最大年と積雪重量の最大年は必ずしも一致しないことが確認された(C-1 参照)。積雪重量が最大となった 2005/06 の津南は雪が早い時期につもり、その後圧密が進むとともに降雪も続き、密度、積雪深ともに大きい状態となり積雪重量が非常に大きくなった。今冬の津南は積雪深のピークが比較的遅かったため、密度は平成 18 年豪雪のときと比べ小さかった。一方、2021 年の高田に関しては、1月の早い時期に大雪となり積雪深は最大を記録したが、その後は暖冬だったため密度の増加とともに積雪深は減少し、最大の積雪重量は 2012 年より小さかった。

雪おろシグナルのアクセスについて、56,000 を記録した 2017 年度や 10 万を記録した 2020 年度では最大時に 1 日 5,000 を超えるアクセスがあったのに比べて、今冬は最大のアクセス数を記録したのは 1 月 20 日の 1,830 程度と、比較的少なめであった。アクセスは新潟県からのものが 37% と最も多かったが、昨冬は 47%、2018 年度は 62% であったことを踏まえると、近年はアクセス元の地域も分散している傾向が見られた。これは雪おろシグナルの適用地域を拡大したことや、今冬は新潟県で他の大雪年と比べて短期的な集中豪雪が比較的見られなかったことが新潟県からの割合が少なくなった原因と考えられる。集中的なアクセスが見られなかった一方で、毎日 1000 前後のアクセスが記録され、ひと冬のトータルでは 7 万を超えた。このように雪おろシグナルが普及している様子がアクセス状況から確認できた。一方で、

さらに普及を進めるためには、新潟県外の方への周知が重要であることが確認された。

## E. 結論

本研究において開発してきた1kmメッシュの雪おろシグナルを今冬より公開を始めた。また、青森県、福島県、北海道に適用地域を広げ、新たに運用を開始した。

また、雪おろシグナルを適用している地域（青森県、福島県、北海道は除く）に対して、1990年代以降のアメダスのデータを用いてSNOWPACKとSSDMで1kmメッシュの積雪重量分布の長期データを作成した。これにより、積雪重量の現在の値を平年と比較することが可能になった。今後は雪おろシグナルで作成する積雪重量分布を屋根雪以外の用途にも役立てられるよう改良を進める予定である。

## 参考文献

- 1) 伊豫部・河島, 2020: 日本雪工学会誌, 36(1), 1-13.
- 2) Hirashima et al., 2020: J. Disaster Res., Vol. 15, No. 6, pp. 688-697.
- 3) 本谷ら, 2017: 東北の雪と生活, 32, 9-14.
- 4) 平島ら, 2021: 新潟大学災害・復興科学研究所共同研究報告書, 2020(令和2)年度.

## 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)

本谷, 2021: 東北6県における2020-21年冬季の降積雪の特徴, 東北の雪と生活, 36, 17-21.

### 2. 学会発表 (学会名・発表年月・開催地なども記入)

平島ら: 新潟県における積雪重量の過去30年の変動から見た2020/21冬季の特徴, 雪氷学会北信越支部研究発表会, 2021年6月, オンライン

平島: 2020/21冬期における雪おろシグナルの運用, 今年の雪速報会2021, 2021年6月, オンライン

平島ら: 積雪モデルを用いた積雪重量分布情報の長期データセットの作成, 雪氷研究大会, 2021年9月, オンライン

## 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  
日本雪工学会技術賞受賞: 屋根雪おろし判断のための「雪おろシグナル」の開発と運用, 2021年6月