

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

積雪変質モデルを用いたリアルタイム屋根雪荷重推定システムの開発

研究代表者氏名 平島 寛行) 1)
研究分担者氏名 伊豫部 勉) 2) 3)
研究分担者氏名 河島 克久) 2)

1) 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター
2) 新潟大学 災害・復興科学研究所 3) 京都大学大学院 工学研究科

研究要旨

積雪変質モデルを用いてリアルタイムに屋根雪荷重を推定するシステムを開発した。準リアルタイム積雪分布監視システムで収集されている複数の機関の気象情報、及び気象庁が観測している詳細な気象データを組み合わせて、モデルの入力データを作成した。積雪深が観測されている地点で積雪変質モデルを用いて6時間おきに計算を行い、最新の積雪重量の面分布を作成してweb上で公開した。また、場所や雪おろしを行った日時と現在の日時を入力することで、その差分から雪下ろし後の積雪荷重を推定するページも開設した。また、本システムで計算される積雪重量の精度を検証するため、積雪重量計で測定された積雪重量と比較するとともに、任意の地点における積雪重量の現地調査を行った。比較の結果、積雪深が正しく入力されていれば10%前後の誤差で積雪重量が再現できる一方、欠測がある場合や積雪分布が不均一な場合等はその誤差は大きくなることが示された。

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が後を絶たない。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。

昨年度の共同研究「地上気象観測情報及び積雪モデルを用いた屋根雪荷重推定手法の開発」では、公開されている積雪深等の情報から積雪変質モデル(SNOWPACK)を用いて積雪重量を推測し、任意の場所で雪下ろしを行った日を指定することで屋根雪荷重を推定する手法を開発した。本研究ではこのシステムを実用化することを目的として、冬期にリアルタイムで計算を行うとともに、一般のブラウザからアクセスして情報を確認するサイトを開設し、これらの情報を一般に公開した。

B. 研究方法

本研究では、SNOWPACKから計算された積雪水量を積雪重量として扱い、屋根雪荷重を推定するための情報に用いた。SNOWPACKでは、積雪の堆積や融雪の他、圧密や積雪内部の変質を計算するため、詳細な気象条件が必要となる。具体的には、気温、湿度、風向風速、日射量、長波放射量に加え、降水量または積雪深の情報を用いる。それらのデータを入力することで、積雪の内部が計算され、積雪重量のほか、積雪内部における雪温や密度、雪質、含水率等が計算される(平島ら, 2014)。

一方、新潟大学災害・復興科学研究所では、web上で公開されている積雪深の情報を収集して分布にまとめる準リアルタイム積雪分布監視システムを構築している。このシステムで収集した情報を積雪変質モデルの入力データに用いることで、積雪深の公開されている場所における積雪重量を見積もることができる。本研究ではリアルタイムで積雪重量の分布を推定するために、下記の

ような流れで計算を行うシステムを開発した。なお、データの流れ図を図1に示す。

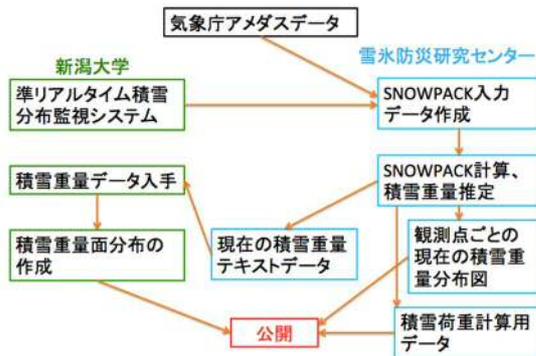


図1 積雪重量を計算して公開するまでの流れ。水色が雪氷防災研究センターで、緑が新潟大学で行っている。

1) 準リアルタイム積雪分布監視システムの対象となる積雪深を観測している地点から、最も近くに位置する気象庁の気象データを用いて、ベースとなるデータを作成した。このベースとなるデータの積雪深及び気温に関しては対象地点で観測されたデータと差し替えて、SNOWPACKの入力データを作成した。

2) 上記のデータを用いてモデル計算を行い、積雪重量の分布の時系列データを作成した。計算は6時間おきに行い、その都度データを更新する形でサーバに保存した。

3) 上記のデータを用いて、積雪重量の分布図を作成するとともに、雪降ろし後の積雪荷重を計算するスクリプトを構築した。

4) 上記の情報を公開するためのサイトを開設し、一般に公開した。

上記のシステムの構築に加え、積雪重量計及び積雪調査で得られた実測値を用いた比較検証も行った。積雪調査に関しては、2016年2月25日から26日にかけて入広瀬、湯沢、十日町の地域における積雪深観測点のうちの10地点で行い、積雪深及び積雪重量を測定した。なお、この観測点での調査当時の積雪深は30～130cmであった。

C. 研究結果及び考察

C-1 システム公開と外部の反応

下記のサイトから計算結果を公開した。
<http://yukibousai.bosai.go.jp/sk/sp/snowpack/yaneyuki/>

このサイトの画面を図2に示す。積雪荷重計算の画面と積雪重量の面分布の図が1つのwebページ上に表示される。ボックス(a)から居住地を選択するが、地点キーワード(b)を入れるとキーワードによって選択が絞られる。また、画面右側の雪下ろし実施日及び現在の日時(c)を入力し、積雪荷重計算のボタンをクリックすると計算された現在の積雪荷重が表示される(d)。今回、ツイッターとの連携も試みるため、計算結果をツイートする機能も加えた(e)。また荷重計算の画面の下には、積雪重量の面分布が表示される(f)。

本サイトは雪氷防災研究センターのホームページからリリースするとともに、雪氷学会のメーリングリストにて通知した。公開した際に、新潟県防災局より市町村にサイトが紹介され、また防災ポータルで以下から紹介していただいた。

<http://www.bousai.pref.niigata.jp/contents/354/003593.html>

また、下記のサイトから、youtube 配信者からの紹介動画も作られるといった反応があった。

<https://www.youtube.com/watch?v=Eii683Yvso0>

ツイッターとの連携機能を用いてサイトの

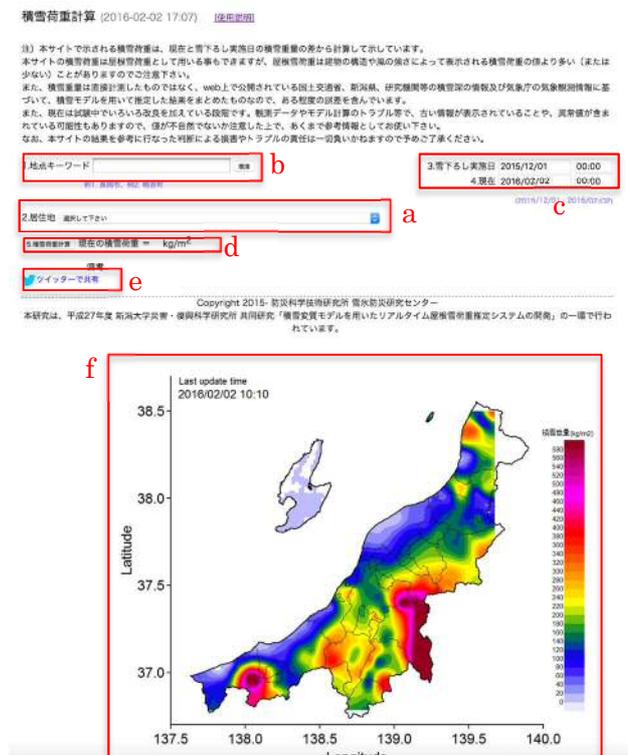


図2 積雪荷重計算の公開サイト。積雪荷重計算、積雪重量の面分布、荷重計算地点の点での分布の図がそれぞれ示される。

表 1 積雪調査との比較結果

調査地点	調査日時	実測積雪重量 (kg/m ²)	計算積雪重量 (kg/m ²)	実測積雪深 (cm)	観測点積雪深 (cm)	実測全層平均密度 (kg/m ³)	計算全層平均密度 (kg/m ³)
入広瀬 新潟県道路情報システム	2016/2/25 14:00	498	540	126	130	395	415
アメダス守門 気象庁	2016/2/25 14:31	515	490	119	118	434	415
小出 新潟県道路情報システム	2016/2/25 15:00	264	242	65	68	404	356
八箇峠 新潟県道路情報システム	2016/2/25 16:48	513	368	144	93	356	396
小千谷 新潟県道路情報システム	2016/2/26 9:55	127	64	42	29	303	221
アメダス湯沢 気象庁	2016/2/26 11:05	143	110	44	31	328	355
道の駅・南魚沼(塩沢除雪ステーションの近く)	2016/2/26 11:34	168	61	50	33	339	185
十二峠 新潟県道路情報システム	2016/2/26 12:05	386	409	112	103	346	397
芋沢 新潟県道路情報システム	2016/2/26 12:57	301	183	86	58	351	316
アメダス十日町 気象庁	2016/2/26 14:10	310	268	90	81	343	331

意見収集や情報の拡散効果を試みたが、これに関しては数回のツイートがあった程度であった。今年には雪が少なかったこともあり、反応は少なかったが、多雪時に多くのツイートが得られるよう改良を加えていく予定である。

C-2 実測との比較

本システムで計算した結果は、積雪重量計及び現地調査結果の2つの実測データと比較した。図3に奥只見丸山及び魚沼大芋川における積雪重量の比較を示した。比較結果における積雪重量の推移は両地点ともほぼ一致し、平均誤差は奥只見丸山で12%、魚沼大芋川で7%程度であった。

また、積雪調査との比較結果を表1に示した。比較した結果、積雪重量の計算結果は10地点のうち半分の5地点は20%以内の誤差におさまったが、残りの5地点では20%以上の差があった。そこで、実測した積雪深と同時刻の積雪深観測点の値を比較したところ、積雪深に違いがあるところで誤差が大きかったことが確認された。

ここで、全層平均密度の比較も行ったところ、8地点で15%以内の誤差におさまった。平均密度の誤差も大きかった2地点では雪が少なく、また調査の前日は降雪もあったため、新雪の占める割合が異なったことが平均密度の誤差につながった。

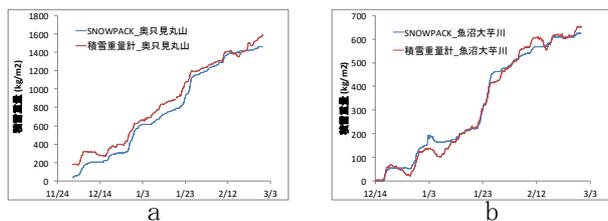


図3 モデル計算結果と積雪重量計の測定値の比較。a:奥只見丸山、b:魚沼大芋川

たとえられる。このように、積雪深が観測地点と異なる場合は推定積雪重量の誤差も大きくなることに注意する必要があることが示された。

D. 結論

本研究において、準リアルタイム積雪分布監視システムと積雪変質モデル SNOWPACK を組み合わせ、リアルタイムで積雪荷重を推定するシステムを開発した。荷重情報をwebで公開した結果、新潟県の自治体等からの反応があった。また、積雪重量計や現地調査の実測結果と比較した結果、積雪深が正しく与えられていれば10%前後の誤差で積雪重量が再現できる一方、積雪深が不均一であったり、欠測があったりすると推定値と実測に大きな差が出ることを示された。今後は本情報から危険度情報につなぐことで自治体等ユーザにわかりやすい情報の作成を試みる予定である。

参考文献

平島寛行, 2014: 積雪変質モデルによる雪崩発生予測の現状と課題. 雪氷, 76, 411-419.

E. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし