

新潟大学災害・復興科学研究所
共同研究報告書

雪荷重のリアルタイム推定による積雪地のレジリエンス向上

研究代表者氏名 高橋 徹¹⁾
研究分担者氏名 込山 大²⁾
研究分担者氏名 バトスーリ・アシドマー²⁾
研究分担者氏名 櫻井大介²⁾
研究分担者氏名 小平 柊²⁾
研究分担者氏名 河島克久³⁾

1) 千葉大学大学院工学研究院 2) 千葉大学大学院融合理工学府 3) 新潟大学災害・復興科学研究所

研究要旨

屋根上積雪重量をリアルタイムで推定できれば、適正な雪下ろし時期をアナウンスすることができるなど、積雪地のレジリエンスを向上させるのに有効である。本研究では、高橋らが以前に提案している、降水量と気温という、アメダス観測点で取得可能なデータを用いて積雪重量を推定する手法を用いて、リアルタイムに積雪重量を推定する可能性について検討した。20年前のモデルでは日データのみを使っていたが、現在の観測の基本となっている1時間刻みのデータを用いることで、精度が相当高くなることを明らかにし、地点ごとに最適パラメータを求めることができれば、妥当なリアルタイム推定が可能となることが明らかになった。

A. 研究目的

国勢調査によれば、豪雪地帯では少子化及び高齢化が全国よりも進んでおり、特別豪雪地帯でその傾向が顕著である。そのため今後は1度豪雪となると人手不足から雪下ろしができず、結果として屋根崩落による人的被害が増加する可能性が考えられる。この被害を減らすためには時々刻々と変化する積雪重量を把握し、早めに除雪行動や避難行動をとることが重要となる。

本研究では、アメダス観測点で取得可能なデータにより解析が可能な高橋らの積雪重量推定法を基にリアルタイム推定モデルを構築することを目的とした。

B. 研究方法

1日ごとの積雪重量をリアルタイム推定し、積雪重量の観測記録と比較、モデルの精度検証を行った。今回は解析地点として、新潟県十日町市、山形県新庄市、北海道札幌市を対象とした。

高橋らの推定法は、降雪モデル、圧密モデル、融雪モデルで構築されている。解析には日平均気温、降水量、降雪量、積雪量を用いる。これらを用いて、積雪深の推定値と実測値が最小となるパラメータの組み合わせを求める。このパラメータは単位積雪重量と融雪係数であり、本研究ではこの組み合わせを冬期最適化パラメータと呼ぶ。

本モデルではこれまでの高橋らの推定法に加えて、1時間ごとの観測記録を用いて層を形成する時間積雪層モデルと、解析地点ごとの最適なパラメータである地点最適化パラメータを新たに導入した。

時間積雪層モデルは1日ごとの観測記録を用いて積雪層を形成すると過大推定となる可能性があるために導入した。このモデルは基本的には高橋らの方法と同様に扱うことができるが、1時間ごと観測記録によって積雪層を形成し、最長でも24時間後には1日ごとの積雪層に変化させる。これによりこれまでの構成モデルをそのまま用い

ることが可能である。

地点最適化パラメータは、地点ごとに求めた冬期最適化パラメータの平均値である。この平均値は、アメダスから入手できるデータに限りがあるため地点によって異なるが、14~20 冬期の平均値とした。また、地点最適化パラメータを用いた場合、推定誤差が大きくなることから実測の積雪深に合わせて、捕捉率補正や強制的に積雪層を圧密させる補正を行った。

C. 研究結果

解析結果は、十日町と新庄では若干過大推定となったが、全体として概ね良い精度で推定できていることが確認できた。

その一方、札幌では積雪重量の実測値によく合う冬期もあるが、全体としてみるとばらつきが大きい結果となった。

また、十日町及び新庄では積雪深の少ない少雪の冬期で推定値が悪くなり、札幌では積雪深の大きな冬期で推定精度が悪くなる傾向があることが分かった。

D. 考察

十日町及び新庄で少雪の冬期において過少推定となったのは、少雪の冬期では冬期最適化パラメータに比べ、平均値を使っていることで地点最適化パラメータが大きくなり、解析上の融雪量が多くなるのが原因であると考えられる。ただし、少雪の冬期では積雪重量が建物に被害を与える可能性は低いことから現状のモデルによる推定でも有効であると考えられる。

札幌では、1, 2 月になると本モデルにおいて融雪ができる最低気温 -2°C を下回る日も多い。この時解析上では融雪は全く起こらないため、これにより過大推定となる可能性が考えられる。建物に被害を与える可能性がある積雪深の大きい冬期で精度が悪いため修正が必要である。

E. 結論

本研究では、高橋らの積雪重量推定法を基にしたリアルタイム推定モデルの提案を行い、積雪重量の観測記録と比較し、その精度を検証した。

十日町及び新庄では、少雪の冬期において推定精度が悪くなる可能性があるが、積雪の多い冬期

では精度よく推定できることを確認した。その一方札幌では、推定値が実測値とよく合う冬期があるものの、積雪の多い冬期では過大推定となることが分かった。

十日町及び新庄における少雪の冬期では、冬期最適化パラメータと比べて、本モデルで用いた地点最適化パラメータが大きくなり、融雪量が過大となったことで精度が悪くなっていると考えられる。ただし、建物に被害を与えるのは豪雪となった時であることから現状の推定精度でも有効であると考えられる。札幌では、本モデルにおいて融雪ができる最低気温 -2°C を下回る日が多く、この時モデル上では融雪が全く起こらない。他方ほかの融雪を考えるならば、日射による融雪や、地温等による積雪の底面から融雪が起こることが考えられる。これらを考慮できていないことが過大推定となった要因である可能性がある。

今後は気温のみによる融雪だけでなく、日射による融雪や、底面融雪を考慮したモデルに改良していく必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表 (学会名・発表年月・開催地なども記入)

バトスーリ アシドマー, 高橋 徹: 地上積雪重量の推移の推定方法の精度向上に関する研究, 雪氷研究大会 (2019・山形) 要旨集, p. 44, 2019. 9.

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