

降水量と気温に基づく地上積雪重量の推定方法に関する研究

－ 積雪断面観測で得られた実測値との比較による推定方法の検証 －

Study on estimation of ground snow weight using precipitation and temperature

－ Validation of the estimation by comparison with observed values obtained from snow pit wall survey －

千葉 隆弘¹, 高橋 徹²

Takahiro Chiba¹, Toru Takahashi²

Corresponding author: chiba@hus.ac.jp (T. Chiba)

¹北海道科学大学 工学部, ²千葉大学大学院 工学研究院

¹ Faculty of Engineering, Hokkaido University of Science, ² Graduate School of Engineering, Chiba University

In this study, during the winter of 2026, snow pit wall survey was conducted on the campus of Hokkaido University of Science, and the ground snow load was measured. The measured values were compared with estimated ground snow loads derived from precipitation and temperature based on the AIJ Recommendations for Loads on Buildings. The applicability of this estimation method to recent heavy snowfall was examined. As the results, although the water content distribution within the ground snow could not be estimated in detail, the estimated annual maximum snow load was close to the measured value, demonstrating the validity of the estimation method.

1. はじめに

2026 年冬期に、札幌市で大雪に見舞われた。2026 年 1 月 24 日 23:00 からの 24 時間で 54 cm の積雪を記録し、鉄道および道路において交通障害が発生した。その後も積雪量が増加し、2 月 4 日および 2 月 18 日に、屋根からの転落死亡事故が発生した¹⁾。ここで、2026 年冬期における札幌管区気象台の年最大積雪深をみると、1 月 25 日に 112 cm を記録した。しかし、平年の 1.15 倍程度であり、平年を大きく上回るような積雪量ではなかった。一方、気候変動に伴う海水温の上昇により冬期間の降水量が増加している可能性があるものの、積雪重量に影響を及ぼしているかについては不明である。

このようなことから本研究では、2026 年冬期の札幌市における地上積雪重量の実態を把握することを目的に、積雪断面観測により地上積雪重量を実測し、この実測値と日本建築学会の建築物荷重指針・同解説²⁾ (以下、荷重指針という。) に示されている降水量と気温に基づく方法による推定値を比較した。

2. 積雪断面観測

2. 1 観測方法

積雪断面観測は、図 1 に示す北海道科学大学構内で行った。大学構内の北東側にある露場で積雪断面観測を行った。観測場所近傍にはレーザー式

の積雪深計が設置されており、1 時間インターバルで積雪深が測定されている。積雪断面観測は、2026 年 1 月 26 日、2 月 2 日、2 月 5 日、2 月 9 日、2 月 14 日、2 月 20 日、2 月 22 日、2 月 23 日、および 3 月 3 日の 9 日実施した。

観測状況を図 2 に示す。積雪を掘削して断面を表し、100 cc サンプラーを用いて 10 cm 間隔で断面から積雪を切り出し、積雪密度を測定した。同時に、雪質を目視で観察した。なお、本研究では 10 cm 間隔で測定した積雪密度の平均値を全層平均密度とした。すなわち、積雪全層を貫通させる円筒状のサンプラーで測定された値ではないことから、推定値としての全層平均密度である。

2. 2 観測結果

積雪密度の測定結果と雪質の観察結果を図 3



図 1 観測場所の概要



図2 観測状況

に示す。1月26日をみると、前日までの大雪により地上積雪深は1.12 mであった。積雪密度は下層ほど増加し、雪質はしまり雪で大半を占めていた。全層平均密度は210 kg/m³、地上積雪重量は2.30 kN/m²であった。20日程度経過した2月14日をみると、地上積雪深は0.96 mであり、積雪密度は1月26日に比べて全層にわたって増加した。雪質については、少量のざらめ雪が確認されたものの、以前としてしまり雪が大半を占めていた。全層平均密度は299 kg/m³、地上積雪重量は2.81 kN/m²であった。その後1週間程度経過した2月20日をみると、積雪密度はさらに増加し、雪質においてもざらめ雪が大半を占めるようになった。全層平均密度は365 kg/m³、地上積雪重量は3.22 kN/m²であった。以上に示すように、深い位置ほど、さらに、日数の経過に伴い全層平均密度および地上積雪重量が増加する典型的な推移を示したが、1月24～25日の大雪により1ヶ月程度の期間にわたってしまり雪が全層に占める割合が高いことが今冬期の特徴である。

図4に、積雪断面観測で得られた地上積雪深と地上積雪重量との関係を示す。なお、積雪断面観測は毎回同じ位置で行うことができず、観測場所の領域内で相対的に地上積雪深が小さい位置で行われた。このため、積雪断面観測で測定した地上積雪深は積雪深計の測定値に補正することと

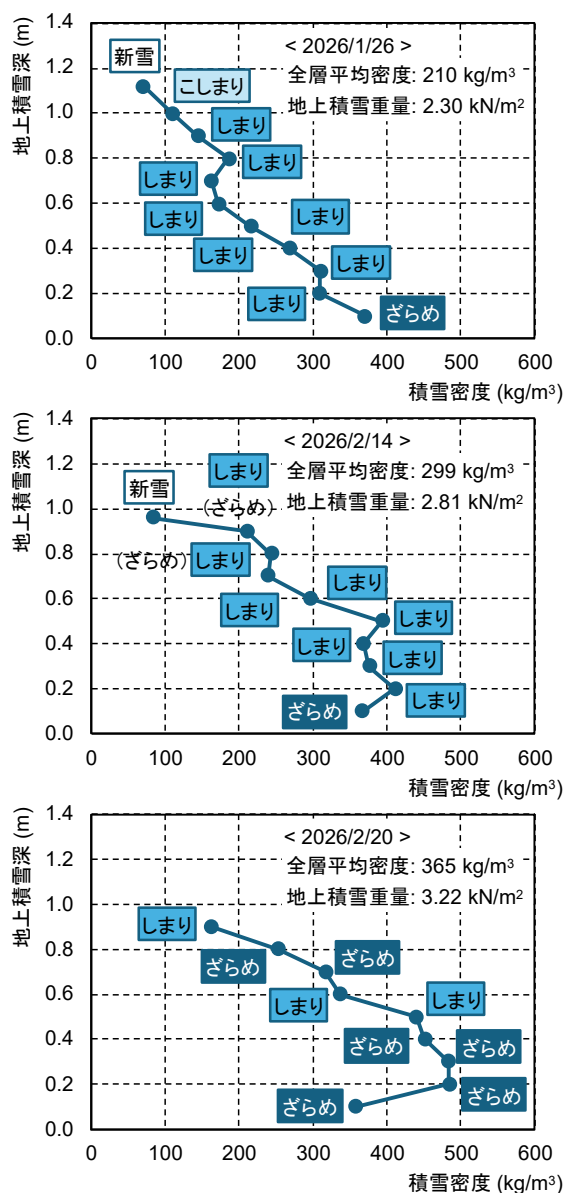


図3 積雪密度の測定結果と雪質の観察結果

した。ここで、地上積雪深と地上積雪重量との関係を見ると、1月26日以降の推移であるが、反時計回りにループする推移を示した。年最大積雪深は2月2日に1.23 mを記録し、年最大積雪重量は20日遅れて2月22日に3.60 kN/m²を記録した。建築物の設計用積雪荷重について年最大積雪深を用いて算定するための単位荷重である等価単位積雪重量は2.93 kN/m³であった。この値は、建築基準法に基づいて特定行政庁が定めた札幌市の単位荷重3.0 kN/m³に近似している。このように、積雪断面観測で得られた等価単位積雪重量と建築設計で用いる単位荷重を比較した結果、気候変動に伴う温暖化あるいは海水温の上昇の影響は確認されなかった。

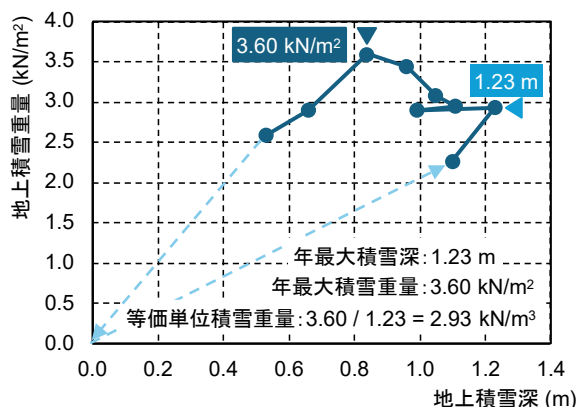


図4 地上積雪深と地上積雪重量との関係

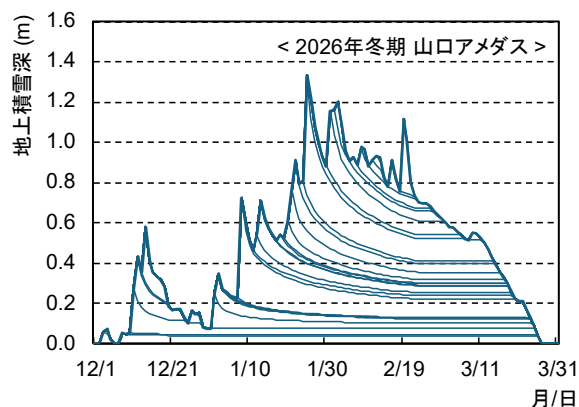


図5 降水量と気温に基づいた推定地上積雪深

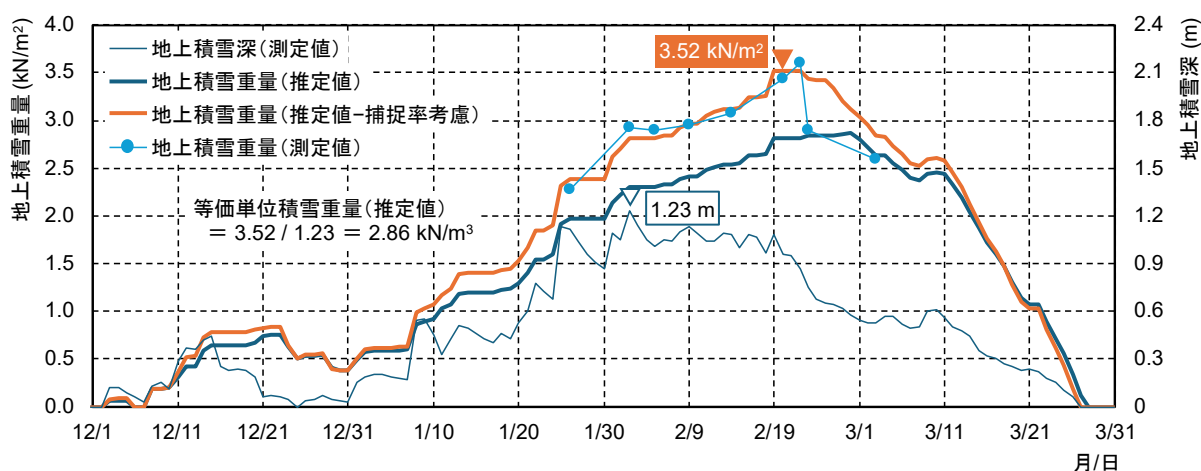


図6 地上積雪重量の推定値と測定値との比較

3. 地上積雪重量の推定値と測定値との比較

本研究では、荷重指針に示されている降水量と気温に基づく方法²⁾により地上積雪重量を推定し、積雪断面観測で得られた測定値と比較した。当該推定方法は、日平均気温に基づいて積雪密度を仮定し、その積雪密度と日降水量を用いてその日に形成された積雪層の厚さを求め、積雪層の厚さを積算した値が地上積雪深とするものである。各積雪層の密度は日数の経過に伴い増加するように設定するとともに、その上限は 500 kg/m^3 としている。融雪については気温上昇により積雪表面で生じるものとし、日平均気温に基づいて融雪量を算定し、融雪水は積雪表面から浸透させる。なお、雨水においても融雪水と同様に積雪表面から浸透させる。最小積雪密度と融雪係数をパラメータとし、地上積雪深の測定値に近似するように繰り返し計算する。このような計算を行うことにより地上積雪重量の推移が得られる。

本研究では、主な気象データは観測場所から最

寄りの山口アメダスでの観測値を用い、地上積雪深については観測場所の測定値を用いた。また、日降水量は、降水量計の捕捉率を考慮して補正した³⁾。日平均風速を U (m/s)、降水量計に関する係数を m とすると、降水量計の捕捉率 CR は、以下の (1) 式で表される。

$$CR = \frac{1}{1 + mU} \quad (1)$$

本研究では、捕捉率を考慮しない $m = 0$ および助炭付きの降水量計を想定した $m = 0.13$ を設定して地上積雪重量を推定した。図5に、降水量と気温に基づいて推定した地上積雪深の推移を示す。降積雪のたびに積雪層が増加して日数の経過に伴い圧密し、融雪に伴い積雪層が減少して消雪に至ることがわかる。

図6に、地上積雪重量の推定値と測定値を比較した結果を示す。降水量計の捕捉率を考慮した場

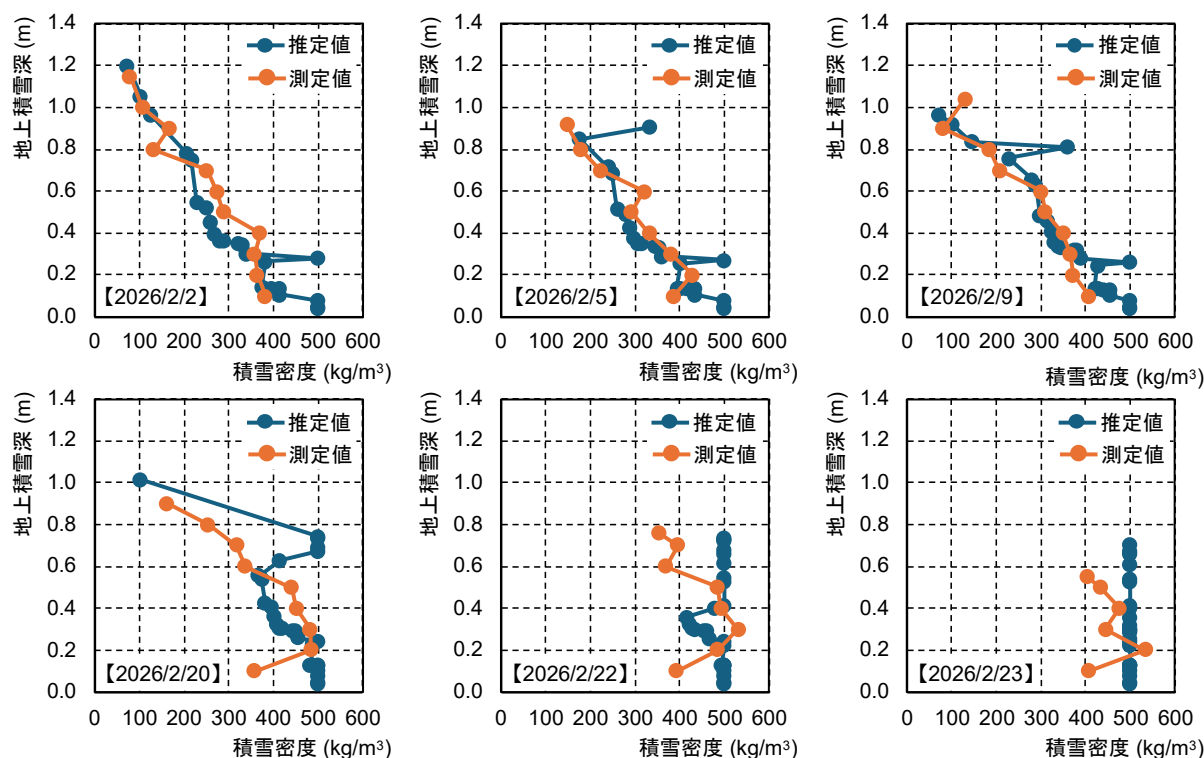


図7 積雪密度の推定値と測定値との比較

合の地上積雪重量は、捕捉率を考慮していない場合に比べて25%程度大きく、設計用の積雪荷重を評価する上では降水量計の捕捉率を無視できないことがわかる。なお、荷重指針では、2004年版以降で降水量計の捕捉率が考慮されている。地上積雪重量の測定値と比較すると、地上積雪重量の漸増期において、降水量計の捕捉率を考慮した推定値と測定値が近似しており、年最大積雪重量の推定値は3.52 kN/m²であった。このように、降水量計の捕捉率を考慮することによって適切に推定されていることがわかる。一方、地上積雪重量が減少する融雪期においては、推定値の方が融雪による積雪重量の減少幅が小さい。

図7に、積雪密度の推定値と測定値を比較した結果を示す。2月2～9日における地上積雪重量の漸増期をみると、推定値と測定値が近似しており、推定精度が高いことがわかる。これに対し、2月20～23日の融雪期をみると、測定値における積雪密度が大きくなる位置が推定値に比べて低くなる傾向を示す。地上積雪重量が減少するタイミングは、いずれも2月23日であったものの、その減少量は測定値の方が多くなっており、重力の影響により積雪内の帯水が多量流出したものと考えられる。

以上の結果をみると、地上積雪重量の減少量に

違いがみられたものの、推定値は測定値と近似し、重量減少のタイミングも一致していることから、本法により高い精度で年最大積雪重量が推定されたものと判断できる。

4. まとめ

本研究では、2026年冬の札幌市における地上積雪重量の実態を把握することを目的に、積雪断面観測により地上積雪重量を実測し、この実測値と荷重指針に示されている降水量と気温に基づく方法による推定値を比較した。その結果、気候変動に伴う温暖化や海水温の状況による影響は確認されず、荷重指針の方法に基づいて高い精度で地上積雪重量が推定された。

【参考文献】

- 1) 北海道総務部 (2026) : 雪による被害状況 (R7.11～R8.3) ・ <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/s/m/ktk/bsb/yukihigaizyoukyou.html> (2026年6月8日閲覧)。
- 2) 日本建築学会 (2015) : 建築物荷重指針・同解説 (2015), 5章 雪荷重, 216-219.
- 3) 横山宏太郎, 大野宏之, 小南靖弘, 井上聡, 川方俊和 (2003) : 冬期における降水量計の捕捉特性, 雪氷, 65(3), 303-316.