地上観測値を用いた飛雪流量の推定

三木　雄詩・川村　容明（稚内地方気象台）

1.　はじめに

冬季の北海道において吹雪による災害を防ぐことは重要である。札幌管区気象台では、吹雪による視程障害の客観的指標として飛雪流量を活用する調査が行われている（稲飯ほか,2023）が、飛雪流量の推定値について地上観測値を用いて検証した事例は少ない。そこで本研究では、札幌管区気象台が現在活用している飛雪流量予測アプリ（池上ほか,2019）で用いられる計算式による飛雪流量の推定値と視程観測値を比較することで精度検証を行い、その誤差要因を調査した。

2.　データと手法

2012 年 1 月から 2024 年 5 月までの、北海道、東北、北陸の 47 地点の地上観測地点の気温、湿度、降水量、風向、風速、視程の 10 分値観測データを利用し、3 時間毎に平均して用いた。本研究では平均気温 2℃以下を調査対象とし、弱風・高湿・無降水の霧と思われるデータは除外した。この地上観測値を入力として、稲飯ほか（2023）による手法で飛雪流量を推定した。推定された飛雪流量を武知ほか (2009) の手法により視程の推定値に変換し、地上観測における視程観測値と比較した。

3.　比較結果と定数の改善

図 1a は全観測地点の風速・降水量から推定した飛雪流量を視程の推測値に変換し、視程の実観測と比較した散布図である。この結果から、飛雪流量の推定値には強風バイアスが存在することが確認された。この原因として、地表面粗度や基準面高さの飛雪空間密度の値について雪原を仮定した先行研究に基づく定数を用いていたため、過剰な地吹雪量を推定したと推測した。そこで、図 1b は定数を修正して再計算した結果である。具体的には、近藤（1991）に基づく各観測地点の地表面粗度を与え、飛雪空間密度についても松澤ほか（2016）における回帰係数に対して地表面粗度の値で補正した値を用いた。図 1c は再計算後の散布図を湿度で着色したものである。図 1 b から強風バイアスは軽減できたことがわかるが、図 1c から依然として湿度等その他の要因によるバイアスが残存していることが示唆された。

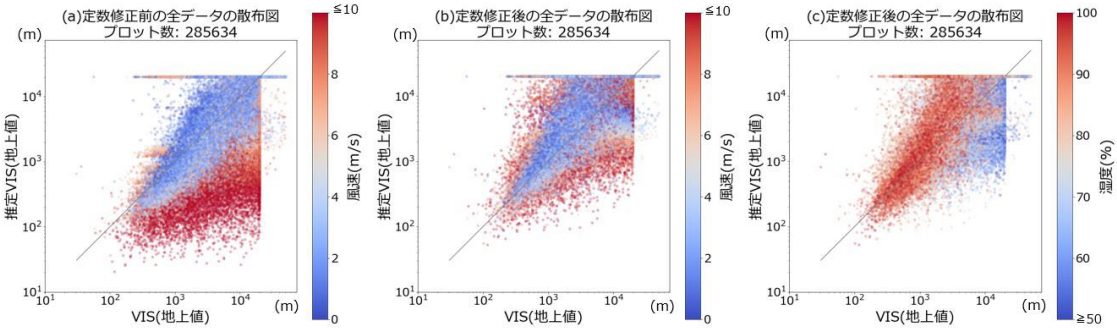

図 1：地上値から推定した飛雪流量を視程値に変換した値(縦軸)と視程の観測値(横軸)の散布図。 (a)池上ほか（2019）による定数を使用した場合。(b)定数を地表面粗度や松澤ほか（2016）の値で修正した場合。(c)図 1b を湿度で色付けした場合。

4. 視程推定の経験式の評価

図 2a は定数修正後の飛雪流量の推定値(0g/m^{3}のものを除く)と、視程観測値(3000m 以上のものを除く)の散布図である。図 1 では武知ほか（2009）の回帰式により飛雪流量を視程の値に変換したが、図 2a の散布図からも回帰分析により式を作成することができる。図 2a の全観測地点のデータの散布図で線形単回帰による分析を行ったところ、その回帰係数は武知式とほぼ同じ係数を持つことがわかった。しかし気象要素・観測環境に依ったバイアスが残存していることを考慮すると、これは偶然の可能性がある。そこで図 2b では、観測地点毎に分割して散布図を作成し、それぞれで単回帰分析を行って得た回帰係数をプロットした。その結果、1 つの直線に乗る統一的な傾向をもつ係数となったものの、観測地点毎で異なる回帰係数が得られた。これは多重共線性によるものと思われ、飛雪流量の推定式に含まれる気象要素は視程と良い相関を持つものの、推定式の構造は依然として各地点の特徴や要素の統計的傾向によりバイアスを生じさせるものとなっていると推測された。

5. 今後の展望

気象要素や観測環境の特徴を適切に反映することで推定式の更なる改善を今後試みたい。図 1c にある低湿バイアスは本州には見られず道内特有であることから、温水式雨量計・溢水式雨量計の違いによる観測器差（三木ほか,2023）が関係していることが推察される。また、気温・露点温度による補正も今後試みる予定である。

参考文献

稲飯洋一ほか, 2023：飛雪流量を活用した吹雪の危険度予測. 測候時報第 90 巻:7

池上慶希ほか, 2019：暴風雪警報の高度化に向けた調査第 3 報. 平成 31 年度札幌管区気象研究会誌

武知洋太ほか, 2009：吹雪時に人間が感じる視程と視程計や吹雪計による計測値との関係. 北海道の雪氷 No.28

近藤純正ほか,1991:地域代表風速の推定法. 自然災害科学, 171-185

松澤勝, 2016：降雪を伴う吹雪時の吹雪量推定手法に関する研究. 雪氷, 78

三木雄詩ほか, 2023：溢水式雨量計の固形降水観測誤差にかかる調査. 令和 5 年度札幌管区気象研究会誌

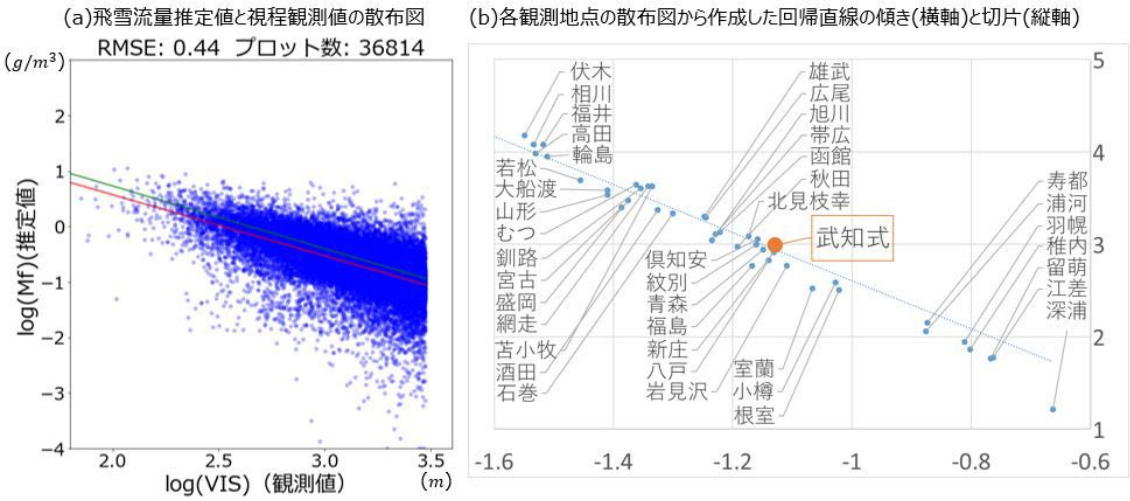

図２：推定した飛雪流量と視程観測値(3000m 以下)の散布図およびその回帰係数。(a)全データを青色の点でプロット。緑色の直線が武知ほか (2009) による回帰直線、赤色の直線が青色のプロットから作成した回帰直線。(b)観測地点毎に(a)の散布図と回帰直線を作成し、その回帰係数をプロット。