

後方流跡線解析を用いた降雪時の短時間間隔予測降水量の推定

長岡技術科学大学大学院工学研究科 非会員 ○覺道由郎・小柳颯輝
西日本高速道路メンテナンス関西 非会員 古橋知季
長岡技術科学大学 正会員 熊倉俊郎
古野電気株式会社 非会員 中島大岳・早野真理子
防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 非会員 本吉弘岐・中井専人

1. はじめに

新潟県の冬季において、降雪は生活活動への障害や影響を与える。2020年12月14日から17日にかけて、関越自動車道に集中降雪をもたらし、立ち往生が発生した。最大2100台の大規模な車両滞留の解消には3日を要した。この立ち往生により人命及び生活活動への障害が発生した。また物流が滞ったことによって、社会経済に甚大なる影響を及ぼした。このような短時間における集中降雪を、レーダー観測から把握することができれば、道路除雪等を適切なタイミング実施できるようになると考えられる。レーダーで観測された雪片粒子は風に流されることによって、観測時の座標の直下に落下しないことがわかっている。

本研究では、後方流跡線解析を行うことで、風で流されてくる降雪水量を短時間間隔で推定し直上降水量と地上観測降水量について解析する。

2. 方法

2-1 Xバンド偏波ドップラーレーダー(MPレーダー)

長岡技術科学大学の屋上に設置した(経度: 138.77819, 緯度: 37.42318, 標高: 88.9m)の古野電気株式会社製のMPレーダーを使用した(表1)。後方流跡線解析には仰角3度を用いた。

表1 レーダースペックの概要

最大観測距離	70km
シーケンス	Volume スキャン
観測仰角	3°, 6°, 9.5°, 14.3°, 21°
回転速度	6 rpm
距離分解能	150 m

2-2 NHMの概要

気象研究所非静力学メソスケールモデル(NHM)は、防災科学技術研究所 雪氷防災研究センターが1日2回の予報に用いている(表2)。NHMの予報された最初3時間を除いた4から15時間を連続的に結合したものを使用した。

表2 NHMのデータの概要

空間解像度	1.5 km
格子数	320×240
鉛直層数	50 (標高10–14900 m)
境界値	気象庁: メソ数値予報モデル GPM
予報時間	1時間間隔
スピニアップ	3時間
要素	風速 u,v 成分

2-3 地上観測データについて

地上の気象データは、防災科学技術研究所 雪氷防災研究センターで観測された、気温、降水量、積雪深、風速を使用した。

2-4 後方流跡線解析

後方流跡線解析を行った期間は、まず、断続的に降雪があった2022年2月6日とした。

後方流跡線解析は、NHMの地形データから地上高度を南北・東西ともに線形内挿で求めた。その地上高度と緯度・経度からNHMの3次元風速場を南北・東西・標高・時間に対して線形内挿した風速を用いて、時間的に雪片粒子を後方に移動させ、それを1分毎に繰り返して後方流跡線を求めた。雪片粒子の落下速度は $1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ と仮定した。この後方流跡線とレーダー観測面が交差した際の降水量を後方流跡線解析降水量とした。

3. 結果・考察

対象期間中の気温、降水量、積雪深の時系列変化は6分ごとにプロットした(図1)。期間中は気温0度以下であるため、降水種別は雪とした。

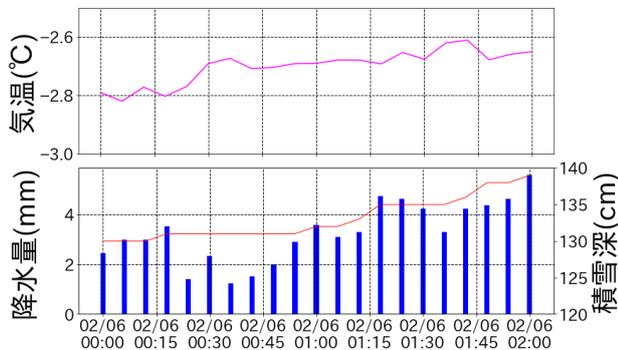


図1 地上観測の時系列変化

図2にレーダーの水平面図を示す。仰角3度のとき雪氷研の上空約500mを観測している。後方流跡線解析では、2022年2月6日0時2分に計算開始位置から出発した後方流跡線は8分かけて高度530mまで上昇しレーダー観測面と交差した。現在の観測データから50秒先の降水量を推定することができた。

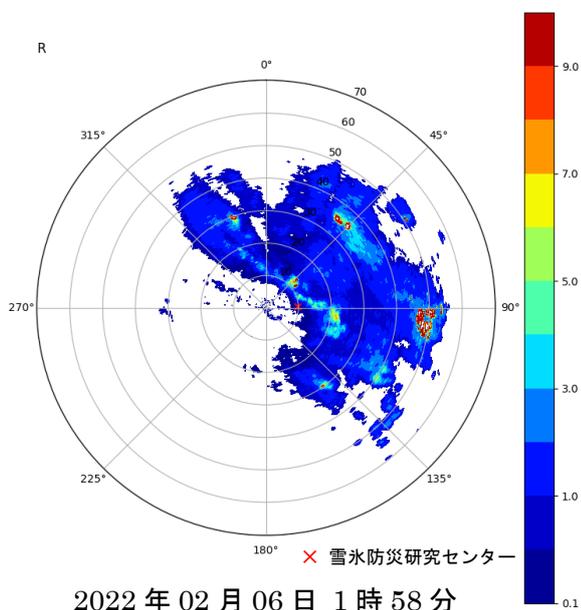


図2 降雪雲が団塊状で移動する様子

図3は各測定による降水量の時系列変化を示した。地上降水量と後方流跡線解析降水量の挙動は類似している。地上降水量と直上のレーダー降水

量を比較すると、相関関係は0.5、RMSEは1.295となった。また、地上降水量と後方流跡線解析降水量は、相関関係は0.79、RMSEは1.037となった。後方流跡線解析を行ったことで、レーダーで観測された降水量より、小さい誤差で降雪粒子を捉えることができたと考えられる。また、時系列の降水量が多くなるタイミングと少くなるタイミングが近いことが確認できた。挙動がずれる要因として、乱流場の影響を考慮していないためと考える。

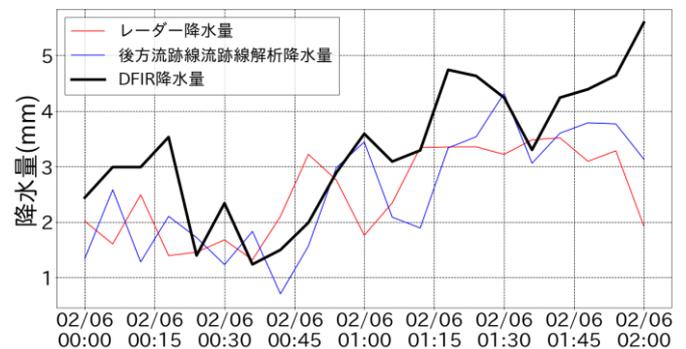


図3 レーダー降水強度と流跡線解析降水量

4. まとめ

短時間間隔降水量の推定において、団塊状の降雪雲が断続的に移動してくる際、地上降水量と後方流跡線解析降水量と直上のレーダー降水量の増減を比較すると、直上のレーダー降水量より後方流跡線解析降水量のほうが降水量を時系列では追隨している。後方流跡線解析を用いることで、現在のレーダー観測データから、後に降ってくる降水量の推定ができる。

5. 参考文献

- 1) 古橋知季, 上空で測定されたレーダー降水量と3次元風速場を用いた地上到達固体降水量の推定と検証, 長岡技術科学大学 大学院修士論文, 2022
- 2) 鈴木貴博, 地上観測結果を用いた偏波レーダーによる降水粒子判別の検証, 長岡技術科学大学 大学院修士論文, 2018