

レーダー降水量を用いた後方流跡線解析による短時間間隔降雪水量の推定

水文・気象研究室

19324889 覺道由郎

1. はじめに

降雪は生活活動への障害や影響を与えるため、雪の降り出しと終わりを予測できることは防災的な観点からも対策を行う上で重要な情報となる。本研究では、後方流跡線解析を行い、風で流されてくる降雪水量を短時間間隔で推定し、後方流跡線解析を行った降水量と観測地点の直上のレーダーデータを地上観測降水量に基づいて解析し、後方流跡線解析の有用性について検証することを目的とした。

2. 手法

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（multiparameter）レーダー（表1）の2分毎のPPI（Plan Position Indicator）観測データを用いた。後方流跡線解析で用いる3次元風速場は、気象庁NHM（非静力学モデル）を用いて、防災科学技術研究所雪氷防災研究センターで毎日2回予報を行っているデータの最初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を用いた。地上降水量として雪氷研に設置されているDFIR（double fence intercomparison reference）観測データを用いた。期間は2021年12月～2022年3月の降雪時とした。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（表2）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10秒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場所と時間の降水量を後方流跡線解析降水量（解析降水量）とした。降水量の比

較には、地上降水量を基準として、直上のレーダー降水量（直上降水量）、解析降水量を用いて、降水量全期間の的中率、相関係数、RMSEを算出した。的中率の算出には、各降水量の変化割合を算出し、地上降水量の変化の割合に対して、直上降水量と解析降水量の変化の割合の積をとり、符号が（+）となったものカウントし、全体のデータ数で除したものとした。

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

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GPV
予報出力時間	1時間間隔
要素	風速u,v成分

3. 結果・考察

降雪期間における平均的中率は、直上降水量53%、解析降水量では67%となった。雪氷研を解析地点とする2022年1月12日21時と2022年2月5日22時の解析結果を図1と図2に示す。図1の期間中における増減傾向の的中率は、直上降水量77%、解析降水量93%になった。またこの時間の直上降水量と解析降水量の相関係数は0.103と0.911となり、RMSEは1.633と1.269となった。次に図2の期間中における増減傾向の的中率は、直上降水量22%、解析降水量38%になった。またこの時

間の直上降水量と解析降水量の相関係数は-0.671 と-0.162 となり、RMSE は 1.299 と 1.083 となった。直上と解析降水量の降水タイミングがずれた要因は、降水量データの取得時間が合わなかったことに加えて、挙動が一致しなかった要因として、解析を行う以前の問題としてレーダーの仕組みで問題が起きている可能性が考えられる。

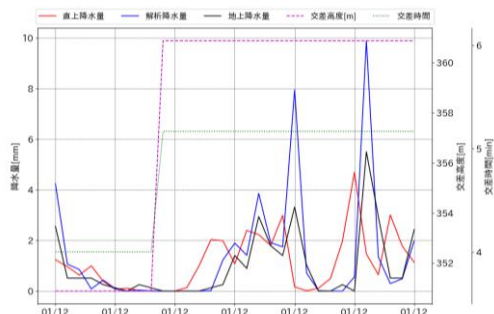


図 1 後方流跡線解析の的中率が高い時間の結果

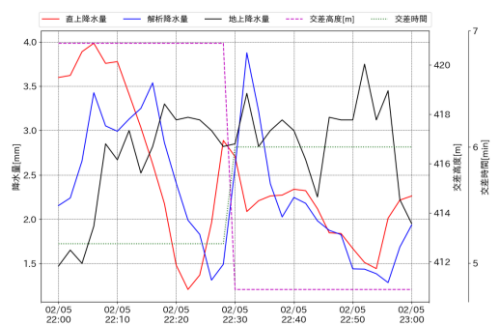


図 2 後方流跡線解析の的中率が低い時間の結果

全仰角で降水量の増減を再現できた事例を図 3 に示す。図 3 における時系列の仰角 21 度の直上降水量が $0\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$ となっているが、後方流跡線解析では降水量を取得することができている。このときは、解析地点の直上高度 3600m を見ているため雲頂を超えたため降水粒子が存在していないことが考えられる。また、すべての仰角内で 14 時 10 分の周辺で降水量の過大評価がみられるが、この時地上気温 1 度程度だったため、ブライトバンドが発生したことが考えられる。この結果から、直上降水量よりも解析降水量は過大評価となったが降水ピークの取得や降水量の推定ができたといえる。

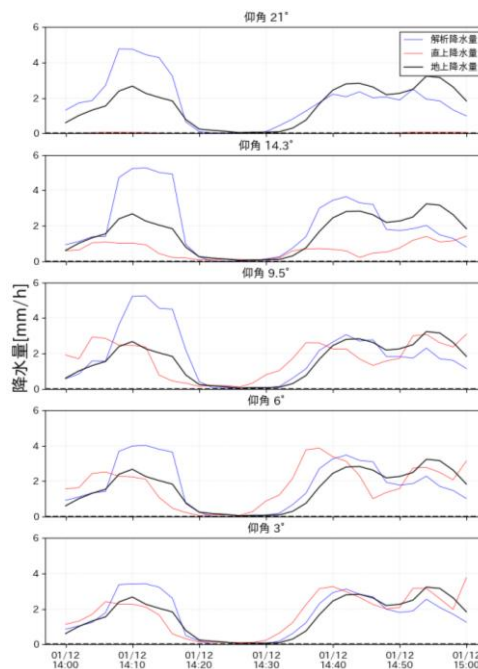


図 3 全仰角で降水量の増減を再現した事例

4. まとめ

後方流跡線解析で良くなった 1 月 12 日 21 時における事例では、的中率は、直上降水量と解析降水量は 77% と 93%、相関係数は 0.103 と 0.911、RMSE は 1.633 と 1.269 という結果を得られた。しかし、2 月 5 日 22 時の事例では直上降水量と解析降水量ともに再現性が低い結果となったが、期間全体の的中率から降雪粒子の場合後方流跡線解析のほうが有用であるといえる。

悪い事例が出てくることを踏まえて、1 時間ごとに区切った結果、後方流跡線解析で、直上解析とともに悪い事例などを取り除くことが可能となった。その結果、後方流跡線解析を行ったほうが良いという結果を得た。

高仰角データでは観測領域が狭くなり流跡線が交差しないことや、雲頂を超えたことで降水量が取得できなかったことが挙げられるが、良い結果としては、降雪時の時系列変化の波形の挙動を取得できるという成果を得られることができた。