

固体降水粒子種別ごとの落下速度を考慮した後方流跡線解析による地上降水量推定手法の改良

長岡技術科学大学 ○猪狩吉弘・覺道由郎・小柳颯輝

長岡技術科学大学 正会員 熊倉俊郎

西日本高速道路メンテナンス関西 古橋知季

古野電気株式会社 早野真理子・中島大岳

国立研究開発法人 防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 本吉弘岐・中井専人

1. はじめに

新潟県をはじめとする豪雪地帯においては一年間の降水量のうち、冬季の降水量が多く、その中でも降雪が占める割合が大きい。雪や霰などの固体降水粒子は、到達した場所と降水量によっては人々の生活に大きな影響を与える場合がある。気象レーダーで観測された固体降水粒子は地上に到達するまでに移流や乱流による影響を受け水平方向にも移動するため、レーダー降水量と地上降水量は一致しない。古橋¹⁾は雪の落下速度を 1.0 m/s と仮定し、NHM の 3 次元風速モデルを用いた後方流跡線解析による固体降水量の推定結果とアメダスでの実測降水量との比較を行い、気象レーダーの観測結果から地上の降水量を推定する際に、上空の風による移流の考慮を行う必要性について検討した。この研究では粒子の粒径などによる落下速度の変化は考慮しておらず、雪片以外の粒子については検討を行っていない。そこで本研究では霰などの雪片以外の固体降水粒子についても着目し、Parsivel を基に固体粒子種別ごとに落下速度を仮定し後方流跡線解析を行い、地上降水量を推定することを目的とする。

2. 使用機器・データ

2-1. MP レーダーについて

本研究で用いた MP レーダーは長岡技術科学大学構内に設置されている（経度：138.77819，緯度：37.42318，標高：88.9 m）古野電気製の X バンド偏波ドップラーレーダー（以下、技大レーダー）である。仰角 3°、6°、9.5°、14.3°、21° を回転速度 6rpm、距離分解能 150 m、最大観測距離 70 km、回転方向の分解能約 0.5° で測定している。

2-2. 地上観測データについて

地上観測データについて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データを用いた。

今回の研究で用いた観測機器は AWS, Parsivel の 2 つで、AWS は気温を、Parsivel は降水強度、粒径、落下速度、降水種別のデータを用いた。

2-3. NHM について

今回使用した NHM（非静力学メソ数値予報モデル）は、格子設定を 1 グリッド 1.5 km 四方とし、320 × 240 の範囲を標高 10 m~14900 m まで全 50 層にわたり記録されている。各層には 1 時間毎の瞬間の東西風速と南西風速が記録されており、水平方向は等間隔に、鉛直方向は非等間隔に記録されている。

3. 解析手法

後方流跡線解析を行うにあたり、はじめに Parsivel と AWS の観測データを基に比較的観測回数が多い雪片と霰に相当する事例を選定し粒子種別毎に落下速度を求める。解析期間は雪片と霰のどちらの事例においても降雨強度が 2.0 mm/h 以上あり、気温が 2°C 以下という条件で選定した。固体粒子は質量が大きいほど地上降水量に影響を与えると考え、落下速度は粒径の 3 乗と個数で重みづけ、粒子の密度は一定と仮定し算出した。その後得られた落下速度を用いて後方流跡線解析を行う。後方流跡線解析は、NHM に記録されている風速ベクトルを緯度経度及び高度、時刻で線形補間し、粒子種別毎に落下速度を与える。粒子が 1 分毎に地上から上空へと移動する際の軌道をたどりレーダー観測面との交点を求める手法で実施した。その後解析結果と地表面との距離が最も近い仰角 3° でのレーダー観測面のデータを用い、瀬戸²⁾の手法を用いて地上観測での粒子判別結果とレーダー観測面での粒子判別結果との比較を行う。

4. 選定事例と落下速度について

Parsivel と AWS の観測データから雪片の事例は

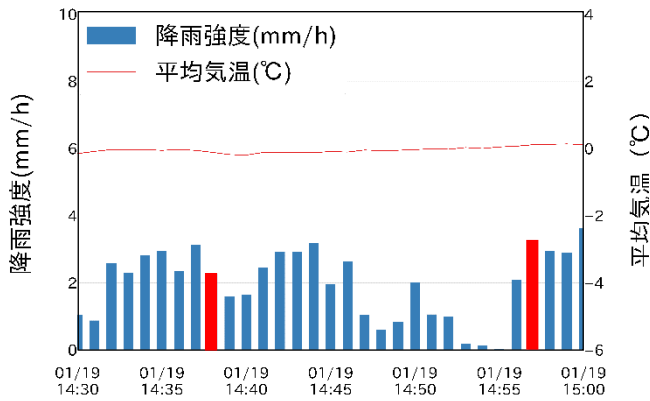


図-1 選定事例前後の降水強度と気温の実測データ

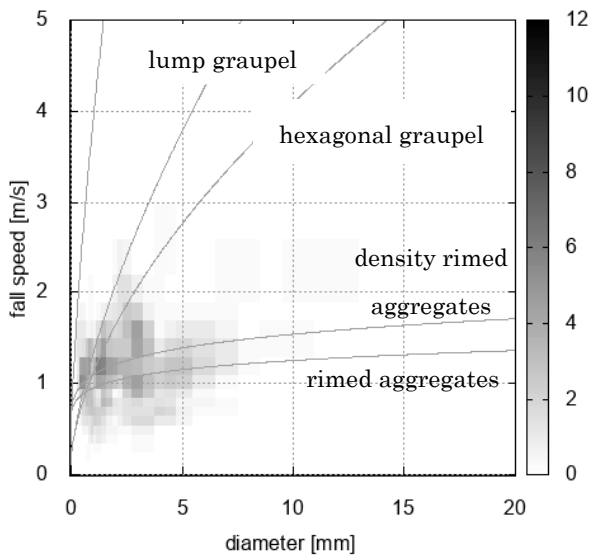


図-2 雪片の事例における粒径-落下速度の関係図

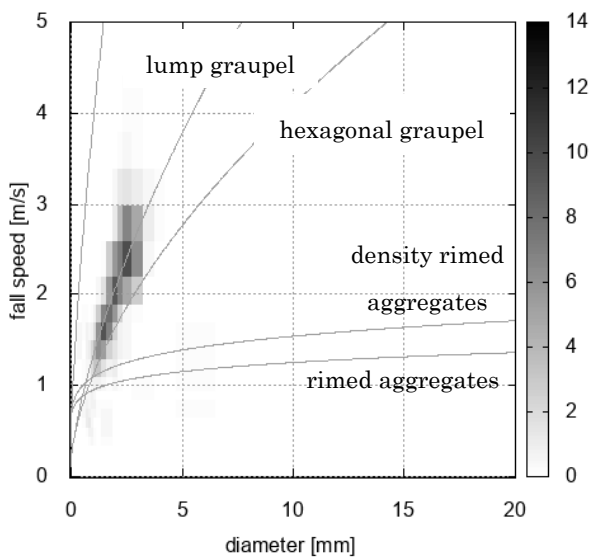


図-3 霰の事例における粒径-落下速度の関係図

2022/1/19 14:38, 霰の事例は 2022/1/19 14:57 とした。選定事例前後の降水強度と気温の 1 分毎変化を図-1

に示す。また各事例における粒径-落下速度の関係図を図-2, 図-3 に示す。落下速度は計算の結果、雪片が 1.5 m/s, 霰が 2.6 m/s となった。

5. 結果と考察

後方流跡線解析から得られたレーダーパラメータを瀧瀬らが求めた評価式にあてはめ、卓越降水粒子種別を求めると雪片・霰の事例ともに濡れ霰と判定された。そこで Persivel の観測データを基に同日の 14:30 から 15:00 までの期間における 5 分毎 7 事例の粒子判別結果と落下速度を算出した。その結果、Persivel で雪片の事例が 2 例で落下速度が 1.3 m/s と 1.7m/s, 霰の事例が 5 例で落下速度が 0.75 m/s ~2.6 m/s となり、霰においては落下速度に顕著にばらつきが生じていることが分かった。また、算出した落下速度を基に後方流跡線解析を行うと、地上観測での粒子判別結果とレーダー観測面での粒子判別結果が異なる事例が 4 例生じた。

落下速度にばらつきが生じた要因として代表する収支種別の落下速度算定方法が考えられる。今回は粒子の粒径が地上降水量に与える影響が大きいと考え、粒径の3乗と個数で重みづけを行ったが、粒子一つ一つの落下速度についても考慮し、落下速度を算出した方が後方流跡線を行うにあたり適切な値を得る可能性が高いかもしれない。

6. 今後の展望

後方流跡線を行うにあたり、粒子種別ごとの落下速度を算出したが、同一粒子でも落下速度にばらつきが生じてしまう結果となった。地上降水量の推定にあたっては落下速度が重要になってくるため、算出方法の見直しを行い、後方流跡線解析を行う予定である。

7. 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, 長岡技術科学大学修士論文, 2022
- 2) T.Kouketsu, H.Uyeda, A Hydrometeor Classification Method for X-Band Polarimetric Rader:Construction and Validation Focusing on Solid Hydrometeros under Moist Environments,J.Atmos.OceanicTechnol(JTECH),32(11),2 052-2074,2015