

気象レーダー観測面から真下に到達しない降雪状況の把握

長岡技術科学大学	非会員	○武田大和
長岡技術科学大学	非会員	熊倉俊郎
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
防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター	非会員	中井専人
古野電気株式会社	非会員	中島大岳
古野電気株式会社	非会員	早野真理子

1. はじめに

日本では、冬季には北海道から山陰地方の日本海側にかけての地域で、多くの降雪が見られる。特に、新潟県は全域が豪雪地帯に指定されており、降雪は生活に大きな影響を及ぼす。しかしながら、気象レーダーで観測された雪などの固体降水粒子は風などの影響によって水平方向に移動し、真下に落下しないことが明らかとなっている。柴田ら¹⁾は降雪期の新潟県内の主要なアメダス観測地点における降水量と気象庁のレーダーにおけるアメダス直上の降水量について、それぞれで降水が観測されているか検討を行った。その結果、アメダス長岡観測所では他の地点に比べてアメダスのみで降水が観測されている割合が著しく大きいと結論づけた。

そこで、本研究では長岡技術科学大学に独自に設置した気象レーダーのデータと気象庁が作成した合成レーダーデータを用いて、降雪時におけるアメダス長岡観測所の上空の降雪状況に関して、解析を実施した。

2. 機器・データ

2.1 技大レーダー

長岡技術科学大学の屋上（経度：138.77819，緯度：37.42318，標高：88.9m）に設置した古野電気株式会社製の X バンド偏波ドップラーレーダーを使用した。最大観測距離 70km，観測仰角は 3°，6°，9.5°，14.3°，21°であり、各仰角を 2 分毎にスキャンしている。

2.2 気象庁レーダー

気象研究コンソーシアムより提供を受けた、高度は一定でないものの、およそ 2,000m における 10 分

毎の降水強度の合成レーダーのデータを使用した。

2.3 アメダス

気象庁²⁾が公開しているアメダス長岡観測所における観測データの 10 分値を使用した。

3. 手法

3.1 観測の整合性

本研究では、2021 年 12 月から 2022 年 2 月および、2022 年 12 月から 2023 年 2 月の期間を対象として解析を実施した。アメダス長岡観測所の上空の降雪状況を把握するうえで、アメダス長岡観測所の直上における気象庁レーダーの降水量と、アメダス長岡観測所の地上降水量の整合性を柴田ら¹⁾と同様に評価した。気象庁レーダーの 10 分毎の観測データをその時刻から前へ連続して 1 時間平均した値と、アメダス長岡観測所の 10 分毎の観測データを同様に 1 時間積算した値について、同時刻で降水量を比較した。これら 2 つのデータにおいて、両方で降水がある場合、アメダスのみで降水がある場合、レーダーのみで降水がある場合の 3 パターンについて、3 パターン全体に占めるそれぞれの割合を算出した。ただし、多くの降水が地上で固体降水として観測されるのは一般的に気温が 2°C 以下の場合であることから、アメダスの気温が 2°C 以下の場合のみを集計の対象とした。

3.2 上空の降雪状況

技大レーダーの観測データについて、仰角毎に降水強度の水平分布図を描く環境を構築した。3.1 節で用いたアメダス長岡観測所の直上における気象庁レーダーの 1 時間平均降水量および、アメダス長岡観

測所の 1 時間積算降水量を時系列毎に比較した。比較し、それぞれの降水量の差が大きい事例を対象として、技大レーダーの仰角毎の水平分布図によって、降雪の鉛直構造を分析した。

4. 結果・考察

本研究では、2021 年 12 月から 2022 年 2 月および、2022 年 12 月から 2023 年 2 月を解析の対象とした。気象庁³⁾⁴⁾によると、2021 年から 2022 年の冬季は、東・西日本を中心に低温傾向であり、降雪量・最深積雪は山陰から北日本の日本海側を中心に平年を上回る地点が多かった。また、2022 年から 2023 年の冬季は、気温の変動が平年比で大きく、東日本では 1 月中旬の気温が 1946 年以降で最も高かった。降雪量は平年と比べると少ないものの、12 月後半や 1 月下旬は、広い範囲で降雪量が急激に増加した。

観測の整合性について気象庁レーダーの 1 時間平均降水量および、アメダス長岡観測所の 1 時間積算降水量を用いて評価した。2021 年から 2022 年の結果を図-1、2022 年から 2023 年の結果を図-2 に示す。2018 年 2 月を評価対象とした柴田ら¹⁾はアメダス長岡観測所では、アメダスのみで観測された事例の割合が 48%であるとしたが、本研究ではいずれの対象期間においても、アメダスのみで観測された事例の割合は 48%よりも小さかった。また、2022 年から 2023 年においては、気象庁レーダーとアメダス両方で観測された事例と、気象庁レーダーのみで観測された事例の割合が月毎に大きく異なった。したがって、観測の整合性は天候の影響を受け、年や月によって傾向が変動する可能性があると考えられる。

気象庁レーダーの 1 時間平均降水量および、アメダス長岡観測所の 1 時間積算降水量を時系列毎に比較を行った。2022 年 2 月 5 日から 2 月 7 日までの時系列比較を図-3 に示す。本研究では、図-3 で点線で囲んだ気象庁レーダーのみで降水が観測された、2022 年 2 月 6 日 7 時前後を対象に上空の降雪の状況について分析した。2022 年 2 月 6 日 6 時の天気図⁵⁾を図-4 に示す。対象とした事例は強い冬型の気圧配置で、日本海側を中心に雪となる状況であった。図-5 に技大レーダーの各仰角での 10 分毎の降水強度の水平分布図とアメダス長岡観測所直上での降水強度、

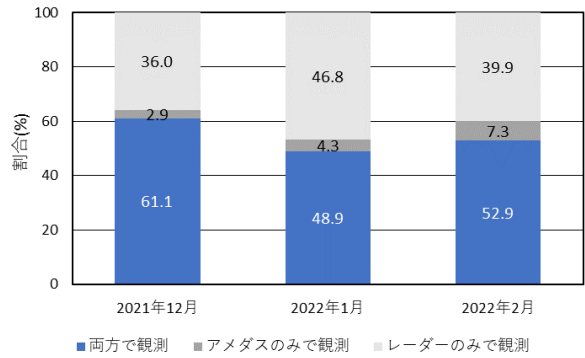


図-1 2021 年から 2022 年の観測整合性

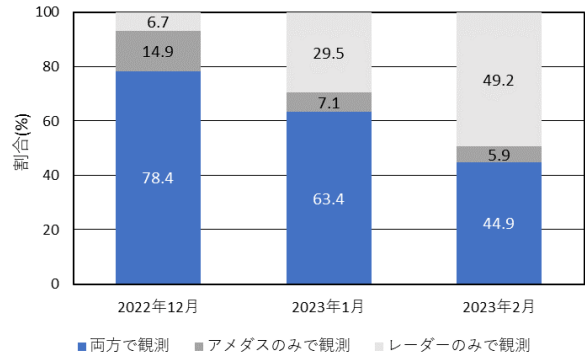


図-2 2022 年から 2023 年の観測整合性

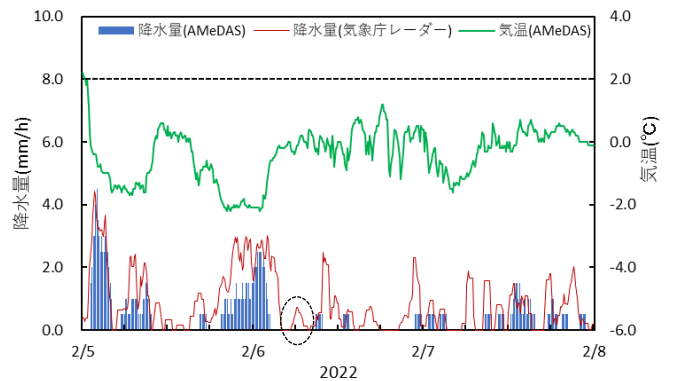


図-3 2022 年 2 月 5 日から 7 日の時系列比較

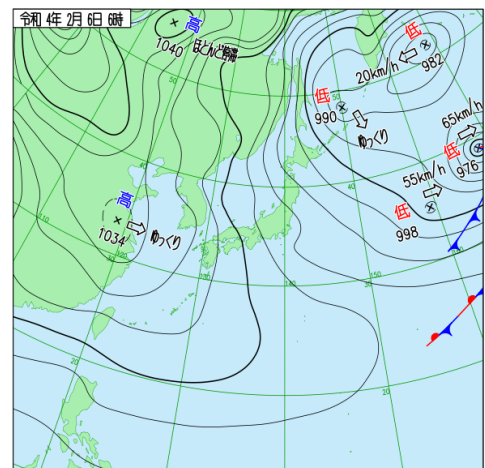


図-4 2022 年 2 月 6 日 6 時の天気図

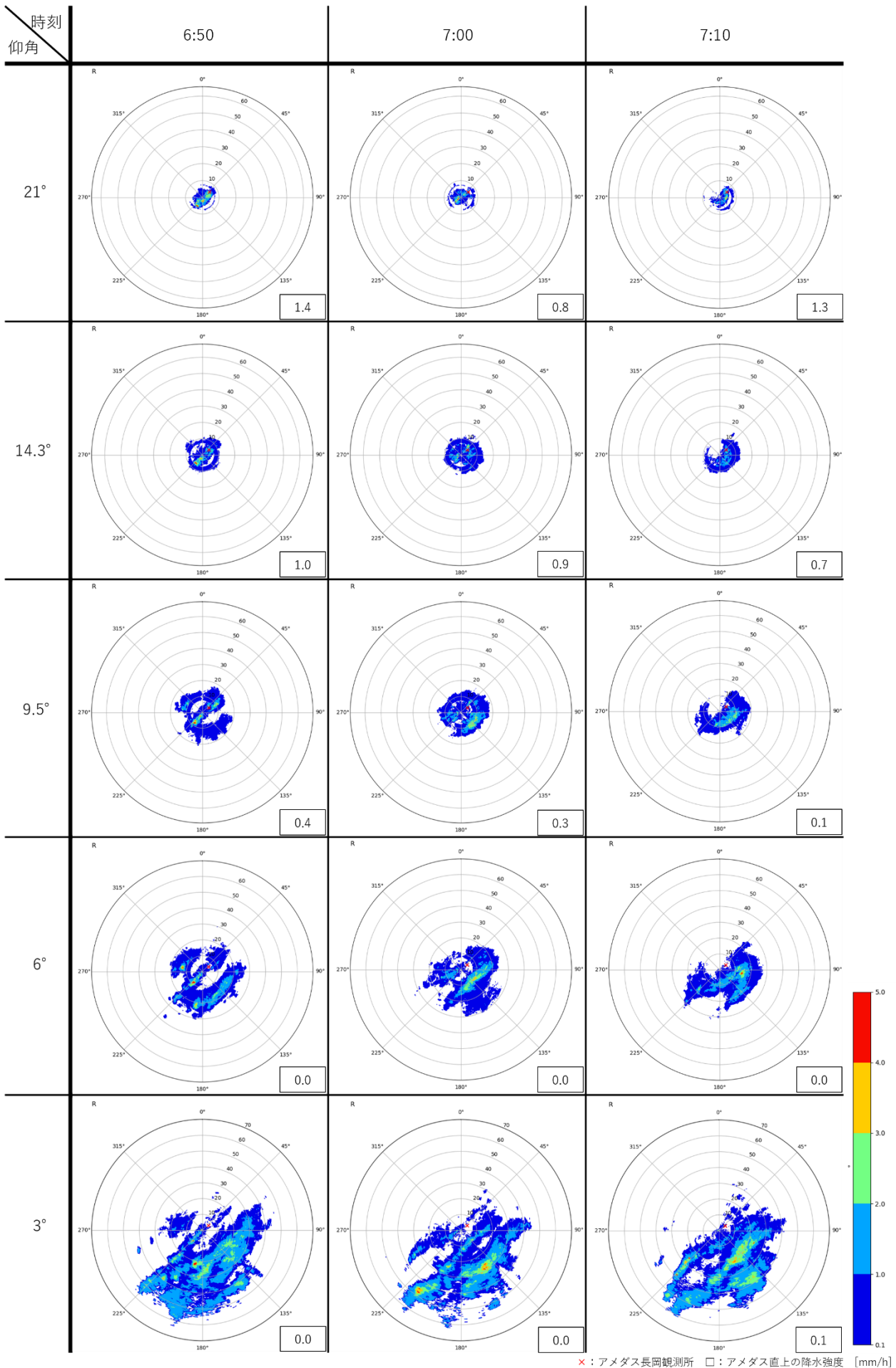


図-5 2022年2月6日の技大レーダーの仰角毎の降水強度の水平分布とアメダス上空の降水強度

表-1 に技大レーダーの各仰角のアメダス長岡観測所上空でのレーダー波の高度を示す。アメダス長岡観測所は技大レーダーの北東方向約 5km に位置しており、アメダス直上における仰角 21°のレーダー波の高度は、気象庁レーダーの観測高度と概ね一致する。図-5 において各水平分布図の右下にアメダス長岡観測所直上の降水強度を示した。図-5 より、仰角 21°ではアメダス直上では降水が観測されているが、仰角が小さくなり、観測高度が低くなるほどアメダスの南東方向に降水が分布する状況であり、仰角 3°ではアメダス直上の降水量はほぼ 0mm/h であることが確認できる。これは、図-4 に示したように強い冬型の気圧配置であったことから、北西方向からの風の影響で降水粒子が南東方向に移動したことによるものと考えられる。図-6 に気象庁レーダーの 2022 年 2 月 6 日 7 時 0 分における降水強度の分布図を示す。×印はアメダス長岡観測所、円は技大レーダーの最大観測距離である半径 70km を示している。図-6 より、本事例はアメダス付近での局地的な降水であったことが確認できる。したがって、固体降水の場合は風によって降水粒子が水平方向に流されることがわかっていたが、冬季の局地的な固体降水の場合に、アメダスと気象レーダーの降水量に差異が生じる原因も、風によって降水粒子が水平方向に移動することによるものであるといえる。

5. まとめ

本研究では、降雪期のアメダス長岡観測所における降水量と気象庁レーダーにおけるアメダス直上の降水量を比較した。アメダスと気象庁レーダーの降水量に差異が生じている状況について技大レーダーを用いて上空の様子を分析した結果、降水粒子が風によって水平方向に移動し、真下に落下しない様子が確認された。固体降水は風によって降水粒子が水平方向に流されることがわかっていたが、アメダスと気象レーダーの観測結果に差異が生じる原因も風によるものであると考えられる。

表-1 技大レーダーのアメダス直上の高度

仰角	3.0	6.0	9.5	14.3	21.0
高度	349.9	612.3	922.2	1358.2	2000.5

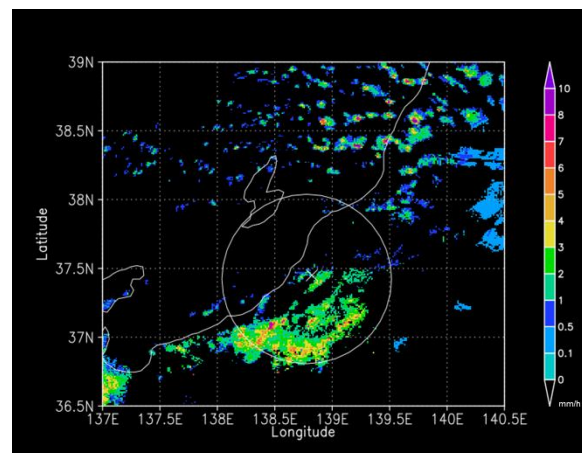


図-6 2022 年 2 月 6 日 7 時の気象庁レーダー

謝辞

本研究で使用した気象庁データは気象庁と(社)日本気象学会の研究協力の枠組みである「気象研究コンソーシアム」を通じて提供されました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 柴田堅太, 熊倉俊郎, 中井専入: レーダー観測と地上観測における降雪の時空間的な整合性について, 雪氷北信越 41 号, p.52, 2021
- 2) 気象庁: 過去の気象データ検索,
<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/index.php>
- 3) 気象庁: 2021/2022 年冬の天候と大気循環場の特徴,
https://www.data.jma.go.jp/gmd/extreme/kaigi/2022/0311/r03_2nd_gidai3_202203.pdf
- 4) 気象庁: 2022/2023 年冬の天候の特徴と大気循環場の特徴,
https://www.data.jma.go.jp/extreme/kaigi/2023/0302/r04_2nd_gidai2_202303.pdf
- 5) 気象庁: 過去の天気図,
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/wxchart/quickmonthly.html>