

大雪を対象としたレーダーによる上空降水量と地上観測降水量の比較

長岡技術科学大学 大学院工学研究科 環境社会基盤工学専攻	非会員	○覚道 由郎
長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻	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	中井 専人・本吉 弘岐

1. 背景

新潟県は冬季に雪が降り大雪は災害に直結するため、気象庁などでは気象レーダーを用いた上空の観測、AMeDASによる地上観測がされている。長岡技術科学大学においても古野電機株式会社の気象レーダーが稼働しており冬期間に観測が行われている。

気象レーダーで観測されている降水量は、気温変化によって水を状態変化させ大きく形態が変化する。また、雪は雨よりも落下速度が小さく、強風下では上空と地上では分布が違う。また、雪と雨を比較すると落下速度が遅く軽いため落下中に風が吹くと吹き飛ばされてしまうため、降雪状況を把握する必要がある。その鉛直分布を知るために気象レーダーを用いて、この研究では2021年冬季の降雪時に上空で測定されたレーダー降水量と地上で測定された地上降水量について解析する。

2. 方法

2-1 観測データの概要

使用するデータは気象庁¹⁾の新潟県長岡市に設置されている長岡 AMeDAS (標高 23m)を用いる。そして気象研究所非静力学メソスケールモデル(NHM)を用いて防災科学技術研究所が再解析を行ったものを使用した。NHMの詳細として空間解像度は1.5 km グリッドで計算され、時間解像度は1時間で行われている。ただし、NHMでは予報された結果のため現実と完全に一致はしないが再現がされている。メソ数値気象予報モデル(GPV)を使用しなかった理由としては鉛直解像度が少ないことや空間解像度がNHMと比較すると5 km 大きいため空間解像度が高いNHMのデータを用いた。長岡技術科学大学に設置(標高 88.9 m)された小型MPドップラーレーダー



図-1 気象レーダー写真

(図-1)のデータを用いる。AMeDASとレーダーの位置関係は図-2に示し2地点間の距離は約5 kmとなっている。

レーダーの概要として、最大観測距離は70 km、シーケンスはVolume スキャンを用いて、回転速度は6 rpm、距離分解能は150 m、観測する仰角は3°、6°、9.5°、14.3°、21°で測定を行い、観測周期は1分である。使用するデータの対象期間は2021年1月29日12時から2月4日12時の降雪期間とした。AMeDAS上空の風の状況を把握するために、NHMから風速データを抽出した。

2-2 気象データの整理

AMeDASの観測データについては気象庁から取得し、ダウンロードしたデータは気温、降水量、積雪深、風向風速である。降水量は前1時間に測定されたものを使用している。

レーダーデータは、レーダーが観測したアメダスの上空の標高327 m、589 m、899 m、1336 m、1979 mのデータを用いる。記録されたデータは降水強度

[mm/hour]を2分おきに記録している。AMeDASのデータに合わせるために、AMeDAS降水量の1時間値の観測期間に合わせて、2分ごとの計測値を平均した。

NHMのデータは地上と上空の風を比較するために風速のデータを用いた。NHMは瞬間的なものを示すデータであり、1時間の平均風速ではなく1時間ごとに出している。使用した風速は0 mから2000 mの間の平均風速としたものである。

降水量種類は、期間中の5高度の降水量とAMeDAS降水量を時系列にプロットし、1月29日からの積算降水量とAMeDASとの差分をとり比較した。

3. 結果

図-3に対象とした期間の地上気温と地上風速、高度0 mから2000 m間の平均風速の推移を示す。赤い線でプロットされているのは長岡AMeDASの地上気温と地上風速を示し、黒い線でプロットしたのはNHMのデータから取り出した0 mから2000 mの平均風速である。また、図-3の赤く塗られている区間は気温が2°C以上となっている期間である。

図-4では、AMeDASで測定された地上降水量、レーダーで観測された各高度の1時間降水量の時系列変化を示したグラフである。図-4の気温2°C以上となった時間は薄赤色で図-3と同様に塗られている。2/2 1:00において地上と上空では降水量に大きな差があり、気温2°Cを長く続いた2/1 12:00から2/2 12:00の期間において、899 m、1336 mで観測された降水量は地上で観測された降水量と大きく違っていた。

4. 考察

図-5では、レーダーで観測された降水量からAMeDASの降水量を差し引いたグラフである。気温2°C以下の時間では、各観測高度からわかることとして降水の挙動が近いことがわかる。AMeDASの気温2°C以下の平均降水量は0.5 mmで、この期間中にあたる各高度の降水量の振れ幅をみると、地上に近づくにつれ小さくなっていることがわかる(表-1)。これは、落下してきた雪粒子が近いことで地上の測定値と近づいていると考える。また、地上と上空で降水量に差が発生した原因として、レーダー観測では固体が液体に相変化する際みぞれなどでは通常よりも強い反射のため現実よりも強い降水が算出される。

されるブライトバンドという現象が発生することで意味のない数字を観測していると考えられる。気温は地上から上空に行くごとに変化するため雪が解ける融解層が存在していた可能性が考えられる。そのほかに降水量差が発生する原因は、地上に設置された降水量計の風による雪粒子の捕捉損失が考えられる²⁾。図-3の風速の大きさと図-4を使って比較すると、風速が強いときはレーダー降水量が大きく出ていることがわかる。

表-1 差分の振れ幅の統計値

高度 (m)	平均 (mm)	標準偏差(mm)
1979	0.152	0.691
1336	0.518	0.503
899	0.427	0.796
589	0.253	0.503
327	0.276	0.539

5. まとめ

この解析において地点上空で観測された気象レーダーの降水量と地上で観測された降水量を単純に比較することができず、ブライトバンドのように、気温の低い上空に存在していたとされる雪粒子が落下する際に、周囲の気温が上昇したことでみぞれや雨になることでレーダーの電波のよく反射したために降水量は過大評価されてしまったことが分かった。また、レーダーで観測されても直下には積雪しないため、地上と上空で降水量を比較できるようにするためには、雪の粒子の流跡線解析³⁾をする必要がある。

6. 参考文献

- 1) 気象庁 過去の気象データ・ダウンロード
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- 2) 横山宏太郎, 大野宏之, 小南靖弘, 井上聡, 川方俊和, 冬季における降水量計の捕捉特性, 日本雪氷学会誌 雪氷 65 巻 3 号 303-316 項 2003 年 5 月
- 3) 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

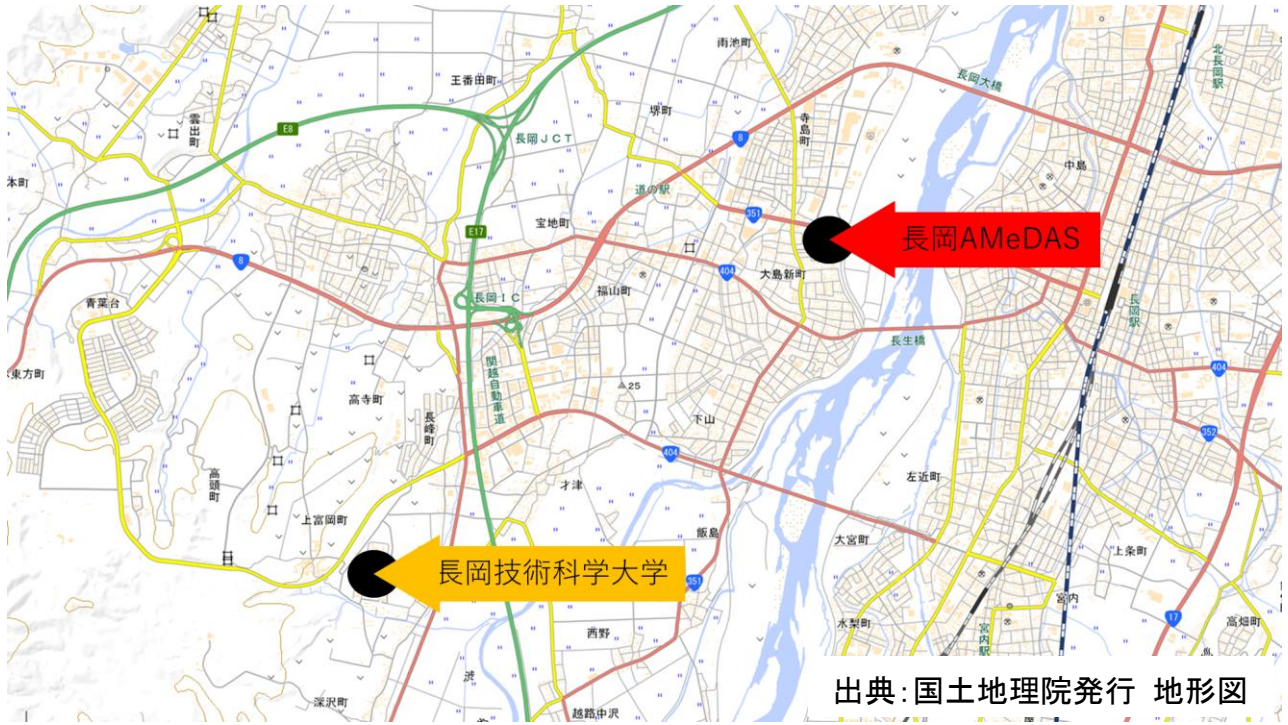


図-2 長岡技術科学大学と長岡 AMeDAS の位置関係

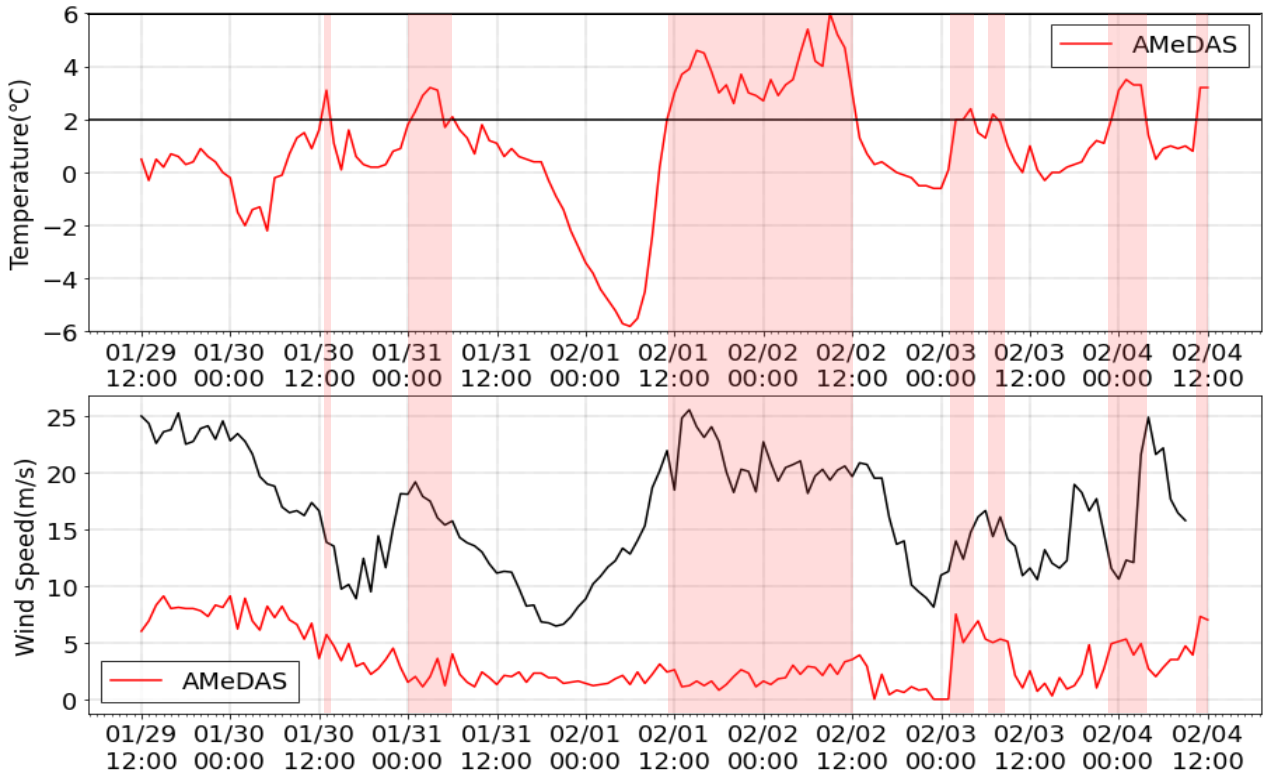


図-3 気温と風速の推移

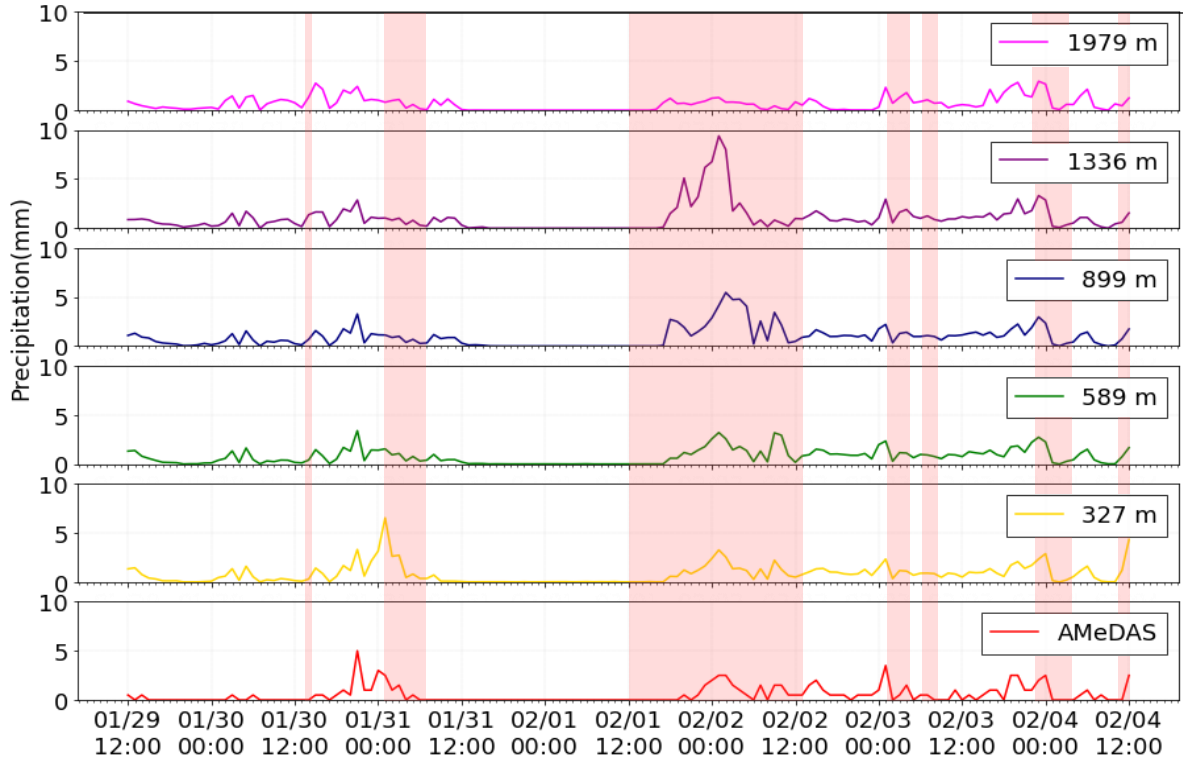


図-4 降水量の推移

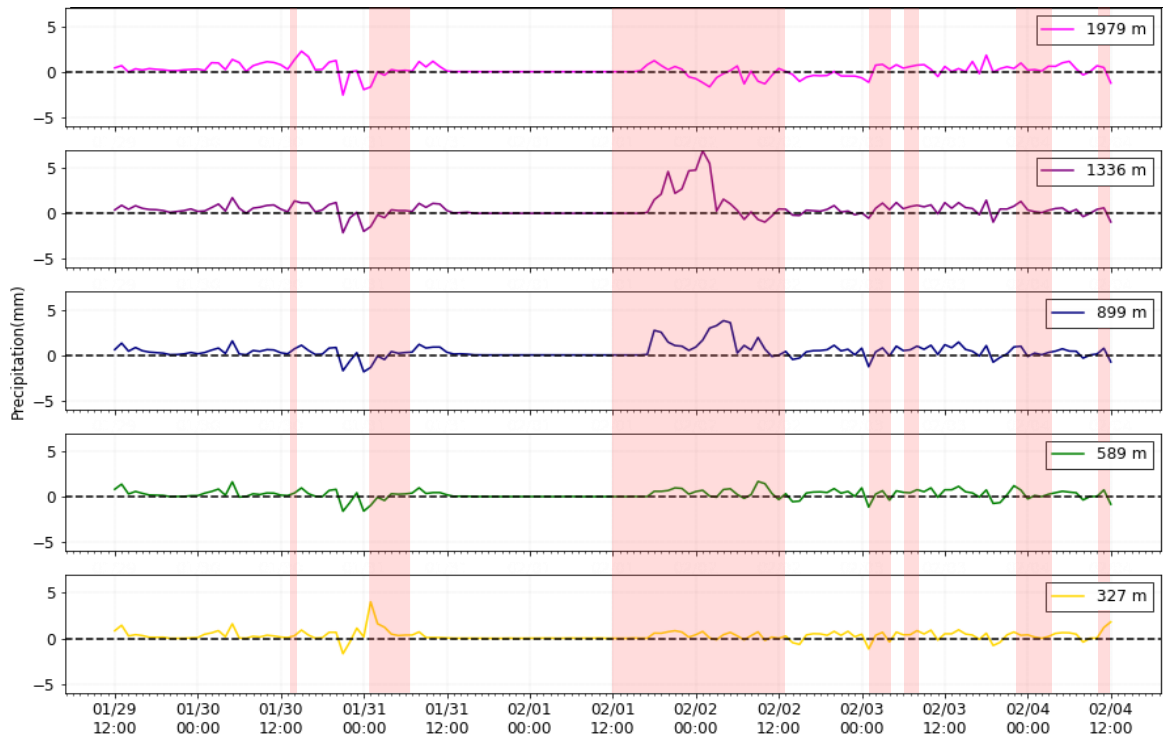


図-5 差分した降水量