

冬期道路交通確保のための 局地レーダによる降雪監視に関する研究

前田 剛宏¹・宮下 孝治²・渡邊 明³

¹非会員 一般財団法人 日本気象協会 環境・エネルギー事業部 (〒170-0055 東京都豊島区東池袋3-1-1)
E-mail:tmaeda@jwa.or.jp

²正会員 一般財団法人 日本気象協会 情報サービス部 (〒170-0055 東京都豊島区東池袋3-1-1)
E-mail:miya@jwa.or.jp

³非会員 国立大学法人福島大学 特任教授 共生システム理工学研究科 (〒960-1296 福島県福島市金谷川1)
E-mail:may@sss.fukushima-u.ac.jp

積雪寒冷地を通る高速道路では、降雪に対する除雪体制の早期確立が必要であり、そのためには降雪状況の監視が重要となる。降雪の監視には国交省Radar情報およびRadarAMeDAS解析雨量の活用が有効であるが、雪雲が低い場合には降雪を捉えられないことがある。そこで本稿では福島県を対象として福島大学が保有しているX-band Doppler Radarを利用し、局地Radarの降雪監視への有用性について検討した。その検討の中で、RadarAMeDAS解析雨量と局地Radarを合成することにより、より効果的な降雪監視が行えることを示した。現業レーダに研究機関レーダを加え有効活用するレーダ網を構築することが、地域豪雪対策に有効となる。

Key Words : doppler- radar,highway maintenance,snow-removing operation, snowfall

1. 研究の目的と位置付け

近年、冬期に本州南岸を低気圧が通過することに伴い、本州太平洋側の地域が豪雪に見舞われ、都市機能や地域社会の機能がマヒする事態となっている。社会的影響を緩和させる対策整備が急務であるが、特に、降雪期における高速道路の交通を確保するには、気象情報を活用して除雪体制を早期確立することが効果的な対策のひとつである。従って、精度の高い気象予測を活用するとともに降雪開始や降雪量を監視することが、対策の重点ポイントとなる。しかし、冬期の降雪雲は夏季の降水システムとは異なり、降雪雲の高度が高々3km程度で、こうした低い降雪雲は気象庁のRadarおよびRadarAMeDAS解析雨量¹⁾³⁾でも監視できないことがある。本研究では福島県中通り地方に注目して福島大学のRadarを用いたレーダ観測網構築の有用性を示すものである。冬期降雪時期の2012年11月から2013年3月までと2013年10月から2014年3月までの期間で、福島大学X-band Doppler Radar²⁾⁴⁾を用いて、気象庁で監視しているRadarAMeDAS解析雨量と比較し、局地Radarの有用性の検証実験を行ったのでこの結果について報告する。

2. 検証に使用したデータと検証領域

(1) 使用データ

使用データはRadarAMeDAS解析雨量データと局地Radarデータの2種類である。局地Radarは福島大学に設置しているX-band Doppler Radarを使用した。図-1にRadar諸元を示す。RadarAMeDAS解析雨量とは、気象庁Radar(全国20基)観測データを地域気象観測システムAMeDASでキャリブレーションした1km格子のメッシュ解析雨量のことである。

局地RadarのデータはRadarAMeDAS解析雨量と比較を行うために、5分毎の観測データのみを抽出し、観測地点を中心とする1kmメッシュ(240×240)に変換を行った。1kmメッシュを作成する際は、同一メッシュに入る値の中で最大値を採用するようにした。

(2) 検証領域

検証領域は福島市内を中心とするエリアとした(図-2)。この領域には東日本高速道路株式会社が管理する東北自動車道と磐越自動車道が通っており、郡山を中心として東西・南北を結ぶ交通の要となっている。そのた

め降雪時には早期に除雪体制を確立し、道路の保全を行う必要がある。

| 主要諸元 | | 概観 |
|--------|---------|---|
| 送信管 | マグネトロン |  |
| 観測波長 | Xバンド | |
| 送信尖頭出力 | 25kW | |
| 空中線直径 | 1.2m | |
| ビーム幅 | 2° | |
| 観測範囲 | 半径 60km | |
| 距離分解能 | 60m | |
| 時間分解能 | 30秒 | |
| 距離分解能 | 120m | |

図-1 福島大学Doppler-Radar諸元

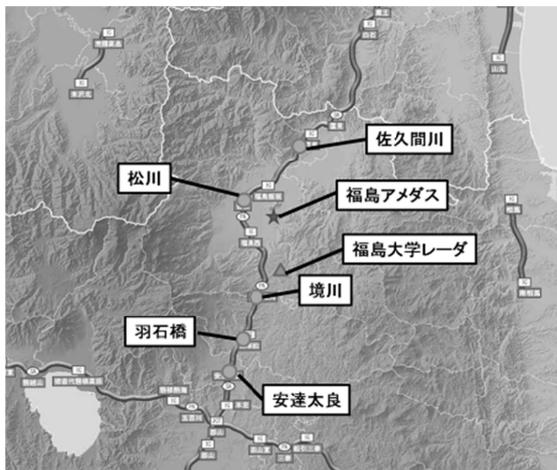


図-2 局地Radarの観測範囲と検証領域
(領域：福島県 路線：高速自動車道)

3. 降雪事例による有用性検討結果

(1) 降雪事例

降雪事例として2013年1月14日を抽出した。この日は太平洋岸を低気圧が発達しながら東進する気圧配置(図-3)となっており、上空に入った寒気の影響で関東から東北部で大雪となった。福島市内の雪は7時頃から降り始め、19時頃まで降り続いた(図-4)。

(2) 局地RadarとRadarAmeDAS解析雨量の比較

2013年1月14日8時における局地RadarとRadarAmeDAS解析雨量の結果を図-5に示す。局地Radarでは福島市内を中心に1mmを超える降水域が広がっているのが分かる。一方RadarAmeDAS解析雨量では福島市内にまとまった降水域はかかっておらず、周辺に1mm未満の弱い雨域が存在するだけである。1月14日9時と21時の相当温位の鉛直分布(図-6)を見ると9時の時点では、地上から600m以

上の上空では相当温位の鉛直分布が傾きを持ち大気は安定成層しており、対流混合層が600mまでに限られているのが分かる。その後、降雪の強まりとともに対流混合が進み、対流層は21時には1500mほどまで発達するが、一般的な降雪雲と比べて低いものになっている。

これらを勘案すると、この事例の場合、降雪雲が低いためにRadarAmeDAS解析雨量では降雪域を捉えられていない可能性があり、早期の降雪検知のためには局地Radarを利用が有効になると考えられる。

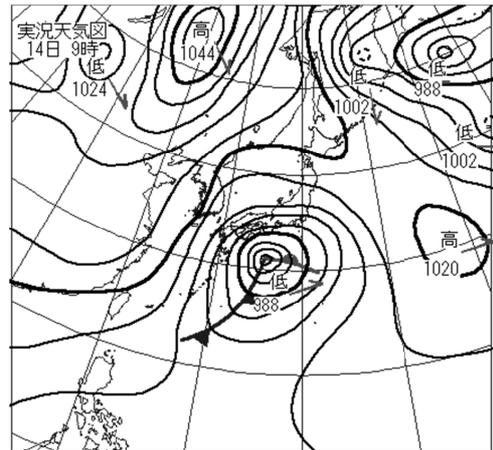


図-3 2013年1月14日9時の実況天気図

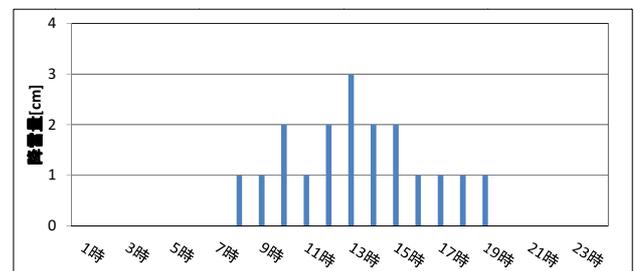


図-4 福島アメダスにおける2013年1月14日の降雪時系列

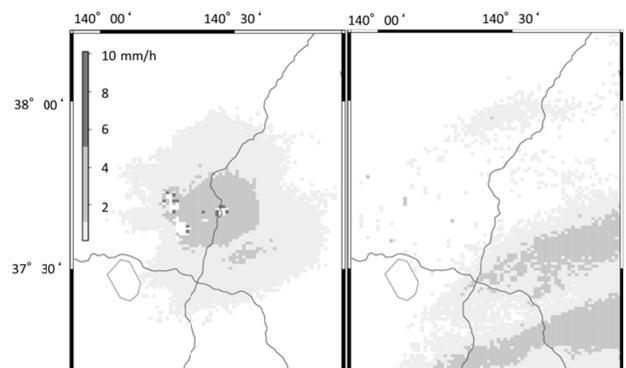


図-5 局地Radarの雨域(左)とRadarAmeDAS解析雨量の雨域(右) (2013年1月14日7時半)

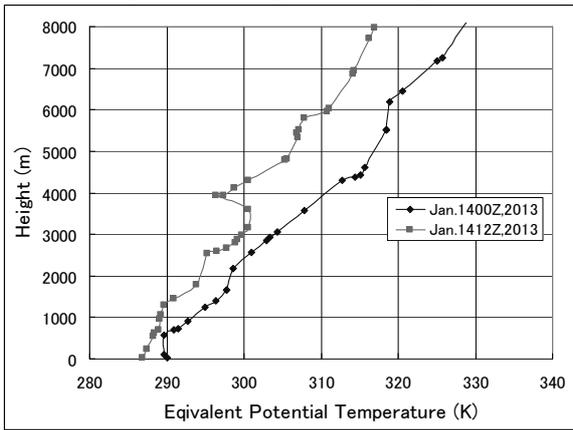


図-6 2013年1月14日9時と21時の相当温位の鉛直分布

4. 局地RadarとRadarAMeDAS解析雨量の合成

降雪雲の高度が低い場合に局地Radarを利用して降雪を監視する事の有用性が示唆された。しかし、局地レーダは観測範囲に限られており、より広域の降雪監視には限界がある。そこで、局地RadarとRadarAMeDAS解析雨量両方の長所を活かし合成することで、効果的に降雪監視を行なえる。合成データは局地RadarとRadarAMeDASのデータを単純に重ね合わせ、両方に降水があった場合はより値が大きい方を採用して作成した。

結果を図-7に示す。データを合成することにより、局地Radarが捉える福島市内の降雪分布や局地Radarの観測エリア外にあたる東部の降雪域を含め、注目する地域の降雪分布がよりの確に捉えることができている。正確な降雪分布把握によって、地域・路線区間の雪氷対策判断が的確に行えることとなり、除雪等雪氷対策の初動体制の迅速化につながるものと言えよう。

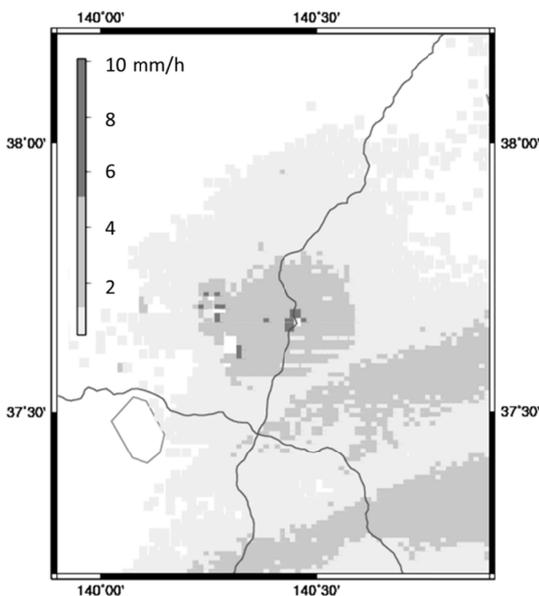


図-7 局地RadarとRadarAMeDAS解析雨量の合成
(2013年1月14日7時30分)

5. 道路雪氷対策への有用性

2013年1月14日の降雪時間帯について、局地radarによる低高度の降雪現象の捕捉を明確にするために、局地radarと気象庁Radarによる降雪（降水）検知状況を、高速道路上の地点で比較した。降雪（降水）検知した時刻をマークしたのが図-8である。

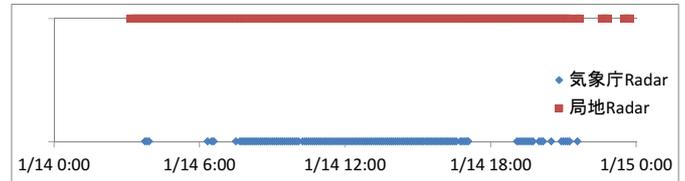


図-8 降雪（降水）検知状況 a) 地点：安達太良

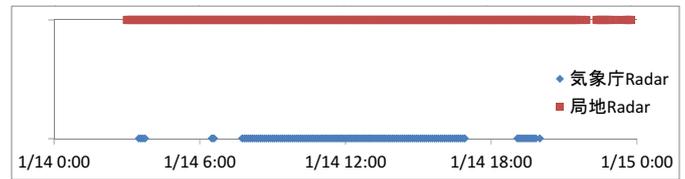


図-8 降雪（降水）検知状況 b) 地点：羽石橋

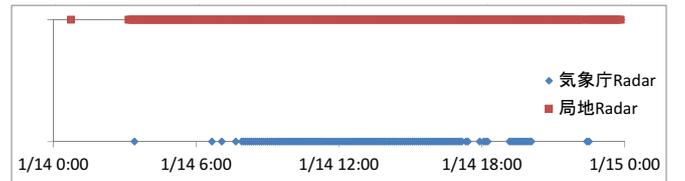


図-8 降雪（降水）検知状況 c) 地点：境川

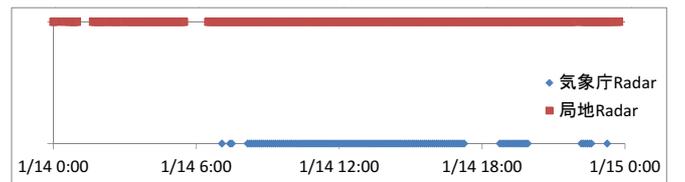


図-8 降雪（降水）検知状況 d) 地点：松川

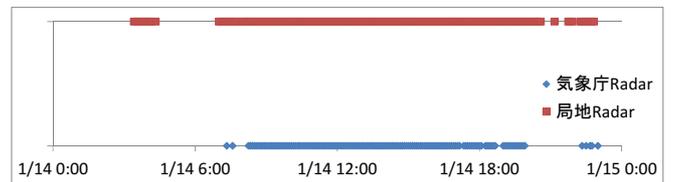


図-8 降雪（降水）検知状況 e) 地点：佐久間川

各地点の位置関係は図-1に示している。

いずれの地点も、局地radarが雪の降り始めを早期から捉えている。南岸低気圧が北上するに伴って徐々に降雪域が北上する中、注目区間の中では北に位置する松川では局地性の強い雪の降り始めをしっかりと捉えている。

雪の終息についても、低高度に残る雪の状況を局地 radar が捉えており、降雪に対して警戒すべき時間をより正確に表現している。局地 radar を活用することによって、よりの確な雪氷対策が行えるものである。

5) (独) 防災科学技術研究所 : X バンドマルチパラメータレーダ, <http://mp-radar.bosai.go.jp/xnet.html>, 2012

(?)

6. まとめ

本稿では、局地 Radar を利用することで、より正確に降雪を捉える検証実験を行った。その結果、降雪雲の高度が低い場合には RadarAmeDS 解析雨量では補足できない降雪現象を、局地 Radar で捉えられることを示した。一方、局地 Radar では観測範囲に限られるため、RadarAmeDS 解析雨量と合成することでその欠点を補い、注目する地域の降雪分布をよりの確に捉えることで、除雪の初動体制などに迅速に取り組む上で有用な情報となることを示した。

常時観測を行う現業レーダは連続して安定な観測を行うために事前に十分な運用検討を行い整備しているものの、より広域を監視するために地形や地物の影響を極力受けたくない適地を選定するなどからレーダービームが高い高度を通過してしまうために観測限界もある。これらの弱点を補完するには、研究機関が保有する既設レーダを含めた観測ネットワークを組み、観測データを有効活用することもひとつの解決策である。

首都圏では、防災科学技術研究所を中心に、X バンドレーダを保有する組織（中央大学、防衛大学校、山梨大学、電力中央研究所、日本気象協会）が観測ネットワークを組み、連携して豪雨を捉える X-NET[®] と呼ぶ取組みが 2009 年度から始まっている。

現業レーダと研究用レーダでは、常時観測と臨時観測という運用の差があるものの、観測ネットワーク連携を推進し、荒天時に地域に情報を社会還元する取組みを各地域で進めることが、局地豪雨・豪雪などの極端現象が各地で頻発する時代には、有効な維持管理手法および防災対策手段となるものと言えよう。

参考文献

- 1) 気象庁予報部：レーダー・アメダス解析手法と精度，測候時報 62.6, pp279-339, 1995
- 2) 石原正仁：ドップラー気象レーダー，気象研究ノート第 200 号, pp1-39, 2001
- 3) 気象庁観測部：レーダーデータの品質管理と新しいレーダー観測資料の利用，測候時報 76.1, pp3-64, 2009
- 4) 渡邊明：強雨システム，東北地域災害科学研究 第 47 巻, pp147-152, 2011