

有珠山における土石流発生雨量監視のための可搬型気象ドップラーレーダを用いた観測的研究

鶴巻 亮一・松岡 直基・齋藤 正美 (株式会社 北海道気象技術センター)

1. はじめに

日本は世界でも有数の活火山国である。火山はわれわれに肥沃な大地やエネルギー資源、そして美しい景観を与えてくれる。しかし、ときに火山噴火はさまざまな災害を引き起こし人々に困難をもたらす。

有珠山は 20~30 年の周期で噴火を繰り返すと考えられ、近年では 1977 年、2000 年に噴火した活火山である。噴火によって大量の火山灰が地上に降り積もると、そのあとの降雨によって土石流が発生しやすくなる。1977 年噴火では降灰地で土石流が多発し、1978 年 10 月 24 日には短時間の局地的強雨によって発生した大規模な土石流が砂防ダムを乗り越え洞爺湖温泉街にまで達し、死者 2 名、行方不明者 1 名の人的被害が発生した。このとき、有珠山中腹に設置された地上雨量計の示す 10 分間雨量は最大で 21mm を記録した (Kadomura et al., 1979)。このように、土石流による二次被害防止のため、山体部に降る雨量を正確に把握することは重要である。

火山が噴火すると、山体部に設置される地上雨量計は使用が困難になる。一方で、レーダ雨量観測は危険な火山噴火の影響の少ない離れた場所から雨量を推定することができるため、土石流発生雨量監視として有効的である。気象庁では現在、解析されたレーダ雨量データとして高解像度降水ナウキャスト (NOWC) が 5 分ごとに提供されている。しかし、NOWC は 250m メッシュと高分解能ではあるが、監視目的としてその精度が十分かどうかは不明である。そこで本研究では、設置が容易な可搬型レーダ雨量計であるマイクロレインレーダ (MRR) を用

いて有珠山頂の降雨観測をおこない、次期噴火に備えた新たな雨量観測体制の検討を行うことを目的とする。

2. マイクロレインレーダ (MRR)



図 1 : 左図は MRR のシステム構成要素 (MRR-2 User Manual, 2013)。右図はアンテナを有珠山頂に向けて観測しているときの様子。

図 1 は MRR (METEK GmbH Germany) の全体図 (左図) と有珠での観測風景 (右図) である。MRR 全体は重量 17.5kg, 幅 80cm, 奥行 60cm, 高さ 85cm で、送信系と受信系が同一のパラボラアンテナに代表される様々な観測部品から構成される。

MRR は、中心波長 12.4mm (中心振動数 24.230GHz) のマイクロ波を変調しながら連続的に照射し、大気に浮遊する雨滴や氷粒子、ガス粒子から散乱してきた電磁波の反射強度や波長のずれを観測する。これらの観測された物理量を用いて、輻射輸送方程式を解くことで各時刻・位置での雨滴のサイズ分布や雨量強度を推定する (Peters et al., 2010)。

MRR による雨量推定は、アンテナを真上に向けて観測するときのみ高い精度が保証される。しかし、本研究ではアンテナを斜めに傾けて、噴火の影響の小さい遠方から噴火口上空に向けて観測を行うことを想定するため、この斜め観測が目的達成に耐えうる十分な精度を確保できる

かを検証する必要がある。

3. 観測

本研究では 2022 年 6 月 30 日から 11 月 2 日まで、有珠山北西麓に MRR を設置し雨量観測をおこなった。主な観測諸元を表 1 に示した。斜め観測の精度検証のため、アンテナ仰角の異なる 2 種類の観測をおこなった。レーダ (MRR, NOWC) による高高度観測に対し、両観測とも真下に地上雨量計 (1mm 転倒ます型) があるため定量的な比較が可能である。

表 1 : MRR の観測諸元。

| パラメータ | 観測 1 | 観測 2 |
|--------|--------------------|--------------------|
| アンテナ仰角 | 90° | 20° |
| 観測期間 | 2022/9/26 ~11/2 | 2022/6/30 ~9/26 |
| 観測高度 | ~3,253m | 1,518m |
| 空間解像度 | 100m | 130m |
| 時間解像度 | 10 秒 | 10 秒 |

4. 結果

図 2 はある降雨イベントにおける観測 1 (上図) および観測 2 (下図) の結果である。観測 1 では MRR (赤)、NOWC (青)、地上雨量計 (灰) とともに類似の傾向を示し、本手法が仕様どおりアンテナを真上に向けた場合は有効的であることが確認できた。一方、観測 2 では MRR がほかの雨量計と比較して値の大きく異なることがみ

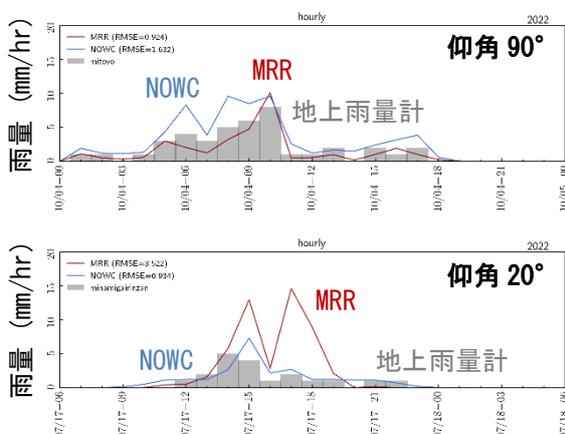


図 2 : 観測 1 (上図) と観測 2 (下図) における雨量観測結果。観測 1 は 10/4~10/5、観測 2 は 7/17~7/18 の降雨事例である。

てとれる。このような結果は、ほかの降雨事例についても同様にみられた。

図 3 に、観測 2 における MRR (上図) および NOWC (下図) と地上雨量計との比較を示した ($MRR > \sim 0.01\text{mm/hr}$)。NOWC は地上雨量計に対して決定係数 0.78 の比較的小さいばらつきで傾き 0.97 ± 0.02 (1σ) の回帰直線上にのるが、MRR の方は大きくばらつく結果 (決定係数 0.22) が得られた。

5. まとめと今後の展望

本研究では、可搬型気象レーダである MRR を用いて有珠山の雨量観測をおこない、地上雨量計および高解像度降水ノウキャスト (NOWC) と比較した。結論として、NOWC の観測精度は高く、現状では噴火後の土石流発生監視用としてもっとも有効的であろう。このことは、レーダ雨量データを初期値に利用している気象庁の予測雨量データの利用可能性を示唆する。また、MRR はその特性から雨滴の粒径分布の鉛直構造や反射強度が連続的に得られるので、NOWC や臨時雨量計の補正手段としての活用が考えられる。

謝辞 : MRR は藤吉康志氏 (北海道大学名誉教授) から貸与を受けた。ここに記して感謝申し上げます。

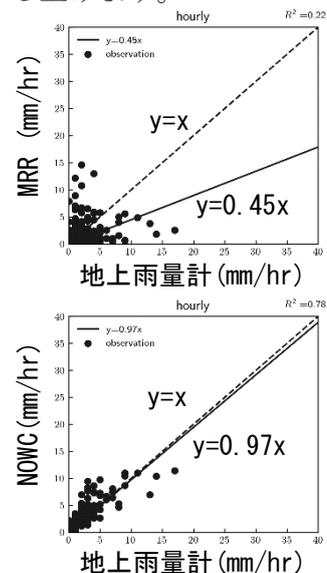


図 3 : MRR (上図) および NOWC (下図) と地上雨量計との比較 (観測 2)。