

## 短時間降雨予測のための XRAIN 立体観測データを用いた地形性降雨算定手法の検討 Investigation on Orographic Rainfall Model with Volume Scanning Radar Data of XRAIN for Short Term Rainfall Prediction

○中渚遥平・中北英一

○Yohei NAKABUCHI, Eiichi NAKAKITA

By utilizing short-term rainfall prediction methods to the train operation control, we may make train operation safer. At the railways in mountain area, it is important to use prediction methods considering orographic rainfall. We studied about making the orographic rainfall model with volume scanning radar data higher resolution. We improved the existing orographic rainfall model 3km mesh to 1km mesh resolution. And it was found that we may get higher accurate calculation results with using neighboring mesh's calculation results of the target mesh by considering it's wind velocity and direction.

### 1. はじめに

鉄道では、降雨に起因した土砂災害などから列車運行の安全を確保するために、雨量計の観測値に基づいて列車を停止、または徐行させる列車運転規制を行っている。この列車運転規制に数時間程度先の降雨予測情報を活用することで、列車運行の安全性をさらに高められる可能性がある。

日本国内には、鉄道が山岳域を通る路線が多く存在する。山岳域では地形の影響を受けて山の斜面で強い雨域が停滞する地形性降雨という降雨現象が起りやすい。地形性降雨が原因とみられる鉄道沿線の災害も発生しており、列車運行の安全性を向上させるため、地形性降雨を考慮した短時間降雨予測は重要であると考えられる。

中北ら<sup>1)2)</sup>は、シーダー・フィーダー機構を考慮した地形性降雨モデルと、運動学的予測手法である移流モデル<sup>3)</sup>を組み合わせることで予測精度の向上を図った。さらに Guilherm<sup>4)</sup>は、気象レーダーの立体観測により得られる、位置ごとに異なる観測高度の降雨強度を入力値として地形性降雨の算定を行えるモデルへの改良を行った。しかし、これまでに開発された地形性降雨の算定モデルは、いずれも空間分解能が 3km であり、地形性降雨の発生を精度高く予測する上ではより細かな空間分解能が必要と考える。

そこで本研究では、Guilherm<sup>4)</sup>の地形性降雨モデルについて空間分解能 1km への高解像度化を行い、2019 年台風 19 号の箱根山付近を対象に地形性降雨の再現性の検証と精度向上手法の検討を行った。

### 2. 検証の対象事例

検証の対象事例には、2019 年 10 月 12 日の台風 19 号を用いた。台風 19 号により、箱根山や伊豆半島の山岳部では地形性降雨の発達と強雨域の停滞が確認されており、地形性降雨の再現性の確認に適した事例と言える。

### 3. 使用したデータ

本研究では国土交通省 XRAIN の香貫山レーダーの PPI (Plan Position Indicator) データを用いた。箱根山から伊豆半島全域にわたり観測している PPI データのうち、最も低い仰角の EL02 のレーダー情報から推定された降雨強度を地形性降雨モデルに入力する降雨強度として用いた。250m メッシュの降雨強度を 1km・3km メッシュの範囲で平均した値を、1km・3km メッシュのモデルにそれぞれ入力した。また、標高、水蒸気量、風向風速についてもモデルの空間分解能に合わせて用意し入力した。図 1 に入力した数値標高データを示す。1km メッシュでは山岳部の詳細な地形がモデルに考慮されることが確認できる。

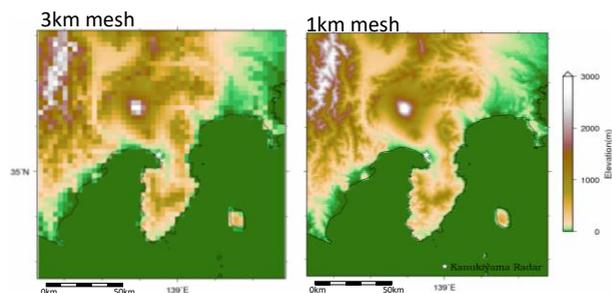


図 1 入力した数値標高データ(左が 3km メッシュ、右が 1km メッシュ)

#### 4. 解析結果

台風19号が通過した時間帯である10月12日の0:00から24:00について、1km・3kmメッシュのそれぞれのモデルで地形性降雨の算定を行った。

図2には、上段に地上付近(高度200m)で算出される24時間積算雨量の分布を、下段にAA'断面におけるそれぞれの高度で算出される同雨量の分布を示した。上段の図から、1km・3kmメッシュとも図1の山岳付近で800mm~1000mm付近の大きな雨量が算出されていることが確認でき、1kmメッシュでは詳細な地形を考慮した分布となっている。また、下段の図から、青色の破線で示したPPIの観測高度以下で降雨量が増加していることが確認でき、シーダー・フィーダー機構の影響が1km・3kmメッシュの両モデルで再現されていることが確認できる。図3は、高度ごとに算出される地形性降雨の降雨強度の推移を3kmメッシュモデルから確認した結果である。図3より地上から高度1000m付近で地形性降雨量が卓越していることが確認できる。この結果を踏まえ、図4には箱根雨量計の観測値と同メッシュの1kmメッシュモデルの算定結果を比較し、さらに精度向上の検討を行った結果を示している。図4の赤線は、地形性降雨量が卓越する高度1000m付近の風向・風速を考慮して、隣接するメッシュの算出結果を適用した結果を示す。雨量計の直上メッシュの算定結果(図4の黒線)では過少または過大に推定されている時間帯について、赤線ではより雨量計の観測値(図4の黒線)に近づいた値となっており、推定精度が向上していることが確認できる。

#### 5. 今後の検討

短時間降雨予測への活用に向け、今回高分解能化した地形性降雨モデルと移流モデルとの組み合わせ手法について検討を進める。また、本研究で用いている地形性降雨モデルでは入力するPPIごとに異なる算定結果を得ることができる。立体観測データを入力値として、リアルタイムに複数の算定結果を得ることができるため、アンサンブル手法の考え方を応用していくことについても今後検討を進めたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 中北英一, 寺園正彦: 地形性降雨の非地形性降雨に対する非線形効果を考慮した短時間降雨予測手法, 水工学論文集, 第52巻 pp.331-336, 2008.
- 2) 中北英一・吉開朋弘・キム スンミン: 地形性降雨を考慮したレーダー短時間降雨予測へのエ

ラーアンサンプルの導入, 土木学会論文集B1(水工学)Vol.67, No.4, I\_619-I\_624, 2011.

- 3) 椎葉充晴, 高棹琢馬, 中北英一: 移流モデルによる短時間降雨予測手法の検討, 第28回水理講演会論文集, pp.423-428, 1984.
- 4) Mendoza Guiãraes Guilherme: Development of a Scheme for Estimating the Vertical Profile of Orographic Rainfall based on the Seeder-Feeder Mechanism Using Full Volume Scanning Radar Observation, 京都大学大学院修士論文, 2021.

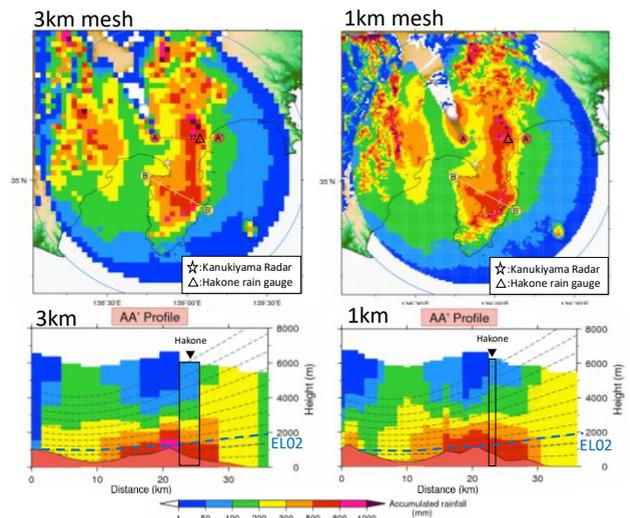


図2 2019年10月12日の0:00-24:00の高度200mにおける積算雨量の算定結果(左が3kmメッシュ、右が1kmメッシュの結果を示す。下段はAA'断面における各層の積算雨量を示す。)

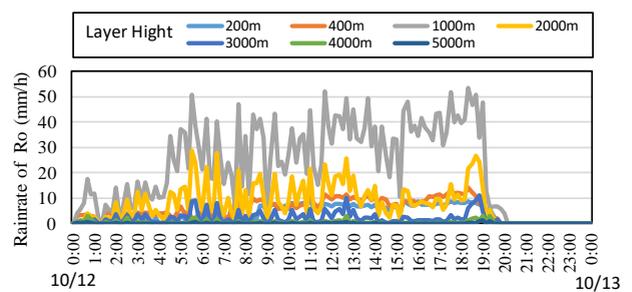


図3 箱根雨量計地点における高度ごとの地形性降雨Roの推移(3kmメッシュモデルの算定結果)

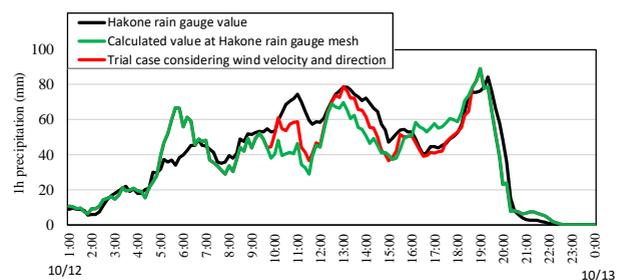


図4 箱根雨量計地点における地上付近の前1時間雨量の推移(1kmメッシュモデルの算定結果)