

# 気象モデル WRF を用いた松山平野における前線性降雨の再現性に関する研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○藤本雅人

愛媛大学大学院 正会員 森脇亮

## 1.はじめに

近年、集中豪雨と呼ばれている局地的な短時間強雨の社会的関心は年々高くなってきている。降雨の発生メカニズムの解明、予測をすることにより、災害の未然防止や水循環の解明が期待される。そこで、本研究では気象モデルを用いて雨の日におけるシミュレーションを行い、局地的な降雨の再現性を検討する。

## 2.研究方法

本研究では気象モデル WRF (The Weather Research and Forecasting) を使用しシミュレーションを行う。シミュレーション日時は 2008 年 9 月 25 日 9 時から 2008 年 9 月 27 日 9 時の間とする。また気象データは NCEP (米国国立環境予測センター) の客観解析データ FNL (Global Final Analyses) データを用いた。これはデータの時間間隔が 6 時間毎、格子間隔が約 1 度毎 (約 100 km) のデータである。計算値が現実の気象現象を再現していることを確認するため、実測値と計算値を比較する。

## 3.WRF モデルの概要

WRF モデルは NCAR (米国国立大気研究センター) を始めとする幾つかの研究機関が協力して開発したメソ気象モデルである。本研究の対象領域は北海道を除く日本列島を Domain1 とし、Domain2 として中国、四国、九州地方を中心とする西日本、Domain3 として瀬戸内海を含む愛媛県、Domain4 として松山市を中心に 34.31 km×34.31 km の範囲を計算領域と設定した領域で行っている。

Domain1 から Domain4 の水平解像度をそれぞれ約 30, 8, 2, 0.5 km で鉛直 28 層とし、図-1 に計算領域を示す。

## 4.2008 年 9 月 26 日の環境場

9 月 26 日の気象庁発表の天気図より、この日は本州上を前線が南下し西～東日本の広い範囲で雨が降った。アメダスおよび松山河川国道事務所、中予地方局建設部の松山市内計 15 箇所における観測所のデータより、松山市一帯に午前 3 時から午前 8 時にかけて降雨が観測された。

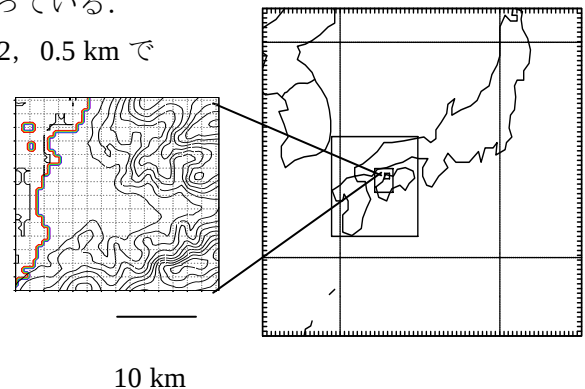


図-1 計算領域

## 5.風向、風速の適合性

再現性の検討指標として次式で定義する NSEE (Normalized Standard Error of the Estimation) を用いた。この指標は数値モデルと観測データの差を示す無次元量であり、シミュレーションの再現性指標としてよく用いられている (例えば, Lu et al. 2009) <sup>1)</sup>。

ここで  $M_i$ ,  $O_i$  はそれぞれ計算値および

実測値を示し,  $i$  は時系列データ数を示す。

$$NSEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i)^2}}$$

表-1 風向、風速の NSEE

|    | 雨の日   | 晴れの日  |
|----|-------|-------|
| 風向 | 0.318 | 0.637 |
| 風速 | 0.407 | 0.599 |

塚原(2009) <sup>2)</sup>によって典型的な晴れの日におけるシミュレーションが行われており、本研究の雨の日と NSEE を用いた風向、風速の比較をした結果、表-1 に示すように雨の日のほうが再現性は高い傾向にあった。前線による降雨は総観場の気圧場が影響しており境界条件を介して与えているのに対し、晴れの日における海陸風は熱のバランスにより自然発生的に生じる現象でありモデルの領域内で計算している。よって雨の日における風向、風速の再現性が高くなったと考えられる。

## 6.降雨の特徴の把握

松山市を前線が通過した5時における鉛直21層目の鉛直成分風速分布、鉛直14層目の水蒸気混合比分布をそれぞれ図-2、図-3に示す。これらより強風域と湿潤域の位置には関連性が伺え、上昇気流によって下層の水蒸気が持ち上げられたことが示唆されている。また、図-4に5時における降雨分布および地上10mの風ベクトル図を示し、図-5に図-4の太線における鉛直断面の鉛直成分風速分布を示す。降雨帯の南側を沿うように存在する前線と鉛直断面の強風域の位置は対応しており、上昇気流により降雨がもたらされたことが伺える。

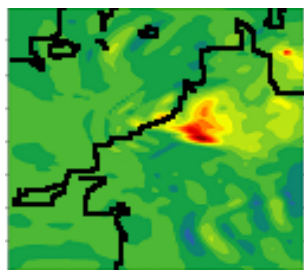


図-2 鉛直風速分布

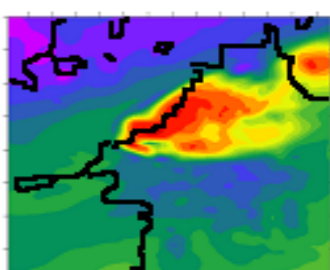


図-3 水蒸気混合比分布

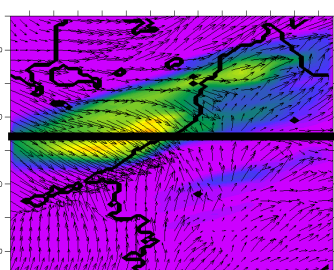


図-4 降雨分布と地上10m  
の風ベクトル図

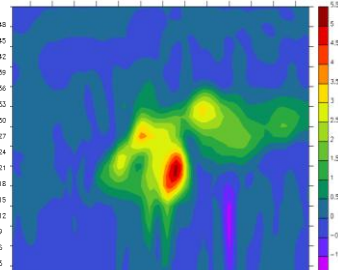


図-5 図-4の太線における  
鉛直風速分布

## 7.降雨量の適合性

松山平野内の小野谷地点における実測値およびWRFによる計算の時系列降雨グラフと積算雨量をそれぞれ図-6、図-7に示す。WRFによる降雨量は実測値に比べ、短時間にまとまった雨を降らす傾向にあることがわかる。松山平野内の他の地点にも同様の傾向が見られた。松山平野内の実測値から強雨時間帯の6時において強雨域は30mm程度であったが、WRFによる強雨域は50mm程度を計算し降雨分布の観点からも雨量強度に誤差が生じた。しかし、図-6、図-7の積算雨量に差が無いように松山平野内をトータルで見ても計算値と実測値に積算雨量の大きな誤差はなく、湿潤過程の違いが雨量強度の誤差に関係していることが伺える。湿潤過程については、今回使用したマニュアルで推奨されている雲物理モデルWSM3が、水蒸気の凝結に関する湿潤過程を水蒸気のほかに、雲水、雨水を予報して、それぞれの移流や相互作用をモデルの中で計算している。しかし、日本で降る雨のほとんどは上空の雪が解けたものであり、雪、あられの水物質の計算を含まないWSM3を使用することは適切とはいえず、本研究における湿潤過程の再現性向上手段のひとつとして雲物理モデルの検討が考えられる。

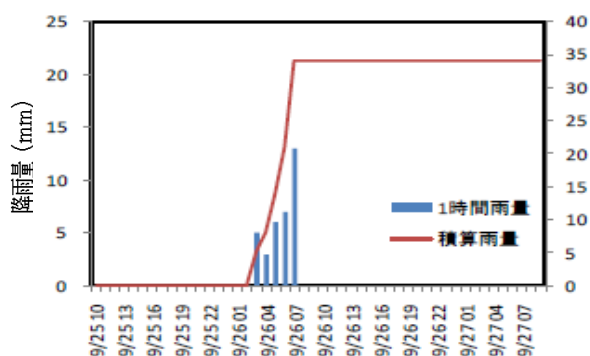


図-6 実測による時系列降雨および積算雨量

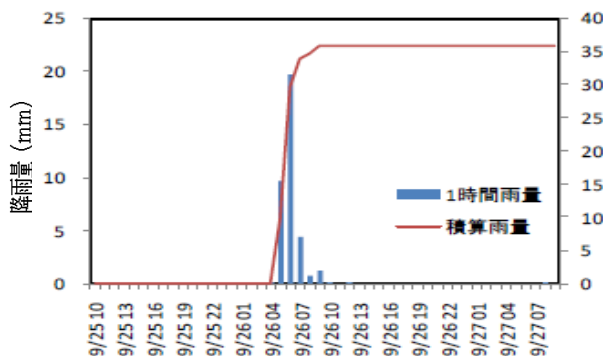


図-7 WRFモデルによる時系列降雨および積算雨量

8.参考文献 1) H. Lu, T. Koike, K. Yang, X. Xu, X. Li, H. Tsutsui, Y. Li, X. Zhao, K. Tamagawa (2009); Simulating surface energy flux and soil moisture at the Wenjiang PBL site using the land data assimilation system of the University of Tokyo, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, 53, 1-6.

2) 塚原仁;気象モデルWRFを用いた夏季の松山平野の局地気象の再現性に関する研究,  
愛媛大学工学部環境建設工学科卒業論文(2009)