

気象予報モデル WRF による線状降水帯の再現計算

広島工業大学環境学部地球環境学科 田中健路

1. はじめに

2014 年広島豪雨や 2017 年九州北部豪雨などをはじめ、線状降水帯の停滞に伴う局地的かつ記録的な大雨、および、それに伴う土砂災害が頻繁に報告されてきている。気象予報モデルによる線状降水帯の停滞位置や降雨強度、継続時間などの降雨特性の予測精度の向上は、防災上重要となる。本稿では、近年の顕著な大雨の事例について、数値予報モデルを用いて解析を行った結果を基に、線状降水帯の数値予報の可能性と課題について述べる。

2. 計算の概要

本研究では数値予報モデル WRF3.7 を使用して計算を行った。降水系の発達で重要となる雲物理過程は、Milbrandt and Yau (2005) の多重モーメントスキームを使用した。初期条件は、気象庁数値予報 GPV 初期値の MSM, GSM (上層のみ) を使用し、海面温度は NCEP 日別海面水温データを使用した。WRF では、X-BAND レーダーのドップラー速度などの観測プロダクトによる同化計算も可能ではあるが、初期時刻から比較的短時間の降水位置の的確な予測に効果が限定されることから、今回の計算では観測データを組み込んだ同化計算は行っていない。

最近 5 年間で西日本で顕著な被害をもたらした 3 事例 (2013 年山口・島根豪雨, 2014 年広島豪雨, 2017 年九州北部豪雨) を対象とした。各事例に関する条件設定は、以降の計算結果とともに述べる。

3. 計算結果

3.1. 多重領域計算 ～2014 年 8 月広島豪雨の事例①～

2014 年 8 月豪雨の事例について、図-1 に示すように、停滞前線の形成に関与するアジア域から広島県西部まで 4 段階の領域 (格子点間隔 50km, 10km, 2km, 0.5km) を設定し、ダウンスケール計算を試みた。計算期間はピーク降雨時間帯から 42 時間前の 2014/8/19 00UTC を初期時刻とし、8/20 00UTC まで 48 時間計算を行った。実際に降雨のピークとなった 2014/8/19 18UTC の計算結果 (図-2) において、前線近傍の対馬海峡上空での降雨が顕著となり、広島上空ではほとんど降水が生じない結果となった。

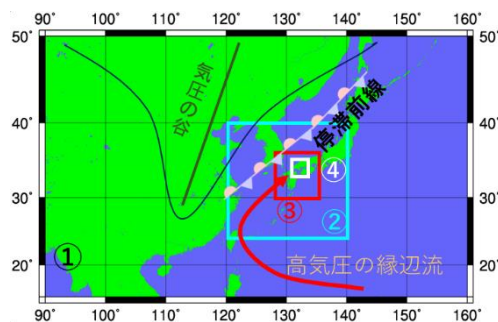


図-1 多重領域計算の範囲

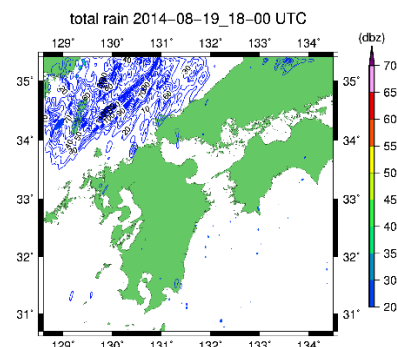


図-2 第 3 領域の積算雨量 (等値線) と降雨強度の計算結果 (第 3 領域)

3.2. 高解像度計算 ～2014 年 8 月広島豪雨の事例②～

図-3 に示すように、下層空気の上流側に対応する九州全域を含む領域を与え、降雨ピーク時間帯の 6 時間前に対応する 2014/8/19 12UTC を初期時刻として計算を行った。格子点間隔を 1km とし、地形データは GTOPO30 を使用した。図-4 に 2014/8/19 18UTC (日本時間 20 日午前 3 時) のレーダー降雨強度、図-5 に同時刻に対応する降雨強度分布の計算結果を

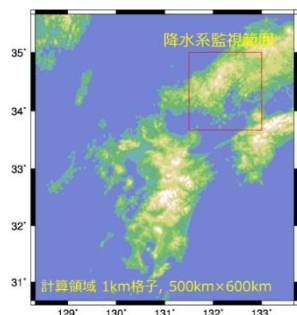


図-3 局地計算領域

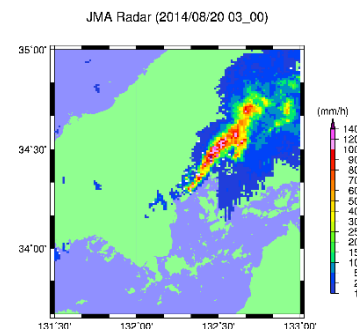


図-4 レーダー降雨強度分布

示す。豊後水道と九州西部を迂回して周防灘側から流れ込んできた湿った空気が風上側で合流し、周防半島から広島県西部の山地斜面に平行に上昇するという気流構造により、広島市安佐北区・安佐南区を中心として降水強度 120mm/h 以上の猛烈な雨を伴う線状降水帯が停滞する様子が表れている。地形起伏を除去すると、団塊状の降水系が広島県北部で発生し、下

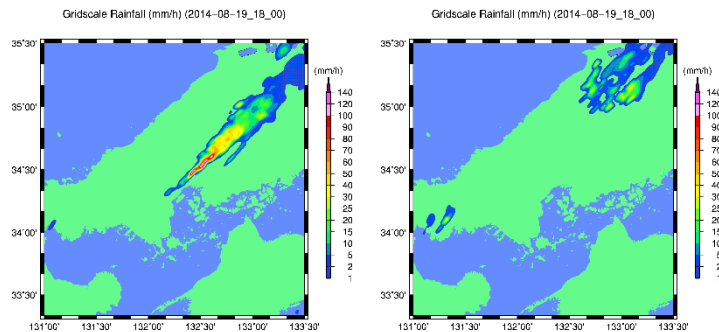


図-5 降雨強度分布。地形起伏 1.0 倍(左)と 0.0 倍(右)の例

流側で島根県に移動する結果となった。対流有効位置エネルギーが 2000J/kg 前後の強い対流不安定な場の中で、地形による下層暖湿気の強制上昇が重要な役割を担うことを示唆している。解像度の粗い大領域を含む計算では、前線の大規模構造に支配される降水が卓越する一方、局地的な地形による対流活動が過小評価となることから、スケールの異なる計算領域の接続方法の改善が重要であると考えられる。

3. 3. 2014 年広島豪雨以外の事例解析

2013 年 7 月 28 日山口島根豪雨を対象とした計算(図-6 左)では、萩市須佐沿岸域を中心とした降水強度 140mm/h を超える降水セルが解析されたが、降水セルが南北に分布する結果となっており、レーダー観測(紙面の都合上、図は割愛)で見られた西側に延びる降水帯とは異なる形状となった。2017 年 7 月 5 日の大雨については、梅雨前線付近の風の収束に沿った形で島根県側で線状降水帯が発達(図-6 中央)し、南進して衰退した後に、福岡・太田県境の山間部の地形に沿って降水帯が停滞する状況が解析された(図-6 右)。前線の南北移動により、同日に発生した両者の線状降水帯は異なる発達形態を持っており、レーダー観測と比較して、降水過程の移行がスムーズに行かず、九州北部での降水開始が 1~2 時間程度遅れる結果となった。海上での線状降水帯の形成の有無により、降水帯の南北位置の計算結果に影響が及ぶことに留意を要する。

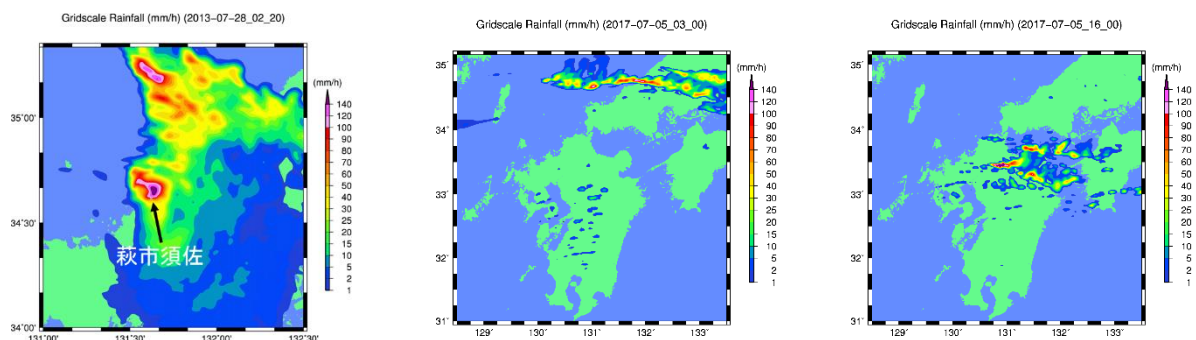


図-6 2013 年山口島根豪雨(左)、2017 年 7 月 5 日島根(中央)、九州北部(右)の降水強度分布の計算結果

4. 議論とまとめ

積乱雲が発達しやすい不安定な大気条件下において、前線近傍の下層風の強い収束や地形により、下層の湿った空気の上昇が促される場での線状降水帯に関しては、降水帯の軸の位置や降水強度など、レーダー観測などと比較的良く合う結果が得られる。計算上の空間解像度が粗い場合、地形性の強制上昇が弱まり、実測よりも下流側に降水のピークが流される傾向が見られる。また、大規模な領域から局地規模にダウンスケール計算を行う際、大規模な領域での雲、降水域の結果に強く支配され、対象領域に降水系が発生しない結果となり、多重スケールの計算での接続方法の改善が必要である。

参考文献

- 1) Milbrandt, J.A. and Yau, M.K. (2005) A multimoment bulk microphysics parameterization, Part I: analysis and the role of the spectral shape parameter, *J. Atmos. Sci.*, vol. 62, pp. 3051-3064.