

WRF を用いた水蒸気の水蒸気同化による気象場の影響評価

愛媛大学大学院 学生会員 ○竹内勝哉

愛媛大学大学院 正会員 藤森祥文 愛媛大学大学院 正会員 森脇亮

1. はじめに

局地的豪雨や日降水量が 100 mm を超える激しい雨は近年増加傾向にある⁽¹⁾。豪雨による災害を未然に防止するためには、数時間前から半日先の降水量やその分布を事前に高精度で予測することが重要となる。近年、降水予測精度向上のためにデータ同化が注目されている。データ同化とは、数値モデルに観測値を取り入れる手法で、初期値・境界値を観測値に近づけ補正し、精度を向上させることが可能である。北ら⁽²⁾はレーダデータ（風速、水蒸気）を観測値として 3 次元変分法による同化実験を行った結果、水蒸気場の修正により降水の再現性の精度が向上した結果が示された。このように、降水予測精度を向上させる目的であれば、降水の源である水蒸気自体をデータ同化させることが有効であるはずである。よって、本研究では水蒸気の水蒸気同化手法を用いて気象解析を行い、気象場の変化や降水の再現性からデータ同化の効果を評価することを目的とする。

2. 研究方法

2.1 WRF について

本研究で用いたWRFとは、米国大気研究センター（NCAR）や米国大気環境予測センター（NCEP）などを中心とする共同プロジェクトによって開発された気象モデルである。特徴として、水蒸気量、雲水、雨、あられ、雪などの予測方程式からなる雲物理モデル、日射量、大気放射量などの放射モデル、地表面温度、土壌温度、土壌水分量、積雪量などの地表面モデル等、多数の力学法則が取り入れられている。また、数メートルから数千キロメートルにおいて幅広い領域に対応している。WPS(WRF Preprocessing System)プログラムのGEOGRIDに地形データ、UNGRIBに大気データ等を入力し、METGRIDによりWRFプログラムで計算を行える形に処理する。WRFプログラムのREALで初期値・境界値を生成し、WRFで時間積分され計算が実行される。データ同化を行う場合は、VarプログラムにREALで生成した初期値・境界値と観測値を入力することで、データ同化が行われ、初期値・境界値が補正される。

2.2 解析条件

解析対象領域は九州を含む中四国地域を選定した。解析対象日は 2 つの降水パターンで行った。1 つ目は前線を伴った低気圧により西日本を中心に断続的に雨脚が強まり、松山でも 1 mm～3 mm 程度の降水があった 2019 年 6 月 14 日、2 つ目は台風による影響で西日本を中心に強い雨が降り、松山で 11 mm の強い降水があった 2020 年 9 月 6 日であり、計算期間はそれぞれ前日の 21 時から翌日の 3 時までとした。WPS への入力は、地形・土地利用データは USGS (U.S Geological Survey)、大気データは NCEP の客観解析データ FNL (Final Operational Global Analysis) と、気象庁のメソ数値予報モデルによる客観解析値 (GPV MSM: Grid Point Value derived from MesoScale Model) を使用した。データ同化には可降水量（ある面積の地表面から上空までの水蒸気の積算値）を使用した。可降水量は、電子基準点の GPS 観測データからの天頂大気遅延量データと付近の AMeDAS 観測所の気温・現地気圧から推測し、対象領域内の 15 地点でデータ同化を行った。対象領域とデータ同化地点を図 1 に示す。データ同化間隔は 1 時間である。格子数、格子間隔を表 1 に示す。降水再現の比較対象は日本気象協会の雨雲レーダである。

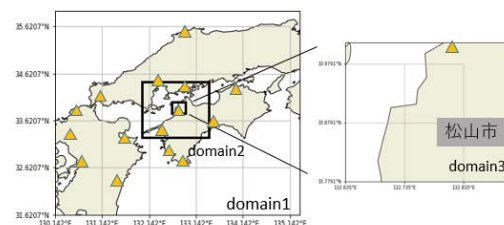


図 1 対象領域とデータ同化地点

(▲ : データ同化地点)

表 1 格子数・格子サイズ

	格子数	水平格子サイズ
domain1	60×60×58	10 km
domain2	81×81×58	2 km
domain3	81×81×58	0.4 km

3. 結果・考察

図2に前線による降水のあった2019年6月14日の8時の降水分布の計算結果を示す。雨雲レーダと比較すると、通常の解析の場合でも分布は良好に再現できている。しかし降水量は、雨雲レーダは多い場所で5 mm~10 mm程度の降水量であるのに対し、通常の解析では30 mm程度と過大評価している。データ同化ありの場合、降水が多い場所で降水量が20 mm程度になっているように、雨雲レーダの値に近づくように降水量が減少した。

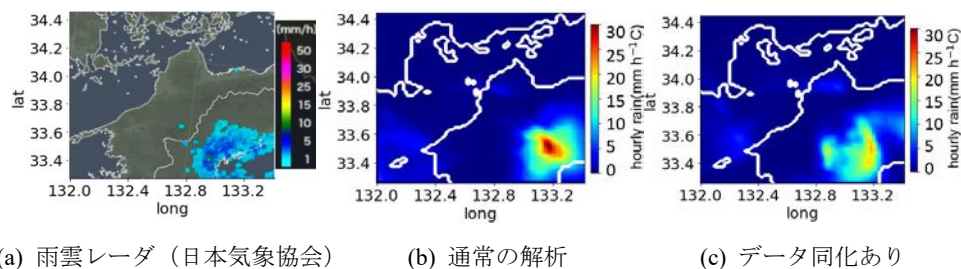


図2 2019年6月14日8時の降水分布

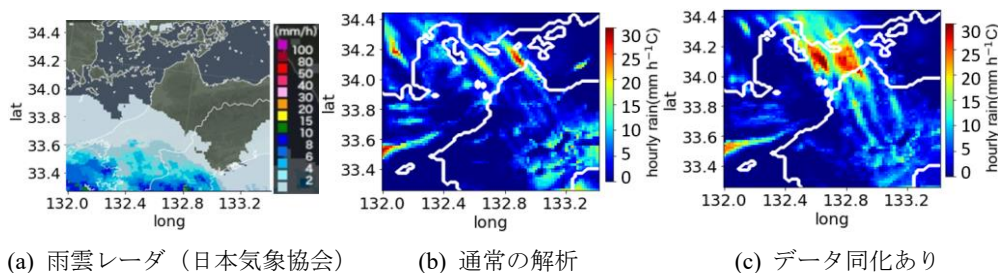


図3 2020年9月6日7時の降水分布

図3に台風による降水のあった2020年9月6日の7時の降水分布を示す。雨雲レーダと比較すると、通常の解析では降水分布が大きく異なっている。データ同化ありの場合でも、その異なった降水分布は修正されず、松山付近の降水量は増加し、精度が悪化した。松山では、水蒸気量が減少するように、低い値の可降水量を同化させたが、データ同化後の出力では逆に増加していた。図4に同時刻の風の分布を示す。可降水量のみをデータ同化したにも関わらず、風速場が若干変化しており、高知から松山に吹き込む風が 5 m s^{-1} 程度増加している。松山付近でデータ同化の影響を受けずに、降水が増加したのは、直前に高知付近の水蒸気量が増加していたこと、高知から松山へ吹き込む風が増加したことの2点から、多くの水蒸気が松山付近へ運ばれたからと考えられる。

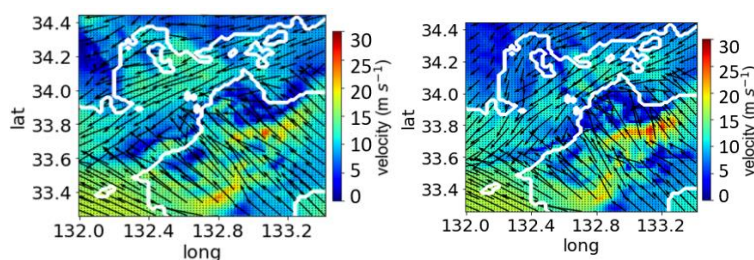


図4 2020年9月6日7時の地上10m風速・風向

4. まとめ・今後の課題

本研究では、可降水量の観測値をデータ同化させて気象場の再現を行った。前線性の降水の場合、データ同化後の計算結果は同化に使用した観測値に近づくようになり、精度が向上した。しかし、台風の場合、風速場が変化し、水蒸気場が予期せぬ方向に変化したことで精度が向上しなかった。つまり、降水パターンによっては、様々な気象要素が複雑に影響しあうため、データ同化後の結果は単純に観測値に近づく方向に変化するわけではないことが分かった。今後、誤差の設定、データ同化の空間的密度、可降水量をデータ同化するときの空間的分布の表現方法などを変更し、解析事例を増やしつつ、データ同化の感度分析を行い、データ同化の特性を明らかにしていく必要がある。

参考文献

- (1) 気象庁：気候変動レポート，2017。 https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/2020/pdf/ccmr2020_all.pdf (2022年2月14日閲覧)
- (2) 北真人，河原能久，Cho Thanda NYUNT：XRAINデータを同化したWRFによる2014年広島豪雨の数値予測，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.73，No.4，pp.205-210，2017。