

偏波ドップラーレーダの同化によるメソ対流系の降水予測精度向上に関する研究
 Data Assimilation of X-band Polarimetric Doppler Radar Information
 on Mesoscale Convective System

山口弘誠・○古田康平・中北英一

Kosei YAMAGUCHI, ○Kohei FURUTA, Eiichi NAKAKITA

The short lead time rainfall prediction by Numerical Weather Prediction model has some difficulty in the spin-up problem. Therefore, data assimilation (DA) is expected to improve the initial condition in the model. In this study, our developed ensemble DA system, CRSS-LETKF, and the method of estimation of ice-water mixing ratios are employed. DA of rain, graupel, ice crystal, snowflake and Doppler velocity estimated by polarimetric Doppler radar are carried out after the first convective cloud in mesoscale convective systems is generated. As a result, the first convective clouds formed in initial condition have effective influence on the short lead time rainfall prediction. As the next challenging step, DA is carried out before the first convective cloud. As a result, convective clouds are not generated although the atmosphere conditions, such as potential temperature change. Thus, detailed analysis using ensemble information obtained is being carried out for understating the effects of DA.

1. はじめに

2012年7月京都・亀岡豪雨, 同年8月宇治豪雨, 2014年8月広島豪雨のようなメソ対流系や線状降水帯による降雨現象は長時間にわたり強雨をもたらす, 河川災害, 土砂災害を引き起こす。このような豪雨による災害を防ぐためには正確な降水予測が重要であり, 数値予報モデルを用いた高精度な予測情報が求められている。モデルを用いたメソ対流系の短時間降水予測においては, 最適な初期値をモデルに与えることが重要である。最適な初期値を与えるもっとも有効な手法としてデータ同化がある。高い時間空間解像度の気象レーダを用いたデータ同化は短時間降水予測に有効であると期待されており, ドップラー風速 V_r やレーダ反射強度 Z_{HH} を用いた研究が行われてきた。さらに近年では気象レーダの二重偏波化が進んでおり, このレーダから得られる偏波パラメータを用いて降水粒子種類判別が可能となっている(中北ら(2009))。山口ら(2013)は近畿4基の国交省Xバンド偏波ドップラーレーダネットワーク(XRAIN)を用いて, 氷相降水粒子混合比 $ICEs$ を推定する手法を開発し, 最初のアンサンブルデータ同化を行った。

本研究では, XRAIN から得られるドップラー風速 V_r , レーダ反射強度 Z_{HH} , 氷相降水粒子混合比 $ICEs$ を実事例で同化を行い, メソ対流系降水予測精度向上を目指すことを目的としている。そこで

①メソ対流系強化・維持と②メソ対流系発生 の 2つの同化期間で実験を行った。

2. 対象事例

2012年7月15日に発生した京都, 亀岡で起きた豪雨を対象とする。14日23:50に最初の積乱雲が発生した(図1)。その後六甲山から次々と積乱雲が発生し, メソ対流系を形成していた。

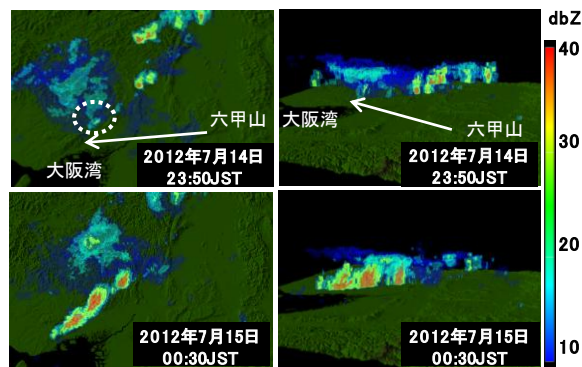


図1 レーダ反射強度の3次元分布
(左: 上空 右: 上空南東から)

発生・発達・維持については以下の通りである。

(1) 発生

紀伊水道から下層大気に暖湿流が流入し, 中層低温化により自由対流高度が低下した。大阪湾からの高温・多湿の空気塊が六甲山による強制上昇で自由対流高度まで上昇し積乱雲が発生した。

(2) 発達・維持

引き続き下層に暖湿流が流入し、中層大気気温低下も継続され、対流不安定な場が維持された。

3. 同化システム設定

大気モデル CReSS に、同化手法として局所アンサンブル変換カルマンフィルタ法 LETKF を導入した雲解像アンサンブルデータ同化システム CReSS-LEKT を用いた。水平解像度 1km, 鉛直は平均 250m, 初期アンサンブル摂動は BGM 法を用いて 40 メンバー作成した。①メソ対流系強化・維持と②メソ対流系発生の実験を行い、①は 00:00-01:00, ②は 23:00-23:45 の期間に同化した。同化は①, ②ともに 5 分ごとに行った。観測値は Vr, Z_{HH}, 偏波パラメータより推定された混合比 ICEs (霰, 氷晶, 雪片) を用い、それぞれを組み合わせた実験を行った。

4. 同化実験① (メソ対流系強化・維持)

本実験はメソ対流系初期 (00:00-01:00) にデータ同化を行い、01:00 から予測を行った。

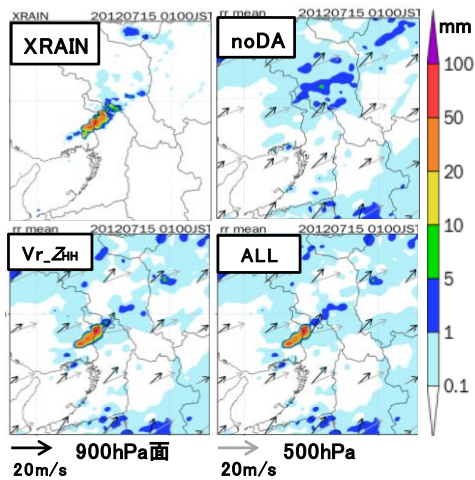


図2 同化直後 (01:00) 地上降水量の比較

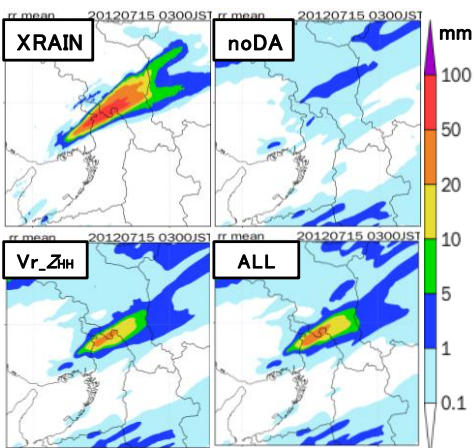


図3 予測期間 (1:00-3:00) 積算降水量の比較

Vr-Z_{HH} と ALL では同化直後に観測値と類似の初期メソ対流系が形成された (図2)。

予測期間初期においても Vr-Z_{HH}, ALL は正確な予測を示しており, ALL ではよりメソ対流系が強化された。予測期間における積算降水量 (01:-00-03:00) からも氷相降水粒子同化による降水量の増加がみられる (図3)。

5. 同化実験② (メソ対流系発生)

メソ対流系発生の原因の一つは、六甲山より風上側に層状性氷雲が気化したことによる中層の低温化が、不安定な大気をもたらしたのではないかと考えた。そこで同化によって低温化をモデル内に表現できないかと考え、メソ対流系発生前 (23:00-23:45) にデータ同化を行った。ICEs と Vr-Z_{HH} と ALL ではアンサンブル平均において多少の降水がみられたが、強いメソ対流系を発生させるには至らなかった。一方で ICEs による六甲山系中層の温位低下が確認できた (図4)。しかし、その低下はメソ対流系が発生するまでには至らなかったと考えられる。

各々のアンサンブルメンバーの中には連続的な積乱雲の発生が起きているメンバーもあり、これらのメンバーを解析することで、詳細なデータ同化の効果、メソ対流系発生の原因についても検証できると考えている。

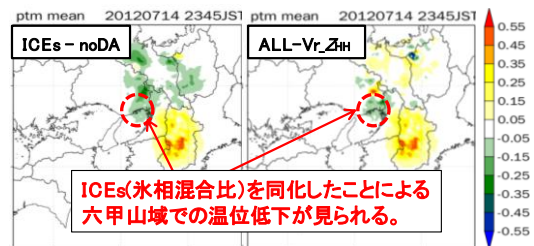


図4 同化直後 (23:45) 700hPa 高度における同化による温位偏差

参考文献

- 1) 中北英一ら, 2009:偏波レーダーとビデオゾンデの同期観測および降水粒子タイプ判別,土木学会水工学論文集, 第53巻, pp. 361-366.
- 2) 山口弘誠,古田康平,中北英一,偏波レーダーから推定した定性的降水粒子情報の雲サンサンブル同化,京都大学防災研究所年報 2013.