

## 融解層高度以上の降水粒子の同化による線状降水帯の予測および支配スケールの解析 Forecasting a line-shaped mesoscale convective system: the dominant scale and a first attempt to assimilate hydrometeors in the melting layer

山口 弘誠・○堀池 洋祐・中北 英一

Kosei YAMAGUCHI, ○Yosuke HORIIKE, Eiichi NAKAKITA

Mesoscale convective systems (MCSs) often lead to events such as floods, inundation, and debris flow. Initial condition is difficult to determine for Numerical Weather Prediction (NWP) of rainfall prediction. Data assimilation (DA) using radar data is expected to improve the initial condition in the model. In Japan, an X-band Doppler polarimetric radar network, known as XRAIN, has been in operation since 2010. The purpose of this study is to demonstrate the predictability of MCSs by assimilation of XRAIN data. In this study, our developed ensemble DA system, CReSS-LETKF, and the method of estimation of ice-water mixing ratios are employed. We investigated the effects of DA on the heavy precipitation event of July 2012 in Kyoto. As a result, this experiments shows the assimilation of ice-water mixing ratios improved predicting accuracy.

### 1. はじめに

2012年7月京都・亀岡豪雨, 2014年8月広島豪雨, 2017年7月九州北部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し, 河川災害, 土砂災害を引き起こす. このような豪雨災害を減少させるためには, 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有効な手法としてデータ同化がある. 高い時間解像度の気象レーダーを用いたデータ同化は短時間降水予測に有効であるため, ドップラー風速  $V_r$  やレーダー反射強度  $Z_{HH}$  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ーの二重偏波化が進んでおり, この偏波レーダーから得られる偏波パラメータを用いて降水粒子判別が可能となっている(中北ら(2009)). 山口ら(2013)は, 国交省 Xバンド偏波ドップラーレーダーネットワーク(XRAIN)を用いて固相降水粒子である霰混合比  $q_g$ , 氷晶混合比  $q_i$ , 雪片混合比  $q_s$  を推定する手法を開発した. この推定手法を用いて固相降水粒子混合比を同化することによりメソ対流系の予測精度の向上を狙う. さらに, 豪雨予測をより防災的な側面から検討するには, 複数の数値予報の集合であるアンサンブルから確からしい予報を得るアンサンブル予報が解決策の一つとして考えられる. そこで本研

究では, アンサンブル情報の有効活用に関しても検討を行った.

### 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, その後も六甲山から次々と積乱雲が発生することによりメソ対流系が形成した(図1). アンサンブル予測に関しては, 2017年7月九州北部豪雨を対象とする.

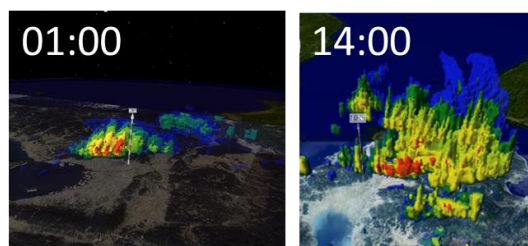


図1 レーダー反射強度の3次元分布(左:2012年京都亀岡豪雨, 右:2017年九州北部豪雨)

### 3. 同化システム設定

大気モデルCReSSを用い, 同化手法として局所アンサンブル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-LETKFを用いた. 水平解像度を1km, 鉛直方向には平均的に250mとしている. 初期アンサンブル摂動生成手法は, BGM法を用いて40メンバー作成した. メソ対流系発生初期の00:30-00:55の期間に5分毎に同化を行った. 観測値は融解層下端以下の高度で  $V_r$ ,  $Z_{HH}$  を同化した実験(以降,

EXP\_RAIN と表記する)と、融解層下端以下の高度で  $V_r$ ,  $Z_{HH}$ , 融解層高度以上で  $q_r$  と固相降水粒子混合比を同化した実験(以降, EXP\_ALL と表記する。)を行った。

#### 4. 同化実験

融解層高度の降水粒子も同化した EXP\_ALL では、降水粒子の増加と共に強い上昇流・下降流が表現され、積乱雲が時間とともに発達した。予測開始から 25 分後の 1:20 においても高度 7km 付近まで固相降水粒子が存在しており、この後も固相から液相に相変化しながら北東進した(図 2)。融解層高度以上の降水粒子を同化することにより強い降雨強度が持続し、1 時間積算雨量においても増加していることが確認できた(図 3)。

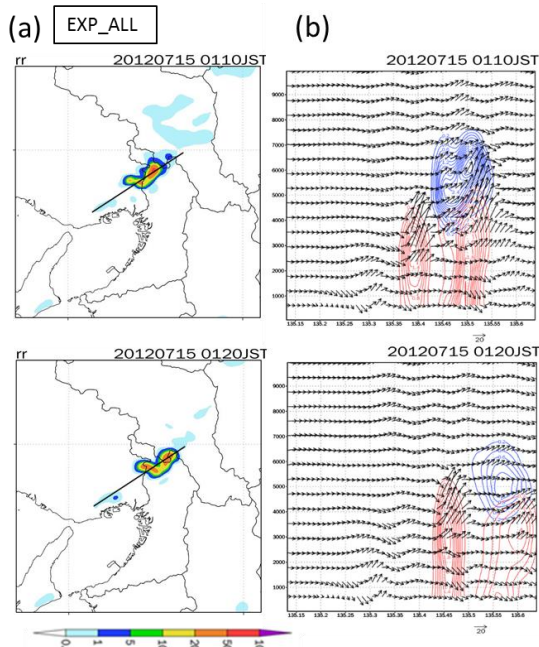


図 2 予測期間の (a) 地上降水量と (b) 鉛直断面図

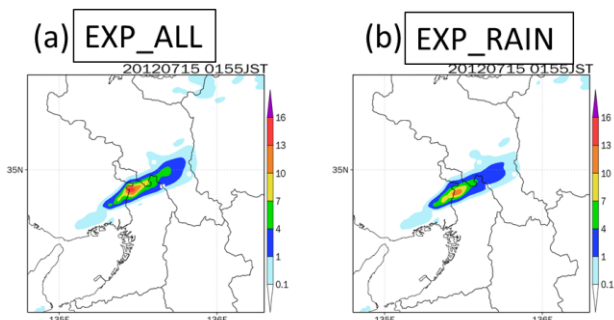


図 3 予測期間の積算降水量  
(a)EXP\_ML, (b)EXP\_RAIN

#### 5. アンサンブル予測

平成 29 年 7 月九州北部豪雨も対象としてアンサンブル予測を行った。朝倉地域における大雨の「見逃し」を軽減という考えのもと、豪雨が降り続い

た期間である 12:30 から 15:00 までをアンサンブル予測を 30 メンバーで行った。アンサンブルメンバーの中には福岡県朝倉市の豪雨が予測できていたメンバーや熊本県北部に豪雨を予測していたメンバーがあった(図 4)。

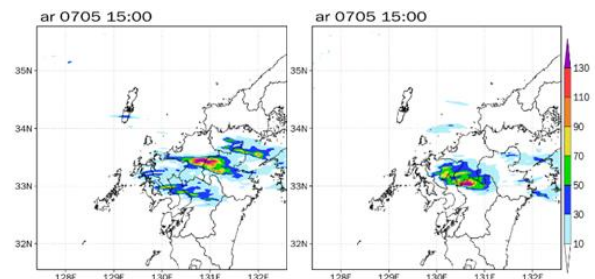


図 4 2 時間 30 分 (12:30~15:00) 積算降水量

朝倉に豪雨が予測できていたメンバーでは下層で脊振山地を迂回するように風がぶつかり脊振山地東側で収束域ができていた(図 5)。熊本県北部に豪雨を予測したメンバーでは有明海から流入する風と佐賀市から流入する風がぶつかり熊本県北部で収束域ができていたことがわかった(図 6)。

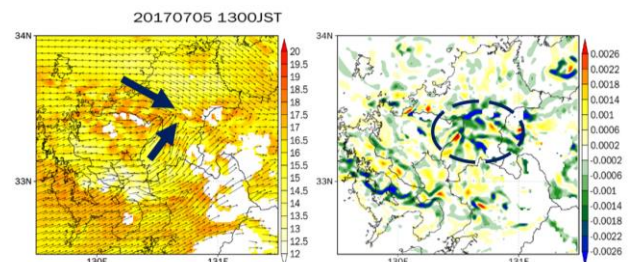


図 5 5 日 13 時の 750m 高度における水蒸気混合比と水平風および収束発散(発散を正值で示す。)

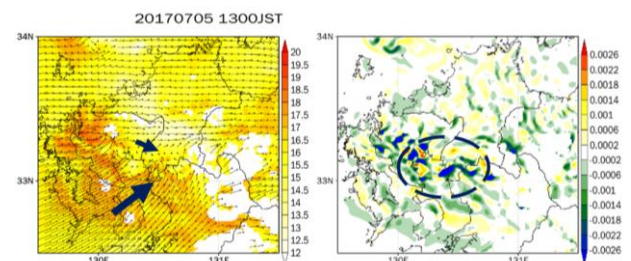


図 6 5 日 13 時の 750m 高度における水蒸気混合比と水平風および収束発散(発散を正值で示す。)

#### 参考文献

- 1) 中北英一ら：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. 361-366，2009。
- 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アンサンブル同化，京都大学防災研究所年報，第 56 号 B，pp. 369-377，2013。