

積乱雲発達初期の雲情報データ同化によるゲリラ豪雨予測
Prediction of Guerrilla Heavy Rainfall by Assimilation of
Cloud Data at Early Stage of Cumulonimbus Development

山口 弘誠・○上嶋 一樹・堀池 洋祐・中北 英一

Kosei YAMAGUCHI, ○Kazuki UESHIMA, Yosuke HORIIKE, Eiichi NAKAKITA

Various scales exist in heavy rainfall. As the growing process of a cumulonimbus cloud is very short, guerrilla heavy rainfall is difficult to accurately predict in advance. In this study, we aim to improve the accuracy of prediction by using data assimilation of observation data from multi-sensors including Himawari-8 and Ka-band radar. We assimilate cloud information at the early stage of cumulonimbus development before precipitation particles can be formed in order to reproduce the environmental field and trigger, and aim for improvement of prediction accuracy of rainfall. Therefore, we calculate the relative humidity (rh) from Himawari-8 and for the environmental field and the cloud water mixing ratio (q_c) from the Ka-band radar for the trigger. Assimilation of rh (DA.rh) increased the reproducibility of environmental field in several members. In addition to this experiment, we verify the effect of assimilation of q_c and aim to improve the accuracy of guerrilla heavy rainfall prediction.

1. はじめに

近年, 集中豪雨などによる災害が拡大しており, 豪雨には, 様々なスケールが存在する. その中でも, 極めて小さな時間, 空間スケールで発生・発達する豪雨を局地的豪雨と呼び, 特に人命に関わる局地的豪雨はゲリラ豪雨と表現される.

このような豪雨災害に対して, 短時間予測精度向上に関する研究が着実に進んできている. 特に, 観測値のデータ同化を用いた予測モデルの初期値精度向上が極めて有効な手段である. 近年, ひまわり 8 号の雲情報を用いた同化実験が行われている. 大塚ら(2018)はひまわり 8 号最適雲解析(OCA)を用いて, 擬似相対湿度データを作成し, 同化実験を行い, 大規模な降雨の場に対する影響を評価した. 一方, 雲情報を観測できる Ka バンドレーダーの研究も進められている. 本研究では, 降水の形成以前の積乱雲発達初期段階の雲情報を用いてデータ同化を行う. そして, ゲリラ豪雨の発生する環境場・トリガーの再現性の向上を目指す. そこで, 環境場の再現に向けて, ひまわり 8 号の輝度温度データから, 擬似湿度データを作成する. また, トリガーの再現に向けて, Ka バンドレーダーの反射強度から, 雲水混合比 q_c データを作成する. このゲリラ豪雨の発達初期段階の雲情報を用いて, 今まででは予測が困難であったゲリラ豪雨に対して, 降水予測精度向上を目指す.

2. 同化実験

(1)対象事例

2018 年 8 月 19 日に神戸周辺で発生したゲリラ豪雨事例を対象とする. 8:27 頃から弱い降雨が確認され, その後急速に発達し, 15 分後には 50mm/hr 以上の降雨強度が確認された.

(2)実験設定

同化実験には, Yamaguchi and Nakakita (2008) の構築した雲解像データ同化システムを用いる. 雲解像モデル CReSS にデータ同化手法 LETKF (Local Ensemble Transform Kalman Filter) を組み込んだ雲解像データ同化システムの一つである. 水平解像度は 1km, 鉛直解像度は平均 250m, 初期アンサンブル摂動はガウス分布を用いて東西風 u , 南北風 w , 温位 θ , 水蒸気混合比 q_v に対して誤差を与え 31 メンバーを用いた



図1 今回の同化実験の対象と概念図

(3)同化する観測値について

ひまわり 8 号の赤外チャンネル(B13)の輝度温度 T_B と気象庁が作成した高分解能雲情報の雲頂高度の関係式を作成する. その関係式と T_B を用いて雲頂高度を算出する. モデルから LCL をオフラインで算出し, 雲低高度を算出する. これらから, 雲の存在領域を推定し, その領域の rh を 90% として観測値を作成する.

Ka バンドレーダーの反射強度と, Khain et al.(2008)が作成した Z-LWC の関係式を用いて, qc を算出する(図 2). 観測値の同化期間としては, 図 3 に示す. 同化の時間間隔はそれぞれ観測機器に依存しており, rh は 2.5 分・ qc は 5 分間隔とする

3. 同化実験

同化期間の rh 同化(DA.rh)と同化なし(noDA)の降雨強度のアンサンブル平均を図 4 に示す. DA(rh)は, 実際の降雨強度のピークが発生する場所の降雨強度が強められた. また, 同化期間において, 降雨があまり発生していないメンバーや強い降雨が発生しているメンバーが存在していた.

予測期間内において, アンサンブルメンバーの降雨強度の比較を行った. 図 5 に示すように, noDA13 と比較して DA(rh)13 では, 降雨強度が強められ, また積乱雲が複数発生している. このことから積乱雲が発生しやすい環境場が形成されているメンバーの存在が確認された. また降雨強度も、20~50mm/hr 程度であり, 再現性が向上していると考えられる. 一方で, 積乱雲が発生するも降雨強度が 10mm/hr のメンバーや過剰に降雨を発生させるメンバーも存在した.

さらに, qc を用いた同化実験も行い, qc 同化を組み合わせることによる影響の検証を行う.

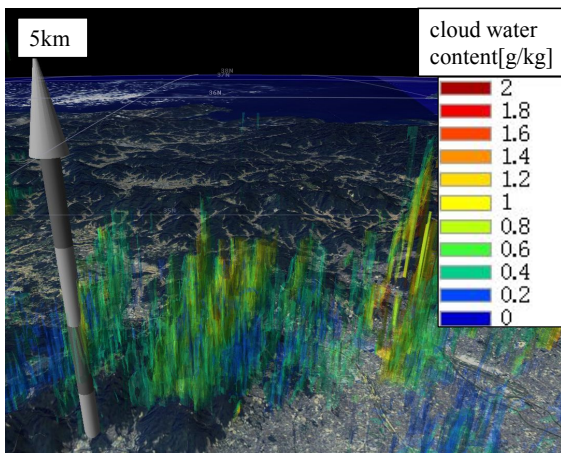


図 2 Ka バンドレーダーから算出した 8:30 における雲水混合比 qc [g/kg]

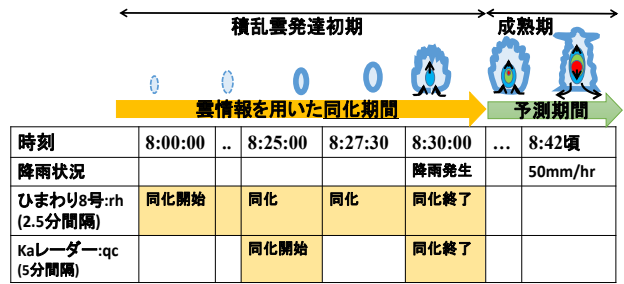


図 3 今回の同化実験における時間軸と 同化期間を示した図

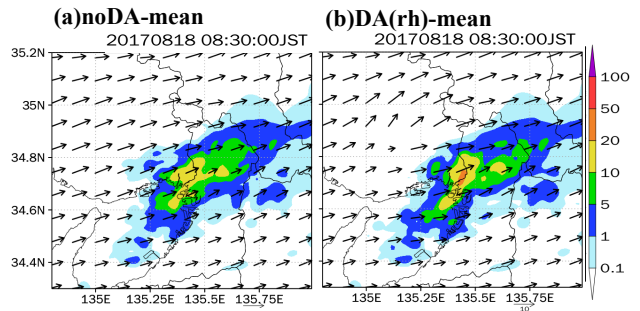


図 4 同化期間の地上降雨強度アンサンブル平均 (a) noDA-mean (b) Da (rh) -mean

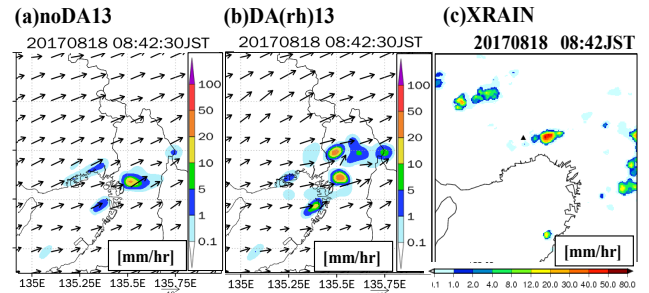


図 5 予測期間におけるモデルの降雨強度 (a) noDA13 (b) Da (rh) 13 と (c) レーダー (XRAIN)

参考文献

1. 大塚道子ら(2018):ひまわり 8 号最適雲解析プロダクトの同化実験, 日本気象学会 2018 年春季大会講演予稿集
2. Yamaguchi et al.: Ensemble Kalman filter assimilation of Doppler radar data using the cloud-resolving non-hydrostatic model with an aim to introduce polarimetric radar data assimilation, Proc. of 7th International Symposium on Weather Radar and Hydrology, 3 pp, 2018.
3. Khain, et al.: Combined observational and model investigations of the Z-LWC relationship in stratocumulus clouds, Journal of Applied Meteorology and Climatology, 47 (2), 591-606, 2008.