

2022年6月19日の東シナ海集中観測の領域アンサンブル同化実験
Mesoscale ensemble assimilation of dense upper observations over East China Sea on 19 June
2022

○中下早織・榎本 剛
○Saori NAKASHITA, Takeshi ENOMOTO

We conducted mesoscale ensemble data assimilation experiments using a nested regional atmospheric model to investigate the multi-scale uncertainty associated with mesoscale convective systems (MCSs) in the Baiu frontal zone (BFZ). These MCSs were successfully observed on 19 June 2022 by hourly radiosondes from three research vessels during a field campaign in the East China Sea. Our experiments indicate that the predictability of the MCS on the BFZ depends on its development mechanisms. The assimilation of the intensive observations has a significant impact on the steep frontal structure to improve the representation of the first MCS characterized by deep moist unstable layer. In contrast to the first MCS, the second MCS that developed over the warm boundary layer on the Kuroshio is not reproduced well because of the underestimation of heat supply from the warm ocean. A proper consideration of the uncertainties in both atmosphere and ocean is required for the representation of the predictability of the MCS.

1. はじめに

梅雨前線帯で発達するメソ対流系 (MCS) は局地的な豪雨をもたらすため、その予測精度の向上が求められる。東シナ海上の MCS は自由対流圏での水蒸気収束による湿潤不安定成層の維持^[1]や、黒潮からの蒸発による境界層内の不安定化^[2]が発達要因として知られているが、MCS の発生・発達予測と発達要因との関係は明らかでない。

本研究では、2022年6月19日に行われた長崎丸 (長崎大)・かごしま丸 (鹿児島大)・勢水丸 (三重大) による東シナ海集中観測で捉えられた MCS を対象に領域アンサンブル実験を行い、MCS の予測可能性に対する発達要因の影響を調べる。本発表では、集中観測が MCS の再現性に与える影響を領域アンサンブル同化実験で明らかにする。

2. 実験設定

本研究では予報モデルとして NCEP で開発された領域スペクトルモデル (RSM) ^[3]を、同化手法に最尤法アンサンブルフィルタ (MLEF) ^[4]を用いた領域アンサンブル同化システムを構築した。RSM は全球または比較的粗い解像度の領域モデルの予報を基本場として、基本場からのずれの時間発展を計算する摂動法を用いており、親モデル

が持つラージスケールの構造を保つことができるため、梅雨前線帯のような階層構造を持つ現象のシミュレーションに適している。MLEF はアンサンブル変分法的一种であり、日々の大気の流れに依存する予報誤差の変動を解析に取り入れることができる。本研究では水平解像度 27, 9, 3 km (D1-3) の3段階のネスティングを行う。D1 の基本場は GFS の予報値 (水平解像度 0.25 度) から取得する。D1 は基本場を与える GFS と水平解像度が同等であり、GFS の方が本研究よりも多くの観測を利用しているため D1 では同化を行わず、成長モード育成法^[5]でアンサンブル摂動を生成する。

同化する観測は NCEP PREPBUFR に格納されている従来型観測のうち、地上定点観測 (地表気圧)、船舶・ブイ (地表気圧、東西・南北風速)、高層観測 (東西・南北風速、気温、比湿) を利用する。3 隻による集中観測は高層観測として PREPBUFR に格納されている。同化サイクルは D2 で 18 日 0000 UTC、D3 で 18 日 2100 UTC に開始し、集中観測が開始する 19 日 0000 UTC まで 3 時間毎のサイクルで同化を実施する。19 日 0000 UTC から 20 日 0300 UTC (集中観測は 0200 UTC に終了) までは観測周期に合わせて 1 時間毎のサイクルに変更し、上述した全ての観測を同化するコントロール

実験 (CNTL) と 3 隻による集中観測を取り除いた実験 (NOSHIP) を行なう。結果では 19 日 0000 UTC 以降の 2 つの実験の比較に着目する。なお、観測の同化による更新は陸面の予測値及び海面水温には適用しない。特に CNTL と NOSHIP が用いる海面水温 (GFS の 19 日 0000 UTC の解析値から取得) は、観測に対して低温バイアスを持っていた (Fig. 1)。

3. 結果

Figure 2 に観測域での降水量の時系列を示す。気象庁合成レーダーでは集中観測期間に 2 回の降水ピーク (19 日 0400 UTC と 1900 UTC) が捉えられている。最初のピークは観測域を通過したメソ低気圧に伴う MCS によるものであり、2 つ目のピークは観測域の南側で断続的に発生した対流セルが集まって発達した MCS に起因する。最初のピークに関しては、0300 UTC まで CNTL と NOSHIP はどちらも降水量を過小評価している。CNTL は 0400 UTC に摂動なしランとメンバーの降水量がともに急増し、0500 UTC 以降は多くのメンバーが合成レーダーに近い降水量を再現している。一方 NOSHIP では全体的に過小評価傾向が続いている。これは、集中観測が最初のメソ低気圧に伴う MCS の予測精度の改善に寄与していることを示している。2 つ目のピークに関しては、CNTL と NOSHIP はともに強い降水を捉えられていない。NOSHIP では 2100-2300 UTC に降水量の増加が見られるが、

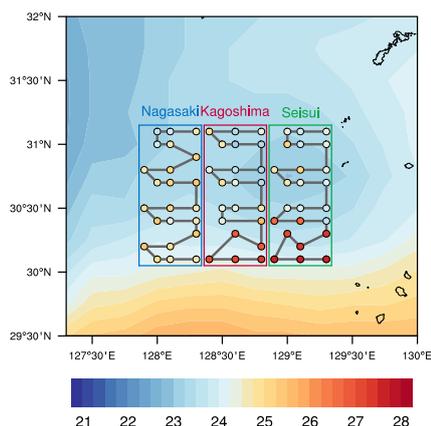


Fig. 1 Sea surface temperature (SST, °C) prescribed in assimilation experiments and observations (circles) by the three vessels (blue: Nagasaki-maru, red: Kagoshima-maru, green: Seisui-maru). Gray lines show the ship tracks.

これは実際には存在しなかったメソ低気圧が発達したためであり、1900 UTC の降水ピークとは対応しない。すなわち CNTL と NOSHIP はともに 2 つの MCS を再現できず、2 つの MCS に対する集中観測の効果の現れ方に違いがあることがわかる。現場観測との比較から、この違いは 2 つの MCS の発達メカニズムが異なるためであることがわかった。さらに発表では、最初の MCS の予測精度向上に寄与した環境場の特徴についても紹介する。

謝辞

NCEP RSM は Hann-Ming Henry Juang 博士より提供していただいた。本研究は科研費 22KJ1966、19H05698、19H05605、21K03662 の助成を受けた。

参考文献

- [1] Tsuji, H. et al., 2021: *Geophys. Res. Lett.*, **48**, e2021GL095030, doi:10.1029/2021GL095030.
- [2] Kunoki, S. et al., 2015: *J. Geophys. Res.: Atmos.*, **120**, 449–463.
- [3] Juang, H.-M., H. 2000: *Mon. Wea. Rev.*, **128**, 2329–2362.
- [4] Zupanski, M., 2005: *Mon. Wea. Rev.*, **133**, 1710–1726.
- [5] Toth, Z. and E. Kalnay, 1997: *J. Atmos. Sci.*, **52**, 1434–1456.

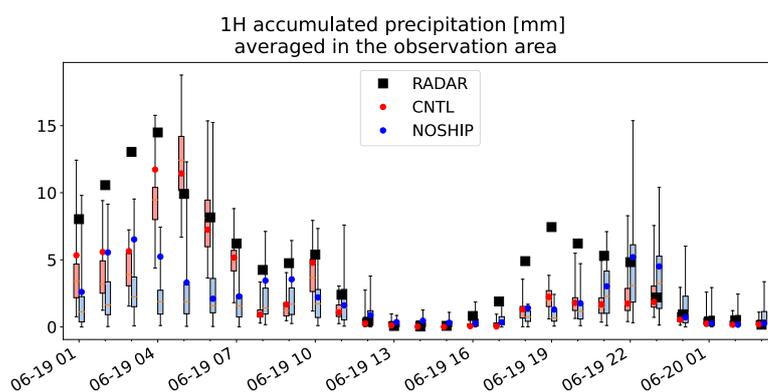


Fig. 2 Boxplots of 1-h accumulated precipitation (mm) averaged in the observation area. The horizontal axis indicates the valid date. Red (Blue) markers and boxes represent the CNTL (NOSHIP) unperturbed analysis and members in D3. Black rectangles show the JMA radar composite. Whiskers extend from the smallest to the largest values.