第II部門

ひまわり8号及びKaバンドレーダー観測を想定した雲情報のデータ同化によるゲリラ豪雨予測実験

京都大学大学院工学研究科 学生会員 ○上嶋 一樹
京都大学防災研究所 正会員 山口 弘誠
京都大学防災研究所 正会員 中北 英一

1．はじめに

豪雨には様々な空間的・時間的スケールが存在し，極めて小さな空間的・時間的スケールで発生・発達する豪雨は局地的豪雨(いわゆるゲリラ豪雨)と呼ばれる．

ゲリラ豪雨を含むストームスケールのデータ同化による短時間予測精度向上に関する研究も着実に進んできている．しかし，急速に発達するゲリラ豪雨事例などでは，予測が遅れてしまうことがある．そこで，積乱雲発達期の雲の情報を得られるマルチセンサーの利用が考えられている．ひまわり8号は従来よりも高空間解像度・高時間分解能となり，Kaバンドレーダーは感度が高く，雲や霧の観測が可能であり，これらを用いることによって予測精度を向上することが期待されている．

本研究では，実際の観測値を用いる前に理想実験の枠組で積乱雲発達初期の雲の情報を同化することにより，ゲリラ豪雨の発達期や成熟期の予測精度に対してどのような影響があるのかということを明らかにしていく．

2．同化実験

(1) 対象事例

2016年8月19日に名護市周辺で発生した大気不安定によるゲリラ豪雨事例を対象とする．12:10頃から弱い降雨が確認され，その後急速に発達していき，12:40には50mmhr^{-1}以上の降雨強度が観測された．

(2) 同化システム設定

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CReSS-LETKF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500m，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誤差を与え31メンバーを作成した．上空に雲水混合比 q_c が確認された時刻から，弱い降雨が開始された時刻までの15分間を2.5分間隔で同化した．

(3) 理想実験

同化による影響を観測システムシミュレーション(OSSE)で評価する．CReSSを用いて真の大気場を作成し，それに対して異なる初期値から予測を行う．真の大気場から擬似観測値を作成し，それらをデータ同化し，影響を評価する．本実験においてはひまわり8号観測を想定して雲頂温度(Could Top Temperature :CTT)を，Kaバンドレーダー観測を想定して雲水混合比 q_c を擬似観測値として作成した．CTTの擬似観測値の作成方法はKerr et al.(2014)を参考に作成し，雲頂部の温位 θ をCTTとした．以下においては真の大気場をケースtrue，同化なし予測をケースnoDA，CTTのみ同化をケースCTT，q_c のみ同化をケース q_c，CTTと q_c を同化したものをケースCTT.q_c と実験ケース名で各実験を示す．

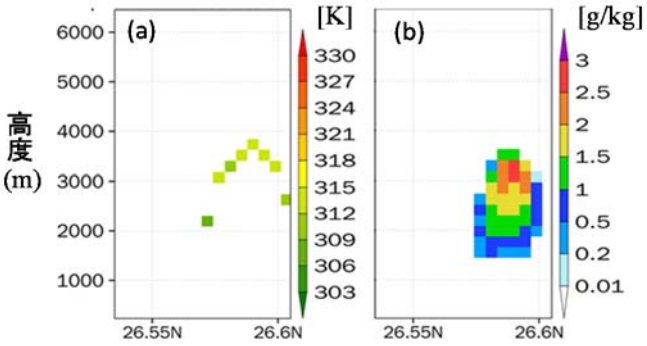

図-1 作成した擬似観測値(a)温位 θ，(b)雲水混合比 q_c

3．結果と考察

本事例は不安定な大気場であったため，誤差を与えたメンバーは広範囲において降雨をもたらしたため，誤差を与えていない予測のメンバーであるコントロールランに対して詳細な解析を行った．予測誤差が大きくなったが，同化の計算の妥当性は確認した．ただし観測値の影響がより反映されるということに注意して解析を行った．図-2に各ケースにおける地上降雨強度の最大値の時系列を表した図を示す．

キーワード ゲリラ豪雨，ひまわり8号，Kaバンドレーダー，データ同化，雲情報
連絡先 〒611－0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所中北研究室 TEL0774-38-4265

ケース CTT では降雨強度の増加が不十分であったと考えられるが，降雨開始の再現性が向上した．CTT の同化によって雲頂部における性質を再現でき，その結果積乱雲発達初期の性質の再現性が向上した．しかし成熟期においては雲頂部の性質は再現できたが，中心部の性質，特に温位の再現性が低かった．

ケース q_c とケース CTT. q_c において，ケース true で降雨が発生した時刻以前から降雨が発生してしまったものの，ケース true で降雨が発生した時刻以降はケース CTT よりも強い降雨を発生させた．これは q_c の同化によって q_c や雨水混合比 q_r だけでなく，中心部の温位が増加したからであった．

ケース CTT. q_c とケース q_c を比較すると降雨強度の増加量に差が発生した．これは q_c の同化によって雲の中心部の性質の再現性は向上したが，雲頂部などにおいては再現できなかったが，CTT と q_c の両方を同化することによって雲頂部の性質も、中心部の性質もともに再現され，ケース CTT. q_c の降雨強度の最大値がケース true と同程度まで増加したと考えられる．

４．結論

CTT を同化したことによって雲頂部における温位が減少し上昇流が発生するという関係性を再現でき，また q_c を同化したことによって積乱雲の中心部で凝結が発生して温位が上昇し同時に上昇流が発生していることを再現することができた．さらに CTT と q_c の両者を同化した実験ではお互いの良い面が反映されて，上述したように降雨強度の再現性が高くなることを示した．

このように降雨よりも前の積乱雲発達初期段階における雲の情報を同化することによって予測精度が向上したということが示されたので，アンサンブル情報を用いて詳細なメカニズムの解析も進める．今後の課題としては本研究で明らかにしたことを実際の観測値を用いてデータ同化実験を行い，ゲリラ豪雨予測精度の向上をはかる．特に，放射計算といった効果的な観測演算子の構成が大きな課題である．

（参考文献）

Yamaguchi, K. et al, (2008): 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., 2008.

Christopher A. Kerr et al. (2014): Assimilation of Cloud-Top Temperature and Radar Observations of an Idealized Splitting Supercell Using an Observing System Simulation Experiment , Monthly Weather Review. April 2015, Vol. 143, No.4,pp.1018-1034,2014

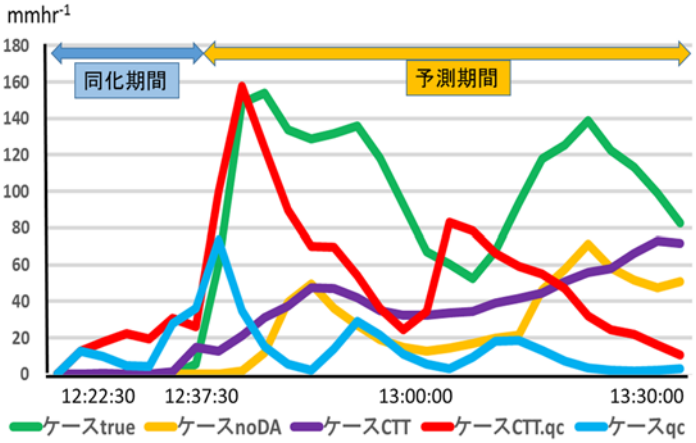

図-2 各ケースの地上降雨強度の最大値を示した図

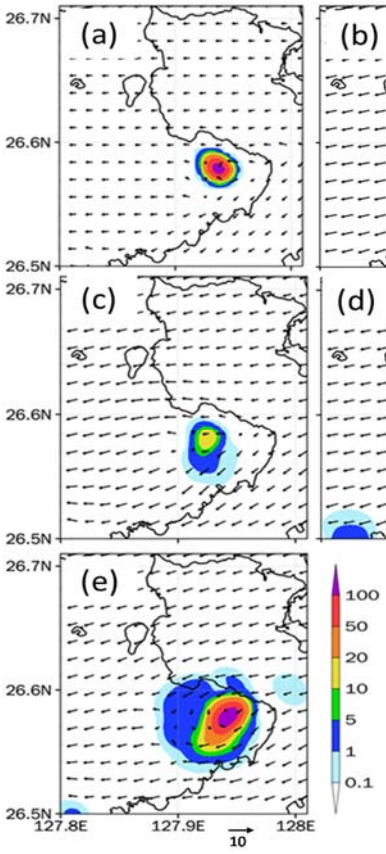

図-3　各ケースにおける降雨のピーク時地上降雨強度 [mm/hr]と高度 1500m における水平風 [m/s]の図 (a)ケース true，(b)ケース noDA，(c)ケース CTT，(d)ケース q_c，(e)ケース CTT.q