Meteorological Society of Japan

B155

衛星搭載マイクロ波放射計による降水リモートセンシングへの適用に向けた雲解像モデルの降水粒子予測特性の検証と改善の検討

*永戸久喜，青梨和正（気象研）

1. はじめに

雲解像モデル（CRM）は高い時間・空間分解能で降水粒子を直接予報し，雲・降水に関して観測では得られない情報を提供できることから，TRMM や GPM などの衛星搭載マイクロ波放射計（MWR）観測データによる降水リモートセンシングに対して有用であると考えられる．ただし，そのためにはCRM の降水粒子の予測特性について様々な観測データを用いて検証し，バイアスなどを把握した上でそれらを軽減するための調整や改善を行う必要がある．ここでは，2004 年 6 月の沖縄梅雨集中観測中に発生したメソ降水系の事例をもとに，JST/CREST「衛星による高精度高分解能全球降水マップの作成」において行ってきた，CRM の降水粒子予測特性の検証とそれによって明らかになったCRM のバイアスおよびそれを軽減するための試みについて報告する．

2. 観測データによるNHM の検証

2004年6月8日に沖縄付近で観測された梅雨前線帯に伴う線状降水系について，MWR の一つである AMSR-E や NICT 沖縄偏波降雨レーダ（COBRA）観測データと，CRM の一つである気象庁非静力学モデル（JMA-NHM;以降 NHM という）の予報結果との比較を行った．NHM は水平解像度を 2km とし，雲物理過程は 5 つの雲・降水粒子（雲水・雨・雲氷・雪・あられ）の混合比と固体降水粒子の数濃度を予報する 2 変数バルクスキームを用いた．

NHM は地上降水量や降水パターンなど観測された線状降水系の特徴をよく再現した．そこで，NHM の予報値から見積もられたレーダ反射強度から計算した高度別確率密度分布（CFAD; 図 1b）を COBRA 観測（図 1a）と比較した．高い確率密度の領域が融解層（本事例では高度約 5km）以下ではほぼ一様で，融解層より上空では高度とともに減少するなど鉛直プロファイルに見られる特徴はよく一致しており，特に液体降水層では分布する反射強度の値もよく一致している．しかしながら，固体降水層においては NHM の方が過大評価気味となっていることがわかる．また，AMSR-E 観測との比較によると，液体降水粒子による吸収の指標となる 18GHz 輝度温度ではよく一致していたものの，固体降水粒子による散乱の強さの指標となる 89GHz 輝度温度の比較において，NHM で見積もられた値が観測と比べて低温を示した（図略）．これらの結果は，NHM が固体降水粒子の粒径を過大評価する傾向があることを示し，更に予報された各固体降水粒子について調べたところ，NHM が雪の粒径を過大評価していることがわかった．この傾向は，梅雨期の他の降水系の事例や冬季日本海上の降雪系の事例でも見られた．

3. NHM のバイアス軽減に向けた検討

NHM に見られた雪の粒径の過大評価の軽減を図るために，雲物理過程においてそれに寄与すると思われる各効果について以下の感度実験を行い，そのインパクトを調べた．①標準実験（CTL），②氷晶発生数を抑制した実験（IN），③雪の落下速度を速くした実験（FVS），④雪が雲水を補足した際にあられに変換される割合を増やした実験（PSACW），⑤実験 FVS と PSACW の両方の効果を加えた実験（FVS & PSACW）．

結果は，何れの感度実験においても CTL より雪の混合比を減らす効果があった（図 2a）．一方，数濃度は IN で上層ほど数濃度が大きく減少し高さ方向にほぼ一様な分布となったが，その他は FVS で上層の数濃度が若干減少したもの CTL から大きい変化は見られなかった（図 2b）．この結果を受けて雪の平均粒径（図 3a）を比較すると，IN では CTL より混合比は小さくなっていたにもかかわらず粒径が大きくなっていた．これは氷晶の発生を抑制した効果で雪の数濃度が減少し，昇華成長が抑制されたことで混合比の増加が抑えられた一方，数濃度の減少によって粒径が過大評価されてしまったためと考えられる．その他の FVS および PSACW では，数濃度は CTL と比べて大きく変化させずに混合比を減らすことによって何れも粒径を小さく評価しており，それらの効果を加えた FVS & PSACW では粒径が最も小さく見積もられていた．そこで，FVS & PSACW についてレーダ反射強度 CFAD を作成した（図 3b）ところ，CTL（図 1b）と比べて融解層上空の固体降水層における高い確率密度の領域が弱い反射強度の領域にシフトし，バイアスが軽減された．また，FVS & PSACW 実験の結果から 89GHz 輝度温度を見積もったところ，低温バイアスが軽減されてより観測に近い輝度温度分布となっていたこともわかった（図略）．

4. まとめと課題

MWR 観測データやレーダ観測データとの比較により 2 変数バルクスキームを用いた NHM の降水粒子予測特性の検証を行ったところ，NHM は雪の粒径を過大評価する傾向があることが分った．感度実験を行った結果，NHM の雲物理過程（雪の落下速度・雪が雲水を補足した際にあられに変換される割合）の調整がこのバイアスを軽減させるのに有効であることが確認された．

今後も各季節毎の多くの事例について TRMM などの衛星観測データや航空機観測データなど雲・降水に関する種々の観測データとの比較・検証を行い，今回示された結果の一般性を確認すると共に，NHM 予報のバイアスを軽減するための雲物理過程の調整や高度化を引き続き進めて行く必要がある．

謝辞 本研究は，主に科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（JST/CREST）の支援により実施された．COBRA データは CREST-GSMaP 地上レーダ班（岩波越・中川勝弘・花土弘・北村康司・出世ゆかり（敬称略））各位よりご提供頂いた．

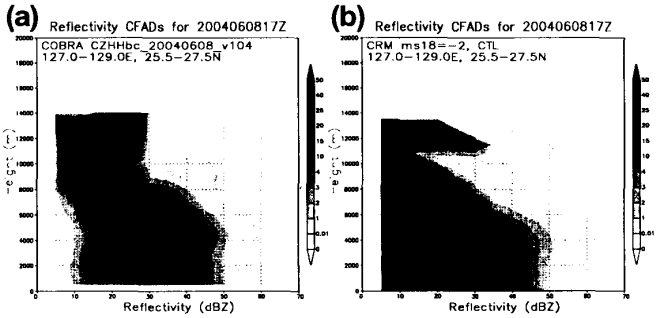

図 1：レーダ反射強度の確率密度分布の高度断面図(CFAD).単位は%．(a) 2004 年 6 月 8 日 17UTC の COBRA 観測データ，(b) 同時刻の NHM 予報値（CTL）を用いてそれぞれ作成した．

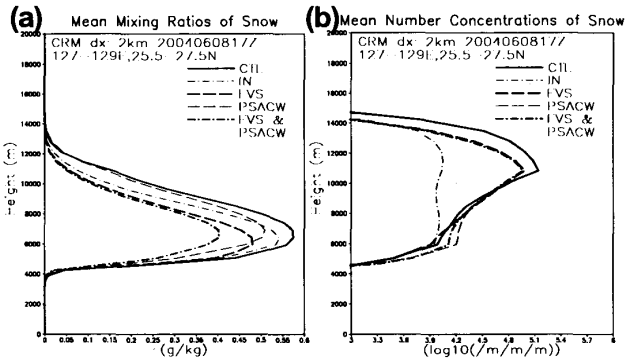

図2:NHM の各実験によって得られた図 1 と同時刻の領域平均値(127-129E, 25.5-27.5N）の鉛直分布．(a) 雪の混合比，(b) 雪の数濃度をそれぞれ示す．太実線は CTL 実験，細一点鎖線は IN 実験，太破線は FVS 実験，細破線は PSACW 実験，太一点鎖線は FVS&PSACW 実験の結果をそれぞれ示す（各実験の概要については本文参照）．

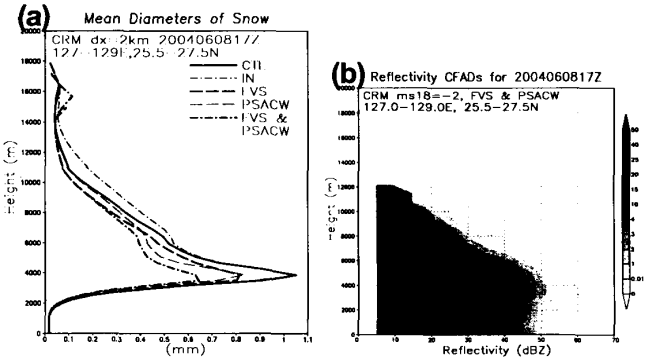

図3:(a) NHM の各実験における融解層上空の雪の平均粒径の領域平均鉛直分布．時刻・平均領域・実験ごとの線種は図 2 と同じ．(b) 図 1 と同じ．ただし NHM の FVS&PSACW 実験によるもの．

NII-Electronic Library Service