

下層雲のパラメタリゼーションスキームの開発 2

～メソスケールモデルへの導入～

*氏家将志・岩崎俊樹・野田暁（東北大院・理）

1. はじめに

気象・気候モデルにおいて下層雲は地球の放射収支やヤマセなどの冷害予測に大きな影響を及ぼすため、その再現は非常に重要である。下層雲は水平・鉛直スケールが小さいために水平解像度が5km程度のメソスケールモデルであってもサブグリッドでの水蒸気輸送や雲の非均一性を考慮しなければならない。下層雲の生成・維持には雲水生成 - 雲放射の相互作用が重要である（長澤 2001 など）。しかし、MRI/NPD-NHMではサブグリッドでの雲を考慮せず、グリッド平均値で飽和したら雲水を発生させ雲量を1としている。そのため雲放射が過剰である。また、全球モデルのような部分雲を考慮しているモデルであっても雲量を相対湿度から診断し、雲水量と別々に計算している場合が多い。これらの場合、本来密接にリンクされるべきである雲水生成と雲放射を正しく考慮しているとは言えない。そこで本研究では野田ら（本予稿）による雲解像実験を基にした下層雲のパラメタリゼーションスキームをメソスケールモデルに導入した。日本の代表的な下層雲であり、東北地方の夏期の気候に大きな影響をおよぼすヤマセ雲について現実大気での再現実験を行った。計算期間は1993年以降の顕著な冷夏となった2003年7月中旬を選んだ。

2. 数値モデル

用いた数値モデルはMRI/NPD-NHMである。水平解像度は25km、5kmと2段ネストを行った。鉛直解像度は40-1120mの可変で与えている。格子数は25km-NHMは72×72×38、5km-NHMは152×152×38である。1段目ネストの初期値、および境界値はGANAL（気象庁全球客観解析）を使い6時間毎にネストしている。2段目ネストでは1段目の結果を3時間毎にネストしている。雲物理はwarm-rainを用い、氷晶は考慮していない。SSTはReynoldsの一週間平均値を用いた。下層雲のパラメタリゼーションスキームに関しては3で詳細を述べる。

3. パラメタリゼーションスキーム

下層雲のパラメタリゼーションスキームは

1) 乱流輸送の改善、2) 放射における雲量の扱い、3) 部分凝結の考慮の3つで構成される。1) に関しては熊谷ら(2003)による混合長の診断方法を使用した。また、Kuo and Schubert(1988)

による雲頂エントレインメント不安定（以下、CTEI）の条件を満たした時に雲頂で鉛直混合が起こるとみなし、拡散をかけるようなスキームを併用した。2), 3) に関しては部分雲を扱える放射スキーム（杉・多田 1988）および野田ら(本予稿)による確率密度関数による部分凝結スキームを導入した。確率密度関数の形は三角形とし、分散を2.5%と一定で扱っている。

4. 2003年のヤマセ雲再現実験

オホーツク海高気圧が停滞し、図1のような下層雲が形成され顕著な低温・寡照となった2003年7月18日を対象にヤマセ雲の再現実験を行った。水平解像度5kmの結果を用いて検証を行った。下層雲のパラメタリゼーションを使用しない場合、図3(上)のように下層の積算雲水量は300g/m²以上の領域が多く、図2の衛星データによる推定値と比較しても過大評価であった。また、雲水がある格子では図4(上)のように雲量が1として扱われるため、図5(左)のように地表面の下向き短波フラックスが約200W/m²と非常に小さい値となった。一方、下層雲のパラメタリゼーションを導入した場合、図3(下)のように300g/m²以上の領域は減少し、全体的に滑らかな分布となった。雲量に関しては日本海側では雲が消滅し、太平洋側ではほとんど雲量が1であった部分が0.8~0.9程度まで減少した部分が現れた。雲量が減少することにより雲頂での過剰な長波放射冷却が抑えられるため、雲水生成 - 雲放射の相互作用を適切に扱える。図5(右)のように地表面の下向き短波放射フラックスは約300W/m²となり、約100W/m²増加した。この事例に関してCTEIの効果は小さかった(not shown)。

5. まとめと今後の課題

MRI/NPD-NHMに下層雲のパラメタリゼーションスキームを導入した結果、ヤマセに伴う下層雲の雲水量と雲量が減少し、衛星による解析結果と近くなった。また、雲量の減少により、地表面短波放射フラックスが増加した。

今後はスキームの各プロセスの影響や1993年のヤマセ雲の再現実験も行う予定である。本発表で使用した確率密度関数の分散は雲解像モデルの結果をもとに定数で与えているためヤマセ以外の下層雲にそのまま適用することはできない。あらゆる下層雲でパラメタリゼーションを使用するためには確率密度関数の分散を決めるパラ

メータを検討する必要がある。

887-916

長澤 2001:東北大学大学院理学研究科 修士論文

熊谷、斉藤 2003 : 第 5 回非静力学モデルに関するワークショップ講演予稿集 38-39pp

杉、多田 1988 : 数値予報課報告別冊 34 2-35pp

野田 他 2004 : 第 6 回非静力学モデルに関するワークショップ講演予稿集

6 . 謝辞

NOAA/AVHRR による積算雲水量のリトリバル解析の結果は東北大学大気海洋変動観測研究センターの浅野正二教授および小嶋正也氏に提供して頂きました。厚くお礼申し上げます。

7 . 参考文献

Kuo and Schubert 1988 : *Q.J.R Meteorol. Soc.* 114

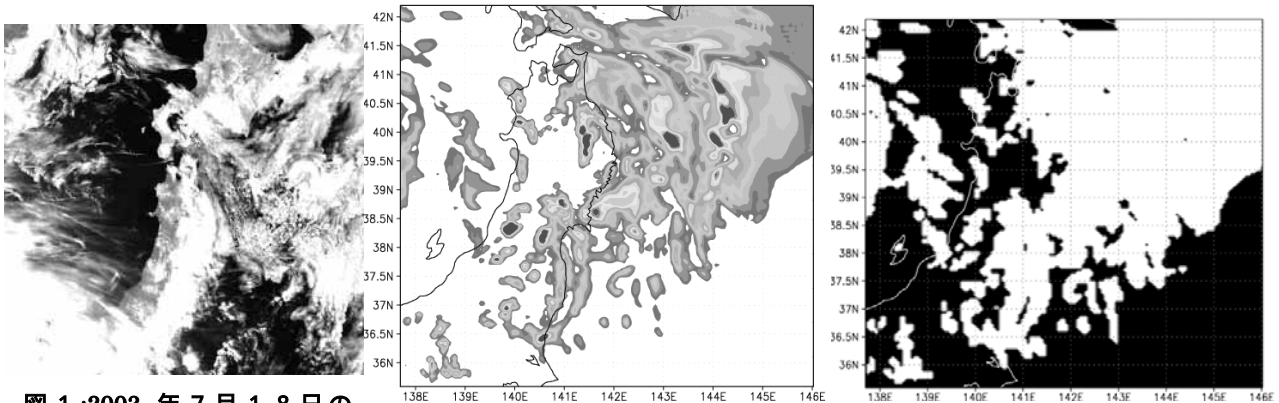


図 1 :2003 年 7 月 1 8 日の NOAA/AVHRR 可視画像

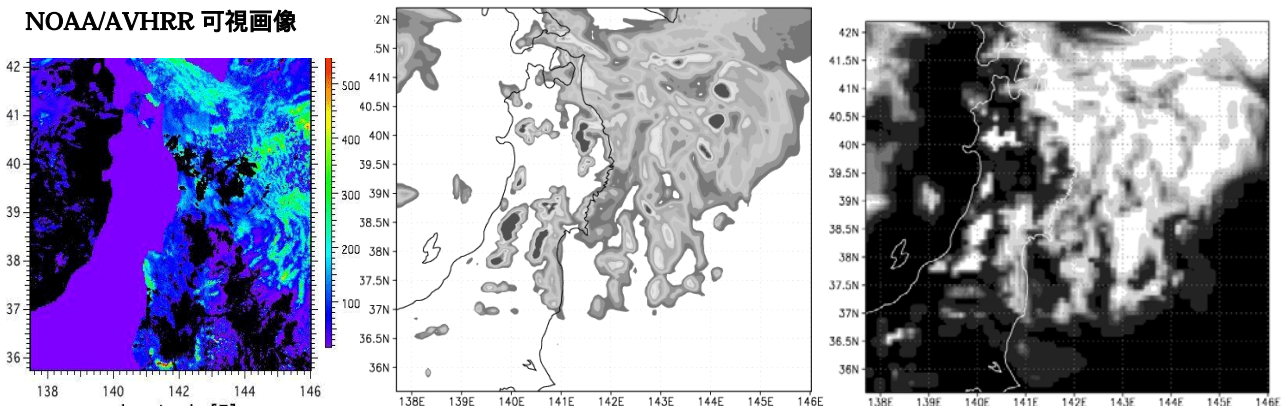


図 2 :NOAA/AVHRR から推定された積算雲水量(g/m²)

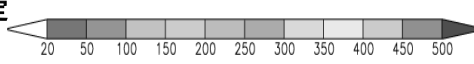


図 3 :2003 年 7 月 18 日 04UTC における地上 2 km までの積算雲水量
上) パラメタリゼーションなし
下) パラメタリゼーション導入



図 4 :2003 年 7 月 18 日 04UTC における地上 2 km までの雲量
上) パラメタリゼーションなし
下) パラメタリゼーション導入

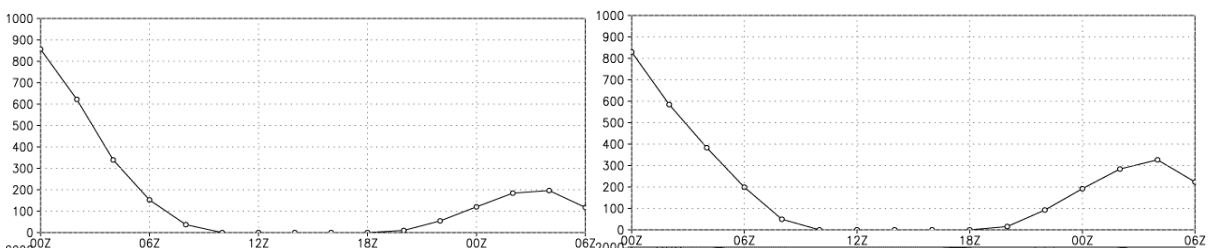


図 5:2003 年 7 月 17 日 04UTC ~ 18 日 06UTC における地表面短波放射フラックスの時系列(W/m²)
左) パラメタリゼーションなし
右) パラメタリゼーション導入

