

現業用非静力学モデルの実験運用について

*藤田司、石田純一、斉藤和雄、山田芳則、熊谷幸浩、大森志郎、長澤亮二、田中小緒里、荒波恒平、原朋憲（気象庁数値予報課）、永戸久喜、加藤輝之（気象研究所予報研究部）

1. はじめに

気象庁では防災気象情報の高度化を目指して、現業静力学モデル(MSM)に代わる、非静力学モデル(NHM)を開発している。ここでは、最近の開発状況と、10km格子で実験運用しているNHMの暖候期における降水予測の精度をMSMと比較して紹介する。

2. NHMの問題点と対処

NHMは気象研究所/数値予報課統一非静力学モデル(MRI/NPD-NHM)をベースに開発されており、降水系の解析や予測に力を発揮してきている。しかし、日々の計算の過程で、格子間隔10kmの予測には様々な問題点があることが分かってきた。以下にいくつかを列挙し、対処を説明する。

・領域平均気圧の保存性

時間積分とともに領域平均気圧が上昇する問題があったが、スプリット・イクスプリシット法において、浮力を密度の摂動から直接計算するようにして改善した(斉藤、本予稿集)。

・対流性降水の予想精度

NHMは湿潤過程としてバルク法の雲物理を含んでいるが、現実的な加熱分布や降水予報のためには、格子間隔10kmの計算では積雲対流パラメタリゼーションの併用が必要である。当初、湿潤対流調節を用いていたが、降水予想の精度の改善を図って、これをKain-Fritsch法に変更した。

・格子スケールの対流の卓越

積雲対流パラメタリゼーションを併用しても、強い格子スケールの対流が生じる場合がある。そこで英国気象局の非静力学統一モデルで用いられているTargeted moisture diffusion(適応水蒸気拡散)を組み込んで格子スケールの対流を抑制することにした。これは上昇流の大きな場所で選択的に2次の拡散を水蒸気に施すものである。

・降水のスピニアップ

現在のメソ4次元変分法解析では、水物質の初期値が得られないため、予報初期に降水が少ないことがこれまでに分かっていた。そのため簡便な手法として、6時間前初期値のNHMの6時間予想における雲物理量を第一推定値とし、メソ解析の初期場に与える方法を開発した。

・地表の気温、露点温度の予想精度

水蒸気の地表面フラックスが多すぎることで、また下層の乱流拡散係数が小さすぎることで原因で地上温度が上がらない、また非常に湿るといった問題があった。これらには、地表面過程の改良(粗度長、バルク係数の計算の変更、気孔抵抗の導入;熊谷ほか2003秋季予稿)とノンローカルの効果を含めた境界層過程の実装(熊谷、本予稿集)によって対処した。

・地表の風の予想精度

乱流拡散係数を見直し、地表風の弱風傾向を改善した。

・乱流エネルギーのスピニアップ、計算不安定

従来の乱流エネルギーを予報する手法では、タイムステップを伸ばした場合に計算モードが卓越しやすく、またスピニアップの問題もあるため、乱流エネルギーを診断することとした(熊谷、本予稿集)。

・強風時の不安定

台風接近による下層強風時に計算不安定を起こすケースがあっ

た。鉛直インプリシット拡散の計算で地表面フラックスの扱いが不完全だった点を修正して解決した。

・300hPa高度での冷却

放射に用いる雲量の診断高度の上限を300hPaとしていたため、300hPa付近で強い冷却を引き起こし、不自然な温度プロファイルと対流を形成していた。そこで上限を100hPaまで引き上げた。なお、下限高度(モデル面第5層)の設定にも問題があると考えられ、調査中である。

3. 実験運用の概要

実験運用中のNHMの仕様をMSMとの対比で表1に示す。

表1 現行MSMと実験運用中のNHMとの仕様の比較

	MSM	NHM
格子間隔	10km	同左
格子数	361 x 289 x 40	同左
予報時間	18時間	同左
初期時刻	00,06,12,18Z	同左
初期値	メソ4次元変分法による解析値	同左、雲物理量をサイクル化
側面境界値	RSMの予報値	同左
基礎方程式	静水圧近似	完全圧縮方程式系
移流項	スペクトル法	4次フラックス形式+移流補正
音波	特になし	スプリット・イクスプリシット
重力波	セミインプリシット	スプリット・イクスプリシット
雲物理過程	なし(大規模凝結)	Qc,Qci,Qr,Qs,Qgを予報
積雲対流	荒川・シューバート+湿潤対流調節	Kain-Fritschスキーム
放射の雲量	Qvから診断	同左
境界層	ノンローカル	ノンローカル性を考慮
地面温度	地中に4層	同左
乱流	レベル2	乱流エネルギーを診断

4. 暖候期の予測精度

図1に2003年6月17日から24日の8日間(32初期値)を対象とした降水予測精度のスコアを示す。20km検証格子で、R/A解析値を実況として、18時間予報を3時間ごとにまとめた全予報時間について評価した。大雑把に、バイアスコアはNHMがMSMよりも1に近く、スレットスコアでは同程度となった。

講演では、その後の改善を取り入れた、暖候期、寒候期の精度についても示す予定である。

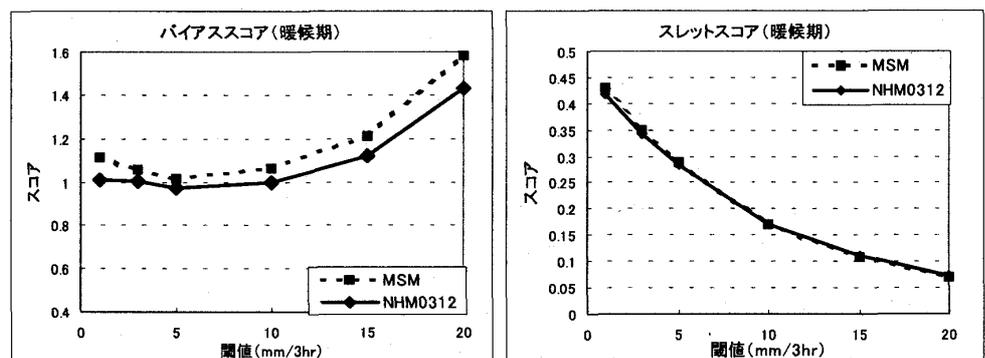


図1 NHM(NHM0312)とMSMの3時間積算降水量についてのバイアスコア(右)とスレットスコア。20km格子に対する18時間予報値すべてとR/A解析雨量を用いた。