

2006年夏季関東域を対象としたNHMによる解像度を変えた比較実験

中村誠臣*、加藤輝之、林修吾（気象研究所）

1. はじめに

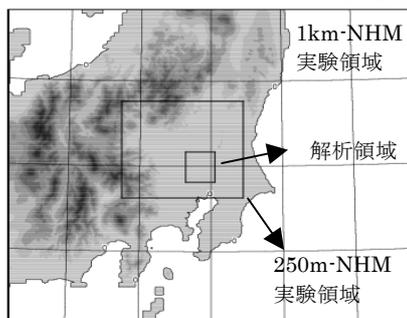
NHMを高解像度化していったとき各種現象がどのように表現されるか、高解像度モデルと粗い解像度のモデルの結果にはどのような違いが見られるか、そして、そのような違いはどのようなプロセスによってもたらされるのか、といったことは興味深い問題である。これらのことを調べることにより、現象を理解したり、モデルの特性や欠点を明らかにして、モデルを改良するための一助とすることもできよう。

そのような問題意識のもと、2006年の7、8月の関東地方を対象として、NHMの解像度を5km、1km、250mと変えて実験を行い、計算結果の解析を行っている。本講演では、これまでに得られている解析結果のうち特徴的なものについて報告する。

2. 実験の方法

実験は、次の手順で行った： 気象庁現業領域解析を初期値、メソ解析を境界値として03(15)JSTを初期時刻として5km-NHMによる15時間予報を実行。その結果から初期値・境界値を作成して、04(16)JSTを初期時刻とする1km-NHMによる14時間予報を実行。続いて、05(17)JSTを初期時刻として、250m-NHMによる13時間予報を実行した。1kmおよび250m-NHMの実験領域を図1に示す。

図1 1kmおよび250m-NHMの実験領域



対流のパラメタリゼーションは、5kmモデルではKain-Fritschを使用。1km、250mモデルでは使用していない。境界層過程については、5kmモデルでは、混合長に非局所混合を考慮し、乱流エネルギーは診断法による。一方、1km、250mモデルでは、混合長は格子サイズにより決め、乱流エネルギーは予報方程式で求めている。

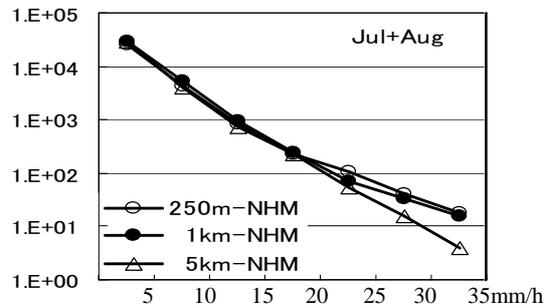
3. 実験の結果

(1) 降水

図2は、250m-NHM実験領域（境界線付近は除く）における強度別（5km格子平均）の降水頻度である。250mと1kmでは殆ど違いが見られ

ないが、5km-NHMは降水強度の大きい方（20mm/h以上）で相対的に頻度が少なくなっている。1km-NHM実験領域での1kmと5km-NHMの比較でも、同様な結果である（図略）。

図2 250m実験領域での強度別降水頻度



(2) 鉛直構造

(a) 境界層

図3は、解析領域内(図1)で各高度毎に水平平均し、かつ、時刻別に8月の月平均をとった水蒸気の混合比(g/kg)の時間鉛直断面図である(横軸は21UTCから08UTCまで1時間毎、縦軸は高度3000mまでを表示)。左図の、250m-NHMと5km-NHMとの1500m付近より下層の違いには、主に、晴天下でのモデル間の境界層の構造の差が反映されていると考えられる。250m-NHMでは、格子スケールの境界層内混合が卓越し、水蒸気の混合がより高いレベルまで効果的に起きている。1km-NHMとの差の図(右図)も同様の特徴を示しているが、こちらでは、ピークが2時間ほど早い02UTC頃に現れ、ピークの高度は正・負とも300mくらい低い位置に見られる。

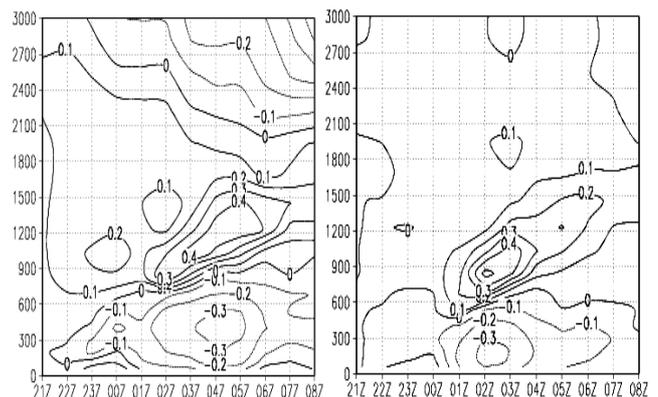


図3 解析領域内での水蒸気の混合比(g/kg)の8月月平均鉛直分布。250m-NHMと5km(左)、1km-NHM(右)の差。

250m-NHMと1km-NHMの違いが生じている原因を見るため、8月3日を対象とした両モデルの結果を図4に示した。図は、解析領域をひとつの格子と考え、その中でのモデル格子点の表現を

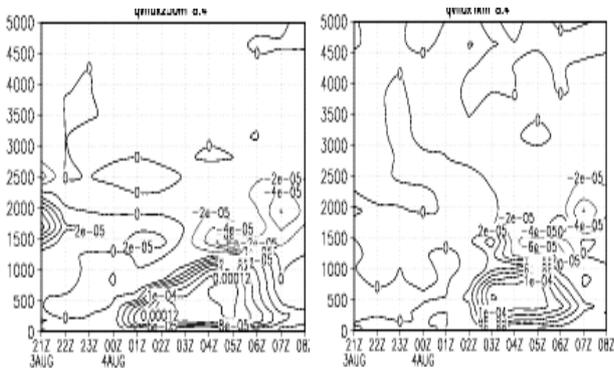


図4 250m-NHM(左)と1km-NHM(右)での、解析領域内平均の鉛直水蒸気フラックス(kgm/kg)。8月3日の事例。縦軸は500m毎に高度5000mまで、横軸は21UTCから08UTC。

サブグリッドスケールとして評価した水蒸気の鉛直流によるフラックスを、解析領域の各高度毎に水平平均したものの $(\overline{w'q_v})$ である。

250mモデルでは、鉛直スケールが小さいうち(01UTC)から順調に格子スケールの対流が発達しているが、1kmモデルでは、03UTC頃、鉛直スケールが1km程度になって急に立ち上がる。その後それが継続しているが、発達高度は、250mモデルに比べて低い。このために、図3の250mと1kmモデルの違いが生じている。

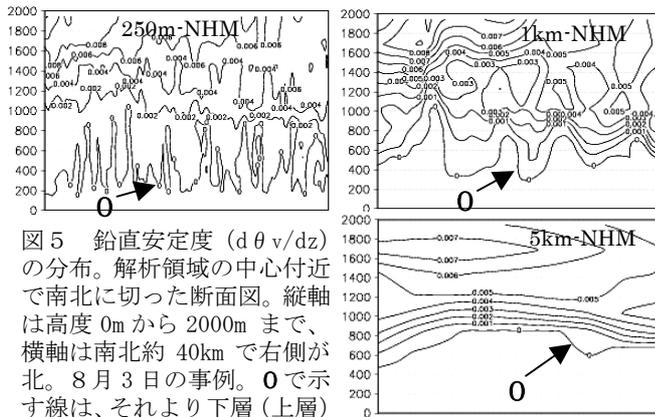


図5 鉛直安定度($d\theta_v/dz$)の分布。解析領域の中心付近で南北に切った断面図。縦軸は高度0mから2000mまで、横軸は南北約40kmで右側が北。8月3日の事例。0で示す線は、それより下層(上層)が不安定(安定)領域。

解像度による境界層の構造の違いを見るため、鉛直安定度の断面図を図5に示した(8月3日14JST)。0で示した線が安定成層と不安定成層の部分に分けている。250m-NHMでは、約200m以下のごく地表付近を除いて成層が安定化している。0線が所々スパイク状に上方へ延びているのは、格子スケールの対流が立っている所にあたる。この部分では、乱流パラメタリゼーションも作用しているが、乱流エネルギーの解析領域での平均は、地表付近を除くと、5kmモデルに比べて1/10程度とずっと小さく(図略)、熱や水蒸気のかなりの部分を格子スケールの対流で運んでいる。1km-NHMでも、対流が立ち(所々で0線が上方へ延び)一水平スケールは大分大きい、その周りが安定化されている。

(b) 雲の生成

解析領域内で高度毎に月平均した雲水(雲水を含む)の鉛直分布を図6に示した。5kmモデルは、250m、1km両モデルに比べて雲水量が少ない。とりわけ、高度1000m、3000m付近で少なくなっている。この原因の一つとして、5kmモデルの格子が水蒸気飽和してないような状況でも、250mや1km格子では飽和して雲ができることが考えられる(高度約5000m以上では、水物質の殆どが雪として分類されて存在しているため、見かけ上どのモデルでも雲水量が少なくなっている)。

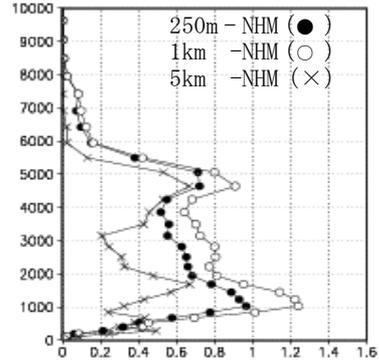


図6 解析領域内で水平平均し、8月の月平均をとった雲水(氷)の混合比($\times 10^5$ kg/kg)。縦軸は高度10000mまで。

1kmモデルと250mモデルを比べると、前者が後者より雲水量が多い。1例として図7に、境界層トップ付近から中層にかけて立つ雲が予想された8月14日の事例を示したが、この例のように生成される雲水量は、250mモデルと比較して1kmモデルの方が大分多い傾向が見られる。1kmモデルは250mモデルに比べて、格子サイズの影響か、水平・鉛直ともにスケールの大きい雲を作る傾向があることが、この原因とみられる。ちなみに、5kmモデルではこの時間帯にはほとんど雲が作られていない。

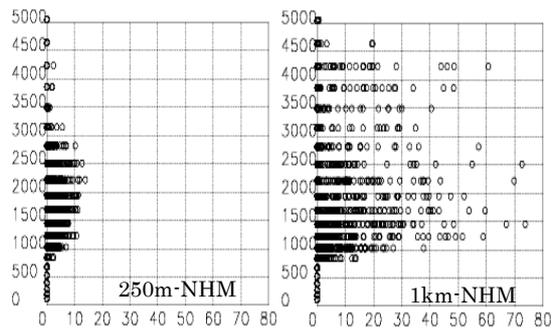


図7 解析領域内の高度5000mまでの全モデル格子点(5km格子に平均)での雲水の混合比($\times 10^5$ kg/kg)をプロットしたもの。8月14日の00UTC~08UTC。

4. おわりに

「はじめに」で述べた問題意識になんらかの解答を得るにはまだ大分遠いといった段階でしかなく、解析を継続中である。講演では、今後の解析結果も含め、観測データとの比較の結果などについても触れたい。