# 雲解像モデルの降水物質予測特性の水平解像度依存性について

\*永戸久喜,青梨和正(気象研)

# 1. はじめに

永戸ほか(気象学会 2004 春 A107, 2005 秋 A159)は、 雲解像モデル(CRM)の降水物質予測精度の検証のため、 CRM と衛星搭載マイクロ波放射計(MWR)観測データ の比較を行った.結果は、CRM による 89GHz 輝度温度 (TB)の散乱の指標(PCT:低温であるほど散乱が大き く固体降水量が多い)が観測と比べて大幅な低温を示し、 CRM による雪の過大評価が示唆された.その要因の一つ として、CRM の水平分解能が粗い場合は上昇流が弱いた めに雲水や霰が出来づらくなって、雪が成長しやすくな っていることも示された.今回は、CRM の降水物質予測 特性の水平解像度依存性を更に詳しく調べるために、水 平分解能を数 km から段階的に数百 m まで上げた実験を 行い、その相互比較を行った結果を報告する.

#### 2. 数値実験の概要

CRM として気象庁非静力学モデル(JMANHM)を用 い,雲物理過程には5つの水物質(雲水・雨・雲氷・雪・ 霰)の混合比とそのうち固体降水粒子の数濃度を予報す る2モーメントバルクスキームを適用した.事例はこれ までと同様にWAKASA2003(WMO-03)で観測された 2003年1月29日に日本海上に発生した帯状雲とした.初 期値・境界値には気象庁領域モデルの予報値を用いてま ず水平分解能5kmの実験(5km-NHM以下同様の表現を 用いる)を行い,その予報値にネスティングして水平分 解能2kmの実験を行った.続いて水平分解能1km,0.5km, 0.25km,0.125kmの実験を,同じ初期値・境界値(2km-NHM の予報値)及び同じ水平領域(150km四方)・鉛直層(70 層・モデルトップ約10km)で行った.

## 3. 結果

図1に、約100km四方で領域平均した地上降水量の時 系列を示す.地上降水量の領域平均値やその変化傾向に ついて各実験間で殆ど差が無いことが見て取れる.地上 降水量の水平分布を比較しても降水分布パターンや降水 強度に顕著な差はみられなかった.降水強度別の頻度分 布(図略)を見ると各実験間でやはり大きな差は見られ なかったが,1km-NHMの結果が他の実験と比較して弱い 降水と強い降水の頻度がやや少なく、中程度の降水の頻 度がやや多くなっていた.

図 2 にはシミュレートされた凝結した全水物質の鉛直 積算量(TWと呼ぶ)の水平分布について, (a)1km-NHM



図 1:135E-136E, 37N-38N の約 100km 四方で領域平均し た地上降水量の時系列. 1km-NHM (実線),0.5km-NHM (破 線),0.25km-NHM (点線),0.125km-NHM (一点鎖線)の 結果をそれぞれ示す.



図2:(a)1km-NHM 及び(b)0.125km-NHM でシミュレート された, 凝結した全水物質の鉛直積算量の水平分布.7時 間予報値で,同じ時刻・領域のものを示す.

と(b)0.125km-NHM の結果をそれぞれ示す.高解像度の実験になるほど細かい分布が卓越している様子が見て取れるが、地上降水量分布と同じように全体的な水物質の水平分布パターンには大きい違いはない. 図 3 には、領域平均した TW と雪・あられ・雲水の鉛直分布を示す. TW (如分布(図 3a) にも解像度による顕著な違いはないが、 1km-NHM による実験結果のピーク値が最も大きく、その他の解像度ではピーク値はほぼ同じ値で 1km-NHM より小さくなっている. この傾向は雪の分布(図 3b) でも見られる. 一方、あられ(図 3c) と雲水(図 3d)の分布を見ると、その逆の傾向となっていることがわかる. このように、高解像度の実験ほど雪の量が減ってあられと雲水が増加する傾向が今回の実験でも確認されたが、今回の実験では 0.5km より解像度の実験ではその傾向が収束しているように見られた.

次に降水物質の生成に関連の深い鉛直風について見て みる. 領域平均の鉛直風分布 (図 4a) を見ると, 混合層 内(高度~5km以下)で上昇流となっており、この領域で 水物質が生成されていることと整合的である。そのピー ク値は解像度が上がるほど増加傾向にあるが, 0.5km より 高解像度の実験ではほぼ収束している. この傾向は領域 平均の TW 分布とほぼ同じである.一方,鉛直風の振幅 は解像度が上がるほど増加し、そのピーク値は次第に高 度を下げながら増加している. これは、低解像度ではサ ブグリッドの乱流成分として扱われていた鉛直風が、高 解像度化によって格子スケールで扱われるようになった 結果を示している.高解像度化による鉛直風の振幅の増 加は下層で最も顕著であり、これは雲低下層における乾 燥対流に寄与していると考えられる.一方、降水物質が 生成される高度では、あられの生成に最も大きく影響し ているが、降水物質の全体量への影響は小さい. この結 果は、今回のケースについては 0.5km 程度の水平解像度 があれば、降水物質の生成に必要な格子スケールの鉛直 風は表現されていることを示唆している.

### 4. まとめと今後の課題

冬季日本海上の降雪雲について、CRMの降水物質予測 特性の水平解像度依存性を調べるために、水平解像度を 1kmから数百mまで上げた実験を行い、それらの結果の 比較を行った.地上降水量や降水物質合計量については 各実験結果の間に顕著な違いは無かった.降水物質別に みると、解像度が上がるほど雪が減りあられと雲水が増 加する傾向が見られたが、それは 0.5km 程度で収束して いることが分かった.今後は他の事例や暖候期など他の 季節の事例についても同様の調査を行い、それらの結果 との比較から今回の調査結果の妥当性を確かめる必要が ある.また、高解像度化だけでは雪の過大評価の解消に は繋がらなかったため、今後は雲物理スキームの改良や 調整をしていく必要がある.



図 3:135E-136E, 37N-38N の約 100km 四方で領域平均した (a) 凝結した全水物質の混合比, (b) 雪の混合比, (c) あられの混 合比, (d) 雲水の混合比の鉛直分布.1km-NHM (実線), 0.5km-NHM (破線),0.25km-NHM (点線),0.125km-NHM (一 点鎖線)の結果をそれぞれ示す.



図4:図3と同じ領域平均した(a)鉛直風,(b)鉛直風の振幅 の鉛直分布.1km-NHM(実線),0.5km-NHM(破線), 0.25km-NHM(点線),0.125km-NHM(一点鎖線)の結果をそ れぞれ示す.