

スーパーコンピュータ京を用いた NHM の高解像度実験

* 大泉伝 (海洋研究開発機構/気象研究所)、斉藤和雄 (気象研究所/海洋研究開発機構)、伊藤純至 (気象研究所)、Le DUC (海洋研究開発機構/気象研究所)

1. はじめに

近年、日本では局所的な豪雨による土砂災害が甚大な被害をもたらしている。例えば、伊豆大島では2013年10月16日未明の非常に強い雨により土石流が発生した。この豪雨の特徴は、4kmしか離れていない島の北部と中部の2箇所のアメダス地点での6時間雨量(16日0時から6時)が約260mmも異なった点である。伊豆大島のような狭い範囲(島の面積は約91km²)での局所的な豪雨を予測するためには、モデルを高解像度化することが重要である。そこで本研究では、伊豆大島の事例を対象に、(1)解像度、(2)乱流クロージャモデル、(3)計算領域の規模、の3点に着目し、豪雨の再現性に与える影響を検証した。

2. 実験条件

計算に用いるモデルは「京」に最適化したNHMである。対象事例は2013年10月の伊豆大島豪雨とし、16日06時(日本標準時刻)の前6、9、12時間で再現実験を行う。計算領域は大領域(1,600km×1,100m)と小領域(200km×200km)とする。水平解像度は5km、2km、500m、250mを用いる。地形データはGTOPO30から作成するデータ(GTOPO)と、国土地理院の数値地図50mメッシュから作成するデータ(KTOPO)から作成する。初期値と境界値は気象庁メソ解析(MA)を用いる。

表1に実験設定を示す。解像度5kmの実験では積雲対流パラメタリゼーションを用いた。2km以下の実験では雲物理過程のみを用いた。解像度2kmと500mの実験では、Mellor-Yamada-Nakanishi-Niino level3(MYNN3)とDeardorff(DD)を用いた。

小領域を対象とする実験では、小領域を直接計算する実験と、ネストを用いる実験を行った。

3. 結果

本稿では、解像度2km、500m、250m、予報時間9時間の結果の一部を紹介する。図1は伊豆大島付近の

雨が最も強かった時(16日01時から04時)の解析雨量と各実験の3時間雨量を示す。解析雨量では、降水帯は伊豆半島の南南西から房総半島にかけて伸びて、島は降水帯の中心付近に位置している。島の南側では150mm以上の雨域に覆われ、北側は200mm以上の強い雨域が覆った。

乱流クロージャモデルにMYNN3を用いた実験では、降水帯が解析雨量よりも北東側の伊豆大島と伊豆大島の間付近に現れた。DDを用いた実験では解析雨量と似た位置に降水帯が現れた。解像度を変えても結果は変わらず、乱流クロージャモデルが降水帯の位置に影響を与えていた。CM2kmMY3では、島の北部は70-150mmの雨域に覆われ、島の南部は70mm以下の雨域に覆われた。CM500mDDでは島の北側に100mm-240mmの強い雨域が現れて南側は70-100mmであった。CM250mDDでは、島の北側で120m-240mmの雨が現れ、南側は70-100mmであり。最も再現性が良かった。

図2は雨のピークであった03時のモデル最下層(標高20m)の気温と風の分布を示す。MYNNを用いた実験と、DDを用いた実験では気温の分布が異なった。図2(a1)に示すCM2kmMY3の気温の分布では、伊豆大島と伊豆半島の間の前線が位置した。上昇流の分布を示す図2(a2)では前線に沿って帯状の上昇流がはっきりと現れている。図2(b1)に示すCM500mDDでは島の南東に前線が位置し、図2(b2)では前線の位置に細かいセル状の上昇流が現れていた。本稿では紙面の都合上示していないが、DDを用いた実験の方が、MYNNを用いた実験よりも早い時刻からはっきりとした上昇流を形成した。CM2kmMY3とCM500mDDのどちらの実験でも、前線の南東で積乱雲が発達し、前線の北西側に雨が現れていた。

4. まとめ

乱流クロージャモデルによって、地表面付近の気温の分布が異なっていた。上昇流が前線に沿うような位置に発生し前線の南東側では積乱雲が発生し、前線の北西側に雨をもたらしていた。発表では、領域規模の違いによる影響や地形の影響についても議論する予定である。

響についても議論する予定である。

謝辞 本研究は理化学研究所のスーパーコンピュータ「京」を利用して得られたものです(課題番号: hp120282, hp130012, hp140220, hp150214)。

表 1 大領域の実験設定. KF は cloud microphysics with Kain-Fritsch scheme、CM は cloud microphysics である。

Experimental name	Grid spacing (m)	Time step (s)	Domain	Vertical level	Turbulence closure model	Cumulus parametrization	Initial and boundary condition
KF5kmMY3	5,000	24	321 × 221	50	MYNN3	CM with KF	MA
KF5kmMY25	5,000	24	321 × 221	50	MYNN25	CM with KF	MA
CM2kmMY3	2,000	10	800 × 550	60	MYNN3	CM	MA
CM2kmDD	2,000	10	800 × 550	60	DD	CM	MA
CM500mMY	500	2	3197 × 2197	85	MYNN3	CM	MA
CM500mDD	500	2	3197 × 2197	85	DD	CM	MA
CM250mDD	250	1	6393 × 4393	168	DD	CM	MA

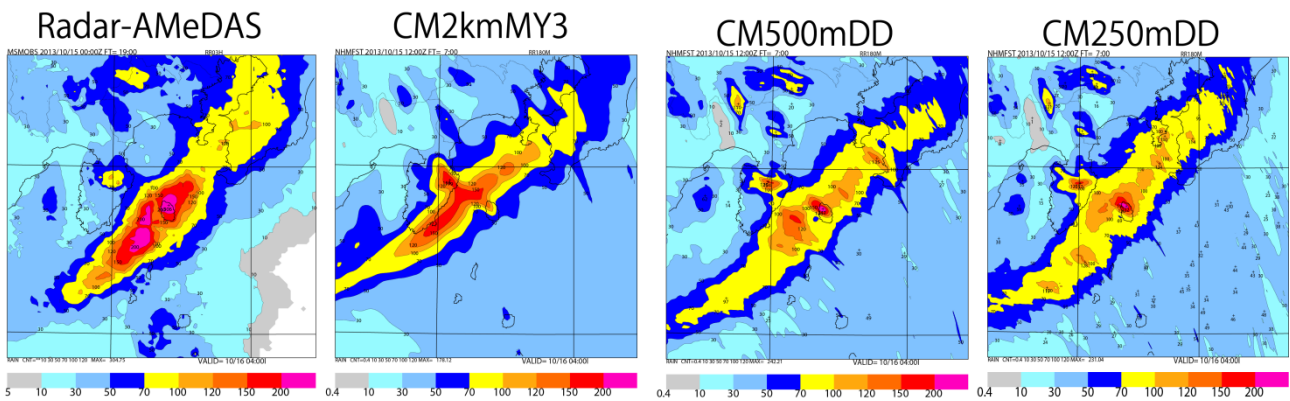


図 1 大領域を対象とした実験の 3 時間雨量 (16 日 4 時の前 3 時間)。スケールは雨量 (mm) を表す。

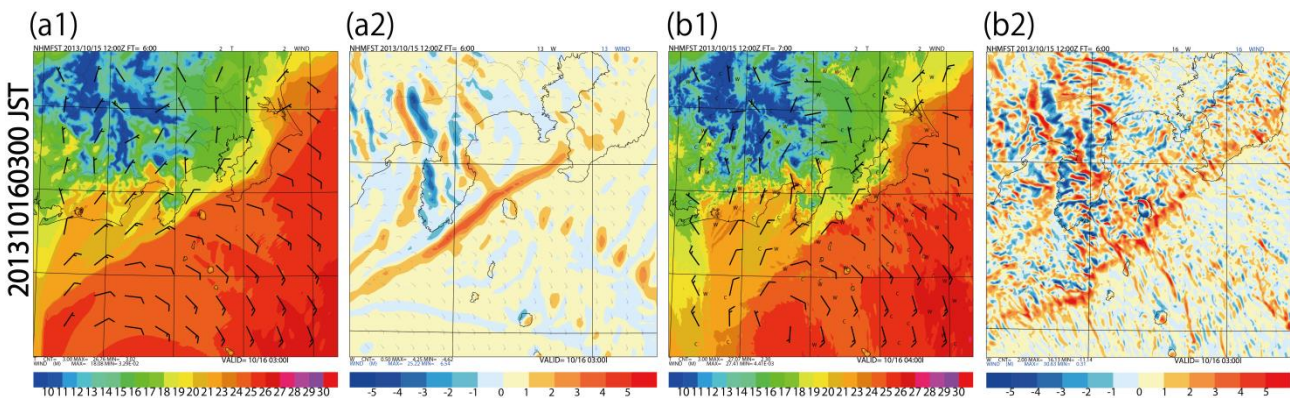


図 2 16 日 3 時の CM2kmMY3 の (a1) 地表面付近の気温の分布と風、(b2) 鉛直流、CM500mDD の (a1) 地表面付近の気温の分布と風、(b2) 鉛直流を示す。