

2019年10月25日のCADに伴う東日本の大雨の地形・境界層スキームに対する感度  
 \*小原 涼太, 岩崎 俊樹, 山崎 剛 (東北大院理), 鈴木 健斗(気象庁情報基盤部)

## 1. はじめに

2019年10月25日は, 千葉県を中心とする東日本太平洋側で記録的な大雨となった. 本事例では, Cold Air Damming (CAD)が発生しており, 関東平野から流れ出す寒気と南東から流れ込む暖気との間で明瞭な局地前線が形成された. 10月25日00UTCの下層における温位と風を見ると, 関東の北東から北東～東北東の風によって流入した寒気が南向きに曲げられて伊豆諸島方面へと流れ出し, その南東面に前線が形成されていたことがわかる(図1). 活発な降水はこの前線付近で生じており, CADの寒気の張り出しの程度が降水の位置決定に重要な役割を果たしたと考えられる. 前日(10月24日)を初期値とする気象庁のMSM(水平解像度5km)の予想では降水が実際より北西側に予想されていた(図略)ことを念頭に置き, 本研究では地形・境界層スキームの違いに対する前線と降水の位置の感度を, 数値モデルを用いた感度実験により調べた.

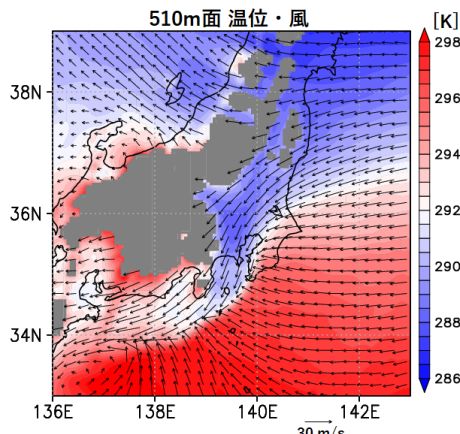


図1. 10月25日00UTCのMSM解析値から作成した, 高度510mにおける温位(カラー)と風(ベクトル).

## 2. 使用データと実験設定

使用データは, 気象庁の全国合成レーダー-GPV(水平解像度1km)と気象庁メソ解析(水平解像度5km, 初期・境界値に使用)である. 気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)を用い, 図2に示す2つの領域でそれぞれ水平解像度3kmと1kmの数値実験を次の8通り行った(3km実験と1km実験は独立して行っており, 1km実験は3km実験からのネストでないことに注意):

- ① dx3\_EO\_Deardorff      ⑤ dx1\_EO\_Deardorff
- ② dx3\_EO\_MYNN3        ⑥ dx1\_EO\_MYNN3
- ③ dx3\_MO\_Deardorff     ⑦ dx1\_MO\_Deardorff
- ④ dx3\_MO\_MYNN3        ⑧ dx1\_MO\_MYNN3

各数値実験の命名規則は dx{解像度}\_{用いた地形}\_{用いた境界層スキーム}である. MO, EOは鈴木(2019)<sup>[1]</sup>で用いられた方法でGTOPO30(解像度約1km)の地形データから作成したMean OrographyとEnvelope Orographyを示している. MYNN3は改良 Mellor-Yamada レベル3スキームを用いたことを示す. 初期時刻は千葉県で降水が強まる直前の10月24日21UTCとし, 15時間後の10月25日12UTCまで計算を行った. すべての数値実験で積雲対流パラメタリゼーションは用いず, 雲物理過程に氷相を含む2-momentバルク法を用いた.

図2. 各解像度の数値実験の計算領域. 着色部分が3km実験, 黒枠内が1km実験の計算領域を示す.

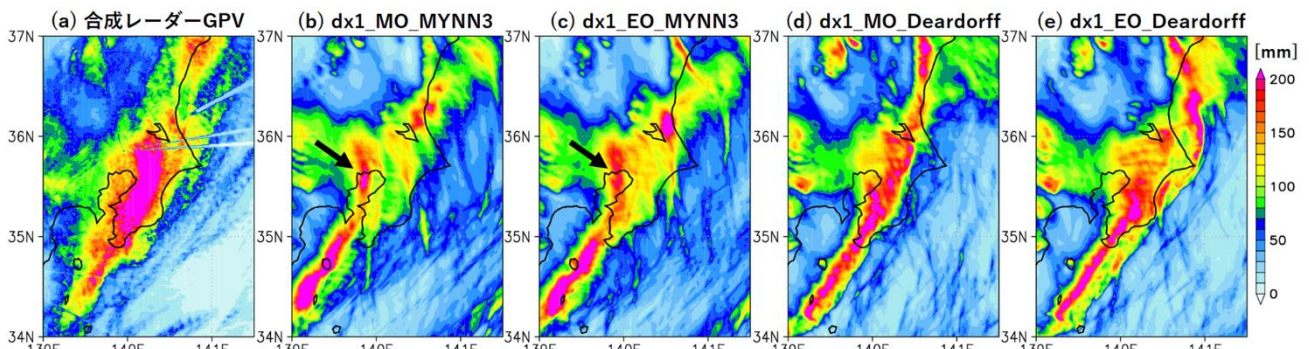
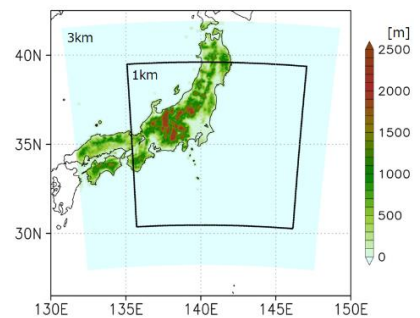


図3. 合成レーダー-GPVで計算した10月24日21UTCからの15時間積算降水量[mm](a)と1km実験で計算された15時間積算降水量[mm](b~e). ➡は, 南北方向に折れ曲がった強雨域を示す.

### 3. 結果

合成レーダー-GPV から計算した 10 月 24 日 21UTC からの 15 時間積算降水量と, 1km 実験で計算された同期間の積算降水量を図 3 に示す(3km 実験の図略). dx1\_MO\_MYNN3 では, 24 日の MSM 予想と同様に, 実際の強雨域よりも西に強雨域が計算されている(図 3a,b). 同じ境界層スキームでも地形を EO に変更した場合(図 3c)や同じ地形でも境界層スキームを Deardorff に変更した場合(図 3d)には降水位置がより南東に計算され, dx1\_EO(or MO)\_Deardorff は実際に大雨となった千葉県に強雨域を計算できている(図 3d,e). また, MYNN3 を用いた数値実験において, 伊豆諸島付近では南西-北東方向に伸びる強雨域が東京湾の入口付近で南-北方向に折れ曲がる傾向が見られ(図 3b,c の一部分), これは 24 日初期値の MSM の予測にもみられた特徴である. 図は省略したが, 3km 実験でも, EO や Deardorff スキームを用いた場合に降水位置がより南東側に計算されるという結果を得ている. ただし, 3km 実験の方が EO と MO で比べた強雨域のずれが大きかった.

図 4 に, 高度 250m において 10 月 25 日 00UTC から 3 時間平均した温位 (dx1\_EO\_Deardorff), 同様に平均した温位の鉛直断面 (図 4a の A-B に沿う断面), 293K の等温位線の位置の比較 (図 4c: 250m 面) を示す. 寒気の実先端の房総半島から伊豆諸島にかけて等温位線の集中帯があり(図 4a), その上を南東からの暖気が上昇している(図 4b). 等温位線集中帯を構成している 293K 等温位線の水平位置を比較すると, どちらの解像度でも MO より EO, MYNN3 より Deardorff で等温位線がより南東に位置しており(図 4c, 3km 実験の図略), 降水位置の違いと整合的である. また, 鉛直断面で比較すると, EO に比べて MO では 293K 面の高さが房総半島付近から関東内陸に至るまで全体的に低くなっているのに対して, MYNN3 と Deardorff は内陸での位置の違いに比べ寒気の実先端の張り出しの違いがみられた(図略).

### 4. 議論

どちらの解像度でも Envelope Orography の方が千葉県付近の前線位置と強い降水域をより南東に計算しており, 関東内陸の山が高いほど寒気がより張り出しやすいとする, Margules の原理に基づく鈴木(2019)<sup>[1]</sup>の解釈と整合的である. また, 同じ地形であれば Deardorff スキームを用いた場合に前線位置と強い降水域がより南に計算されるという傾向は, Oizumi et al., 2018<sup>[2]</sup>の伊豆大島の大雨の事例解析でも報告されている. その中では, MYNN3 の方がより混合を強く計算していることが指摘されており, 本研究でも同様の傾向が確かめられた(図略). ただし, 等温位面の位置の違いは主にその南東端付近に見られ等温位面が一様にはずれたわけではなく, 混合の強さの違いがある場所と等温位面の位置の違いがある場所が一致していたわけではない. この点を含めて, 境界層スキームの違いが CAD の寒気の張り出しに与える影響のメカニズムを今後調べる予定である.

### 5. まとめ

2019 年 10 月 25 日に関東で発生した CAD は降水発生位置に強く影響しており, 地形と境界層スキームの違いは CAD の寒気の張り出しの程度に違いを生じることで降水位置の違いをもたらすことが確かめられた. また, これらは MSM における大雨の予想降水位置のずれに影響した要因として考えられる.

### 6. 参考文献

- [1] 鈴木 健斗, 2019, 第 21 回非静力学モデルに関するワークショップ予稿集 p 14-15.
- [2] Oizumi, T., K. Saito, J. Ito, T. Kuroda, Le Duc, 2018: Ultra-High-Resolution Numerical Weather Prediction with a Large Domain Using the K Computer: A Case Study of the Izu Oshima Heavy Rainfall Event on October 15-16, 2013. *JMSJ*, 96, 25-54.

7. 謝辞 数値モデルの計算には東北大学サイバーサイエンスセンターの大規模科学計算システムを利用した.

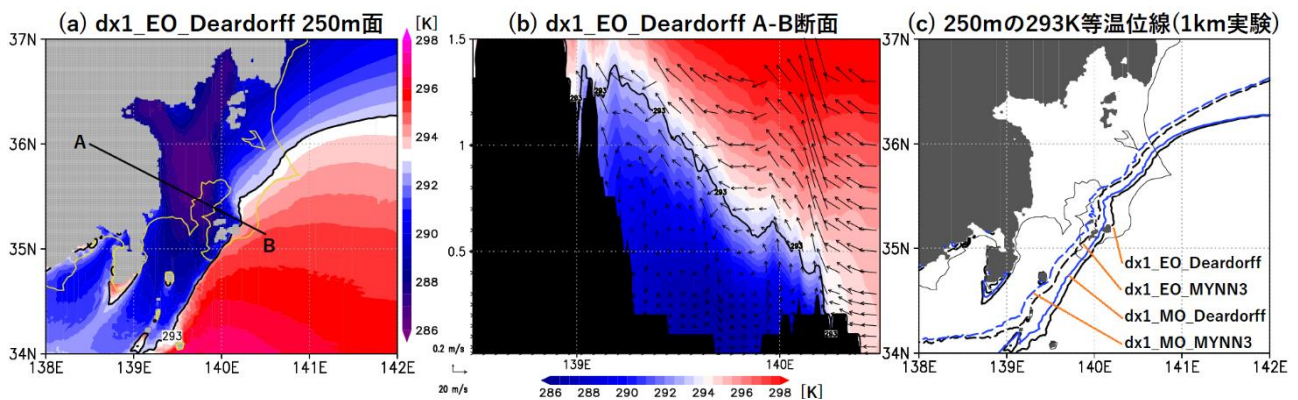


図 4. dx1\_EO\_Deardorff の 250m における温位 (a), A-B に沿う温位の鉛直断面 (b), 250m 面での 293K の等温位線の位置 (c; 黒が EO, 青が MO, 実線が Deardorff, 点線が MYNN3 を示す). すべて 10 月 25 日 00UTC からの 3 時間平均値.