平成 27 年関東・東北豪雨における地形の効果

山下真莉奈(北大環境科学院)・川島正行(北大低温研)

1. はじめに

2015 年 9 月 9 日から 11 日にかけて、関東・東北地方で大雨が発生し、9 日から 10 日にかけて関東地方では最大 24 時間降水量が 500mm を超えた。当時、台風 17 号と台風 18 号(9 日に温低化)による下層で暖かくて湿った空気の流入、西日本上空の深い気圧の谷と北海道上空のリッジによる上昇流場が関東地方で重なっており、積乱雲の発達にとって都合の良い環境場となっていた(津口 2016)。特に関東北部では強い降水が長時間継続し、多くの土砂災害や河川の氾濫が発生した。

津口(2016)では、関東地方北部の山岳が降水の強化に重要であったことが報告されているが、本研究では、関東北部の降水強化における地形の具体的な役割、関東北部と南部で降水のメカニズムについて、数値実験により調べた。

2. 手法

数値実験には WRF Ver. 3.5.1 を用いた。初期値・境界値には NCEP FNL(6 時間毎, 1° 格子), NCEP SST (1 日毎, 0.5° 格子)を使用した。双方向ネスティングにより、広さ、解像度の異なる三つの領域(D1～D3, 図 1)について計算を行い、水平格子間隔は 18 ㎞(D1)、6 ㎞(D2)、2 ㎞(D3)、鉛直はいずれも 51 層に設定した。雲微物理過程は WSM6 を用い、D1、D2 については Kain-Fritsch の積雲パラメタリゼーションを使用した。

また、関東北部と関東西部の山地の 2 つについて、地形の高度を減少させた感度実験を行った。

3. 結果

図 2 に 2015 年 9 月 9 日 9 時から 10 日 9 時までの 24 時間積算降水量を示す。レーダーの解析雨量（図 2a）とモデル結果（図 2b）を比較すると、降雨帯の位置や栃木県北部の強い降水域が再現されたことがわかる。関東西部の山地をなくした実験では、降水の強度や分布に殆ど差は出なかった（図省略）。一方、関東北部の標高を減少させた実験(図 2c)では、降水の強化は起きなかった。

帯状の降雨域について経度方向(東経 139.3 度から 139.7 度)に平均した降水の緯度-時間断面(図 3)を見ると、降雨域内では線状に組織化された対流セル(線状降水帯)が複数生成され北へ移動し、栃木県北部で降水が強化する様子が再現された 。

降水の多かった 9 月 9 日 18 時から 10 日 6 時について平均した鉛直風速の緯度-高度分布(図 4a)を見ると、北部の山岳において山岳波にともなう上昇・下降流が見られた。一方、非定常な鉛直流の強さを表す鉛直風速の標準偏差は、山岳域と南部であまり変わらなかった (図 4b)。また、CAPE の値は山岳域で小さく、関東南部で不安定はほぼ解消されており（図 4c)、対流の強さの違いで山岳域と南部の降水の強度の違いを説明することは不適切である。

混合比の分布を見ると、山岳の風上斜面上では、高度 4 ㎞以下で大量の雲水が生成され、そこで雨水も急激に増加して

いた(図 4d)。

以上のことから、関東北部の山岳地帯では、成層の不安定化により新たな対流セルが発生したのではなく、南部から衰弱しながら移動してきた対流セルからの降水が、山岳の強制上昇で作られた下層の雲を捕捉することで、降水の増加が起こったと考えられる。

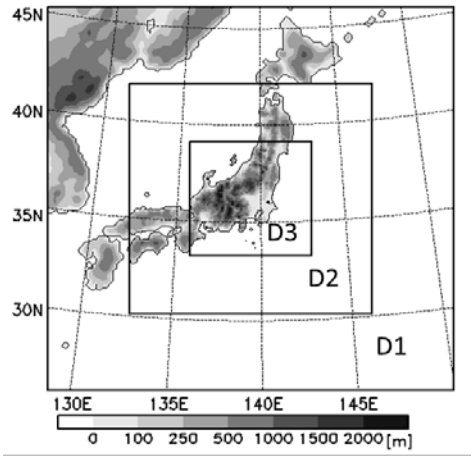

図 1：モデルの計算領域と標高

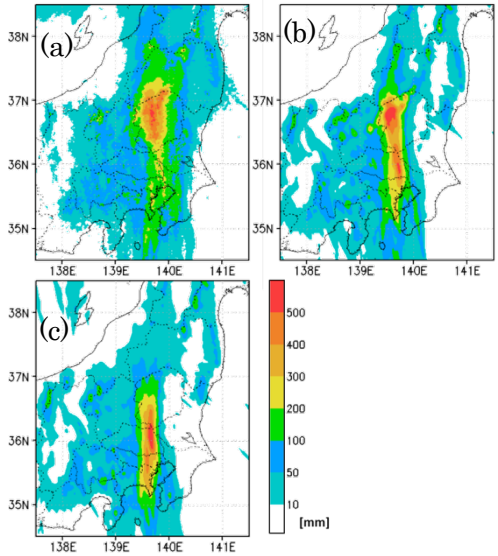

図 2：2015 年 9 月 9 日 9 時から 10 日 9 時までの 24 時間積算降水量. (a)解析雨量、(b)モデル計算結果(D3)、(c)関東北部の山地をなくした実験結果(N3).

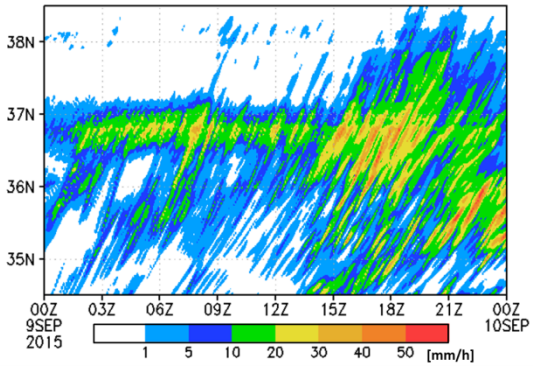

図 3：D3 で経度平均した降水強度の時間変化. 日本時間で 2015 年 9 月 9 日 9 時から 10 日 9 時まで表示.

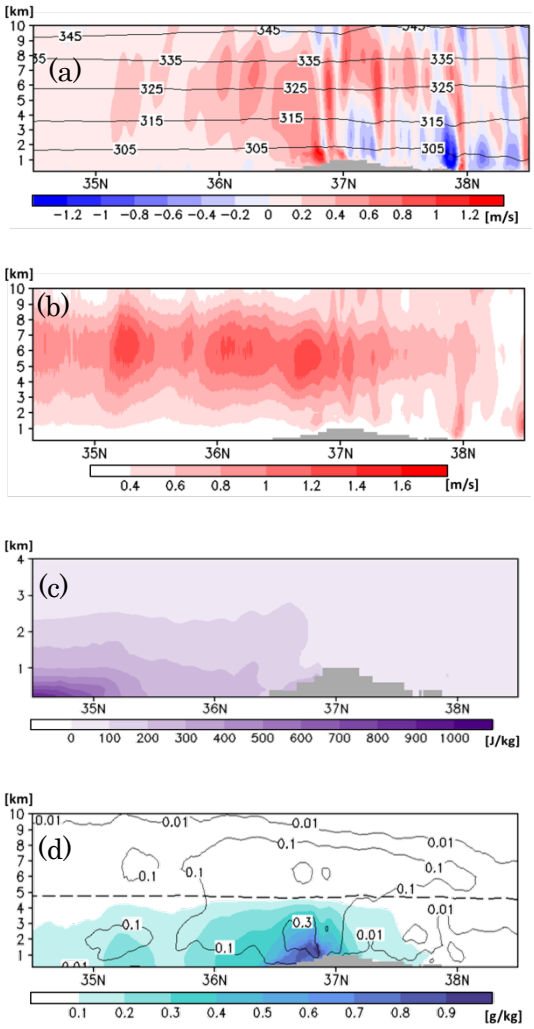

図 4：経度・時間平均した(a)鉛直風速と温位 (b)鉛直風速の標準偏差、(c)CAPE、(d) 雨水混合比(陰影，g/kg)と雲水混合比(等値線，g/kg)，0℃高度(破線).