

集中豪雨の発生・維持機構に地形が及ぼす影響に関する研究

宇都宮大学大学院工学研究科
宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部

○ 学生員 碓氷 陽子
正会員 鈴木 善晴
正会員 長谷部 正彦

1. 背景と目的

我が国の山岳地域のような複雑な地形条件を持つ地域では、地形の影響を受けて雨域が激しく変動し、豪雨が度々発生する。このような大気現象に対する地形効果を解明することは、豪雨災害に対する適切な防災計画を策定する上で大変重要な課題である。

1998年8月に福島・栃木両県境付近で発生した集中豪雨は栃木県西部の足尾山地がトリガーとなりもたらされたものである。同地域では、那須豪雨に限らず足尾山地がトリガーとなって集中豪雨が発生する現象が頻繁に起きている。

そこで本研究では、同地域における集中豪雨の発生・維持機構のメカニズム解明を目的として、メソ気象数値モデルMM5を使用した実験的な数値シミュレーションを行った。特に、地形形状の変化による風速場や降雨量に対する影響などに着目することで、地形条件が集中豪雨の発生・維持機構にどの程度影響しているかを検討した。

2. メソ気象数値モデルMM5の概要

気象モデルMM5(The Fifth-Generation NCAR/Penn State Mesoscale Model)はメソスケールの大気現象を対象とした3次元静力学モデルである。

本研究では初期値及び境界条件として、気象庁から配信されている、気圧・風速・気温及び湿度などの等圧面上の値が地上から対流圏界面まで80km間隔の格子状データとして得られるGPV情報を用いた。地形標高データにはUSGS(U.S.Geological Survey)提供の緯度・経度30秒(約0.925km)の分解能のデータを用いた。計算領域は図-1に示す関東地方の領域で、水平方向の格子間隔を3kmとした。また、格子間隔27km(Domain1)、9km(Domain2)、3km(Domain3)のグリッドによる3段階のネスティングを行った。各Domainの設定格子数は60×60、64×64、70×61とし、計算の時間ステップはそれぞれ81秒、27秒、9秒と設定した。モデルの予報変数は、風速の東西・南北・鉛直成分及び水蒸気・雲水・

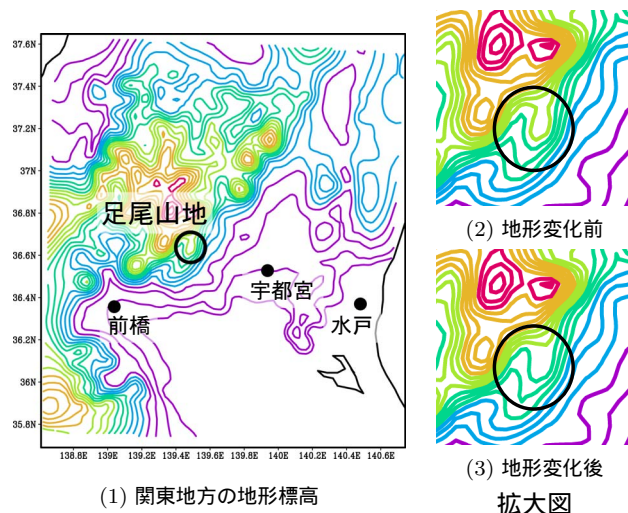


図-1 モデル領域内の地形標高及び地形変化前と変化倍率0.9倍、変化領域半径10kmの地形変化後における地形標高の拡大図[m]

表-1 本研究で用いた物理過程のオプション

積雲パラメタリ ゼーション	Grell(Domain1), None(Domain2,3)
大気境界層	MRF PBL
雲物理	Mixed-Phase(Reisner)
放射	Cloud-radiation scheme
地表面過程	Five-Layer Soil model

雨水・氷晶・雪片の各混合比である。ここで、表-1に本研究で用いたモデルオプションを示す¹⁾。

対象領域は足尾山地を含む関東地方の山岳近辺とし、シミュレーション期間は1999年7月15日で助走時間3時間を含めた27時間とした。シミュレーションの結果、足尾山地の南の斜面から積雲対流が発生して線状対流系を形成していることが確認できた。

3. 地形形状が集中豪雨の発生・維持機構に与える影響の解析

次に集中豪雨の発生・維持機構に対して地形形状がどの程度影響を与えるかを解析するために、地形標高にかける倍率及び変化させる円形領域の半径を段階的に変化させる実験的な数値シミュレーションを行った。地形形状を変化させる場所は、前節のシミュ

Key Words: 集中豪雨, メソ気象数値モデル, 地形形状, 線状対流系

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6214 Fax.028-689-6213

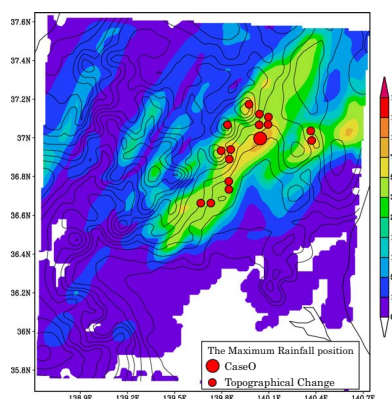
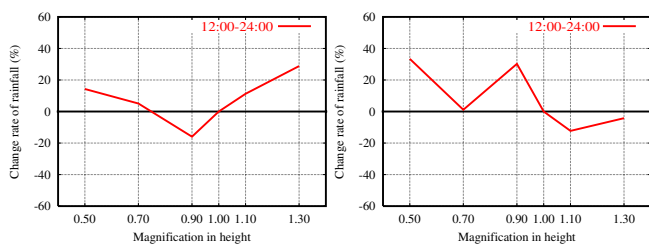


図-2 領域最大降水量を示す位置の分布（円は地形変化領域の位置）



(1) 変化領域半径 10km

(2) 変化領域半径 20km

図-3 変化倍率による領域最大降水量の変化 [%]

レーションにおいて積雲対流が発生していた足尾山地の南部である。シミュレーションの結果、地形変化前と30パターンの地形変化における領域最大降水量の位置について図-2に示す。同図の円は積雲発生域を示している。同図より、領域最大降水量の位置は地形変化パターンごとに異なっていることが分かる。また領域最大降水量の変化量を縦軸に、標高の変化倍率を横軸に表した図-3のグラフに見られるように、標高の増減による領域最大降水量の単純な増減傾向は見られず、複雑な傾向を示した。特に倍率0.9から1.1までの範囲では半径10kmや20kmの場合のようにまったく逆の傾向が見られるなど、倍率や半径の違いによる正確な傾向はつかめなかった。

次に、倍率0.9、半径10kmの地形変化において、急激に領域最大降水量が減少した原因について解析した。ここで図-1(1)の円で示した部分において、地形変化前と倍率0.9、半径10kmについて変化させた後の地形標高の拡大図を同図(2),(3)に示す。同図の円の半径はすべて10kmである。まず、地形変化前と地形変化後の積算降水量の分布を図-4(1)、図-5(1)に示す。各図の円は最大降水量を中心とする降水量の多い領域を示している。同図より、地形変化後に最大降水量を取っており、地形変化前より降水量が増加した地点について見てみると、積雲が発達し始める

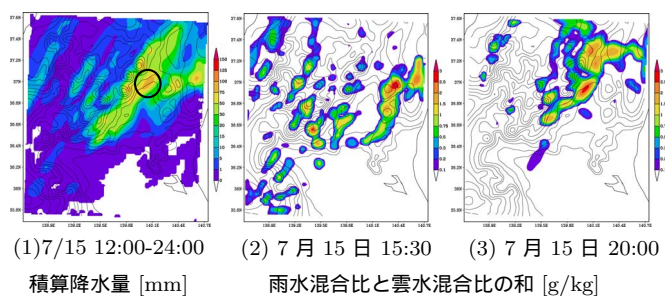


図-4 地形変化前における積算降水量及び雨水混合比と雲水混合比の和（円は高降水量領域の位置）

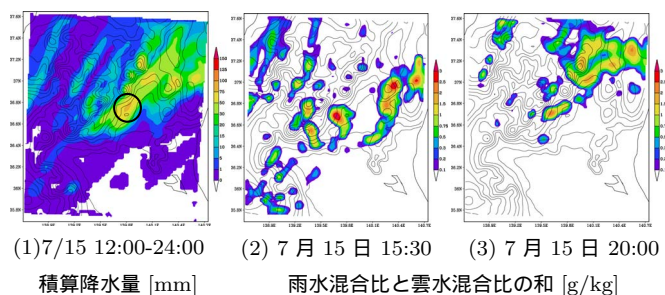


図-5 変化倍率0.9倍、変化領域半径10kmの地形変化後における積算降水量及び雨水混合比と雲水混合比の和（円は高降水量領域の位置）

時刻に地形を変化させた領域のすぐ東側で風の収束域ができ、図-4(2)、図-5(2)に見られるように地形変化後に小規模な積雲が発達しているのが確認できた。また、地形変化前で最大降水量を取り、降水量が減少した地点では、積雲が発達している時刻で地形を変化させた領域から少し北東に離れた地点で風の収束域が消滅しており、図-4(3)、図-5(3)において地形変化後に積雲が減衰しているのが確認できた。

4. 結論及び今後の課題

本研究で行った地形形状を変化させた実験的数値シミュレーションの結果、地形形状の変化の影響は複数の地点で現れ、その影響量も異なるという複雑な傾向を示した。今後は、地形変化による影響の傾向を見出すため、標高を変化させる領域の位置及び半径の大きさを検討していく。また3次元的な視点による解析を行い、地形変化の風速場等に対する影響がどのように伝播しているかを明らかにするとともに、解析事例数を増やして統計的に解析を行うことにより、集中豪雨の発生・維持機構のメカニズムを明らかにする予定である。

参考文献

- 1) J. Dudhia, et al.: PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide(MM5 Modeling System Version3), NCAR Technical Note, 2001