

線状対流系における風速場や降水分布に地形形状が及ぼす影響に関する数値実験

宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部

学生員 安部 智昭
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、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。

碓氷ら¹⁾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、実験的な数値シミュレーションを行った。地形標高および変化領域を段階的に変化させる感度分析を行い、その時の積雲の発生状況や領域最大降雨、平均降雨の傾向を示した。本研究では3次元的な視点から風速場や降水分布の様子を観察する。地形標高を変化させる前後の領域最大降雨、平均降雨の変化の特性に着目し、その時に風速場がどのように変化し、その変化が対象領域にどのような影響を与えるかの検討を行う。

2. メソ気象数値モデルMM5の概要

メソ気象数値モデル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次元非静力学モデルである²⁾。本研究では初期値及び境界条件として人工的に作成した大気条件を用い、気象庁から配信されているGPV情報を参考にした、等圧面様の気温・風速・湿度等のデータを作成した。地形標高には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。対象領域は図-1に示す足尾山地を含む関東地方周辺の領域を設定した。碓氷らと同様のシミュレーションを行い、積雲が最もよく発生している中央の線状対流系

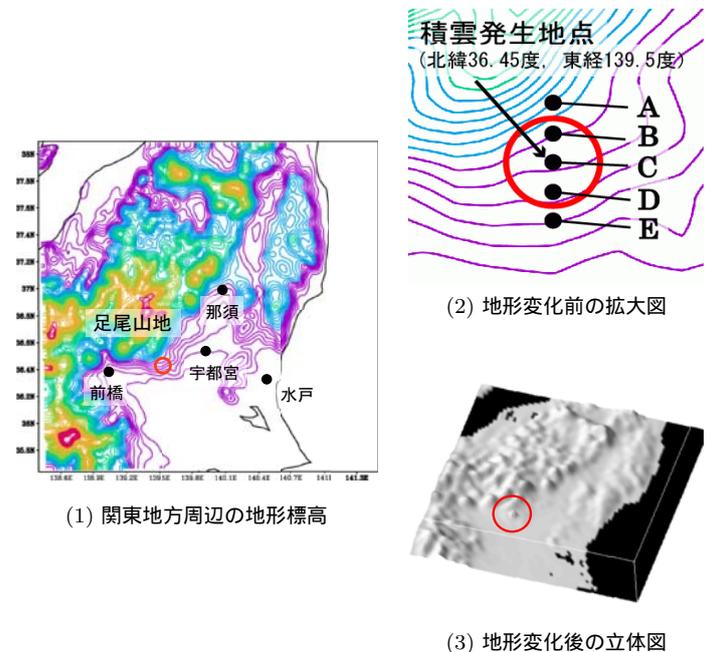


図-1 モデル領域内の地形標高及び地形変化前の拡大図と地形変化後(C地点、標高1250m、影響半径5km)の立体図

を解析対象とし、積雲発生地点を北緯36.45度、東経139.5度として解析を行った。その他、格子間隔やモデルの予報変数についても碓氷らと同様とする。

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、トリガーである山岳斜面に半径5kmの円錐形の人工山岳を取り付け、標高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。標高を変化させる地点は、積雲発生地点とその南北にそれぞれ3km、6kmずつ離れた5地点とし、風下からA、B、C(積雲発生地点)、D、E地点とした。

シミュレーションの結果を地形変化前とC地点での地形変化後(標高750m、1250m)について検討を行う。解析開始後から3時間後の地形変化領域付近における領域平均降水量、領域最大降水量の変化率を

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

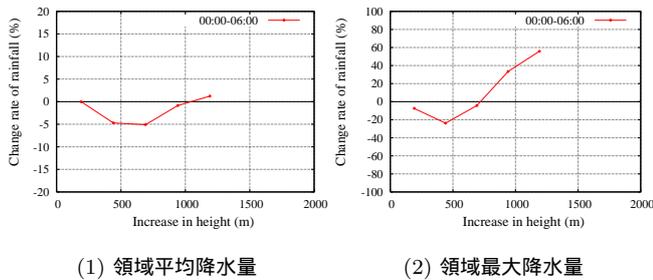


図-2 C地点における標高増加による6時間積算降水量の変化率 [%]

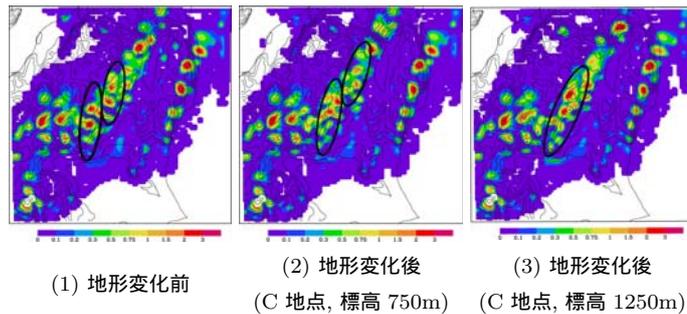


図-3 地形変化による積雲の変化 [g/kg]

図-2に示す．同図より，降水量の変動の幅について，領域平均降水量は±5%程度であるのに対し，領域最大降水量は20%の減少から大きい場合は60%付近までの増加と変動が大きくなっている．つまり，トリガー地形の標高変化により，領域内の降水の集中の度合いが変化すると言える．

同時刻における積雲の発達状況を図-3に示す．同図の楕円内の積雲発達状況を比較すると，同図(1)では線状対流系が北に向かって発達しているが，同図(2)では減衰しながら東に傾いている．さらに標高が増加した同図(3)では右隣の線状対流系と一体化し，積雲が強化されていることが確認できる．また，この時の水平風速の変化の様子を比較すると人工山岳形成後は標高変化地点の風下の収束が減衰しているのが見て取ることができた．これらのことから，ある程度人工山岳の標高が増加すると，トリガー地形の風下の風の収束が減衰し，積雲の発達が弱くなることにより降水が分散し，降水の集中の度合いが弱まることから領域最大降水量が減少したと考えられる．この時の線状対流系が発生している領域の水蒸気混合比の鉛直断面図を図-4に示す．同図(1)と(2)，(3)，(4)を比較すると楕円で示した人工山岳を形成した山岳上で積雲が発生している．人工山岳の標高が大きくなるほどその変化の幅が大きくなっていることが確認できる．

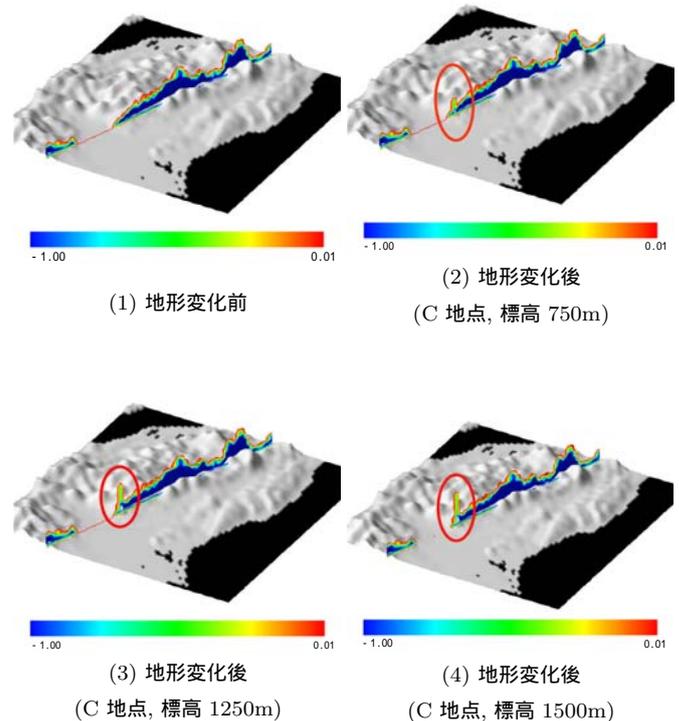


図-4 地形変化による水蒸気混合比の鉛直断面図

4. 結論及び今後の課題

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，降水量の変化は，標高を変化させる地点とその高さに依存すると言える．トリガー地点周辺における標高の増加に伴い，領域最大降水量は増加するだけでなく，減少する場合もあることを示した．その際，全体の降水量の変化は少なく，領域内での降水の集中の度合いが変化することが明らかとなった．今後は3次元的な視点による解析事例を増やし，地形変化による風速場や降水分布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ことにより，領域最大降水量の減少の理由を探っていく．また，今回の結果が普遍性を持つかどうかを明らかにするために，異なる領域，条件においてシミュレーションを行い，同様の結果が得られるかどうかを検討すべきと考えられる．

参考文献

- 碓氷陽子・鈴木善晴・長谷部正彦：集中豪雨の発生メカニズムに地形が及ぼす影響に関する数値実験，土木学会関東支部第33回技術研究発表会講演概要集(CD-ROM),2006
- J. Dudhia, et al. : PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide(MM5 Modeling System Version3) ,NCAR Technical Note , 2001