

降水システムの感度分析に基づいた 集中豪雨の発生・維持機構に関する研究

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 荒川 知英
正会員 鈴木 善晴
正会員 長谷部 正彦

1. 背景と目的

近年、局地的集中豪雨の多発や水資源の偏在化による旱魃など、地球温暖化に起因すると思われる異常気象災害が地球規模で年々深刻になりつつある。我が国においても、毎年のように集中豪雨による被害が発生しており、数値モデルベースの豪雨予測に基づいた警戒システム構築など、様々な防災対策が試みられている。また、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。

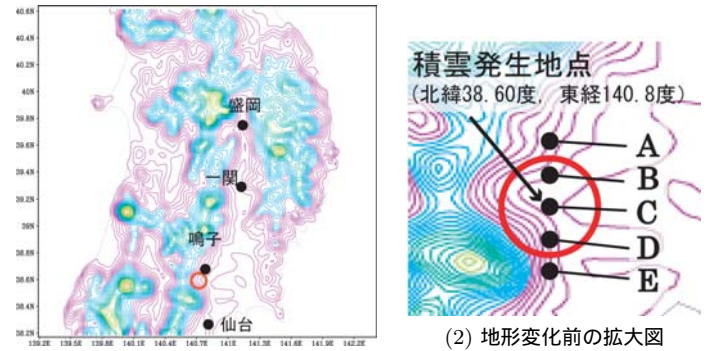
碓氷¹⁾は栃木県西部の足尾山地付近における集中豪雨の発生・維持機構のメカニズム解明を目的として、メソ気象数値モデル MM5 を使用し、実験的な数値シミュレーションを行った。本研究では碓氷らの行った関東北部から東北地方に解析領域を変化させ、MM5 を用いた数値シミュレーションを行う。地形標高を変化させる前後の領域最大降雨、平均降雨の変化の特性に着目し、地形形状が集中豪雨の発生・維持にどの程度影響を与えるか、碓氷らの研究に普遍性があるかを検討する。

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⁾。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。本研究では対象領域は図-1 に示す東北地方周辺の領域を設定した。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(図-2)。碓氷¹⁾と同様の計算条件で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を解析対象とし、積雲発生地点を北緯 38.60 度、東経 140.8 度として解析を行った。

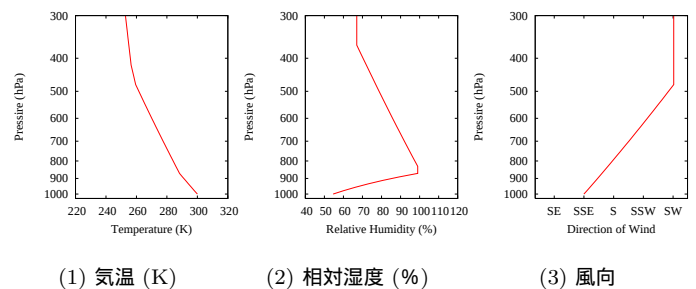
3. 地形形状が集中豪雨の発生・維持機構に与える影響の解析

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、トリガーである山岳斜面に半径 5km の円錐形の人工山岳



(1) 東北地方周辺の地形標高

図-1 モデル領域内の地形標高及び地形変化前の拡大図

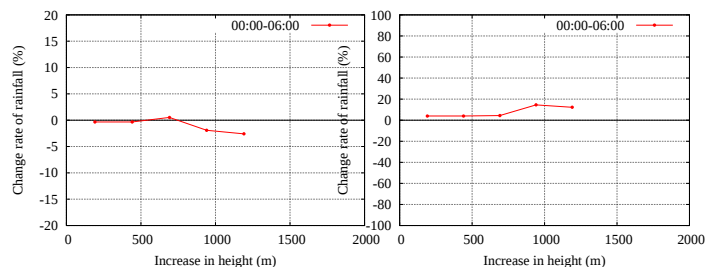


(1) 気温 (K)

(2) 相対湿度 (%)

(3) 風向

図-2 初期・境界条件に用いた人工大気



(1) 領域平均降水量

(2) 領域最大降水量

図-3 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 [%]

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。特に、領域平均降水量や領域最大降水量の変化に着目することで、地形形状が降水システムに及ぼす影響を定量的に評価する。ただし、平均降水量や最大降水量を求める際は、積

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

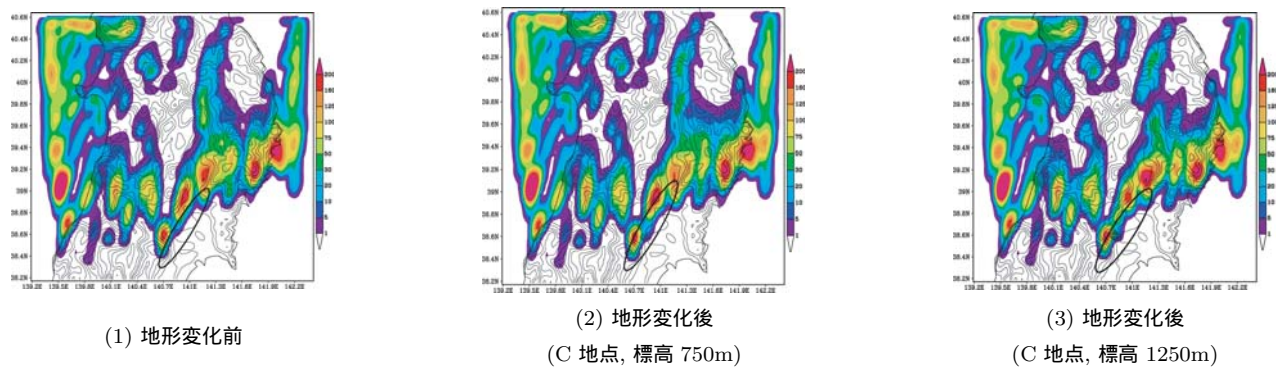


図-4 地形変化による降水分布の変化

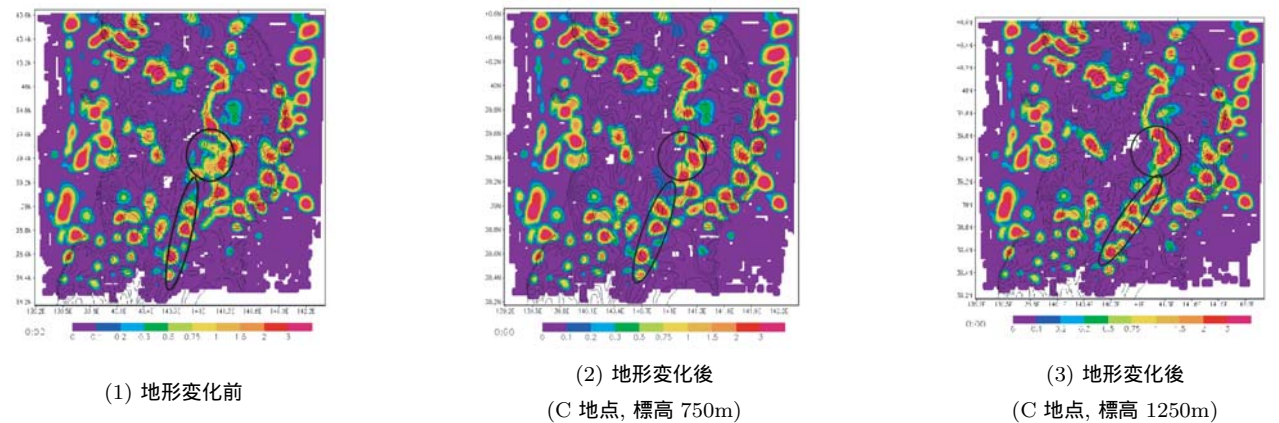


図-5 地形変化による積雲の変化 [g/kg]

雲発生地点を含む矩形領域を設定した。

解析開始後から6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図-3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0～-5%程度であり、領域最大降水量は0～+20%の範囲で変動していることが分かる。つまり、地形の標高変化により、領域内の降水の集中度合いが変化すると言える。また他の地点における領域平均降水量・領域最大降水量については現在検討中である。

同シミュレーションにおける6時間積算降水分布の状況を図-4に示す。同図(1)に比べ同図(2)、(3)においては標高変化地点付近において降水領域の広がり方が確認できる。ただし、地形標高の高低により小規模の部分的な違いはあるものの、降水領域に関しては大きな違いは見られなかった。

地形変化前と地形変化後の積雲の発達状況を図-5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)では対象領域における線状対流系が北に向かって発達しているが、同図(2)ではやや東に傾いている。さらに標高が増加した同図(3)ではさらに東へ傾いていることが確認できる。また、地形変化地点北部、図の中央部における積雲に着目すると、地形変化前では幅広く弱い積雲だったものが標高が増加するにつれ積雲がまとまり強化され図(3)では一つの強い積雲になった様子が見て取れる。この積雲の変

化により領域降水量の増減が現れたと考えられ、地形標高の変化による影響を確認することができた。

4. 結論及び今後の課題

今回のC地点における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起因すると言える。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傾向を、領域平均降水量は減少する傾向を示した。その際、降水量の変化は少ないことが明らかとなった。しかし、解析途中であり十分な結果であるとは言えない。今後は、解析事例を増やし、地形変化による降水量や降水分布、風速場にたいする影響がどのように伝わるのかを明らかにしていきたい。また、異なる大気条件においてもシミュレーションを行い、一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。さらには、地形形状の変化がもたらす降水の増減がどのようなメカニズムで生じているかを詳細に検討する必要がある。

参考文献

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