

メソ気象数値モデルによる 感度分析に基づいた集中豪雨のメカニズム解明

宇都宮大学大学院工学研究科 ○ 学生員 宮本 浩樹
宇都宮大学工学部 正会員 鈴木 善晴
宇都宮大学工学部 正会員 長谷部 正彦

1. 研究背景と目的

我が国をはじめとした複雑な地形条件を有する地域においては、地形を起因とした集中豪雨が発生しやすく、極めて甚大な気象災害を引き起こすことがある。このとき、集中豪雨の挙動は、大気条件の微細な変化によって左右され、非常に複雑な変化を示すが、そのメカニズムを解明することは、気象災害に対する有効な防災計画を策定する上で重要な課題となっている。

本研究では、集中豪雨のメカニズム解明を目的として、メソ気象数値モデル MM5 を用いた実験的な数値シミュレーションを行った。特に大気条件に任意の人為的な変化を与えた集中豪雨のシミュレーションを行い、その変化が積雲の発生状況や降雨分布にどのような影響を与えるのかについて感度分析的な観点から検討を行った。

2. メソ気象数値モデル MM5 の概要

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高再現性能を有する 3 次元非静力学モデルである。本研究では、気象庁から配信される格子間隔 80km の GPV 情報を初期値とし、また USGS (U.S. Geological Survey) 提供の緯度・経度 30 秒 (約 0.925km) の分解能をもつ地形標高データを用いてシミュレーションを行った。格子間隔 27km (Domain1), 9km (Domain2), 3km (Domain3) のグリッドで 3 段階のネスティングを行い、Domain3 を解析対象とした。なお、Domain3 の計算領域は図-1に示した関東地方とその周辺域である。各 Domain の設定格子数はそれぞれ 60×60 , 64×64 , 70×61 とし、計算の時間ステップは 81 秒, 27 秒, 9 秒とした。モデルの予報変数は、風速の東西・南北・鉛直成分や水蒸気・雲水・雨水・氷晶・雪片の各混合比及び積算降雨量などである。また、物理過程に関するモデルオプションは

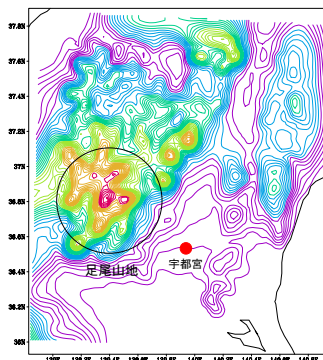


図-1 解析対象領域 (関東地方とその周辺域)

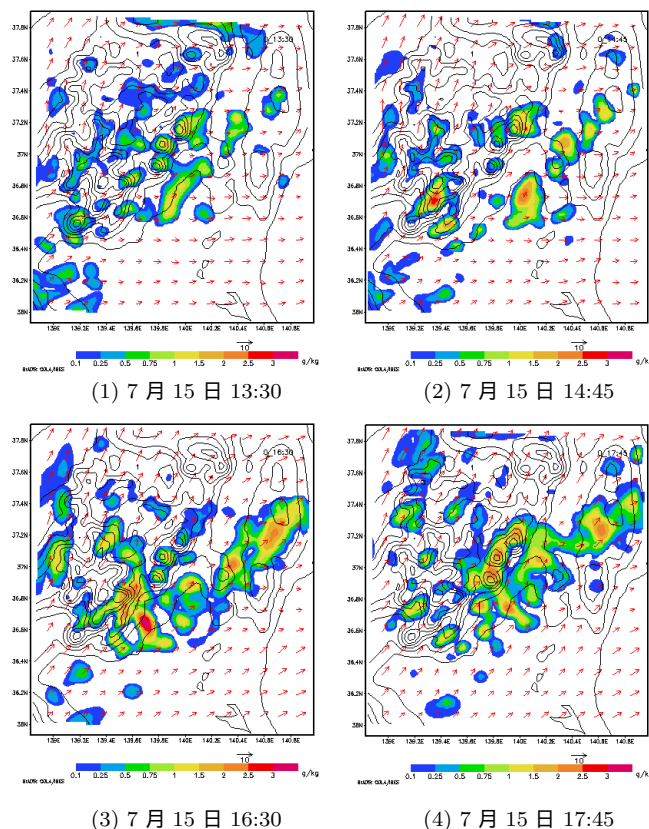


図-2 700hPa 面における積雲の発生状況の時間変化 (雲水混合比) [g/kg]

碓氷ら¹⁾と同様に設定した。

3. 解析対象事例の概要

本研究で対象とした事例は、線状対流系による集中豪雨がシミュレートされた 1999 年 7 月 16 日の事例で、助走時間 3 時間を含めた 27 時間の計算を行っ

Key Words: 集中豪雨, 大気条件, メソ気象モデル

〒 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

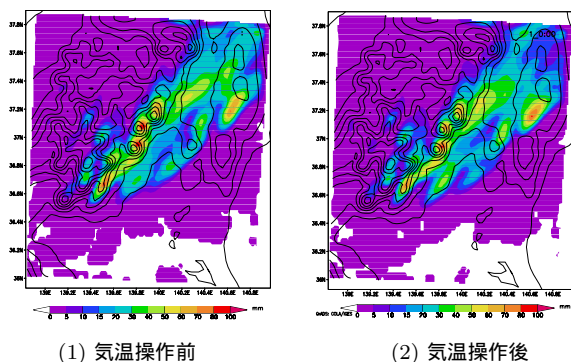


図-3 気温操作前後における 12 時間積算降雨量 [mm]

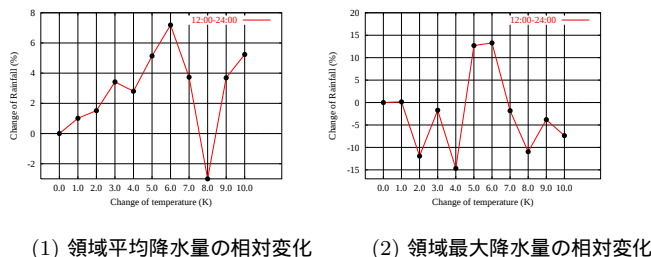


図-4 気温操作による降水量の変化

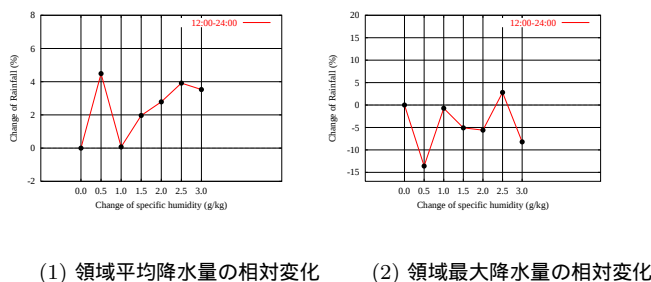


図-5 比湿操作による降水量の変化

た．ただし，解析対象は積雲の発生が集中していた後半 12 時間とした．はじめに，積雲の発生状況を確認するため，雲水混合比の時間変化を図-2 に示す．同図より，足尾山地南東の斜面から積雲が連続的に発生し，線状対流系を形成する様子が見てとれる．また，この線状対流系の発生により，同地域において集中的に強雨が発生したことを確認した．本研究では，同事例を対象として，大気条件の人為的操作を導入した集中豪雨の数値実験を行った．

4. 大気条件の人為的操作を導入した集中豪雨の挙動解析

本研究では，シミュレーションの初期段階における地表面付近の気温と，水蒸気量を表す比湿を段階的に変化させ，その変化が集中豪雨の発生・維持機構にどのような影響を与えるかについて挙動解析を行った．変化を与える場所は，強い積雲の発生地点である足尾山地の南東部周辺と中腹部の 27km 四方の領域とした．まず，図-3 は足尾山地南東部での気温操作+8

を行った場合の 12 時間積算降水量の分布を示している．気温操作後の同図 (2) より，降雨分布中心の複数の強雨域が衰退したことがわかる．また雨域が全体的に分散している様子が見てとれる．次に，図-4 に足尾山地南東部で気温操作を行った場合の領域平均降水量と領域最大降水量の相対変化を示す．同図 (1) より，気温操作+1 から+6 において上昇傾向があるがわかる．また，同図 (2) より，領域最大降水量は多くのパターンで減少したことが見てとれる．先に示した気温操作+8 のパターンでは，領域平均降水量，領域最大降水量は共に減少しており，強雨域の減少と降雨イベントそのものの衰退が確認できたと言える．また，図-5 に示した比湿操作前後の降水量の変化を見ると，同図 (1) 領域平均降水量の相対変化は，一貫した傾向は見られないものの，すべてのパターンで増加した．また，同図 (2) より，気温操作と同様に，領域最大降水量は 6 パターン中 5 パターンで減少したことがわかる．

本研究でシミュレーションを行った全 32 パターン中 17 パターンで，領域平均降水量が増加すると領域最大降水量が減少する傾向が示された．また，その 17 パターンのうち，積雲発生領域である足尾山地南東の領域を操作した場合が 11 パターンを占めたことから，積雲発生地点付近において大気条件に大規模なエネルギーを付加した場合，大気場の変動を生じ，降雨が分散したと考えられる．

5. 結論及び今後の課題

本研究では，線状対流系が形成された降雨イベントを対象に，大気条件に人的操作を加えるという実験的な数値シミュレーションを行った．その結果，積雲の発生地点付近の気温を上昇させることにより，集中豪雨の挙動に複雑な影響が及ぼされることを示した．今後は，より詳細な集中豪雨の挙動解析を行うため，大気条件の操作領域をより小さなグリッドヘスケールダウンすること，また，多くの事例を用い，統計的な解析を行うことが必要である．そして，降雨継続時間や 3 次元的な風速場の変化を含めた様々な面からの解析を行うことにより，大気条件の人為的操作が集中豪雨に与える影響を明らかにしたい．

参考文献

- 碓氷陽子，鈴木善晴，長谷部正彦：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，第 60 回土木学会年次学術講演会，2005