

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

宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部

○ 学生員 碓水 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¹⁾。

1998 年 8 月に福島・栃木両県境付近で発生した集中豪雨(以下、那須豪雨と呼ぶ)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²⁾。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する。

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³⁾。

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。計算領域は足尾山地周辺の北緯約 35.8 度～37.6 度、東経約 138.6 度～140.7 度の領域で、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, 61 × 70 とし、計算の時間ステップはそれ

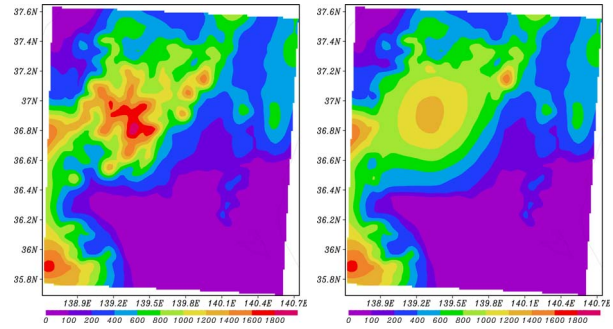


図-1 モデル領域内の
地形標高 (m)

図-2 試験的に平滑化
を行った地形標高 (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(Domain3), None(Domain1,2)
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

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・雨水・氷晶・雪片の各混合比である。ここで、図-1 にモデル領域内の地形標高を、また表-1 に本研究で用いたモデルオプションを示す。

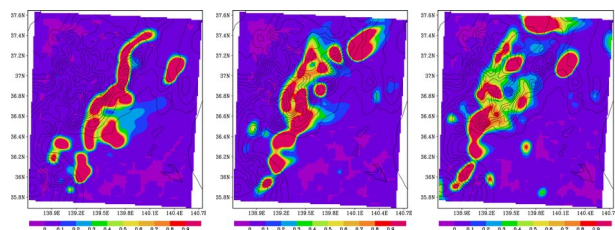
3. 実験的な数値シミュレーション

本研究では始めに、足尾山地付近を対象とした、気象の数値シミュレーションを行い、豪雨発生のメカニズムの解析を行った。シミュレーション期間は、断続的に雨が降り続いた 1998 年 8 月 26 日から 30 日の期間内で、29 日 21:00 を初期時刻とした。

シミュレーションの結果、領域内で最も高い標高付近の等圧面の大気状態を観察するため、700hPa 面(標高約 3000m)での雨水混合比と水蒸気混合比について観察することとする。図-3 に雨水混合比の時間変化を示す。解析開始時刻から 3 時間後以降に足尾山地をトリガーとして混合比の高い領域が発生し、発達しながら北上する様子を確認できた。特に、同図で

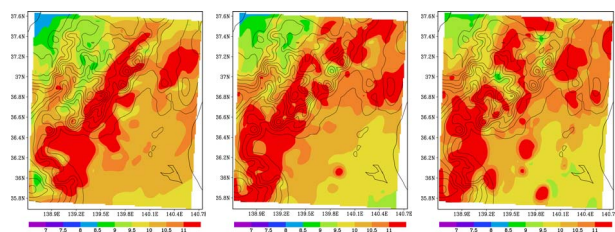
Key Words: 集中豪雨, メソ気象数値モデル, 地形形状, 発生・維持機構

〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設棟水文・環境学研究室 Tel.028-689-6214 Fax.028-689-6213



8 月 30 日 04:00 8 月 30 日 05:00 8 月 30 日 06:00

図-3 700hPa 面における雨水混合比 [g/kg] の時間変化



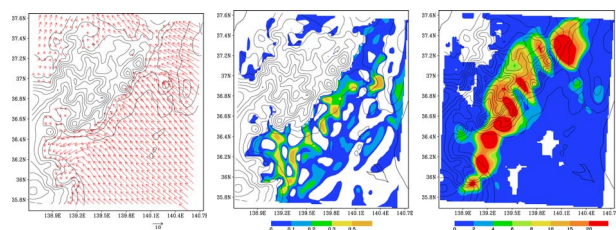
8 月 30 日 04:00 8 月 30 日 05:00 8 月 30 日 06:00

図-4 700hPa 面における水蒸気混合比 [g/kg] の時間変化

は、解析開始時刻から 4 時間後 (8/30 04:00) から約 2 時間の間、足尾山地付近で雨水混合比の高い大きな領域が停滞している様子が分かる。図-4 に示した水蒸気混合比の時間変化でも、足尾山地付近で周辺よりも高い混合比を表している。また、同時間帯の、より地表面に近い 950hPa 面 (標高約 500m) における風速場を図-5 に示す。同図 (a) は水平風速ベクトルを、同図 (b) は鉛直上昇風速のカラーコンターを表しているが、足尾山地のすその部分に上昇気流が発生しているのが分かる。さらに、足尾山地の南方で水平風が収束し、上昇気流が発生している。また図-6 では 8/30 04:30 から 05:30 までの積算降雨量を示す。同図からは足尾山地を中心に、局所的に降雨が発生していることが分かる。

以上の結果から、雨水混合比、水蒸気混合比の高い領域が足尾山地をトリガーとして発達し、徐々に北東方向に移行する現象を確認することができた。また、低高度の風速場より、足尾山地に衝突した風が激しい上昇気流となり、水蒸気から降水粒子を発生させたことが確認された。

次に、地形変化による風速場や降雨量の変化を観察するために、試験的に足尾山地付近の地形を平滑化してシミュレーションを行った。平滑化後の地形標高の様子を図-2 に、上記と同じ期間のシミュレーション結果による水平・鉛直上昇風速の分布及び地上降雨量の分布を図-7 に示す。今回のケースでは風速場や地上降雨量の分布には大きな変化は見られなかった。これは、平滑化をしても山頂の標高が 1200m を超え



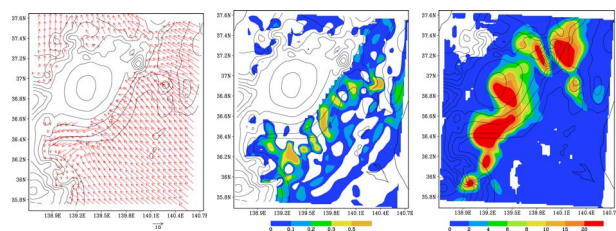
(a) 水平風速 (b) 鉛直風速 8/30 04:30-05:30

図-5 950hPa 8 月 30 日 04:00

図-6 地上降雨量

風速分布 [m]

[mm]



(a) 水平風速 (b) 鉛直風速 8/30 04:30-05:30

950hPa 8 月 30 日 04:00 風速分布 [m]

地上降雨量 [mm]

図-7 試験的な平滑化によるシミュレーション結果

ていたため、同図 (a) で山地に向かう風が同図 (b) に見られるように斜面で上昇気流を生じさせ、雨域を発生させたと考えられる。また、同図の 8/30 04:30 から 5:30 までの地上降雨量で、同じ時間帯の図-6 に対して雨域がまとまっていたのは、平滑化されて複雑な地形がなくなった分、水蒸気が広く均等に行き渡り、連続した雨域が発生したためと思われる。今後様々な地形形状を用いた実験を行い、地形形状がどのような影響を雨域や風速場に与えるかを探っていく予定である。

4. 結論及び今後の課題

今回のシミュレーションにおいて、足尾山地に雨域が発生・停滞する様子及び地形による風速場の特徴が表され、雨水混合比、水蒸気混合比及び風速場が雨域の発生に強く影響していることが確認できた。

今後は様々な地形の事例でシミュレーションを行い、雨域がどのように現れ、それが停滞して豪雨をもたらすかどうか、また風速場がどのように変化するかな等を解析し、地形形状がどの程度雨域の発生・維持機構に寄与するかを明らかにしていく。

参考文献

- 1) 阿部涼一：メソ気象数値モデルによる集中豪雨の発生・維持機構に関する研究，宇都宮大学卒業論文，平成 15 年度
- 2) 矢神卓也：98 年東北豪雨の生起伝播特性の解析と 3 次元レーダーを用いた短時間降雨予測手法への適用に関する研究，京都大学卒業論文，平成 11 年度
- 3) 宮田昇平：メソ気象モデル MM5 を用いた降雨場の地形依存特性の解析，京都大学卒業論文，平成 14 年度