

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

宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部
宇都宮大学工学部

○ 学生員 阿部 涼一
正会員 鈴木 善晴
正会員 長谷部 正彦

1. はじめに

日本における山岳地域のように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、度々多大な豪雨が発生する。そのため、防災および水資源工学的な視点から、大気現象に対する地形効果の影響を解明することは、人々の安全を確保する上で大変重要な課題である。そこで現在、特に豪雨の起こりやすい地域において集中豪雨の発生・維持機構のメカニズム解明が強く求められている¹⁾。このことを受けて、本研究ではメソ気象数値モデル CReSS による数値シミュレーションを行うことによって、そのメカニズム解明を試みる。

2. 研究の目的

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、栃木県西部に位置する足尾山地がトリガーとなりもたらされたものである²⁾。この足尾山地付近では、那須豪雨に限らず足尾山地がトリガーとなって豪雨が発生する現象が頻繁に起きている。そこで本研究で行うシミュレーションでは、足尾山地付近を主な対象領域とし、集中豪雨のメカニズム解明に対して山岳地形の形状がどの程度豪雨の発生・維持機構に寄与しているかを明らかにすることを目的とした。

そこで本研究では、はじめに、実際に対象領域付近で発生した那須豪雨に対応する再現シミュレーションを行い、そのメカニズムの解析を行う。次に、レーダー情報の観測値を用いた実際の豪雨の記録と再現シミュレーションによる結果を比較し、その再現精度の検証を行う。そしてその後、山岳形状が豪雨のメカニズムに対してどの程度寄与しているか解析するために、地形の形状を変化させるといった実験的なシミュレーションを行い、その影響の解析を行う。

3. メソ気象数値モデル CReSS の概要

CReSS(Cloud Resolving Storm Simulator) は、雲を表現すると共にそれが組織化したメソスケールの降水システムをシミュレーションできるものであり、雲スケールからメソスケールの現象の高精度シミュレーションを行うことを目的として名古屋大学³⁾で開発された、雲解像の非静力学気象モデルである。そのために水平と鉛直の解像度が可能な限り高く、雲の中で起こっている雲・降水に関する物理過程を可能な限り表現できることが大きな特徴である。

本研究では、GPV 情報（気圧、風速、気温、湿度

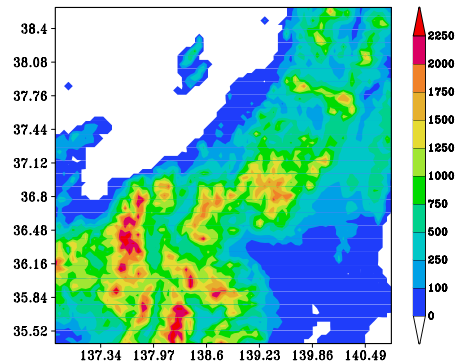


図-1 モデル領域内の地形標高 (m)

表-1 本研究で用いたモデルオプション

サブグリッドスケールの乱流過程	1.5 次のクロージャーモデル
雲微物理過程	氷層を含むバルク法のパラメタリゼーション
地表面過程	実行しない
側面境界条件	放射境界条件
下端・上端の境界条件	固定壁境界条件

の数値予報データ)を初期値および境界値として用い、シミュレーションを行った。また、標高データは国土数値情報を用いた。計算領域では北緯約 35.4° ~ 38.6°、東経約 136.8° ~ 140.8° とし、水平方向の格子間隔は 5km、鉛直方向の格子間隔は 500m (81 × 81 × 30 グリッド) とした。モデルの予報変数は、風速の東西・南北・鉛直成分、圧力・温位の偏差、水蒸気・雲水・雨水・雲氷・雪・霰の各混合比、および、降雨量強度と積算降雨量である。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の設定を示す。

4. 那須豪雨の再現シミュレーション

本研究でははじめに、再現シミュレーションによる那須豪雨のメカニズムの解析を行った。断続的に雨が降り続いた 26 日から 30 日の期間内で、'98 年 8 月 27 日 09:00 を初期時刻とし、12 時間ごとの GPV データを境界値として入力し、シミュレーションを行った。シミュレーションの結果、雨を降らせる重要な要素である雨水混合比と水蒸気混合比について領域内での一番高い標高付近の水平面、つまり地上 2750m での結果を考察することとした。図-2 に雨水混合比の時間変化を示す。雨水混合比においては、予報開始

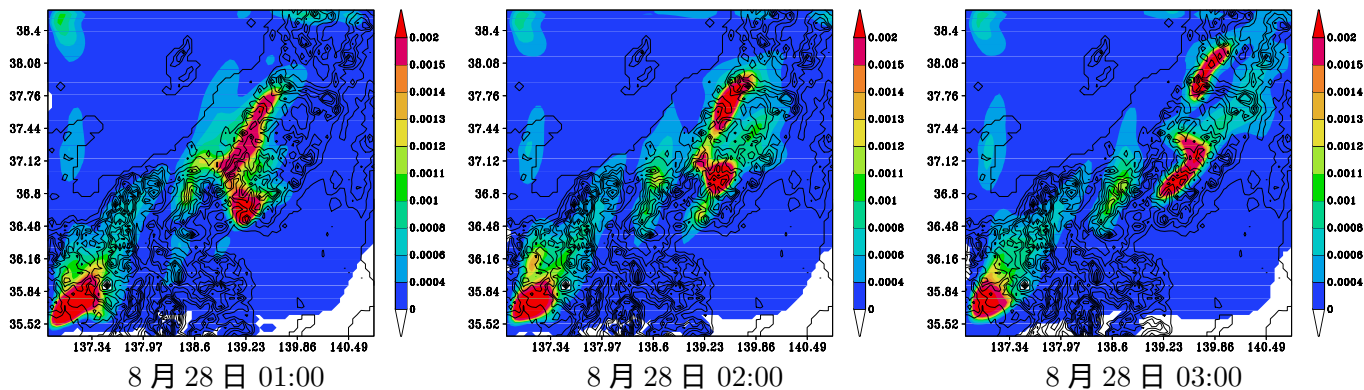


図-2 雨水混合比 (kg/kg) の時間変化 (鉛直高度 2750m)

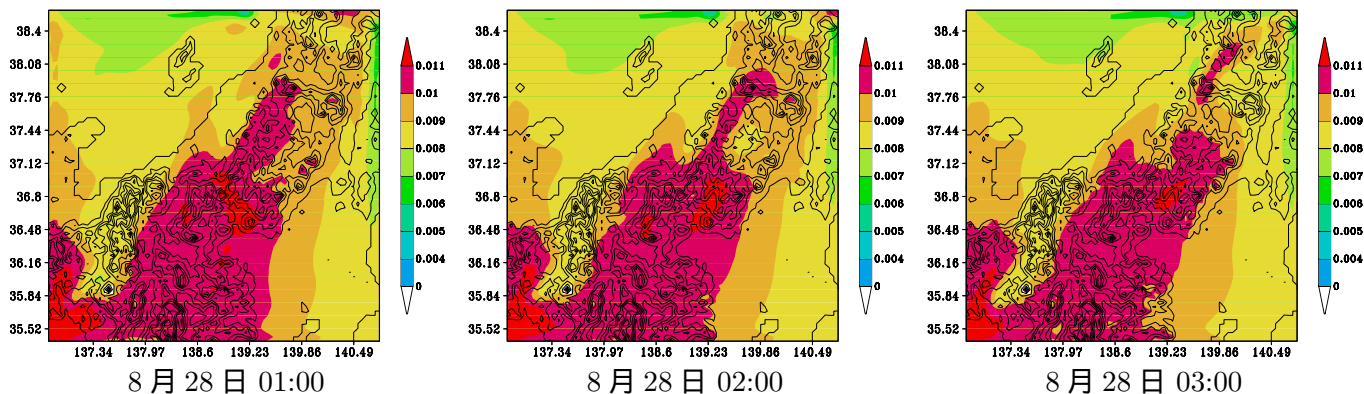


図-3 水蒸気混合比 (kg/kg) の時間変化 (鉛直高度 2750m)

から 10 時間後以降、足尾山地をトリガーとして比率の高い領域が発生し、徐々に北上しながら発達する様子を確認することができた。さらに、同図を見ると、予報開始 16 時間後 (8/28 01:00) 以降の約 2 時間の間、足尾山地付近で雨水混合比の高い領域が、徐々に北上しているものの、ほぼ停滞している様子がわかる。また、図-3には水蒸気混合比の時間変化を示す。水蒸気混合比に着目すると、モデル領域内での南方向の山岳地帯と足尾山地を中心とするその周辺で約 0.01kg/kg 以上の値を示していることが同図からわかる。また、図-4に予報開始から 16 時間 30 分後 (8/28 01:30) から 1 時間後までの積算降雨量を示す。これらの結果から、水蒸気混合比・雨水混合比の比率の高い領域が足尾山地をトリガーとして徐々に発達し、その影響で雨域が北東方向に移動する現象を再現することができた。また、同図を見ると分かるように、時間積算降雨量 20mm/0.5h 以上の局所的に発達した雨域の形状を表現することもできた。今後、同時刻におけるレーダー情報の観測値とシミュレーションによる予報値を比較し、その再現精度を検証する予定である。

5. 結論と今後の課題

今回のシミュレーションにおいて、対流の発達過程には、雨水混合比や水蒸気混合比が強く影響していることが確認できた。また、それらの混合比率の高い領域が、足尾山地をトリガーとして発達し、局所的な豪雨を引き起こす現象を再現することが確認できた。

今後はシミュレーションにおける再現精度の検証を

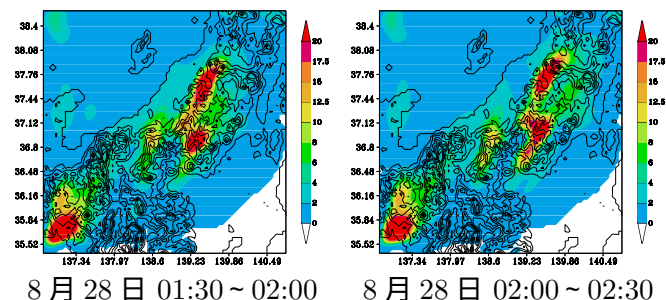


図-4 地上降雨量 (mm) の時間変化

行うが、風速や温位、気圧のシミュレーション結果も含め、さらに詳細な解析を行う必要がある。そして、地形がどのような形状をしている場合に強い雨域が現れるのか、またその雨域が停滞し、豪雨をもたらすのか等についての解析や、あるいは、地形形状の変化の割合がどの程度雨域の発生・維持機構に寄与するものなのかを明らかにするために、実験的なシミュレーションを通して解析を行い、豪雨の発生・維持機構の本質に迫っていく。

参考文献

- 1) 牛山素行：1998 年 8 月 26 日～31 日に栃木・福島県で発生した豪雨災害の特徴，自然災害科学，Vol.17，pp.237-243，1998
- 2) 矢神卓也：集中豪雨の発生・維持機構に大気環境場が及ぼす影響に関する研究，京都大学大学院修士論文，平成 12 年度
- 3) 坪木和久，榊原篤志：CReSS ユーザーズガイド，第 2 版，2001