

足尾地区における植生状態の変化が周辺地域の降水現象に及ぼす影響に関する研究

宇都宮大学工学部
宇都宮大学大学院工学研究科
宇都宮大学大学院工学研究科

○ 学生員 大野 達也
正会員 鈴木 善晴
正会員 長谷部 正彦

1. はじめに

足尾地区では、1870年代からの足尾銅山による鉱山活動により大規模な荒廃現象、土壌流失が生じた。森林の働きを失った同地区は大雨のたびに、渡良瀬川を氾濫させ沿岸住民に猛威を奮った。今日では、1956年代から実施されている治山事業が徐々に成果を結び、岩山と化した同地域に緑が回復しつつある¹⁾。

陸面状態の変化は、太陽光の反射率や水循環・炭素循環に影響を及ぼし、同地区周辺における河川流出や降水量にもその影響が及んでいると考えられる。後藤²⁾は、空中写真と観測値を用いて、足尾地区における荒廃地面積の推移及び治山事業と降水量の関係性について検討しているが、同地区の降水量に対する植生回復の影響については明らかとなっていない。

一方、同地区においては、1998年8月の栃木・福島豪雨（那須豪雨）など、足尾山地をトリガーとして発生した集中豪雨が数多く観測されており、植生の変化がこれらの短期的な降水現象に何らかの影響を及ぼしていることも予想される。戸村³⁾らは、メソ気象数値モデル MM5 を用いて植生変化が短期的な降水現象にどのような影響を与えるのか、降水量に着目し解析を行った。

そこで本研究では戸村らと同様に、メソ気象数値モデル MM5 を用いて植生変化による短期的・長期的な降水現象に対する影響の解析を試みる。植生変化が足尾地区を中心とする周辺地域の降水現象にどのように影響を与えるかを明らかにするため、降水量や積雲対流活動、風の収束・発散に着目して解析を行った。

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⁴⁾。本研究では初期値及び境界条件として、気象庁から提供されている GPV 情報を使用した。また、地形標高には USGS (U.S. Geological Survey) 提供の緯度・経度 30 秒 (約 0.925 km) の分解能のデータ、土地利用には USGS 提供の 25 分類のデータを使用した。

今回は4段階のネスティング計算を行ったため、ドメイン 4 (1 km × 1 km グリッド) の対象領域として足尾地区を中心とした足尾地区周辺領域を設定し、那須豪雨が発生した 1998 年 8 月 27 日の 24 時間対

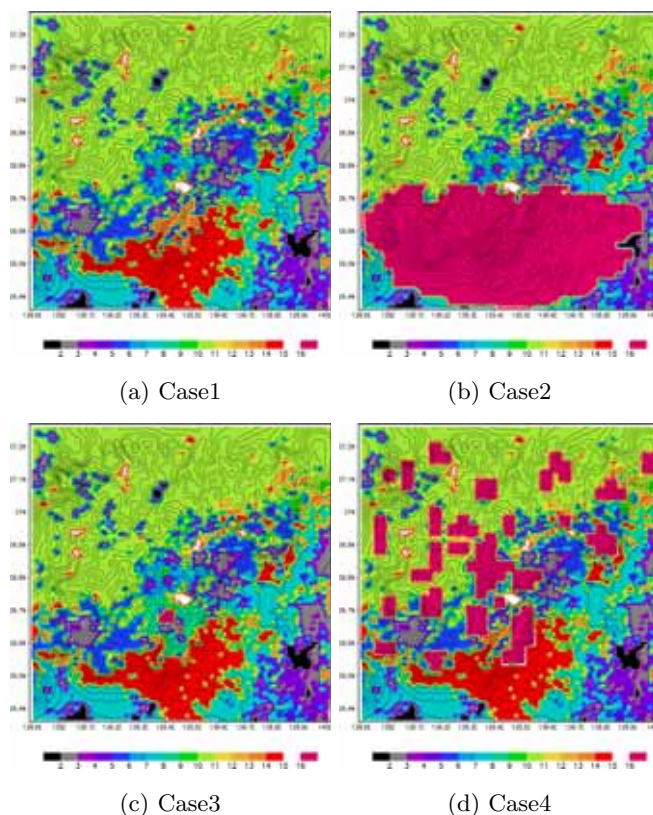


図-1 シミュレーションに用いた各ケースにおける植生状態象としたシミュレーションを行った。

3. 植生変化が降水現象に与える影響

植生変化が降水現象に与える影響を解明するために、モデル内の植生を人為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。用いた植生状態は、USGS による近年の植生状態 (Case1)、足尾地区内の山地の南側斜面の植生を変化させたもの (Case2) 1957 年前後の足尾地域の煙害状況¹⁾を再現したもの (Case3)、足尾地区内の山頂部 (およそ標高 1000 m 以上) の植生を変化させたもの (Case4) の 4 ケースである。各ケースにおける植生分類の様子を図-1 に示す。Case1 の植生状態は必ずしも現在の植生状態を正確に表していないが、本研究では植生変化による相対的な影響の違いに着目して解析を行う。

まず、シミュレーション結果より、助走期間 3 時間を除く各ケースの 24 時間積算降水量を図-2 に示す。同図より、Case1 では足尾地区において発達した雨域が確認でき、そのほとんどで積算雨量が 300 mm を超えている。一方、Case2 では、足尾地区周辺と領域西部の積算雨量の多くが 250 mm を下回っており、

Key Words: 降水現象, メソ気象数値モデル, 植生変化

〒 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

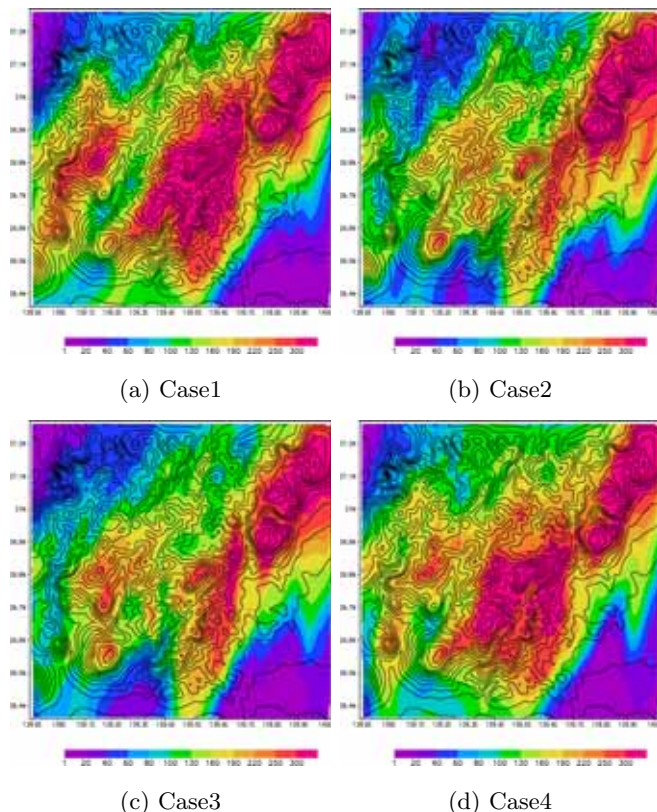


図-2 各ケースにおける 24 時間積算降水量 [mm]

Case1 と比較して降水量が減少していることが確認できる。Case3 では、Case2 程ではないが、Case2 と同様な傾向が確認できる。また、Case4 では、領域西部で若干の積算雨量の減少が確認できるが、それ以外の部分では Case1 と似通っており、そこまで顕著な変化は見られない。

また、図は割愛するが、各ケースにおける積雲対流活動の様子から、Case1 の足尾地区において積雲対流活動が活発なことが確認された。一方、Case2 では、足尾地区周辺と領域西部での積雲対流活動が Case1 と比較して穏やかなことが確認された。Case3 は Case2 と似通っており、Case2 と同様な傾向が確認された。Case4 では、領域中央部の積雲対流活動が若干穏やかになっているが、それ以外の部分では Case1 と似通っており、そこまで顕著な変化は見られなかった。

これらのことから、足尾地区の山頂周辺の植生状態よりも、山岳の谷部に位置する足尾地区の植生状態が降水現象により大きな影響を及ぼすことが分かった。

4. 植生変化が風の収束・発散に与える影響

次に、風の収束・発散が発生する頻度に着目し、植生変化がどのように影響を与えるかの解析を行う。Case1 の単位時間当たりの風の収束・発散の発生頻度を表したものの一例を図-3 に示す。Case2~4 の図は割愛するが、Case2 の 12:00 の時点では、Case1 の領域南西部で見られた収束頻度が 10 回以上の収束域が見られず、12:30 の時点では、足尾地区周辺の収束・発散の発生場所が減少し、また発生頻度も減少している。Case3 の 12:00 の時点では、Case2 と同様に Case1 の領域南西部で見られた収束頻度が 10 回以上

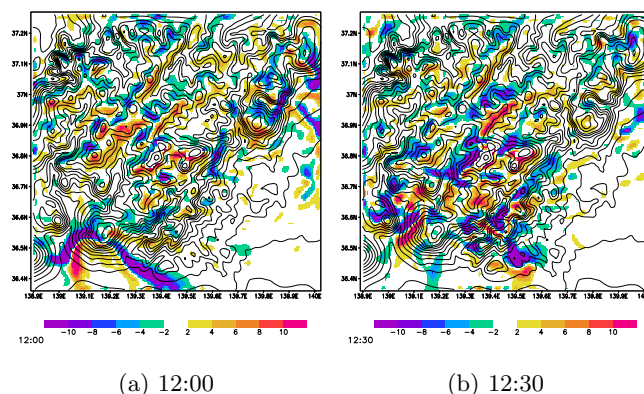


図-3 Case1 における単位時間当たりの収束・発散の発生頻度 [/h]

の収束域が見られず、12:30 の時点では、Case2 程ではないが足尾地区周辺の収束・発散の発生場所、発生頻度が減少している。Case4 では、Case1 と似通っており、そこまで顕著な変化は見られなかった。

これらのことから、風の収束・発散に関しても、足尾地区の山頂周辺の植生状態よりも、山岳の谷部に位置する足尾地区の植生状態がより大きな影響を及ぼすことが分かった。植生変化により地表面の粗度が変わることで、水平方向の風速が変化し、その分、上空との風速分布に差が生じ、上昇気流の発生に影響することで、風の収束・発散の発生頻度に変化が生じたと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、植生変化が短期的・長期的な降水現象に与える影響の解析のため、植生を変化させた実験的シミュレーションを行った。その結果、植生変化が降水量や積雲対流活動、風の収束・発散に顕著な影響を及ぼすことが明らかとなった。

今後はさらに、風の収束・発散や上昇気流の発生場所に植生変化がどのような影響を及ぼしているかを解析するとともに、過去の観測データを用いて、足尾地区周辺の降水現象に植生変化の影響が実際に現れているかどうか検討を行う予定である。また異なる地域や大気条件においても今回と同様なシミュレーションを行い、結果の普遍性や有意性を検討することも必要と考えている。

参考文献

- 1) 秋山智英：森よ、よみがえれ、第一プランニングセンター、1990。
- 2) 後藤明：足尾地域の治山事業に伴う流出特性の変遷に関する基礎的研究、宇都宮大学工学部建設学科卒業論文、2008。
- 3) 戸村睦、鈴木善晴、長谷部正彦：足尾地区における植生変化を考慮した栃木県周辺の水文・気象特性の解析、土木学会関東支部第 36 回技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM) ,2009
- 4) J. Dudhia, et al. : PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide(MM5 Modeling System Version3), NCAR Technical Note, 2001.