

# 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

宇都宮大学大学院工学研究科	学生員	渡邊 宗一郎
トヨタウッドユーホーム(株)	非会員	戸村 睦
宇都宮大学大学院工学研究科	正会員	鈴木 善晴
宇都宮大学大学院工学研究科	正会員	長谷部 正彦

## 1. 背景と目的

足尾地域では、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域は大雨のたびに、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<sup>1)</sup>。

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、同地域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<sup>2)</sup>は、空中写真と観測値を用いて、足尾地域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、同地域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。

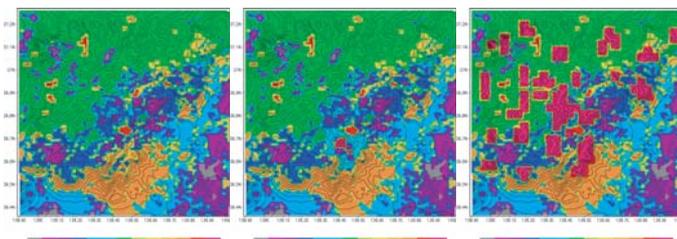
一方、同地域においては、1998年8月の栃木・福島豪雨(那須豪雨)など、足尾山地をトリガーとして発生した集中豪雨が数多く観測されており、植生の変化がこれらの短期的な降水現象に何らかの影響を及ぼしていることも予想される。そこで本研究では、メソ気象数値モデルMM5を用いて植生変化による短期的な降水現象に対する影響について解析を行う。足尾山地を中心とする栃木県周辺の降水量に着目し、植生変化が同地域の水文・気象特性にどのように影響を与えるのかを検討する。

## 2. メソ気象数値モデルMM5の概要

本研究では、メソ気象数値モデルMM5(The Fifth-Generation NCAR/Penn State Mesoscale Model)を用いてシミュレーションを行う。同モデル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<sup>3)</sup>。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情報を用いる。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、土地利用データはUSGS提供の25分類のデータを用いる。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(1km×1kmグリッド)の対象領域として足尾山地を中心とした足尾地域周辺領域を設定し、那須豪雨が発生した1998年8月27日の24時間を対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

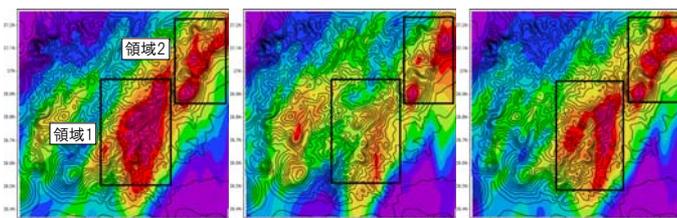


(1) CASE1 (2) CASE2 (3) CASE3

図-1 シミュレーションに用いた植生状態

(一例として、11番(緑色)は落葉広葉樹、

19番(赤色)は不毛または疎らな植生を示す)



(1) CASE1 (2) CASE2 (3) CASE3

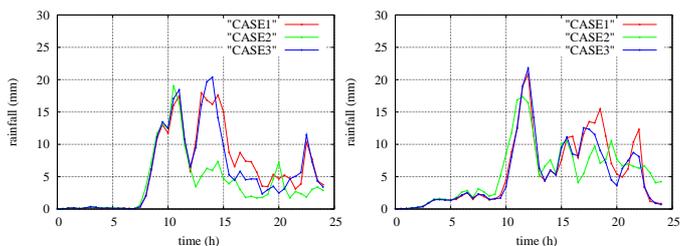
図-2 各ケースにおける18時間積算降水量

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をCASE1、1957年前後の足尾地域の煙害状況<sup>1)</sup>を再現したものをCASE2、足尾山地内の山頂部(およそ標高1000m以上)の植生を変化させたものをCASE3とする。各CASE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、計算開始3時間後以降における各CASEの18時間積算降水量を図-2に示す。図-2(1)より、CASE1では足尾山地において発達した雨域が確認でき、多いところでは積算雨量が350mmに達している。一方、CASE2では、領域中央部の積算雨量が300mm程度となっており、CASE1と比較して降水量が減少していることが確認できる。また、領域北東部の降水量も中央部ほどではないが若干減少していることが分かる。CASE3では、領域中央部の積算雨量が350mm以上の範囲が東に推移しており、北東の降水量の分布についてはCASE1と似通っており、顕著な変化は見られない。

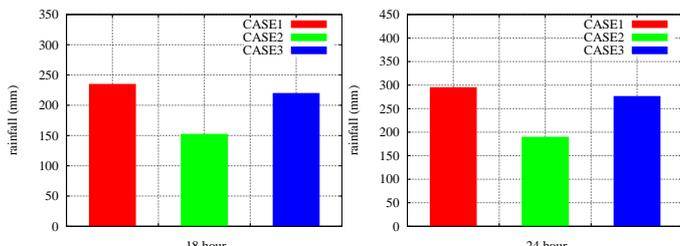
キーワード：降水分布、メソ気象モデル、植生状態

宇都宮大学大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻(〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 TEL(FAX): 028-689-6214(6213))



(1) 領域 1 (2) 領域 2

図-3 領域 1 および 2 における領域平均降水量の時間変化



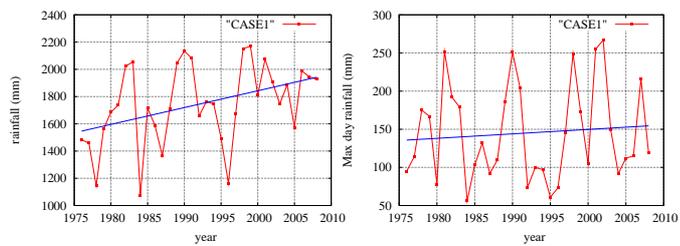
(1) 18 時間積算降水量 (2) 24 時間積算降水量

図-4 領域 1 における 18 時間積算降水量および 24 時間積算降水量

ここで、中央付近の積雲対流の領域を領域 1、北東における積雲対流の領域を領域 2 として領域平均の積算降水量を比較すると、図-3 に示すように、領域 1 では 12:00 ~ 18:00 において、CASE2 が他 CASE と比較して降水量が減少していることが確認でき、領域 2 では植生変化による影響はあるものの、どの時間帯においても降水量の顕著な変化は生じていない。そこで、領域 1 における 18 時間及び 24 時間積算降水量について見てみると、図-4 に示すように、CASE2 では CASE1 と比較して約 30 % 降水量が減少しているが、CASE3 は顕著な変化は見られない。これらのことから、足尾山地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域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。これは、足尾地域の植生が回復した近年の状態の方が、積雲発生地点付近における地表面の粗度が大きく大気の流れ(乱流渦)を生じやすいため、同地域において積雲対流の発達が進められるのではないかと考えられる。

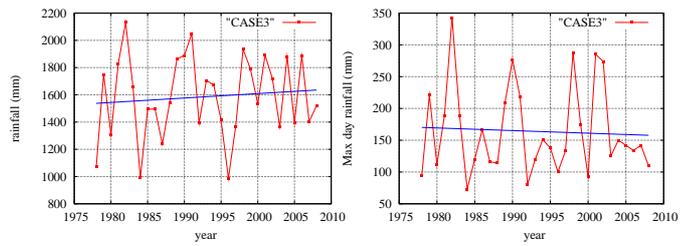
4. 観測値による検証

次に、シミュレーション結果の妥当性を検証するため、気象庁 AMeDAS による地上観測データを用いて検討を行う。観測データの一例として、足尾地域内中央に位置する足尾観測所、およびそれより 25km ほど北側に位置する土呂部観測所における年降水量、日最大降水量と線形近似により求めたそれぞれの回帰直線を図-5 ~ 図-6 に示す。周辺の他の観測所(宇都宮、日光、那須、東京など)も含めて比較したところ、全地域で温暖化の影響と思われる年降水量の増加が確認されたが、足尾における増加率が明らかに大きいことが分かった。これは、足尾地域の植生が回



(1) 年降水量 (近似直線の傾き: 12.35) (2) 日最大降水量 (近似直線の傾き: 0.584)

図-5 足尾観測所における年降水量および日最大降水量



(1) 年降水量 (近似直線の傾き: 3.257) (2) 日最大降水量 (近似直線の傾き: -0.413)

図-6 土呂部観測所における年降水量および日最大降水量

復したことにより、積雲の発達が進められたためではないかと考えられる。また、ほとんどの観測所で日最大降水量が年々増加傾向にあるのに対して、土呂部観測所においてのみ回帰直線の傾きがマイナスを示す結果となった。これは、足尾山地南部に位置する足尾地域の植生回復により、山岳の風上側における積雲の発達が進められ、同地域北側への水蒸気の移流量が減少したためではないかと考えられる。

5. 結論及び今後の課題

足尾地域の植生を変化させた実験的シミュレーションの結果から、植生変化が短時間の降水現象や積雲対流活動に対して顕著な影響を及ぼすことが示唆された。すなわち、適切な植生管理を行うことで、地域によっては平野部における豪雨の発生を抑制することができるなど、防災面で有利に作用する可能性があると考えられる。

今後の課題としては、異なる地域や大気条件においても今回と同様な結果が得られるのか、またどの程度植生が変化すればどの程度降水量に影響を及ぼすのかなどについて検討を行う予定である。

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