

TRMM/PR データを用いた 熱帯・亜熱帯地域における降雨-地形関係の解析

宇都宮大学工学部 ○ 学生員 三田康太
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. 背景と目的

降水現象に対する地形効果のメカニズムを明らかにすることは、降雨情報の十分でない地域において、防災や水資源工学的な観点から非常に重要な課題となっている。本研究の対象領域である熱帯・亜熱帯地域においては、TRMM 衛星が打ち上げられるまで降雨の観測データを得ることが困難な地域も多く、降雨の分布特性について十分な解析が行われていない。TRMM 衛星からの降雨情報を用いた解析として、河和¹⁾は、ガウス関数型の降雨-地形関係が南アジアの多くの地域で成立していることを明らかにしている。しかし、その時間・空間的な変動特性や、詳細なメカニズムは未だ明らかとなっていない。

そこで、本研究では、全球規模で降雨分布情報が得られる TRMM/PR 観測データを用いることにより、気候特性や地形条件、山岳スケール等が降雨-地形関係にどのような影響を与えているかについて、統計的な観点から解析を行うとともに、その普遍性やメカニズムについて検討を行った。

2. TRMM/PR データの概要

TRMM(Tropical Rainfall Measuring Mission) は、地球規模での降雨観測等を目的に開発された降雨レーダー (PR) 搭載の人工衛星である。TRMM は日変化の大きい熱帯域の降雨を観測対象とするため、同一点を様々な時間帯に観測することが可能な太陽非同期軌道で運用されている。観測頻度は高緯度で 1 日 1~2 回、赤道付近では 6~7 日に 1 回程度である。

TRMM/PR は、地表から高度 15km までの三次元降雨情報を得ることが可能で、水平空間分解能は 4km、鉛直空間分解能は 250m である。地上レーダーでは観測が困難となる山岳域においても、より地表面に近い高度での降雨観測が可能となる。

本研究では 1998 年 1 月~2003 年 12 月 (計 72ヶ月) の TRMM/PR 2A25 プロダクト (Version 6) のデータを用いて解析を行う。

3. 降雨分布の標高依存曲線

降雨-地形関係の解析を進めるにあたり、一山岳程度の空間スケールにおいて成立する「降雨分布の標高依存曲線」に着目する。図-1 に示すように、ある山岳を対象として、横軸に地形標高、縦軸 (対数軸) に積算降雨量をプロットし、降雨量の層別平均値を二

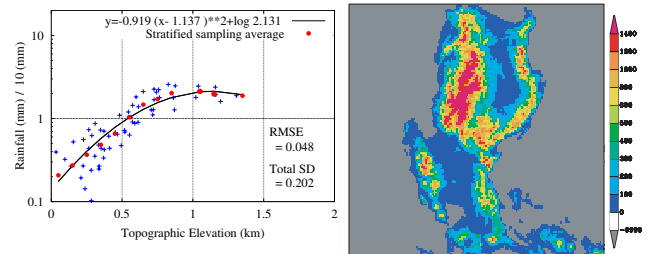


図-1 標高依存曲線の一例 図-2 対象領域の一例
(フィリピン北部)

次曲線で近似すると、降雨-地形関係が非常に精度よく近似されることが明らかとなっている。著者らはこの積算降雨量と地形標高の二次の曲線関係を「降雨分布の標高依存曲線」と呼んでいる。同図に示した RMSE の値は二次曲線と層別平均値との誤差の大きさを表したもので、0.1 以下であれば標高依存曲線が成立していると判断される。鈴木ら²⁾によれば、標高依存曲線における積算降雨量の層別平均値 r と地形標高 z との関係は次式のような二次関数で表すことができる。

$$\log \frac{r}{R} = -a(z - b)^2 + c \quad (1)$$

ここで、 a, b, c は定数とし、 R は領域平均降雨量を表す。本研究では、主に、標高依存曲線の曲率を表すパラメーター a と、山岳スケール内の降雨量のピーク位置を表すパラメーター b をそれぞれ領域内の最高標高を考慮して正規化したパラメーター a', b' に着目し、その変動特性について解析を行う。

4. 解析方法

本研究では、TRMM/PR2A25 プロダクトに含まれる NearSurfRain という地表付近の降雨データを用いて解析を行う。対象領域は熱帯・亜熱帯の山岳地域とし、6 月~9 月を夏期、11 月~2 月を冬期として季節ごとに月平均降雨量の分布を求めた。

河和¹⁾は、標高依存曲線を求める際に、領域の山岳分割を行って各山岳ごとに標高依存曲線を求めるという方法を採用しているが、本研究では、領域内の一地点一地点を中心として任意に影響半径を設定し、その半径円内において標高依存曲線を求めるという方法を採用した。ただし、影響半径円内の標高差や雨量が十分得られない場合は計算対象から除外した。

Key Words: TRMM/PR, 降雨分布, 山岳スケール

〒 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

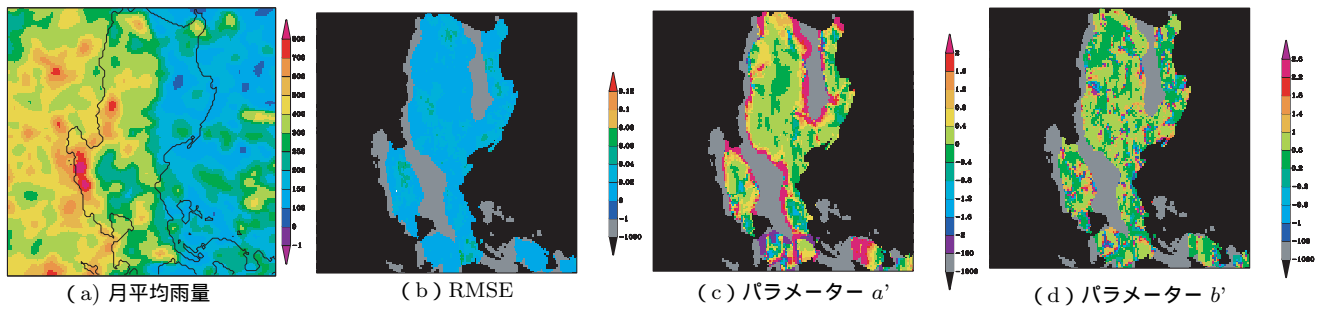


図-3 フィリピン北部の降雨分布と標高依存特性 (夏期)

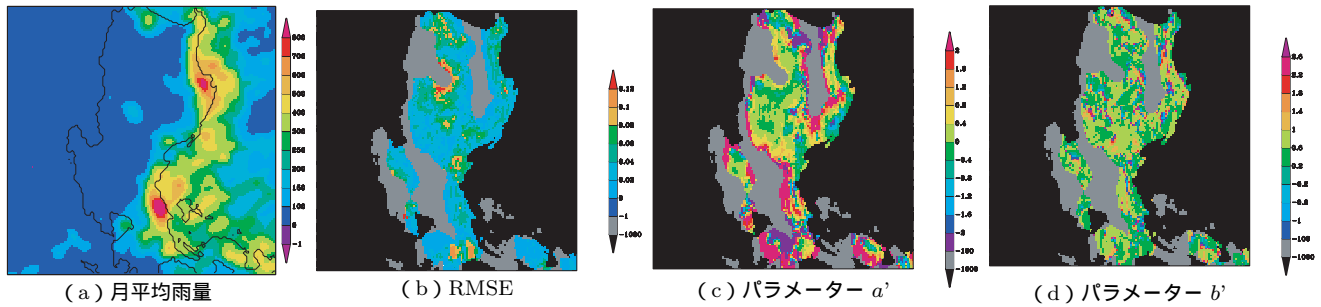


図-4 フィリピン北部の降雨分布と標高依存特性 (冬期)

本研究では、上記の方法で領域の全地点に対して求めた標高依存曲線の RMSE, パラメーター a' , b' の値を比較することで、各地域の降雨分布特性について考察を行った。

5. 降雨-地形関係の変動特性

本設では、対象地域の一例として、図-2 に示したフィリピン北部 (東経 $118.5^{\circ} \sim 123.5^{\circ}$, 北緯 $13.5^{\circ} \sim 18.5^{\circ}$) に着目して考察を行う。ただし、影響半径を 30km に設定した。

はじめに、夏期および冬期におけるパラメーター a' , b' 等の空間分布を、図-3 および図-4 に示す。図-3(a) を見ると、夏期の降雨分布の特徴として、領域西側に降雨が集中していることがわかる。これは、対象領域における南西方向からのモンスーンの影響によるものである。図-3(b) に示した夏期の RMSE に着目すると、全領域で値が 0.1 以下となっていることから、領域全体で標高依存曲線が高い精度で成立していることが確認できる。しかし、地形標高の高い地域において RMSE が大きくなる傾向がある。これは、標高の高い山岳では、風上斜面と風下斜面において降雨分布の地形効果が異なるものの、本研究の解析方法ではこれを区分することなく解析を行っていることが影響しているのではないかと考えられる。

パラメーター a' に関しては、図-3(c) および図-2 を見ると、標高が高くなるにつれパラメーター a' の値が徐々に減少する傾向にあることがわかる。これは、鈴木ら²⁾による単峰性山岳における数値シミュレーションの解析結果と一致している。

パラメーター b' に関しては、図-3(d) より領域全体において細かい変動が見てとれるが、地形標高や雨量との明確な関係を確認することはできなかった。

対象領域における冬期の降雨分布は、図-4(a) を見ると、北東方向からのモンスーンの影響により夏期

とは正反対に領域の東側に降雨が集中していることが確認できる。図-4(b) に示した冬期の RMSE の検討行くと、いくつかの地域で標高依存曲線が成立しておらず、季節により標高依存曲線の成立度合いが大きく異なる地域があることが分かる。冬期のパラメーター a' の分布に関しては、図-4(c) より、夏期の分布と全体的な傾向は一致していることが見てとれる。しかし、地域によっては細かな変動が見てとれる。夏期ほど地形標高の影響が明確ではないことが分かる。最後に、パラメーター b' においては、図-4(d) より、夏期同様に細かい変動が見てとれるが、季節による明確な変化をとらえることは出来なかった。

6. 結論と今後の課題

本研究では、降雨-地形関係がどのような要因により決定されるのかを明らかにするため、地形条件や季節変化などに着目して解析を行った。その結果、いくつかの地域において降雨-地形関係の変動特性を確認することができた。今後は熱帯・亜熱帯のより多くの地域において、標高依存曲線の成立度合を確認するとともに、同曲線を求める際の最適な空間スケールについて検討し、さらに詳細な変動特性の解析を行う予定である。

参考文献

- 1) 河和雅之・鈴木善晴・長谷部正彦：TRMM/PR 観測情報を用いたグローバルな降雨-地形関係の解析，土木学会関東支部第 32 回技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM)，2005。
- 2) 鈴木善晴・宮田昇平・中北英一・池淵周一：山岳域における降雨-地形関係のメカニズムに関する数値実験的研究，水工学論文集，第 48 巻，pp.289-294，2004。