

TRMM/PR による全球規模の観測情報を用いた 降雨の標高依存性の解析

法政大学デザイン工学部 学生員 石山 友基
法政大学デザイン工学部 正会員 鈴木 善晴

1. 背景と目的

降雨-地形関係の解明は、天候の仕組の解明や防災、水資源工学的観点から水文学上の重要課題の一つとされている。TRMM/PR 観測情報を用いた地球規模での降雨-地形関係の解析も行われており、河和ら³⁾によれば、降雨の標高依存性は南アジアの様々な地域で確認されるものの、その普遍性や各地域における降雨-地形関係のメカニズムについては現在のところ明らかではない。そこで本研究では、河和らと同様に TRMM/PR 観測情報を用いて、南アジア及び南アメリカ地域を対象に降雨-地形関係の解析を行った。特に、鈴木ら¹⁾によって解析が行われている標高依存曲線に着目し、その特性について統計的な観点より検討を行った。

2. TRMM/PR 観測情報の概要

TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) は、地球規模での降雨観測を目的に開発された降雨レーダ搭載の人工衛星である。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。TRMM/PR (降雨レーダ) 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～2006 年 11 月の計 107ヶ月間における 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る。対象地域として、南アジア (北緯 40°～南緯 15°、東経 60°～150°) 及び、南アメリカ (北緯 30°～南緯 40°、西経 30°～120°) の二地域としたが、以下では南アジアの解析結果について述べる。

3. 降雨分布の標高依存曲線

本研究では、以下に述べる標高依存曲線をベースに降雨-地形関係の解析を行う。鈴木ら²⁾により、一山岳程度の空間スケールに着目した場合、積雲の発達過程の影響により、地形標高と積算降雨量の層別平均値の間に、ガウス関数型の曲線関係になることが明らかにされている。この曲線関係は GRIM 曲線 (Gaussian-functional Relationship on an Isolated Mountain) と呼ばれ、ある期間内の平均的な降雨-地形関係は、時間的に変動する複数の GRIM 曲線の重ね合わせにより表現されることが明らかになっている。その重ね

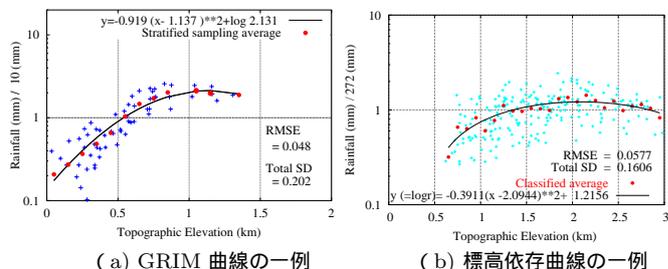


図-1 GRIM 曲線および標高依存直線の一例

合わせが片対数グラフ上で二次曲線によりよく近似されることから、その曲線は標高依存曲線と呼ばれている。GRIM 曲線及び標高依存曲線の一例を図-1(a) 図-1(b) に示す。また、同図における RMSE (Root Mean Squared Error) は曲線から層別平均値のばらつき度合を示し、0.1 以下であれば標高依存曲線が成立するとしている。

標高依存曲線について考える際、任意に分割された領域ではなく、一山岳程度の空間スケールにおいて降雨-地形関係を表現した方がより明確な特徴が得られることが考えられる。そこで、河和ら³⁾の研究と同様の方法で領域の山岳分割を行い、各山岳について標高依存曲線を作成する。本研究では、山岳分割の影響半径 (km) として、南アジアについては 20km 及び南アメリカについては 30km とした。

4. 南アジア地域における降雨-地形関係の地域性と季節依存性

上記の方法で算出した夏季と冬季の標高依存曲線の RMSE とパラメータを出力した。パラメータ a とは標高依存曲線の曲率を示す。まず季節別に標高依存曲線の RMSE を比較すると、インド等雨季と乾季がはっきりとしているサバナ気候において季節変化が大きい。ここで、南アジアにおける積算降雨量を示した図-2 を見ると、標高依存曲線の成立には 30mm 程度以上の領域平均降雨量が必要であるため、乾季においては標高依存曲線があまり成立していないことがわかる。これは鎌田ら²⁾が指摘するように、風上斜面は風下斜面より降雨分布の地形効果を発現しやすいことから、季節による風向の違いが影響したと考えられる。次に、季節ごとにパラメータ a について比較すると、地域ごとに同じような値となっていることが見て取れ、気候特性、または山岳スケールにより決定されることが予想できる。ここで、気候特性による比較をするため、温暖湿潤気候を代表し

Key Words: TRMM/PR, 降雨-地形関係, 標高依存曲線

〒102-8106 東京都千代田区富士見 2-17-1 法政大学デザイン工学部都市環境デザイン工学科 Tel.03-3264-9240

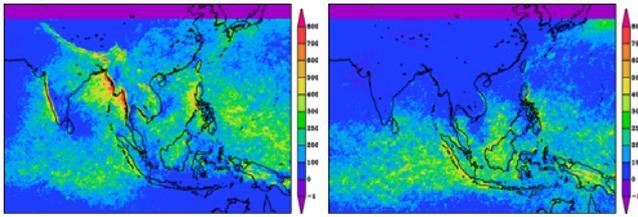


図-2 南アジア地域における積算降雨量の分布

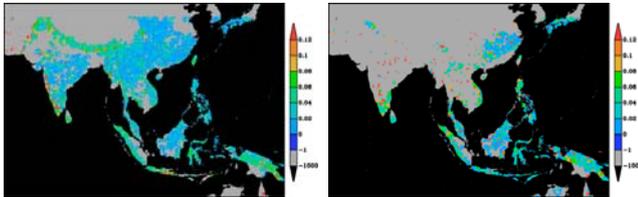


図-3 南アジア地域における RMSE の分布

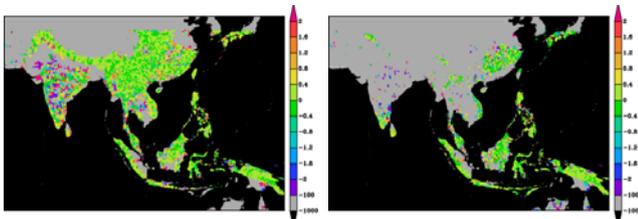
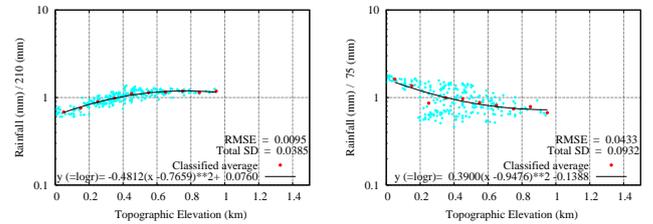


図-4 南アジア地域におけるパラメータ a の分布

て日本西部（東経 132 ° ~ 137 ° , 北緯 32 ° ~ 37 ° ）, ならびに熱帯雨林気候を代表してインドネシア北東部（東経 95 ° ~ 100 ° , 北緯 0 ° ~ 5 ° ）及びフィリピン北東部（東経 118.5 ° ~ 123.5 ° , 北緯 13.5 ° ~ 18.5 ° ）サバナ気候を代表してインド西部（東経 72 ° ~ 77 ° , 北緯 12 ° ~ 17 ° ）を抽出し, 各領域における曲率の平均値を季節別に比較した結果を示し, 比較を行った. その結果, 日本西部の冬季において負（下に凸）の値が得られた. これは, 降雨タイプの変化による影響だと考えられる. 夏季に発生する対流性の雲による降雨は, 地形がトリガーとなって発生するケースが多く, 地形との相関が良くなる傾向があるため曲率が正となり, 冬季に多く発生する層状性の雲による降雨は, 標高が低い位置での降雨頻度が多いため曲率が負となったと考えられる. また, インド西部においては, 夏季において負（下に凸）の値という結果が得られた. これは, ブロッキング現象による影響だと考えられる. 大量の水蒸気を含んだモンスーンが山脈を越えることが出来なかったために, 標高が高くなるにつれて降雨量が減少したことから標高依存曲線の曲率が負となったと考えられる.

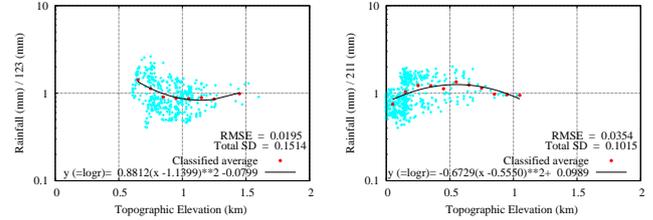
5. まとめと今後の課題

本研究では, TRMM/PR 観測情報を用いて, 標高依存曲線に着目した降雨-地形関係の解析を行い, その上で南アジア地域及び南アメリカ地域における降雨-地形関係について検討した. 気候特性や季節条件, 山岳スケールに着目することで, 降雨-地形関係の変動特性を明らかにした. 今後は, 他の地域特性を持つ領域について解析を行うとともに山岳のスケール



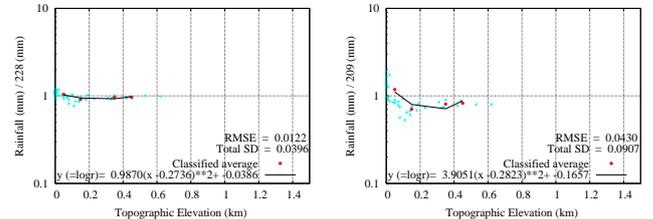
(a) 夏季 (b) 冬季

図-5 日本西部における標高依存曲線の一部



(a) 夏季 (b) 冬季

図-6 インド西部における標高依存曲線の一部



(a) 夏季 (b) 冬季

図-7 フィリピン北部における標高依存曲線の一部

表-1 気候特性による標高依存曲線の曲率の平均値の比較

	日本西部	インドネシア北東部
夏期	0.2507	0.0031
冬期	-0.1468	0.1235

表-2 気候特性による標高依存曲線の曲率の平均値の比較

	インド西部	フィリピン北部
夏期	-0.2987	-0.0542
冬期	0.5171	-0.0909

や風向, 風速の影響の違い等, 様々な条件による降雨-地形関係の変動特性について検討していく予定である.

参考文献

- 1) 鈴木善晴, 鎌田雅憲, 宮田昇平, 中北英一, 長谷部正彦, 池淵周一: 降雨-地形関係の時間空間変動特性を考慮した山岳域における降雨分布特性の解析, 水工学論文集, 第 49 巻, 2005.
- 2) 鎌田雅憲, 鈴木善晴, 長谷部正彦: 空間的なスケール階層構造を考慮した降雨-地形関係の解析, 土木学会関東支部第 30 回技術発表会講演概要集 (CD-ROM), 2003.
- 3) 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 回技術発表会講演概要集 (CD-ROM), 2005.