

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

宇都宮大学工学部 ○ 学生員 河和雅之
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、鈴木ら¹⁾によれば、降雨の標高依存特性は南アジアの様々な地域で成立するものの、成立していない地域も多く存在し、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、鈴木ら¹⁾と同様に TRMM/PR 観測情報を用いて降雨-地形関係の解析を行った。ただし本研究では、地表付近の降雨データを用いた解析を行う。また、鈴木ら²⁾によって解析が行われている、標高依存曲線に着目した降雨-地形関係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。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(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 月の計 72ヶ月間の TRMM/PR2A25 プロダクトのデータを用いて解析を行う。

3. 降雨分布の標高依存直線と標高依存曲線

本研究では、鈴木ら³⁾と同様に標高依存直線をベースに降雨-地形関係の解析を行う。標高依存直線とは、地形標高と積算降雨量の層別平均値の間に、明確な直線関係が成立するというもので、その成立条件として、領域平均降雨量が 50mm 程度以上としている。

標高依存直線の一例を図-1(a) に示す。これは深山レーダ観測領域を対象に 1989 年 9 月について、横軸に地形標高、縦軸(対数軸)に月積算降雨量を取りプロットしたものである。RMSE は直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

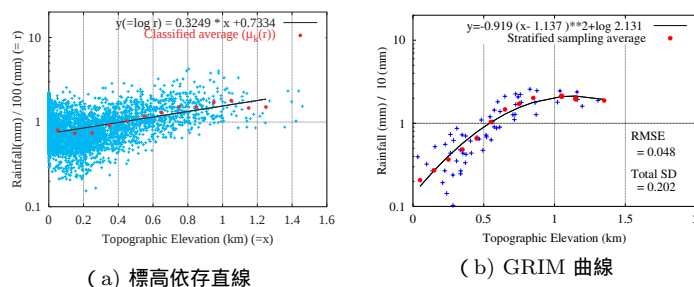


図-1 標高依存直線および GRIM 曲線の一例

直線が成立するとしている。

一方、鈴木ら²⁾より一山岳程度の空間スケールに着目した場合、降雨-地形関係は「GRIM 曲線」(図-1(b)) と呼ばれるガウス関数型の関数関係が成立することが明らかにされている。また、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されている。その重ね合わせが二次曲線によってよく近似されることから、鈴木らはこれを「降雨分布の標高依存曲線」と呼んでいる。

4. 南アジア地域における降雨-地形関係

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ることで、より正確な降雨-地形関係をとらえた解析を行う。また対象地域(北緯 40°~南緯 15°、東経 60°~150°)の設定やメッシュの分割方法は鈴木ら¹⁾と同様とした。また降雨データは、対象期間内において 6 月~9 月および 11 月~2 月の夏期と冬期に分けて積算を行い、積算期間で除することにより、それぞれを 1ヶ月積算降雨量としたものを用いた。

解析の手順としてはまず対象領域を格子状データへ変換し、0.5°×0.5°の正方形小領域を作成する。その各小領域において、標高依存直線、標高依存曲線を作成し解析する。

(1) NearSurfRain データによる標高依存直線

上記の方法で算出した夏期と冬期の標高依存直線の RMSE、傾きを図 2、図 3-(b),(c) に示した。まず、季節別に標高依存直線の RMSE を比較すると、インド等雨季と乾季がはっきりしているサバナ気候地域において季節変化が大きい。これは、標高依存直線の成立には 50mm 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直線があま

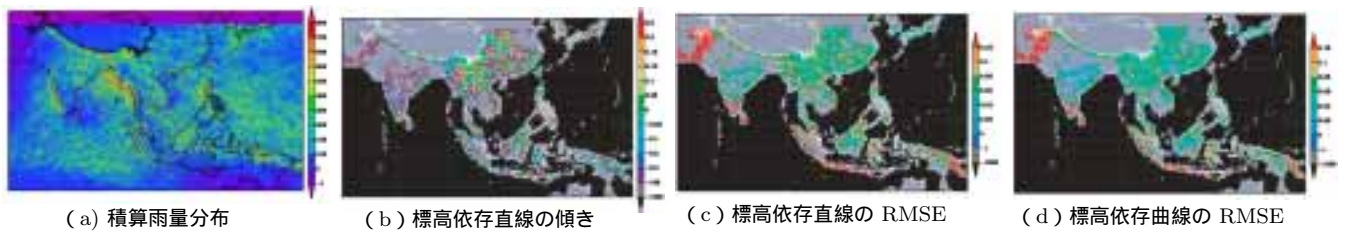


図-2 6～9月の積算雨量分布と降雨-地形関係

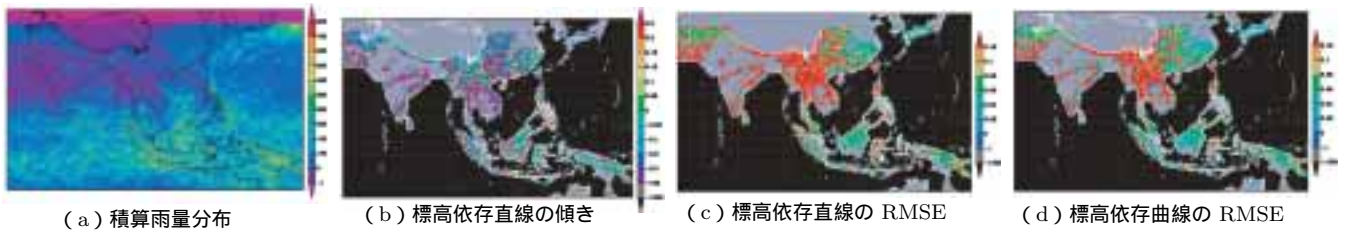


図-3 11～2月の積算雨量分布と降雨-地形関係

り成立していないことを示している。また、インドネシア等、一年中雨の多い熱帯雨林気候においても若干の変化が見られる。これは鎌田ら⁴⁾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がしたと考えられる。

次に標高依存直線の傾きについてみると、中国や日本等の温暖湿潤気候において、夏期は正、冬期は負の値を示している。これは降雨タイプの変化によるものと考えられる。夏期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、地形との相関がよくなる傾向があるため傾きが正となり、冬期に多く発生する層状性の雲による降雨は、地形効果が小さいという特徴から負になったと考えられる。層状性降雨では地上レーダ解析（近畿地方）においても負となるケースが報告されている。

(2) NearSurfRain データによる標高依存曲線

標高依存曲線は一山岳上において成立するため、小領域内に含まれる地形が一山岳に近い場合、標高依存曲線の形で示されている事が考えられる。図-4は夏期におけるヒマラヤ山脈1小領域の降雨-地形関係を示したものであるが、RMSEをみても曲線で示した方が精度がよいことがわかる。ここで、全対象領域について標高依存直線、および標高依存曲線のRMSEの分布を図2,3-(c),(d)に示し比較すると、いくつかの小領域で減少していることが確認できる。全対象領域を定量的に比較するために、互いのRMSEの相関を図-5に示すと、標高依存曲線のほうが確実にRMSEが少なくなることがわかる。このことから、標高依存直線で示すよりも、標高依存曲線で示したほうが精度がよくなる地域が多いことが確認された。

5. 結論と今後の課題

NearSurfRainによる南アジア地域における降雨-地形関係、また標高依存曲線で示したときの成立度合の変化について検証した。気候特性や季節条件による降雨-地形関係の変動特性を明らかにした。さらに多くの地域において、標高依存直線よりも標高依存曲線の方が精度よく降雨-地形関係を表現することが

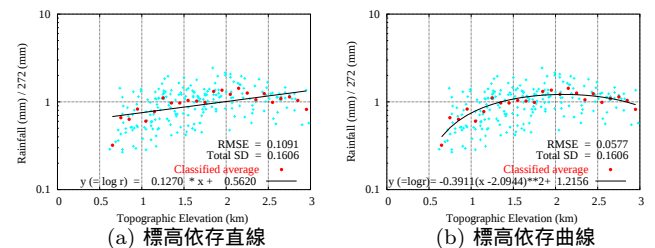


図-4 ヒマラヤ山脈のある小領域における降雨-地形関係

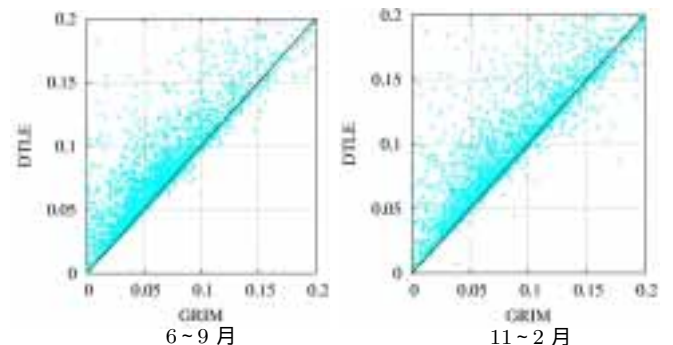


図-5 標高依存直線 (DTLE) と標高依存曲線 (GRIM) の RMSE の比較

出来ることが確認された。今後は領域の山岳分割を行い、各山岳上の標高依存曲線についてその成立度合を確認するとともに、季節条件、気候条件による標高依存曲線の変動特性について検討していく。

参考文献

- 1) 鈴木潤, 鈴木善晴, 長谷部正彦: 地形特性および気候特性を考慮し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31回技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM), 2004.
- 2) 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. (印刷中)
- 3) 鈴木善晴, 中北英一, 池淵周一: 標高依存直線に基づいた降雨分布の地形特性の解明, 水工学論文集, 第45巻, pp.301-306, 2001.
- 4) 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回技術研究発表会講演概要集 (CD-ROM), 2003.