

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

宇都宮大学大学院
宇都宮大学工学部
宇都宮大学大学院

○ 学生員 鈴木潤
正会員 鈴木善晴
正会員 長谷部正彦

1. 背景と目的

近年、地球温暖化やエルニーニョ現象などの地球規模の異常気象が続いているが、このような地球規模の気候変動の原因を知るためには、熱帯域の降雨を計測することが重要であると考えられている。しかし、世界各地に目を移せば観測設備の整っていない地域や、観測されていない地域も多く、解析は不十分であるといえる。

このような背景をもとに、TRMM が日米共同プロジェクトとして打ち上げられた。TRMM は降雨レーダ (PR) を備えており、降雨観測の十分でない地域においても降雨分布情報を得ることが可能である。

本研究では、TRMM/PR 観測情報を用いることにより、地球規模の降雨分布の解析を行う。そして、気候特性や地形条件、また山岳の空間スケール等により、降雨-地形関係がどのように変化するのかについて統計的な観点より解析を試みる。

2. TRMM の概要

TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) は、地球規模の降雨分布を観測することを目的として開発されたものであり、世界で初めての人工衛星搭載用の降雨レーダ (PR: Precipitation Radar) を搭載している。

TRMM の軌道は、熱帯を高頻度で観測し、衛星の観測対象である直下点の観測時刻を変化させるという目的から、太陽非同期の円軌道で、軌道傾斜角は 35° にされている。約 90 分で地球を一周し、一周すると直前の軌道から少しずれた軌道を取り、また一周する。これを繰り返すことにより、一日に約 16 周し、46 日毎に同じ観測地点を同じ時刻に観測するのである。

降雨レーダにより、地上から降雨分布を観測する場合、低ビーム仰角では山岳に遮断されたり、それを防ぐためにビーム角度を上げると、地上はるか上空を観測せざるを得ないという問題点があり、その地域を観測するのは困難である。それに対して TRMM を利用した観測は、上空から観測するので山の陰になる部分が少なく、より地表面に近い観測が可能であり利用価値が高い。

3. 降雨分布の標高依存直線

降雨-地形関係について、地上レーダによる観測情報を用いた以下のような研究が進んでいる。例として、深山レーダ観測領域を対象に 1989 年 9 月につい

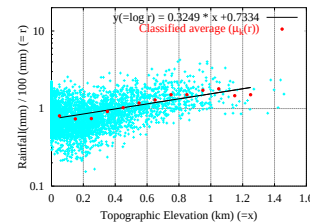


図-1 降雨分布の標高依存特性の一例

て、横軸に地形標高、縦軸 (対数軸) にひと月の積分降雨量を取り、プロットしたものが図-1 である。これを見ると、プロット全体は、降雨量分布が大きくばらついているものの、降雨量が地形標高とともに増加する傾向が見て取れる。

次に、各標高区分内における積分降雨量の空間平均値をプロットすると、標高の一次式で表現できる。この直線関係を鈴木ら¹⁾は「降雨分布の標高依存直線」と呼んでおり、領域平均積算降雨量が 50mm 程度となる時間スケール以上で成立するとしている。

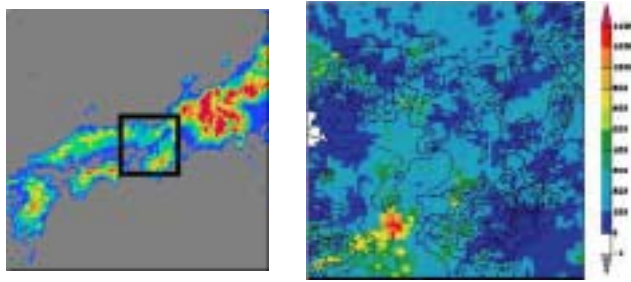
本研究においても、この標高依存直線に着目し、地形-降雨関係の解析を行う。

4. 様々な地域における降雨-地形関係

本研究で TRMM/PR のプロダクト 2A25 を用いる場合、高度 3km の情報を抽出し、高度 3km 平面の 2 次元情報を揃え、これを地上降雨量とみなして解析を行った。また、以下の各地域の空間スケールの設定、またメッシュの分割方法は沖村²⁾の方法を参考にし、各地域の空間スケールを緯度・経度 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ にした。そして、この領域内を緯度・経度 2 分で、メッシュ状に分割し解析を行った。

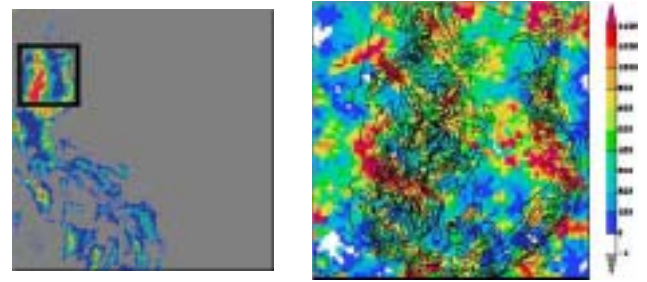
図-2~5 は上記の方法で 1998 年 6 月から 1998 年 8 月の 3ヶ月間の積算降雨量を 1ヶ月平均にした各地点の降雨量の空間分布と、その対象領域の位置を表したものである。

対象領域の例として日本・近畿 ($135^\circ 23'N$ $135^\circ 23'45''W$)、香港 ($113^\circ 45'N$ $113^\circ 45'W$)、ルソン島 ($121^\circ 15'N$ $121^\circ 15'W$)、ハノイ ($103^\circ 45'N$ $103^\circ 45'W$) の 4 地点を挙げる。そして、各地域の各メッシュの積算降雨量をプロットし、次に地形標高を 100m 間隔で層別化し、各標高区分内における積算降雨量の平均値を取り、それに対して最小二乗法によって直線をひいたものが図-6~9 である。まず、各地域のプロット全体を見ると、プロットにばらつきが見られるが、これは、積分期間が 3ヶ月と時間スケールが短かったために、気象



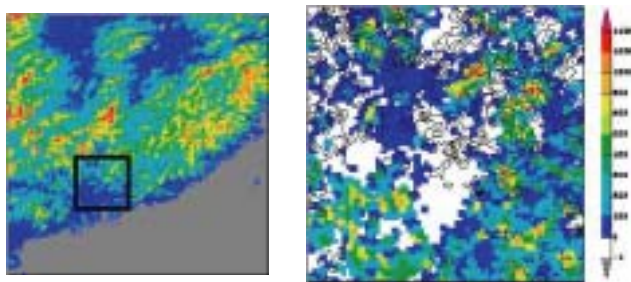
(a) 領域位置 (b) 積算降雨量の空間分布

図-2 日本・近畿の領域位置と3ヶ月積算降雨量の空間分布



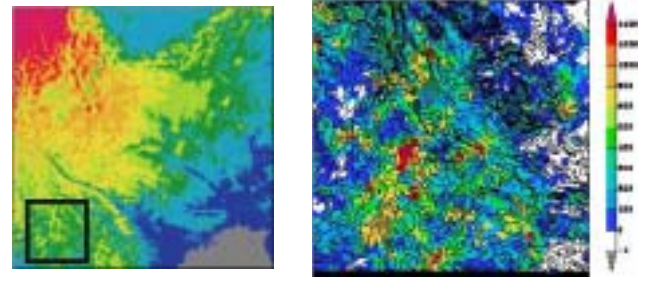
(a) 領域位置 (b) 積算降雨量の空間分布

図-4 ルソン島の領域位置と3ヶ月積算降雨量の空間分布



(a) 領域位置 (b) 積算降雨量の空間分布

図-3 香港の領域位置と3ヶ月積算降雨量の空間分布



(a) 領域位置 (b) 積算降雨量の空間分布

図-5 ハノイの領域位置と3ヶ月積算降雨量の空間分布

擾乱ごとの変動を平均化することが出来なかったためだと考えられる。しかし、ルソン島をみると、他の3地域と比べてプロットのばらつきが小さい。ルソン島の降雨量は他の3地域に比べて多いことが見て取れるが、その地域の降雨量が多いということは、その地域でのプロットのばらつきを小さくすることとなる。

標高依存直線について見ると、各地域ともよく成立しているが、傾きがゼロに近く、降雨量の標高に対する依存度が低い地域や、傾きが、負になる地域も見られる。

5. 結論と今後の課題

以上、標高依存直線に着目し、降雨-地形関係について解析を行った。すなわち、限られた対象領域、空間スケールだけでなく、グローバルな視点に立ち、気候特性や地形条件、また山岳の空間スケールなど様々な対象領域で解析することにより、降雨-地形関係がどのように変化するかを検討した。

日本だけでなく、世界の様々な地域についても標高依存直線が成立する事が確認でき、標高依存直線の傾きに各地域の降雨特性が反映されるという、地形-降雨関係を確認した。

今後の課題として、積分期間を長く取ることにより、気象擾乱ごとの変動を平均化し、さらに、地域ごとの気候特性を考慮に入れ解析することによってよりの確な地形効果を見出す。また、同月の降雨量を積分し、解析することにより気候特性ごとの地形効果を明確にする事が必要である。

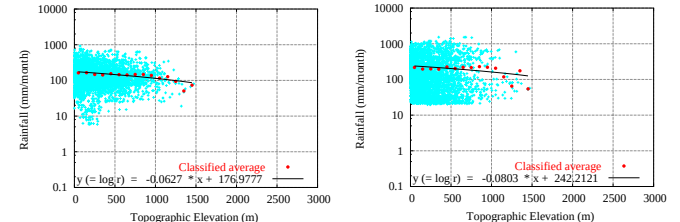


図-6 日本・近畿の標高依存直線

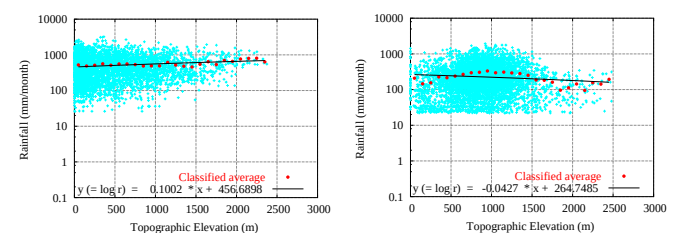


図-7 香港の標高依存直線

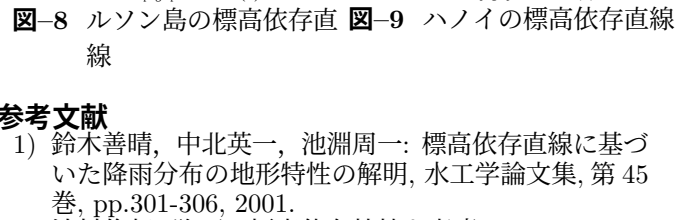


図-8 ルソン島の標高依存直線

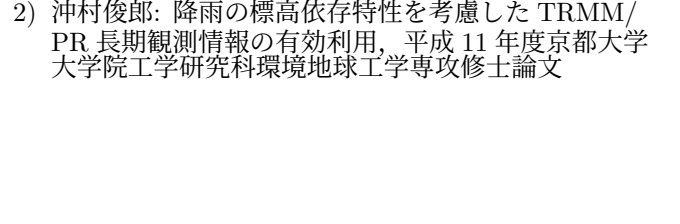


図-9 ハノイの標高依存直線

参考文献

- 1) 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.
- 2) 沖村俊郎: 降雨の標高依存特性を考慮した TRMM/PR 長期観測情報の有効利用, 平成11年度京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻修士論文