

京都大学大学院 学生員○花房 大輔
京都大学大学院 学生員 沖村 俊郎
京都大学防災研究所 正会員 池淵 周一

京都大学大学院 正会員 中北 英一
京都大学大学院 学生員 鈴木 善晴

1. はじめに 本研究では、TRMM 観測による時間積算降雨分布に降雨の標高依存特性を適用することにより、時間・空間平均降雨量の推定式を開発するとともに、その精度評価式を展開した。さらに発展させて、事前情報を必要とせずにオンラインで得られる TRMM/PR 情報から時間・空間平均降雨量を推定する手法を開発するとともに、両手法の精度検証を行った。なお、本研究では、建設省の地上レーダーである深山レーダ雨量計による観測降雨分布の時系列が真の降雨の時系列であるとし、1998 年 9 月の TRMM 軌道で走査される領域内での地上レーダー観測分布を TRMM による観測分布とした。

2. TRMM と降雨の標高依存直線 TRMM (熱帯降雨観測衛星) は熱帯域の降雨量の気候値を求めることを第一の目的としているため、他の多くの地球観測衛星とは異なり、軌道傾斜角 35 度で熱帯域を中心に観測し、5 度×5 度の領域の 1ヶ月毎の総降雨量を測定することに重きを置いている。また降雨レーダーを搭載しており、降雨の三次元構造を解明することができる。これとは別に山岳地域の降雨分布に関する研究も進んでおり、その特性と

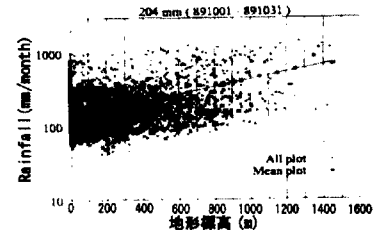


図 1: 降雨の標高依存直線の一例

して、ある一定期間 (半径 120km の円領域内での積算空間平均降雨量が約 50mm 以上となる期間) の積算降雨量を調べると、地表面の標高が高くなるにつれて積算降雨量の対数値が直線的に大きくなることがわかってきている。この降雨の特性を標高依存特性、直線のことを**標高依存直線**(図 1)と呼んでいる。

3. 時間・空間平均降雨量の既往推定手法とその問題点 既に中北ら¹⁾により研究されている時間・空間平均降雨量の推定過程の考え方 (以下、「時間積算なし」) は、TRMM が通過した瞬時での空間平均降雨量を標高依存特性ならびに各標高区分の観測面積の違いにより生じる重みを考慮して求め、それらを時間平均して領域全体の時間・空間平均降雨量の推定値とするものである。なお、瞬時瞬時での空間平均降雨量を求める際に考える標高依存直線の傾きは、深山レーダによる降雨期 (1988~1994, 1998, 1999 年の 6~10 月 (1991 年 8 月, 1998 年 6 月は除く)) の 43ヶ月の観測情報から月ごとに同定された傾きの平均値で固定してある。「時間積算なし」では、TRMM が走査する瞬時に対しても降雨の標高依存特性が成り立つものとして推定を行っている。しかし、降雨の標高依存特性は領域平均降雨量が 50mm 以上となる時間スケールでは積算空間分布に対して成立することは確認されているが、TRMM が走査する瞬時に対しては成立するとは言いきれない。この問題を解決する為に、本研究では「降雨の標高依存特性は、ある一定期間 (半径 120km の円領域内での積算空間平均降雨量が約 50mm 以上となる期間) の積算降雨量に対して適用できる」という標高依存直線成立の条件に立ち返って時間・空間平均降雨量を推定する (以下、「時間積算あり」)。

4. 「時間積算あり」の推定式の精度算定結果と考察

「時間積算あり」の手法により導出された時間・空間平均降雨量の推定式の精度評価指標である誤差期待値、誤差標準偏差の算定結果を表 1 に示す。一方、導出された推定式を用いて実際に推定された上記 43ヶ月分の時間・空間平均降雨量を図 2 に示す。ここで、各月における

表 1: 評価式による誤差期待値、誤差標準偏差の算定結果 (mm/month)

	誤差期待値	誤差標準偏差
時間積算あり	0.0	39.5
時間積算なし	0.0	40.0

TRMM 観測軌道は 1998 年 9 月の軌道情報を、TRMM 観測領域の降雨量情報は深山レーダの観測情報を用いた。ここで、異常推定値 (1994 年 9 月) 出現の理由をまず述べる。この月の TRMM が飛来時刻

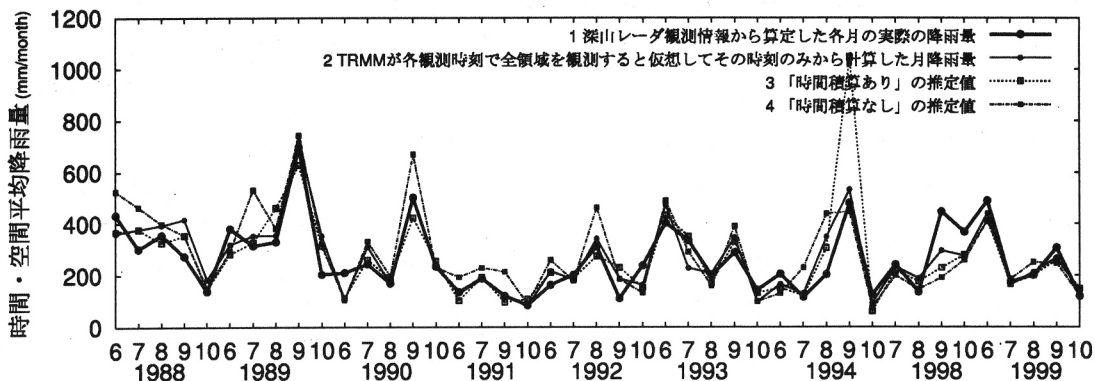


図 2： 推定式を実データへ適用した月降雨量の推定結果 (mm/month)

に全対象領域を観測したと仮定して得た月平均積算降雨量の分布図 A(図 3) と、TRMM 観測情報のみからの月平均積算降雨量の分布図 B(図 4) を比較すると、異常推定値が得られた理由は、TRMM が対象領域に飛来し、かつ北西域を観測した時刻に偶発的にも降雨量が顕著に現れたこと、それ以外の TRMM 飛来時刻では極端に降雨量が少なく現れたことにあり、したがって異常値出現は時間積算降雨量に標高依存直線を導入して推定する場合特有の現象である。さらに、異常推定値 (1994 年 9 月) を除外した 42ヶ月分の推定値と実際の月降雨量から、それぞれの推定値の実際の降雨量に対する誤差の標本平均及び標本標準偏差を算定した (表 2)。以上の結果より異常な推定値を生み出す危険性はあるものの、基本的には既往推定方法以上の精度向上が見られたことで、対象期間内に TRMM によって観測される全降雨量の積算空間分布に標高依存直線を適用することの有用性を確認できた。

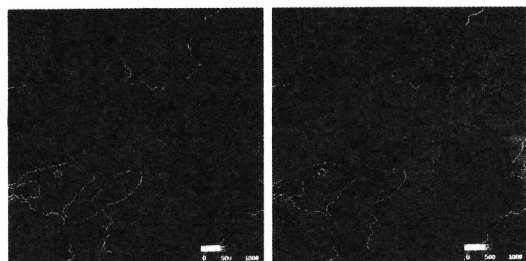


図 3： 分布図 A

図 4： 分布図 B

表 2： 42ヶ月分の推定値の誤差標本平均、
誤差標本標準偏差の算定結果 (mm/month)

	誤差標本平均	誤差標本標準偏差
時間積算あり	7.8	68.1
時間積算なし	26.4	99.9

表 3： 42ヶ月分の推定値の誤差標本平均、
誤差標本標準偏差の算定結果 (mm/month)

	誤差標本平均	誤差標本標準偏差
リアルタイム推定	9.2	71.6
時間積算あり	7.8	68.1

5. リアルタイム推定への拡張 次に、過去の降雨レーダー情報を用いた事前推定の必要性をなくすため、オンラインで得られる

TRMM 観測情報のみから標高依存直線の切片、傾きの両方を推定できる手法を展開した。ただし、実数値を用いた最小自乗法による推定手法では切片、傾きの値は不定となり、また、対数値を用いた最小自乗法による推定手法では、推定式は導けるものの、理論的な精度評価式は導けないものであった。そこで、重みを考慮しない対数値での最小自乗法による推定式 (以下、この手法を「リアルタイム推定」と呼ぶ)、すなわち、結果的に標高依存直線を用いた推定式に 1994 年 9 月を除外した 42ヶ月の実データを適用し、それぞれの推定値の実際の降雨量に対する誤差の標本平均及び標本標準偏差を算定した (表 3)。相対的に見て、「時間積算あり」の推定式よりも若干精度は劣るものの、標高依存直線の切片、傾きを自在に変化させて、リアルタイム推定可能な推定式を開発できた。

参考文献 1) 中北・沖村・鈴木・池淵：降雨の標高依存特性を導入した TRMM/PR による時間・空間平均降雨量の推定，水工学論文集，第 46 巻，pp.25-30，2002。