

TRMM PR データを用いた地上設置型レーダーのバイアス推定

電力中央研究所 正員 杉本聡一郎

1. はじめに 実用レーダーのデータは、広域の地上降雨量の面的な推定に始まり、気象学的な降雨予測の初期値としての利用、そして最近では降雨予測に対するデータ同化としての応用に見られるように、水文・気象的に幅広く活用されている。このような応用がなされるほど、レーダーによる観測量の定量性が高く求められる。しかし、レーダー間のキャリブレーションの度合いは異なるのが一般的である。

レーダーのキャリブレーションの精度を知る方法として、例えば、ネットワーク化されたレーダー情報の合成を行う際に重複している観測域での比較を行い、その対応関係から総合的に判断することが挙げられる。もしその基準となるデータセットが存在すれば、それぞれのレーダーのキャリブレーション特性は比較的容易にわかるかもしれない。一方、TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) の降雨レーダー (PR) のデータは、これまでの多くの研究や NEXRAD との比較検証^{1), 2)} からその精度の高さが実証されている。

そこで、本研究は TRMM PR データを基準とした比較検証によるバイアス推定を国内の実用レーダーに対して行った。将来的に NEXRAD と同様に全てのレーダーのバイアス傾向を把握することは、特に広域の「レーダー反射因子」の推定、さらにはそれから導かれる水文量の推定にとって望ましいと考える。

2. 解析に用いるデータセットと解析手法 地上設置型レーダーのデータとして、C-band 雷レーダー情報を一例として用いた。また、TRMM PR データにおいては、レベル 2A25 の降雨減衰補正後のレーダー反射因子を用いた。比較の手順は以下の通りである。

まず、水平方向 1km、鉛直方向 250 m の直交座標系を設定し、Cressman フィルターを用いた内挿により雷レーダーのレーダー反射因子に関する格子点値を求める。影響半径は水平方向 3 km、鉛直方向 0.5 km とした。次に、両レーダーの空間スケールを合わせるため、TRMM PR データを鉛直方向に 1 km の幅で平均する。最後に、雷レーダーの格子点値を用いて TRMM PR の観測ポイントの値を内挿により求め、両者の値を比較する。

3. 事例解析 2002 年 7 月 10 日 22:09、および 10 月 1 日 04:09 の雷レーダーのボリュームスキャン(3 分間 17 仰角)と TRMM PR の同期データを用いて事例解析を行った。両事例とも台風によるものである。各ケース、各高度 (2.5 ~ 3.75 km) におけるバイアス量を表 1 に示した。ここで、「ALL」はあるケースにおける全高度平均、あるいは全ケース・全高度の平均値であることを表す。レーダー反射因子の平均は $Z [mm^6/m^3]$ に変換した上で行っているため、表 1 中の ALL の値は単純な平均値ではない。図 1 はあるケース・事例に対する

表 1：各ケース、各高度における平均バイアス量 (dBZ)。

正の値は雷レーダーが TRMM PR より小さい観測値をとることを表す。

	2.5 km	2.75 km	3.0 km	3.25 km	3.5 km	3.75 km	ALL
CASE 1	10.91	11.23	11.24	11.20	11.13	11.04	11.17
CASE 2	9.00	9.38	9.82	10.14	10.00	9.23	9.72
ALL	—	—	—	—	—	—	10.37

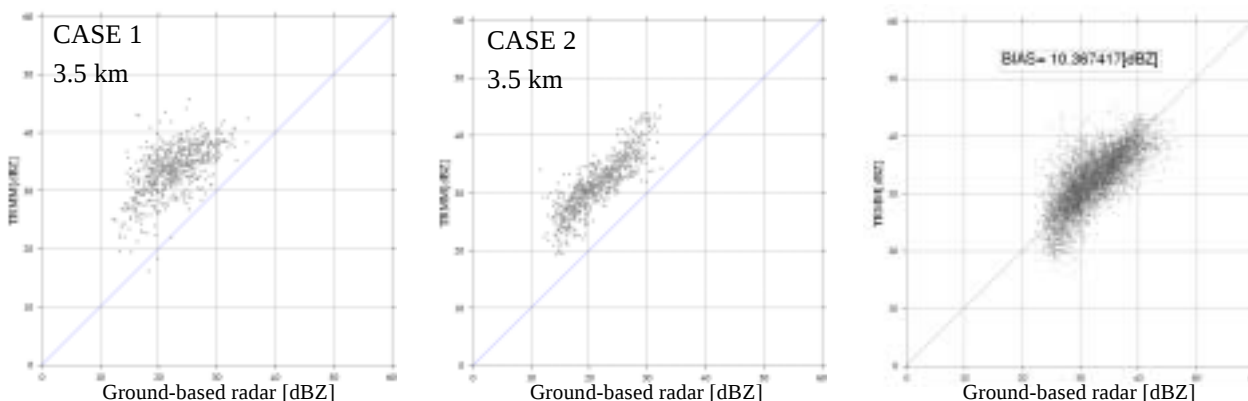


図 1：雷レーダー（横軸）と TRMM PR（縦軸）との間でのレーダー反射因子の比較。

左：CASE 1，高度 3.5 km，中：CASE 2，高度 3.5 km，右：全格子点値の推定にバイアス量 10.37 dBZ を考慮

キーワード：気象レーダー、レーダー反射因子、TRMM、バイアス推定、降雨量推定

電力中央研究所（〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646、TEL 04-7182-1181、FAX 04-7184-7142）

散布図の例を示したものである．表 1 によれば，それぞれのケースにおいては高度間でのバイアス量の差は小さい．ただし，ケース間では約 1.5 dBZ 程度の差が見られる．また，特に図 1 左の CASE 1 では散布図にバラツキが見られる．この原因として，内挿に伴う geolocation のずれ，観測時間の若干の差を含めたサンプリングボリュームの違い，および両者のデータに含まれる不確実性などが考えられる．

4. バイアスを考慮した地上設置型レーダーの 3 次元分布と降雨の鉛直プロファイル 3. で推定した平均バイアス量 10.37 dBZ を各仰角におけるレーダー反射因子を算定する際に一律に考慮した（図 1 右）．レーダーサイトを中心とする 180×180 km の矩形領域での CAPPI (Constant Altitude Plan Position Indicator) を作成し，TRMM PR の定高度面分布と比較した例が図 2 に示されている．CAPPI を作成する際，内挿に用いる鉛直方向の影響半径は 0.75 km とした．この理由は，今回用いたレーダーの低仰角スキャン数が少ないため，バイアス推定の際に用いた 0.5 km ではリング状のデータ空白域が広くなるためである．図 2 は両レーダーが定性・定量的に強い対応関

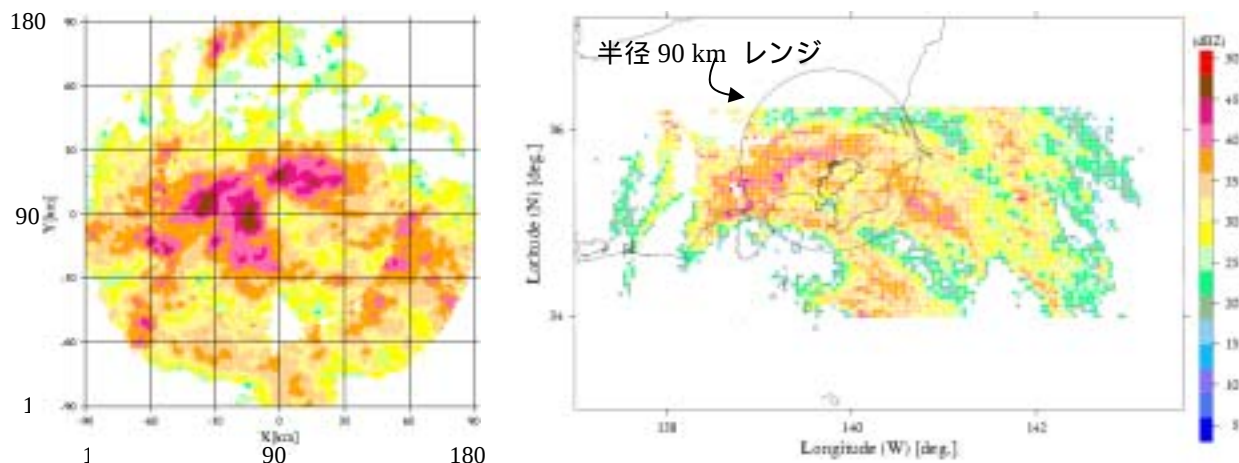


図 2 : CASE 1 における高度 2.5 km での降雨分布の比較（左：雷レーダー，右：TRMM PR）

係を持つことを示唆している．把握したバイアス量を単純に加減算に用いたとしてもかなりの効果が見込める．

図 3 は図 2 内の 5 つの地点で抽出したレーダー反射因子の鉛直プロファイルである．このうち 2 つ（+ と ●）は対流性降雨を示唆しているのに対し，他はブライトバンドが把握できる層状性降雨に分類できそうである．ブライトバンド高度は TRMM PR が出力する高度と合致している．プロファイルの形状から降雨タイプを判別するアルゴリズムを構築できれば（導入すれば），降雨量推定の精度向上につながるだろう．

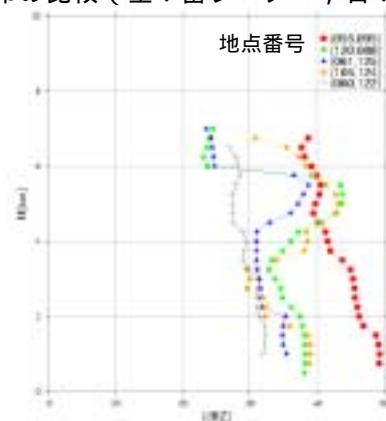


図 3 : 雷レーダー情報から抽出した降雨の鉛直プロファイル (CASE 1)．図の右上に示す地点の数値は図 2 左を参考．

5. まとめ 以上，実用レーダーと TRMM PR との比較検証を行った．

- 1) 国内で実用レーダーとして用いられている C-band レーダー網のキャリブレーション精度は，TRMM PR の降雨減衰補正されたレーダー反射因子を用いればある程度把握できる．TRMM PR のレーダー反射因子の値を基準とすれば，解析対象の C-band 雷レーダーは約 10 dBZ 程度小さめに観測している．
- 2) それぞれの事例に対するバイアス量は高度間で差がほとんどない．一方，バイアス量は事例間で若干のばらつきがある．今回解析した二つの台風事例に対しては 1.5 dBZ 程度の差がある．この傾向はこれまでに NEXRAD に対して行われてきたバイアス推定に関する研究^{1), 2)}と同様である．適用事例を増やせば，統計的に信頼性のより高いバイアス量を得ることができるであろう．
- 3) レーダー反射因子の特徴的な鉛直プロファイルが，バイアス補正をした雷レーダーの 3 次元分布から抽出された．地点ごとに降雨タイプを判別するアルゴリズムを考えれば，地上降雨量の推定精度が向上されうる．

謝辞 TRMM PR データは TRMM 台風データベース（Ver. 1.0）に基づくものである．このデータベースは宇宙開発事業団地球観測利用研究センターにおいて作成されており，同センターより提供を受けた．また，(株)電力計算センターの神崎潔氏にはデータ解析に関して多大な御助力を戴いた．ここに記して謝意を表す．

[参考文献] 1) Anagnostou, M. S. et al, 2001: The use of TRMM precipitation radar observations in determining ground radar calibration biases. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 18, 616-628. 2) Liao L. et al, 2001: Comparisons of rain rate and reflectivity factor derived from the TRMM precipitation radar and the WSR-88D over the Melbourne, Florida, Site. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 18, 1959-1974.