

TRMM/PR による降雪観測について

崇城大学 正会員 森山聡之
河川情報センター 中野 悟
河川情報センター 小池克征

1. はじめに

TRMM(Tropical Rainfall Measurement Mission)はその名の通り、熱帯の降雨を観測するために設計・運用されているが、次世代TRMM2では高緯度地帯まで観測することが予定されている。本研究ではTRMM2が高緯度地帯で多く観測するであろう降雪に関する基礎データを蓄積するために、TRMM/PR(降水レーダ)による降雪データを解析したので報告する。

2. 解析期間

アメダスで降雪(雪およびみぞれ)が観測された以下のTRMM PR1C21データを選択した。地上の降水レーダは、高緯度の積雪を観測しているサイトのうち、TRMMの軌道が多く横切っている深山レーダを選択した。観測期間は以下の通りである。

- (1) 1999年 9月10日 降雨 軌道番号16052
- (2) 1999年10月31日 降雨 軌道番号16855
- (3) 2001年 1月 1日 降雪 軌道番号17827
- (4) 2001年 1月 3日 降雪 軌道番号17858
- (5) 2001年 1月 5日 降雪 軌道番号17889
- (6) 2001年 1月14日 降雪 軌道番号18028
- (7) 2001年 1月15日 降雪 軌道番号18043
- (8) 2001年 2月14日 降雪 軌道番号18522

なお、最初の2つのデータは比較のために降雨を解析したものである。

3. 解析方法

本来なら、HDFファイルをHDFバージョン5に変換した上でXMLに変換して解析する方法が、将来データのXML化とも連動して望ましいが、一軌道全てのデータを手持の環境でHDFバージョン5に変換するのは不可能であったため以下のような方法で解析した。

- (1)TRMM/PRのHDFファイルを C言語によるプログラムでTIDISライブラリを用いて読み込み、経度が深山レーダの範囲内にあるものだけをファイルに抽出し、以下はJava言語でプログラムを作成し解析した
- (2)TRMM/PRのデータファイルを読み込む
- (3)TRMM/PRのビームの1パルスの観測(bin)のフットプリント(半径約2500m)としたの中心座標を計算する
- (4)中心座標に相当する、深山レーダの極座標メッシュを求める
- (5)求めた極座標メッシュを中心にフットプリント内の全ての極座標メッシュに対し以下の計算を行う
- (6)フットプリント内全ての極座標メッシュの各高度に対応する深山レーダのレーダ反射因子データのうちの一番誤差の少ないものを選び、そのTRMMレーダのbinの各高度のレーダ反射因子に対応した深山レーダのレーダ反射因子とした
- (6)このペアをファイルに書き出した。

なお、(5)の方法をとらずに中心座標のデータのみを採用した場合は、極めて精度が低かった。これは、時間の経過とともに水平方向の移流のため精度が落ちているものと判断し、フットプリント内で一番精度の良いものを選択することにした。

また、フットプリント内のメッシュのシフト状況をチェックしたが系統的なずれは顕著に表れなかったため、全体的な空間的あるいは時間的なずれは存在してないものと考えられる。

3 解析結果と考察

解析結果を図1～7に示す。

図1に示すように降雨ではレーダ反射因子は広範囲にばらついている。しかし、図2に示す雪のデータは

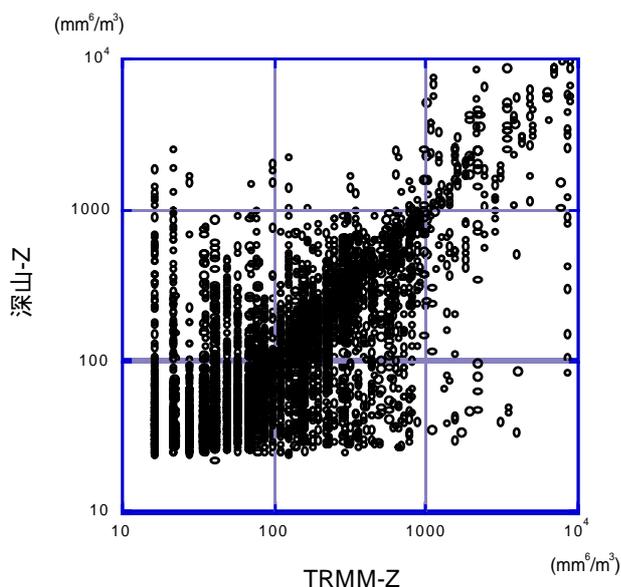


図1 雨の場合のレーダ反射因子

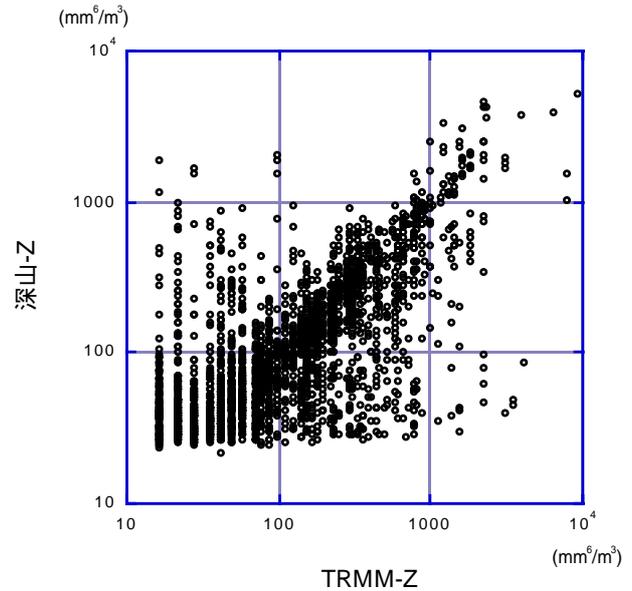


図2 雪の場合のレーダ反射因子

TRMMのレーダ反射因子にくらべて、深山レーダのレーダ反射因子が過小であるペアが過大であるペアに比べてかなり多いことがわかる。特に誤差が含まれにくいTRMMのレーダ反射因子が $100\text{mm}^6/\text{m}^3$ すなわち 20dBZ 以上では顕著である。

これは以下のような原因が考えられる。

- (1) 落下速度の違い 降雨の落下速度が速いので、TRMM観測時点からの時間的なずれが空間的なずれを招いている。しかし、降雪の場合は落下速度が遅いので空間的なずれが少ない。深山レーダの観測では、シャドウ等の影響で過小評価になっている可能性がある。
- (2) 等方性の違い 雨滴と雪氷の等方性が異なることから、水平に近いビームの深山レーダと垂直に近いビームのTRMMのPRでは反射が異なる可能性がある。
- (3) 周波数の違い 5.6GHz の深山レーダに対し、TRMM/PRは 13.8GHz であり、同じ大きさの物体に対して波長では2倍以上の差がある。

これらのうち、(1)に関してはシャドウ等の存在をチェックする必要があると思われる。また、降雨のデータが2軌道分と少ないのでもう少し降雨時のデータを集める必要がある。

4 結論と今後の予定

もし、TRMMが正確であると仮定すると、地上レーダの深山の降雪観測をTRMMのPRと比較することにより、降雪観測は降雨観測にくらべて過大に観測されることが少ないと思われる。このことからシャドウ等の検討を行えば、深山レーダの降雪観測結果はかなり使える可能性が高い。

今後の予定としては以下のようなことが考えられる

- 1 深山レーダのシャドウ等の検討を行う
- 2 降雨データの観測数を増やす
- 3 雨滴および雪氷のレーダ反射因子の周波数依存性を調査する
- 4 雨滴および雪氷の異方性の調査を行う
- 5 移流を考慮した積雪深の計算を行う
- 6 地上雨量との比較を行う
- 7 TRMM/PRでは降雨強度を求める際に、海面あるいは地面の反射を用いて降雨減衰の補正を行っているため、比較的正確と思われる海面における減衰補正済みのレーダ反射因子を用いて再度比較する

謝辞 TRMMのデータを解析するにあたっては、京都大学大学院の中北英一助教授・独立法人通信総合研究所の中川勝広氏・NASDAの田殿武雄氏それに深山レーダを解析するにあたっては京都大学大学院の鈴木善晴氏には貴重な示唆を頂いた。この場を借りて厚く御礼申し上げるものである。

参考文献 河関大祐、気象レーダによる降雪量観測の現況と問題点、降水現象のレーダ観測に関する調査報告書、土木研究所資料 2353号、昭和63年