

# Raindrop size distribution model for global rainfall measurement

Toshiaki Kozu

Shimane University

1060 Nishi-Kawatsu Matsue, Shimane 690-8504 JAPAN

Phone: +81-852-32-6258, Fax: +81-852-32-6843, E-mail: [kozu@ecs.shimane-u.ac.jp](mailto:kozu@ecs.shimane-u.ac.jp)

The modeling of raindrop size distribution (DSD) is important to quantify the rain rate retrieval from passive and active microwave sensors onboard the GPM satellite. Until the launch of TRMM, there was no global information of DSD mainly because of the difficulty to obtain DSD over vast ocean and land areas. TRMM Precipitation Radar (PR) has a capability to estimate a parameter of raindrop size distribution (DSD) from a combination of effective radar reflectivity factor profile and a path-integrated attenuation with the surface reference technique. The directly derived DSD parameter called “ $\varepsilon$ ” which is the adjusting parameter of the coefficient  $\alpha$  in  $k = \alpha Z_e^\beta$ , where  $k$  and  $Z_e$  are attenuation coefficient and effective radar reflectivity factor at 13.8 GHz, respectively. In other words, adjusted  $\alpha$  is expressed as  $\alpha = \varepsilon \alpha_0$  where  $\alpha_0$  is a standard coefficient derived from a standard DSD model. It is necessary, however, to validate the estimated DSD parameter since the  $\varepsilon$  estimate is subject to various errors such as non-uniform beam filling and variation of surface back-scattering coefficient. On the other hand, if  $\varepsilon$  provides the information of DSD, it would be extremely useful to improve the accuracy of radar rainfall measurement and to understand the climatology of cloud micro-physical processes.

We have been studying the properties of the  $\varepsilon$  parameter or the “ $a$ ” coefficient in  $Z = aR^b$  relation where  $Z$  and  $R$  are radar reflectivity factor and rainfall rate, respectively, in order to validate the PR estimation of DSD. It has been found that  $\varepsilon$  shows fairly reasonable land/ocean contrast, diurnal and seasonal variations in comparison with past findings obtained from ground-based DSD measurements. Moreover, comparisons of  $\varepsilon$  statistics and those derived from disdrometer data at several TRMM ground validation sites show good agreements between them.

Possible error sources in  $\varepsilon$  have been investigated. One of the most important points is the effect of variation of surface back-scattering coefficients in rain and in no-rain conditions that directly causes bias errors in the surface reference technique. It is found that the variation does exist, indicating the necessity to make some correction for such back-scattering coefficient variation.

In order to apply the PR-estimated global distribution of DSD to the GPM rain retrieval algorithm, we have studied the relation between rainfall type proposed by Katayama and Takayabu. It is found that the DSD seems broad in thunderstorm over land and in low pressure system over ocean. The result of this study is now being applied to the GSMaP algorithm.

和文

## 地球規模の降雨観測のための雨滴粒径分布モデル

雨滴粒径分布 (DSD) のモデル化は、GPM衛星による地球規模の降雨観測を定量化するために重要です。TRMM衛星の打上げまで、広い海洋や陸上の全体をカバーするようなDSDの情報は皆無でした。TRMM降雨レーダ (PR) は、等価レーダ反射因子と表面参照法で推定されるパス積分降雨減衰を用いて、DSDのパラメータを推定する機能を持っています。この推定で求められるDSDパラメータは“ $\varepsilon$ ” と呼ばれます。これは、13.8GHzにおける等価レーダ反射因子を $Z_e$ 、減衰係数を $k$ としたときの関係、 $k = \alpha Z_e^\beta$ における係数 $\alpha$ を調整するパラメータです。すなわち標準の係数を $\alpha_0$ としたとき、DSD推定後の係数が $\alpha = \varepsilon \alpha_0$ と表せるわけです。このような推定で得られた $\varepsilon$ は、降雨の非一様性や表面散乱係数の変動など様々な誤差を含む可能性があります。しかし、もし妥当な推定がなされたならば、この結果はレーダ降雨観測の精度向上や地球規模で雲物理過程を明らかにする上で極めて貴重な情報となります。

我々はこれまで、この $\varepsilon$ や、それから変換される $Z = aR^b$  関係の係数 $a$ の特性を調べてきました。ここで、 $Z$ はレーダ反射係数、 $R$ は降雨強度です。その結果、 $\varepsilon$  は、日周変化、海陸のコントラスト、季節変化などの面で過去のDSD観測結果と比較してかなり妥当な振る舞いをしていることがわかりました。更に、いくつかのTRMM地上検証サイトにおけるDSD観測結果と比較した結果、定量的にも妥当性が確認されました。また、 $\varepsilon$  に含まれるいくつかの誤差要因についても検討しました。なかでも、降雨中と無降雨時の後方散乱係数の変化を調べることは重要です。その結果、確かに後方散乱係数の変化によるバイアス誤差が存在することが判明し、その補正を行うことが必要とされています。

上に述べたPRから推定したDSDパラメータ分布を、GPMにおける降雨強度推定アルゴリズムに応用するため、片山と高藪により開発された降雨タイプ毎のDSD特性を調べました。その結果、陸上では雷雨において、また海上では低気圧性降雨において、他のタイプよりも雨滴が大きいことがわかりました。この結果は、現在GSMaPアルゴリズムに導入されつつあります。