

(II-52) レーザー雨滴計を用いたレーダ雨量強度の推定精度向上の手法に関する研究

中央大学理工学部 学生員○小山田香
中央大学理工学部 正会員 志村光一

中央大学大学院 学生員 児玉勇人
中央大学理工学部 正会員 山田 正

1. はじめに 著者らはレーダ雨量計(以降、レーダ)を用いた地上降雨強度の推定精度向上を目的として自らレーザー雨滴計(以降、雨滴計)を開発し¹⁾、これを用いた降雨観測を行っている。

2. 解析データ 著者らが熊本県阿蘇山麓に設置している雨滴計、転倒ます式雨量計及び釈迦岳レーダにより観測されたデータ、および北海道石狩平野設置している雨滴計と道央レーダにより観測されたデータを用いた。

3. 観測結果と考察 (a) 雨滴計を用いた観測結果 図-1は1996/7/18(台風)の降雨において雨滴計で観測した5分間降雨強度と雨滴粒径の各ランクごとの個数の時系列である。粒径が4mm以下の雨滴の個数は絶対値こそ違え、その挙動に関しては似た傾向を示すことがわかる。また粒径5mm以上の雨滴は5分間降雨強度が大きくなる時間帯に他の時間と比較して相対的に多く存在することがわかる。

(b) レーダと雨滴計により得られたレーダ反射因子の関係 図-2は前線、低気圧性の降雨におけるレーダと雨滴計が観測したレーダ反射因子の関係を示している。これより地上(雨滴計)のレーダ反射因子 ZI の方が上空(レーダ)のレーダ反射因子 Zr より大きい傾向にあることがわかる。これより降水過程で雨滴が併合成長していることが考えられる。図-3は、1996/7/18、8/14の台風による降雨におけるレーダと雨滴計の観測したレーダ反射因子の関係を示している。図-2とは異なり台風時の地上と上空のレーダ反射因子の関係にはばらつきが大きい。これは台風のように風速の大きい時には降水過程において雨滴の併合成長が妨げられる、あるいは風により大粒径の雨滴が存在できにくくなっていることに起因するものと考えられる。

4. レーダ雨量強度の推定手法 (a) 地上と上空のレーダ反射因子の関係をを用いた手法 地上と上空のレーダ反射因子の関係(ZI - Zr 関係)を用いて地上のレーダ反射因子 ZI から上空のレーダ反射因子を推定し、新たにレーダ反射因子 Zr' を求めた。この Zr' と地上降雨強度の関係から(B , β)を決定し、適用することでレーダ雨量強度の推定精度を向上させることができた。また雨滴計の設置点だけでなくレーダサイト内の多地点においてもレーダ雨量強度の推定精度を向上させることができた。図-4に ZI - Zr 関係を用いて決定した(B , β)を適用することにより求めたレーダ雨量強度の推定精度が向上した地点の時間降雨量の時系列を示す。新たに決定した(B , β)を用いることによりレーダ雨量強度のピークを表現できるようになった。

(b) (B , β)を逐次補正する手法 雨滴計の観測により得られたレーダ反射因子 Z と5分間降雨強度 R との関係(Z - R 関係)を用いて(B , β)の逐次補正を行った。(B , β)の同定には同定時間を30、45、60、90分と変化させ、5分毎に補正していく

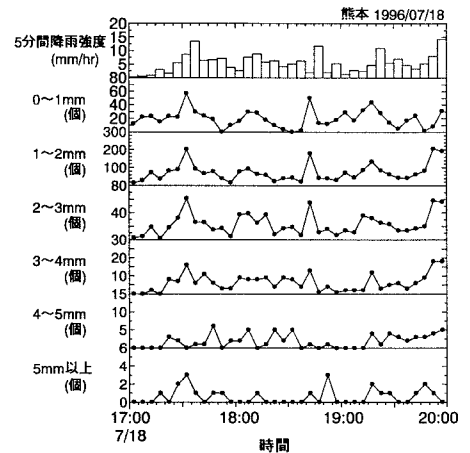


図-1 雨滴計の観測によって得られた5分間降雨強度と雨滴粒径の各ランクごとの個数の時系列(粒径4mm以下の雨滴の個数は絶対値こそ違え、その挙動に関しては似た傾向を示す。)

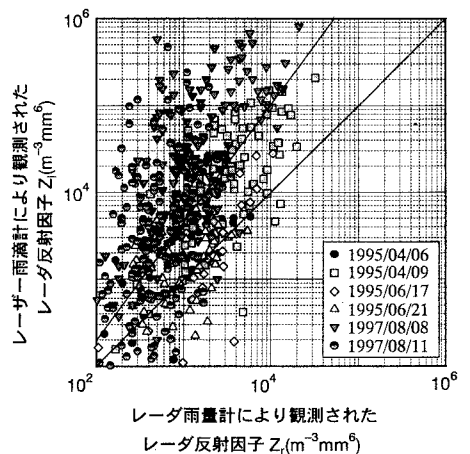


図-2 レーダ雨量計とレーザー雨滴計の観測により得られたレーダ反射因子の関係(上空(レーダ)に比べ地上(雨滴計)のレーダ反射因子の方が大きい傾向にある。)

キーワード：レーザー雨滴計、レーダ雨量計、(B , β)、レーダ反射因子

連絡先：〒112-8551 文京区春日1-13-27 中央大学理工学部 TEL 03-3817-1805 FAX 03-3817-1803

ものと同定時間を 60 分として 30 分毎に補正していくもの、合計 5 種類の同定方法を行った。これより得られた (B, β) をレーダが観測した上空のレーダ反射因子と降雨強度の関係式($Z=BR^\beta$)に適用することによりレーダ雨量強度の推定精度を算定し、 (B, β) の同定時間及び適用時間(何分毎に (B, β) を変えるか)の違いによる一雨の累積降雨量における推定精度の違いを比較した。

(c) レーダ雨量強度の推定精度の比較 図-5 は 1996/7/18 の 5 分間降雨強度の時系列である。棒グラフが転倒ます式雨量計、実線は (B, β) を逐次補正して適用した場合、点線は現行の $(B, \beta)=(224, 1.58)$ を適用した場合のレーダ雨量強度を示している。この降雨では (B, β) を逐次補正して適用した場合、現行の (B, β) を適用した場合に比べ、精度良く推定していることがわかる。転倒ます式雨量計の一雨の累積降雨量を真値として、 (B, β) を固定させた場合と同定時間を変化させた場合の累積降雨量の推定精度を比較した。その結果を表-1 に示す。これより現行の (B, β) を適用した場合の累積降雨量の推定精度が 0.148 であるのに対し、 (B, β) を逐次補正した場合は同定時間にかかわらず推定精度が向上していることがわかる。また、同定時間が 60 分で 5 分毎に (B, β) を逐次補正して得られる累積降雨量の推定精度が 0.957 と最も向上しているがわかる。

5. まとめ (1)台風の降雨においては粒径が 4mm 以下の雨滴の個数は絶対値は異なるが、その時間的な変化に関しては似た傾向を示す。(2)粒径 5mm 以上の雨滴は 5 分間降雨強度が大きくなる時間帯に他の時間と比較して相対的に多く存在する。(3) (B, β) の同定時間、適用時間にかかわらず (B, β) を逐次補正することによりレーダの地上降雨強度の推定精度を向上させることができた。(4)この降雨においては (B, β) の同定時間を 60 分とし、5 分毎に逐次補正していくことにより最も精度を向上させることができた。

表-1 (B, β) の同定時間の違いによる累積降雨量の推定精度の比較

雨量算出方法	総降雨量(mm/h)	精度
転倒ます式雨量計(地上雨量 R_g =真値)	20.90	
レ 現行の $(B, \beta)=(224, 1.58)$ に固定	38.70	0.148
同定時間が30分で (B, β) を5分毎に逐次補正	16.39	0.784
同定時間が45分で (B, β) を5分毎に逐次補正	17.81	0.852
同定時間が60分で (B, β) を5分毎に逐次補正	20.00	0.957
同定時間が60分で (B, β) を30分毎に逐次補正	22.10	0.942
同定時間が90分で (B, β) を5分毎に逐次補正	24.81	0.813

地上雨量(真値) R_g (mm/hr)

レーダ雨量 R_r (mm/hr)

$$\text{精度} = 1 - \frac{|R_g - R_r|}{R_g}$$

(同定時間が 60 分で 5 分毎に逐次補正した場合、最も精度を向上させることができた。)

謝辞： 本研究を遂行するにあたり建設省土木研究所水文研究室、北海道開発局石狩川開発建設部からレーダ雨量計のデータを提供していただいた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献： (1)山田正ら：新しいタイプのレーザー雨滴計の開発とこれを用いた雨滴粒径分布の観測、土木学会論文集 No.539/Ⅱ-35,pp.15-30,1996

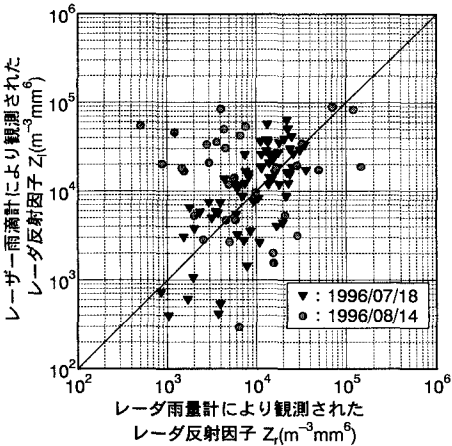


図-3 レーダ雨量計とレーザー雨滴計の観測により得られたレーダ反射因子の関係

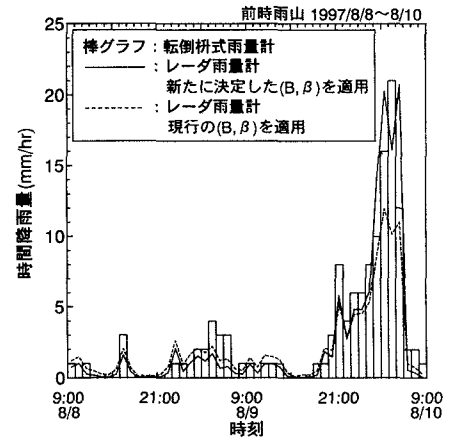


図-4 転倒式雨量計とレーダ雨量計の観測により得られた時間降雨量の時系列 (Zl-Zr 関係を用いて決定した (B, β) を適用することによりレーダ雨量強度のピークを表現できている。)

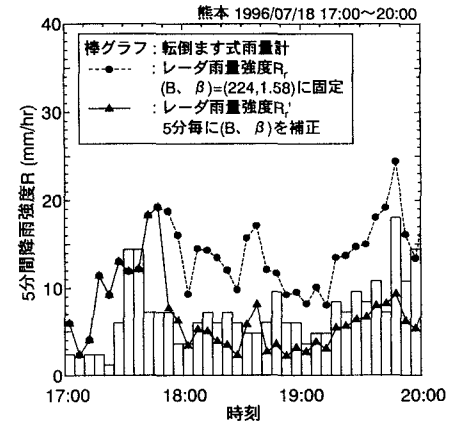


図-5 転倒ます式雨量計とレーダ雨量計の観測により得られた 5 分間降雨強度の時系列 (レーダ雨量 R_r' の (B, β) の同定時間は 60 分)