

上空と地上で観測された降雨データの比較

中央大学大学院 学生員 寶田桂一 志村光一 中央大学理工学部 正 員 池永 均 山田 正
東京都水道局 正 員 小作好明 水資源開発公団 正 員 鈴木 敦

1. はじめに 降水粒子による電波の反射電力は理論的に雨滴の粒径の6乗の総和に比例しており、レーダ雨量計の受信電力より得られるレーダ反射因子は雨滴の粒径とその粒径分布に大きく依存する。著者らは、レーザー光を利用して雨滴の粒径とその落下速度を測定できるレーザー雨滴計を開発し、これを用いて雨滴の粒径分布を観測しレーダ雨量計の精度向上を目的として研究を行っている。本研究は、レーザー雨滴計のデータから雨滴の落下個数、平均粒径、最大粒径、降雨強度及びレーダ反射因子を算出し、レーダ雨量計より得られるレーダ反射因子との関係を明らかにした。また、雨滴の落下速度について考察をした。

2. 基礎となるデータ 本研究で用いたデータは、著者らが熊本県阿蘇山麓（標高715m）に設置しているレーザー雨滴計及び建設省所管の釈迦岳のレーダ雨量計により観測された 1995年の4/6、4/9、6/17、6/21の4降雨（表-1）のデータである。図-1にレーザー雨滴計が設置してある建設省湯ノ谷観測所の位置及び釈迦岳レーダの位置とそのレーダサイトを示す。

3. 観測結果と考察 図-2はレーダ雨量計と雨滴計の観測値から算出した5分間降雨強度の関係を示したものである。ここで横軸のレーダ雨量計の降雨強度 R_r は降雨の特性を示すレーダ定数 $(B, \beta) = (200, 1.6)$ を用いて、受信電力より得られたレーダ反射因子 Z_r を降雨強度に換算した値である。この図からレーダ雨量計で観測された降雨強度 R_r と雨滴計で観測された降雨強度 R_l はばら

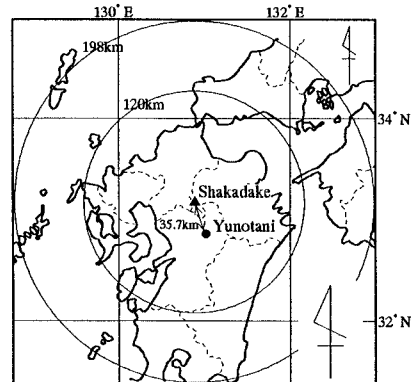


図-1 雨滴計設置点である建設省湯ノ谷観測所と釈迦岳レーダ雨量計の位置とレーダサイト

表-1 本研究によって解析を行った降雨

日時	記号	最大降雨強度	降雨の成因
1995/4/6	●	6.6(mm/hr)	低気圧
1995/4/9	■	25.8(mm/hr)	低気圧
1995/6/17	◇	11.6(mm/hr)	停滞前線
1995/6/21	△	4.1(mm/hr)	停滞前線

つきが大きく対応していないことがわかる。しかし、図-3に示すレーダ雨量計のデータ及び雨滴計のデータを用いて算出したレーダ反射因子 Z の関数は良い対応を示している。ただし、雨滴計により観測された Z_l のほうがレーダ雨量計から算出した Z_r より高い値になっている。これは、降雨過程での雨滴の併合成長及び分裂に起因するものであり、レーダ雨量計が観測対象としている上空（高度1800m付近）の雨滴粒径分布と雨滴計が観測している地上（標高715m）の雨滴粒径分布に相違があるためである。

次に、図-4にレーダ雨量計で観測された Z_r と雨滴計で観測された雨滴の落下個数の関係を示す。この図からレーダ雨量計で観測された Z_r は雨滴の落下個数に依存していないことがわかる。つまり、横軸の雨滴の落下個数が増加してもレーダ反射因子 Z_r は大きくならない。次に図-5、図-6に、雨滴計により観測された雨滴の平均粒径及び最大粒径とレーダ雨量計で観測された Z_r との関係を示した。ここで用いた雨滴の平均粒径とは雨滴計で観測された5分間降雨強度を観測面積により体積値に換算し、これを雨滴の落下個数で除して算出した値である。また、ここでの最大粒径は雨滴計より観測されたデータを5分間ごと分割し、その雨滴群のなかで最大のものを指す。図に示されている直線は縦軸と横軸の値を指数関数で近似したもので

キーワード：レーザー雨滴計、レーダ反射因子

連絡先：東京都文京区春日1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL 03(3817)1805

ある。図-5, 図-6は落下個数の場合(図-4)と異なり、雨滴の粒径が大きくなるにつれ Z_r も大きくなる。従って、レーダ反射因子 Z_r は雨滴の落下個数の変化によらず、雨滴の粒径に大きく依存することが明らかである。

4. 観測された雨滴の落下速度

図-7, 図-8は表1に示した4降雨について雨滴の等価直径とその落下速度の関係を示したものである。4/9の降雨は他の3降雨に比べ雨滴の落下速度が大きくなっているのが確認された。

5. まとめ 観測結果及び考察をまとめると、(1)地上(標高715m)の Z_1 は上空(高度1800m付近)の Z_r よりも大きい値を示すことが観測された。これは降水過程における雨滴の併合、分裂に起因するためである。(2)レーダ雨量計で観測された Z_r と雨滴の落下個数は対応しないことが明らかになった。

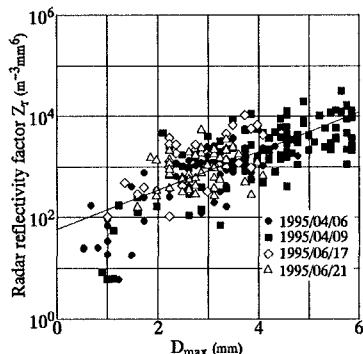


図-6 レーダ雨量計により観測されたレーダ反射因子 Z_r と雨滴の最大粒径の関係

これは雨滴の落下個数の Z_r に及ぼす影響が小さいことを示している。(3)雨滴計で観測された雨滴の平均粒径及び最大粒径が増加するにつれ、レーダ雨量計で観測された Z_r も増加することが明らかになった。これは雨滴の大きさが Z_r の値に及ぼす影響が大きいことを示している。(4)降雨により雨滴の落下速度に違いがあることが観測された。

<謝辞>レーザ雨滴計設置において建設省土木研究所水文研究室から多大なる協力を頂いている。ここに記して感謝の意を表す。

<参考文献>山田正, 日比野忠史, 鈴木敦, 蓑島弥成, 中津川誠: 新しいタイプのレーザ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. 5.

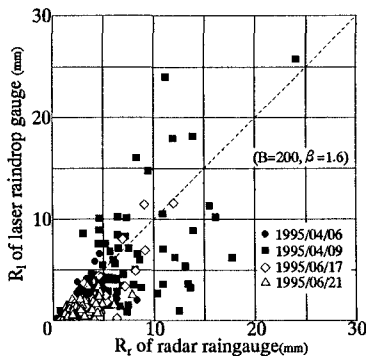


図-2 レーダ雨量計とレーザ雨滴計より算出された降雨強度 R の関係

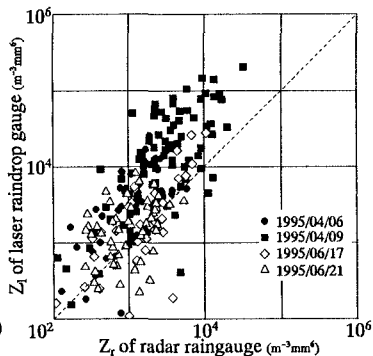


図-3 レーダ雨量計とレーザ雨滴計の観測したレーダ反射因子 Z の関係

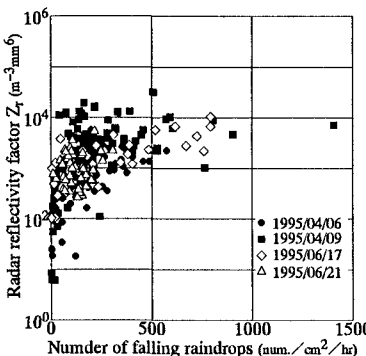


図-4 レーダ雨量計により観測されたレーダ反射因子 Z と雨滴の落下個数の関係

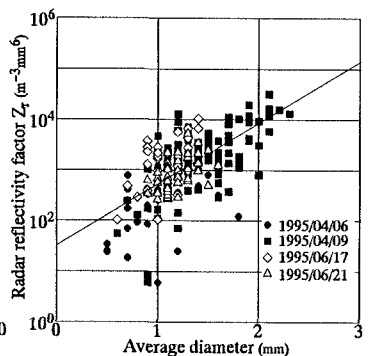


図-5 レーダ雨量計により観測されたレーダ反射因子 Z と雨滴の平均粒径の関係

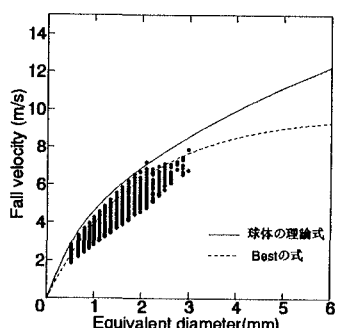
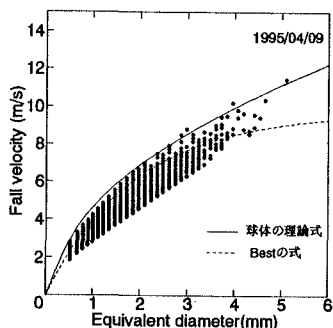


図-7, 図-8 雨滴の落下速度