

(II-47) レーダ雨量計でとらえた高度別降雨強度の時間変化に関する研究

中央大学理工学部 学生員 ○後藤 友博
中央大学大学院 学生員 原 久弥

中央大学大学院 学生員 天野 繁
中央大学理工学部 正 員 志村 光一
中央大学理工学部 正 員 山田 正

1. はじめに：建設省や気象庁が防災上の観点からレーダの多くは山岳部に設置され、周囲の山の影響から観測仰角を大きくとる場合もあり、レーダの観測高度が中心から離れるにしたがい高くなるため、上空の雨量と地上での降雨量が一致しない原因の一つとなっている。また、降雨量の定量評価に向いているCバンド(波長約 6cm：降雨による電波の減衰が小さい)が建設省、気象庁等で業務運用されているレーダに割り当てられているのに対し、研究用レーダは本来定量評価しづらいXバンド(波長約 3cm：降雨による電波の減衰が大きい)の使用を余儀なくされ、防災の面からレーダ雨量計が有力な手段となるよう、Xバンドレーダのよりよい定量評価手法の開発が急務となっている。

2. 目的：著者らは 1995 年 8 月に中央大学理工学部キャンパス内(東京都文京区)に X バンドドップラーレーダを設置して 300 近い降雨観測を行い、関東平野における降雨メカニズムを解明してきた。本研究ではレーダ雨量計の精度向上を目的として、レーダ上空の各高度における降雨強度と地上雨量計が観測した降雨量との関係を把握するとともに、レーダから離れた地点においてもその関係が適用できることを明らかにした。

3. 解析データと解析方法：今回対象とした降雨は 1997 年 11 月から 1998 年 9 月までに観測した降雨のうちの 8 降雨である。レーダ雨量計は距離分解能 250m を有しているが、上空 250m のデータはクラッターの影響を避けるため解析には用いなかった。5 分毎にレーダ雨量計が 250m 間隔でとらえる上空の降雨量(5 分間降雨量：以下レーダ雨量とする)と地上雨量計の 5 分間降雨量(以下地上雨量とする)とを比較した。レーダ雨量は降雨換算定数(B, β)を(200, 1.6)として算定している。

4. 解析結果

4.1 レーダ上空を通過した雨域の鉛直分布：図-1 は 1998 年 9 月 15 日にレーダで捉えた台風の鉛直断面であり、幅 70km、高さ 6km の雨域が移動していく様子がわかる。この図から著者らはレーダ上空を通過する降雨に着目し、レーダ上空における降雨強度の鉛直分布の時間変化について考察する。図-2 及び図-3 は、地上から高度 7km まで 250m 毎のレーダ上空を通過していった雨域の降雨強度の時系列を示したもので、図-2 は前述の 1998 年 9 月 15 日の台風、図-3 は 1998 年 8 月 27 日の前線性降雨によるものである。これらより 2 つの降雨強度の反応はともに高さ 6km までであるが、図-2 の台風で強い降雨強度の反応は高度約 2km 付近に存在するのに対し、図-3 の前線性降雨でのそれは高度約 6km 付近に存在

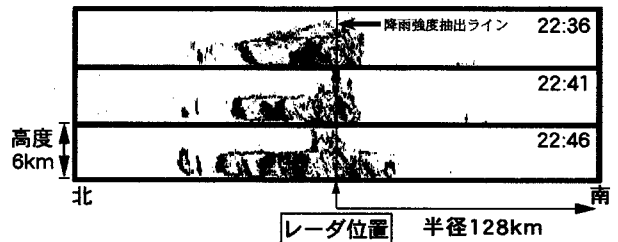


図-1 1998/9/15 台風 4 号による降雨時の鉛直断面画像

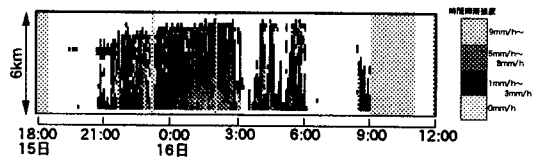


図-2 レーダ上空を通過した雨域の時間降雨強度の時系列

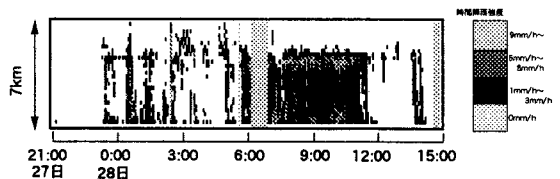


図-3 レーダ上空を通過した雨域の時間降雨強度の時系列

キーワード：ドップラーレーダ、降雨強度の鉛直分布

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 Tel 03-3817-1805 Fax 03-3817-1803

することがわかる。また、前線性降雨は上空まで連続的に降雨強度が得られる(雨域がある)のに対して台風は上空 3km 以上の雨域がまばらに観測されることから、降雨の種類によってその鉛直構造が異なることがわかる。

4.2 高度別レーダ雨量と地上雨量との関係：図-4 及び図-5

は図-2, 図-3 で示した 2 つの降雨について地上雨量計とレーダ上空の各高度におけるレーダ雨量を比べたものである。これより以下の 2 つのことがわかる。

① レーダ雨量は地上雨量と一致せず、多くの場合前者のほうが小さく評価されている。

② 両者の時間変化に対する降雨強度の変動に同様な傾向が見られることから、定量的な関係にあるとは判断できないが定性的な関係にあるといえる。

4.3 レーダ雨量と地上雨量についての評価：図-6

は横軸にレーダ雨量計が捉えた一雨総降雨量に対する地上雨量計が捉えた一雨総降雨量の倍率、縦軸に高度を示したものである。

どの降雨も高度が高くなるにつれてレーダ雨量は地上雨量に比べ小さくなる傾向にあり、本研究で対象とした 8 降雨の平均から求めたグラフ(図中太線で示す)からは、地上雨量はレーダ雨量に比べ高度 1km では約 7 倍、高度 2km では約 18 倍の関係がわかる。

このことは上空と地上付近とでは雨滴の粒径分布が異なることに起因していると考えられる。5. レーダから 100km 離れた地点でのレーダ雨量と地上雨量との関係：4.3 で述べた関係の適用性をレーダより約 100km 離れた栃木県鹿沼(仰角 1.0 度で観測高度約 2km)のアメダスポイントにおいて検証した。図-7 に鹿沼の地上雨量と高度約 2km のレーダ雨量との関係を示す。図-7 ではレーダ雨量の総降雨量 0.58mm に対し地上の総降雨量 5mm は約 8.6 倍である。また、図-6 で高度 2km におけるレーダ雨量に対する地上雨量は約 8 倍であることから、レーダ雨量と地上雨量の関係には相関があることがわかる。つまり、レーダから離れた地点においても前述したレーダ雨量と高度の関係に同様の傾向があるという結果を得た。

6. まとめ：レーダ雨量と地上雨量との間には定性的な関係があり、地上雨量に比べ各高度でのレーダ雨量は上空へいくほど小さく(高度 2km で 1/8)なることを明らかにした。これは地上と上空では雨滴の粒径分布が異なるためであると考えられる。また、レーダがある仰角をもって平面的に降雨を観測する際には、レーダから観測対象(雨域)までの距離が離れるにつれ観測高度が高くなるため、レーダ雨量は地上雨量に比べ小さな値をとる。したがって高度変化を考慮した距離補正をかけることの必要性が示された。

<参考文献> 木下武雄：レーダ雨量計の実用化への開発, 土木学会論文集第 351 号, II-2, pp1-15, 1984.

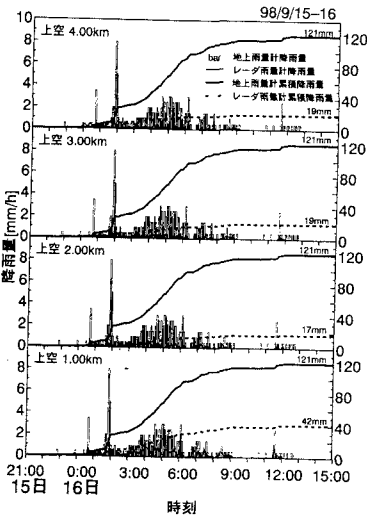


図-4 レーダ雨量計で捉えた上空の降雨量及び累積降雨量と地上雨量計が捉えた降雨量及び累積降雨量

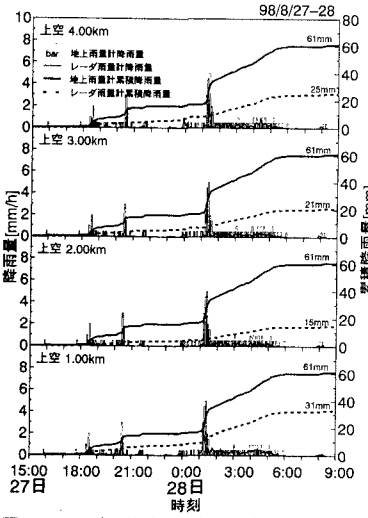


図-5 レーダ雨量計で捉えた上空の降雨量及び累積降雨量と地上雨量計が捉えた降雨量及び累積降雨量

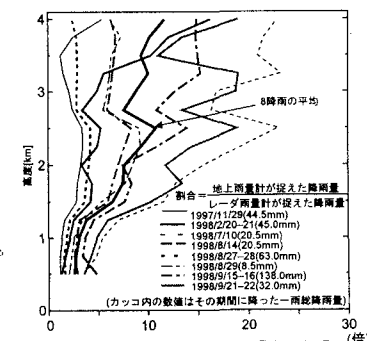


図-6 降雨別に得られたレーダ雨量計が高度別に捉えた累積降雨量に対する地上雨量計が捉えた累積降雨量の倍率

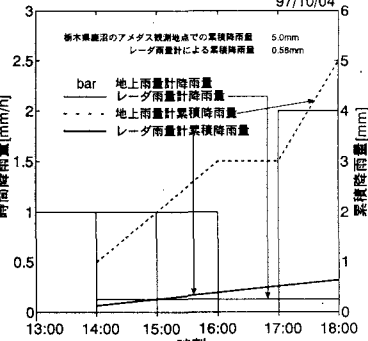


図-7 レーダ雨量計で捉えた栃木県鹿沼の上空 2km における降雨量と鹿沼の降雨量