

建設省土木研究所 正員 石 崎 勝 義

建設省土木研究所 正員○中 尾 宏 臣

武蔵工業大学 栗 原 美津雄

1. まえがき

従来、一般的に用いられている面積雨量は、流域内のいくつかの地点に設けた雨量計によって、地点雨量を測定し、これにより流域平均雨量を求める方法である。

しゅう雨はもちろん梅雨性の降雨についても地域で異なることが知られており、地形の複雑なわが国においては特にその傾向が著しい。このため、従来の方法によって面積雨量を適確に知り、時々刻々それらの情報を収集するためには、雨量計を稠密に配置するとともに、個々に通信回線を備える必要がある。しかし施設費の問題、あるいは維持管理等を考えると極めて困難なことである。

これに対して、近年、レーダを利用して降雨を定量的に観測する方法の研究が進歩し、地点雨量、面積雨量を瞬間的に、かつ連続に観測することが可能となった。本報告は特に建設省赤城レーダについて、その観測結果を地上雨量計と比較検討したものである。

2. 理 論 (レーダ方程式)

レーダ方程式は原理的には電磁波の雨からの反射波を利用して、その受信電力の強弱から雨量を導きだすものである。受信電力から雨量強度への変換過程にレーダ方程式が存在する。

今、レーダ装置によってきまる諸定数をCとし、距離 r 地点からの受信電力を $\bar{P}_r$ とすれば、

$$\bar{P}_r = \frac{C \cdot B \cdot R^\beta}{r^2} \cdot 10^{-0.2 \int_0^r (K_R^\alpha + K_a) dr} \quad \dots\dots\dots (1)$$

で表わされる。

ここでRは、 r 地点の雨量強度、 K_R^α は途中降雨による減衰、 K_a は大気ガスによる減衰を示す、又B、 β は雨滴の形状、落下速度で定まる定数であり、一般にこれをZで表わし、レーダ反射因子とよぶものである。

レーダによる降雨測定精度を左右する要因として、(1)グラントクラッターの影響 (2)レーダ反射因子Zのとり方による影響等があげられる。

3. 観測結果

3-1. 時系列対比

レーダ雨量計により降雨の定量観測の行なえる範囲は、赤城レーダサイトを中心にして半径102km内であり、その領域を放射状なメッシュで4352個に細分したメッシュ1個ずつについて観測が可能である。

レーダで観測する降雨量は、5分間毎の平均雨量強度を1時間観測して時間平均雨量としたものである。

図-1は地上雨量計のある地点の上空1メッシュについて、レーダ雨量計の観測値と地上雨量計の観測値を対比したものである。

図-1(a)、(b)とも10mm/H以下のものでは比較的合っているものの、大きな降雨に対してレーダ観測と地上観測の差が急激に増加している。

この原因について考えられることとして、レーダ方程式のB、 β の不適合性および風による地上雨量計の受水率低下等が考えられる。

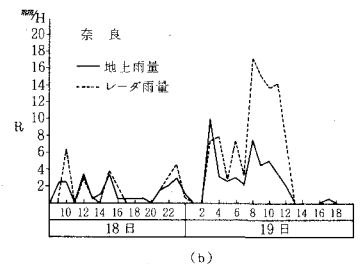
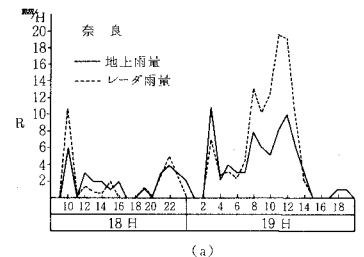


図-1. 地上雨量—レーダ雨量対比図
51年7月18日～19日 台風9号

3-2. 時間雨量における相関

図-2は地上雨量とレーダ雨量でひと雨単位の時間雨量について両者の相関を調べたものである。図(a)は局地性の高い雷雨性降雨、図(b)は台風性降雨について観測したものである。両者の比較から明らかに台風性降雨に較べて雷雨性降雨のほうが相関がよいことがわかる。降雨の粒度分布および時間的な降雨パターンの変化の違いは両者で大きいものとする。この変化を表わす方法として、レーダ反射因子Z、即ちレーダ方程式の定数B、 β を雨量強度に追従させ切替える方法を採用しているが、台風性降雨のような変化の大きいものに対してまだ十分でない結果と考えられる。

3-3. 総雨量における相関

図-3はひと雨の総雨量について地上およびレーダ雨量の相関を調べたものである。図から総雨量100mmまでについては非常によい相関を示している。総雨量が増加するに従い両者の差は大きくなっているが、その差の割合は10～20%の範囲であり、総雨量に関して両者はよく適合している。

3-4. 地上精密雨量観測とレーダ雨量の比較

過去、レーダ雨量と比較した地上雨量は、利根川流域の洪水予測に必要な地点で、たまたまレーダ観測メッシュの中にある1ヶ所の雨量計の値である。この値と最高メッシュ面積 15km^2 (平均 9km^2)のレーダ雨量と比較した場合、必ずしも適切な比較とはいえない。そこで1観測メッシュ内に多数(16ヶ)の雨量計を置いて観測した結果を図-4に示す。

結果は地上雨量とレーダ雨量の相関係数は0.84で高く、総雨量についても両者共64mmと一致した。しかし降雨パターンを見ると降雨の小さい場合は地上雨量が多く、又反対に降雨が大きくなるとレーダ雨量が大きくなっている。この傾向は観測全体を通じてよくみられた。この原因が風によるものでない事は図下の風速変化と合わせてみても明らかであり、これも同様にB、 β の取扱い方に問題があると考えられる。

3-5. 風の及ぼす影響について

上述の結果から両者の観測偏差は風によるものではないと考えられた。他のメッシュで特に台風性降雨について検討を試みた結果を図-5に示す。図から明らかに観測偏差の大きい時刻と風速の大きい時刻は一致しておらず、むしろ雨量強度の大きい時刻と一致している。

この事は雨域の大きさは少なくともレーダ観測メッシュと比較して十分広く、高度観測の風による影響は少ないと思われる。

4. おわりに

レーダ観測で得た雨量観測結果は地上雨量計のものと比較してかなり信頼出来る値と考える。両者の観測対象は高度及び観測範囲が全く異なるものであり、必ずしも同じ値になるはずのものではない。

流出計算にとって重要な面積平均雨量を直接得る手段となるこのレーダ雨量計をいかに活用するかが今後の大きな課題と云える。

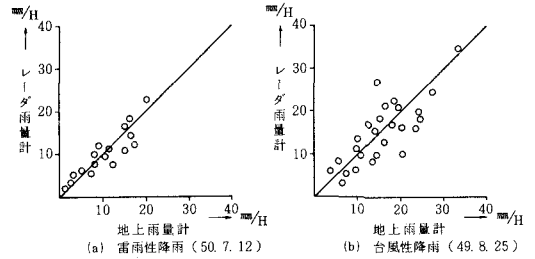


図-2. 地上雨量-レーダ雨量相関図

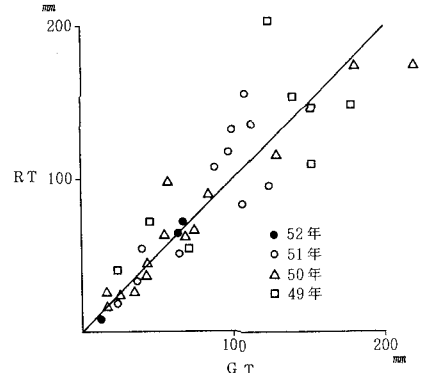


図-3. 地上(GT)-レーダ(RT)総雨量相関図

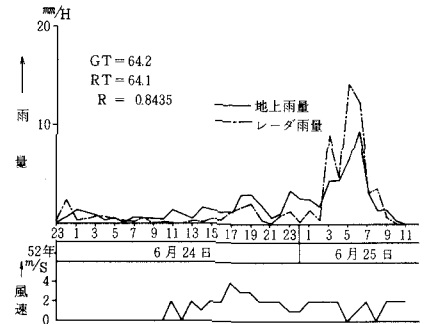


図-4. 精密雨量観測ネットワークにおける地上雨量-レーダ雨量対比図

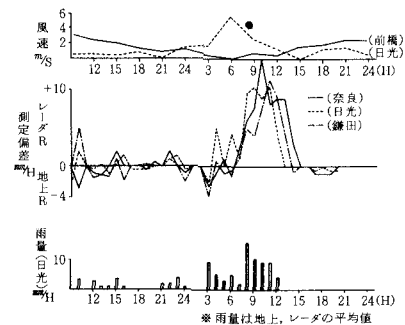


図-5. 地上雨量-レーダ雨量の測定偏差