

PSII-5

レーダ雨量計の精度向上について

勸河川情報センター	正会員	山口	高志
同	正会員	深見	親雄
同	正会員	大塚	俊匡
同	正会員	村田	和夫
同	正会員	阿部	英志

1. はじめに

レーダ雨量計は、テレメータ雨量計と比べ広範囲の降雨状況を短時間で測定し、一目で降雨分布を把握できる観測機器である。これによって、地上に雨量観測所を設置することが困難な地域や地上に雨量観測所が存在しない地域でも降雨状況が観測でき、時間的・空間的な降雨分布の履歴を見ることで将来の降雨状況を直観的に把握できるようになってきた。

このときレーダ雨量計を利用と精度向上という観点から見ると、次のような留意点が想定されよう。

- ① 観測対象空間全域にわたって精度が均質であること。(精度の空間的均質性)
- ② 降雨粒子等の時間変化にかかわらず、相応の精度保っていること。(精度の時間的均質性)
- ③ 地上雨量情報として利用可能であること。

以下レーダ雨量計の精度を向上させるための方策について記述する。

2. レーダ雨量計の有する誤差要因

誤差は真値との相違で表現されるものであるが、レーダ雨量計の場合は地上雨量計との相違で議論される場合が多い。本来は両雨量観測機器各々で測定方法・測定空間が異なるため、「差異」という表現が適切であるが、ここでは慣例に従い「誤差」という表現を使用する。誤差要因の分類の仕方には、観測から情報表示までの段階に応じて分類する方法もあるが、ここでは前述の①～③に関連して、特に大きな影響が考えられる項目について示す。

(1) ビーム充填率不足

レーダ雨量計はペンシルビームを発射し降雨を捕捉しているが、レーダサイトから120km 遠方ではビーム径が3,000m(ビーム幅 1.4° のとき)程度まで拡がることになる。また観測範囲を確保するため山頂付近に設置され上空を向けてビームを発射している。このため、レーダサイトから離れるに従い、目標体積の1部が降雨の上空を通過し、捕捉率(ビーム充填率)が低下し観測精度が劣ってくることになる。その他、山岳等による遮蔽があれば、その背後ではやはりビーム充填率不足が生ずることになる。

(2) グラウンドクラッターの影響

レーダビームが大気中の屈折による地表面の反射や山岳等の反射を受け、受信電力に降雨粒子以外の要素が含まれる場合がある。これを一般にグラウンドクラッター(GC)と称している。GCは時間的に変動しており、このGCの影響を受信電力から除去しないと、誤差が生ずることになる。

(3) レーダ定数の精度

受信電力から雨量への変換はレーダ方程式によっている。レーダ方程式では反射因子(Z)と降雨強度(R)の関係を $Z = BR^{\beta}$ で表している。この B 、 β をレーダ定数と称し、レーダ雨量計固有の値として地上雨量との対応から同定(これには気象学的方法・統計的方法がある)されている。しかし、この B 、 β は降雨成因で異なったり、時間的にも変動しており、誤差を生ずる一因となっている。

3. レーダ雨量計の精度向上策について

レーダ雨量計は、ダイナミックレンジ80dBを8ビット(2^8)に対応した256個のデジタル値に反射電力を区分し、1デジタルを0.3125dBとしている。即ち1デジタルの離散値の影響は、 $\beta=1.6$ のとき降雨強度

30mm/hでも1.5mm/h（誤差5%）であり、他の誤差要因に比べ無視できるものと思われる。また、最小感知能力は、 $\beta = 1.6$ かつ第1レンジの最小検知降雨強度を0.02mm/hとすれば、レーダサイトから120Kmの地点では2mm/h以下の降雨は測定不能となるが、通常のアンプより10dB程度小さな電力を測定可能なローノイズアンプを導入すれば、0.5mm/hまで測定可能となる。

以下先の(1)～(3)に対応した精度向上策について述べる。

(1) ビーム充填率不足とグラウンドクラッターへの対応

ビーム充填率不足のハード的対応としては空中線径を大きくしビーム幅を減少させることが一つの対応であるが、これとは別に①等高度観測の実施、②運用仰角の低下、③遮蔽補正の実施、④MTI装置の導入等が挙げられる。

ビーム充填率不足の対処としては、基本的には等高度観測を行い得るような複数仰角による観測方法を取ることが、空間的精度の均質化につながることになる。しかし、この観測を行うには機器の改造が必要となり、当面は運用仰角を低下させることが有効と考えられる。運用仰角は、これまでのデータの統計的検討から判断して、原則的には定量域においてビーム中心高度を3,000m程度以下に抑えることとし、実際の決定にあたっては精度検証によるものとする。

但し、運用仰角の低下は山岳部等による遮蔽領域を増加させ、却ってビーム充填率不足を招くこととなる。そのためにはレーダビームの電力量分布及び地形特性を考慮した遮蔽補正を行うことが有効である（図1参照）。また、仰角低下は強GC地域等も増加させ、Log減算方式や周辺データからの補完では無理が生ずる恐れがあり、まだ多少の問題は残されているがMTI装置の導入が全体としての精度向上を計れる結果となっている。

(2) レーダ定数の精度向上

これには、レーダ定数の同定法と地上更正法の2種類が考えられるが、レーダ定数の同定については既に、土木学会論文集に発表済であり、オンラインによる地上更正について記述する。この地上更正は、基本的には空間的精度が均質との前提にたって実施すべきものであるが、ここでは既設のレーダ雨量計を基に地上更正を実施した1例を示し、今後の更正法の導入を示唆するにとどめるものとする。（図2参照）

4. おわりに

現在、建設省では各レーダ雨量計の精度向上を図るべく鋭意検討を実施中であり、勸河川情報センターとしても一層の努力を重ねていく所存である。（参考文献 略）

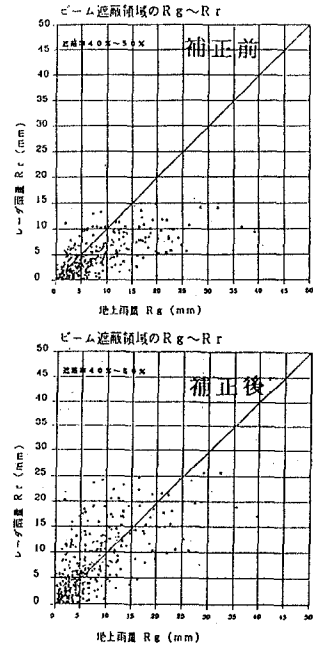


図1 遮蔽補正の一例

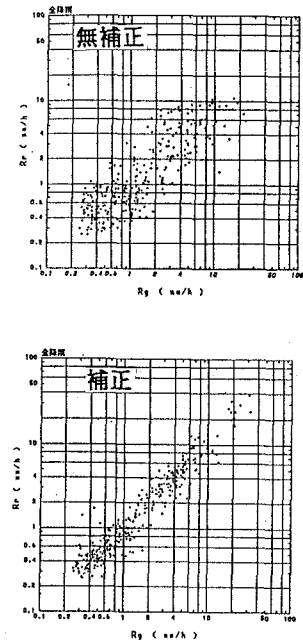


図2 地上更正の一例