

建設省土木研究所 正員 ○中 尾 宏 臣
同 正員 石 崎 勝 義

1. ま え が き

レーダ雨量計は近年急速に実用化され、河川管理や道路管理において一部現業業務に利用され大きな成果をあげている。地上に設置した粗い雨量観測ネットワークに比べて、レーダ雨量計では半径 120 km の範囲において降雨の面分布を定量的に、且つ、連続して観測することが出来る。今後、この利点を活かす利用技術の開発が望まれ、既に降雨予測、更には洪水の流出予測に適用すべく研究が行われている。

本研究は、レーダ雨量計の利用技術の開発に先がけて当然必要となってくる、この観測精度について検討し、更に観測精度向上の手段について併せ検討した。

2. 降雨観測精度を決定する因子と観測精度

レーダ雨量計において、その観測精度を決めるものとして大きくは(1)ハードウェアによるもの、(2)ソフトウェアによるものとに分けることが出来る。前者についてはレーダ装置本体にかかるものであり、最近の電子工学の急速な発達によりほとんど問題は解決されている。しかし、後者のソフトウェアに帰因するもの、即ち、レーダ受信電力を雨量強度に変換する手法については未だ恒久的な方法は確立されていない。

(1) レーダ定数の最適化

レーダ雨量計において雨量強度算出の基本となるレーダ方程式には不確定定数として B 、 β 及び F がある。これらの定数の最適値の推定は地上雨量計ネットワークにより、地上雨量値との相対精度を比較して行なう。今、レーダによる検証流域の面積時間平均雨量を $\bar{R}_{r1}$ とし、地上雨量計ネットワークの平均値を $\bar{R}_{G1}$ とすれば一連降雨あたりの両者の観測偏差 R_d を1式と定義する。

$$R_d = \sum_{i=1}^n |\bar{R}_{r1} - \bar{R}_{G1}| \dots\dots\dots (1) \quad \text{但し } n : \text{一連降雨の継続時間}$$

R_d を各 B' 、 β の組み合わせについて算出し、その最小値に対する B'_0 、 β_0 の組み合わせをその降雨の最適値とする。同様な方法で数降雨について検討を行なって平均的な B'_0 、 β_0 の値を推定する。ここで B を B' としたのは F 値を考慮した値である。

15 km²に24台の雨量計を設置したネットワークにより得たこの定数の推定値は $B' = 20$ 、 $\beta = 1.8$ であった。この場合の平均偏差量 $\bar{R}_d$ は1.89 mm/hr、平均相関係数は0.75であった。表-1に結果を示す。

また、この推定値の妥当性について更に検討した。この場合、対象としたのは比較的クラッタの少ない前橋周辺地区とクラッタの高い相俣流域において比較検討した。前橋周辺地区では地上雨量観測点が5ヶ所、相俣流域では7ヶ所の観測点があり、これら上空メッシュのレーダ雨量値の単純平均値と地上雨量計の単純平均値を比較することで観測誤差の影響を少なくした。

これらの比較の指標は、一連降雨ごとの時間平均雨量の相関係数と両者の絶対偏差率の平均値である。

表-2にこの検討結果を示す。

表-2は推定した B' 、 β の値がある程度実用に供される期待も出来るが、山岳部と平野部の地域特性が観測精度に影響していることも示唆される。

表-1 $B' \sim \beta$ の推定と検証

	降 雨 期 間	継続時間	$B = 200$	$\beta = 1.8$	降雨原因
			相関係数	標準偏差	
推定	52年6月24日～25日	33	0.74	0.5	梅雨前線
	" 7月16日～17日	12	0.65	0.9	雷 雨
	" 8月11日	5	0.46	1.3	前 線
	" 8月13日～14日	39	0.86	0.6	前 線
	" 8月16日～18日	63	0.83	0.8	停滞前線
	" 9月8日～9日	11	0.86	0.9	"
	" 10月9日	8	0.84	0.6	低気圧
検証	" 6月17日～19日	29	0.71	0.8	梅雨前線
	" 7月3日	5	0.78	1.2	雷 雨
	" 9月9日～10日	22	0.76	0.7	停滞前線

(2) クラッタ除去能力

レーダ反射エコー電力に含まれる山岳や建造物等からの妨害成分であるクラッタを効果的に除去することは重要な課題である。現在、実用化している方法は晴天時の地上エコーを予め登録しておき降雨エコーより差し引く、いわゆるクラッタ減算方式によっている。この方法により、ある程度成果をあげているが、晴天時クラッタ値と降雨時クラッタ値では厳密には当然同一ではない。従って、今後物理的に降雨時のクラッタに近いエコーをリアルタイムに減算するMTI方式を提案したい。これは、降雨と地上等の静止物体からの反射エコーの振幅特性の違いに着目して、両者をフィルターによって分離するものである。

表-2 B = 20, $\beta = 1.8$ の適用結果例 (S52年)
(但し, $E = R_{ri} - R_{Gi}$, $N =$ 降雨継続時間)

	項目 降雨期間	総雨量 (mm)	相関 係数	$\sum \frac{ E }{N}$ mm/hr	平均偏差率 %
相模 流域 (山岳部)	6. 17. 03 ~ 6. 18. 06	28	0.84	0.5	50
	7. 26. 15 ~ 7. 27. 00	17	0.97	0.9	55
	8. 16. 16 ~ 8. 18. 15	65	0.79	1.2	45
前橋 周辺 地区 (平野部)	52. 6. 17. 03 ~ 6. 18. 06	31	0.66	0.4	37
	7. 26. 15 ~ 7. 27. 00	21	0.98	0.6	31
	8. 16. 16 ~ 8. 18. 15	53	0.80	0.8	38

3. レーダ雨量計と地上雨量計の面積降雨の観測精度

橋本は中川流域の雨量観測調査¹⁾から、流域の大きさAと時間雨量に対する地上雨量計の観測誤差を明らかにし、必要となる地上雨量計の台数Nを推定した。

$$N = \left\{ Z\alpha \cdot \frac{C_v}{\varepsilon} \right\}^2 = \left\{ Z\alpha \cdot \frac{0.24 A^{0.22}}{\varepsilon} \right\}^2 \dots\dots\dots (2)$$

ここで C_v : 時間雨量に対する変動係数で実験値
 $Z\alpha$: 許容危険率に対する正規変量
 ε : 許容推定誤差

これと同様に、レーダによる面積雨量の観測精度を間引法により比較検討した。この場合、平野部及び山岳部それぞれ100メッシュ(約900km²)においてこれを真値とし、1/2, 1/4, 1/20 及び1/100メッシュについて何種類かの降雨について ε を推定した。この結果、図-1に示す如くレーダ雨量計による面積降雨の観測は同じ許容誤差において地上雨量計と比較して明らかに優位であることがわかった。しかし、ここでも平野部と山岳部で降雨観測精度が異なり、山岳クラッタの影響が顕著に表われており、グラントクラッタの効果的な除去方法の開発が望まれる。

台数,メッシュ数

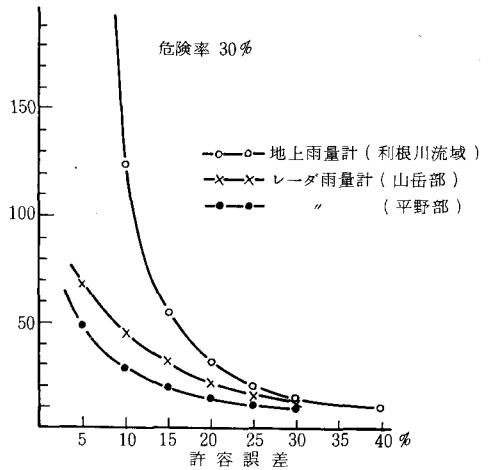


図-1 レーダ雨量計と地上雨量計の面積雨量把握能力

4. あとがき

レーダ雨量計はその特性からみても、事、面積降雨の把握に関して圧倒的に有利である。地上雨量計との相対精度の比較は、両者の観測対象の違いからくる絶対的な偏量は見込まれるべきものであり究極的に一致するものではない。今後、最も必要とされるのはレーダ雨量計の有効的な利用技術の開発である。

参考文献 1) 橋本健; 中川流域雨量調査 土木研究所資料第 999 号