

地上雨量計を使用したレーダ雨量補正技術

吉田直行、中島芳彦

（株）東芝東京システムセンター
東京都府中市片町3-22

概要

レーダ雨量で観測される雨量は、レーダ波の反射によるものであるため、「どの地域が強い雨域」という相対的な降雨量については大きな誤差なく観測することが可能である。しかし、雨滴を真球であると仮定したレーダ方程式による雨量の絶対値については、降雨状況により雨滴の形状が変化するため観測雨量に誤差が生じやすい。

著者らは、観測地域内に設置された複数の地上雨量計データをもとにレーダ雨量計の補正を行うキャリブレーション技術を開発した。

レーダ雨量を絶対値として把握できるようになったことにより、レーダ雨量情報の応用範囲を大きく広げることができた。

キーワード

レーダ雨量計、地上雨量計、レーダ方程式、キャリブレーション

1 はじめに

近年のめざましい都市化に伴い、市民の生活向上に不可欠である下水道管渠網の設備が急ピッチで進められている。

このような都市化整備によって雨水は地面に浸透することなく下水管に流入することになる。このため下水処理設備であるポンプ場や処理場には、短い時間遅れで多量の雨水が流入することになり、設備を最適に運転、制御するためには従来より高度な技術が必要になってきている。

降雨時に設備の最適運転や動員計画を行うためには雨水流入までの短い時間に、降雨状態を的確にとらえる必要がある。

そのためには、レーダ雨量計が非常に有効である。レーダ雨量計で観測される雨量は、レーダ波の反射によるものであるため、「どの地域が強い雨域」という相対的な降雨量については大きな誤差なく観測することが可能である。

ただし、レーダ雨量データを運転支援や動員計画に使用するためには、絶対値として雨量を把握する必要がある。

しかし、雨滴を真球であると仮定したレーダ方程式による雨量の絶対値については、降雨状況により、雨滴の形状に変化が起これば誤差が生じる可能性があるため、何らかの補正が必要となる。その補正手法として、地上雨量計を利用したキャリブレーション手法がある。

著者らは、観測地域内に設置された複数の地上雨量計データをもとにレーダ雨量計の補正を行うキャリブレーション技術を開発した。

本文では、キャリブレーションシステムの概要説明と補正後のデータについて検証した結果を考察し、より高精度化を目指したキャリブレーション手法の展開を示す。

2 システムの構成

レーダ雨量計は、図1に示すように、地上数百メートルの高度における雨滴による電波反射電力を計測し、その地点の降雨強度を測定するものである。すなわち、レーダのアンテナから反射された電波が雨滴にぶつかって散乱し、散乱波の内、後方へ散乱し再びレーダのアンテナに受信された電力強度（エネルギー強度）と雨量強度との間に、レーダ方程式と呼ばれる関係式が成立することに基づいている。

キャリブレーションシステムは、レーダ方程式によって求められたレーダ雨量に対して観測範囲内に設置された地上雨量計データを使用して補正を行うものである。

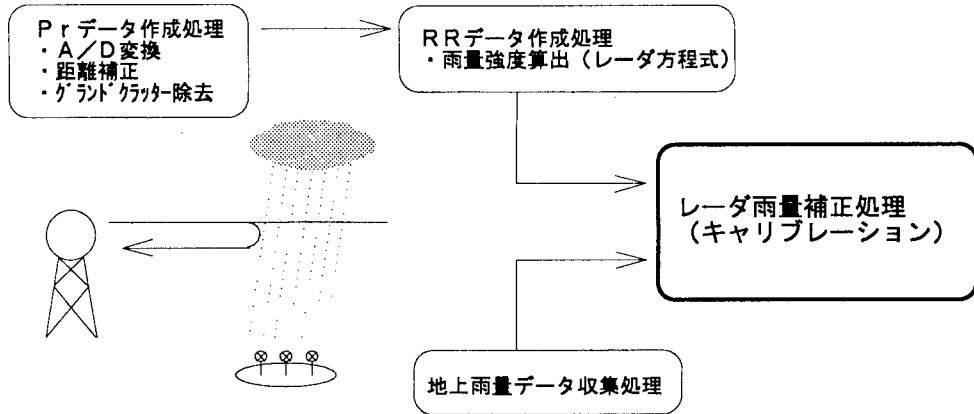


図1 システム構成

3. キャリブレーション手法

3. 1 補正手法の原理

キャリブレーションでは、地上雨量計データとその上空のレーダ雨量計データから補正係数を算出し、その係数を基にレーダ雨量の補正を行う。図2に補正手法の流れ図を示す。

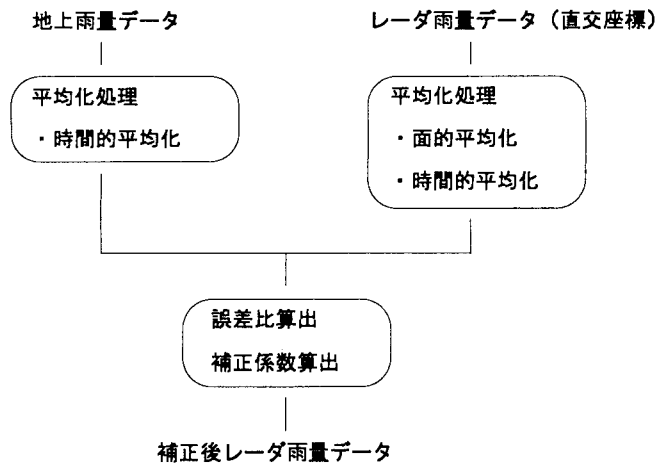


図2 補正手法

まず最初にレーダ雨量補正対象地域内に点在する地上雨量計データとその上空のレーダ雨量計データから、地上雨量計設置点毎の補正係数を算出する。

雨量は連続した地点では連続して変化すると考えられる。つまり、ある地点で土砂降りであればその隣接する地点で小雨というのは考え難い。距離が離れる毎に少しずつ雨量が減って行ってある程度離れた地点で小雨になると考えられる。したがって、補正係数も連続的に変化するものと想定し、点在する地上雨量計設置点毎の補正係数を基に地上雨量計が設置されていない地点の補正係数を内挿法により求める。

補正対象区域内の全補正係数を算出後、レーダ雨量計データとその補正係数を掛け合わせることで補正後レーダ雨量を作成する。

3. 2 地上雨量計データの平均化

下水道用のレーダ雨量計では、従来の広域利用レーダとは異なり、計測メッシュが細かく観測周期が短い。地上雨量計による補正もそれに合わせてきめ細かく行う必要がある。

また、地上雨量計の転倒升に起因する信号パルスの遅れや、レーダの観測高度（数百メートル）から雨滴が地上に落下するまでの遅れも考慮する必要がある。

これらの問題を解決するために、ルールによる降雨状態判断（弱い～強い）をデータ収集周期毎に行い、地上雨量データの時間平均処理の変更をダイナミックに行うものとしている。

4 データによる検証結果

実際のレーダ雨量計と地上雨量計のデータを用いて、キャリブレーションを行った結果例を図3に示す。

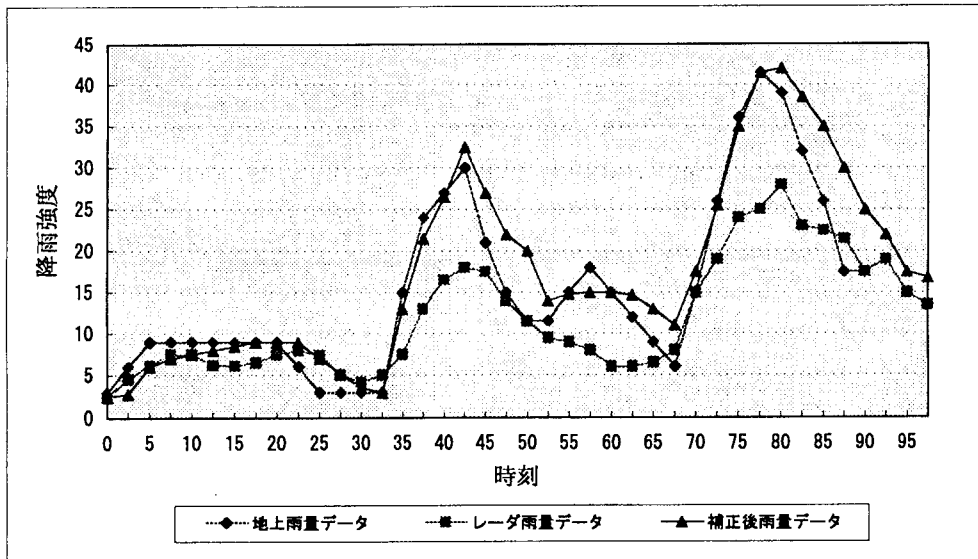


図3 補正結果例

2.5分間隔で収集したレーダ雨量、地上雨量及び補正後データについてグラフで表している。キャリブレーションによりレーダ雨量データがうまく補正されていることがわかる。

しかし、レーダ雨量計は高度数百メートルの上空の雨滴を観測するものであり、雨滴が地上に到達するまでの時間遅れや、風の影響を受けることにより落下地点のずれが発生することがある（図4.1にピークのずれが発生した例を示す）。

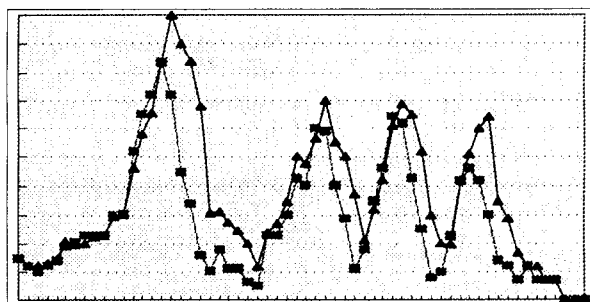


図4.1 位相のずれた例

■ 地上雨量データ
▲ 補正後雨量データ

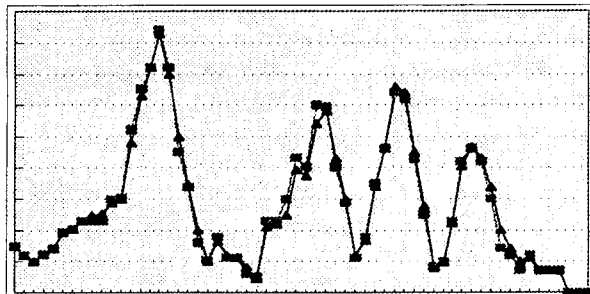


図4.2 相関補正処理後

これらの問題点に対しては相関補正処理を付加することにより対応できることがわかった（その結果例を図4.2に示す）。

5 おわりに

レーダ雨量計の観測データを定量化するためには地上雨量計データを使用して補正することが有効であることが確認できた。今後は、より精度の高いレーダ雨量補正技術の取り組んでいく。