

|          |     |     |    |          |     |    |    |
|----------|-----|-----|----|----------|-----|----|----|
| 中央大学理工学部 | 学生員 | ○臼倉 | 美樹 | 中央大学理工学部 | 正会員 | 志村 | 光一 |
| 中央大学大学院  | 学生員 | 後藤  | 友博 | 中央大学理工学部 | 正会員 | 山田 | 正  |

**1. はじめに** レーダ雨量計による降雨観測には主に業務用では C バンドレーダ、研究用では X バンドレーダが用いられており、それぞれ波長が異なる。C バンドレーダは波長が長く減衰しにくいという利点を持つが、その反面観測メッシュが粗くなり複雑な地形での観測には適していない。そこで本研究では観測メッシュが細かい X バンドレーダを用いた降雨量算定方法を提案し定量的評価を試みる。

**2. 観測装置と解析データ** 今回観測に用いた装置は中央大学 X バンド ドップラーレーダ雨量計(以下レーダ雨量計)、我が研究室で開発したレーザ雨滴計<sup>(1)</sup>(以下雨滴計)および雨滴計と同位置に設置している転倒ます式雨量計である。図-1 にレーダ雨量計および雨滴計の設置位置を示す。雨滴計では雨滴粒径分布  $[N_D(D)]$  が観測可能であり、観測された粒径分布から地上におけるレーダ反射因子  $[Z_g]$  と降雨強度  $[R_g]$  を計算できる。レーダ反射因子は雨滴の粒径分布に依存するが、雨滴計を用いることにより地上と上空の雨滴粒径分布の違いを考慮した解析が可能になる。今回解析に用いた観測データは 2000 年 9 月 11 日の降雨である。

**3. 観測結果と考察** (a)Cバンドと同様の手法を用いた場合 まずは既往のCバンドレーダに用いられているものと同様の降雨算定方法の手法②をXバンドレーダに適用した。図-2は、その手法で9月11日の降雨を算定したものである。棒グラフが転倒ます式雨量計5分間降雨量を、折れ線グラフがレーダ雨量計による降雨量を表す。転倒ます式雨量計の観測値と比較すると、11:00~13:00にかけては降雨量を精度良く算定できているが、全体的に降雨量を小さく算定している。特に13:00~15:00の時間帯では降雨量を小さく算定している。これはレーダ反射因子が減衰の影響により小さくなっているためである。図-3は図-2と同時刻での東京都文京区と埼玉県大宮でのレーダ反射因子[Zu]の時系列を示す。

Bの範囲では、中央大学(東京都文京区)に設置している転倒ます式雨量計で降雨を観測している時間帯に、埼玉県大宮の上空で観測されたレーダ反射因子[Zu]が減衰している。Aでは中央大学で降雨を観測されていないが、中央大学と埼玉県大宮の間に雨域が存在することにより埼玉県大宮でのレーダ反射因子[Zu]が減衰している。これより上空に存在する雨域の影響でレーダ反射因子[Zu]が減衰していることが確認できる。

**(b)レーダ反射因子の減衰を考慮した場合** C バンドレーダでは上空のレーダ反射因子[Zu]を用いていたが、X バンドレーダは減衰しやすく、観測されるレーダ反射因子はばらつきが大きい。そのためXバンドレーダを使用する際はレーダ反射因子の減衰を考慮にいたれた降雨量算定方法が必要になる。



図-1 雨量計と雨滴計の設置位置図

(①と②は直線距離で23.5kmである)

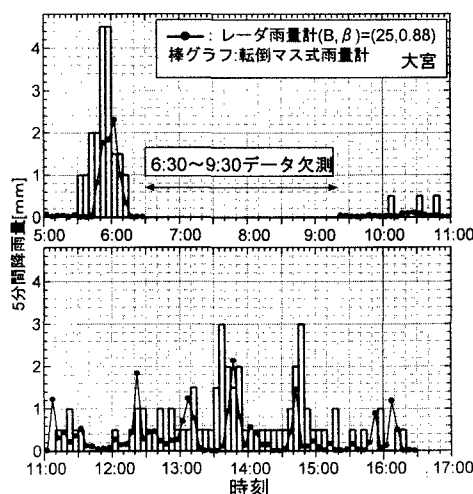


図-2 9月11日の転倒マス式雨量計の観測値と  
レーダ雨量計による算定値との比較  
(全時間帯において観測値に比べて降雨量を小さく  
算定しているが、特に13:00～15:00にかけて小さ  
く算定されている)

キーワード：レーダ雨量計，レーザ雨滴計，転倒ます雨量計

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

そこで本手法では雨滴計で観測される地上でのレーダ反射因子[Zg]を用いて上空のレーダ反射因子[Zu]を補正する。その方法を以下に示す。

①上空のレーダ反射因子が減衰していない時間帯のデータを抽出する。減衰していないデータ

とは、観測地点とレーダ設置位置との間に雨域が存在しない時間帯でのデータと定義し、レーダ画像を目視して判断した。②図-4に9月11日の上空のレーダ反射因子[Zu]と時間降雨強度の関係を示す。図-4の○が減衰していないレーダ反射因子である。上空のレーダ反射因子[Zu]が減衰の影響によりかなり小さくなっている点があるのがわかる。①より定義した減衰していないデータから式(1)より降雨換算定数(B,β)を決める。図中の実線は降雨換算定数(B,β)=(24,1.0)の関係式を表す。また減衰していないデータから上空のレーダ反射因子[Zu]と雨滴計による地上でのレーダ反射因子[Zg]を用いて式(2)のパラメータ(a,b)を最小二乗法により決める。③観測される地上でのレーダ反射因子[Zg]より上空でのレーダ反射因子[Zu]を②で求めた(a,b)より式(3)を用いて推定する。これにより地上のレーダ反射因子から減衰の影響を考慮したレーダ反射因子が計算される。

$$Z_u = B \cdot R_g^\beta \quad (1) \quad Z_g = a \cdot Z_u^b \quad (2) \quad Z_u' = \left( \frac{Z_g}{a} \right)^{\frac{1}{b}} \quad (3)$$

④推定された上空のレーダ反射因子[Zu']と②で決めた降雨換算定数(B,β)を用いて降雨量を算定する。図-5に今回提案した手法で9月11日の降雨量を算定した結果を示す。Cバンドレーダにおける精度向上の手法を用いた図-2に比べて全時間帯において精度が向上している。また、減衰している13:00~15:00の時間帯の範囲でもピーク値がとらえられるほど精度が向上した。

**4. まとめ** (1)Xバンドレーダは減衰しやすいがレーザー雨滴計を用いた本手法により、減衰しているデータからでも降雨量が精度良く算定されることが分かった。(2)雨滴計を用いることにより、レーダ反射因子について上空と地上の関係をあきらかにし、減衰を考慮に入れた新しい上空のレーダ反射因子を提案した。

<謝辞>本研究の遂行に際し、中央大学情報教育センターの助成を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

<参考文献>(1)山田正ら：新しいタイプのレーザー雨滴計の開発とこれを用いた雨滴粒径分布の観測、土木学会論文誌No.539/II-35,pp.15-30,1996.5 (2)小山田香ら：レーザー雨滴計を用いたレーダ雨量強度の推定精度向上の手法に関する研究、第27関東支部技術研究発表会講演概要集、pp.302-303,2000.3

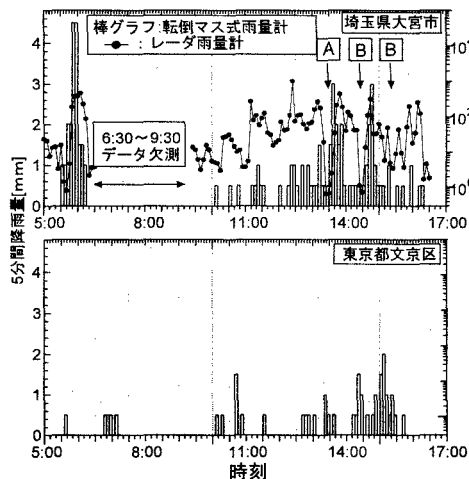


図-3 降雨量観測地点の上空のレーダ反射因子とレーダ雨量計設置位置での降雨量の関係 (図-2で小さく算定している時間帯でレーダ雨量計設置位置に降雨があることがわかる)

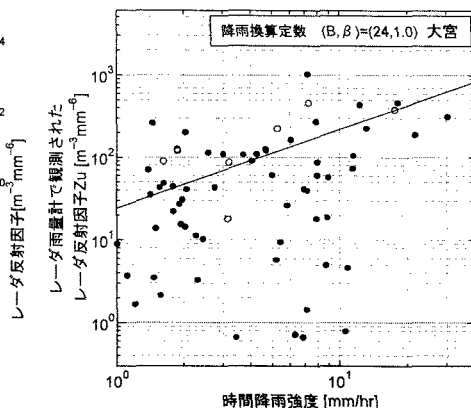


図-4 9月11日の上空のレーダ反射因子と降雨量の関係

(減衰していないデータのみを使って降雨換算定数(B,β)を算出すると(24,1.0)になる。減衰しているデータを使ってしまうと降雨換算定数が大きく変化し、降雨量算定の精度が悪くなる)

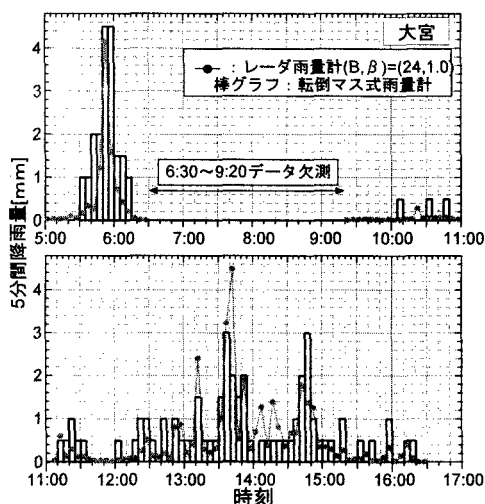


図-5 本手法を用いて算定した9月11日の降雨量 (図-2に比べて精度が向上している。13:00~15:00の時間帯でもピーク値を捉えられる程精度が向上している)