

II-3

準気象学的短時間降雨予測手法への2次元レーダー情報の利用に関する基礎的検討

京都大学防災研究所 正員 中北 英一 京都大学大学院 学生員 阿波田 康裕

1. はじめに 本報告では、既開発の3次元レーダー情報を用いた準気象学的短時間降雨予測手法¹⁾(以下、既開発手法とよぶ)を2次元レーダーによる観測しか行なわれていない地域においても利用可能とすることを目的として、調査および手法の開発を行った結果を示す。

2. 基本方針 現在のところ、我が国でルーチン的にかつ密な空間分解能で3次元観測を行っているのは、建設省近畿地方建設局の深山レーダーだけであり、したがって、既開発手法を他の地域へ適用するためには、3次元レーダーによる観測網の完成を待たなければならない。さらに、水収支という観点から開発された手法であるので、台風性降雨のように一つのレーダー観測域を覆ってしまうような広範な雨域の場合は、広範な3次元情報を利用すればより良好な予測結果が得られる。こういった意味からも、開発された短時間降雨予測手法を現在よりも広い領域に適用したいという要求が生まれる。

さて、水平面内のレーダー情報を用いて、既開発手法によって短時間予測を行うには、**(1) 既開発手法の3次元モデルを、物理的特徴をできるだけ保持した形で2次元モデルに変換する、(2) 2次元レーダー情報から3次元情報を推定して、既開発の予測手法に適用する、**の2つが考えられる。しかし、(1)の考え方は、水収支という観点を貫き通して開発された手法を意味の無いものにしてしまう危険性があるととも3次元レーダー情報の利用という予測手法開発開始時の主旨から逆行するので、将来の地上、衛星による観測網の発展から考えても正当な攻め方ではない。したがって、(2)の方針をとった。すなわち、まず既往の降雨を調査することによって下層の一定高度面の降水強度とその上空の降水強度の関係をモデル化し、2次元レーダー情報から3次元降水強度分布を推定する手法を開発する。続いてこの手法を用いて推定した降水強度分布を既開発の予測手法に適用して予測実験を行う。

3. 2次元レーダー情報による3次元降水強度分布の推定 用いる降水強度情報は水平面内15km×15km、時間的に前後10分内のデータを平均して平滑化されたものであり、既開発手法によって推定されたものである。ここで、降水強度とはすべて大気流れに相対的な降水強度のことである。対象とする降雨は1986年7月21日22時から22日2時にかけての集中豪雨であり、下層の一定高度面としては2.5km高度の水平面を採用した。

ここで、2次元レーダーの観測面内の降水強度、すなわち深山レーダーでは仰角固定観測による降水強度と、その上空の降水強度の関係を調査するのではなく、下層の一定高度面の降水強度とその上空の降水強度との関係を調査することにしたのは、

- (1) 2次元レーダー情報はレーダービームの仰角を一定に固定して得られる情報であり、仰角が0度でないことが多いので、その場合には観測される現象の高度がレーダーサイトからの距離によって異なるという問題があり、上空の降水との比較を行なうのに不便である。
- (2) 最終的に、上空の高度 z kmの降水強度と下層のある一定高度面における降水強度分布との関係を、高度 z の関数として表わすことができれば、得られた関数をレーダービーム走行面の高度に適用することによって、2次元レーダー情報と上空の降水強度の関係は容易に得ることができる。また、この関係を用いて、しばしば問題とされる最低ビーム高度よりも低高度の降水強度を推定できるようになる。の2つの理由による。

まず、22時から翌日2時までの5分おきの降水について、2.5km高度の水平面における降水強度 $R_b (= R_{2.5})$ を横軸に、その上空の高度 z km(3.5km~12.5km)における降水強度 R_z を縦軸にとって、全ての格子点についてプロットした散布図を図1に示す(ここでは8.5km高度まで図示)。この図より以下のことが読みとれる。

- (1) 散布図は各高度とも直線的な対応を示しており、しかもその回帰直線は原点を通る。さらに、その傾き $R_z/R_b = a_z$ は z が増すに従って減少し、図示していないが、 $z = 10.5$ km 以上ではほとんど0となる。

(2) さらに細かくみれば原点を通る2~3本の直線群から構成されていることがわかる。この傾向は z が増すにしたがって目立ち始め、 $z = 6.5\text{ km}$ において最も顕著となり、さらに z が増すと全体の傾きが小さくなるにつれて目立たなくなる。

(1)より、 $R_z = a_z R_b$ によって R_b から R_z を推定することを基本方針とする。さらに、(2)は、 a_z は全ての地点の降水について同じ値をとるのではなく、各々の地点の降水の属性(たとえば、対流性、層状性による違いなど)によって2~3種類の異なった値をとることを示している。したがって、より正確な推定を行なうためには、各高度について a_z の値が一樣であるとするのではなく、同じ高度に対するものであっても、降水の属性によって a_z の値が異なるとした方がよい。どのような属性によって対応関係を分類すべきかについては、層状性降雨か対流性降雨か、あるいは陸上降雨か海上降雨か、という2種類の調査を行なった結果、海上降雨と陸上降雨に分けることにより、上記した散布図の傾向をかなり説明付け得ることを見いだした。図1には、22時から翌日2時までの5分おきの降水に対し、海上降水、陸上降水別に求めた回帰直線も描いてある。傾きの大きな方が海上降水に関するものである。単純には、陸上降水の傾きの方が大きいのが、地形の影響から考えて一

見自然に感じるが、以下の理由でそうではない。まず3次元観測によると、海上部より陸上部の方が背の高い降水域が多い。ところが、下層の降水強度が同じ地点同士では、上空の R_z の鉛直積分値はほぼ同じで、このことは台風性降雨の場合にも成立していた。この2つの理由から海上の中層以下では対応する降水強度が大きくなる。

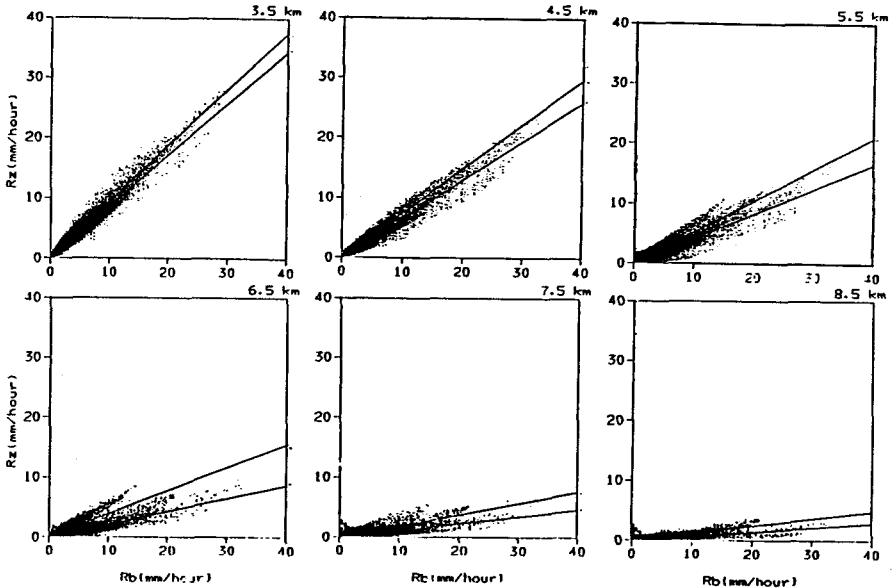


図1: 2.5km 高度の降水強度(R_b)と高度 z の降水強度(R_z)との対応関係

4. 3次元レーダー情報を用いた降雨予測手法への適用

3.の方法によって、降水強度の3次元分布が推定できるので、既開発の方法によって降雨予測を行うために必要なのは、水分混合比の3次元分布だけである。この3次元分布は、水蒸気相変化量 Q の推定を行う際に必要となる。これに関しては、(1) 3.と同じ手順により、下層の分布から推定する、(2) 降水粒子の粒径分布を通して、3.で推定した R_z から推定する、の2つの方法が考えられる。このどちらを取るべきかは今後の課題として、今回は、 $Q \approx \rho_w \cdot \partial R_z / \partial z$ によって、降水強度のみの情報から近似的に求めることにする。ただし、 ρ_w は水の密度である。2.で述べた降水強度の平滑化のスケールでは、この近似が有効であることは既に調査されている²⁾。

さて、この式を用いる以外は既開発の方法とまったく同様に予測計算を行った結果は、算定される値が若干大きくなることを除いて、既に発表されている結果¹⁾の良好さ、すなわち、レインバンドの変形や、雨域の発生、発達、停滞などを本質的には予測しているという特徴を有しており、当初の目的は達せられた。

1) 中北・山浦・椎葉・池淵・高棹(1990): 京大防災研年報, 第33号B-2, pp. 193-121.

2) 中北・椎葉・池淵・高棹(1989): 京大防災研年報, 第32号B-2, pp. 351-361.