

PSII-3 短時間降雨予測をめざした 3次元レーダー情報の高度利用

京都大学防災研究所 中北 英一 京都大学工学部 椎葉 充晴
京都大学防災研究所 池淵 周一 京都大学工学部 高樺 琢馬

1. はじめに わが国における短時間降雨予測は、その地形の複雑さと関連して非常に難しいものとなっており、したがって、実時間予測である短時間予測への利用を念頭におき、降雨現象の解析を通して、地形の影響を受けた降雨分布とその変動形態を物理的根拠のある形でしかもレーダー情報等のルーチン気象観測情報からパラメータが推定可能な形でいかにモデル化し、予測手法に発展させるかが重要な課題となる。そこで本報告では、こういった観点から進めている解析およびそれを通したモデル化と3次元レーダー情報の利用手法の開発について、新たに得られた結果を含め、全体の流れを重視した形でその概要を述べる。

2. 実降雨事例

の解析

図1はレーダーデータから推定した、1986年7月21日23時から22日2時までの2.5km高度の降水強度分布を90分ごとに示し

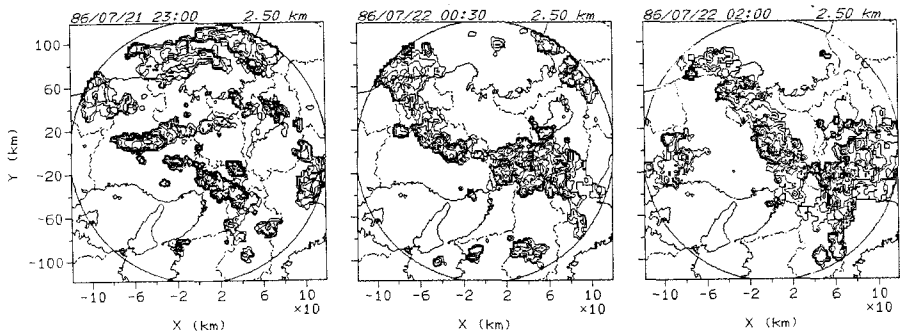


図1 レーダーデータから推定した2.5 km高度の降水強度

たものである。ただし、等高線は1, 2, 4, 8, 16, 32, 64(mm/h)について描いてある。3枚の図だけからでは判断しにくい、5分ごとに描いた一連の図あるいはその動画から次のことが確認される。つまり、南方からの湿潤空気が強制上昇せられる兵庫県中央部では、移動してきた雨域がそこで強雨となり、あたかも雨域が停滞しているかのように見える。一方、大阪府北部を通して京都府南部に移動する雨域は、大阪府付近で急激に発達して東方に進んでいる。これらは淡路島方面から大阪湾に流入する湿潤空気の上空にさしかかるところで急激に発達している。後者の雨域の中には、六甲山がトリガーとなりその周辺で発生して東方に進んでいるものも多い。

3. 水蒸気流入場と不安定場の相互作用のモデル化と降雨分布形態

の再現

昨年発表したように、メソβスケールでみた下層の水蒸気流入場は地形の影響を受けて不均一となっており、こういった場の中を雨域を伴う不安定な場が通過することにより、地形の影響と相まって降雨分布の時間変動は複雑なものとなる。そこで、短時間降雨予測への取込みを目的として、アメダス、高層、地形データから算定した3次元的な水蒸気流入場の中を、別途定義する不安定場が通過するというモデル化を通して、本降雨事例の再現を試みた。

図2は下層の水蒸気フラックスである。地形による下層風速場の不均一性によって、豪雨への主な水蒸気の供給源である下層水蒸気の流入量が淡路島、兵庫県南部および大阪湾を含む範囲で多くなっており、従来から下層の風速分布のみから推定してきた下層水蒸気流入量の不均一性が、はっきり確認できたことになる。

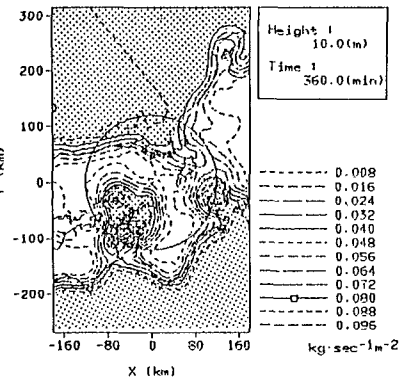


図2 算定した水蒸気流入量分布

一方、飽和水蒸気量の α 倍が降水粒子に変換されるとした上で、 α の水平分布によって不安定場を定義し

た、 α の水平分布は、まず中心となる軸を考え軸方向には一様とする。一方軸の法線方向に関しては軸からの距離を変数とした正規分布の定数倍とし、分散

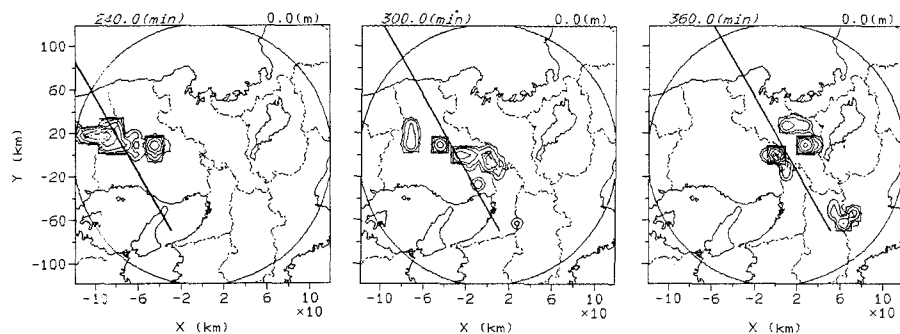


図3 不安定場を導入した降雨分布の再現結果 ($\sigma = 1.0 \text{ km}$)

σ が10kmの場合軸上で α の値が2となるようにした。中心軸は図1の2時の分布図に京都府を縦断する形で存在するレインバンドに対応させ、東方向に時速40kmで計算領域を通過させた。図3に再現結果の一部を示す。図中、移動している太線は各時刻の不安定場の中心軸を表す。まず、不安定場の中心が近づく前に中心軸前方の水ノ山あたりで強雨域が生じ、バンドが東進するにしたがい強雨域は兵庫県中央部の山岳地帯へ広がり、中心軸方向からさらに反時計回りに傾いたレインバンドを一時形成する。このとき、不安定場が東進しているにもかかわらず、水ノ山から兵庫県中央部あたりにかけて雨域が停滞している。その後次第にレインバンドは立ち上がり、不安定場の軸に沿うようになる。このように、再現したレインバンドの形状およびその時間変動特性は、最初は湾曲していて次第に直線状になるというレーダー観測によるレインバンドの特性をかなり良好に再現しており、こういった形状が地形の影響によって生じていたということをはっきりと証明している。

4. 3次元レーダー雨量計を用いた不安定場の推定手法

3. の再現手法を短時間降雨予測手法に発展させるには、実時間で α に関する情報をレーダー情報等から推定することが必要であり、そのために3次元レーダー情報から水蒸気相変化量を推定する手法を開発し、種々の検討を加えている。この手法は、降水強度と水分量をレーダー情報から推定し、3次元的水分の連続式を通してメソβスケールでみた水蒸気の降水への変化量を推定するものであり、結果の一部を示す。図4に7月21日23時の3.5km高度の算定結果を示す。水蒸気から水分への相変化量が正の領域を1, 2, 4, 8 ($10^{-7} \text{ kg/m}^3 \text{ s}$)の実線の等値線で示してあり、負の領域を破線で示してあるが、この図には破線領域はほとんどない。2. で述べた2つの雨域で大きな正の値が算定されており、現象を説明づける結果である。次に、上空(2km~5km高度)で単位時間当りに新たに降水となった水分質量と最下層(1.5km高度)から単位時間当りに流出する水分量つまり降水強度とを比較する。図5がレーダー観測域内全高度で推定が可能であった領域内の平均値の時系列である。実線が降水強度、破線が上空で単位時間内に新たに水分となった質量である。下層から流出する水分の70%程度が、2km~5km高度の間で新たに水分となったものであるという結果が得られた。これは、従来からの下層重視の立場を指示するものである。

5. 結論 不安定場を導入した降雨分布の再現、3次元レーダー情報を用いた水蒸気相変化量の推定ともに良好な結果が得られた。今後、この両手法の結合を図りながらそれぞれをさらに精密化してゆき、短時間降雨予測手法へと発展させてゆく。

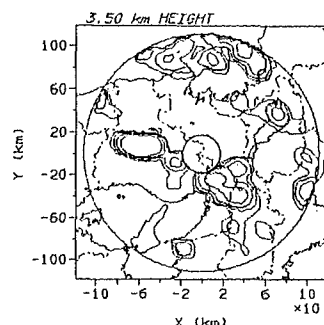


図4 水蒸気相変化量の算定値 (1986年23時)

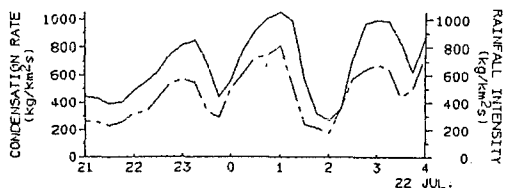


図5 2~5 km高度の水蒸気相変化量の積分値と1.5 km高度の降水強度の時系列の比較