

京都大学大学院 学生員 ○杉本聡一郎 京都大学防災研究所 正員 中北英一
 京都大学防災研究所 正員 池淵周一

1 序論 3次元レーダー情報を用いた短時間降雨予測手法¹⁾では、水収支という観点から、水蒸気から水分への変換能率の高い場を不安定場と定義し、それを移動させることで降雨分布を再現している。ここで、不安定場は3次元レーダー情報から推定された水蒸気に関する情報をもとに推定されているが、3次元レーダー情報から抽出できる情報はレーダーエコーに現れている領域に限られている。そこで、本研究では、GPV(Grid-Point-Value)データから、レーダーエコーに現れない領域の情報をも抽出し、それを3次元レーダー情報と結びつける形で不安定場を定義することにより、レーダーの観測域全体の情報を全て考慮した不安定場モデルの構築を目指す。

2 GPVデータを用いた総観場、風速場の算出

本研究で用いるGPVデータは、気象庁のJSMモデルにより気圧面ごとに計算された、温位などの物理量の格子点値である。GPVデータの空間分解能(30km程度)はメソ α スケールの総観場の算出に十分であると考え、まず、総観場の算出にGPVデータを用いる。水平方向にはGPVデータの4つの格子点値を区分的2次元準エルミート補間を行い、降雨予測に用いるグリッド(9km間隔)の各要素の値を算定する。鉛直方向には、ジオポテンシャル Φ 、気温 T 及び、気圧 p の間で成立する式 $\Phi = A_{xy}(\ln p)^2 + B_{xy}(\ln p) + C_{xy}$, $T = -2(A_{xy} + B_{xy})/R$ を用いて、風速以外の総観場の値を算定する。ただし、水平風速の鉛直分布は各気圧場の値から線形内挿している。

また、3次元レーダー情報を用いた手法では、水平風速に関して地衡風近似を行って、気圧傾度力を算出していたが、総観場の推定がGPVデータを用いて上記の通りに行われ、かつ、各格子点ごとに気圧が得られることを考慮し、気圧傾度力を $-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$, $-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$ とおきかえて、初期風速場を推定する。

3 GPVデータを用いた不安定場の推定 ここで、降雨予測の際に用いる不安定場パラメータ分布に関連する情報としての850hpa, 700hpa, 500hpaの

水蒸気の鉛直フラックスの可能性をさぐる。これは、不安定場パラメータが水蒸気の鉛直方向からの流入状態を表していることに基づいている。ただし、水蒸気の鉛直フラックスは、GPVデータから抽出される各気圧面ごとの相対湿度、温位と乾燥空気の密度から算出される水蒸気密度と鉛直風速との積である。鉛直風速は、気圧面間の収発散を求め、700hpa気圧面の鉛直風速を境界値として上層及び、下層方向へ積分することによって、算出されるが、地上付近の誤差が大きくなるため、水蒸気フラックスの算出を上記3気圧面に限定する。水蒸気が降雨に変換されるのは主にこれらの高度であるので妥当な限定である。

図1は94年7月7日の500hpa気圧面の水蒸気フラックス分布を、図2は3次元レーダー情報を用いた手法により算出された5.0km高度の不安定場パラメータ分布である。両者を比較すれば、不安定場パラメータが大きな領域を含む形で、水蒸気フラックスの大きな領域が存在している。このことから、水蒸気フラックスが不安定場パラメータに結び付けられる可能性がある。そこで、以下では水蒸気フラックスを不安定場パラメータの指標として用いる。

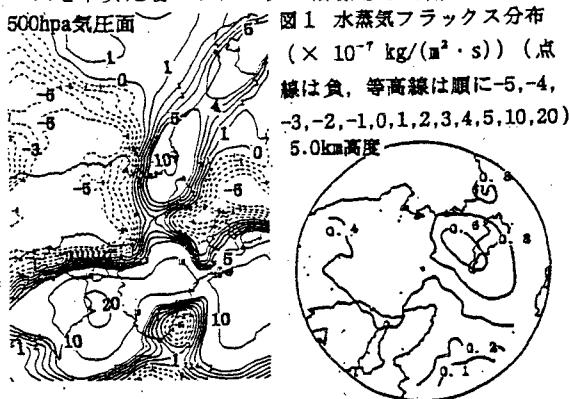


図1 水蒸気フラックス分布

($\times 10^{-7} \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$) (点線は負、等高線は順に-5,-4,-3,-2,-1,0,1,2,3,4,5,10,20)

図2 不安定場パラメータ分布

4 GPVデータを併用した短時間降雨予測手法

3次元レーダー情報を用いた手法とGPVデータを併用させた降雨予測手法の異なる点は次の通りである。1. 総観場、初期風速場という初期値の推定をGPVデータを用いて行う。2. 水蒸気相変化量の

予測の際に、3次元風速場を固定せずに、GPVデータの予測値(3時間ごと)から時間内挿した風速場を予測値として30分毎に取り込む。3.3次元レーダー情報とは別に、GPVデータから不安定場パラメータを定義する。このうち3.で、3次元レーダー情報から推定された不安定場パラメータとGPVデータから抽出した水蒸気フラックスとを結合させるところが1つの柱である。

次に、どの気圧面の水蒸気フラックス分布を用いるかを決定する方法について述べる。前述のように、水蒸気フラックスは850, 700, 500 hpa 気圧面での値である。予測計算の格子点系で、レーダーから算定されている各高度ごとに、不安定場パラメータ分布に対して、最も相関が高い気圧面の水蒸気フラックス分布を最適なものとして、不安定場の設定に用いる。ただし、両分布間の水平方向のずれも考慮した上で、相関をとることにする。このようにずれを考慮するのは、不安定場を算定する各高度に対応する高度のGPVデータが必ずしも存在するとは限らず、また、水蒸気の鉛直輸送が必ずしも真上方向に生じるとは限らないからである。

このようにして得られた、最適な水蒸気フラックス分布の最大値を不安定場パラメータ分布の最大値に合わせることで、水蒸気フラックス分布の値を不安定場パラメータ分布の値のオーダーに調整する。さらに、結合させる方法として、3つのモデルを考える。モデル1では補正された水蒸気フラックス分布をそのまま不安定場パラメータ分布とし、モデル2は補正された水蒸気フラックスと不安定場パラメータのうち大きな方を不安定場パラメータとする。モデル3では、3次元レーダー情報から推定される領域はその不安定場パラメータを用い、それ以外の領域では補正された水蒸気フラックス分布の値を不安定場の値にする。

不安定場パラメータの分布を推定した後、移流ベクトル(雨域を目視して設定)により不安定場の分布を予測する。続いて、水蒸気相変化量の分布を予測し、降雨強度式から降雨強度を予測する。

以上の手法を94年7月7日21時~8日0時の降雨(図3)に適用した。図4、図5はそれぞれ、モデル1、モデル3による3時間先までの降雨予測分布図である。30kmという空間分解能の粗いGPVデ

タのみから不安定場の設定をしている図4でもそれより細かい分布として予測できる。この理由としては、この降雨が地形の影響を大きく受けたものであり、3次元レーダー情報を用いた手法の中で地形を考慮している効果が出ているからであると考えられる。その意味では、レーダー情報を用いた手法自体が精度の高い手法といえる。



図3 実況の雨量分布図(3.5km高度)



図4 予測雨量分布図(モデル1 3.5km高度)



図5 予測雨量分布図(モデル3 3.5km高度)

5 結論 本研究で得られた成果として、1. GPVデータを総観場や風速場の算定に用いることにより、予測精度が向上した、2. 水蒸気フラックスは不安定場パラメータの指標として有効性がある、3. 不安定場モデルのうちモデル3が最適である、ことが挙げられる。

最後に、GPVデータを用いた総観場や風速場の算定には京都大学、淀川ダム統合管理事務所と日本気象協会関西本部が共同開発した手法を取り入れた。ここに、心から謝意を表します。

[参考文献] 1) Nakakita, E. et al.: Short-term Rainfall Prediction Method Using Volume Scanning Radar and GPV Data from NWP (1995), Abstracts of fifth International Conference on Precipitation, June, 1995, Crete, Greece. 2) Nakakita, E., S. Ikebuchi, N. Sawada, M. Shiiba and T. Takasao: A Short-term Rainfall Prediction Method Using Reflectivity Detected by Three-dimensionally Scanning Radar, Proc. of 2nd Int. Symp. on Hydrological Application of Weather Radar, F1 (10pages), (1992).