

(財) 日本気象協会 正員 ○ 藤井孝成 京都大学防災研究所 正員 中北英一
京都大学防災研究所 フェロー 池淵周一

1 短時間降雨予測手法の経緯 本研究で基礎とする降雨予測手法は 3 次元レーダー情報を用い、かつ気象学的な知見を考慮した中北ら¹⁾による短時間降雨予測手法である。短時間降雨予測手法の概念図を図 1 に示す。降雨予測に用いるデータは実時間で得られる 3 次元レーダー情報および気象庁の GPV データである。前者はメソ β スケール、後者はメソ α スケールの情報である。GPV データでは表現できないメソ β スケールの擾乱(水蒸気から水分への変換効率の高い場)を不安定場と定義し、両データ間のスケールギャップを橋渡しする。初期降雨分布の再現後に不安定場を移流させ、地形との相互作用を踏まえた水蒸気相変化量を予測し、降雨を予測する。また、不安定場は地形の影響を受けないものとする。

これまでに概念(不安定場)モデルとして α モデル¹⁾、LFC モデル²⁾が開発されているが、 α モデルでは降雨分布がまばらに算定される問題点があり、LFC モデルでは降雨が広がる様子や地形の影響を受けた降雨を表現できないという問題点を持つ。

そこで、それぞれの問題点を補うために α モデルと LFC モデルを概念的に結合する概念結合モデルを提案し、降雨予測手法を開発した。

2 LFC モデルと α モデルとの概念結合モデル

概念結合モデルの概念図を図 2 に示す。このモデルは LFC モデルをベースとし、LFC モデルを補うものとして二次的に α モデルを用いる。不安定場の推定手順としてはまず LFC モデルパラメータを推定し、3 次元レーダー情報から得られる水蒸気相変化量 Q の再現値 Q_{LFC} を算定する。そして Q から不足する量 Q_{α} を算定し、この Q_{α} より α モデルパラメータを推定する。初期降雨分布の再現後、不安定場の移流によって水蒸気相変化量 Q_{α} 、 Q_{LFC} を推定し、 $Q_{\alpha} + Q_{LFC} = Q$ として水蒸気相変化量を予測し、降雨を予測する。

ここで α モデルおよび LFC モデルの概要を示す。 α モデルはメソ α スケールの基本場の気圧および温

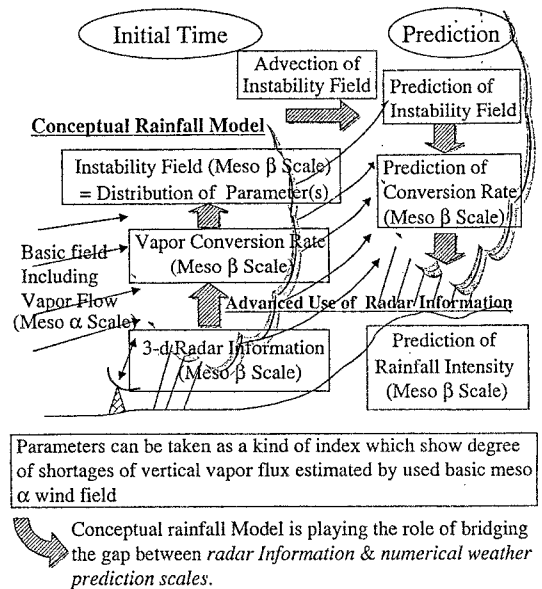


図 1: 短時間降雨予測手法の概念図

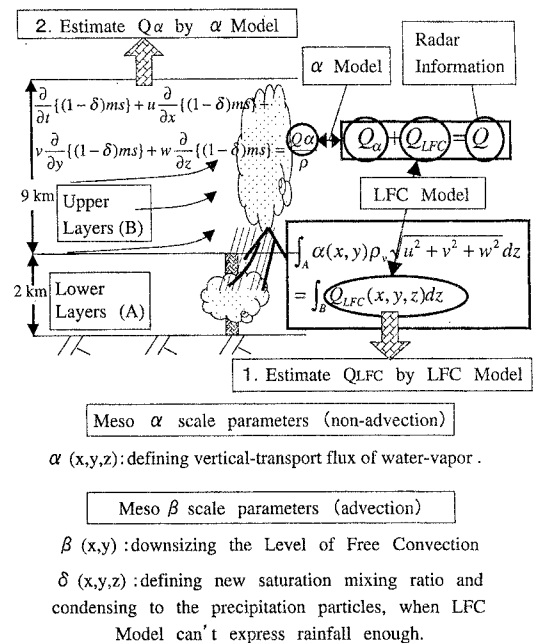


図 2: 概念結合モデルの概念図

位を用いて算定される飽和水蒸気混合比 m_s を唯一のパラメータ $\delta(x,y,z)$ により $(1-\delta)$ 倍 ($\delta \leq 1$) に抑えることで降水への変換を促す。地形の影響を受け

た降雨を表現できるものの、メソ α スケールの層状な水蒸気流入場から水蒸気を変換するため、風下側で水蒸気が不足する場合があります、降雨分布が孤立化する傾向を持つ。

一方、LFC モデルでは発想を変え、水蒸気を鉛直方向から受け取る。大気を下層の補給層 (A 層) と上層の吸引層 (B 層) との 2 層に分け、 $\alpha(x, y, z)$ 、 $\beta(x, y)$ 、 $\gamma(x, y)$ の 3 種類のパラメータを用いる。A 層において基本場の水蒸気混合比および温位を用いて算定される自由対流高度 z_{LFC} を $(1-\beta)$ 倍 ($0 \leq \beta \leq 1$) に抑え、 $z_a \geq (1-\beta)z_{LFC}$ となった地点 z_a は自由対流状態となり、 z_a における水蒸気流入量 $\rho_v \sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$ の α 倍が B 層に鉛直輸送され相変化する。ここで、パラメータ α は潜在不安定度に依存する値である。各 (x, y) 地点において A 層から鉛直輸送される水蒸気流入量フラックス $\int Q_{LFC} dz$ が、B 層で 3 次元レーダー情報から推定される水蒸気相変化量の鉛直総和 $\int Q dz$ にできるだけ一致するように、最適な α 、 β を推定し、最後に調整パラメータ γ によって鉛直輸送量を一致させる。LFC モデルでは降雨の孤立化は解消されたが、降雨が予測開始後に広がる様子が表現できない。また、降雨の形成はメソ α スケールの自由対流高度 z_{LFC} とパラメータ γ の値に主に依存するため、地形の影響を受けた降雨が算定されにくい。

結合モデルにおけるパラメータは γ を除いた α 、 β 、 δ の 3 つである。LFC モデルでは A 層からの水蒸気流入量フラックス $\int Q_{LFC} dz$ をレーダー情報から推定される水蒸気相変化量の B 層内における鉛直総和 $\int Q dz$ に調整するために強引にパラメータ γ を導入していたが、結合モデルでは自然な形で不安定場を推定することが可能となった。

3 概念結合モデルによる降雨予測結果 図 3 に概念結合モデルおよび LFC モデルによる降雨予測結果を示す。図 3 より、結合モデルでは LFC モデルでは表現できていない、雨域が予測開始時より広がりつつ移動していく様子を表現することができた。また LFC モデルでは降雨強度が予測時間が経過するにつれて弱くなっているが、結合モデルでは時間経過後も強度を維持し予測することができた。

4 結語 概念結合モデルでは LFC モデルの持つ、降雨が予測開始後に広がる様子が表現できず、また

地形の影響を受けた降雨が算定されにくいという問題をそれぞれ解消することができた。また、 α モデルや LFC モデルでは降雨事例によってはそれぞれの持つ問題点が顕在化し、適用できない事例があるが、概念結合モデルでは不偏的な降雨予測精度を保つことができ、実時間降雨予測に適用しうる降雨予測手法に発展した。

[参考文献]

- 1) 中北英一・杉本聡一郎・池淵周一・中村徹立・奥田昌弘・山路昭彦・高棹琢馬：3 次元レーダー及び GPV データを用いた短時間降雨予測手法，水工学論文集，第 40 巻，pp.303-308，1996。
- 2) 中北英一・藤井孝成・三宅且仁・山路昭彦・池淵周一：3 次元レーダーを用いた降雨予測手法への LFC モデルの導入に関する基礎的検討，京都大学防災研究所年報，1998。第 41 巻，pp.155-170。

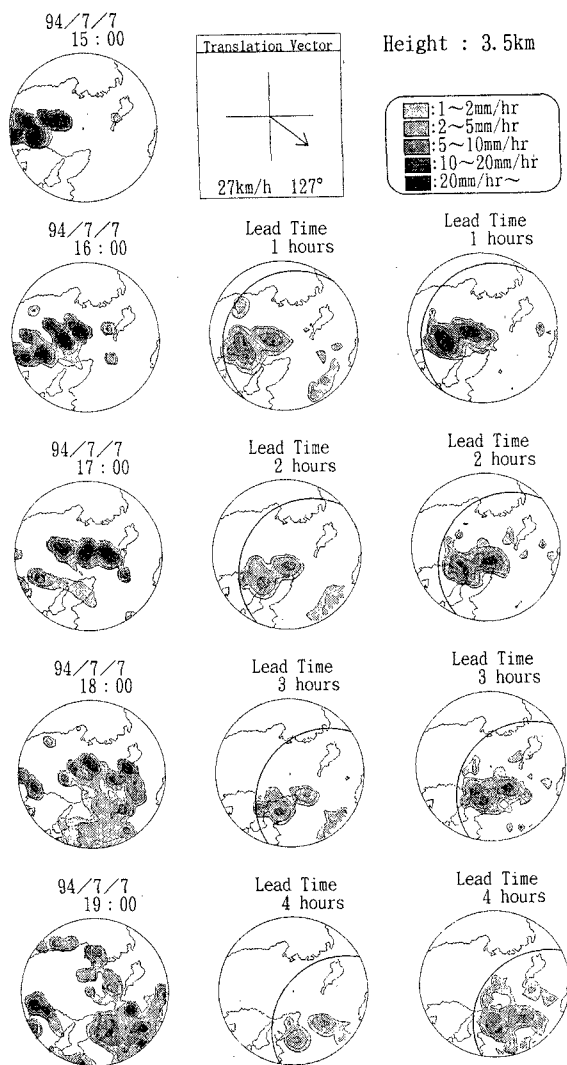


図 3：LFC モデルおよび概念結合モデルの降雨予測結果 (左側：実況，中央：LFC モデル予測，右側：結合モデル予測)