

対流性エコーを基礎とした降雨の短時間予測に関する研究

名古屋大学工学部 松林宇一郎、高木 不折
名古屋大学大学院 ○村上 明隆、直江 裕之

1. はじめに

豪雨災害の対策として、近年、レーダー雨量計による降雨の短時間予測手法の研究がすすめられている。これは、現時刻 $T=t$ のレーダーエコーと時刻 $T=t-\Delta t$ のレーダーエコーとを比較し、時刻 $T=t+\Delta t$ のレーダーエコーを運動学的に外挿して予測する手法であるが、対流性エコーの情報を基にする予測では予測時間は20～30分程度に1つの限界があることがわかってきた。この理由として①降雨の最小単位である降水セルの発生が予測し難く、また降水セルの寿命時間には限界があり、それを越えた降雨予測を行うことが困難。②高層風の影響や水蒸気量・湿度等の物理量とエコーとの関連が考慮されていないこと等が考えられる。すなわちこの手法において、予測精度の向上あるいは予測時間の延長のためには、気象学的な要因や地形、風の影響が降雨エコーの振舞いとどのような関連があるのかを解析し、その成果をエコーの発生、移動、発達・衰弱変形等を予測する情報として予測モデルに取り入れることが必要である。そこで、本研究は一つの試みとして、高層風とレーダーエコーとの関係、および地上風の収束域、地形性の上昇域とレーダーエコーとの関係を調査し、その結果を既発表¹⁾の短時間降雨予測手法へ導入することを目指したものである。

2. 三次元風速場の算定

一般に大気の運動を考える場合、コリオリ力、摩擦力、気圧傾度力の3つの力を考えるが、次に示す基礎式は、それら全ての効果が考慮されており、地上最低層に接地境界層、その上にいわゆるエクマン境界層、その上に地衡風が流れる条件で導かれたものである。

連続式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega}{\partial s} = \frac{1}{H-h} \left(u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} \right) \quad \dots\dots\dots (1)$$

水平方向の釣合式

$$f(v - v_{g0}) + \frac{1}{(H-h)} \cdot \frac{\partial}{\partial s} \left(K \frac{\partial u}{\partial s} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$-f(u - u_{g0}) + \frac{1}{(H-h)} \cdot \frac{\partial}{\partial s} \left(K \frac{\partial v}{\partial s} \right) = 0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\omega = u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} + w \frac{\partial s}{\partial z} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$s = \frac{z-h}{H-h} (x, y) \quad \dots\dots\dots (5)$$

H : 算定領域上端高さ h : 地形の標高
f : コリオリパラメータ u_{g0}, v_{g0} : 地衡風
K : カルマン定数 u, v, w : 風速

ここではこの基礎式を用い次の手順に従って三次元風速場を算定する。

- ① 各アメダス観測点の地上風をもとに水平格子点下端の風速を算定する。
- ② 地衡風は浜松での高層観測データの値を用いる。
- ③ ①で算定した水平風速を下端の境界条件、②の地衡風を上端の境界条件として水平方向の釣合式を解き、すべての格子点の水平風速を求める。
- ④ 算定した水平風速から連続式を通して ω を算定する。

なお算定領域は名古屋地方気象台中心150km×150kmの領域で、格子点間隔は $\Delta x = \Delta y = 5\text{km}$ とする。

3. 算定した風の場合とレーダーエコーの関係

今回、解析の対象とした降雨は1988年 7月15日のもので、梅雨前線に暖湿流が流れ込み図1に示すように鈴鹿山脈を中心に大雨をもたらしたものである。この降雨期間前後の高層風の状況を見ると、図2に示すように、降雨期間中は 850mb面で南南東の風が常に吹いており、この南向きの風がなくなると、雨がふりやむことがわかる。またこのケースでは風速が大きくなるにつれ、降水量が多くなるという傾向も見られた。これは850mbの風向・風速が降雨と密接な関係を持っていることを示すもので、南からの湿った空気が鈴鹿山脈にぶつかり地形性の上昇風となって降雨の原因になったものと思われる。図3、4はこの850mbの風を上端の境界条件とし、上記の手法により算定した15日 3:00の地上風および高さ 1000mでの上昇風の分布を示したものである。図より鈴鹿山脈の東麓では海上からの強い南東風が吹き込み下層風の収束域となっており、今回の降雨については、この収束域が降水セルの発生域とほぼ対応していることが確認された。また図5は前時刻と比較してエコー強度が10mm/h以上大きくなった回数をメッシュごとに計算したものである。この図より、この収束域ではエコーの発達する回数が他の領域と比べ大きいことがわかった。このように定性的ではあるが、鈴鹿山脈付近のエコーの発生・発達と風の収束域とは関連があると考えられる。

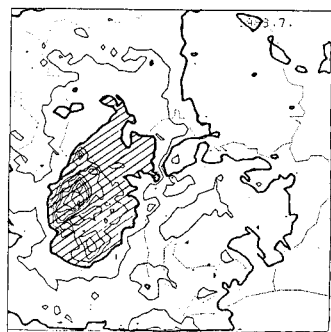


図1 累積雨量図
(1988年7月15日0:00~18:00)
斜線部が40mm以上

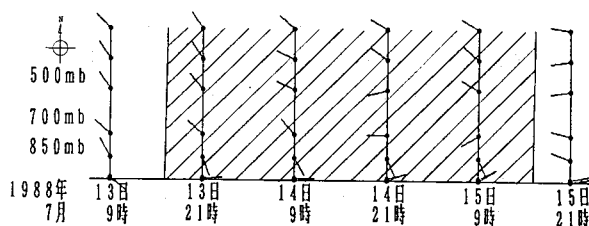


図2 降雨期間前後の高層風の状況

(・は高度を、矢は上方をNとする方位を表わす。
また斜線部は降雨があったことを示す。)

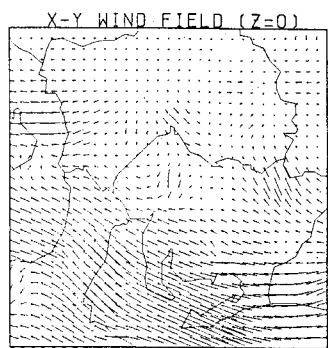


図3 地上風速場
(1988年7月15日3:00)

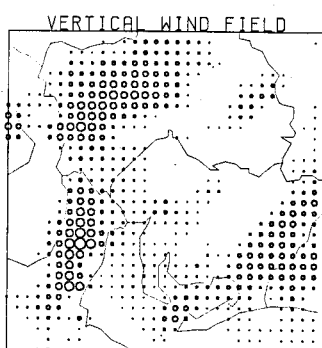


図4 上昇風速場
(1988年7月15日3:00)

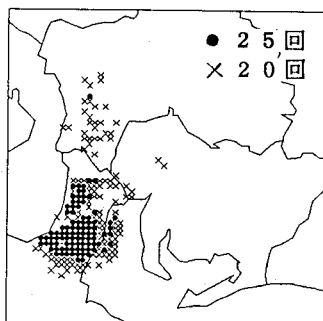


図5 エコーの発達回数
(前時刻と比較して10mm/h以上
エコー強度が大きくなった回数)

4. 結果

一般にエコーの振舞いは風だけで説明できるものではないので、他の条件を無視できないが、今回の解析から①レーダーエコーの追跡により、対流性エコーの移動は通常言われるように中高度(700mb, 約3000m)と相関が高いことが分かった。②エコーの発生、発達は今回の例では下層風の収束域との関連が見られた。

今後解析事例をふやし、対流性エコーの発生数、大きさ等と風との定量的な関係を明らかにし短時間予測への適用を目指す予定である。

参考文献

- (1) 竹田正彦：降雨セルに着目した降雨の短時間予測に関する研究，土木学会第46回年次講演会概要集
- (2) 中北英一・筒井雅行：降雨分布特性の気象力学的解析，京都大学防災研究所年報第31号B-2, 1988