

建設省土木研究所 正会員 石崎勝義
建設省土木研究所 正会員 中尾宏臣
(財)日本気象協会研究所 正会員 森本陸世

1. ま え が き

降雨エコーの外挿を基本とする降雨予測において、もっとも重要な要素はエコー移動ベクトルである。従来から、外挿法による降雨予測法がいくつか提案され検討されている。これらの手法は、各々移動ベクトルの設定方法が異なる。(1)運動学的方法(高層風による移流)、(2)変形テンソルによる方法、(3)カルマンフィルターによる方法、(4)相互相関関数による方法、(5)重心の移動に着目する方法 などである。本報告においては、流域平均雨量の自動的な予測を目的とし、(2)~(5)の手法と同じくレーダエコーからのみ移動ベクトルを推定する方法をとる。したがって、オンライン予測に適した客観的なベクトル推定方法を検討し、それを用いた流域平均雨量の予測および予測可能時間についての考案を行なう。レーダ観測資料は、建設省赤城山レーダの1977年 夏期の資料である。

2. 移動ベクトルの推定(雨域追跡法)

移動ベクトルの自動推定を検討するにあたって次のような条件を設定した。(1)人間の目視による推定と大差ないこと、(2)演算が容易で簡明なこと、(3)様々なタイプのエコーについても推定が可能なこと、(4)移動ベクトルが一意的に定まること、(5)発達・衰弱項の導入が容易であること、以上5項目を考えた。

また、エコーの動きに関しては次のような仮定をした。『 Δt 時間内のエコーの変形はあまり大きくない。また移動の主たる要素は平行移動である。(すなわち回転は考えない。)]

そこで、 Δt 時間へだたったエコー図から移動ベクトルを推定するための着目点として、エコー形状の類似度をとった。これは、先にのべた相互相関関数による方法と同じである。さらに、本手法においてはエコー図そのものの類似度を比較するのではなく、適当な降雨強度を設定しそれ以上の値をもつメッシュを1、そうでないメッシュを0とするパタンの2値化を行なって類似度を検討する。こうすることにより、エコー形状の追跡が容易になる。また、発達・衰弱による見かけ上のエコーの移動にまどわされることが少なくなる。この推定手順を図1に示す。図1のメッシュの合成においては、いくつかのメッシュをまとめて取扱うことにより、2値化ボタンを強調し計算量を減少させより推定を容易にしようとするものである。しかしこれによりベクトル推定の分解能は低下する。また、類似度の推定指標として関連係数を用いた。これは、0, 1のような場合は各エコー図の相関係数と一致する。

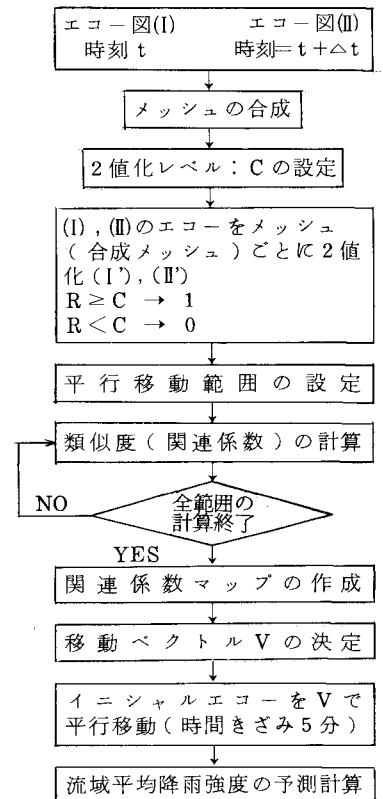
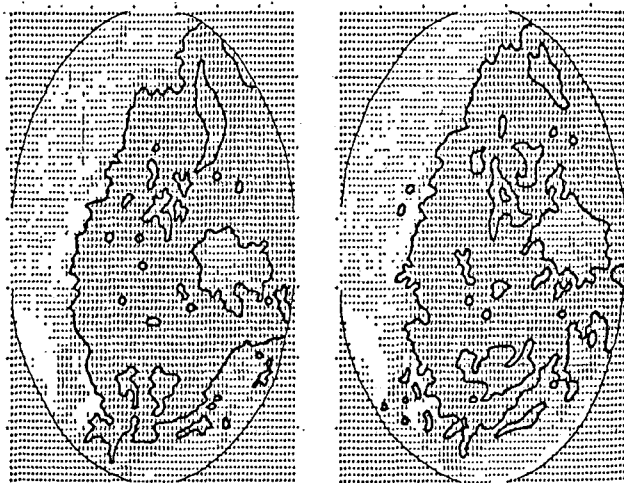


図1. 移動ベクトルの推定と流域平均降雨強度の予測手順

3. Δt の設定、2 値化判定レベルの設定

レーダ雨量計は放射状メッシュおよび直交座標に変換したメッシュ ($3\text{km} \times 3\text{km}$) から考えて積雲スケールの現象を観測する分解能を持つ。したがって、形の変化も積雲スケールの現象の消長と密接な関係がある。すなわち、 Δt は 5 分では短かすぎ 1 時間では長すぎる。また Δt 時間の移動量が大きすぎると、形状の判定に使える 2 枚のエコーの交りの部分が小さくなり不利である。このような点から $\Delta t = 15$ 分とした。また、0, 1 の雨無、雨有メッシュの判定レベルは 2mm/h とした。

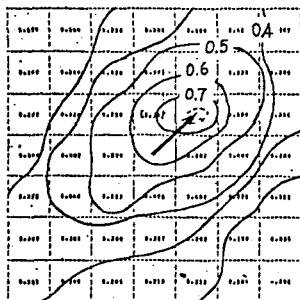


8.13.12:45 8.13.13:00
図 2. レーダエコー (2mm/h 以上…実線内) 1977 年

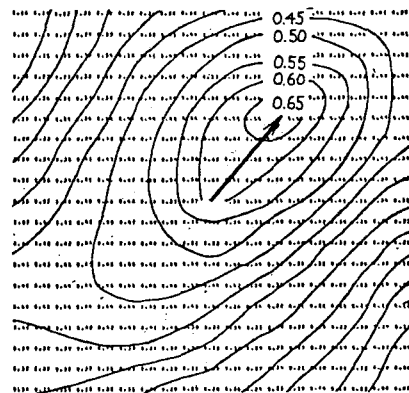
4. メッシュの合成

$3\text{km} \times 3\text{km}$, $9\text{km} \times 9\text{km}$ 、目視によるベクトル

ル推定を行なったところ、本報告の例ではあまり大きな差はなかった。計算量、パタンの強調などの点から $9\text{km} \times 9\text{km}$ メッシュを採用した。(図 2, 図 3)



9km Mesh



3km Mesh

図 3. 関連係数マップと移動ベクトル

5. 予測計算例と予測可能時間

平野部、山岳部に各々約 300km^2 の流域を設定し、先にのべた方法で求めたベクトルにより流域平均雨量の予測を行なった。図 4 にその結果を示す。図 4

によれば、1 時間程度先の予測は、発達・衰弱を考えないエコーの外挿のみによってもかなり信頼できることを示している。今後は、エコーの発達・衰弱機構を検討し、それをこのシステムに組み込み精度の向上をはかりたい。

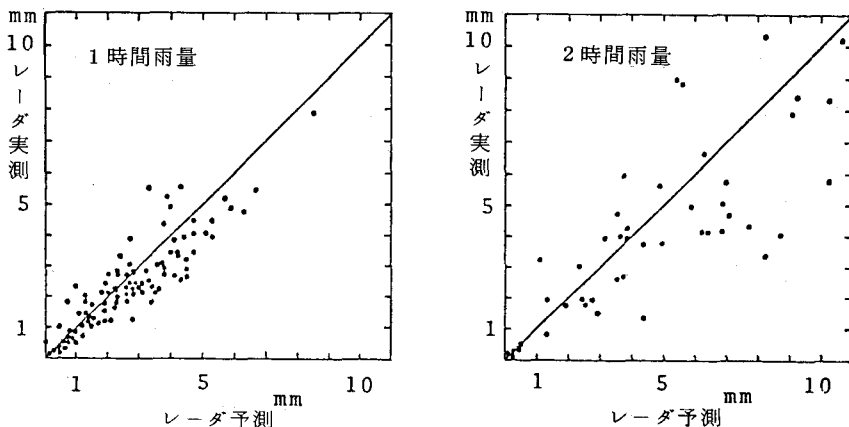


図 4. 流域平均雨量の予測 (1 時間, 2 時間)