

58 レーダによる降雨予測の土砂災害への適用 II

新日本気象海洋(株) ○竹森 史郎
建設省湯沢砂防工事事務所 井良沢道也
(株)建設技術研究所 兪 朝夫

1. はじめに

レーダエコーの移動特性をもとにした短時間降雨予測は気象庁を始めとするいくつかの機関で行われている。しかし予測値には必ず誤差が含まれており、予測を用いる現場サイドからみると、「予測はどの程度信頼できるのか?」、「土砂災害が発生するような強い雨の降る可能性がどの程度あるのか?」といった点に関心が持たれる。そこで筆者らは過去においてレーダによる雨量予測精度の統計解析によって、例えば99%未超過確率雨量を用いてスネーク曲線の予測を行い、その土砂災害への適用性の検討を行った¹⁾。本研究では確率予測の考え方をさらに進めて、レーダで観測されたリアルタイムのエコー情報から予測値を確率密度分布で与えられるようにモデルの拡張を行った。

2. 過去の統計結果より確率予測雨量を求める方法(従来モデル)

図-1はレーダによる短時間降雨予測値とレーダによる実況値の関係を示した例である²⁾。ある予測雨量に対する実況雨量の分布に最もフィットする正規分布を最小二乗法等を用いて求めることにより、任意の確率に対する未超過確率雨量を得ることができる。

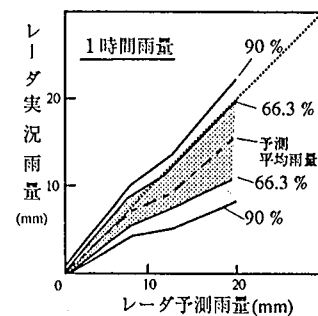


図-1 予測結果の信頼限界(単純移流の場合)
(出典:土木技術資料27-7、1985)

3. リアルタイムのエコー情報を用いた確率予測

3.1 考え方

図-2は移流モデルで予測された降雨分布の例である。A地点とB地点は距離的にあまり隔たっていないが予測された雨量には大きな差がある。一方C地点の予測雨量はB地点と同じ程度である。

予測には誤差があるのでA地点でもB地点でも大きな雨が起り得る。予測モデルの精度からみれば大きな雨の降る可能性はA地点でもB地点でもあまり変わらないであろう。一方C地点の予測雨量はB地点と同じだが、大きな雨の降る可能性はB地点よりも格段に小さいと予想できる。

このような判断は通常人間がおこなっており、予想図を参考にしながら、雨域の移動方向や発達具合、その他の気象情報等を総合的に判断して行動を決めている。すなわち予想図は利用者が一旦自らが必要とする情報に翻訳してから利用しているといえることができる。この翻訳作業を予測モデルが受け持てば利用者の負担は軽減する。緊急性の高い防災への利用では、利用者がすばやく判断できることのメリットは大きい。また優れたモデルであれば利用者の熟練度が低い場合でもそれをある程度カバーすることもできるであろう。本研究の目的はそのような予測モデルを開発することである。

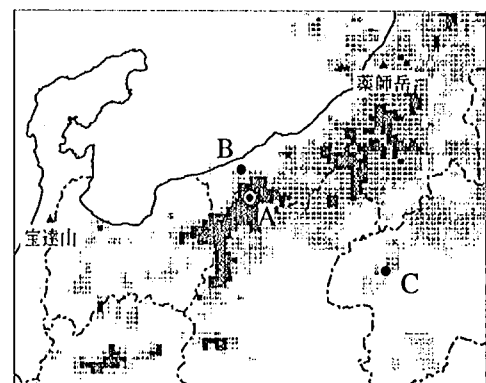


図-2 移流モデルで予測された降雨強度分布
(1995年7月11日18時)

3.2 移流ベクトルの推定誤差を考慮した確率予測モデル

短時間降雨予測の誤差はごく単純には 移流ベクトルの推定誤差+発達・衰弱の推定誤差 と見ることができ。ここではまず移流ベクトルの推定誤差のみを考慮したモデルを考えた。

従来の手法では移流の流線に沿ったメッシュの雨量のみが予測ポイントの雨量積算に用いられる。しかし移流ベクトルの推定誤差によって、図-3、Bのような流線近辺のエコーも予測地点を通過する可能性がある。そこで図のように、流れの軸のまわりに距離とともに正規分布的に減少する確率分布を与え、移流の軸の周辺のエコーが計算点を通過する確率を次式のように積算して雨量ランク毎の確率を求めるものとした。

$$P_n = \frac{\Delta R}{2\pi\sigma_u\sigma_v} \sum \exp\left(-\frac{u^2}{2\sigma_u^2} - \frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right) \delta_n \Delta u \Delta v$$

ここに、 P_n : n 番目のランクの降水が出現する確率、 ΔR : 雨量ランク幅、 σ_u, σ_v : 移流ベクトルの1時間毎の変化の流線方向および流線と直角方向の成分の標準偏差、 u, v : 移流ベクトルの流線方向および流線と直角方向の座標 (σ_u, σ_v を単位とする)、 δ_n : 雨量が n 番目のランクの場合 1、その他の場合 0、 $\Delta u, \Delta v$: 積算単位メッシュ幅、である。積算は $\pm 2\sigma$ の範囲で行った。

図-4 は移流モデルの予測計算領域のある代表点における移流ベクトルの1時間毎の変化量を示したものである。流線方向の変動が流線と直角方向の変動より大きいこと、移流ベクトルは予測困難であり先に記したように統計量として予測モデルに組み込む必要のあることがわかる。

3.3 予測結果の例

1995年7月11~12日の北信越豪雨をサンプルとして上記モデルの適用を試みた。降雨の発達・衰弱は考慮していない。図-5はその結果の一例である。この例では従来モデルによる先1時間の予測雨量は14mmであるが、移流場の上流側に強い雨域があり、場合によっては50mm程度の雨の降る可能性のあったケースと考えられる。レーダによる実況値は32mmであり、ほぼ本モデルによる95%未超過確率雨量に相当していた。

4. おわりに

今回提示したモデルは図-5のように予測結果を確率密度分布で表現することができる。次の段階ではエコーの発達・衰弱の情報をどのようにして得るか、またどのようにしてモデルに取り込むか、気象庁のGPVデータによってより正確な予測が行えるか、等が検討課題となろう。また確率予測という性質上、多くの事例による検証が必要である。今後このような改良や検証を通じて、確率予測モデルを利用価値の高いものとしていきたい。

参考文献

- 1) 井良沢道也他；レーダによる降雨予測の土砂災害への適用、新砂防191号、1994
- 2) 吉野文雄他；レーダ雨量計による降雨の短時間予測、土木技術資料27-7、1985年7月

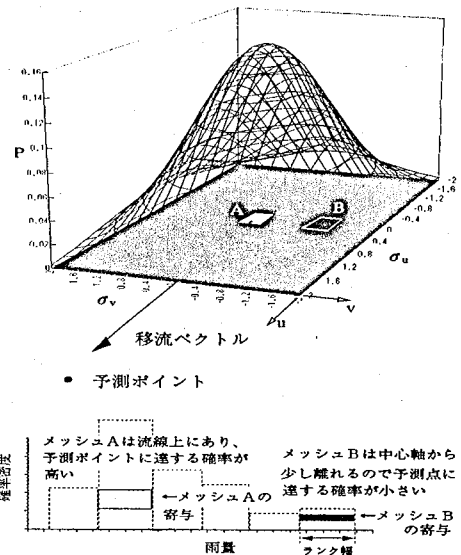


図-3 雨量の積算方法

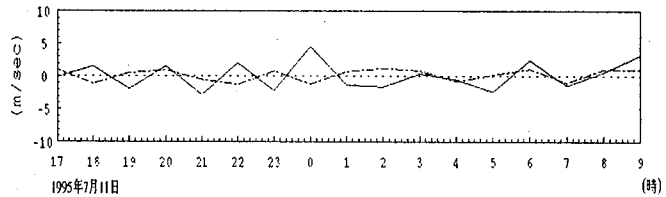


図-4 移流ベクトルの変動の時系列 (実線：流れ方向の成分、鎖線：流れと直角方向の成分)

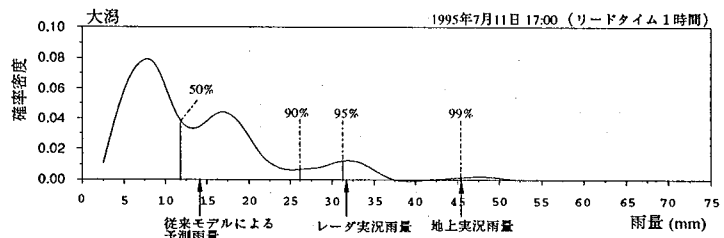


図-5 予測雨量の確率密度分布