

II-18

単層モデルによる降雨予測

法政大学工学部 正員 山田啓一

建設省土木研究所 正員 池田幸徳

1. はじめに

河川管理の現場において刻々と伝えられる気象予測値をパラメーターとして、より小スケールの降雨予測を行うことは極めて重要な課題である。

総観場の力学にもとづく大規模擾乱の盛衰、進展の予測と小スケールの降雨現象の間には、地形効果を主因の一つにする地域性の強い変換系が存在する。

著者らは、大雨の空間分布を支配する気象要因として暖湿気流の流入方向、すなわち卓越風向を挙げた。本報告は、上記の観点に立って、与えられた気象予測値をもとに河川管環の現場で簡便な小スケールの降雨予測をすることを目標として、単層一次元モデルの適合性を検討し、地形因子と気象要素の降雨に与える影響を考察した。

2. 単層モデルによる地形性降雨の算定式

水平風速 V (m/s), 湿度 U (%), 温度 T (°C) の一様な厚さ Δp (mb) の空気塊が、地形性上昇によって生起する降雨量 R を考える。風下方向を x 軸にとり、地表面は x 軸方向に S の勾配をもつ一次元断面とする。いま時間単位 Δt , 空間単位 Δx として、 I 地点、 J 時刻の q を $q(I, J)$ と記す。気塊は Δp が地形に沿って上昇、下降すると考えると、水蒸気量 q および凝結量 m は次式で表される。

$$q(I, J+1) = q(I, J) - V \cdot \Delta t \{q(I, J) - q(I-1, J-1)\} / \Delta x - m(I, J) \quad (1)$$

$$m(I, J) = q(I, J) - q_s(I, J+1) \quad (2)$$

ここで q_s は飽和水蒸気量でテイテン式より次式で与えられる。

$$q_s = 0.622 \cdot 6.11 \cdot 10^6 / p, \quad c = aT / (b+T) \quad (3)$$

また、鉛直風 ω は地形性上昇のみを考えてダンピング係数 D として以下の式となる。

$$\omega = -D \cdot \rho \cdot g \cdot V \cdot S \quad (4)$$

また、温度 T , 気圧 P は、以下のように表される。

$$T(I, J) = T(I-1, J-1) + \omega \Gamma \Delta t, \quad P(I, J) = P(I-1, J-1) + \omega \Delta t \quad (5)$$

気塊 Δp での凝結水蒸気量はただちに降雨に転化すると考えるとそこでの降雨量を mm 単位で表すと、

$$R(I, J) = m(I, J) \cdot \Delta p / g \quad (6)$$

地上で観測される雨量 R' はスピルオーバーの影響を考え、天竜川の実測地との対応から

$$V > 10 \text{ のとき } R'(I) = 0.3R(I) + 0.4R(I-1) + 0.2R(I-2) + 0.1R(I-3) \quad (7)$$

$$V \leq 10 \text{ のとき } R'(I) = 0.4R(I) + 0.5R(I-1) + 0.1R(I-2) \quad (8)$$

とする。

3. 天竜川流域におけるモデルの検討

天竜川における1957-1984年の主要18洪水を解析対象とした。 ΔP は降水に関係深い800m b ~ 1000m b の200m b とし、ダンピング係数 D は流域中比較的単純な地形を示す測線に沿った図-1の結果より0.4とした。 $\Delta x = 10$ kmとして、計算結果の1例を図-2に示す。A-A断面は風上側の山体が低い地域、B-B断面は風上側の山体が2000mを越す上流地域である。スピルオーバー効果、盆地部での少雨がよく表現されている。なお、洪水IのB-B断面では実測値より計算値はかなり小さい。高層観測データの制約による12時間平均値を用いたため、短時間の強雨状態が特に高い山岳部で表現されにくいためと考えられる。

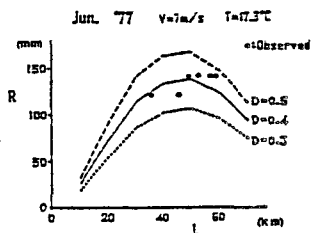


図-1 ダンピング係数 D の決定

4. 気象要素および地形の降雨に与える影響

単層モデルを用いて勾配一様な斜面において、気象要素と勾配を変えその効果を検討した。図-3によれば、風速 V は 10m/s 以下では空間分布は一様であるが、 10m/s をこえると降雨量は急速に増加し降雨ピークも次第に内陸部に現れる。湿度 U については、図-4のように、湿度が高いほど降雨ピークは海岸よりに現れ、空間分布も顕著になる。

標高 1600m 地点において勾配 S と風速 V による降雨量 R の変化 図-6に示す。 S が $0.01\text{--}0.02$ の間で R は大きく変化する、また風速 V が 10m/s をこえると勾配 S による降雨量の変化は大きくなる。

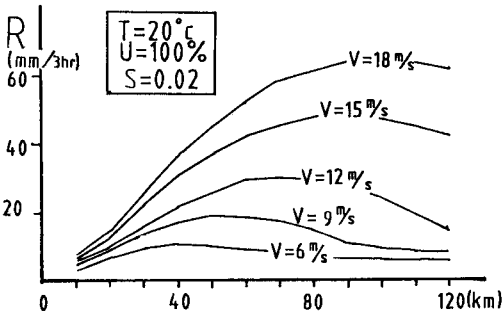


図-3 風速 V と雨量の関係

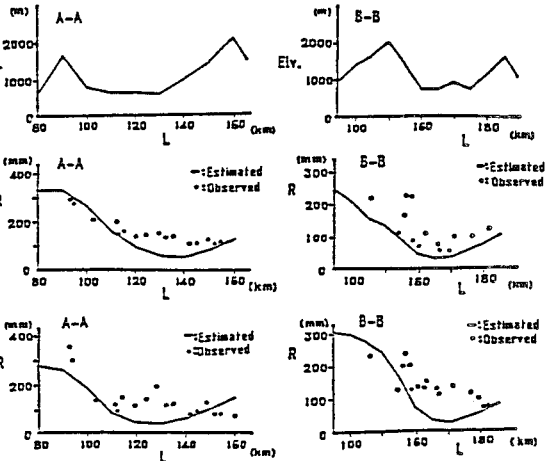


図-2 断面図および計算値実測値

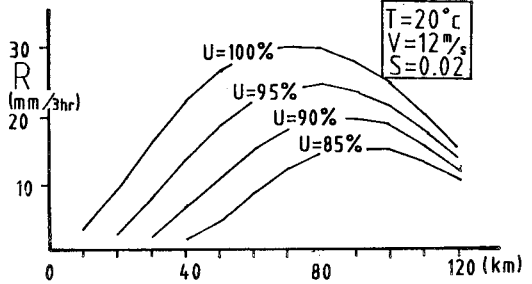


図-4 湿度 U と降雨量の関係

5. まとめ

単層一次元モデルによる風速、湿度、気温をパラメーターとした降雨予測の可能性を検討した。複雑な地形をもつ天竜川流域においても、高層観測データを入力することによりダンプ係数と降雨の移流効果を導入して降雨量とその分布をほぼ再現することができた。

また、一様斜面において気象要素と地形の降雨に与える影響を検討した結果、風速が 10m/s をこえると空間分布に支配的な役割をはたすことが示された。

風速により地形効果が異なることは、地形因子による重回帰分析結果からも統計的に明らかにされたことと一致している。¹⁾

なお、より短時間の降雨量と気象データを用いてモデルの妥当性を考慮する予定である。

参考文献

- 1) 山田啓一，土屋愛自；クラスター分析による洪水群の分類と地形因子による降雨量の推定，第42回年講概要集Ⅱ，p p64-65, 1987.

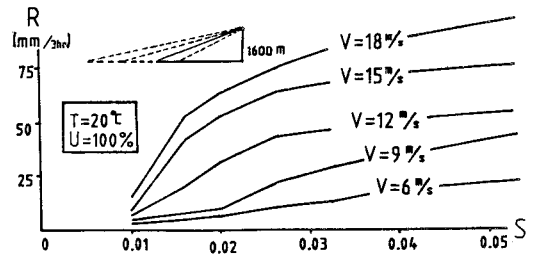


図-5 勾配 S と降雨量の関係