

降水の時間集中度に基づくアメリカ合衆国における確率降水量の推定

Study on Estimating the Probable Precipitation Based on
a "Jikan-Shūchūdo" Parameter of Precipitation in USA

足立真吾*, 松田誠祐*

Shingo ADACHI*, Seisuke MATSUDA*

1. はじめに

防災計画や土木計画を立てる際に安全評価の指標として多く用いられている確率降水量の推定では、短時間降水は長時間降水に従属しているにもかかわらず独立性が仮定されるため、確率紙上で偏った分布をする場合には過大に評価されることがある。

松田らは、短時間降水と長時間降水の従属的関係を降水の時間集中度（以下、C）で表現し、これを日本のアメダス降水量データに適用し、日本の各地域において地形や気候が違っても、日本におけるCが一つの集団として解析できることを明らかにした。

本研究では、多様な気候と地形をもつアメリカ合衆国の降水にCを適用し、1時間および1日を単位時間とした単位時間降水量の確率推定式を求めた。また、これらを用いて各観測点の年最大単位時間降水量を模擬発生させ、従来法による確率分布の再現性を調べた。

2. 使用するデータについて

本研究では、NCDC (National Climatic Data Center) の時間及び日降水量データを使い、単位時間1時間、代表時間24時間（以下、CASE-1）と単位時間1日、代表時間10日（以下、CASE-2）の解析を行った。

CASE-1: アメリカ合衆国本土48州の2400観測点における1948年～1997年の1時間降水量データ（観測開始年が1948年でないものもある）から、累加24時間降水量（代表時間降水量、以下 R_T ）が20～100mm（±1%許容）まで10mm間隔、120～220mm（±1%許容）までは20mm間隔に、各時間に含まれる最大1時間降水量（単位時間降水量、以下 R_1 ）を取り出したもの。

CASE-2: アメリカ合衆国本土48州の20年以上のデータがある5300観測点における日降水量データから、累加10日降水量（ R_T ）が50～600mm（±1%許容）まで50mm間隔に、各時間に含まれる最大1日降水量（ R_1 ）を取り出したもの。

3. 確率単位時間降水量の推定式

降水の時間集中度Cは(1)式を用いて計算する。 $C = \log(r_1/r_T)/\log(T)$ (1)

ここに、 r_1 、 r_T はそれぞれ単位時間、代表時間の降水強度で、 $r_1 = R_1/1$ 、 $r_T = R_T/T$ 。 R_1 および R_T は、単位時間および代表時間の降水量、Tは無次元代表時間長。

このCを、Slade III型の正規変換式((2)式)を用いて正規変換する。

$$\xi = \alpha \log_{10} \frac{C - g - C_0}{C_0 - C} \quad (0 < C < g) \quad (2)$$

ここに、 ξ は正規変数、 g 、 α 、 C_0 は係数。 C_0 は正規変数 ξ の平均値が0になるように定める。(2)式を変形すると(4)式が得られる。

$$A = \frac{C_0}{g - C_0} 10^{\frac{\xi}{\alpha}}$$

$$(3), \quad \log_{10}({}_{\xi}R_1) = \left(\frac{gA}{A+1} - 1 \right) \log_{10}(T) + \log_{10}(R_T) \quad (4)$$

(4) 式の右辺第 1 項を縦軸に、 $\log_{10}(R_T)$ を横軸にとって図 1 を得た。図 1 から第 1 項は次の近似式 ((5) 式) で表すことができる。

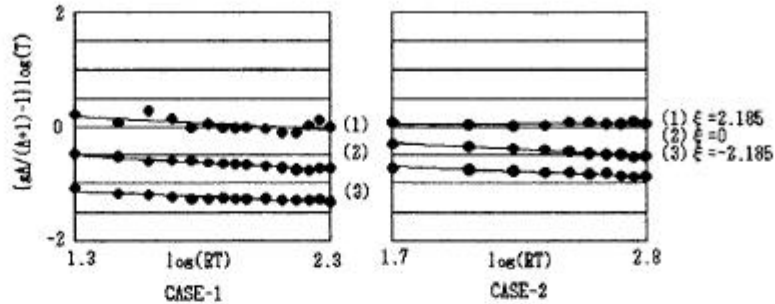


図 1 $\{gA/(A+1)-1\}\log(T)$ と $\log(R_T)$ との関係

$$\log_{10}({}_{\xi}R_1) = {}_{\xi}(m \log_{10}(R_T) + n) + \log_{10}(R_T) \quad (5)$$

係数 m , n は、それぞれ ξ の関数として表されるが、 $\xi > 0$ では点群を包絡するように n を上に、 $\xi < 0$ では点群を包絡するように n を下に修正して確率推定式とした。

m , n の近似式

$$\text{CASE-1: } m = 0.0343\xi^2 + 0.0284\xi - 0.27 \quad (\xi \leq 0) \quad (6-1)$$

$$m = -0.0328\xi^2 + 0.0924\xi - 0.27 \quad (\xi > 0) \quad (6-2), \quad n = 0.3759\xi + 0.1563 \quad (7)$$

$$\text{CASE-2: } m = 0.0345\xi^2 + 0.0398\xi - 0.2289 \quad (8), \quad n = -0.0665\xi^2 + 0.1301\xi + 0.0996 \quad (9)$$

4. 各観測点の従来法による確率分布の再現結果

CASE-1, CASE-2 それぞれについて、観測点の単位時間降水量の年最大値に対する確率分布と乱数を用いてその再現計算を行い、それぞれ従来法による単位時間降水量の確率分布と比較し、その平均相対誤差を求めた。

図 2 は、CASE-1, CASE-2 の平均相対誤差別観測点数の割合を示している。

平均相対誤差が 10% 以下で確率分布の再現がなされて

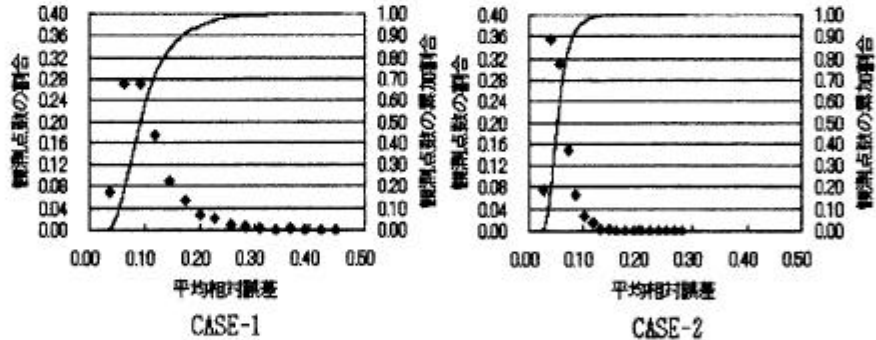


図 2 従来法による平均相対誤差別観測点数の割合および累加割合
いるのは、CASE-1 では観測点の約 57%, CASE-2 では約 95% となった。

5. まとめ

多様な気候や地形をもつアメリカ合衆国において、C を用いることで、CASE-1 および CASE-2 のどちらにおいても、1 つの確率単位時間降水量推定式を求めることができた。これを用いて従来法による年最大単位時間降水量の確率分布を、乱数を用いて再現した結果、CASE-2 ではかなり高い再現性が得られたが、CASE-1 では高い再現性が得られないことがわかった。これは、短時間になるほど単位時間降水量の従属性が顕著になるためであると考えられる。