

## 岡山県における日降水量の地域頻度解析

## Regional Frequency Analysis of Daily Rainfall in Okayama Prefecture

○近森秀高\*・永井明博\*・剣持卓也†

CHIKAMORI Hidetaka\*, NAGAI Akihiro\*, KENMOTSU Takuya†

**1. はじめに** 確率日雨量などの確率値は、通常、年最大値に確率分布を当てはめて推定されるが、各観測点別に確率値を推定した場合（地点頻度解析）、対象地点における観測データ長が短く推定精度が疑問視される場合も少なくない。このような場合に対処する方法の一つとして Hosking et al. (1997) によって提案された地域頻度解析法が挙げられる。この手法では、降雨特性の類似した地域内の全観測点におけるデータを用いて確率値を推定するので、地点頻度解析に比べて多くのデータを利用でき、信頼性の高い確率値を求められるとされている。わが国では、例えば、石原 (2010) による全国のアメダス観測所における年最大日雨量への適用事例がある。本研究では、岡山県内 33 箇所 (Fig. 1) の雨量観測点における 1979～2007 年の 29 年間の年最大日雨量データを対象に、地域頻度解析法および従来の地点頻度解析法を用いて確率日雨量を推定し、両手法による推定精度を比較検討した。

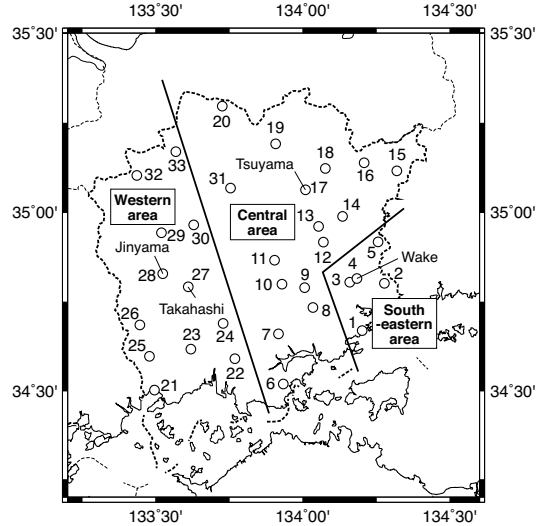


Fig. 1 Rain gauge stations in Okayama Prefecture

雨量観測点における 1979～2007 年の 29 年間の年最大日雨量データを対象に、地域頻度解析法および従来の地点頻度解析法を用いて確率日雨量を推定し、両手法による推定精度を比較検討した。

**2. L 積率 (L-moment)** 地域頻度解析では、確率変数の統計的性質を L 積率で表現し、地点分類（地域分割）や確率分布の当てはめ（L 積率法）に用いる。L 積率は、通常の統計解析によく用いられる積率に類似した概念であるが、確率重み付き積率 (PWM) に基づいている点が異なっている。1～4 次の L 積率  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  は、それぞれ  $\lambda_1 = \beta_0, \lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0, \lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + 6\beta_0, \lambda_4 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0$  のように表される。ここに、 $\beta_r$  は  $r$  次の PWM であり、対象とする確率変数  $X$  の確率分布関数を  $F(X)$  とすると、 $\beta_r = E\{X[F(X)]^r\}$  のように表される。なお、L 積率比として定義される  $\tau = \lambda_2/\lambda_1, \tau_3 = \lambda_3/\lambda_2, \tau_4 = \lambda_4/\lambda_2$  は、それぞれ L-CV, L-skewness, L-kurtosis と呼ばれ、後述する地点分類の際、用いられる。

**3. 地域頻度解析** 地域頻度解析による確率雨量の推定では、観測地点ごとに L 積率比を求めた後、あらかじめ定めた地域内の全観測点におけるデータを用いて、地域共通の確率分布を求める。解析は以下のような手順で行った。

- (1) **データの標準化** 各観測点のデータスケールを統一するために、観測点ごとに年最大日雨量データをその平均で除して標準化し、この標準化データを用いて観測点ごとに L 積率比を求めた。
- (2) **データの統計的均質性の検証と地点分類** 地域頻度解析では、地域内の全観測点のデータを用いて確率値を推定するから、精度の高い推定を行うためには、地域内に含まれる観測点におけるデータが統計的に均質でなければならない。ここでは、まず、各観測点における標準化した年最

\*岡山大学大学院環境学研究科, Graduate School of Environmental Science, Okayama University

†岡山県, Okayama Prefectural Government

キーワード: 水文統計, 確率日雨量, 地域頻度解析

大日雨量データに階層型クラスター分析を適用して地点分類を行った。次に、得られた観測点の各グループを対象にデータの統計的均質性の検証と地点分類の修正を試行錯誤的に繰り返し、最終的に得られた各グループを均質な地域と見なした。統計的均質性の検証は、地域内の各点におけるL積率比を用いた異常値の検定と、標本L-CVを用いたデータの均質性評価によって行った。

**(3) 確率分布の選択** 本研究では、3個のパラメータを必要とする一般化極値分布、一般化ロジスティック分布、3母数対数正規分布、一般化パレート分布、ピアソンIII型分布をL積率法を用いてそれぞれ当てはめ、最も適合度の高いものを地域共通の分布として採用した。確率分布の適合度は、当てはめた確率分布と観測値のL-skewnessおよびL-kurtosisの類似度により判定した。

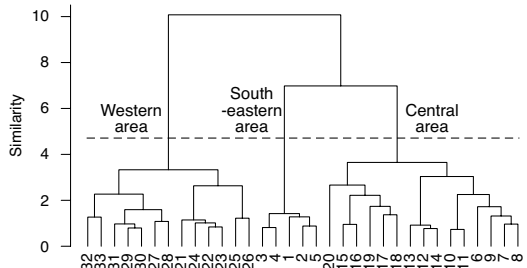


Fig. 2 Dendrogram for clustering rain gauge stations by standardized annual maximum daily rainfalls.

**(4) 確率値の推定** 当てはめた確率分布から求まる非超過確率 $F$ に対応する確率値 $q(F)$ は、各観測点( $i$ )における平均値 $l_1^{(i)}$ で標準化した値であるから、観測点 $i$ における $F$ に対応する確率日雨量 $Q_i(F)$ は、 $Q_i(F) = l_1^{(i)} q(F)$ として求めた。

**4. 地域分割** ウォード法による階層型クラスター分析を用いてFig. 2に示すように観測点を仮分類し、異常値と均質性に関する検定によってこの分類結果を調整した結果、Fig. 1に示すように、岡山県は県西部、県中央部、県南東部の3地域に分割され、これらの各地域内に最適な確率分布には、県西部と県中央部には一般化パレート分布、県南東部にはピアソンIII型分布が採用された。地域頻度解析による30年確率日雨量の推定値は、地点頻度解析による推定値の0.87~1.17倍となった。Fig. 3に結果を例示する。

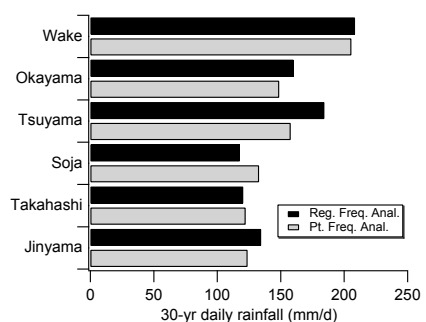


Fig. 3 Comparison between 30-year daily rainfall estimated by regional frequency analysis and that by point frequency analysis.

**5. 信頼区間の比較** 同じ地域内の各観測点における年最大日雨量データにリサンプリング手法であるbootstrap法を適用して10,000個のデータセットを発生させ、各データセットについて地域頻度解析および地点頻度解析により30年確率日雨量を推定し、その推定値の確率密度分布の95%信頼区間の幅を比較することにより、両手法による確率値の信頼度を比較した。Fig. 4に岡山において推定した30年確率日雨量の確率密度分布と95%信頼区間を例示する。ほとんどの地点で、従来の地点頻度解析に比べて地域頻度解析の方が信頼区間の幅が狭くなり、地域頻度解析の方が安定した信頼性が高い確率値を推定できることが分かった。津山、高梁、陣山の各地点においては地点頻度解析の方が信頼区間の幅が小さく高い信頼性を示したが、これはこれらの地点におけるデータ分布の偏りや集中度が影響していると考えられる。

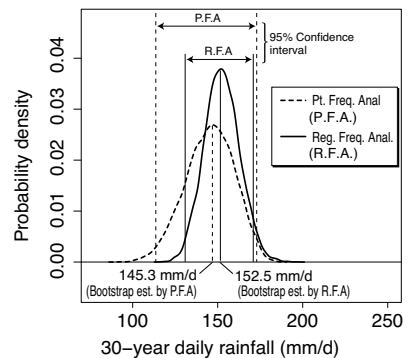


Fig. 4 Probability density distribution of 30-year daily rainfall in Okayama estimated by bootstrapping.

**参考文献** Hosking et al. (1997), Cambridge University Press ; 石原 (2010), 水文・水資源学会会誌 Vol.23, No.2, pp.118-128