

## 確率日雨量の不確定性と標本サイズとの関係

Uncertainty of Estimated Daily Rainfall for a Specific Return Period and Sample Size

○近森秀高\*・永井明博\*・常盤太一†

CHIKAMORI, Hidetaka\*, NAGAI, Akihiro\* and TOKIWA, Taichi†

**1. はじめに** 農地排水計画や河川計画策定の際に必要な確率水文量の推定値は、推定に用いる標本サイズにより大きく変動する。安全な排水計画策定のためには、信頼性の高い確率水文量の推定に必要な標本サイズを知ることが重要である。ここでは、確率日雨量の推定精度と標本サイズとの関係について検討し、信頼できる推定値を得るために必要な標本サイズを調べた。

**2. 年最大日雨量データの模擬発生と標本抽出** ここでは、まず、岡山地方気象台における 1891 – 2001 年の 111 年間、および徳島地方気象台における 1892 – 2002 年の 111 年間の年最大日雨量データに Gumbel 分布および対数正規分布を適応し、これらの分布から得られる確率日雨量を真値と仮定した。次に、これらの分布に従う乱数 100,000 年分を発生させ、これらの乱数の集合からあらかじめ定めたサイズ（大きさ）の標本を繰り返し抽出した。得られた複数の標本それぞれに改めて Gumbel 分布および対数正規分布を適応して確率日雨量を求め、これらの値を真値と比較した。抽出する標本サイズは、10 個から 200 個まで 10 個おきの 20 通りとした。なお、Gumbel 分布の適応には Gumbel の方法、対数正規分布の適応には岩井・角屋の方法を用いた。

**3. 推定した確率日雨量の分布** 岡山の日雨量データに適応した Gumbel 分布に従う模擬発生データから得られた標本について、この標本に改めて Gumbel 分布を適応して得られた 10 年確率日雨量および 100 年確率日雨量の相対度数分布を Fig.1 に示す。同図には、標本サイズを 10 個および 100 個とした場合の分布を示している。なお、階級幅は 5 mm とした。この図で、10 年確率日雨量の場合を見ると、10 個の標本による推定値に比べて 100 個の標本による推定値の分布は集中しており、標本サイズが大きい方が推定値のばらつきが小さいことが推測される。また、いずれの標本サイズの場合も最頻値が真値よりも大きい。100 年確率日雨量の場合も 10 年確率の場合と同様の傾向が見られるが、推定値の分布範囲は 10 年確率の場合よりも広いことが分かる。

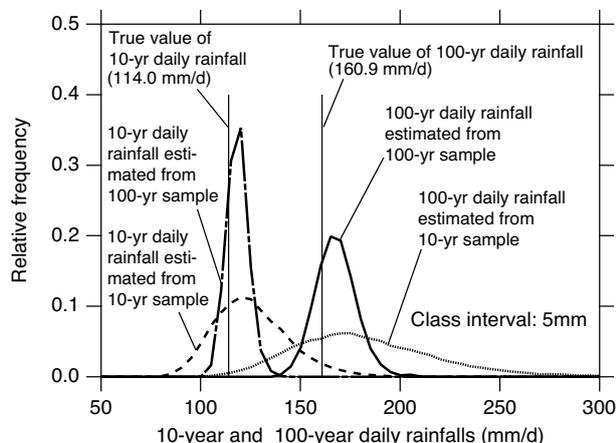


Fig. 1 Relative frequency of estimates of 10-year and 100-year daily rainfall. (Gumbel distribution, Okayama).

また、岡山の日雨量データに対数正規分布を適応し同様の検討を行った結果、Gumbel 分布を適応した場合と同様に標本サイズが大きい方が推定値の分布幅が広がることが分かった。ただし、分布の最頻値は Gumbel 分布の場合よりも真値に近い値をとった。

徳島における日雨量データについて同様の検討を行った結果、確率日雨量は岡山よりも大きくなったが、推定値の分布等の傾向は岡山の場合と同様であった。

**4. 標本サイズによる推定値の変化とその不確定性** 岡山の日雨量データに適応した Gumbel 分布による模擬発生データから得られた標本について、標本から推定された確率日雨量の平均・標準偏

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

†須賀工業株式会社, Suga Co. Ltd.

キーワード：確率水文量, 標本サイズ, 不確定性

差と標本サイズとの関係をFig.2 (a)に示す。10年確率、100年確率いずれの日雨量の平均値も、標本サイズが小さい場合は真値に比べてやや大きい値をとっているが、標本サイズが大きくなるに従って次第に真値に近づいている。また、標本サイズが大きくなるに従ってエラーバーで示された標準偏差が減少しており、これは推定値の不確定性の減少を示している。

Fig.2 (b) に対数正規分布を適応した場合を示す。この図では、推定値の平均は標本サイズが小さい場合でも Gumbel 分布の場合に比べて真値に近い値をとっていることが分かる。標準偏差は、Gumbel 分布の場合と同様に標本サイズの増加に従って減少しているが、標本サイズが小さい場合、例えば標本サイズが10個のとき、10年確率日雨量の標準偏差はGumbel分布で19.1 mm/dであるのに対し、対数正規分布では14.0 mm/dと小さくなっていることが分かる。

**5. 推定された確率日雨量の信頼性** 確率日雨量に許容される誤差の評価は難しいが、ここでは、とりあえず真値との誤差±10%を許容範囲とすることにした。真値の±10%以内の推定値の割合と標本数との関係を Fig.3 に示す。この図は、岡山および徳島の年最大日雨量データに Gumbel 分布を適応し、これに基づいて模擬発生させたデータから標本を抽出し推定した確率日雨量についての検討結果である。

全国の気象台が所管する地上気象観測点では、少なくとも40年分の年最大日雨量データが利用できる。そこで、標本サイズが40個の場合について調べると、誤差が許容範囲内である推定値の割合は、Fig.3 (a)の岡山の結果では10年確率の日雨量で79%、100年確率で65%、また、Fig.3 (b)の徳島の結果では10年確率の日雨量で70%、100年確率で58%であった。

誤差が許容範囲内となる推定値が全体の90%以上を占めるために必要な標本サイズ(年数)を調べると、10年確率日雨量の場合、岡山で70年以上、徳島で100年以上、100年確率日雨量の場合、岡山で120年以上、徳島で150年以上となった。

同様の検討を、対数正規分布についても行った結果、10年確率日雨量の場合、岡山で50年以上、徳島で80年以上、100年確率日雨量の場合、岡山で120年以上、徳島で230年以上のデータが必要となった。

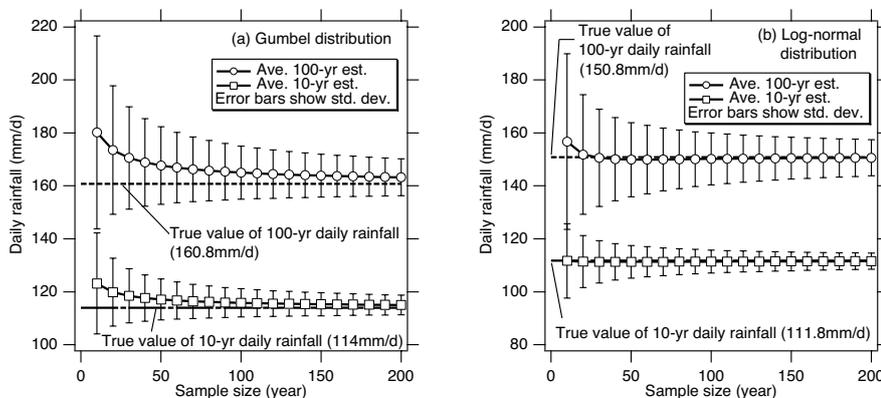


Fig. 2 Statistics of 10-year and 100-year daily rainfall estimates and sample size (Okayama).

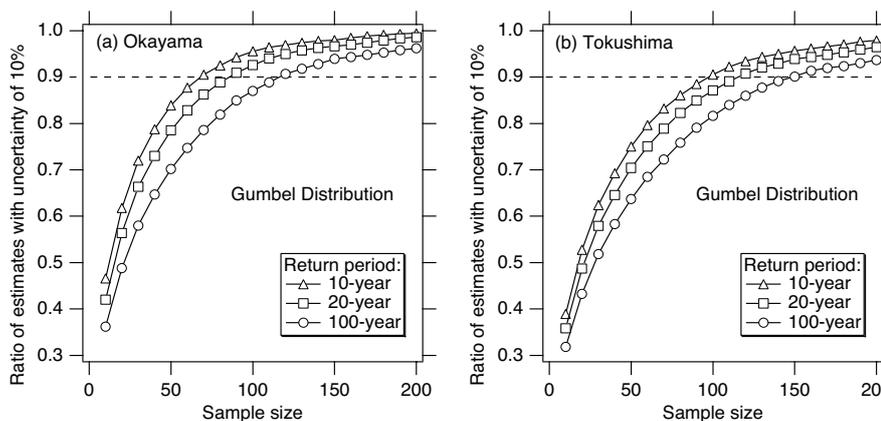


Fig. 3 Sample size and ratio of estimates with uncertainty of 10%.