

特定のデータを除いた年最大日降水量の非定常頻度分析

元信州大学大学院	正会員	○草刈	智一
信州大学工学部	正会員	寒川	典昭
信州大学工学部	正会員	中屋	眞司
京都大学防災研究所	正会員	浜口	俊雄
長野県庁		越	洋之
前信州大学工学部		山崎	基弘

1. はじめに

我が国では、治水計画を策定するときに用いる計画降水量は降水量頻度分析にもとづいて決定されているが、その際に用いる頻度分析は、降水量の経年的時系列特性は時間的に変化しないとする定常性の仮定のもとでおこなわれてきた。これは取り扱えるデータ数が少なく非定常性を検証することが困難であったことから、便宜上この仮定を認めてきたことによるものである。しかし、近年における大雨の出現数は過去100年来増加傾向を示し、特に1980年以降の約30年間における大雨の出現数は過去の約100年でもっとも多く、また異常小雨についても長期的な増加傾向を示していることから、極端現象の発生が気候の変化に関連して経年的に変化していることが示唆されている¹⁾。一方、治水面においてはこのような極端現象が関連していると考えられる水害が多く発生しており、今後の治水計画において有用な対策を講じるためには、気候変化を念頭に非定常性を前提とする計画の策定が必要であると考えられる。

このような背景のもと、本稿は確率降水量の算定に用いる母集団が変化しているとする立場から、母集団分布の母数の時系列変化分析をおこなうとともに、そこから算定される確率降水量の変化について考察を加えるものである。対象とする水文量は年最大日降水量とし、それらが従う母集団分布をグンベル分布とした。なお、本稿では研究の緒として信州大学が位置する関東広域圏（1都10県）における観測データを用いた。

2. 非定常性を考慮した確率降水量の算定方法

確率降水量を算定するために用いる母集団分布が時系列的に変化していると仮定したうえで、どのように変化しているかということ捉えるために、観測データに対して図-1に示すように11年移動部分標本を時系列に作成し、それら各々の移動部分標本ごとにグンベル分布の母数を算定した。ここで、グンベル分布は式(1)に示されるように2つの母数（a：尺度母数、b：位置母数）によって支配される分布である。また、移動部分標本ごとの母数を推定する際の推定法は最尤法とし、最尤推定値は数値計算により求めた。

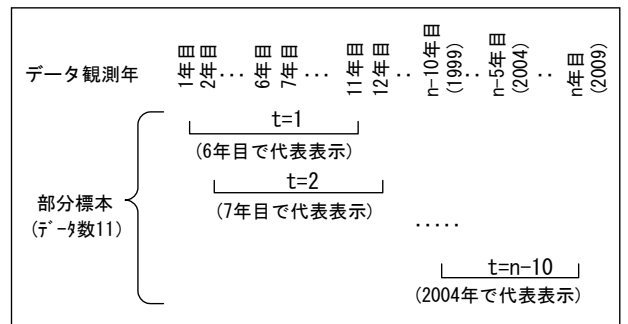


図-1 移動部分標本のサンプリング方法

$$p(x) = a \cdot \exp[-a(x-b) - \exp\{-a(x-b)\}] \quad (a : \text{尺度母数}, b : \text{位置母数}) \quad (1)$$

一方、確率降水量の時系列変化は、移動部分標本ごとに得られた母数を用いて各部分標本ごとにT年確率降水量を算定することで把握することができる。グンベル分布の累積分布関数F(x)は母数a、bをパラメータとして式(2)で表されることから、T年確率降水量に対して超過確率F(X_T)=1/Tを与える実現値X_Tは式(3)によって得ることができる。

$$F(x) = \exp[-\exp\{-a(x-b)\}] \quad (2) \quad X_T = b - \ln(\ln(T/(T-1)))/a \quad (3)$$

キーワード：年最大日降水量，非定常頻度分析，移動部分標本，確率降水量
 連絡先：〒380-8553 長野県長野市若里4-17-1 信州大学工学部土木工学科 TEL：026-269-5302

3. 観測データの適用

分析に用いる観測データは、関東広域圏の中で 100 年分以上の観測データがある 10 地点 (表-1) の年最大日降水量⁴⁾を対象したが、本稿ではそのうちデータの確かさが懸念される 1941~1945 年 (戦時中) のデータを除いた分析をおこなった。図-2 には宇都宮 (栃木) における年最大日降水量データとその 1 次回帰線および 11 年移動平均の経年変化を一例として示してある。図中の 1 次回帰線はやや増加と見てとれるものの有意性はない。

4. 結果および考察

図-3 に示されるように、全体として母数 a は減少、b は増加しておりともに有意な変化が認められた。また母数 a について 1940 年以前と以降を比較すると、以前はばらつきは小さいが値は大きく、以降ではばらつきは大きい値の平均は小さくなっていることから、母数に変化が生じているものと考えられる。

図-4 は 11 年移動部分標本ごとに得られた母数を用いて算定された 100 年確率降水量の変化が示してある。図中の 1 次回帰係数に見られるように 100 年で 46mm/day 程度の増加傾向 (有意) が確認できる。さらに、表-1 は前述の 10 地点における年最大日降水量系列、母数 a 系列、母数 b 系列および 100 年確率降水量の変化について + (増加)、- (減少) で示したものである (網掛け: 有意)。この表から、年最大日降水量系列 (原系列) ではどの地点でも有意な増減は見られないが、母数 a 系列、母数 b 系列ではそれぞれ 4 地点 (延べ 6 地点) において有意な変化を示している。結果として得られる 100 年確率降水量は半数の 5 地点 (水戸、宇都宮、熊谷、東京、横浜) で有意な増加傾向にあることがわかる。前橋と長野県内の 3 地点では原系列、母数系列、100 年確率降水量とも有意な変化は示していない。これらの観測地点を地域的に見てみると、比較的海沿いの平野にある地点では増加傾向が見られ、逆に内陸部や盆地地形にある地点では変化がない傾向にあるといえる。

5. あとがき

本稿は、広域関東圏を対象として、データの確かさが懸念される戦時中のデータを除いたうえで、母集団分布 (グンベル分布) の母数の時系列変化分析をおこない、さらにそこから算定される 100 年確率降水量の経年変化について考察したものである。その結果、原系列に有意な変化はないものの、対象とした 10 観測地点中 6 地点で母数 a、b に非定常性の存在が確認できたほか、そこから算定される超過確率降水量についても 5 地点で有意な増加を示す結果が得られた。今回対象とした 10 地点に限っていえば、沿岸部平野では確率降水量が増加傾向、内陸盆地では変化していないことから、地域的な要因との関連がうかがえるものである。このことは、今後の治水計画においては地域性や非定常性を前提とする計画策定の必要性を示唆するものであると考える。

<参考文献>

- 1) 気象庁, 異常気象リスクマップ[®], 平成 20 年 9 月
- 2), 3) 例えば, 神田徹・藤田睦博: 新体系土木工学 26 水文学-確率論的手法とその応用一, 技報堂 p. 76, 1982.
- 4) 気象庁, 気象統計情報, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

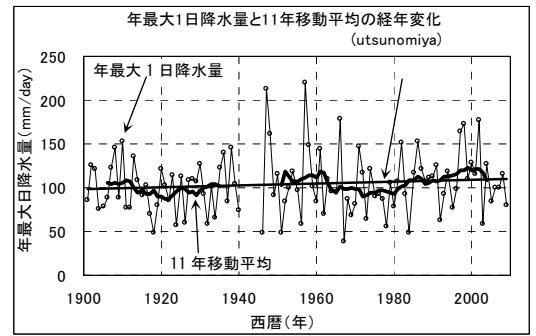


図-2 年最大1日降水量と11年移動平均の経年変化

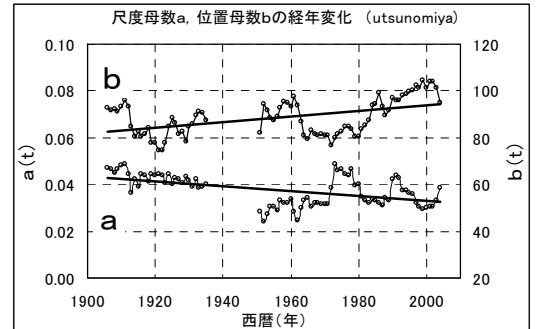


図-3 尺度母数 a と位置母数 b の経年変化

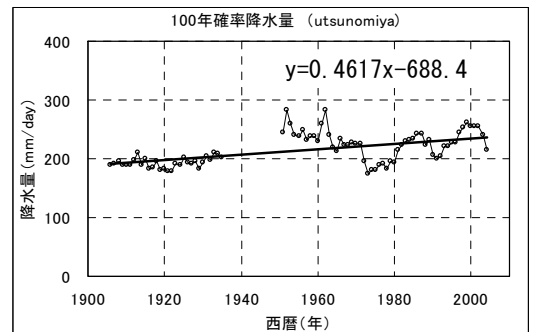


図-4 100年確率降水量の経年変化

表-1 観測地点ごとの諸値の経年変化

都県	観測所	標本数	原系列	a 系列	b 系列	100年確率降水量
茨城	水戸	113	+	-	+	+
栃木	宇都宮	109	+	-	+	+
群馬	前橋	109	-	-	+	+
埼玉	熊谷	109	+	-	+	+
東京	東京	110	+	-	+	+
神奈川	横浜	109	+	-	-	+
山梨	甲府	108	-	-	-	-
長野	長野	109	+	-	-	+
長野	松本	112	-	+	+	-
長野	飯田	106	-	-	+	+

※+: 増加傾向, -: 減少傾向, 網掛け: 危険度 5% で有意