

関東広域圏における年最大日降水量の非定常頻度分析—前橋—

	正会員	○草刈	智一
信州大学工学部	正会員	寒川	典昭
京都大学防災研究所	正会員	小尻	利治
京都大学防災研究所	正会員	浜口	俊雄
信州大学大学院	学生会員	越	洋之
信州大学工学部		山崎	基弘

1. はじめに

1901年～2009年の全国51地点における観測結果によれば、日降水量100mmを超える大雨の発生頻度は、20世紀初頭の30年に比べ最近30年では1地点あたり平均0.84日から1.0日と約1.2倍に増加している。特に、1980年以降の約30年間では過去の約100年でもっとも多くなっており、大雨の長期的な増加傾向がみられる。また、年降水量は長期的には減少傾向にあるが、年々の変動幅（標準偏差）は約1.4倍に増大しており、全国的に多雨年と小雨年の差が大きくなっている。このことは、多雨、少雨のいずれの極端現象においても長期的には増加傾向にあることを示唆しているものである。このような極端現象が増加する原因は地球温暖化による気候変動がかかわっているとする見解もあるが、依然としてその解明には至っていないのが現状である。一方、治水計画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も多く発生しており、今後における有用な治水対策を講じるためには、気候変化に伴う非定常性を前提とした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、計画を策定する際に用いる確率降水量の算定において、母集団が経年的に変化しているとする非定常性を前提したうえで、母集団分布を支配するパラメータ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経年変化について考察を加えるものである。

なお、対象とする降水量は年最大1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。

2. 経年変化を考慮した確率降水量の算定

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して、母集団分布がどのように変化しているかということ捉えることを目的に、図-1に示すように観測データに対して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母集団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）によって支配されており、これらの母数は積率法によりそれぞれ式(2)、式(3)により推定することができる¹⁾。

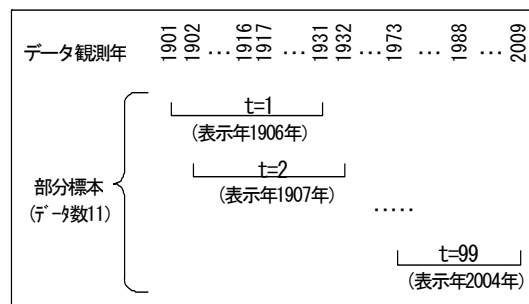


図-1 移動部分標本のモデリング

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

$$a = 1.2825 / \sigma \quad (2) \quad b = \mu - \gamma / a \quad (3)$$

ここで、 σ ：標準偏差、 μ ：平均、 γ ：オイラー定数 $=0.5772$

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(4)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

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

は式 (5) によって得ることができる。

$$F(x) = \exp[-\exp\{-a(x-b)\}] \quad (4)$$

$$X_T = b - \ln(\ln(T/(T-1)))/a \quad (5)$$

3. 実データの適用

本稿では、「経年変化を考慮した確率降水量」の算定に用いる実データとして、前橋地方気象台で観測された 109 年分 (1901 年～2009 年) の年最大 1 日降水量³⁾を適用した。当該観測所のデータは、均質性が確保されている全国 51 地点の観測所の中で関東広域圏に位置する 1 地点である。データの平均値は 96.7mm/day で最多 357.4mm/day, 最少 43.2mm/day で、標準偏差 44.3, 変動係数 0.46 である。また、地理的には太平洋側内陸部に位置している。

図-2 には年最大 1 日降水量原系列とその 1 次回帰線、および 11 年移動平均系列の経年変化が示してある。原系列および 11 年移動平均系列に見られるように 1940～1960 年の間で大きな降水が生起しているが、その他ではそれほど顕著な降水は見られない。また、原系列の 1 次回帰はやや減少 (回帰係数-0.021) とみてとれるが有意性 (危険率 5%) が認められるには至っていない。

また、図-3 には実データを用いて算定したグンベル分布の尺度母数 a および位置母数 b の経年変化が示してある。この図に示されるように、 a はやや減少、 b はやや増加となっているがこれらに有意性は得られなかった。したがって、確率密度関数はその位置、形状について経年的に大きくは変化していないものと判断できる。

図-4 には 11 年移動部分標本ごとに推定された母数を用いて算定した 100 年確率降水量の経年変化が示してある。この図から、100 年確率降水量は 1940 年～1960 年の間で大きくなっているが、その前後の 1920 年～1940 年、1960 年～1995 年では小さくなっており、1995 年以降では再び増加していることがわかる。また、小雨側については 150mm/day 程度が閾値となっていると考えられる。1 次回帰においては経年的にやや増加 (回帰係数+0.096) していると捉えられるが有意な増加傾向ではない。

4. まとめ

本稿では、確率降水量の算定について母集団分布の非定常性を仮定し、関東広域圏のうち前橋観測地点の年最大 1 日降水量を取り上げて、母集団分布のパラメータおよび算定される 100 年確率降水量の経年変化を算出した。その結果、太平洋側内陸部に位置する前橋では、多雨期間と小雨期間において 20 年程度をインターバルとした短期的な変動はみられるものの、有意な長期的増加減少傾向は認められなかった。なお、補足ではあるが著者らのこれまでの研究によれば⁴⁾、本稿を含め関東広域圏の 100 年確率降水量は、日本海側、太平洋側では増加傾向、内陸部では増加減少が見られないケースが多いことがわかっている。

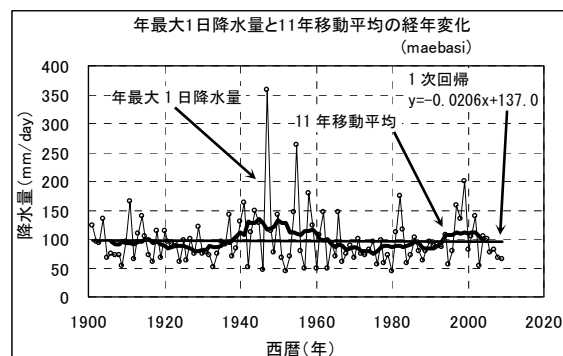


図-2 年最大 1 日降水量と 11 年移動平均の経年変化 (maebasi)

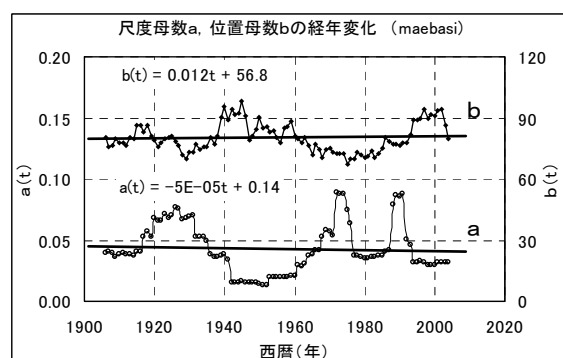


図-3 尺度母数 a と位置母数 b の経年変化 (maebasi)

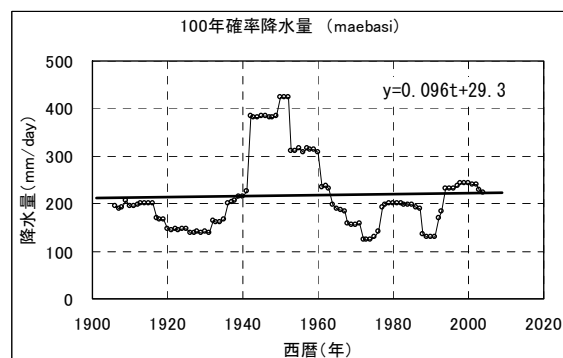


図-4 100 年確率降水量の経年変化 (maebasi)

<参考文献>

- 1), 2) 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—, 技報堂 p. 44, 1982.
- 3) 気象庁, 気象統計情報, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 4) 例えば、越ら：気候変動に伴う年最大日降水量の非定常頻度分析～関東広域圏への適用～, 土木学会中部支部, 2011