

気候変動に伴う年最大日降水量の非定常頻度分析～広域関東圏への適用～

信州大学工学部 学生会員 越 洋之
 信州大学工学部 正会員 寒川典昭
 正会員 草刈智一
 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
 信州大学工学部 山崎基弘

1. はじめに

大雨の発生回数は過去 100 年来増加傾向にある。また、異常少雨についても長期的には増加している傾向にある。すなわち、いずれの極端現象についても増加傾向にあることが示唆されている。そこで、治水・利水対策を講じる上では、近年の気候変動に伴う非定常性を前提とした計画が必要であると考えられる。

本稿は、治水計画を対象として、確率降水量の算定に用いる母集団が変化するという前提において、母集団分布のパラメータの時系列変化分析を行い、そこから算定される確率降水量の変化について考察する。なお、対象とする水文量は年最大日降水量とし、それはグンベル分布に従うものとする。有意性の検定については 5%水準を用いる。

2. 経年変化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変化していると仮定した上で、それがどのように変化しているかを捕らえることを目的に、観測データに対して 11 年移動部分標本を時系列的に作成し、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、これらの母数はモーメント法¹⁾および最尤法²⁾により推定することができる。

$$p(x) = a \cdot \exp[-a(x-b) - \exp\{-a(x-b)\}]$$

(a:尺度母数, b:位置母数) (1)

・モーメント法¹⁾

$$a = 1.2825 / \sigma \quad (2)$$

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

σ :標準偏差, μ :平均,

γ :オイラー定数=0.5722

・最尤法²⁾

$$l = N \ln(ab) - \sum_{j=1}^N ax_j - \lambda \sum_{j=1}^N \exp(-ax_j) \quad (4)$$

ここで対数尤度 l を最大にする a を求める。

λ 及び b は式(5),(6)において算定することができる。

$$\lambda = N \left\{ \sum_{j=1}^N \exp(-ax_j) \right\}^{-1} \quad (5)$$

$$b = \mu - \frac{1}{a} \ln \lambda \quad (6)$$

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(7)³⁾で表されることから、 T 年確率降水量に対して超過確率 $1 - F(x) = 1/T$ を与える実現値 X_T は式(8)によって得ることができる。

$$F(x) = \exp[-\exp\{-a(x-b)\}] \quad (7)$$

$$X_T = b - \ln[\ln\{T/(T-1)\}] / a \quad (8)$$

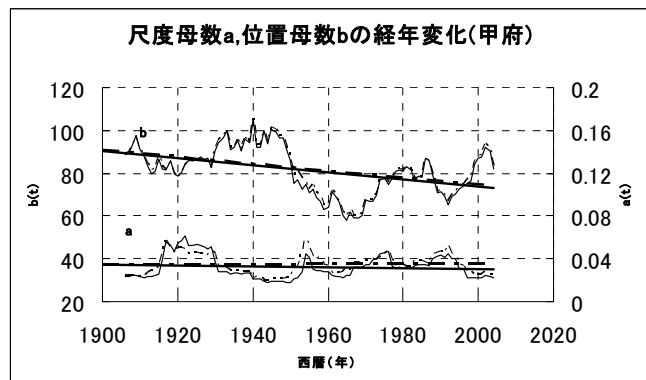
3. 適用データ

「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、本稿では広域関東圏における観測地点である甲府、長野、新潟の各気象官署で観測された年最大日降水量データを採用する。⁴⁾ 地理的には甲府が太平洋側内陸、長野が日本海側内陸、新潟は日本海側に位置している。観測期間は観測地点によって異なり、甲府、長野で 1901 年～2009 年、新潟では 1941 年～2009 年である。なお、データに欠測年が生じている場合は、当該年のデータが無いものとして扱い、欠測している個数だけ減じた個数で移動部分標本を作成した。

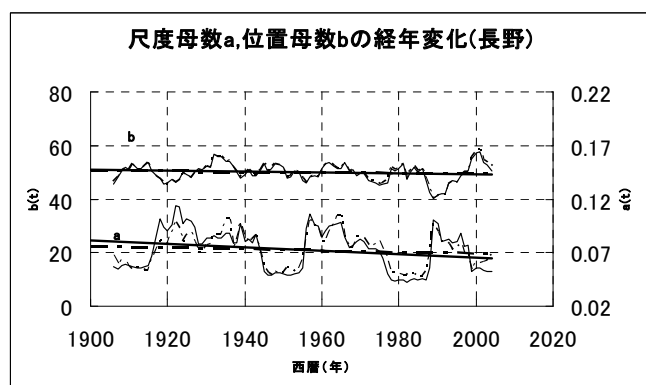
4. グンベル分布母数の経年変化

図-1 には実データを用いて算定したグンベル分

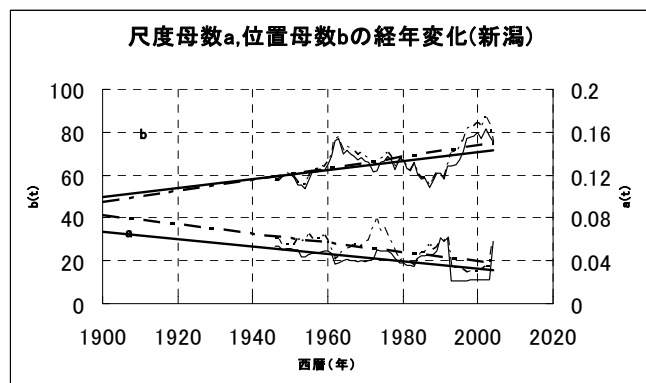
布の尺度母数 a , 位置母数 b の経年変化を示す. グラフのうち実線はモーメント法, 一点鎖線は最尤法による算定結果である.



(a)甲府



(b)長野



(c)新潟

図-1 尺度母数 a と位置母数 b の経年変化

(1)甲府

尺度母数 a はモーメント法では増加, 最尤法では減少している. また, 位置母数 b は減少傾向にある. これはモードの位置が減少側に移動していることを示している. このうち b の減少はモーメント法, 最尤法で共に有意なものであるが, a の変動にはグラフ上減少傾向にあると見てとれるが, 有意性は認められなかった. しかし, 確率降水量の算定に際し

ては, b に比べて確率密度関数の尾部を変化させる a の影響のほうが大きいと, 将来の確率降水量は b の変動程度の変化になることが予想できる.

(2)長野

グラフから尺度母数 a , 位置母数 b 共に減少傾向にあると見える. そのうち尺度母数 a についてはモーメント法による算定で有意性が認められたが, 位置母数 b についてはモーメント法, 最尤法で共に有意性は認められなかった. 分布形状について述べれば, グンベル分布のモードには大きな変化は無いが, 確率降水量算定に重要となる尾部の形状が変化していることになる. a の減少により, 算定される確率降水量は増加すると予想できる.

(3)新潟

尺度母数 a , 位置母数 b にそれぞれ有意な減少傾向および増加傾向が認められた. a の減少および b の増加はともにそこから算定される確率降水量の増加をもたらすことにつながるため, 確率降水量は顕著な増加を示すと予想できる.

5. まとめ

確率降水量の算定について, 算定に用いる母集団分布の非正常性を仮定し, 広域関東圏の年最大日降水量を対象として, 確率降水量の算定に用いるパラメータの経年変化を考察した. 図-1 に示されるように, 母数の経年変化という点において, 甲府では大きな変化は認められなかったものの, 新潟と長野では有意な増加が認められた. 本稿では紙面の都合上掲げていないが, 長野では明確な少雨期間と多雨期間を示しながら増加がみられ, 新潟では近年において多雨が増加している傾向がみられた. これらの増加は有意であり, 年最大日降水量は長期的に増加していると考えられる. なお, 補足的にはあるが, 日本海側の富山, 金沢においても有意な増加が認められた. 長野および新潟は地理的に日本海側に位置しており, これらの地域に属する他地点での確率降水量の増加が示唆されている.

<参考文献>

- 1), 3)例えば 神田徹・藤田啓博: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.
- 2)土木学会水理委員会水理公式集例題集編集委員会:水理公式集例題集 土木学会, p.34, 1988.
- 4)気象庁, 気象統計情報, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>.