

気候変動に伴う年最大日降水量の非定常頻度分析～日本列島への適用～

信州大学大学院	学生会員	越 洋之
信州大学工学部	正会員	寒川典昭
元信州大学大学院	正会員	草刈智一
元京都大学防災研究所		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		櫻井雅大
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。

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 1%、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。

$$p(x) = a \cdot \exp[-a(x-b) - \exp\{-a(x-b)\}] \quad (1)$$

(a:尺度母数, b:位置母数)

・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. 超過 100 年確率降水量の経年変化

「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、本稿では日本列島における観測地点である 155 の各気象観測所で観測された年最大日降水量データを用いる。⁴⁾ 100 年確率降水量の分析を試みた結果、モーメント法において全国 155 観測地点の内 9 観測点で 5%有意, 57 観測点で 1%, 5%共に有意であった。最尤法においては全国 155 観測地点の内 8 観測点で 5%有意, 58 観測点で 1%, 5%共に有意であった。尚、減少傾向に有意な地点は見られず、このことから全国的に超過 100 年確率降水量は増加傾向にあることが分かる。

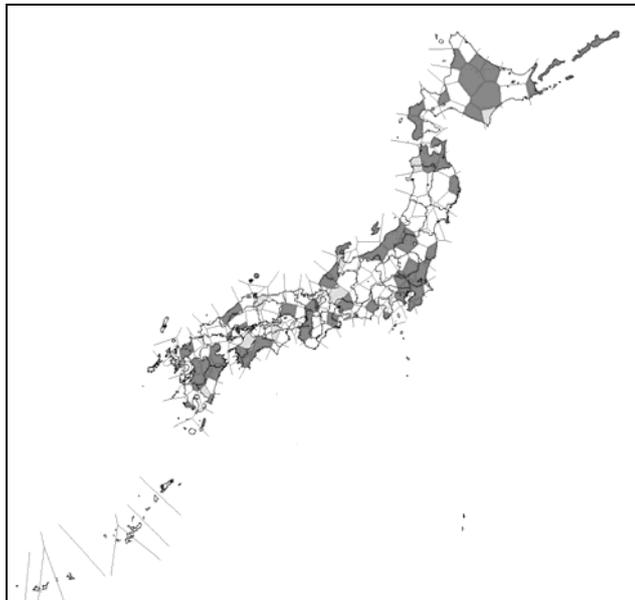


図-1 100年確率降水量，有意観測地点の全国分布

図1は観測地点の座標データからボロノイ分割を施し，色分けをしたものである．最尤法の検定結果を用い，濃い灰色が1%，5%共に有意な増加傾向，薄い灰色が5%有意な増加傾向の地点である．結果を見ると全国的に確率降水量の増加が見られる．しかし本州においては若干海側での増加傾向が大きいものの，その他の地点では明確な地域特性は現れていない．このような結果をもたらす原因の一つとして観測地点ごとのデータ数の差異が考えられる．

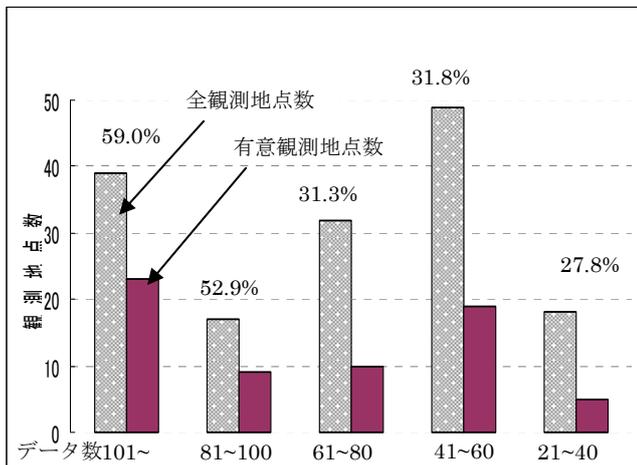


図-2 データ数別，有意観測地点の割合

図-2を見て分かるように有意な増加を示す観測地点はデータ数が多い傾向にある．これは気象変動によって確率降水量は全国的に増加しているが，近年では多くの観測地点において降水量のばらつきが大きくなってきていることが理由の一つではないかと思われる．データ数が多い観測点においては近年の降水量のばらつきを考慮しても，過去の降水量

データと比較して，その増加傾向が有意と判断されるケースが多い．このことについて東京観測点(データ数 125)を例にとって考察してみる．

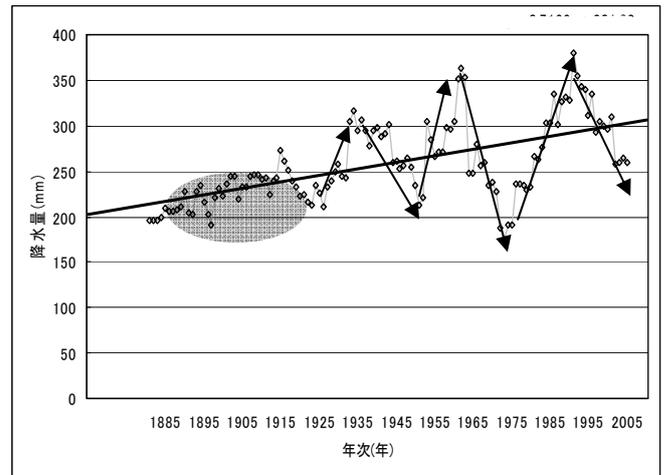


図-3 100年確率降水量の経年変化(東京)

図-3は有意と判断された東京観測点における100年確率降水量の推移を表したものである．1920年以前に大きな変動傾向は見られないが，近年では図に示してある通り，ばらつきを大きくしながら，多雨期間と少雨期間を繰り返して確率降水量は増加していることが分かる．データ数が十分ではない観測地点では，近年の確率降水量変動の局所的な部分しか考察できていない．今回の検定では有意な増加と認められなかったものの，実際には確率降水量が増加している観測所が存在する可能性がある．

4. 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，全国の年最大日降水量を対象として，確率降水量の経年変化を考察した．最尤法，モーメント法両検定結果において年最大日降水量は長期的に増加していると考えられる．尚，今回の分析では地域特性の考察を行なうために，各観測所エリアに色分けをしてみたものの，明確な特性を発見することはできなかった．今後は上述したデータのばらつきの問題を解消し，より信頼性の高い検定を実践していく必要がある．

<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>.