

気候変動に伴う年最大日降水量の非定常頻度分析～GCM データの利用～

信州大学工学部	学生会員	○小田峻佑
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
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
前信州大学工学部		山崎基弘

1. はじめに

我が国では近年、今までの予測をはるかに上回る洪水や渇水が多く見受けられるようになってきている。従って、従来のように確率降水量の算定に降水量時系列の特性は時間的に変化しないとする全データの定常性を仮定することは危険であると考えられる。

そこで、本稿はGCM（大気大循環モデル）データを用いて日本海側（新潟）、内陸部（長野）、太平洋側（静岡）における年最大日降水量（グンベル分布）の非定常頻度分析を実施し、将来の確率降水量の変化について考察する。また 25 年間の定常性を仮定したものと比較する。なお、GCMデータは現在気候（1979～2003 年）、近未来気候（2015～2039 年）、世紀末気候（2075～2099 年）を用いる。また GCM データは 2 つのランがあるが、前期ランを修正した後期ランに注目して頂きたい。

2. 研究手順

GCMデータは傾向再現重視の結果のため、モデルバイアスがあって使用時にはその補正が必要である。ここでのGCMデータは、現在気候における実際の観測データと同じ年の最も近い点のGCMデータとの差をとり、その差の平均値を各年のGCMデータに加えるという観測点間の時間平均で補正している。そして各々の 11 年移動部分標本ごとに母集団分布の母数を算定する。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。

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

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

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)¹⁾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. 結果、考察

分析に用いる実データとして、本稿ではデータ数が不十分な場合や途中で不完全なデータがある場合を除いた、新潟で 9 地点、長野で 17 地点、静岡で 10 地点の計 36 地点の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。³⁾ 100 年確率降水量の分析を試みた結果、確率降水量の変化は、新潟のモーメント法では増加傾向にある地点は前期ランで 1 地点、後期ランで 8 地点、減少傾向にある地点は前期ランで 3 地点、あまり変化が見られない地点は前

期ランで 5 地点，後期ランで 1 地点であった．最尤法では増加傾向にある地点は前期ランで 1 地点，後期ランで 6 地点，減少傾向にある地点は前期ランで 7 地点，あまり変化が見られない地点は前期ランで 1 地点，後期ランで 3 地点であった．長野のモーメント法では増加傾向にある地点は前期ランで 5 地点，後期ランで 17 地点，減少傾向にある地点は前期ランで 3 地点，あまり変化の見られない地点は前期ランで 9 地点だった．最尤法では増加傾向にある地点は前期ランで 3 地点，後期ランで 17 地点，減少傾向にある地点は前期，後期ラン共にゼロ，あまり変化の見られない地点は前期ランで 14 地点であった．静岡のモーメント法では増加傾向にある地点は前期ランで 6 地点，後期ランで 6 地点，減少傾向にある地点は前期ランで 3 地点，あまり変化の見られない地点は前期ランで 1 地点，後期ランで 4 地点であった．最尤法では増加傾向にある地点は前期ランで 6 地点，後期ランで 8 地点，減少傾向にある地点は前期，後期ラン共にゼロ，あまり変化の見られない地点は前期ランで 4 地点，後期ランで 2 地点であった．

表－1 それぞれの地点の傾向

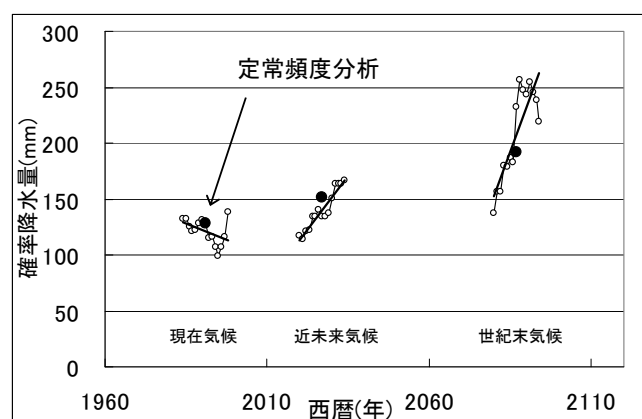
			増加	減少	変化なし
新潟	モーメント法	前期	1	3	5
		後期	8	0	1
	最尤法	前期	1	7	1
		後期	6	0	3
長野	モーメント法	前期	5	3	9
		後期	17	0	0
	最尤法	前期	3	0	14
		後期	17	0	0
静岡	モーメント法	前期	6	3	1
		後期	6	0	4
	最尤法	前期	6	0	4
		後期	8	0	2

表－1 をみると前期ランと後期ランでかなり傾向が違っているのが分かる．前期ランでは減少傾向やあまり変化の見られない地点が比較的多い．逆に後期ランでは減少傾向の地点は 1 つもなく増加傾向の地点がほとんどであった．モーメント法と最尤法では前期ラン，後期ランの違いに比べると似たような数が多くなった．全体的にみると年最大日降水量は増加していることがわかる．

次に 25 年間の定常性を仮定したものと比較してみる．例として後期ラン長野の最尤法の分析結果を用いる．

図－1 をみると黒く塗りつぶしてある定常性を仮定

したデータは非定常のデータとほとんど重なっているのがわかる．しかし非定常のデータより大きい値，小さい値も存在している．定常のデータが非定常のデータより大きい年は問題にならないが，非定常のデータより小さい年は大きな疑念を残す．図－1 の世紀末気候の定常のデータは 192mm であるのに対して，非定常のデータで一番大きな値を示す 2088 年は 257mm をとっている．この差は約 65mm である．定常のデータのほうが大きい地点もあったが，ほとんどの地点の前期ラン，後期ラン又モーメント法，最尤法で定常のデータより大きい非定常のデータも得られた．つまり 25 年間の定常頻度分析は危険であることがわかった．



図－1 年最大日降水量の非定常頻度分析と定常頻度分析

(後期ラン，長野，最尤法)

4. まとめ

GCM データを用いて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定常性を仮定し，日本海側，内陸部，太平洋側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．前期ラン，後期ラン又モーメント法，最尤法により違いはあったが全体的に見ると将来の年最大日降水量は増加傾向にあると考えられる．日本海側，内陸部，太平洋側によって違いがあるが，データが少なくあまり考察ができなかった．尚，本稿では GCM データとして革新プロのものを使用した．記して謝意を表する．

〈参考文献〉

- 1)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．
- 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．
- 3)気象庁，気象統計情報，<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>．