

# GCM データを用いた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	○町田雄大
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は時間的に変化しないとする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<sup>1)</sup>を用いて広域関東圏（茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、山梨県、長野県、静岡県）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、従来の定常性を仮定したものと比較し、将来の確率降水量の変化について考察する。なお、GCMデータは現在気候（1975～2003年）、近未来気候（2015～2039年）、世紀末気候（2075～2099年）を用いる。またGCMデータは前期ラン、後期ランとあるがその2つは雨の降らせ方の違いである。

## 2. 研究手順

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えることを目的に、GCMデータに対して11年移動部分標本を時系列に作成する。ここでのGCMデータは、実際の観測データとGCMデータの差をとり、その差の平均値でGCMデータを補正している。そして各々の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および最尤法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<sup>2)</sup>

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

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

ここに、 $\sigma$ :標準偏差,  $\mu$ :平均,  
 $\gamma$ :オイラー定数=0.5722

・最尤法<sup>3)</sup>

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

ここで対数尤度  $l$  を最大にする  $a$  を求める。

$\lambda$  及び  $b$  は式(5), (6)より算定することができる。

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

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

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)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

本稿で分析に用いる実データは、広域関東圏の観測所のうちデータ数が不十分な場合や不完全なデータがある観測所を除いた観測地点とした。その結果、茨城県で9地点、栃木県で9地点、群馬県で9地点、埼玉県で3地点、千葉県で7地点、東京都で4地点、神奈川県で6地点、山梨県で8地点の計55地点の

観測所で観測された年最大日降水量データ<sup>4)</sup>を用いた。表-1に100年確率降水量の変化について、「増加」、「減少」、「変化なし」に区分して分析した結果を示す。

表-1 各地点における100年確率降水量の経年変化

			増加	減少	変化なし
茨城県	モーメント法	前期	9	0	0
		後期	1	8	0
	最尤法	前期	9	0	0
		後期	1	8	0
栃木県	モーメント法	前期	5	0	4
		後期	6	2	1
	最尤法	前期	6	0	3
		後期	6	2	1
群馬県	モーメント法	前期	4	4	1
		後期	6	1	2
	最尤法	前期	4	4	1
		後期	8	0	1
埼玉県	モーメント法	前期	1	2	0
		後期	0	2	1
	最尤法	前期	1	2	0
		後期	1	2	0
千葉県	モーメント法	前期	7	0	0
		後期	5	1	1
	最尤法	前期	7	0	0
		後期	5	2	0
東京都	モーメント法	前期	4	0	0
		後期	0	4	0
	最尤法	前期	4	0	0
		後期	0	4	0
神奈川県	モーメント法	前期	6	0	0
		後期	0	6	0
	最尤法	前期	6	0	0
		後期	0	6	0
山梨県	モーメント法	前期	4	0	4
		後期	7	1	0
	最尤法	前期	4	1	3
		後期	7	1	0

表1をみると前期ラン後期ランとも約半数の地点で増加傾向にあり、将来的には年最大日降水量は増加すると予測される。また、栃木県、埼玉県、千葉県、山梨県では前期ランと後期ランともほぼ同じ結果を示している一方、茨城県、東京都、神奈川県は前期ランと後期ランで逆の結果となっている。このことは後期ランでのシミュレーションの変更点が反映された結果と考えられる。

次に、各気候区分で定常性を仮定したものと比較してみる。例として栃木県宇都宮の後期ラン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分析結果は非定常のそれとほぼ重なっている。しかし、非定常の場合より大きい値や小さい値も存在している。定常の場合の結果が非定常の場合より大きい年は大きな問題にならないが、非定常の結果より小さい場合は大きな問題となる。図-1に示す世

紀末気候の定常の結果では349mmであるのに対して、非定常の結果では一番大きな値を示す2092年で456mmであり、この差は約107mmである。定常のほうが大きい地点もあったが、ほとんどの地点のモーメント法、最尤法で定常より非定常の方が大きくなる結果が得られた。つまり、各気候区分での定常頻度分析は危険であることが示唆された。

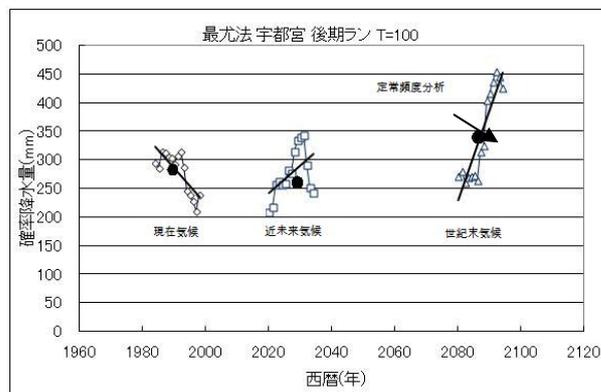


図-1 年最大日降水量の非定常頻度分析と定常頻度分析結果の比較（後期ラン，宇都宮，最尤法）

#### 4. まとめ

本稿は、確率降水量算定に用いる母集団分布の非定常性を仮定のもと、広域関東圏の年最大日降水量を対象として、GCM データを用いた確率降水量の経年変化について考察をおこなった。その結果、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ものの、約半数の観測地点において将来の年最大日降水量は増加傾向にある結果が得られた。観測データが少ないため十分な考察を加えられなかった点もあるが、そのことも踏まえ今後は他の地点も対象とした研究も進め、地域特性等について考察していく必要があると考えている。

なお、本研究を進めるにあたり文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム領域テーマD：課題対応型の精密な影響評価」の多大なるご支援を賜りました。ここに記して謝意を表します。

#### (参考文献)

- 1) 気候変動リスク情報創生プログラム領域テーマD：課題対応型の精密な影響評価，シナリオA1B モデルMRI-AGCM20.
- 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) 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>.