

洪水対策のための年最大日降水量の非定常頻度分析 ～中国地方への適用～

信州大学工学部 学生会員 ○奥村晃啓
信州大学工学部 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
前信州大学工学部 山崎基弘

1. はじめに

近年我が国では、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た。従って従来のように確率降水量の算定に降水量時系列特性が時間的に変化しないとする定常性を仮定することは得られる結果に差異が生じる可能性があると考えられる。

そこで本稿は GCM (大気大循環モデル) 出力データ (以下「GCM データ」という) を用いて中国地方における年最大日降水量の非定常頻度分析を実施し、将来の確率降水量の傾向を考察する。ここで各気候区分の 25 年間は定常とみなしている。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。GCM データには 2 つのランがあるが、前期ランを修正したものが後期ランであり、雨の降らし方に違いがある。

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とらえることを目的に、GCM データに対して各気候区分の時系列を作成する。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 GCM データ出力値との差をとり、その差の平均値で GCM データを補正する。そして、各気候区分での母集団分布の母数を算定する。ここで、年最大日降水量は式(1)に示されるように 2 つの母数 (a : 尺度母数、 b : 位置母数) によって支配されるグンベル分布に従うものとし、これらの母数はモーメント法及び最尤法により推定できる。

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

(a : 尺度母数、 b : 位置母数)

・モーメント法¹⁾

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

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

ここで、 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。

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

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

また、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. 結果、考察

本稿で分析に用いる実データ⁴⁾ 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地点を除くと岡山県で 11 地点、広島県で 9 地点、山口県で 10 地点、島根県で 8 地点、鳥取県で 8 地点の計 46 地点が分析対象地点となった。それらの地点

の 100 年確率降水量の分析を試みた結果、その変化はモーメント法の場合増加傾向にある地点は前期ランで 15 地点、後期ランで 34 地点、減少傾向にある地点は前期ランで 30 地点、後期ランで 11 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 1 地点となった。最尤法の場合では増加傾向にある地点は前期ランで 29 地点、後期ランで 36 地点、減少傾向にある地点は前期ランで 15 地点、後期ランで 8 地点、あまり変化が見られない地点は前期ラン、後期ランともに、2 地点となった。

表―1 それぞれの地点の変化傾向

			増加	減少	変化なし
岡山県	モーメント法	前期	0	11	0
		後期	9	2	0
	最尤法	前期	9	1	1
		後期	8	3	0
広島県	モーメント法	前期	4	4	1
		後期	6	3	0
	最尤法	前期	7	2	0
		後期	5	3	1
山口県	モーメント法	前期	9	1	0
		後期	9	1	0
	最尤法	前期	9	1	0
		後期	8	1	1
島根県	モーメント法	前期	2	6	0
		後期	5	3	0
	最尤法	前期	3	5	0
		後期	7	1	0
鳥取県	モーメント法	前期	0	8	0
		後期	5	2	1
	最尤法	前期	1	6	1
		後期	8	0	0

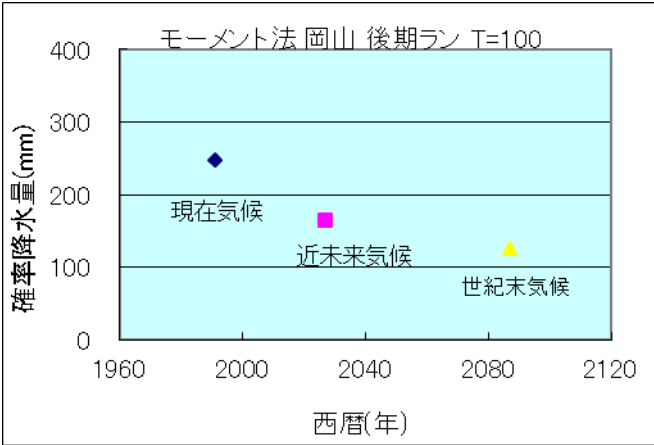
表―1 をみるとほとんどの地域で前期ランと後期ランで変化の傾向がかなり異なっていることがみてとれる。前期ランではモーメント法、最尤法それぞれで多くの地点で減少傾向がみられた。また、モーメント法と最尤法を比較した場合、前期ラン、後期ランの違いに比べると似たような数が多くなった。全体的にみると年最大日降水量は増加傾向にあることがわかる。図―1 は減少傾向の場合の一例である。

次に信頼性の検討をおこなった。現在気候には実測データと GCM データがあるので、両者の非超過確率降水量を比較して一致度から信頼性を考察し、信頼度は以下の式によって求めた。結果は講演時に

発表する。

$$S=\left|\frac{\chi_G-\chi_o}{\chi_o}\right| \tag{9}$$

χ_o : 実測データ
 χ_G : 現在気候の GCM データ



図―1 年最大日降水量の非定常頻度分析
(100 年確率降水量、モーメント法、岡山、後期ラン)

4. まとめ

確率降水量の算定に用いる母集団分布の非定常性を仮定し、中国地方の年最大日降水量を対象として、GCM データを用い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将来の年最大日降水量は増加傾向にあると考えられる。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)、3) 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。

4)気象庁、気象統計情報、
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>