

信州大学工学部	学生会員	○佐藤優也
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
京都大学防災研究所	正会員	浜口俊雄
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

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¹⁾(以下「GCM データ」という)を用いて北海道・東北地方における年最大日降水量の非定常分析を実施し、将来の確率降水量の変化傾向について考察する。また従来 of 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。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せ方に違いがある。

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 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 データ出力値との差をとり、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、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。

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

(a : 尺度母数, b : 位置母数) (1)

・モーメント法

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

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

ここで、 σ : 標準偏差, μ : 平均,
 γ : オイラー定数 = 0.5722

・最尤法

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

ここで対数尤度 l を最大にする a を求める。

λ 及び b は式 (5), (6) を用いて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確率 $F(x)$ 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、北海道・東北地方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地点とした。その結果、北海道で 53 地点、青森県で 10 地点、秋田県で 10 地点、岩手県で 3 地点、山形県で 3 地点、宮城県で 8 地点、福島県で 8 地点の計 95 地点の観測所で観測さ

れた年最大日降水量データ²⁾となった。確率降水量の変化は、モーメント法では増加傾向にある地点は前期ランで 63 地点、後期ランで 63 地点、減少傾向にある地点は前期ランで 22 地点、後期ランで 19 地点、あまり変化がみられない地点は前期ランで 10 地点、後期ランで 13 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 56 地点、後期ランで 65 地点、減少傾向にある地点は前期ランで 19 地点、後期ランで 17 地点、あまり変化がみられない地点は前期ランで 20 地点、後期ランで 13 地点であった。

表—1 をみると宮城県、福島県以外では前期ラン後期ランともに増加傾向の地点がほとんどであり、将来的に年最大日降水量は増加すると予測される。前期ランと後期ランで異なる結果である地点は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北海道札幌の後期ランの最尤法で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、非定常のデータには定常のデータより大きくなる場合や小さくなる場合が存在している。定常のデータのほうが大きい値の場合は問題にならないが、非定常のデータのほうが大きい値の場合は計画策定上問題となる。図—1 の世紀末気候の定常データは 223mm であるのに対して、非定常データで一番大きな値を示す 2092 年は 318mm となっている。この差は約 95mm であり決して無視できるものではない。定常のデータのほうが大きい地点も存在したが、無視できない地点の前期ラン、後期ラン、モーメント法、最尤法で非定常のデータのほうが大きくなる結果が得られた。つまり、各気候区分内だけを捕らえてみると定常分析により算定された確率降雨量は非定常分析によるものより危険側に差異を生じさせていることが示唆されている。

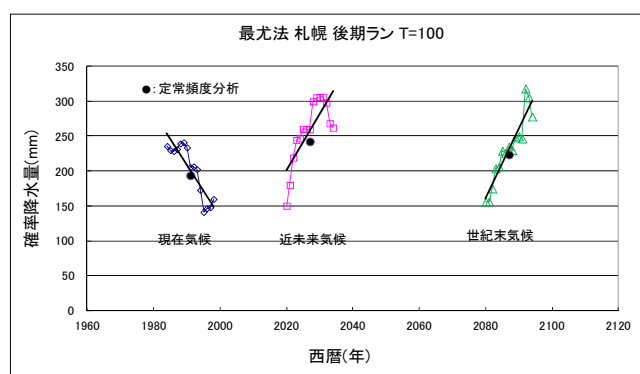
4. まとめ

年最大日降水量における確率降水量の算定に関して、母集団分布の非定常性を仮定し、GCM データを用いて北海道・東北地方における確率降水量の経年変化を考察した。その結果、将来の年最大日降水量が増加傾向にある地点が多数存在すること、また定常頻度分析の危険性が示唆された。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。

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
北海道	モーメント法	前期	37	11	5
		後期	39	11	3
	最尤法	前期	35	10	8
		後期	39	8	6
青森県	モーメント法	前期	10	0	0
		後期	9	0	1
	最尤法	前期	5	0	5
		後期	10	0	0
秋田県	モーメント法	前期	10	0	0
		後期	8	0	2
	最尤法	前期	10	0	0
		後期	10	0	0
岩手県	モーメント法	前期	2	0	1
		後期	2	1	0
	最尤法	前期	2	0	1
		後期	2	0	1
山形県	モーメント法	前期	0	2	1
		後期	2	1	0
	最尤法	前期	1	1	1
		後期	2	1	0
宮城県	モーメント法	前期	1	4	3
		後期	1	2	5
	最尤法	前期	0	3	5
		後期	1	2	5
福島県	モーメント法	前期	3	5	0
		後期	2	4	2
	最尤法	前期	3	5	0
		後期	1	6	1



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（後期ラン、札幌、最尤法）

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