

渇水対策のための月降水量の非定常頻度分析～北海道地方への適用～

信州大学工学部	学生会員	○武田大輝
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、異常気象によって今までの予測を大きく上回る洪水や渇水が発生している。従来のように確率降水量の算定に降水量の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、得られる結果の確度が異なる可能性があると考えられる。

そこで、本稿では GCM（大気大循環モデル）出力データ¹⁾（以下「GCM データ」という）と北海道地方に位置する観測所における月降水量データの非定常頻度分析を行い、25 年間で定常とした非定常頻度分析の結果を求め、そこから得られる非超過確率降水量の変化を考察する。なお、月降水量は対数正規分布に従うとする。GCM 出力データは現在気候（1979～2003 年）、近未来気候（2015～2039 年）、世紀末気候（2075～2099 年）を使用する。また GCM データには前期ランとそれを修正した後期ランがある。両者は雨の降らせ方に違いがあり、それぞれのケースについて検討する。

2. 研究手順

（1）気象庁の各気象観測所で観測されたデータ²⁾のうち、研究対象地域の 1979～2003 年の月降水量データがある地点を採用する。

（2）研究対象地点の位置に最も近い GCM データ（メッシュデータ）を用いて、前期ラン・後期ラン共にバイアス補正を行い、現在・近未来・世紀末の GCM データを対象地点の値に対応させる。ここでのバイアス補正は、各観測所のデータと GCM データの差をとり、その差の平均で GCM データを補正する方法とした。

（3）非超過確率降水量の算定に用いる対数正規分布の母数に変化していることを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、

バイアス補正した GCM データを基に 25 年間分の時系列グラフを作成する。そこから母数（ μ_x ：平均、 σ_x^2 ：分散）を推定し 5,10,20,30 年非超過確率降水量を算出する。この時に用いる対数正規分布の確率密度関数は以下の式で示される。

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y(t)\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(\log x - \mu_y(t))^2}{\sigma_y(t)^2}\right\} \quad (1)$$

・最尤法

$$\mu_y(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log x_i \quad (2)$$

$$\sigma_y(t)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\log x_i - \mu_y(t))^2 \quad (3)$$

・モーメント法

$$\sigma_y(t)^2 = \log\left(1 + \frac{\sigma_x(t)^2}{\mu_x(t)^2}\right) \quad (4)$$

$$\mu_y(t) = \log \mu_x(t) - \frac{\sigma_y(t)^2}{2} \quad (5)$$

ここに $\mu_y(t)$ 、 $\sigma_y(t)^2$ は時間 t に依存した母集団 y （ $=\log x$ ）に関する平均及び分散を表すパラメータである。また、 $\mu_x(t)$ 、 $\sigma_x(t)^2$ は時間 t に依存した x に関する平均と分散である。

（4）得られた確率降水量の信頼性を評価する。実測データと GCM データの値が近い場合信頼性が高いとみなす。信頼性を評価するために以下の式を用いた。

$$S = \left| \frac{x_G - x_o}{x_o} \right|$$

ここに S は信頼性、 x_o は実測データの確率降水量、 x_G は GCM データの確率降水量を表す。ここで得られた S の値が小さいほど、このデータにおける信頼性は高いといえることができる。

3. 適用データ

本稿に用いるデータは、1979～2003 年の北海道地方における月降水量データの不備の少ない地点のデータを使用し、その期間中の不備が多いものについては除外した。またわかりやすくするため北海道を道央、道南、道北、道東と 4 つの地域に分類した。その結果、道央で 8 地点、道南で 2 地点、道北で 5 地点、道東で 7 地点の計 22 地点が対象地点となった。

4. 結果及び考察

各観測所の実測データと GCM データを用いて 10 年非超過確率降水量について分析を試みた。本稿は月降水量の非定常に伴う渇水の生起を考察するものであるため、1 年で渇水が顕著に表れる 7 月に着目した。確率降水量の変化は前期ランにおいて増加傾向を示した地点が 22 地点中、最尤法では 18 地点、モーメント法では 21 地点であった。減少傾向を示した地点が 22 地点中、最尤法では 1 地点、モーメント法では 1 地点であった。後期ランにおいては、増加傾向を示した地点が 22 地点中、最尤法では 6 地点、モーメント法では 14 地点であった。減少傾向を示した地点が 22 地点中、最尤法では 3 地点、モーメント法では 7 地点であった。表-1 から前期ランと後期ランで確率降水量の増減の傾向が異なっていることが分かる。前期ラン、後期ランともに減少傾向を示す地点が少ないことが見て取れる。シミュレーション過程に改善が施された後期ランに着目してみると前期ランよりも減少傾向が多いことが分かり、また道央の減少傾向が強いことが見られる。つまり道央では渇水が起きる可能性があると予測され、渇水対策が必要となる。ここで表-1 中の「×」欄は、実測データに不備があった場合や結果を出す過程の計算により表せない数値が出た場合を示している。モーメント法より最尤法に×が多い原因は、最尤法は降水量を対数にしてから平均、分散をとるため計算に表せない数値が出やすくなるためと考えられる。また信頼性は地域によってその値に違いがみられた。

5. まとめ

月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、将来の月降水量が減少傾向にある地点がいくつか見受けられ、渇水の可能性が北海道でもあることがわかった。地域の特徴は、道央に渇水の可能性があることが示された。

今後の課題としては、前期ランと後期ランとでの傾向の違いや信頼性が高くないものへの検討が挙げられる。また、7 月以外の他の月降水量の確率降水量を考察し、年降水量との比較もしていきたい。尚、7 月以外の月降水量の確率降水量の経年変化と信頼性及び年降水量の確率降水量の経年変化についてはすでに計算が終了して居り、比較については講演時に発表する予定である。更に、他にも適用範囲を広げ、日本列島全体に拡張し日本の傾向も考察していきたい。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」の多大なる支援を賜りました。ここに記して謝意を表します。

表-1 7 月の各地点の傾向

			増加	減少	×
道央	前期	最尤法	6	0	2
		モーメント法	8	0	0
	後期	最尤法	3	0	5
		モーメント法	4	4	0
道南	前期	最尤法	2	0	0
		モーメント法	2	0	0
	後期	最尤法	0	0	2
		モーメント法	1	1	0
道北	前期	最尤法	4	1	0
		モーメント法	4	1	0
	後期	最尤法	2	1	2
		モーメント法	4	1	0
道東	前期	最尤法	6	0	1
		モーメント法	7	0	0
	後期	最尤法	1	2	4
		モーメント法	5	1	1

<参考文献>

- 1) 気候変動リスク情報革新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 過去の気象データ検索
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>