渇水対策のための年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 ○西崎靖紘
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、日本各地で多雨傾向や少雨傾向が続くという異常事態が発生しており、降水量の定常性という従来の水文頻度分析における仮定が成り立たないケースが多々見受けられるようになっている。また、年降水量は減少傾向にあると言われていることから、利水計画を講じる上では、気候変動に伴う降水量の非定常性を前提とした計画が必要と考えられる。

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）と中国地方に位置する観測所における年降水量データ[2)]の非定常頻度分析を行い、25年間を定常とした頻度分析との結果の比較、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、年降水量は正規分布に従うものとし、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）を使用する。なお、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にて観測されたデータを用いて、研究対象地域の1979～2003年の年降水量データがある地点を抽出する。

（2）研究対象地点の位置に最も近いGCM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・世紀末の各気候のGCMデータを対象地点の値に対応させる。

ここで、バイアス補正とは、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データを補正することである。

（3）補正を行ったものを修正GCMデータとし、それらの各気候ごとの平均および分散を求める。

（4）正規分布の確率密度関数は式(1)で表される。

$$f(x) = (1/\sqrt{2\pi}\sigma \cdot \exp\{-(x-\mu)^2/2\sigma^2\} \quad (1)$$

したがって、(3）で求めた平均および分散を式(1)に代入することによって各気候それぞれの正規分布に則った関数が決定される。

（5）リターン・ピリオドTと確率密度関数（式（1））の間には、次のような関係が成立する。

$$\int_{-\infty}^{x} f(x)dx = \frac{1}{T} \quad (2)$$

一般的に利水計画は、5、10、20、30年に1度の渇水が対象とされているため、T＝5、10、20、30のそれぞれの確率降水量x_Tを求める。（5、10、20、30年非超過確率降水量を算出する）

3. 適用データ

用いる実測データは現在気候（1979～2003年）の年降水量のデータが全て揃っている観測所のデータのみを使用し、データが不完全（欠測および資料不足値）な地点は除外した。その結果、山口県10地点、島根県9地点、広島県12地点、鳥取県8地点、岡山県13地点の計52地点が対象となった。

4. 結果および考察

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した結果、次のようになった。前期ランで増加傾向を示した地点は山口県で9地点、島根県で1地点、広島県で9地点、鳥取県で2地点、岡山県で10地点であった。減少傾向を示した地点は各県ともに0地点で、ほとんど変化の見られない横ばい傾向を示した地点は島根県で4地点、広島県で1地点、鳥取県で3地点、岡山県で3地点、山口県のみ0地点であった。向こう何年間かは増加傾向で、その後減少傾向に転じる状態を示した地点は島根県、鳥取県でそれぞれ3地点、広島県で2地点、その他は0地点であった。逆に減少から

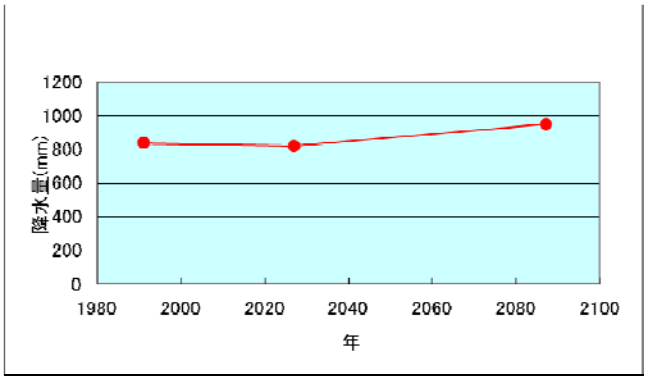
増加に転じる傾向を示した地点は山口県、島根県でそれぞれ 1 地点、その他は 0 地点であった。後期ランにおいても同様に分析を行い、前期ランと後期ランあわせて下表のような結果が得られた。

表－1　各地点の変化傾向

		増加する一方	減少する一方	変化なし	増加から減少に転じる	減少から増加に転じる
山口	前期	9	0	0	0	1
	後期	0	0	1	0	9
島根	前期	1	0	4	3	1
	後期	0	0	1	0	8
広島	前期	9	0	1	2	0
	後期	0	0	0	0	12
鳥取	前期	2	0	3	3	0
	後期	2	0	2	0	4
岡山	前期	10	0	3	0	0
	後期	3	0	3	0	7

表－1 より、前期ランと後期ランで確率降水量の変化に差異が生じていることが見て取れる。将来的に減少傾向が続く一方ということを示した地点は前期ラン、後期ランともになかった。前期ランの増加傾向を示す地点について考えた時、極端に地点が多い県と少ない県とではっきり分かれていることが分かった。また、後期ランの減少から増加に転じる傾向を示した地点の数は各県全てで総地点数の過半数以上を占めるという結果が得られた。地域的な特徴として、前期ランについて考えると山陽地方では増加傾向を示した地点が、一方で、山陰地方では横ばいの傾向や増加から減少に転じる傾向を示した地点がそれぞれ多いということ、後期ランについて見ると中国地方全体で減少から増加に転じる傾向が強いということが分かった。

次に、非定常頻度分析の結果を、各気候区分の 25 年間を定常とした頻度分析として求めてみる。後期ランにおける岡山観測所を例にとってみる。図－1 が分析結果のグラフで、赤い点が 25 年間を定常とした頻度分析のそれぞれが順に現在気候、近未来気候、世紀末気候の非定常頻度分析の結果である。この例では、これらの結果を比較してみると大きな違いはないことがわかる。非定常頻度分析では、25 年間という短いスパンでは定常であっても、現在気候や近未来気候、世紀末気候を比較する場合では非定常であると考えられる。以上のことを踏まえると、従来の全期間を定常と仮定することは、今後の計画策定において危険側の確率降水量を与えるケースが生じることが懸念される。信頼性については講演時に発表する。



図－1　年降水量の非定常頻度分析と定常頻度分析

5. まとめ

本研究では、GCM データを用いた年降水量の非定常頻度分析を行い、さらに、GCM 出力期間の 25 年間を定常とした場合との比較を行った。その結果、ほとんどの観測所で非超過確率降水量は、将来的に増加する傾向にあることがわかった。増加傾向にある理由としては、温暖化により海面からの蒸発量が増加し、大気中の水蒸気量が過飽和状態となることで降水へと発展するため降水量が増加すると考えられる。また、前期ランについて山陽地方と山陰地方で主な傾向がほぼはっきり二分したのは中国山地による影響が大きいのではないかと考えている。今回、各気候区分毎に 25 年を定常とみなして非定常頻度分析を行ったことについては、現在気候、近未来気候、世紀末気候を考慮に入れた長い年月というスパンで見れば、25 年を定常とした過程は非定常の一部とみなせるのではないかという考えによるためである。

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」の多大なるご支援を賜りました。記してここに謝意を表します。

〈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