

GCMデータを用いた年降水量の非定常頻度分析 ～新潟県を例として～

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	寒川	典昭
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
静岡県庁		田中	克樹
前信州大学工学部		山崎	基弘

1. はじめに

従来、土木工学の分野における利水・治水計画では、整備の目標として「100年に1回の洪水」や「10年に1回の渇水」といった規模の確率降水量を対象として策定されてきた。この場合に用いる水文頻度分析は、降水量の経年的時系列特性は時間的に変化しないという「降水量の定常性」を仮定している。

しかし、近年、今までの予測を大きく上回る洪水や渇水が頻発するなど、「降水量の定常性」の仮定のもとでは説明しにくいケースが多々見受けられるようになってきており、これらの現象に対処するためには、対象とする降水量データの原系列をそのまま非定常として取り扱う頻度分析手法が要求されると考えられる。

このような背景のもと、本稿は、日本の首都を含む広域関東圏のうち特に減少傾向が強かった新潟県を対象として¹⁾、利水計画(渇水対策)の策定に用いられる年降水量について、21世紀気候変動予測革新プログラムのGCMデータ²⁾(以下「GCMデータ」という)の現在気候(1979年～2003年)、近未来気候(2015年～2039年)、世紀末気候(2075年～2099年)の各気候区分を用いて分析し、計画の渇水指標である非超過確率降水量の挙動について考察するものである。なお、年降水量が従う母集団分布は正規分布とした。

2. 研究手順

- (1) 降水量データ：研究対象地域におけるGCMデータの現在気候に対応する1979年～2003年の年降水量データ³⁾を取得する。GCMデータは前期ランと後期ランがあるが、シミュレーション過程に改善が施された後期ランを用いる。
- (2) GCMデータのバイアス補正：研究対象地点に最も近いGCMデータに対して、簡便に、実観測データにより近づけるために、現在・近未来・世紀末の各気候のGCMデータに対して観測データとGCMデータの差をとり、その差の平均をGCMデータに加えてバイアス補正を行なう。
- (3) 移動部分標本の抽出：非超過確率降水量の算定に用いる母集団分布(正規分布)の母数が変化していると仮定したうえで、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データに対して11年移動部分標本を時系列に抽出する。ここで、移動部分標本の長さを11年としたのは、各気候区分で25年分のGCMデータからより多くの部分標本を得るために標本長さを短く取りたいこと、本稿における対象確率年が10年であること、中央値が取れる奇数年数としたいことから、便宜的に11年を標本長さとして用いた。
- (4) 非超過確率降水量の算定：抽出した移動部分標本の個々に対して、母数(μ : 11年移動平均, σ^2 : 11年移動分散)を推定する。さらに、推定した母数を用いて $T=5, 10, 20, 30$ 年非超過確率降水量を算定する。この時に用いる母集団分布としての正規分布の確率密度関数は(1)式に示すとおりであり、 T 年確率降水量は(1)式⁴⁾をもとに数値計算により求める。

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

キーワード：非定常頻度分析, 年降水量, 移動部分標本, GCMデータ, 確率降水量

連絡先：〒380-8553 長野県長野市若里4-17-1 信州大学工学部土木工学科 TEL: 026-269-5302

3. 適用するデータ

用いるデータは新潟県内に位置する 11 観測所の年降水量データ、およびそれら観測所近傍の GCM 後期ランの現在、近未来、世紀末の各気候区分データを対象とした。なお、1979 年～2003 年（現在気候対象期間）の観測データに不足や不備がある観測所は除いている。

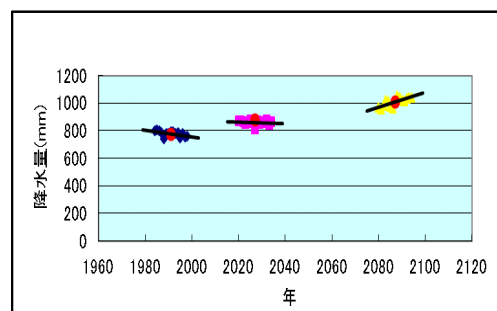
4. 結果および考察

図－1 は利水計画で常用される 10 年確率降水量について、11 年移動部分標本を用いて求めた非定常頻度分析による変化と、25 年を定常とした場合の各気候区分における確率降水量の一例として新潟観測所のケースを示したものである。図中 3 つのプロット群は各気候区分の変化を表している。この例の場合、非定常頻度分析では現在気候と近未来気候は減少傾向、世紀末気候は増加傾向を示している。定常分析の場合は各気候区分ごとにそれぞれ 1 つの確率降水量が算定される。また、各気候を総じて長期的な視点で見た場合、非定常、定常分析とも増加傾向にあり、このような場合、渇水については将来的な危険性は低いといえる。ただし、近未来気候では非定常頻度分析の近似直線より定常頻度分析の確率降水量の方が大きく見積もられており、計画降水量として危険側を与えていることになる。

また、表－1 は新潟県全域における変化傾向をまとめたものであり、各気候区分ごとの変化傾向に加え、現在－近未来－世紀末を通じた将来的変化傾向を示している。将来的変化は、単調増加・減少、凸型・凹型放物線に分類できるが、単調増加および凸型を増加傾向、単調減少および凹型を減少傾向とみて表中最右欄で評価している。表－1 より、現在気候では増加傾向、近未来気候では減少傾向を示す地点が多く、世紀末気候では増加・減少傾向がほぼ同数であることが見てとれる。また将来的には、増加傾向を示す地点が 2 地点、減少傾向を示す地点が 5 地点、ほぼ変化がない地点が 4 地点であり、新潟県では将来的な年降水量の減少が懸念される地域といえる。また紙面の都合上詳細は割愛するが、非定常頻度分析の結果と、各気候区分の 25 年間を定常とした頻度分析と比較した場合、相川を除く 9 地点で近未来気候および世紀末気候、1 地点で近未来気候において、定常分析による確率降水量の方が大きく見積もられる結果が得られており、このことは、従来の定常性を仮定した分析結果を用いることの危険性を示唆するものであると考える。

5. まとめ

本稿は、利水計画（渇水対策）の策定に用いられる年降水量について、減少傾向が強い新潟県を対象として、GCM 後期ランデータの現在気候、近未来気候、世紀末気候の各気候区分を用いて非定常分析を行い非超過確率降水量の挙動について考察したものである。また、各気候区分で非定常とした場合と定常とした場合についても考察を加えている。その結果、現在気候で増加傾向、近未来傾向で減少傾向を示す地点が多く、世紀末気候ではほぼ同数であった。また、各気候区分単独で見た場合、ほとんどの地点で定常分析の方が確率降水量が多く見積もられ、利水計画に対して危険側の算定結果を与えることが分かった。今後の課題としては、適用範囲を日本列島全域に拡張することを考えている。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。



図－1 年降水量の非定常頻度分析と定常頻度分析

表－1 各地点の変化傾向

	現在	近未来	世紀末	将来的
新潟	－	N	＋	＋
相川	＋	－	－	＋
高田	＋	＋	＋	－
下関	＋	－	－	N
新津	＋	－	＋	－
巻	＋	－	＋	N
津川	＋	－	－	N
長岡	＋	－	＋	－
柏崎	＋	－	＋	－
小国	＋	＋	－	－
湯沢	－	－	N	N

＋：増加傾向、－：減少傾向、N：ほぼ変化なし

＜参考文献＞ 1) 田中ら：平成 25 年度研究発表会講演概要集，土木学会中部支部，p159，2014. 2) 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. 3) 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> 4) 神田徹，藤田睦博：水文学－確率論的手法とその応用－，技報社，p31，1982.