

気候変動に伴う年降水量の非定常頻度分析～日本列島への適用～

信州大学大学院	学生会員	山本淳也
信州大学工学部	正会員	寒川典昭
元信州大学大学院	正会員	草刈智一
元京都大学防災研究所		小尻利治
京都大学防災研究所	正会員	浜口俊雄
信州大学工学部		田中克樹
信州大学工学部		森 剛大
信州大学工学部		山崎基弘

1. はじめに

日本列島の年降水量は年々増減を繰り返しているものの、長期的に考えると多くの地域で減少傾向を示し、その変動も年々大きくなってきている。このことは、日本列島全域で渇水の危険性が高まってきていることを示唆している。そこで、利水計画を講じる上では、従来の年降水量の定常性から脱却し、新たな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。

本稿は、利水計画に用いられる年降水量を対象として、非超過確率降水量の算定に用いる母集団が年々変化するという非定常性を前提の下、母集団分布のパラメータの時系列変化分析を行い、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、年降水量の母集団は正規分布に従うものとする。有意性の検定については有意水準5%、1%を用い、信頼区間の検討についても同様に5%、1%を用いている。

2. 研究手順

- (1) 研究の対象地域において、気象庁の主要観測所の中、データ数が30以上ある地点の年降水量を採用する。¹⁾ここで、データ数が十分な地点においても、途中で不完全なデータがある場合は研究の対象外とした。
- (2) 年降水量のそれぞれの時系列グラフから回帰方程式を求め、回帰係数について有意水準5%、1%で統計的有意検定を実施する。
- (3) 非超過確率降水量の算定に用いる正規分布が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捉えることを目的に、観測データに対して11年移動部分標本の時系列グラフを作成する。そこから母数(μ :11年移動平均, σ^2 :11年移動分散)を推定し、5, 10, 20, 30年非超過確率

降水量を算出する。このときに用いる正規分布の確率密度関数は以下の式で示される。²⁾

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

- (4) 回帰方程式を用いて平均、分散をそれぞれ外挿し、将来の非超過確率降水量を算出する。ただし、将来の降水量を求める場合には、信頼性を得るために、5%、1%信頼区間を算出している。このうち本稿では、利水計画に常用される10年非超過確率降水量について考察する。

ここで、11年移動部分標本を取り扱ったのは、太陽の黒点周期が11年であり、この黒点周期が水文量に関係していると言われているため、それぞれ11年の動きを捉えるためである。

3. 実データの適用

本稿では、例として長野観測所のデータについて述べることにする。そこで、「パラメータの経年変化を考慮した100年後の非超過確率降水量」の算定に用いる実データとして、長野観測所では1889年～2010年までの122年分を使用した。

なお、発表時には日本列島全域を取り扱う。

4. 結果および考察

- (1) 母数の経年変化

図-1、図-2はそれぞれ正規分布の母数である μ と σ^2 の経年変化を示したものである。この2つの母数は将来の非超過確率降水量を算出するうえで直線回帰させるため、信頼区間も一緒に載せている。

グラフから μ 、 σ^2 共に減少傾向にあることが分かる。このうち μ の減少は有意であるが、 σ^2 の減少は僅かであり、その有意性は認められなかった。日本列島では、ほとんどの地域で μ は有意な減少傾向、 σ^2 は有意な増

加傾向を示した。

(2) 正規分布の比較

図-3には直線回帰から推定した母数により算出される2005年の正規分布と2105年の正規分布の比較を示す。

式(1)からも分かるように、 μ が減少又は σ^2 が増加すると正規分布は左下に移動し、広がりが大きくなり結果的に非超過確率降水量は減少する。ここでは σ^2 は若干減少しているが、 μ が大きく減少しているため正規分布は左に移動している。日本列島では、ほとんどの地域で正規分布は左下に移動し、非超過確率降水量は年々減少する傾向にあることが分かる。

(3) 将来の非超過確率降水量の推定

図-4は将来までの非超過確率降水量を示したものである。非超過10年確率降水量は、2005年～2035年の30年間では106mmの減少、2005年～2105年の100年間では164mmの減少が見られる。

ここで100年後の非超過確率降水量を算出しているが、信頼区間を載せてはいるものの、 μ と σ^2 を直線回帰する上でどこまで信用してよいかはまだはっきりしていない。推定する年が近い方が正確なことは確かである。今後は、もっと精度の良い推定方法を検討するなど、さらなる研究が必要である。

5. あとがき

本稿は、非定常性の視点から、実データを用いて母集団分布の推定パラメータの時系列変化分析を行って、そこから算定される確率降水量の変化について研究を実施したものである。その結果、日本列島のほとんどの観測地点で非超過確率降水量は有意な減少傾向を示した。このことから、日本列島全域で渇水の危険性が年々高まってきていることが伺える。一部の地点では非超過確率降水量が増加傾向もしくは有意ではない減少傾向を示している。これは観測データが少ないことが原因と考えられるが、はっきりとしたことは分からない。今後は、非超過確率降水量が有意な減少傾向を示さない地点の地域的な原因の究明や上述したように他の精度の良い解析方法の検討等、さらなる研究を進めていきたい。

なお、本稿は例として主に長野観測所のデータだけを取り扱ったが、発表時には日本列島全域の研究結果を提示したいと考えている。又、GCMによる確率降水量の結果との比較も検討している。

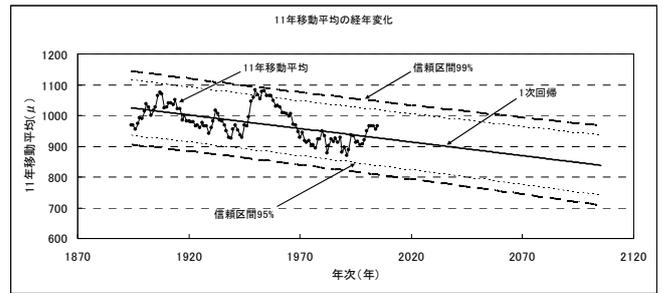


図-1 11年移動平均の経年変化(長野)

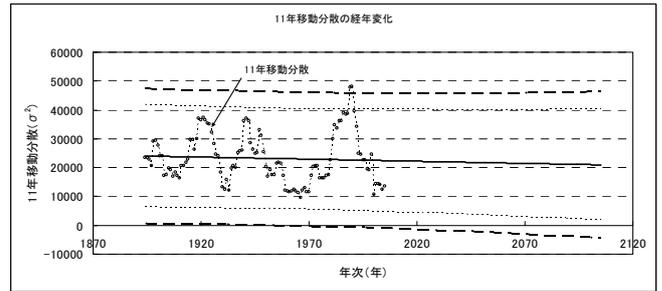


図-2 11年移動分散の経年変化(長野)

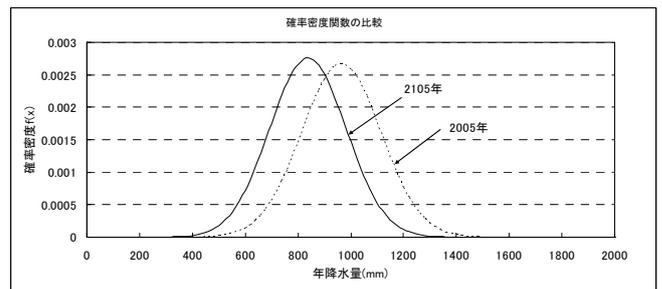


図-3 正規分布の比較(長野)

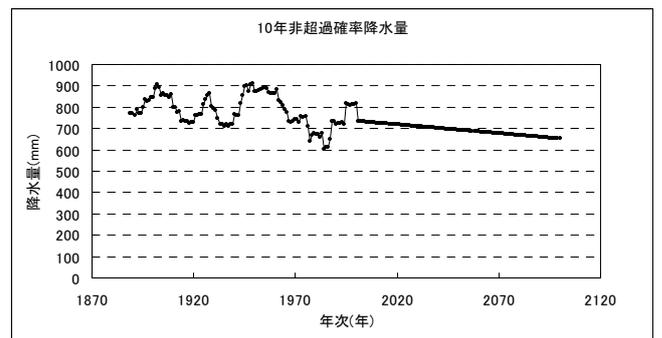


図-4 非超過10年確率降水量(長野)

<参考資料>

- 1) 気象庁, 気象統計情報,
<http://www.jma/menu/report.html>
- 2) 神田徹・藤田睦博: 水文学-確率論的手法とその応用-, 技報堂, p. 31, 1982年