土木学会第52回年次学術講演会（平成９年９月）

Ⅱ－186

観測誤差を考慮した歴史洪水資料の確率洪水評価への導入シミュレーションの研究

名古屋工業大学大学院　学生会員　岩崎誠一郎
名古屋工業大学　ﾌｪﾛｰ会員　長尾正志
名古屋工業大学　正会員　庄建治朗

1.はじめに

観測データの整っていない歴史時代の情報を用いて水文極値現象の確率分布や確率水文量を推定した場合の効果についてはMonte Carloシミュレーションにより評価されているが、歴史時代のデータの使用は標本数増加に寄与する一方で誤差の大きい標本を用いることによる悪影響も考えられる。本研究では、シミュレーション計算を行う際に計算機上で模擬発生させる標本として、歴史時代については人為的に誤差を含ませたものを用い、確率水文量などの推定精度にどの程度の影響を及ぼすか、また、どの位の標本数が適当か、いくつかのケースについて検討する。なお、本研究では極値水文量の分布はGumbel分布に、また観測誤差は正規分布に従うものとし、データには定常性、独立性を仮定している。

2.歴史洪水資料の確率モデルへの導入法

本研究では琵琶湖流域の極値水文量が従うと考えられるGumbel分布を分布モデルとして用いる。

Gumbel分布とは、確率密度関数および分布関数がそれぞれ次式

$$f(x)=\alpha\cdot\exp[-\alpha(x-\mu)-\exp\{-\alpha(x-\mu)\}],\quad F(x)=\exp[-\exp\{-\alpha(x-\mu)\}]\ \ldots\ldots \quad (1)$$

で与えられる極値分布である。平均値をm,標準偏差をσとすると、この関数のパラメータα,μは、

$$\mu=\mathrm{m}-0.455005\,\sigma,\quad \alpha=1.28255/\sigma\ \ldots\ldots \quad (2)$$

で与えられ、これを用いた積率法や最尤法などにより推定される。

本研究では、歴史時代のデータの取り扱いについて以下の４通りを想定し、確率分布モデルのパラメータの推定およびそれによって算定される適当な再現期間に相当する確率水文量の推定に関して、情報の与え方とその再現効果について比較・検討する[1)]。なお、毎年の水文量が正確に与えられている期間を近年時代(本研究では70年間)、一定規模(しきい値)以上の洪水が発生した場合のみ水文量が推定可能であり、それ以外の年度の水文量はしきい値以下であるという情報のみが得られる期間を歴史時代とし、さらに歴史時代については、時代の新旧により得られるデータの質・量ともに格差が存在するため、歴史時代を二つに大別し、それぞれを新しい順に歴史時代１(40年間)，歴史時代２(180年間)としておく。また、評価基準としては平方根平均平方誤差RMSEを用いる。

(a)最尤法Case1(MLE1)

これは歴史時代のデータについて、情報として与えられる値はすべて既知であると考え、情報が与えられない場合はしきい値以下としたモデルである。

(b)最尤法Case2(MLE2)

これは歴史時代のデータについて、情報として与えられた値をある幅の範囲内に存在すると考え、情報が与えられない場合はしきい値以下としたモデルである。ここでは誤差の幅を 30(Case2-1),60(Case2-2)の２通りを用いる。ここで用いた誤差の幅30,60は、それぞれパラメータμ(これは平均値に近い値と考えてよい)の真値300の１割、２割に相当する。

(c)最尤法Case3(MLE3)

これは歴史時代のデータについて値そのものは不明でしきい値を越えた回数のみが与えられるとしたモデルである。

最尤法、歴史洪水、シミュレーション

〒466　名古屋市昭和区御器所町　TEL 052-735-5480　FAX 052-735-5480

(d)積率法(PWM)

3. Monte Carlo シミュレーション

前出(a)～(d)のそれぞれのモデルについて、観測誤差を加えた場合のパラメータおよび確率水文量の推定精度を以下の手順により評価・検討する。

step1：本研究では琵琶湖流域の年最大 30 日雨量の分布を念頭においていることから、Gumbel 分布のパラメータは α=0.01, μ=300 と設定する。

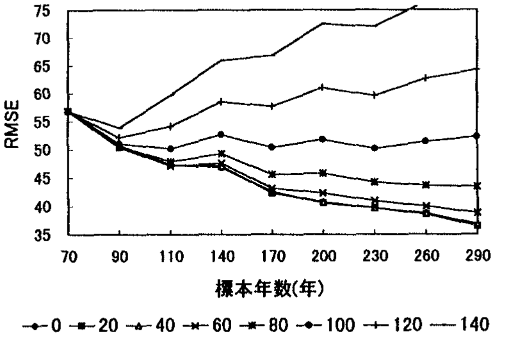
step2：仮定した分布にしたがう乱数を N(標本年数)個発生させ、そのうち 70 個を近年時代の標本とする。

step3：歴史時代の観測誤差として平均値０の正規分布に従う乱数を(N-70)個発生させ、step2 で発生させた乱数に加えたものを標本とする。標準誤差は 0～140 の範囲で変化させる。

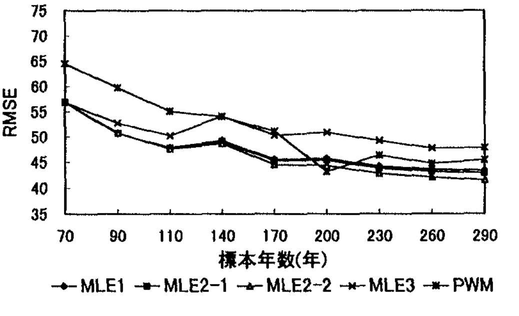
step4：step3 で得られた標本のうち歴史時代 1、2 についてはそれぞれ大きいものから 1/5、1/30 の標本をしきい値以上として、それぞれの推定法により母数を推定し、確率水文量を推定する。

step5：step2～4 を 500 回繰り返し、それぞれの推定法によるパラメータと確率水文量の推定値の平均値と RMSE を算定する。

以上の計算を近年時代 70 個の標本のみを用いた場合から順次標本数を増加させていき、種々の標本年数について行った。最尤法 Case1 について、8 通りの観測誤差に対し標本年数と再現期間 200 年に相当する確率水文量の推定値の RMSE との関係を図 1 に、観測誤差を 80 とした場合についてモデルごとに比較したものを図 2 に示す。



図—1 MLE1 について観測誤差を様々に加えた場合の RMSE の比較



図—2 観測誤差を 80 とした場合の各モデル毎の RMSE の比較

4. 結果

1)いずれのモデルを用いても観測誤差がある一定値(本研究の場合では平均的な観測値の 1/4 程度)までは、標本数の増大に伴い推定精度は確実に向上する。しかし誤差がさらに大きくなると標本年数の増加につれ RMSE が増大していく。(図 1)

2)誤差がある程度以上になると、歴史時代のデータにおいては、しきい値を越える値のみ既知として扱った場合(MLE1)と比較して、歴史時代のデータにある誤差幅を認めた場合(MLE2)の方が、推定値のばらつきは若干小さくなるようである。(図 2)

3)歴史時代のデータがしきい値を越えるか否かという扱いをする場合(MLE3)では確率水文量の偏り，ばらつきともに最尤法の他のケースに比べて大きくなる。

以上から誤差が小さいと考えられる場合は、値そのものを既知として扱う最尤法 Case1 が、誤差がある程度推測できる場合は、その誤差に応じた誤差幅を持たせた最尤法 Case2 が、誤差が極めて大きい場合は、近年時代のデータのみを用いた最尤推定法が適していると結論づけることができる。

参考文献

1)池淵周一・前田勝(1991)：歴史洪水資料を利用した計画降雨算定手法、京都大学防災研究所年報、34B-2, pp, 103～125