

京都大学防災研究所 正 員 池淵 周一
京 都 大 学 工 学 部 学 生 員○庄 建治朗

1. 概要 治水計画を立案する際、水文量の極値分布を表す確率分布モデルが用いられるが、この確率分布モデルの標本となる観測データは日本に於いては明治時代中期以降のせいぜい100年程度に過ぎず、このように標本数が十分でない場合、分布及び同定パラメーターの不確定性が大きな問題となる。しかし琵琶湖流域に関しては、古文書等の洪水記録や琵琶湖の水位観測記録から、明治時代以前についても水文量の再現がある程度可能であり、これらを確率分布モデルの標本として加えることが出来れば、モデルの大幅な精度向上が期待できる。そこで本研究では、琵琶湖水位に関する定量的な記録が得られる江戸時代中期、具体的には1718(享保3)年以降を対象に、これまでの古文書研究によって蒐集された歴史洪水史料を整理、総合することにより、明治時代以前の湖水位の復元を試みるとともに、確率分布モデルとしてGumbel分布を想定し、これに実際に歴史年代のデータを導入して最尤法によりモデルのパラメーター同定を行った。また導入したことによる効果についても検討を加えた。

2. 歴史洪水の復元 歴史年代の琵琶湖水位に関する定量記録としては、田畑の冠水深記録や定水位との比較、以前の水位との比較等がある¹⁾が、これらの定量記録では現在の水位基準(鳥居川量水標)とは異なった水位基準が用いられているため、これらの水位基準と鳥居川量水標との関係を明らかにしなければ現在の水位データと客観的に比較することができない。そこで、歴史年代の湖水位を推定する際に有用な水位基準として表1に示した6箇所に着目し、まずこれらの基準水位を鳥居川水位で表すことを試みた。この推定の際には琵琶湖の水面はつねに水平であることを仮定したうえで、同時に2箇所以上で観測された記録を拾い出してそれらの水位基準の相対的な関係を求めていくという方法を用いた。こうして求めた各水位基準の推定値を右に示す。さらに、これらの水位基準を用いて求めた歴史年代の年最高水位を鳥居川基準に換算した結果を図1に示す。

表1 基準水位の推定値	
水 位 基 準	推定値(m)
広屋の大石	2.326*
北山田・下笠(天保の浸漬前)	0.493
北山田・下笠(天保の浸漬後)	0.190
神崎郡新海村の定水杭	0.614
浅井郡大浜村の最低田面	0.627
滋賀郡堅田村の平均田面	0.485
野洲郡赤野井新田の最低田面	0.427

* 測量による実測値²⁾

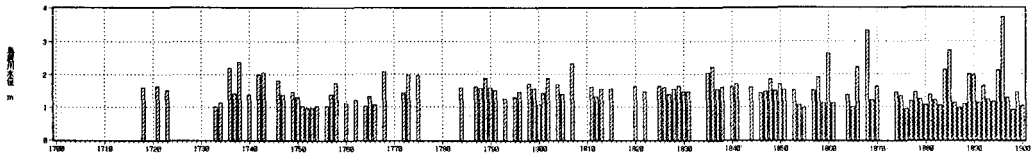


図1 推定年最高水位

3. 同質水文量への変換 以上のようにして得た洪水時のピーク水位及び迎水位は、瀬田川の疎通能力等、その時々により条件の異なる要因を含むため、確率分布モデルの標本として用いるためにはこれらの条件の違いが取り除かれた値に変換する必要がある。本研究では治水計画の対象とする水文量として、琵琶湖流域における年最大流域平均30日間降雨量、及び年最大30日雨量生起時のピーク水位を選んだ。

30日雨量の推定には文献3)の手法を使用したので詳細についてはそれを参照して頂きたい。但し、その際に必要となる瀬田川の流量曲線については、時代による変動を加味したものを用いた。すなわち、膳所藩の水位記録(北山田・下笠村)より歴史年代の常水位を求め、常水位の変化分だけ明治時代の流量曲線に補正を施したものをその時点での流量曲線として用いた。またピーク水位については、すべて瀬田川の疎通能力が明治時代初期の状態であったときにとったであろう値に換算し、これを確率水文量として用いた。換算の際、瀬田川の流出量が把握可能な1901年以降については、流入-貯留-流出の連続関係から水位を逆

Shuichi IKEBUCHI, Kenjiro SHO

算し、それ以前については流量曲線と同様に常水位の変化分だけの補正を加え、常水位を明治初期の状態に揃えることで流出能力の違いが取り除かれることとした。

4. 確率分布モデルへの導入 本研究では確率分布モデルのパラメーター同定は最尤法によって行った。その際、値の小さい領域で精度が低下するという歴史データの特長から、歴史年代についてはしきい値を設定し、しきい値を超える値が得られない年度は、全てしきい値以下であるという情報のみを使用するのが適当であると考えられる。但し、歴史年代でも1874年以降については、水位に関しては毎日のデータが存在し、必ずしも値の小さい領域でデータの精度が落ちるという性質のものではなく、しきい値という概念が意味をなさないという考え方も可能である。また、しきい値を超えるデータについても、データをどの程度信頼するかによって、幾通りかの扱い方が考えられる。このように考えると歴史データの導入方法として多くのケースが考えられるが、ここでは次の5通りで代表させることとしたい。ここで歴史時代Ⅰとは1874～1911年の、歴史時代Ⅱとは1718～1873年の、また近年時代とは各種の正確な水文データが得られる1912年以降の期間を指す。

MLE1-1 歴史時代Ⅰ、Ⅱのしきい値をそれぞれ0、1.7m(500mm)とし、歴史時代のしきい値を超えるデータについてはデータ値そのものが既知であると考えた場合。

MLE1-2 歴史時代Ⅰ、Ⅱともにしきい値を1.7m(500mm)とし、歴史時代のしきい値を超えるデータについてはデータ値そのものが既知であると考えた場合。

MLE2-1 歴史時代Ⅰ、Ⅱのしきい値をそれぞれ0、1.7m(500mm)とし、歴史時代のしきい値を超えるデータについてはデータ値が推定値を中心とする $\pm 0.4\text{m}(60\text{mm})$ の範囲内に存在するとした場合。

MLE2-2 歴史時代Ⅰ、Ⅱともにしきい値を1.7m(500mm)とし、歴史時代のしきい値を超えるデータについてはデータ値が推定値を中心とする $\pm 0.4\text{m}(60\text{mm})$ の範囲内に存在するとした場合。

MLE3 歴史時代Ⅰ、Ⅱともにしきい値を1.7m(500mm)とし、歴史時代のしきい値を超えるデータについてはしきい値を超えたという情報のみを使用する場合。

上記のうち歴史データを最も信頼したMLE1-1の場合について、歴史時代のデータを加味したことによる確率密度関数の変化を図2に示す。

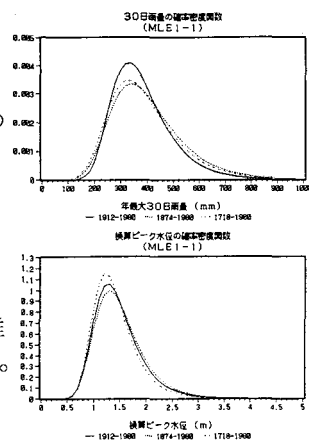


図2 歴史データの加味による確率密度関数の変化

5. 総括 図2の結果を見ると、特に換算ピーク水位については、近年データのみの場合に較べて歴史時代Ⅰのデータを加えた場合にはグラフが全体として大きい方に、また歴史時代Ⅱのデータをも加えた場合には逆にグラフが全体として小さい方に偏っていることがわかる。これは近年時代の標本に較べ、歴史時代Ⅰの標本は全体として大きく、歴史時代Ⅱのそれは全体として小さいことを示唆していると思われるが、その原因としては、(a)水位基準の推定誤差、(b)観測値の誤差または欠落、等が考えられる。特に(b)の要因については、しきい値を超える洪水が生じた場合でもその記録が欠落しており、しきい値以下として扱われた場合や、また記録が残っている場合でも、その観測値がピーク水位のものでなかったために実際よりも小さい値が用いられた場合等、この要因による誤差はつねにマイナスの方向に生じ、その結果として推定した分布はつねに実際の分布を過小評価した方向に偏るので注意が必要である。よって歴史時代Ⅱの標本がこの影響で全体として真値よりも小さい方向に偏っていることは十分考えられることであり、この問題の克服は30日雨量の推定精度向上や現象の非定常過程の問題と並んで当面の重要な課題であるといえる。

- 1) 近畿地方建設局琵琶湖工事事務所・水資源開発公団関西支社・滋賀県地方史研究家連絡会：琵琶湖の水位変動に関する記録の調査研究業務調査報告書、1988年3月
- 2) 近畿地方建設局琵琶湖工事事務所・水資源開発公団関西支社：琵琶湖の歴史洪水と洪水確率検討業務報告書、1987年3月
- 3) 池淵周一・前田勝：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、第34号B-2、1991年4月