

古日記天候記録を用いた琵琶湖歴史洪水の復元

名古屋工業大学 正会員 庄 建治朗

1. はじめに 琵琶湖流域は、歴史時代についても琵琶湖水位等、水文現象に関する定量記録が古記録から比較的豊富に得られる。琵琶湖疏水や瀬田川洗堰等による人為的操作が無かった歴史時代の琵琶湖からの流出流量は、湖水位から一意的に定まるため、 $H-Q$ （水位－流出）及び $H-V$ （水位－貯留）関係が既知であれば流入－貯留－流出の連続関係を用いて水位から流入量が逆算でき、さらに流出率を適当に仮定することにより降水量もある程度推定可能である¹⁾²⁾³⁾。ところが実際には、記録の性質上、歴史時代について水位データが得られるのは、せいぜい洪水継続期間の始まりと終わりについてのみであり、期間内の水位変化、或いは降雨の時間分布については何らかの形で仮定せざるを得なかった。

一方、歴史時代の降水状況に関するもう一つの有力な情報として古日記の天候記録がある。これには洪水期間内の降水状況を日単位で追うことができるという利点がある反面、記録が定性的であるため、降水量等と直接結びつけることは難しい。本研究では、天候記録から洪水継続期間内の降雨波形の概形を復元し、水位データと組み合わせて琵琶湖流域平均期間降雨量を推定するモデルを提案する。

2. 期間雨量推定モデル 本研究で用いた期間雨量推定モデルの概略は以下のとおりである。まず、 $H-Q$ （琵琶湖水位と瀬田川流出流量との関係式）、 $H-V$ （湖水位と琵琶湖貯水量との関係式）及び流出率（洪水継続期間の総降雨のうち期間内に琵琶湖に流入する比率）は次のように設定する¹⁾⁴⁾。

$$Q(H) = 52.73(H - \bar{H} + 1.771)^2$$

$$V(H) = (23.5528 \cdot H^2 + 718.4235 \cdot H) \times 10^6$$

$$f = 0.653$$

ここに、 H : 鳥居川水位(m), $\bar{H}$: 常水位(m), Q : 瀬田川流出流量(m^3/s), V : 琵琶湖貯水量(m^3), f : 流出率。

但し、 $f=0.653$ は1912-1980年の69年間で流域平均年最大30日降雨量が500mmを超えた13洪水に関する流出率の平均値である。

次に、期間雨量の算定手順を示す。

STEP1: 洪水継続期間の設定 湖水位が年最大値となるまでの約30日間を洪水継続期間として設定する。

STEP2: 降雨波形の仮定 膳所藩郡方日記（滋賀県立図書館蔵）の天候記録を基に、洪水継続期間の各日に次のような降水単位を日雨量の比として割り当てる⁵⁾。

無降雨（快晴、晴、曇等）：0、小雨：1、雨：2、大雨：5

但し、降雨が一時的であることが明らかな場合には、一日に占める降雨時間の割合を記述から推測し、上記の値に乗じる（大雨については一時的であっても5とする）。また、欠測はできる限り近隣地点の他記録で補うよう努めたが、それが得られない場合にはやむを得ず降水単位0を割り当てた。

以下、古記録等から得られた洪水継続期間の初日の水位（迎水位）と終わりの水位（ピーク水位）を条件として降水単位1に相当する降水量（単位降水量）を求める。なお本研究では迎水位及びピーク水位のデータには文献6)の復元値を用いている。

STEP3: 単位降水量 p_1 の初期値の設定 単位降水量 p_1 (mm)に適当な初期値を与えておく。

STEP4: 連続関係を用いた水位算定 流入－貯留－流出の連続関係からまず迎水位の翌日の水位を計算する。迎水位を H_0 、24時間後の水位を H_1 とすると、貯水量と流入量、流出量の間には、

$$V(H_1) = V(H_0) + \Sigma Q_{in} - \Sigma Q_{out}$$

の連続関係が成り立ち、 H_0 及び $H-V$ から H_1 が計算できる。ここで24時間流入量、流出量の算定には、

本研究では次式を用いる。

$$\Sigma Q_{in} = pp_1(3170 \cdot f + 680) \times 10^3$$

$$\Sigma Q_{out} = Q(H_0) \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24$$

ここに、 ΣQ_{in} :流入量(m^3), ΣQ_{out} :流出量(m^3),

p :降水単位, p_1 :単位降水量(mm)。

また、 $3170(km^3)$:琵琶湖流域のうち湖面を除いた部分の面積、 $680(km^3)$:琵琶湖湖面積。

上の関係式を繰り返し適用して洪水継続期間の各日の水位を順次計算し、最終水位を求める。

STEP5: 単位降水量の修正 STEP4で計算した最終水位が古記録によるピーク水位に一致していなければ p_1 の値を修正し、一致するまで修正と STEP4の計算を繰り返す。

STEP6: 流域平均総降雨量の算定 ピーク水位の条件に適合する p_1 の値が得られれば、洪水継続期間の降水単位を総計し、それに p_1 を乗じて流域平均降雨量とする。

図1は上記のモデルを1848(嘉永元)年の洪水に適用し、流域平均30日降雨量を推定した例である。

3. 近年洪水への適用 モデルの有効性を検証するため、本モデルを1912-1980年の69年間のうち、融雪洪水を除く67洪水に適用し、流域平均25日降雨量を推定してみた。但し、迎水位及びピーク水位のデータには、瀬田川疎通能力を瀬田川洗堰設置前の条件に計算しなおした値を用い、天候は大阪の日降水量データより、1mm未満:無降雨、1~10mm:小雨、10~30mm:雨、30mm以上:大雨、とした。モデルによる推定値と実績値との相関を図2に示す。相関係数は0.901、推定値のRMSEは57.1mmであった。ここでは天候の記載漏れや水位観測に伴う誤差が考慮されていないが、モデルの有効性を示す結果といつてよからう。

4. おわりに 本研究では日単位で降雨波形を復元するための手懸かりとして歴史天候記録に着目したが、こうした天候記録は本来的に主観的なものであり、多くの欠測や降雨の見落とし等を含んでいる可能性がある(特に「雨」と「大雨」の区分はかなり不正確と考えられる)。また、本モデルでは琵琶湖流域の西南端に位置する膳所の天候で流域全体を代表させているが、その妥当性についても検討を要する。こうした点をチェックし、信頼性を高めるためにはできるだけ多くの記録を集め、相互に比較対照していくほかない。今後とも歴史天候記録の史料数、地点数の増加に努め、天候復元をより正確かつ詳細なものにしていきたい。また、本モデルでは流入量の算定でかなり単純な仮定を置いたが、タンクモデル等、より実現性に即したモデルの導入についても検討し、雨量推定精度の向上を図るとともに洪水期以外にも適用可能な汎用性のあるモデルにしていきたい。

参考文献

- 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(1986): 琵琶湖の歴史洪水と洪水確率検討業務調査報告書
- 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(1987): 琵琶湖の歴史洪水と洪水確率検討業務調査報告書
- 3) 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
- 4) 池淵周一・庄建治朗・宮井宏(1995): 琵琶湖の歴史洪水の復元とその定性的検証, 水文・水資源学会誌, 8(1), pp.67-78
- 5) 吉村稔(1993): 古気候の復元と歴史天候データベース, 地学雑誌, 102(2), pp.131-143
- 6) 庄建治朗(1994): 琵琶湖の歴史洪水の復元とその定性的検証, 京都大学工学部卒業論文

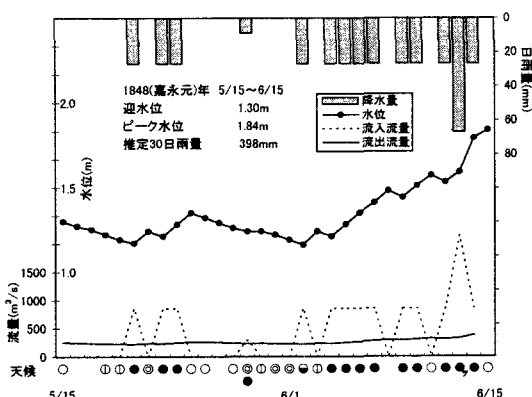


図1 1848(嘉永元)年洪水の復元結果

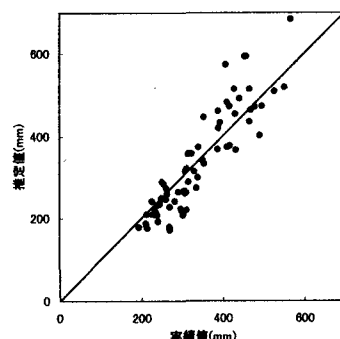


図2 モデルによる推定値と実績値との相関