

流出モデルを用いた水位流量曲線作成手法の精度に関する考察

徳島大学大学院 学生員 ○山下 瑛人
 徳島大学大学院 正会員 田村 隆雄
 徳島大学大学院 正会員 武藤 裕則

1. 研究の背景と目的 洪水評価, 河道計画, 河川環境評価等, 広く利用される水位-流量曲線(以下, H-Q 曲線)を作成するには現地での流速観測が必須であるが, 時間と人手がかかるほか危険も伴う. そこで新たな手法として, 著者らのグループでは国土交通省や自治体が設置している水位, 雨量観測所から容易に入手できる水位, 雨量データと, 流出モデル, 水位-流量モデルを使用して H-Q 曲線を作成する手法(以下, モデル法)を提案した¹⁾. しかし, この手法による H-Q 曲線の精度についてはまだ十分な検証がなされていない. また雨量データから間接的に流量を求めるため, 流域内での降雨分布が不均一だとモデルに入力する平均雨量を正しく評価できず, H-Q 曲線の再現精度が悪くなる可能性もある. そこで本研究ではこの点を考慮して, モデル法に使用する洪水イベント数を変えた3つのパターンで H-Q 曲線を作成し, 従来手法(以下, 従来法)で作成された H-Q 曲線と比較し, モデル法の精度について考察を行う.

2. H-Q 曲線作成手法の概要 図-1 にモデル法による H-Q 曲線の作成手順を示す. まず国土交通省の水文水質データベースから入手した雨量データを流出モデルに入力し, 流量ハイドログラフを試算する. 本研究では流出モデルとして地表面流分離直列 2 段モデルを使用する. 次に試算した流量ハイドログラフを 2 次曲線 ($Q = \rho(H + \omega)^2$) を基礎とした水位-流量モデル¹⁾に入力し, 水位ハイドログラフに変換する. そして観測水位データと試算水位ハイドログラフが一致するようにタンクモデルと水位-流量モデルのパラメータを決定する. 適切なモデルパラメータで計算した流量ハイドログラフは確からしいものとなるので, 水位ハイドログラフと合わせて H-Q 曲線を作成することができる.

3. 対象流域と使用データ 本研究では観測雨量データの質と量が H-Q 曲線の精度にどのような影響を及ぼすか考察する. そのため, まず流域内の雨量観測所の数, 配置が異なる 2 つの実流域で H-Q 曲線を作成する. 1 つは図-2 に示す四万十川・栗ノ木観測所上流域(高知県四万十町, 流域面積 164.53km²)である. もう 1 つは図-3 に示す重信川・表川観測所上流域(愛媛県東温市, 流域面積 66.15km²)である. 次に実際の降雨分布は不均一であると考えられるため, 使用する洪水イベント数を変えて H-Q 曲線を作成する. 具体的に説明すると表-1, 表-2 は近年両流域で観測された洪水について, ピーク水位に注目して上位 5 つを示したものであるが, ピーク水位が最も大きい①のみを使ってモデル法で H-Q 曲線を作成した場合(パターン 1), 上位 3 つを使った場合(パターン 2), 5 つ全てを使った場合(パターン 3)について, 精度の比較検討を行う.

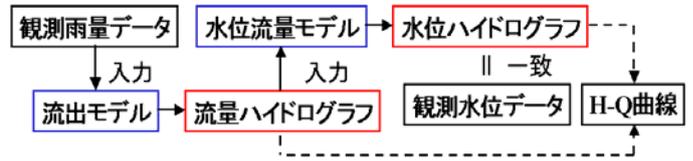


図-1 モデル法を用いたH-Q曲線作成手法の手順

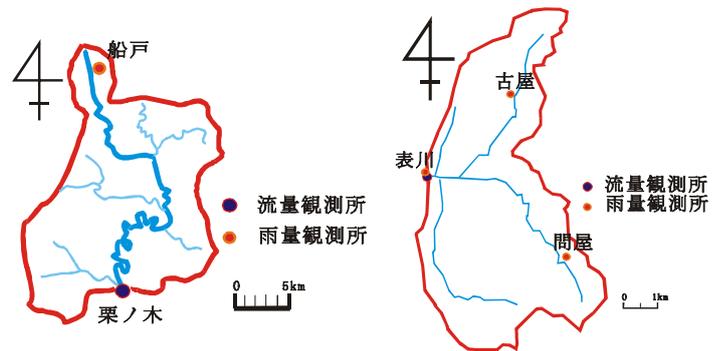


図-2 栗ノ木観測所上流域

図-3 表川観測所上流域

表-1 栗ノ木観測所上流域の使用イベント

対象期間	ピーク水位	総雨量
① 2004/10/18~21	8.95m	609mm
② 2005/9/14~17	8.14m	968mm
③ 2004/8/28~31	7.06m	366mm
④ 2004/6/19~22	6.98m	519mm
⑤ 2006/8/26~29	4.84m	585mm

表-2 表川観測所上流域の使用イベント

対象期間	ピーク水位	総雨量
① 2004/9/27~30	3.40m	170mm
② 2004/10/18~21	3.36m	287mm
③ 2010/7/10~13	3.28m	177mm
④ 2005/9/4~7	3.02m	306mm
⑤ 2010/6/24~27	2.82m	220mm

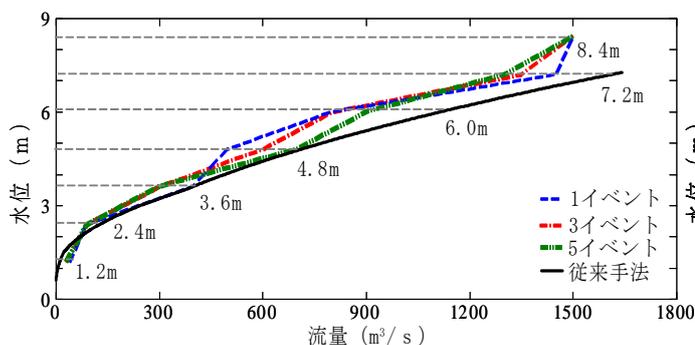


図-4 栗ノ木観測所上流域におけるH-Q曲線

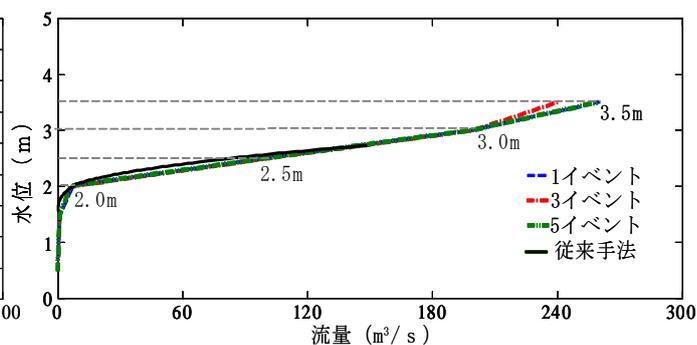


図-5 表川観測所上流域におけるH-Q曲線

4. 作成された H-Q 曲線 降雨分布に極端な偏りがある洪水イベントがあっても洪水イベント数を増やせば、H-Q 曲線の精度に与える影響が小さくなるであろうという仮定で、図-4、図-5 に使用イベント数を変えてモデル法で作成した H-Q 曲線と従来法で作成した H-Q 曲線を示す。横軸が流量(m^3/s)、縦軸が水位(m)である。栗ノ木観測所上流域では、モデル法で作成した H-Q 曲線ほどのパターンでも従来法で作成した H-Q 曲線とは一致しなかった。特徴としては低水位から高水位になるほど差が大きくなった。例えば水位が 6m の場合、実測流量は $1,113m^3/s$ であるのに対し、モデル法の流量はパターン 1 で $800m^3/s$ 、パターン 2 で $800m^3/s$ 、パターン 3 で $900m^3/s$ と実測流量に対して 19%~28%も小さくなった。次に表川観測所上流域では、H-Q 曲線は実測により水位 2.73m まで作成されているが、モデル法で作成した H-Q 曲線はどのパターンであってもほぼ一致した。

5. 考察 栗ノ木観測所上流域において従来法とモデル法による H-Q 曲線が大きく異なった理由として、流域内に 1 つしかない雨量観測所の船戸雨量観測所が流域最北端に位置しているため、流出モデルに入力する流域平均雨量の評価が正しく行えなかったことが推察される。一方で表川観測所ではモデル法で作成した H-Q 曲線は従来法で作成した H-Q 曲線と低水位から高水位までほぼ一致したが、この理由として、流域面積が栗ノ木観測所上流域に比べて小さく、しかも流域内に雨量観測所が均等であることから、モデルに入力する流域平均雨量を比較的精度良く算定することができたのではないかと考えている。

精度の良い H-Q 曲線の作成に必要な洪水イベント数を検討するため、従来法で作成した H-Q 曲線の水位の区間内(栗ノ木観測所上流域の H-Q 曲線は水位 1.2m~7.2m、表側観測所上流域の H-Q 曲線の水位は 1.6m~2.7m)で 10cm ごとに流量差を計算し、平均流量誤差を求めた。表川観測所上流域の H-Q 曲線の平均流量誤差はパターン 1 で $9.12m^3/s$ 、パターン 2 で $9.12m^3/s$ 、パターン 3 で $9.6m^3/s$ となった。このことから、表川観測所上流域のような流域内に雨量観測所が均等に配置されていた場合、イベント数は 1 つでも十分精度の良い結果が得られると考える。一方、栗ノ木観測所上流域の H-Q 曲線の平均流量誤差は、パターン 1 で $120m^3/s$ 、パターン 2 で $130m^3/s$ 、パターン 3 で $96.1m^3/s$ となった。このことから、栗ノ木観測所上流域のような流域内の雨量観測所の位置が偏っている場合、数が少ない場合でも、使用するイベント数を増やすことで精度の向上をはかることができる見通しを得た。

6. 結論 モデル法では流域内の雨量観測所の数が多く、位置が均等に配置されている場合、使用する洪水イベントは 1 つでも精度の良い H-Q 曲線が得られることがわかった。また雨量観測所の数が少なく、配置が不均等である場合であっても使用する洪水イベント数を増やすことで精度の向上をはかることができる見通しを得た。本手法は安価なロガー付き水位計と雨量計を設置するだけで H-Q 曲線を作成できる(流量評価ができる)という大きなメリットがある。今後は適用流域を増やし、実用に耐えうる H-Q 曲線を作成するための手法を確立していきたい。

参考文献 1) 田村隆雄, 端野道夫, 橋大樹: 流量・水位データを使用した H-Q 曲線の作成手法, 平成 18 年自然災害フォーラム論文集, pp.1-8, 土木学会四国支部, 2006 年。