

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

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

1. 研究の目的と背景 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流速観測を行う必要があるが, 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. 最も心配されるのは, 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があることである. そこで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ために, 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²⁾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. 次に推定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-流量モデルに入力し, 推定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 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 に示す土器川・明神川流域(香川県仲多度郡, 流域面積 37.21 km²)である. 2 つ目は図-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 66.15 km²)である. 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. 具体的な説明をすると, 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, 精度の比較を行う. 使用するイベント数が多いほど, 平均的な H-Q 曲線が得られると考えた.

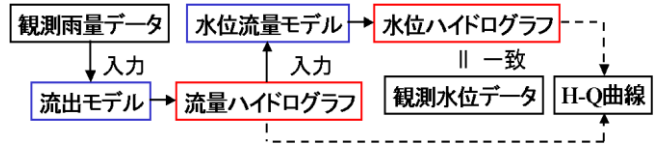


図-1 モデル法を用いたH-Q曲線作成手法の概要

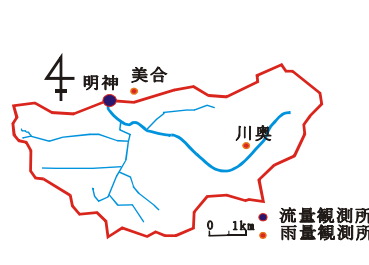


図-2 明神観測所上流域

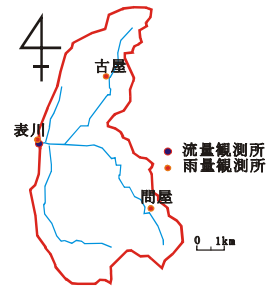


図-3 表川観測所上流域

表-1 明神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 2005/9/4~7	3.35m	285mm
② 2004/9/27~31	3.30m	125mm
③ 2009/8/8~11	2.05m	154mm
④ 2004/8/28~31	1.95m	120mm
⑤ 2010/6/24~27	1.50m	101mm

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

キーワード 水位-流量曲線, 流出モデル, 降雨分布, 洪水, 精度

連絡先 〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町 2-1 徳島大学工学部建設工学科 TEL088-656-9407

4. モデル法による H-Q 曲線 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. 明神観測所上流域では, モデル法で作成した H-Q 曲線は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. 例えば, 水位が 2m の場合, 従来法の観測流量は $134m^3/s$ であるのに対し, モデル法の流量はパターン 1 で $50m^3/s$, パターン 2 で $50m^3/s$, パターン 3 で $50m^3/s$ と実測流量に対して 62% 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もほぼ一致した.

5. 考察 明神観測所上流域ではモデル法で作成した H-Q 曲線は従来手法で作成した H-Q 曲線と一致しなかった. しかし, 従来法で作成した H-Q 曲線をもとにイベント①の水収支を計算すると総流出高が 534mm に対して総雨量が 285mm となり, 総流出高が総雨量を越えてしまう. イベント③でも同様な結果が得られた. そのため, 従来法で作成された H-Q 曲線は適当でない可能性がある.

一方, 表川観測所上流域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. この理由として, 流域内に雨量観測所が均等に配置されていることから, 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 曲線作成に必要な洪水イベント数を検討するため, 表川観測所上流域において, 従来手法で作成した H-Q 曲線の水位の区間内(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. 結果, 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, 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. また, 図-6, 図-7 に示したそれぞれの観測所の河川を比較すると, 表川観測所の河川は明神観測所に比べ, 横断面形状は簡単で, 河床面も滑らかである. このことからモデル法は表川観測所のような簡単な横断面形状, 河床面を持つ河川には充分適用できると今回の研究で確認できた.

6. 結論 モデル法では流域内の雨量観測所の数が多く, 均等に配置されており, 簡単な横断面形状を有する河川であれば, 使用する洪水イベント数が 1 つでも従来法と変わらない H-Q 曲線を作成できることがわかった. 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, 横断面形状が複雑な河川や雨量観測所の数が少ない流域でも, 適用可能な H-Q 曲線作成手法としていきたい.

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, 社会法人土木学会四国支部, 2006 年

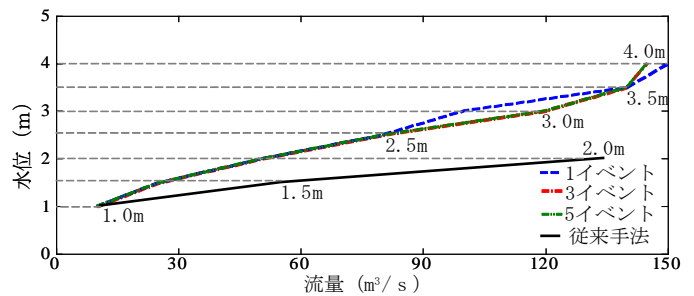


図-4 明神観測所上流域におけるH-Q曲線

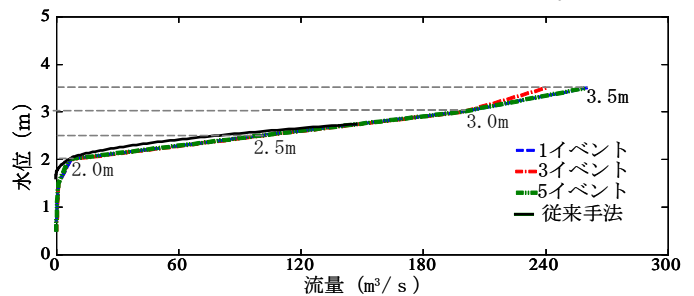


図-5 表川観測所上流域におけるH-Q曲線



図-6 明神観測所の横断面及び河床面



図-7 表川観測所の横断面及び河床面