

平成 26 年台風 11 号における那賀川古庄地点における洪水流量評価

徳島大学 学生会員 松本彩那

徳島大学 正会員 田村隆雄

徳島大学 正会員 武藤裕則

1. 研究の背景と目的 平成 26(2014)年台風 11 号は一級河川・那賀川流域に大雨をもたらし、古庄水位流量観測所において既往最大水位 8.0m、最大流量 $9,500 \text{ m}^3/\text{s}$ が記録された。一方、川口ダム下流の最大雨量は 43 mm/hr であり、ピーク流出係数は $1.29 (>1.00)$ と計算され、観測流量は雨量に見合ったものではない可能性がある。そこで本研究では「雨量は正確に観測されている」という前提で、観測雨量に見合った最大流量と水位－流量曲線(以下、H-Q 曲線)を水位－雨量変換モデルを組み込んだ流出モデルを用いて推定し、浮子測法によって観測された最大流量および H-Q 曲線について考察する。

2. 解析対象流域と流出解析の手法 解析対象流域を図 1 に示す。川口ダムを上流端とし、赤松川、谷内川、中山川、加茂谷川の合流があり、古庄水位流量観測所を末端とする、流路 35.7 km 、流域面積 168.6 km^2 の流域である。古庄水位流量観測所の高水流量観測には浮子測法が使用されている。流域面積の 58.1%を前述した 4 支川が占める。各支川には末端に水位ロガーが設置されている。流出解析には H-Q 曲線モデルを組み込んだ地表面流分離直列 2 段タンクモデルと修正 Muskingum-Cunge 法を組み合わせた分布型流出モデルを使用した。雨量を入力して水位ハイドログラフを再現することにより解析対象洪水における H-Q 曲線とタンクモデルのパラメータを決定し、ピーク流出量を推定する。分布型流出モデルの精度向上のために、まず主要 4 支川の流出モデルを作成する。具体的には H26 年台風 11 号以外の 2 つの洪水イベントを使用して各支川の洪水水位ハイドログラフを精度良く再現可能なパラメータ組を同定する。次にそのパラメータ組を川口ダム～古庄間の分布型モデルに組み込んで平成 26 年台風 11 号を対象として残流域のパラメータを同定する。分布型流出モデルに入力する雨量はティーセン法で求めた。使用した雨量計とティーセン分割図を図 2 に示す。モデルに組み込んだ古庄地点の H-Q 曲線は、6 つの曲線式(水位 $0.0\sim 1.9 \text{ m}$, $1.9\sim 2.4 \text{ m}$, $2.4\sim 2.8 \text{ m}$, $2.8\sim 4.7 \text{ m}$, $4.7\sim 7.9 \text{ m}$, $7.9\sim 8.2 \text{ m}$)を連結して構成される。解析手順は流出モデルに雨量を入力して推算される流量を H-Q 曲線モデルで水位に変換し、それが観測水位ハイドログラフに一致するように流出モデルと H-Q 変換モデルのパラメータを同定するというものである。モデル構造とパラメータ同定手法の詳細は参考文献 1)を参照されたい。

3. 水位ハイドログラフの再現結果 主要支川の洪水水位ハイドロ



図 1 解析対象流域



図 2 使用した雨量計とティーセン分割図

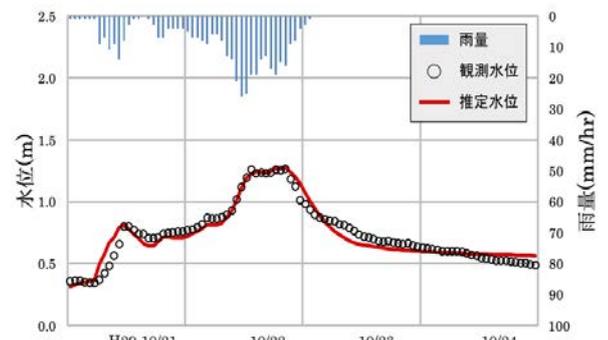


図 3 加茂谷川の水水位ハイドログラフ再現結果

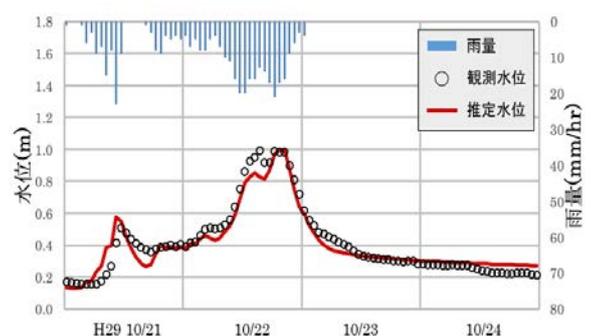


図 4 中山川の水水位ハイドログラフ再現結果

グラフ再現例として平成 29 年 10 月 21 日～24 日における加茂谷川と中山川の結果を図 3, 図 4 に示す. 解析期間を通じて観測値と推定値の平均二乗誤差はともに 7.4%であった. 次に平成 26 年 8 月 8 日～11 日における古庄地点の水位ハイドログラフの再現結果を図 5 に示す. 解析期間全体における観測値と再現値の平均二乗誤差は 12.7%であり, ピーク水位時における誤差は 0.6%(再現水位 7.95m)であった.

4. 最大流量と水位-流量曲線の推定結果 古庄地点における H-Q 曲線の推定結果を図 6 に示す. 青点が観測値, 赤線が推定曲線である. 推定最大流量は 8,400 m³/s であった. この妥当性をピーク流出率より評価する. ピーク流出率とは最大雨量に対する最大流出量の比で 1 より小さくなる. 合理式における流出係数と同じと考えてよい. 観測最大降雨強度は 43mm/hr(流域平均値)であり, 解析対象流域の流出量は推定最大流量から川口ダムピーク放流量 6,800m³/s を差し引いて 1,600 m³/s(流出高 34.2mm/hr)と見積もられた. その結果, ピーク流出係数は 0.74 となり, 水収支の観点から妥当な結果と判断する. 次に H-Q 曲線を比較すると, 水位 0.0~7.9m の観測流量と推定流量の平均二乗誤差は, 9.3%であった. 内訳を示すと, 水位 0.0m~2.8m は 5.0%, 2.8~4.7m は 12.1%, 4.7m 以上は 11.3%と, 水位 2.8m 以上で大きな差が認められた. 観測流量が雨量より大きくなった理由として水位 2.8m 以上の流量が過大に評価されていることが考えられる. 図 7 に古庄浮子選択横断面を示す. これと図 6 の推定水位-流量曲線を比べる. 最左岸側の断面①では水位が約 2.0m 以上になると区間幅が大きくなるにしたがって浮子投入位置が河川中央に偏ることが分かる. また水位が 4.7m を超えると最右岸側の断面⑥の流量観測が始まる. 一般的に岸边付近は植生等の影響を受けて流速分布が大きくなると考えられる. したがって左右兩岸の断面の流量計算において, 平均流速が正確に計測できていなかったり, 更正係数が適切でなかったりしている可能性があるために, 雨量に見合わない大きな流量が観測されたと考える.

5. 結論 一級河川・那賀川古庄地点において既往最大流量となる 9,500m³/s が観測された平成 26 年台風 11 号洪水に, 水位・雨量データを用いた流出解析法を適用して雨量に見合う最大流量を推定した. その結果, 最大流量は 8,400m³/s(ピーク流出率 0.74)と推定され, 流量観測値より約 12%小さくなった. 本研究で推定した流量は雨量に見合うものではあるが間接的に得られたものである. したがって最終的には直接流量観測による検証, 例えば超音波流速計を用いた流量観測による検証が必要である. また本研究が正しいと仮定した観測雨量の精度も検証が必要である. なお本研究では森林の遮断蒸発量を考慮していないため, 推定流量はもう少し小さくなる可能性がある.

謝辞:雨量, 水位, 川口ダム放流量データを提供していただきました国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所, 徳島県県土整備部に感謝の意を表します.

参考文献:1) 田村隆雄, 端野道夫, 橘大樹;一般中小河川にも適用可能な雨量・水位データを用いた流出解析モデルパラメータ同定手法, 水工学論文集, 第 50 巻, pp.355-360, 2006 年 2 月.

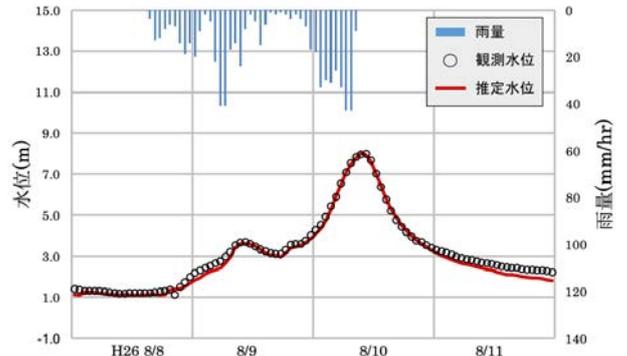


図 5 古庄地点の水位ハイドログラフ再現結果

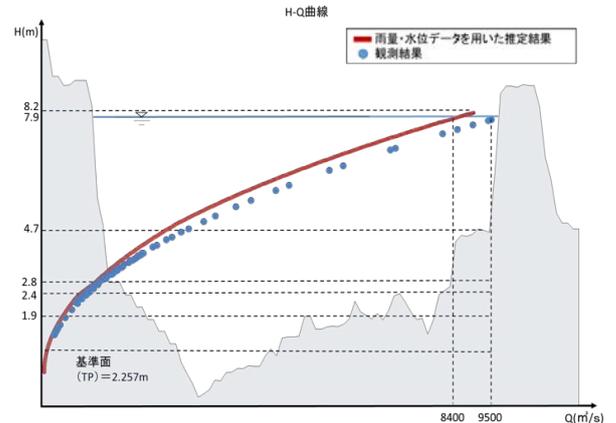


図 6 水位-流量曲線の推定結果

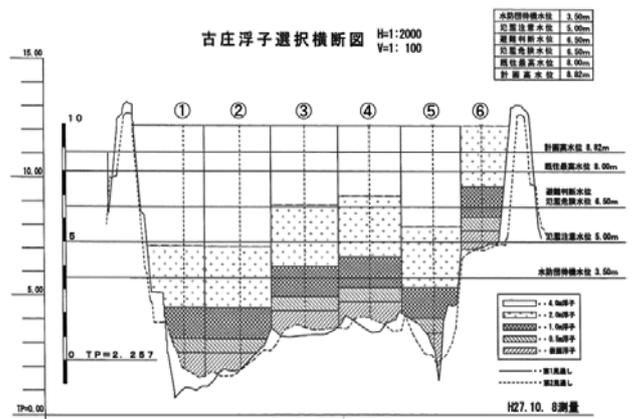


図 7 古庄浮子選択横断面図