

53 山地流域における洪水ピーク流量予測手法の改良のための検討

国土交通省関東地方整備局 ○杵淵新一 城ヶ崎正人
 独立行政法人土木研究所 仲野公章
 国土交通省国土技術政策総合研究所 笹原克夫

1. 目的

砂防施設の設計を実施するにあたり、水通し断面の設計や安定計算を実施する際に、降雨量から流量算定を実施する。

降雨量と出水の関係が実測から求められる場合は、その関係から算定するが、その他の場合は、合理式によって求めている¹⁾。また、中小河川などで洪水調節を含まない場合には、合理式による確率ピーク流量を計画の基礎とすることが多い。

このため、合理式によるピーク流量推定について、種々の実測値と計算値を比較し計算値の信頼性の向上を図ることを本検討の目的とする。

2. 対象流域

合理式の適用範囲は、流域面積40km²程度以下の流域と考えられるが、流域・降雨条件が一樣と見なされる場合には、より大きな流域にも適用される。²⁾

よって、本検討における対象流域は、上記に加えて砂防事業を実施している河川の流域規模を勘案して、概ね流域面積100km²以下で下流端に流量観測所がある箇所を抽出した。また参考のため流域面積200~500km²の流域についても併せて検討した。

項目		鬼怒川	平湯川	小鴨川	重信川	女川	大戸川
流域諸元	流域面積:A	km ² 27.22	30.9	138.03	55.3	83.2	177.7
	主流路長:L	m 9918	7,800	29160	14000	23400	34,100
	標高差:H	m 693	1183	1033	820	495.5	430
	平均河床勾配S	1/n 1/14	1/6.59	28.2	1/17	47	1/79.3
	主な地質	破碎帯地帯	火山噴出物	火山噴出物	花崗岩地帯	花崗岩地帯	花崗岩地帯
解析対象データ	6	8	12	7	9	6	

項目		安倍川	松川	富士川	渡良瀬川	吾妻川	小渋川
流域諸元	流域面積:A	km ² 535.7	54.7	98.3	27.22	30.8	295
	主流路長:L	m 49900	7850	19700	11,500	11,500	27,608
	標高差:H	m 1985	905	1569	1,120	1,180	2,460
	平均河床勾配S	1/n 25.1	1/8.7	1/12.6	1/10.3	9.7	11
	主な地質	第3紀層地帯	その他の地帯	第3紀層地帯	第3紀層地帯	火山噴出物	その他の地帯
解析対象データ	7	6	6	6	6	6	

3. 解析方法

観測データは、概ね平成元年以降の流量データ及び雨量観測データから、洪水ハイドログラフと降雨のハイエトグラフ（時間雨量）を求めた。

これらにより洪水時の総雨量、有効雨量、洪水到達時間、先行雨量を求めた。ここで洪水到達時間（T₀）については石原・高棹による洪水の方法³⁾を用いた。先行雨量については実効雨量を用い、半減期を1日とした。また洪水到達時間内の平均雨量強度を求め、それをもとに各洪水毎の流量から、合理式の流出係数を逆算した。これらに基づき合理式の流出係数と降雨パラメータの関係を検討した。

3.1 損失機構

対象流域の損失特性を把握するため、既存資料の各洪水において計測した総雨量と総損失雨量の関係について検討した。

この関係より降雨量に関係なく損失量は100mm以内とほぼ一定値をとるようである。また、花崗岩地域や火山噴出物地域等の地質別の差異はあまり見られていない。

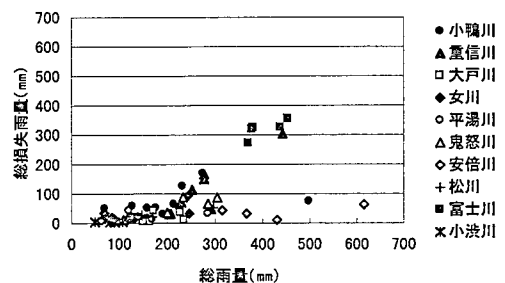


図-1 総雨量と総損失雨量

3.2 ピーク流量と洪水到達時間

(1) 洪水到達時間

角屋らは洪水到達時間を推定する経験式として特性曲線法の理論に基づき次式を提案している⁴⁾。

$$t_p = C A^{0.22} \gamma_e^{-0.35} \dots \dots \dots (1)$$

ここでC:流域固有の定数(丘陵地で290,市街化地域で60~90程度)、A:流域面積(km²)、 γ_e =有効降雨強度(mm)

上記、式(1)は合理式

$$q_p = \alpha \gamma_e A \dots \dots \dots (2)$$

を用いて、 q_p =ピーク流量(m³/sec)、 T_o =到達時間(時間)として書き直すと、
 T_o (時間) = (C/60) A^{0.57} q_p^{-0.35} \dots \dots \dots (3)

となる。

今回のデータについて洪水のピーク流量と洪水到達時間との関係を示したのが図-2である。この図によると、各河川ともばらつきがみられるものの右下がりの傾向が認められる。

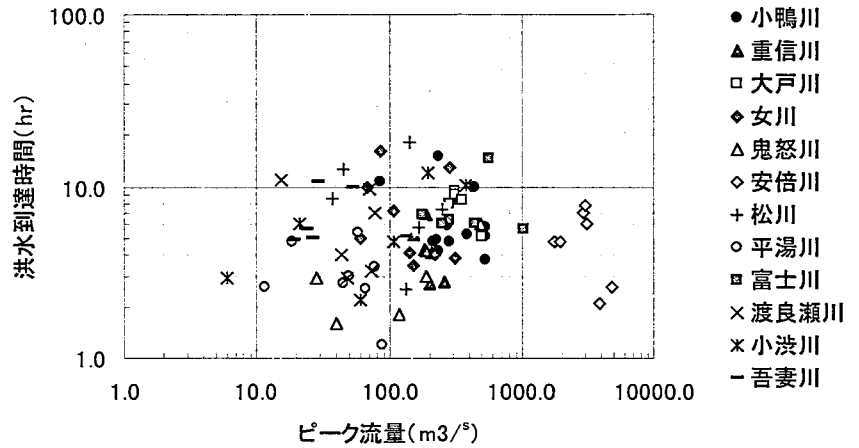


図-2 ピーク流量と洪水到達時間の関係

3.3 流出係数

実測のピーク流量及び洪水到達時間内の平均強度より合理式から逆算してピーク時の流出係数を求めた。次に降雨パラメータとして抽出した総雨量、洪水到達時間平均雨量強度、流域面積、降雨継続時間と、

上記で求めた流出係数の関係を検討した。まず各要因と流出係数の単相関をとったが、その結果流域面積と流出係数の間の相関が認められなかったため、これを除外した。次に「総雨量」「平均雨量強度」「降雨継続時間」を説明変数として流出係数を目的変数とした重回帰分析を12河川で実施した。下記に3例を示す。

鬼怒川 $f = 0.0001 \cdot R_{all}^{2.2618} \cdot R_{ave}^{0.2396} \cdot R_{con}^{-1.0739}$ (R=0.851)
 小鴨川 $f = 2.2512 \cdot R_{all}^{-0.1667} \cdot R_{ave}^{0.0287} \cdot R_{con}^{-0.1390}$ (R=0.395)
 小渋川 $f = 0.0001 \cdot R_{all}^{3.7847} \cdot R_{ave}^{-0.8940} \cdot R_{con}^{-1.4906}$ (R=0.873)

ここで、 R_{all} :総雨量、 R_{ave} :平均降雨強度、 R_{con} :降雨継続時間である。

各パラメータのべき定数の絶対値が大きいほど寄与率が高いが、河川によって寄与率の高いパラメータは異なる。しかし12河川のうち7河川において、総雨量のべき乗数が大きく、流出係数に与える影響が高い結果となった。

4. 課題

合理式によるピーク流量推定について、種々の実測値と計算値を比較し計算値の信頼性の向上を図ることを目的として検討を進めてきたが、今後、以下のような課題を整理し合理式の信頼性の向上を図っていきたい。

- ・観測データの蓄積
- ・解析手法の改善(洪水到達時間等)

参考文献

- 1) 河川砂防技術基準(案)計画編
- 2) 水理公式集(土木学会)P35~P37
- 3) 石原・高棹:単位図法とその適応に関する基礎的研究、土木学会論文集60号別冊3-3、1959
- 1) 角屋睦・福島晟:中小河川の洪水到達時間、京大防災研年報、第19号B、pp.143~152、1976