

烏川流域における洪水流出解析とカスリーン台風時の推定流量

前橋工科大学大学院工学研究科建設工学専攻 学生会員 ○栗原大輔

前橋工科大学工学部社会環境工学科 フェロー会員 土屋十園

1. 研究背景と目的

近年、地球温暖化などによる影響で異常気象がますます深刻になっており、大型台風や局所的な集中豪雨などが発生し増加している。これらの予想される大型台風などによる大洪水の発生に対する適用策としての治水対策、河川計画の見直しが必要となっている。本研究における対象流域である烏川流域においても1982年台風10号や2007年台風9号において洪水氾濫が発生し、多大な被害が生じた。そこで、流出ハイドロの再現性を試みた。本研究では烏川流域における洪水流出解析を行い、未曾有の被害をもたらした1947年9月のカスリーン台風は流量観測記録がないため洪水流量の推定を行うことを目的とする。

2. 対象流域

本研究の対象流域である烏川流域は、流域面積約470km²、流路延長61.8kmである。その源を群馬、長野の県境にそびえる鼻曲山(1,654m)に発し、榛名山の西と碓氷丘陵の東の斜面境を東南方向に流れ、平野部に入ってから碓氷川、鐺川、神流川の西毛の三大河川を合わせて利根川に合流する。流域の約80%は山地である¹⁾。本研究では鐺川合流後の岩鼻地点(国土交通省観測地点)を検証地点とする。烏川流域図を図-1に示す。

3. 水文統計

(1) 雨量観測所数による流域平均雨量の差の検定

本研究で流出解析を行う上で、雨量観測所は、1947年は6か所、1982年は12か所、1999年は16か所と雨量観測所数に違いがある。このため、流域平均雨量に差が生じることで、各解析年毎の流出解析に大きな影響を与えることが考えられる。そこで、中村ら²⁾が検討したように1999年の16か所から1947年の6か所を抽出し、T検定(5%有意水準)を用いて検定を行った。また、1982年の12か所についても同様の検定を行った。その結果、ともに5%有意水準で境界値を満たしたため各解析年による雨量観測所数の違いによる流域平均雨量の差は、極めて低いと考えられる。

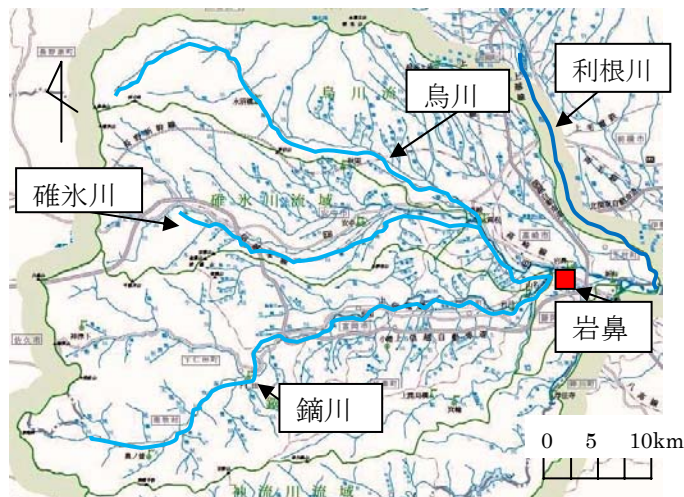


図-1 烏川流域図

表-1 烏川流域における確率水文量

確率年	2日間雨量 (mm/2day)	流量(岩鼻地点) (m ³ /s)
5	208.9	2318
10	248.4	3326
20	283.5	4334
30	302.5	4923
50	325.3	5666
80	345.2	6349
100	354.3	6674
150	370.4	7264
200	381.5	7682

(2) 超過確率降雨と超過確率流量

超過確率降雨は、榛名山、前橋、一の字山、上里見、西野牧、藤岡、稲含山の7箇所の地点における1976年から2007年までの32年間の年最大2日間雨量を抽出して検討した。また、超過確率流量は、検証地点である岩鼻地点における1969年から2001年までの33年間の年最大流量を抽出して検討した。確率統計解析には、河川計画シミュレータ Web Site を利用し、水文統計ユーティリティを用いた。確率水文量を表-1に示す。

4. 対象降雨

表-2に対象となる降雨イベントを示す。

1999年とカスリーン台風の総降雨は同程度であるが、1999年は2日間の対象外の前後に40mm~50mm程度の降雨がある。本研究では降雨確率を2日間降雨量で算定しているので、総降雨量が同程度であっても降雨確率に差がある。

5. 洪水流出解析

(1) kinematic wave法による斜面流出解析

本研究では、短期流出における大規模出水の解析に良く適した Kinematic wave 法を適用する。Kinematic wave 法は、矩形斜面を以下の連続式 (5.1) および運動方程式 (5.2) により追跡していく計算手法である。

$$\frac{\partial H(X,t)}{\partial t} + \frac{1}{B(X)} \frac{\partial}{\partial X} \{B(X)Q(X,t)\} = r_e(X,t) \cos \theta \quad (5.1)$$

$$Q(X,t) = \alpha H(X,t)^m \quad (5.2)$$

ここで、 X : 斜面上端からの距離、 t : 時間、 $B(X)$: 斜面幅、 $H(X,t)$: 流れ方向に垂直にとった実質の水深、 $Q(X,t)$: 単位幅あたりの流量、 $r_e(X,t)$: 有効降雨強度、 θ : 斜面勾配、 L : 流下方向に計った斜面長である。

(2) 一次元河道流出解析

烏川流域の流出解析は、kinematic wave 法による斜面流出解析により算定された各斜面流出量を横流入量として設定した。また、河道への流出計算に使用した河川横断面は、約 200m ピッチで設定した。

河道解析は、1次元河川・開水路水理モデルである MIKE11 モデルを用いた。

(3) モデルパラメータの同定結果および考察

モデルパラメータは、流出係数 f と Manning の粗度係数 N である。表-3 にパラメータの同定結果を示し、図-2 に 1999 年の計算波形と実測波形を示す。 f , N の同定結果において、 f は 0.8、 N は 0.1~0.8 が得られた。特に、 N は平地で 0.1~0.3 であり、山地では 0.8 であった。計算値と実測値の流出波形は、1982 年、1999 年ともに比較的良好な一致がみられ、相関係数は 0.98 となり、増水部分、ピーク到達時刻及びピーク流量ともに高い再現性が得られた。

(4) カスリーン台風によるシミュレーション

表-1 に示すように降雨確率と流量確率のバランスがよく、再現性も高いため、1999 年の降雨で同定したパラメータを使い、カスリーン台風時の流出ハイドロのシミュレーションを行った。その結果を図-3 に示す。ピーク流量は、5813m³/s であると推定された。これは、60 年確率程度の流量であると考えられる。

表-2 降雨イベント

	総降雨量	2日間降雨量	降雨確率	流量確率
1982	308	245.2	10年	30年
1999	367.6	278.8	18年	12年
カスリーン	360	358	100年	

表-3 パラメータの同定結果

	f	N
烏川(1982年)	0.9	0.1~0.8
1999年	0.8	0.1~0.8
碓氷川(1982年)	0.9	0.3~0.8
1999年	0.7~0.8	0.3~0.8
鐺川(1982年)	1	0.1~0.6
1999年	0.8	0.4~0.8

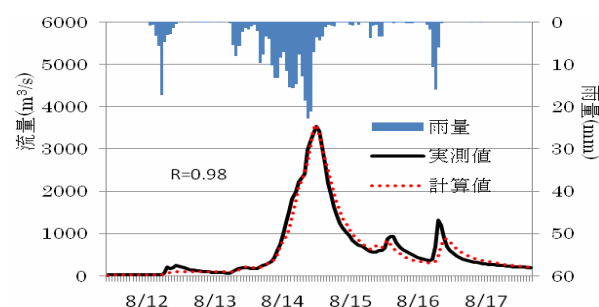


図-2 1999 年降雨における同定結果

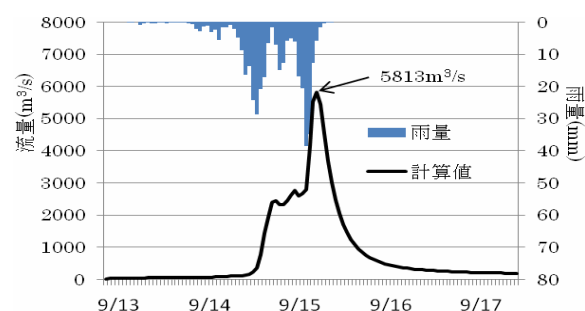


図-3 カスリーン台風によるシミュレーション結果

6. まとめ

烏川流域における流出解析を行い、流出波形は比較的良好な一致がみられ高い再現性を得られた。また、ピーク流量の誤差は 3% 程度であり、精度は高い推定流量と考えられる。その同定結果から、カスリーン台風によるシミュレーションを行い、ピーク流量は 5813m³/s であると推定することができた。この流量は 50 年確率程度の流量であると考えられる。

データは国土交通省高崎河川国道事務所より資料の提供をいただきましたことに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省 高崎河川国道事務所 ホームページ
<http://www.ktr.mlit.go.jp/takasaki/river/index.htm>
- 2) 中村要介, 土屋十圀: ダム増設に伴う利根川八斗島基準点における治水効果の検討, 水工学論文集, Vol.50, pp61, 2006