

シラス河川の流出特性に関する研究

鹿児島工業高等専門学校 正 員 ○疋田 誠

同 上 学生員 深見 正憲

同 上 学生員 森脇 保典

1. まえがき

鹿児島市中心部を流れる甲突川は、異常豪雨により1993年8月6日と9月3日、年に二回も氾濫した。150年間健在であった五石橋のうち新上橋と武之橋も8月6日流失した¹⁾。鹿児島県は激特事業を導入、抜本的な河川改修工事をすすめている。本研究は、災害後の調査資料に基づき、甲突川のピーク流量、流出率、市街化区域の発達による影響、水位と河床変動等を調べ、シラス河川の流出特性に関する考察を行ったものである。

2. ハイエトグラフと雨域の移動

甲突川の流域を図-1のように八重山より花野地点に至る山地部の $A_1=70.6\text{km}^2$ 、玉江橋に至る準市街部の $A_2=24.5\text{km}^2$ 及び新上橋に至る市街部の $A_3=5.03\text{km}^2$ に分割する。図-2は八重山、郡山町役場、鹿児島地方気象台でのハイエトグラフである。中流の郡山町役場ではピーク時に99.5mm/hrの豪雨に見舞われた。雨域は上流から下流に向かって移動している。

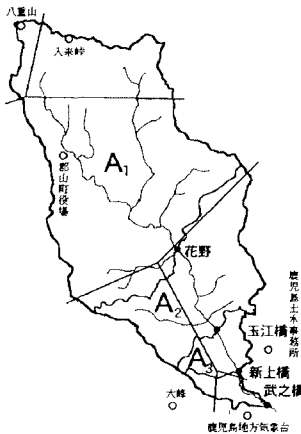


図-1 甲突川流域

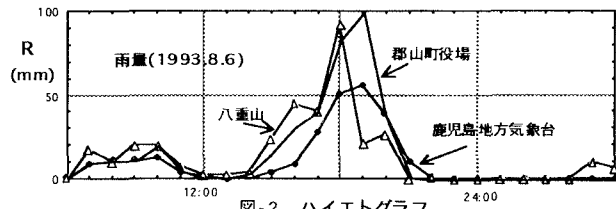


図-2 ハイエトグラフ

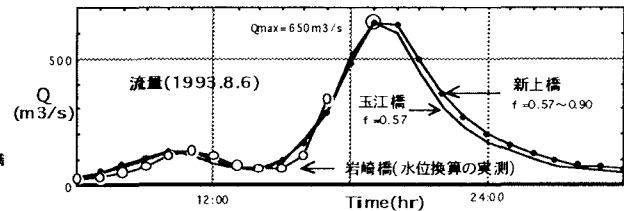


図-3 ハイドログラフ

3. 実測流量の推定

県管轄の甲突川流域における唯一の玉江橋上流約700mにある岩崎橋自記水位計による実測流量は、300m³/s程度まで有効と考えられる。8月6日19:00以降、水位計は故障した。ピーク流量は580~700m³/s程度と考えられるが²⁾、小牧勇蔵氏提供の豪雨時の写真資料では、玉江橋上下流の最大水位差が19:00頃、約1.6mに達している。更に、右岸下流約100mの最高水位は21:30頃と時間差がみられる。接近流速を考慮したオリフィスの式を用い、流量係数を0.6とおくと、橋下部で約440m³/s、兩岸及び橋上部の流量を含めると合計約720m³/sとなる。以下では、浮流物による流水断面の閉塞等の影響を考慮し、実測ピーク流量は約10%小さい650m³/sとみなし解析をすすめることにする。

地表面から測った河道部を除く浸水横断面積は、玉江橋地点にて約443m²であるが、新上橋地点では約348m²と少し小さい。水深1m以上の氾濫面積は、花野~玉江橋間で0.71km²、玉江橋間~新上橋間で1.50km²、新上橋~武之橋間で0.86km²(右岸側0.64km²、左岸側0.22km²)に達している。

1993年8月6日の新上橋直上流の水位の上昇速度は、玉江橋直上流の約77%と小さい。その最大値は39cm/10minであったが、新上橋流失及び玉江橋撤去後(1994年4月20日)は48cm/10minと増大している。石橋の存在は流速を遅くさせるようである。新上橋では堰上げの影響を受け、その下流で分流し、左岸下流の繁華街は溢水している。その結果、武之橋地点の流量は更に少なかったと推察される。

4. ハイドログラフと流出率

玉江橋地点（流域面積 $A=95.1\text{km}^2$ 、河道長 $L=16.25\text{km}$ ）のハイドログラフを作成するために、中安の総合単位図法を適用する。面積雨量はティーセン法で求める。1993年7月の月間降水量は鹿児島地方気象台における記録最大値である。長期降雨の影響を受け、シラス台地は飽和状態に近くなっていたと推定され、初期損失を0、流出率 $f=1$ と置く。ピーク時の計算流量を実測流量 $650\text{m}^3/\text{s}$ に一致させると、流出率として $f=0.57$ が得られる。区域 A_2 の流出率を $f=0.90$ と置く、新上橋のピーク流量は $636\text{m}^3/\text{s}$ で若干小さくなり、ピーク時刻は下流にずれる。計算結果と実測値を図-3に示す。

下流に行くにつれ市街化が進み、流出率 f は増大する。玉江橋地点でピーク流量が $650\text{m}^3/\text{s}$ となるように、準市街部 A_2 の流出率 f_2 を変化させ、山地部 A_1 の流出率 f_1 を決めると、 $f_2=0.7$ のとき $f_1=0.551$ 、 $f_2=0.9$ のとき $f_1=0.514$ が得られる。山下³⁾は、激特事業の貯留関数法の一次流出率として、累加雨量 $200\sim 300\text{mm}$ で0.5、 $300\sim 400\text{mm}$ で0.6を用いたと述べている。8月5日～6日の2日間雨量は、八重山 388mm 、郡山町役場 384mm 、鹿児島地方気象台 269mm であり、著者等の $f=0.57$ に近い値となった。木村⁴⁾は、甲突川で1994年4月の実測流量から貯留関数法の一次流出率を0.2程度と推定しているが、この値を前駆降雨の大きかった1993年8月6日に適用することは難しい。

5. 市街化区域の拡大に伴うピーク流量の影響

準市街部 A_2 に対し、市街化後の流出率を $f_2=0.70$ 及び 0.90 とおき、ピーク流量に与える影響を調べてみた。山地部の流出率 $f_1=0.514$ に対する増加流量は、それぞれ 31 及び $64\text{m}^3/\text{s}$ で、その影響は約4.8及び9.9%となる。2万5千分の1の地形図から準市街部 A_2 の大型団地を選び、その面積約 4.2km^2 の割合0.171を掛けると、 $0.82\sim 1.69\%$ が得られる。

6. 水位と河床変動

図-4は新上橋の直ぐ上流地点の日水位年図（1992,1993）である。1993年は異常降雨により6月以降、河床が上昇を続け、累計約 30cm に達していたことが分かる。同年10月下旬に実施された河道浚渫後は、1992年の平常の水位に復帰している。土砂生産の著しかった様子が分かる。最深部の縦断形状を1985年と1993年で詳細に比較してみると、最下流の石橋で、流失した武之橋付近では河床低下が著しく、西田橋付近で若干河床上昇がみられる。河口から7km地点までは、西田橋付近を除き河床低下がみられ、五石橋には床固め作用があったようである。

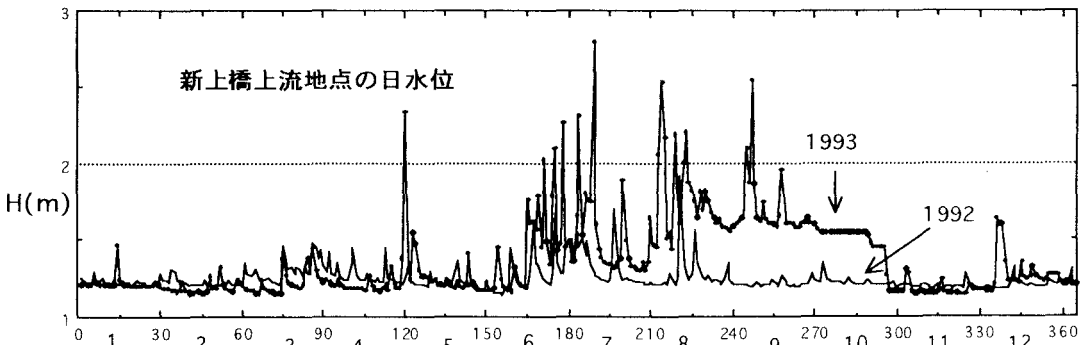


図-4 甲突川の日水位年図

7. まとめ

農林水産省ではシラスの畑地における合理式の流出係数を $0.2\sim 0.35$ とおいているが¹⁾、これは前駆雨量の小さい場合に適用可能と考えられる。1993年8月6日の甲突川のように前駆雨量が極めて大きい場合には、初期損失が小さくなり、流出率は $f=0.5\sim 0.6$ に達する。1994年夏の降水量は非常に少なかったにもかかわらず、甲突川の水は豊富となった。これは1993年の多大の雨量 4022mm の影響と考えられる。シラス河川には降雨に対するスポンジ作用が大きいためである。

謝辞：鹿児島県河川課・鹿児島土木事務所・鹿児島市橋梁建設課・小牧勇蔵氏から学術資料の提供を、卒業研究生の小倉竹志・田浦真司・川崎康智君に協力を頂いた。ここに厚く謝意を表する次第である。

参考文献：

1) 正田誠・北村良介：土木学会誌，pp2-9，1994.5， 2) 正田誠・平野宗夫：文部省科学研究費突発災害調査研究成果B-5-3，pp100-109，1994.3， 3) 山下文洋：南日本新聞1994.10.3， 4) 木村俊晃：南日本新聞1994.9.21。