

CS-119

1993年豪雨による鹿児島市街の氾濫と治水対策

鹿児島工業高等専門学校 正員 足田 誠

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国内最長で五径間の武之橋も8月6日に流失した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、水位と河床変動を調べ、シラス地帯における都市河川の洪水流出及び治水対策に関する技術的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おり、気象レーダで観察された状況と合致する。

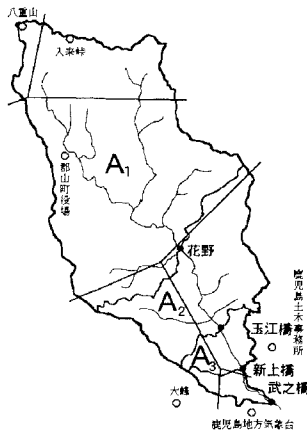


図-1 甲突川流域

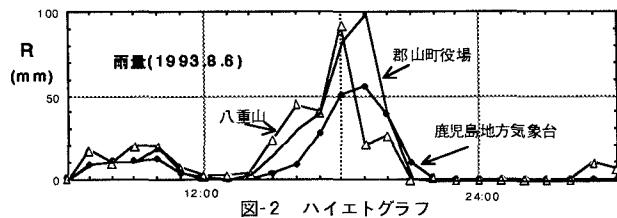


図-2 ハイエトグラフ

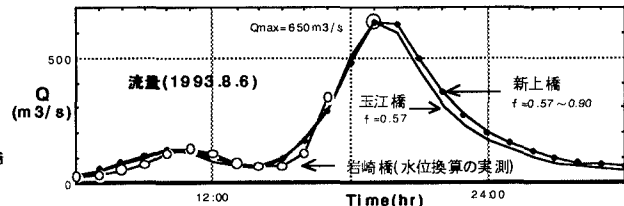


図-3 ハイドログラフ

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に達していた。更に、同橋の右岸下流約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、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。

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%と小さくなっている。その最大値は39cm/10minであったが、新上橋流失後(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 ＝一定とおく。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 $f=0.90$ とおくと、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、 $0.82\sim 1.69\%$ の値が得られる。

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。

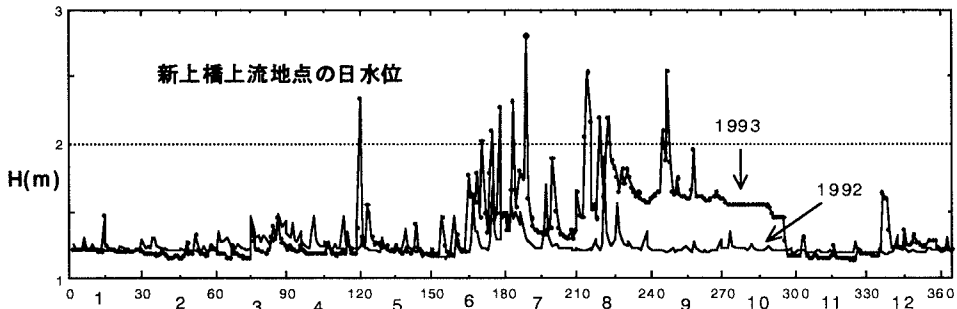


図-4 甲突川の日水位年図

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 $f=0.5\sim 0.6$ に達するものと考えられる。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 の影響と考えられた。シラス河川には降雨に対するスポンジ作用が大きいようである。本研究の結果、歴史性のあるシラス地帯における都市河川の洪水対策について、貴重な資料が得られたと考えている。

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、鹿児島高専の卒業研究生には色々のご協力を頂いた。ここに厚く謝意を表する次第である。

参考文献：

1) 疋田誠・北村良介：土木学会誌，pp2-9，1994.5， 2) 疋田誠・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。