

# 1993 年 8 月鹿児島豪雨により発生した甲突川の 洪水流について

THE FLOOD FLOW IN THE KOTSUKI RIVER, KAGOSHIMA CITY  
ON AUGUST 6, 1993

橋本晴行<sup>1</sup>・疋田 誠<sup>2</sup>・朴 埼璨<sup>3</sup>・蒲原 淳史<sup>4</sup>

Haruyuki HASHIMOTO, Makoto HIKITA, Kichan PARK and Atsushi KAMAHARA

<sup>1</sup> 正会員 工博 九州大学助教授 大学院工学研究院 (〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

<sup>2</sup> 正会員 工博 鹿児島工業高等専門学校教授 土木工学科 (〒899-5193 鹿児島県始良郡隼人町真孝 1460-1)

<sup>3</sup> 正会員 工修 九州大学助手 大学院工学研究院 (〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

<sup>4</sup> 学生員 九州大学 大学院工学府 (〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1)

Heavy rains caught people in Kagoshima City on August 6, 1993. As a result the Kotsuki River overflowed the banks and the flooding water moved down the roads to the downtown of the city. After the flood disaster some research were made on the overflowing period, and the direction and depth of inundation flow. However the hydraulic behavior of overland flood flow has remained unknown. In the present study we have computed the behavior of flood flow in the Kotsuki River.

It is found that the Kotsuki River began to overflow the banks around 17:30 and finish the overflow around 22:00 on August 6, 1993.

**Key Words :** Kagoshima flood disaster, urban flood, overland flood flow, the Kotsuki River

## 1. はじめに

1993 年の夏は全国的に雨が多く冷夏であった。中でも鹿児島県においては、6 月から 9 月にかけて長雨と豪雨に加えて台風が相次いで来襲し、全県下で土砂災害、水害により 121 名もの人的被害が発生した。特に 8 月 6 日には、2 級河川甲突川の上流に当たる鹿児島市北部、郡山町方面で集中豪雨が発生したため、下流の鹿児島市内で洪水氾濫が発生した。その結果、市内の繁華街を中心に広範囲に浸水被害が発生した。これら一連の鹿児島豪雨災害については岩松らにより調査報告書がとりまとめられたが<sup>1)・2)・3)・4)</sup>、甲突川の洪水氾濫については疋田・平野<sup>5)</sup>、浅野・佐藤<sup>6)</sup>、横田ら<sup>7)</sup>による調査報告が断片的にあるだけで、洪水越流量や洪水氾濫の経過などの詳細については今なお不明のままである。

最近、1999 年福岡水害、2000 年東海豪雨災害な



図-1 甲突川の流域

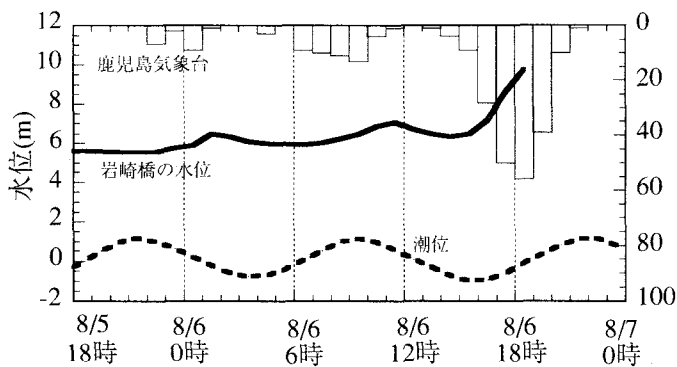


図-2 甲突川岩崎橋での観測水位、降雨および潮位記録

ど都市水害が頻発し、都市中枢機能が麻痺する事態が発生している。この甲突川の洪水氾濫もまさに都市水害の代表的な事例である。著者らは福岡水害など都市水害の調査研究を行ってきているが<sup>8), 9)</sup>、本研究は、その一環として1993年8月6日甲突川で発生した洪水氾濫をとりあげ、まず、その洪水流の挙動について1次元漸変流とした取り扱いによる不定流計算を行い、洪水の越流の経緯について考察したものである。その結果として、越流の経緯が明らかになれば水害の物理現象とともに行政・住民などの対応も時系列的な関係の中で合わせてとらえることが可能となり、水害時の危機対応について新たな知見を得ることができるものと考えられる。

## 2. 水害の概要

甲突川は鹿児島県の西方に位置する八重山（標高677m）に源を発し、シラス台地を南下して鹿児島市内の中心部を貫流して錦江湾に注ぐ流路延長24.6km、流域面積106.25km<sup>2</sup>の2級河川である（図-1）。

鹿児島市内にある鹿児島気象台の観測では、前日の5日22時頃から雨が降り始め、6日22時まで降雨が続いた。雨量総量は268mmに達した。また、18時から19時にかけて時間雨量のピークが56mm、上流の郡山町では99.5mmにもなった。この豪雨により鹿児島市内の甲突川に架かる岩崎橋では水位が16時頃から急増し18時を過ぎるころには計測不能に陥った（図-2）。歴史的な石橋として有名な甲突川5石橋のうち新上橋と武之橋が流失し、市民4,000人余りが58箇所の避難所に避難した。また、11,000棟余りが浸水被害を受けた。

最初の氾濫は、17時30分頃玉江橋、新上橋付近で発生している（図-3）<sup>10)</sup>。その後、18時10分頃岩崎橋から西田橋の区間の至る所で氾濫が発生した。玉江橋地点では右岸側、新上橋地点では左岸側が急

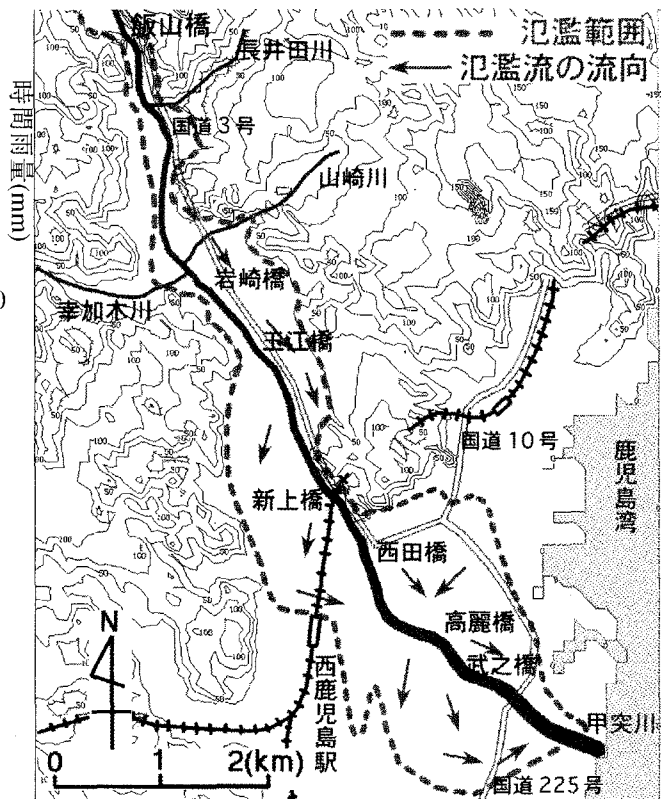


図-3 甲突川計算対象区間流域の地形と氾濫流の挙動

峻な山となっている（図-3）。洪水流は岩崎橋～玉江橋間では左岸堤防を越流し、隣接する国道3号を流れ下った。

## 3. 基礎式と初期・境界条件

計算対象区間は飯山橋から河口までの8,900mの区間である（図-3）。途中、飯山橋から1,100m下流の左岸側からは長井田川が、2,400m下流の左岸側から山崎川が、2,500m下流の右岸側から幸加木川がそれぞれ合流している（図-4）。

河道は直線とみなし、川幅は50m程度、河床から堤防までの高さは4.5m程度であるので、断面は長方形として取り扱う。

計算区間上流端の境界条件には、県により求められた流量ハイドログラフを与える。それより下流の流域では斜面部と河道部とに分け、斜面部ではKinematic Wave法を用いた流出計算を行うこととする。その時、等価粗度係数 $n=0.6$ 、流出率 $f=1$ とする。河道部については以下のような基礎式をもとに流出計算を行う。

### (1) 基礎式

基礎式は非定常流の運動方程式と連続式である。流れを長方形断面の1次元漸変流として取り扱い、越流を考慮すると基礎式は次式となる。

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(vQ)}{\partial x} = -gBh \frac{\partial(h+z)}{\partial x} - \frac{(B+2h)}{\phi^2} |v| v - \beta q_{out} v \quad (1)$$

$$B \frac{\partial(h+z)}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_{in} - q_{out} \quad (2)$$

ここに、 $t$ :時間、 $x$ :飯山橋(河口から8,900m上流の位置)を原点として水平に取られた流れ方向の座標、 $Q$ :流量、 $h$ :水深、 $z$ :河口を基準にして鉛直上向きに取られた河床高さ、 $B$ :河道幅、 $v$ :断面平均流速、 $\phi$ :流速係数、 $\beta$ :越流による運動量輸送に関する補正係数で、ここでは1.5とした<sup>9)</sup>。また $q_{in}$ :側岸単位長さ当たりの横流入量、 $q_{out}$ :側岸単位長さ当たりの越流量で

$$q_{out} = 0.35 h_{out} \sqrt{2gh_{out}} \quad (3)$$

と表される。 $h_{out}$ :越流水深である。流速係数 $\phi$ はマンニングの式を用いると

$$\phi = \frac{1}{n\sqrt{g}} R^{1/6} \quad (4)$$

となる。マンニングの粗度係数 $n$ は0.03とした。

#### (2) 初期条件

計算対象時間は8月6日12時から7日12時までの24時間である。従って8月6日12時00分時点での流量を用いて不等流計算を行い、各断面における水深を求め、初期条件とする。不等流計算の境界条件としては $x=8,900\text{m}$ (河口)で $H=0.08\text{m}$ (8月6日12時00分の潮位記録)とした。

#### (3) 境界条件

境界条件としては計算対象区間の上流端で流量ハイドログラフ $Q(t)$ を、下流端で水位 $H$ を与えることにした。河口における水位 $H$ は鹿児島地方気象台鹿児島検潮所の鹿児島湾潮位データ(図-2)が用いられる。ここに、飯山橋( $x=0\text{m}$ )における流量 $Q(t)$ は、鹿児島県が貯留関数法により求めた流量ハイドログラフを用いるものとする。

#### (4) 合流の取り扱い

飯山橋から $x=1,100\text{m}$ 下流の左岸側からは長井田

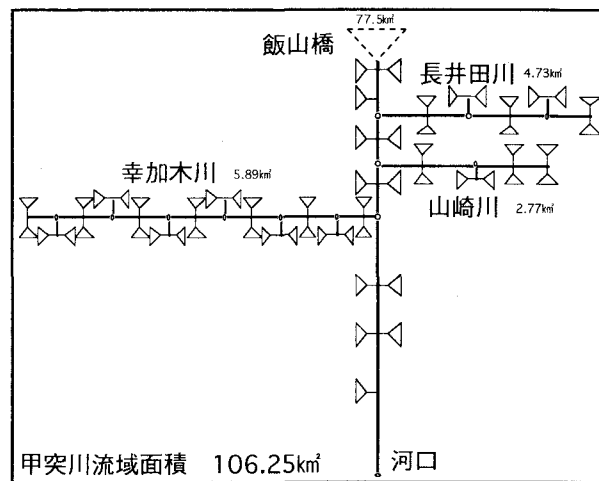


図-4 飯山橋より下流の甲突川流域における河道部と斜面部

川が、 $x=2,400\text{m}$ 下流の左岸側から山崎川が、 $x=2,500\text{m}$ 下流の右岸側から幸加木川がそれぞれ合流している。 $x$ 地点の合流河川の流入量を $Q_n$ とすると、 $x$ から $x+\Delta x$ の区間において、単位長さ当たりの横流入量として $Q_n/\Delta x$ を考慮することにする。

#### (5) 計算条件

差分化にはMacCormack法を採用した。この差分は境界値を計算できないので、飯山橋( $x=0$ )における水位 $H$ と河口( $x=8,900\text{m}$ )における流量の計算にはBox型差分を用いる。計算格子間隔は、計算区間の全縦断面にわたってクーラン数が1以下であるように取られる。従って、空間刻み幅 $\Delta x=20\text{m}$ 、時間刻み幅 $\Delta t=1\text{sec}$ とした。

### 4. 計算結果と考察

図-5は、観測地点の岩崎橋、新上橋における水位の計算結果と実測値との比較を示している。岩崎橋ではほぼ実測水位と一致しているが、新上橋では計算水位が低くなっている。新上橋における河道データの精度に問題があるものと考えられる。しかしながら計算値は、16時半頃から18時頃までに水位が急上昇したことを示しており、観測値の傾向と一致している。

図-6は各地点における計算水位 $H$ の時間変化を示したものである。ほぼ17時半前後において主に左岸から越流が始まっていることが分かる。これは従来の調査結果とはほぼ一致している。

図-7は各時刻における水面形を表している。同図には河床高および右岸、左岸の高さも合わせて示している。 $x=2,500\text{m}$ から $x=5,200\text{m}$ の区間において18時頃には既に越流が発生していることが分かる。

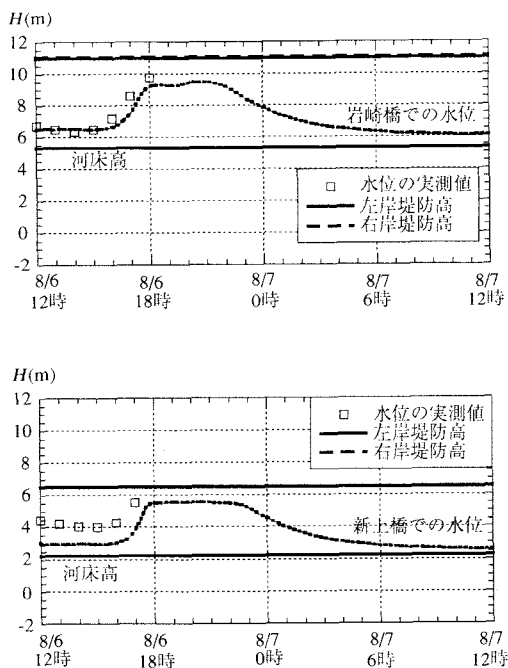


図-5 甲突川下流域における観測水位と計算値

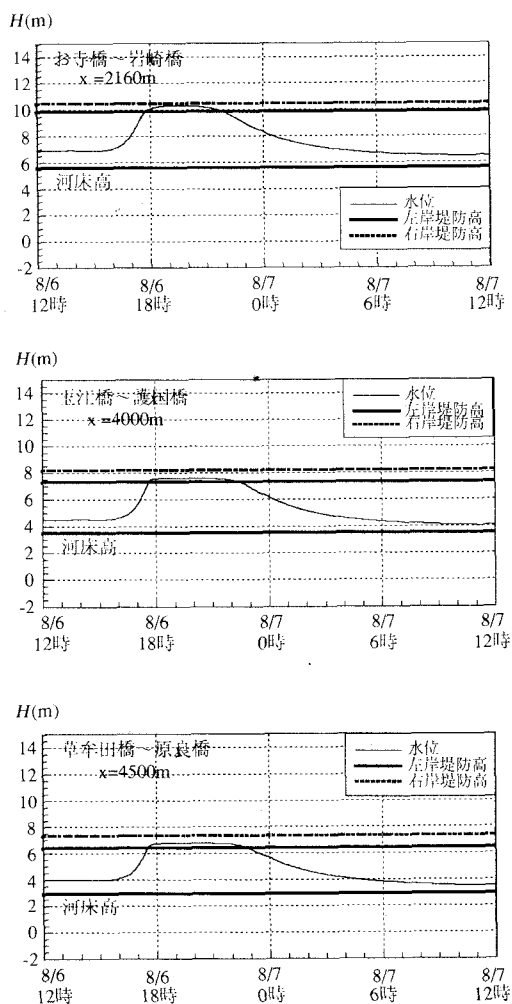


図-6 甲突川下流域における計算水位

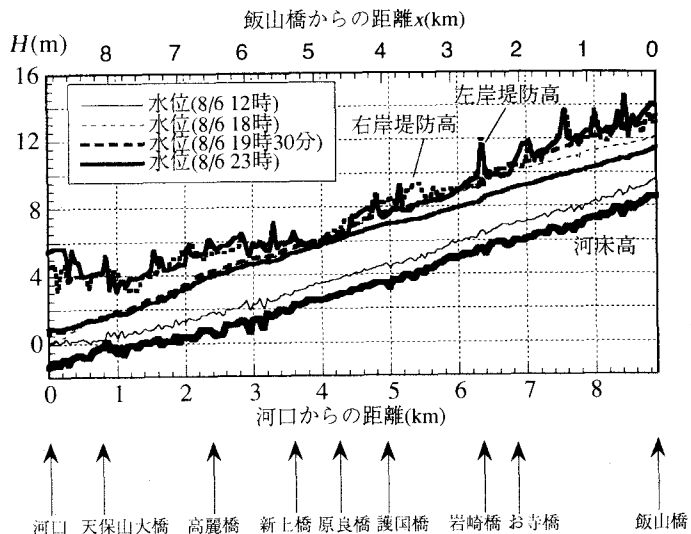


図-7 各時刻における水面形

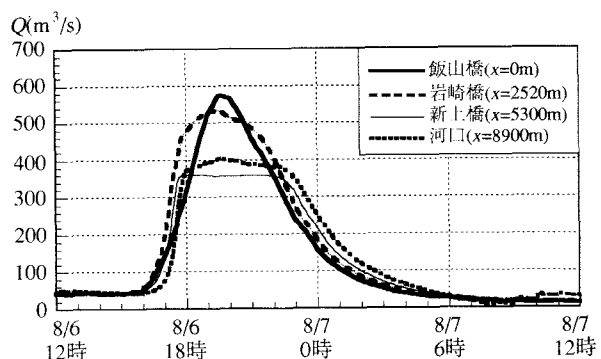


図-8 計算された流量ハイドログラフ

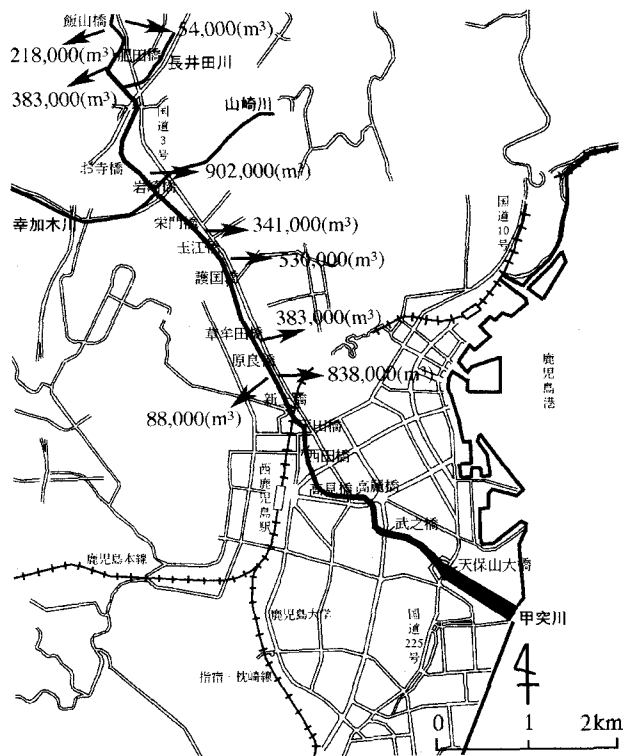


図-9 甲突川の計算対象区間と越流量

図-8は主な地点における流量ハイドログラフの計算結果を表している。下流に行くほど越流によりピークは減少しているが、新上橋から河口までは越流がないので流量は増加している。

図-9に主な区間での越流量の計算結果を模式的に示す。右岸からは、上流の区間と新上橋付近で越流が発生している。一方、左岸からは、岩崎橋付近から新上橋にかけた広い区間で越流が発生している。しかし新上橋から下流では越流していない結果となった。これらの計算結果は従来の調査結果とはほぼ一致している。

以上により、ピーク付近は欠測状態であった水位や流量が計算により求められるようになり、災害の全体像をとらえることが可能となった。表-1はこのような計算水位をもとに災害の経過を示したものである<sup>1), 2), 10)</sup>。

梅雨入り以来 18 回目の大雨洪水警報が前夜 22 時 10 分に発表されてはいたものの、16 時頃からの集中豪雨による水位上昇と 17 時半頃からの溢水氾濫および各地での崩壊・土石流の発生は市民の予想を越えたものであった。道路は市内各地で冠水するとともに、崩壊・土石流で寸断されたため、広報車等による避難の呼びかけは不十分であった。バスや路面電車は通行不能となり、夕方で勤め帰りの多くの市民が市内各所で孤立し取り残されることとなった。また電話の輻輳により情報伝達にも支障をきたした。このような中、放送局の協力によりテレビ、ラジオを通じた避難の呼びかけや安否情報の提供がなされた。

## 5. おわりに

以上、本研究においては 1993 年 8 月 6 日甲突川で発生した洪水氾濫流をとりあげ、その洪水流の挙動について 1 次元漸変流とした取り扱いによる不定流計算を行い、洪水越流時の経緯を明らかにした。

その結果、越流の大部分は左岸側から生じ、越流

開始は 8 月 6 日 17 時半頃であったことが明らかになった。また、新上橋から下流では越流していないことも分かった。ピーク付近は欠測状態であった水位や流量が計算により得られ、災害の全体像をとらえることが可能となった。

謝辞：本研究に際しては、鹿児島県土木部河川課に当時の災害資料を提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 岩松 暉（編）：平成 5 年 8 月豪雨による鹿児島災害の調査研究，文部省科学研究費研究成果，1994.
- 2) 1993 年豪雨災害鹿児島大学調査研究会（編）：1993 年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究，1994.
- 3) 正田誠・北村良介：1993 年鹿児島豪雨災害，土木学会誌 1994 年 5 月号，1994.
- 4) 鹿児島県：平成 5 年夏鹿児島豪雨災害の記録，1994.
- 5) 正田誠・平野宗夫：1993 年鹿児島豪雨による甲突川の河川災害，文部省科学研究費突発災害調査研究成果（研究代表者 岩松 暉），平成 5 年 8 月豪雨による鹿児島災害の調査研究，1994.
- 6) 浅野敏之・佐藤道郎：甲突川の河道特性，1993 年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究，1993 年豪雨災害鹿児島大学調査研究会（編），1994.
- 7) 横田修一郎他 5 名：甲突川と稲荷川に沿った地域の浸水状況について，1993 年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究，1993 年豪雨災害鹿児島大学調査研究会（編），1994.
- 8) 橋本晴行・松永勝也・南里康久：1999 年 6 月福岡水害における氾濫水の挙動と水害体験者の対応・意識，自然災害科学，JJSNDS 20-1 43-58，2001.
- 9) 橋本晴行・朴 埼璫・南里康久・渡辺政広：1999 年 6 月福岡水害時に発生した御笠川および山王放水路の洪水流について，河川技術論文集，第 7 巻，2001.
- 10) 高橋和雄・阿比留勝吾：平成 5 年 8 月豪雨による鹿児島災害における情報伝達および避難に関する調査，文部省科学研究費突発災害調査研究成果（研究代表者 岩松暉），平成 5 年 8 月豪雨による鹿児島災害の調査研究，1994.

(2002. 4. 15 受付)

表-1 災害の経緯

