

# 河川氾濫の予測手段の検証 第2報

## 台風18号での氾濫 高知市 鏡川

Inspection of the estimation about the flood of River No. 2 Kagami River in Kochi City

鈴木 誠二\*

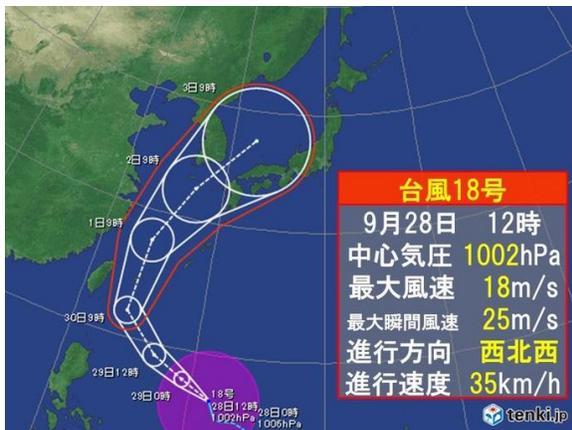
SEIJI SUZUKI

In the Kagami River flowing through Kochi-City, which is designated as the important water system administered by the government, the flooding thought to be caused by the heavy rain in the upper flow area occurred by former typhoon 17. Flowage flowed into the parking being built on the riverbed, and many cars which parked soaked in water. We already developed a program to predict the risk that the flood of the river produced from data of AMEDAS. Using this, we performed detailed consideration about the situation of the flooding in this riverbed. As a result, it was clarified that we could predict how water rose, and when water reached the dangerous water level for the parking lot of the riverbed, if we knew the situation of the rain in the upper flow area.

Keywords: flood, Kagami River, Kochi-City, AMEDAS, typhoon 17

はじめに

先にわれわれは、洪水発生を予測するプログラムを開発した<sup>1)</sup>。特定河川の、特定地点での、集中豪雨時における洪水の発生を予測する手段として有効であることが分かった。これに基づき、先の台風17号(2019.9.22~23)で集中豪雨を受けた佐賀市の市の中を流れる喜瀬川の水位の状況について、検証した<sup>2)</sup>。その結果、今回の豪雨では、喜瀬川に洪水が発生する危険性は殆ど無いことが分かった。その理由は、喜瀬川の河川敷の幅が極めて広がっており、集中豪雨で降った雨を十分に排出するだけの設定がなされていたことである。



台風18号

そこで、ここでは、台風18号により、高知市の鏡川の河川敷で発生した洪水の状況について検討した。

この洪水の状況は、マスコミでも報告されているが、鏡川の上流地域で集中豪雨があり、急激に川の増水がおこり、これが河川敷に溢れ、河川敷にあった駐車場が増水した水に浸かってしまった。

高知市周辺、1時間に120ミリ 県内7市町村に避難勧告 台風18号影響



マスコミで報じられた洪水の記事

そこで、われわれが先に開発した、河川の増水の状況を予測するプログラムを使い、その程度を検証した。ここでは、増水予測をするための必要なデータは、基本的には、その地域の降雨量を基準としているが、こうしたデータは着々と蓄積されている。

とりわけ、時間当たりの降雨量の経時的変化は、アメダスのデータを誰でも容易に手に入れることができる。こうしたデータをベースにして、河川の流量を計算することで、鏡川の洪水発生の状況を見るのである。このプログラムでは、豪雨による川への流入量が、その川の流出能力以上になると、洪水が発生することを知らることが出来るようになって入る。従って、これを基準に洪水の発生した時

期、ならびに特定地点に限定し、その河川に  
 流量と排出量（流出量）を算出する。この  
 計算に、単純な計算プログラム（通常の  
 Excel）を使用しているため、これを利用する  
 ことは誰でも容易である。つまり、地方行政  
 の土木事務所の事務職のスタッフであれば、  
 十分に使いこなすことができる。

## 1. 計算の手順の概説

集中豪雨時における河川の氾濫の予測をす  
 る手段について、その手法は既に既報で説明  
 したとおりである。

その手法を示したものが、図 1-1 である。



図 1-1 河川の氾濫予測手法

## 1. 流域の設定

### 2-1 鏡川の流域の設定

検討しようとする河川は高知県の土佐市を流  
 れる鏡川である。その河川に雨が流れ込む流  
 域を規定する必要がある。日本地理院の地形  
 図を元にするのが望ましいが、求める河川  
 への雨水の量の精度から考えるなら、この地  
 形図は、グーグルの地図で充分である。こ  
 の地図をもとに、分水嶺を辿っていき、鏡川  
 の本流、支流に流れ込む雨水の領域を指定す  
 る。この領域の指定は、正確に帰すことに越  
 したことは言うまでもないが、全体の面積が  
 必要であるので、分水嶺に従いおおよその流  
 域を定め、これをその地形に準じて区分けし

てゆく。

必要なものは、雨の降る面積であるから、  
 それほど高い精度を求めることは必要はない。

## 2-2 地域の分割

こうして決められた流域を、その地形によ  
 り、雨水の浸透率、洪水の発生状況を検討し  
 ている地点までの流水の到達時間をみていく  
 必要がある。これらを参考にしながら、降雨  
 によりどのように増水するかを見るので、雨  
 量の状況変化の違いなどを考慮しながら、こ  
 の流域を分割する。ここでは、山地、デルタ  
 地帯、田舎地域、都市地域などを考慮しなが  
 ら、5分割とした。

こうして、地域分割されたものが、図 2-1  
 である。



図 2-1 鏡川の流域と地域分割

この区分分けを行い、雨水の流入量の計算  
 に必要な数値を求めた。降雨した雨がどのよ  
 うな経路で、そして、何時間経過してから、  
 氾濫発生の危険性のある地点までたどり着く  
 かを知る必要が在る。それに従って増水の様

子が変わってくる。こうしたことを考慮して、氾濫の予測に必要な要素を各地域別に求めたものが、表 2-1 である。

各区分の面積は、その領域を先の図のように分割し、これから求めた。また、到達時間は、夫々の地域のほぼ中心点から、支流に流れ込み、これが本流に合流して、検討地点までに到達するのに必要な時間とした。山間部と平野部では、流速が異なるので、こうしたことも考慮する必要がある。浸透率については、集中豪雨でもあり、平均的な値として、表 2-1 に表されたような数値とした。降雨、場所、森林の状況に合わせて、この値を調整する必要がある。

表 2-1 流域の地域分割と到達時間、ならびに、雨水の浸透率

	地域面積比率		到達時間			浸透率
			hr	Time(分)		
山地	A流域	山奥地	0.25	3.33	200.00	0.25
	B流域	中間地	0.14	2.92	175.00	0.15
	C流域	デルタま	0.11	2.50	150.00	0.1
平野	D流域	やや高地	0.35	1.94	116.67	0.1
	E流域	低地	0.15	0.83	50.00	0.05
流域全面積 (Km <sup>2</sup> )			178.1			

## 2. アメダスのデータ<sup>3)</sup>

雨量の変化は、降雨の始まりから採取する。こうした観点から、一時間毎の雨量の状況がアメダスで報告されている。ここでは、10分ごとの雨量は、時間当たりの雨量を 6 分割とした。

### 3-1 雨の降り始め

雨の降り始めは、注目している地点までの、雨が支流に流れ込み、これが本流と合流してその地点まで到達する時間を求める必要がある。到達時間を考え、流域での最初の降雨の時からアメダスのデータを取ることが望ましい。鏡川の場合には、平野部では、高知市の雨量データを参考にしたが、雨は山間部で集中的に降ったものと考え、各々に近い測定地でのデータを参考することにした。

### 3-2 雨量データの地域の選択

流域が広い場合には、雨の降り方に、地域により差があることは否めない。そこで、その地域に近い地点での雨量のデータがあればこれを採用する。今回の場合には山間部の地域は A,C 地域では、本山観測所のデータ、B

地域は、本川観測所のデータ、D,E 地域では、高知市のデータを参考にした。

各観測所と鏡川との位置関係を図 3-1 に示した。その各観測所での雨量は、図 3-2,3,4 のとおりであった。各地域での雨の降り方の違いが良く分かる。



図 3-1 高知・本山・本川観測所の位置

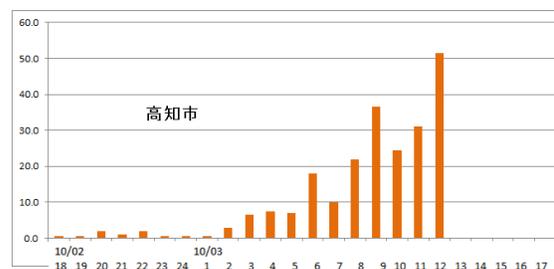


図 3-2 高知市の雨量 (10/02 から 03)

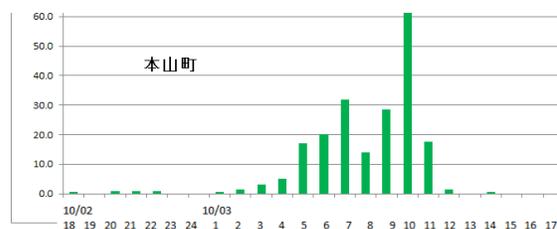


図 3-3 本山町の雨量 (10/02~03)

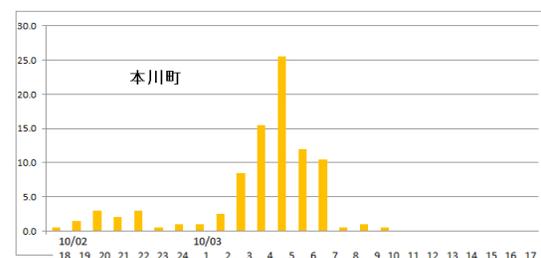


図 3-4 本川町の雨量 (10/02~03)

以下、次のような既に決められた手順に従って、千曲川に流入する雨の量を算出した。

#### 4. 鏡川に流入する雨の量

鏡川に流入する雨の量は、各流域での雨量、ならびに、面積、支流から本流に入り、注目地点までの流れの到達時間、そして、地域ごとに雨水の土地への浸透率から産出する算出式は

$$WI(t) = \sum_{n=1}^5 f(w_n \times S_n \times \alpha_n) t(T_n) \dots \dots (1)$$

ここで、

$WI(t)$ : 注目地点での 10 分間の流量

$w_n$  :  $n$  地域での 10 分間の雨量

$S_n$  :  $n$  地域の面積

$t(T_n)$ :  $n$  地域からの到達時間を加味した各地域の時間

$\alpha_n$  :  $n$  地域の雨の浸透率

この式を用いて算出した結果、河口付近の注目点での雨水の流量は、図 4-1 のごとくになった。

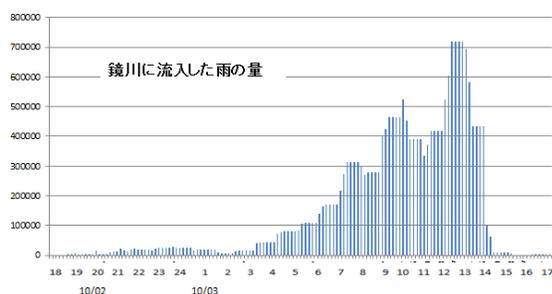


図 4-1 鏡川の当日の流水量

この図からもわかる様に、雨水の量は、3日7時から、12時に掛けて増水が始まり、そして、12時頃から、13時過ぎまでに最大に達している。

#### 5. 川の流出量の計算

鏡川が流れ込む水量をどれだけ排出できるかにより、川の流れが堤防を変えるかどうかが決まる。逆に、堤防の高さ、さらには、河川敷の広さ、さらには、流れの速さによっても、川からの流出量が変わっていく。鏡川の場合、河川敷に駐車場があり、まず、ここに増水した水が、平常時の川の流れを超えて、溢れてくる。川の水位が堤防の高さから越える場合に洪水が起こることになるが、駐車場には、堤防を越えない水が溢れているので、この状況を見てみた。

##### 5-1 鏡川の幅、

グーグルの地図から千曲川の川の幅、あるいは、河川敷の幅を推定する。



図 5-1 鏡川の川幅

図 5-1 から鏡川の川幅（河川敷の幅）は、240m程度であるとした。平時の川の流れの幅は 40メートル程度かと思われる。

##### 5-2 堤防の高さ

堤防の高さが洪水の発生に非常に重要である。が、これを地図から読み解くのは非常に困難だ、鏡川の場合は、土手はしっかりしているが、その高さを正確に知ることはできない。回りの状況から考えて、図 5-2 を参考にし、堤防の高さを平常時の水面から取り合えず 7mとした

ただし、ここでは河川敷への増水を検討しているので、通常の川の流れがどのようなかが重要である。地形図の状況から通常の川の流れの時には、河川敷までの高さを 1mとし、これを越えた場合に河川敷に溢れるが、この水がどれだけの水位になるかを見ていく。



図 5-2 鏡川の川幅、堤防の高さの推定

### 5-3 川の流速

川の流速の速さが排水量を決めるのは言うまでもない。この速度は、流れる先との勾配によって変り、また、流れに障害物があっても流速が遅くなり、排水量が低下する。とりわけ、川の流れが直接海水にながれこむときには、潮位にも左右される。また、川の流れが支流であったりすると本流の川の流れの勢いにも左右されるのでこうしたことを考慮する必要がある。

ここでは、川の流れとしては、比較的速い場合になると想定して、2.0m/sec とした。

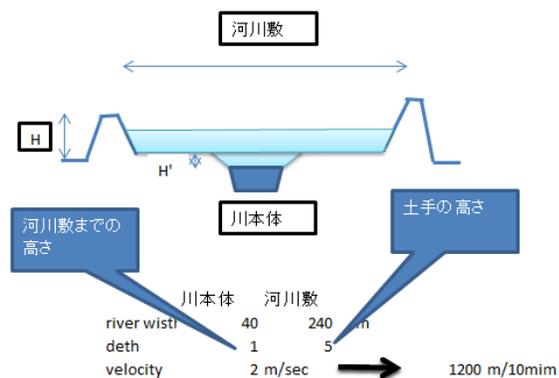


図 5-3 河川敷の幅、堤防の高さと流出量

ここでは、河川敷の高さを 1m としているが、現実の高さはわかっているので、この高さを実際のものに置き換える必要がある。

### 5-4 放水量

特定地点での放水量は、河川の状況を図 5-3

のごとくとする。堤防の幅、高さから、ならびに、豪雨時の川の流れの速さから、10 分間の放水量  $Me(i)$  トン/10min を求めると、

$$WE(t) = L(m) * H(m) * v(m/sec) * 60 * 10 \text{ トン/10min} \dots (2)$$

ここで°

- L : 川幅、または、河川敷の 広さ
- H ; 平常時の水面からの高さ
- v ; 降雨時の川の流れの速さ
- ( ) は単位

となる。

従って、通常は、 $WZ(t) \geq WE(t)$  の時に洪水となるが、ここでは、河川敷の水位が問題であるので、平常時の川の幅で、これが河川敷に溢れる場合を考える。つまり、この時点で P 地点での河川敷にへの水の溢れる量を求め、その高さを検討する。

### 6. 河川敷の水位の状況

鏡川に流れ込む水の量と、川の流れにより流出していくその量との比較を経時的に表した物が、図 6-1 である。

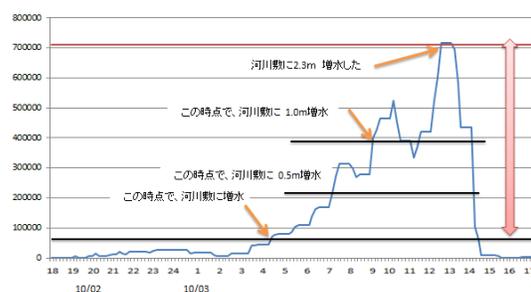


図 6-1 鏡川の河川敷の水位の経時的変化

この時の降雨量から鏡川に流入してくる量は平常の川の流れの幅 40m では、3 日の 5 時を過ぎると流出しきれず、増水した者は河川敷に溢れる。ここでは平常時の河川敷の流れの水面からの高さを 1m として、増水した雨の溢れる状況を見ている。その後、一端水位は低下するが、12 時前後にまた増加を始め、最高に達する。この時の河川敷の水位は、

2.3m に達する。ただし、ここでは、河川敷の高さを 1m としているため、それ以上あれば、この水位は下がり、逆に、その高さがもっと低ければ、これ以上となる。

新聞情報では、実際の河川敷の水位の状況が報告されているが、この状況からすれば、河川敷の高さが 1m 以上あるのかも知れない。この図からすれば、この流量は、土手の高さは 9メートル程度であると推定される。



図 6-2 3日 10時 20分頃の河川敷駐車場



図 6-3 3日、午後 0時 30分頃

本計算では、やや、増水の水位が深くなっているようである。ただし、これは河川敷の高さにもよるので、今後はこの当りを詳しく見ていきたい。

## 7. まとめ

高知市を流れる鏡川について、その上流で豪雨となった場合の河川敷に増水した場合の

その水位の状況を検討した。

図 7-1 に降雨の状況と鏡川の水量の変化を表したが、鏡川の水位が降雨の変化に応じて、かなり敏感に変化していることがわかる。降雨が激しい時の 1~2 時間以内に増水が起こっていることが良く分かる。これは、河川の流域が余り長くないことが原因と思われる。

今回の計算で、鏡川の河川敷の状況が非常によく説明できるようになった。上流での降雨の状況をよく確認し、その水が下流域に到達するまでに、下流での通常の川の状況がどのように変化をするのかを直ちにシュミレーションすることはいかに大切であるかがわかった。

この検討で、依然として重要であり不確定な要素は、山林地域での、雨水の浸透率の問題、ならびに、鏡川の直接海に流れ込んでおり、このために、海水の水位の変化により、流出する水の速度が影響をうけ、そのために流出量が減少することが考えられる。こうした問題については、現地での、実証実験により、より正確なデータを入手する必要がある。

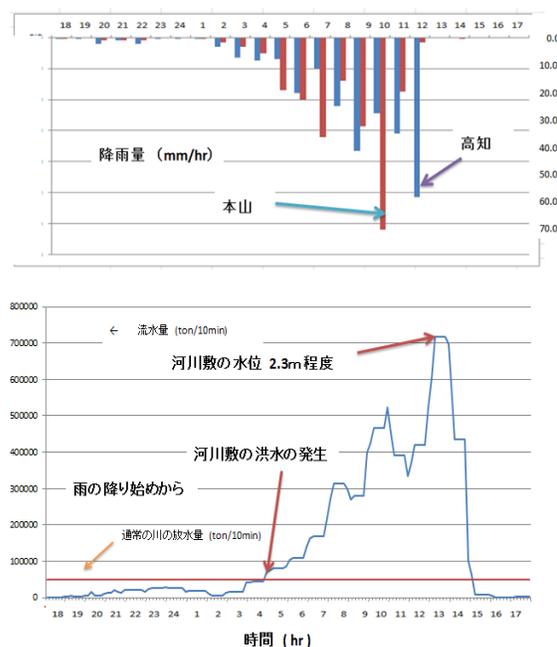


図 7-1 降雨と鏡川の増水量

本報告についてのご意見があれば、下記に御連絡ください。

E-mail :  
smartkata09@hotmail.co.jp

(2019.10.05)

参考文献

- 1) 鈴木 誠二 私信 集中豪雨時の河川氾濫  
の予測手段の考察 (2019)
- 2) 鈴木 誠二 指針 河川氾濫の予測手段の  
検証 (2019.10)

- 3) 国土交通省 気象庁のホームページ

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>