

河川氾濫の予測手段の検証 第1報

佐賀市 喜瀬川

Inspection of the predictor of the river flooding No. 1 Kise River in Saga-City

鈴木 誠二*
SEIJI SUZUKI

We developed a program to predict the risk that the flood of the river produced from data of AMEDAS earlier. The flooding of the river is generated at the time of the torrential rain in the basin of the river. We examined the situation of the flooding of the Kise River which flowed through Saga-city in Kyusyu where a flood was worried about by typhoon 17. As a result, width of a river was so enough wide that the increased water flow didn't go over the embankment in the Kise River only for this torrential rain.

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¹⁾。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。これにより、避難対策をどのように進めればよいかの警告ができる。ここでは、台風17号(2019.07.22)により大雨の予測がでて、洪水の発生が心配された佐賀市で、市中を流れる喜瀬川の水位の状況について検証した。川にながれ込む流水量が随時変り、その変化を予測出来ることがわかった。過去における実際の洪水発生時の状況により、このシュミレーションプログラムの精度を上げ、実用化に向けてさらに改良して行きたい。

最近では、洪水予測をするために必要なデータも着々と蓄積されてきている。とりわけ、アメダスの時間当たりの降雨量の経時的な変化さえ、誰でもが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、洪水発生の危険性を予知できるような手段、手順を検討した。合流水量が放水量をよりも上回る場合に洪水が発生する筈であるから、これを基準に洪水の起こる時、特定河川、ならびに、特定地点に限定し、その河川の流水量と放水量を算出し、その河川の流水量と放水量を算出し、その結果、比較的、簡単な仮定を設けて、洪水の程度を予測できることが分かった。計算には、単純な、計算プログラム(通常の Excel)を使用しているので、これを利用することは、誰でも比較的容易である。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

に取り扱いが可能と考える。是非、そのレベルで積極的な取り組みを望む次第である。

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、その手法を説明する。ここでは、河川、ならびに、検討地点を特定化して、河川の流入量(流量)とその地点での可能な流出量を求め、その量的差異を基準に洪水の発生する可能性を検討する。その手法は、図1-1に示したとおりである。



図 1-1 河川の氾濫予測手法

* Geopolitical Culture Research Institute

2. 流域の設定

2-1 特定河川の流域の設定

検討しようとする河川を佐賀県の喜瀬川と特定したあと、その河川に雨水がながれ込む地位を規定する必要がある。日本地理院の地形図を元にすることが望ましいが、求める河川への雨水の量の精度から考えて、この地形図は、グーグルの地図を基準とした。この地図をもとに、分水嶺を辿っていき、喜瀬川の本流、支流になが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無いが、全体の面積が必要であるので、分水嶺の区分けからして高い精度を求めることはできない。

2-2 地域分割

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、そして、雨量の状況変化の違いなどを考慮しながら、この分割を幾つかの地域にする。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。

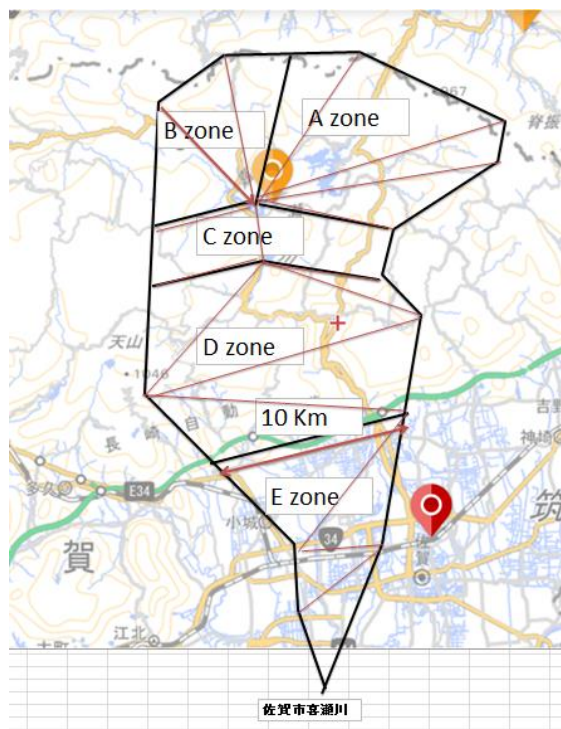


図 2-1 喜瀬川の流域と地域分割

この区分わけを基準にして、雨水の流入量の計算に必要な数値を求めると、表 2-1 のようになる。

各区分の面積は、その領域を図のように分割し、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。

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	デルタ地	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 ²)			178.1			

3. アメダスのデータ²⁾

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が、ここでは、10分ごとの雨量が必要であるので、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考慮する必要がある。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。この喜瀬川の場合には、佐賀市の北山の雨量データを参考して、降り始めとしている。

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。しかし、今回の場合には地域が狭く、地域差は余りないものとした。

3-3 佐賀市北山の雨量

こうして、今回は、佐賀県の北山観測所のデータを利用した。北山の位置は、図 2-2 のとおりである。喜瀬川の領域から少し離れているが、問題となる上流地域に近いのでこのデータを採用した。



図 3-1 北山観測所

アメダスのデータを参考にして、雨量の時間的な推移を示したものが図 3-2 である。

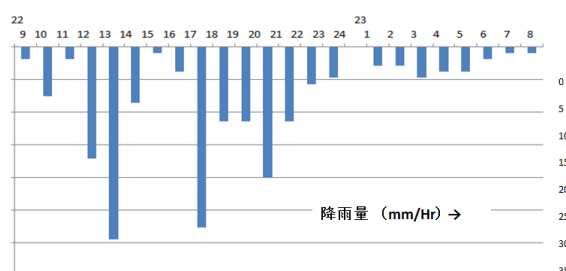


図 3-2 北山観測所の雨量
(7/22～ 7/23)

以下、この手順に従って、喜瀬川に流入する雨の量を算出する。

4. 喜瀬川に流入する雨の量

喜瀬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算出する。算出式は

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

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

α_n : n 地域の雨の浸透率

この式を用いて算出した、河口付近の注目点での雨水の流量の時間変化は、図 4-1 のようになった。

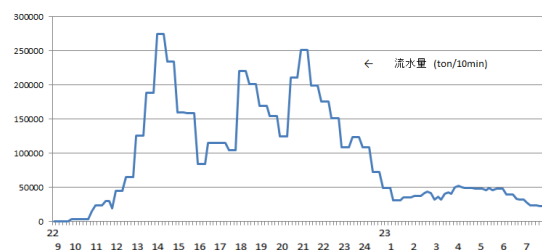


図 4-1 喜瀬川の流水量

5. 喜瀬川の流出量の計算

喜瀬川が流れ込む水量をどれだけ排出できるかにより、川の流れが堤防を越えるかが決まる。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。ここでは、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とする。逆に堤防の高さを決めてどれだけの水量をはけるかが分かれば、洪水の発生の状況を推測できる。

5-1 喜瀬川の幅、

グーグルの地図から喜瀬川の川の幅、ある

いは、河川敷の幅を推定する。



図 5-1 喜瀬川の川幅

図 5-1 から喜瀬川の川幅（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。喜瀬川の場合は、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 7m とした。



図 5-1 喜瀬川の堤防の高さ

5-3 川の流速

川の流れ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流れ込むときには、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、3m/sec とした。

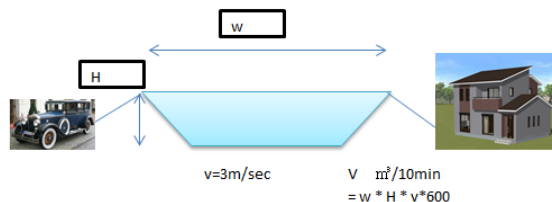


図 5-3 川幅、堤防の高さと流出量

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、ならびに、豪雨時の川の流れの速さから、10 分間の放水量 $WE(i)$ トン/10min を求めると、

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

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、もし、 $WZ(t) \geq WE(t)$ となると、この時点で P 地点で洪水が発生するということになる。

6. 洪水の可能性

この時の降雨量から喜瀬川に流入してくる量は平常の川の流れの幅 40mでは、12 時を過ぎると流出しきれず、増水したものは、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。この時の状況を図 5-4 に示す。これから、平常時の川の流れが河川敷に溢れるのは、午後の 12 時頃からで、その後、河川敷の水の水位は急速に増し

て行き、14 時過ぎに最高に達する。しかしながら、河川敷の幅は、240mとかなり広がっており、増水した水が全て河川敷に流れ出したとしても、その水位の上昇は、0.68m程度で収まることが分かった。

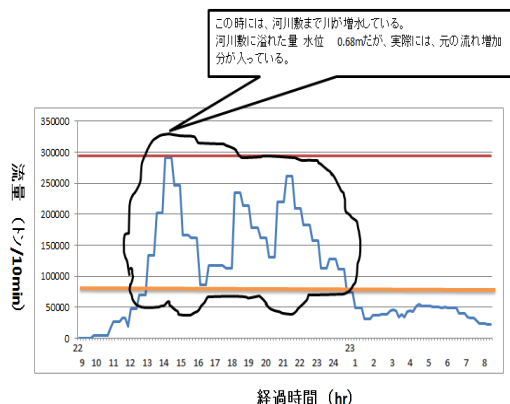


図 6-1 流入する水と流出する水

上記の計算によれば、喜瀬川の川幅が極めて広くできており、今回の降雨の状況では、増水して、河川敷まで水は溢れるが、その水位は 1m 以下である。堤防の高さが 6m程度あり、従って、洪水の心配はほぼないといえる。

7. まとめ

佐賀市を流れる喜瀬川について、その上流で豪雨となった場合の増水の状況を検討した。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ほとん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充分排出するだけの設定がなされていることである。

図 7-1 に降雨の状況と喜瀬川の水量の変化を表したが、喜瀬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 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。

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、喜瀬川が直接有明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。

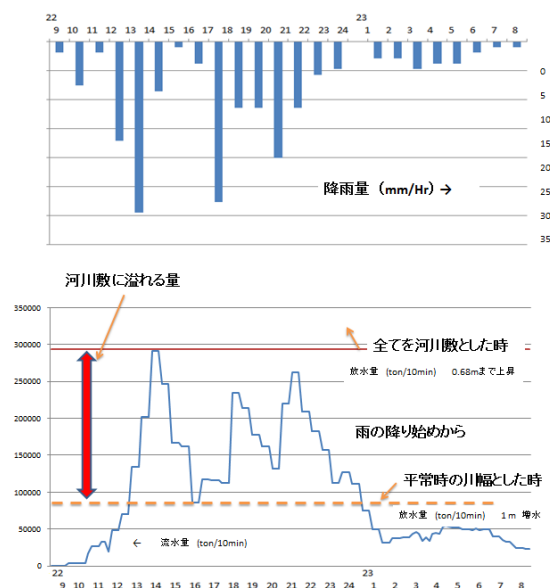


図 7-1 降雨と喜瀬川の増水量

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) 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>

