

一級河川の氾濫予測 九州編 第14報

六角川の氾濫の可能性

地政学的異文化研究所

鈴木 誠二

二つの大きな川が合流している形の六角川は、それぞれの川の流域が広く、集中豪雨の時には、独自に氾濫を起こす危険性がある。また、本流の六角川の上流には洪水対策用のダムが設置されており、この運用も考える必要があり、河川の管理が非常に複雑になっている。

ここでは、こうした河川の場合における我々が先に開発した河川の氾濫の可能性を予測するプログラムの適用をどのようにすべきか検証した。

その結果、ダムの運用は、集中豪雨における雨量を考慮して、ダムの有効貯水容量を十分に活用することが大切で有ることが分ったが、その有効貯水容量と、このダムがもっている流域面積の広さの設定がどのようにして決められたのかも、重要な要素である。とりわけ、豪雨が予想される時には、ダムの事前放流をするなどして、予めダムの水位を下げしておくことが求められる。こうしたダムを有効に利用する手立てを常日頃から訓練しておくことも大切な対策の一つだ。



はじめに

本年、2019年8月28日に、九州の熊本地方が集中豪雨に襲われた。この時に次のような洪水警戒警報が発令された。

2019年8月28日 05:00 発表

武雄河川事務所 / 佐賀地方気象台

【警戒レベル4相当】六角川の潮見橋水位観測所（武雄市）では、28日04時50分頃に、

避難勧告等の発令の目安となる「氾濫危険水位」に到達しました。武雄市、嬉野市、杵島郡大町町、杵島郡江北町、杵島郡白石町では、六角川の堤防決壊等による氾濫により、浸水するおそれがあります。市町村からの避難情報を確認するとともに、各自安全確保を図るなど、適切な防災行動をとって下さい。



H21.7 牟田辺遊水地越流状況(牛津川 15/200)

しかし、このような発表に対し、これを得た住民は、どのような反応を示したのでしょうか？ 最近では、注意の内容は、「命を守るように、行動してください」などと、なっている。深刻さに欠ける、まったく、当たり前のこのような警報に国民がどのような思いでこれを受け止めているのか、疑問でならない。

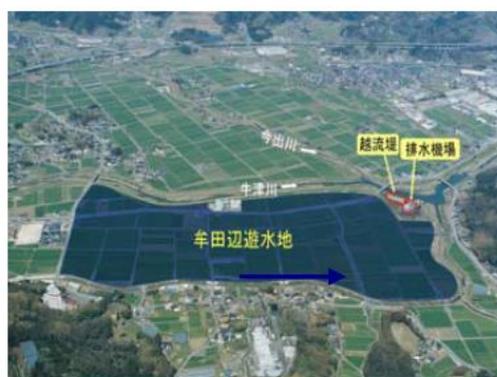
そこで、我々の開発したプログラムで当時の状況を検証した。

六角川は、その源を佐賀県武雄市山内町の神六山（標高447m）に発し、武雄川等の支川を合わせて低平な白石平野を蛇行しながら貫流し、下流部において牛津川を合わせて有明海に注ぐ、幹川流路延長47km、流域面積341km²の一級河川。牛津川には、洪水調節効果を有する牟田辺遊水地が中流部に整備されている。（国土交通省のデータより）

ただし、この遊水地の運用については、十分に把握されていないので、ここでは、洪水対策としての緊急の運用はないものとした。



牟田辺遊水地越流堤付近 下流より



牟田辺遊水地航空写真

1-1 川の流域区分け

われわれのプログラムでは、入力にアメダスのデータを使用する。このデータをより現場に近い形で、よりの確に利用する為に、アメダスの測定点の地理、ならびに、流域の状況（分水嶺の位置、ダムの有無・目的、とその能力、支流の合流の状況）を詳しく知る必要がある。

アメダスの測定点

このようなことを加味して、六角川流域を区分わけしたものが、図 1-1 である。

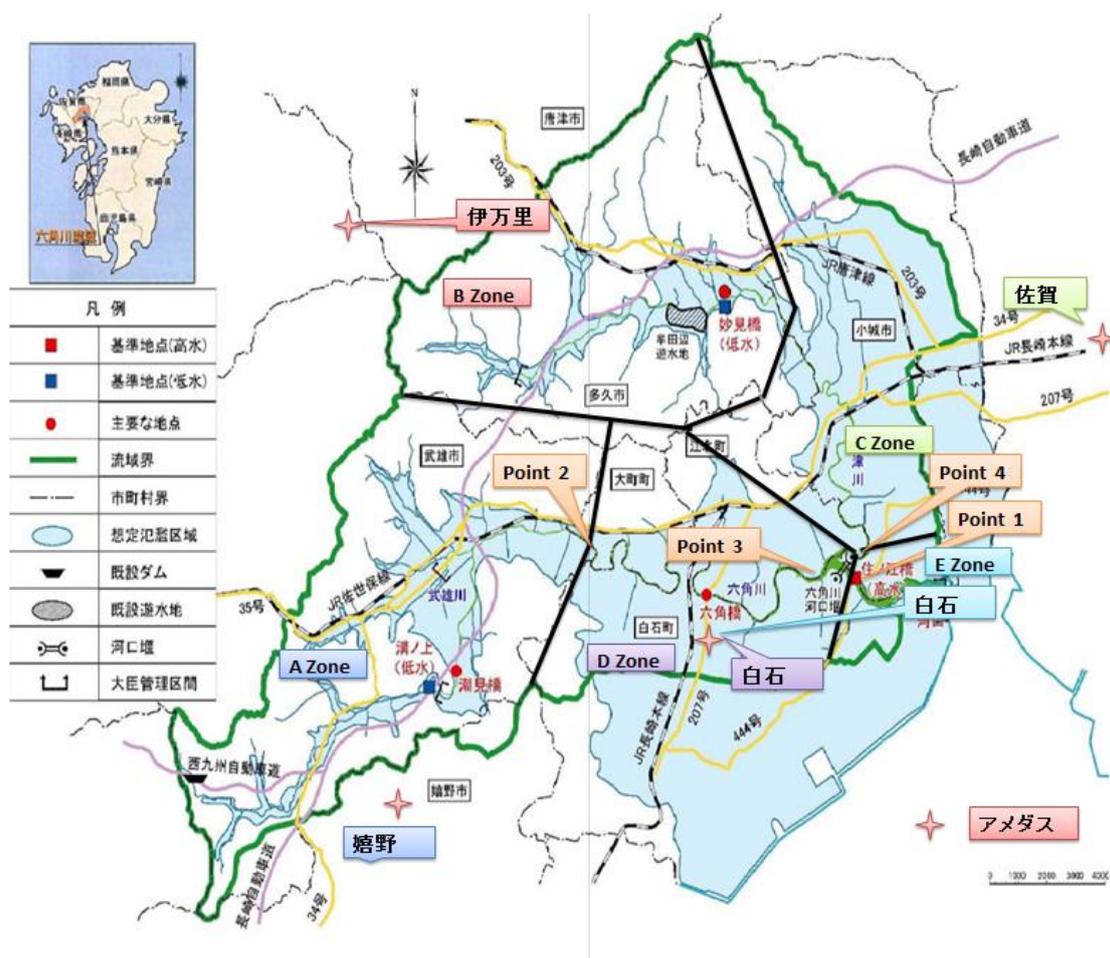


図 1-1 六角川流域の区分わけ

1-2. ダムの諸元

地域分けで注目すべきは、六角川本流には上流に矢筈ダムと永池ダムがあるが、永池ダムの有効貯水容量が少ないことである。このため降雨のタイミングを見て貯水を調整する必要がある。非常に広域を流れて来る牛津川については、牟田部遊水地が洪水対策用としてあるが、この遊水地の容量、並びに、運用の方法がどんなものか不明であるので、ここではこの貯水容量は配慮しなかった。

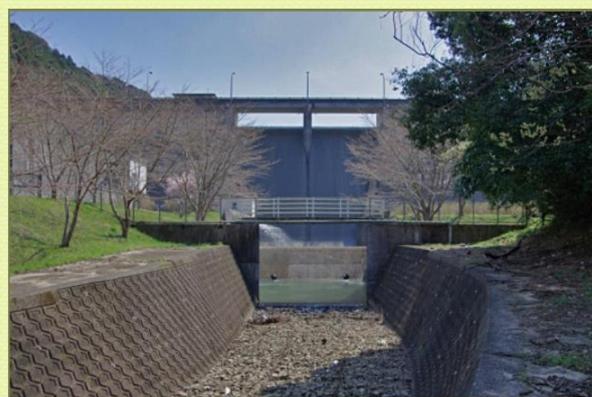
表 1 ダムの諸元

				千 m^3	千 m^3
矢筈ダム	六角川	佐賀県武雄市西川登町大字神	FNMI	1390	1310
淵の尾ダム	武雄川	武雄市武雄町塔の原	W	585	560
繁昌ダム	高橋川	武雄市朝日町大字繁昌	A	645	598
永池ダム	蔵堂入江	武雄市北方町大渡	FA	680	602
天瀬ダム	瓦川内川	多久市南多久町大字天ヶ瀬	A	532	504
庭木ダム	庭木川	武雄市西川登町庭木	A	600	557
六角川河口堰	六角川	杵島郡白石町大字福富字北橋	FN	3300	1
牟田部調整池	牛津川	多久市南多久町		900	300

矢筈ダム [佐賀県] (やはす)



庭木ダム [佐賀県] (にわか)



繁昌ダム [佐賀県] (はんしょう)



(撮影: 灰エース)

天ヶ瀬ダム [佐賀県] (あまがせ)



ダムネットより

1-2 アメダスのデータ

アメダスのデータは毎時間報告されており、各時間ごと、10程度で知ることができる。これは、着目点地域で豪雨があった時には、河川が氾濫するまでの時間の余裕が少ないので、非常に重要な情報である。図 1-1 で見たように、六角川の流域での降雨を知るには、女流のものは、嬉野、白石のデータを、そして、牛津川の領域には、伊万里、ならびに、佐賀のデータを利用した。

今回は、2019年8月27日から28日にかけてのデータを参考とした。

表 2 アメダスのデータ

日にち	2019	8	27		
時間	嬉野	伊万里	佐賀	白石	白石
13	3.5	2	3	2	2
14	0.5	0	0.5	0.5	0.5
15	8	18	1	4	4
16	11	25.5	8	5.5	5.5
17	3.5	57	4.5	3	3
18	3	40	11	1	1
19	1.5	1	7	3.5	3.5
20	9	10	13.5	10	10
21	27.5	2	20.5	14	14
22	0.5	0.5	1	0.5	0.5
23	0	0	0.5	0	0
24	0	5	0.5	0	0
1	3.5	32.5	10	8	8
2	1	8.5	12	2.5	2.5
3	4.3	10.5	1	4.5	4.5
4	30	17.5	58.5	90	90
5	48.5	9.5	10.3	98.5	98.5
6	26	18	59.5	56	56
7	14.5	6	1.3	21	21
8	6.5	4	8	5	5
9	6.5	5.5	7.5	5.5	5.5
10	4.5	5	4.5	4	4
11	1	1	1.5	1	1
12	0.5	0.5	1	0.5	0.5

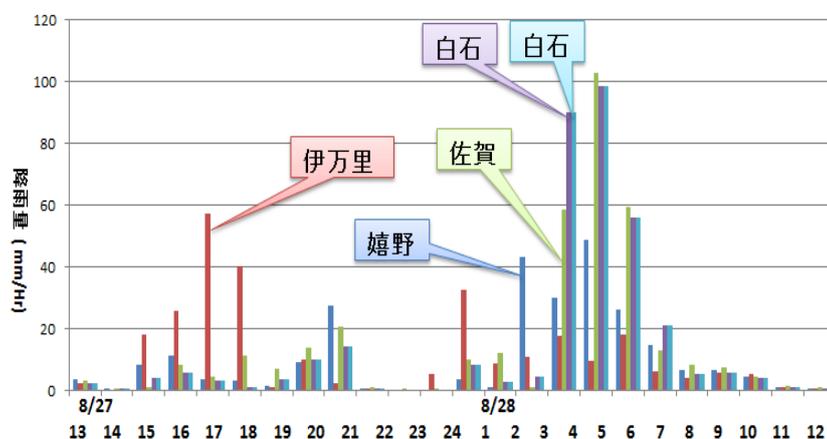


図 1-2 アメダスのデータ

各ゾーンにアメダスのデータを当てはめる。この図からも分かるように、雨の降ったピークがわかれている。しかも、川の上流地域の伊万里地方での集中豪雨が、その後、降雨の場所が牛津川に移っている。この状況は、上流地域でたくさん降った雨が下流に流れてきて来る時に、その下流で集中豪雨が起きていると言う最悪のケースである。この場合には、降雨の状態を的確に把握しなければならない。アメダスのデータ

の読み方にも工夫が必要である。

表 3 流量計算のための基本データ

			$v =$ (m/se)	2.5	
		Ratio	Len. (Km)	Time (m)	α
A Zone	嬉野	0.340	28.00	187.00	0.40
B Zone	伊万里	0.276	20.00	173.00	0.40
C Zone	佐賀	0.202	13.00	87.00	0.35
D Zone	白石	0.168	13.00	87.00	0.35
E Zone	白石	0.015	0.00	0.00	0.30

1-3 ダムの貯水能力

河川の氾濫防止のための貯水池の貯水能力は、有効貯水容量として報告されている。しかしながら、この容量一杯に利用するときには、ダムの管理が降雨量に合わせて合理的に運用されているかどうかによる。集中豪雨を予測しての事前放流とか、放流時間を適切に定めるとか、がうまく管理されていることが氾濫を防ぐ条件であることを認識する必要がある。こうしたことから、各ダムでの貯水能力に対して、今回の降雨でどの程度貯水されるのかをみた。

表 4 ダムの貯水状況を計算するための条件

				千 m^3	千 m^3
矢筈ダム	六角川	佐賀県武雄市西川登町大字神	FNMI	1390	1310
淵の尾ダム	武雄川	武雄市武雄町塔の原	W	585	560
繁昌ダム	高橋川	武雄市朝日町大字繁昌	A	645	598
永池ダム	蔵堂入江	武雄市北方町大渡	FA	680	602
天瀬ダム	瓦川内川	多久市南多久町大字天ヶ瀬	A	532	504
庭木ダム	庭木川	武雄市西川登町庭木	A	600	557
六角川河口堰	六角川	杵島郡白石町大字福富字北橋	FN	3300	1
牟田部調整池	牛津川	多久市南多久町		900	300

表 3 のデータ、ならびに、アメダスのデータを使用して、各ゾーン降雨量もとめ、これから各ダムに流れ込水量を求め、ダムにどれだけ貯水されるかをみた。

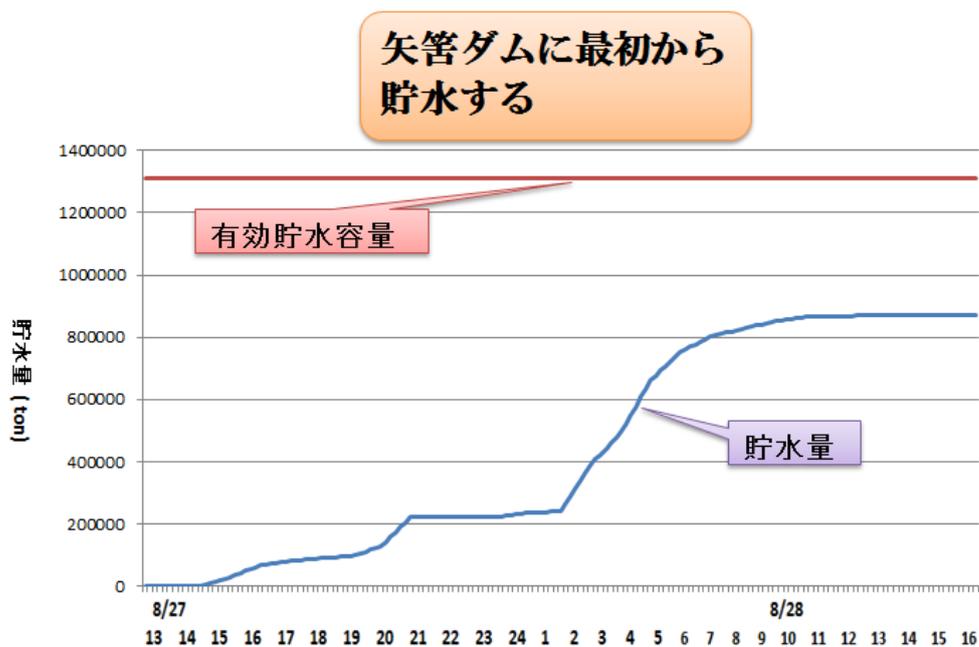


図 1-3 A Zone の流域に矢筈ダムの貯水状況

ここでは、かくダムに 8/27 の 5 時から貯水するものとして、翌日の 8/28 日の 12 時まで貯水される場合の貯水量を計算している。ただし、永池ダムでも分るように、ダムの有効

貯水容量に達してしまう事がある。この時には、その時点から、放流するものとした。その結果を、図1-4に示した。いずれのダムにも余裕のある事がわかった。永池ダムの場合には、5時40分から、放水するものとした。

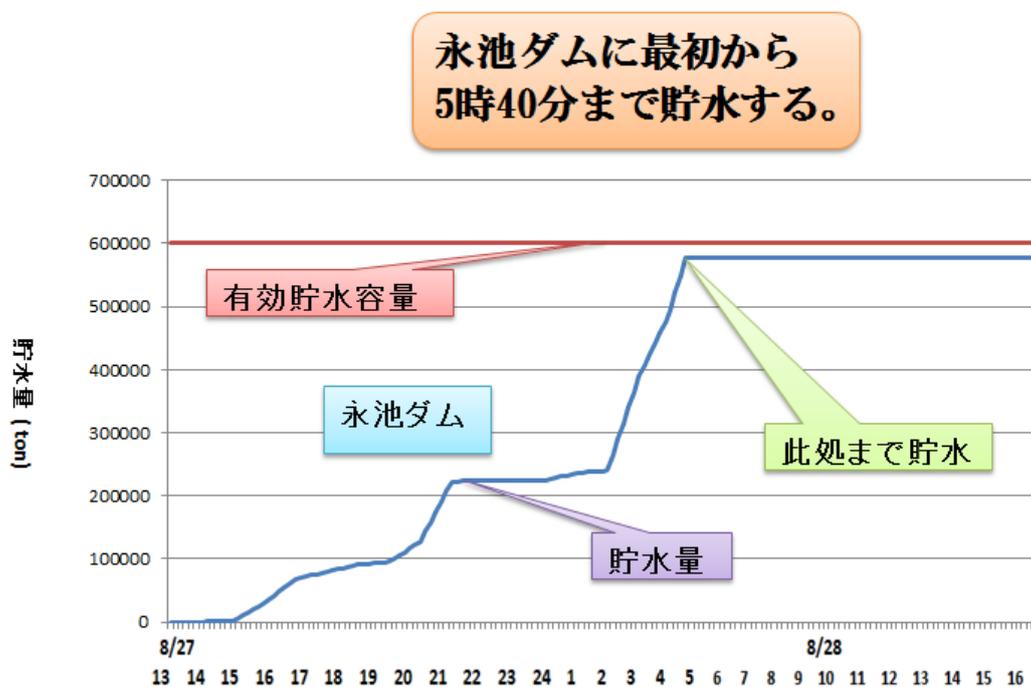


図 1-4 A Zone の流域にある永池ダムの貯水状況

氾濫の可能性

2-1 上流での氾濫が無いと仮定した場合

上流でダムに貯水せず、かつまた、氾濫が無ければ、降雨した雨は全て下流に流れ込んで来る。この時に、状況がどうなるのかをみた。これを見たのが、図 2-1 である。また、その時の各ゾーンの降雨がどのように割合で、何時河口に流れ込んで来るかを図 2-2 に示した。下流に流れ込む各ゾーンの流量がどのような寄与をしているかが分る。

ダムに貯水せず、降雨した雨をそのまま流出し、上流での氾濫が起きなければこれがそのまま、河口に流れ込み、氾濫を起こす危険性がある。この場合、唐津での降雨は、河口付近での集中豪雨となるので、事前に氾濫の予知をすることが非常に難しい、このような時にどのように氾濫を予知するかは、さらに詳しい状況分析をする必要がある。どうしてこのような状況になったかをみるために、この時の河口付近に流れ込んで来る流水の構成をみたのが、図 2-2 である。各ゾーンに降った雨は、それぞれ時間差をもって松浦川の本流に流れ込んでくるが、河口付近では、それぞれの支流から流れ込んで来る流量の総和になるので、流水の構成を知ることは、氾濫対策として非常に有用な情報を与えてくれる。

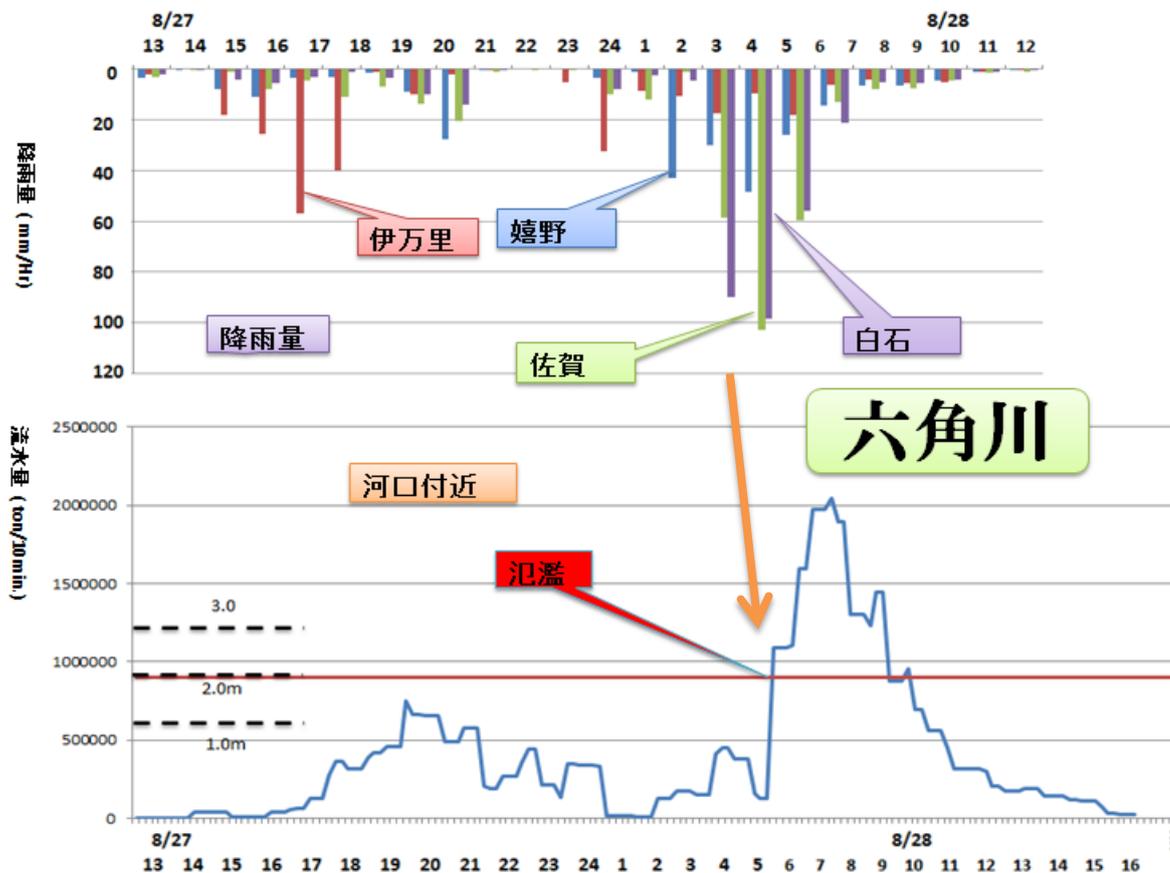


図 2-1 アメダスのデータと河口付近での流量

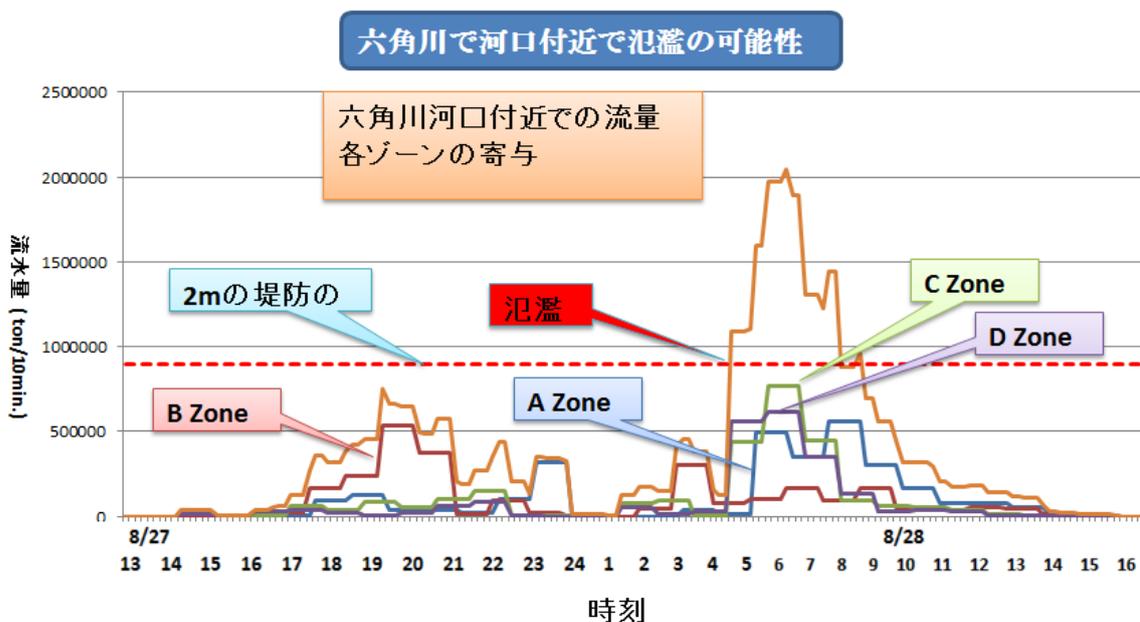


図 2-2 河口付近での流量の構成

図 2-2 から、最初の氾濫が起こるとすれば、これは、A,C,D Zone 降雨に由来しているものであることが分る。ここは、嬉野地方、佐賀地方、そして、白石地方の降雨によるものである。もし、六角川、ならびに牛津川で氾濫が起きていたならどうなるかを後で考察する。

2-2 ダムに貯水し、上流で氾濫が無いとき、河口ではどうなるか

先に六角川でのダムの貯水の容量について検討し、矢筈ダムでは、A Zone で、降雨の当初から貯水しても、有効貯水容量にゆとりのあることが分った。また、永池ダムの場合には、貯水量が満杯になるので、降雨の初期から満杯になるまでの時間は貯水し、その後は放流するものとした。しかしながら降雨したものが両ダムに流れて来る流域が極めて狭いことでダムの洪水対策としての機能に限界があるように思われる。いずれにしても、今回の集中豪雨に伴い、各ダムに初めから貯水をした場合に、各支流に氾濫が無い場合を想定して、河口での流量の変化を検討した。各上流での氾濫が起きた場合には、これらによる流量の変化があるので、これだけで、氾濫の可能性を予測することはできない。結果を図 2-3 に示した。これからも分かるように、28 日の氾濫については、ダムでの貯水により、水量が減少しても、氾濫の可能性は依然として残っている状態である。之が氾濫に繋がるかどうかは、微妙なところであり、河川の構造にもよるので、現場でさらに暮らしい観察と臨機応変な避難指示の発令が期待される。

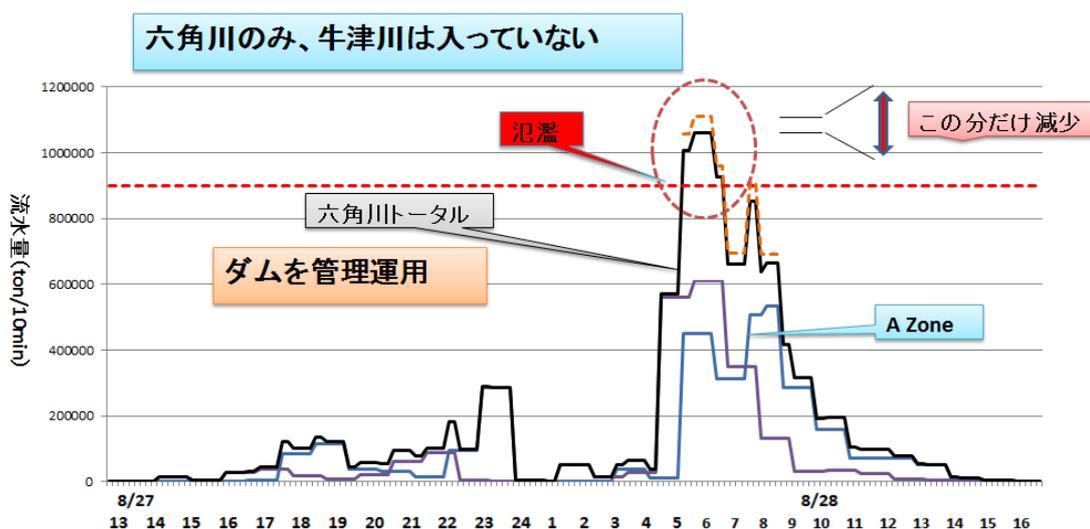


図 2-3 六角川をみの河口付近での流量

2.3 上流での氾濫の可能性

六角川は、A Zone、そして、D Zone を経由して、河口の領域に流入してくる。そこで、この上流で氾濫が起これば、河口付近での流入量が減少するので、氾濫の可能性は、減少する。この様子を見るために、六角川の上流での氾濫の可能性をみた。注目点は A Zone の出口である大町町辺りとした。

此处での流入する流れは、矢筈ダム、ならびに、永池ダムに貯水された形で注目点に流入してくる。入力データとしては、表3に代わり、次の表4、5のものを使用する。

表4 大町町辺りでの流量計算のためのデータ

	ratio	Area	116 Time	Rain(YY/Hr)	浸透率
A	1	116	60		0.4
B	0	0	0		0.4
C	0	0	0		0.35
D	0	0	0		0.35
E	0	0	0		0.3
p					

ダム名	目的	ゾーンでの	時間(分)	有効貯水容量
矢筈ダム	A	1/20	5	1310
永池ダム	A	1/20	5	602

表5 大町町辺りでの川の構造

	river	basin
width	40	110
height	1	2.5
Flow rate	2.5	2.5
VoluYe	60000	412500



写真 大町町辺りでの河川の風景と航空写真

以上のような入力データを使用し、アメダスのデータは伊万里地域のものを用い、A Zone の出口での流量計算をした結果を図2-4に示した。

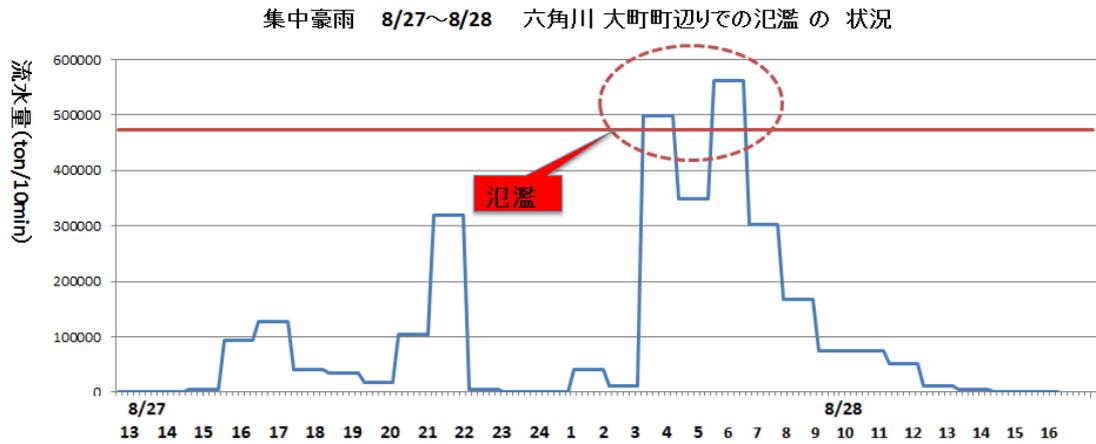


図 2-4 矢筈ダムでの貯水をした場合の六角川・大町町辺りでの上流地域での流量

この図から、矢筈ダムで貯水をしているが、氾濫を防ぐことはできない。また、此処での氾濫が発生すれば下流での流量は減少する。

2.4 牛津川の氾濫の可能性

大きな支流の牛津川が六角川の下流で合流している。この流域には、洪水対策用に牟田部調整池がある。設置された場所は、この支流のかなり中流であるが、貯水量が少ないこと、さらには、この池の運用がどのような形で成されているのかよくわからないので、ここでは、この池に降雨に応じた貯水を無いものとしてこの支流での氾濫の可能性について検証した。

牛津川の出口地点での流量計算に必要な入力データは次のとおりである。

表 6 牛津川の出口付近での流量計算

	ratio	162.819 ムビダ	Time (min)	Rain(YY/Hr)	浸透率
A		0	0.00		0.4
B	0.577807	94.078	173.00		0.4
C	0.422193	68.741	87.00		0.35
D		0	0.00		0.35
E		0	0.00		0.3
p					

表 7 牛津川の出口付近での川の構造

	river	basin
width	90	180
depth	1	2.5
Flow rate	2.5	2.5
VoluYe	135000	675000

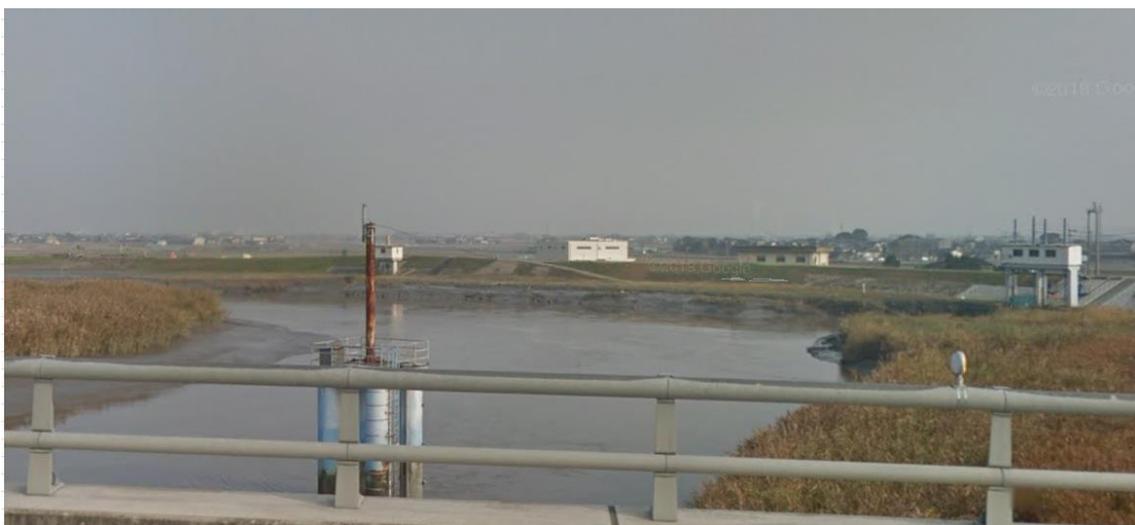


写真 牛津川、六角川との合流近く辺りの土手、ならびに、航空写真

以上のような入力データを使用し、アメダスのデータは唐津地域のデータを用い D Zone の出口、浦の川橋辺りでの流量計算をした結果を図 2-5 に示した。



図 2-5 牟田部調整池での貯水がない場合の牛津川の河口付近での状況

この図からも明らかなように、堤防の高さが 2.5m とすると、牛津川の出口辺りで、氾濫の危険性があるけれども、実際にはどうであるかは、堤防の高さで微妙なところである。氾濫の警告が 5 時に出されているが、4 時のアメダスのデータから氾濫の起こる可能性は予測できるはずである。専門家の方々には、こうしたアメダスのデータを有効に使う確かな手法を確立して頂きたい。

2.5 六角川と牛津川との合流地点

六角川の中流、ならびに、牛津川の出口でも氾濫の起こることが考えられるが、河川の川幅、河川敷の広さ、さらには、堤防の高さによって状況が微妙に変化する状況であるので、ここでは、貯水はするものの、こうした、中流、あるいは、支流だけで氾濫が無いものとした場合の、河口付近での氾濫の可能性を、そのあたりの河川の構造から、調べた。ただし、六角川と牛津川との合流地には、氾濫対策用の堰が設けられている。この堰がどのように洪水対策として機能しているかは、分らないので、ここでは、この効果は無視するものとした。流量の計算には、表-3 の者を使用するが、先に説明したようなダムでの貯水効果を考慮する。

この地点での流量の経時的な変化を見たものが、図 2-6 である。

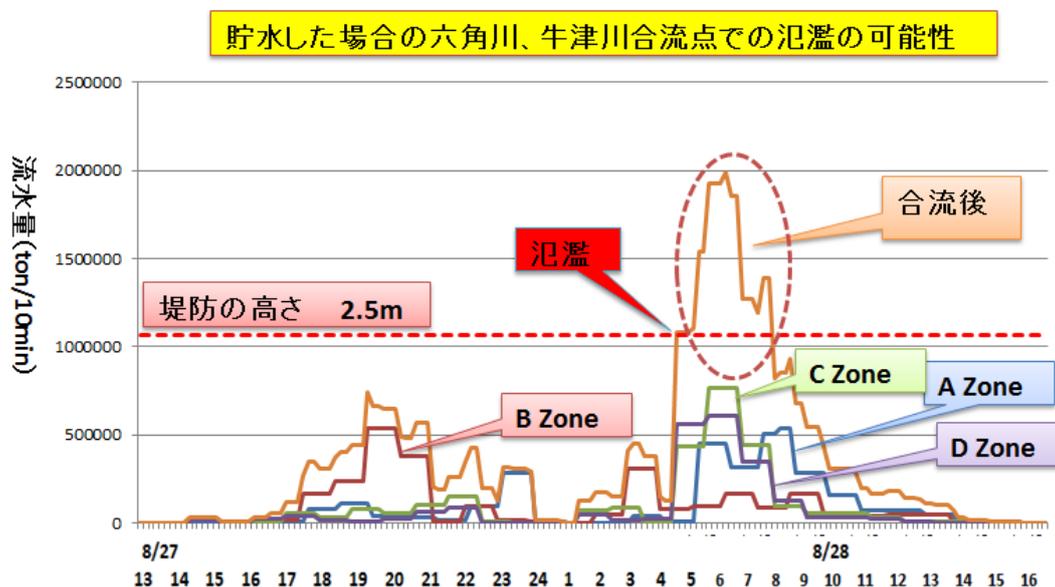


図 2-6 ダムでの貯水をした場合の六角川、牛津川合流点あたりでの流量

これから、この地点での氾濫の可能性は、28 日の 5 時ごろ非常に高い危険性のある状態と言える。六角川、牛津川の上流でのダムでの貯水が十分なされるなら、氾濫を防げるかもしれない。

河川の上流での堤防の高さが、2.5 メートルに満たない場合には、氾濫を起こすかどうかは微妙な問題であり、高さによっては、氾濫しない可能性がある。また、土手の弱い所では、決壊の恐れもあり、十分な監視が必要である。この地点での管理をしている役所では、河川に沿って土手の高さが十分でない所には、警戒を厳しくするように指導することが望まれる。

おわりに

今回、六角川の場合を例にとり、河川の上流で氾濫が起きた場合に、下流側での流入量の減少がどのような形で、流量の変化に影響してくる。確かに、上流での氾濫により、下流側での氾濫の危険性は減少することは確かであるが、必ずしも、それにより、完全に氾濫の危険性が無くなりはないということである。こうしたことを考慮して、下流側での氾濫防止の施策を立てる必要がある。

参考資料

- 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)

<http://www.catv296.ne.jp/~kentaurus/FLOOD%2001.pdf>

- 2) 鈴木 誠二 私信 河川氾濫の予測手段の検証 (2019.10)

<http://www.catv296.ne.jp/~kentaurus/HANRAN%2001.pdf>

<http://www.catv296.ne.jp/~kentaurus/HANRAN%2002.pdf>

<http://www.catv296.ne.jp/~kentaurus/HANRAN%2003.pdf>

- 3) 資料 国土交通省

https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouinukai/kihonhoushin/060906/pdf/ref2.pdf

- 4) 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>

- 5) 日本の川

https://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasen/jiten/nihon_kawa/index.html