

一級河川の氾濫予測 九州編 第13報

松浦川の氾濫の可能性

地政学的異文化研究所

鈴木 誠二

三つの大きな支流が合流している形の松浦川は、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、本流の松浦川、ならびに、大きな支流の一つである厳木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えて、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。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ておくことが求められる。こうした運用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。

松浦川は、21時20分に、武雄市武内町大字真手野字源田 2983-2 の武内観測所で、避難勧告等の目安のひとつとなる水位である、**氾濫**危険水位 3.74mを下回りましたが、今後も引き続き注意してください。

【佐賀県河川砂防課】

(0952)25-7173、7162

【佐賀県杵藤土木事務所】



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。

松浦川は、佐賀県武雄市山内町青螺山（標高599m）にその源を発し、源流から低い丘陵地に囲まれたやや開けた平地を流れ、上流部では1/500～1/1,300程度と溪流的な河川と比べるとゆるやかな勾配を呈している。川西橋付近で合流する井手口川の上流部には、佐賀県にて井手口川ダムが平成24年に完成した。

中松浦鉄道橋付近からは中流部に入り、1/1,700程度のゆるやかな勾配で狭い田園地帯を蛇行しながら流下する。また、唐津市佐里地区に自然再生事業として「アザメの瀬」を整備し、氾濫原における湿地の再生に取り組んでいる。厳木川合流点下流付近から松浦大堰までの下流部は湛水区間となっており、川幅は、上流より徳須恵川合流地点まではやや狭く、その下流は広くなっており、松浦大堰から河口に至る河口部は広大な水面を有し、唐津湾に注いる。（国土交通省のデータより）



松浦川中流（河口より13.2km地点、唐津市相知町）



松浦川河口部（河口より0km付近、唐津市和多田）

入

カデータの作成

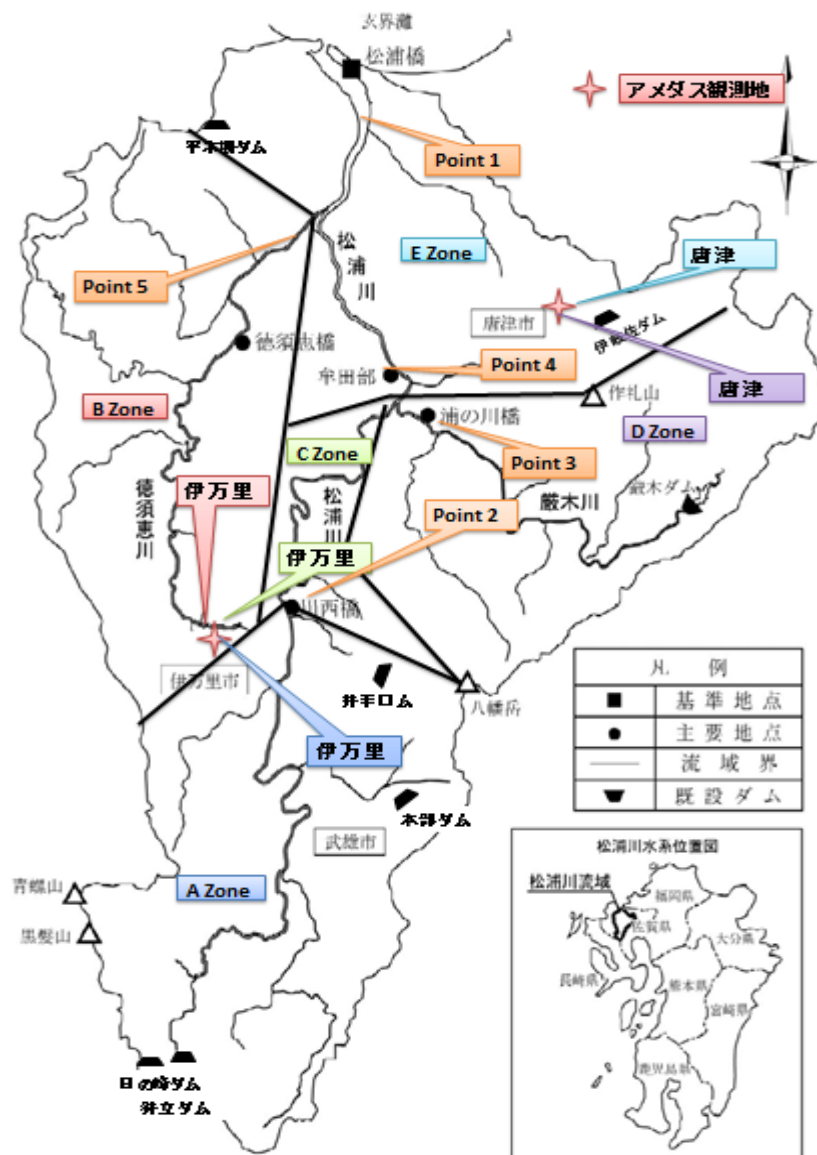
国土交通省の「日本の川」より

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、松浦川領域を区分わけしたものが、図 1-1 である。



(参考図) 松浦川水系図

1-2. ダムの諸元

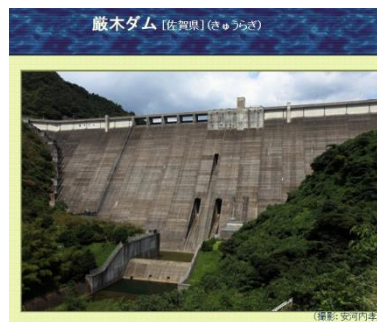
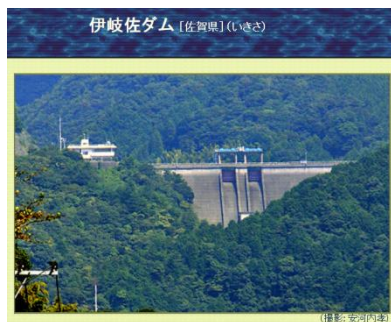
図 1-1 松浦川流域の区分わけ

地域分けで注目すべきは、松浦川本流には上流に狩立ダムと日の峰ダムがあるが、この二つはトンネルで結合しており、一つのダムとして考えられることである。また、この流域には、本部ダムと井手口ダムが洪水対策として使用できる。非常に広域を流れて来る厳木川については、厳木ダムがこの領域での降雨を貯水するのに有効であるが、ここに貯水される降雨の領域が狭いことが気になる。下流域に伊岐佐ダムと平木ダムがある。ここでの貯水が可能であるが、いずれもかなり狭い範囲での降水が貯水できるだけである。

表 1 ダムの諸元

ダム名	河川	所在地	目的	総貯水容量 千 m^3	有効貯水容量 千 m^3
新浦ダム	和多田川	唐津市大字和多田	A/アース	13	13
井手口川ダム	井手口川	伊万里市大川町大字東田代地先	FNW	2180	2030
日の峰ダム	日の峰川	武雄市山内町宮野字日の峰	FNW	460	447
狩立ダム	狩立川	武雄市山内町大字宮野字松の木原	FNW	1330	1243
本部ダム	川古川	武雄市若木町大字本部	FNW	1140	1090
伊岐佐ダム	伊岐佐川	唐津市相知町大字伊岐佐	FNW	1940	1660
厳木ダム	厳木川	唐津市厳木町広瀬	FNWP	13600	11800
平木場ダム	町田川	佐賀県唐津市上神田	FNW	1080	1024

表 1 のダムの諸元からわかるように、日の峰ダムの容量が小さいことが分るが、これは、狩立ダムと連絡しているので、両方を合わせて考える必要がある。



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、松浦川の流域での降雨を知るには、河口付近と、内陸部の伊万里地方のデータしかないのも、これは、いささか問題である。武雄市地方での測定値を取ることが望まれる。

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

ゾーン	月日 2019				
地点名	A	B	C	D	E
	伊万里	伊万里	伊万里	唐津	唐津
5	3	3	3	2.5	2.5
6	24	24	24	6.5	6.5
7	4	4	4	5	5
8	7.5	7.5	7.5	5	5
9	14	14	14	6.5	6.5
10	5	5	5	8.5	8.5
11	7	7	7	6.5	6.5
12	26.5	26.5	26.5	22	22
13	2	2	2	5.5	5.5
14	0	0	0	1	1
15	18	18	18	22.5	22.5
16	25.5	25.5	25.5	19	19
17	57	57	57	23	23
18	40	40	40	5.5	5.5
19	1	1	1	8.5	8.5
20	10	10	10	15.5	15.5
21	2	2	2	2.5	2.5
22	0.5	0.5	0.5	0	0
23	0	0	0	0	0
24	5	5	5	0	0
1	32.5	32.5	32.5	13	13
2	8.5	8.5	8.5	4	4
3	10.5	10.5	10.5	14	14
4	17.5	17.5	17.5	41	41
5	17.5	17.5	17.5	41	41
6	18	18	18	18	18
7	6	6	6	9.5	9.5
8	4	4	4	5.5	5.5
9	5.5	5.5	5.5	8	8
10	5	5	5	7	7
11	1	1	1	0.5	0.5
12	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

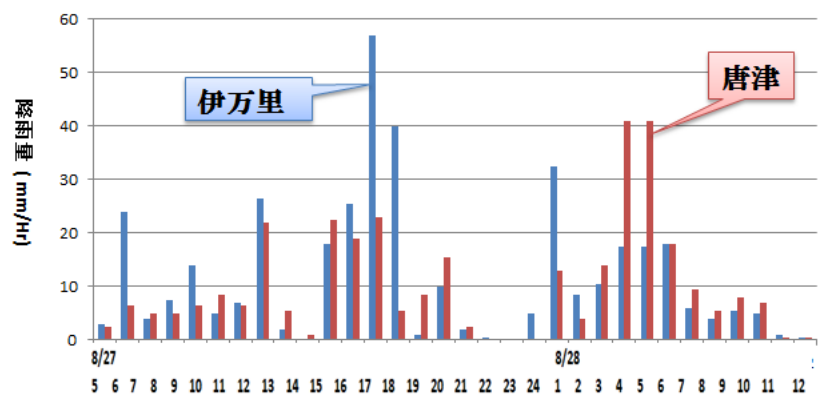


図 1-2 アメダスのデータ

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、降雨の場所が下流の唐津に移っている。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こっ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
伊万里	A Zone	0.257	36.00	240.00	0.40
伊万里	B Zone	0.250	17.00	115.00	0.40
伊万里	C Zone	0.057	17.00	115.00	0.35
唐津	D Zone	0.210	20.00	133.00	0.40
唐津	E Zone	0.226	12.00	60.00	0.30
	Total Area	446			
		Total area	446	Lenth	

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

ダム名	河川	有効貯水容量 千 m^3	ゾーン	占有領域	貯水までの 時間(分)
井手口川ダム	井手口川	2030	A	1/25	10
日の峰ダム	日の峰川	447	A	1/25	10
狩立ダム	狩立川	1243	A	1/25	10
本部ダム	川古川	1090	A	1/25	10
巖木ダム	巖木川	11800	D	1/10	20
伊岐佐ダム	伊岐佐川	1660	E	1/25	20
平木場ダム	町田川	1024	E	1/25	20

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。

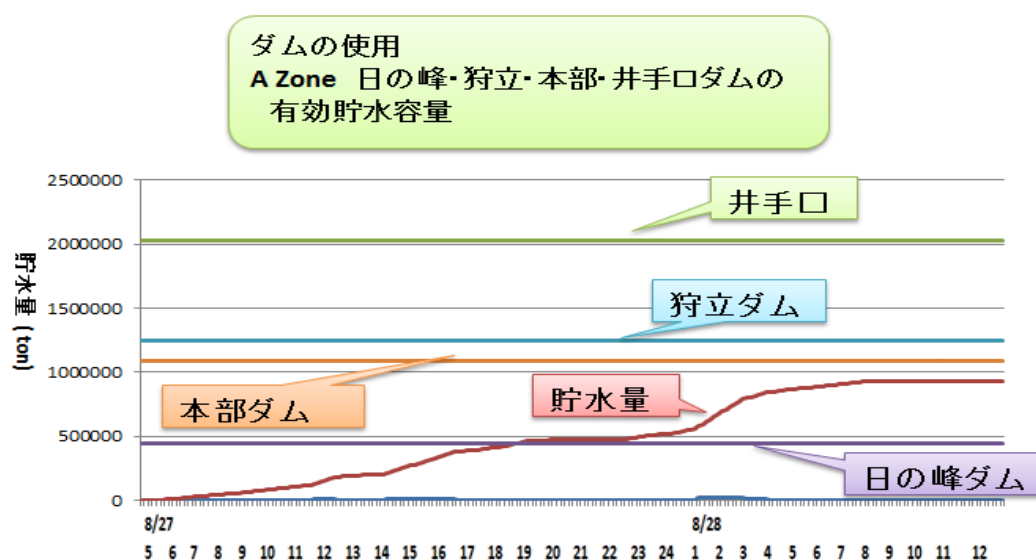


図 1-3 A Zone の流域にあるダムの貯水状況

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 時までに貯水される場合の貯水量を計算している。日の峰ダムと狩立ダムの場合は一体として考えれば、ほぼ満杯を超える様であるが、洪水の起こるのは短時間であるので、ダムの管理の工夫で十分に貯水できるものとした。井手口ダム、本部ダムについては、貯水能力は余っている。同様にして、D,E ゾーンについても貯水の状況をみた。その結果を、図 1-4、図 1-5 に示した。いずれのダムにも余裕のある事がわかった。

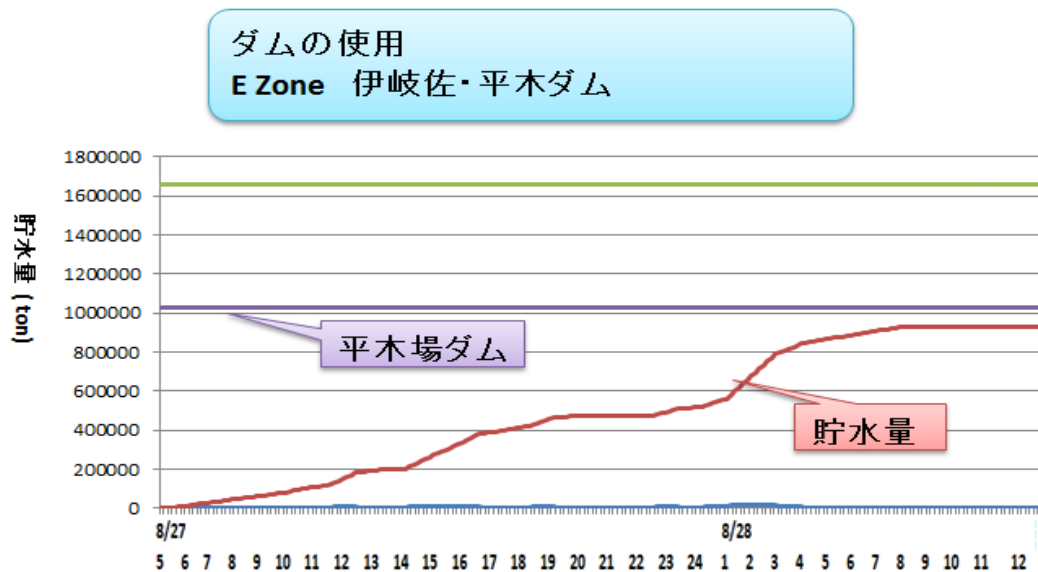


図 1-4 A Zone の流域にあるダムの貯水状況

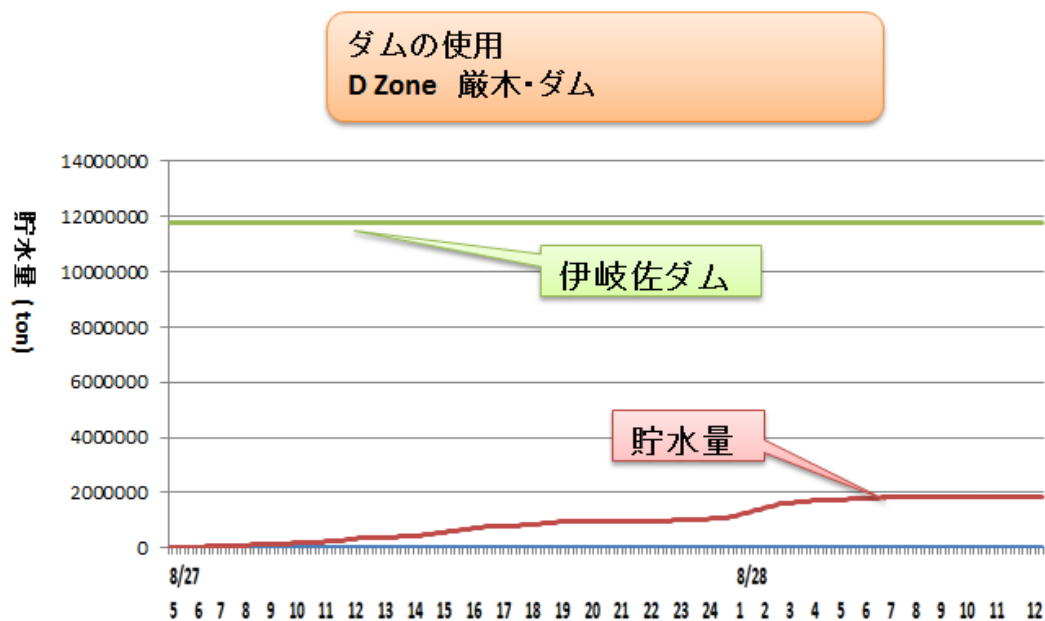


図 1-5 A Zone の流域にあるダムの貯水状況

1. 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、

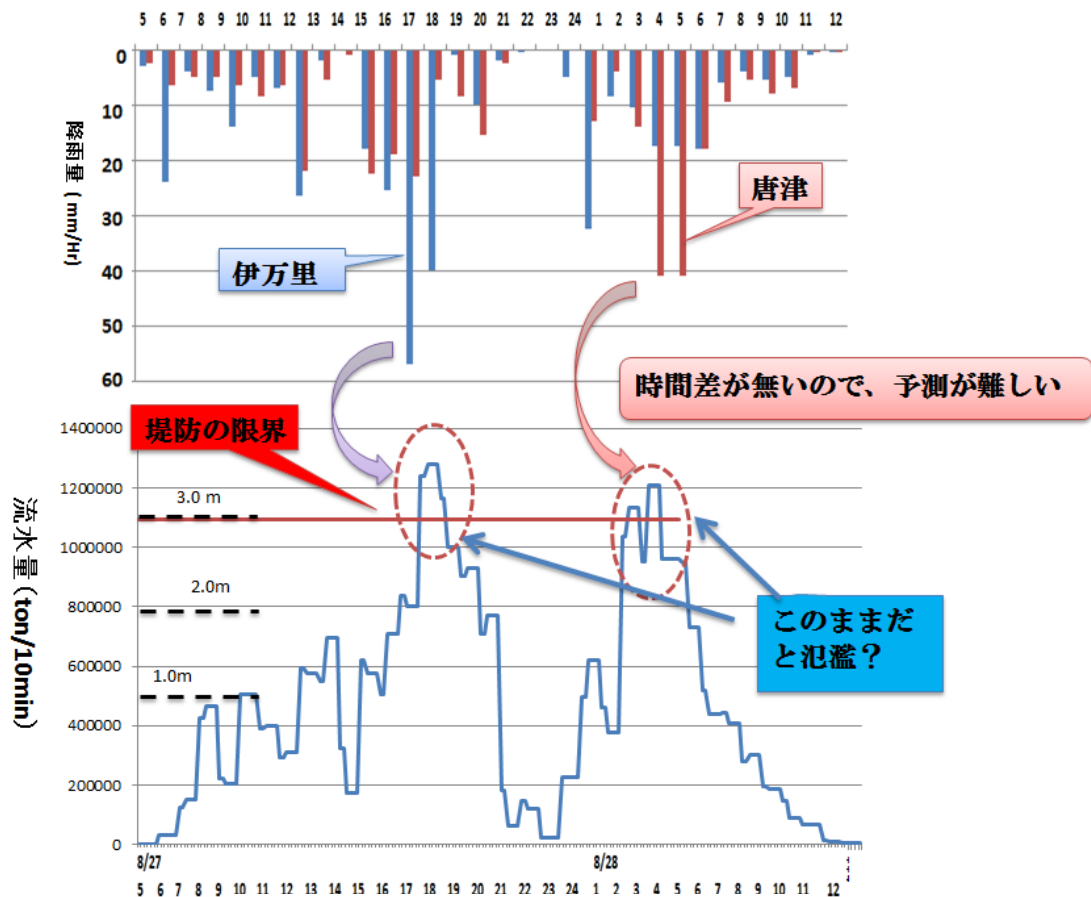


図 2-1 ダムに貯水せず、上流で氾濫が起きなければ、

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。

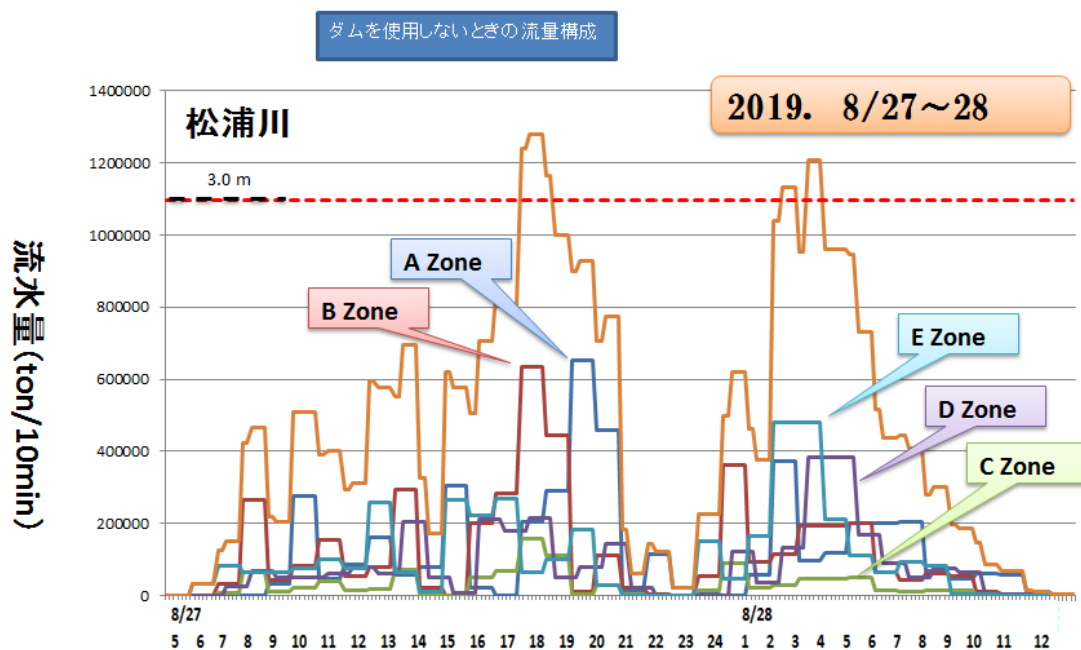


図 2-2 河口付近での流量の構成

図 2-2 から、最初の氾濫が起これば、これは、B Zone の降雨に由来しているものであることが分る。ここは、伊万里地方の降雨によるものであり、徳須恵地域の降雨が問題である。もし、ここで、氾濫が起きていたならどうなるかを後で考察する。二度目の氾濫の可能性は D,E Zone に由来するものであり、これは、唐津地域での降雨が原因となっている。とりわけ、E Zone の雨の降り方が問題である。

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

先に松浦川の本流、支流でのダムの貯水の容量について検討し、ここでは、A,D,E 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。そこで、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。各ゾーン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。これから分かるように、一度目の氾濫の可能性は、解消できないようであるが、二度目の氾濫については、ダムでの貯水により、水量が減少し、氾濫は殆どない様な状態にまでなっている。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、現場でさらに詳しい観察と臨機応変な避難指示の発令が期待される。

ダムに貯水した時の河口付近の流量

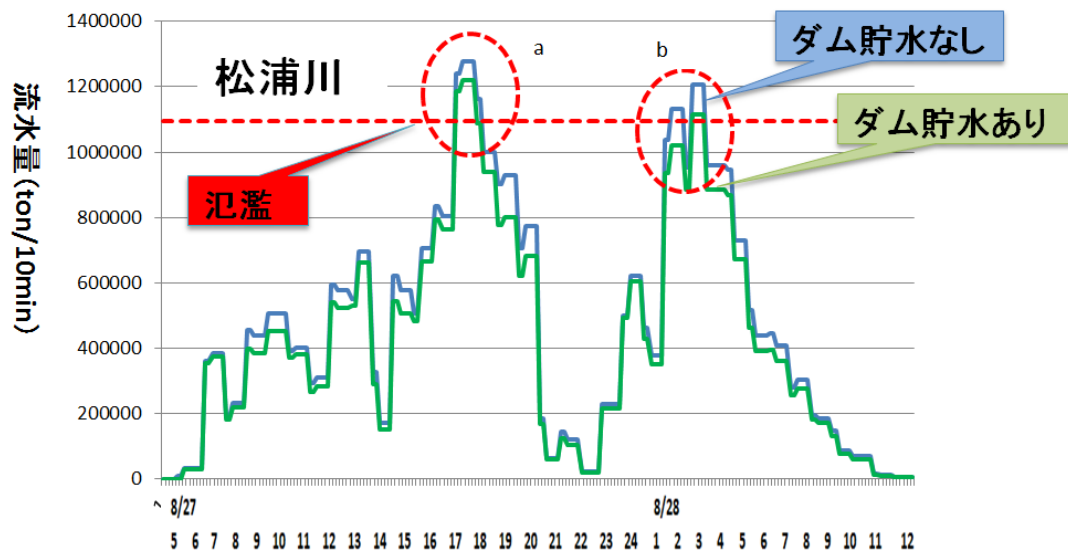


図 2-3 ダムでの貯水をした場合の河口付近での水量

但し、上流での氾濫が無い場合

2.3 上流での氾濫の可能性

松浦川は、A Zone、そして、C Zone を経由して、河口の領域に流入してくる。そこで、この過程で氾濫が起これば、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。この様子をみるために、松浦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。此処での流入する流れは、日の峰ダム、狩立ダム、本部ダム、ならびに、井口ダムに貯水された形で注目点に流入してくる。このため、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 A Zone の出口付近での流量計算

	ratio	Total Area 114.7	time (min)	Rain(YY/Hr)	浸透率
A	1	114.7	66.7		0.4
B	0	0	0		0.4
C	0	0	0		0.35
D	0	0	0		0.4
E	0	0	0		0.3
p					

表 5 A Zone の出口付近での川の構造

	river	basin
width	25	80
height	2	3
Flow rate	2.5	2.5
Velocity	75000	360000



写真 伊万里、川西辺り 白木橋での土手、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。

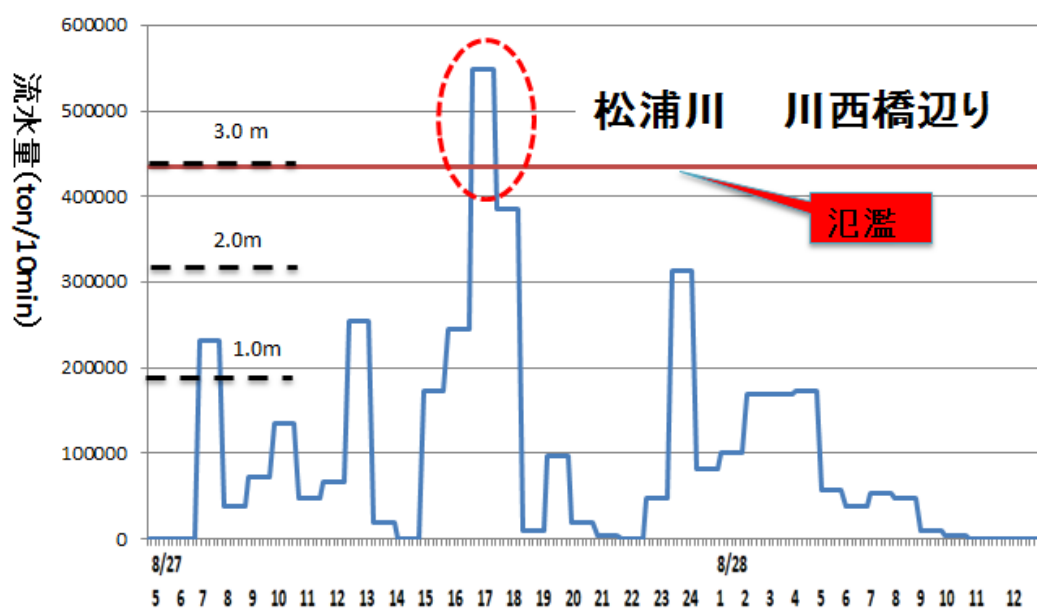


図 2-4 ダムでの貯水をした場合の松浦川上流地域での流量

この図から、4つの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 厳木川の氾濫の可能性

松浦川の中流地域で合流している大きな支流が厳木川である。この流域には、洪水対策用に厳木ダムがある。設置された場所は、この支流のかなり上流で、この領域で貯水のできるのは降雨の極わずかであるが、ここに貯水をした時のこの支流での氾濫の可能性について検証した。

厳木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 厳木川の出口付近での流量計算

	ratio	Area	93.8 Time	Rain(YY/Hr)	浸透率
A	0	0	0		0.4
B	0			0	0.4
C	0	0	0		0.35
D	1	93.8	66.7		0.4
E	0	0	0		0.3
p					

表 7 厳木川の出口付近での川の構造

	river	basin
wodth	20	95
height	1	4
Flow rate	2.5	2.5
VoluYe	30000	570000



写真 唐津市相知、浦の川橋辺りの土手、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。

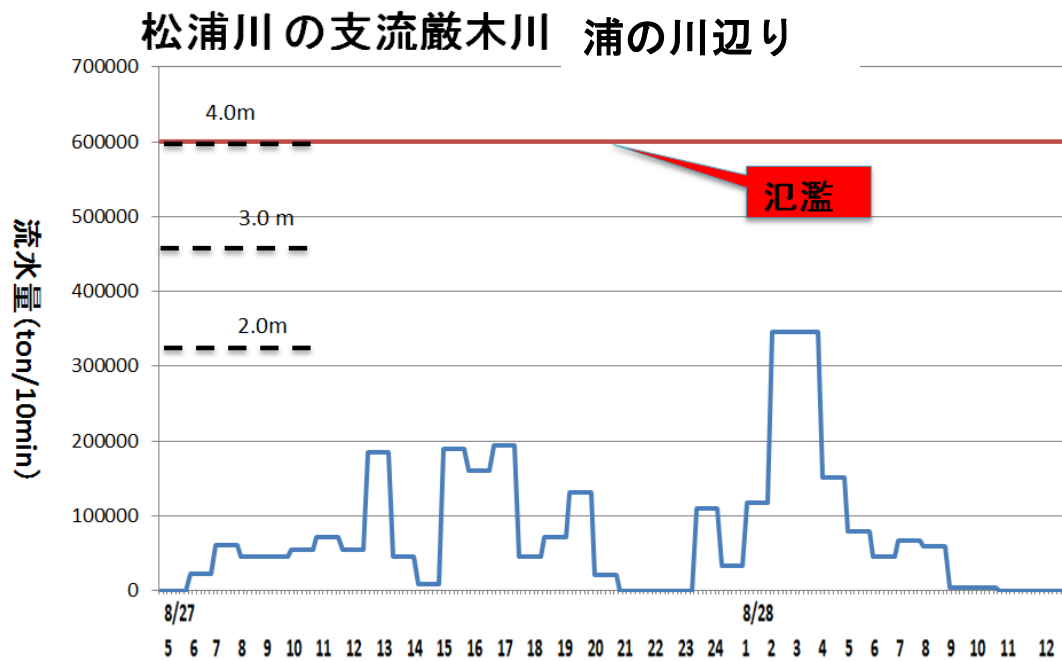


図 2-5 厳木ダムでの貯水をした場合の厳木川出口あたりでの流量

この図からも明らかなように、堤防の高さが 4.0m であれば、厳木川での氾濫の可能性は非常に小さいといえる。

2.5 松浦川と巖木川との合流地点

松浦川と巖木川との合流地点での氾濫の可能性について検討した。松浦川は、上流地域で氾濫しているので、流量は減少するものと考えられるが、ここでは、この氾濫が無い場合に、どうなるかをみた。着目地点は、牟田部あたりである。この地点での氾濫の可能性をみるための入力データは次の通りである。

表 8 松浦川の出口牟田部付近での流量計算

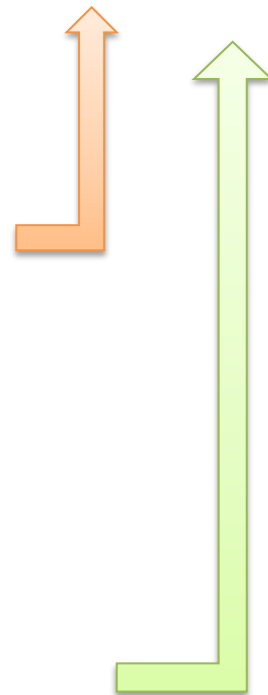
	ratio	Area	Time	Rain(YY/Hr)	浸透率
A	0.49031	114.7325	153		0.4
B	0	0	0		0.4
C	0.108663	25.4272	40		0.35
D	0.401027	93.84032	87		0.4
E	0	0	0		0.3
	Total Area	234			

表 9 松浦川の牟田部付近での川の構造

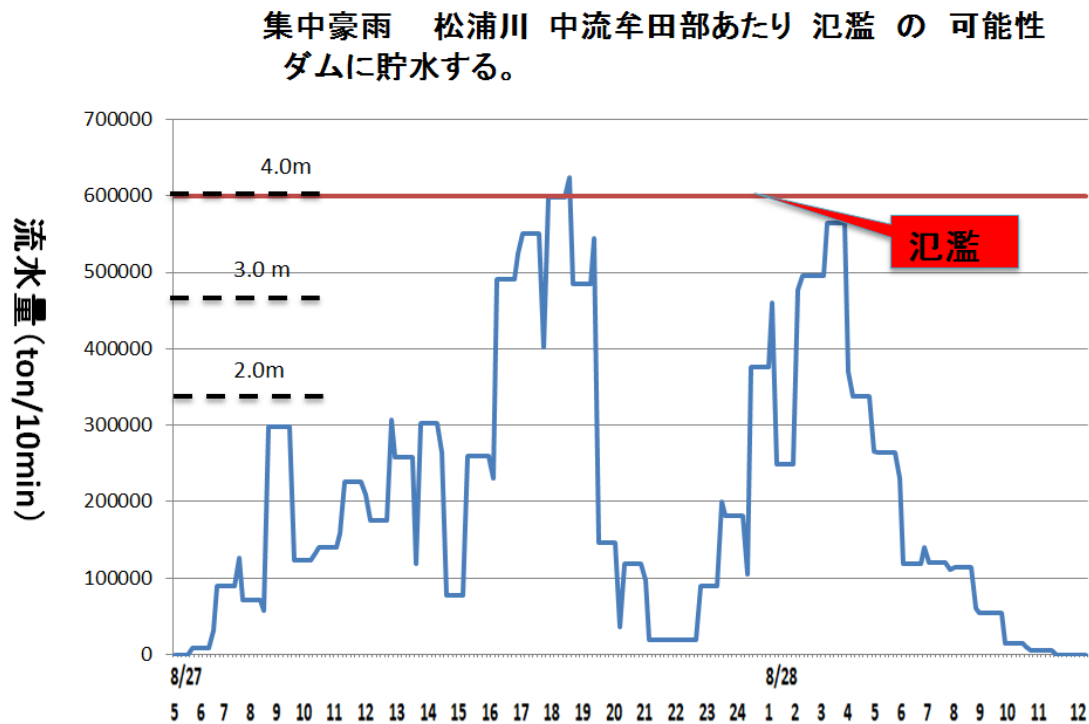
	river	basin
width	40	90
height	1	4
Flow rate	2.5	2.5
VoluYe	60000	540000



写真 牟田部辺りの土手、ならびに、航空写真



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。



これから、この地点での氾濫の可能性は、27 日の 17 時ごろ非常に高い危険性のある状態と言える。松浦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。堤防の高さが、4 メートルに満たない場合には、氾濫を起こす可能性があり、高さによっては、二度目の集中豪雨の時にも氾濫する可能性がある。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。

2.6 徳須恵川での氾濫の可能性

松浦川の河口付近での流量については、支流である徳須恵川からの流入も、この支流の流域が非常に大きいので、注意をする必要がある。また、この流域には、洪水対策用のダムも設置されていないので、集中豪雨に対しては注意が必要である。ここで、松浦川に合流する前での、氾濫の可能性について検証した。入力は次の通りである。

表 10 徳須恵川の出口付近での流量計算

	ratio	Area	111.4 Time	Rain(YY/Hr)	浸透率
A	0	0	0	0	0.4
B	1	111.4	80		0.4
C	0	0	0	0	0.35
D	0	0	0	0	0.4
E	0	0	0	0	0.3

表 11 徳須恵川の出口付近での川の構造

	River	Basin
Width	40	70
Height	0.5	5
Flow rate	2.5	2.5
VoluYe	30000	525000



写真 徳須恵橋辺りの土手、ならびに、航空写真

この条件での徳須恵川の出口付近での流量の時間的変化を図 2.7 に示した。

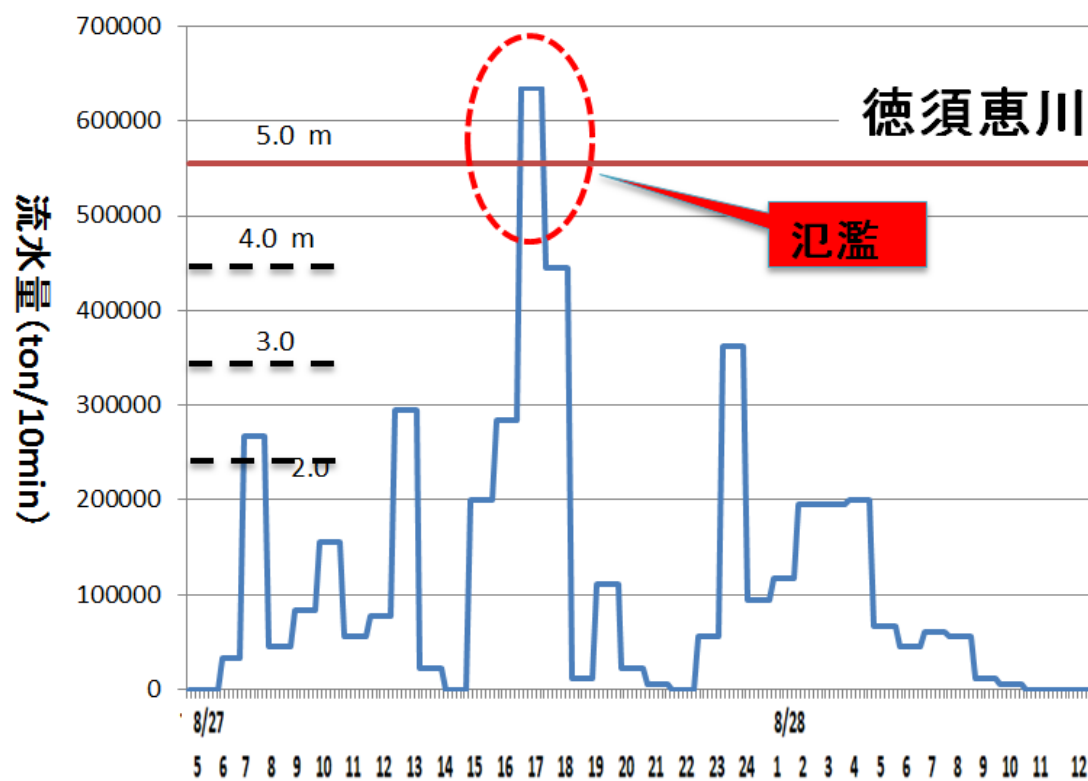


図 2-7 徳須恵川、徳須恵橋あたりでの流量

徳須恵川では、ダムが無く、流量を減ずる手立てがない。従って、集中豪雨の状況を注意深く監視する必要がある。二度目の氾濫の可能性は、厳木川の流量に影響されないので、ここでは、伊万里地区での降雨量にだけ注意する。

堤防の高さを高くしているが、堤防の強度にも注意が必要である。

2.7 松浦川、徳須恵川で氾濫したとすると、河口ではどうなるか

先に松浦川の上流で氾濫が起きる可能性があることが分り、また、徳須恵川も氾濫する可能性があることが分った。そこで、この堤防の高さを超えた水がどの程度になるかを算出し、その分は下流側には流れて来ないと想定し、ダムでの貯水効果も加味して、松浦川河口での氾濫の可能性があるかどうかを検討した。氾濫で堤防を越えたものは下流には流入して来ないという前提で下流への流入量を求めたものが、図 2-8 である。

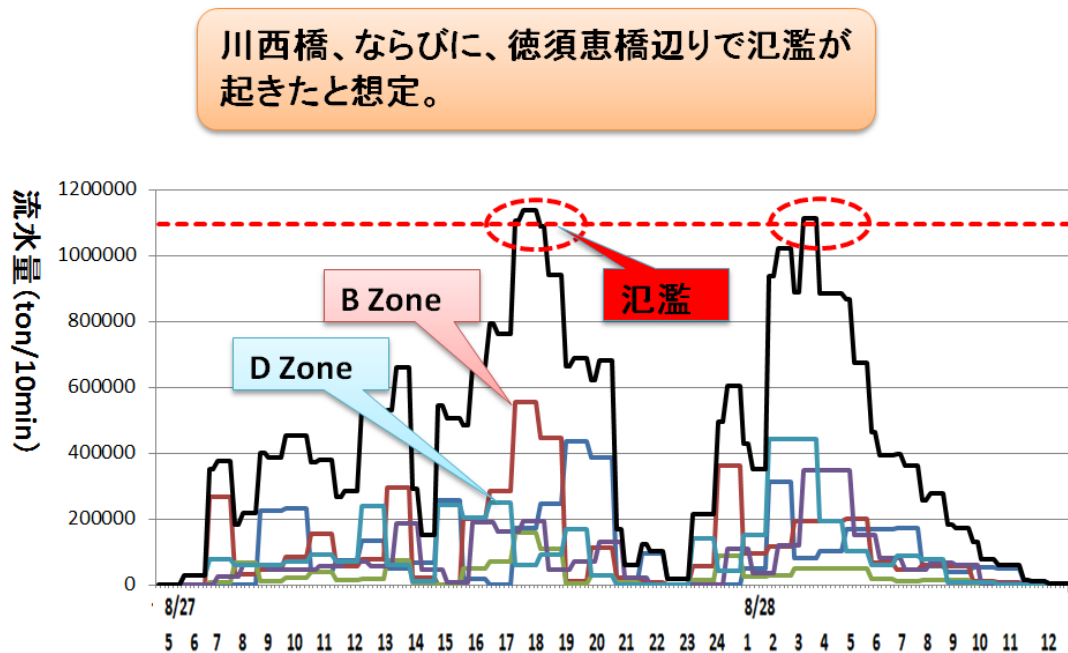


図 2-8 上流での氾濫を想定した場合の松浦川河口付近での流量

この図から、上流で氾濫が起きて、下流への流入量が減少したとしても、まだ、河口付近では、氾濫の危険性があることが分る。これは、下流での氾濫対策を見直す必要性のあることを示している。ちなみに、上流でのダムの貯水、ならびに、氾濫による流入力の減少がどの程度であるかを検討した。その結果が図 2-9 である。

おわりに

今回、松浦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のか、検証をしてみた。その結果、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いししないということが分った。氾濫の起きていない支流からの流入量、あるいは、氾濫が起きて減少しても、なおかつ、下

流側には、かなりの雨水が流入してくるので、下流側の堤防次第で氾濫を起こすことが考えられる。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。

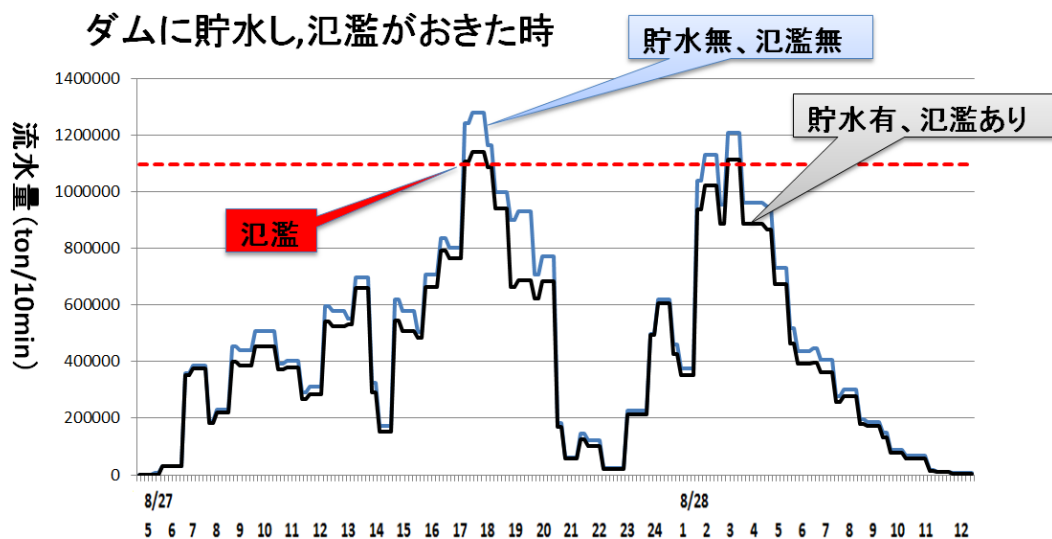


図 2-9 ダムに貯水し、上流での氾濫を想定した場合の松浦川河口付近での流量の変化

(2020. 1.1)

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/shouin_kai/kihonhouhin/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