

吉野川の氾濫の可能性

地政学的異文化研究所

鈴木 誠二

吉野川は、その源を高知県吾川郡の瓶ヶ森(標高 1,896m)に発しています。四国山地に沿って東に流れ、敷岩において穴内川を合わせ、北に向きを変えて四国山地を横断し、銅山川、祖谷川等を合わせ、徳島県池田において再び東に向かい、岩津を経て徳島平野に出て、大小の支川を合わせながら、第十地点で旧吉野川を分派し、紀伊水道に注ぐ、幹川流路延長 194km、流域面積 3,750km² の一級河川



(国土交通省のデータより)

はじめに

吉野川の総延長が長く、また、流域面積が広いのは、集中豪雨と氾濫の時間的ずれが大きくなることが予想されるが、吉野川の場合には、河川の流れが直線的で、時間差はあるものの水の流れは比較的早く河口に流入してくるので、上流での雨量の程度をよく観察する必要がある。また、ダムはいくつか建設されているが、いずれも、設置している場所

の状況に差があり、その貯水機能が十分に発揮されているかどうか、よく考察する必要がある。

図-1 に四国の各一級河川の幹流総延長と流域面積の関係を示した。同じ降雨量でも流

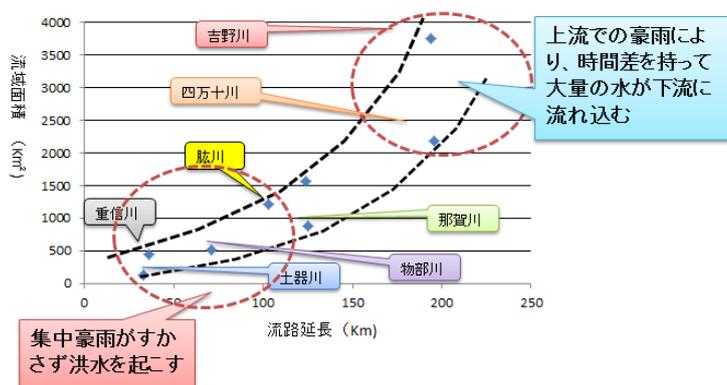


図 1 幹流延長と流域面積

域面積の大きな川には大量の水が流れ込み、また、河川の長さが長い場合には、下流まで流れて来るのに時間差があることは明白だ。従って、幹流延長が長く、流域面積の大きな河川は、時間差をもって氾濫することが考えられる。とは言え、どの程度の雨で、どの程度の時間をかけて流れてくるのかは、現場での観察を丁寧にし、データをよく整理していかななくてはならない。

ここでは、こうした長い流路を持つ河川の場合に、時間差がどの程度で現れてくるのか、そして、ダム貯水容量は十分であるのかなど、先に我々の開発した、河川の流量予測のプログラムの検証を試みた。

その結果、今回の検証では、吉野川に設置されているダムの機能が、洪水対策として、非常に重要な役割を果たしていることが分った。ただし、其れでも、中流の三好市辺りでは、川幅が狭く、また、土手も高さも十分でなく、河川の氾濫の危険性が指摘された。本プログラムでは、河口付近では氾濫は起こらなくても上流で起こる可能性があることが証明され、しかも、氾濫を起こす時間は、水位の観測により、発令された時間と非常によく一致を示している。本プログラムでは、この発令の時間よりも少なくとも 1 時間は早く予測できたと思われる。上流での豪雨がどこで発生しているのか、そして、ダムの設計、場所、貯水容量など、現場での観察と運用を速やかに行うようにして頂きたい。

さらに、今回、上流の山地に降雨した雨水の地中への浸透率の影響については、吉野川で検討した値を採用した。浸透率を上げると水量が大幅に減少し、氾濫の危険性がさがる。しかしながら、最も水量が多くなる時間的な変化には、変わりなく、この数値を現場に合わせて整合すれば、氾濫の起こるタイミングを予測するには、十分に役立つものと思われる。

以下、2018 年の 7 月 6 日から 7 日にかけての集中豪雨時の吉野川での河川の流量計算をした結果を示す。

この集中豪雨時に発令された洪水警戒警報は、次の通りであった。

吉野川氾濫警戒情報 (2018 年 7 月 7 日 18:20) - goo 天気

weather.goo.ne.jp > トップ > 洪水情報 > 徳島

-キャッシュ

吉野川の洪水情報です。 ... 吉野川氾濫警戒情報. 吉野川洪水予報 第 6 号. 洪水警報. 2018 年 7 月 7 日 18:20 発表. 徳島河川国道事務所 / 徳島地方气象台. 吉野川では、氾濫危険水位 (レベル 4) を下回る. 吉野川の第十水位観測所 (板野郡上 ...

吉野川氾濫危険情報 (2018 年 7 月 6 日 12:55) - goo 天気

weather.goo.ne.jp > トップ > 洪水情報 > 徳島

-キャッシュ

吉野川の洪水情報です。... 吉野川の池田（無堤）水位観測所（三好市）では、6日12時40分頃に、避難勧告等の発令の目安となる「氾濫危険水位（レベル4）」に到達しました。三好市、三好郡東みよし町、美馬郡つるぎ町、美馬市、阿波市、

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、なっている。地域の指定はあるものの、その地域のどこの地点が危険度が高いのかも知らされていない。これでは深刻さに欠け、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。



四万十川下流部(具同、中村)、
支川後川、中筋川と合流

吉野川の場合には、幹流延長が非常に長く、また、流域も極めて広がっている。さらに、アメダスの降雨量の観測にしても、それぞれの流域に沿って、沢山の場所で観測されており、河川の流量計算もかなり複雑になっている。さらには、洪水対策としてのダムが設置されており、このようなことに配慮して、吉野川の流域区分を流域分けした。その結果が、図1-1である。

吉野川の上流には、銅山川が合流しており、この川には、富里ダム、柳瀬ダム、新宮ダムがシリーズで設置されており、これらのダムの運用も、バランスよく貯水量を調整することがなかなか難しいのではと思われる。また、瓶が森山を水源とする流れには、早明浦ダムがあり、これは、A Zone の降雨を全て受け入れることが出来るようになっている。問題は、この流れに銅山川が合流して、池田ダムに流れ込む恰好となっている。池田ダムの

1. 入力データの作成

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。

容量が必ずしも十分でないのは、三好市での氾濫の危険性が極めて高いことを暗示している。

支流がいくつにも分かれており、その水源地は可なり広範な領域になっているので、アメダスの測定点のことも考慮して、この吉野川の流域を 7 つに区分して、それぞれの地域に見合ったアメダスの測定値を採用することとした。

アメダスの測定点

図 1-1 に、吉野川流域の各区分に宛てはめたアメダスの測定地を合わせ示めた。



図 1-1 吉野川の流域の区域分けとアメダスの観測点

A Zone には、高知県の本山観測地のもの、B Zone には富里、C Zone には京上、D Zone には池田、E Zone に半田、F Zone には穴吹、G Zone には徳島観測地のデータを採用した。

1-2. ダムの諸元

注目すべきは、銅山川の柳瀬ダムと新宮ダムである。この二つのダムは、同じ河川にシリーズで設置されており、また、その貯水能力も大きい。上流にある柳瀬ダムには B Zone の降雨量の 8 割を貯水するとし、下流側の新宮ダムには、このダムに流れ込む降雨量をこのゾーンの 2 割として、これを全て受け入れる。早明浦ダムの場合には、貯水能力が十分あるので、A Zone の全量を受け入れるものとした。問題であるのは、貯水量が必ずしも十分でない池田ダムの運用である。このダムには、銅山川と本流が流れ込んでおり、上流のダ

ムで貯水ができなかったもの、ならびに、C,D Zone の降雨を受け入れることができるようになっている。後で述べるように、B Zone の雨水は全量貯水できる形であるので、池田ダムには、C,D Zone のものをどのような割振りで受け入れるかが問題となる。どちらの地域の降雨したものを受け入れるのか、その割合、さらには、両方の地域からの降雨をどんな割合で仕分けするのも決める必要がある。ただし、C Zone のものは、全量であるが、領域が狭いので、ここでは、D Zone から受け入れるようにした。

表 1 ダムの諸元

ダム名	水系名	所在地	目的	総貯水量	有効跳水量	貯水内容
池田ダム	吉野川	徳島	FNAWIP	12650	12650	ABCD * ?
柳瀬ダム	銅山川	愛媛	FAWIP	32200	29600	B * 0.8
宮川内ダム	宮川内谷川	徳島	FNA	1350	1220	G * 0.1
新宮ダム	銅山川	徳島	FAIP	13000	11700	B * 0.2
早明浦ダム	吉野川	高知	FNAWIP	316000	289000	A * 1.0

(千 m^3)



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、吉野川流域での降雨を知るには、各地域の中にある、あるいは、その地域と最寄りの観測点のデータを採用する。

今回は、2018 年 7 月 6～7 日のデータを参考とした。これをよく観察すると、吉野川の上流地域で、時間的な差はあるが、直知的な豪雨が各所であったことがよくわかる。地域により河口までの到達時間がことなるので、繰り返し氾濫の起こる可能性がある。これを正確に予想することは難しいが、本プログラムには、そのような差を考慮すべきということ踏まえ、計算している。より正確な入力データが得られれば、このような議論の心票性が向上してくる。

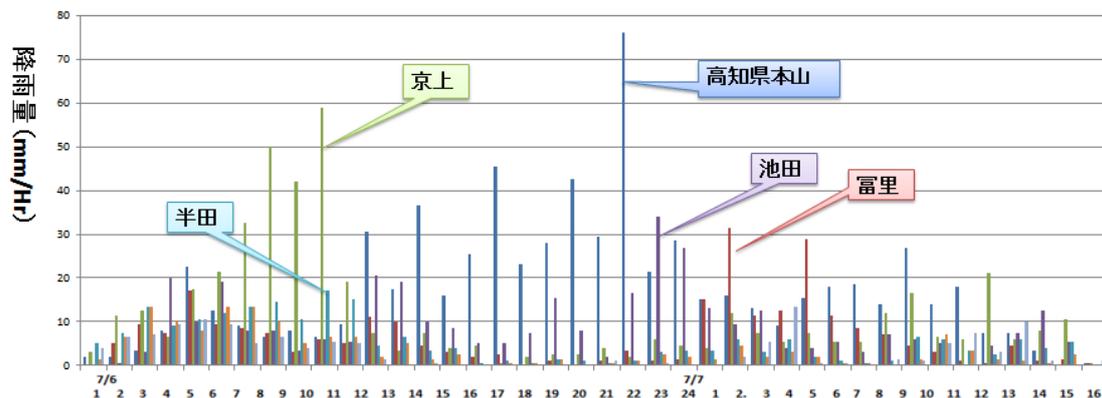


表 3 河口付近での流量計算のための基本データ

S	ratio	Area(K.m ²)	3750 Time	Rain(γ/Hr)	浸透率
A	0.1534	575.35	1113.3		0.5
B	0.0663	248.64	880		0.5
C	0.1279	479.79	913.33		0.5
D	0.1916	718.64	680		0.4
E	0.1069	401.06	506.67		0.4
F	0.167	626.41	333.33		0.35
G	0.1867	700.1	133.33		0.3
H	0	0			0.3

表 4 河口付近での吉野川の構造

	river	basin
River width	900	1100
height	1	2
Flow rate	2.5	2.5
VoluYe	1E+06	3E+06

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 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む水量を求め、ダムにどれだけ貯水されるかをみた。

早明浦ダム

このダムは A Zone に降雨した雨量の全量を受け入れられる場所に設置されているので、そのような場合の貯水量をみた。結果は、図 1-3 の通りである。

今回の集中豪雨の場合には、検討している期間の間に降雨については、全量受け入れてもまだ、有効貯水容量に達していないので、観察の期間の間は問題なく貯水できるものとした。ただし、有効貯水容量が有効で有るかどうかは、事前の運用次第である。現場の状況をどのように考えているのかは大切な検討事項だ。

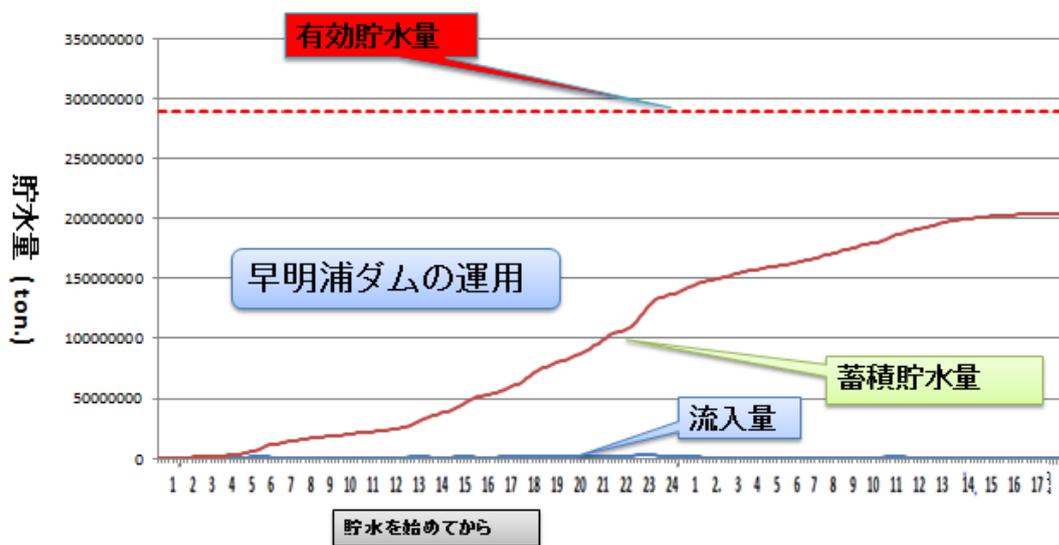


図 1-3 早明浦ダムの貯水状況

柳瀬ダム、新宮ダム

これらのダムは銅山川に設置されたもので、両方の貯水がどのように管理されるかは、現場での運用次第。ただし、ここでは、柳瀬ダムがやや上流にあるので、B Zone の降雨したものを全量受け入れるわけにはいかない。しかしながら、有効貯水容量は極めて大きいので、可能な限りここに貯水することが重要な管理手法なる。受けいけられる流域の全量の降雨分として、このゾーン 80%を柳瀬ダムに貯水し、新宮ダムに、受け入れられる領域を全体 20%とした。ただし、柳瀬ダムが飽和した場合は、その一部を受け入れ事もできる。とりあえず、このような前提で貯水の状態をみた。

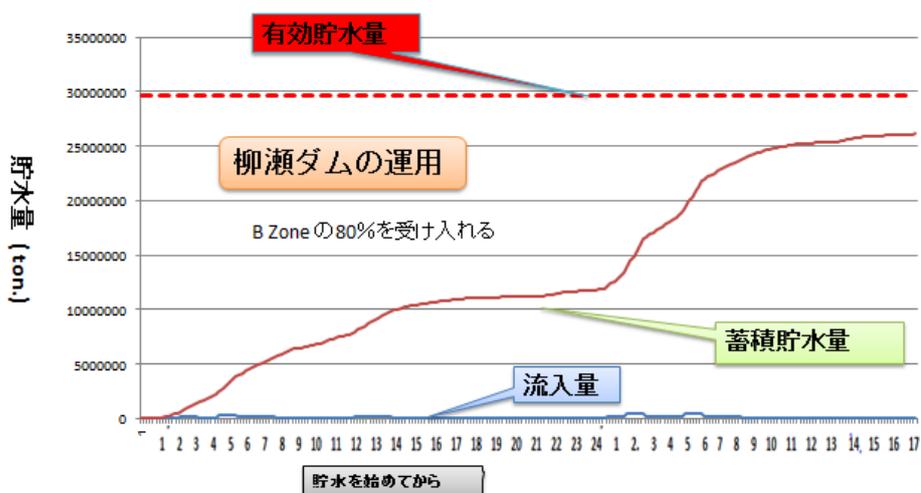


図 1-4 柳瀬の貯水運転状況

柳瀬ダムの貯水量が有効貯水量を下回っているため、今回の豪雨では、下流の新宮ダムには、柳瀬ダムには流れ込むことのできない、残りの 20%の降雨を新宮ダムに貯水するものとした。その結果が、図 1-5 である。

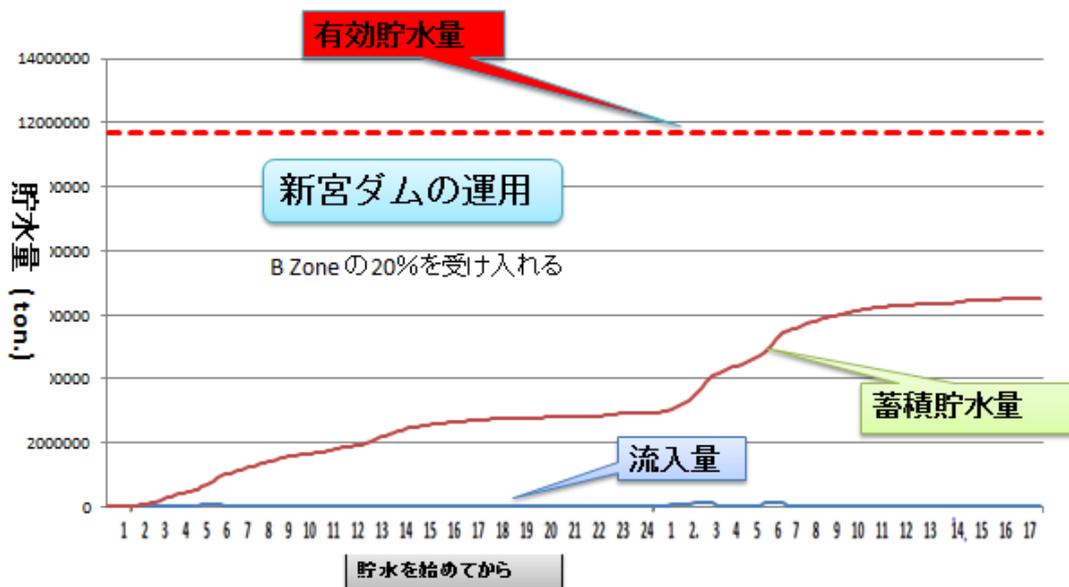


図 1-5 新宮ダムの貯水運転状況

池田ダム

上流にある三つのダムで、A,B Zone の降雨したものを十分に貯水できるので、C, D Zone の雨量を考えればよいことになる。池田ダムの容量が十分であれば、この領域での降雨量を全て受け入れられるが、そうでない場合には、両方のゾーンの降雨をどのように受け入れるかが問題となる。また、C Zone は、D Zone の降雨の一部であるとも考えられる。池田

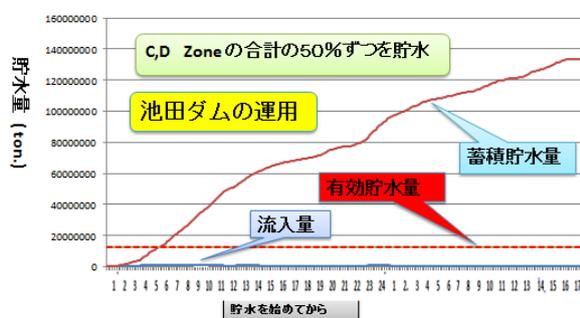


図 1-6 池田ダムの貯水運転状況 C,D Zone 50%貯水
ダムに流入していくる水量を

C, C Zone のみとし 50%ずつとした時

C Zone のみとし 100%とした時

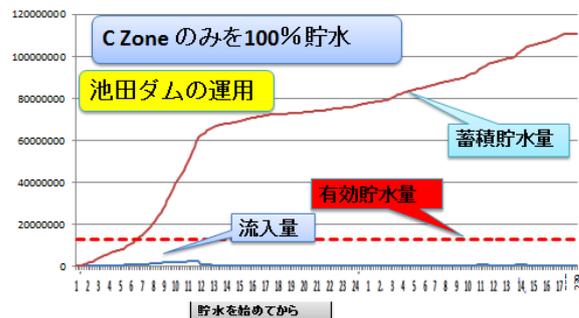


図 1-7 池田ダムの貯水運転状況 C Zoneのみ 100%貯水

D Zone のみとし 100%とした時

での貯水の状況を示したものが、図 1-6,1-7,1-8 である。これらからわかるように、ダム
の貯水容量が十分でないことがわかる。従って、ここでは、

C Zone のみとし 50%とし、ダムの有効貯水能力が満杯になるまで貯水し、その後は
放水するものとした。

これを図で表したものが、図 1-8 である。

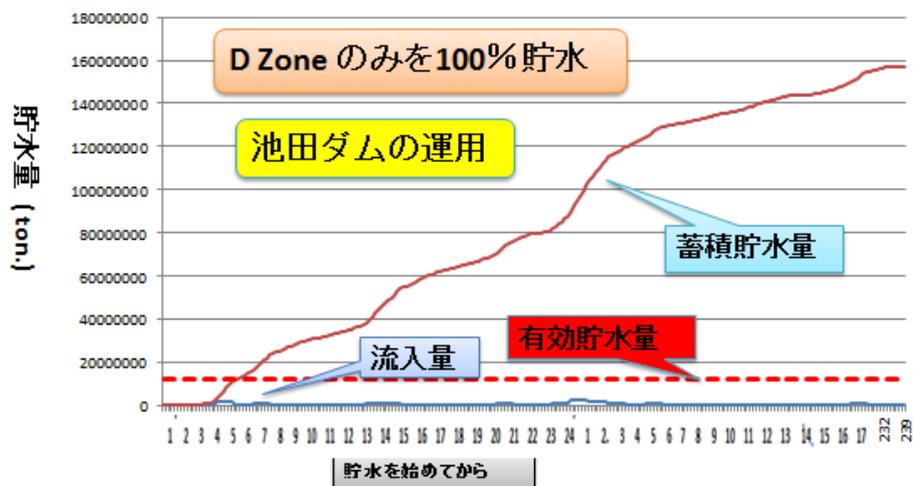


図 1-8 池田ダムの貯水運転状況 D Zone のみ 100%貯水

これらのケースでいずれの場合も、有効貯水量を超えているので、貯水の条件を緩和し
なくてはならない。ここでは、氾濫の起こる時期を考え、できるだけ長く流入量が減少す
るように、D Zone のみ、50%を貯水するという条件で流量を計算した。この運転の仕方
については異論があるかもしれないが、これは、現場の状況を見てダム管理の担当者の判断
次第で有るので、ここではこれ以上議論していない。いずれにしても、この条件の時のダ
ムの貯水の状況を図 1-9 に示した。

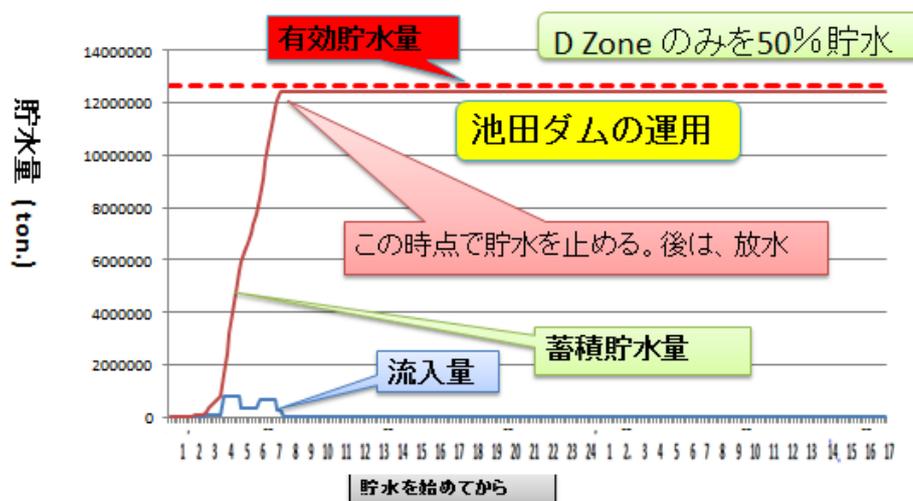


図 1-9 池田ダムの貯水運転状況 D Zone のみ 50%貯水

この条件で貯水を溜めると、約 6 時間でダムは満杯になるので、ここからは、全量流出する形になる。もちろん、ここでは、D Zone のみとしているが、実際には、C,D Zone の合計が D Zone の 50%相当分と言う意味である。

2. 氾濫の可能性

以上みてきたように、吉野川の洪水の可能性は、A Zone に降った雨が、早明浦ダムに、B Zone の雨は柳瀬ダム、ならびに、新宮ダムに貯水するものとし、さらには、D Zone の雨の一部が、池田ダムに貯水されるものとして、このような前提のもとに、降雨の状況と、注目点（図 1-1 参照）での流量の経時的に見たものが、次の図である。（図 2-1）

河口附近



グーグルマップより

河川の構造は、既に表-4 で示した通りである。

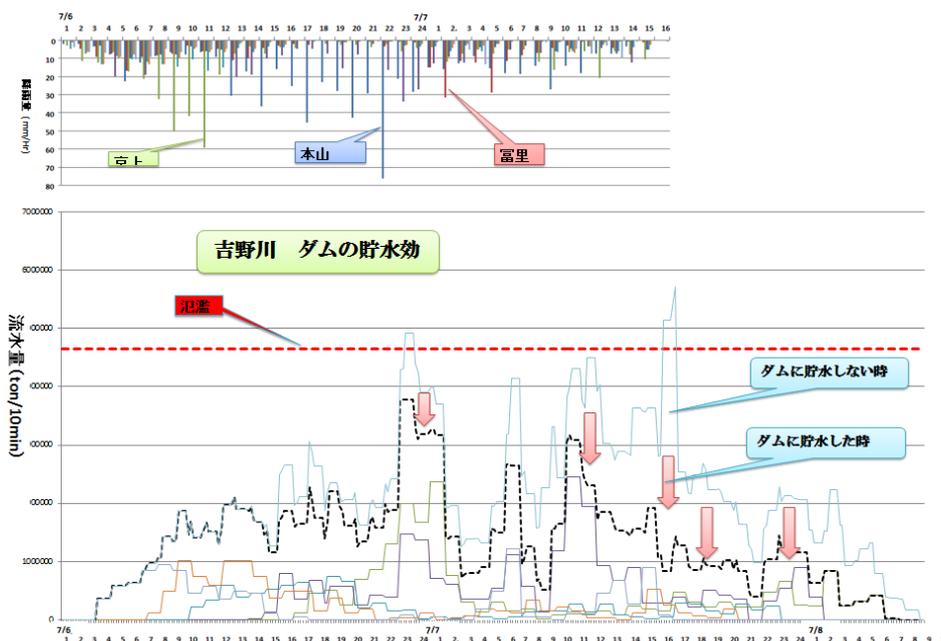


図 2-1 ダムに貯水した場合、河口付近の注目点での氾濫の可能性

この図から、断続的に水位の上昇が確認されるが、氾濫の危険性は無いことが分る。ダム
の運用が非常によく繁榮されている。

阿波・中央橋附近での状況



グーグルマップより

吉野川の下流域は、非常によく防災設備が作られている。が、しかし、中流での氾濫も考
えられるで、阿波・中央橋付近での増水の状況を確認した。

此处での入力データは、表-5、表-6 のとおり。

表-5 阿波・中央橋あたりでの入力データ

S	ratio	Area(Km ²)	Time	Rain(Y/Hr)	浸透率
A	0.1886	575.35	940		0.5
B	0.0815	248.64	706.67		0.5
C	0.1573	479.79	740		0.5
D	0.2356	718.64	506.67		0.4
E	0.1315	401.06	333.33		0.4
F	0.2054	626.41	160		0.35
G	0	0	0		0.3
H	0	0			0.3
		3049.9			

表-6 阿波・中央橋あたりの河川の構造

	river	basin
River width	450	800
height	1	2.5
Flow rate	2.5	2.5
Volume	675000	3E+06

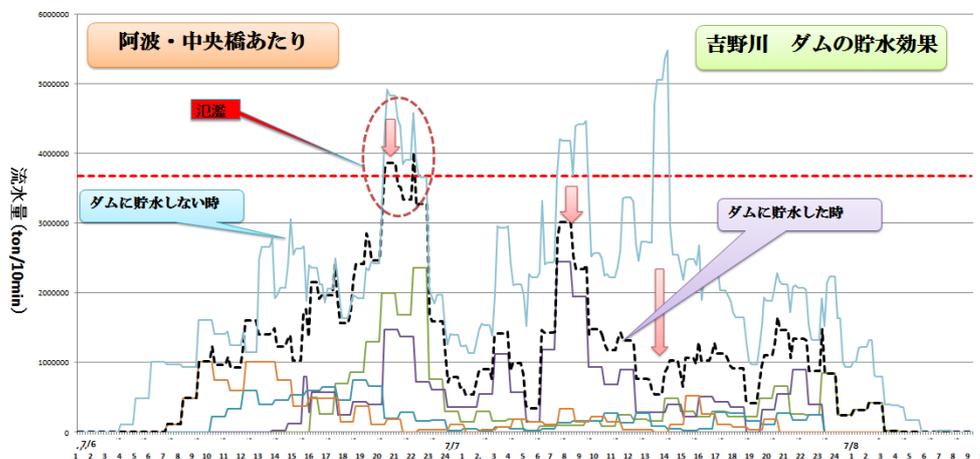


図 2-2 ダムに貯水した場合、阿波・中央橋付近の注目点での氾濫の可能性

この結果、河口付近では氾濫の危険性は回避されているが、この付近では、氾濫のおきる可能性があることが示されている。非常に判断の難しい状態であるが、氾濫が起こるものとして注意を喚起することが求められる。

三好市池田ダム下あたり、

池田ダムでの貯水量を考慮し、このダムが貯水量が満杯になった時に、放流するとその下流での水量がどうなるかは、非常に重要な問題である。この状況について、検討した。



また、流量を計算するためのデータならびに河川の構造については表-7、表-8の通りで有る。

表-7 三好市池田ダム下あたりでの入力データ

S	ratio	Area(Km ²)		Rain(Yr/Hr)	浸透率
		2022.4	Time		
A	0.2845	575.35	566.67		0.5
B	0.1229	248.64	333.33		0.5
C	0.2372	479.79	366.67		0.5
D	0.3553	718.64	133.33		0.4
E	0	0	0		0.4
F	0	0	160		0.35
G	0	0	0		0.3
H	0	0			0.3

表-8 池田ダム下あたりの河川の構造

	river	basin
River width	150	275
height	1	2.5
Flow rate	2.5	2.5
Volume	225000	1E+06

こうした得られた河川の流量は図 2-3 の通りであった。此処では、ダムの貯水効果が十分に表れているものの、河川の構造上、氾濫の起こる可能性が高くなっている。また、河川の上流の場合には、降雨があったから、河川の氾濫が起こるまでの時間が短くなり、氾濫対策が十分できない事がある。氾濫の情報については、水位の観測とともに、雨量の大きさから氾濫のおこる可能性を予知することが重要である。

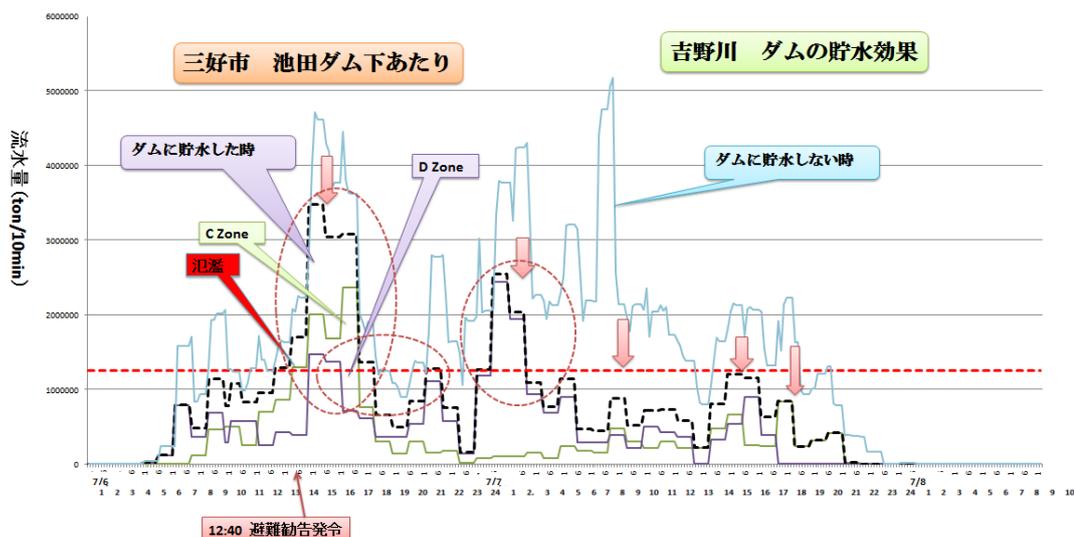


図 2-3 三好市池田ダム下あたりの河川の状況

おわりに

今回、吉野川の場合、河川の上流に設置されたダムが有効に機能しており、氾濫の可能性を削減している。

但し、其れでも氾濫の起こる可能性はある。水源地の近くでどれだけの雨量があったのか、ダムでの貯水をどのように進めるのか、非常に精緻な観測が必要である。どこでどのような氾濫のおこる可能性があるのかを把握して頂きたい。

(2020. 1.31)

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/~kentauros/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/~kentauros/HANRAN%2001.pdf>

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

<http://www.catv296.ne.jp/~kentauros/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