

熊野川の氾濫の可能性

地政学的異文化研究所

鈴木 誠二

熊野川は、その源を山上ヶ岳（標高 1,719m）に発し、大小の支川を合わせながら十津川溪谷を南流し、大台ヶ原を水源とする左支川北山川と合流したのち熊野灘に注ぐ、流域面積 2,360 km²、幹川流路延長 183 km、和歌山県、三重県、奈良県の三県にまたがる半島最大の一級河川。



(国土交通省のデータより)

はじめに

熊野川の総延長が長く、また、流域面積が広いのは、たとえ、降雨量が少なくても集中豪雨が起きやすい。しかも、流路延長が長いという事は、氾濫の時間的ずれの大きくなることが予想される。熊野川の場合には、水系名は新宮川であるが、この水系の中には、熊野川のほかに北山川があり、この二つの大きな河川の流路が一緒になって熊野川として熊野灘に注入している河川である。図-1 に示したように、熊野川は、流域総延長が長く、かつ又、流

域面積が大きいので、降雨量の値に比べると、総雨量が大きくなり、氾濫を起こしやすい、また、河川は蛇行しており、時間差を持って下流に流れてくるので、広い範囲に渡って降

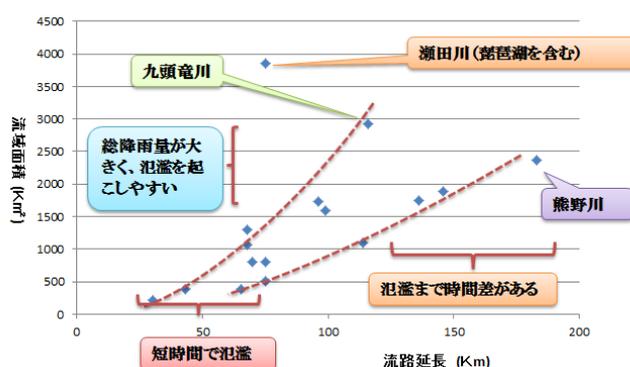


図1 近畿の一級河川の幹流延長と流域面積

雨量を監視する必要がある。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。

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での検証を試みた。

その結果、今回の検証では、熊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かった。ただし、其れでも、中流の新宮市辺りでは、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し、しかも、氾濫を起こす時間は、水位の観測により、警戒警報が発令された時間と非常によい一致を示している。本プログラムが、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。

以下、2018年の8月23日から24日にかけての集中豪雨時の熊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。

熊野川中流（日足区間）氾濫発生情報

熊野川中流（日足区間）洪水予報第3号
洪水警戒報
平成30年08月24日00時50分
和歌山県東牟婁振興局新宮建設部 和歌山地方气象台 共同発表

(見出し)

熊野川中流（日足区間）では、氾濫が発生（レベル5）

(主文)

熊野川中流（日足区間）では、新宮市熊野川町日足(右岸)付近において氾濫が発生しました。(レベル5) 直ちに、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。

氾濫による浸水が想定される地区※	
和歌山県新宮市	熊野川町日足

※ 氾濫による浸水が想定される地区については、一定の条件下に基づく計算結果での推定です。気象条件や堤防の決壊の状況によっては、この地区以外でも氾濫による浸水がおこる可能性があります。

また、

【氾濫危険】熊野川が氾濫危険水位を超過 和歌山県新宮市. 災害・危機管理通報(準天頂衛星システム)@DisasterRept_QZ. 災危通報(洪水) 氾濫危険情報を発表しました。発表時刻：2018年8月23日22時20分 熊野川中流(日足区間)(...

などなど。

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あるか？ 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。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。



熊野川・北山川合流部

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。

熊野川の場合には、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、熊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。

熊野川の上流には、川迫ダム、九尾ダム、猿谷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が、容量は、猿谷ダムが圧倒しており、このダムは洪水対策として管理されているが、他の二つのダムは発電用であるので、ここでは、A Zone の降水量は猿谷ダムだけに貯水されるものとした。その後、熊野川は、川瀬樋川、旭川、神納川と合流し、風屋ダムに流入する。このダムは、容量が大きいが発電用のダムである。しかしながら、このダムを洪水対策として使用することも考えられており、詳しい検討がなされている（参考文献 6）。熊野川のさらに下流には二津野ダムがあり、これも電力用のダムであるが、位置的に非常に重要な場所にあり、是非とも洪水対策としての管理を期待する。その意味で、ここにも貯水をしたときにはどうなるか、を完投した。新宮川水系で、熊野川と並び、重要、かつ、広大な流域を持つ支流が、北山川である。ここにも、幾つかの発電用のダムがあるが、緊

急時にはこれらのダムの貯水も行う事とした。とりわけ、池原ダムは、容量が大きく、熊野川の洪水対策の主役であることは確かだ。坂本ダム、七尾ダムも、容量は小さいながらも、これを洪水対策として貯水することも検討した。

アメダスの測定点

図 1-1 に、熊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。

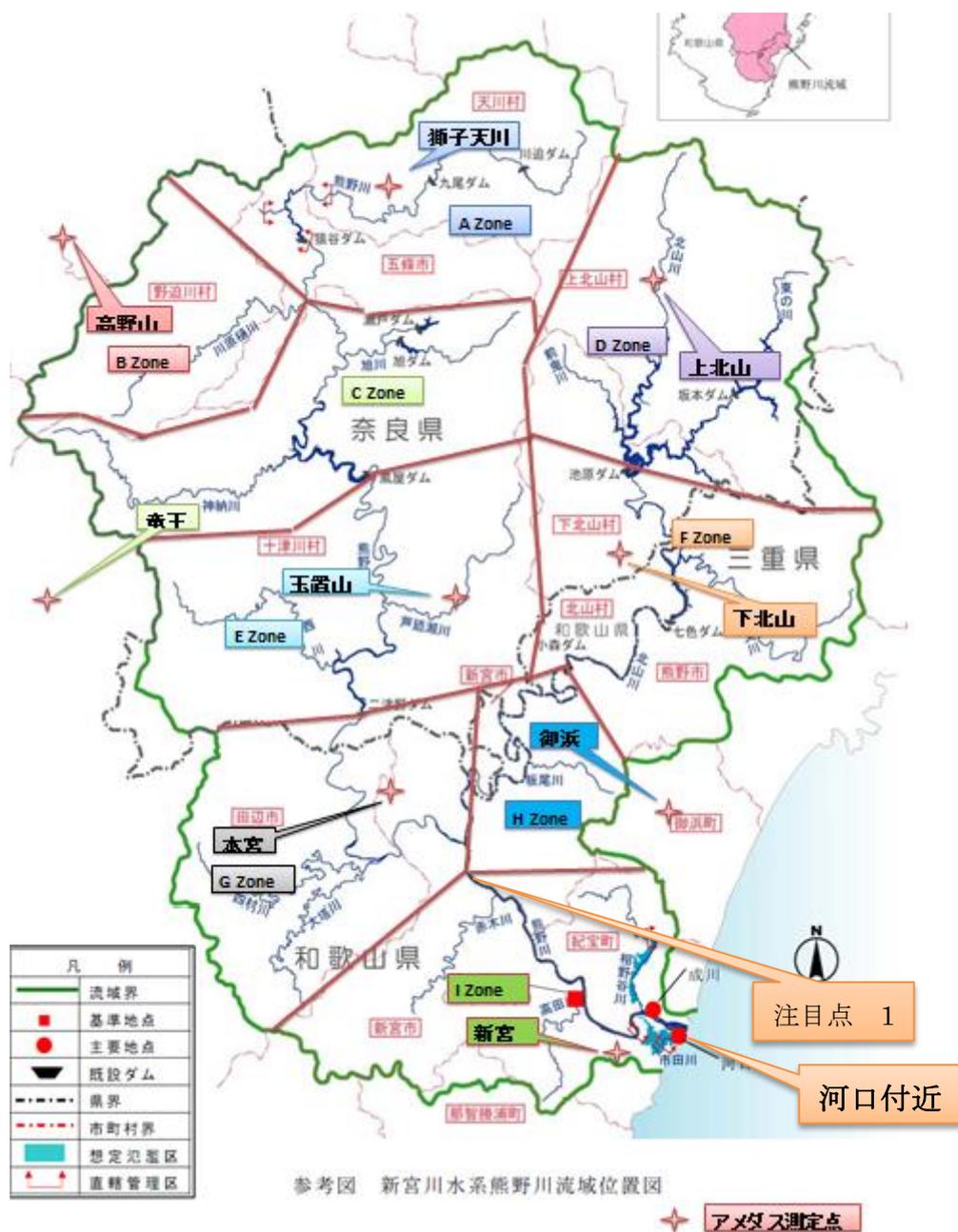


図 1-1 吉野川の流域の区域分けとアメダスの観測点

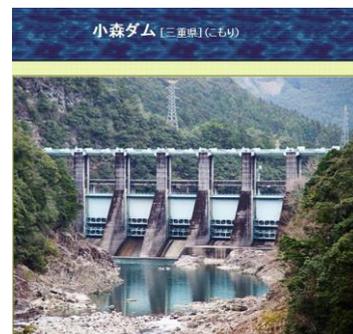
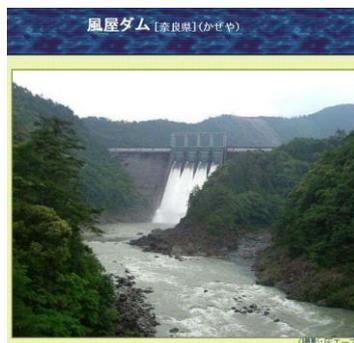
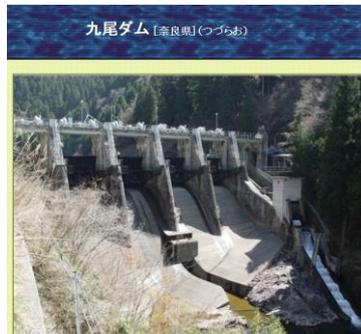
A Zone には、天川のもの、B Zone には分水嶺の外で有るが、高野山のもの、C Zone には最近、護摩壇峠に観測地が作られているが、2018 年当時には、まだ設置されていなかったようで、ここでは、竜神観測地のものを使用した。D Zone には上北山、E Zone に下北山のもの、F Zone には玉置山観測点、G Zone は本宮のデータを採用した。加えて H Zone は御浜のもの、I Zone は、新宮の観測地のデータを採用した。

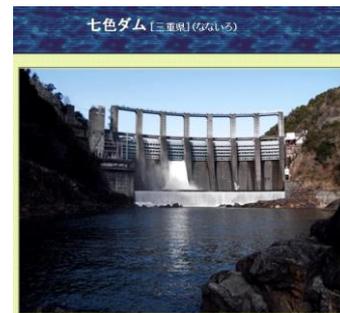
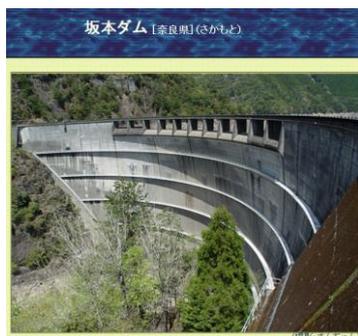
1-2. ダムの諸元

各ダムの諸元を表-1 に示した。

表 1 ダムの諸元

ダム名	河川	所在地	目的	千m3	千m3
川迫ダム	天の川	吉野郡天川村大字北角字塩坪	P	476	400
九尾ダム	天の川	吉野郡天川村大字九尾字横杉山	P	1,137	648
猿谷ダム	熊野川	五條市大塔町辻堂大和田	NP	23,300	17,300
瀬戸ダム	瀬戸谷川	吉野郡十津川村旭字瀬戸	P	16,850	12,500
旭ダム	旭川	吉野郡十津川村旭字中山下	P	16,920	12,500
風屋ダム	十津川	吉野郡十津川村風屋896	P	130,000	89,000
坂本ダム	東ノ川	吉野郡上北山村川合字浦田和	P	87,000	68,000
池原ダム	北山川	吉野郡下北山村上池	P	338,373	220,083
七色ダム	北山川	熊野市神川町神上字横山	P	61,300	10,700
小森ダム	北山川	熊野市紀和町小森和田	P	9,700	4,700
二津野ダム	十津川	吉野郡十津川村山手谷ウネ山	P	43,000	11,000





ダムネットより



ダムの利用については、ダム利用目的、ならびに、そのダムに流入してくる雨水の範囲、そして、その雨がダムに流入してくるまでの時間を知る必要がある。もちろん、使用するダムから放流される時には、注目点に到達するまでの所要時間も知らなくてはならない。さらに、重要なことは、ダムの貯水容量である。現在はどのように管理しているかは定かではないが、集中豪雨時には、ダムの有効貯水容量を満杯になるまで貯水できるものとした。現実には、放流の制限があり、そのような管理は難しいかもしれないが、ダムの有効利用の機能として、ここまでは出来るものとした。実際の運用については、後に詳しく議論したい。

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分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、熊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8月23～24日のデータを参考とした。図 1-2 に熊野川状領域でのアメダスのデータを、図 1-3 に同下流域でのアメダスのデータを示したが、この二つの図を比べれば、上流と下流では、山地、やや山地では、雨の降り方が違う事がよくわかる。とりわけ、下流側での豪雨は、河川への流入に要する時間が短いので、氾濫の予測が非常に厳しいことが予想される。

更に、上流側での地域差による雨の降り方の違いを見た。近接した地域でも、雨の降り方が全くことなり、従って、どのように雨水を処理すればよいのか、きわめて難しい状況にある。各支流により、貯水に適用できるダムの位置、容量が異なるので、どのように対応するかは、よく議論されたい。此处では、理想的ではあるが、発電用のダムも必要に応じて、貯水のために利用できるとしている。

ちなみに、上流地域のアメダスの状況を個別に示したのが図 1-4～図 1-7 である。

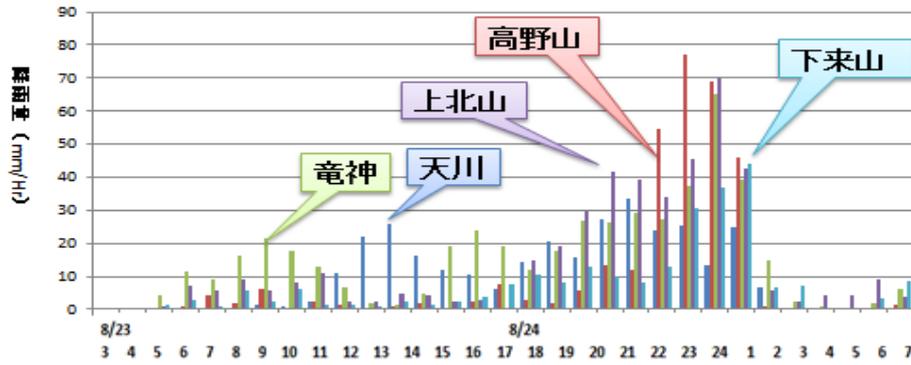


図 1-2 熊野川上流域でのアメダスのデータ

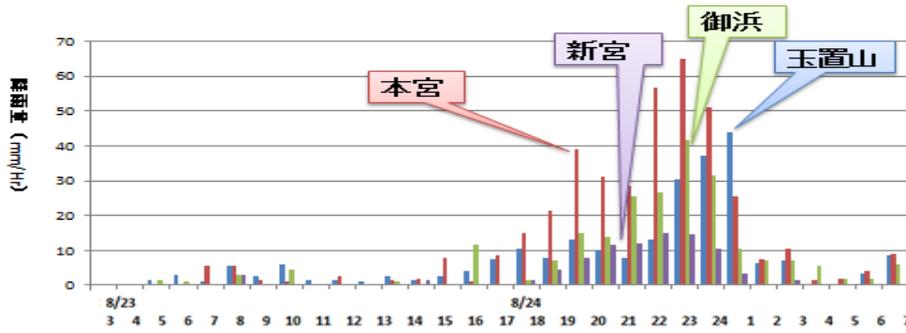


図 1-3 熊野川下流域でのアメダスのデータ

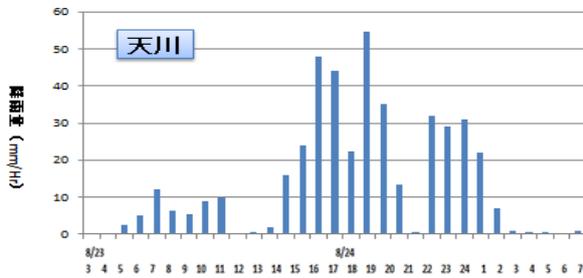


図 1-4 天川のアメダスのデータ

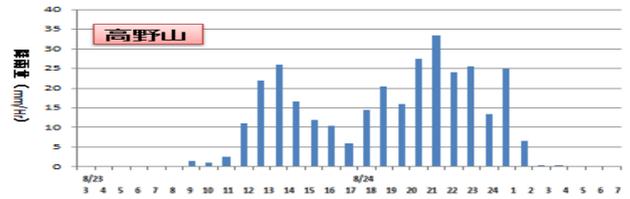


図 1-5 高野山のアメダスのデータ

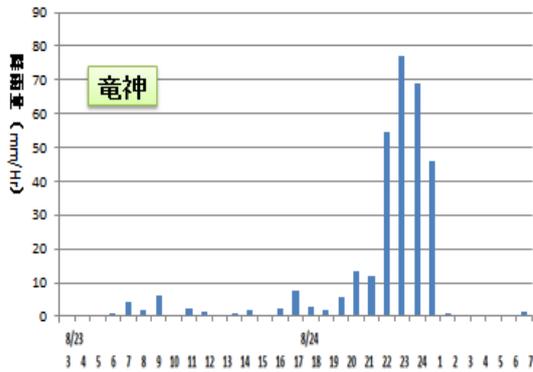


図 1-6 竜神のアメダスのデータ

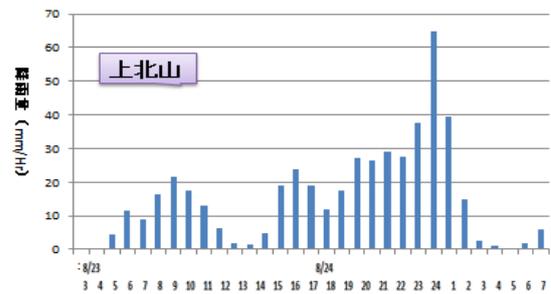


図 1-7 上北山のアメダスのデータ

これらを比較すると、同じ日のアメダスのデータではあるが、集中豪雨の凄さ、ならびに、時間分布が全く異なることがよくわかる。しかも、その地域により、それぞれの地域から川の蛇行の程度や距離によりことなる時間差で下流に流れ込んでくるので、これらのデータの取り扱いには、扱いが極めて複雑となる。此处では、既に述べたように、それぞれの流域を、分水嶺を参考にしながら、区域分けをし、雨の降り方を考慮して区域分けした。

本プログラムでは、これらのことを考慮し、地域ごとに雨量を、流域面積とアメダスのデータから降雨量を計算し、川への流入量をもとめ、流域の長さに応じて、流速を仮定して、着目点までに到達する時間をもとめ、各時間ごとに各地域の流量の総和をもとめ、河川への流入とした。

一方、流出量の計算は、川での流速は、入ってくるものと出ていくものの流速はおなじであるから、河川の構造をもとに、流失量を計算し、流入量が流失量よりも多くなれば、氾濫の危険性があるものとしている。河川の構造については、通常の場合の水位を基準とし、河川敷までの高さ、河川敷からの土手の高さを求めて、これに、川幅、河川敷の幅を考慮して、川の断面構造を出す。国土交通省は、氾濫の予測をするために河川の要所に水位計をもうけており、これに河川の構造が分るようになっているが、川幅、土手の高さなど、不明な点が多く、そのまま採用するわけにはいかない。これらのデータは、是非、現場で氾濫の管理をしている方の調査結果を公開してもらいたい。

こうして、各河川の川への流入量の計算と、河川の構造のデータをそろえた。熊野川の河口付近での氾濫の危険性を議論するために用いたデータは表-2、表-3の通りであった。

表-2 河口付近での流量計算のための基本データ

S	ratio	Area(Km ²)		Rain(YY/Hr)	浸透率
		2180	Time		
A	0.0932	203.17	900		0.5
B	0.0523	113.99	853.33		0.5
C	0.0884	192.79	660		0.5
D	0.2466	537.64	866.67		0.5
E	0.0912	198.73	560		0.5
F	0.199	433.9	473.33		0.5
G	0.1065	232.25	240		0.5
H	0.0358	77.979	213.33		0.4
I	0.087	189.56	53.333		0.35

表-3 河口付近での熊野川の構造

	river	basin
River width	250	400
height	0.5	5
Flow rate	2.5	2.5
VoluYe	187500	3E+06

1-3 ダムの貯水能力

先にダムの諸元について表示したが、それぞれのダムの位置に応じて、どのような形で貯水すれば効果的かを検討した。そのために、この集中豪雨の時に、川の流れがどのようになるかを検討した。既に述べた入力データ、アメダスの情報、そして、川の構造、ここでは、河川の河口附近での状況をみた。ダムを運用せずに、此处で氾濫が起これば、最も被害が甚大になると考えたからである。その結果を図 1-8 に示した。

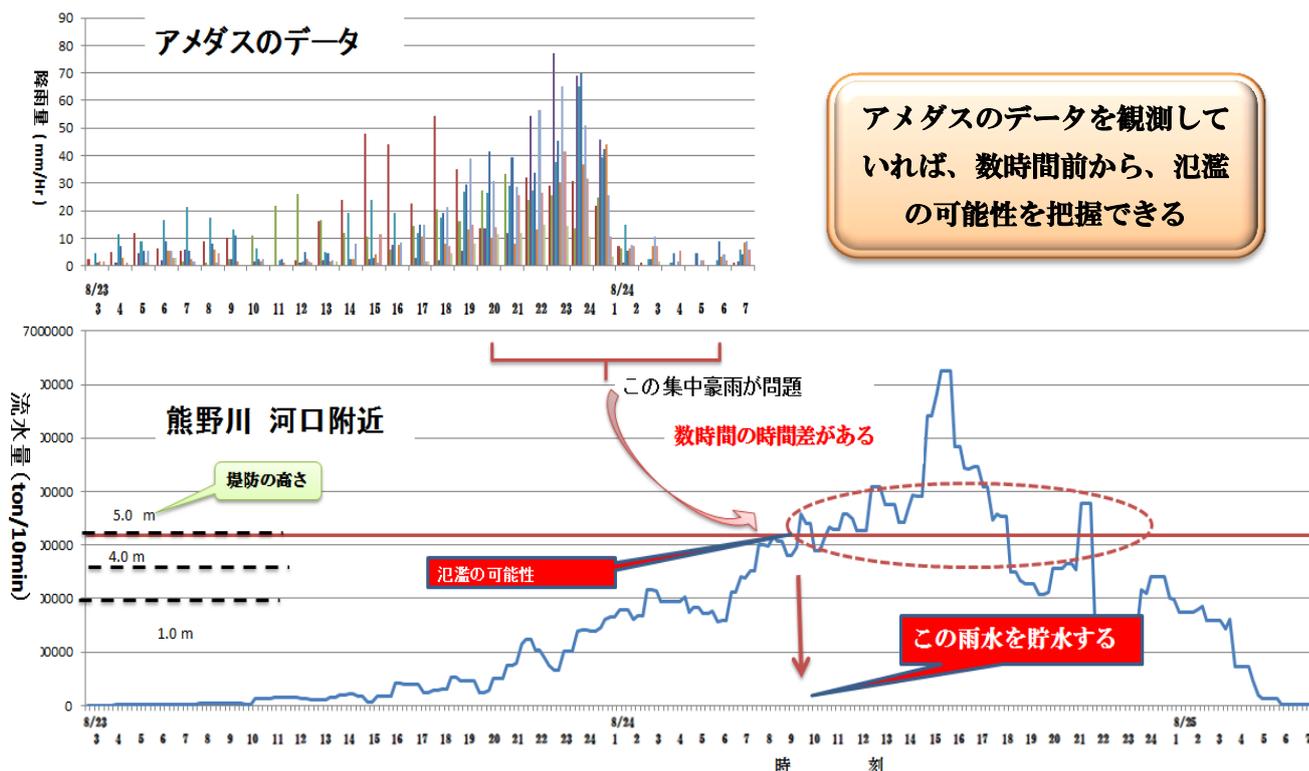


図 1-8 熊野川河口附近での流量 ……ダムの運用をしないとき

この図から、このままでは、氾濫は 25 日の 8 時ごろに発生することが分る。従って、この時の河口での流量を如何に削減するかが、ダム運用の目的となる。此处に流入して来る各ダムの放出量がわかれば、これを貯水することにより、この流量による氾濫の危険性を下げることができる。

しかしながら、各ダムには、先に述べたように有効貯水容量が決められているので、貯水が早すぎるとは、満杯後は放水しなければならず、貯水能力が下がる。また、貯水される雨水がどこから入ってくるのか、ダムの位置により、入ってくるまでの時間も変わってくる。これらの事を考えて、貯水の要領を決めなければならない。これを各ダムごとにするわけである。ちなみに、今回の場合、各ダムでの貯水の制限を表-4 に示した。

これをもとに、それぞれのダムが満杯になるまで、貯水できるものとした。また、全量受け入れられない場合には、流量を一定の率でコントロールしているが、現実には、この様な運転は難しい。此处では、減量の目安として使われるものとしてもらいたい。

表-4 各ダムの貯水の受け入れ条件

ダム名	流域	受け入れ	ダムまで(Km min.)		有効貯水容量	貯水開始
猿谷ダム	A Zone	全量	10	67	17,300	500
風屋ダム	B, C Zone	全量	12	80	89,000	350
池原ダム	D Zone	全量	8	53	220,083	530
二津野ダム	F Zone	全量	10	67	43,000	530
七色ダム	E Zone	流域の3/5	6	40	10,700	350
			Km	min.	(x 1,000)	(min.)

貯水は、上流のダムから検討している。これは、上流での貯水が間に合わない場合には放流されるが、場合によっては、これを下流のダムに入れることが可能であり、制御できる筈であるので、この様にした。

猿谷ダム

このダムは、A Zone の出口近くにあり、これを全量受け入れるものとして考慮した。ダムの下流に降雨したものはダムに受け入れることはできないが、この分は、上流にある川迫ダム、あるいは九尾ダムで調整するものと考え、このような処置をした。有効貯水容量が十分でないので、ダムでの受け入れ容量の割合を適当に変えて、その時のダムの貯水の状況をみた。その結果を図 1-9 に示した。猿谷ダムの場合、受け入れ量の 8 割を貯水すると、ダムは直ぐに満杯になり、逆に 3 割りにすると満杯にはならず、降水がなくなりダムの貯水には余裕が出てしまう。そこで、ここでは、貯水の時間を延ばし、しかもダムにできるだけ貯水をし、流量を減らすために、5 割を貯水し、他の者は、下流に放出するものとした。

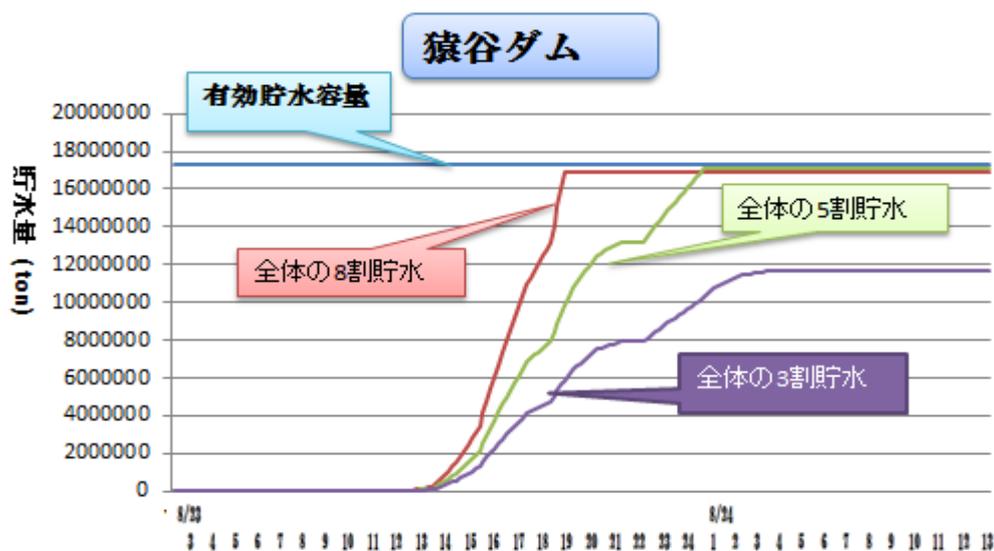


図 1-9 猿谷ダムの貯水の状況

風屋ダム

猿谷ダムの下流に風屋ダムがある。

このダムに、ダムのある C Zone に降雨した雨水を全量受け入れた場合に、ダムの貯水量は、図 1-10 のようになり、ダムの有効貯水容量の半分にもならない。

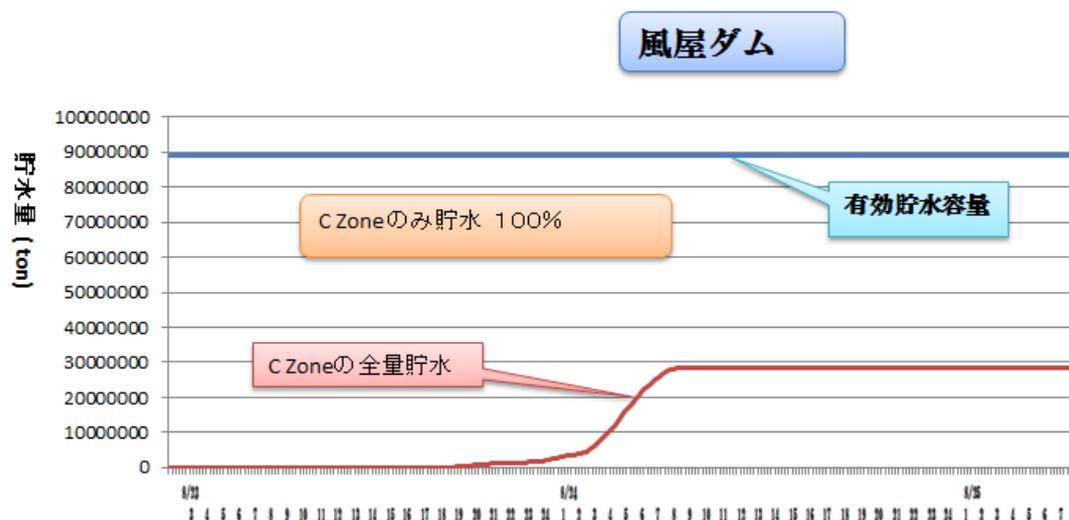


図 1-10 風屋ダムの貯水の状況 C Zone のみを全量貯水

これでは、風屋ダムの貯水能力を十分に利用していることにはならないので、B Zone に降雨した雨水も全量受け入れるものとして検討した。その結果を図 1-11 に示した。

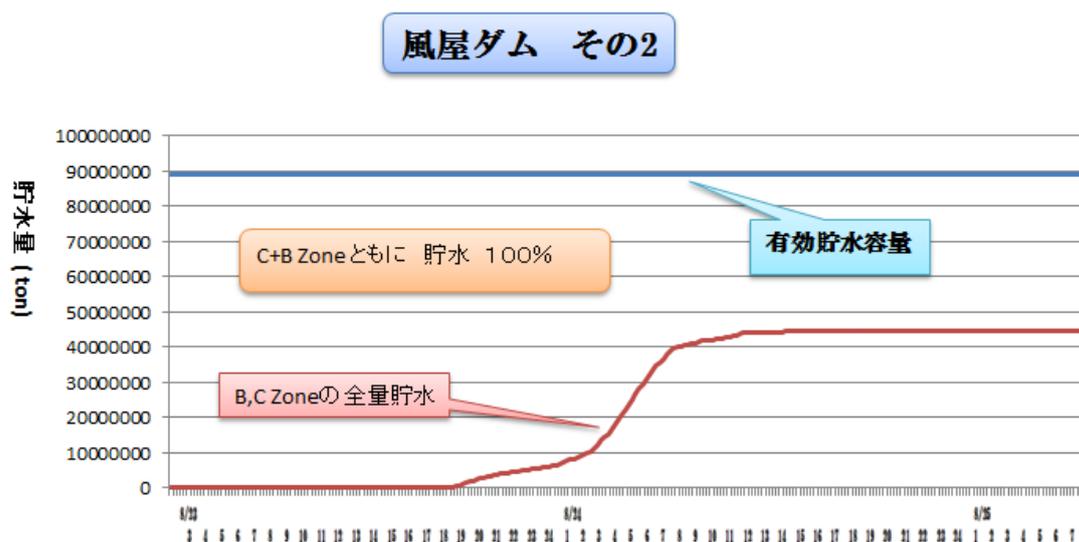


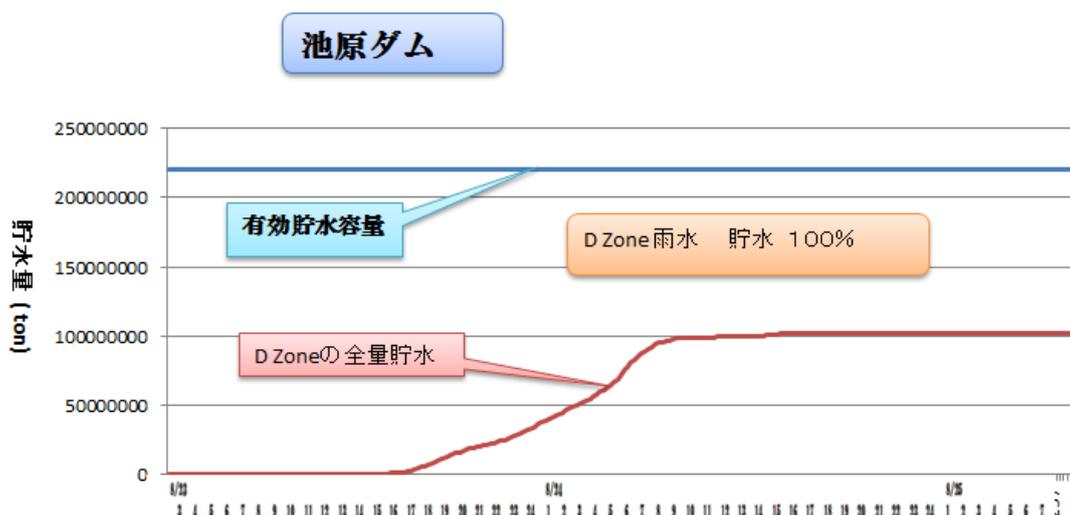
図 1-11 風屋ダムで B,C Zone に降雨した雨水を全量受け入れる場合

このような貯水の条件で風屋ダムを運用してもまだ、余裕がある。この部分は、猿谷ダムか

ら放出されるものを貯水することもかんがえられる。ただし、ここでは、この件については省いた。

池原ダム

熊野川のダムで注目しなければならないのは、熊野川の本流とは別に北山川という流域の大きな、かつ、総延長のかなり長い支流があり、この川に大きなダムが設置されていることである。このダムの上流にもダムがあるが、ここに有効貯水容量は、池原ダムの 1/3 以下であり、したがって、池原ダムでの容量が不足するときに考察することとする。池原ダムに C Zone の全量を貯水するものとして、ダム蓄積される貯水量の時間変化を示したものが、図 1-12 である。



この図からわかるように、このゾーンの雨量を全て受け入れてもまだ有効貯水容量には余裕がある。従って、上流の坂本ダムについては、これ以上言及しない。

七色ダム

北山川には、池原ダムの下流に七色ダムと言うのがある。このダムには、池原ダムで受け入れる事の出来ない、E Zone の雨水を受け入れることができる。これにより北山川から、熊野川に流れ込む水量が削減される。ただし、この七色ダムは、E Zone の途中にあり、このゾーンの全量を受け入れることはできない。そこで、ここでは、このゾーンに降雨した雨量の 3/5 を貯水可能な領域とし、この 50% を貯水するものとした。この様にした場合の、貯水の状況を図 1-13 に示した。何パーセントの貯水をするかは、そのダムの有効貯水容量で決まり、貯水率を大きく取れば、満杯になる時間が早くなり、河口附近での流量削減効果は短時間になってしまう。これは、なかなか難しい問題だ。

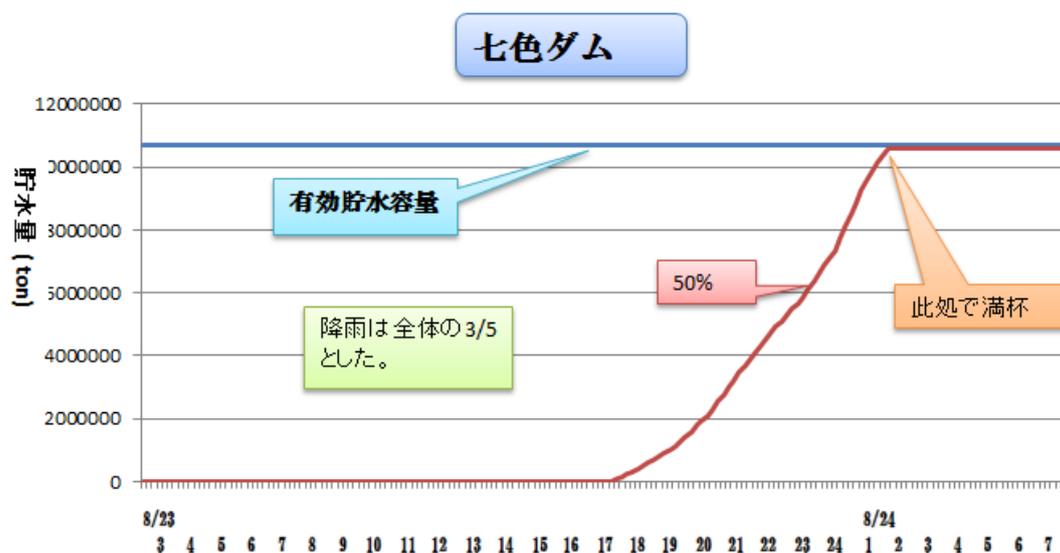


図 1-13 七色ダムで E Zone に降雨した雨水を全量受け入れる場合

二津野ダム

熊野川の一番下流のダムが二津野ダムである。有効貯水容量は必ずしも大きなものではないが、最期のダムとしての果たす役割は非常に大きい。ダムの位置から考え、E Zone の全ての雨水を受け入れる事ができるが、他のダムの運転状況に合わせて、ダムの貯水のタイミングを見る事が大切である。ここでは、貯水の比率を 50%と、30%としてダムの満杯まで貯水するものとした。30%の場合にやや貯水量が有効貯水容量を超えている様であるが、これは、上流でのダムにまだ余裕のあることを考えてこれで運用することとした。

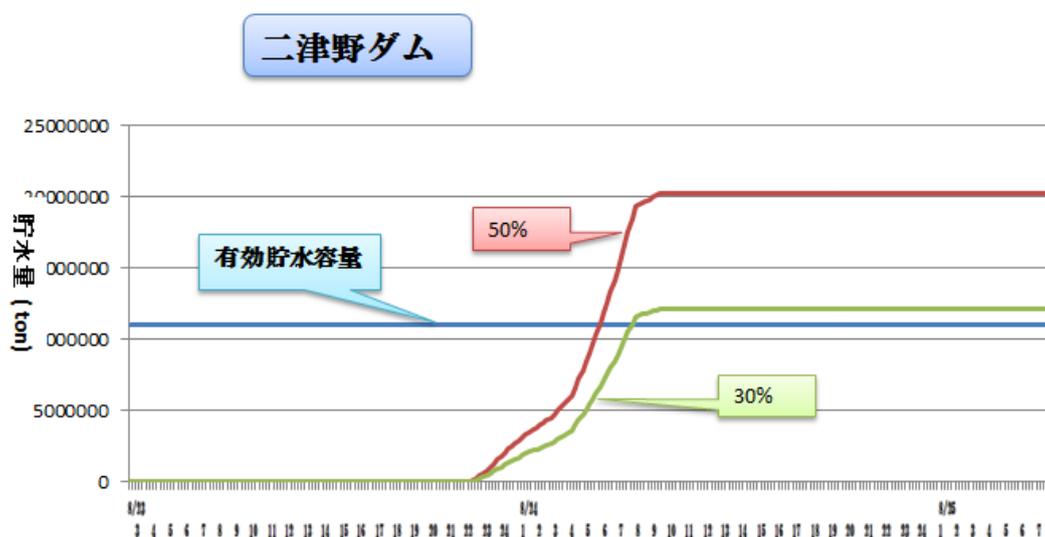


図 1-14 二津野ダムで F Zone に降雨した雨水を一部受け入れる場合

2. 氾濫の可能性

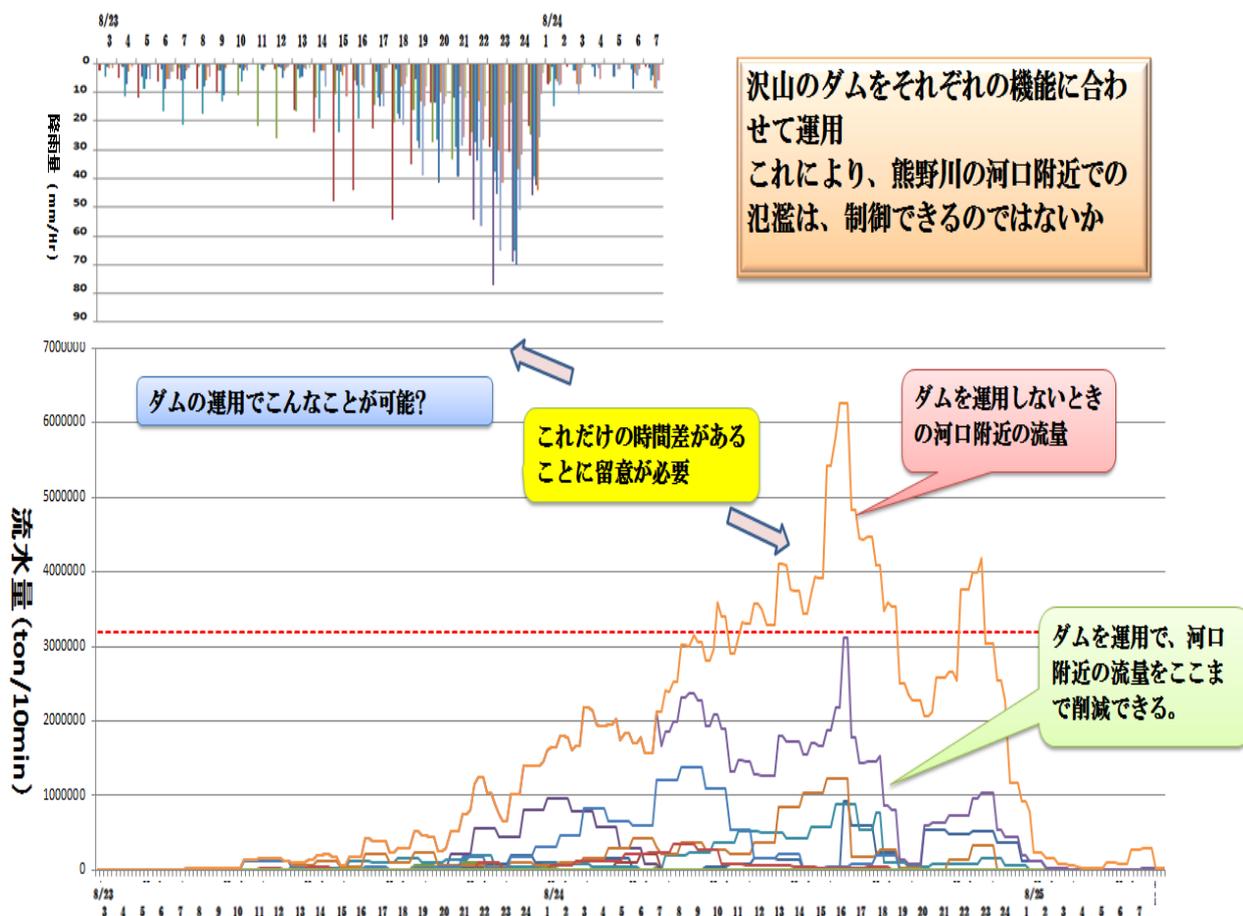
以上のような、ダムの運用を前提として、熊野川河口での氾濫の可能性をみた。この結果は、図 2-1 の通りであった。

河口附近の河川の構造



グーグルマップより

河川の構造は、既に表-2、表-3 で示した通りである。



この図から

図 2-1 ダムに貯水した場合、河口付近での氾濫の可能性

監視の可能性が極めて

て少なくなることが分った。それぞれのダムの機能を見てみると、それぞれが独自に氾濫の可能性を抑えるのに寄与しているようであり、非常に良い具合に設置されていることがわかる。熊野川の流域は多雨地帯であることも知られており、発電用のダムではあるが、これを上手く運用することを関係各位に共通の認識として、是非、持つようお願いしたい。

また、先にも触れたが、河川の流れの長さが非常に長いので、上流での豪雨のあと、その雨が下流に流れ込むのに、大変な時間がかかっているのがよくわかる。上流のアメダスの降雨量を知っていれば、これが、下流で氾濫を起こす可能性のあることも分かるので、洪水対策を適宜とるような時間もあるだろう。これをうまく流域住民に知らせる様なよい手順を確立してもらいたい。

中流、日足附近での氾濫の可能性

上記のごとく、ダムの運用により、河口附近では氾濫の可能性を極力抑える事で出来ることが分ったが、それでは、警戒警報が出た、日足地区での状況はどうであったか。河口での氾濫防止の対策として、ダムの運用を先のように実行した場合の河川の流量の状況をみた。計算のために使用したデータは表-5、表-6の通りである。



グーグルマップより



図 2-2 日足水位計設置の河川の構造

	ratio	Area(Km ²)	2154.8 Time	Rain(YY/Hr)	浸透率
A	0.1021	219.95	700		0.5
B	0.0573	123.4	653.33		0.5
C	0.0969	208.71	460		0.5
D	0.2701	582.03	666.67		0.5
E	0.0898	215.14	360		0.5
F	0.218	469.72	273.33		0.5
G	0.1167	251.43	40		0.5
H	0.0392	84.419	13.333		0.4
I	0	0	0		0.35

表-5 日足付近での流量計算のための基本

表-6 日足付近での熊野川の構造

	river	basin
River width	120	260
height	2	4.5
Flow rate	2.5	2.5
VoluYe	360000	2E+06

これらのデータを用い、日足附近での河川の流量を経時的に見たものが図 2-3 である。

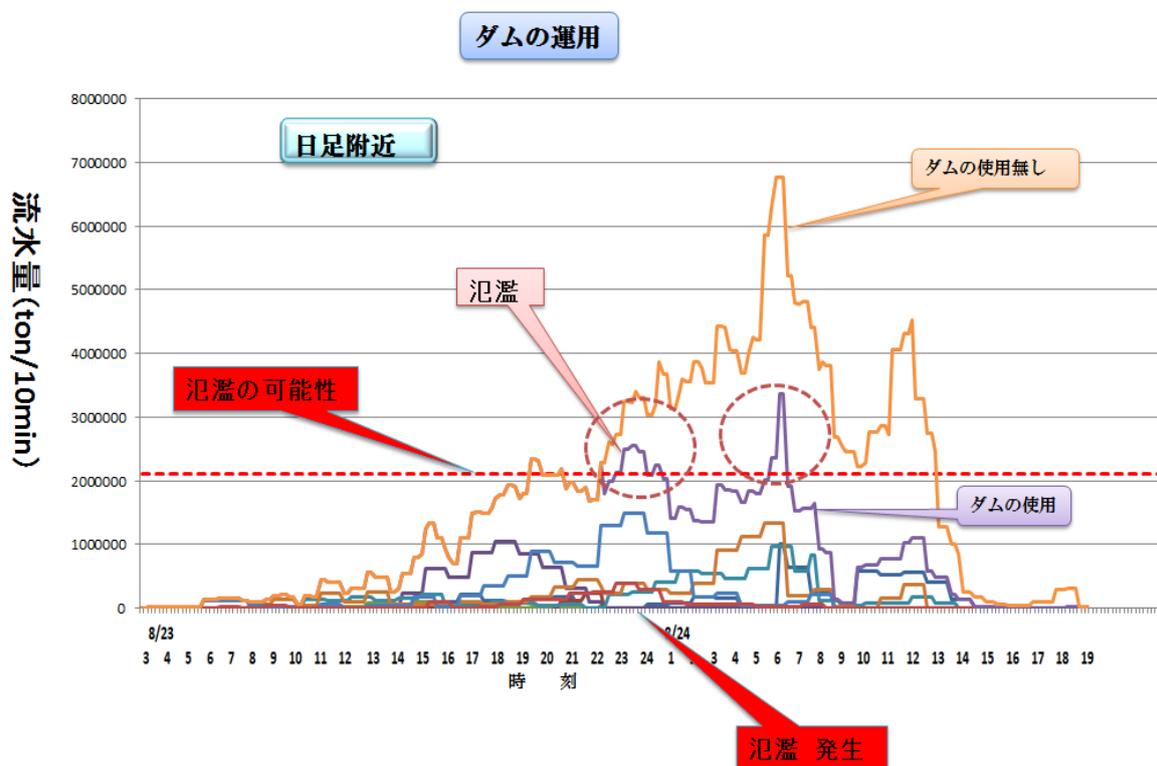


図 2-3 ダムに貯水した場合、日足付近の注目点での氾濫の可能性

この図から、下流での氾濫は起こってなくても、日足付近では、ダムの運用をしても氾濫の起こる可能性が十分考えられる。しかも、その時間をみると、氾濫が現実発生した時間に極めてよく一致している。このプログラムの仮定に議論はあるが、氾濫の起こる可能性を非常によく表しており、これで実際の氾濫予測がかなり有効に行えられるのではないかと思う。ダムを使用しない時の氾濫の状況を比較すれば、氾濫の程度もかなり抑えられるのではないか。こうした情報の信頼性を是非向上させたい。

おわりに

今回、熊野川の場合、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、其れでも中流で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しっかりと把握して頂きたい。

(2020. 2.12)

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

- 6) ダム運用の改善について 電源開発株式会社 2019.6

<https://www.jpower.co.jp/oshirase/pdf/oshirase190628-2.pdf#search=%27%E4%B8%89%E9%87%8D%E7%9C%8C+%E7%86%8A%E9%87%8E%E5%B7%9D+%E3%83%80%E3%83%A0%27>