

一級河川の氾濫予測中部編 第47報

天竜川の氾濫の可能性

地政学的異文化研究所

鈴木 誠二

国土交通省の資料によれば、天竜川が次のように紹介されている。

日本アルプスから遠州へ、日本の真ん中の暴れ川

天竜川は長野県茅野市の八ヶ岳連峰に位置する赤岳(2,899m)を源とし、諏訪盆地の水をいったん諏訪湖に集めます。

諏訪湖の釜口水門からは途中、三峰川、小渋川等の支川を合わせながら、西に中央アルプス(木曾山脈)、東に南アルプス(赤石山脈)に挟まれた伊那谷の中央を流れます。伊那谷では、複雑で脆弱な地形・地質からの土砂の供給が多く、支川の美和ダム・小渋ダム・松川ダムでは排砂バイパストンネルを運用しています。本川は狭さく部と氾濫原を交互に挟みながら名勝「天竜峡」へと南流します。

その後、佐久間ダムなど発電ダムを縦列に配置する山間部を流下し、さらに遠州平野を南流し、遠州灘に注ぐ流域面積 5,090km²、幹川流路延長 213km の河川です。



(国土交通省のデータより)

はじめに

天竜川の総延長が長く、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の影響を受け易い。しかも、流路延長が長いという事は、下流域での氾濫の時間的ずれの大きくなることが予想される。天竜川の場合には、図-1 に示したように、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

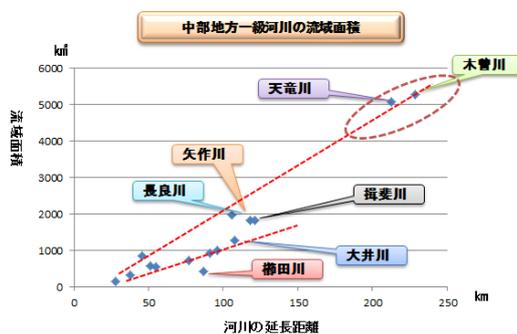


図1 中部の一級河川の幹流延長と流域面積

が大きくなり、氾濫を起こしやすい、また、河川は支流が沢山あるが、本流は山間を比較的蛇行せずの下流に流れてくる。時間差を持って下流に流れてくるとは言え、広い範囲に渡って降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。さらに、天竜川の場合には、水源地域に諏訪湖があり、ここに大量の水を保留する事が可能である。とは言え、湖にはその湖に独自の容量が決められており、一定の水位を保たなくてはならない。さらに、この流域には多数の洪水対策用のダムがあり下流に流れ込む水量がコントロールされる。天竜川には、本流に大きな洪水対策用のダム・佐久間ダムが設置されており、このダムの機能が注目される。懸念されるのは、この佐久間ダムの下流に集中豪雨が起きた場合である。上流での降雨の状況と佐久間ダムの運用、そして、佐久間ダムの下流側での集中豪雨、こうしたことが密接に絡みながら、この河川の氾濫の可能性を決めている。

ここでは、こうした長い流路を持ち、多数のダムを有し、本流にダムがあり、かつ、河川の水源地近くに湖があるという場合に、時間差がどの程度で現れてくるのか、そして、ダムの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、天竜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。とりわけ、本流の下流に設置された佐久間ダムの機能は圧倒的である。ただし、其れでも、中流の伊那市、並びに、飯田市辺りでは、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、上流で氾濫の起こる可能性があることが予測された。上流での氾濫は、下流域に流入する水量を削減し、洪水対策用とはなり得るが、この氾濫がどのように起こるのかは不確かな点があるので、基本的には、下流域では、上流の氾濫がないものとして検討している。

水源地にある湖に対する、河川氾濫の可能性の予測、そして、本流にダムがある場合の

処理に仕方についても、今回、詳しい検討を行った。

以下、2019年の10月12日から13日にかけての台風19号に伴う集中豪雨時の天竜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。

2019年10月12日-【警戒レベル2相当】天竜川の沢渡水位観測所（伊那市）では、12日16時30分頃に、「氾濫注意水位」に到達し、今後、水位はさらに上昇する見込みです。洪水に関する情報に注意して下さい。【浸水想定地区】・氾濫による浸水が想定される地区 …

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、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。



伊那谷を流れる天竜川(上流部)

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。

天竜川の場合には、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。とりわけ、天竜川の右岸地域と左岸地域では、山の地形が、並びに、斜面の向きが全く異なるので、雨の降り方が違う。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、天竜川の流域区分を流域分けした。その結果が、図1-1である。



図 1-1 天竜川の流域の区域分けとアメダスの観測点

この様に区分分けし、それぞれのゾーンの降雨量を求めるために、その地域の面積を求める。具体的には、各地域ごとに面積が明らかにされていれば、これを利用できるが、たいていの場合には、独自に面積を出す必要がある。どの地図を使用するかにもよるが、ここでは、整備局が出している、流域図をもとに、これを区分けし、面積比を見求め、そして、流域面積から、各地域の具体的な広さを求める。

天竜川については、上記の区分わけした図に基づき、各地域の面積をもとめ、そして、幹流に沿って、各地点の河口からの流域長さをもとめ、川の流れが河口まで、あるいは、注目点までに至る所要時間を求める。天竜川の場合には、流速が他の川よりも速いことも

予測されるが、ここで必要なものは、流入量と流出量の比較であるので、これについては、流速はあまり重要ではない。ここでは、平均的な流れの速さを、2.5m/秒として計算している。こうして求めた、雨量を求めるための地域的な要素は表—1 の通りであった。

表-1 各区分ごとの諸元

Zpne	総面積 5040		距離	所要時間	浸透率
	面積比	面積			
A	0.112362	566	190	1246.0	0.5
B	0.106035	534	180	1200.0	0.5
C	0.091332	460	164	1093.0	0.5
D	0.265974	1341	130	867.0	0.5
E	0.134416	677	100	667.0	0.5
F	0.15718	792	80	533.0	0.5
G	0.105601	532	54	360	0.45
H	0.0271	137	10	67	0.3
総数値	1	5040			

アメダスの測定点

図 1-1 に、天竜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。

一概には言えないが、天竜川の西と東とでは、降雨の仕方が異なる。これは、雨雲が西から来れば、西側に面した斜面には雨が降りやすいが、東側に面して斜面には雨雲は山の稜線の反対側の斜面で雨を降らしてくるので雨量が少なくなる。東側から雨雲が来る場合もある。特に台風の場合には、台風の進路がどのようになっているか、そして、注目地点の南を通過するか、北を通過するかによっても雨の降り方が代わってくる。こうした問題は、通常、雨雲は、西からやってくるのがふつうであるが、台風の場合には必ずしもそうではないのである。台風の進み具合によるもので、何時も一定というわけにはいかない。特に天竜川の場合には、北から南へと流れているので、右岸の広がる山と、左岸に広がる山とでは、雨量がことなる。幸いにして、こうしたことを考慮したのか、西側の木曾山脈の地域と、東側の南アルプスの地域にアメダスの測定点があるので、こうしたことを配慮して、各ゾーンの雨量を求めた。具体的には、C Zone は、南アルプス川に、高遠の観測点があり、木曾山脈には伊那の観測点があり、また、D Zone には、南アルプスには大鹿、そして、木曾山脈には飯田の観測点がある。詳細には、面積をベースにして加重平均とするのがよいと思われるが、ここでは、数量平均で、それぞれのゾーンの雨量とした。図—1.2 に C Zone の木曾山脈側と南アルプス側の違い、図—1.3 に D Zone のものを同様に示した。これらの図からわかるように、西向き斜面の南アルプスでは、東向き斜面の木曾山脈の二倍程度の降雨量となっている。こうした降雨の仕方による雨量の違いが出てくるので、天竜川での降雨の観測については、きめ細かな観察が必要である。



図 1-2 天竜川の流域 C Zone での木曾山脈側と南アルプス側との降雨量の差

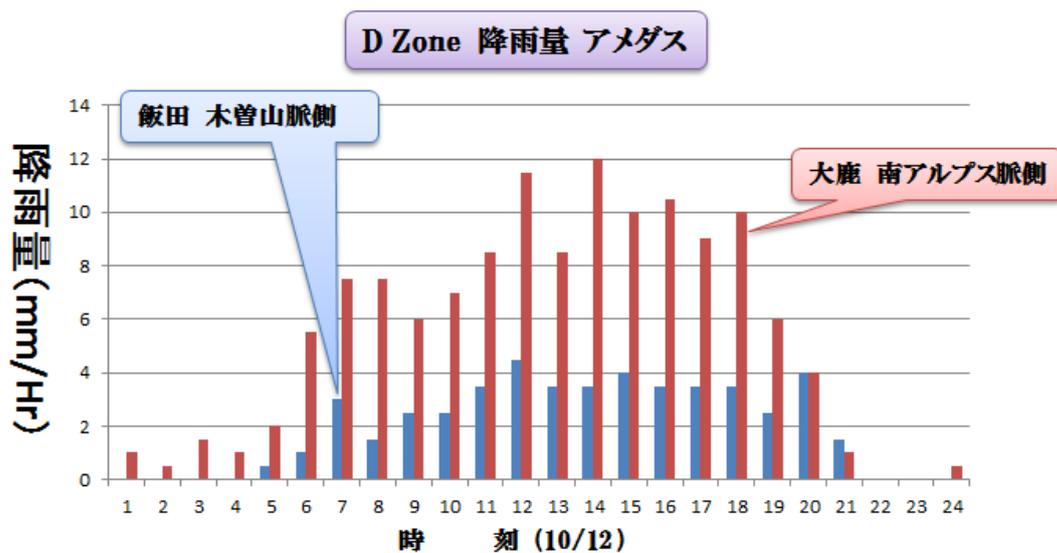


図 1-3 天竜川の流域 D Zone での木曾山脈側と南アルプス側との降雨量の差

さらに、天竜川の場合には幹流が非常に長いので、地域的に時間差を含んでいるとともに、地勢の違いもあり、上流と下流とでは降雨の仕方に大きな差があることが考えられる。ちなみに、図 1-2 のように区分わけをした場合の上流と下流での降雨の状況の比較をしたものが図 1-4、図 1-5 である。両者の目盛を合わせると降雨量の違いが歴然としている。とりわけ、下流側での降雨が多い場合には、氾濫の起こるまでの時間差が少ないので、氾濫予測・警告を何時、発令するかへの配慮が必要になる。

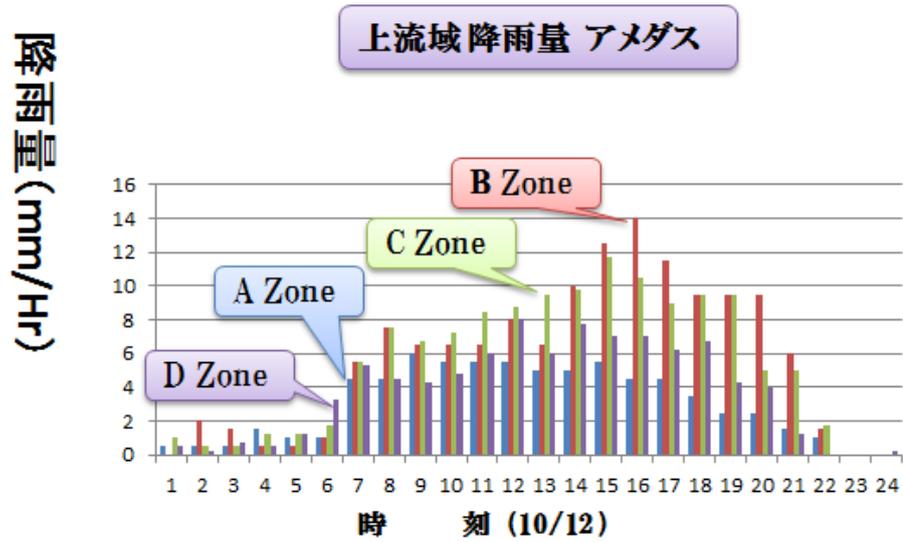


図 1-4 天竜川の上流域での降雨量の状況 (10.12)

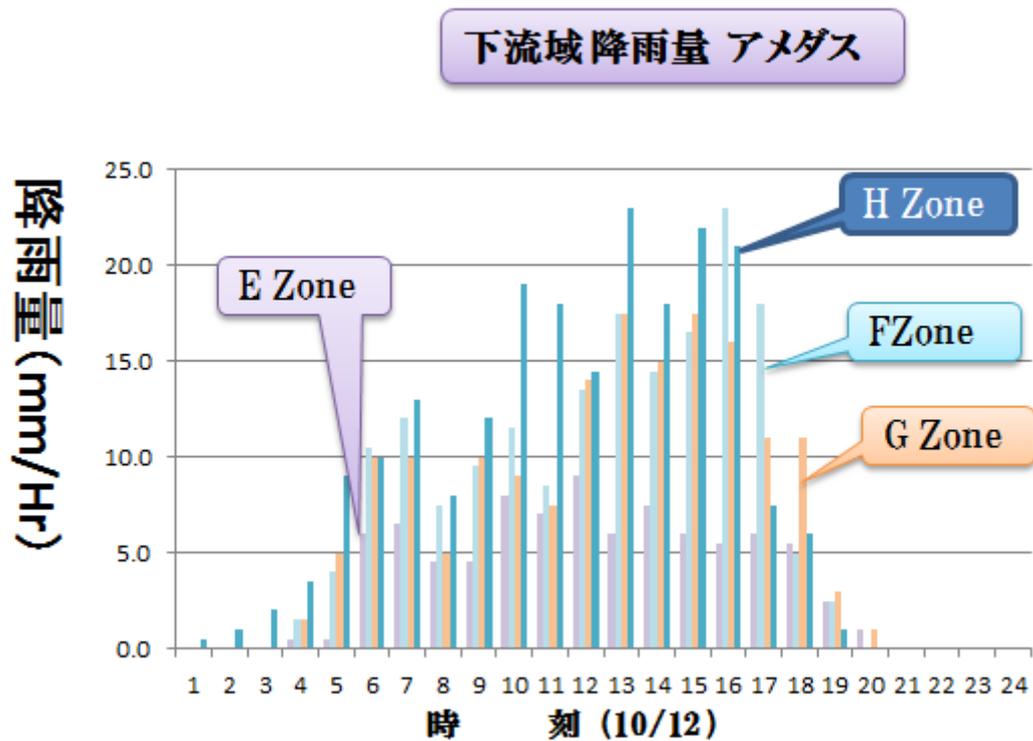


図 1-5 天竜川の下流域での降雨量の状況 (10.12)

1-2. 諏訪湖の取り扱い

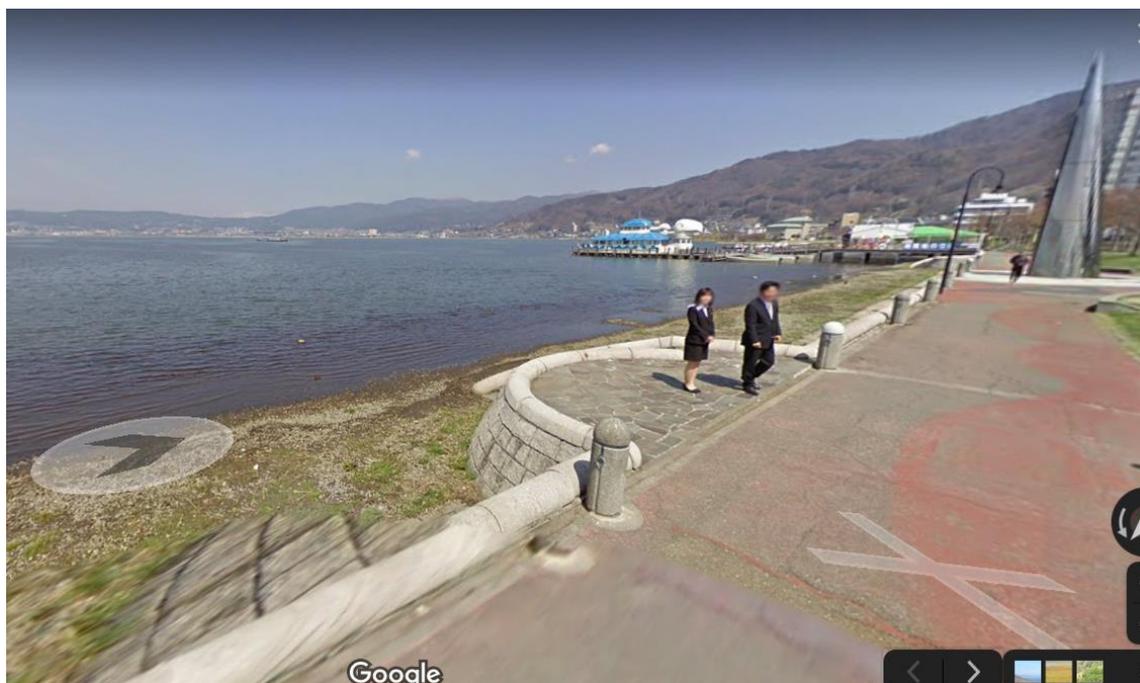
諏訪湖は天竜川の上流にあり、水源からの水を受け入れている。この湖の諸元は表—2の通りである。また、A Zone の出口となる様に区分分けしているので、ここより上流で降雨したものを貯水できるというかたちになっている。従って、その貯水量から、ダムの有効貯水容量とおなじような取扱いをした。

表 2 諏訪湖の諸元

所在地	 日本 長野県
位置	 北緯36度02分57秒 東経138度05分07秒
面積	12.81 ^[1] km ²
周囲長	15.9 km
最大水深	7.2 m
平均水深	4.7 m
貯水量	0.063 km ³



平常時の水面の高さから、湖岸の高さまでを貯水できるものとした。



この写真より、湖岸の高さを 1.5m とし、湖の湖岸全てが同じであるとは考えられないので、

水門では、1.2mまで、貯水できるものとした。このような仮定のもとに湖の面積より、可能貯水量を求める。こうして求めた、貯水容量は、15.360 千 m^3 となった。これ以上のものは、放水するものとする。放水能力は、釜口水門から、600 t/秒、10 分間には、360 千 m^3 である。ここに A Zone に降雨したものは、ダムまで平均で距離が 10 Km 、時間的には 67 分で流入してくるものとした。貯水量を超えると放水が必要になり、これが下流での氾濫にどのように影響してくるかを見る必要がある。ただし、この時には、天竜川を下る時の経過時間を考慮する必要がある。今回、75%の貯水率で、検討している時間帯の当初から貯水するものとして、諏訪湖での貯水の状況を示したものが図 1-6 である。

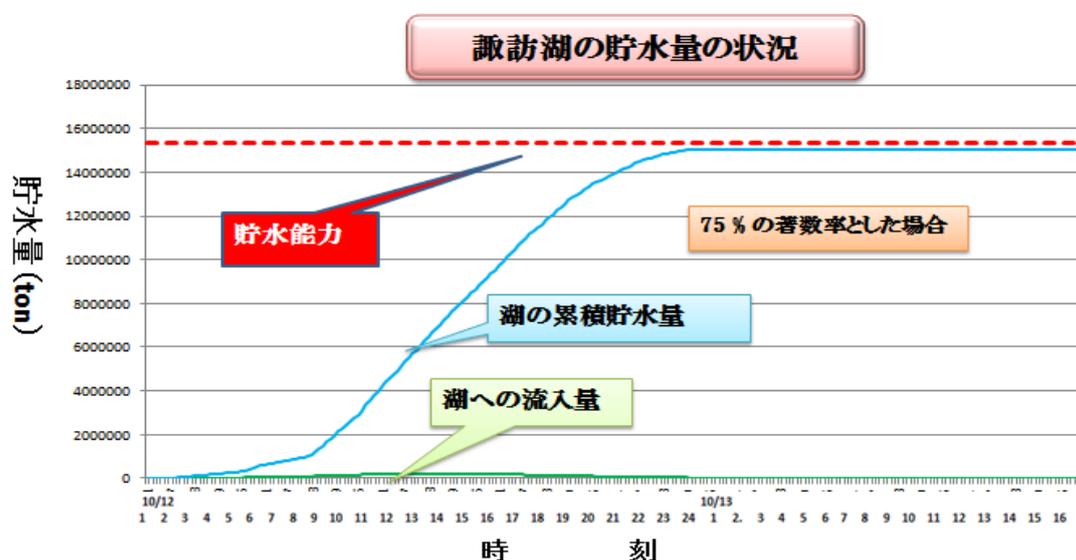


図 1-6 諏訪湖の貯水状況

75% で貯水すると、今回の降雨の場合、湖が満杯になる前に降雨が止むことになり、非常に流量をコントロールしやすくなっている。ちなみに、100%、50% の時の貯水の状況を、図 1-7 に示した。

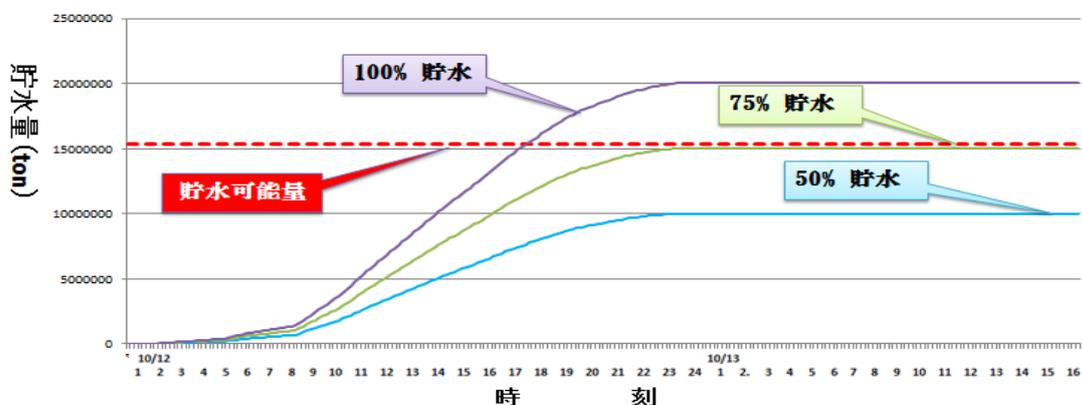


図 1-7 貯水率を変えた場合の諏訪湖の貯水状況

これから明らかなように、貯水率を 100 % にすると、降雨が止む前に水面が許容高さを超えるので、17 時頃には放水が必要になる。放水をする場合には、下流での水量がどのようになるかに配慮しながら、水量をコントロールすることが必要になる。水門管理をする場合には、なかなか厳しい運転管理を求められる。

1-3 ダムの運用

天竜川の支流には、数多くに洪水対策用がダムが設置されており、これを豪雨の状況に応じて、運転するのは、まことに神経を消耗する業務となるように思われる。各ダムの諸元を表 3 に示した。

表 3 ダムの諸元

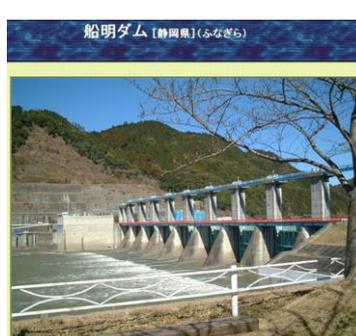
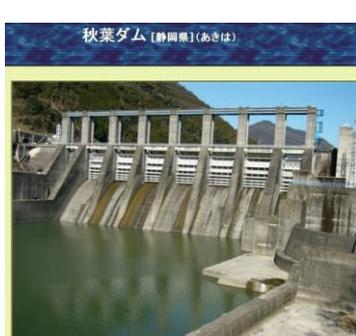
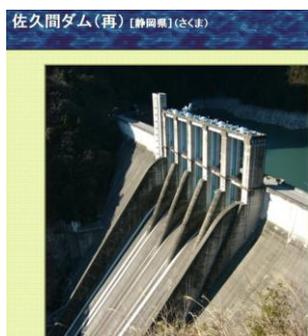
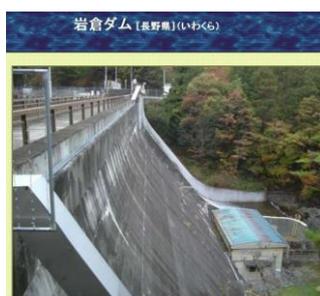
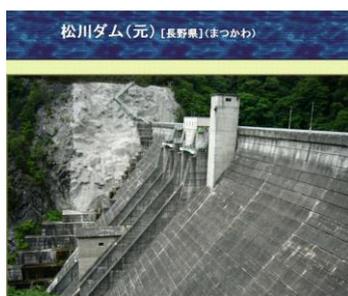
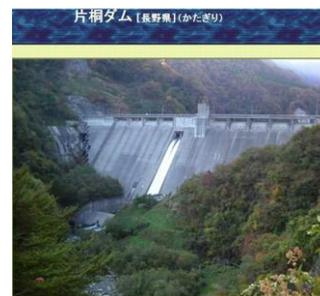
ダム名	河川	所在地	目的	千m3	千m3
横川ダム	横川川	上伊那郡辰野町大字横川字入谷	FN	1,860	1,570
箕輪ダム	沢川	上伊那郡箕輪町長岡新田	FNW	9,500	8,300
美和ダム	三峰川	伊那市高遠町勝間	FAP	29,952	20,745
高遠ダム	三峰川	伊那市高遠町勝間	APFNAP	2,310	500
小渋ダム	小渋川	下伊那郡松川町大字生田	FNW	58,000	37,100
片桐ダム	片桐松川	下伊那郡松川町上片桐	FNW	1,840	1,310
松川ダム	飯田松川	飯田市上飯田8181-27	FNW	7,400	5,400
泰阜ダム	天竜川	下伊那郡泰阜村	P	18,701	1,553
岩倉ダム	和知野川	下伊那郡売木村	P	435	408
平岡ダム	天竜川	下伊那郡天龍村	P	42,425	4,829
水窪ダム	水窪川	浜松市天竜区水窪町地頭方1491	P	29,981	22,836
新豊根ダム	大入川	北設楽郡豊根村古真立字月代1	FP	53,500	40,400
佐久間ダム	天竜川	浜松市天竜区佐久間町佐久間	FP	343,000	221,596
秋葉ダム	天竜川	浜松市天竜区龍山町戸倉字時並4	AWIP	30,703	7,750
船明ダム	天竜川	浜松市天竜区船明2649	AWIP	14,578	4,157

有効貯水容量

目的略字は次のとおり。

- F：洪水調節、農地防災
- N：不特定用水、河川維持用水
- A：かんがい用水
- W：上水道用水
- I：工業用水
- P：発電
- S：消流雪用水
- R：レクリエーション

発電用のダムの場合、管理者が発電会社となっている時には、貯水、放水の管理が国土省の管轄ではなくなるので、洪水対策として使用するには限界がある。このため、許容貯水容量が特別に大きくない限りは、これを検討の対象とはしなかった。



ダムネットより

各ダムの貯水管理については、各ダムにどれだけの水を貯水できるかを確認し、貯水量が有効貯水容量を超えたら、ダムからは受け入れた水量を放出しなければならない。それぞれのダムの貯水量を計算するために用いた、各ダムの条件は、表-4に示した通りである。

表-4 各ダムの貯水条件

ダム名	Zone	カバー	貯水率	ダムまで	所要時間
横川ダム	B	1/20	30	3	20
箕輪ダム	B	1/5	50	10	67
美和ダム	C	---		---	
高遠ダム	C	2/5	10	10	67
小渋ダム	D	1/5	50	15	100
片桐ダム	D	1/30	30	3	20
松川ダム	D	1/20	30	5	33
泰阜ダム	D	2/3	50	10	67
岩倉ダム	E	1/20	10	3	20
平岡ダム	E	1/6	30	10	67
水窪ダム	F	1/3	50	10	67
新豊根ダム	F	1/10	50	5	33
佐久間ダム	F	2/5	50	7	47
秋葉ダム	F	2/10	30	5	33
船明ダム	G	1	50	15	100

但し、高遠ダムと美和ダムは、同じ三峰川に設置されたもので、距離的にも近く、また高遠ダムの有効貯水容量は極端にちいさいので、これらは、同一のダムとみなして美和ダムに貯水するものとして検討する。

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が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。

ダムの貯水

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。既に述べた入力データ、アメダスのデータから各ダムについて、貯水量の状況を見た。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。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。此処では、減量の目安として使われるものとしてもらいたい。

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。

横川ダム

このダムは、B Zone の支流の横川川の上流にあり、このゾーンの全量の 1/20 を受け入れるものとして考慮した。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 1-8 に示した。横川ダムの場合、降雨を受け入れる領域が比較的小さいので、受け入れ量を降雨量の 85% を貯水すると、ダムは満杯になる前に降雨が止む。貯水率を下げれば、満杯までの時間が延びるが全体の貯水量が余り多くないので、こうした運用がどれだけの意味があるのかは不明。従ってここでは、許容量直前で貯水が止まる形の貯水率とした。

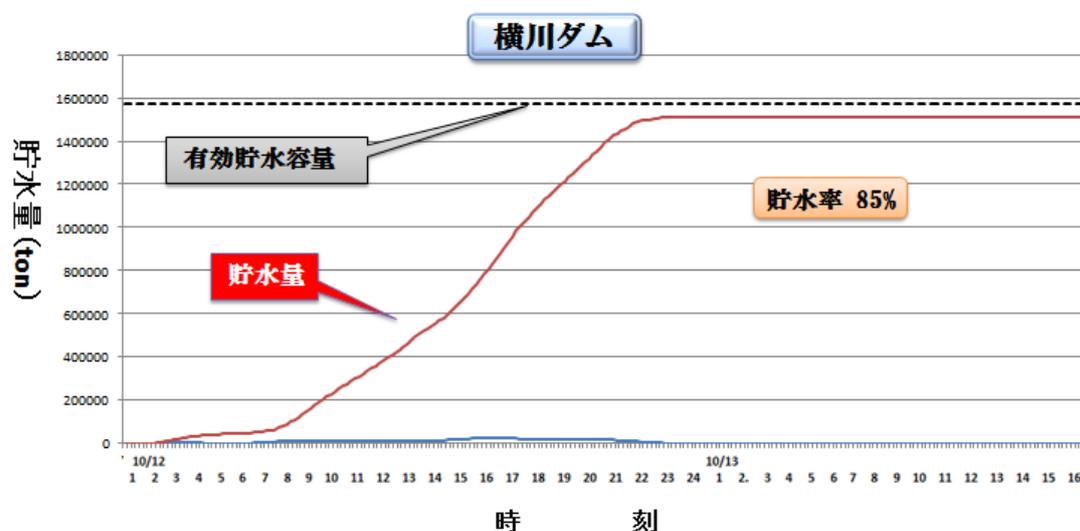


図 1-8 横川ダムの貯水の状況

箕輪ダム

比較的流長の短い支流の沢川に箕輪ダムがある。ダムの貯水容量は、ほどほどであり、降雨を受け入れる領域のカバー量もまずまずの広さである。

このダムに、ダムのある B Zone のダムの領域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 1-9 のようになり、ダムの有効貯水容量にまだ余裕がある。

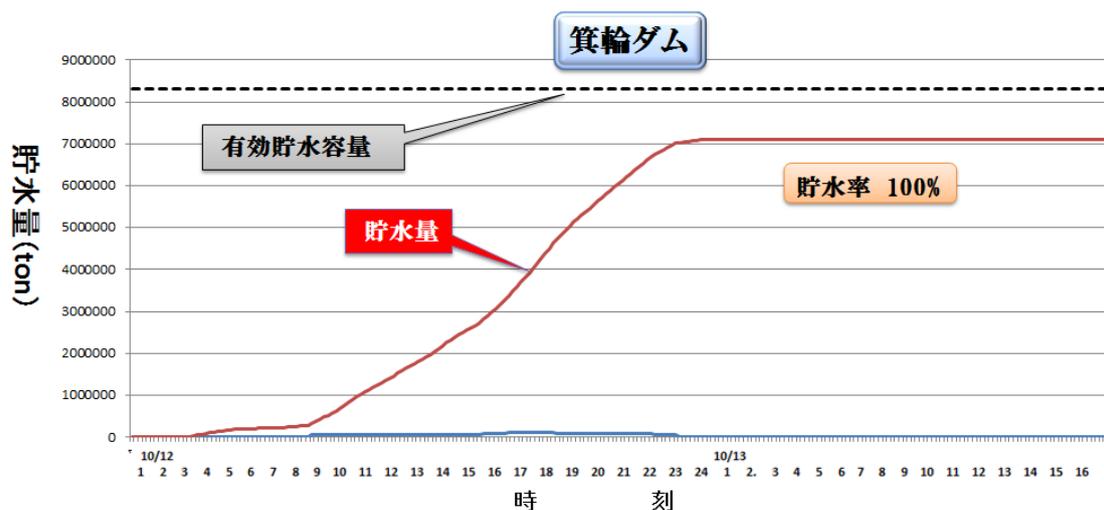


図 1-9 箕輪ダムの貯水の状況 B Zone の 1/5 の流域の降雨を全量貯水
箕輪ダムの貯水能力にはまだ余裕のあることが分る。

美和ダム

美和ダムの下流側に高遠ダムがあるが、その有効貯水容量は極めて小さいので、ここでは、この領域での貯水は美和ダムのみを検討した。降雨量は、木曾アルプス側と南アルプス側では差があるが、ここでは便宜的に均等としているので、詳しい検討をする場合には、南アルプス側のもの（高遠観測点のデータ）を用いる事が望ましい。美和ダムの貯水できる流域の面積を C Zone の 2/5 としている。貯水の状況を図-10 に示した。

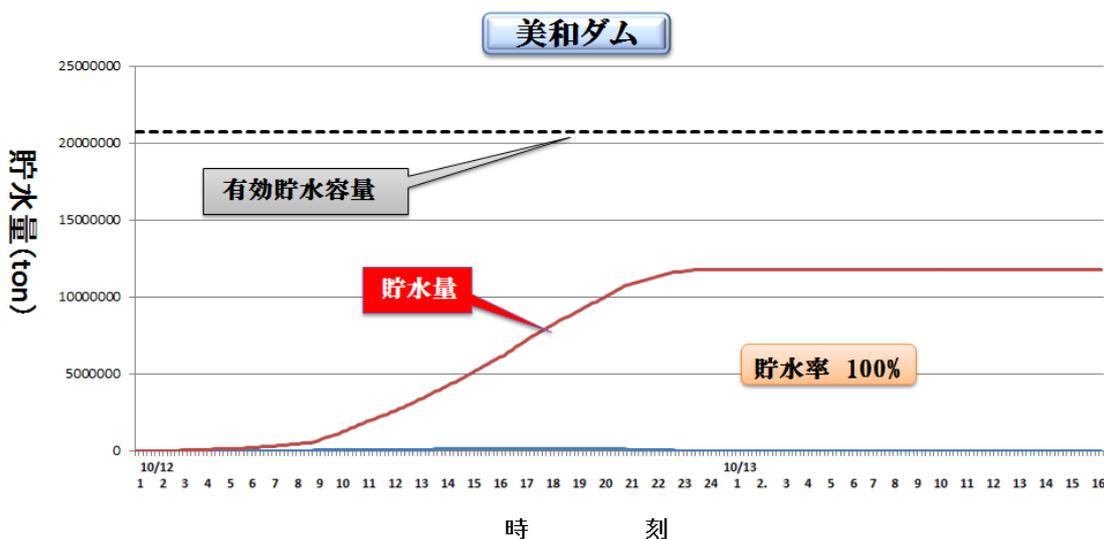


図 1-10 美和ダムの貯水の状況 C Zone の 2/5 の流域の降雨を全量貯水

小渋ダム

小渋ダムは、D Zone の南アルプス側の小渋川に設置されたダムで、流域の面積も大きい。南アルプス側には降雨量が多くなるときがあるので、このダムの機能は極めて重要である。このダムでの貯水の状況をみたものが図 1-11 である。

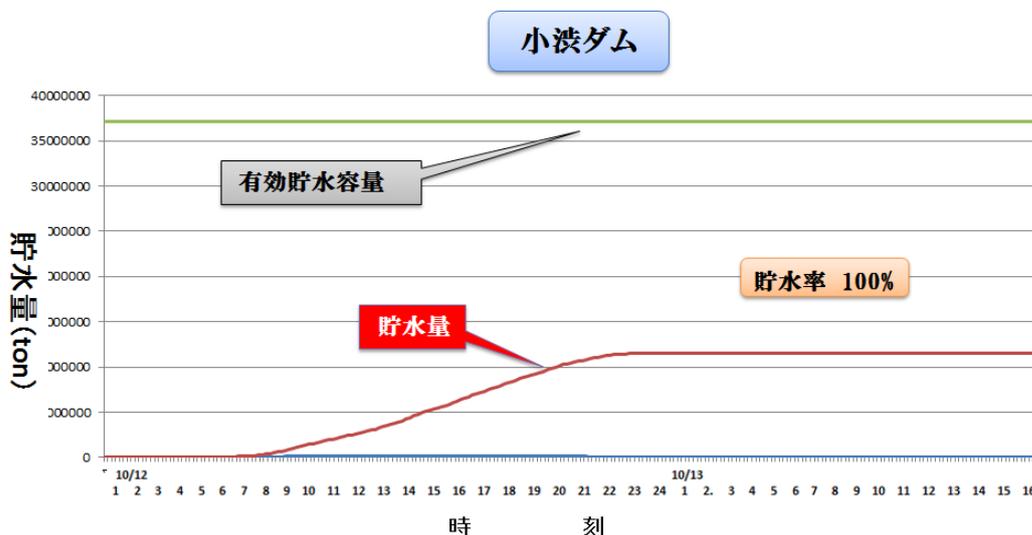


図 1-11 小渋ダムの貯水の状況 D Zone の 1/5 の流域の降雨を全量貯水

小渋ダムの有効貯水容量には、まだ余裕があり、このダムの働きが十分果たされているといえる。頼もしいダムである。

片桐ダム

このダムは、片桐松川の上流にあり、降雨の受け入れができる領域が限られている。検討した結果、65%の貯水量であれば、降雨が止むまで貯水する事が可能であることがわ

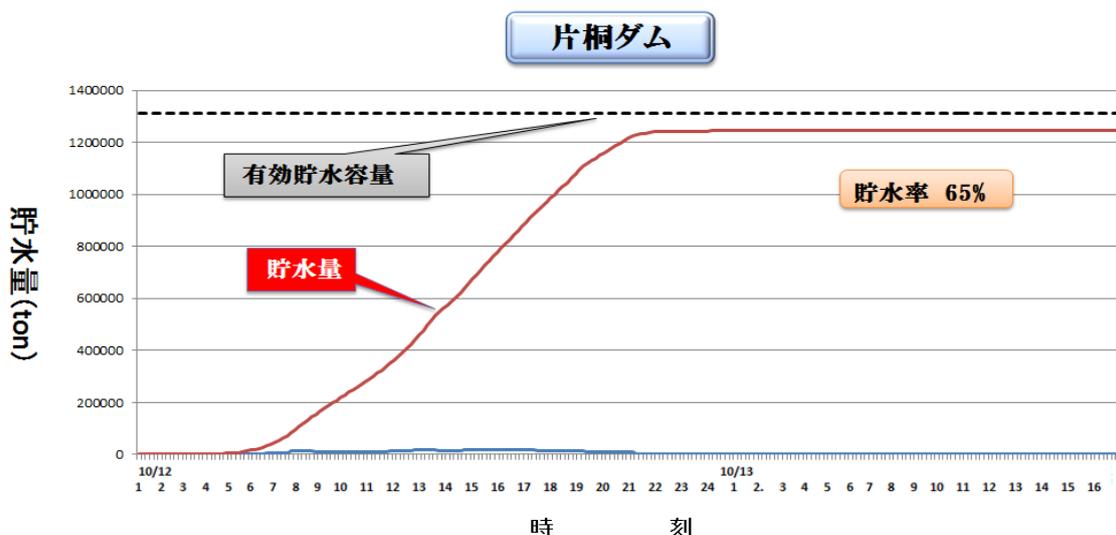


図 1-12 片桐ダムの貯水の状況 D Zone の 2/5 の流域の降雨を 65% 貯水

かった。100 % の貯水をする時には、貯水のタイミング（何時から貯水し、何時から放水するか）の決断が必要）をどのように決めるかが問題となる。ここでは観察の当初から貯水するものとして、貯水率を調整することとした。

松川ダム

松川ダムは、飯田市の木曾アルプスの山麓を流れる飯田松川に設置されたダムであり、飯田市近辺にある。このダムもあまり大きなダムではなく、降雨を見ながらどのように運転するかが重要である。降雨をカバーできる流域が狭いので、目いっぱい降雨の当初から貯水するとどうなるかをみたものが、図 1-13 に示した。

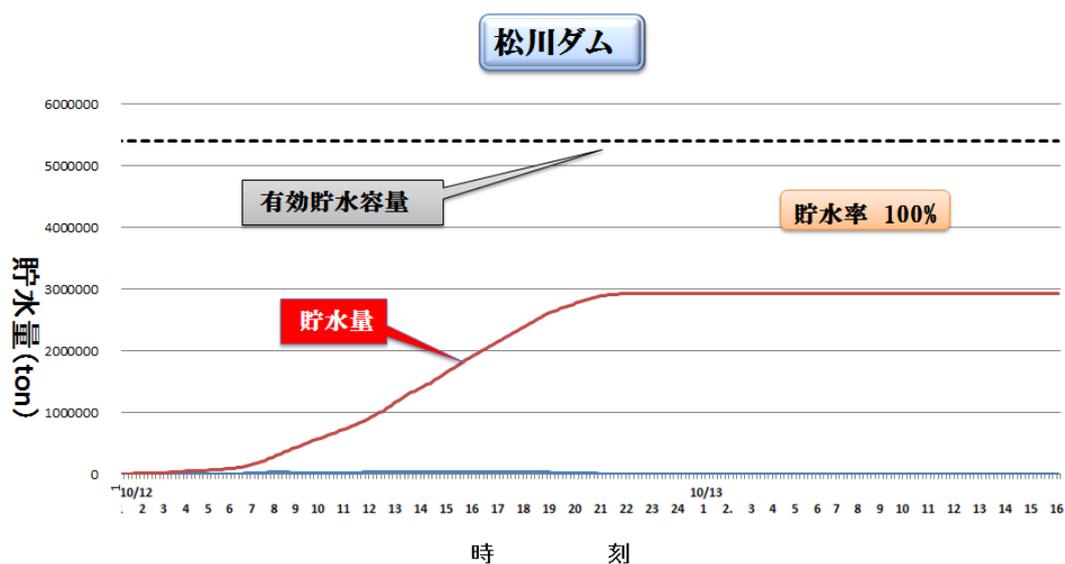


図 1-13 松川ダムの貯水の状況 D Zone の 1/20 の流域の降雨を 100 % 貯水

岩倉ダムほか

E Zone には、岩倉ダム、平岡ダム、泰阜ダム、並びに、水窪ダムと言った発電用のダムがある。有効貯水容量の大きいものもあるが、これらが洪水対策用としてどのように運用されるのかは定かでないので、ここでは、ここには、あえて貯水はしないものとした。どのように運用するかが明らかにされたら、検討することにした。

新豊根ダム

このダムは木曾山脈側の大入川の上流にあるダムで、大入川は、大千瀬川にはいり、佐久間ダムの下流側で天竜川に合流している。F Zone の 1/10 の広さの流域を持っているとした。流域が狭いため、100 % の貯水を当初からしても、有効貯水容量に余裕があった。その時の状況を図 1-14 に示した。

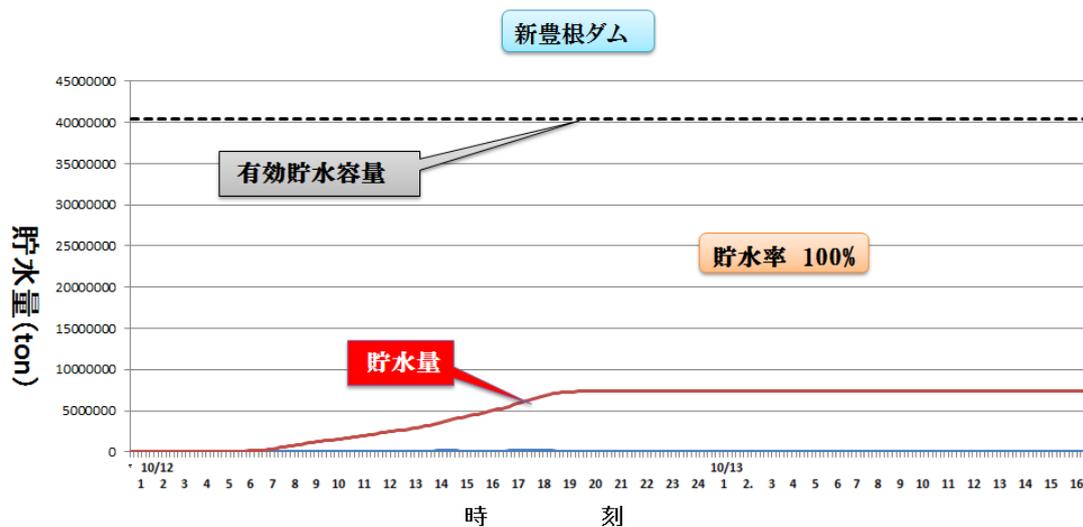


図 1-14 新豊根ダムの貯水の状況 E Zone の 1/10 の流域の降雨を 100% 貯水

佐久間ダム

佐久間ダムは、F Zone に設置されている天竜川の幹流のダムである。従って、ここには、このゾーンでの降雨に、さらに、上流から流入してくるものが貯水される。従って、ダムの流入量について、詳しい検討が必要であるので、後述することとした。

秋葉ダム

秋葉ダムについても、佐久間ダム同様、天竜川の幹流に設置されており、ここに流入し

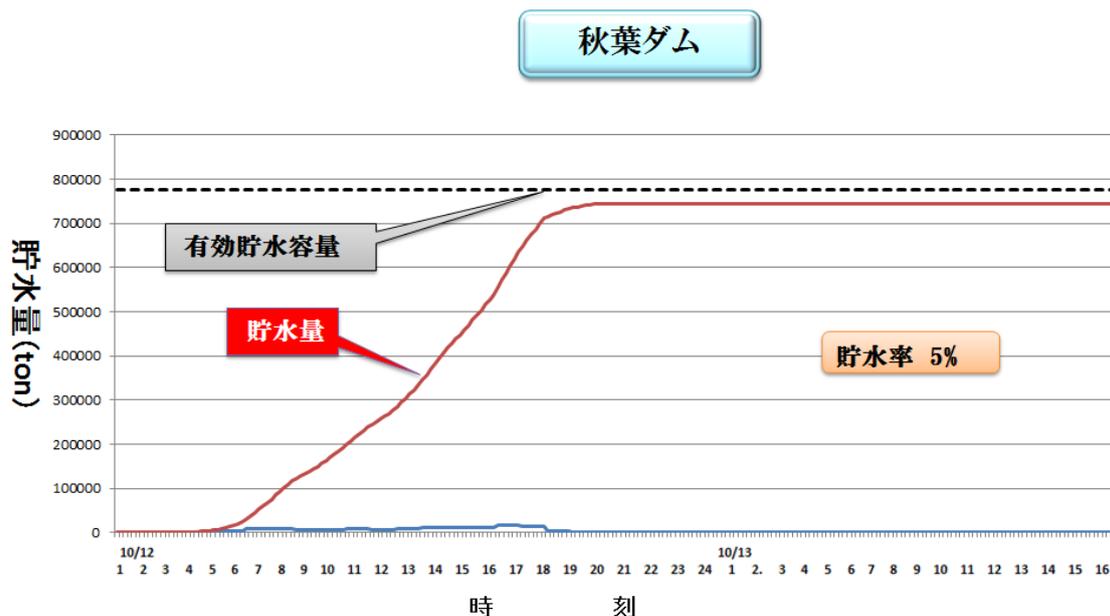


図 1-15 秋葉ダムの貯水の状況 F Zone の 2/5 の流域の降雨を 5% 貯水

てくる水量の決定が非常に複雑になる。しかしながら、このダムの有効貯水容量は非常に小さいので、天竜川の上流から流入して来る水量は無視することとした。このような前提で貯水量の経時変化を見たものが図 1-15 であるが、このダムは、貯水率が 5 % であっても満杯になってしまう。

船明ダム

このダムもやはり、天竜川の幹流に設置されたものであるが、有効貯水容量が極めて小さく、洪水対策用としての機能がどれだけあるのか疑問である。容量が小さいので、天竜川の上流から流入していくる水量は考慮せず（貯水しない）、G Zone に降雨したものを貯水するものとし、貯水率を 7.5 % とした。この時の貯水の状況を図 1-16 に示した。

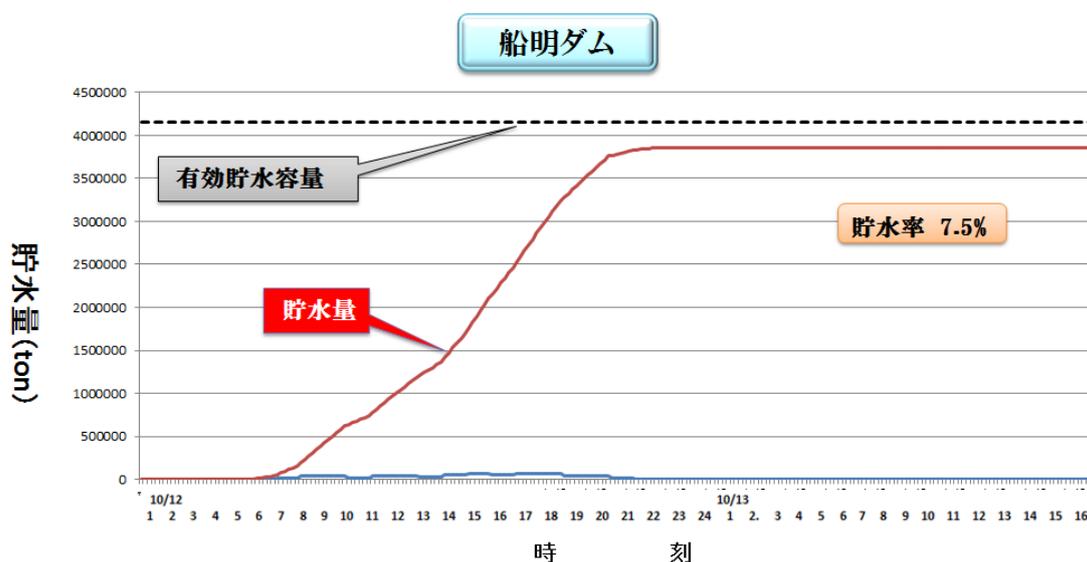


図 1-16 船明ダムの貯水の状況 F Zone の全領域の降雨を 7.5 % 貯水

1.4 佐久間ダム

佐久間ダムは、天竜川の幹流に設置されたもので、支流に設置されたものと異なり、沢山のダムから放水されるものが、その支流の位置に従って、時間差を持って流入していくという、流入量の程度を決定するのが、なかなか難しい。ここでは、上流ダムから放水される量を加味したうえで、各ゾーンから異なった時間で、ダムへの流入してくるものとした。これに、佐久間ダムの受け入

表-5 各ゾーンから佐久間ダムまで

ゾーン	河口より	佐久間ダムまで	
	ゾーンの中心 Km	Km	時間 min
A	190	145	966.67
B	180	135	900.00
C	164	119	793.33
D	130	85	566.67
E	100	55	366.67

れ流域の降雨量との総和を求めて、これに対して貯水率を決めて貯水するものとした。各ゾーンにおける貯水量を参考にしてそこから放出される水量をもとめ、そのゾーン全体で、天竜川の幹流に流入してくる水量をもとめ（具体的には各ダムの貯水量を引いたもの）、表5に示したような時間差で佐久間ダムに流入してくる。その量の時間的変化を図1-17に示した。ここで、注意すべきは、各ゾーンの各ダムでの貯水の始まる時間が異なるという事である。この水量に対し、佐久間ダムでどの程度貯水できるかが問題

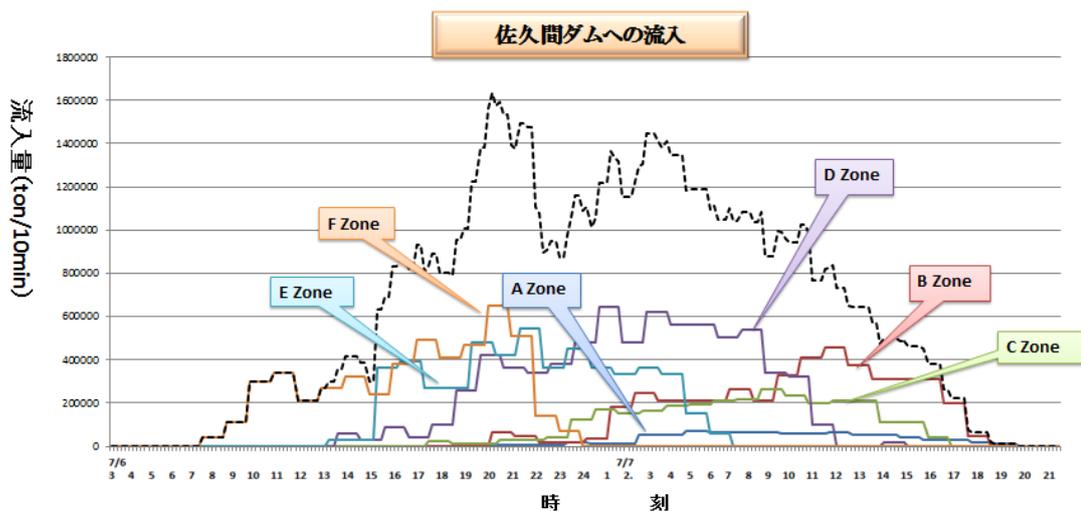


図 1-17 各ゾーンから佐久間ダムに流入してくる水量の時間変化

となる。しかしながら、佐久間ダムの許容貯水容量が極めて高いので、今回の集中豪雨では、ダム上流、ならびに、佐久間ダム流入してくる降雨した雨の量は、十分貯水できることが分った。

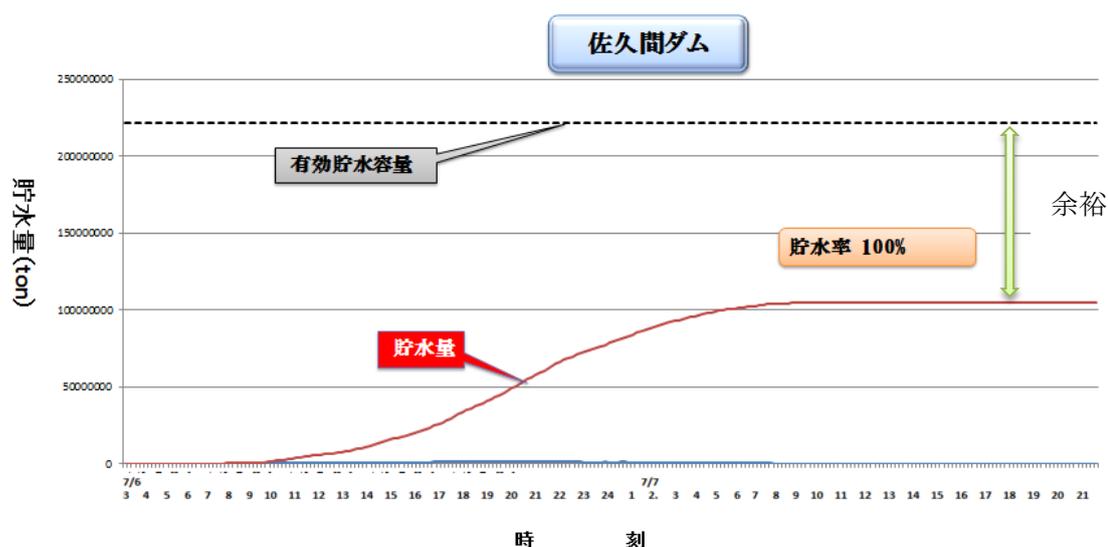


図 1-18 佐久間ダム貯水量の時間変化

2. 氾濫の可能性

以上のような、ダム運用を前提として、天竜川での氾濫の可能性をみた。

2.1 伊那市辺りでの氾濫の可能性

伊那市辺りでの氾濫の可能性を検討するために、河川の構造を知る必要がある。伊那市には支流の三峰川が合流してくる。ここにある箕輪ダムには、その流域の降雨が全量貯水できることがわかった。検討は、この三峰川が合流する前の地点を対象とした。また、ここへの流入量は、諏訪湖の放水と、B Zone の降雨であり、流量を求めるために、入力データは表 6 のとおりである。さらに、ここでの河川の構造は表 7 のとおりである。また、



(Google Map より)

表-6 伊那市辺りでの氾濫の検討入力データ

Point 3.	伊那市	三峰川合流前	Rain(YY/Hr)			
S	Area(Km ²)		Time	Rain(YY/Hr)	浸透率	
	Total Area	1100.7				
A	0.5148	566.3	219			0.5
B	0.4858	534.42	173			0.5
C	0	0				0.5
D	0	0				0.5
E	0	0				0.5
F	0	0				0.5
G	0	0				0.45
H	0	0				0.3

表-7 伊那市辺りでの河川の構造

	Google を使用	
	river	basin
River width	30	100
height	0.5	2.5
Flow rate	2.5	2.5
Volume	22500	375000

アメダスのデータは、辰野観測点のものを使用し、横川ダム、箕輪ダムの運転は、先に検討した結果を用いた。こうして、伊那市の三峰川との合流する地点の上流での氾濫の可能性を見たものが、図 2-1 である。これから、残念ながら、この地域では、15 時半過ぎに氾濫する可能性のあることがわかる。この時点では、氾濫は、諏訪湖の水門をさらに高くなるようにすれば、抑えられる可能性があるが、17 時半ごろになると、水位の上昇がはじまり、この時点では制御できない水量が流れ込んでくる可能性がある。

因みに、16 時半に、洪水警戒警報が発令されているが、この時の水位が、この地点でどの程度であったのかを、是非、確認してもらいたい。

また、今回の集中豪雨でのこの地域での氾濫の可能性は、辰野附近での集中豪雨に起因しているものであり、この注目地点以外でも、氾濫の可能性があると予測される。そうしたことについても、今後の課題としてゆきたい。

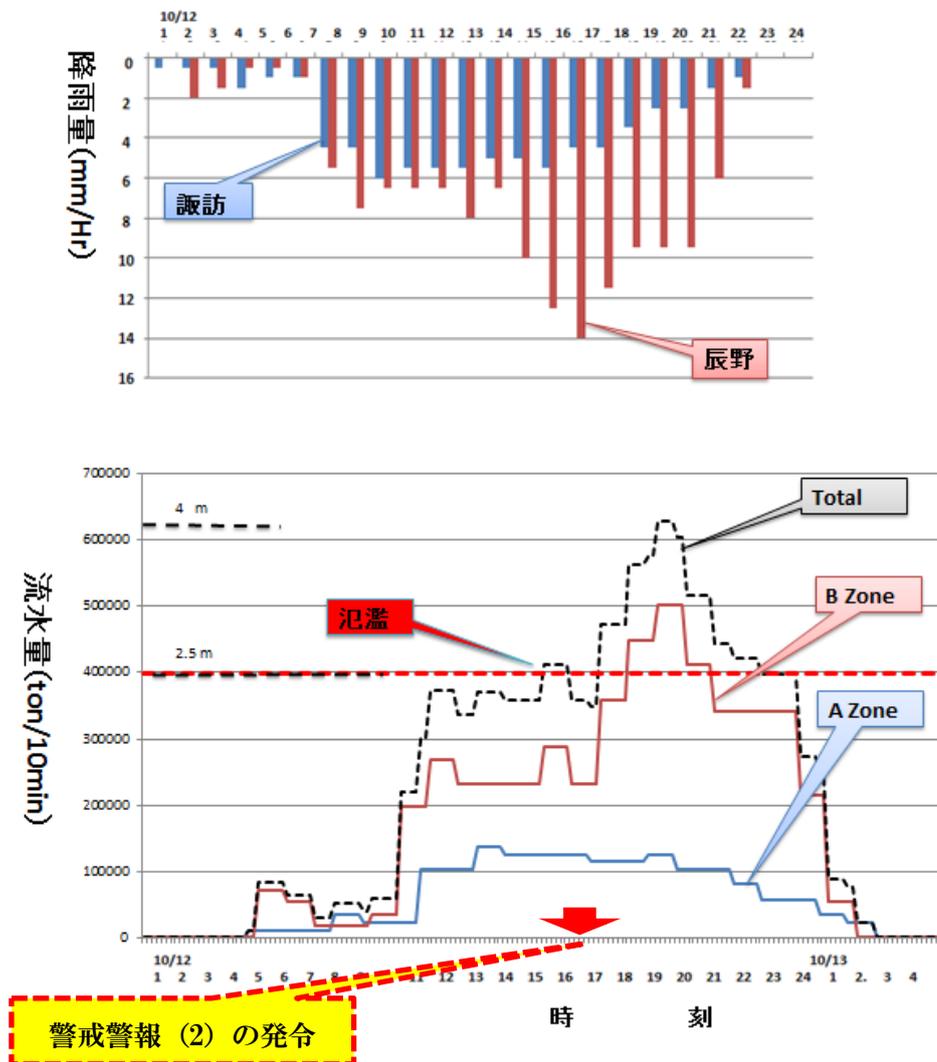


図 2-1 伊那市辺りでの氾濫の可能性

2.2 飯田市辺りでの氾濫の可能性

引き続き、D Zone の飯田市の上流附近、今回は、小渋川、並びに片桐松川の合流点辺りでの氾濫の可能性をみた。C, D Zone とともに、木曽山脈側と南アルプス側にアメダスの測定点をもっているなので、各ダムの設置場所に応じた雨量の値を採用することが望ましいが、ここでは、天竜川本体の洪水を検討することを目標としていたので、両方の平均値を採用した。この事を念頭に議論する必要がある。勿論、詳細の検討をする場合には、両者を独立に採用してもらいたい。ただし、その場合には、区分わけをさらに詳細にする必要がある。



飯田市辺りでの、天竜川の構造



(Google Map より)

この辺りでの氾濫の可能性を検討するために用いた入力データは表 8、並びに、表 9 の通りである。

表 8 飯田市辺りでの氾濫の可能性、入力データ

S	Area(Km ²)		Time	Rain(YY/Hr)	浸透率
	Total Area	1896.2			
A	0.299	566.3	513		0.5
B	0.282	534.4	467		0.5
C	0.243	460.3	360		0.5
D	0.177	335.1	134		0.5

表 9 この付近での天竜川の構造、入力データ

	Google を使用	
	river	basin
River width	60	105
height	0.5	2.5
Flow rate	2.5	2.5
Volume	45000	4E+05

アメダスの測定点は、木曾山脈側では、伊那、並びに、飯田市の測定点のものを、また、南アルプス側の場合には、高遠、並びに、大鹿の測定点のものを採用し、それぞれのゾーンで数値平均とした。各ダムの運用については、既に述べた通りである。こうして、飯田市近辺での氾濫の可能性を見たものが、図 2-2 である。この結果、飯田市のこの付近では、12 日の 14 時半頃から、氾濫する可能性があることが分る。その後も、集中豪雨の降雨により水量がますます増大し、甚大な被害に繋がる可能性を示唆している。実際の現象と、その対策がどのように取られたかは、大変興味のあるところであるが、いずれにしても氾濫の起こる可能性のあるときには、事前通告するなどして、それなりの備えをするようにしてもらいたいものだ。

そこで、上流の雨が流れてくるのは事前に把握できる筈なので、本プログラムを使用して、氾濫の予測が事前に可能であるかどうかの検討をした。アメダスのデータは、毎時間更新されている。データは、その時間の一時間前のものが、各時間の 10 分後に公開されているので、これを各ゾーンに入力すればよい。河川の構造、地域区分のデータには変わらないので、いつでも容易にこうした計算ができるはずである。問題は、アメダスのデー

タを小まめに入力するかどうかだけである。ちなみに、今回の場合、午前9時での、

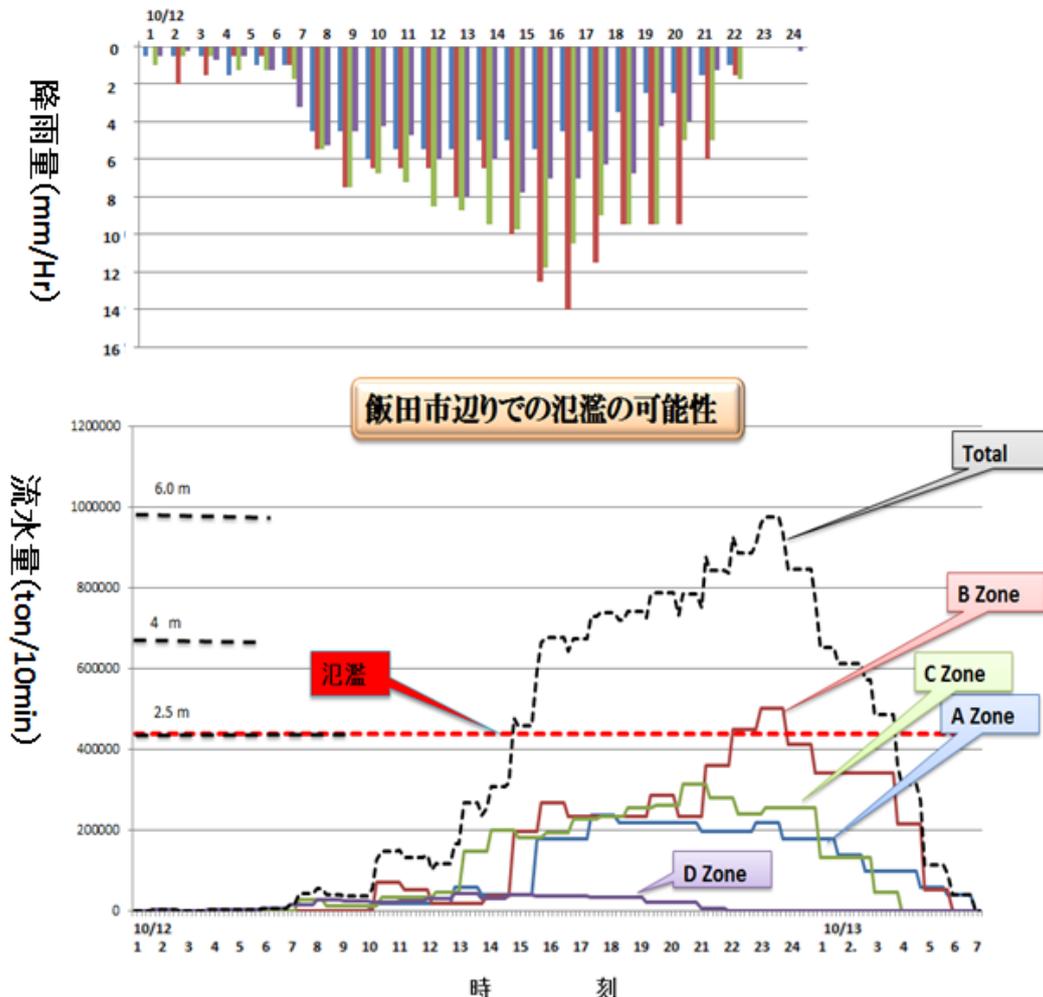


図 2-2 飯田市辺りでの氾濫の可能性

各観測点のデータを入力し、検討した結果を図 2-3 に示した。この結果は、あくまでも 9 時までの降雨による流量量であり、それ以後も豪雨が継続すれば、流量は変わってくる。いずれにしても、この時点で 15 時前後には、氾濫の発生する可能性があることが分る。その時点で実際、氾濫警戒警報が出ていたかどうかは確認していないが、少なくとも | とも河川の管理事務所では、こうした作業を是非して頂きたい。数値の正確さは変わるとしても、こうしたことが出来る体制を確立し、その後、より正確な結果が得られるように改善して行けばよいのである。まずは、挑戦することから始めてほしい。

ここでは、降雨量が 9 時過ぎまで表示されているが、実際の入力はの時までとしている。9 時以降の降雨がますます激しくなっているのです、ここでの氾濫はますます厳しいものになることも予測される。9 時から 15 時までには、6 時間の猶予がある。この間に何をすることは、市民の危機意識に関わっている。こうしたことが着実に実行されるかどうかは、発令の信憑性による。そうした、意味で、是非、沢山の経験と実績をしてもらいたい。

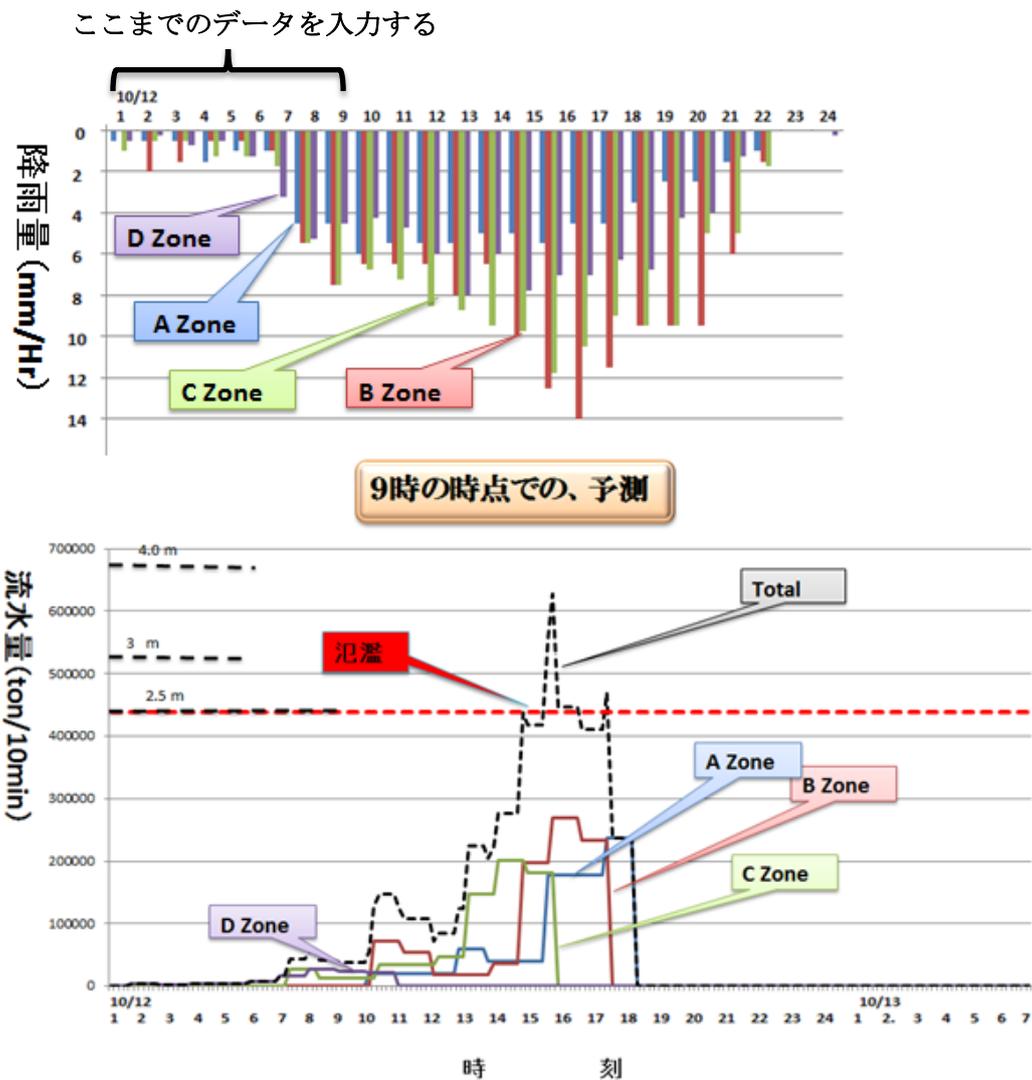


図 2-3 氾濫の予測は、6時間前からわかっていた

2.3 松市鹿島あたりでの氾濫の可能性

天竜川の下流の浜松市鹿島辺り（具体的には二俣町大園）での氾濫の可能性を見た。ここでは、佐久間ダム機能を確認することができる。問題は、佐久間ダムより下流側での降雨である。とりわけ、気田川は、広い流域を有しており、ここでの豪雨は、佐久間ダム貯水することができないし、また、秋葉ダム、船明ダムも洪水対策用としてよりも、灌漑用のダムであるので、貯水量も小さい。こうしたことから、佐久間ダムの働きも十分な機能を果たしていないと誤解されかねない。ここでの検討のためのデータを表 10、表 11 に示した。

伊那市、飯田市出の氾濫の可能性があるとは言え、ここでの氾濫が起こらないとしてもその流量は佐久間ダムに貯水されるので、ここでは、佐久間ダムの下流側の豪雨がどの

よくなるかが問題となる。



浜松市二俣辺りでの、天竜川の構造



(Google Map より)

表 10 浜松市二俣辺りでの氾濫の可能性、入力データ

S	ratio	Area(Km ²)	4903 Time	Rain(YY/H)	浸透率
A	0.112	550.9	1066		0.5
B	0.106	519.9	1020		0.5
C	0.091	447.8	913		0.5
D	0.266	1304	687		0.5
E	0.134	659	487		0.5
F	0.157	770.7	353		0.5
G	0.106	517.8	180		0.45
H	0	0			0.3
		4770.1			

表 11 この付近での天竜川の構造、入力データ

Google を使用

	river	basin
River width	73	340
height	1	2
Flow rate	2.5	2.5
Volume	109500	1E+06

この時の結果を図 2-4 に示した。この図からわかるように、佐久間ダムは、上流から

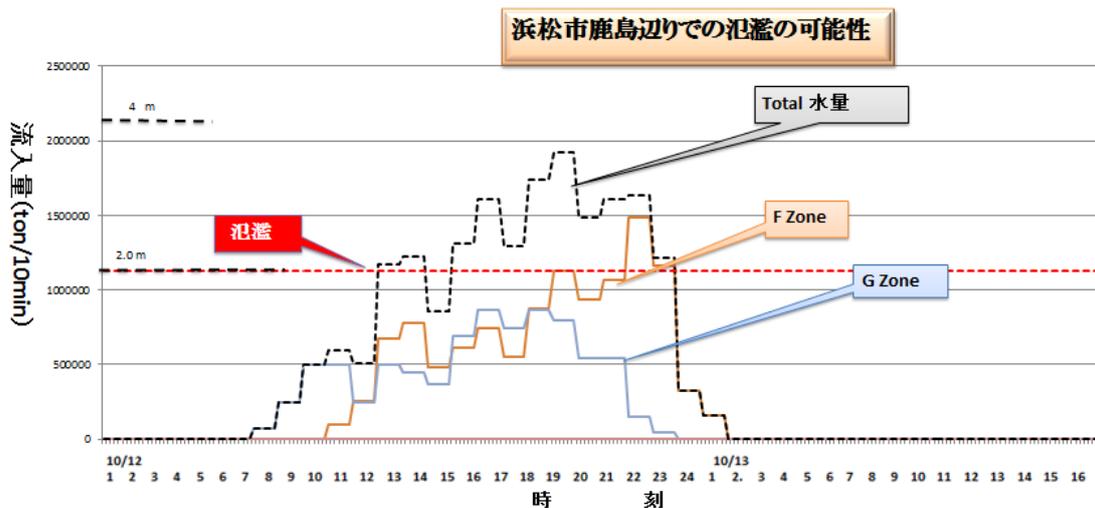


図 2-4 氾濫の予測は、6 時間前からわかっていた

流入して来る水量を全て貯水しているが、それでも、下流側での豪雨のために、この地点では氾濫を起こす可能性のあることがわかる。この地点で氾濫が起これば、その下流の流域が洪水になることは明白。従って、佐久間ダムに関わりなく、アメダスのデータから氾濫の危険性を確認しておくことが大切である。とりわけ、この地域での豪雨が短時間で氾濫を起こすので、きめ細かな観察をしてほしいものだ。

おわりに

今回、天竜川の場合、河川の上流に湖があり、これがダムの役割を果たしているものとして検討した。上流域での氾濫の起こる可能性が指摘されたが、より綿密にアメダスのデータを解析し、洪水警報を適格に発令してもらいたい。佐久間ダムについては、容量が極めて大きく、その上流の流水を全て受け入れてもまだ、有効貯水容量に余裕のあることが分った。しかしながら、ダムの下流側での豪雨に対しては、この容量は洪水防止に寄与できないので、十分な配慮が必要である。また、アメダスのデータをどのように採用するかについては、分水嶺の有り方とともに、斜面の向きについても十分な配慮をしていただきたい。

(2020. 4.18)

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/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