

一級河川の氾濫予測中部編 第50報

狩野川の氾濫の可能性

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、狩野川が次のように紹介されている。

狩野川は、静岡県伊豆市の天城山系にその源を発し、大小の支川を合わせながら北流し、田方平野に出て、伊豆の国市古奈で狩野川放水路を分派した後、箱根山等を源とする来光川、大場川等を合わせ、さらに、富士山等を源とする柿田川、黄瀬川を沼津市、清水町にて合わせ沼津市において駿河湾に注いでいます。

その流域は南北に細長い「く」の字形をなし、富士箱根伊豆国立公園に囲まれ豊かな自然環境を有する観光地を擁するとともに、東西交通の要衝として基幹交通網が集中するほか、下流域の沼津市、三島市、清水町は湧水にも恵まれ、県東部・駿豆地区の中核都市として地域の産業・経済・文化等の基盤をなしています。



(国土交通省のデータより)

私事ながら、私は幼少のころ、この狩野川の畔で育ち、なんどもこの川の洪水を見て来た。狩野川台風の時には、天城の山が崩壊し、神代杉が現れたといわれ、また、沢山の人が濁流にのまれ、命をなくした。狩野川の放水路のできる前の話である。

はじめに

狩野川の総延長がそれほど長い訳ではないし、また、流域面積が広いと言うのでもない。しかしながら、その流域は、しばしば多量の降雨に見舞われる伊豆半島の中央部・天城山を水源とする狩野川と、これまた富士山麓の東側を流れ、豪雨により多量の水が流入する大きな支流の黄瀬川、そして、これまた南に向き、太平洋を北上してくる台風の大雨をまともに受ける箱根山から下ってくる多くの支流が合流するという、沢山の氾濫の要素を持った川である。

このために、幹流の中流から、山をくりぬいて、放水路をつくるという、洪水対策として、まことに大胆な方策が施され、このおかげで、これまでもたくさんの水害が防がれて来たと言われている。放水路の場合には、流水の一部を分けて放出するというものであり、ダムとは全く異なる効果である。今回、こうした放水路による流入水の水量をどのように取り扱えばよいのかについて、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、狩野川に設置されている放水路の機能が、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、下流には、大量の流入を齎す黄瀬川が合流しており、河口附近では、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も予測された。

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狩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。

[国土交通省・川の防災情報](#)

10:00現在は、伊豆市や伊豆の国市を流れる狩野川では氾濫注意水位を越えています。

今後、台風が接近にするにつれ更に雨量が増し水位が上昇する可能性があります。

※19:40頃、静岡県駿東郡清水町徳倉にある観測所で氾濫危険水位を越えているのが確認されました。

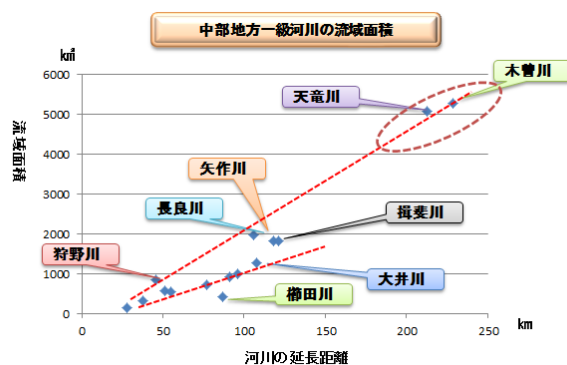


図1 中部の一級河川の幹流延長と流域面積

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の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。



狩野川の清流

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。

狩野川の場合には、幹流延長はあ

まり長くなく、また、流域もそれほど広いと言うものではない。そのためか、アメダスの降雨量の観測にしても数が少なく、流域全体の雨量を推測してもなかなか精度の高いものは期待できない。とりわけ、狩野川の降雨地域と大きな支流である黄瀬川の地域、加えて箱根外輪山では、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。このようなことに配慮して、狩野川の流域を区分分けしたが、これだけでは、アメダスのデータが足りないと云う感は否めない。とりあえず、今回区分けしたその結果を、図 1-1 にしめた。

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、狩野川の上流は、天城山系に降雨し多雨が集まってくる。ちょうど盆地の様な形になっており、その出口が狩野川ということになる。天城山系は、紀伊半島で言えば、熊野山系のようなもの。大台ヶ原が大降雨地帯であるように、天城山系も多雨地帯である。一方、支流の一つで有る黄瀬川は、富士山の東側、ならびに、東南斜面に降雨した雨と、そして、箱根山系の北部の西斜面に降雨したものが集められている。つまり、両方の地域から集まって来ているのである。そして、大場川、その他の川に、箱根山系の雨が集まっている。この斜面の場合、雨雲が西から来れば、比較的、遅い時間に大量の雨が降る形だ。このように、狩野川の流域では、支流により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が少なくなるが、これは、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ことから容易に理解できる。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、その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注意を払う必要がある。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。特に狩野川の場合には、南から北側に、そして、黄瀬川の場合には、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。図 1-2 に狩野川流域での降雨量をしめた。この図からわかるように、天城山系では、平均的に集中豪雨が起きているが、比較的早い時間に多くの雨が降っている。黄瀬川に雨が集まる御殿場の地域では、中盤から、後半にかけて雨量が増大している。西向き斜面の箱根山系では、降雨の集中が中ごろから後半にかけて起こっている。

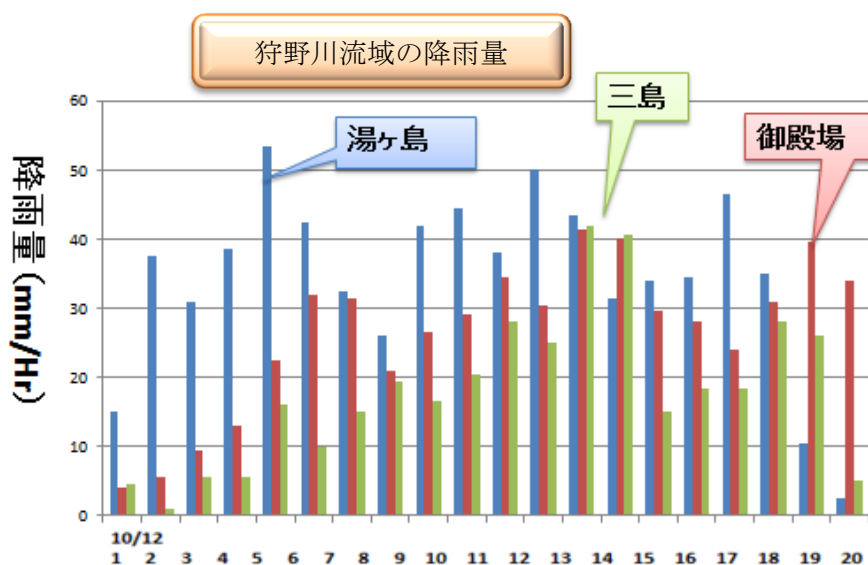


図 1-2 狩野川の流域の降雨量

このように、降雨の仕方に違いが出てくるので、狩野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。

2. 放水路の取り扱い

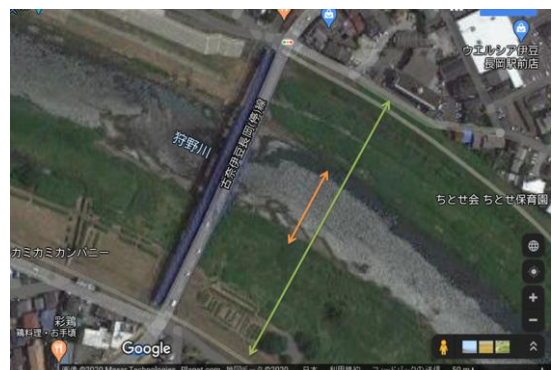
狩野川には、洪水対策用として放水路が設けられている。しかも、これが流路の中間にあるので、無視するわけにはいかない。こうした放水路をどのようにして取り扱うか、検討した。

放水路は、普段は水量がゼロであっても、河川が増水し、水位が上がって来た時には、ここに新しい水路となって、雨水を放出しなければならない。とりわけ、狩野川の場合には、トンネルを通過して、海(西浦湾)に放出されるので、その量がどのようになるかを考えなくてはならない。

ここでは、放水路は、とりあえず、河川敷と同じ高さが底面であるとした。制御用のゲートがあるかどうかは分らないが、増水時には、幹流と同じ高さの水面となるものとした。従って、幹流の水位により、放水路に流れ込む水量が決まる。この地点での幹流の河川の構造と、放水路の構造を google から読みこんだが、詳しい検討をする時には、現状をしつかりと把握し、それを使用されたい。



狩野川放水路 Google Map より



狩野川放水路での幹流川 Google Map より

これらの河川の構造をもとに、河川の増水があるときに放水路にどの程度流れるかを求めた。放水は人為的におこなわれるであろうが、ここでは、放水した場合に、その水面の高さは幹流とおなじであると考えている。したがって、制御をしなくても自然となる流れである。

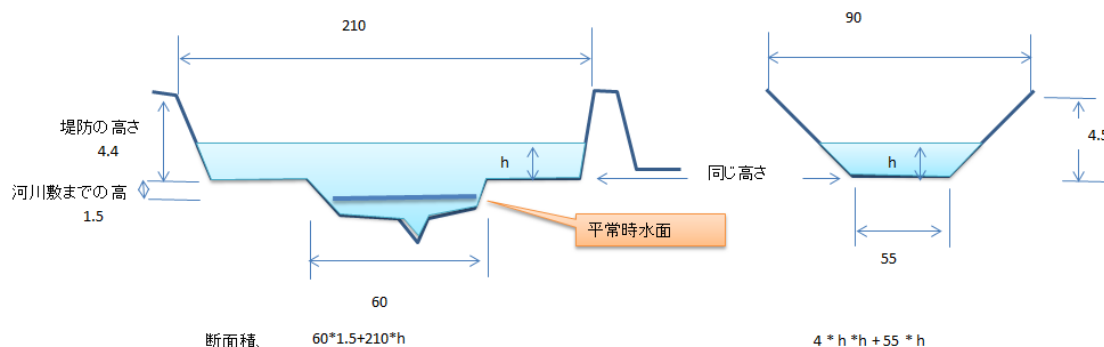


図 1-3 狩野川幹流の構造と放水路の構造

このように、仮定すると、以下の式の変形により、流入する水量により、放水される水量が求められる。

断面積比	h	本流 S	放水路 s	$r=s/(S+s)$
	1	300.0	59.0	0.164345
	2	510.0	126.0	0.198113
	3	720.0	201.0	0.218241
	4	930.0	284.0	0.233937

$$r = 0.03 * h + 0.13 \quad \text{これに10分間の流長さ} \\ \text{(流束 * 10分)を掛ければ流量がでる。} \\ 2.5 * 60 * 10 = 1500 (=k)$$

幹流

$$\text{流量} = \text{幹流} + \text{放水量の流れ}$$

$$\text{流入量 } W = k * (60 * 1.5 + 210 * h) + r * W$$

$$\begin{aligned} \text{これより、} \quad W &= k * (60 * 1.5 + 210 * h) + r * W \\ (210 * k + 0.03 * W) * h &= W - 0.13 * W - 90 * k \\ h &= ((1 - 0.13) * W - 90 * k) / (210 * k + 0.03 * W) \\ k &= 1500 \end{aligned}$$

$$\text{幹流入量は } W * (1 - (0.03 * h + 0.13)) \quad \text{となる。}$$

したがって、流入する水量が決まれば、自ずと、放水路下流の幹流の水面がきまり、放水量の高さも決まるという訳である。こうした検討結果を用いて、河口での水位を推定する。

2. 氾濫の可能性

以上のような、放水路の機能が働くものとして、狩野川での氾濫の可能性をみた。

2.1 放水路が無いとき

放水路が無い場合、つまり、以前の狩野川だったらどうなるかを検討した。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。狩野川の河口である沼津市には支流の黄瀬川や、その上流では大場川が合流している。流量を求めるために、入力データは表 1 のとおりである。さらに、ここでの河川の構造は表 2 のとおりである。また、放水路が無



(Google Map より)

表-2 沼津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

い場合の結果を図 2-1 に示したが、この図より、3 度にわたり洪水の起こる可能性が指摘されている。最初のものは、天城山系における集中豪雨が影響を及ぼしているものであり、二番目のものは、黄瀬川、並びに、箱根地域の降雨が流れ込んだ支流、そして、天城のものが寄与している。そして、三番目の洪水も、やはり、この三つの流域の降雨によるものであることが分る。従って、放水路の寄与するものは、天城山系の降雨に対してのみであり、他の流域の水量を減ずることができないので、悩ましき状態である。

2.2 放水路の活用

ともあれ、放水路に水をながした場合の、放水路の機能のもとでの氾濫の可能性を見た。その結果、河口附近での流量は、図 2-1 のごとくなった。

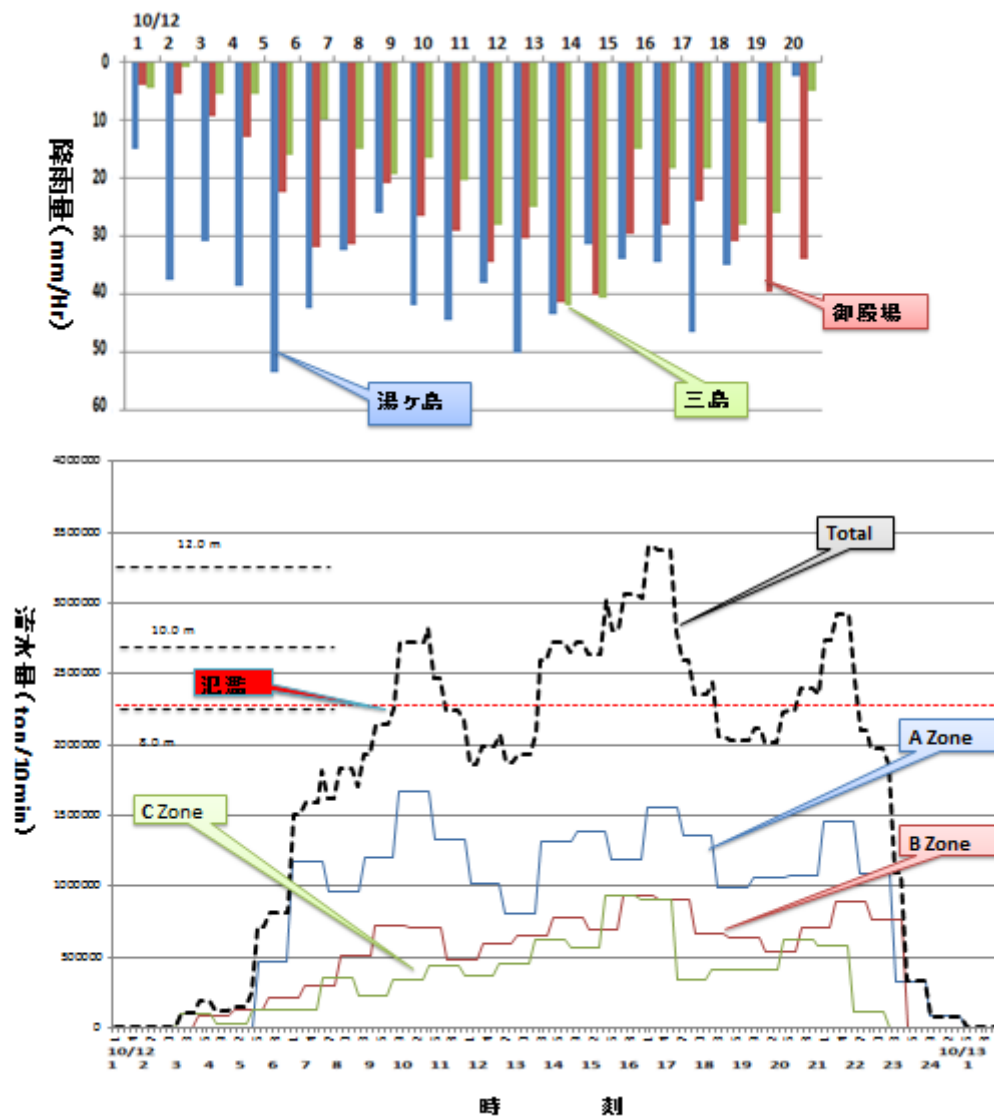


図 2-1 放水路の無い場合の河口附近での氾濫の可能性

2.3 放水路の活用

引き続き、放水路の機能が働いた時にどうなるかを検討した。先に説明したように、放水路からの放出量を流入量に対して、求める。流入量により、幹流、並びに、放水量の水面は同じ高さになるので、これを前提に放水量を経過時間ごとにもとめ、放水されたものの残りが、幹流を下流側に流れるものとした。従って、放水路のある地点での幹流の構造が重要な因子であることが分る。図 1-3 に従い、水面の高さをもとめ、幹流の流れが変わるものとした時の下流での流入量を求めたものが、図 2-2 である。

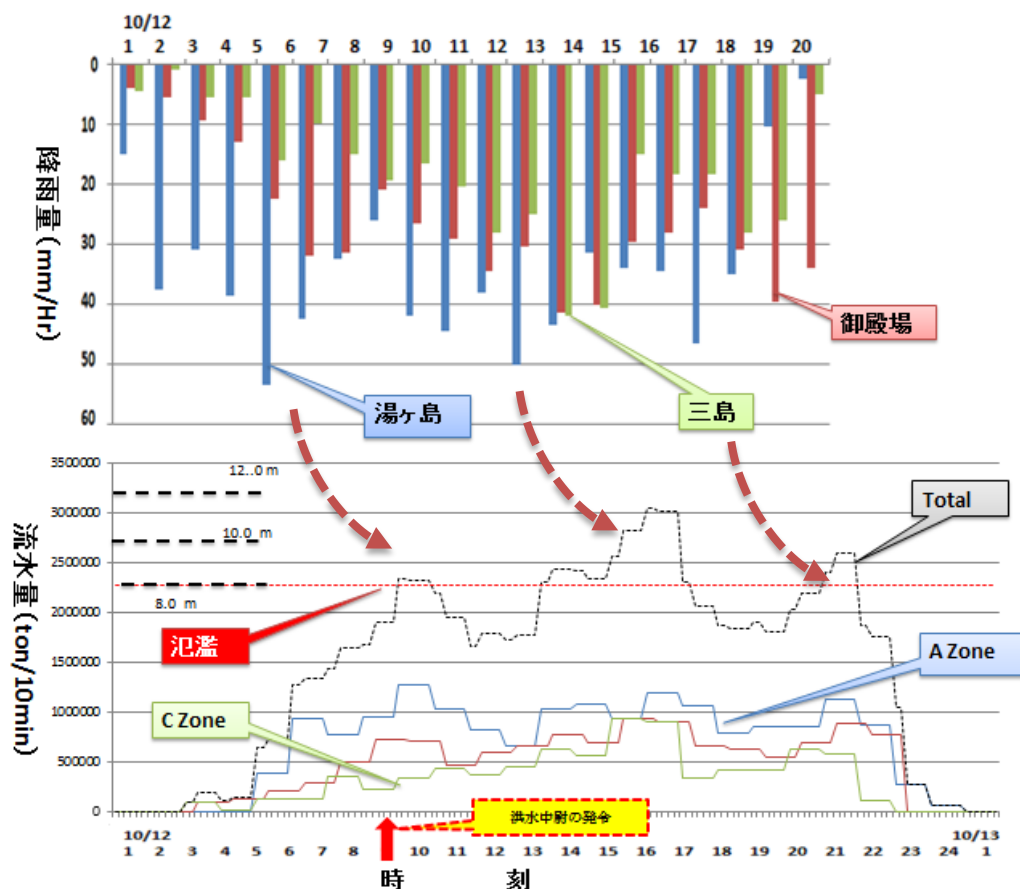


図 2-2 放水路の活用した場合の河口附近での氾濫の可能性

これから分るように、最初の氾濫は、極めて僅かであるので、現場の状況次第で、これを防ぐことはできるかもしれない。しかしながら

二度目、三度目の氾濫には、黄瀬川、その他の川の増水が関与しているので、これを防ぐのは、難しいようだ。当日の現場からの報告では、二度目、三度目の氾濫は無かったようであるが、これは、アメダスのデータの信憑性によるものではないかと思われる。アメダスの観測地が少ないので、これ以上の議論ができないのはまことに残念である。

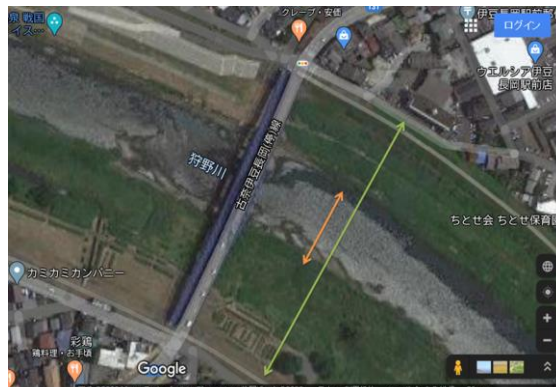
2.4 放水路の前での氾濫の可能性

放水路の上流側では、降雨した雨がそのまま流入してくるので、氾濫の可能性が高い。実際のこの集中豪雨では、かなりの雨が天城山系にあったので、これの検証をした。

ここでは、河川の構造の写真を伊豆長岡町としているが、河川敷、土手の高さなどは、大仁町の水位計の図より借用した。これより、入力する水量計算のための地域データ、並びに、河川の構造のデータは、表-3、表-4 のとおりである。



伊豆長岡町辺りの狩野川の構造



(Google Map より)

表-3 狩野川放水路の上流での諸元

S	ratio	Area(km ²)	374	Time	Rain(Yr/Hr)	浸透率
A	1	374.4	133.3			0.3
B	0	0	0			0.3
C						0.35
D						0.35
E						0.3
F						0.3
G						0.3
H	0	0				0.3

表-4 狩野川放水路の上流での河川の構造

Googe を使用		
	river	basin
River width	50	210
height	2.3	3
Flow rate	2.3	2.3
Volume	2E+03	9E+03

この値を用いて、計算した狩野川の放水路の上流側での流量の経時的な時間変化は、図 2-3 のごとくになった。これからも分かるように、天城山系での豪雨のために、放水路上流側で氾濫を起こしていた可能性があるが、そうした事実は報告されていない。したがって、この流量の計算では、降雨のデータが大きめに入力されているか、あるいはまた、河川の構造、とりわけ、土手の高さが小さく見積もられている可能性がある、入力したデータを見ると、とにかく、豪雨による降雨の量が異常に大きく、しかも、アメダスの測定点がこの流域には一か所しかなく、これが、天城山系全体での降雨量となっている。流域の区分けを見ると、この領域の面積もかなり大きいので、これらのデータの影響が大きいのでは思われるが、これだけでは判断できない。是非、今後は、こうした地形が変わる様なところでは、細かなアメダスのデータの測定をお願いしたい。

2.5 喜瀬川の下流での氾濫の可能性

天城山系だけでなく、今回の豪雨では、富士山の東側斜面に降雨した雨を受け入れている黄瀬川流域にも、かなりの豪雨が集中して起きている。そこで、黄瀬川の支流では、氾濫の危険性はなかったかを検証した。検証に用いられた、各種のデータは、つぎのとおりである。

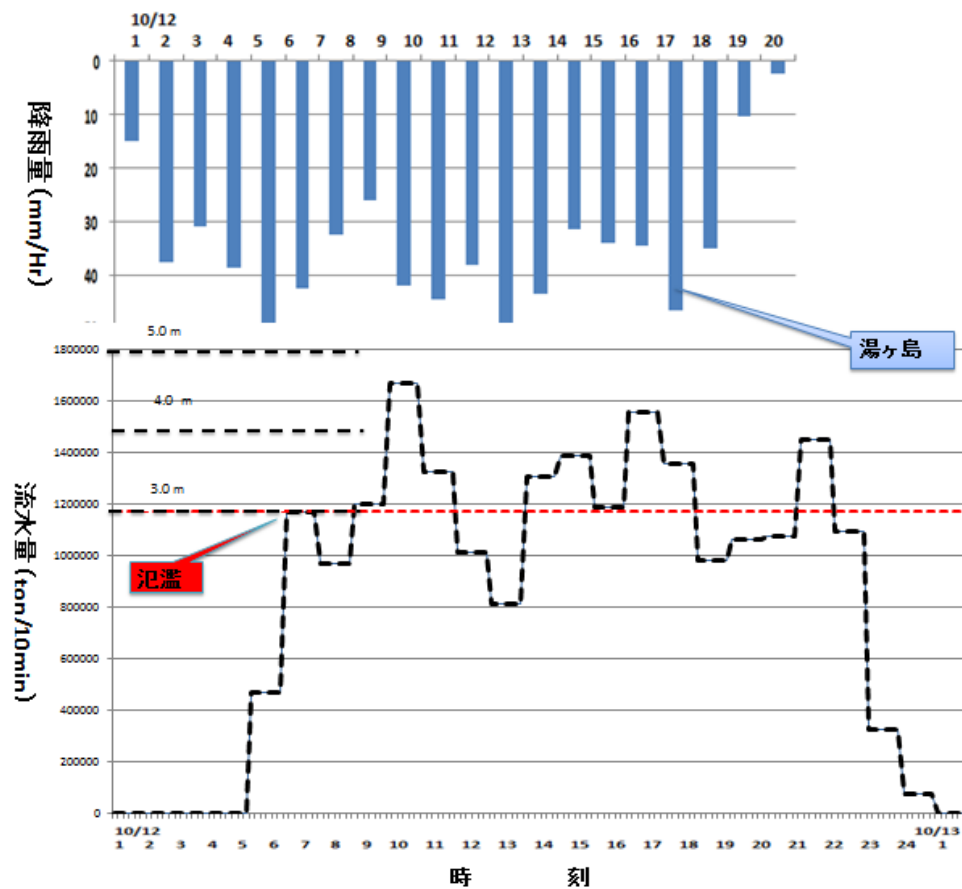


図 2-3 放水路上流での氾濫の可能性

大岡辺りの黄瀬川の構造

(Google Map より)



表 5 黄瀬川下流での流量計算のための入力データ



S	ratio	Area(Km ²)		Rain(Y/Hr)	浸透率
		273	Time		
A		0		0	
B	1	271.3		133.3	0.5
C					0.35
D					0.35
E					0.3
F					0.3
G					0.3
H	0	0			0.3

表 6 黄瀬川下流での河川の構造

	river	basin
River width	40	85
height	1	5
Flow rate	2.5	2.5
Volume	60000	637500

Google を使用

計算の結果を、図 2-4 に示した。

この図からも分かるように、この流域での豪雨により下流の大岡辺りで氾濫を起こす可能性のあることを示している。しかしながら、天城山系と同じように、黄瀬川の場合にも、アメダスの測定点が一か所であり、黄瀬川の全流域にこの

データを使っている。こうしたことから、多分に全流域の降雨量が多めになっている事がうかがえる。やはり、斜面の向きに応じて測定点を設けるとか、標高を考慮して、アメダスの測定点の数を増やすなどして、より正確な値を出してほしい。

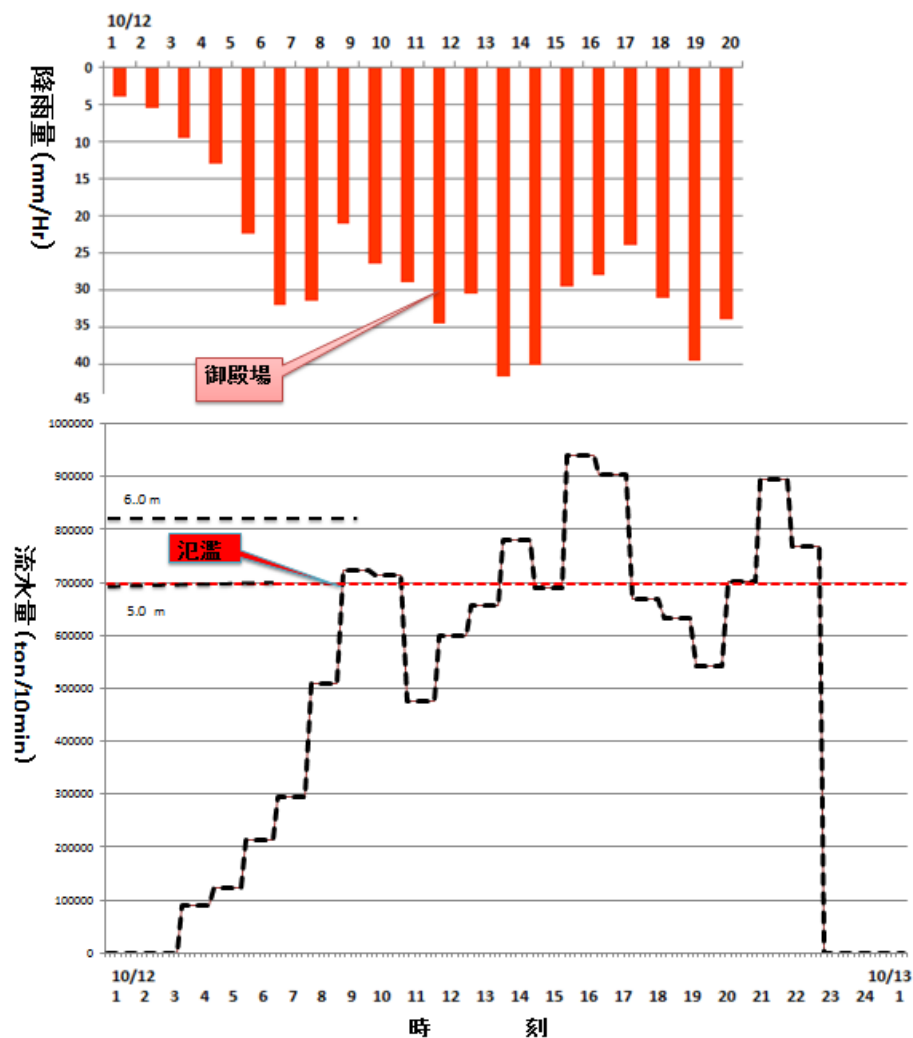


図 2-4 黄瀬川下流大岡辺りでの氾濫の可能性

2.6 狩野川、清水町徳倉附近

狩野川には、箱根山系での支流のうち、C Zone を流れるものは殆ど放水路よりも下側で狩野川と合流している。従って、ここで今回のような大量の雨があるときには、放水路の効果には期待できず、氾濫の可能性がある。そこで、清水町の徳倉にある水位観測点附近を対象に水量を計算した。ここで、計算のためにもちいた入力データは、表 7、表 8 の通りである。



徳倉橋辺りの黄瀬川の構造



(Google Map より)

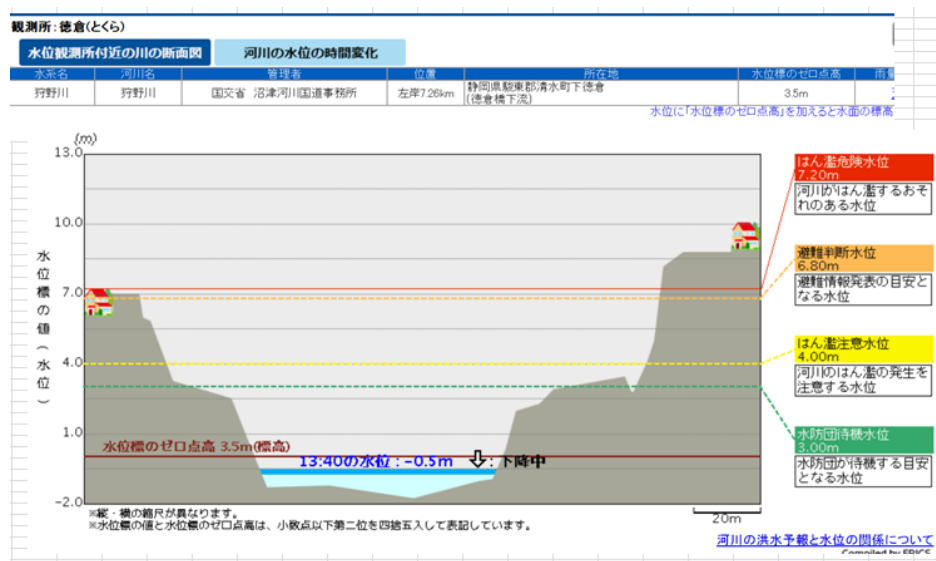


表 7 徳倉辺りでの氾濫の可能性、入力データ

S	ratio	573.8	Time	Rain(Y/Y/Hr)	浸透率
A	0.6525	374.4	192		0.5
B	0	0	0		0.5
C	0.3475	199.42	72		0.35
D	0	0	0		0.35
E	0	0	0		0.3
F	0	0	0		0.3
G	0	0	0		0.3
H	0	0	0		0.3

表 8 徳倉付近での狩野川の構造、入力データ

	river	basin
River width	50	155
height	3	4.5
Flow rate	2.5	2.5
Volume	225000	1E+06

Google を使用

これらのデータをもとに計算した結果を図 2-5 に示した。

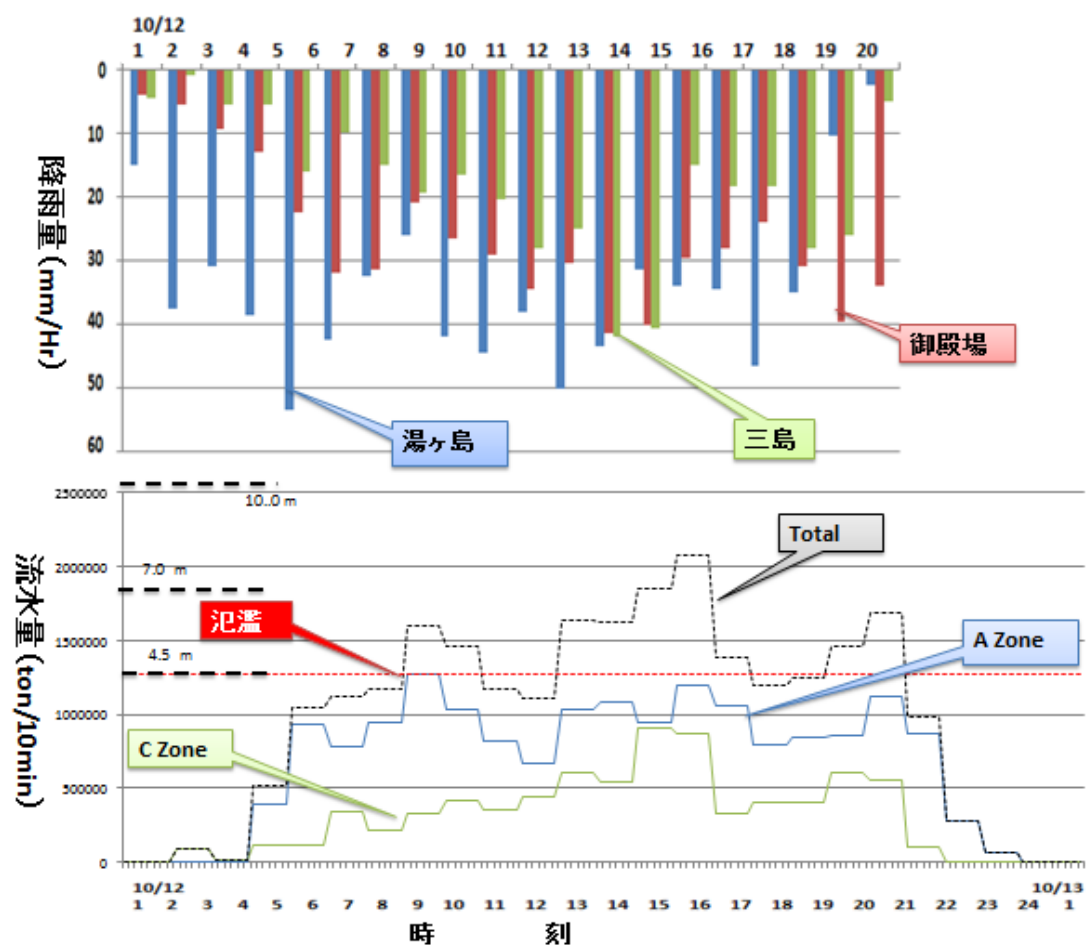


図 2-5 徳倉橋辺りでの氾濫の可能性

これから、9時前後に一回目の氾濫、13 時前後に二回目、そして、20 時前後と 3 回の氾濫が予測されるが、警報は、三回目の時刻のものだけがなされている。とにかく、一回目、二回目の氾濫警報が出ていなかったのであれば、これは、降雨量を多めに計算していることになる。原因については、くわしい検討が必要である。

おわりに

今回、狩野川の場合、放水路があり、これが有効に機能を果たしており、氾濫が防げたとの報告がなされている。しかしながら、本検討では、いずれも氾濫の起こる可能性が指摘された。現実の状況とくわしく比較してみる必要があるが、いずれにしても、より綿密にアメダスのデータを解析する必要がある。ただ、残念なことは、こうした、非常に危険性の高い河川であるにも拘わらず、アメダスの測定点が非常に少ないことである。豪雨のよくある地域には、その地形により雨量も極端に変わることがあるので、アメダスのデータがカバーできる地域に限りがでてくるが、これを配慮しないと、より正確な氾濫予測をすることは難しい。

放水路があることで、氾濫の予測の必要もなく、アメダスのデータも必要ではないと考えられもするが、自然現象や、雨の降り方を予測することは、到底容易でないので、やはり、しっかりとしたデータは取って頂きたい。

(2020. 4.28)

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/shouii
nkai/kihonhouhin/060906/pdf/ref2.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouii
nkai/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