

一級河川の氾濫予測北陸編 第72報

庄川の氾濫の可能性

アメダスのデータの使い方

リアルタイムでの時系列的氾濫予測 2020.07.06～08

地政学的異文化研究所

鈴木 誠二

はじめに

これまで、我々は、アメダスのデータを用いて氾濫を予測する手法を開発し、そのプログラムを作成し、その手法について、日本のおもな一級河川での過去の洪水について、適用の妥当性を検証してきた。そして、過去における氾濫の実体が、アメダスのデータを用いたこのプログラムから得られる情報と極めてよい整合性を持っていることが分った。つまり、アメダスのデータが河川の氾濫予測に極めて重要なものであること、そして、これを利用すれば、その地の降雨だけでなく、上流での降雨の状況も考慮して、河川の増水の状況を知ることが出来、氾濫の発生する時期を予測でき、氾濫に対する避難の準備、対応の時間的余裕が生まれ、災害を最小限に抑える事ができると判断された。

今回、このプログラムを利用し、アメダスのデータを経時的に利用し、河川の流量を計算し、上流部での降雨により、時間的な遅れを持って河川の氾濫の可能性があることがあることをリアルタイムで知ることが出来ることが分った。これにより、アメダスのデータを入手し、これを随時インプットすることにより、その河川の氾濫の危険性、氾濫がいつごろ発生するのか、氾濫が起きた場合には、どの程度の水害となるか(このことについては別報告あり)、を予測できる。

この報告書は、なんら学術的な知識の裏付けから得られたものではないが、筆者のもつ自然科学に対する知識を利用し、精度、精密さよりも、いま、何が出来るか、それを迅速に提供することを目的としている。従って、使用しているデータ、知見に、現実にそぐわないものがあるかも知れないが、それは、今後の検討課題、現地調査の実施、そして、専門家の方々の研究の対象として頂きたい。以下、今回の豪雨も含め、今後の大雨の時に、何をしなければならないかを提案していく。このために、ここでは、岐阜県と富山県を流れている庄川について、過去の集中豪雨について検証した、その結果を報告したい。

プログラムの内容

われわれの検討は、国土交通省が管理している河川の洪水対策について、これを住民に

分りやすく説明することを目標としている。具体的には、気象庁の報告しているアメダスのデータを利用し、国土交通省の報告書に見られる手法に従い、集中豪雨が起きた各河川の流域ごとに水量の推定を行い、これが、どのような形で河川を流れていくかをもとめ、これに対して、氾濫対策としての堤防の高さを超える場合に、氾濫が起こるものとし、その現象が起こる時間を推定し、氾濫の程度を観察し、住民はどのような行動を取れば良いのかを示唆しようとするものである。

河川の水量については、アメダスのデータと、河川の流域面積とから雨量を算出する。流域面積は、河川の支流、分水嶺、洪水対策用のダムの有無、地域的な特色によって、アメダスの観測値と照らし合わせて、その領域を幾つかに分割して求めた。

また、河川がどれだけの増水に耐えられるかは、河川の排水の流量にかかわるものであり、これは、河川の構造により決まる。この構造については、実際に現地に行き調査をする必要があるが、地理的な制約からここでは Google Map から読み取り、データを作成している。こまかな議論はできないが、氾濫の起こる、起こらない、の判断には、精密なものはいらない。詳しい事は別途報告されている。

1. 入力データの作成

1-1 川の流域区分け

当プログラムでは、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、支流の合流の状況など）を詳しく知る必要がある。

庄川の場合には、幹流延長は必ずしも長いとは言えず、また、流域も極めて広い訳ではない。しかしながら、アメダスの降雨量の観測は、決して多くはないが、それぞれの支流流域にそった場所で観測されており、河川の流量計算がしっかりと把握できるようになっている。とりわけ、別途報告した天竜川や北上川の場合のように右岸地域と左岸地域では、山の地形、並びに、斜面の向きが全く異なっていたり、あるいは、水源地近く、山奥、その他、降雨の条件に特徴があったりするので、雨の降り方が違う。従って、流域に従ってそのデータをできるだけたくさん利用し、また、なくてはならない。さらには、庄川の特徴は、水源地が岐阜県の飛騨の山奥にあり、流れが南から北に北上してくる。したがって、降雨の時間が長時間の場合には、川の流れとともに雨雲も北上し、増水の予測が難しい。すなわち、豪雨になっても比較的長時間にわたり雨が降ったり、雨水が流れ来たりするのに時間を要して、下流での降雨と増水の時間が重なってしまう。



図 1-1 庄川流域区分図

また、庄川の流域には沢山のダムが設置されているが、その多くは発電用のものが主流で、洪水対策としては、境川ダム、和田川ダム、ならびに、利賀ダムとなっている。利賀ダムについては、いま整備中との情報である。御母衣ダムは最上流にあり、有効貯水容量も極めて大きく、沢山の貯水が期待できるが、これは、発電用のダムであるので、豪雨時にどのような運用がなされてことになっているかは不明である。緊急時の取り扱いについ

ては是非明確にして頂きたい。

こうしたことを考慮して、分水嶺を中心に、アメダスの測定点を参考にして、今回、改めて庄川の流域を区分分割した。一つの支流は、一つの領域に入るようにしているが、こうすることにより、降雨した雨量の流れを経時的に追う事ができるという意味を持っている。そのようにして作成した流域区分図が図 1-1 である。

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、その地域の流域面積を求める。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、国交省の整備局が出している、流域図をもとに、これを区分けし、面積比を求め、そして、流域全体の面積から、各地域の具体的な広さを求める。

庄川については、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幹長さをもとめ、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。場合によっては国土交通省が出している水位計測定値の場所が河口からの距離、合流点からの距離として求められているものがあるので、これを利用できる。それができないものについては、距離測定治具を利用する。河川の場合には、流れが直線的であるか、蛇行しているか、あるいは、水面の高低さがあるかどうかで流速が変わることが予想されるが、ここで必要なのは、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、庄川の場合には、表—1 の通りとなった。

表-1 各区分ごとの諸元

S	ratio	1189 Time	Rain(Yr/Hr)	浸透率
A	0.3353	398.62	680	0.5
B	0.2375	282.4	486.67	0.5
C	0.1888	224.49	306.67	0.45
D	0.137	162.95	240	0.45
E	0.0822	97.724	140	0.4
F	0.0192	22.818	20	0.35
G	0	0	0	0
H	0	0		0.3

ここで、留意すべき点は、A Zone は、御母衣ダムを中心とした広大な領域であり、ここに降雨したものは、岐阜県を下り、富山県に流入しているが、その途中に沢山の発電用のダムが有り、ここで雨水が貯水されるかどうかである。発電用のダムは電力会社が管理しているとのことで、これが豪雨時にどのように貯水の役割を果たすのかが問題である。

以上のようにして求めた、各区分の領域面積を使用して、その地区に降雨したアメダスのデータから雨量を求める事ができる。

アメダスの測定点

図 1-1 に、庄川流域の各区分にあてはめたアメダスの測定地を合わせ示めた。庄川の流域には、流れは若干蛇行してはいるもののアメダスの測定点は要所に分散されて幾つかの地点に置かれている。それだけ、この庄川がこれまで氾濫を度々起し、甚大な被害を齎していたという事かもしれない。

2. 庄川での氾濫の可能性の検証

2.1 アメダスのデータ

流量を算出するに必要なアメダスのデータを調べてみると、庄川の場合には、たくさんの観測地点があり、万遍なくこの地域を網羅している。

表 2 に庄川の地域別のアメダス観測点を示した。このようにしてアメダスのデータをもとに、この地域での、対照する時間内での雨量を求め、その結果を図 2-1 に示した。

表 2 庄川地域での
アメダスの観測点

アメダスの測定点	
ゾーン	観測値
A Zone	御母衣
B Zone	白川
C Zone	五箇山
D Zone	南砺高宮
E Zone	砺波
F Zone	伏木

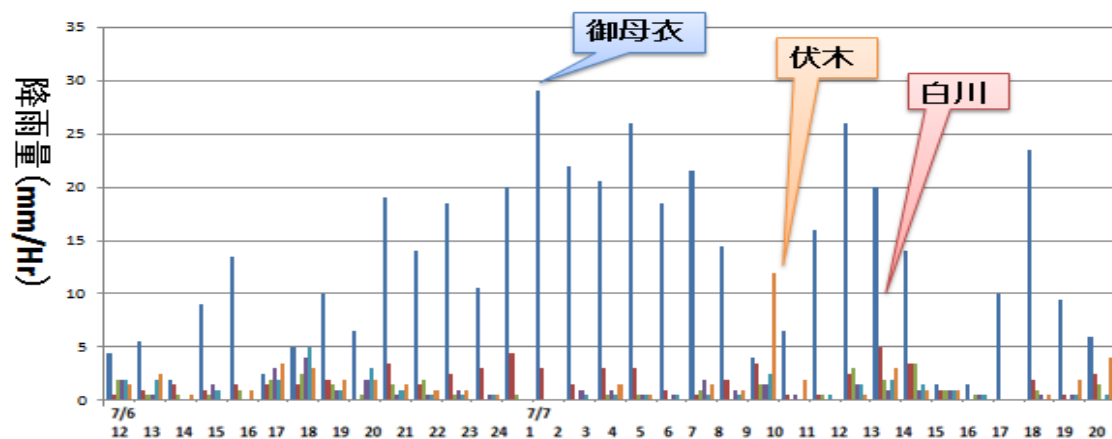


図 2-1 庄川流域の降雨の時間変化

庄川の流域では、この時間帯では、御母衣以外での集中豪雨はみられなかった。強いてあげれば、白川地区での降雨が、僅かではあるが、長い時間見られた。その他は、殆ど集中豪雨は見られなかった。伏木での降雨は一過性であったと思われる。

2-2 庄川でのダムの運用

庄川の支流には、幾つかのダムが設置されている。しかしながら、それらの多くは、庄川の急流を利用した発電用のダムである。洪水対策用のダムも設置されており、その時

の豪雨の状況に応じて、これらのダムをどのように運転するのは、まことに神経を消耗する業務と思われる。庄川における洪水対策用のダムの諸元を表 3 に示した。

表 3 庄川のダムの諸元

ダム名	Zone	カバー	貯水率	ダムまで	所要時間	容量千m3
境川ダム	C	1/20		2	13	50,100
利賀ダム	整備中			10		26,400
和田川ダム	E	1/20		2	13	1,900

これらのダムについて、そのダムの受け入れる事の出来る洪水調整容量が決められており、それに応じて、どの程度貯水できるかを検討すべきところではあるが、今回の検討では、これらのダムのある流域ではほとんど降雨が見られなかったところから、ダムの貯水量は考慮にいれなかった。

3. 庄川の氾濫の可能性

上記のような条件のもとで、庄川の氾濫の可能性を検討した。

観察点として、河口附近と、山間部の溪流から、平野部へと流れ出る、いわゆるデルタ地域の入り口である、庄川用水合口ダムあたりとした。まず初めに全体の豪雨の状況を把握するため、河口附近での庄川の流量の時間的変化を見た。

3.1 庄川河口附近での氾濫の可能性

氾濫の可能性をみるために、上記のような方法で流入してくる川の流れは計算できるが、これに対して、注目している地点がその流量をはけることが出来るかどうかの問題である。これを判断するために、その地点の河川の構造をみる必要がある。庄川の河口附近では、氾濫の危険性のある地点として、牧野大橋辺りと決め、Google Map より、河川敷の広さ、土手の高さを読み取った。河川の構造データは表 5 の通りであった。



河口附近 牧野大橋附近 (Google Map)

表 4 庄川の河口附近の計算用データ

庄川 河口附近データ					
S	ratio	Area(Km ²)	1189 Time	Rain(YY/Hr)	浸透率
A	0.3353	398.62	680		0.5
B	0.2375	282.4	486.67		0.5
C	0.1888	224.49	306.67		0.45
D	0.137	162.95	240		0.45
E	0.0822	97.724	140		0.4
F	0.0192	22.818	20		0.35
G	0	0	0		0
H	0	0			0.3

表 5 庄川河口附近の河川の構造

Google を使用		
	river	basin
River width	120	350
height	3	4
Flow rate	2.5	2.5
Volume	540000	2E+06

これらのデータを入力して、庄川の流量計算をする。そして、河川の構造より求めた流失水量と比較し、仮にそれが大きくなれば、氾濫の恐れがあるということになる。多々、計算のための仮定はあるが、この手法は豪雨時の場合にのみ適用するものであると限定し、氾濫のおこる可能性があるかどうかの判定するためにだけ使用する。

流量計算をした結果を図 3.1 に示した。

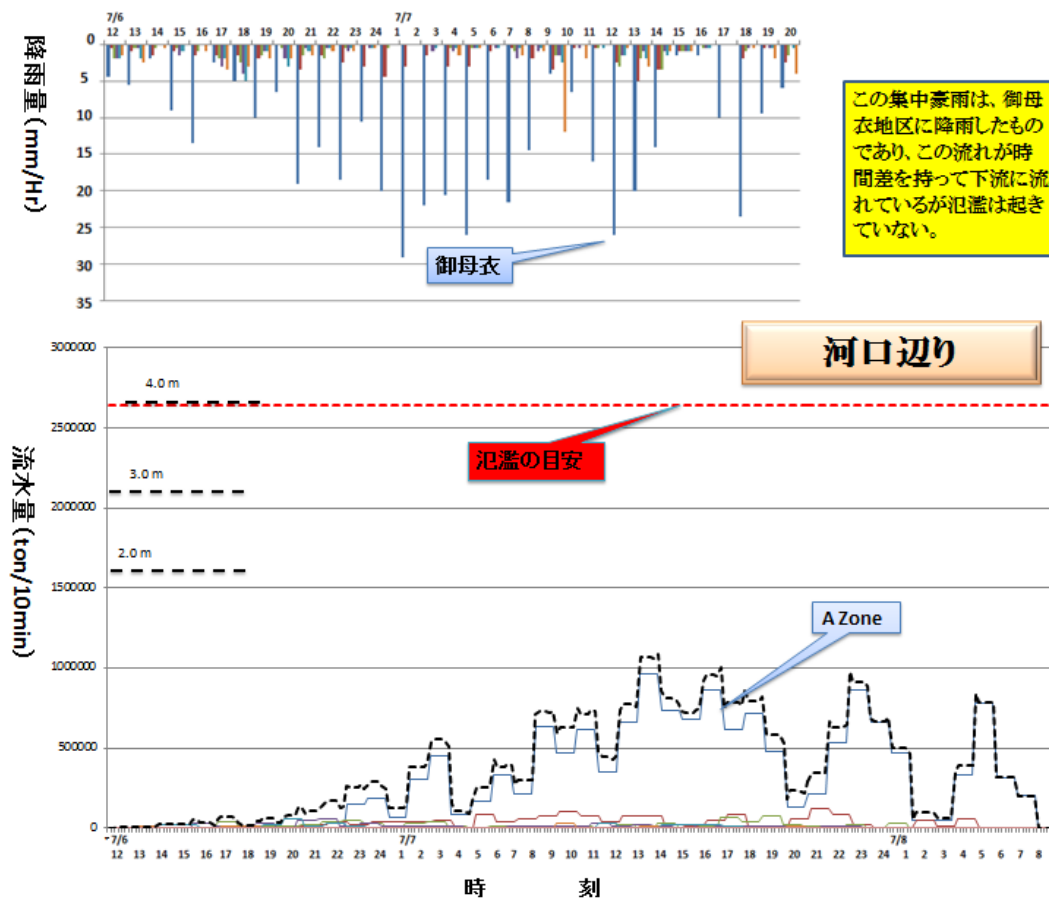
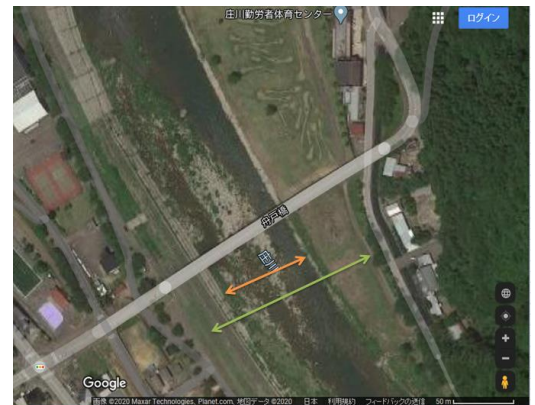
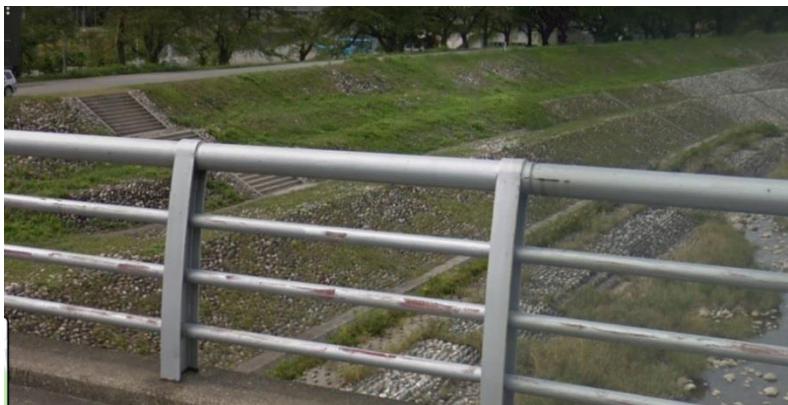


図 3-1 庄川の河口附近における流量 牧野大橋あたり

この図の結果、今回の庄川の流量の状況は、主として御母衣地域の降雨によるもので、ここで氾濫を起す危険性は殆どなかったといえる。また、他の地域の流量はあまり関与していない。こうしたことから、河口附近では洪水の心配はなかったのではないかな。

3.2 庄川用水合口ダムあたり

庄川の河口附近では問題なかったとは言え、それより川上に上がっていくと、川幅の狭いところ、土手の高さが十分でない場所があり、ここでは、氾濫を起す可能性がある。そこで、河口より約 25 ㌔程、上流に遡った合口ダムの辺りの氾濫の可能性をみた。流量計算をするための入力データ、ならびに、河川の構造に関するデータは、表 6、表 7 の通りであった。



広川町 青島船戸橋付近 合口ダム辺り

(Google Map) より

これより、河川の構造データを読み取った。
計算に用いた入力データは表 6、表 7 の通りであった。

表 6 庄川の合口ダム附近の計算用データ

庄川 合口ダム附近					
S	ratio	Area(Km ²)	Time	Rain(TY/H)	浸透率
A	0.2413	393.62	630		0.5
B	0.2422	232.4	436.67		0.5
C	0.1925	224.49	306.67		0.45
D	0.1397	162.95	240		0.45
E	0.0333	97.224	140		0.4
F	0	0			0.25
G	0	0			0
H	0	0			0.2

表 5 庄川合口ダム附近の河川の構造

Gageを使用		
	river	basin
River width	75	150
height	1.5	4
Flow rate	2.5	2.5
Volume	168750	900000

これらの数値を使い、この地点での庄川の流量を求めた。その結果を図 3-2 に示した。

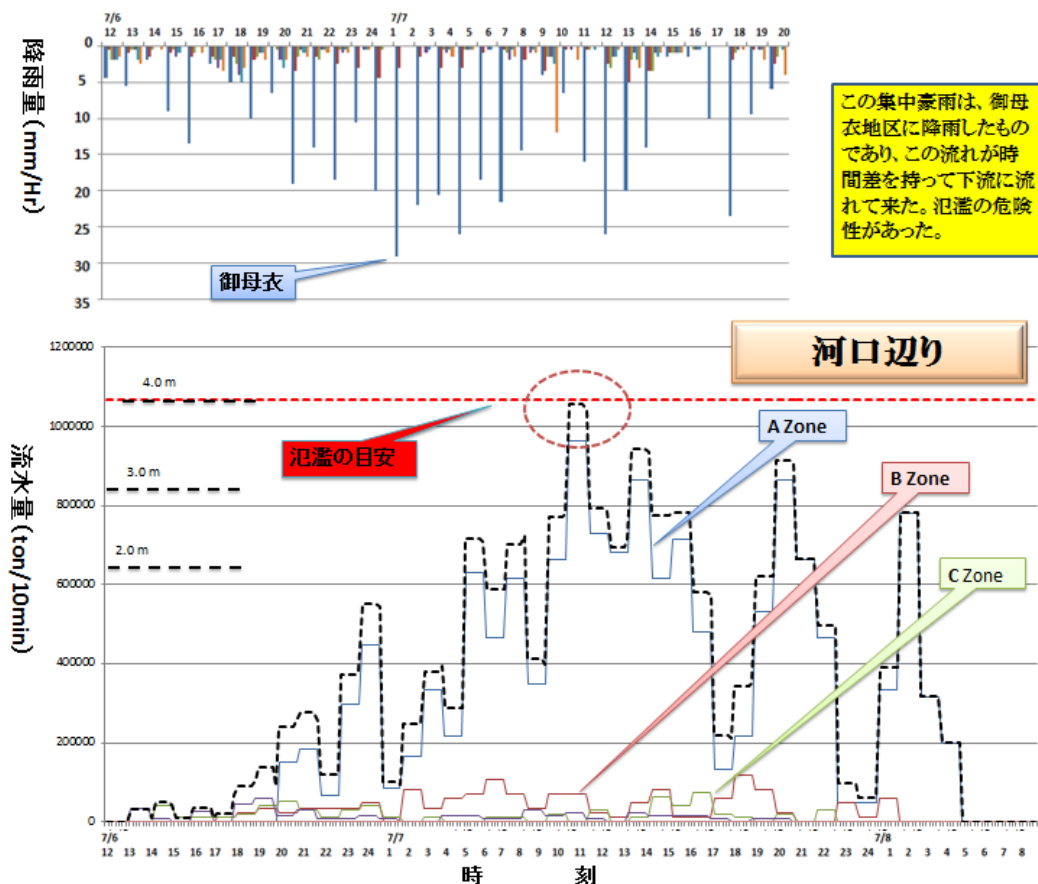


図 3-2 庄川の庄川用水合ロダム附近における流量 青島船戸橋あたり

この図から、流量はやはり御母衣地区の豪雨によるもので、その雨の降り方がそのまま、一定の時間差をもって下流に流れていることがよく分る。途中で流量が突然減少する時があるがこれが、また、急激に増大するので注意が必要である。ちなみに、この時点においては、合ロダム辺り、すなわち、砺波地域での降雨は殆どないことに留意すべきである。住民は、自らの土地に雨が降って居なければ上流の降雨そのものが洪水を越すなどとは考えても居ないのではなかろうか。この時の注意の喚起をどうやって引き出すかがポイントになると思う。

4. リアルタイムの流量計算

(氾濫の予測をするために)

そうした観点から、アメダスのデータをうまく使い、氾濫注視の警告の信憑性をどうやって高めるか、そして、氾濫の予測をどのようにしたらよいのかを議論するために、氾濫の可能性をリアルタイムで河川の流量の変化をみていく方法を開発した。氾濫の被害を最小限に抑えるために、こうした当プログラムの使用方法を検討して頂きたい。

ここまでの検証は、豪雨のあった時のアメダスのデータを用いて、河川の流量変化がどうであったのかを見るためのものであった。すなわち、結果的に、どのような事実が起きていたのかを知ることが出来る。しかし、我々に必要なのは、氾濫が起きた時の被害を最小限におさえることであり、そのためには、洪水時の避難対策を事前に十二分にすることが必要である。ということで、アメダスのデータを使って、リアルタイムにその後に起きうる河川の流量の状況を追ってゆく手段を開発した。

ここでは、庄川の事例を検討しているが、他の河川でも全く同様に、入力するものは、全く、これまでと同じで、なんら新しいものはない。必要なのは、毎時間公表されるアメダスのデータを入力すること、そして、それによる危険性を予知することだけである。

アメダスのデータの入力

計算に必要なアメダスの地点は、既にきめられており、その地点の測定値は、毎時間、その時刻が経過したあと、約 10 分程度が過ぎれば、気象庁のホームページに公開される。このデータを当プログラムに入力すればよい。以下、その経過を示す。

集中豪雨の発生する予報が出た時点で、それまでのアメダスのデータを入力する。

何時からデータを入力するかは問題ではない。気象庁から豪雨の予想ができるので、それが出てから入力を始めればよい。ただし、プログラムの容量の関係で、検討できる範囲が、ほぼ 2 日となっているので、これを考慮して、無駄な入力はしないようにする。河川の大きさ、とりわけ総延長の長さの長い河川の場合には、延長が必要かもしれないが、必要であれば、範囲を拡大することは自由にできる。

今回は、予め、6 日の 12 時から、24 時までのデータを入力した。

この間の計算結果を図 4.1 に示した。

以下、その後、二時間おきに入力した結果を図 4.2～図 4.5 に示した。

これらより、

7/6 の 24:00 の時点では、この地点で、7/6 の早朝に氾濫の起こる心配はない。

ところが

7/7 の 2:00 の時点でアメダスのデータを入力すると

7/7 の 10:00 頃に、氾濫の危険性が表れている。

7/7 の 4:00 の時点では、

7/7 の 10:00 頃の氾濫の危険性は、治まって来ている。

7/7 の 6:00 の時点では、

7/7 の水位がまた、再び上がってきている。しかも、10:00 頃の氾濫の危険性が



図 4.1 7/6 24:00 での 庄川合口辺りの流量

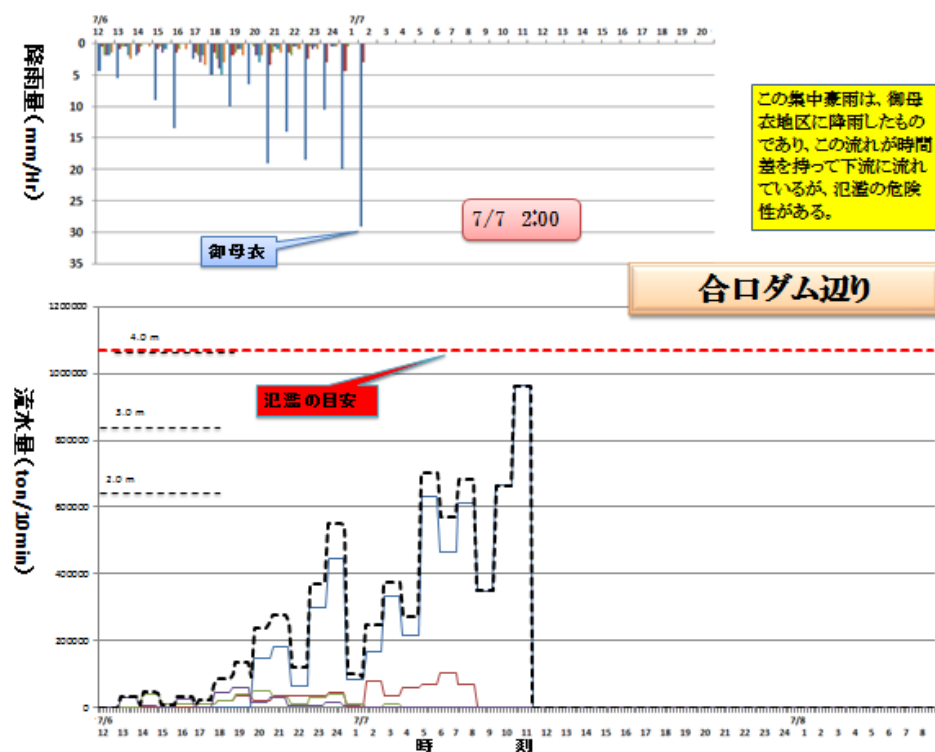


図 4.2 7/7 2:00 での 庄川合口辺りの流量



図 4.3 7/7 4:00 での 庄川合口辺りの流量

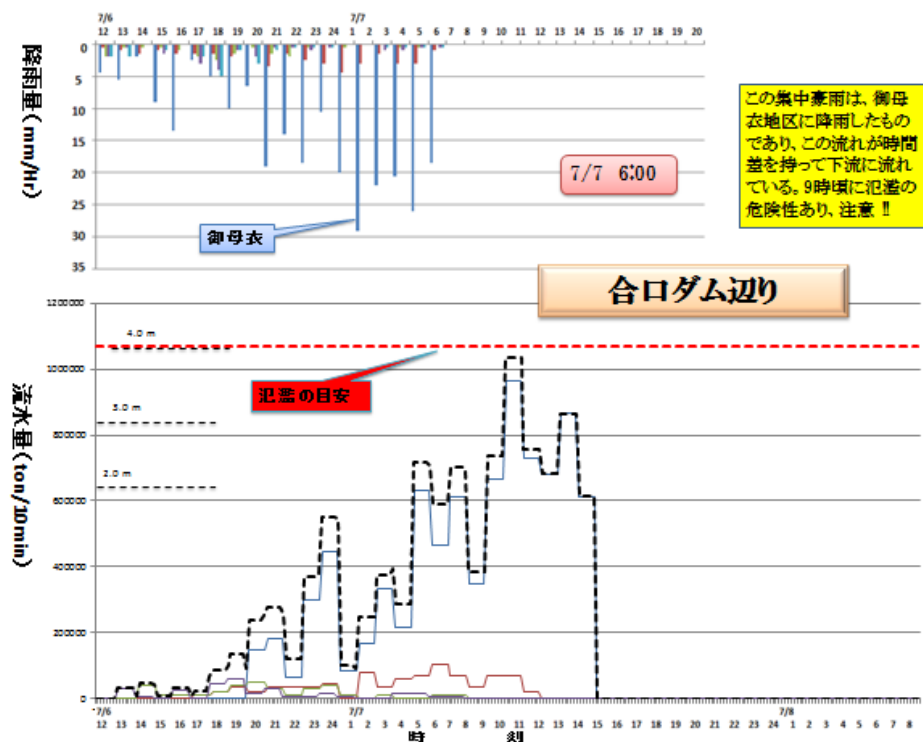


図 4.4 7/7 6:00 での 庄川合口辺りの流量

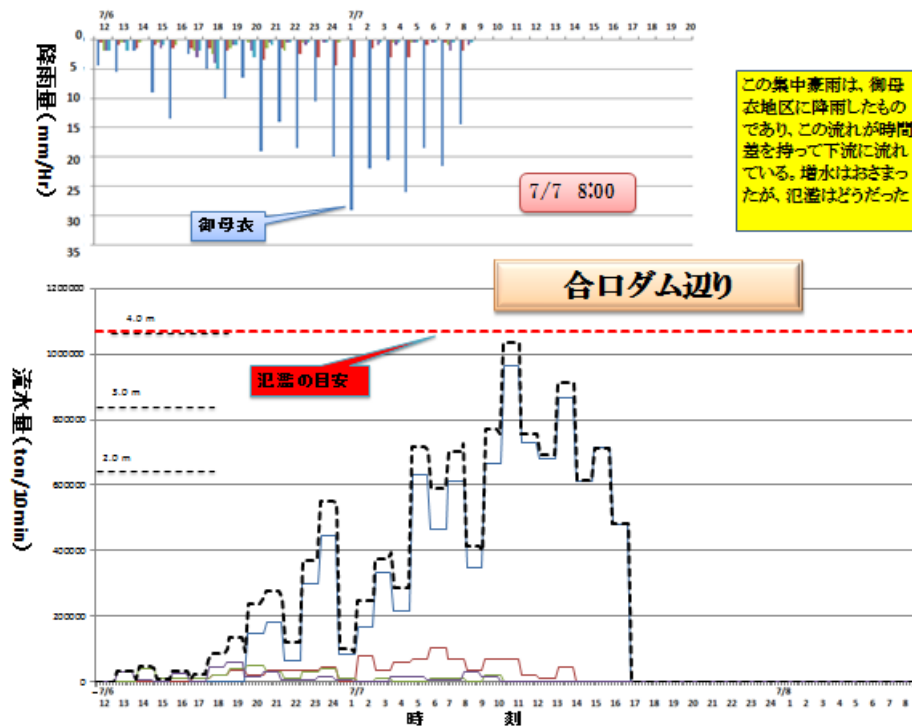


図 4.5 7/7 8:00 での 庄川合口辺りの流量

増している。これは、B Zone での降雨した雨の影響。早朝であることと、6:00 から 10:00 までの時間的な余裕がないので、注意が必要

7/7 の 8:00 の時点では、

7/7 の 10:00 まで、時間がない。しかし、増水の山は越えている。

しかしながら、図 3.2 からも分かるように、それ以後に置いても、各増水の山は、少し増えている。これは、その他の地域の降雨によるものと、御母衣地区での豪雨が重なって来ているものと思われるが、この個々の対策は、その時の事情により対応せざるを得ない。

以上、アメダスのデータをフォローして入力していくことで、リアルタイムに水量を計算し、水位の増加を判断できることが分った。こうした使い方ができる当プログラムの各河川に対する適応能力を挙げて行けば、氾濫時期の予測も可能ではないかと思われる。

おわりに

この検討は、国土省からの指針に基づき、独自に作成したプログラムであり、降雨したものがどのように河川に流れ込むかということ、そして、氾濫の発生については、河川の構造データなど、通常の水位管理と比較すると、かなり大雑把な仮定をしているが、ここで議論しているのは、そうした数値をもちいた精度を云々しているのではなく、豪雨の集

中した時に限定された取扱いの中での河川の流量を比較するものであり、仮定の持っている誤差を問題にしているのではない。仮に、こうした判断をするのに、その誤差の中に致命的なものがあるとするれば、これは、その都度、現場での観察により集成していけばよい。

必要なのは、こうした現地での情報と、豪雨の集中時にそれぞれの河川について、現場でのこのプログラムを運用する担当者がいるかどうかである。

そして、その結果から、氾濫の危険性を認識でき、それを具体的な情報として、行政に説得できるかどうかである。

当プログラムを使い、

ダムの有るときの貯水効果の影響、並びに、ダムの放水の仕方について

放水路のあるときに放水路の効果の確認

氾濫が起きた時の被害の程度予測

などについては、別途報告済みである。

是非、現場での河川管理、洪水対策として、当プログラムの運用を検討して頂きたい。

(2020. 7.9)

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