

球磨川水害からこれからの治水を考える

今本博健

2020年7月3日から4日にかけて、線状降水帯が熊本県南部を西から東へと8時間にわたって通過し続けたことにより、球磨川は未曾有の大洪水となり、流域一帯で甚大な被害が発生した。ここでは、洪水の状況を示すとともに、凍結状態の川辺川ダムが存在した場合の効果について検討し、これからの治水のあり方を考える。

1 降雨の状況

図1は水害1か月余り後の2020年8月25日に開催された国交省九州地整と熊本県による「第1回令和2年球磨川豪雨検証委員会」の資料に示された線状降水帯の4日01:00から08:00までの1時間ごとの推移である。球磨川流域では、7月4日の未明から朝にかけて、時間雨量30mmを超える激しい雨が8時間にわたって降り続けている。

図2は京大防災研ホームページに示された角・野原が気象庁解析雨量をもとに作成した雨量分布である。球磨川流域を下流部、中流部、人吉地区、上流部、川辺川筋に分けて降雨状況をみると、4日10:00までの24時間雨量は、ほぼ全域で400mmを超え、とくに中流部の西部で500mmを超え、北部の下流部と川辺川筋の源流付近では300mm程度と少ない。これを3時間雨量の推移をみると、3日22:00から4日01:00では、中流部の南部で100mmを超え、他は50mm以下と少ないが、01:00～04:00ではほぼ全域で100mmを超え、04:00～07:00では中流部西部から川辺川筋で150mmを超え、07:00～10:00では人吉地区と上流部の球磨川左岸が150mmを超えている。

中流部での雨量が多く、市房および川辺川ダムの流域で少なかったことが注目される。

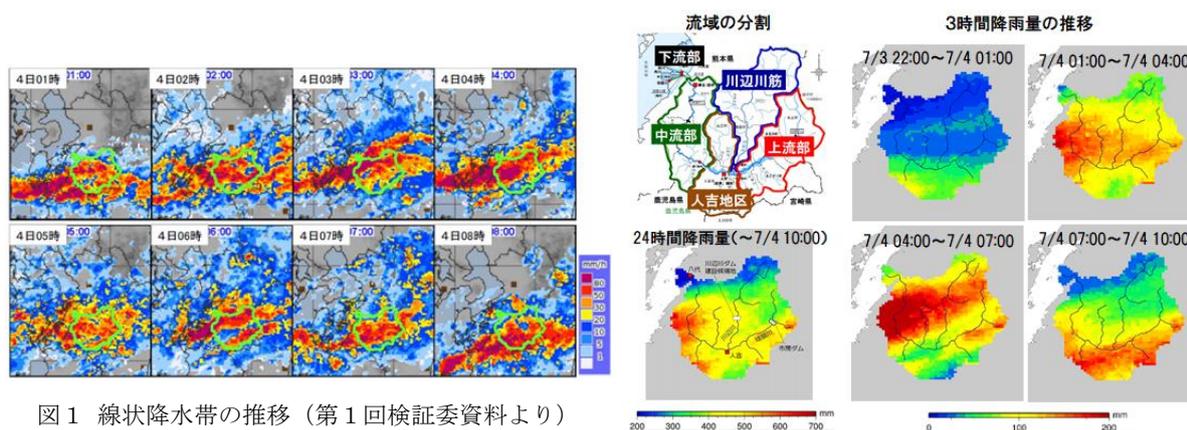


図1 線状降水帯の推移（第1回検証委資料より）

図2 雨量分布（角・野原をもとに作成）

2 河川の状況

球磨川水系には国管理で稼働中の水位観測所が、本川と支川を合わせ、11か所に設置されている。うち本川の5か所が欠測しているが、渡以外は危機管理型水位計で補完されている。

図3は11観測所における水位（観測所ごとに定められた零点からの高さ）を常時水位計と危機管理型水位計によるものとを合わせて示している。横石および大野は山間狭窄部にあり、渡は狭窄部入口に位置することから、それぞれでの水位の上昇量が大きくなっている。萩原と横石では上流より早くピーク水位に近づいているが、これは中流部の降雨が先行したためである。なお、金剛は潮位の影響により周期的に変化している。

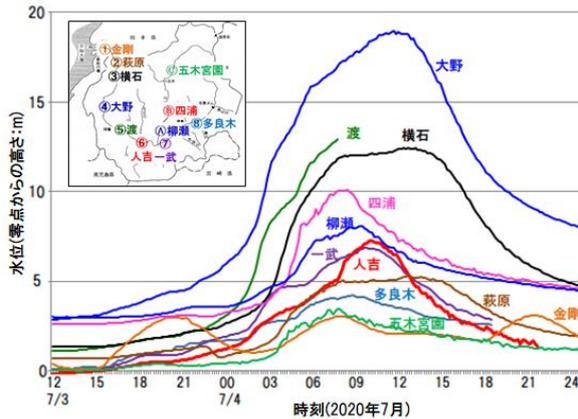


図3 各観測所における水位の時間的变化

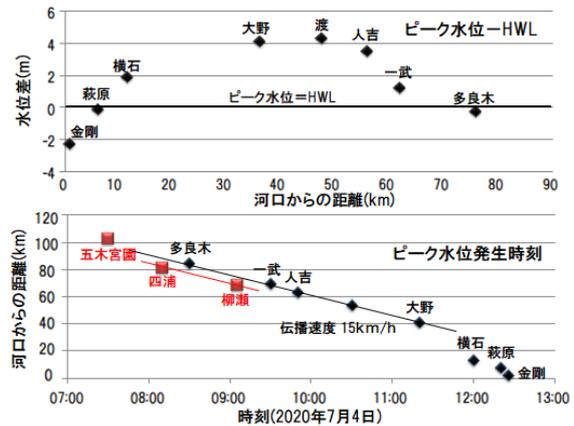


図4 各観測所におけるピーク水位と発生時刻

図4はピーク水位と計画高水位(HWL)の差およびピーク水位の発生時刻である。ピーク水位は常時水位計あるいは危機管理型水位計による毎10分の観測値から求めたが、渡については浸水位より推定した。川辺川筋の観測所では計画高水位が設定されていないため除外している。

山間狭窄部の横石、大野、渡、人吉盆地の人吉、一武の5地点ではピーク水位が計画高水位を上回っており、大野、渡、人吉では3m以上となっている。堤防高を大きく超えている。下流部の金剛、萩原と上流部の多良木では、計画高水位を下回っているが、金剛、萩原は流下能力に余裕があったためであり、多良木は市房ダムの効果によるものである。

ピーク水位の発生時刻については、発生時刻を横軸に、河口からの距離を縦軸にして示している。洪水波の伝播速度は球磨川筋の多良木から大野までおよび川辺川筋の四浦から柳瀬までのいずれでも15 km/hで流下しており、川辺川筋の発生時刻は球磨川筋より約30分先行している。大野より下流の横石、萩原、金剛での伝播速度は上流よりやや大きい。

流量は次のようにして推定した。

図5は、国交省の水文水質データベースに位況表および流況表が示された9観測所における年最高水位Hと年最大流量Qである。多良木および金剛では両者の関係がばらついており、他は比較的整然としており、流量を横軸、水位を縦軸にとると、上に凸の曲線関係となっている。

ここでは実測値を大きく外れた範囲でのQを推定するため、Qの大きな実測値(たとえば人吉では $Q > 3,000 \text{ m}^3/\text{s}$)に、次の放物線HQあるいは直線HQを当てはめた。

$$\text{放物線 } Q = (AH+B)^2 \quad \text{直線 } Q = aH+b$$

ここに、AおよびBあるいはaおよびbは係数であり、最小二乗法で決定した。流量の推定には放物線HQを用い、直線HQは推定値の下限の目安を示すものとして用いた。

この方法には次の欠点がある。①河川改修が進むとHQ関係は変化する。②水位が堤防天端を超えた場合は壁立て流量となり、河道外流量を無視することになる。③実測データがある範囲での内挿値は信頼度が高いが、実測値から大きくはずれた範囲での外挿値は信頼度が低くなる。こうした欠点はあるが、簡易なので、この方法を用いることにした。

なお、「科学」9月号に掲載された拙稿「川辺川ダムの効果を検証する—2020年7月球磨川洪水を受けても反対する理由」では、水文水質データベースに戦後最大洪水の1965年7月洪水のデータ(H=5.05m、 $Q=5,700 \text{ m}^3/\text{s}$)を加えていたが、流量が氾濫戻しであり、その後に引堤などの河川改修が実施されているため、今回は除外している。

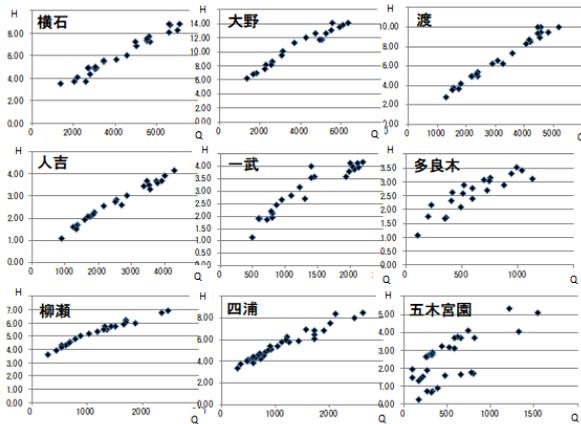


図5 各観測所における年最高水位と年最大流量の関係

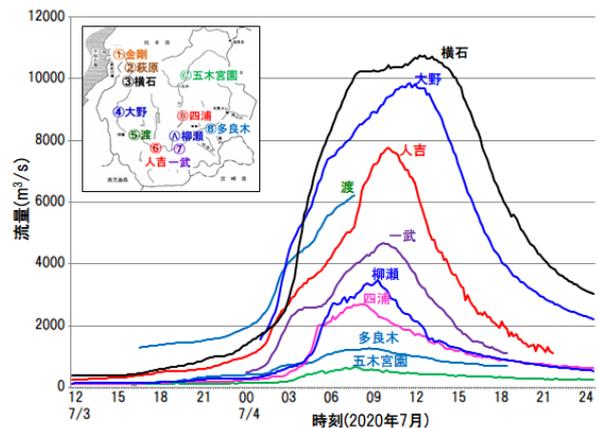


図6 各観測所における流量の時間的変化

図6は放物線HQを用いて算定された流量の時間的変化である。球磨川筋の横石、大野、渡、人吉、一武では、流量の急増が4日02:00ころからほぼ同時に始まっている。流量の上昇は上流から始まるのが普通であるが、球磨川は多数の1次支川が本川に合流する「魚骨状」の河道網であり、中流部から人吉地区の広範囲での降雨が先行したため一斉に上昇しだしたと考えられる。川辺川筋の柳瀬、四浦では球磨川筋より2時間遅れの04:00ころから流量が急増している。

表1はピーク水位の観測結果と放物線HQによるピーク流量の計算結果を第2回検証委資料に示された流出計算によるものを比較したものである。放物線HQによるものは上流や近傍での氾濫を無視した河道部分での流量を示すのに対し、検証委の流出計算によるものは氾濫なしを仮定しているため、前者は後者より小さくなるはずである。なお、人吉のピーク流量は、検証委資料では危機管理型水位計のデータが除外されているため、第1回検証委資料に示された痕跡水位から計算したものをを用いた。

表1によると、小さめのはずの放物線HQによるピーク流量の推定値は、人吉、一武、柳瀬において流出計算によるものより大きくなっている。とくに、人吉では $1,300\text{m}^3/\text{s}$ 、一武では $1,700\text{m}^3/\text{s}$ も放物線HQによるものが大きくなっている。

図7は流量の時間的変化を比較したものである。一武では流量の値が異なり、横石ではピーク付近の波形が異なる。これらは最新の流出計算といえど単純には信頼できないことを示している。

なお、人吉の流量算定では、波形を比較するため、放物線HQに検証委で排除されたピーク水位を7.25mとする危機管理型水位計の観測値を用いたことが流出計算との差を小さくしている。

表1 ピーク水位・ピーク流量まとめ

観測所	距離	計画 高水位	ピーク水位		計画 高水流量	ピーク流量	
			水位	時刻		放物線HQ	流出計算
金剛	1.07	4.37	2.08	12:25	4,000		
萩原	6.66	5.36	5.26	12:20	7,000		
横石	12.77	10.52	12.43	12:00	7,000	11,200	12,000
大野	39.86	14.81	18.95	11:20	5,600	10,300	
渡	52.64	11.33	15.69		5,000	8,000	9,800
人吉	62.04	4.07	7.59	9:50	4,000	8,700	7,400
一武	68.71	5.68	6.89	9:30	2,650	5,000	3,300
多良木	84.13	4.44	4.21	8:30	1,600	1,300	
柳瀬	2.27		8.07	9:05		3,500	3,400
四浦	15.40		10.12	8:10		3,100	
五木宮園	36.40		3.47	7:30		600	

川辺川合流点66.4K

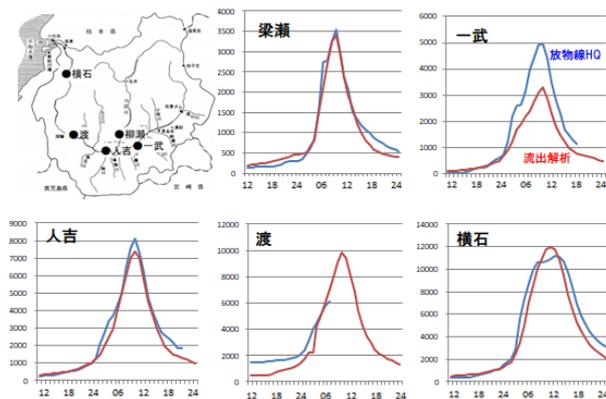


図7 ハイドログラフの比較

3 被害の状況

被害でとくに目立ったのは死者と水没家屋が多かったことである。球磨川流域での死者は 50 名に達し、そのほとんどが溺死であり、65 才以上の高齢者が 43 名である。浸水面積は約 1,020ha に達し、浸水家屋は約 6,110 戸である。

球磨川の中流部(八代市坂本～芦北町、球磨村)では、氾濫流により家屋が倒壊し、宅地かさ上げが実施されていた箇所でも 2～4m の浸水をしている。かさ上げ高を川辺川ダムを前提とした計画高水位を基準としたことがこれほどの浸水につながったといえる。人吉市街部、球磨村渡地区では広範囲に浸水し、建物の 2 階まで浸水したところもある。青井阿蘇神社では、戦後最大だった 1965 年 7 月洪水の浸水深を約 1.5m 上回り、寛文 9 年(1669 年)洪水時と同程度だったという。

また、橋梁 17 橋が流失し、2 か所で堤防決壊し、堤防損傷や護岸欠損が多数発生している。2 か所の堤防決壊は本川氾濫水あるいは支川の氾濫水が逆越流したためである。決壊が少なかったのは堤防が越水後まもなく水没したためと思われる。

今回の水害の特徴の一つは支川での被害が甚大であったことである。球磨村神瀬を流れる川内川では山腹崩壊などによる土砂が激流とともに流下し、川だけでなく周辺の道路や住宅を埋没させた。住民がはやばやと避難し、死者がなかったのは奇跡的である。筆者が訪れた 10 月 2 日時点で、道路は通行できるまで復旧されていたが、土砂に埋まった家屋が被害の凄まじさを示していた。同村渡の特別養護老人ホーム「千寿園」で 14 名が亡くなったのと対照的である。

被害はいずれも球磨川水位がピークとなる前に発生しており、川辺川ダムの効果は及ばない。



写真 1 神瀬地区を襲った流木と土砂(広報くまむら)



写真 2 渡地区の水没した老人介護施設(共同通信)

4 川辺川ダムが存在した場合の効果

川辺川ダムが存在した場合、ダム地点での洪水調節量は次のようになる。

ダム地点(合流点より約 20 km)での流入量は四浦(15.40 km)での放物線 HQ より推定した流量に流域面積比 $470\text{km}^2/491\text{km}^2=0.96$ を乗じたものとする。

ダムの操作が 2006 年 12 月の第 56 回河川整備基本方針検討小委員会資料に示された図 8 のようになされるとすると、流入量、放流量、貯水量は図 9 のようになり、最大流入量 $2,921\text{m}^3/\text{s}$ を放流量 $200\text{m}^3/\text{s}$ へと $2,721\text{m}^3/\text{s}$ 調節する。また、最大貯水量は 6,190 万 m^3 で、洪水調節容量 8,400 万 m^3 の 74% であり、80% を超えると実施される異常洪水時防災操作(緊急放流)は避けられることになる。しかし、もし線状降水帯が少し北にずれていれば緊急放流を余儀なくされたであろう。

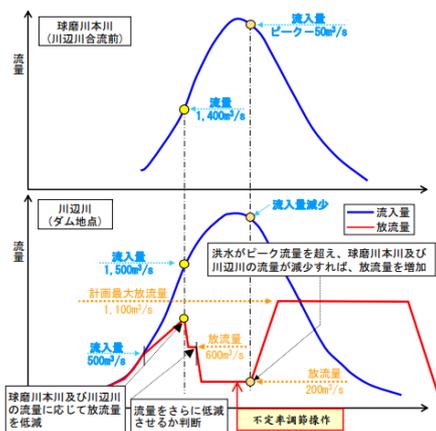


図8 川辺川ダムの操作規則

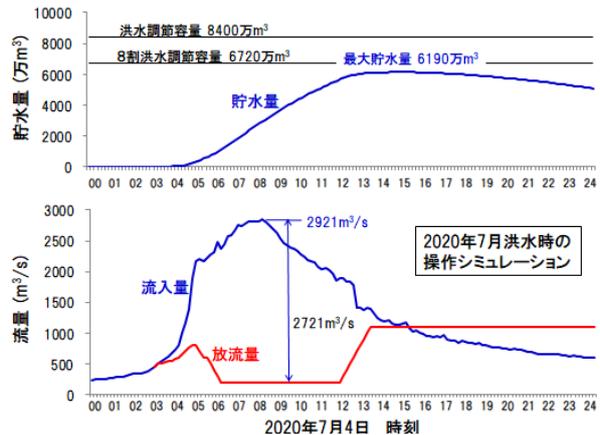


図9 2020年7月洪水時の操作シミュレーション

表2は川辺川ダムが存在した場合の人吉流量を他機関によるものと比較したものである。

川辺川ダムによる調節量については、放流量はいずれも 200m³/s であるが、流入量は、検証委と今本はそれぞれ 3,000m³/s と 2,900m³/s で近いが、角・野原は 2,500m³/s と小さい。検証委と角・野原は、流出計算という同じ手法を用いながら、用いた係数などが異なっていたのか、結果として 500m³/s もの差がある。これも流出計算を単純には信用できない証左である。

人吉流量の低減量とダムの調節量との比率は、検証委 0.93、角・野原 1.00、今本 0.78 となっている。検証委および角・野原は、基本方針の 0.78 より大きく、過大の可能性はある。

氾濫なしの人吉流量は、検証委 7,400m³/s、角・野原 7,600m³/s であるのに対し、今本は表1に示した放物線HQによる 8,700m³/s に河道外流量と氾濫戻しを合わせた 300m³/s を加えて 9,000m³/s としており、前二者よりきわめて大きい。一方、下限を表す直線HQによる流量に 300m³/s を加えると 8,000m³/s となり、検証委および角・野原はこの下限値より小さく、過小の可能性が大きい。

川辺川ダムが存在する場合の人吉流量は、検証委 4,800m³/s、角・野原 5,300m³/s、今本 6,900m³/s としている。検証委および角・野原は、人吉の氾濫戻し流量を過小に、ダムによる低減量を過大に評価しており、ダムありの人吉流量を過小にしている可能性がきわめて大きい。

表3は検証委が示した川辺川ダムが存在した場合の浸水面積の増減率を示したものである。

浸水面積は 60%減少するようになっており、川辺川ダムは被害を激減している。しかし、この計算は川辺川ダムが存在する場合の人吉流量が 4,800m³/s であることを前提としており、真値がこれより大きければ、これほどの効果は得られない。もし、今本の 6,900m³/s が正しければ、川辺川ダムの効果は検証委より減少することになる。

流出計算では降雨を流出量に変換する過程において用いられる各種の係数が未曾有の降雨に対して検証されておらず、検証委の効果をそのまま信用することは危険である。

表2 川辺川ダムによる人吉流量の低減量

	川辺川ダム 洪水調節	低減量 人吉	低減率 低減/調節	人吉流量 氾濫なし	人吉流量 川辺あり
基本方針	3,520→200	2,600	0.78	6,600	4,000
検証委	3,000→200	2,600	0.93	7,400	4,800
角・野原	2,500→200	2,300	1.00	7,600	5,300
今本	2,900→200	2,100	0.78	9,000	6,900

表3 川辺川ダムによる浸水面積の増減率

浸水深	浸水面積 ダムなし	浸水面積 ダムあり	増減率
0.5m未満(床下浸水程度)	68.5	66.0	-4.0%
0.5~3.0m(床上~家屋1階部分が浸水)	275.9	132.1	-52.1%
3.0m以上(家屋の2階以上も浸水)	224.2	25.2	-88.8%
合計	568.6	223.3	-60.7%

5 これからの治水計画

川辺川ダム流域面積は 470km² で、球磨川全体の 25%、人吉の 41%を占める。計画流入量 3,520m³/s に対する放流量は 200m³/s であるから、流量および水位への効果は絶大である。

しかし、被害をどれだけ軽減できたかとなると、話は別である。浸水面積を減らせても、支川での被害は減らせない。1階の水没を免れさせても、床上浸水は免れさせられない。今回の洪水では 50 名が犠牲となったが、川辺川ダムが助けられるのは数名に過ぎない。

ダムは緊急放流により凶器に変わることがある。放流量を流入量以下に抑えても、放流量の急増が人命を奪うことになる。2018 年の肱川洪水では野村ダムと鹿野川ダムの緊急放流により 10 名近い人命が失われている。

ダムに対し最も懸念されるのが自然環境への影響である。魚の遡上・降下が阻害されるだけでなく、土砂の流下が遮断されることによって、下流の河相は一変し、海岸では侵食が進行する。

穴あきダムに変えても抜本的な解決にはならない。放流される高速の流れを減勢するための副ダムにより魚の遡上・降下はやはり阻害される。ダム湖に流入する土砂は上流端近くに堆積するため、下流への供給が減少することは避けられない。つねに一定量以下の流量しか流れないため河川のダイナミズムが失われる。河床の土砂は動かなくなり、古いコケがそのまま残ることになる。アユが不味くなり、漁民には死活問題になる。

今回の洪水はこれからの治水計画のあり方に基本的な問題を投げかけた。

これまでの治水は、対象洪水(基本高水)を設定し、それに対応できる対策を実施する「定量治水」方式を採用してきた。今回の洪水に対しても、川辺川ダムが存在した場合の人吉流量が検証委の 4,800m³/s あるいは角・野原の 5,300m³/s であれば、「ダムによらない治水を検討する場」や「球磨川治水対策協議会」で検討された対策案を実施すれば対応できることになる。

しかし、球磨川流域住民は、川辺川ダムの効果を理解したうえで、建設を拒絶してきた。今回の洪水を受けても意識が変わらなければ、今回の洪水に対応できる対策はつくれない。

人吉流量として今本の 6,900m³/s が正しければもっと大変である。協議会での最大効果の対策案でも 5,700m³/s が限界であるから、川辺川ダム級のダムがもう一つ新たに必要となる。適地もなく、流域住民の賛成は得られまい。整備計画はつくれない状態がつづくことになる。

この場合の治水計画をどうすればいいか。

唯一の解決策は、治水方式を対象洪水を設定しない「非定量治水」に転換することである。実現可能な対策を順次積み上げるのである。選択した対策で対応できる洪水を「名目上」の対象洪水とすれば河川法をクリアできる。

非定量治水に転換すれば、対象洪水に対応できないとして排除されてきた対策たとえば小規模の堤防嵩上げや河床掘削を整備計画に位置づけることが可能になる。流下能力の増大につながらなくても「実力」を増大させる堤防補強や防備林も位置づけできるようになる。

洪水は、地震と違って、数時間前には必ず予測できる。短時間で避難できる場所を確保しておけば命を失うことは避けられる。物的被害に対しては公的補償制度を確立すればよい。

現在進行しつつある気候変動を考慮すれば、想定外とされている「スーパー洪水」が発生する可能性は高まっている。球磨川と同じことはこれからも全国各地で起きるに違いない。

そうした状況のもとで、河川管理者はどのような治水計画を立てるのか。全国で最も治水意識が高いとされる球磨川流域住民は全国の模範となる最善策を選択すると信じている。