

令和2年7月球磨川豪雨災害報告

Report on the 2020 Kuma River Flood

泉 典洋

北海道大学工学研究院土木工学部門

Norihiro IZUMI

Division of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido University

Abstract

Because of enormous heavy rain that poured down from July 3 to 4, 2020, a devastating flood disaster (the 2020 Kuma River flood) took place in the Kuma River basin, Kumamoto, Japan. More than fifty people were killed, 1,150 ha of land and 6,280 houses were inundated, and totally seventeen bridges were flushed away. This report describes the situation of the damages caused by the 2020 Kuma River flood, and discuss the verification results presented by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT), and Kumamoto Prefecture. Future measures for protecting Kuma-Hitoyoshi area from floods are also mentioned.

Key Words: the 2020 Kuma River flood, line-shaped rain band, Kawabegawa Dam

キーワード: 令和2年球磨川豪雨災害, 線状降水帯, 川辺川ダム

1. はじめに

2020年7月3日の夜から翌4日の朝に降った大雨のために、熊本県南部を流れる一級河川球磨川で死者50名以上を出す未曾有の水害が発生した。これまで戦後最大とされてきた昭和40年水害の水位を遥かに越え、実に300年振りに国宝青井阿蘇神社も水没した。流失した橋梁は17基に及び、明治期にアメリカで作られた貴重な鉄道橋2基も含まれる。

筆者は生まれてから18歳の高校卒業時まで球磨・人吉で暮らし、度々発生する球磨川の出水の危険性を肌身に感じながら少年時代を過ごした経験を持つ。梅雨や台風の大雨によって球磨川の水位が上昇すると、学校は臨時休校や一斉下校となった。特に被害を受けやすい球磨村の渡から坂本（当時の八代郡坂本村、現在の八代市坂本地区）までの国道219号線は、出水の度に法肩が崩れたり山腹が崩壊したりして道路や鉄道が不通となり、九州自動車道がまだなかった昔、人吉盆地はしばらくの間、陸の孤島と化したものである。筆者が大学で河川工学を専攻し未だにその研究を続けているのも、実は球磨川という原体験によるものかも知れない。

この報告では、球磨川の概要や球磨川の水害史、川辺川ダム建設計画などについて概要を解説する。また今回の水害の被害状況を報告するとともに、国土交通省と熊本県が行った検証結果について精査し、球磨川流域における今後の治水方策について考える。



図-1 球磨川流域および川辺川流域と主要地点。国土地理院の地形図を改変。

2. 球磨川の概要

球磨川は熊本県南部に流域を持つ、流域面積 1,880 km² (九州 3 位)、流路延長 115 km (九州 3 位) の一級河川である。九州山地の中央付近に位置する標高 1,489 m の銚子笠に源を発し、しばらく南流した後、最上流域の水上村とそれに隣接する湯前町の境界付近で南西へと流れを変え人吉盆地に入る。人吉盆地は東西約 30 km、南北約 15 km の範囲に広がる盆地であり、球磨川はそのほぼ中央を東から西に流下する。

九州山地の南西部に位置する人吉盆地は周囲を 1,000 メートル内外の山々に囲まれており、外部とは隔絶された一地方を形作っている。この隔絶された一地方は一般に球磨・人吉地方と呼ばれており、九州自動車道が 1995 年に全線開通するまで、外部からのアクセスは球磨川沿いに八代から入る国道 219 号線や、宮崎県えびの市から入る国道 221 号線などに限られていた。もちろん国道ができる以前は、球磨川沿いのルートを除けば険しい峠を越えるルートしかなく、熊本から薩摩地方へのアクセスをさらに難しいものにしていた。

盆地内の球磨川最下流部には球磨・人吉地方の中心都市である人吉市および球磨村の渡地区が位置しており、そこから山間狭窄部に入った球磨川は北へと方向を変え、熊本県南部の中心都市である八代市を擁する八代平野へと出た後、流れを急に西へと変え不知火海 (八代海) へと流れ出る。耳川や一ツ瀬川、五が瀬川とともに九州山地を形作る主要な河川の一つであり、全国的にも山岳地帯を流れる河川として富士川、最上川とともに日本三大急流の一つともなっている。

図-1 は球磨川流域および川辺川流域と主要地点の図である。人吉盆地の最下流部に位置する人吉市のすぐ上流で最大支川の川辺川が右岸側から合流するが、合流点における球磨川本川の流域面積は 557 km²、川辺川の流域面積は 531 km² とほぼ同じ大きさである。すなわち、人吉市は盆地の出口に位置しながら、二つのほぼ同じ規模の流域からの洪水が集まって来る場所となっている。しかも球磨川が平地である人吉盆地を流れてくるのに対して、川辺川は九州山地の北部に位置する国見岳に水源を発し八代市泉地区の五家荘や球磨郡五木村および相良村といった深く刻まれた V 字谷の続く九州山地の山間部を流下する。これによって川辺川合流点における球磨川本川からの流出が比較的ゆっくりであるのに対して、川辺川からの流出は非常に早い。川辺川は流域でそれほどの雨が降らなくてもピーク流量が比

表-1 球磨川の水害史^{3,4)}

1669 年（寛文 9 年）8 月	青井阿蘇神社の楼門が約 1m 浸水死者 11 人，浸水家屋 1432 戸
1671 年（寛文 11 年）7 月	大洪水，大橋流失
1677 年（延宝 5 年）6 月	萩原堤防が決壊，八代，球磨の死者 432 人
1712 年（正徳 2 年）7 月	小俣橋流失，青井阿蘇神社の楼門が寛文 9 年よりさらに 1 尺浸水
1755 年（宝暦 5 年）6 月	大雨で瀬戸石付近に深層崩壊（瀬戸石崩れ）が発生，天然ダム決壊，八代の萩原堤防が決壊，死者 506 人，家屋流失 2118 戸，田畑被害 220 km ²
1885 年（明治 18 年）6 月	八代で堤防決壊
1888 年（明治 21 年）6 月	橋梁流失，死者 3 人，家屋流失 6 戸
1926 年（大正 15 年）7 月	井出（農業用取水施設）2 か所が全壊，家屋流失 3 戸，浸水家屋 200 戸，大橋で 1 丈 5 尺
1937 年（昭和 2 年）8 月	家屋損壊・流失 32 戸，浸水家屋 500 戸
1941 年（昭和 16 年）7 月	浸水家屋，八代で 2,560 戸，人吉で 60 戸
1944 年（昭和 19 年）7 月	家屋損壊・流失 507 戸，浸水家屋 1422 戸
1949 年（昭和 24 年）8 月	デラ台風・ジュディス台風による豪雨で浸水被害
1950 年（昭和 25 年）9 月	キジア台風による豪雨で浸水被害
1954 年（昭和 29 年）8, 9 月	台風性豪雨により家屋損壊・流失 106 戸，床上浸水 562 戸
1963 年（昭和 38 年）8 月	前線性豪雨により家屋損壊・流失 281 戸，床上浸水 1185 戸，床下浸水 3430 戸
1964 年（昭和 39 年）8 月	台風性豪雨により家屋損壊・流失 44 戸，床上浸水 753 戸，床下浸水 893 戸
1965 年（昭和 40 年）7 月 2 日	昭和 40 年 7 月洪水，前線性豪雨，1,281 戸が流失・損壊，床上浸水 2751 戸，床下浸水 10,074 戸，人吉市，八代市周辺だけで約 9000 戸が浸水被害
1971 年（昭和 46 年）8 月 5 日	台風 19 号による豪雨，家屋の損壊 209 戸，床上浸水 1,332 戸，床下浸水 1,315 戸，市房ダムが異常洪水時防災操作
1972 年（昭和 47 年）7 月	昭和 47 年 7 月豪雨，損壊 64 戸
1982 年（昭和 57 年）7 月	前線性豪雨，損壊 47 戸
1999 年（平成 11 年）9 月	台風 18 号による豪雨，床上浸水 3 戸，床下浸水 20 戸
2004 年（平成 16 年）8 月	台風 16 号による豪雨，浸水 49 戸
2005 年（平成 17 年）9 月	台風 14 号による豪雨，浸水 119 戸
2006 年（平成 18 年）7 月	平成 18 年 7 月豪雨，浸水 80 戸
2008 年（平成 20 年）6 月	前線性豪雨，浸水 33 戸
2011 年（平成 23 年）6 月	前線性豪雨，浸水 8 戸
2012 年（平成 24 年）7 月	平成 24 年 7 月九州北部豪雨，相良村，五木村にも避難勧告
2018 年（平成 30 年）7 月	平成 30 年 7 月西日本豪雨，人吉市で重傷者 1 名，床下浸水 1 戸
2020 年（令和 2 年）7 月	令和 2 年 7 月豪雨（球磨川豪雨），浸水面積約 1,150 ha，浸水約 6,280 棟

較的大きくなるのに対して，球磨川本川は流域でかなりの降雨があってもピーク流量がそれほど大きくならないという特徴を持っている。

このような球磨川本川と川辺川の流出特性の違いは地殻運動の特性の違いに起因する。人吉盆地が地殻運動でできた構造盆地であるのに対して，川辺川の流域である九州山地は極めて活発な隆起域である。九州山地の隆起速度と流域年平均雨量 2,800 mm という雨が川辺川流域の険しい地形特性と流出の早い水文特性を形作っている^{1,2)}。



(a)

(b)

図-2 川辺川ダムの (a) 完成予想図。ダム便覧 (<http://damnet.or.jp/cgi-bin/binranA/All.cgi?db4=2677>) より転載。 (b) 現在の川辺川ダム建設サイトを上流から望む。2020年8月8日筆者撮影。

3. 球磨川の水害史

記録に残っている球磨川の水害の歴史を表-1に示す。詳細が残っている戦後の記録を見ると梅雨前線が10例であるのに対して台風が8例と若干梅雨前線による水害が多いものの、ほぼ同数となっている。発生月から推測すると戦前の主たる水害の多くは前線性のものであることが推測される。記録に残るような大規模な水害は前線性のものが多いようである。

特に1963年からの3年間連続で発生した水害の被害は甚大で、中でも最後の1965年の水害は今次水害発生まで戦後最大であった。そこで球磨川の抜本的治水対策が必要という結論になり、昭和41年に国が管理する一級河川に指定され、最大支川の川辺川に川辺川ダムを作るという計画が発表された。

4. 川辺川ダム建設計画

図-2(a)に川辺川ダムの完成予想図を示す。アーチ式コンクリートダムで、堤高107.5m、総貯水容量1億3,300万 m^3 、有効貯水容量1億600万 m^3 の多目的ダムであり、総貯水容量が九州で2番目に大きいダムになるはずであった。洪水期の洪水調節容量が8,400万 m^3 で、それを使って川辺川ダム地点における計画高水流量3,520 m^3/s の内、3,320 m^3/s をカットする。この調節量は国内の他のダムと比べても非常に大きい。

図-2(b)に川辺川ダムの建設予定地点の写真を示す。川辺川ダムの建設予定地点は五木村との境界に近い相良村の藤田という地点である(図-1参照)。藤田から上流の流域面積は470 km^2 であり、これは川辺川の流域面積全体の88%、球磨川全体の25%に当たる。当然のことながらダムにはその上流に降った雨を貯留する効果しかないが、川辺川の流域面積の88%をカバーする川辺川ダムには大きな貯留効果が期待できる。

表-2および図-3に球磨川水系の河川整備基本方針を示す。これによると、ピーク流量を上流基準地点人吉において7,000 m^3/s とし、このうち流域内の洪水調節施設により3,000 m^3/s を調節して、河道への配分流量を4,000 m^3/s とする。また、下流基準地点横石においては基本高水のピーク流量を9,900 m^3/s とし、このうち流域内の洪水調節施設により2,100 m^3/s を調節して、河道への配分流量を7,800 m^3/s とすることになっている。人吉地点における3,000 m^3/s の調節というのが市房ダムと川辺川ダム

表-2 球磨川の基本高水のピーク流量等一覧表

河川名	基準地点	基本高水のピーク流量 (m^3/s)	洪水調節施設による調節流量 (m^3/s)	河道への配分流量 (m^3/s)
球磨川	人吉	7,000	3,000	4,000
	横石	9,900	2,100	7,800

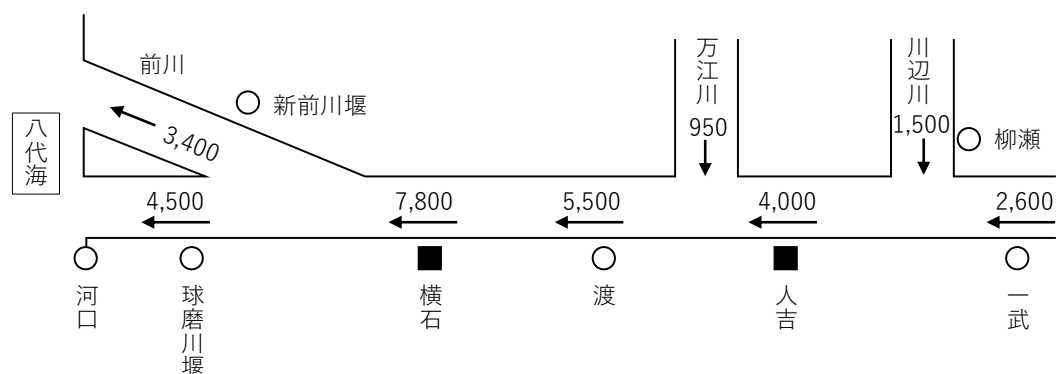


図-3 球磨川計画高水流量図 (単位: m^3/s)

による洪水調節量に相当している。

前述したように川辺川は流出が早いので、比較的少量の雨でもピークが大きくなる。人吉より下流にとって川辺川に降った雨は非常に危険であるから、それを調節するための川辺川ダムは極めて合理的な方策であった。しかも、川辺川ダムの流域面積は 470 km^2 と川辺川全体の流域面積の 88 % に及ぶことから大きな洪水調節効果を期待できる。加えて洪水調節容量の $8,400 \text{ 万 m}^3$ は、計画の $3,320 \text{ m}^3/\text{s}$ ならば 7 時間貯留できる容量である。実際にはハイドログラフの時間変化はほぼ三角形となることから、7 時間の倍である 14 時間程度は貯留できることになる。

川辺川ダムの建設によって、五木村で 493 世帯、1,457 人、相良村で 60 世帯、240 人の移転が必要となった。建設計画発表の当初は五木村や相良村で大きな反対運動が発生した。当時、筑後川上流の大分と熊本の県境で、1958 年に始まった下笠ダム・松原ダム建設計画に対する反対運動、蜂の巣城紛争が発生していたこともあり、ダム建設のような大規模公共事業と住民の基本的人権の整合性を重要視するという社会的風潮の中、住民の合意形成が必要不可欠という機運が高まったこともあって、建設省（現国土交通省）による補償交渉は長期化した。

国とダム建設地域の住民との条件付き和解が進む中、1990 年ごろになって受益者である下流の人吉市等において激しい反対運動が起きる。反対派の主たる反対理由は、ダムによって川辺川の清流が失われること、昭和 40 年水害の激甚化が市房ダムの放流によるものでありダムの建設によって下流はより危険になることであった。ただし、昭和 40 年水害で市房ダムが放流を行なった事実はない。さらに 2003 年には、球磨川利水訴訟において川辺川ダムの水を利用したかんがい事業における農家への合意の取り方に不備があったという理由から国の敗訴が確定し、川辺川ダム事業から農業用水開発事業が撤退、その後発電事業も撤退したことで、川辺川ダムは治水ダムへと計画を変更せざるを得なくなる。そのような中で、長期化する川辺川ダム事業に対して決着を付けることを公約に熊本県知事に立候補した蒲島氏が当選、その数ヶ月後にダム建設事業中止を宣言した。

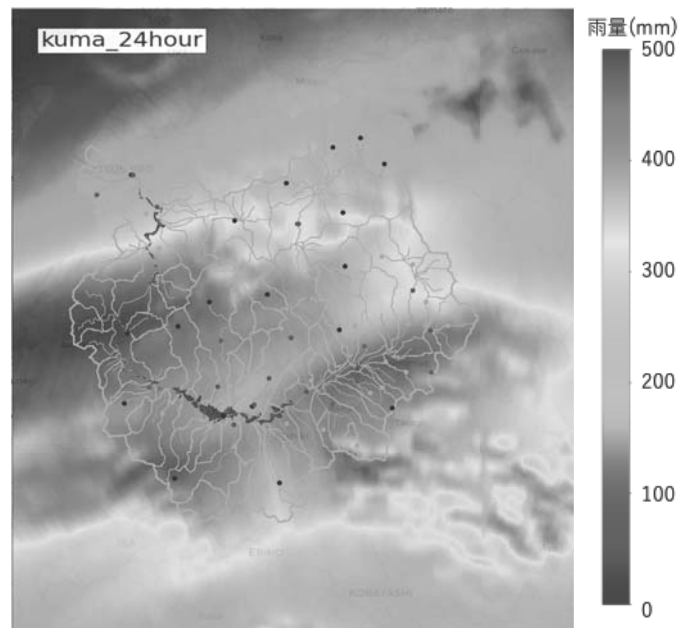


図-4 球磨川流域の24時間雨量。文部科学省の委託事業により開発・運用されているデータ統合・解析システム(DIAS)からデータの提供を受けた。

5. 今次水害の概要

今回の球磨川水害（正式には筑後川他の水害と合わせて「令和2年7月豪雨」という正式名称がついている）は、7月3日夜から4日朝にかけて球磨川流域全体に降った24時間雨量300 mmから500 mmに達する記録的な豪雨が原因である。この記録的な豪雨は線状降水帯によってもたらされた。7月3日から13日にかけて九州各地で13もの線状降水帯が発生したと報告されている⁵⁾が、その中でも最も多くの雨を降らせたのが、3日から4日にかけて球磨川流域をすっぽりと覆った線状降水帯であった。球磨川流域の浸水面積は1,150 ha、浸水戸数は6,280棟、球磨川流域だけで死者50名、行方不明者2名、死者のほとんどが溺死であった。交通施設への被害も大きく、球磨川沿いの国道219号線では道路の崩壊や道路橋14基の落橋、JR九州の肥薩線および第三セクターのくま川鉄道（旧国鉄湯前線）では路盤や線路の流出、橋梁3基の落橋が発生した。

図-4に24時間の積算雨量の空間分布を示す。最も降水量が多いのは球磨川中流部の球磨村や芦北町付近で総雨量は500 mmを越えており、球磨川上流部のあさぎり町や多良木町では400 mmを越えている。それに対して川辺川流域においては、五木村付近では400 mm前後であるものの、それより上流の五家荘では300 mm前後の雨量となっている。

国土地理院が発表した人吉市付近の推定浸水域を図-5に示す。人吉市の広範囲に浸水が発生しているのがわかる。浸水深は人吉市の繁華街である紺屋町付近で約4 m、それより下流の球磨村渡地区付近で約10 mと言われている。筆者の実家は球磨川の右支川山田川のさらに左支川、鬼木川沿いにあった。図からわかるように浸水域は実家のほぼ近くまで迫っている。隣人の方の話では鬼木川の水位はあと20-30 cm程度で溢れるところであったらしい。実家の床は鬼木川の河岸より低いことから、水位があと30 cm程度上昇していれば実家も床上まで浸水した可能性がある。

前述したように、球磨川は山間狭窄部を抜けて八代平野に出てすぐのところに流路がほぼ直角に曲がっている萩原という地点がある。ここの堤防が決壊すれば八代市内平野部の広い地域が水没するほ

令和2年7月3日から大雨による浸水推定図
球磨川水系球磨川5

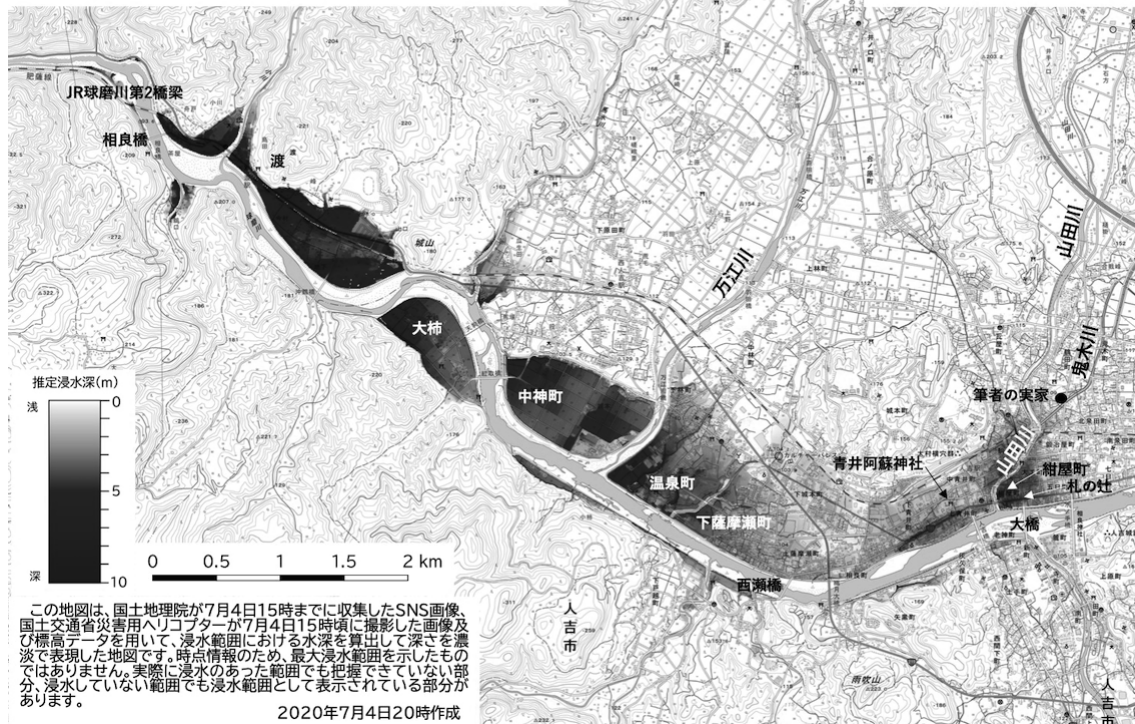


図-5 人吉市内の浸水状況。国土地理院発表の浸水推定図⁶⁾を改変。

どの重要な堤防であるが、萩原地点の水位は既往最大を記録したものの決壊は免れた。山間狭窄部の球磨村および芦北町、坂本地区においては、浸水域は広くないが浸水深は数メートルに及んでいる。川辺川では、ダム建設が予定されていた藤田より下流の相良村の広範囲において大きな浸水被害が出ている。一方で、人吉より上流の球磨川では川辺川合流点より上流約5 kmの区間の錦町付近で氾濫しているものの、それより上流ではほとんど被害が出ていない。

6. 今次水害の被害状況

筆者は、被災直後の7月7日から7月11日まで人吉市および球磨郡で、8月9日には八代市坂本地区で被害状況の調査を行った。ここでは主要地点における被害状況について述べる。人吉市周辺の主要地点の地名については図-5を、球磨川流域における主要地点の地名については図-1を参照されたい。

図-6は川辺川沿いの相良村の被災状況である。(a)は川辺川柳瀬観測点より約1 km上流左岸付近の被災状況である。手前は葉タバコの畑である。今回の水害は葉タバコの収穫直前に発生しており、浸水に弱い葉タバコはほぼ全滅の被害を受けている。図-6(b)はくま川鉄道(旧国鉄湯前線)の球磨川第四橋梁の被災状況である。ここは川辺川と球磨川の合流点の直下流であり、川辺川の合流で増加した流量によって水位が上昇し、鉄橋は大きな力を受けて落橋した。この周辺はくま川鉄道の川村駅があるところで、駅周辺には集落があったが、いずれの家屋も屋根近くまで浸水している。撮影したのは7月11日であったが、撮影以前に川辺川上流で降った雨のため川辺川は増水しており、失われた橋桁の先の球磨川にもかなり速い流れがあることがわかる。

図-7(a)は、大橋より約100 m上流右岸の球磨川沿いに建つ温泉旅館「あゆの里」の被災状況である。球磨川の水は左に見えるパラペットの特殊堤を越えて右側の人吉の市街地に流れ込んできた。温泉旅



(a)



(b)

図-6 球磨郡相良村川辺川沿いの被災状況。(a) 流木が堆積した民家。7月9日筆者撮影。(b) 川辺川と球磨川の合流点付近の落橋した球磨川第4橋梁。7月10-11日には川辺川上流で雨が降ったため、川辺川は増水している。7月11日筆者撮影。



(a)



(b)

図-7 人吉市九日町付近の被害状況。(a) 球磨川沿いに建つ温泉旅館「あゆの里」。ここから溢れた球磨川の水は温泉旅館のガラス窓を割って市街へ浸水し始めた。(b) 札の辻から西方を望む。7月7日筆者撮影。

館の割れた窓ガラスが流入水量の多さと勢いの強さを物語っている。図-7(b)は大橋から北へ75 m 程のところにある札の辻交差点付近から西方向の九日町商店街を見た様子である。九日町は人吉市街では紺屋町に次いで地盤の低いところであり、昭和40年の水害でも建物の1階がほぼ水没している。今回の水害ではさらに水位が高く建物の2階まで浸水した。

図-8(a)は、球磨川と山田川の合流点付近（球磨川右岸、山田川左岸）に位置する人吉市紺屋町の被害状況である。この地点が人吉市街の中では最も地盤の低いところであり、浸水深は4 mを越えた。右側に見える酒店は3階建ての建物であるが、今回の水害では2階まで浸水したという。また、この写真の中央付近に瓦礫が堆積しているが、水害前にはこの奥に路地があり、平屋や2階建ての飲食店や公衆温泉が軒を連ねていた。これらは壊滅的な被害を受けている。図-8(b)は(a)の地点から東へ100 m ほど行ったところの様子である。洪水流で柵に乗り上げた車が道路を塞いでいる。この付近では球磨川の水位上昇による背水の影響で山田川の水位が上がり、球磨川が堤防を越える前に山田川から溢れた水が先に到達したと言われている。



(a)



(b)

図-8 人吉市紺屋町付近の被害状況。(a) 最も浸水深が大きくなった山田川左岸の紺屋町、(b) (a) より 100 m ほど東の地点、7 月 7 日筆者撮影。

図-7(b) および図-8(a), (b) より、洪水によって運ばれて来た土砂が街中に厚く堆積している様子がわかる。被災者からも、今回の水害では建物の中や道路上、駐車場などに堆積した大量の土砂の撤去に苦勞したという話を聞いた。球磨川の水位が非常に高かったために大量の土砂が河道内から輸送されてきたのであろう。

図-9 は人吉市下青井町の青井阿蘇神社周辺の被災状況である。(a) は青井阿蘇神社前の蓮池に水没した 3 台の車のうちの 2 台である。(b) は蓮池にかかる襖橋という橋の被災状況である。橋の欄干が大きく破壊されているのがわかる。この付近では浸水深が 3-4 m であり、この橋も完全に水没してしまったと推測される。(c) は青井阿蘇神社の楼門である。境内にはほとんど土砂は堆積していない。神社の境内はある程度地盤が高いところにあるのでそれほど土砂は運ばれて来なかったようである。今回の水害ではこの写真の楼門が 1.7 m 程度浸水したと言われている。表-1 にあるように、これまで青井阿蘇神社が浸水した記録は 1669 年と 1712 年であり、1669 年は約 1 m、1712 年は 1.3 m 楼門が浸水したと古文書に記録されている。今回の洪水による浸水は 1669 年より 0.7 m、1712 年より 0.4 m 程度上回っている。図-9(d) は青井阿蘇神社本殿の被災状況である。神社本殿の床は比較的高く作られているが、今回は床上まで浸水している。

図-10(a) は、球磨川右岸の人吉市下薩摩瀬町と対岸の矢黒町を結ぶ西瀬橋の被災状況である。全体にわたって橋桁や欄干に大量のゴミが引っかかっている様子がわかるが、4 径間ある内の左岸から二つ目の橋桁が流失してしまっている。水位が橋桁の高さを越え引っかかったゴミなどのために大きな力がかかって一部の橋桁が流失してしまったのであろう。図-10(b) は、それより 1.4 km ほど下流の右岸、温泉町にある温泉旅館「翠嵐楼」の被災状況である。図-5 によれば温泉町の浸水深は 3-4 m に達している。1 階部分の被災は写真からもわかるが、この浸水深から考えると 2 階まで浸水したと考えられる。

さらに下流左岸側の人吉市中神町大柿地区の被害の様子を図-11 に示す。図-5 によれば大柿地区では上流側で 4 m、下流側では 5 m 以上の浸水深となっている。浸水深が大きいため、家屋の被害も非常に大きい。特に図-11(a) に示すようなビニールハウスや (b) に示すような古い建物は倒壊している様子がわかる。

山間狭窄部の入り口に当たる球磨村渡地区の被害状況を図-12 に示す。(a) は国道 219 号線沿いの民家の被害状況であるが、車庫が倒壊して車が横倒しになっている様子がわかる。民家の 1 階部分が完全



(a)



(b)



(c)



(d)

図-9 人吉市下青井町青井阿蘇神社周辺の被災状況。(a) 青井阿蘇神社の蓮池に水没した2台の車。7月7日筆者撮影。(b) 蓮池にかかる襖橋。7月7日筆者撮影。(c) 青井阿蘇神社の楼門。7月7日筆者撮影。(d) 青井阿蘇神社の本殿。7月7日筆者撮影。



(a)



(b)

図-10 人吉市下薩摩瀬町、温泉町付近の被害状況。(a) 1径間分が流失した西瀬橋。上流から望む。(b) 温泉町の温泉旅館「翠嵐楼」の被災状況。7月8日筆者撮影。



(a)



(b)

図-11 人吉市中神町大柿地区の被害状況。(a) 倒壊したビニールハウスと被災した民家。(b) 倒壊した古い建物。7月8日筆者撮影。



(a)



(b)

図-12 球磨村渡地区の被災状況。(a) 渡駅近くの人家。(b) 渡駅。7月9日筆者撮影。

に水没し、2階部分も被災している様子から、水位は2階部分にまで達したことが推測される。図-12(b)はJR渡駅の様子であるが、駅舎は原型を留めているものの、屋根瓦が部分的に失われていることから、水位は屋根まで達したことが推測される。また、駅舎の左側には傾いた車が放置されている。

図-13は八代市坂本地区の被災状況である。ここは八代平野まで約8kmの地点であるが、依然として水位の高い状態が続いていたようである。(a)は八代市役所坂本支所の建物内部の様子であるが、中には床から30cm近くまで土砂が堆積しており、大量の土砂が輸送されてきたことが推測される。(b)は同じく坂本地区における河川沿いの建物の被災状況である。壁が破壊されて流失しており、建物内部が丸見えとなっている。流体力の大きかったことが推測される。

7. 洪水の再現結果

水害直後から国土交通省と熊本県では球磨川豪雨災害検証委員会を立ち上げて、今回の水害の検証を行っている。これまで公表されている検証委員会の解析結果⁷⁾を詳しく見てみる。

検証では降った雨と地形データを基に流出解析と氾濫解析を組み合わせることによって水位および流量を再現している。人吉や渡では水位が想定以上に上昇したため、水位計が流失してしまいピークに達



(a)



(b)

図-13 八代市坂本地区の被災状況。(a) 八代市役所坂本支所の内部。(b) 坂本地区の球磨川沿いの民家。8月9日筆者撮影。

する前からデータ欠測している。幸い人吉観測所から900 m上流にある大橋に危機管理型水位計が設置されていたため、人吉付近のピーク水位が明らかとなっている。観測水位が得られた観測地点において解析水位が観測水位と合うように流量を推定している。

流量について再現したのが図-14である。(a)および(b)がそれぞれ球磨川本川の一武観測所および川辺川の柳瀬観測所、図-14(c)および(d)がそれぞれ大橋および渡観測所のハイドログラフである。一武観測所の流量は、川辺川合流点より上流の球磨川本川からの流量にほぼ相当し、柳瀬観測所の流量は川辺川からの流量に相当する。球磨川本川上流からの流量が $3,256 \text{ m}^3/\text{s}$ 、川辺川からの流量が $3,404 \text{ m}^3/\text{s}$ であり、それらと他の支川からの流量 $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 余りが合流することによって人吉で $7,800 \text{ m}^3/\text{s}$ の流量が発生したことになる。

図-14(a)および(b)を見ると、一武の方では流量が4日の1時半ごろから増加し始め全体的に横に幅が広いのに対して、柳瀬の方は一武より2-3時間遅く増加し始め全体的に痩せているのがわかる。ハイドログラフの幅が広いということは洪水の継続時間が長いということを意味しており、ハイドログラフの曲線の下側の面積が流量を時間積分した総流出量を表している。川辺川より球磨川本川の流域の方が雨量が多く総流出量も大きかったが、ピーク流量はあまり変わらないか、むしろ川辺川の方が大きくなっている。これはまさに、前述した川辺川と球磨川本川の流出特性の違いを表している。川辺川は地形の特徴から比較的少ない雨でもピークが大きくなるのに対して、球磨川本川は比較的沢山の雨が降ってもピークがあまり大きくならない。

表-3に解析で求められたピーク流量を示す。実績再現ピーク流量というのが推測された実際のピーク流量、氾濫戻しというのは上流で氾濫しなかったと仮定した場合のピーク流量、市房ダム・氾濫戻し流量というのは市房ダムがなく上流で氾濫もしなかったと仮定した場合のピーク流量である。川辺川は広い範囲で氾濫していたが実績と氾濫戻しとがあまり変わらない。川辺川流域は氾濫原があんまり広くなく、氾濫してもすぐ河道に戻るからあまり変わらないのであろう。球磨川本川の方では、実績と氾濫戻しで $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 異なっている。球磨川本川の方が氾濫原が広いことから氾濫による流量減少の効果が大きい。実績流量は人吉で $7,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、渡で $8,400 \text{ m}^3/\text{s}$ 、下流の横石で $11,200 \text{ m}^3/\text{s}$ となっている。基本方針で想定した基本高水流量は人吉で $7,000 \text{ m}^3/\text{s}$ 、渡で $8,500 \text{ m}^3/\text{s}$ 、横石で $9,900 \text{ m}^3/\text{s}$ である。実績では、人吉と渡でほぼ基本高水で想定された流量が流れているが、横石では $1,300 \text{ m}^3/\text{s}$ 多かつ

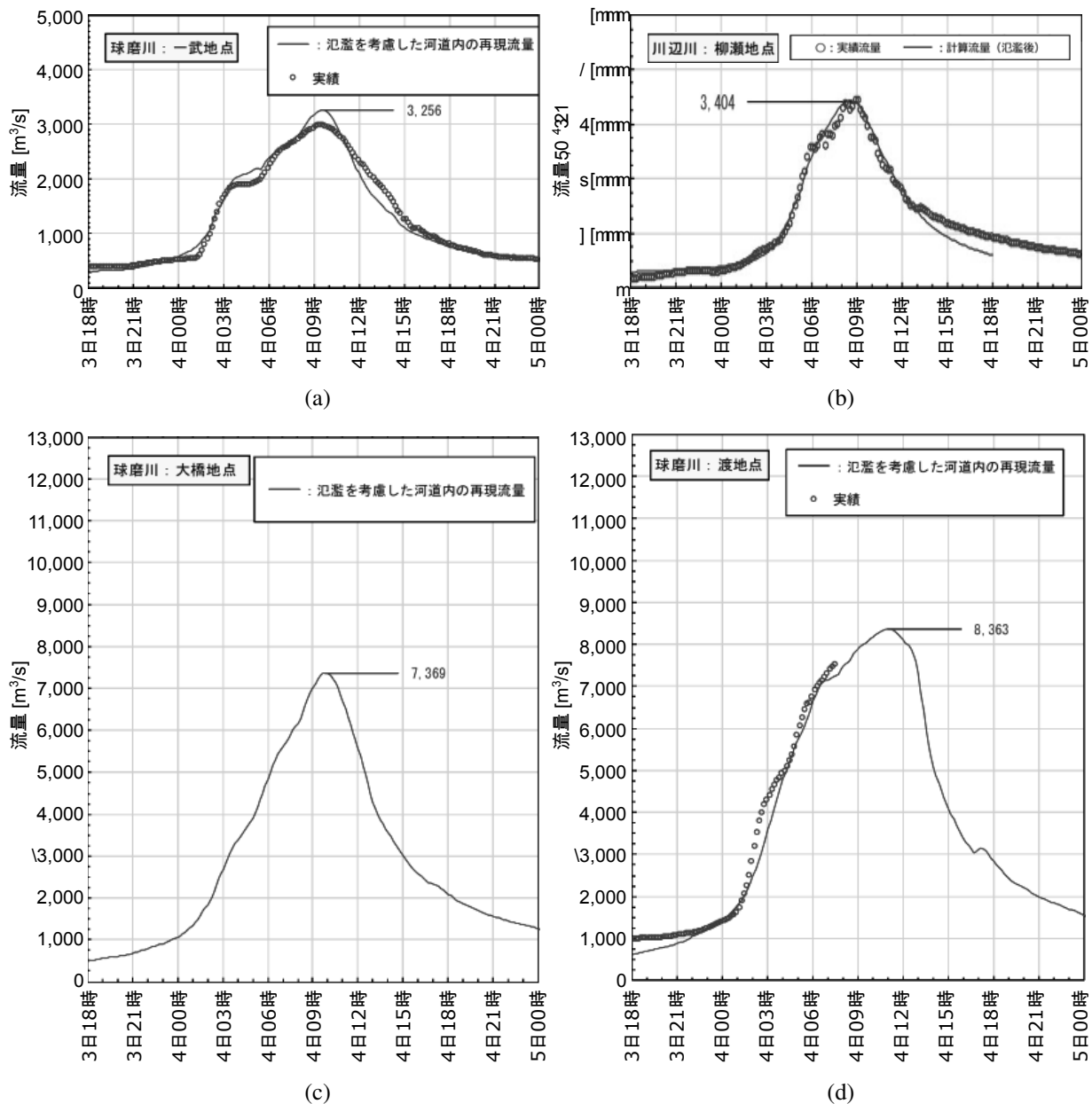


図-14 再現されたハイドログラフ⁷⁾。(a) 球磨川本川一武観測所。(b) 川辺川柳瀬観測所。(c) 球磨川本川大橋。(d) 球磨川本川渡観測所。

たことがわかる。今回の水害では球磨村や芦北町に24時間で500 mmを越える雨量があったために、その下流の横石の流量が基本高水流量を大幅に越えた。

これらの推定流量の精度を確かめるために筆者も解析を行なった。土木研究所が開発した Rainfall-Runoff-Inundation モデル⁸⁾ という流出解析モデルで、地形と雨の空間分布と時間変化を与えることで、降った雨が斜面をどう流れて来るのかを拡散型の方程式を用いて計算するモデルである。地形のメッシュが100 mと大きく、低水路の幅や堤防の高さについては近似式を用いているため、浸水域等は正確に再現できないが、人吉市内や球磨村渡地区等、堤防を大きく越えた地域の浸水域についてはほぼ再現できる。このモデルで計算すると人吉大橋付近のピーク流量が約8,000 m³/s、球磨川本川の川辺川合流点より上流で3,700 m³/s、川辺川の合流点より上流で3,800 m³/sとなった。流出率を100パーセントで計算しているため流出量が大きめに出るが、少なくとも検証委員会の解析結果と大きな矛盾は

表-3 観測所毎のピーク流量算出結果⁷⁾

観測所名	河川名	実績再現ピーク流量 (m ³ /s)	流出解析結果 (m ³ /s)	
			氾濫戻し流量	市房ダム・氾濫戻し流量
柳瀬	川辺川	約 3,400	3,400	3,400
一武	球磨川	約 3,300	3,300	3,800
人吉	球磨川	約 7,000	7,400	7,900
渡	球磨川	約 8,400	9,800	10,400
横石	球磨川	約 11,200	12,000	12,600

表-4 川辺川ダムが存在した場合の主要地点の推定流量⁷⁾

観測所名	河川名	流出解析結果 (m ³ /s)		(参考) 計画高水 流量 (m ³ /s)
		氾濫戻し流量	ダムが存在した場合の流量	
柳瀬	川辺川	3,400	1,200	1,500
一武	球磨川	3,300	3,300	2,600
人吉	球磨川	7,400	4,800	4,000
渡	球磨川	9,800	7,200	5,500
横石	球磨川	12,000	10,000	7,800

ない。

8. 川辺川ダムの効果

8-1 各地点でのピーク流量

検証委員会では、川辺川ダムがあった場合、どのくらい効果があったかについても解析を行っている。解析では、川辺川ダムを既存の計画上の操作規則に従って操作すると仮定している。操作規則は、球磨川本川と川辺川の流量が増加してから放流量を最低 200 m³/s まで減らす鍋底カットと呼ばれる洪水調節操作を行うことになっている。

川辺川ダムがあった場合の結果が表-4 である。後述するように、ダムがあると上流での氾濫はほぼなくなることから、氾濫戻し流量からの減少分を見してみる。川辺川の柳瀬で 3,400 m³/s が 2,200 m³/s 減って 1,200 m³/s となっており、計画高水流量を 300 m³/s 下回っている。当然のことながら球磨川の川辺川合流点より上流の一武においてはダムの効果はない。人吉と渡では 2,600 m³/s 減ってそれぞれ 4,800 m³/s と 7,200 m³/s、横石では 2,000 m³/s 減って約 10,000 m³/s となっている。川辺川ダム完成後の計画高水流量が人吉で 4,000 m³/s、渡で 5,500 m³/s、横石で 7,800 m³/s であるから、ダムがあったとしても人吉で 800 m³/s、渡で 1,700 m³/s、横石で 2,200 m³/s 計画流量を上回ることになる。今回の豪雨災害では中流部の山間狭窄部、球磨村や芦北町に多くの雨が降っているため、ダムがあったとしても下流に行くほど計画流量を上回る量が多くなっている。

8-2 人吉市内におけるダムの効果

図-15 に人吉市内における球磨川の水位分布を示す。図中横軸は距離標であり、球磨川の河口からの距離である。54.6 km 付近が人吉市と球磨村渡地区の境界付近にあたる。また、横軸の右端の 66.4 km 付近に球磨川第 4 橋梁があるが、この地点が相良村の川辺川・球磨川合流地点である。

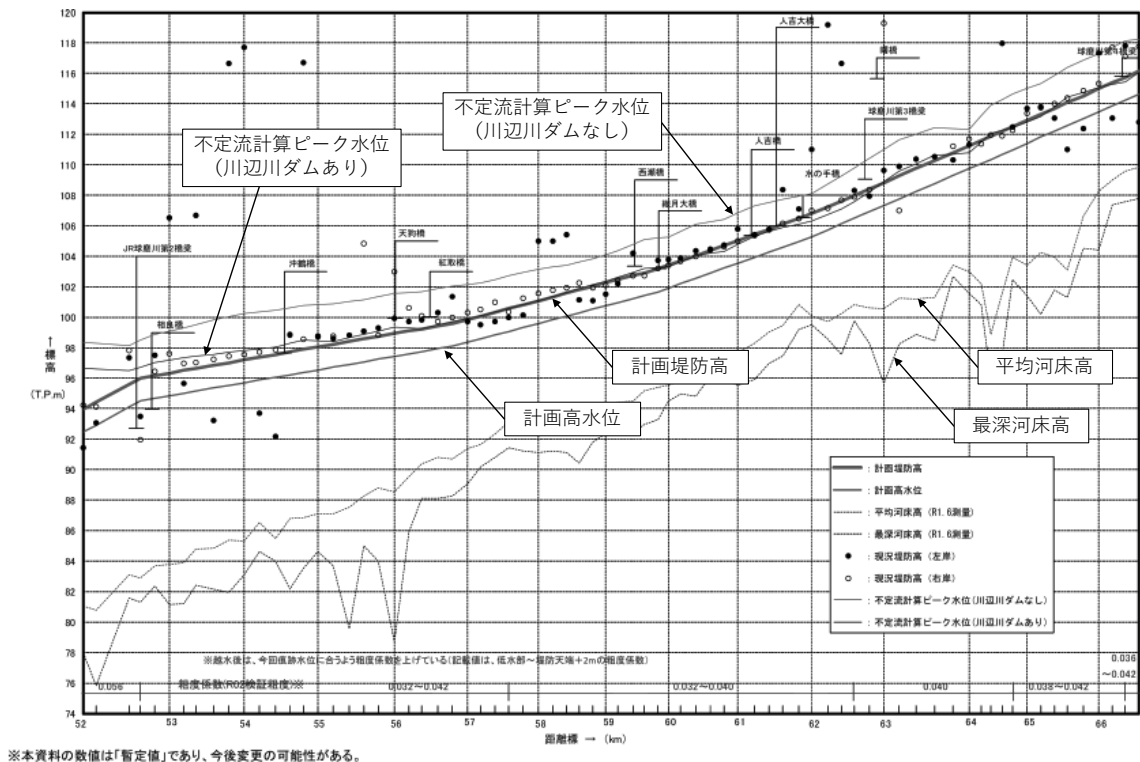


図-15 人吉市周辺での水位⁷⁾。

最も高い位置に引かれた細線が不定流計算から再現された今回の水害の水位である。その下の細かい線が不定流計算から推定される川辺川ダムがあった場合の水位を表している。また、その細かい線とほぼ重なっている太い線が計画堤防高であり、さらにその下に引かれた線が計画高水位となっている。現況の堤防について左岸および右岸の高さをそれぞれ黒丸および白丸で表してある。

図-15 より、今回の出水ではほぼ全域において計画高水位を 4 m 以上越えており、54.6 km より下流の渡地区では 5～8 m 以上上回っていることがわかる。計画堤防高は計画高水位より 2 m 弱高く取っていることから、ほぼ全域において堤防を 2 m 以上越えており、下流の渡地区では 3～4 m 以上越えている。一方、川辺川ダムがあったと仮定して推測される水位を見ると、全域においてほぼ計画堤防高と重なっており、渡地区の両岸と人吉市内の 57～58 km および 58.5～59 km 付近左岸で現況堤防高を越えているものの、その他の地点では越えていない。

図-16 は川辺川ダムがあった場合の人吉市付近の浸水範囲の変化を示している。0.5 m 未満の浸水面積は 4 % しか減らないが、0.5 から 3 m の浸水面積は 52.1 %、3 m 以上の浸水面積は 90% 近く減少するという結果が得られている。ただし注意しなければならないのは、これらのシミュレーション結果は堤防が決壊したものと仮定して得られたものであるということである。国交省や県はあくまで計画高水位を越えれば堤防が決壊する可能性があるという考え方でシミュレーションを行っているから、この図は決壊した場合の最悪の浸水範囲と考えるべきであろう。

図-17(a) は人吉の大橋付近から上流側を見た時の右岸側の様子である。今回の痕跡水位が図中の上の線であり、川辺川ダムが存在した場合の水位が下の線である。約 1.9 m の水位低減効果があったということになる。ただし、川辺川ダムが存在した場合の水位はパラペットの特殊堤を越えていない。図-17(b) は (a) とほぼ同じ場所で平成 20 年 6 月と昭和 57 年の出水状況を示した図である。川辺川ダムが存在した場合の今回の水位は昭和 57 年の出水の時の水位とほぼ同じであることがわかる。

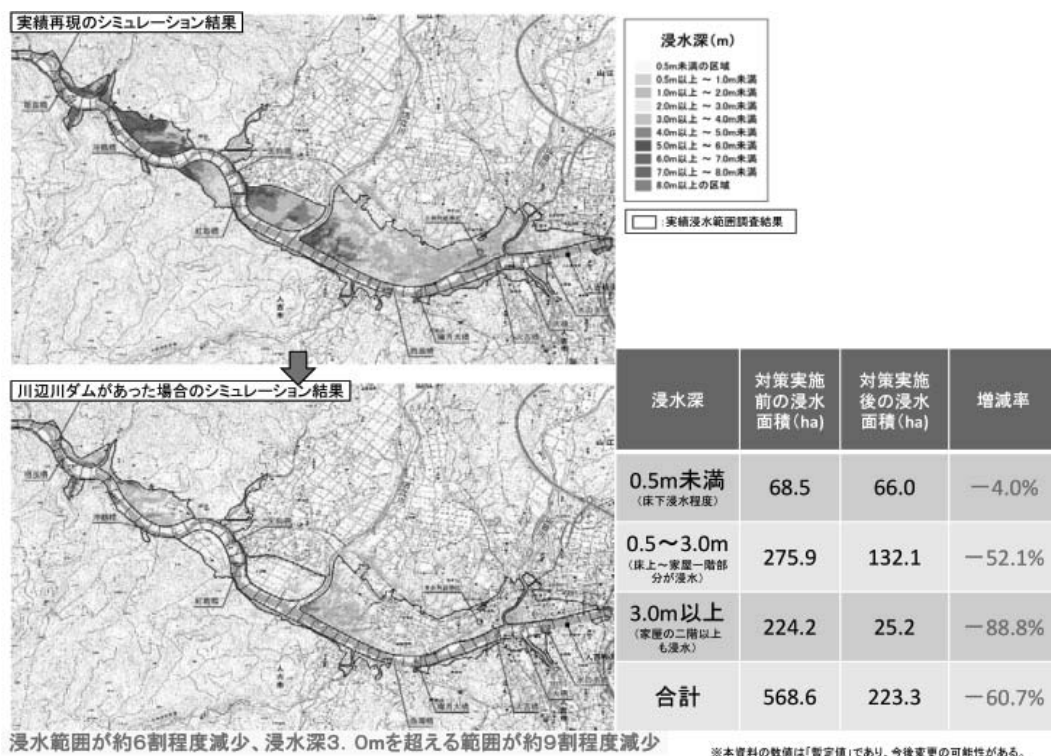


図-16 川辺川ダムが存在した場合の浸水範囲への効果⁷⁾。

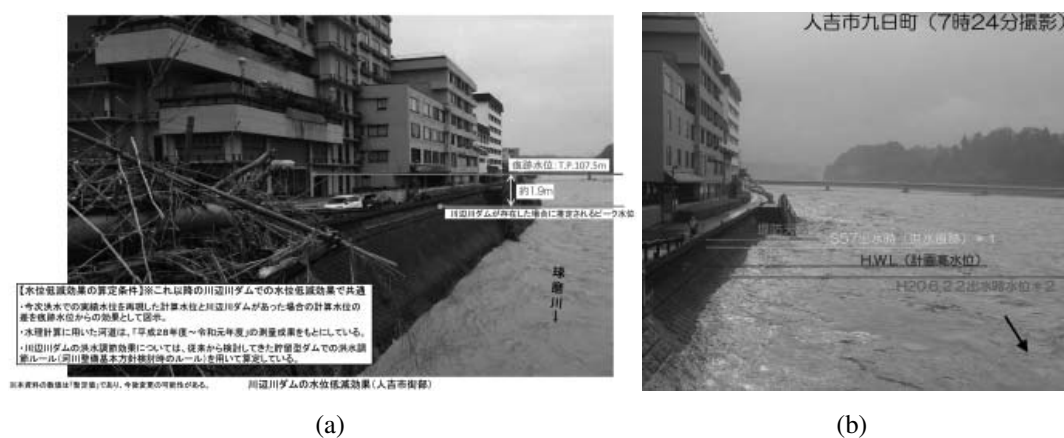


図-17 大橋付近の水位。(a) 今次水害の水位と川辺川ダムがあった場合の水位⁷⁾。(b) 昭和 57 年出水時の水位および計画高水位、平成 20 年出水時の水位⁹⁾。

表-5 過去の主要洪水の実績流量¹⁰⁾。

対象洪水	人吉地点ピーク流量 (m ³ /s)	
	氾濫等戻し流量	実績流量
昭和 40 年 7 月	約 5,700	約 5,000
昭和 47 年 7 月	約 4,100	約 3,900
昭和 57 年 7 月	約 5,500	約 5,400
平成 17 年 9 月	約 4,600	約 4,300
平成 18 年 7 月	約 3,700	約 3,600

表-5 に国土交通省の解析による昭和 40 年, 47 年, 57 年, 平成 17 年, 18 年の流量を示す。今回の出水では, 川辺川ダムは人吉地点でのピーク流量を $4,800 \text{ m}^3/\text{s}$ ぐらいまで減らすことができた と推測されていた。それと過去の出水を比較すると, 昭和 57 年 7 月洪水が氾濫戻しで $5,500 \text{ m}^3/\text{s}$, 実績で $5,400 \text{ m}^3/\text{s}$, 平成 17 年 9 月洪水が氾濫戻しで $4,600 \text{ m}^3/\text{s}$, 実績で $4,300 \text{ m}^3/\text{s}$ となっている。川辺川ダムが存在した場合の人吉でのピーク流量は, 平成 17 年 9 月の氾濫戻し流量よりわずかに多い程度である。

水位では昭和 57 年洪水とほぼ匹敵するものの, 流量では昭和 57 年洪水に達していない。解析の詳細が不明であるのではっきりしたことは言えないが, 流出解析で求められた流量を基に不定流計算を行って水位を求めていることから, 水位よりも流量の信頼性が高いのではないだろうか。

また, 平成 17 年 9 月の水害では人吉市で床上浸水 1 戸, 床下浸水 5 戸と被害はわずかであったが, 昭和 57 年 7 月の水害では下流の人吉市下薩摩瀬町などで広範囲に浸水し大きな被害が出ている。図-7 を見ると, 人吉市内では山付きで人家の少ない 57 ~ 59 km 付近の左岸側で水位が堤防を越えているものの, その他の部分では越えていない。下薩摩瀬町など下流の流下能力も昭和 57 年水害時よりは改善しているのであろう。以上のことを総合すると, 現況堤防が決壊しなければ人吉市内の浸水被害は検証委員会の推定結果より大幅に減少したか, あるいはほとんど生じなかった可能性がある。

8-3 川辺川（相良村）におけるダムの効果

表-4 に示したように, 川辺川柳瀬地点におけるダムが存在した場合の推定流量は $1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ であり, 計画高水流量の $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ を下回っている。検証委員会での再現計算でも, ダムがあった場合, 川辺川ではダム下流の相良村内全川において氾濫が生じず, 被害が全く発生しないことが示されている。川辺川ダムは, その直下流における川辺川の流量を直接大きく減少させることから, 川辺川の氾濫被害を完全に防ぐことができた と推測される。

8-4 球磨村および芦北町, 八代市坂本地区でのダムの効果

球磨川中流部, 山間狭窄部の入り口に当たる球磨村渡地区については, 図-15 に示したように, 今回の洪水によって左岸で 6 ~ 8 m 以上, 右岸で 2 m 以上堤防を越水している。ダムが存在する場合, 水位は 2 m 以上低下し, 山付きで人家の少ない左岸側の現況堤防高の低い場所では依然として大きく堤防を越えている場所があるものの, 人家の多い右岸側では現況堤防高をわずかに越える程度となっている様子がわかる。ただし, 図-15 の最も左の端にあたる 52 km 地点では, 水位は現況堤防高と計画堤防高の両方を 2 m 以上越えている。これは山間狭窄部における水位上昇の背水効果によって想定されていた水位を大きく上回っていることを意味している。この地点では計画堤防高の見直しが必要になるかも知れない。

それより下流の山間狭窄部の解析水位等についてここでは示さないが, 次のような状況である。この区間では洪水対策として地盤の嵩上げが行われていた。それが未改修の部分では今回の洪水によって 6 m を越える浸水が生じているところもあるが, 改修が済んでいるところでは 2 ~ 3.5 m の浸水が発生している。それに対してダムが存在する場合の水位の低下量は 1.1 ~ 1.6 m である。今回の豪雨では中流部の山間狭窄部で最も多くの雨が降っているため, ダムの効果は限定的であったことが窺われる。

球磨川中流部の球磨村や芦北町, 八代市坂本地区では川辺川ダムがあっても浸水は防げなかったと思われるが, 浸水深は 4 割から 6 割程度まで減少させることができたと考えられる。この地域では大きな浸水深によって家屋の損壊等が生じた事例も散見される。Manning の等流公式によれば流速は水深の

2/3 乗に比例する。水流による単位面積当たりの抗力は流速のほぼ 2 乗に比例するから、水深が半分になると流速は 6 割になって、単位面積当たりの抗力は 4 割になる。水深が半分になると力のかかる面積も半分になることから、建物に働く全破壊力は 2 割程度まで減らすことができる。そうするとダムによって水深が半分になるだけで建物の損壊も大幅に減らすことができた可能性がある。

球磨川沿川の JR 肥薩線では、線路と枕木の下に敷かれていたバラストが洪水流で流され、線路が大きく傾いたり流失したりしている。線路の地盤高は比較的高いところにあったが、今回の洪水では 1 m 以上の浸水深が見られている。それに対してダムがあった場合は 1 m 以上水位が低下していることから、線路の浸水はほとんどなかったことが予想される。ダムによって JR の被害も大きく低減させることができたと思われる。

9. 今後の治水に向けて

今回の豪雨は線状降水帯が球磨川流域とほぼ重なり、流域に満遍なく 300–500 mm の雨が降るというかつて経験したことのない出水であった。古文書に残る青井阿蘇神社の浸水の記録によれば 300 年振りの大出水であり、流量の大きさと水位の高さから甚大な被害が発生した。それに対して検証の結果から次のようなことがわかった。川辺川ダムが存在していれば、人吉市内の浸水被害は大幅に減少したか、あるいは完全に浸水を免れた可能性がある。また、相良村川辺川沿いの浸水はダムによって完全に防ぐことができた。球磨村および芦北町、坂本地区周辺では流域内最大の 500 mm を越える総雨量が発生していることから、この地域での浸水被害に対する川辺川ダムの効果は限定的であった。それでも川辺川ダムがあれば今回ほどの建物の損壊や線路の流出などは防げた可能性はある。

人吉盆地の洪水処理能力は中流部の山間狭窄部の流下能力によって決まることから、ここでの治水は狭窄部の上流のどこかに雨を貯める方策しかあり得ない。特に今回の豪雨災害でも明らかになったように、山地部を流れる川辺川は比較的少量の雨量でもピーク流量が非常に大きくなる川である。その合流点より下流の人吉市をはじめとする地域にとって、川辺川におけるダムの建設は大きな治水効果を期待できる合理的な治水対策と言えるだろう。ダムの建設を前提とした上で、今回のような超過洪水に対応するために、球磨川本川上流部や川辺川下流部における遊水地の建設など様々な流域治水策を総合的に実施し、流域全体の治水安全度を向上させる必要がある。

もちろん上記の結論は治水面のみを考慮したものであり、環境面については一切考慮していない。川辺川・球磨川の環境を守るのは大事なことである。だから 12 年前、川辺川ダムの建設は中止されたのだ。しかしあの時、ダムのメリットとデメリットを冷静に比較した上で、多数の民意がダムを作らないという判断をしたのだろうか。私は「否」だったと思う。このような水害が起こってしまったいま、水害から人命と財産を守ることと、球磨川や川辺川の清流と鮎を守ることの、どちらが本当に大事なことなのかを私達は本気で考えて判断を下す必要があるのではないだろうか。

2020 年の 11 月 19 日、熊本県知事はこれまでのダムなし治水の立場からダム建設容認の立場へと舵を切った。ダム容認とはいっても建設するのは環境に負荷の少ない流水型ダムである。流水型ダムによって命と環境の両方を守るのが、先の二者択一の問題に対する知事の答えであろう。確かに流水型ダムは河川の連続性を維持することでダム上下流での魚の回遊を可能とし、漁業資源に対する悪影響を減らせる可能性がある。また、洪水濁水をなくすことができ、濁水の長期化問題を減少させられる可能性もある。しかし、貯留型ダムという現行の計画を白紙に戻しダムの設計や環境アセスメントをやり直すというのは、時間がかかり過ぎないだろうかと危惧している。川辺川ダムと同規模の流水型ダム

には未だ実績がないのも気になるところである。総貯水容量 1 億 m^3 を越え、堤高 100 m を越える流水型ダムを自然流下方式にするのは治水効率も悪く、状況によっては危険を招く可能性もある。治水効率の高い運用を可能にするにはゲートは不可欠であろう。

気候変動によって線状降水帯による集中豪雨の発生頻度が増加していると言われていた中であって、同様の水害が再び発生する可能性を考えれば、できるだけ早くダムを作るのが最善の策であると考えられる。そういう観点から、既存の計画（貯留型ダム）を即座に実行に移すのがもっとも良い選択だと私は思う。50 年以上翻弄され続けた五木村の人達にとってもダム湖は悲願である。川辺川ダムは日本最後のアーチダムと言われていたダムである。優美なアーチダムに満々と水が貯まってできた湖の風景は観光資源として高い価値を持つことであろう。

とは言え、流水型ダムを否定ばかりするつもりはない。流水型ダムには、環境よりはむしろ次のような大きなメリットがある。堆砂容量を少なくできるため有効貯水容量をもっと増やせる可能性がある点である。川辺川ダムの総貯水容量は 1 億 3,300 万 m^3 である。堆砂容量をどこまで減らせるか更なる検討が必要であるが、発電も灌漑も無くなったいま、総貯水容量近くまで洪水調節容量に使えるのではないだろうか。もしそれが可能となれば流水ダムに生まれ変わった川辺川ダムも球磨・人吉の治水に大きく貢献できるかも知れない。

私は生まれてからずっと川辺川ダム問題を間近に見てきた。今回の水害が起こって、被災した人吉市の中小の商店や飲食店の多くが廃業を余儀なくされているという話も聞く。自分の故郷が、このまま人の住まない、安心して住めないところになるのではないかと心を痛めている。河川工学に携わる専門家として、被災地の将来まで含めた総合的・社会工学的見地からどの方向が最善なのかを積極的に発信することも必要なことだと考え、この場を借りて私の考えの一端を披歴させていただいた。球磨・人吉の一日も早い復興を心より祈ってこの辺で筆を措かせていただきたい。

参考文献

- 1) 千田昇, 人吉盆地南縁の活断層, 活断層研究, 19, 87–90, 2000.
- 2) 日本の地形 7, 九州・南西諸島, 町田, 太田ら編, 東京大学出版会, 380p, 2001.
- 3) 熊本県災異史, 熊本県気象台, 1966.
- 4) 川辺川ダム, 国土交通省九州地方整備局川辺川ダム砂防事務所, 2006.
- 5) (防災レポート Vol.5) 令和 2 年 7 月豪雨における降水量の特徴（速報）-線状降水帯、異例の 11 時間以上継続-. <https://www.jwa.or.jp/news/2020/07/10461/>
- 6) 令和 2 年 7 月豪雨に関する情報, 国土交通省国土地理院, 2020.
https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R2_kyusyu_heavyrain_jul.html#9
- 7) 令和 2 年 7 月球磨川豪雨検証委員会, 国土交通省, 熊本県, 2020.
<http://www.qsr.mlit.go.jp/yatusiro/river/index/index.html>
- 8) RRI model. https://www.pwri.go.jp/icharm/research/rri/rri_top.html
- 9) 平成 20 年 6 月 21～22 日球磨川の出水状況, 国土交通省, 2008.
http://www.qsr.mlit.go.jp/yatusiro/site_files/file/bousai/kuma_syusui/200806_02.pdf
- 10) 球磨川水系河川整備基本方針小委員会資料, 国土交通省.
https://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/kuma_index.html