

## 島根県江の川下流部における令和3年8月の氾濫について\*

岡山理科大学理学部 田上直弥・古田大智・岡本佳奈・鎌滝孝信

### 1.はじめに

2020年7月5日～14日の大雨により、広島県及び島根県の江の川流域で大規模な洪水が発生した。2021年8月11日～15日にも、九州から関東地方の各地で大雨が観測され、江の川で再び氾濫が確認された。このような近年の河川氾濫を受け、洪水時の水理状況を検討する重要な基礎データとなる浸水痕跡（洪水堆積物のベッドフォームや堆積構造等）を調査することは、水害想定の精度向上にもつながると考えられる。本研究では2年連続で氾濫が発生し、中国地方最大規模である江の川を対象に、現地調査結果や観測データから下流での氾濫に起因する気象条件及び地理的条件を考察することを目的とする。

### 2. 河川概要および既往洪水

江の川は始源を広島県山県郡北広島町阿佐山とし、島根県江津市で日本海に注ぐ一級河川である。流路延長194kmの江の川水系は神野瀬川、馬洗川、八戸川など計293本の支川が合流し、阿佐山から三次盆地までを上流部、三次盆地を麓とする尾関山から浜原ダムまでを中流部、浜原ダムから河口までを下流部と区分されている。中流部の河床勾配は下流部の3～20倍で、上流部の河床勾配が中流部の1.5倍以上

江の川流域の過去の洪水	主な原因	概要
嘉永3年(1850年)6月洪水	前線停滞	島根県川本推定流量12,100m <sup>3</sup> /s
明治26年(1893年)10月洪水	前線停滞	広島県吉田推定流量2,000m <sup>3</sup> /s
昭和20年(1945年)9月枕崎台風洪水	台風通過	広島県尾関山2日間積算降水量207mm
昭和47年(1972年)7月洪水	前線停滞	広島県尾関山2日間積算降水量306mm
昭和58年(1983年)7月洪水	前線停滞	島根県川平推定流量7,500m <sup>3</sup> /s
平成7年(1995年)7月洪水	前線停滞	島根県川平推定流量6,300m <sup>3</sup> /s
平成11年(1999年)6月洪水	前線停滞	島根県川平推定流量6,300m <sup>3</sup> /s
平成18年(2006年)9月台風13号洪水	台風通過	広島県尾関山推定流量2,400m <sup>3</sup> /s
平成22年(2010年)7月洪水	前線停滞	広島県尾関山推定流量3,700m <sup>3</sup> /s
平成30年(2018年)7月洪水	前線停滞	広島県尾関山推定流量6,400m <sup>3</sup> /s
令和2年(2020年)7月洪水	前線停滞	下流部浸水面積2.65km <sup>2</sup> , 浸水家屋104戸
令和3年(2021年)8月洪水	前線停滞	下流部浸水面積1.93km <sup>2</sup> , 浸水家屋16戸

表1. 江の川流域での既往洪水の事例

情報元は国土交通省中国地方整備局である(1)。江の川流域で戦後最大規模の出水となったのは、昭和47年7月12日に発生した洪水とされる。

となるため、上流部の急峻化と下流部の平坦化が特徴的な河川である（国土交通省河川局、2007）。

文献に残る江の川の最古の洪水は嘉永3年（1850年）6月まで遡り、戦後最大の増水となった昭和47年（1972年）7月洪水では、損壊家屋が3,960戸、浸水家屋が14,063戸に達した（中国地方河川局、2007）。昭和20年（1945年）9月の枕崎台風や平成18年（2006年）9月の台風13号などの台風起源のものを含め、梅雨を含む前線性大雨が洪水の要因とされ、平成以後江の川で氾濫の確認される周期が短くなっている傾向がある（中国地方整備局、2018）。令和3年（2021年）8月の洪水では8月13日、14日に上流で2回、続いて下流で溢水が報告され、下流での浸水面積は1.93km<sup>2</sup>に及んだ（中国地方整備局、2021）。

### 3. 調査・分析の方法

今回の現地調査では、河口からの距離0～55kmの区間を対象とする。2021年7月に実施した簡易的な調査の後8月11日から中国地方で大雨となり、全流域に及ぶ氾濫となった。国土交通省中国地方整備局の報道資料（2）を参考に、外水による浸水地点を9箇所選定したうえで8月25～27日の3日間で調査を行った。その9箇所は図1に示す通り、上流側から邑智郡美郷町本郷・美郷町港・川本町谷・江津市桜江町大貫・桜江町田津・桜江町榎谷・桜江町仁万瀬・江津市松川町上長良・江津市川平町田野である。各地点の被害状況に応じて、砂堆上に形成されたベッドフォームを詳細に観察すると



図1. 江の川下流域の調査地点の広域図  
地理院地図を編集し、2021年8月25～27日に実施した現地調査での9地点の位置を示す。

\*The field survey of inundation in August 2021, from Gounokawa River, Shimane Prefecture by Naoya TAGAMI, Daichi FURUTA, Kana OKAMOTO and Takanobu KAMATAKI

共に、デューンなどの間隔及び波高を簡易的に計測した。また、溢水によって形成された建造物等の表面の痕跡、堆積土砂の遡上高さなどを参考に浸水規模を推定するほか、各地点の洪水堆積層の厚さを測定した。

気象状況と水位変化の分析では、第1に氾濫前後の降水量の特徴を検討する。江の川水系が集水域となりうる合計13箇所のアメダス観測所として、上流側の広島県で7箇所、下流側の島根県で6箇所を選定した。第2に天気図と衛星画像を使用し、江の川流域を中心とする総観規模の気象を追跡した。資料は、気象庁による協定世界時2021年8月11日18時～15日18時のアジア太平洋域地上天気図、及び850hPa・700hPa・500hPa・300hPa高度の高層天気図を利用した。気象衛星画像は、日本気象協会より日本標準時2021年8月12日0時～16日0時の赤外画像・水蒸気画像を参照した。第3に江の川下流部での河川水位変化を分析するうえで、国土交通省より2021年8月13日0時～20日0時の観測水位データを参照した。地点は上流側から浜原・川本・谷住郷を選定し、基準水位の超過状況等も含め検討した。

#### 4. 現地調査の結果

洪水由来と推定されるベッドフォームについて、江津市榎谷の堤外畠地では10～15cm 波長のカレントリップルがあり、下流側ほど波長が短く不明瞭になっていたことから、水位上昇に伴う河川水の流速低下が考えられる。江津市大貫では円礫のインブリケーションが確認され、砂堆上に60～170cm 波長のデューンがあり、波高が最大18cm に及ぶことから速い流速を維持していたとみられる。支川の君谷川が流入する地点に近い美郷町港では、砂堆上に80～90cm 波長のアンティデューンがあり、河川水が遡上していた可能性が推定された。なお、デューンの確認された大貫では、過去に形成された洪水堆積物（河岸砂と泥の互層）が氾濫流によって削られ、周辺の竹藪の倒壊をもたらしていた。河岸砂と泥の互層の崩落部分には「東洋高圧」と記載された尿素肥料の袋が混入しており、企業沿革や製造時期を調べた結果、1948年以降の洪水によりこの洪水堆積物が形成されたことが判明し、袋の埋没状態から昭和47年（1972年）7月洪水との高い相関性が考えられる。

一方、令和3年8月洪水による洪水堆積物の層厚について、美郷町本郷や川本町谷を除く7地点では概ね1mm以上の厚さである。江津市田野では畦道で3mm、畠地の柿の木周辺で10mm、船津橋近辺で最大6mmのシルトの堆積が確認され、江津市仁万瀬の杉林の樹間ではシルトが10mm 堆積していた。また江津市上長良の河川敷草地上では約8mmの砂の堆積がみられ、これらの調査結果を総合的に踏まえると、下流側の河道に近い場所ほど洪水堆積物の層厚が大きい傾向が示唆される。

浸水痕跡の調査について、周辺道路からの最大浸水位置を特定するうえで、住家の庭にある植え込みの土砂付着位置や建物壁面にできた痕跡を手掛かりとした。具体例として、江津市榎谷では公衆電話ボックスの内側ガラス面にできた痕跡から最大1.39m、江津市田津では電信柱やケーブルテレビ線に絡みつくイネ科植物の位置から最大5.70m の浸水高が推定された。江津市仁万瀬には鏡面に約2.7mの高さまで数本の浸水痕跡が入ったカーブミラーがあったが、7月の調査時に撮影された同一のカーブミラーの画像と比較した結果、痕跡の位



図2. 江の川流域沿いで確認されたベッドフォーム  
左側から、江津市榎谷のカレントリップル、江津市大貫のデューン、美郷町港のアンティデューンである。各地点における河川の流向は図に示す通りである。

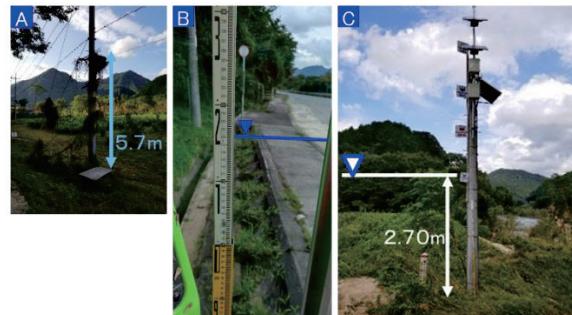


図3. 江の川流域で確認された浸水痕跡の例  
A. 江津市桜江町田津における、イネ科植物の絡みついた電信柱。B. 江津市桜江町榎谷の公衆電話ボックス、ガラス面には1.16mの高さに痕跡が残されているが、国道261号線からの高さを検討すると1.39mに相当していた。C. 肥前郡美郷町の国土交通省簡易水位計

置に相違がなかったため、今回の洪水によるものではないと判断した。また、カーブミラー裏面の設置時期の表示から、この最大浸水位置が令和2年7月洪水に起因すると推察された。これを踏まえ、竹藪の表面を覆う土砂や植物片の高さ、旧三江線陸橋の桁下看板にみられる痕跡から、本年度の洪水でこの地点における最大浸水位は2.10mと考えられる。また、美郷町港では国土交通省の設置した簡易水位計、川本町谷では過去の浸水高を示す表示板があり、令和3年8月洪水における実績浸水深はそれぞれ約2.70m、約0.65mであった。過去の洪水における実績浸水深と比較すると、近年発生した洪水ほど次第に浸水高が低下している傾向がある。

## 5. 気象状況と水位変化の分析

本年度の洪水において、8月12日0時～13日15時を期間前半、8月13日15時～14日15時を期間後半とした積算降水量を検討したところ、13箇所中9箇所のアメダス地点で期間後半の方が大きい値を示している。1時間降水量換算でも差は歴然で、上流部の世羅で3.58mm/hから14.25mm/h、下流側の瑞穂で2.28mm/hから11.42mm/hに増大するなど、江の川全流域で平均的な降水強度の強まりがみられる。また上流部では、1979～2020年までの統計における8月積算降水量平均値に匹敵する雨がわずか24時間以内で降った地点もある。このような莫大な降水量をもたらした背景には、図5のアジア地上天気図に示すように、中国地方を横断する東西に伸びた停滞前線の動きが大きく関連していた。

1回目の大雨のピーク後の13日9時までに、一度北上していた前線が上流部の南側まで移動し、同時に日本の東の海上に位置するオホーツク海高気圧、太平洋高気圧間の気圧の鞍部に貫入する形で、前線の範囲を拡大させている状況であった。その結果、13日未明から朝までの水蒸気画像による対流圈中・上層の多湿な領域が示すように、層厚の大きい積乱雲が10mm/h前後の長雨をもたらし、その強雨域は前線と共に南東方向へ通過していた。2回目の大雨のピークが現れた13日21時～14日15時前にかけ、再び下流部に前線が位置し、14日9時の時点での1002hPaの低気圧が東シナ海の停滞前線上に発生した。クラウドクラスターを伴うこの低気圧は14日21時頃まで遅い速度で北東進していたため、暖湿空気の供給源となり活発な積乱雲が継続的に流入する気象状況へと発展した。

同期間の中国地方を中心とした気象状況を鉛直方向の階層的に捉えた場合、図6のように、下層の850hPa面では上流部及び山陽地方で暖気移流の強弱を繰り返し、短時間強雨等で降水量が増大した14日9時頃を境に、等温線の集中帯が出現するようになった。この領域は停滞前線の南縁に位置し、下流部および山陰地方では寒気が流入し始める時機にもなっていた。また期間を通して、700hPa面から地上まで温数3°C未満の湿潤層が形成される傾向にあり、13日9時には上昇流の極大となる-84hPa/hを観測するなど積乱雲群の発達が十分予想される状況であった。今回の洪水を発生させた大雨は気圧の谷の通過にはよらず、300hPa面においてジェ



図4. 江の川流域におけるAMeDAS観測所配置図  
地理院地図を編集し、今回の分析で気象庁からのデータを参照した合計13か所のAMeDAS観測所の位置関係を示す。オレンジマーカーは上流側の広島県のAMeDAS、青色マーカーは下流側の島根県のAMeDASである。

	(1979-2020)8月1か月降水量平均値[mm]	観測期間／8月12日0時～13日15時		観測期間／8月13日15時～14日15時	
		39時間積算降水量[mm]	1時間降水量換算[mm/h]	24時間積算降水量[mm]	1時間降水量換算[mm/h]
三次(広島県)	141.02	149.0	3.82	157.5	13.13
*君田(広島県)	198.47	119.0	3.05	128.5	10.71
甲田(広島県)	148.90	247.0	6.33	168.0	14.00
*安宿(広島県)	131.23	160.0	4.10	233.0	19.42
庄原(広島県)	146.52	138.0	3.54	124.0	10.33
高野(広島県)	173.14	104.0	2.67	121.0	10.08
世羅(広島県)	125.55	139.5	3.58	171.0	14.25
福光(島根県)	140.60	66.0	1.69	76.5	6.38
桜江(島根県)	166.73	71.0	1.82	102.5	8.54
川本(島根県)	163.62	107.0	2.74	104.5	8.71
瑞穂(島根県)	166.21	89.0	2.28	137.0	11.42
赤名(島根県)	178.61	96.0	2.46	94.5	7.88
浜田(島根県)	145.45	72.0	1.85	115.0	9.58

表2. 令和3年8月洪水での氾濫発生前後における降水量の推移  
気象庁のAMeDAS観測所でのデータを参照した(3)。\*君田は2006年、安宿は2010年からの観測となっている。江の川上流部では平年の8月1か月分に相当する雨がわずか24時間足らずで降った地点もあり、流域全体で期間後半ほど平均的な降水強度の強まりがみられる。

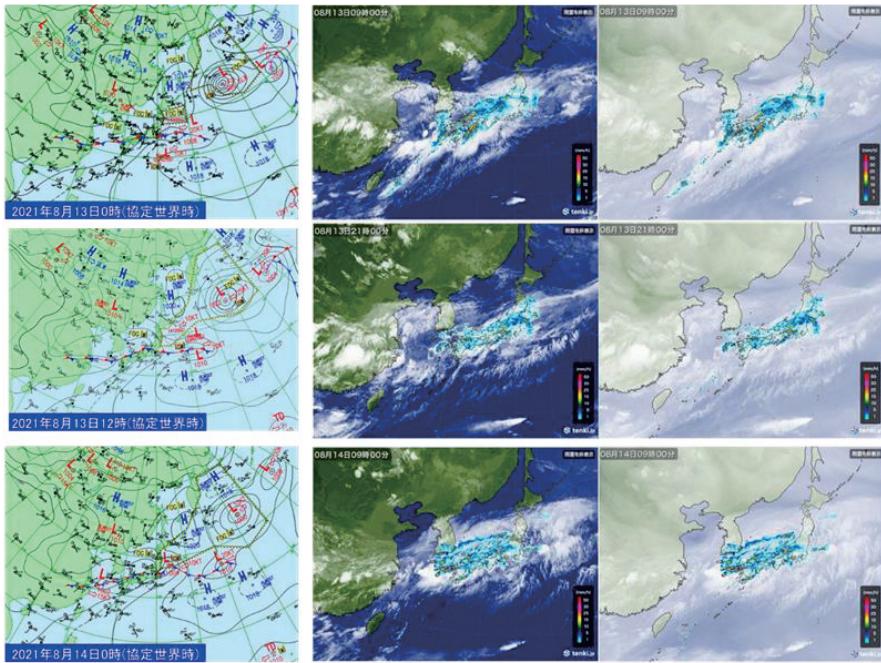


図5. 2021年8月13日9時～14日9時までの12時間ごとの気象変化

左のアジア太平洋域地上天気図は気象庁より(4)、中央の気象衛星赤外画像および、右の気象衛星水蒸気画像は共に日本気象協会より引用した(5)。なお、横に並んだ各図はいずれも同時刻のものである。

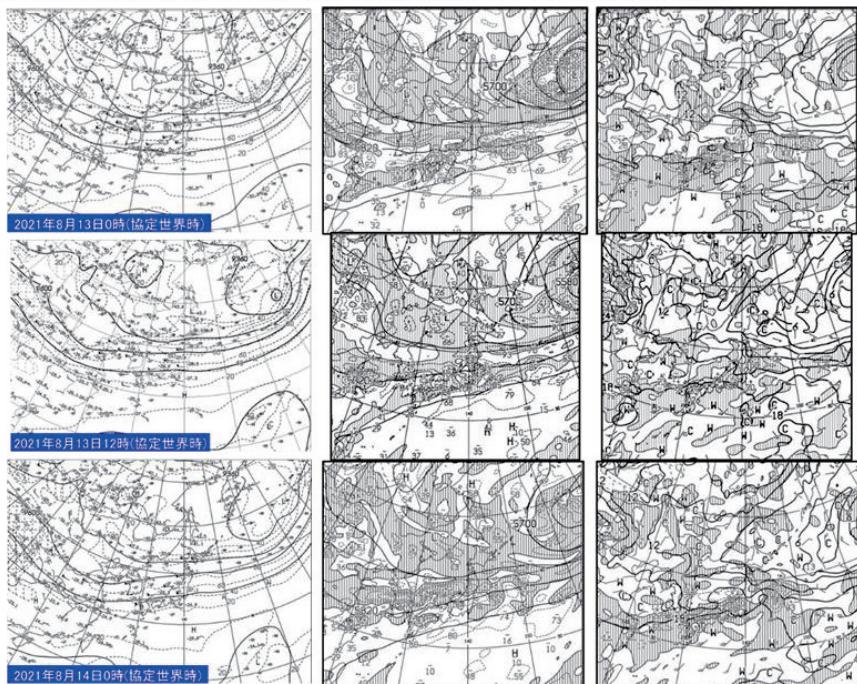


図6. 2021年8月13日9時～14日9時までの12時間ごとの高層気象変化

左のアジア300hPa高度気温・風・等風速線天気図、中央の500hPa高度渦度天気図および、右の極東850hPa気温・風、700hPa上昇流天気図はいずれも気象庁より引用した(6)。なお、横に並んだ各図はいずれも同時刻のものである。

ット気流が中国大陆東岸で蛇行し始めたのは14日9時以降で、ジェット気流の南下により前線及び強雨域が江の川流域から離れる特徴が表れていた。下層から暖湿空気が流入した際に伴う温度上昇は500hPa面まで及び、南西から西の風向変化に合わせて風速が増大した。14日9時の時点で江の川流域は負渦度の高気圧性循環域に一度入ったが、伊予灘付近で $39 \times 10^{-6}$ sの正渦度極大が表れるなど低気圧性循環の領域が周辺部にあり、主に中・下層で発生した積乱雲が江の川の水位上昇につながる大雨の誘因になったと考えられる。

ここで江の川下流部における水位変化について分析する。谷住郷では、13日19時頃に1回目の極大水位10.48mを記録した。14日8時頃に氾濫注意水位まで低下したが、氾濫発生後の14日21時頃に更なる極大水位の13.98mに達した。川本では、13日17時頃に氾濫危険水位8.60mを超える1回目の極大水位9.25mを記録し、14日7時頃に6.33mまで低下したが、氾濫発生後の14日17時頃に更なる極大水位の11.16mに達した。川本でも期間後半の水位が高い2つの山型のピークが確認でき、18~20時間で2回氾濫危険水位を超過する変動の激しい状況であった。また浜原では、1回目の極大水位が13日15時頃の10.82m、2回目の極大水位が14日15時頃の12.31mであったことから、今回の出水は平常時の約4倍以上に相当していた。下流部での3地点での水位変化を総括すると、上流部を中心とした莫大な降水量及び流域全体での平均的な降水強度の増加が、2回目の極大水位の上昇や下流部での溢水を及ぼしたといえる。

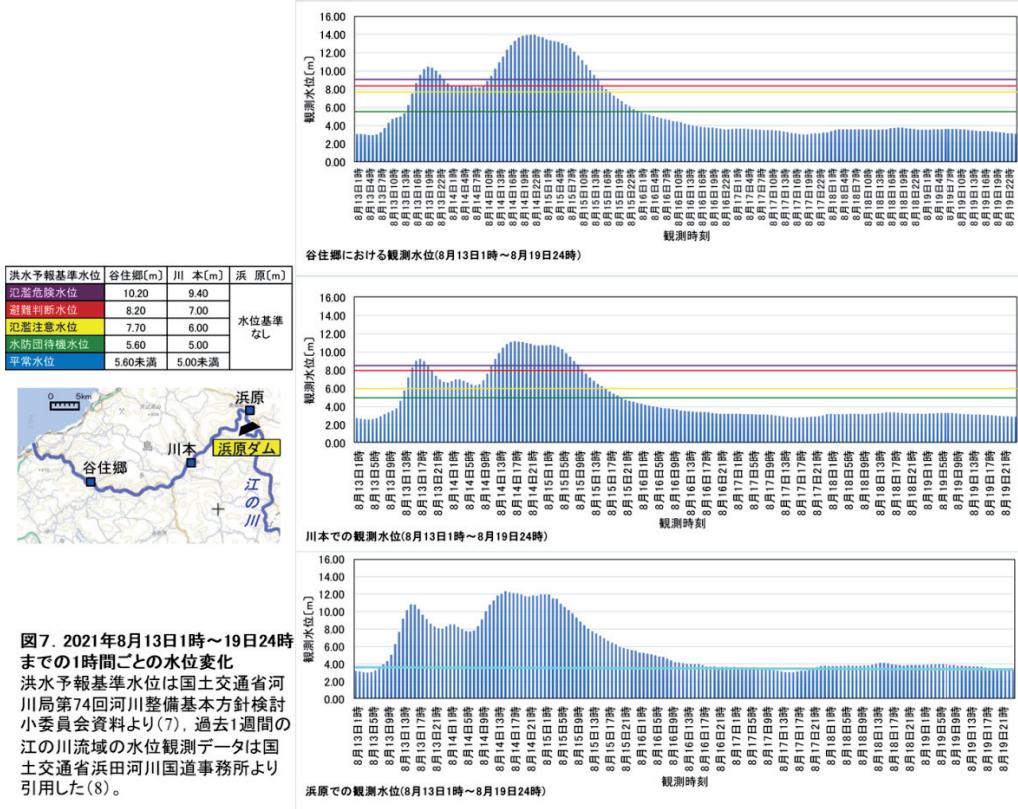


図7. 2021年8月13日1時～19日24時までの1時間ごとの水位変化

洪水予報基準水位は国土交通省河川局第74回河川整備基本方針検討委員会資料より(7)、過去1週間の江の川流域の水位観測データは国土交通省浜田河川国道事務所より引用した(8)。

## 6. 考 察

本研究では現地調査等により、河川の流路形態及び水流の侵食作用に表れる河床高標高が氾濫規模とどのくらいの相関をもつかを検討した。各地点の標高と、現地調査地点における最大浸水高を表3と表4に示す。流路が直線または屈曲に該当する地点でデータを比較した結果、江津市内の屈曲地点ほど最大浸水高がやや大きい傾向である。ただし、今回の現地調査における計測に誤差を含む分、流路形態が必ずしも浸水規模に直

結するとは断定できていない。また令和3年8月洪水において、国土交通省中国地方整備局が確認した合計28の外水による浸水地点を基に、河口からの距離と平均・最深河床高標高差のデータをプロットした結果、図8のように相関係数が-0.429と比較的の相関性は低い。平均・最深河床高標高差の平均値、第3四分位数はそれぞれ5.11m、6.40mとなり、標高差が8.0m以上に相当する地点も4箇所あった。河口からの距離が25kmの地点より下流側では例外もあるが、0-55km地点間の下流部を巨視的に捉えると、平均・最深河床高標高差が極端に大きい場所では溢水の可能性は相対的に低いといえる。

今回の氾濫の気象要因には、対流圈中・下層で発達した積乱雲群による上流部を中心とした継続的な大雨、停滞前線及びその南縁での下層ジェット、停滞前線上に発生した低気圧による暖湿空気の流入、高水位の状況下における降水量急増、が挙げられる。また、カレントリップルやデューン及び洪水堆積物が確認されたことから、江津市内の河道屈曲地点を中心に溢水の危険性がより高まり、氾濫危険水位よりさらに2m以上高水位が継続されれば、広範囲の浸水に発展しうるといえる。

## 引用文献

- (1) 国土交通省、第74回河川整備基本方針検討小委員会、参考資料4-2 江の川水系の特徴と課題、2007.
- (2) 国土交通省中国地方整備局、令和2年7月豪雨による中国地方整備局管内の出水概況【第3報】、2020年8月25日記者発表資料、2020.
- (3) 気象庁 過去の降水量データ（1979～2020年の8月降水量データ、2021年8月11日～19日毎積算降水量、1時間最大降水量）、2021. <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obssl/index.php>
- (4) 気象庁 アジア太平洋域地上天気図（世界協定時で2021年8月11日0時～15日18時）、2021. <https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/wxchart/quickmonthly.html>、(2021年8月15日閲覧)
- (5) 日本気象協会 過去の気象衛星観測データ 赤外画像、可視画像、水蒸気画像（2021年8月12日0時～16日0時）、2021. <https://tenki.jp/past/2021/08/12/satellite/japan-near/>
- (6) 気象庁 高層天気図（世界協定時で2021年8月11日0時～15日18時）、2021. <https://www.jma.go.jp/bosai/numericalmap/#type=upper>、(2021年8月16日閲覧)
- (7) 国土交通省河川局、江の川水系の流域及び河川の概要(案)、2007.
- (8) 川の防災情報 国土交通省 過去1週間の観測水位（8月13日0時～8月19日24時）、2021 <https://www.river.go.jp/kawabou/pcffull/tm?itmknCd=4&ofcCd=22308&obsCd=2&isCurrent=true&fld=0>, (2021年8月20日閲覧)
- (9) 国土交通省中国地方整備局、令和3年8月11日から19日にかけての前線による大雨中国地方整備局管内の出水概況【第3報(最終報)】、2021年10月1日記者発表資料、2021.
- (10) 国土交通省河川局、江の川水系河川整備基本方針 基本高水等に関する資料(案)、2007.

調査地点	流路形態	標高[m]	推定最大浸水高[m]
美郷町本郷	屈曲・外側	55	(*)1未確認
美郷町港	直 線	30	2.70
川本町谷	直 線	30	0.65
江津市大貫	屈曲・内側	15	(*)2測定不可
江津市田津	屈曲・内側	20	5.70
江津市榎谷	屈曲・内側	20	1.39
江津市仁万瀬	屈曲・外側	25	2.10
江津市上長良	直 線	10	0.84
江津市田野	屈曲・外側	10	1.27

表3. 令和3年8月洪水での各地点の推定最大浸水高

調査地点	流路形態	洪水発生時期	推定最大浸水高[m]
美郷町本郷	屈曲・外側	平成30年7月	0.74
美郷町港	直 線	令和2年7月 平成30年7月 昭和47年7月	3.75 4.70 5.65
川本町谷	直 線	令和2年7月 平成30年7月 昭和47年7月	2.35 2.70 3.10
江津市田津	屈曲・内側	昭和47年7月	2.17
江津市仁万瀬	屈曲・外側	令和2年7月 昭和47年7月	2.71 3.24

表4. 過去の洪水での各地点の推定最大浸水高

各調査地点の標高は、地理院地図の測量データから推定した。(\*)1本郷では本年度の洪水における有効な浸水痕跡が確認されず、(\*)2大貫では地盤を形成する河岸砂と泥の互層が顕著に崩壊していたため、正確な測定を実施できなかった。

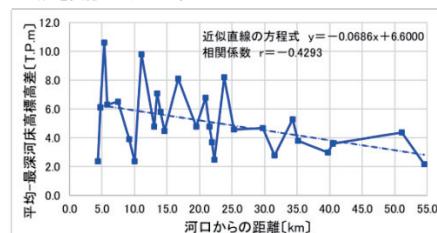


図8. 令和3年8月洪水における浸水地点の河口からの距離と平均・最深河床高標高差との相関  
浸水地点の河口からの距離は国土交通省中国地方整備局(9)、平均・最深河床高は国土交通省河川局の測量データを参照した(10)。