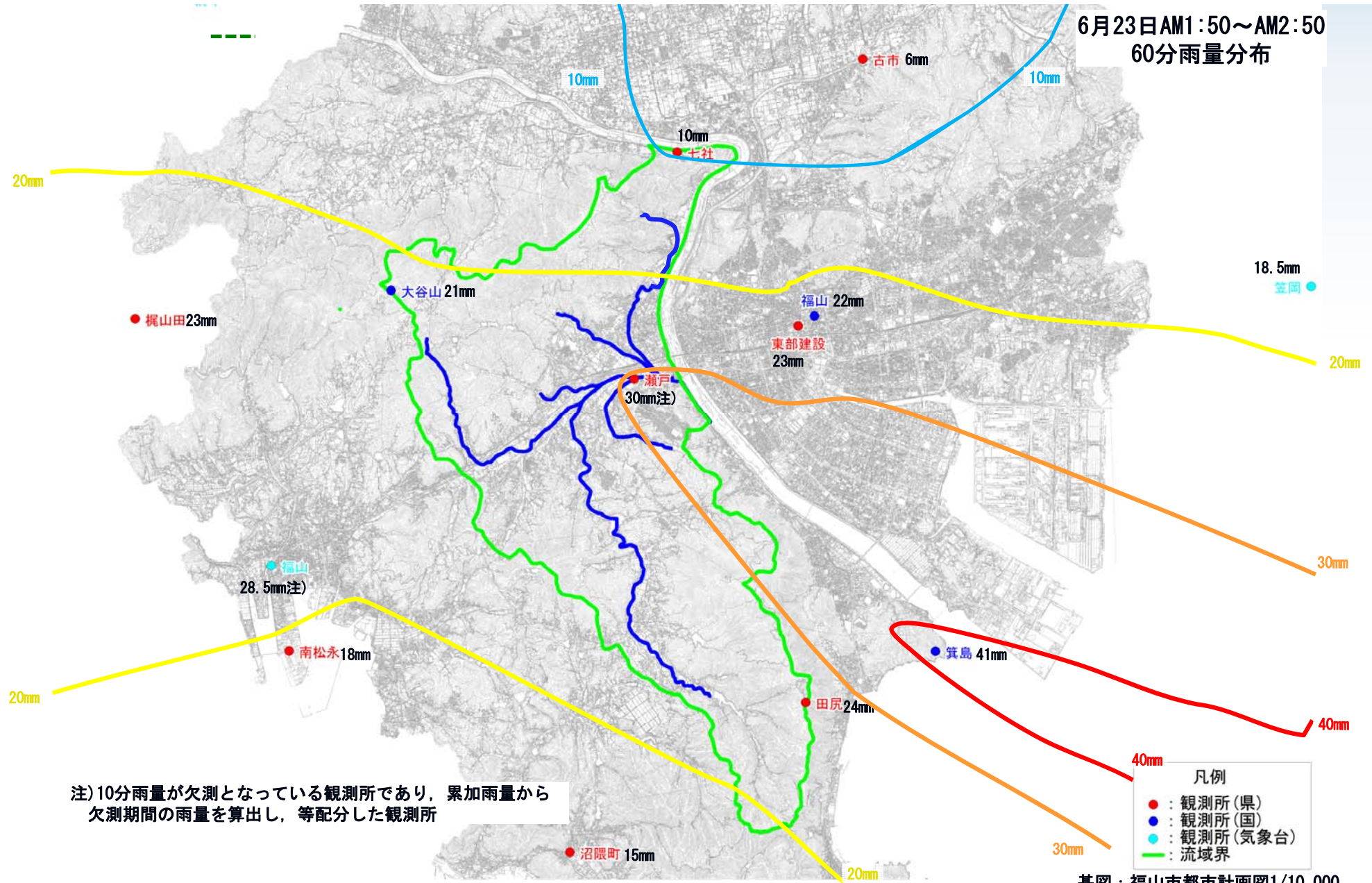


瀬戸川流域における治水対策 ～ 平成28年6月23日出水の概況 ～

1. 平成28年6月23日出水の概況

(1) 平成28年6月出水時の水文量(60分雨量)

・6月23日未明の60分雨量(1:50~2:50※)は、瀬戸観測所(広島県)で30mmの降雨を観測しており、局所的な豪雨ではなく、福山市全体に同規模の降雨が発生している。
※60分雨量の時間は瀬戸川流域の最大降水量の時間(1:50観測結果~2:50観測結果)



1. 平成28年6月23日出水の概況

(2) 平成28年6月出水時の水文量(120分雨量)

・6月23日未明の120分雨量(1:00～3:00※)は、瀬戸観測所(広島県)で55mmを観測するなど、福山市を中心とした分布状況となっている。

※120分雨量の時間は瀬戸川流域の最大降水量の時間(1:00観測結果～3:00観測結果)



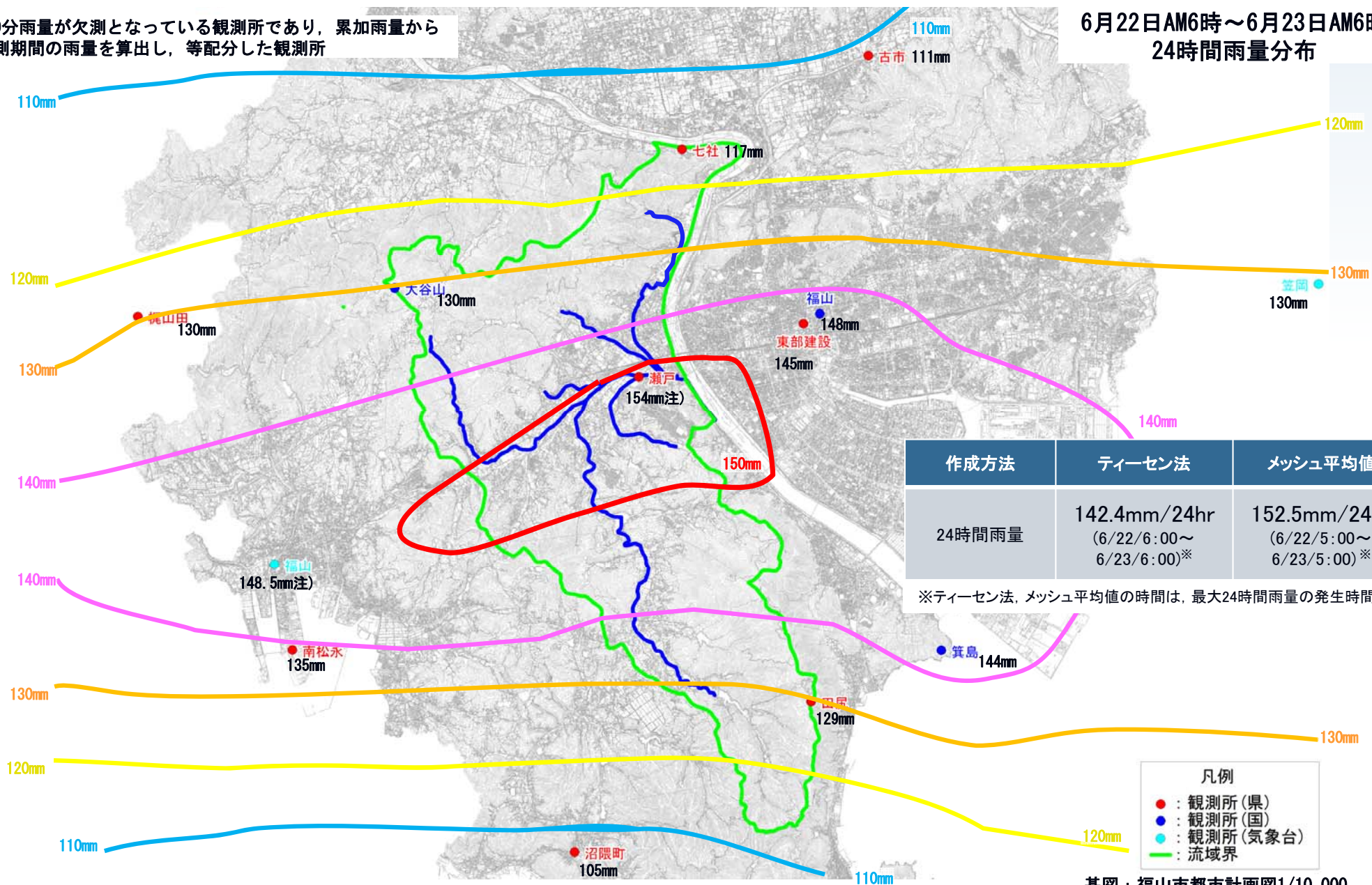
1. 平成28年6月23日出水の概況

(3) 平成28年6月出水時の水文量(24時間雨量)

・6月22日AM6時～6月23日AM6時までの24時間雨量※は、瀬戸観測所(広島県)で154mmを観測するなど、福山市を中心とした分布状況となっている。
 ※24時間雨量は、瀬戸川流域の最大降水量の時間(22日AM6時観測結果～23日AM6時観測結果)

注)10分雨量が欠測となっている観測所であり、累加雨量から欠測期間の雨量を算出し、等配分した観測所

6月22日AM6時～6月23日AM6時
24時間雨量分布

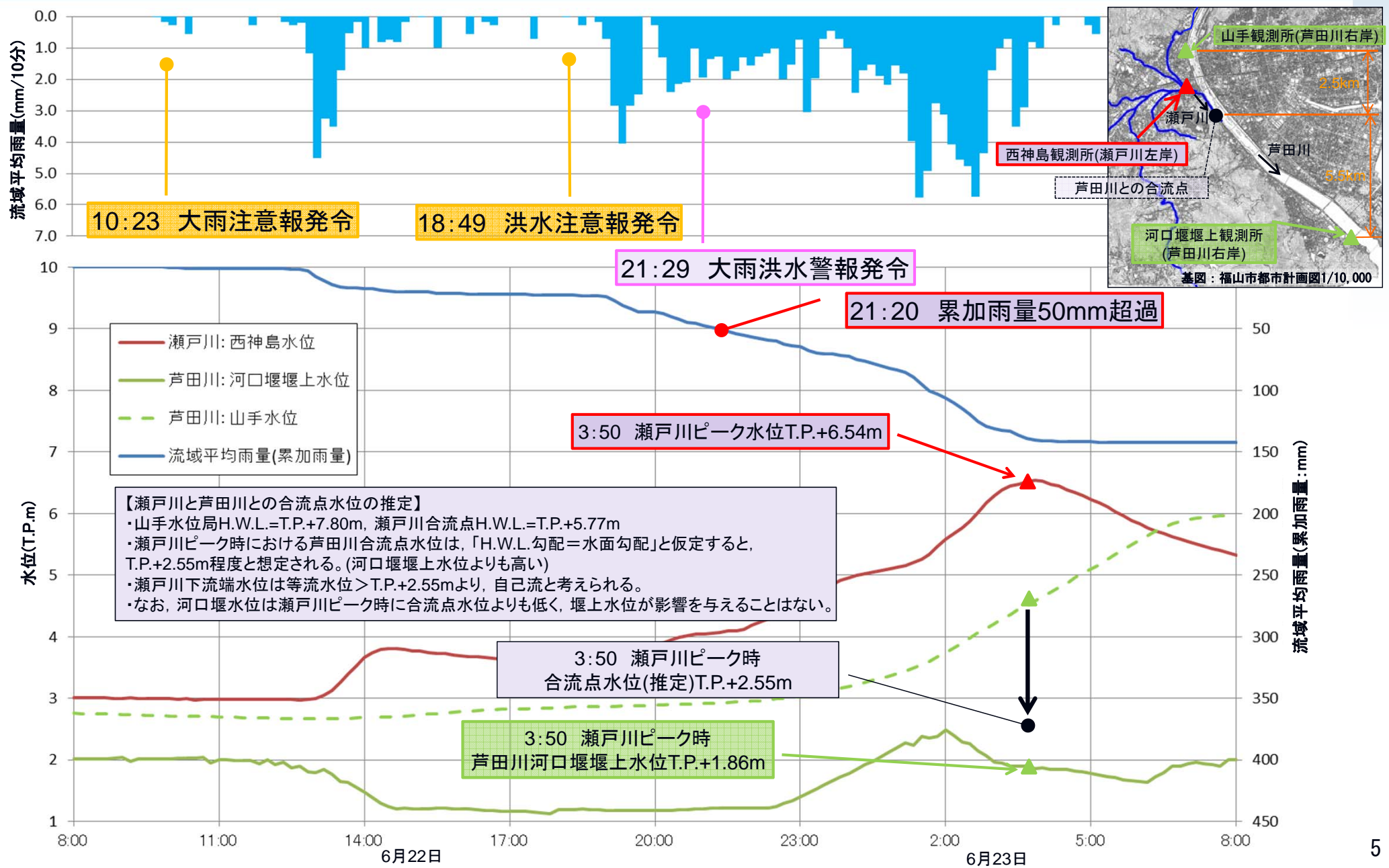


基図：福山市都市計画図1/10,000

1. 平成28年6月23日出水の概況

(4) 平成28年6月出水時の水文量(降雨と河川水位)

- ・瀬戸川水位と芦田川水位のピーク時間は異なっており、瀬戸川は自己流で流下したと想定される。
- ・瀬戸川流域雨量は22日21時過ぎに当日の累加雨量が50mmを超過し、飽和状態であったと想定される。



1. 平成28年6月23日出水の概況

(5) 被災河川と被害状況

瀬戸川流域における主な被災状況は以下のとおり。

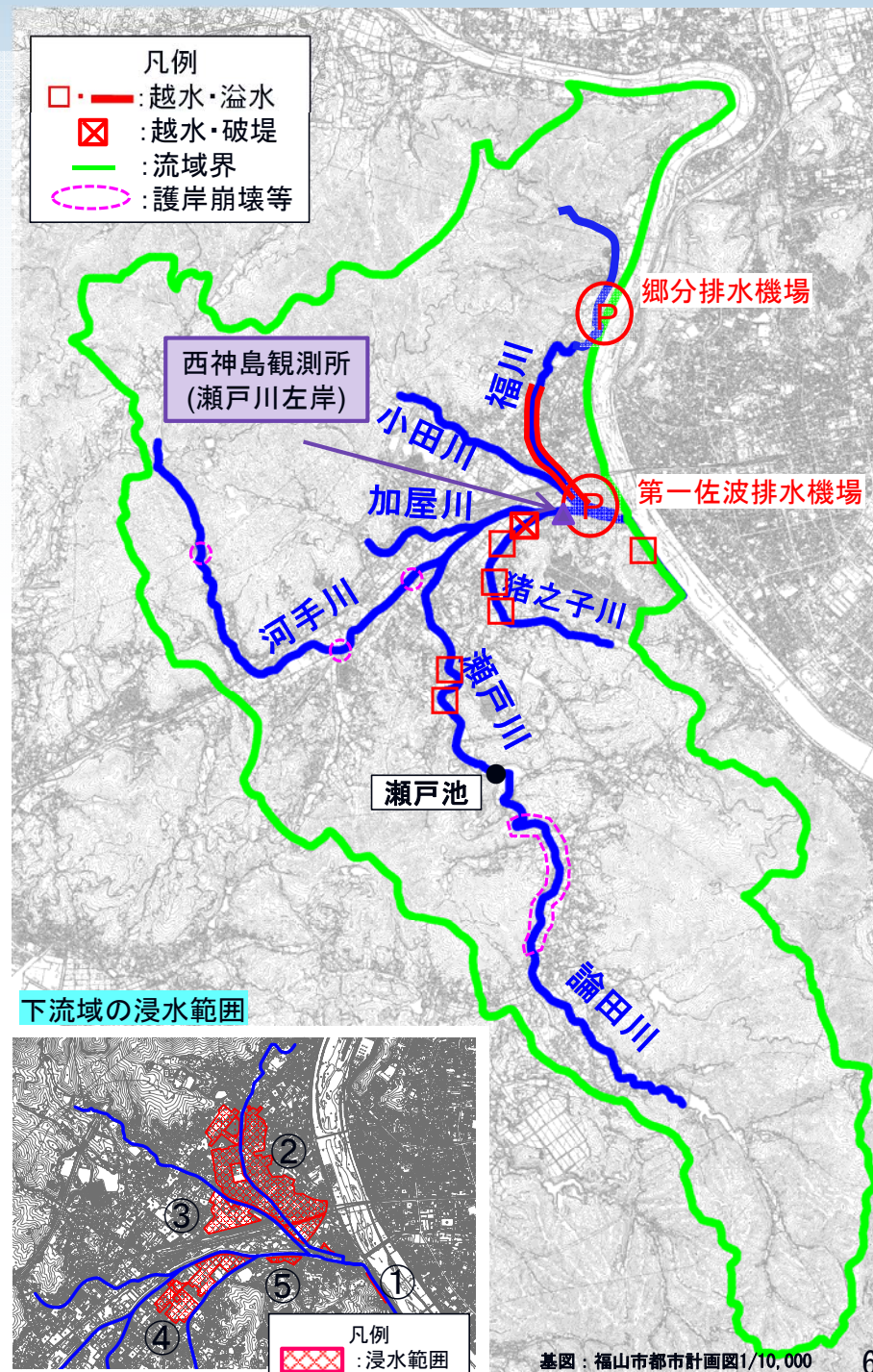
- ・瀬戸川は、芦田川合流点上流で流下能力不足による溢水により被害が発生。
- ・猪之子川は、瀬戸川背水影響や浸透による裏法面の崩壊等により越水・破堤被害が発生。
- ・瀬戸川5k000付近，瀬戸池上流部(論田川)，猪之子川1k300付近，河手川は局所的な被害が発生。
- ・福川は，瀬戸川の内水影響により溢水被害が発生。
- ・その他②，③，⑤の内水被害が発生。

●河川からの越水・溢水箇所

水系	河川名	氾濫形態	
芦田川	瀬戸川	溢水 護岸崩壊等	0k800地点，5k000地点，5k200地点 瀬戸池上流部(論田川)
	猪之子川	破堤	0k120地点
		越水	0k240地点，1k300地点，1k400地点
	福川	溢水(内水)	全川(0k300地点～2k100地点)
	河手川	護岸崩壊等	0k500地点，1k700地点，4k000地点

●下流域の主な浸水範囲(内水域を含む)とその要因

浸水範囲	氾濫面積(ha)	家屋等(戸)		備考
		床上浸水	床下浸水	
①	0.7	—	—	瀬戸川右岸溢水
②	50.0	2	19	福川左右岸溢水(内水氾濫)
③	9.0	—	—	内水
④	17.0	4	18	猪之子川左岸破堤
⑤	1.6	8	10	内水



1. 平成28年6月23日出水の概況

(6) 芦田川下流ブロック河川整備計画の概要

芦田川下流ブロック河川整備計画は、平成15年7月に策定され、瀬戸川流域において整備期間を概ね30年と設定している。

整備目標は、以下のとおりである。

- ・瀬戸川は、昭和60年6月洪水相当の流量を安全に流下させる。
- ・福川は、平成10年10月洪水相当の流量に対し、越水による家屋浸水被害を防止する。

1) 瀬戸川流域の計画規模

- ・瀬戸川の計画規模は1/30年確率。
- ・福川は内水排除計画として1/10年確率規模相当。

水系	河川名	河川整備計画 計画規模	計画 降雨量	備考
芦田川	瀬戸川	1/30年確率 昭和60年6月洪水相当	163mm/24hr (60mm/2hr)※1	
	福川	1/10年確率 平成10年10月洪水相当	137mm/24hr (51mm/2hr)※1	内水排除計画

※1: 洪水到達時間内雨量

1. 平成28年6月23日出水の概況

(6) 芦田川下流ブロック河川整備計画の概要

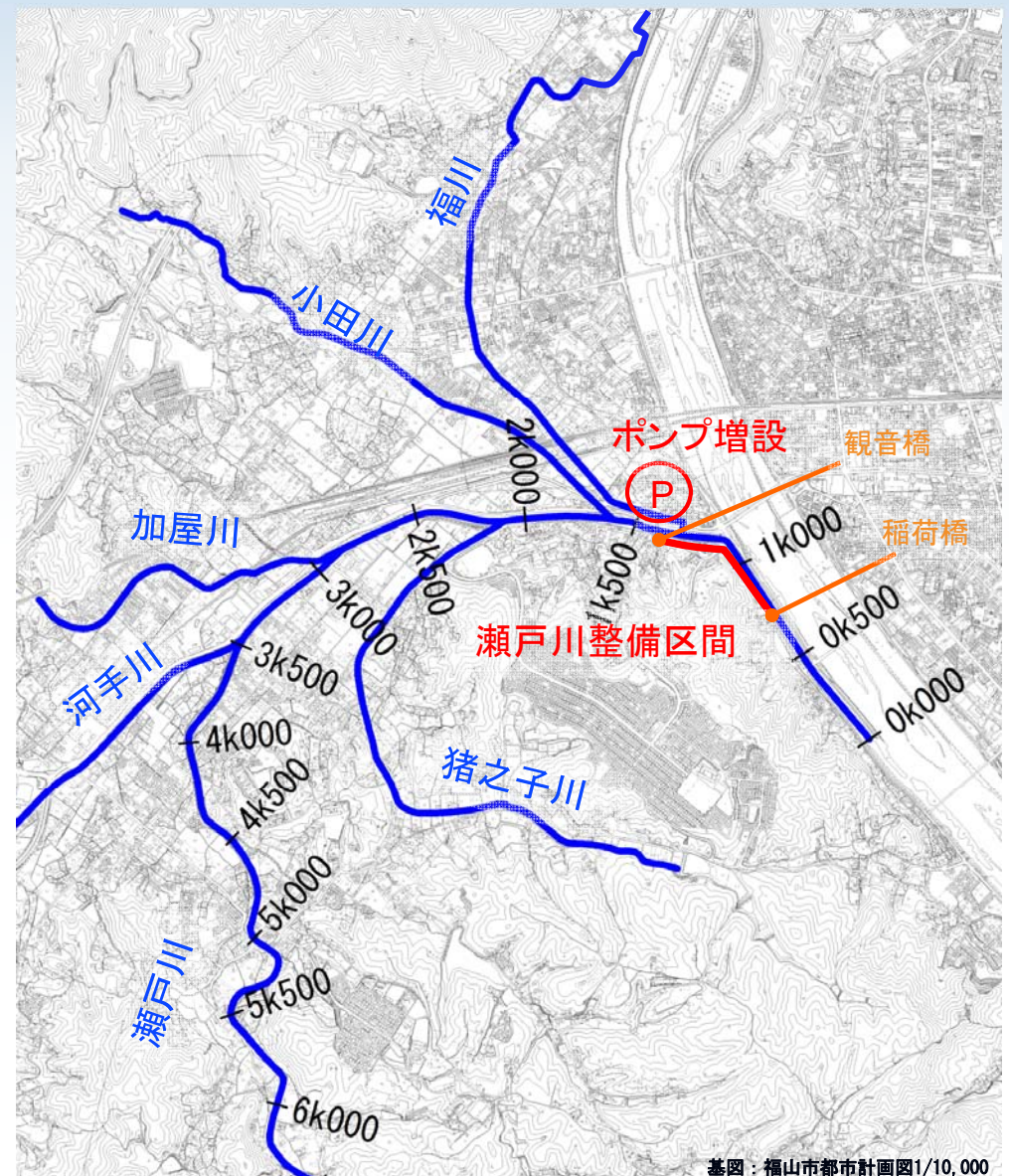
2) 瀬戸川流域の改修内容

- ・瀬戸川は、稲荷橋から観音橋までの0.7km区間の河道改修※1を行う計画である。
- ・福川は、排水機場(9m³/s)を新設し、河道内貯留と併せて計15m³/sの計画高水流量を瀬戸川に排水する計画である。

3) 瀬戸川流域の改修進捗状況

- ・瀬戸川の上下流バランス※2を鑑み、福川に先行して瀬戸川の河川改修を進めることとしている。
今後、当改修計画について国・市や地元関係者と協議・調整を行っていく予定である。

- ※1: 河道改修とは、所定の治水安全度(流下能力)を確保するために、河道内の河床掘削や樹木の伐採、築堤(堤防嵩上げ)等を実施し、河道断面を拡大するものである。
- ※2: 上流部の浸水対策として築堤や狭窄部の開削を行うと下流への洪水流量が増加し、下流部が今より危険な状態になる。このような場合、上下流部を調整し、お互いに治水対策を図ることが重要であり、これを「上下流バランス」と称している。例えば、瀬戸川流域の対策は、福川を先行して実施した場合、瀬戸川本川下流部が危険になるという意味である。



整備区間位置図

1. 平成28年6月23日出水の概況

(7) 被災降雨規模の概況

- ・平成28年6月23日洪水は、瀬戸川流域で1/5年確率程度。(24時間雨量で1/20年確率)
- ・福山市付近では前日の22日12時～24時に70mm程度の前期降雨があり、23日未明からの降雨前に飽和状態であったと推測される。(河川整備計画：Rsa(飽和雨量)=50mm)

水系	河川名	計画降雨量 (河川整備計画)	実績降雨量 (流域平均)	実績降雨(流域平均) 確率規模
芦田川	瀬戸川	【163mm/24hr】 60mm/2hr※1	【142.4mm/24hr】 (6/22/6:00～6/23/6:00)	【1/20年確率※2】 1/5年確率※3
	福川	【137mm/24hr】 51mm/2hr※1	47.6mm/120min (6/23/1:00～3:00)	

※1:洪水到達時間内雨量

※2:24時間雨量の確率評価(河川整備計画のゲンベル手法より評価 1/10年確率=136.22mm, 1/30年確率=162.64mm)

・ゲンベル手法とは、水文統計解析手法の1つである。

・瀬戸川の場合、数年間の年最大24時間雨量を収集し、ゲンベル手法を用いて統計処理することにより、10年に1回、または、20年に1回発生する降雨量を求めている。

※3:福山観測所の降雨強度式に基づく評価。

1. 平成28年6月23日出水の概況

(8) 災害発生メカニズムの検証

1) 被災流量の評価

- ・瀬戸川の横断面図を用いてH-Q式を作成し、西神島水位局の観測水位から被災流量を算定した結果、約180m³/s程度となっている。
- ・西神島水位局地点を180m³/sとして不等流計算を実施し、浸水箇所(0K800)や猪之子川合流点痕跡水位と計算水位を比較した結果、概ね一致しているため、**180m³/sを採用**する。
- ・観測所地点の流量と計画流量を比較すると、各河川とも計画高水流量以下である。

水系	河川名	水位局		水位局地点の 計画高水流量 (m ³ /s)
		観測水位 (T.P.m)	換算流量 (m ³ /s)	
芦田川	瀬戸川	6.54	176.84	300 (250:1/10年確率※1)

※1: 瀬戸川暫定計画による通過流量

※不等流計算180m³/sによる痕跡合わせ計算結果

河川名	地点	距離標	計算水位(T.P.m)
瀬戸川	浸水箇所(0K800地点)	0k800	6.02(6.20)
	福川合流点	1K300	6.51(-)
	西神島水位局	1K481	6.61(6.54)
	猪之子川合流点	2K121	6.97(6.87)

※計算水位のカッコ書きは、痕跡水位調査結果。ただし、西神島水位局地点は観測水位。

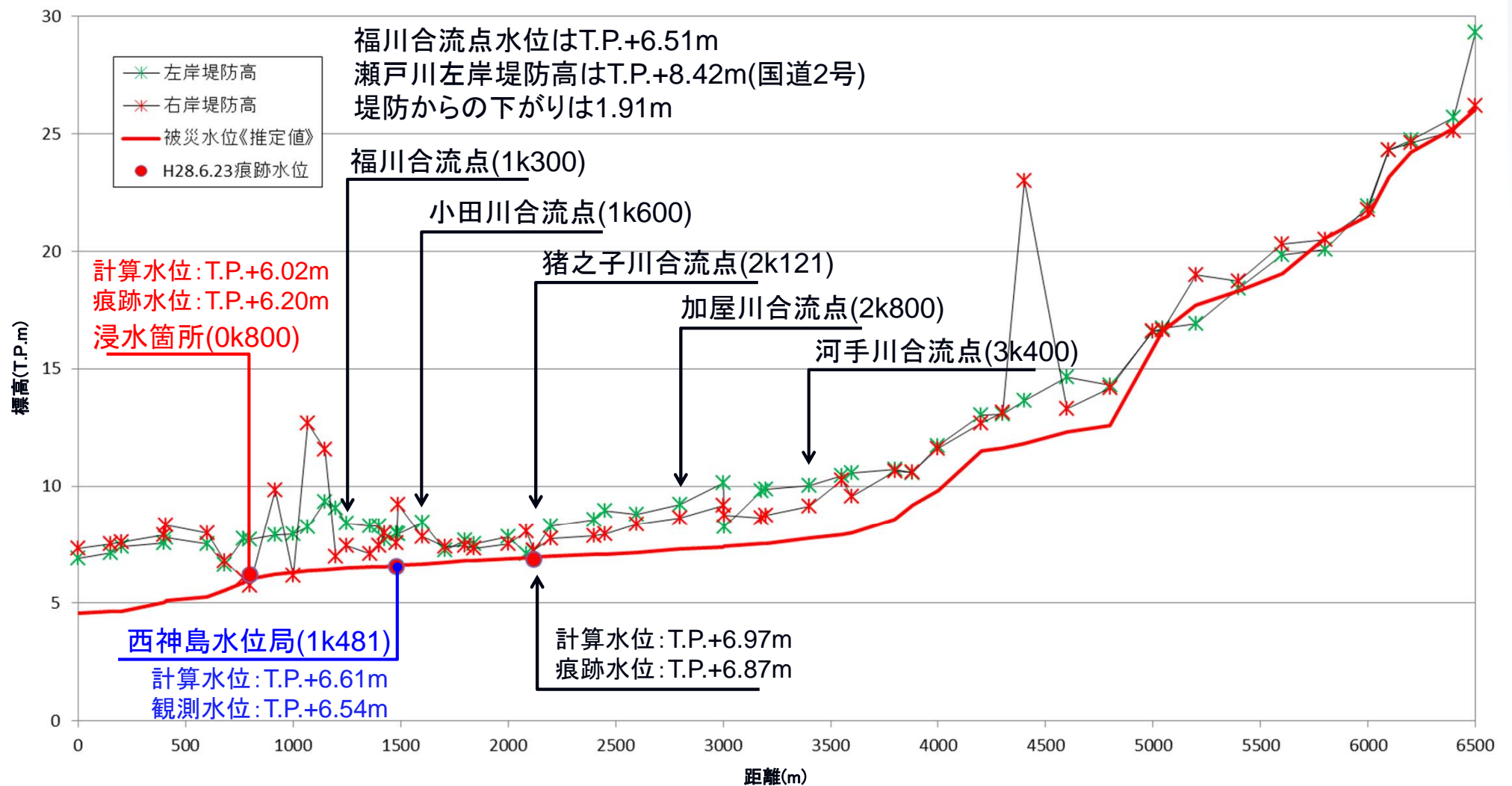
1. 平成28年6月23日出水の概況

(8) 災害発生メカニズムの検証

2) 猪之子川, 福川の浸水要因

- ・被災流量の再現結果を基に, 瀬戸川の被災時水位縦断面図を作成し, 瀬戸川の影響を検証した。
- ・瀬戸川水位と猪之子川, 福川の痕跡水位を踏まえ, 災害発生メカニズムを検証した。

i) 芦田川水系瀬戸川水位縦断面図



1. 平成28年6月23日出水の概況

(8) 災害発生メカニズムの検証

ii) 猪之子川浸水要因

① 越水・破堤箇所(痕跡水位調査より)

- ・越水箇所(破堤箇所より100m上流)における堤防高はT.P.+7.07m程度
- ・破堤箇所の堤防高T.P.+7.02mを踏まえると破堤箇所でも越水したと想定される。



1. 平成28年6月23日出水の概況

(8) 災害発生メカニズムの検証

② 災害発生メカニズム(推定)

- ・猪之子川を含む瀬戸川流域の平均降雨量は47.6mm/120分程度である。
- ・前日の22日12時～24時の間に70mm程度の前期降雨があったため、飽和状態に近い状況が推測され、完全流出※1に近い状況が考えられる。
(河川整備計画における飽和雨量は50mm。なお、24hr雨量は142.4mmであり、1/20年確率規模相当を記録している)
- ・これにより、瀬戸川の水位が猪之子川合流点でT.P.+6.97mまで上昇し、猪之子川ネック地点堤防高(T.P.+7.0～7.1m)に迫る背水※2影響が発生した。
- ・その結果、猪之子川自己流の流下が困難となり、瀬戸川合流点付近の左岸から2箇所越水し、下流側の堤防が決壊した。
- ・なお、瀬戸川、猪之子川においては、越水していない箇所においても浸透(漏水)による堤防裏のりの崩壊が確認されている(P.16参照)ため、破堤は越水以外の要因も考えられる。

※1: 完全流出とは、雨が降り始めてから、流域が飽和状態(地中に浸透できず、凹地に貯留しなくなり、降った雨が全て河道に流れ込む状態)になった場合の流出をいう。飽和雨量は飽和状態になるまでの累加雨量である。

※2: 背水とは、主に本川と支川との関係で、洪水時に本川の水位が高いと、支川の水が流れづらくなり、水位が上昇する現象をいう。なお、その影響を受ける区間を背水区間という。

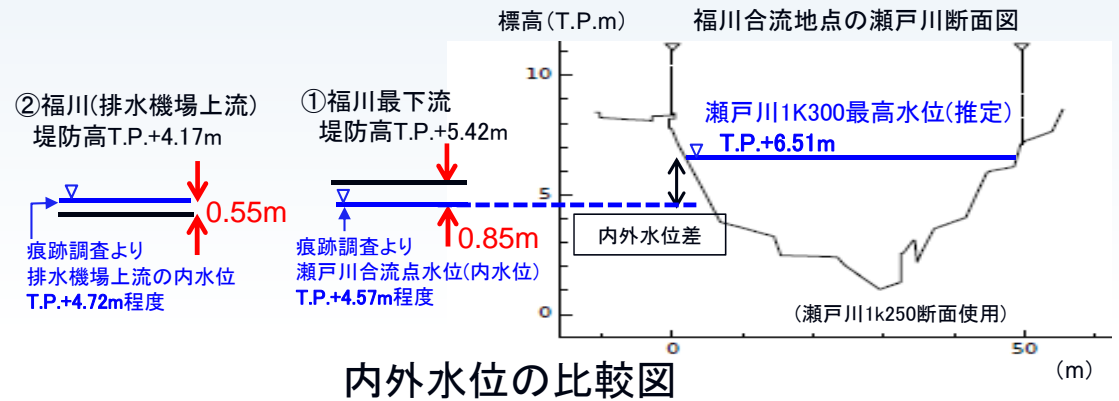
1. 平成28年6月23日出水の概況

(8) 災害発生メカニズムの検証

iii) 福川浸水要因

① 内外水位の状況(痕跡水位調査より)

- ・福川の内外水位は瀬戸川背水影響を受けたものではなく、樋門閉鎖時の水位である。
- ・第一佐波排水機場上下流の水位は概ね同等と考えられる。



② 排水機場上流



① 福川最下流

1. 平成28年6月23日出水の概況

(8) 災害発生メカニズムの検証

② 災害発生メカニズム(推定)

- ・福川を含む瀬戸川流域の平均降雨量は47.6mm/120分程度である。
- ・前日の22日12時～24時の間に70mm程度の前期降雨があったため、飽和状態に近い状況が推測され、完全流出に近い状況が考えられる。
(河川整備計画における飽和雨量は50mm。なお、24hr雨量は142.4mmであり、1/20年確率規模相当を記録している)
- ・これにより、瀬戸川の水位が福川合流点でT.P.+6.39mまで上昇しているが、樋門閉鎖により、内水位はT.P.+4.6～4.7m程度となっている。
- ・福川の河川特性である「内水河川」の典型的な内水氾濫であり、浸水範囲内の痕跡水位調査結果から概ねT.P.+4.7mで水平湛水したと考えられる。
- ・福川の堤防高(合流点から約2km区間)は橋梁地点を除き、T.P.+4.4m～4.7m程度となっており、堤防からの溢水が発生していると考えられる。
また、福川には耕地からの水路も接続しており、水路にフラップゲート等が設置されていないことから、福川の背水影響で水路から浸水したことも広範囲の浸水被害の要因の一つに考えられる。

1. 平成28年6月23日出水の概況

(8) 災害発生メカニズムの検証

3) 瀬戸川被災要因

- ・瀬戸川の被災箇所は5箇所
- ・①,⑤は流下能力不足による溢水箇所と推定される。
- ・②～④は瀬戸川流下能力が被災流量(推定)以上あるため、越水していないと推定される。



《②～④地点の状況》

- ・堤防裏のりが崩壊している。
- ・浸水要因としては、A:越水によるもの、B:浸透(漏水)等によるものが想定されるが、ここではBの浸透(漏水)によるものと推測される。

⇒猪之子川の破堤により、瀬戸川流量が逆流しているが、破堤はピーク時と想定されるため、西神島観測所(実績 $180\text{m}^3/\text{s}$ 程度)が流量最大と考えられる。当該流量を加屋川～猪之子川区間に換算すると $130\text{m}^3/\text{s}$ 程度と推測される。

⇒当該地点の流下能力は全地点 $170\text{m}^3/\text{s}$ 以上を有しており、堤防裏のりの崩壊が越水によるものではないと考えられる。

「本書に掲載した下表の地図は、福山市長の承認を得て、同市発行の1万分の1地形図を複製したものである。(承認番号 平28. 福都第510号)」

頁	タイトル
2	(1)平成28年6月出水時の水文量(60分雨量)
3	(2)平成28年6月出水時の水文量(120分雨量)
4	(3)平成28年6月出水時の水文量(24時間雨量)
5	(4)平成28年6月出水時の水文量(降雨と河川水位)
6	(5)被災河川と被害状況
8	(6)芦田川下流ブロック河川整備計画の概要
14	(8)災害発生メカニズムの検証
16	(8)災害発生メカニズムの検証