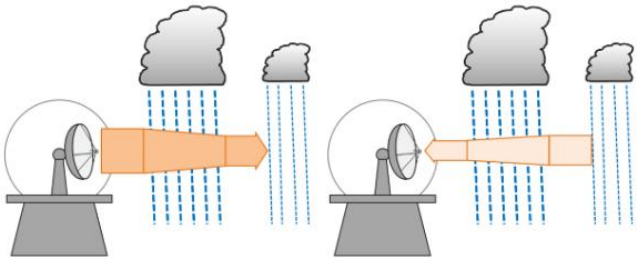
(4) レーダ雨量分布図の比較

各観測方法のレーダ雨量を比較し、適合性の確認や降雨事象の把握に利用する。

レーダ観測は、雨粒等に反射された電波の強さから降水の強度を観測している。しかし、電波が反射されてアンテナまで戻ってくる経路上に強い降水がある場合には、電波が減衰してしまい実際の降水よりも弱い値として観測されることがあるとされている。



降水とアンテナの間に強い降水があるとき

これらにより XRAIN 雨量は地上雨量と比較し小さく観測される傾向や降雨強度が強い地域の背後（レーダ雨量計から離れた地域）の雨量は、小さく観測される傾向となっていると考えられる。今回の観測では、XRAIN が最も小さく、同時刻補正、オンライン補正の順に総雨量が多くなる観測結果であった。

なお、上雨量計観測値を含めて比較し、シミュレーションモデルに適用する数値を選定する。

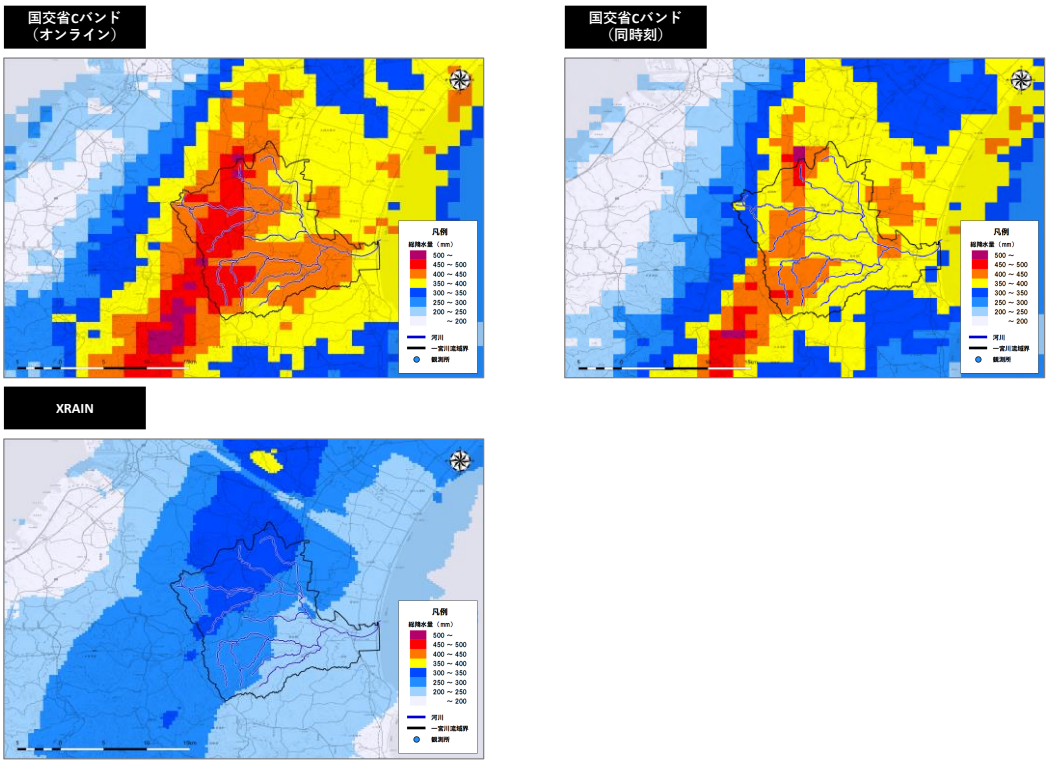


図 3-16 レーダ雨量分布図の比較

3.1.4. 今回降雨の確率評価

一宮川流域では、河川計画を定めるために、雨量観測を開始した昭和 41 年から平成 25 年までのデータを整理している。これに令和 5 年までの降雨を加えて整理し、過去降雨との比較と年超過確率評価を行った。

流域平均雨量について、降雨時間 6 時間および 24 時間の年最大値をグラフに示す。なお、過去の主要水害を起こした平成元年、平成 8 年、平成 25 年、令和元年の降雨を今回に併せて旗揚げしているが、どちらの継続時間でも今次降雨が既往最大であったと整理された。

河川計画に用いている昭和 41 年から平成 25 年までのデータを母数に、流域平均雨量の降雨継続時間 24 時間最大値について各統計手法で算出した結果を以下の表に示す。結果、今次降雨は年超過確率が約 1／180 と算出された。

一宮川では、今後 20 年での整備目標を定める河川整備計画において約 1／10、長期目標を定める河川整備基本方針において約 1／50 を目標とし、現在整備を進めており、今次降雨が計画を大きく上回る降雨であったと評価できる。

■降雨標本（S41～R5）　［金田地点/流域平均　24 時間雨量］

観測所名			金田地点/流域平均		
年			24時間		
			月	日	雨量(mm)
S	41	(1966)	6	28	111
	42	(1967)	10	28	103
	43	(1968)	10	24	104
	44	(1969)	6	23	93
	45	(1970)	7	2	197
	46	(1971)	9	8	206
	47	(1972)	12	24	186
	48	(1973)	10	28	78
	49	(1974)	7	8	105
	50	(1975)	10	19	78
	51	(1976)	6	16	80
	52	(1977)	9	19	138
	53	(1978)	6	23	96
	54	(1979)	10	7	135
	55	(1980)	8	3	132
	56	(1981)	10	23	144
	57	(1982)	9	13	96
	58	(1983)	2	17	112
	59	(1984)	6	23	65
	60	(1985)	2	9	149
	61	(1986)	8	5	238.5
	62	(1987)	9	17	98.1
	63	(1988)	8	11	121.8

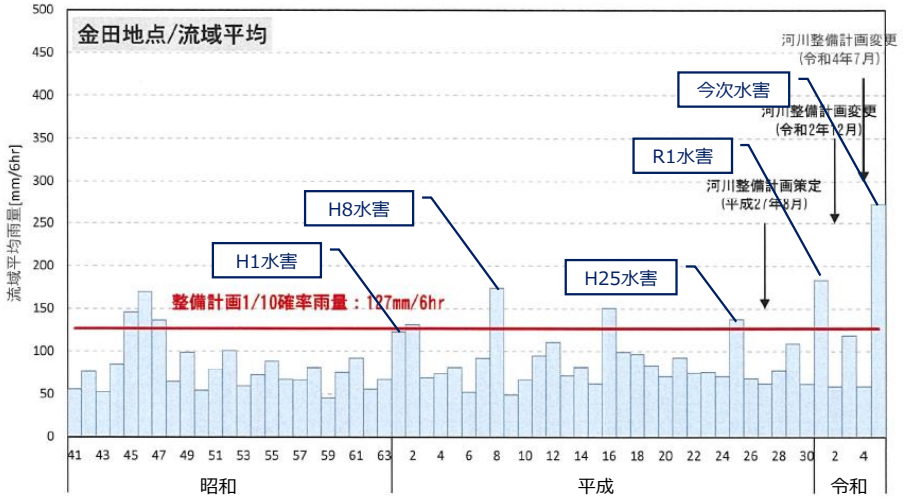
観測所名			金田地点/流域平均		
年			24時間		
			月	日	雨量(mm)
H	1	(1989)	8	1	226.8
	2	(1990)	9	30	184.6
	3	(1991)	10	8	132.5
	4	(1992)	5	31	97.4
	5	(1993)	8	27	113.4
	6	(1994)	3	24	96.1
	7	(1995)	9	17	212.5
	8	(1996)	9	22	301.2
	9	(1997)	5	25	85.9
	10	(1998)	9	16	84.5
	11	(1999)	7	14	137.4
	12	(2000)	7	8	228.7
	13	(2001)	10	11	114.2
	14	(2002)	9	7	178.7
	15	(2003)	8	15	160.1
	16	(2004)	10	9	254.3
	17	(2005)	8	26	175.6
	18	(2006)	10	6	211.6
	19	(2007)	7	15	186.4
	20	(2008)	6	22	90.5
	21	(2009)	5	29	128.2
	22	(2010)	10	10	146.8
	23	(2011)	9	21	115.8
	24	(2012)	5	3	82.6
	25	(2013)	10	16	288.5

観測所名			金田地点/流域平均		
年			24時間		
			月	日	雨量(mm)
	26	(2014)	6	6	138.8
	27	(2015)	7	8	97.3
	28	(2016)	8	16	107.9
	29	(2017)	10	22	198.8
	30	(2018)	9	30	96.9
R	1	(2019)	10	24	256.8
	2	(2020)	1	28	111.5
	3	(2021)	8	8	203
	4	(2022)	4	5	84.5
	5	(2023)	9	9	383

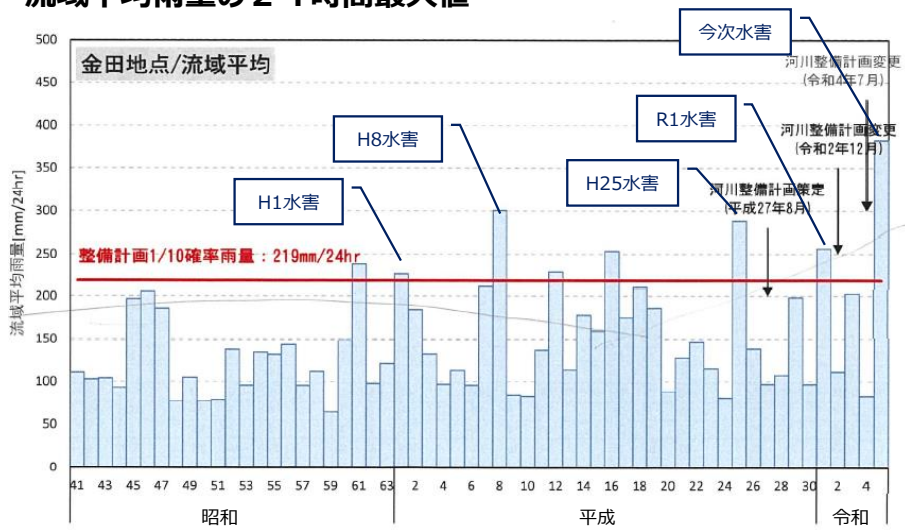
※昭和 41 年から昭和 60 年までは 1 観測所（長生土木あるいは茂原(気象庁)）、昭和 61 年～平成 14 年までは 4 観測所（長生土木、水上、上之郷、市野々）、平成 15 年以降は 5 観測所（長生土木、水上、上之郷、市野々、真名）の観測値をティーセン分割して流域平均化している。

■流域平均雨量最大値

流域平均雨量の６時間最大値



流域平均雨量の２４時間最大値



■河川整備計画に用いている S41～H25 での確率計算結果

標本名		年最大 24時間雨量		水系名	一宮川				
項目		指数分布	グンベル分布	平方根指数型最大値分布	一般化極値分布	対数ピアソンⅢ型	岩井法	対数正規分布3母数	SLSC<0.04の平均
確率水文量	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LogP3	Iwai	LN3Q	
	2	123.2	133.0	128.7	129.8	129.7	130.1	130.5	129
	3	148.9	157.5	151.4	153.4	153.3	153.8	153.9	153
	5	181.2	184.7	178.5	181.2	181.1	181.6	181.1	181
	10	225.0	219.0	215.4	218.4	218.4	218.2	216.5	219
	20	268.9	251.8	253.7	256.8	256.8	254.9	251.8	256
	30	294.5	270.7	277.1	280.2	280.0	276.7	272.7	279
	50	326.8	294.3	307.5	310.7	310.4	304.7	299.4	308
	80	356.6	316.0	336.7	340.1	339.5	331.1	324.5	335
	100	370.7	326.2	350.9	354.4	353.8	343.9	336.6	348
	150	396.3	344.8	377.4	381.3	380.6	367.5	358.9	372
	200	414.5	357.9	396.8	401.0	400.2	384.6	374.9	390
	400	458.4	389.6	445.1	450.8	449.9	426.9	414.7	434
標本数		48	48	48	48	48	48	48	48
SLSC		0.038	0.029	0.031	0.029	0.028	0.028	0.029	0.030
相関係数		0.983	0.99	0.987	0.988	0.988	0.99	0.991	0.988
JackKnife推定値	5	181.2	184.7	178.9	181.5	181.3	181.1	182.8	181.6
	10	225.0	219.0	216.2	219.0	218.3	220.2	213.5	218.7
	30	294.5	270.7	278.6	280.7	278.7	284.5	256.6	277.8
	50	326.8	294.3	309.4	310.8	308.0	315.8	275.0	305.7
	80	356.6	316.0	338.9	339.3	335.9	345.6	291.1	331.9
	100	370.7	326.2	353.3	353.2	349.5	360.1	298.5	344.5
JackKnife推定誤差	5	11.9	12.3	12.9	13.6	12.8	12.6	12.9	12.7
	10	16.6	15.9	17.7	16.2	16.1	16.6	15.8	16.4
	30	24.3	21.6	26.3	23.3	23.8	25.6	26.8	24.5
	50	27.9	24.2	30.6	29.3	29.1	31.1	34.9	29.6
	80	31.3	26.7	34.9	36.8	35.0	36.8	44.0	35.1
	100	32.9	27.8	37.0	41.1	38.2	39.8	48.8	37.9

：SLSC=<0.04のもの

今次降雨を含む令和 5 年までの雨量を標本に加えた母数として確率計算を参考に算定した。

今次降雨や令和元年降雨が母数として加わることで、今次降雨の年超過確率は上記約 1／180 との評価から変わり、約 1／90 と算定された。また、参考に現行の河川整備計画目標規模約 1／10 は約 1／8、方針規模約 1／50 は約 1／25 となる。近年の異常気象の激甚化・頻発化の傾向とも一致した傾向と言える。

■今次降雨まで（S41～R5）での確率計算結果

	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	LN3Q
X-COR(99%)	0.992	0.987	0.992	0.990	0.990	0.991	0.993	0.992
P-COR(99%)	0.993	0.985	0.991	0.992	0.987	0.992	0.992	0.993
SLSC(99%)	0.026	0.034	0.033	0.028	0.044	0.029	0.029	0.028
対数尤度	-304.9	-316.0	-313.0	-313.3	—	-312.5	-312.2	-312.0
pAIC	613.7	636.0	629.9	632.5	0.0	631.0	630.4	629.9
X-COR(50%)	0.990	0.992	0.989	0.986	0.992	0.991	0.989	0.988
P-COR(50%)	0.984	0.983	0.975	0.977	0.983	0.992	0.979	0.979
SLSC(50%)	0.041	0.047	0.057	0.047	0.049	0.049	0.050	0.051

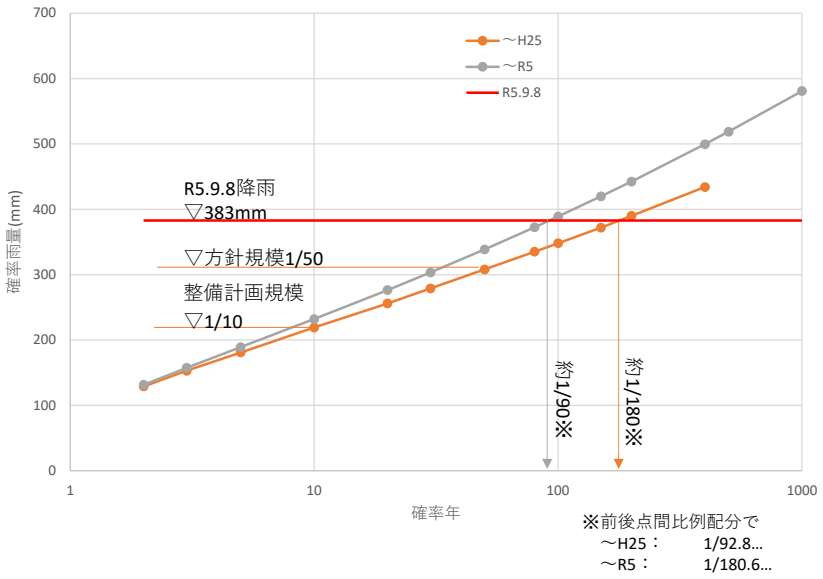
確率水文量	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	LN3Q	SLSC≦0.04の平均
	2	126.3	137.2	131.7	131.2	136.1	131.3	131.6	130.9	131.5
	3	154.9	164.5	155.8	156.6	163.8	156.9	157.5	156.6	157.5
	5	190.9	194.9	184.9	187.6	195.0	188.4	188.9	188.1	189.1
	10	239.8	233.1	224.5	231.2	234.3	232.3	231.8	231.5	232.0
	20	288.7	269.7	265.7	278.4	272.1	279.3	276.3	277.0	276.4
	30	317.3	290.8	290.8	308.3	293.8	308.6	303.3	304.8	303.4
	50	353.3	317.1	323.6	348.5	321.1	347.9	338.7	341.3	338.6
	80	386.5	341.2	355.1	388.5	346.2	386.6	372.5	376.5	372.4
	100	402.2	352.6	370.5	408.6	358.1	405.9	389.1	393.7	388.9
	150	430.8	373.3	399.1	446.9	379.8	442.5	420.0	426.1	419.8
	200	451.1	388.0	420.0	475.7	395.3	469.9	442.6	449.7	442.4
	400	500.0	423.4	472.3	550.8	432.9	540.7	499.5	509.6	499.5
	500	515.8	434.7	489.8	576.9	445.0	565.1	518.6	529.7	518.7
	1000	564.7	470.0	545.8	664.2	483.2	646.1	580.2	595.0	580.9

■降雨標本期間ごとの確率雨量

24時間雨量

確率年	確率	確率雨量(mm) ～H25	～R5	
2	0.500	129	131.5	
3	0.333	153	157.5	
5	0.200	181	189.1	
10	0.100	219	232	整備計画
20	0.050	256	276.4	
30	0.033	279	303.4	
50	0.020	308	338.6	方針
80	0.013	335	372.4	
100	0.010	348	388.9	
150	0.007	372	419.8	
200	0.005	390	442.4	
400	0.003	434	499.5	
500	0.002		518.7	
1000	0.001		580.9	
		383		R5.9.8降雨

■標本期間ごとの今次降雨評価



※前後点間比例配分で
～H25：　1/92.8…
～R5：　1/180.6…

現行計画評価　（S41～H25）約1/180

本年まで追加評価（S41～R5）　約1/ 90

3.2. 外水氾濫、内水氾濫

3.2.1. 洪水

一宮川流域には、一宮川本川に 6 箇所、支川に 5 箇所、調節池内に 4 箇所の水位計を配置し、洪水位を把握している。また、この他に危機管理型水位計を 5 箇所（水位計と同じ箇所を含む）配置し、一定以上の水位に到達した場合に水位観測を行っている。

また、河川監視カメラを設置している箇所は 5 箇所である。

なお、本項で述べる洪水の定義としては、一般用語で使われる「大雨により川から水があふれて氾濫すること」ではなく、主に土木用語として使われる「大雨により川が増水すること」を意味する。

表 3-2 一宮川水系の水位観測所一覧（令和 5 年 9 月 8 日時点）

河川名	観測所	地先	水位計	危機管理型水位計	河川監視カメラ
一宮川	一宮川河口	一宮町新地	○		
一宮川	金田	睦沢町川島	○		○
一宮川	一宮川第一調節池(外)	茂原市猿袋	○		
一宮川	一宮川第一調節池(内)	茂原市猿袋	○		
一宮川	旭橋	茂原市下永吉	○		
一宮川	早野	茂原市早野	○	○	○
一宮川	一宮川第二調節池(外)	茂原市墨田	○		○
一宮川	一宮川第二調節池(内)	茂原市墨田	○		
一宮川	長富	長柄町鴇谷		○	
瑞沢川	寺崎	睦沢町寺崎	○		○
瑞沢川	瑞沢川調節池(外)	睦沢町大谷木	○		
瑞沢川	瑞沢川調節池(内)	睦沢町大谷木	○		
埴生川	豊原橋	長南町地引	○		○
鶴枝川	三ケ谷	茂原市三ケ谷		○	
阿久川	阿久川調節池(外)	茂原市小林	○		
阿久川	阿久川調節池(内)	茂原市小林	○		
豊田川	備橋	茂原市長谷		○	
三途川	松枝橋	長南町須田		○	
水上川	水上	長柄町刑部	○		

■ 水位計（流域内に１５箇所）
■ 危機管理型水位計（流域内に５箇所）
■ 河川監視カメラ（流域内に５箇所）

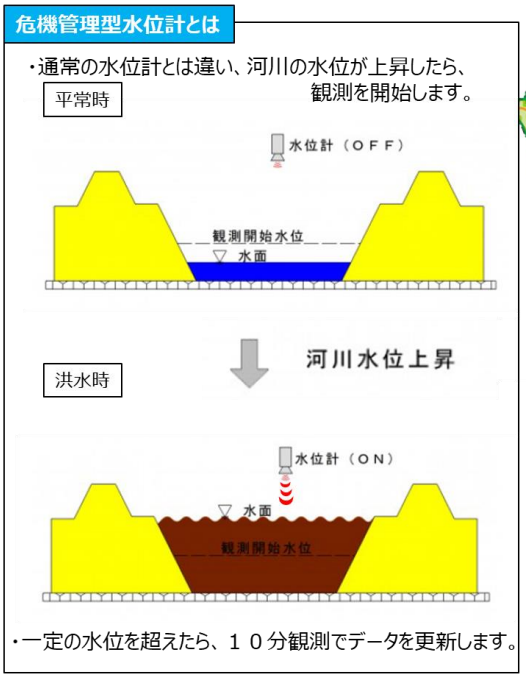


図 3-17 観測所　設置箇所図

この他、被災当日の水防活動時に実施した県の巡視時の写真や、茂原市域の一部の工事区間においては区域内に設置してあった工事用の防犯カメラがあり、一部時間帯について、洪水の状態を動画として捉えていた。これらを利用し、河川の画像と洪水後の測量を組み合わせて水位情報を読み取ることで水位計間を補足した。

また、河道内や調節池内の洪水後の痕跡から、最大水位を推測するなどを組み合わせて、流域の洪水の様子を把握した。

また、このほか委員が流域の水位計測を行っていたため、このデータについても収集している。

図 3-18 一宮川の河川水位の状況（巡視時の写真と発生時間、高さの読み取り）

豊田川（亀齢橋周辺）　9月8日 9:14　水位7.01m

豊田川（亀齢橋周辺）　9月8日 10:58　水位8.03m

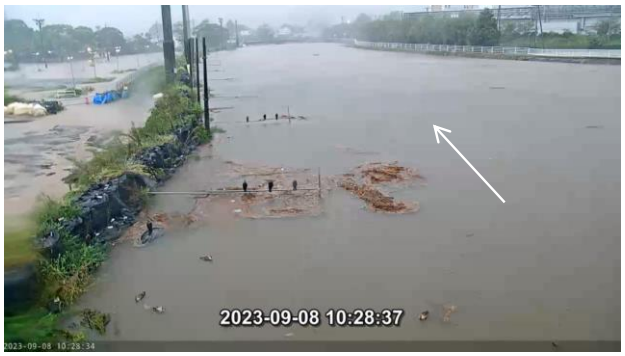
豊田川（亀齢橋周辺）　9月8日 11:39　水位8.55m

豊田川（亀齢橋周辺）　9月8日 16:10　水位8.70m

図 3-19 豊田川の河川水の状況（水位観測所が無い地点の時間ごとの水位変化を画像から判読）

鶴枝川合流点（No.472付近）

阿久川合流点（No.573付近）



鶴枝川合流点（No.472付近）

阿久川合流点（No.573付近）

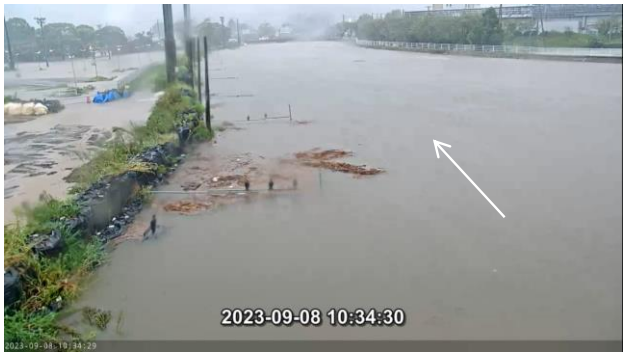
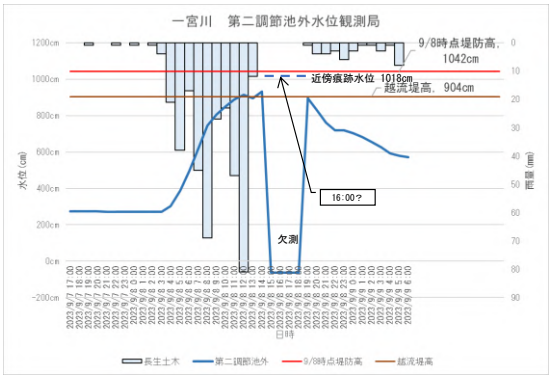
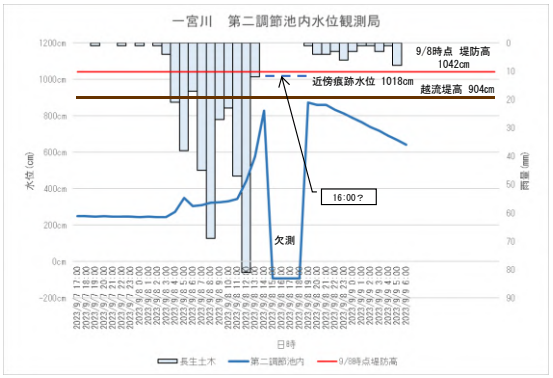
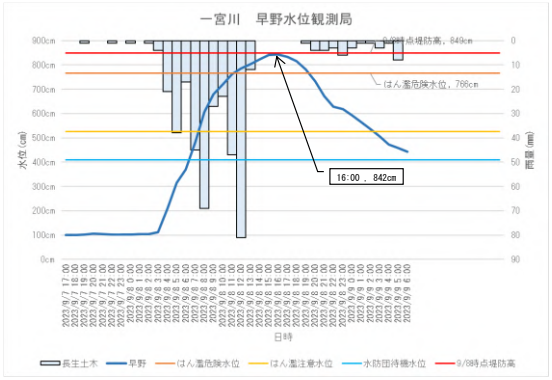


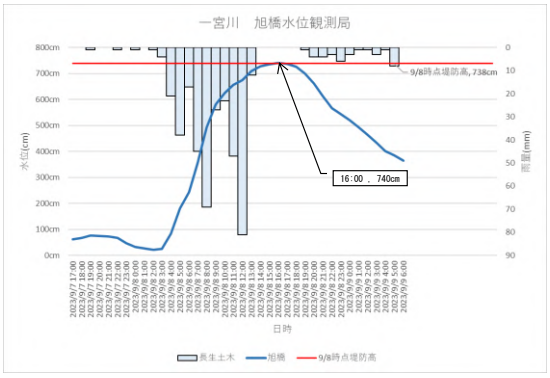
図 3-20 一宮川の河川水位の状況（巡視時の写真と発生時間、高さの読み取り）

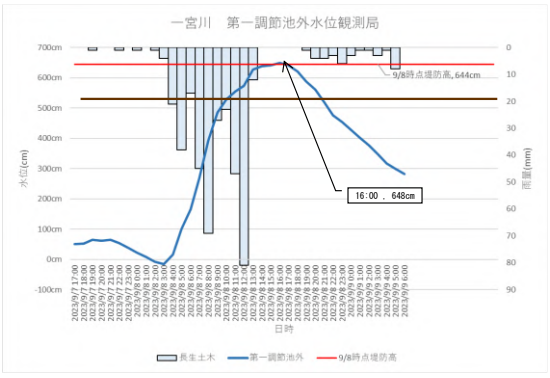
ハイドロ・ハイエトグラフ

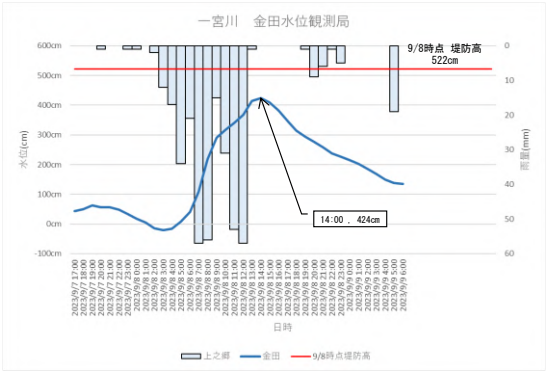












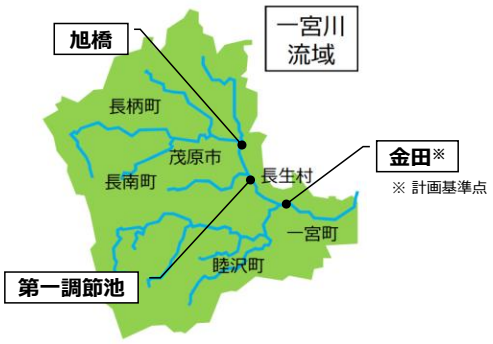


図 3-21 整理したハイドログラフ（1）

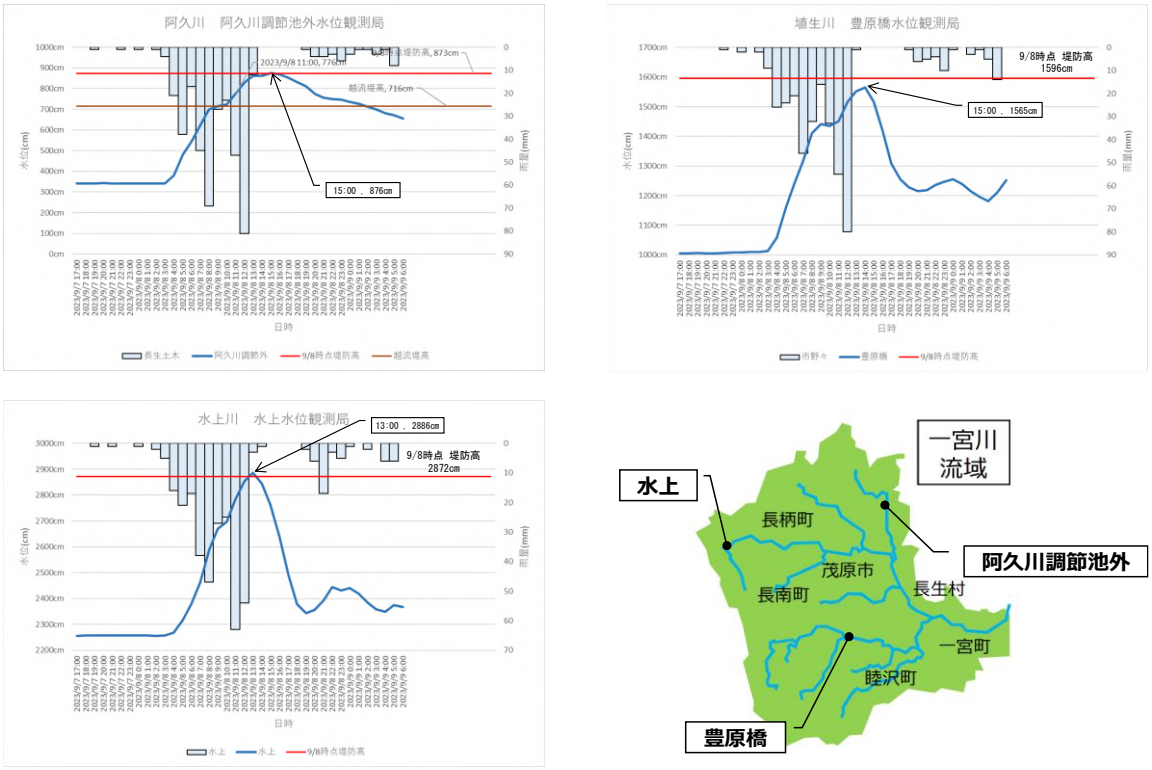


図 3-22 整理したハイドログラフ（2）

■危機管理型水位計（流域内に５箇所）

■二瓶委員提供　　水位データ

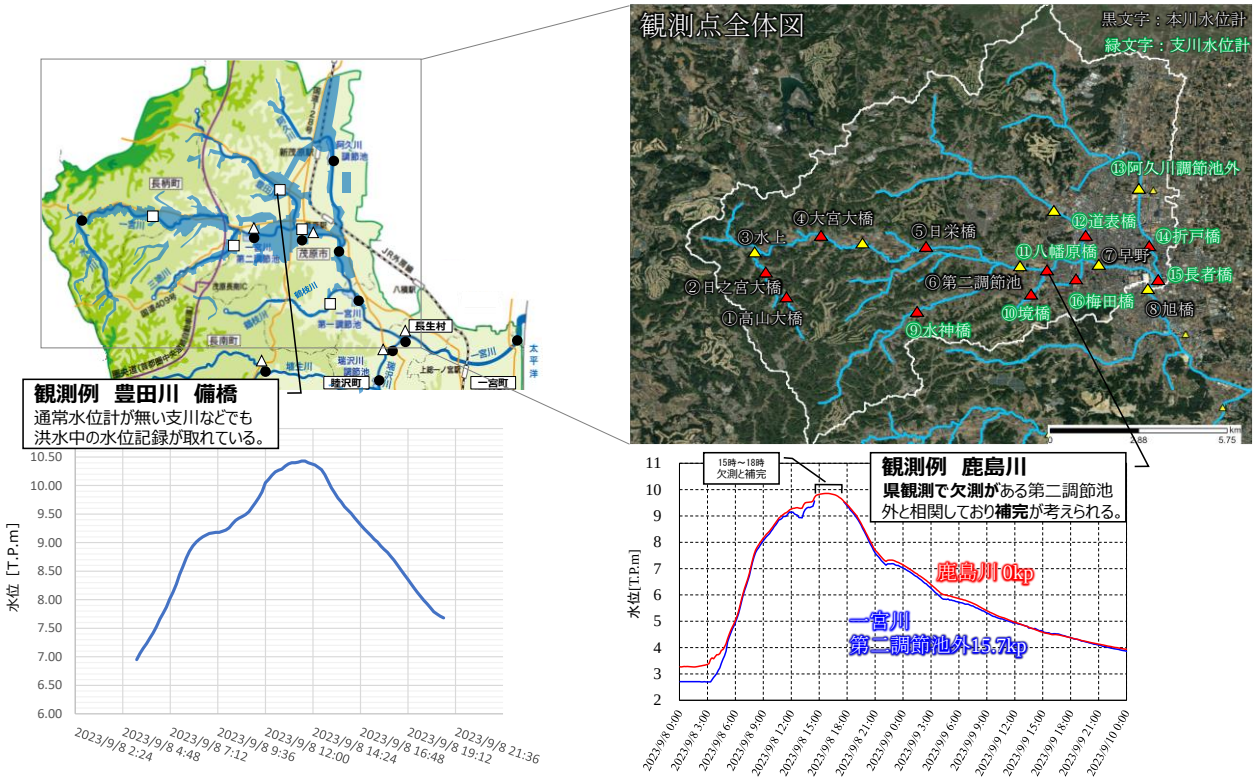


図 3-23 危機管理型水位計、委員観測水位計の記録

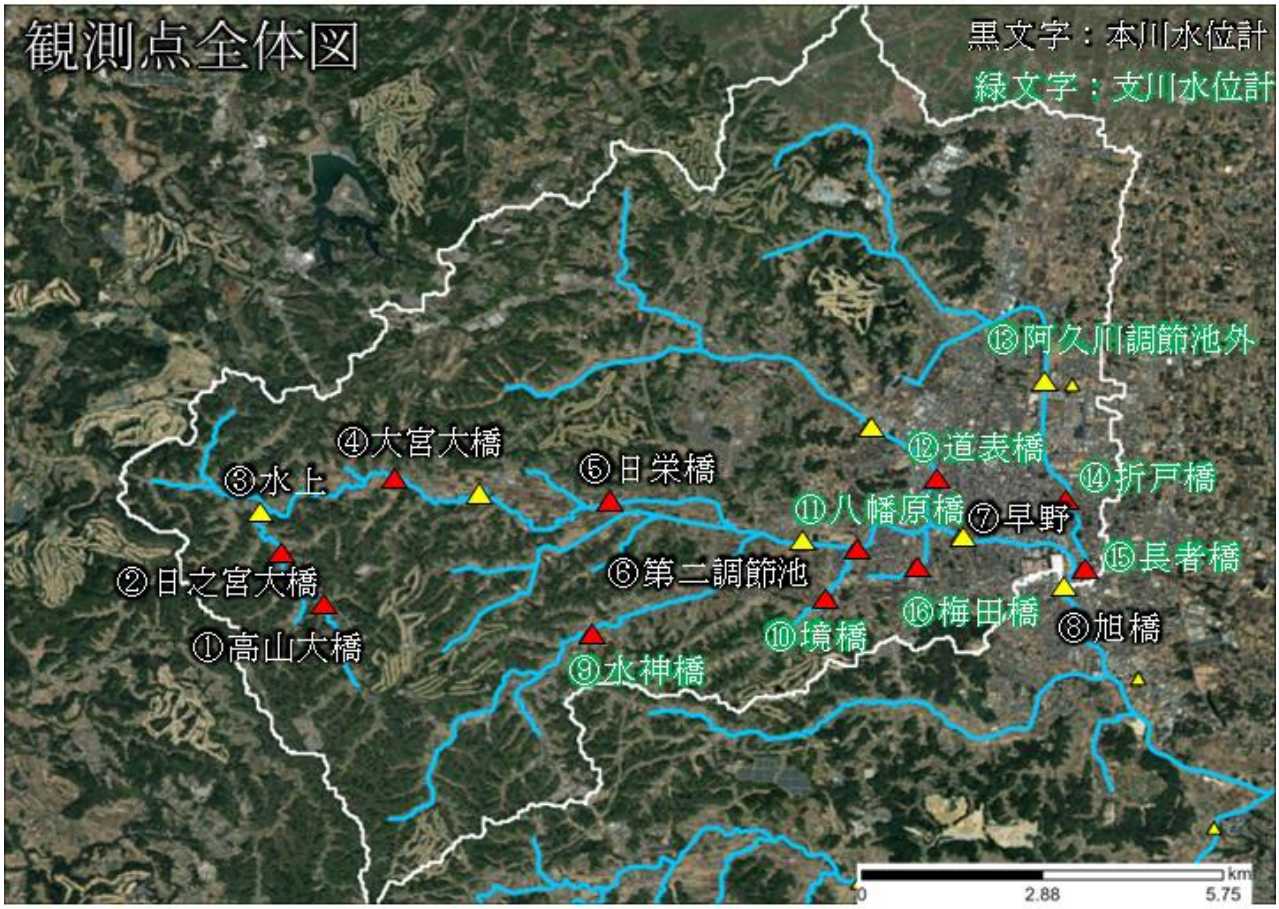
表 3-3 水位データ集

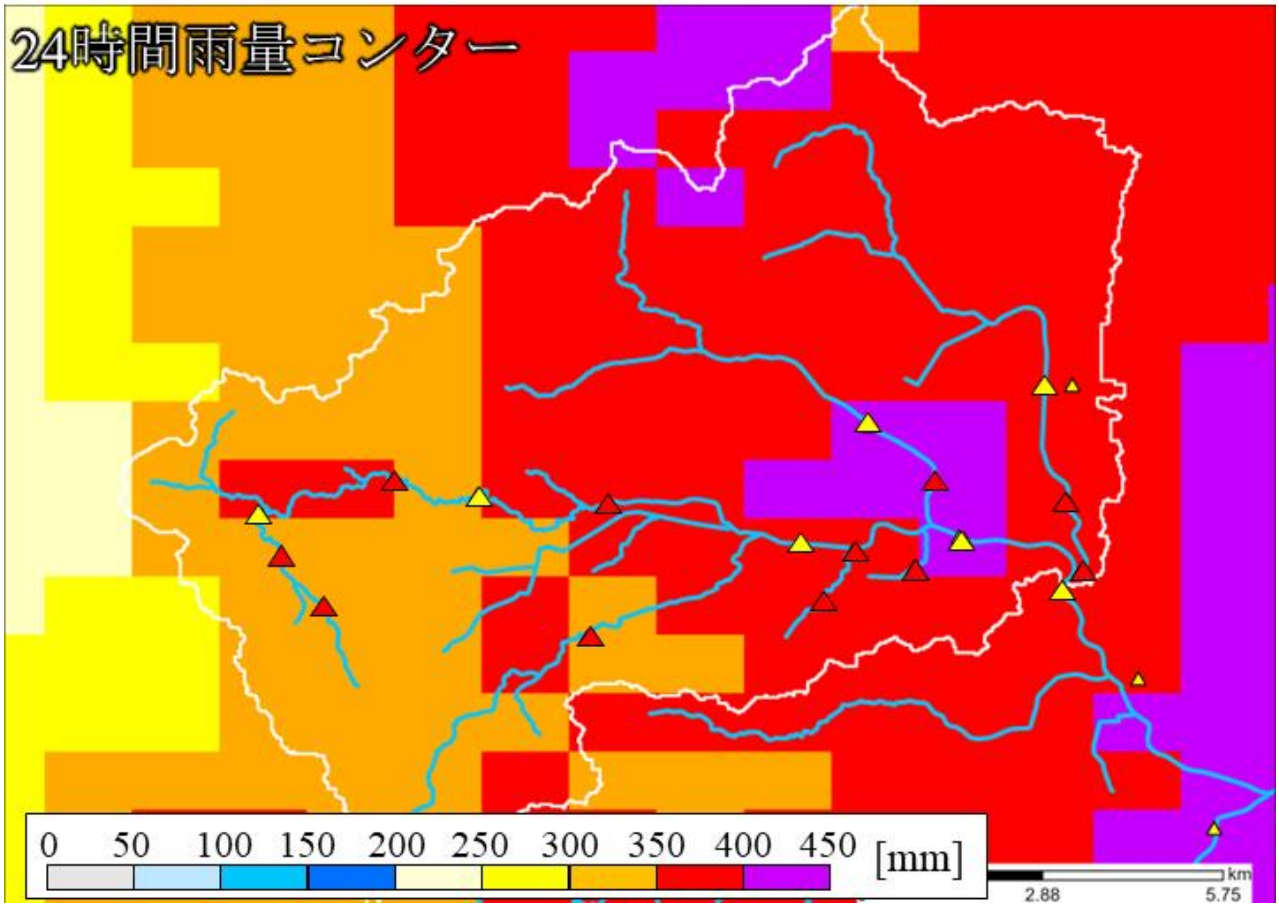
観測時刻	早野	寺崎	水上	金田	第二調節池外	第二調節池内	旭橋	第一調節池外	第一調節池内	一宮川河口	阿久川調節外	阿久川調節内	豊原橋
2023/9/7 17:00	99cm	45cm	2256cm	44cm	274cm	248cm	61cm	50cm	100cm	40cm	342cm	425cm	1005cm
2023/9/7 18:00	99cm	52cm	2257cm	50cm	273cm	248cm	68cm	51cm	103cm	53cm	342cm	424cm	1005cm
2023/9/7 19:00	102cm	65cm	2257cm	63cm	273cm	247cm	76cm	65cm	100cm	53cm	342cm	423cm	1006cm
2023/9/7 20:00	105cm	59cm	2257cm	57cm	273cm	248cm	74cm	61cm	102cm	49cm	343cm	424cm	1005cm
2023/9/7 21:00	103cm	56cm	2257cm	56cm	272cm	247cm	73cm	64cm	100cm	38cm	342cm	422cm	1005cm
2023/9/7 22:00	102cm	47cm	2257cm	48cm	272cm	247cm	67cm	53cm	100cm	21cm	342cm	424cm	1007cm
2023/9/7 23:00	101cm	36cm	2257cm	34cm	272cm	246cm	47cm	37cm	104cm	6cm	342cm	425cm	1008cm
2023/9/8 0:00	101cm	20cm	2257cm	18cm	271cm	245cm	33cm	21cm	105cm	-3cm	342cm	425cm	1008cm
2023/9/8 1:00	103cm	7cm	2257cm	5cm	271cm	246cm	27cm	8cm	96cm	3cm	342cm	427cm	1010cm
2023/9/8 2:00	104cm	-13cm	2256cm	-14cm	271cm	245cm	21cm	-8cm	102cm	9cm	342cm	431cm	1010cm
2023/9/8 3:00	112cm	-22cm	2258cm	-21cm	270cm	244cm	25cm	-16cm	100cm	41cm	342cm	433cm	1014cm
2023/9/8 4:00	210cm	-13cm	2269cm	-16cm	302cm	273cm	84cm	15cm	109cm	67cm	380cm	439cm	1058cm
2023/9/8 5:00	314cm	27cm	2316cm	8cm	387cm	348cm	182cm	100cm	107cm	85cm	481cm	511cm	1159cm
2023/9/8 6:00	370cm		2378cm	41cm	495cm	304cm	244cm	165cm	367cm	111cm	544cm	683cm	1241cm
2023/9/8 7:00	482cm		2463cm	108cm	618cm	310cm	356cm	268cm	693cm	116cm	623cm	833cm	1320cm
2023/9/8 8:00	607cm	297cm	2590cm	218cm	744cm	322cm	492cm	394cm	698cm	121cm	700cm	904cm	1412cm
2023/9/8 9:00	679cm		2669cm	291cm	806cm	326cm	581cm	485cm	698cm	128cm	716cm	937cm	1442cm
2023/9/8 10:00	721cm		2698cm	317cm	850cm	330cm	625cm	528cm	698cm	118cm	725cm	955cm	1435cm
2023/9/8 11:00	762cm	355cm	2784cm	341cm	891cm	344cm	656cm	554cm	698cm	106cm	776cm	959cm	1451cm
2023/9/8 12:00	786cm		2853cm	368cm	913cm	443cm	674cm	573cm	698cm	95cm	830cm	953cm	1517cm
2023/9/8 13:00	804cm		2886cm	415cm	894cm	576cm	710cm	627cm	698cm	81cm	863cm	938cm	1553cm
2023/9/8 14:00	823cm		2844cm	424cm	932cm	827cm	727cm	637cm	698cm	75cm	863cm	924cm	1565cm
2023/9/8 15:00	840cm		2761cm	410cm			735cm	641cm	698cm	70cm	876cm	911cm	1517cm
2023/9/8 16:00	842cm		2639cm	383cm			740cm	648cm	698cm	78cm	868cm	910cm	1418cm
2023/9/8 17:00	833cm		2490cm	347cm			737cm	641cm	698cm	83cm	852cm	902cm	1308cm
2023/9/8 18:00	815cm		2379cm	315cm			725cm	621cm	685cm	88cm	833cm	888cm	1256cm
2023/9/8 19:00	782cm		2344cm	294cm	894cm	873cm	701cm	587cm	636cm	97cm	811cm	870cm	1229cm
2023/9/8 20:00	733cm		2356cm	277cm	830cm	860cm	661cm	561cm	636cm	97cm	776cm	871cm	1216cm
2023/9/8 21:00	672cm		2393cm	258cm	760cm	859cm	613cm	518cm	636cm	97cm	757cm	872cm	1219cm
2023/9/8 22:00	628cm		2444cm	237cm	719cm	834cm	567cm	476cm	636cm	97cm	749cm	873cm	1236cm
2023/9/8 23:00	618cm		2431cm	226cm	718cm	812cm	545cm	453cm	636cm	97cm	747cm	874cm	1247cm
2023/9/9 0:00	593cm		2441cm	215cm	703cm	787cm	520cm	428cm	636cm	97cm	737cm	875cm	1256cm
2023/9/9 1:00	564cm		2418cm	203cm	681cm	764cm	493cm	402cm	636cm	97cm	726cm	876cm	1240cm
2023/9/9 2:00	535cm		2383cm	186cm	656cm	739cm	463cm	376cm	636cm	97cm	712cm	877cm	1215cm
2023/9/9 3:00	505cm		2358cm	169cm	626cm	716cm	434cm	347cm	636cm	97cm	699cm	878cm	1196cm
2023/9/9 4:00	473cm		2349cm	150cm	593cm	690cm	401cm	316cm	636cm	97cm	682cm	879cm	1182cm
2023/9/9 5:00	459cm		2375cm	139cm	580cm	667cm	384cm	299cm	636cm	97cm	671cm	880cm	1211cm
2023/9/9 6:00	443cm		2368cm	135cm	572cm	642cm	364cm	282cm	636cm	97cm	655cm	881cm	1253cm

危機管理型水位計

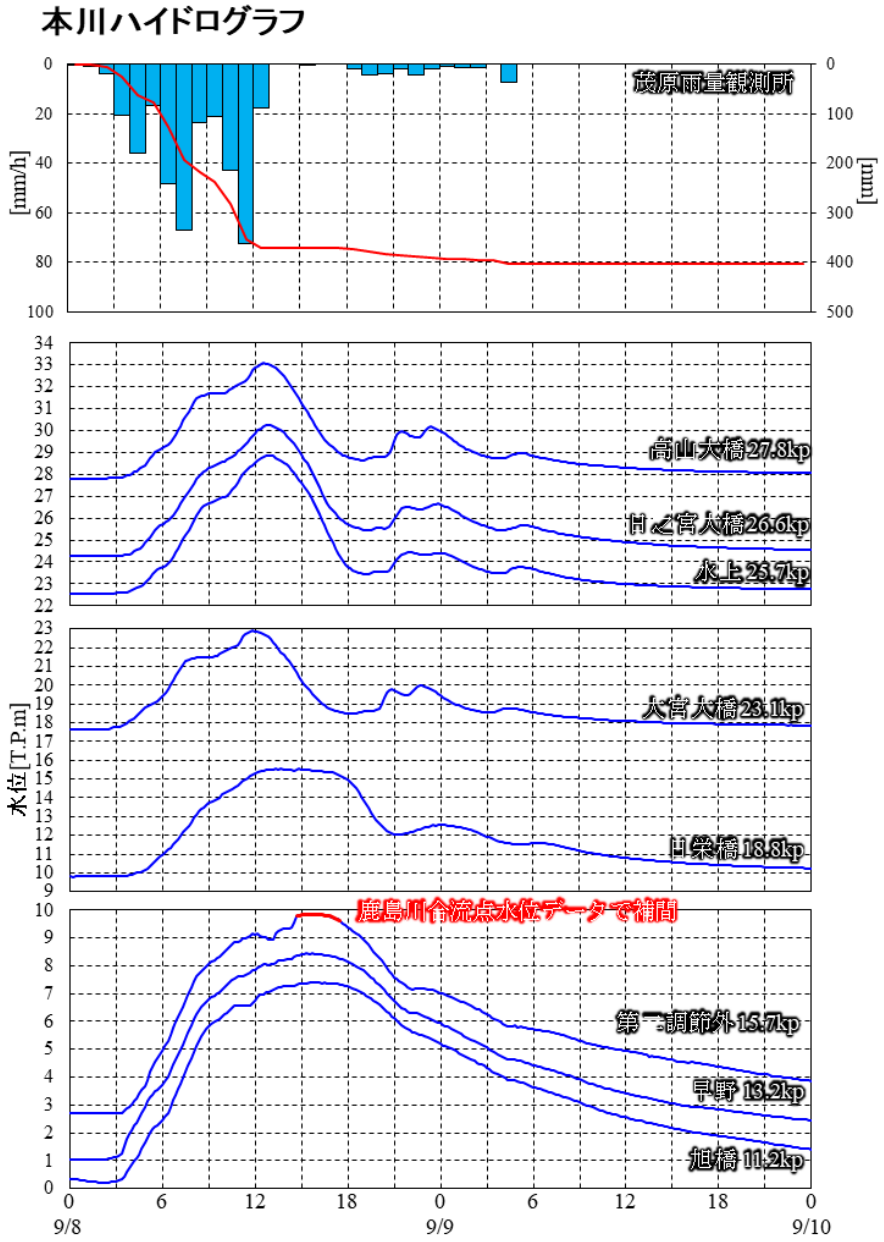
一宮川	鶴枝川	豊田川
長富	三ケ谷	備橋
***	358cm	***
1583cm	412cm	723cm
1652cm	502cm	787cm
1766cm	605cm	873cm
1854cm	658cm	913cm
1909cm	682cm	922cm
1978cm	710cm	949cm
2074cm	729cm	1005cm
2105cm	747cm	1034cm
2113cm	747cm	1043cm
2106cm	733cm	1019cm
2061cm	719cm	963cm
1951cm	700cm	924cm
1798cm	682cm	888cm
1639cm	660cm	845cm
1599cm	642cm	799cm
1619cm	597cm	768cm

■委員提供水位資料

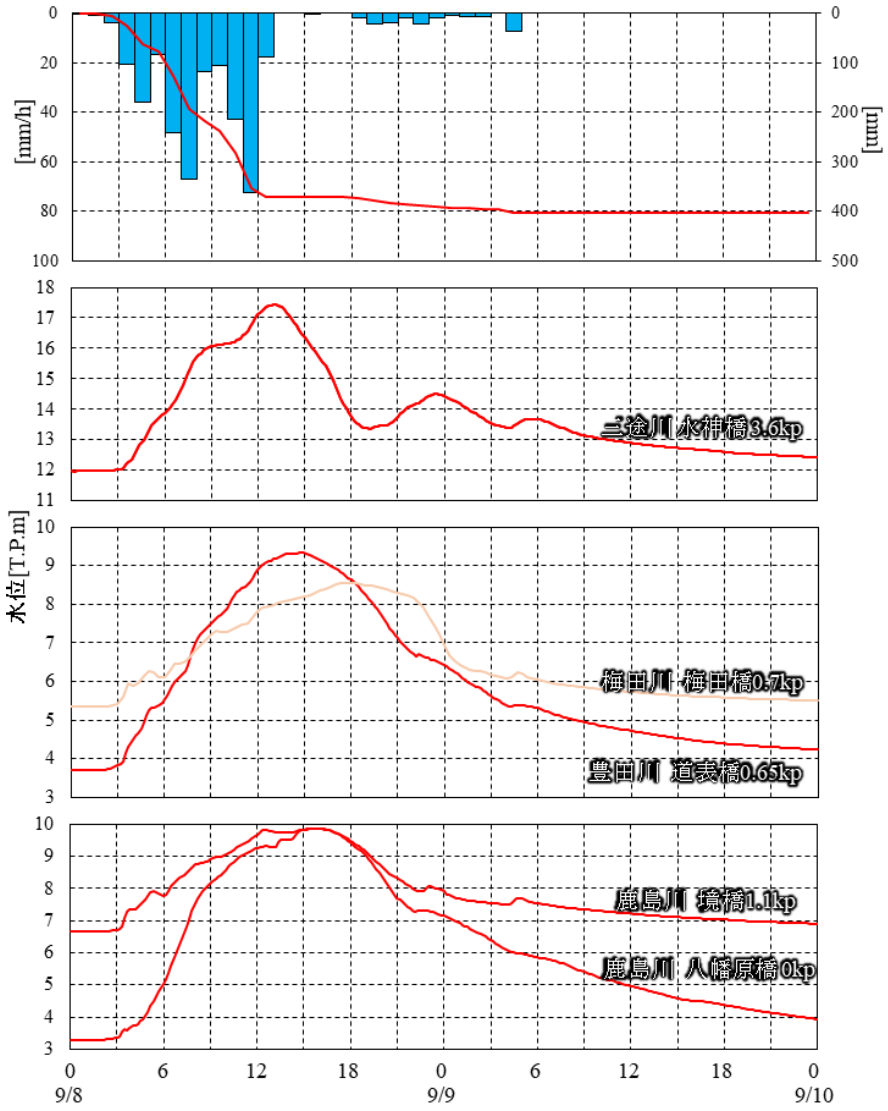

観測点全体図
黒文字：本川水位計
緑文字：支川水位計
⑬阿久川調節池外
⑫道表橋
④大宮大橋
⑤日栄橋
③水上
⑭折戸橋
⑪八幡原橋
⑦早野
⑮長者橋
②日之宮大橋
⑥第二調節池
⑯梅田橋
⑧旭橋
⑩境橋
①高山大橋
⑨水神橋
km
0
2.88
5.75


24時間雨量コンター
0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 [mm]
km
2.88
5.75

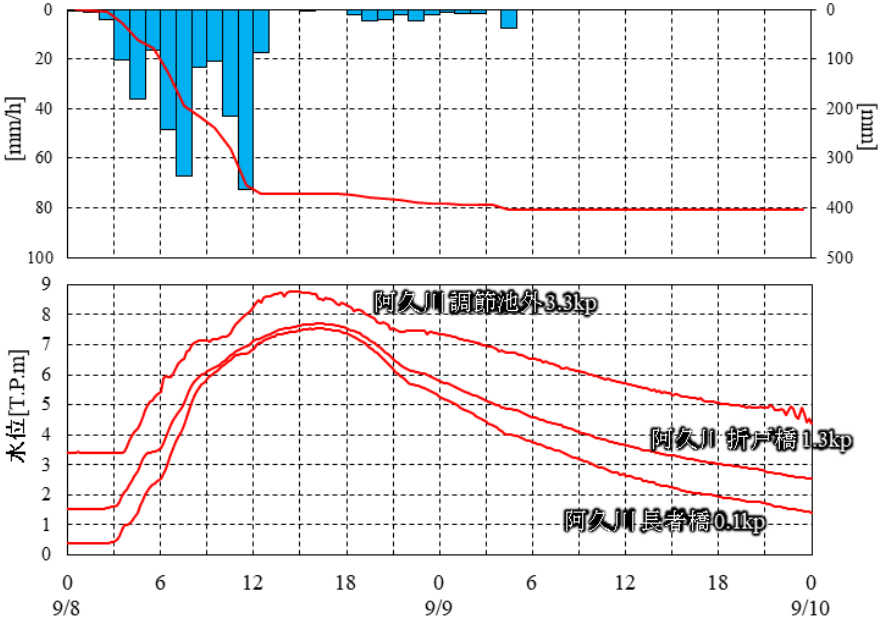
ハイドログラフ


本川ハイドログラフ
[mm/h]
[mm]
茂原雨量観測所
高山大橋27.8kp
日之宮大橋26.6kp
永上25.7kp
大宮大橋23.1kp
日栄橋18.8kp
水位[T.P.m]
鹿島川合流点水位データで補間
第一調節外15.7kp
早野13.2kp
旭橋11.2kp
9/8
9/9
9/10

支川ハイドログラフ

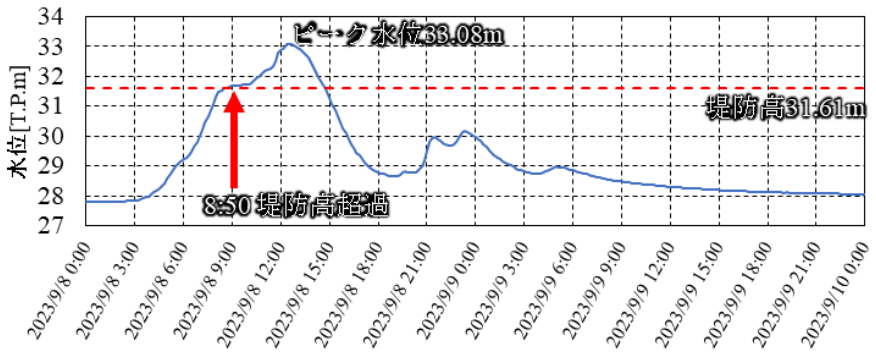


支川ハイドログラフ



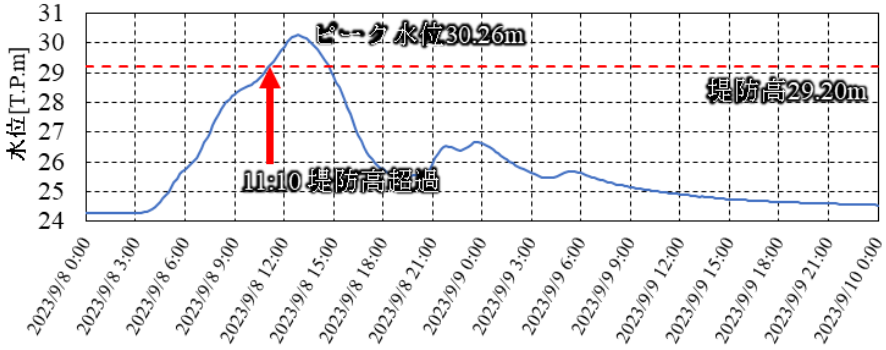
堤防高，痕跡水位の比較

一宮川 高山大橋27.8kp



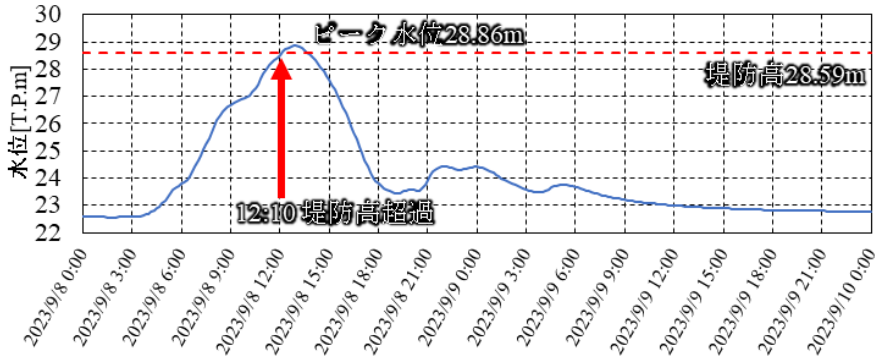
ピーク水位：33.08m （ピーク時刻12:30）
痕跡水位　：33.10m
河川水位-痕跡水位　：-0.023m

一宮川　日之宮大橋26.6kp



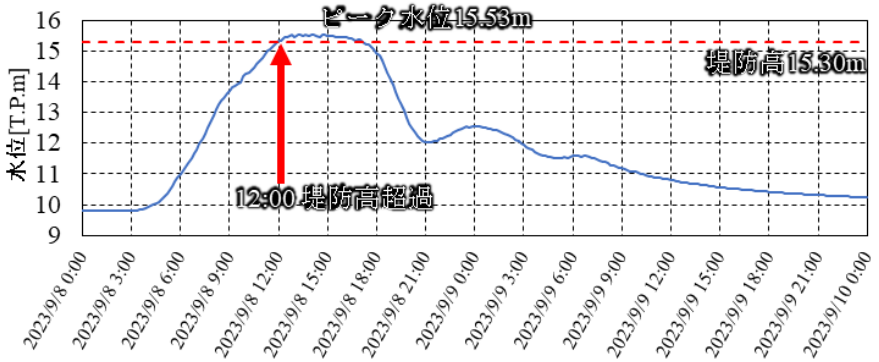
ピーク水位：30.26m （ピーク時刻12:50）
痕跡水位　：30.63m
河川水位-痕跡水位　：-0.373m

一宮川 水上 25.7kp



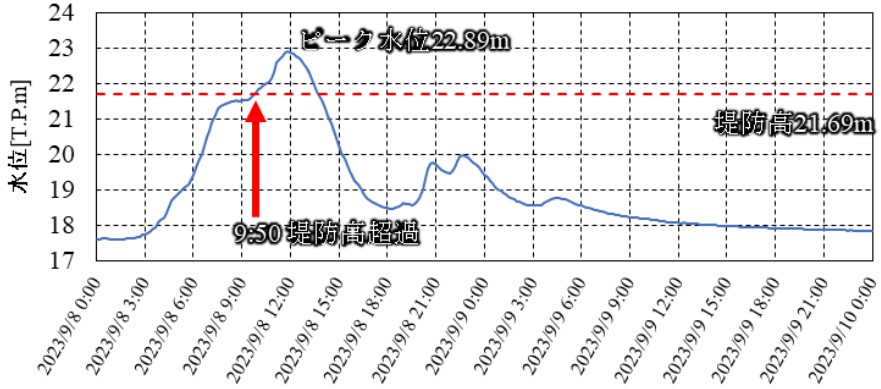
ピーク水位：28.86m （ピーク時刻12:50）
痕跡水位　：29.08m
河川水位-痕跡水位　：-0.227m

一宮川 ⊓栄橋 18.8kp



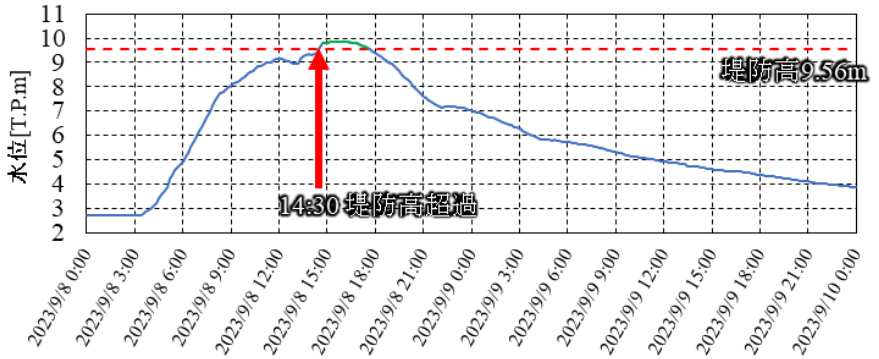
ピーク水位：15.53m （ピーク時刻13:20）
痕跡水位　：15.40m
河川水位-痕跡水位　：0.126m

一宮川 大宮大橋 23.1kp



ピーク水位：22.89m （ピーク時刻11:50）
痕跡水位　：23.98m
河川水位-痕跡水位　：-1.09m

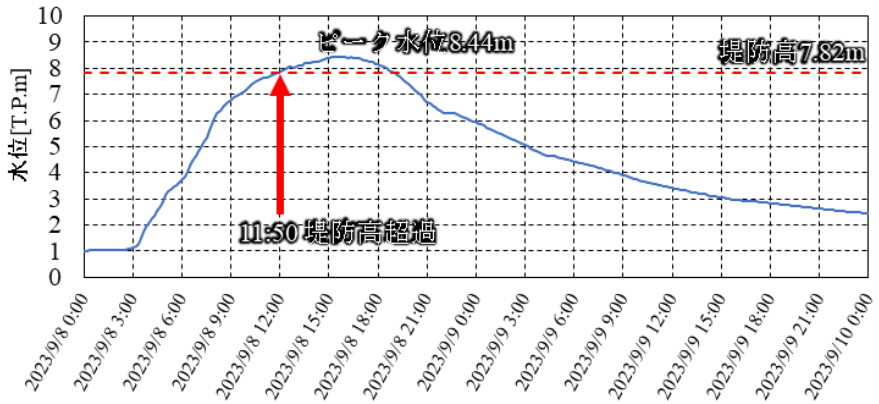
一宮川 第二調節外 15.7kp(14:40-17:30データ欠損)



ピーク水位：
痕跡水位　：10.02m
河川水位-痕跡水位　：

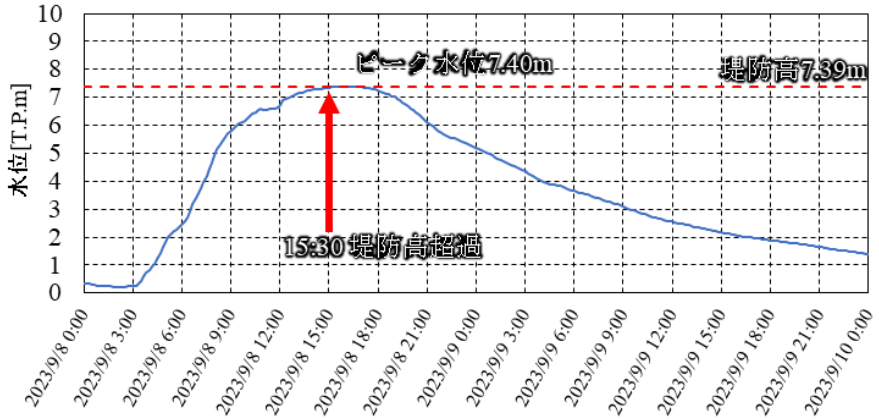
鹿島川合流点付近の水位データで補間

一宮川 早野 13.2kp



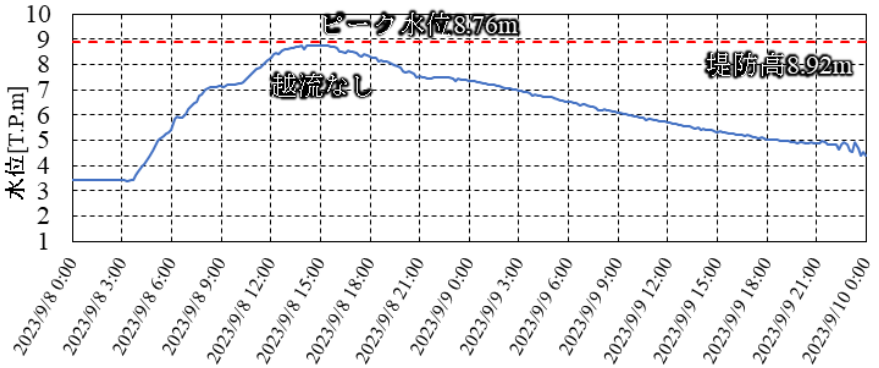
ピーク水位：8.44m （ピーク時刻15:20）
痕跡水位　：8.31m
河川水位-痕跡水位　：0.128m

一宮川 旭橋 11.2kp



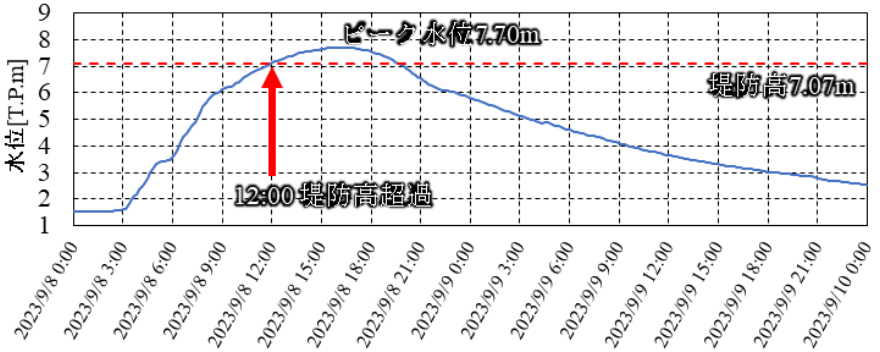
ピーク水位：7.40m （ピーク時刻15:50）
痕跡水位　：7.18m
河川水位-痕跡水位　：0.217m

阿久川 調節池外 3.3kp



ピーク水位：8.76m （ピーク時刻14:20）
痕跡水位　：
河川水位-痕跡水位　：

阿久川 折戸橋 1.3kp



ピーク水位：7.70m （ピーク時刻16:10）
痕跡水位　：7.95m
河川水位-痕跡水位　：-0.258m