

2 . 治 水

2.1 想定はん濫区域の状況

2.1.1 想定はん濫区域の状況

加古川水系工事实施基本計画(昭和58年3月)では、昭和51年17号台風など、著名9洪水の実績をもとに、150年に1度起こる洪水を想定し、流量が最大となる場合にははん濫する区域を加古川の想定はん濫区域としている。

想定はん濫区域面積は56.7km²である。



図 2.1-1 想定はん濫区域図

(出典:資料 2-1)

2.1.2 浸水想定区域の状況

図 2.1-2 に示す「浸水想定区域図」は、加古川水系加古川の洪水予報区間について、水防法の規定により指定された浸水想定区域と、浸水した場合に想定される水深等を示したものである。

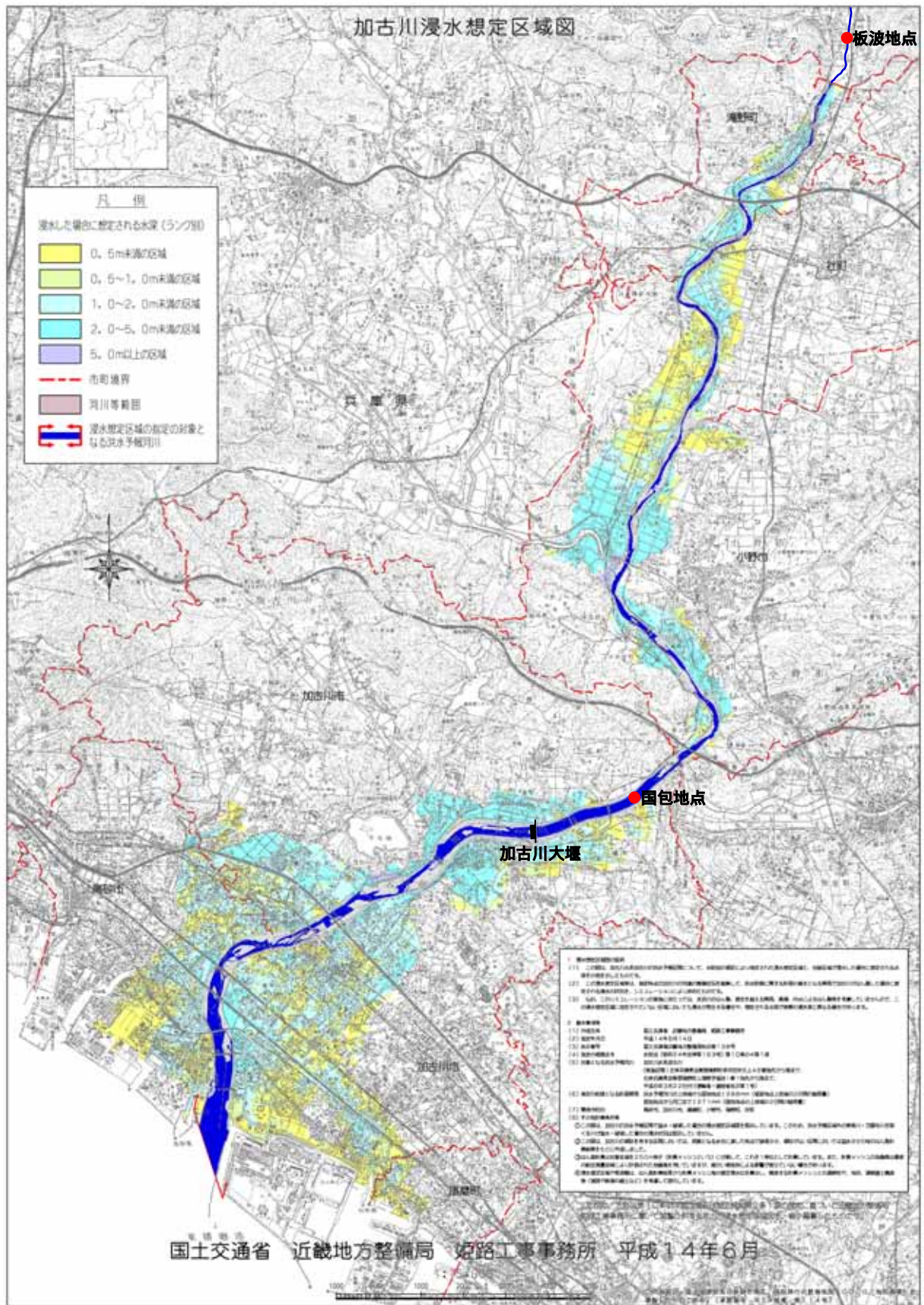
この浸水想定区域は、平成 14 年時点の河道の整備状況を勘案して、加古川の洪水防御に関する計画の基本となる洪水(板波地点:概ね 100 年に 1 回程度起こる大雨、国包地点:概ね 150 年に 1 回程度起こる大雨)で加古川がはん濫した場合に想定される浸水の状況をシミュレーションにより求めたものである。

浸水想定区域には、流域の 13 市町のうち 4 市を含み、これに流域外の播磨町を加えた 4 市 1 町が加古川の浸水想定区域である。

表 2.1-1 加古川流域の概況と浸水想定区域に含まれる自治体

流域面積	1,730km ² (山地:1,160km ² 平地:570km ²)
流路延長	96km(幹川延長)
計画高水流量	基準地点:国包 基本高水流量:9,000m ³ /s 計画高水流量:7,400m ³ /s
流域内市町 (11 市 2 町)	篠山市、丹波市、多可町、西脇市、加東市、加西市、小野市、三木市、稲美町、加古川市、高砂市、三田市、神戸市
浸水想定区域内市町 (4 市 1 町)	加東市、播磨町、小野市、加古川市、高砂市

(出典:資料 2-2 に市町村合併を更新)



市町村名は平成14年6月時点のものである。

図 2.1-2 加古川流域の浸水想定区域

(出典：資料 2-2)

2.2 洪水時の管理計画

2.2.1 洪水時制御の運用計画

加古川大堰では、出水時における貯水池への流入量 $330\text{m}^3/\text{s}$ を洪水時制御開始流量、さらに $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を全開放流制御移行流量として設定し、洪水時のゲート操作を行い、洪水を安全に流下させる管理を行っている。(表 2.2-1 参照)

なお、平成 10 年 6 月 2 日までは洪水時制御開始流量は $250\text{m}^3/\text{s}$ として運用を行っている。
加古川大堰の洪水時の操作を含む全体操作の概念図は図 2.2-1 に示すとおりである。

表 2.2-1 洪水時制御時のゲート操作方法

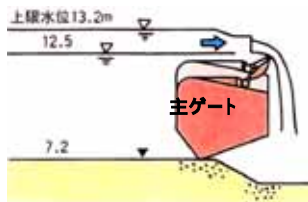
制御パターン		管理水位	開始条件	制御内容	操作ゲート (:操作対象ゲート)
平水時制御	定水位制御	T.P.+12.5m	堰流入量 $< 330\text{m}^3/\text{s}$	平常時最高貯水位 (T.P.+12.5m) に固定し貯水位を確保する。	主ゲート 調節ゲート 微調節ゲート
洪水時制御	事前放流制御	T.P.+12.5m T.P.+10.0m	堰流入量 $330\text{m}^3/\text{s} \sim$	貯水位をすみやかに洪水時確保水位 (T.P.+10.0m) まで下げる。	主ゲート 調節ゲート 微調節ゲート
	定水位制御	T.P.+10.0m	堰流入量 $\sim 1,000\text{m}^3/\text{s}$	全開移行及び貯留回復条件を満たすまで洪水時確保水位を維持する。	主ゲート 調節ゲート 微調節ゲート
	全開放流制御	T.P.+10.0m	堰流入量 $> 1,000\text{m}^3/\text{s}$ かつ堰上下流水位差が 1m になったとき。	ゲートを全開とし、洪水の安全な流下をはかる。	主ゲート 調節ゲート 微調節ゲート
	貯留回復制御	T.P.+12.5m T.P.+10.0m	堰流入量 $< 330\text{m}^3/\text{s}$ かつ引き続き洪水のおそれのないとき。	洪水を貯留し、貯水位を平常時最高貯水位まで回復させる	主ゲート 調節ゲート 微調節ゲート

(出典:資料 2-3)

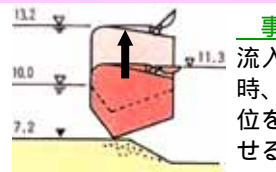
【平常時制御】

定水位制御(越流)

流入量が $330\text{m}^3/\text{s}$ までの時は、1,5号(調節ゲート)は定水位制御、2~4号(主ゲート)は定開度制御を行う。

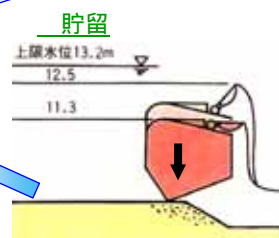


【洪水時制御】

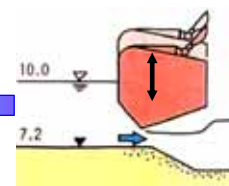


事前放流制御

流入量が $330 \sim 1,000\text{m}^3/\text{s}$ の時、事前放流を開始し貯水位を T.P.+10.0m まで低下させる。

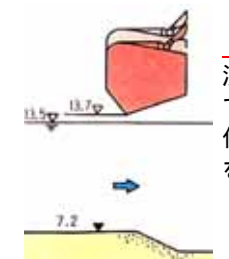


貯留



定水位制御

貯水位を T.P.+10.0m に維持する。



全開放流制御

流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上で、貯水位と堰下流との水位差が 1m 以内の時、ゲートを全開にする。

図 2.2-1 ゲート操作模式図

(出典:資料 2-3)

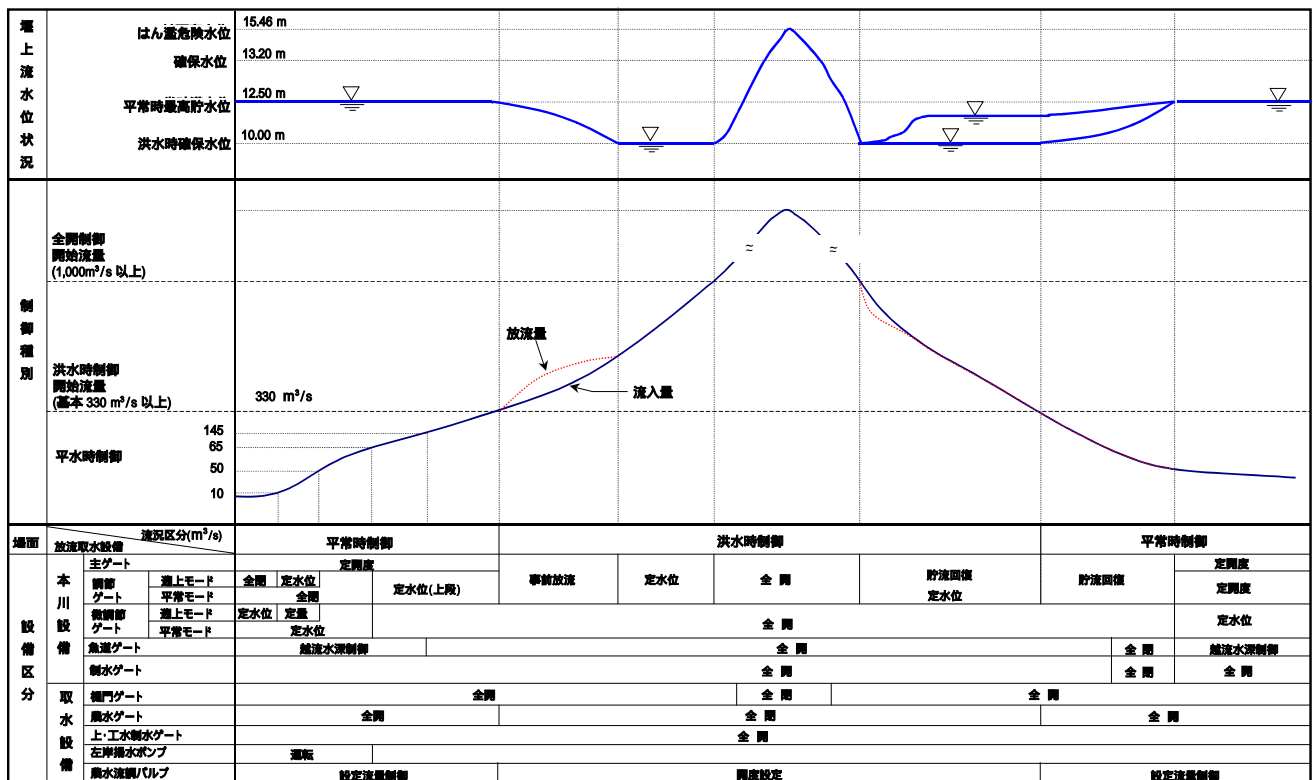


図 2.2-2 加古川大堰操作概念図

2.2.2 洪水時制御開始流量及び体制基準の変更

加古川大堰は平成元年から本格的な運用を開始したが、管理の実態(洪水時制御、体制等)を踏まえて、より確実でかつ省力化を目指した操作方法への改善について検討を行い、平成10年1月に操作規則・細則を一部変更し、平成10年6月13日の出水より、新操作規則・細則で運用している。

洪水時の体制および制御に関する主な変更点は、表2.2-2に示すとおりである。

表 2.2-2 操作規則・細則の主な改正点

項目	改正前	改正後(平成10年6月13日より運用)
洪水時制御開始流量	流入量:250m ³ /s	流入量:330m ³ /s
洪水警戒体制基準	<p>注意報・警報</p> <p>水文指標</p> <p>台風情報</p> <p>[洪水警戒体制を執ることができる場合] 流入量が40m³/s未満の場合、全流域平均6時間雨量が30mmに達したとき。 流入量が40m³/s以上100m³/s未満の場合、全流域平均6時間雨量が10mmに達したとき。 流入量が100m³/s以上150m³/s未満の場合、全流域平均6時間雨量が7.5mmに達したとき。 流入量が150m³/s以上の場合、全流域平均6時間雨量が2.5mmに達したとき。 <u>台風の中心が東経125度から137度の範囲において北緯30度に達したとき。</u></p> <p>[洪水警戒体制の解除] 流入量が250m³/s以下に減少し、気象、水象の状況から洪水警戒体制を維持する必要がなくなったとき。</p>	<p>警報のみ(注意報は除外)</p> <p>水文指標は新たに作成</p> <p>[洪水警戒体制を執ることができる場合] 流入量が30m³/s未満の場合、全流域平均6時間雨量が30mmに達したとき。 流入量が30m³/s以上150m³/s未満の場合、全流域平均6時間雨量が12.5mmに達したとき。 流入量が150m³/s以上240m³/s未満の場合、全流域平均6時間雨量が7.5mmに達したとき。 流入量が240m³/s以上の場合、全流域平均6時間雨量が2.5mmに達したとき。</p> <p>[洪水警戒体制の解除] 流入量が330m³/s以下に減少し、気象、水象の状況から洪水警戒体制を維持する必要がなくなったとき。</p>
平常時の水位調節方式	<p>定開度制御</p> <p>ただし、流入量が55m³/s以下は微調節ゲートによる定水位制御</p> <p>操作対象ゲート 微調節ゲート 魚道ゲート</p> <p>放流制限 20cm/30分</p>	<p>定水位制御</p> <p>操作対象ゲート 微調節ゲート 魚道ゲート 1,5号上段扉</p> <p>放流制限 30cm/30分</p>

(出典:資料2-4,2-5)

2.3 洪水時の対応状況

2.3.1 出水の状況

加古川大堰では試験湛水中の操作も含め、昭和 62 年度から平成 18 年度までに計 165 回の洪水時制御を行っている。

なお、洪水時制御開始流量が $250\text{m}^3/\text{s}$ であった期間(昭和 62 年 4 月～平成 10 年 5 月)は計 115 回、洪水時制御開始流量を $330\text{m}^3/\text{s}$ に変更した期間(平成 10 年 6 月～平成 19 年 3 月)では、計 50 回の洪水時制御を実施している。

また、実施状況一覧を表 2.3-1 に示す。

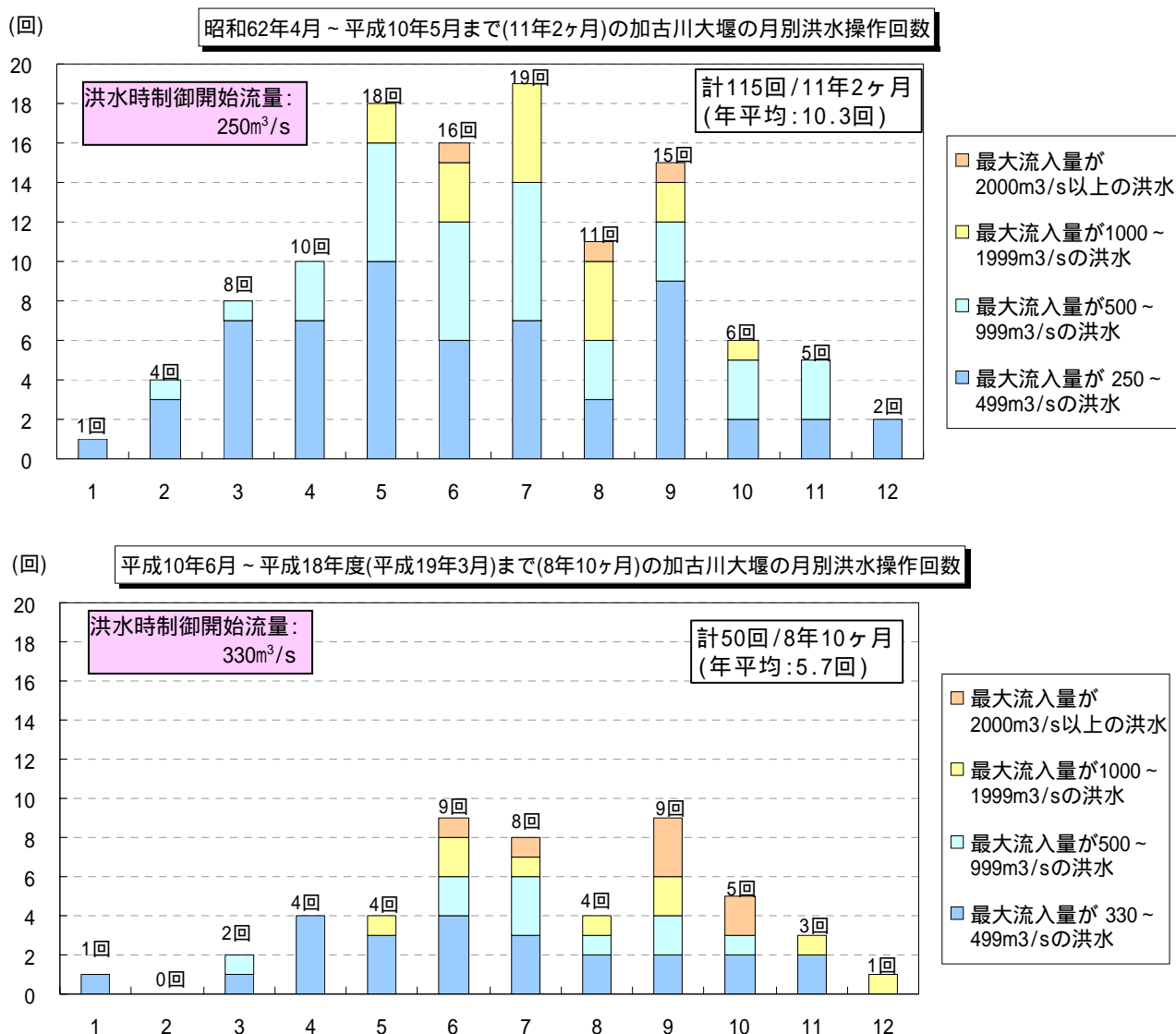


図 2.3-1 月別洪水回数

(出典:資料 2-6)

表 2.3-1 洪水時制御を行った洪水一覧

No.	年度	実施日	要因	最大流入量	総雨量	No.	年度	実施日	要因	最大流入量	総雨量	
1	S62	5月13日		384	85	84	H6	4月12日	低気圧	500	48	
2		6月9日		1293	91	85		7月8日	梅雨前線	337	51	
3		7月19日		1539	102	86		9月30日	台風26号	276	53	
4		10月16日		1866	120	87	H7	5月12日	寒冷前線	1834	119	
5	S63	4月13日	寒冷前線	807	61	88		5月15日	低気圧	586	62	
6		5月7日	低気圧	527	51	89		6月4日	低気圧	277	46	
7		5月12日	低気圧	539	47	90		7月3日	梅雨前線	1005	183	
8		5月22日	低気圧	494	50	91		7月13日	梅雨前線	302	24	
9		6月3日	低気圧	2861	154	92		7月21日	梅雨前線	826	79	
10		6月9日	低気圧	500	51	93	3月17日	低気圧	256	24		
11		6月25日	梅雨前線	330	71	94	H8	6月26日	梅雨前線	695	48	
12		7月15日	梅雨前線	1125	122	95		7月8日	梅雨前線	483	46	
13		7月24日	梅雨前線	535	54	96		8月15日	台風12号	359	58	
14		8月16日	台風11号	427	59	97		8月27日	秋雨前線	2217	185	
15		8月20日	局地的な強い雨	568	41	98		9月13日	秋雨前線	620	65	
16		9月25日	台風22号の接近	457	63	99		10月14日	秋雨前線	370	27	
17		2月18日	前線	305	55	100		12月17日	低気圧	226	38	
18		2月26日	前線	338	55	101		H9	5月14日	低気圧	288	51
19		3月4日	低気圧	870	56	102	6月28日		台風8号	1174	78	
20	H1	5月12日		282	39	103	7月10日		梅雨前線	1088	166	
21		5月26日	前線	473	37	104	7月17日		梅雨前線	560	36	
22		6月16日	梅雨前線	321	48	105	7月26日		台風9号	1334	145	
23		6月23日	台風6号	703	84	106	8月5日		前線	1571	105	
24		7月10日	梅雨前線	364	49	107	9月17日		台風19号	538	68	
25		7月13日	梅雨前線	913	49	108	9月26日		低気圧	359	57	
26		8月27日	台風17号	976	84	109	11月26日		低気圧	804	93	
27		9月3日	低気圧	1336	104	110	1月15日		低気圧	389	43	
28		9月6日	秋雨前線	851	20	111	H10	4月2日	低気圧	270	44	
29		9月14日	秋雨前線	464	62	112		4月15日	低気圧	316	25	
30		9月19日	台風22号	435	42	113		5月13日	低気圧	329	45	
31		9月22日	低気圧	359	28	114		5月16日	低気圧	1027	68	
32		2月23日	低気圧	699	63	115		5月29日	前線	489	32	
33		H2	4月8日	寒冷前線	441	39		116	7月11日	梅雨前線	390	55
34			4月13日		291	35	117	9月22日	台風7号	1436	112	
35	5月4日		寒冷前線	612	88	118	9月24日	前線	1208	108		
36	5月7日		前線	708	58	119	10月17日	台風10号	2999	149		
37	5月19日		温暖前線・寒冷前線	797	67	120	H11	5月4日	低気圧	345	60	
38	7月3日		梅雨前線	670	63	121		5月27日	梅雨前線	445	54	
39	7月15日		梅雨前線	470	32	122		6月25日	梅雨前線	483	75	
40	9月18日		台風19号	3385	21	123		6月27日	低気圧	1006	52	
41	10月6日		台風21号	757	67	124		6月29日	梅雨前線	3253	121	
42	10月8日			758	41	125		9月7日	低気圧	2237	106	
43	11月4日		低気圧	506	59	126	9月15日	前線	2121	99		
44	11月9日		低気圧	339	39	127	9月21日	低気圧	434	66		
45	11月30日		台風28号	573	61	128	11月1日	低気圧	416	45		
46	3月11日		低気圧	380	32	129	H12	6月25日	梅雨前線	355	19	
47	3月23日		低気圧	391	52	130		6月28日	梅雨前線	418	33	
48	3月30日	前線	310	42	131	10月9日		低気圧	587	46		
49	H3	4月8日	低気圧	530	54	132		11月1日	台風20号	1911	125	
50		4月25日	前線	398	54	133		1月27日	低気圧	334	32	
51		5月9日	低気圧	318	48	134		H13	6月19日	梅雨前線	1167	95
52		6月2日	前線	585	68	135	8月22日		台風11号	473	70	
53		6月13日	梅雨前線	611	50	136	9月7日		低気圧	970	78	
54		7月1日	低気圧	285	20	137	10月10日	低気圧	400	60		
55		7月4日	低気圧	844	51	138	H14	5月10日	前線	487	52	
56		7月21日	梅雨前線	361	32	139		7月9日	台風6号	907	85	
57		10月1日	秋雨前線	507	72	140		7月16日	台風7号	666	75	
58		11月28日	前線	310	63	141		3月1日	前線	309	39	
59		3月18日	前線	202	27	142	3月7日	低気圧	528	38		
60		3月21日	前線	315	33	143	H15	4月8日	低気圧	436	37	
61		3月29日		258	38	144		4月25日	寒冷前線	344	50	
62		H4	4月10日	低気圧	305	37		145	7月3日	低気圧	394	28
63			4月22日	低気圧	394	37		146	7月13日	梅雨前線	1484	59
64	5月16日		低気圧	319	34	147		7月23日	低気圧	514	46	
65	6月23日		梅雨前線	534	81	148		8月14日	前線	575	73	
66	6月30日		台風3号	379	49	149	8月19日	前線	448	15		
67	8月9日		台風10号	472	64	150	11月29日	台風21号	483	58		
68	8月19日		台風11号	1526	109	151	H16	4月27日	寒冷前線	402	56	
69	9月29日		低気圧	385	42	152		5月16日	低気圧	1050	81	
70	10月8日		低気圧	363	56	153		6月11日	台風4号	736	58	
71	12月8日		低気圧	249	38	154		6月28日	梅雨前線	380	29	
72	H5	5月3日		281	32	155		8月30日	台風16号	1424	66	
73		6月19日	梅雨前線	325	41	156		9月29日	台風21号	2910	136	
74		6月23日	低気圧	375	37	157		10月8日	台風22号	354	55	
75		6月29日	梅雨前線	1465	239	158		10月19日	台風23号	5492	225	
76		7月28日	台風5号	546	50	159	12月4日	低気圧	1291	89		
77		8月3日	前線	1131	63	160	H17	7月1日	梅雨前線	401	62	
78		8月10日	台風7号	702	52	161		9月4日	台風14号	334	29	
79		8月15日	低気圧	1790	196	162	H18	4月11日	低気圧	382	57	
80		9月4日	台風13号	351	52	163		6月15日	低気圧	538	60	
81		9月14日	低気圧	1124	64	164		7月17日	梅雨前線	3261	238	
82	9月30日	低気圧	310	47	165	9月6日	前線	923	99			
83	2月21日	低気圧	270	27								

洪水時制御
開始流量
250m³/s

↑

↓

洪水時制御
開始流量
330m³/s

平成3年度(平成4年)3月18日、平成4年12月8日、平成8年12月は本体ゲート塗装工事、ゲート修繕等により、堰からの放流量が通常時より少ないため、200m³/sを上回った時点で、本体ゲート操作を開始した。

上表の最大流入量は、洪水時制御実施時の速報値であるため、公表値と異なる場合もある。

(出典:資料2-6)

2.3.2 洪水時の体制の状況

各年の体制発令回数と最大流入量等の状況は表 2.3-2 に示すとおりである。

昭和 62 年度から平成 18 年度までに、洪水時の体制が発令されたのは 520 回で、このうち 165 回の洪水時制御を実施している。

表 2.3-2 洪水時の体制発令状況

年度	体制発令回数 ¹	洪水時制御(操作)実施回数	各年の最大流入量(発生日)	要因	総雨量
S62 (試験湛水中)	20 回	4 回 (工事中操作規則に基づく操作)	1,866m ³ /s (10月17日)	台風	120mm
S63 (試験湛水中)	34	15 回 (")	2,861 (6月 3日)	梅雨前線	154
H1	31	13 回	1,336 (9月 3日)	秋雨前線	104
H2	37	16 回	3,385 (9月20日)	台風 19 号	250
H3	30	13 回	845 (7月 4日)	前線	51
H4	31	10 回	1,526 (8月20日)	台風 11 号	109
H5	28	12 回	1,791 (8月15日)	前線	196
H6	11	3 回	501 (4月12日)	前線	48
H7	25	7 回	1,834 (5月12日)	低気圧	119
H8	33	7 回	2,217 (8月28日)	秋雨前線	185
H9	29	10 回	1,571 (8月 5日)	前線	105
H10 ²	36	9 回	2,999 (10月18日)	台風 10 号・秋雨前線	149
H11	23	9 回	3,253 (6月30日)	梅雨前線	123
H12	18	5 回	1,911 (11月 2日)	台風 20 号	125
H13	15	4 回	1,167 (6月20日)	梅雨前線	95
H14	16	5 回	907 (7月10日)	台風 6 号	85
H15	33	8 回	1,484 (7月14日)	前線	59
H16	28	9 回	5,492 (10月20日)	台風 23 号	225
H17	16	2 回	401 (7月 4日)	梅雨前線	62
H18	26	4 回	3,261 (7月19日)	前線	238
計	520 回	165 回			

¹ 洪水時は、「準備体制」「予備警戒体制」「洪水警戒体制」「貯留回復体制」の 4 段階での体制をとることとしている。準備体制の発令基準は、

1) 神戸海洋気象台から兵庫県南部及び阪神、北播丹波、播磨南東部に警報(大雨・洪水)が発せられたとき、

2) 大堰流入量及び加古川流域平均前 6 時間雨量から、流入量が 330m³/s に達する概ね 4 時間前と判断されたとき、としている。

² 平成 10 年は、6 月 13 日より洪水時制御開始流量を 250m³/s から 330m³/s に変更した。

³ 上表の最大流入量は、洪水時制御実施時の速報値であるため、公表値と異なる場合もある。

(出典:資料 2-6, 資料 2-7)

また、洪水時の体制の状況は、図 2.3-2,3 に示すとおりである。

年間回数については、体制の発令基準が見直されたことにより、平成 10 年 6 月 13 日以降は洪水時の体制の年平均延べ日数が減少している。

しかし、近年、継続日数別の体制回数については、2 日以上にわたる継続対応回数が増加傾向となっている。

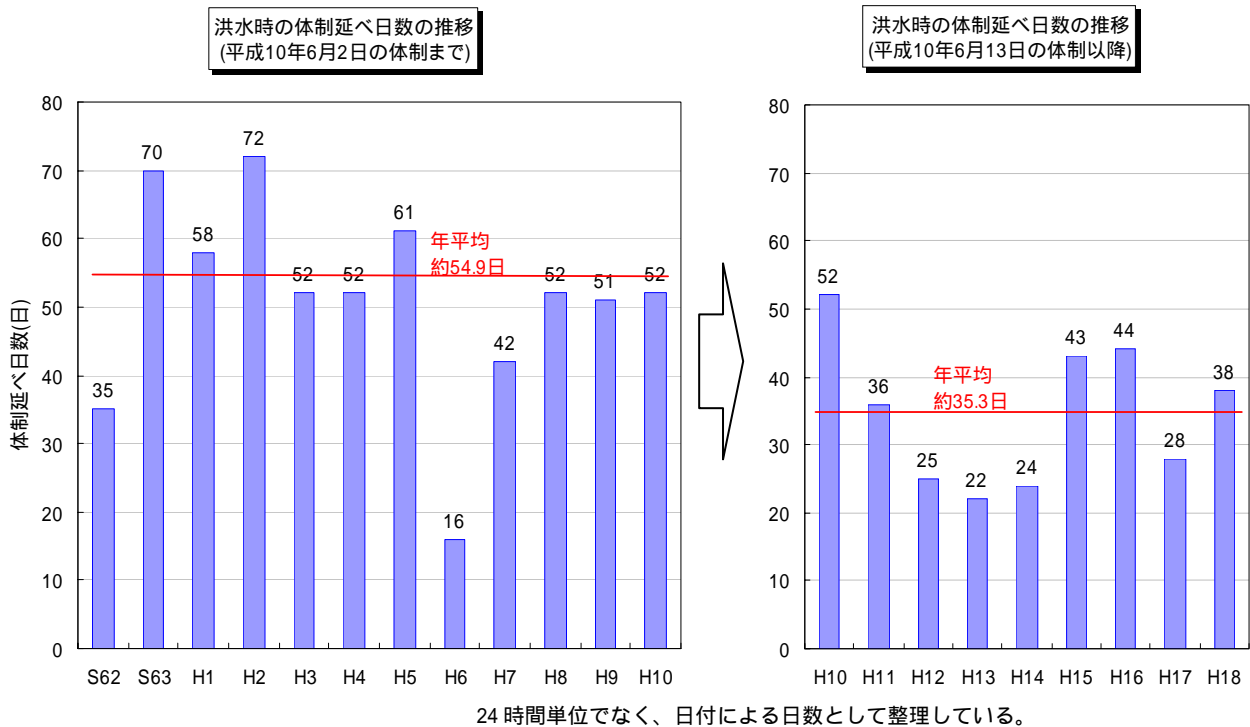


図 2.3-2 洪水時の体制延べ日数の推移

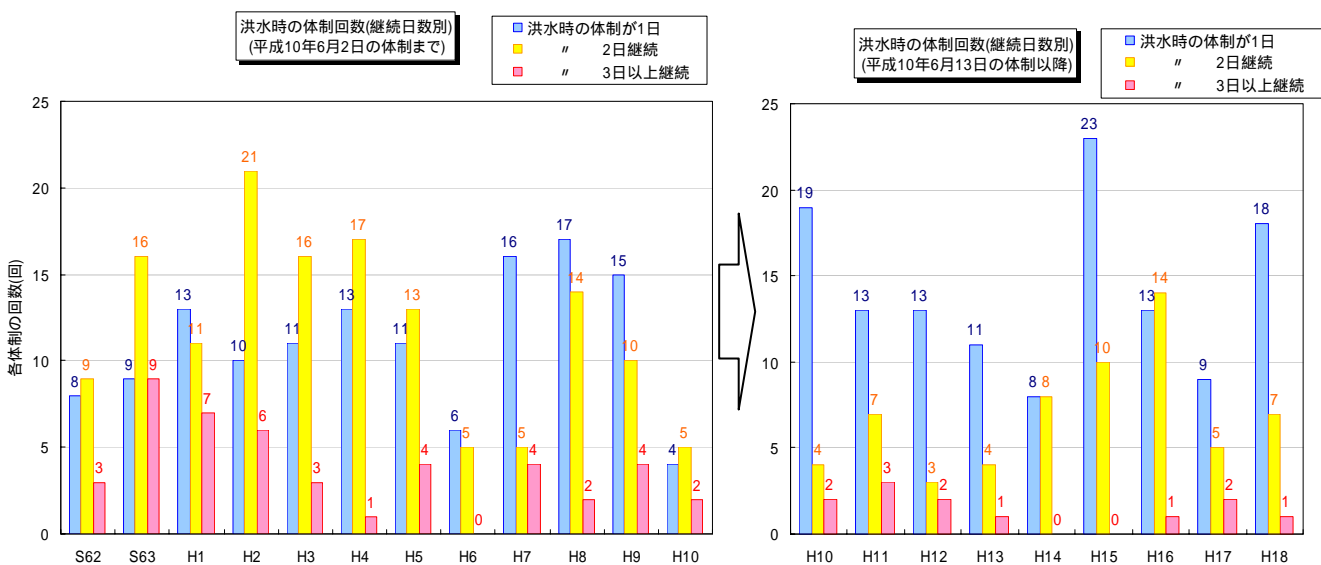


図 2.3-3 継続日数別の体制回数

2.3.3 洪水時の対応状況

管理開始以降の洪水から、表 2.3-3 に示す流入量の上位 5 位までの洪水の状況を抽出し、それぞれの対応状況について整理を行った。

表 2.3-3 整理対象洪水(最大流入量上位 5 位)

年	実施日	要因	最大流入量 (m ³ /s)	総雨量 (mm)
H2	9月18日	台風19号	3,385	250
H10	10月17日	台風10号	2,999	149
H11	6月29日	梅雨前線	3,253	121
H16	10月19日	台風23号	5,492	225
H18	7月17日	梅雨前線	3,261	238

上表の最大流入量は、洪水時制御実施時の速報値であるため、公表値と異なる場合もある。

(1) 平成2年9月17~21日洪水(台風19号)

日本海より南下した秋雨前線は、9月13日頃より停滞し雨を降らせていたが、大型で非常に強い台風19号の北上に伴い暖かく湿った空気が流入し、各地に大雨を降らせた。本降雨は、流域平均最高で21mm/hrであり、時間雨量40mm以上を記録した観測所が3箇所(福住、八千代、北条)あった。

流域平均総雨量は、250mmに達し、連続して長時間降り続く秋雨前線特有の降雨であった。なお、降雨期間中の気象情報としては、次のものが発表された。

兵庫県南部	大雨・洪水注意報	17日 8:00 発表
兵庫県南東部	大雨・洪水警報	18日 3:20 更新
兵庫県南東部	大雨・洪水注意報	18日 18:55 更新
兵庫県南部	大雨・洪水警報	19日 6:20 更新
兵庫県南部	洪水警報・大雨注意報	20日 3:10 更新

以上、姫路測候所発表

加古川大堰への流入量は、17日11:00までは $50\text{m}^3/\text{s}$ で推移した。

20:30に $100\text{m}^3/\text{s}$ 、18日1:00に $150\text{m}^3/\text{s}$ 、3:30に $200\text{m}^3/\text{s}$ と増加し、6:30には、洪水時制御開始流量の $250\text{m}^3/\text{s}$ になった。

雨足が強まったのと、長時間降り続いたのに伴い増加の度合いを強め、18日8:20に $500\text{m}^3/\text{s}$ 、10:00過ぎには、全開制御流量の $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を上回った。さらに流入量は、12:10に $1,500\text{m}^3/\text{s}$ 、19:00には $1,908\text{m}^3/\text{s}$ まで増加した。

雨が小康状態になったのに伴い流入量は減少し始め、19日4:10に $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を下回り、14:00には $435\text{m}^3/\text{s}$ まで減少した。

しかし、再び台風による非常に強い雨の影響により流入量は増加を始め、19日5:30過ぎに $500\text{m}^3/\text{s}$ 、22:30には $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 、23:40に $1,500\text{m}^3/\text{s}$ と急激に増え、20日0:30に $2,000\text{m}^3/\text{s}$ 、1:30に $2,500\text{m}^3/\text{s}$ 、2:50には $3,000\text{m}^3/\text{s}$ を上回った。そして5:00には、本出水の最大流入量の $3,385\text{m}^3/\text{s}$ まで達した。

その後減少を始め、20日10:00に $2,000\text{m}^3/\text{s}$ 、16:00に $1,000\text{m}^3/\text{s}$ を切り順調に減少し続けた後、21日11:00過ぎに $250\text{m}^3/\text{s}$ を下回った。

20日3:00頃、大島水位計観測不能になる。

ピーク流入量まで目視観測(大島)

以後、貯水位換算による流入観測

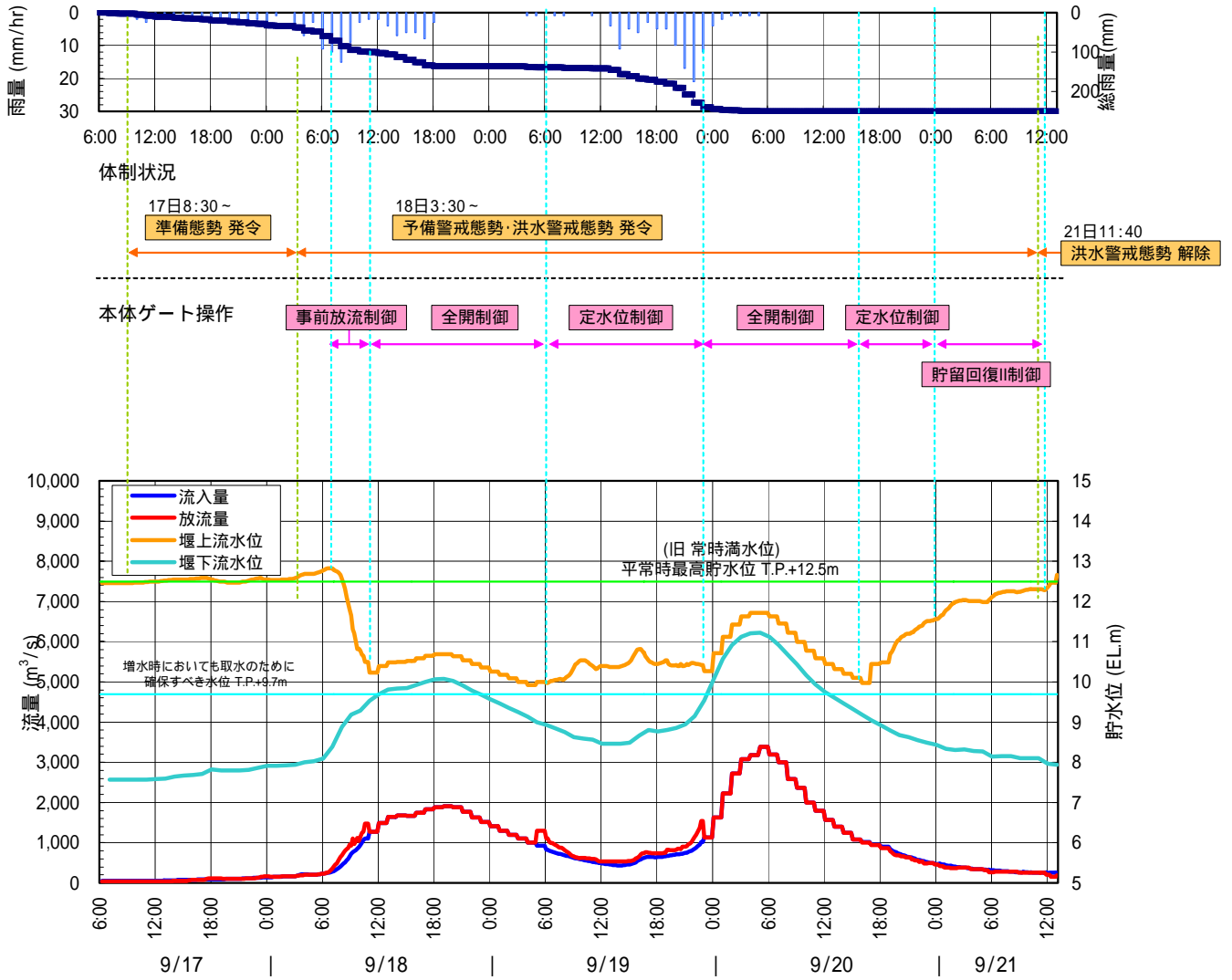


図 2.3-4 平成 2 年 9 月 17 ~ 21 日の洪水時の対応状況(台風 19 号)

(出典:資料 2-6)

(2) 平成 10 年 10 月 16～19 日洪水(台風 10 号)

大型で強い台風 10 号は、石垣島の西の海上を通り東シナ海を北上し、10 月 17 日 16:30 頃には、鹿児島県枕崎市付近に上陸し、17 日 21:00 頃には高知県宿毛市付近に上陸し北東に進み、17 日 23:30 頃、岡山県南部(玉野市付近)に、18 日 0:00 頃には、相生市の西を通り日本海に抜け、18 日の夕方には低気圧となった。

また、台風が通過する 16 日から 18 日までの間、秋雨前線が西日本に停滞した。

加古川流域では、14 日～15 日の昼前にかけて、22 mm/hr の雨が降り、加古川大堰では準備体制(8:30～17:00)を発令した。

その後、15 日から 16 日へ日付が変わる頃から雨が断続的に降り出し、16 日の夕方からは加古川全流域でまとまった雨が降り出した。

この雨は、17 日の夕方まで降り続き、一度(3 時間程度)小康状態となったが、17 日 22:00～18 日 2:00 にかけて、台風 10 号の通過に伴い猛烈な雨(1:00、青垣・43 mm/hr、1:00、柏原・38 mm/hr、1:00、杉原・55 mm/hr)が降り、流域平均雨量で 29 mm/hr を記録した。

しかしこの雨も、台風が通過した 2:00 頃には降り止んだ。

本降雨は、流域平均時間雨量で最高 29 mm/hr、総雨量 149 mmであった。

なお、降雨期間中の気象情報としては、次のものが発表された。

兵庫県南部	大雨・洪水注意報	15 日 21:50 発表
兵庫県南部	大雨・洪水警報	17 日 15:20 発表
兵庫県南部	大雨注意報	18 日 03:40 発表
	洪水警報	18 日 03:40 更新
兵庫県南部	大雨注意報	18 日 06:40 解除
	洪水注意報	18 日 06:40 更新
兵庫県南部	洪水警報	18 日 08:55 解除
以上、姫路測候所発表		

加古川大堰への流入量は、16 日夕方 150m³/s 前後で推移していた。

加古川流域では、16 日 0:00、上流の一部で雨が降ったが、本格的な降り始めは 16 日夕方からであった。

流入量は、16 日から 17 日へ日付が変わる頃から増加を始め、16 日 21:00 に 200m³/s、17 日 5:20 に 300m³/s、17 日 5:50 には、洪水時制御開始流量の 330m³/s を上回った。その後も、17 日 7:00 に 400m³/s、17 日 7:50 に 500m³/s、17 日 8:40 に 600m³/s、17 日 11:00 に 900m³/s、17 日 12:40 には、全開制御流量 1,000m³/s を超えた。

流入量は、17 日 15:10 に 1,127m³/s で一度ピーク流量を迎えた。

その後、流入量は減少し始めたが、台風 10 号による猛烈な降雨で、17 日 18:30 から再度上昇を始め、17 日 20:10 に 1,200m³/s、18 日 2:00 に 1,300m³/s、18 日 2:20 に 1,500m³/s、18 日 3:00 に 1,000m³/s、18 日 3:50 に 2,500m³/s を超え、18 日 5:50 に、本出水の最大流入量 2,998m³/s となった。

その後、流入量は減少を始め、18 日 10:50 に 2,000m³/s、18 日 13:10 に 1,500m³/s、18 日 15:50 に 1,000m³/s、18 日 23:00 に 500m³/s と減少し、19 日 7:50 に 330m³/s を下回った。

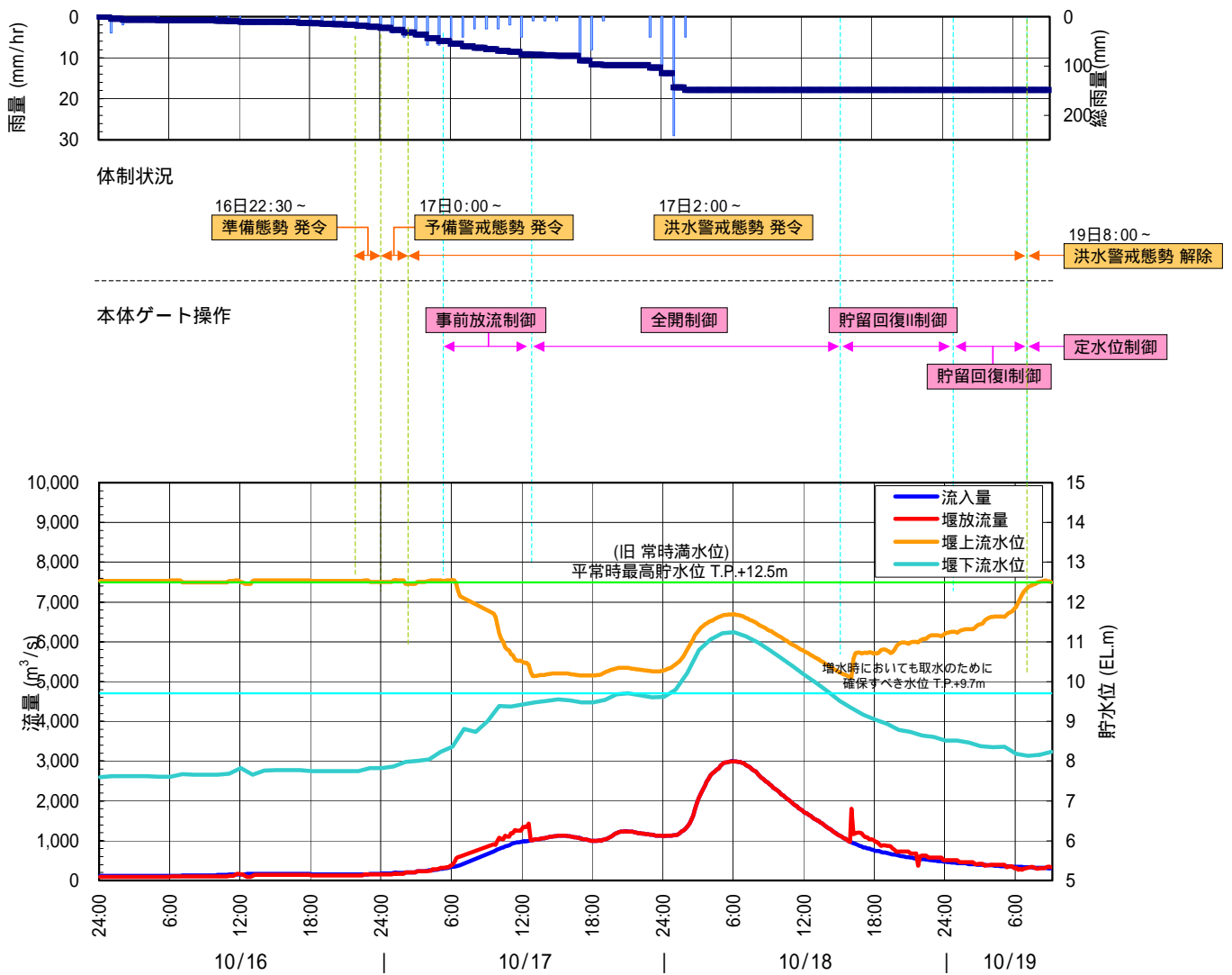


図 2.3-5 平成 10 年 10 月 16 ~ 19 日の洪水時の対応状況(台風 10 号)

(出典:資料 2-6)

(3) 平成 11 年 6 月 29～7 月 1 日洪水(梅雨前線)

6 月 28 日、梅雨前線は本州の南岸沿いに南下し弱まっていたが、29 日朝には、梅雨前線は次第に北上し、西日本に停滞し活動が活発になり、前線に向かって暖かい湿った空気が流れ込んだ。

また、対馬海峡付近の低気圧の動きは遅く、大雨の降りやすい状態が続いた。

その後、30 日の夕方には大雨を降らせた前線は東に抜けたため、西日本の天気は回復した。

加古川流域では、29 日朝から強い雨が降り始め、29 日の昼頃から 30 日にかけてかなりの雨が降った。流域平均時間雨量は、最大 19 mm/hr(「氷上」で 45 mm/hr、「天神」で 33 mm/hr、「細川」で 27 mm/hr)であった。

またこの強い雨は、加古川流域の東域で強く降った。「山田」では、29 日からの総雨量が 200 mmを超えた。

本降雨は、流域平均時間雨量で最高 19 mm/hr、総雨量 121 mmで、東域で多雨であった。

なお、降雨期間中の気象情報としては、次のものが発表された。

兵庫県南部	大雨・洪水注意報	29 日 09:40 発表
兵庫県南部	大雨・洪水警報	29 日 11:45 発表
兵庫県南部	大雨・洪水警報	29 日 16:20 更新
兵庫県南部	大雨・洪水警報	29 日 19:40 更新
兵庫県南東部	大雨・洪水警報	30 日 02:45 更新
兵庫県南東部	大雨警報	30 日 11:45 解除
	洪水警報	30 日 04:40 更新
兵庫県南東部	洪水注意報	30 日 06:50 発表
兵庫県南東部	洪水注意報	30 日 11:00 解除

以上、姫路測候所発表

加古川大堰への流入量は、6 月 25 日及び 27 日降雨(いずれも梅雨前線)の影響で、29 日の昼頃まで約 120m³/s 前後で推移していたが、雨足が激しくなるにつれ、昼頃から流入量が急激に増加を始め、29 日 13:00 に 200m³/s、29 日 14:00 に 300m³/s となり、29 日 14:10 には、洪水時制御開始流量の 330m³/s を上回った。

その後も雨足は強まり、また流入量も 29 日 14:40 に 400m³/s、29 日 15:40 に 500m³/s、29 日 19:50 には、全開制御流量の 1,000m³/s を超え、その後も 29 日 23:50 に 2,000m³/s、30 日 1:50 に 3,000m³/s を超え、30 日 3:40 には、最大流入量 3,253m³/s を記録した。

長時間降り続いた激しい雨も、30 日の 3:00 頃には降り止み流入量は次第に減少し、30 日 9:30 に 2,000m³/s、30 日 14:20 に 1,000m³/s、30 日 20:40 に 500m³/s となった後、7 月 1 日 3:50 に 330m³/s を下回った。

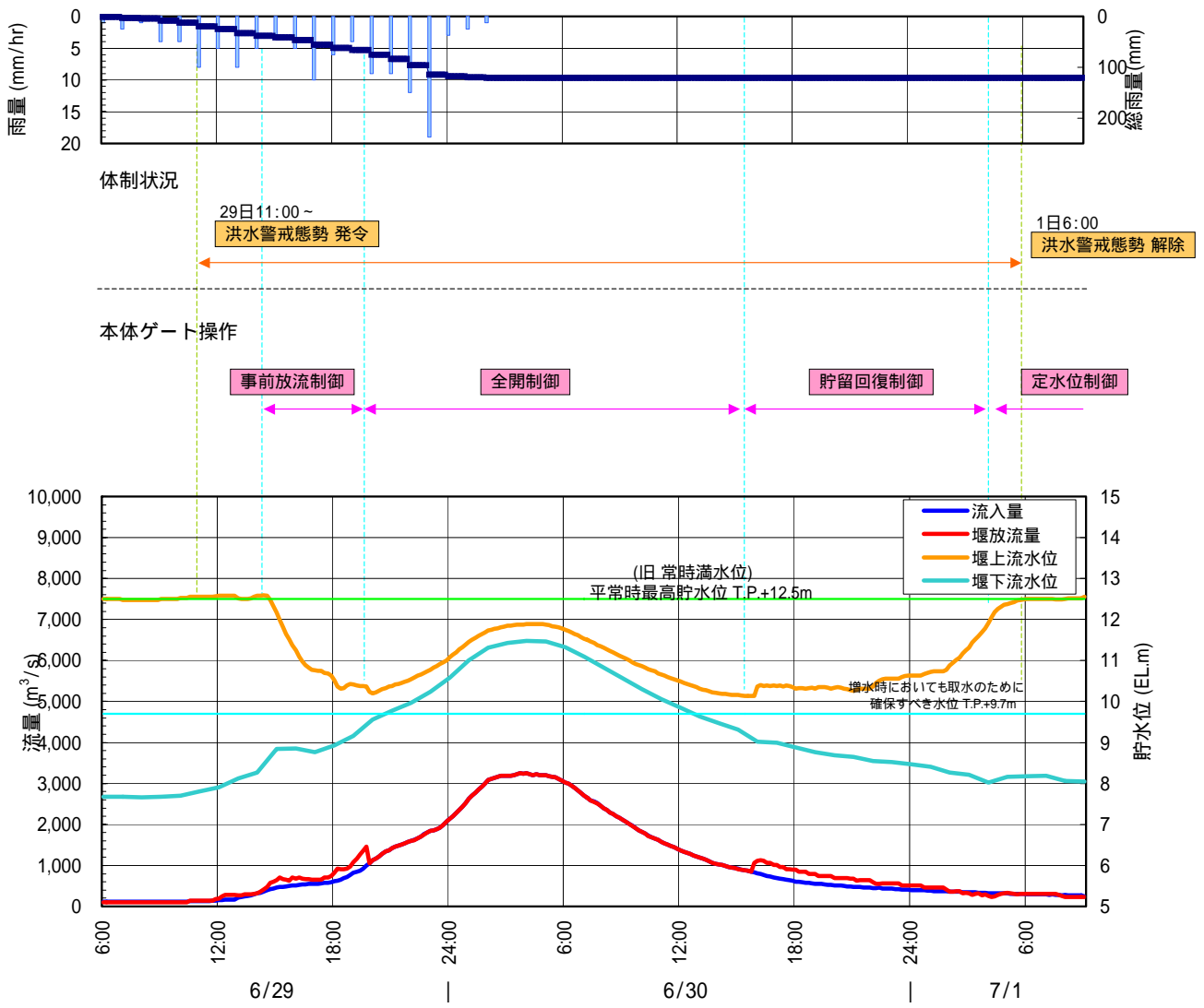


図 2.3-6 平成 11 年 6 月 29 ~ 7 月 1 日の洪水時の対応状況 (梅雨前線)

(出典: 資料 2-6)

(4) 平成 16 年 10 月 19～21 日洪水(台風 23 号)

大型で非常に強い台風 23 号の北上に伴い、前線も活発化し、10 月 19 日より激しい降雨となった。

この降雨で、時間雨量 40mm/hr(青垣:20 日 15:00～16:00、39mm/hr)(谷上:20 日 16:00～17:00、37mm/hr(吉川:20 日 15:00～16:00、))36 mm/hr(柏原:20 日 15:00～16:00、その他の地域(船町、北条、細川)除く)でも 15:00～16:00 時の間で時間雨量 20mm/hr 以上を観測した。

総雨量 224.9mm(19 日 2:00～22 日 1:00)で、上流域で雨が多く降った。

なお、降雨期間中の気象情報(大雨・洪水)としては、次のものが発表された。

播磨南東部・阪神地区・北播丹波	大雨・洪水警報	20 日 11:00 発表
阪神地区	大雨・洪水警報	20 日 23:00 解除
播磨南東部・北播丹波	大雨・洪水警報	21 日 6:10 解除
以上、神戸海洋気象台発表		

加古川大堰への流入量は 25m³/s 前後で推移していたが、19 日 11:00 頃から雨脚が強まるのと同様に流入量も次第に増加し始め、19 日 16:50 に 100m³/s、19 日 18:40 に 200m³/s、19 日 21:20 に 300m³/s と増加し続けた。

雨は、秋雨前線の通過とともに 19 日 19:00 ごろには一端小康状態となったが、台風 23 号の接近に伴い、20 日 6:00 頃から再び全流域で雨が観測され流入量はその後も 20 日 13:10 に 400m³/s、20 日 13:50 に 500m³/s と増加し続け、20 日 15:05 には全開制御流量 1,000m³/s 以上となり本体ゲートの全開操作を行った。その後も流入量は 1 時間 1,000m³/s の速度で増加し続け 20 日 21:43 に過去最大流入量 5,492m³/s を記録した。

雨は、台風 23 号の通過とともに 20 日 23:00 には全流域で降り止んだ。

流入量は 1 時間 250m³/s 程度の速度で低下し、21 日 21:50 に 330m³/s を下回った。

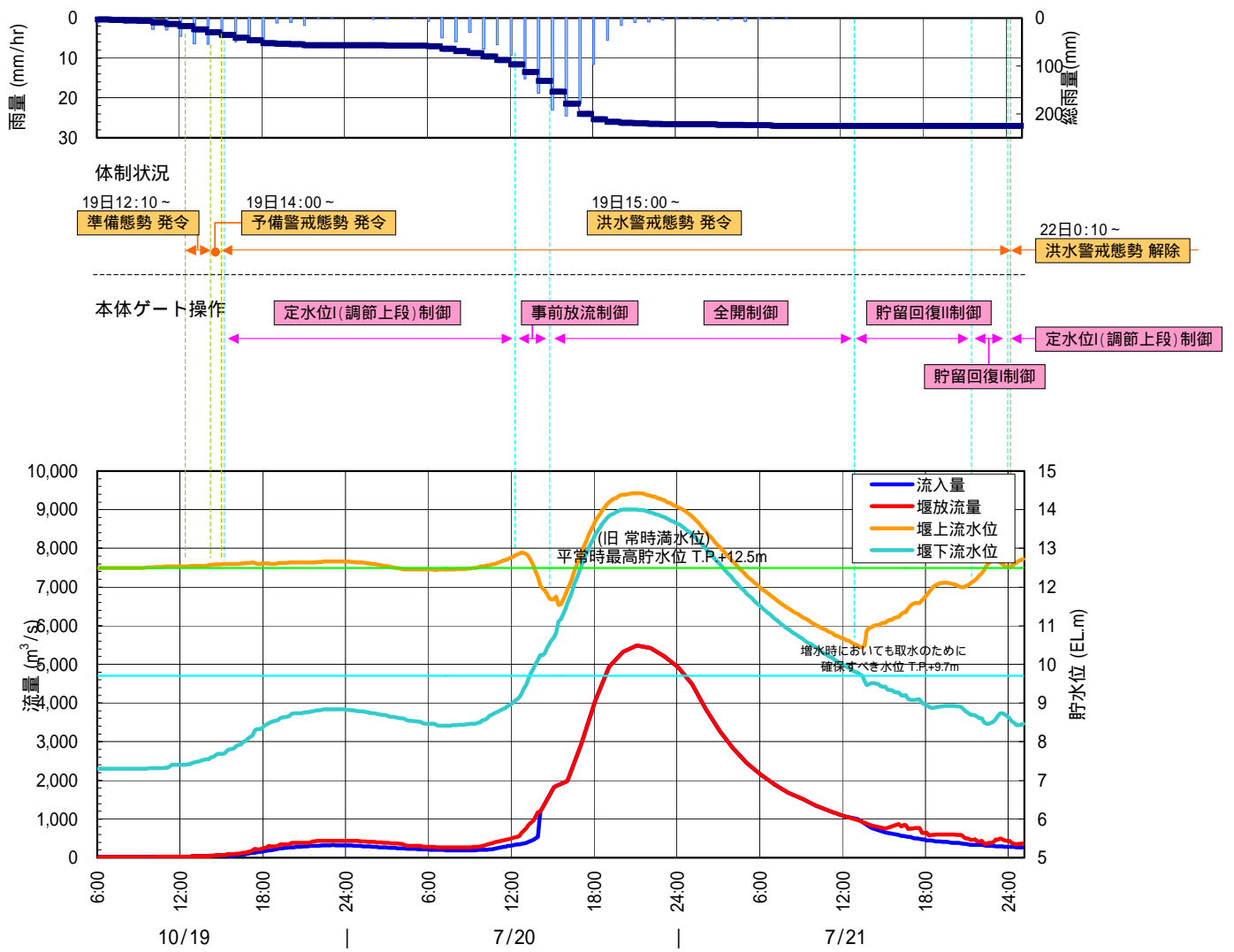


図 2.3-7 平成 16 年 10 月 19 ~ 21 日の洪水時の対応状況(台風 23 号)

(出典:資料 2-6)

(5) 平成 18 年 7 月 16～7 月 22 日洪水(梅雨前線)

梅雨前線の影響で、加古川流域では、7 月 16 日 13:00 から雨が降り始めた。

7 月 16 日 13:00 から 21 日 20:00 までの総雨量は、流域平均 238.2mm、青垣 217mm、氷上 248mm、柏原 290mm、福住 236mm、火打岩 253mm、船町 268mm、杉原 284mm、八千代 211mm、板波 225mm、北条 179mm、天神 199mm、吉川 212mm、小野 224mm、谷上 229mm、細川 220mm、加古川 204mm であり、全流域で多く降った。

なお、降雨期間中の気象情報(大雨・洪水)としては、次のものが発表された。

播磨南東部・阪神地区・北播丹波	大雨・洪水注意報	16 日 15:30 発表
播磨南東部・阪神地区・北播丹波	大雨・洪水注意報	16 日 19:30 解除
播磨南東部・阪神地区・北播丹波	大雨・洪水注意報	17 日 7:25 発表
播磨南東部・阪神地区	大雨・洪水注意報	17 日 17:45 解除
播磨南東部・阪神地区	大雨・洪水注意報	18 日 3:30 発表
播磨南東部・北播丹波	大雨・洪水警報	19 日 3:35 更新
播磨南東部・北播丹波	大雨・洪水注意報	19 日 11:00 更新
播磨南東部・阪神地区・北播丹波	大雨注意報	19 日 13:20 解除
播磨南東部・阪神地区・北播丹波	洪水注意報	19 日 17:40 解除
播磨南東部・阪神地区・北播丹波	大雨・洪水注意報	20 日 9:10 発表
北播丹波	大雨・洪水注意報	21 日 4:50 解除
播磨南東部・阪神地区	大雨・洪水注意報	21 日 11:40 解除

以上、神戸海洋気象台発表

加古川大堰への流入量は徐々に増加し、降り始めから約 24 時間後の 17 日 13:23 に洪水時制御開始流量の 330m³/s を上回った

その後も雨は降り、洪水時制御開始から約 3 時間後の 17 日 16:33、全開制御流量の 1,000m³/s を上回った。雨は一時、小康状態となったが、その後、豪雨となり、最大流入量 3,261m³/s を記録した。

その後流入量は低下し、21 日 4:38 に一時定水位制御へ戻ったが、また雨が降り、流入量が増加したため、21 日 10:15 に再度洪水時制御を開始した。

その後、雨は止み流入量も低下し、21 日 17:13 に 330m³/s を下回った。

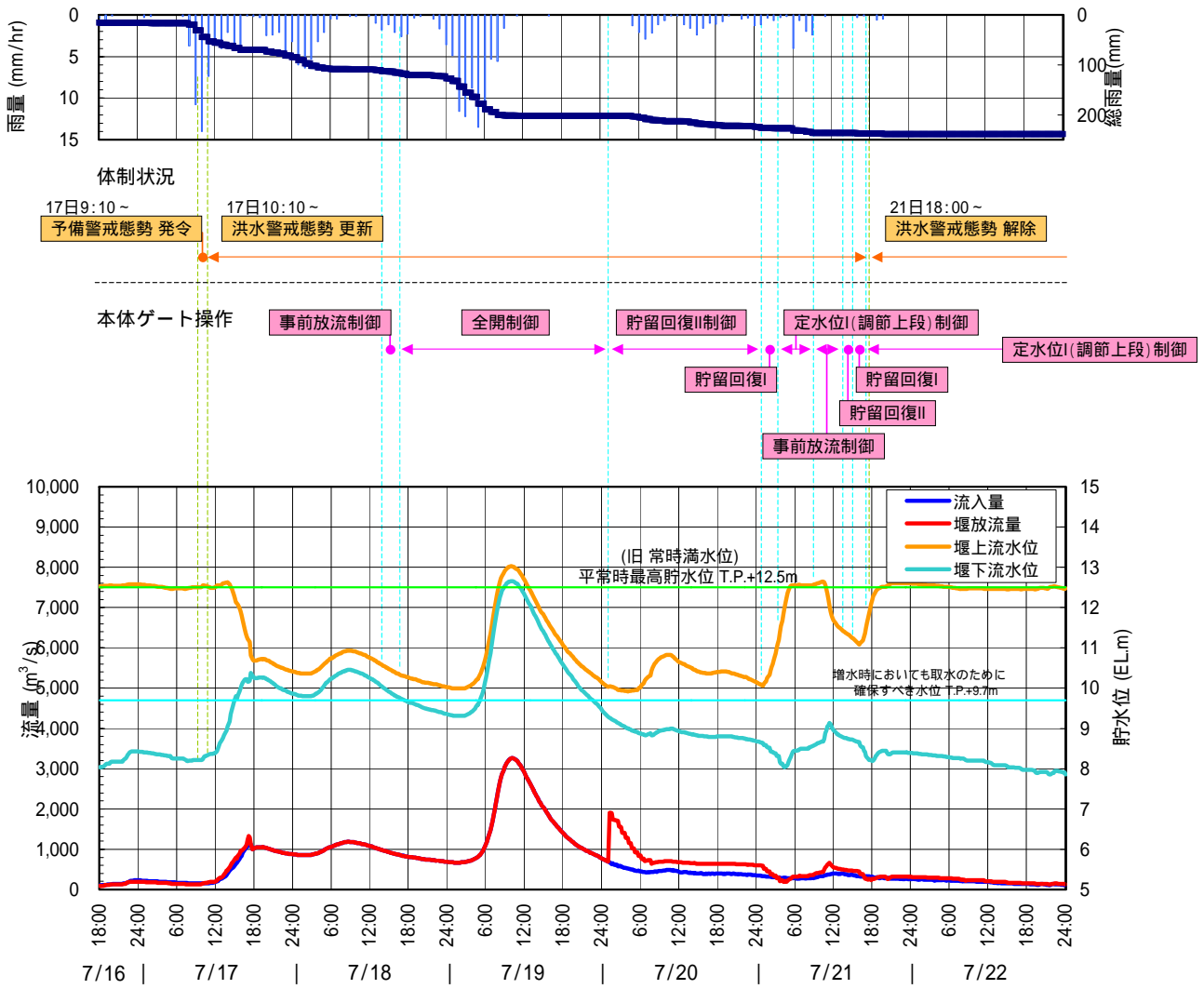


図 2.3-8 平成 18 年 7 月 16 ~ 7 月 22 日の洪水時の対応状況(梅雨前線)

(出典:資料 2-6)

2.3.4 洪水時の水位低減効果

加古川大堰事業により洪水時の流下能力が向上したことについて加古川大堰建設後における最大流入量を記録した平成16年10月の洪水をもとに水位低減効果の整理を行った。

平成16年10月19日に最大流入量 $5,492\text{m}^3/\text{s}$ となり、加古川大堰水位基準点の国包地点においての最高水位としてT.P.+15.98mを記録した。この管理開始以降最大の洪水が加古川大堰建設前の加古川に流れていたと想定(昭和54年時点H-Q式にて算定)すると、当時の国包地点での水位は約T.P.+18.4mまで上昇していたと考えられる。これは左岸の居住地側標高(約T.P.+17.4m)より高い水位であり、内水が排水できない状態となる。加古川大堰事業がなければ堤内地域に大きな被害をもたらした可能性は十分に考えられる。

しかしながら、上下流堰の撤去や加古川大堰建設に伴う河道整備等により、約2.4mの水位低減効果が得られたことにより地域の治水安全度を向上につながったと十分考えられる。

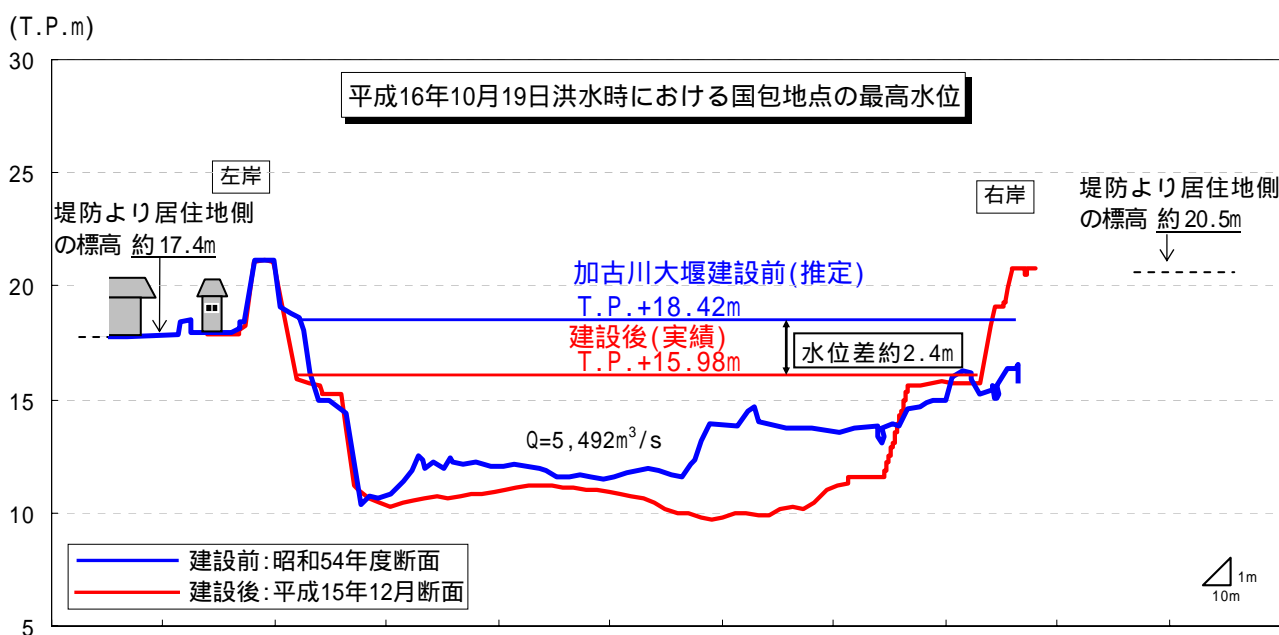


図 2.3-9 国包地点(加古川 14.2k 地点)における加古川大堰建設前後の水位低減効果模式図

2.3.5 洪水時の対応に関する課題

加古川大堰では、流入量と堰上下流の水位との関係からゲート毎に操作を行い、洪水を安全に流下させる制御を行っているが、放流量の算出方法に関する現状と課題について、以下に整理した。

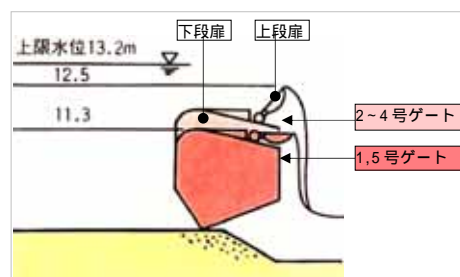
(1) 放流量の算出方法(現状)

放流量の算出は、ゲートごとに以下の計算式を用いて、堰管理用制御処理設備が自動算出を行っている。なお、主ゲートの操作は、上段扉を全閉としたあとにゲート(下段扉)を上昇させアンダーフローに移行するため、同一ゲートでオーバーフローとアンダーフローが同時に発生することはない。

1) オーバーフロー時(全ゲート)

放流量算出式: $Q = CBh^{3/2}$

C: 流量係数 B: 越流幅 h: 越流量水深

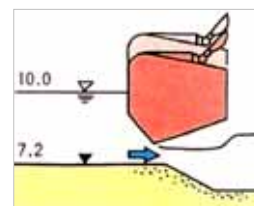


2) アンダーフロー時(主ゲートのみ:1~5号ゲート)

a) ゲート接水時の放流量算出式: $Q = CaB(2gh)^{1/2}$

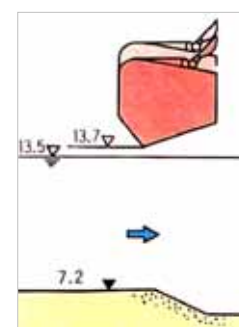
C: 流量係数 (堰上下流の水位とゲート開度の関係から、自由流出時と潜り流出時を区別している。)

a: ゲート開度 B: ゲート幅 h: 堰上水位



b) 全開制御でゲート離水時の放流量:

Qは国包地点(堰より上流2.2km)の流量 = 流入量



(2) 課題とその要因

これまでの洪水時の状況を整理すると、放流量と水位・流入量の関係から、次に示す課題が明らかとなっている。

- 1) 堰上水位が上昇している状況で 放流量 > 流入量 となる場合がある。
- 2) 堰上水位に急激な変化がない(安定又は緩やかに下降)かつ流入量に急激な変化がないという状況で、放流量が跳ね上がるという場合がある。
- 3) 全開(ゲートの接水)前後で放流量が不連続となる(大きくなる)。

課題の例を図 2.3-10 に示す。

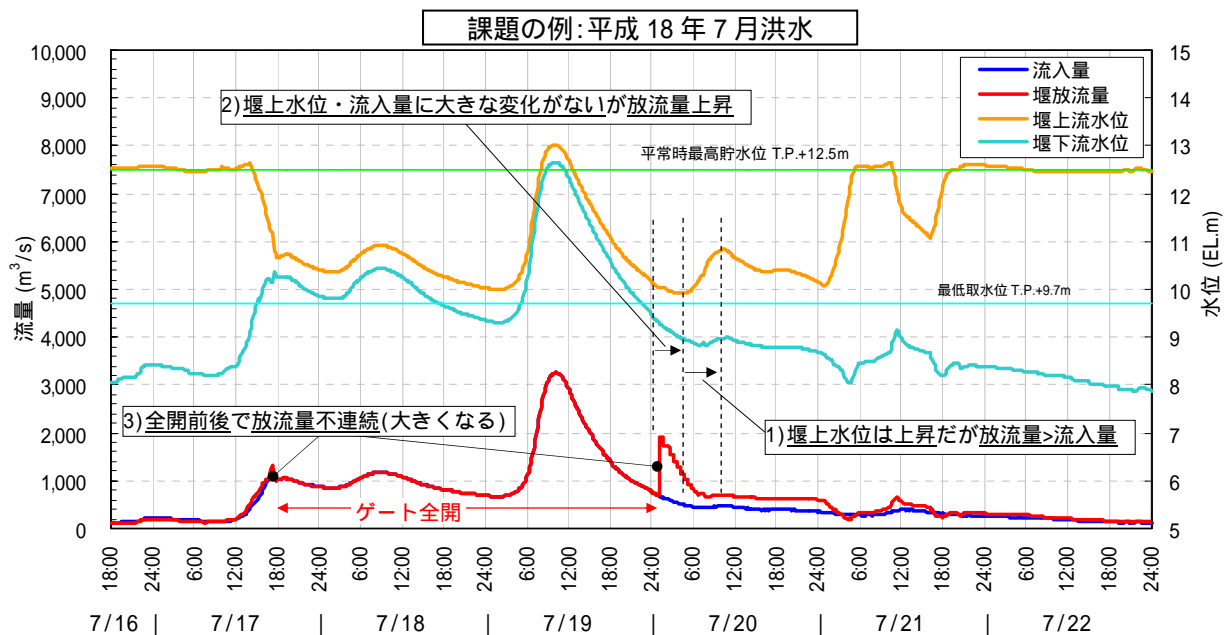


図 2.3-10 洪水時に発生する放流量算定の課題(例.平成 18 年 7 月洪水)

上記のケースが生じるのは、

- 1) アンダーフローが生じている状態
- 2) アンダーフローが生じている状態
- 3) ゲート離水時及びゲート接水時 である。

以上より、放流量が正しく算出されないケースが生じる要因は、

アンダーフロー時の計算式

(潜り流出などの状況により計算式が適合していない。)

又は、アンダーフロー時の流量係数 C

(現在算出に使用している係数が適合していない。)

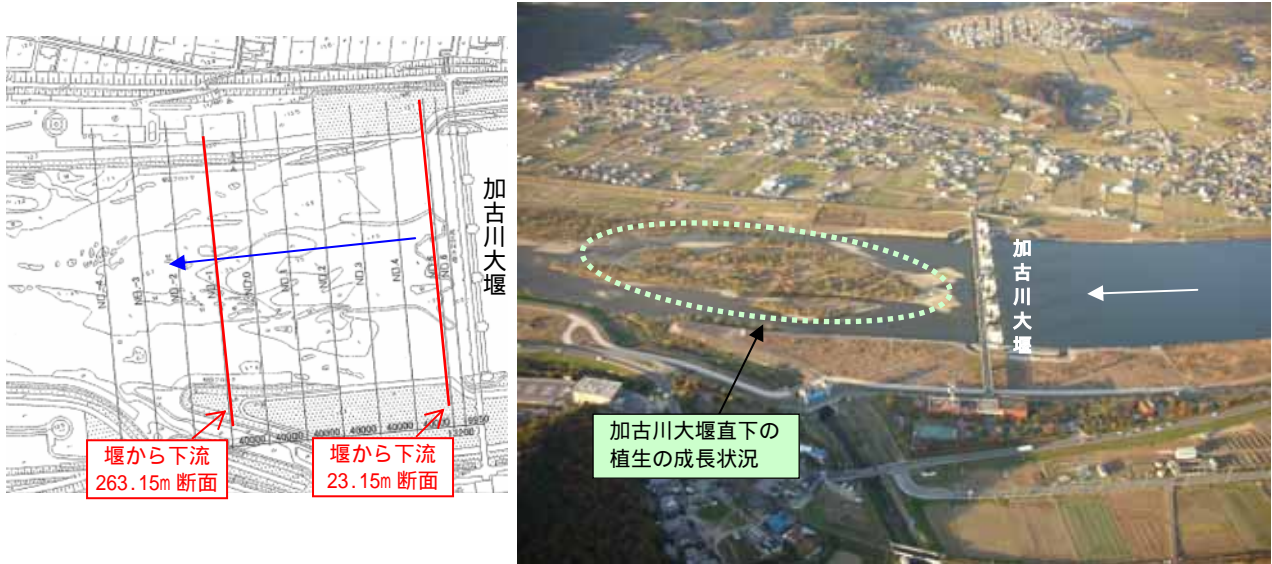
が考えられる。

(オーバーフロー時及び、全開時(ゲートが着水していない状態)は、水位と流入量の状況から妥当な放流量であると判断)

(3) 課題への対応

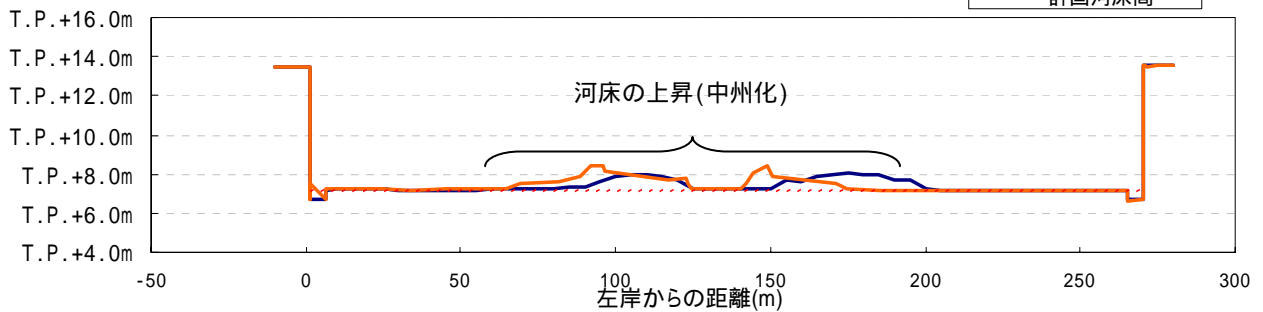
一般的に「潜り流出」が発生する場合の流量の算出は難しいとされているが、過去の出水時の流量観測データから、算出式で用いる係数の再検討や、必要に応じて、洪水時の流量観測(流速観測)を実施することなどについて検討を行っていく。

また、潜り流出の発生と堰直下の河床上昇(図 2.3-11)による堰下流水位の上昇との間の関係についても調査中であり、今後改善に向けた対応を行っていく。



加古川大堰から下流23.15m地点の断面変化

— 平成3年度断面
— 平成18年度断面
- - - 計画河床高



加古川大堰から下流263.15m地点の断面変化

— 平成3年度断面
— 平成18年度断面
- - - 計画河床高

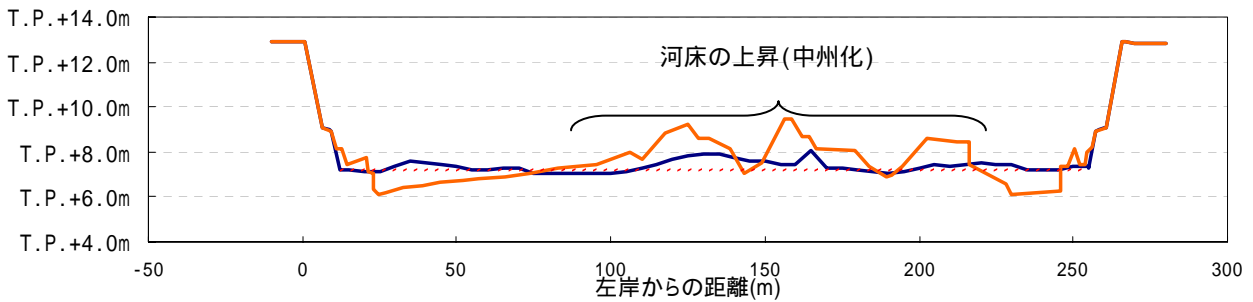


図 2.3-11 加古川大堰下流の河床の上昇、樹林の繁茂の状況

(出典:資料 2-10)

2.4 まとめ

(1) 治水のまとめ

流下能力の向上

加古川大堰事業により、河川改修を行うとともに、河道の流下能力を著しく阻害している「五ヶ井堰」、「上部井堰」を統合させた加古川大堰を建設したことにより、下流の洪水の流下能力を向上させた。

また、平成 16 年洪水の最大流入量 $5,942\text{m}^3/\text{s}$ が加古川大堰建設以前に流下した場合、国包地点における水位は約 18.4m であったと想定されるが、加古川大堰建設による流下能力の向上により約 16m(実績)となり、約 2.4m 低減した。

洪水時の対応

加古川大堰では、昭和 62 年から平成 18 年度までの 20 年間で計 165 回の洪水時制御開始流量の流入があった。

近年では、平成 16 年 10 月に管理開始後最大の流入量を記録し、至近の平成 18 年 7 月には、過去 3 番目に大きな流入量を記録する洪水があった。これらいずれの洪水においても、加古川大堰の適切な対応(操作)により、流入した洪水を阻害することなく安全に流下させた。

しかし、平成 18 年までに 520 回もの体制に入っており、体制が発令されたにも関わらず制御(ゲート操作)に至らなかったケースが 355 回(年平均 18 回程度)あった。また、体制が発令されている日数は、年平均約 44 日間となっている。

以上より、今後体制発令の負担を少しでも軽減することができないか、検討していく必要がある。

洪水時の対応に関する課題

洪水初期の事前放流段階および洪水後期の貯留以降段階において、放流量が正しく計算されない(大きく算出されてしまう)ことがわかっている。これは、潜り流出の発生などにより設定している計算式や流量係数などが適合しないケースがあるためであり、現在、改善策について検討中である。

(2) 今後の方針

今後も引き続き、地域の安全を確保するため、洪水時の適切な対応を行っていくとともに、これまでの状況を勘案し、施設や運用方法の改善の必要性の検討、これに伴う体制発令基準の見直しなど、洪水時のよりよい管理を行うために必要な検討を行っていく。

また、放流量などの諸量の算出システムなどの再構築などを行い、今後より迅速かつ正確な制御方法を確立していく。

2.5 文献リスト

表 2.5-1 「2.治水」に使用した文献・資料リスト

NO.	文献・資料名	発行者	発行年月	引用ページ・箇所
2-1	加古川水系工事実施基本計画	建設省近畿地方建設局 姫路工事事務所	昭和 58 年 3 月	2.1.1 想定はん濫区域の状況
2-2	加古川浸水想定区域図	国土交通省 姫路工事事務所	平成 14 年 6 月	2.1.2 浸水想定区域の状況
2-3	パンフレット 「加古川大堰 機械設備編」	姫路河川国道事務所	-	2.2.1 洪水時制御時の運用計画
2-4	加古川大堰操作規則・細則基礎資料 とりまとめ作成業務 報告書	(株)建設技術研究所/ 姫路河川国道事務所 (姫路工事事務所)	平成 11 年 3 月	2.2.2 洪水時制御開始流量 及び体制基準の変更
2-5	平成 9 年度加古川大堰操作検討とり まとめ(その2)業務 報告書	(株)建設技術研究所/ 姫路河川国道事務所 (姫路工事事務所)	平成 9 年 12 月	
2-6	加古川大堰洪水操作報告	姫路河川国道事務所 (姫路工事事務所) 加古川大堰	昭和 62 年～ 平成 18 年	2.3.1 出水の状況 2.3.2 洪水時の体制の状況 2.3.3 洪水時の対応状況
2-7	加古川大堰洪水体制操作状況	姫路河川国道事務所 (姫路工事事務所) 加古川大堰	昭和 62 年～ 平成 18 年	
2-8	平成 13 年度加古川大堰放流量検 討業務 報告書	(株)東京建設コンサル タント/国土交通省姫 路工事事務所	平成 14 年 3 月	2.3.5 洪水時の対応に関する課題
2-9	加古川大堰放流量算定方法検討業務 報告書	(株)建設技術研究所/ 国土交通省姫路河川国 道事務所	平成 18 年 1 月	
2-10	平成 18 年度 加古川大堰定期横 断測量その他 1 件業務 報告書 (1/2) 堆砂量調査	姫路河川国道事務所	平成 19 年 3 月	