

2 . 治 水

2.1 想定はん濫区域の状況

2.1.1 浸水想定区域の指定状況

図 2.1-1 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。

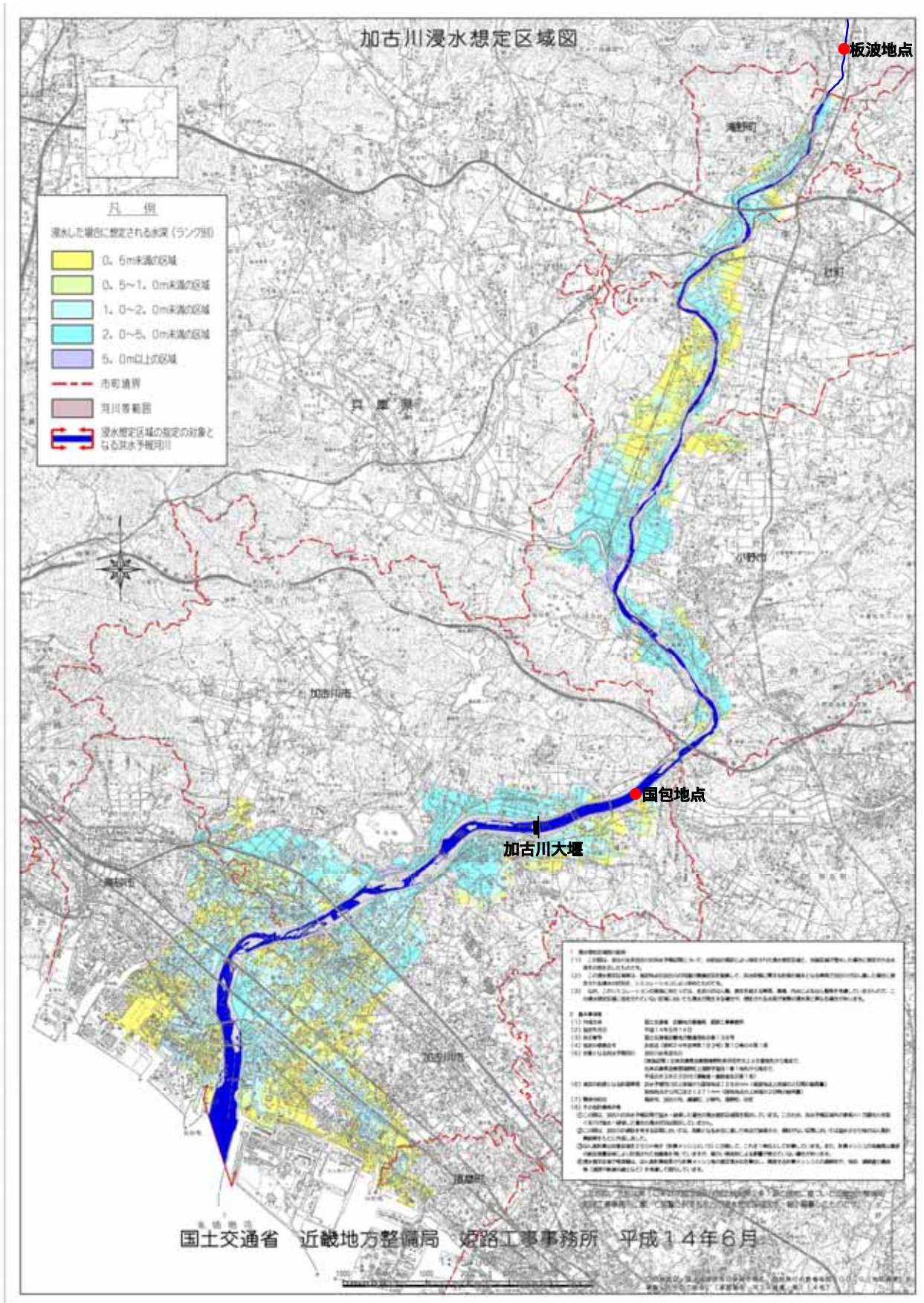
この浸水想定区域は、平成 14 年時点(検討当時)の河道の整備状況を勘案して、加古川の洪水防御に関する計画の基本となる洪水(板波地点:概ね 100 年に 1 回程度起こる大雨、国包地点:概ね 150 年に 1 回程度起こる大雨)で加古川がはん濫した場合に想定される浸水の状況をシミュレーションにより求めたものである。なお、計画の基本となる基本高水流量、計画高水流量は加古川水系河川整備基本方針で定められており、これは昭和 51 年の 17 号台風など著名 9 洪水の実績をもとに加古川水系工事実施基本計画(昭和 58 年 3 月)で設定されている値を踏襲したものである。

加古川の浸水想定区域には、流域の 14 市町のうち 4 市 1 町が含まれる。

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 3 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、播磨町
浸水想定区域内市町 (4 市 1 町)	加東市、小野市、加古川市、高砂市、播磨町

(出典:資料 2-1 に市町村合併を更新及び流域界変更を考慮)



市町村名は平成14年6月時点のものである。

図2.1-1 加古川流域の浸水想定区域

(出典:資料2-1)

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)
平時時制御	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 2-2)

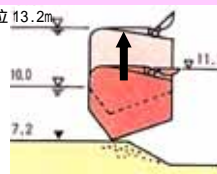
【平常時制御】

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】

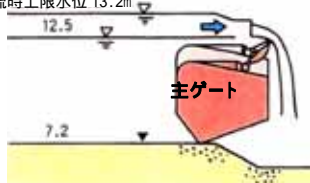
越流時上限水位 13.2m



事前放流制御

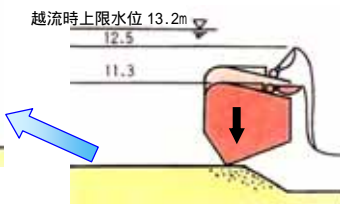
流入量が $330 \sim 1,000\text{m}^3/\text{s}$ の時、事前放流を開始し貯水位を T.P.+10.0m まで低下させる。

越流時上限水位 13.2m



貯留

越流時上限水位 13.2m



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。

一次全開時 13.5

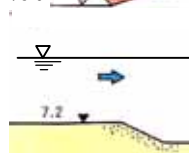


図 2.2-1 ゲート操作模式図

(出典:資料 2-2)

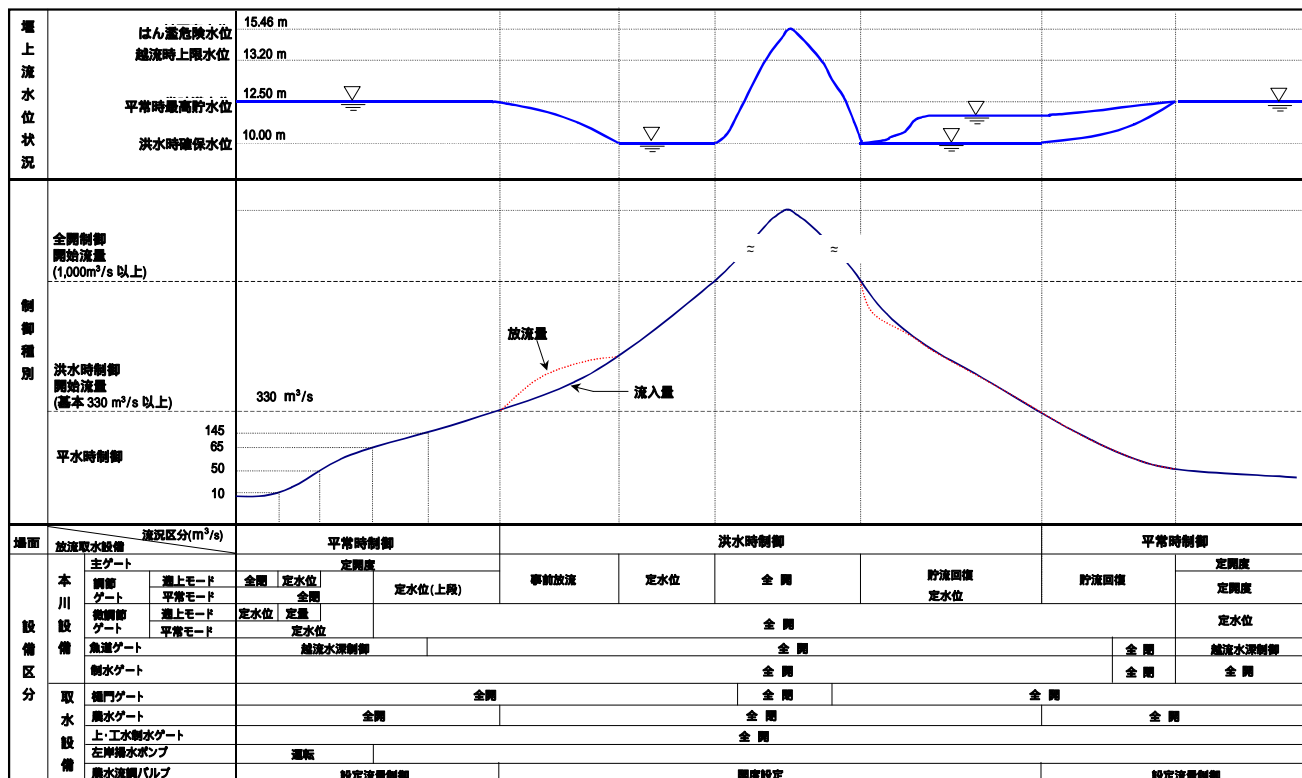


図 2.2-2(1) 加古川大堰操作概念図

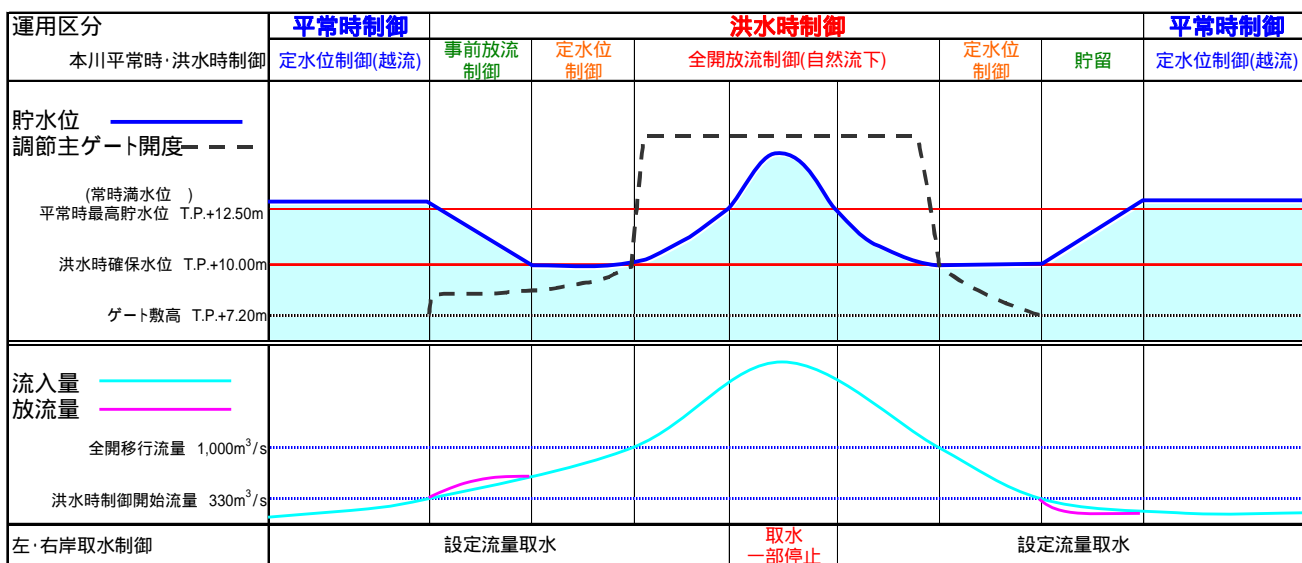


図 2.2-2(2) 加古川大堰操作概念模式図

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2-3,2-4)

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 23 年度までに計 191 回も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(年平均 10 回以上)であったが、洪水時制御開始流量を $330\text{m}^3/\text{s}$ に変更した後(平成 10 年 6 月～平成 24 年 3 月)は、計 76 回(年平均 5～6 回程度)となっており、操作規則・細則の一部変更により操作頻度が減少し、操作の負担が軽減された。

また、実施状況一覧を表 2.3-1 に示す。

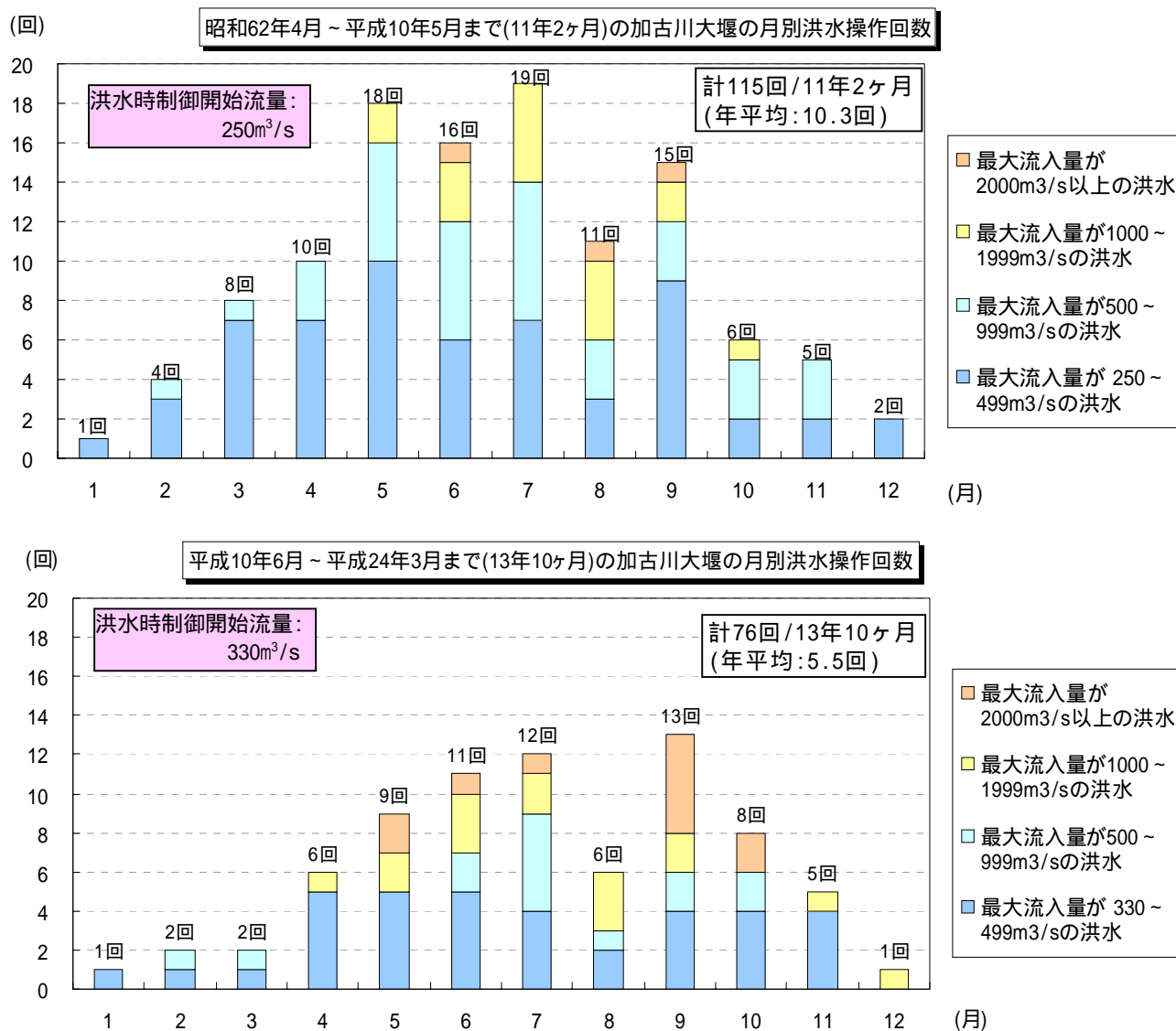


図 2.3-1(1) 月別洪水回数

(出典:資料 2-5)

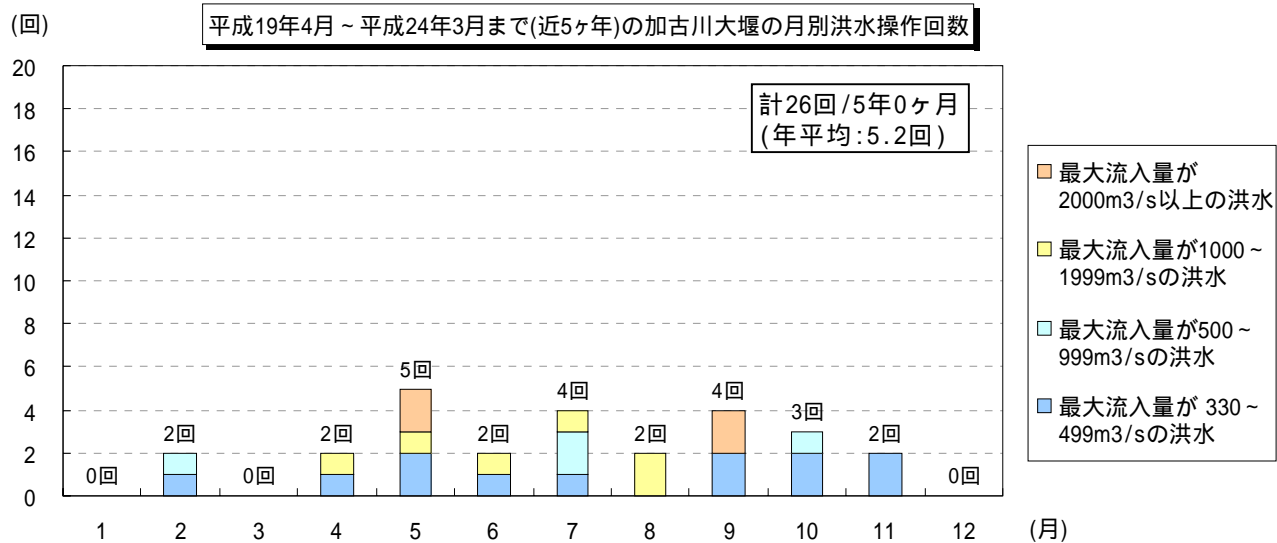


図-2.3-1(2) 月別洪水回数(近5ヶ年)

近5ヶ年の年平均操作頻度は5.2回であり、平成10年の操作規則・細則の一部変更後全体の平均5.5回とほぼ同程度となっている。近年の急激な変化は見られない。

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	101	H9	5月14日	低気圧	288	51	
2		6月9日		1293	91	102		6月28日	台風8号	1174	78	
3		7月19日		1539	102	103		7月10日	梅雨前線	1088	166	
4		10月16日		1866	120	104		7月17日	梅雨前線	560	36	
5	S63	4月13日	寒冷前線	807	61	105	7月26日	台風9号	1334	145		
6		5月7日	低気圧	527	51	106	8月5日	前線	1571	105		
7		5月12日	低気圧	539	47	107	9月17日	台風19号	538	68		
8		5月22日	低気圧	494	50	108	9月26日	低気圧	359	57		
9		6月3日	低気圧	2861	154	109	11月26日	低気圧	804	93		
10		6月9日	低気圧	500	51	110	1月15日	低気圧	389	43		
11		6月25日	梅雨前線	330	71	111	4月2日	低気圧	270	44		
12		7月15日	梅雨前線	1125	122	112	4月15日	低気圧	316	25		
13		7月24日	梅雨前線	535	54	113	5月13日	低気圧	329	45		
14		8月16日	台風11号	427	59	114	5月16日	低気圧	1027	68		
15		8月20日	局地的な強い雨	568	41	115	5月29日	前線	489	32		
16		9月25日	台風22号の接近	457	63	116	7月11日	梅雨前線	390	55		
17		2月18日	前線	305	55	117	9月22日	台風7号	1436	112		
18		2月26日	前線	338	55	118	9月24日	前線	1208	108		
19		3月4日	低気圧	870	56	119	10月17日	台風10号	2999	149		
20		H1	5月12日		282	39	120	H11	5月4日	低気圧	345	60
21			5月26日	前線	473	37	121		5月27日	梅雨前線	445	54
22	6月16日		梅雨前線	321	48	122	6月25日	梅雨前線	483	75		
23	6月23日		台風6号	703	84	123	6月27日	低気圧	1006	52		
24	7月10日		梅雨前線	364	49	124	6月29日	梅雨前線	3253	121		
25	7月13日		梅雨前線	913	49	125	9月7日	低気圧	2237	106		
26	8月27日		台風17号	976	84	126	9月15日	前線	2121	99		
27	9月3日		低気圧	1336	104	127	9月21日	低気圧	434	66		
28	9月6日		秋雨前線	851	20	128	11月1日	低気圧	416	45		
29	9月14日		秋雨前線	464	62	129	H12	6月25日	梅雨前線	355	19	
30	9月19日		台風22号	435	42	130		6月28日	梅雨前線	418	33	
31	9月22日		低気圧	359	28	131	10月9日	低気圧	587	46		
32	2月23日		低気圧	699	63	132	11月1日	台風20号	1911	125		
33	H2		4月8日	寒冷前線	441	39	133	1月27日	低気圧	334	32	
34		4月13日		291	35	134	H13	6月19日	梅雨前線	1167	95	
35		5月4日	寒冷前線	612	88	135		8月22日	台風11号	473	70	
36		5月7日	前線	708	58	136	9月7日	低気圧	970	78		
37		5月19日	温暖前線・寒冷前線	797	67	137	10月10日	低気圧	400	60		
38		7月3日	梅雨前線	670	63	138	H14	5月10日	前線	487	52	
39		7月15日	梅雨前線	470	32	139		7月9日	台風6号	907	85	
40		9月18日	台風19号	3385	21	140	7月16日	台風7号	666	75		
41		10月6日	台風21号	757	67	141	3月1日	前線	309	39		
42		10月8日		758	41	142	3月7日	低気圧	528	38		
43		11月4日	低気圧	506	59	143	H15	4月8日	低気圧	436	37	
44		11月9日	低気圧	339	39	144		4月25日	寒冷前線	344	50	
45		11月30日	台風28号	573	61	145	7月3日	低気圧	394	28		
46		3月11日	低気圧	380	32	146	7月13日	梅雨前線	1484	59		
47		3月23日	低気圧	391	52	147	7月23日	低気圧	514	46		
48		3月30日	前線	310	42	148	8月14日	前線	575	73		
49	H3	4月8日	低気圧	530	54	149	8月19日	前線	448	15		
50		4月25日	前線	398	54	150	11月29日	台風21号	483	58		
51		5月9日	低気圧	318	48	151	H16	4月27日	寒冷前線	402	56	
52		6月2日	前線	585	68	152		5月16日	低気圧	1050	81	
53		6月13日	梅雨前線	611	50	153		6月11日	台風4号	736	58	
54		7月1日	低気圧	285	20	154		6月28日	梅雨前線	380	29	
55		7月4日	低気圧	844	51	155		8月30日	台風16号	1424	66	
56		7月21日	梅雨前線	361	32	156		9月29日	台風21号	2910	136	
57		10月1日	秋雨前線	507	72	157	10月8日	台風22号	354	55		
58		11月28日	前線	310	63	158	10月19日	台風23号	5492	225		
59		3月18日	前線	202	27	159	12月4日	低気圧	1291	89		
60		3月21日	前線	315	33	160	H17	7月1日	梅雨前線	401	62	
61		3月29日	前線	258	38	161		9月4日	台風14号	334	29	
62	H4	4月10日	低気圧	305	37	162	H18	4月11日	低気圧	382	57	
63		4月22日	低気圧	394	37	163		6月15日	低気圧	538	60	
64		5月16日	低気圧	319	34	164	7月17日	梅雨前線	3261	238		
65		6月23日	梅雨前線	534	81	165	9月6日	前線	923	99		
66		6月30日	台風3号	379	49	H19	7月12日	前線・台風4号	1498	146		
67		8月9日	台風10号	472	64		167	H20	5月24日	前線	379	54
68		8月19日	台風11号	1526	109		168	9月21日	上空寒気	401	77	
69		9月29日	低気圧	385	42		169	H21	2月22日	低気圧	361	37
70	10月8日	低気圧	363	56	170		3月13日		低気圧	843	71	
71	12月8日	低気圧	249	38	171		7月22日	前線	668	44		
72	H5	5月3日		281	32	172	8月1日	上空寒気	1983	126		
73		6月19日	梅雨前線	325	41	173	8月9日	暖湿流	1012	92		
74		6月23日	低気圧	375	37	174	10月7日	台風18号	376	60		
75		6月29日	梅雨前線	1465	239	175	11月11日	低気圧	339	71		
76		7月28日	台風5号	546	50	176	H22	4月2日	低気圧	416	40	
77		8月3日	前線	1131	63	177		4月12日	低気圧	1450	103	
78		8月10日	台風7号	702	52	178	5月23日	低気圧	3863	171		
79		8月15日	低気圧	1790	196	179	6月15日	前線	355	63		
80		9月4日	台風13号	351	52	180	6月26日	前線	1644	117		
81		9月14日	低気圧	1124	64	181	7月3日	前線	601	51		
82	9月30日	低気圧	310	47	182	7月14日	低気圧	424	108			
83	2月21日	低気圧	270	27	183	10月19日	低気圧	365	64			
84	H6	4月12日	低気圧	500	48	184	H23	5月11日	前線	1832	140	
85		7月8日	梅雨前線	337	51	185		5月24日	低気圧	394	49	
86		9月30日	台風26号	276	53	186		5月29日	台風2号	2350	139	
87	H7	5月12日	寒冷前線	1834	119	187	9月3日	台風12号	4253	217		
88		5月15日	低気圧	586	62	188	9月17日	暖湿流	482	69		
89		6月4日	低気圧	277	46	189	9月20日	台風15号	3427	228		
90		7月3日	梅雨前線	1005	183	190	10月14日	低気圧	582	70		
91		7月13日	梅雨前線	302	24	191	11月19日	低気圧	445	54		
92		7月21日	梅雨前線	826	79							
93		3月17日	低気圧	256	24							
94	H8	6月26日	梅雨前線	695	48							
95		7月8日	梅雨前線	483	46							
96		8月15日	台風12号	359	58							
97		8月27日	秋雨前線	2217	185							
98		9月13日	秋雨前線	620	65							
99		10月14日	秋雨前線	370	27							
100		12月17日	低気圧	226	38							

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2-5)

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 23 年度までに、洪水時の体制が発令されたのは 630 回で、このうち 191 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
H19	25	1 回	1,498 (7月12日)	前線、台風 4 号	146
H20	25	2 回	401 (9月21日)	上空寒気	77
H21	18	7 回	1,983 (8月 1日)	上空寒気	126
H22	20	8 回	3,863 (5月23日)	低気圧	171
H23	22	8 回	4,253 (9月 3日)	台風 12 号	217
計	630 回	191 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、播磨南部部に警報(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 2-5,資料 2-6)

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。

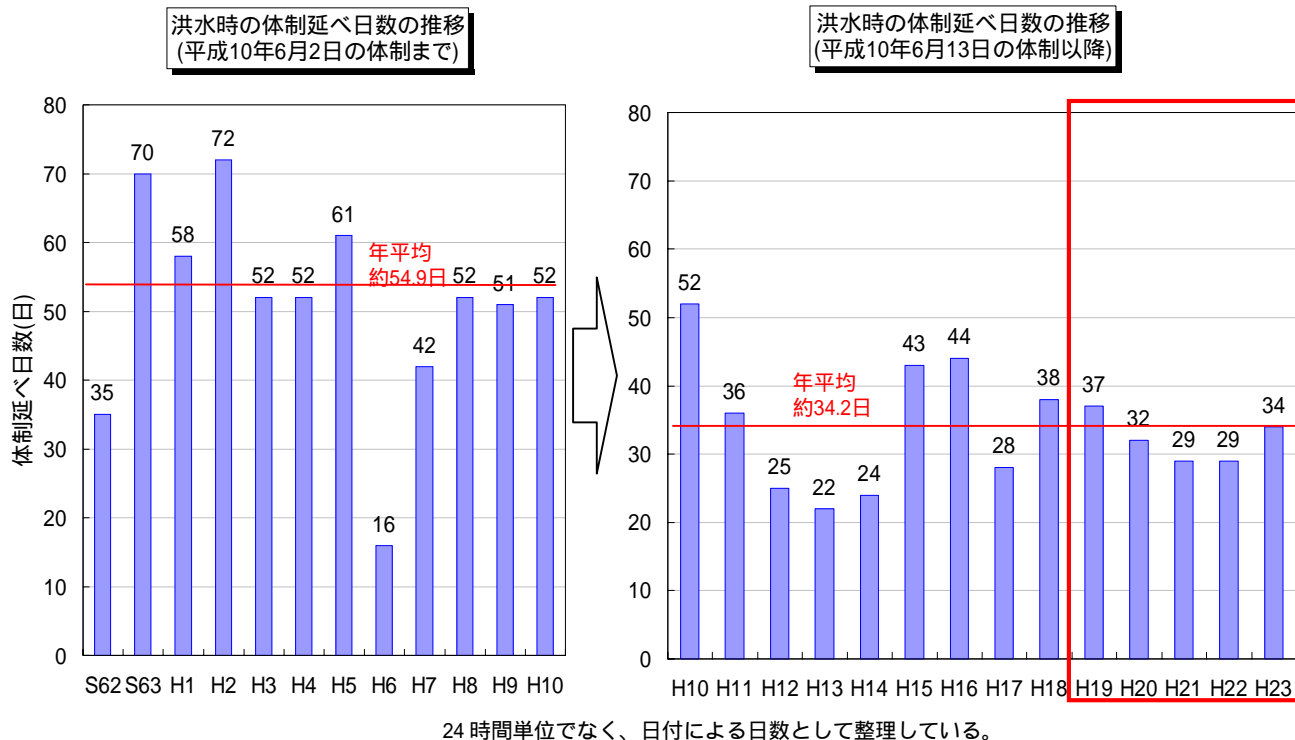


図 2.3-2 洪水時の体制延べ日数の推移

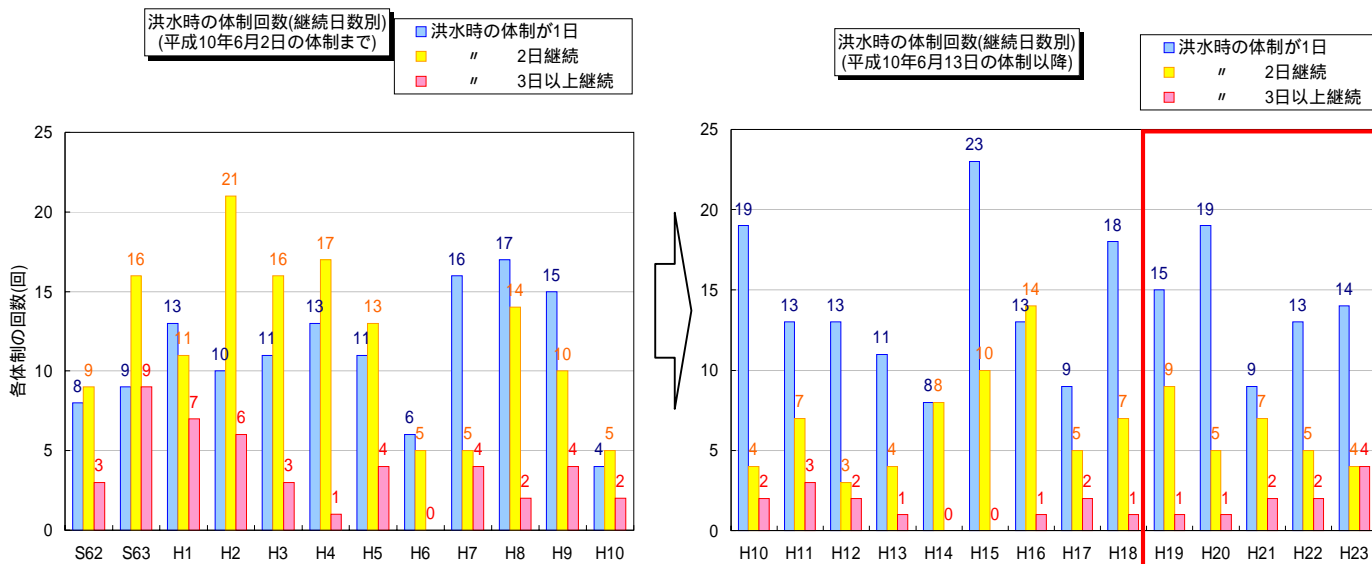


図 2.3-3 継続日数別の体制回数

今後も体制発令の負担を少しでも軽減させられるよう検討していく必要がある。

2.3.3 洪水時の対応状況

近 5 ヶ年の洪水から、表 2.3-3 に示す流入量の上位 3 位までの洪水及び参考として既往最大である平成 16 年 10 月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(近 5 ヶ年の最大流入量上位 3 位及び既往最大)

順位	生起年	実施日	要因	最大流入量 (m ³ /s)	総雨量 (mm)	備考
1 位	H23	9 月 3 日	台風 12 号	4,253	217	既往第 2 位
2 位	H22	5 月 23 日	低気圧	3,863	171	既往第 3 位
3 位	H23	9 月 20 日	台風 15 号	3,427	228	
参考	H16	10 月 19 日	台風 23 号	5,492	225	既往最大

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 23 年 8 月 31 ~ 9 月 5 日洪水(台風 12 号)

台風第 12 号は、大型で台風の動きが遅かったため、台風周辺の非常に湿った空気が長時間流れ込み、西日本から北日本にかけて、山沿いを中心に広い範囲で記録的な大雨となった。

8 月 31 日 23 時の降り始めから 9 月 5 日 21 時までの総雨量は、流域平均 217.9mm、青垣 279mm、氷上^{ひかみ}257mm、柏原^{かいばら}165mm、福住 187mm、火打岩 149mm、船町 180mm、杉原 388mm、八千代欠測、板波^{いたば}205mm、今田^{こんだ}165mm、北条 317mm、天神 157mm、吉川^{よかわ}187mm、小野 217mm、谷上^{たにがみ}274mm、細川 154mm、加古川 222mm であった。

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・北播丹波	大雨警報	3 日 12:25 発表
阪神地区	大雨警報	3 日 16:35 発表
播磨南東部・北播丹波	洪水警報	4 日 16:35 発表
阪神地区	洪水警報	4 日 22:15 発表
阪神地区	洪水警報	4 日 10:13 解除
阪神地区	大雨警報	4 日 15:31 解除
播磨南東部・北播丹波	洪水警報	4 日 15:31 解除
北播丹波	大雨警報	5 日 2:20 解除
播磨南東部	大雨警報	5 日 5:12 解除

以上、神戸海洋気象台発表

2 日 12 時頃から雨は継続して降り、降り始めから約 66 時間後の 3 日 17 時 13 分に事前放流開始流入量の 330m³/s を上まわった。

台風の接近とともに雨は強くなり、台風の速度が遅かったため、流域平均雨量で 10mm 以上が 6 時間続いた。

事前放流開始から約 13 時間後の 4 日 6 時 4 分、流入量は最大 4,253m³/s に達し、加古川大堰史上第 2 位の記録となった。

その後雨は弱くなり流入量は低下し、事前放流開始から約 45 時間後の 5 日 14 時 33 分に 330m³/s を下回った。

この出水による堰下流および貯水池周辺の被害は無かった。

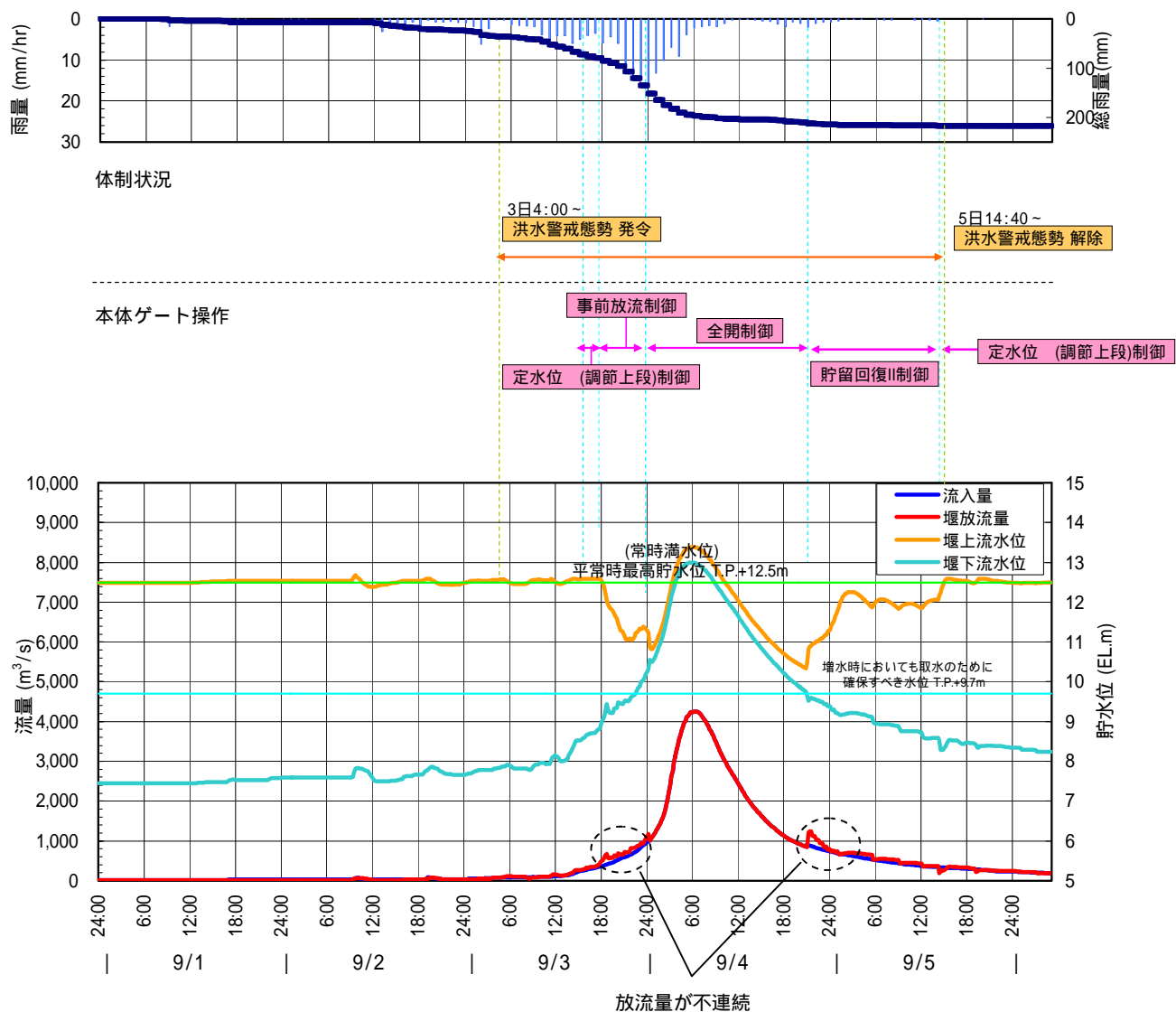


図 2.3-4 平成 23 年 8 月 31 ~ 9 月 5 日の洪水時の対応状況(台風 12 号)

(出典:資料 2-5)

(2) 平成 22 年 5 月 23～5 月 25 日洪水(低気圧)

低気圧が日本海側をゆっくり通過し、暖湿気流が前線に流れ込んだことにより大気の状態が不安定になり、加古川流域では雨が長く降った。

5 月 23 日 1 時の降り始めから 24 日 17 時までの総雨量は、流域平均 171.0mm、青垣 155mm、氷上 242mm、柏原 154mm、福住 127mm、火打岩 143mm、船町 183mm、杉原 245mm、八千代 212mm、板波 144mm、今田 203mm、北条 190mm、天神 161mm、吉川 135mm、小野 142mm、谷上 138mm、細川 133mm、加古川 136mm であり、時間雨量が 20mm を越えた観測地点は、延べ 10 ヶ所であった(最大は 32mm/h)。

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。

阪神地区	大雨警報	23 日 20:10 発表
播磨南東部	大雨警報	24 日 2:33 発表
北播丹波	大雨警報	24 日 6:05 発表
播磨南東部	洪水警報	24 日 6:05 発表
阪神地区・北播丹波	洪水警報	24 日 8:53 発表
播磨南東部・阪神地区・北播丹波	洪水警報	24 日 15:38 解除
播磨南東部・阪神地区・北播丹波	大雨警報	24 日 17:50 解除
以上、神戸海洋気象台発表		

堰への流入量は徐々に増加し、降り始めから約 21 時間後の 23 日 22 時 13 分に事前放流開始流入量の 330m³/s を上まわった。

事前放流開始から約 14 時間後の 24 日 12 時 04 分、流入量は最大 3,863m³/s に達し、加古川大堰史上第 3 位の記録となった。

その後流入量は低下し、事前放流開始から約 37 時間後の 25 日 11 時 33 分に 330m³/s を下回った。

この出水による堰下流および貯水池周辺の被害は無かった。

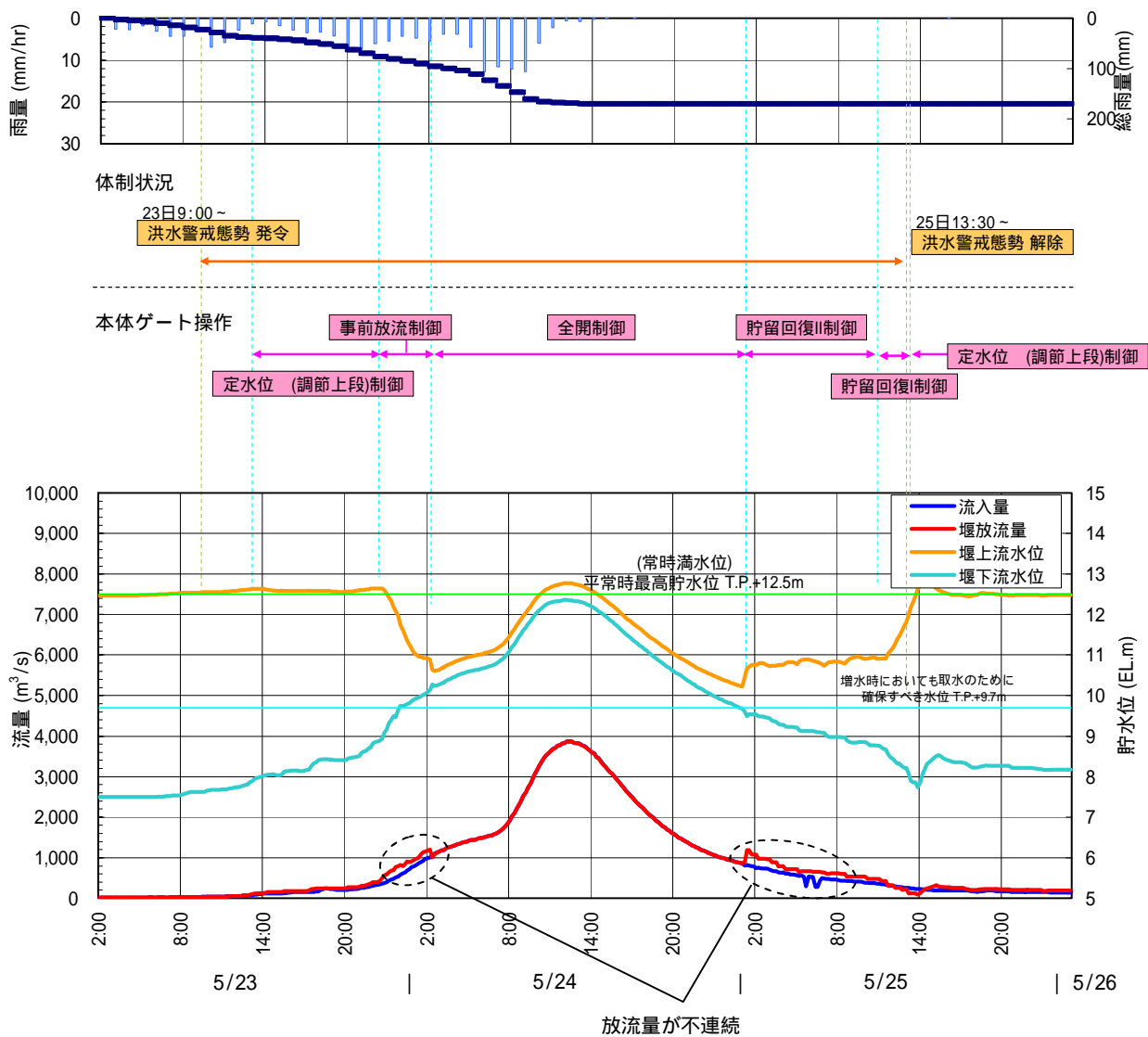


図 2.3-5 平成 22 年 5 月 23 ~ 5 月 26 日の洪水時の対応状況(低気圧)

(出典:資料 2-5)

(3) 平成 23 年 9 月 19～9 月 22 日洪水(台風 15 号)

停滞する秋雨前線と北上してきた台風 15 号の影響で、加古川流域では強い雨となった。

9 月 19 日 8 時の降り始めから 22 日 7 時までの総雨量は、流域平均 228.4mm、青垣 254mm、氷上 238mm、柏原 305mm、福住 285mm、火打岩 242mm、船町 215mm、杉原 228mm、八千代欠測、板波 186mm、今田 203mm、北条 170mm、天神 234mm、吉川 207mm、小野 234mm、谷上 250mm、細川 224mm、加古川 218mm であった。

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・北播丹波	大雨・洪水警報	20 日 4:59 発表
阪神地区	大雨警報	20 日 5:57 発表
阪神地区	洪水警報	20 日 6:52 発表
播磨南東部・阪神地区	洪水警報	21 日 15:28 解除
播磨南東部・阪神地区	大雨警報	21 日 17:24 解除
北播丹波	洪水警報	21 日 17:24 解除
北播丹波	大雨警報	22 日 4:59 解除
以上、神戸海洋気象台発表		

20 日未明から雨は強くなり流域平均雨量 10mm 以上が 7 時間続き、20 日 7 時 03 分に事前放流操作開始流入量の 330m³/s を、8 時 33 分に全開操作開始流入量の 1000m³/s を上まわった。

事前放流開始から約 7 時間後の 20 日 14 時 14 分、流入量は最大 3,427m³/s を記録した。

その後流入量は一旦低下をしたが、21 日未明から再び雨は強くなり、流入量は上昇し、21 日 8 時 24 分二山目の最大流入量 2,253m³/s を記録した。

その後流入量は低下し、事前放流開始から約 57 時間後の 22 日 15 時 53 分 330m³/s を下回った。

この出水による堰下流および貯水池周辺の被害は無かった。

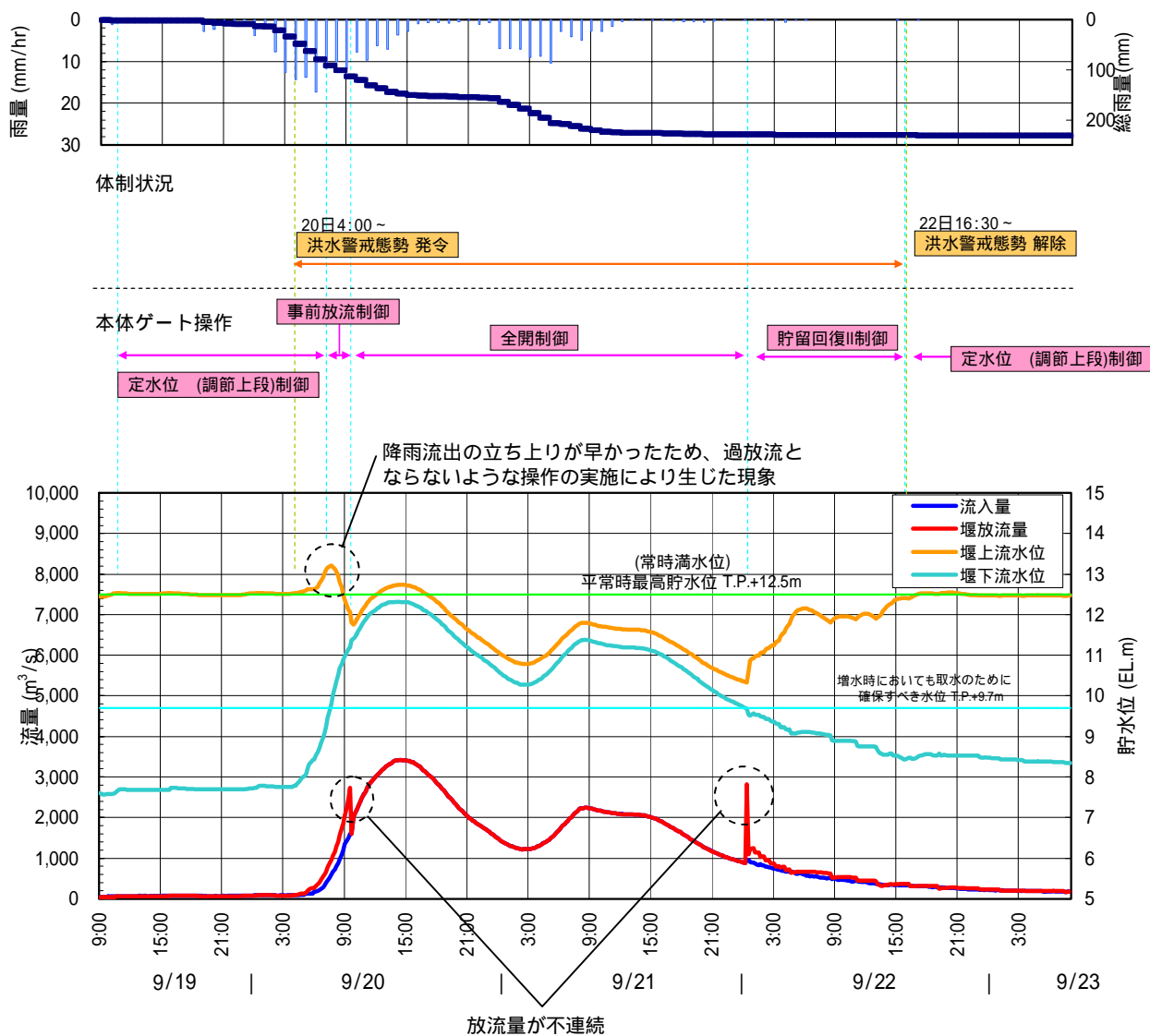


図 2.3-6 平成 23 年 9 月 19 ~ 9 月 22 日の洪水時の対応状況(台風 15 号)

(出典:資料 2-5)

(4) 平成 16 年 10 月 19～21 日洪水(台風 23 号)【既往最大・参考】

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。

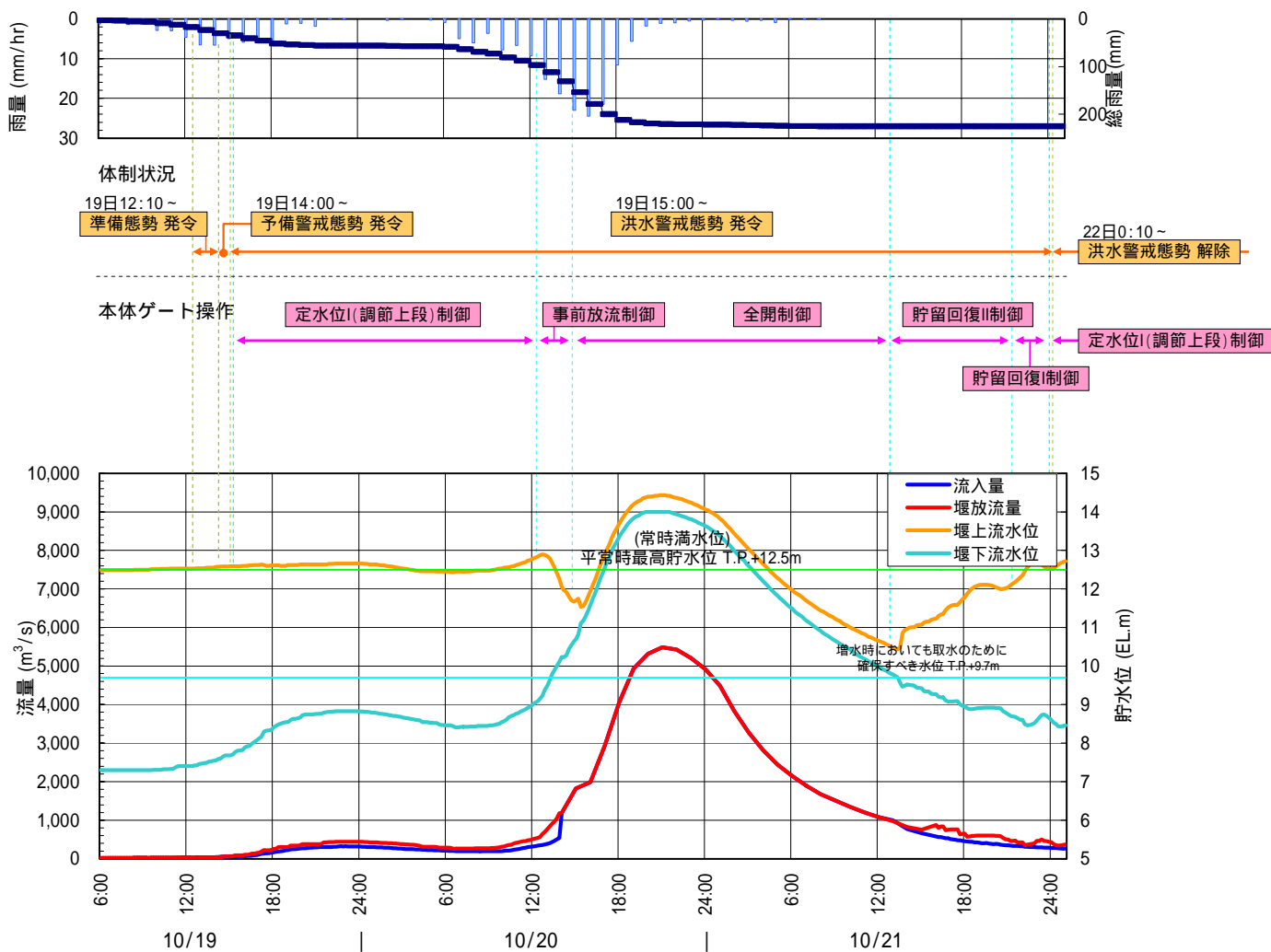


図 2.3-7 平成 16 年 10 月 19 ~ 21 日の洪水時の対応状況(台風 23 号)

(出典:資料 2-5)

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近 5 ヶ年で最大の流入量を記録した平成 23 年 9 月 3 日の洪水(大堰建設後第 2 位の流入量)をもとに水位低減効果の整理を行った。

平成 23 年 9 月 3 日に最大流入量 4,253m³/s となり、加古川大堰水位基準点の国包地点における最高水位として T.P.+15.71m 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.+17.6m 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)より若干高い水位であり、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があると考えられる。

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 1.9m の水位低減効果が得られたことで改修した区間の治水安全度が向上したと考えられる。

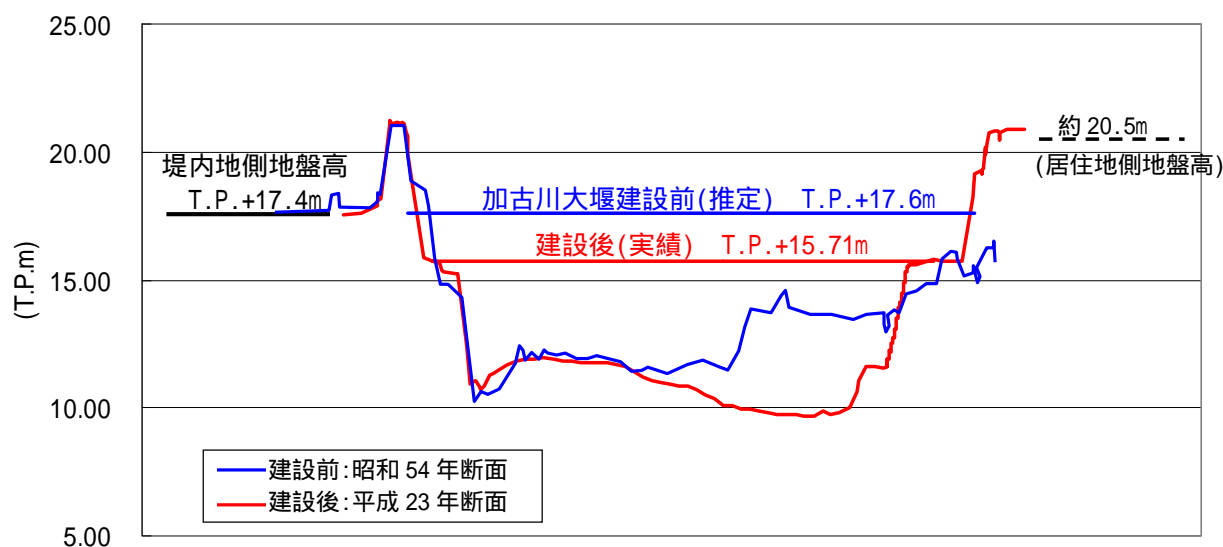


図 2.3-8 国包地点(加古川 14.2k 地点)における加古川大堰建設前後の水位低減効果模式図

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。

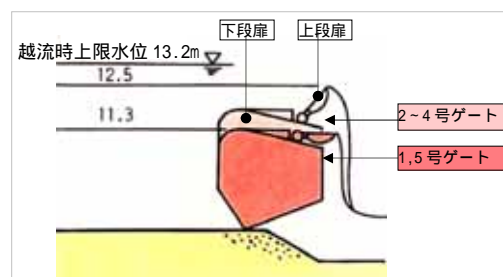
(1) 放流量の算出方法(従来)

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: $Q = CB h^{3/2}$

C: 流量係数 B: 越流幅 h: 越流量水深

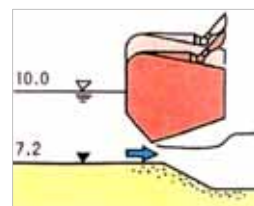


2) アンダーフロー時(主ゲートのみ:1~5号ゲート)

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

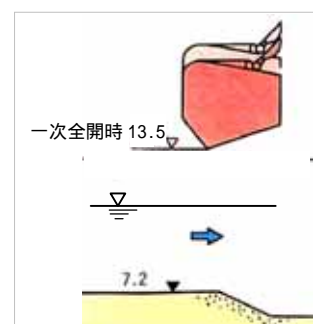
C: 流量係数 (堰上下流の水位とゲート開度の関係から、自由流出時と潜り流出時を区別している。)

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から、次に示す課題が明らかとなっている。

- ・ 事前放流から全開放流まではゲート開度と上下流水位差から算出した計算値を「堰放流量」としている。
- ・ 全開放流($Q=1,000\text{m}^3/\text{s}$ 超)に移行した段階で基準点・国包の流量に自動的に切り替わる。
- ・ 全開前後において堰上下流水位から換算される流量値(堰放流制御装置算出流量)が実流量と乖離してしまい、流量の不連続が生じているような記録となっている。
- ・ これは、流量換算のために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る。

課題の例を図 2.3-9 に示す。

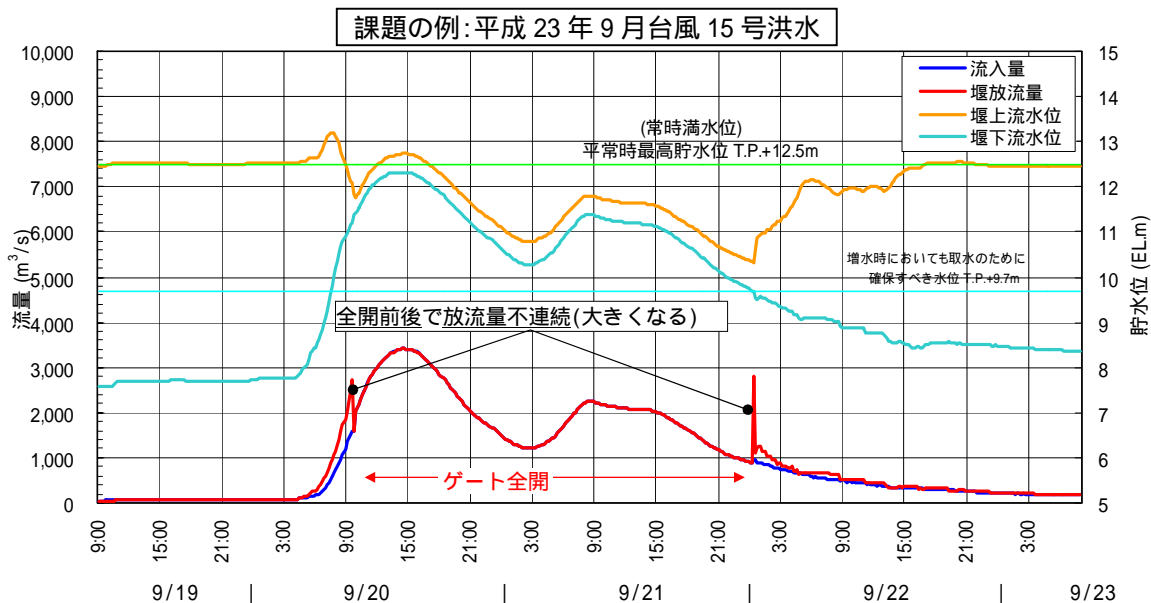


図 2.3-9 洪水時に発生する放流量算定の課題(例.平成 23 年 9 月台風 15 号洪水)

(3) 課題への対応

前述のように現在の堰放流制御装置で算定している放流量は、実放流量と乖離しているため、平成 25 年度以降に予定している堰放流制御装置の更新にあわせて算定方法の改善を行うこととしている。

ただし、現時点では、十分な分析が出来るデータが不足しているため、堰下流の水位詳細観測を実施することとし、見直しを行うものとしている。また、近年中州の掘削が行われているため、現状の河道状況を十分に考慮した見直しを行う。

以上を踏まえ、堰下流の定期横断測線上に水位計を配置し、5 分間隔で水位の計測を行いデータの蓄積を行っている。なお、設置断面は既設水位観測所を起点に上下流 80m 間隔で両岸に計 6 地点、及び大気圧補正用として 1 地点の計 7 箇所である。

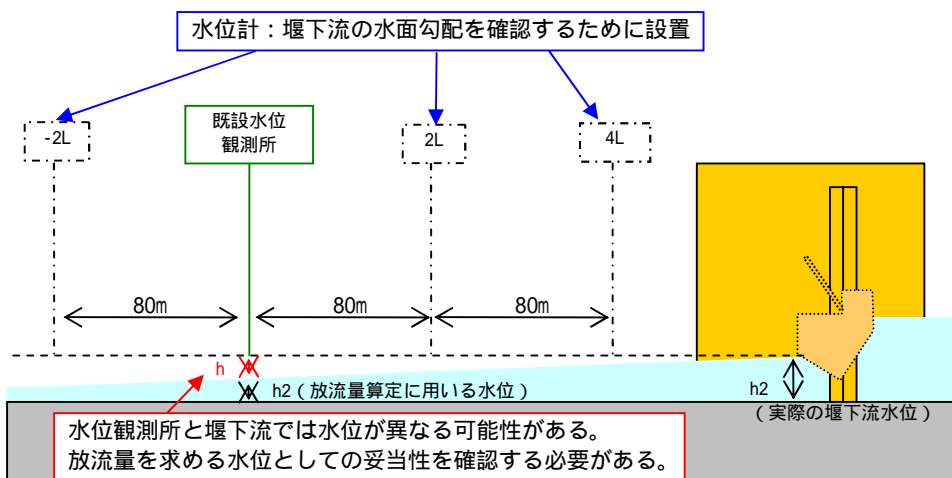
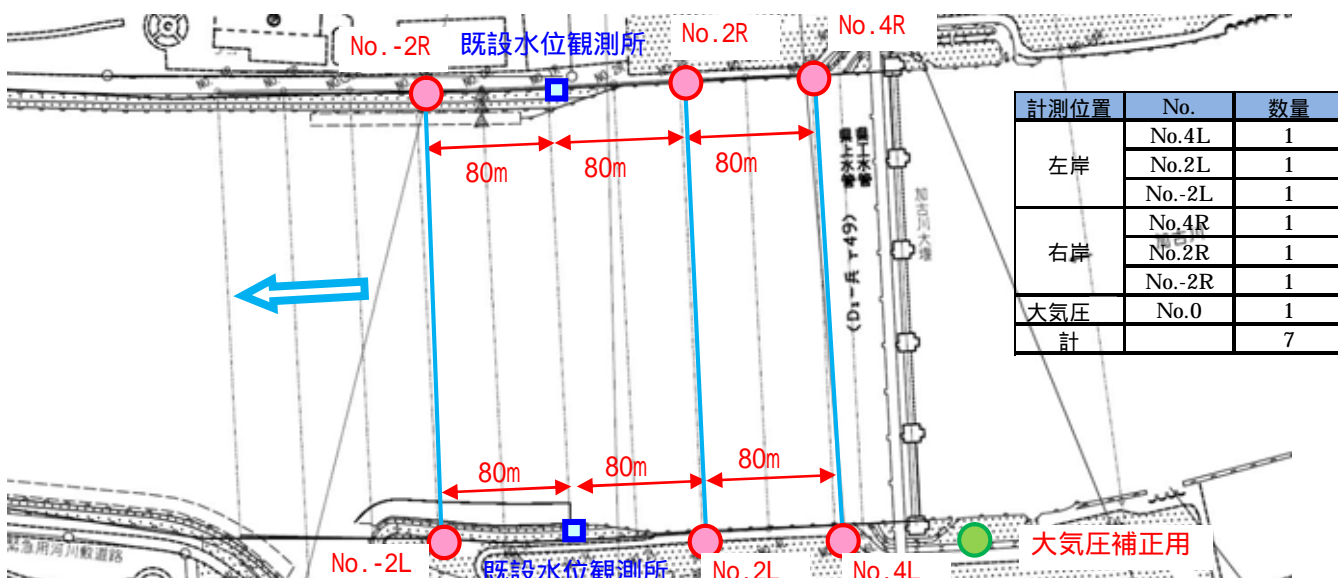
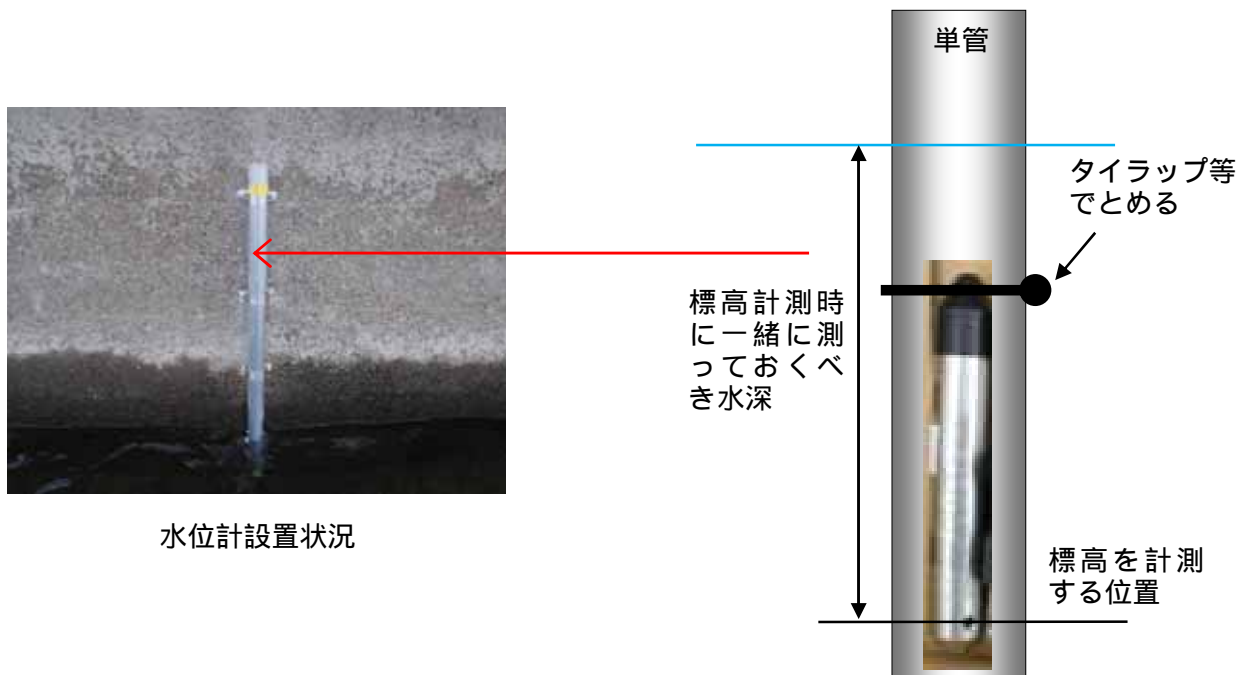


図 2.3-10 堰下流の水位計観測配置図

(出典:資料 2-11)

水位計はロガー内蔵の圧力式水位計を用い、堰下流側壁に単管内に設置した水位計をアンカーボルトで固定した。

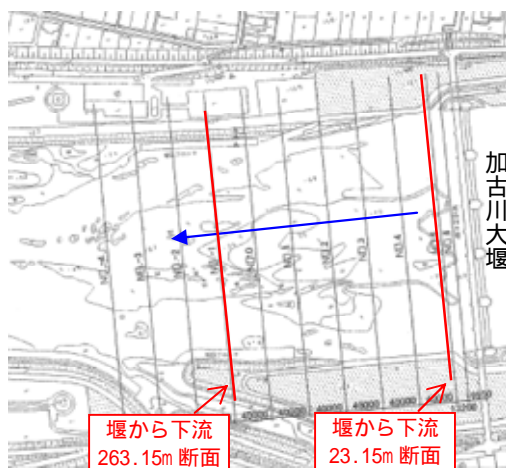


水位計設置状況

図 2.3-11 圧力式水位計の設置状況

(出典:資料 2-12)

また、堰直下流に発達していた中州については、一部を切り下げるとともに樹木伐採をおこなった。



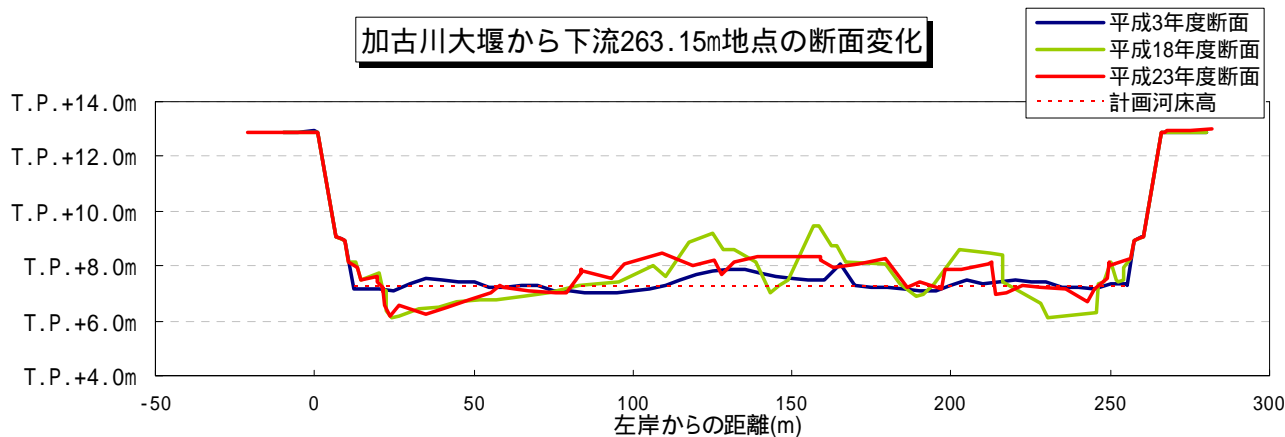
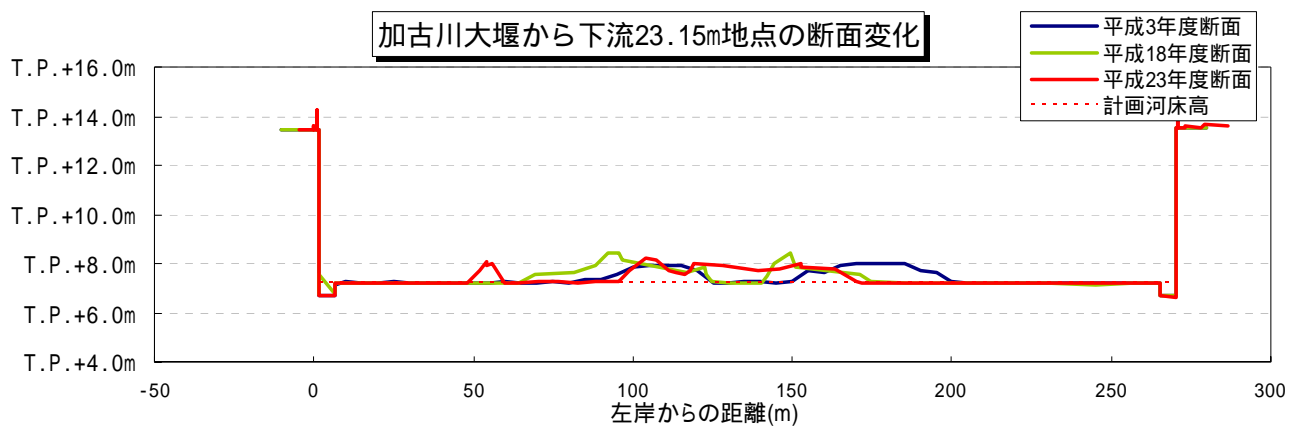


図 2.3-12 加古川大堰下流の河床の発達と切り下げの状況

(出典:資料 2-9、資料 2-10)

今後、現在実施している堰下流水位の詳細観測結果を用いて堰放流制御装置の更新に反映させ、流量算定精度を向上させるとともに、迅速かつ正確な制御方法を確立していく予定である。

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、改修した区間の治水安全度を向上させた。

また、近年の大規模出水である平成 23 年 9 月 3 日洪水の最大流入量 $4,253\text{m}^3/\text{s}$ 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 17.6m であったと想定されるが、加古川大堰事業による流下能力の向上により約 15.7m(実績)となり、約 1.9m 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 23 年度までの 25 年間で計 191 回の洪水時制御開始流量の流入があった。

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 23 年 9 月には、既往 2 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 10 年に事前放流開始流量を $250\text{m}^3/\text{s}$ から $330\text{m}^3/\text{s}$ に変更したものの、平成 23 年までに 630 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 436 回(年平均 17 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 41 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回復段階において、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、放流量を算定するための計算式が実際の値と適合していない事が原因であり、現在、改善策について検討中である。その一環として堰直下流で流れを阻害していた中州の除去や、堰下流水位計の増設による水位の詳細把握を実施中である。この調査結果は堰放流制御装置の更新に反映させ、流量算定精度の向上を図る予定である。

(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、洪水時に限られた人員で遅滞なく確実に操作するために、管理者の負担軽減対策として体制発令回数の低減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の再構築を行い、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	加古川浸水想定区域図	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
2-2	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 洪水時制臨時の運用計画
2-3	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	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 洪水時制臨時開始流量 及び体制基準の変更
2-4	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	姫路河川国道事務所 (姫路工事事務所)	平成 9 年 12 月	
2-5	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)	昭和 62 年～ 平成 23 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
2-6	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)	昭和 62 年～ 平成 23 年	
2-7	平成 13 年度加古川大堰放流量検 討業務 報告書	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
2-8	加古川大堰放流量算定方法検討業務 報告書	姫路河川国道事務所	平成 18 年 1 月	
2-9	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	
2-10	平成 23 年度 加古川大堰定期横 断測量業務 報告書	姫路河川国道事務所	平成 24 年 3 月	
2-11	平成 23 年度 加古川大堰放流方 式改良立案業務 報告書	姫路河川国道事務所	平成 24 年 3 月	
2-12	加古川大堰下流水位計設置関連 資料	姫路河川国道事務所	平成 24 年 4 月	