

2. 治水

2.1 評価の進め方

2.1.1 評価方針

加古川大堰の治水の目的は、洪水の安全な流下（流下能力 7,400m³/s を確保）、流水の正常な機能の維持（農業用水、工業用水、水道用水、維持流量の確保）である。

治水に関する評価は、流域の情勢（想定氾濫区域の状況）を踏まえた上で、洪水時制御の運用計画及び洪水時制御実績を整理し、これらの状況について堰ありなしの比較を行うことで評価を行うこととする。

基本的な流量及び水位低減効果の評価について堰ありなしの比較による評価を行う。

図 2.2-1 に治水の評価手順を示す。

2.2 評価手順

(1) 想定氾濫区域の状況整理

想定氾濫区域の状況については、これまでのとりまとめ資料の整理とする。工事誌や治水経済調査、事業再評価、河川整備基本計画など関係する資料を基に、ダム計画時点の状況と最新の状況の比較を行う。

(2) 治水の状況

洪水時制御の運用計画および洪水時制御実績について整理する。

防災操作計画は主にパンフレット等を参考とし、防災操作実績は洪水水操作報告等から整理を行い、一覧表等にとりまとめる。

(3) 治水の効果

(2)で整理した実績洪水を対象に、流量低減効果、水位低減効果の評価を行うとともに、放流量等算出システムの改善状況について評価する。

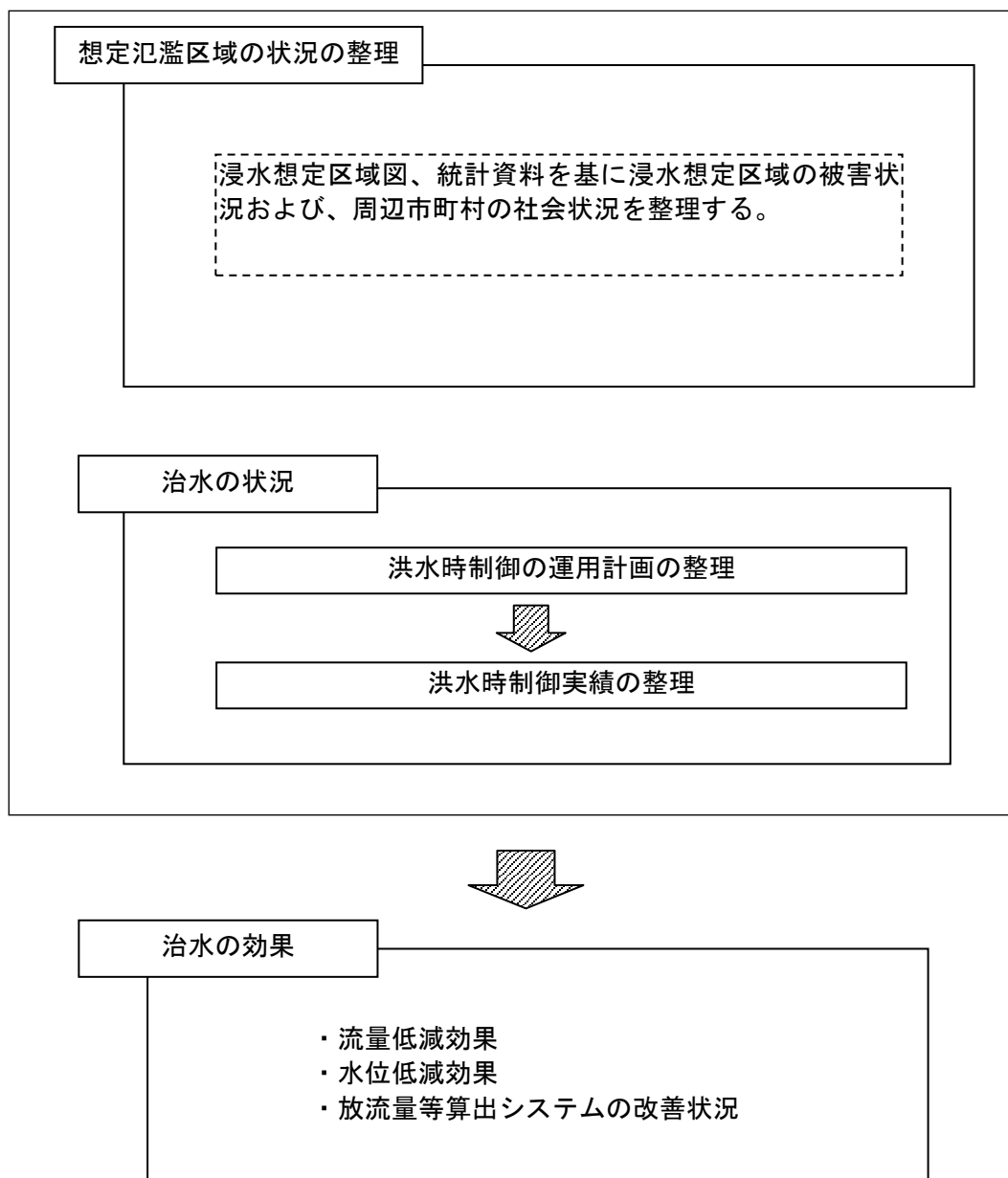


図 2.2-1 治水の評価手順

2.2.1 必要資料（参考資料）の収集・整理

基本計画、パンフレット他、評価に必要となる資料について収集し、リストを作成した。収集した資料は、「2.6 文献リスト」において整理する。

2.3 想定はん濫区域の状況

2.3.1 浸水想定区域の指定状況

図 2.3-1 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平成 14 年 6 月時点の既存成果である。

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 号台風など主要な 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となっている。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。

なお、平成 27 年の水防法改正により、浸水想定区域の指定の前提となる降雨を、従来の計画規模の降雨から想定し得る最大規模の降雨(計画規模を上回るもの)に変更するとともに、内水・高潮の浸水想定区域制度の創設に伴い名称が洪水浸水想定区域へと変更された。このため、加古川においても、平成 28 年 5 月 31 日に指定・告示を行っている。

加古川の想定氾濫区域を図 2.3-1～図 2.3-3 に示す。想定氾濫区域に含まれる市町村は兵庫県加東市、小野市、加西市、三木市、加古川市、高砂市、姫路市、播磨町の 7 市 1 町である。

表 2.3-1 加古川流域の概況と浸水想定区域に含まれる自治体：既存成果

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)

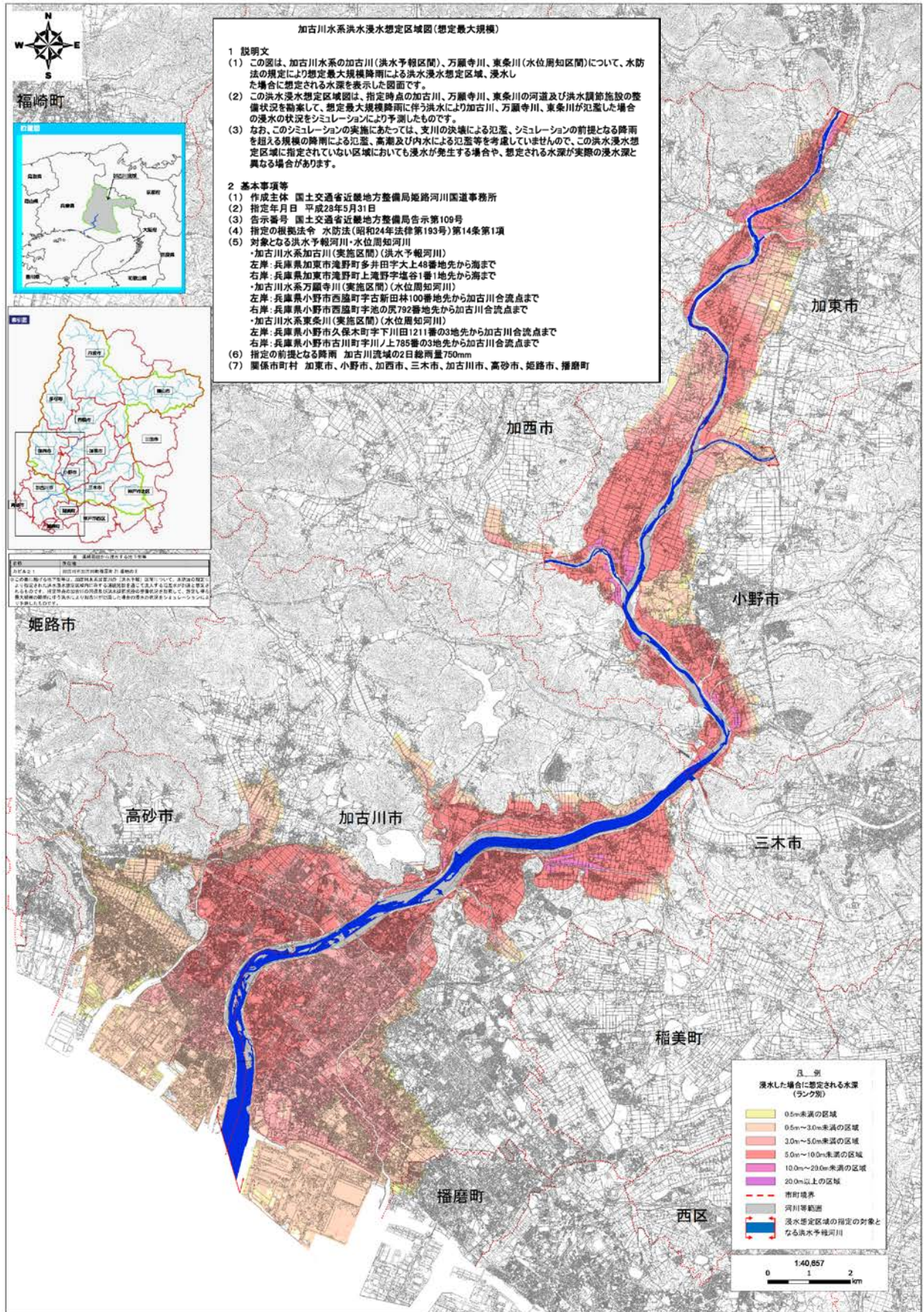


図 2.3-2 加古川流域の洪水浸水想定区域：想定最大規模

(出典:資料 2-13)

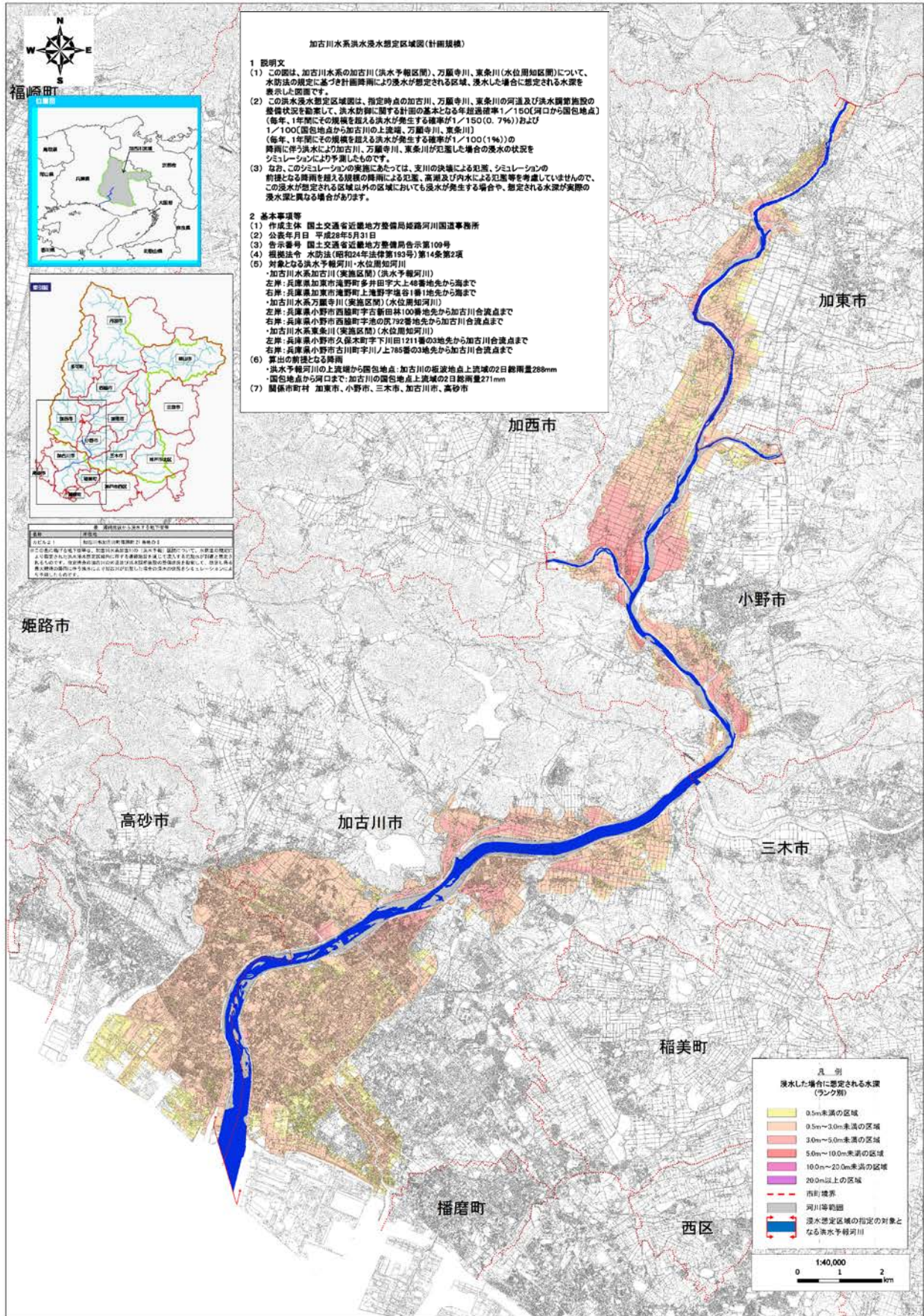


図 2.3-3 加古川流域の洪水浸水想定区域：計画規模

(出典:資料 2-13)

2.4 洪水時の管理計画

2.4.1 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 2.4-1 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 2.4-1 に、加古川大堰操作概念図は図 2.4-2 に示すとおりである。

表 2.4-1 洪水時制御時のゲート操作方法

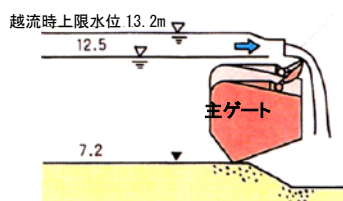
制御パターン		管理水位	開始条件	制御内容	操作ゲート (●:操作対象ゲート)
平常時制御	定水位制御	T. P. +12.5m	堰流入量 $< 330\text{m}^3/\text{s}$	平常時最高貯水位 (T. P. +12.5m) に固定し貯水位を確保する。	○主ゲート ●調節ゲート ●微調節ゲート
洪水時制御	事前放流制御	T. P. +12.5m ↓ T. P. +10.0m	堰流入量 $330\text{m}^3/\text{s} \sim$	貯水位をすみやかに洪水時確保水位 (T. P. +10.0m) まで下げる。	●主ゲート ○調節ゲート ○微調節ゲート
	定水位制御	T. 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)

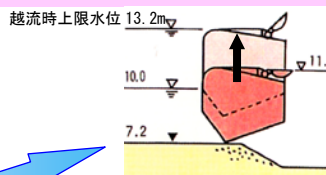
流入量が $330\text{m}^3/\text{s}$ までの時は、1,5号(調節ゲート)は定水位制御、2~4号(主ゲート)は定開度制御を行う。



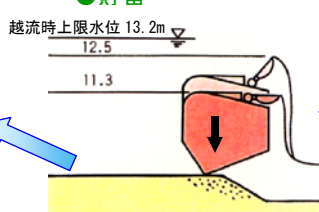
【洪水時制御】

●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。

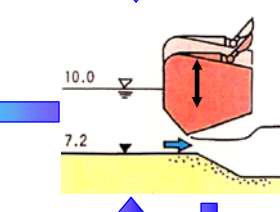


●貯留



●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。

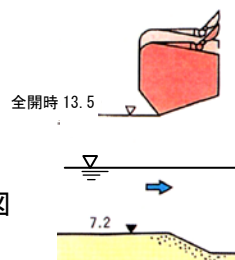


図 2.4-1 ゲート操作模式図

(出典:資料 2-2)

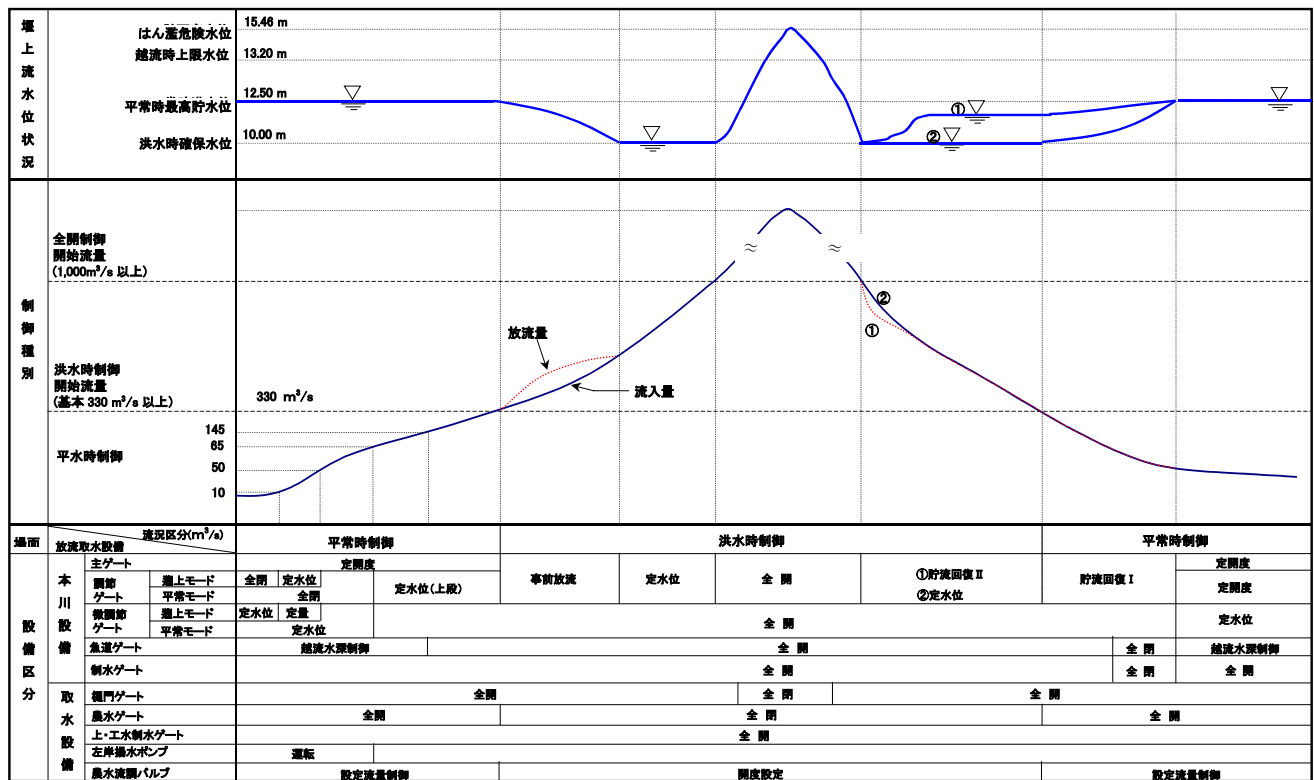


図 2.4-2(1) 加古川大堰操作概念図

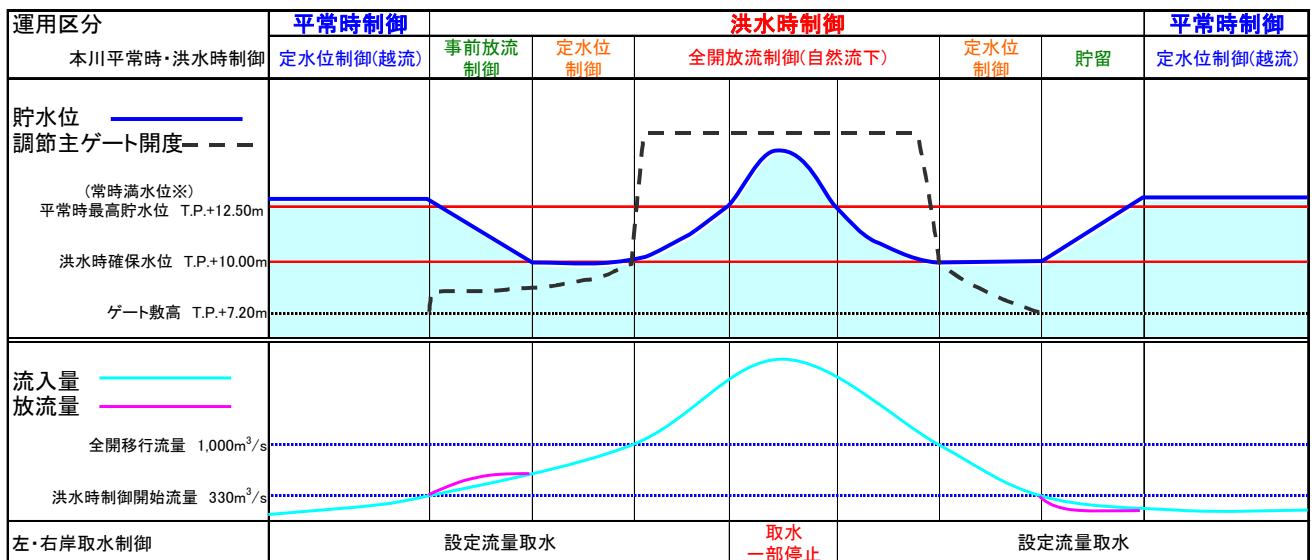


図 2.4-2(2) 加古川大堰操作概念図

2.4.2 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2.4-2に示すとおりである。

表 2.4-2 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: <u>250</u> m ³ /s	流入量: <u>330</u> m 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]</p> <p>○流入量が <u>40</u>m³/s 未満の場合、全流域平均6時間雨量が30mmに達したとき。</p> <p>○流入量が <u>40</u>m³/s 以上 <u>100</u>m³/s 未満の場合、全流域平均6時間雨量が <u>10</u>mm に達したとき。</p> <p>○流入量が <u>100</u>m³/s 以上 <u>150</u>m³/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。</p> <p>○流入量が <u>150</u>m³/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>○<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]</p> <p>○流入量が <u>250</u>m³/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<u>新たに作成</u></p> <p>[洪水警戒体制を執ることができる場合]</p> <p>○流入量が <u>30</u>m³/s 未満の場合、全流域平均6時間雨量が30mmに達したとき。</p> <p>○流入量が <u>30</u>m³/s 以上 <u>150</u>m³/s 未満の場合、全流域平均6時間雨量が <u>12.5</u>mm に達したとき。</p> <p>○流入量が <u>150</u>m³/s 以上 <u>240</u>m³/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。</p> <p>○流入量が <u>240</u>m³/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]</p> <p>○流入量が <u>330</u>m³/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><u>定開度制御</u></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 <u>20</u>cm/30分</p>	<p><u>定水位制御</u></p> <p>○操作対象ゲート 微調節ゲート 魚道ゲート <u>1,5号上段扉</u></p> <p>○放流制限 <u>30</u>cm/30分</p>

(出典:資料2-3,2-4)

参考：事前操作開始流量を 250m³/s から 330m³/s に変更することの妥当性について

①-1 事前操作開始流量（330m³/s）の設定理由

経緯

平成元年 4 月より加古川大堰の管理・運用に適用されてきた従来の操作規則(案)では、事前操作開始流量を、昭和 56 年 2 月～5 月にかけて 3 回にわたって開催された「加古川大堰ゲートタイプ検討委員会」（委員長 中川博次 京大教授）の討議を経て、250m³/s としていた。しかし、この流量（250m³/s）では、下表に示すように実績操作頻度等が計画段階での予想を上回っていた。

洪水時操作の実態

洪水警戒体制頻度等の実態と計画段階での予想値

項目	S 62～H 8 までの実績	計画段階での予想値
洪水警戒体制頻度	年平均 27.9 回	年平均 16.1 回 (S43～58)
本体ゲートの操作頻度	年平均 9.6 回	年平均 6.7 回 (同上)

また、昭和 62 年以降に当堰の管理業務に従事した職員の操作実績から、管理業務上開

3-51

題となったのは、次の 2 点であった。

- ・操作頻度が多い。
- ・洪水継続時間（拘束時間）が長い。

そこで、堰管理の実態を考慮して安全にかつ操作頻度を極力少なくする方策を検討した。その結果、事前操作開始流量はシミュレーションの結果 330m³/s に改正することとしたが、その根拠は以下のとおりである。なお、当初事前操作開始流量を 250m³/s と設定した理由もあわせて以下に示す。

【現行の操作方式において事前操作開始流量を 250m³/s と設定された理由】

- ① 平常時の水位調節方式としてゲートをできるだけ動かさないことによって管理の省力化を図る定開度制御方式が採用され、そのうえで、昭和 43 年～昭和 54 年までの主要 22 洪水と流量改定時の計画対象 11 洪水の合計 33 洪水によってゲートを安全に全開するための事前操作開始流量を検討した。
その結果、昭和 47 年 6 月 8 日洪水を除いて 250m³/s から事前操作を開始し、下流放流制限 30cm / 30 分～50cm / 30 分の放流を行うことでゲートを安全に全開することが可能であった。
- ② 昭和 47 年 6 月 8 日洪水は、500m³/s～1000m³/s までの流量増加が洪水発生確率的にみて 1 / 330 回と異常な洪水であり、放流制限 30cm / 30 分から 50cm / 30 分、70cm / 30 分、90cm / 30 分へとランクアップすることで対処することとした。
- ③ 250m³/s の年平均発生頻度は概ね 7 回であり、頻度的にも妥当であると判断された。

【事前操作開始流量を 330m³/s に改正する妥当性】

- ① 昭和 37 年～平成 7 年までの国包流量が 250m³/s を上回った実績 218 洪水を対象に、流量規模 300～1000m³/s の範囲での流量増加割合を調べた。その結果、水位上昇量が最も急な 9.0k 地点の H～Q 式に換算して 30cm / 30 分を上回る洪水が 23 洪水あり、最高 75cm / 30 分であった。
従って、事前操作における下流放流制限は 50cm / 30 分を基本とし、必要に応じて 70cm / 30 分、90cm / 30 分へとランクアップすることとした。
- ② 放流制限を①とした上で実績 218 洪水と、計画高水流量検討時の計画対象 9 洪水（1 / 150 確率）を対象に、事前操作開始流量を現行の 250m³/s より大きくするよう検討した結果、ゲートを安全に全開するためには 330m³/s が限度である。
- ③ 事前操作開始流量を 330m³/s にした場合、実績洪水の 2 洪水と 1 / 150 確率洪水の 3 洪水で流入量が 1000m³/s に達した時点で全開することが不可能であるが、最高貯水位は 1 洪水を除いて許容最高水位以下であり問題ない。
- ④ 上の③で許容最高水位を上回る 1 洪水（S.40.5.26 1/150 確率）については、流入量の増加が 115cm / 30 分と極めて急であり、このような洪水の発生頻度は少ないものと考えられることから非常時操作で対処することとする。

3-52

(出典:資料 2-3)

参考：定開度制御から定水位制御への変更

【事前操作開始流量 $250\text{m}^3/\text{s}$ ：平成9年まで】

【平常時制御】

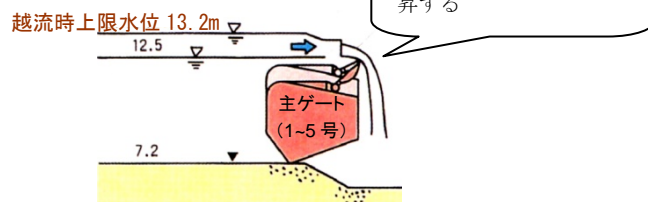
●定開度制御

流入量が $250\text{m}^3/\text{s}$ までの時は、全ゲートは定開度制御を行う。

↓

ゲートを T.P.12.5m にしておくため、流入量が $250\text{m}^3/\text{s}$ まで水位が上昇する。

流入量が $250\text{m}^3/\text{s}$ になってから、T.P.12.5m 以上の水位から事前放流制御で水位低下操作にはいる。



※なお、流入量が $55\text{m}^3/\text{s}$ までは、微調節ゲートで、水位 T.P.12.5m に保つ。

【事前操作開始流量 $330\text{m}^3/\text{s}$ ：平成10年から】

【平常時制御】

●定水位制御(越流)

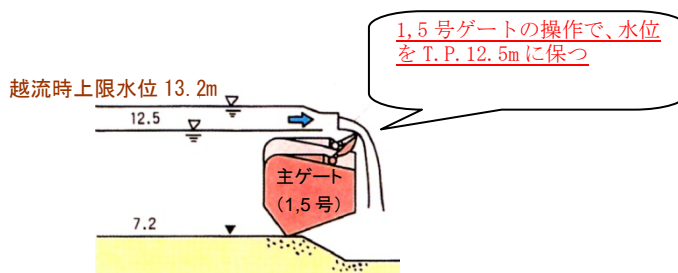
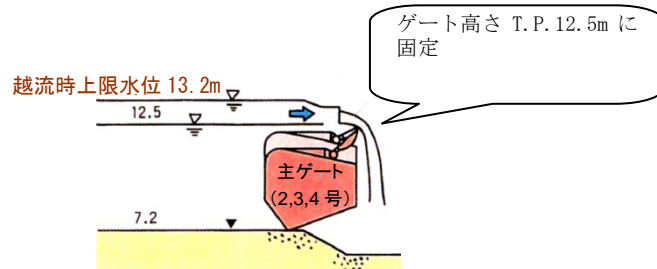
流入量が $330\text{m}^3/\text{s}$ までの時は、1,5号(調節ゲート)は定水位制御、2~4号(主ゲート)は定開度制御を行う。

↓

1,5号(調節ゲート)は定水位制御で、水位を T.P.12.5m に保つ操作を行う。

流入量が $330\text{m}^3/\text{s}$ になってから、水位 T.P.12.5m から事前放流制御で水位低下操作にはいる。

したがって、事前操作開始流量を $330\text{m}^3/\text{s}$ に大きく変更しても、洪水時制御が可能となった。



2.5 洪水時の対応状況

2.5.1 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 28 年度までに計 219 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 29 年 3 月)は、計 104 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回数が減少し、操作の負担が軽減された。

図 2.5-1 に実施状況一覧、表 2.5-1 に洪水時制御を行った洪水一覧を示す。

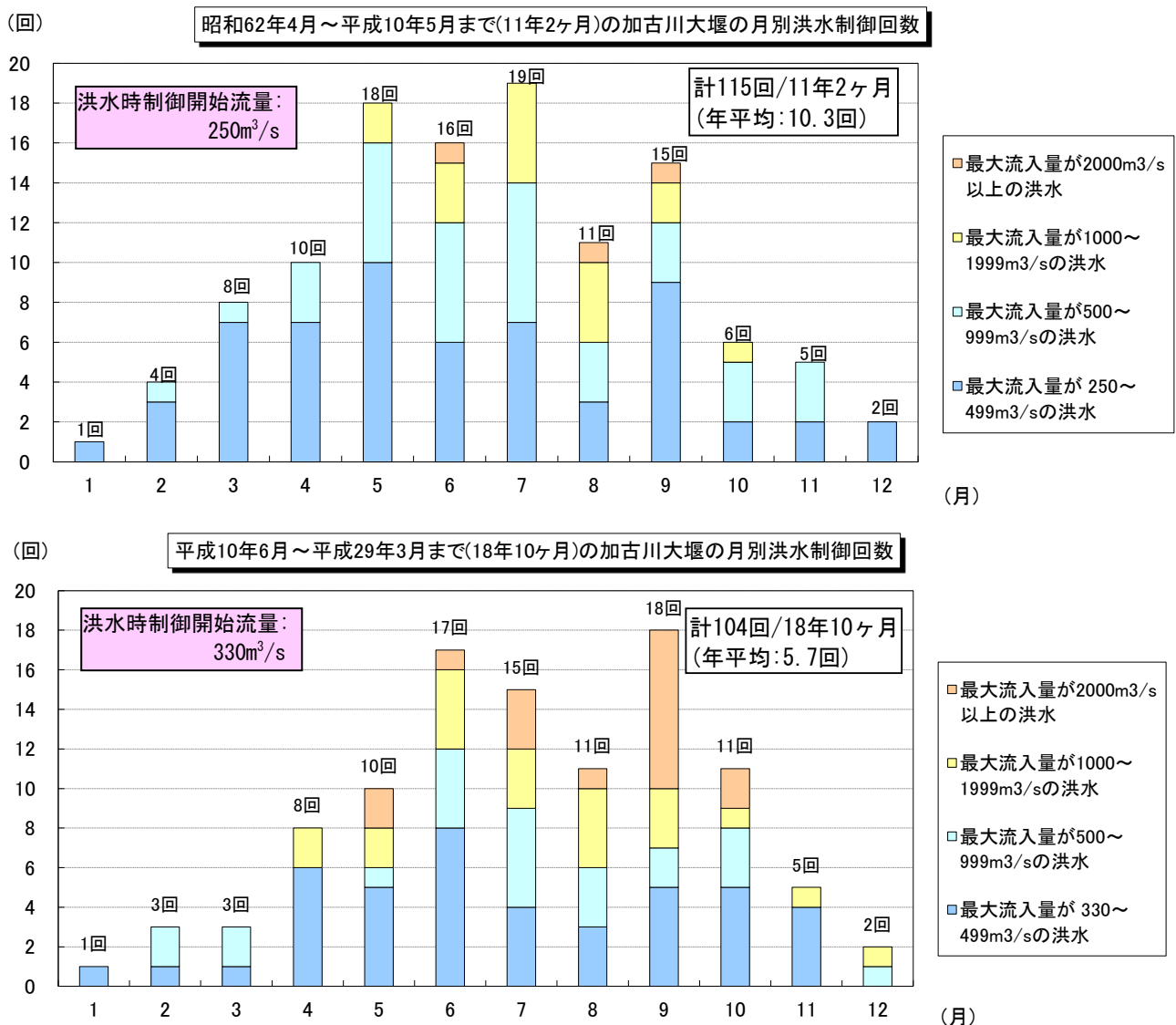


図 2.5-1 (1) 月別洪水時制御（操作）回数

(出典:資料 2-5)

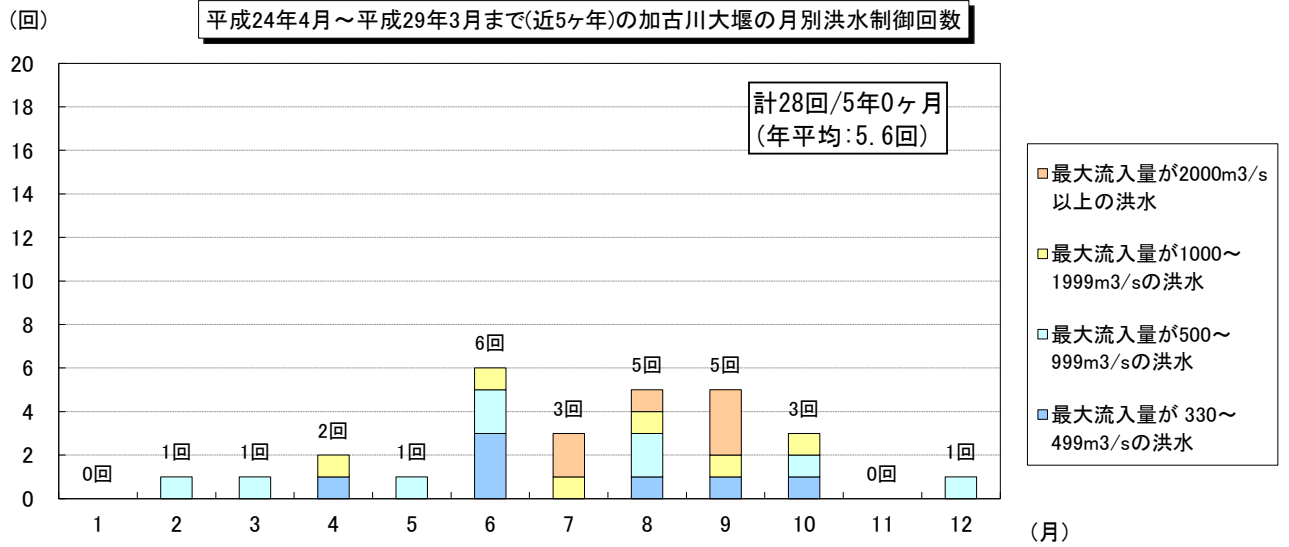


図 2.5-1(1) 月別洪水時制御（操作）回数(近5ヶ年)

近5ヶ年の年平均制御（操作）回数は5.6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5.7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 2.5-1 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
1	S62	5月13日		384	85
2		6月9日		1293	91
3		7月19日		1539	102
4		10月16日		1866	120
5	S63	4月13日	寒冷前線	807	61
6		5月7日	低気圧	527	51
7		5月12日	低気圧	539	47
8		5月22日	低気圧	494	50
9		6月3日	低気圧	2861	154
10		6月9日	低気圧	500	51
11		6月25日	梅雨前線	330	71
12		7月15日	梅雨前線	1125	122
13		7月24日	梅雨前線	535	54
14		8月16日	台風11号	427	59
15		8月20日	局地的な強い雨	568	41
16		9月25日	台風22号の接近	457	63
17		2月18日	前線	305	55
18		2月26日	前線	338	55
19		3月4日	低気圧	870	56
20	H1	5月12日		282	39
21		5月26日	前線	473	37
22		6月16日	梅雨前線	321	48
23		6月23日	台風6号	703	84
24		7月10日	梅雨前線	364	49
25		7月13日	梅雨前線	913	49
26		8月27日	台風17号	976	84
27		9月3日	低気圧	1336	104
28		9月6日	秋雨前線	851	20
29		9月14日	秋雨前線	464	62
30		9月19日	台風22号	435	42
31		9月22日	低気圧	359	28
32		2月23日	低気圧	699	63
33	H2	4月8日	寒冷前線	441	39
34		4月13日		291	35
35		5月4日	寒冷前線	612	88
36		5月7日	前線	708	58
37		5月19日	温暖前線・寒冷前線	797	67
38		7月3日	梅雨前線	670	63
39		7月15日	梅雨前線	470	32
40		9月18日	台風19号	3385	21
41		10月6日	台風21号	757	67
42		10月8日		758	41
43		11月4日	低気圧	506	59
44		11月9日	低気圧	339	39
45		11月30日	台風28号	573	61
46		3月11日	低気圧	380	32
47		3月23日	低気圧	391	52
48		3月30日	前線	310	42
49	H3	4月8日	低気圧	530	54
50		4月25日	前線	398	54
51		5月9日	低気圧	318	48
52		6月2日	前線	585	68
53		6月13日	梅雨前線	611	50
54		7月1日	低気圧	285	20
55		7月4日	低気圧	844	51
56		7月21日	梅雨前線	361	32
57		10月1日	秋雨前線	507	72
58		11月28日	前線	310	63
59		3月18日	前線	202	27
60		3月21日	前線	315	33
61		3月28日	前線	258	38
62	H4	4月10日	低気圧	305	37
63		4月22日	低気圧	394	37
64		5月16日	低気圧	319	34
65		6月23日	梅雨前線	534	81
66		6月30日	台風3号	379	49
67		8月9日	台風10号	472	64
68		8月19日	台風11号	1526	109
69		9月29日	低気圧	385	42
70		10月8日	低気圧	363	56
71		12月8日	低気圧	249	38
72	H5	5月3日		281	32
73		6月19日	梅雨前線	325	41
74		6月23日	低気圧	375	37
75		6月29日	梅雨前線	1465	239
76		7月28日	台風5号	546	50
77		8月3日	前線	1131	63
78		8月10日	台風7号	702	52
79		8月15日	低気圧	1790	196
80		9月4日	台風13号	351	52
81		9月14日	低気圧	1124	64
82		9月30日	低気圧	310	47
83		2月21日	低気圧	270	27
84	H6	4月12日	低気圧	500	48
85		7月8日	梅雨前線	337	51
86		9月30日	台風26号	276	53
87	H7	5月12日	寒冷前線	1834	119
88		5月15日	低気圧	586	62
89		6月4日	低気圧	277	46
90		7月3日	梅雨前線	1005	183
91		7月13日	梅雨前線	302	24
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

No.	年度	実施日	要因	最大流入量	総雨量
101	H9	5月14日	低気圧	288	51
102		6月28日	台風8号	1174	78
103		7月10日	梅雨前線	1088	166
104		7月17日	梅雨前線	560	36
105		7月26日	台風9号	1334	145
106		8月5日	前線	1571	105
107		9月17日	台風19号	538	68
108		9月26日	低気圧	359	57
109		11月26日	低気圧	804	93
110		1月15日	低気圧	389	43
111	H10	4月2日	低気圧	270	44
112		4月15日	低気圧	316	25
113		5月13日	低気圧	329	45
114		5月16日	低気圧	1027	68
115		5月29日	前線	489	32
116		7月11日	梅雨前線	390	55
117		9月22日	台風7号	1436	112
118		9月24日	前線	1208	108
119		10月17日	台風10号	2999	149
120	H11	5月4日	低気圧	345	60
121		5月27日	梅雨前線	445	54
122		6月25日	梅雨前線	483	75
123		6月27日	低気圧	1006	52
124		6月29日	梅雨前線	3253	121
125		9月7日	低気圧	2237	106
126		9月15日	前線	2121	99
127		9月21日	低気圧	434	66
128		11月1日	低気圧	416	45
129	H12	6月25日	梅雨前線	355	19
130		6月28日	梅雨前線	418	33
131		10月9日	低気圧	587	46
132		11月1日	台風20号	1911	125
133		1月27日	低気圧	334	32
134	H13	6月19日	梅雨前線	1167	95
135		8月22日	台風11号	473	70
136		9月7日	低気圧	970	78
137		10月10日	低気圧	400	60
138	H14	5月10日	前線	487	52
139		7月9日	台風6号	907	85
140		7月16日	台風7号	666	75
141		3月1日	前線	309	39
142		3月7日	低気圧	528	38
143	H15	4月8日	低気圧	436	37
144		4月25日	寒冷前線	344	50
145		7月3日	低気圧	394	28
146		7月13日	梅雨前線	1484	59
147		7月23日	低気圧	514	46
148		8月14日	前線	575	73
149		8月19日	前線	448	15
150		11月29日	台風21号	483	58
151	H16	4月27日	寒冷前線	402	56
152		5月16日	低気圧	1050	81
153		6月11日	台風4号	736	58
154		6月28日	梅雨前線	380	29
155		8月30日	台風16号	1424	66
156		9月29日	台風21号	2910	136
157		10月9日	台風22号	354	55
158		10月19日	台風23号	5492	225
159		12月4日	低気圧	1291	89
160	H17	7月1日	梅雨前線	401	62
161		9月4日	台風14号	334	29
162	H18	4月11日	低気圧	382	57
163		6月15日	低気圧	538	60
164		7月17日	梅雨前線	3261	238
165		9月6日	前線	923	99
166	H19	7月12日	前線・台風4号	1498	146
167	H20	5月24日	前線	379	54
168		9月21日	上空寒気	401	77
169		2月22日	低気圧	361	37
170		3月13日	低気圧	843	71
171	H21	7月22日	前線	668	44
172		8月1日	上空寒気	1983	126
173		8月9日	暖湿流	1012	92
174		10月7日	台風18号	376	60
175		11月11日	低気圧	339	71
176	H22	4月2日	低気圧	416	40
177		4月12日	低気圧	1450	103
178		5月23日	低気圧	3863	171
179		6月15日	前線	355	63
180		6月26日	前線	1644	117
181		7月3日	前線	601	51
182		7月14日	低気圧	424	108
183		10月19日	低気圧	365	64
184	H23	5月11日	前線	1832	140
185		5月24日	低気圧	394	49
186		5月29日	台風2号	2350	139
187		9月3日	台風12号	4253	217
188		9月17日	暖湿流	482	69
189		9月20日	台風15号	3427	228
190		10月14日	低気圧	582	70
191		11月19日	低気圧	445	54
192	H24	4月11日	低気圧	375	47
193		6月19日	台風4号	1137	93
194		6月22日	台風5号・低気圧	749	53
195		7月3日	梅雨前線	1030	53
196		7月7日	梅雨前線	2067	79
197		9月30日	台風17号	410	71

↑ 洪水時制御
開始流量
250m³/s

↓ 洪水時制御
開始流量
330m³/s

No.	年度	実施日	要因	最大流入量	総雨量
198	H25	6月26日	梅雨前線	507	59
199		8月25日	秋雨前線	812	54
200		9月2日	秋雨前線・台風17号	2276	238
201		9月15日	台風18号	4938	205
202		10月25日	秋雨前線・台風27号	507	59
203		3月13日	低気圧	894	67
204	H26	8月9日	台風11号	2922	224
205		8月16日	前線	1872	122
206		8月24日	前線	519	60
207		10月6日	台風18号	388	56
208		10月13日	台風19号	1881	107
209	H27	7月1日	梅雨前線	371	51
210		7月17日	台風11号	4233	220
211		12月11日	低気圧	797	74
212		2月14日	低気圧	529	66
213	H28	4月13日	低気圧	1055	68
214		5月17日	寒冷前線	593	59
215		6月22日	梅雨前線	484	69
216		6月25日	梅雨前線	447	40
217		8月30日	台風10号・低気圧	493	74
218		9月18日	台風16号・秋雨前線	2151	198
219		9月28日	秋雨前線	1166	82

赤囲みは評価対象期間(H24~28)のデータを示す。

※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)

2.5.2 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 2.5-2 に示すとおりである。

昭和 62 年度から平成 28 年度までに、洪水時の体制が発令されたのは 713 回で、このうち 219 回の洪水時制御（操作）を実施している。

表 2.5-2 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(発生月日)	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	16	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	4 回	843 (3月13日)	低気圧	71
H21	18	5 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
H24	26	6 回	2,067 (7月7日)	梅雨前線	79
H25	21	6 回	4,938 (9月16日)	台風 18 号	205
H26	14	5 回	2,922 (8月9日)	台風 11 号	224
H27	10	4 回	4,233 (7月17日)	台風 11 号	220
H28	11	7 回	2,151 (9月18日)	台風 16 号・秋雨前線	198
計	713 回	219 回			

□ : 赤囲みは評価対象期間(H24~28)のデータを示す。

※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、

※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 2.5-2、図 2.5-3 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。

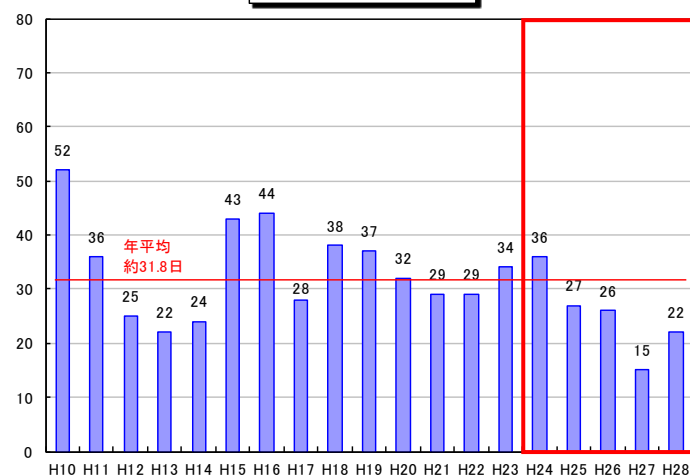
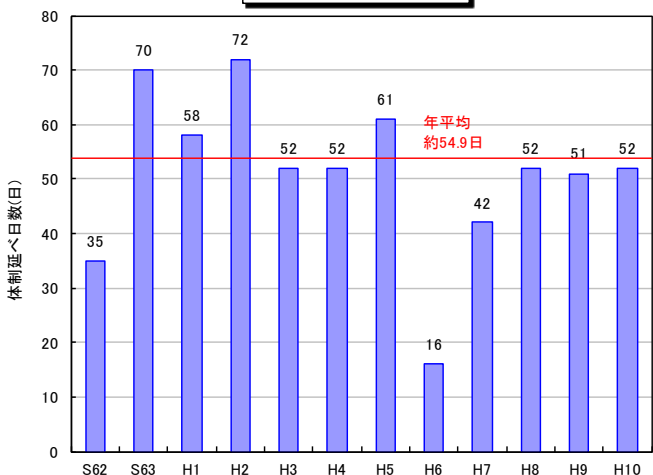
今後も体制発令の負担を少しでも軽減させられるよう検討していく必要がある。

洪水時制御開始流量 250m³/s 以上

洪水時制御開始流量 330m³/s 以上

洪水時の体制延べ日数の推移
(平成10年6月2日の体制まで)

洪水時の体制延べ日数の推移
(平成10年6月13日の体制以降)



赤囲みは評価対象期間(H24~28)のデータを示す。
※24時間単位でなく、日付による日数として整理している。

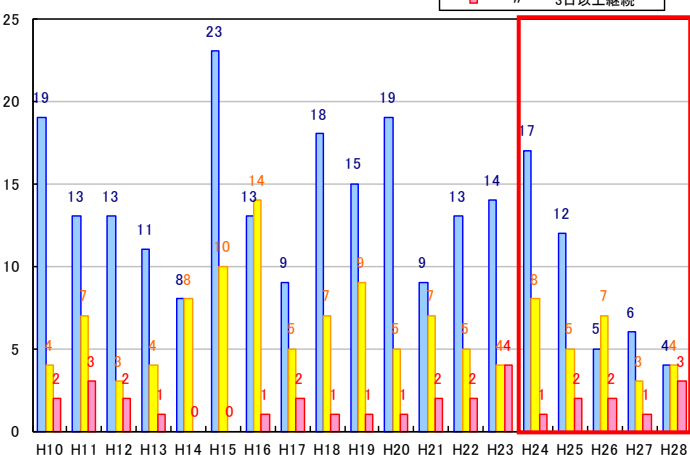
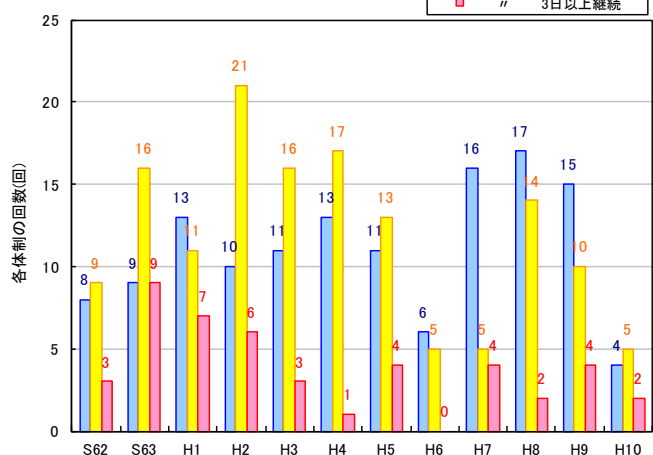
図 2.5-2 洪水時の体制延べ日数の推移

洪水時制御開始流量 250m³/s 以上

洪水時制御開始流量 330m³/s 以上

洪水時の体制回数(継続日数別)
(平成10年6月2日の体制まで)

洪水時の体制回数(継続日数別)
(平成10年6月13日の体制以降)



赤囲みは評価対象期間(H24~28)のデータを示す。
※24時間単位でなく、日付による日数として整理している。

図 2.5-3 洪水時体制の継続日数別の回数

参考：体制の発令回数（職員の負担）を減らす方法はあるのか。（前回のFU委員会での意見）

- ・平成25年度に「加古川大堰管理運用改善資料作成業務報告書 平成26年3月」で検討を行っており、次のような提案がなされている。
- ・気象警報発令時に準備体制を執ることになっている発令対象地域は、阪神、北播丹波、播磨南東部の3地域としているが、これを北播丹波、播磨南東部の2地域に発令された場合とするに変更する。

※「加古川大堰管理運用改善資料作成業務報告書 平成26年3月」での提案事項

4. 洪水警戒体制発令指標

- ・気象警報発令時に準備体制を執ることになっているが、発令対象地域を北播丹波（西脇市、多可町、篠山市、丹波市）、播磨南東部（加古川市、三木市、小野市、加西市、加東市）に変更する。

2.5.3 洪水時の対応状況

近5ヶ年の洪水から、表2.5-3に示す最大流入量の上位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 2.5-3 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	H25	9月15日	台風18号	4,938 [※]	205	既往第2位
2位	H27	7月17日	台風11号	4,233 [※]	220	既往第4位
3位	H26	8月8日	台風11号	2,922 [※]	224	既往第11位
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 25 年 9 月 15 日～9 月 17 日洪水(台風 18 号)

西日本では台風 18 号による影響で雨が強く降った。

平成 25 年 9 月 15 日 2 時の降り始めから 16 日 12 時までの総雨量は、流域平均 205.3mm、青垣 239mm、氷上^{ひかみ} 218mm、柏原^{かいばら} 292mm、福住 312mm、火打岩 275mm、船町 88mm、杉原 203mm、八千代 205mm、柏原^{かいばら} 151mm、今田^{こんだ} 160mm、北条 156mm、天神 152mm、吉川^{よかわ} 190mm、小野 195mm、谷上^{たにがみ} 302mm、細川 194mm、加古川 181mm であった。

降り始めから約 17 時間後の 15 日 18 時 53 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 29 時間後の 16 日 7 時 04 分、流入量は最大 4938.0m³/s に達し、加古川大堰史上第 2 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 56 時間半後の 17 日 10 時 23 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 2.5-4 に平成 25 年 9 月 15 日～9 月 17 日の洪水時の対応状況(台風 18 号)を示す。

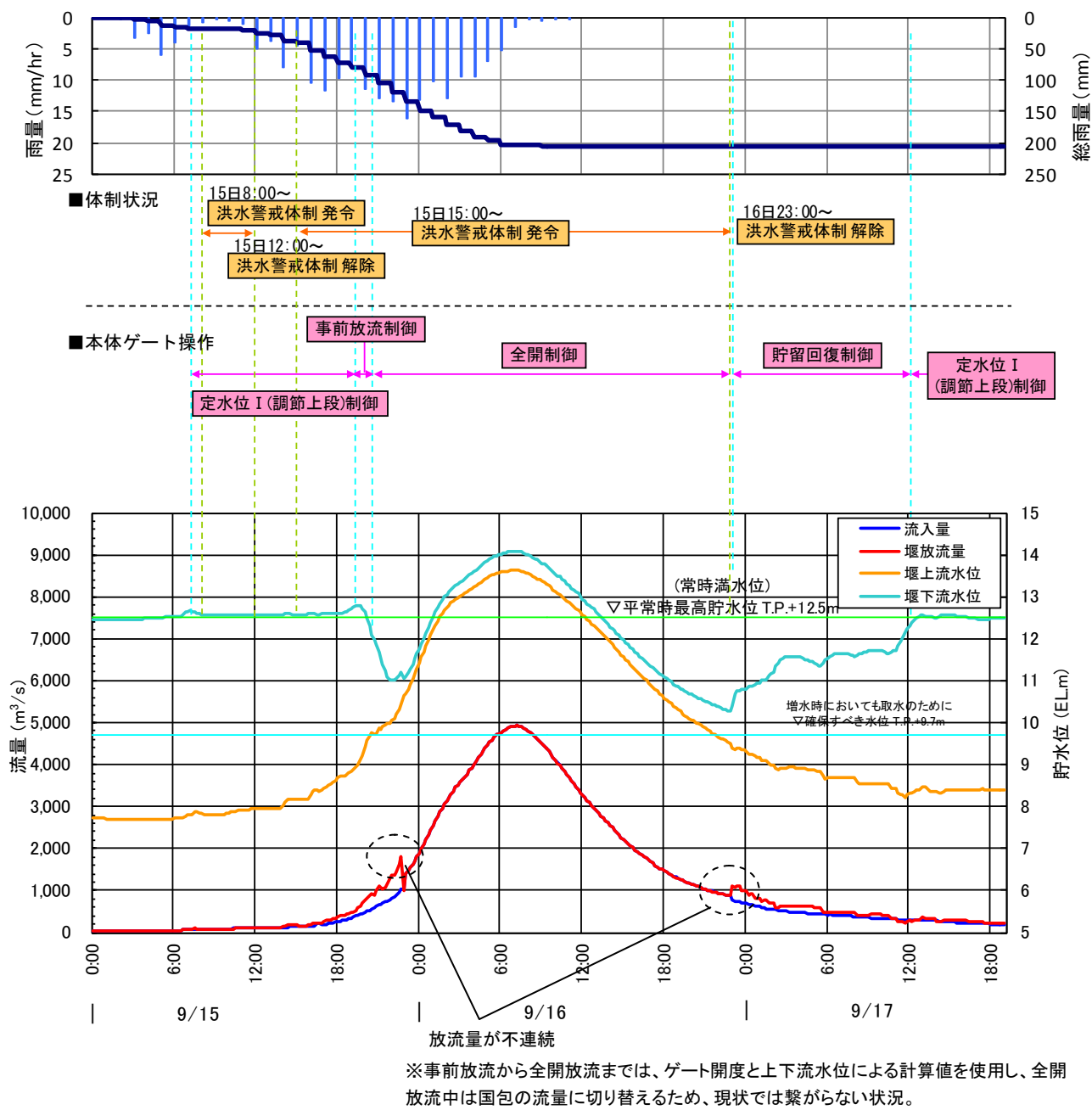


図 2.5-4 平成 25 年 9 月 15 日～9 月 17 日の洪水時の対応状況(台風 18 号)

(出典:資料 2-5)

(2) 平成 27 年 7 月 17 日～7 月 19 日洪水(台風 11 号)

西日本では台風 11 号による影響で雨が強く降った。

7 月 16 日 4 時の降り始めから 18 日 8 時までの総雨量は、流域平均 219.9mm、青垣 155mm、氷上 175mm、柏原 185mm、福住 195mm、火打岩 184mm、船町 191mm、杉原 257mm、八千代 281mm、板波 247mm、今田 262mm、北条 194mm、天神 243mm、吉川 246mm、小野 256mm、谷上 415mm、細川 268mm、加古川 260mm であった。

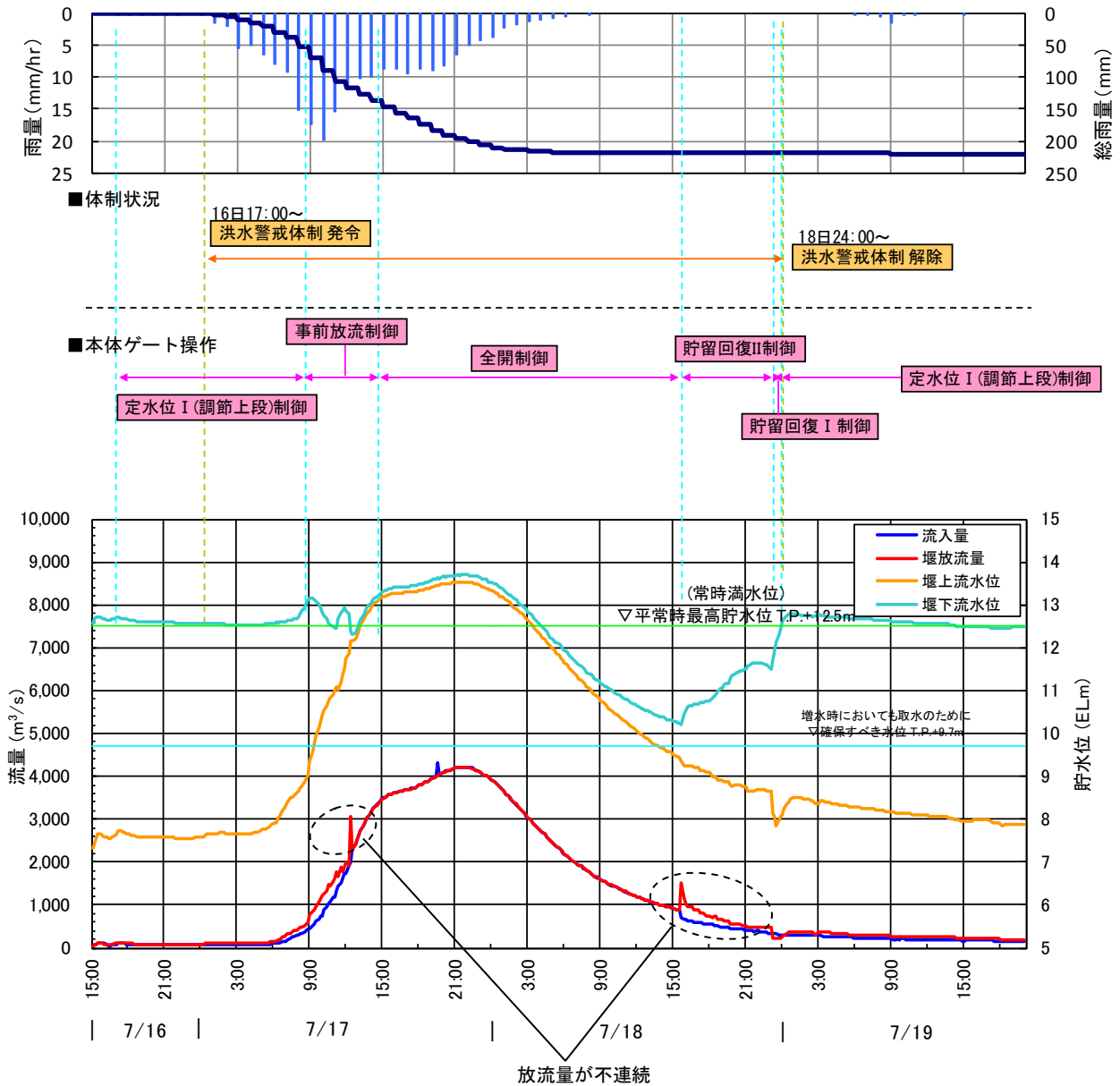
降り始めから約 28.3 時間後の 17 日 8 時 20 分に事前放流開始流入量の 330m³/s を上まわった。

事前放流開始から約 13.0 時間後の 17 日 21 時 26 分、流入量は最大 4232.98m³/s に達し、加古川大堰史上第 4 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 38.5 時間の 18 日 23 時 10 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 2.5-5 に平成 27 年 7 月 16 日～7 月 19 日の洪水時の対応状況(台風 11 号)を示す。



※事前放流から全開放流までは、ゲート開度と上下流水位による計算値を使用し、全開放流中は国包の流量に切り替えるため、現状では繋がらない状況。

図 2.5-5 平成 27 年 7 月 16 日～7 月 19 日の洪水時の対応状況(台風 11 号)

(出典:資料 2-5)

(3) 平成 26 年 8 月 8 日～8 月 11 日洪水(台風 11 号)

西日本では台風 11 号による影響で雨が強く降った。

8 月 8 日 13 時の降り始めから 10 日 21 時までの総雨量は、流域平均 223.8mm、青垣 257mm、氷上 226mm、柏原 248mm、福住 306mm、火打岩 289mm、船町 83mm、杉原 220mm、八千代 226mm、板波 183mm、今田 224mm、北条 167mm、天神 228mm、吉川 248mm、小野 188mm、谷上 346mm、細川 200mm、加古川 208mm であった。

降り始めから約 20 時間後の 9 日 9 時 6 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 32.5 時間後の 10 日 17 時 24 分、流入量は最大 2921.5m³/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 52.5 時間の 11 日 13 時 33 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 2.5-6 に平成 26 年 8 月 8 日～8 月 11 日の洪水時の対応状況(台風 11 号)を示す。

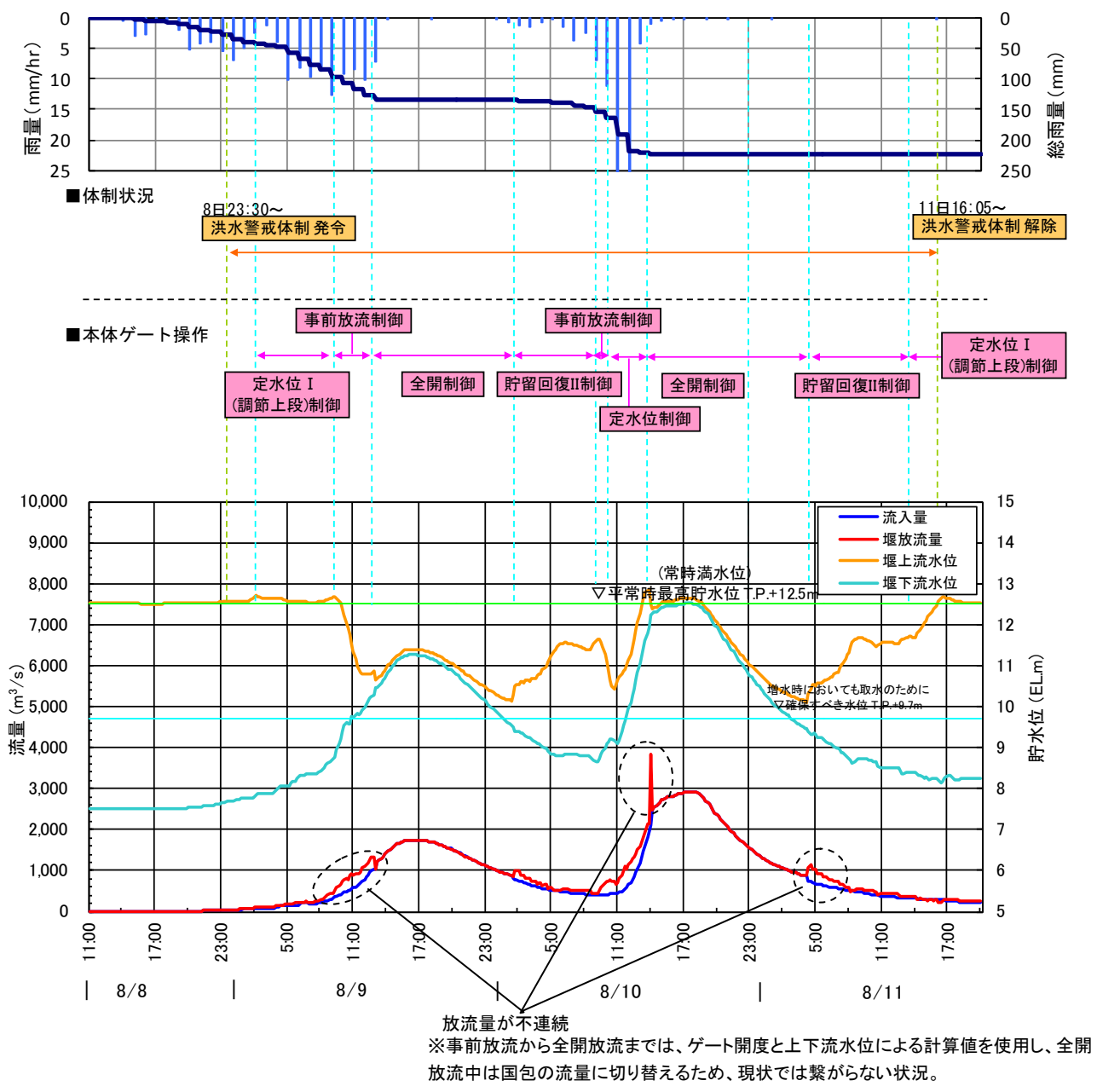


図 2.5-6 平成 26 年 8 月 8 日～8 月 11 日の洪水時の対応状況(台風 11 号)

(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 2.5-7 に平成 16 年 10 月 19～21 日の洪水時の対応状況(台風 23 号)を示す。

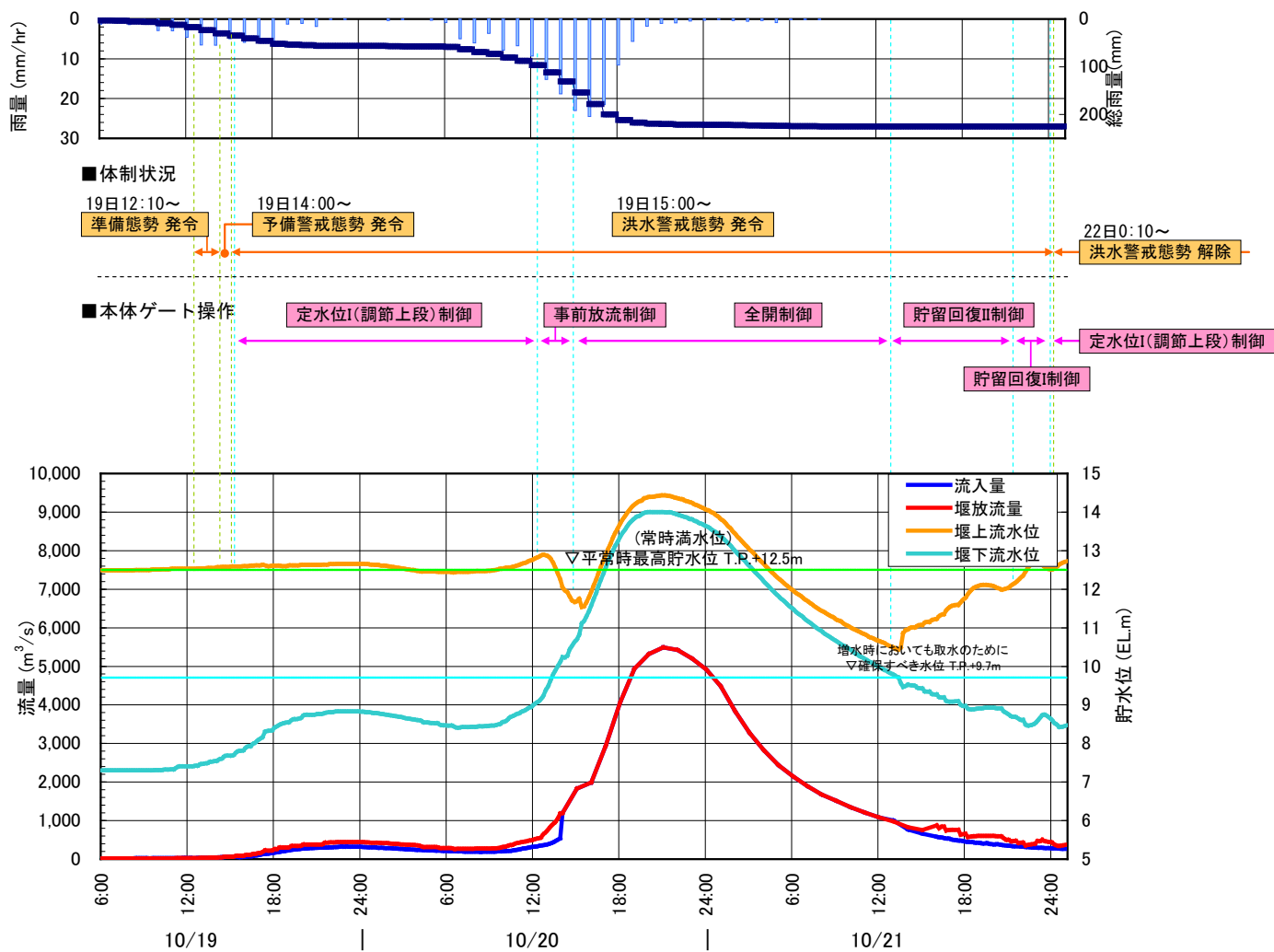


図 2.5-7 平成 16 年 10 月 19~21 日の洪水時の対応状況 (台風 23 号)

(出典:資料 2-5)

参考：事前放流で T.P+10.0m まで下がっていないことに対して課題はないのか。また、治水上の問題はないのか。T.P+10.0m まで下げる理由、事前放流の目的、意義について。

- ・大堰上流地点の貯水池水位を T.P+10.0m にしておけば、流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ に達した時に本体ゲートを全開にすることで放流量も $1,000\text{m}^3/\text{s}$ となることから、事前放流を行うこととしている。
- ・ただし、本体ゲートの全開条件は、「流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上でかつ堰の上下流水位差が 1m 以内となること」であり、「定水位操作 (T.P+10.0m に維持) を経ず、事前放流操作から直接全開操作へと移行する場合もある」ことから、大堰上流水位 T.P+10.0m は、本体ゲートの全開条件とはなっていない。
- ・したがって、大堰上流水位 T.P+10.0m までの低下操作 (事前放流操作) は、上下流水位差を 1m 以内にすため及び本体ゲート全開にともなう放流量の大きな変化を防ぐことを目的としている。

・操作規則及び細則の解説より、①事前放流操作では次の通り記載されている。

【事前放流操作による貯水池水位低下目標 (T.P+10.0m) の設定理由】

「堰はあくまで低水管理を主目的とした施設であることから、少しでも早く本体ゲートを全開とし、洪水を安全に流下させたい。河川防災上、この本体ゲートの全開は指定水位対応流量程度で行うものとし、国包地点の同流量 (概ね $1,000\text{m}^3/\text{s}$) に対応する大堰上流地点の貯水池水位 T.P+10.0m を低下目標水位とした。」

・また、③全開放流操作では、次の通り記載されている。

「全開放流操作は、本体ゲートを全開とし、洪水の疎通機能を確保するための操作をいう。全開条件は、流入量が $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上でかつ堰の上下流水位差が 1m 以内となることである。なお、この条件を満足すれば②の定水位操作を経ず、①の事前放流操作から直接全開操作へと移行する場合もある。」

・上下流水位差が 1m 以内については、次の通り記載されている。

「洪水時の操作によって、貯水池の水位が T.P+10.0m まで下降したのち、この水位を維持する定水位操作を行い、堰上下流水位差が自然河道状態で生ずる水位差となれば主ゲートを全開にしても段波等の発生は無い。

自然河道状態で生ずる水位差は、計画洪水勾配 (1/780) から推定して、 $\Delta H = 540\text{m} / 780 \approx 0.70\text{m}$ であり、これに堰柱による堰上げ分を見込んで本体ゲートの全開移行条件を上下流水位差 1.0m 以内とした。」

参考：放流量の不連続については、前回FU委員会以降、どのような改善取り組みと行ったのか。

- ・洪水初期および洪水後期において、放流量が正しく計算されていないが、計算の問題であり、ゲート全開の最中（放流中）なので問題はない。
- ・平成 25 年度に「加古川大堰管理運用改善資料作成業務報告書 平成 26 年 3 月」で検討を行っており、次のような提案がなされており、放流量データとしての必要性からも、今後洪水時のデータを蓄積したのち、放流量の算定式の係数や切り替えるタイミング等を検証し、堰コンに組み込む予定である。

※「加古川大堰管理運用改善資料作成業務報告書 平成 26 年 3 月」での提案事項

1. 流入量の精度向上

- ・大島水位観測所、別所橋水位観測所からの時差を 1 時間から 30 分に変更する。

2. 放流量の精度向上

①下段扉放流量の演算に使用する堰下流水位の補正方法

- ・下段扉放流量の演算に使用する堰下流水位を堰直下流水位に補正する。

なお、堰下流水位計データ： H_x 、堰直下流水位： H_y とする。

$H_x < T.P. + 10.0m$ のとき： $H_y = 0.8107 \times H_x + 2.2019$

$H_x \geq T.P. + 10.0m$ のとき： $H_y = 0.9619 \times H_x + 0.6899$

②収縮係数の補正方法

- ・放流量演算に使用する収縮係数を以下のとおり変更する。

なお、収縮係数： C_c 、ゲート開度： a 、堰上流水深： h_1 とする。

$C_c = 0.156 \times h_1/a + 0.1863$ ($h_1/a < 2.1$)

③放流量算定式の切り替えタイミング方法

- ・下段扉全開直前、直後の放流量算定方法のヘンリー式と HQ 式適用の切り替えタイミングを以下のとおり変更する。

■全開直前 : 全開モードスイッチをオン以降、国包地点流量に放流量を切り替える。

■全開から定水位制御へ移行直後 : 全ゲートが目標開度に到達以降、ヘンリー式により放流量を算定する。

2.5.4 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 25 年 9 月 15 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 25 年 9 月 15 日に最大流入量 $4,938\text{m}^3/\text{s}$ 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.+16.42m 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.+18.1m 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改修(拡幅、掘削)等により、約 1.7m 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 2.5-8 に国包地点(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を示す。

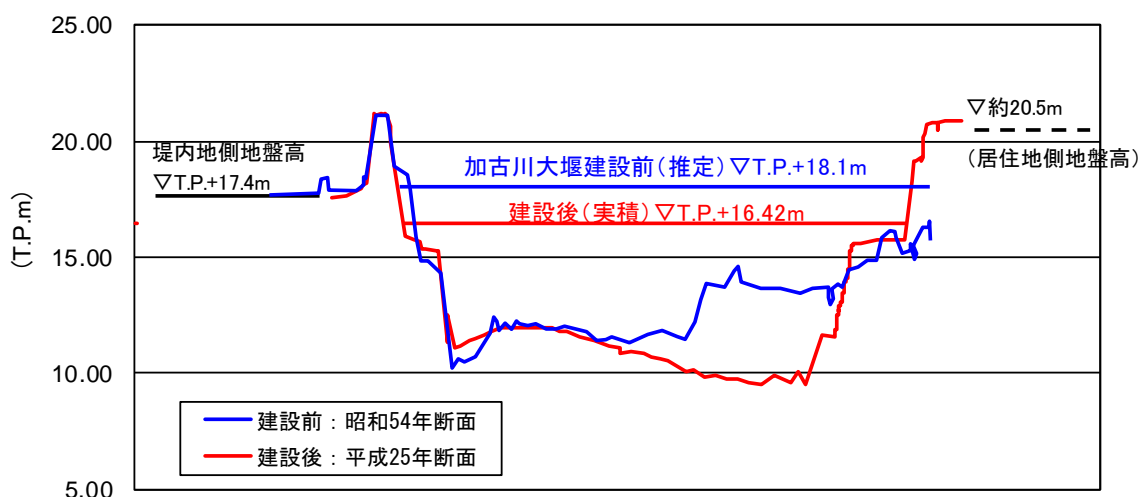


図 2.5-8 国包地点(加古川 14.2k 地点)における加古川大堰建設前後の水位低減効果模式図

2.5.5 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。

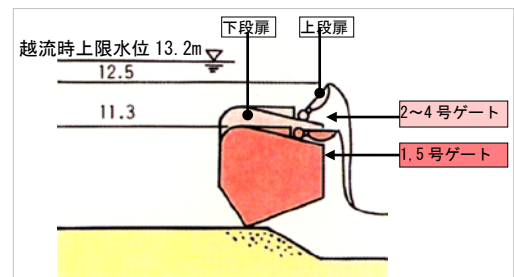
(1) 放流量の算出方法(従来)

放流量の算出は、ゲート毎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)

$$\text{放流量算出式: } Q = CBh^{3/2}$$

C: 流量係数 B: 越流幅 h: 越流量水深

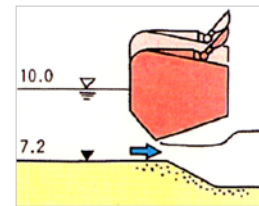


2) アンダーフロー時(主ゲートのみ:1~5号ゲート)

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

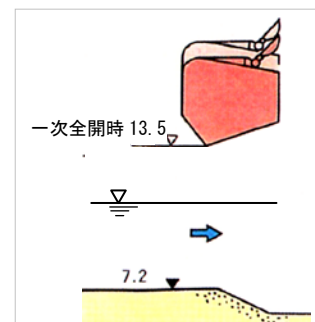
C: 流量係数 (堰上下流の水位とゲート開度の関係から、自由流出時と潜り流出時を区別している。)

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 2.5-9 に示す。

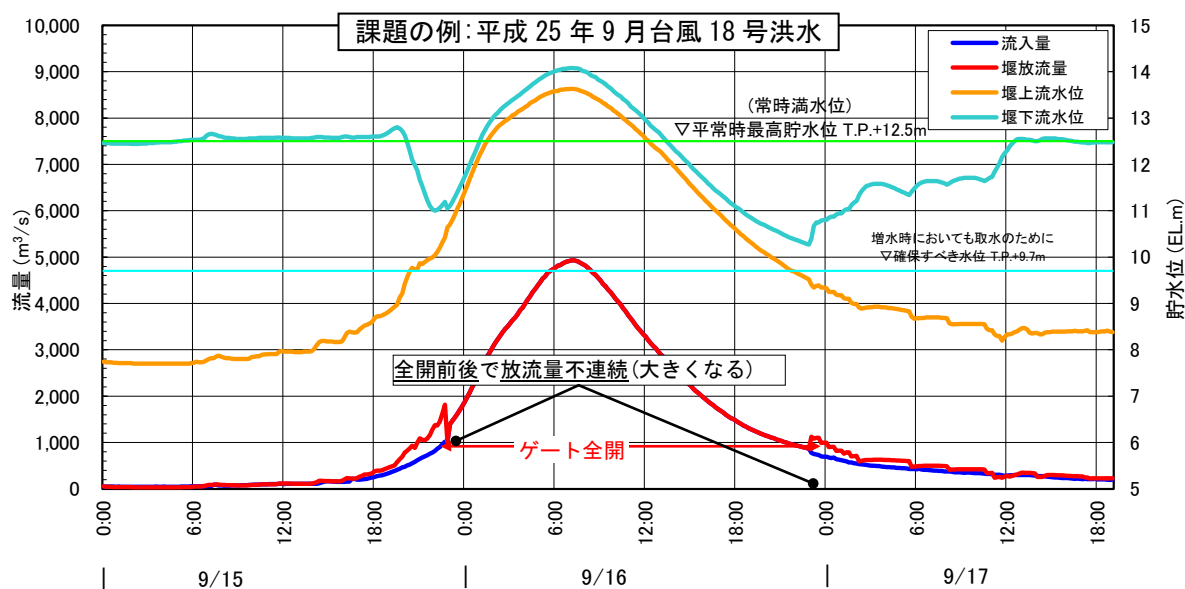


図 2.5-9 洪水時に発生する放流量算定の課題(例.平成28年9月台風18号洪水)

(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が、原因は算定式の切り替えタイミングであると考えられる。現状では、堰操作に影響はないことから、今後洪水時のデータを蓄積したのち、放流量の算定式を切り替えるタイミングを検討していく。

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、見直しを行っている。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 2.5-10 に堰下流の水位計観測配置図を示す。

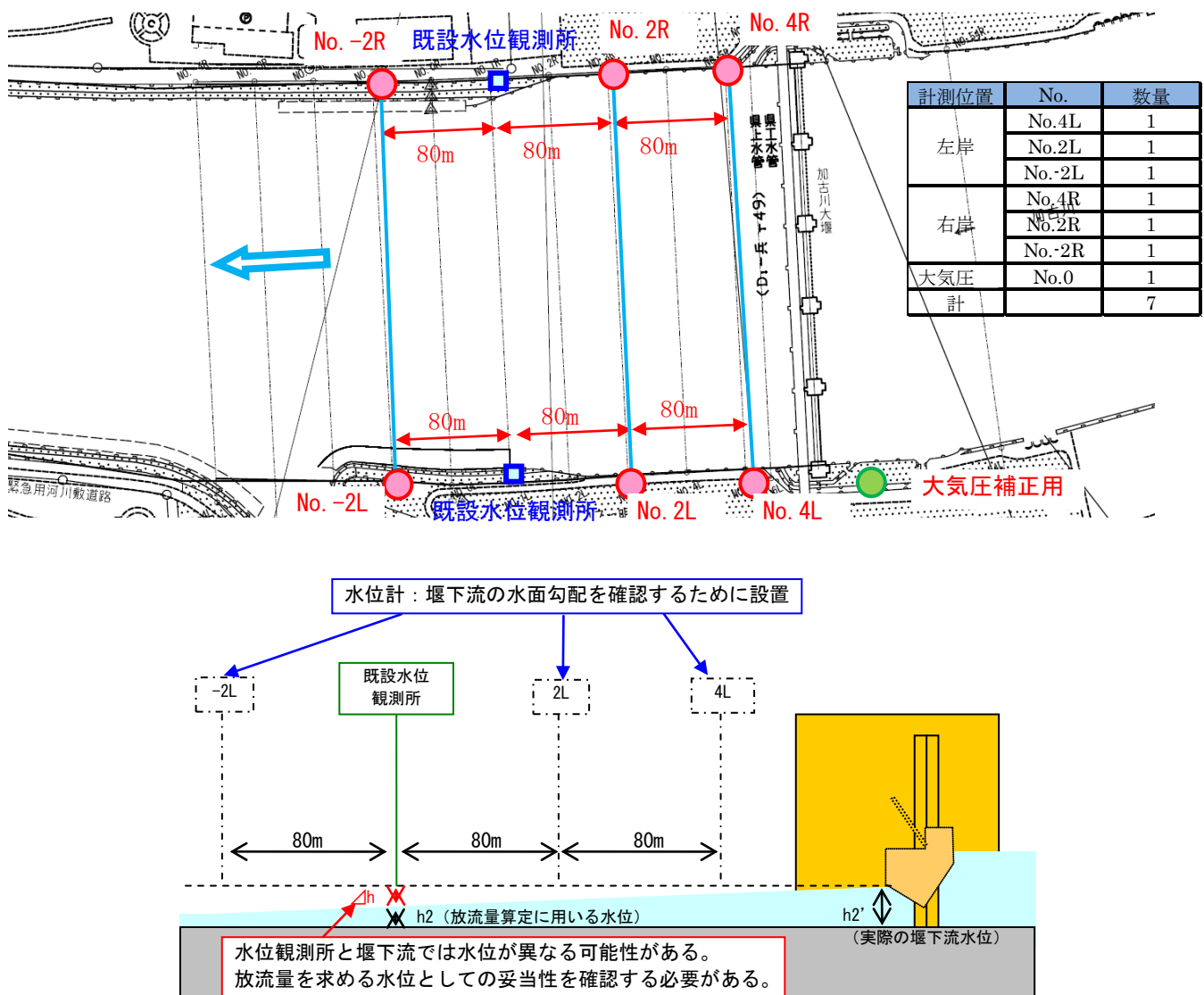


図 2.5-10 堰下流の水位計観測配置図

(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。

図 2.5-11 に圧力式水位計の設置状況を示す。

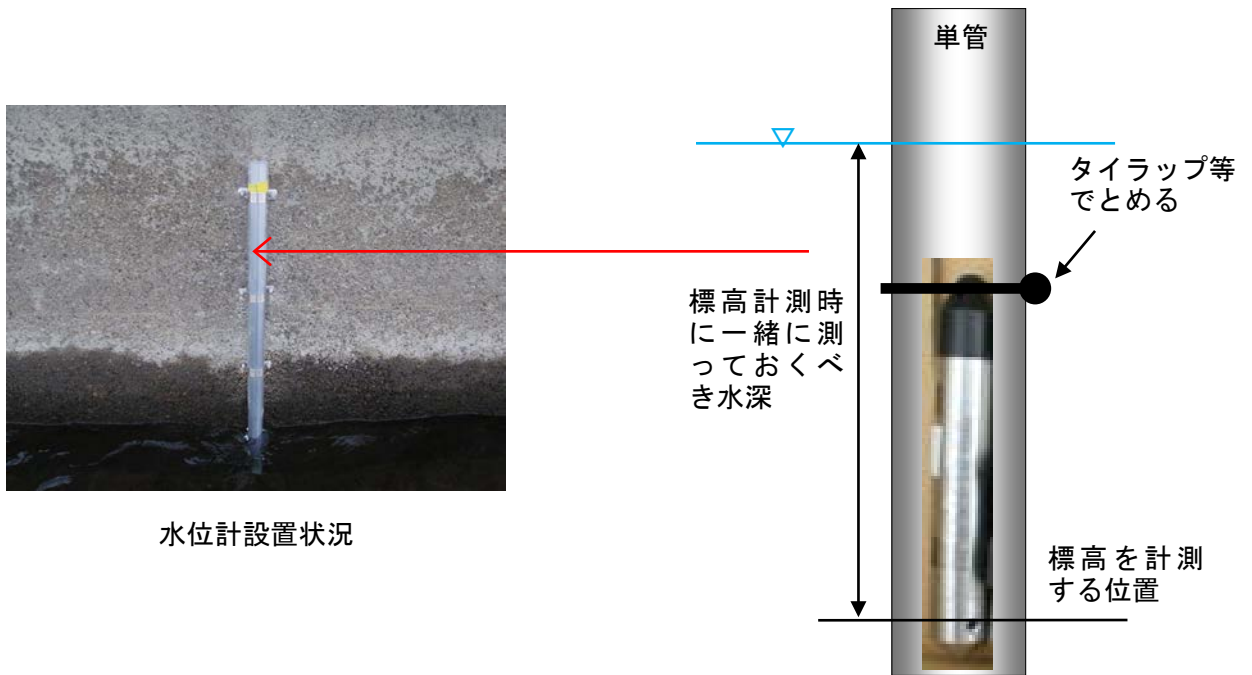


図 2.5-11 圧力式水位計の設置状況

(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 2.5-12 に堰下流の中州の状況、図 2.5-13 に加古川大堰下流の河床の発達と切り下げの状況を示す。

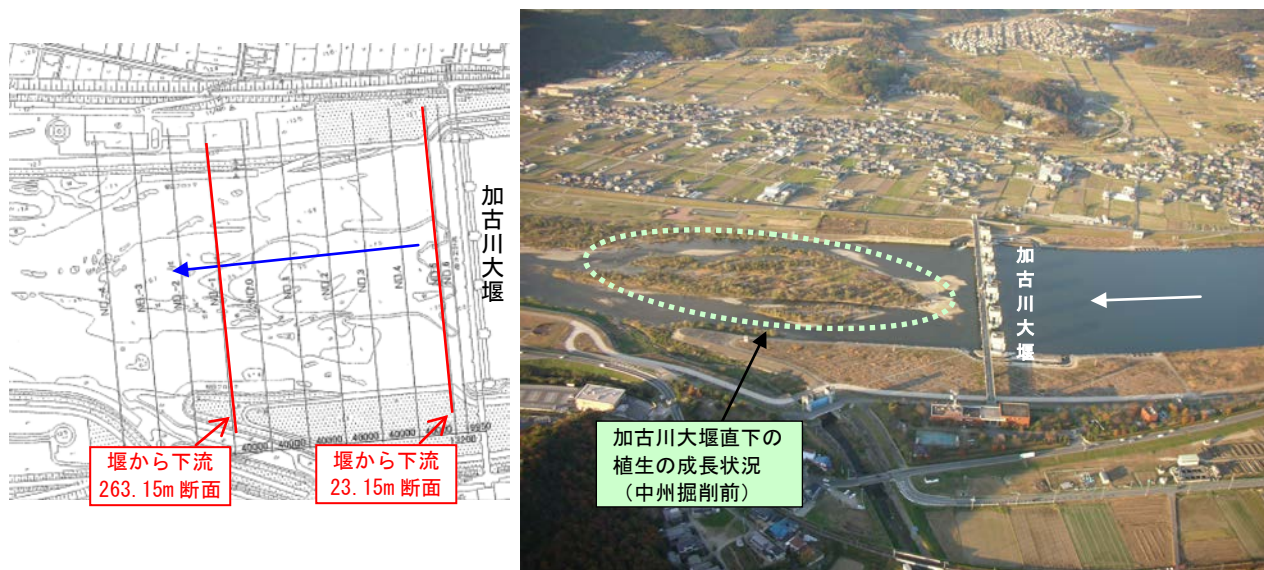


図 2.5-12 堰下流の中州の状況

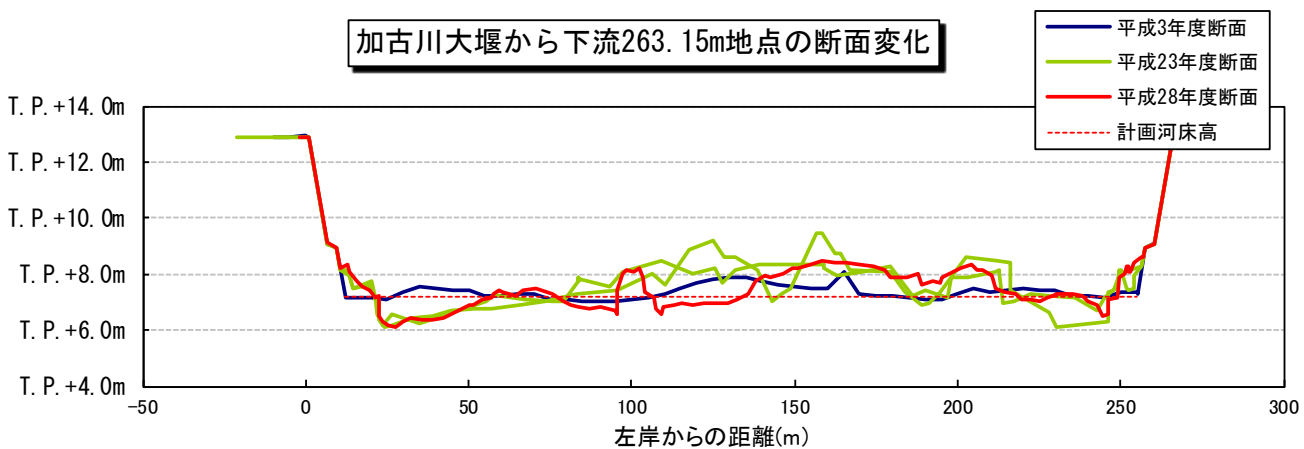
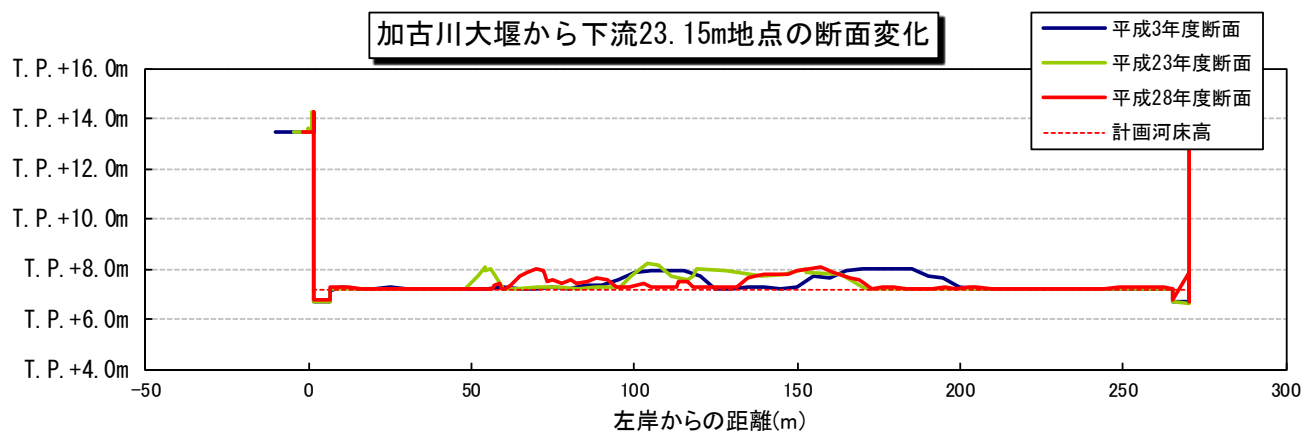


図 2.5-13 加古川大堰下流の河床の発達と切り下げの状況

(出典: 資料 2-9、資料 2-10)

2.6 まとめ

(1) 治水のまとめ

平成 10 年に事前放流開始流量を $250\text{m}^3/\text{s}$ から $330\text{m}^3/\text{s}$ に変更してから、操作実施回数が一桁の回数で収まっている。

平成 25 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が、堰の適切な対応(操作)により、安全に流下させ、堰下流および貯水池周辺の被害はなかった。また、大堰建設に伴う河道整備等により、水位低減効果が得られた。

洪水初期および洪水後期において、放流量が正しく計算されないことがわかっており、原因は算定式に使用する値や係数、切り替えタイミングであると考えられることから、管理上問題は無い。

洪水対応では、T.P. +10.0m まで下がりきる前に全開放流に移行している。管理上は少しでも早く本体ゲートを全開とし、洪水を安全に流下させたいが、段波等の発生から堰上下流水位差を 1.0m 以内としているものである。なお、全開時の放流量が $1000\text{m}^3/\text{s}$ となる目安が水位が T.P. +10.0m であり、全開時の流量変化を小さくする目安であり、T.P. +10.0m まで下がりきらなくても管理上問題は無い。

(2) 今後の方針

洪水初期および洪水後期において、放流量が正しく計算されていないが、計算の問題であり、ゲート全開への操作起動後、全開動作中（フリーフローになったタイミングにおいて）生じる問題なので問題は無い。放流量データとしての必要性から、今後洪水時のデータを蓄積したのち、改善内容を堰コンに組み込む予定である。

2.7 文献リスト

表 2.7-1 「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 洪水時制御時の運用計画
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 洪水時制御開始流量 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 28 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 28 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 28 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 28 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 28 年 4 月	
2-13	加古川水系浸水想定区域図	姫路工事事務所	平成 28 年 5 月	2. 1. 2 浸水想定区域の状況