

## 2. 治 水

## 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 7,400m<sup>3</sup>/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。

具体的には、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、堰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。

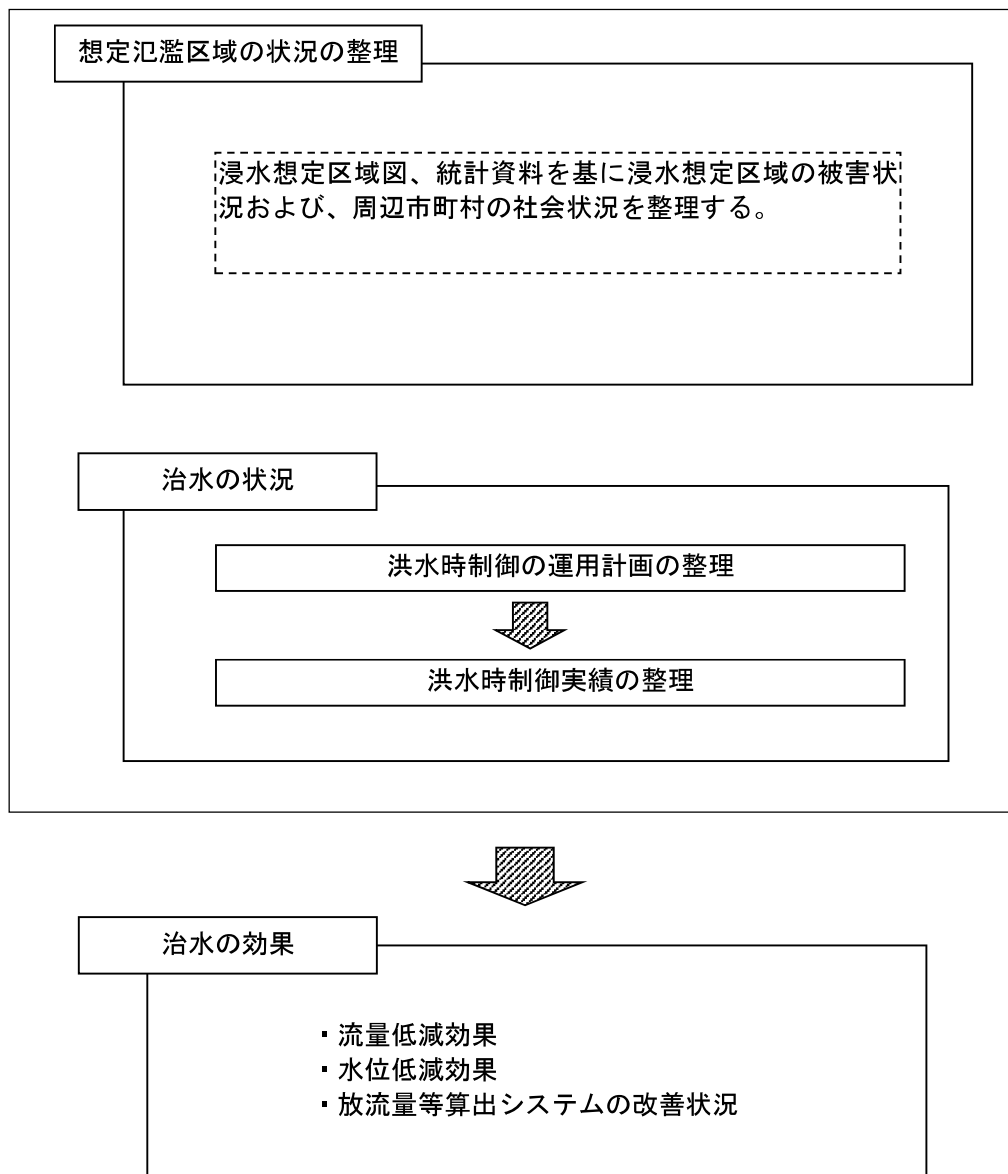


図 2.2-1 治水の評価手順

### 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 想定氾濫区域の状況等

### 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)で加古川が氾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。

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。

加古川の浸水想定区域を図 2.3-1～図 2.3-3 に示す。浸水想定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

流域面積	1,730km <sup>2</sup> (山地:1,160km <sup>2</sup> 平地:570km <sup>2</sup> )
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 <sup>3</sup> /s 計画高水流量:7,400m <sup>3</sup> /s
流域内市町 (11市3町)	丹波篠山市、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 に市町村合併や市名変更を更新及び流域界変更を考慮)



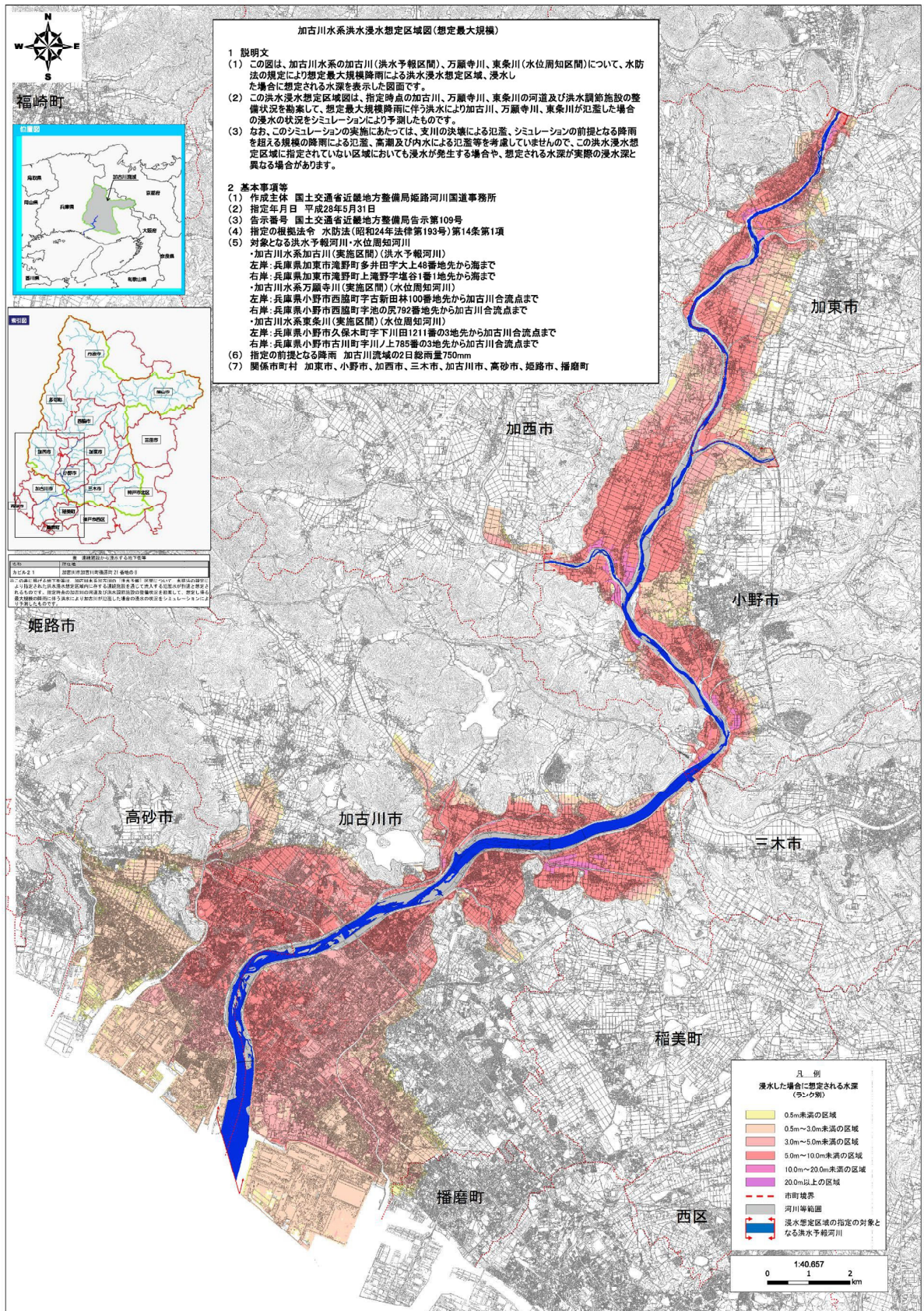


図 2.3-2 加古川流域の洪水浸水想定区域：想定最大規模

(出典:資料 2-13)

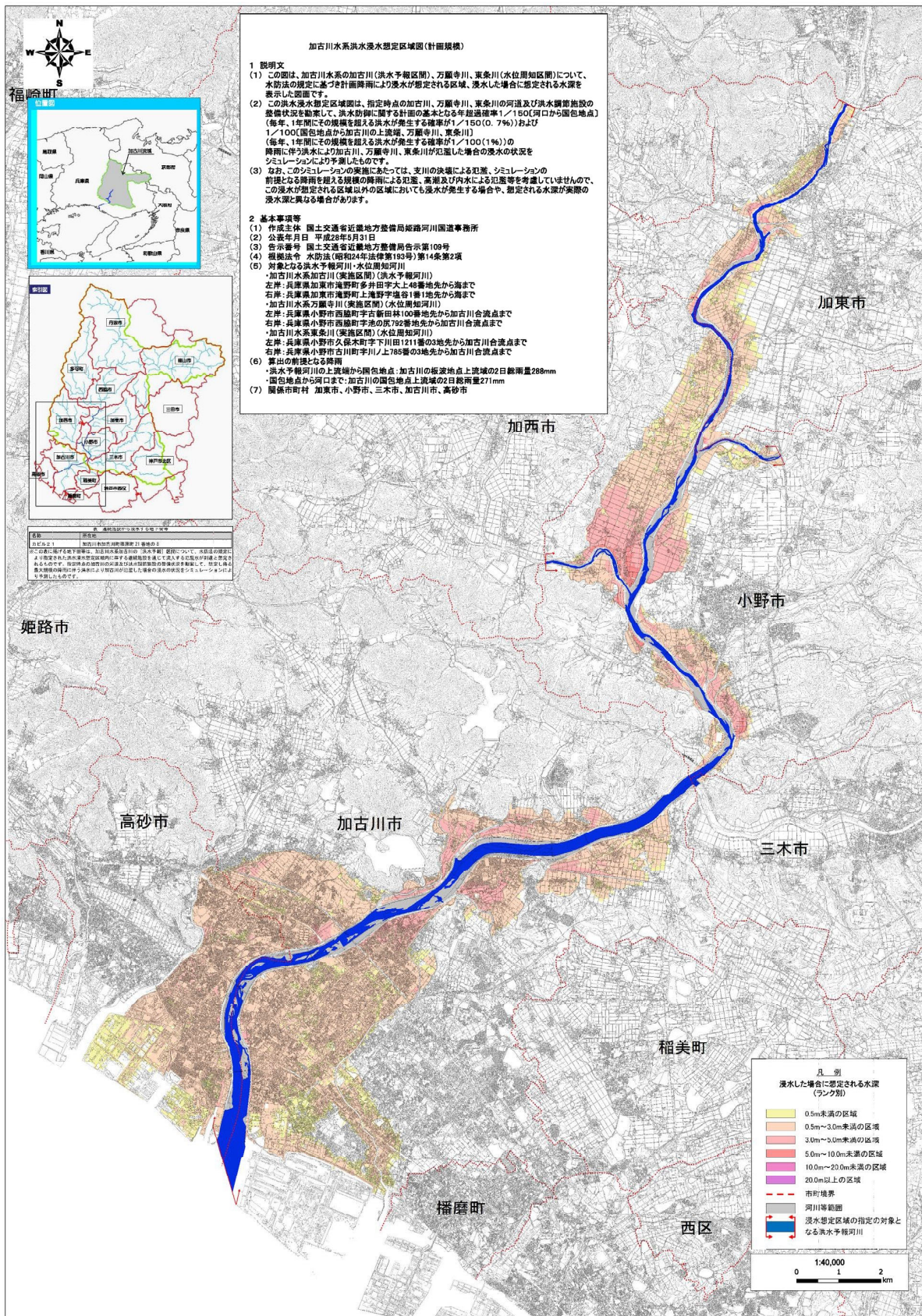


図 2.3-3 加古川流域の洪水浸水想定区域：計画規模

(出典:資料 2-13)

### 2.3.2 流域治水プロジェクト

「総力戦で挑む防災・減災プロジェクトのとりまとめ」（令和 2 年 7 月 6 日）を踏まえ、全国 109 の全ての一級水系で「流域治水プロジェクト」が策定、公表されている。

加古川水系における流域治水プロジェクトの要点を図 2.3-4、図 2.3-5 に示す。



# 加古川水系流域治水プロジェクト【位置図】

～県下最大流域における伝統産業・文化、暮らしを守る治水対策を推進～

令和元年夏日本台風では、各地で戦後最大を超える洪水により甚大な被害が発生したことを踏まえ、加古川水系においても、約6,000箇所以上あるため池の治水活用や利水ダム等(11ダム)の活用により、洪水の流出抑制を図るとともに、被害軽減のための避難等の対策を含む事前防災対策を取り組み、国管理区画においては、戦後最大規模洪水である平成16年台風23号洪水と同規模の洪水に対し、浸水被害を防止し、流域における浸水被害の軽減を図る。

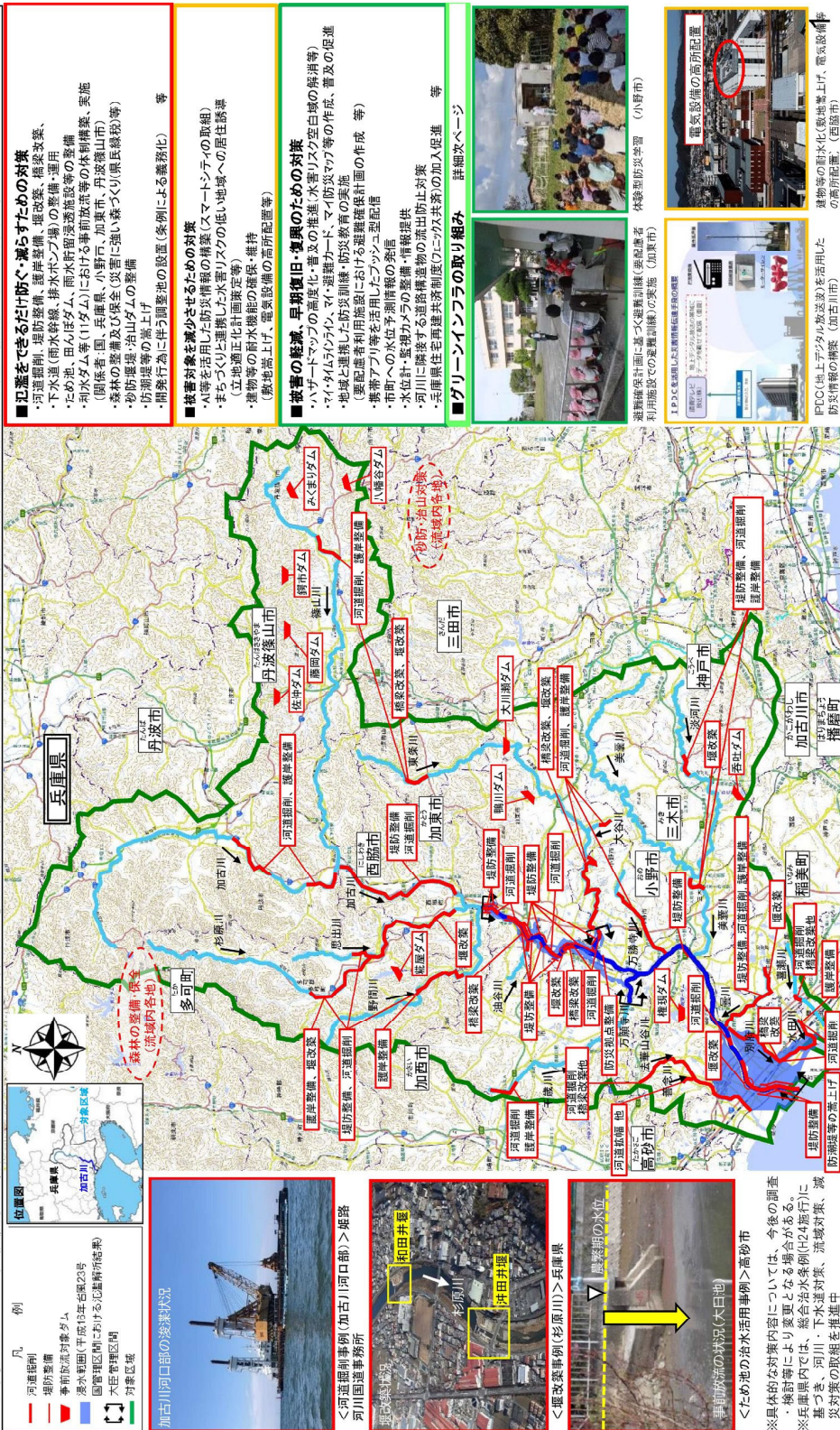


図 2.3-4 加古川水系流域治水プロジェクト（位置図）

（出典：資料 2-14）

# 加古川水系流域治水プロジェクト【ロードマップ・効果】

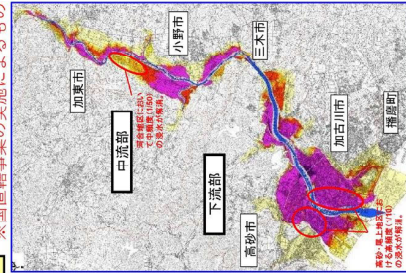
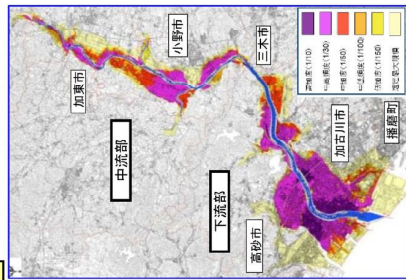
～県下最大流域における伝統産業・文化、暮らしを守る治水対策を推進～

**短期整備（5カ年加速化対策）効果：河川整備率 約59%→約63% ※直轄区間のみ**

**現状**

**短期**

※外水氾濫のみを想定したものである。  
※国直轄事業の実施によるものである。



- 【短期整備完了時の進捗】**
- 河川整備
    - ①高砂・尾上地区 約70%
    - ②大門地区 100%
    - ③瀧野地区 100%
  - 築堤
    - ④東条川地区(暫定堤防) 100%
    - ⑤高砂・尾上地区(暫定堤防) 100%
    - ⑥大門地区 100%
    - ⑦社・河合地区(暫定堤防) 100%
    - ⑧高砂・尾上地区(暫定堤防) 100%
    - ⑨古新地区 約10%
  - 堰改善
    - ⑩古新地区 約10%

※令和3年度時点の想定であり、今後予算状況等に応じて変動する可能性がある。

※外水氾濫のみを想定したものであり、内水氾濫を考慮した際には、浸水範囲の拡大や急水溜の増大が生じる可能性がある。

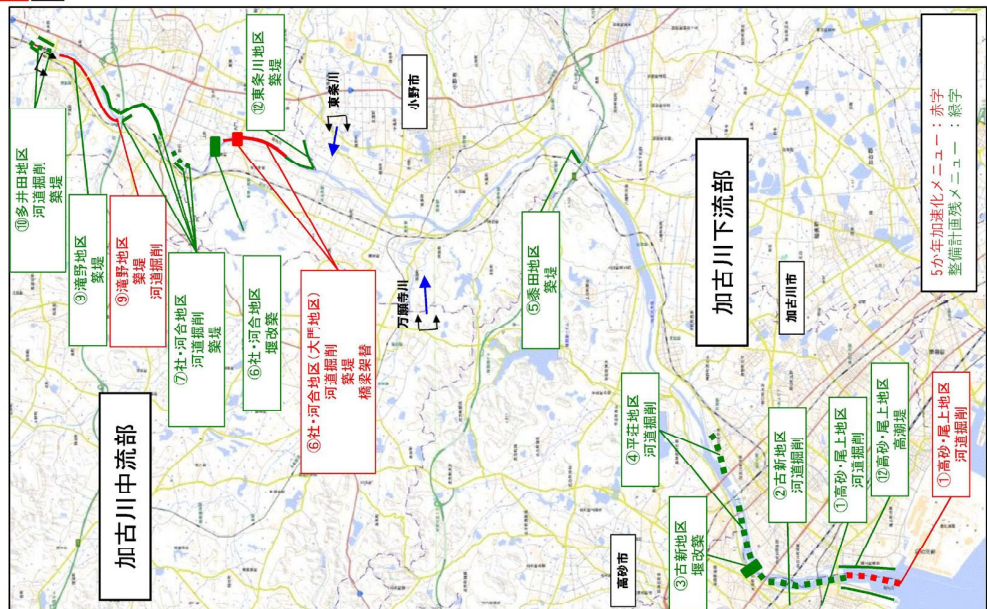


図 2.3-5 加古川水系流域治水プロジェクト（ロードマップ・効果）

（出典：資料 2-14）

河川	下流部		中流部		上流部		本川	
	河川	河川	河川	河川	河川	河川	河川	河川
下流部	①高砂・尾上地区	②大門地区	③瀧野地区	④東条川地区	⑤高砂・尾上地区	⑥大門地区	⑦社・河合地区	⑧高砂・尾上地区
	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備
中流部	⑨古新地区	⑩東条川地区	⑪高砂・尾上地区	⑫東条川地区	⑬高砂・尾上地区	⑭大門地区	⑮社・河合地区	⑯高砂・尾上地区
	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備
上流部	⑰高砂・尾上地区	⑱高砂・尾上地区	⑲高砂・尾上地区	⑳高砂・尾上地区	㉑高砂・尾上地区	㉒高砂・尾上地区	㉓高砂・尾上地区	㉔高砂・尾上地区
	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備
本川	⑳高砂・尾上地区	㉑高砂・尾上地区	㉒高砂・尾上地区	㉓高砂・尾上地区	㉔高砂・尾上地区	㉕高砂・尾上地区	㉖高砂・尾上地区	㉗高砂・尾上地区
	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備	河川整備

※スケジューリングは今後の事業進捗によって変更となる場合がある。 4

## 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<sup>\*</sup>、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。(加古川大堰操作概念図を図 2.4-2 に示す。

表 2.4-1 参照)

<sup>\*</sup>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を図 2.4-1 に、加古川大堰操作概念図を図 2.4-2 に示す。

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 $330\text{m}^3/\text{s}$ ~	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 ~ $1,000\text{m}^3/\text{s}$	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)

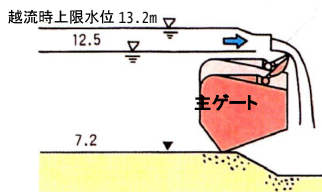
流入量が  $330\text{m}^3/\text{s}$  までの時は、1,5号(調節ゲート)は定水位制御、2~4号(主ゲート)は定開度制御を行う。

#### 【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。



##### ●貯留

越流時上限水位 13.2m

12.5

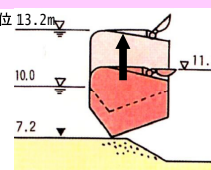
11.3

7.2

主ゲート

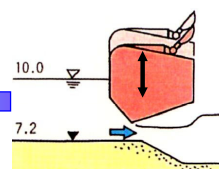
調節ゲート

7.2



##### ●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。

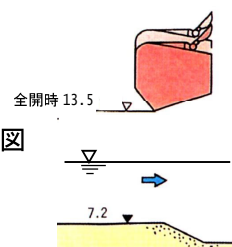


図 2.4-1 ゲート操作模式図

(出典: 資料 2-2)

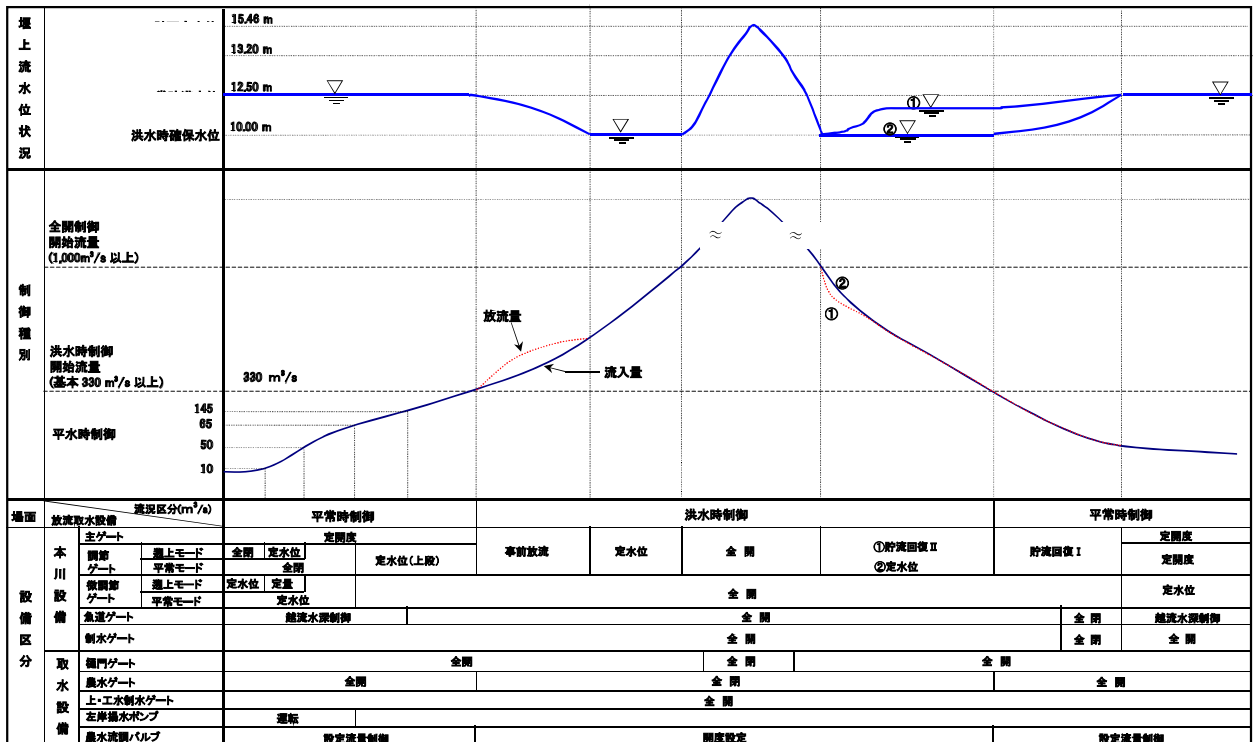


図 2.4-2(1) 加古川大堰操作概念図

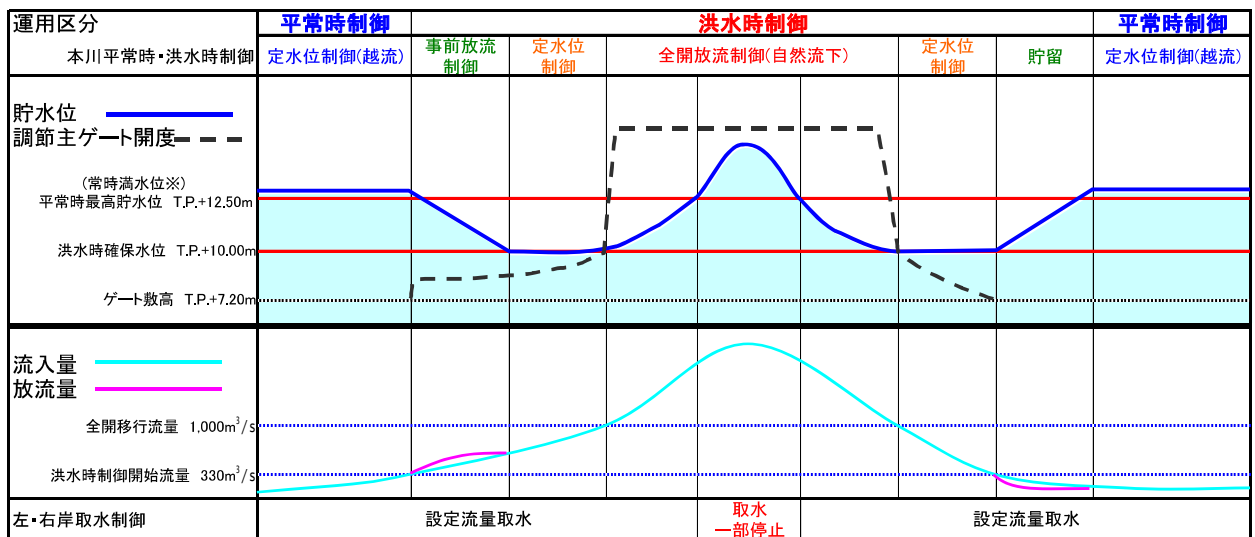


図 2.4-2(2) 加古川大堰操作概念図

## 2.4.2 洪水時制御開始流量及び体制基準

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>250m<sup>3</sup>/s</u>	流入量: <u>330m<sup>3</sup>/s</u>
洪水警戒体制基準	<p><u>注意報</u>・警報</p> <p>水文指標</p> <p><u>台風情報</u></p> <p>[洪水警戒体制を執ることができる場合]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○流入量が <u>40m<sup>3</sup>/s</u> 未満の場合、全流域平均6時間雨量が <u>30mm</u>に達したとき。</li> <li>○流入量が <u>40m<sup>3</sup>/s</u> 以上 <u>100m<sup>3</sup>/s</u> 未満の場合、全流域平均6時間雨量が <u>10mm</u>に達したとき。</li> <li>○流入量が <u>100m<sup>3</sup>/s</u> 以上 <u>150m<sup>3</sup>/s</u> 未満の場合、全流域平均6時間雨量が <u>7.5mm</u>に達したとき。</li> <li>○流入量が <u>150m<sup>3</sup>/s</u> 以上の場合、全流域平均6時間雨量が <u>2.5mm</u>に達したとき。</li> <li>○台風の中心が東経 <u>125度</u>から <u>137度</u>の範囲において北緯 <u>30度</u>に達したとき。</li> </ul> <p>[洪水警戒体制の解除]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○流入量が <u>250m<sup>3</sup>/s</u> 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。</li> </ul>	<p>警報のみ(<u>注意報は除外</u>)</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> <ul style="list-style-type: none"> <li>○流入量が <u>30m<sup>3</sup>/s</u> 未満の場合、全流域平均6時間雨量が <u>30mm</u>に達したとき。</li> <li>○流入量が <u>30m<sup>3</sup>/s</u> 以上 <u>150m<sup>3</sup>/s</u> 未満の場合、全流域平均6時間雨量が <u>12.5mm</u>に達したとき。</li> <li>○流入量が <u>150m<sup>3</sup>/s</u> 以上 <u>240m<sup>3</sup>/s</u> 未満の場合、全流域平均6時間雨量が <u>7.5mm</u>に達したとき。</li> <li>○流入量が <u>240m<sup>3</sup>/s</u> 以上の場合、全流域平均6時間雨量が <u>2.5mm</u>に達したとき。</li> </ul> <p>[洪水警戒体制の解除]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○流入量が <u>330m<sup>3</sup>/s</u> 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。</li> </ul>
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 <u>55m<sup>3</sup>/s</u> 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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>微調節ゲート</li> <li>魚道ゲート</li> </ul> <p>○放流制限</p> <p><u>20cm</u>30分</p>	<p><u>定水位制御</u></p> <p>○操作対象ゲート</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>微調節ゲート</li> <li>魚道ゲート</li> <li><u>1,5号上段扉</u></li> </ul> <p>○放流制限</p> <p><u>30cm</u>30分</p>

(出典:資料2-3,2-4)

参考：事前操作開始流量を 250m<sup>3</sup>/s から 330m<sup>3</sup>/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（330m<sup>3</sup>/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、250m<sup>3</sup>/s としていた。しかし、この流量（250m<sup>3</sup>/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

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 330m<sup>3</sup>/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 250m<sup>3</sup>/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 250m<sup>3</sup>/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 250m<sup>3</sup>/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、500m<sup>3</sup>/s ～ 1000m<sup>3</sup>/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 250m<sup>3</sup>/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 330m<sup>3</sup>/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 250m<sup>3</sup>/s を上回った実績 218 洪水を対象に、流量規模 300 ～ 1000m<sup>3</sup>/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 250m<sup>3</sup>/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 330m<sup>3</sup>/s が限度である。
- ③ 事前操作開始流量を 330m<sup>3</sup>/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 1000m<sup>3</sup>/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（S40.5.26 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 250m<sup>3</sup>/s：平成 9 年まで】

### 【平常時制御】

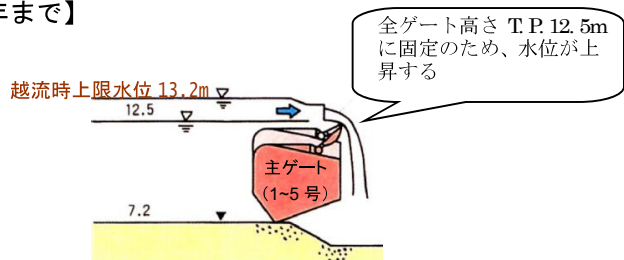
#### ●定開度制御

流入量が 250m<sup>3</sup>/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 250m<sup>3</sup>/s まで水位が上昇する。

流入量が 250m<sup>3</sup>/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 55m<sup>3</sup>/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 330m<sup>3</sup>/s：平成 10 年から】

### 【平常時制御】

#### ●定水位制御(越流)

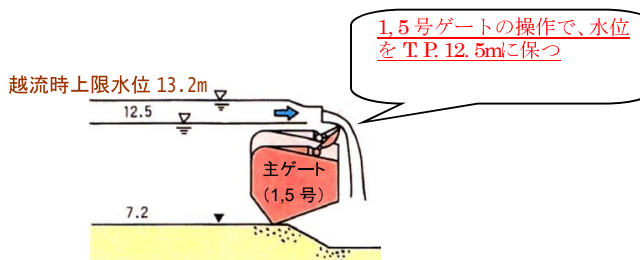
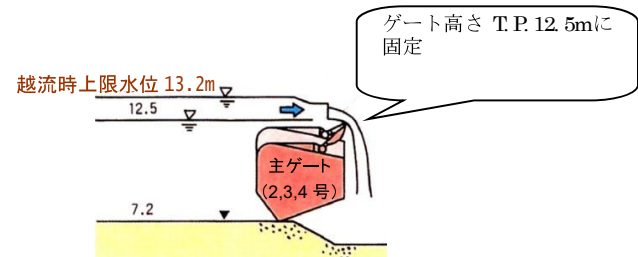
流入量が 330m<sup>3</sup>/s までの時は、1,5号(調節ゲート)は定水位制御、2~4号(主ゲート)は定開度制御を行う。

↓

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 330m<sup>3</sup>/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 330m<sup>3</sup>/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 年度から令和 3 年度までに計 245 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～令和 4 年 3 月)は、計 130 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。

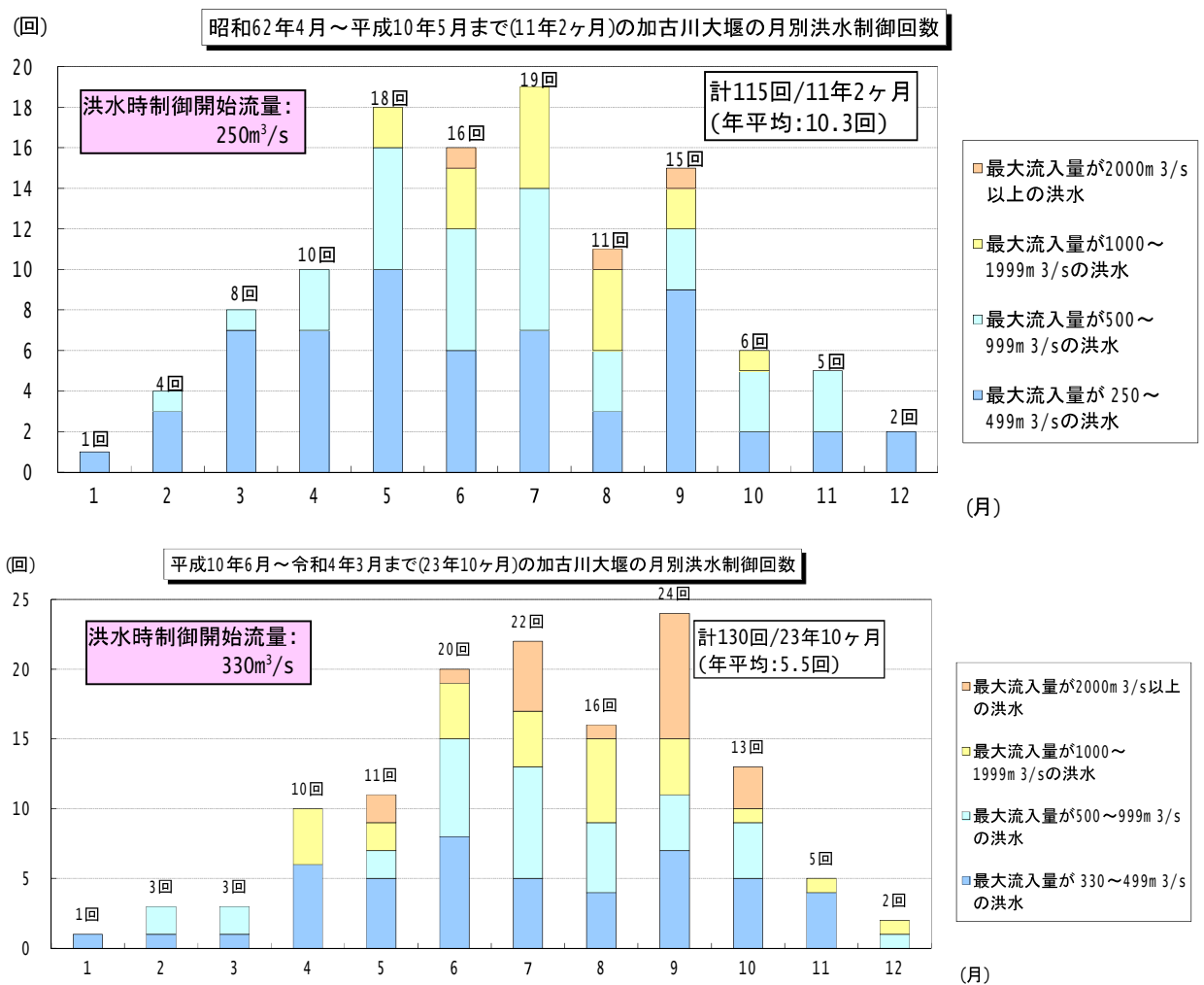


図 2.5-1(1) 月別洪水時制御（操作）回数

(出典: 資料 2-5)



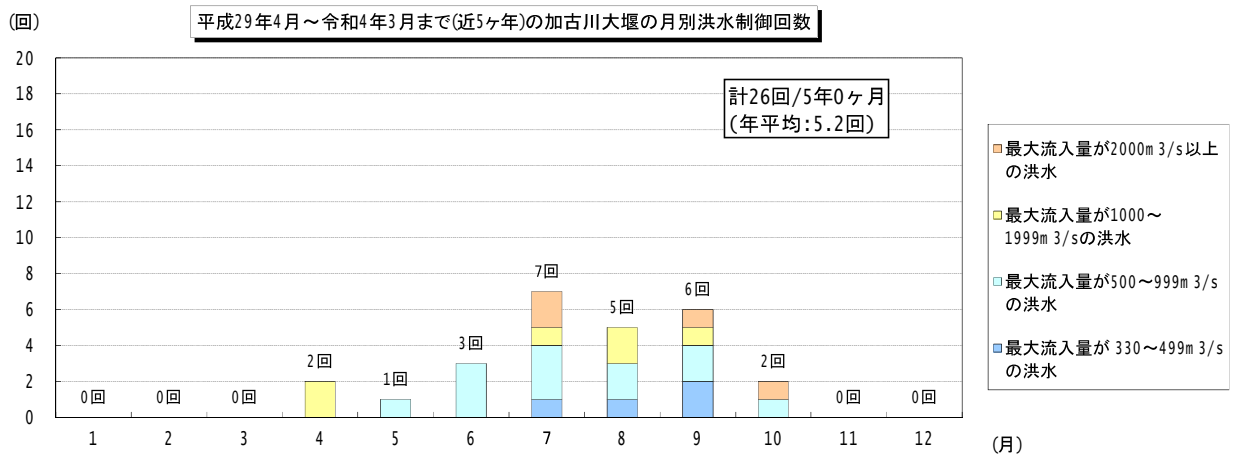


図 2.5-1(2) 月別洪水時制御（操作）回数(近5ヶ年)

近5ヶ年の年平均制御（操作）回数は5.2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5.7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	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	198	H25	6月26日	梅雨前線	507	59
2		6月9日		1293	91	102		6月28日	台風8号	1174	78	199		8月25日	秋雨前線	812	54
3		7月19日		1539	102	103		7月10日	梅雨前線	1088	166	200		9月2日	秋雨前線・台風17号	2276	238
4		10月16日		1866	120	104		7月17日	梅雨前線	560	36	201		9月15日	台風18号	4938	205
5	S63	4月13日	寒冷前線	807	61	105		7月26日	台風9号	1334	145	202		10月25日	秋雨前線・台風27号	507	59
6		5月7日	低気圧	527	51	106		8月5日	前線	1971	105	203		3月13日	低気圧	894	67
7		5月12日	低気圧	539	47	107		9月17日	台風19号	538	68	204	H26	8月9日	台風11号	2927	224
8		5月22日	低気圧	494	50	108		9月26日	低気圧	359	57	205		8月16日	前線	1872	122
9		6月3日	低気圧	2861	154	109		11月26日	低気圧	804	93	206		8月24日	前線	519	60
10		6月8日	低気圧	500	51	110		1月15日	低気圧	270	44	207		10月10日	台風18号	388	58
11		6月25日	梅雨前線	330	71	111		4月22日	低気圧	339	44	208		10月13日	台風19号	1881	107
12		7月19日	梅雨前線	1125	122	112	H10	4月15日	低気圧	316	25	209	H27	7月1日	梅雨前線	371	51
13		7月24日	梅雨前線	535	54	113		5月13日	低気圧	329	45	210		7月17日	台風11号	4233	220
14		8月16日	台風11号	427	59	114		5月16日	低気圧	1027	68	211		12月11日	低気圧	797	74
15		8月20日	局地的な強い雨	568	41	115		5月29日	前線	489	32	212		2月14日	低気圧	529	66
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	213	H28	4月13日	低気圧	1055	68
17		2月18日	前線	305	55	117		9月22日	台風7号	1436	112	214		5月17日	寒冷前線	593	59
18		2月26日	前線	338	55	118		9月24日	前線	1208	108	215		6月22日	梅雨前線	484	69
19		3月4日	低気圧	870	56	119		10月17日	台風10号	2999	149	216		6月25日	梅雨前線	447	40
20	H1	5月12日		282	39	120	H11	5月4日	低気圧	345	60	217		8月30日	台風10号・低気圧	493	74
21		5月26日	前線	473	37	121		5月27日	梅雨前線	445	54	218		9月18日	台風16号・秋雨前線	2151	198
22		6月16日	梅雨前線	321	48	122		6月25日	梅雨前線	483	75	219		9月28日	秋雨前線	1166	87
23		6月23日	台風6号	703	84	123		6月27日	低気圧	1006	52	220	H29	4月18日	低気圧	1290	80
24		7月10日	梅雨前線	364	49	124		6月29日	梅雨前線	3253	121	221		7月4日	台風3号・梅雨前線	505	67
25		7月13日	梅雨前線	913	49	125		9月7日	低気圧	2237	106	222		8月5日	台風5号	477	73
26		8月21日	台風17号	976	84	126		9月15日	前線	2121	99	223		8月19日	低気圧	730	57
27		8月25日	低気圧	1336	104	127		9月21日	低気圧	434	66	224		9月17日	台風18号・前線	2089	96
28		8月26日	秋雨前線	851	20	128		11月1日	低気圧	416	45	225		10月22日	台風21号	3714	188
29		9月14日	秋雨前線	464	62	129	H12	6月25日	梅雨前線	355	19	226		10月29日	台風22号・前線	566	60
30		9月19日	台風22号	435	42	130		6月28日	梅雨前線	418	33	227	H30	4月25日	前線	1331	87
31		9月22日	低気圧	359	28	131		10月9日	低気圧	587	46	228		6月29日	梅雨前線・台風7号	661	63
32		2月23日	低気圧	699	63	132		11月1日	台風20号	1911	125	229		7月5日	前線	5162	425
33	H2	4月8日	寒冷前線	441	39	133		1月27日	低気圧	334	32	230		8月24日	台風20号	1472	116
34		4月13日		291	35	134	H13	6月19日	梅雨前線	1167	95	231		9月4日	台風21号	380	54
35		5月4日	寒冷前線	612	88	135		8月22日	台風11号	473	70	232		9月8日	前線	381	63
36		5月7日	前線	708	58	136		9月7日	低気圧	970	78	233		9月9日	台風22号	570	135
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	234		9月30日	台風24号	1749	113
38		7月3日	梅雨前線	670	63	138	H14	5月10日	前線	487	52	235	R2	6月13日	前線	923	121
39		7月15日	梅雨前線	470	32	139		7月9日	台風6号	907	85	236		6月19日	前線	760	70
40		9月18日	台風19号	3385	21	140		7月16日	台風7号	666	75	237		7月6日	前線	1476	102
41		10月6日	台風21号	757	67	141		3月1日	前線	309	39	238		7月10日	前線	389	51
42		10月8日	低気圧	758	41	142		3月27日	低気圧	328	38	239		7月14日	前線	920	64
43		11月9日	低気圧	536	58	143	H15	4月8日	低気圧	436	37	240		7月25日	前線	466	56
44		11月9日	低気圧	339	39	144		4月25日	寒冷前線	344	50	241	R3	5月21日	梅雨前線	737	70
45		11月30日	台風28号	573	61	145		7月3日	低気圧	394	58	242		7月7日	梅雨前線	2021	168
46		3月11日	低気圧	380	32	146		7月13日	梅雨前線	1484	59	243		8月13日	前線	1833	207
47		3月23日	低気圧	391	52	147		7月23日	低気圧	514	46	244		8月18日	前線	631	71
48		3月30日	前線	310	42	148		8月14日	前線	575	73	245		9月9日	低気圧	627	40
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26日	前線	310	63	158		10月18日	台風23号	5492	225						
59		3月19日	前線	207	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	166	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		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	H21	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22日	低気圧	975	37	174		10月7日	台風19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19号	9427	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21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	192	H24	4月11日	低気圧	375	47						
93		3月17日	低気圧	256	24	193		6月19日	台風4号	1137	93						
94	H8	6月26日	梅雨前線	695	48	194		6月22日	台風5号・低気圧	749	53						
9																	

## 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を表 2.5-2 に示す。

昭和 62 年度から令和 3 年度までに、洪水時の体制が発令されたのは 771 回で、このうち 245 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 <sup>※1</sup>	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)	1,866 $\text{m}^3/\text{s}$ (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 <sup>※2</sup>	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
H29	15	7回	3,714 (10月22日)	台風 21号	188
H30	12	8回	5,162 ( 7月 5日)	前線	425
R1	6 (7) <sup>※3</sup>	0回 (1回) <sup>※3</sup>	419 ( 8月16日)	台風 10号	88
R2	13	6回	1,476 ( 7月 6日)	前線	102
R3	13	5回	2,021 ( 7月 7日)	梅雨前線	168
計	771回	245回			

赤囲みは評価対象期間(H29～R3)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 330 $\text{m}^3/\text{s}$  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 250 $\text{m}^3/\text{s}$  から 330 $\text{m}^3/\text{s}$  に変更した。

※3 令和元年度の操作回数は、上流掘削工事の水位低下のためのゲート操作を含めた回数を括弧書きで示している。

※4 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を、図 2.5-2、図 2.5-3 に示す。

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。

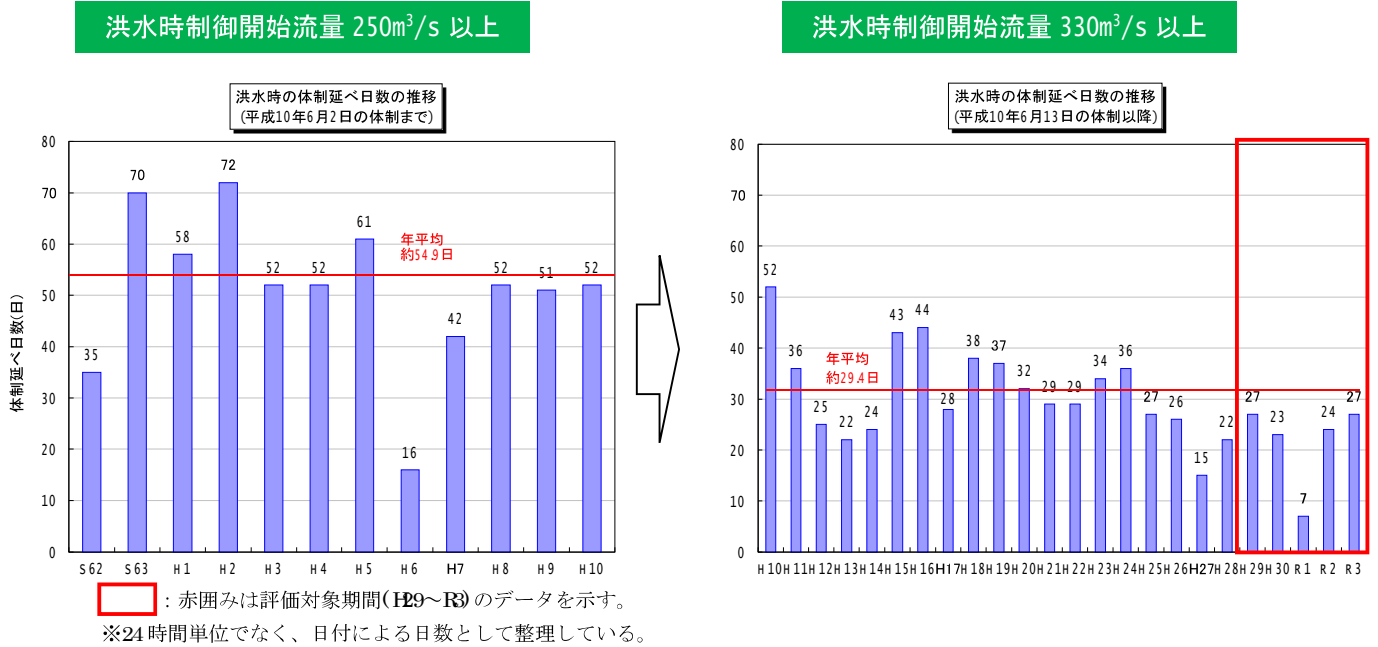


図 2.5-2 洪水時の体制延べ日数の推移

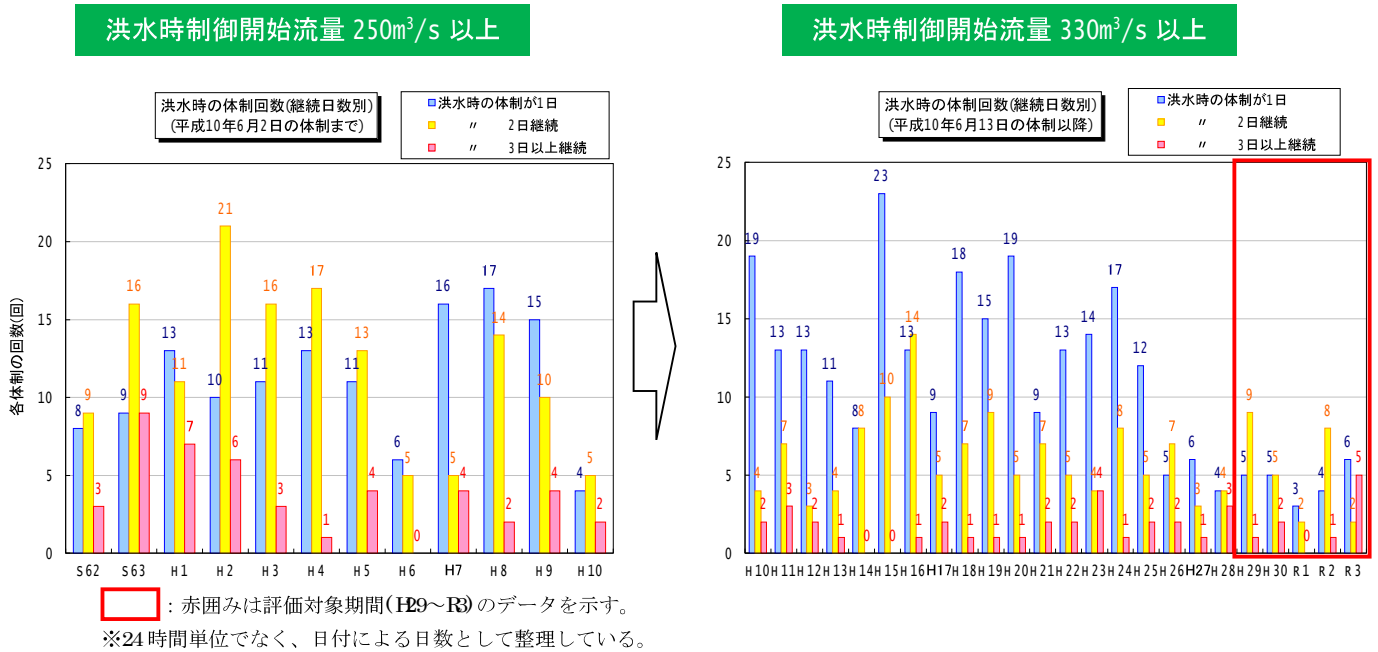


図 2.5-3 洪水時体制の継続日数別の回数

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。（前々回の 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 <sup>3</sup> /s)	総雨量 (mm)	備考
1 位	H30	7 月 5 日	前線	5,162 <sup>※</sup>	425	既往第 2 位
2 位	H29	10 月 22 日	台風 21 号	3,714 <sup>※</sup>	188	既往第 7 位
3 位	H29	9 月 17 日	台風 18 号・前線	2,089 <sup>※</sup>	96	既往第 22 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 30 年 7 月 3 日～7 月 8 日洪水(前線 (平成 30 年 7 月豪雨) )

前線による影響で雨が強く降った。7 月 3 日 20 時の降り始めから 7 月 8 日 1 時までの総雨量は、流域平均 425.3mm、青垣 565mm、氷上<sup>ひかみ</sup> 470mm、柏原<sup>かいばら</sup> 381mm、福住 446mm、火打岩 394mm、船町 408mm、杉原 509mm、八千代 452mm、板波 367mm、今田<sup>こんだ</sup> 415mm、北条 280mm、天神 358mm、吉川<sup>よかわ</sup> 419mm、小野 335mm、谷上<sup>たにがみ</sup> 664mm、細川 400mm、加古川 355mmであった。

降り始めから約 39.4 時間後の 5 日 11 時 24 分に事前放流開始流入量の 330m<sup>3</sup>/s を上まわった。

事前放流開始から約 49 時間後の 7 日 12 時 29 分、流入量は最大 5,161.78m<sup>3</sup>/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 78.8 時間後の 8 日 18 時 16 分、330m<sup>3</sup>/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 30 年 7 月 3 日～7 月 9 日の洪水時の対応状況(前線 (平成 30 年豪雨) )を示す。

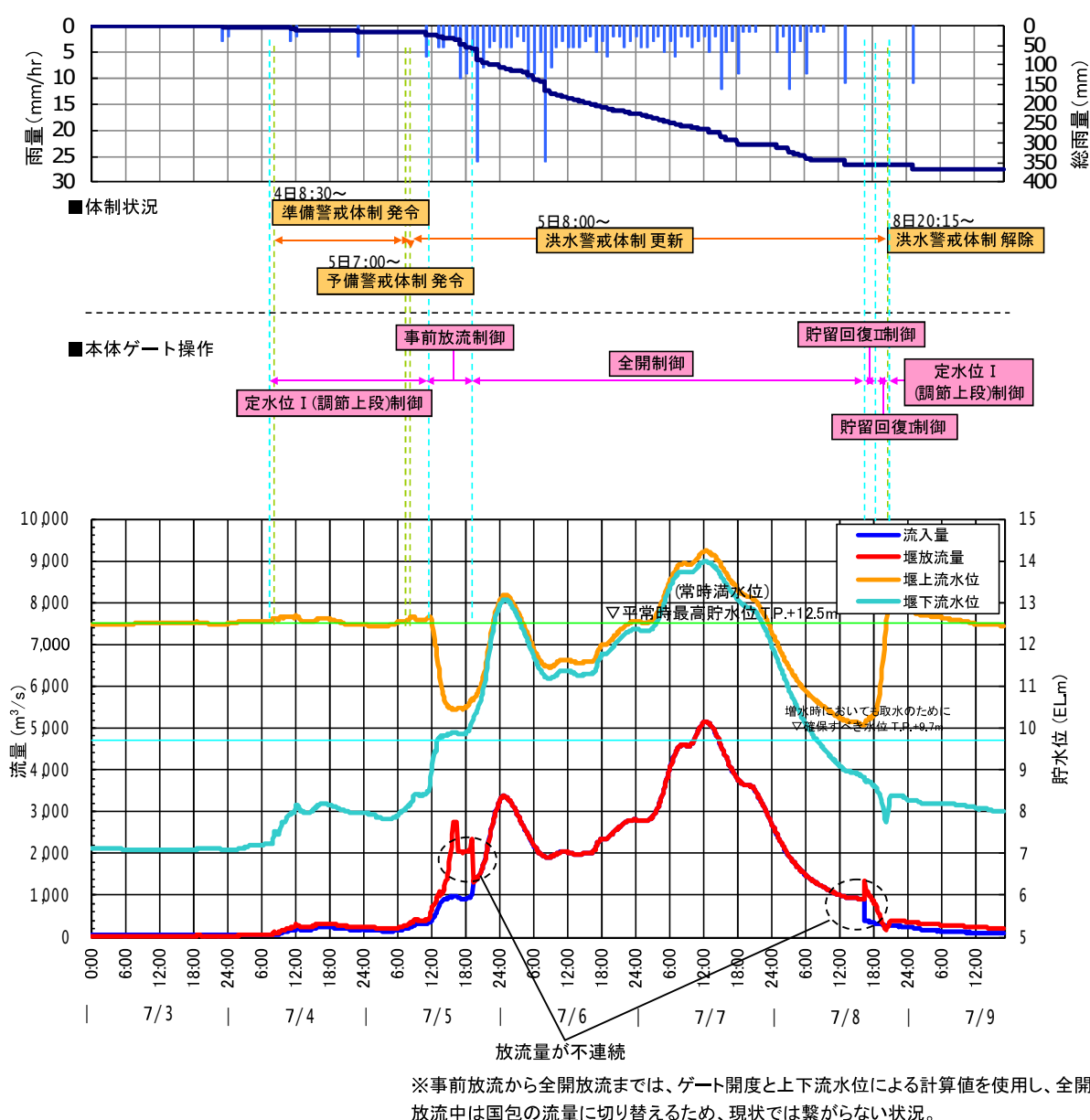


図 2.5-4 平成 30 年 7 月 3 日～7 月 9 日の洪水時の対応状況(前線 (平成 30 年 7 月豪雨) )  
 (出典: 資料 2-5)



(2) 平成 29 年 10 月 22 日～10 月 24 日洪水(台風 21 号)

台風第 21 号の影響により加古川流域全域で雨が強く降った。10 月 21 日 10 時の降り始めから 23 日 14 時までの総雨量は、流域平均 188.2mm、青垣 199mm、氷上 214mm、柏原 253mm、福住 253mm、火打岩 283mm、船町 189mm、杉原 186mm、八千代 142mm、板波 92mm、今田 168mm、北条 120mm、天神 147mm、吉川 146mm、小野 177mm、谷上 254mm、細川 179mm、加古川 158mm であった。

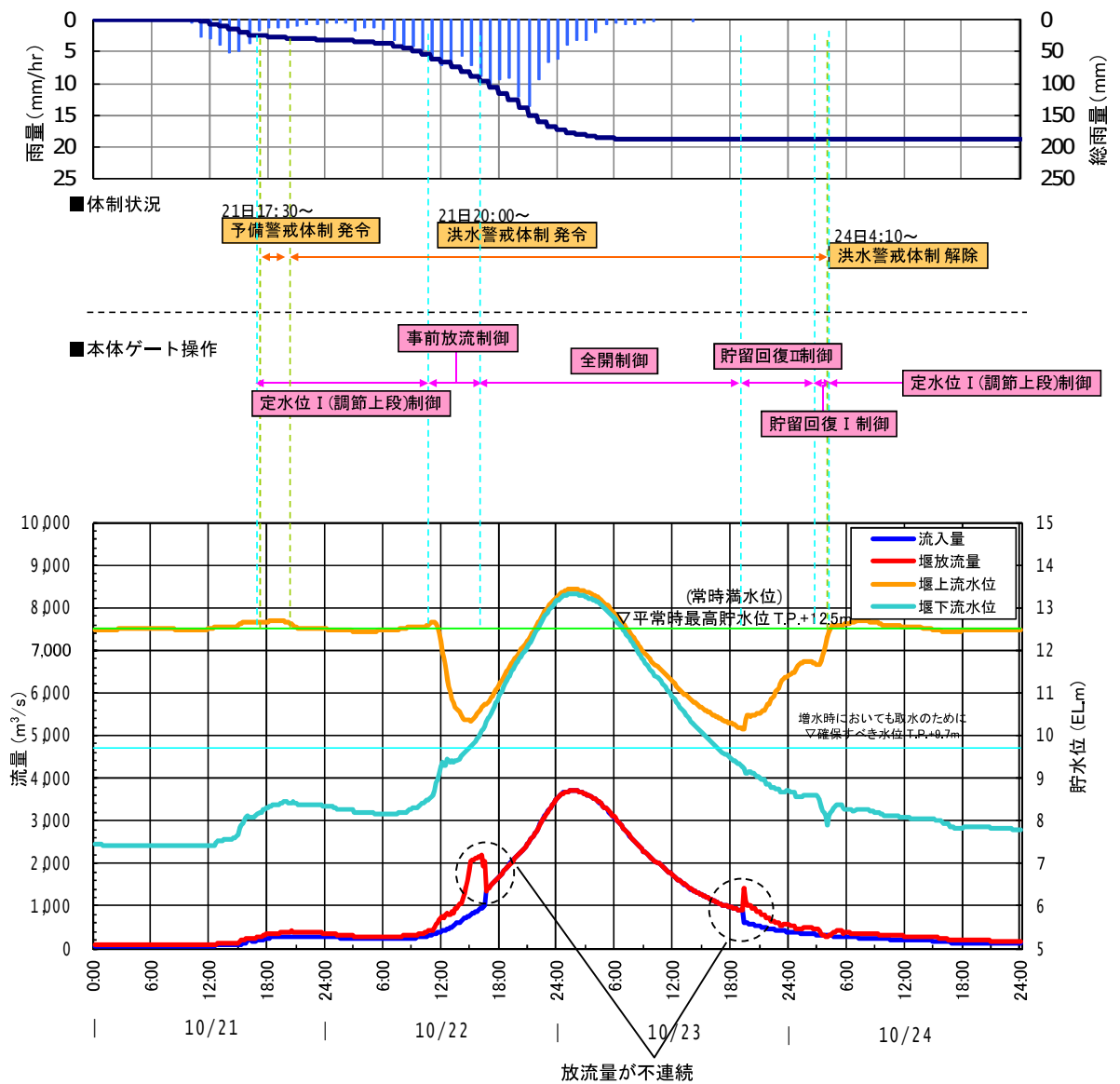
降り始めから約 25.1 時間後の 22 日 11 時 07 分に事前放流開始流入量の 330m<sup>3</sup>/s を上まわった。

事前放流開始から約 14.2 時間後の 23 日 1 時 23 分、流入量は最大 3,714.46m<sup>3</sup>/s に達し、加古川大堰史上第 7 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 39.8 時間の 24 日 2 時 55 分、330m<sup>3</sup>/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 29 年 10 月 21 日～10 月 24 日の洪水時の対応状況(台風 21 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 29 年 10 月 21 日～10 月 24 日の洪水時の対応状況(台風 21 号)

(出典: 資料 2-5)

(3) 平成 29 年 9 月 17 日～9 月 18 日洪水(台風 18 号・前線)

台風第 18 号及び前線の影響により加古川流域全体で雨が強く降った。9 月 17 日 17 時の降り始めから 18 日 11 時までの総雨量は、流域平均 96.3mm 青垣 157mm 氷上 107mm 柏原 119mm 福住 88mm 火打岩 104mm 船町 99mm 杉原 114mm 八千代 99mm 板波 84mm 今田 87mm 北条 129mm 天神 60mm 吉川 59mm 小野 85mm 谷上 94mm 細川 55mm 加古川 79mm であった。

降り始めから約 6.3 時間後の 17 日 23 時 19 分に事前放流開始流入量の  $330\text{m}^3/\text{s}$  を上まわった。

事前放流開始から約 4 時間後の 18 日 3 時 18 分、流入量は最大  $2089.38\text{m}^3/\text{s}$  を記録した。

その後流入量は低下し、事前放流開始から約 19 時間の 18 日 18 時 26 分、 $330\text{m}^3/\text{s}$  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 29 年 9 月 17 日～9 月 18 日の洪水時の対応状況(台風 18 号・前線)を示す。

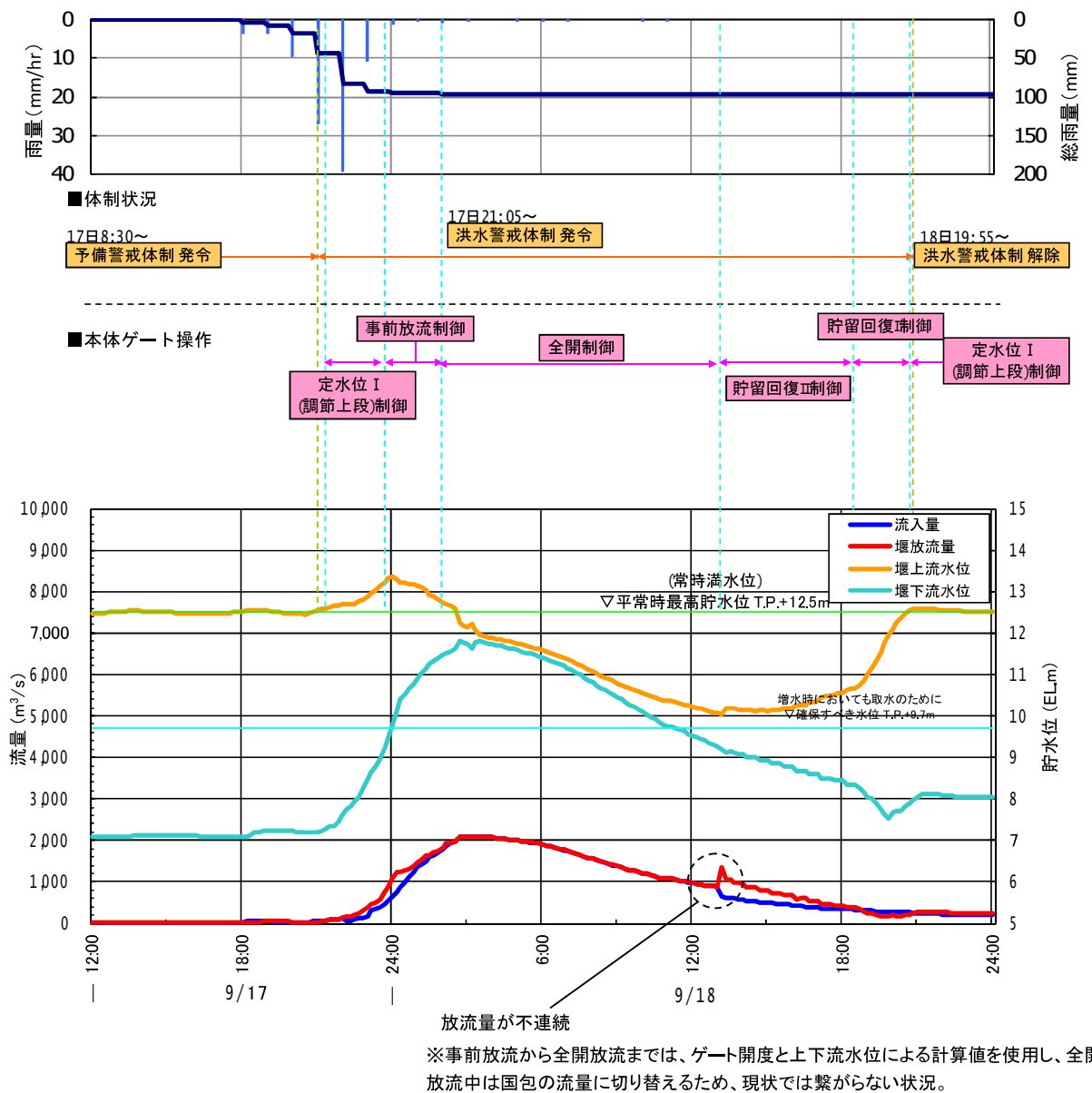


図 2.5-6 平成 29 年 9 月 17 日～9 月 18 日の洪水時の対応状況(台風 18 号・前線)

(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  $40\text{mm/hr}$ (青垣: 20 日 15:00～16:00,  $39\text{mm/hr}$ )(谷上: 20 日 16:00～17:00,  $37\text{mm/hr}$ )(吉川: 20 日 15:00～16:00,  $36\text{mm/hr}$ )(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  $20\text{mm/hr}$  以上)を観測した。

総雨量  $224.9\text{mm}$ (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  $25\text{m}^3/\text{s}$  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  $100\text{m}^3/\text{s}$ 、19 日 18:40 に  $200\text{m}^3/\text{s}$ 、19 日 21:20 に  $300\text{m}^3/\text{s}$  と増加し続けた。

雨は、秋雨前線の通過とともに 19 日 19:00 ごろには一旦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  $400\text{m}^3/\text{s}$ 、20 日 13:50 に  $500\text{m}^3/\text{s}$  と増加し続け、20 日 15:05 には全開制御流量  $1,000\text{m}^3/\text{s}$  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  $1,000\text{m}^3/\text{s}$  の速度で増加し続け 20 日 21:43 に過去最大流入量  $5,492\text{m}^3/\text{s}$  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  $250\text{m}^3/\text{s}$  程度の速度で低下し、21 日 21:50 に  $330\text{m}^3/\text{s}$  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。

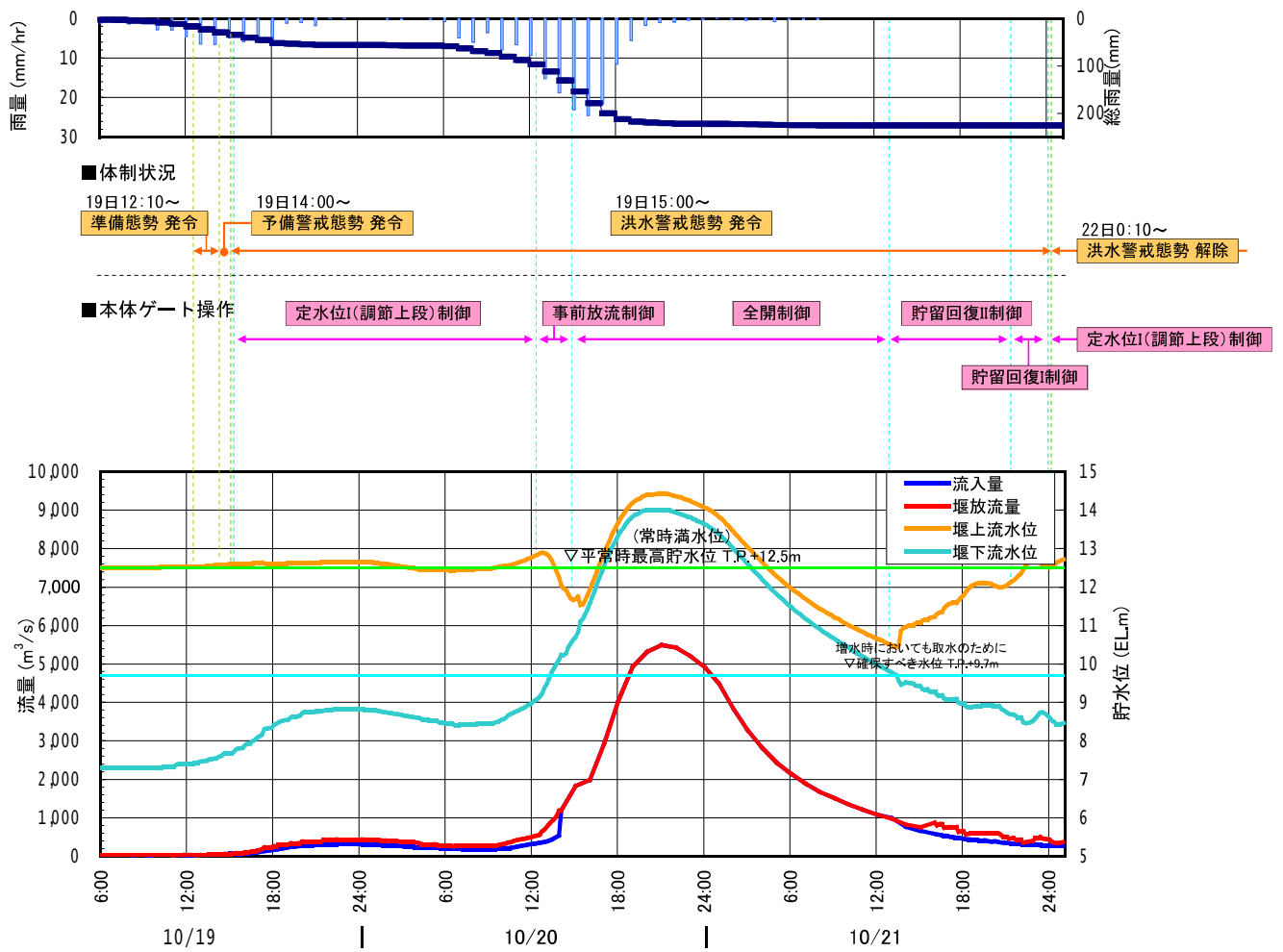


図 2.5-7 平成 16 年 10 月 19~21 日の洪水時の対応状況(台風 23 号)

(出典: 資料 2-5)

参考：事前放流でTP10.0m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。TP10.0m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 1,000m<sup>3</sup>/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 1,000m<sup>3</sup>/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 1,000m<sup>3</sup>/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 以内にする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 1,000m<sup>3</sup>/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 1,000m<sup>3</sup>/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、前々回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いる。その後、下記①～③の改善案については効果が検証されており、令和 4 年度中にプログラム等を改善予定である。（2.5.5 で記述）

※「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： $H_k$ 、堰直下流水位： $H_y$  とする。

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

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

##### 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 30 年 7 月 5 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 30 年 7 月 7 日に最大流入量  $5,162\text{m}^3/\text{s}$  となり、加古川大堰水位基準点の国包地点におけるの最高水位として T.P.+16.5m を記録した。この管理開始以降第 2 位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 HQ 式にて算定)すると、当時の国包地点での水位は約 T.P.+18.2m 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。

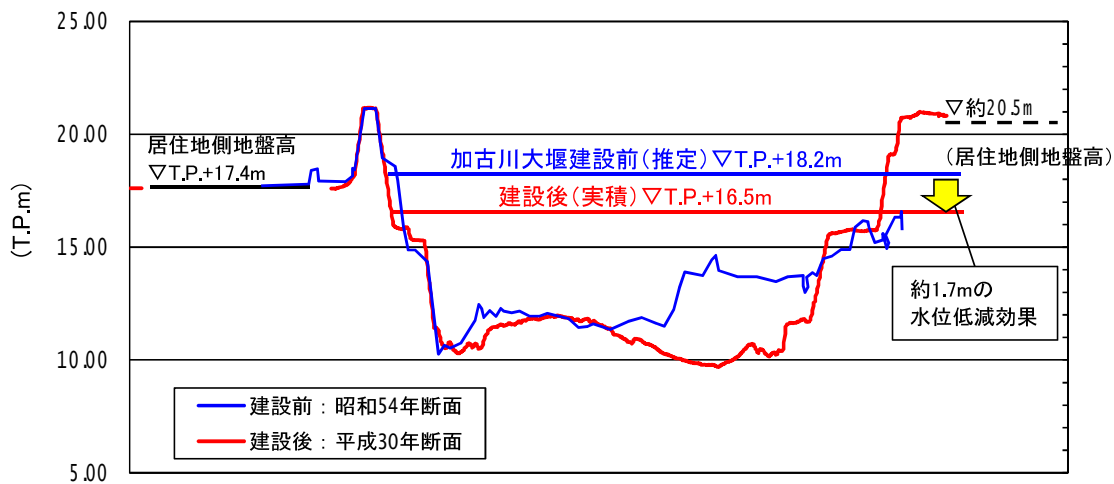


図 2.5-8 国包地点(加古川 14.2k 地点)における加古川大堰建設前後の水位低減効果模式図  
(平成 30 年 7 月豪雨)

### 2.5.5 放流量が不連続となる課題について

洪水初期及び洪水後期において、放流量が不連続になっていることについては、前々回のフォローアップ委員会で指摘があった。その原因と改善する方策については、平成 29 年度の「加古川大堰定期報告書」で報告済みである。今回の検討では、その改善方法についての効果を検証し、分析を行った。

#### (1) 放流量の不連続について現状と原因

現状、加古川大堰では図 2.5-9 に示すようにタイミングによって式を切り替えながら放流量を算出している。このプログラムで放流量を算出すると、図 2.5-11 に示すように全開放流制御前後で不連続が生じてしまう。放流量が不連続になる原因については、以下の 2 点があげられる。

- ・全開放流制御開始時に、ゲートが離水するまではもぐり流出の式、ゲート離水後は自然流出の式に切り替えがあり、そのタイミングで不連続が生じている。
- ・全開放流制御開始時には堰上下流水位とゲートの開度から計算した放流量を用いているが、全開放流完了後は国包地点の流量に切り替わるため、不連続が生じている。(水位観測所の位置関係は図 2.5-10 を参照)

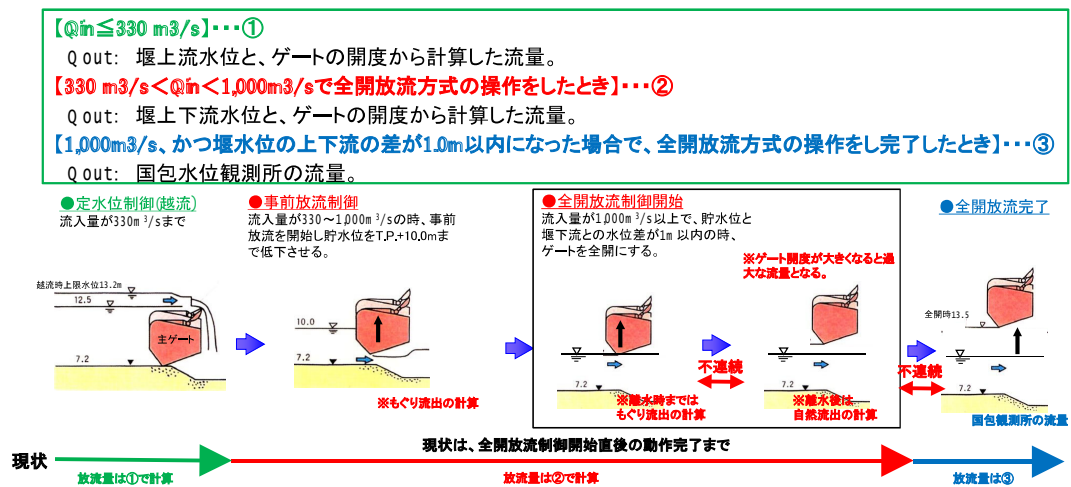


図 2.5-9 現状の放流量算出方法

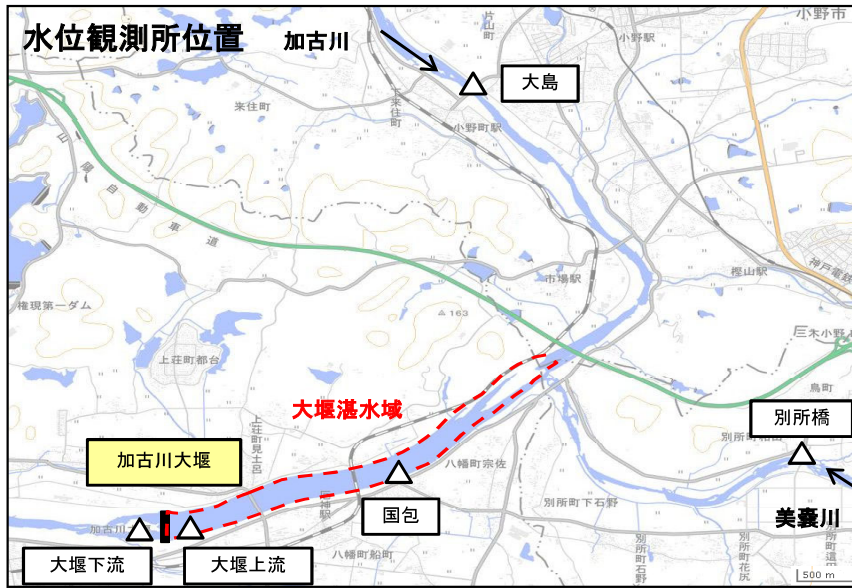


図 2.5-10 水位観測所位置図

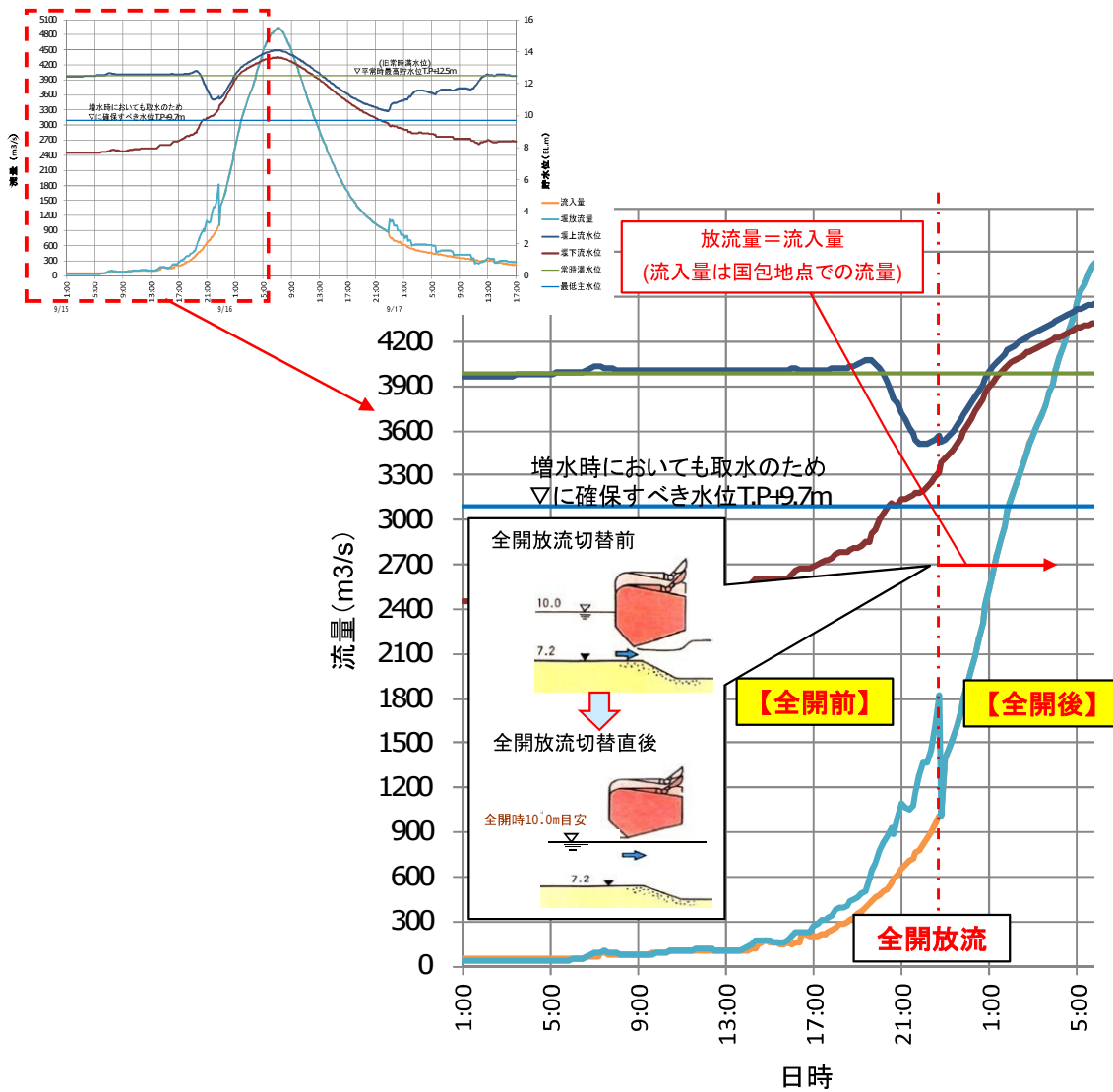


図 2.5-11 放流量の不連続箇所

本検討では、至近 5ヶ年で最大の流入量である、平成 30 年 7 月豪雨による出水を対象に次項以降に示す改善策の効果を検証する。図 2.5-12 に現状のプログラムで算出した平成 30 年 7 月豪雨による出水のハイドログラフを示す。全開放流（フリーフロー）区間の前後で不連続が生じていることが確認できる。

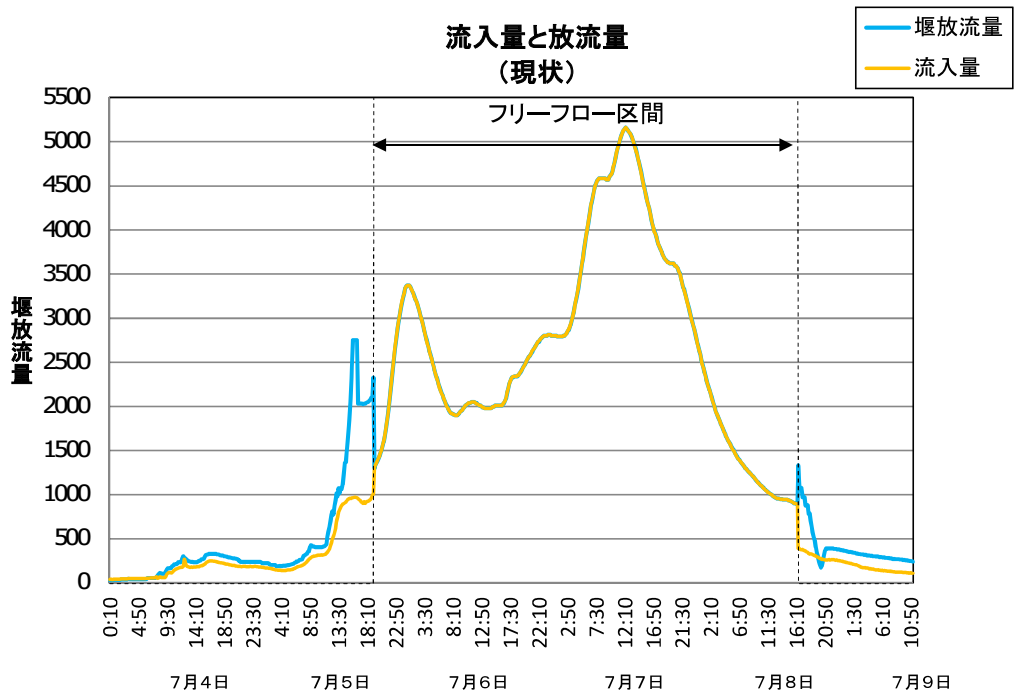


図 2.5-12 平成 30 年 7 月豪雨による出水時ハイドログラフ（現状のプログラム）

## (2) 対策について

「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」において、放流量の不連続を解消するための内容として、次の 3 項目が報告されている。これらの対策を適応させた場合の効果を次項以降で検証する。

### ①放流量算定式切り替えタイミングの修正

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：全開放流制御切り替え時に、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堰下流水位の補正

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。

堰下流主水位計データと堰直下流水位（推定）の関係をプロットし、  
堰下流主水位計データ（ $H_k$ ）を用いた堰直下流水位（ $H_y$ ）の推定式を設定  
 $H_k < T.P. + 10.0m$  のとき： $H_y = 0.8107 \times H_k + 2.2019$   
 $H_k \geq T.P. + 10.0m$  のとき： $H_y = 0.9619 \times H_k + 0.6899$

### ③放流量演算の収縮係数の補正

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。

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

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

### (3) 効果の検証

(2)の対策案について、平成30年7月洪水を対象に検証を行った。

#### ①放流量算定式切り替えタイミングの修正

「加古川大堰管理運用改善資料作成業務（平成26年3月）」では、放流量算定式の切り替えタイミングとして、水理公式集等のゲート流出に関する文献、加古川大堰放流特性に関する水理模型実験結果等を参考に、堰上流水深とゲート開度の比を指標としたヘンリー式の適用限界を設定し、切り替えタイミングの条件とすることを提案している。図2.5-13に放流量算定式の切り替えタイミングを変更した場合の放流量を示す。フリーフローに入る前後で放流量の連続性が多少改善していることが確認できる。

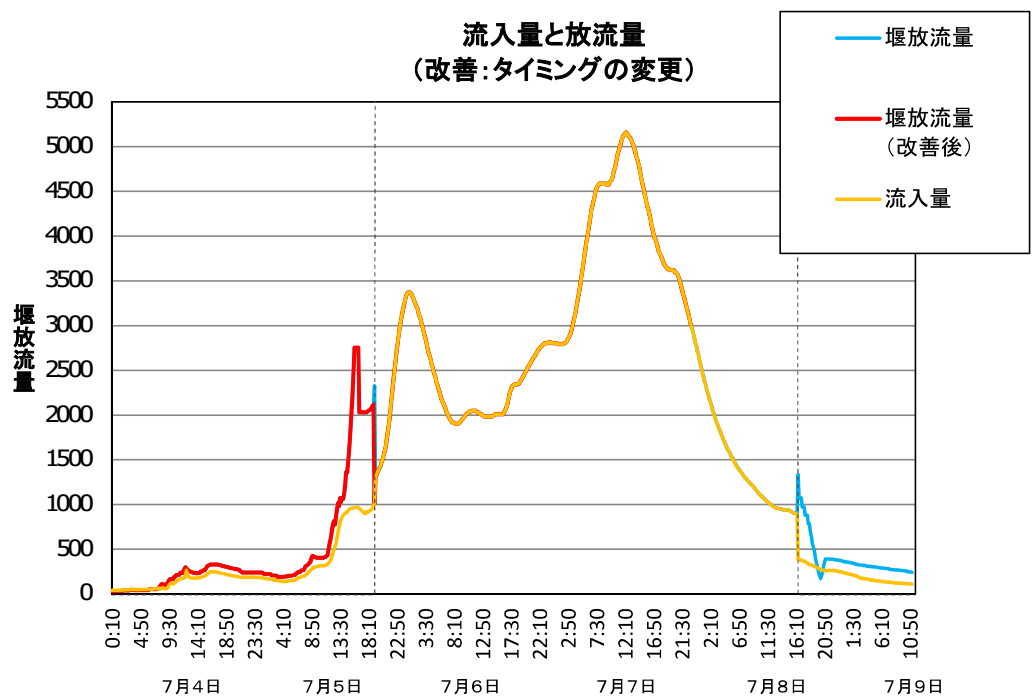


図 2.5-13 放流量算定式切り替えタイミングを修正した場合の放流量

②堰下流水位の補正

現状、堰下流水位は図 2.5-14 に示すように加古川大堰から約 235m離れた地点にある水位計の数値を用いているため、実際の堰直下の水位とは誤差が生じている。「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」では平成 25年に堰直下に設置されていたモニタリング用の水位計を用いて、(2)①に示す推定式を算出した。この推定式を用いて堰下流水位を補正し、実績ゲート開度に基づいて作成した放流量を図 2.5-15 に示す。フリーフローに入る前後で放流量の連続性が改善していることが確認できる。

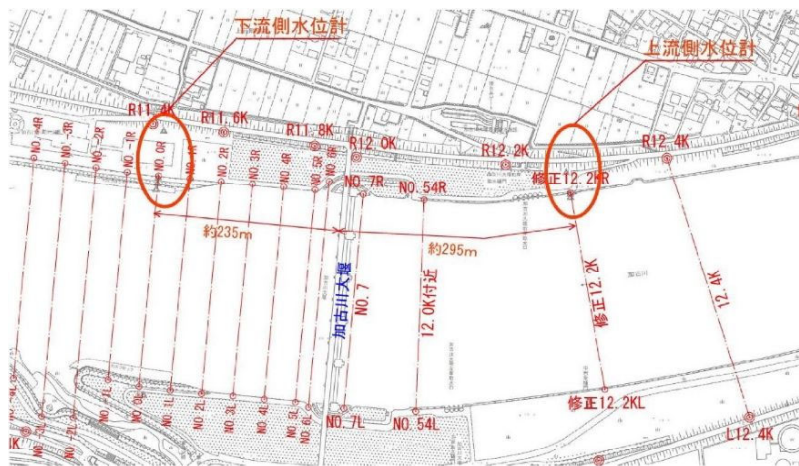


図 2.5-14 加古川大堰周辺の水位計位置図

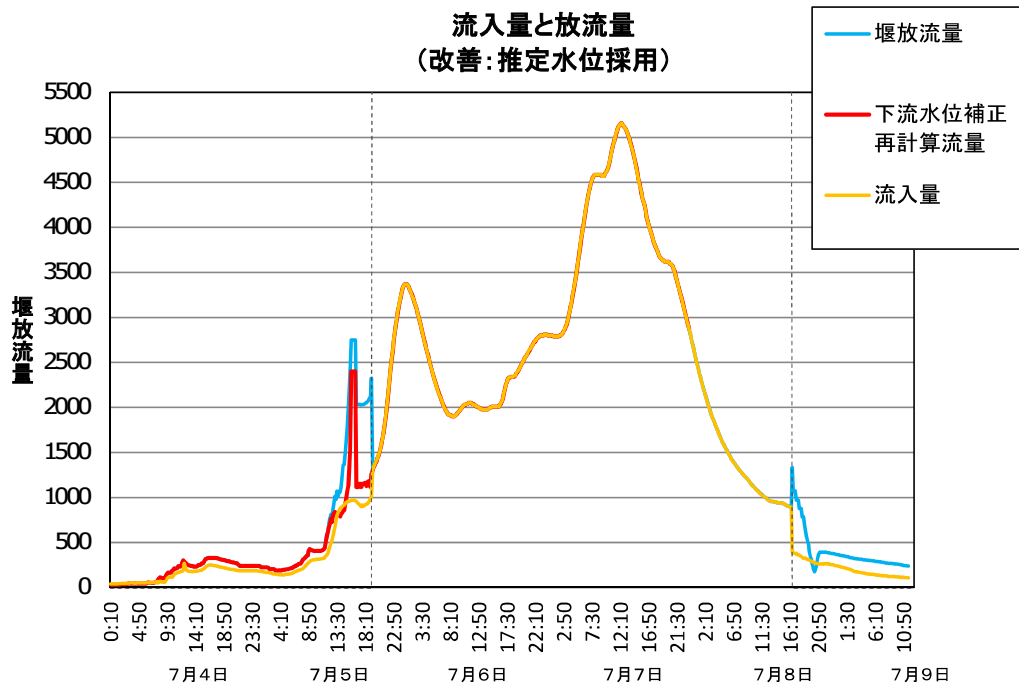


図 2.5-15 推定水位を採用した場合の放流量

### ③放流量演算の収縮係数の補正

「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」では、放流量算定式の切り替え時に急激に変動することがないように収縮係数を補正することを提案している。補正する区間については、水理模型実験結果より、放流量に大きな誤差が発生する、堰上流水深とゲート開度の比 ( $h_1/a$ )  $< 2.1$  としている。図 2.5-16 に収縮係数を補正して算出した放流量を示す。フリーフローに入る前後で放流量の連続性が改善していることが確認できる。

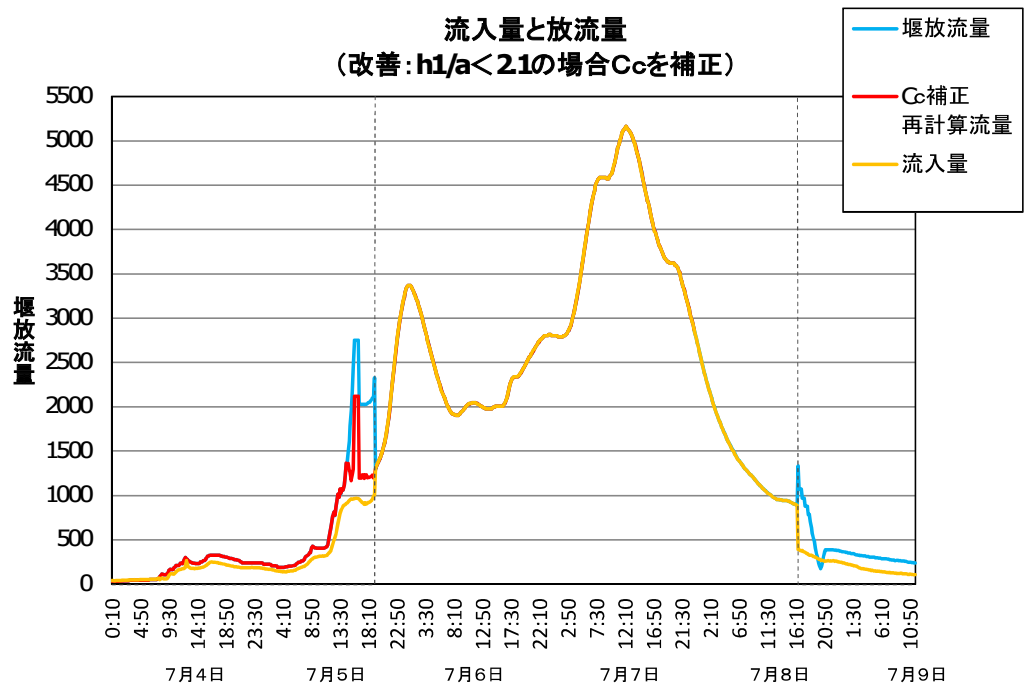


図 2.5-16 収縮係数を補正した場合の放流量



④対応策①～③をすべて適応した場合

上記①～③の対応策を全て適応した場合の放流量を図 2.5-17 に示す。それぞれ単独で適用させたときに比べて、不連続性が大きく改善されていることが確認できる。

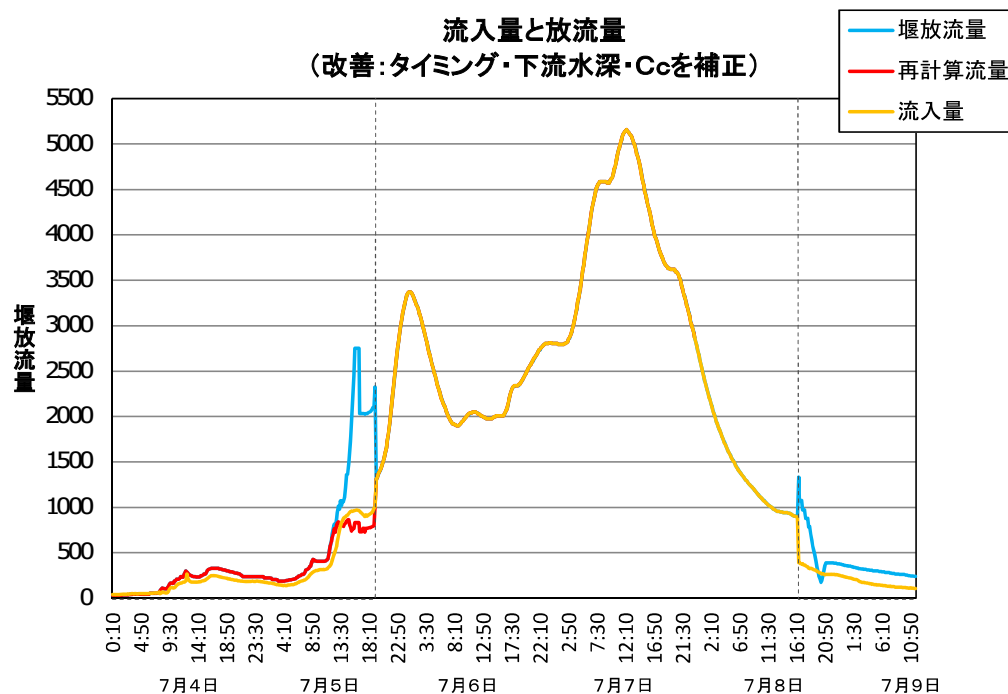


図 2.5-17 対応策を全て適応した場合の放流量

(4) 今後の対応

(3) より対応策①～③を適用することで放流量の不連続性を解消できることが確認できたことから、令和 4 年度中に①～③の対応策をプログラム等に適用し、改善する予定である。

## 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 30 年 7 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、堰の操作規則に則り、事前放流制御、定水位制御、全開放流制御を行うことにより、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。平成 30 年 8 月出水を対象に対策案の検討を行ったところ、堰下流水位の補正、放流量算定式切り替えタイミングの修正を行うことで改善されることが判明した。

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  $1,000\text{m}^3/\text{s}$  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、放流量の計算式の問題であることが判明しており、ゲート全開への操作起動後、全開操作中（フリーフローになったタイミングにおいて）生じる問題であり、ゲート操作の判断を要するタイミングではないため、操作上に問題は無い。

今後も引き続き、地域の安全を確保するため、洪水時には、堰の操作規則に則り、事前放流制御、定水位制御、全開放流制御等を行っていく。特に、平成 30 年 7 月の流入量が既往第 2 位となり、今後の気候変動の影響も考慮した大雨の頻発化を想定すると、確実な洪水制御を実施するための取り組みや点検、設備、維持管理の継続等により、加古川大堰が常に万全の機能を発揮し、ゲート操作により洪水が安全に流下できるものとする必要がある。

放流量の観測データが不連続になっている問題に対しては、令和 4 年度に放流量の算出方法切り替えのタイミング、堰下流の水位補正、収縮係数の補正といった改善策をプログラム等に適用し、改善予定である。

## 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～ 令和 3 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～ 令和 3 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	2.5.5 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 30 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 31 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	姫路河川国道事務所	平成 28 年 5 月	2.1.2 浸水想定区域の状況
2-14	加古川大堰管理運用改善資料作 成業務報告書	㈱建設技術研究所	平成 26 年 3 月	2.5.5 放流量が不連続となる課題に ついて