

# 吉野川上流ダム群の連携による 特別防災操作の検討

吉野川ダム統合管理事務所 管理課 松岡 高志  
吉野川ダム統合管理事務所 管理係長 上田 健司

近年、気象変動による洪水の更なる激甚化が懸念される中、ハード・ソフト対策の両面から既設ダムを有効活用することの重要性がますます高まっている。吉野川ダム統合管理事務所では、ダムにおける危機管理型運用方法の確立を目的として、吉野川上流ダム群（富郷ダム・柳瀬ダム・新宮ダム・早明浦ダム・池田ダム）において「ダム機能を最大限活用する洪水調節手法の導入にむけたダム操作規則点検要領及び同解説」に基づき、点検をおこなった。本論文では、下流の被害を軽減するために貯留量を増やして容量を有効活用する高度な操作である「特別防災操作」の適用性について、検討結果を報告するものである。

キーワード ダム再生ビジョン、特別防災操作

## 1. はじめに

吉野川は、幹川流路延長194km、流域面積3,750km<sup>2</sup>の一級河川である。吉野川流域は、四国4県にまたがり四国全域の約20%に相当する広さを持っており、上流山間部では、年降雨量が3,000mm以上に達する多雨地帯となっている。降雨量の大部分が梅雨期と台風期に集中しており、台風襲来時には、西から東へ向かう流れと台風経路が同一方向となることが多いため、洪水が発生しやすくなっている。

この吉野川上流には、国土交通省および水資源機構で管理しているダムが5つ存在している。近年、既設ダムを有効活用することの重要性が高まってきており、当事務所では、「ダム機能を最大限活用する洪水調節手法の導入にむけたダム操作規則点検要領及び同解説」に基づき、吉野川上流ダム群について点検を実施した。そのうち、下流の被害を軽減するために貯留量を増やして容量を有効活用する高度な操作である「特別防災操作」については、吉野川上流ダム群で連携操作した場合の効果を検討している。本論文では、吉野川上流ダム群が連携操作した場合における適応性について、検討結果を報告する。



図-1 吉野川上流ダム群及び観測所 位置図

## 2. 特別防災操作に関する点検条件

### (1) 対象ダムの選定

特別防災操作を実施できるダムの条件として、流量調節可能なゲートが整備されていることとなっており、富郷ダム、柳瀬ダム、新宮ダム、早明浦ダム、池田ダムのすべてのダムにおいて、ゲート調節により流量調節可能であることから条件を満たしている。

一方、池田ダムについては、調節可能なゲートが整備されているものの、ダム上流の流域面積に対して治水容量が少ないことから、特別防災操作には適さないと考え、点検対象は池田ダムを除く4ダムとした。

表-1 吉野川上流ダム群の概要

項目	富郷ダム	柳瀬ダム	新宮ダム	早明浦ダム	池田ダム
河川名	銅山川	銅山川	銅山川	吉野川	吉野川
流域面積	101.2km <sup>2</sup>	170.7km <sup>2</sup>	214.9km <sup>2</sup>	417.0km <sup>2</sup>	1,904.0km <sup>2</sup>
治水容量	12,500千m <sup>3</sup>	7,600千m <sup>3</sup>	5,000千m <sup>3</sup>	90,000千m <sup>3</sup>	4,400千m <sup>3</sup>
計画流入量	1,700m <sup>3</sup> /s	2,600m <sup>3</sup> /s	1,600m <sup>3</sup> /s	4,700m <sup>3</sup> /s	11,300m <sup>3</sup> /s
最大放流量	900m <sup>3</sup> /s	1,400m <sup>3</sup> /s	1,200m <sup>3</sup> /s	2,000m <sup>3</sup> /s	11,100m <sup>3</sup> /s
洪水量	500m <sup>3</sup> /s	600m <sup>3</sup> /s	1,200m <sup>3</sup> /s	800m <sup>3</sup> /s	5,000m <sup>3</sup> /s
洪水調節方式	一定率一定量 (率0.3333)	フリーフロー 一定量	一定量	一定率一定量 (率0.3077)	一定量

### (2) 検討対象出水の選定

検討対象出水は、降水短時間予報値等の予測雨量データが揃う平成19年以降で、池田地点および岩津地点で氾濫注意水位を超過した7洪水を選定した。本論文では、H25.9.4の出水における特別防災操作を実施した場合の効果について3章で述べる。なお、池田・岩津地点の基準水位を表-2に、対象出水の情報を表-3に示す。



### c) 洪水終了見通しの判断

特別防災操作における洪水の終了は、降雨の降り止みが確認でき、流入ピークが確認された時点とする。

降雨の降り止みの判断は、地上雨量観測所の雨量から算出されたダム流域平均雨量のハイトグラフやレーダ雨量による雨域移動等により、現時点が降雨の終盤にあるかどうかを確認し、今後の雨の見通しについて、予測雨量より今後の雨域移動、ダム流域平均雨量の予測を把握する。なお、予測雨量が完全に0mmになってから特別防災操作を実施すると効果が発揮されにくくなることから、予測雨量(流域平均)が10mm以下となった場合とする。

流入ピークの確認については、降雨が減少傾向にある状況下で流入量が1,2時間連続で減少し始めた時点とする。

### d) 残貯水容量の余裕の有無の判断

洪水の終了が見通せた場合、本則操作に基づく放流量よりも放流量を減少するための貯水容量の余裕があるかを判断する。点検要領ではこの判断の方法として以下の判断方法が記載されており、吉野川上流ダム群においても以下の方法により判断する。

ダムの流出の遅れ時間を設定し、その遅れ時間内に降った実績の雨量及び降水短時間予報から得られる6時間の予測積算雨量が損失することなく全てダムに流入すると仮定した総流入量と現在の空き容量の比較を通じて放流量を決定する方式である。

- ①. 遅れ時間TL内での実績流域平均雨量の累： $R_{obs}$
- ②. 6時間先までの予測雨量の合計： $R_{for}$
- ③. 予測時間内の総流入量相当雨量： $R_{tot}=R_{obs}+R_{for}$
- ④. この時点での空き容量相当雨量： $R_{vol}$
- ⑤. 時点空き容量相当雨量 $R_{vol} >$  予測時間内の総流入量相当雨量 $R_{tot}$

⑤の条件を満たせば残貯水容量に余裕があると判断する。

### (5) 操作継続の判断

#### a) 操作判断基準の見直し

2章4節にて定めた操作判断基準について、特別防災操作を開始した後から毎時確認を実施する。また、貯水位が上限水位(異常洪水時防災操作開始水位)を上回った場合、操作を中止する。以降は放流の原則を考慮し、洪水時流入量=放流量とする。

#### b) 操作終了の判断

池田観測所および岩津観測所の水位が氾濫注意水位を下回った時点で操作終了とする。

### (6) 特別防災操作に利用可能な貯水量(上限水位)

特別防災操作に用いる空き容量を算出するためには、上昇させてもよい水位を設定する必要がある。この上限

水位は、特別防災操作を実施したことにより本則操作時よりもマイナス効果にならないようにするためのものである。具体には、以下の事項が確実にできるような水位を設定する。

- ①特別防災操作開始後に異常洪水時防災操作開始水位に移行させない
- ②次期洪水までに貯水位を洪水貯留準備水位まで低させる

①については現行の異常洪水時防災操作開始水位を上限水位とする。②については現状48時間先まで降雨予測が可能であることを踏まえ、降雨の有無が把握できる48時間以内に洪水貯留準備水位まで貯水位低下可能な貯水位(貯水量)とする。貯水位低下の際の最大放流量は洪水量とし、各ダムについて48時間で低下できる貯水位(貯水量)を算定すると表-5のとおりとなる。なお、貯水位が洪水時最高水位を上回る場合は洪水時最高水位に置き換えた。①と②の低い方の水位を上限水位とし、表-6に示す水位を上限水位として設定した。

表-5 48時間以内に放流可能な貯水容量(貯水位)

ダム	初期放流量	放流時間	放流可能容量	貯水位
富郷ダム	500m <sup>3</sup> /s	48時間	8,640万m <sup>3</sup>	EL454.0m
柳瀬ダム	600m <sup>3</sup> /s	48時間	10,368万m <sup>3</sup>	EL290.0m
新宮ダム	1,200m <sup>3</sup> /s	48時間	20,736万m <sup>3</sup>	EL234.2m
早明浦ダム	800m <sup>3</sup> /s	48時間	13,824万m <sup>3</sup>	EL343.0m
池田ダム	5,000m <sup>3</sup> /s	48時間	86,400万m <sup>3</sup>	EL90.7m

表-6 特別防災操作により貯留可能な上限水位

ダム	①異常洪水時防災操作開始水位	②48時間で放流可能な貯水位	③上限水位Min(①, ②)	備考
富郷ダム	EL452.3m	EL454.0m	EL452.3m	ただし書き開始水位
柳瀬ダム	EL289.2m	EL290.0m	EL289.2m	ただし書き開始水位
新宮ダム	EL232.9m	EL234.2m	EL232.9m	ただし書き開始水位
早明浦ダム	EL340.3m	EL343.0m	EL340.3m	ただし書き開始水位
池田ダム	-	EL90.7m	EL90.7m	洪水時最高水位

## 3. H25.9.4洪水による4ダム連携操作の検証

2章で決定した条件を基に、H25.9.4出水における4ダム連携操作の適用性について検討を行った。

### (1) 操作判断基準の確認

#### a) 操作実施の必要性の判断

ダムの放流量を本則操作とした洪水調節計算により得られた池田・岩津観測所の水位を確認した結果、池田観測所において、14時に氾濫注意水位を上回る結果となった。このタイミングより、次段階へ移行する。

#### b) 次期洪水発生の有無の判断

操作実施の必要性が判断された4日9時発表の33時間予測によれば、各ダムともに9時より約4時間先まではまとまった降雨が予測されているが、翌日以降にまとまった降雨は予測されていないため、次期洪水の恐れ

がないと判断し、次段階へ移行する。

c) 洪水終了見通しの判断

各ダム流域の予測雨量を推移を確認した結果、予測雨量が10mmを下回る時間は各ダム4日13時となっており、4日13時時点で降り止みの見通しができたと判断できる。また、各ダムの流入量ピーク確認時刻は富郷ダムが10時、柳瀬ダムが11時、新宮ダムが12時、早明浦ダムが12時となっている。各ダムの流入量ピーク確認後に、降雨の降り止み見通しができていることから、本洪水では各ダム4日13時を洪水終了見通しの判断時刻とし、次段階へ移行する。

d) 残貯水容量の余裕の有無の判断

洪水見通しの判断ができた4日13時時点において、2章3節d項に示す方法により貯水容量の余裕を検討した結果、各ダムともに余裕ありと判断できた。

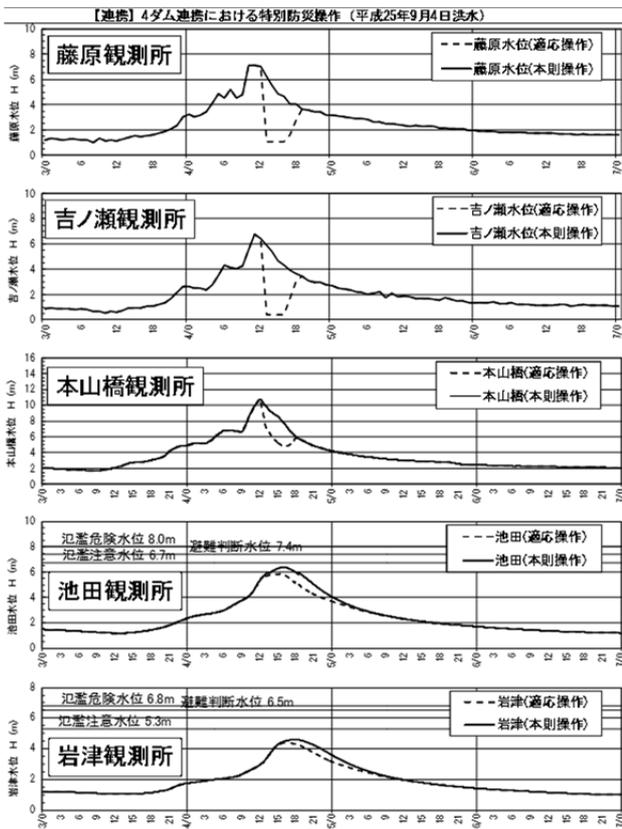


図-3 4ダム連携における特別防災操作

以上より、操作判断基準を満たしたので4日13時より特別防災操作を開始する。

(2) 特別防災操作中の操作継続判断

a) 操作判断基準の見直し

操作継続の判断について特別防災操作を開始した後から毎時行った。貯水位が上限水位(但し書き操作水位)を上回った場合、操作を中止とし、以降は放流の原則を考慮し、洪水時流入量=放流量とした。

b) 操作終了

池田水位観測所の水位が氾濫注意水位を下回った時点で操作終了とした。

(1) 4ダム連携操作による特別防災操作の検証結果

4ダム連携による特別防災操作の実施結果と本則操作の実施結果をグラフにして比較したものを図-3に、また、結果を数値的に表したものを表-7、表-8に示す。表-7の池田観測所及び岩津観測所の最高水位を確認すると、池田観測所では0.52m、岩津観測所では0.22m低減できることが確認できた。これにより氾濫継続時間(内水・外水)の短縮、堤防決壊のリスクの低減が期待できる。また、表-8より、新宮ダム下流の吉野瀬観測所および早明浦ダム下流の本山橋観測所付近の浸水時間を確認すると、それぞれ2時間、3時間の浸水時間の短縮が可能だということが確認できた。

4. おわりに

本検討では、吉野川上流ダム群の連携操作による特別防災操作の効果検証を行った。その結果、ダム直下では浸水時間の短縮、本川下流では水位低減を確認することができた。しかし、本検討結果は一出水にすぎず、他の出水で検討を行った結果、効果が確認できない例も存在した。

特別防災操作は、下流の被害を軽減するため、本則操作とは異なる高度な操作を行うものであり、ダム下流の河川管理者又は下流自治体の要請があつてから実施するため、各自治体に本取り組みを事前に説明し、十分な理解を得ておくことが重要と考えている。

今後は、本検討結果をもとに特別防災操作を行いながら、判断基準などを継続的に検討し、下流の被害を少しでも軽減できるよう努めていく。

表-7 観測所水位比較表

観測所	①本則操作				②特別防災操作				効果量②-①		
	最高水位 (m)	基準水位 超過時間(時間)			最高水位 (m)	基準水位 超過時間(時間)			最高水位 (m)	基準水位 超過時間(時間)	
		氾濫 注意	避難 判断	氾濫 危険		氾濫 注意	避難 判断	氾濫 危険		氾濫 注意	避難 判断
藤原	7.12				7.12				0.00		
吉野瀬	6.78				6.78				0.00		
本山橋	10.74	1	0	0	10.74	0	0	0	0.00	-1	0
池田	6.37	0	0	0	5.85	0	0	0	-0.52	0	0
岩津	4.59	0	0	0	4.38	0	0	0	-0.22	0	0

表-8 ダム直下流区間 浸水被害比較表

観測所	①本則操作				②特別防災操作				効果量②-①		
	最高水位 (m)	浸水家屋		最高水位 (m)	浸水家屋		最高水位 (m)	浸水家屋			
		最大浸水時間 (時間)	最大浸水 家屋数(戸)		最大浸水時間 (時間)	最大浸水 家屋数(戸)		最大浸水時間 (時間)	最大浸水 家屋数(戸)		
吉野瀬	6.78	3	1	6.78	1	1	0.00	-2	0		
本山橋	10.74	6	4	10.74	3	4	0.00	-3	0		