

武庫川水系河川整備計画（原案）に係る継続検討に関する資料

既存利水施設の治水活用についての 検討状況

平成 22 年 3 月 4 日

武庫川企画調整課

目 次

第1章	はじめに	1
第2章	検討の概要	2
1	検討対象ダム	2
2	治水活用方策の設定	3
第3章	洪水調節容量の確保についての検討（①予備放流）	5
第1節	検討方法	5
1	検討項目	5
2	検討の流れ	6
第2節	予備放流についての検討内容と検討結果	
1	青野ダムでの検討（①予備放流）	8
2	丸山ダムでの検討（①予備放流）	14
3	千苺ダムでの検討（①予備放流）	24
第4章	洪水調節容量の確保についての検討（②洪水期水位活用）	29
第1節	検討方法	29
第2節	洪水期水位活用についての検討内容と検討結果	
1	丸山ダムでの検討（②洪水期水位活用）	29
2	千苺ダムでの検討（②洪水期水位活用）	33
第5章	洪水調節容量の確保についての検討（③水源余力活用）	35
第1節	検討方法	35
1	検討の概要	35
2	需要量の算出方法	36
3	供給可能量の算出方法	37
4	水源余力の評価	38
5	洪水調節容量の算出方法	38
第2節	水源余力活用についての検討内容と検討結果	
1	青野ダムでの検討（③水源余力活用）	39
2	丸山ダムでの検討（③水源余力活用）	43
3	千苺ダムでの検討（③水源余力活用）	47

第6章 千苜ダムの改造についての検討	52
第1節 現状と課題	52
第2節 改造案の検討	53
1 設計条件	53
2 検討の概要	53
3 改造案の概略設計	54
第3節 放流設備を新設する改造案についての課題	56
 第7章 検討結果と今後の対応	 58
第1節 検討結果のまとめ	58
第2節 治水活用の課題とさらなる安全度向上に向けた今後の対応方針	59
1 課題と今後の検討内容	59
2 継続検討にあたっての留意点	60

第1章 はじめに

河川整備基本方針の目標流量 $4,690\text{m}^3/\text{s}$ に向けて、既存利水施設の治水活用の実現可能性について検討し、水道事業者との協議も併せて進めてきた。その結果、青野ダムの予備放流容量の拡大を、河川整備計画（原案）に位置づけることができた。

一方、千苺ダムの治水活用は、渇水リスクへの対応を不安視する水道事業者との合意形成に時間を要するなどの理由から、位置づけることはできなかった。

しかしながら、既存利水施設の治水活用は、河川整備基本方針における、洪水調節施設の分担量である $910\text{m}^3/\text{s}$ の確保に向けた選択肢の1つであるうえ、人口・資産が高度に集積している武庫川において、洪水に対する安全度のさらなる向上が必要であることから、実現可能性の検討を継続することを、河川整備計画（原案）に明記している。

これまでの検討結果、水道事業者との合意形成等、治水活用上の課題やさらなる安全度向上に向けた今後の対応方針について報告する。



写真 1.1 青野ダム



写真 1.2 丸山ダム



写真 1.3 千苺ダム

第2章 検討の概要

既存利水施設の治水活用を図るため、検討対象ダムに新たな洪水調節容量の確保を、治水活用方策毎に検討する。さらに、千苺ダムは治水活用に必要な放流設備が無く、それを新たに設ける必要があるため、その改造案についても検討を行った上で、継続検討についての今後の対応方針をとりまとめた。

1 検討対象ダム

検討の対象とする既存ダムは、青野ダムと千苺ダム、丸山ダムの3つのダムとする。その他のダムについては、武庫川流域委員会の提言にもあるとおり、規模も小さく、下流域への効果も比較的小さいことから、本検討の対象外とした。

表 2.1 検討対象ダムの諸元

項目	青野ダム	丸山ダム	千苺ダム
目的	多目的	水道	水道
管理者	兵庫県企業庁	西宮市	神戸市
流域面積	52km ²	8km ²	95km ²
利水容量	930 万 m ³	205 万 m ³	877 万 m ³
洪水調節容量 (治水容量)	560 万 m ³	—	—
ダム形式	コンクリート	コンクリート	粗石モルタル積
洪水調節に利用できる放流設備の有無	有	有	無

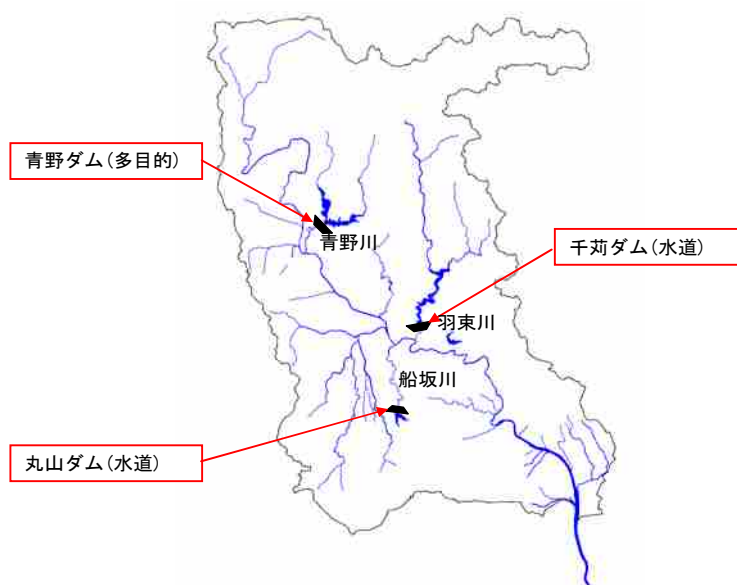


図 2.1 検討対象ダムの位置図

2 治水活用方策の設定

既存治水施設の治水容量の一部を治水に活用して、新たに洪水調節容量を確保することについて検討する。

新たに洪水調節容量を確保する方法は、治水容量を減らさずに共有して洪水調節容量を確保する方法と、治水容量を減らして、新たに洪水調節容量を確保する方法の2つに区分され、以下の3つの活用方策があげられる。

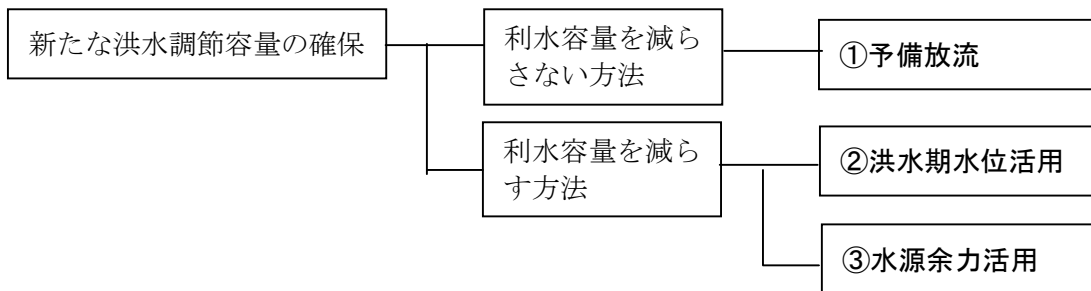


図 2.2 治水活用方策

本検討では、この3つの活用方策について、青野ダム・丸山ダム・千苺ダムを対象として、洪水調節容量の確保の検討を行う。

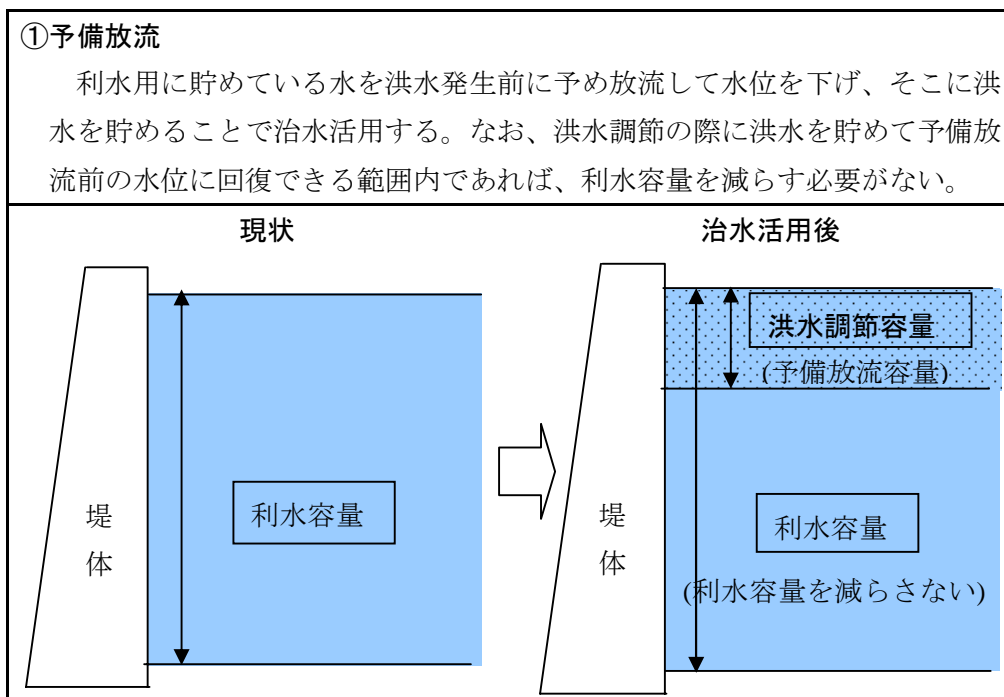


図 2.3 予備放流のイメージ

②洪水期水位活用

洪水期に洪水に備えて水位を下げている場合は、その利水容量を減らして治水に活用する。

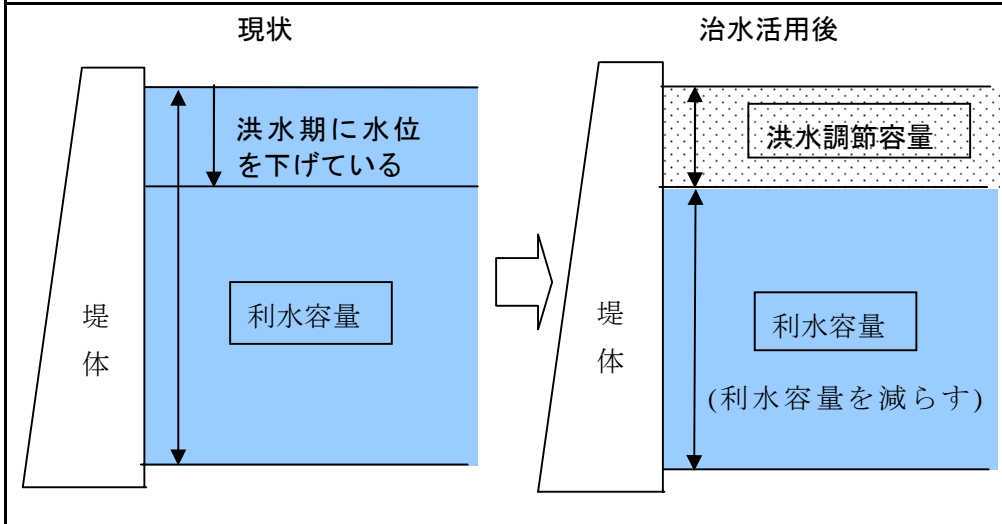


図 2.4 洪水期水位活用のイメージ

③水源余力活用

水源の余力に相当する利水容量を減らして治水に活用する。

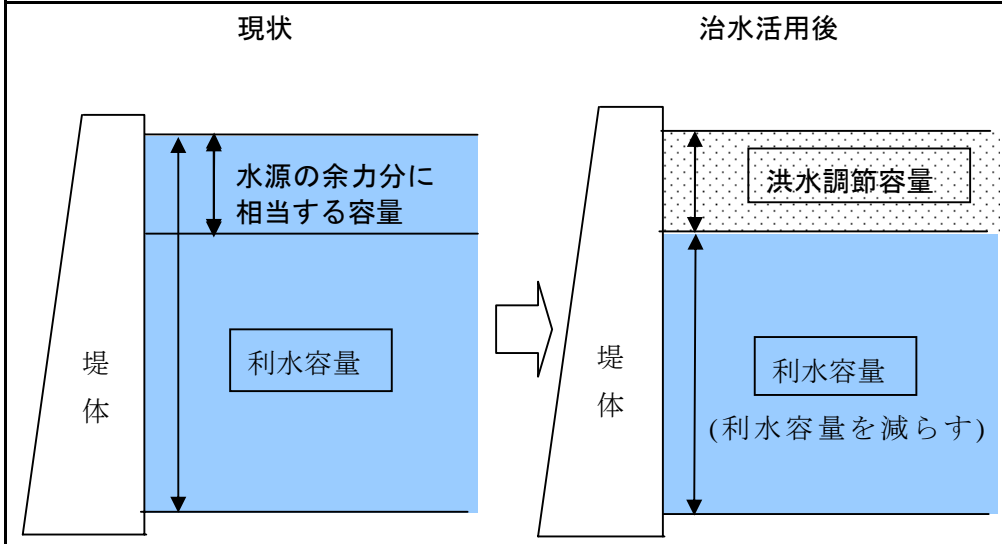


図 2.5 水源余力活用のイメージ

第3章 洪水調節容量の確保についての検討（①予備放流）

予備放流は、洪水発生を予測して放流を開始し、洪水発生までに、所定の水位まで水位を下げると共に、洪水終了後は、速やかに水位の回復を図る必要がある。そのため、より長時間先まで見通すことができ、かつ精度の高い降雨予測が求められる。

平成 15 年以降、精度良く長時間先までの降雨予測が気象協会から配信されるようになった。予備放流の検討では、この降雨予測を利用して、放流可能な容量と放流後の水位回復を確認し、確保できる洪水調節容量を検討した。

第1節 検討方法

1 検討項目

予備放流容量は、治水と利水で兼用することから、予備放流による洪水調節容量の確保にあたっては、治水面と利水面の配慮が必要である。

治水面の配慮としては、洪水発生までに洪水調節容量を確保することが求められる。

また、利水面の配慮としては、予備放流が原因で、給水制限や給水停止等の社会活動に支障を生じさせないように、洪水終了後すみやかに、水位回復を図ることが求められる。

このため、予備放流による治水活用の実現可能性を検討するにあたっては、表 3.1 のとおり、**①洪水調節容量確保の確実性(治水上の要件)**と、**②予備放流後の水位回復の確実性(利水上の要件)**の2点について、過去の実績降雨や実績流量、降雨予測データなどを基に、予備放流した場合の状況をシミュレーション（予備放流シミュレーション）により確認する。

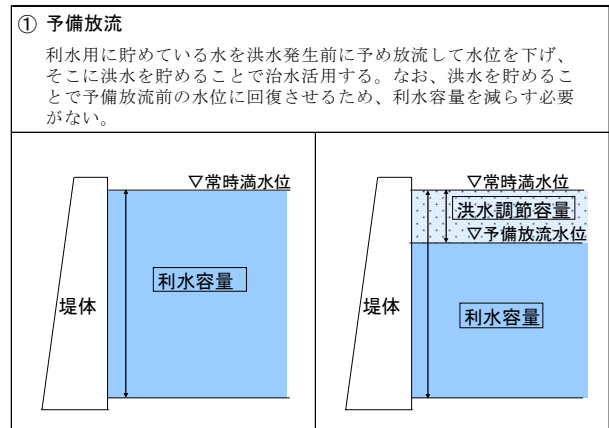


表 3.1 予備放流の検討で確認する2つ確実性

検討項目	検討方法	内容
① 洪水調節容量確保の確実性 (治水上の要件)	予備放流可能量 シミュレーション	予備放流を行った場合に、洪水調節を開始するまでに確保できる洪水調節容量を確認する。
② 予備放流後の水位回復の 確実性 (利水上の要件)	水位回復 シミュレーション	予備放流後、放流前の水位に回復するまでに要した日数を確認する。

2 検討の流れ

予備放流シミュレーションは、図 3.1 のとおり、放流時に下流の安全を確保するための条件、予備放流開始時期を設定するための条件、水位回復操作開始時期を設定するための条件等の設定を行ったうえで、実施する。(シミュレーションのイメージは図 3.2)

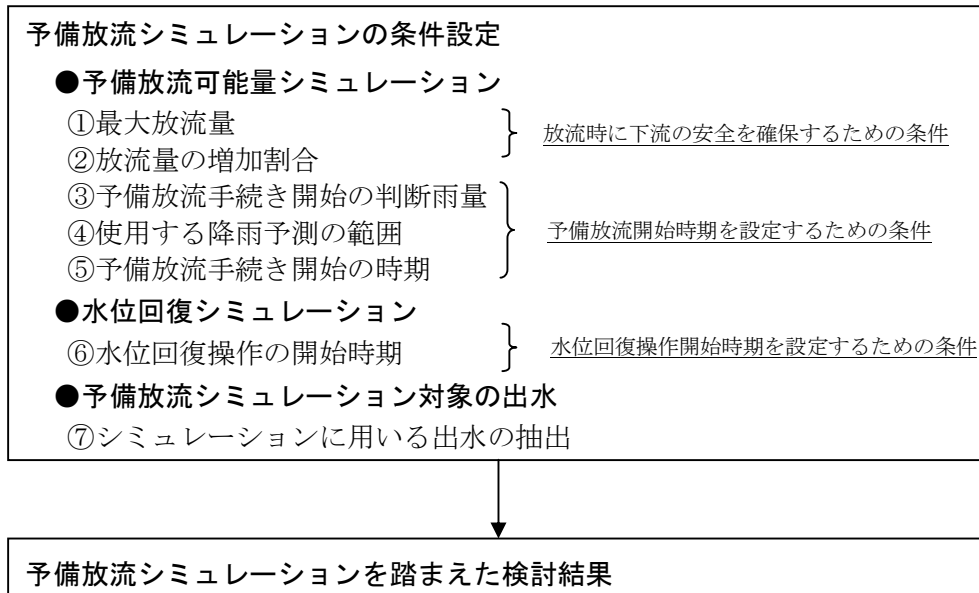


図 3.1 検討フロー

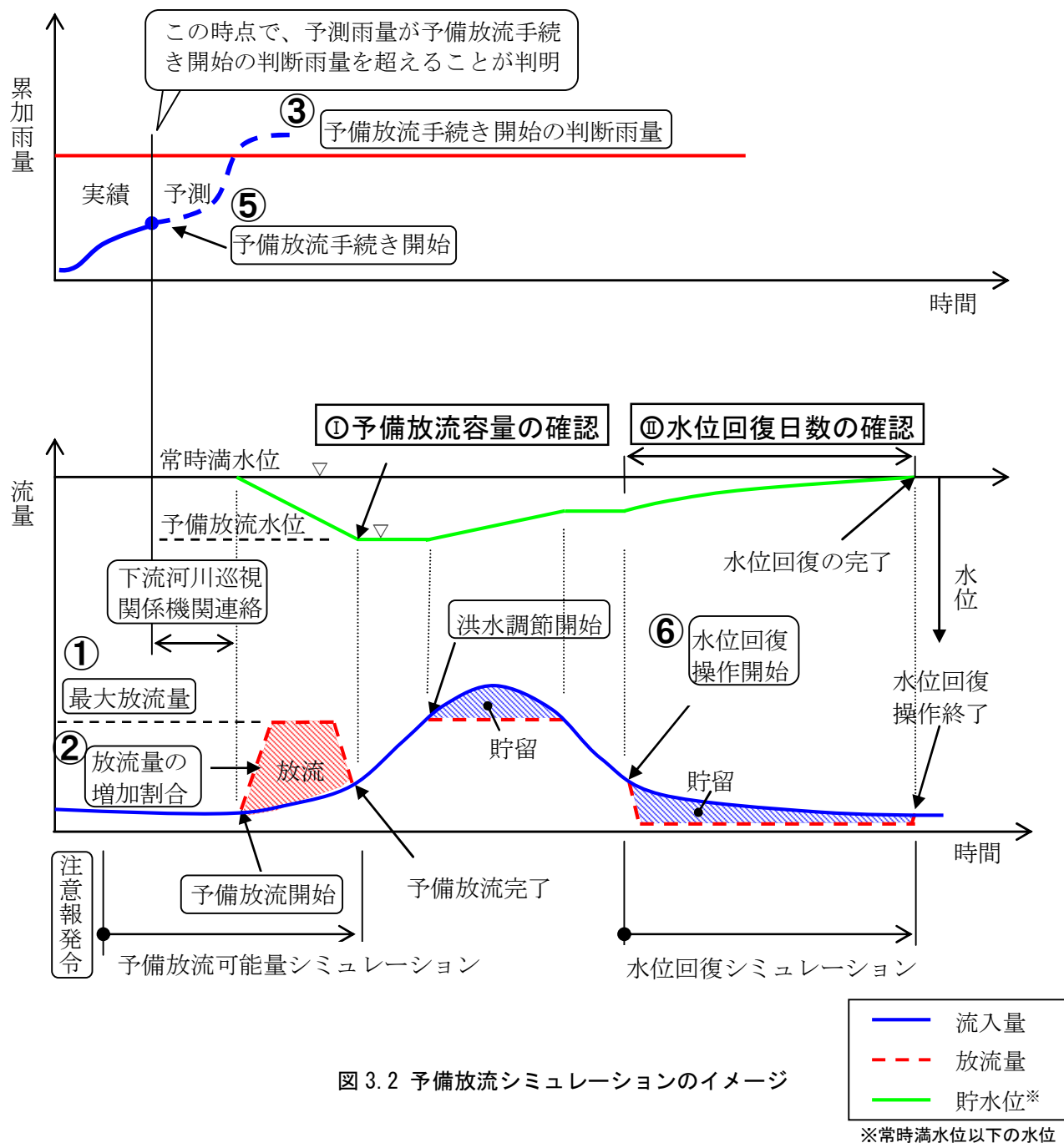


図 3.2 予備放流シミュレーションのイメージ

第2節 予備放流についての検討内容と検討結果

1 青野ダムでの検討（①予備放流）

（1）予備放流シミュレーションの条件設定

予備放流シミュレーションは、以下のとおり条件を設定して行う。

①最大放流量

予備放流の放流量は、高水敷等における河川利用者の安全性確保や、ダムからの放流水が河川から周辺地に溢れることのないよう、安全な放流量以下に制限する必要がある。

三田市域における青野川合流点より下流の武庫川の高水敷が浸水しない限界量が $100\text{m}^3/\text{s}$ であるため、予備放流の最大放流量も $100\text{m}^3/\text{s}$ とする。

②放流量の増加割合

河川内に立ち入っている利用者の安全を確保するため、急激な水位上昇が生じないように、予備放流の放流量増加割合を制限する必要がある。

青野ダムでは、操作規則第20条で「ダムから放流を行なう場合には、放流量により下流に急激な水位の変動を生じないように努めるものとする」と記載されており、具体的な放流の増加割合は、青野ダム操作細則第7条に表3.2のとおり規定している。このため、予備放流における放流量の増加割合も表3.2を使用する。

表 3.2 放流量の増加割合

直前におけるダムからの放流量	10分における放流量の増加割合
$10\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$3\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$10\text{m}^3/\text{s}$ ～ $30\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$7\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$30\text{m}^3/\text{s}$ ～ $60\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$10\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$60\text{m}^3/\text{s}$ ～ $100\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$13\text{m}^3/\text{s}$ 以内

③予備放流手続き開始の判断雨量

予備放流においては、洪水発生を予測して予備放流を開始し、洪水調節容量を確保しておく必要がある。洪水発生の予測は、流入量との関連性が強い累加雨量で行うこととし、累加雨量の予測値が予備放流手続きの開始判断雨量を超えることが判明した時点で、予備放流手続きを開始する。

洪水発生と累加雨量の関連性を確認するため、青野ダム流域を含む地域で過去に大雨・洪水警報が発令された79出水（流入量の記録がある青野ダム完成以降：S63年3月～平成19年12月）を基に、累加雨量とダムへの流入量の関係を図3.3に整理した。

青色の線は、ダムへの流入量が $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上となる累加雨量を求めるために、累加雨量毎のピーク流量の最大値を包絡する線を描いたものである。この図から、 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上のピーク流入量となるには 80mm 以上の累加雨量が必要であることが推察できる。

このため、予備放流手続き開始の判断雨量は 80mm とする。

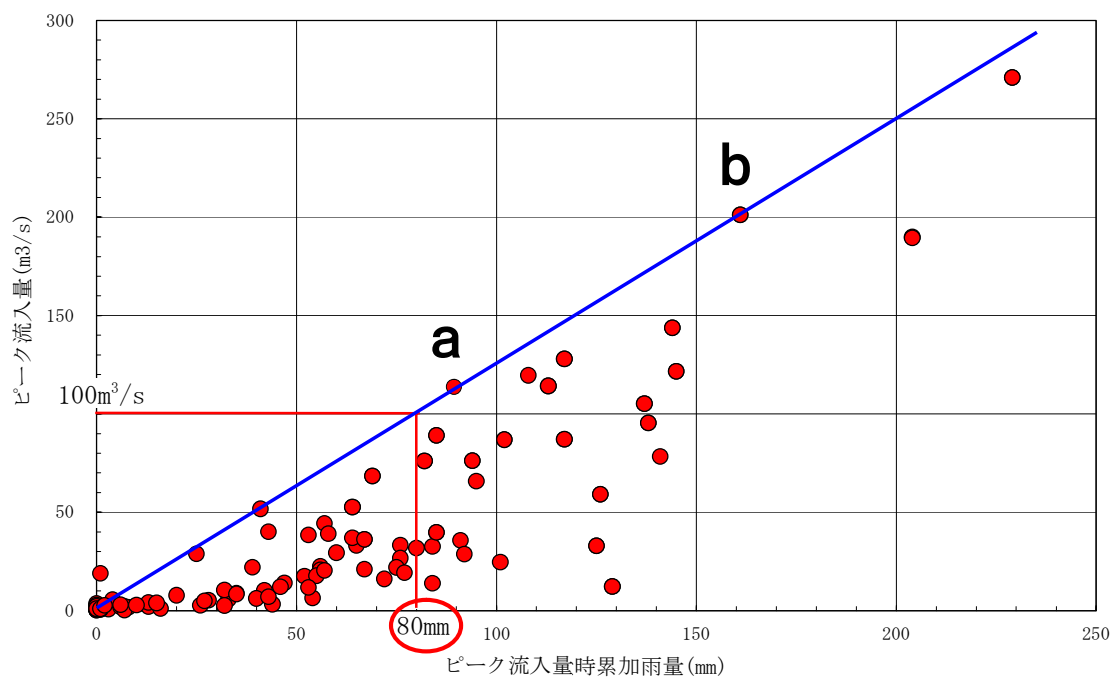


図 3.3 ピーク流入量時の累加雨量とピーク流入量の関係

④使用する降雨予測

できるだけ大きな洪水調節容量を確実に確保するためには、長時間先まで予測でき、精度の良い降雨予測を利用する必要がある。

このため、予測精度に関する予測メッシュが最小の 10km(平成 15 年度時点) の降雨予測のうち、予測時間が最長(12 時間)である日本気象協会配信の降雨予測を採用した。

青野ダムにおける予測雨量は、青野ダム流域を含む 2 メッシュにおける各予測雨量の平均値とした。

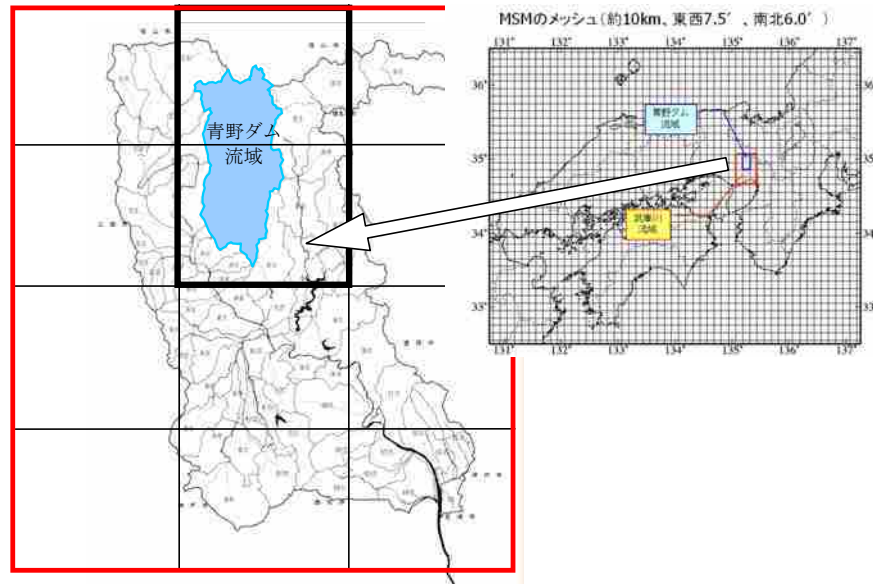


図 3.4 降雨予測のメッシュ (10km)

⑤予備放流手続き開始の時期

青野ダムでは、「神戸海洋気象台から降雨に関する注意報または、警報が発せられた時は、洪水警戒体制を執らなければならない。」(青野ダム操作規則第 11 条)としている。

このため、予備放流は、洪水警戒体制を執った後、予備放流手続き開始の判断雨量に達することが確認できた場合に、下流河川の巡視等を行った上で予備放流を開始する。

なお、職員の招集時間等の洪水警戒体制の準備時間は 1.5 時間^{*1}、下流河川の巡視等に要する時間は 1.5 時間^{*2}とする。

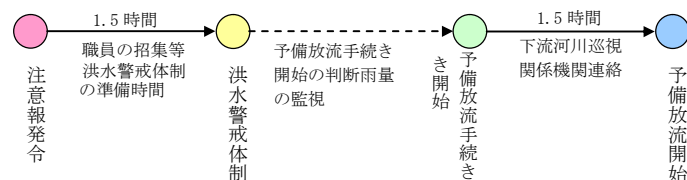


図 3.5 予備放流の開始までの手順

また、ダム管理を目的とした降雨予測は平成 15 年度から実施されており、平成 14 年度以前は降雨予測を行っていない。このため、平成 14 年度以前の出水においては、降雨に関する注意報または、警報の発令を受けて洪水警戒体制を執ると同時に、降雨予測が 80mm を超えるものとして、予備放流シミュレーションを行う。

※1 職員が事務所にいない休日や深夜にも対応ができる時間を設定した。

※2 過去の青野ダムの実績から 1.5 時間とする。

⑥水位回復操作の開始時期

青野ダム操作細則第 5 条において、「洪水警戒体制を解除する場合とは、ダムへの流入量が $50\text{m}^3/\text{s}$ 以下に減少し、気象水象の状況からも洪水警戒体制を維持する必要が無くなった場合とする。」としていることから、水位回復操作の開始時期は、洪水調節終了後に、ダムへの流入量が、 $50\text{m}^3/\text{s}$ 以下となってから 1 時間(気象水象の傾向を確認する時間を考慮)後とする。

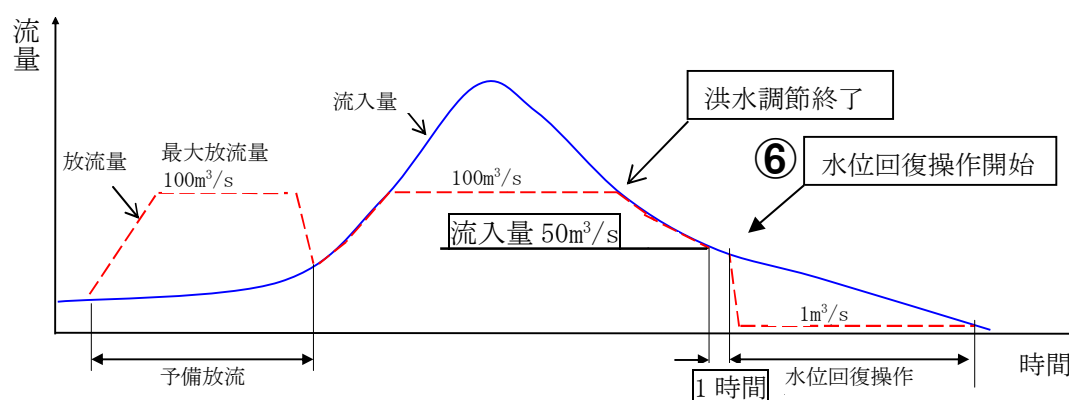


図 3.6 水位回復の開始条件

注) 流入量が洪水量 $100\text{m}^3/\text{s}$ に達しない場合は、注意報・警報が解除されて、1 時間後から水位回復操作を開始する。

⑦予備放流シミュレーションに用いる出水の抽出

予備放流は、洪水の発生が予測される場合に行うものであり、青野ダムにおいては、図 3.3 のとおり、累加雨量が少なくとも 80mm 以上必要である。このため、予備放流シミュレーションは、累加雨量が 80mm 以上となる出水(実績累加雨量または、降雨予測による累加雨量が 80mm を超えるもの)を対象に行う。対象出水は、実績雨量による抽出が 35 出水、予測雨量による抽出が 3 出水で、合計 38 出水となる。

※実績流入量が $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上の場合は、全て 80mm 以上の累加雨量であることは図 3.3 で確認済み

(2) 予備放流シミュレーションを踏まえた検討結果

設定した条件により、予備放流シミュレーションを行った結果は、表 3.4 のとおりとなった。

この結果を評価（表 3.3 に示す出水を除く）すると、予備放流により、確実に確保できる予備放流可能量は 120 万 m³ が上限である。（表 3.4：黄色の着色部分）また、予備放流容量 120 万 m³ であれば、放流前の水位（本シミュレーションでは常時満水位）に 9 日以内に回復することが確認できた。

（表 3.4：黒太枠部分）

表 3.3 予備放流シミュレーション評価から除外した出水と除外理由

出水 No.	理由
No. 12	当時、洪水注意報の発令地域が広く、局地的な雨に対する対応が技術的に困難であったため、発令が遅くなったと考えられるが、現在は、発令範囲が細分化されており、H22 年 5 月（予定）には、市単位まで細分化される見通しであるため、今後は、この様な局地的な雨に対応できると考えられる。
No. 26	このケースは、渇水で土地が極度の乾燥状態であったため、累加雨量の多さに比べて、流出量が極端に少なく、放流すると水位が回復しにくいケースである。このような渇水状態であったため、洪水前の実際の水位も、常時満水位を大きく割り込んで、予備放流水位以下に低下していることから、予備放流が不要で、シミュレーションの対象とする必要が無いケースである。
No. 4, 32	予備放流開始雨量に達しているが、注意報・警報の発令がないため、予備放流が開始できなかった。しかしながら、実際にはピーク流入量が 20m ³ /s 程度と少なく、洪水調節する必要がないため、シミュレーションの対象とする必要が無いケースである。
No. 11, 34, 35	予備放流をしている途中で注意報が解除となり、ピーク流入量も洪水量以下に収まったため、洪水調節の必要が無くなったケースである。

(3) 検討結果

以上の結果から、現行の予備放流容量 80 万 m³ を 120 万 m³ まで拡大し、洪水調節容量 560 万 m³ を 600 万 m³ に増大させる。

表 3.4 予備放流シミュレーション結果

放流開始判断	No.	最大流入量日時			ピーク流量 (m3/s)	実績累加雨量 (mm)	(実績+予測) 累加雨量 (mm)	予備放流可能量						水位回復日数					
								80万m3	100万m3	120万m3	140万m3	160万m3	230万m3	80万m3	100万m3	120万m3	140万m3	160万m3	230万m3
実績降雨による	1	1987/05/14	S62	14:20	25	101		○	○	○	○	○	○	1日	2日	2日	8日	9日	26日
	2	1987/07/19	S62	10:50	68	106		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	2日	3日
	3	1988/06/03	S63	14:40	122	165		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	1日	2日	4日
	4	1988/06/25	S63	05:30	14	84		※						※					
	5	1989/09/03	H1	09:40	76	110		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	3日	4日
	6	1989/09/06	H1	22:00	33	109		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	3日	8日
	7	1990/09/20	H2	00:00	128	128		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	3日	17日
	8	1991/06/02	H3	21:10	23	80		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	4日	10日
	9	1992/08/20	H4	02:40	59	126		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	5日	317日
	10	1993/06/30	H5	14:40	78	154		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	3日	3日
	11	1993/07/05	H5	04:20	76	90		○	○	*	*	*	*	1日	1日	-	-	-	-
	12	1993/08/03	H5	03:30	115	95		×(3)	×(3)	×(3)	×(3)	×(3)	×(3)	-	-	-	-	-	-
	13	1993/08/15	H5	04:50	66	103		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	2日	3日
	14	1995/05/12	H7	14:00	95	138		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	3日	4日
	15	1995/07/03	H7	12:00	53	185		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	3日	5日	15日
	16	1996/08/28	H8	11:50	190	247		○	○	○	○	○	○	常満以上	1日	1日	1日	日	1日
	17	1997/07/13	H9	11:00	40	85		○	○	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日	5日	14日
	18	1997/07/28	H9	18:00	33	126		○	○	○	○	○	○	3日	5日	9日	9日	9日	9日
	19	1997/08/05	H9	11:30	89	107		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	2日	4日
	20	1998/09/22	H10	15:20	144	154		○	○	○	×(132)	×(132)	×(132)	1日	1日	2日	-	-	-
	21	1998/09/24	H10	16:00	36	105		○	○	○	○	○	○	1日	2日	3日	3日	4日	5日
	22	1998/10/18	H10	02:30	114	113		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	3日	256日
	23	1999/06/25	H11	02:30	27	92		○	○	○	○	○	○	1日	2日	2日	2日	2日	4日
	24	1999/06/30	H11	00:00	201	167		○	○	○	×(120)	×(120)	×(120)	常満以上	常満以上	1日	-	-	-
	25	1999/09/15	H11	12:40	87	104		○	○	○	○	○	○	1日	2日	5日	5日	5日	5日
	26	2000/09/12	H12	20:00	12	129		○	○	○	○	○	○	50日	50日	51日	51日	51日	51日
	27	2000/11/02	H12	13:10	105	154		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日	4日	123日
	28	2001/06/20	H13	07:10	36	91		○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	3日	4日	691日
降雨予測による	29	2003/08/14	H15	19:20	33	105	110	○	○	○	○	○	* (198)	1日	1日	1日	1日	2日	-
	30	2004/05/16	H16	19:00	18	52	82	○	○	○	○	○	○	1日	2日	2日	3日	4日	6日
	31	2004/09/30	H16	00:20	87	125	134	○	○	○	○	○	○	1日	2日	3日	4日	8日	9日
	32	2004/10/08	H16	21:50	21	69	82	※						※					
	33	2004/10/20	H16	18:00	271	259	274	○	○	○	○	○	○	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上
	34	2004/12/05	H16	06:10	32	82	83	○	○	*	*	*	*	1日	1日	-	-	-	-
	35	2005/07/04	H17	19:20	22	76	95	* (72)	*	*	*	*	*	1日	-	-	-	-	-
	36	2006/07/17	H18	15:10	44	98	124	○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	1日	2日	3日
	37	2006/07/19	H18	07:50	120	113	124	○	○	○	○	○	○	1日	1日	1日	1日	2日	3日
	38	2007/07/14	H19	14:20	29	105	126	○	○	○	○	○	○	1日	2日	2日	3日	4日	170日以上

- : 予備放流ができた。
 - × : 予備放流ができなかった。(時間不足)
 - : 予備放流ができなかった。または、予備放流をしている途中で注意報が解除となり、予備放流の必要が無くなったことから、水位回復の確認の必要がないケースである。
 - * : 予備放流をしている途中で注意報が解除となり、ピーク流量も洪水量以下に収まったため、洪水調節の必要が無くなったケースである。
 - ※ : 予備放流開始雨量に達しているが、注意報・警報の発令がないため、予備放流が開始できなかった。しかしながら、実際にはピーク流入量が20m3/s程度と少なく、洪水調節する必要がないため、シミュレーションの対象とする必要が無いケースである。
- 括弧書きは予備放流で確保できた容量を示す。(単位:約 万m3)
水位回復の欄中の数字は水位回復までに要する日数

2 丸山ダムでの検討（①予備放流）

（1）予備放流シミュレーションの設定条件

予備放流シミュレーションは、以下のとおり条件を設定して行った。

①最大放流量

予備放流の放流量は、高水敷等における河川利用者の安全性確保や、ダムからの放流水が河川から周辺地に溢れることのないよう、安全な放流量以下に制限する必要がある。

丸山ダムでは、操作規程第4条で「洪水とは流入量が $23\text{m}^3/\text{s}$ 以上であること」と規定されている。最大放流量を $23\text{m}^3/\text{s}$ として検討を行ったが、確保できる洪水調節容量が $0.1\text{万}\text{m}^3$ と小さい結果となった。

丸山ダム下流の船坂川における、流下能力が小さい ($23\text{m}^3/\text{s}$ 程度) 区間は、局所的であるため、河川改修により、流下能力を拡大することも可能だと考えられる。

このため、最大放流量を $23\text{m}^3/\text{s}$ および河川改修による流下能力拡大を前提に最大放流量を $30\text{m}^3/\text{s}$ 、 $40\text{m}^3/\text{s}$ 、 $50\text{m}^3/\text{s}$ 、 $60\text{m}^3/\text{s}$ とした場合の計5ケースについて検討した。ここでは、予備放流容量が最も大きい結果となった最大放流量 $40\text{m}^3/\text{s}$ を対象に説明する。

②放流量の増加割合

河川内に立ち入っている利用者の安全を確保するため、急激な水位上昇が生じないように、予備放流の放流量増加割合を制限する必要がある。

丸山ダムでは、操作規程第11条で、「貯水池からの放流は、下流の水位の急激な変動を生じないように、別図に定めるところによってしなければならない。」と記載されており、これを踏まえて、予備放流における放流量の増加割合は表3.5のとおり設定する。

表 3.5 放流量の増加割合

直前におけるダムからの放流量	10分における放流量の増加割合
$5\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$1\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$5\text{m}^3/\text{s}$ ～ $10\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$1.5\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$10\text{m}^3/\text{s}$ ～ $15\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$3\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$15\text{m}^3/\text{s}$ ～ $20\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$4\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$20\text{m}^3/\text{s}$ ～	$4.5\text{m}^3/\text{s}$ 以内

③予備放流手続き開始の判断雨量

洪水発生と累加雨量の関連性を確認するため、丸山ダム流域を含む地域で過去の大雨・洪水警報が発令された30出水（平成以降の16年間：平成元年1月～平成16年12月：武庫川の流出解析に使用した出水）を基に、累加雨量とダムへの流入量*の関係を図3.7に整理した。

※丸山ダムでは、観測記録が十分でないため、ダムへの流入量は、武庫川の流出計算モデルを使用して算出した。

青色の線は、ダムへの流入量が $40\text{m}^3/\text{s}$ 以上となる累加雨量を求めるために、累加雨量毎のピーク流量の最大値を包絡する線を描いたものである。この図から、 $40\text{m}^3/\text{s}$ 以上のピーク流入量となるには 110mm 以上の累加雨量が必要であることが推察できる。

このため、予備放流手続き開始の判断雨量は 110mm とする。

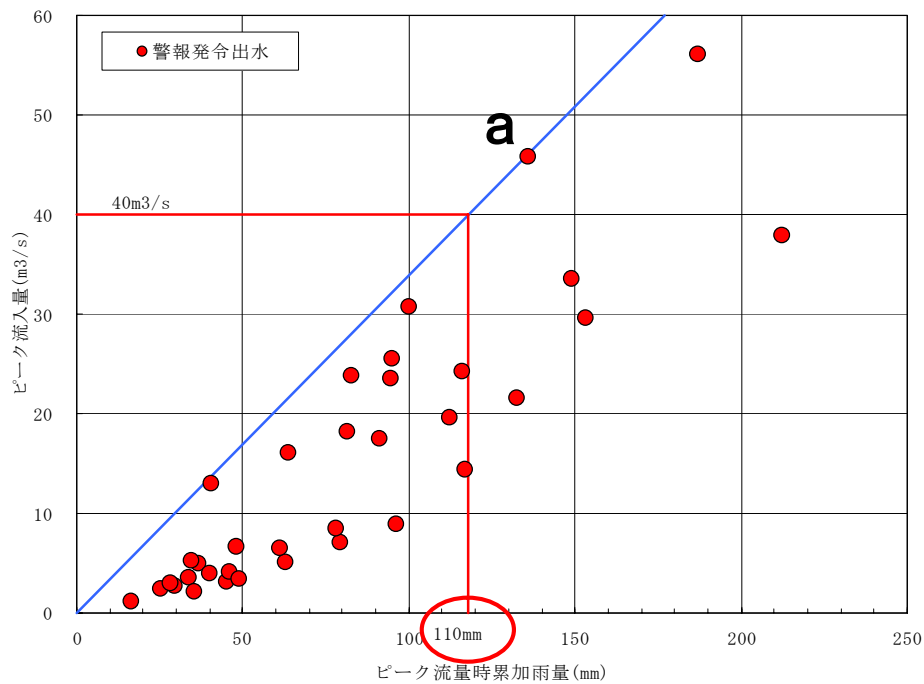


図 3.7 ピーク流入量時の累加雨量とピーク流入量の関係

④使用する降雨予測

使用する降雨予測は、青野ダムの予備放流シミュレーションで使用したのと同じ降雨予測を使用する。

丸山ダムにおける予測雨量は、丸山ダム流域を含む2メッシュにおける各予測雨量の平均値とした。

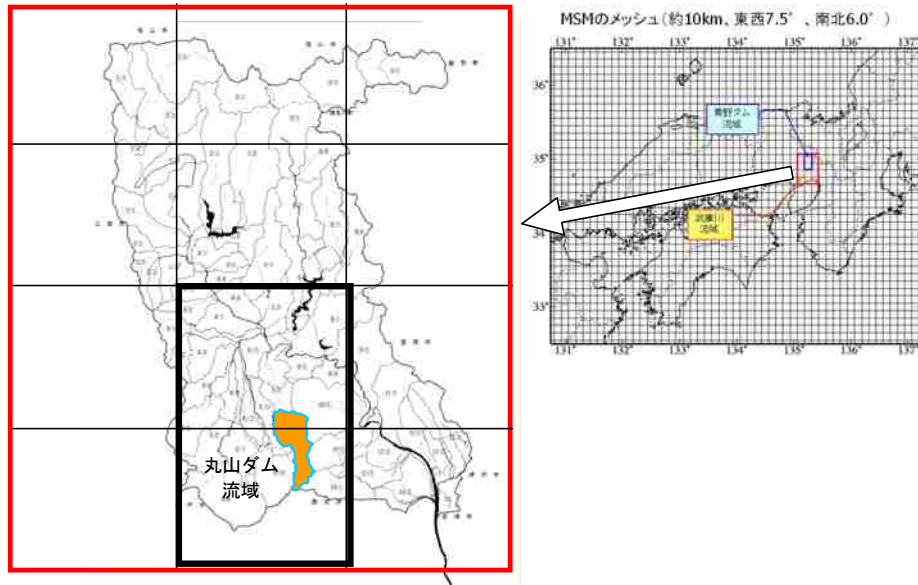


図 3.8 降雨予測のメッシュ (10km)

⑤予備放流手続き開始の時期

丸山ダムにおける予備放流の検討では、青野ダムと同様に、降雨に関する注意報または、警報が発せられた時に、洪水警戒体制を執った後、予備放流手続き開始の判断雨量に達することが確認できた場合に、下流河川の巡視等を行った上で予備放流を開始する。

なお、予備放流の開始までの手順についても、青野ダムと同様の手順となるため、職員の招集時間等の洪水警戒体制の準備時間および下流河川の巡視等に要する時間は、青野ダムに準じた。

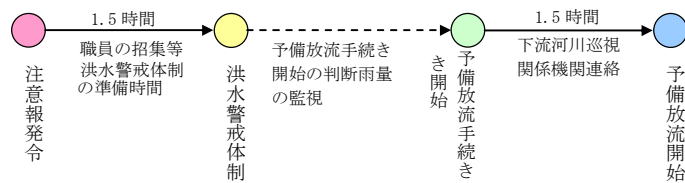


図 3.9 予備放流の開始までの手順

⑥水位回復操作の開始時期

ダムの管理例規集（国土交通省河川環境課監修）において、「洪水警戒体制を解除する判断の基準となる流入量は無害流量（洪水の最小流量）の約半分程度とする。」と解説されていることから、青野ダムと同様に、水位回復操作の開始時期は、洪水調節後に、ダムへの流入量が、 $20\text{m}^3/\text{s}$ 以下となってから1時間（気象水象の傾向を確認する時間を考慮）後とする。

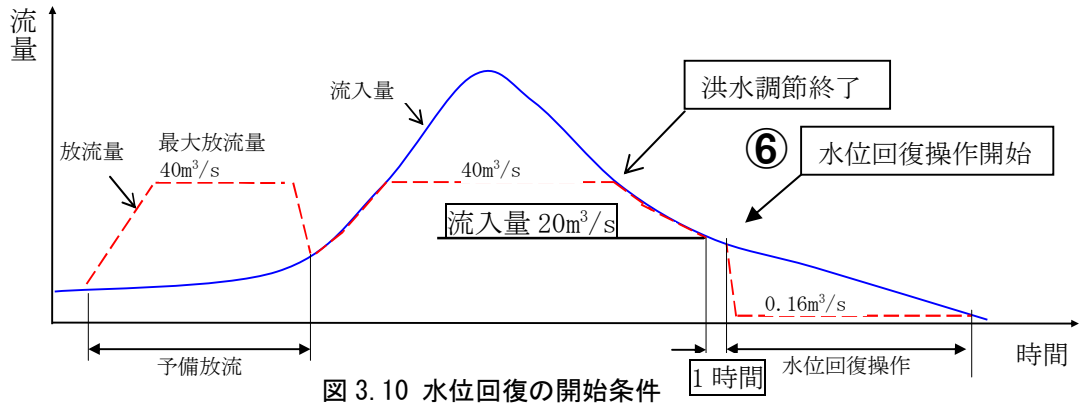


図 3.10 水位回復の開始条件

注) 流入量が洪水量 $40\text{m}^3/\text{s}$ に達しない場合は、注意報・警報が解除されて、1 時間後から水位回復操作を開始する。

⑦予備放流シミュレーションに用いる出水の抽出

予備放流は、洪水の発生が予測される場合に行うものであり、丸山ダムにおいては、図 3.7 のとおり、累加雨量が少なくとも 110mm 以上必要である。このため、予備放流シミュレーションは、累加雨量が 110mm 以上となる出水（実績累加雨量または、降雨予測による累加雨量が 110mm を超えるもの）を対象に行う。対象出水は、実績雨量により抽出した 6 出水と予測降雨量により抽出された 1 出水の合計 7 出水となる。

(2) 予備放流シミュレーションを踏まえた検討結果

設定した条件により、予備放流シミュレーションを行った結果は、表 3.7 のとおりとなった。

この結果を評価（表 3.6 に示す出水を除く）すると、予備放流により、確実に確保できる予備放流可能量は 40 万 m³ が上限であるが（表 3.7：黄色の着色部分）、放流前の水位に回復するのに、1 年近く（254 日）の日数を要し、予備放流後の水位回復の確実性に課題がある。

予備放流可能量を 30 万 m³ にすれば、8 日（表 3.7：黄色の着色の黒太枠部分）以内に放流前の水位に回復することから、治水上と利水上の双方の要件を満たす予備放流容量は 30 万 m³ となる。

しかしながら、予測降雨量による検証が 1 出水のみと少ないうえ、実績降雨に基づくシミュレーション^{※1}と合わせても 7 出水と少ない。

また、時間毎の実績流入量データがなく^{※2}、流域面積が小さいダムは洪水到達時間が短く予備放流が間に合わない可能性がある^{※3}ことから、放流確実性が確認できないため、洪水調節容量に見込むことはできない。

※1 H14 年度以前は降雨予測が行われていなかったため、シミュレーションでは、正確に降雨量を予測できると仮定して予測降雨量の代わりに実績降雨量を使用（7 出水中 6 出水）

※2 シミュレーションでは、ダム周辺の実績降雨量から算出した流量をダムへの実績流入量として代用

※3 流域面積が小さなダム（50km²以下、丸山ダムは 8km²）は、洪水到達時間が短く、突発的な洪水が起りやすいため、ゲート操作による放流を十分な安全性を確保して行うことが困難な場合が多い（出典：ダムの弾力的管理試験の手引き）

表 3.6 予備放流シミュレーション評価から除外した出水と除外理由

出水 No.	理由
No. 23	このケースは、渇水で土地が極度の乾燥状態であったため、累加雨量の多さに比べて、流出量が極端に少なく、放流すると水位が回復しにくいケースである。このような渇水状態であったため、洪水前の実際の水位も、常時満水位を大きく割り込んで、予備放流水位以下に低下していることから、予備放流が不要で、シミュレーションの対象とする必要が無いケースである。

表 3.7 予備放流シミュレーション結果 (最大放流量 40m³/s)

放流開始判断	No.	最大流入量日時			ピーク流入量 (m ³ /s)	累加雨量 (mm)	(実績+予測) 累加雨量 (mm)	予備放流容量					水位回復量				
								10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³	10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³
実績降雨による	2	1989/09/03	H1	12:00	30	154		○	○	○	○	○	2日	2日	3日	4日	6日
	7	1992/08/19	H4	22:00	33	153		○	○	○	○	○	常満以上	5日	6日	50日	51日
	11	1995/05/12	H7	07:00	21	182		○	○	○	○	○	1日	3日	3日	4日	5日
	19	1998/10/18	H10	02:00	38	212		○	○	○	○	○	1日	2日	8日	254日	254日
	21	1999/06/29	H11	19:00	46	198		○	○	○	○	×	(46)	1日	2日	3日	5日
23	2000/09/11	H12	19:00	17	162		○	○	○	○	○	42日	50日	51日	51日	51日	
降雨予測による	28	2004/10/20	H16	18:00	56	190	191	○	○	○	○	○	常満以上	1日	3日	5日	8日

○：予備放流ができた。

×：予備放流不可能(時間不足)

括弧書きは予備放流で確保できた容量を示す。(単位：約 万m³)

水位回復の欄中の数字は水位回復までに要する日数

参考 丸山ダムで実施した最大放流量 40m³/s 以外の予備放流シミュレーションの結果（1 / 4）

1 最大放流量 23m³/s の場合の予備放流シミュレーションの結果

予備放流により、確実に確保できる予備放流容量は 0.1 万 m³ が上限である。（表 3.9：黄色の着色部分）また、予備放流容量 0.1 万 m³ であれば、放流前の水位（本シミュレーションでは常時満水位）に 1 日以内で回復することが確認できた。

（予備放流手続き開始の判断雨量 60mm）

2 最大放流量 30m³/s の場合の予備放流シミュレーションの実施結果

予備放流により、確実に確保できる予備放流容量は 10 万 m³ が上限である。（表 3.10：黄色の着色部分）また、予備放流容量 10 万 m³ であれば、放流前の水位（本シミュレーションでは常時満水位）に 20 日以内で回復することが確認できた。

（予備放流手続き開始の判断雨量 80mm）

3 最大放流量 50m³/s の場合の予備放流シミュレーションの実施結果

予備放流により、確実に確保できる予備放流容量は 50 万 m³ が上限である。（表 3.11：黄色の着色部分）一方、予備放流前の水位に回復できる予備放流容量は、回復日数が最長で 6 日となっている 20 万 m³ が上限である。（表 3.10：黄色の着色の黒太枠部分）

（予備放流手続き開始の判断雨量 140mm）

4 最大放流量 60m³/s の場合の予備放流シミュレーションの実施結果

予備放流により、確実に確保できる予備放流容量は 50 万 m³ が上限である。（表 3.12：黄色の着色部分）一方、予備放流前の水位に回復できる予備放流容量は、回復日数が最長で 6 日となっている 20 万 m³ が上限である。（表 3.11：黄色の着色の黒太枠部分）

（予備放流手続き開始の判断雨量 170mm）

5 結果のまとめ

以上の結果から、最大放流量を 40 とした場合に、最も大きな予備放流容量が確保できる。

表 3.8 シミュレーション結果のまとめ

最大放流量	23m ³ /s	30m ³ /s	40m ³ /s	50m ³ /s	60m ³ /s
予備放流容量	0.1 万 m ³	10 万 m ³	30 万 m ³ (最大)	20 万 m ³	20 万 m ³

参考 丸山ダムで実施した最大放流量 40m³/s 以外の予備放流シミュレーションの結果 (2/4)

表 3.9 予備放流シミュレーション結果 (最大放流量 23m³/s)

放流開始判断	No.	最大流入量日時			ピーク流入量 (m ³ /s)	累加雨量 (mm)	(実績+予測) 累加雨量 (mm)	予備放流可能量					水位回復量				
								10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³	10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³
実績降雨による	1	1989/05/07	H1	05:00	5	65		※					※				
	2	1989/09/03	H1	12:00	30	154		○	○	○	○	○	1日	2日	3日	4日	5日
	3	1990/06/09	H2	14:00	9	83		○	○	○	×(31)	×(31)	1日	6日	7日	7日	7日
	4	1990/07/03	H2	11:00	6	74		○	×(10)	×(10)	×(10)	×(10)	1日	1日	1日	1日	1日
	5	1992/06/24	H4	03:00	8	91		○	○	○	○	○	1日	1日	1日	7日	7日
	6	1992/08/09	H4	02:00	9	75		○	○	○	○	○	1日	5日	10日	10日	10日
	7	1992/08/19	H4	22:00	33	153		○	○	○	○	○	常満以上	5日	6日	50日	51日
	8	1993/07/05	H5	03:00	30	108		×(1.7)	×(1.7)	×(1.7)	×(1.7)	×(1.7)	1日	1日	1日	1日	1日
	9	1993/09/30	H5	12:00	6	80		○	○	○	○	○	2日	9日	13日	91日	91日
	10	1994/04/12	H6	19:00	8	72		※					※				
	11	1995/05/12	H7	07:00	21	182		○	○	○	○	○	1日	2日	3日	4日	4日
	12	1996/08/14	H16	23:00	16	80		○	×(16)	×(16)	×(16)	×(16)	29日	29日	29日	29日	29日
	13	1996/09/13	H16	21:00	11	88		○	○	○	○	○	20日	30日	30日	31日	32日
	14	1997/06/28	H9	20:00	10	67		○	○	○	○	○	11日	13日	14日	14日	14日
	15	1997/09/26	H9	04:00	5	60		※					※				
	16	1998/05/17	H10	01:00	9	69		○	○	○	○	×(45)	8日	12日	12日	14日	16日
	17	1998/05/29	H10	03:00	6	71		○	○	○	○	○	4日	5日	9日	18日	21日
	18	1998/06/19	H10	21:00	5	64		○	○	○	○	○	1日	2日	4日	13日	22日
	19	1998/10/18	H10	02:00	38	212		○	○	○	○	○	常満以上	1日	6日	253日	254日
	20	1999/05/27	H11	07:00	8	60		※					※				
	21	1999/06/29	H11	19:00	46	198		○	×(17)	×(17)	×(17)	×(17)	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上
	22	1999/09/15	H11	13:00	7	80		○	○	○	○	○	2日	7日	10日	24日	1年以上
	23	2000/09/11	H12	19:00	17	162		○	○	○	○	○	42日	50日	51日	51日	51日
	24	2001/08/02	H13	18:00	17	81		※					※				
降雨予測による	25	2003/08/09	H15	07:00	8	82	82	○	○	○	○	○	1日	1日	5日	5日	6日
	26	2004/08/31	H16	02:00	25	95	95	×(0.1)	×(0.1)	×(0.1)	×(0.1)	×(0.1)	1日	1日	1日	1日	1日
	27	2004/09/29	H16	23:00	15	64	64	※					※				
	28	2004/10/20	H16	18:00	56	190	191	○	○	○	○	×(45)	常満以上	3日	5日	7日	9日

○：予備放流ができた。 括弧書きは予備放流で確保できた容量を示す。(単位：約 万m³)
 ×：予備放流不可能(時間不足) 水位回復の欄中の数字は水位回復までに要する日数
 ※：予備放流開始雨量に達しているが、注意報・警報の発令がないため、予備放流が開始できなかった。しかしながら、実際にはピーク流入量が20m³/s程度と少なく、洪水調節する必要がないため、シミュレーションの対象とする必要が無いケースである。

参考 丸山ダムで実施した最大放流量 40m³/s 以外の予備放流シミュレーションの結果 (3/4)

表 3.10 予備放流シミュレーション結果 (最大放流量 30m³/s)

放流開始判断	No.	最大流入量日時			ピーク流入量 (m ³ /s)	累加雨量 (mm)	(実績+予測) 累加雨量 (mm)	予備放流可能量					水位回復量				
								10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³	10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³
実績降雨による	2	1989/09/03	H1	12:00	30	154		○	○	○	○	○	1日	2日	3日	4日	5日
	3	1990/06/09	H2	14:00	9	83		○	○	○	○	×(45)	1日	6日	7日	7日	7日
	5	1992/06/24	H4	03:00	8	91		○	○	○	○	○	1日	1日	3日	7日	8日
	7	1992/08/19	H4	22:00	33	153		○	○	○	○	○	常満以上	5日	6日	50日	51日
	8	1993/07/05	H5	03:00	30	108		○	×(18)	×(18)	×(18)	×(18)	1日	1日	1日	1日	1日
	11	1995/05/12	H7	07:00	21	182		○	○	○	○	○	常満以上	1日	3日	3日	4日
	12	1996/08/14	H8	23:00	16	80		○	×(13)	×(13)	×(13)	×(13)	常満以上	29日	29日	29日	29日
	13	1996/09/13	H8	21:00	11	88		○	○	○	○	○	20日	30日	30日	31日	32日
	19	1998/10/18	H10	02:00	38	212		○	○	○	○	○	1日	2日	8日	254日	254日
	21	1999/06/29	H11	19:00	46	198		○	○	×(28)	×(28)	×(28)	常満以上	1日	3日	3日	3日
	22	1999/09/15	H11	13:00	7	80		○	○	○	○	○	2日	7日	10日	24日	1年以上
降雨予測による	23	2000/09/11	H12	19:00	17	162		○	○	○	○	○	42日	50日	51日	51日	51日
	24	2001/08/02	H13	18:00	17	81		※					※				
降雨予測による	25	2003/08/09	H15	07:00	8	82	82	※					※				
	26	2004/08/31	H16	02:00	25	95	95	○	×(11)	×(11)	×(11)	×(11)	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上
	28	2004/10/20	H16	18:00	56	190	191	○	○	○	○	○	常満以上	常満以上	1日	4日	5日

表 3.11 予備放流シミュレーション結果 (最大放流量 50m³/s)

放流開始判断	No.	最大流入量日時			ピーク流入量 (m ³ /s)	累加雨量 (mm)	(実績+予測) 累加雨量 (mm)	予備放流可能量					水位回復量				
								10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³	10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³
実績降雨による	2	1989/09/03	H1	12:00	30	154		○	○	○	○	○	2日	2日	3日	4日	6日
	7	1992/08/19	H4	22:00	33	153		○	○	○	○	○	常満以上	5日	6日	50日	51日
	11	1995/05/12	H7	07:00	21	182		○	○	○	○	○	1日	3日	3日	4日	5日
	19	1998/10/18	H10	02:00	38	212		○	○	○	○	○	1日	6日	253日	254日	254日
	21	1999/06/29	H11	19:00	46	198		○	○	○	○	○	1日	3日	5日	18日	79日
降雨予測による	23	2000/09/11	H12	19:00	17	162		○	○	○	○	○	42日	50日	51日	51日	51日
降雨予測による	28	2004/10/20	H16	18:00	56	190	191	○	○	○	○	○	常満以上	常満以上	3日	5日	7日

○：予備放流ができた。
 ×：予備放流不可能(時間不足)
 ※：予備放流開始雨量に達しているが、注意報・警報の発令がないため、予備放流が開始できなかった。しかしながら、実際にはピーク流入量が20m³/s程度と少なく、

括弧書きは予備放流で確保できた容量を示す。(単位：約 万m³)
 水位回復の欄中の数字は水位回復までに要する日数

参考 丸山ダムで実施した最大放流量 40m³/s 以外の予備放流シミュレーションの結果 (4/4)

表 3.12 予備放流シミュレーション結果 (最大放流量 60m³/s)

放流開始 判断	No.	最大流入量日時			ピーク流入 量 (m ³ /s)	累加雨量 (mm)	(実績+予測) 累加雨量 (mm)	予備放流可能量					水位回復量				
								10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³	10万m ³	20万m ³	30万m ³	40万m ³	50万m ³
実績降雨 による	11	1995/05/12	H7	07:00	21	182		○	○	○	○	○	1日	3日	3日	4日	5日
	19	1998/10/18	H10	02:00	38	212		○	○	○	○	○	1日	6日	253日	254日	254日
	21	1999/06/29	H11	19:00	46	198		○	○	○	○	○	1日	3日	5日	18日	79日
降雨予測 による	28	2004/10/20	H16	18:00	56	190	191	○	○	○	○	○	3日	5日	7日	10日	14日

○：予備放流ができた。
×：予備放流不可能(時間不足)

括弧書きは予備放流で確保できた容量を示す。(単位：約 万m³)
水位回復の欄中の数字は水位回復までに要する日数

3 千苜ダムでの検討（①予備放流）

（1）予備放流シミュレーションの条件設定

予備放流シミュレーションは、以下のとおり条件を設定して行った。

①最大放流量

予備放流の放流量は、高水敷等における河川利用者の安全性確保や、ダムからの放流水が河川から周辺地に溢れるような被害防止のため、安全な放流量以下に制限する必要がある。

千苜ダム下流の羽東川の最小流下能力は $360\text{m}^3/\text{s}$ であり、この流量であれば羽東川合流後の武庫川の高水敷は浸水しないため、予備放流の最大放流量は $360\text{m}^3/\text{s}$ とする。

②放流量の増加割合

河川内に立ち入っている利用者の安全を確保するため、急激な水位上昇が生じないように、予備放流の放流量増加割合を制限する必要があるため、予備放流の放流量増加割合を表 3.13 のとおり制限する。

表 3.13 千苜ダムの放流量増加割合

直前におけるダムからの放流量	10分における放流量の増加割合
$5\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$1.1\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$5\text{m}^3/\text{s} \sim 10\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$2.5\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$10\text{m}^3/\text{s} \sim 20\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$3.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$20\text{m}^3/\text{s} \sim 30\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$5.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$30\text{m}^3/\text{s} \sim 40\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$6.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$40\text{m}^3/\text{s} \sim 50\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$7.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$50\text{m}^3/\text{s} \sim 70\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$8.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$70\text{m}^3/\text{s} \sim 80\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$9.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$80\text{m}^3/\text{s} \sim 100\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$10.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$100\text{m}^3/\text{s} \sim 120\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$11.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$120\text{m}^3/\text{s} \sim 140\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$12.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$140\text{m}^3/\text{s} \sim 160\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$13.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$160\text{m}^3/\text{s} \sim 180\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$14.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$180\text{m}^3/\text{s} \sim 200\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$15.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$200\text{m}^3/\text{s} \sim 230\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$16.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$230\text{m}^3/\text{s} \sim 260\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$17.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$260\text{m}^3/\text{s} \sim 290\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$18.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$290\text{m}^3/\text{s} \sim 320\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$19.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$320\text{m}^3/\text{s} \sim 350\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$20.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$350\text{m}^3/\text{s} \sim 360\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$21.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内

③ 予備放流手続き開始の判断雨量

洪水発生と累加雨量の関連性を確認するため、千苺ダム流域で過去に大雨・洪水警報が発令された 56 出水（流入量の記録が神戸市で保存されている期間：H7 年 4 月～H19 年 12 月）を基に、累加雨量とダムへの流入量の関係を図 3.11 に整理した。

青色の線は、ダムへの流入量が $360\text{m}^3/\text{s}$ 以上となる累加雨量を求めるために、累加雨量毎のピーク流量の最大値を包絡する線を描いたものである。この図から、 $360\text{m}^3/\text{s}$ 以上のピーク流入量となるには 140mm 以上の累加雨量が必要であることが推察できる。

このため、予備放流手続き開始の判断雨量は 140mm とする。

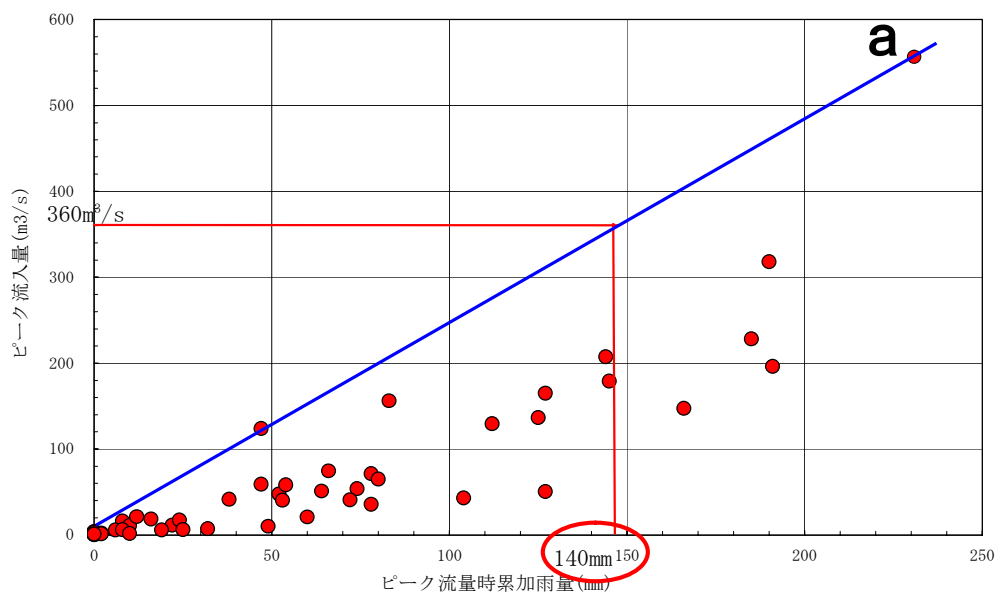


図 3.11 ピーク流量時累加雨量とピーク流量の関係

④使用する降雨予測

使用する降雨予測は、青野ダムの予備放流シミュレーションで使用したのと同じ降雨予測を使用する。

千苅ダムにおける予測雨量は、千苅ダム流域を含む5メッシュにおける各予測雨量の平均値とした。

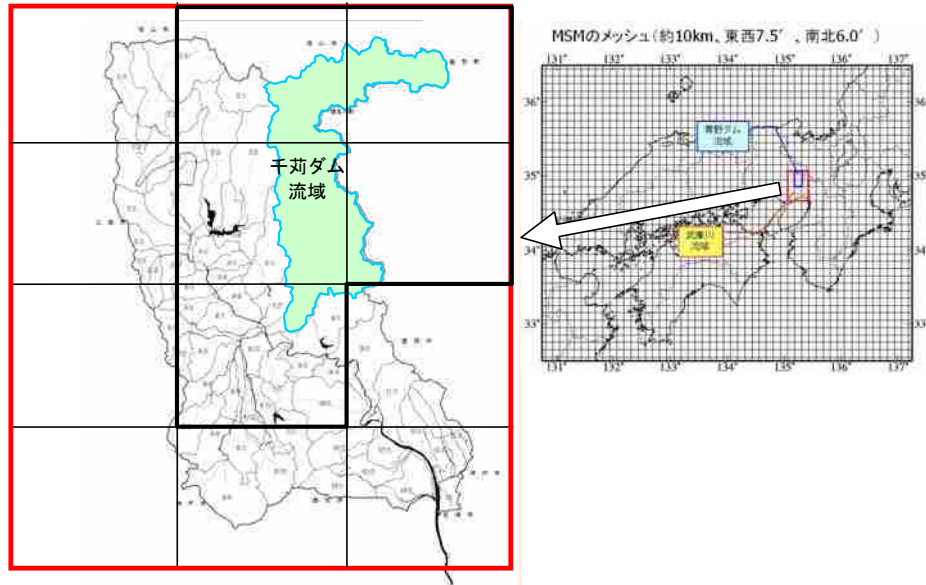


図 3.12 降雨予測のメッシュ (10km)

⑤予備放流手続き開始の時期

千苅ダムにおける予備放流の検討では、青野ダムと同様に、降雨に関する注意報または、警報が発せられた時に、洪水警戒体制を執った後、予備放流手続き開始の判断雨量に達することが確認できた場合に、下流河川の巡視等を行った上で予備放流を開始する。

なお、予備放流の開始までの手順についても、青野ダムと同様の手順となるため、職員の招集時間等の洪水警戒体制の準備時間および下流河川の巡視等に要する時間は、青野ダムに準じた。

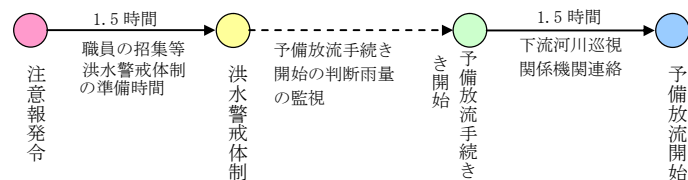


図 3.13 予備放流の開始までの手順

⑥水位回復操作の開始時期

丸山ダムと同様に、ダムの管理例規集（国土交通省河川環境課監修）に基づき、水位回復操作の開始時期は、洪水調節後に、ダムへの流入量が、 $180\text{m}^3/\text{s}$ 以下となってから1時間（気象水象の傾向を確認する時間を考慮）後とする。

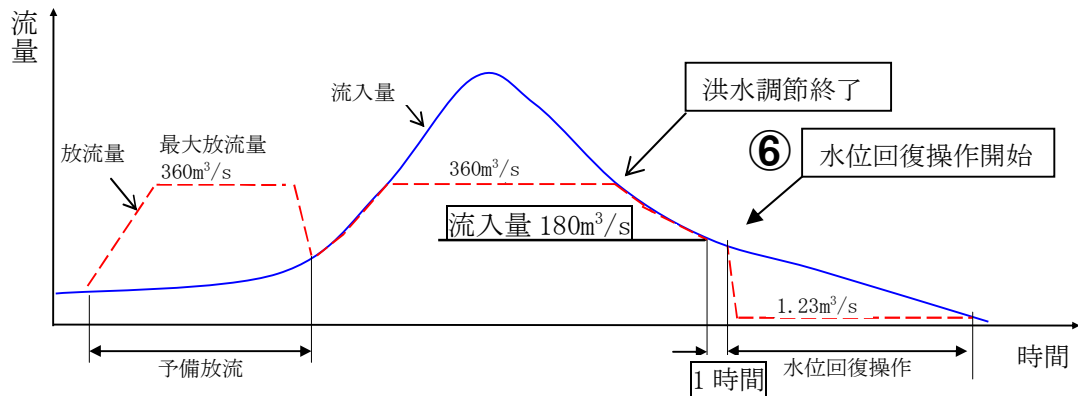


図 3.14 水位回復の開始条件

⑦予備放流シミュレーションに用いる出水の抽出

予備放流は、洪水の発生が予測される場合に行うものであり、千苺ダムにおいては、図 3.11 のとおり、累加雨量が少なくとも 140mm 以上必要である。このため、予備放流シミュレーションは、累加雨量が 140mm 以上となる出水（実績累加雨量または、降雨予測による累加雨量が 140mm を超えるもの）を対象に行う。対象出水は、実績雨量により抽出した 6 出水と予測降雨量により抽出された 2 出水の合計 8 出水となる。

(2) 予備放流シミュレーションを踏まえた検討結果

設定した条件により、予備放流シミュレーションを行った結果は、表 3.12 のとおりとなった。

この結果を踏まえると、予備放流により、確実に確保できる予備放流容量は 500万 m^3 が上限である。（表 3.12：黄色の着色部分）また、予備放流容量 500万 m^3 であれば、放流前の水位に 13 日以内で回復することが確認できた。（表 3.12：黒太枠部分）

しかしながら、予測降雨量による検証が 2 出水と少ないうえ、実績降雨に基づくシミュレーション^{※1}と合わせても 8 出水と少ないため、放流確実性が確認できない。

また、放流確実性が確認できた場合においても、千苺ダムを治水活用する際には、放流設備の新設が必要となることから、この設備の整備に伴う水道事業経営に対する課題^{※2}の解消が必要である。以上のことから、洪水調節容量として見込むことはできない。

※1 H14 年度以前は降雨予測が行われていなかったため、シミュレーションでは、正確に降雨量を予測できると仮定して予測降雨量の代わりに実績降雨量を使用(8 出水中 6 出水)

※2 内容については、第 6 章千苺ダムの改造についての検討に記載。

表 3.12 予備放流シミュレーション結果

放流開始 判断	No.	最大流入量日時			ピーク 流入量 (m ³ /s)	累加雨量 (mm)	(実績+予測) 累加雨量 (mm)	予備放流可能量				水位回復日数			
								300万m ³	400万m ³	500万m ³	600万m ³	300万m ³	400万m ³	500万m ³	600万m ³
実績降雨 による	1	1995/05/12	H7	16:00	147	166		○	○	○	○	1日	1日	2日	2日
	2	1995/07/03	H7	15:00	58	171		○	○	○	○	5日	8日	13日	16日
	4	1996/08/28	H8	11:00	207	195		○	○	○	○	1日	1日	1日	2日
	7	1998/09/22	H10	17:00	179	146		○	○	○	○	2日	3日	3日	4日
	8	1998/10/18	H10	03:00	228	185		○	○	○	○	1日	2日	3日	5日
	9	1999/06/30	H11	00:00	318	196		○	○	○	○	1日	1日	2日	3日
降雨予測 による	17	2004/10/20	H16	19:00	551	241	241	○	○	○	×(555)	1日	1日	1日	1日
	19	2006/07/19	H18	08:00	196	196		○	○	○	○	1日	1日	1日	2日

○：予備放流ができた。

×：予備放流ができなかった(時間不足)。

括弧書きは予備放流で確保できた容量を示す。(単位：約 万m³)
水位回復量の欄中の数字は水位回復までに要する日数。

第4章 洪水調節容量の確保についての検討 (②洪水期水位活用)

丸山ダムは1年を通して、千苧ダムは洪水期に限定して、常時満水位より水位を下げ、容量に余裕を持たせている。この容量を治水に転用することについて検討する。

第1節 検討方法

洪水期水位活用は、洪水期（通年の場合を含む）に洪水に備えて水位を下げている場合に、その容量を治水に活用するものである。

運用状況を確認し、洪水期の水位と常時満水位の間の容量を算出した。その結果を踏まえて、洪水調節容量を設定した。

(検討フローは図4.1参照)

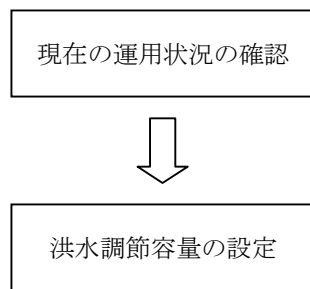
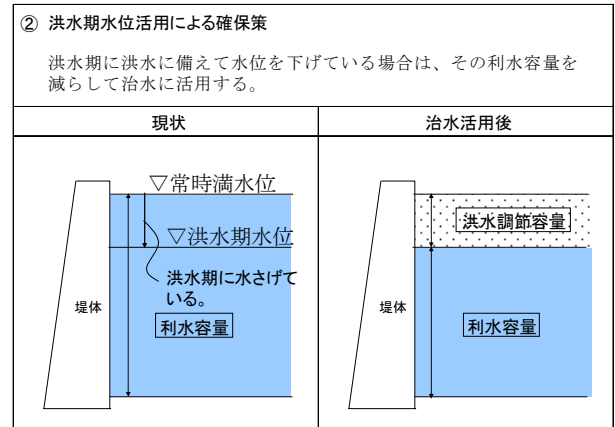


図4.1 検討フロー



第2節 洪水期水位活用についての検討内容と検討結果

1 丸山ダムでの検討 (②洪水期水位活用)

(1) 運用状況

丸山ダムでは、年間を通して常時満水位から1.5m下げた水位(洪水期水位)で運用している。

(2) 洪水調節容量の設定

常時満水位～洪水期水位に相当する容量は37万 m³である。(図4.2)

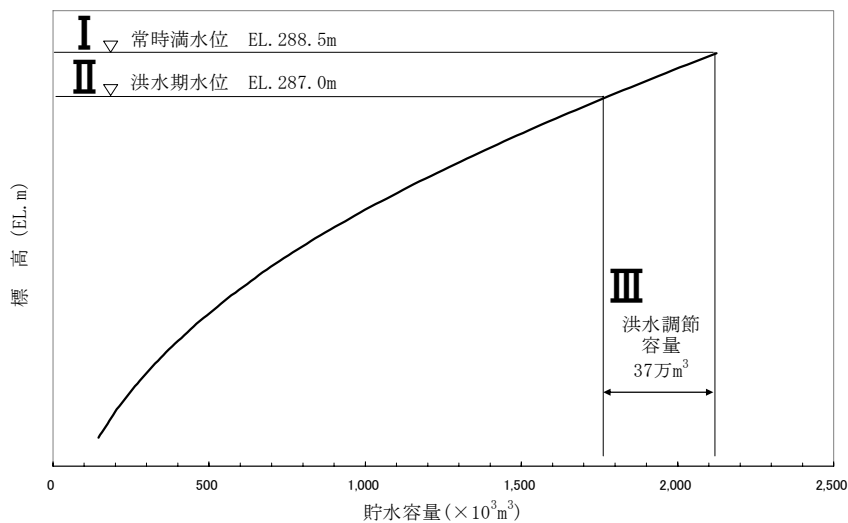


図4.2 丸山ダムH-V曲線

(3) サーチャージ水位と洪水調節に使用できる容量

1) 丸山ダムの水位の概要

ダムを設計する場合には、表 4.1 のとおり、構造の基準となる水位を設定する必要がある。

丸山ダムの場合、利水ダムとして供用済みで、既に、図 4.3 左図のとおり、設計洪水水位と常時満水位が設定されている。洪水期制限水位活用による治水活用後は図 4.3 右図のとおり、常時満水位を 287.0m に下げることとなる。

一方、洪水調節時の最高水位であるサーチャージ水位は、利水ダムであるため設定されていない。サーチャージ水位を設定して、使用できる洪水調節容量を確認する。

表 4.1 ダムを設計する場合に必要な水位条件

名称	定義
a 設計洪水水位	ダム設計洪水流量時の最高水位
b サーチャージ水位	洪水調節時の最高水位
c 常時満水位	非洪水時に貯留する流水の水位（利水用の満水位）

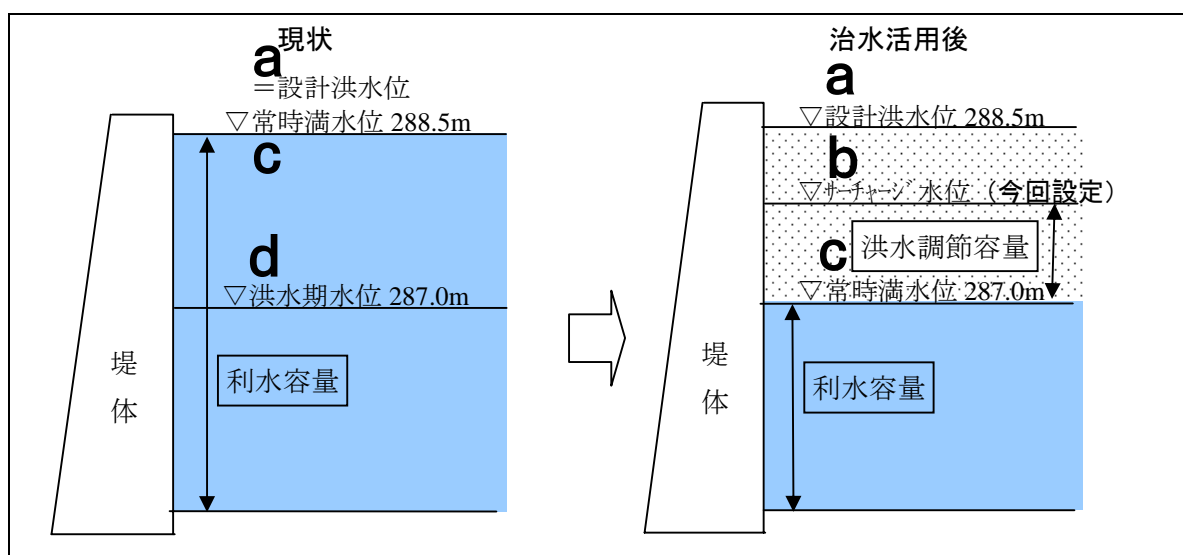


図 4.3 丸山ダムを治水活用した場合の水位

2) サーチャージ水位設定の考え方

サーチャージ水位は次の2点を考慮して設定する必要がある。

① 波浪時の安全性

洪水調節中でサーチャージ水位の時に、波浪があっても水位が堤体の非越流部の高さを超えないこと

② 異常豪雨時の安全性

洪水調節中でサーチャージ水位の時は、ゲート開度は絞った状態（図 4.4 左図）であるが、異常豪雨の発生などにより、急に、設計洪水流量が発生し、ゲートを全開にするまでの間、水位が上昇しても設計洪水位を超えないこと（図 4.4 の右図のようにならないこと）

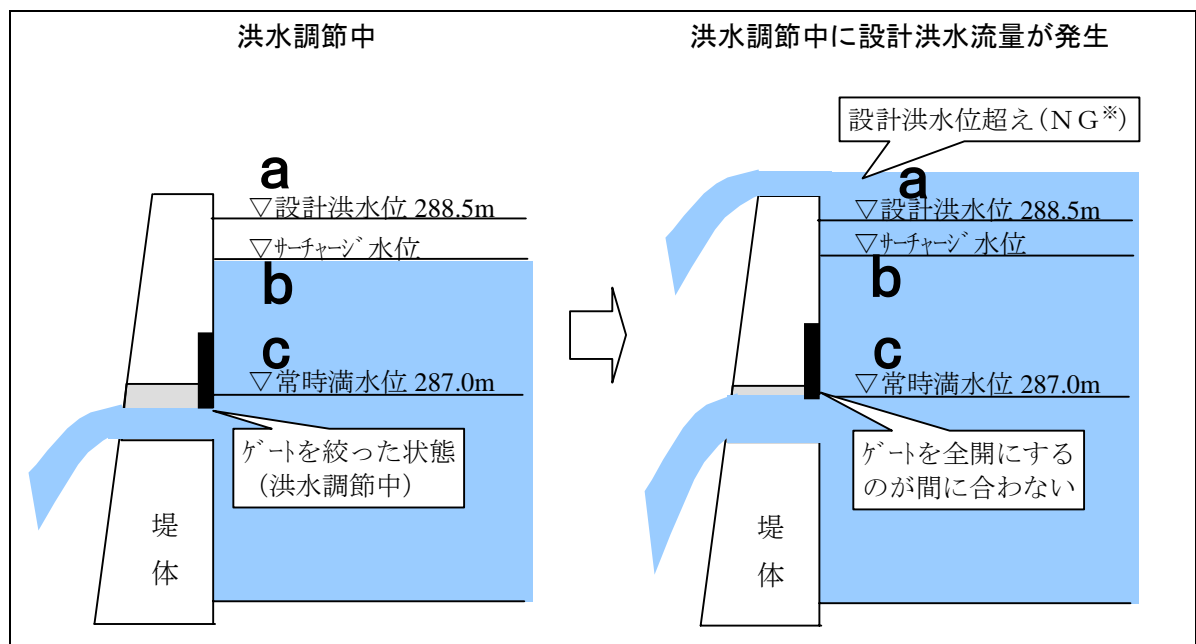


図 4.4 ②で考慮する不具合

※洪水調節時(ゲートを絞って放流量を制限)に、異常豪雨の発生などにより、流入量が設計洪水流量まで急増した場合、設計洪水流量を放流するためにゲートを全開にしていくが、ゲートの開閉速度に制約があるため、流入量に追いつかず、水位が上昇し、設計洪水位を越えてダム堤体の天端から越流する恐れがある。

3) サーチャージ水位の設定と洪水調節に使用できる容量

「②異常豪雨時の安全性」を考慮して、サーチャージ水位を設定すると、サーチャージ水位は 287.7m となり、洪水調節に使用できる容量は 17 万 m³ となる。

なお、「①波浪時の安全性」については、水位が常時満水位の時でも、波浪で水位が堤体の非越流部の高さを超えないことから、設計洪水水位より下にサーチャージ水位がくるため、問題がない。

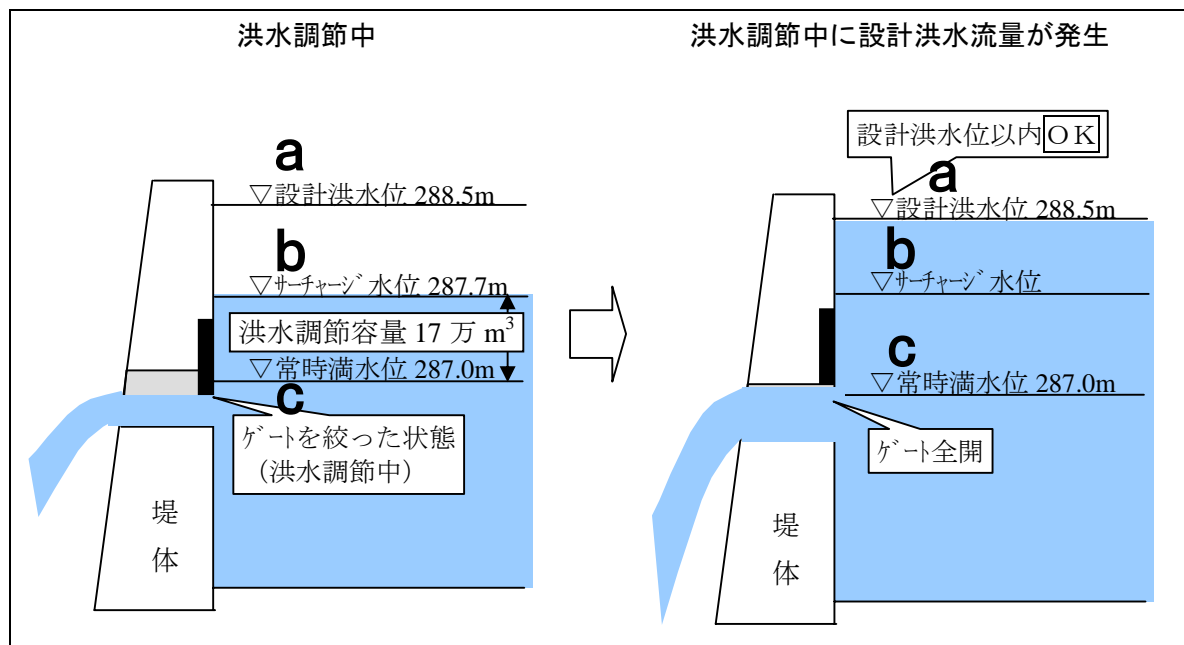


図 4.5 ②を考慮したサーチャージ水位の設定

(4) 検討結果

以上より、丸山ダムの洪水期水位活用による洪水調節容量は 17 万 m³ となるが、洪水調節容量 17 万 m³ で効果量 (甲武橋基準点) を算出すると、わずか 4m³/s (戦後最大洪水) と小さい上、事業費が 14 億円 (通信設備新設、当初建設費用の分担に必要な事業費) と高額であるため、現時点では河川整備計画には位置づけない。

3 千苜ダムでの検討 (②洪水期水位活用)

(1) 運用状況

千苜ダムでは、洪水期には、常時満水位から 1.5m 下げた洪水期制限水水位 (洪水期水位) としている。(千苜ダム操作規程第 10 条)

(2) 洪水調節容量の設定

常時満水位～洪水期水位に相当する容量は 167 万 m³ である。(図 4.6)

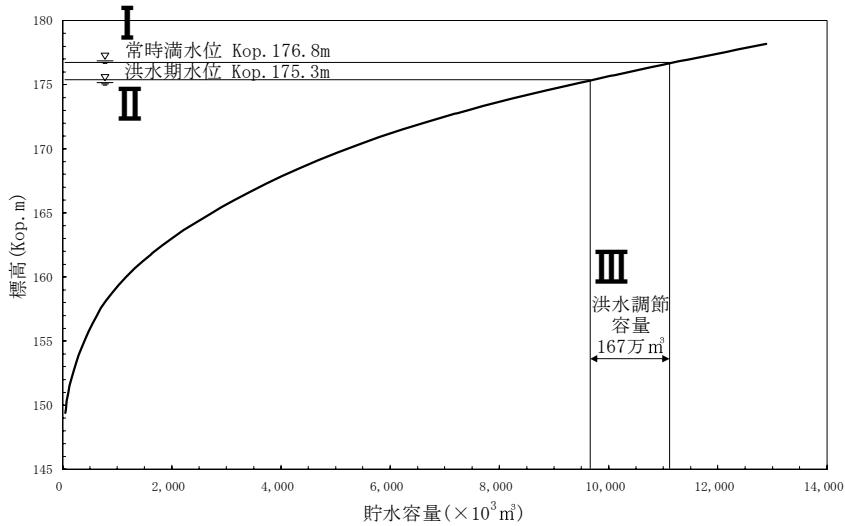


図 4.6 千苜ダムH-V曲線

(3) サーチャージ水位と洪水調節に使用できる容量

1) 千苜ダムの水位の概要

千苜ダムの場合、利水ダムとして供用済みで、既に、図 4.7 左図のとおり、設計洪水水位と常時満水位が設定されている。洪水期水位活用による治水活用後は図 4.7 右図のとおり、常時満水位を 175.3m に下げることとなる。

一方、洪水調節時の最高水位であるサーチャージ水位は、利水ダムであるため設定されていない。放流設備を新設して治水活用する場合の、サーチャージ水位を設定して、使用できる洪水調節容量を確認する。

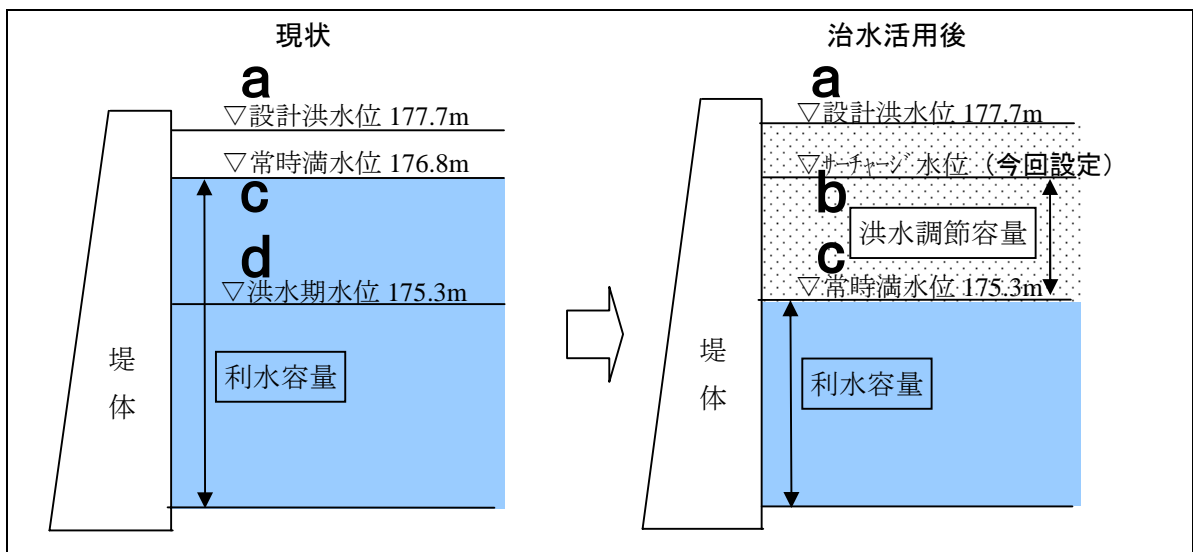


図 4.7 千苜ダムを治水活用した場合の水位

2) サーチャージ水位の設定と洪水調節に使用できる容量

「①波浪時の安全性」を踏まえるとサーチャージ水位は 176.8m 以下にする必要がある。仮にサーチャージ水位を 176.8m とすれば「②異常豪雨時の安全性」についても問題が無いと見做すため、サーチャージ水位を 176.8m とし、洪水調節に使用できる容量は 167 万 m³ となる。

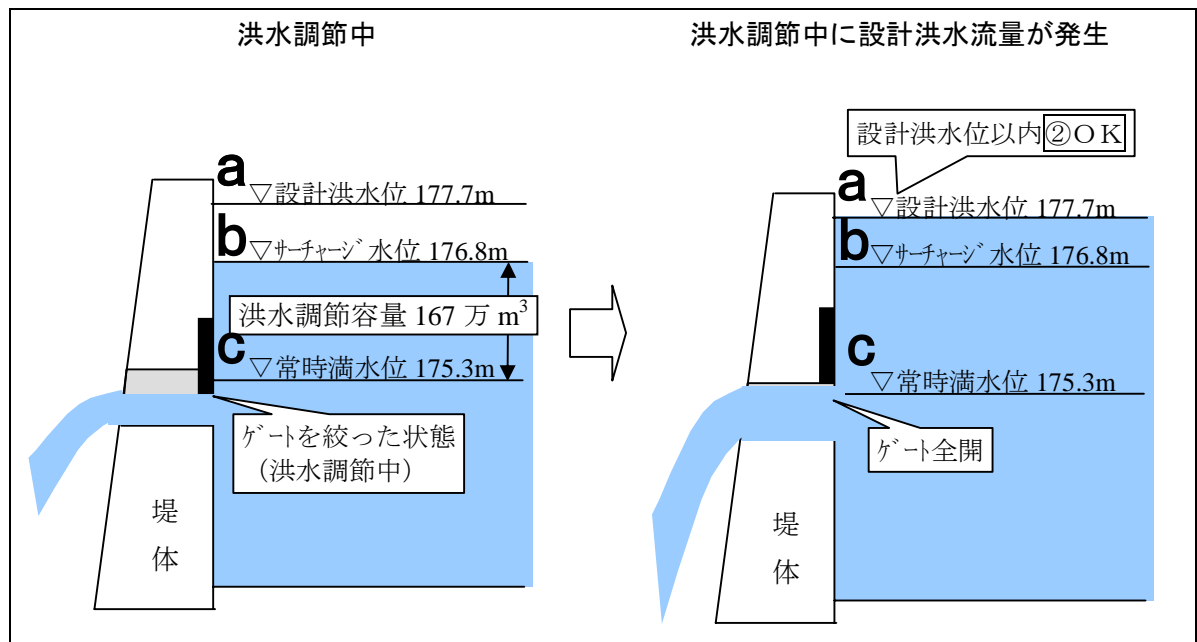


図 4.8②を考慮したサーチャージ水位の設定

(4) 検討結果

以上のことから、千苺ダムの洪水期水位活用による洪水調節容量は 167 万 m³ となる。

しかしながら、千苺ダムを治水活用する際には、放流設備の新設が必要となることから、この設備の整備に伴う水道事業経営に対する課題*の解消が必要である。

* 内容については、第 6 章千苺ダムの改造についての検討に記載。

第5章 洪水調節容量の確保についての検討 (③水源余力活用)

水源の余力活用は、検討対象とするダムと、その関係市の水源の余力分に相当する利水容量を減らして治水に活用するものである。

第1節 検討方法

1 検討の概要

(1) 水源余力の基本的な考え方

水源の余力は、ダム等の水源からの「供給可能量」と「需要量」を比較して判断する。

図5.1のように、供給可能量が需要量を上回る場合は余力があり、下回る場合には余力は無いこととなる。

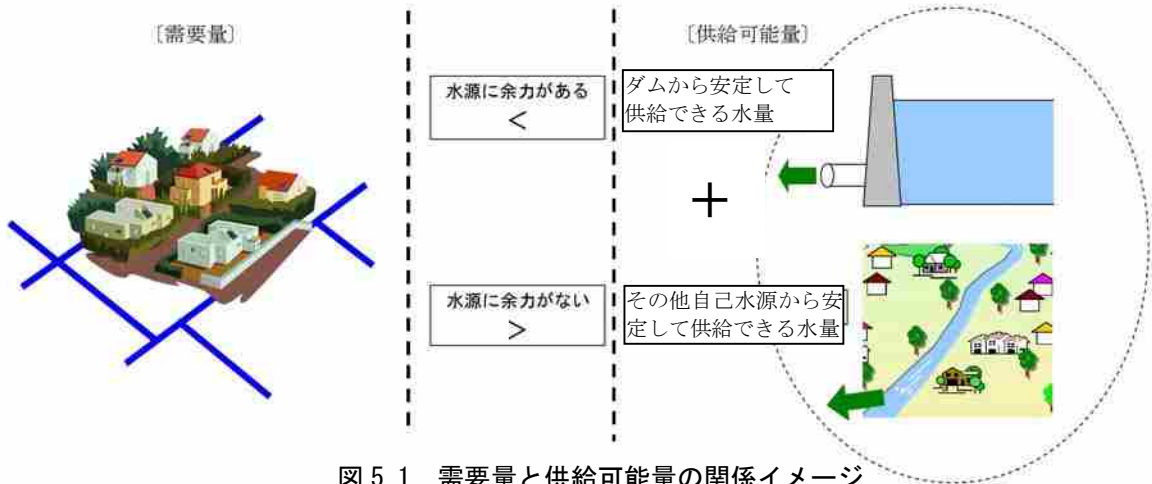
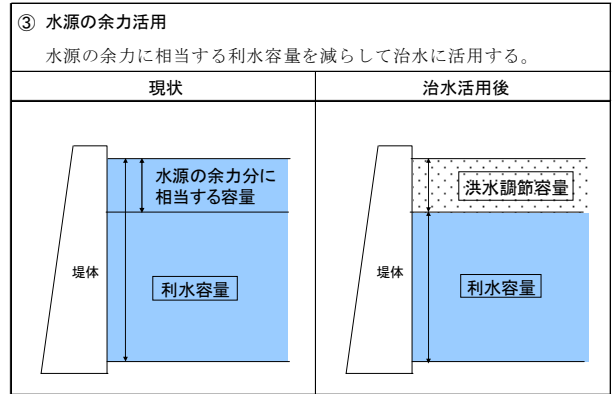


図 5.1 需要量と供給可能量の関係イメージ

(2) 検討の範囲

検討対象ダムだけではなく、共通の供給事業者から取水している関連市からの水融通を考慮するため、関連市についても検討の対象に含む。

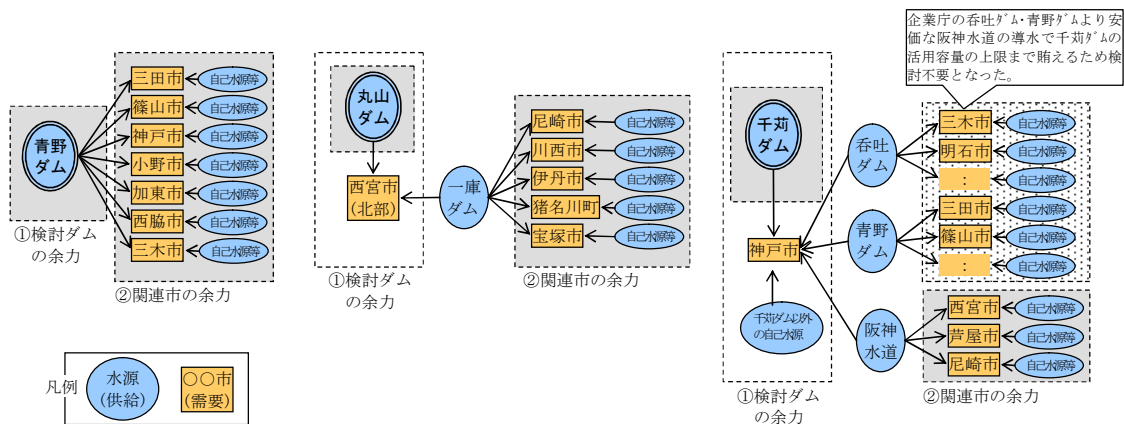


図 5.2 検討範囲の概念図

(3) 供給可能量と需要量の算出の考え方（運用実態を踏まえた検討の実施）

「水道施設設計指針（日本水道協会）」の解説の中で、「貯水施設は計画取水量を安定して確保できるものでなければならない。」、また、「計画取水量は、計画一日最大給水量を基準とし、その他必要に応じ作業用水等を見込むものとする。」と記載されている。

水道計画においては、このように需要量を計画一日最大取水量としているが、実際の需要は、1日最大取水量（1年間で最大の日あたり取水量）が毎日必要になるわけではなく、それ以下の量で変動している。したがって、実際の水源余力を確認するためには、需要量としては、1日最大取水量だけでなく、需要量の総量を表す1日平均取水量（年間取水量を1日あたりに換算したもの）についても検討する必要がある。

また、供給可能量についても、水道計画においては、過去10年の第1位相当の渇水の時でも水源からダム容量をすべて使って取水できる水量としているが、実際には、平成6年にこれを上回る渇水が発生しており、またダムの貯水容量が20%程度になれば、取水制限等が始まり、水道利用者に影響が生じる。

このように、通常の水道事業計画上の水需給と、実際の水需給は異なることから、本検討では、通常の水道事業計画の考え方を使用する「水道計画上の検討」に併せて、県独自の検討方法「運用実態上の検討」を行い、より実態に近い水源余力を確認する。

2 需要量の算出方法

(1) 水道計画上の検討

一般的な水道計画の考え方に基づき、水道計画の目標年次における計画1日最大取水量を需要量とする。（表5.1）

(2) 運用実態上の検討

実際の取水量の変動を考慮して、需要量を、計画1日平均取水量とする。なお、検討の年次は水道計画上の検討との比較を行うため、水道計画上の検討と同様に水道計画の目標年次とする。（表5.1）

表 5.1 需要量

	需要量	検討年次
水道計画上の検討	計画1日最大取水量 ^{※1}	各市等の水道計画の目標年次
運用実態上の検討	計画1日平均取水量 ^{※2}	各市等の水道計画の目標年次

※1 計画1日最大取水量は、1年を通じ1日の取水量が最大のもの

※2 計画1日平均取水量は、年間取水量を1日あたりに換算したもの

3 供給可能量の算出方法

(1) 水道計画上の検討

一般的な水道計画の考え方に基づき、過去10年の第1位相当（過去20年では第2位相当）の渇水の時でも水源から安定して供給できる水量を供給可能量とする。（表5.2）

(2) 運用実態上の検討

近年、全国的に起こった大規模な渇水であり、今後も起こりうる渇水として考え、平成6年の渇水（県内では過去20年の第1位相当の渇水）の時でも水源から安定して供給できる水量を供給可能量とする。（表5.2）

表 5.2 供給可能量

	内 容
水道計画上の検討	過去10年の第1位相当の渇水の時でも水源から安定して供給できる水量
運用実態上の検討	平成6年度渇水時でも安定して供給できる水量

4 水源余力の評価

検討対象ダムおよび関連市の水源については、まず、運用実態上の検討により、余力を確認するとともに、水道計画上の検討により、水道計画の変更が可能であるかのチェックを行うことで、水源余力を設定する。(図 5.3)

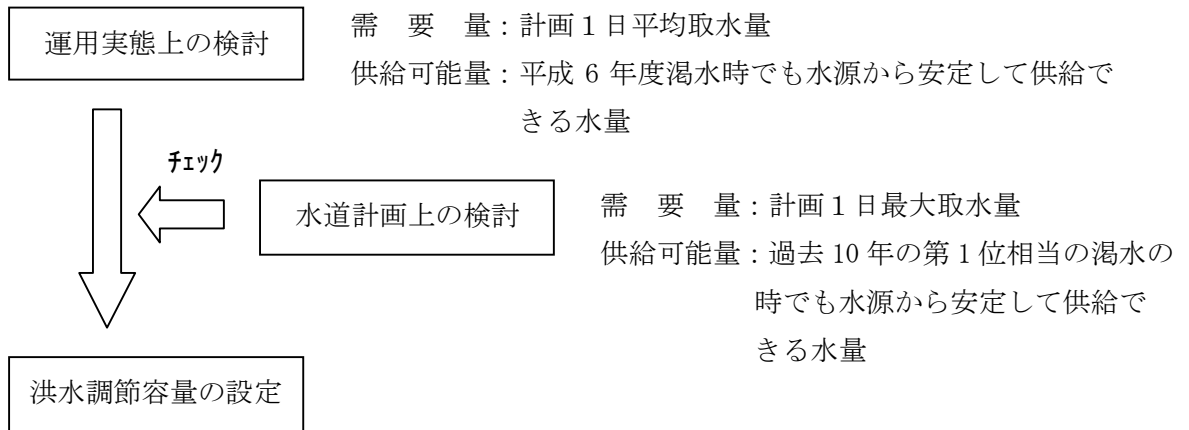


図 5.3 検討フロー

5 洪水調節容量の算出方法

水源余力を活用した治水活用容量の算出は、表 5.3 のとおりとする。

表 5.3 治水活用容量の算出の考え方

	考え方
検討対象ダムの余力	水源の余力分に相当する容量を治水に活用する。
関連市の余力	水源の余力分の水量を検討対象ダムの供給エリアへ導水し、その量に相当する検討対象ダムの利水容量を治水に活用する。

第2節 水源余力活用についての検討内容と検討結果

1 青野ダムでの検討（③水源余力活用）

（1）検討範囲

青野ダムの水は、武庫川本川より取水された後、県営水道の三田浄水場において浄水処理され、神戸市、三田市、篠山市、三木市、加東市、小野市、西脇市に供給される。また、これら関連市では、青野ダム（県営水道）と自己水源の水をあわせて、市内へ供給している。

このため、水源の余力検討の範囲は、図 5.4 のように、治水活用の対象としている青野ダムと、青野ダム（県営水道）から取水している関連市が対象となる。

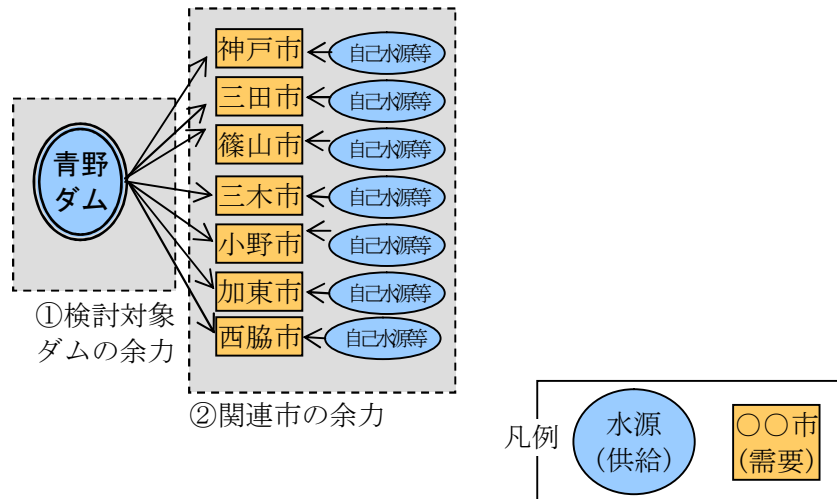


図 5.4 青野ダム関連の検討範囲

(2) 需要量と供給可能量の算出方法

青野ダムと関連市の需要量と供給可能量は、以下のとおり。

1) 青野ダムの余力

県営水道では、現在、平成 35 年を目標年次として、計画給水量の見直しを行っており、需要量はその値を用いた。

また、供給可能量は、運用実態上の検討では、平成 6 年渇水時でも青野ダム（県営水道）から安定して供給できる水量とし、水道計画上の検討では、過去 10 年の第 1 位相当の渇水の時でも青野ダムから安定して供給できる水量とする。

表 5.4 需要量の算出方法

	需要量	検討年次
水道計画上の検討	計画 1 日最大取水量	平成 35 年度
運用実態上の検討	計画 1 日平均取水量	平成 35 年度

表 5.5 供給可能量の算出方法

	供給可能量
水道計画上の検討	過去 10 年の第 1 位相当の渇水の時でも青野ダムから安定して供給できる水量（平成 7 年度）
運用実態上の検討	平成 6 年度渇水時でも青野ダムから安定して供給できる水量

2) 関連市の余力

需要量における計画年次は、青野ダム（県営水道）から取水している関連市の水道計画の目標年次とする。

また、供給可能量は、運用実態上の検討では、平成 6 年渇水時でも青野ダム（県営水道）から安定して供給できる水量※と、各市で保有している自己水源から安定して供給できる水量の合計とし、水道計画上の検討では、過去 10 年の第 1 位相当の渇水の時でも青野ダムから安定して供給できる水量※と、各市で保有している自己水源から安定して供給できる水量の合計とする。

なお、神戸市については、千苺ダムで検討しているため、検討から省く。

※青野ダムからの安定取水量を各市の計画水量で按分した水量

表 5.6 需要量の算出方法

	需要量	検討年次
水道計画上の検討	計画 1 日最大取水量	表 5.7 参照
運用実態上の検討	計画 1 日平均取水量	表 5.7 参照

表 5.7 各市の水道計画の目標年次

関連市	目標年次
三田市	平成 22 年度
篠山市	平成 22 年度
三木市	平成 27 年度
西脇市	平成 30 年度
加東市	平成 29 年度
小野市	平成 28 年度

表 5.8 供給可能量の算出方法

	供給可能量
水道計画上の検討	過去 10 年の第 1 位相当の渇水の時でも各水源から安定して供給できる水量 (各水道計画における計画取水量を採用)
運用実態上の検討	平成 6 年渇水時でも安定して供給できる水量

(3) 需要量と供給可能量から見た余力

1) 青野ダムの余力

表 5.9 により、青野ダムについて需要量と供給可能量を比較したところ、運用実態上、水道計画上のどちらも水源の供給可能量が需要量を下回っており、検討対象ダムの余力はない。

表 5.9 検討対象ダムの余力の検討結果

	需要量 (万 m ³ /日)		供給可能量 (万 m ³ /日)	余力水量 (万 m ³ /日)
青野ダム(水道計画)	9.2	>	6.7	余力なし
(運用実態)	7.4	>	5.2	余力なし

2) 関連市の余力

表 5.10 により、青野ダム（県営水道）から取水している関連市の水道事業について、需要量と水源の供給可能量を比較したところ、運用実態上、水道計画上のどちらも水源の供給可能量が需要量を下回っており、関連市の余力はない。

表 5.10 関連市の余力の検討結果

	需要量 (万 m ³ /日)		供給可能量 (万 m ³ /日)	余力水量 (万 m ³ /日)
三田市 (水道計画)	5.3	>	3.9	余力なし
(運用実態)	4.4	>	2.9	余力なし
篠山市 (水道計画)	2.1	>	1.6	余力なし
(運用実態)	1.7	>	1.4	余力なし
三木市 (水道計画)	0.7	>	0.5	余力なし
(運用実態)	0.6	>	0.4	余力なし
西脇市 (水道計画)	2.0	=	2.0	余力なし
(運用実態)	1.7	=	1.7	余力なし
加東市 (水道計画)	2.1	>	2.0	余力なし
(運用実態)	2.0	>	1.6	余力なし
小野市 (水道計画)	2.6	>	2.3	余力なし
(運用実態)	2.0	>	1.9	余力なし

(4) 検討結果

以上の結果、青野ダムでは、水源余力活用による洪水調節容量は確保できない。

2 丸山ダムでの検討 (③水源余力活用)

(1) 検討範囲

丸山ダムの水は、ダムから直接取水された後、西宮市の丸山浄水場において浄水処理され、一庫ダム（県営水道）からの供給と併せて西宮市北部全域に供給されている。

なお、西宮市の水道事業は、北部と南部とで供給区域が分かれており、相互に水融通できる連絡管は無い。このため、本検討は、図 5.5 のとおり、丸山ダムが関係する北部と、一庫ダム（県営水道）から取水している関連市を対象範囲とした。（伊丹市、川西市、宝塚市、猪名川町、尼崎市の 5 市町）

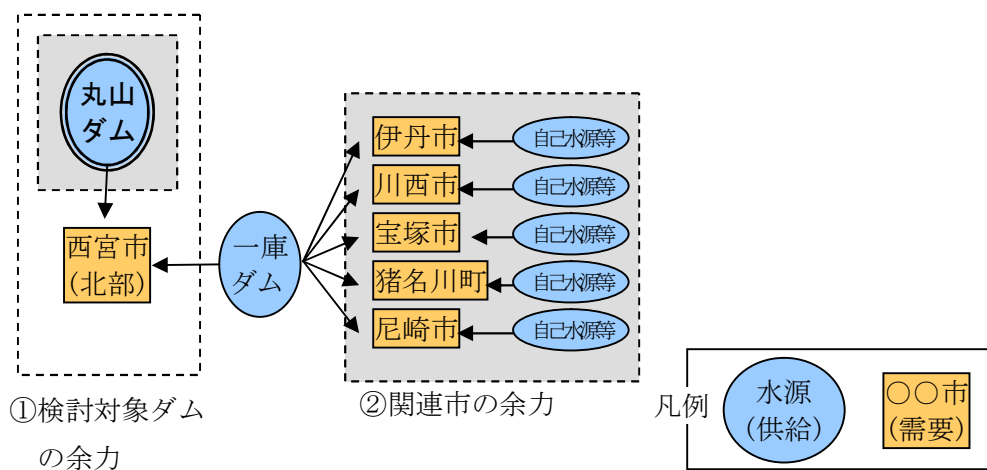


図 5.5 丸山ダム関連の検討範囲

(2) 需要量と供給可能量の算出方法

丸山ダムと関連市の需要量と供給可能量は、以下のとおり。

1) 丸山ダムの余力

丸山ダムは一庫ダム(県営水道)と合わせて西宮市北部全域に水を給水している。渇水の時でも、一庫ダム(県営水道)からは一定量取水できるため、丸山ダムの需要量は、西宮市北部全体の需要量から、その量を差し引いて算出する。

また、供給可能量は、運用実態上の検討では、平成6年渇水時でも丸山ダムから安定して供給できる水量とし、水道計画上の検討では、過去10年の第1位相当の渇水の時でも丸山ダムから安定して供給できる水量とする。

表 5.11 需要量の算出方法

	需要量	検討年次
水道計画上の検討	計画1日最大取水量	平成30年度
運用実態上の検討	計画1日平均取水量	平成30年度

表 5.12 供給可能量の算出方法

	供給可能量
水道計画上の検討	過去10年の第1位相当の渇水の時でも水源から安定して供給できる水量(平成17年度)
運用実態上の検討	平成6年度渇水時でも安定して供給できる水量

2) 関連市の余力

西宮市北部の水源は、丸山ダムの他に、一庫ダム(県営水道)であることから、検討の対象は、一庫ダム(県営水道)に関連する市とする。

需要量における検討年次は、一庫ダム(県営水道)から取水している関連市の水道計画の目標年次とする。

また、供給可能量は、運用実態上の検討では、平成6年渇水時でも一庫ダム(県営水道)から安定して供給できる水量*と、各市で保有している自己水源から安定して供給できる水量の合計とし、水道計画上の検討では、過去10年の第1位相当の渇水の時でも一庫ダム(県営水道)から安定して供給できる水量*と、各市で保有している自己水源から安定して供給できる水量の合計とする。

*一庫ダムから安定して供給できる水量を各市の計画水量で按分した水量

表 5.13 需要量の算出方法

	需要量	検討年次
水道計画上の検討	計画1日最大取水量	表 5.14 参照
運用実態上の検討	計画1日平均取水量	表 5.14 参照

表 5.14 各市の水道計画の目標年次

関連市	目標年次
伊丹市	平成 27 年度
川西市	平成 27 年度
宝塚市	平成 27 年度
猪名川町	平成 21 年度
尼崎市	—※

※ 尼崎市は水道計画の目標年次が平成 20 年度であり、既に、目標年次に達していることから、計画の数値ではなく、実績値（水道計画上の検討では近年 10 年間の日最大取水量が最も多かった年〔平成 10 年度〕の日最大取水量、運用実態上の検討では近年 10 年間の総取水量が最も多かった年〔平成 10 年度〕の日平均取水量）で検討を行う。

表 5.15 供給可能量の算出方法

	供給可能量
水道計画上の検討	過去 10 年の第 1 位相当の渇水の時でも水源から安定して供給できる水量 (各水道計画における計画取水量を採用)
運用実態上の検討	平成 6 年渇水時でも安定して供給できる水量

(3) 需要量と供給可能量から見た余力

1) 丸山ダムの余力

表 5.16 により、丸山ダムについて需要量と供給可能量を比較したところ、水道計画上で 0.2 万 m³/日、運用実態上で 0.1 万 m³/日の余力水量が確認された。

表 5.16 検討対象ダムの余力の検討結果

	需要量 (万 m ³ /日)		供給可能量 (万 m ³ /日)	余力水量 (万 m ³ /日)
丸山ダム(水道計画)	0.8	<	1.0	0.2
(運用実態)	0.7	<	0.8	0.1

このため、水道計画上の検討では、表 5.16 の需要量 0.80 万 m³/日に相当する利水容量は 115 万 m³で、余力分の容量は 90 万 m³となる。(表 5.17)

また、運用実態上の検討の場合は、表 5.16 の需要量 0.74 万 m³/日に相当する利水容量は 133 万 m³で、余力分の容量は 31 万 m³となる。(表 5.17)

表 5.17 余力分の容量

区域	現況利水容量	必要利水容量	余力分の容量
西宮市北部 (水道計画)	205 万 m ³	115 万 m ³	90 万 m ³
(運用実態)	164 万 m ³	133 万 m ³	31 万 m ³

2) 関連市の余力

表 5.18 により、一庫ダム（県営水道）から取水している関連市の水道事業について、需要量と水源の供給可能量を比較したところ、尼崎市において 3.2 万 m³/日の余力水量が確認できた。

尼崎市の余力は、大きな治水効果が期待できる千苺ダムの治水活用にも使用できることから、千苺ダムで使用することを優先する。また、その他の関連市では、運用実態上、水道計画上のどちらでも水源の供給可能量が需要量を下回っており余力はない。

表 5.18 関連市の余力の検討結果

	需要量 (万 m ³ /日)		供給可能量 (万 m ³ /日)	余力水量 (万 m ³ /日)
伊丹市 (水道計画)	12.7	>	9.7	余力なし
(運用実態)	10.0	>	8.1	余力なし
川西市 (水道計画)	9.4	>	6.9	余力なし
(運用実態)	7.0	>	2.7	余力なし
宝塚市 (水道計画)	12.1	>	11.1	余力なし
(運用実態)	9.5	>	7.3	余力なし
猪名川町 (水道計画)	1.9	>	1.2	余力なし
(運用実態)	1.5	>	0.8	余力なし
尼崎市 (水道計画)	23.6	<	26.8	3.2
(運用実態)	20.0	<	24.2	4.2

(4) 検討結果

西宮市北部全体の水源の余力分を全て丸山ダムの余力とすれば、運用実態上で 31 万 m³ 余力分の容量が見込める（表 5.17 黒枠部分）結果となる。この容量は、常時満水位まで貯水していることを前提に算出した余力（図 5.6 右図）であるが、実際には水位を下げて運用（図 5.6 左図）しているため、この 31 万 m³ は、洪水期水位活用の 37 万 m³ で既に見込んでいる量である。

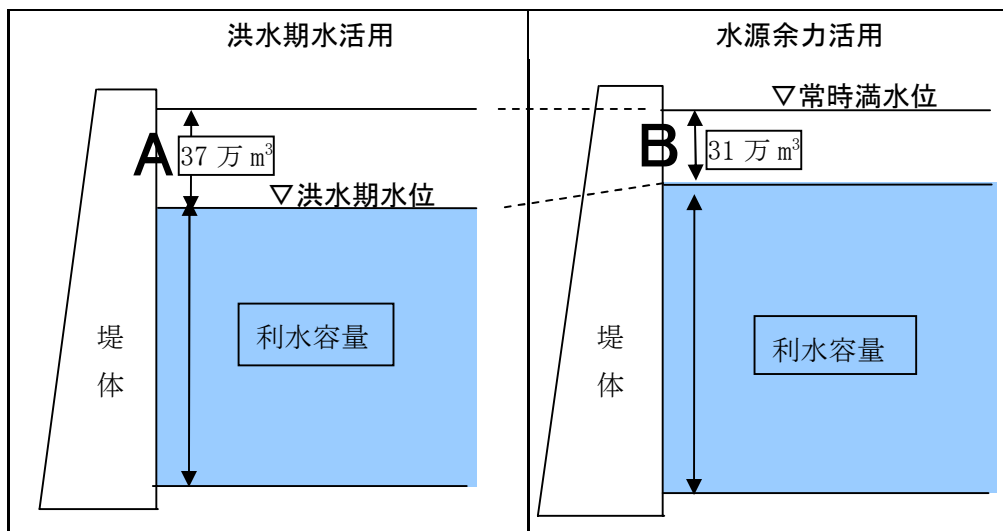


図 5.6 洪水期水位活用と水源余力活用の水位の関係

3 千苺ダムでの検討 (③水源余力活用)

(1) 検討範囲

千苺ダムの水は、図 5.7 のとおり、ダムから直接取水された後、千苺浄水場と上ヶ原浄水場の 2 系統に導水され、神戸市内へ給水されている。

また、神戸市は、千苺ダム、その他の自己水源の他、県営水道(青野ダム、呑吐ダム)、阪神水道から取水している。このため、検討の範囲は、図 5.8 の範囲とするが、このうち、関連市の余力は、県営水道、阪神水道の水を購入して神戸市へ導水することになるため、水道料金がより安価な阪神水道から検討を行うこととする。

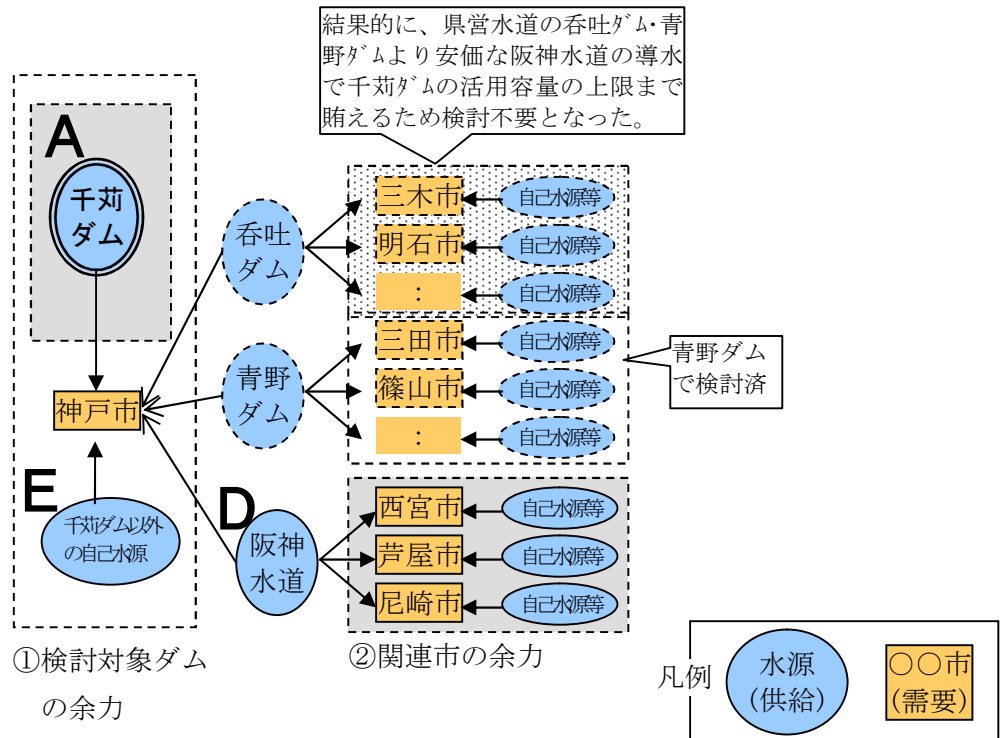
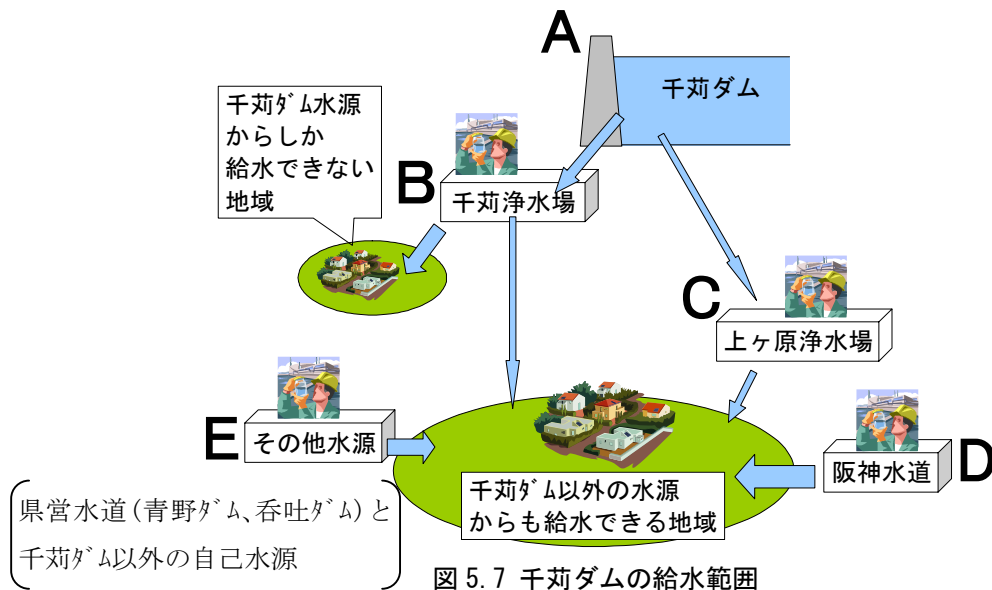


図 5.8 千苺ダム関連の検討範囲

(2) 需要量と供給可能量の算出方法

千苺ダムと関連市の需要量と供給可能量は、以下のとおり。

1) 千苺ダムの余力

千苺ダムは、県営水道、阪神水道および他の水源と合わせて神戸市全域に水を給水している。渇水の時でも、県営水道（青野ダム、呑吐ダム）や阪神水道、その他自己水限からは一定量取水できるため、千苺ダムの需要量は、神戸市全体の需要量から、その量を差し引いて算出する。

また、供給可能量は、運用実態上の検討では、平成6年渇水時に千苺ダムから安定して供給できる水量とし、水道計画上の検討では、過去10年の第1位相当の渇水の時でも千苺ダムから安定して供給できる水量とする。

表 5.19 需要量の算出方法

	需要量	検討年次
水道計画上の検討	計画1日最大取水量	平成27年度
運用実態上の検討	計画1日平均取水量	平成27年度

表 5.20 供給可能量の算出方法

	供給可能量
水道計画上の検討	過去10年の第1位相当の渇水の時でも水源から安定して供給できる水量（平成7年度）
運用実態上の検討	平成6年度渇水時でも安定して供給できる水量

2) 関連市の余力

神戸市の水源は、千苺ダムの他に、県営水道、阪神水道から受水しているが、水道料金がより安価な阪神水道から検討を行う。

需要量における検討年次は、阪神水道から取水している関連市の水道計画の目標年次とする。

また、供給可能量は、運用実態上の検討では、平成6年度渇水時でも阪神水道から安定して供給できる水量*と、各市で保有している自己水源から安定して供給できる水量の合計とし、水道計画上の検討では、過去10年の第1位相当の渇水の時でも阪神水道から安定して供給できる水量*と、各市で保有している自己水源で安定して供給できる水量の合計とする。

※ 阪神水道から安定して取水できる水量を各市の計画水量で按分した水量

表 5.21 需要量の算出方法

	需要量	検討年次
水道計画上の検討	計画1日最大取水量	表 5.22 参照
運用実態上の検討	計画1日平均取水量	表 5.22 参照

表 5.22 各市の水道計画の目標年次

関連市	目標年次
尼崎市	—※
芦屋市	平成 27 年度
西宮市(南部)	平成 21 年度

※ 尼崎市は水道計画の目標年次が平成 20 年度であり、現在、目標年次に達していることから、計画の数値ではなく、実績値（水道計画上の検討では近年 10 年間の日最大取水量が最も多かった年〔平成 10 年度〕の日最大取水量、運用実態上の検討では近年 10 年間の総取水量が最も多かった年〔平成 10 年度〕の日平均取水量）で検討を行う。

表 5.23 供給可能量の算出方法

	供給可能量
水道計画上の検討	過去 10 年の第 1 位相当の渇水の時でも水源から安定して供給できる水量 (各水道計画における計画取水量を採用)
運用実態上の検討	平成 6 年度渇水時にも安定して供給できる水量

(3) 需要量と供給可能量から見た余力

1) 千苺ダムの余力

表 5.24 により、千苺ダムについて需要量と供給可能量を比較したところ、水道計画上、運用実態上のどちらも水源の供給可能量が需要量を下回っており、検討対象ダムの余力はない。

表 5.24 検討対象ダムの余力の検討結果

	需要量 (万 m ³ /日)		供給可能量 (万 m ³ /日)	余力水量 (万 m ³ /日)
千苺ダム(水道計画)	11.4	>	9.0	余力なし
(運用実態)	8.3	>	5.3	余力なし

2) 関連市の余力

表 5.25 により、阪神水道から取水している関連市の水道事業について、需要量と供給可能量を比較したところ、尼崎市では、運用実態上の検討において 4.2 万 m³/日の余力が確認されたが、水道計画上の検討において 3.2 万 m³となったことから、治水活用に使用できる水量は 3.2 万 m³/日となる。(表 5.25 黒枠部分)

なお、尼崎市は現在、水道計画を作成中であり、市全体の余力についても、阪神水道からの取水量の余力とするのか自己水源の余力とするのかが定まっていない。本検討では、この 3.2 万 m³/日は、導水により千苺ダムの治水活用に使用できる阪神水道の余力と仮定したものである。

表 5.25 関連市の余力の検討結果

	需要量 (万 m ³ /日)		供給可能量 (万 m ³ /日)	余力水量 (万 m ³ /日)
尼崎市 (水道計画)	23.6	<	26.8	3.2
(運用実態)	20.0	<	24.2	4.2
芦屋市 (水道計画)	5.9	>	4.4	余力なし
(運用実態)	4.6	>	3.5	余力なし
西宮市(南) (水道計画)	23.0	>	19.0	余力なし
(運用実態)	15.3	<	17.0	1.7

このため、余力分約 3 万 m³/日に相当する利水容量は、水道計画上の検討では 587 万 m³で、ダムの余力分の容量は 290 万 m³となり、運用実態上の検討の場合は、利水容量は 392 万 m³で、ダムの余力分の容量は 310 万 m³となる。(表 5.26)

表 5.26 余力分の容量

区域	現況利水容量	必要利水容量	余力分の容量
千苺ダム (水道計画上)	877 万 m ³	587 万 m ³	290 万 m ³
(運用実態上)	702 万 m ³	392 万 m ³	310 万 m ³

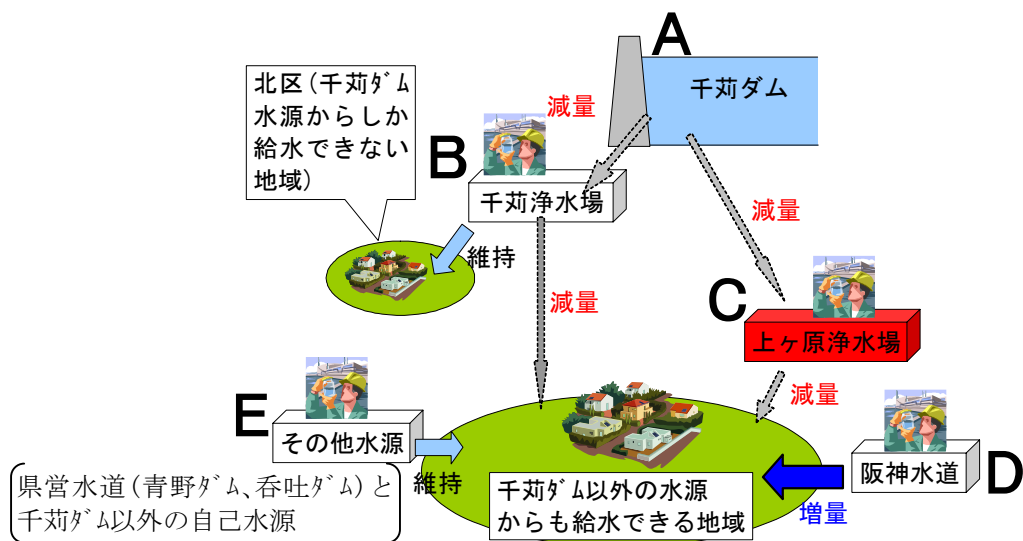
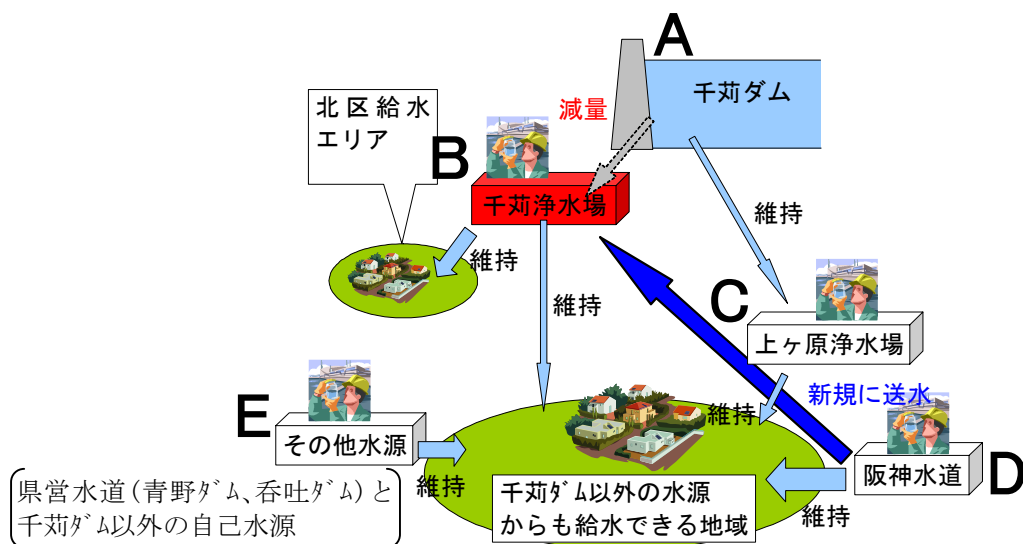
(4) 検討結果

以上の結果、千苺ダムに余力はなかったが、関連市の余力により千苺ダムに生まれる余力は、水道計画上で 290 万 m³余力分の容量が見込める (表 5.26 黒枠部分)結果となる。

この治水活用については、神戸市との協議の結果、表 5.27 の課題があることから、現時点では洪水調節容量には見込むことが出来ない。(ここでは、水源余力についての課題を記載する。千苺ダムの改造についての課題は第 6 章参照)

表 5.27 千苺ダムの水源余力活用についての課題

課題	神戸市の意見	県の意見
水源余力活用の課題	千苺ダムが有している機能を維持すること。以下の機能を維持するため、阪神水道から導水する場合は千苺浄水場へ導水すること。(図 5.9 参照) ①北区給水エリアへの安定給水 ②渇水時・事故時を含む市全体の水量調整機能など	現在、千苺ダムが有している ①北区(千苺ダムからしか給水できない地域)への給水量相当の容量 ②渇水時・事故時を含む市全体の水量調整機能用の容量については、導水後もダムの利水容量として確保していることから、阪神水道から神戸市内への導水量を増やしても、神戸市が求めている機能を維持できると考えている。(図 5.10 参照)
	他水源導水は永久補償する必要がある。また、新設されるポンプなどの施設は県所管とする必要がある。	補償期間は一般的な公共補償基準に基づいて一定の期間(55年間)内のみ補償(55年間計約230億円)で、新設するポンプなどの施設は市に引き渡すこととする。なお、補償期間終了後は、事業コストが増加するが、減少傾向にある人口動向を踏まえると補償期間終了時には需要が減り、導水が不要になる可能性もあることから、補償期間終了後に再協議することとしたい。



第6章 千苺ダムの改造についての検討

千苺ダムは、神戸市の水道用水確保を目的とする利水専用ダムであり、大正8年に羽東川に建設された歴史のあるダムで、登録有形文化財にも指定されている。洪水調節に使用できる放流設備は有していないが、洪水調節容量を確保できた場合には、洪水調節により、大きな効果が期待できるため、課題を踏まえた改造について検討を行う。

第1節 現状と課題

千苺ダムは、利水専用ダムであり、洪水調節を行うための放流設備を有していない。また、洪水の放流能力は $512\text{m}^3/\text{s}$ で、現行の基準である「河川管理施設等構造令」(昭和51年7月制定)に基づくダム設計洪水流量 $1,540\text{m}^3/\text{s}$ を放流するためには、放流能力が $1,028\text{m}^3/\text{s}$ 不足している。(図6.1)

このため、千苺ダムの治水活用には、洪水調節を行う放流設備を新たに設置するとともに、現行基準に基づくダム設計洪水流量を放流できる構造にする必要がある。



写真 6.1 放水トンネル



写真 6.2 放水堰堤

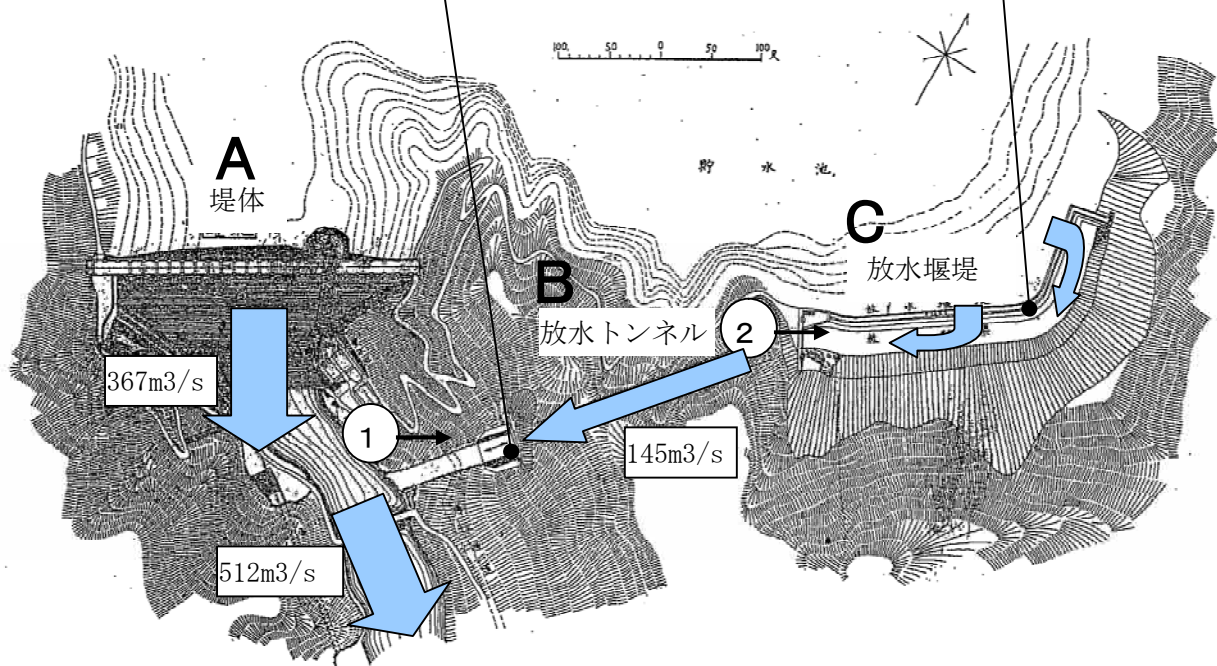


図 6.1 平面図

第2節 改造案の検討

1 設計条件

設計条件は、表 6.1 とおり。

表 6.1 設計条件

項目	条件	摘要
ダム設計洪水流量	1,540m ³ /s	現行の河川管理施設等構造令に基づき算出
設計洪水位	Kop177.7m	現行の洪水時の満水位

2 検討の概要

千苺ダムは、現在、活用されている利水専用ダムであることから、ダムを改造する際には、工事中においても、水道事業経営に影響を与えないことが条件となる。

このため、図 6.2 のように、既設の放水堰堤背後の地山を仮締切となるように掘削して、そこにゲートを設置することで、工事中も貯水位を下げる必要がない案について検討した。

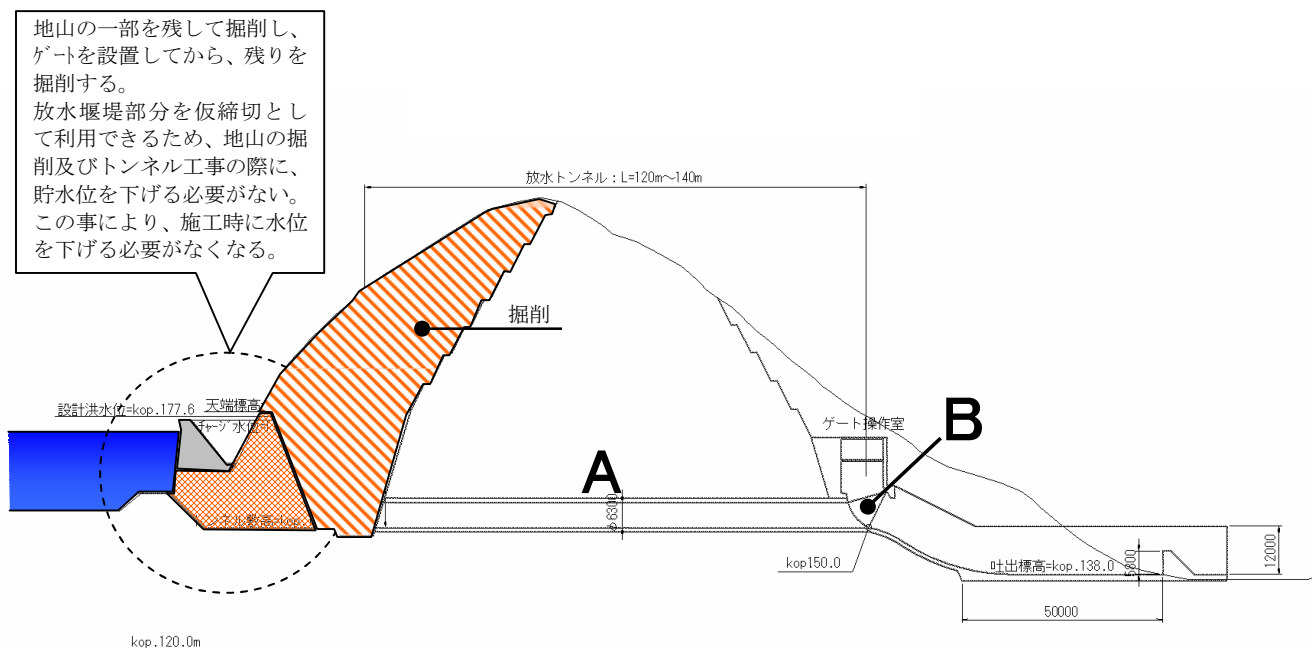


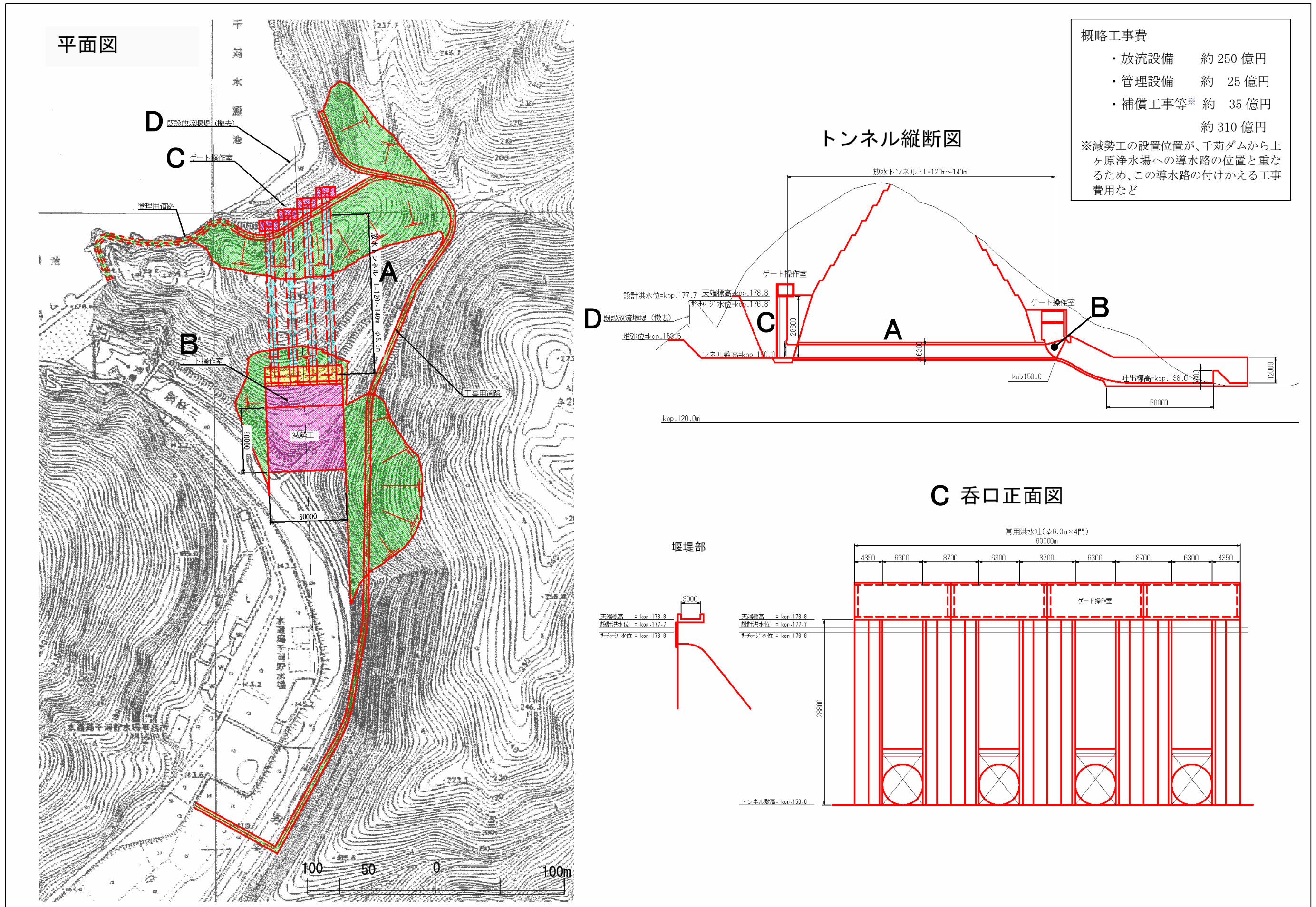
図 6.2 トンネル洪水吐き案（放水堰堤部）

3 改造案の概略設計

千苅ダムの改造案は、表 6.2、6.3 とおり。

表 6.2 放改造案の概要

	施設	項目	内 容
A	トンネル	対象流量	385m ³ /s (1 条あたり)
		水の流れ	管路流
		材質	鋼管
		延長	L=約 400m~600m
		管径	φ=約 6.3m
		本数	4 本
B	ゲート	対象流量	385m ³ /s (1 条あたり) (うち 2 条は洪水調節に使用)
		タイプ	ラジアルゲート
		規模	4.75m×4.75m



概略工事費

- ・放流設備 約 250 億円
- ・管理設備 約 25 億円
- ・補償工事等* 約 35 億円

約 310 億円

*減勢工の設置位置が、千苅ダムから上ヶ原浄水場への導水路の位置と重なるため、この導水路の付けかえる工事費用など

図 6.3 千苅ダム改造案

55

第3節 放流設備を新設する改造案についての課題

この改造案であれば、工事中に貯水位を下げる必要がなく、水道用水の取水に対する影響を最小限に抑える案である。しかし、千苺ダムの改造については、神戸市の水道事業経営に対する以下の課題の解消が必要である。

(1) 放流設備新設に対する費用分担

新設する放流設備は、洪水調節時の放流に使用する外、ダム設計洪水流量を安全に放流できるように改良するものであり、治水・利水の共用施設である。

このため、県は神戸市に対して、建設費や維持管理費の一部の分担を求めているが、神戸市は、新設する放流設備は治水専用施設であり、河川管理者が所有すべき施設であり、費用は分担しないとされている。

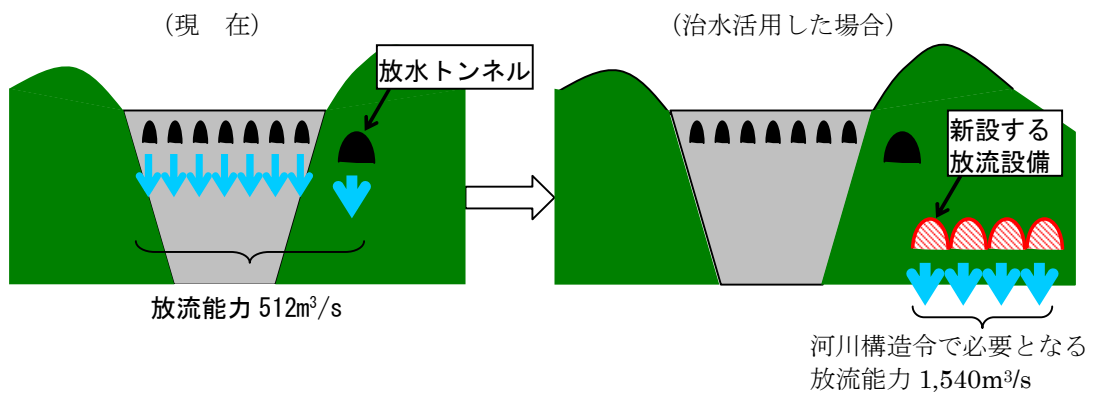


図 6.4 放流設備新設イメージ

(2) 洪水調節等での放流による水質悪化

千苺ダムの貯水池内の水質は、中層の水が比較的良質であることから、神戸市は、中層の水を中心に水道用に取水している。

一方、新設する放流設備は、千苺ダムで見込まれる洪水調節容量を確保するため、貯水池底層付近の深い位置に設置する必要がある。

このため、神戸市は、以下の3点を踏まえ、取水する部分の水質が悪化する可能性があることから、高度浄水処理施設の建設等が必要であるとの意見である。

- ①洪水調節等で放流する際に、水質が良質な中層の水を放流する。(図 6.5 参照)
- ②洪水時の栄養塩を多く含む河川水がこれまでより多く貯水する。(図 6.6 参照)
- ③水位低下により選択取水範囲が縮小する。

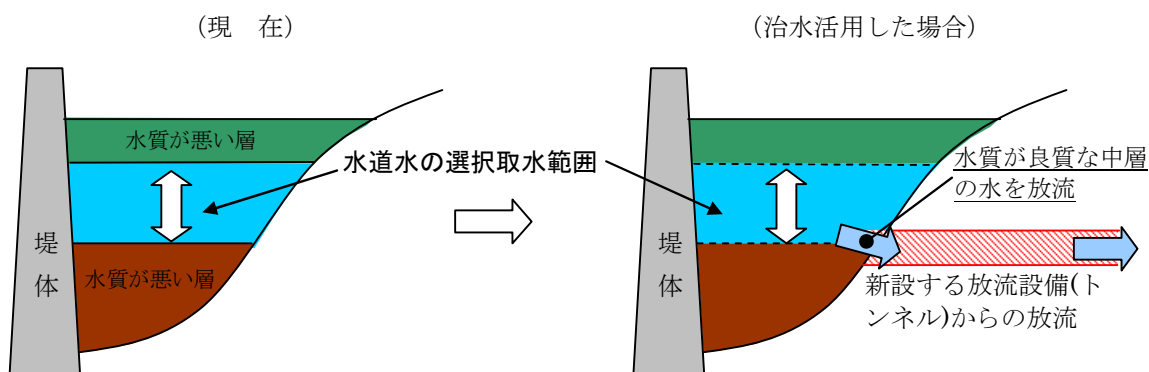


図 6.5 中層水の放流イメージ

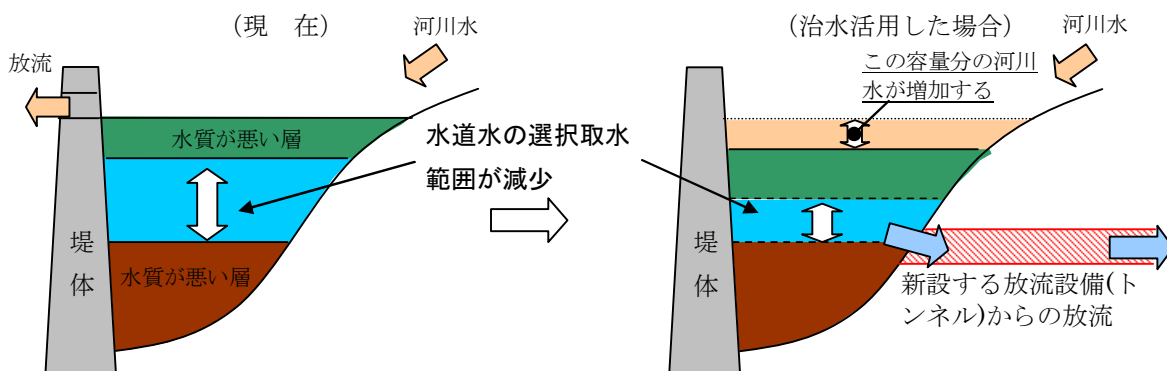


図 6.6 河川水をこれまでより多く貯水するイメージ

第5節 検討結果

以上のことから、千苺ダムの治水活用は、洪水調節容量が確保された場合でも、改造することについて課題があるため、現時点では計画に位置づけられない。

第7章 検討結果と今後の対応

第1節 検討結果のまとめ

現時点での検討結果は表7.1のとおりとなっている。この結果を踏まえ、河川整備計画（原案）に、青野ダムにおいて予備放流40万m³を追加することを位置付けた。

表7.1 現時点での検討結果

	青野ダム	丸山ダム	千苺ダム
河川整備計画(原案)への位置付け	<p>40万m³を位置付ける</p> <p>予備放流による洪水調節容量40万m³の拡大を河川整備計画(原案)に位置付ける。</p> <p>洪水調節容量 560→600万m³ (内、予備放流容量 80→120万m³)</p>	<p>位置付けない</p> <p>しかしながら、予備放流の確実性が確認できれば一定の効果量(27m³/s程度<基本方針降雨時>)が見込めるため、継続して検討する。</p>	<p>位置付けない</p> <p>しかしながら、課題解消や予備放流の確実性が確認できれば大きな効果量(最大472m³/s<基本方針降雨時>)が見込めるため、継続して検討する。</p>
① 予備放流	<p>治水容量 40万m³</p> <p>予測降雨量による検証ができており(10降雨)、放流の確実性が確認できているため、シミュレーション結果の40万m³を計画に位置付ける。</p>	<p>治水容量 0m³</p> <p>シミュレーション結果は30万m³であるが以下の課題解消が必要。</p> <p>課題1雨量等のデータ蓄積による放流確実性の追加確認</p>	<p>治水容量 0m³</p> <p>シミュレーション結果は500万m³であるが以下の課題解消が必要。</p> <p>課題1雨量等のデータ蓄積による放流確実性の追加確認 課題2放流設備新設による費用分担 課題3放流による水質悪化対策</p>
② 洪水期水位活用	<p>治水容量 0m³</p> <p>洪水期に水位を下げる運用は行っていない。</p>	<p>治水容量 0m³</p> <p>17万m³を治水容量に見込めるが、効果量はわずか4m³/sと小さい上、事業費が14億円と高額であるため、他の方策との組み合わせが必要。</p>	<p>治水容量 0m³</p> <p>167万m³を治水容量に見込めるが、以下の課題解消が必要。</p> <p>課題2放流設備新設による費用分担 課題5放流による水質悪化対策</p>
③ 水源余力活用	<p>治水容量 0m³</p> <p>青野ダムと関係市に余力がない。</p>	<p>治水容量 0m³</p> <p>丸山ダムと関係市に余力がない。</p>	<p>治水容量 0m³</p> <p>千苺ダムや神戸市に余力は無いが、尼崎市で3万m³/日の余力を活用できる可能性がある。これを神戸市に導水して生まれる千苺ダムの余力を治水活用すれば290万m³の治水容量が見込めるが、以下の課題解消が必要。</p> <p>課題2放流設備新設による費用分担 課題3余力分を上ヶ原浄水場に導水することに対する機能復旧 課題4余力分の受水に伴う水道費用の補償期間 課題5放流による水質悪化対策</p>

注) 表中の**課題1**等の内容は第2節に記載。

第2節 治水活用の課題とさらなる安全度向上に向けた今後の対応方針

1 課題と今後の検討内容

今回の河川整備計画には位置づけなかったものの、さらなる安全度向上に向けて、以下の内容について検討を継続する。

(1) 予備放流の検討（丸山ダム、千苅ダム）

課題	県の今後の検討内容
課題1 雨量等のデータ蓄積による放流確実性の追加確認	予測降雨量による検証数が不足している上、丸山ダムでは時間毎の実績流入量データが無い場合、現時点では放流の確実性が確認できない。実績雨量、実績流量や雨量予測の結果等のデータ蓄積を踏まえ、青野ダムでの試行も参考にして、引き続き予備放流シミュレーションを行い、検証数を増やし、予備放流により確保が可能な洪水調節容量について検討していく。

(2) 水源余力活用の検討（青野ダム、丸山ダム、千苅ダム）

今回の水源余力活用の検討は、運用実態と水道計画の両面を踏まえたものである。しかし、今後、人口減少などの社会的な要因により、水道計画が変更された場合には継続検討する。

(3) 神戸市との合意形成のための検討（千苅ダム）

課題		神戸市の意見	県の意見	県の今後の検討内容
基本的な考え方	共通認識	(1) 水道は、市民生活や産業活動に欠くことができないライフラインである。 (2) 通常時はもちろん、渇水や災害・事故時でも常に安定して「安全で良質な水」を供給できる体制を整備しておく必要がある。		
	課題に対する対応方針	水道事業の経営に影響を与えないようにしなければならない。	水道事業の経営に影響を与えないように検討するが、次の点を考慮する。 (1) 影響の有無は定量的に評価する。 (2) 応分の費用負担は求める。 (3) 補償は公共補償基準に基づく。	
新設放流設備の課題	課題2 放流設備新設に対する費用負担	新設する放流設備(トンネル)は治水専用施設である。したがって、建設費や維持管理費の分担には同意できない。	新設する放流設備は、洪水調節時の放流に使用する外、洪水吐きの放流能力を河川管理施設等構造令に適合するように改良するものであり、治水・利水の共用施設である。このため、建設費(約310億円)や維持管理費の分担を求める。	現状の千苅ダムの構造上の課題について共通の理解を得た上で、望ましい費用負担のあり方を検討する。
水源余力活用の課題	課題3 余力分を上ヶ原浄水場に導水することに対する機能復旧	千苅ダムが有している機能を維持すること。以下の機能を維持するため、阪神水道から導水する場合は千苅浄水場へ導水すること。 ①北区給水エリアへの安定給水 ②渇水時・事故時を含む市全体の水量調整機能など	現在、千苅ダムが有している ①北区(千苅ダムからしか給水できない地域)への給水量相当の容量 ②渇水時・事故時を含む市全体の水量調整機能用の容量 については、導水後もダムの利水容量として確保していることから、阪神水道から上ヶ原浄水場へ導水しても、神戸市が求めている千苅ダムが有している機能を維持できると考えている。	水道管等の事故時に市全体の水源調整可能な範囲について、現状と治水転用した場合で比較する等により、緊急時のリスク分散等ができていないことを確認し、機能確保が可能な治水転用量について検討する。
	課題4 余力分の受水に伴う水道費用の補償期間	他水源導水は永久補償する必要がある。また、新設されるポンプなどの施設は県所管とする必要がある。	補償期間は一般的な公共補償基準に基づいて一定の期間(55年間)内のみの補償(55年間計約230億円)とし、新設するポンプなどの施設は市に引き渡すこととする。 なお、補償期間終了後は、事業コストが増加するが、減少傾向にある人口動向を踏まえると補償期間終了時には需要が減り、導水が不要になる可能性もあることから、補償期間終了後に再協議することとしたい。	補償期間は有限とならざるを得ないが、補償期間終了後には水道事業コストが増加するため、 ①参考となる全国事例の収集 ②厚労省や他の水道事業者の意見収集 などにより、望ましい補償のあり方を検討する。
水質悪化の課題	課題5 放流による水質悪化対策	以下の点で、水質が悪化する可能性があるため、高度浄水処理施設の建設等が必要である。 ①非満水時・洪水調節等で放流する際に、水質が良質な中層の水を放流する。 ②洪水時の栄養塩を多く含む河川水がこれまでより多く貯水する。 ③水位低下により選択取水範囲が縮小する。	中層水が表層・低層水に比べて良好であるとの意見であるが、 ①治水転用後の水質の変化 ②高度浄水処理が必要な水質の基準 が不明であるため、高度浄水処理施設等の必要性が確認できない。	①水質変化のシミュレーションの実施 ②高度浄水の導入基準調査(高度浄水導入済みの阪神水道、大阪市等での導入基準)を行い、高度浄水処理等の必要性を確認する。

2 継続検討にあたっての留意点

(1) 水道用水の量的な影響を中心としたこれまでの検討

既存利水施設の治水活用は、水道用水を貯めているダムの容量を部分的に空にして、治水に転用することとなるため、そのことが水道用水の供給に支障とならないよう、「量的な影響」を中心に検討してきた。

具体的には、予備放流による治水活用の検討では、予備放流後に水位がどのぐらいの期間で回復するかについて、過去の降雨実績に基づいて確認した。

また、日本の年平均降水量は、世界平均の約2倍であるにもかかわらず、人口一人当たりになると、世界平均の約1/3と小さく、利用する水に恵まれているわけではなく、年降水量の変動幅が大きくなって、極端な少雨の都市が発生する傾向にあるといわれており※、ダムからの安定供給可能量も低下している(図7.1~4)。

このことを踏まえて、水源余力の治水活用の検討では、近年の最も大きな渇水である平成6年渇水も考慮に入れた。

※水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について(答申)[H20.6月 社会資本整備審議会]

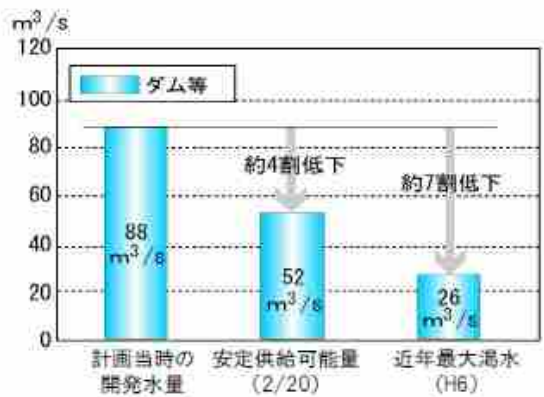


図 7.1 木曾川での渇水リスクの増大

出典：水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について(答申)
[H20.6月社会資本整備審議会]

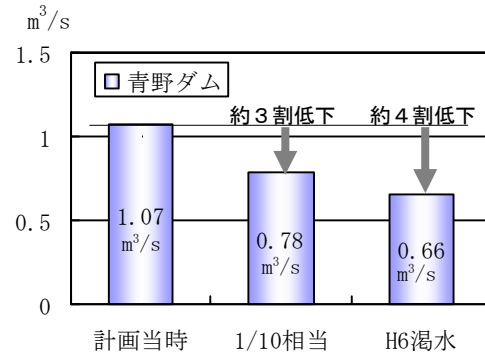


図 7.2 青野ダムでの渇水リスクの増大

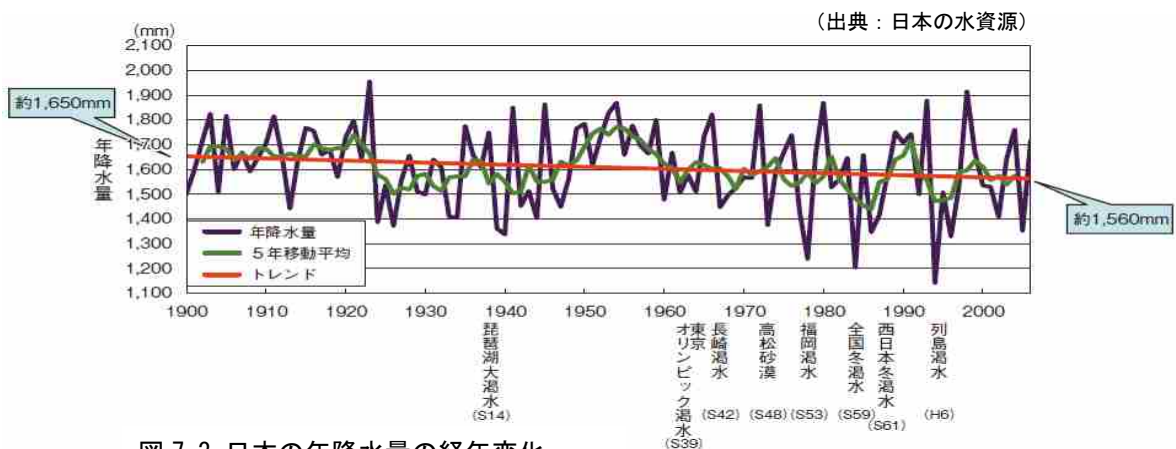


図 7.3 日本の年降水量の経年変化

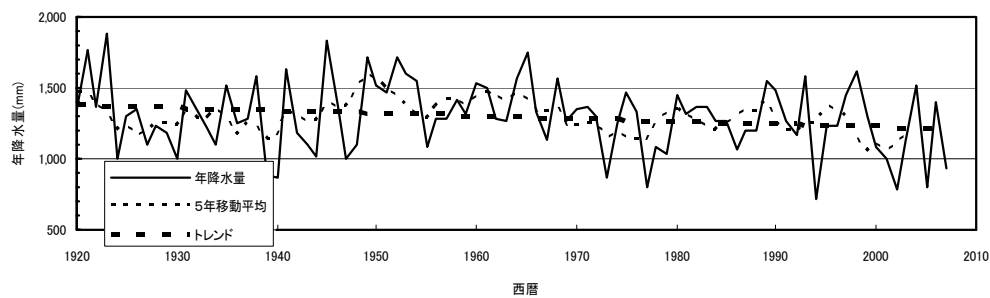


図 7.4 千苜貯水池の年降水量の経年変化（1920～2007年：88年間）

5年移動平均：当該年に前後2年ずつを加えた計5年の平均値
 トレンド：最小二乗法により算出した、データに最も適合する近似直線

（2）今後の検討にあたっての留意点

継続検討にあたっては、治水活用についての様々な課題について幅広く検討していく。また、水道用水量や質、水道料金は、利用者である市民の生活に直接影響するため、検討状況や検討結果について市民の理解も得ながら、水道事業者との合意形成を進めていく。