

資料 1-12 流域市が求めている武庫川の河川景観について

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項
第3節 河川環境の整備と保全に関する事項
1 動植物の生活環境の保全・再生」に関すること
2 良好な景観の保全・創出

要 旨

本資料は、「景観行政に対する河川管理者と市の役割分担」及び「流域市が求める武庫川の河川景観」についての意見照会結果を取りまとめたものである。

資料構成

流域市が求めている武庫川の河川景観について

流域市が求めている武庫川の河川景観について

1. 景観行政に対する河川管理者と市の役割分担について確認した結果、県・市とも共通認識であることを確認した。(修正案を提示して、流域7市に確認)
 ①市域全般の景観行政は市の役割であり、河川内の景観形成については基本的に河川管理者がその役割を担うこと。
 ②地域のまちづくりにあわせ川の流れや周辺の景観づくりについては、市の要請に応じて河川管理者が協力するというスタンスで可とすること。
2. 流域各市が求める武庫川の河川景観について意見照会を行った結果、武庫川には、『自然景観』を求める記述が多いことを確認した。
3. 以上より、**武庫川の河川景観については、『自然景観を基調とした武庫川らしい景観』の保全・創出に努めることとする。**

各市の都市計画マスタープラン等に記載のある武庫川に求める河川景観等の関連箇所について抽出し取りまとめた。

市名	基本的な計画	市域の景観形成に関する項目のうち、武庫川水系の位置付けや活用策に関する記述	景観行政団体への移行状況	景観計画の策定状況	景観条例の制定について	水辺のマニキュアルの有無
神戸市	—	—	移行済み	策定済み	制定済み	なし
西宮市	西宮市景観計画 第4次西宮市総合計画	<p>P13 2. 河川 ・身近に水を眺められる親水空間の確保に努め、自然景観や周辺のまちなみに調和するよう配慮します。 ・自然な水の流れや生物の生息環境の保全・回復に努めます。</p> <p>P114 公園や緑地といった都市の緑とオープンスペースは、都市における環境保全や景観形成、さらには市民のレクリエーション利用や都市防災の面からも、その役割は非常に重要となっています。 本市は、六甲山系や北部地域の北摂山系にかけて豊かな樹林地帯が広がり、また、武庫川、夙川などの河川敷緑地、そして市街地内の神社、寺院の樹林などの自然緑地に恵まれているほか、臨海地域の甲子園浜（香櫨園浜）には多くの野鳥が飛来する貴重な干潟や砂浜が残っています。 P121 魅力ある公共空間の創出 緑豊かな公園緑地の整備や、都市の骨格である主要な道路や歴史街道、河川の修景緑化に努め、魅力ある公共空間を創出します。</p> <p>P44 ■第2章 全体構想 i 自然環境の保全と活用 現況と課題 西宮市には、六甲山系や北部地域に展開する豊かな緑をはじめ、武庫川、夙川などの河川敷緑地、そして市街地内の神社、寺院の樹林などの緑地に恵まれています。また、臨海部の甲子園浜、香櫨園浜には多くの野鳥が飛来する貴重な干潟や砂浜が残っています。こうした自然環境は、生物の生息空間だけでなく、都市の背景、ランドマークともなり、都市にゆとりと潤いをおいを与え、市民の憩いとレクリエーションの場としても重要な役割を果たしています。この自然環境を保全するため、法にもとづく国立公園区域、風致地区、近郊緑地保全区域、生産緑地地区、鳥獣保護区等の指定のほか、「環境保全条例」にもとづく生物保護地区、景観樹林保護地区、保護樹木の指定を行ってきました。 P43 (2) 水辺環境の保全と活用 臨海部では、甲子園浜、香櫨園浜の貴重な自然海岸の保全に努め、また、市民が海辺に親しめる西宮浜総合公園、御前浜公園を整備するほか、県による親水護岸の整備が進められています。これらを通じて、夙川上流から海辺を経て武庫川上流へとつながる回遊性と親水性の高いウォータースポーツフロント整備に努めます。河川上流域の緑の保全に努め、河川水量を確保することにより自然の浄化能力の向上をはかります。</p> <p>■第3章 地区別構想（鳴尾、瓦木、甲東地区） P4-7 (都市軸) 都市活動軸である国道2号、43号沿道は、沿道にふさわしい土地利用を誘導し、商業・業務機能の向上をはかります。生活文化軸である教育施設や生活関連施設などが集積する小曽根沿道は、その機能の充実にも努め、また、水とみどりの軸となる武庫川沿いや臨海部のなぎさ軸は、自然環境を保全するとともに、自然条件を生かし、ゆとりと潤いのあるまち並みの形成をはかります。</p>	移行済み	策定済み	制定済み	なし
尼崎市	都市計画に関する基本的な方針（都市計画マスタープラン）	<p>P17 自然的環境 ①本市には、山や森林などがなく、ほぼ全市域が市街地となっていることから、緑が豊かとはいえないが、地域的には、河川沿いの自然林これらの残された自然である自然林および樹木を保全し、活用を図る必要がある。 ⑥一方、本市は、武庫川・庄下川などの河川、臨海地域の海岸線及び運河など、豊かな水辺空間を持っており、「水のあるまちづくり基本計画」などによって、庄下川や逢川などで市民に親しまれる河川づくりを行っている。また、「運河水路活性化計画」に基づいて運河や柳町の整備が進められている。しかし、一部の河川や海などの水際線は、市民が近寄りにくく、水に親しみ、楽しむことができないう状況となっている。そこで、河川、運河、海岸などにおける環境保全と親水性の向上を図る必要がある。 P18 都市景観形成 ①本市には、山、高原、湖といった自然がもつ美しさや景観に恵まれていないが、海や河川など水辺および猪名川沿いにある自然林など、市街地においても、自然景観形成の環境資源を持っている。 ②しかし、これまでの環境資源は、これまでのまちづくりに十分活かされていないところもある。今後は、水辺の緑などの残された自然を保全し、都市美形成の資源として活用することにより、潤いのある景観を形成する必要がある。 P37 都市景観形成の方針 ●水辺景観の形成 海岸、河川、運河、水路などの水辺空間は都市景観の重要な資源であり、これらを魅力ある親水空間として整備・創出することにより、生き物が生息する水と緑が調和した都市美を形成する。</p>	移行済み	策定中	制定済み	なし

市名	基本的な計画	市域の景観形成に関する項目のうち、武庫川水系の位置付けや活用策に関する記述	景観行政団体への移行状況	景観計画の策定状況	景観条例の制定について	水辺のマニュアルの有無
宝塚市	基本的な計画 たからづか都市計画マスタープラン -2002-	P182 5. 都市景観の形成方針 (1) 基本方針 ○宝塚市都市景観基本計画の基本テーマを踏まえ、六甲、長尾山地、武庫川、巡礼街道等の地域の 自然、歴史、文化特性を活かした宝塚らしい個性ある都市景観を形成 するため、5つの目標を定め、その実現を目指す。 1) 宝塚市の景観構造を継承・育成するため、 豊かな水と緑のネットワークの形成による景観軸の創造 ○まちをめぐる多くの河川に緑豊かな憩いの空間を創出し、眺望と調和したまちを形成します。 ○背景の山並み(稜線・斜面)への眺望に配慮し、その眺望を創出します。 ○河川や道路を中心に町中の緑を守り、育て、親水空間を創出し、 豊かな環境 を育みます。 ○溜池、生産緑地、学校、公共施設などとそれに隣接するエリアを一体的な環境拠点として、水と緑が調和する多様な環境をつくり出します。 ○様々な軸空間の結節点や公共施設の周辺などを中心に人々に親しまれるオープンスペースを創出し、 緑豊かな景観ホロン をつくり出します。	未	未	制定済み	なし
伊丹市	伊丹市都市計画マスタープラン 2004	P78 3-3 都市景観形成の方針 美しい、個性的な都市景観は、人の心にとどくやうな眺めを育み、都市への愛着と誇りを高めるとともに、その都市の魅力をつくる上で重要な要素です。本市には、六甲山系や長尾山系などを背景として、猪名川、 武庫川等の河川 及び伊丹緑地や昆陽池・瑞ヶ池、緑ヶ丘公園などの 自然的環境 とともに、旧伊丹郷町や歴史的街道すじや文化財などの歴史的なまちなみが残されており、これらは、 本市の都市景観を形づくっています 。 また、大阪国際空港の広大な空間や、航空機の離発着をのぞめる空間は都市の中で特徴のある風景を形成しており、伊丹の個性的な景観となっています。 こうした景観資源を中心に良好な都市景観の保全を図るとともに、一定規模以上の建築物に対し周辺環境との調和などについて指導・助言を行う都市景観デザイン審査を実施しています。 都市景観形成道路の指定を行い、景観の保全を図るとともに、幹線道路等において快適な都市景観の創出に向けた取り組みが行われています。 また、都市の整備においても、積極的な景観形成が重視され、 歴史的資源を活かした歴史的景観の保全継承、新しい魅力的な市街地景観の誘導など、景観テーマに即したきめ細かい対策を推進していく必要があり 、市民と事業者と行政が協働し、伊丹らしい景観を守り、創り、育てることにより、さらに個性豊かで快適なまちづくりをめざします。	移行済み	策定済み	策定済み	なし
三田市	三田市都市景観形成基本計画	P30 3. 河川沿いの景観 □基本方針 (1) 自然性豊かな河川環境を保全・育成する 。 (2) 親しみやすい水辺空間を育成する。 (3) 都市空間の骨格となる水と緑の軸線を形成する。 □具体的方向 (1) 水辺の自然環境を保全・回復する ○清流の保全と美しい水辺の創出のため、生活排水対策など水質の改善に努めるとともに、ゴミの投棄を防止し、清掃美化活動を進める幅広い市民運動の展開を図る。 ○河川が本来持つ生態系の多様性を尊重し、治水機能との調整を図りながら、 自然性豊かな河岸の保全 に努める。 ○水辺特有の水生物種や河川沿いに残る自然緑地、また、魚貝類、水性昆虫類、野鳥などの動植物が生息する環境を保全する。 ○護岸などの河川改修に際しては、できるかぎり自然材料を使用し、 自然景観 との調和や水際の生態系の保全に努める。 (2) 親水性の向上と緑化の推進を図る ○水面に近づいて水の流れを眺め、水に触れたりできるような、親水性に配慮した護岸整備を進め、親しみやすい水辺空間の形成に努める。 ○堤防上や高水敷を利用して、水辺を楽しむ遊歩道や自転車道のほか、うるおいのある憩いの空間を整備を進める。また、周辺地域から河川へ近づきやすくするために、河川周辺の遊歩道などとのネットワーク化を図る。 ○河岸沿いに残る 自然緑地の保全 に加え、低木などによる河川敷の緑化、遊歩道沿いの並木の整備、河川沿いの公園緑化などにより、緑豊かな軸線を強化する。 (3) 河川周辺の景観面に配慮する ○河川沿いの建築物などについては、河川環境と調和するよう景観面に配慮し、街並み形成に留意する。また、連続した広がりのある河川空間を保持できるように河川に面した外壁の後退などに努める。 ○緑豊かな軸線を形成するため、河川空間の緑地と一体的に、河川沿いの敷地内緑化を誘導する。 ○河川沿いに連続する防護柵や工作物などについては、河川環境と調和するような形態・色彩・材料などに配慮する。特に、橋梁の整備にあたっては、河川沿いや道路沿いのアークセント、ヤシンボルとなるデザインに努めるとともに、橋上や橋詰に水辺や眺望を楽しめる憩いの空間の確保に努める。	移行済み	策定済み	策定済み	なし
篠山市	-	-	平成22年12月移行予定	策定中	未	なし

(5) 推進体制に関する資料

資料 1-13 総合的な治水対策の推進体制(案)について

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項
第1節 洪水、高潮等による災害の発生の防止又は軽減に関する事項
2 流域対策 及び 3 減災対策」に関すること

要 旨

本資料は、「河川対策」と「流域対策」及び「減災対策」を組み合わせた「総合的な治水対策」の推進体制について、河川管理者が「武庫川流域における総合的な治水対策の推進イメージ」として整理したものである。

資料構成

総合的な治水対策の推進体制(案)について

総合的な治水対策の推進体制(案)*について

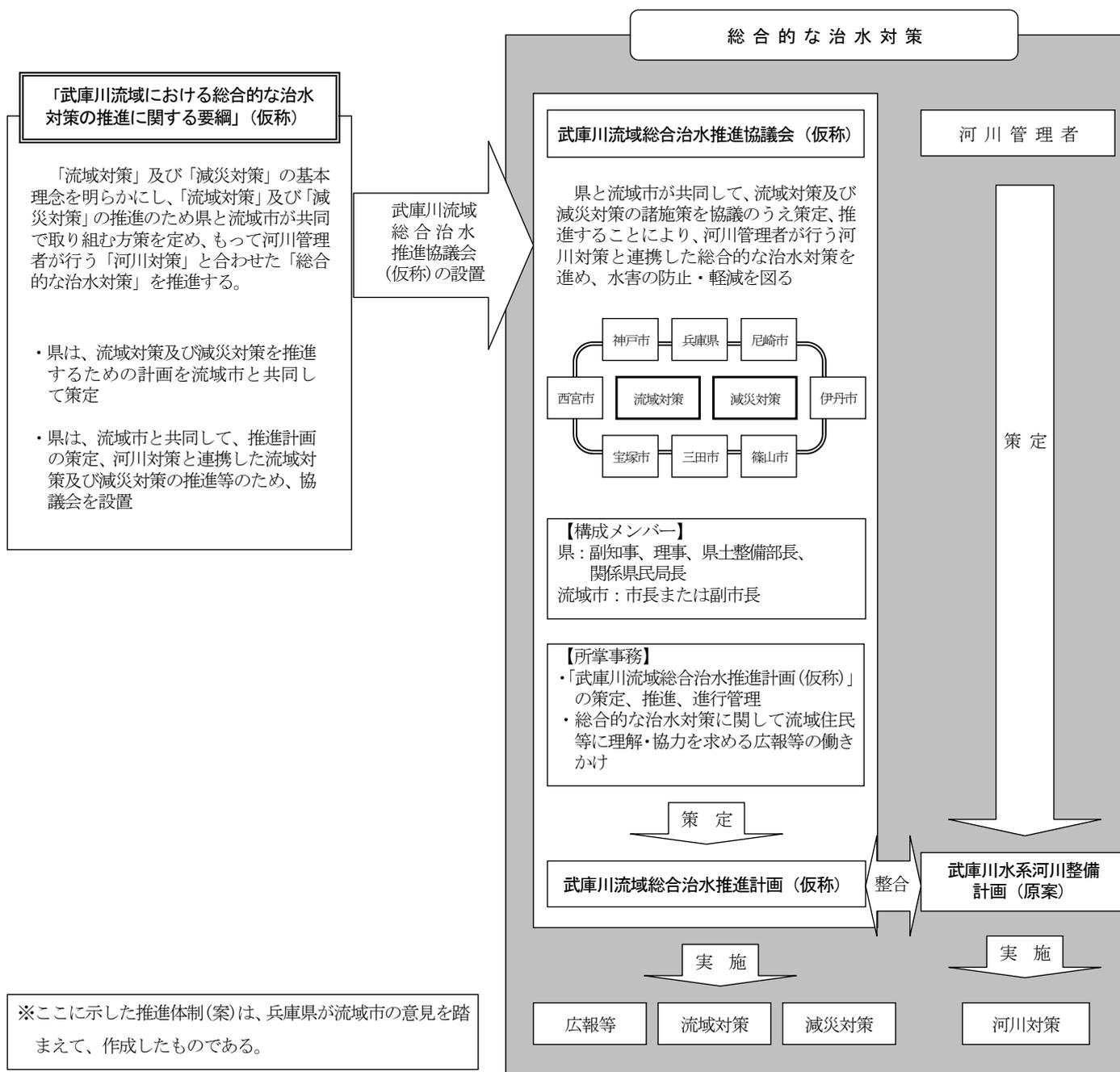
これまでの我が国の治水対策は、河道拡幅等の河川改修等により、流域に降った雨水を川に集めて、海まで早く安全に流すことを基本として行われてきた。しかし、都市化の進展に伴う流出量の増大、氾濫の危険性の高い低平地などへの人口・資産の集積、市街地での河道拡幅の難しさの増大、さらには近年頻発する集中豪雨による極めて大規模な洪水氾濫の危険性の拡大など、通常の河川改修による対応に限界を生ずるようになってきている。

このようなことから、従来の河川改修や洪水調節施設の整備等を基本とする「河川対策」と合わせて、流域内の保水・貯留機能の確保等の「流域対策」及び水害が発生した場合でも被害を小さくする「減災対策」を組み合わせた「総合的な治水対策」を推進することが、極めて重要となっている。

この内「流域対策」及び「減災対策」は県と流域の各市（以下、「流域市」という。）が協力して進める必要があることから、「流域対策」及び「減災対策」の基本理念を明らかにし、武庫川流域において「流域対策」及び「減災対策」の推進のため、県と流域市が共同で取り組む方策を定め、もって河川管理者が行う「河川対策」と合わせた「総合的な治水対策」を推進するための「武庫川流域における総合的な治水対策の推進に関する要綱（仮称）」を制定する。

また、この要綱に基づき、県及び流域市によって設置される「武庫川流域総合治水推進協議会（仮称）」において、「武庫川流域総合治水推進計画（仮称）」を策定し、「流域対策」及び「減災対策」を推進する。

武庫川流域における総合的な治水対策の推進イメージ



資料 1-14 武庫川水系河川整備計画の着実な推進を図るしくみ

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項
第4節 河川の維持管理等に関する事項
4 河川整備計画のフォローアップ」に関すること

要 旨

本資料は、PDCA サイクルの考え方に基づいた進行管理、フォローアップ委員会の設置を行うとともに、地域住民等との情報の共有化を図り、河川整備計画の着実な推進を図るしくみを整理したものである。

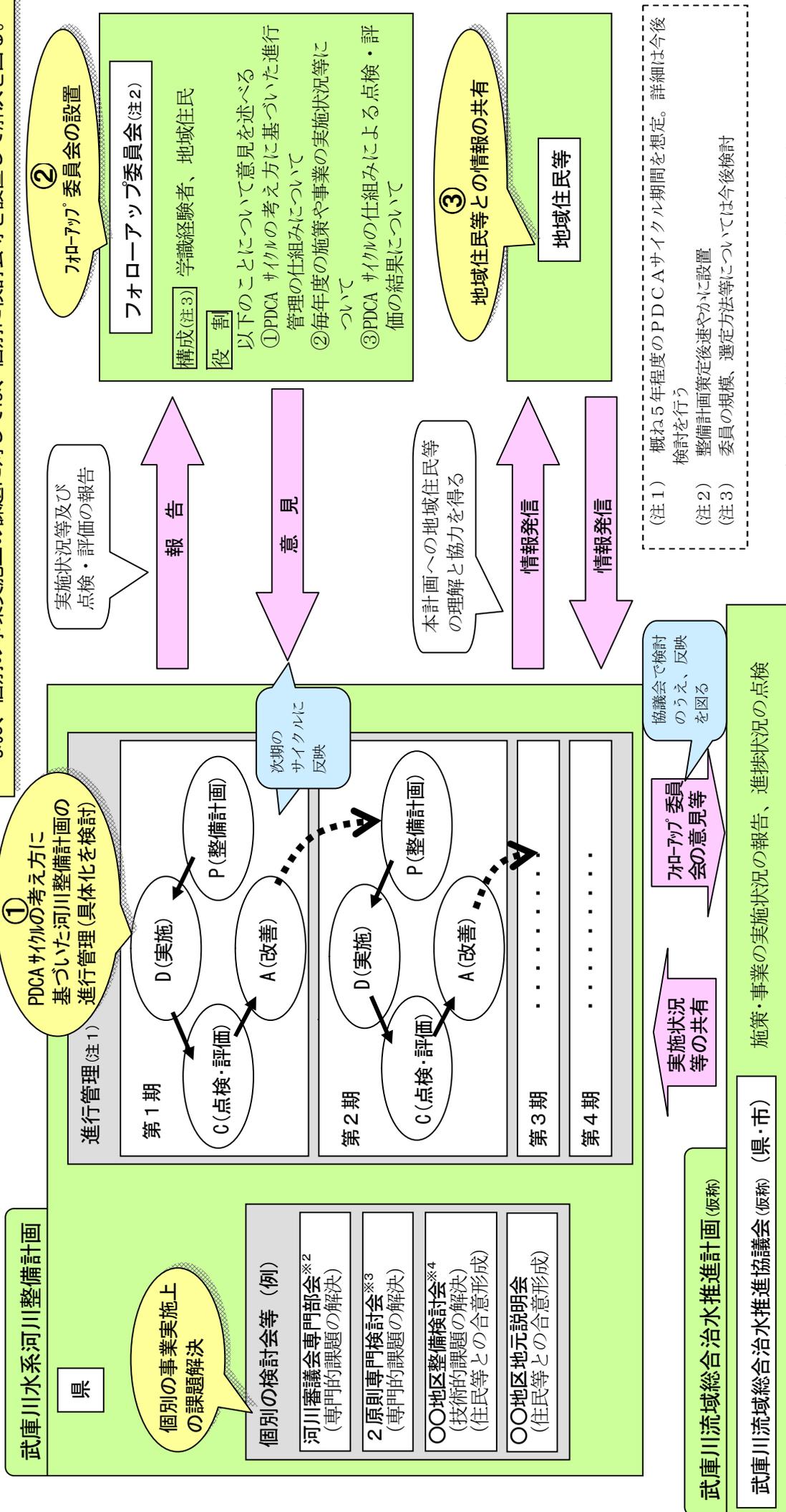
資料構成

武庫川水系河川整備計画の着実な推進を図るしくみ

武庫川水系河川整備計画の着実な推進を図るしくみ
(河川整備計画のフォローアップなど)

【河川整備計画の着実な推進を図るしくみ】

- ①PDCAサイクルの考え方に基づいた河川整備計画の進行管理（具体化を検討）
 - ②フォローアップ委員会※1の設置
 - ③地域住民等との情報の共有
- なお、個別の事業実施上の課題に対しては、個別に検討会等を設置して解決を図る。



参考 県議会（常任委員会等）の役割：河川整備全般について監視
・ 公共事業等審査会の役割：一定規模以上の事業ごとに審査

資料 1-15 武庫川水系河川整備計画（原案）の概略工程表

「河川整備計画(原案) 第4章 河川整備の実施に関する事項
第4節 河川の維持管理等に関する事項
4 河川整備計画のフォローアップ」に関すること

要 旨

本資料は、河川整備計画の実施概要（P62：表 4.1.3）を基に河川整備計画の進行管理の参考とするため、5年毎の工程表として整理したものである。

資料構成

武庫川水系河川整備計画（原案）の概略工程表

武庫川水系河川整備計画（原案）の概略工程表

河川整備計画の実施概要（P62：表 4.1.3）を基に河川整備計画の進行管理の参考とするため、5年毎の工程表を整理したものである。

なお、工事の詳細設計及び施工計画や関係機関等との調整は、事業着手後に行うことから、現時点では概略の工程となっており、整備時期や期間が変更になることがある。

項目		河川整備計画	
		内容	
整備目標		戦後最大の洪水である昭和36年6月27日洪水から沿川住民の生命や財産を守ることを基本とする。	整備の考え方 (整備期間20年間)
			前半
河川対策	河道対策	①下流部築堤区間（河口～JR 東海道線橋梁手前）	
		低水路拡幅	←→ 前半での完成を目指す
		高水敷掘削	←→ 前半での完成を目指す
		河床掘削 〔横断構造物の改築・補強等の進捗にあわせて、下流から順次河床掘削を行う。〕	←→
		②下流部掘込区間（仁川合流点～名塩川合流点） 浸水対策（護岸整備、パラペット等） 〔当面は、生瀬大橋上流の未整備区間において、河床掘削等を実施。〕	←→ 未整備区間の整備後、浸水対策を行う
	③中上流部及び支川 河道拡幅、河床掘削、溢水対策（パラペット等）	←→ 順次整備する	
	④下流部築堤区間の堤防強化（南武橋～仁川合流点）※ 計画高水位以下の洪水に対する浸透対策、侵食対策	←→ 前半での完成を目指す	
	洪水調節施設の整備	①新規遊水地の整備 武庫川上流浄化センター内の用地の一部を転用し、遊水地を整備。	←→ 前半での完成を目指す
		②青野ダムの活用 予備放流による洪水調節容量を現在よりも40万m ³ 拡大。（洪水調節容量560万m ³ →600万m ³ ）	←→ 予備放流開始雨量の設定等について試行した後、早期の運用を目指す
	流域対策	①学校、公園、ため池を利用した貯留施設等を整備。 ②この他、付加的な流出抑制効果が期待できる様々な流出抑制対策を推進。	←→ 順次整備する
減災対策	4項目を柱として推進する。 (1)水害リスクに対する認識の向上（知る） (2)情報提供体制の充実と水防体制の強化（守る） (3)的確な避難のための啓発（逃げる） (4)水害に備えるまちづくりと水害からの復旧の備え（備える）		

※ 計画高水位以上の洪水に対して堤防を決壊しにくくするための堤防強化については、計画高水位以下の洪水に対する浸透・侵食対策が完了した後に、可能なものから実施する。

2 既存利水施設の治水活用および 新規ダムに係る武庫川峡谷環境調査 に関する検討状況

(1) 既存利水施設の治水活用等に関する資料

資料 2-1 既存利水施設の治水活用についての検討状況

要 旨

河川整備計画（原案）において、既存利水施設の治水活用は、原案に位置づけた「青野ダムの予備放流容量拡大」を除き、その必要性・実現可能性の検討を継続することとしている。本資料は、これまで検討した既存利水施設の治水活用についての実現可能性に関する検討内容と結果、水道事業者との合意形成等の課題や、これらの課題に対する今後の対応方針について平成 22 年 3 月時点でとりまとめた資料である。

資料構成

既存利水施設の治水活用についての検討状況

- 1 はじめに
- 2 検討概要
- 3 洪水調節容量の確保についての検討（①予備放流）
- 4 洪水調節容量の確保についての検討（②洪水期水位活用）
- 5 洪水調節容量の確保についての検討（③水源余力活用）
- 6 千苺ダムの改造についての検討
- 7 検討結果と今後の対応

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 千苅ダムでの検討 (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 千苅ダムでの検討 (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 千苅ダムでの検討 (③水源余力活用)	47

第6章 千苅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 4,690m³/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 910m³/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。

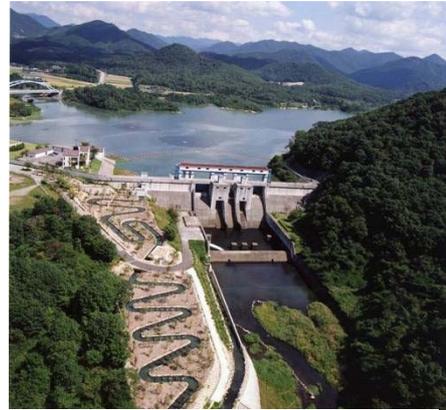


写真 1.1 青野ダム



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

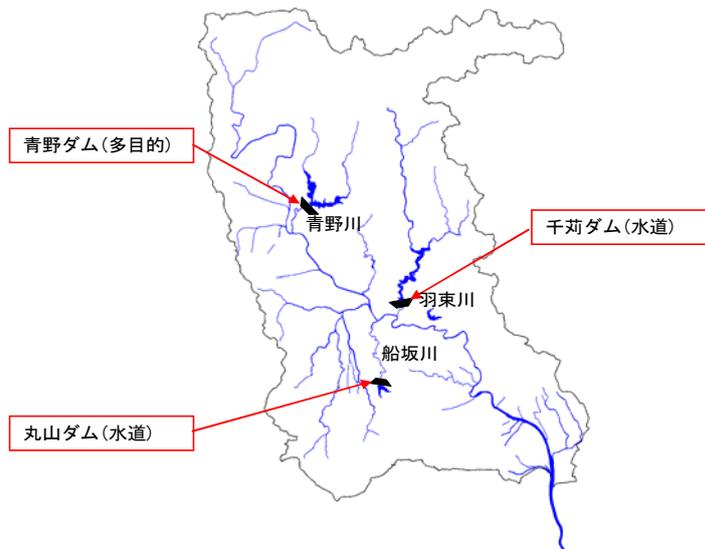


図 2.1 検討対象ダムの位置図

2 治水活用方策の設定

既存利水施設の利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、利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、利水容量を減らして、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。

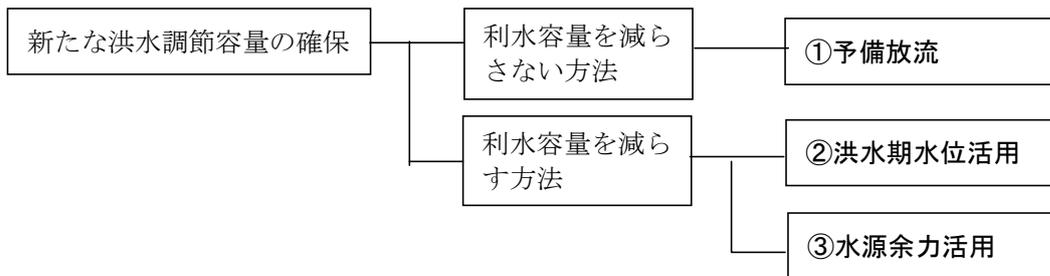


図 2.2 治水活用方策

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。

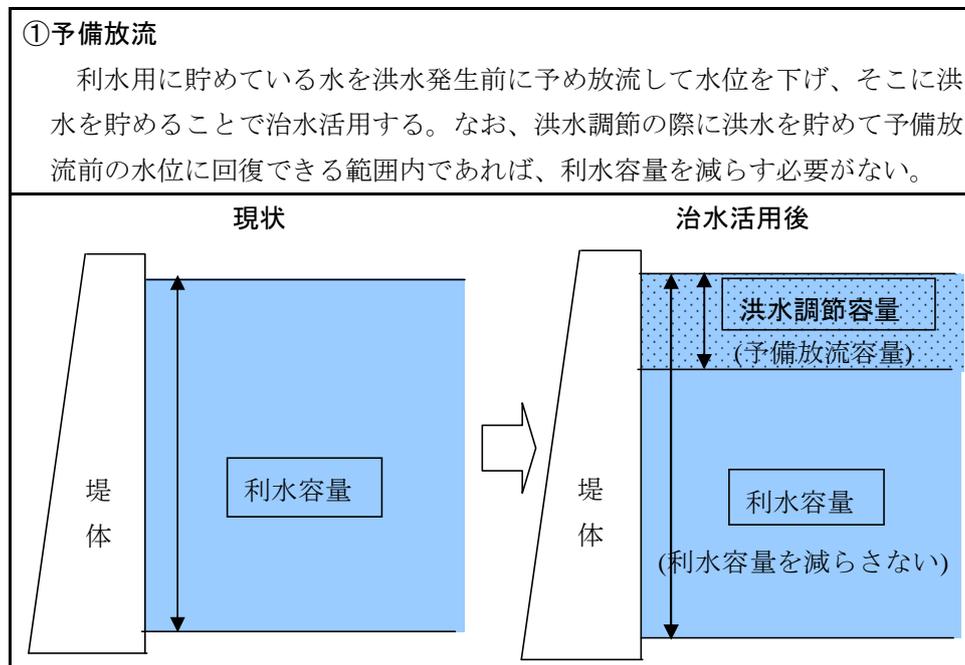


図 2.3 予備放流のイメージ

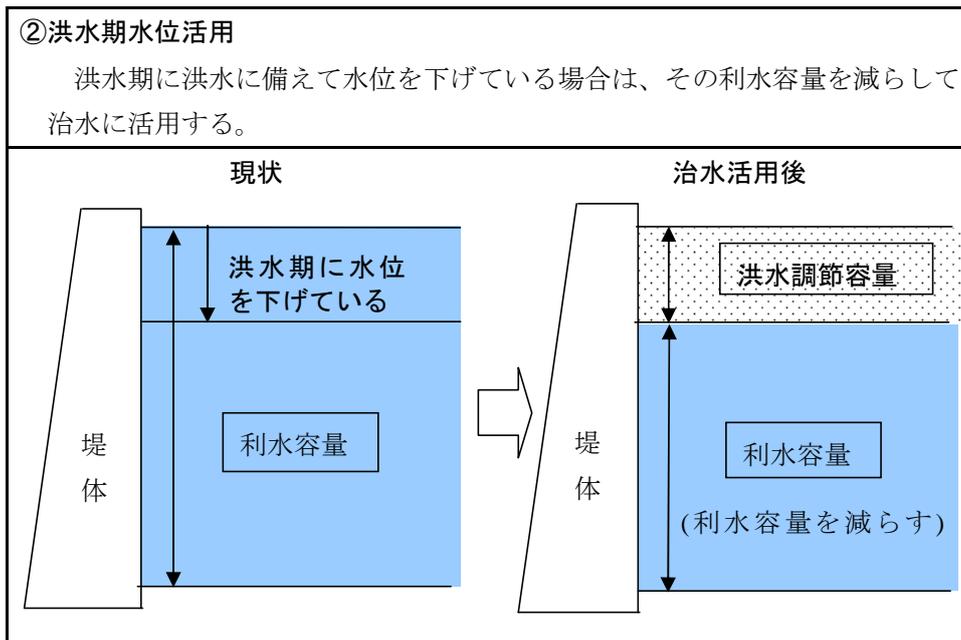


図 2.4 洪水期水位活用のイメージ

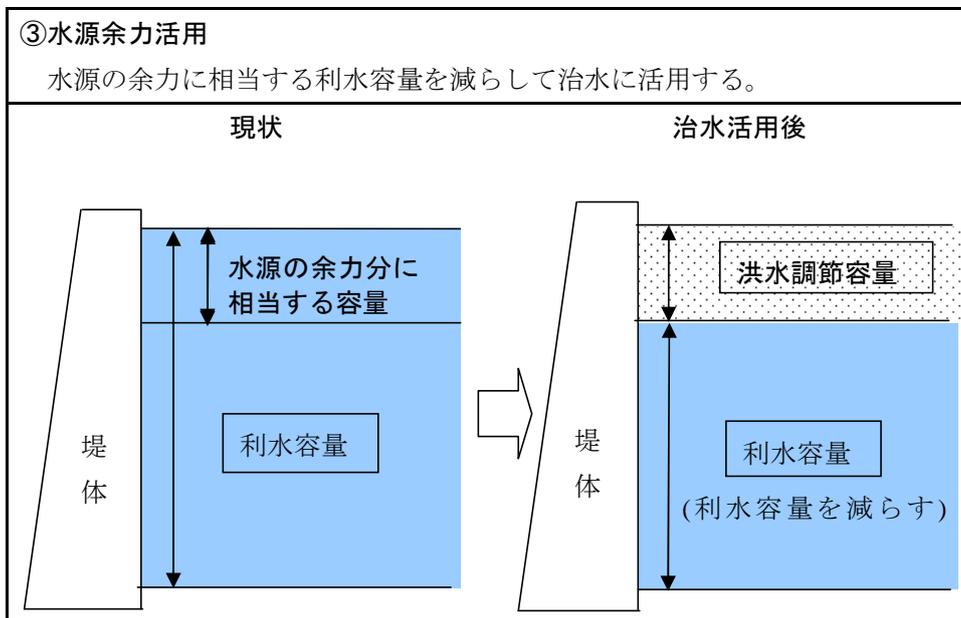


図 2.5 水源余力活用のイメージ

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ことに、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。

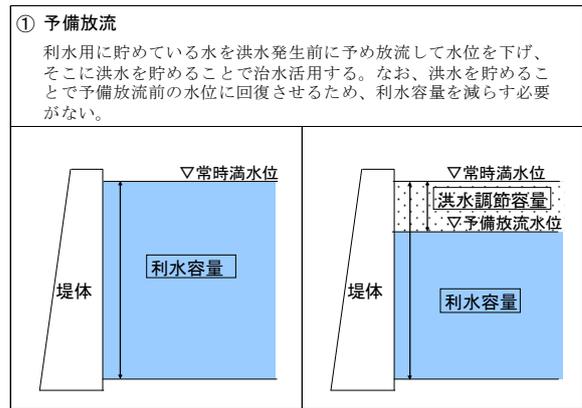


表 3.1 予備放流の検討で確認する2つ確実性

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)

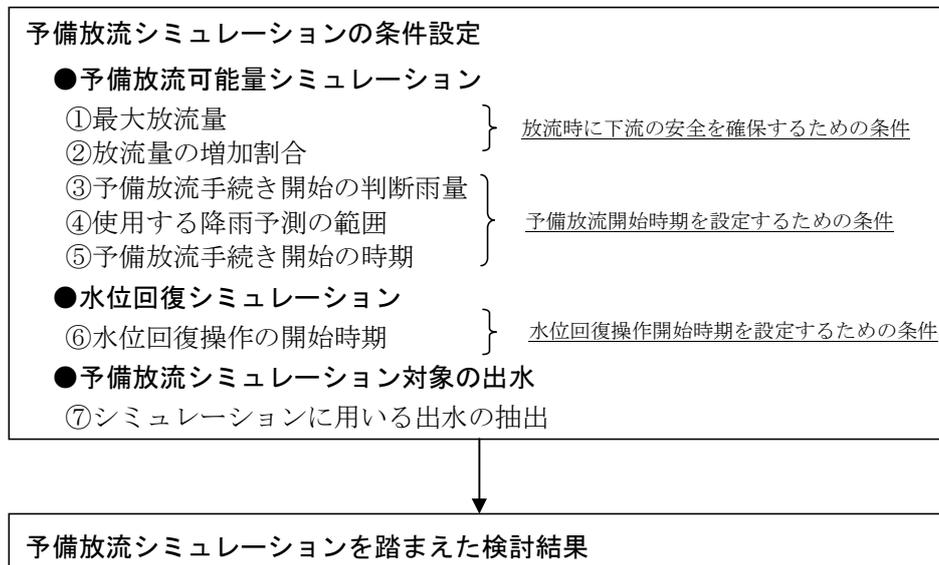


図 3.1 検討フロー

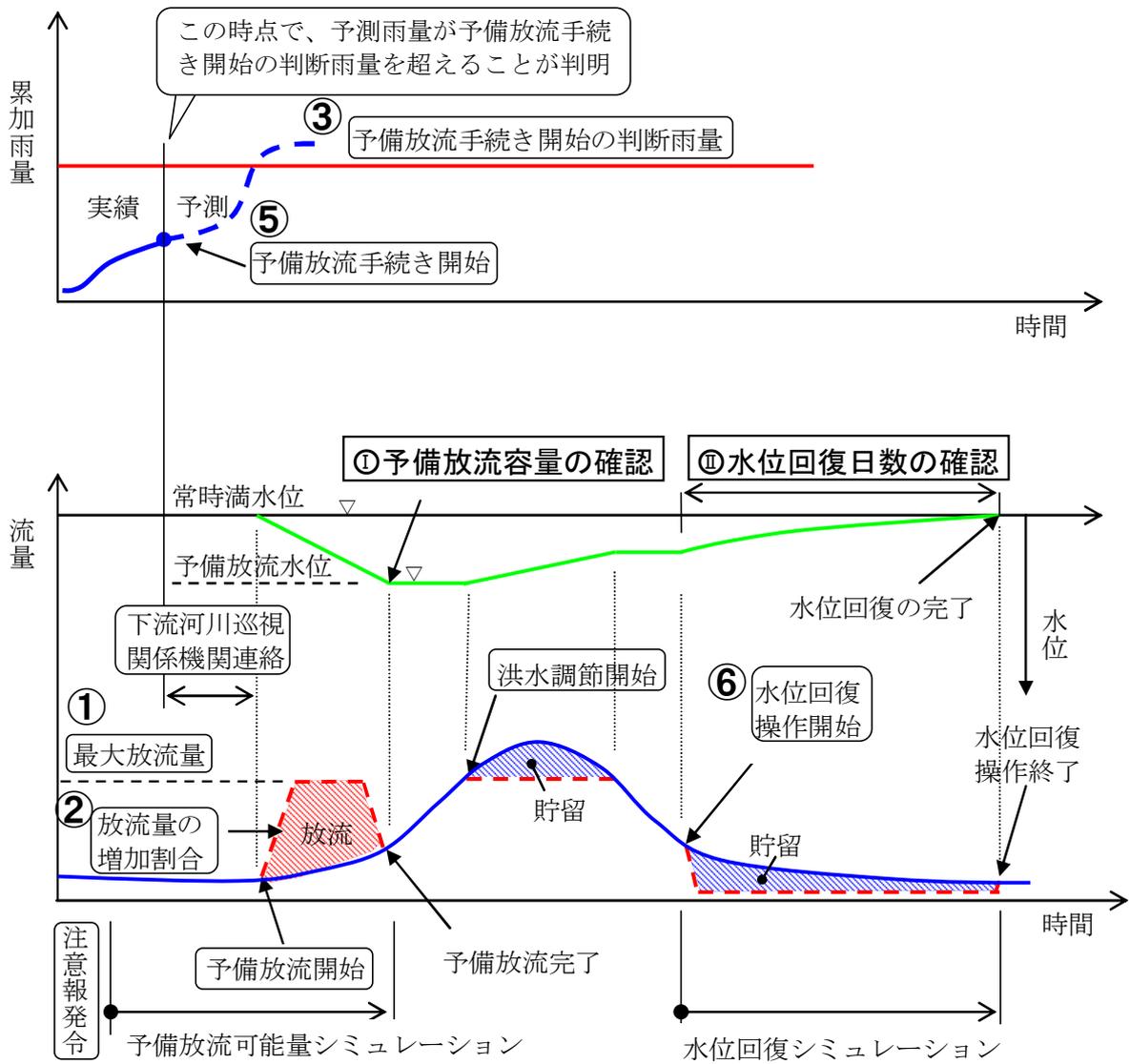
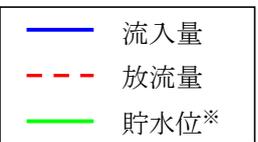


図 3.2 予備放流シミュレーションのイメージ



※常時満水位以下の水位

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。

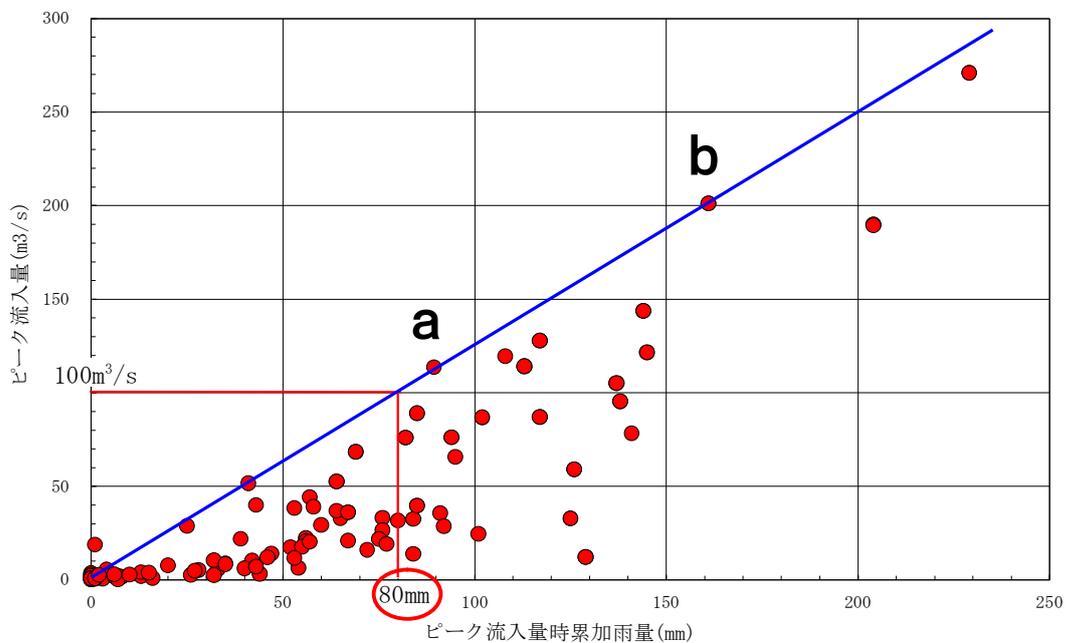


図 3.3 ピーク流入量時の累加雨量とピーク流入量の関係

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。

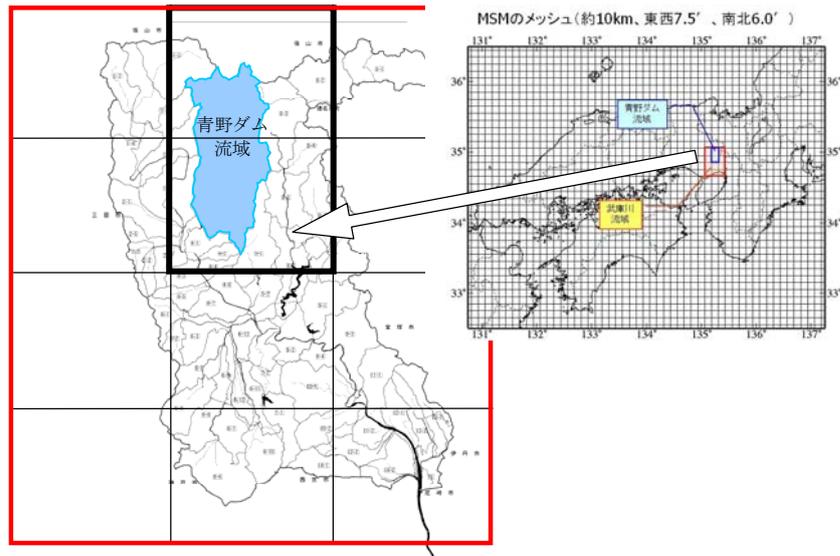


図 3.4 降雨予測のメッシュ (10km)

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。

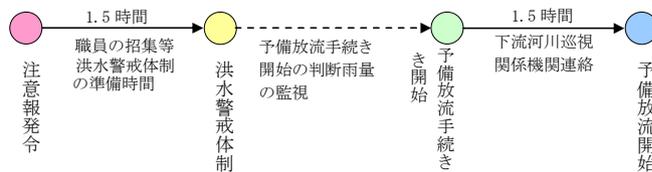


図 3.5 予備放流の開始までの手順

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、 $50\text{m}^3/\text{s}$ 以下となつてから 1 時間(気象水象の傾向を確認する時間を考慮)後とする。

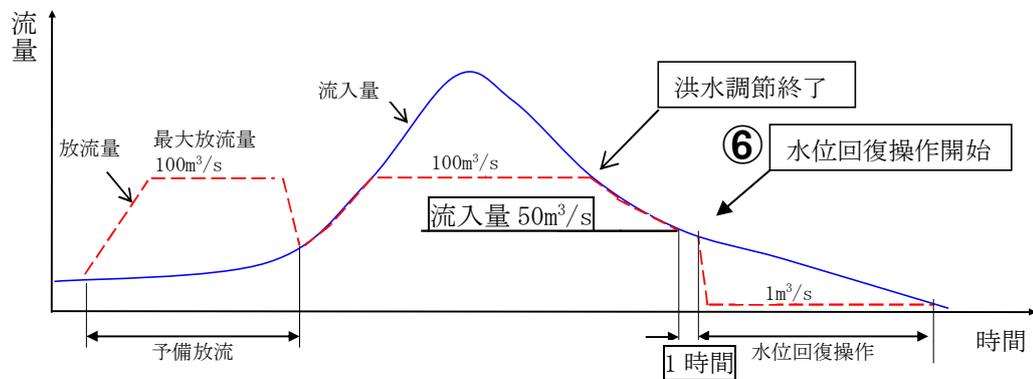


図 3.6 水位回復の開始条件

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 日以内で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、このよう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。

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 0.1万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。

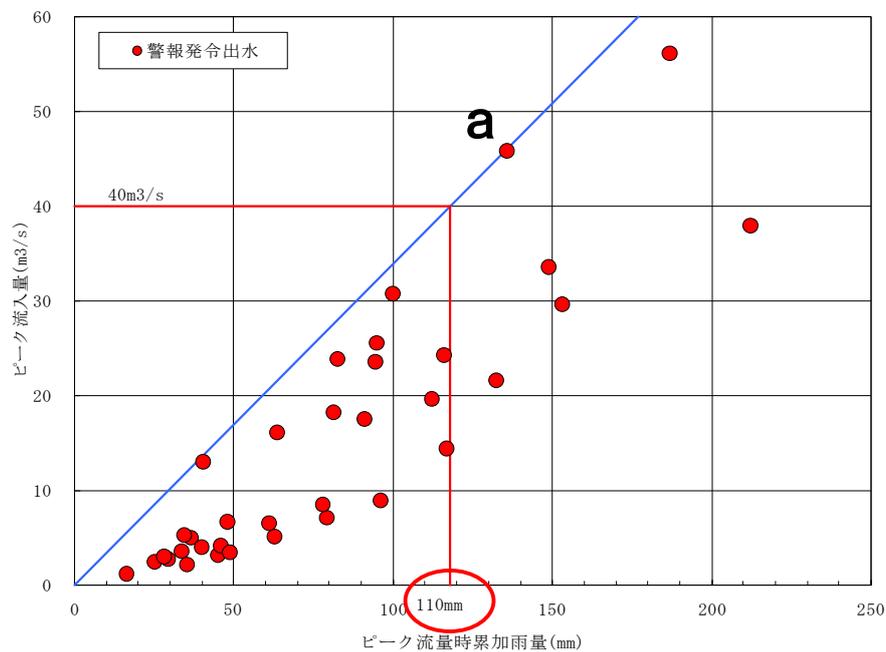


図 3.7 ピーク流入量時の累加雨量とピーク流入量の関係

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。

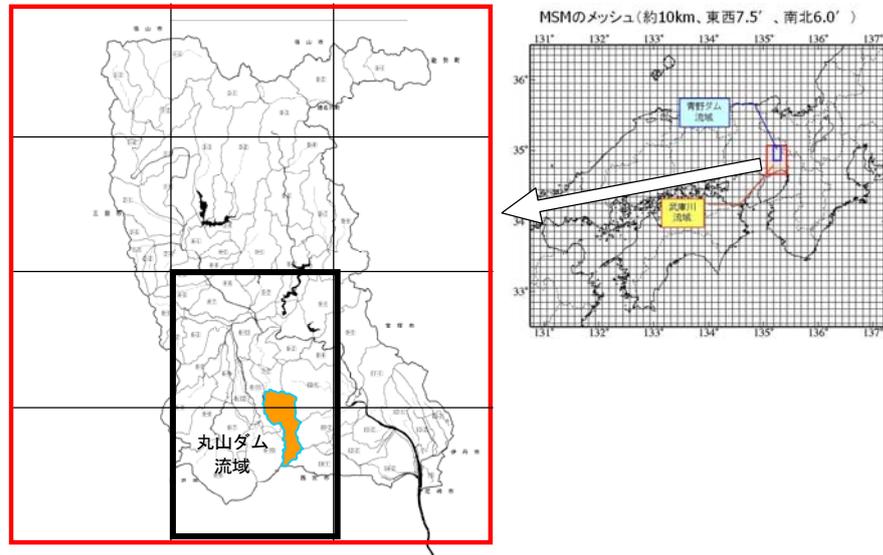


図 3.8 降雨予測のメッシュ (10km)

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。

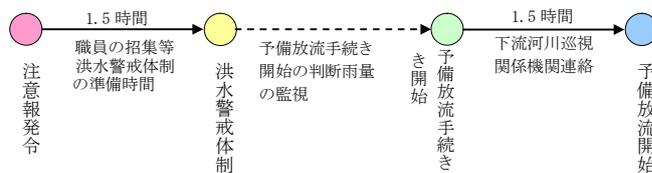


図 3.9 予備放流の開始までの手順

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、 $20\text{m}^3/\text{s}$ 以下となつてから1時間（気象水象の傾向を確認する時間を考慮）後とする。

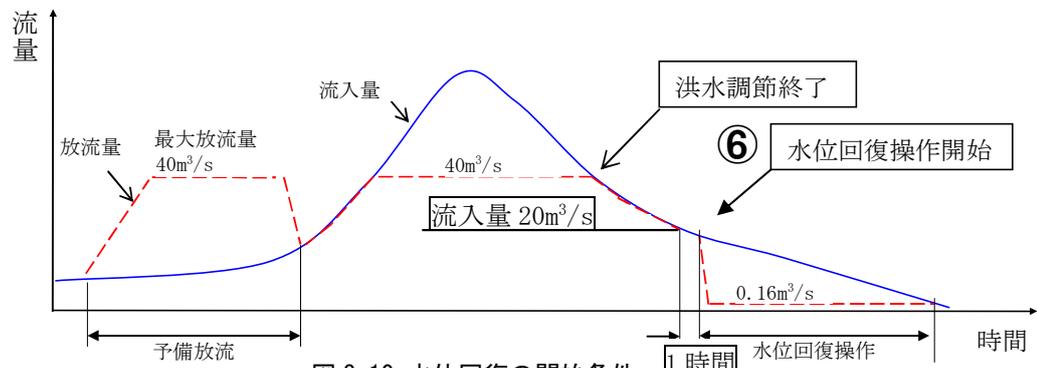


図 3.10 水位回復の開始条件

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、突発的な洪水が起こりやすいため、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	30	154		○	○	○	○	○	○	2日	2日	3日	4日	6日
	7	1992/08/19	H4	33	153		○	○	○	○	○	○	常満以上	5日	6日	50日	51日
	11	1986/05/12	H7	21	182		○	○	○	○	○	○	1日	3日	3日	4日	5日
	19	1998/10/18	H10	38	212		○	○	○	○	○	○	1日	2日	8日	254日	254日
	21	1999/06/29	H11	46	198		○	○	○	○	○	○	1日	2日	3日	5日	18日
降雨予測 による	23	2000/09/11	H12	17	162		○	○	○	○	○	○	42日	50日	51日	51日	51日
	28	2004/10/20	H16	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 (m³/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m³	20万m³	30万m³	40万m³	50万m³	10万m³	20万m³	30万m³	40万m³	50万m³	
	1	1989/05/07 H1 05:00	5	65		※	○	○	○	○	※	1日	2日	3日	4日	5日
	2	1989/09/03 H1 12:00	30	154		○	○	○	×(31)	×(31)	○	1日	6日	7日	7日	7日
	3	1990/06/09 H2 14:00	9	83		○	×(10)	×(10)	×(10)	×(10)	○	1日	1日	1日	1日	1日
	4	1990/07/03 H2 11:00	6	74		○	○	○	○	○	○	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	1日	1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		○	○	○	○	○	○	1日	2日	3日	4日	4日
	11	1995/05/12 H7 07:00	21	182		○	○	○	○	○	○	1日	29日	29日	29日	29日
	12	1996/08/14 H16 23:00	16	80		○	×(16)	×(16)	×(16)	×(16)	○	20日	30日	30日	31日	32日
	13	1996/09/13 H16 21:00	11	88		○	○	○	○	○	○	11日	13日	14日	14日	14日
	14	1997/06/28 H9 20:00	10	67		○	○	○	○	○	○	8日	12日	12日	14日	16日
	15	1997/09/26 H9 04:00	5	60		○	○	○	○	○	○	4日	5日	9日	18日	21日
	16	1998/05/17 H10 01:00	9	69		○	○	○	○	×(45)	○	1日	2日	2日	4日	21日
	17	1998/05/29 H10 03:00	6	71		○	○	○	○	○	○	1日	2日	4日	13日	22日
	18	1998/06/19 H10 21:00	5	64		○	○	○	○	○	○	常満以上	1日	6日	253日	254日
	19	1998/10/18 H10 02:00	38	212		○	○	○	○	○	○	常満以上	1日	6日	6日	6日
	20	1999/05/27 H11 07:00	8	60		○	○	○	○	○	○	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上
	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		○	○	○	○	○	○	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上
	25	2003/08/09 H15 07:00	8	82		○	○	○	○	○	○	1日	1日	5日	5日	6日
	26	2004/08/31 H16 02:00	25	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		※	※	※	※	※	○	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		○	○	○	○	○	○	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】丸山がけ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
	2	1989/09/03	H1	30	154	○	○	○	○	○	1日	2日	3日	4日	5日
	3	1990/06/09	H2	9	83	○	○	○	○	×(45)	1日	6日	7日	7日	7日
	5	1992/06/24	H4	8	91	○	○	○	○	○	1日	1日	3日	7日	8日
	7	1992/08/19	H4	33	153	○	○	○	○	○	常満以上	5日	6日	50日	51日
	8	1993/07/05	H5	30	108	○	×(18)	×(18)	×(18)	×(18)	1日	1日	1日	1日	1日
	11	1995/05/12	H7	21	182	○	○	○	○	○	常満以上	1日	1日	3日	4日
	12	1996/08/14	H8	16	80	○	×(13)	×(13)	×(13)	×(13)	常満以上	29日	29日	29日	29日
	13	1996/09/13	H8	21	88	○	○	○	○	○	20日	30日	30日	30日	32日
	19	1998/10/18	H10	38	212	○	○	○	○	○	1日	2日	8日	254日	254日
	21	1999/06/29	H11	46	198	○	○	○	×(28)	×(28)	常満以上	1日	3日	3日	3日
	22	1999/09/15	H11	7	80	○	○	○	○	○	2日	7日	10日	24日	1年以上
	23	2000/09/11	H12	17	162	○	○	○	○	○	42日	50日	51日	51日	51日
	24	2001/08/02	H13	17	81	○	○	○	○	○	※	※	※	※	※
	25	2003/08/09	H15	8	82	○	×(11)	×(11)	×(11)	×(11)	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上	常満以上
	26	2004/08/31	H16	25	95	○	○	○	○	○	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	56	190	○	○	○	○	○	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
	2	1989/09/03	H1	30	154	○	○	○	○	○	2日	2日	3日	4日	6日
	7	1992/08/19	H4	33	153	○	○	○	○	○	常満以上	5日	6日	50日	51日
	11	1995/05/12	H7	21	182	○	○	○	○	○	1日	3日	3日	4日	5日
	19	1998/10/18	H10	38	212	○	○	○	○	○	1日	6日	253日	254日	254日
	21	1999/06/29	H11	46	198	○	○	○	○	○	1日	3日	5日	18日	79日
	23	2000/09/11	H12	17	162	○	○	○	○	○	42日	50日	51日	51日	51日
	28	2004/10/20	H16	56	190	○	○	○	○	○	常満以上	常満以上	3日	5日	7日

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つた。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、

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。

千苜ダム下流の羽束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束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
$5\text{m}^3/\text{s}$ ～ $10\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$2.5\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$10\text{m}^3/\text{s}$ ～ $20\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$3.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$20\text{m}^3/\text{s}$ ～ $30\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$5.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$30\text{m}^3/\text{s}$ ～ $40\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$6.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$40\text{m}^3/\text{s}$ ～ $50\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$7.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$50\text{m}^3/\text{s}$ ～ $70\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$8.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$70\text{m}^3/\text{s}$ ～ $80\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$9.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$80\text{m}^3/\text{s}$ ～ $100\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$10.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$100\text{m}^3/\text{s}$ ～ $120\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$11.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$120\text{m}^3/\text{s}$ ～ $140\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$12.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$140\text{m}^3/\text{s}$ ～ $160\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$13.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$160\text{m}^3/\text{s}$ ～ $180\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$14.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$180\text{m}^3/\text{s}$ ～ $200\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$15.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$200\text{m}^3/\text{s}$ ～ $230\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$16.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$230\text{m}^3/\text{s}$ ～ $260\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$17.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$260\text{m}^3/\text{s}$ ～ $290\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$18.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$290\text{m}^3/\text{s}$ ～ $320\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$19.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$320\text{m}^3/\text{s}$ ～ $350\text{m}^3/\text{s}$ 未満	$20.0\text{m}^3/\text{s}$ 以内
$350\text{m}^3/\text{s}$ ～ $360\text{m}^3/\text{s}$ 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、千苅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。

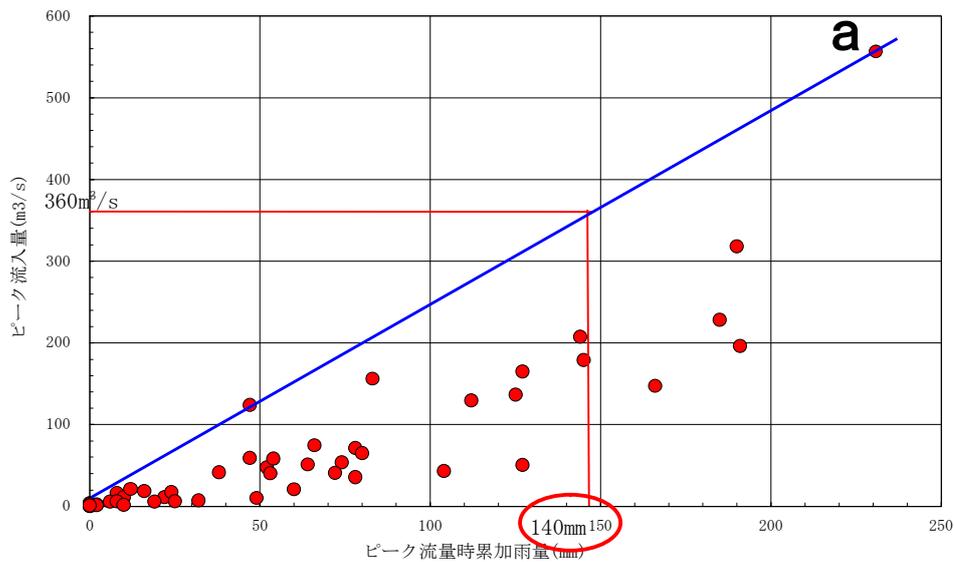


図 3.11 ピーク流量時累加雨量とピーク流量の関係

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ものと同一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。

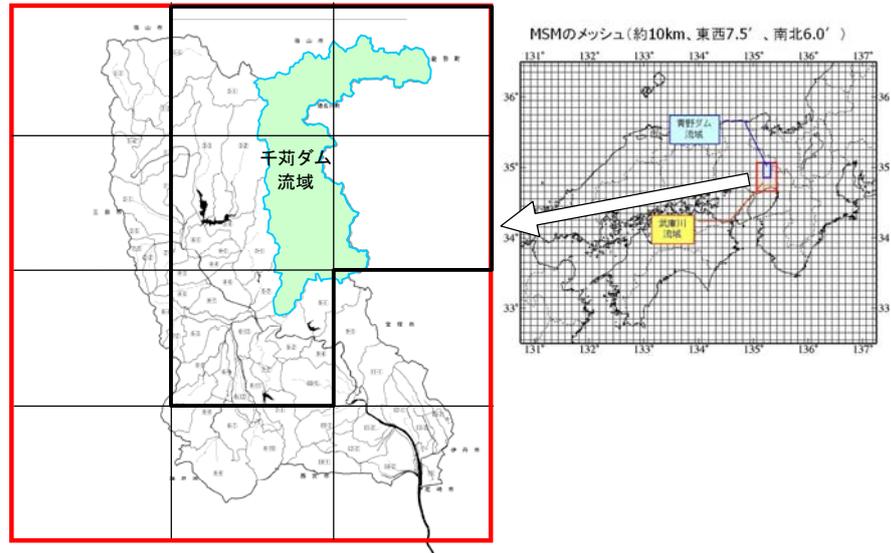


図 3.12 降雨予測のメッシュ (10km)

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。

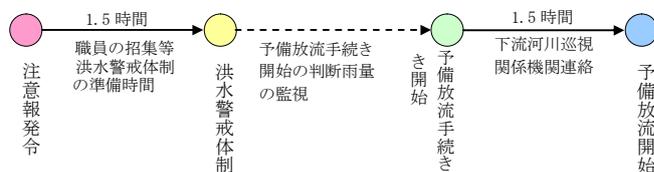


図 3.13 予備放流の開始までの手順

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。

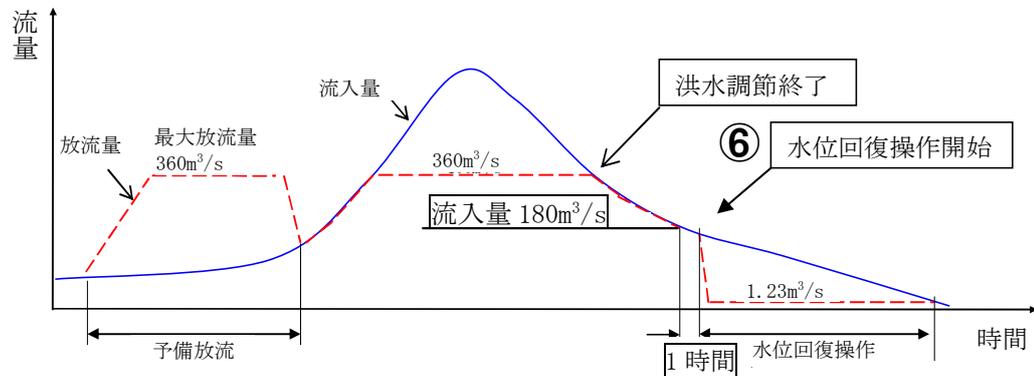


図 3.14 水位回復の開始条件

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、千苅ダムにおいては、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 出水と少ないため、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、千苅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 章千苅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	147	166	166	○	○	○	○	1日	1日	2日	2日
	2	1995/07/03 H7	58	171	171	○	○	○	○	5日	8日	13日	16日
	4	1996/08/28 H8	207	195	195	○	○	○	○	1日	1日	1日	2日
	7	1998/09/22 H10	179	146	146	○	○	○	○	2日	3日	3日	4日
	8	1998/10/18 H10	228	185	185	○	○	○	○	1日	2日	3日	5日
	9	1999/06/30 H11	318	196	196	○	○	○	○	1日	1日	2日	3日
	17	2004/10/20 H16	551	241	241	○	○	○	○	1日	1日	1日	1日
	19	2006/07/19 H18	196	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、千苅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)

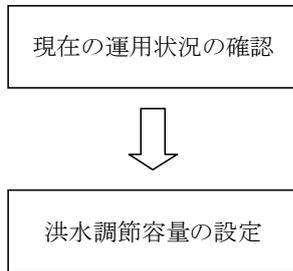
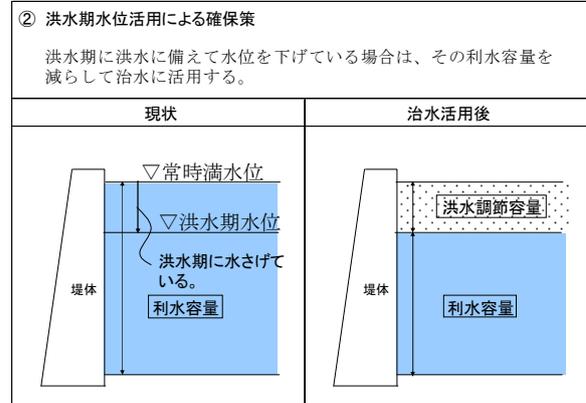


図4.1 検討フロー



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)

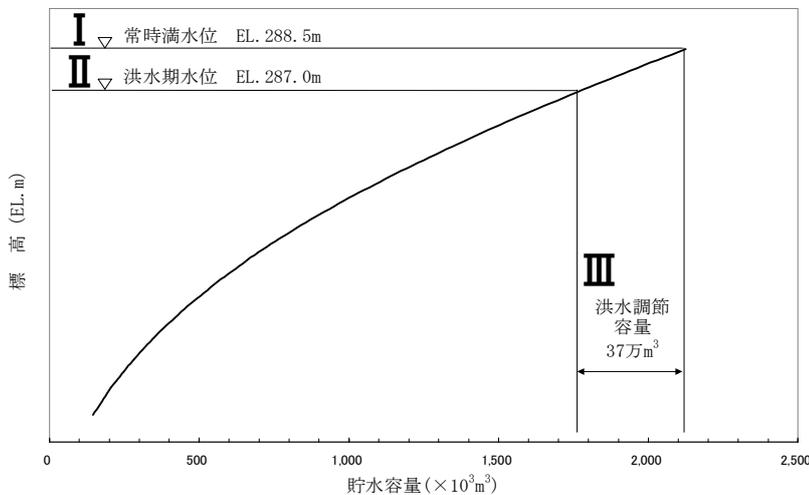


図4.2 丸山ダムH-V曲線

(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
設計洪水水位	ダム設計洪水流量時の最高水位
サーチャージ水位	洪水調節時の最高水位
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）

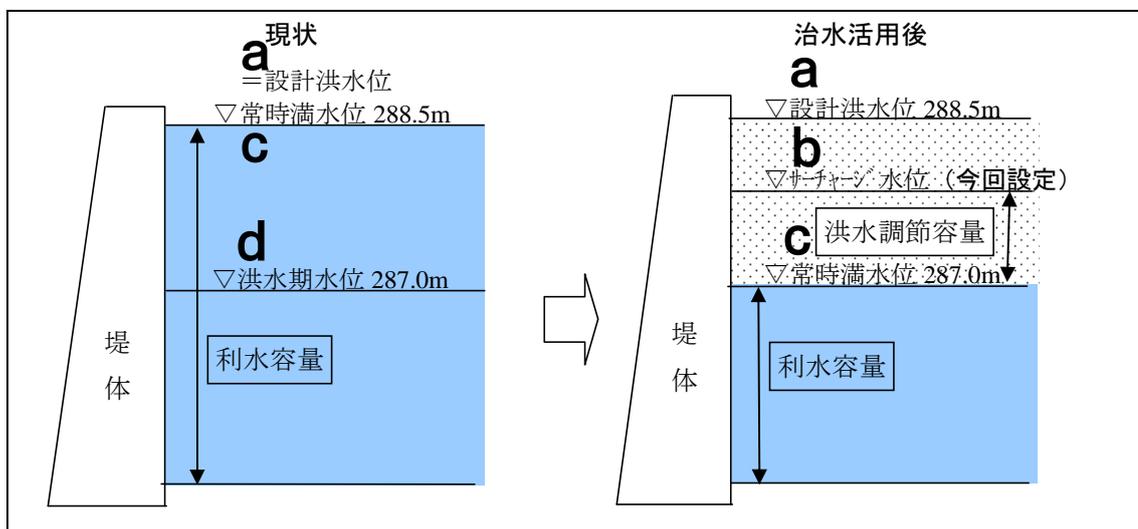


図 4.3 丸山ダムを治水活用した場合の水位

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）

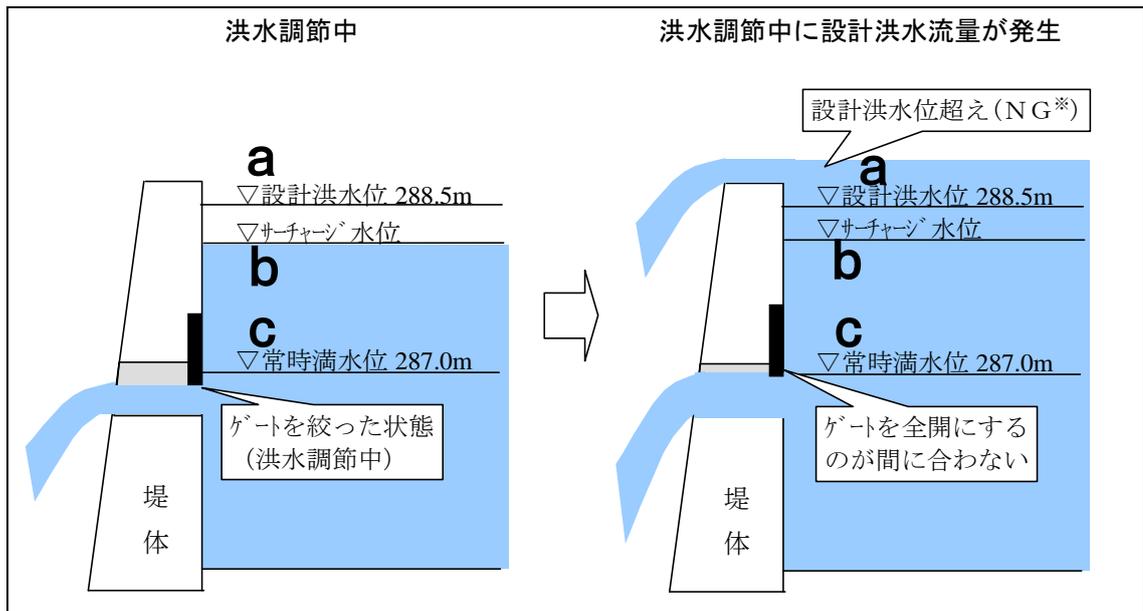


図 4.4 ②で考慮する不具合

※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。

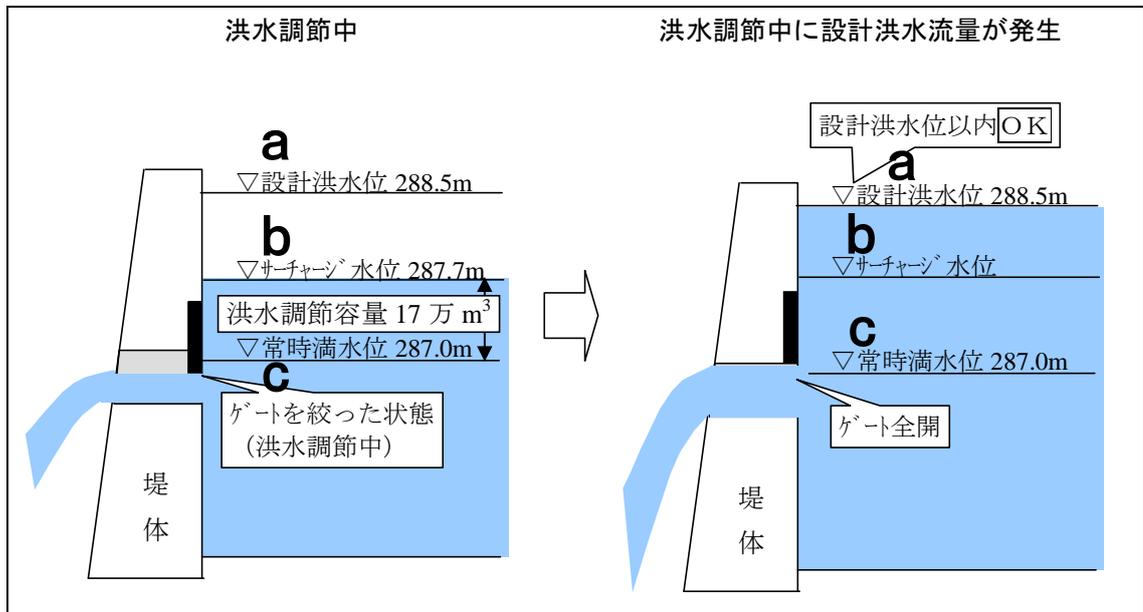


図 4.5 ②を考慮したサーチャージ水位の設定

(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 千苅ダムでの検討 (②洪水期水位活用)

(1) 運用状況

千苅ダムでは、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。(千苅ダム操作規程第 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)

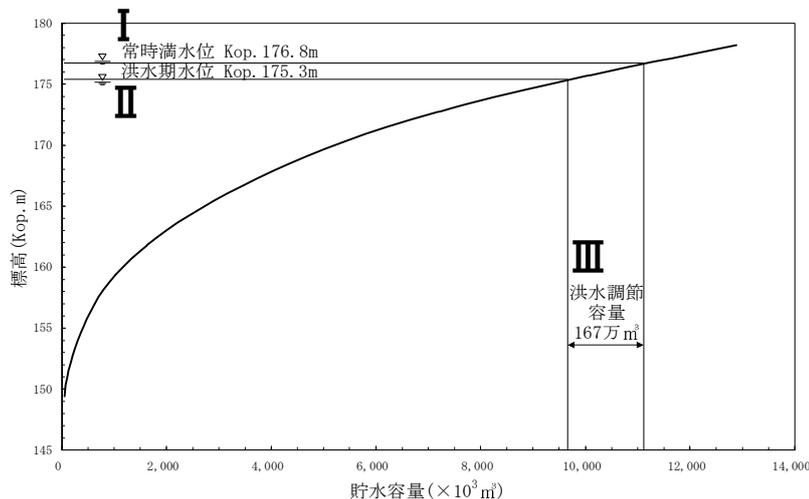


図 4.6 千苅ダムH-V曲線

(3) サージ水位と洪水調節に使用できる容量

1) 千苅ダムの水位の概要

千苅ダムの場合、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。

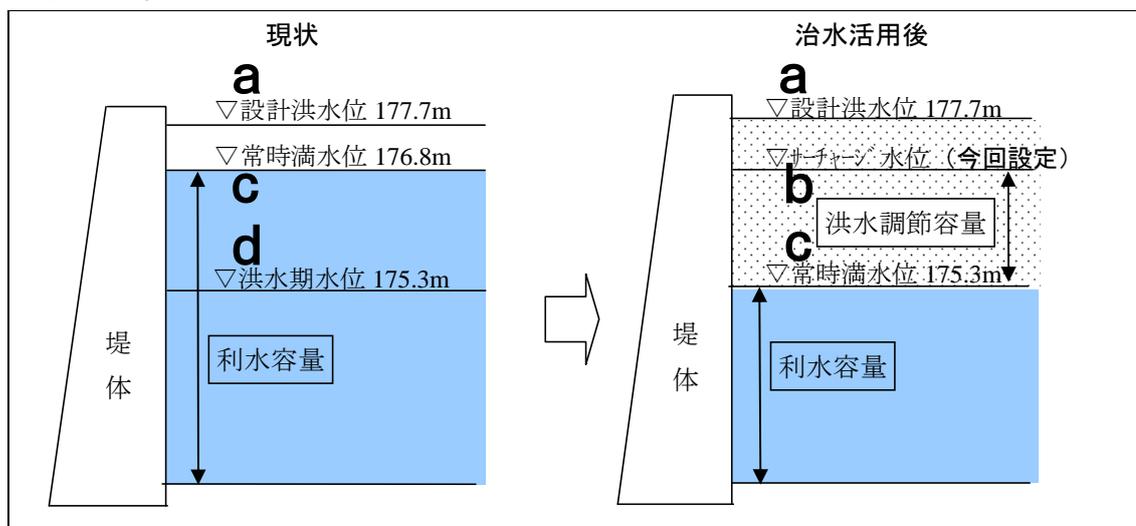


図 4.7 千苅ダムを治水活用した場合の水位

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。

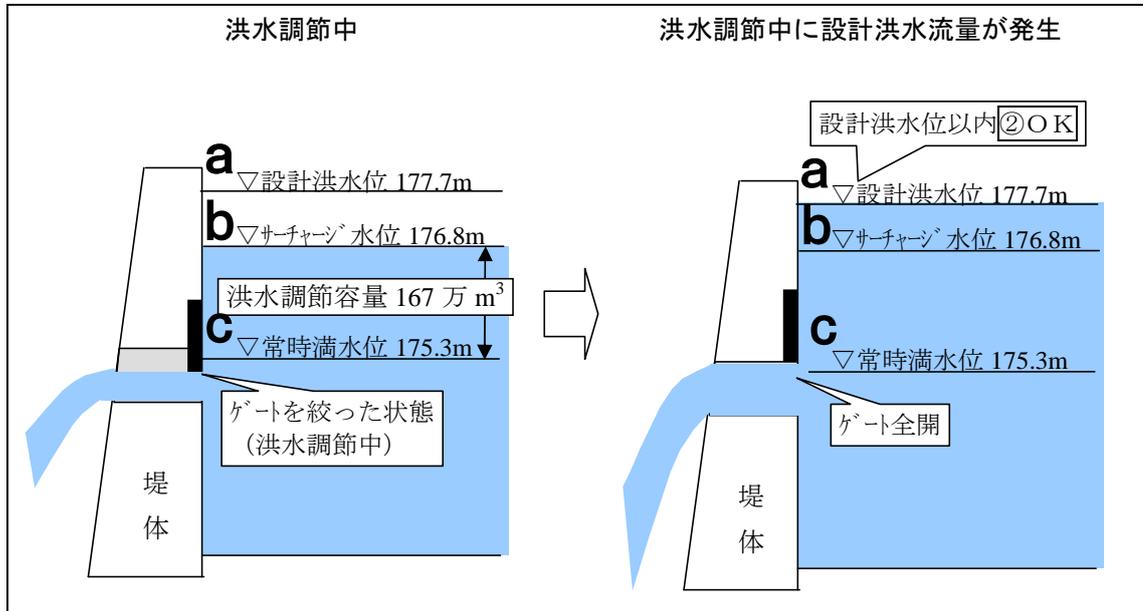


図 4. 8②を考慮したサーチャージ水位の設定

(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。

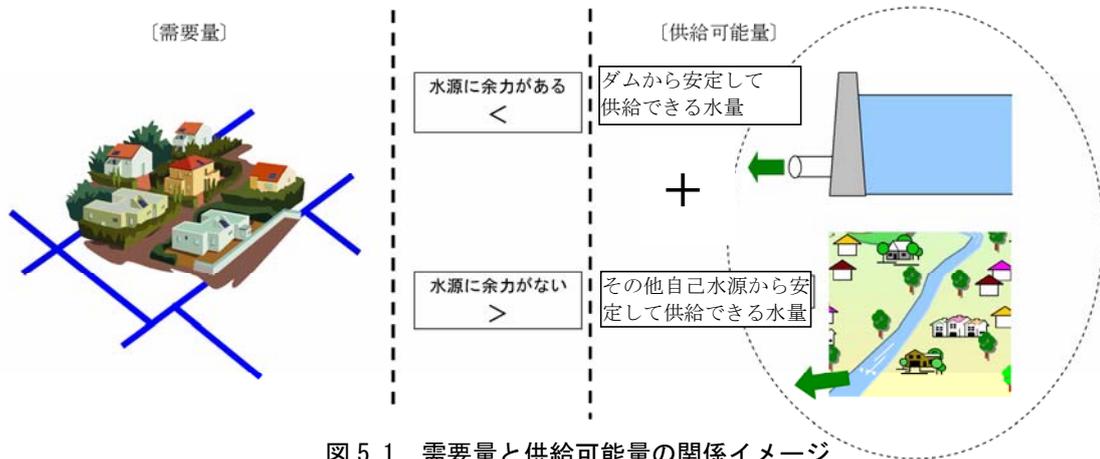
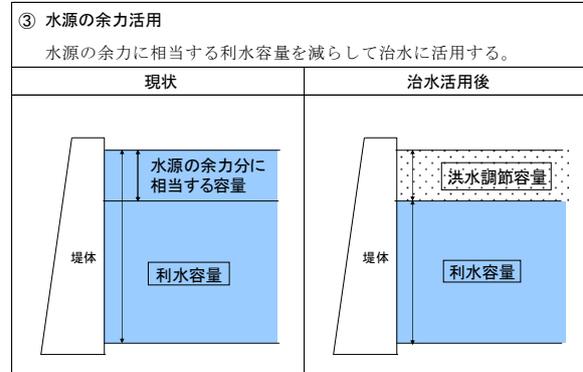


図5.1 需要量と供給可能量の関係イメージ

（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。

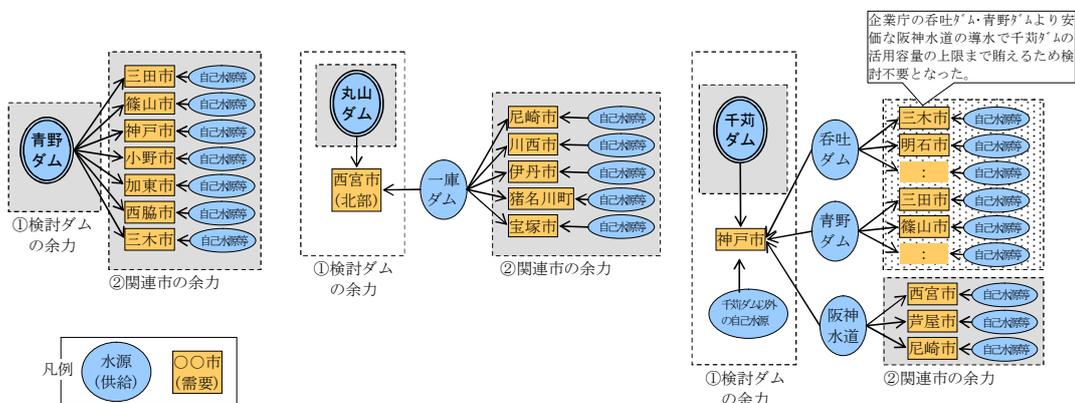


図5.2 検討範囲の概念図

(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 供給可能性の算出方法

(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性とする。（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性とする。（表5.2）

表 5.2 供給可能性

	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)

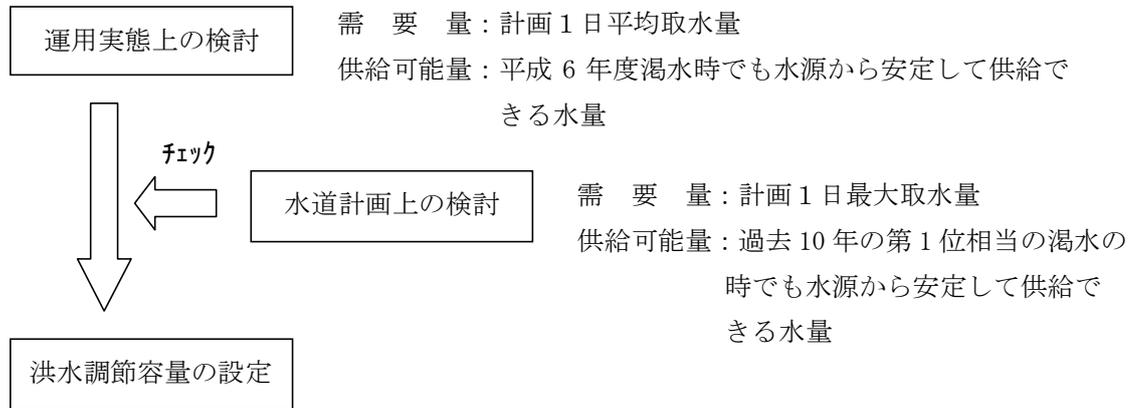


図 5.3 検討フロー

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。

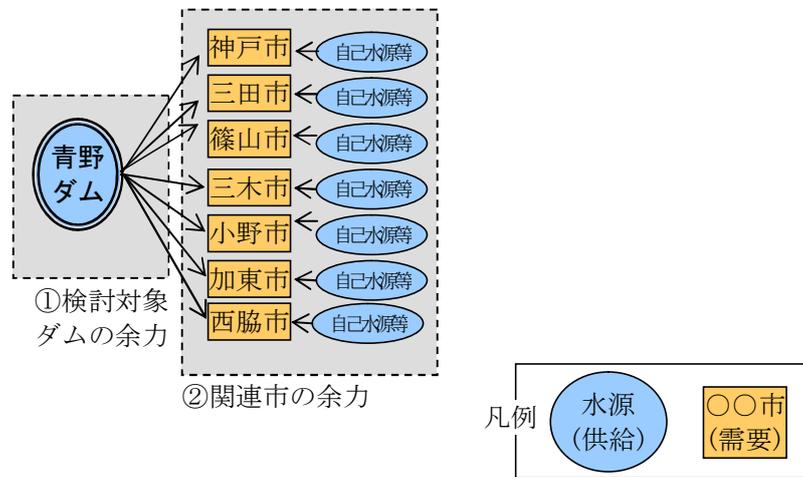


図 5.4 青野ダム関連の検討範囲

(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)	1.7	>	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）

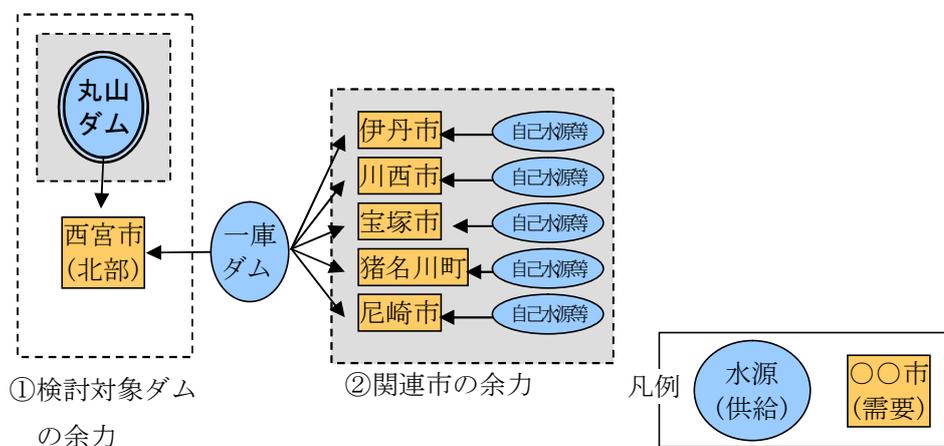


図 5.5 丸山ダム関連の検討範囲

(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	>	4.4	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。

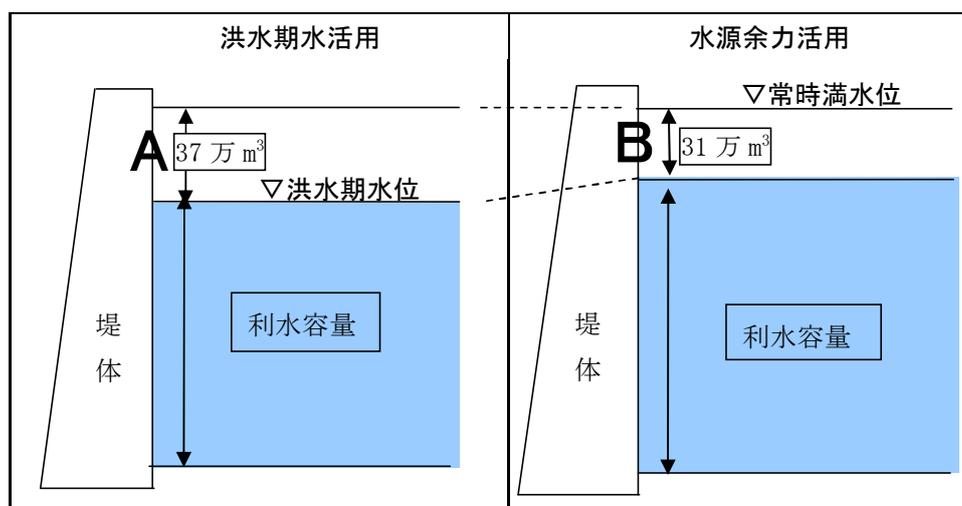


図 5.6 洪水期水位活用と水源余力活用の水位の関係

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。

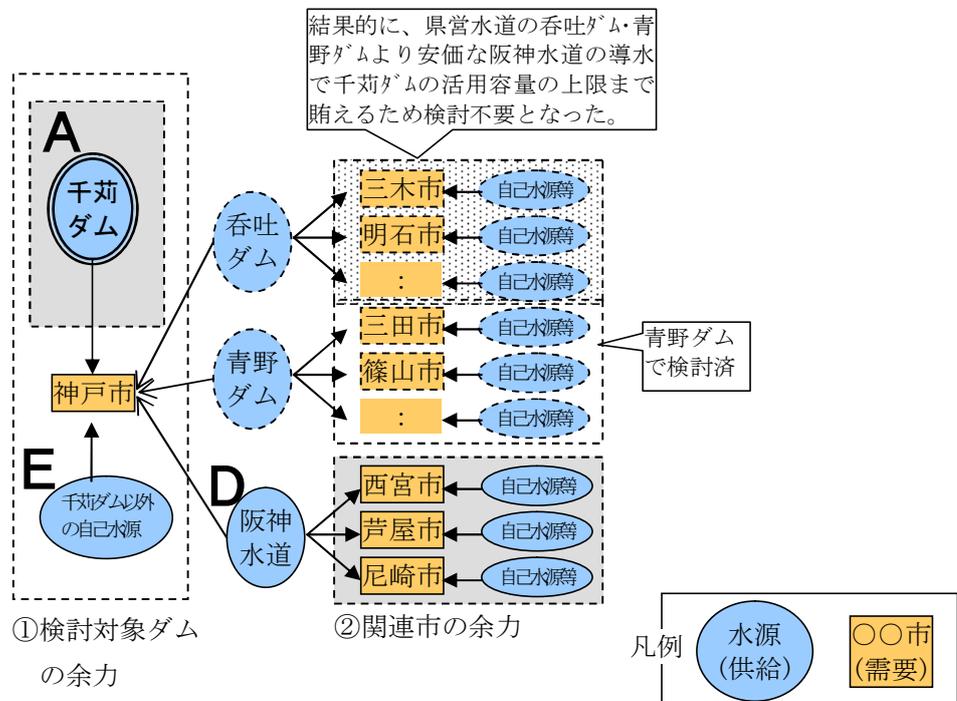
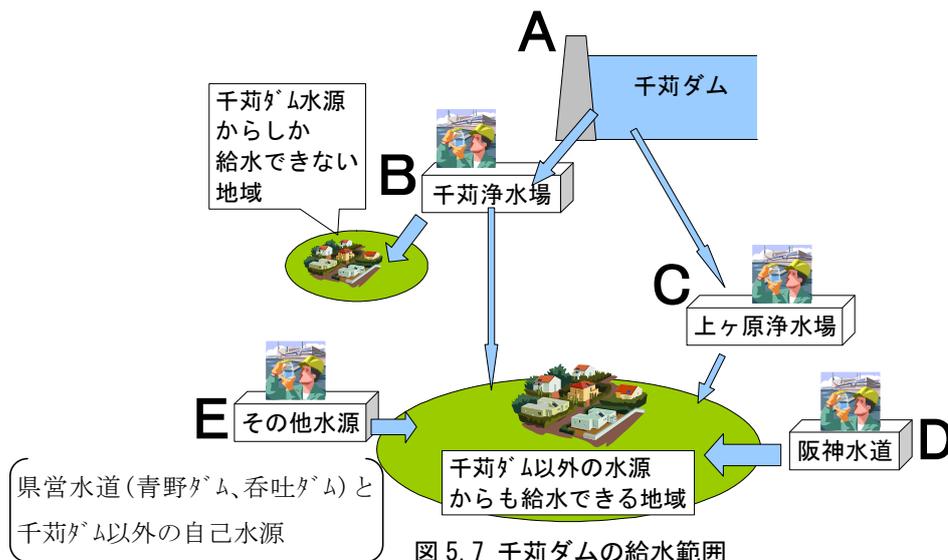


図 5.8 千苺ダム関連の検討範囲

(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) 千苅ダムの余力

表 5.24 により、千苅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)
千苅ダム(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、導水により千苅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)内のみでの補償(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。

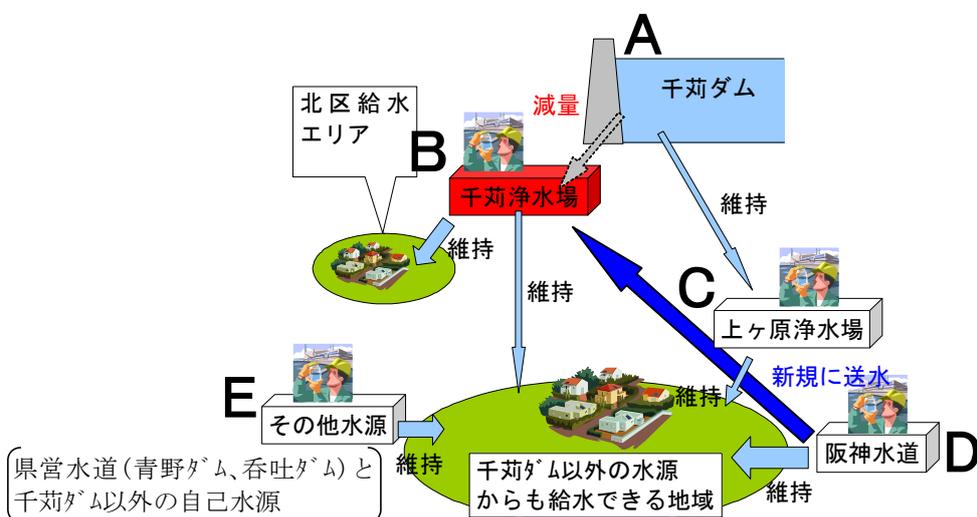


図 5.9 市の意見 (千苺浄水場へ給水)

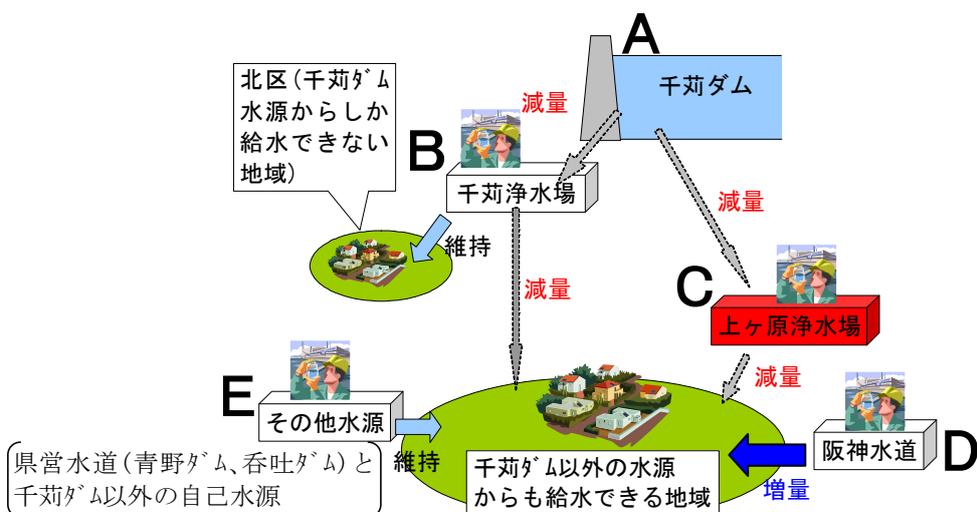


図 5.10 県の意見 (上ヶ原浄水場へ給水)

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年に羽束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

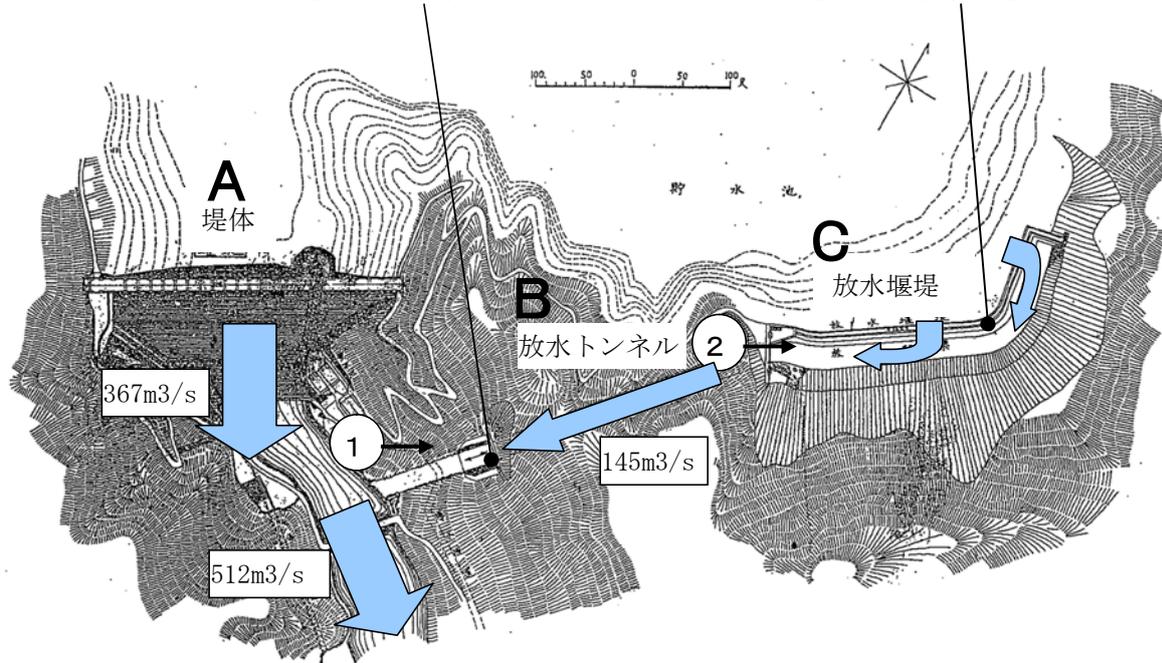


図 6.1 平面図

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

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、千苅ダム改造については、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している。

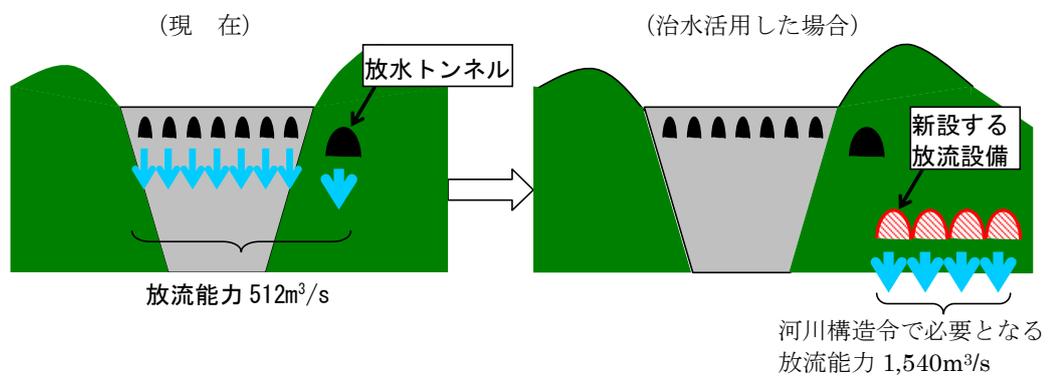


図 6.4 放流設備新設イメージ

(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。

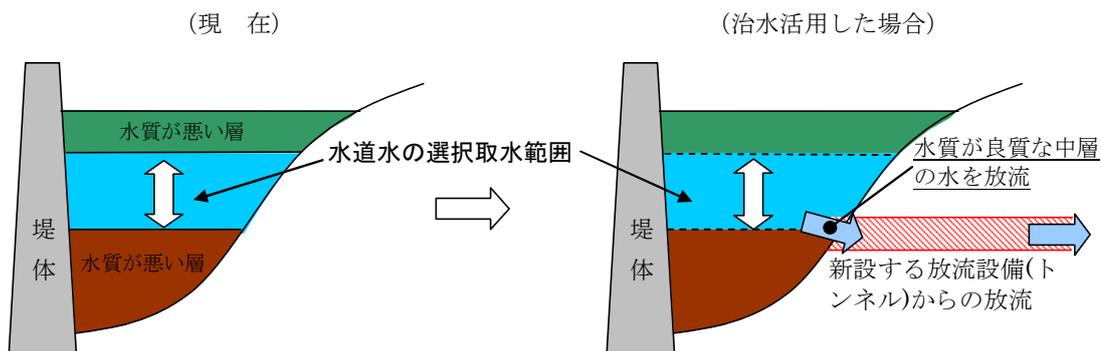


図 6.5 中層水の放流イメージ

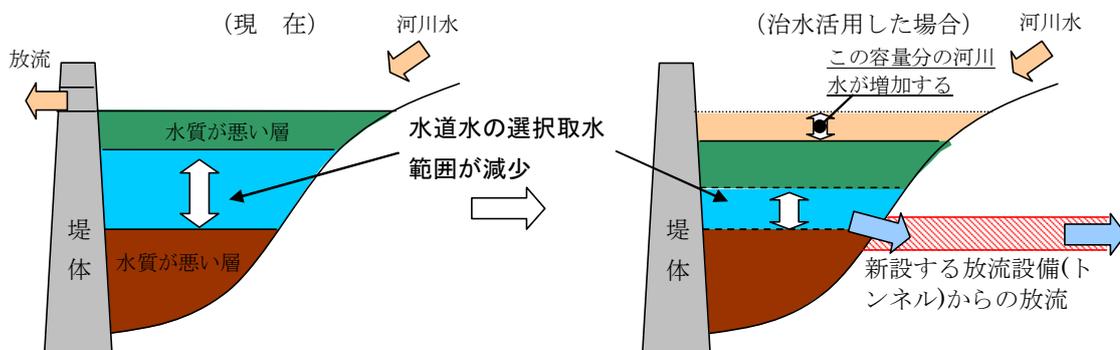


図 6.6 河川水をこれまでより多く貯水するイメージ

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)に位置づける。</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、予備放流の現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現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)、放流の現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現実性の追加確認</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現実性の追加確認 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。

