

4. 堆砂

4.1 評価の進め方

4.1.1 評価方針

布目ダムの堆砂状況及び経年的な整理により堆砂傾向を把握し、計画値との比較を行うことにより評価を行う。また、堆砂対策の必要性及び対策案について提案する。

4.1.2 評価手順

以下の手順で評価を行う。評価のフローは図 4.1-1 に示すとおりである。

(1) 堆砂測量方法の整理

堆砂測量(深浅測量)の方法について、手法・測線(測量断面位置)・測量時期について整理する。

(2) 堆砂実績の整理

測量結果(堆砂状況調査報告書、深浅測量結果等)をもとに、堆砂状況について経年的に図表を整理する。また、縦断図を示し、堆砂形状を把握した。

(3) 堆砂傾向の評価

堆砂計画との比較から、堆砂の進行状況や堆積箇所等の傾向について評価を行った。

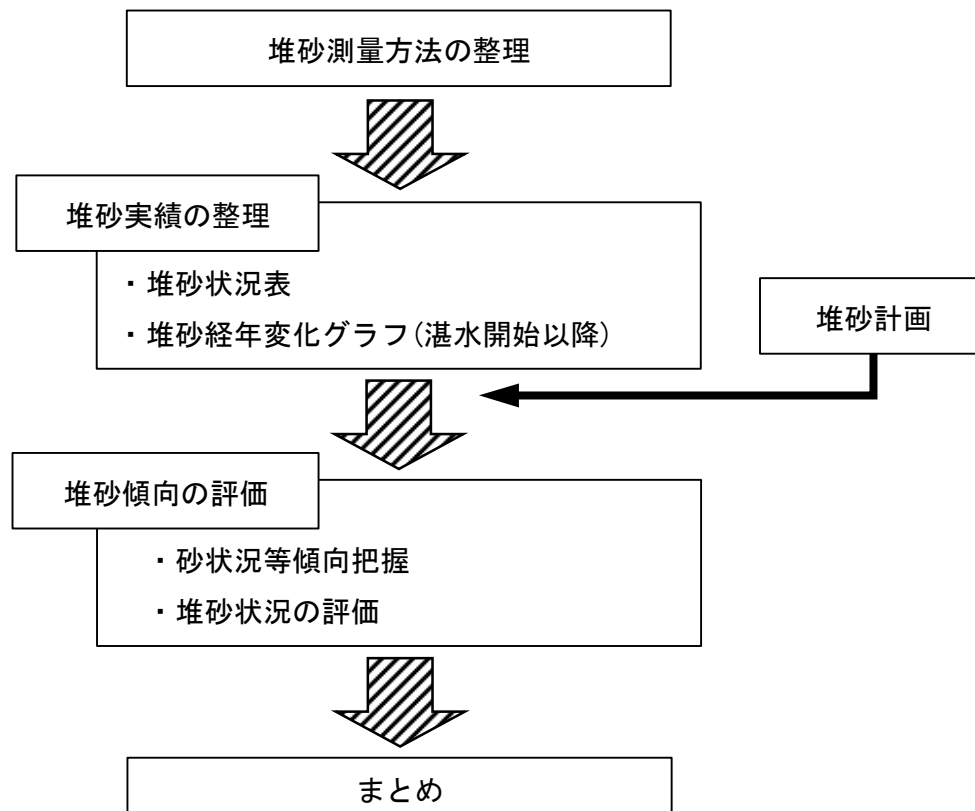


図 4.1-1 評価手順

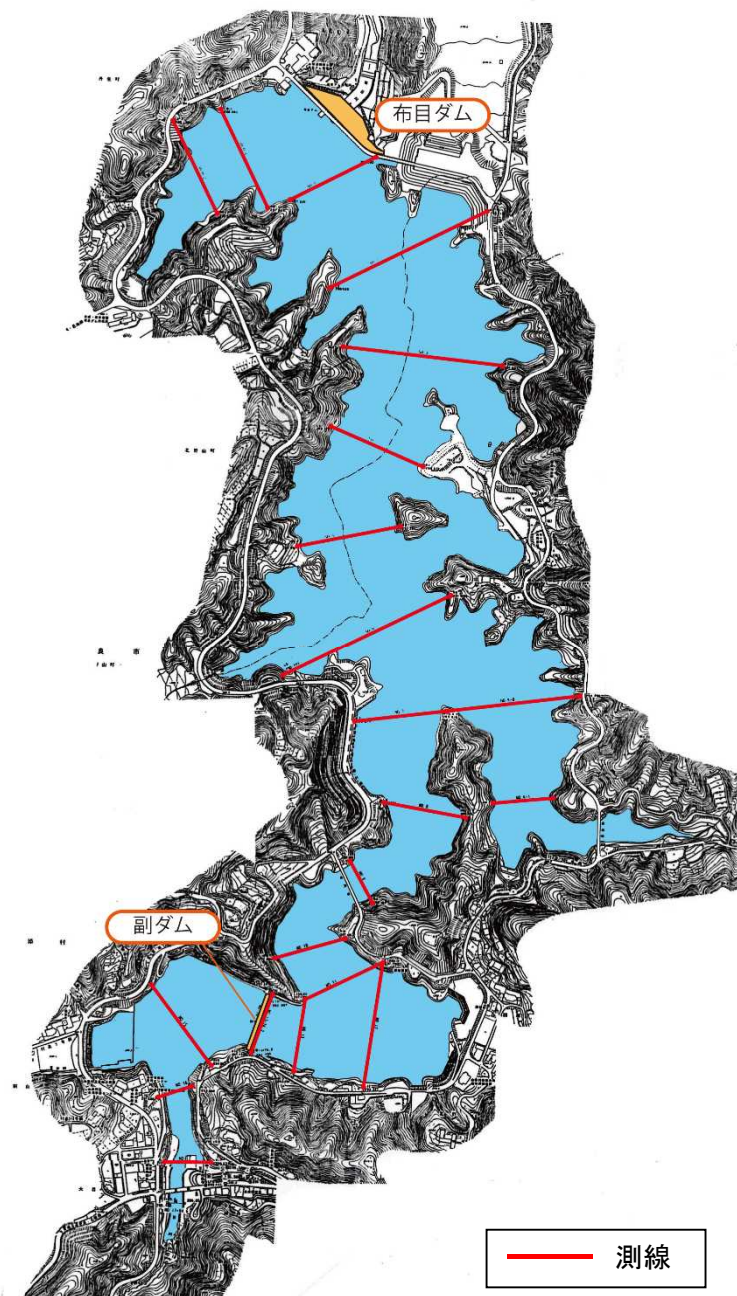
4.2 堆砂測量方法の整理

ダムの堆砂測量(深淺測量)は、毎年12月～翌年の3月にかけて実施している。測量手法は、平成21年度までは主に音響測深機を、平成22年度以降はナローマルチビーム測深機を用いて測量を行っている。

(1) 音響測深機による測量

音響測深機を用いて貯水池の横断方向に河床高の測量を行い、初年度との断面を比較することで当該年度総貯水量を算出し、初年度総貯水量の差で堆砂量を算出している。

測量箇所は下図のとおりである。

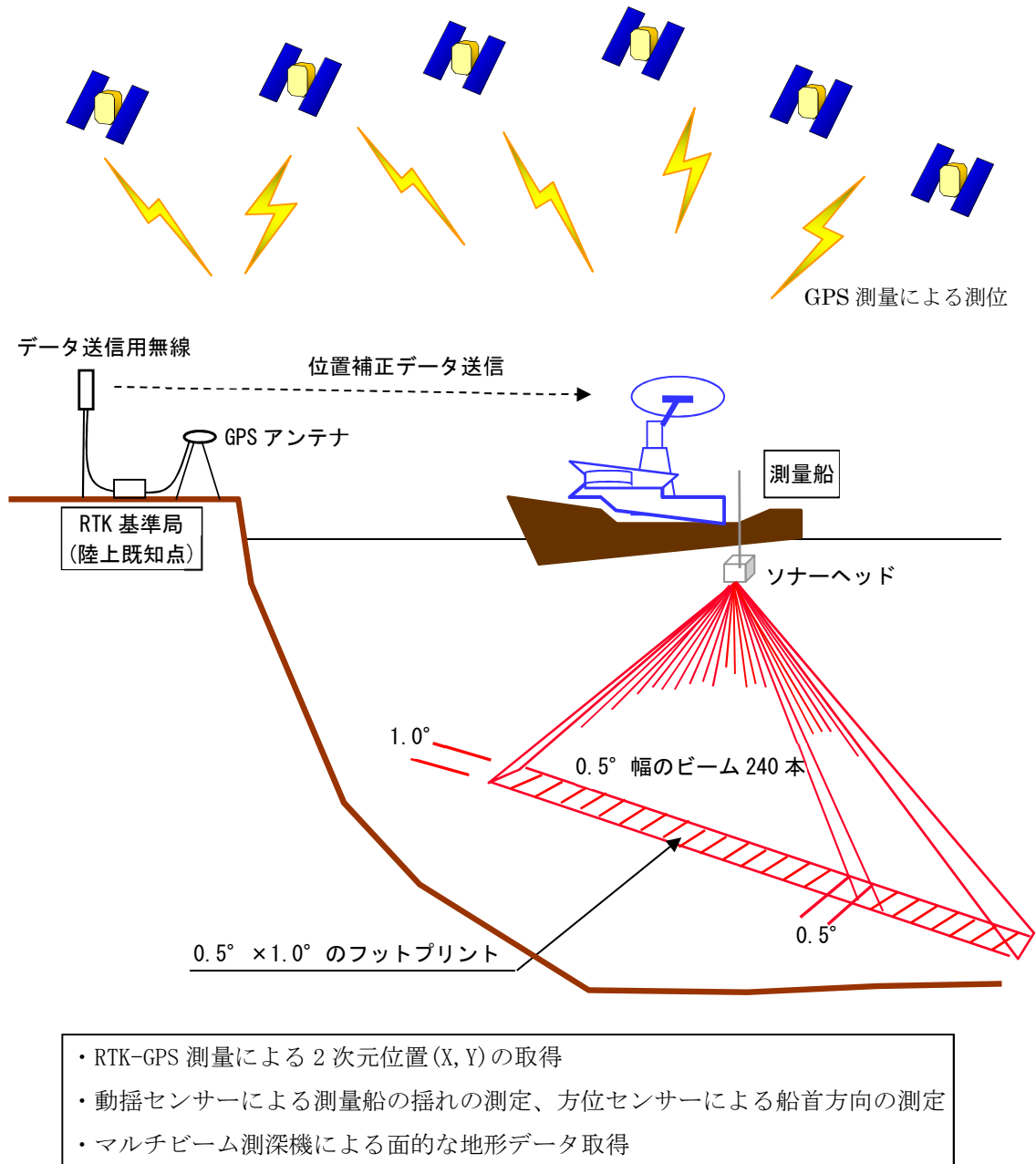


【出典：平成22年度 木津川ダム貯水池堆砂測量作業（その2）報告書】

図 4.2-1 堆砂測量平面図

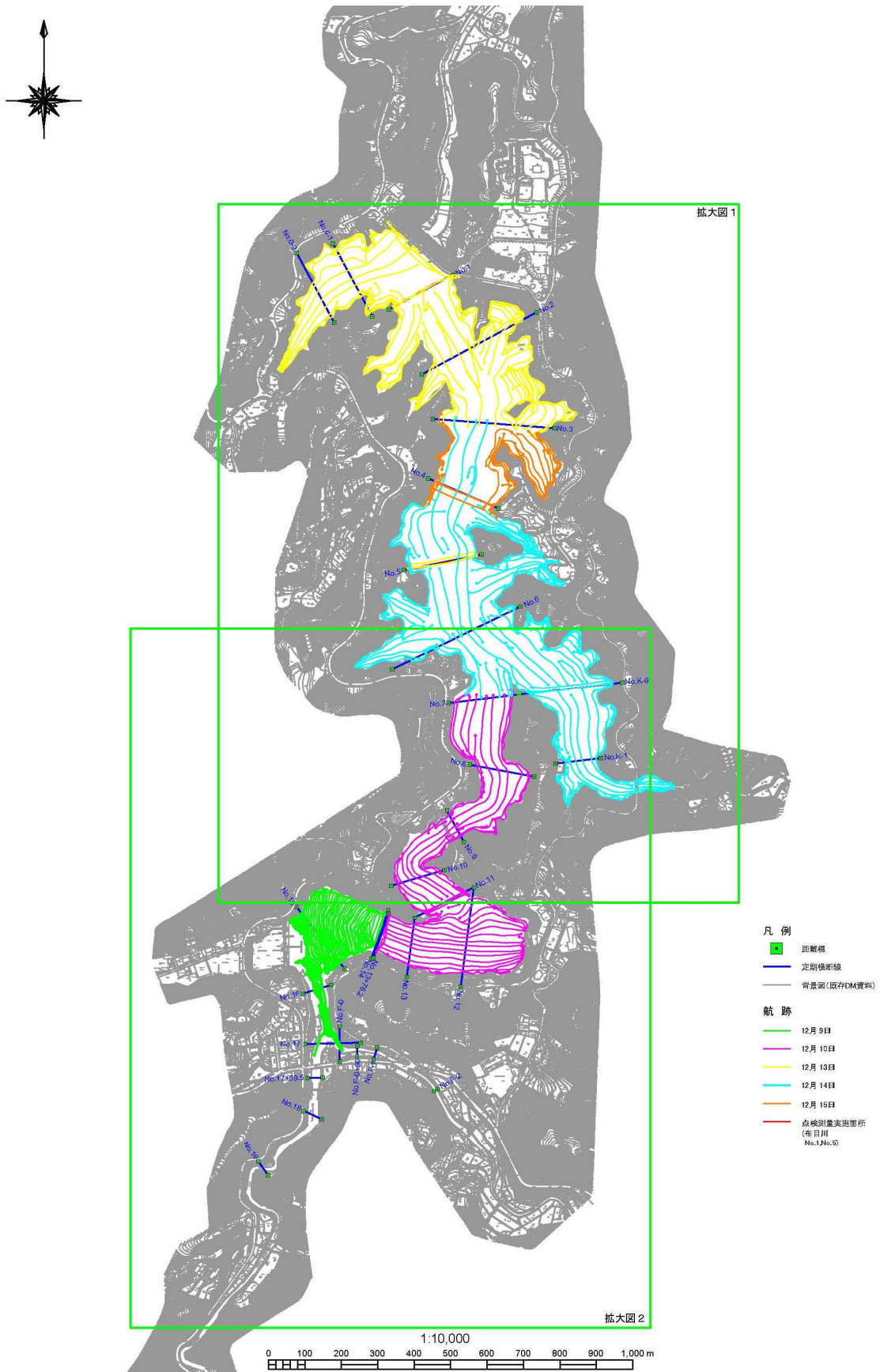
(2) ナローマルチビーム測深による測量

ナローマルチビーム測深機は、従来の音響測深機による手法と異なり、音響ビームを湖底に面的に照射することで、高精度な測深を行う手法である。堆砂量は、ナローマルチビーム測深により得られる地形モデルと既存平面図から作成したダム建設当時の3次元地形モデルとの比較により総貯水容量を算出し、総貯水容量と比較することにより堆砂量を算出している。



【出典：平成 28 年度青蓮寺ダム定期報告書】

図 4.2-2 マルチビーム測深による測量方法のイメージ図



【出典：令和3年度 木津川ダム群貯水池堆砂測量業務報告書（布目ダム）】

図 4.2-3 布目ダム マルチビーム測深実施範囲（航跡図）

表 4.2-1 布目ダム 堆砂測量方法の比較表

	音響測深器 (平成21年までの計測方法)	ナローマルチビームによる測量 (平成22年からの計測方法)
計測範囲	測量船の進行に伴って線上に地形を計測する。	測量船の進行に伴って面的に地形を計測する。
計測方法	測線上を船で航行し、横断杭からの距離と水深データから横断面を作成する。	ランダムに計測した地形データを解析し、3次元地形モデルを作成する。
算定方法	算定方法：平均断面法 測量により得られた横断面を基に当該年の総貯水量を算出し、初年度の総貯水量との比較により堆砂量を算出する。	算定方法：スライス法 測量により得られた3次元地形モデルを基に当該年の総貯水量を算出し、既存平面図から作成した建設当時の3次元地形モデルを基に算出した総貯水容量との比較により堆砂量を算出する。
イメージ	<p>初年度</p> <p>貯水量</p> <p>堆砂量</p> <p>H20</p> <p>$S2 = V1 - V2$</p> <p>H21</p> <p>$S3 = V1 - V3$</p> <p>H21 堆砂量 = $S3 - S2$</p> <p>※断面データを用いて貯水量を算定</p>	<p>初年度</p> <p>貯水量</p> <p>堆砂量</p> <p>※標高ごとに貯水量を算定</p> <p>H22</p> <p>$S4 = V1 - V4$</p> <p>H22 堆砂量 = $S4 - S3$</p> <p>H23</p> <p>$S5 = V1 - V5$</p> <p>H23 堆砂量 = $S5 - S4$</p>

4.3 土砂流入等の状況

至近5ヶ年(H29～R3)では、洪水調節を行った洪水が4回あったものの、貯水池周辺の法面崩壊等は殆ど無かった。

4.4 堆砂実績の整理

(1) 現在堆砂量(令和3年度時点)

令和3年度の布目ダムの堆砂量を表 4.4-1 に示す。

令和3年度の全堆砂量は702千m³であり、堆砂率は37%となっている。

表 4.4-1 布目ダム堆砂状況(令和3年度)

流域面積 (km ²)	75.0	計画堆砂年 (年)	100				
総貯水量当初(千m ³)	17,300	計画堆砂量 (千m ³)	1,900				
有効貯水容量(千m ³)	15,400	計画比堆砂量(m ³ /km ² /年)	250				
年度	調査年月	経過年数	現在全堆砂量(千m ³)	有効容量内堆砂量(千m ³)	死水容量内堆砂量(千m ³)	全堆砂率(%)	堆砂率(%)
令和3年	R3.12	31	702	426	276	4.1	36.9

- 注)1. 全堆砂率=現在全堆砂量/総貯水量(当初)
 2. 堆砂率 =現在全堆砂量/計画堆砂量
 3. 有効貯水容量=総貯水容量(当初) - 計画堆砂量

(2) 堆砂量の経年変化

布目ダムが試験湛水を開始した平成3年度から令和3年度までの31年間の堆砂量の経年変化を図 4.4-1 及び表 4.4-2 に示す。

布目ダムでは、管理開始直後の平成4年度に堆砂量が大きくなり、累計堆砂量が目安堆砂量より大きくなったが、平成6年度以降は累計堆砂量が概ね目安堆砂量と同程度で推移している。

(注) 目安堆砂量 = (計画堆砂量/100年) × 供用年数

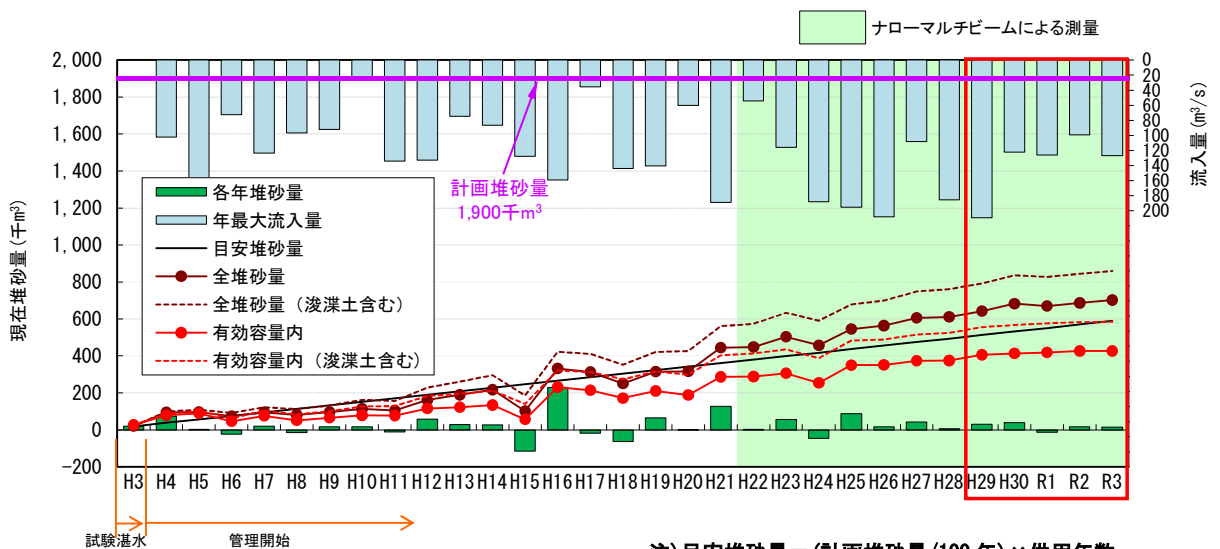


図 4.4-1 布目ダム 堆砂量経年変化

表 4.4-2 布目ダム各年堆砂量(単位：千 m³)

⑥	⑦	⑧	⑨	⑩=⑧+⑨	⑪=④/⑤×⑦	⑫=⑩-(⑩)	⑬=⑩/③	⑭=⑪/④	⑮=⑩/④
年	経年	有効容量内	堆砂容量内	全堆砂量	計画堆砂量	各年堆砂量	全堆砂率(%)	計画堆砂率(%)	堆砂率(%)
	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0.00
H3	1	27	-6	21	19	21	0.12%	1.00%	1.11%
H4	2	79	15	94	38	73	0.54%	2.00%	4.95%
H5	3	90	7	97	57	3	0.56%	3.00%	5.11%
H6	4	46	28	74	76	-23	0.43%	4.00%	3.89%
H7	5	76	19	95	95	21	0.55%	5.00%	5.00%
H8	6	52	29	81	114	-14	0.47%	6.00%	4.26%
H9	7	66	31	97	133	16	0.56%	7.00%	5.11%
H10	8	79	35	114	152	17	0.66%	8.00%	6.00%
H11	9	77	27	104	171	-10	0.60%	9.00%	5.47%
H12	10	116	46	162	190	58	0.94%	10.00%	8.53%
H13	11	123	67	190	209	28	1.10%	11.00%	10.00%
H14	12	134	83	217	228	27	1.25%	12.00%	11.42%
H15	13	56	46	102	247	-115	0.59%	13.00%	5.37%
H16	14	231	101	332	266	230	1.92%	14.00%	17.47%
H17	15	214	99	313	285	-19	1.81%	15.00%	16.47%
H18	16	172	79	251	304	-62	1.45%	16.00%	13.21%
H19	17	211	104	315	323	64	1.82%	17.00%	16.58%
H20	18	188	128	316	342	1	1.83%	18.00%	16.63%
H21	19	287	157	444	361	128	2.57%	19.00%	23.37%
H22	20	288	160	448	380	4	2.59%	20.00%	23.58%
H23	21	306	198	504	399	56	2.91%	21.00%	26.53%
H24	22	255	203	458	418	-46	2.65%	22.00%	24.11%
H25	23	350	196	546	437	88	3.16%	23.00%	28.74%
H26	24	352	211	563	456	17	3.25%	24.00%	29.63%
H27	25	373	233	606	475	43	3.50%	25.00%	31.89%
H28	26	375	237	612	494	6	3.54%	26.00%	32.21%
H29	27	406	237	643	513	31	3.72%	27.00%	33.84%
H30	28	414	269	683	532	40	3.95%	28.00%	35.95%
R1	29	419	251	670	551	-13	3.87%	29.00%	35.26%
R2	30	426	261	687	570	17	3.97%	30.00%	36.16%
R3	31	426	276	702	589	15	4.06%	31.00%	36.95%

※H22以降は、ナローマルチビーム測深を実施

【出典：令和3年度 木津川ダム群貯水池堆砂測量作業報告書】

(3) 堆砂形状

布目ダム貯水池の堆砂量(最深河床高)縦断図を図 4.4-2 に示す。

布目ダム貯水池の最深河床高は、副ダムより下流では若干高くなっており(堆砂傾向)、平成 28 年度から令和 3 年度においては大きな変化がない。

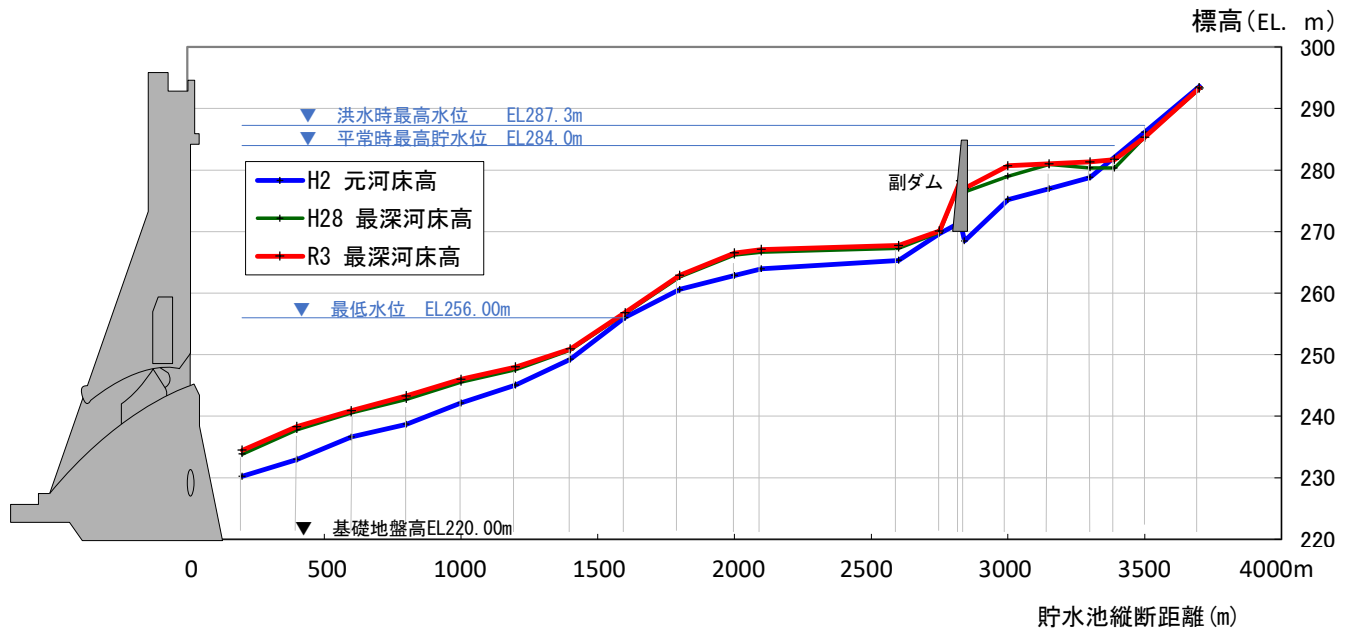


図 4.4-2 布目ダム 堆砂縦断図

4.5 堆砂傾向及び堆砂対策の評価

4.5.1 堆砂傾向の評価

平成3年度の試験湛水から令和3年度の31年間の全堆砂量は702千m³で、これは計画堆砂量(1,900千m³)の約37%に相当し、目安堆砂量を若干上回って推移している。

(注) 目安堆砂量 = (計画堆砂量/100年) × 供用年数

4.5.2 堆砂対策の評価

(1) 副ダムの設置

布目ダムでは、堆砂抑制等を目的として貯水池上流に副ダムを設置している。副ダムの設置目的、諸元等を表4.5-1、図4.5-1に示す。

表 4.5-1 副ダムの設置目的と諸元

目的	容量保全	本貯水池への流入土砂の軽減を図ることにより、堆砂抑制、貯水池の濁質軽減、貯水容量の有効利用を行う。
	水質保全	流入汚濁物の沈澱除去と、落水曝気による水質浄化を図る。
	親水性機能の向上	副ダムにより水位の一定な水辺を作ることにより、水とふれあうレクリエーション空間を創る。
諸元	形式	重力式コンクリートダム
	堤高	14.5 m
	堤頂長	133.3 m
	堤体積	13,100 m ³
	堤頂標高	EL. 283.0m(水通し天端)
	袖部天端標高	EL. 286.9m
	水通し幅	60.0m
貯水池	貯水容量 V=283,000m ³ 、湛水面積 A=6.3ha	

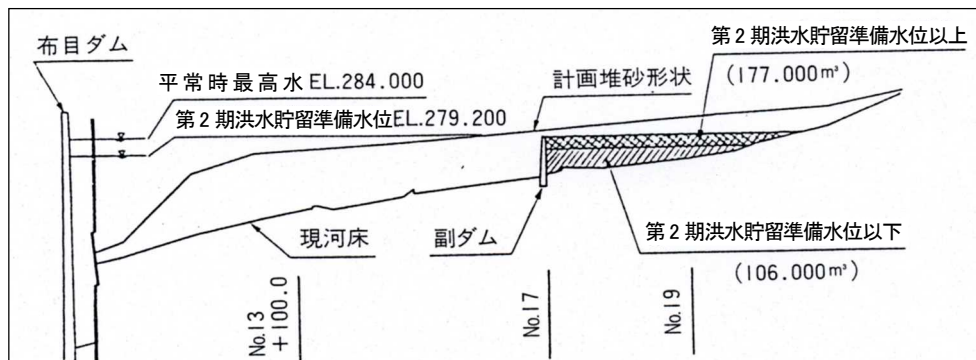
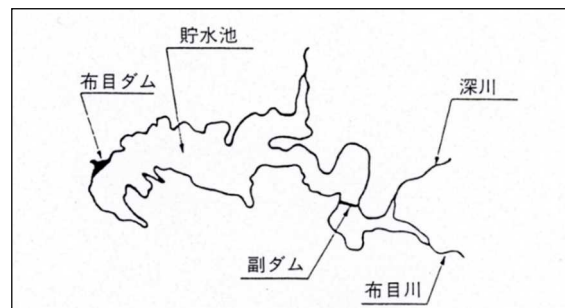


図 4.5-1 副ダムの位置図及び縦断面図



図 4.5-2 副ダムの設置状況

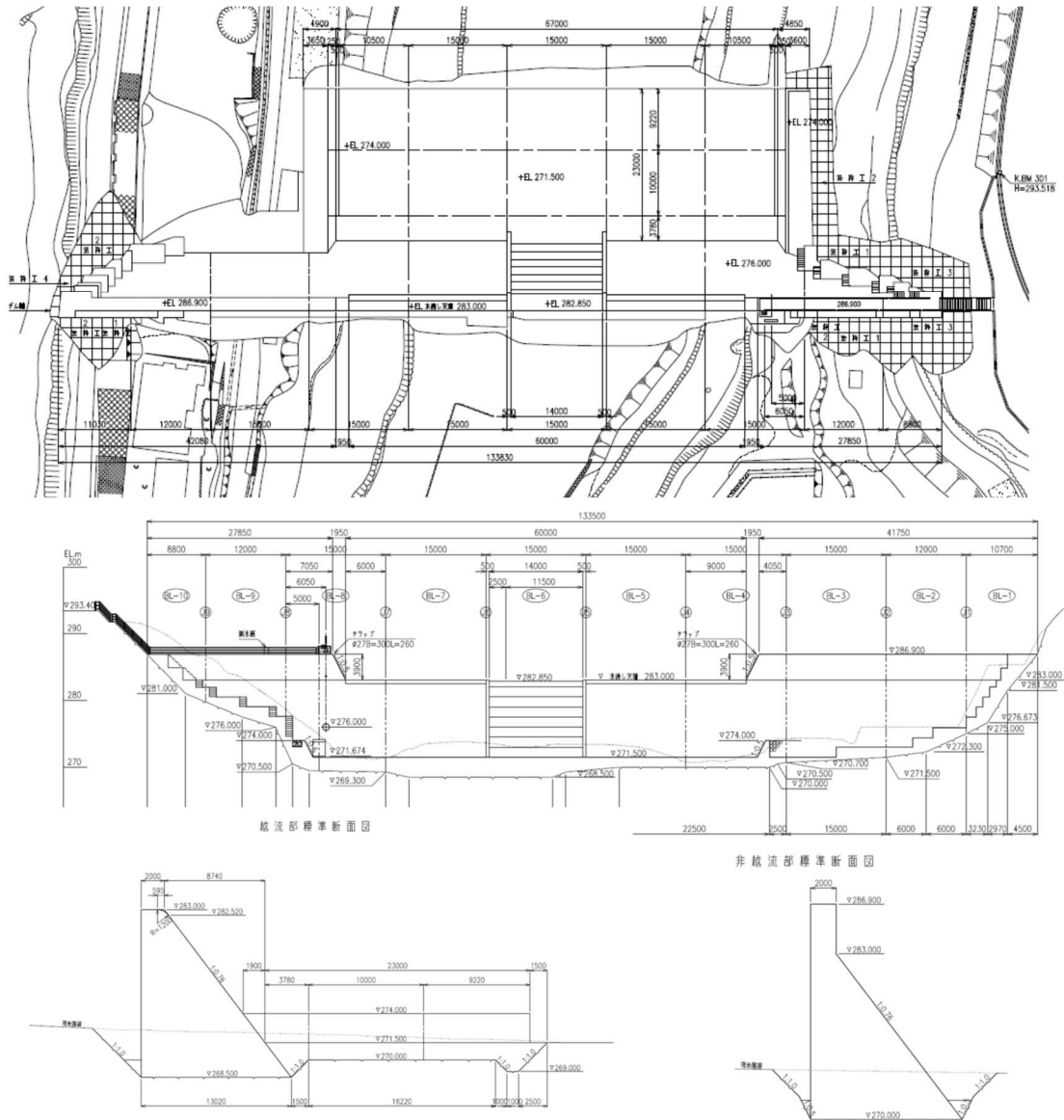


図 4.5-3 副ダムの構造図

(2) 堆積土砂の除去と有効利用の実績

布目ダムでは、副ダム上流に堆積した土砂を除去している。除去した土砂は、仮置き場
に集積した後、公共工事での有効利用や、近隣ダム(高山ダム)における法面の吹付け材、
布目ダム下流河川への土砂還元材として利用している。

堆積土砂の除去量は至近5ヶ年(H29~R3)では約8千m³、管理開始以降(H4~R3)の累計
は約158千m³となっている。そのうち再利用された土砂量は約47千m³(約30%)である。
仮に布目ダムで堆積土砂の除去を行っていなかった場合、全堆砂量は約860千m³、全堆砂
率は5.0%になっていたと推定される。

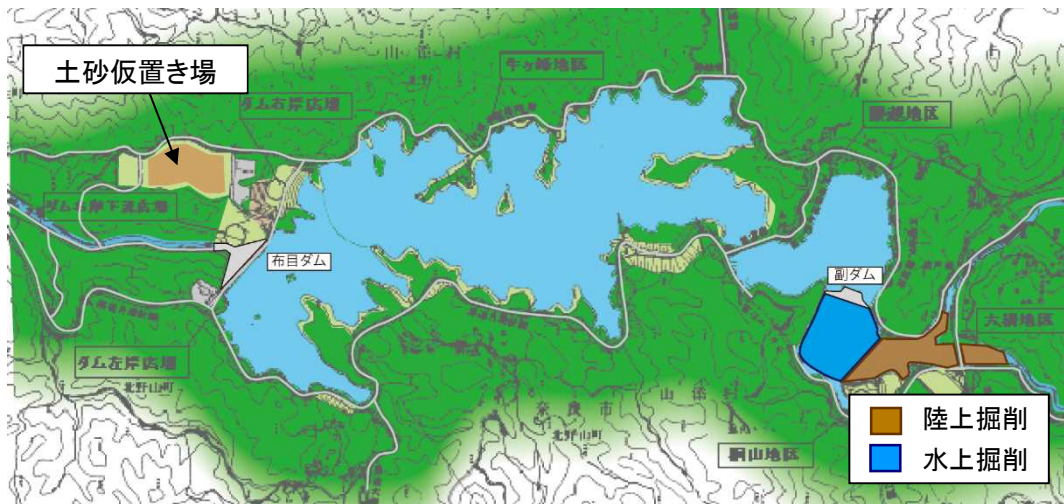


図 4.5-4 堆積土砂の浚渫箇所及び仮置き場

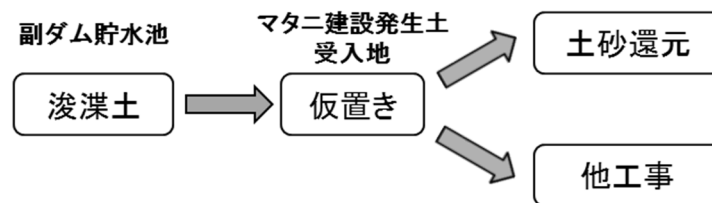


図 4.5-5 浚渫状況 (左：河川浚渫 右：ポンプ浚渫)

年度	浚渫量(m ³)	有効利用方法	利用量(m ³)
H4	5,780		
H5	7,470		
H6	4,400		
H7	10,000		
H8	4,000		
H9	2,600		
H10	13,800		
H11	4,300	農林水産省開拓事業の耕土	3,600
H12	14,800		
H13	4,300	布目維持工事 高山ダム法面保護	50 30
H14	6,900	高山法面保護	200
H15	5,820	青蓮寺浄化槽 高山法面保護	120
H16	6,780	土砂還元	190
H17	7,150	土砂還元	540
H18	3,500	榛原公園事業 奈良県県道改良 布目維持工事	560 2,000 50
H19	4,400	奈良県県道改良 土砂還元	1,680 720
H20	4,900	土砂還元	700
H21	5,500	土砂還元 国交省 堤防天端道路舗装材料(骨材)	500 50
H22	9,100	土砂還元	500
H23	3,800		
H24	3,600	土砂還元	550
H25	0	土砂還元 大和郡山ジャンクション事業 (現 郡山下ツ道ジャンクション)	800 30,000
H26	3,200		
H27	6,700		
H28	7,000		
H29	0		
H30	4,100		
R1	3,000		
R2	0	築堤材料として	3,700
R3	980		
合計	157,880		46,540



写真 道路事業への利用 (NEXCO 事業)



写真 下流河川への土砂還元

※利用量とは、仮置き箇所からの搬出量

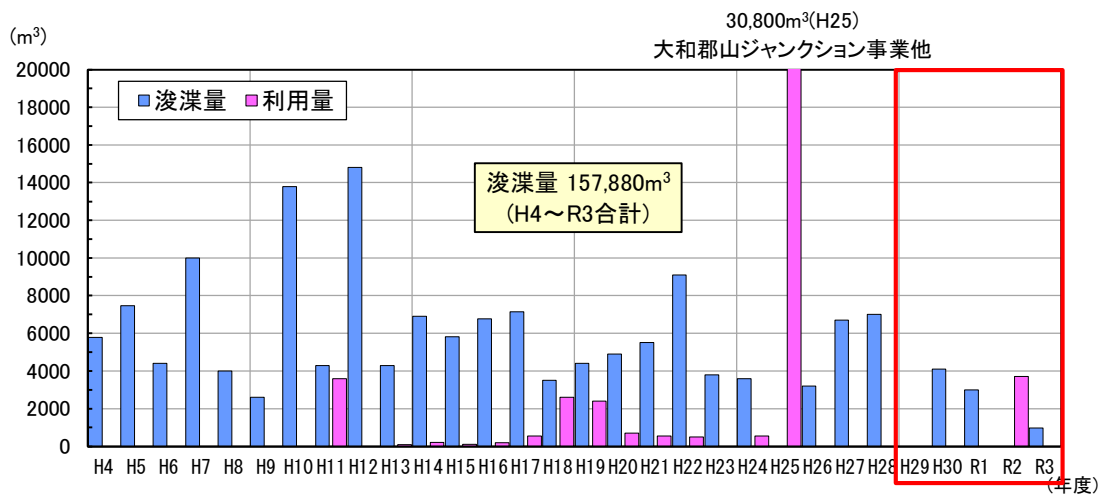


図 4.5-6 堆積土砂の有効利用実績

【出典：布目ダム資料】

4.5.3 木津川上流ダム群の土砂管理

木津川上流ダム群(高山ダム、比奈知ダム、青蓮寺ダム、布目ダム、川上ダム)では、貯水池機能の維持、河川環境の改善及び地域貢献を目的として、ダム群が連携した土砂管理計画を策定している(令和4年4月)。

(1) 木津川上流ダム群に係る土砂管理の課題

木津川上流ダム群では、室生ダムを除く4ダムで累積堆砂量が目安堆砂量を上回っており(令和2年度時点)、各ダムとも堆砂が進行しているといえる。

また、ダム下流河川では、河川環境上の以下のような課題がある。

【ダム下流河川の河川環境上の課題】

- ・木津川ダムでは河床の低下及び河道の2極化(砂州の陸化、固定化により低水路が固定化)が進行している。
- ・木津川下流(開橋～恭仁橋下流付近)までは河床上昇傾向である。
- ・名張川では中上流部において河床低下傾向である。

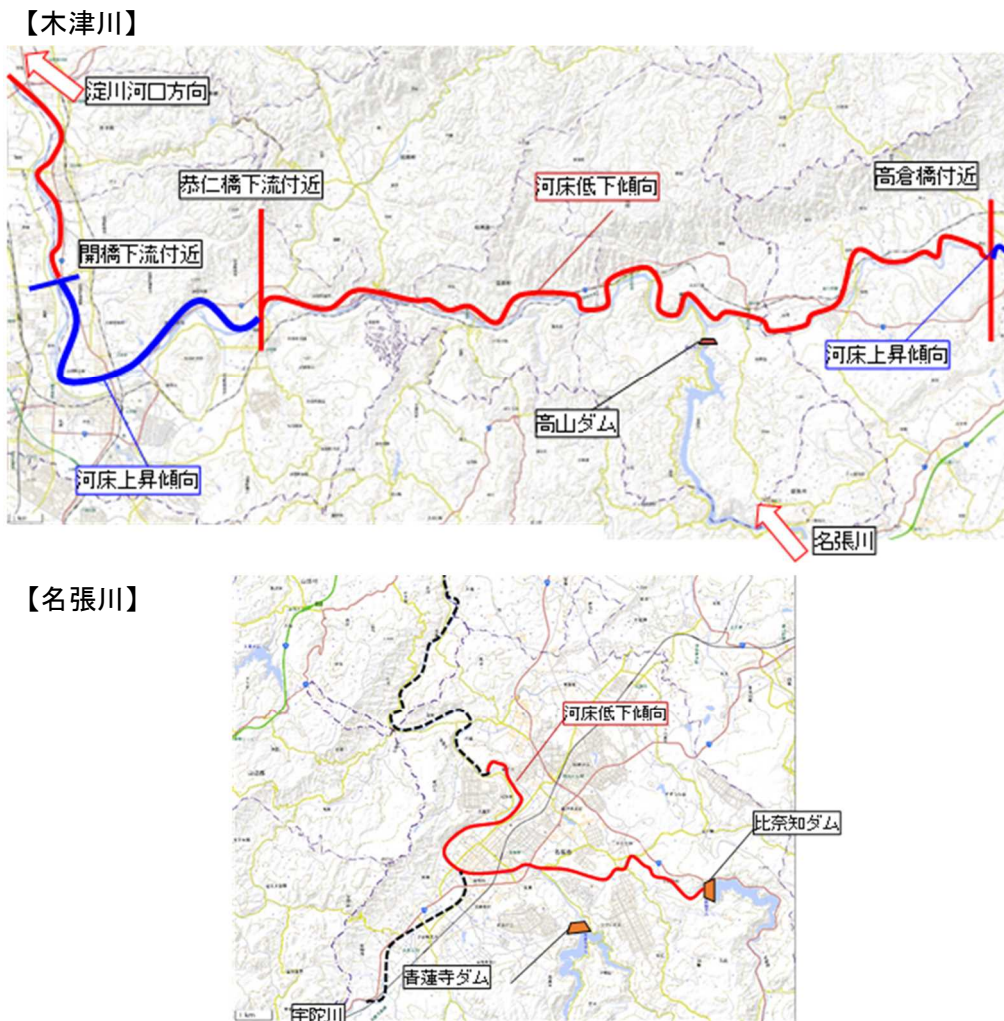


図 4.5-7 木津川上流ダム群下流河川の河床上昇・低下傾向

(2) 土砂管理の考え方

木津川上流ダム群では、各ダムの土砂堆積の状況とダム下流河川の河川環境上の課題を踏まえて、川上ダムの代替容量を利用し、ローテーションを組み、各ダムの貯水位を低下させて堆積土砂の陸上掘削(除去)を行うことによりライフサイクルコストを低減する土砂管理計画を策定している。

(3) 土砂管理の目標

土砂管理の目標は以下のとおりである。

【貯水池機能の維持(堆砂除去)】

各ダムのダム完成 100 年後の堆砂率を 100%以下とする。

【河川環境改善】

河川環境改善に向けて、土砂還元量を増加させる。

【地域貢献】

公共事業への転用(基盤造成等)や民間企業との連携など、掘削土の有効活用による地域貢献を目指し、地元要望の把握、他事業との連携スキームの構築などを検討・調整を行う。

(4) 堆砂除去方法

堆砂除去は、木津川上流ダム群 5 ダムがローテーションで貯水位を低下し、バックホウ等を用いた土砂掘削を行う。

【掘削時水位、水位低下期間の設定】

考え方：現状のダムの水運用に対して、影響を及ぼさないことを基本とし、以下の条件に基づいて利水計算により設定した。

検討条件：6/16（高山ダムは 2/1、川上ダムは 10/4）に管理水位迄の回復率が 90%程度あることを確認する。また、4/1 に少なくとも実績水位程度の回復率となっていることも確認する。

検討結果：条件達成を確認するとともに、利水安全度、堆砂状況から総合的に判断し、掘削時水位と水位低下期間を設定した。布目ダムの掘削時水位と水位低下期間は以下の通りである。

表 4.5-2 布目ダムの掘削時水位と水位低下期間

ダム名	掘削時水位	掘削時期	水位低下期間
布目ダム	EL. 279. 2m	非洪水期	10/6～2/28：4. 5 ヶ月

【掘削サイクルの検討条件】

木津川ダム群長寿命化運用では、長寿命化運用対象ダム群（5ダム）のローテーションで水位低下掘削を実施することを基本として、掘削条件の設定を行った。

○掘削サイクルの考え方

- 1) 高山ダムを除く、全てのダムで「各ダム建設100年後堆砂率が100%以下」となるよう掘削頻度を設定（※河床変動解析により将来の堆砂率を評価）
- 2) 上記1)の掘削サイクル以外の全ての年で、高山ダムは掘削を実施するよう掘削サイクルを設定（※河床変動解析により将来の堆砂率を評価）

(掘削頻度の目安)

- 高山ダム：2年に1回程度(他ダムが掘削していない年に掘削⇒最優先)
 比奈知ダム：3年に1回程度(ダム建設100年後堆砂率が100%以下となる掘削頻度)
 青蓮寺ダム：10年に1回程度(ダム建設100年後堆砂率が100%以下となる掘削頻度)
 布目ダム：20年に1回程度(ダム建設100年後堆砂率が100%以下となる掘削頻度)
 川上ダム：12年に1回程度を想定

(川上ダムは無対策でもダム完成100年後堆砂率100%となる計画である。ただし、今後の堆砂実績の進行速度も見据え、土砂還元(土砂ポケットの堆砂掘削：約3,000m³/年)の実施を前提として、一定の掘削頻度を設ける。川上ダムの堆砂状況に応じて、他ダムの実施も想定する。)

- 3) 上記2)の結果、高山ダムは目標達成が出来ないため、目標達成に向けた抜本的対策(大規模浚渫等)を設定する。

(5) 布目ダムの堆砂除去の基本方針

布目ダムの堆砂除去の基本方針は以下のとおりである。

【対策目標】 ダム完成100年後の堆砂率を100%以下とする。

【基本方針】

- 1) 現状で既設副ダム上流で維持掘削を実施している布目ダムでは、実績の掘削範囲を対象に継続的に維持掘削を実施する（⇒平均3千m³/年程度の掘削）。
- 2) 水位低下掘削を20年に1回程度の頻度で実施する。
- 3) 水位低下範囲は不特定容量相当のEL. 279.2mまでとし、当該水位よりも上位標高に堆積する土砂を掘削・除去する。
- 4) 維持掘削及び水位低下掘削のみで布目ダム完成100年後の堆砂率は100%以下（約97%）となり、目標の達成は可能である。

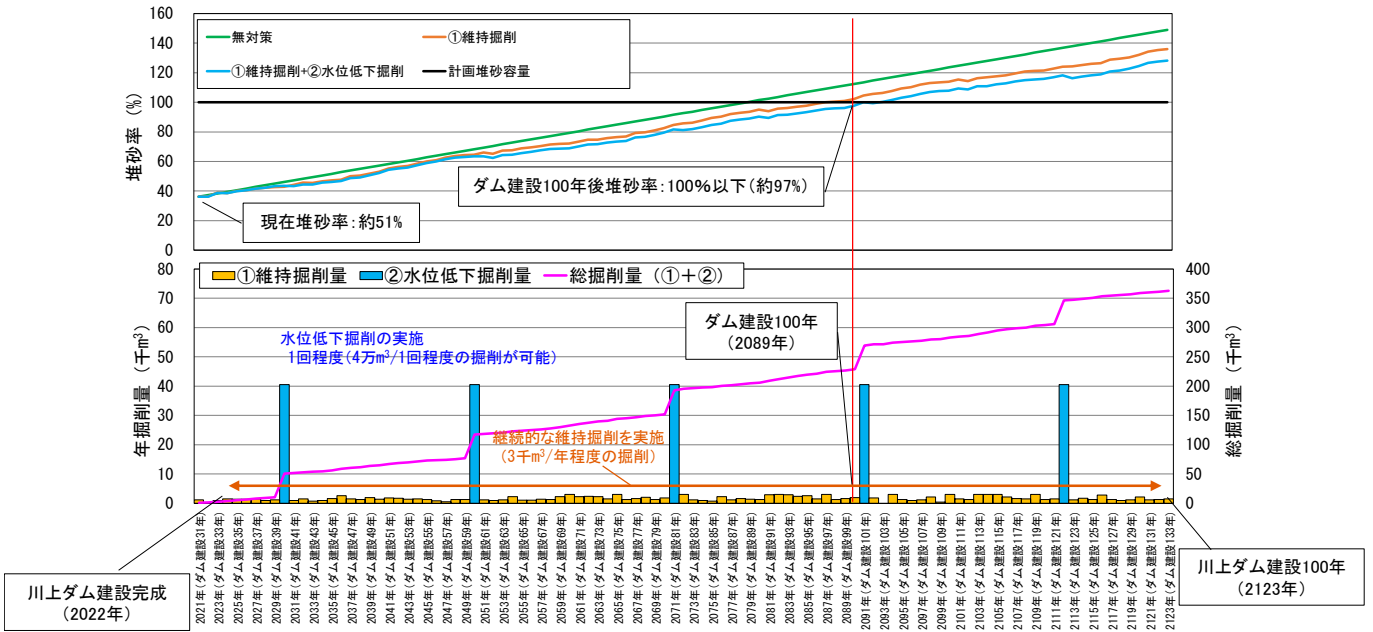


図 4.5-8 布目ダムの堆砂除去計画

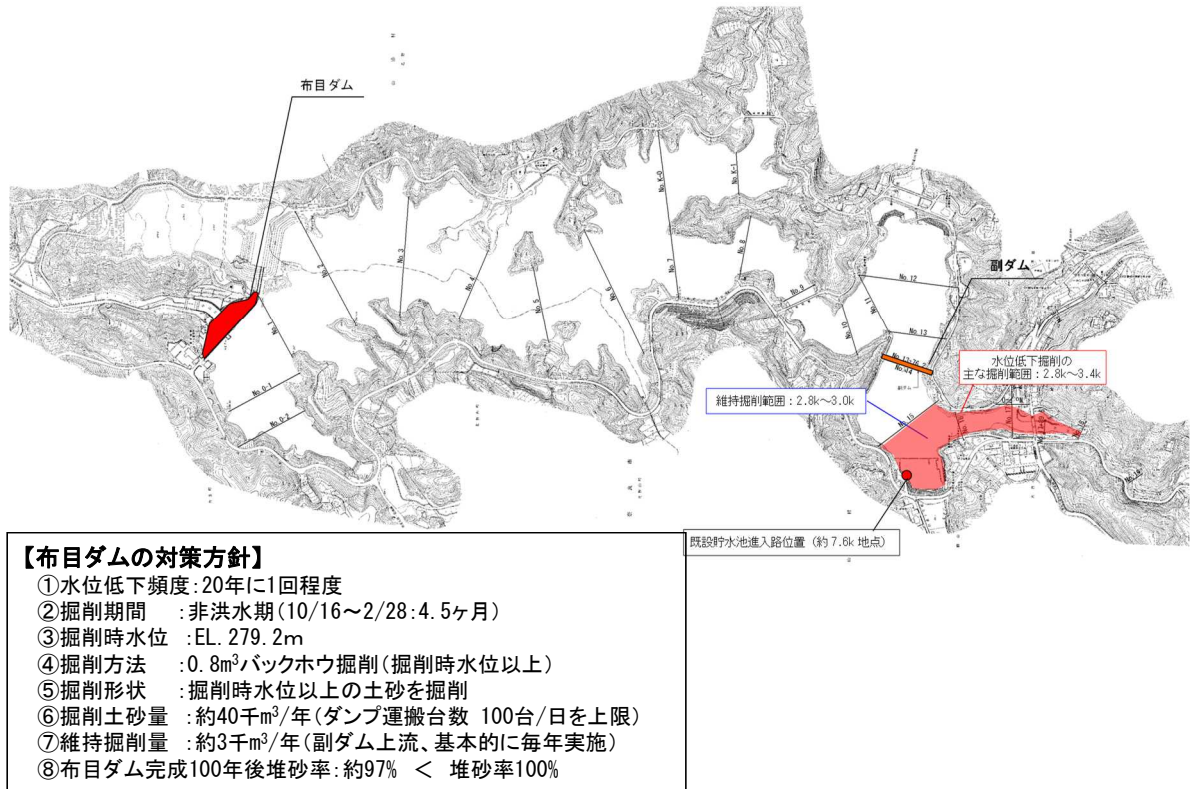


図 4.5-9 布目ダムの掘削範囲

4.6 まとめ(案)

布目ダムの堆砂の評価結果を以下に記す。

<<まとめ>>

- 平成3年度から令和3年度の31年間の全堆砂量は702千 m^3 であり、これは計画堆砂量(1,900千 m^3)の約37%に相当し、目安堆砂量((計画堆砂量/100年)×供用年数)を若干上回って推移している。
- 副ダム上流では浚渫工事を行い、浚渫土はマタニ建設発生土受入地に仮置きした後、公共事業や土砂還元として有効利用している。至近5ヶ年の浚渫量は8,800 m^3 、利用量は3,700 m^3 であった。

<<今後の方針>>

- 今後も引き続き、堆砂状況の把握を行いつつ、浚渫土の利活用について検討していく。
- 令和4年4月に策定された「木津川上流ダム群土砂管理計画」に基づく、布目ダムの堆砂除去計画に従い、計画的な堆砂除去を実施し、貯水池機能の維持や河川環境改善等を行っていく。

4.7 文献リストの作成

布目ダムの堆砂に係わる評価のため、以下の資料を収集整理した。

表 4.7-1 「4. 堆砂」に使用した文献・資料リスト

NO.	文献・資料名	発行者	発行年月日	備考
4-1	布目ダム年次報告書(H24~H28)	木津川ダム総合管理所		
4-2	布目ダム管理年報(H24~H28)	木津川ダム総合管理所		
4-3	平成22年度 木津川ダム貯水池堆砂測量作業(その2)報告書	木津川ダム総合管理所	平成23年3月	
4-4	平成28年度青蓮寺ダム定期報告書	木津川ダム総合管理所	平成29年3月	
4-5	平成28年度木津川ダム群貯水池堆砂測量作業	木津川ダム総合管理所	平成29年3月	
4-6	布目ダム資料	布目ダム管理所		

表 4.7-2 「4. 堆砂」に使用したデータ

NO.	データ名	出典・データ提供者	発行年月日	備考
4-1	貯水池堆砂状況	布目ダム管理年報		
4-2	堆砂縦断	木津川ダム総合管理所		
4-3	浚渫土砂量・有効利用土砂量	布目ダム管理所		