

4. 堆砂

4.1 評価の進め方

4.1.1 評価方針

比奈知ダムの堆砂状況およ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、堆砂対策の必要性およ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 4.1.2-1 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)・測量時期およびナローマルチビームによる測量について整理した。

(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した。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。

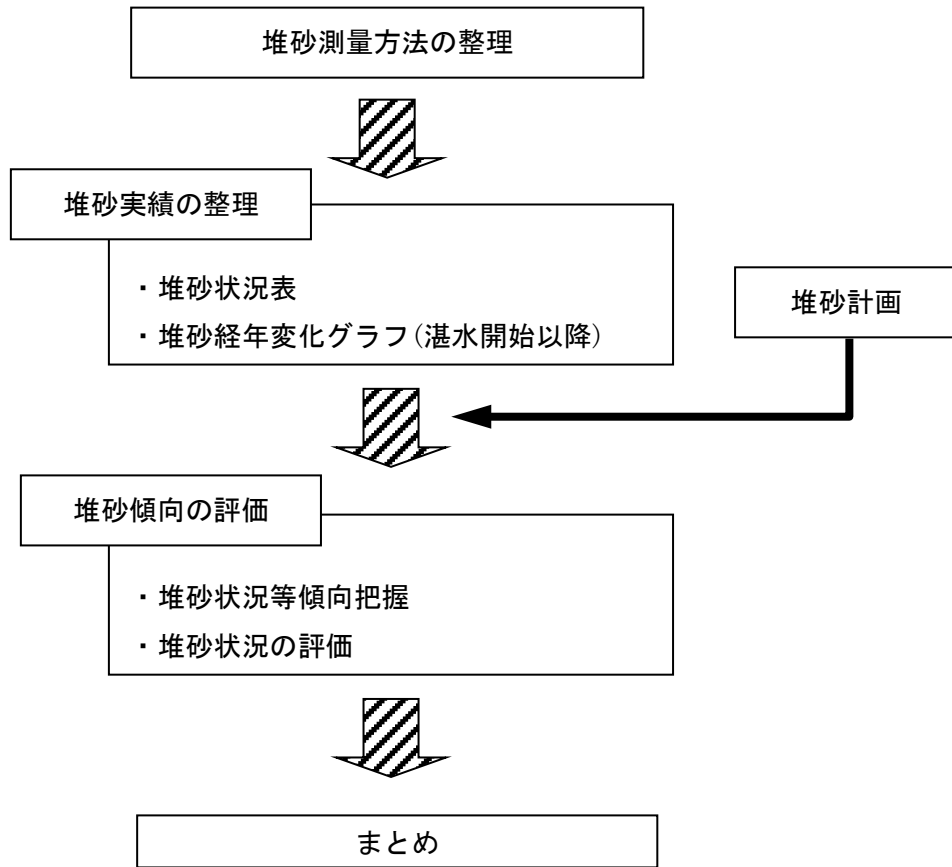


図 4.1.2-1 評価手順

4.2 堆砂測量方法の整理

4.2.1 音響測深機による測量方法

比奈知ダムの堆砂測量(深淺測量)は、毎年12月～翌年3月に実施しており、平成20年度までの堆砂測量は主に音響測深機を用いて行った。

(1) 貯水池深淺測量(音響測深機による深淺測量)

測量船(船外機付小型船)の航行可能な範囲までは音響測深機を使用し、水深の浅い箇所から陸地部は直接横断測量にて実施した。

(2) 陸地部の横断測量

測線の陸地部については直接水準にて観測を行うが、急傾斜地の箇所は間接水準で行った。

(3) 直接横断測量

上流部の浅い測線については、距離標杭の標高を基準に直接水準によって横断測量を行い、歩いて横断出来ない箇所はゴムボートにて水面より深さをスタッフ、レッド等で標高を求めた。

(4) 測線

測線は堤体から200m間隔である。

比奈知ダムの測量平面図(測線図)は図4.2.1-1に示すとおりである。

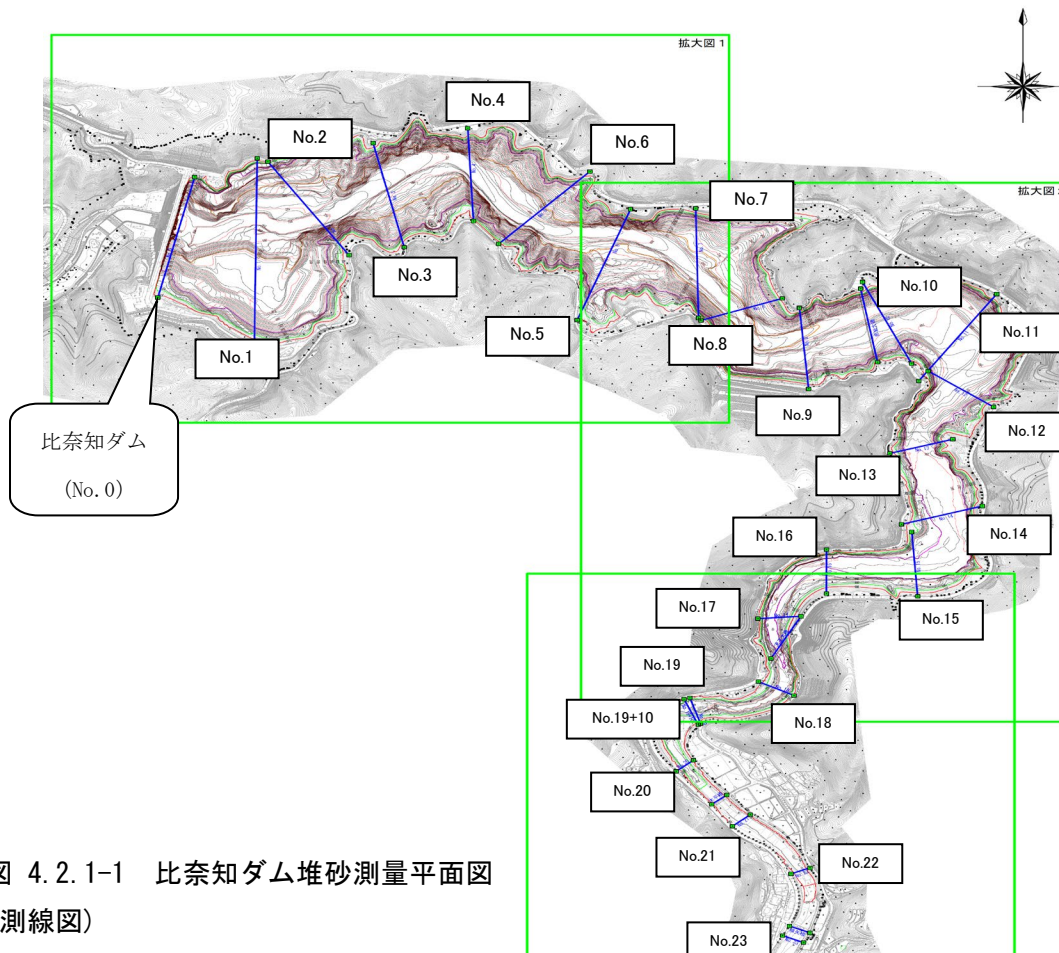


図 4.2.1-1 比奈知ダム堆砂測量平面図
(測線図)

【出典：(令和4年度)木津川ダム群貯水池堆砂測量作業 報告書(令和5年3月)】

4.2.2 ナローマルチビーム測深による測量方法

比奈知ダムでは、平成 21 年度より、音響測深機による測量にかえてナローマルチビーム測深機による貯水池底面地形の面的測量を行っている。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を基に算出した総貯水容量と既存平面図から作成したダム建設当時の 3 次元地形モデルを基に算出した総貯水容量を比較することにより堆砂量を算出している。マルチビーム測深のイメージ図を図 4.2.2-1 に、ナローマルチビームによる測深範囲を図 4.2.2-2 に示す。

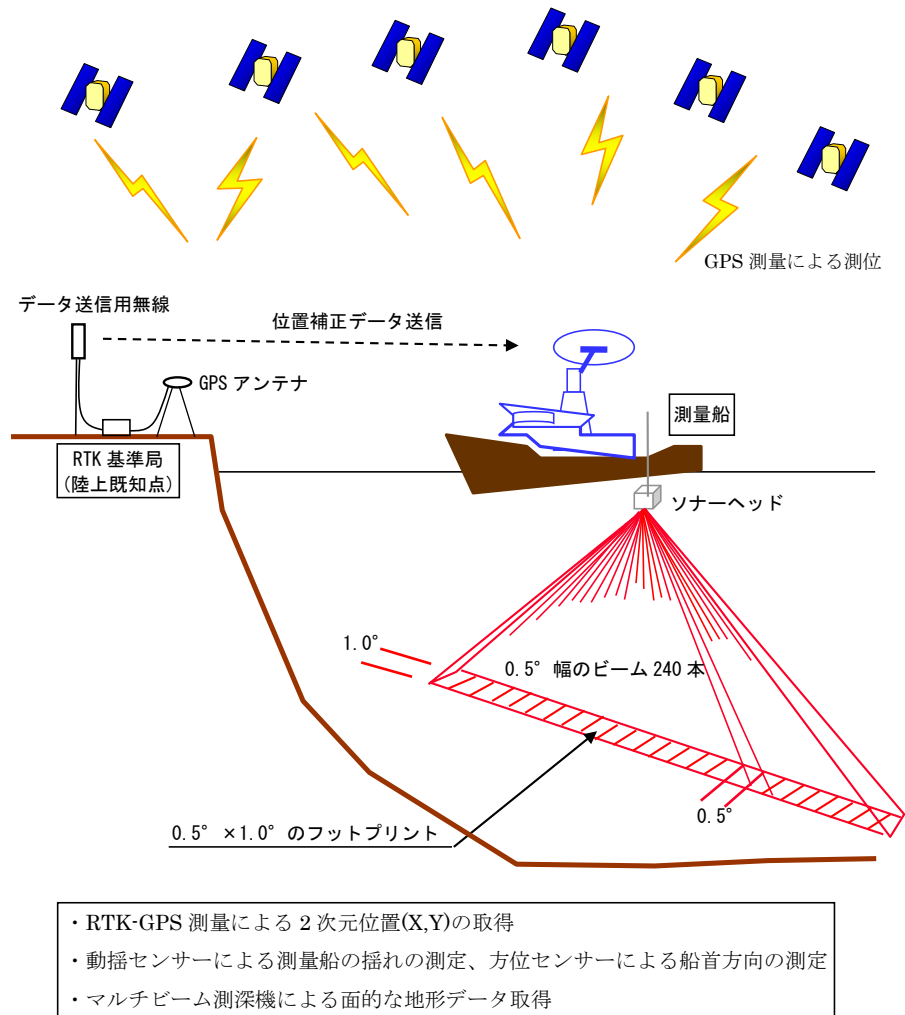


図 4.2.2-1 マルチビーム測深による測量方法のイメージ図

【出典：令和 4 年度 布目ダム定期報告書】

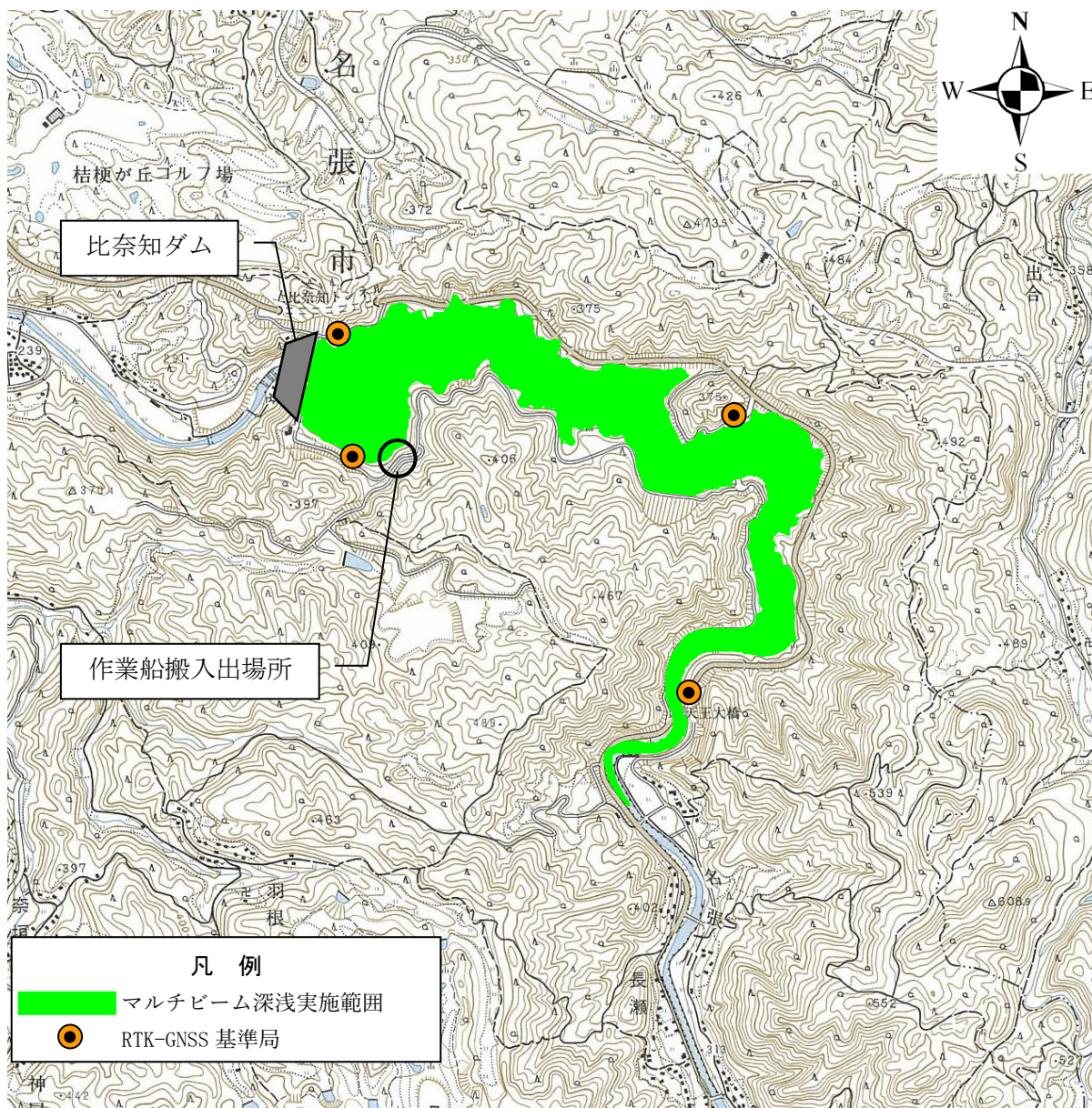


図 4.2.2-2 ナローマルチビーム測深実施範囲図

【出典：令和3年度 比奈知ダム年次報告書（令和5年3月）】

音響測深機とナローマルチビームによる堆砂測量の計測方法、算出方法の比較表を表4.2.2-1に示す。

表 4.2.2-1 比奈知ダム 堆砂測量方法の比較表

	音響測深器 (平成 20 年度までの計測方法)	ナローマルチビームによる測量 (平成 21 年度からの計測方法)
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図を基に当該年度の総貯水容量を算出し、初年度の総貯水容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度の総貯水容量を算出し、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		

4.3 土砂流入等の状況

航空写真で確認した結果、平成 30 年度以降に貯水池周辺での崩壊地は確認されず、上流域でも大規模なものは確認されない。最上流域の「みつえ青少年旅行村」付近で小規模な崩壊地と思われる場所が 4 箇所程度確認されたが、堆砂量に大きな影響を与えるとは考えられない。

4.4 堆砂実績の整理

令和4年度時点での全堆砂量は1,234千m³であり、計画堆砂量2,400千m³に対する堆砂率は51%となっている。

堆砂の内訳を見ると、全堆砂量1,234千m³のうち、有効貯水量内に堆積している量は889千m³ (72%)、堆砂容量内は345千m³ (28%)である。

湛水開始後からの堆砂量の経年変化を見ると、管理開始直後より目安堆砂量※、計画堆砂率※ (令和4年=25%)を上回る速度で堆砂が進行しているが、至近5ヶ年ではやや鈍化傾向が見られる (表4.4-1、図4.4-1)。

※目安堆砂量 = (計画堆砂量/100年) × 供用年数
 計画堆砂率 = 計画堆砂量 / 全計画堆砂量

表 4.4-1 堆砂状況

① 流域面積 (km ²)	75.5	
② 竣工年月 (年・月)	H11.4	
③ 総貯水容量(当初) (千m ³)	20,800	
④ 計画堆砂量 (千m ³)	2,400	
⑤ 計画堆砂年 (年)	100	

⑥ 年 TSH	⑦ 経年 (年)	⑧ 有効容量内堆砂量 (千m ³)	⑨ 堆砂容量内堆砂量 (千m ³)	⑩=⑧+⑨ 全堆砂量 (千m ³)	⑪=④/⑤×⑦ 計画堆砂量 (千m ³)	⑫=⑩-⑪ 各年堆砂量 (千m ³)	⑬=⑩/③ 全堆砂率 (%)	⑭=⑪/④ 計画堆砂率 (%)	⑮=⑩/④ 堆砂率 (%)	年最大流入量
	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0.00	
H10	1	106	-12	94	24	94	0.45%	1.00%	3.92%	
H11	2	80	25	105	48	11	0.50%	2.00%	4.38%	42.33
H12	3	164	81	245	72	140	1.18%	3.00%	10.21%	179.18
H13	4	115	70	185	96	-60	0.89%	4.00%	7.71%	203.99
H14	5	168	95	263	120	78	1.26%	5.00%	10.96%	59.66
H15	6	180	127	307	144	44	1.48%	6.00%	12.79%	260.97
H16	7	239	180	419	168	112	2.01%	7.00%	17.46%	551.38
H17	8	222	148	370	192	-49	1.78%	8.00%	15.42%	161.93
H18	9	244	156	400	216	30	1.92%	9.00%	16.67%	63.54
H19	10	250	187	437	240	37	2.10%	10.00%	18.21%	285.02
H20	11	343	175	518	264	81	2.49%	11.00%	21.58%	62.03
H21	12	506	221	727	288	209	3.50%	12.00%	30.29%	531.92
H22	13	491	229	720	312	-7	3.46%	13.00%	30.00%	31.40
H23	14	561	254	815	336	95	3.92%	14.00%	33.96%	465.17
H24	15	600	245	845	360	30	4.06%	15.00%	35.21%	396.02
H25	16	681	278	959	384	114	4.61%	16.00%	39.96%	368.68
H26	17	720	280	1,000	408	41	4.81%	17.00%	41.67%	309.56
H27	18	717	283	1,000	432	0	4.81%	18.00%	41.67%	168.35
H28	19	758	302	1,060	456	60	5.10%	19.00%	44.17%	235.12
H29	20	809	321	1,130	480	70	5.43%	20.00%	47.08%	486.20
H30	21	825	318	1,143	504	13	5.50%	21.00%	47.63%	376.96
R1	22	864	327	1,191	528	48	5.73%	22.00%	49.63%	272.21
R2	23	890	342	1,232	552	41	5.92%	23.00%	51.33%	98.11
R3	24	890	341	1,231	576	-1	5.92%	24.00%	51.29%	27.60
R4	25	889	345	1,234	600	3	5.93%	25.00%	51.42%	66.43

※黄色着色部 (H21以降) は、ナローマルチビーム測深を実施

流域面積 (km ²)	75.5	計画堆砂年 (年)	100				
総貯水容量 (千m ³)	20,800	計画堆砂量 (千m ³)	2,400				
有効貯水容量 (千m ³)	18,400	計画比堆砂量 (m ³ /年/km ²)	318				
年	調査年月	経過年数	全堆砂量 (千m ³)	有効容量内堆砂量 (千m ³)	堆砂容量内堆砂量 (千m ³)	全堆砂率	堆砂率
R4年	R4年11月	25年	1,234	889	345	5.9%	51%

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

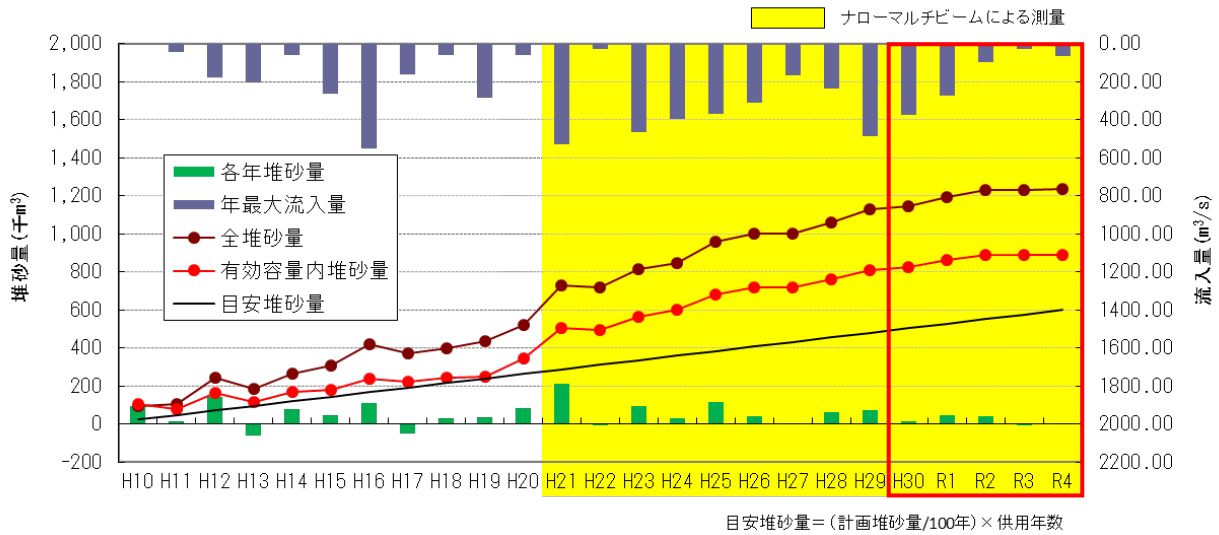


図 4.4-1 堆砂量経年変化

【出典：比奈知ダム管理年報（H30～R4）】

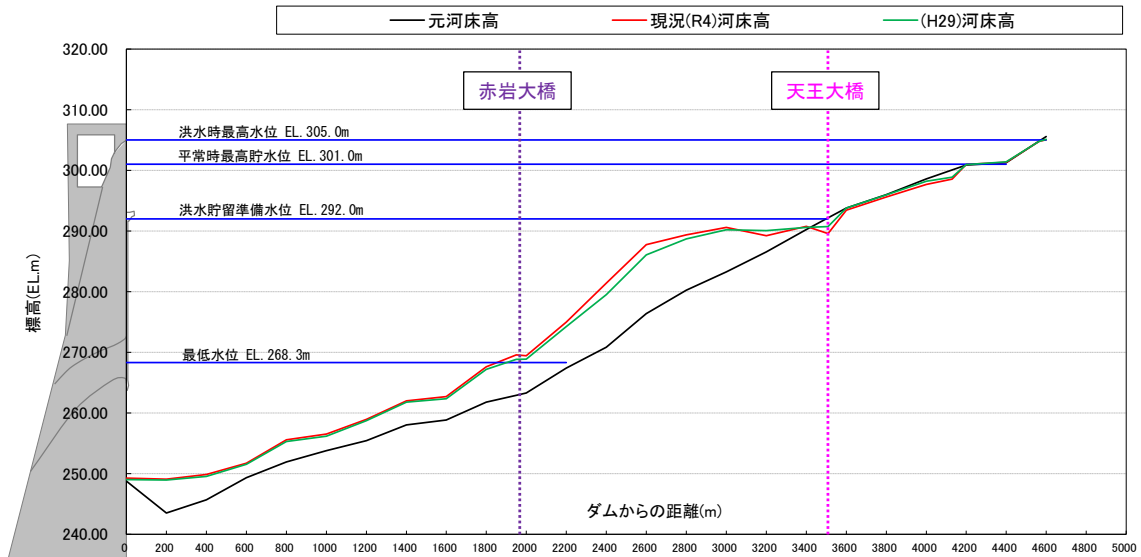


図 4.4-2 堆砂縦断面図

【出典：令和4年度 木津川ダム群貯水池堆砂測量業務報告書】

4.5 下流への土砂供給試験の実施

比奈知ダムでは、ダムからの放流量を一時的に増やし、水位変動や攪乱を起こす試み（フラッシュ放流）を行うとともに、貯水池上流で採取した土砂をダム直下に置土し、下流に流す土砂供給試験（土砂還元）を実施している。

4.5.1 実施目的

河川の流況が平準化していることにより、河床の石に付着した藻類等の剥離更新頻度、河床の攪乱頻度が減少しているとされる。そのため、これら付着物質を剥離させ、新しい藻類へ更新させることをフラッシュ放流の主な目的としている。また、土砂還元については、上記の付着物質の剥離更新効果を向上させるとともに、水生生物の生育生息環境の改善を主な目的としている。

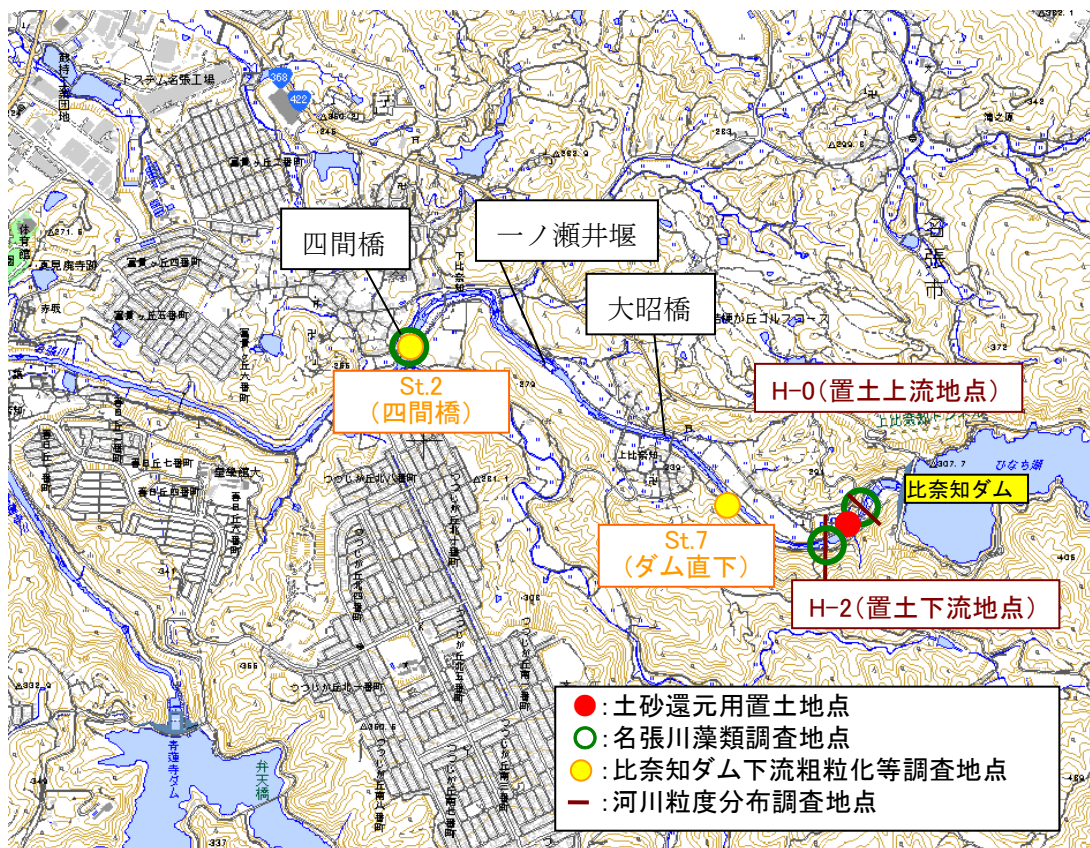


図 4.5.1-1 下流への土砂供給試験の調査位置

【出典：平成 30 年度 比奈知ダム定期報告書】

※上記出典の一部を修正した

4.5.2 土砂供給試験実施状況

比奈知ダムでは、平成20年度以降毎年土砂を貯水池上流から採取し、ダム直下への置土を行っている。置土は非洪水期に実施し、主に5月のフラッシュ放流や自然出水によって土砂を下流河川に還元している。平成30年度から令和4年度には、毎年300m³程度の置土を行い、そのうち流出量は100m³～200m³程度である。

年度毎の置土量および還元量(流出量)は下表のとおりである。

表 4.5.2-1 土砂供給の実施概要

年度	置土時期	流出時期	置土量(m ³)	還元量(流出量)(m ³)
平成20年度	平成20年1月	平成20年5月8日 (フラッシュ放流)	100	40
		平成20年5月16日 (フラッシュ放流)		0
		平成20年9月19日 (自然出水)		60
平成21年度	平成21年3月	平成21年5月8日 (自然出水)	30	30
		平成21年5月14日 (フラッシュ放流)		0
平成22年度	平成22年5月	平成22年5月11日 (フラッシュ放流)	65	65
		平成22年5月17日 (フラッシュ放流)		
平成23年度	平成22年10月 平成23年3月	平成23年3月7日 (自然出水)	200	30
		平成23年5月17日 (フラッシュ放流)		150
		平成23年7月18日～21日 (自然出水)		20
平成24年度	平成24年5月	平成24年5月2日 (自然出水)	100	20
		平成24年5月9日, 16日 (フラッシュ放流)		60
		平成24年6月19日 (自然出水)		20
平成25年度	平成25年5月	平成25年5月9日, 16日 (フラッシュ放流)	20	0
		平成25年9月15日～17日 (自然出水)		20
平成26年度	平成26年5月	平成26年5月9日, 16日 (フラッシュ放流)	150	50
		平成26年8月8日～11日 (自然出水)		100
平成27年度	平成27年5月	平成27年5月14日 (フラッシュ放流)	140	50
		平成27年7月16日～18日 (自然出水)		90
平成28年度	平成28年5月	平成28年5月10日 (フラッシュ放流)	115	115
平成29年度	平成29年5月	平成29年5月11日 (フラッシュ放流)	130	130

年度	置土時期	流出時期	置土量(m ³)	還元量(流出量)(m ³)
平成30年度	平成30年5月	平成30年5月11日 (フラッシュ放流)	250	40
		平成30年7月29日 (自然出水、台風12号)		210
令和元年度	令和元年5月	令和元年7月24日 (自然流出)	280	280
		令和元年8月23日 (自然流出)		
令和2年度	令和2年5月	令和2年5月11日 (フラッシュ放流)	250	70
		令和2年9月6日 (自然流出)		180
令和3年度	令和3年5月	令和3年5月11日 (フラッシュ放流)	300	85
令和4年度	令和4年5月	令和4年5月12日 (フラッシュ放流)	430	150
		令和4年5月12日 (西ノ前警報局舎前 直接投入)		30
		令和4年9月19日 (自然流出)		350
合計			2,560	2,445

【出典：令和4年度 比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書】



















	放流前	放流中(最大)	放流後
ダム直下			
大昭橋			
四間橋			
一ノ瀬 井堰			
置土 (ドローン)			
置土			

図 4.5.2-1 フラッシュ放流の状況(令和4年度)

4.5.3 比奈知ダム下流河川粗粒化等調査結果

令和4年度に実施した比奈知ダム下流河川粗粒化等調査では、図4.5.3-1、図4.5.3-2に示す各調査地点（St.2：四間橋、St.7：ダム直下）の河原（出水時に冠水する範囲）および水中部に堆積している泥からシャベル等を用いて砂礫を採取し、底質の粒度組成をふるい分析によって調査した。採取方法は以下のとおりである。

【採取方法】

- ・ 試料の採取は表層1層の採取した（表層とは箇所表面から0～30cmとした）。
- ・ 採取量は、粒度採取は試料の最大粒径によって試料質量が決まるため試料の最大粒径を37.5mm程度と想定し、試料は6kgを目安に採取した。

St.2、St.7 各調査地点の河床材料（75mm未満）の粒度組成（平均値）の経年変化を図4.5.3-4に整理した。



図 4.5.3-1 調査対象箇所位置図

【出典：令和4年度 比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書】

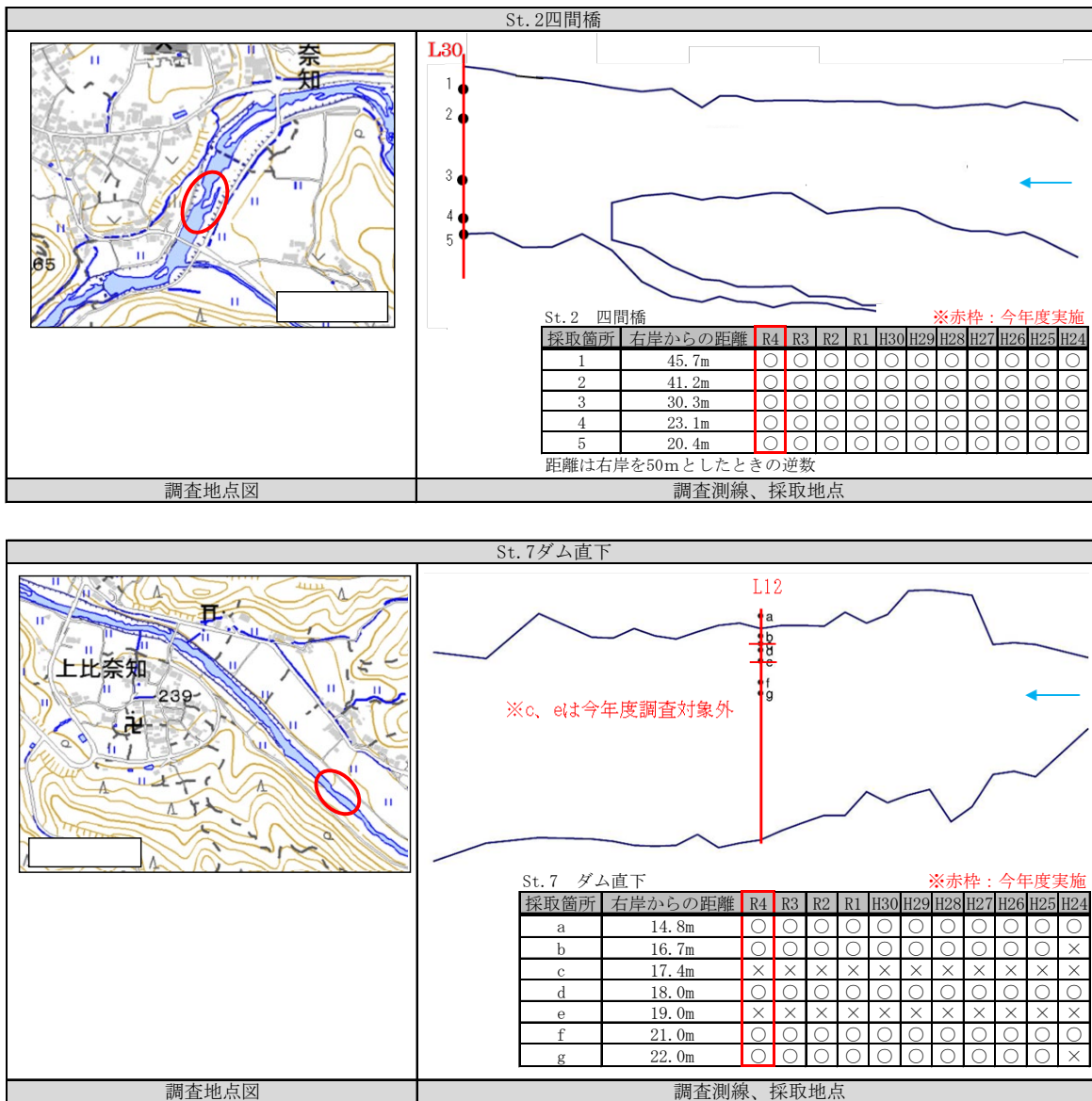


図 4.5.3-2 各調査地点における採取箇所と調査側線

【出典：令和4年度 比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書】

調査結果を図 4.5.3-4 に示す。St.2 (ダムから 2.8km) と St.7 (ダムから 0.8km) 地点について、ダム管理を開始した平成 11 年頃の状況と比較すると、「砂分 (0.075~2mm)」が大きく減少し、「粗・中礫分 (4.75mm 以上)」が増加している。また至近 5 ヶ年では、St.2 と St.7 地点でいずれの年も「粗・中礫分」が約 50%~80%を占めている。

フラッシュ放流および置土と粒度組成との関係性について、St.2 地点では河川改修工事後の平成 15 年以降、砂分が大きく減少し、細礫分 (2~4.75mm) と粗・中礫分が増加した。また、フラッシュ放流を開始した平成 16 年以降、砂分の割合は約 6%~60%と比較的大きく変動しながら推移したため、フラッシュ放流および置土と粒度組成との関係性は認められなかった。

一方で St.7 地点では、ダム管理開始後から平成 19 年度にかけて砂分が減少傾向を辿り、置土を開始した平成 20 年度から平成 27 年度までは増加したのち、平成 28 年度以降は増減を繰り返している。よって St.7 地点では、平成 20 年度から平成 27 年度までは、置土と河床の粒度組成に影響があった可能性がある。

なお、St.2 および St.7 地点では平成 15 年以降継続的に調査を行っているが、St.6 (大昭橋地点) については、平成 29 年度以降の調査は実施されていない。

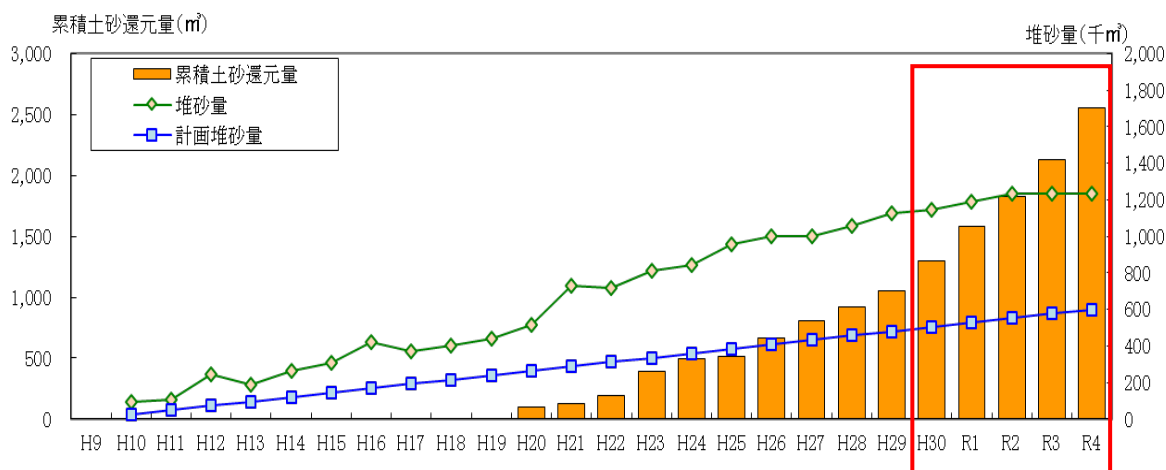


図 4.5.3-3 土砂還元量及び堆砂量の経年変化

【出典：令和 4 年度 比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書】

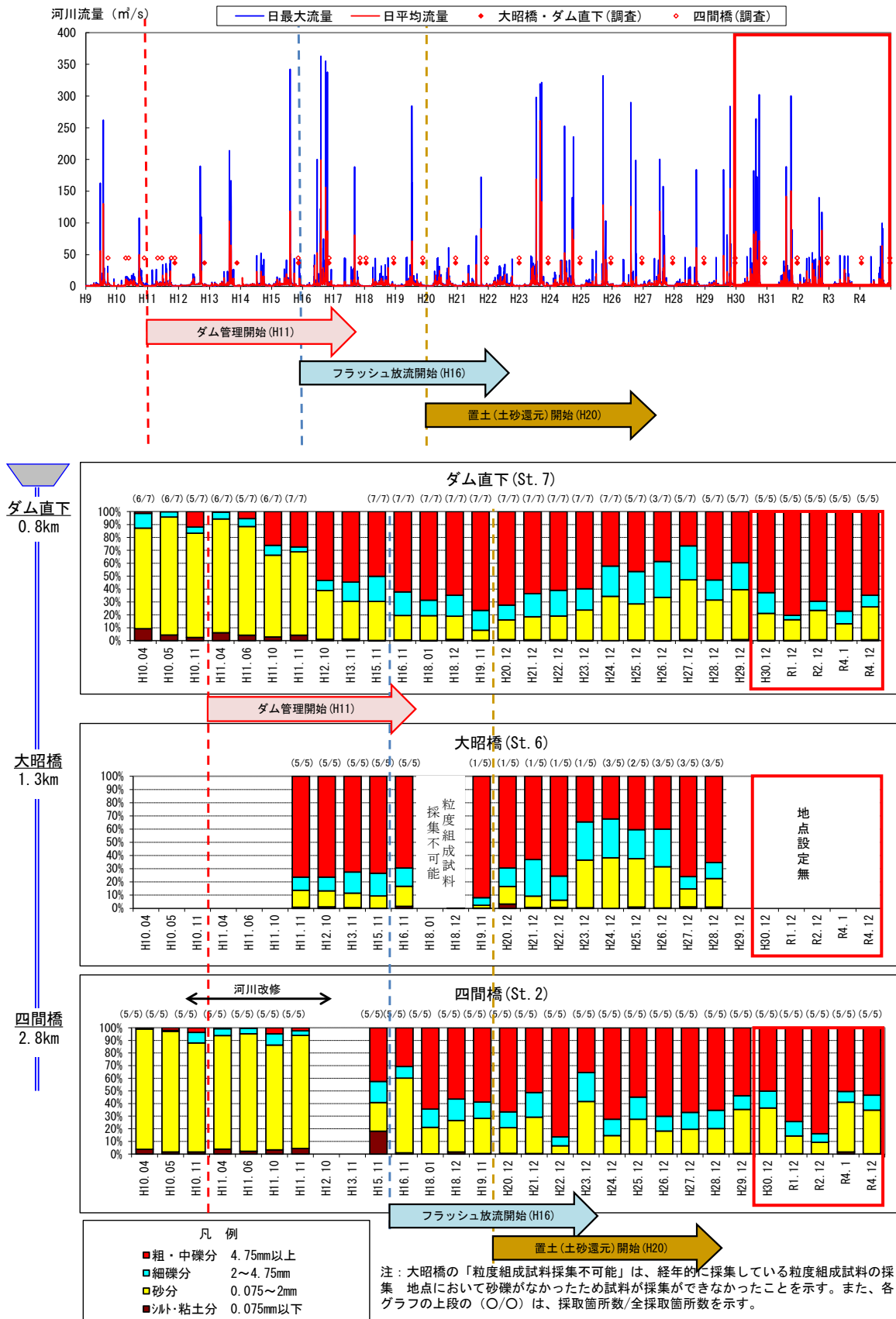


図 4.5.3-4 比奈知ダム下流の河床材料の変化

【出典：令和4年度 比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書】

4.6 堆砂傾向及び堆砂対策の評価

4.6.1 堆砂傾向の評価

平成10年度の試験湛水から令和4年度の24年間の全堆砂量は1,234千 m^3 で、これは計画堆砂量(600千 m^3)の約2倍に相当し、目安堆砂量を上回る速度で堆砂が進行している。

但し、至近5ヶ年は堆砂傾向がやや鈍化している。

(注) 目安堆砂量 = (計画堆砂量/100年) × 供用年数

4.6.2 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、河川環境の改善およ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および河道の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。

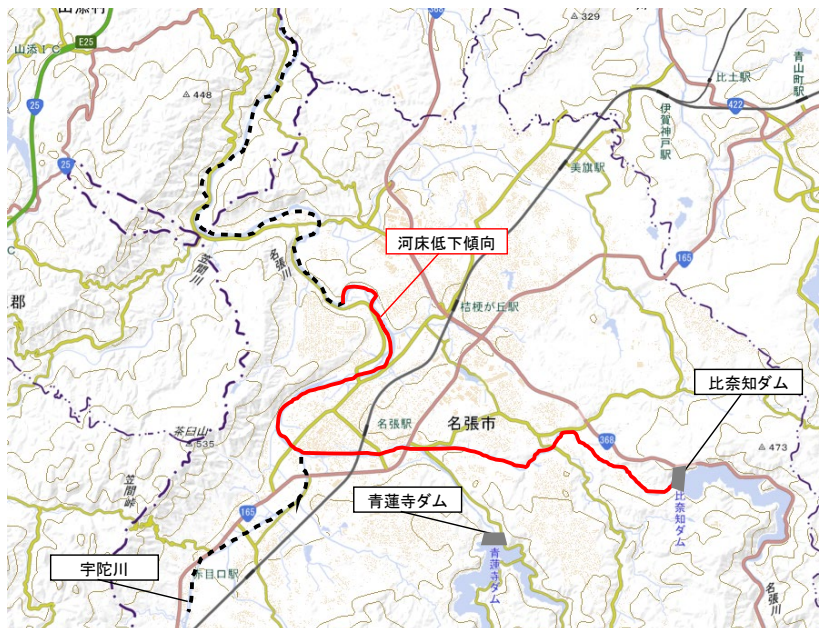


図 4.6.2-1 木津川上流ダム群下流河川の河床上昇・低下傾向(名張川)

(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。比奈知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 4.6.2-1 比奈知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
比奈知ダム	EL. 287.6m	非洪水期	10/16～1/31 : 3.5 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) 比奈知ダムの堆砂除去の基本方針

比奈知ダムは、木津川上流ダム群の中で、計画を満足するための目安堆砂量に対して約2倍と最も堆砂進行速度が大きい（堆砂進行度：A評価（堆砂対策検討開始））。

このため、比奈知ダムにおいては、高山ダムに次いで重点的に対策を実施するものとし、3年に1回程度の頻度で木津川ダム群長寿命化運用の水位低下時に、0.8m³バックホウ掘削に加え、1.4m³バックホウ台船掘削も実施する（図4.6.2-2参照）。

【対策目標】 比奈知ダム完成100年後の堆砂率を100%以下とする。

【基本方針】

- ①水位低下掘削を3年に1回程度の頻度で実施する。
- ②水位低下範囲は不特定容量相当のEL.287.6mまでとし、1.4m³バックホウ台船掘削により当該水位-5m(EL.282.6m)より上位に堆積する土砂を掘削・除去する（水位低下掘削1回あたりの対策土砂量：約38千m³/年）。
- ③水位低下掘削のみで、ダム完成100年後の堆砂率は100%以下（約99%）であり、目標の達成は可能である。

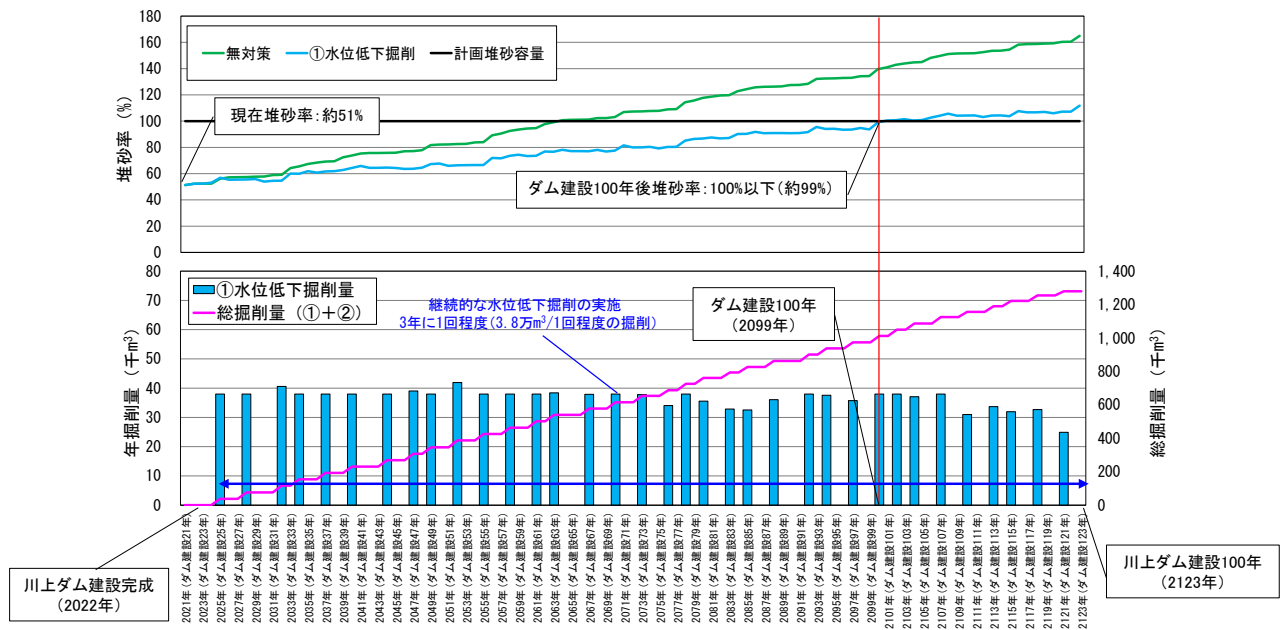


図 4.6.2-2 比奈知ダムの堆砂除去計画

【出典：木津川上流ダム群土砂管理方針（令和4年4月）】

【比奈知ダムの対策概要】

- ①掘削頻度 : 3年に1回程度
- ②掘削期間 : 非洪水期 (10/16~1/31 : 3.5ヶ月)
- ③掘削時水位 : EL. 287.6m
- ④掘削方法 : (掘削時水位以上) 0.8m³バックホウ掘削
(掘削時水位-5mまで) 1.4m³バックホウ台船掘削
- ⑤掘削形状 : 掘削対象範囲の上流側からツボ掘り状に掘削 (図 4.6.2-3 参照)
(極力土砂ポケットを形成)
- ⑥掘削土砂量 : 約 38 千 m³/年 (河床変動計算より掘削対象範囲の堆砂量から設定)
- ⑦ダム完成 100 年後堆砂率 : 約 99% < 堆砂率 100%

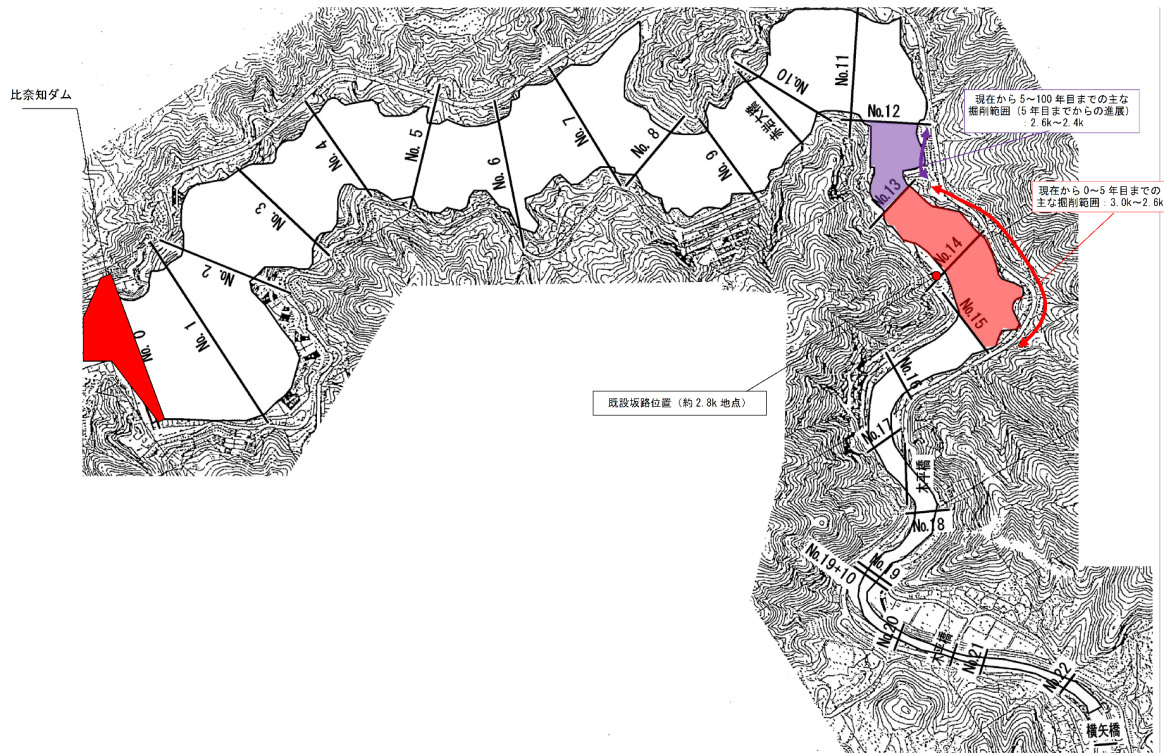
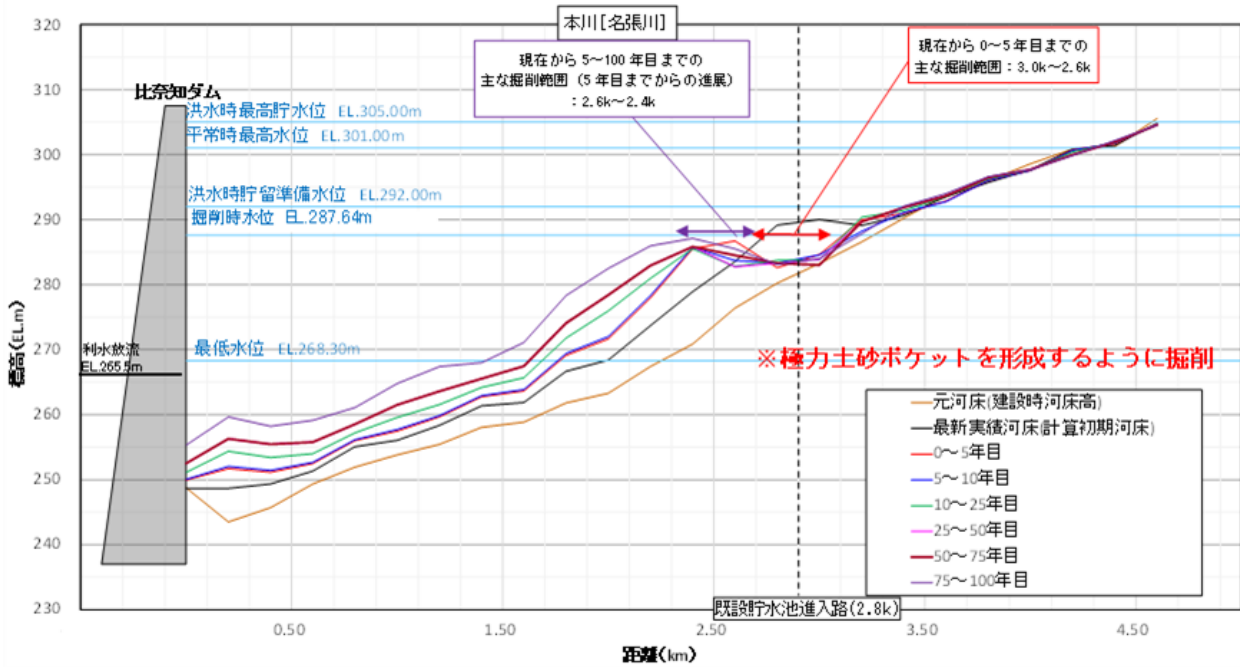


図 4.6.2-3 比奈知ダムの水位低下掘削範囲のイメージ

【出典：木津川上流ダム群土砂管理方針 (令和4年4月)】

4.7 まとめ

比奈知ダムの堆砂の評価結果を以下に記す。

<<まとめ>>

- 管理開始～令和4年までの全堆砂量は1,234千m³であり、これは計画堆砂量(2,400千m³)に対する堆砂率は約51%に相当し、目安堆砂量((計画堆砂量/100年)×供用年数)：計画堆砂率25%(R4)を上回る速度で堆砂が進行している。
- 平成20年度以降は毎年貯水池で土砂採取を行い、下流河川の環境改善のため、フラッシュ放流に合わせて土砂還元を行う取り組みを実施している。

<<今後の方針>>

- 今後も引き続き正確な堆砂状況の把握を行うとともに、堆砂土の利活用の検討等を実施していく。
- 令和4年4月に策定された「木津川上流ダム群土砂管理方針」に基づき、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。

4.8 必要資料(参考資料)の収集・整理

表 4.8-1 「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	比奈知ダム貯水池堆砂測量作業報告書	木津川ダム総合管理所	平成21年3月	
4-2	令和3年度 青蓮寺ダム定期報告書	木津川ダム総合管理所	令和4年3月	
4-3	令和4年度 木津川ダム郡貯水池堆砂測量作業 報告書	木津川ダム総合管理所	令和5年3月	
4-4	令和4年度 比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書	木津川ダム総合管理所	令和5年3月	
4-5	比奈知ダム管理年報(H30～R4)	木津川ダム総合管理所	平成31年～令和5年	
4-6	木津川上流ダム群土砂管理方針	木津川ダム総合管理所	令和4年4月	