

## 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の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 4.1.2-1 に示すとおりである。

#### (1) 堆砂測量方法の整理

堆砂測量(深淺測量)の方法について、手法・測線(測量断面位置)・測量時期及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、深淺測量結果等)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。

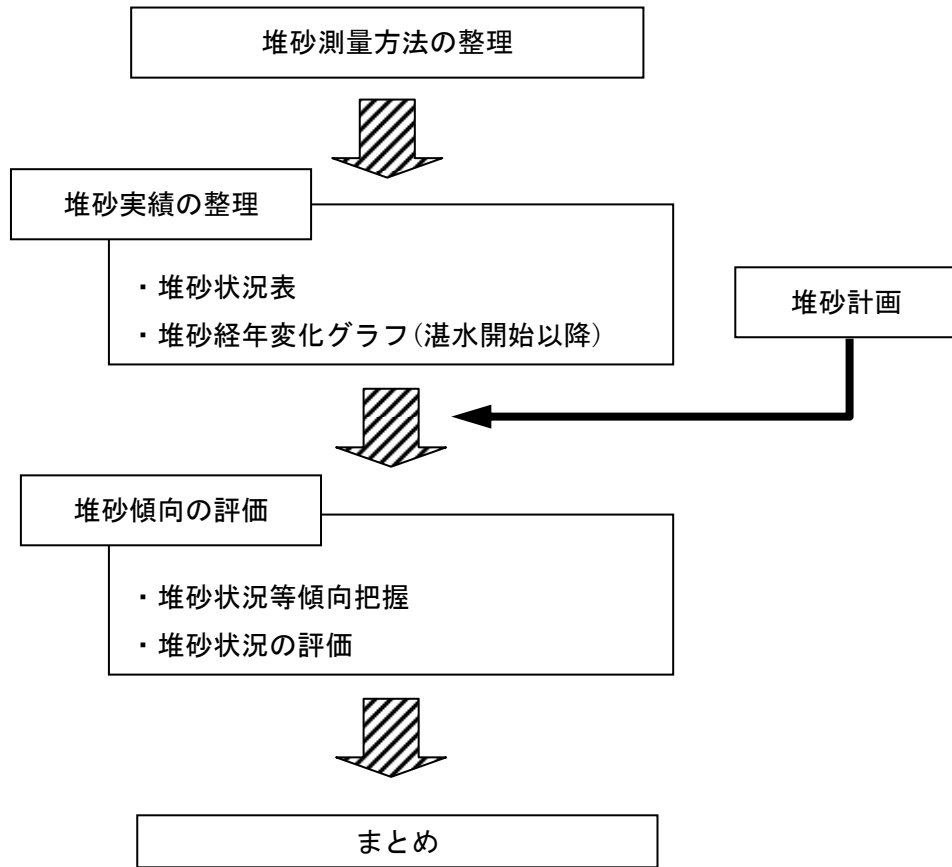


図 4.1.2-1 評価手順

## 4.2 堆砂測量方法の整理

### 4.2.1 音響測深機による測量

比奈知ダムの堆砂測量(深淺測量)は、毎年12月～翌年3月に実施している。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、水深の浅い箇所より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

水深測量を行った測線の陸地部については、急傾斜地の所は間接水準で行うが、他の所は直接水準にて観測をおこなった。

#### (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、直接レベルによって横断測量を行い、直接歩いて横断の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、レッド等で読取り、計算して標高を求めた。

#### (4) 測線

測線はダムから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。

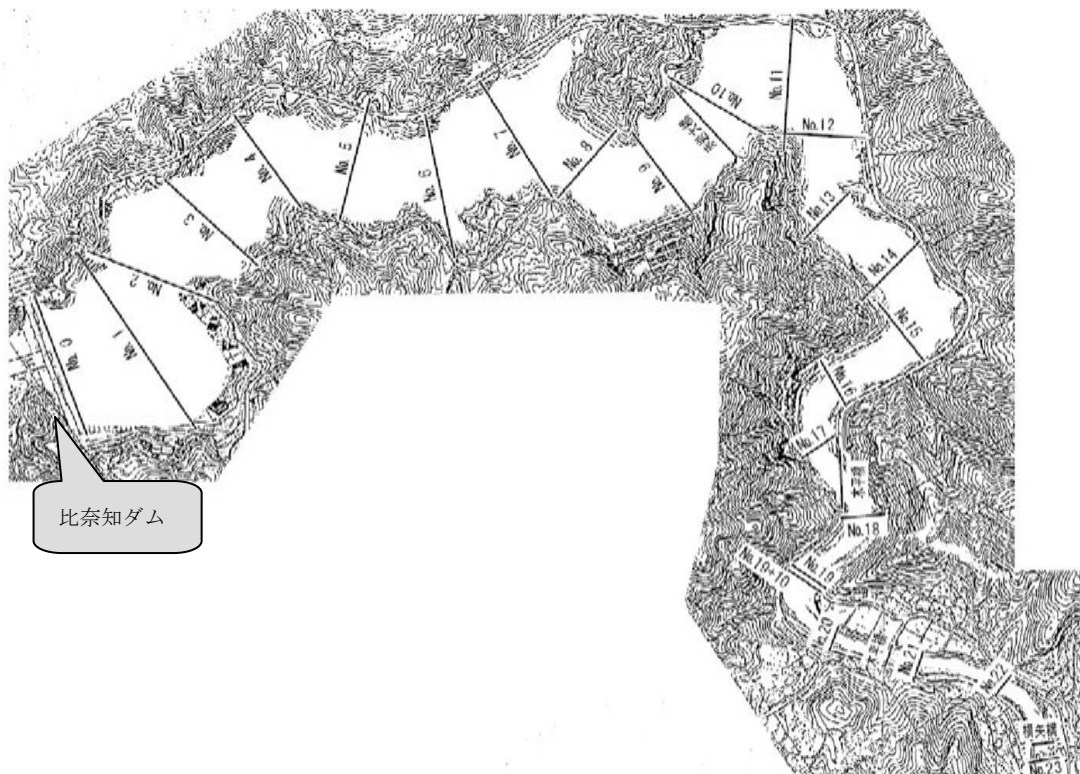


図 4.2.1-1 比奈知ダム堆砂測量平面図(測線図)

【出典：(平成20年度)比奈知ダム貯水池堆砂測量作業 報告書(平成21年3月)】

#### 4.2.2 ナローマルチビーム測深による測量

比奈知ダムでは、音響測深機による測量にかえて、平成 21 年度より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。

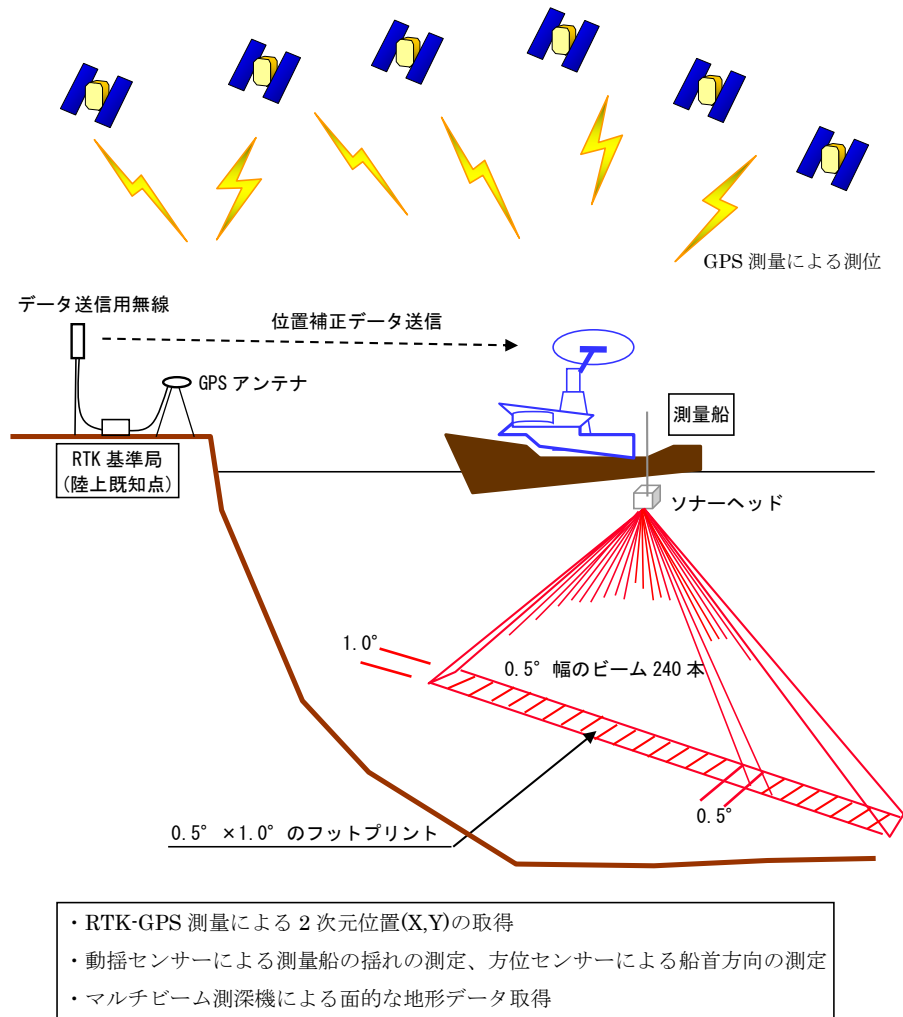


図 4.2.2-1 マルチビーム測深による測量方法のイメージ図

【出典：平成 28 年度青蓮寺ダム定期報告書】

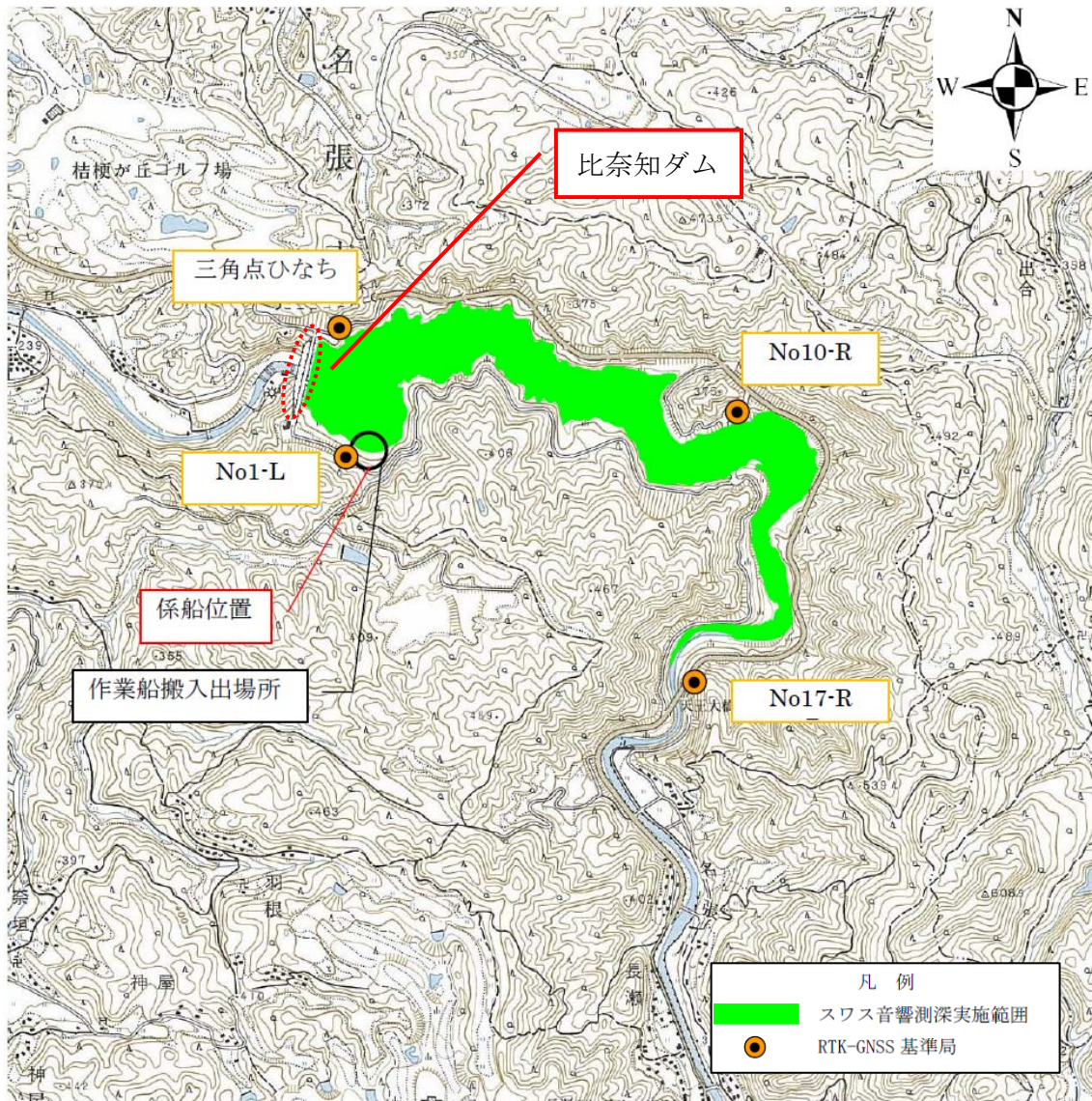


図 4.2.2-2 ナローマルチビーム測深実施範囲図

【出典：平成 29 年度 木津川ダム群貯水池堆砂測量作業報告書(平成 30 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図を作成する。	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

平成 25 年以降、流域において大規模な法面崩壊等は発生していない。



## 4.4 堆砂実績の整理

平成29年時点での全堆砂量は1,130千m<sup>3</sup>であり、堆砂率は47%となっている。

堆砂の内訳を見ると、1,130千m<sup>3</sup>(47%)のうち有効貯水量内に堆積している量は809千m<sup>3</sup>(72%)、堆砂容量内は321千m<sup>3</sup>(28%)である。

湛水開始後からの堆砂量経年変化を見ると、管理開始直後より目安堆砂量※を上回る速度で堆砂が進行している(表4.4-1、図4.4-1)。

なお、平成21年に堆砂量が増加しているが、平成25年以降、上流域での大規模な地山斜面の崩壊はなく、出水の影響及び、測量方法をナローマルチビームに変更したことが主な要因であると考えられる。

※目安堆砂量=(計画堆砂量/100年)×供用年数

表 4.4-1 堆砂状況

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

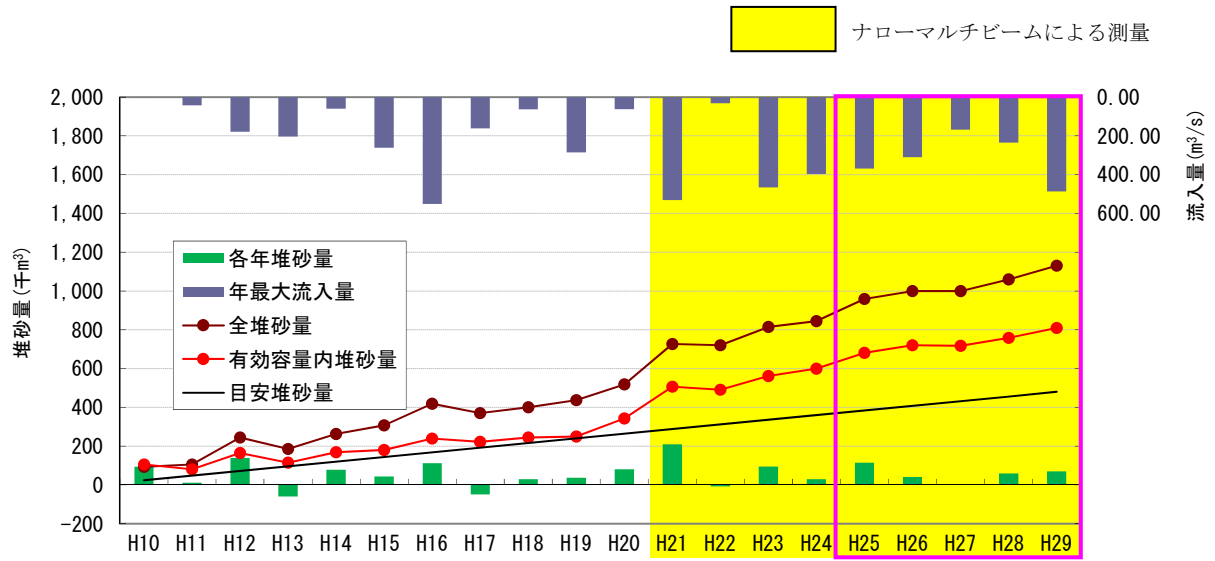
⑥ 年 TSH	⑦ 経年 (年)	⑧ 有効容量内堆砂量 (千m <sup>3</sup> )	⑨ 堆砂容量内堆砂量 (千m <sup>3</sup> )	⑩=⑧+⑨ 全堆砂量 (千m <sup>3</sup> )	⑪=④/⑤×⑦ 計画堆砂量 (千m <sup>3</sup> )	⑫=⑩-⑪ 各年堆砂量 (千m <sup>3</sup> )	⑬=⑩/③ 全堆砂率 (%)	⑭=⑪/④ 計画堆砂率 (%)	⑮=⑩/④ 堆砂率 (%)
	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00	0.00
H10	1	106	-12	94	24	94	0.45%	1.00%	3.92%
H11	2	80	25	105	48	11	0.50%	2.00%	4.38%
H12	3	164	81	245	72	140	1.18%	3.00%	10.21%
H13	4	115	70	185	96	-60	0.89%	4.00%	7.71%
H14	5	168	95	263	120	78	1.26%	5.00%	10.96%
H15	6	180	127	307	144	44	1.48%	6.00%	12.79%
H16	7	239	180	419	168	112	2.01%	7.00%	17.46%
H17	8	222	148	370	192	-49	1.78%	8.00%	15.42%
H18	9	244	156	400	216	30	1.92%	9.00%	16.67%
H19	10	250	187	437	240	37	2.10%	10.00%	18.21%
H20	11	343	175	518	264	81	2.49%	11.00%	21.58%
H21	12	506	221	727	288	209	3.50%	12.00%	30.29%
H22	13	491	229	720	312	-7	3.46%	13.00%	30.00%
H23	14	561	254	815	336	95	3.92%	14.00%	33.96%
H24	15	600	245	845	360	30	4.06%	15.00%	35.21%
H25	16	681	278	959	384	114	4.61%	16.00%	39.96%
H26	17	720	280	1,000	408	41	4.81%	17.00%	41.67%
H27	18	717	283	1,000	432	0	4.81%	18.00%	41.67%
H28	19	758	302	1,060	456	60	5.10%	19.00%	44.17%
H29	20	809	321	1,130	480	70	5.43%	20.00%	47.08%

流域面積 (km <sup>2</sup> )		75.5	計画堆砂年 (年)		100		
総貯水容量 (千m <sup>3</sup> )		20,800	計画堆砂量 (千m <sup>3</sup> )		2,400		
有効貯水容量 (千m <sup>3</sup> )		18,400	計画比堆砂量 (m <sup>3</sup> /年/km <sup>2</sup> )		318		
年	調査年月	経過年数	全堆砂量 (千m <sup>3</sup> )	有効容量内堆砂量 (千m <sup>3</sup> )	堆砂容量内堆砂量 (千m <sup>3</sup> )	全堆砂率	堆砂率
平成29年	平成30年1月	18年	1,130	809	321	5%	47%

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



目安堆砂量 = (計画堆砂量 / 100年) × 供用年数

図 4.4-1 堆砂量経年変化

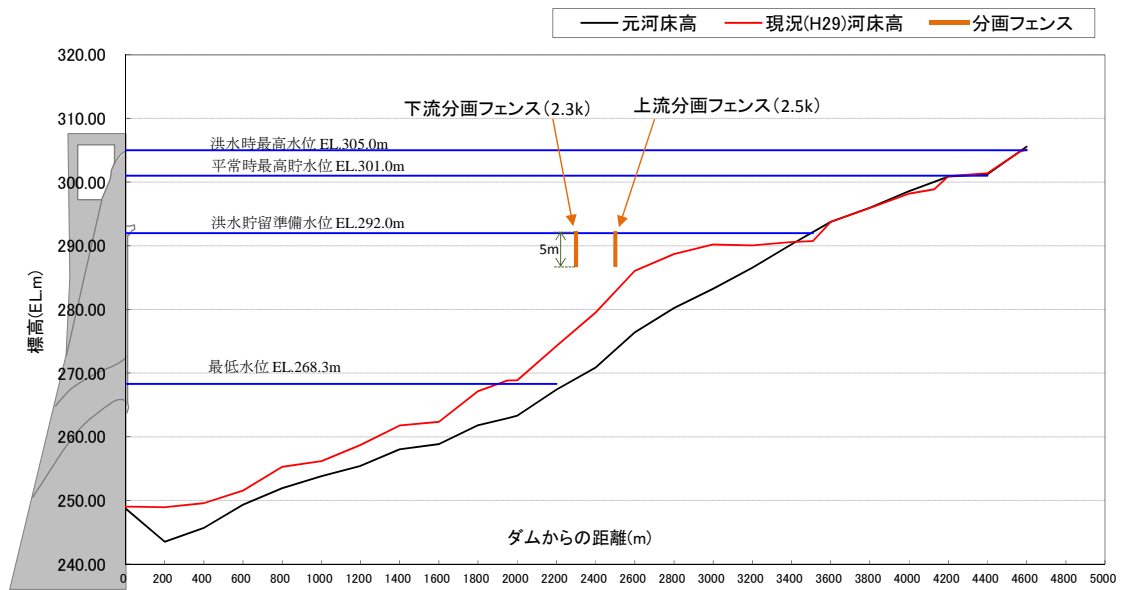


図 4.4-2 堆砂縦断面図

## 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、貯水池上流端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

## 4.5.2 土砂供給試験実施状況

比奈知ダムでは、平成20年度以降毎年約100m<sup>3</sup>程度の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。

年毎の置土量及び還元量(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 <sup>3</sup> )	還元量(流出量)(m <sup>3</sup> )
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
合計			1050	1050

【出典：平成29年度比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書】



フラッシュ放流前

フラッシュ放流後

図 4.5.2-1 フラッシュ放流前後の状況(平成 29 年)

### 4.5.3 比奈知ダム下流河川粗粒化等調査結果

比奈知ダム下流における河床材料割合の変化の状況を図 4.5.3-2 に示す。河床材の調査では、調査地点のうち複数の側線（例えば、St.6 大昭橋では5側線（図 4.5.3-1））上において、2m 間隔で幅 1m の潜水目視により河床材の粒径を調査し、粒径区分を行っている。

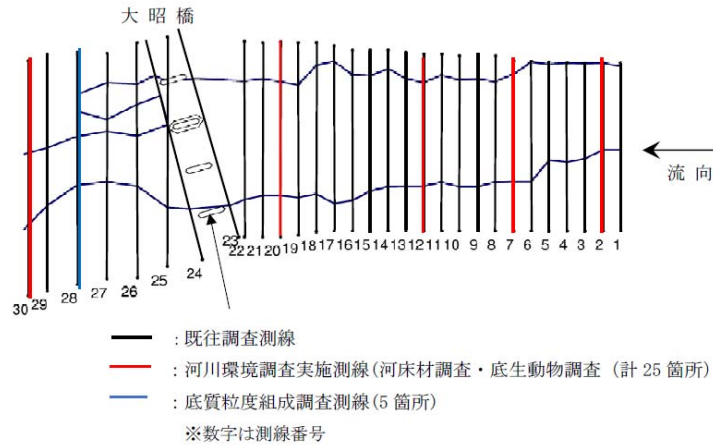


図 4.5.3-1 St. 6 大昭橋における調査側線の配置

【出典：平成 29 年度比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書】

大昭橋、四間橋、蛇行点において、平成 10 年頃の状況と比較すると「砂」「礫」など小粒径の材料が減少し、「石」「岩盤」などの大粒径の材料の割合が増加している。

土砂供給実験を開始した平成 20 年度以降では、大昭橋、四間橋では明確な傾向はないが、蛇行点においては平成 20 年頃より、「砂」「礫」の割合が増加している。

なお、環境調査の結果及び効果については「6. 生物」に整理した。

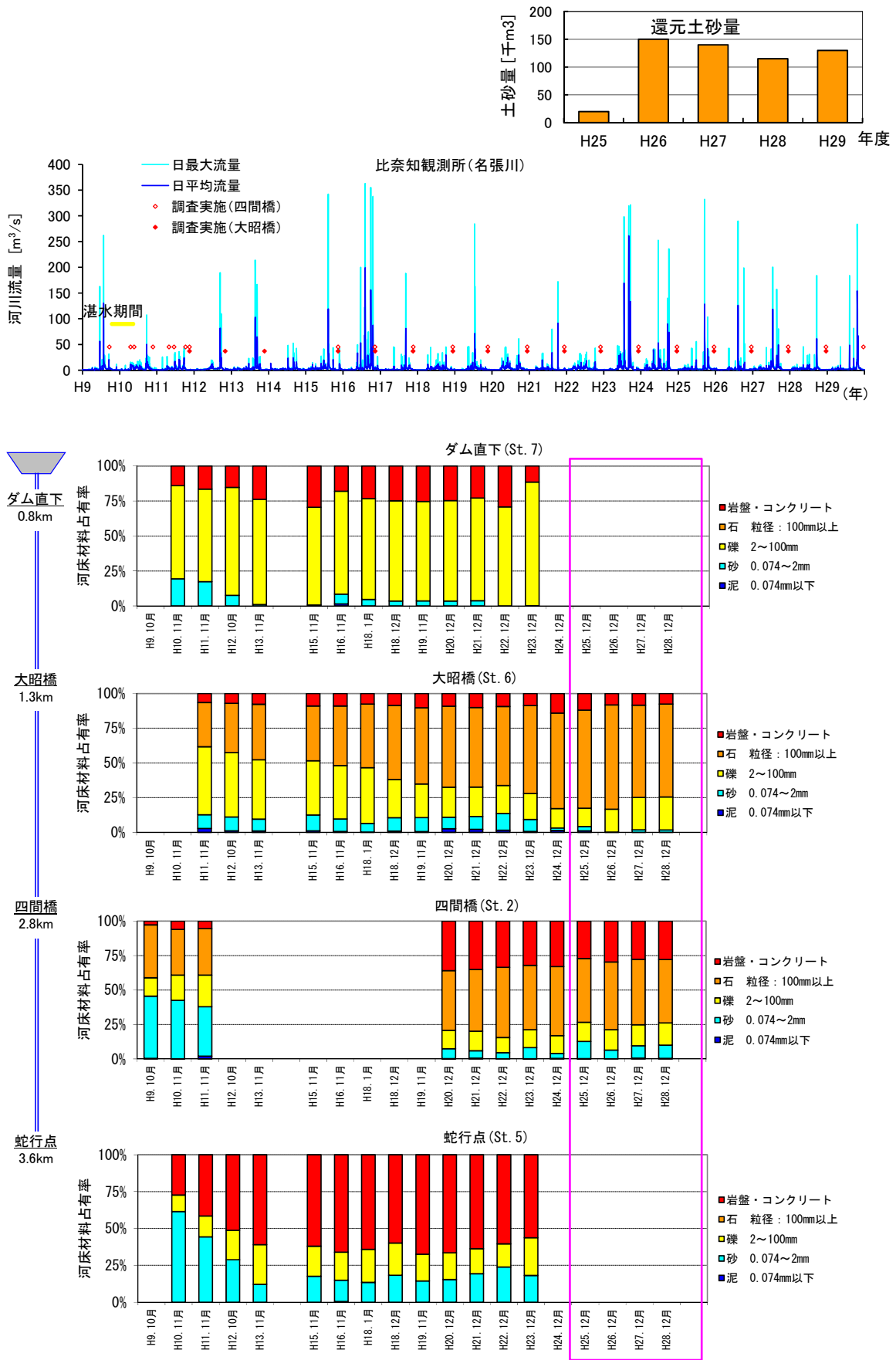


図 4.5.3-2 比奈知ダム下流の河床材料の変化

【出典：比奈知ダム下流河川環境調査業務 報告書】

## 4.6 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>>

- 平成10年～平成29年までの全堆砂量は1,130千 $m^3$ であり、これは計画堆砂量(2,400千 $m^3$ )の約47%に相当し、目安堆砂量((計画堆砂量/100年)×供用年数)を上回る速度で堆砂が進行している。
- 平成20年度以降毎年貯水池で約100 $m^3$ 程度の土砂採取を行い、下流河川の環境改善のため、フラッシュ放流に合わせて下流河川に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。
- 平成34年完成予定の川上ダムにおいて、比奈知ダムをはじめとする既設ダムの堆砂除去を行うための代替補給容量を確保する計画があり、この計画を見据えつつ、比奈知ダムの堆砂除去を検討する。



## 4.7 必要資料(参考資料)の収集・整理

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	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	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	
4-3	平成 29 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	平成 30 年 3 月	
4-4	比奈知ダム下流河川環境調査業務報告書 (H25～H29)	木津川ダム総合管理所		