

4. 堆砂

「4. 堆砂」の目次

4. 堆砂	1
4.1 評価の進め方	4-1
4.1.1 評価方針	4-1
4.1.2 評価手順	4-1
4.2 堆砂測量方法の整理	4-2
4.2.1 音響測深機による測量(平成20年度まで)	4-2
4.2.2 ナローマルチビーム測深による測量(平成21年度以降)	4-4
4.3 堆砂実績の整理	4-7
4.3.1 堆砂量の経年変化	4-7
4.3.2 堆砂縦断	4-11
4.4 水質保全ダムの堆砂除去	4-13
4.5 まとめ	4-18
4.6 必要資料(参考資料)の収集・整理	4-19

4.1 評価の進め方

4.1.1 評価方針

室生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を評価の方針とする。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(深淺測量)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。

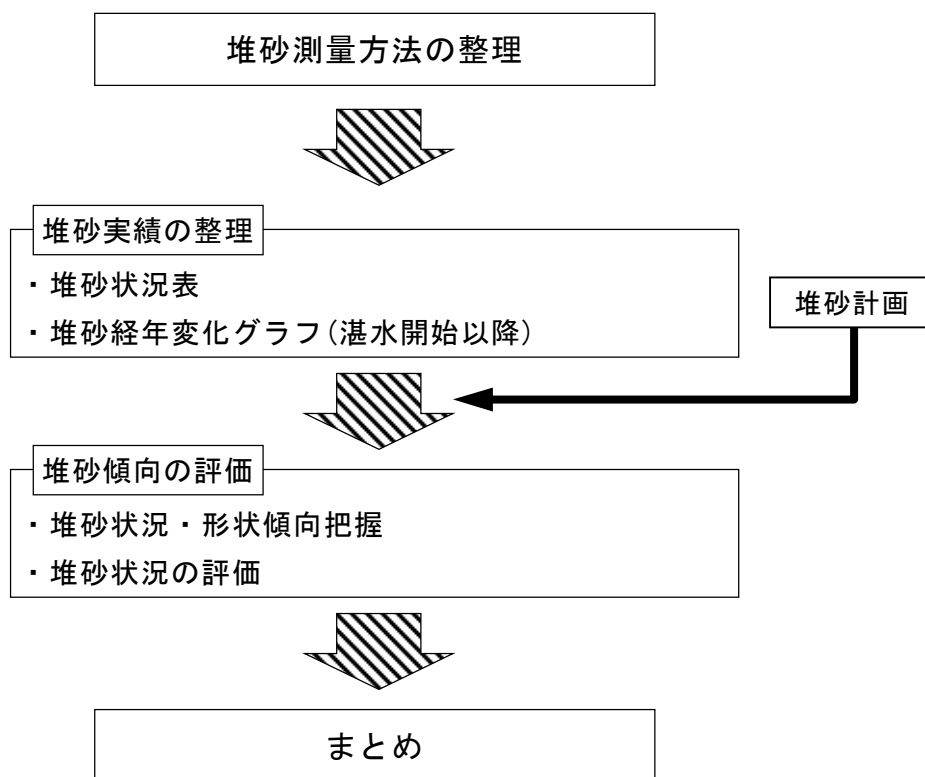


図 4.1-1 評価手順

4.2 堆砂測量方法の整理

4.2.1 音響測深機による測量(平成20年度まで)

室生ダムの堆砂測量(音響測深機による深淺測量)は、毎年12月から翌年3月の間に実施している。平成20年度まで堆砂測量は主に音響測深機を用いた測量を行った。

(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上部は直接横断測量にて実施した。

(2) 陸上部の横断測量

深淺測量を行った測線の陸上部については、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行った。

(3) 直接横断測量

上流部の水深の浅い測線については、距離標杭の標高を基準に、レベルによって横断測量を行い、歩いて横断できない箇所は、ゴムボートにて水面よりスタッフ、レッド等で深さを読取り、計算して標高を求めた。

(4) 測線

測線はダムから約200m間隔である(図 4.2-1参照)。

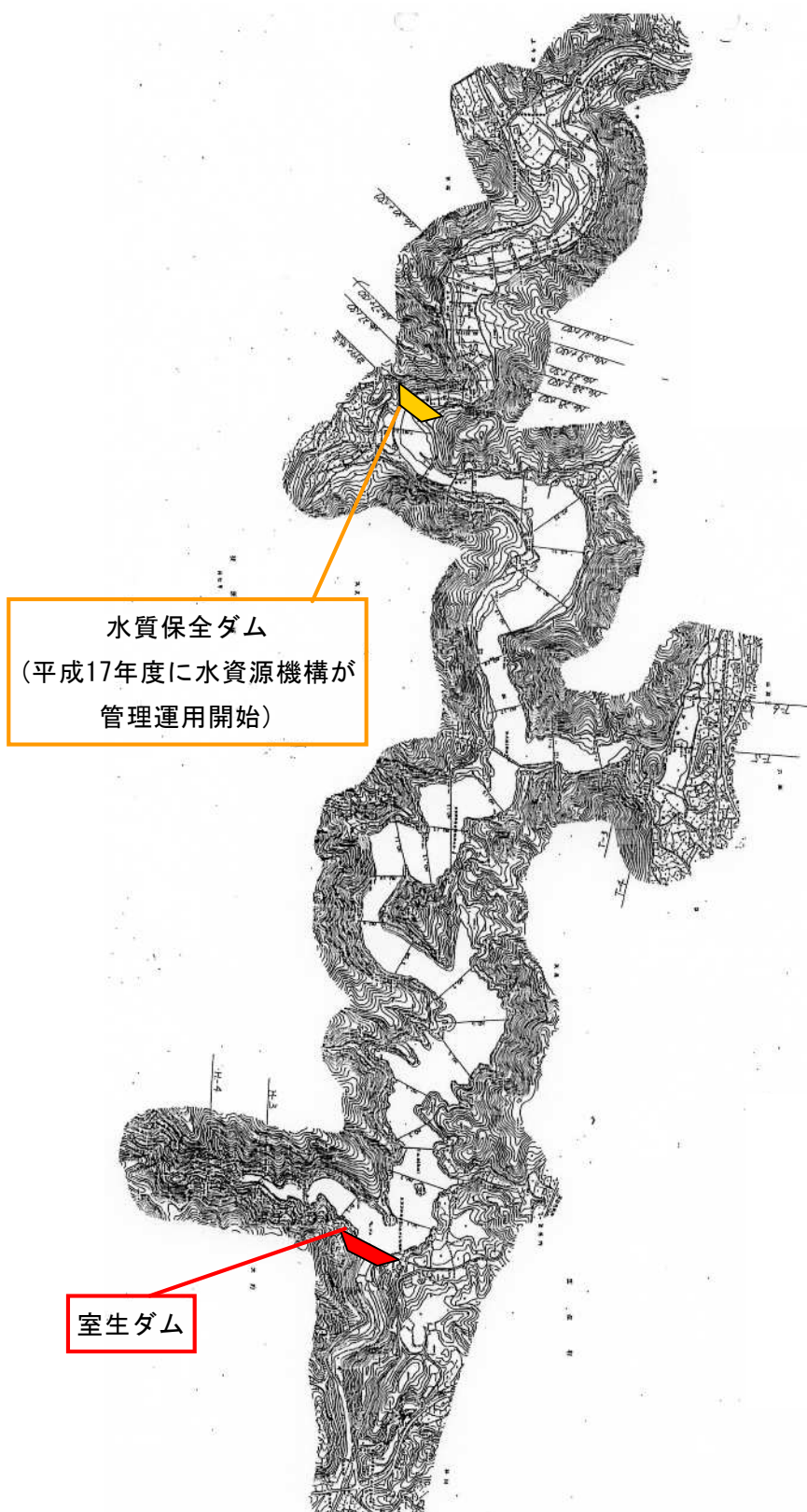


図 4.2-1 堆砂測量計画図(測線図：平成20年度まで)

4.2.2 ナローマルチビーム測深による測量(平成21年度以降)

室生ダムでは、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。マルチビーム測深のイメージ図を図 4.2-2に、ナローマルチビームによる測量範囲を図 4.2-3に示す。

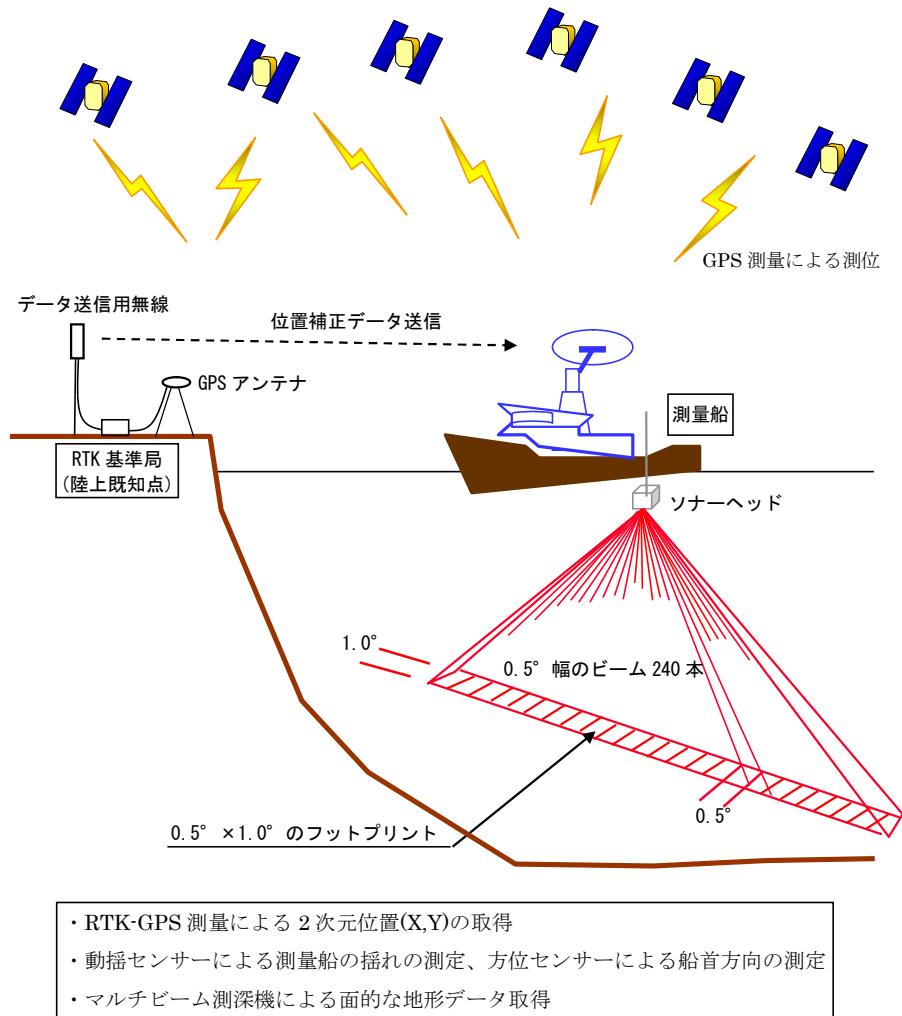


図 4.2-2 ナローマルチビーム測深による測量方法のイメージ図



図 4.2-3 ナローマルチビームによる深淺測量範囲

【出典：「平成30年度木津川ダム群貯水池堆砂測量作業報告書」】

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、指向性の高い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。

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、算定方法の比較表を表4.2-1に示す。

表 4.2-1 室生ダム 測深測量方法・堆砂量算定方法の比較表

	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>H19</p> <p>$S2=V1-V2$</p> <p>H20</p> <p>$S3=V1-V3$ 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>H21</p> <p>$S4=V1-V4$ 堆砂量=$S4-S3$</p> <p>H22</p> <p>$S5=V1-V5$ 堆砂量=$S5-S4$</p>

4.3 堆砂実績の整理

4.3.1 堆砂量の経年変化

平成30年時点での全堆砂量は1,012千 m^3 で、計画堆砂量2,600千 m^3 に対する堆砂率は約39%となっている。

堆砂の内訳を見ると、全堆砂量1,012千 m^3 のうち有効貯水容量内に堆積している量は約558千 m^3 (全堆砂量の約55%)、堆砂容量内は約454千 m^3 (全堆砂量の約45%)である(表4.3-1及び表4.3-2参照)。

管理開始後からの堆砂量経年変化(図4.3-1)を見ると、管理開始直後より平成20年までは計画堆砂量を上回る速度で堆砂が進行していたが、平成21年以降は全堆砂量が減少し、計画堆砂量を下回っている。この要因の一つとして、平成21年度以降の測量方法をナローマルチビームに変更したことが考えられる。

また、測量方法を変更した平成21年以降、平成27年まではほぼ横ばいであったが、平成28年以降増加傾向を示している(図4.3-1の破線円)。

土砂流出は流域からの降雨流出が関与していると考えられ、至近9ヶ年(平成21年度以降の測量方法の変更で前年と比較できない平成21年は除外する)の堆砂量の増加傾向は、平成28年、30年を除けば、年最大流入量(ピーク値)および年最大日平均流入量と年堆砂量に相関が認められた(図4.3-2)。

表 4.3-1 堆砂状況

① 流域面積 (km ²)	136
② 竣工年月	昭和49年4月
③ 総貯水容量 (千m ³)	16,900
④ 計画堆砂量 (千m ³)	2,600
⑤ 計画堆砂年 (年)	100

⑥ 年	⑦ 経年	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(%)
S49	0	0	0	0	0	0	0.00%	0%	0.00%
S50	1	36	8	44	26	44	0.26%	1%	1.69%
S51	2	297	14	311	52	267	1.84%	2%	11.96%
S52	3	282	66	348	78	37	2.06%	3%	13.38%
S53	4	312	73	385	104	37	2.28%	4%	14.81%
S54	5	342	80	422	130	37	2.50%	5%	16.23%
S55	6	289	106	395	156	-27	2.34%	6%	15.19%
S56	7	134	75	209	182	-186	1.24%	7%	8.04%
S57	8	428	95	523	208	314	3.09%	8%	20.12%
S58	9	515	81	596	234	73	3.53%	9%	22.92%
S59	10	388	123	511	260	-85	3.02%	10%	19.65%
S60	11	434	121	555	286	44	3.28%	11%	21.35%
S61	12	404	98	502	312	-53	2.97%	12%	19.31%
S62	13	490	118	608	338	106	3.60%	13%	23.38%
S63	14	480	115	595	364	-13	3.52%	14%	22.88%
H1	15	510	124	634	390	39	3.75%	15%	24.38%
H2	16	444	211	655	416	21	3.88%	16%	25.19%
H3	17	444	123	567	442	-88	3.36%	17%	21.81%
H4	18	604	115	719	468	152	4.25%	18%	27.65%
H5	19	761	62	823	494	104	4.87%	19%	31.65%
H6	20	681	122	803	520	-20	4.75%	20%	30.88%
H7	21	645	155	800	546	-3	4.73%	21%	30.77%
H8	22	845	177	1,022	572	222	6.05%	22%	39.31%
H9	23	644	169	813	598	-209	4.81%	23%	31.27%
H10	24	655	211	866	624	53	5.12%	24%	33.31%
H11	25	707	253	953	650	87	5.64%	25%	36.65%
H12	26	957	217	1,174	676	221	6.95%	26%	45.15%
H13	27	951	168	1,119	702	-55	6.62%	27%	43.04%
H14	28	783	268	1,051	728	-68	6.22%	28%	40.42%
H15	29	810	281	1,091	754	40	6.46%	29%	41.96%
H16	30	797	321	1,118	780	27	6.62%	30%	43.00%
H17	31	818	342	1,160	806	42	6.86%	31%	44.62%
H18	32	742	380	1,122	832	-38	6.64%	32%	43.15%
H19	33	753	392	1,145	858	23	6.78%	33%	44.04%
H20	34	784	463	1,247	884	102	7.38%	34%	47.96%
H21	35	397	326	723	910	-524	4.28%	35%	27.81%
H22	36	340	346	686	936	-37	4.06%	36%	26.38%
H23	37	366	354	720	962	34	4.26%	37%	27.69%
H24	38	356	347	703	988	-17	4.16%	38%	27.04%
H25	39	324	380	704	1,014	1	4.17%	39%	27.08%
H26	40	343	403	746	1,040	42	4.41%	40%	28.69%
H27	41	322	395	717	1,066	-29	4.24%	41%	27.58%
H28	42	391	386	777	1,092	60	4.60%	42%	29.88%
H29	43	429	447	876	1,118	99	5.18%	43%	33.69%
H30	44	558	454	1,012	1,144	136	5.99%	44%	38.92%

※ 平成21年度からはナローマルチビームによる測量に変更

表 4.3-2 平成30年度時点の堆砂状況

流域面積(km ²)	136.0	計画堆砂年(年)	100				
総貯水容量(千m ³)	16,900	計画堆砂量(千m ³)	2,600				
有効貯水容量(千m ³)	14,300	計画比堆砂量(m ³ /年/km ²)	190				
年	調査年月	経過年数	全堆砂量	有効容量内堆砂量	堆砂容量内堆砂量	全堆砂率	堆砂率
平成30年	H30.12	44年	1,012 千m ³	558 千m ³	454 千m ³	6.0%	38.9%

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

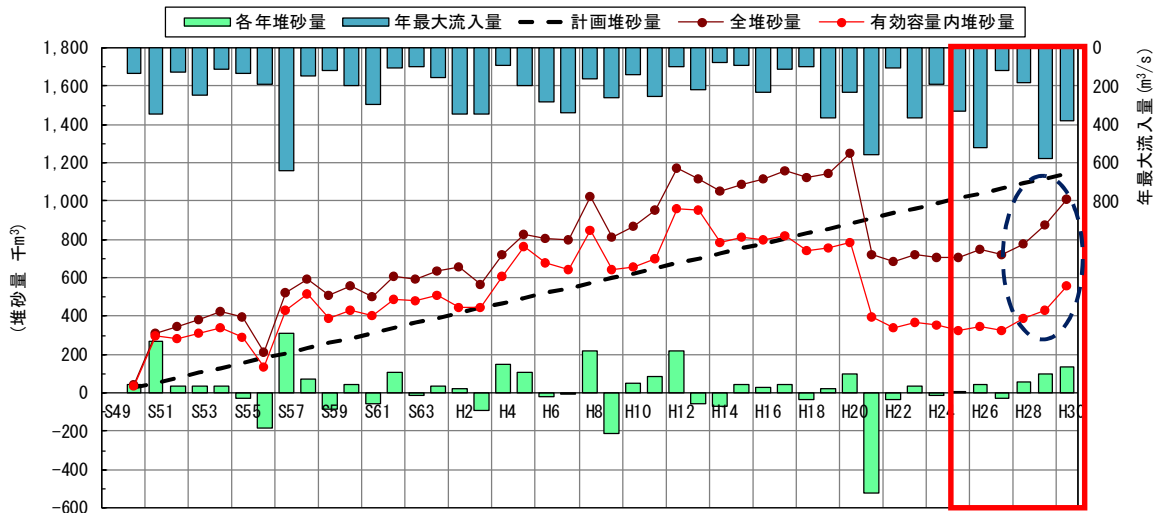


図 4.3-1 室生ダム 堆砂量経年変化

※ 平成21年度以降はナローマルチビームによる測量に変更

表 4.3-3 年最大流入量(ピーク値)、年最大日平均流入量と年堆砂量(平成22~30年)

項目	単位	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
年最大流入量	m ³ /s	104.4	366.6	192.4	332.5	524.2	116.6	181.0	577.7	379.4
日平均流入量の年最大	m ³ /s	46.5	119.0	64.5	146.7	104.8	45.5	43.9	192.4	67.3
年堆砂量	10 ³ m ³	-37	34	-17	1	42	-29	60	99	136

ほぼ横ばい

増加傾向

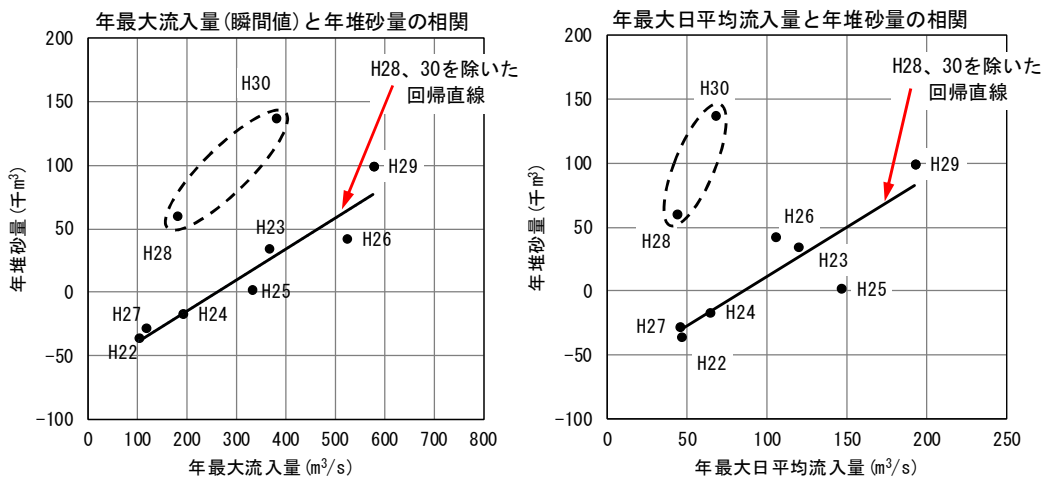


図 4.3-2 年最大流入量(ピーク値)、年最大日平均流入量と年堆砂量の関係(平成22~30年)

当該年の年堆砂量とダム流入量の関係を把握するため、月最大流入量(ピーク値)の規模別頻度を表 4.3-4に、年堆砂量と月最大流入量(ピーク値)300m³/s以上の月数の関係を図 4.3-3に整理した。

平成28年を除いて、月最大流入量(ピーク値)と年堆砂量、月最大流入量(ピーク値)が300m³/sを超える月数と年堆砂量には相関関係が見られる。

表 4.3-4 室生ダム月最大流入量(ピーク値)の年間頻度(平成22~30年)

流量範囲 (m ³ /s)	頻度(日)									
	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	
0~100	11	11	9	9	11	10	9	9	6	
100~200	1		3	1		2	3	1	4	
200~300				1				1		
300~400		1		1					2	
400~500										
500~600					1			1		
600~										
年堆砂量(千m ³)	-37	34	-17	1	42	-29	60	99	136	

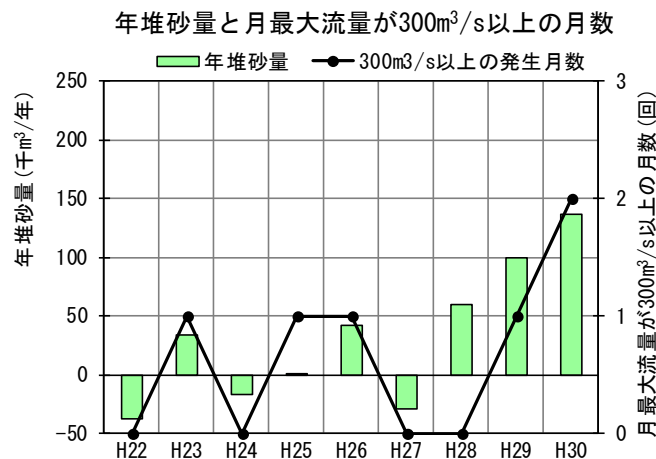


図 4.3-3 年堆砂量と月最大流量(ピーク値)が300m³/s以上の月数の関係

平成28年以降の堆砂量増加要因については明確ではないが、以下のようなことが推定される。

- ・平成27年度の規模の小さい降雨出水で発生した土砂が河川や貯水池まで流入せず、流域の斜面や上流河川に残存し、当該年の降雨出水で流出した。
- ・至近9ヶ年の経年堆砂量では、見かけ上、-17,000~-37,000m³の年堆砂量の減少が見られる年があり、平成28年の年堆砂量には、前年(平成27年)の堆砂量の減少分(30,000m³程度)が含まれている可能性がある。

4.3.2 堆砂縦断

堆砂縦断図を図 4.3-4に示す。

流入河川(天満川)合流部付近において、ダム供用後44年による堆砂面の変化点(デルタ肩)が見られる。

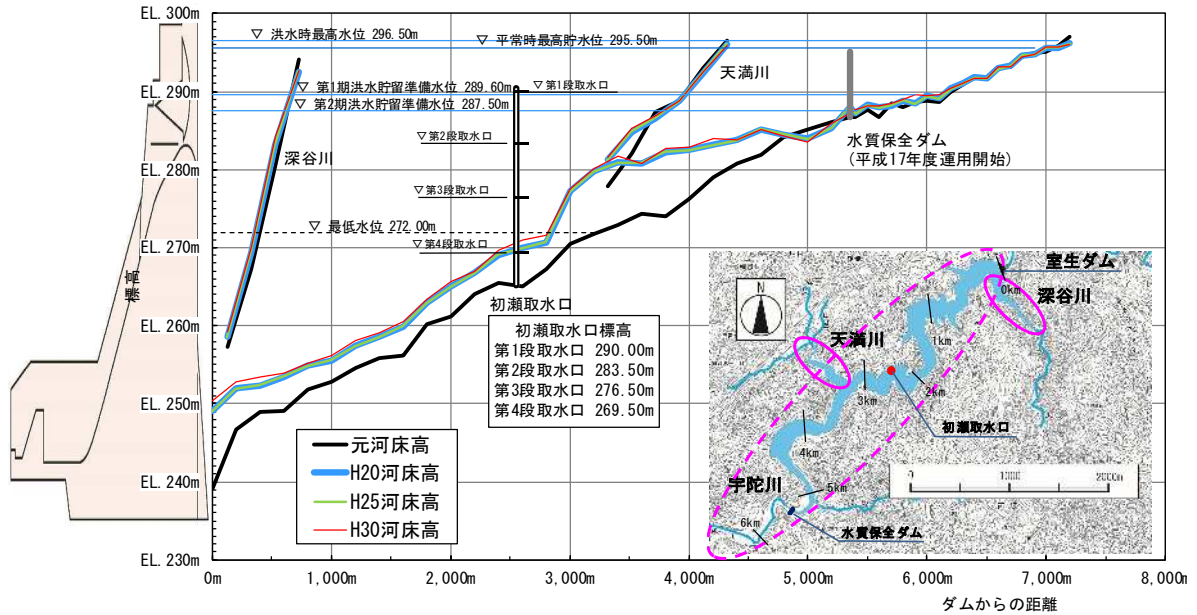


図 4.3-4 室生ダム 貯水池最深河床高縦断(堆砂縦断)の経年変化

注) 測線 No.13(ダムサイトから 2.6k)と No.14(ダムサイトから 2.8k)は交差しており、No.13 の最深河床高位置より No.14 の最深河床高位置が下流(ダムサイト寄り)にあるため、上記縦断図では No.13 と No.14 プロット位置を逆としている(下図参照)。

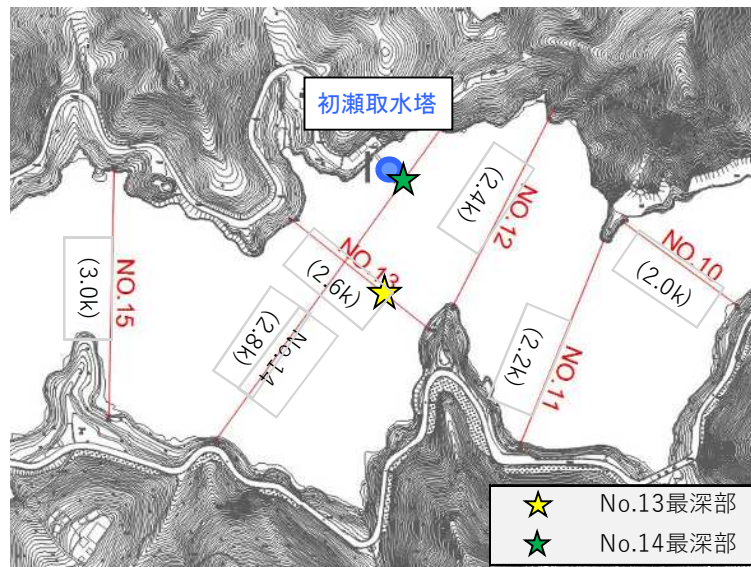


図 4.3-5 室生ダム堆砂測量(平成30年度)の測線位置と最深河床位置(抜粋)

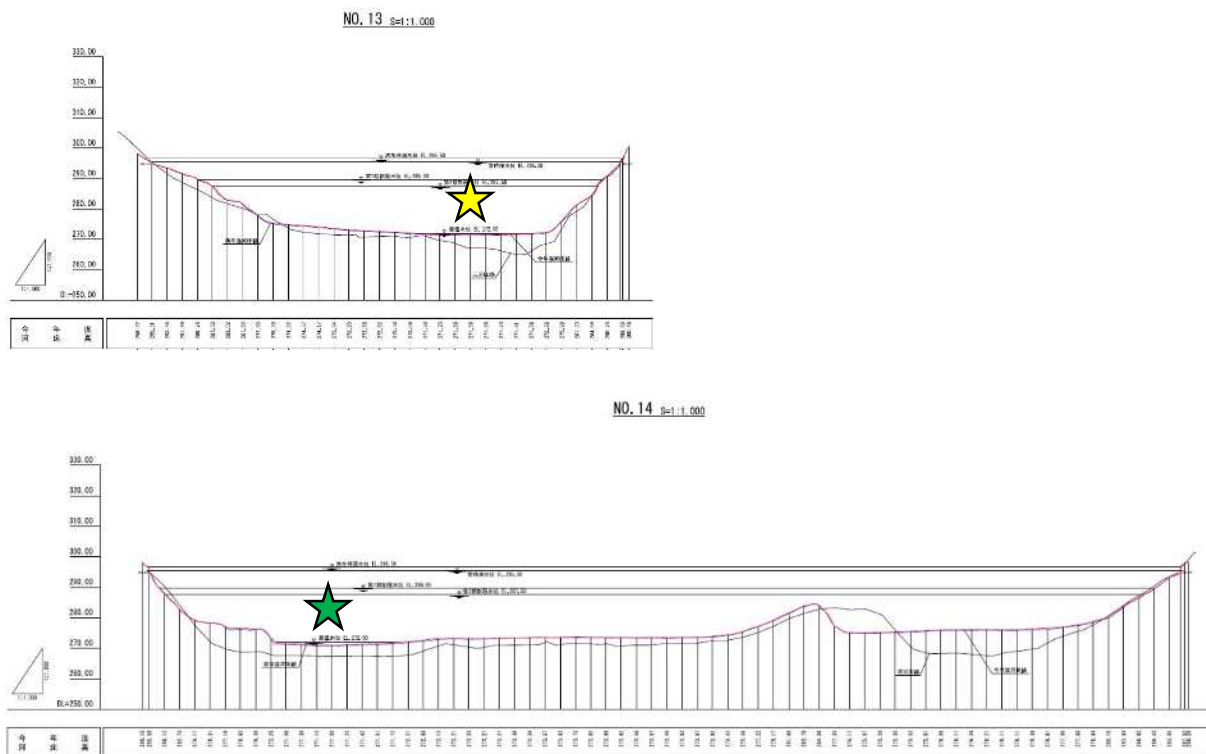


図 4.3-6 室生ダム堆砂測量結果(平成30年度)の横断図(No. 13、14)

注) 図中の★印は最深河床位置を表す。

4.4 水質保全ダムの堆砂除去

室生ダムの水質保全ダムは、貯水池の水質改善、新たな湖面による景観創出(平成榛原子供のもり公園との一体化)を目的として、室生ダム貯水池水質保全事業(国土交通省)により建設され、平成13年3月に水質保全ダム堤体部が概成、平成17年4月から水資源機構が管理を開始、水質保全ダムの堆砂(細粒分に沈着した栄養塩を含む)の除去を実施している。

図 4.4-1に水質保全ダム湛水域の堆砂除去範囲を示す。

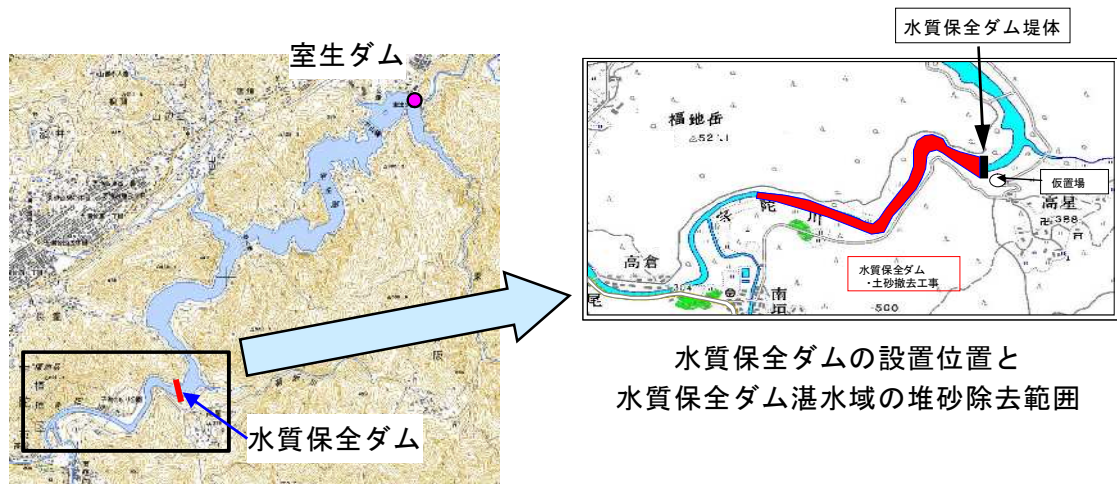


図 4.4-1 水質保全施設湛水域の堆砂除去範囲

土砂の除去量を図 4.4-2に、平成30年に実施した堆砂除去の範囲を図 4.4-3に示す。平成17年度から平成30年度の間に約37,640m³の堆砂除去を実施している。

年度	堆砂除去量(m ³)	累積堆砂除去量(m ³)
平成17年度	2,840	2,840
平成18年度	2,080	4,920
平成19年度	4,070	8,990
平成20年度	4,050	13,040
平成21年度	3,460	16,500
平成22年度	3,000	19,500
平成23年度	3,000	22,500
平成24年度	3,070	25,570
平成25年度	3,110	28,680
平成26年度	2,530	31,210
平成27年度	2,220	33,430
平成28年度	2,340	35,770
平成29年度	※ 290	36,060
平成30年度	1,580	37,640
合計	37,640	

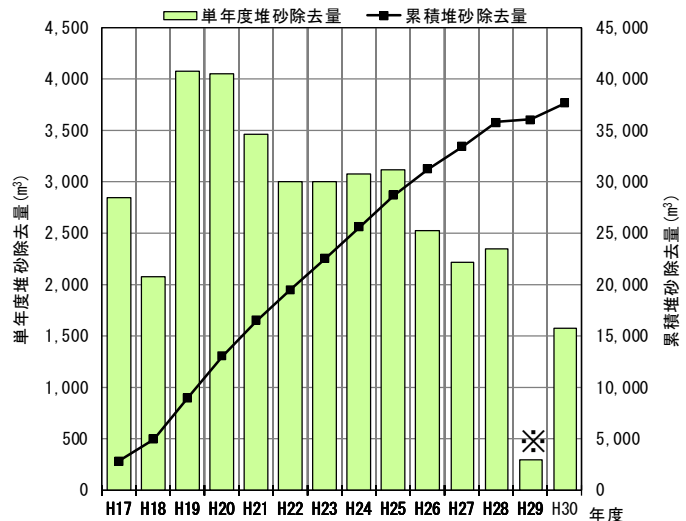


図 4.4-2 水質保全ダムにおける堆砂除去の状況

※ 平成29年の除去量が少ないのは、非洪水期の台風(10月22日)の防災操作より水質保全ダムの水位保持ゲートを倒伏したため、当該ダム上流で堆積していた土砂が室生ダム湖に流下し、除去できなかったことが要因である

毎年、非出水期に水質保全ダムの水位を低下させて、当該ダムの堆砂(細粒分を含む)除去を実施しており、その細粒分に沈着した栄養塩も含めて、湖外搬出している。

なお、水資源機構は室生ダム貯水池水質保全事業(国土交通省)の建設を受託、平成13年3月に水質保全ダムの堤体部が概成、平成17年4月から国土交通省と維持管理協定を締結して管理運用(維持管理含む)を行っている。

堆砂の掘削は、粘性土を除去するために水質保全ダムのラバーゲートを倒伏して水位低下後に粘性土の除去範囲を目視確認している。また、堆砂除去はくぼ地を作るような除去ではなく、堆砂部の表層を広く薄く、河床面を平坦にするように除去を実施している(下図参照)。

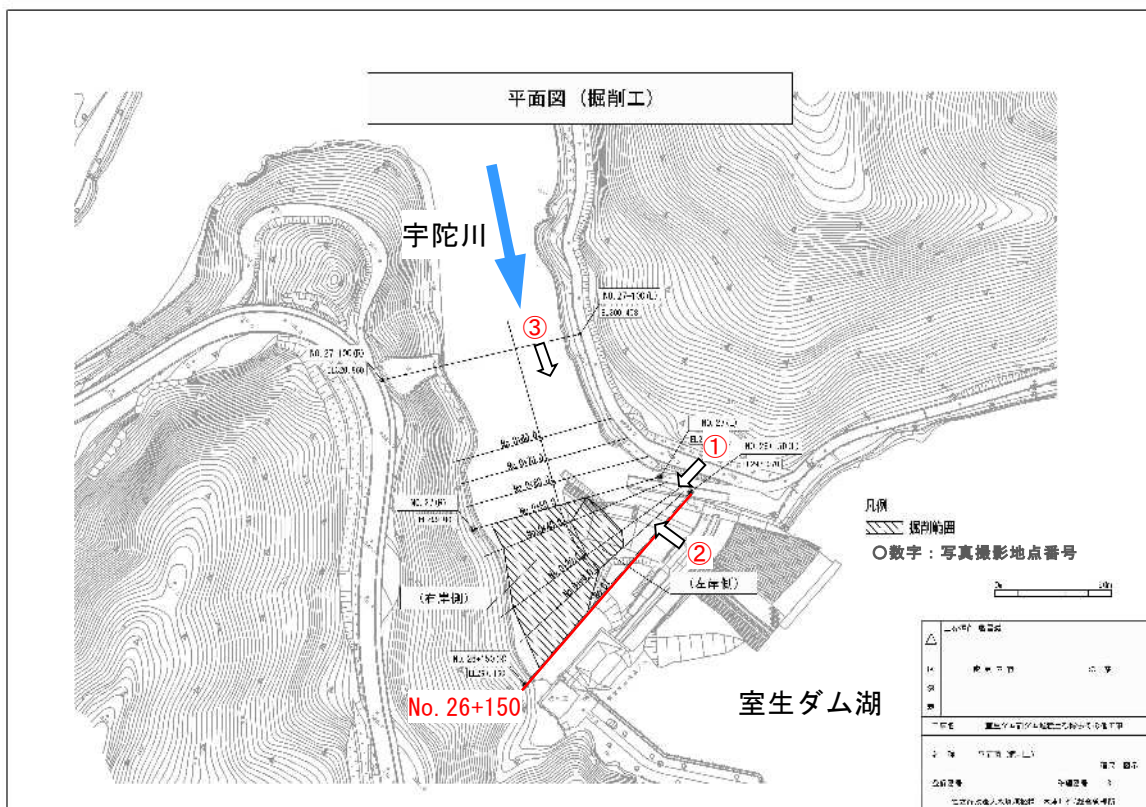


図 4.4-3 堆砂除去範囲(平成30年度)

注) 図中の丸数字と矢印は、図 4.4-5の写真撮影方向を表す。

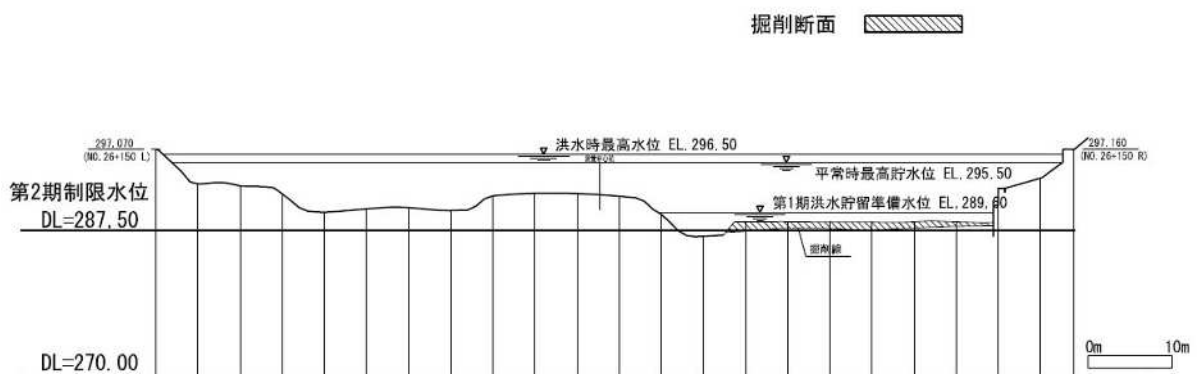


図 4.4-4 堆砂除去横断面図(No. 26+150)

平成30年の水質保全ダム堆砂除去の実施状況を図 4.4-5に示す。堆砂除去の際、細粒分を除去しているのが確認できる。

	
<p>平成30年除去前 (水質保全ダム直上 ①)</p>	<p>平成30年除去後 (水質保全ダム直上 ①)</p>
	
<p>平成30年除去前 (水質保全ダム直上左岸側 ②)</p>	<p>平成30年除去前 (左写真の拡大)</p>
	
<p>平成30年除去後 (水質保全ダム直上流水部 ③)</p>	<p>平成30年除去後 (左写真の拡大)</p>

図 4.4-5 水質保全ダム堆砂除去の様子(平成30年)

平成30年の水質保全ダム堆砂除去の実施状況を以下に示す(堆砂除去の様子は図 4.4-5 参照)。

なお、除去した土砂について土壌汚染対策法に基づく溶出試験を実施している。

平成30年の溶出試験試料の採取箇所を図 4.4-6に、採取時の様子を図 4.4-7に、溶出試験の結果を表 4.4-1に示す。いずれの項目も基準を満足していた。

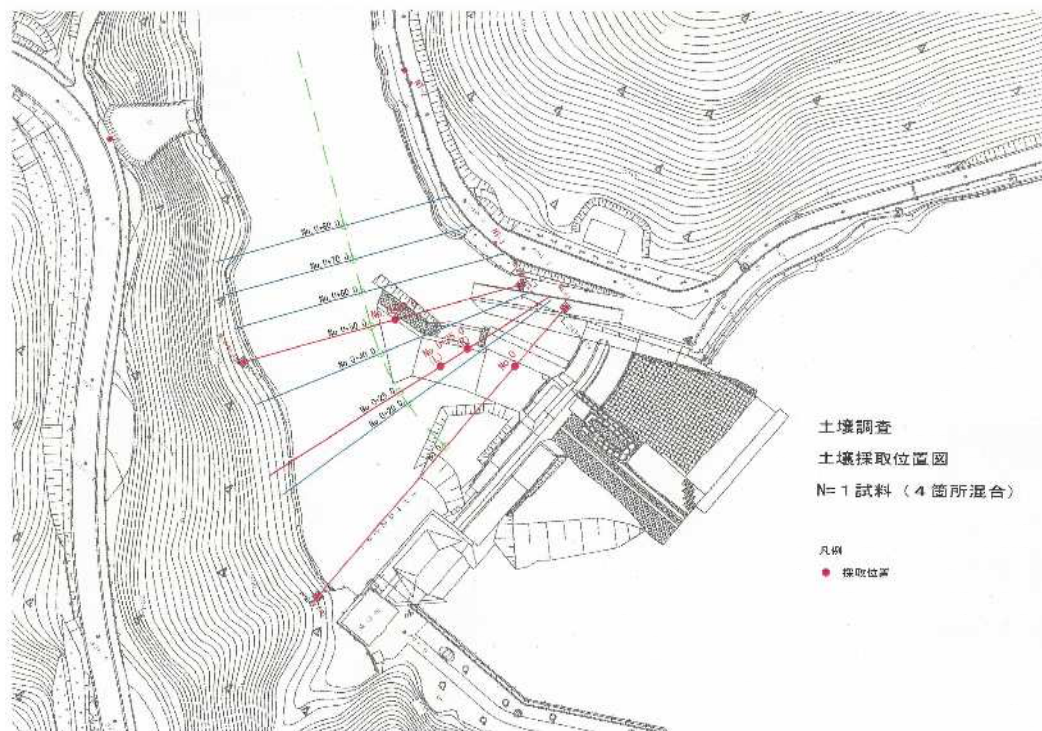


図 4.4-6 除去土砂の溶出試験試料採取位置



図 4.4-7 除去土砂の溶出試験試料採取時の様子

表 4.4-1 溶出試験結果(平成30年度)

項目	単位	基準値	結果※
カドミウム	mg/L	0.01以下	不検出
シアン化合物	mg/L	検出されないこと	不検出
有機リン化合物	mg/L	検出されないこと	不検出
鉛	mg/L	0.01以下	0.006
六価クロム	mg/L	0.05以下	不検出
ヒ素	mg/L	0.01以下	0.002
総水銀	mg/L	0.0005以下	不検出
アルキル水銀	mg/L	検出されないこと	不検出
ポリ塩化ビフェニル	mg/L	検出されないこと	不検出
チウラム	mg/L	0.006以下	不検出
セレン	mg/L	0.01以下	不検出
ホウ素	mg/L	1以下	不検出
フッ素	mg/L	0.8以下	0.05
ジクロロメタン	mg/L	0.02以下	不検出
四塩化炭素	mg/L	0.002以下	不検出
1,2-ジクロロエタン	mg/L	0.004以下	不検出
1,1-ジクロロエチレン	mg/L	0.02以下	不検出
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.04以下	不検出
1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	1以下	不検出
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	0.006以下	不検出
トリクロロエチレン	mg/L	0.03以下	不検出
テトラクロロエチレン	mg/L	0.01以下	不検出
1,3-ジクロロプロペン	mg/L	0.002以下	不検出
ベンゼン	mg/L	0.01以下	不検出
シマジン	mg/L	0.003以下	不検出
チオベンカルブ	mg/L	0.02以下	不検出
クロロエチレン	mg/L	0.002以下	不検出

※1試料(4箇所混合)

4.5 まとめ

室生ダムの堆砂の評価結果を以下に記す。

<<まとめ>>

- 昭和49年から平成30年までの全堆砂量は1,012千 m^3 であり、これは計画堆砂量(2,600千 m^3)の約39%に相当し、計画堆砂量((100年間の計画堆砂量/100年)×供用年数)を下回っている。
- 平成17年度から平成30年度に、水質保全ダムにおいて計37,640 m^3 の堆砂除去を行っている。

<<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。
- 室生ダム貯水池の水質保全の観点からも、水質保全ダムでの堆砂除去を継続して実施し、貯水池内の堆砂進行を抑制する。

4.6 必要資料(参考資料)の収集・整理

室生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 4.6-1 「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	備考
4-1	平成21年度～30年度室生ダム年次報告書	木津川ダム総合管理所		
4-2	平成30年度室生ダム堆砂台帳	木津川ダム総合管理所		
4-3	木津川ダム群下流河川環境調査 (平成21年度～平成30年度)	木津川ダム総合管理所		

表 4.6-2 「4. 堆砂」に使用したデータ

No	データ名	データ提供者 または出典	発行年月	備考
4-4	平成30年度室生ダム堆砂台帳	木津川ダム総合管理所		