

4. 堆 砂

4.1 評価の進め方

4.1.1 評価方針

高山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、計画値との比較をする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

以下の手順で作業を行う。堆砂の評価手順を図 4.1.2-1 に示す。

(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）・測量時期及びナローマルチビームによる測量について整理する。

(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整理する。また、縦断図を示し、堆砂形状を把握する。

(3) 堆砂傾向の評価

堆砂計画や近隣ダムの堆砂状況との比較から、堆砂の進行状況や堆積箇所等の傾向について評価を行う。

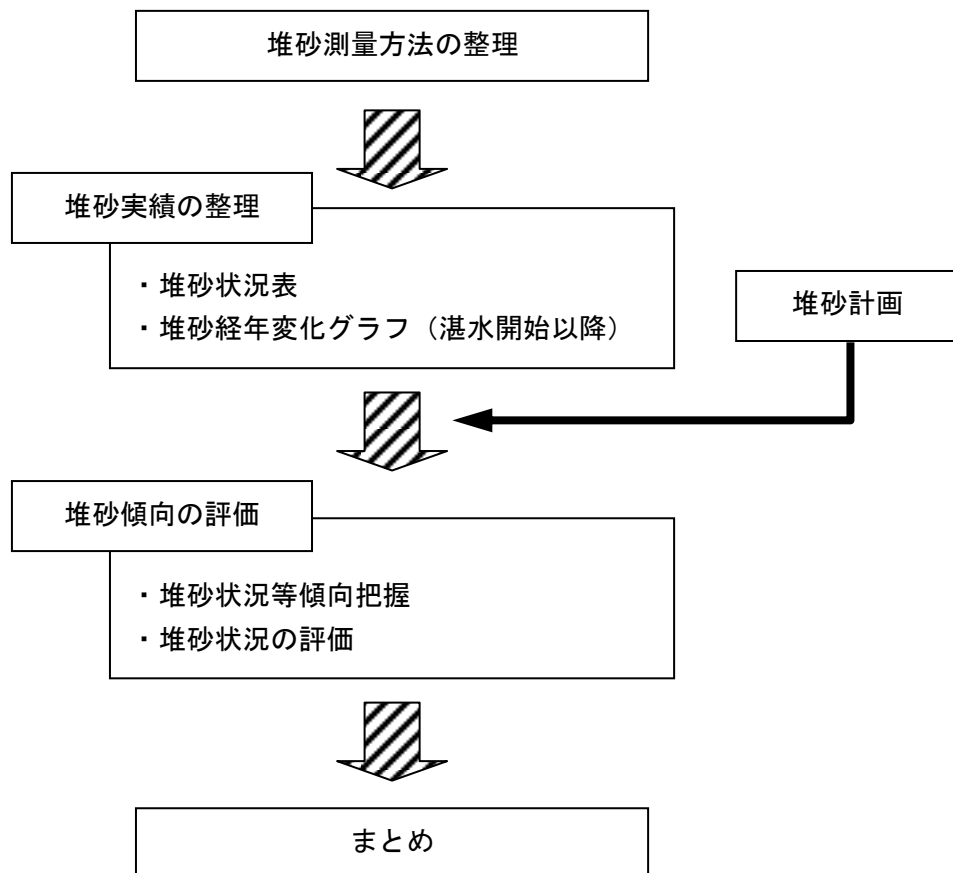


図 4.1.2-1 堆砂の評価手順

4.2 堆砂測量方法の整理

高山ダムの堆砂測量(深淺測量)は、毎年12月から翌年の3月にかけて実施している。

平成21年度までは音響測深器を用いた測量、平成22年度以降はナローマルチビーム測深機を用いた測量を行っている。

4.2.1 音響測深機による測量

(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、直接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及びレッド等で深さを読み取り、計算して標高を求めた。

(4) 測線

堆砂測量位置は図4.2.1-1のとおりであり、200m間隔で実施している。

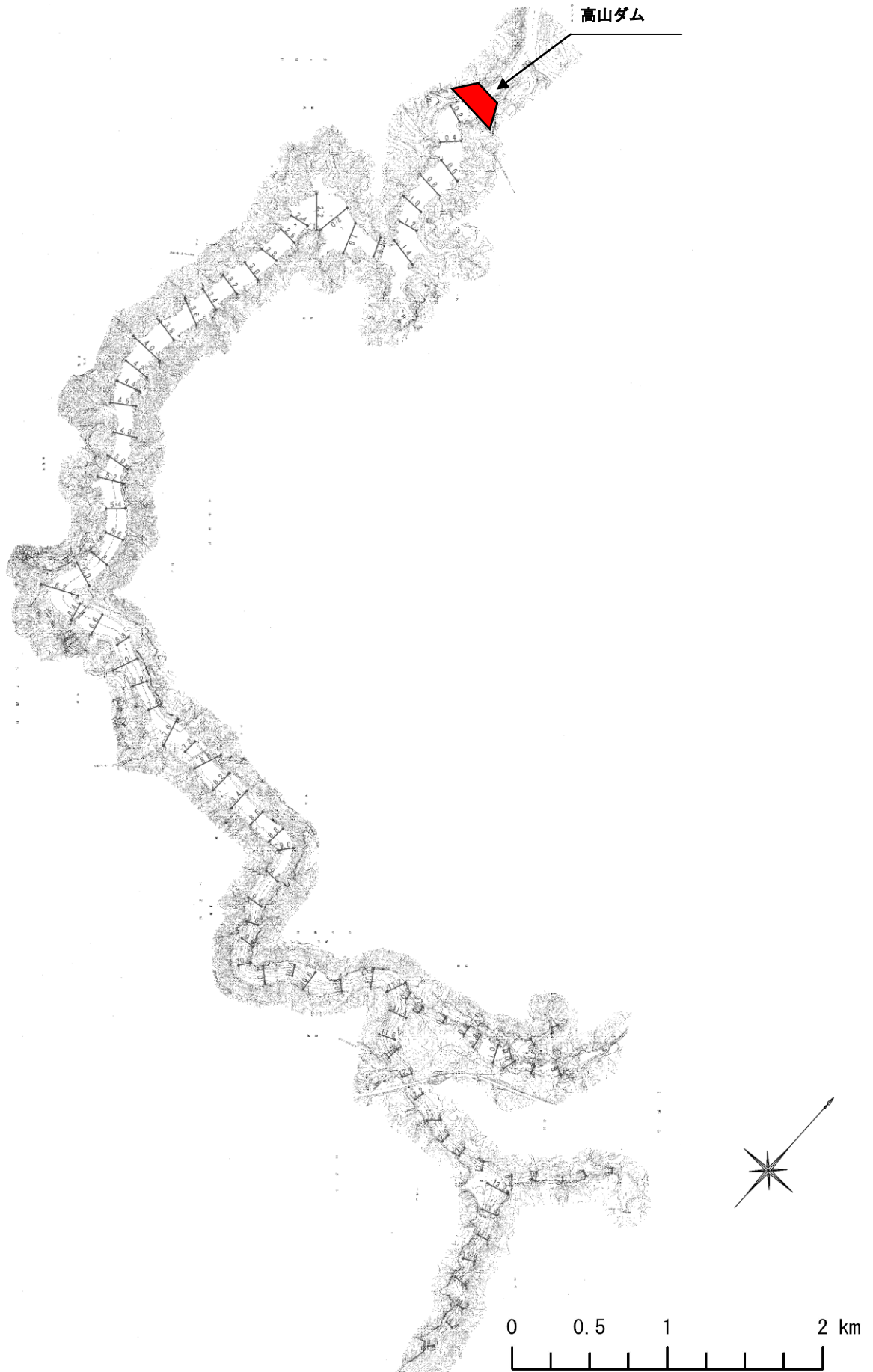


図 4.2.1-1 堆砂測量位置

4.2.2 ナローマルチビームによる測量

高山ダムでは、従来の音響測深機による測量に代えて、平成22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と計画貯水容量を比較することにより算出している。

ナローマルチビームによる測深範囲を図4.2.2-1に示す。

また、深淺測量を行った測線の陸上部については、従来と同様、急傾斜地の所は間接水準で行い、他の所は直接水準で観測を行った。

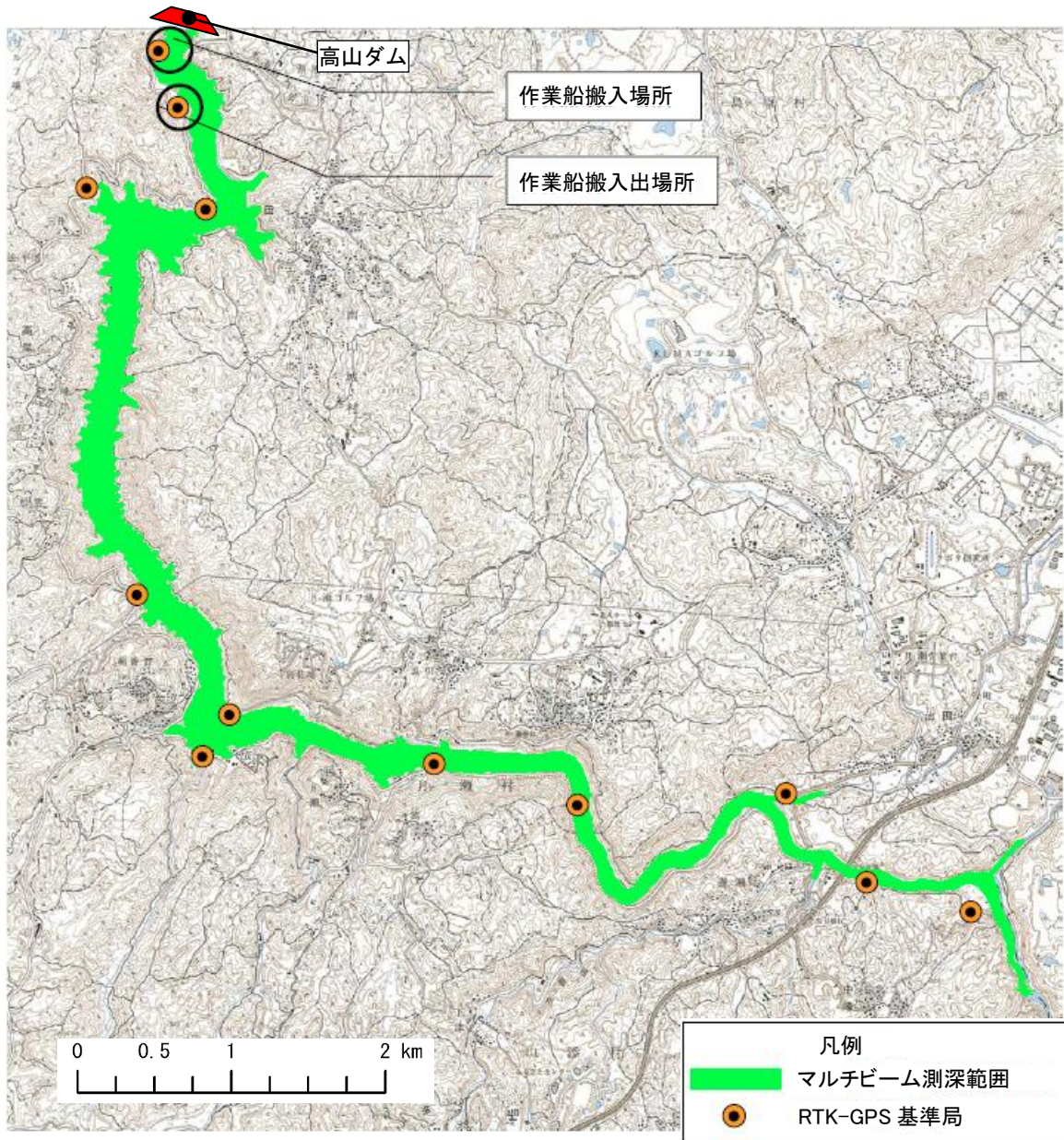


図 4.2.2-1 ナローマルチビームによる測深範囲

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、算定方法の比較を表4. 2. 2-1に示す。

表 4. 2. 2-1 堆砂測量の計測方法、算定方法の比較

	音響測深器 (平成 21 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 22 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

平成22年から平成26年の間では、洪水調節を行った出水が4回あったものの、流域の崩壊や貯水池周辺の法面崩壊等はほとんどなく、ダム湖の堆砂量に大きな影響を及ぼす状況はなかった。同様に、集水域での大規模な開発についても、これまで目立ったものは行なわれていない。

4.4 堆砂実績の整理

(1) 堆砂量の整理

平成26年時点での全堆砂量は5,125千 m^3 であり、堆砂率は約67%となっている。

現状の内訳を見ると、5,125千 m^3 のうち有効貯水量内に堆積している量は3,280千 m^3 （総堆砂量の64%）死水容量内は1,845千 m^3 （総堆砂量の36%）である。

ダム建設後からの経年変化を見ると、管理開始直後より目安を上回る堆砂量となっており、平成4年をピークに平成8年頃まで一旦は減少傾向に転じたが、その後は再び増加傾向に戻り、全期間を通じて目安の堆砂量を上回る量で推移してきている。

川上ダム完成後、高山ダムの長寿命化対策の一環として、堆砂除去を計画している。

表 4.4-1 堆砂状況の推移 (単位: 千 m³)

① 流域面積 (km ²)	615
② 竣工年月	S44.8
③ 総貯水容量 (千 m ³)	56,800
④ 計画堆砂量 (千 m ³)	7,600
⑤ 計画堆砂年 (年)	100

⑥	⑦	⑧	⑨	⑩=⑧+⑨	⑪=④/⑤×⑦	⑫=⑩-(⑩)	⑬=⑩/③	⑭=⑩/④
年 TSH	経年	有効容量内	死水堆砂量	全堆砂量	目安堆砂量	各年堆砂量	全堆砂率(%)	堆砂率(%)
	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%
S45	1			0	76.0	0	0.00%	0.00%
S46	2	212	190	402	152.0	402	0.71%	5.29%
S47	3	312	276	588	228.0	186	1.04%	7.74%
S48	4	312	276	588	304.0	0	1.04%	7.74%
S49	5	417	369	786	380.0	198	1.38%	10.34%
S50	6	490	434	924	456.0	138	1.63%	12.16%
S51	7	652	536	1,188	532.0	264	2.09%	15.63%
S52	8	688	611	1,299	608.0	111	2.29%	17.09%
S53	9	747	663	1,410	684.0	111	2.48%	18.55%
S54	10	806	715	1,521	760.0	111	2.68%	20.01%
S55	11	451	1,281	1,732	836.0	211	3.05%	22.79%
S56	12	330	1,251	1,581	912.0	-151	2.78%	20.80%
S57	13	519	1,475	1,994	988.0	413	3.51%	26.24%
S58	14	671	1,588	2,259	1,064.0	265	3.98%	29.72%
S59	15	550	1,573	2,123	1,140.0	-136	3.74%	27.93%
S60	16	687	1,710	2,397	1,216.0	274	4.22%	31.54%
S61	17	434	1,606	2,040	1,292.0	-357	3.59%	26.84%
S62	18	866	1,820	2,686	1,368.0	646	4.73%	35.34%
S63	19	1,019	1,740	2,759	1,444.0	73	4.86%	36.30%
H1	20	979	1,722	2,701	1,520.0	-58	4.76%	35.54%
H2	21	886	1,944	2,830	1,596.0	129	4.98%	37.24%
H3	22	1,236	2,018	3,254	1,672.0	424	5.73%	42.82%
H4	23	1,399	2,084	3,483	1,748.0	229	6.13%	45.83%
H5	24	1,086	1,879	2,965	1,824.0	-518	5.22%	39.01%
H6	25	673	1,867	2,540	1,900.0	-425	4.47%	33.42%
H7	26	703	1,947	2,650	1,976.0	110	4.67%	34.87%
H8	27	583	1,867	2,450	2,052.0	-200	4.31%	32.24%
H9	28	639	1,967	2,606	2,128.0	156	4.59%	34.29%
H10	29	787	2,091	2,878	2,204.0	272	5.07%	37.87%
H11	30	767	2,115	2,882	2,280.0	4	5.07%	37.92%
H12	31	921	2,244	3,165	2,356.0	283	5.57%	41.64%
H13	32	918	2,290	3,208	2,432.0	43	5.65%	42.21%
H14	33	897	2,250	3,147	2,508.0	-61	5.54%	41.41%
H15	34	825	2,281	3,106	2,584.0	-41	5.47%	40.87%
H16	35	1,219	2,508	3,727	2,660.0	621	6.56%	49.04%
H17	36	1,150	2,454	3,604	2,736.0	-123	6.35%	47.42%
H18	37	2,059	1,589	3,648	2,812.0	44	6.42%	48.00%
H19	38	2,088	1,663	3,751	2,888.0	103	6.60%	49.36%
H20	39	2,143	1,642	3,785	2,964.0	34	6.66%	49.80%
H21	40	2,620	1,866	4,486	3,040.0	701	7.90%	59.03%
H22	41	2,650	1,940	4,590	3,116.0	104	8.08%	60.39%
H23	42	3,181	1,612	4,793	3,192.0	203	8.44%	63.07%
H24	43	3,203	1,802	5,005	3,268.0	212	8.81%	65.86%
H25	44	3,245	1,837	5,082	3,344.0	77	8.95%	66.87%
H26	45	3,280	1,845	5,125	3,420.0	43	9.02%	67.43%

※平成 22 年度以降は、ナローマルチビームによる測量に変更

表 4.4-2 平成 26 年の堆砂状況

流域面積 ※ (km ²)	379km ²	計画堆砂年	100 年				
総貯水容量 (千m ³)	56,800千m ³	計画堆砂量	7,600 千m ³				
有効貯水容量 (千m ³)	49,200千m ³	計画比堆砂量	250 m ³ /年/km ²				
年	調査年月	経過年数	現在総堆砂量	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26年	H27.2	45 年	5,125千m ³	3,280千m ³	1,845千m ³	9%	67%

※流域面積は、高山ダム(615km²)から上流の青蓮寺ダム(100km²)、室生ダム(136km²)流域を除いた残流域面積 379km²を採用している。

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

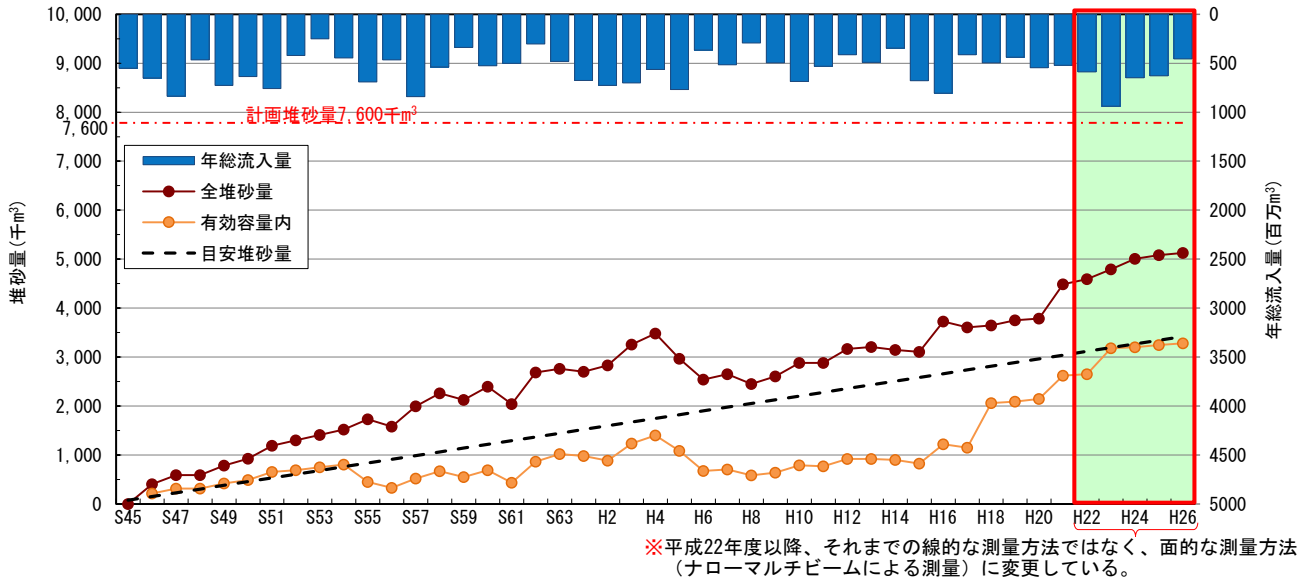


図 4.4-1 高山ダム堆砂経年変化

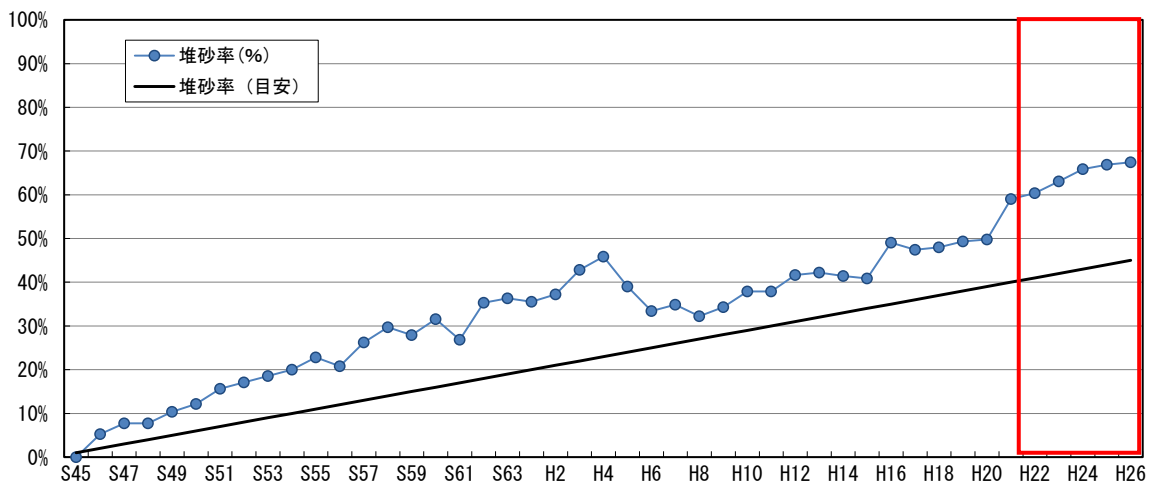


図 4.4-2 高山ダム堆砂率

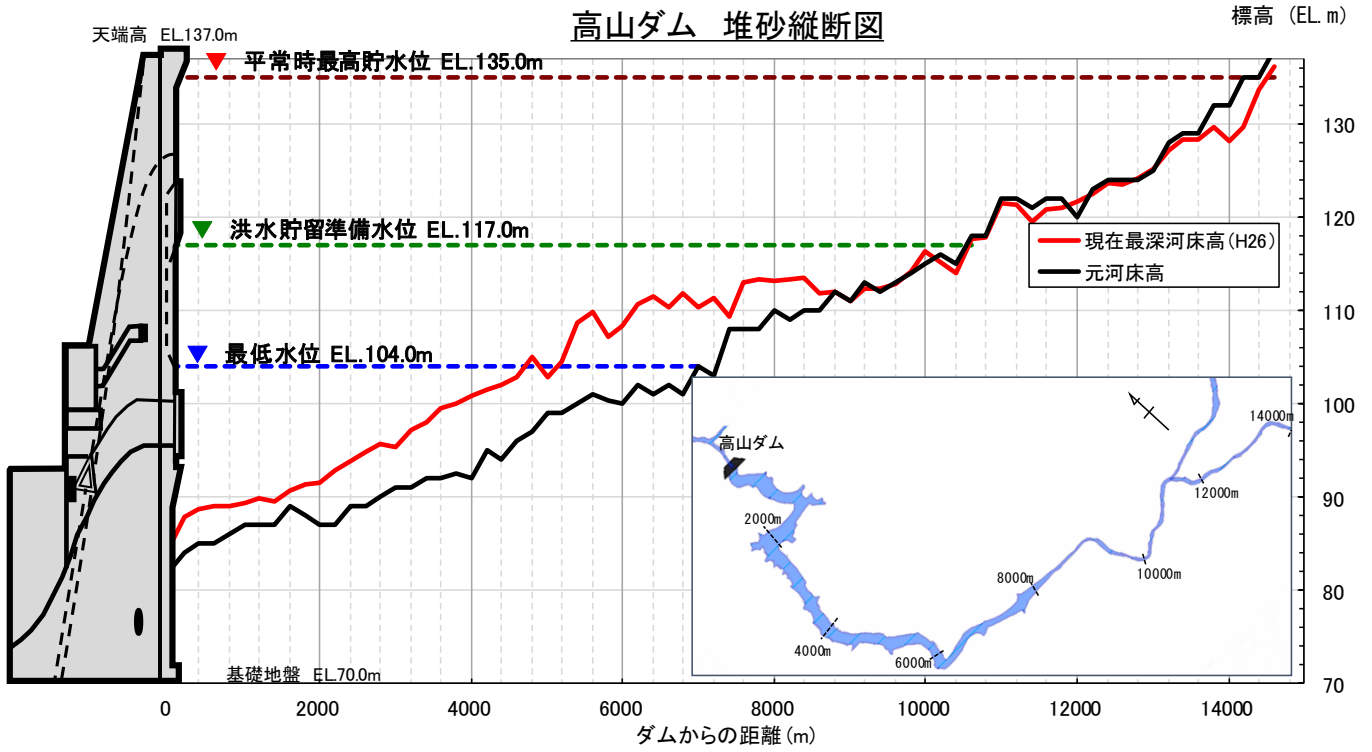
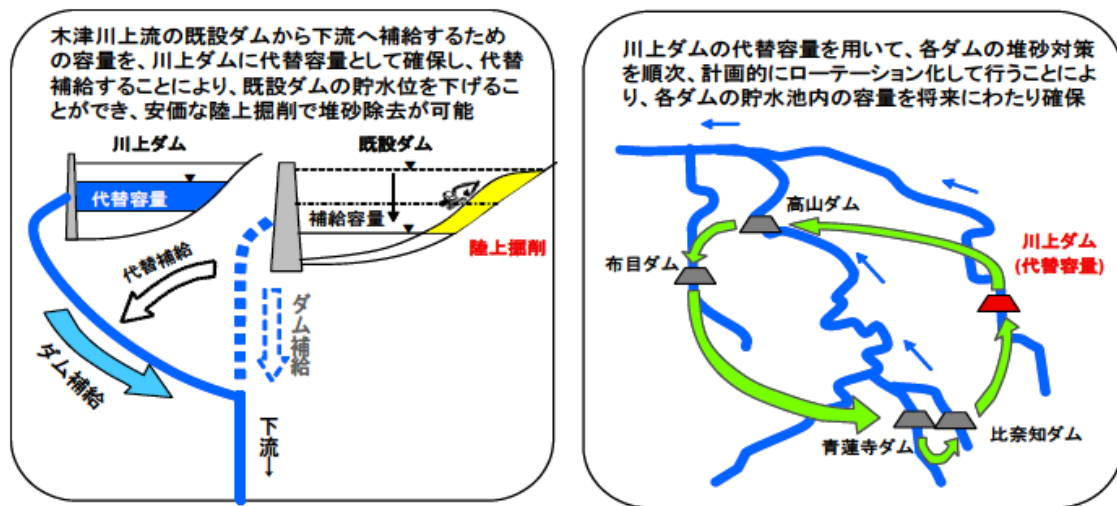


図 4.4-3 高山ダム貯水池内河床断面図

【参考】川上ダムの長寿命化容量について

ダムが半永久的に機能するためには、有効な堆砂対策を講ずることが必要であるため、木津川上流のダム群（高山ダム、青蓮寺ダム、布目ダム、比奈知ダム）におけるライフサイクルコスト低減の観点から、既設ダムの水位を低下して効率的な堆砂除去を実施するための代替容量として、必要な容量を川上ダムに確保する。



出典：淀川水系河川整備計画（平成 21 年 3 月 31 日）

図 4.4-4 川上ダムの代替容量を活用した木津川上流ダム群の効率的な堆砂の除去

4.5 まとめ

高山ダムの堆砂の評価結果を以下に記す。

- ・昭和45年から平成26年の45年間での全堆砂量は5,125千 m^3 で、これは計画堆砂量(7,600千 m^3)の約67%に相当し、目安堆砂量を上回る状態で推移している。

高山ダムは、目安より堆砂の進行が速いため、川上ダムにおいて既設ダムの堆砂除去の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高山ダムとしての土砂管理計画を検討していく方針である。

4.6 必要資料の収集・整理

高山ダムの堆砂に係わる事後評価のため、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
4-1	平成 22 年度～25 年度高山ダム年次報告書	木津川ダム総合管理所	平成 22 年度～25 年度
4-2	平成 22 年度～26 年度高山ダム管理年報	木津川ダム総合管理所	平成 22 年度～26 年度
4-3	(平成 26 年度)高山・布目ダム堆砂測量業務 報告書	木津川ダム総合管理所	平成 27 年 3 月

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 26 年度高山ダム堆砂台帳 (H22～H26 堆砂データ)	木津川ダム総合管理所	平成 22 年度～26 年度	