

## 4. 堆 砂



## 4. 堆砂

### 4.1 評価の進め方

#### 4.1.1 評価方針

日吉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

以下の手順で作業を行う。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（深淺測量）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、深淺測量結果等）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。

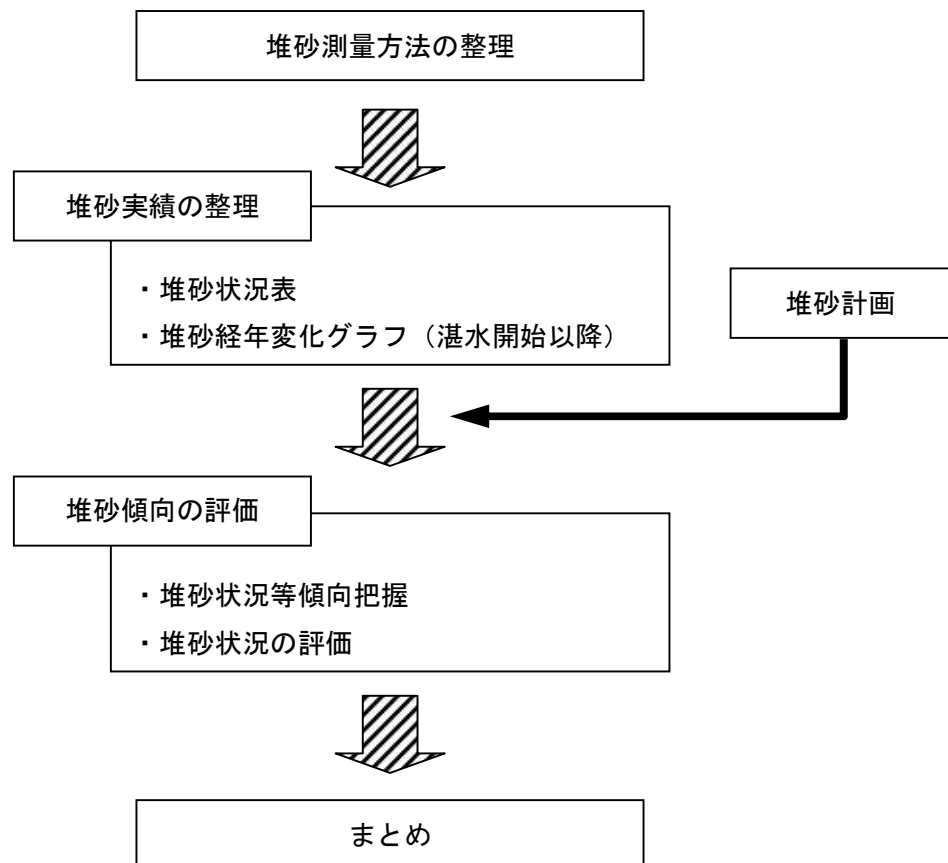


図 4.1.2-1 評価手順

### 4.2 日吉ダムの堆砂計画

日吉ダムでは、100年間で貯水池内に堆積する土砂の推定量から、計画堆砂量を8,000千m<sup>3</sup>としている。

また、日吉ダム貯水池内にある世木ダムは、日吉ダム建設事業において次のように位置付けられており、貯砂ダムとしての役割を担っている。

事業実施方針指示(S57.7)及び事業実施計画の認可(S57.9)時点の日吉ダム建設事業計画では、日吉ダム貯水池内にある関西電力(株)の世木ダム(昭和26年完成)は日吉ダム建設に伴い水没するため、完全撤去の計画であった。しかしその後、事業実施方針の変更指示(H5.1.18)において、現在の世木ダムを一部改造することで、貯砂ダムとしての機能を新たに発揮させ、堆砂容量8,000千m<sup>3</sup>のうち2,500千m<sup>3</sup>を配分する貯水容量の変更がなされた。この変更により、世木ダムは関西電力(株)と水資源機構の兼用工作物(河川法第17条)となった。

なお、新庄発電所は発電制御方式を流量制限方式とし、日吉ダムにより毎日、発電取水量を指示することにより運用している。

以上より、日吉ダムでは貯水池(ダム本体～世木ダム間)に5,500千m<sup>3</sup>の堆砂容量、世木ダム上流に2,500千m<sup>3</sup>の堆砂容量を確保する計画としている。

$$[計画堆砂量:8,000千m^3] = [貯水池:5,500千m^3] + [世木ダム:2,500千m^3]$$

日吉ダムと世木ダム(貯砂ダム)との縦断的な堆砂容量の分担イメージを図4.2-1に示す。

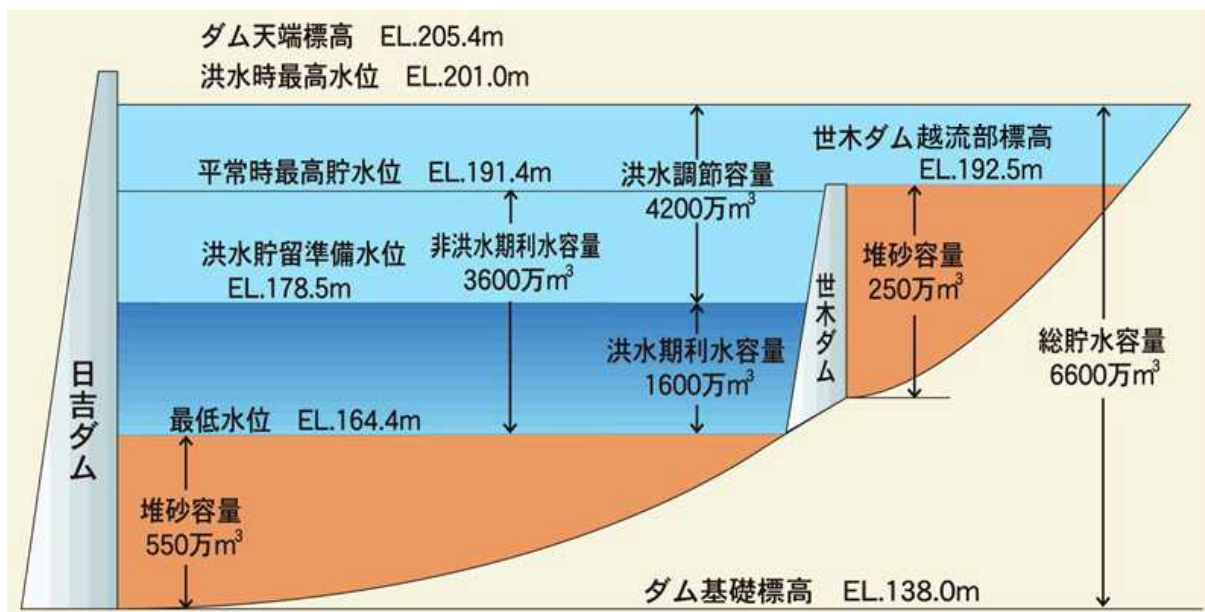


図 4.2-1 貯水池縦断模式図

### 4.3 堆砂測量方法の整理

#### 4.3.1 堆砂測量方法の経緯

堆砂測量の実施状況及び深淺測量の手法を表 4.3.1-1 に、測量位置図を図 4.3-1 に示す。

日吉ダムの堆砂測量（深淺測量）は、平成9年度以降、12月～2月にかけて実施している。なお、平成17年度は大きな出水が発生していないため測量を実施しておらず、平成19年度と平成21年度は世木ダムより上流部のみの測量を実施している。

平成13年度以降は、マルチビームによる測深を行い、より正確な堆砂量を把握している。また、平成27年度以降は、GNSSにより測位を記録し、更なる精度の高い測量を行っている。

表 4.3.1-1 日吉ダム堆砂測量の実施状況

年度	実施年月	備考	深淺測量の手法	容量計算方法
平成9年度	平成 9年12月	試験湛水	トランシットによるシングルビーム	平均断面法
平成10年度	平成10年12月	管理開始(1年目)	〃	〃
平成11年度	平成 12年1月	〃 (2年目)	〃	〃
平成12年度	平成 12年12月	〃 (3年目)	GPSの自走式船によるシングルビーム	スライス法
平成13年度	平成 14年1月	〃 (4年目)	GPSによるマルチビーム	〃
平成14年度	平成 14年12月	〃 (5年目)	〃	〃
平成15年度	平成 15年12月	〃 (6年目)	〃	〃
平成16年度	平成 17年1月	〃 (7年目)	〃	〃
平成17年度	(未実施)	〃 (8年目)	—	—
平成18年度	平成 19年2月	〃 (9年目)	GPSによるマルチビーム	スライス法
平成19年度	平成 20年1月	〃 (10年目)	〃	〃
平成20年度	平成 21年1月	〃 (11年目)	〃	〃
平成21年度	平成 22年1月	〃 (12年目)	〃	〃
平成22年度	平成 23年 1月	〃 (13年目)	〃	〃
平成23年度	平成 24年 1月	〃 (14年目)	〃	〃
平成24年度	平成 25年 1月	〃 (15年目)	〃	〃
平成25年度	平成 26年 1月	〃 (16年目)	〃	〃
平成26年度	平成 27年 2月	〃 (17年目)	〃	〃
平成27年度	平成 28年 2月	〃 (18年目)	GNSSによるマルチビーム	〃
平成28年度	平成 29年 2月	〃 (19年目)	〃	〃
平成29年度	平成 30年 2月	〃 (20年目)	〃	〃
平成30年度	平成 31年 2月	〃 (21年目)	〃	〃
令和元年度	令和 2年 2月	〃 (22年目)	〃	〃
令和2年度	令和 3年 2月	〃 (23年目)	〃	〃

※平成17年度は未実施、平成19年度と平成21年度は世木ダムより上流部のみの測量を実施した。

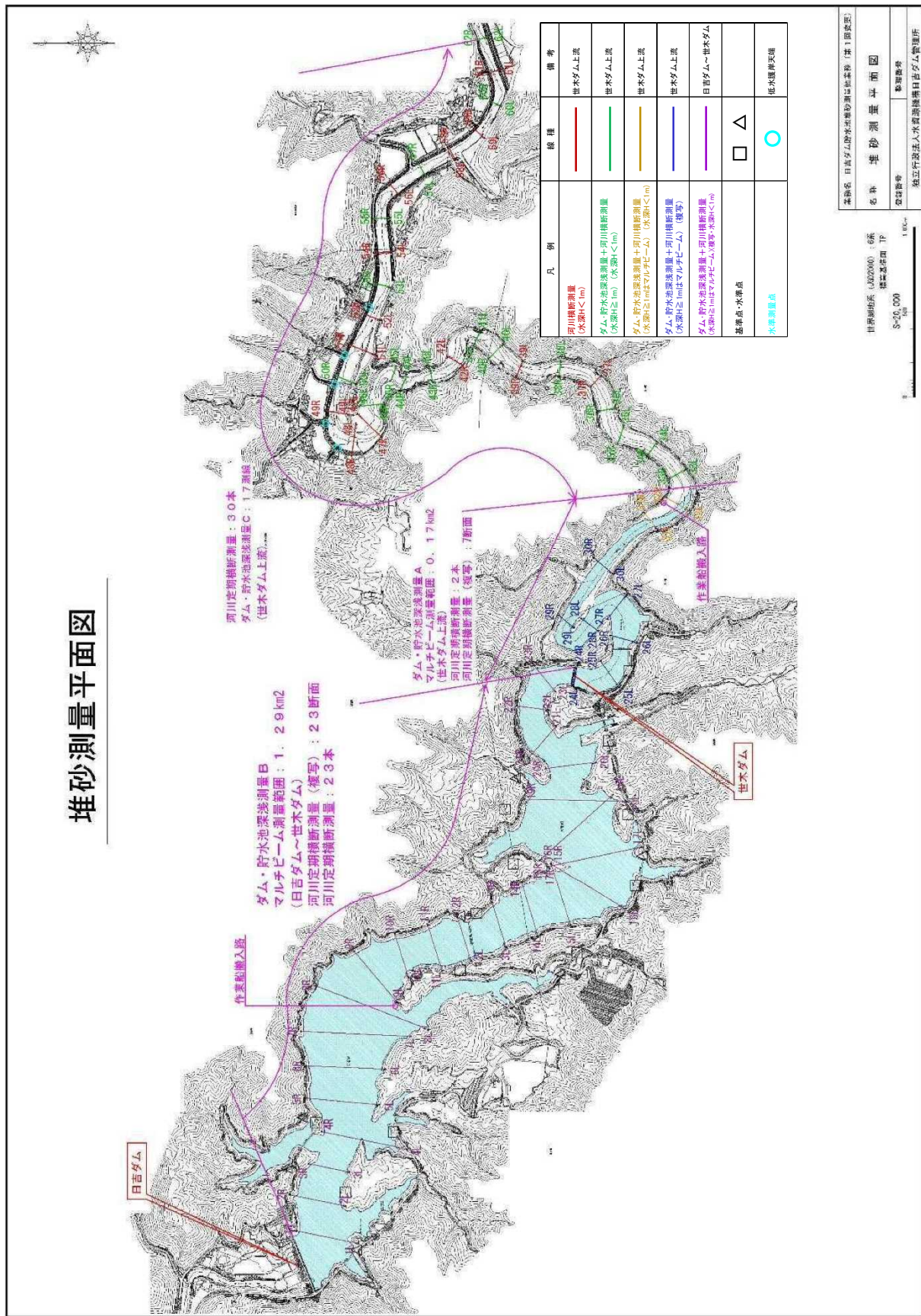


図 4.3-1 日吉ダム測量位置図 (令和2年度)



### 4.3.2 ナローマルチビーム測深（スワス音響測深）

日吉ダムでは、平成13年度より、ナローマルチビーム測深による観測を行っている。

ナローマルチビーム測深は音響測深機であるため、超音波をソナーから発信し、湖底までの往復時間を観測して距離を計測する。

ナローマルチビーム測深による観測は、深度によって測深誤差の影響が含まれる可能性があるため、事前に深度によるスワス角構成を設定し、目視で確認できない湖底の形状の精度向上に努めている。

得られた湖底点群データ（統合データデータ）から、不要なノイズやエラーデータを隣り合うデータの連続性からフィルタリング処理し、地形モデルを作成している。

表 4.3.2-1 スワス全角事前計画

スワス全角 60°	水深 40m 以上で計測（計測水深の約 1 倍の幅を計測）
スワス全角 80°	水深 20～40m 間で計測（計測水深の約 1.6 倍の幅を計測）
スワス全角 100°	水深 20m 未満で計測（計測水深の約 2.3 倍の幅を計測）

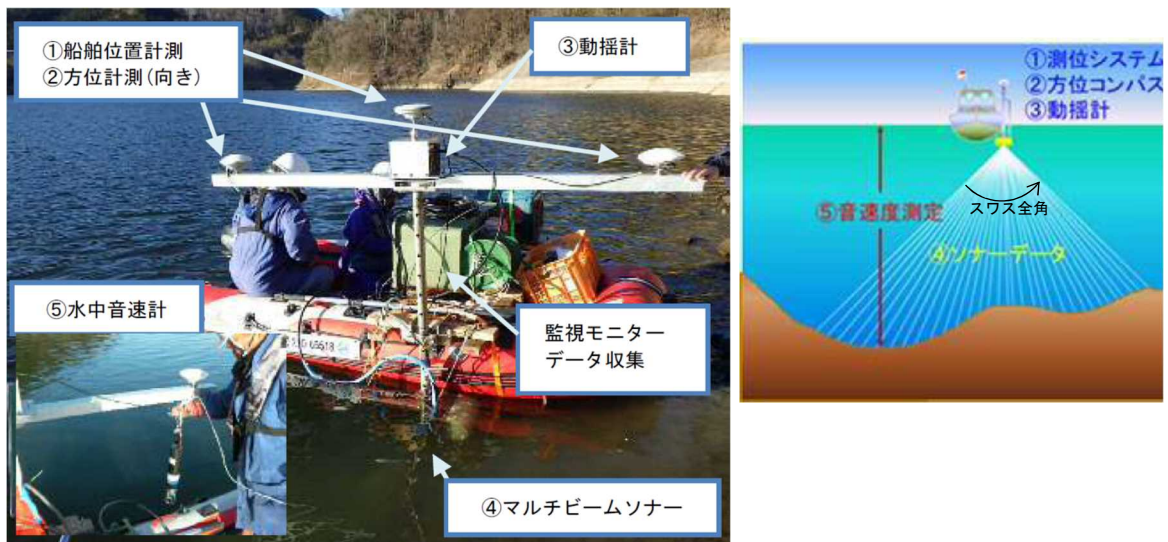


図 4.3-2 マルチビーム測深による観測

### 4.4 土砂流入等の状況

平成24年度までは、台風や豪雨時の出水による大規模な河床変動及び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が、平成25年度、26年度には大きな出水があり、ダム湖の堆砂量が増加した。

平成28年度以降(至近5ヵ年)では、平成30年に大きな出水があり、堆砂量にやや増加が見られている。それ以外の年では、ダム湖の堆砂量に影響する土砂流入等は発生していない。

4.5 堆砂実績の整理

4.5.1 堆砂量の推移

平成8年度の湛水（試験湛水）開始時点で、既に世木ダムに堆積していた土砂量が約750千<sup>3</sup>m<sup>3</sup>であったため、管理開始直後は計画を大きく上回る堆砂量となっていた。その後の堆砂量は低く推移し平成20年度からは計画堆砂量を下回っていたが、平成25年度、26年度の出水で堆砂量が増加したことによって計画堆砂量を上回る結果となった。開始時点での750千<sup>3</sup>m<sup>3</sup>を差し引くと計画堆砂量と同程度となっている。また、世木ダム上流では、経年的に、実績堆砂量が予測堆砂量を下回っている状況にある。なお、平成12年度から平成13年度にかけて堆砂量が急激に減少しているが、これは測量精度を高めるため測量方法を変更したことによるものと考えられる。（シングルビーム→マルチビーム）

日吉ダム、世木ダムの堆砂状況を表4.5.1-1に、図4.5-1に、日吉ダムの堆砂量の内訳を図4.5-2に示す。

表 4.5.1-1 日吉ダムの堆砂状況(経緯)

流域面積		290.0 km <sup>2</sup>	計画堆砂年			100年				
総貯水容量(当初)		66,000 千 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	計画堆砂量			8,000 千 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>				
有効貯水容量		58,000 千 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	計画比堆砂量			272 m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /年				
年	調査年月	経過年数 (湛水後) (年)	全堆砂量 (千 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	各年 堆砂量 (千 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	有効容量内 堆砂量 (千 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	堆砂容量内堆砂量(千 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )			全堆砂率 <sup>1)</sup>	堆砂率
						計	貯水池内	世木ダム上流		
平成8年度		—	750 <sup>3)</sup>	0	0	750 <sup>3)</sup>	0	750 <sup>3)</sup>	1.14%	9.38%
平成9年度	H9.12	0	836	86	17	819	39	780	1.27%	10.45%
平成10年度	H10.12	1	932	96	49	883	44	839	1.41%	11.65%
平成11年度	H12.1	2	998	66	81	917	67	850	1.51%	12.48%
平成12年度	H12.12	3	1,132	134	69	1,063	198	865	1.72%	14.15%
平成13年度	H14.1	4	727	-405	-106	833	-135	968	1.10%	9.09%
平成14年度	H14.12	5	734	7	-175	909	-33	942	1.11%	9.18%
平成15年度	H15.12	6	794	60	-142	936	-8	944	1.20%	9.93%
平成16年度	H17.1	7	845	51	-155	1,000	40	960	1.28%	10.56%
平成17年度	—	8	—	—	—	—	—	—	—	—
平成18年度	H19.2	9	825	-20	-173	998	50	948	1.25%	10.31%
平成19年度	H20.1	10	838	13	-171	1,009	50	959	1.27%	10.48%
平成20年度	H21.1	11	810	-28	-112	922	-38	960	1.23%	10.13%
平成21年度	H22.1	12	819	9	-103	922	-38	960	1.24%	10.24%
平成22年度	H23.1	13	839	20	-129	968	-26	994	1.27%	10.49%
平成23年度	H24.1	14	994	155	-193	1,187	193	994	1.51%	12.43%
平成24年度	H25.1	15	950	-44	-260	1,210	115	1095	1.44%	11.88%
平成25年度	H26.1	16	1,620	670	32	1,588	451	1137	2.45%	20.25%
平成26年度	H27.2	17	2,110	490	207	1,903	642	1261	3.20%	26.38%
平成27年度	H28.2	18	2,087	-23	193	1,894	630	1264	3.16%	26.09%
平成28年度	H29.2	19	2,107	20	157	1,950	634	1,316	3.19%	26.34%
平成29年度	H30.2	20	2,151	44	158	1,993	632	1,361	3.26%	26.89%
平成30年度	H31.2	21	2,481	330	265	2,216	732	1,484	3.76%	31.01%
令和元年度	R2.2	22	2,483	2	275	2,208	725	1,483	3.76%	31.04%
令和2年度	R3.2	23	2,570	87	292	2,278	755	1,523	3.89%	32.13%

注 1) 全堆砂率=全堆砂量/総貯水容量当初

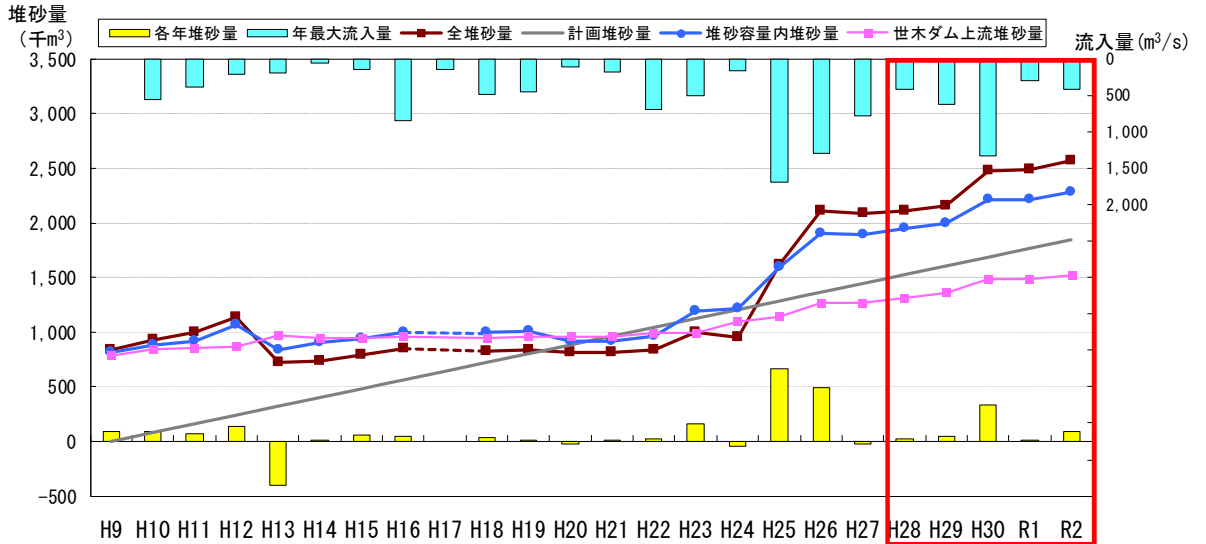
2) 堆砂率=全堆砂量/計画堆砂量

3) 貯水池の湛水開始時点において世木ダムに堆積していた土砂量

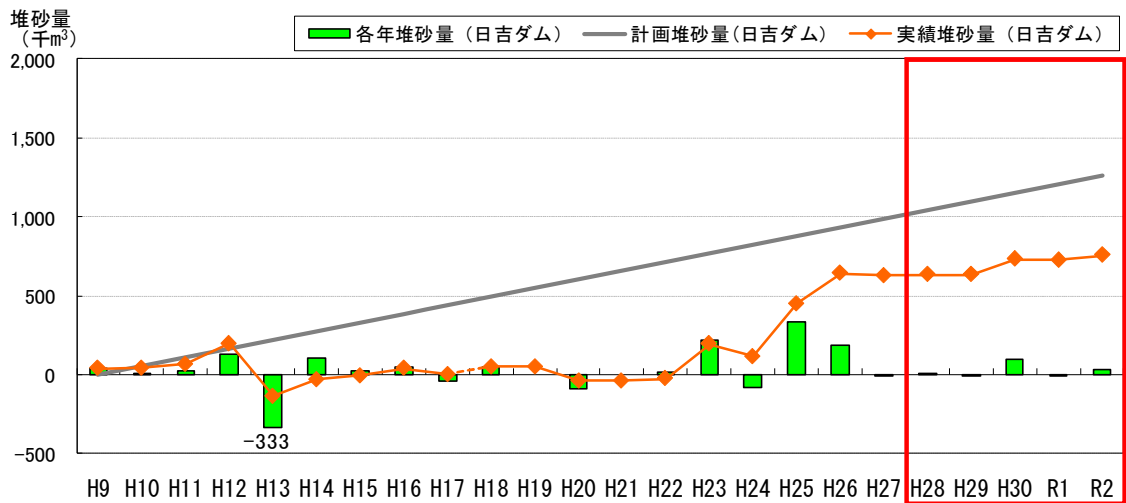
(出典：令和2年度「日吉ダム貯水池堆砂測量他業務 報告書」)



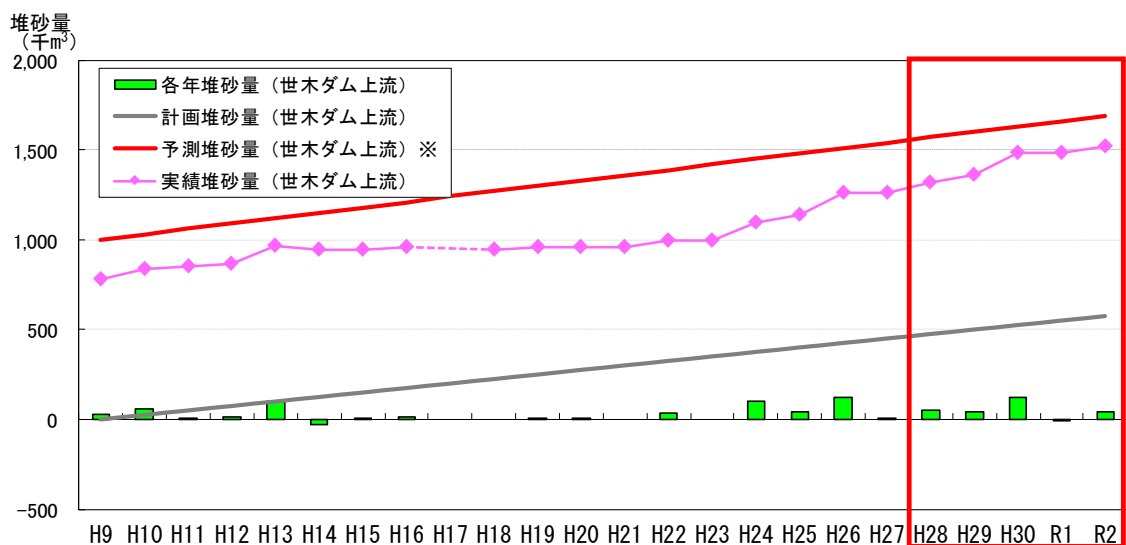
【日吉ダム、世木ダム堆砂量】



【日吉ダム堆砂容量内堆砂量】



【世木ダム堆砂容量内堆砂量】



注) ※印の「予測堆砂量」について、日吉ダム堆砂背水解析業務 (H6年9月) を参考にすると、世木ダムは日吉ダム完成時に約100万 $m^3$ 堆砂しており、その後50年で満杯になると予測されている。

図 4.5-1 日吉ダム、世木ダムの堆砂量の経年変化

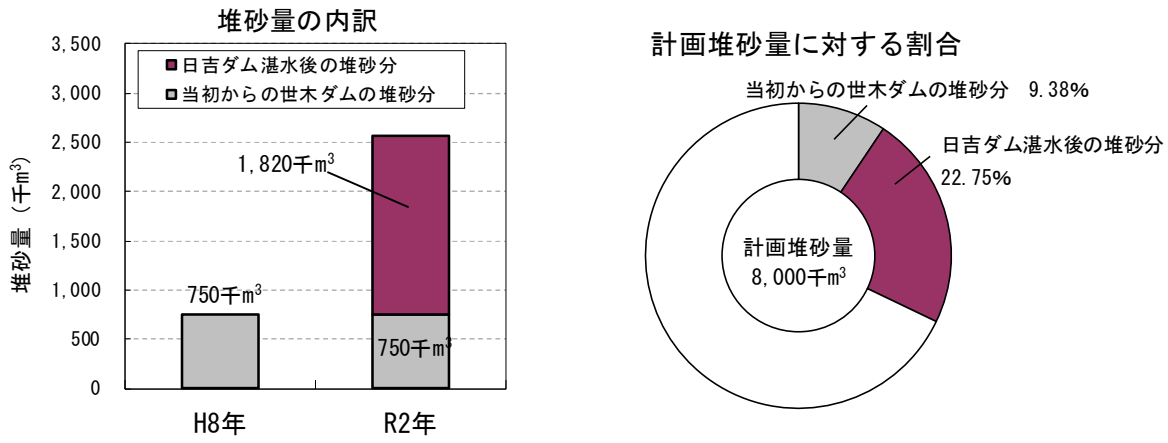


図 4.5-2 日吉ダムの堆砂量の内訳

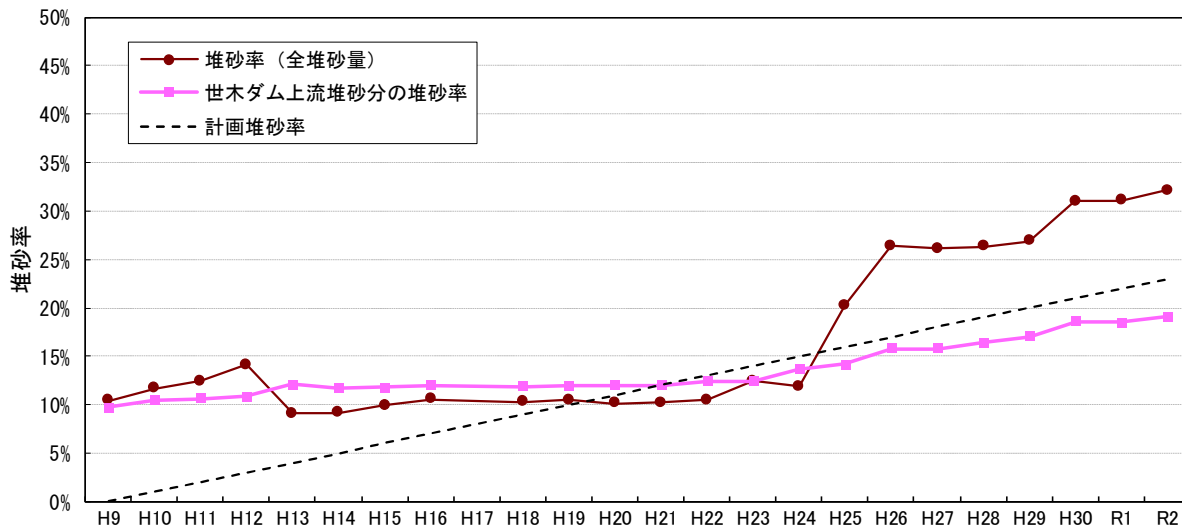


図 4.5-3 日吉ダムの堆砂率の推移

### 4.5.2 堆砂分布

堆砂分布を元河床高（平成8年度）、前回定期報告書作成時（平成27年）と比較すると、世木ダム下流では平成27年度時点の堆砂の進行は日吉ダムから3,200m～4,400m程度の範囲に特に進行が見られるが、全域での堆砂が確認されている。平成27年から令和2年の至近5カ年には大きな変化は見られていない。

世木ダム上流では、世木ダム（日吉ダムから約4,800m）からおよそ6,800m区間での堆砂が進行しているが、それより上流区間では、ほとんど堆砂は進行していない。平成27年から令和2年の至近5カ年には、世木ダムからおよそ7,200m区間で、やや堆砂の進行が見られる。

貯水池の河床縦断面図を、図4.5-4及び図4.5-5に示す。

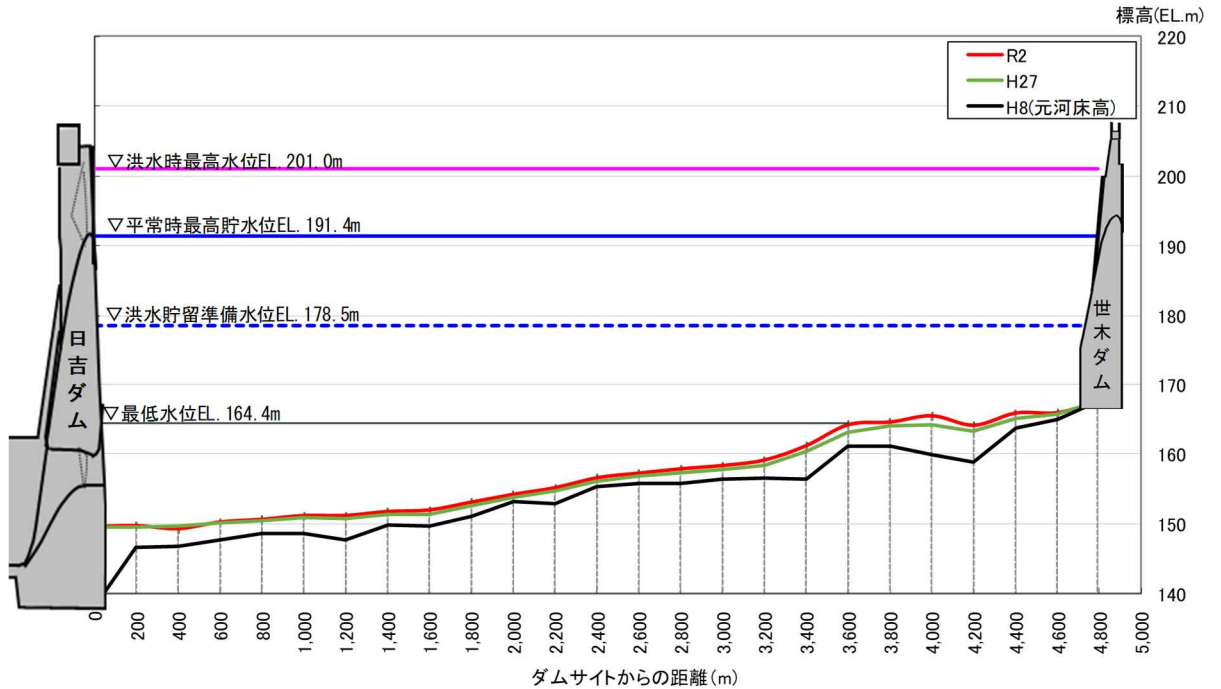
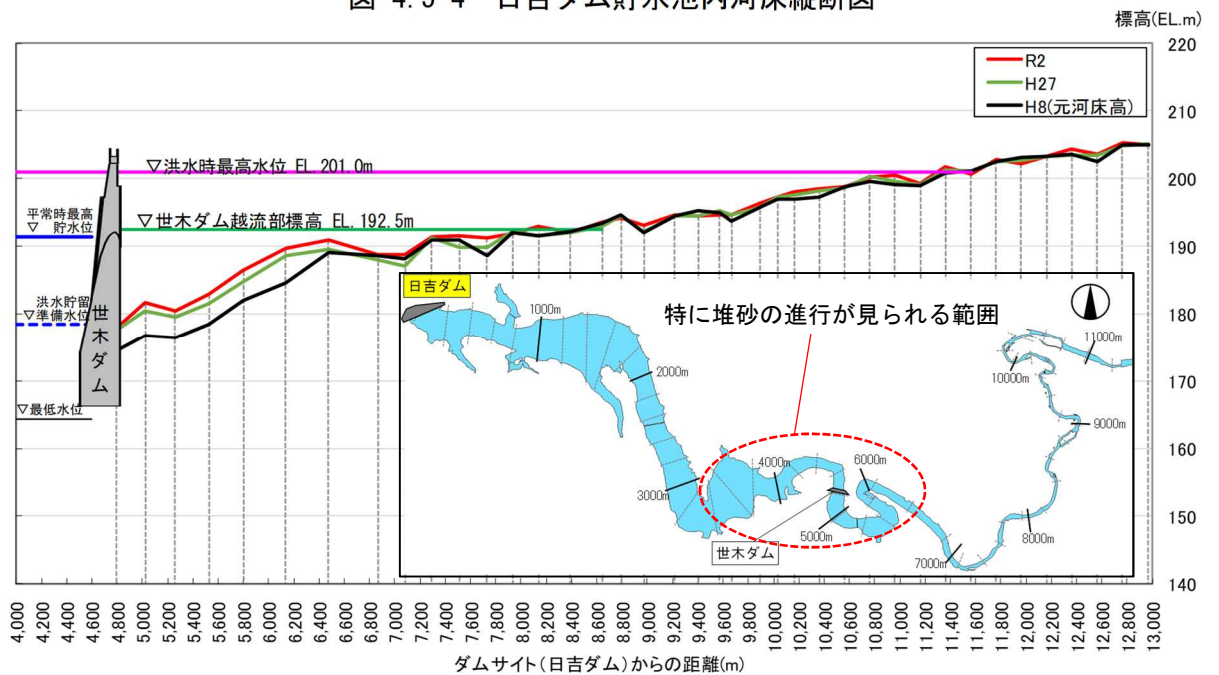


図 4.5-4 日吉ダム貯水池内河床縦断面図



※元河床高は、平成8年時点で世木ダムに既に約750千 $m^3$ の堆砂がある状態

図 4.5-5 世木ダム上流河床縦断面図

## 4.6 堆砂対策の評価

### 4.6.1 堆砂傾向の評価

表 4.6.1-1 に直近（令和 2 年度）の堆砂測量結果を示す。全堆砂率（堆砂量／総貯水容量）3.89%、管理経過年数 23 年で堆砂率（堆砂量／計画堆砂量）32.13%であり、計画堆砂量より約 9%多く、計画を上回るペースでの堆砂進行である。

ダム貯水池土砂管理の手引き(案)(平成 30 年 3 月 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課)（以下、「手引き」という）に基づき、各評価指標における管理水準に至るまでの残余年数を算出し、評価区分判定を実施して堆砂進行度を確認する。表 4.6.1-2 に令和元年度までの堆砂測量結果を加味した各評価指標における管理水準までの残余年数を示す。堆砂容量、洪水調節容量の余裕及び有効貯水容量のいずれに対する堆砂率は、管理水準までの残余年数が 30 年以上となり、手引きに基づく表 4.6.1-3 堆砂進行度の評価区分に応じた対策内容は、堆砂状況の把握（基本調査）となる。

なお、洪水調節容量内の堆砂量が少ないが、日吉ダム上流の世木ダムによる捕捉等により、平成 24 年度まで有効容量内の堆砂量がマイナスとなるなど、洪水調節容量内の堆砂が進行しにくいことが理由と考えられる。

これらの調査結果から、日吉ダムの堆砂対策は緊急を要しないものの、これまでどおり貯水池・堆砂管理を行っていく。

表 4.6.1-1 日吉ダムの令和 2 年度堆砂測量結果

堆砂量	2,570 千 $m^3$ ( 2,483 千 $m^3$ ) (注)
有効貯水容量内の堆砂量	292 千 $m^3$ ( 275 千 $m^3$ ) (注)
洪水調節容量が最大となる時期	(6月16日～10月15日)
洪水調節容量内	16 千 $m^3$ ( 14 千 $m^3$ ) (注)
利水容量内の堆砂量	276 千 $m^3$ ( 261 千 $m^3$ ) (注)
洪水調節容量が最小となる時期	(10月16日～6月15日)
洪水調節容量内	63 千 $m^3$ ( 54 千 $m^3$ ) (注)
利水容量内の堆砂量	229 千 $m^3$ ( 221 千 $m^3$ ) (注)
死水容量内の堆砂量	2,278 千 $m^3$ ( 2,208 千 $m^3$ ) (注)
堆砂容量内の堆砂量	2,278 千 $m^3$ ( 2,208 千 $m^3$ ) (注)
全堆砂率(堆砂量/総貯水容量)	3.89%
堆砂率(堆砂量/計画堆砂量)【管理経過年数：23年】	32.13%

(注)令和 2 年度までの累計堆砂量を記載し、括弧内は令和元年度までの累計堆砂量を記載

表 4.6.1-2 評価指標毎の管理水準までの残余年数

評価指標	算定方法			令和2年度結果	評価
堆砂容量に対する堆砂率	a	管理水準までの残率	【%】 $70 - (\text{全堆砂量} \div \text{堆砂容量}) \times 100$ 【%】	37.9%	
	b	今後の堆砂量の進行見込み	【%/年】 $[\text{実績平均年堆砂量(全量)} - \text{平均年対策量(全量)}] [\text{千m}^3/\text{年}] \div \text{堆砂容量} [\text{千m}^3] \times 100$	0.57%/年	
	c	残余年数	【年】 a/b	67年	
洪水調節容量の余裕に対する堆砂率	a	管理水準までの残率	【%】 $15 - (\text{洪水調節容量内堆砂量} \div \text{洪水調節容量の余裕}) \times 100$ 【%】	14.96%	
	b	今後の堆砂量の進行見込み	【%/年】 $[\text{実績平均年堆砂量(洪水調節容量内)} - \text{平均年対策量(洪水調節容量内)}] [\text{千m}^3/\text{年}] \div \text{洪水調節容量の余裕} [\text{千m}^3] \times 100$	0.002%/年	
	c	残余年数	【年】 a/b	57.480年	
有効貯水容量に対する堆砂率	a	管理水準までの残率	【%】 $5 - (\text{有効貯水容量内堆砂量} \div \text{有効貯水容量}) \times 100$ 【%】	4.5%	
	b	今後の堆砂量の進行見込み	【%/年】 $[\text{実績平均年堆砂量(有効貯水容量内)} - \text{平均年対策量(有効貯水容量内)}] [\text{千m}^3/\text{年}] \div \text{有効貯水容量} [\text{千m}^3] \times 100$	0.02%/年	
	c	残余年数	【年】 a/b	205年	

表 4.6.1-3 堆砂進行度の評価区分に応じた対策内容

残余年数	評価区分	対策内容
20年未満	A	堆砂対策検討開始
20年以上～30年未満	B	堆砂対策検討開始に向けた調査実施 (基本調査+詳細調査)
30年以上	C	堆砂状況の把握 (基本調査)

4.6.2 堆砂対策実施状況

日吉ダムでは、堆砂対策の一環として、平成 29 年度より貯水池内の土砂撤去工事を実施している。これまでに 13,290m<sup>3</sup> の土砂を撤去しており、撤去した土砂は、原石山跡地に搬出している。

土砂撤去量を表 4.6.2-1 に、撤去位置を図 4.6-1 に、土砂撤去工事の状況を図 4.6-2 に示す。

表 4.6.2-1 日吉ダム貯水池内土砂撤去量

実施年度	土砂撤去量	土砂撤去工事箇所
平成 29 年度	5,150m <sup>3</sup>	宇津峡公園付近
令和元年度	1,540m <sup>3</sup>	宇津峡公園付近、大山進入路
令和 2 年度	6,600m <sup>3</sup>	宇津峡公園付近、梅ノ木谷
計	13,290m <sup>3</sup>	

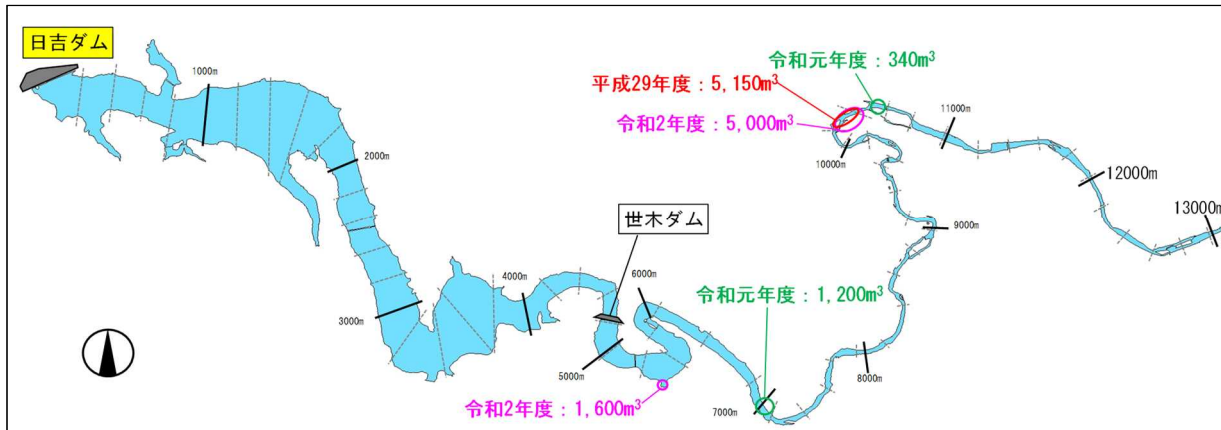


図 4.6-1 土砂撤去位置



図 4.6-2 土砂撤去工事実施状況（令和 2 年度）



## 4.7 まとめ

### (1) 堆砂状況に関するまとめ

- ・平成10年度から令和2年度までの23年間の全堆砂量は約2,570千 $\text{m}^3$ であり、堆砂率は計画堆砂量8,000千 $\text{m}^3$ に対し約32.1%である。
- ・管理当初から堆砂量が750千 $\text{m}^3$ あったが、その後平成24年度まで計画を下回る堆砂速度で推移し、計画堆砂量を下回っていた。しかし、平成25年度、26年度の大規模出水による堆砂量が増加、平成30年出水による堆砂量の増加等により、現在は計画堆砂量を上回る状況となっている。
- ・世木ダム上流の堆砂量には大きな変化は見られない。
- ・「ダム貯水池土砂管理の手引き(案)」による評価では、堆砂容量、洪水調節容量、有効容量、いずれも管理水準までの残余年数は30年以上であり、評価区分はC(堆砂状況の把握)に相当する。
- ・堆砂対策の一環として、平成29年度より貯水池内の土砂撤去工事により、これまでに13,290 $\text{m}^3$ の土砂を撤去し、撤去した土砂は、原石山跡地に搬出している。

### (2) 今後の方針

今後も日吉ダム貯水池内、世木ダム上流の堆砂状況の推移を把握するとともに、必要に応じて対策を検討していく。

## 4.8 文献・資料リスト

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	備考
4-1	平成 27 年度 日吉ダム 貯水池堆砂測量業務報告書	日吉ダム管理所	平成 28 年 3 月	
4-2	令和 2 年度 日吉ダム 貯水池堆砂測他業務 報告書	日吉ダム管理所	令和 3 年 3 月	
4-3	世木ダム関連資料	日吉ダム管理所		
4-4	平成 28 年度 日吉ダム定期報告書	日吉ダム管理所	平成 29 年 3 月	
4-5	日吉ダム管理年報 (H28～R2)	日吉ダム管理所	平成 29 年 ～令和 2 年	
4-6	ダム貯水池土砂管理の手引き(案)	国土交通省水管理・ 国土保全局河川環境課	平成 30 年 3 月	

表 4.8-2 「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
4-1	堆砂量	H28～R2 ダム堆砂台帳及び管 理年報	各年度	
4-2	貯水池河床高 (縦断図)	平成 27 年度 日吉ダム 貯水池堆砂測量業務報告書	平成 28 年 3 月	
4-3	土砂撤去量	日吉ダム管理所	平成 29 年 ～令和 2 年	