

## 4.2 バイパス放流によるインパクト・レスポンスの検討

ここでは具体的にバイパス放流により下流河川へ土砂が供給された場合にどのようなインパクト、レスポンスがあるか、整理する。

### 4.2.1 検討ケース

松川における大きなインパクトとして、図-4.14に示す、ダム建設によるインパクトと、バイパス放流によるインパクトの2種類が挙げられる。

ここでは、ダム建設によるインパクト・レスポンスの検討を行ったうえで、バイパス放流によるインパクト・レスポンスについて検討する。

なお、バイパス放流開始後については、トラップ堰および分派堰が満砂になり、上流からの流入土砂がバイパスされることも十分に考えられることから、掃流砂・浮遊砂・ウォッシュロードの全ての土砂がバイパスするものと考える。

バイパスの運用方法については、計画通り、出水時のみバイパス放流するものとして検討する。

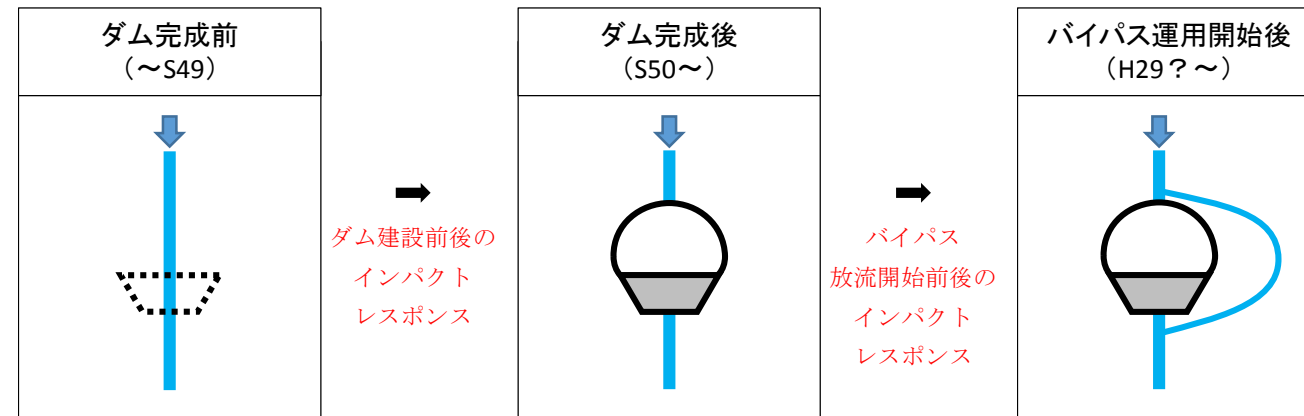


図-4.14 検討ケース

本節の構成は以下のとおり。

表-4.10 本節の構成

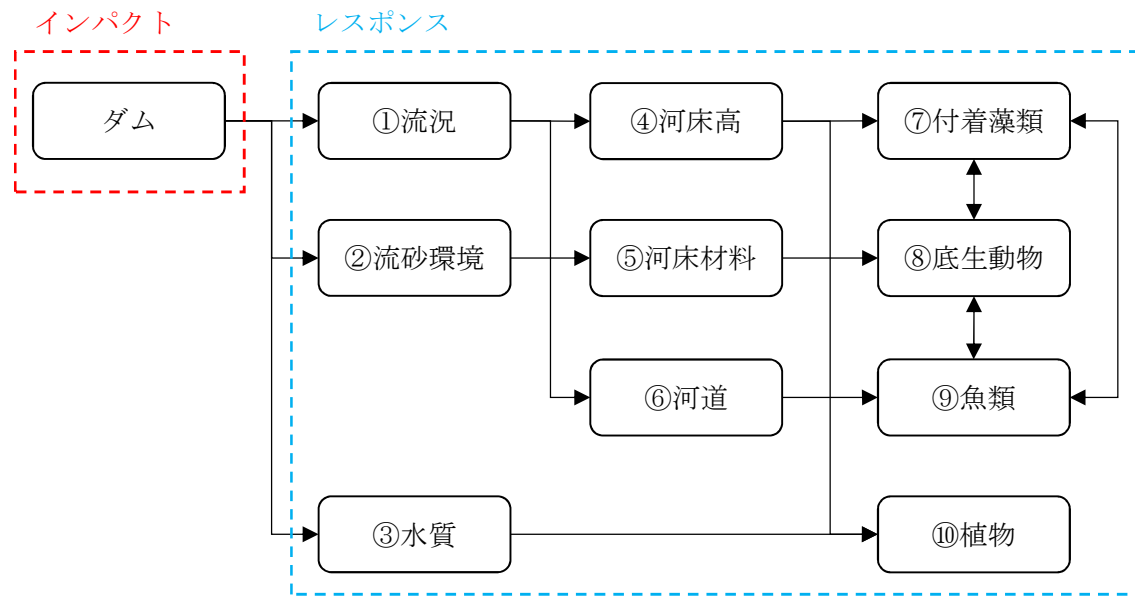
項目	内容
4.2.2 松川ダム建設によるインパクト・レスポンスの検討	
(1) 一般論（他ダムの事例等）によるインパクト・レスポンスの整理	ダム建設によるインパクト・レスポンスについて、一般的に生じうるレスポンスを、文献や論文、他ダムの事例等を参考に整理する。
(2) 実測データを基にしたインパクト・レスポンスの整理	(1)で整理した一般論のうち、実測データを基に、松川ダムで実際に起こっているインパクト・レスポンスを整理する。
(3) 松川ダム建設によるインパクト・レスポンスの整理	(1)、(2)を踏まえ、松川ダム建設によるインパクト・レスポンスを整理する。
4.2.3 バイパス放流によるインパクト・レスポンスの整理	
(1) バイパス運用方法の概要	バイパスの運用方法を整理する。
(2) バイパス放流によるインパクト・レスポンスの一般論（他ダムの事例等）の整理	バイパス放流によるインパクト・レスポンスについて、他ダムの事例を参考に整理する。また、バイパスの類似事例として、置土（土ダム下流への土砂還元）の事例も参考とする。
(3) 松川ダムバイパス放流によるインパクト・レスポンスの整理	(1)、(2)を踏まえ、松川ダムバイパス放流によるインパクト・レスポンスを整理する。

#### 4.2.2 松川ダム建設によるインパクト・レスポンスの検討

##### (1) 一般論（他ダムの事例等）によるインパクト・レスポンスの整理

ダム建設によるインパクト・レスポンスについて、一般的に生じるレスポンスを、文献や論文、他ダムの事例等を参考に整理する。

ダム建設によるレスポンスとしては、下図のようなイメージで整理ができる。下図の①～⑩について、具体的には一般的に表-4.11 に示すような変化が生じることが多い。



※①～⑩の番号は表-4.11 と対応

図-4.15 ダム建設によるインパクト・レスポンスのイメージ図

表-4.11 ダム建設によるインパクト・レスポンス（一般論）

レスポンス	
①流況	出水時ピーク流量の低減 出水頻度の低下 出水時期、タイミングの変化 平常時の流量の平滑化 平常時の流量変動の付与
②流砂環境	下流への土砂掃流量の遮断、低減 貯水池への土砂堆積
③水質	水温の変化（温水放流、冷水放流） 濁水長期化
④河床高	河床低下
④河床材料	河床材料の粗粒化（アーマールコート化） 河床材料の粒度構成の変化
⑥河道	濤筋の固定化 攪乱頻度の減少 瀬淵構造・水際構造の変化 植生の繁茂、河道内樹林化 河道断面の変化（低水路と高水敷の2極化）
⑦付着藻類	剥離・更新の阻害 種構成・現存量の変化
⑧底生動物	ハビタットの变化 種構成・現存量の変化 ・造網型トビケラの増加（造網係数の増大） ・固着型の増加 など
⑨魚類	移動阻害 餌場の悪化、減少 生息・生育場の変化 ・底生魚のうち大きな石の下に隠れるタイプの生息場所の増加 ・底生魚のうち砂礫を好むタイプの生息場所の減少 など 繁殖環境の変化 種構成・現存量の変化
⑩植物	種構成の変化 ・外来種の侵入 など 植生分布の変化

※①～⑩の番号は図-4.15 と対応

(2) 実測データを基にしたインパクトレスポンスの整理

ここでは、(1)で整理したインパクトレスポンスの一般論について、表-4.12に示す松川および松川ダムの実測データを基に、松川ダムで実際に生じているレスポンスについて考察する。

ダム運用データ（流入量・放流量）やダム堆砂量から、図-4.15や表-4.11で整理した

【①流況】や【②流砂環境】の変化について考察する。また、ダム完成前後のデータが揃っている河川横断測量、航空写真から、ダム完成前後の【④河床高】や【⑥河道】の変化を整理する。

なお、この他の、③水質、⑤河床材料、⑦付着藻類、⑧底生動物、⑨魚類、⑩植物については、実測データがないため、松川で実際に変化が起きているか確認することは不可能である。

松川ダム完成前 ← → 松川ダム完成後

表-4.12 データの存在状況

項目※1	調査実施年度※2	調査実施年度																											
		~S49	S50~H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28
■ダム運用データ (モニタリング計画外)	流入量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	放流量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	貯水位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	雨量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
■貯水池内堆砂関連 (モニタリング計画外)	堆砂測量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ダム堆砂量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(1)水質(河川)	SS(出水時)				○																								
	SS(平常時)																												
	濁度(出水時)				○																								
	濁度(平常時)																												
	DO(出水時)																												
	DO(平常時)																												
	SS粒度組成(出水時)				○																								
	SS粒度組成(平常時)																												
	水温(連続観測)																												
	水温(平常時)																												
	透視度(平常時)																												
	電気伝導率(平常時)																												
	BOD(平常時)																												
	COD(平常時)																												
pH(平常時)																													
(全マンガン、溶解性マンガン)																													
(2)生物環境(河川)	魚類				○																								
	底生動物																												
	付着藻類																												
	植生(陸上昆虫)																												
(3)物理環境(河川)	河川横断測量	○			○																								
	河床材料				○																								
	河川情報図																												
	井堰堆積状況																												
	水位流量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(流速・水深(出水時、平常時))																													
(4)バイパス施設管理	航空写真撮影	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	バイパス摩耗量																												
(5)土砂収支	トンネル内水位流速																												
	パイパス流量																												
(6)水質(貯水池)	濁度観測																												
	流砂量観測																												
	分派堰上流の堆砂量																												
	貯水池ボーリング				○																								
	SS(平常時)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	SS(出水時)				○																								
	COD(平常時)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	大腸菌群数(平常時)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	pH(平常時)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	pH(出水時)																												
	水温(平常時)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	水温(出水時)																												
	DO(平常時)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
	DO(出水時)																												
透視度(出水時)																													
(電気伝導率(出水時))																													
(浮遊砂濃度(出水時))																													
(濁度(平常時))				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
(濁度(出水時))																													
SS粒度組成(平常時、出水時)																													
BOD(平常時)				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
(T-N(平常時))				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
(T-P(平常時))				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
(クロロフィルa(平常時))																													
(全マンガン、溶解性マンガン)																													
(7)底質(貯水池)	重金属(計13項目)																												
	魚類				○																								
(8)生物環境(貯水池)	プランクトン																												
	河川横断測量																												
(9)天竜川本川への影響評価	航空写真撮影	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			

※1: 黒字の項目: モニタリング計画の項目  
灰色の項目: モニタリング計画外の項目

※2: 調査実施年度については、業務年度ではなく、実際に調査が実施された年度で整理している

※①~⑩の番号は、図-4.15、表-4.11中の番号と対応

①流況の変化

ダムによる流況の変化は、ダムの流入量と放流量から考察する。

■出水時の流況変化

松川ダムでは図-4.16に示すように、一定率一定量方式による洪水調節が行われている。

松川ダム完成以降の各年の年最大流入量と年最大放流量を整理したものを図-4.17、図-4.18に示す。図より、昭和58年および平成11年には流入量が200m<sup>3</sup>/s以上となっているが、洪水調節によりピーク流量が通減され、放流量は200m<sup>3</sup>/s以下となっている。4.1で行った計画高水流量時の不等流計算結果から、ダム放流量200m<sup>3</sup>/sのときの計算水位が高水敷高程度である区間もあることから、ダム完成後、ダム下流に200m<sup>3</sup>/s以上の流量が流れなくなったことで、高水敷の冠水頻度が減少している区間も存在すると推察される。

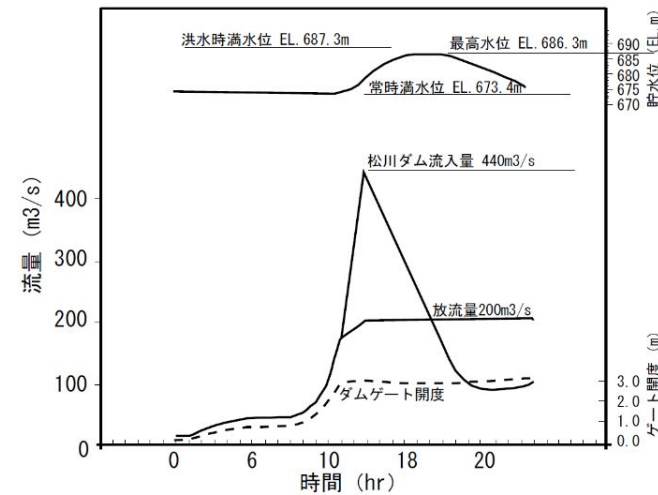


図-4.16 洪水調節図 (1/80)

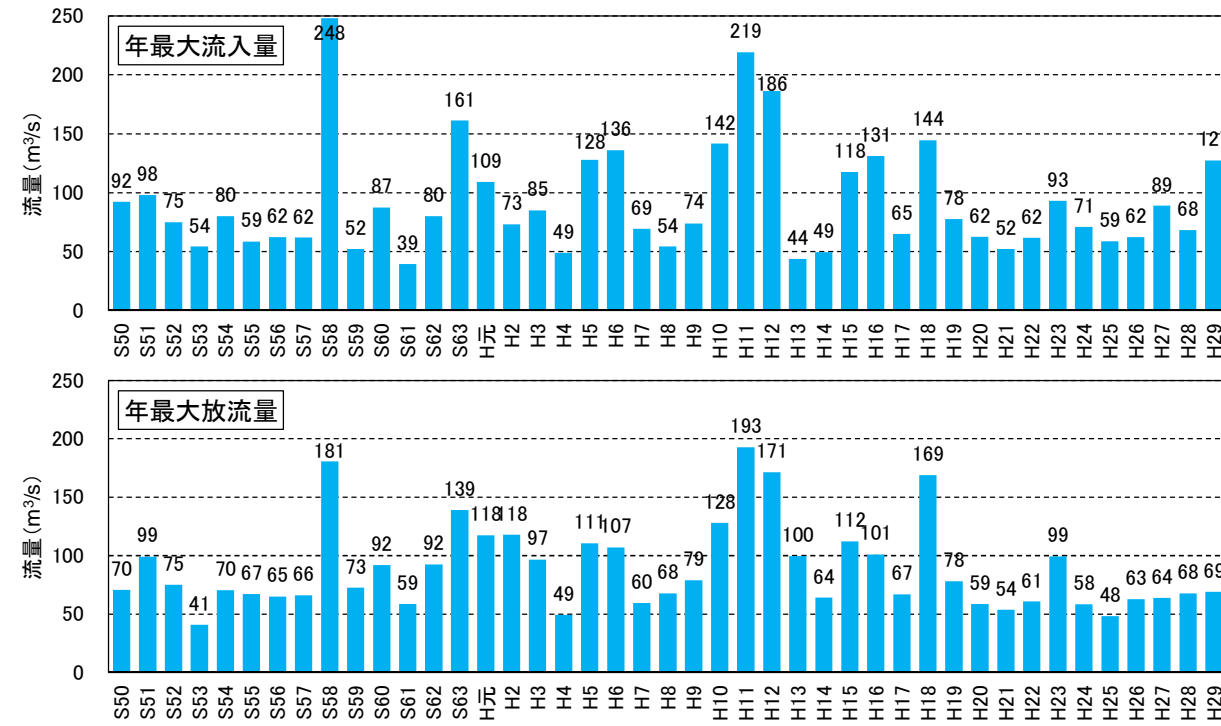


図-4.17 ダム完成から平成29年までの年最大流入量、年最大放流量 (瞬間値)  
※H28、H29のみ、毎正時データの最大値

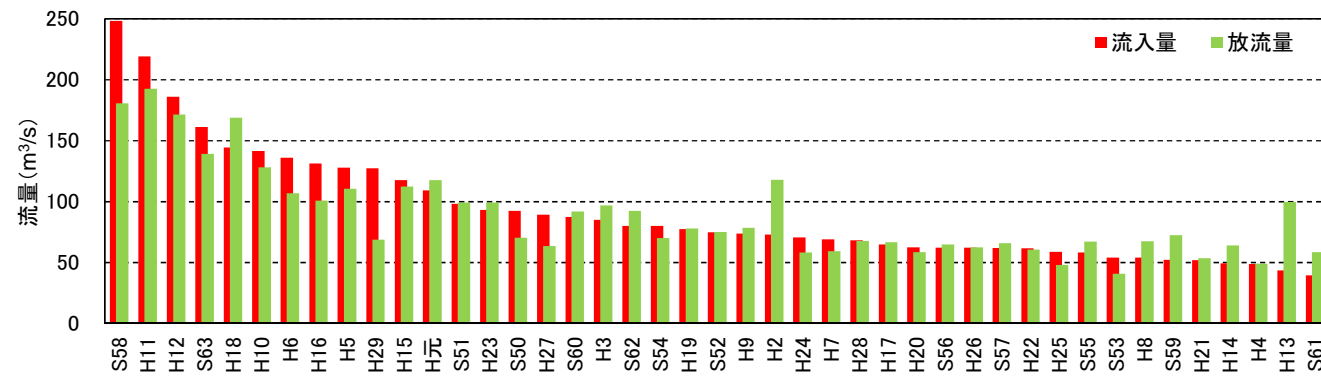


図-4.18 ダム完成から平成29年までの年最大流入量と年最大放流量 (年最大流入量が大い順)

■平常時の流況変化

松川ダム完成以降の流入量・放流量の流況は、表-4.13、図-4.19より、年による違いはあるものの、概ねいずれの年も流入量と放流量の豊水・平水・低水・渇水流量は同程度の値となっている。また、図-2.2からも、平常時は概ね流入量に対して放流量が小さい期間もあるものの、基本的には概ね 流入量=放流量 で運用を行っている。

表-4.13 松川ダム完成以降の流況 (S50~H28) (表-4.2再掲)

年	流入量							放流量						
	最大	豊水	平水	低水	渇水	最小	年平均	最大	豊水	平水	低水	渇水	最小	年平均
S50 (1975)	92.39	2.59	0.82	0.07	0.05	0.00	2.53	70.40	2.40	0.69	0.00	0.00	0.00	2.52
S51 (1976)	98.04	5.05	2.02	0.11	0.05	0.00	3.88	99.17	4.97	2.02	0.00	0.00	0.00	3.87
S52 (1977)	75.08	2.16	0.41	0.05	0.05	0.02	2.17	75.11	2.12	0.33	0.00	0.00	0.00	2.15
S53 (1978)	54.34	1.51	0.26	0.07	0.04	0.01	1.64	40.82	1.49	0.25	0.00	0.00	0.00	1.63
S54 (1979)	80.00	3.91	0.91	0.07	0.03	0.01	2.80	70.27	3.90	0.91	0.00	0.00	0.00	2.81
S55 (1980)	58.50	4.80	2.12	0.14	0.04	0.01	3.51	67.20	4.84	1.96	0.00	0.00	0.00	3.51
S56 (1981)	62.22	3.86	1.22	0.08	0.03	0.01	2.77	64.95	4.00	1.23	0.00	0.00	0.00	2.77
S57 (1982)	61.88	2.90	0.67	0.06	0.03	0.02	2.49	66.13	3.04	0.69	0.00	0.00	0.00	2.52
S58 (1983)	248.23	5.81	1.93	0.29	0.03	0.02	4.80	180.61	5.92	1.70	0.00	0.00	0.00	4.78
S59 (1984)	52.23	3.04	1.45	0.08	0.03	0.02	2.24	72.52	3.08	1.23	0.00	0.00	0.00	2.24
S60 (1985)	87.32	5.15	2.47	1.13	0.05	0.03	4.76	91.96	5.27	2.43	1.15	0.00	0.00	4.77
S61 (1986)	39.42	1.45	0.10	0.03	0.02	0.00	1.66	58.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.66
S62 (1987)	80.12	1.44	0.15	0.05	0.02	0.01	1.68	92.48	1.92	0.56	0.02	0.00	0.00	1.69
S63 (1988)	161.32	2.34	0.67	0.06	0.02	0.01	1.86	139.14	2.29	0.70	0.05	0.00	0.00	1.85
H元 (1989)	109.22	3.02	1.29	0.12	0.04	0.00	2.73	117.54	2.78	1.35	0.10	0.00	0.00	2.74
H2 (1990)	73.04	2.51	1.24	0.16	0.00	0.00	2.30	117.91	2.26	1.07	0.58	0.00	0.00	2.73
H3 (1991)	84.92	3.80	1.32	0.14	0.05	0.00	2.30	96.75	3.12	1.21	0.19	0.00	0.00	2.73
H4 (1992)	48.84	1.40	0.27	0.07	0.02	0.00	1.20	49.23	1.31	0.60	0.10	0.00	0.00	1.21
H5 (1993)	127.98	4.00	0.89	0.07	0.00	0.00	3.63	110.70	3.53	0.77	0.21	0.00	0.00	3.63
H6 (1994)	136.14	0.24	0.05	0.04	0.00	0.00	0.52	106.98	0.59	0.13	0.00	0.00	0.00	0.52
H7 (1995)	69.18	1.59	0.19	0.05	0.02	0.00	2.05	59.52	1.60	0.25	0.00	0.00	0.00	2.05
H8 (1996)	54.18	2.20	0.68	0.09	0.02	0.00	2.09	67.56	2.31	0.66	0.00	0.00	0.00	2.09
H9 (1997)	73.86	2.29	0.49	0.07	0.03	0.00	2.44	78.66	2.19	0.59	0.00	0.00	0.00	2.44
H10 (1998)	141.60	4.88	1.10	0.10	0.04	0.00	3.97	128.04	4.84	1.02	0.00	0.00	0.00	3.97
H11 (1999)	219.12	2.83	0.79	0.07	0.02	0.00	3.25	192.78	2.56	0.76	0.00	0.00	0.00	3.25
H12 (2000)	186.16	2.89	1.17	0.11	0.02	0.00	2.46	171.39	2.98	1.08	0.20	0.00	0.00	2.46
H13 (2001)	43.67	1.05	0.25	0.06	0.02	0.00	0.92	99.70	1.17	0.41	0.00	0.00	0.00	0.92
H14 (2002)	49.30	1.65	0.23	0.06	0.02	0.00	1.28	64.09	1.53	0.26	0.00	0.00	0.00	1.28
H15 (2003)	117.52	5.25	1.81	0.31	0.03	0.00	4.04	112.23	5.23	2.05	0.35	0.00	0.00	4.04
H16 (2004)	131.14	3.79	1.29	0.10	0.04	0.00	3.35	100.86	4.00	1.33	0.00	0.00	0.00	3.35
H17 (2005)	64.93	1.19	0.10	0.04	0.00	0.00	1.12	66.82	1.19	0.05	0.00	0.00	0.00	1.09
H18 (2006)	144.43	2.10	0.48	0.07	0.01	0.00	2.35	168.81	2.25	0.60	0.00	0.00	0.00	2.36
H19 (2007)	77.60	2.37	0.82	0.07	0.03	0.00	2.01	77.98	2.44	0.80	0.00	0.00	0.00	1.99
H20 (2008)	62.38	1.96	0.53	0.06	0.02	0.00	1.74	58.61	1.98	0.60	0.19	0.00	0.00	1.73
H21 (2009)	52.03	3.82	1.50	0.32	0.03	0.00	3.36	53.57	3.54	1.70	0.56	0.00	0.00	3.29
H22 (2010)	61.78	6.97	2.68	0.78	0.04	0.00	4.87	60.77	7.04	2.50	0.80	0.00	0.00	4.82
H23 (2011)	93.12	6.97	2.68	0.78	0.04	0.00	4.76	99.42	7.04	2.50	0.80	0.00	0.00	4.75
H24 (2012)	70.74	2.98	0.81	0.09	0.02	0.00	2.71	58.26	2.91	0.98	0.00	0.00	0.00	2.63
H25 (2013)	58.82	2.03	0.86	0.08	0.02	0.00	1.73	48.07	2.39	0.99	0.00	0.00	0.00	1.72
H26 (2014)	62.20	2.43	1.13	0.15	0.03	0.00	2.49	62.63	2.48	1.18	0.00	0.00	0.00	2.46
H27 (2015)	75.18	3.65	1.84	0.89	0.09	0.00	3.51	58.47	3.82	1.74	0.76	0.00	0.00	3.52
H28 (2016)	68.26	2.74	1.10	0.31	0.04	0.02	2.50	67.65	2.88	1.09	0.23	0.00	0.00	2.50
平均 (S50~H28)	90.68	3.06	1.02	0.18	0.03	0.00	2.63	89.15	3.03	1.02	0.15	0.00	0.00	2.64

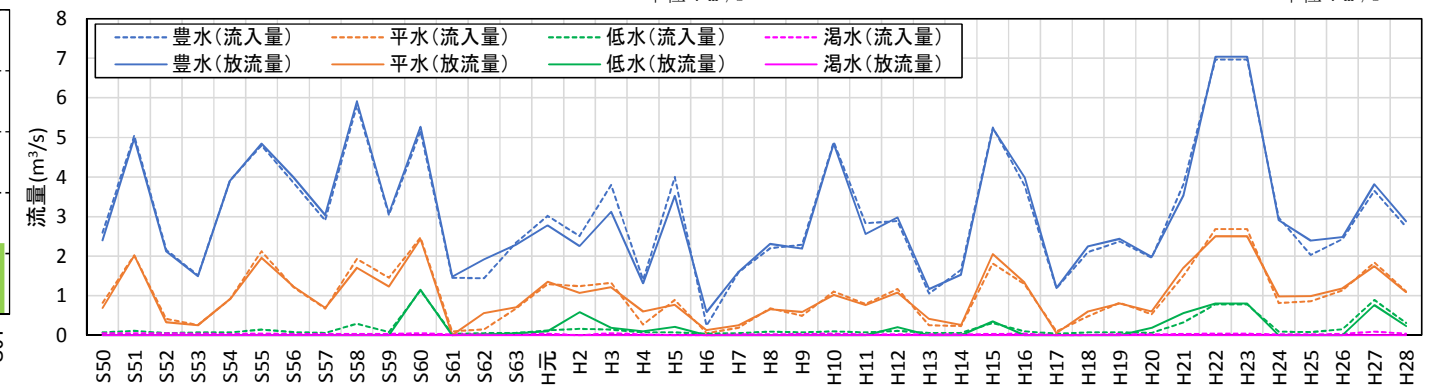


図-4.19 松川ダム流入量および放流量の流況 (S50~H28)



②流砂環境の変化

流砂環境の変化については、貯水池内の堆砂状況から考察する。

松川ダムにおける堆砂状況の経年変化を図-4.20に、貯水池の堆砂縦断面図を図-4.21に示す。

図-4.20より、松川ダムの平成28年度時点の全堆砂量は約2,753千m<sup>3</sup>となっており、図-4.21に示すように、貯水池内の堆砂が進んでいる。

また、平成28年度までに約1,164千m<sup>3</sup>の土砂を搬出しており、搬出量を加味すると、ダム完成以降、平成28年度までの43年間で約3,917千m<sup>3</sup>の土砂が松川ダムにより遮断されていることになる。

図-4.22に平成3年度および平成27年度に実施された貯水池内のボーリング調査結果を示す。図より、貯水池内には材料区分がS-1やS-3の層が広がっており、これらは砂分やシルト分が多く含まれる層であり、これらの成分がダムにより遮断されていることを示している。

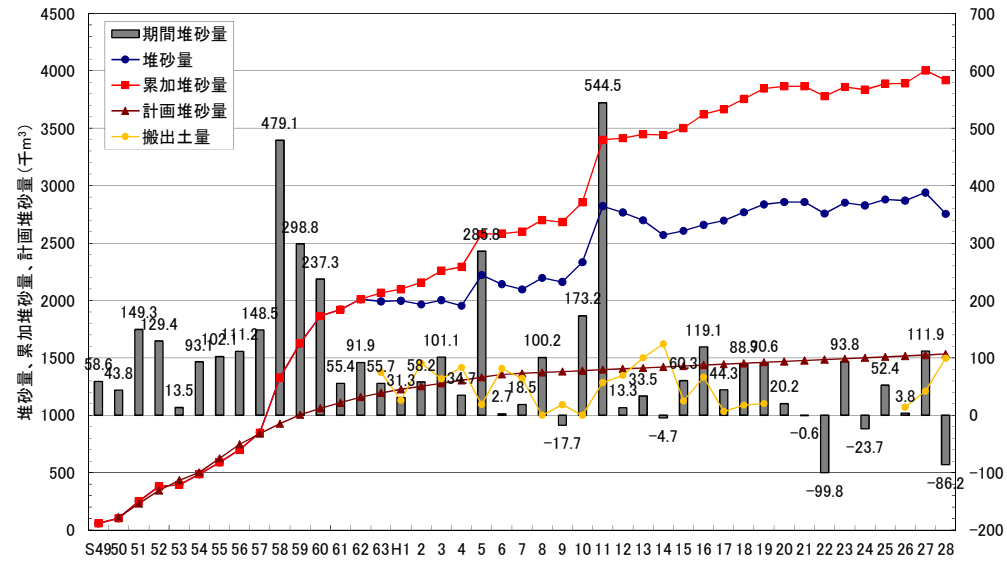


図-4.20 貯水池堆砂状況の経年変化

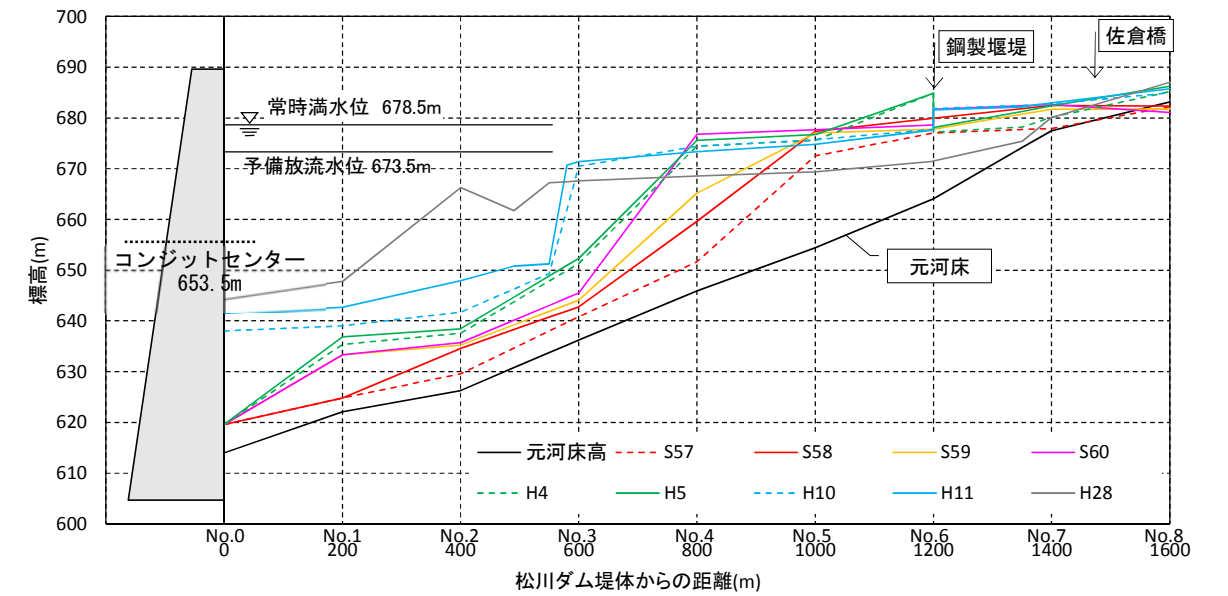


図-4.21 松川ダム縦断面図（最深河床高）

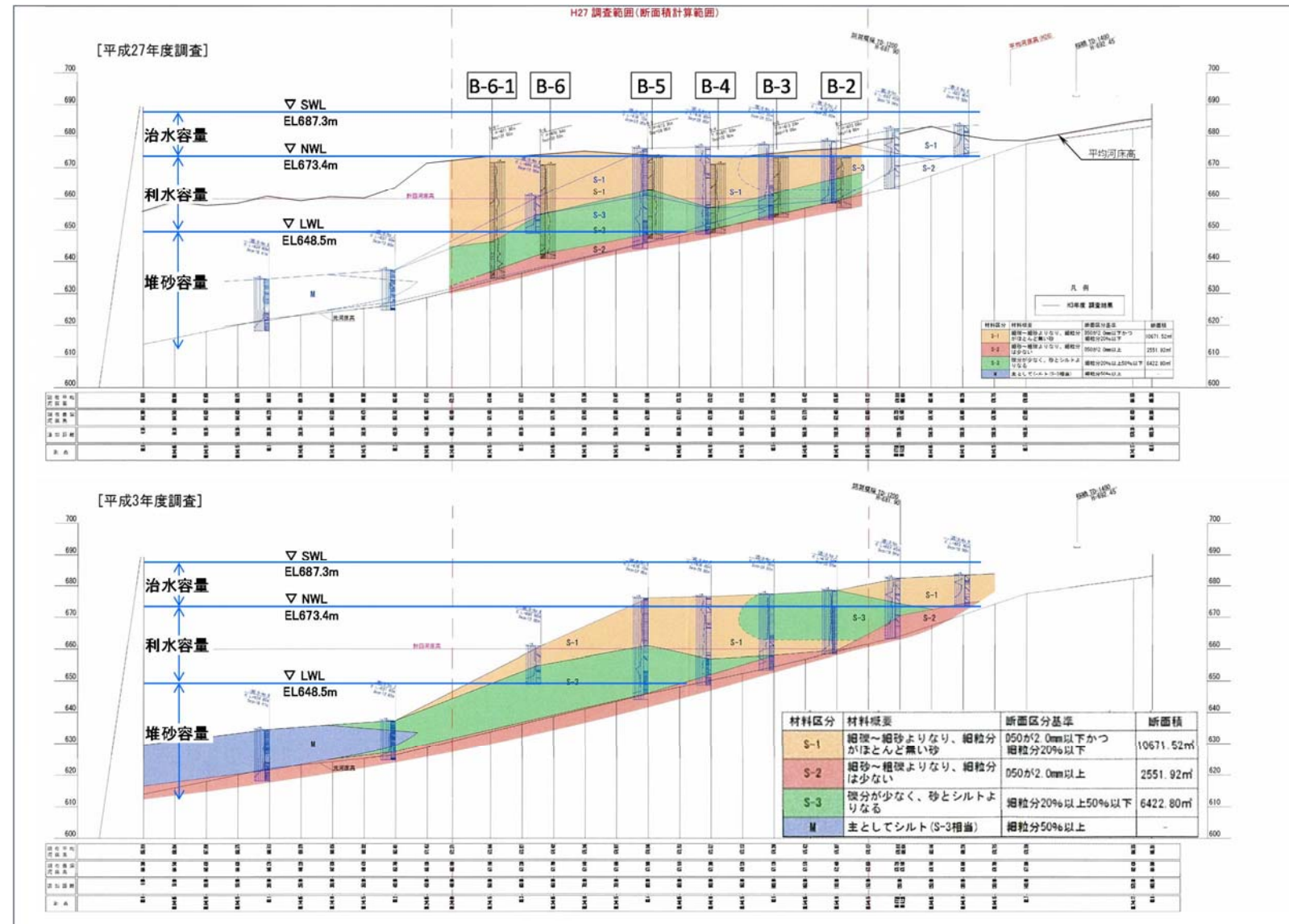


図-4.22 貯水池内ボーリング結果