

矢作ダム堰堤改良技術検討委員会

〔委員会資料〕

I. 堆砂対策検討編

(案)

平成17年12月27日

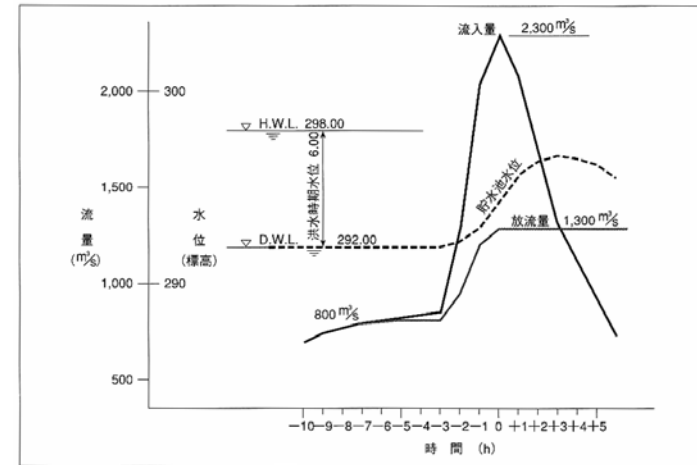
国土交通省中部地方整備局 矢作ダム管理所

矢作ダムの概要

矢作ダムの諸元

ダム及び貯水池の諸元

河川名	矢作川水系矢作川		
位置	左岸 愛知県東加茂郡旭町関窪瀬 右岸 岐阜県恵那市車原関窪瀬		
流域面積	504.5km ²		
ダム		貯水池	
型式	放物線アーチ式コンクリートダム	湛水面積	2.7km ²
堤高	100.0m	常時満水位	EL.298.00m
堤頂長	323.1m	夏期制限水位	EL.292.00m
堤体厚	堤頂5.0m 堤底20.0m	計画堆砂高	EL.261.00m
堤体積	本体 256,379m ³ 水印副ダム遊流壁 49,048m ³	利用水深	37.0m
堤頂標高	EL.300.0m	総貯水容量	80,000,000m ³
岩盤高	EL.200.0m	有効貯水容量	65,000,000m ³
放流設備		利水容量	50,000,000m ³
クレストゲート	4門 高6.5m×巾10.5m	洪水調節容量	15,000,000m ³
コンジットゲート	3門 高4.0m×巾4.0m	堆砂死水容量	15,000,000m ³



洪水調節計画図

矢作ダムの目的

(1) 洪水調節

矢作ダムは、ダム地点で最大2,300m³/sの流入量を1,000m³/sカットし、1,300m³/sの放流を行う。このために、貯水位EL.292mからEL.298mまでの容量1,500万m³を使用する。

(2) 農業用水

豊田市、岡崎市をはじめとする西三河地域の田畑12,595haに農業用水を給水している。最大取水量は41.79m³/s (明治用水30.0m³/s、枝下用水8.69m³/s、豊田取水1.432m³/s、岩倉取水1.59m³/s)である。

(3) 工業用水

衣浦臨海工場地帯とその背後地帯、および名古屋南部臨海工業地帯に工業用水を給水し、地域発展に貢献している。最大の取水量は6.69m³/s (豊田取水4.02m³/s、岩倉取水2.67m³/s)である。

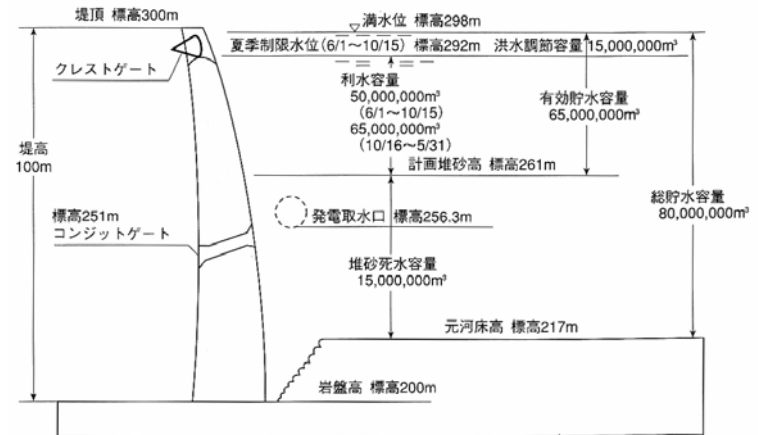
(4) 上水道用水

上水道の給水区域は広く西三河一帯にわたり、984,100人分の水を供給している。最大の取水量は4.43m³/s (豊田取水1.23m³/s、岩倉取水3.02m³/s)で岩倉と豊田で取水している。

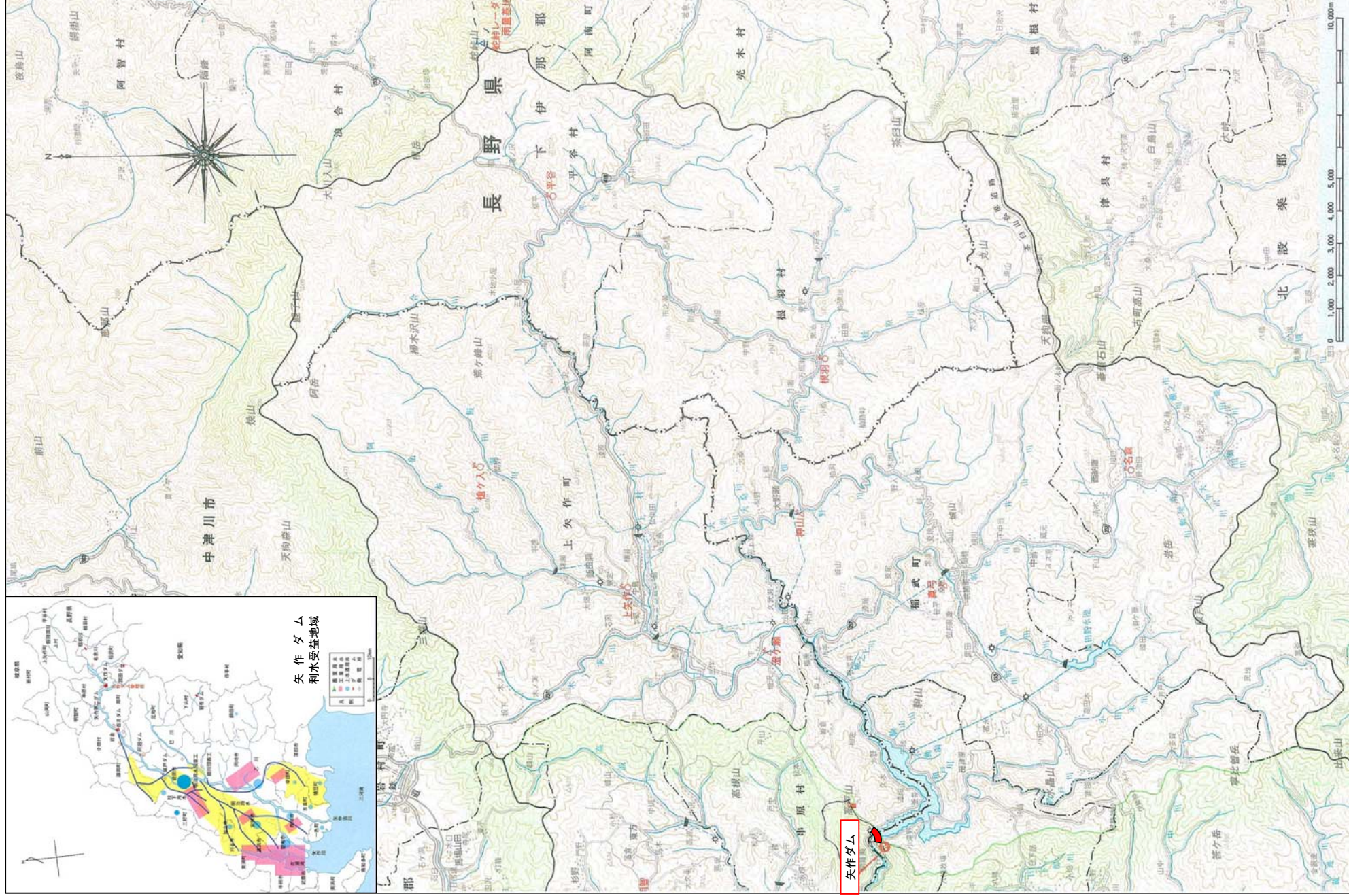
(5) 発電

他の利水に支障をきたさない範囲で、水力発電を行っている。ダム直下流の第一発電所と第二発電所を合わせると、最大出力91,200kWのクリーンエネルギーを生み出している。

また、ダム湖は、奥矢作揚水発電所 (最大出力109.5万kW) の下池としても利用されている。



容量配分図



矢作ダム流域図

目 次

1. ダム堆砂の実態と堆砂対策（緊急対策）の目標.....	1
2. 緊急対策として適用可能な堆砂対策.....	2
3. 流入土砂の量と質	3
3.1 年堆砂量	3
3.2 年堆砂量期待値	8
3.3 各容量内の実績堆砂量	9
3.4 粒度特性による堆積土砂区分	10
3.5 堆砂形状、性状等の堆砂環境による区域の分類	15
3.6 年堆砂量と水文量との関係	16
3.7 対象区間の年堆砂量	18
4. 掘削範囲と制約条件.....	19
5. 土砂処理方法の検討.....	23
6. 矢作川土砂動態・河床変動の検討	24
6.1 矢作ダム貯水池土砂モデルの概要	24
6.2 矢作ダム下流河川土砂モデルの概要	27

1. ダム堆砂の実態と堆砂対策（緊急対策）の目標

ダム堆砂の実態

矢作ダムの堆砂の実態を図 1.1に整理する。

- 矢作ダムの全堆砂量は、1,524 万 m³（平成 16 年度）となっており、計画堆砂容量の 1,500 万 m³ を上回っている。
→ 貯水池全体の堆砂として考えた場合、今後流入してくる全土砂量を除去・排砂する必要がある。
- 治水容量内の堆砂は 101 万 m³（平成 16 年度）で、2 割の余裕の範囲内である。
→ しかし、下記のことから早期回復が必要である。
 - ① 恵南豪雨でただし書き操作を行っていること、近年災害が頻発していることを踏まえると、早期に容量回復を図る必要がある。
 - ② 貯水池上流部の堆砂を除去することは、貯水池内への土砂流入を防ぐ上で効果的であり、かつ陸上掘削が可能のため経済的である。
- 利水容量は、16%程度堆積しており、利水安全度が低下している。

矢作ダム堆砂対策（緊急対策）の目標

矢作ダム貯水池における緊急的な堆砂対策は、今後 10 年を目途として検討する。緊急対策の目標は、以下のとおりとする。

- ① 治水容量内に堆積した土砂を排除し、洪水前に建設当初の治水容量を確保すること。
- ② 貯水池内への土砂流入を軽減するために、貯水池上流部に堆積する土砂を継続的に除去することができる状態にすること。

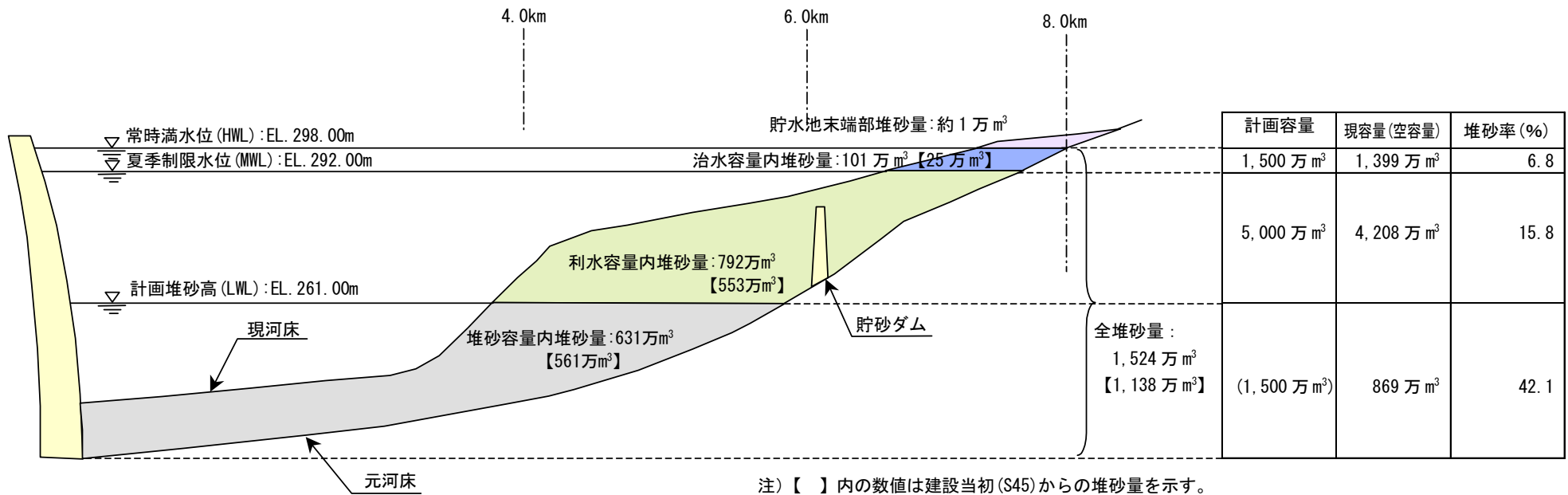
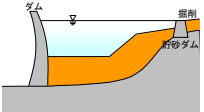

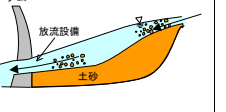
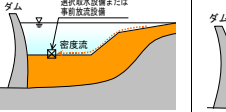
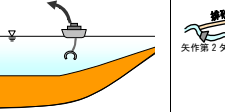
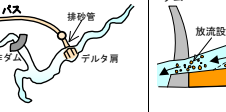
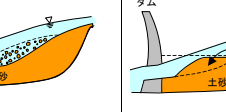
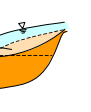


図 1.1 矢作ダムの堆砂の実態（H16 時点、運用後 33 年経過）

2. 緊急対策として適用可能な堆砂対策

表 2.1より、緊急対策としては、陸上掘削が適している。

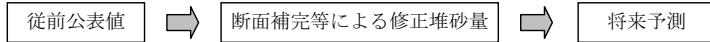
表 2.1 貯水池堆砂対策の主要なメニューと矢作ダムにおける緊急対策としての適用性

堆砂対策	貯水池内への流入土砂軽減	流下土砂の通過			貯水池内の土砂排除				
		貯水池の迂回	貯水池内の通過		掘削・浚渫	サクシオン方式	フラッシング	貯水池内の土砂移動 水位低下による堆砂域への移送	
陸上掘削（貯砂ダム）	排砂バイパス	スルーシング	密度流排砂	掘削・浚渫					サクシオン方式
概 要 図									
概 要	貯水池末端に貯砂ダムを設置することによって有効容量内への土砂流入を抑制し、堆積した土砂を掘削除去する。	貯水池上流端に分派堰を設置し、洪水の一部を分派して流入土砂をバイパストンネルによって貯水池を迂回させる。	洪水時に水位を長期間低水位に維持することにより、流入土砂を貯水池内に堆積させることなく下流河川へ通過させる。	洪水時に高濁度密度流域からの放流を行えるような放流設備を利用（必要に応じ新設）し、ウォッシュロードや浮遊砂をダムから流出する。	貯水池内の堆積土砂を掘削・浚渫し、貯水池外へ排除する。	貯水位と放流口の水位差により堆積土砂を吸引し、ダム下流に放流する。	洪水時に水位を低下させ、貯水池を空虚とし、堆積土砂を洪水時の河道の掃流力を利用して排砂する。	貯水位を下げた洪水時の掃流力を利用して上流部（有効容量内）の堆積土砂を下流部（堆砂容量内）に移動させる。	
対象土砂	シルト・粘土	細粒分の捕捉は難しい。 △	排除可能である。 (流量比次第) △～○	貯水位の低下度合により排除効率は変化することが排除可能である。 ○	排除可能である。 ○	主として浚渫により排除可能である。 ○	排除可能である。 ○	堆砂面がゲート敷高と同程度であれば排除可能である。 ○	移動可能である。 ○
	細砂・中砂	貯砂ダムで捕捉可能である。 ○	排除可能である。 (流量比次第) △～○	貯水位の低下度合により排除効率は変化することが排除可能である。 ○	砂分の排除は困難である。 △	排除可能である。 ○	排除可能である。 ○	堆砂面がゲート敷高と同程度であれば排除可能である。 ○	移動可能である。 ○
	粗砂・砂礫	貯砂ダムで捕捉可能である。 ○	排除可能である。 (流量比次第) △～○	貯水位の低下度合により排除効率は変化することが排除可能である。 ○	粗砂、砂礫の排砂は不可能である。 ×	排除可能である。 ○	排砂管内閉塞の問題等から困難である。 △	堆砂面がゲート敷高と同程度であれば排除可能である。 ○	移動可能である。 ○
他ダムの実績	小渋ダム、美和ダム、長島ダム、横山ダム等多数	旭ダム、美和ダム、小渋ダム（検討中）	鱒石川ダム（融雪出水期）	片桐ダム	佐久間ダム、横山ダム等	美和ダム（検討中）	宇奈月ダム、出し平ダム	佐久間ダム	
一般的な課題	・貯砂ダムからの掘削土の有効利用ができない場合は処理が必要となる。 ・搬出が多い場合は運搬時の周辺環境対策が必要となる。	・バイパストンネル内の土砂水理挙動、分派による排砂効率的確認が必要である。 ・トンネルの摩耗対策及びメンテナンスが必要である。	・貯水位の回復が可能かどうか問題である。（利水機能の確保） ・排砂設備の水理挙動及び貯水池内土砂の水理挙動を確認しておく必要がある。	・ゲートを有する場合は水理挙動の確認及び管内の摩耗対策が必要である。 ・洪水調節機能の確保等貯水運用との整合が必要である。	・浚渫・掘削土の有効利用ができない場合は処理が必要となる。 ・搬出が多い場合は運搬時の周辺環境対策が必要となる。	・吸引施設の効果等が不確実で技術開発が必要である。 ・吸引施設敷設位置に排砂しない土砂の排除には施設を移動させる必要がある。	・貯水位の回復が可能かどうか問題である。（利水機能の確保） ・排砂設備の水理挙動及び貯水池内土砂の水理挙動を確認しておく必要がある。	・排砂設備の水理挙動の確認及び摩耗対策が必要である。	
経 済 性 〔IC:イニシャルコスト〕 〔RC:ランニングコスト〕	IC : 小（貯砂ダム） RC : 大	IC : 大（排砂設備） RC : 小	IC : 大（排砂設備） RC : 小	IC : 中～大（排砂設備） RC : 小	IC : 小（浚渫船の棧橋、揚砂場及び進入路など） RC : 大	IC : 大（排砂設備） RC : 小	IC : 大（排砂設備） RC : 小	IC : 小 RC : 小	
矢作ダムへの適用性	これまでも矢作ダムにおいて実施してきた対策である。年平均除去量は18万m ³ /年となる。掘削土の処理方策等に課題がある。 ○	粗砂・砂礫を流水力によって排砂することができるため、貯砂ダム（分派堰）との組合せによって有効な策となりうる。 △	利水機能の確保及び矢作第2ダムへの影響から適用は困難である。 ×	取水設備あるいは事前放流設備の利用により可能と考えられるが、放流のタイミングが合うかどうか課題となる。 △	浚渫及び浚渫した土砂の処理にランニングコストが非常に大きくなるため、最終的な手段に位置付けられる。 △	開発途上の技術であるが、ランニングコストが小さくなることから、適用の可能性はある。 △	現有洪水吐きを改造する必要がある、利水機能の確保及び矢作第2ダムへの影響から、適用は困難である。 ×	矢作ダムの選択取水設備工事の際にこの現象が生起しているが、極端な水位低下と洪水の発生が重なる必要があり、多くは期待できない。 △	

凡例 ○：適用性が高い。△：長期対策として適用の可能性はある。×：適用性が低い。

3. 流入土砂の量と質

3.1 年堆砂量



近い将来においても、年堆砂量は20万m³なのか、低減する可能性があるのかを把握

矢作ダムの堆砂実績を図 3.1 に示す。

- 平成16年の総堆砂量は、15,240千m³で計画堆砂量15,000千m³に達している。
- 惠南豪雨のあった平成12年には約2,800千m³の土砂が堆積した。
- 年平均の堆砂量は、昭和51年～平成11年は約200千m³/年で、平成元年を境に若干異なっている。
昭和51年～昭和63年：約301千m³/年
平成元年～平成11年：約55千m³/年
- 惠南豪雨後の4年間では、300千m³/年程度である。

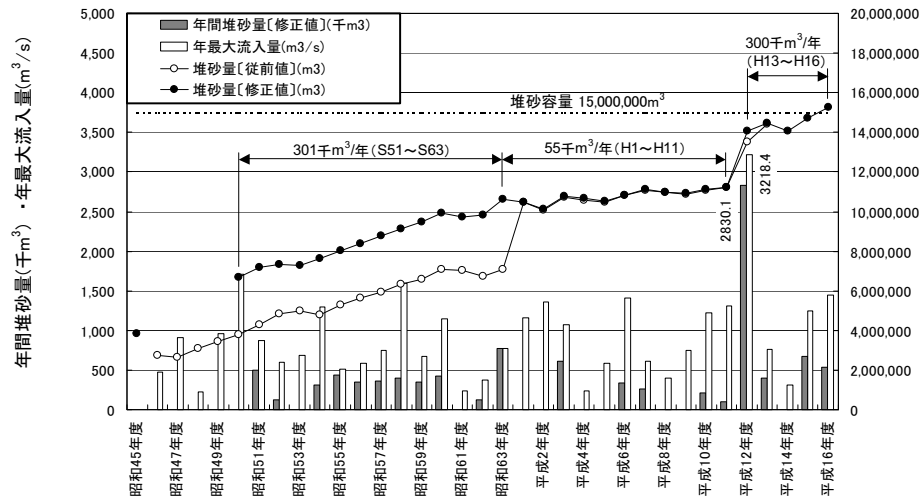


図 3.1 矢作ダムの堆砂実績

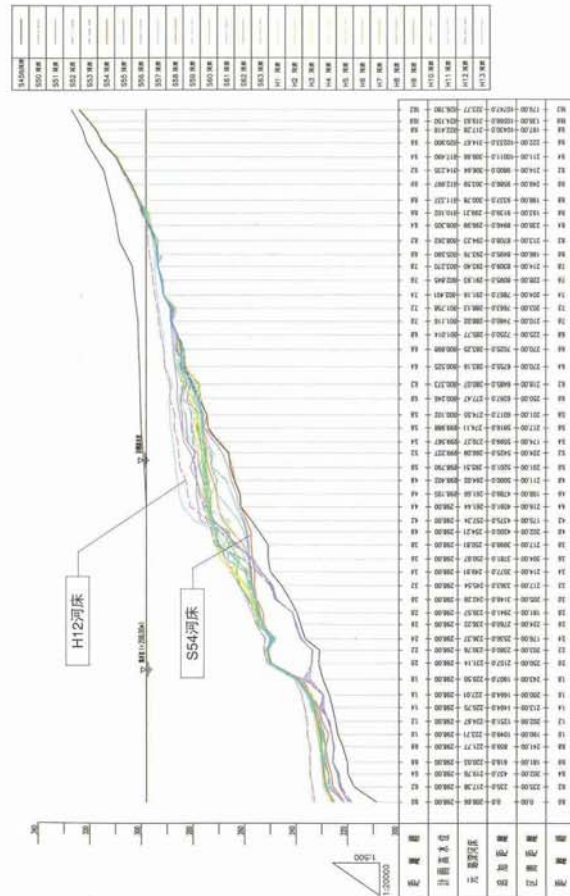
表 3.1 矢作ダム堆砂実績一覧表

当初貯水量	全堆砂量					年堆砂量
	有効容量内堆砂量	治水容量内堆砂量	利水容量内堆砂量	堆砂容量内堆砂量	年堆砂量	
80,000,000	65,000,000					
		15,000,000	50,000,000	15,000,000		
S45	3,864,600	3,156,300	768,200	2,388,100	708,300	
S46						
S47						
S48						
S49						
S50	6,690,100	4,740,400	762,000	3,978,400	1,949,700	
S51	7,189,500	5,132,100	760,100	4,372,000	2,057,400	499,400
S52	7,311,700	5,256,400	747,000	4,509,400	2,055,300	122,200
S53	7,291,600	5,117,800	750,700	4,367,100	2,173,800	-20,100
S54	7,607,600	3,367,100	746,500	2,620,600	4,240,500	316,000
S55	8,047,400	3,527,400	790,900	2,736,500	4,520,000	439,800
S56	8,400,500	3,700,300	792,700	2,907,600	4,700,200	353,100
S57	8,756,300	3,995,800	806,000	3,189,800	4,760,500	355,800
S58	9,149,600	4,233,200	772,400	3,460,800	4,916,400	393,300
S59	9,496,900	4,513,900	767,100	3,746,800	4,983,000	347,300
S60	9,918,200	4,878,300	769,800	4,108,500	5,039,900	421,300
S61	9,710,700	4,743,300	760,600	3,982,700	4,967,400	-207,500
S62	9,831,900	4,758,000	762,900	3,995,100	5,073,900	121,200
S63	10,604,100	5,222,000	769,800	4,452,200	5,382,100	772,200
H1	10,483,700	5,422,300	771,000	4,651,300	5,061,400	-120,400
H2	10,148,000	5,538,200	771,600	4,766,600	4,609,800	-335,700
H3	10,764,000	5,634,000	769,500	4,864,500	5,130,000	616,000
H4	10,659,800	5,443,900	767,900	4,676,000	5,215,900	-104,200
H5	10,499,100	5,578,500	763,000	4,815,500	4,920,600	-160,700
H6	10,839,700	5,544,500	755,700	4,788,800	5,295,200	340,600
H7	11,098,200	5,691,900	788,000	4,903,900	5,406,300	258,500
H8	10,969,100	5,554,000	778,500	4,775,500	5,415,100	-129,100
H9	10,909,500	5,536,600	787,300	4,749,300	5,372,900	-59,600
H10	11,117,000	5,723,600	776,800	4,946,800	5,393,400	207,500
H11	11,212,600	5,782,400	774,300	5,008,100	5,430,200	95,600
H12	14,042,700	7,837,700	1,024,600	6,813,100	6,205,000	2,830,100
H13	14,440,100	8,261,100	1,059,000	7,202,100	6,179,000	397,400
H14	14,040,900	8,049,400	1,036,800	7,012,600	5,991,500	-399,200
H15	14,708,000	8,548,000	1,000,000	7,548,000	6,160,000	667,100
H16	15,243,000	8,929,000	1,014,000	7,915,000	6,314,000	535,000

総堆砂量(m³)

2. 堆砂形状の整理

ダムの完成後から今日までに堆砂形状に影響を与えた要因は、昭和54年の選択取水設備の工事に係わる水位低下と、平成12年9月の出水の2回であり、そのうち特に昭和54年の水位低下によって形成された形状が、その後の堆砂形状の変化を支配している。

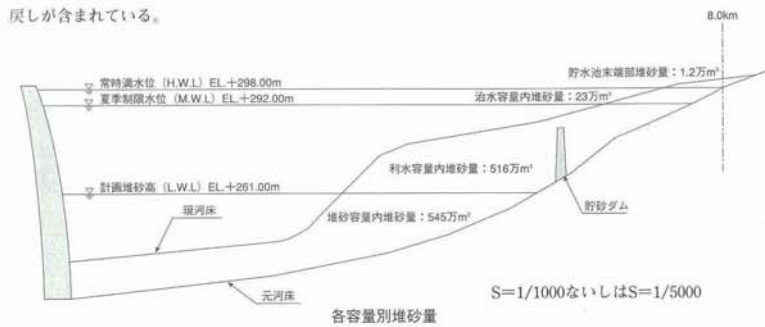


矢作ダム堆砂形状の経年変化

3. 堆砂の実態

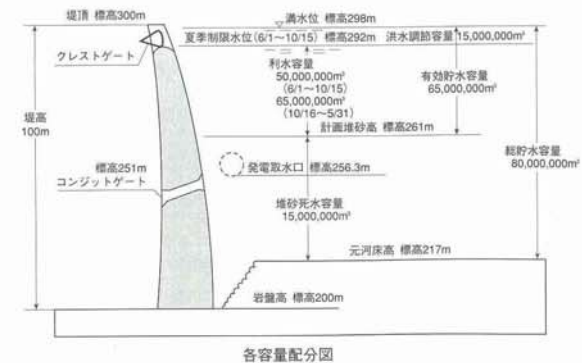
平成15年時点の貯水池堆砂量は全体で約1,100万 m^3 （ダム建設時のコンター法による計算では約1,400万 m^3 ）であり、堆砂容量内に約545万 m^3 、利水容量内に約516万 m^3 、治水容量内に約23万 m^3 の土砂が堆積している。

治水容量内に堆積している約23万 m^3 の土砂は、河床堆積土以外に、河床浸漬土の仮置や、水路の埋め戻しが含まれている。



(1) 実績堆砂量の考え方

計画貯水池容量は、総容量80,000,000 m^3 が下図のような配分で定められている。この容量の算定は、大縮尺の図面（ $S=1/1000$ ないしは $S=1/5000$ 等の航空測量平面図）にもとづき、コンター法で算出したものと予想される。一方、毎年の貯水池運用や堆砂量算定には、200m間隔で測量された横断面と区間距離から求められる平均断面法によって求めた貯水量が用いられる。ダム建設時の元河床を用いて平均断面法による計画貯水量（約76,200千 m^3 ）と、コンター法で求めた計画貯水量（約80,000千 m^3 ）との差分は総貯水容量で約380万 m^3 となる。



各容量配分図

4) 測量間隔の違いによる貯水量

測量間隔の違いによる貯水量の差は、200m間隔の全断面が測量されている昭和58年と昭和62年度成果にもとづいて、測点0.0~3.0km区間の貯水量を200mと400mピッチで測量された横断面を用いて平均断面法により算出した結果は次のとおりとなる。

年度	200mピッチ (m³)	400mピッチ (m³)	差分 (m³)
昭和58年	40,587,713	43,551,625	2,963,912
昭和62年	40,526,053	43,314,556	2,788,503

この区間の貯水量は400mピッチで算出した値は、200mピッチで算出した値より、2,800,000m³~3,000,000m³多くなる。
堆砂量は、元河床で求めた貯水量から、現河床で求めた貯水量を差し引いて算出されるので、200mピッチで算出した堆砂量は、400mピッチで算出した堆砂量より、2,800~3,000千m³多いことになる。平成元年値が昭和63年値に比較して、2,400千m³が急激に増大しているのは、この測量間隔データの原因と考えられる。

5) 補完断面

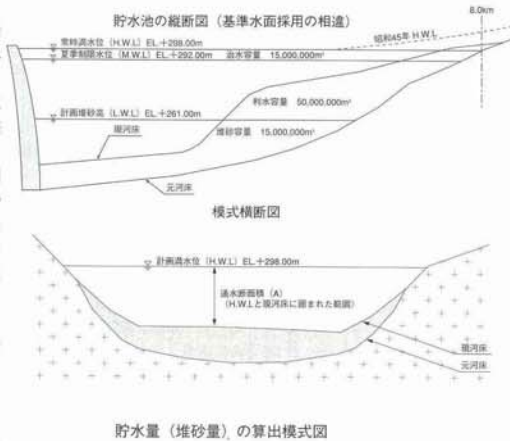
測量間隔が(200mと400m間隔)の違いにより、同一データを用いても堆砂量の算出値に大きな違いがある。このことから、400m間隔で測量の行われた昭和50年度~昭和61年度(昭和58年度除く)の間については、未測量断面(補完地点)について補完を行い、補完断面も用いて堆砂量を算出することとした。

(3) 年堆砂量の算出

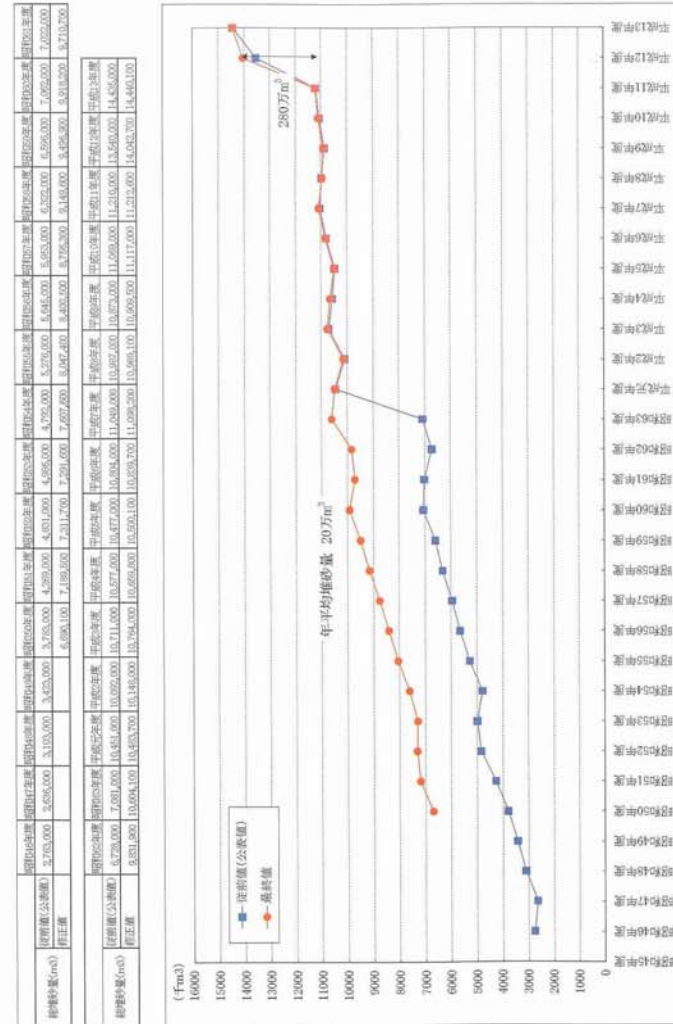
年堆砂量は、昭和45年の計画高水位を基準面として、各測線における通水断面積を求め、貯水量を出し、当初の計画貯水容量から現在の貯水量を差し引いて、その差分を堆砂量としている。

一般にダム建設当初の計画貯水容量は、計画貯水位を基準として定められているので、本来ならば堆砂量も計画時の基準水位から定められるべきである。矢作ダムの貯水池は、基準水位として昭和45年計画高水位を採用している。

したがって、基準水面を計画満水位E.L.+298mとして、堆砂量を算出しながら、従前公表値と基準面をE.L.+298mの水平とし、0.0~3.0km区間の未測量断面については、補完断面を用いて修正値を算出した。
昭和63年以前の大きな差は、補完断面の有・無による差であり、平成元年以降は基準水面による差となっている。
平成12年度の差は、測量の錯誤を修正したことによる差である。



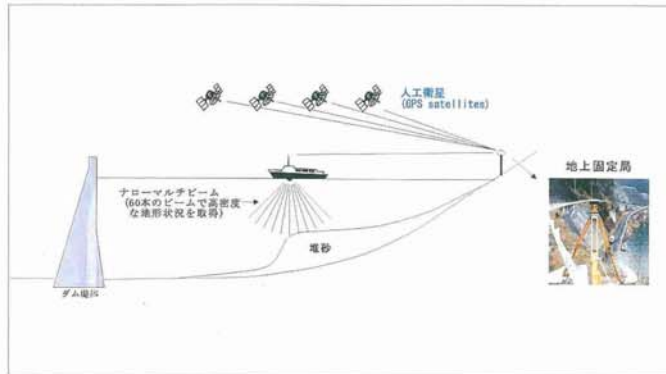
貯水量(堆砂量)の算出模式図



従前公表値と断面補完、基準EL.+298mによる修正堆砂量 (ダム管理年報より作成)

4. 堆砂測量

(1) 測量方法 (平成14年度)



※平成14年度以外は、深淺測量で行なっている。

矢作ダム貯水地計画業務より作成

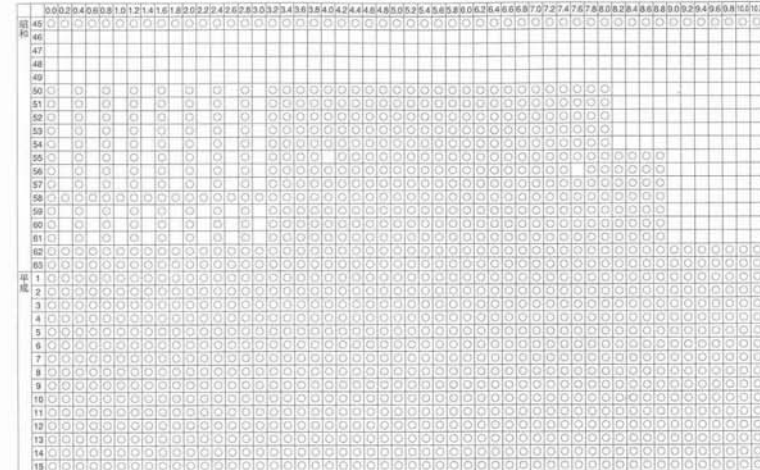
(2) 各年の測量断面の保存状況

測量成果から各年に測量された各断面は次のとおりである。

河川名	計画区間	測量区間			断面間隔
		昭和50～54	昭和55～62	昭和63年以降	
矢作川	0.0～8.0km	0.0～8.0km	0.0～8.8km	0.0～10.2km	S50～61年の0.0～3.0km 400m
段戸川	0.0～2.4km	0.0～2.4km		0.0～3.8km	S50～61年の0.0～2.0km 400m

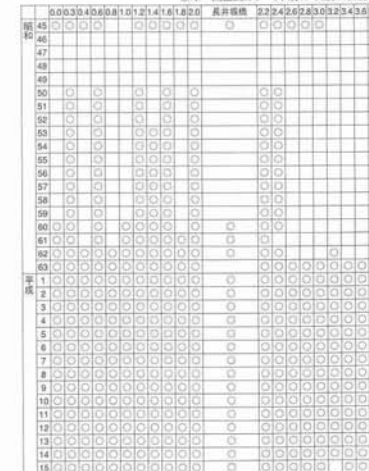
〈堆砂測量断面(矢作川)〉

○印 測量あり (平成17年2月11日現在)



〈堆砂測量断面(段戸川)〉

○印 測量あり (平成17年2月11日現在)



3.3 各容量内の実績堆砂量

各容量の堆砂実績を以下に示す。

各容量の実績堆砂量（平成16年度、運用後33年経過）

	計画貯水容量 (千 m^3)	平成16年度実績堆砂量 (千 m^3)	堆砂率 (%)
総貯水容量	80,000	15,243	19.1
有効容量	65,000	8,929	13.7
治水容量	15,000	1,014 (6.7%)	6.8
利水容量	50,000	7,915 (51.9%)	15.8
堆砂容量	15,000	6,314 (41.4%)	42.1

()は全堆砂量に対する比率

	計画貯水容量 (千 m^3)	平成16年度実績堆砂量(全体) (千 m^3)	堆砂率 (%)
堆砂容量	15,000	15,243	101.6



- 平成16年度実績堆砂量は15,243千 m^3 であり、計画堆砂容量(15,000千 m^3)の101.6%(運用後33年経過)に達している。
- 貯水池内に堆積している土砂の約41%は、堆砂容量内に堆積しているが、その他約60%は有効容量内(52%が利水容量内、7%が治水容量内)に堆積している。
- 治水容量内に堆積している土砂量は、計画容量に対し6.8%である。治水容量を侵しているため、治水機能に影響を与えていると考えられる。しかし、その値が20%の余裕におさまっているため、ただし書き操作に移行するような大規模出水以外の洪水に対しては、治水上大きな問題とはならないと考えられる。ただし、どの程度の影響が生じているかの確認は必要である。
- 利水容量内に堆積している土砂量は、計画容量に対し、15.8%である。このため、確実に利水安全度は低下しているが、堆砂容量内に未利用の容量(堆砂していない容量)が8,686千 m^3 あるため、この容量を活用すれば、計画の利水容量を確保することが可能となり、利水機能は継続できる。
- 恵南豪雨時にただし書き操作を実施していることを考慮すれば、治水容量内の堆砂は極力小さくする必要がある。また、利水容量については、今後堆砂が進行すると、利水容量全体の低下に直結する。このため、堆砂対策を実施し、容量の確保に努めることが望ましい。

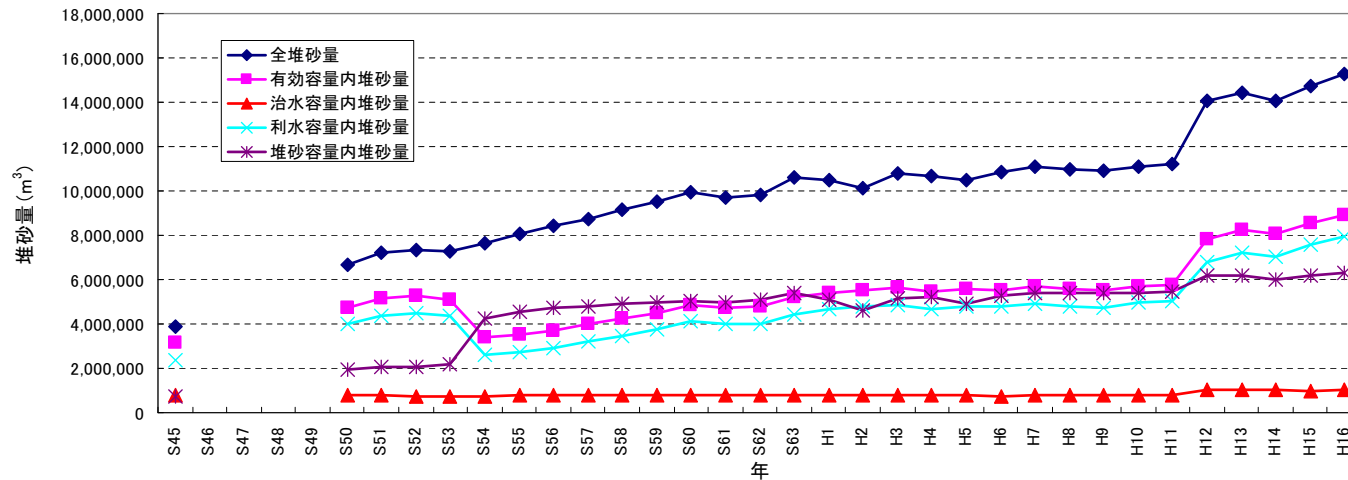


図 3.3 容量別堆砂量（平成16年）

3.4 粒度特性による堆積土砂区分

(1) 粒径調査の実施内容

貯水池内の堆積土砂に関する粒径調査は、S54、H10、H15の3回実施されている。

実施年	実施内容										
昭和54年度 (選択取水塔建設に伴う水位低下時)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ボーリング位置</th> <th>ボーリング長</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.0km</td> <td>10m</td> </tr> <tr> <td>2.6km</td> <td>17m</td> </tr> <tr> <td>3.0km</td> <td>17m</td> </tr> </tbody> </table>	ボーリング位置	ボーリング長	2.0km	10m	2.6km	17m	3.0km	17m		
ボーリング位置	ボーリング長										
2.0km	10m										
2.6km	17m										
3.0km	17m										
平成10年度	<p>① ボーリング調査</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ボーリング位置</th> <th>ボーリング長</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No.1 0.6km</td> <td>11m</td> </tr> <tr> <td>No.2 1.6km</td> <td>10m</td> </tr> <tr> <td>No.3 4.4km</td> <td>15m</td> </tr> <tr> <td>No.4 5.6km</td> <td>7m</td> </tr> </tbody> </table> <p>② 河床材料調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・相走橋(5.0km) : 貯水池末端附近 ・三作 : 上村川(矢作川の右支川) ・大野橋 : 矢作川 	ボーリング位置	ボーリング長	No.1 0.6km	11m	No.2 1.6km	10m	No.3 4.4km	15m	No.4 5.6km	7m
ボーリング位置	ボーリング長										
No.1 0.6km	11m										
No.2 1.6km	10m										
No.3 4.4km	15m										
No.4 5.6km	7m										
平成15年度 (恵南豪雨後)	貯水池の全域にあり、堆積層表層の土砂を採泥機で採取										

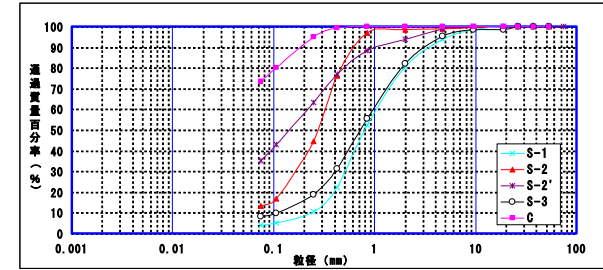
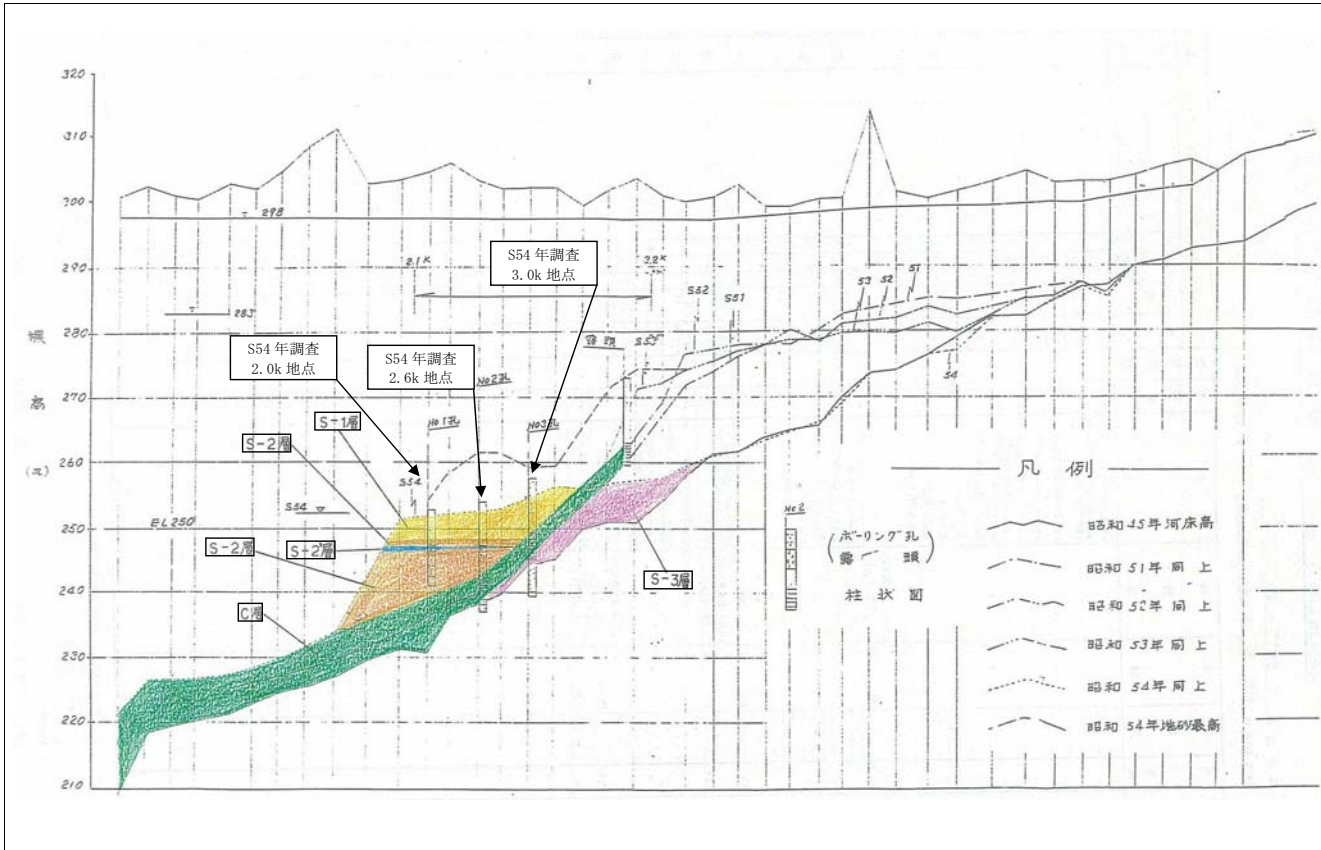
(2) 堆積土砂の区分

昭和 54 年度に行われた地質調査の概要を図 3.4に示す。

本調査は、選択取水口の工事に伴う水位低下により、堆積土砂が移動したことを経緯として行われている。

図より、移動した土砂は2層になっており下層は細砂・中砂であり上層は中砂・粗砂である。

貯水位の低下により、貯水池内で土砂移動が生じる。(昭和 54 年度)



・ダム本体近傍の密度流堆積層：シルト層
 ・デルタ肩付近：2層構造となり、下層は細砂・中砂で上層が中砂・粗砂
 ↓
 上層は、上流に堆積していたものが移動し、覆いかぶさったため

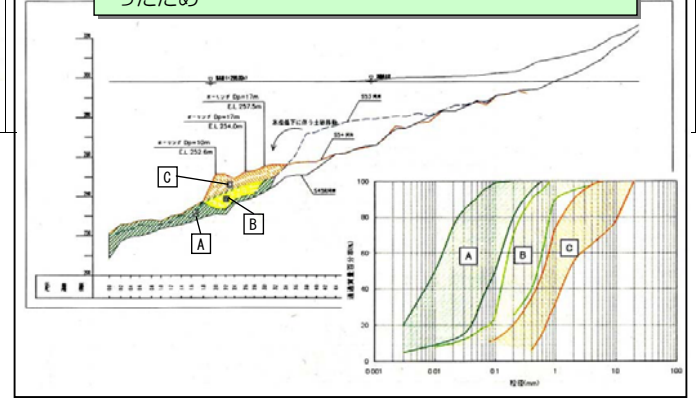


図 3.4 ボーリング調査結果 (S54年調査)

平成10年度の調査の概要を図3.5に示す。

ダムサイト付近の粒度分布測定結果から、ダムサイトに到達する最大粒径は0.1mm程度であることがわかる。

デルタ肩で堆積土層は区分される。(平成10年度)

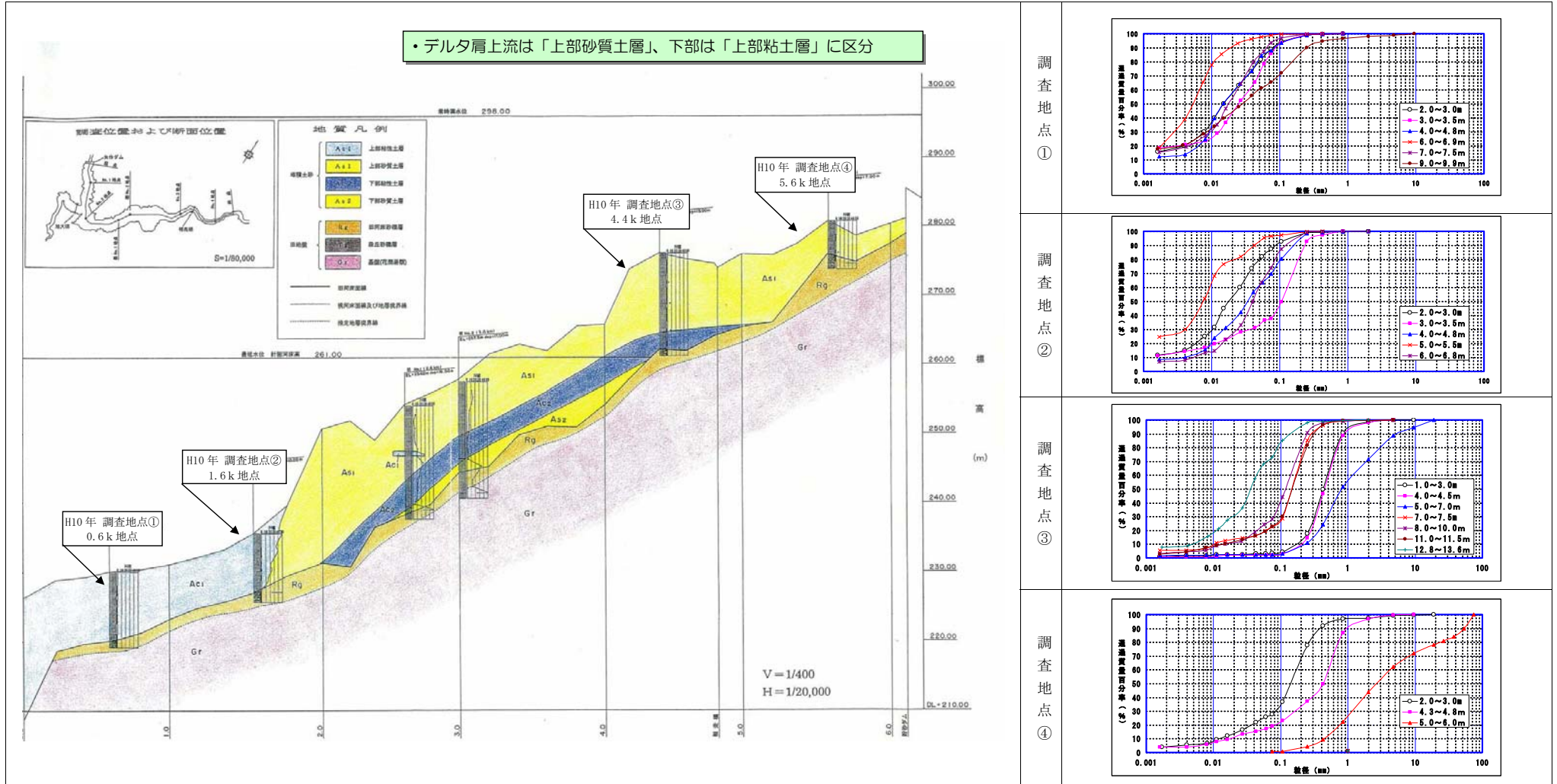
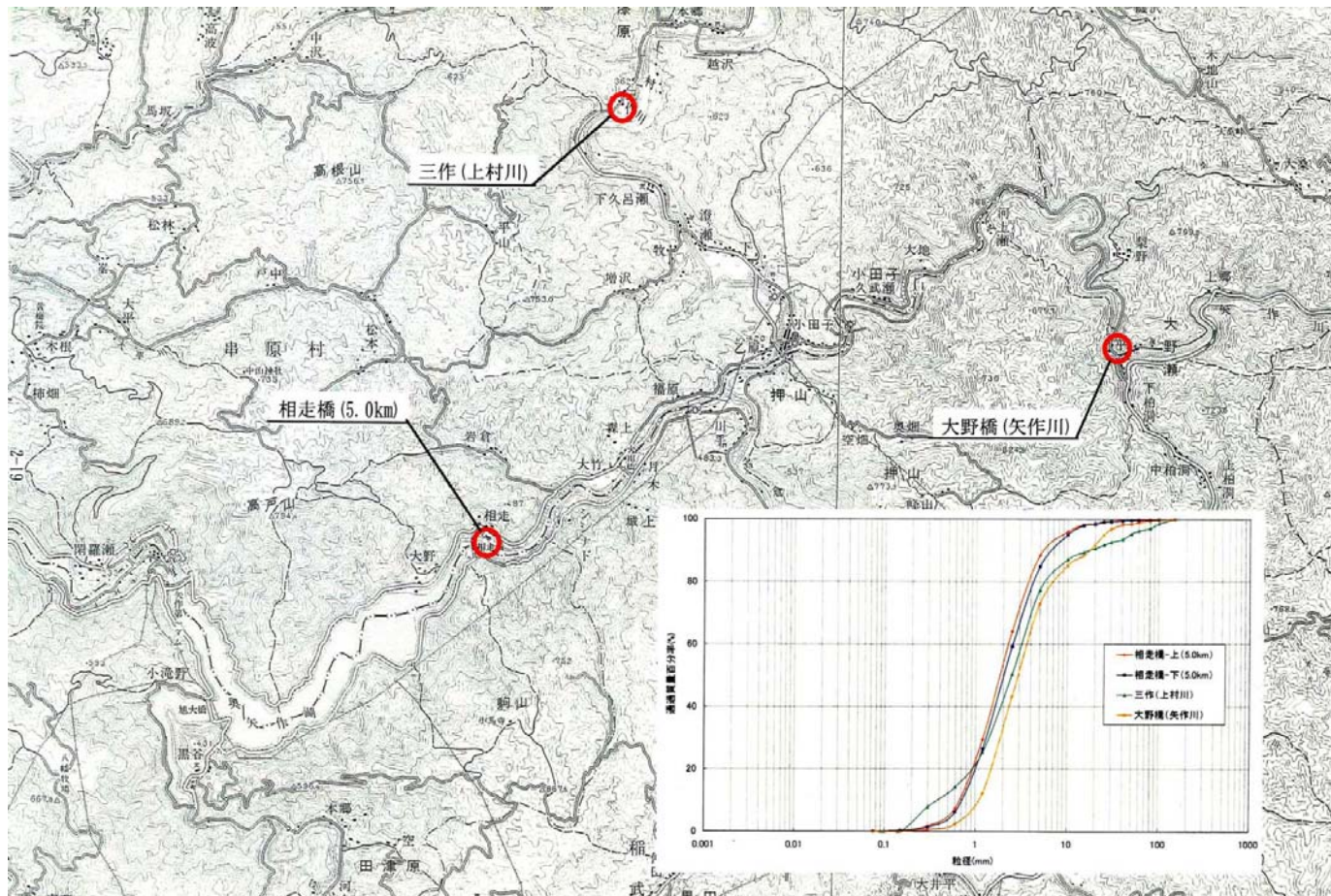


図 3.5 ボーリング調査結果 (H10年調査)



・貯水池内の堆積土砂と上流河道の堆積土砂に大きな差異は認められない

平成 15 年度に実施された表層部の土砂に関する調査概要を図 3.6 に示す。

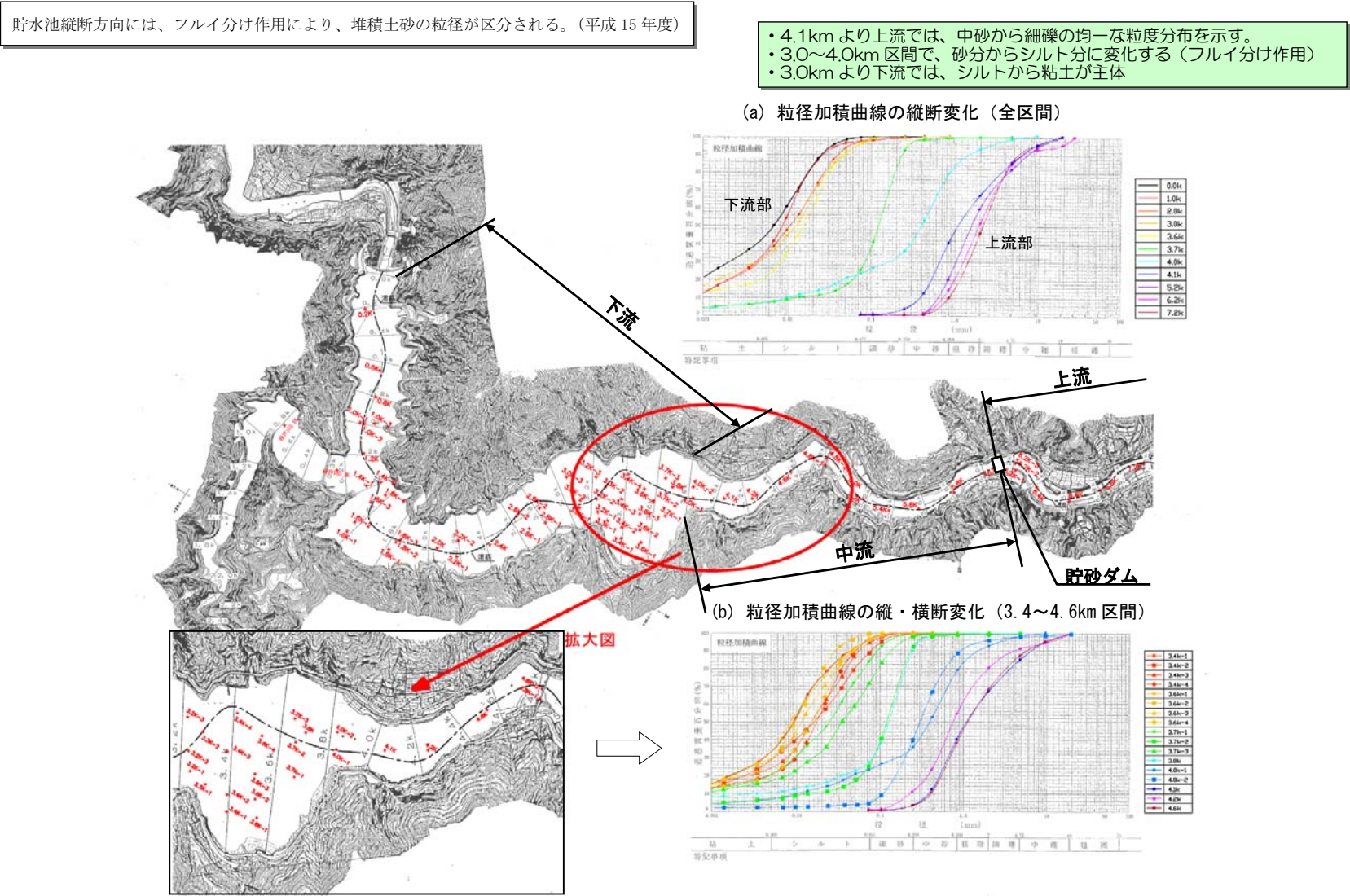


図 3.6 表層土砂の採取・粒度調査

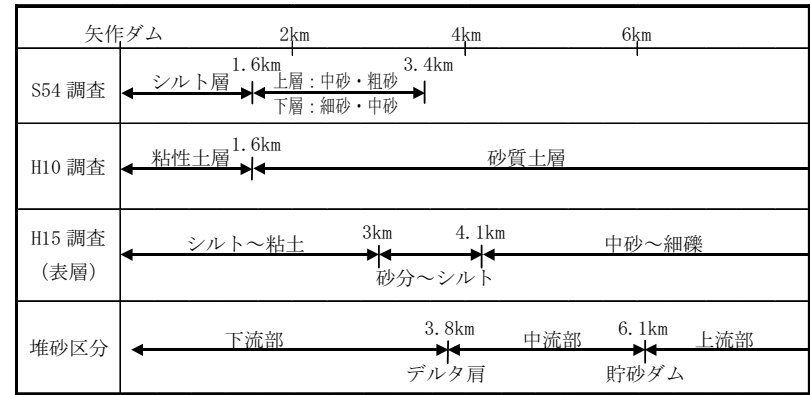
3.5 堆砂形状、性状等の堆砂環境による区域の分類

矢作ダムの堆砂環境は、上流部・中流部・下流部に区分される。

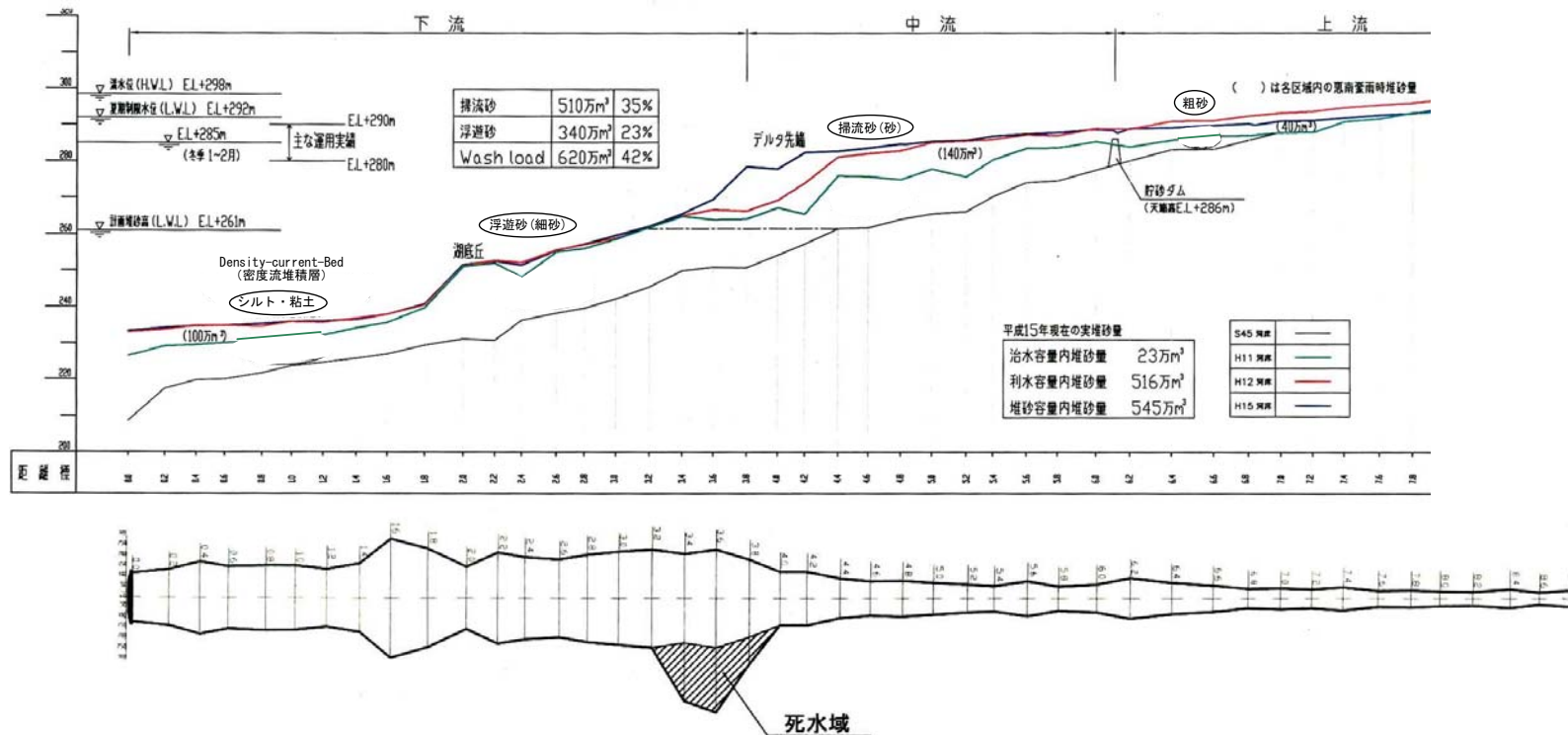
堆積土砂区分は下表のとおり。

区分	粒 径	堆砂域	H15 時点堆積		恵南豪雨で堆積	
			堆積土量(万 m³)	比率 (%)	堆積土量(万 m³)	比率 (%)
Wash load	d<0.02mm	0.0km~2.0km	620	42	68	24
浮遊砂	0.02mm<d<0.40mm	1.8km~4.0km	340	23	53	19
掃流砂	0.10mm<d	3.6km~8.8km	510	35	158	57
合計		0.0km~8.8km	1,470	100	279	100

※ H15 調査（表層）の結果より算出。



- ・上流部：中砂～細礫
- ・中流部：砂分からシルトへ変化
- ・下流部：シルト～粘土



3.6 年堆砂量と水文量との関係

年堆砂量と年最大流量との関係を図 3.7に、年間総流入量との関係を図 3.8に、年最大日雨量との関係を図 3.9に示す。

- 二次式による近似曲線の相関が良いが、恵南豪雨の H12 のデータによるものである。
- H12 を除くと R^2 は著しく低くなる。



- ここで取り上げた水文量と年堆砂量との間には良い相関は得られない。
- H12 の堆砂は、特異値として位置付けられる。

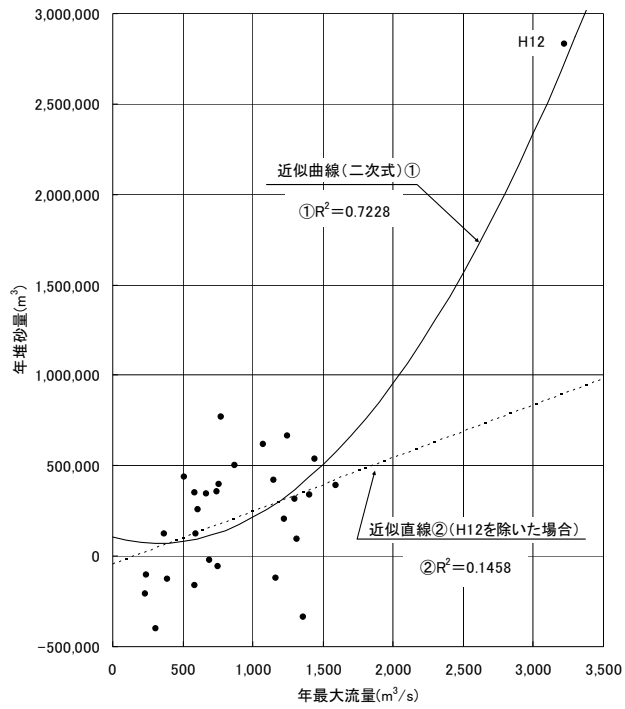


図 3.7 年堆砂量と年最大流量の関係

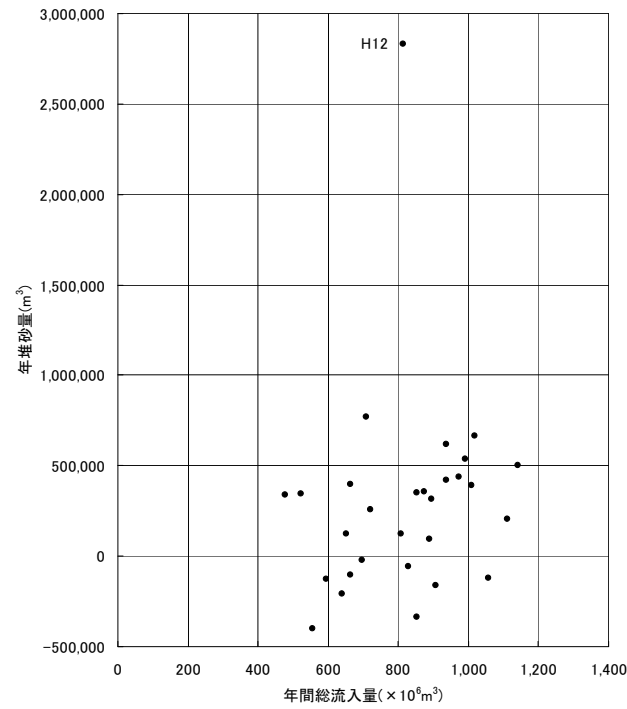


図 3.8 年間総流入量と年堆砂量の関係

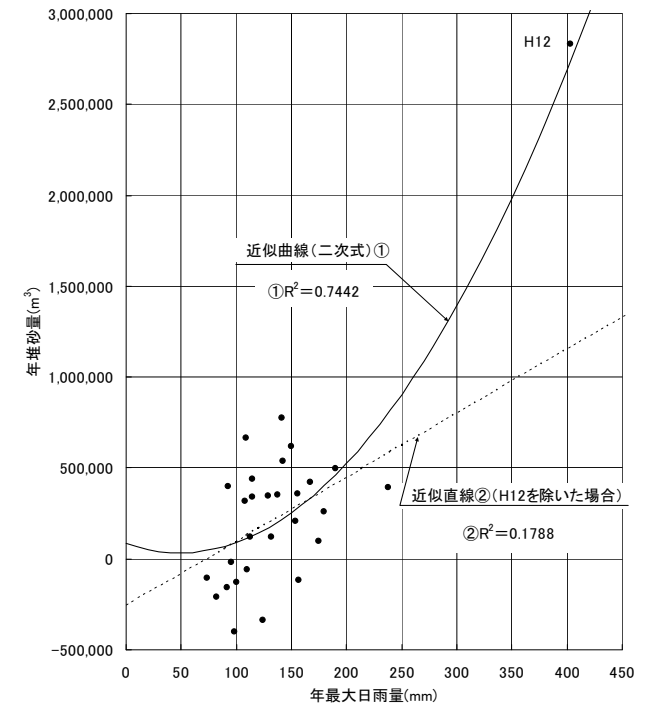
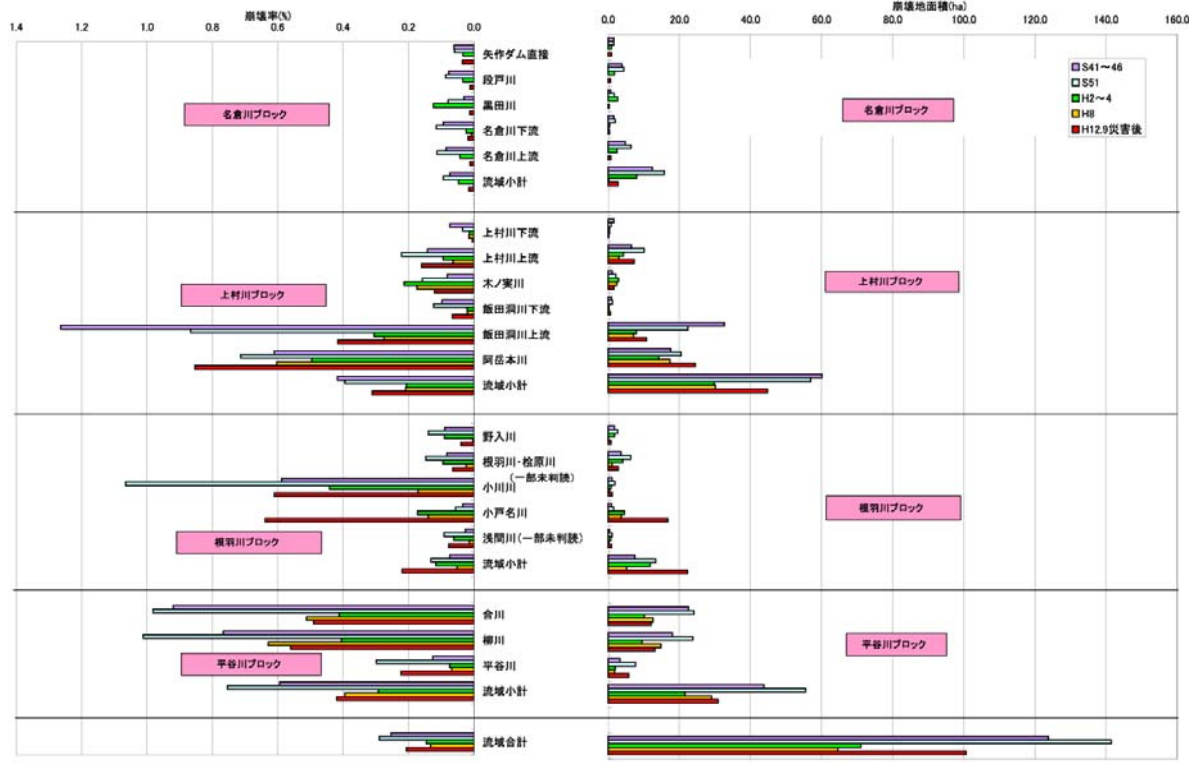
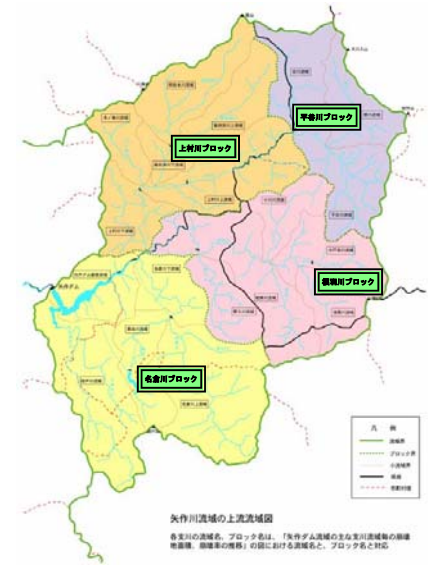


図 3.9 年最大日雨量と年堆砂量の関係

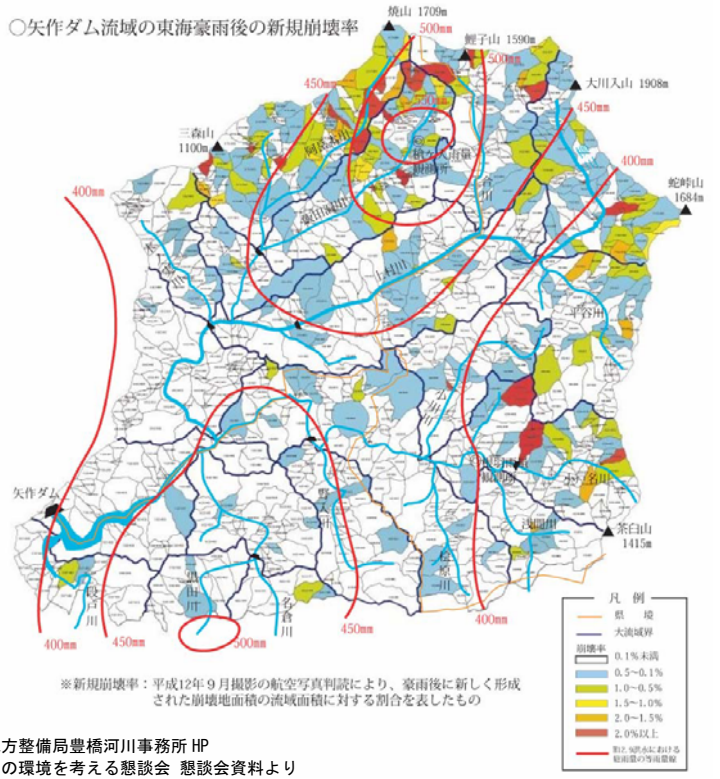
恵南豪雨後の矢作ダム上流域の主な支川毎の崩壊地面積と崩壊率の推移を以下に示す。

- 上村川、根羽川ブロックにおいて、崩壊地が大きく増加しているが、流域全体で見ると S41～S51 のレベルには至っていない。
- 表 3.1 の実績から認められる年堆砂量の変化（昭和 50～63 年で 300 千 m³/年、平成元年～11 年で 50 千 m³/年）と流域の崩壊地面積の変化（昭和～恵南豪雨前で半減）に対応関係が認められる。



注) 段戸川、黒田川、名倉川上流については、平成8年、平成12年是一部未判読
根羽川・椋原川、浅間川は、一部未判読箇所があるため、未判読箇所について除外した値を示した。
崩壊率は以下の式により算出した
崩壊率 = 崩壊地面積 / 流域面積

出典: 国土交通省多治見工事事務所



出典 : 中部地方整備局豊橋河川事務所 HP
矢作川の環境を考える懇談会 懇談会資料より
<http://www.cbr.mlit.go.jp/toyohashi/kondan/index.html>

その他の水文資料 崩壊地に関するデータ 地形・地質に関するデータ 流域の砂防計画
・・・など
の指標を用いて、将来的な年堆砂量を推定し、年堆砂量低減の可能性があるかどうかを検討する。

3.7 対象区間の年堆砂量

以上の結果を総括して表 3.4に示す。

緊急対策の対象区間に堆積する土砂量の年平均値としては、18 万 m³程度を見込んでおけば十分と考えられる。

なお、平成 16 年度までの検討結果では、対象区間の年平均堆積量を 14 万 m³（流入土砂量 20 万 m³/年のうちの掃流砂・浮遊砂分、平成 13～15 年の 3 ヶ年の平均）としていた。

表 3.4 年堆砂量と掃流砂・浮遊砂量

		全堆砂量 (千m ³ /年)	掃流砂・ 浮遊砂量 (千m ³ /年) ^{※1}
年平均堆砂量	S51～H16 (29年間)	295	177
	S51～S63 (13年間)	301	181
	H1～H11 (11年間)	55	33
	H13～H16 (4年間)	300	180
年堆砂量頻度	1回/2年 (29年間)	341	205
	1回/3年 (")	421	253
	1回/5年 (")	535	321
年堆砂量期待値 ^{※2}	(29年間)	358	215

※1 掃流砂・浮遊砂量は全堆砂量の60%として算定。

※2 確率分布形の適合度が低いため、参考値とする。

注) 掃流砂・浮遊砂の比率 60%は、後出の図 6.2で算定した堆積土

砂組成における粒径 0.1mm 以上の比率による。

4. 掘削範囲と制約条件

治水容量の確保と貯水池内への土砂流入の軽減を目的とした土砂捕捉方法（掘削範囲）は、平成16年までの委員会、「既設貯砂ダムの容量回復と嵩上げ案」が提案されている。しかし、その案には種々の課題点があり、その代案として「水平に陸上掘削を行う案」を併記する。それらの概要を表4.1に示す。

表 4.1 土砂捕捉方法

	既設貯砂ダムの容量回復と嵩上げ案 [H16までの委員会での検討案]	水平に陸上掘削を行う案
概要	既設貯砂ダム天端上位の堆積土砂と貯砂ダム上流の容量内の堆積土砂あわせて約84万m ³ (*)の掘削を行い、天端を2m嵩上げる。	夏季制限水位以下のある標高までの堆積土砂を水平に掘削して治水容量を回復し、当該標高以上の容量内に流入土砂を貯める。
利点	<ul style="list-style-type: none"> 既設貯砂ダムの有効活用が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 陸上掘削が可能である。 新たな構造物を必要としない。
欠点 (課題)	<ul style="list-style-type: none"> 嵩上げ工事、堆砂搬出時に最大16m程度(**)水中掘削が必要になる。 嵩上げ後、上流の真弓発電所への背砂・背水影響が懸念される。 	<ul style="list-style-type: none"> 貯砂ダムなど土砂を捕捉する構造物を設けないため、流入土砂量によっては、当該標高以下に0.1mmを超える粒径の土砂が流下する可能性がある(フトンカゴ等を用いた簡易な透過型えん堤による対応は可能)。

*1: 貯水池末端部堆砂量(1.2万m³) + 治水容量内堆砂量(23万m³) + 利水容量内堆砂量(60万m³) = 既設貯砂ダム天端上位50万m³ + 貯砂ダム容量内10万m³
*2: 制限水位(EL. 292m) - 貯砂ダム基礎標高(EL. 276m)

ここでは、「水平に陸上掘削を行う案」における掘削範囲と制約条件について検討し、当案の可能性について把握する。表4.2、図4.1は、水位低下連続保持日数と当該標高以上の堆砂量、陸上掘削量、掘削完了までの期間を示したものである。なお、検討条件や検討の内容は下記のとおりである。

- 掘削能力: 3,200m³/day(ハックル10台×40.3m³/h/台×8h)、2,200m³/day(ハックル7台×40.3m³/h/台×8h)
- 標高別の年間掘削可能量: 水位別の連続保持日数×掘削能力
- 緊急対策対象区間の年間堆砂量: 18万m³
- 当該水位以下の連続日数: 至近10年間の最小値
- 掘削完了までの期間は、以下のように算出

【EL. 290m、陸上掘削量3,200m³の場合】
[39.7万m³(当該標高以上の堆砂量) + 18万m³×3年(トライアルで算出)] ÷ 23.4万m³ = 4年

表4.2より、夏季制限水位以上の堆砂量23万m³(平成15年時点)については、洪水期間内(6/1~10/15)で最大45.8万m³の陸上掘削が可能であることより、1年以内で全量除去できるものと考えられる。また、それ以下の標高については、掘削能力にもよるがEL. 290m程度までの掘削は可能であると考えられる。また、当該標高以上には、40万m³程度の容量が確保されることになる。なお、この値は対象区間の年平均堆砂量の約2年分(18万m³/年×2年)に、また一度に流入することを想定すると1回/5年程度の土砂量に相当する。このため、当案は緊急対策として適応可能であるとする。ただし、掘削した箇所にとどの程度の土砂の量(質を含む)を捕捉できるかは、貯水池河床変動計算で確認する必要がある。

表 4.2 水位低下連続保持日数と当該標高以上の堆砂量、陸上掘削量、掘削完了までの期間

	EL. 286m	EL. 287m	EL. 288m	EL. 289m	EL. 290m	EL. 291m	EL. 292m
当該水位以下の連続保持日数	38日	40日	51日	58日	73日	87日	143日
当該標高以上の堆砂量	73.0万m ³	64.7万m ³	56.3万m ³	48.0万m ³	39.7万m ³	31.3万m ³	23万m ³
当該標高～夏季制限水位の堆砂量	50.0万m ³	41.7万m ³	33.3万m ³	25.0万m ³	16.7万m ³	8.3万m ³	0.0万m ³
陸上掘削量(3,200m ³ /day)	12.2万m ³	12.8万m ³	16.3万m ³	18.6万m ³	23.4万m ³	27.8万m ³	45.8万m ³
掘削完了までの期間	—	—	—	19年	4年	2年	1年
陸上掘削量(2,200m ³ /day)	8.4万m ³	8.8万m ³	11.2万m ³	12.8万m ³	16.1万m ³	19.1万m ³	31.5万m ³
掘削完了までの期間	—	—	—	—	—	9年	1年

※堆砂量はH16委員会資料をもとにした概算値
※※“—”は流入土砂量が掘削土砂量を上回る標高

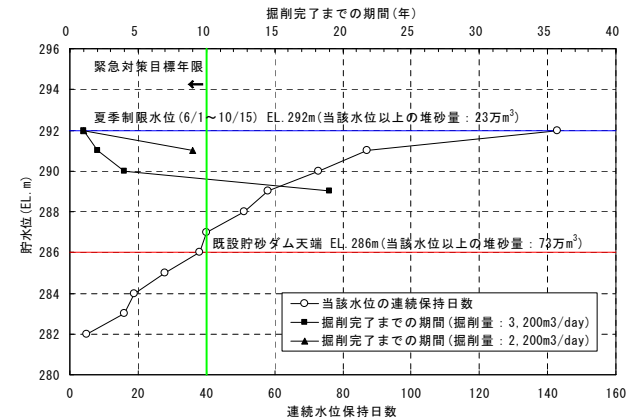


図 4.1 至近10ヶ年(H7~H16)の貯水位低下連続日数と掘削完了までの期間

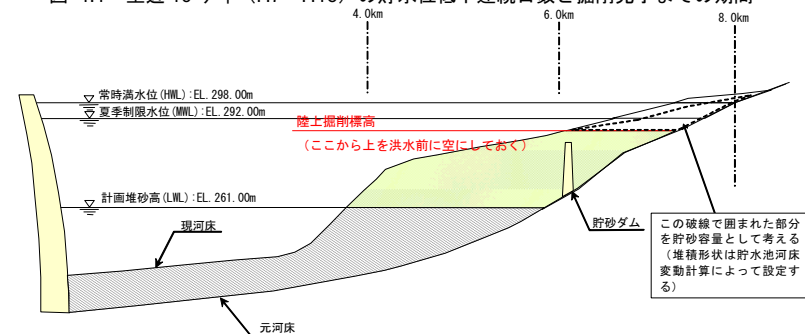


図 4.2 水平に陸上掘削を行う案の概念図

一 参考（平成 16 年度までの検討案の課題） 一

(1) H16 年度検討結果

平成 16 年度までの矢作ダム貯水池総合管理計画検討委員会において、矢作ダム貯水池の堆砂実態を踏まえた検討が行われ、緊急対策と長期対策として以下の結果が得られている。

1) 緊急対策

矢作ダム貯水池における緊急的な堆砂対策は、今後 10 年を目途として検討する。

- ① 治水容量内に堆積した土砂の排砂
- ② 治水容量を確保し、利水容量を増やすための、現貯砂ダムの機能回復と既堆砂量の一部排除
- ③ 流入土砂の捕捉効率の向上と排砂効率向上のための貯砂ダムの嵩上げ



貯砂ダムを 2m 嵩上げる（天端高：EL. 288m、貯砂容量 35 万 m³）

- 過去最高の河床高を記録した平成 12 年の堆砂線に合わせる。
- 貯砂容量 35 万 m³ は貯水池運用面からみた最大掘削・搬出量
- 35 万 m³ は過去の実績から 3 年に 1 回程度の堆砂量に相当

2) 長期対策

矢作ダム貯水池における長期対策として適用可能なメニューは以下が考えられる。

- ① 貯水位低下による土砂の堆砂域への移送
- ② 土砂バイパス水路による土砂の迂回
- ③ サクション方式による強制土砂排砂



- 土砂の堆砂域への移送は「極端な水位低下」と「その間にある程度の規模以上の出水」が必要であり、多くは期待できない。
- バイパス水路の呑口は 4.6km 地点、流量規模 700m³/s で、年間 10 万～15 万 m³ の土砂排除が可能。
- 水位差と機械力を併用したサクション方式により高濁度排砂が可能であれば、5m³/s 規模で年間 30 万 m³ が期待できる。

(2) 緊急対策の課題

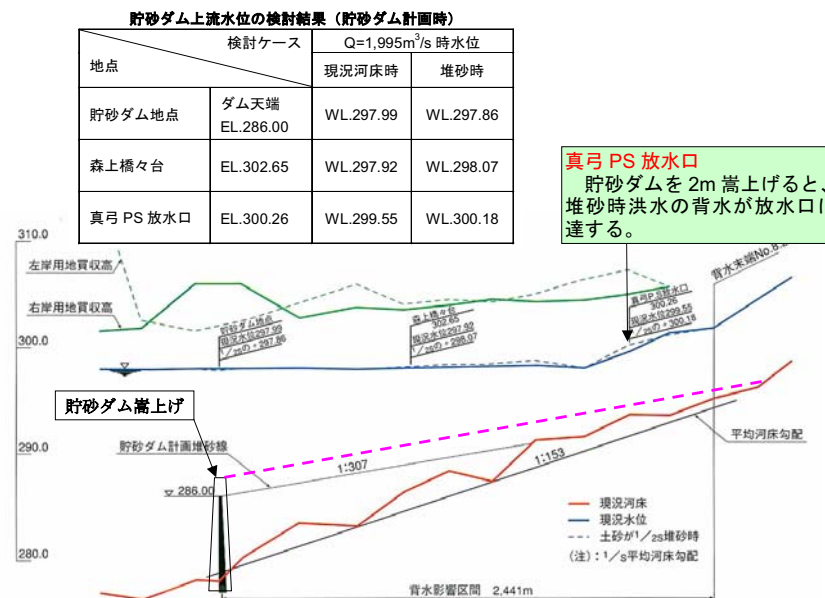
緊急対策として現貯砂ダムの機能回復及び 2m の嵩上げによる機能向上を図る場合、下記の課題が挙げられる。

- ① 真弓発電所への背水影響
- ② ダンプトラックによる運搬
- ③ 完成までの年間 20 万 m³ の流入土砂の処理
- ④ 貯砂ダム上流の水中掘削

1) 真弓発電所への背水影響

貯砂ダム計画時の規模は、堆砂時における計画高水流量 1,995m³/s（貯砂ダム地点）流下時の真弓 PS への背水影響によって設定されている。貯砂ダムの高さ（水通しの高さ）は EL. 286.0m とすると、森上橋橋台、真弓発電所放水口のいずれにも問題はなく、このときの計画堆砂量は 180,000m³ となる。貯砂ダム完成後の背水影響区間は、貯砂ダム地点より上流 2,441m で、用地買収線には影響ない。

これを 2m 嵩上げた場合には、同一条件において真弓 PS 放水口に背水影響が及ぶことは確実である。



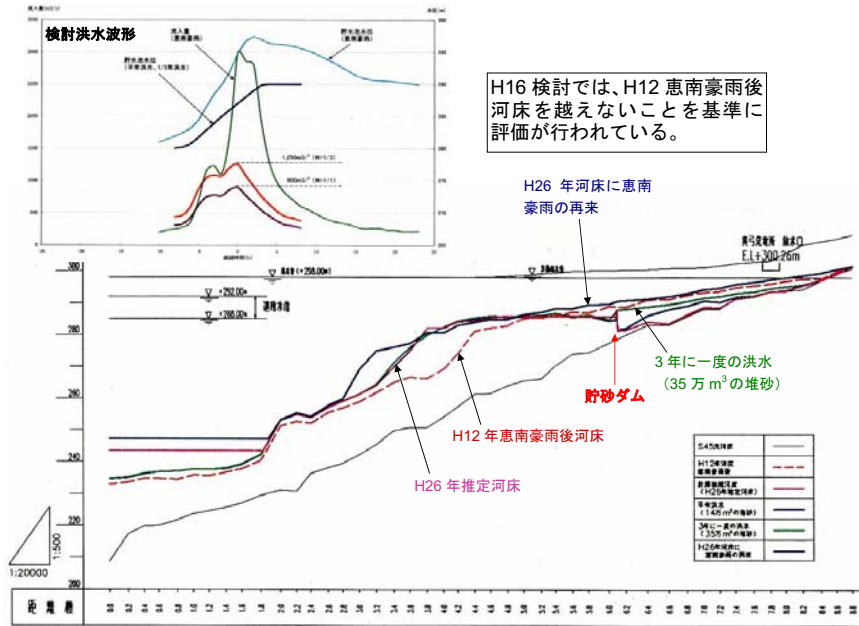


図 4.4 H16の背砂影響検討結果

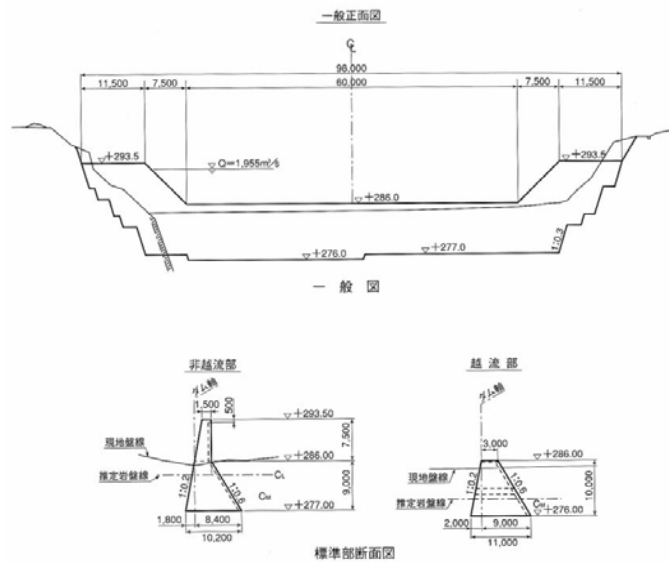


図 4.5 貯砂ダム概要図

2) ダンプトラックによる運搬

土砂の搬出地は、下記の2地点を想定。

- ・ 衣浦港
- ・ 蒲郡港

搬出条件は、以下のとおり。

- ・ 搬出期間：1月中旬～11月中旬（10ヶ月）
- ・ 搬出時間：8:00～12:00
- ・ 時間当たりダンプ数：40台程度/時
- ・ 1日当たり搬出可能量：896m³/1ルート
- ・ 年間搬出可能量：179,200m³/1ルート

ダンプトラックによる運搬
 ストックヤードを確保すれば2ルートで36万m³/年の搬出が可能としている。

1ルートあたり40台/時×4時間=160台/日が走ることに
 なり、山間部の交通に与える影響が大きい。

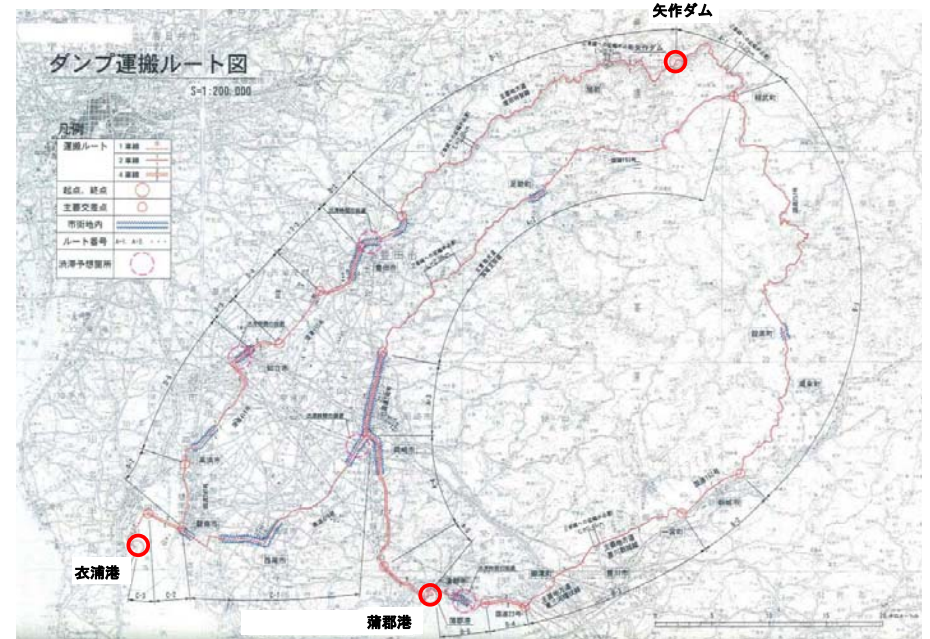


図 4.6 ダンプトラックによる運搬

3) 完成までの年間 20 万 m³ の流入土砂の処理

5年間で 60 万 m³ (12 万 m³/年) の土砂を掘削し、あわせて流入土砂 20 万 m³/年のうち掃流砂・浮遊砂分 約 14 万 m³/年を掘削する計画としているが、掃流砂・浮遊砂をいかに捕捉・除去するかが課題である。

EL. 286m (現貯砂ダム天端)～EL. 292m (制限水位) の堆積土砂	50 万 m ³
EL. 286m 以下、貯砂ダム上流の堆積土砂	10 万 m ³
合計	60 万 m ³

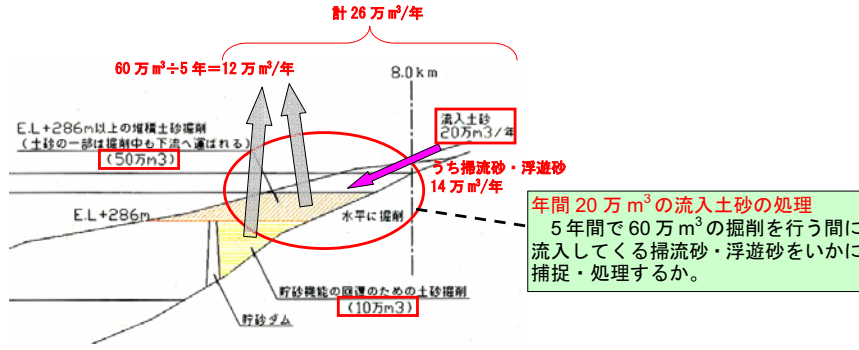


図 4.7 年間 20 万 m³ の流入土砂の処理

4) 貯砂ダム上流の掘削

貯砂ダム下流の貯砂ダム天端 EL. 286m 以下の掘削を行わない計画としているが、貯砂ダムから下流に水を抜くことができないため、貯砂ダム機能回復時及び貯砂ダム完成後の堆砂搬出の際に水中掘削あるいはポンプアップが必要となる。

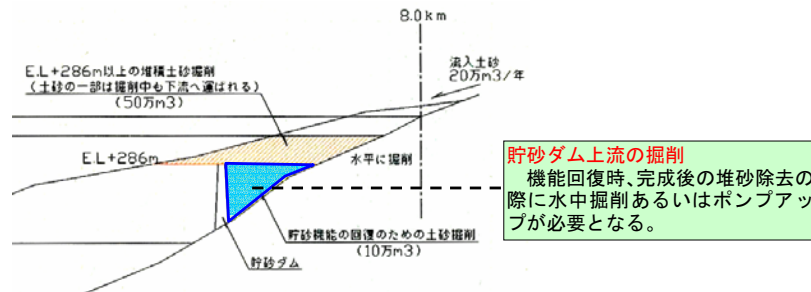


図 4.8 貯砂ダム上流の掘削

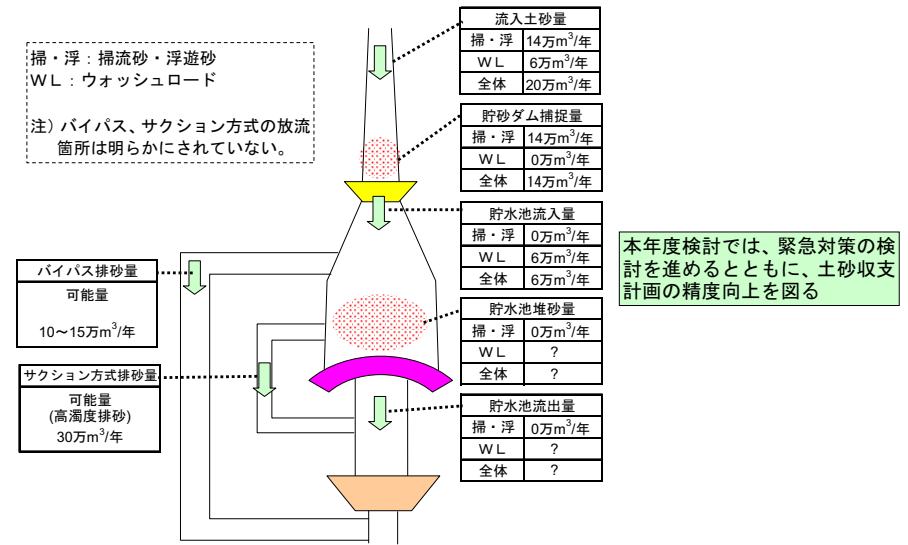


図 4.9 H16 検討における土砂收支図

5. 土砂処理方法の検討

掘削した土砂の処理方法（行き先）としては、表 5.1に示す方法が考えられる。

表 5.1 土砂処理方法の利点と欠点

土砂処理方法	利点	欠点
下流河道への投入	<ul style="list-style-type: none"> ① ダム直下流に投入した場合、運搬距離が短く経済性に優れる ② ダム建設により生じた、土砂移動の不連続性を改善することができ、ダム建設が下流河川の物理、生物環境に与えている影響の緩和、改善が期待できる ③ 下流河道の物理、生物環境や下流河道の治水機能に悪影響が及ばない範囲内で、半永久的に投入することができる 	<ul style="list-style-type: none"> ① 処理量はダム管理上の視点以外の要因（漁組など河川利用者の視点や、下流河川の物理、生物環境など）に大きく左右されるなど、不確定な要素が多い【他ダムの実績：実績年堆砂量の約10～20%が年間の最大投入土砂量】 ② 順応的な管理が必要となるため、緊急対策として位置づけることが困難である（+α的な取扱い） ③ 濁水の発生など、下流河川の環境に与える影響が懸念される ④ ストックヤードが必要となる
海岸・海域への土砂供給	<ul style="list-style-type: none"> ① ダム建設により生じた、土砂移動の不連続性を改善することができ、ダム建設が海岸・海域に与える影響の緩和、改善が可能である ② 海岸・海域の物理、生物環境に悪影響を及ぼさない範囲内で、半永久的に土砂を供給することができる 	<ul style="list-style-type: none"> ① 矢作ダムから河口までの運搬距離が約70kmと長距離となり、経済性に劣ることや周辺の環境に与える悪影響が懸念される ② 処理量は、ダム管理上の視点以外の要因（漁組など河川利用者の視点）に大きく左右される ③ 順応的な管理が必要となるため、緊急対策として位置づけることが困難である（+α的な取扱い） ④ ストックヤードが必要となる
近隣地区での有効活用	<ul style="list-style-type: none"> ① 資源の有効活用が可能である（捨てればゴミ、使えば資源） ② 現在、年間約20,000m³の骨材採取がなされており、確実に処理できる量がある程度把握できるため、確実な処理計画として位置づけることができる 	<ul style="list-style-type: none"> ① 活用先によっては、運搬距離が長くなる可能性がある ② ストックヤードが必要となる
土捨場への処理	<ul style="list-style-type: none"> ① 容量的な制限もあるが、確実に処理できる土砂量がある程度把握できるため、確実な処理方法として位置づけることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 容量的に限界がある ② 土捨場の用地を新たに確保する必要がある
堆砂容量内への運搬	<ul style="list-style-type: none"> ① 運搬距離が他の案に比べ最も短い ② 新たな用地を確保する必要がない ③ 容量的な制限もあるが、確実に処理できる土砂量がある程度把握できるため、確実な処理方法として位置づけることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 容量的に限界がある【平成16年度現在：計画堆砂容量内の空容量（土砂が堆積していない容量）は869万m³】 ② 貯水池内堆砂量は減少しない。



土砂処理方法の検討方針

- ① 堆積土砂は**極力有効活用**（下流河道への投入、海岸・海域への土砂供給、近隣地区での有効活用）することとする。ただし、下流河道への投入、海岸・海域への土砂供給は河川利用者との合意形成や運搬費などの費用分担上の問題などがあるため、緊急対策として位置づけることは困難となる可能性がある。このため、緊急対策での位置づけは、**近隣地区での有効活用を基本とし、下流河道への投入や海岸・海域への土砂供給は、できる限り実施するとのスタンスとする。**
- ② 有効活用が困難となる土砂は、**土捨場や堆砂容量内へ移動させる計画とする。**

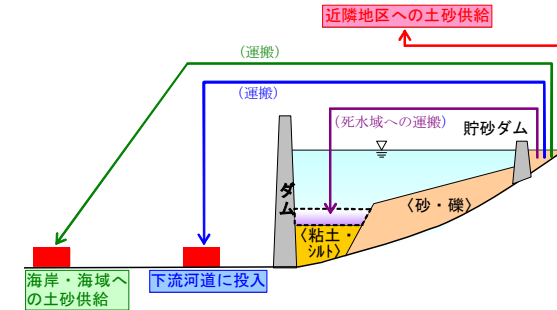


図 5.1 掘削土砂の有効活用メニュー（掘削土砂の処理方策検討イメージ）

6. 矢作川土砂動態・河床変動の検討

6.1 矢作ダム貯水池土砂モデルの概要

(1) 河床変動モデルの概要

矢作ダム貯水池における堆砂形状を、1次元河床変動シミュレーションモデル（次表参照）により予測する。

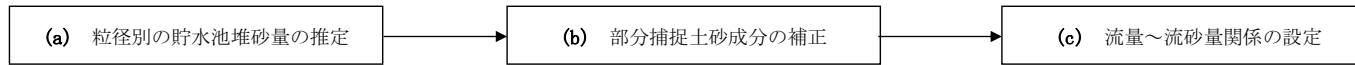
		解析手法・支配方程式
水面形		一次元不等流計算（標準逐次計算法） $\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$ $\frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{A^2} + h + z \right) + i_e = 0$
流砂量	掃流砂	芦田・道上式 $\frac{q_{Bi}}{f(di)u_{*e}di} = 17\tau_{*ei} \left(1 - \frac{\tau_{*ci}}{\tau_*} \right) \left(1 - \frac{u_{*ci}}{u_*} \right)$
	浮遊砂	芦田・道上式（平衡流砂量） $\frac{q_{Si}}{q_{f0}(i)} = C_B \left\{ \left(1 + \frac{1}{k} \cdot \frac{ng^{1/2}}{h^{1/6}} \right) \cdot \Lambda_1 + 1 + \frac{1}{k} \cdot \frac{ng^{1/2}}{h^{1/6}} \cdot \Lambda_2 \right\}$
河床変動		河床の連続式 $\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{B(1-\lambda)} \frac{\partial}{\partial x} \left[\sum_i q_{Bi} \cdot B + \sum_i q_{Si} \cdot B + Q_w \right] = 0$
河床交換層		河床上昇 $\partial Z / \partial t \geq 0$: $\frac{\partial P_b}{\partial t} = \frac{1}{a} (P_B - P_b) \frac{\partial Z}{\partial t} - \frac{q_B}{a(1-\lambda)} \frac{\partial P_B}{\partial x}$ 河床低下 $\partial Z / \partial t < 0$: $\frac{\partial P_b}{\partial t} = \frac{1}{a} (P_B - P_{b0}) \frac{\partial Z}{\partial t} - \frac{q_B}{a(1-\lambda)} \frac{\partial P_B}{\partial x}$

モデル構築においては検証期間、流入条件等を以下のように設定する。

- (a) 計算対象区間：矢作ダム堤体(No. 0)～矢作ダム貯水池末端(ダムサイトから約 11 km)
- (b) 検証計算対象期間：1970～2004(昭和 45～平成 16 年)の 34 年間
- (c) 初期縦横断面形状：1970(昭和 45 年)末の縦断・横断測量結果を初期形状として設定
- (d) 流入土砂組成（粒径分布, 移動層厚）：矢作ダムにおける既往のボーリング調査結果（S54, H10）から求まる粒径別の堆積土砂量から推定（「(2) 流入土砂条件の考え方」参照）

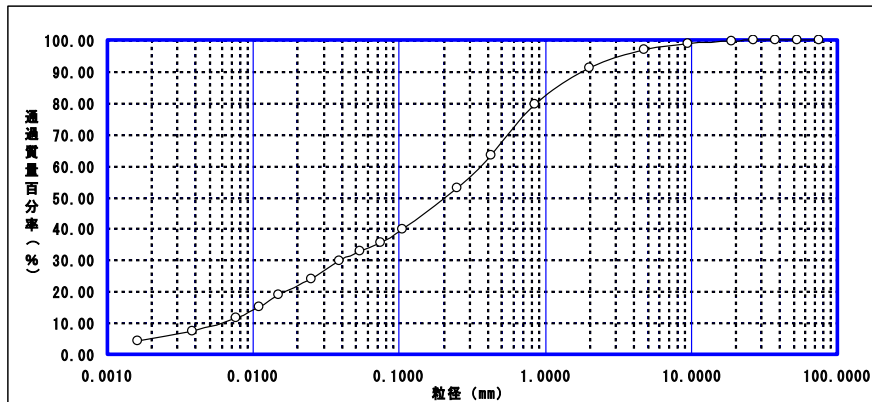
(2) 流入土砂条件の考え方

矢作ダムへの流入土砂量については、堆積土砂量データをもとに、以下のように設定する。



1) 粒径別の貯水池堆砂量の推定

横断測量データ、図 3.4、図 3.5に示したボーリング調査結果をもとに推定した貯水池内堆積土砂の粒度組成は、図 6.1のようである。



	粒径 (mm)	積算 (%)		粒径 (mm)	積算 (%)
1	75	100.0	18	0.0110	15.1
2	53	99.9	19	0.0076	11.6
3	37.5	99.9	20	0.0038	7.3
4	26.5	99.8	21	0.0016	4.4
5	19	99.8	22		
6	9.5	99.0	23		
7	4.75	97.0	24		
8	2	91.1	25		
9	0.85	79.6	26		
10	0.425	63.2	27		
11	0.25	53.1	28		
12	0.106	39.8	29		
13	0.075	35.6	30		
14	0.06	32.9	31		
15	0.043	29.6	32		
16	0.027	24.1	33		
17	0.016	18.9	34		

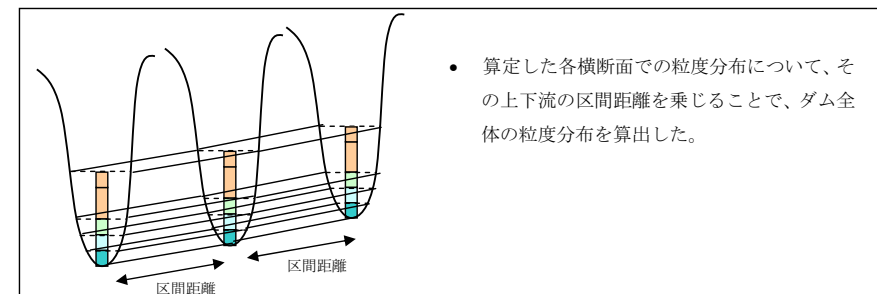
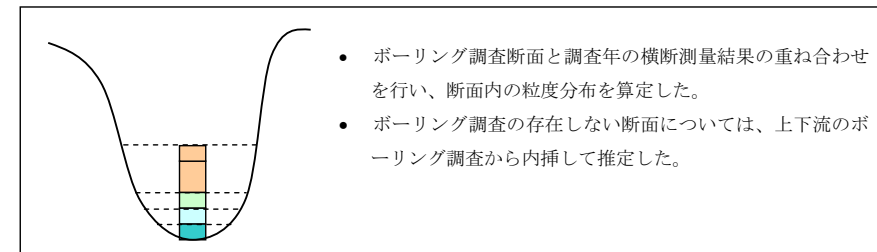
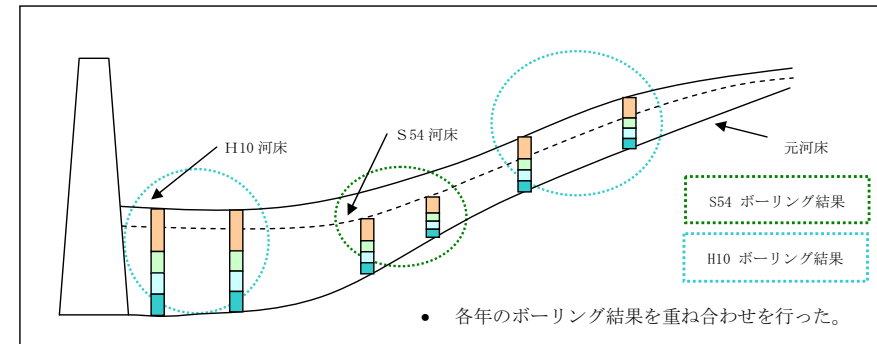


図 6.1 矢作ダム貯水池の粒度組成

2) 部分捕捉土砂成分の補正

ダムサイト付近の最大粒径以上の粒径成分：流入土砂量=堆積量

ダムサイト付近の最大粒径以下の粒径成分：流入土砂量=堆積量/捕捉率 として設定する。

これより、ダムサイト付近での最大粒径以上の土砂は全量が捕捉されるが、それ以下の粒径成分についてはBrune 相関図より捕捉率を算出し、流入量を推定することとした。具体的にはダムサイト付近での粒度組成調査結果から、0.1mm以下の成分を部分捕捉成分であるとし、矢作ダムにおける回転率(10.4回/年)からこの粒径以下の土砂成分についてその捕捉率である85%を推定した。

捕捉率を考慮した、矢作ダムの粒径別の貯水池堆砂量は下図に示す通りであり、この粒度分布を流入土砂条件として推定することとする。

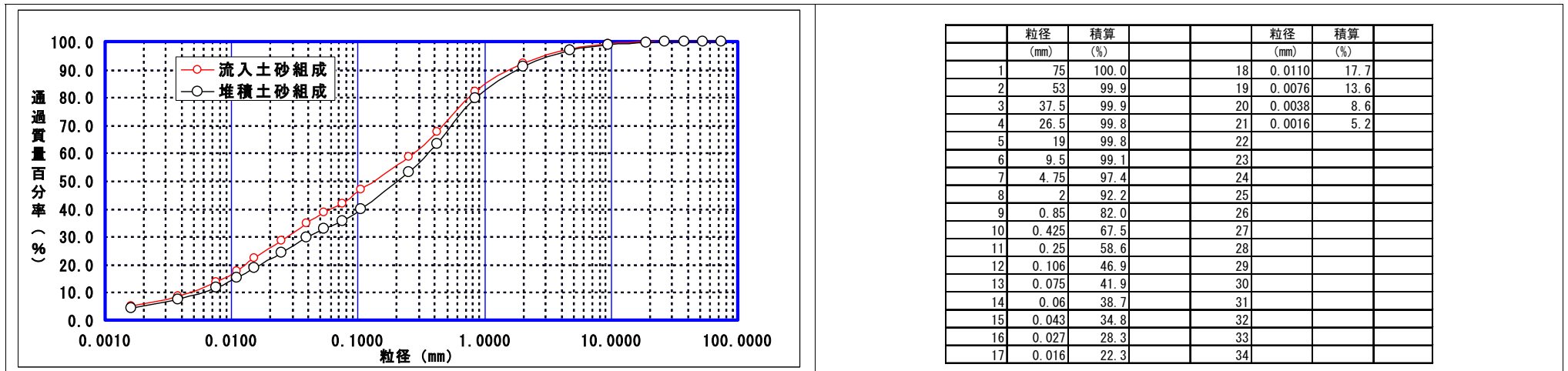


図 6.2 矢作ダム流入土砂条件

3) 流量～流砂量関係の設定

矢作ダムへの流入量および堆砂量を踏まえ、ダム建設後から現在までの合計堆砂量を再現し得る流入土砂量式（流入土砂量= $\alpha \times \text{流量}^\beta$ ）を作成する。なお、 β については粒径によらず一定であるとする。

6.2 矢作ダム下流河川土砂モデルの概要

(1) 矢作川河床変動特性の概要

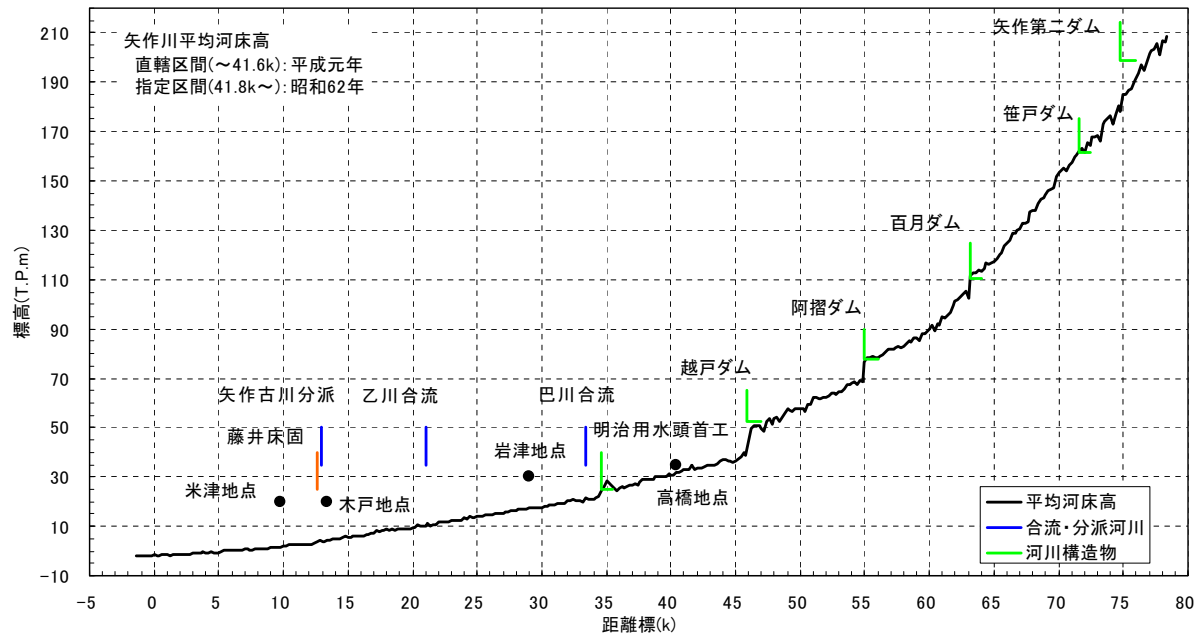
1) 流域の概要

矢作川は、長野県大川入山(1908m)に源を発し、南西の勘八峠を下って豊田盆地・豊田渓谷を経て、西三河平野を通り知多湾へ注ぐ、流路延長 117km、流域面積 1,830km² の一級河川である。

本川・支川の上流は風化の進んだ花崗岩系の地質に広く覆われており(図 6.5)、それに発する多量の土砂は下流の沖積地(図 6.6)に典型的な砂河川を形成させてきた。

矢作ダム下流の河床縦断面図および、平面図を図 6.3、図 6.4に示す。

図に示すように、矢作ダム下流には矢作第二ダム、笹戸ダム、百月ダム、阿摺ダム、越戸ダム、明治用水頭首工等の河川構造物が存在するが、矢作第二ダムを除いては、ほぼ堰堤敷き高(ダムはクレスト敷き高)程度まで、河床が上昇している。



※河川構造物の横棒は堰堤敷き高

図 6.3 矢作川平均河床縦断面図(矢作ダム下流)

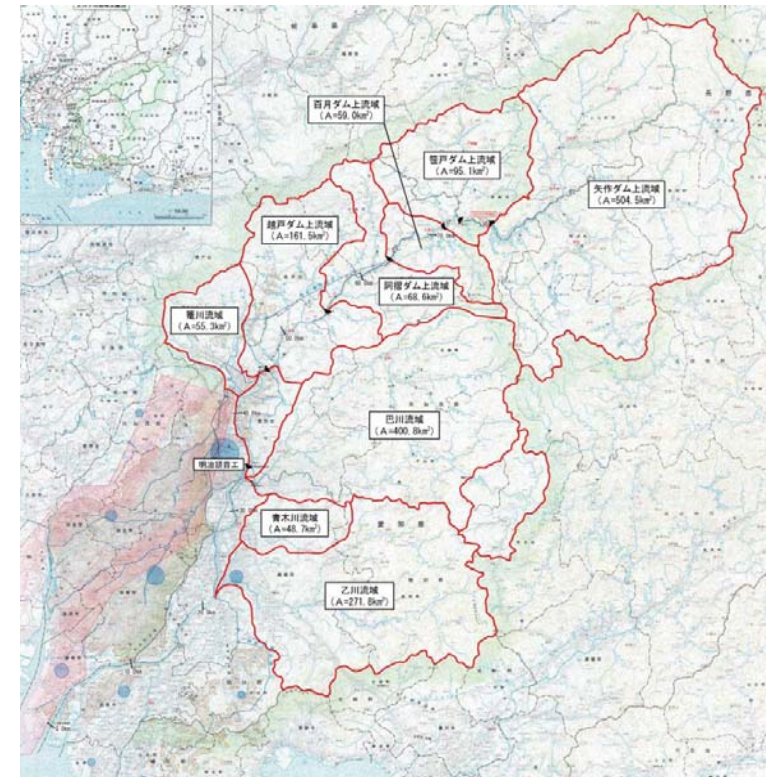


図 6.4 矢作川平面図

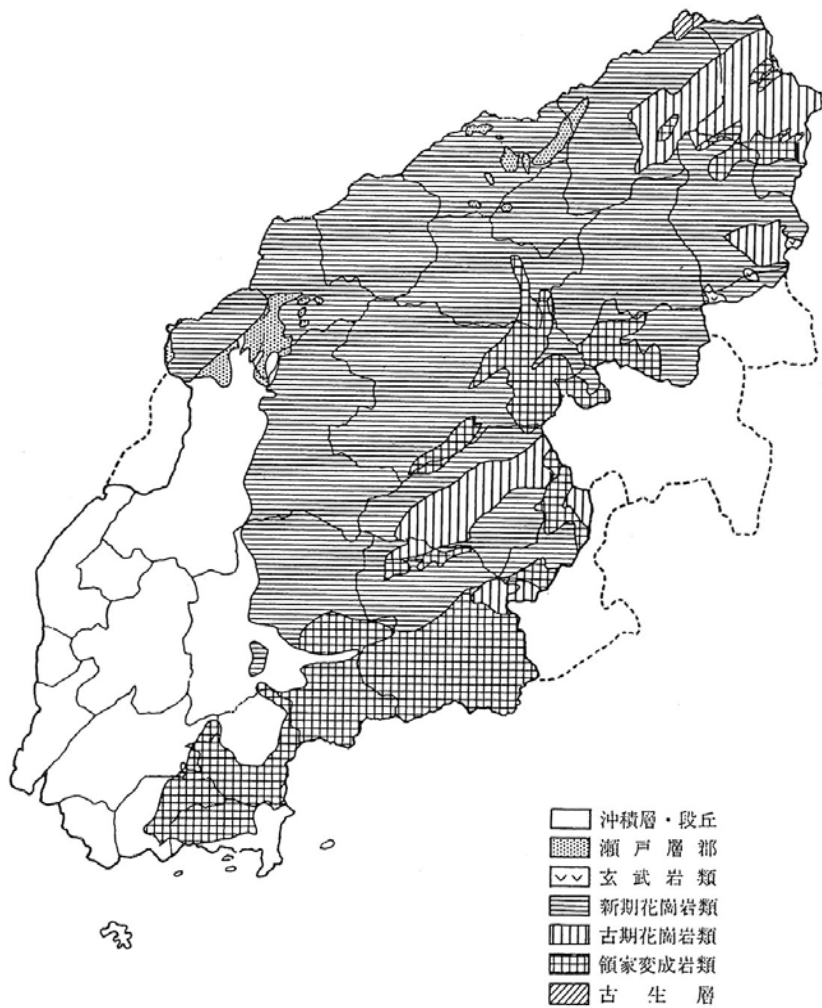


图 6.5 矢作川流域地質図

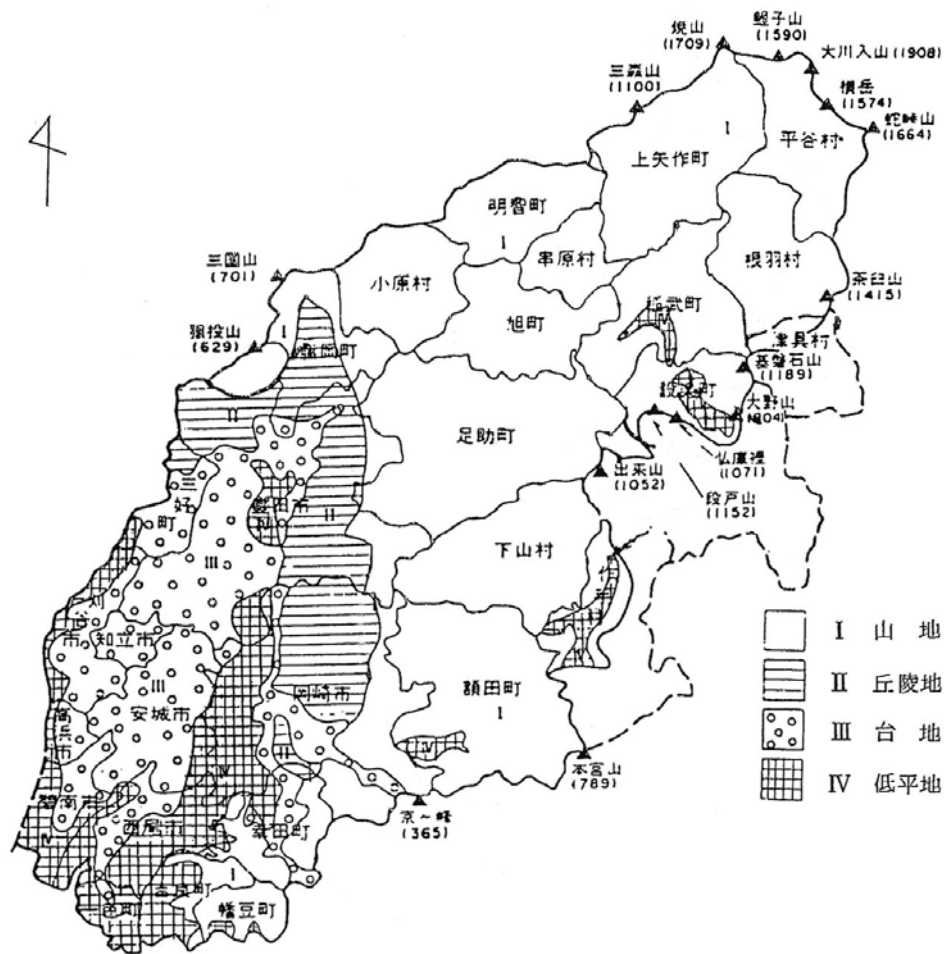


图 6.6 矢作川流域地形区分図

2) 河床変動特性

昭和40年以降の直轄区間(河口～41.6k)における平均河床高の経年変化を図6.7に示す。

矢作川では、昭和40年代から昭和50年代にかけて河床が大きく低下しているが、平成元年以降では大きな河床変動はみられない。

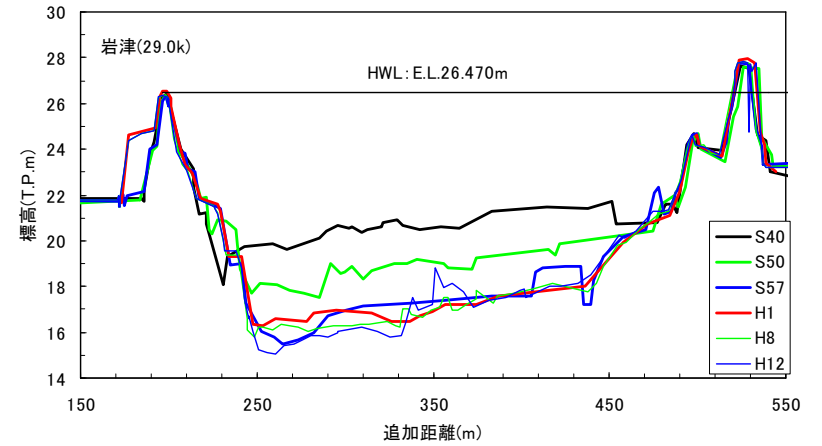
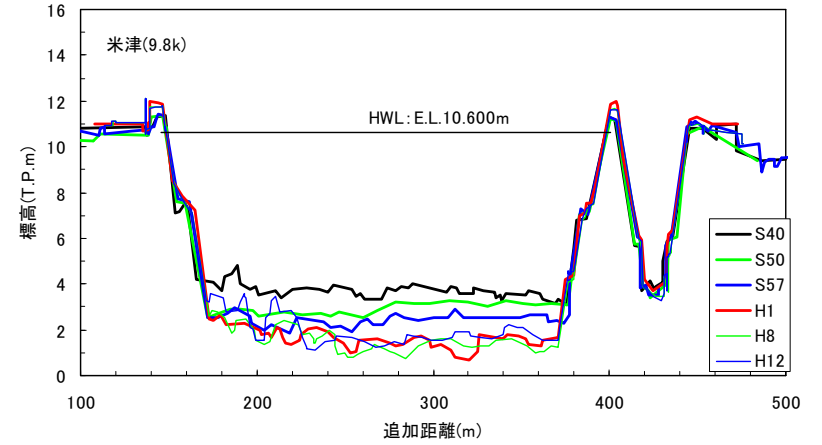
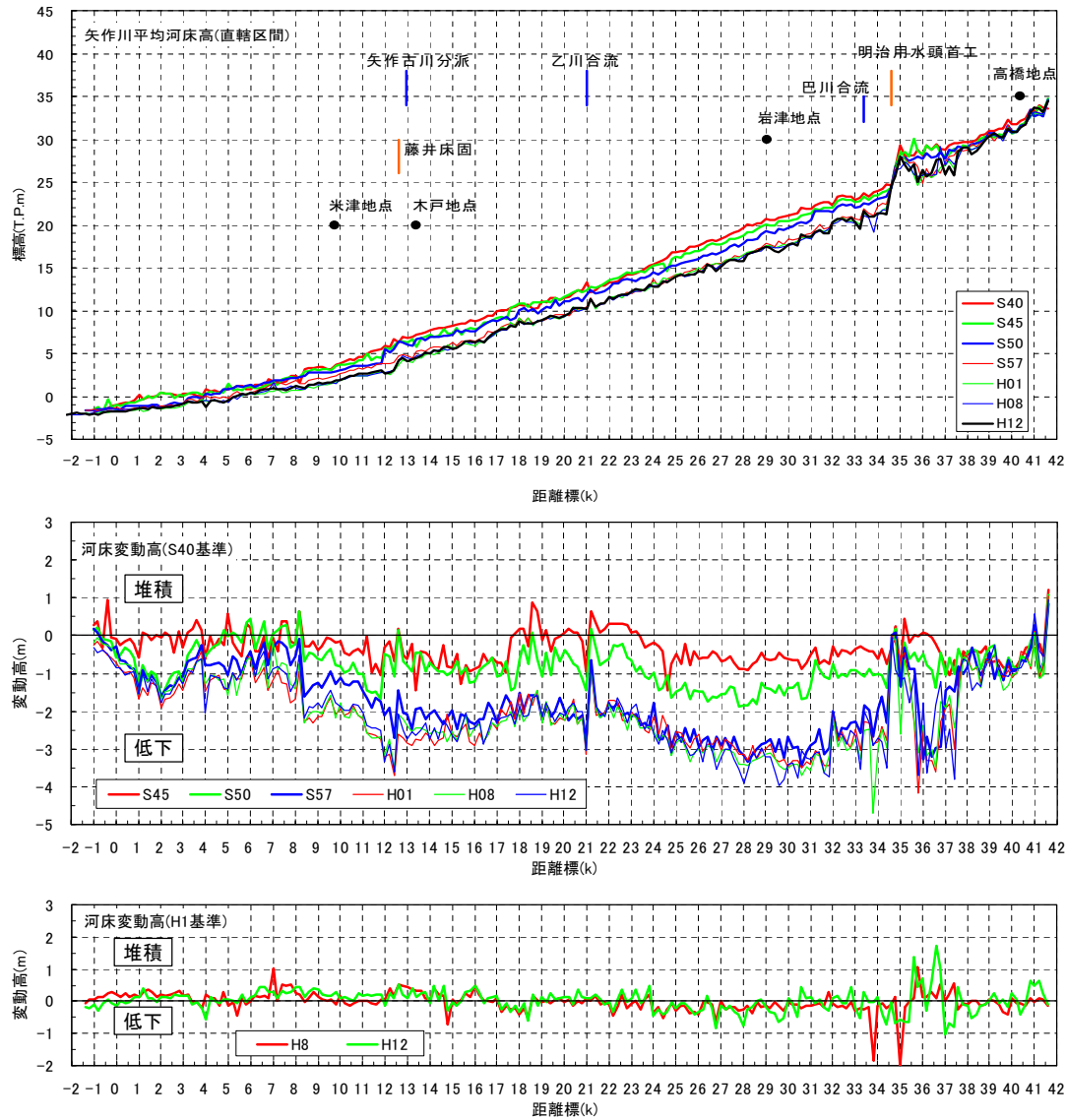
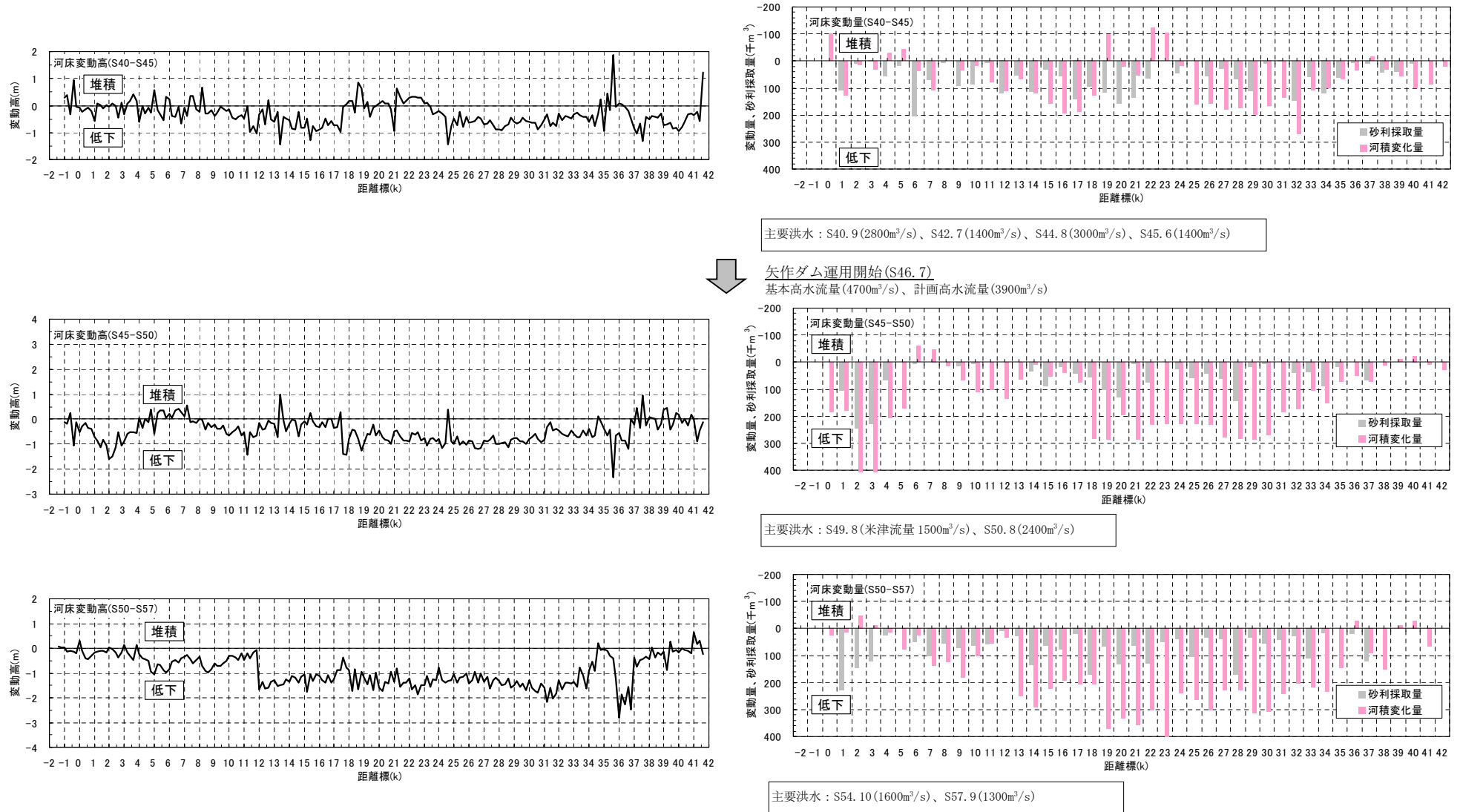


図 6.7 河床高の経年変化

期間別の河床変動量と砂利採取量の比較結果を図 6.8に示す。

これらの図をみると昭和 40 年～45 年においては、主に明治頭首工下流の 25～34k 付近で河床が低下しているが、昭和 45 年以降には河床の低下範囲が徐々に下流へと移動している様子がみられ、昭和 57 年～平成元年には 8～15k 付近のみで顕著な河床低下がみられる。

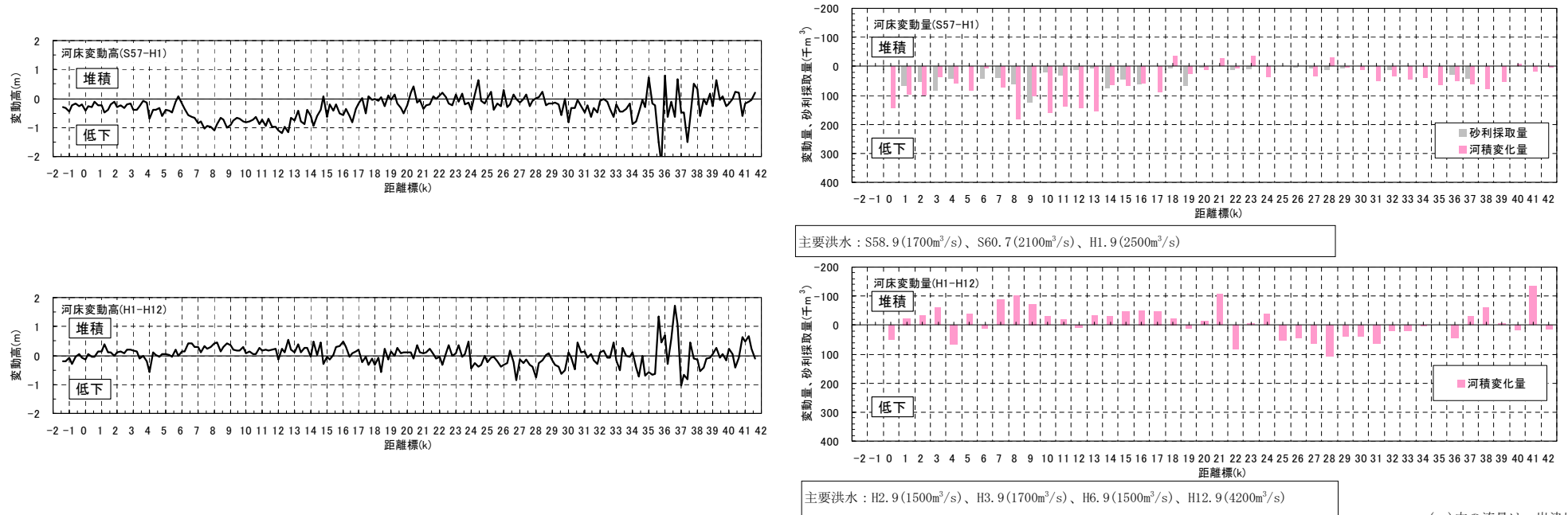
平成元年以降は大きな河床の低下はみられなくなっているが、矢作川流域委員会等では、砂州の減少、滞筋の固定化、干潟の減少等の現象が課題として指摘されている。



()内の流量は、岩津地点

図 6.8(1) 期間別河床変動量

また、図 6.9は河積(直轄区間)変化量、砂利採取量、矢作ダム堆砂量を比較したものであるが、昭和 40 年～昭和 45 年では砂利採取量と河積の経増加量(河床低下)がほぼ等しい状況にある。その後は、砂利採取量と矢作ダム堆砂量をやや上回る程度の河積の増加(河床低下)がみられていたが、昭和 57 年以降は河積の増加(河床低下)程度が小さくなっている。



()内の流量は、岩津地点

図 6.8(2) 期間別河床変動量

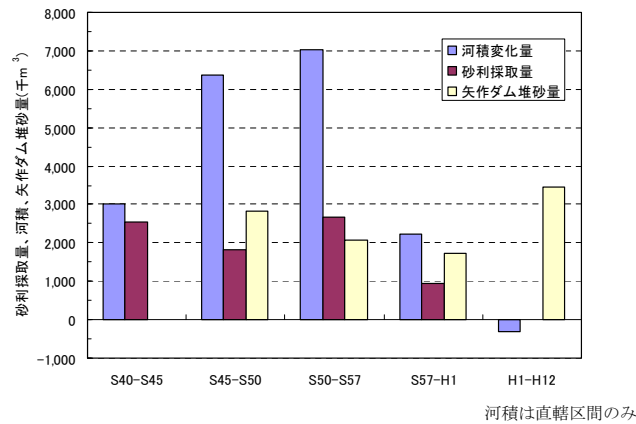


図 6.9 河積変化量、砂利採取量、矢作ダム堆砂量の比較

(a) 河床材料調査結果

河床材料の調査結果を図 6.10、図 6.11に示す。図 6.10をみると、30k 付近上流では粗礫がみられるが、15~30k 付近では中砂~中礫が中心であり下流に行くほど粗砂以下の成分が増加する傾向にある。15k より下流においては中礫以上の成分がほとんどみられなくなり、砂成分が主体となるが河口部(-1.0~0.0k)を除いてシルト成分はほとんどみられない。また、全体としては恵南豪雨前後で河床材料に大きな変化はみられない。

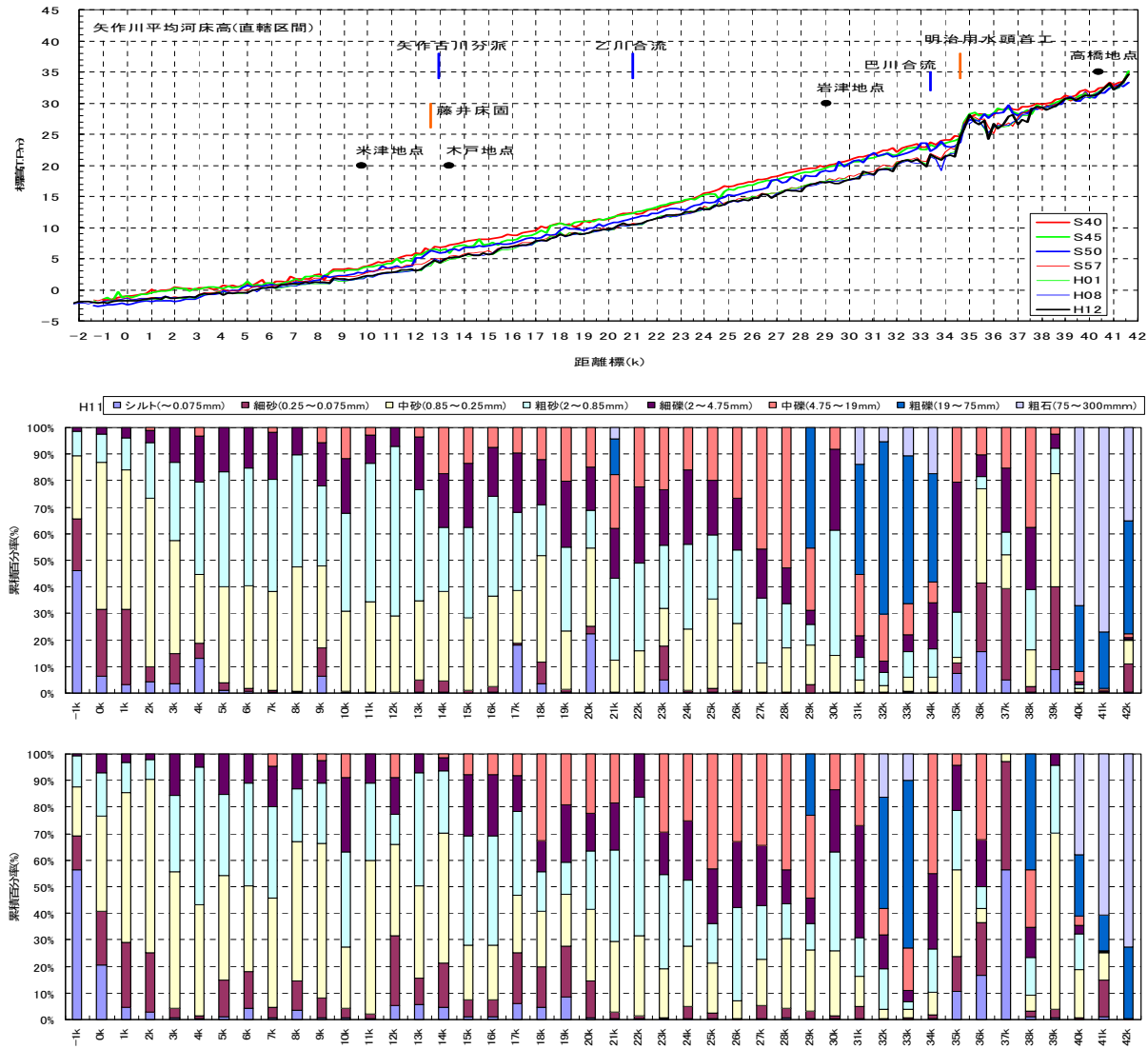


図 6.10 河床材料の縦断分布(上: 恵南豪雨前(H11)、下: 恵南豪雨後(H12))

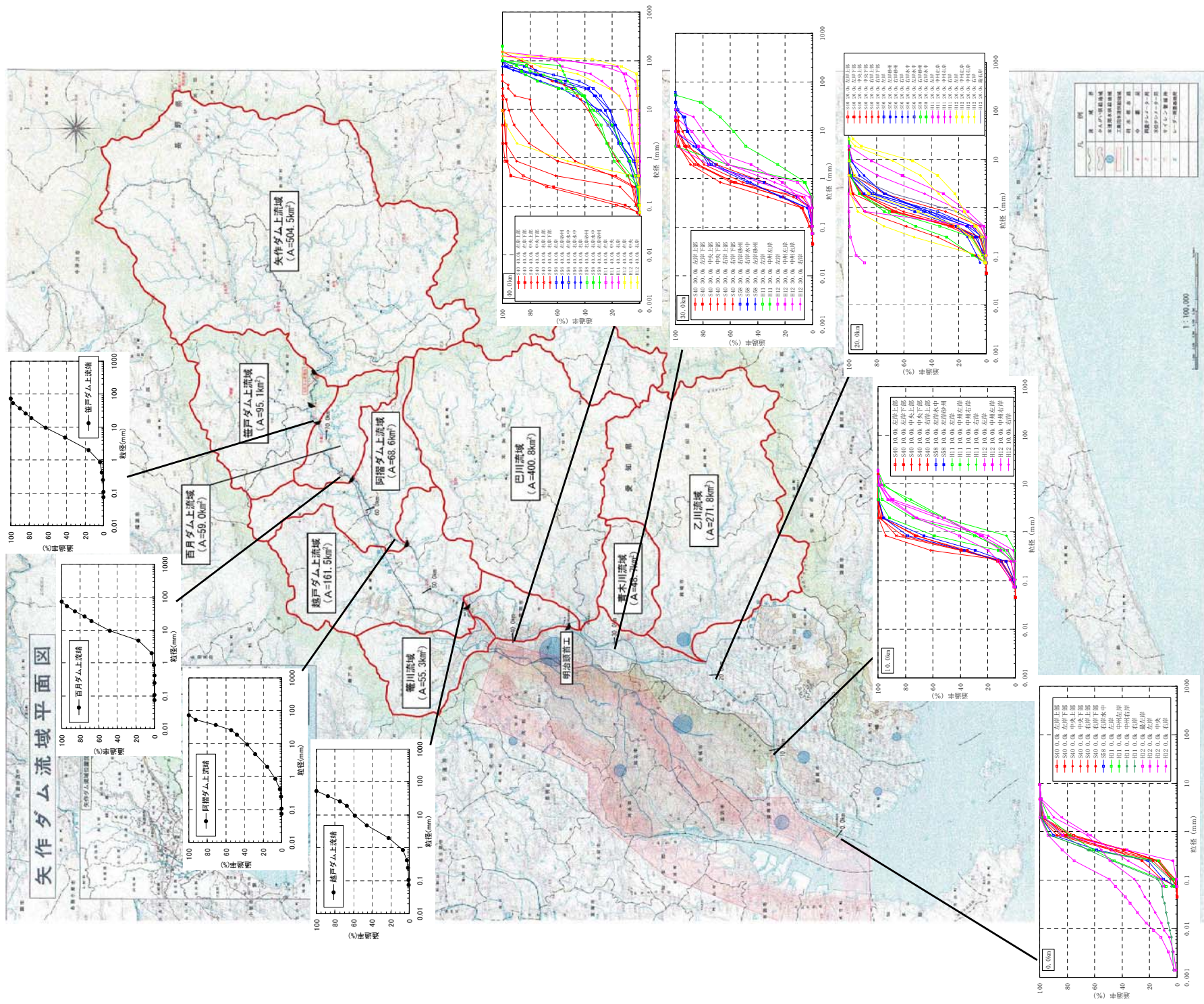


図 6.11 河床材料調査結果

(b) 発電ダムの状況

図 6.12に矢作ダム建設以降の下流各発電ダムにおける堆砂量経年変化と、河床縦断面図を Crest 敷き高とともに示す。

これらの図から、矢作第二ダムについては堆砂が進行していたが、矢作ダム建設後については百月ダム、阿摺ダムの堆砂量に大きな変化はなく、越戸ダムについては昭和 60 年代前半まで減少傾向であった。

近年ではいずれの矢作第二ダムをはじめいずれのダムにおいても恵南豪雨後も含め、堆砂量に大きな変化はみられない。

また、矢作第二ダムを除く他のダムについては、ダムサイト付近の堆砂高が Crest 敷き高程度に達しており、土砂が通過しているものと考えられる。

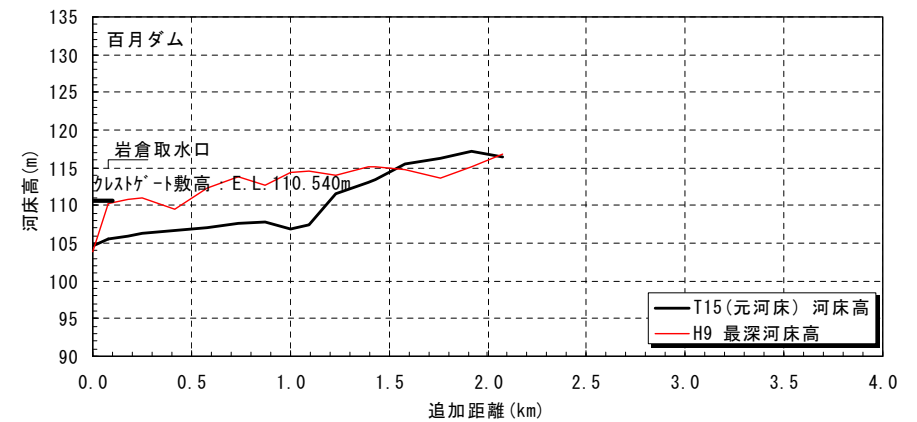
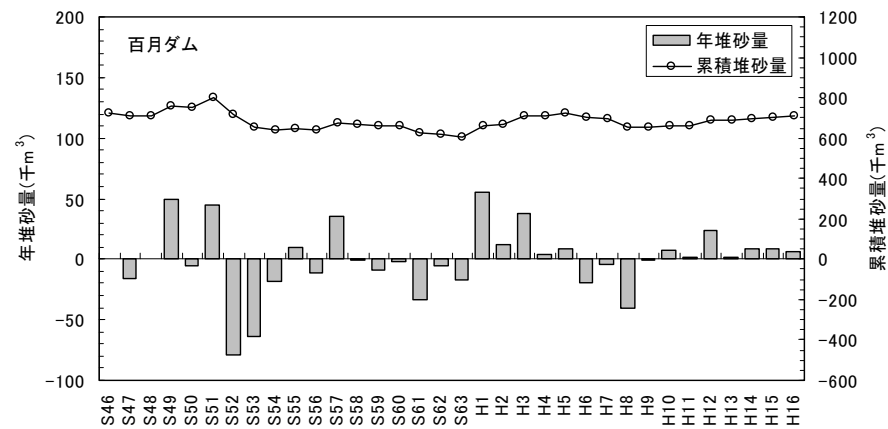
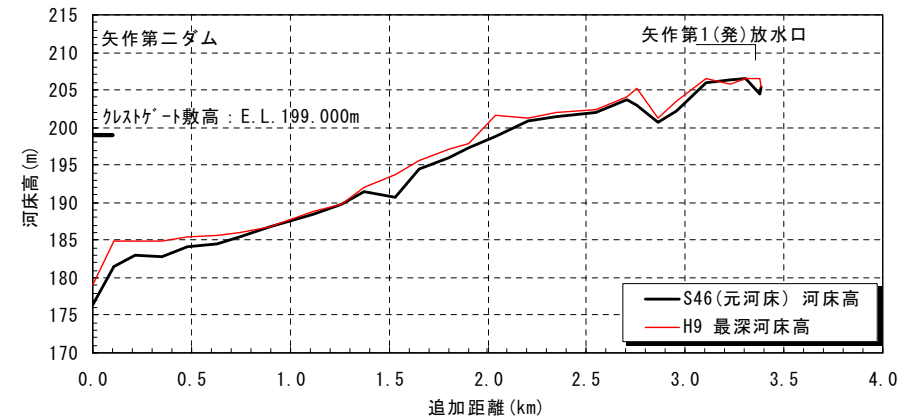
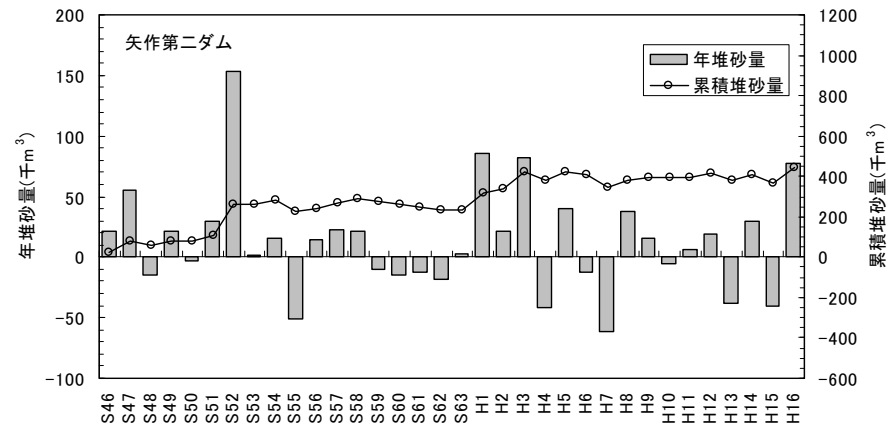


図 6.12(1) 発電ダムの堆砂状況(上：矢作第二ダム、下：百月ダム)

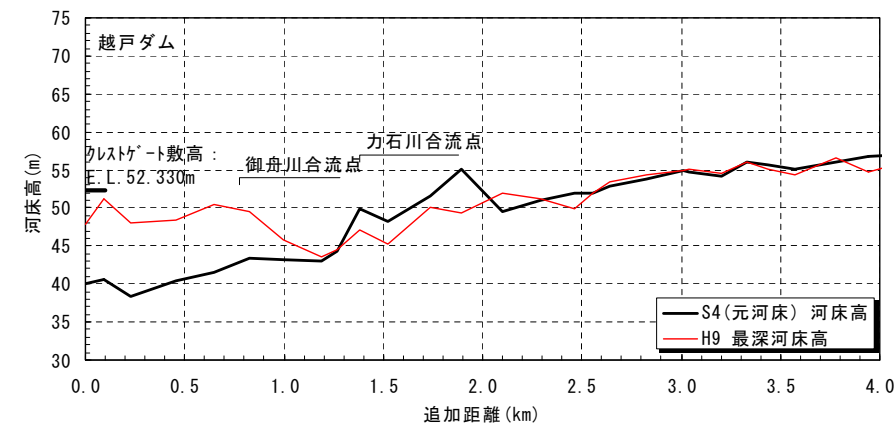
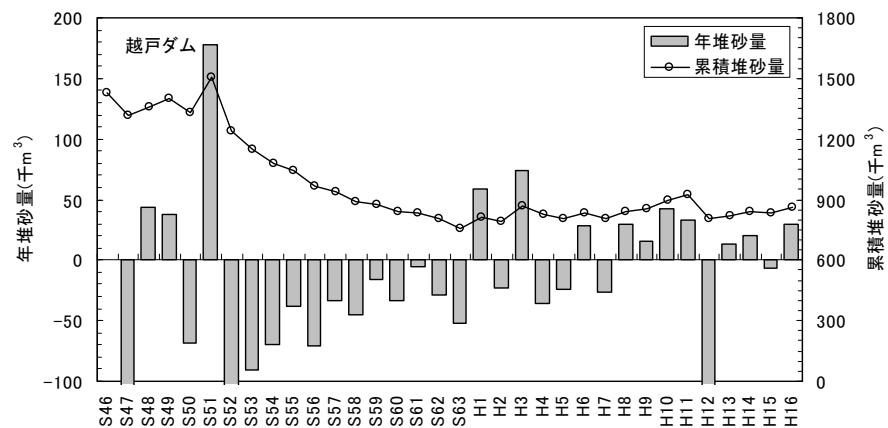
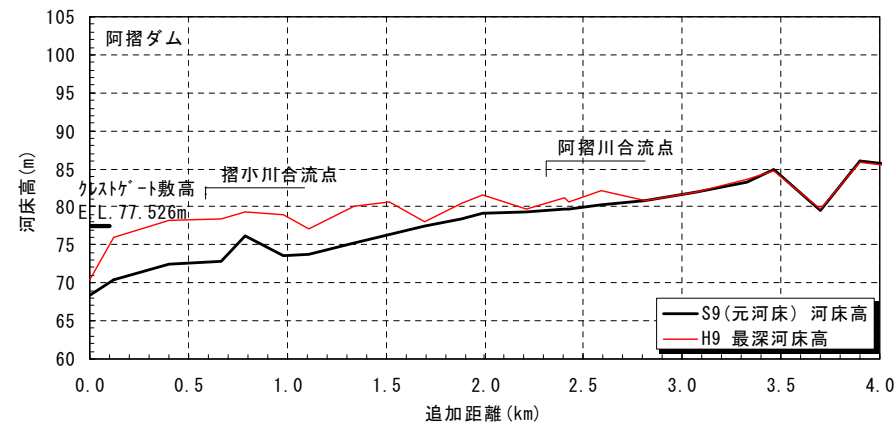
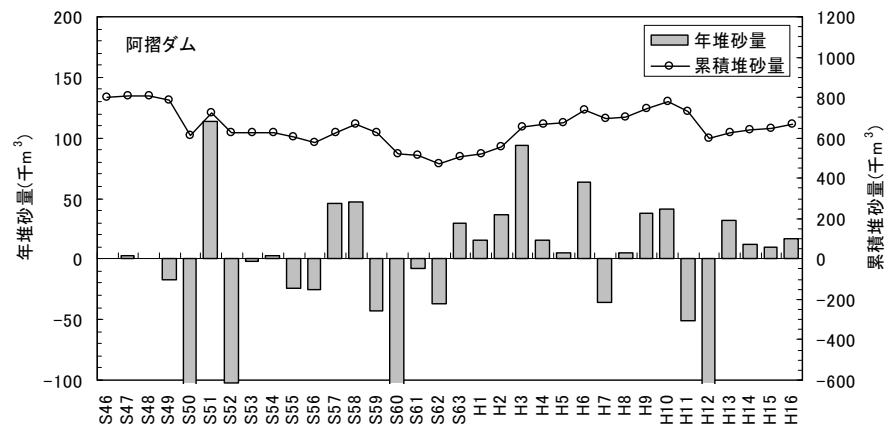


図 6.12(2) 発電ダムの堆砂状況(上：阿摺ダム、下：越戸ダム)

(2) 河床変動モデルの概要

使用するモデルの詳細は、6.1 (1) と同様である。

- (a) 計算対象区間：矢作ダム下流～河口
- (b) 検証計算対象期間：砂利採取終了後の平成元年～平成 12 年
- (c) 支川流入土砂量：矢作ダム流入土砂量から推定

(3) 流入土砂条件の考え方

矢作ダム下流河川の河床変動モデル構築においては、支川からの流入土砂量を推定することが必要となる。しかし、支川からの流入土砂量については、データが得られていないため、矢作ダム流量～流入土砂量関係をもとに、下表に示す各流域の諸量等と矢作ダム流域での諸量の比を考慮等して支川からの流入土砂量を推定することとする。

流域	流域面積 (km ²)	比	崩壊地箇所	崩壊地箇所密度 (箇所/km ²)	比	河床勾配	比
矢作ダム流域	504.5	1.000	4,480	8.88	1.000	0.01343	1.000
笹戸ダム流域	95.1	0.189	439	4.62	0.520	0.03636	2.707
百月ダム流域	59.0	0.117	17	0.29	0.033	0.00952	0.709
阿摺ダム流域	68.6	0.136	216	3.15	0.355	0.00854	0.636
越戸ダム流域	161.5	0.320	1,367	8.46	0.953	0.00254	0.189
籠川流域	55.3	0.110	375	6.78	0.764	0.00625	0.465
巴川流域	400.8	0.794	491	1.23	0.139	0.00206	0.153
青木川流域	48.7	0.097	215	4.41	0.497	0.01143	0.851
乙川流域	271.8	0.539	370	1.36	0.153	0.00118	0.088

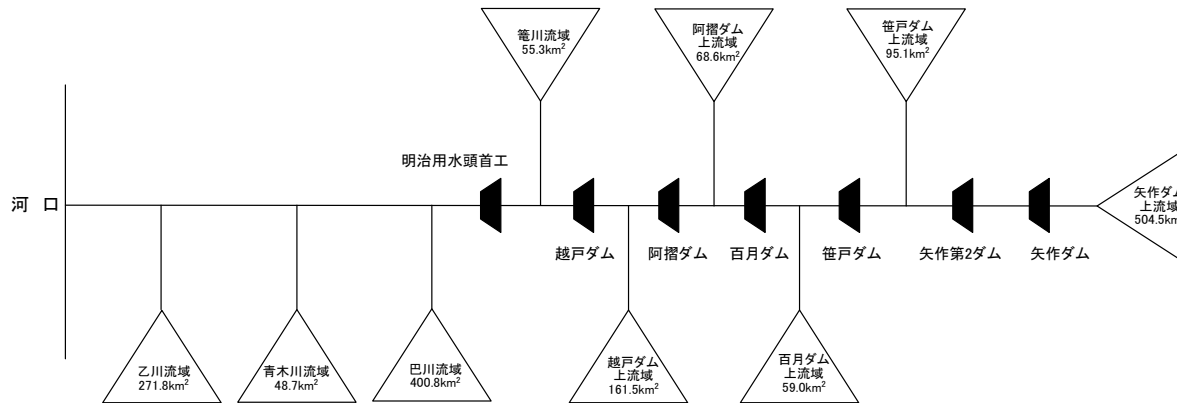


図 6.13 下流河川モデル模式図