

平成18年度 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会 第3回

委員会資料

説明資料

目次

1	委員会の概要	1
2	ダム堆砂対策検討	3
2.1	土砂移動シミュレーションモデルの構築	3
2.2	適用可能な堆砂対策の整理検討	7
3	堆砂対策に伴う影響検討	15
3.1	影響検討の考え方	15
3.2	河床変動モデルによる下流河川環境への影響検討	16
3.3	環境調査による下流河川環境への影響検討	21
4	矢作ダム堆砂対策計画(案)及び影響検討計画(案)	29
4.1	矢作ダム堰堤改良技術検討委員会決定事項及び今後の進め方	29
4.2	矢作ダム堆砂対策計画(案)	30
4.3	堆砂対策に伴う影響検討計画(案)	30

平成19年3月16日

国土交通省 中部地方整備局

矢作ダム管理所

# 1. 委員会の概要

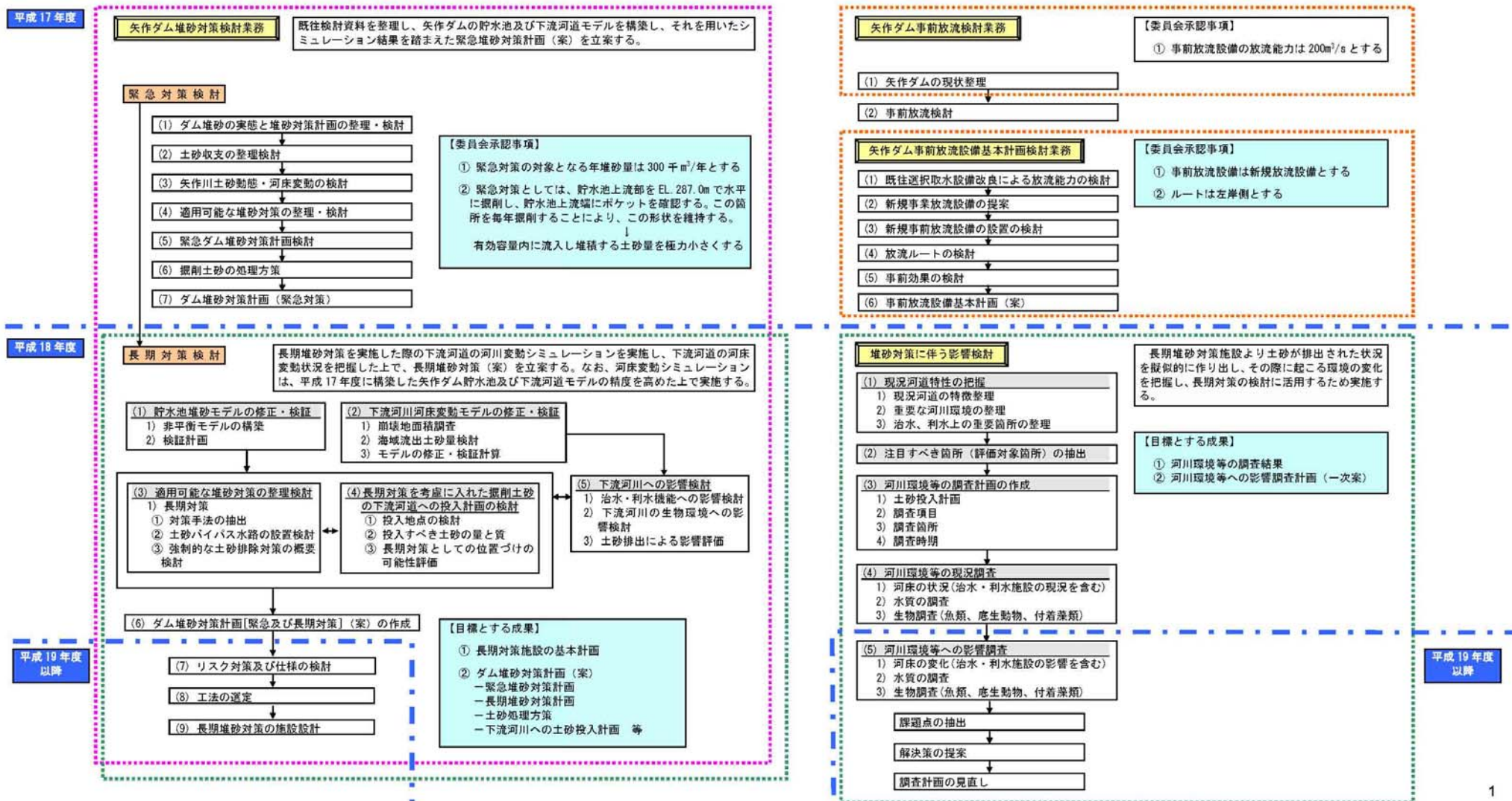
矢作ダムは、昭和46年4月の運用開始以来30年以上が経過し、この間、幾たびもの洪水、濁水を経験しその使命を果たしてきたが、一方でダム貯水池内外において、環境の変化が生じてきている。

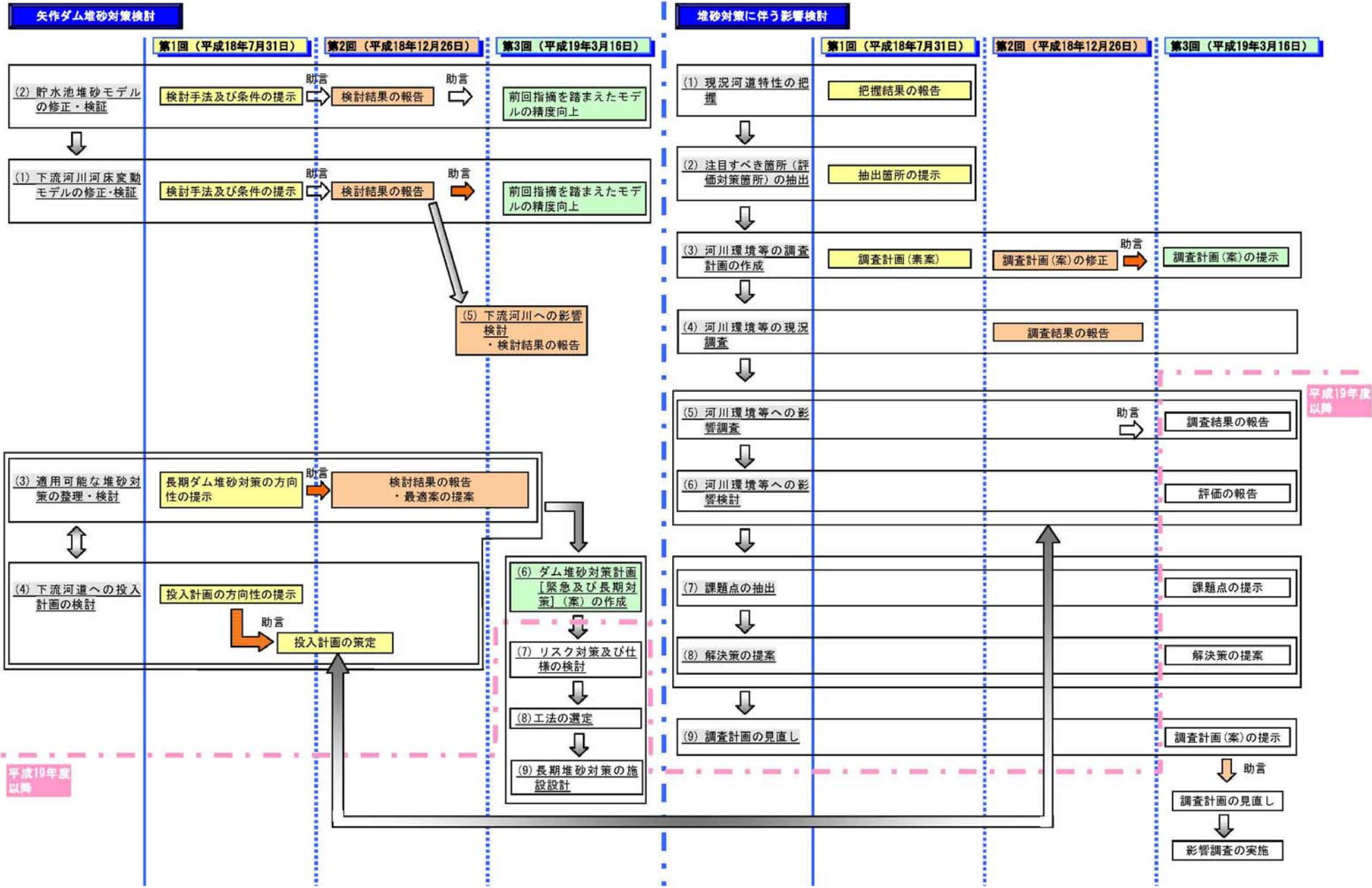
これらの自然環境、冷濁水、ダム堆積土砂等の変化を把握し、今後の矢作ダム貯水池を総合的に管理するために、矢作ダム貯水池総合管理計画検討委員会（平成14年8月～平成17年2月まで8回の委員会を開催）において、冷濁水対策・ダム堆砂対策等の対策の検討が行われてきた。

また、平成17年度には、矢作ダム堰堤改良事業が採択され、ダム堆砂対策によるダム機能回復と事前放流設備設置によるダム機能の向上を図ることになった。

本委員会は、ダム堆砂対策及び事前放流設備設置に関する技術的課題について、学識経験者、関係者の指導・助言を得ることを目的に設立するものである。

平成17年度は3回の委員会を開催し、緊急ダム堆砂対策計画及び事前放流設備の能力等の検討について指導、助言を得た。平成18年度は長期ダム堆砂対策計画及び堆砂対策を実施することにより生じる下流河川への影響検討について指導、助言を得ることを目的として3回の委員会を開催する予定である。





## 2. ダム堆砂対策検討

### 2.1 土砂移動シミュレーションモデルの構築

#### 2.1.1 貯水池モデル

##### (1) モデルの概要

本検討では、一次元河床変動モデルを用いた、矢作ダム貯水池の土砂移動シミュレーションモデルを構築した。本モデルの主な特徴は以下のとおりである。なお、本モデルは、河床高（堆砂高）、イベント時の土砂移動、堆積土砂の粒度分布について再現性を確認しており、排砂検討に十分な精度を有していると考えられる。

- ① 水理計算は一次元不等流計算（標準逐次計算法）を用いる。
- ② 流砂式は芦田・道上式を用いる。
- ③ 流入土砂量は、実績のダム堆砂量、堆積土砂の粒度分布及び推定されるウォッシュロードの捕捉率を用いて、粒径別に流入量との関係式により設定する。

表 2.1 計算条件一覧

項目		条件
計算区間		ダムサイト～10.2kmの区間
計算期間		昭和46年～平成16年の34年間
計算条件	水面形・流れ	一次元不等流計算（標準逐次計算法）
		下流端水位：実績のダム貯水位・上流端流量：ダム流入量・粗度係数：0.035
	河床変動	掃流砂量式 芦田・道上式
		浮遊砂量式 芦田・道上式（平衡流砂量）
	河床変動	河床の連続式
初期条件	ダム湛水前の昭和45年河床高	
流入土砂条件	粒径別に流量～流入土砂量関係式により与える。また、堆砂傾向が変化する昭和46～62年、昭和63年～平成11年、平成12年～16年で式を変更する。	

##### (2) 流入土砂量の設定

ダム貯水池への流入土砂量については実績値がないことから、ダムに堆積している土砂量から推定した。本検討においては、既往ボーリング調査資料をもとに粒径毎に流入土砂量を推定すること、出水規模別の捕捉率を推定することにより、精度向上を図った。

検討の手順を図 2.1 のフローに示す。

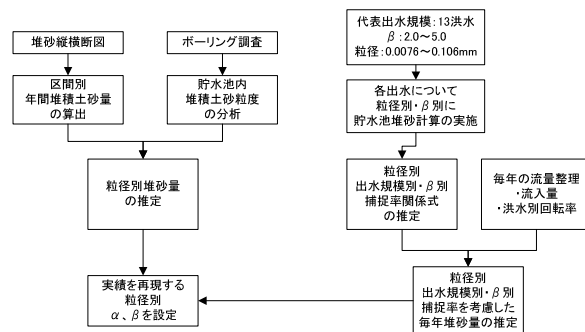


図 2.1 粒径別流入土砂量推定式の設定手順

##### 1) 流入土砂量式の設定

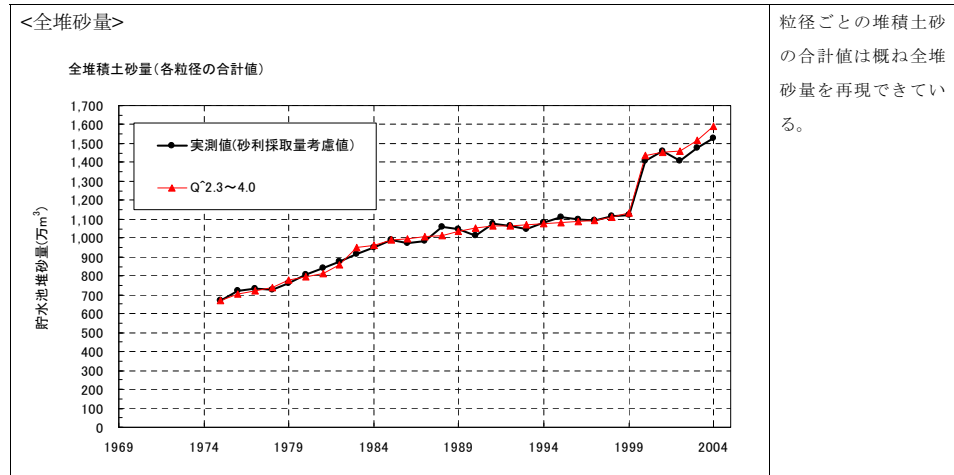
流入土砂量は以下の式により設定し、粒径別に  $\beta$  を設定し、 $\alpha$  は堆砂量の傾向に変化が見られる S46～S60年、S61～H10年、H11～H16年の期間に分けて設定した。粒径毎の係数を表 2.2 に示す。

$$\text{流入土砂量} = \alpha \times \text{流量}^\beta$$

表 2.2 流入土砂量推定式の係数

粒径		19 mm	9.8 mm	4.75 mm	2.00 mm	0.85 mm	0.425 mm	0.25 mm
$\alpha$	S46年～S61年	$2.06 \times 10^{-9}$	$2.50 \times 10^{-9}$	$9.17 \times 10^{-9}$	$5.89 \times 10^{-8}$	$2.02 \times 10^{-7}$	$1.72 \times 10^{-7}$	$4.34 \times 10^{-8}$
	S62年～H11年	$1.94 \times 10^{-9}$	$1.25 \times 10^{-9}$	$4.01 \times 10^{-9}$	$1.98 \times 10^{-8}$	$6.29 \times 10^{-8}$	$6.23 \times 10^{-8}$	$1.78 \times 10^{-8}$
	H12年～H16年	$3.50 \times 10^{-9}$	$2.11 \times 10^{-9}$	$1.02 \times 10^{-8}$	$8.96 \times 10^{-8}$	$3.12 \times 10^{-7}$	$2.40 \times 10^{-7}$	$4.27 \times 10^{-8}$
$\beta$		2.5	2.5	2.5	2.3	2.3	2.3	2.6

粒径		0.106 mm	0.075 mm	0.054 mm	0.039 mm	0.025 mm	0.015 mm	0.011 mm	0.0076 mm
$\alpha$	S46年～S61年	$2.33 \times 10^{-8}$	$5.97 \times 10^{-9}$	$4.86 \times 10^{-9}$	$1.32 \times 10^{-8}$	$3.60 \times 10^{-11}$	$2.90 \times 10^{-11}$	$2.91 \times 10^{-11}$	$3.16 \times 10^{-12}$
	S62年～H11年	$8.22 \times 10^{-9}$	$1.57 \times 10^{-10}$	$1.33 \times 10^{-9}$	$3.52 \times 10^{-9}$	$7.30 \times 10^{-12}$	$5.31 \times 10^{-12}$	$6.38 \times 10^{-12}$	$5.96 \times 10^{-13}$
	H12年～H16年	$2.49 \times 10^{-8}$	$5.24 \times 10^{-9}$	$3.73 \times 10^{-9}$	$1.18 \times 10^{-8}$	$1.20 \times 10^{-11}$	$1.26 \times 10^{-11}$	$1.68 \times 10^{-11}$	$1.22 \times 10^{-12}$
$\beta$		2.5	2.6	2.7	2.6	3.5	3.5	3.5	4.0



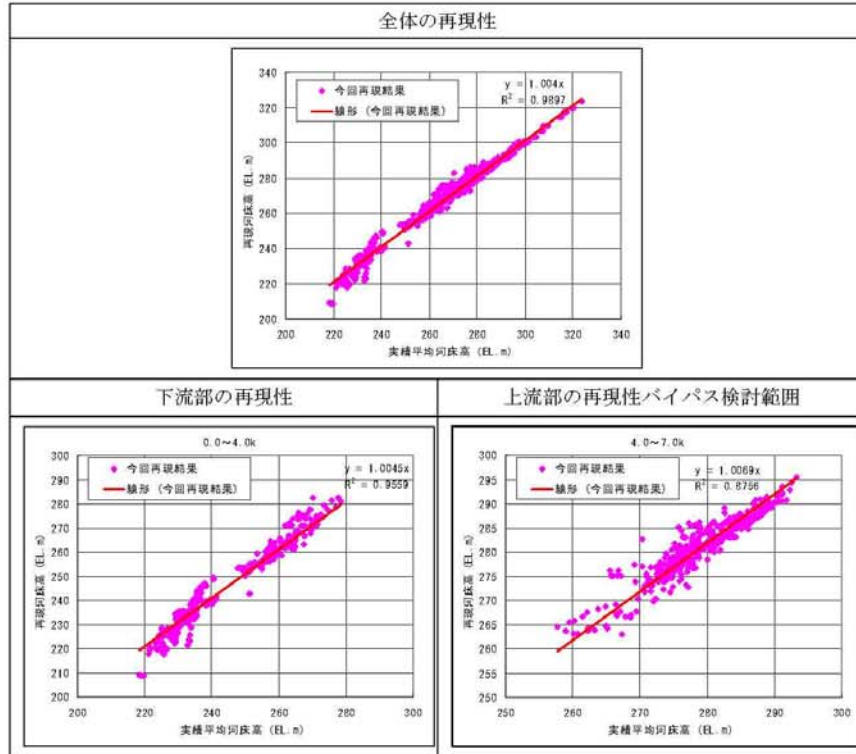
### (3) 再現精度の確認

流入境界条件を以上の検討で整理した流量～流入土砂量の関係式(粒径別に $Q \sim Q_s$ の関係式)とし、矢作ダムの河床変動モデルを用いて検証計算として長期河床変動計算を実施した。

#### a) 河床高の再現結果

実績平均河床高と、昨年度及び今回の再現結果の相関を以下に示す。

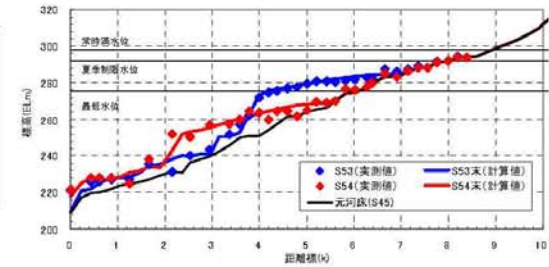
ここでは、貯水池内全体と、下流部(0.0～4.0k)と上流部(4.0～10.2k)に分けて相関を求めた。いずれも概ね再現性がある程度高いものと考えられる。



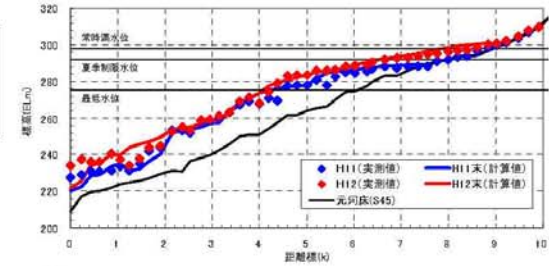
#### b) イベント発生時の土砂移動の再現精度

矢作ダム運用開始以降に発生した3つのイベントについて、ダム貯水池内の土砂移動が適切に再現できているかを評価した。実測値と計算値を比較した検討結果を図2.2に示す。これより各イベントとも土砂の再移動や堆積が適切に再現できると判断できる。

**イベント1**  
昭和54年の選択取水施設設置に伴う水位低下による土砂の再移動



**イベント2**  
平成12年の恵南豪雨による土砂堆積



**イベント3**  
平成16年の水位低下時出水による土砂の再移動

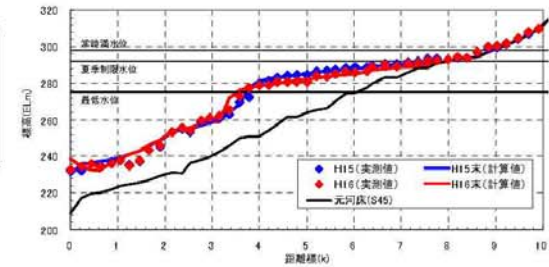


図 2.2 イベント発生時の矢作ダム貯水池堆砂形状の検証結果

#### c) 河床高の再現結果

平成10年にボーリング調査を実施している4地点の粒度分布を用いて、再現モデルの精度を確認した。なお、ここでは表層部分の粒度分布の再現性と、深さ方向の平均粒度分布の再現性について確認を行った。

<表層の粒度分布>

表層の粒度分布は、ボーリング調査の表層付近の粒度分布と、最深河床高がその標高を通過した年の再現計算の表層粒度分布(交換層内)の比較を行った。

<平均粒度分布>

ボーリング調査による深さ方向の粒度分布を断面のボリューム平均した粒度分布と計算における昭和46年～平成10年(ボーリング調査年)の各断面の全堆積土砂量の平均粒度分布との比較を行った。

### <粒度分布再現結果>

ボーリング調査の結果と再現結果の比較を各地点ごとに行った。

#### ・ 0.6k 地点

ボーリング調査の表層付近の粒度分布と、その位置を形成したと考えられる昭和58年の再現計算での表層粒度分布とは概ね同程度であり、再現性が高いと考えられる。断面での平均粒度分布では再現計算での粒度分布が細かい傾向にあるが、概ね再現できていると考えられる。

#### ・ 1.6k 地点

ボーリング調査の表層付近の粒度分布と、その位置を形成したと考えられる昭和54年の再現計算での表層粒度分布はやや粗い傾向にあるが、概ね同程度であり、再現性が高いと考えられる。断面での平均粒度分布では再現計算での粒度分布が逆に細かい傾向にあるが、概ね再現できていると考えられる。

#### ・ 4.4k 地点

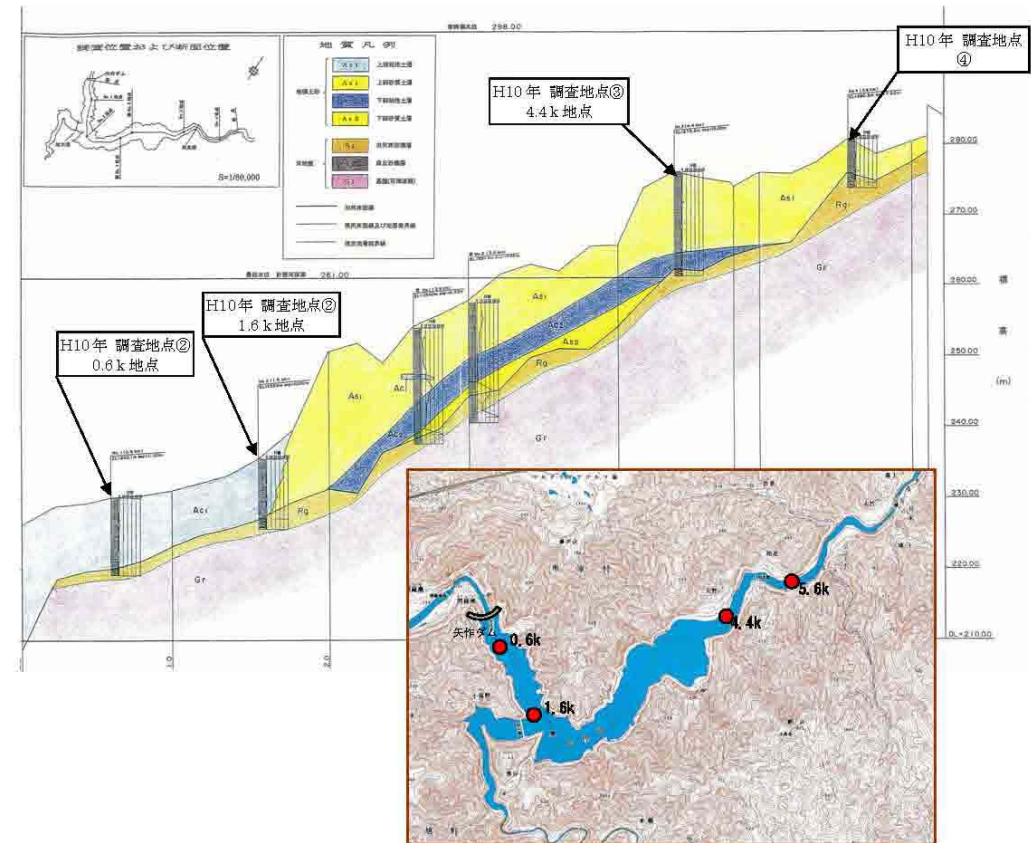
ボーリング調査での粒度分布を把握している深度では概ね、昭和54年の河床変動により河床が低下した後、堆積したものと考えられる。ここで、表層から1~3mの層は、昭和59年以降の長期間で形成されたものと考えられる。

ボーリング調査の表層付近の粒度分布と、その位置を形成したと考えられる平成10年の再現計算での表層粒度分布とは、概ね同程度であり、再現性が高いと考えられる。また、断面での平均粒度分布でも再現計算は概ね同程度であり、再現性が高いと考えられる。

#### ・ 5.6k 地点

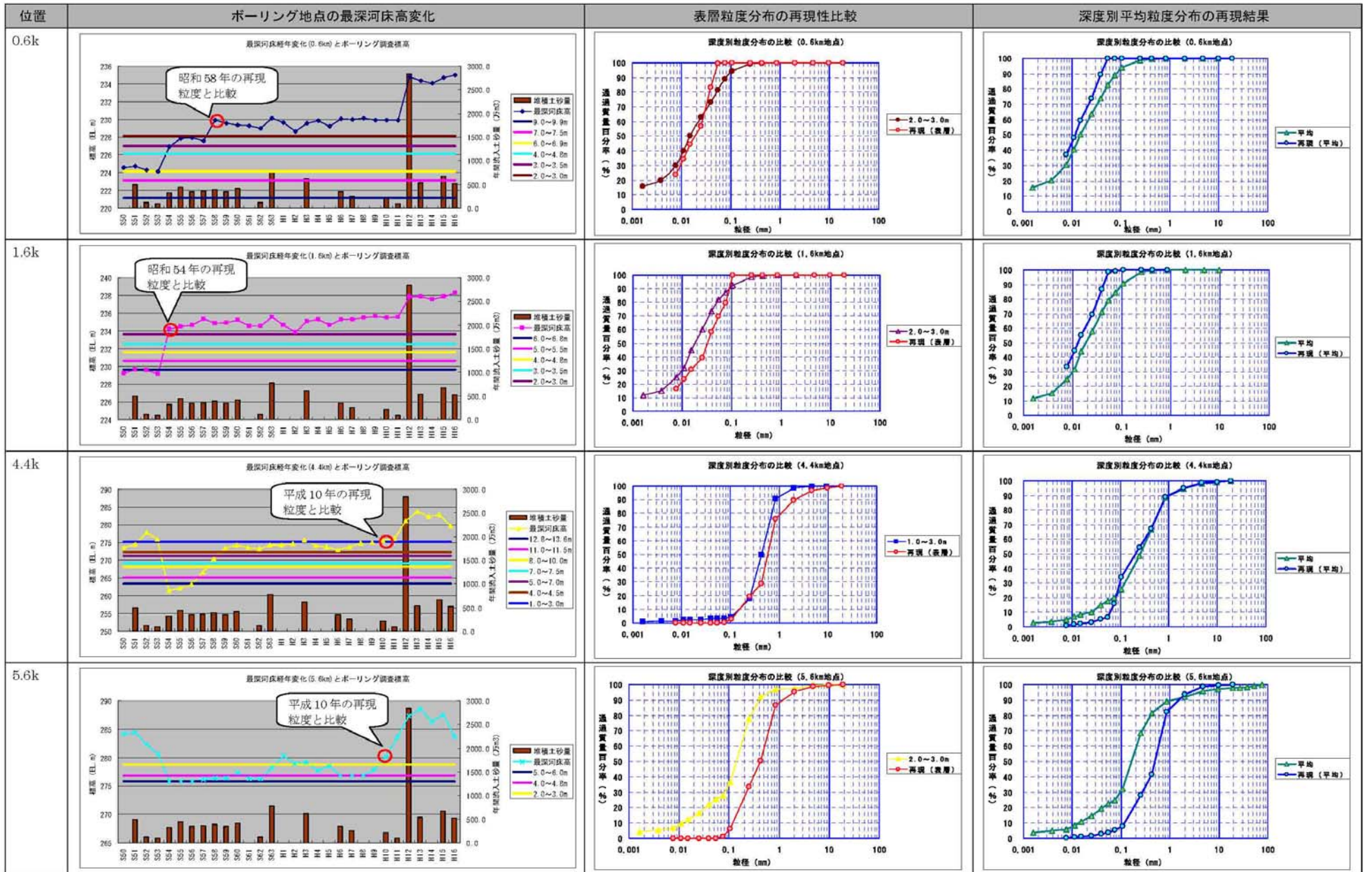
ボーリング調査での粒度分布を把握している深度では概ね、昭和54年の河床変動により河床が低下した後、堆積したものと考えられる。ここで、表層から2~4.8mの層は、昭和54年以降の長期間で形成されたものと考えられる。

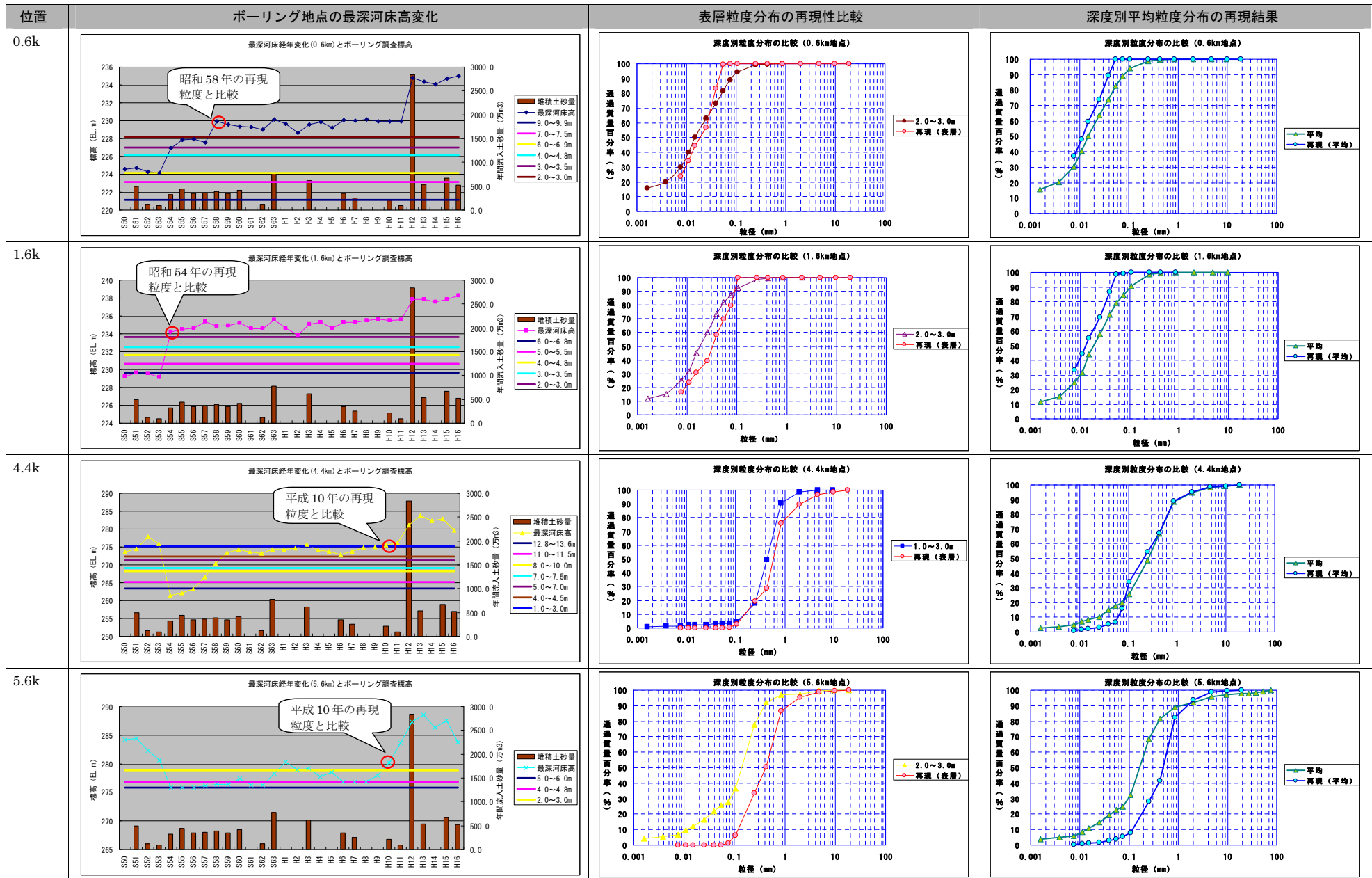
表層、平均とも再現計算による粒度分布は実績値よりも細かい傾向にあり、再現性は低い、ただし、掃流力からも上流側で細かい土砂が堆積することを再現することは難しい。5.6kmの粒度分布は4.4km地点の8~11mの層の粒度分布と類似しており、昭和54年時点で河床が低下した影響が残っているものと考えられる。



### 2.1.2 今後の課題

一部上流区間で粒径の再現の悪い箇所も認められるが、今年度構築した土砂移動シミュレーションモデルで、堆砂対策を検討するにあたっての精度が十分にあるものと考えている。ただ、吸引管配置の検討のために大出水時の堆積土砂移動状況を確認しておく必要はある。







## 2.2 適用可能な堆砂対策の整理検討

### (1) 組合せ工法の考え方と検討方針

表 2.3 各メイン工法に対する組合せ工法の考え方、およびレイアウト検討方針

	排砂工法		各排砂工法の特徴	レイアウト検討方針
	主工法	組合せ工法		
組合せ工法〔排砂バイパス&サクシオン方式〕	サクシオン(吸引)方式	排砂バイパス	<ul style="list-style-type: none"> <li>主として砂を対象として、貯水池中流部で待ち受けて、水圧差によって吸引、排砂を行う。</li> <li>呑口に到達した砂が下流に通過する可能性は低い。</li> <li>サクシオン方式では、堆積した土砂(主として砂)が排砂対象となるため、砂礫は一部しか排砂できない。</li> </ul>	<p>バイパストンネル呑口位置は、分派施設の規模、背水影響を考慮して、既設貯砂ダム付近とする。</p> <p>バイパストンネル吐口位置は、トンネル延長の増分に要する費用と矢作第二ダムの排砂施設設置に要する費用を比較した結果、矢作第二ダム下流とする。</p> <p>バイパス後の貯水池内における堆積土砂の分布を考慮して、吸引位置を設定する。</p>
		掘削・浚渫(湖内運搬)	<ul style="list-style-type: none"> <li>サクシオン方式では、堆積した土砂(主として砂)が排砂対象となるため、シルト・粘土は一部しか排砂できない。</li> <li>砂礫分の吸引排砂は吸引管の閉塞等問題を生じる可能性がある。</li> <li>貯水池上流部に堆積する粗粒分は掘削除去する。</li> <li>掘削量に応じたランニングコストが発生する。</li> </ul>	
サクシオン(吸引)方式+排砂トンネル	サクシオン(吸引)方式	掘削・浚渫(湖内運搬)	<ul style="list-style-type: none"> <li>主として砂を対象として、貯水池中流部で待ち受けて、水圧差によって吸引、排砂を行う。</li> <li>呑口に到達した砂が下流に通過する可能性は低い。</li> <li>砂礫分の吸引排砂は吸引管の閉塞等問題を生じる可能性があるため、貯水池上流部で粗粒分の捕捉を行う必要がある。</li> <li>貯水池上流部に堆積する粗粒分は掘削除去する。</li> <li>掘削量に応じたランニングコストが発生する。</li> <li>サクシオン方式では、堆積した土砂(主として砂)が排砂対象となるため、シルト・粘土は一部しか排砂できない。</li> </ul>	<p>吸引位置は、砂の到達位置およびデルタ肩の位置より、4.0km 付近とする。</p> <p>吐口位置は、トンネル延長の増分に要する費用と矢作第二ダムの排砂施設設置に要する費用を比較した結果、矢作第二ダム下流とする。</p> <p>粗粒分や流木を捕捉するための堰として、既設貯砂ダムを活用することが考えられる。</p>

注) シルト・粘土を排出が可能となる密度流排砂については、排砂能力が小さいことから、量として砂分に置き換えて排出することで対応し、積極的な密度流排砂は行わないものとする。ただし、コンジットゲートから排出する効果は、将来高まるものと想定される。

(2) 比較検討表

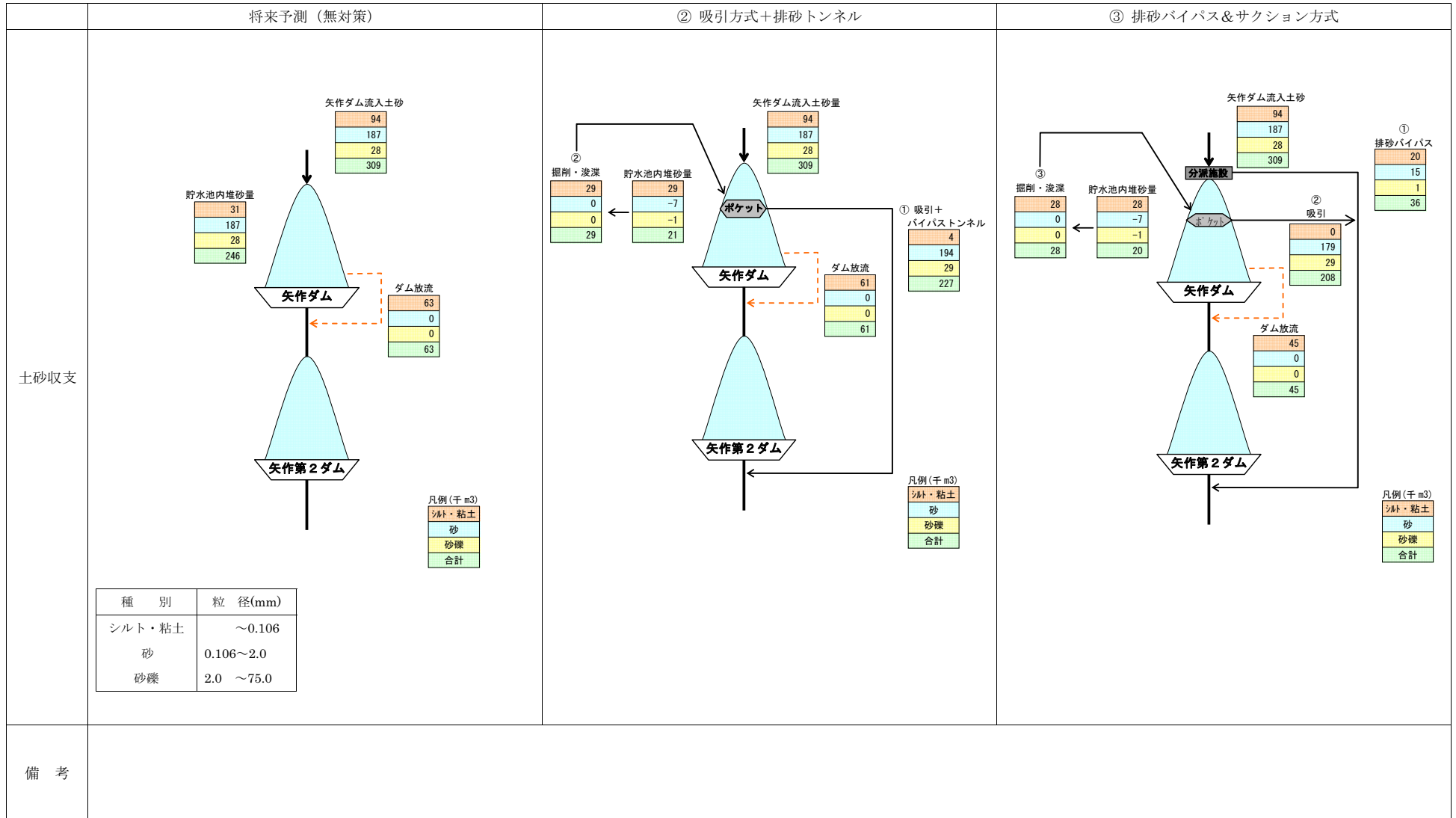
表 2.4 比較検討表

工 法	サクシオン方式単独工法				組合せ工法																																																					
	① サクシオン(吸引)方式+排砂トンネル Q=100m <sup>3</sup> /s, φ=4.6m, L=5.7km				② 排砂バイパス&サクシオン方式 バイパス: Q=600m <sup>3</sup> /s, φ=9.6m, L=2.0km + Q=700m <sup>3</sup> /s, φ=10.1m, L=5.4km 吸引: Q=100m <sup>3</sup> /s, φ4.6m, L=1.5km																																																					
概要図	<p>矢作第2ダム 矢作ダム デルタ肩 排砂トンネル 排砂管</p> <p>矢作ダムの流入土砂 [309]</p> <p>吸引 [227]</p> <p>ホケット [21]</p> <p>矢作ダム [61]</p> <p>[単位: 千 m<sup>3</sup>]</p>				<p>排砂バイパストンネル 矢作第2ダム 矢作ダム 分派施設 吸引施設</p> <p>矢作ダムの流入土砂 [309]</p> <p>BPトンネル [36]</p> <p>吸引 [208]</p> <p>ホケット [20]</p> <p>矢作ダム [45]</p> <p>[単位: 千 m<sup>3</sup>]</p>																																																					
基本方針	デルタ肩付近の吸引設備から吸引した土砂を排砂管を通して排砂する。				貯水池内の堆砂を抑制するため、貯水池上流端付近に分派施設を設置し、洪水の一部を分派して貯水池を迂回させるバイパストンネルを設けて、流入土砂を下流へバイパスさせる。分派堰を通過する土砂は、吸引排砂施設で排砂する。																																																					
排砂量	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>シルト・粘土</th> <th>砂</th> <th>砂礫</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流水による</td> <td>4</td> <td>194</td> <td>29</td> <td>227</td> </tr> <tr> <td>掘削による</td> <td>29</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>ダム通過量</td> <td>61</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>貯水池内から吸引位置への移動量</td> <td>0</td> <td>-7</td> <td>-1</td> <td>-8</td> </tr> </tbody> </table> <p>(千 m<sup>3</sup>/年)</p>					シルト・粘土	砂	砂礫	合計	流水による	4	194	29	227	掘削による	29	0	0	29	ダム通過量	61	0	0	61	貯水池内から吸引位置への移動量	0	-7	-1	-8	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>シルト・粘土</th> <th>砂</th> <th>砂礫</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流水による</td> <td>20</td> <td>194</td> <td>30</td> <td>244</td> </tr> <tr> <td>掘削による</td> <td>28</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>ダム通過量</td> <td>45</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>貯水池内から吸引位置への移動量</td> <td>0</td> <td>-7</td> <td>-1</td> <td>-8</td> </tr> </tbody> </table> <p>(千 m<sup>3</sup>/年)</p>					シルト・粘土	砂	砂礫	合計	流水による	20	194	30	244	掘削による	28	0	0	28	ダム通過量	45	0	0	45	貯水池内から吸引位置への移動量	0	-7	-1	-8
	シルト・粘土	砂	砂礫	合計																																																						
流水による	4	194	29	227																																																						
掘削による	29	0	0	29																																																						
ダム通過量	61	0	0	61																																																						
貯水池内から吸引位置への移動量	0	-7	-1	-8																																																						
	シルト・粘土	砂	砂礫	合計																																																						
流水による	20	194	30	244																																																						
掘削による	28	0	0	28																																																						
ダム通過量	45	0	0	45																																																						
貯水池内から吸引位置への移動量	0	-7	-1	-8																																																						
経済性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>流水のみ (工法の効率性)</th> <th>掘削(全量) (事業の効率性)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>イニシャルランニング</td> <td>90 億円</td> <td>90 億円[115 億円]</td> </tr> <tr> <td>維持管理</td> <td>1.13 億円</td> <td>1.13 億円[1.63 億円]</td> </tr> <tr> <td>機器更新</td> <td>0.49 億円</td> <td>0.49 億円[0.62 億円]</td> </tr> <tr> <td>掘削・運搬</td> <td>0</td> <td>0.70 億円[1.90 億円]</td> </tr> <tr> <td>合計(億円/100年)</td> <td>252 億円</td> <td>322 億円[530 億円]</td> </tr> <tr> <td>排砂 1m<sup>3</sup>単価</td> <td>1,110 円/m<sup>3</sup></td> <td>1,258 円/m<sup>3</sup> [2,070 円/m<sup>3</sup>]</td> </tr> </tbody> </table>		項目	流水のみ (工法の効率性)	掘削(全量) (事業の効率性)	イニシャルランニング	90 億円	90 億円[115 億円]	維持管理	1.13 億円	1.13 億円[1.63 億円]	機器更新	0.49 億円	0.49 億円[0.62 億円]	掘削・運搬	0	0.70 億円[1.90 億円]	合計(億円/100年)	252 億円	322 億円[530 億円]	排砂 1m <sup>3</sup> 単価	1,110 円/m <sup>3</sup>	1,258 円/m <sup>3</sup> [2,070 円/m <sup>3</sup> ]	注) 吸引管の固定のための費用は含んでいない。		<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>流水のみ (工法の効率性)</th> <th>掘削(全量) (事業の効率性)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>イニシャルランニング</td> <td>248 億円</td> <td>248 億円[248 億円]</td> </tr> <tr> <td>維持管理</td> <td>2.04 億円</td> <td>2.04 億円[2.04 億円]</td> </tr> <tr> <td>機器更新</td> <td>0.35 億円</td> <td>0.35 億円[0.35 億円]</td> </tr> <tr> <td>掘削・運搬</td> <td>0</td> <td>0.70 億円[1.19 億円]</td> </tr> <tr> <td>合計(億円/100年)</td> <td>487 億円</td> <td>557 億円[736 億円]</td> </tr> <tr> <td>排砂 1m<sup>3</sup>単価</td> <td>1,996 円/m<sup>3</sup></td> <td>2,283 円/m<sup>3</sup> [2,710 円/m<sup>3</sup>]</td> </tr> </tbody> </table>		項目	流水のみ (工法の効率性)	掘削(全量) (事業の効率性)	イニシャルランニング	248 億円	248 億円[248 億円]	維持管理	2.04 億円	2.04 億円[2.04 億円]	機器更新	0.35 億円	0.35 億円[0.35 億円]	掘削・運搬	0	0.70 億円[1.19 億円]	合計(億円/100年)	487 億円	557 億円[736 億円]	排砂 1m <sup>3</sup> 単価	1,996 円/m <sup>3</sup>	2,283 円/m <sup>3</sup> [2,710 円/m <sup>3</sup> ]	注) 吸引管の固定のための費用は含んでいない。									
項目	流水のみ (工法の効率性)	掘削(全量) (事業の効率性)																																																								
イニシャルランニング	90 億円	90 億円[115 億円]																																																								
維持管理	1.13 億円	1.13 億円[1.63 億円]																																																								
機器更新	0.49 億円	0.49 億円[0.62 億円]																																																								
掘削・運搬	0	0.70 億円[1.90 億円]																																																								
合計(億円/100年)	252 億円	322 億円[530 億円]																																																								
排砂 1m <sup>3</sup> 単価	1,110 円/m <sup>3</sup>	1,258 円/m <sup>3</sup> [2,070 円/m <sup>3</sup> ]																																																								
項目	流水のみ (工法の効率性)	掘削(全量) (事業の効率性)																																																								
イニシャルランニング	248 億円	248 億円[248 億円]																																																								
維持管理	2.04 億円	2.04 億円[2.04 億円]																																																								
機器更新	0.35 億円	0.35 億円[0.35 億円]																																																								
掘削・運搬	0	0.70 億円[1.19 億円]																																																								
合計(億円/100年)	487 億円	557 億円[736 億円]																																																								
排砂 1m <sup>3</sup> 単価	1,996 円/m <sup>3</sup>	2,283 円/m <sup>3</sup> [2,710 円/m <sup>3</sup> ]																																																								
工法の確実性	検証が必要																																																									
排出土砂のコントロール	可能																																																									
下流への影響	平常時の運用は下流環境上困難である。																																																									
適応性	シナリオ1	○	掘削を組み合わせることによって達成可能																																																							
	シナリオ2	○	リスク対応施設の活用によって利水容量内の排除も可能																																																							
課題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ゴミ、流木、粒径の大きな礫分等により吸引管が閉塞する可能性がある。</li> <li>● 貯水池内の土砂移動（排砂管基礎の移動）や流下障害物の衝突によって、吸引管が破損する可能性がある。</li> <li>● 吸引管が閉塞した場合、それを復帰させるためには、潜水作業あるいは固定している管の引き上げが必要となる。</li> </ul> <p>→ リスク対応としてバイパストンネルの排砂量 3.6 万 m<sup>3</sup>/年相当の施設を別途設置しておくものとする。</p>																																																									
総合評価	<p>新技術であるがゆえの課題を有しているが、そのリスクに対する対応策を施した場合においても、経済性に優れている。リスク対応施設の活用によって、シナリオ2の達成も可能である。</p> <p>矢作ダムではバイパストンネルの効率を高めることが難しく、経済性で不利となる。</p> <p style="text-align: right;">△</p>																																																									

(3) 土砂収支

1) 土砂収支の比較

表 2.5 各案の土砂収支



2) 矢作ダムにおける排砂効率の分析

矢作ダムにおいてバイパストンネルの排砂効率が上がらない理由は、下記のとおりである。この点について、矢作ダム実績の貯水位と放流量の関係から分析を行った結果を以下に示す。

- ① 矢作ダムでは利水需要により貯水位が低下しているときが多く、洪水を迎えても利水容量を回復させることが優先され、排砂のために使用できる流量が少ない。
- ② バイパストンネルは、貯水池上流部に呑口を設け、洪水時に流入してきた土砂をそのまま下流へ流下させる排砂方式であるが、①の理由によって、洪水を水位回復のために貯留する割合が高いことから、流入土砂の多くがバイパスできず貯水池に流入することになってしまう。
- ③ 一方、サクシオン方式は、洪水をバイパスできない時間帯の流入土砂をポケットに貯め込んでおき、流量が使用可能となった時点から任意の濃度（10%程度以下）で排砂することができる。
- ④ さらに、サクシオン方式は、流入土砂ハイドロのピークが小さくなる貯水池の中流部に設けることができるため、貯水池内を移動していく土砂を後逸する割合が小さい。

a) 排砂が可能となる時間

矢作ダムにおいて排砂可能となる条件は、下記のとおりである。

条件 1：流入量が発電放流量 94.7m<sup>3</sup>/s 以上であること

条件 2：貯水位が制限水位に近い水位にあること

条件 1 を満足する時間のうち、条件 2 も満足しており排砂が可能となる時間の割合について、整理した結果を図 2.3 に示す。ここで、条件 2 の貯水位は、ゲート放流を開始したときの貯水位の平均として EL.291m とした。矢作ダムは、利水運用上貯水位が低下しているときに洪水を迎えることが多いため、排砂のために効率的に流量をバイパスさせることが難しい。なお、排砂設備を稼働させる時間は 1 年間のうちの 0.939% で、1% に満たない。

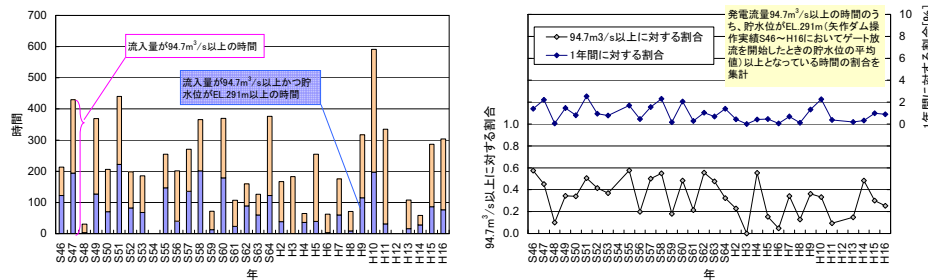


図 2.3 流入量が 94.7m<sup>3</sup>/s 以上で、かつ貯水位が EL.291m となっている時間

b) バイパストンネルとサクシオン方式の排砂効率

排砂設備の呑口（排砂バイパストンネルの呑口、及びサクシオン方式の吸引ポケット）がダム貯水池の流入地点にあるものとして、流入量ハイドロに対してどの程度の土砂が排砂可能となるかについて試算した結果を表 2.6 に示す。また、排砂効率の特性について分析した図を図 2.4 に示す。

表 2.6 排砂バイパストンネルとサクシオン方式の排砂率試算結果

流入土砂量 [m <sup>3</sup> /年]	排砂バイパストンネル				サクシオン方式	
	(BP規模600m <sup>3</sup> /s)		(BP規模 300m <sup>3</sup> /s)		(吸引規模 100m <sup>3</sup> /s)	
	排砂量 [m <sup>3</sup> /年]	排砂率 [%]	排砂量 [m <sup>3</sup> /年]	排砂率 [%]	吸引排砂量 [m <sup>3</sup> /年]	排砂率 [%]
387,863	94,442	24.3	66,054	17.0	188,498	48.6

※ サクシオン方式の排砂率は、ポケットを貯水池上流端の流入部に設けた場合の値である。実際には、ポケット中流部に設けることを考えるため、後逸量が減ることになり排砂率の増加が見込まれる。  
※ 土砂収支図と流入土砂量の値が異なっているのは、計算期間及び流量データ数が異なることによる。

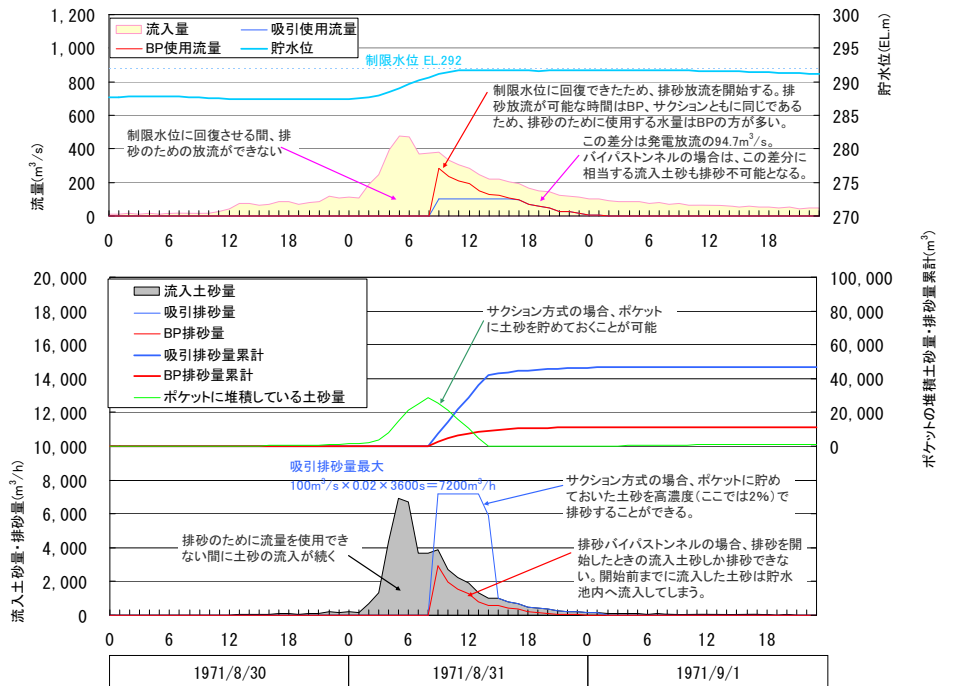
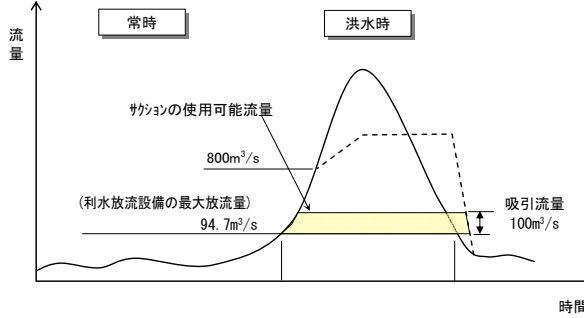
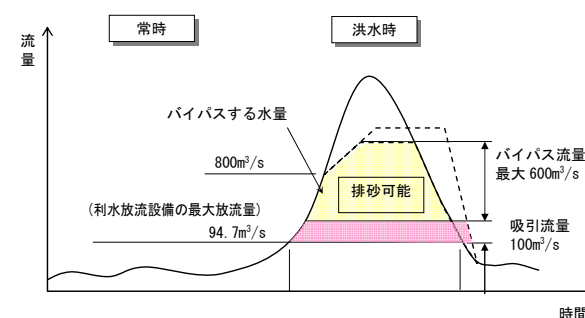
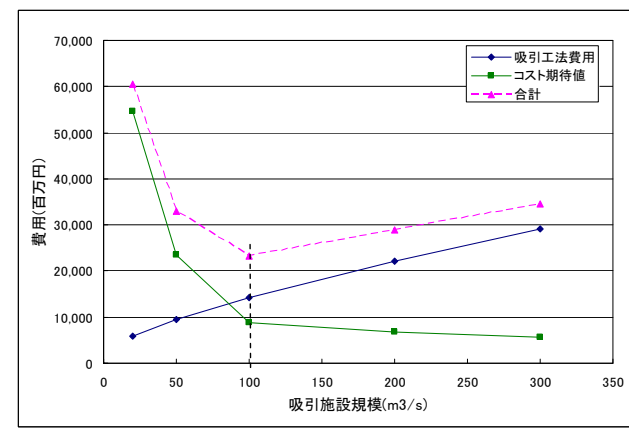
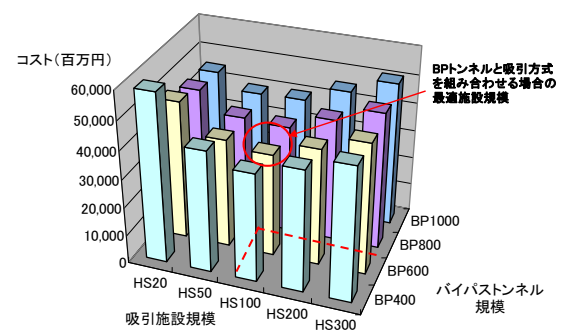


図 2.4 排砂バイパストンネルとサクシオン方式における排砂効率の特性

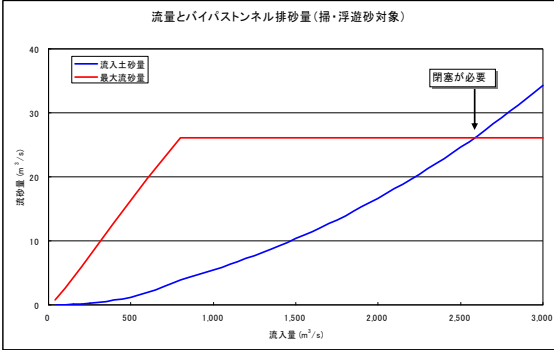
(4) 施設規模と排砂能力

表 2.7 基本条件と施設規模の設定

	サクシオン（吸引）方式+排砂トンネル	組合せ工法〔排砂バイパス&サクシオン方式〕
<p>基本条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 吸引施設で使用する流量は、利水放流設備を除くダムからの放流量の範囲内とする。</li> <li>● 洪水時においても最大94.7m<sup>3</sup>/sの発電放流を行うものとする。</li> <li>● 吸引施設の排砂濃度は2%とする。また、ウォッシュロードは貯水池濃度で排砂するものとする。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 排砂バイパス及び吸引施設で使用する流量は、利水放流設備を除くダムからの放流量の範囲内とする。</li> <li>● 洪水時においても最大94.7m<sup>3</sup>/sの発電放流を行うものとする。</li> <li>● 排砂バイパス呑ロゲートは流量調節操作を行うものとする。</li> <li>● 排砂バイパス呑口では、掃・浮遊砂及びウォッシュロードをバイパス流下量と貯水池流下量との流量比で排砂するものとする。</li> <li>● 吸引施設の排砂濃度は2%とする。また、ウォッシュロードは貯水池濃度で排砂するものとする。</li> </ul> 
<p>施設規模の設定</p>	<p>吸引施設規模ごとに、初期費用と、確率洪水時に排砂が不可能となる量を浚渫で排砂した場合の費用の期待値を算出し、それらの合計値が最も小さくなる吸引施設規模として 100m<sup>3</sup>/s を選定した。</p> 	<p>バイパストンネル規模および吸引施設規模ごとに初期費用と、浚渫排砂を行う場合の費用の期待値を算出し、合計値が最も小さくなる施設規模として、バイパストンネル 600m<sup>3</sup>/s、吸引施設 100m<sup>3</sup>/s を選定した。</p>  <p>〔注〕バイパストンネルによる排砂を吸引よりも優先して使用する場合の最適組合せ規模。 吸引を優先して使用する場合には、バイパストンネルなしが最も経済的となる。</p>

(5) 施設諸元

表 2.8 施設諸元・土砂輸送能力・排砂量

	サクシオン（吸引）方式+排砂トンネル	組合せ工法（排砂バイパス&サクシオン方式）																																																		
施設諸元	<p>規模 : <math>Q=100\text{m}^3/\text{s}</math></p> <p>トンネル径 : <math>\phi 4.6\text{m}</math> (標準馬蹄形)</p> <p>延長 : <math>5.7\text{km}</math></p> <p>勾配 : <math>1/50</math></p> <p>呑口位置 : 4.0k 地点</p> <p>吐口位置 : 矢作第二ダム下流</p> <p>稼働時間 : 平均=41h, 最低=3h, 最大=945h (検討期間は昭和 46 年～平成 16 年)</p>	<p>バイパストンネル</p> <p>トンネル単独部 : <math>Q=600\text{m}^3/\text{s}</math>, <math>\phi 9.6\text{m}</math>(標準馬蹄形), <math>I=1/70</math>, <math>L=2.0\text{km}</math></p> <p>吸引方式 合流後 : <math>Q=700\text{m}^3/\text{s}</math>, <math>\phi 10.1\text{m}</math>(標準馬蹄形), <math>I=1/70</math>, <math>L=5.4\text{km}</math></p> <p>吸引設備</p> <p><math>Q=100\text{m}^3/\text{s}</math>, <math>\phi 4.6\text{m}</math>(標準馬蹄形), <math>I=1/50</math>, <math>L=1.5\text{km}</math></p> <p>呑口位置 : 6.6k 地点, 4.0k 地点</p> <p>吐口位置 : 矢作第二ダム下流</p> <p>稼働時間 : 平均=41h, 最低=3h, 最大=945h (検討期間は昭和 46 年～平成 16 年)</p>																																																		
土砂輸送能力	<p>濃度が 2%と小さいため、土砂輸送能力は十分にある。</p>	<p>濃度が 2%と小さいため、土砂輸送能力は十分にある。</p> 																																																		
排砂量計算結果	<p>昭和 47 年～平成 16 年の排砂量計算結果は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="432 1002 1146 1150"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">吸引 <math>100\text{m}^3/\text{s}</math> のケース (計算期間 1971～2004)</th> </tr> <tr> <th>掃・浮遊砂</th> <th>ウォッシュロード</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流入土砂量</td> <td>215</td> <td>94</td> <td>309 (1.00)</td> </tr> <tr> <td>貯水池内堆砂量</td> <td>-8</td> <td>29</td> <td>21 (0.07)</td> </tr> <tr> <td>吸引排砂量</td> <td>223</td> <td>4</td> <td>227 (0.73)</td> </tr> <tr> <td>ダム通過量</td> <td>0</td> <td>61</td> <td>61(0.20)</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 貯水池内堆砂量のマイナス値は、過去に堆積していた土砂が移動して排砂された量を表す。</p>		吸引 $100\text{m}^3/\text{s}$ のケース (計算期間 1971～2004)			掃・浮遊砂	ウォッシュロード	合計	流入土砂量	215	94	309 (1.00)	貯水池内堆砂量	-8	29	21 (0.07)	吸引排砂量	223	4	227 (0.73)	ダム通過量	0	61	61(0.20)	<p>昭和 47 年～平成 16 年の排砂量計算結果は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="1319 1002 2033 1174"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">工法組合せのケース (計算期間 1971～2004 年)</th> </tr> <tr> <th>掃・浮遊砂</th> <th>ウォッシュロード</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流入土砂量</td> <td>215</td> <td>94</td> <td>309 (1.00)</td> </tr> <tr> <td>貯水池内堆砂量</td> <td>-8</td> <td>28</td> <td>20 (0.06)</td> </tr> <tr> <td>B P 排砂量</td> <td>16</td> <td>20</td> <td>36 (0.12)</td> </tr> <tr> <td>吸引排砂量</td> <td>208</td> <td>0</td> <td>208(0.67)</td> </tr> <tr> <td>ダム通過量</td> <td>0</td> <td>45</td> <td>45(0.15)</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 貯水池内堆砂量のマイナス値は、過去に堆積していた土砂が移動して排砂された量を表す。</p>		工法組合せのケース (計算期間 1971～2004 年)			掃・浮遊砂	ウォッシュロード	合計	流入土砂量	215	94	309 (1.00)	貯水池内堆砂量	-8	28	20 (0.06)	B P 排砂量	16	20	36 (0.12)	吸引排砂量	208	0	208(0.67)	ダム通過量	0	45	45(0.15)
	吸引 $100\text{m}^3/\text{s}$ のケース (計算期間 1971～2004)																																																			
	掃・浮遊砂	ウォッシュロード	合計																																																	
流入土砂量	215	94	309 (1.00)																																																	
貯水池内堆砂量	-8	29	21 (0.07)																																																	
吸引排砂量	223	4	227 (0.73)																																																	
ダム通過量	0	61	61(0.20)																																																	
	工法組合せのケース (計算期間 1971～2004 年)																																																			
	掃・浮遊砂	ウォッシュロード	合計																																																	
流入土砂量	215	94	309 (1.00)																																																	
貯水池内堆砂量	-8	28	20 (0.06)																																																	
B P 排砂量	16	20	36 (0.12)																																																	
吸引排砂量	208	0	208(0.67)																																																	
ダム通過量	0	45	45(0.15)																																																	
稼働の条件	<p>下記の 2 条件を満足するときに稼働する。</p> <p>条件 1 : 流入量が発電放流量 <math>94.7\text{m}^3/\text{s}</math> 以上であること</p> <p>条件 2 : 貯水位が制限水位に近い水位にあること</p>	<p>同 左</p>																																																		

(6) サクション方式のリスク対策

前項までに示すとおり、矢作ダム長期堆砂対策としては吸引方式が有利と考えるが、その課題としてリスクに対する対応方法を考慮しておく必要がある。

吸引方式には様々な工法があるが、大略は固定式と移動式に分類され、おのおの利点と欠点を有している。

リスクを回避するために固定式と移動式を組み合わせた方法を検討すると表 2.9 のとおりである。

表に示すとおり、組合せによってリスク対応を行うことにより、利水容量回復に対する効果も期待できる。

【移動式と固定式を組み合わせた工法】

- ◆ サクション方式の基本工法は固定式とし、吸引位置に到達した土砂を水圧差によって排出する。
- ◆ リスク対応及び利水容量回復のための工法として、移動式を組合せる。
  - ◆ 洪水時の流水や流下物の影響を受けにくい位置に固定式吸引管を配置しておく。
  - ◆ 平常時に、移動式サクション方式（または浚渫作業）による湖内移送によって吸引位置へ堆積土砂を集積する。
  - ◆ 出水時に、固定式サクション方式による吸引排砂を行い、洪水とともに土砂を貯水池（貯砂槽）から排出する。

なお、リスクそのものに対しては、今後、下記の検討を行う必要がある。

- 吸引管の閉塞対策 ⇒ 流木・塵芥対策の検討
- 吸引管基礎の移動 ⇒ 貯水池土砂移動シミュレーションによる設置深度の検討など
- 吸引管のメンテナンス ⇒ 貯水槽の設置検討など（ドライ状態での作業を可能とするために、吸引管を貯砂槽内に配置しておき、槽内水位を低下させる）

ここでは、左記のリスクに対するバックアップとして、洪水時の流水や流下物の影響を受けにくい箇所に固定式吸引管を設置しておき、移動式サクション方式あるいは浚渫で対応することを考慮しておくこととする。

リスク対応として、バイパス単独案の排砂量と同等の能力を有する吸引施設を洪水時の流水や流下物の影響を受けにくい箇所に設けるものとし、3.6万m<sup>3</sup>/年を移動式サクション方式あるいは浚渫工法によって吸引位置まで移動させるものとする、図 2.5 のとおりである。

バイパストンネルと同等のリスク対応を行ったとしても、組合せ案よりもサクション方式のほうが経済性に優れていると評価する。

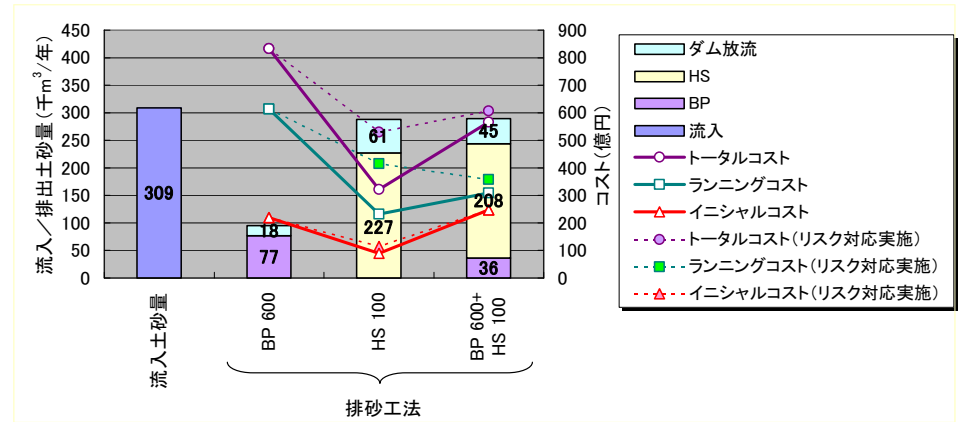


図 2.5 サクション方式においてリスク対応を考慮した場合のトータルコスト

表 2.9 移動式サクシオンを組合せることによるリスク対応

方式	移動式	固定式	【リスクや欠点に対する対応策】 出水時の固定式による排砂＋平常時の移動式による湖内移送 (利水容量の回復)
概要図			
排砂能力	<ul style="list-style-type: none"> <li>吸引できる土砂粒径に制限がある。</li> <li>沈木、異物の除去はできない。</li> <li>管路輸送のため、輸送距離が長くなると、摩擦抵抗が大きくなり、排砂能力が低下する。</li> <li><b>吸引位置を選択できるため、堆積している土砂の質や堆砂形状による排砂効率の低下は生じにくい。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>吸引できる土砂粒径に制限がある。</li> <li>流木、異物の除去はできない。</li> <li>管路輸送のため、輸送距離が長くなると、摩擦抵抗が大きくなり、排砂能力が低下する。</li> <li><b>吸引効率は、吸引排除できる堆積土の影響範囲(堆積土厚、土砂崩壊角度等)によるため、土砂の質や堆砂形状によって異なる。</b></li> <li>吸引しきれない大粒径の土砂等が吸入口付近に堆積する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>吸引できる土砂粒径に制限がある。</li> <li>流木、異物の除去はできない。</li> <li>管路輸送のため、輸送距離が長くなると、摩擦抵抗が大きくなり、排砂能力が低下する。</li> <li><b>吸引効率は、吸引排除できる堆積土の影響範囲(堆積土厚、土砂崩壊角度等)によるため、土砂の質や堆砂形状によって異なる。</b></li> <li>吸引しきれない大粒径の土砂等が吸入口付近に堆積する。</li> </ul>
操作性	<ul style="list-style-type: none"> <li>台風時の運用が難しい(一般の浚渫作業は、風速 10m/s 程度まで可能)。</li> <li><b>台船とクレーンの操作、その人員が必要である。</b></li> <li>出水を予測してあらかじめ船員を確保しておく必要がある。</li> <li><b>出水時の操作となるため、悪天候下の作業が余儀なくされる。</b></li> <li>湖上での作業船の保持及び移動のため、アンカーワイヤおよびスイングワイヤを広範囲の湖面上に張り巡らす必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>制水バルブの開閉操作を行えばよいため、出水時の操作性に優れている。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>湖上での作業(利水容量の回復)は、平常時に実施する。</b></li> <li><b>制水バルブの開閉操作を行えばよいため、出水時の操作性に優れている。</b></li> </ul>
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ダム管理上、出水時に船を浮かべておくことができない場合には、流水の影響を受けない退避場所を設けておく必要がある。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>メンテナンス(障害物除去)に潜水作業が必要であり、コストがかかる。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>メンテナンス(障害物除去)に潜水作業が必要であり、コストがかかる。</b></li> </ul>
リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>排砂管に異物が流入した場合、排砂管内で閉塞するおそれがある。その場合、閉塞解除するまで排砂不能となるが、<b>復帰は排砂管を引き上げて行えばよいため、比較的容易である。</b></li> <li><b>出水時の湖上での作業が必要となるため、危険性を伴う。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>排砂管に異物が流入した場合、排砂管内で閉塞するおそれがある。<b>復帰のためには、潜水作業あるいは固定している管の引き上げが必要となる。</b></li> <li><b>貯水池内の土砂移動(排砂管基礎の移動)や流下障害物の衝突によって、排砂管が破損する可能性がある。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>排砂管に異物が流入した場合、排砂管内で閉塞するおそれがある。<b>復帰のためには、潜水作業あるいは固定している管の引き上げが必要となる。</b></li> <li><b>貯水池内の土砂移動(排砂管基礎の移動)や流下障害物の衝突によって、排砂管が破損する可能性がある。</b></li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>上記3項目に示す排砂管の閉塞や破損が課題となり、その対策については今後検討を行う必要がある。</b> これらのリスクに対するバックアップとして、洪水時の流水や流下物の影響を受けにくい箇所に固定式吸引管を設置しておき、移動式サクシオン方式あるいは浚渫で対応することを考慮しておく。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>出水時には湖上での操作は行わない。</b></li> </ul>

※ **ゴシック太字**は主な特徴を示しており、**青字**は利点、**赤字**は欠点を表す。



### 3. 堆砂対策に伴う影響検討

#### 3.1 影響検討の考え方

##### (1) 影響検討の目的

矢作ダム長期堆砂対策に伴い、従来ダム貯水池に堆積していた土砂を下流に流すことによる下流河川環境への影響について予測、評価を行い、必要に応じて対策の検討を行う。

##### (2) 想定される影響

ダムからの排砂による影響として、想定されるインパクト・レスポンスの概要を図 3.1 に示す。

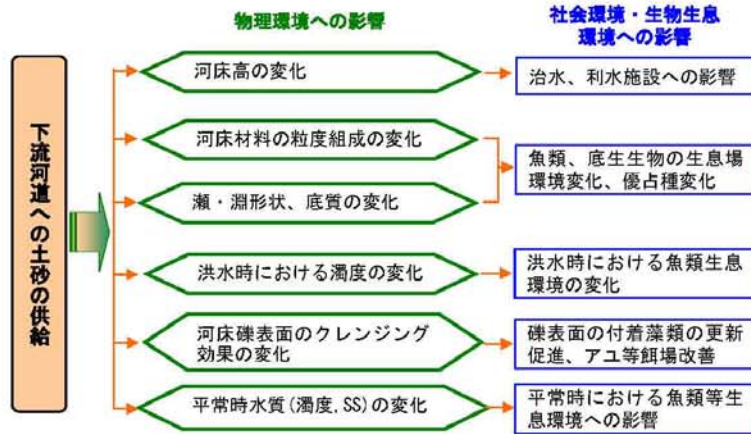


図 3.1 想定されるインパクト・レスポンス

##### (3) 影響検討の方法

影響検討は、下記の 2 手法によって、ダムからの排砂を行った場合の影響予測と対策検討を行う。

###### 手法 1：下流河川河床変動シミュレーション

下流河川の一次元河床変動計算によって、河床変動量、変動高、河床材料の粒度組成の変化等、主として物理環境への影響を予測する。また、治水面及び利水施設に対する社会環境への影響を予測する。さらに、対策を行った場合の効果について予測検討を行う。

###### 手法 2：土砂投入試験に対する環境調査

土砂投入によって長期堆砂対策施設から土砂が排出された状況を擬似的に作り出し、その際に起こる環境（主として物理環境、生物生息環境）への影響を把握する。ただし、土砂投入試験によって可能な土砂投入量には限界があるため、量的な影響の把握は外挿による予測とならざるをえない。

これら 2 手法による影響予測項目を表 3.1 に、影響予測と対策検討の流れを図 3.2 に示す。

表 3.1 影響検討に用いる手法と各手法で予測対象とする影響

手法	予測する影響	
	物理環境への影響	社会環境・生物生息環境への影響
下流河川河床変動シミュレーション	河床高の変化	治水、利水施設への影響
土砂投入試験に対する環境調査	河床材料の粒度組成の変化	魚類、底生生物の生息環境変化、優占種変化 洪水時における魚類生息環境の変化 礫表面の付着藻類の更新促進、アユ等餌場改善 平常時における魚類等生息環境への影響
	瀬・淵形状、底質の変化	
	洪水時における濁度の変化	
	クレンジング効果の変化	
	平常時水質(濁度、SS)の変化	

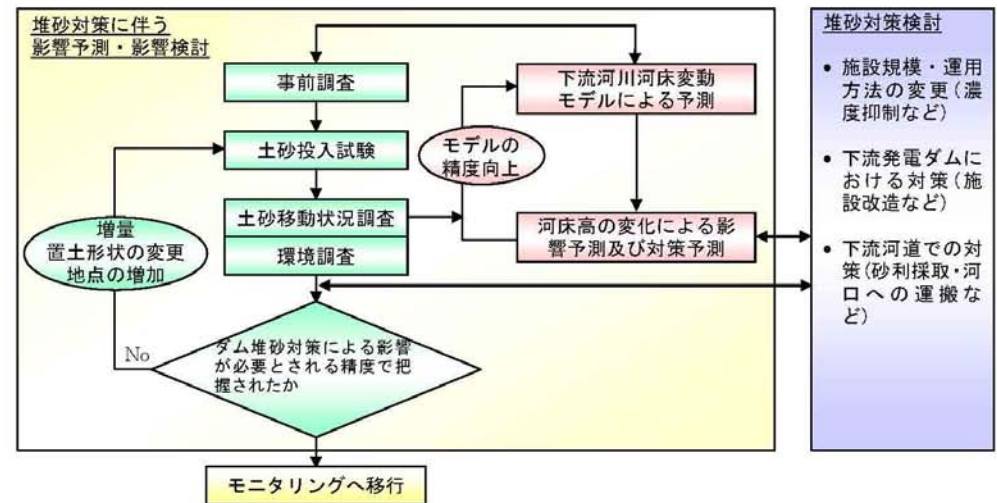


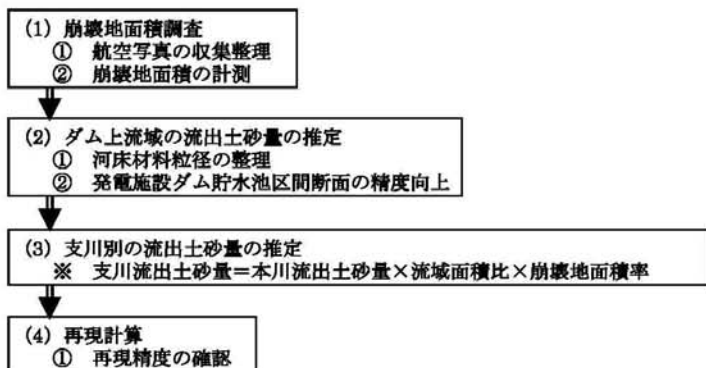
図 3.2 環境調査と河床変動シミュレーションを用いた影響予測と対策検討の流れ

### 3.2 河床変動モデルによる下流河川環境への影響検討

#### 3.2.1 下流河川河床変動モデルの修正・検証

##### (1) 検討の流れ

矢作ダム下流河川の河床変動計算の精度向上を目的として、崩壊地面積を計測し、支川別流出土砂量がこれに比例すると仮定して河床変動計算を実施した。以下に検討の流れを示した。



##### (2) 検討条件

項目	条件			
計算区間	河口 (-2.2km) ~ 矢作第二ダム直下 (73.8km) (図 3.4 参照)			
初期河床	直轄区間	再現検討: 平成元年測量断面 (~0.6km は、平成 8 年測量断面) 予測検証: 平成 12 年測量断面		
	指定区間	再現検討: 昭和 62 年測量断面 (越戸・阿摺・百月ダムは平成元年測量) 予測検証: 平成 15 年測量断面		
河川横断構造物	藤井床固、明治用水頭首工、越戸ダム、阿摺ダム、百月ダム、笹戸ダム			
河床材料	直轄区間	昭和 58 年河床材料調査結果		
	指定区間	平成 17 年河床材料調査結果		
下流河道への流入土砂条件	<本川上流端> 再現検討: なし 予測検証: 矢作ダム通過土砂量 (30 万 m <sup>3</sup> ) 及び堆積土砂の粒径分布 <支川からの流入> 粒径分布: 矢作ダム堆積土砂の粒径分布 土砂量: 各支川の崩壊地面積と矢作ダム流域の崩壊地面積との関係を考慮し、矢作ダムに流入する土砂量の比流量換算で算出 (粒径別の Q-Qs 式を流域面積比×崩壊地面積比で補正)			
ダム操作	ゲートオープン条件を操作規定上で全開にする流量ではなく、ゲートを開放し始める流量に変更した			
		百月ダム	阿摺ダム	越戸ダム
	前回モデル	1000 m <sup>3</sup> /s で全開	1000 m <sup>3</sup> /s で全開	750 m <sup>3</sup> /s で全開
今回モデル	300m <sup>3</sup> /s でゲートオープン開始	350 m <sup>3</sup> /s でゲートオープン開始	200 m <sup>3</sup> /s でゲートオープン開始	

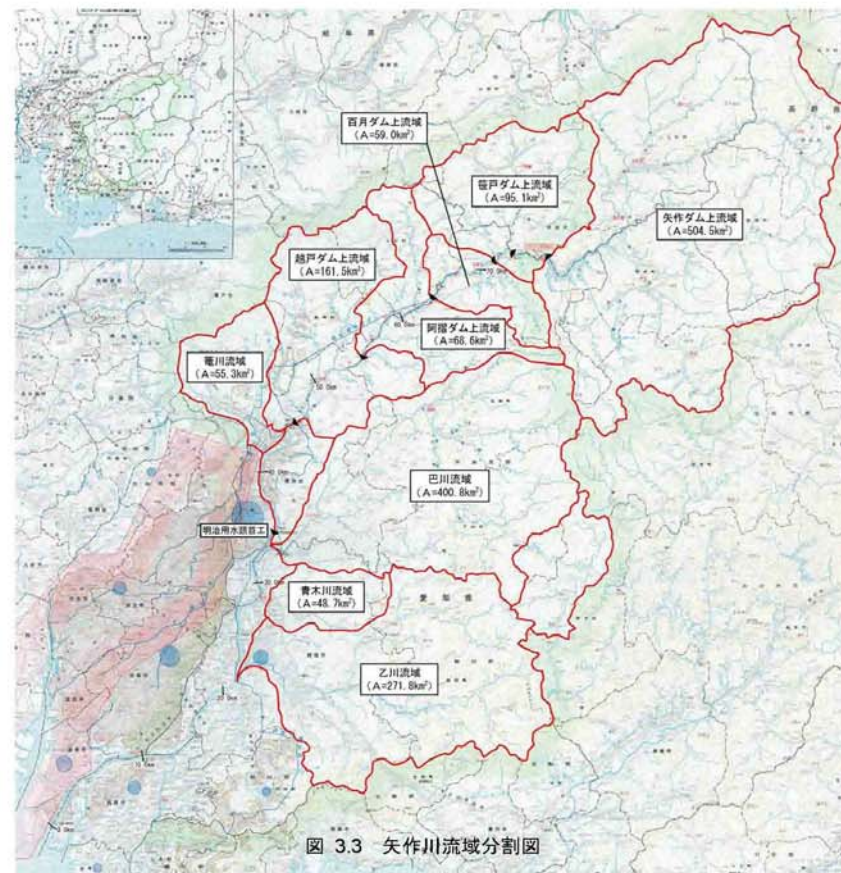


図 3.3 矢作川流域分割図

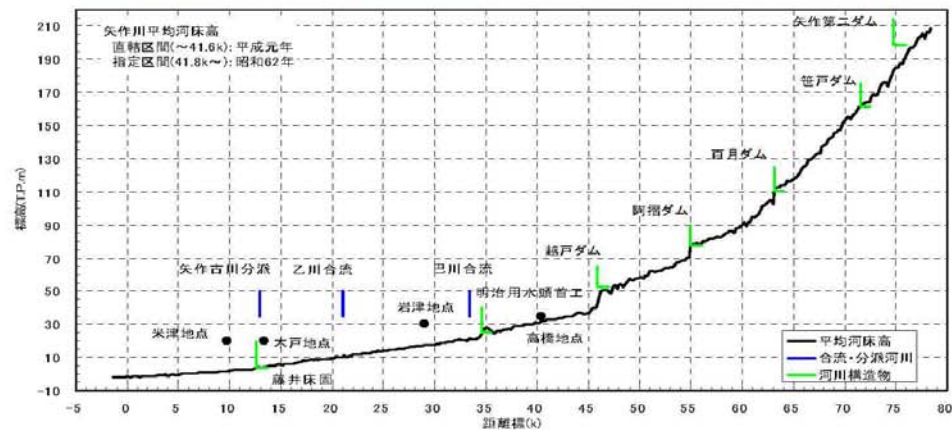


図 3.4 検討対象区間縦断面図

(3) 再現検証

1) 再現検証期間

前回の委員会の指摘事項を考慮し、モデルの見直しを行った。

下流堰堤の湛水区間において、実績量に基づいた維持浚渫をモデルに反映している。

モデルの信頼性を確認する再現検証期間は、矢作川の河床変動傾向を考慮して、表 3.2 のとおりとした。

2) 再現検証結果

砂利採取禁止により、河道が安定した平成元年～平成 15 年:15 年間に対象に検証計算を実施した。

検証計算結果を以下に示す。これより、今回の河床変動計算モデルは現状を概ね再現できている。

表 3.2 再現検証期間

期 間	内 容
河道が安定している長期期間の検証 (平成元年～平成 15 年:15 年間)	矢作ダム建設後、砂利採取が終了し、河道が比較的安定している平成元年以降を対象にした長期的な検証。

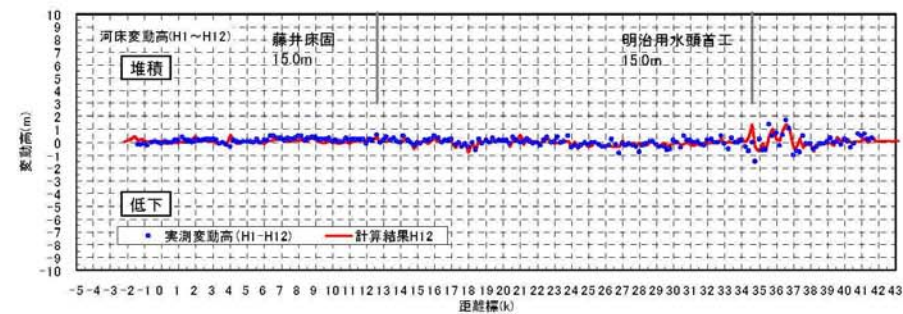
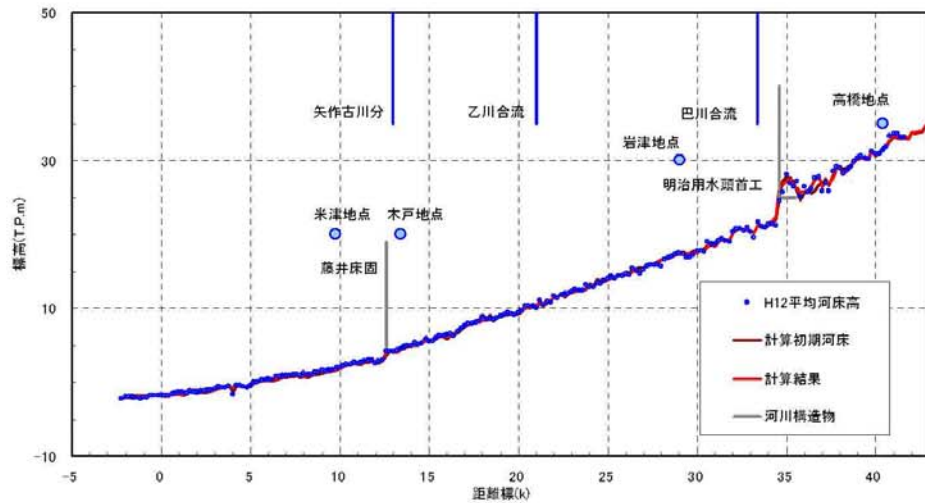


図 3.5 河床変動量検討結果 (直轄区間)

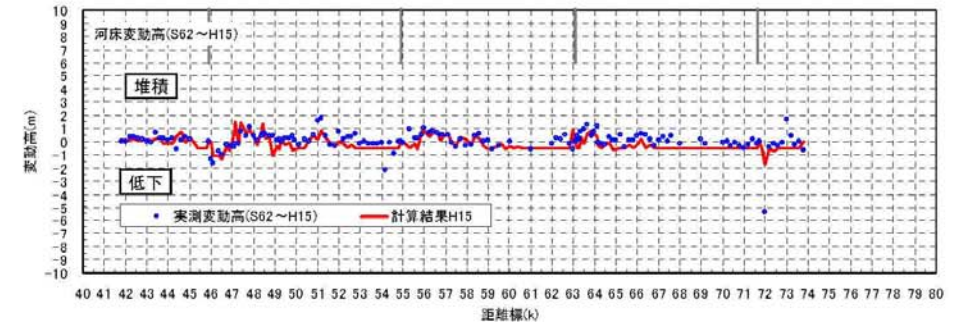
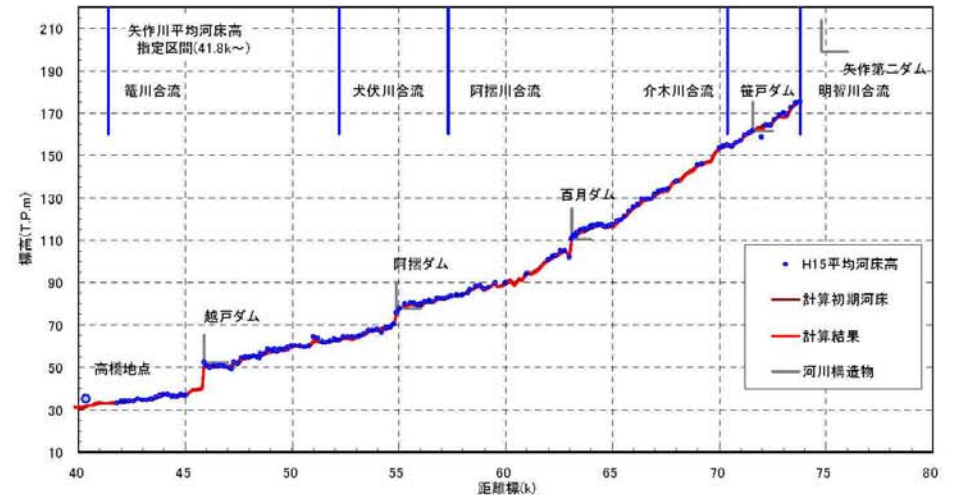


図 3.6 検討結果縦断面図 (指定区間)

### 3.2.2 河床変動モデルによる長期対策に伴う下流河川の物理環境への影響検討

3.2.1 で修正したモデルを用いて、現在、河床がほぼ固定化され変動が小さくなっている矢作川に対して、矢作ダムに流入する流送土砂を矢作第二ダムの下流に排砂した場合について、矢作川の下流河道（矢作第二ダム下流から河口まで）を対象に将来予測検討を実施した。

#### (1) 検討ケース

H15年より、33年間とした（ダムの堆砂計算の昭和46年～平成15年までの期間長に合わせた）。

検討は、現況河道を対象に、ダム操作（現行）に対し、矢作ダム通過土砂量（5、15、30万m<sup>3</sup>）3ケースを組み合わせた3ケースと、下流堰堤の洪水吐きを改造したケースにおけるダム操作（全開）に対し、矢作ダム通過土砂量（5、15、30万m<sup>3</sup>）3ケースを組み合わせた計6ケースとした。

図 3.7 検討ケース別条件表

検討ケース	河道条件	洪水吐	ダム操作	矢作ダム排砂量*
ケース 1-1	現況河道	既往	現行操作 (以下の流量で洪水吐ゲートを開放する)	5万m <sup>3</sup> 相当
ケース 1-2			百月ダム：300m <sup>3</sup> /s	15万m <sup>3</sup> 相当
ケース 1-3			阿摺ダム：350m <sup>3</sup> /s 越戸ダム：200m <sup>3</sup> /s	30万m <sup>3</sup> 相当
ケース 2-1	現況河道	改造	常時全開とする	5万m <sup>3</sup> 相当
ケース 2-2				15万m <sup>3</sup> 相当
ケース 2-3				30万m <sup>3</sup> 相当

※ 矢作第2ダム直下に排出

洪水吐きの改造は、各堰堤の洪水吐きと堤体基礎との関係から、洪水吐き敷高を低くすることが可能と考えられる限界高さとして、表 3.3 のとおりとした。

表 3.3 下流堰堤の洪水吐き改造ケース

百月ダム	阿摺ダム	越戸ダム
1m低下	1m低下	2m低下

#### (2) 将来予測検討結果

将来予測の検討結果を図 3.8～図 3.11 に示す。また、これから予測される点を以下に整理した。

##### 1) 現行操作の場合

矢作第二ダムの下流に年平均 5,15,30 万 m<sup>3</sup> を排砂し、下流の発電ダムは現行操作を行うものとした。

前回の結果では百月ダムから矢作第二ダム下流までの区間で土砂が最大で 6m 近く堆砂していた。モデルを見直した結果、排砂した土砂は百月ダム、阿摺ダム、越戸ダムの上流にそれぞれ堆砂した。この結果、越戸ダムより下流の河道にはほとんど変化がないと考えられる。

##### 2) 常時全開操作の場合

矢作第二ダムの下流に年平均 5,15,30 万 m<sup>3</sup> を排砂し、下流の発電ダムがゲート（改良）を常時全開とする操作を行うものとした。

排砂した土砂は、越戸ダム（最大 3.0m 程度堆砂）、阿摺ダム（最大 4.0m 程度堆砂）、百月ダム（最大 4.0m 程度堆砂）に堆砂した。（図 3.11 参照）

この他、35.6k～45.8k の越戸ダムより下流で最大 1.5m 程度堆砂するとともに、明治用水頭首工より下流から河口付近までに最大 2.0m 程度堆砂することが分かった。（図 3.10 参照）

これにより、次のような治水、利水、環境面への影響が予測される。

##### a) 治水上の影響

- 明治用水頭首工の直下流付近～29k の河床が 33 年間に最大で 0.5～2.0m 程度上昇する。
- これによる流下能力不足を防止するため、河床掘削などの維持管理をこの全区間に対して数年に 1 度の頻度で行う必要があると考えられる。
- 19.9～41.7k 間にある 38 の排水施設が排水不良を生じる可能性がある。

##### b) 利水上の影響

- 明治用水頭首工をはじめとする利水施設における、取水・排水機能への影響や越戸ダム、阿摺ダム、百月ダムの上流に堆砂し、発電容量が減少が生じる可能性がある。

#### (3) まとめ

- 以上の結果から、今後河川の治水・利水面で着目点としては、明治頭首工等の取水施設の機能維持と流下能力の低下防止の観点から 29k～34.6k までの堆積土砂の排除が必要と考えられる。
- 矢作ダムの堆砂対策と上流の発電ダムの機能維持を両立させるためには、矢作川流域全体の土砂管理計画を踏まえた上で、社会的コストミナムの観点により、維持浸漬、ゲート操作規則の見直し、堰堤改良等を検討する必要がある。

#### (4) 課題

本河床変動計算は、既往の資料を用いる範囲においては概ね妥当な精度であると考えられる。今後の課題としては、下流河川の発電ダム湛水域や支川の粒度分布、指定区間の測量実績等基礎データの充実を図ることにより、より精度向上を図ることが望ましい。また、現在のモデルでは矢作ダム放流量のハイドロに合わせ流入土砂量を設定しているため、実際に排砂する際の条件とことなっている。

① ケース 1-1~1-3 (現行ダム操作の場合)

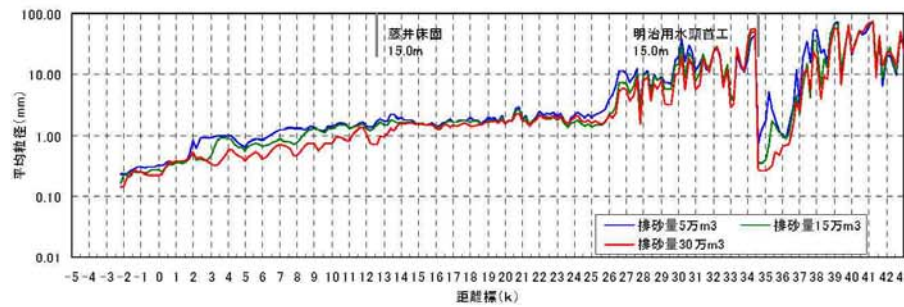
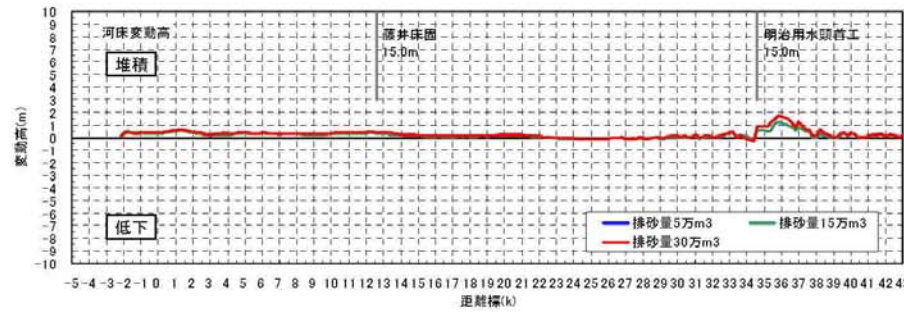
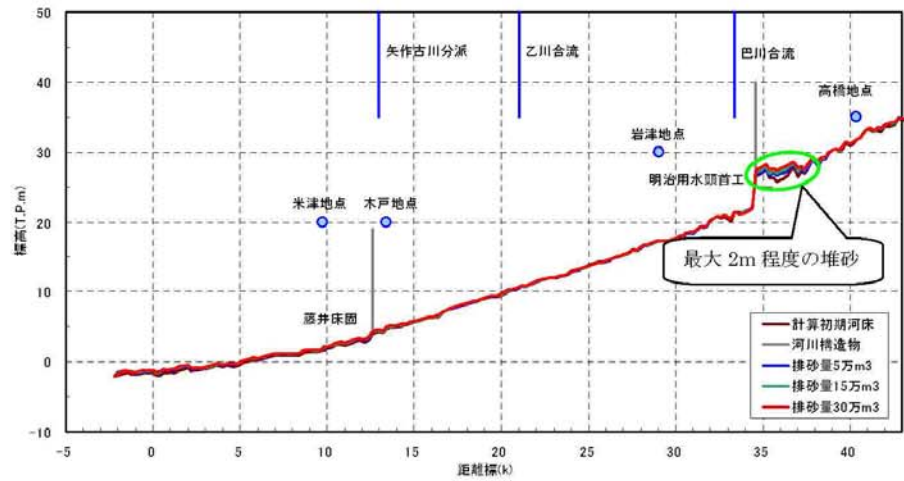


図 3.8 ケース 1-1~1-3 (現行ダム操作の場合) の検討結果 (直轄区間)

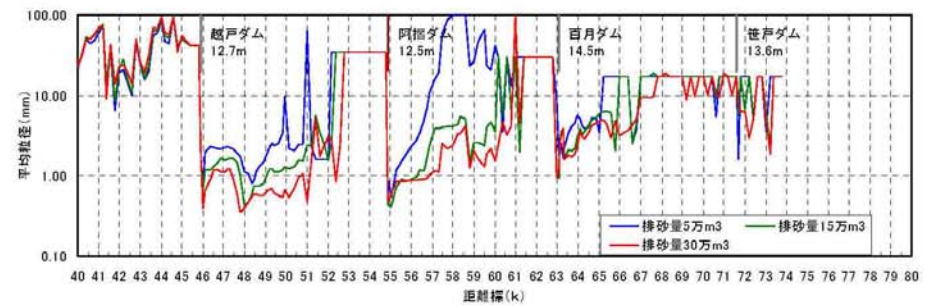
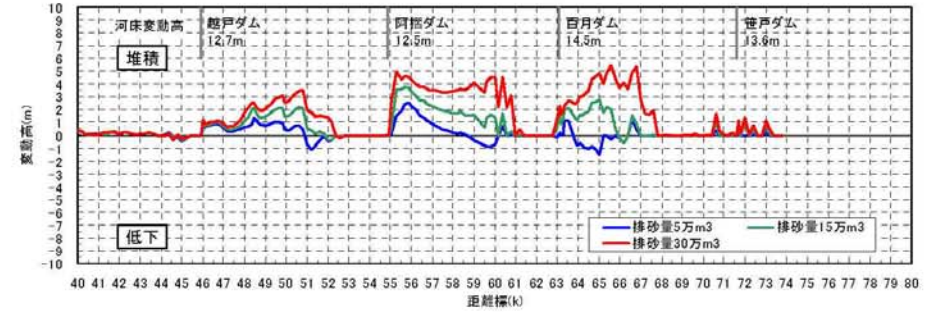
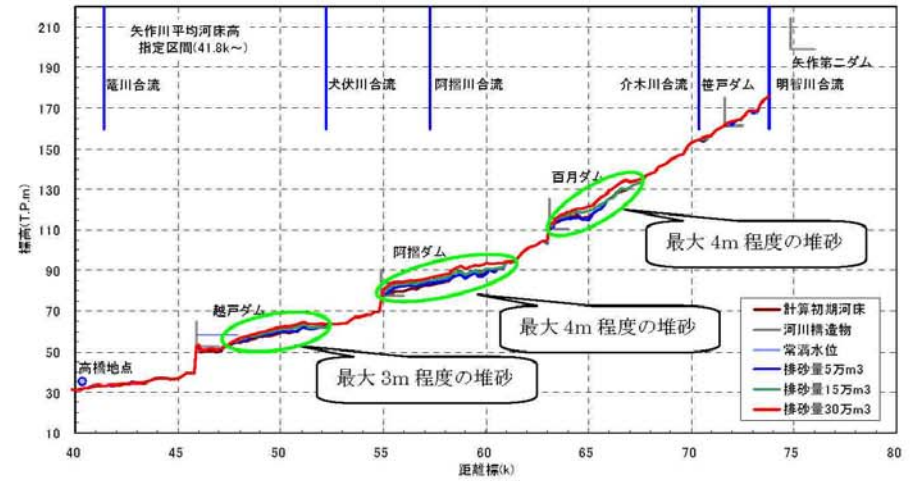


図 3.9 ケース 1-1~1-3 (現行ダム操作の場合) 検討結果 (指定区間)

② ケース 2-1~2-3 (堰堤改良・全開ダム操作の場合)

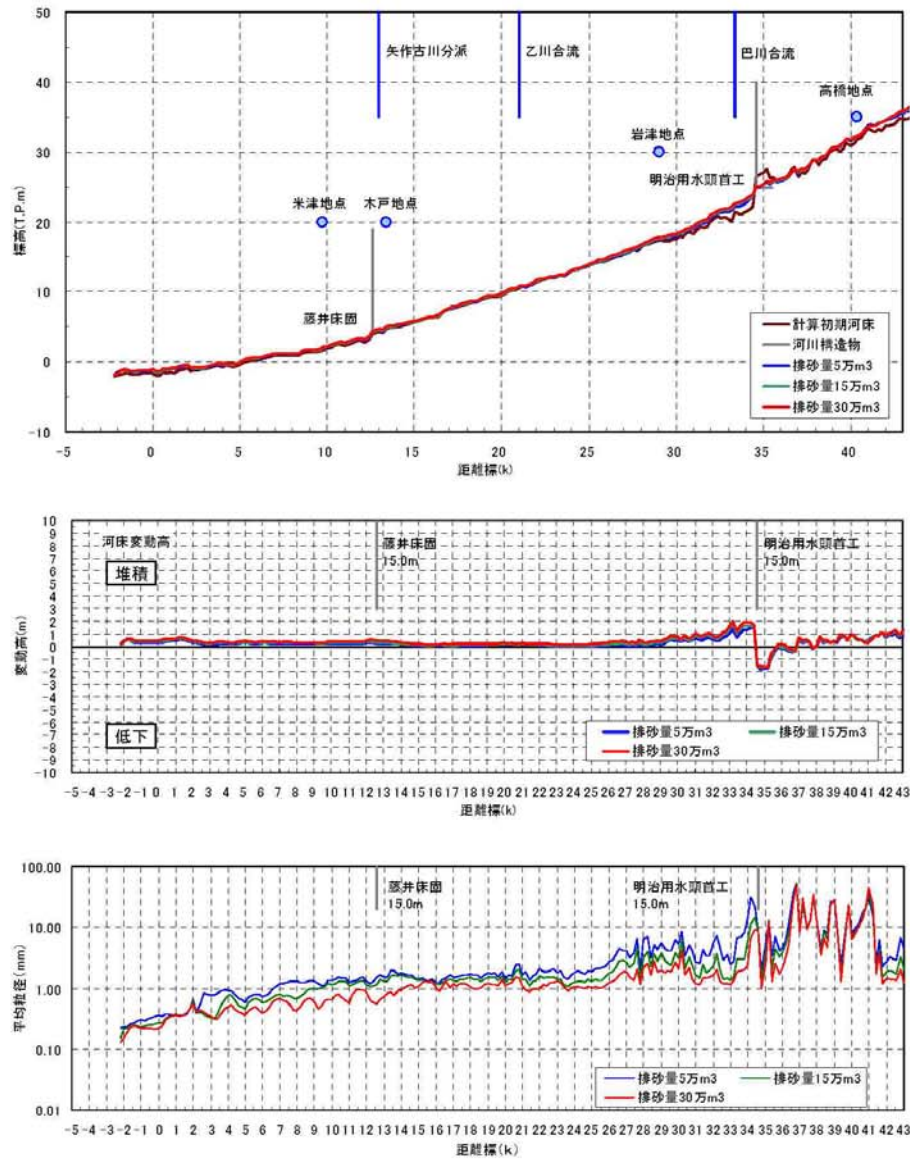


図 3.10 ケース 2-1~2-4 (ダム全開操作の場合) 検討結果 (直轄区間)

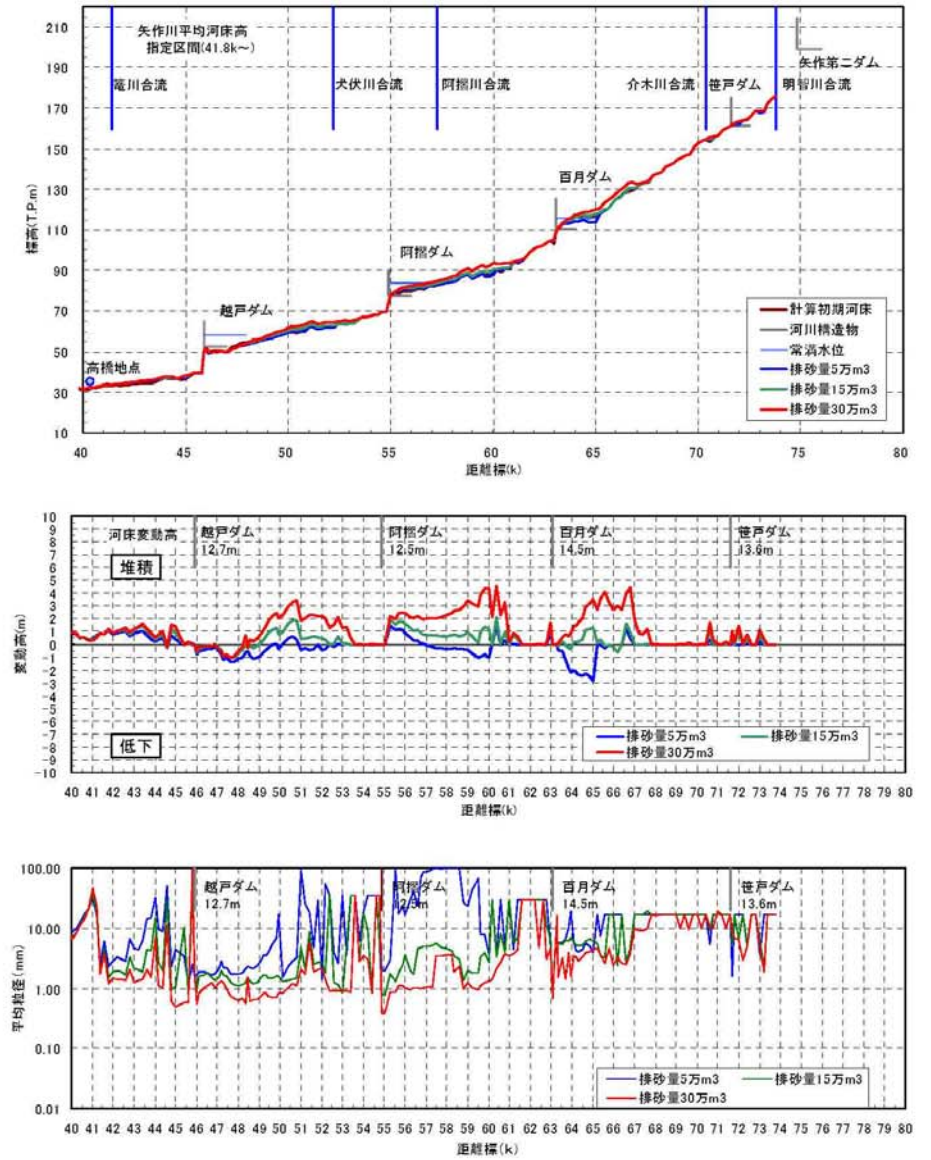


図 3.11 ケース 2-1~2-4 (ダム全開操作の場合) 検討結果 (指定区間)

### 3.3 環境調査による下流河川環境への影響検討

#### 3.3.1 影響検討計画

##### (1) 検討範囲

環境調査の範囲は、河床変動予測計算の結果から明治頭首工下流に影響が及ぶ可能性があるため、矢作ダムから河口までを対象とする。

##### (2) モニタリングの考え方

矢作川下流域でのモニタリングの考え方を以下に示すが、調査対象範囲は管理主体が複数となるため、実施すべき調査範囲等については、管理主体間で協議が必要である。

##### 1) リファレンスデータ

矢作川全川で実施（矢作ダムから排砂したことによる影響を評価するため。ただし、来年度に全てを実施する必要はなく、特に明治頭首工より下流は数年かけて実施しても問題ないものとする。また、矢作川研究会で種々の調査が実施されているため、それらデータの有効活用も重要である）

##### 2) 土砂投入によるモニタリング

土砂投入地点より下流を対象とし、物理・生物環境に関する項目を調査する。なお、調査範囲は、当面は投入地点から投入地点下流に位置する堰堤の直下までを基本とする。ただし、堰堤から下流に土砂投入の影響が及んでいると判断された場合は、調査範囲を延伸するものとする。

#### 3.3.2 土砂投入計画

##### (1) 土砂投入試験の目的

- 目的-① 長期対策を実施した際に、どのような影響が生じるかを把握する
- 目的-② 本事業に対する社会の認知度と理解を高める

目的-①に対しては、土砂投入試験によって30万 $m^3$ /年の土砂を流下させることは不可能であるため、長期対策後の下流河道の状況把握は、シミュレーションによることになる。今年度構築したモデルは、矢作ダムで土砂を捕捉している状況を再現しているため、矢作ダムで長期対策を実施し、下流河道を流下する土砂量が増加した際のシミュレーション精度については不確実性を有している。また、下流河道を流下する土砂量が増加した場合に、下流河川の生物生態環境の変化についても不明である。

目的-②については、土砂投入試験を継続実施することによって、流域社会の認知度と理解を高め、長期対策の実現につなげるとともに、長期対策の組合せ工法の一つに位置付けるものである。この目的については、事業を進める上では重要であるが、「河川環境への影響検討」からははずれるものであるため、以下では除外する。

##### (2) 土砂投入試験を実施する上での視点

前述のとおり、「河川環境への影響検討」に位置づけられる土砂投入試験は、下記の視点で実施していく必要がある。

##### 視点-1：シミュレーションモデルの精度向上

##### 視点-2：生物環境に与える影響把握

視点-1、2ともに、土砂を投入したことによって1洪水で下流河川の物理、生物環境がどのように変化するか、それを年に数回実施することによって経年的にどのように変化するかを把握することが重要である。

##### (3) 土砂投入試験の実施方針（将来目標）

上記の視点に立ち、実施方針（将来目標）は下記のとおりとする。

##### 1) 1地点、1回当たりの土砂投入量

**1地点あたり6,000 $m^3$ /回の土砂を投入する。**

堆砂対策施設からの排出土砂は、事務局選定案（吸引単独案）では最大100 $m^3$ /sの2%濃度で排出される。ここでは、1回/1年流量に相当する流入量200 $m^3$ /sに対する1洪水当たりの排出土砂量（施設規模の検討と同様に基本高水波形を引き伸ばした際の排出土砂量）として、6,000 $m^3$ /回を設定する。

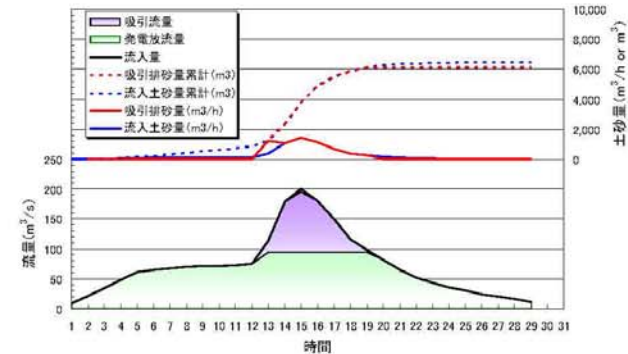


図 3.12 計画洪水引き伸ばし 200 $m^3$ /s 流入時の吸引排砂量時系列図

**今後の方針**

この様な場合は、砂成分等により河床を覆うことになるため要注意

長期対策施設の運用等がある程度確定した段階で、施設から排出される土砂の $Q-Q_s$ を想定し、単に濃度を合わせるのではなく、「ダム建設前」「ダム建設後」の $Q-Q_s$ と比較した上で土砂の投入量や投入方法等の見直しを行う。

## 2) 投入地点

投入地点は、水理条件が異なる数地点で実施することを考慮して、下記の地点を予定する。

- |  |
|--|
| 地点-1：小渡地点<br>(明治頭首工より上流に位置し、河床勾配が急)                |
| 地点-2：候補地点①～④の中から選定<br>(明治頭首工より上流に位置し、河床勾配が小渡地点より緩) |
| 地点-3：明治頭首工下流地点<br>(明治頭首工より下流の河床勾配を代表)              |

ただし、明治頭首工下流の地点-3については、河床変動モデルや環境調査による影響検討の結果、長期対策による環境への影響が大きいと判断された場合に投入を行う計画とする。



図 3.13 土砂投入候補地点概要図

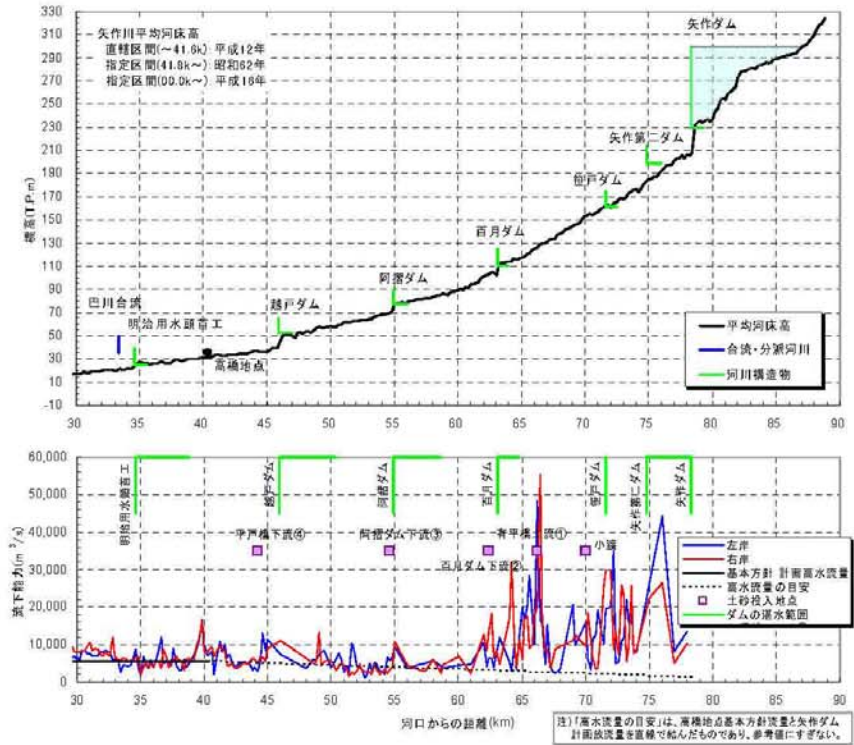


図 3.14 矢作川縦断面図及び流下能力図



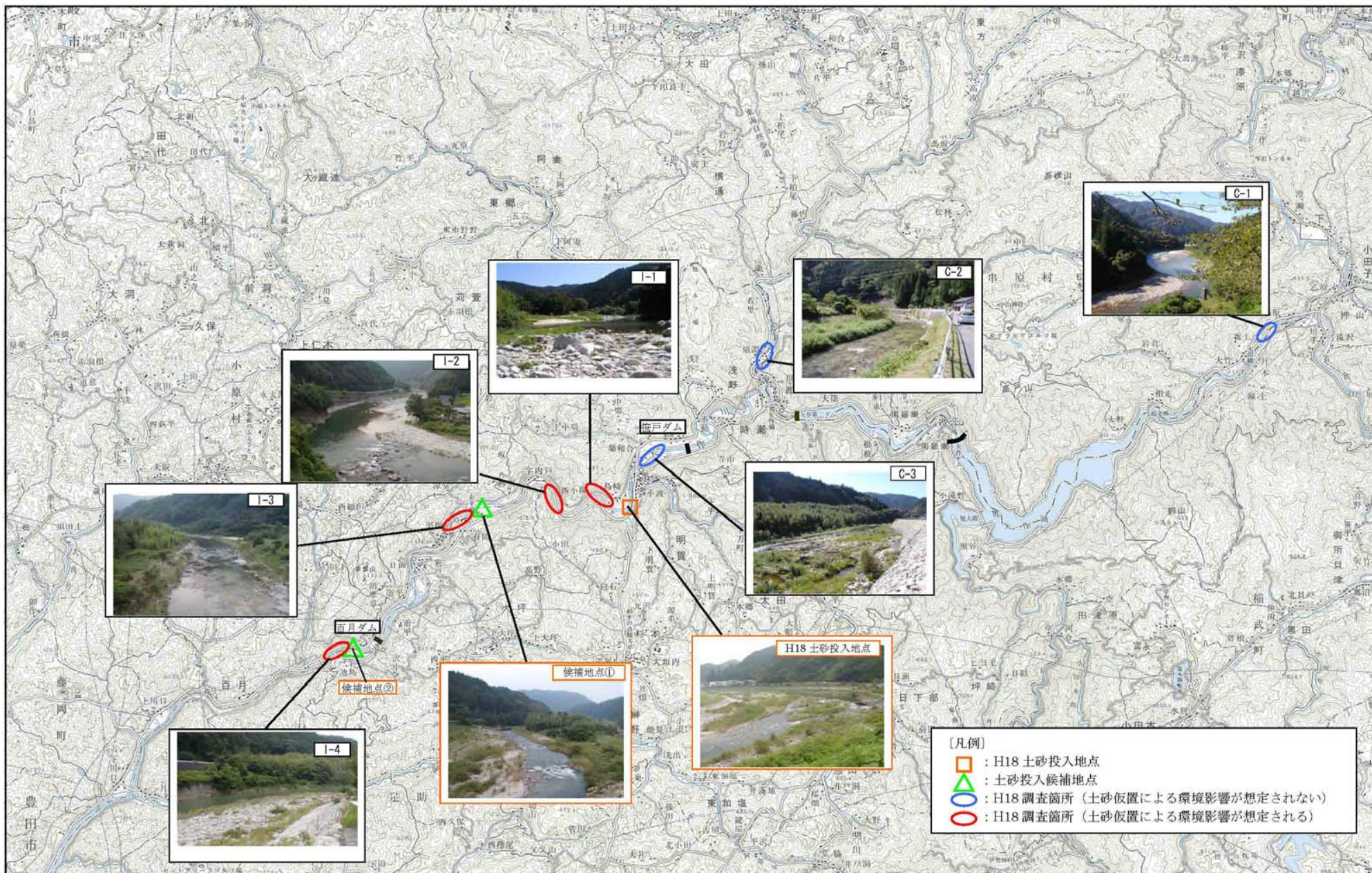


図 3.15(1) 土砂投入候補地点位置図(1/2)

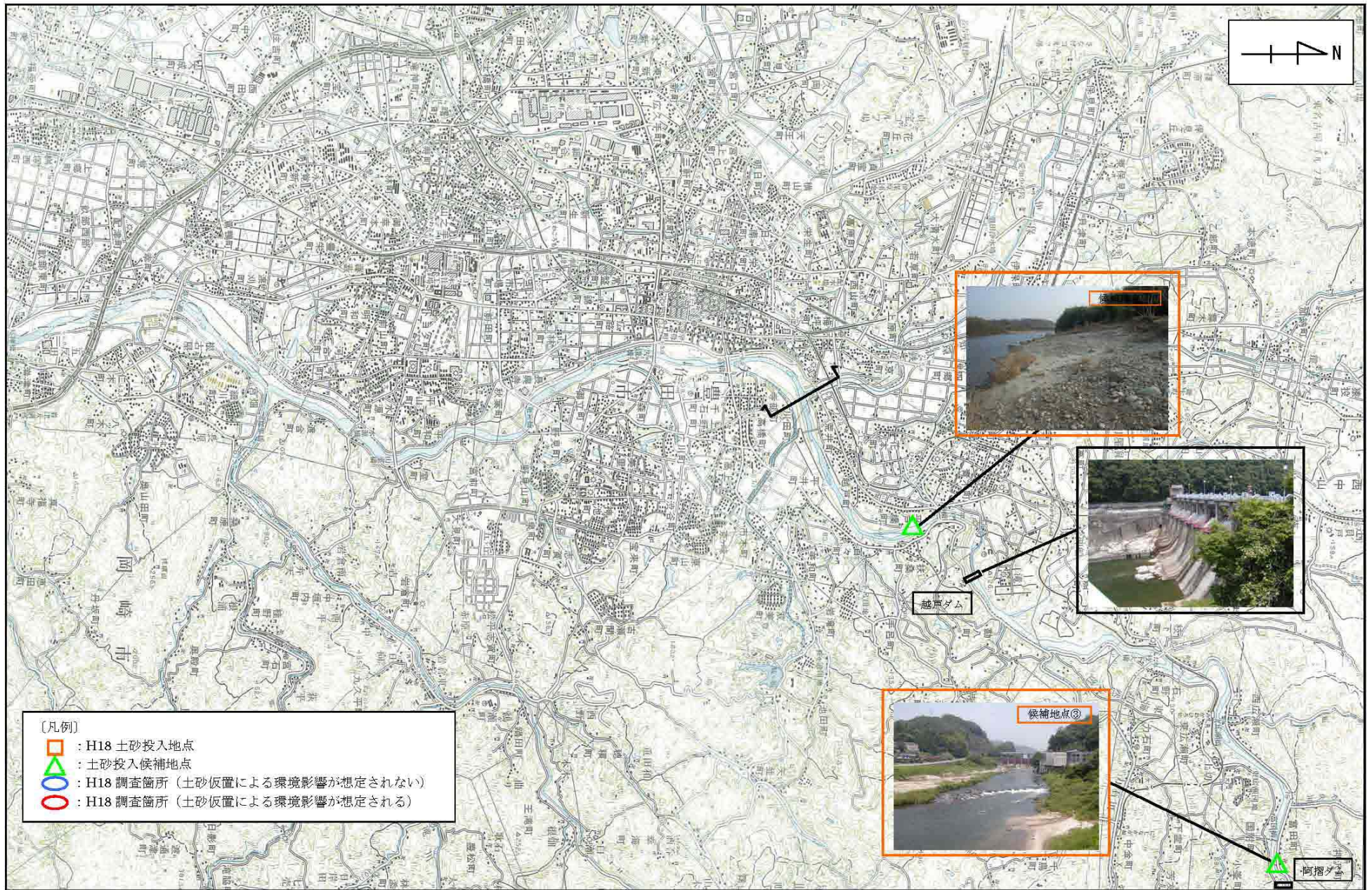


図 3.15(2) 土砂投入候補地点位置図(2/2)

表 3.4(1) 土砂投入候補地点の整理表(1/2)

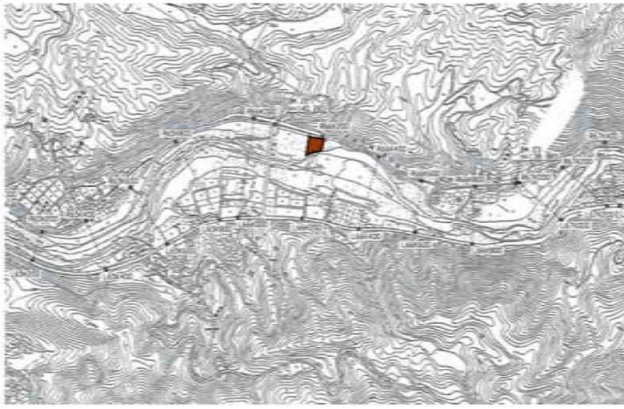
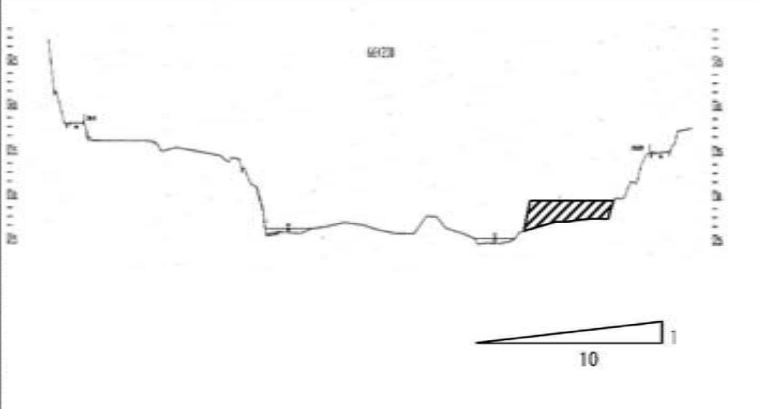

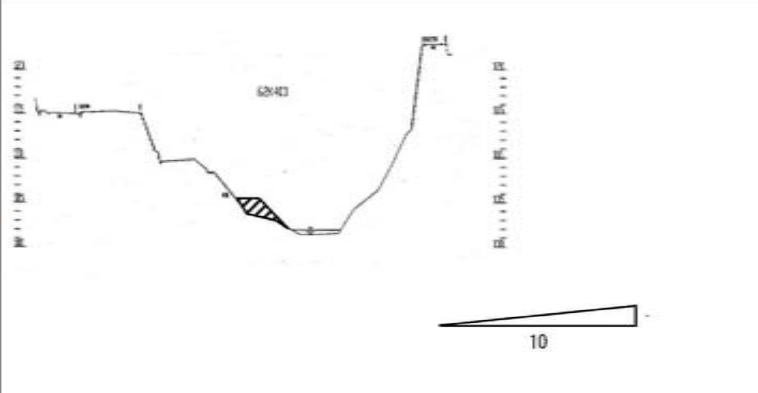

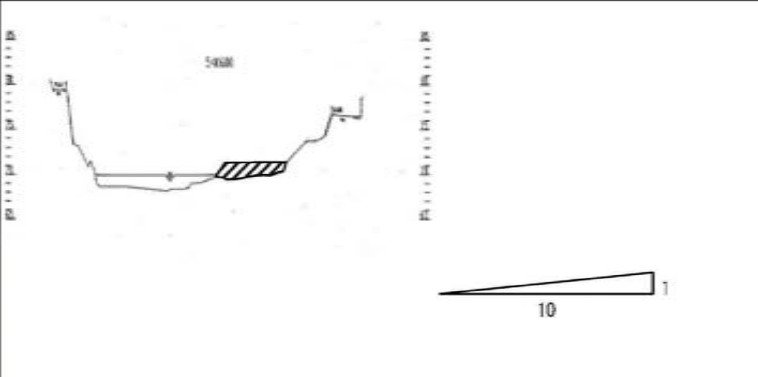
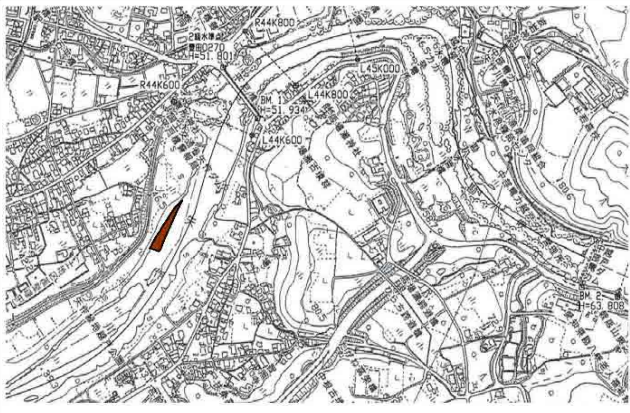
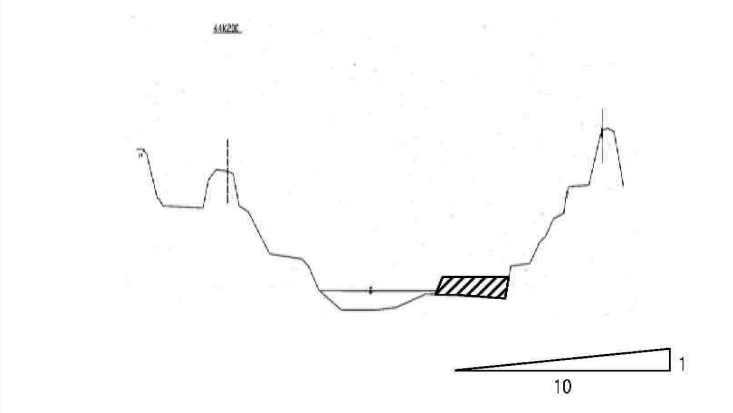
候補地点	地点状況	河川横断面	選定理由
①有平橋上流(66.2k右岸)			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 川幅が広く、河川敷に砂置の適地がある。</li> <li>○ 下流にはアユ釣場があり、環境影響把握に適する。</li> <li>○ 既設の進入路があり、アクセスが容易。</li> <li>▲ 運搬距離がやや遠くなる。</li> <li>▲ 下流に新規地点の設置等が必要。</li> </ul>
②百月ダム下流(62.4k左岸)			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 河川敷に、土砂置の適地がある。</li> <li>○ 既存の進入路があり、アクセスが容易</li> <li>○ 百月ダムの下流にあるため、ダム堆砂への影響はない。</li> <li>○ 下流にアユ釣場があり、環境影響把握に適する。</li> <li>▲ 運搬距離が遠くなる。</li> <li>▲ 新規調査計画が必要となる。</li> </ul>
③阿摺ダム下流(54.6k右岸)			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 阿摺ダム下流であるため、背水の影響はない。</li> <li>○ 河川敷に土砂置の適地がある。</li> <li>○ 下流近くにアユ釣場があり、環境影響把握に適する。</li> <li>▲ 運搬距離はかなり長くなる。</li> <li>▲ 新規の調査計画が必要である。</li> </ul>

表 3.4(2) 土砂投入候補地点の整理表(2/2)

候補地点	地点状況	河川横断面図	選定理由
④平戸橋下流 (44.2k 右岸)			<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 川幅が広く、河川敷に土砂置に適する。</li> <li>○ 越戸ダムの下流に位置し、明治頭首工までに堰・ダムがなく、既存ダムへの影響がない。</li> <li>○ 越戸ダムから直轄区間までの環境影響の把握に適する。</li>   <li>▲ 運搬距離が長くなる。</li> <li>▲ 周辺に人家等が多くなり、施工時の配慮が必要。</li> </ul>

### 3) 土砂投入方法

長期堆砂対策施設から土砂が排出されるとき土砂濃度やその時系列変化など、流出形態を類似させるため、数パターンの置土形状について試行する。将来的には細粒分を排出する計画とするが、当面は砂成分を主とする。

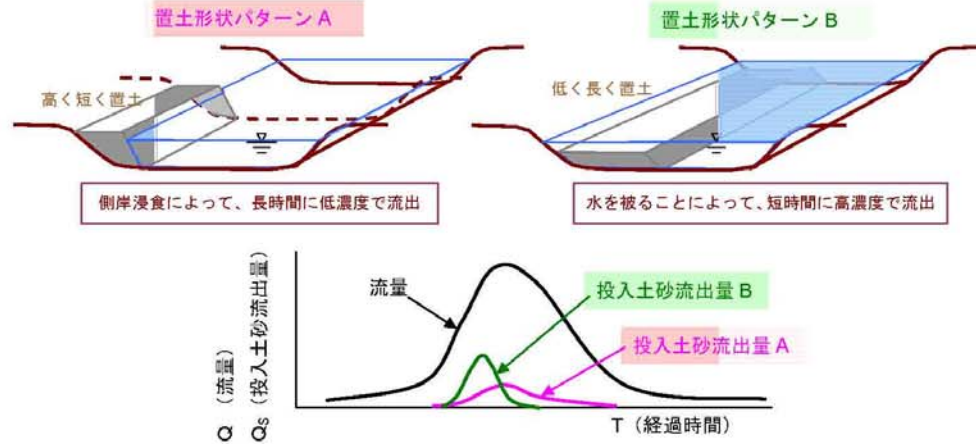


図 3.16 置土形状の違いによって想定される流出形態の変化イメージ

### 4) 土砂投入による影響の整理 (仮説の立案と検証)

土砂投入による物理環境の変化 (効果、影響) について仮説を立案し、土砂投入実施前後の物理環境の時系列変化、掃流力変化や河床変動量といった水理・物理量を整理することにより、仮説の妥当性を検証する。

生物環境の各要素については、空間的・時系列的な変化と物理環境の変化を関連付けることにより、土砂投入による生物環境の特徴を整理し、土砂投入による生息生物の環境変化 (効果・影響) について仮説を立案した上で、特に注目すべき生物種について概略で検証する。

### 5) モニタリング項目

モニタリング項目は、上記仮説の妥当性を評価することを目的として、以下のように考える。調査内容一覧表を表 3.5 に示す。

視点-1: 投入地点下流部の物理環境の変化状況を把握するため、土砂投入前後でモニタリング (横断測量、河床材料、SS など) を実施する。ここで得られた結果を踏まえ、シミュレーションの精度向上に努める。

視点-2: 物理環境の変化が生物環境に与える影響を把握するため、土砂投入前後でモニタリング (魚類、底生生物、付着藻類など) を実施する。

表 3.5 調査内容一覧表

項目	調査対象	調査内容	明らかにする事象	調査時期
供給土砂	粒度組成	投入土砂の粒度試験	投入土砂の粒径組成特性	土砂投入ごと
	仮置形状	仮置形状	仮置土砂が、どの程度の規模の出水によりどのように浸食・流下されるかを把握する。	出水前、出水後 <sup>※1</sup>
河道形状、水質等	河道形状	横断測量 (深淺測量)	既設の堰堤及び取水設備周辺の深淺測量を実施し、治水・利水施設への影響把握のための基礎資料とする	出水前、出水後 <sup>※1</sup>
		空中写真	ラジコンヘリコプターによる空中写真撮影により、瀬・淵分布や堆積箇所等を平面的に把握する。	出水前、出水後 <sup>※1</sup> 1回/年
		横断測量 (瀬・淵等)	調査対象となる瀬・淵において、土砂流下に伴う河床高の変化等を把握する。	出水前、出水後 <sup>※1</sup> 1回/年
		横断測量	笹戸ダム下流河道形状の経年変化	出水前、後
	河床材料	目視及び主要地点での粒度試験 (構成比、浮石・はまり石)	・河道踏査による河床材料マップ 面的に粒径区分を調査し、河床材料の移動特性を把握 ・砂分分布調査 石の下流側に堆積している細粒土砂の分布所況を調査し、細粒土砂の移動特性を把握	出水前、出水後 <sup>※1</sup> 1回/年
		粒度組成調査	・河床材料の粒度分布曲線	1回/年
		景観	・定点景観調査 撮影地点、撮影方向、撮影範囲を定めた景観写真撮影。	1回/年
	治水・利水施設	現地目視、ヒアリング	・施設の正常な供用、維持管理の状況 ・土砂還元による影響状況	出水前後
	水質	濁り (SS、濁度) 粒度分布 (ふるい+レーザー)	・ダム流入、放流地点及び投入箇所の上流、下流の主要地点で採水し濁度、SS及び粒度分布の分析を行い、土砂投入による濁りの変化を把握し、生物環境 (主に魚類) に与える影響を把握するための基礎資料とする。 ・同様に土砂収支を把握し、河床変動計算の基礎資料とする。	出水時 (コンジット放流を伴う出水) 降雨時 (コンジット放流までは至らないが小波地点の流量が 100m <sup>3</sup> /s を超える予想される時) 平常時
		水温、PH	基礎資料として収集	
DO		基礎資料として収集		
環境	水生生物	魚類	努力量統一による魚類相・個体数調査。	秋季
		アユのおおきさ調査 (春季から継続)	・各調査地点において、アユの友釣りを行っている釣り客 (入漁者) を対象に、ヒアリングおよび計測を行う。 ・あわせて付着藻類・河床材料調査を行う。	8月~9月 (各月1回)
		底生動物	・定量調査 側線設定・固定コドラート設置による定量調査。合わせて河床材料の目視確認。 ・定性調査 河床変化の生じている地点、生じていない地点における定性調査	秋季、早春
	付着藻類	・付着藻類調査 付着藻類相、付着藻類の現存量 (強熱減量、クロロフィル a、フェオフィチン) 調査	出水前 (秋季)、その後は 1回/週程度で最低 4回サンプル採取。	

## 6) 影響の予測

シミュレーションモデルの精度向上を図った上で、矢作ダムから土砂を排出することによる下流河川の変化を予測する。

### a) 物理環境の予測

- 物理環境の変化を、前述した仮説の検証と同様の手法により、土砂投入（排砂）を継続した場合の物理環境のトレンドを予測する。
- トレンドを予測するに当たり不確実性を有する項目を整理し、課題点として抽出する。
- この結果を踏まえ、モニタリング調査項目の重点化・簡略化を提案する。

### b) 生物環境の予測

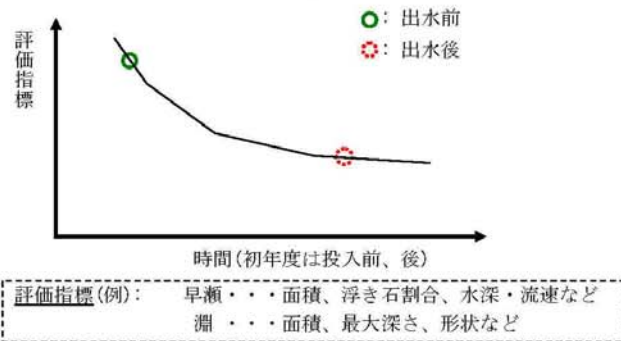
- 生物環境の変化のトレンドと物理環境の予測結果から、土砂投入（排砂）を継続した場合の生物環境のトレンドを予測する。
- ここでの予測対象は、「生物環境の影響検討」で設定した生物種を対象とする。
- この結果を踏まえ、モニタリング調査項目の重点化・簡略化を提案する。

## 7) 長期対策へのフィードバック

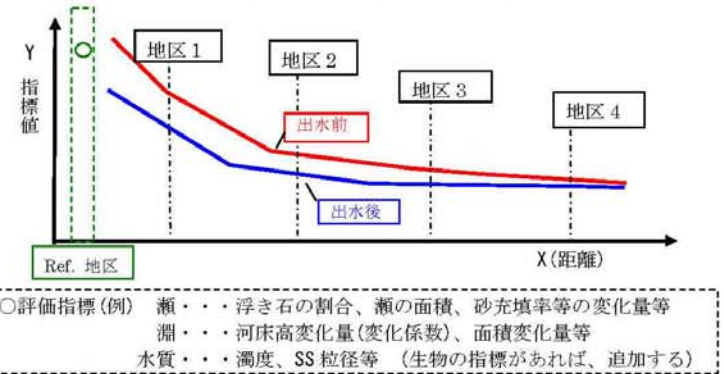
土砂投入試験結果や精度向上を図ったシミュレーションモデルを用いて、矢作ダムからの土砂排出が下流河川の物理・生物環境へ与える影響に関する長期予測を実施し、その結果を踏まえて長期対策へのフィードバックを行う。

### 【調査結果の検討・評価イメージ】

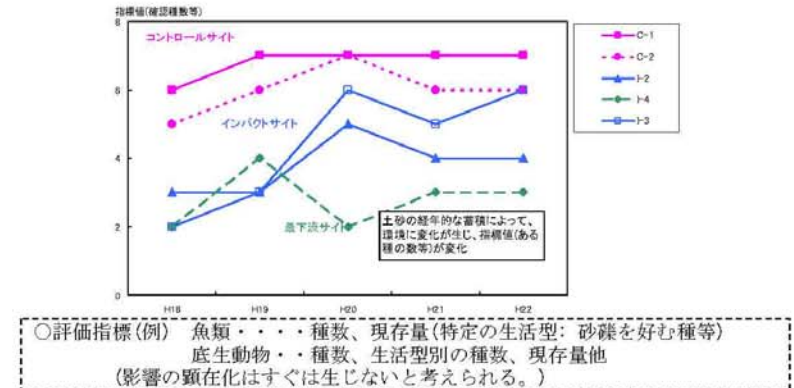
#### ① 同一調査地区内における異なる河床類型(平瀬・早瀬・淵)への影響状況の整理



#### ② 各調査地区間における、同じ環境(河床形態)に対する環境影響度合いの比較検討



#### ③ (3) 投入土砂の蓄積の結果生じる環境変化(河床形態他)による生物への影響検討



### 3.3.3 環境調査結果

環境調査結果は、参考資料に示す。

## 4. 矢作ダム堆砂対策計画(案)及び影響検討計画(案)

### 4.1 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会決定事項及び今後の進め方

平成 17 年度には、矢作ダム堰堤改良事業が採択され、ダム堆砂対策によるダム機能回復と事前放流設備設置によるダム機能の向上を図ることになった。

本委員会は、ダム堆砂対策及び事前放流設備設置に関する技術的課題について、学識経験者、関係者の指導・助言を得ることを目的に設立され、平成 17 年度及び平成 18 年度に各 3 回開催され、緊急ダム堆砂対策計画、事前放流設備の能力、長期ダム堆砂対策計画及び堆砂対策を実施することにより生じる下流河川の河川環境について指導・助言を得た。

#### 1. 矢作ダム堆砂対策計画

##### (1) 矢作ダム堆砂対策のあり方

矢作ダム堆砂対策として、流入してくる全土砂量のうち、堆砂容量内への堆砂は容認し、それ以外を除去・排砂する。さらに、利水容量内の堆砂についても除去を行い、利水容量の回復を図ものとする。

緊急対策としては、長期対策完成（10 年後を目処）までの暫定措置として、直ちに実施可能な対策を行い、貯水池上流部の堆積土砂を除去し、建設当初の洪水調節機能の回復に努めるとともに、極力、有効容量内の堆砂を進行させないものとする。

次に、長期対策としては、流入してくる全土砂量のうち、堆砂容量内への堆砂は容認し、それ以外を除去・排砂するものとする。さらに、利水容量内の堆積土砂についても除去を行い、利水容量の回復を図るものとする。

##### (2) 緊急堆砂対策

緊急堆砂対策は、制限水位以下（EL.287m）まで水平に掘削し、貯水池上流端にポケットを確保し、このポケットに堆積する流入土砂を毎年掘削することにより、治水機能を回復させる。

#### 2. 排砂に伴う影響検討計画

長期堆砂対策に伴う影響検討は、河床変動モデルによるシミュレーションと土砂投入試験に対する環境調査の 2 手法によって実施する。

##### (1) 河床変動モデルによる影響検討計画

矢作第 2 ダム下流河川（河口まで）の一次元河床変動モデルにより、治水、利水施設等への影響検討を行う。本年度までの検討では、既設堰堤などに土砂が堆積することが明らかとなった。

##### (2) 環境調査による影響検討計画

排砂による自然環境への以下に示す土砂投入試験による影響を、環境調査によって把握する。

① 投入地点は、水理条件が異なる数地点で実施する。

② 土砂投入方法は、土砂濃度や時系列変化など、流入形態を類似させるため、数パターンの置土形状で試行する。

③ モニタリング項目は、以下の視点で実施する。

視点－1：投入地点下流部の物理環境の変化状況を把握するため、土砂投入前後でモニタリング（横断測量、河床材料、SS など）を実施する。

視点－2：物理環境の変化が生物環境に与える影響を把握するため、土砂投入前後でモニタリング（魚類、底生生物、付着藻類など）を実施する。

#### 3) 今後の課題

① 排砂工法の運用を考えた河床変動計算を実施する。

② 矢作川流域全体の総合的土砂管理を考慮の上、社会的コストミナムとの視点を踏まえ、維持浚渫、ゲート操作規則の見直し、堰堤改良などを検討する。

③ 環境調査などを継続実施し、排砂影響の把握に努める。

#### 2. 今後の進め方

##### (1) 委員会の構成

① 今年度までの検討で基本方針を提案できたため、今後は一同に会して議論を進めていくより、個別の専門分野に分かれて議論を進めたほうが効率的である。このため、環境影響検討の小委員会を設ける。

② 事業を進捗させるためには、工法と環境の間で情報交換・意見交換を行う必要があるため、「矢作ダム堰堤改良技術検討委員会」は存続させる。

##### (2) 全体スケジュール

## 4.2 矢作ダム堆砂対策計画(案)

### 4.2.1 矢作ダムにおける堆砂対策のあり方

#### (1) 堆砂対策の目標

矢作ダム堆砂対策の目標は、以下のとおりとする。

##### 【矢作ダム堆砂対策の目標】

流入してくる全土砂量のうち、堆砂容量内への堆砂は容認し、それ以外を除去・排砂する。さらに、利水容量内の堆積についても除去を行い、利水容量の回復を図る。

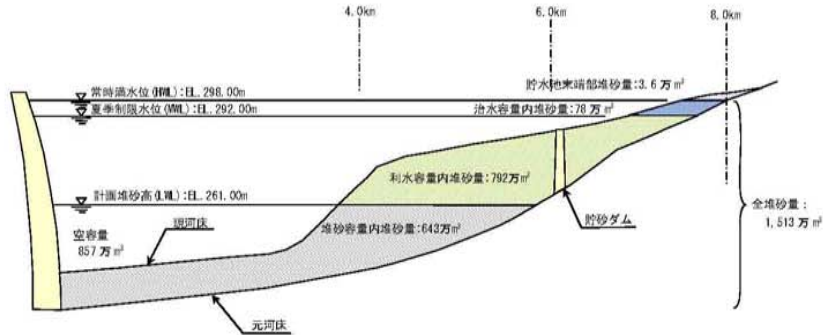


図 4.1 矢作ダムの堆砂の実態 (H17 時点、運用後 34 年経過)

#### (2) 目標に向けての戦略 (緊急対策と長期対策)

目標達成のための堆砂対策としては、規模の大きな排砂施設が必要になると想定され、その技術的課題などの理由により、ただちに具体的に事業化することは困難と考えられる。そのため、目標に向けての戦略として、対策を緊急対策と長期対策に分けて考えるものとする。

##### 1) 緊急対策

##### a) 緊急対策の目標

##### 【緊急対策の目標】

- 長期対策完成までの暫定措置として、ただちに実現可能な対策を行う。
1. 貯水池上流部の堆積土砂を除去し、建設当初の洪水調節機能の回復に努める。
  2. 極力、有効容量内の堆砂を進行させない。

目標 1 は、貯水池上流部の堆砂の除去を行う上での目標として、洪水調節機能の回復を基準として具体化した。

目標 2 は、長期対策完成までの暫定措置としての位置付けを踏まえて設定するものである。

#### b) 緊急対策の方法

##### 【緊急対策の方法】

ただちに実現可能な対策として、陸上掘削による堆積土砂の排除を行う。

陸上掘削による堆積土砂の排除を緊急対策として選定する理由は、下記のとおりである。

- ① 初期投資を必要とせず、経済的であること。
- ② これまでも矢作ダムにおいて行われてきた対策であり、確実であること。
- ③ 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ること。
- ④ 洪水調節容量の早期回復が可能となること。

#### 2) 長期対策

##### 【長期対策の目標】

流入してくる全土砂量のうち、堆砂容量内への堆砂は容認し、それ以外を除去・排砂する。さらに、利水容量内の堆積土砂についても除去を行い、利水容量の回復を図る。

長期対策は、長期的な視点で考えるという意味ではなく、ここ数年のうちに対策を開始する緊急対策に対比して「長期」と呼称するものであり、矢作ダムの恒久的な堆砂対策としてできるだけ早期の実現を目指すものである。

#### 3) 緊急対策と長期対策の関係

緊急対策と長期対策の工程的な関係を表 4.1 にスケジュールとして示す。

表 4.1 緊急対策と長期対策のスケジュール

年		3 年程度		10 年程度	……
緊急対策	工 程	検討 工事		維持・運用	
	対策・検討の内容	●緊急対策を3年程度で完了 ●流入土砂を貯水池末端で捕捉・除去できる状態にする。	●緊急対策完成後の河床形状をその状態で維持する。 ●有効容量内への堆砂を極力少なくする。		
長期対策	工 程	検討 工事			効果の検証
	対策・検討の内容	●長期対策の検討を行い、10年程度を目標に対策施設の完成を目指す。			●堆砂容量内へ堆砂分以外の流入土砂量相当の土砂を排除する。 ●利水容量の回復も図る。



#### 4.2.2 緊急堆砂対策

##### (1) 緊急対策の目標

EL.287m 以上に事前放流が必要となる容量を確保するために、貯水池末端の土砂を掘削することで、ダム機能の回復・堆砂進行軽減を図ることとする。

##### (2) 緊急対策の基本的な考え方

対策のイメージを図 4.2 に示す。

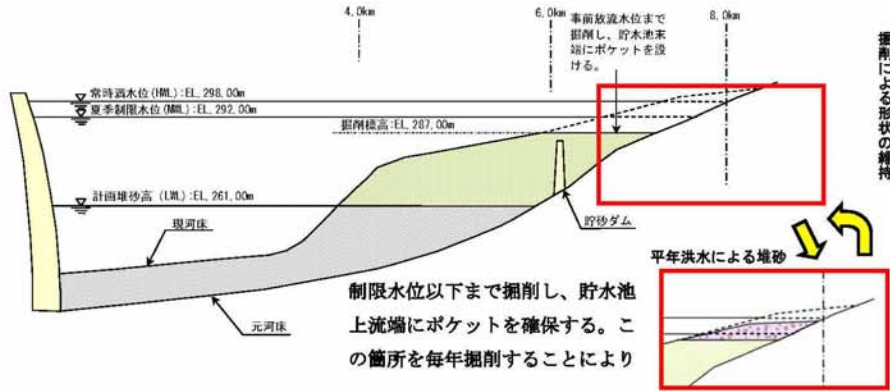


図 4.2 治水機能を回復する方法のイメージ

##### (3) 緊急対策における除去対象土砂量

表 4.2 緊急対策および長期対策完成までの除去対象土砂量の目安

緊急対策 (3年間)	緊急対策として現状から除去する土砂量	
	① 治水容量内堆砂量 (貯砂ダム上流河道内掘削)	3 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
	② EL.287m~EL.292mの堆砂量	23 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
	合計	26 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> : A
緊急対策 (3年間)	工事期間中に堆積する土砂の除去量	
	年流入土砂量	30 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年
	除去可能量	18 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年
	工事期間中の除去量 (3年で緊急対策終了とした場合)	18万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年×3ヶ年= 54 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> : B
緊急対策 (3年間)	緊急対策による全除去量	A + B = 80 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
	3年で緊急対策終了とした場合の年間除去量	(A + B)/3 = 27 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年
長期対策 (7年間)	長期対策終了 (BP完成) までの土砂除去量	
	年流入土砂量	30 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年
	除去可能量 (年掘削量)	18 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年
	10年で長期対策終了とした場合の全除去量 (緊急対策終了後7年)	18万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年×7ヶ年= 126 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

#### (4) 緊急対策～長期対策完成に至るスケジュール

表 4.3 スケジュール

年	3年程度		10年程度	.....
緊急対策	工 程	工事	維持・運用	
	年 除 去 量	27 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年	18 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年	
	全 除 去 量	80 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	126 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	
緊急対策	対 策 ・ 検 討 の 内 容		206 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●緊急対策を3年程度で完了</li> <li>●流入土砂を貯水池末端で捕捉・除去できる状態にする。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●緊急対策完成後の河床形状をその状態で維持する。</li> <li>●有効容量内への堆砂を極力少なくする。</li> </ul>	
長期対策	工 程	検討	工事	効果の検証
	年 除 去 量			30 万 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年以上
	対 策 ・ 検 討 の 内 容	<ul style="list-style-type: none"> <li>●長期対策の検討を行い、10年程度を目標に対策施設の完成を目指す。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>●流入土砂量相当の土砂を全量排除する。</li> <li>●利水容量の回復も図る。</li> </ul>

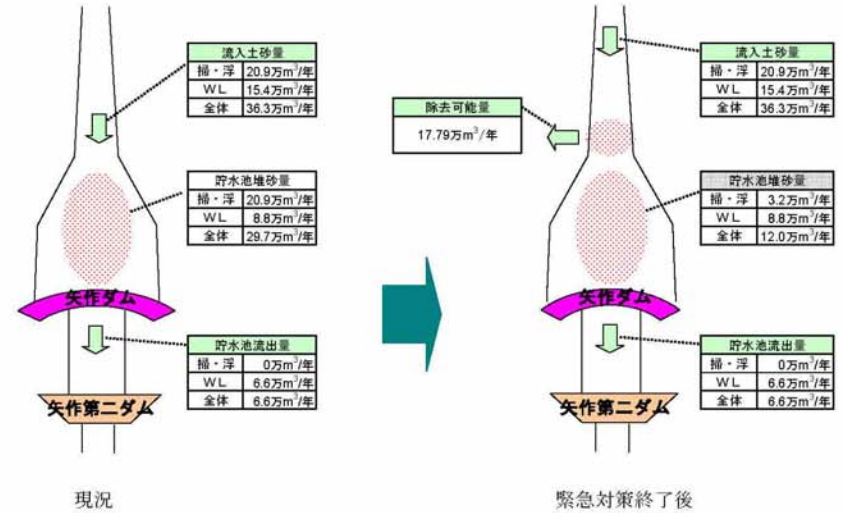


図 4.3 対策前後の土砂収支図



#### 4.2.4 今後の検討方針

矢作ダムの長期堆砂対策実現に向けての今後の検討方針を以下に示す。

##### (1) 採用工法の検討

利水容量内の土砂排除ができることを目指し、サクシオン方式の採用工法（固定式、移動式など）を選定するための検討を行う。

##### (2) 課題を克服するための対策検討

サクシオン方式採用に際して、下記に示す主な課題に対する対策の検討を行う。

- 吸引管の閉塞対策
- 吸引管基礎の移動に対する対応（固定式の場合）
- 洪水時の操作における安全対策（移動式の場合）
- 吸引管のメンテナンス方法

##### (3) 工法選定のための仕様検討

サクシオン方式の具体的な工法は、公募 VE による工法選定（美和ダム方式）になるものと想定されるため、そのための仕様検討を行う。

### 4.3 堆砂対策に伴う影響検討計画(案)

#### 4.3.1 想定される影響

##### (1) 矢作川の現状

###### 1) 流域の概要

矢作川は、愛知県南部の太平洋側に位置し、その源を中央アルプス南端の長野県下伊那郡大川入山（標高 1,908m）に発し、上村川・飯田洞川・名倉川等の支川を合わせ、愛知岐阜県境の山岳地帯を貫流し、平野部で巴川、乙川を合流し、その後、矢作古川を分派して三河湾注ぐ、幹川流路延長約 118km、流域面積は約 1,830km<sup>2</sup> の一級河川である。

###### 2) 流域区分

矢作川流域は、花崗岩質の山林と市街化した沖積層の平野部に大きく 2 区分されるが、自然環境から見た流域区分としては、生物の生息・生育基盤との観点から、流域の地形、気候、土地利用等に依存する植生分布をもとに図 4.8 に示す 3 つに区分される。

河道特性を表 4.4 に示す。



図 4.8 流域区分

#### (2) 想定されるインパクト・レスポンス

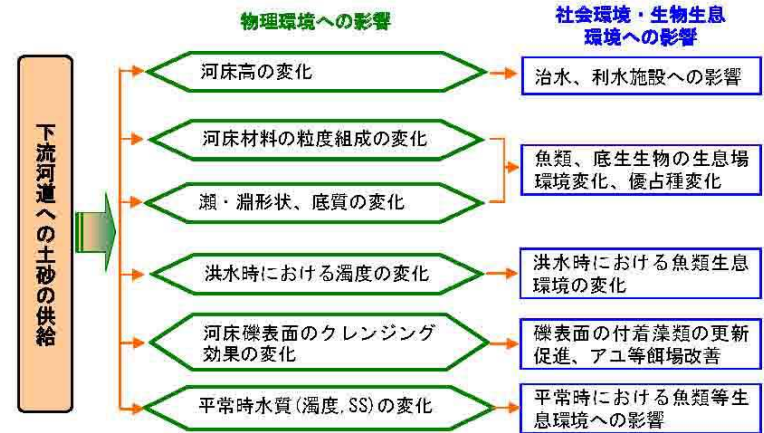


図 4.9 想定されるインパクト・レスポンス

#### (3) 影響検討の方法

影響検討は、河床変動モデルによるシミュレーションと土砂投入試験に対する環境調査の 2 手法によって、ダムからの排砂を行った場合の影響予測と対策検討を行う。

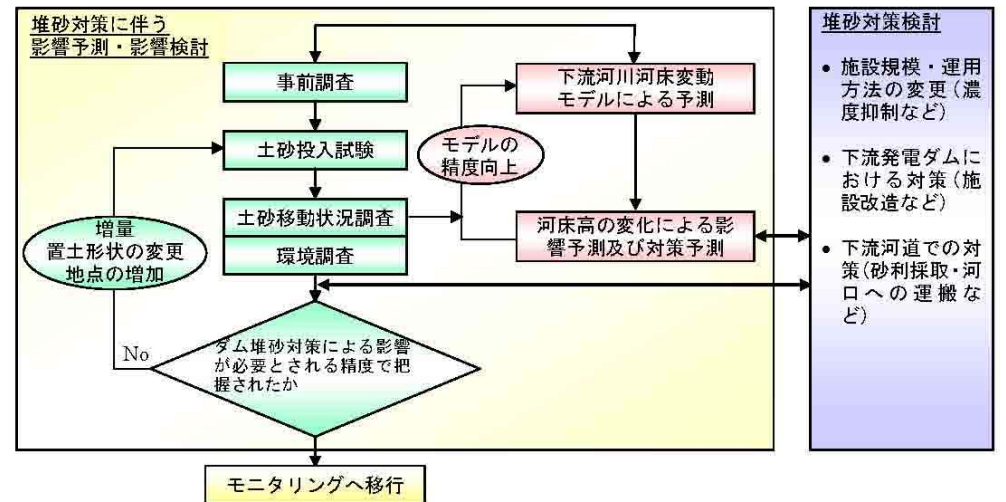


図 4.10 環境調査と河床変動シミュレーションを用いた影響予測と対策検討の流れ

表 4.4 河道特性

距離		0km	10km	20km	30km	40km	50km	60km	70km	80km	90km	100km	110km	120km	
河川特性	地形	[地形図]													
	地質	[地質図]													
	セグメント	[セグメント図]													
	河床勾配(1/%)	[勾配図]													
	河床材料	[河床材料図]													
	河床状況	[河床状況図]													
	河幅(平均)	[河幅図]													
	河床改善一時策	[河床改善一時策図]													
	河床改善	[河床改善図]													
	築堤状況	[築堤状況図]													
自然環境	水量(m³/s)	[水量図]													
	河川水質(mg/l)	[水質図]													
	主な数値水(m³/s)	[数値水図]													
	魚類	[魚類図]													
	水生動物	[水生動物図]													
	(水生昆虫類を除く)	[水生昆虫類を除く水生動物図]													
	植物	[植物図]													
	鳥類	[鳥類図]													
	両生類・爬虫類・哺乳類	[両生類・爬虫類・哺乳類図]													
	陸産類	[陸産類図]													
(水生昆虫類を含む)	[水生昆虫類を含む陸産類図]														
鳥類繁殖地	[鳥類繁殖地図]														
鳥類繁殖地分布	[鳥類繁殖地分布図]														
漁業種	[漁業種図]														
社会環境	土地利用、法規制	[土地利用、法規制図]													
	自然公園等	[自然公園等図]													
	観光、集積地、イベント	[観光、集積地、イベント図]													
	河川利用	高水利用	[高水利用図]												
		低水利用	[低水利用図]												
	河川	[河川図]													
	地域住民の活動等	[地域住民の活動等図]													
	環境の保全に配慮すべき場所	[環境の保全に配慮すべき場所図]													
	河川区分	[河川区分図]													
	流域区分	[流域区分図]													

#### 4.3.2 河床変動モデルによる影響検討計画

##### (1) 河床変動モデル

下流河川の一次元河床変動モデルは、現状で存在している資料を用いる範囲内では、概ね妥当な精度を有していると考えられる。しかしながら、将来的には、基礎データの充実を図ることによって、さらなる精度向上を図ることが望ましい。

##### (2) 影響検討方針

予測検討を行った結果、治水・利水上の影響を生じることが推定された。

- 今後河川の治水・利水面で着目点としては、明治頭首工等の取水施設の機能維持と流下能力の低下防止の観点から 29k~34.6k までの堆積土砂の排除が必要と考えられる。
  - 矢作ダムの堆砂対策と上流の発電ダムの機能維持を両立させるためには、社会的コストミナムの観点を考慮の上、維持浚渫、ゲート操作規則の見直し、堰堤改良等を検討する必要がある。
- なお、長期堆砂対策による排砂特性を考慮した予測検討を行うとともに、土砂投入試験の結果を反映したモデル精度の向上を図ることも必要である。

#### 4.3.3 環境調査による影響検討計画

##### (1) 影響検討方針

土砂投入による影響を環境調査によって把握することによって、影響検討を行う計画とする。

##### 1) 影響検討範囲

矢作ダムから河口までとする。

##### 2) 土砂投入試験の目的

- 目的-① 長期対策を実施した際に、どのような影響が生じるかを把握する
- 目的-② 本事業に対する社会の認知度と理解を高める

##### 3) 土砂投入試験を実施する上での視点

- 視点-1：シミュレーションモデルの精度向上
- 視点-2：生物環境に与える影響把握

##### 4) モニタリング項目

- 視点-1：投入地点下流部の物理環境の変化状況を把握するため、土砂投入前後でモニタリング（横断測量、河床材料、SS など）を実施する。ここで得られた結果を踏まえ、シミュレーションの精度向上に努める。
- 視点-2：物理環境の変化が生物環境に与える影響を把握するため、土砂投入前後でモニタリング（魚類、底生生物、付着藻類など）を実施する。

##### (2) 環境調査による影響検討の将来目標

##### 1) 1地点、1回当たりの土砂投入量

1洪水での投入量、1地点 6,000m<sup>3</sup>/回（年1回流量 200m<sup>3</sup>/s 流入時の吸引排砂量相当）を目標とする。

##### 2) 投入地点

投入地点は、水理条件が異なる数地点で実施することを考慮して、下記の地点を予定する。

- 地点-1：小渡地点（明治頭首工より上流に位置し、河床勾配が急）
- 地点-2：下流候補地点から選定（明治頭首工より上流に位置し、河床勾配が小渡地点より緩）
- 地点-3：明治頭首工下流地点（明治頭首工より下流の河床勾配を代表）

ただし、明治頭首工よりも下流に位置する地点-3については、河床変動モデルや環境調査による影響検討の結果、長期対策による環境への影響が大きいと判断された場合に投入を行う計画とする。

なお、平成19年度は、地点-2への土砂投入を計画する。

##### 3) 土砂投入方法

土砂濃度やその時系列変化など、流出形態を類似させるため、数パターンでの置土形状について試行する。

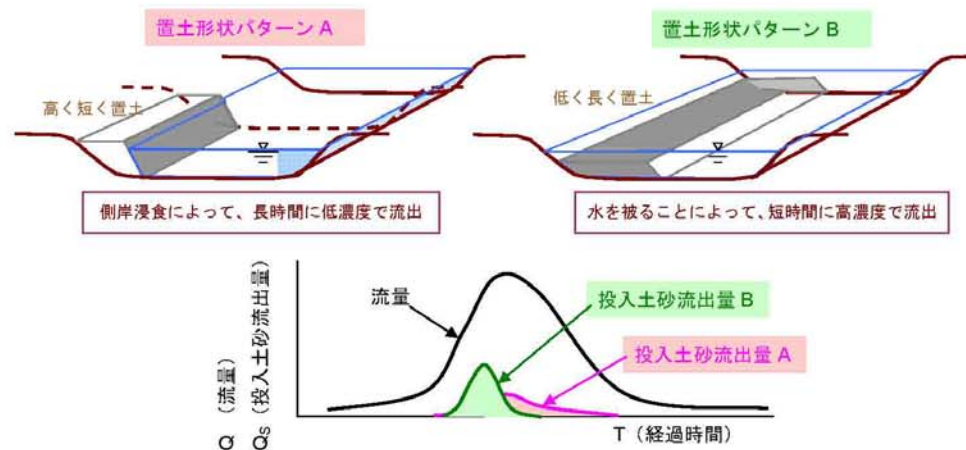


図 4.11 置土形状の違いによって想定される流出形態の変化イメージ