

平成18年度 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会 第1回

委員会資料

説明資料

目次

1	矢作ダム堰堤改良技術検討委員会概要	1
2	矢作ダム堆砂対策検討	3
2.1	矢作ダムにおける堆砂対策のあり方	3
2.2	貯水池モデルの修正・検証	4
2.3	下流河床河床変動モデルの修正・検証	5
2.4	適用可能な堆砂対策の整理	6
2.5	緊急対策および長期対策における掘削土砂の下流河道への投入計画検討	11
3	堆砂対策に伴う影響検討	12
3.1	環境検討のあり方	12
3.2	土砂投入による環境影響調査計画(案)	12
3.3	河川環境等への影響調査(次回委員会報告)	17
3.4	河川環境等への影響検討(次回委員会報告)	17

平成18年7月31日

国土交通省 中部地方整備局

矢作ダム管理所

# 1 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会概要

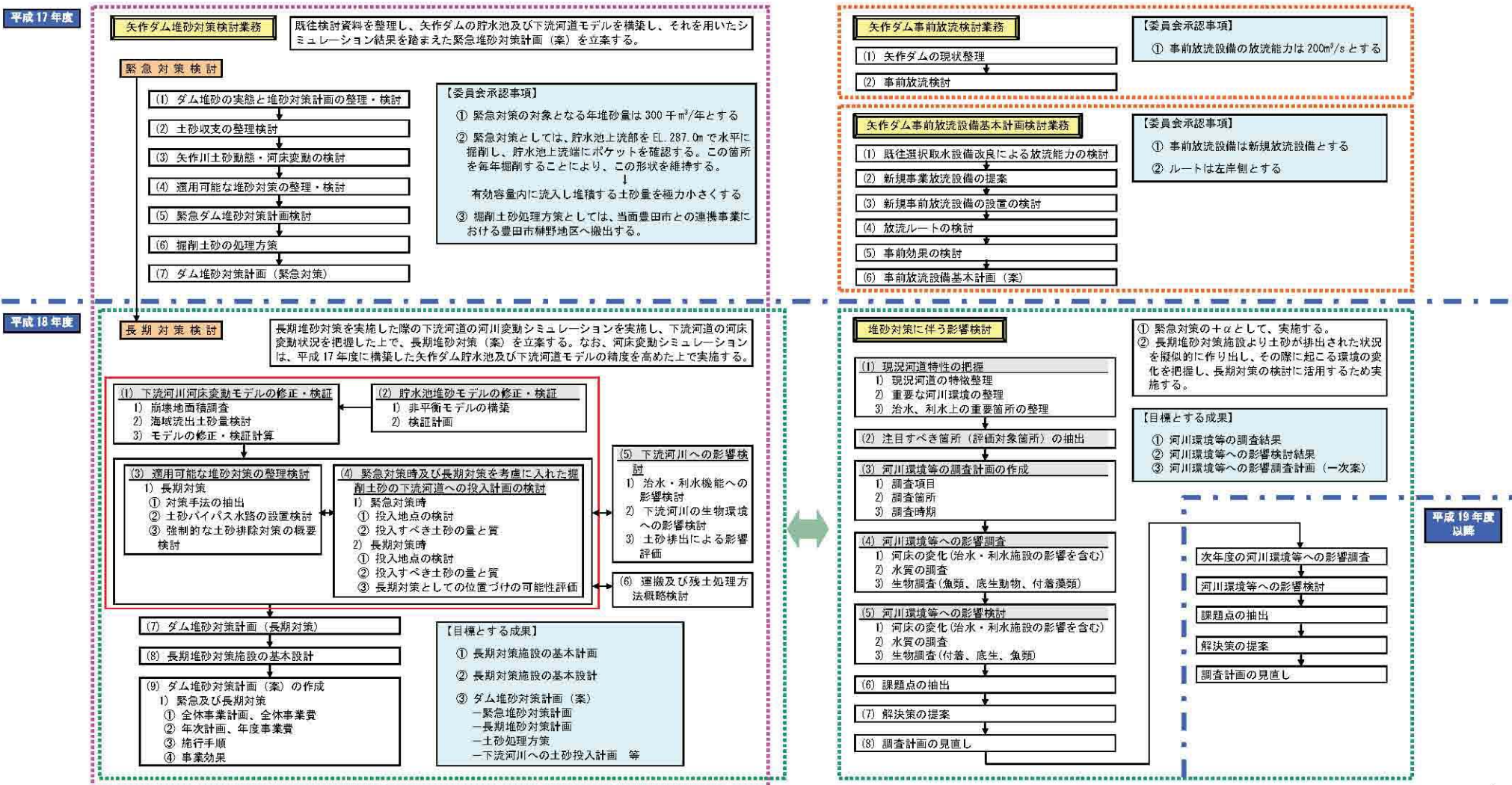
矢作ダムは、昭和46年4月の運用開始以来30年以上が経過し、この間、幾たびもの洪水、濁水を経験しその使命を果たしてきたが、一方でダム貯水池内外において、環境の変化が生じてきている。

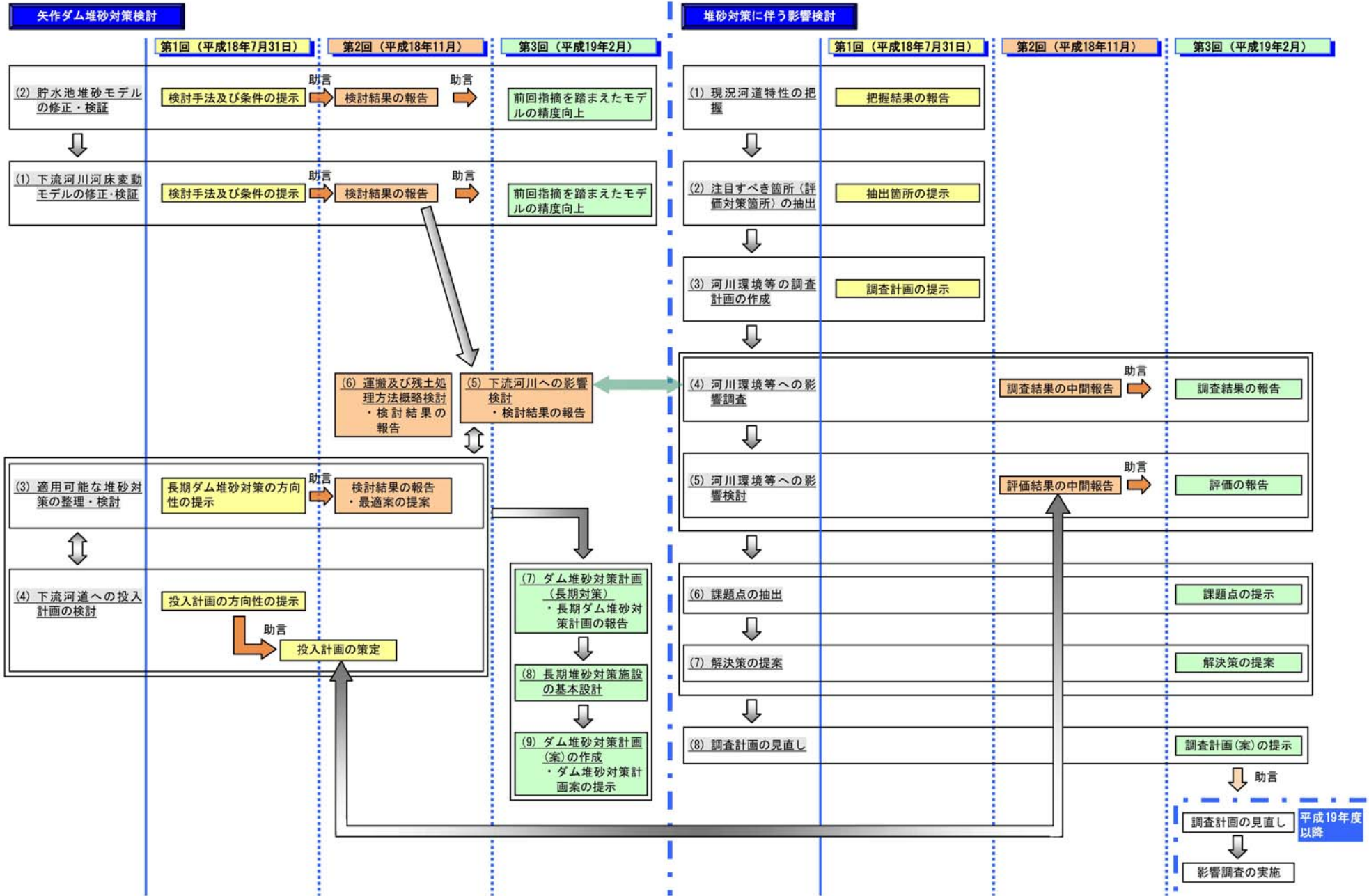
これらの自然環境、冷濁水、ダム堆積土砂等の変化を把握し、今後の矢作ダム貯水池を総合的に管理するために、矢作ダム貯水池総合管理計画検討委員会（平成14年8月～平成17年2月まで8回の委員会を開催）において、冷濁水対策・ダム堆砂対策等の対策の検討が行われてきた。

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について協議した。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の河川環境について協議することを目的に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 矢作ダムにおける堆砂対策のあり方

#### 2.1.1 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。

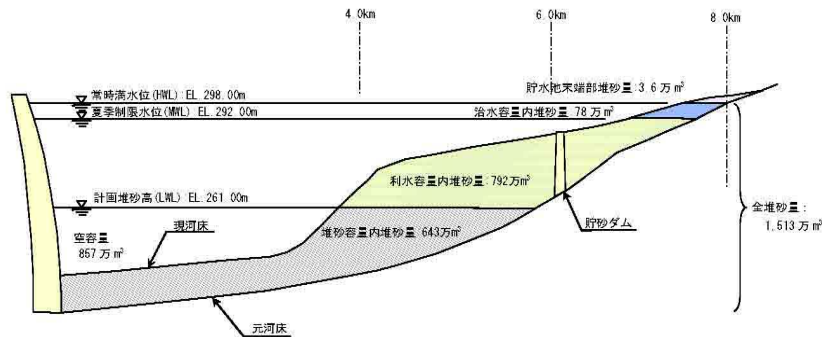


図 2.1 矢作ダムの堆砂の実態 (H17 時点、運用後 34 年経過)

#### 2.1.2 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

###### 1) 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. 権力、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。

#### 2) 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 2-1 にスケジュール(案)として示す。

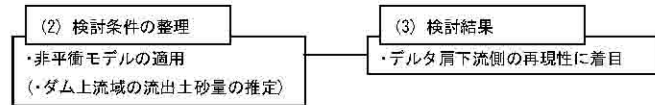
表 2-1 緊急対策と長期対策のスケジュール(案)

年	3年		10年程度	...
緊急対策	検討	工事	維持・運用	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●緊急対策を3年で完了。</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	検討		工事	効果の検証
	<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>●堆砂容量内への堆砂分以外の流入土砂量相当の土砂を排除する。</li> <li>●利水容量の回復も図る。</li> </ul>

## 2.2 貯水池モデルの修正・検証

### 2.2.1 検討の流れ

長期的な堆砂対策の検討及び下流河川河床変動計算モデルにおける上流端での境界条件を設定するためには、ダム堤体に近い位置での粒径の小さい浮遊砂の再現性の精度向上が必要となる。このため、浮遊砂の非平衡性を考慮したモデルを採用し、貯水池堆砂の再現精度の向上を図る。



### 2.2.2 モデルの修正・検証

#### (1) モデルの概要

本検討で用いるモデルは、一次元河床変動モデルである。以下にモデルの概要を述べる。

河床変動計算は、大きく分けて3部分から構成される。すなわち、1)ある流量Qに対する各断面の水量の算定、2)不等流計算結果の水量による各断面の流砂量の計算、3)流砂量の断面間の差分による各断面の変動高の算定となる。

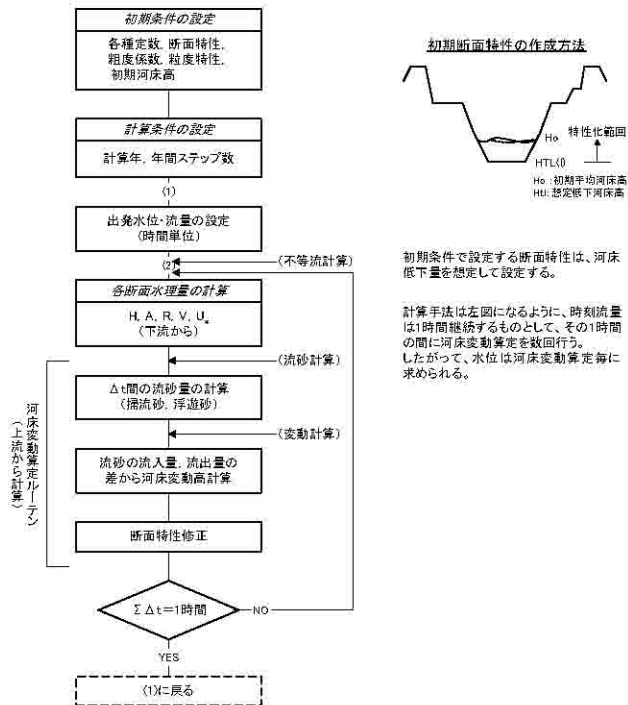


図 2.2 河床変動計算フロー

計算式は以下の通りである。

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により予測する。

非平衡浮遊砂量解法	
一次元不等流計算 (標準逐次計算法)	
$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$ $\frac{d}{dx} \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{A^2} + h + z \right) + i_e = 0$	ここに、 $Q$ : 流量、 $A$ : 流積、 $h$ : 水深、 $z$ : 河床高、 $i_e$ : エネルギー勾配
芦田・道上式 $\frac{q_{Bj}}{f(dj)u_*dj} = 17\tau_{*ej} \left( 1 - \frac{\tau_{*ej}}{\tau_{*cj}} \right) \left( 1 - \frac{u_*}{u_{*cj}} \right)$	ここに、 $q_{Bj}$ : 粒径 $dj$ の掃流砂量 (単位幅当たり) $f(dj)$ : 粒径 $dj$ の存在比率 $u_*$ : 有効摩擦速度 $\tau_{*ej}$ : 粒径 $dj$ の無次元有効掃流力 $\tau_{*cj}$ : 粒径 $dj$ の無次元限界掃流力 $\tau_{*c}$ : 粒径 $dj$ の無次元掃流力 $u_{*cj}$ : 粒径 $dj$ の限界摩擦速度 $u_*$ : 摩擦速度
粒径別浮遊砂輸送方程式 $\frac{\partial(\bar{C}_j A)}{\partial t} + \frac{\partial(u\bar{C}_j A)}{\partial x} = B_{sj}(q_{sj} - q_{dj})$ $q_{sj} = w_{sj} \bar{C}_{Bsj}$ $q_{dj} = w_{dj} \bar{C}_{Bdj}$ $\bar{C}_j = \frac{C_{Bj}}{\beta} (1 - e^{-\beta})$ $C_{Bsj} = K_0 [g(\xi_{0j}) / \xi_{0j} - G(\xi_{0j})] \cdot f(dj)$ $g(\xi_{0j}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\xi_{0j}^2\right)$ $G(\xi_{0j}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\xi_{0j}}^0 \exp\left(-\frac{1}{2}\xi^2\right) d\xi$ $\xi_{0j} = \frac{w_{sj}}{0.75u_*}$	ここに、 $\bar{C}_j$ : 粒径 $dj$ の水深平均濃度 $B_{sj}$ : 浮遊砂の浮上、沈降が生じる河床幅 $q_{sj}$ : 粒径 $dj$ の浮遊砂浮上フラックス $q_{dj}$ : 粒径 $dj$ の浮遊砂沈降フラックス $w_{sj}$ : 粒径 $dj$ の沈降速度 $C_{Bsj}$ : 粒径 $dj$ の基準面濃度 $C_{Bdj}$ : 粒径 $dj$ の河床付近濃度 $\beta = W_{sj} \times h / \varepsilon$ 、 $\varepsilon = \frac{k}{6} u_*^3 h$ $k$ : カルマン定数 (0.4) $K_0$ : 定数 (0.025)
流砂の連続式 $\frac{\partial A_s}{\partial t} + \frac{1}{(1-\lambda)} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left( \sum_j Q_{Bj} \right) + \sum_j B_{sj} (q_{sj} - q_{dj}) \right\} = 0$	ここに、 $A_s$ : 移動床の断面積 $Q_{Bj}$ : 粒径 $dj$ の掃流砂量

## (2) 検討条件の整理

### 1) ダム貯水池への流入土砂量

支川別の流入土砂量については個別の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する。

昨年度検討においては、矢作ダムの経年的な堆砂量を表現する流量～流砂量関係（ $Q \sim Q_s$  関係）を全土砂量から設定したが、本年度の検討では、流入土砂量、組成の精度向上を図るため、粒度区別に流量～流砂量関係を推定した。

流量～流砂量関係式は下記のとおりであり、粒度区別のべき乗数は表 2-2のとおりである。なお、ウォッシュロード成分（0.1mm以下）の土砂量は、捕捉率を考慮することとした。

$$Q_s = \alpha \times Q^\beta$$

ここに、 $Q_s$ ：流入土砂量（ $m^3/s$ ）、 $Q$ ：流量（ $m^3/s$ ）

表 2-2 粒度区別のべき乗数

粒径	0.054 mm	0.075 mm	0.106 mm	0.25 mm	0.425 mm	0.85 mm	2.00 mm	4.75 mm	9.8 mm以上
$\beta$	5.0	5.0	5.0	5.0	2.3	2.3	2.3	2.5	2.5

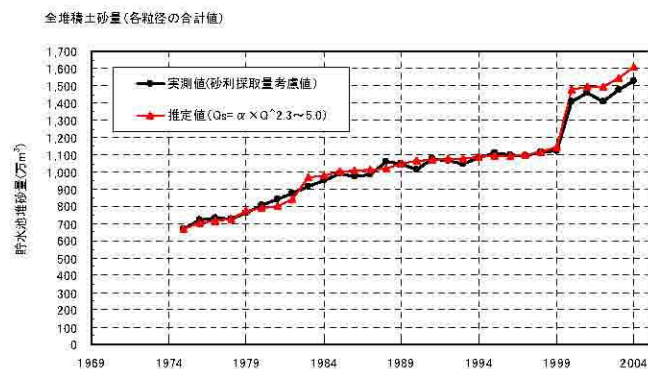


図 2.3  $Q \sim Q_s$  関係式による全堆積土砂量と実測値の比較

### 2) その他の条件

項目	条件
モデル区間	矢作ダム堤体 (No.0) ～矢作ダム貯水池末端 (No.10.2：堤体から約 11.00km)
再現・検証期間	1970年（昭和45年）～2004年（平成16年）末の34年間とした
使用する流量	1970年（昭和45年）～2004年（平成16年）末の34年間において、ダムへの流入量が日平均流入量で50 $m^3/s$ を越える日を抽出し時間雨量を24時間分与える
下流端水位	毎時刻の貯水池
初期縦横断形状	1970年（昭和45年）末の縦断・横断測量結果を、初期状態として設定
河床材料条件 (粒径分布, 移動層圧)	矢作ダムの既往の地質調査 (S54, H10) により、貯水池内の堆積土砂を推定

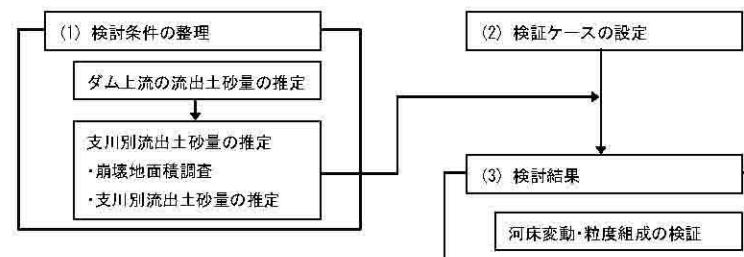
### (3) 検討結果（次回委員会で提示）

上記検討条件により構築した、矢作ダムの河床変動モデルを用いて、長期河床変動計算をによる検証を実施し、再現精度の向上を図る。

## 2.3 下流河川河床変動モデルの修正・検証

### 2.3.1 検討の流れ

矢作ダム下流河川の河床変動計算の精度を向上するため、崩壊地面積を計測し、これをもとに支川別流出土砂量を推定する。以下に検討の流れを示す。



### 2.3.2 モデルの修正・検証計算

支川土砂流入量などのモデル境界条件の修正を行い、再現結果の検証を行う。

検証期間は以下とする。

- ① 矢作ダム完成後の昭和46年以降～昭和50年代の河床低下が著しい期間
- ② 平成以降の変動が小さい期間の長期検証
- ③ 恵南豪雨の前後の短期検証

検証においては、河床の変動量、粒度組成などについて確認を行う。

#### (1) 検討条件の整理

項目	条件
計算区間	河口 (-2.2km) ～矢作第二ダム直下 (73.8km) (図 2.4参照)
計算対象流量	・岩津地点流量 100 $m^3/s$ 以上 ・主要洪水データが存在する期間
初期河床	直轄区間 平成元年測量断面（～0.6km は、平成8年測量断面） 指定区間 昭和62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 (図 2.4参照)
河床材料	直轄区間 平成11年河床材料調査結果 指定区間 平成10年河床材料調査結果
流入土砂条件	<本川上流端> 矢作ダム通過土砂量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砂量換算で算出

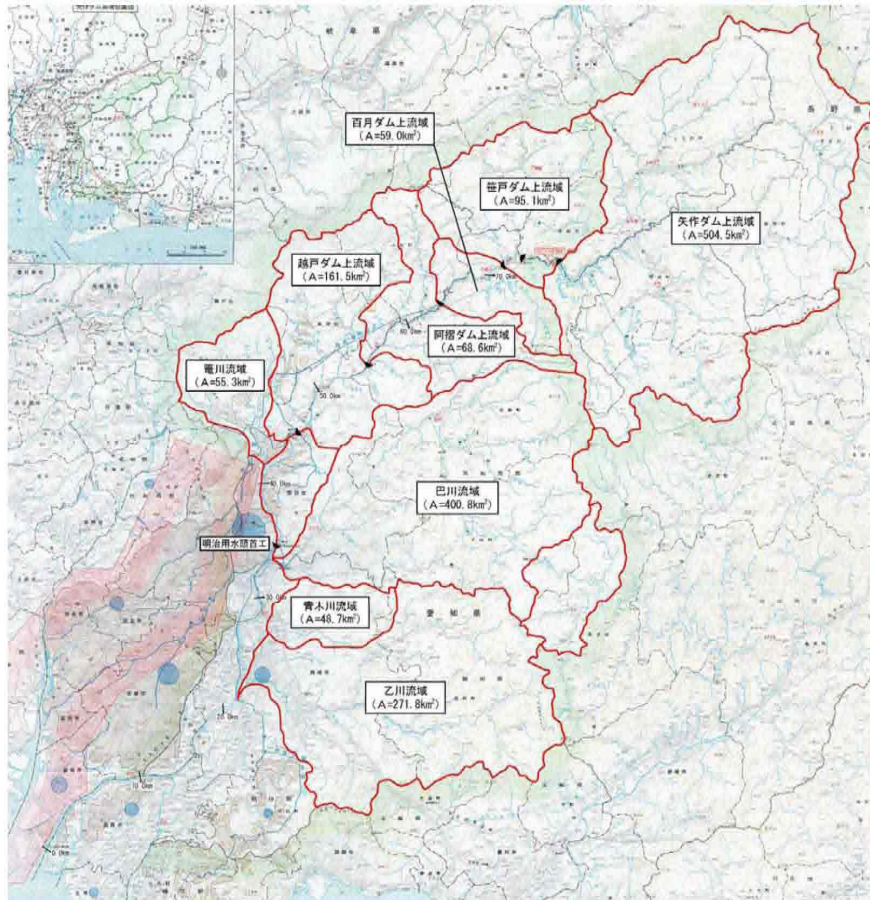


図 2.4 矢作川流域分割図

(2) 検証ケースの設定

検証期間は、河床変動の状況、測量実施年等を勘案し、以下のように設定した。

	期間	概要
①長期検証 I	昭和 46 年～昭和 57	河床低下が著しい期間
②長期検証 II	昭和 62 年～平成 15 年	河床が安定している期間
③短期検証	平成 11 年～平成 12 年	恵南豪雨前後

(3) 検討結果（次回委員会報告）

河床の縦断変化の再現性、粒度組成の再現性を確認する。

適用可能な堆砂対策の整理

緊急ダム堆砂対策完了後の長期的な矢作ダムの土砂収支の観点から、将来対策として貯水池内への流入土砂対策、貯水池深部の堆積土砂対策等、長期ダム堆砂対策計画について検討を行う。なお、土砂パイパス水路、強制的な土砂排除対策については、構造・工法等概略検討を実施し概算費用を算定する。

2.4.1 前提条件

(1) 年平均堆砂量

矢作ダムの堆砂量は、平成 16 年時点で計画堆砂容量の 1,500 万 m<sup>3</sup>に達している。

矢作ダムの年平均堆砂量は、30 万 m<sup>3</sup>/年として対策を検討する。

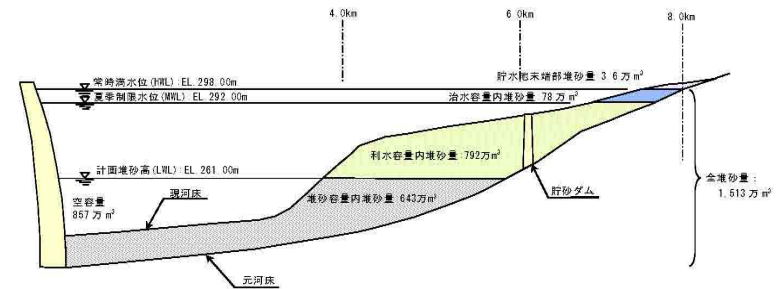


図 2.5 矢作ダムの堆砂の実態 (H17 年度、運用後 34 年経過)

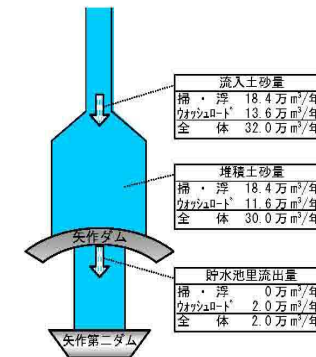


図 2.6 現況の土砂収支図

(2) 流入土砂の組成

横断測量データ、ボーリング調査を基に設定した貯水池内堆積土砂に対し、部分捕捉土砂成分の補正を行い、矢作ダムの流入土砂組成を設定した。

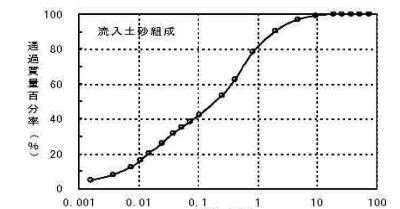


図 2.7 矢作ダム貯水池流入土砂組成

## 2.4.2 排砂工法の選定の考え方

### (1) 目標

#### 1) 貯水池の保全目標

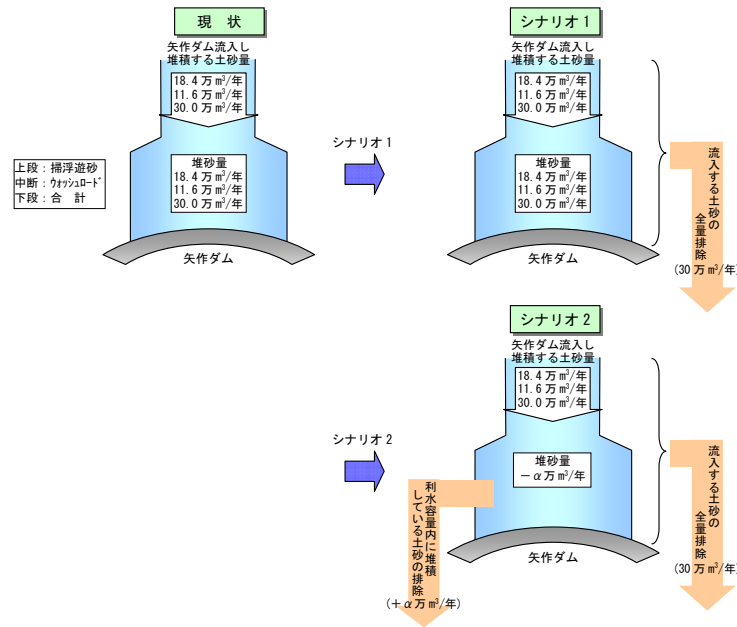
- ① EL.287m以上の治水容量の確保 (EL.287m~EL.292mは事前放流にともなう容量)
- ② 利水容量の維持
- ③ 矢作ダムを流入し堆積する30m<sup>3</sup>/年の除去

#### 2) 排砂量の目標

排砂量の目標は以下のように考える。

シナリオ1: 貯水池を保全レベルを満たし、かつ、矢作ダムに流入し堆積する土砂量(30万m<sup>3</sup>/年 平均)を全量、矢作ダム貯水池から排除する

シナリオ2: シナリオ1に加え、利水容量内に堆積している土砂も排除する



### (2) 適用可能な排砂工法の考え方

貯水池堆砂対策としての主要なメニューと矢作ダムにおける適用性を図2.8に示す。

緊急対策は、陸上掘削による堆積土砂の排除を行う計画である。

長期対策として適用可能と考えられる対策メニューとしては、以下のような視点で対策の組合せがあることを考慮すれば、次表に示すものが考えられる。

一次工法	組合せる工法
① 排砂バイパストンネル	① 掘削・浚渫+ダンプ運搬
② 排砂バイパストンネル	
③ 吸引+排砂策	

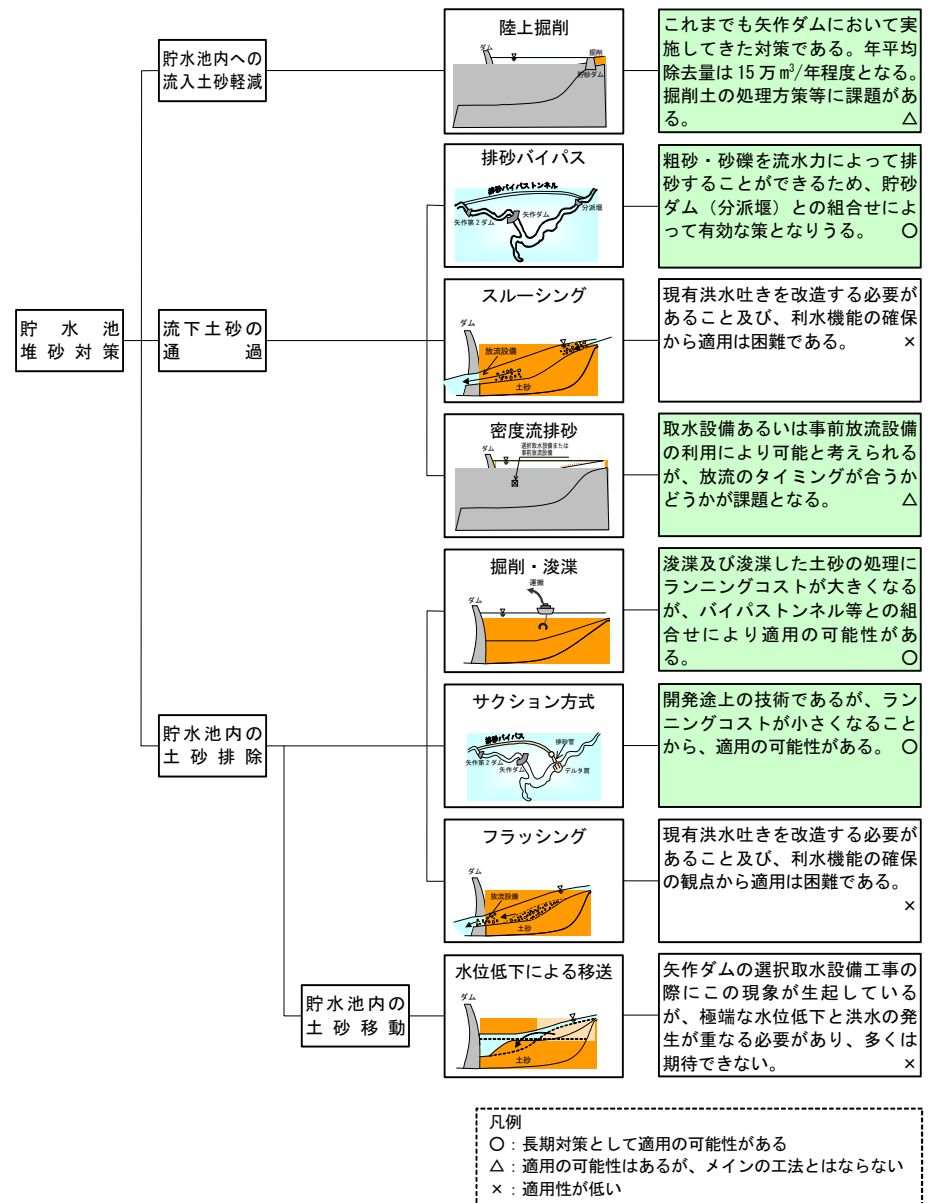


図2.8 貯水池堆砂対策の主要なメニューと矢作ダムにおける適用性



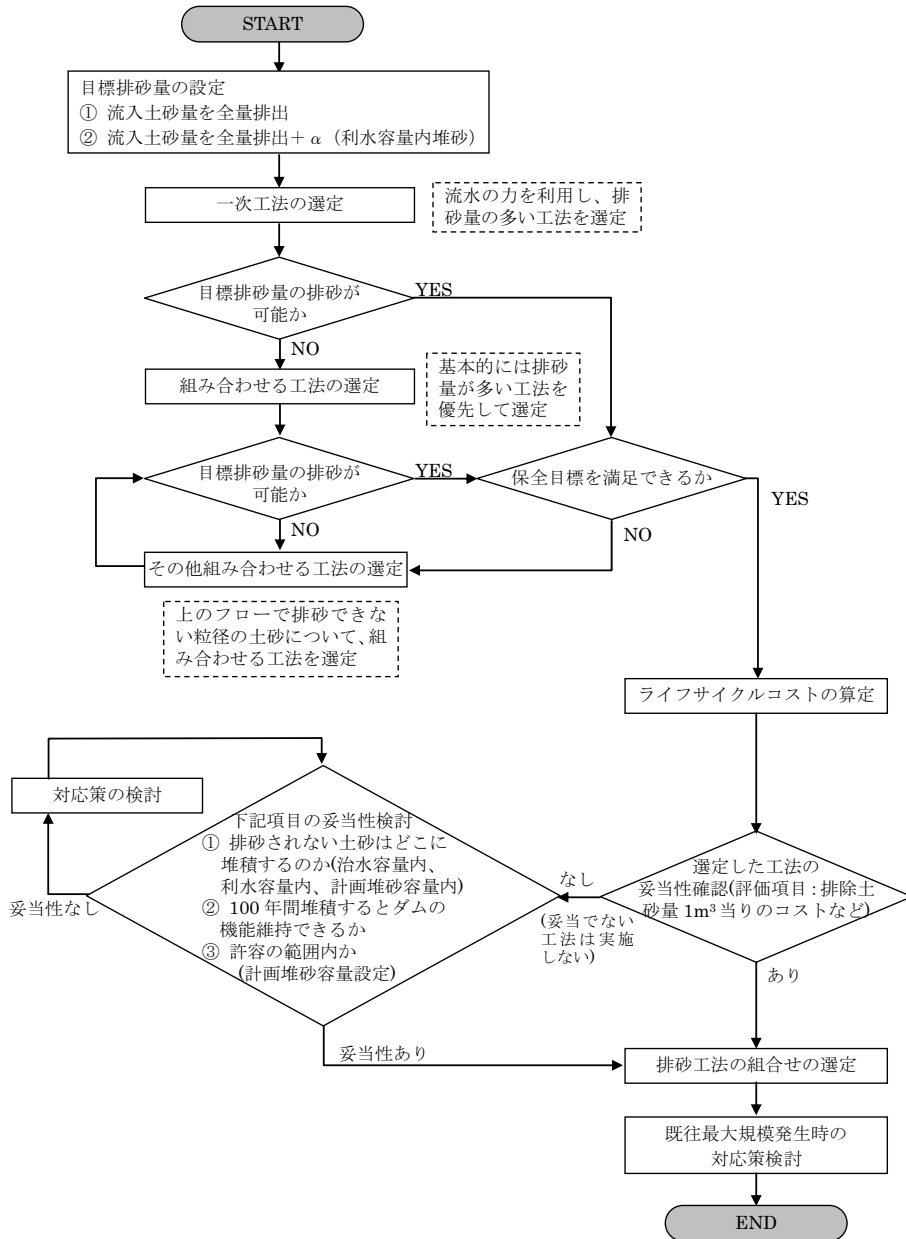


図 2.9 排砂工法の検討フロー

### 堆砂対策の比較検討

前節で選定した堆砂対策毎に基本諸元、粒径別の排砂能力、下流への影響、コスト等を検討し、表 2-3 に示すような比較表を作成する。なお、「排砂バイパストンネル」「吸引+排砂管」の吐き口は、矢作第 2 ダムの下流を基本とする。しかし、矢作ダムから排出する土砂が矢作第 2 ダムで通過可能となるか等の検討を行い、矢作ダム第 2 ダムの下流に排出するより、矢作ダム下流に排出した方が効果的（経済的）であることが認められた場合は、吐き口を矢作ダム下流とする案を提案する。

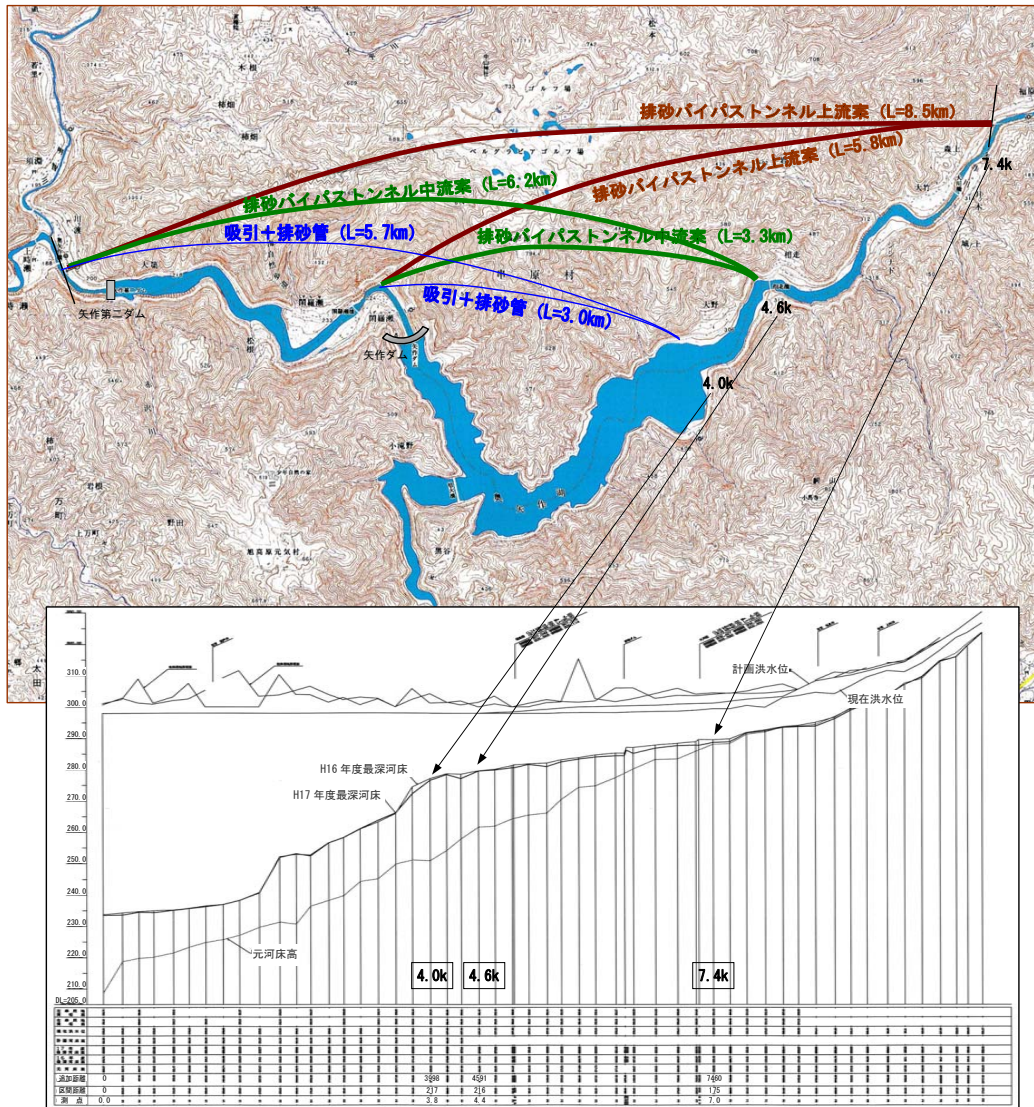
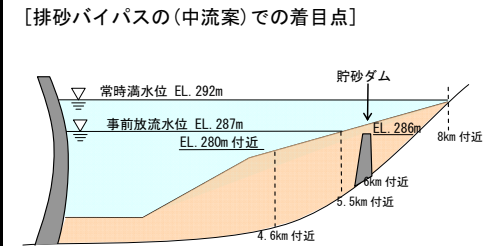
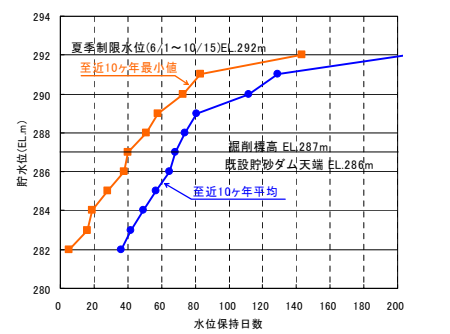


表 2-3 土砂排除対策の矢作ダムへの適用性比較

工 法	一次工法				備 考
	排砂バイパストンネル		吸引+排砂管		
	上流案	中流案	固定式	移動式	
概 要 図					
基 本 方 針	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堰を設置し、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。	貯水池内の堆砂を抑制するため、貯水池デルタ肩の少し上流付近に分流施設を設置し、洪水の一部を分流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。	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。	吸引設備から吸引した土砂を排砂管を通して排砂する。吸引の代わりにポンプ浚渫とする対応も可能である（→掘削浚渫+バイパストンネル案）。	
適 応 性	対象土砂 シナリオ 1 シナリオ 2	流入土砂 利水容量内堆砂	流入土砂 利水容量内堆砂	流入土砂 利水容量内堆砂	流入土砂 利水容量内堆砂
基 本 諸 元	●分派堰 1基 ●排砂バイパス(断面は吸引+排砂管に比べ大) (L=8.5km, 矢作第2ダム直下) (L=5.8km, 矢作ダム直下)	●分流通施設 1基 ●排砂バイパス(断面は吸引+排砂管に比べ大) (L=6.2km, 矢作第2ダム直下) (L=3.3km, 矢作ダム直下)	●排砂管 ●排砂トンネル(断面は排砂バイパストンネルに比べ小) (L=5.7km, 矢作第2ダム直下) (L=3.0km, 矢作ダム直下) ●吸引設備	●排砂管 ●排砂トンネル(断面は排砂バイパストンネルに比べ小) (同左) ●吸引設備	
粒 径 別 特 性					
排 砂 能 力	未検討	未検討	未検討	未検討	
下 流 へ の 影 響	●洪水の一部をそのまま流下させるため基本的には影響は小さい。	●洪水の一部をそのまま流下させるため基本的には影響は小さい。	●平常時の運用は下流環境上困難である。	●平常時の運用は下流環境上困難である。	
問 題 点	●既設発電管の最大放流量は 100m³/s であり、排砂バイパスに使用できる水量に限界がある。 ●トンネルの摩耗対策や運用方法などの課題がある。 ●排砂が河道に供給されるので、下流河道に影響しないことを確認する必要がある。 ●バイパスできずに貯水池へ流入する土砂を別途排除する必要がある。	●既設発電管の最大放流量は 100m³/s であり、排砂バイパスに使用できる水量に限界がある。 ●トンネルの摩耗対策や運用方法などの課題がある。ただし、左案より解決は容易である。 ●排砂が河道に供給されるので、下流河道に影響しないことを確認する必要がある。 ●バイパスできずに貯水池へ流入する土砂を別途排除する必要がある。	●ゴミ等により吸引管が閉塞する可能性がある。 ●トンネルの摩耗対策などの課題がある。 ●排砂バイパストンネルに比べ高濁度の排砂となるため、下流河川的环境に与える影響に注意が必要である。 ●堆砂の性状によっては、管の設置が困難となる可能性がある。	●ゴミ等により吸引管が閉塞する可能性があるが、この対応は左案より容易である。 ●対策量によっては粗粒土砂の対策が必要となる。 ●排砂バイパストンネルに比べ高濁度の排砂となるため、下流河川的环境に与える影響に注意が必要である。 ●洪水時の作業性に課題がある。	
経 済 性	イニシャルコスト：大 ランニングコスト：小	イニシャルコスト：大 ランニングコスト：小	イニシャルコスト：中 ランニングコスト：小	イニシャルコスト：中 ランニングコスト：小	
総 合 評 価					
工 法 組 合 せ (案)					



- ・貯水位を低下できなければ、ウォッシュロード対応となる。
- ・掃流砂を流下させるには、洪水発生前に貯水位を低下させる必要がある。
- ・事前放流水位まで低下させることを考慮すれば、5.5km 付近に呑口を設けることが可能である。
- ・ただし、利水容量内に既に堆積している土砂の排出には不向きである。



## 2.5 緊急対策および長期対策における掘削土砂の下流河道への投入計画検討

下流河道への投入計画の検討は、2.3 で構築する下流河道河床変動モデルを用いた長期対策による物理環境への影響予測結果、ならびに下流河道の実態を踏まえ、3 に示す堆砂対策に伴う影響検討との調整を図り、検討を進める。

### 2.5.1 緊急対策時

緊急対策時の土砂投入は「緊急対策の+αとして実施」及び「長期堆砂対策施設により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変化を把握し、長期堆砂対策の検討に活用するため実施」を目的としている。このため、土砂投入を実施したケースの下流河川河床変動予測結果を踏まえ、緊急対策時における投入計画案を立案する。

なお、土砂の投入位置と土砂の量、質は後述する排砂による環境への影響検討の結果よりフィードバックし、再考するものとする。

### 2.5.2 長期対策時

緊急対策時の検討手法を用い、長期対策として排砂すべき土砂量、投入地点を整理するとともに、土砂投入を長期対策として位置づけることの可能性について検討する。

### 2.5.3 投入計画（案）

#### (1) 土砂投入位置

今回の土砂投入地点は、河川性状状、既存調査結果の活用、土砂投入試験を実施した実績があることなどを考慮し、小渡地点（図 3.5, P.15 参照）とする。

#### (2) 土砂投入形状

##### 1) 対象流量

洪水（矢作ダム流入量・放流量の日データより、笹戸ダム地点流量に流域面積換算）の発生頻度と規模より、中 10 日程度の間隔で年 3 回程度発生すると想定される 100m<sup>3</sup>/s を仮置土砂の流送開始流量とする。なお、年最大流量の平均は、400m<sup>3</sup>/s 程度である。

##### 2) 断面形状

土砂投入地点（小渡地区：70.2k）の断面と置砂形状、および流下能力を図 2.11 に示す。

流下能力は、等流計算（河床勾配 1/147、粗度係数 n=0.045）によって算定した。

##### 3) 土砂投入量

図 2.11 より置砂面積は約 10m<sup>2</sup> であり、当該地点において 4,000m<sup>3</sup> 程度の置砂は可能である。

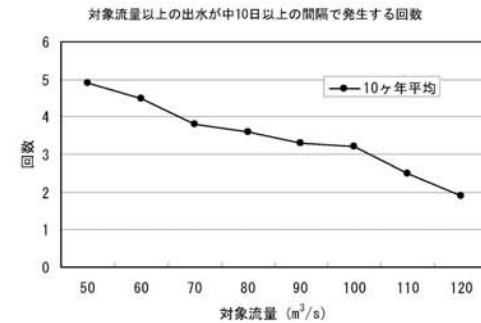


図 2.10 対象出水の発生回数（H7～H16 の 10 ヶ年平均）

表 2-4 対象出水の規模

年	対象流量100m <sup>3</sup> /s以上			
	回数 (中10日)	最小	平均	最大
H7	10	4	109.86	290.23
H8	2	2	113.96	240.59
H9	15	4	110.05	196.34
H10	22	4	118.89	564.38
H11	23	2	231.44	755.95
H12	11	2	102.69	1130.97
H13	3	2	115.43	418.01
H14	2	1	107.04	107.04
H15	26	6	106.57	692.25
H16	28	5	104.64	332.00
10ヶ年平均	14.2	3.2	122.10	472.80
H12除平均			124.21	399.64

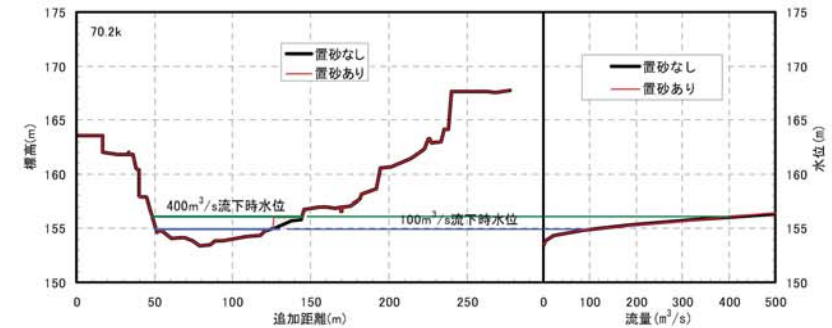


図 2.11 土砂投入地点（小渡地区：70.2k）の断面と流下能力



図 2.12 土砂投入地点（小渡地区）の平面図

### 3 堆砂対策に伴う影響検討

#### 3.1 環境検討のあり方

##### 3.1.1 排砂による環境への影響検討

堆砂対策として実施が検討されている排砂については、下流河川への環境変化をともなうことが予想される。環境変化による生物への影響は正・負様々なものが想定されるが、その影響度合いを把握することを目的に、土砂投入を試験的に実施する。

##### 3.1.2 環境検討の実施方針

- ・ 矢作川の特性把握を十分把握した上で、調査項目を明確にし、調査、検討を行う。
- ・ また、排砂による生物への影響は、未だ解明されていない部分が多いことから、土砂投入量を徐々に増大させ、それぞれの段階で影響を検討しながら慎重に実施していくものとする。
- ・ 影響検討範囲についても、検討結果をもとに、必要に応じて下流へ延ばしていくものとする。
- ・ 最終的には、検討結果を長期的な堆砂対策検討に反映させることが目標である。

#### 3.2 土砂投入による環境影響調査計画（案）

##### 3.2.1 矢作川の特性把握

###### (1) 河川形態

矢作川は、砂州が卓越することが特徴的な河川である。



(出典：第1回矢作川流域委員会資料)

図 3.1 空から見た矢作川流域

表 3-1 矢作川の河道内の状況

河口からの距離	空中写真	概況
40.0 41.5k 付近		高水敷整備が進み、流路が固定され、併せて水辺の樹木等が発達した。
20.5 22.5k 付近		河道内の砂利採取、河道整備、ダム建設等による流下土砂や水量の減少により流路が固定され、河道内に樹木等の植生が繁茂している。
0.0 2.5k 付近		河床低下等の影響により水面部分が増え、中州が減少し、水辺にヨシ等が点在している。

(出典：第2回矢作川流域委員会資料)

表 3-2 矢作川の河川環境の概要

流域の現状	河川水利利用の増加、砂利採取、ダム建設等に伴い、河川流量や土砂供給量が減少。その結果、砂州の形態が変化し、河道内の樹林化が進行するなど、河相が変化。
流況	昭和46年以降、水利利用が増加し、渇水時の生物等の生息に必要な流量が不足。渇水流量が減少する一方で、出水時の流量が低下して、高水敷の冠水頻度が減少し、川の攪乱機能が低下。
水質	近年、河川の水質は改善傾向にあり、環境基準は概ね満足しているが、干涸の減少、自浄作用低下、漁獲量の減少やアオサの発生といった海域での水質が問題視。
土砂（河床）	ダム建設等により、下流への土砂流出が減少し、また、河床の粗粒化が進行。低水路の河床低下により、高水敷への冠水頻度が低下し、陸域の乾燥化が進行したため、高水敷と低水路の境界が明確化。

(出典：第4回矢作川流域委員会資料)

## (2) 矢作川の河床変動特性

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 3.2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。

また、図 3.3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。

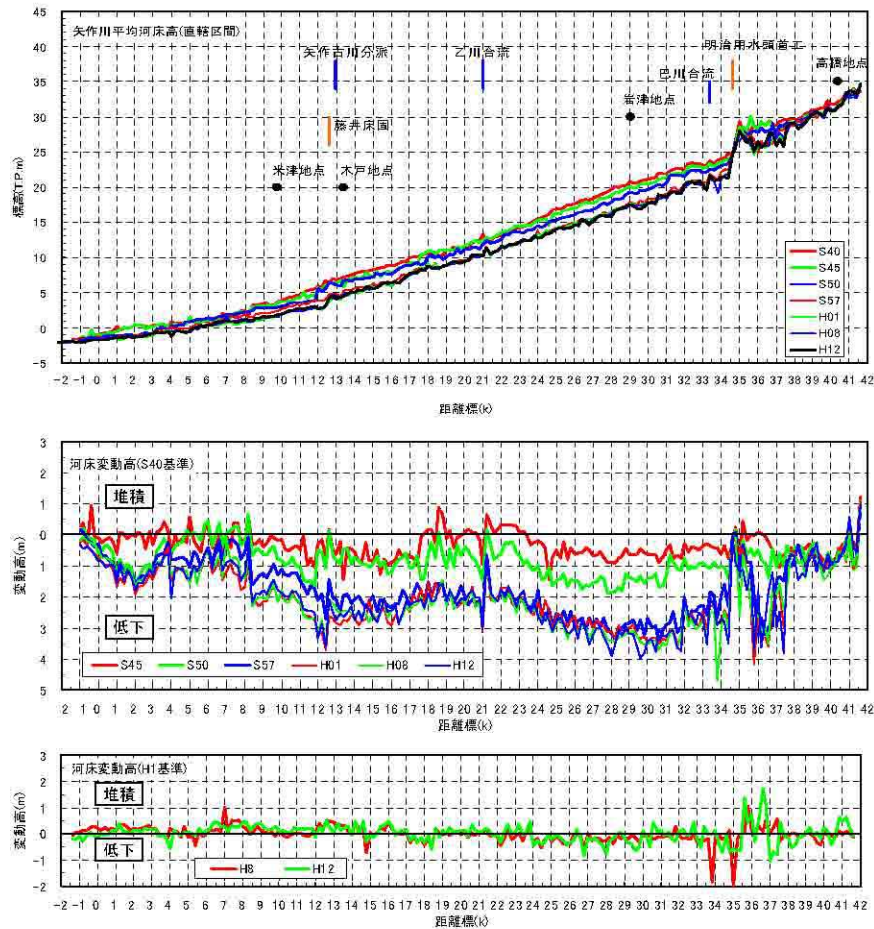


図 3.2 河床高の経年変化

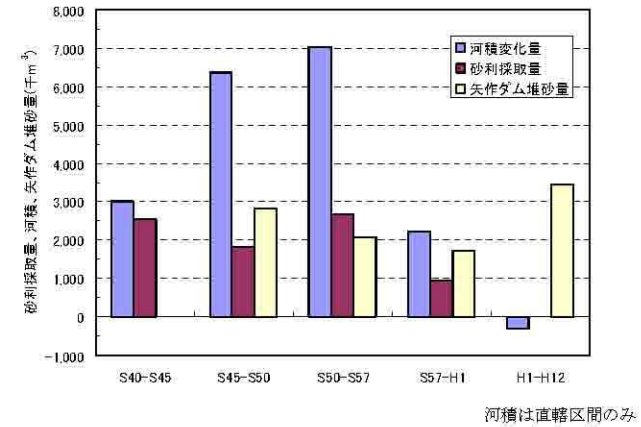


図 3.3 河積変化量、砂利採取量、矢作ダム堆砂量の比較

## (3) 矢作川の特徴を踏まえた着目点

これらの特徴を踏まえた上で、さらに、既往検討資料、調査研究資料、空中写真等を収集、整理し、以下の着目点で矢作川の特徴を整理する。

- ・ 河川形態の詳細(砂州、瀬・淵の分布状況、河床材料)
- ・ 生態系(水生生物や植物)の状況
- ・ 濁水の状況
- ・ 河床高や流下能力の変化
- ・ 流況の変動
- ・ 水の利用状況

### 3.2.2 調査目標の明確化

ダムから排砂することにより、下流河川がどのような状態に変化するのかを推定する。その際の問題点、課題等を明確にし、必要な対策等について検討する。

矢作ダムの特性、かかえる課題から見て、以下のいずれを主目標とするのか明確にする。

- ① ダムからの排砂を主目的とし、それに伴う下流河川の環境改善もあわせて検討する。
- ② 下流環境改善を主目的とする。
- ③ 土砂還元による下流河川の状況変化を調査する。
- ④ その際の、治水、利水上の問題点、限界点等を明らかにする。  
など

■ 目標の設定(案)の明確化と調査検討方針

①矢作ダムへの排砂目標の設定

年間 20~30 万 m<sup>3</sup> と推定されるダム貯水池への流入土砂量に対して、基本的にメンテナンスフリーで洪水時にほぼ同量をダム下流へ流下させる施設を将来設置することを前提とする。

②下流河川への環境への影響

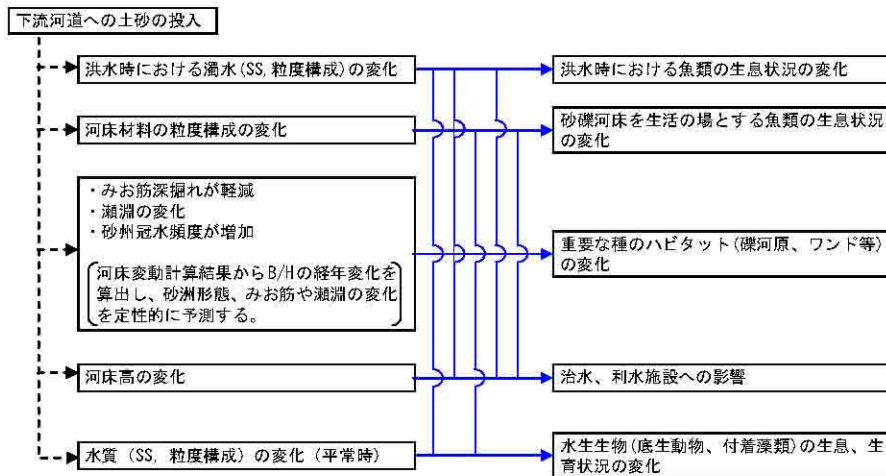
矢作ダムから排砂したことによる正および負の影響を明確にする。負の影響が小さく正の影響を大きくするための適正量、可能量、土砂の還元方法、還元土砂の粒径等の質について調査、検討を行う。

③ ①、②を考慮して、ダム下流の治水、利水への影響が小さく、河川環境への一定の正の効果が得られる範囲で、どのあたりの土量を目標として排砂を実施するのが判断可能となる調査方針を検討する。

3.2.3 調査項目

下記河道への土砂を供給した際の下流河川で受けるインパクトを次図に示す。これより調査項目は以下の項目を基本とする。

- 洪水時における濁水 (SS, 粒度構成) の調査
- 河床材料の粒度構成の調査
- 河床高の調査
- 水質 (SS, 粒度構成) の調査 (平常時)
- 生物調査 (藻類、低生動物、付着藻類)



- 【凡 例】
- > シミュレーションに基づく予測
  - 事例等の引用に基づく予測

インパクトレスポンスフロー図 (下流河川への土砂投入)

3.2.4 調査範囲と調査箇所

河川環境等への影響調査については、これまで実施されてきた調査箇所のデータを出来る限り利用することを前提として、土砂投入による河川環境等への影響を把握するための現地調査を実施する。

調査項目、実施時期等は表 3-3に示すとおりである。

調査範囲、調査箇所等については、以下の考え方で設定した。

(1) 調査実施範囲

【調査範囲設定の考え方】

- ・ 1 回当たりの土砂投入量を 4,000m<sup>3</sup> を基本とするならば、年間平均してもせいぜい 3 回程度であり、1 年当たりの投入量は 12,000 m<sup>3</sup> 程度となる。
- ・ 年間の矢作ダムへの流入土砂量は約 30 万 m<sup>3</sup> と推定され、年により幅があり数万 m<sup>3</sup>~80 万 m<sup>3</sup>、大規模な洪水等により多い年は 300 万 m<sup>3</sup> にも及んでいる。
- ・ このことから、今年度の還元土砂量は 4 % 程度であり、この程度の土砂流下による河床条件、生物環境への影響はごく限定的な範囲内に留まると想定される。また、下流にはダムが連続することから下流河川への影響も吸収されることが考えられる。
- ・ これらを考慮し、今回の調査において有意な影響を観測出来る範囲としては、矢作ダムから百月ダム下流あたりまでと設定し、今後、下流河川への影響を観察しながら順次投入土砂量を増大させ、調査範囲、箇所についても下流に延ばしていくものとする。

以上のことから、影響度合い確認の容易さも勘案して、調査範囲は、土砂投入地点 (小渡地点を想定) から百月ダムまでの区間を基本とする (図 3.4、図 3.5 参照)。

ただし、今後の調査、検討の結果を踏まえて適宜に見直しを行うものとする。

(2) 調査箇所

【調査箇所選定の考え方】

土砂投入による正・負の影響を把握すべき範囲、箇所を下記の考え方で選定する。

1. 治水・利水上の重要箇所 (負の影響把握)  
土砂を排出することにより、影響が生じると考えられる治水、利水上の重要箇所を抽出する。
2. 河川環境上注目すべき箇所 (正・負の影響把握)  
下記に示す観点より、土砂を排出することによる影響を調査すべき箇所を選定する。
  - ・ 河床形状、河床材料の状況
  - ・ 湛水域でなく、河川性状を呈する区間で注目すべき瀬・淵
  - ・ 砂州のつき方、規模、等

土砂投入前のリファレンスデータを取ることも含め、表 3-4に示す 6 地点を候補とする。

最終的には、現地調査、事務所等との打ち合せ、委員会での意見聴取を行い、確定するものとする。

その他、調査地点については、必要に応じ、将来河道への効果も考えて、適宜、下流に増設して影響を逐次確認していくものとする。

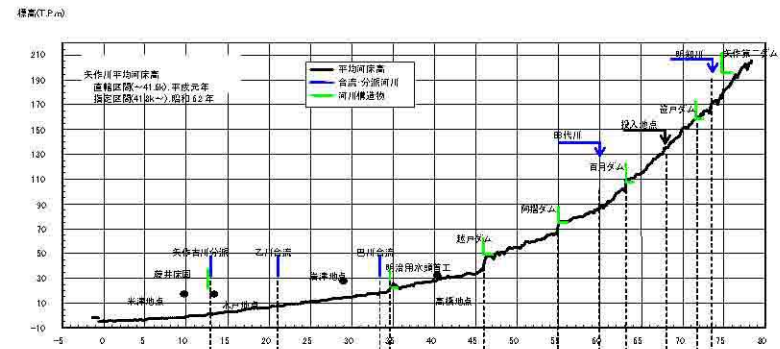
表 3-3 調査計画 (案)

調査項目	調査対象	調査内容	明らかにする事象	調査箇所	調査時期
供給土砂 下流河川 の状況	河道 形状	粒度試験	基本条件として収集	揚砂場	投入地点～百日ダム貯水池末端
		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		
	瀬・淵の詳細測量	水中の河床高の変化をとらえる	代表地点		出水前、出水後 <sup>※1</sup> (1回/年)
	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)	・河道概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状況を調査し、細粒土砂の移動特性を把握 ・シルト成分の付着の有無(目視)	投入地点～百日ダム貯水池末端及び主要な流入支川 (詳細対象地点を必ず実施)	投入地点、出水後 <sup>※1</sup> (1回/年)
治水・利水施設 水質	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	施設ごと		出水前、出水後
	濁り (SS、濁度)	ダム流入、放流地点及び投入箇所の上流、下流の主要地点で濁度を計測するとともに、出水初期、ピーク時、出水末期では粒径を計測し、土砂投入が生物環境 (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	ダム流入、放流地点、笹戸ダム直下、投入地点直下、百日ダム貯水池末端、百日ダム直下、田代川合流点、主要な流入支川 (明智川など)	出水時: 主要地点は1時間ピッチ、その他は4時間ピッチ ただし、粒径の計測は出水初期、ピーク時、出水末期の3回平常時: 月1回	
	水温、PH	基礎資料として収集			
下流環境 の状況	生物	魚類	・びく覗きなどによるアユの肥満度や個体数の変化を把握 ・河床状況の変化の影響を受け易いと想定される種を中心に、その魚類の生息状況を把握する。	調査箇所 笹戸ダム直下、投入地点直上、直下、百日ダム貯水池末端、百日ダム直下、田代川合流点  評価単位 ・区間単位もしくは、瀬淵単位	4回(投入前に1回、それ以後は土砂の流出状況、再投入の状況にもよるが、夏期、秋期、冬期の実施を基本とする。)
		底生動物	・底生動物の種多様性 河床形態の変化に伴う、底生動物の種の多様性を把握する。 ・生活型の種数・現存量 砂礫層の形成、アーマー化の改善や浮石の増加等により、生活型(例えば、固着型、掘潜型等)の種数・個体数が変化すると考えられる。よってそれらの変化を把握する。	調査箇所 笹戸ダム直下、投入地点直上、直下、百日ダム貯水池末端、百日ダム直下、田代川合流点  評価単位 ・測線単位、もしくは瀬淵単位 (コードラートによる採取)	4回(投入前に1回、それ以後は土砂の流出状況、再投入の状況にもよるが、夏期、秋期、早春期の実施を基本とする。)
		付着藻類	・付着藻類調査 流砂による摩擦や砂粒分やシルトの付着により、付着藻類の現存量や優占種の変化が生じると考えられるため、定量調査をおこない変化を把握する。	調査箇所 笹戸ダム直下、投入地点直上、直下、百日ダム貯水池末端、百日ダム直下、田代川合流点  評価単位 ・測線単位 (石を選び付着藻類の種構成や現存量を把握)	4回(投入前に1回、それ以後は土砂の流出状況、再投入の状況にもよるが、夏期、秋期、冬期の実施を基本とする。)

※1: パイロット的に土砂投入を行った場合は、投入毎の出水前、出水後(数回/年)とする

表 3-4 調査箇所(案)

No.	実施箇所	箇所の概要
1	笹戸ダム直下 (72.0～72.5km 付近)	土砂還元予定箇所より上流である。還元土砂の影響をみるための対照区として設定する。笹戸ダムの下流であり、流入支川もなく、現状では土砂供給の少ない場所である。
2	小渡還元地点直上流 (70.5～71.5km 付近)	土砂還元予定箇所のすぐ上流である。還元土砂の影響をみるための対照区として設定する。明智川などの流入支川の影響をうける区間である。また、アユの代表的な釣り場である。
3	小渡還元地点直下流 (69.5～70.5km 付近)	土砂還元予定箇所のすぐ下流にあり、その影響を最も受ける場所として設定する。また、アユの代表的な釣り場である。
4	百日ダム貯水域末端 (64.5～65.0km 付近)	土砂還元予定箇所の下流にある。本区間は還元地点直下流よりも勾配が緩い。土砂が溜まり易い場所として、土砂還元の影響が短期的にでてくることが予測されるため調査区間として設定する。
5	百日ダム直下 (62.5～63.0km 付近)	土砂還元予定箇所の下流にある。百日ダムを介した下流域での還元土砂の影響を把握するために設定する。現状では砂州が見られる。
6	田代川合流点 (62.5～63.0km 付近)	土砂還元予定箇所の下流にある。百日ダムを介した下流域での還元土砂の影響を把握するために設定する。St.3 小渡還元地点下流とよく似た環境である。



項目	調査範囲及び調査地点									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
下流河川 の状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
河道 河床材料	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
治水・利水施設	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
水質	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
下流環境 の状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

図 3.4 調査地点概略位置図





③還元地点直下



還元予定地点(小渡)



②還元地点直上



⑥田代川合流点



⑤百月ダム直下



④百月ダム貯水池末端

図 3.5 土砂投入による環境影響調査 予定地点位置図と写真

### 3.3 河川環境等への影響調査（次回委員会報告）

#### 3.3.1 治水・利水施設への影響調査

ダム下流河川に既存するダム、取水設備、堰等の治水・利水施設について、その設置状況、構造等について図面等の資料収集整理を行うとともに、土砂還元の影響検討に係る以下の事項について現地調査および関係機関（中電）等にヒアリングを実施する。

- ・ダム、取水設備、発電設備周辺の環境条件、堆砂状況および供用、維持管理状況
- ・洪水時の管理、運営状況
- ・土砂流下、堆積による影響が生じると想定される箇所、施設（魚道、樋門樋管等）について現地調査を行う。特に、土砂の堆積状況により治水、利水上影響が生じると懸念される箇所については、一次元河床変動解析とあわせ検討する。

#### 3.3.2 河川環境等への影響調査

土砂投入の影響を把握するためのリファレンスデータを取得するため、土砂投入前の河川環境等の状況について、前節で検討した調査計画に基づき調査する。

### 3.4 河川環境等への影響検討（次回委員会報告）

#### 3.4.1 河川環境等への影響検討

河川環境等への影響調査結果をもとに、流況変動が下流環境に与える影響を検討する。

また、別途土砂対策計画にて構築した河床変動モデルにより、長期的な排砂に対する川幅水深比等の水理指標の予測による河川形態の変化及び、粒度組成の予測による河川性状の変化を把握し、生物環境への影響検討を行う。さらに、矢作川の典型的な瀬・淵の区間については、平面2次元河床変動モデルを作成し、排砂による長期的な、瀬・淵の変化を予測し、生物環境への影響検討を行う。

表 3-5 影響検討項目（案）

評価項目	評価内容
河床の変化	河床高さ
	瀬・淵
	河床材料
水質	SS、濁度、PH、水温
	砂州の変化
河道の変化	河床林の変化

表 3-6 土砂投入に関する各種影響検討の位置づけ

	土砂投入による影響調査(3)	緊急対策時(2.5.1)	長期対策時(2.5.2)
目的	ダムからの排砂による下流環境への影響把握	擬似的排砂による環境変化の把握(→長期対策の検討への活用)	長期対策としての位置づけの可能性の検討
対象区間	笹戸ダム下流～百月ダム下流	河口までの全区間	河口までの全区間
評価期間(頻度)	土砂投入毎	1, 3, 5, 10 年後	30, 50, 75, 100 年後
主な着目点	生物環境を含むミクロな視点	物理環境(河床高、粒度組成など)を主とするマクロな視点	同左
検討の手法	置き砂による土砂投入試験環境調査	一次元河床変動計算	一次元河床変動計算

#### 3.4.2 既往調査による検討結果の概要

ダム下流域では、平成15年～平成17年度に以下の環境調査を実施している(表3-7)。これらは主に水質(濁水、冷水など)とアユの生息環境(アユの大きさ、餌の付着藻類の生育状況)の関係について調査したものである。

また、平成16年と平成17年には小渡地先において土砂仮置き実験を行い、アユの餌である付着藻類への影響を検討している。

これまでの主な結果は以下のとおりである。

- ・濁度が低い区間は、高い区間と比べて、入漁者(アユ釣り)が多い傾向がある。
- ・付着藻類が良好な年は、入漁者(アユ釣り)が多い傾向がある。
- ・出水による付着藻類の剥離とその後の速やかな回復(アユが好むとされる珪藻類から先に回復)が確認されている。
- ・出水時に流下する土砂が河床や付着藻類に及ぼす影響については、不明である。

表 3-7 既往調査の実施状況

調査項目	調査頻度	調査地点	H16	H16	H17	備考(調査項目等)
○平水時調査						
水質調査	年間 月1回	6箇所	●	●	●	水温、透明度、pH、濁度、SS、VSS、DO、BOD、COD、大腸菌、TN、NH4-N、NO2-N、NO3-N、TP、PO4-P、粒度組成 調査地点：越戸発電所、阿摺発電所、矢作第二発電所、小渡、明智川、瀬原
付着藻類調査	4～10月 月1回	6箇所	●	●	●	細胞数、クロロフィルa、フェオフィチン、乾燥重量、強熱減量 調査地点：越戸発電所、阿摺発電所、矢作第二発電所、小渡、明智川、瀬原
アユの大きさ(釣果調査)	4～10月 月1回	6箇所		●	●	体重、体長 調査地点：越戸発電所、阿摺発電所、矢作第二発電所、小渡、明智川、瀬原
アユの懸上量調査	3月～6月	明徳頭直工	●	●	●	豊田市が実施
アユの放流量	4月～7月頃	ダム下流	●	●	●	漁業組合からの資料提供
入漁者数	6月～9月	ダム下流	●	●	●	漁業組合からの資料提供
○出水時調査						
水質・濁度の連続観測	年間	4箇所		●	●	調査地点：阿摺発電所、矢作第二発電所、小渡、明智川
土砂仮置き実験						
付着藻類調査	出水後	小渡地先		●	●	出水後10日、20日、30日、60日 各1回
○環境ブロック調査						
付着藻類調査	出水後	小渡地先			●	出水後10日、20日、30日、60日 各1回

※表中の●は実施を示す。