

平成18年度 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会 第2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	矢作ダムにおける堆砂対策のあり方	3
2.2	土砂移動シミュレーションモデルの修正	4
2.3	適用可能な堆砂対策の整理検討	9
3	堆砂対策に伴う影響検討	17
3.1	影響検討の考え方	17
3.2	現況の矢作川の環境特性	18
3.3	環境調査による土砂排出に伴う下流河川環境等への影響検討	21
3.3.1	土砂還元による物理影響検討と投入計画	21
3.3.2	調査地点の選定	23
3.3.3	調査内容等	28
3.3.4	調査実施状況等	30
3.4	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	43

平成18年12月26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

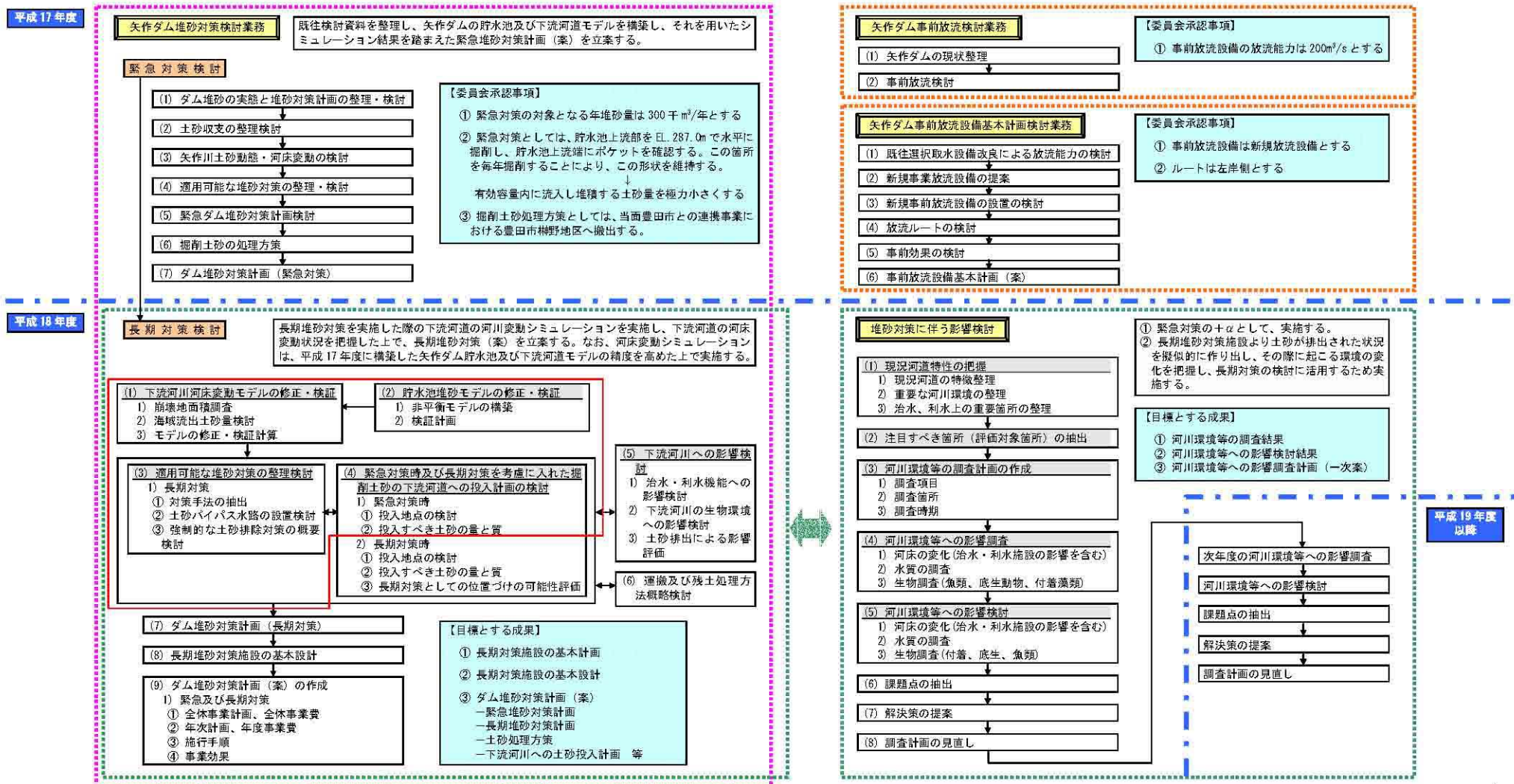
矢作ダムは、昭和46年4月の運用開始以来30年以上が経過し、この間、幾たびもの洪水、濁水を経験しその使命を果たしてきたが、一方でダム貯水池内外において、環境の変化が生じてきている。

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。

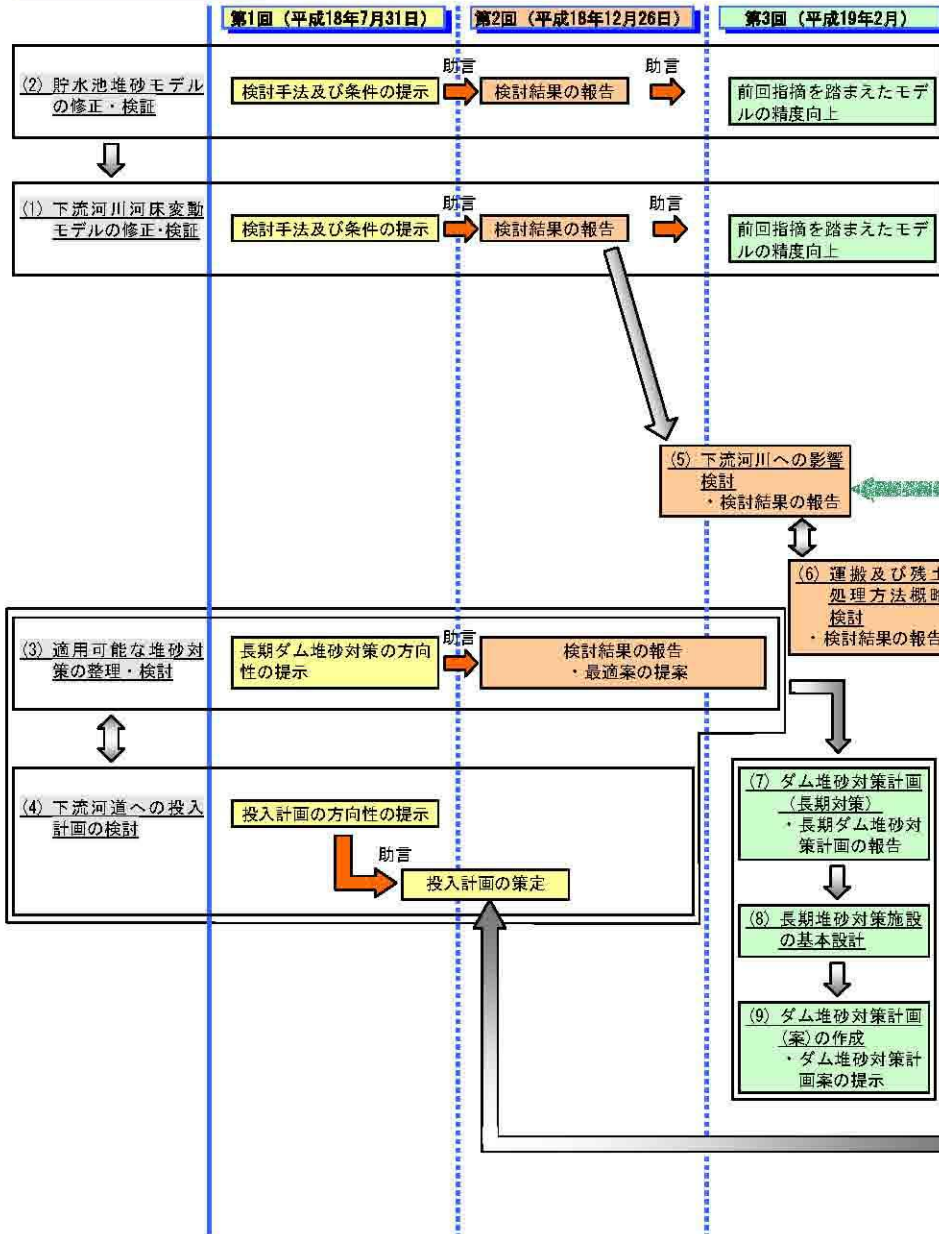
また、平成17年度には、矢作ダム堰堤改良事業が採択され、ダム堆砂対策によるダム機能回復と事前放流設備設置によるダム機能の向上を図ることになった。

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。

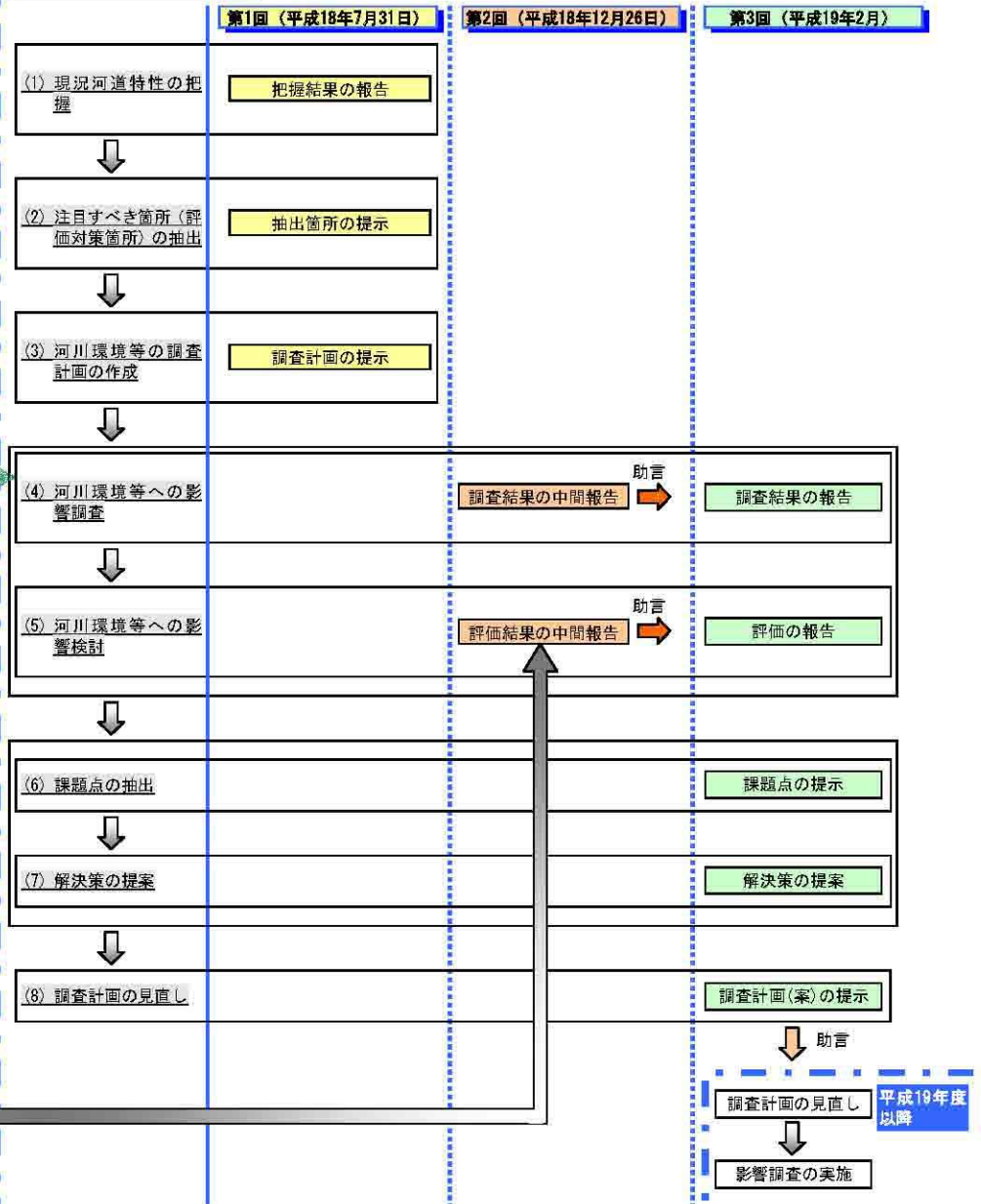
平成17年度は3回の委員会を開催し緊急ダム堆砂対策計画及び事前放流設備の能力等について協議した。平成18年度は長期ダム堆砂対策計画及び堆砂対策を実施することにより生じる下流河川の河川環境について協議することを目的に3回の委員会を開催する予定である。



**矢作ダム堆砂対策検討**



**堆砂対策に伴う影響検討**



## 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。

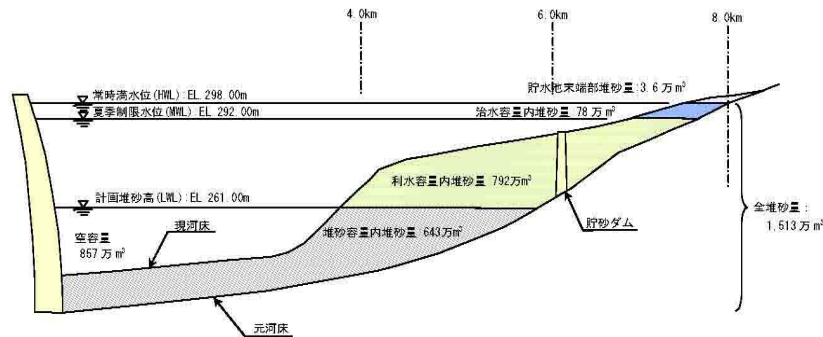


図 2.1-1 矢作ダムの堆砂の実態 (H17 時点、運用後 34 年経過)

#### 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. 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。

##### 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 2.1-1 にスケジュール(案)として示す。

表 2.1-1 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	
	●緊急対策を3年で完了。 ●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	検討		工事	効果の検証
	●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。			●堆砂容量内への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。

## 2.2 土砂移動シミュレーションモデルの修正・検証

### 2.2.1 貯水池モデルの修正・検証

ここでは、貯水池における堆砂状況を予測し、堆積土砂対策の検討を行うため、

- ① 流入土砂量の推定（粒径別の流入土砂量式の推定、洪水規模を考慮した捕捉率の考慮）
- ② 予測モデルの再現検証（上記境界条件修正にともなう再現精度の確認）

を行った。

#### (1) 検討条件の整理・検討

##### 1) 検討方針

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、昨年度からの精度向上を図った。

##### a) 昨年度検討からの変更点

表 2.2-1 昨年度検討との変更点

	昨年度検討	本検討
土砂量	ダム流入量と全堆積土砂量の関係から関係式(Q~Qs式)を推定	ダム流入量と粒径別堆積土砂量の関係から粒径別に関係式(Q~Qs式)を推定
微細粒径の一部捕捉量	ブルーの相関図から0.160mm以下の粒径については一律85%が捕捉される(15%は通過する)として、流入土砂量は15%上乘せする。	洪水毎の回転率(洪水時交換率)と捕捉率の関係を予測モデルを用いて推定し、これを考慮して、Q~Qs式を推定する。
流入土砂の粒度分布	流量などに関係なく一定の粒度分布	粒径別にQ~Qs式を推定したため、流量規模により粒度分布が変化する。

##### b) 検討の手順

検討の手順を図 2.2-1 のフローに示す。

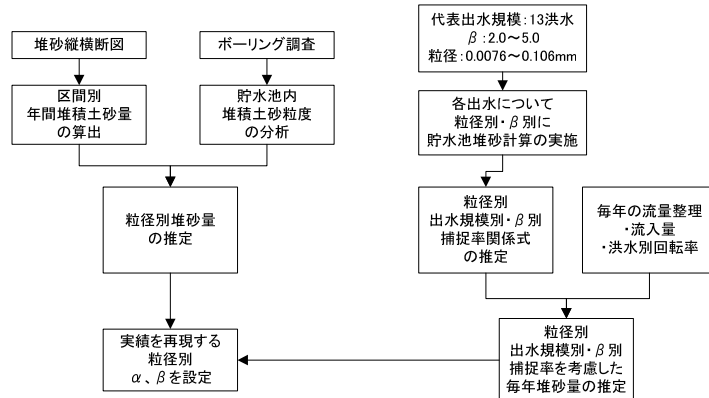


図 2.2-1 粒径別流入土砂量推定式の設定手順

##### 2) 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βを設定し、α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 2.2-2 に示す。

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

表 2.2-2 流入土砂量推定式の係数

代表粒径	19 mm	9.8 mm	4.75 mm	2.00 mm	0.85 mm	0.425 mm	0.25 mm
α	S46年～S61年	2.06 × 10 <sup>-9</sup>	2.50 × 10 <sup>-9</sup>	9.17 × 10 <sup>-9</sup>	5.89 × 10 <sup>-8</sup>	2.02 × 10 <sup>-7</sup>	1.72 × 10 <sup>-7</sup>
	S62年～H11年	1.94 × 10 <sup>-9</sup>	1.25 × 10 <sup>-9</sup>	4.01 × 10 <sup>-9</sup>	1.98 × 10 <sup>-8</sup>	6.29 × 10 <sup>-8</sup>	6.23 × 10 <sup>-8</sup>
	H12年～H16年	3.50 × 10 <sup>-9</sup>	2.11 × 10 <sup>-9</sup>	1.02 × 10 <sup>-8</sup>	8.96 × 10 <sup>-8</sup>	3.12 × 10 <sup>-7</sup>	2.40 × 10 <sup>-7</sup>
β	2.5	2.5	2.5	2.3	2.3	2.3	2.6

代表粒径	0.106 mm	0.075 mm	0.054 mm	0.039 mm	0.025 mm	0.015 mm	0.011 mm	0.0076 mm
α	S46年～S61年	2.33 × 10 <sup>-8</sup>	5.97 × 10 <sup>-9</sup>	4.86 × 10 <sup>-9</sup>	1.32 × 10 <sup>-8</sup>	3.60 × 10 <sup>-11</sup>	2.90 × 10 <sup>-11</sup>	2.91 × 10 <sup>-11</sup>
	S62年～H11年	8.22 × 10 <sup>-9</sup>	1.57 × 10 <sup>-10</sup>	1.33 × 10 <sup>-9</sup>	3.52 × 10 <sup>-9</sup>	7.30 × 10 <sup>-12</sup>	5.31 × 10 <sup>-12</sup>	6.38 × 10 <sup>-12</sup>
	H12年～H16年	2.49 × 10 <sup>-8</sup>	5.24 × 10 <sup>-9</sup>	3.73 × 10 <sup>-9</sup>	1.18 × 10 <sup>-8</sup>	1.20 × 10 <sup>-11</sup>	1.26 × 10 <sup>-11</sup>	1.68 × 10 <sup>-11</sup>
β	2.5	2.6	2.7	2.6	3.5	3.5	3.5	4.0

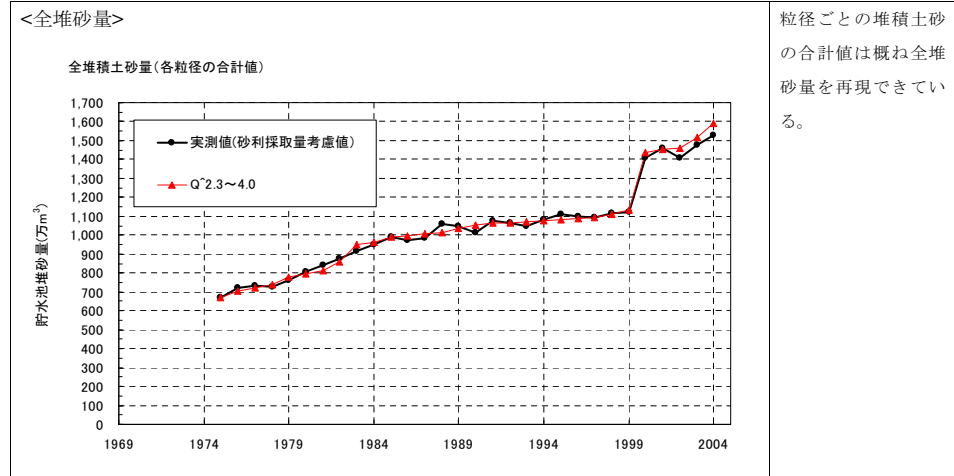


図 2.2-2 全堆積土砂量の再現結果

粒径別に  $Q \sim Q_s$  関係を設定したことから、各年の流況により流入土砂量と共に粒度分布も変化することになる。ここでは堆砂量の傾向変化がみられる昭和 46 年～60 年、昭和 61 年～平成 11 年、平成 12 年～16 年の平均粒度分布を示す。堆積土砂量が少ない昭和 60 年～平成 11 年では細粒分が少ない傾向にあり、平成 12 年では非常に細粒分が多いことが考えられ、平成 12 年～16 年では粒度が細かくなっている。

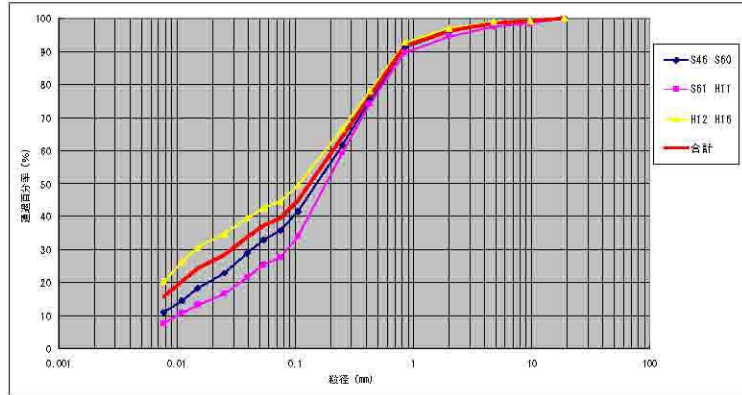


図 2.2-3 推定流入土砂の粒度分布

### 3) 検討条件の整理

本検討で用いるモデルは、一次元河床変動モデルである。モデルの概要を表 2.2-3 に示す。

表 2.2-3 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: ダム貯水位の実績 上流流量: ダム流入量(日流量 50m³/s 以上の出水は時刻流量、それ以外は日流量) 実績粗度係数: 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	上記で検討したとおり粒径別に流量～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。		

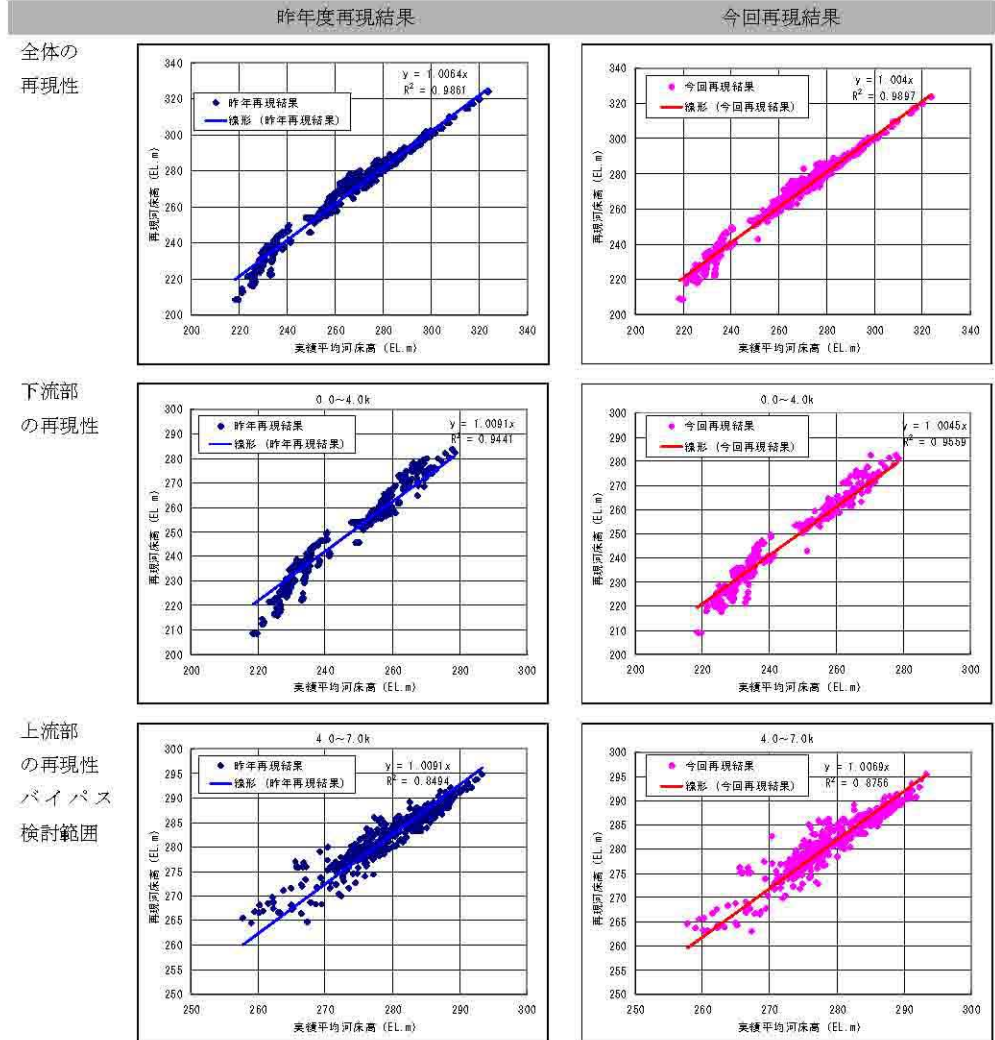
### 4) モデル再現精度の確認

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。

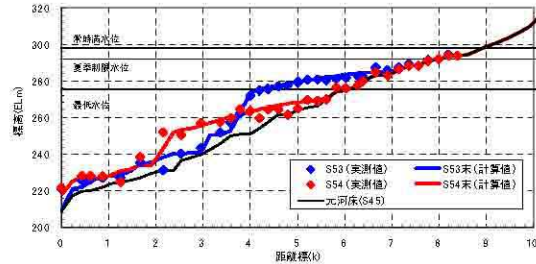
ここでは、貯水池内全体と、下流部(0.0～4.0k)と上流部(4.0～10.2k)に分けて相関を求めた。いずれも、相関式の傾き(1に近いほうがよい)も決定係数  $R^2$ (1に近いほうがよい)も今回再現の精度が高いものとする。



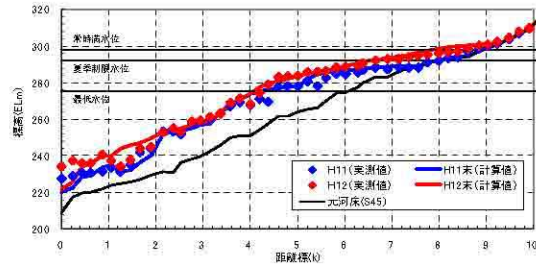
b) イベント発生時の土砂移動の再現精度

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2.2-4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

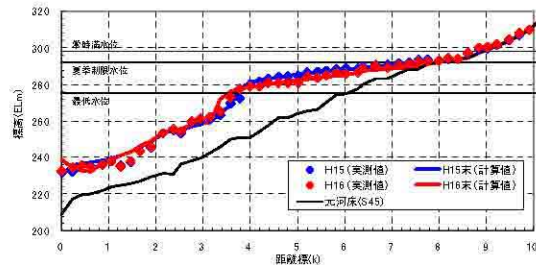


図 2.2-4 イベント発生時の矢作ダム貯水池堆砂形状の検証結果

c) 粒度分布の再現について

各地点のボーリング調査による深度別粒度分布と再現粒度分布（交換層）の比較を右に示す。なお、対象年はボーリング調査を実施した平成10年とし、対象断面はボーリング調査断面である0.6km、1.6km、4.4km、5.6kmとした。ボーリング調査の深度別粒度分布にはばらつきがあり、各層の形成の履歴による影響があるものと考え、各地点の表層付近の層を形成した年代における計算粒度分布との比較を行った。再現モデルにより各地点の粒度分布についても概ね再現できているものとする。

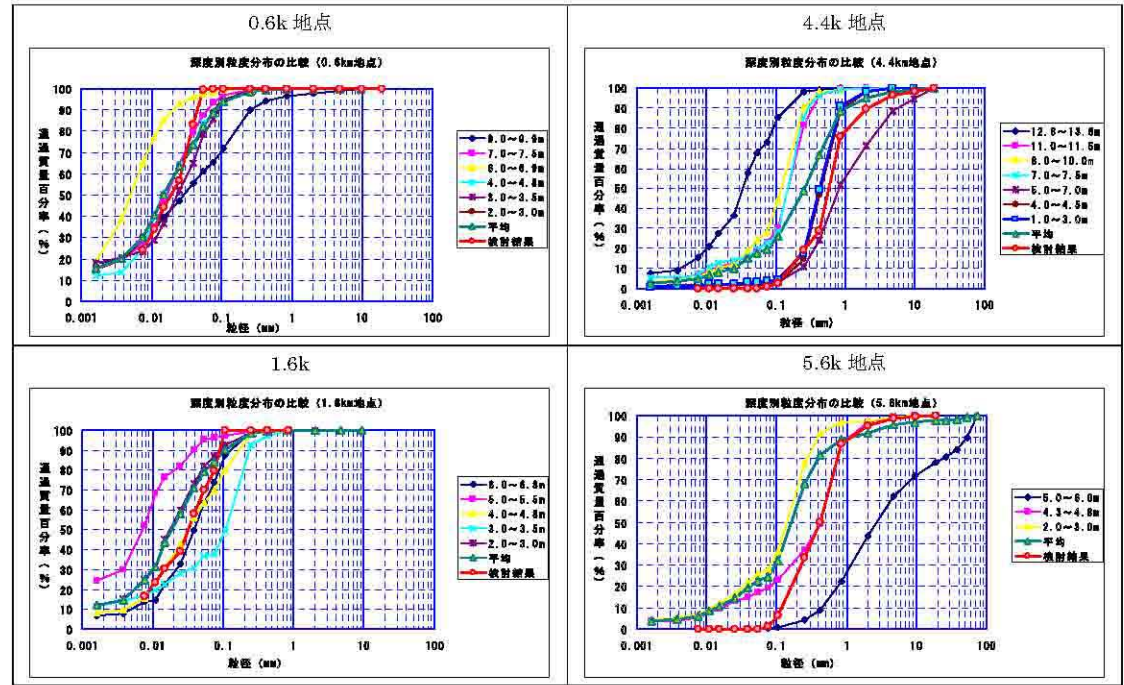


図 2.2-5 深度別粒度分布と再現計算粒度分布

(2) 貯水池モデルの設定

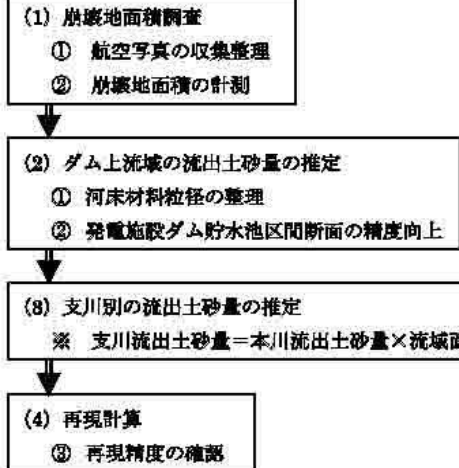
以上の検討から、排砂対策検討において一次元河床変動計算モデル(平衡モデル)による堆砂計算の妥当性が確認できた。なお、本計算ではダムを通過するウォッシュロードが大きくなる傾向が考えられるが、掃流砂、浮遊砂はダムを通過しないことから、次節以降での堆砂対策検討(排砂バイパス、吸引など)においては、一次元河床変動(平衡)モデルで十分な精度があるとする。

このため、以降の排砂対策検討においては以下のモデルを用いることとする。

## 2.2.2 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 (赤字は、前年検討からの変更箇所)

項目	条件																																												
計算区間	河口 (～2.2km) ～矢作第二ダム直下 (73.8km) (図 2.2-6 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 (* 赤字は断面データを更新したダム (施設概要：参考資料参照))																																												
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	<p>&lt;本川上流端&gt; 再現検討：なし 予測検証：矢作ダム通過土砂量 (5 万, 15 万, 30 万) 及び堆積土砂の粒径分布</p> <p>&lt;支川からの流入&gt; 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 (粒径別の Q、Qs 式を流域面積比×崩壊地面積比で修正)</p>																																												
河道区分	支川流入や構造物等を考慮し、河道区分を再整理した。																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>区間名</th> <th>①</th> <th>②</th> <th>③</th> <th>④藤井床固</th> <th>⑤</th> <th>⑥乙川</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>距離表</td> <td>2.0～2.0</td> <td>2.2～9.0</td> <td>9.2～12.4</td> <td>12.5～16.2</td> <td>16.4～20.8</td> <td>21.0～26.8</td> </tr> <tr> <th>区間名</th> <th>⑦青木川岩津地点</th> <th>⑧巴川</th> <th>⑨明治製糖工</th> <th>⑩麓川高橋地点</th> <th>⑪</th> <th>⑫</th> </tr> <tr> <td>距離表</td> <td>27.0～29.8</td> <td>30.0～34.4</td> <td>34.6～37.2</td> <td>37.4～39.2</td> <td>39.4～41.4</td> <td>41.6～45.8</td> </tr> <tr> <th>区間名</th> <th>⑬越戸ダム</th> <th>⑭天伏川</th> <th>⑮阿摺ダム</th> <th>⑯阿摺川</th> <th>⑰百月ダム</th> <th>⑱分木川</th> <th>⑲笹戸ダム</th> </tr> <tr> <td>距離表</td> <td>45.9～52.0</td> <td>52.2～54.8</td> <td>54.9～57.1</td> <td>57.3～63.0</td> <td>63.1～70.2</td> <td>70.4～71.6</td> <td>71.70～73.80</td> </tr> </tbody> </table>	区間名	①	②	③	④藤井床固	⑤	⑥乙川	距離表	2.0～2.0	2.2～9.0	9.2～12.4	12.5～16.2	16.4～20.8	21.0～26.8	区間名	⑦青木川岩津地点	⑧巴川	⑨明治製糖工	⑩麓川高橋地点	⑪	⑫	距離表	27.0～29.8	30.0～34.4	34.6～37.2	37.4～39.2	39.4～41.4	41.6～45.8	区間名	⑬越戸ダム	⑭天伏川	⑮阿摺ダム	⑯阿摺川	⑰百月ダム	⑱分木川	⑲笹戸ダム	距離表	45.9～52.0	52.2～54.8	54.9～57.1	57.3～63.0	63.1～70.2	70.4～71.6	71.70～73.80
区間名	①	②	③	④藤井床固	⑤	⑥乙川																																							
距離表	2.0～2.0	2.2～9.0	9.2～12.4	12.5～16.2	16.4～20.8	21.0～26.8																																							
区間名	⑦青木川岩津地点	⑧巴川	⑨明治製糖工	⑩麓川高橋地点	⑪	⑫																																							
距離表	27.0～29.8	30.0～34.4	34.6～37.2	37.4～39.2	39.4～41.4	41.6～45.8																																							
区間名	⑬越戸ダム	⑭天伏川	⑮阿摺ダム	⑯阿摺川	⑰百月ダム	⑱分木川	⑲笹戸ダム																																						
距離表	45.9～52.0	52.2～54.8	54.9～57.1	57.3～63.0	63.1～70.2	70.4～71.6	71.70～73.80																																						

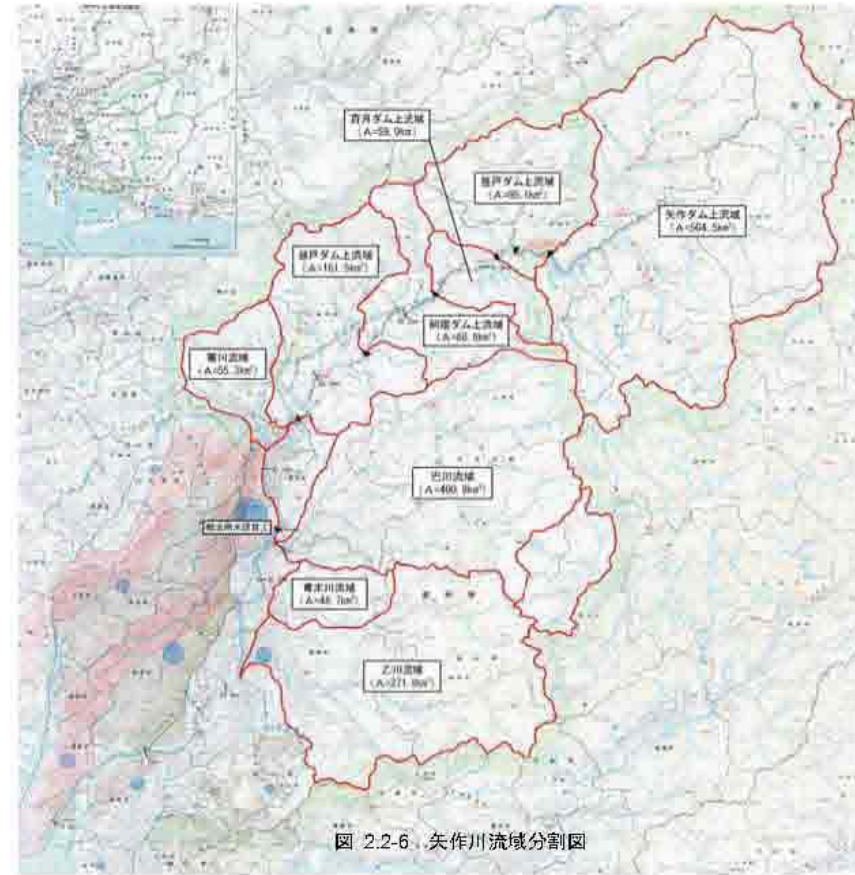


図 2.2-6 矢作川流域分割図

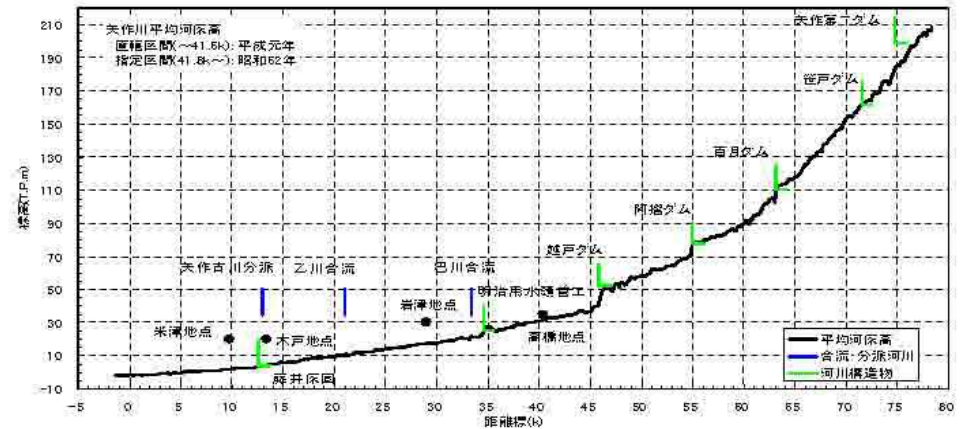


図 2.2-7 検討対象区間縦断面図



### (3) 再現検証

#### 1) 再現検証期間

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、次の期間とした。

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。

#### 2) 検討結果

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年を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。

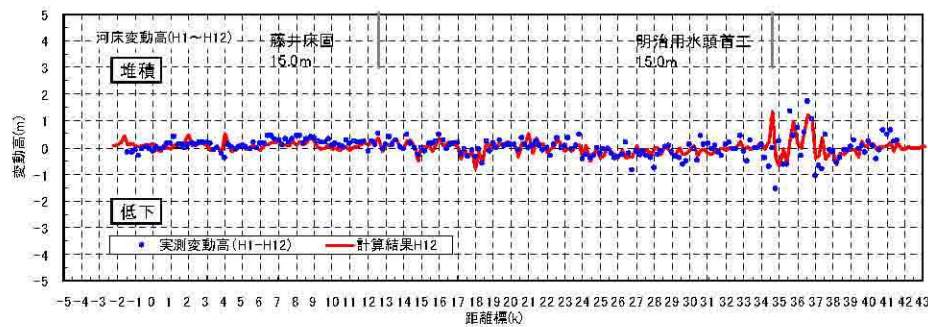
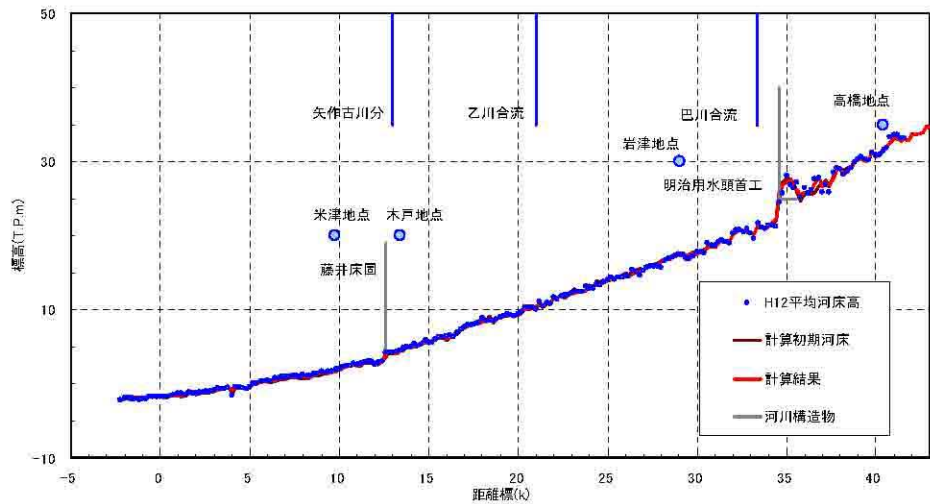


図 2.2-8 河床変動量検討結果 (直轄区間)

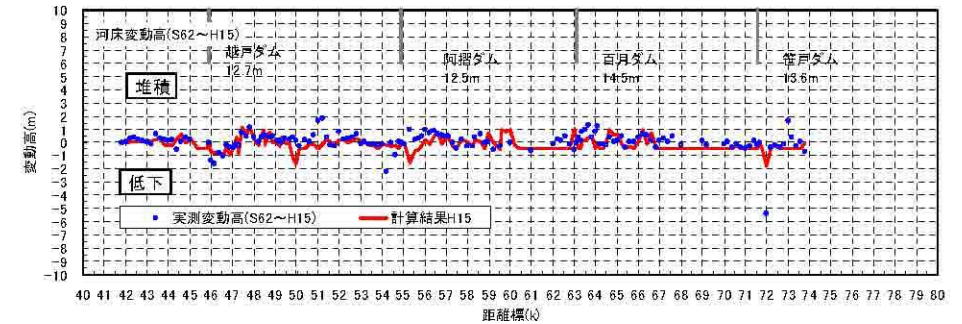
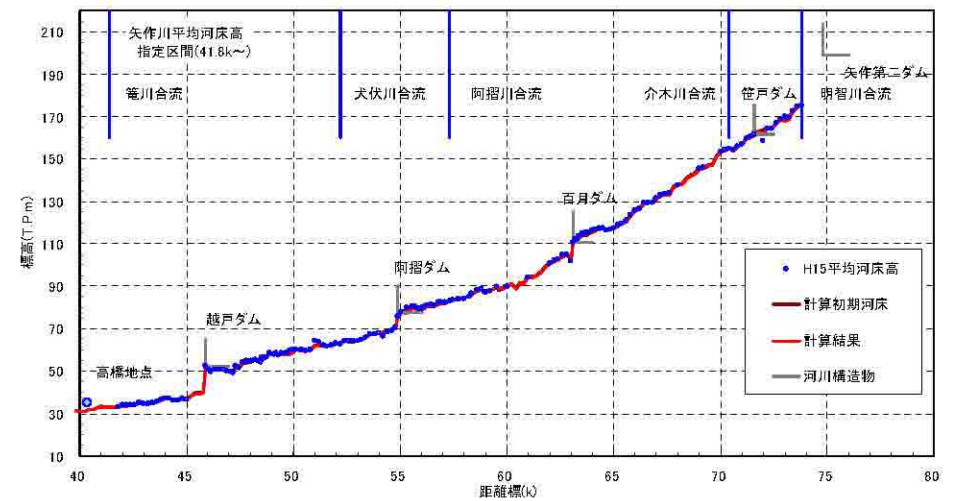


図 2.2-9 検討結果縦断面図 (指定区間)

### 2.3 適用可能な堆砂対策の整理検討

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、土砂バイパス水路、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。

#### 2.3.1 長期対策の目標

##### (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

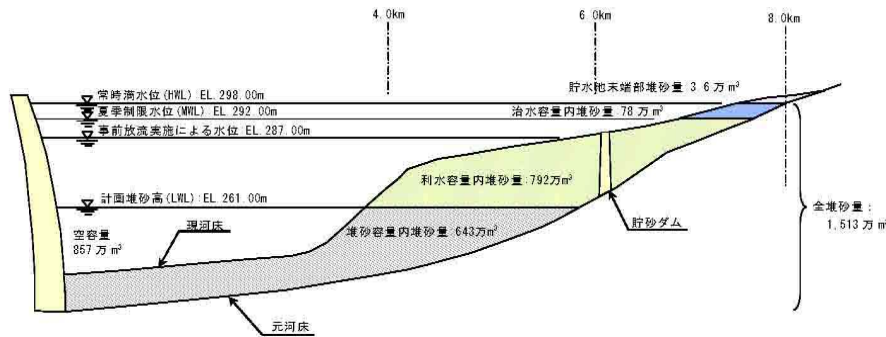


図 2.3-1 矢作ダムの堆砂状況

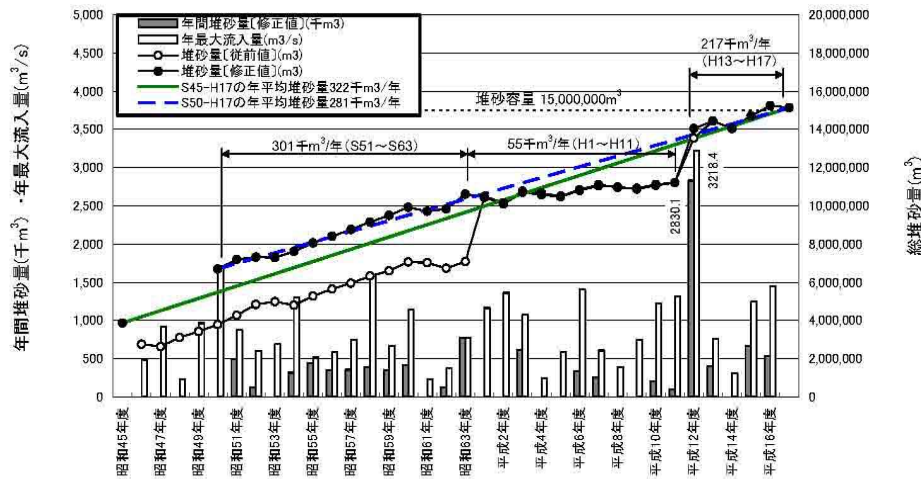


図 2.3-2 矢作ダムの堆砂実績

##### (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 (25 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。

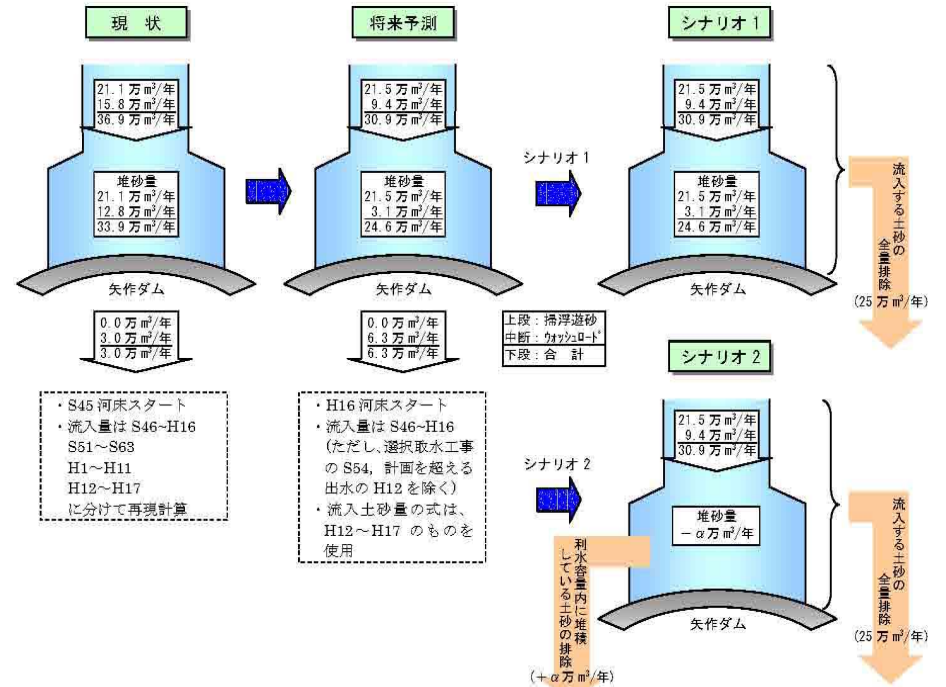


図 2.3-3 排砂量の目標

### 2.3.2 排砂工法の選定の考え方

#### (1) 排砂工法の検討フロー

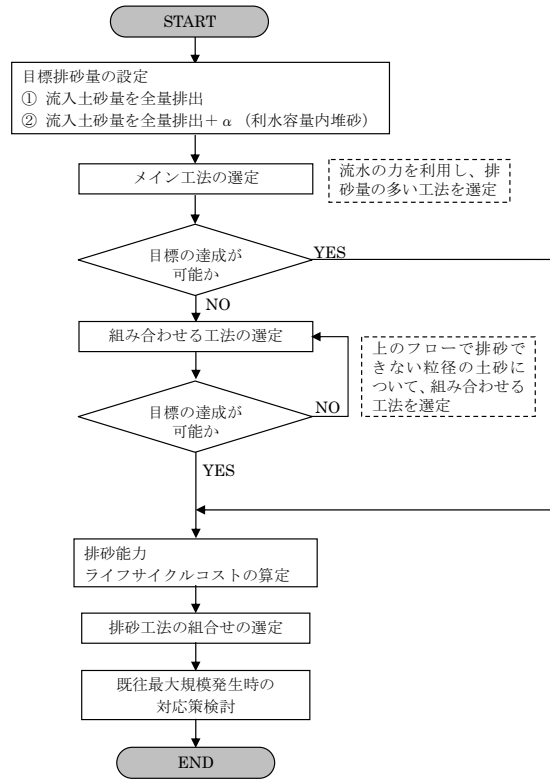


図 2.3-4 排砂工法の検討フロー

#### (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 2.3-5 に示す。

図に示すとおり、矢作ダムの長期対策におけるメイン工法となりうる対策としては、下記の 2 工法が挙げられる。

- ① 排砂バイパス
- ② サクション方式

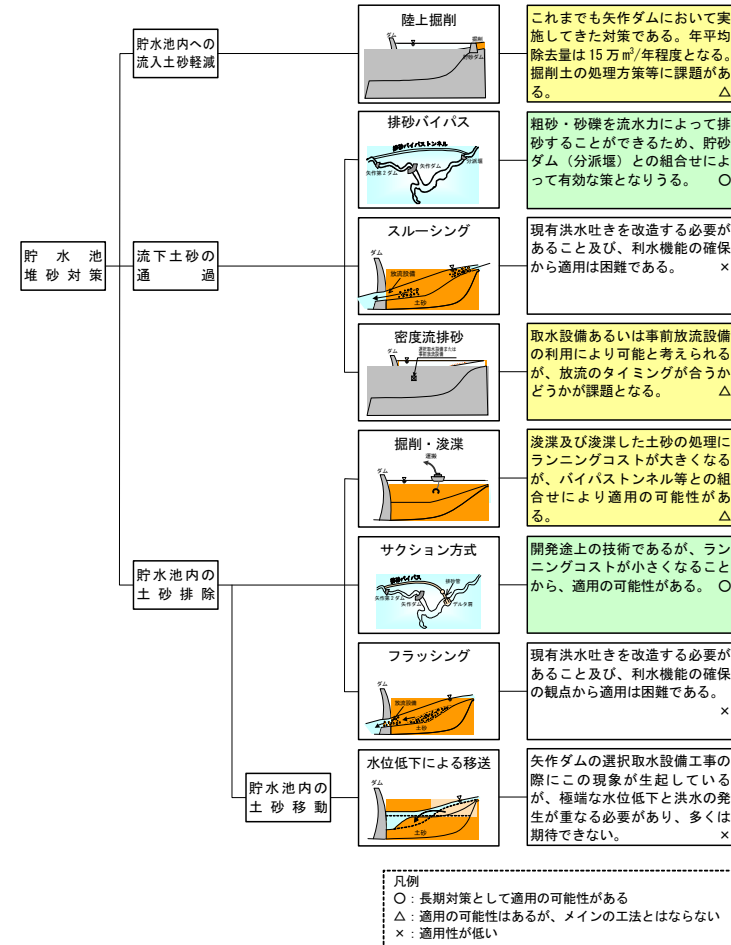


図 2.3-5 貯水池堆砂対策の主要なメニューと矢作ダムにおける適用性

(3) 組合せ工法の考え方と検討方針

表 2.3-1 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
メイン工法	組合せ工法		
排砂バイパス		<ul style="list-style-type: none"> <li>砂礫～シルト・粘土のあらゆる粒径の排砂が可能である。</li> <li>分派を行う必要があるため、土砂の排砂は分派流量比程度でしかできず、呑口を通過して貯水池内に流入する土砂が出てくる。</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> 
		<ul style="list-style-type: none"> <li>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>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>シルト・粘土の排砂が可能である。</li> <li>排砂能力が小さい。</li> <li>洪水規模が大きい場合は、バイパストンネルへの流入土砂量が多くなり、トンネル閉塞の危険性からバイパスを中断する場合も出てくる。</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>掘削量に応じたランニングコストが発生する。</li> <li>排砂設備呑口に移送する。</li> </ul>	
サクション(吸引)方式		<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、水压差によって吸引、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> </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>粗粒分を捕捉するための堰として、既設貯砂ダムを活用する。</p> 
	<ul style="list-style-type: none"> <li>掘削量に応じたランニングコストが発生する。</li> <li>排砂設備呑口に移送する。</li> <li>サクション方式では、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>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>シルト・粘土の排砂が可能である。</li> <li>排砂能力が小さい。</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>密度流排砂</li> </ul>		

### 2.3.3 配置検討

#### (1) 呑口位置

##### 1) 排砂バイパストンネル

呑口位置は、以下の理由により中流案とする。

1. 下流案では、土砂の排砂効果が小さく、排砂 1m<sup>3</sup>当りの単価が最も高価となる。
2. 上流案、中流案ともに、排砂 1 m<sup>3</sup>当りの単価は同程度となるが、上流発電放水口への影響が懸念される。

表 2.3-2 排砂バイパストンネル呑口位置の比較

	下流案(4.6k)	中流案(6.6k)	上流案(7.4k)
概要図			
BP トンネル距離 (矢作第2ダム下流まで)	6.2km	7.4km	8.5km
土砂の排砂効果(※1)	31 千 m <sup>3</sup> /年	78 千 m <sup>3</sup> /年	85 千 m <sup>3</sup> /年
トンネル工事費(※2 (Q=800m <sup>3</sup> /s, φ10.6m)	171 億円	204 億円	234 億円
分派堰工事費 (※3)	29 億円	0	3 億円
排砂 1m <sup>3</sup> 当り単価	6,451 円/m <sup>3</sup>	2,615 円/m <sup>3</sup>	2,788 円/m <sup>3</sup>
課題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネル呑口のゲートによって、掃流砂・浮遊砂を含んだ流れの流量調節を 10～20m の高水圧下で行う必要がある。</li> <li>分派のための施設を設ける場合には、堆砂面上に設置する必要があり、施設の安定性及び設置後の維持管理に問題がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯砂ダムを分派堰として流用する場合は、貯砂ダムの嵩上げが浚渫が必要になる。ただし、緊急対策で対応可能と考える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネル延長が最も長くなる。</li> <li>分派堰の背水影響が真弓発電所放水口に影響を及ぼす。</li> </ul>
評価	△	○	△

#### 2) サクシオン方式

以下の理由により、吸引位置はデルタ肩付近の 4.0km 地点とする。

1. 砂は 4.0km 地点まで到達しているものがほとんどである。
2. 3.8km 地点付近はデルタ肩が形成されており、将来、堆砂形状に変化を生じる可能性がある。

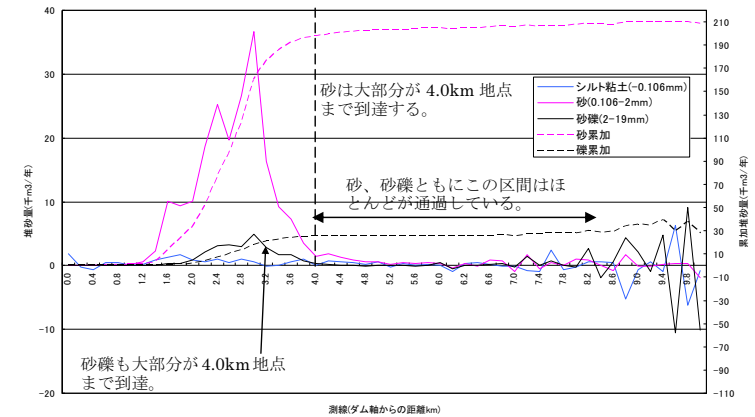


図 2.3-6 堆砂量縦断分布図

#### (2) 吐口位置

排砂トンネルを延長した場合の費用と、矢作第2ダムのスルーシングゲート設置費用を比較した結果、下記の理由により矢作第二ダム下流を吐口として選定した。

##### 1) 吸引排砂管の場合

トンネル断面が小さく、延長が長くなってもコストが比較的に安いので、矢作第二ダム下流に吐口を配置したほうが有利である。

##### 2) 排砂バイパストンネル

両者のコストは同じである。ただし、スルーシング操作に伴う管理負担や減電の発生を考慮すると、矢作第二ダム下流に吐口を配置したほうが有利である。



図 2.3-7 吐口位置の検討ケース

(3) 施設規模と排砂能力

表 2.3-3 基本条件と施設規模の設定

	排砂バイパストンネル案	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）
基本条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>排砂バイパスに使用する流量は、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>呑口ゲートは流量調節操作を行うものとする。</li> <li>掃・浮遊砂及びウォッシュロードをバイパス流量と貯水池流量との流量比で排砂するものとする。</li> </ul>	<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>排砂バイパス呑口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量と貯水池流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>
施設規模の設定	<p>バイパストンネル規模ごとに、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トンネル規模を選定する。</p> <p>800~1,000 m<sup>3</sup>/s がほぼ同等なので 800m<sup>3</sup>/s を選定した。</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は単独で設定した最適規模 800m<sup>3</sup>/s とし、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吸引施設規模として 100m<sup>3</sup>/s を選定した。</p>

表 2.3-4 施設諸元・土砂輸送能力・排砂量

	排砂バイパストンネル案	サクシヨン（吸引）方式+排砂トンネル	組合せ工法（排砂バイパス&サクシヨン方式）																																																																									
施設諸元	規模 : $Q=800\text{m}^3/\text{s}$ トンネル径 : $\phi 10.6\text{m}$ (標準馬蹄形) 延長 : 7.4km 勾配 : 1/70 呑口位置 : 6.6k 付近 吐口位置 : 矢作第二ダム下流	規模 : $Q=100\text{m}^3/\text{s}$ トンネル径 : $\phi 4.6\text{m}$ (標準馬蹄形) 延長 : 5.7km 勾配 : 1/50 呑口位置 : 4.0k 地点 吐口位置 : 矢作第二ダム下流 稼働時間 : 平均=41h, 最低=3h, 最大=945h	バイパストンネル $Q=800\text{m}^3/\text{s}$ , $\phi 10.6\text{m}$ (標準馬蹄形), $I=1/70$ , $L=2.0\text{km}$ $Q=900\text{m}^3/\text{s}$ , $\phi 11.0\text{m}$ (標準馬蹄形), $I=1/70$ , $L=5.4\text{km}$ 吸引設備 $Q=100\text{m}^3/\text{s}$ , $\phi 4.6\text{m}$ (標準馬蹄形), $I=1/50$ , $L=1.5\text{km}$ 呑口位置 : 6.6k 地点, 4.0k 地点 吐口位置 : 矢作第二ダム下流																																																																									
土砂輸送能力	トンネルに流入する土砂量がトンネルの土砂輸送能力を超える場合には、トンネル内で閉塞が生じる可能性があるため、バイパスの使用を停止する必要がある。本ケースでは流入量が $2,500\text{m}^3/\text{s}$ でバイパスの使用を停止する必要があるが、矢作ダムの計画高水流量が $2,300\text{m}^3/\text{s}$ であるため、実操作上は特に問題無いものとする。	濃度が 2% と小さいため、土砂輸送能力は十分にある。	濃度が 2% と小さいため、土砂輸送能力は十分にある。																																																																									
排砂量計算結果	昭和 47 年～平成 16 年の排砂量計算結果は以下のとおり。	昭和 47 年～平成 16 年の排砂量計算結果は以下のとおり。	昭和 47 年～平成 16 年の排砂量計算結果は以下のとおり。																																																																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">バイパス 800m<sup>3</sup>/s 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>171</td> <td>43</td> <td>214 (0.69)</td> </tr> <tr> <td>バイパス排砂量</td> <td>44</td> <td>33</td> <td>77 (0.25)</td> </tr> <tr> <td>ダム通過量</td> <td>0</td> <td>18</td> <td>18 (0.06)</td> </tr> </tbody> </table>		バイパス 800m <sup>3</sup> /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	171	43	214 (0.69)	バイパス排砂量	44	33	77 (0.25)	ダム通過量	0	18	18 (0.06)	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">吸引 100m<sup>3</sup>/s 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>		吸引 100m <sup>3</sup> /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)	<table border="1"> <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>		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)
	バイパス 800m <sup>3</sup> /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	171	43	214 (0.69)																																																																									
バイパス排砂量	44	33	77 (0.25)																																																																									
ダム通過量	0	18	18 (0.06)																																																																									
	吸引 100m <sup>3</sup> /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)																																																																									

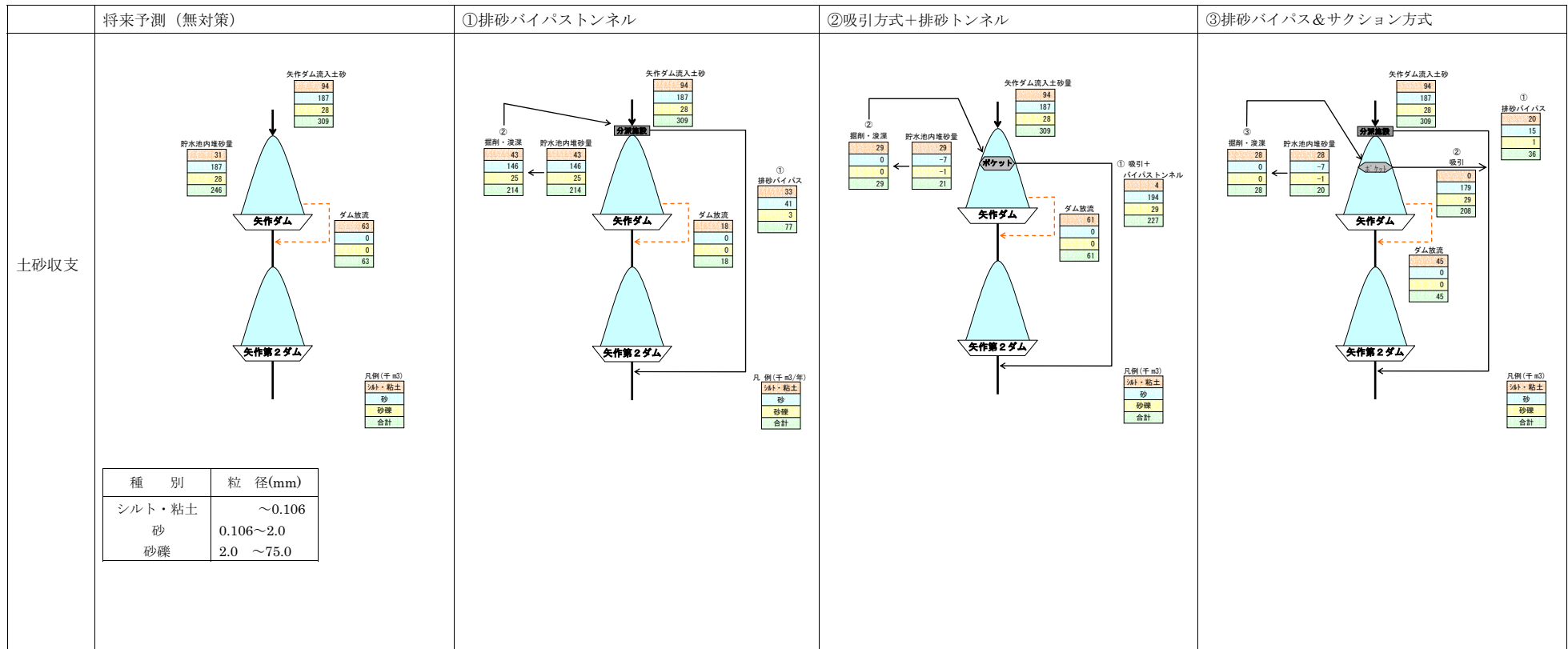
2.3.4 比較検討

表 2.3-5 比較検討表

工 法	一次工法				組合せ工法										
	① 排砂バイパストンネル Q=800m <sup>3</sup> /s, φ=10.6m, L=7.4km				② サクション(吸引)方式+排砂トンネル Q=100m <sup>3</sup> /s, φ=4.6m, L=5.7km				③ 排砂バイパス&サクション方式 バイパス: Q=800m <sup>3</sup> /s, φ=10.6m, L=7.4km 吸引: Q=100m <sup>3</sup> /s, φ=4.6m, L=1.5km						
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。				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補助的に吸引排砂施設で排砂する。						
排 砂 量	(千 m <sup>3</sup> /年)				(千 m <sup>3</sup> /年)				(千 m <sup>3</sup> /年)						
		シルト・粘土	砂	砂礫	合計		シルト・粘土	砂	砂礫	合計		シルト・粘土	砂	砂礫	合計
	流水による	33	41	3	77	流水による	4	194	29	227	流水による	20	194	30	244
	掘削による	43	146	25	214	掘削による	29	0	0	29	掘削による	28	0	0	28
	ダム通過量	18	0	0	18	ダム通過量	61	0	0	61	ダム通過量	45	0	0	45
	貯水池内から吸引位置への移動量					貯水池内から吸引位置への移動量	0	-7	-1	-8	貯水池内から吸引位置への移動量	0	-7	-1	-8
経 済 性	項目	流水のみ	掘削(砂利採取有)	掘削(全量)	項目	流水のみ	掘削(砂利採取有)	掘削(全量)	項目	流水のみ	掘削(砂利採取有)	掘削(全量)			
	イニシャル	219 億円	219 億円	219 億円	イニシャル	90 億円	90 億円	90 億円	イニシャル	257 億円	257 億円	257 億円			
	ランニング				ランニング				ランニング						
	維持管理	1.01 億円	1.01 億円	1.01 億円	維持管理	1.13 億円	1.13 億円	1.13 億円	維持管理	2.04 億円	2.04 億円	2.04 億円			
	機器更新	0.03 億円	0.03 億円	0.03 億円	機器更新	0.49 億円	0.49 億円	0.49 億円	機器更新	0.35 億円	0.35 億円	0.35 億円			
掘削・運搬	0	4.7 億円	5.1 億円	掘削・運搬	0	0.2 億円	0.7 億円	掘削・運搬	0	0.2 億円	0.7 億円				
合計(億円/100年)	323 億円	793 億円	833 億円	合計(億円/100年)	252 億円	272 億円	322 億円	合計(億円/100年)	496 億円	516 億円	566 億円				
排砂 1m <sup>3</sup> 単価	4,195 円/m <sup>3</sup>	2,926 円/m <sup>3</sup>	2,863 円/m <sup>3</sup>	排砂 1m <sup>3</sup> 単価	1,110 円/m <sup>3</sup>	1,153 円/m <sup>3</sup>	1,258 円/m <sup>3</sup>	排砂 1m <sup>3</sup> 単価	2,033 円/m <sup>3</sup>	2,048 円/m <sup>3</sup>	2,081 円/m <sup>3</sup>				
工法の確実性	実績あり				検証が必要				検証が必要(吸引工法)						
排出土砂のコントロール	困難				可能				可能(吸引工法)						
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。				平常時の運用は下流環境上困難である。				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。						
適 応 性	評価	備考			評価	備考			評価	備考					
	シナリオ 1	×	-			△	-			△	-				
シナリオ 2	×	-			△	○移動式にすればさらに向上			△	○移動式にすればさらに向上					
課 題 点	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネルの摩耗対策や運用方法などの課題がある。</li> <li>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。</li> <li>バイパスでせずに貯水池へ流入する土砂を別途排除する必要がある。</li> <li>全量排砂するためには掘削・浚渫が必要であり、コストがかかる。</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴミ等により吸引管が閉塞する可能性がある。</li> <li>トンネルの摩耗対策などの課題がある。</li> <li>排砂バイパストンネルに比べ高濁度の排砂となるため、下流河川の環境に与える影響に注意が必要である。</li> <li>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。</li> <li>吸引方式の選定と検証が必要。</li> <li>洪水時の排砂効率が悪い時は、非洪水期に土砂を貯めるポケット等を設置するなど対応が必要。</li> <li>吸引で排砂出来ない礫分が流入する場合は、捕捉堰などを設置し上流部で排砂することが考えられる。</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネルの摩耗対策や運用方法などの課題がある。</li> <li>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。</li> <li>ゴミ等により吸引管が閉塞する可能性がある。</li> <li>排砂バイパストンネルに比べ高濁度の排砂となるため、下流河川の環境に与える影響に注意が必要である。</li> <li>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。</li> <li>吸引方式の選定と検証が必要。</li> <li>吸引施設が、洪水時の排砂効率が悪い時は、非洪水期に土砂を貯めるポケット等を設置するなど対応が必要。</li> </ul>						
総 合 評 価															



表 2.3-6 各案の土砂収支



### 3 堆砂対策に伴う河川環境影響検討

#### 3.1 影響検討の考え方

##### 3.1.1 本調査の目的と目指す方向

矢作ダムの堆砂実績値は、1,513 万 m<sup>3</sup>(平成 17 年度)で計画堆砂実績量 1,500 万 m<sup>3</sup>とほぼ同程度となっている。このため、「流入してくる全土砂のうち、堆砂容量内への堆砂は容認し、それ以外を除去・排砂する」という長期対策の目標を定め、堆砂対策の検討を進めている。この堆砂対策が実施されると、矢作ダム下流河川の流下土砂量は現在流下している土砂量より、年間平均で約 30 万 m<sup>3</sup>増加することとなる。

その際、下流河川では、物理、生物環境に大きな影響が想定される。このため、河床変動シミュレーションにより将来を予想することが有効な検討手法となるが、それに加え、試験的に下流河川に土砂を還元し、実際に生じる現象を把握し、その結果を基に将来を想定することも有効な検討手法の一つである。また、調査結果を河床変動シミュレーションに反映させることにより、シミュレーションの精度向上にもつながるものと考えている。

本調査は、将来土砂の流下に伴い、下流河川に対してどのような影響があるかを事前に調べ、最適な排砂方法を検討するための参考資料とするために実施するものである。

ただし、洪水時に一気に 30 万 m<sup>3</sup>の土砂を還元することは、量、質、の両面において問題があると考えられるため、平成 17 年度は 4,000m<sup>3</sup>程度の土砂を還元し、その後、徐々に増量していくこととしている。

##### 3.1.2 土砂還元による河川環境変化の想定

矢作川の河道特徴及び現地踏査の結果から、投入土砂は今後土砂量の増加に伴い仮置き地点から順次下流に向けて、堆積しやすい箇所(現況で堆積している箇所の近傍)に堆積していくと考えられる。

土砂投入→流下→堆積の過程を継続することにより、下流河川において、下図に示すインパクト・レスポンス(IR)が想定される。

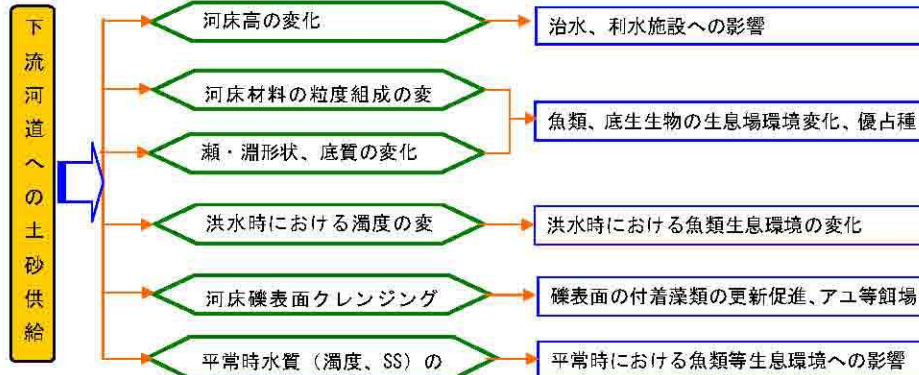
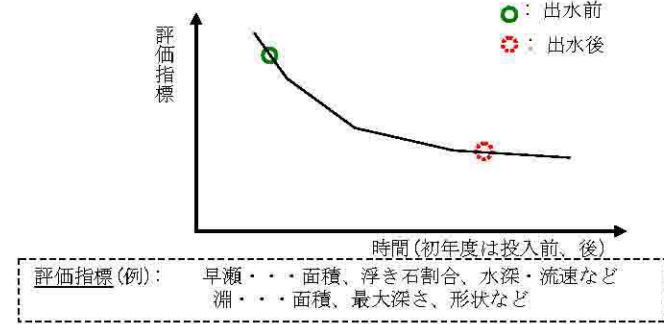


図 3.1-1 土砂還元による河川環境のインパクトレスポンス想定

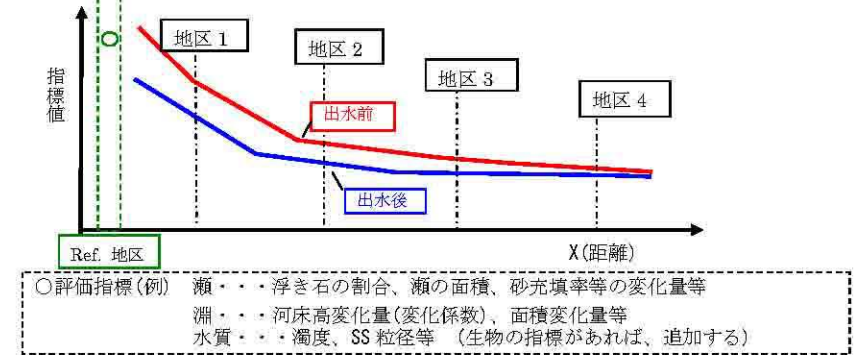
以上を踏まえ、次ページに示す調査結果の検討・評価イメージを想定して、調査計画を立てる。

#### 【調査結果の検討・評価イメージ】

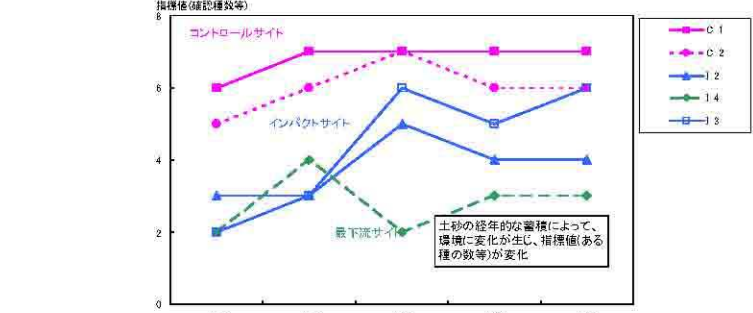
##### (1) 同一調査地区内における異なる河床類型(平瀬・早瀬・淵)への影響状況の整理



##### (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) 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



○評価指標(例) 魚類・・・種数、現存量(特定の生活型: 砂礫を好み種等)  
底生動物・・・種数、生活型別の種数、現存量他  
(影響の顕在化はすぐには生じないと考えられる。)

### 3.2 河道の特性

#### 3.2.1 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、愛知県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。



図 3.1-1 流域図

#### 3.2.2 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次の 3 つに区分される（図 3.1-2）。

河道特性は図 3.1-3 及び表 3.2-1 に示すとおりである。



図 3.1-2 流域区分

##### ○上流域

矢作ダムより上流が該当。セグメント区分はMで、河川形態はA a型。標高 500m 付近より上流で周辺はスギ・ヒノキ人工林及び落葉広葉樹林が分布する山地からなる区域。

##### ○中流域

明治用水頭首工から矢作ダムまでが該当。セグメント区分は 1 及び 2-1 で一部M。河川形態はA a - B b型。標高 100m~500m 付近で周辺はアカマツ・クロマツ等の人工林が分布する山地、盆地、台地からなる区域。

##### ○下流域

明治用水頭首工より下流が該当。セグメント区分は 2-1 及び 2-2、最下流では 3。河川形態はB b - B c型。標高 100m 以下で、周辺は市街地や農地が広がる平野部。

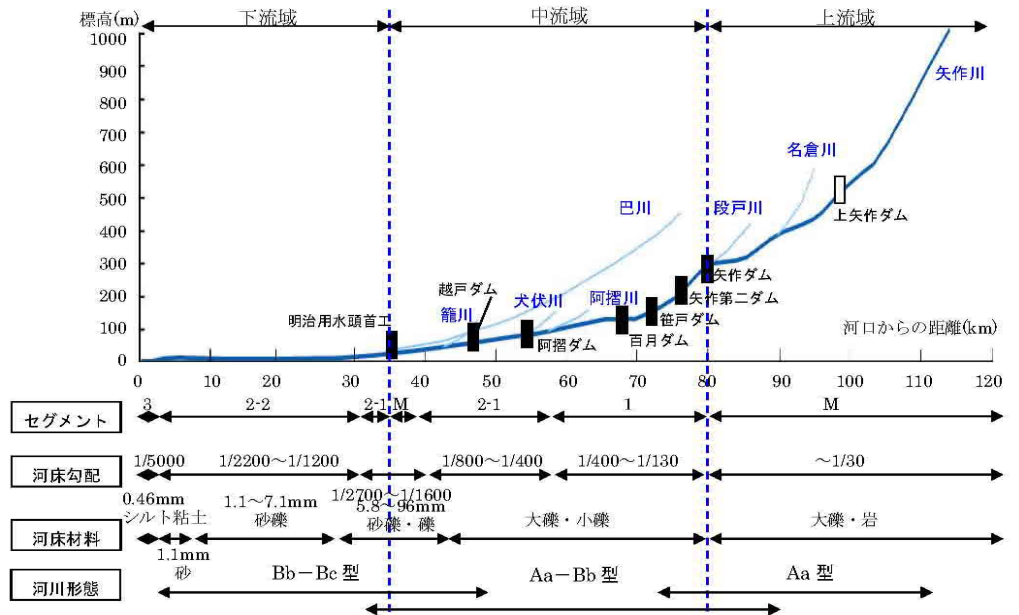


図 3.1-3 河道特性

表 3.1-1 河道特性

		0km	10km	20km	30km	40km	50km	60km	70km	80km	90km	100km	110km	120km
距離帯		※1 直轄管理区間												
略号														
河川特性														
地形		低地												
地質		沖積層(礫・砂・粘土)												
セグメント		3, 2.2, 2.1, M, 2.1, 1, M												
河床勾配(1/km)		1/900, 1/2300~1/1200, 1/2100, 1/1600, 1/800~1/400, 1/400~1/130, 1/300~												
河床材料		0.45mm, シルト, 1.1mm 砂, 1.1~7.1mm 砂礫, 5.8~9.6mm 砂礫, 大礫・小礫, 大礫・着												
河道状況														
川幅(HWL高)		400~600m, 200~400m, 250~180m, 150~90m, 300~450m, 80~150m, 150~450m												
河道改修一階案														
環境状況														
自然環境		<p>水量(m³/s) 口径# 6.6m/s, 口径# 4.0m/s</p> <p>河川水質(mg/l) BOD75値 口径# 1.68, 口径# 1.27, 口径# 1.59</p> <p>主な取水(m³/s) 口径# 1.44, 口径# 0.6m</p> <p>魚類: カワヒガイ, アカサ, メダカ, ウツセミズシガキ 等</p> <p>底生動物: マルタニシ, モノアラガイ, ナガオカモノアラガイ, ヒロコチノコガイ 等</p> <p>(外生昆虫類を除く)</p> <p>植物: タノアシ, ミソコウジ, カロチシヤ, ウラギク, ハマアカザ, カワアカザ 等</p> <p>鳥類: ツユウザキ, ミサゴ, オオカ, ハイカ, ハヤブサ, ホウロウシキ, コアシサシ, サンショウクイ 等</p> <p>両生類(産卵場)補録: スシムシ, ハナカネシ, カヤネズミ 等</p> <p>昆虫類: ムシコササキ, オオハシコササキ, ケイロヤマトンボ, アシカワグサ, ヨシロハシムシ, ヒメクイコササキ 等</p> <p>(外生昆虫類を除く)</p> <p>鳥類(繁殖地)分布地: アシカワ, アユ, アユ, アユ, アユ</p>												
社会環境		<p>土地利用・法規制: 畑・水田・市街地</p> <p>自然公園等: 鳥獣保護区, 鳥獣保護区, 重要自然公園, 重要自然公園</p> <p>観光・景勝地・イベント: 尾上川公園, 鏡野川公園, 阿婆川公園</p> <p>河川利用: 高水敷利用, 右岸: 緑づみ, 左岸: 天作川高水敷地, 鏡野川高水敷地, 阿婆川高水敷地</p> <p>地域住民の活動等: 天作川沿岸水質調査対策協議会(先水協)</p> <p>環境の保全に配慮すべき場所: 干渉・ヨシ原・前面の水質, 水防林(竹・杉・松), 風致地区に指定される遊歩道・緑地等</p> <p>河川区: 下流域, 中流域, 上流域</p>												

本年度は、後述する現地調査の主な対象は笹戸ダム～百月ダム直下付近であり、下記のような特性を持つ。  
 ○中流域で、セグメントは1。  
 ○百月ダムの湛水域がある。  
 ○魚類産卵場等はない。



### 3.3 環境調査による土砂排出に伴う下流河川環境等への影響検討

#### 3.3.1 土砂還元による物理影響検討と投入計画

矢作川の下流河道（矢作第二ダム下流から河口まで）を対象に昨年度構築した一次元河床変動モデルを基に、土砂還元の検討を行った。その結果および下流河道の実態を踏まえ、土砂の投入計画（土砂投入位置、投入量等）を検討した。

##### (1) 検討条件

###### 1) 還元地点

還元地点は、土砂還元の影響が確認可能な地点とし、土砂の連続性及び経済性の観点からできるだけダム直下流が望ましいと考えられる。矢作ダムでは、ダム直下に矢作第二ダムを有しており、かつ、矢作第二ダムの堆砂が余り進行していない現状を考慮すれば、このダムより下流で還元地点を選定することが妥当である。

還元候補地点の概要を表 3.3.1 に、位置図を図 3.3.1 に示す。

既往実績があり、その結果との対比が可能となることも踏まえて、小渡地点を基本とし、投入量や投入後の下流河川の影響を考慮し、必要に応じ複数地点を提案する。

表 3.3.1 還元候補地点概要表

還元地点	地点概要	特徴
矢作第二ダム直下地点	矢作第二ダム直下流の河道のほぼ全面に置砂する。	影響が懸念される地点の直下である。ダム直下のため置砂による背水影響の懸念がない。直下流で明智川と合流するため、還元影響の把握が難しい。
明智川合流後地点	明智川合流後の河道の広い部分に置砂する。	明智川合流点下流のため、還元影響の把握には適する。河道が広いので、置砂に適する。下流の時瀬発電所放水口や笹戸ダムへの影響が懸念される。
笹戸ダム直下地点	笹戸ダム直下流の左岸よりに置砂する。	ダム直下のため置砂による背水影響の懸念がない。河道が広く、置砂に適する。直下流に小渡小学校があり、狭窄部となっていることから、直下流での影響が懸念される。
小渡地点	小渡の屈曲部の河道の広い部分に置砂する。	河道が広く、置砂に適する。百月ダム下流の田代川合流点まで大きな支川がなく、還元影響の把握に適する。既に還元試験が行われているため、地域社会からの理解が得られやすい。



図 3.3.1 矢作第二ダム下流の土砂還元候補地点位置図

##### 2) 還元土砂量

還元土砂量は、ダムがない従前の河川に戻すという考え方においては、ダム堆積量と同値となることが望ましいと考えられる。しかしながら、ダムでは洪水時に洪水調節を実施するため、従前に比べて下流河道の流量及び掃流力の低減は避けられない。そのため、理想的な還元土砂量は、洪水調節量、傾度、河道形状等を勘案して適正な量を供給することが望ましい。

一方、全国事例による還元土砂量は、下流河道に問題が生じない程度の量（少なめ）を設定しているのが実状である。矢作ダムでは、既往の下流還元試験において、1,000m<sup>3</sup>の実績がある。

このため、還元土砂量は、4,000m<sup>3</sup>/年程度から徐々に増加することとする。

##### 3) 還元土砂の質

還元する土砂は、基本的には貯砂ダム掘削土砂をふるい分けせず使用するものとする。

##### (2) 予測結果

###### 1) 検討ケース

予測計算の検討ケースを表 3.3.2 に示す。流況は、ダム建設後 33 年間(S46~H15)のデータを使用した。

表 3.3.2 予測計算の検討ケース

ケース	還元地点及び量	土砂投入位置	備考
ケース 0	土砂還元なし	—	土砂還元を行わない場合の河床高を予測
ケース 1	小渡地点：10,000m <sup>3</sup> /年	70.2K	既往実績 1,000m <sup>3</sup> より、最大 10,000m <sup>3</sup> を想定。
ケース 2	小渡地点：5,000m <sup>3</sup> /年	70.2K	

##### 2) 下流河道での影響把握

予測計算結果を表 3.3.3 に、ケース 1 における指定区間の予測結果を図 3.3.2 に示す。

還元した土砂は、ほぼ全てが還元地点より下流に流下し、ほぼ全量が指定区間の発電用ダムで捕捉されると予測される。現状でこれらのダムにおいて堆積傾向が認められないことから、洪水時の操作等によって土砂が排出されているものと想定される。

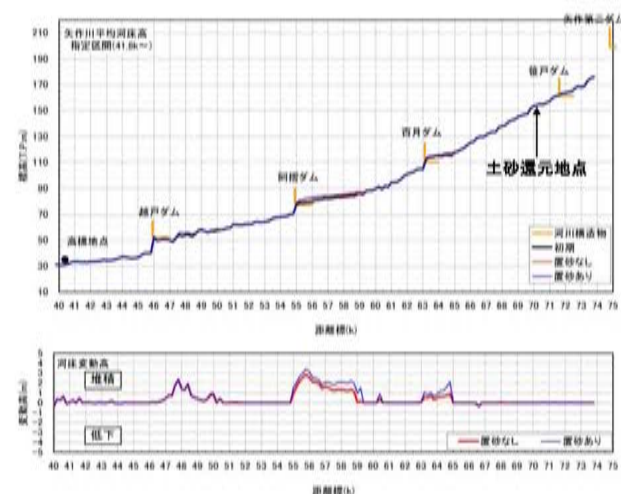


図 3.3.2 小渡地点 10,000m<sup>3</sup>の還元を行った場合の予測結果

表 3.3.3 土砂還元の予測計算結果（33年間の堆砂量、単位：千 m<sup>3</sup>）

	土砂還元なし ケース0 堆砂量	土砂還元ありケース1 (10,000m <sup>3</sup> )		土砂還元ありケース2 (5,000m <sup>3</sup> )	
		堆砂量	増分	堆砂量	増分
越戸ダム	269	288	19	280	11
阿摺ダム	678	891	213	782	104
百月ダム	87	165	78	127	40

(3) 投入計画

1) 土砂投入位置

今回の土砂投入地点は、河川性状、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、小渡地点とする。

なお、投入箇所、範囲については、施工条件や地域関係者の意見を踏まえて、図 3.3.4 に示すとおり、左、右岸の2箇所とした。

2) 土砂投入形状

A) 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）の発生頻度と矢作ダムの発電放流量等より、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。

B) 断面形状

土砂投入地点の河川横断面と置砂形状に基づき、等流計算で求めた断面形状と流下能力の関係（図 3.3.5）により断面形状を設定した。なお、左岸側では高水敷が低いため、土砂流下開始流量 100m<sup>3</sup>/s にすることが困難であるため、投入土砂の前面に石積み等の対策を計画した。

流下能力は、等流計算（河床勾配 1/308、粗度係数 n=0.035）によって算定した。

C) 土砂投入量

初年度の土砂仮置は、既往の土砂仮置実績等や土砂仮置地点の現地状況等を勘案して、左、右岸にそれぞれ 2000m<sup>3</sup>ずつ、合計 4000m<sup>3</sup>とした。

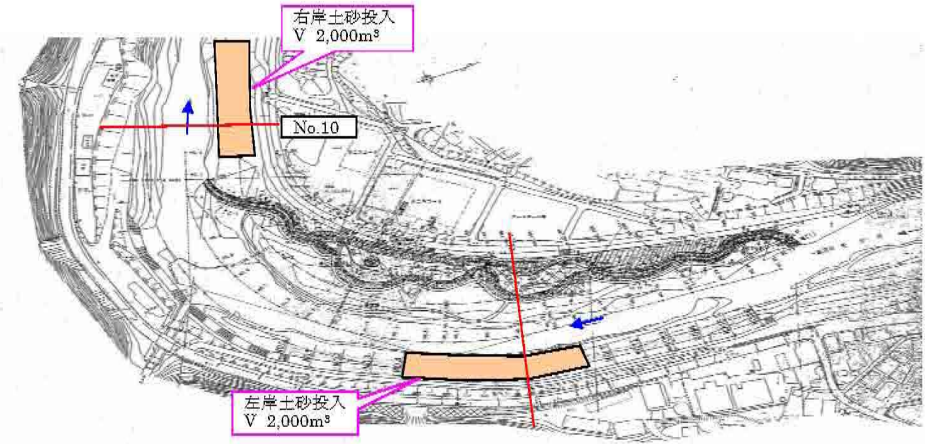


図 3.3.4 土砂投入箇所平面図

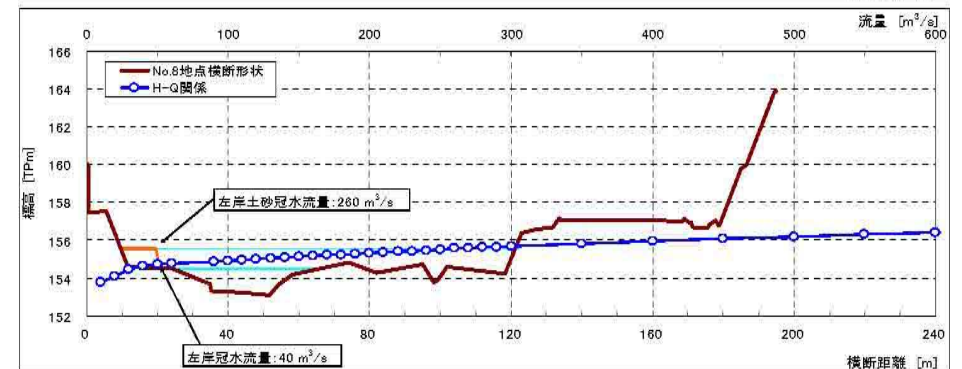
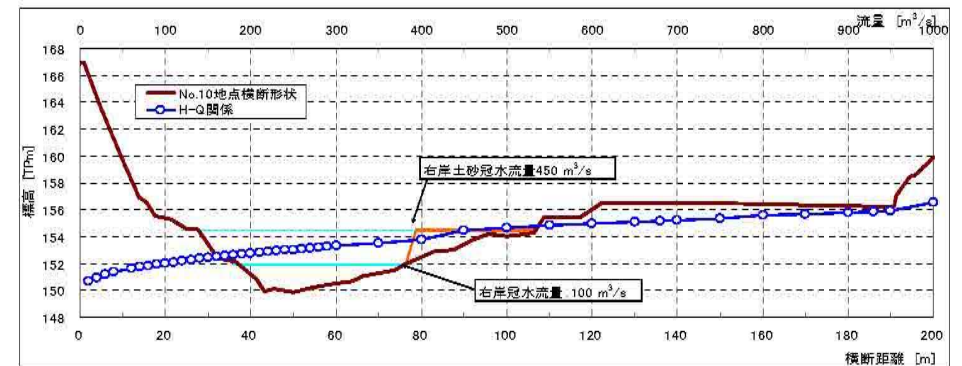


図 3.3.5 土砂投入地点（小渡地区）の断面と流下能力

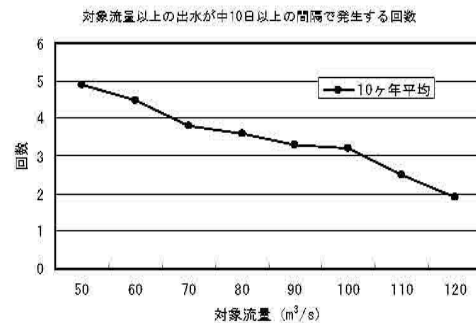


図 3.3.3 対象出水の発生回数（H7～H16の10ヶ年平均）

表 3.3.4 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	179.4	290.23
H8	2	2	113.96	177.3	240.59
H9	15	4	110.05	133.5	196.34
H10	22	4	118.89	286.5	564.38
H11	23	2	231.44	493.7	755.95
H12	11	2	102.69	616.8	1130.97
H13	3	2	115.43	266.7	418.01
H14	2	1	107.04	107.0	107.04
H15	26	6	106.57	210.8	692.25
H16	28	5	104.64	160.8	332.00
10ヶ年平均	14.2	3.2	122.10	263.3	472.80
H12除平均			124.21	224.0	399.64

### 3.3.2 調査地点の選定

調査目的、矢作川の特徴を勘案し、現地踏査結果踏まえて以下の観点より、調査地点を選定した。

- ・ 土砂還元による環境影響の有無及びその程度を明確するため、土砂流下の影響を受けない地点（リファレンス地点）と土砂流下の影響が比較的認められやすい地点（環境影響調査地点）の2種類を設定する。
- ・ リファレンス地点は、土砂流下の影響を受けない矢作ダム上流、主要流入支川及び土砂仮置地点の直上流とし、土砂仮置地点下流の河川環境の参照となる箇所。
- ・ 土砂流下による環境影響の調査地点は、土砂仮置地点～百月ダム直下流まで区間とし、1蛇行に瀬・淵の環境を有し、調査時にアクセスしやすい箇所。
- ・ 環境影響の調査地点は、なるべく等間隔に配置する。

以上より、選定した調査対象箇所を表 3.3-5 に示す。調査地点位置を図 3.3-6～図 3.3-8 に示す。

表 3.3-5 調査対象箇所

地点	調査対象位置	土砂還元による影響度(想定)※	選定理由	
環境影響調査地点	I-1	69.4～69.6km	大	・ 土砂仮置き場の直下流であり、現況で土砂の堆積箇所があり、土砂投入による影響が最も見られやすい箇所として設定。
	I-2	68.6～68.8km	比較的大	・ 河道が大きく蛇行する箇所である。蛇行部付近の土砂堆積・流下により瀬・淵の形状変化等が比較的認められやすいと考え、調査対象箇所として設定。
	I-3	65.9～66.1km	中	・ 蛇行状況や河床材料が I-1 や I-2 とは異なるため、調査対象箇所として設定。
	I-4	62.1～62.3km	小	・ 百月ダム下流区間で、土砂仮置きによる影響が百月ダムより下流に現れるかどうかを把握するために設定。
リファレンス地点	C-1	矢作ダム上流	無	・ 土砂仮置きによる影響がない本川であり、I-1～4 の箇所との比較対象の一つとして設定。
	C-2	明智川(川ヶ渡橋上流)	無	・ 土砂仮置きによる影響がない支川であり、I-1～4 の箇所との比較対象の一つとして設定。
	C-3	笹戸ダム直下(71.0～71.2km)	無	・ 土砂仮置地点の直上流で、露岩、河床材料の粗粒化が見られた区間であり、I-1～4 の箇所との比較対象の一つとして設定。
下流河床材料	主要支川合流点(巴川、乙川、矢作古川)	ほとんど無い	・ 主要支川合流部の粒径組成の特性把握	
水質調査地点	矢作ダム流入 土砂仮置地点上流 土砂仮置地点下流 主要支川	無 無 小～大 無	・ 土砂投入による生物環境(主に魚類)に与える影響を把握するための基礎資料を得るため設定。 ・ 河床変動計算を実施するための基礎資料を得るため設定。	

※: 土砂流下によって想定される影響度の程度を相対的に示す。



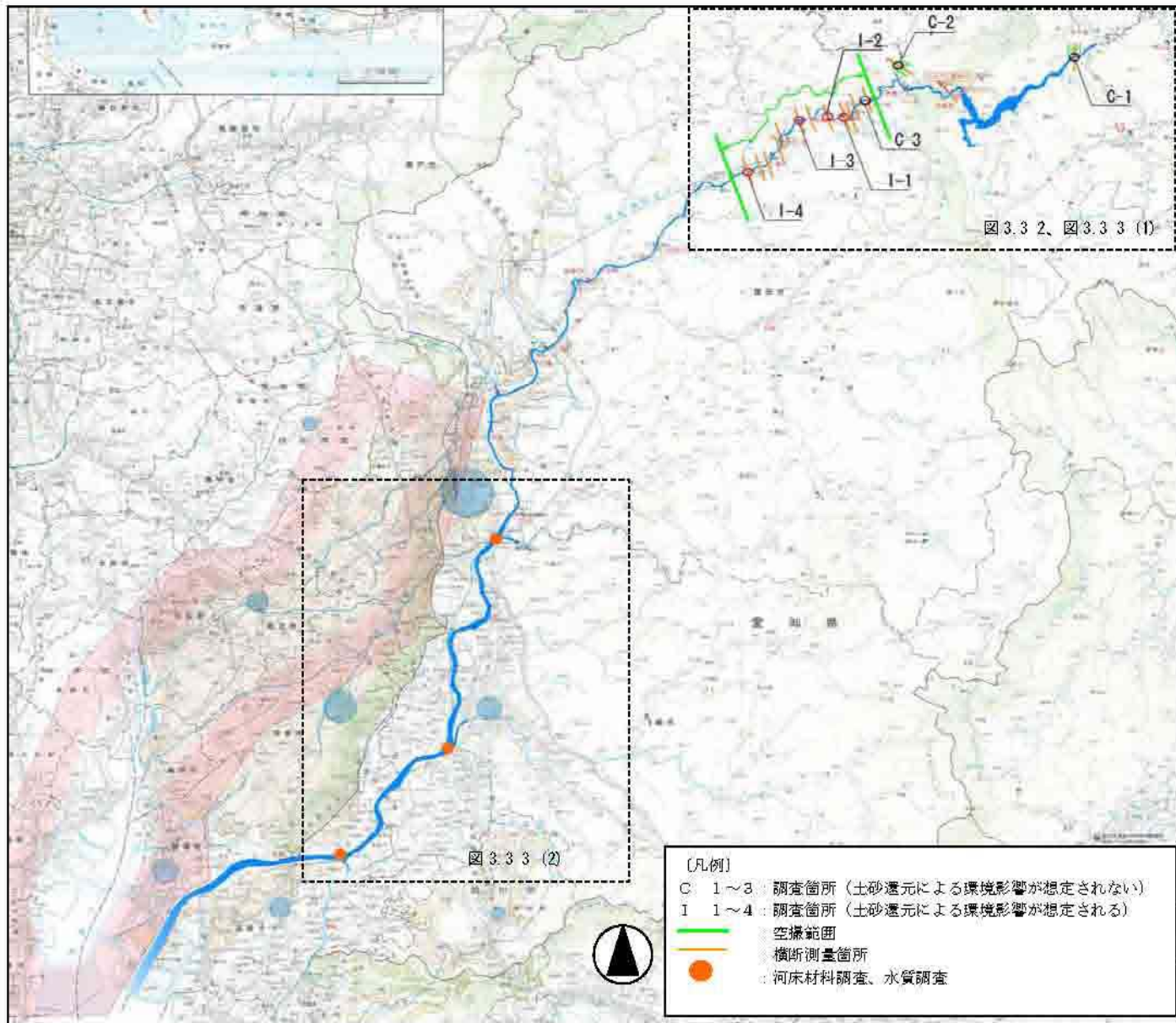


図 3.3 6 調査位置全体図

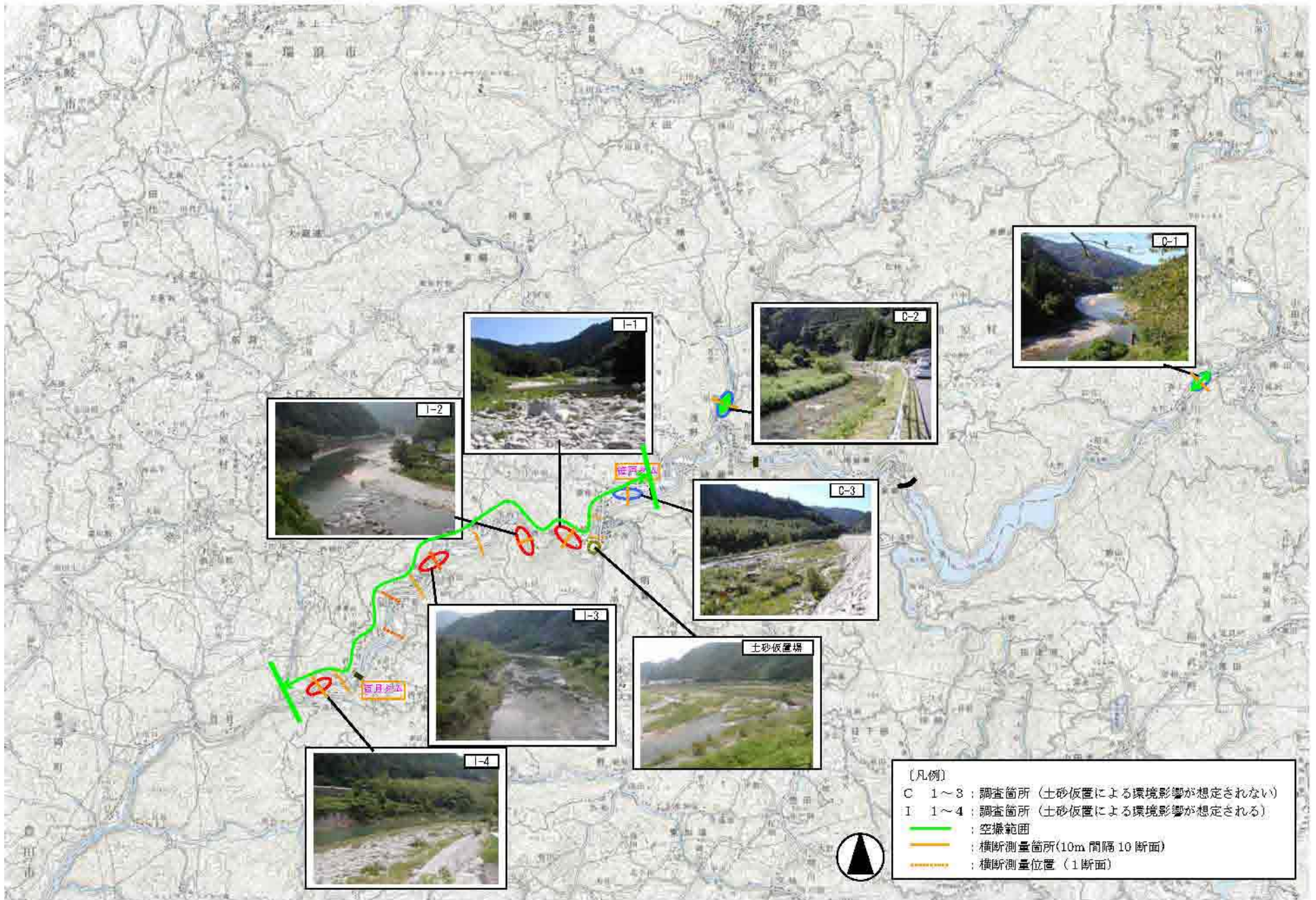


图 3.3-7 環境調査対象地点位置

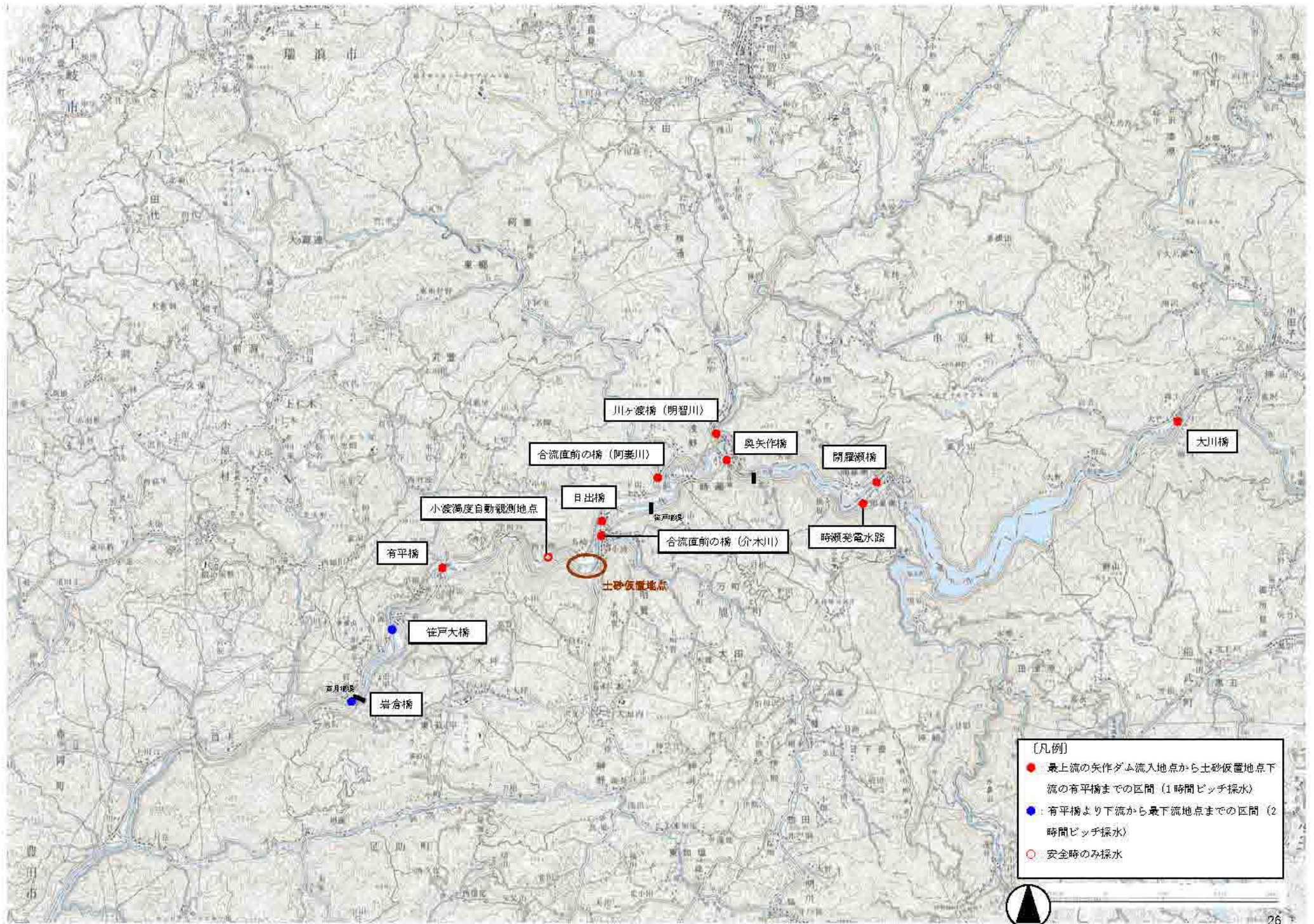


図 3.3-3(1) 水質調査箇所位置

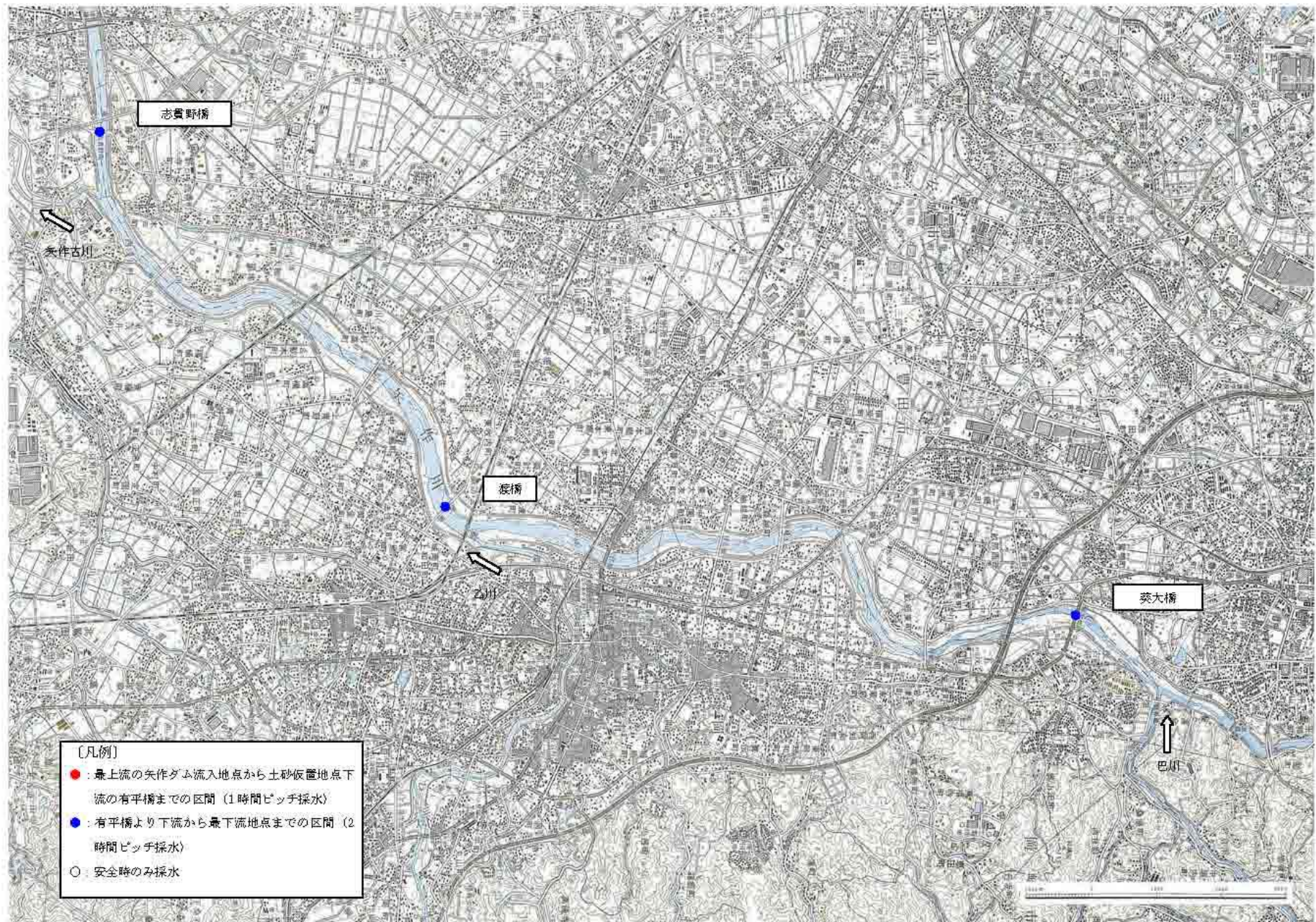


図 3.3-8(2) 水質調査箇所位置図

### 3.3.3 調査内容等

調査内容等は、表 3.3.6 に示すとおりである。また、調査の主なターゲットを以下に示す。

#### 【調査の主なターゲット】

##### ○投入土砂の粒径組成と、出水による流下状況（流下量、形状）の把握

土砂仮置き場において、投入土砂の粒度組成とその分布状況を把握する。また、土砂投入完了時と出水直後で形状測量を行い、出水ごとに土砂の流下量等を把握する。

##### ○仮置土砂の流下・堆積により、河床(地形)変化の把握

出水前後に空中写真を撮影し、対象区間全体の河床状況（瀬・淵の規模、砂州の分布等）を把握する。同時に、代表地点においては横断測量や現地河床材料調査を行い、河床物理環境の変化を定量的に把握し、河川情報図として整理する。

##### ○河床(地形、粒径)の変化に伴って魚類、底生動物の生息状況変化の把握

河床条件(地形、粒径)の変化と多様性の関係、底質の砂質化に伴う生物相の変化等を調査する。魚類は努力量統一、底生動物は側線上(早瀬、平瀬、淵頭)でコドラートによる定量調査、河床変化が生じた場所における定性調査。

##### ○礫のクレンジング効果

出水前後に平瀬測線上のコドラートで、付着藻類の現存量や付着藻類相の変化等を調査し、土砂流下によるクレンジング効果を調べる。

##### ○土砂流下に伴う水質変化

仮置土砂の流下に伴い、洪水時に下流地点における水質（濁度、SS）変化等を調査する。

表 3.3-6 調査内容一覧表

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	実施状況	
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	仮置場	土砂投入ごと	1回目投入実施	
	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。	仮置場	出水前、出水後 <sup>※1</sup>	出水前実施 (10月29日)	
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	百月ダム貯水池上流末端 取水口周辺	出水前、出水後 <sup>※1</sup>	12月上旬実施(出水前)
			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。	対象河川区間 リファレンス箇所	出水前、出水後 <sup>※1</sup> 1回/年	出水前実施 (9月23～25日)
			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。	I-1,I-2,I-3,I-4 C-1,C-2,C-3	出水前、出水後 <sup>※</sup> 1回/年	出水前実施 (9月22日～10月1日)
			横断測量	笹戸ダム下流河道形状の経年変化	約600m間隔	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	I-1,I-2,I-3,I-4	出水前、出水後 <sup>※1</sup>	出水前 (9月25日～27日)	
			・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	C-1,C-2,C-3	1回/年		
		粒度組成調査	・河床材料の粒度分布曲線	巴川合流点、乙川合流点、矢作古川合流点	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。	I-1,I-2,I-3,I-4,C-1,C-2,C-3(定点から)	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	施設ごと	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。	矢作ダム流入：大川橋 土砂仮置地点上流：開瀬瀬橋、時瀬発電水路、奥矢作橋、日出橋 土砂仮置地点下流：有平橋、笹戸大橋、岩倉橋、葵大橋、渡橋、志貫野橋、(小渡濁度計設置地点 [安全時]) 主要支川：明智川、阿妻川、介木川	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渡地点の流量が100m <sup>3</sup> /sを超えると予想される時) 平常時	平常時については、平成19年2月に実施予定	
水温、PH			基礎資料として収集				
DO			基礎資料として収集	日出橋、有平橋			
環境	水生生物	魚類	努力量統一による魚類相・個体数調査。	I-1,I-2,I-3,I-4,C-2,C-3 調査手法・調査努力量の統一	秋季	10月4～6日	
		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。	越戸発電所下流、阿指発電所下流、矢作第二発電所下流、小渡、明智川(川ヶ渡橋)、漆原	8月～9月(各月1回)	8月12日、27日、9月24日	
		底生動物	・定量調査 側線設定・固定ロードラッ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	I-1,I-2,I-3,I-4,C-2,C-3 定量調査: 測線を(早瀬)・平瀬・淵頭に設定し、各測線上で水際部1点、流心部1点 定性調査: 河床変化の生じている地点、生じていない地点それぞれで各1点(I-1)	秋季、 早春季 →今年度は出水が無かったため定量調査のみ実施	9月25日～27日	
		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	I-1,I-2,I-3,I-4,C-2,C-3 評価単位 ・底生動物の平瀬測線 (石を選び付着藻類の種構成や現存量を把握)	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。 →今年度は出水が無かったため出水前のみ調査	9月25日～27日	

### 3.3.4 調査実施状況等

#### (1) 供給土砂

##### 1) 粒度組成調査

- ・今年度の土砂投入は、小渡地区の左、右岸の2箇所それぞれ2000m<sup>3</sup>、合計4000m<sup>3</sup>である。土砂投入の平面、横断形状を図3.3-9に示す。
- ・粒度調査は、投入土砂の仮置形状、粒度分布状況を勘案し、仮置場所よりサンプルを採取し、室内粒度分析を実施し、粒径加積曲線を作成する。今回の投入土砂は平面的に粒径の変化がほとんど認められないため、左、右岸とも上、中、下流の3地点で実施した。(参考資料-1)

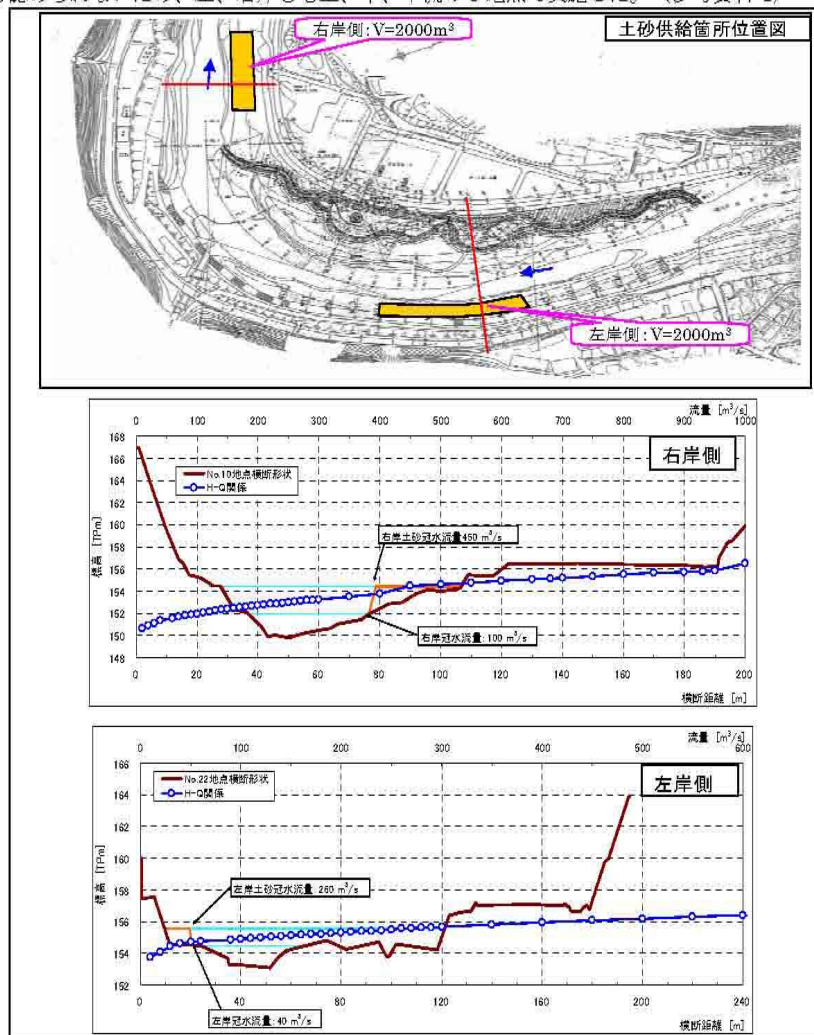


図 3.3-9 土砂投入形状

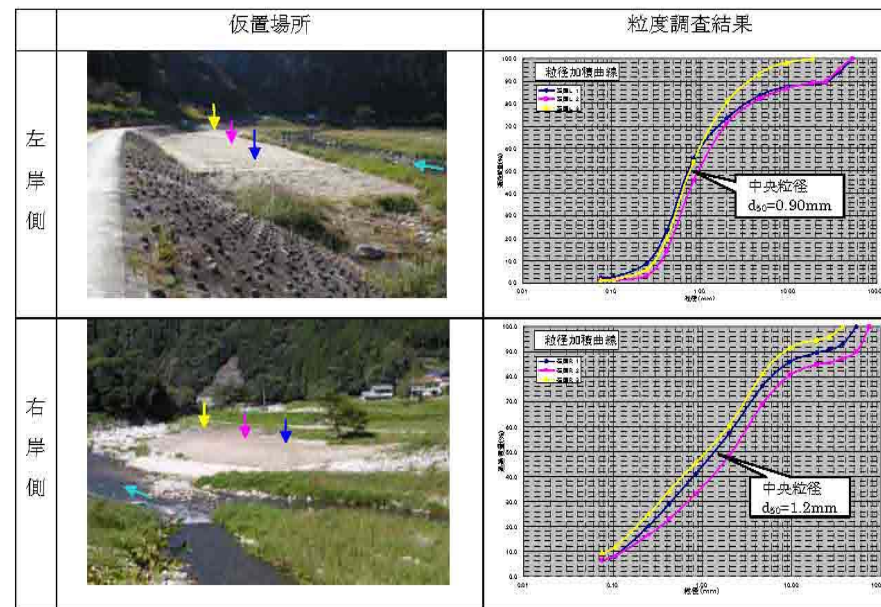


図 3.3-10 粒度調査結果

##### 2) 土砂流下状況の測量調査

- ・土砂搬入完了時に平面測量、横断測量を実施し、供給土砂の量及び配置形状を正確に把握する。
- ・洪水により土砂流下が発生した場合にはその直後に写真撮影及び形状測量を行い、土砂流下量、流下形状を把握する。(参考資料-2)

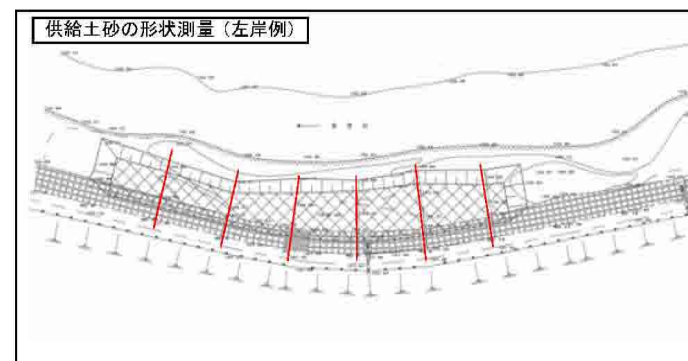


図 3.3-11 投入土砂形状測量 (測線間隔 20m)

## (2) 河道形状、水質等

### 1) 空中写真撮影

- ・ 土砂投入前の現況河川の河床状況及び土砂流下に伴う経年変化の状況を平面的に把握するために、ラジコンヘリコプターによる空中写真撮影を行い、経年的に河床平面形状の変化を整理する。



### 2) 横断測量(瀬・淵等)

土砂流下前後に、河川の縦、横断形状(高さ)の変化を把握するため、以下の測量及びデータ整理を行う。

- ・ 水生生物の調査地点(平瀬)を中心に、縦断方向に10m間隔で測線を配置し、横断方向に1~2m間隔で横断測量を行う。
- ・ 調査区間における河床形状の経年変化を把握するため、業務対象区間(笹戸ダム下流~百月ダム下流まで)を対象に、約600mの等間隔で横断測量を実施する。(参考資料-3)

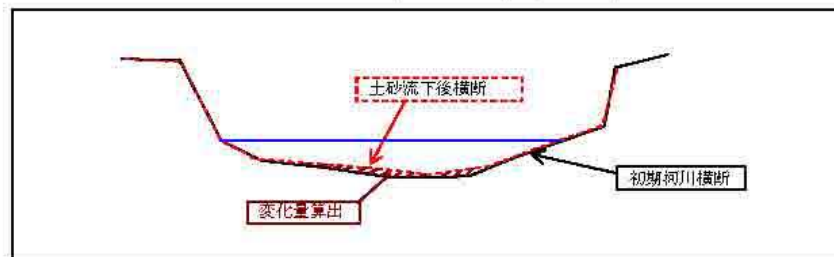
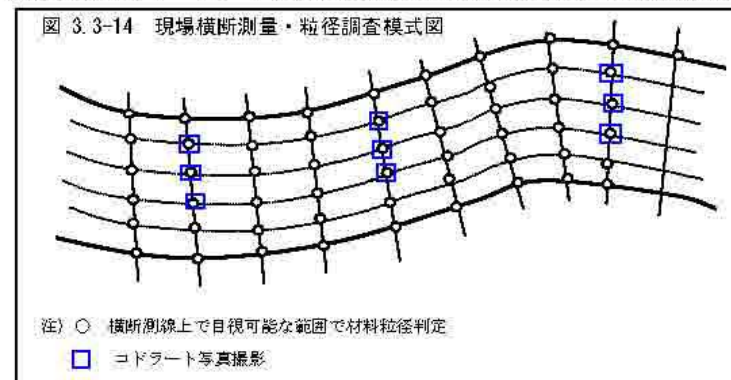


図 3.3-13 河川横断測量から土砂流下による変化量の把握(模式図)

## 3) 河床材料

- ・ 空中写真及び現地目視調査(河床横断測量を実施する測線においては、河川幅に応じて1~2m間隔で河床材料のサイズの目視判断)により、平面的な河床材料分布マップ図を作成する。
- ・ 大きな石の下流側での土砂堆積状況を調査し、土砂流下との関係などを把握し、代表地点において大礫間に堆積した土砂の試料採取を行い、室内粒度分析を行う。
- ・ 代表測線においてコードラートを設定して大礫間の砂堆積状況等の写真撮影を行う。



- ・ 調査結果については、図 3.3-15 に示すとおり、河床材料、瀬・淵などの情報と空中写真及び地形図を重ね合わせて、GIS 図化した河川情報図(図 3.3-16 参照)を作成して、今後、土砂流下による各地点の瀬・淵など河川環境の変化(面積、砂・礫の割合等)を定量的に評価する。(参考資料-4 参照)

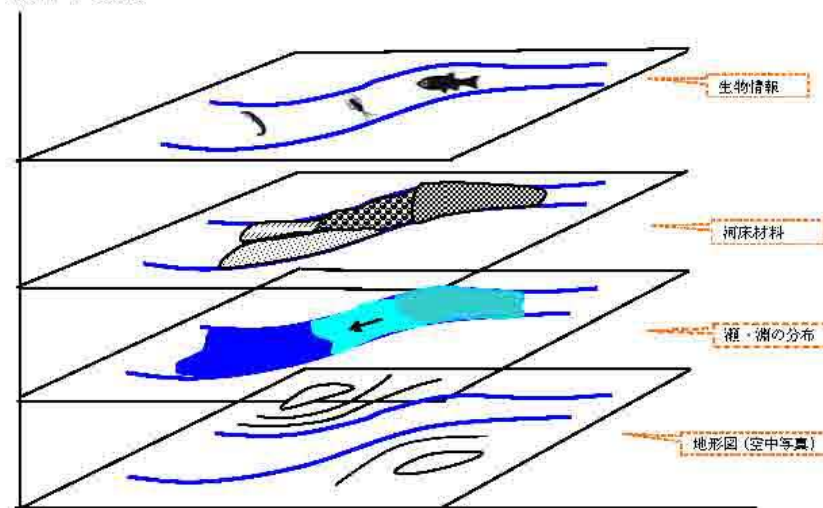


図 3.3-15 情報の重ね合わせ模式図



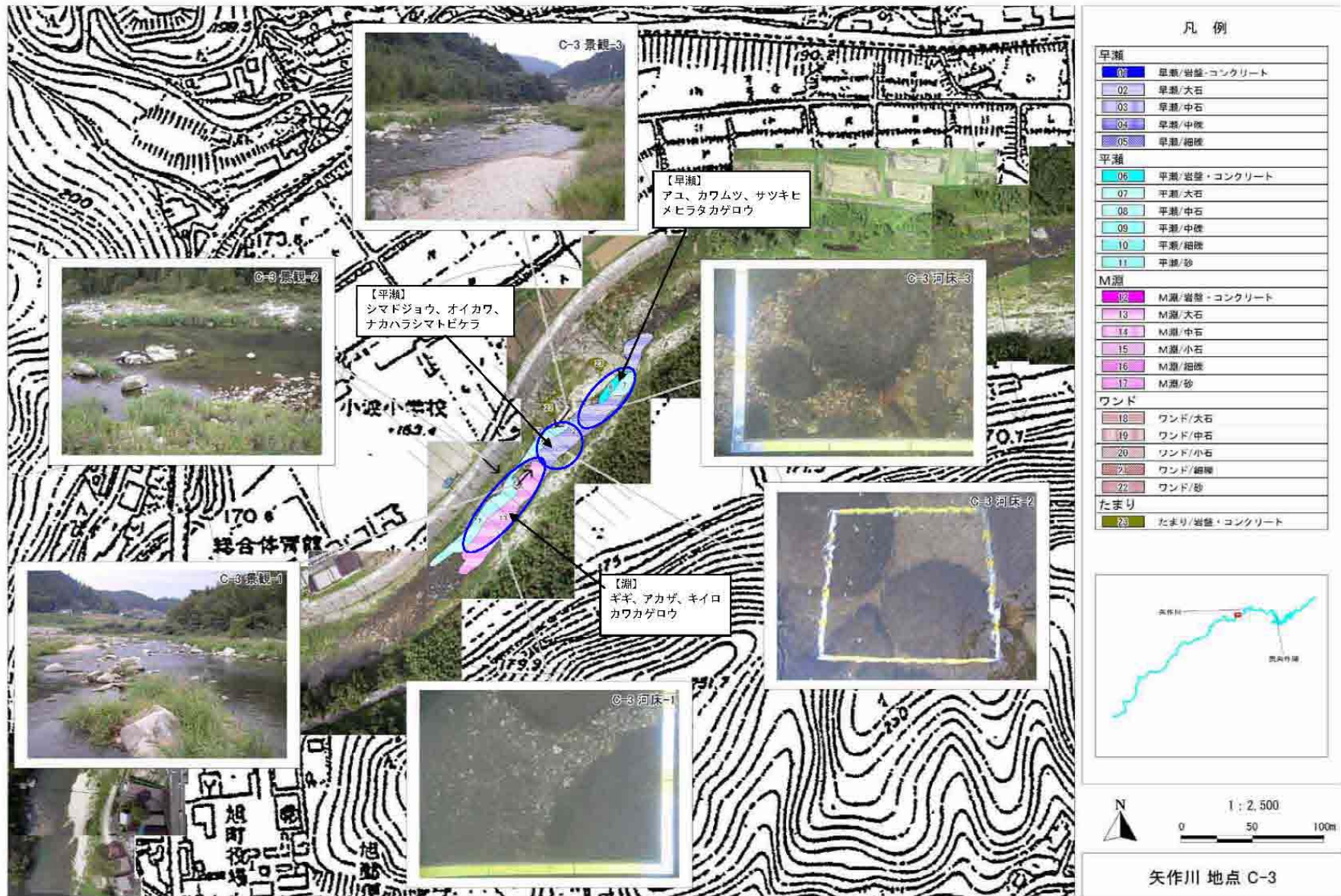


図 3.3-16 河川環境情報図 (例)

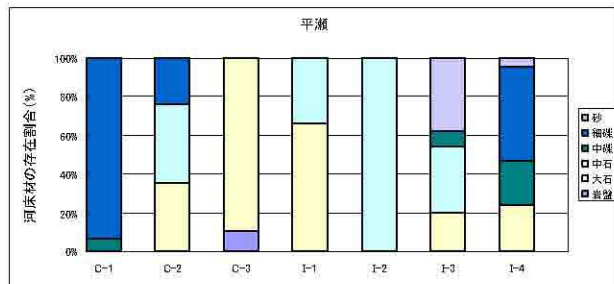
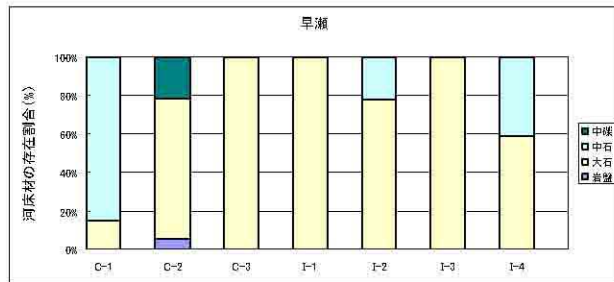
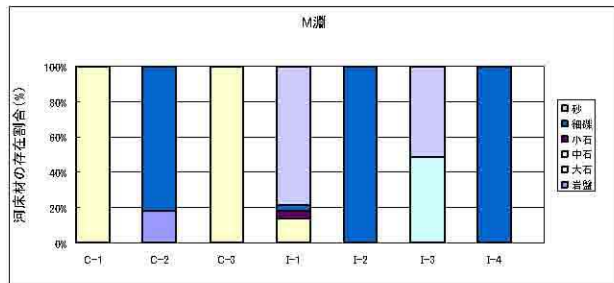
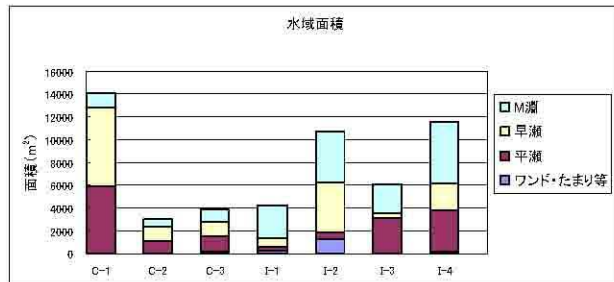
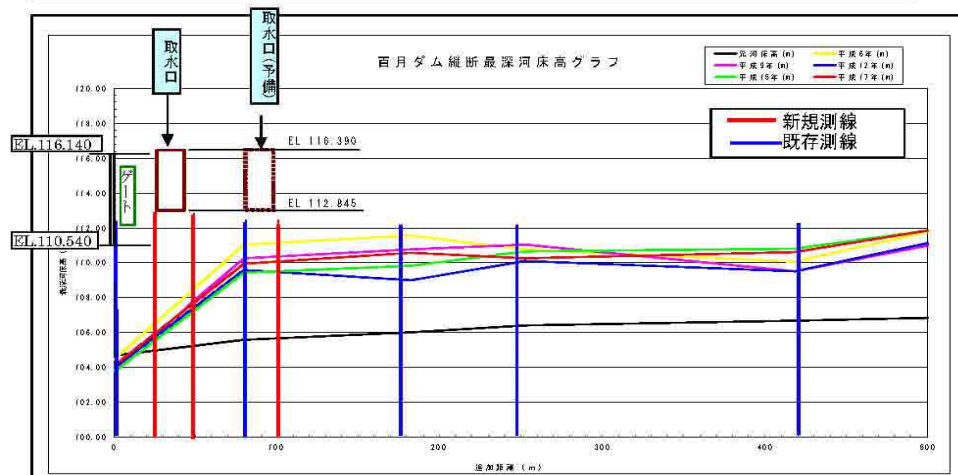
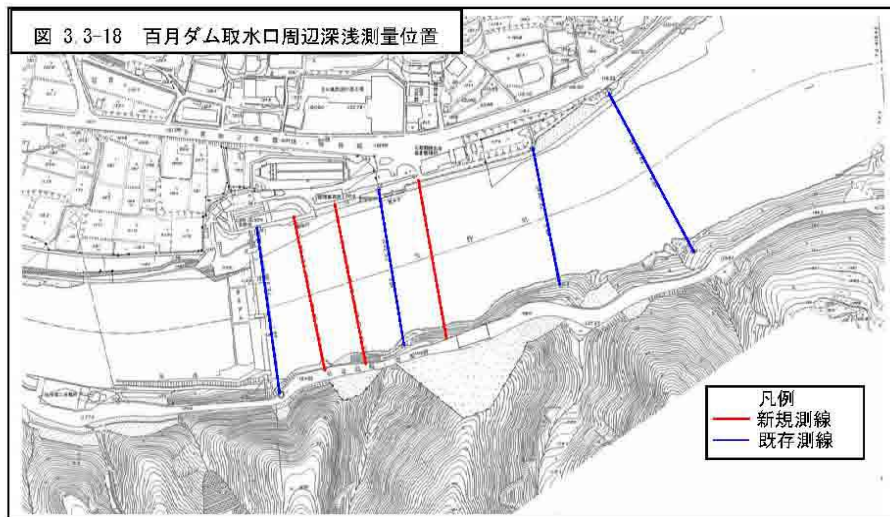


図 3.3-17 瀬・淵の分布割合、河床材料の分布状況

#### 4) 治水・利水施設の調査

- ・ 百月ダム貯水池の末端部及び取水口周辺において出水前後で横断測量を実施し、土砂堆積状況のモニタリングを行う。
- ・ 土砂堆積状況の経年変化の整理は、中部電力が別途で実施する定期測量成果の成果も活用する。収集資料を巻末に添付する。(参考資料-5)



#### 5) 景観調査

- ・ 撮影地点、撮影方向、撮影範囲を定めた景観写真を経年的に撮影し、土砂投入による景観の変化を把握する。初年度の撮影状況を巻末に掲載する。(参考資料-6)

#### 6) 水質調査

##### 【出水時調査】

- ・ コンジット放流を伴う出水時に調査。
- ・ 出水時に矢作ダム流入、放流地点、土砂投入箇所の上流、下流の主要地点及び主要支川で採水し濁度、SS、pH、DO、粒度分布を分析する。
- ・ 調査は、降雨により河川が濁り始めてから流量が低減するまで最上流の矢作ダム流入地点から土砂仮置地点下流の有平橋までの区間では1時間ピッチ、有平橋より下流から最下流地点までの区間では2時間ピッチで機器計測及び採水を実施する。調査終了後、洪水波形、機器計測濁度を考慮し、立ち上がりからピークまでは密にし、洪水規模にもよるが、採水した水の分析するサンプルを10個程度抽出する。
- ・ 矢作ダム下流の本川では、濁水の減衰過程を把握するため出水1日後と2日後も各1回採水する。

以下に機器計測、採水、採水のタイミングを示す。また、出水の継続時間は、規模にもよるが概ね1日～1.5日程度となる。

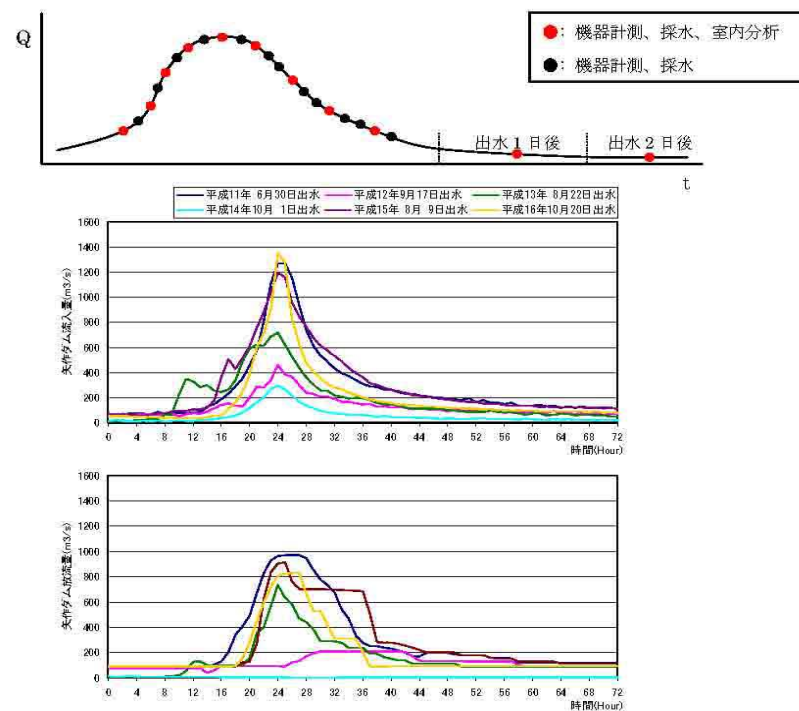


図 3.3-19 機器計測、採水、室内分析のタイミングイメージと出水の継続時間

【降雨時調査】

- ・ コンジット放流までは至らないが小渡地点の流量が100m<sup>3</sup>/sを超えると予想される時に調査。
- ・ 降雨時に土砂仮置地点の上下流地点を中心に日出橋、介木川、小渡濁度自動観測地点、有平橋で採水し濁度、SS、pH、D0、粒度分布を分析する。
- ・ 調査実施の判断基準は、矢作ダム流入量が50m<sup>3</sup>/sを超えさらに降雨が継続すると予測されているとき。

【平常時調査】

- ・ 土砂仮置きによる影響がないときの水質を把握するため、平常時に出水時調査地点と同じ地点で採水し、濁度、SS、pH、D0を分析する。
- ・ 調査は、出水前の平常時に1回実施する。

(3) 環境調査

- ・ 調査内容について表 3.3-7 に整理した。
- ・ 底生動物、付着藻類調査の横断測線は位置を記録し、再現性を持って調査を行えるようにした。
- ・ また、底質の変化に伴う生物の影響については、底生動物の定性調査により把握することとした。

表 3.3-7 調査内容

分類	調査内容	実施風景						
魚類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1リーチ(1蛇行区間)の各ユニット(早瀬、平瀬、淵等)を対象。</li> <li>・ 定置網、投網、タモ網等を使用して魚類相及び個体数の把握。</li> <li>・ 漁法に応じて調査努力量(定置網:設置時間と入網幅、投網:打ち数、タモ網:調査人数×調査時間)を記述し、努力量あたりの採捕個体数を求め、環境変化の指標として活用。</li> </ul> <p style="text-align: center;">表 魚類調査 測定項目一覧(物理環境)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>測定項目</th> <th>測定方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>最大水深(m)</td> <td>各ユニットの代表的な場所で水深を測定する。深い淵など計測不能な場所は「〇m以上」とする。</td> </tr> <tr> <td>優占河床材料</td> <td>各ユニットの第1、第2優占河床材料を記述する。(底質型、サイズ等)。一方が7割以上であれば第1優占のみを記述する。区分は河床材料調査に準じて分類する。</td> </tr> </tbody> </table>	測定項目	測定方法	最大水深(m)	各ユニットの代表的な場所で水深を測定する。深い淵など計測不能な場所は「〇m以上」とする。	優占河床材料	各ユニットの第1、第2優占河床材料を記述する。(底質型、サイズ等)。一方が7割以上であれば第1優占のみを記述する。区分は河床材料調査に準じて分類する。	  
測定項目	測定方法							
最大水深(m)	各ユニットの代表的な場所で水深を測定する。深い淵など計測不能な場所は「〇m以上」とする。							
優占河床材料	各ユニットの第1、第2優占河床材料を記述する。(底質型、サイズ等)。一方が7割以上であれば第1優占のみを記述する。区分は河床材料調査に準じて分類する。							
底生動物	<p>【定量調査】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1リーチ(1蛇行区間)の各ユニット(早瀬、平瀬、淵(淵頭))上に横断測線を設定し、各ユニットの横断測線上で基本的に2箇所(水際部、流心部)の採集地点を設定(表 3.3.8)。</li> <li>・ 事前調査は早瀬、平瀬、淵で調査を行うが、その後は土砂置きによる堆砂の影響が想定される平瀬、淵のみで調査。</li> <li>・ 調査はサーパーネット(50×50cm)で底生動物を採集。</li> <li>・ 環境測定は表 3.3.8 に示す項目について行う。なお、pH、EC、水温についても各箇所簡易機器により測定。</li> </ul> <p>【定性調査】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土砂仮置きによる最も大きな環境の変化が想定される I-1 で実施。</li> <li>・ 調査地点は空中写真撮影や河床材料調査で、(1)変化のないところ、(2)変化のあったところ(砂の溜まったところ)、(3)変化のあったところ(砂が溜まっていたのになくなったところ)をねらって D フレームネットを用いてサンプリング。</li> </ul>							
付着藻類	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各調査箇所の平瀬において行う。平瀬に1横断測線を設定し、(ア)水際部、(イ)流心部において、代表的な石をランダムにそれぞれ3個採集(表 3.5.13 参照)。</li> <li>・ 各石の上面に5cm×5cmの方形枠を設定し、採集した試料については、遮光、冷蔵して分析室に郵送し、実験室において(ア)種類、細胞数用、(イ)強熱減量、クロロフィル a、フェオフィチン用に分画。</li> <li>・ 環境測定は表 3.3.9 に示す項目について実施。</li> <li>・ なお、pH、EC、水温についても各箇所簡易機器により測定。</li> </ul>							

表 3.3-8 底生動物調査 測定項目一覧(物理環境)

測定項目	測定方法
水深(m) (コドラート中心で)	水深を測定する。最小単位 0.01m
流速(m/s) (コドラート直上で)	6割流速を測定する。
優占河床材料 (コドラート全体で)	第1優占する河床材料を河床材料調査に準じて区分に分類する
浮石・沈石 (コドラート全体で)	小石以上のサイズについて、浮石(1)・沈石(0)の2段階で記述する
堆積物 (コドラート全体で)	POM(粒状有機物)またはシルトの底質表面への沈積状態を、無し(0)、少ない(底質表面が見える程度:1)、および多い(底質表面がほとんど見えない程度:2)の3段階で記録する。
糸状藻類 (コドラート全体で)	繁茂の程度を、無し(0)、有り(1)の2段階で記録する。

※: 規格

サーバーネット 50cm×50cm-100cm ネット地 NG40(目合い 0.475mm)

タモ網 ハンド型サーバーネット(Dフレームネット)

25cm×25cm-35cm ネット地 NG40(目合い 0.475mm)

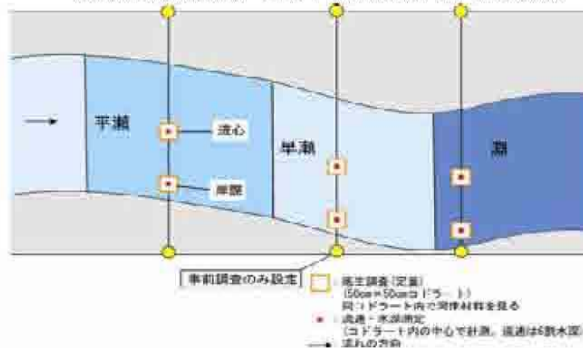


図 3.3-20 調査箇所における底生動物調査地点(早瀬は事前調査のみ)

表 3.3-9 付着藻類調査 測定項目一覧(物理環境)

測定項目	測定方法
水深(m) (採集した石上面までの)	水深を測定する。最小単位 0.01m
流速(m/s) (採集した石上で)	6割流速、石面上流速を測定する。
河床材料 (採集した石の)	・長径(m)と短径(m)を測定する。 ・河床材料調査に準じて区分に分類する
浮石・沈石 (採集した石の)	浮石(1)・沈石(0)の2段階で記述する。 (採集対象は、基本的に浮き石とする)。
堆積物 (採集した石の)	POM(粒状有機物)またはシルトの底質表面への沈積状態を、無し(0)、少ない(底質表面が見える程度:1)、および多い(底質表面がほとんど見えない程度:2)の3段階で記録する。
糸状藻類 (採集した石の)	繁茂の程度を、無し(0)、有り(1)の2段階で記録する。

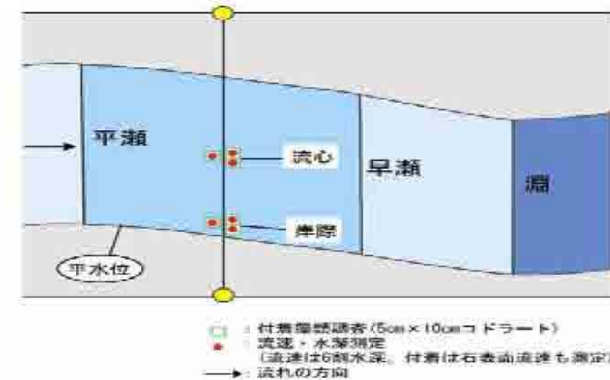


図 3.3-21 調査箇所における付着藻類調査地点

## 2) 調査結果

- ・ 魚類、底生動物、付着藻類の各調査結果について後述する。
- ・ 調査結果から推測された土砂還元指標について、表 3.3-10 に示す。

表 3.3-10 土砂還元指標 (案)

分類群	指標	理由
魚類	・ カマツカ、シマドジョウの個体数	・ 砂地を主な生息場または繁殖場とする
	・ カワヨシノボリの個体数	・ 石礫を主な生息場または繁殖場とする
底生動物	・ 掘潜型の種の個体数 (例：モンカゲロウ、 <i>Hesatoma</i> 属 (ガガンボ科) など)	・ 砂地を主な生息場とする
	・ 携巢型のうち巢材に細砂を利用する種の個体数 (例： <i>Glossosoma</i> 属 (ヤマトビケラ科)、ニンギョウトビケラなど)	・ 巢材等に砂を利用する
	・ 造網型の種の個体数 (例：ウルマーシマトビケラ、ヒゲナガカワトビケラなど)	・ 石礫を主な生息場とする
付着藻類	・ 付着藻類のクロロフィル a 量及びフェオフィチン量 ・ 堆積有機物量 ・ 残渣量	・ 土砂によるクレンジング効果が変わる

## 【魚類調査】

- ・ 魚類の各地点の種数の状況を図 3.3-22 に示す。また、これら魚類の主な生息場所・繁殖場所を表 3.3-11 に示す。

## 【土砂還元指標について】

- ・ 魚類の確認状況や主な生息場所等の整理を踏まえ、土砂還元指標の魚類の指標としては、粒度組成変化(砂質化)が想定される。砂質化により、砂地の面積は増え、石礫の面積は減ると考えられることから、土砂還元指標としては以下の魚類の個体数が考えられる。
- ・ なお、個体数が少ない種、放流されている種、本来矢作川に分布しない種については、指標種の選定から外した。

・ 砂地を主な生息場または繁殖場とする →カマツカ、シマドジョウ  
 ・ 石礫を主な生息場または繁殖場とする →カワヨシノボリ



シマドジョウ



カマツカ



カワヨシノボリ

表 3.3-11 確認された魚類の主な生息場所・繁殖場所

種名	生息所		繁殖場所	
	河川形態	河床材料	河川形態	河床材料
カワムツ	河川の上・中流を中心に普通に見られる。流れのゆるやかな淵に多い	岩の間や柳の下などに隠れる性質が強く、開けた場所には少ない	淵尻から平瀬にかけての浅場	砂泥底部もしくは礫底部
オイカワ	瀬と淵両方に生息するが特に平瀬を好む傾向がある 冬は深みもしくは水生植物帯に移る	—	岸寄りの流れがゆるい平瀬	砂礫底
アブラハヤ	河川の上流域から中流域にかけてすむ。淵や平瀬の低層	—	淵や平瀬	砂泥底または砂礫底
ウグイ	淡水型は河川の上流域から河口域、山あいの湖沼などに広く分布 河川では主に淵にすむ群れで平瀬にもでる	—	瀬	浮き石状態の礫底
ニゴイ	大きな川の中・下流域から汽水域、流れのゆるやかな水域の底層部	砂底	中流域	—
カマツカ	川の中・下流域や湖の沿岸と、これらに連絡する灌漑水路に生息する	砂底ないし砂礫底のところに多い	浅くて流れのゆるやかな場所	砂礫底
イトモロコ	中・下流域や灌漑水路の流れのゆるやかな底近くを群泳	砂底・砂礫底	—	—
スゴモロコ属	底近くを群泳	砂底や砂礫底	—	—
シマドジョウ	中流域から下流域上部	砂底ないし砂礫底域に生息ししばしば砂中に潜り込む	湧水やこれを水源とする細流	—
ギギ	石の下やヨシ場	—	—	石の下やそのすき間
アカザ	水の比較的きれいな川の中流から上流下部の瀬石の下や間にすむ	礫底	—	—
アユ	中流域	岩盤や石礫	中流域と下流域の境目付近の瀬	砂礫底
オオクチバス	止水域を好む湖沼が主なすみかとするが、河川の下流域の流れのゆるやかな場所にもすむ	—	—	砂、砂利あるいは礫
カワヨシノボリ	中・上流域の淵の周囲から平瀬にかけての流れのゆるやかな場所	—	—	なかば砂に埋まった石の下面
トウヨシノボリ	地域や環境によって様々な相違が認められ、模式的な特徴はとらえにくい	—	中流域のやや流れの速い部分	石の下面
ヌマチチブ	汽水域から中流域、汽水湖、ため池など多様な場所にあらわれる。 止水あるいは流れのゆるやかなところに多いが、平瀬にも積極的に侵入する。	岩や倒木などのかたい基盤がある場所や礫底	—	—

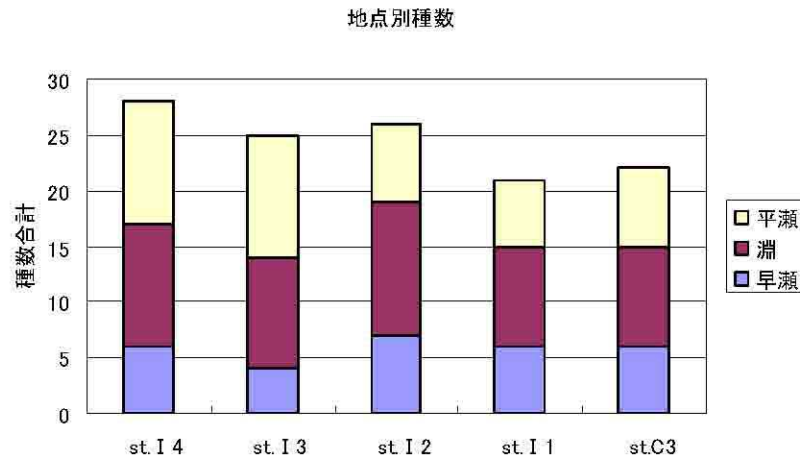


図 3.3-22 各地点の種数の状況

川那部浩哉・水野彦彦・細谷和海(編監)(1989):山溪カラ一名盤日本の淡水魚,山と溪谷社

黄色 : 指標種 (砂)

青色 : 指標種 (石礫)

【底生動物調査】

- ・ 底生動物の確認状況を、生活型区分とともに表 3.3-13 に、また生活型別の個体数割合を図 3.3 6 に示す。
- ・ 底生動物の優占種は地点、環境により多少異なる。9月の調査結果によると、早瀬では、*Antocha* 属（ガガンボ科）、*Hydrophyche* 属（シマトビケラ科）等、淵ではキイロカワカゲロウ、エラブタマダラカゲロウ等、平瀬では *Antocha* 属（ガガンボ科）、エラブタマダラカゲロウ等が全地点共通して多かった。
- ・ なお、生活型区分の内容は表 3.3-12 のとおりである。

表 3.3-12 底生動物の生活型区分内容

生活型	内容
掘潜型	砂や泥の中に潜っている。
遊泳型	主に湯遊泳して移動する。
匍匐型	のしこのしといった感じで歩いて移動する。
携巣型	石や落ち葉で巣をつくる。
造網型	糸をもちいて網を張り、えさをとる。
固着型	石表面に吸着し、あまり移動しない。
滑走型	体はへん平で、石の表面を滑るように移動する。

参照：谷田一三 監修(2000)原色川虫図鑑 全国農村教育協会

【土砂還元指標について】

底生動物の確認状況を踏まえ、土砂還元の底生動物の指標としては、粒度組成変化（砂質化）が想定される。砂質化により、砂地の面積は増え、石礫の面積は減ると考えられることから、土砂還元の指標としては以下の底生動物の個体数が考えられる。

- ・ 砂地を主な生息場とする → 掘潜型の種  
(例：モンカゲロウ、*Hesatoma* 属（ガガンボ科）など)
- ・ 巣材等に砂を利用する → 携巣型のうち巣材に細砂を利用する種  
(例：*Glossosoma* 属（ヤマトビケラ科）、ニンギョウトビケラなど)
- ・ 石礫を主な生息場とする → 造網型の種  
(例：ウルマーシマトビケラ、ヒゲナガカワトビケラなど)







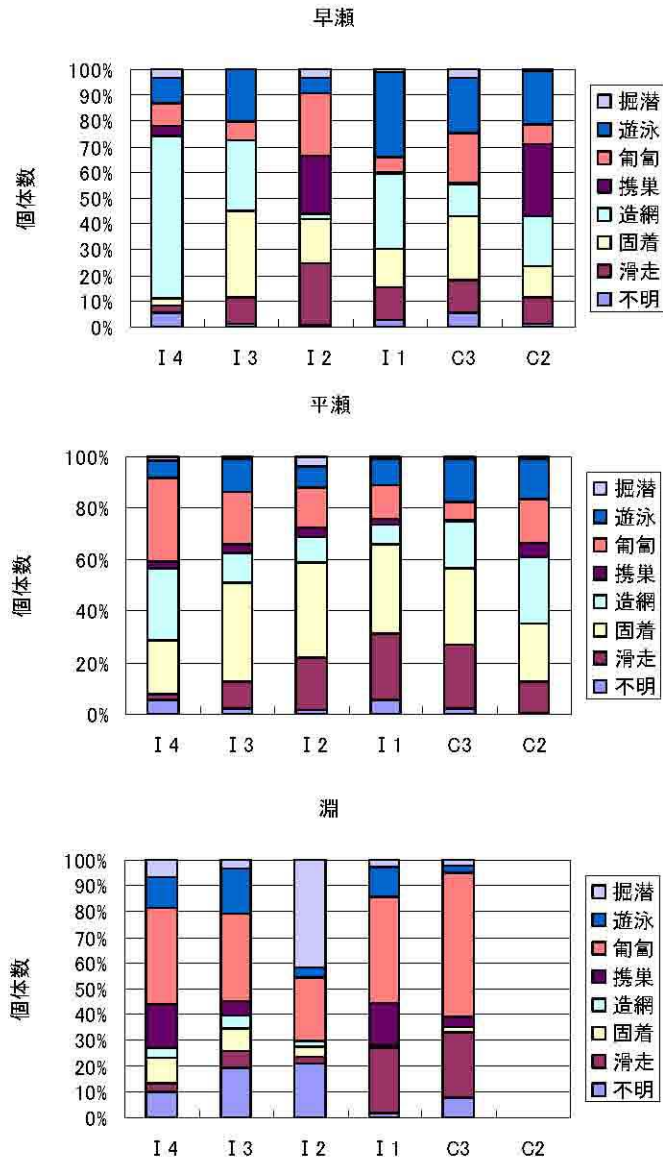


図 3.3-23 生活型別確認状況

【付着藻類調査】

- ・付着藻類のクロロフィル a 量、フェオフィチン量、堆積有機物量、残渣量を図 3.5 7 に示す。優占種については各調査地点で大きな相違はなく、どの地点もラン藻の *Homoeothrix janthina* が第一優占種となっている。
- ・なお、クロロフィル a 量等付着藻類関係項目の内容は、表 3.3-14 のとおりである。

表 3.3-14 付着藻類関係項目の内容

項目	内容
クロロフィル a 量	光合成において基本的な役割を果たすため、付着藻の現存量の指標となる。
フェオフィチン量	活性を失ったクロロフィル量を示す。付着藻は石の上に層状になり、下層の付着藻のクロロフィルは活性を失い、フェオフィチンとなる。そのため、クレンジングが起きないと増加すると考えられる。
堆積有機物量	付着藻を含む石上の有機物量。
残渣量	石上に堆積した泥砂等の無機物量。

【土砂還元指標について】

土砂還元指標の付着藻類、堆積有機物量の指標としては、以下が考えられる。

・土砂によるクレンジング効果がわかる → 付着藻類のクロロフィル a 量及びフェオフィチン量  
 → 堆積有機物量  
 → 残渣量

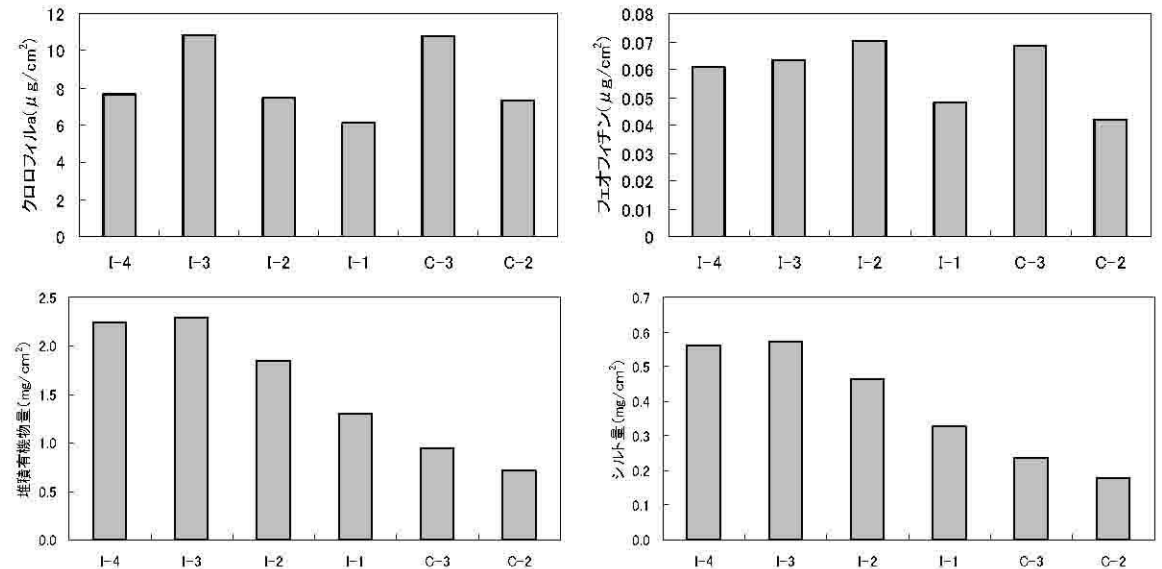


図 3.3-24 付着藻類関係項目の調査結果

### 3.4 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

2.2.2 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、全開）2ケースと矢作ダム通過土砂量（0、5、15、30万m<sup>3</sup>）4ケースを組み合わせた下記の8ケースとした。

図 3.4.1 検討ケース別条件表

検討ケース	河道条件	ダム操作	矢作ダム排砂量*
ケース 1-1	現況河道	設定した流量でゲートを全開	0万m <sup>3</sup>
ケース 1-2		※以下の流量で洪水吐ゲートを全開とする	5万m <sup>3</sup> 相当
ケース 1-3		百月ダム：1000m <sup>3</sup> /s	15万m <sup>3</sup> 相当
ケース 1-4		阿摺ダム：1000m <sup>3</sup> /s 越戸ダム：750m <sup>3</sup> /s	30万m <sup>3</sup> 相当
ケース 2-1	現況河道	常時全開とする	0万m <sup>3</sup>
ケース 2-2			5万m <sup>3</sup> 相当
ケース 2-3			15万m <sup>3</sup> 相当
ケース 2-4			30万m <sup>3</sup> 相当

※ 矢作第2ダム直下に排出

#### (2) 将来予測検討結果

将来予測の検討結果を次図に示した。また、これから予測される点を以下に整理した。

##### 1) 設定した流量でゲートを全開の場合

矢作第二ダムの下流に5,15,30万m<sup>3</sup>を排砂し、下流の発電ダムが設定した流量でゲートの全開を行った場合、排砂した土砂のほとんどが阿摺ダム、百月ダム、笹戸ダムの上流に堆砂した。この結果、越戸ダムより下流の河道にはほとんど影響を与えないことが分かった。

##### 2) 常時全開操作の場合

矢作第二ダムの下流に5,15,30万m<sup>3</sup>を排砂し、下流の発電ダムがゲートを常時全開とする操作を行った場合、排砂した土砂は越戸ダム（最大1.0～3.0m堆砂）、阿摺ダム（最大1.0～5.0m堆砂）、百月ダム（最大1.0～4.0m堆砂）、笹戸ダム（最大1.5～6.0m堆砂）の上流に一部が堆砂した。この他、35.6k～45.8kの越戸ダムより下流で最大1.0m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0.5～2.0m堆砂することが分かった。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。

##### 3) 治水上の影響検討

- ・ 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考えられる。
- ・ 特に注意する地点は流下能力が不足する32kや34.4k付近である。
- ・ 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。

##### 4) 利水上の影響検討

- ・ 越戸ダム（最大1.0～3.0m堆砂）、阿摺ダム（最大1.0～5.0m堆砂）、百月ダム（最大1.0～4.0m堆砂）、笹戸ダム（最大1.5～6.0m堆砂）の上流に堆砂し、発電容量が減少する。
- ・ 発電ダムの放流先の河床が上昇するため、これに対する維持管理を行う必要がある。

##### 5) 河川堆砂対策の方向性の提示

- ・ 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重要である。
- ・ 上流の発電ダムの機能維持のため、維持浚渫、ゲート操作規則の見直し等が必要である。
- ・ 環境面では、同区間の河岸を緩勾配化して掘削する等、水域と陸域の二極化の緩和対策が必要である。

【将来予測計算結果】

ケース 1-1~1-4 (現行ダム操作の場合)

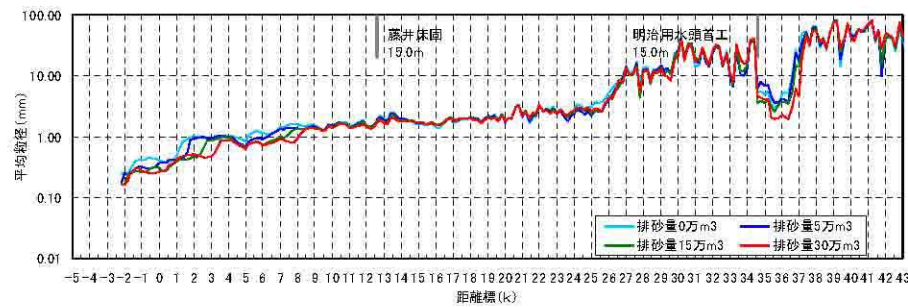
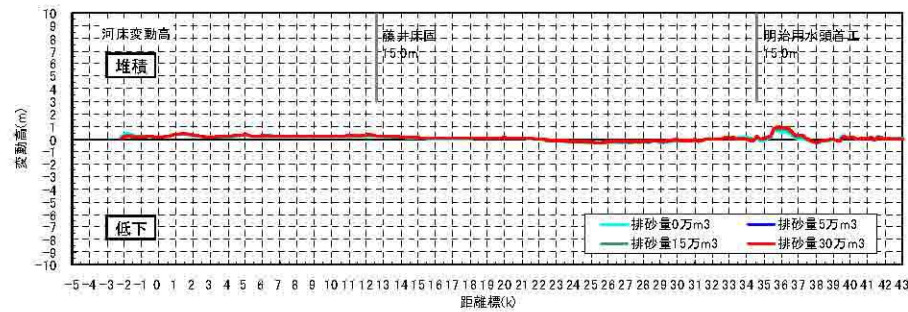
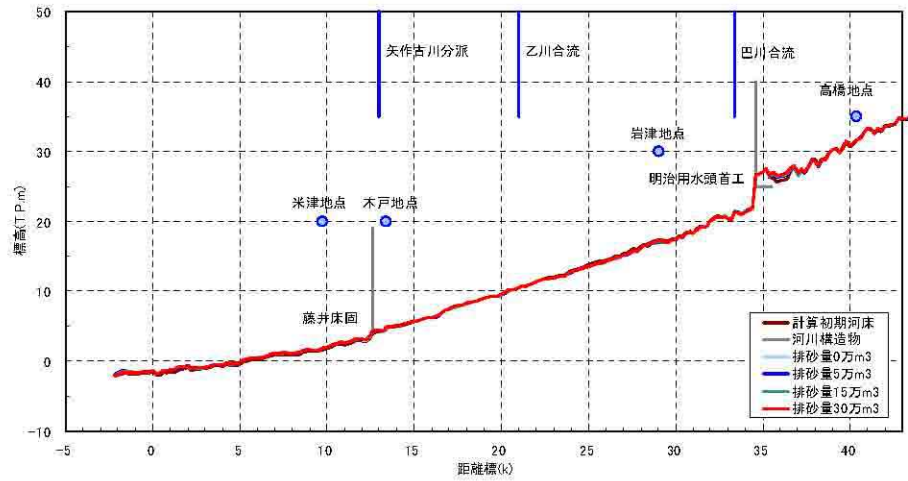


図 3.4.2 ケース 1-1~1-4 (現行ダム操作の場合) 検討結果 (直轄区間)

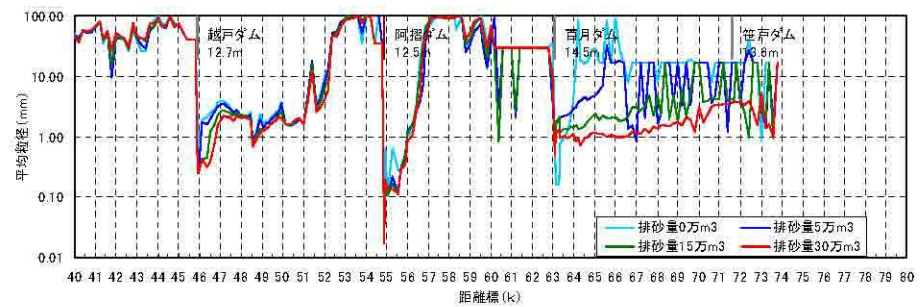
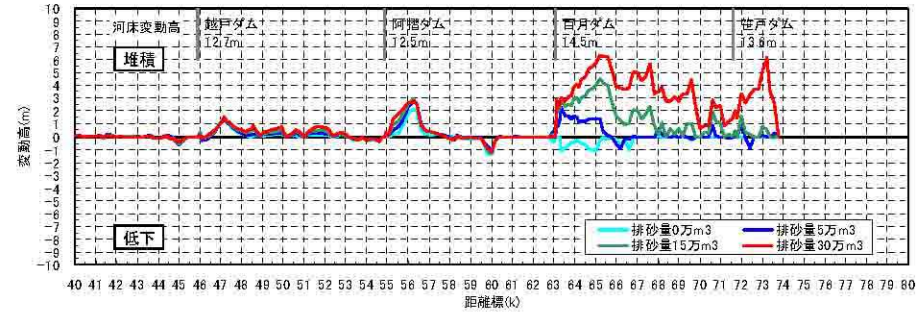
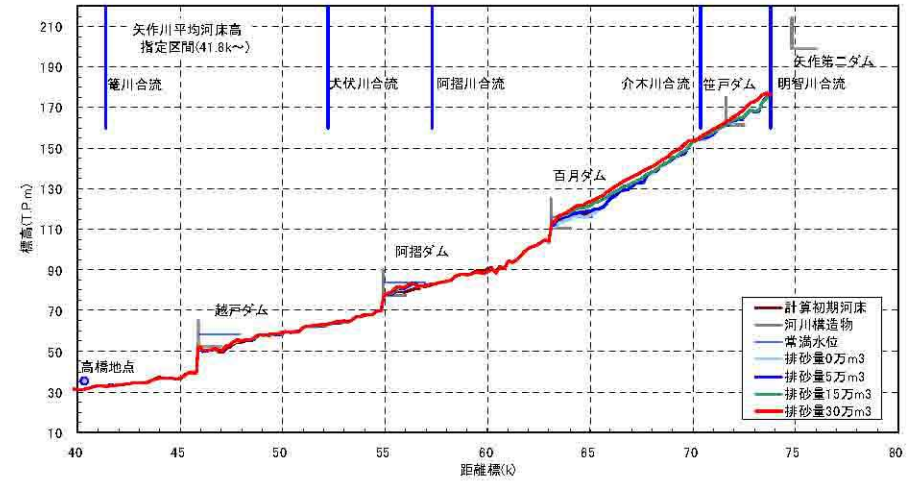


図 3.4.3 ケース 1-1~1-4 (現行ダム操作の場合) 検討結果 (指定区間)

ケース 2-1~2-4 (全開ダム操作の場合)

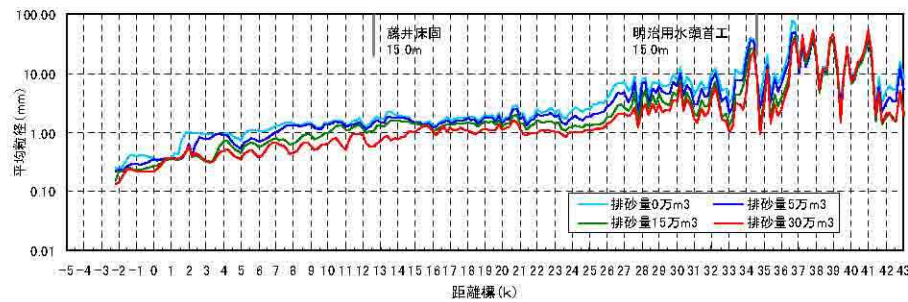
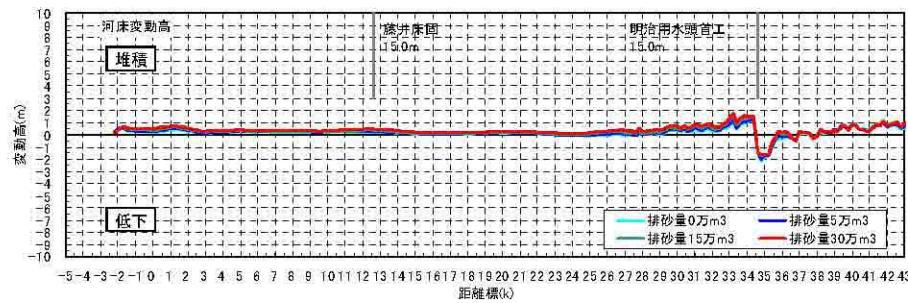
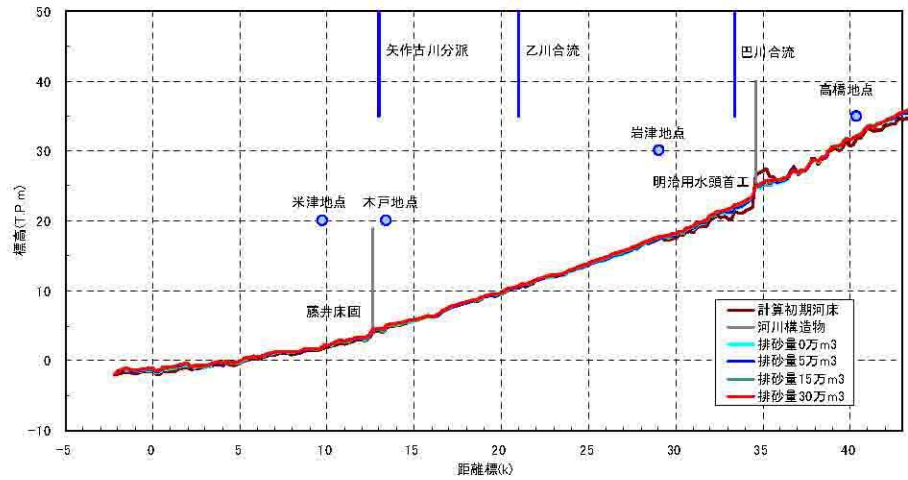


図 3.4.4 ケース 2-1~2-4 (ダム全開操作の場合) 検討結果 (直轄区間)

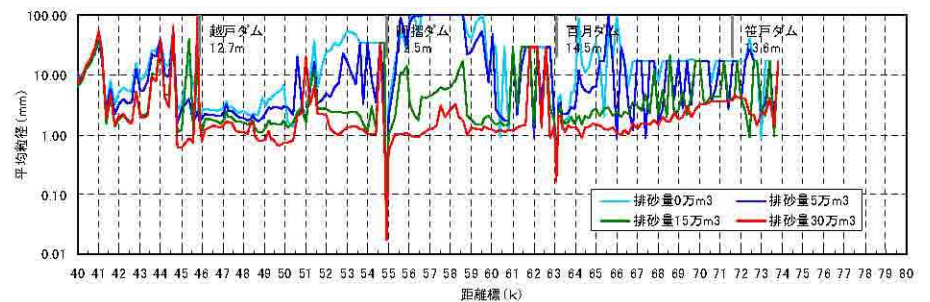
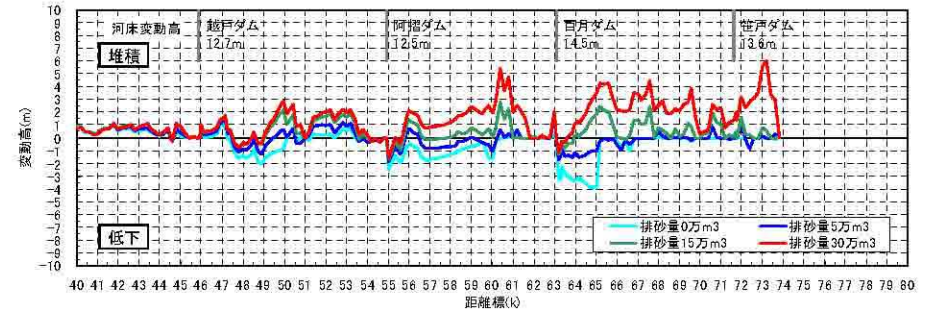
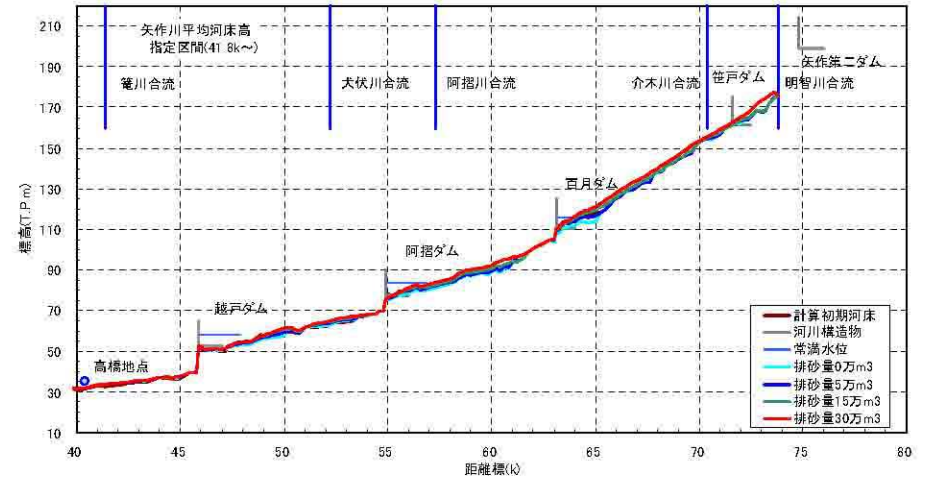


図 3.4.5 ケース 2-1~2-4 (ダム全開操作の場合) 検討結果 (指定区間)

【区間毎の土砂移動特性、堆砂特性】

河床変動の特性や要因を分析するため、河道区別の土砂収支を以下に整理した。

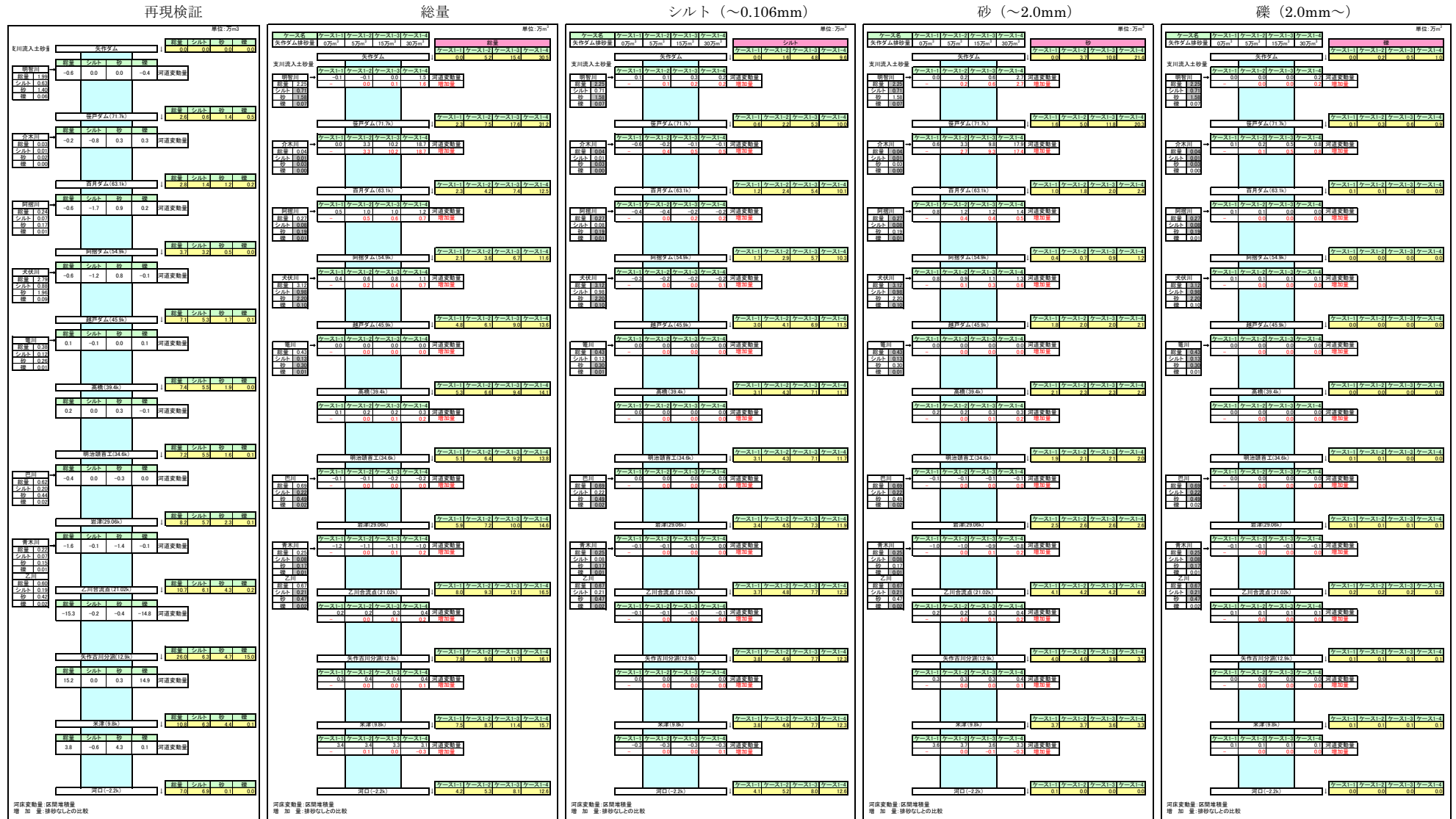


図 3.4.6 予測計算 現行ダム操作 河道区分土砂収支図

総量

シルト (～0.106mm)

砂 (～2.0mm)

礫 (2.0mm～)

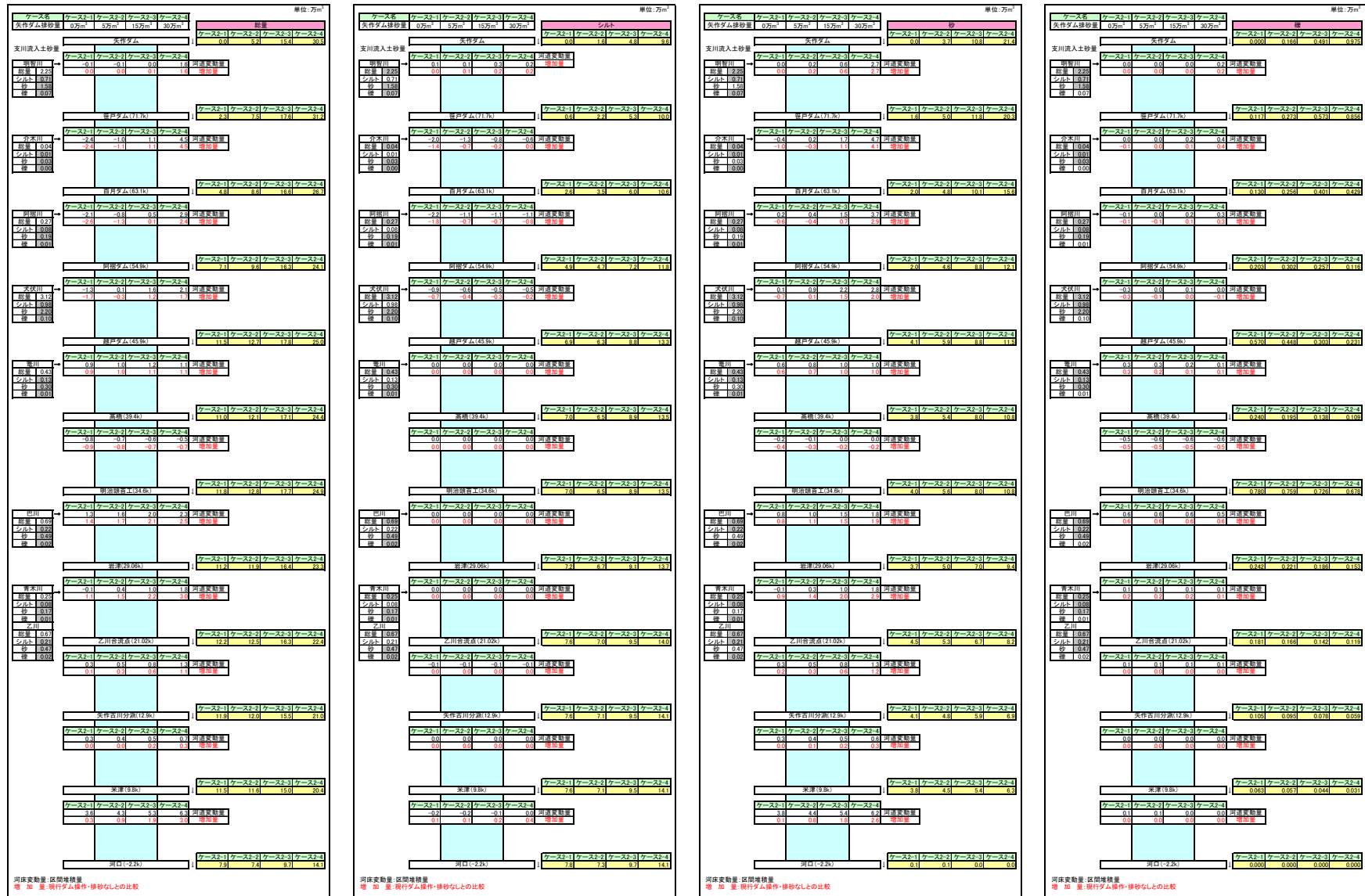


図 3.4.7 予測計算 ダム全開操作 河道区分土砂収支圖