

平成19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 .....	1-1
1.1 これまでの概要 .....	1-1
1.2 今年度以降の進め方 .....	1-3
1.3 総合土砂管理の視点 .....	1-6
2. ダム堆砂対策検討 .....	2-1
2.1 吸引の基本条件 .....	2-1
2.2 基本配置の検討 .....	2-5
2.3 吸引排砂時の土砂量変化の検討 .....	2-11
2.4 下流河道における物理環境の予測 .....	2-20
2.5 排砂施設計画(案) .....	2-30
3. 土砂還元による影響調査検討 .....	3-1
3.1 排砂影響確認のシナリオ .....	3-1
3.2 インプットとアウトプットデータの間の素過程について .....	3-3
3.3 生物の変更調査計画(案) .....	3-7
3.4 変更した調査計画について .....	3-10

平成20年3月3日

中部地方整備局 矢作ダム管理所

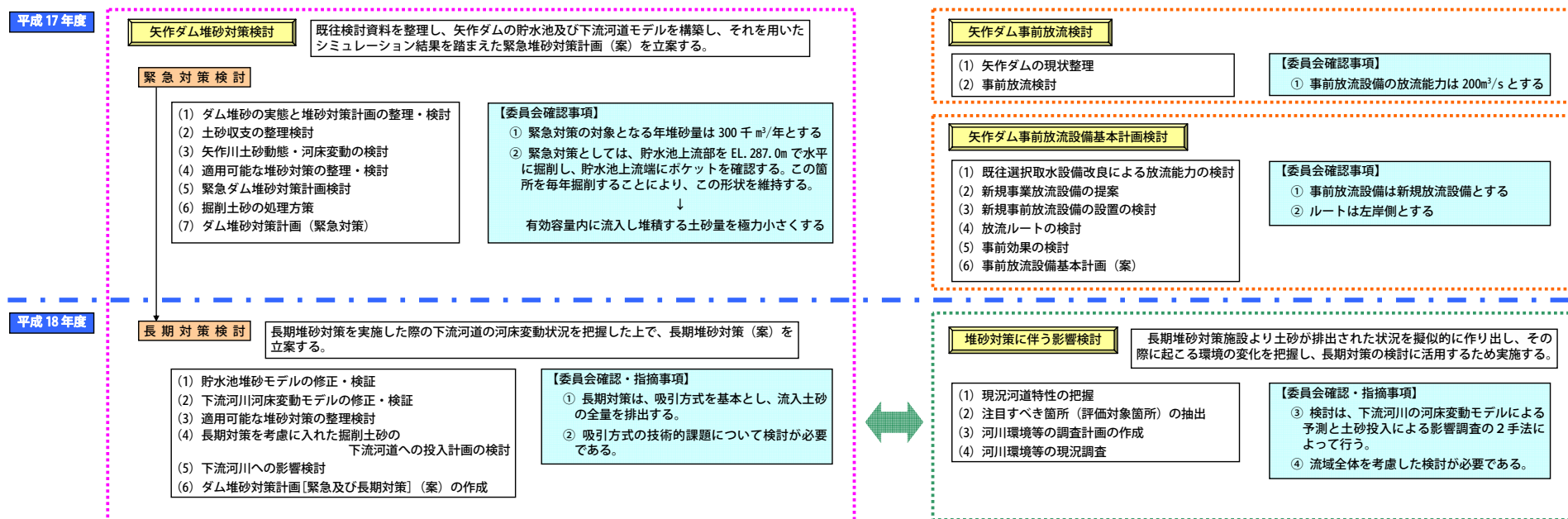
# 1. 委員会の概要

## 1.1 これまでの概要

### 1.1.1 昨年度までの概要

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。これにあわせて、矢作ダム堰堤改良技術検討委員会が、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た。平成17年度には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、平成18年度も3回の委員会を開催し、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環境への影響検討について指導、助言を得た。



1.1.2 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会決定事項（昨年度まで）

(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るものとする。

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。

3) 長期堆砂対策

長期堆砂対策は、吸引方式を基本とし、流入土砂の全量を排出する。

4) 今後の課題

吸引方式の採用工法（固定式、移動式など）を選定し、方式採用に際して、①吸引管の閉塞対策、②吸引管基礎の移動に対する対応（固定式の場合）、③洪水時の操作における安全対策（移動式の場合）、④吸引管のメンテナンス方法等の課題について検討が必要である。また、公募によるVE検討（美和方式）によって工法を選定するための仕様の検討が必要である。

(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、土砂の流出形態を類似させるため、数パターンも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。

1.1.3 今年度委員会のこれまでの概要

長期対策は、10年後の運用開始を目標に事業を進めていくことを考えている。このことを考慮すれば、昨年度までの委員会に出てきている課題は3年を目途に対応していく必要がある。

平成18年度までの委員会における課題と今年度以降の審議テーマの関係を図1.1に示す。今年度は平成18年度までの検討結果に基づき、長期堆砂対策の実施に向け、主な検討テーマである①工法検討（既往事例のない吸引工法の採用に向けての技術的課題の解決）、②環境影響検討（土砂の流下が生物環境に与える影響の予測と対応方法の提案）について検討の熟度を高め、過去2回の委員会において指導・助言を得てきた。委員会の協議スケジュールを表1.1に示す。

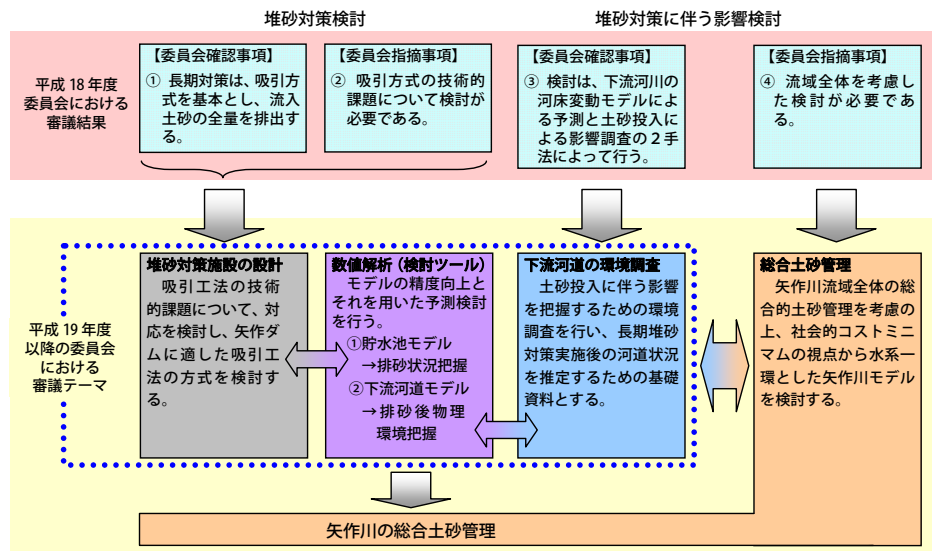


図 1.1 平成18年度までの委員会における課題と今年度以降の審議テーマ

表 1.1 平成 19 年度 委員会協議スケジュール (案)

	第1回 (平成19年10月4日)	第2回 (平成19年12月19日)	第3回 (平成20年3月3日)
<b>矢作ダム堆砂対策検討</b>			
(1) 仮置き土の条件設定	● 土砂投入計画の報告		
(2) 貯水池モデルによる 排砂工法の検討		● 吸引位置の報告	● 吸引位置の決定
(3) 基本配置検討		● 報告	● 基本配置の決定
(4) 下流河道モデルによる 物理環境の予測		● 中間報告	● 予測結果
(5) 工法が有する課題点 の検討	● 課題点の整理	● 中間報告	● 検討結果
(6) 排砂施設に必要となる 基本条件の設定		● 中間報告	● 基本条件の設定
(7) 排砂基本計画(案) の作成			● 排砂基本計画(案)
<b>堆砂対策に伴う影響検討</b>			
(1) 河川環境等への 影響調査	● 新規投入土砂の状況報告 ● 結果の報告(速報)	● 結果報告	
(2) 河川環境等への 影響検討		● 中間報告	● 評価の報告
(3) 課題点の抽出		● 中間報告	● 課題の抽出
(4) 解決策の提案		● 中間報告	● 解決策の提案
(5) 調査計画の見直し			● 調査計画の提示 ● 調査計画の見直し

今年度で開催した2回の委員会における主な指摘事項を以下に示す。

表 1.2 今年度開催済みの2回の委員会における主な指摘

実施時期	主な指摘事項
第1回委員会 平成19年 10月4日	<ul style="list-style-type: none"> <li>矢作川流域全体として総合土砂管理の視点をもって検討していくことが必要である。</li> <li>インパクト・レスポンス図について、生物が受ける影響からその原因となりうる物理環境変化を推定していくことによって、その妥当性を確認しておく必要がある。</li> </ul>
第2回委員会 平成19年 12月19日	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂投入試験の結果を待つ積み上げ方式の検討では時間がかかりすぎる。もう少しアバウトな視点で進めても良いと思われる。</li> <li>土砂投入試験と数値シミュレーション以外の手法も活用することによって、インパクト・レスポンス図の素過程を把握するために何が出来るのかを整理する必要がある。</li> <li>吸引方式の詳細構造や濃度調整方法を明示して、排砂時の流速や濃度について整理する必要がある。</li> <li>過去の矢作川の変遷をできる範囲で収集しておくことが必要である。</li> </ul>

1.2 今年度以降の進め方

下記の2点を踏まえて、検討フローの見直しを行った。

- 矢作ダムからの排砂に伴い、矢作ダム下流の矢作川の治水・利水・環境に対して正負の影響を生じることから、矢作川流域全体として総合土砂管理の視点をもって検討していく。
- 新たな開発途上の技術である吸引工法については、中部地方整備局が管轄するダムの堆砂対策として有効と考えられる地点が複数あることから、次年度は代表地点として天竜川において実証試験を実施する。

見直した当面3ヶ年の検討フローを図 1.2 に示す。

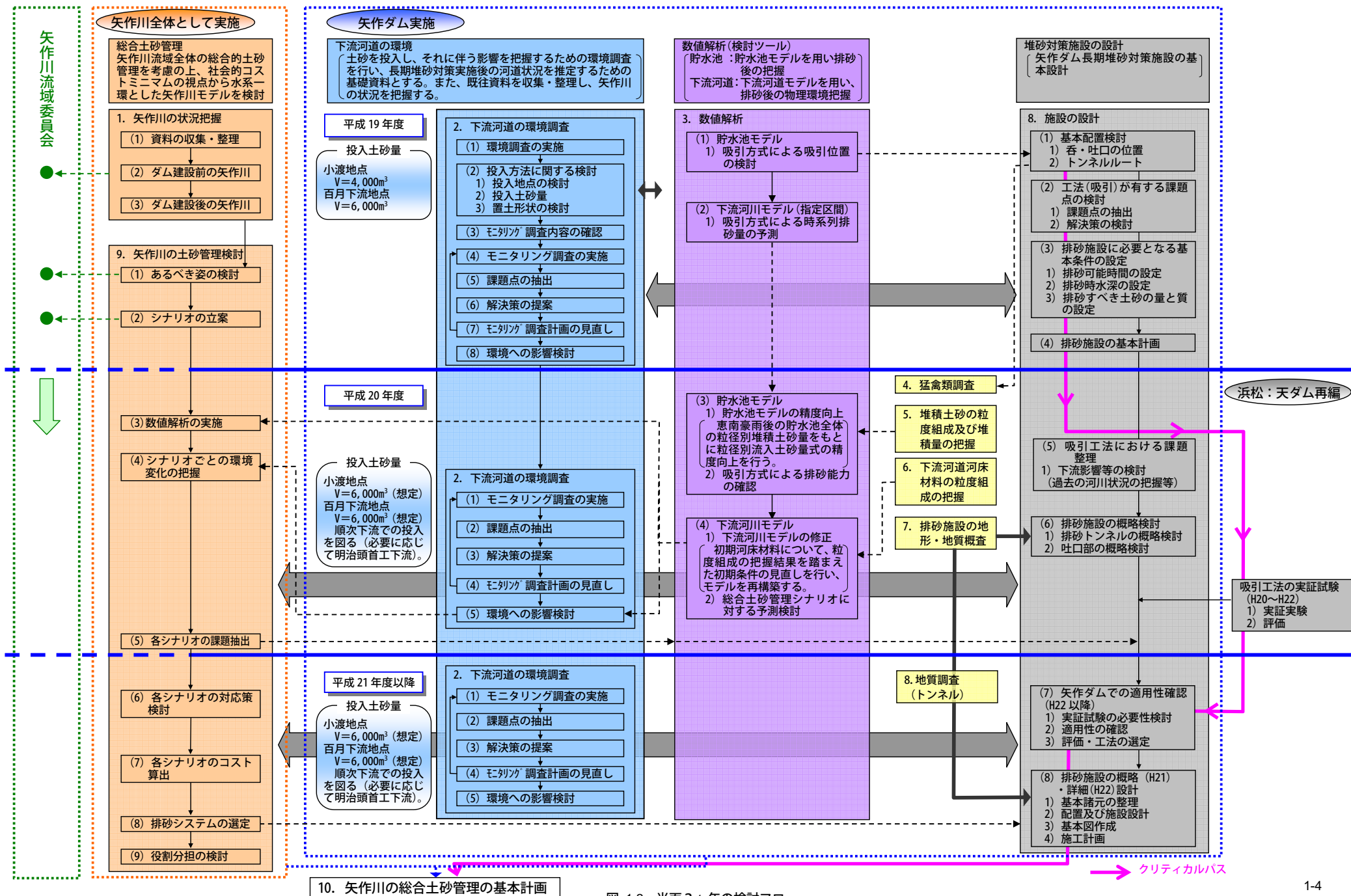


図 1.2 当面3ヶ年の検討フロー



1.3 総合土砂管理の視点

矢作ダムからの排砂に伴い、矢作ダム下流の矢作川の治水・利水・環境に対して正負の影響を生じることは必至であり、矢作川流域全体として総合土砂管理の視点をもって検討していく必要がある。矢作川における総合土砂管理の考え方を図 1.4 に、検討の流れを図 1.5 に示す。

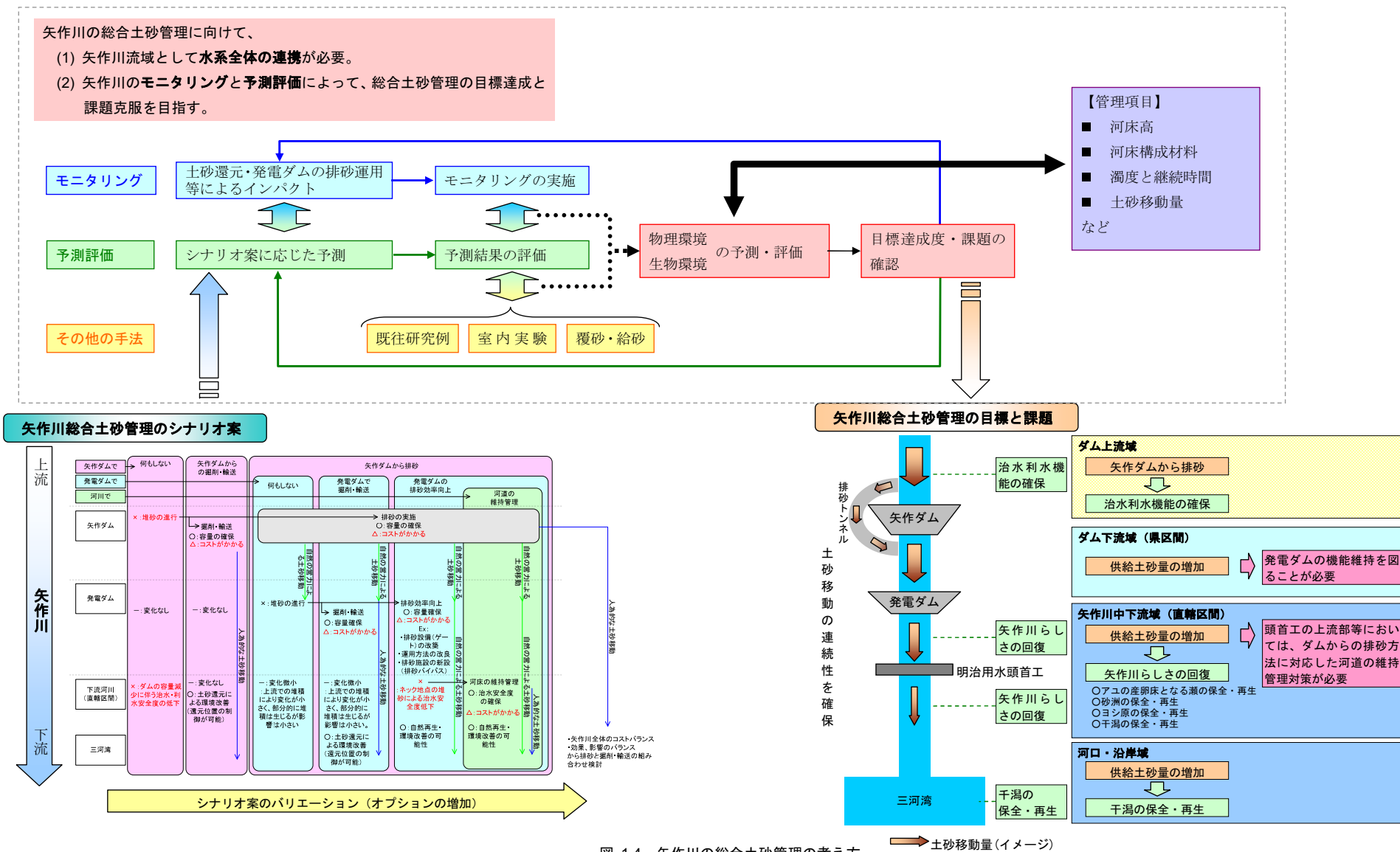


図 1.4 矢作川の総合土砂管理の考え方

矢作川流域委員会において掲げられている総合土砂管理の必要性和現状の課題を図 1.6～図 1.11 に示す。

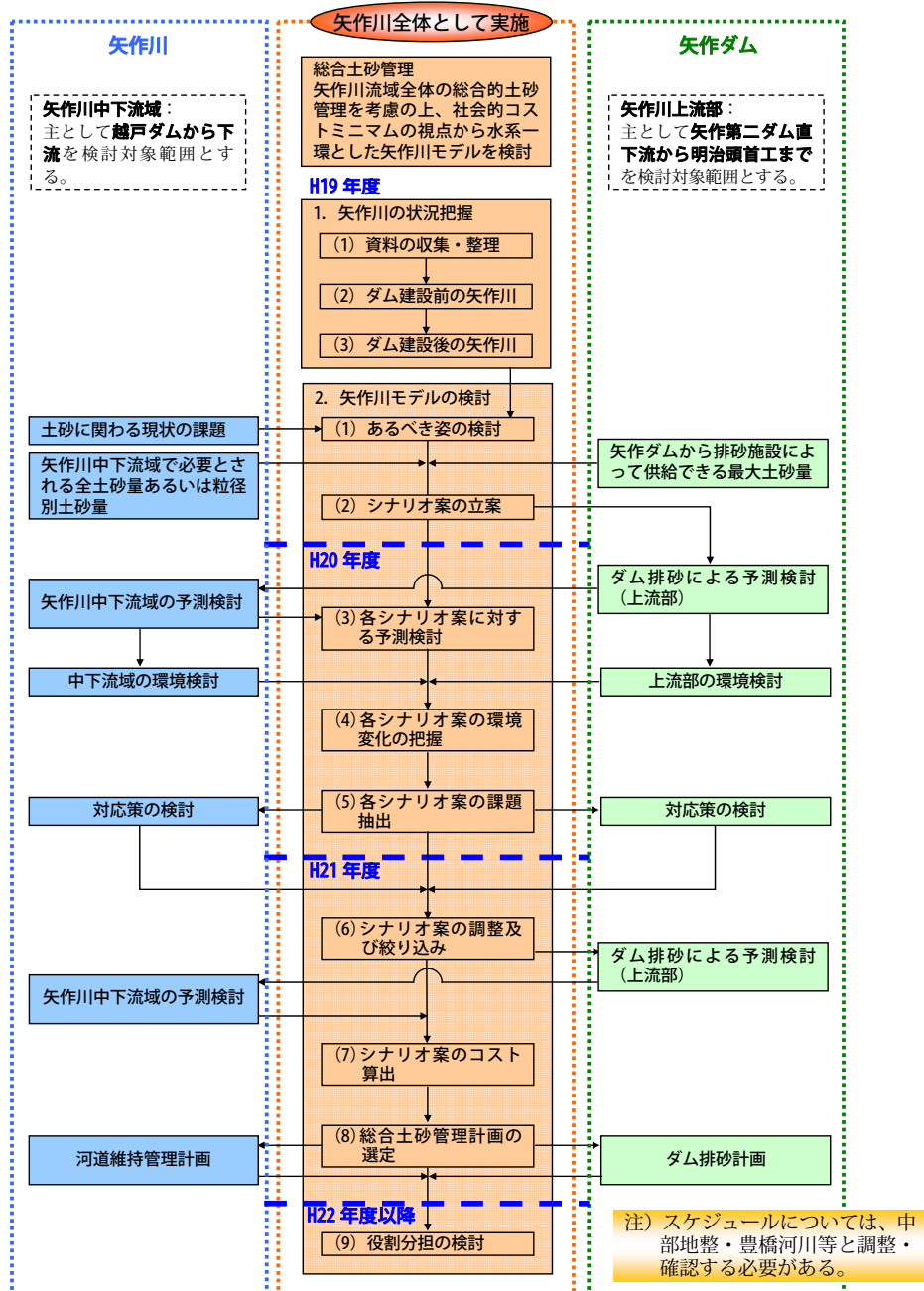


図 1.5 矢作川の総合土砂管理に向けた検討の流れ(案)

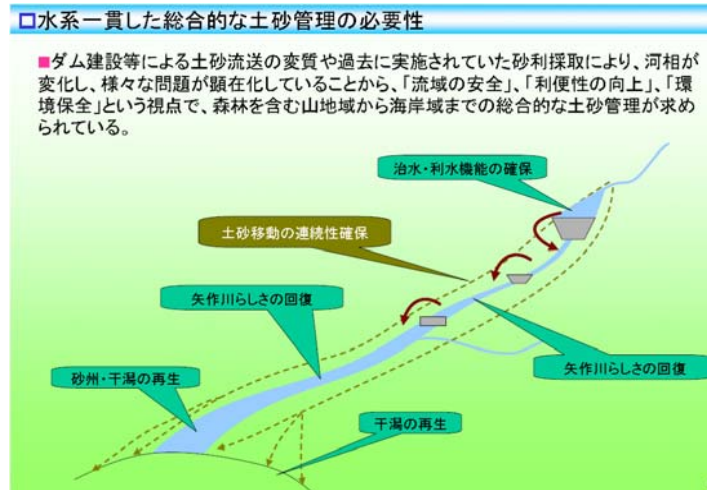


図 1.6 総合土砂管理の必要性(第8回矢作川流域委員会資料-3より)

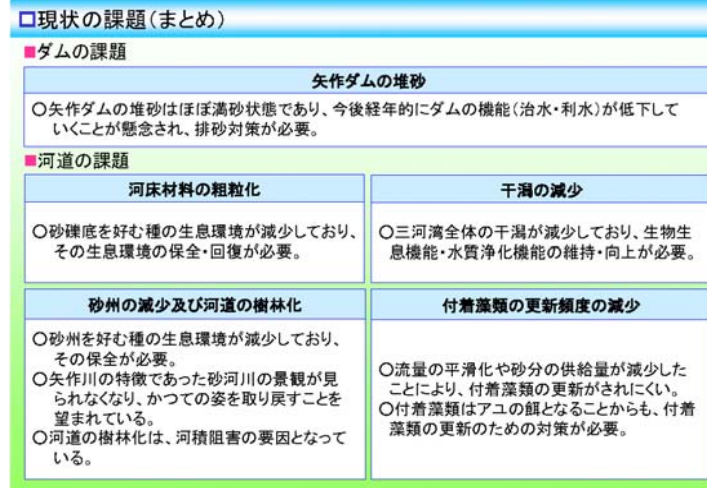
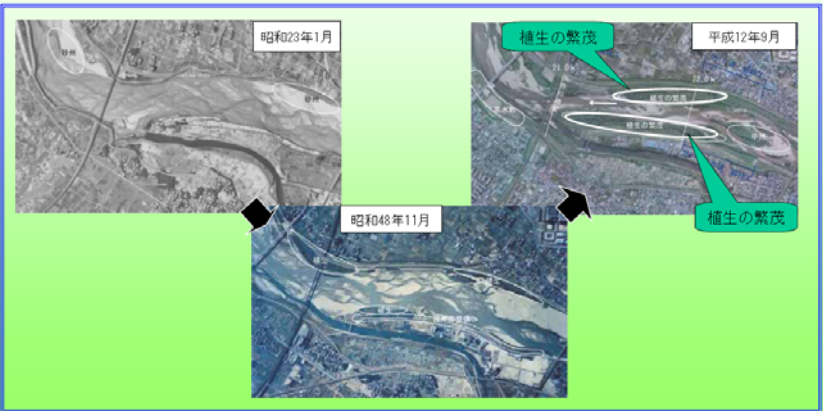


図 1.7 現状の課題(第8回矢作川流域委員会資料-3より)



■昭和40年以前は河道内の植生が少なく砂州が発達していたが、現在では滞筋が固定化され植生の繁茂が顕著となる等、河道の樹林化が進行している。

河道の砂州・植生の変遷(20.5~22.5k)

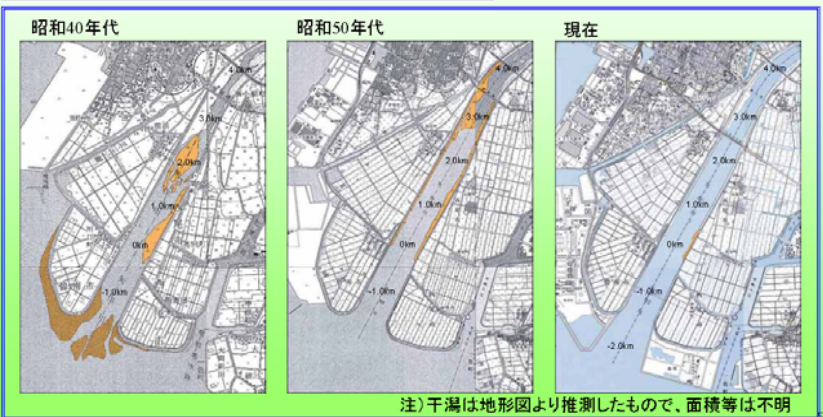


(出典：第8回矢作川流域委員会資料-3)

図 1.8 矢作川の現状の課題①砂州の減少及び河道の樹林化

■昭和30年代から40年代にかけては河口部の広い範囲に干潟が形成されていたが、現在では左岸の-0.8km~0.6kmに見られる程度にまで減少している。

河口部の変遷



(出典：第8回矢作川流域委員会資料-3)

図 1.9 矢作川の現状の課題②干潟の減少

■流域の大部分は花崗岩でマサ化しやすい脆弱な地質であり、流出土砂が多く天井川となっていたが、昭和46年の矢作ダム建設等による流下土砂の抑制や砂利採取等により昭和40年から昭和60年にかけて低水路平均河床高が2~3m低下した。その後、昭和63年の砂利採取規制により、土砂動態は概ね安定している。  
■矢作ダムにおける堆砂はダム完成後35年間で累計堆砂量約1,500万m<sup>3</sup>に及ぶ。

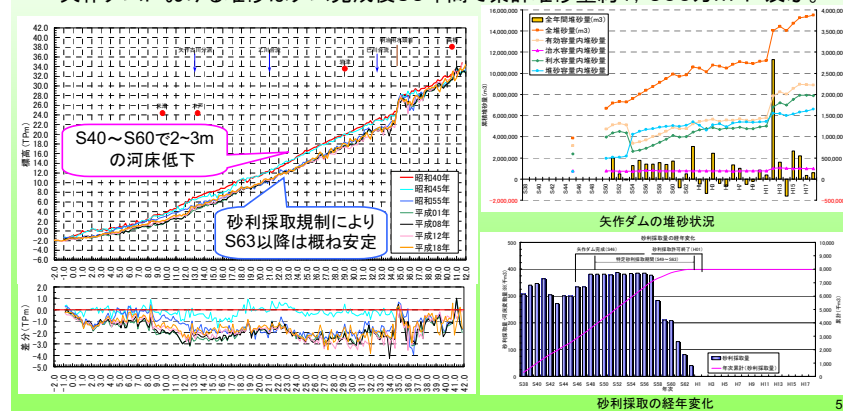
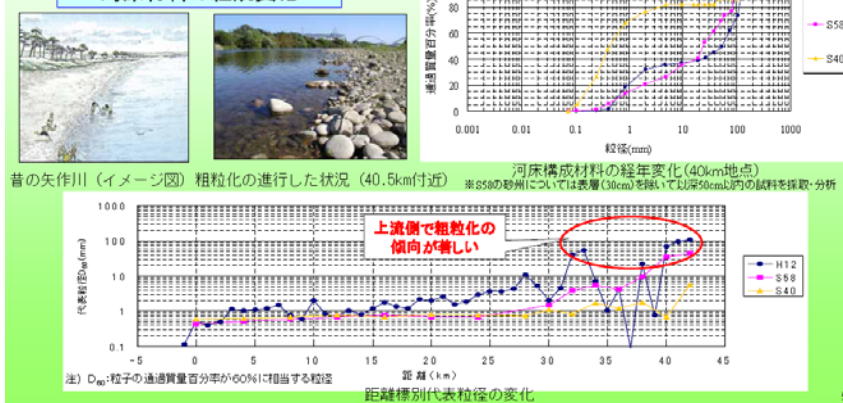


図 1.10 矢作川の現状の課題③河道の変動特性

■河床材料の粗粒化が進行し、砂礫底を好む種の生息環境が減少している。  
■砂分の供給量が減少したことに伴い、糸状緑藻(カワシオグサ)が異常繁茂したり、アユの餌となる珪藻が劣化及び枯死するなど、魚類の生息環境が悪化している。

河床材料の組成変化



(出典：第8回矢作川流域委員会資料-3)

図 1.11 矢作川の現状の課題④河床材料の粗粒化、⑤付着藻類の更新頻度の減少

矢作川の昭和40年～平成18年の河床高の変化を図1.12に示す。また、代表的な地点として昭和23年、40年、平成12年の明治用水頭首工付近の航空写真を図1.13に示す。なお、直轄区間全体の変遷については参考資料に示す。

明治用水頭首工上下流では、砂利採取などにより、昭和40年以降は河床が低下しており、航空写真からも現状（平成12年）では砂州の固定化および、砂州上の植生の樹林化が確認される。

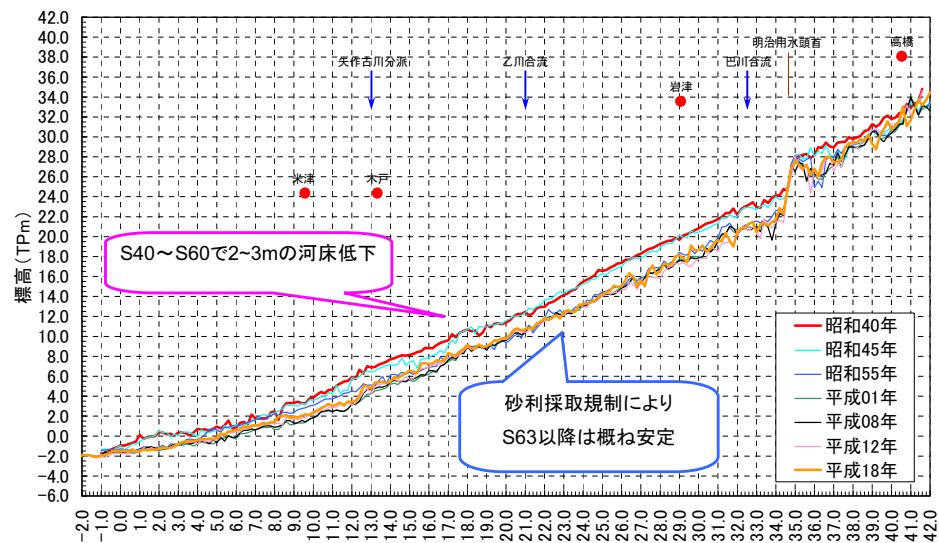


図 1.12 矢作川中下流（直轄区間）の河床高の変遷

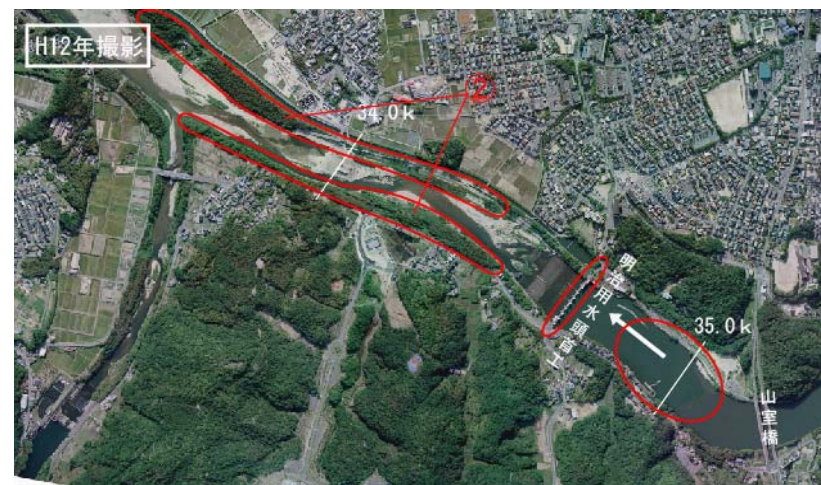


図 1.13 矢作川の変遷（33.0～35.5k 付近）



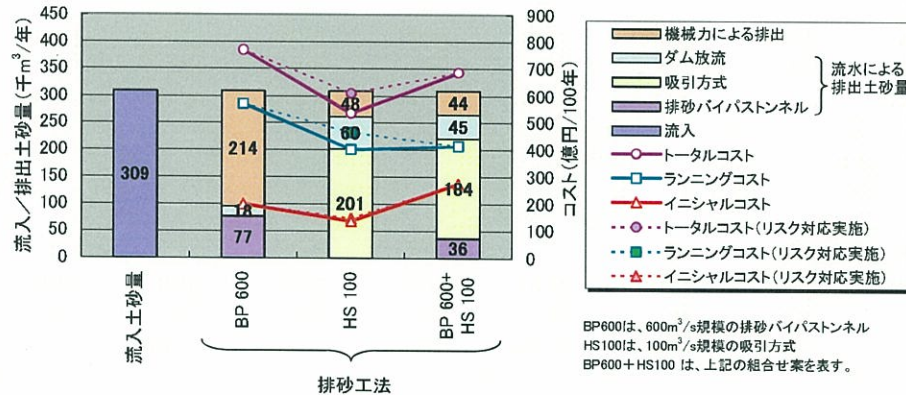
## 2. ダム堆砂対策検討

### 2.1 吸引の基本条件

#### (1) 吸引工法の妥当性

今回実施した吸引工法による排砂能力の検討、配置検討結果に基づく概算工事費算出結果、リスク対応に関する検討結果を踏まえて、吸引工法を採用することの妥当性を確認した。

吸引工法の場合、5年に1回のリスク対応の実施を考慮したとしてもバイパストンネル+吸引工法の組合せ案と同等の経済性を有していることから、吸引工法を採用することは妥当と判断する。



- 注) 「機械力による排出」は、排砂工法3案のコスト比較を行う上でのレベルを統一するために、排砂できずに貯水池内に堆積した土砂をダンプトラックで矢作第二ダム下流まで運搬する費用として、2,400円/m³を計上した。
- 注) リスク対応は、ストックヤードからの排出システムに要するイニシャルコスト及び年平均吸引排砂量相当201千m³/年の土砂移動20年分のランニングコストを考慮した。
- 注) BP、HS、BP+HSは、1/200までの確率規模別洪水に対して、排砂できない土砂を浚渫した場合に要するコスト期待値を算出し、イニシャルコスト+コスト期待値100年分の合計が最小となる規模を設定した(平成18年度検討、下図)。

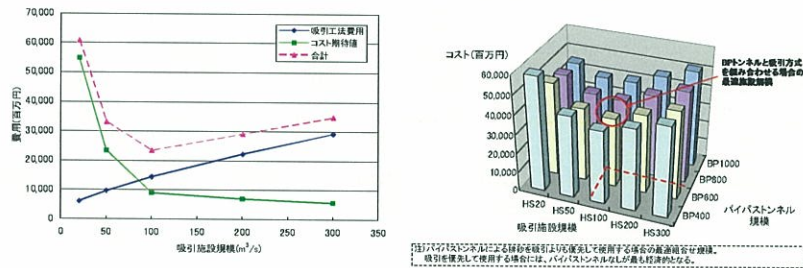


図 2.1 吸引工法の妥当性

#### (2) 吸引の基本条件

矢作ダムにおける吸引排砂条件は、下記のとおりと仮定して、検討を行う。

- 条件1: 流入量が発電放流量 94.7m³/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 (EL. 291.0 以上とする)
- 条件3: 最大吸引流量 100m³/s

#### (3) 吸引工法の詳細構造

##### 1) 吸引施設の構成

吸引排砂システムは、下記の施設で構成される。

- ① 土砂を吸い込む「吸引部」(吸引管)
- ② 土砂をパイプフローで搬送する「排出管」
- ③ 排出管の末端で流量のコントロールを行う「バルブ室」(立坑)
- ④ 排出管下端のバルブから排砂トンネルを繋ぐ「連絡トンネル」
- ⑤ 連絡トンネルから放出される水と土砂を水面がある流れで流下・バイパスさせる「排砂トンネル」
- ⑥ 排砂トンネルから河道に放流する部分で水流の勢いをやわらげる「減勢部」

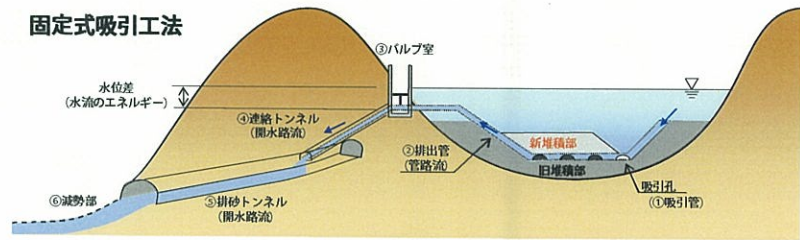


図 2.2 吸引工法の施設構成模式図





(4) 吸引工法による濃度調整方法

吸引工法による排出濃度は、条件によって異なるが、いずれの工法においても概ね体積濃度 10%程度の値が実証実験で確認されている。しかしながら、このような高濃度での排出を行った場合には、排砂トンネル内の土砂流下能力不足によるトンネル内での土砂堆積や閉塞、下流河道における環境面への悪影響などが懸念される。

一方、吸引工法によって排出される土砂に対して、吸引管内の濃度を調整することはできない。得られる水頭、排出する土砂の粒度や粘性、土砂ポケットにおける堆積状況やポケットへの到達状況など、人為的に制御できない様々な自然条件によって、吸引管内の土砂濃度・土砂量が変動するためである。

以上のことから、吸引管内の高濃度の土砂を含んだ流水に清水(貯水池の水面近い位置の濃度の低い水)を混ぜることによって、濃度を 2%程度に保つことを考えている。

濃度調整方法の概念図を図 2.3 に、コントロールできる事項とできない事項を表 2.6 に示す。

**吸引工法によって排出する土砂量はコントロールできないが、土砂濃度はコントロール可能である。**

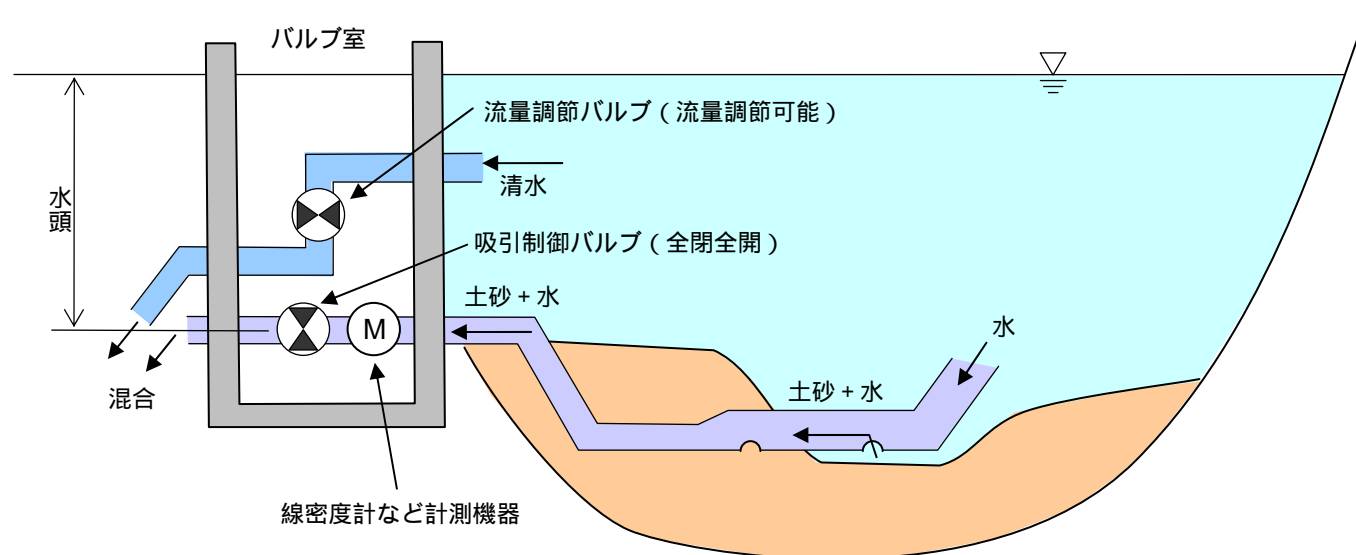


図 2.3 吸引排出時の濃度調整方法の概念図

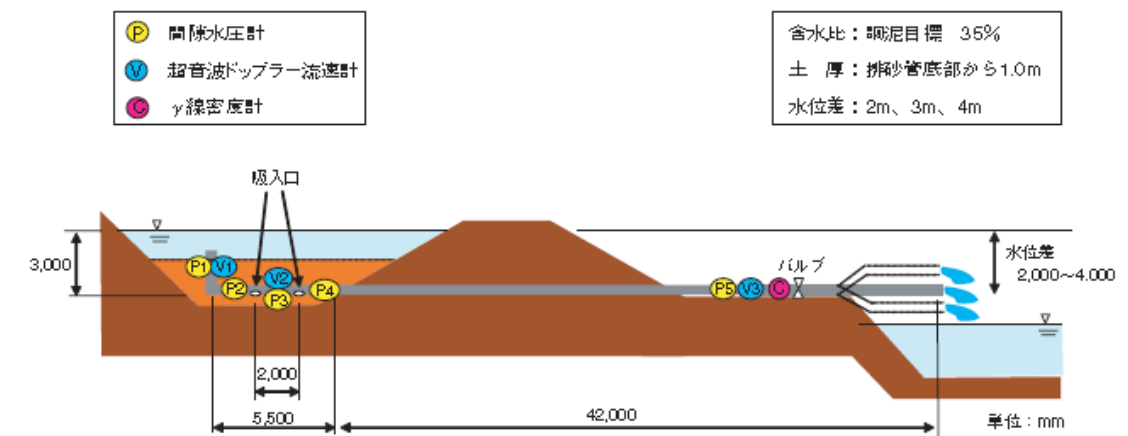
表 2.6 吸引工法によってコントロールできる事項とできない事項

項目	制御の可否	備考
吸引管内流量		吸引管内の流量及び土砂量は、全開・全閉操作となる。
吸引排出土砂量		したがって、吸引管の本数(系統数)に応じた制御は可能である。
濃度	×	
混合させる清水の流量		
混合後の濃度		濃度を制御するためには、吸引管内の土砂濃度と流量を測定して、清水の流量調整バルブを操作する。

上記の濃度調整を行うためには、吸引管内の土砂量を計測することが必要となる。土砂量は、流速及び密度の計測によってモニタリングする。

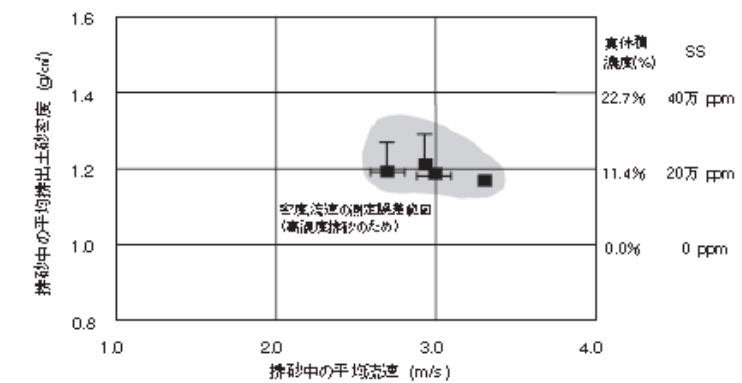
線密度計による土砂量測定の例として、美和ダムにおける MHS 実証実験の事例(出典「安田・内藤：マルチホールサクシオン排砂管工法の実証実験について、平成 16 年度ダム水源地環境技術研究所所報, H17.11, pp.38-44」)を以下に示す。この事例によれば、土砂量測定は以下のとおりである。高濃度時における計測精度の向上、砂成分が卓越する土砂に対する適用性の確認など、課題はあるが、土砂量のモニタリングによる濃度調整は可能と考える。

- 密度計データをリアルタイムで監視している。
  - 体積濃度 11% (SS 20 万 ppm) の高濃度であったため、図 2.5 のように測定誤差が認められる。
- なお、線密度計には、「表示付認証機器」の指定を受けている機器があり、その場合は主任者の選任・管理区域の設定が不要である。



(安田・内藤：マルチホールサクシオン排砂管工法の実証実験について、平成 16 年度ダム水源地環境技術研究所所報)

図 2.4 土砂排出実験の実験概要



(安田・内藤：マルチホールサクシオン排砂管工法の実証実験について、平成 16 年度ダム水源地環境技術研究所所報)

図 2.5 排砂中の平均排出土砂密度と平均流速の関係











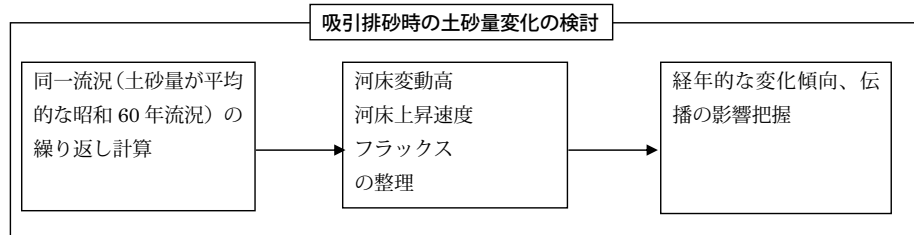
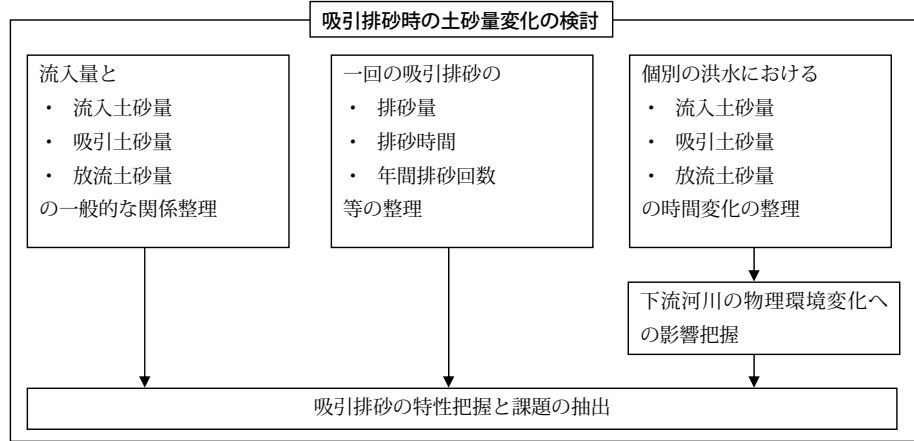




### 2.3 吸引排砂時の土砂量変化の検討

吸引排砂による年間の排砂量については、前回委員会において年平均 26.1 万 m<sup>3</sup> の排砂が可能であると予測した。ここでは、個別の洪水波形における吸引排砂時の土砂量変化、下流河川での堆積傾向について予測することで、吸引排砂における課題、改善点の抽出を行った。

また、前回委員会指摘事項である下流河川における排出土砂の伝播を予測するため、同一流況を 32 回繰り返すことで、その影響を検討した。



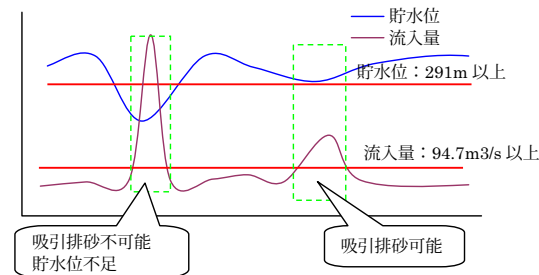
#### 2.3.1 吸引排砂の実施条件

矢作ダムにおける吸引排砂条件は、下記のとおりと仮定して、検討を行う。

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 (EL. 291.0 以上とする)

条件 3：最大吸引流量 100m<sup>3</sup>/s



#### 2.3.2 吸引排砂時の流量と土砂量の関係

矢作ダムの吸引排砂を想定した場合の「流入土砂量」、「放流土砂量」、「吸引土砂量」と「流入量」の関係整理した。これを図 2.15 に示す。ここでは、平成元年～平成 15 年の予測結果を用いて整理した。

- ・ 吸引土砂量は、土砂ポケットに土砂がある場合とない場合で流量との傾向が異なるが、最大でも 7200m<sup>3</sup>/h である。(100m<sup>3</sup>/s × 2% × 3600s = 7200 m<sup>3</sup>/h)
- ・ 流入量 500m<sup>3</sup>/s 以下では、河川を流れる土砂量 (ダム流入土砂量) に対して、過剰に放流することとなる。
- ・ この場合には掃流力を上回る土砂量が放流されることになり、放流先に堆積するなどの問題が生じる可能性がある。
- ・ 一方で、流入土砂量と同程度の土砂量を排出するためには、流入量 500m<sup>3</sup>/s 以上の流量の時に効率的に排砂することが必要となる。(流量が大きいときには排砂量よりも流入土砂量が大きく堆積傾向となる)
- ・ 以上から今後の吸引排砂のコントロールの方向性として、次のことが考えられる
  - 流入量が 500m<sup>3</sup>/s 以上の洪水時には場合によってはできるだけ多く排砂する
  - 流入量が 500m<sup>3</sup>/s を上回ると予想される洪水の立ち上がり時はできるだけ多く排砂する
  - 流入量が 500m<sup>3</sup>/s 以下の洪水低減時は吸引土砂量を少なくする

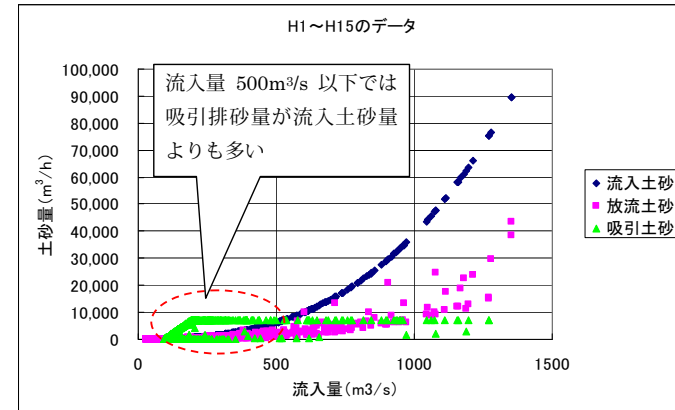


図 2.15 流量と土砂量の関係

矢作ダムの吸引排砂を想定した場合の「流入土砂量」、「放流土砂量」、「吸引土砂量」のうち、「砂成分(0.106mm~2mm)」と「流入量」の関係を整理した。これを図 2.16 に示す。ここでは、平成元年~平成15年の結果を用いて整理した。流入、放流、吸引および放流+吸引土砂の平均的粒度分布(予測期間100年の平均)を図 2.17 に示す。

- ・ 吸引土砂量は、土砂ポケットに土砂がある場合とない場合で流量との傾向が異なるが、ポケットに堆積するのはほとんどが砂であり、吸引土砂はほとんどが砂成分であることがわかる(全土砂量とほぼ同じ)
- ・ 放流土砂は全てウォッシュロード成分であり、砂はない

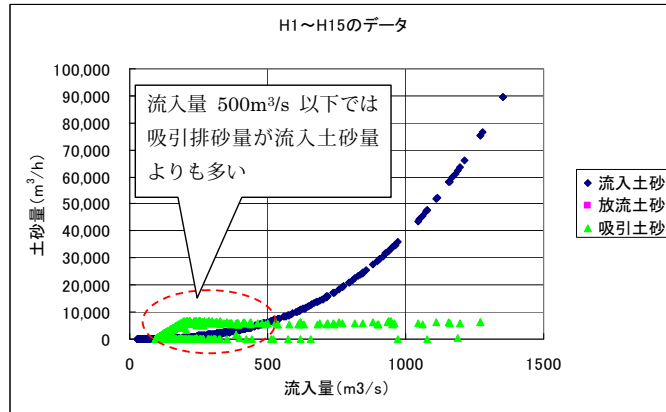


図 2.16 流量と土砂量(砂成分)の関係

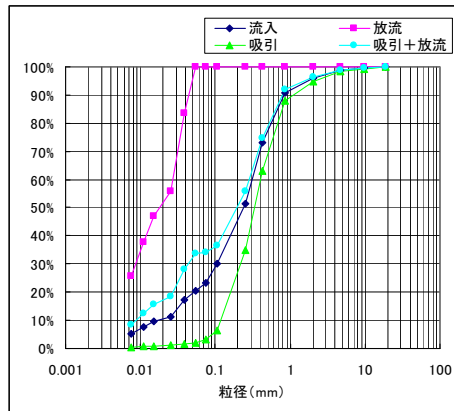


図 2.17 流入、放流、吸引土砂の粒度分布(予測結果による)

### <流量・土砂量・SSの定義>

- ・ 流入地点の流量はダムの実績運用とし、土砂量は粒径別  $Q \sim QS$  関係から与える
- ・ 吸引の流量は吸引条件に基づき設定する。土砂量はシミュレーション結果による。吸引 SS は、排砂トンネルを流れる水の SS 濃度を想定する
- ・ 放流地点は、ダムから直接放流されるものを想定しており、流量は、流入量から吸引量を引いたもの、土砂量はシミュレーション結果による。
- ・ 全排出は、ダム放流と吸引されたものが混合したものとする。

	流量 (Q)	土砂量 (QS)	SS (SS)
流入 (in)	$Q_{in}$ 実績値	$QS_{in}$ : $Q \cdot QS$ 式により設定	$SS_{in} = QS_{in} \times \text{比重} / Q_{in}$
放流 (out)	$Q_{out} = Q_{in} - \text{吸引土砂量}$	$QS_{out}$ : シミュレーションにより算出	$SS_{out} = QS_{out} \times \text{比重} / Q_{out}$
吸引 (suc)	$Q_{suc}$ : 条件に応じて設定	$QS_{su}$ : シミュレーションにより算出	$SS_{suc} = QS_{suc} \times \text{比重} / Q_{out}$
全排出 (o+s)	$Q_{o+s} = Q_{out} + Q_{suc} = Q_{in}$	$QS_{o+s} = QS_{out} + QS_{suc}$	$SS_{o+s} = (QS_{out} + QS_{suc}) \times \text{比重} / Q_{o+s}$

※SS算出においては、土砂量をウォッシュロード(粒径0.106mm以下)の土砂を対象とする。

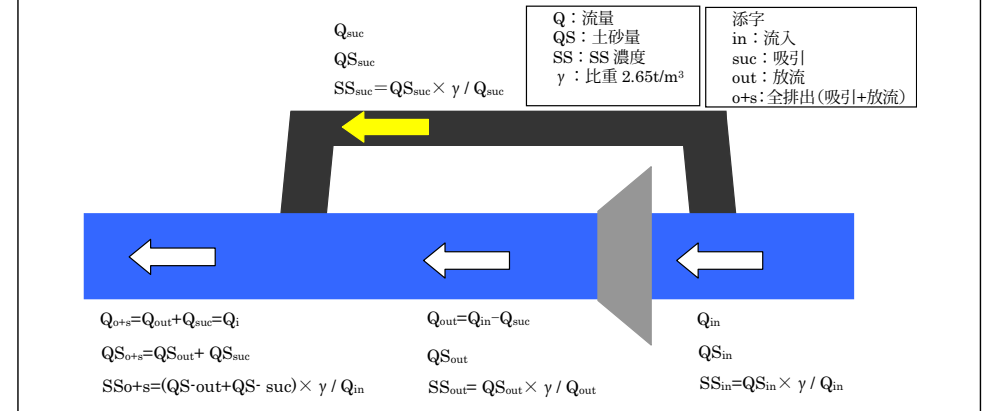


図 2.18 各場所の流量・土砂量・SSの説明

### 2.3.3 吸引排砂時の流量と SS の関係

矢作ダム吸引排砂を想定した場合の濁質分の放流について「流入 WL 量」、「放流 WL 量」、「吸引 WL 量」と「流入量」の関係を整理した。これを図 2.19 に示す。ここでは、平成元年～平成 15 年の結果を用いて整理した。

さらに、濁質濃度として、「流入 SS」、「放流 SS」、「吸引 SS」と流量の関係を整理した。これを図 2.20 に示す。また、「流入 SS」、「放流 SS」、「全排出 SS（放流 SS+吸引 SS）」と流量の関係を図 2.21 に示す。なお、SS はウォッシュロード（0.106mm 以下）の量を濃度換算した。（土砂の比重は 2.65g/cm<sup>3</sup> と仮定）

- ・ 吸引に含まれる WL 土砂量は放流 WL 土砂量より少なく、最大で 2000m<sup>3</sup>/h 程度である（図 2.19）
- ・ これは堆積土砂を吸引するためほとんどが砂成分のためである
- ・ ただし、吸引流量は最大でも 100m<sup>3</sup>/s であり、特に流量が小さい場合には SS 濃度が高くなる（図 2.20）
- ・ ダムから放流される SS は、流入 SS と同程度であり、ウォッシュロードの多くはそのまま放流されると考えられる
- ・ 放流 SS と全排出 SS（放流 SS+吸引 SS）はほぼ同程度であり、吸引土砂量の寄与量は少ない（図 2.21）
- ・ 以上から今後の吸引排砂のコントロールの方向性として、次のことが考えられる
  - 吸引排砂により濁りが急激に高くなることは考えにくい
  - 吸引排砂自体は濁りに対して大きな影響とならないものの、排砂後の土砂が排砂地点に堆積した場合、小出水時に少しずつ流出する状況となれば、濁りが増加する可能性が考えられる

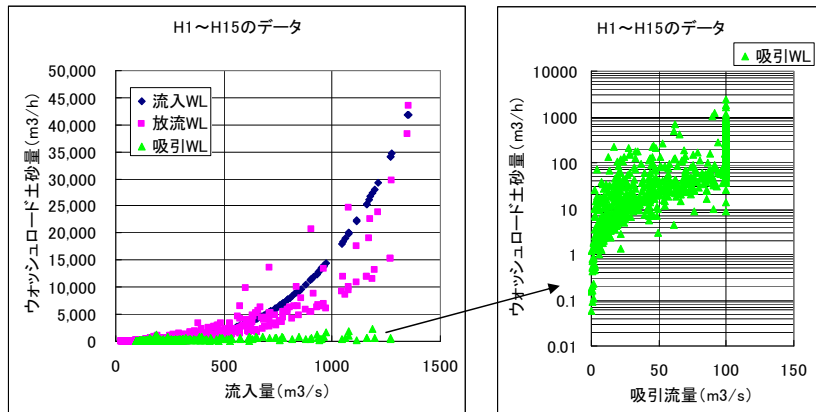


図 2.19 流入量とウォッシュロード土砂量の関係

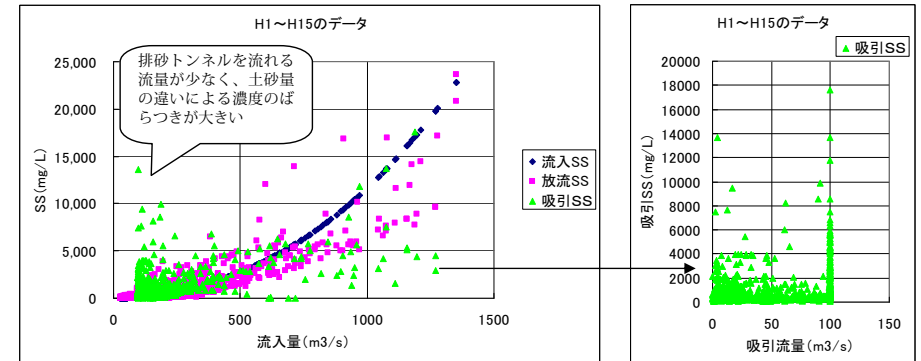


図 2.20 流入量と SS の関係

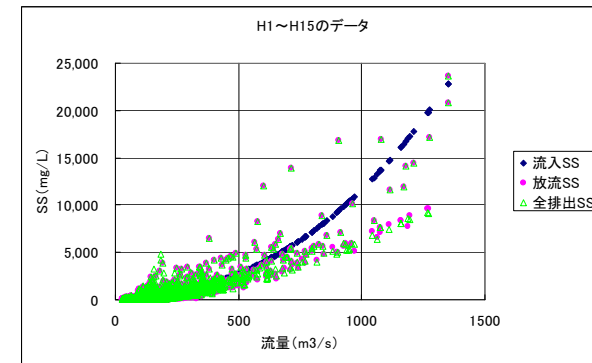


図 2.21 流量と SS の関係

ダム流入 WL 量は、ダム堆積土砂量をもとに、捕捉率を考慮して設定し、堆砂高さや堆積土の粒度分布を検証している。このため、流入および放流 SS 濃度の再現性については検証を行っていない。このためここでは、吸引による相対的な SS 濃度の変化を評価している。

また、本検討に用いている貯水池堆砂計算においては、流砂の非平衡性を考慮していない。このため、特に洪水低減時の WL 成分の挙動の再現性については精度が低い（過小評価している）可能性がある。また、矢作ダムにおいては、濁水対策として、分画フェンスの設置や、選択取水設備の運用を行っており、正確に SS を表現するためには、密度流、取水位置など二次元性も考慮する必要があると考えられる。

このため、今後、評価の精度に応じて、貯水池の SS 予測の精度向上を図るものとする。

### 2.3.4 洪水期間中の吸引土砂量の変化

#### (1) 吸引排砂の特性整理

個別の洪水のハイドロの中で、吸引がどのように行われているかを確認するため、近年の洪水のうち代表的なものを抽出して整理する。

年間の流入土砂量、全排出土砂量（吸引+放流）を図 2.22 に示す。吸引土砂量は流況と貯水位の状況から決定され、年によっては流入土砂量よりも多く排出する場合もある。（例 S48、S51~56 など）

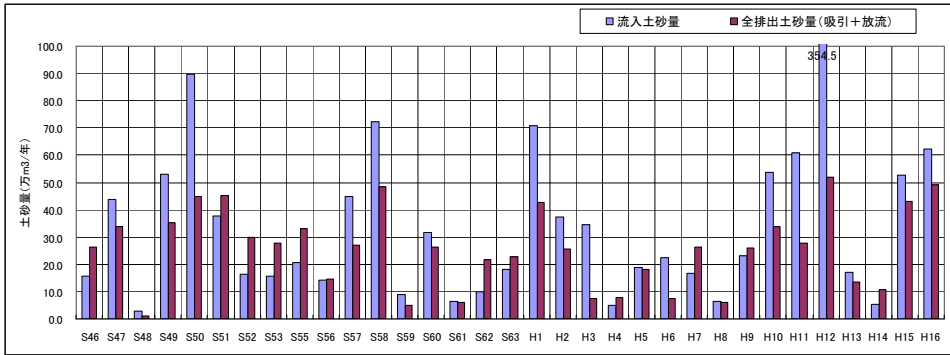


図 2.22 流入土砂量と全排出土砂量（吸引+放流）

各年の洪水波形の中での吸引状況を把握するため、参考として、平成元年の流入土砂量、吸引土砂量、放流土砂量とダム流入量貯水位の時系列変化を図 2.23 に示す。吸引は年に数回されている状況であり、比較的小さな洪水においても吸引が実施される可能性があることがわかる。

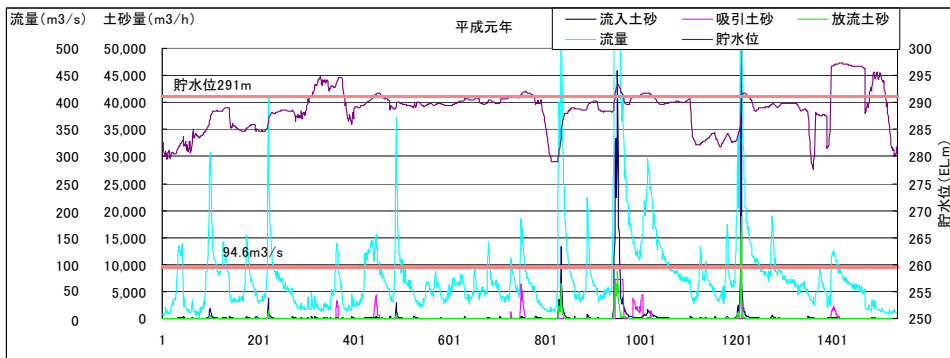


図 2.23 流入土砂量・吸引土砂量・放流土砂量と流入量の時系列変化（平成元年）

シミュレーションにより吸引を実施した結果について、連続した吸引を一回とカウントし、次の項目について整理した。なお、少量の吸引を行う場合があり、一回の吸引量が 100m³/hr 以下の吸引は棄却して整理した。

#### <1回の吸引あたりの吸引土砂量の頻度>

吸引土砂量の頻度分布を図 2.24 に示す。

一回当たりの吸引土砂量をみると、5,000m³以下が多く約 50%となる。平均では、2.6 万 m³となる。最も吸引土砂量が多いのは、平成 10 年洪水で、46 時間で 23 万 m³の土砂量を吸引排砂している。

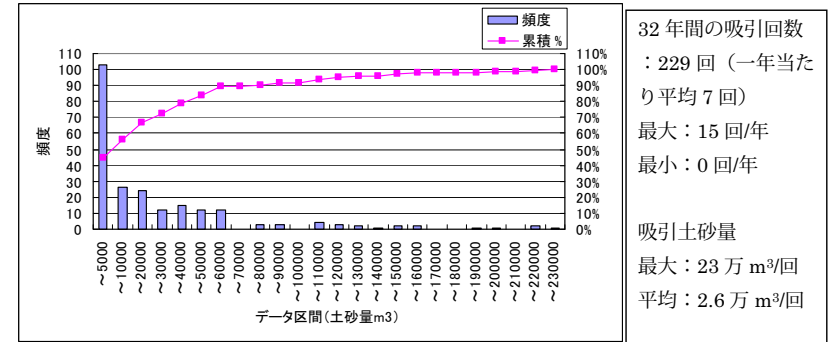


図 2.24 一回の吸引あたりの吸引土砂量の頻度分布

#### <1回の吸引あたりの吸引時間の頻度>

吸引時間の頻度分布を図 2.25 に示す。

一回当たりの吸引時間をみると、1 日以内が約 90%を占め、最大で 67 時間、平均では 11 時間となる。

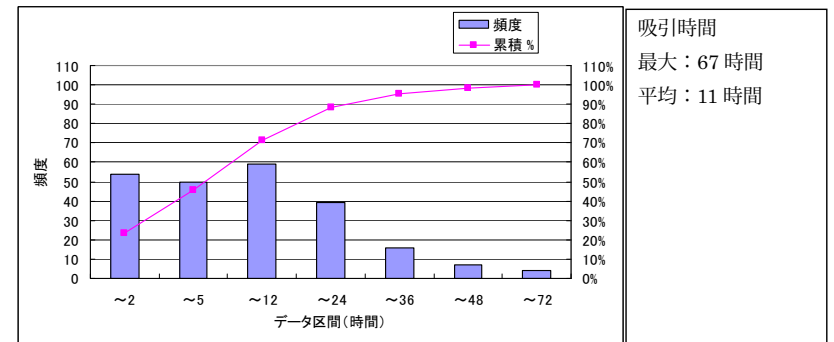


図 2.25 一回の吸引あたりの吸引時間の頻度分布



## (2) 代表波形の抽出

平成元年から5年の流入土砂量、吸引土砂量、放流土砂量とダム流入量の時系列変化を図 2.23 に示す。個別の洪水についてみれば、以下のことが言える。

- ・ 比較的小規模の出水での吸引頻度が高い
- ・ 大規模出水でも貯水位の関係から吸引排砂出来ない場合がある（平成3年など）

以下の観点から対象洪水を抽出した。これを図 2.26 に赤枠で示す。

- ①洪水規模が大きく、かつ吸引土砂量が多い場合  
：平成元年（ピーク流量約 1000m<sup>3</sup>/s、吸引土砂量 13 万 m<sup>3</sup>、吸引時間 18 時間）
- ②吸引土砂量が多いが、洪水規模が小さく河川への影響が大きいと考えられる場合  
：平成2年（ピーク流量約 250m<sup>3</sup>/s、吸引土砂量 12 万 m<sup>3</sup>、吸引時間 23 時間）
- ③平均的な吸引ケースと考えられる場合  
：平成4年（ピーク流量約 180m<sup>3</sup>/s、吸引土砂量 2.8 万 m<sup>3</sup>、吸引時間 13 時間）

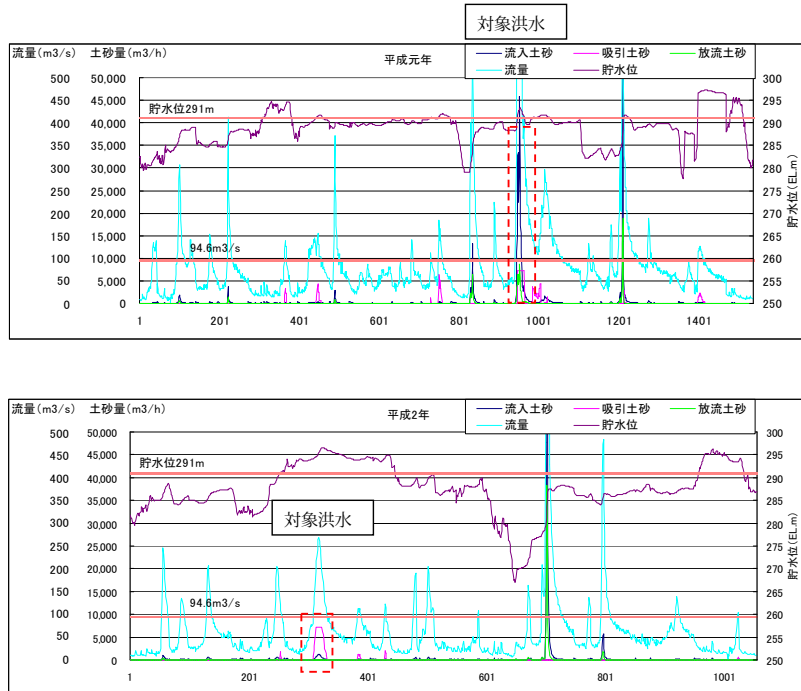


図 2.26(1) 流入土砂量・吸引土砂量・放流土砂量と流入量の時系列変化

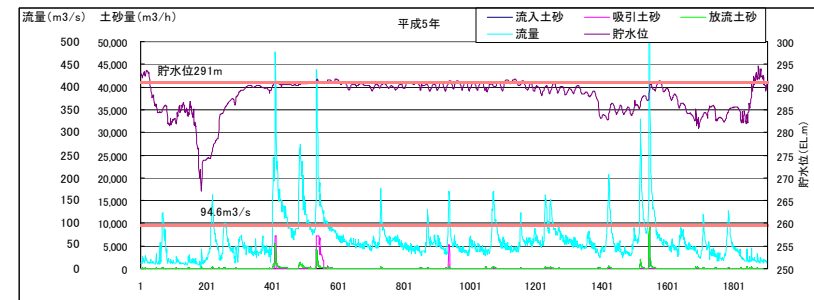
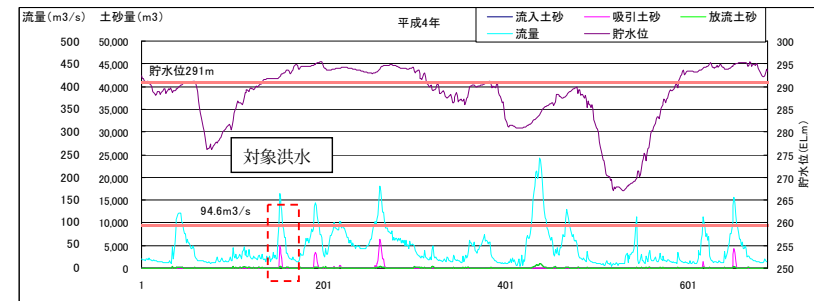
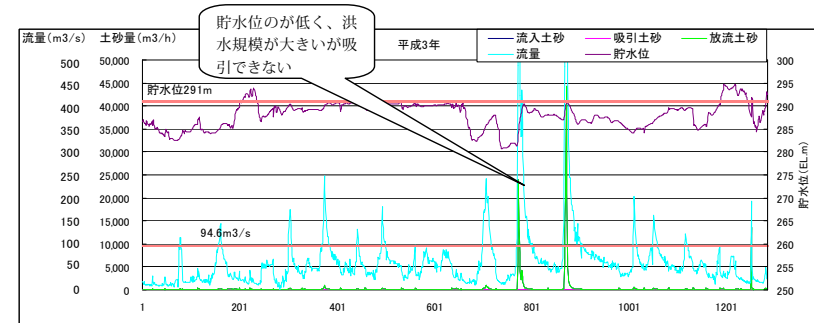


図 2.26 (2) 流入土砂量・吸引土砂量・放流土砂量と流入量の時系列変化

(3) 平成元年の洪水時の土砂量、SS（洪水規模が大きく、かつ吸引土砂量が多い場合）

洪水規模が大きい洪水における流入、放流、吸引量の時間変化を図 2.27 に、土砂量の時間変化を図 2.28、砂分の時間変化を図 2.29 に示す。また、土砂量のうちウオッシュロード成分（0.1mm 以下）に着目しこれと、濃度換算した SS の時間変化について図 2.31 に示す。なお、SS 換算においては土砂比重を 2.65t/m<sup>3</sup> と仮定した。

<流量の変化>

対象とした洪水は、ピーク流量で 1000m<sup>3</sup>/s 程度と比較的規模が大きな洪水ではあるが、洪水の立ち上がり時には貯水位が低く、また、ピーク後に貯水位を下げていることから、吸引可能な期間が貯水位により規定されている。

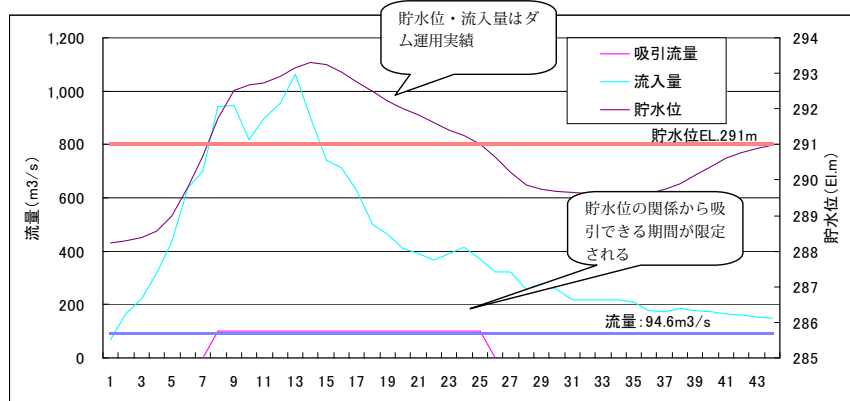


図 2.27 平成元年洪水の貯水位・流量変化

<土砂量の変化>

洪水ピーク前後では、放流土砂量、吸引土砂量とも流入土砂量以下であり、矢作ダム建設前には流れていたと考えられる土砂量に対しては少ない。

一方、洪水流量が 500m<sup>3</sup>/s 程度を下回ると、流入土砂量より吸引土砂量が多くなる。この期間は掃流力も小さくなることから、過剰に土砂を吸引排砂すると、排砂地点付近で堆積する可能性が考えられる。

特に砂分（04mm～2mm）で見れば、流入土砂には WL 成分が含まれるためその量は相対的に少なくなるが、吸引土砂には WL 成分が少ないことからほとんどが砂分であることがわかる。

河床変動に影響を与えるのは砂～礫であり、流量低減時の砂分の過剰供給されていることがわかる。

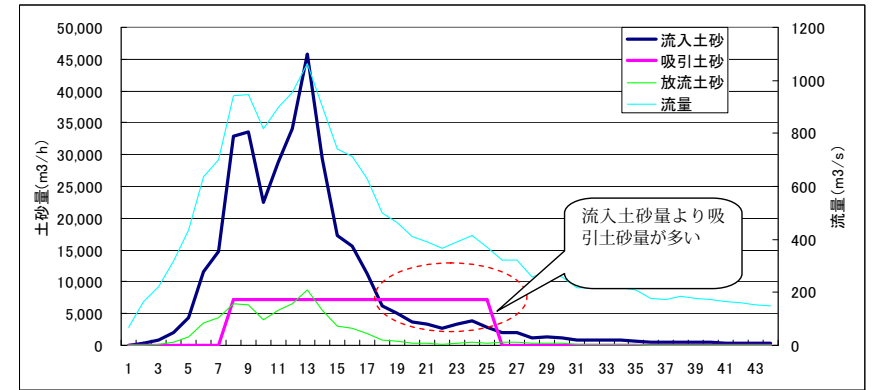


図 2.28 平成元年の洪水時の土砂量変化

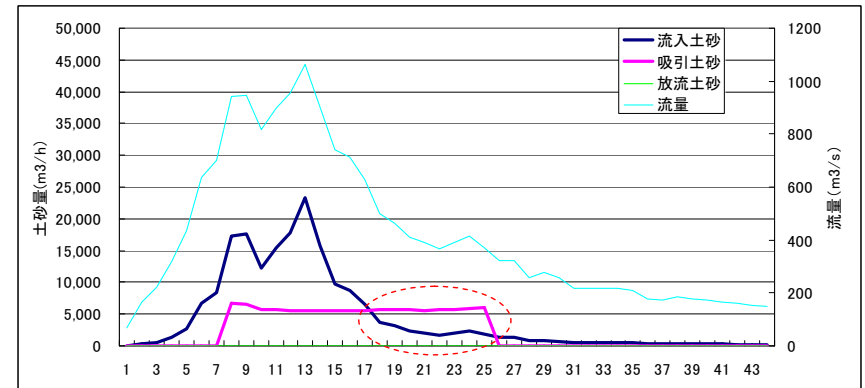


図 2.29 平成元年の洪水時の土砂量（砂分）変化

<SS 濃度の変化>

規模の大きな洪水では、吸引土砂量のうちの WL は相対的に量が少ない。  
 洪水の立ち上がりでは流入 SS と同程度の放流 SS となるが、ピーク付近では流入 SS が卓越する。  
 吸引土砂は、吸引管を流れているときの SS 濃度として算出しており、流量低減時には流入 SS よりも高い濃度で放流すると考えられる。  
 ただし、吸引 SS は、土砂量としては貯水池堆積土砂がメインであり WL 量としては少ない。このため、吸引と放流をあわせた SS 濃度は流入 SS よりも低い。  
 このため、このような洪水波形では、吸引により洪水後期に下流河川への土砂供給量が多くなるが、SS 濃度で見れば、ダムに流入するものと同程度の放流であると考えられる。

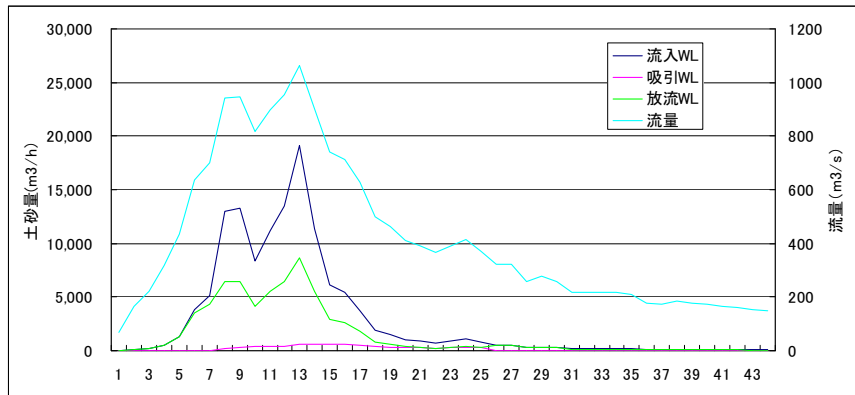


図 2.30 平成元年の洪水時の WL 量変化

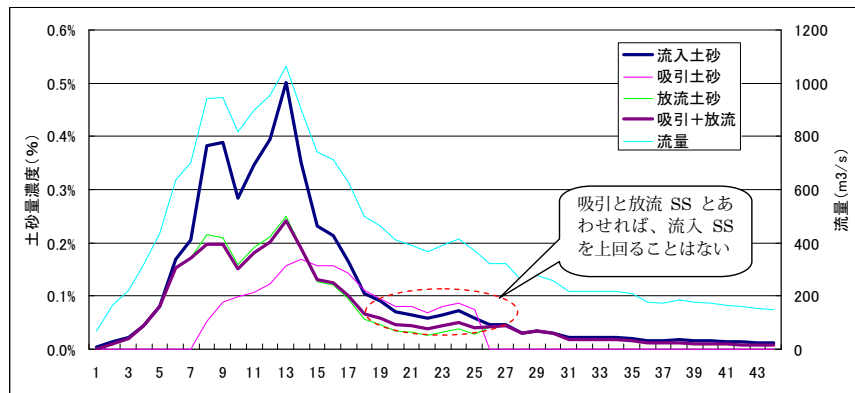


図 2.31 平成元年の洪水時の SS 濃度変化

(4) 平成 2 年の洪水時の土砂量、SS (吸引土砂量が多いが、洪水規模が小さく河川への影響が大きいと考えられる場合)

洪水規模が小さい 250m³/s 程度の洪水における流入、放流、吸引土砂量の時間変化を図 2.33、砂分の時間変化を図 2.34 に示す。また、SS の時間変化について図 2.36 に示す。なお、SS 換算においては、土砂比重を 2.65t/m³ と仮定した。

<流量の変化>

平成 2 年の洪水は貯水位が十分高いことから、流量により吸引が規定されている。ピーク流量は約 270m³/s であり、11 時間最大吸引 (吸引流量 100m³/s) が可能となっている。

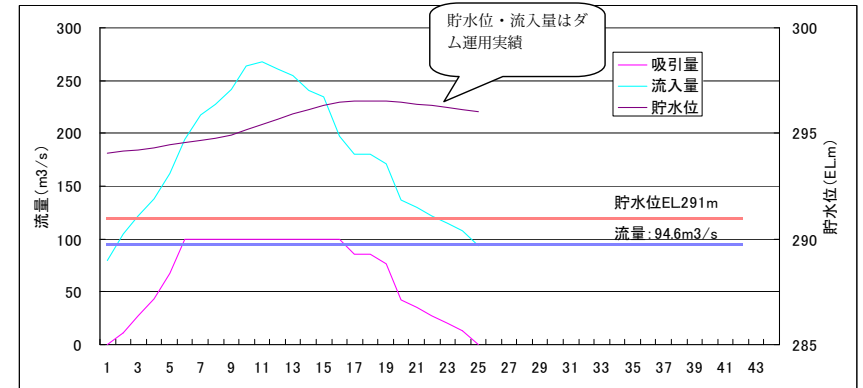


図 2.32 平成 2 年の洪水時の流量変化

### <土砂量の変化>

条件を満たせば、200m<sup>3</sup>/s 以上となる期間では 7200m<sup>3</sup>/h の土砂が吸引排砂できる。このため、小規模出水では、流入土砂量に比べて吸引土砂量が非常に多くなる。

このような場合は、矢作ダム建設前であれば流れていたと考えられる土砂量よりも過剰な土砂を供給することから、排砂地点付近に堆積するなどの影響が考えられる。

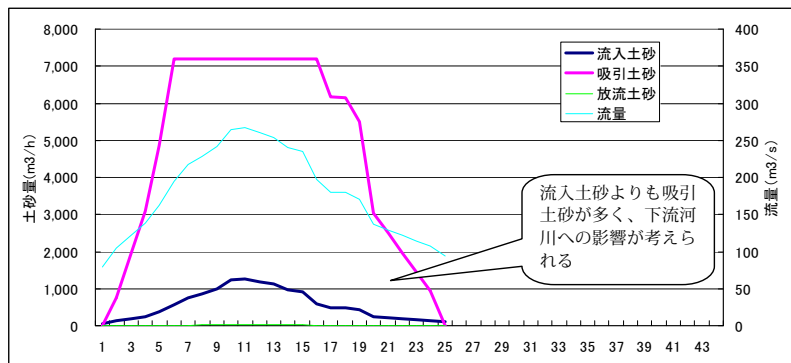


図 2.33 平成 2 年の洪水時の土砂量変化

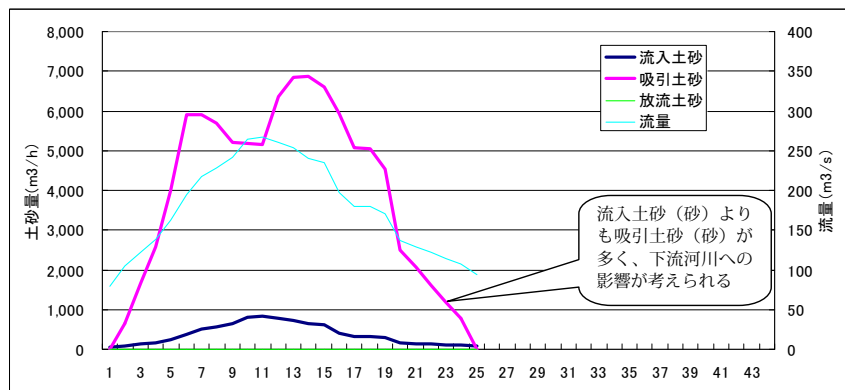


図 2.34 平成 2 年の洪水時の土砂量（砂分）変化

### <SS 濃度の変化>

小規模出水では流入 WL に比べ放流 WL は小さい。一方、吸引土砂量は一定量が確保されるため、吸引土砂の WL 量は相対的に大きくなる。ただし、流入 WL に比べれば量は少ない。

SS 濃度の変化については、吸引 SS は、吸引管を流れているときの SS 濃度として算出しており、吸引流量が少ないときには濃度が高くなる。

ただし、吸引土砂の WL 量は少ないため、放流と吸引をあわせた SS は、流入 SS よりも低くなる。

このため、このような洪水波形でも、現状（吸引なし）に対して濃度が上昇することが考えられるが、ダム流入 SS より高くなることはないと考えられる。

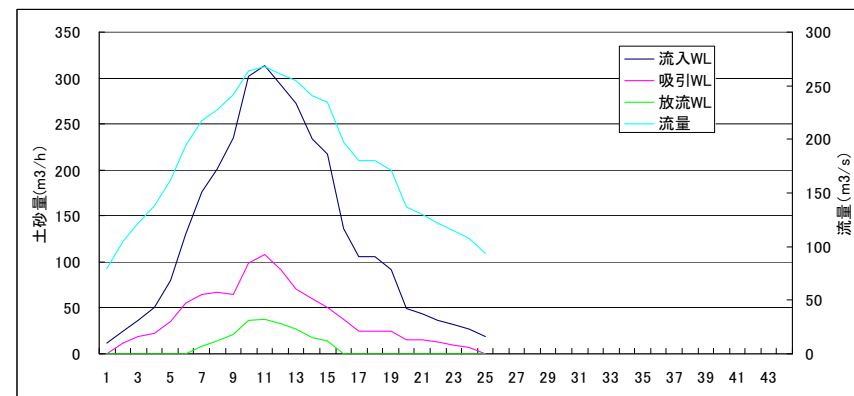


図 2.35 平成 2 年の洪水時の WL 量変化

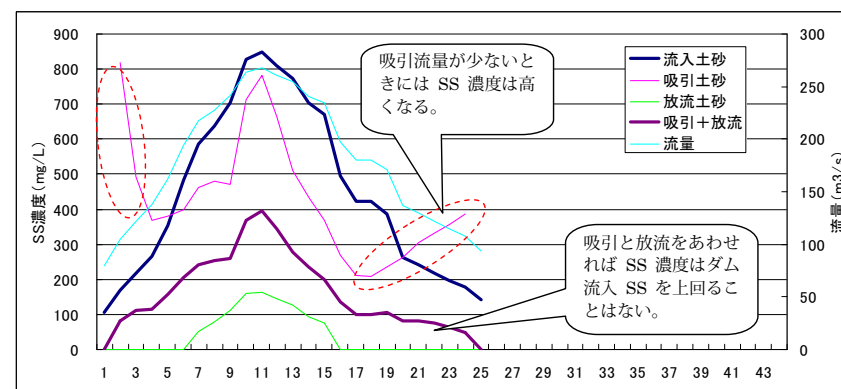


図 2.36 平成 2 年の洪水時の SS 濃度変化

(5) 平成4年の洪水時の土砂量、SS（平均的な吸引ケースと考えられる場合）

洪水規模が小さい 200m<sup>3</sup>/s 以下の洪水における流入、放流、吸引土砂量の時間変化を図 2.38、砂分の時間変化を図 2.39 に示す。また、SS の時間変化について図 2.41 に示す。なお、SS 換算においては、土砂比重を 2.65t/m<sup>3</sup> と仮定した。

<流量の変化>

平成4年の洪水は貯水位が十分高いことから、流量により吸引が規定されている。ピーク流量は約 180m<sup>3</sup>/s であり、最大吸引（吸引流量 100m<sup>3</sup>/s）には至らない。

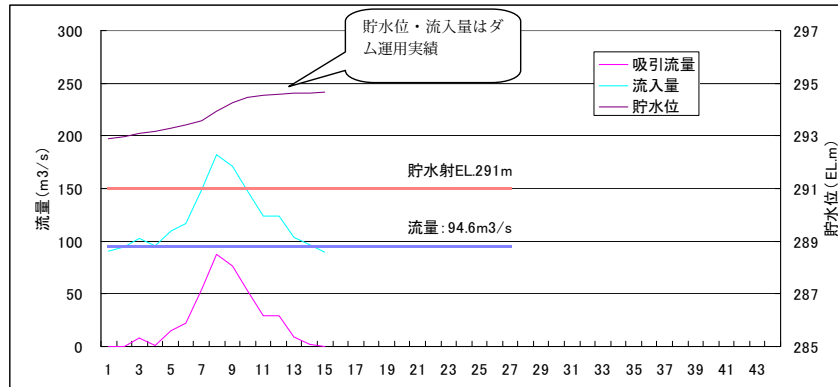


図 2.37 平成4年の洪水時の流量変化

<土砂量の変化>

200m<sup>3</sup>/s 以下の小規模出水では、流入土砂量に比べて吸引土砂量が非常に多くなる。

このような場合では、矢作ダム建設前であれば流れていたと考えられる土砂量よりも過剰な土砂を供給することから、排砂地点付近に堆積するなどの影響が考えられる。

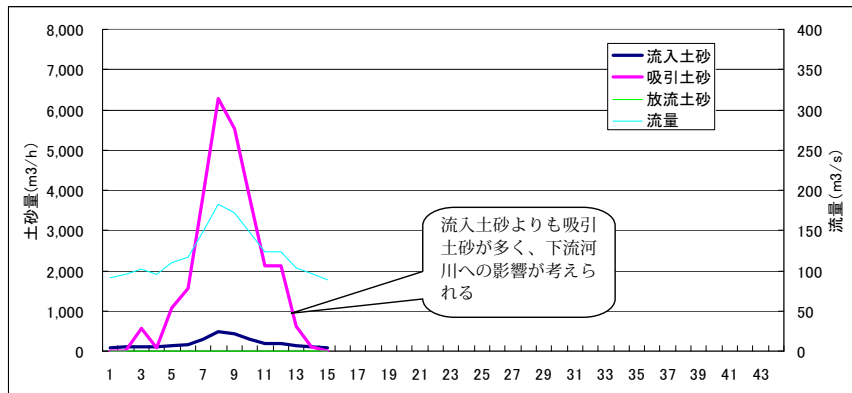


図 2.38 平成4年の洪水時の土砂量変化

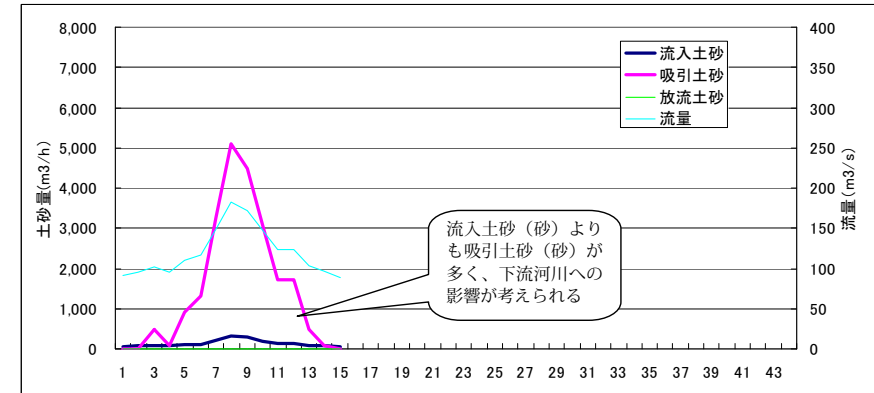


図 2.39 平成4年の洪水時の土砂量（砂分）変化

### <SS 濃度の変化>

小規模出水では流入 WL に比べ放流 WL は小さい。一方、吸引土砂量は一定量が確保されるため、吸引土砂の WL 量は相対的に大きくなる。ただし、流入 WL に比べれば量は少ない。

吸引土砂は、吸引管を流れているときの SS 濃度として算出しており、吸引流量が少ないときには濃度が高くなる。

ただし、吸引土砂の WL 量は少ないため、放流と吸引をあわせた SS は、流入 SS よりも低くなる。

このため、このような洪水波形でも、現状（吸引なし）に対して濃度が上昇することが考えられるが、ダム流入 SS より高くなることはないと考えられる。

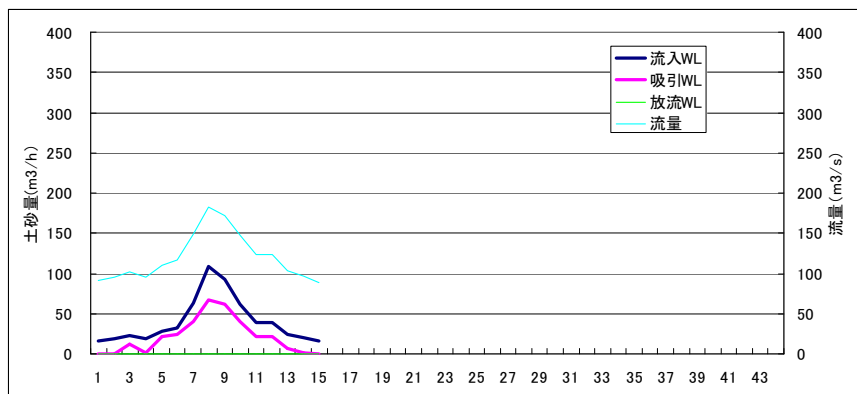


図 2.40 平成 4 年の洪水時の SS 濃度変化

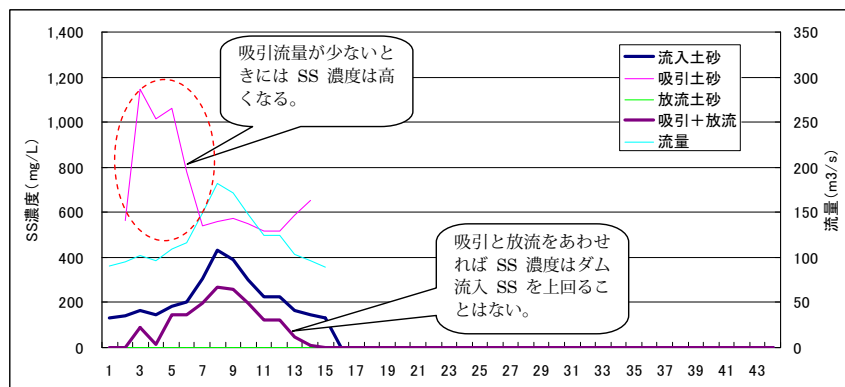


図 2.41 平成 4 年の洪水時の SS 濃度変化

## 2.4 下流河道における物理環境の予測

### 2.4.1 イベント（洪水ハイドロ）による影響検討

1つの出水における排出土砂による下流河道への影響を検討するため、代表的なイベント（出水）を選定し、河床変動計算を実施した。

以下に検討条件と検討手法を整理する。

表 2.11 検討条件一覧表

項目	条件
検討期間	代表的な 3 洪水（イベント） ①流入土砂量に対して、吸引土砂量が少なく、貯水池に堆積傾向となる洪水：平成元年 ②流入土砂量に対して、吸引土砂量が多く、貯水池から排出傾向となる洪水：平成 2 年、4 年 ※ 本検討ではイベントでの影響のみを検討しているが、イベント前に助走計算として S46 年から 56 年までの 10 年間（S54 年は除く）の流況を与えている
初期河床高	再現計算による平成 15 年河床高
初期河床材料	<全区間>平成 15 年再現計算結果
ダム排砂条件	吸引工法による吸引土砂量及びダム放流土砂量を波形として与える ここでは以下のケースで計算を実施した ①吸引ポケット 18.9 万 m <sup>3</sup> /年で土砂戻しあり → 平均排砂量：24.9 万 m <sup>3</sup> /年 (参考 平均流入土砂量：30.8 万 m <sup>3</sup> /年)

### <検討手法>

1つのイベントにおける、①立上がり期、②ピーク、③減衰期（排砂中）、④減衰期（排砂後）の期間別の河床変動量を排砂した場合としなかった場合において時系列に整理し、堆積状況の変化を確認する。また、洪水通過後に一定の流量（100m<sup>3</sup>/s、200m<sup>3</sup>/s）を継続的に与え、堆積土砂がどの程度の時間で流下するか感度分析を行った。

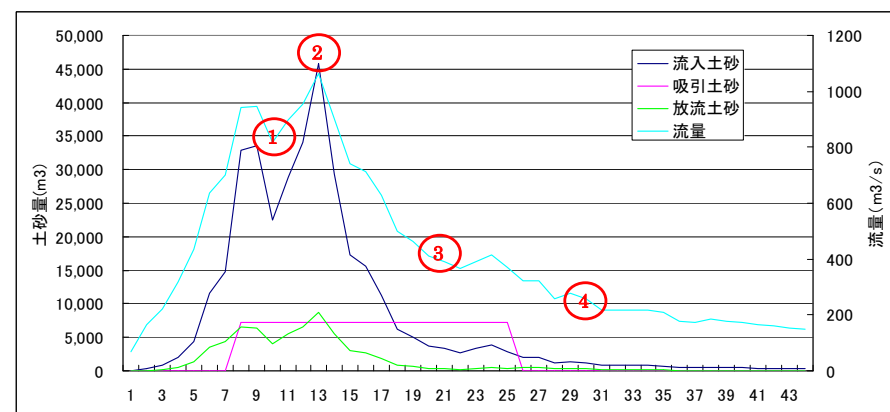
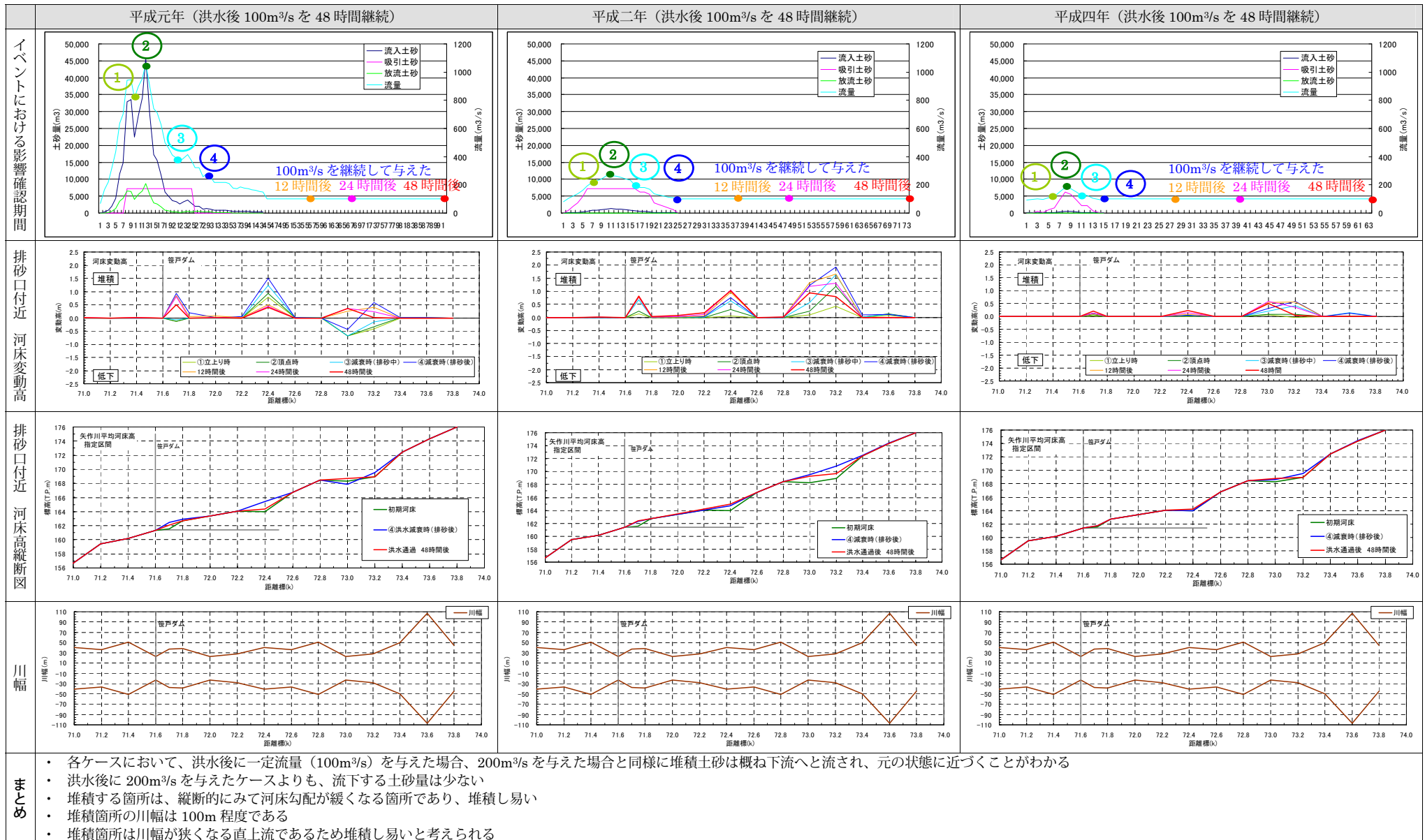


図 2.42 イベントにおける影響確認期間イメージ

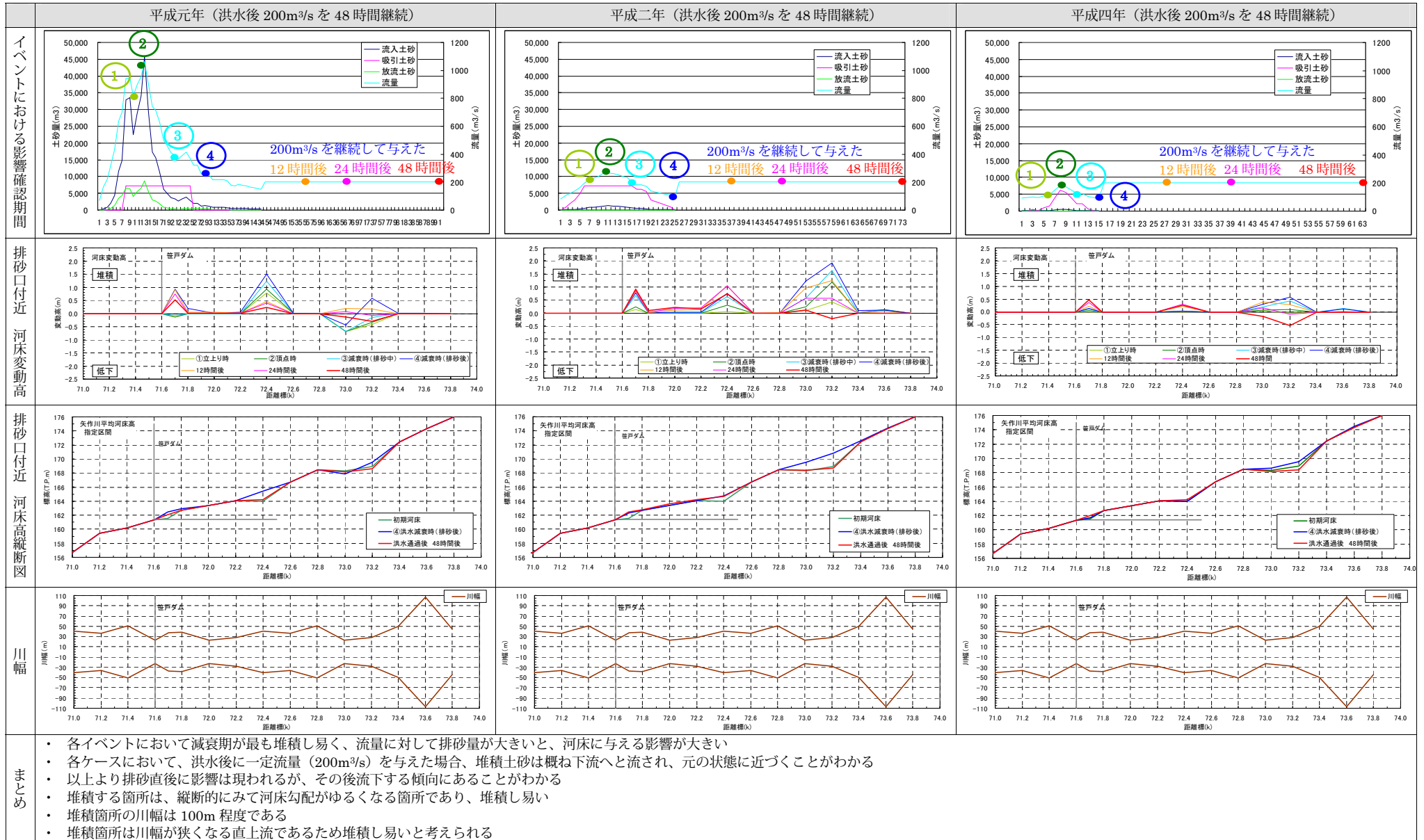
(1) イベント（洪水ハイドロ）による影響検討

1) 各洪水による影響

以下に選定したイベントと、影響結果として排砂を実施した場合の河床変動高と各イベントにおいて堆積している箇所の勾配と川幅を以下に整理した。



以下に選定したイベントと、影響結果として排砂を実施した場合の河床変動高と各イベントにおいて堆積している箇所の勾配と川幅を以下に整理した。





## (2) イベント（洪水ハイドロ）による影響検討

(1) の検討結果より排砂すると河道への影響が推察された。

今後、この影響について、堆積範囲、堆積高、継続時間を整理し、生物・自然環境へのインパクトが許容可能かを評価する必要がある。また、排砂方法に対してフィードバックさせる検討を行っていく必要がある。また、排砂時の影響の対照として、矢作ダム建設前での土砂供給を想定した場合での予測計算を実施する。

以下に堆砂範囲、堆積高、継続時間の整理イメージを示す。

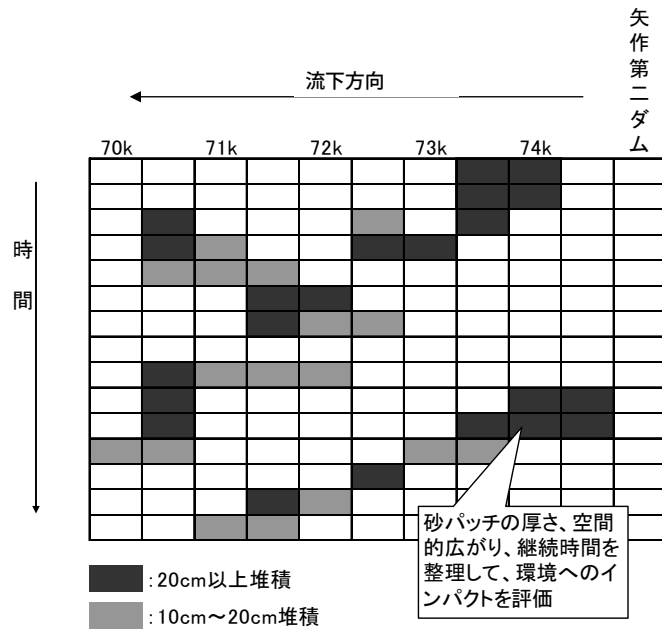


図 2.43 堆積範囲・堆積継続時間の整理イメージ

2.4.2 まとめ

	予測結果	配慮事項
吸引時の土砂量の傾向	<ul style="list-style-type: none"> <li>最大吸引土砂量は 7200m<sup>3</sup>/h</li> <li>流入量が約 500m<sup>3</sup>/s 以下の場合、流入土砂量が 7200m<sup>3</sup>/h よりも少ないため、本来流れているものより多い土砂を下流へ供給する →流入量が 500m<sup>3</sup>/s よりも小さい場合には下流河川に対して過剰な土砂供給と考えられる</li> </ul>	<p>より効率的に排砂するためには</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>流入量が 500m<sup>3</sup>/s 以上の場合にはより多くの土砂を排砂する</li> <li>流入量が 500m<sup>3</sup>/s を上回ると予想される洪水の立ち上がりではできるだけ多く排砂する</li> <li>流入量が 500m<sup>3</sup>/s 以下の特に洪水低減期は吸引土砂量を少なくする</li> </ul>
吸引時の SS の傾向	<ul style="list-style-type: none"> <li>吸引土砂量には WL が少ないことから、排砂による影響は小さい</li> <li>放流 SS が小さい場合に吸引排砂すると、SS は増加する場合がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SS に対しては吸引による大きな影響は考えにくい、小規模洪水では現状よりも SS 濃度が高くなる場合があるため、できるだけ小規模洪水では吸引土砂量を少なくすることが望ましい</li> </ul>
吸引を実施時の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>流入量が 500m<sup>3</sup>/s 以上の洪水は生起頻度が少ないため小規模洪水での吸引の頻度が高い</li> <li>一回の吸引での平均的な吸引土砂量は 2.6 万 m<sup>3</sup> であるが、5000m<sup>3</sup> 以下の吸引の頻度が高い</li> <li>一回の吸引の平均的な時間は 11 時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>規模が大きい洪水において効率的に排砂できるよう、貯水池の運用条件、吸引開始条件を見直す必要がある</li> <li>小規模出水での排砂は、下流河川において流量に対し、過剰な土砂供給となることから、小規模出水での吸引を制限する必要がある。</li> </ul>
大規模な出水での傾向 平成元年洪水（ピーク流量約 1000m <sup>3</sup> /s、吸引土砂量 13 万 m <sup>3</sup> ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水低減期（500m<sup>3</sup>/s 以下）において流入土砂量よりも吸引土砂量が多くなる</li> <li>洪水低減期には吸引土砂により、ダム放流 SS よりも濃度が高くなる場合があるが、流入 SS より高くなることはない。</li> <li>洪水ピーク後も排砂することで、下流河川においてはピーク後の堆砂が大きい。</li> <li>その後に 100～200 m<sup>3</sup>/s の流量があれば、土砂が移動し、元の状態に近づく</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流量ピーク後の排砂が下流河川の堆砂に大きく影響する</li> <li>ダム流入量が約 200 m<sup>3</sup>/s 以上となる場合には、最大排砂（7200 m<sup>3</sup>/h）となる場合があることから、特に 200 m<sup>3</sup>/s 程度が継続するような出水（例えば平成 2 年洪水）では、下流河川への影響が大きい</li> </ul> <p>以上から</p>
中小規模で排砂量が多い場合の傾向 平成 2 年洪水（ピーク流量約 250m <sup>3</sup> /s、吸引土砂量 12 万 m <sup>3</sup> ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ピーク流量 250m<sup>3</sup>/s 程度の洪水では、吸引土砂量が流入土砂量を大きく上回る</li> <li>SS 濃度では、放流 SS（吸引がない場合の現状）に比べ吸引時に SS 濃度は高くなるが、放流と吸引が混合した全排出 SS は流入 SS を上回ることではない。</li> <li>ダム流入土砂以上の排砂があり、下流河川においての堆積が大きい</li> <li>この場合、排砂後に 100 m<sup>3</sup>/s 程度の流量が 2 日程度継続しても堆積した状況が残る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>洪水ピーク後の排砂量を少なくする</li> <li>中小規模出水 200～500 m<sup>3</sup>/s 規模では、排砂をしない、または排砂量を減らすなどの判断が必要</li> <li>中小規模の洪水での排砂量を減らす場合、ダム流入量が多い（特に 500m<sup>3</sup>/s 以上）場合により多くの土砂を排砂する必要がある。（ダム流入土砂量程度の土砂を排砂する場合、中小洪水での排砂量を減らすのであれば、大規模出水でより多く排砂する必要が生じる）</li> </ul>
平均的な状況での傾向 平成 4 年洪水（ピーク流量約 180m <sup>3</sup> /s、吸引土砂量 2.8 万 m <sup>3</sup> ）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ピーク流量 180m<sup>3</sup>/s 程度の洪水では、吸引土砂量が流入土砂量を大きく上回る</li> <li>SS 濃度では、放流 SS（吸引がない場合の現状）に比べ吸引時に SS 濃度は高くなるが、放流と吸引が混合した全排出 SS は流入 SS を上回ることではない。</li> <li>ダム流入土砂以上の排砂があり、下流河川においての堆積が大きい</li> </ul>	



今後の課題		
○ 排砂による排砂口付近の河川への影響把握 →排砂口付近は最も早期にかつ確実に影響を受ける	○ 河川への影響を軽減できる排砂コントロール、ダム運用の検討	○ 総合的な土砂管理の視点からの検討課題
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 重要な環境の有無の確認（排砂後に砂がたまることの影響）</li> <li>➢ 河道への影響の頻度、範囲、期間の把握</li> <li>➢ ダム建設前～現状～排砂後の物理環境変化の把握（ダム建設前の状況は予測を含む）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 流入量が 500m<sup>3</sup>/s 以下で吸引排砂をすると排砂直下で堆積する可能性があるため、小規模出水での排砂頻度を少なくする。</li> <li>➢ 流入量 500 m<sup>3</sup>/s 以上で、排砂量（濃度）を多くする技術的可能性検討</li> <li>➢ 流入量が多い場合に確実に排砂できる貯水位条件の検討（効率的な運用条件の検討）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 矢作ダムから排砂すると、発電ダム、河道での堆積が確実に進むことから、全体バランスを考慮した排砂量の検討が必要のため、トータルコスト、全体的な環境影響から、効率的なダムからの排砂と河道における採取・運搬のバランス検討</li> <li>➢ 堆砂による水位上昇など、河川管理にも配慮する必要が考えられる。</li> </ul>

### 2.4.3 土砂伝播の検討

現在、矢作ダムからの排砂を想定した下流河道（物理環境）への影響検討は、昭和46年から平成15年（昭和54年は除く）の32年間の実績流況を用いて行われているが、土砂動態特性や物理環境への影響を予測するため、同一流況を32回繰り返すことで排出土砂の伝播について検討した。吸引排砂を考慮し、ダム操作を現状と常時開放の2ケースとした。

表 2.12 検討ケース一覧表

Case	検討対象期間	吸引排砂	発電ダム操作
Case 1-1	32年間(S60流況を32回繰り返し)	あり(平均24.9万m <sup>3</sup> /年) (参考 平均流入土砂量:30.8万m <sup>3</sup> /年)	現状操作
Case 1-2			常時開放

※ 昨年度の矢作ダム堆砂計算の期間長に合わせた

表 2.13 検討条件一覧表

項目	条件	
検討期間	Case1: S60年を32年間(昭和46年~平成15年の流況の中で、流入土砂量が平均的である昭和60年を選定した)	
計算区間	河口(-2.2km)~矢作第二ダム直下	
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	
初期河床高	再現計算による平成15年河床高	
初期河床材料	<全区間>平成15年再現計算結果	
河道粗度	<直轄区間>「平成17年 矢作川水系河川整備計画」における現況河道粗度係数(合成粗度) <指定区間>H17年度に実施した、規模の異なる2洪水の水位検証結果より、区間別に設定	
ダム排砂条件	吸引工法による吸引土砂量及びダム放流土砂量を波形として与える ここでは以下のケースで計算を実施した ①吸引ポケット18.9万m <sup>3</sup> /年で土砂戻しあり → 平均排砂量:24.9万m <sup>3</sup> /年 (参考 平均流入土砂量:30.8万m <sup>3</sup> /年)	
下流河道への流入土砂条件	<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 (粒径別のQ-Qs式を流域面積比×崩壊地面積比で補正)	
出発水位	碧南地点の実績水位	
流量	<本川上流端流量>: 矢作ダム全放流量実績値 <支川流量>: 本川上流端流量と岩津地点実測流量の差分を各支川の流域面積比で配分	
計算時間	1日もしくは1時間ピッチ (出水時は時間ピッチを基本とする)	
発電ダム操作	Case1-1	各ダムの操作実態に従い、流量に応じた水位を設定。
	Case1-2	各ダムを常時開放状態と設定。

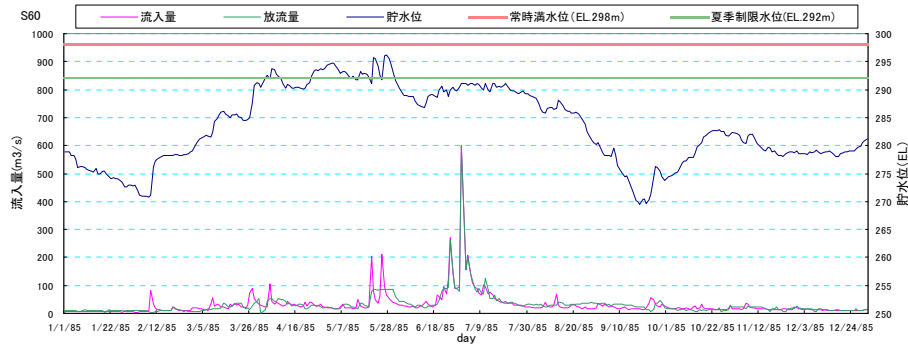
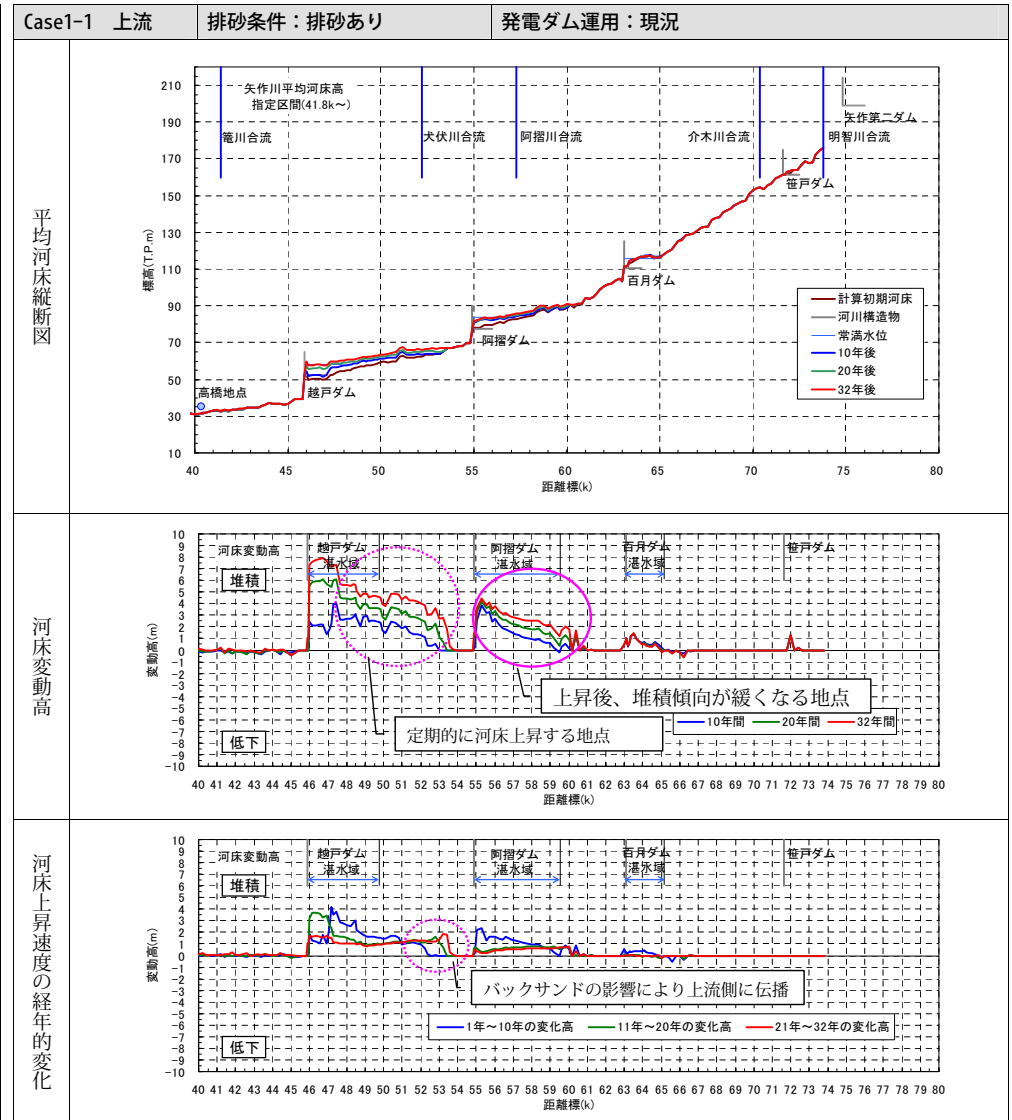
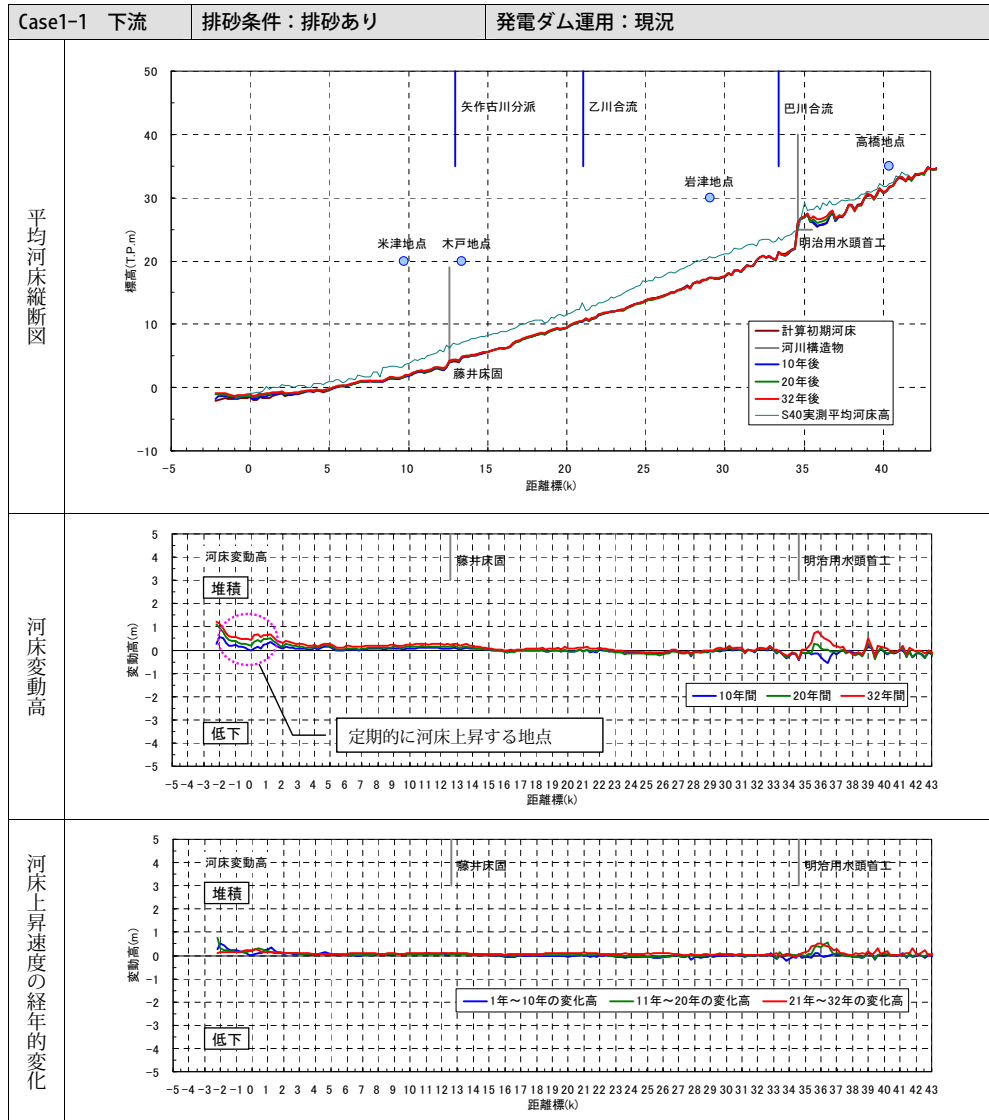


図 2.44 対象洪水 (S60)

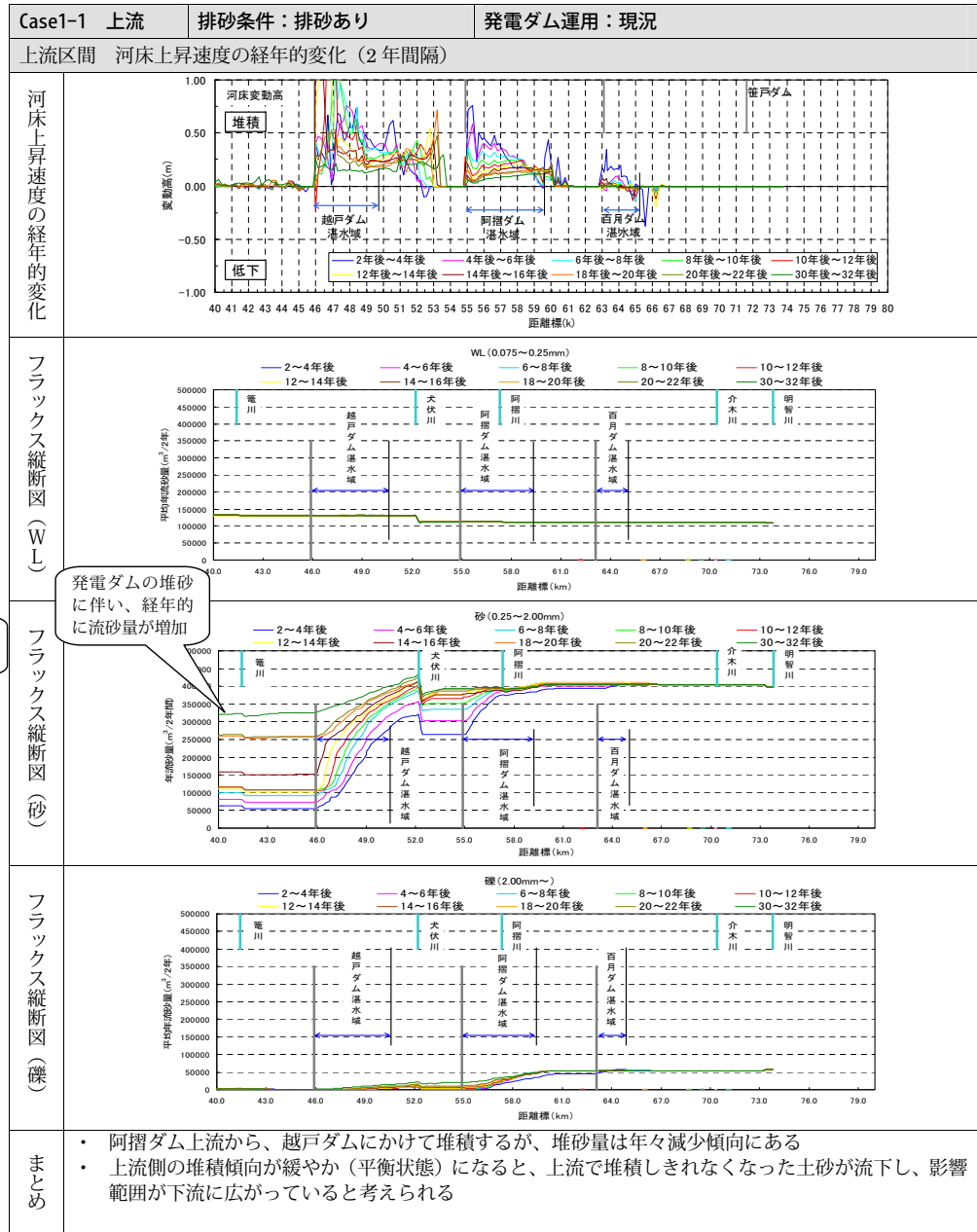
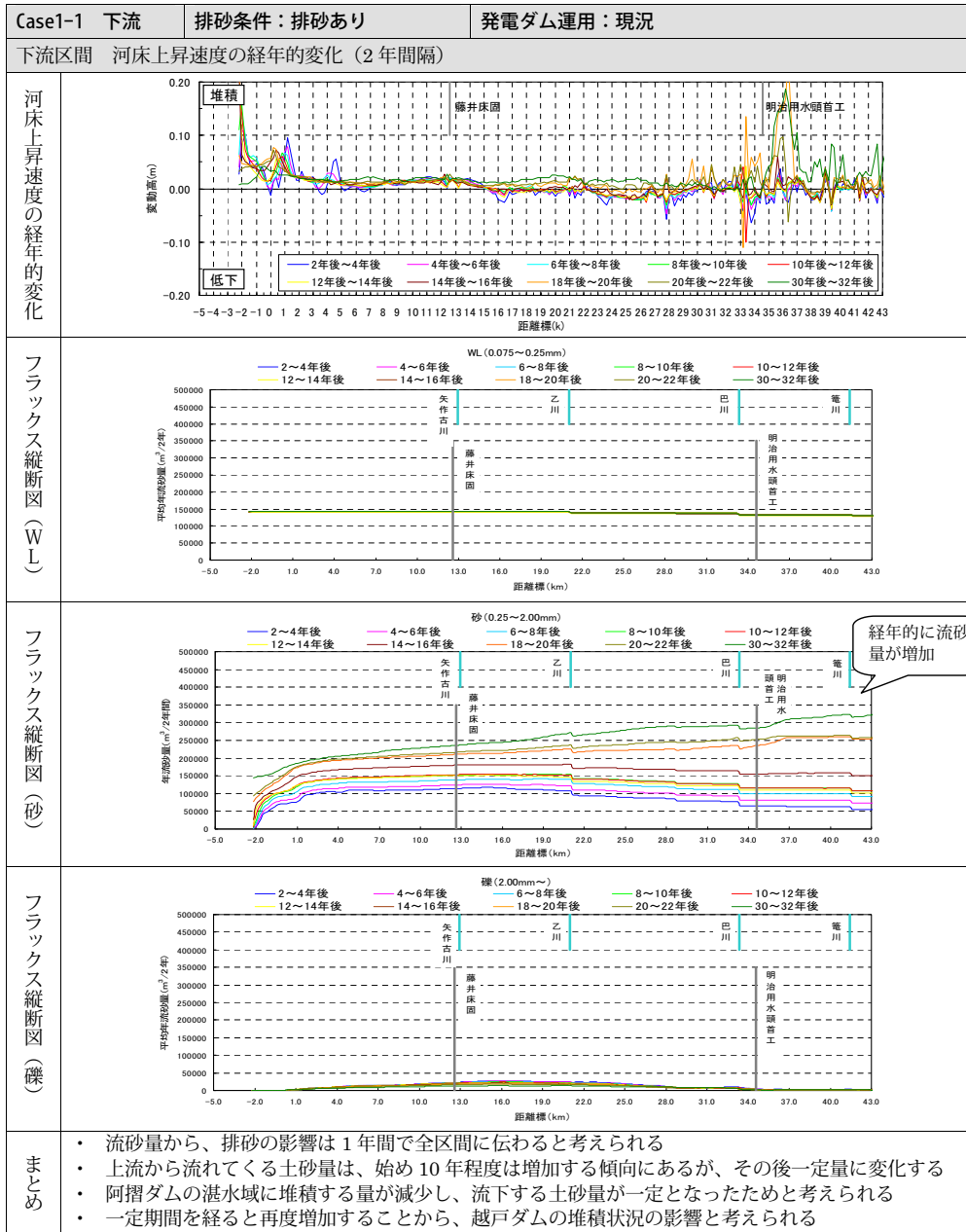
(1) 平均的な流況の繰返し計算結果整理

1) 昭和 60 年洪水を 32 回繰返した河床変動計算結果 (Case1-1: 発電堰堤現状操作)

以下に検討結果の河床高縦断面図と河床変動高を整理する。

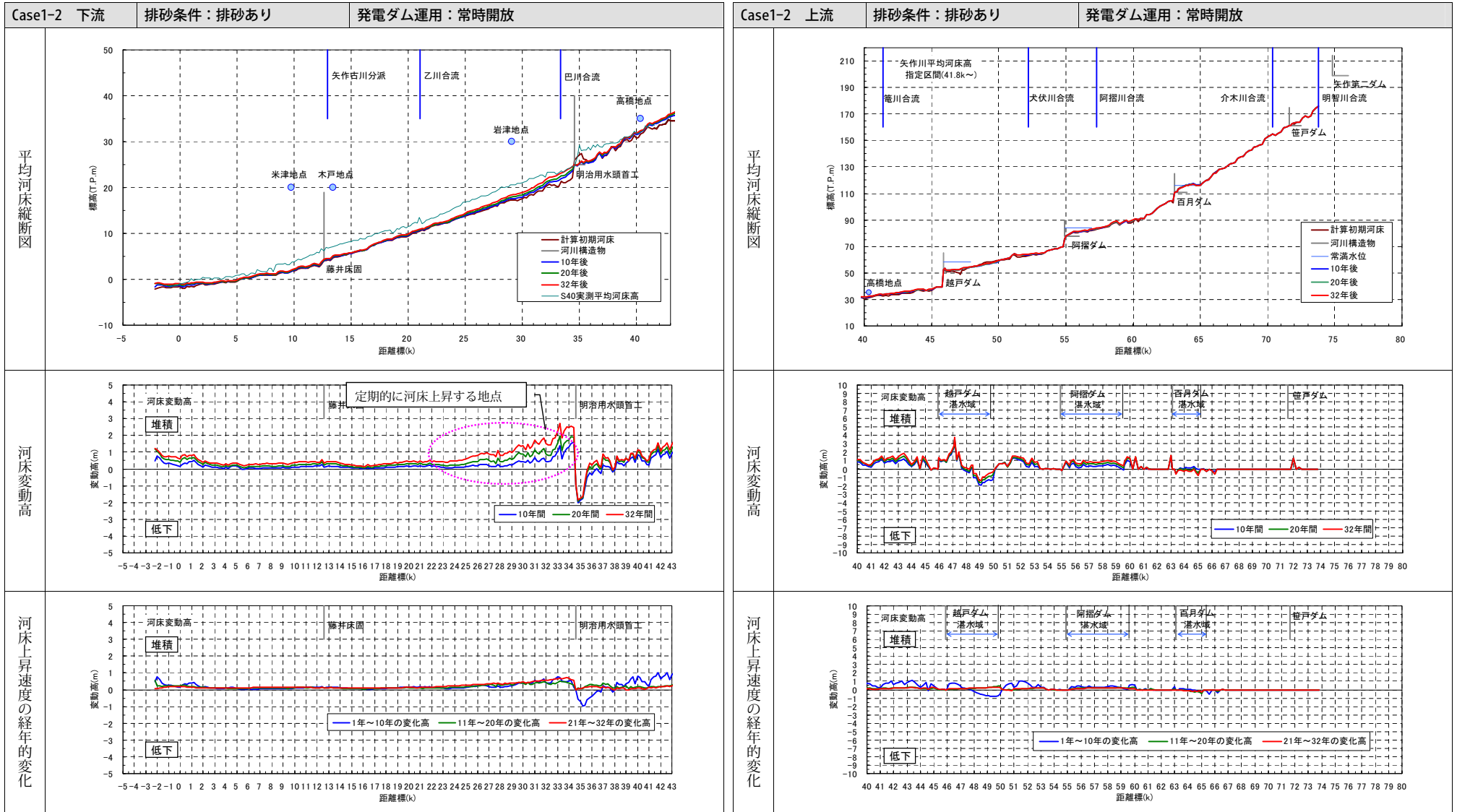


以下に検討結果の河床上昇速度（2年間隔）と流砂量を整理する。

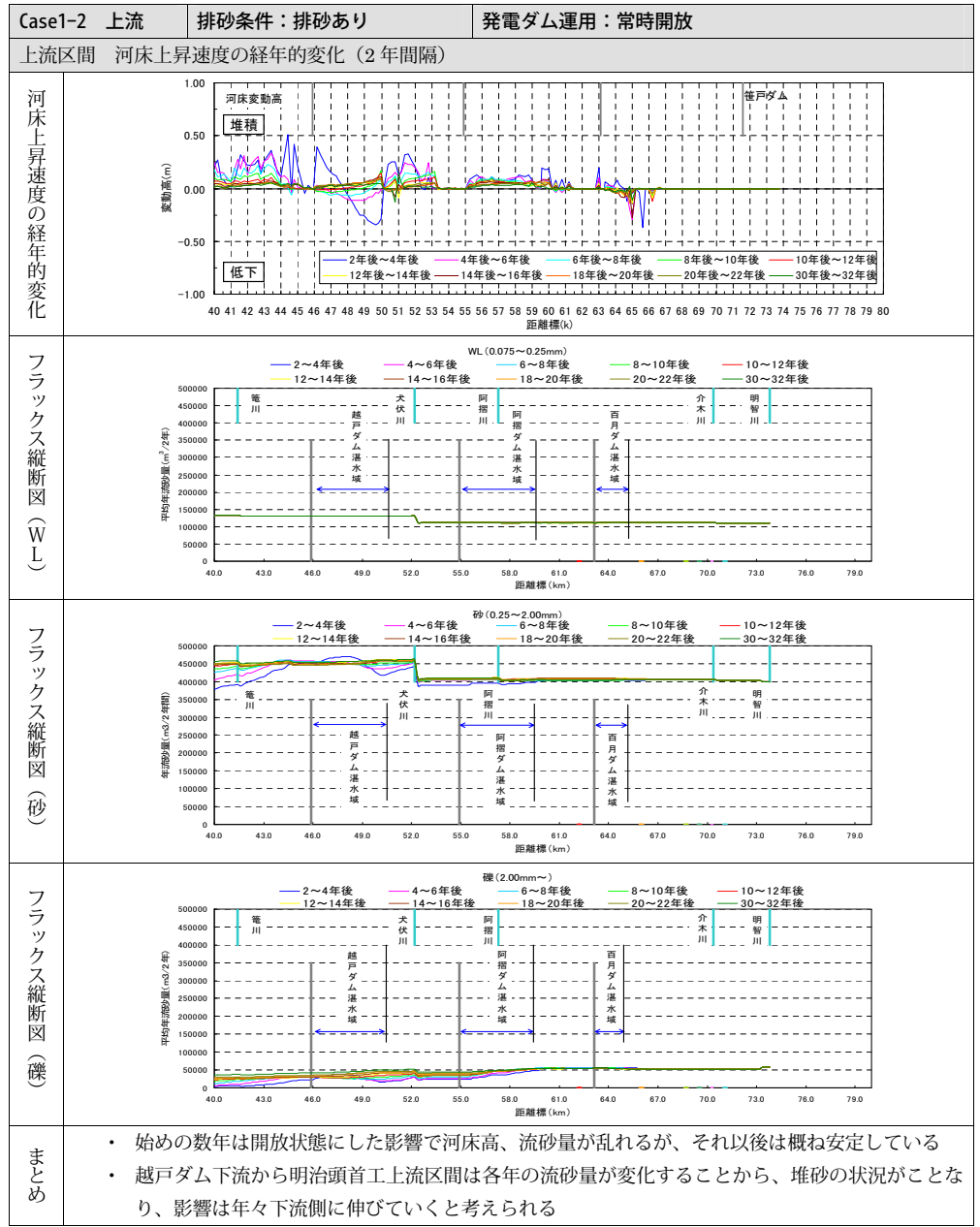
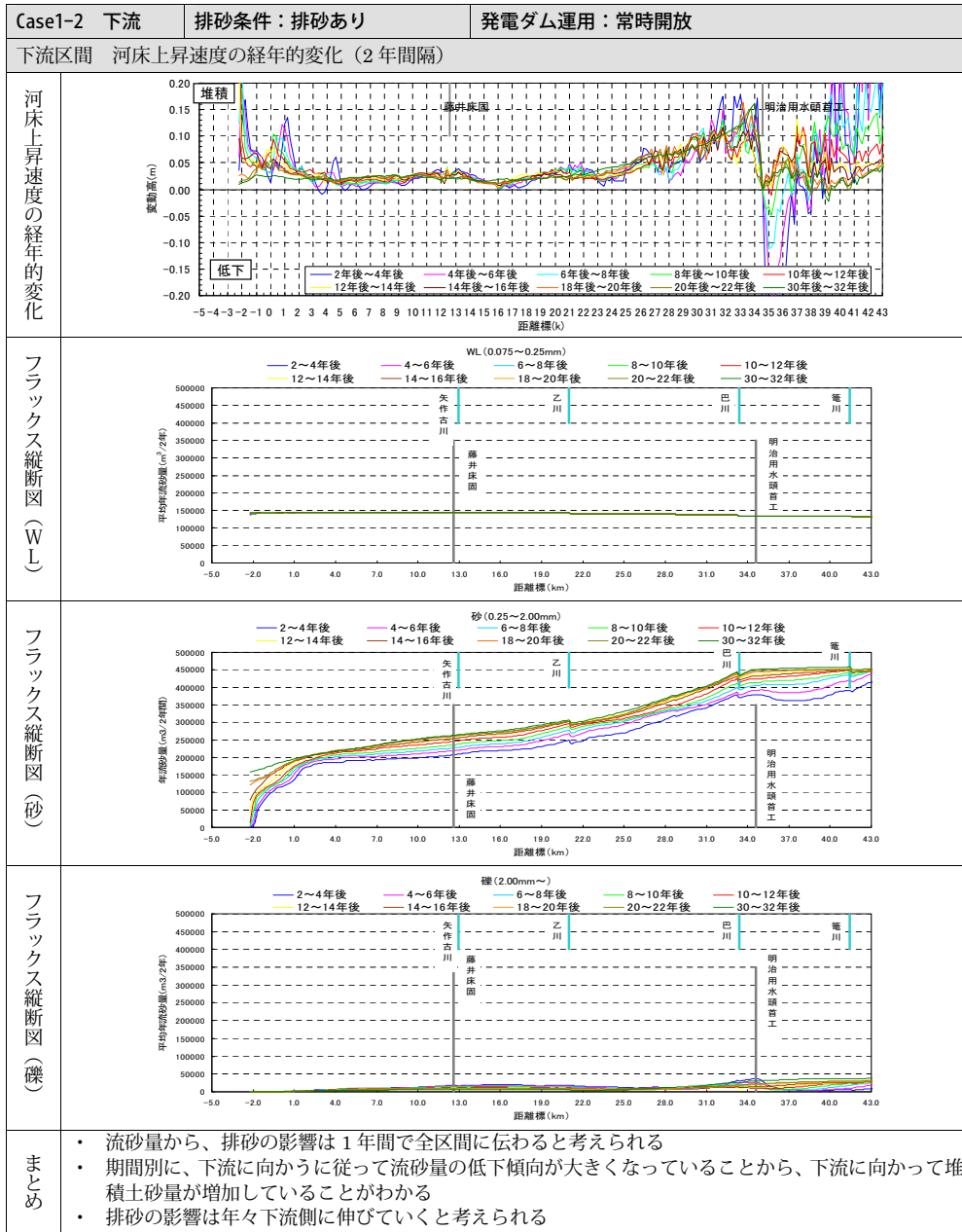


2) 昭和 60 年洪水を 32 回繰返した河床変動計算結果 (Case1-2: 発電堰堤常時開放状態)

以下に検討結果の河床高縦断面図と河床変動高を整理する。



以下に検討結果の河床上昇速度（2年間隔）と流砂量を整理する。



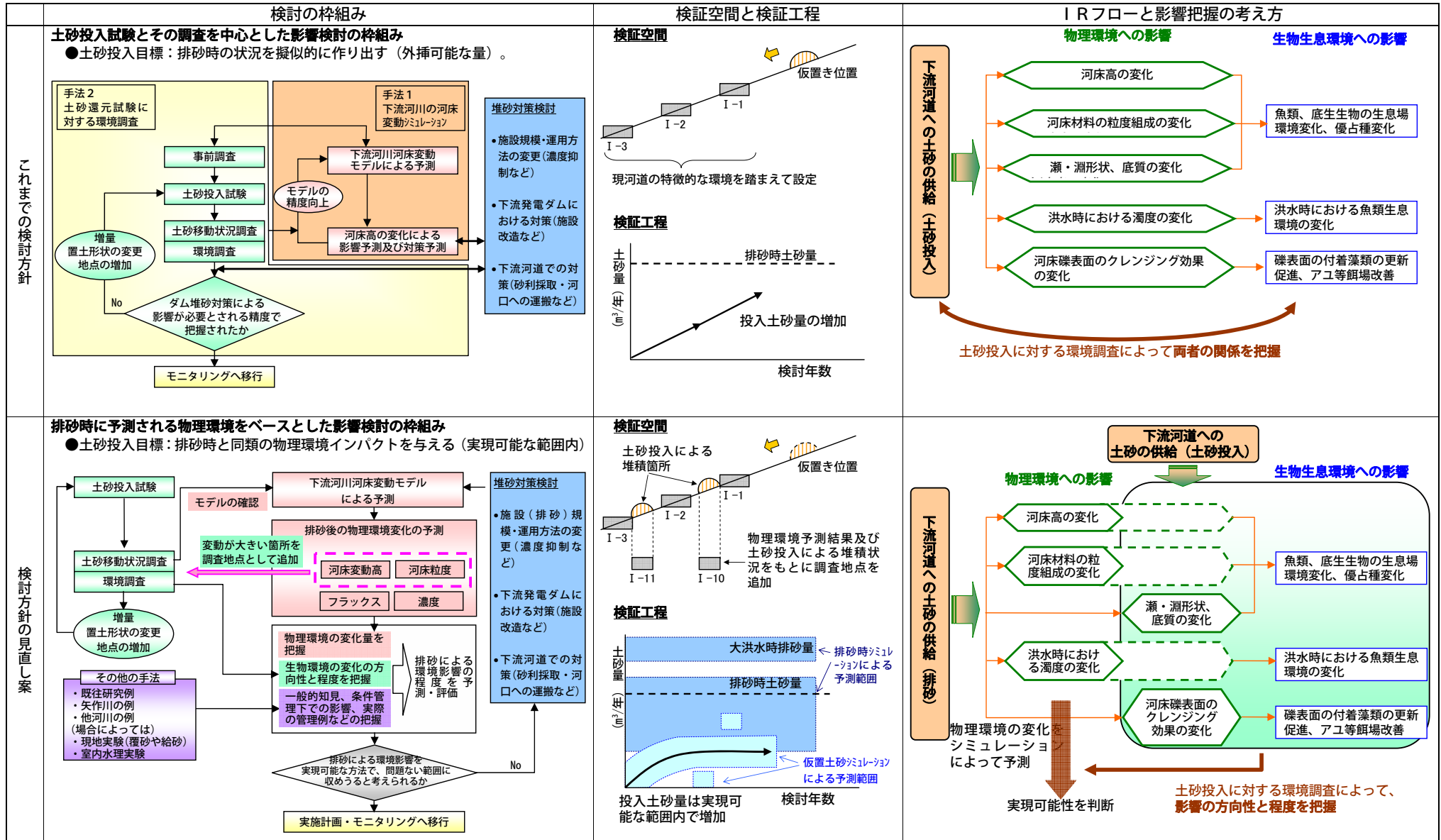




### 3. 土砂還元による影響調査検討

#### 3.1 排砂影響確認のシナリオ

第2回委員会における指摘内容（土砂投入による積み上げ方式では時間がかかりすぎる、もう少しアバウトな視点で進めても良いのではないか、土砂投入とシミュレーションの役割の見直しやそれ以外の手法の導入も検討してはどうか）を踏まえて、検討方針の見直し案を作成した。IRフローの素過程については、フィールドでは多様な要因が作用することから、物理環境要因のみを分離して把握することは困難と考える。



今後の矢作ダムにおける環境影響検討の進め方（案）を図3-1に示した。

ダム貯水池及びダム下流河川の現況を把握した後に、堆砂対策の工法を選定し、その施設諸元、運用方法を具体化する。一方で河川の変遷や現況分析、既存調査や研究における知見を整理し、堆砂による河川環境の変化にかかるインパクトレスポンスを想定する。その後、シミュレーションによる数値解析により土砂動態や河川地形の予測、治水、下流施設への影響予測を実施する。また、土砂還元試験を実施し生物への影響を予測する。

これらの予測結果から、砂フラックス、河床高、濁度等の変化予測から、生物への影響の程度を検討する（アセスメント的な影響評価）。その結果、影響の程度が大きいと判断された場合には、堆砂対策の選定、施設諸元、運用方法やインパクト・レスポンスの想定を見直すことにより、再度検討、評価を実施する。

このサイクルの後に、評価において、影響に問題が無いと判断されれば、事後評価のためのモニタリング計画の策定へと進むこととする。さらに、モニタリング調査結果から、堆砂対策の運用の見直し、インパクト・レスポンスの再想定を行い、より高い精度で環境保全が図れる運用方法を求めていくことを考える。

なお、この検討は、アダプティブ・マネジメントで対応することとする。

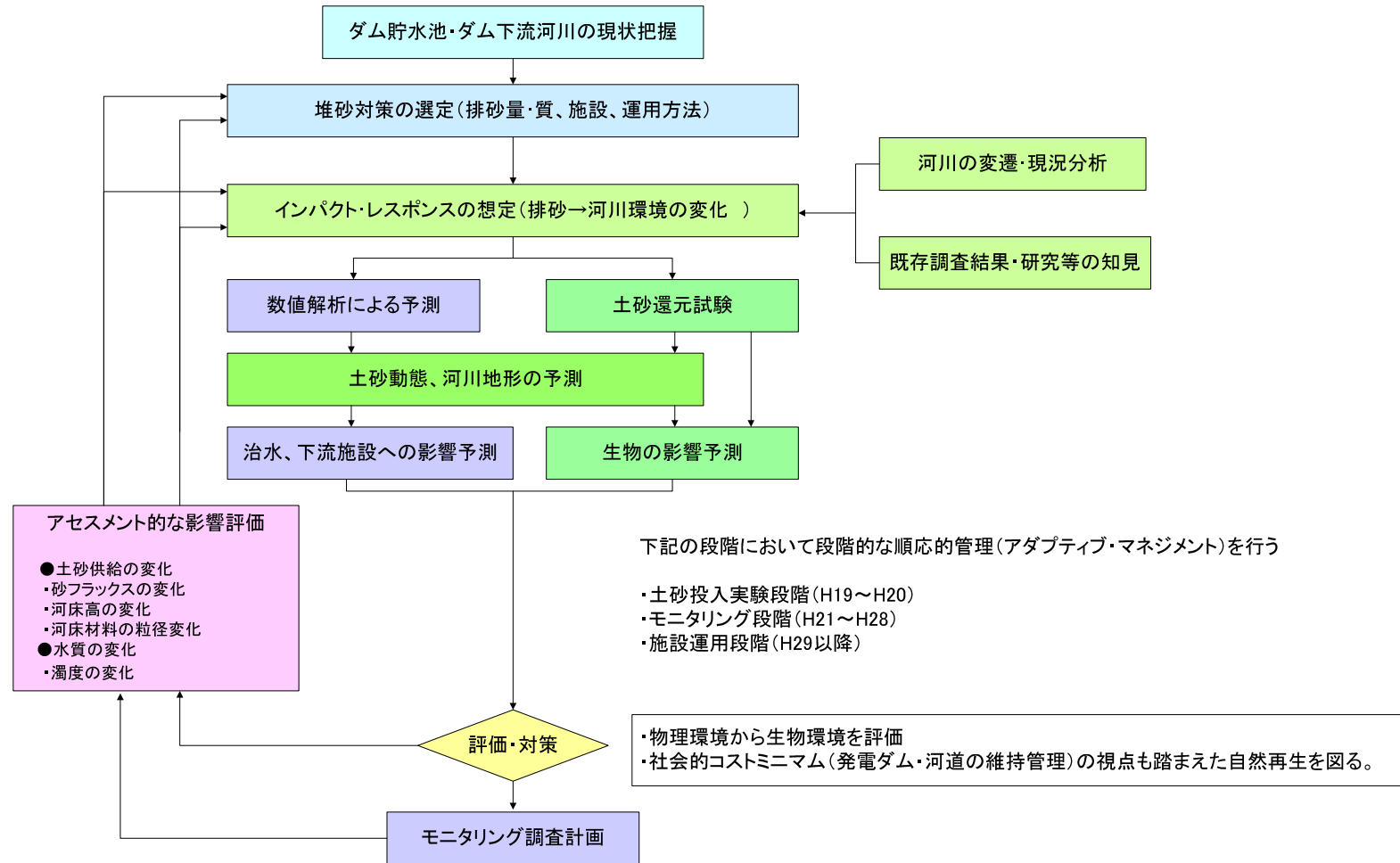


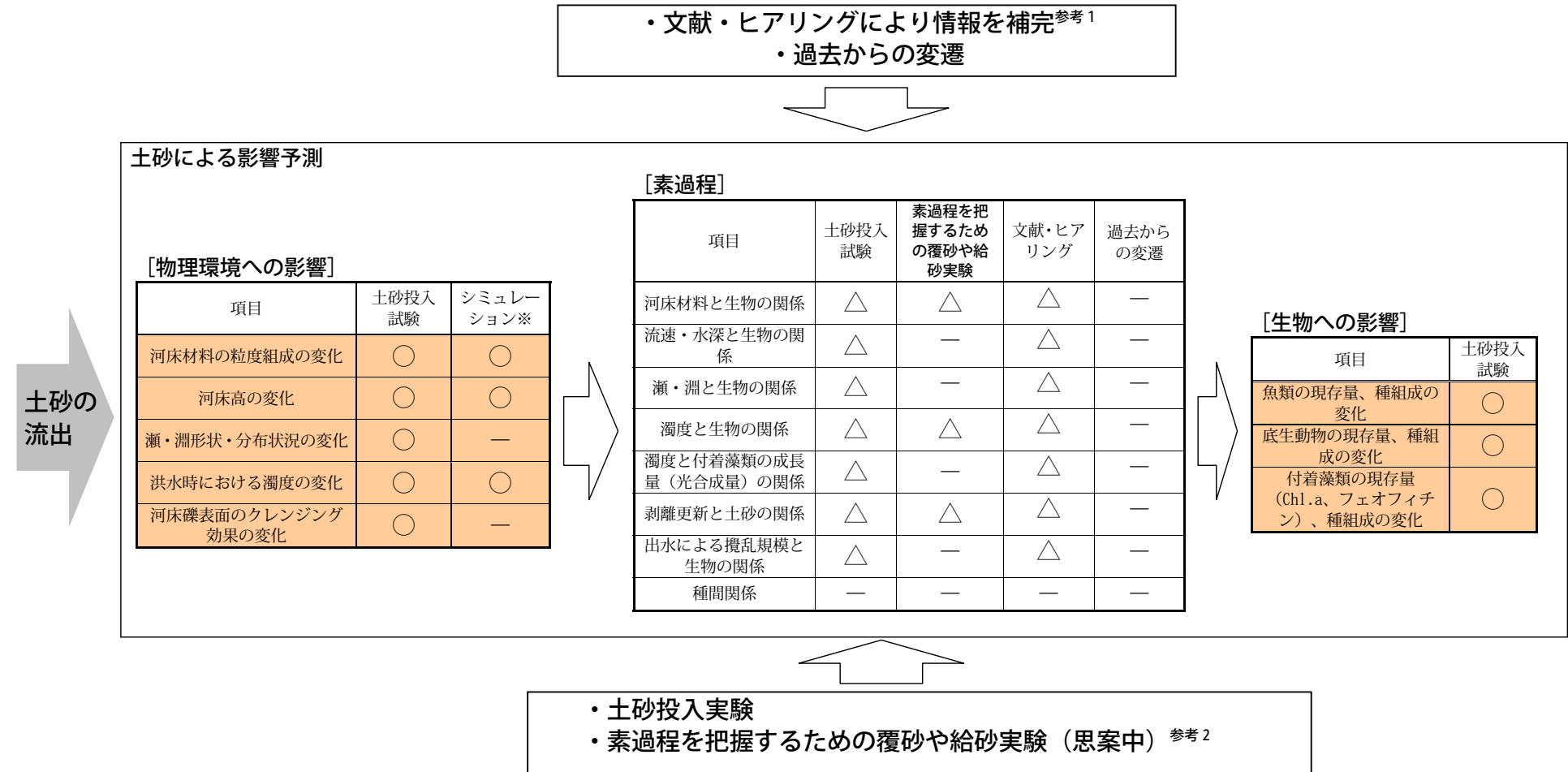
図3-1 今後の矢作ダムにおける環境影響検討の進め方（案）

### 3.2 インプットとアウトプットデータの間の素過程について

インプットとアウトプットデータの間の素過程、プロセスを把握するための手段として、土砂投入実験、シミュレーション、現地実験（覆砂や給砂）、文献などにより把握し得る項目について図 3-2 に整理した。「土砂投入試験」及び「下流河道シミュレーション」により把握できるのは、土砂量を増やした時の、物理環境、生物の変化であり、なぜそうなったかという素過程（メカニズム及び要因）の解明は、「土砂投入試験」及び「下流河道シミュレーション」だけでは困難である。

そのため、メカニズムについては、文献及びヒアリングにより補完することを考える。

なお、土砂投入実験において、土砂が流出しなかった場合、覆土や給砂による現地実験の実施等により、土砂の影響に関する情報を補完することも考える。



：「土砂投入試験」及び「下流河道シミュレーション」で把握可能な項目

※：シミュレーションは一次元の河床変動計算を示す。

図 3-2 インプットとアウトプットデータの間の素過程について



## 【参考2】現地実験（覆砂や給砂）について

参考として、以下に現地実験（覆砂や給砂）の計画及びその問題点を整理した。

なお、**現地実験（覆砂や給砂）については、研究的であり、事業として実施するのは難しいことから、専門機関に依頼したい。**

《案1》河川内にコドラートを設定し、そのコドラート内の河床材料の砂を一定割合にし続け、物理環境と生物の関係を把握することを試みる。

### 【目的】

- 生物と河床材料の関係を定量的に把握する。

### 【計画（案）】

#### 《調査項目》

- 調査は、河床材量調査（コドラート内及びサンプリング箇所の河床材料の存在割合）、流速（サンプリング箇所）、水深（サンプリング箇所）、生物調査（付着藻類、底生動物）とする。

#### 《調査箇所》

- コドラートを設置する箇所は、平瀬とし、流速、水深はできるだけ合わせる。
- 5m コドラートを設定し、その中の河床材料が約 10%、約 50%、約 90%になるように調整する（図 3-3）。

#### 《調査時期》

- 調査時期は、出水による攪乱を回避するため、冬季調査とする。

#### 《調査手法》

- 底生動物は定量調査、付着藻類は Chl.a 量、フェオオフィチン、付着物中の有機物量及び残渣量とする。また、サンプリング箇所の流速、水深、河床材料（存在割合）を記録する。
- 調査は、1~2 週間おきに 3 回程度実施する。
- 生物調査については、それぞれ 3 サンプルとする。
- サンプリング箇所の砂の割合は、できるだけそのコドラートの割合とあわせる。

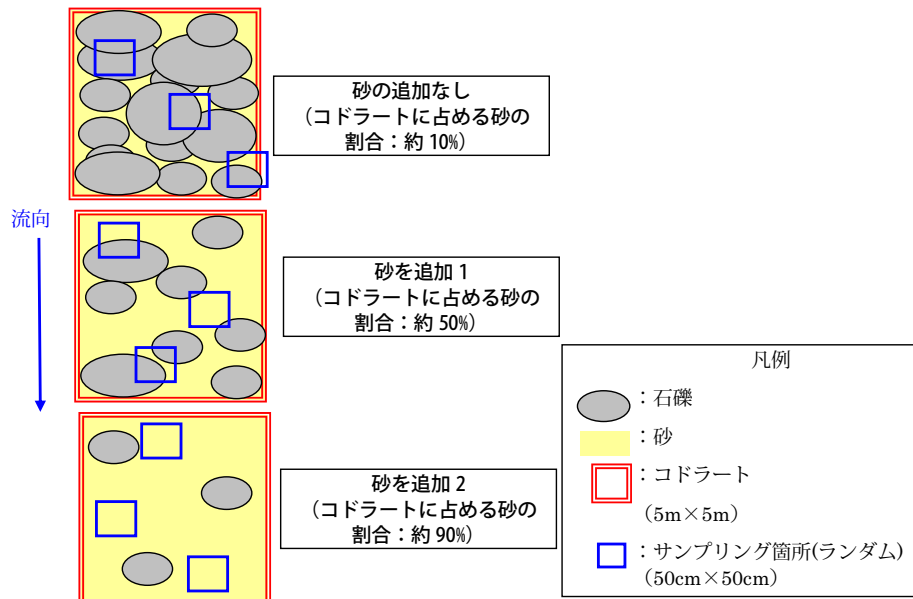


図 3-3 調査地点の設定について

### 《想定される調査結果》

- 想定される調査結果を図 3-4 に示す。
- また、目的変数を生物の現存量（個体数、種数）、従属変数を流速、水深、河床材料としたモデルの作成し、定量的な関係が把握できるよう試みる。

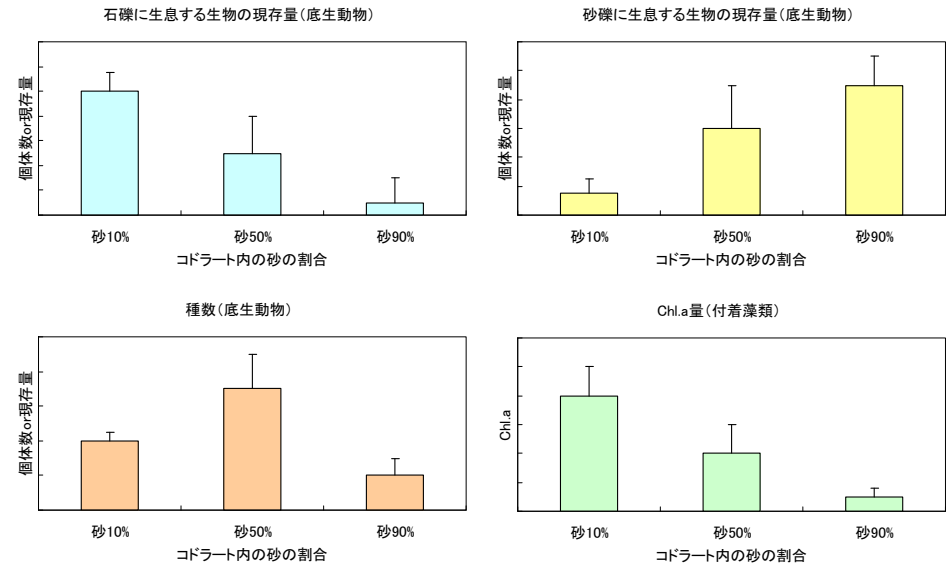


図 3-4 想定される結果

### 【課題】

- 土砂を置く場所があるか？
- 常に砂の割合を維持することが可能か？

《案2》河川内に土砂を置き、物理環境の変化に伴う生物の変化を把握することを試みる。

【目的】

- ・ 生物と河床材料の関係を定量的に把握する。

【計画（案）】

《調査項目》

- ・ 調査は、置き土砂の量、濁度（透視度）、河床材量調査（コドラート内及びサンプリング箇所の河床材料の存在割合）、流速（サンプリング箇所）、水深（サンプリング箇所）、生物調査（付着藻類、底生動物）とする。

《調査箇所》

- ・ 平水時に土砂が流出する場所に土砂を置く。
- ・ 調査は土砂を置いた箇所の上下流で実施する。（下流側は溜まりやすい箇所）（図 3-5）

《調査時期》

- ・ 調査時期は、出水による攪乱を回避するため、冬季調査とする。

《調査手法》

- ・ 生物調査については、それぞれ 3 サンプルとする。なお、底生動物、付着藻類については、測線を設定し、サンプリング箇所も固定する。
- ・ 調査は、土砂を置く前、置いて 1 週間後、2 週間後、4 週間後（どの程度流れるか確認の上、期間は設定。調査は 4 回程度）
- ・ 底生動物は定量調査、付着藻類は Chl.a 量、フェオフィチン、付着物中の有機物量及び残渣量とする。また、サンプリング箇所の流速、水深、河床材料（存在割合）を記録し、別途、土砂がどれだけ流下したか推定するため、置き土の量を測量し、また、濁度（透視度）についても上下流で記録しておく。
- ・
- ・ 調査する箇所は平瀬とし、土砂置き前の、土砂上下流のサンプリング箇所周辺の流速、水深、河床材料はできるだけ合わせる。

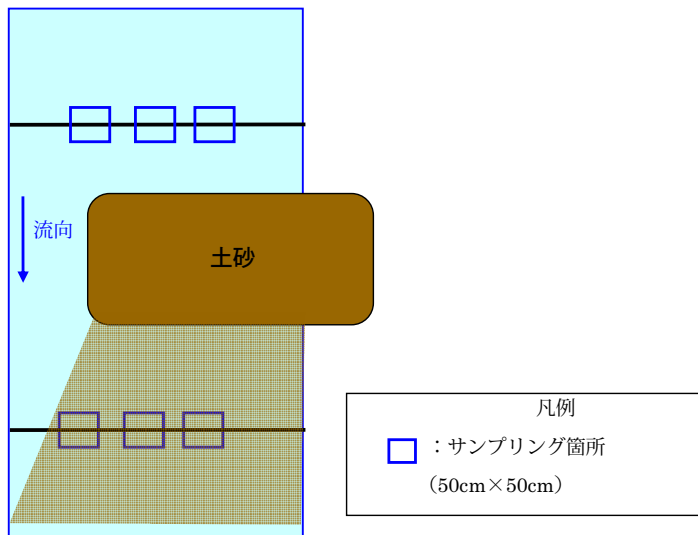
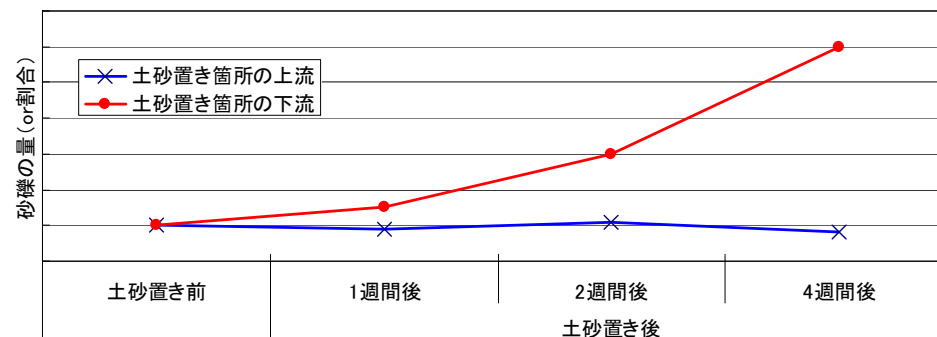


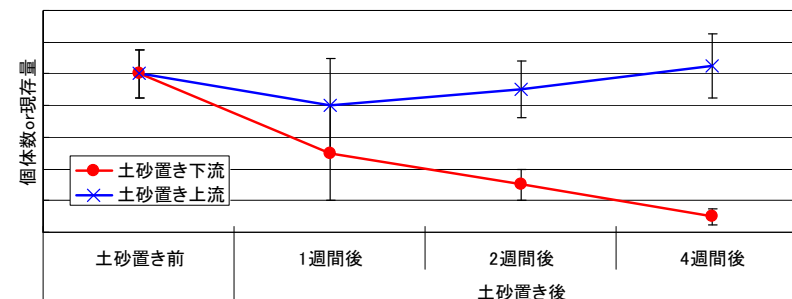
図 3-5 調査地点の設定について

《想定される調査結果》

- ・ 想定される調査結果を図 3-6 に示す。
- ・ また、目的変数を生物の現存量（個体数、種数）、従属変数を流速、水深、河床材料としたモデルの作成し、定量的な関係が把握できるよう試みる。



土砂置き期間と河床材料の砂礫の量 (or 割合) の関係



土砂置き期間と河床材料の砂礫の量 (or 割合) の関係

図 3-6 想定される結果

【課題】

- ・ 土砂を置く場所があるか？
- ・ 常に下流の濁度上がるため、漁協から許可が得られるか？

### 3.3 生物の変更調査計画（案）

第2回委員会において、「生物の調査については、統計処理ができるよう、サンプル数を増やすこと」と指導をいただいた。

その指導に準じ、生物の調査計画の修正案を作成した。

#### 【調査手法】

変更点は、統計処理ができるよう、サンプル数を3にしたことである。

現況の調査計画と、変更後の調査計画（案）を表3-1に示す。

表 3-1 現況の調査計画と変更後の調査計画概要（調査イメージは図 3-7 参照）

項目	既往の調査手法	変更後の調査手法
1.魚類	・努力量統一による魚類相・個体数調査（早瀬、平瀬、淵につき各環境で1データを取る）。	・努力量統一による魚類相・個体数調査（早瀬、平瀬、淵をそれぞれさらに3区分し、各環境で3データをとる）。 ・ただし、定置網については、1地点あたり、平瀬、淵で各1統、計2統づつとし、定性的な調査の位置づけとする。
2.底生動物	・定量調査 側線設定・2箇所の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	・定量調査 側線設定・3箇所の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
3.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（各1サンプル）	・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 同調査を10地点全部で実施する。 <b>（相は1※、現存量は3サンプル）</b>

※ 相調査については、現況と同じく、現存量で用いた3サンプルを統合し、1サンプルとする。

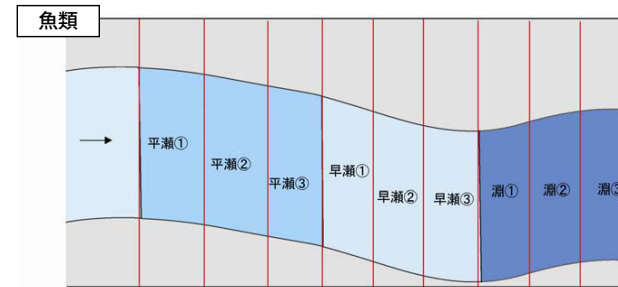
注) 赤字は、変更点

#### 【調査地点】

変更調査手法は、土砂仮置き場地点の前後4地点（小渡：C3、I1、百月ダム下流：I5、I4）でのみ実施し、他の6地点では、既往の調査の実施を提案する。調査地点を図3-8に示す。

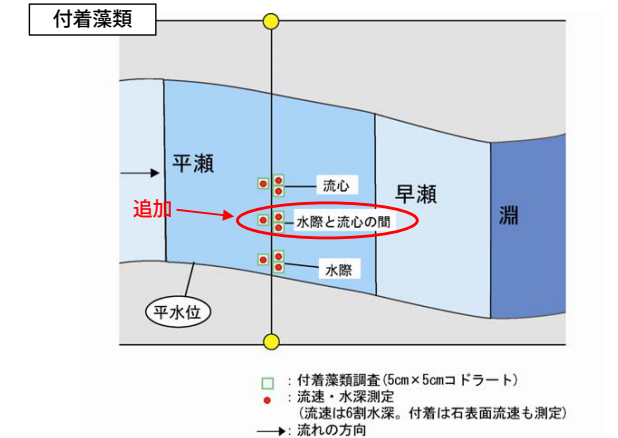
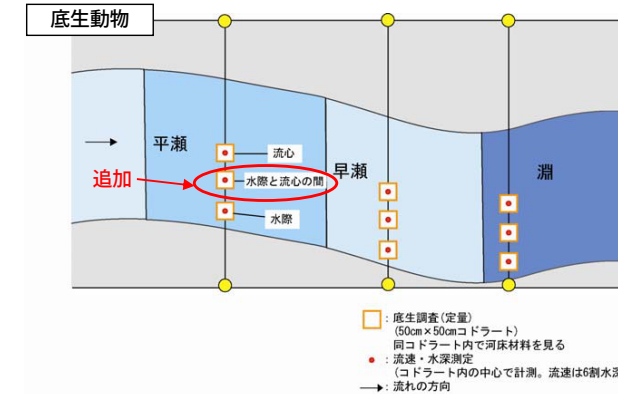
#### 【調査時期】

調査時期、調査回数に変更はない。



#### 【変更点】

- 各環境を更に3区分とし、それぞれで成果を分ける（各地点で9サンプル）。
- 定置網は、各環境で1統とする。



注) 相については、3箇所を合わせて1サンプルとする。

図 3-7 調査イメージ

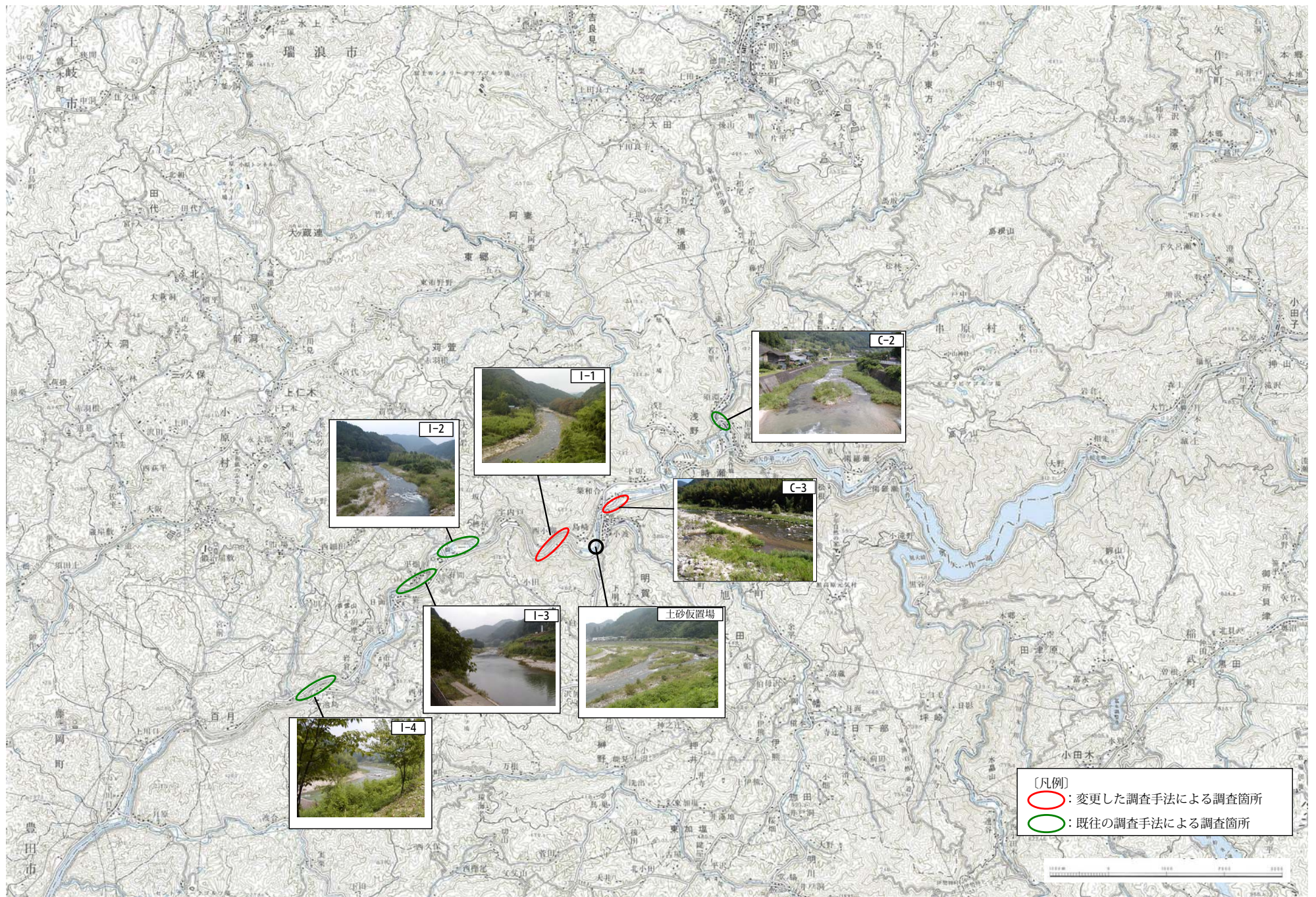


図 3-8 (1) 調査地点図



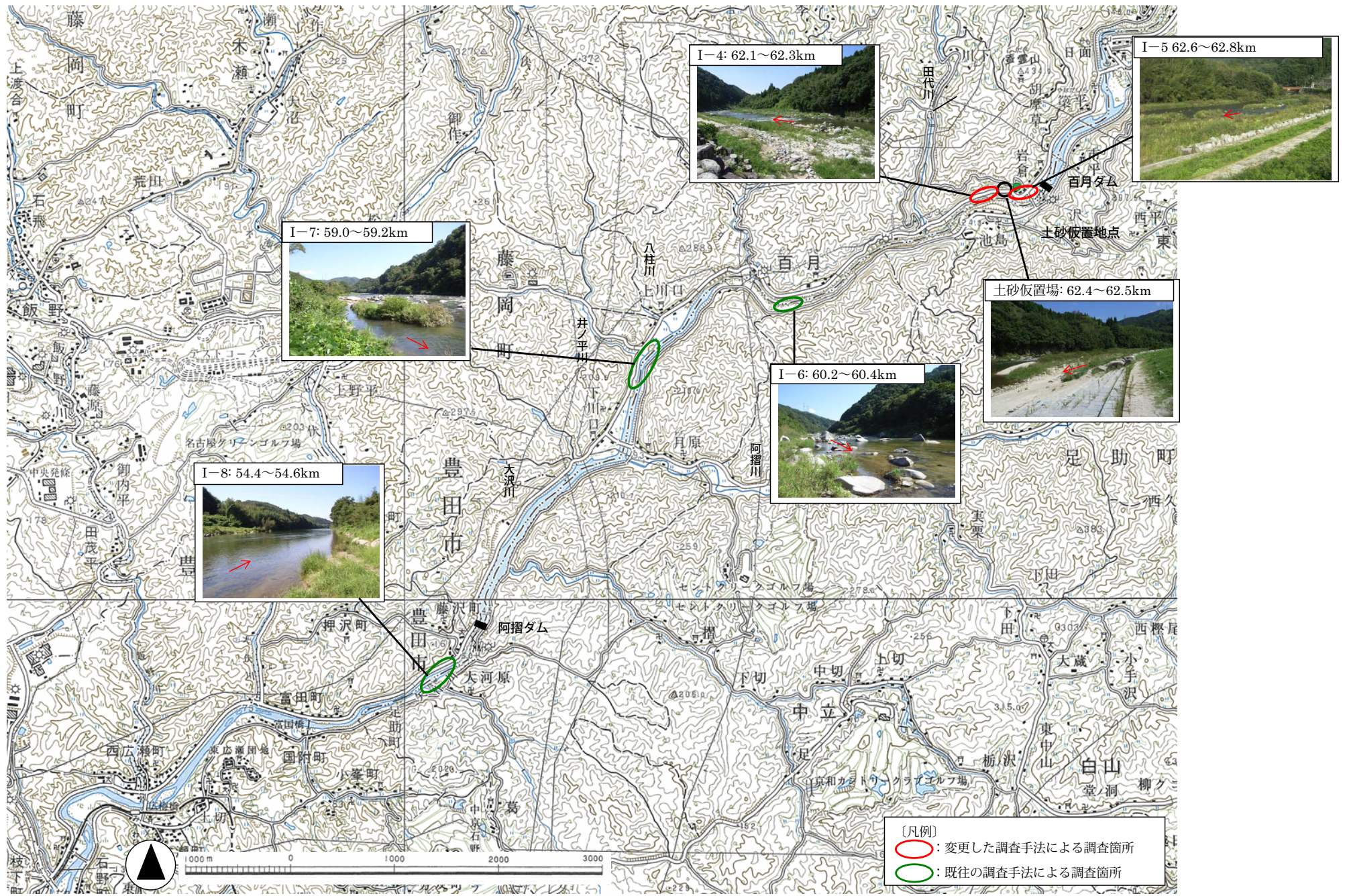


図 3-8 (2) 調査地点図 (百月ダム下流)

### 3.4 変更した調査計画について

今年度の調査計画及び来年度の調査計画を表 3-2 に示す。変更点としては、生物調査（魚類、底生動物、付着藻類）のサンプル数及び付着藻類の調査回数である。

表 3-2(1) 調査内容一覧表（小渡地区）

調査項目	調査対象	調査内容	調査目的	調査箇所	調査時期		
					平成 19 年度	平成 20 年度	
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	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。	仮置場	出水後 1 回（1 回/年）	出水後 1 回（1 回/年）	
		ビデオ撮影	出水状況をビデオで撮影する	仮置場	出水後 1 回	出水後 1 回（1 回/年）	
河道形状、水質等	河道形状	形状	横断測量(深浅測量)	既設の堰堤及び取水設備周辺の深浅測量を実施し、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	出水後 1 回（1 回/年）	出水後 1 回
		空中写真	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	出水後 1 回（1 回/年）	出水後 1 回	
		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	出水後 1 回（1 回/年）	出水後 1 回	
		横断測量	笹戸ダム下流河道形状の経年変化	約 600m 間隔			
	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状況を調査し、細粒土砂の移動特性を把握	I-1,I-2,I-3,I-4 C-1,C-2,C-3	面的河床材料調査（C-3,I-1,I-2）、及び試料採取数の追加	出水後 1 回（1 回/年）	出水後 1 回
		代表地点での面的調査	・河床材料の粒度分布曲線	巴川合流点,乙川合流点,矢作古川分流点			
		粒度組成調査（下流地点）	・河床材料の粒度分布曲線	巴川合流点,乙川合流点,矢作古川分流点			
		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)	出水後 1 回（1 回/年）	出水後 1 回（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（矢作第二ダム、笹戸堰堤、百月堰堤、阿摺堰堤、越戸ダム）	1 回（1 回/年）	1 回（1 回/年）	
	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：閑羅瀬橋、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 主要支川：明智川、阿妻川、介木川	出水時 1 回（1 回/年） 平常時	出水時 1 回（1 回/年） 平常時	
		水温、pH	基礎資料として収集	日出橋、有平橋（図 2（2））			
		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。	I-1,I-2,I-3,I-4,C-2,C-3 C3、I1 の 2 箇所については、3 サンプルに変更	秋季	秋季	
		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	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 C3、I1 の 2 箇所については、3 サンプルに変更 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	秋季、 早春季	
		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) C3、I1 の 2 箇所については、3 サンプルに変更	— 出水後に 1 回/週程度で最低 4 回サンプル採取(1 出水分を想定)	出水前（5、7、9月の各月 1 回） 出水後に 1 回/2 週程度で最低 3 回サンプル採取（1 出水分を想定）。	

赤字が第 2 回委員会からの変更

表 3-2(2) 調査内容一覧表 (百月ダム下流地区)

調査項目	調査対象	調査内容	調査目的	調査箇所	調査時期		
					平成 19 年度	平成 20 年度	
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	土砂投入毎 (1 回/年)	土砂投入毎 (1 回/年)	
	仮置形状	仮置形状 土砂流出状況	仮置土砂が、出水によりどのように浸食・流下されるかをビデオ撮影及び観測標識 (ブイ) 設置等により把握する。	仮置場	出水前	出水後 1 回 (1 出水/年)	
河道形状、 水質等	河道	形状	横断測量(深浅測量)	既設の堰堤及び取水設備周辺の深浅測量を実施し、治水・利水施設への影響把握のための基礎資料とする	阿摺ダム貯水池上流末端 取水口周辺	出水前	出水後 1 回 (1 出水/年)
			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。	百月ダム直下～阿摺ダム貯水池上流末端	出水前	出水後 1 回 (1 出水/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。	I5,I4,I6,I7,I8 (10m×10 本)	出水前	出水後 1 回 (1 出水/年)
		横断測量	百月ダム下流河道形状の経年変化の把握	約 600m 間隔			
	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) 代表地点での面的調査	・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	I5,I4,I6,I7,I8 面的河床材料調査 (I-4,I-6)、及び試料採取数の追加	出水前	出水後 1 回 (1 出水/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。	I5,I4,I6,I7,I8	出水前	出水後 1 回			
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。	I5,I4,I6,I7,I8 土砂仮置き地点上流：岩倉橋 土砂仮置き下流：加茂橋、富国橋 主要支川：葭磨橋 (田代川)、月原端 (阿摺川) 濁度計による計測：百月仮置き土砂上流、百月仮置き土砂下流、百月発電放流上流 ※濁土計設置箇所は、安全時に採水も実施	平常時	出水時、降雨時、平常時 1 回 (1 出水/年)		
		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。	I5,I4,I6,I7,I8 I5、I4 の 2 箇所については、3 サンプルに変更	秋季	秋季	
		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	I5,I4,I6,I7,I8  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 I5、I4 の 2 箇所については、3 サンプルに変更 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-4)	秋季、早春季	秋季、早春季	
		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	I5,I4,I6,I7,I8 I5、I4 の 2 箇所については、3 サンプルに変更 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)	出水前に 1 回。	出水前 (5、7、9 月の各月 1 回) 出水後に 1 回/2 週程度で最低 3 回サンプル採取 (1 出水分を想定)。 2 箇所では 3 サンプルに変更	

赤字が第 2 回委員会からの変更