

## 平成20年度 矢作ダム堰堤改良技術検討委員会 第1回

## 委員会資料

## 説明資料

## 目次

1	委員会の概要	1-1
1.1	これまでの委員会の概要	1-1
1.2	平成19年度までの委員会による検討結果	1-4
1.3	今後の進め方	1-6
2	堆砂対策に伴う矢作川上流区間における土砂管理検討	2-1
2.1	基本条件の検討	2-1
2.2	土砂管理シナリオの設定	2-2
3	土砂還元による影響調査	3-1
3.1	土砂還元について	3-1
3.2	平成20年度土砂投入実験の実施状況について	3-2
3.3	出水後のモニタリング	3-8
3.4	土砂投入実験結果の概要	3-13
3.5	平成20年度投入土砂の流下再現(平成20年6月29日～7月1日)	3-16
4	下流河道の影響評価(案)について	4-1
4.1	下流河道の影響評価の全体の流れについて	4-1
4.2	生物環境の評価方法について	4-2
5	堆砂対策検討	5-1
5.1	吸引工法に関する課題の整理	5-1
5.2	吸引施設の設計に関する検討課題	5-3

平成20年12月18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

## 1.1 これまでの委員会の概要

- (1) 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。
- (2) 平成17年度に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り、「矢作ダム堰堤改良技術検討委員会」が設立された。
- (3) 平成17年度は3回の委員会を開催し、緊急ダム堆砂対策計画及び事前放流設備の能力等の検討について指導・助言を得た。
- (4) 平成18年度は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への環境への影響検討について指導・助言を得た。
- (5) 平成19年10月から改めて設置された「矢作ダム堰堤改良技術検討委員会」は、平成18年度までの検討結果に基づき、長期ダム堆砂対策の実施に向け、流域を視野においた総合土砂管理の視点を踏まえ、吸引工法及び下流河川への環境影響予測・評価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とするものであり、計3回開催された。

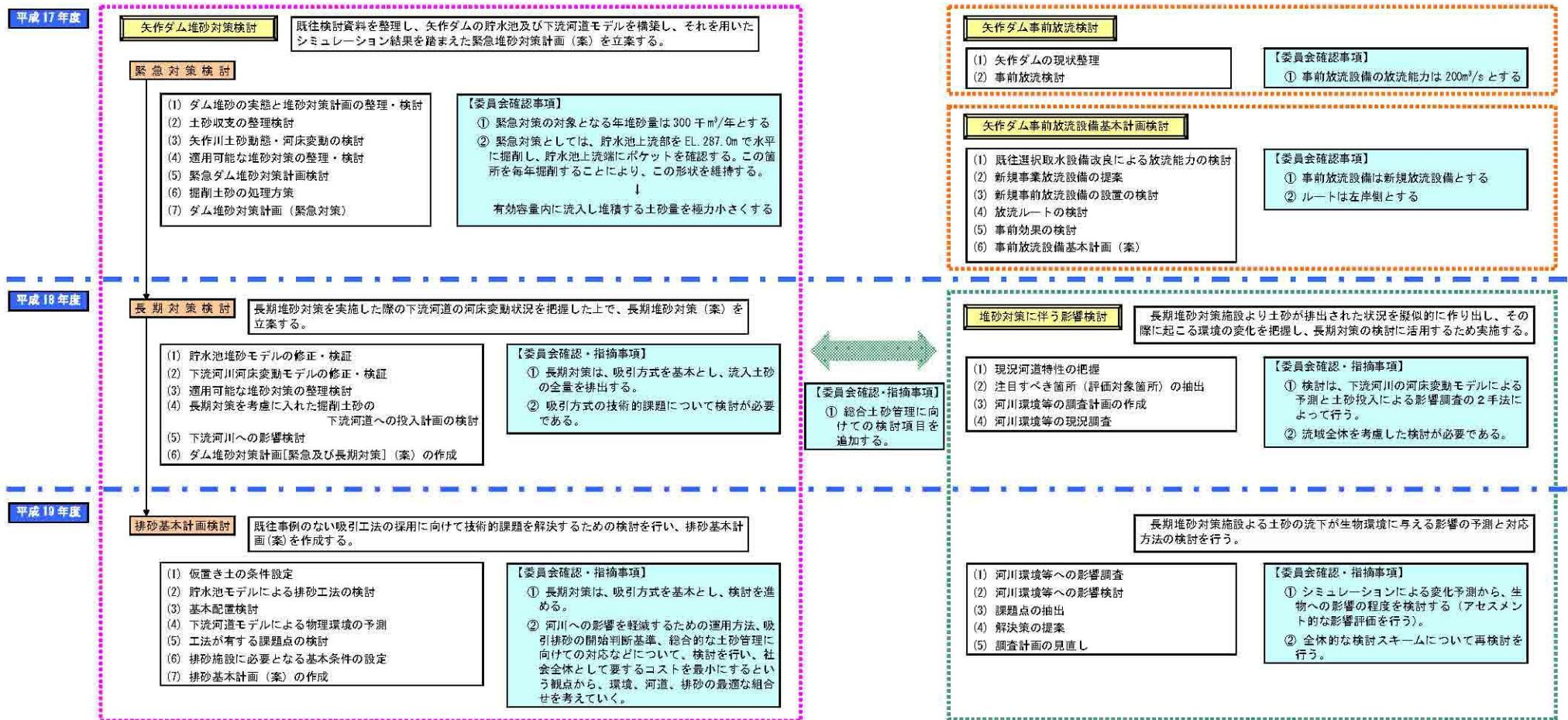


図 1.1 これまでの委員会における検討の流れ

表 1.1 これまでの委員会における主な指摘事項と対応（H17年度）

委員会	区分	指摘事項	対応	備考
H17 第1回 H17/12/27	堆砂対策検討	緊急対策と長期対策における戦略を明確にしておくこと。	緊急対策と長期対策の目標を明確にした上で、緊急対策の検討を行った。	
		将来的な流入土砂量の妥当性について評価しておくこと。	流域内の崩壊箇所の変遷と流入土砂量等の関係から推定した。	
H17 第2回 H18/02/23	堆砂対策検討	治水容量内に堆砂している土砂量はどの程度か。	砂利採取ヤードの土砂が治水容量内堆砂の74%を占めている実態を提示した。	
		年平均堆砂量については、恵南豪雨も運用期間中に発生する洪水と考えられるため、運用初期と直近の堆砂量の関係も確認しておく必要がある。	緊急対策としては、300千 $m^3$ /年として計画することとした（S45～H16年平均堆砂量335千 $m^3$ /年、S50～H16年平均堆砂量295千 $m^3$ /年）。	
H17 第3回 H18/03/24	堆砂対策検討	緊急対策のシミュレーションについて、計画を立案する際は、ランダムに出水を入れる必要がある。	様々な流況を加味したシミュレーションを実施することとした。	
		長期対策を検討するにあたっては、ダムから排砂することにより発生が考えられる下流河道の環境に関する評価をしておく必要がある。	下流河川の環境（物理環境）が把握可能となるモデルを作成し、排砂に伴う環境への影響を把握する。また、生物環境に与える影響も調査検討する。	

- : 堆砂対策に関する事項
- : 河床変動シミュレーションに関する事項
- : 河川環境に関する事項
- : 堆砂対策実現に向けての検討体制・方針に関する事項
- : 総合土砂管理に関する事項

表 1.2 これまでの委員会における主な指摘事項と対応（H18年度）

委員会	区分	指摘事項	対応	備考
H18 第1回 H18/07/31	堆砂対策検討	河床変動計算では、流入量と流入土砂量の関係が非常に重要である。恵南豪雨時と平常時では異なる式を設定する必要がある。	流入土砂量の多い期間、少ない期間に区分し流入量と流入土砂量との関係式を作成した。	
	影響検討	土砂還元地点よりも下流の濁水が土砂還元に由来するものと、ダムからの放流に由来するものに分離する必要がある。	ダム流入、ダム放流濁度および土砂還元地点直上流、還元地点直下流、主要各支川で濁度を測定し、還元土砂の影響把握に努めることとした。	
H18 第2回 H18/12/26	堆砂対策検討	今後は、吸引方式単独と排砂パイパスと吸引方式の併用案で検討を進めることとする。	下流河道の河床変動解析の結果を踏まえ、吸引方式案、排砂パイパスと吸引方式の併用案で比較検討を進めた。	
	影響検討	実際のインパクトレスポンス（以下、IR）に対して、土砂還元のモニタリングによって把握する範囲を明示しておく必要がある。	対策実施時に下流河道で生じる影響を想定し、IRを作成した上で、モニタリング計画と影響度を把握する方法を提案した。	
		環境影響の考え方について長期対策を含めた形で整理し、土砂還元の位置づけを明確にし、今後調査すべき内容について検討する必要がある。	土砂還元の位置づけについて整理した。	
H18 第3回 H19/03/16	影響検討	土砂管理は、流域全体で考えていく必要がある。評価軸は、環境とコストであり、社会的なコストミニマムを考慮していく必要がある。	社会的コストミニマムの観点から検討を行う。	H20より具体的な検討を開始する。
		矢作ダムの排砂によってQ-QS関係が逆ループになる可能性があるが、それをできるだけ直線上に持っていくことがこれからの検討すべき方向と考える。	吸引方式における放流濁度の調整について検討した。	
	今後の進め方	ダムと河川で検討を進めていくスキームが必要。このままの検討体制では、提案はできるが、実現に向けていくのは困難である。	流域全体を考慮した検討実施に努める。	H20より具体的な検討を開始する。

- : 堆砂対策に関する事項
- : 河床変動シミュレーションに関する事項
- : 河川環境に関する事項
- : 堆砂対策実現に向けての検討体制・方針に関する事項
- : 総合土砂管理に関する事項

表 1.3 これまでの委員会における主な指摘事項と対応 (H19年度)

委員会	区分	指摘事項	対応	備考
H19 第1回 H19/10/04	委員会規約	流域の視点、総合的な土砂管理としての視点を踏まえていくことを明記した方がよい。	趣意書の修正を行った。	
	堆砂対策検討	総合土砂管理の視点からのフィードバックを含めて検討を進めるべきである。	総合土砂管理の視点からのフィードバックを含めた検討フローに修正した。	
	影響検討	仮置きがなかった場合の評価をどのように考えるか。例えばクレンジング効果と仮置土の関係を把握するにはリファレンスをしっかりとる必要があるのではないか。	仮置き地点直上流のリファレンスポイント (C-3) をコントロールとして、調査を継続する。	
		IRについて、生物から物理の変化を見ていく視点も追加する必要がある。	生物の視点に基づく IR (逆引き IR図) を作成した。	
H19 第2回 H19/12/19	堆砂対策検討	吸引工法の詳細構造 (吸引口の配置を含む)、流速、濃度等のデータを明示する必要がある。	詳細構造・濃度調整について、ハイドロP、MHS工法、移動式吸引工法を例にとり、提示した。	
	影響検討	礫床、砂床が、ダム建設によりどう変化したかを明らかにした上で、排砂によりどのように変化するかを予測して三段階の変化パターンを検討することが望ましい。	①過去の写真、河床材料データ等を出来る限り収集した。 ②今後、過去の変遷を踏まえ、下流河川に与える排砂の影響を評価していく。	
		河床変動計算において設定している百月ダム上流区間の初期河床材料条件が細かすぎたのではないかと。	河床材料の変更に対する影響を把握し、モデルを修正した。	
		土砂投入実験の結果を待って、積み上げ方式で検討していくのでは、時間がかかりすぎてしまう。現在、志向している方向性で良さそうかどうかをアバウトでよいから確認していく工程を考えた方がよいと思う。	排砂に伴う下流環境影響の検討方針の見直しを行い、土砂投入試験の位置づけについて修正した。また、その検討方針に従い、検討計画を立案した。	
		IRにおけるクレンジングや河床構成材料の変化をインプットとアウトプットだけで判断するのではなく、素過程を把握した上で検討することが重要である。	インプットとアウトプットデータの間の素過程、プロセスを把握できるよう、検討の中で何ができるのかを整理した。	

- : 堆砂対策に関する事項
- : 河床変動シミュレーションに関する事項
- : 河川環境に関する事項
- : 堆砂対策実現に向けての検討体制・方針に関する事項
- : 総合土砂管理に関する事項

表 1.4 これまでの委員会における主な指摘事項と対応 (H19年度)

委員会	区分	指摘事項	対応	備考
H19 第3回 H20/03/03	全般	河床低下に対する砂利採取、ダム、土砂生産量の減少の因果関係について、今後、ある程度定量的な検討が必要である。	流域の森林面積等の変遷を整理し、影響度の定量的評価を試みる。	→2.2.4 次回整理
		矢作川の変遷については、本来項目出しして整理すべき項目である。	矢作川の変遷について、項目だしして整理する。	→2.2.4
	堆砂対策検討	佐久間の実験だけではわからないことがあるため、条件の違いを整理し、矢作でもある程度実験を実施する必要がある。	矢作ダムと実証試験を実施する地点の土砂特性等条件の相違を確認し、机上で検討できる項目、実験で検討すべき項目を整理する。	→5.1 次回整理
		吸引箇所をどこに設置するか、詳細に検討する必要がある。設置方法についても、検討が必要である。	実施レベルで必要となる検討手法、設計条件、及び必要な調査を整理する。	→5.2 次回整理
	影響検討	放流 SS の基準として、流入 SS を対象とする必要はないと考える。上回ったとしても影響が出なければ問題は無い。	SS 濃度については、環境アセスの視点から検討を行う。	→4.2
		SS についてはそれほど問題にはならないと考える。問題は砂分、特に中小出水時の挙動である。「排砂施設計画(案)」には、環境、河道、排砂のベストミックスを考えていく旨を記載しておく必要がある。	排砂施設計画(案)の修正を行った。	
		堆積過程や堆積箇所について整理した上で、生物への影響を確認する必要がある。	一次元モデルで堆積が推定され、生物影響が大きいと考えられる箇所を抽出して調査を実施し、生物への影響を予測する (必要に応じて二次元解析)。	
		貯水位 EL.291 回復を排砂の前提とすることは排砂条件としてかなり厳しいものである。排砂を早く開始する判断基準を作成する必要がある。	排砂施設運用方法の検討として、排砂開始条件の見直しについて検討を行う。	→2.3.1
		科学的に判断するのはよいがその判断は困難であることから、定性的に礫河床にどの程度土砂がたまっていたらいいか、漁協等に確認するのが良い。漁協との合意形成が必要である。そこは、科学的には詰められない。	漁協ヒアリングを行い、土砂の堆積と魚について、コメントをいただく。	→今年度 実施予定
		矢作川版の生態系予測モデルはないと思われる。矢作川を研究している研究者との連携を図る必要があるのではないかと。	矢作川研究会等との情報交換を行うようにする。	→今年度 実施予定
中部地整管内では、阿木川ダム、蓮ダムなど他ダムでも土砂堆積の実験を実施している。これらには共通の課題もあるはずなので、中部地整で課題を解明するためのプロジェクトを立ち上げて良いのではないかと。	土砂還元試験の事例を整理する。矢作川における土砂実験の課題を整理する。	→4.2 次回整理		
生物環境を支配する物理環境は何か等、0次案を作成していく。検討フローについては、修正して、次回提案する。	検討フローを修正し、0次案を作成する。	→4.1 次回整理		

- : 堆砂対策に関する事項
- : 河床変動シミュレーションに関する事項
- : 河川環境に関する事項
- : 堆砂対策実現に向けての検討体制・方針に関する事項
- : 総合土砂管理に関する事項



(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、土砂投入試験に対する環境調査などを組合せて実施する。

1) 河床変動モデルによる影響検討 (H18-H19)

矢作第二ダム下流域を対象(河口まで)とした一次元河床変動解析より、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 (H18-H19)

排砂による自然環境への影響を評価することを目的に、以下に示す土砂投入試験実施したが、明確な環境変化は確認できなかった。

- 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) 影響検討計画の見直し (H19)

- ① 現計画は、一次元河床変動解析と土砂投入試験により得られる調査結果を踏まえ、排砂による影響を把握することとしている。
- ② 土砂投入試験は、洪水発生や洪水により流出した土砂の堆積箇所などが不確実である。
- ③ 不確実性を有する試験を用い、限られたスケジュールで評価していくことは困難である。
- ④ このため、下記のように見直しを行った(図 1.2 参照)。
  - 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。
  - 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、排砂施設の諸元、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、再検討、評価を行う。
  - このサイクルにおける評価で、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、モニタリング段階においても、施設運用の見直し、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を図ることのできる方法を求めていく。

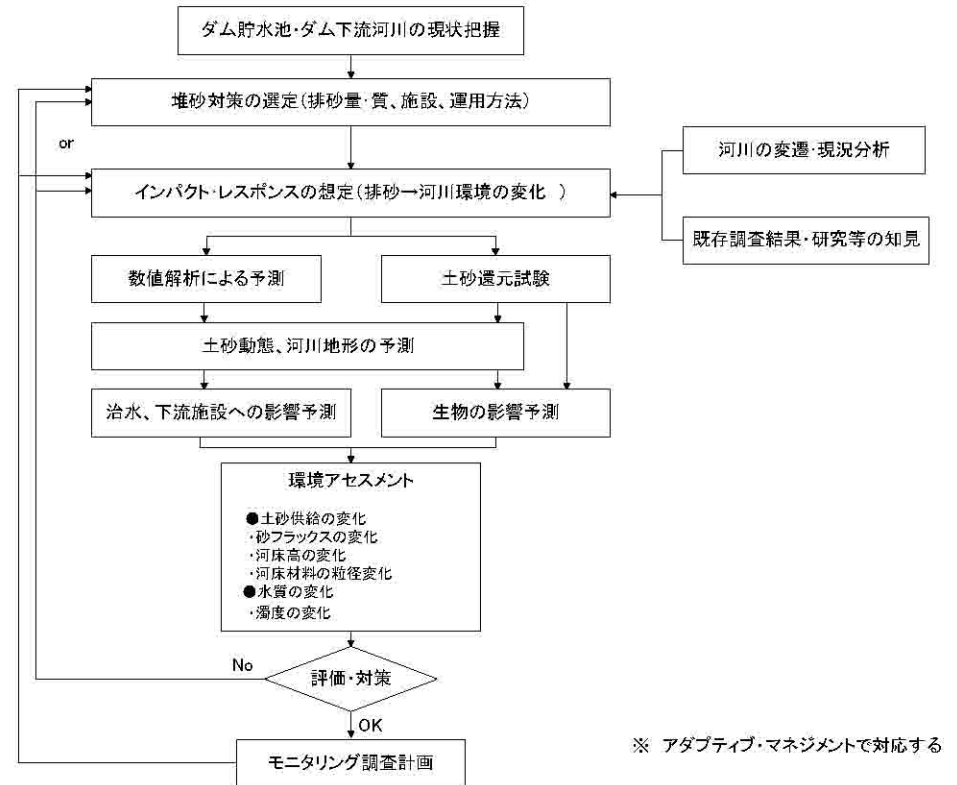


図 1.2 矢作ダムにおける環境影響検討の進め方

### 1.3 今後の進め方

#### (1) 平成 19 年度委員会における指摘事項

平成 19 年度の委員会では、堆砂対策検討、影響検討の他に、流域を視野においた総合土砂管理の視点を踏まえて検討を行うべきことが指摘された。

また、総合土砂管理の視点を踏まえた検討の初期段階として、過去の矢作川の変遷等についてできる範囲で収集を行ったが、十分なものではなく、また、項目立てして整理すべき内容であることが指摘されている。

#### (2) 河川整備計画における総合土砂管理

##### 1) 河川整備計画について

整備計画策定に向け、治水、利水、総合土砂、河川環境、維持管理、流域圏一体の取り組みに関して、目標と整備内容の原案を整理し、公聴会に提示した（11 月 10 日に原案提示完了、12 月 11 日に公聴会開催）。

##### 2) 整備計画に位置づけられている矢作ダム の 取 組 み

整備計画において、矢作ダムに係る主なものについては、下記の取り組みが挙げられている。

- 治水として、矢作ダムの有効活用による洪水調節機能の確保として、放流設備の増強を行うこと
- 総合土砂管理として、土砂生産域、ダム領域、河川領域、海岸領域における流砂の連続性を確保し、水系一貫した総合土砂管理に向けた取り組みを行うこと

##### 3) 整備計画における総合土砂管理の取り組み

総合土砂管理の取り組みとして、ダム・河川・海岸領域での対応が以下のとおりとされており、上流から順次下流に向けて検討を進めていく予定となっている。さらに、水系全体として土砂移動実態解明のためのモニタリングを実施していくこととされている。

ダム領域	計画的な堆積土砂の掘削・浚渫、吸引施設による恒久的な堆砂対策の実施、適切な土砂流下
河川領域	土砂移動の連続性の確保、砂州・砂礫底の回復
海岸領域	河川からの土砂供給による干潟・浅場の保全、矢作ダム堆積土砂の有効利用による干潟・浅場の再生

#### (3) 平成 20 年度委員会の進め方

既往の委員会から平成 20 年度以降の委員会に至る審議内容、審議項目の流れを、図 1.3 に示す。整備計画を受け、下流部、河口域を含めた総合土砂管理の策定に向けシフトしていく必要がある。

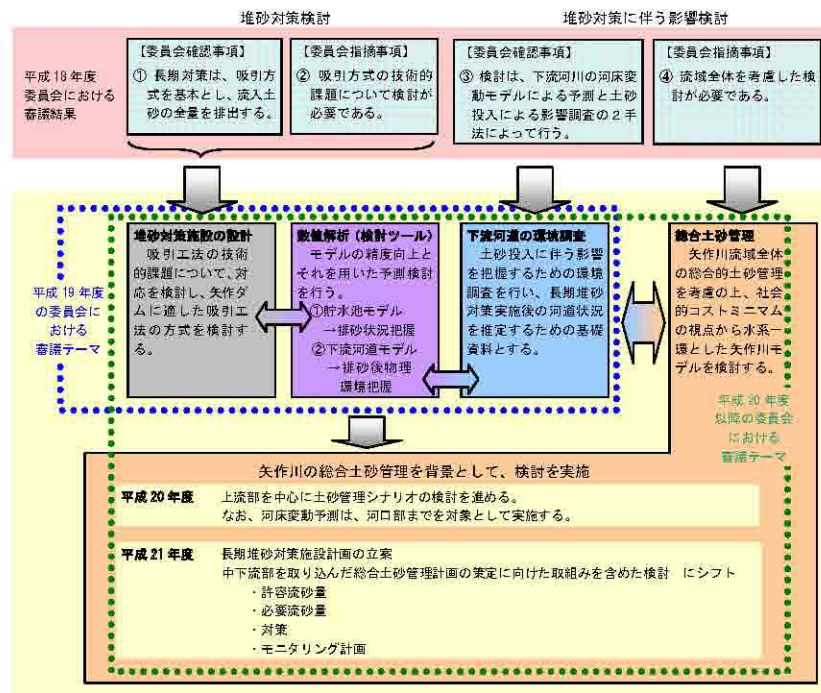


図 1.3 既往の委員会から平成 20 年度以降の委員会への流れ

1) 今年度委員会のスケジュール

平成20年度の委員会は、2回の開催を予定しており、その検討スケジュールは以下のとおりである。

表 1.6 平成20年度委員会のスケジュール

	第1回 (平成20年12月18日)	第2回 (平成21年3月上旬)	備考
堆砂対策に伴う矢作川上流区間における土砂管理の検討			
(1)貯水池及び下流河道モデルの検討	● モデルの見直し		→資料-2に整理
(2)矢作川の変遷の整理・分析	● 整理結果の報告		→「2.2 土砂管理シナリオの設定」で整理
(3)土砂管理検討上の目標※等基本条件の検討	● 基本条件の提示		
(4)土砂管理簡易シナリオの検討	● 簡易シナリオ検討結果の提示	● 簡易シナリオ評価 (河口までの予測結果を提示)	
(5)土砂管理対策シナリオの検討	-----	● 対策シナリオ検討結果の提示	
土砂還元による影響調査検討			
(1)現地調査結果の整理	● 現地調査結果の報告	● 報告(仮置き土砂流下の場合)	
(2)仮置き土砂投入計画の整理	● 中間報告	● 報告(仮置き土砂流下の場合)	
(3)課題点の抽出	● 中間報告	● 報告	
(4)解決策の提案	● 中間報告	● 報告	
(5)モニタリング調査計画の見直し	●	● 見直し計画の報告	
下流河道の影響評価案の作成			
(1)下流河道影響評価案の作成	● 評価方法(案)の提示	● 評価方法の提示	
(2)生物環境の評価方法について	● 評価方法(案)の提示	● 評価方法の提示	
堆砂対策検討			
(1)吸引工法に関する課題の整理	● 実証実験の中間報告	● 報告	
(2)吸引工法の運用に関する検討	● 課題の提示	● 報告	

※ 矢作ダム及び発電ダムの機能維持、下流河川環境への影響、経済性の確保 等



H19年度以降 矢作ダム長期堆砂対策の実現に向けての検討実施フロー

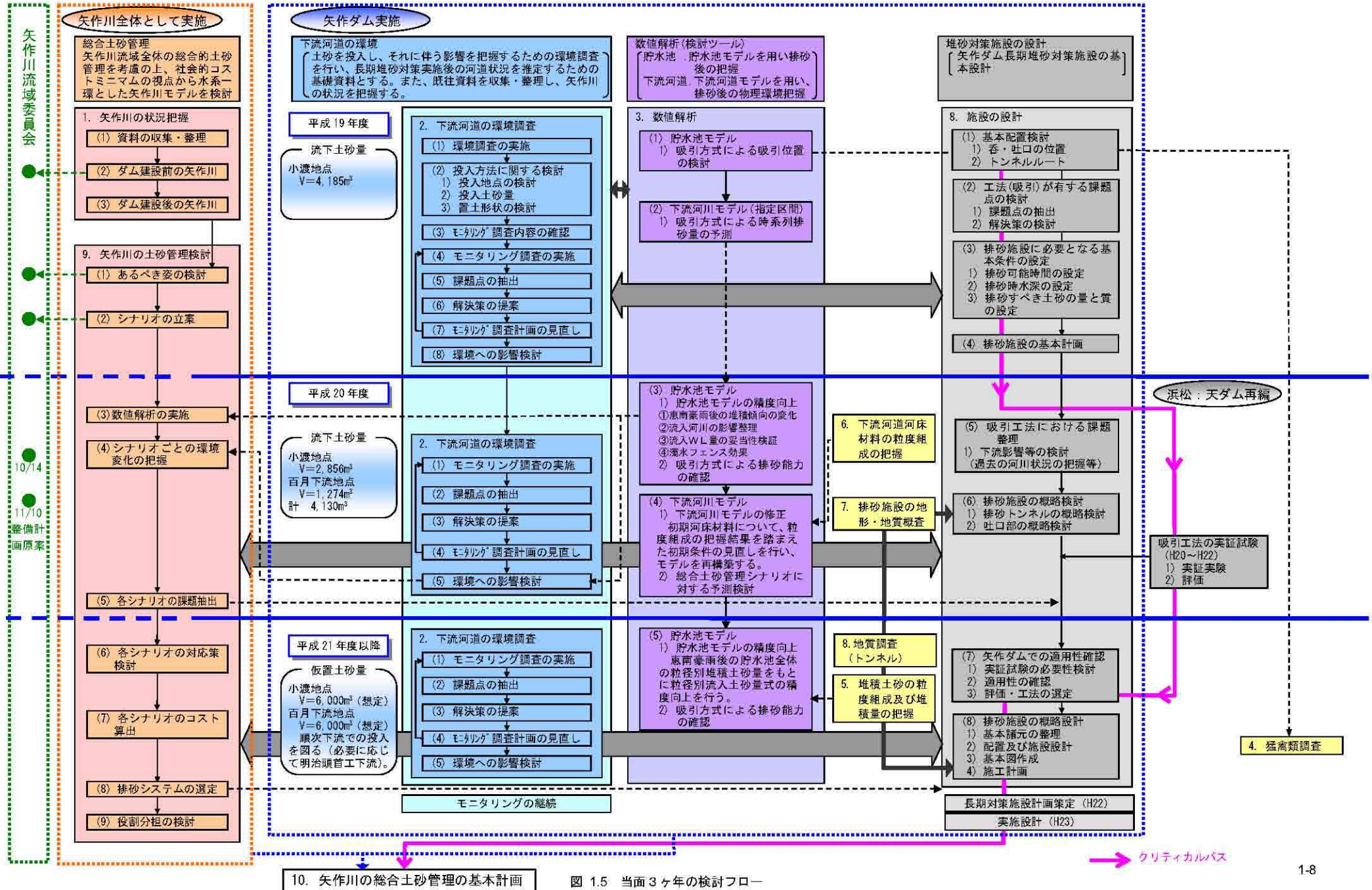


図 1.5 当面3ヶ年の検討フロー

(5) 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 1.6 に示す。

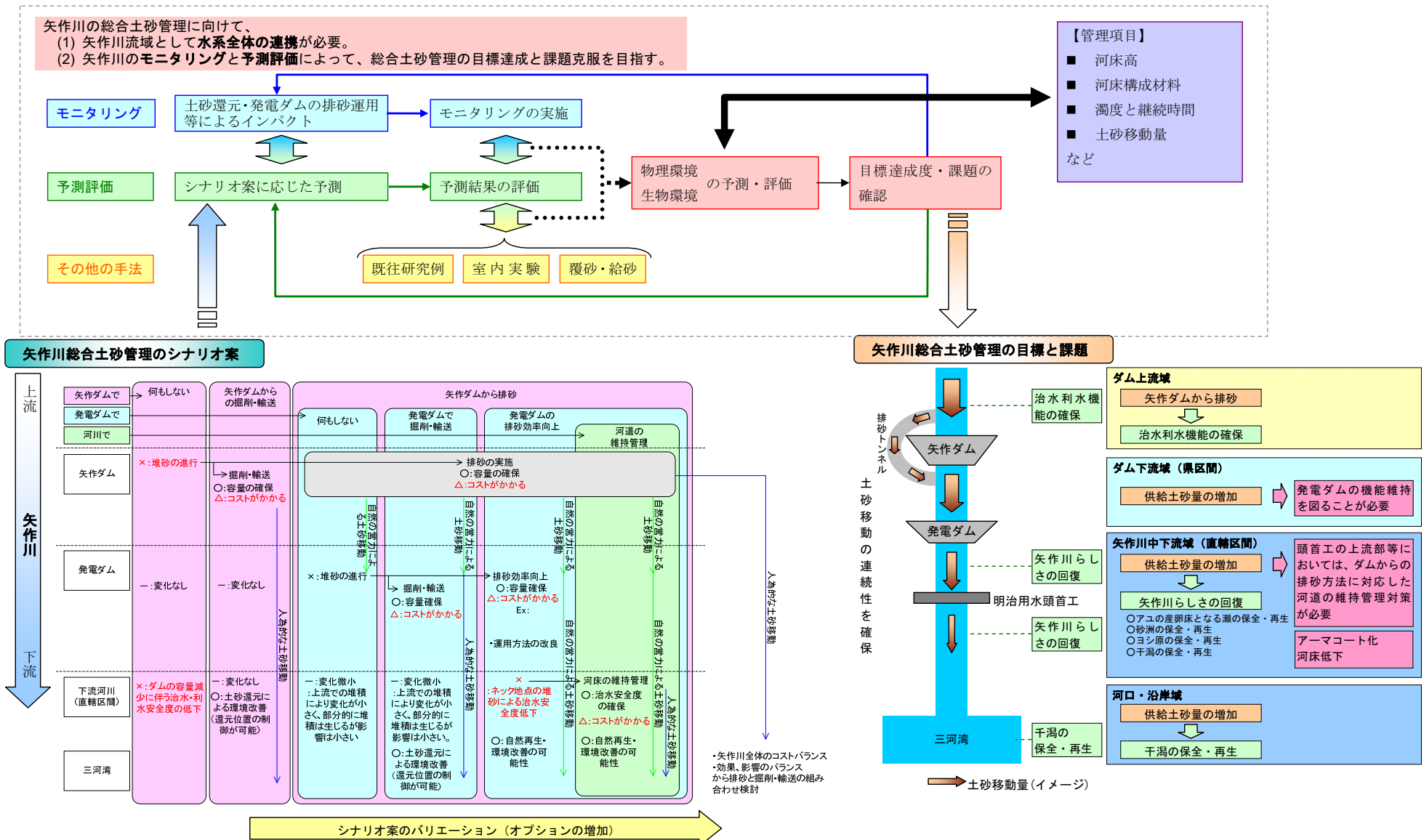


図 1.6 矢作川の総合土砂管理の考え方

## 2. 堆砂対策に伴う矢作川上流区間における土砂管理検討

### 2.1 基本条件の検討

#### 2.1.1 目的

矢作ダムの堆砂対策として、排砂（吸引排砂）をした場合の下流河川での堆積による影響（治水・利水・環境）に対して、これを回避・低減するための土砂管理の方策を検討する。

#### 2.1.2 検討範囲

検討範囲は、「矢作ダムから越戸ダム」とし、できるだけ越戸ダムまで土砂を移動させる方法について検討する。

越戸ダムから河口では、上流部と土砂移動形態が異なることが考えられ、必要となる土砂量、土砂管理方法は上流と異なると考えられる。この区間については今後検討を行う。

#### 2.1.3 土砂管理に向けた基本的な考え方

矢作ダム及び下流河川の主な特徴と現状として、①堆砂により貯水池機能の低下が懸念されること、②下流河川に発電堰堤が連続していること、③農水・工水のニーズが高いこと、④河川環境に対する注目度が高いことが挙げられる。そのため、総合土砂管理の検討は下記の留意点を踏まえ実施する。

- 機能維持（矢作ダム及び下流堰堤の治水・利水機能の維持）
- 下流河川環境への影響（物理環境の変化予測と生物への影響検討）
- 経済性の確保（社会資本全体の維持に要する経済性の効率化）

#### 2.1.4 機能維持に関する考え方

##### (1) 矢作ダムの機能維持

矢作ダムの治水・利水機能を維持するために「全量排除を基本」とする。ただし、流水による排砂には限界があるため、「自然排除方式：吸引工法による土砂排除」に「人為排除方式：機械力による土砂排除」を組合せて機能維持を図るものとする。

##### (2) 下流発電堰堤の機能維持

下流河川に位置する発電堰堤（笹戸ダム、百月ダム、阿摺ダム、越戸ダム）では、湛水池の存在により掃流力の低下が生じるため、矢作ダムから排砂した土砂の堆積による治水・利水機能の低下が懸念される。このため、人為排除方式（河道維持管理）とあわせて、掃流力を維持し土砂を自然の営力により排除する方策をハード（洪水吐きの切り下げ、分離制御壁等）・ソフト（洪水前の貯水位低下等）両面から検討する。

#### 2.1.5 下流河川環境への影響に関する考え方

##### (1) 物理環境

矢作川の越戸ダム上流区間の土砂移動形態は、上流からの流下土砂の多くが表層の河床材料と交換することなく通過する「通過型」と考えられる。このため、下流河道（堰堤部以外）には矢作ダムから排砂により河床材料が大きく変わらないことを基本とする。

##### (2) 生物環境

矢作ダムからの排砂により下流河川に土砂が堆積した場合、生物環境に影響を与える可能性がある。このため、生物に及ぼす影響を物理環境変化の観点から仮説化し、矢作ダム排砂後に生じる現象を、河床変動計算結果や現地の情報から検証する。

#### 2.1.6 経済性の確保に関する考え方

ダム事業者や発電事業者・利水者等が混在する矢作川では、総合土砂管理を行うにあたり、社会全体で要する費用の最小化を目指す必要がある。このため、矢作ダムから越戸ダムの区間で実施する対策の経済性に努める。

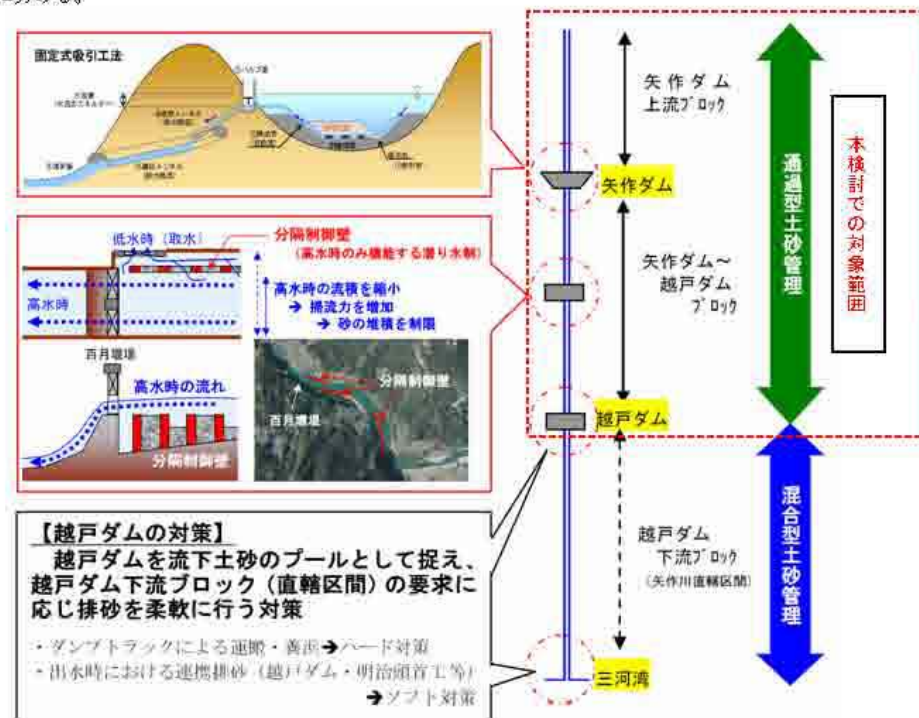


図 2.1 土砂形態区分（通過型・混合型）に応じた検討のイメージ

<p><b>通過型土砂管理</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上流からの流下土砂の多くが表層の河床材料と交換することなく通過する形態</li> <li>・ 基本的には堆砂しない、または堆積しないように土砂管理を行う。</li> </ul>
<p><b>混合型土砂管理</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上流からの流下土砂が表層の河床材料と交換しながら河床を形成する形態</li> <li>・ 堆積、河床低下または動的平衡状態などの状況となる。</li> </ul>

## 2.2 土砂管理シナリオの設定

### 2.2.1 土砂管理シナリオが備えるべき要件

矢作川上流区間（矢作ダム～越戸ダム）として目指すべき土砂管理のシナリオは、以下の要件を満足する必要がある。

- 矢作ダムの機能が維持できること
- 下流発電堰堤の機能が維持できること
- 河道の流下能力が確保できること
- 矢作ダムから排出した土砂は、できるだけ河道を通過させ、途中での堆積が少ないこと
- トータルコストが小さいこと

### 2.2.2 土砂管理簡易シナリオの設定

土砂管理簡易シナリオは、図 2.2 のフローによって設定する。

#### (1) 矢作ダムの機能維持のためのシナリオ

矢作ダムの機能を維持するため、貯水池に流入する土砂を全量排除することを基本とする。

表 2.1 矢作ダムの機能維持のためのシナリオ

		流水力	機械力
流水+機械力	<b>0</b>	標準ケースの吸引	+（排除しきれない土砂は） 掘削+ダンプ運搬
	<b>I</b>	吸引可能量を吸引	
	<b>II</b>	影響を考慮した量※1を吸引	
機械力のみ※2			掘削+ダンプ運搬

※1：H19 検討では、小規模出水で排砂した場合、排砂地点直下での堆砂による環境への影響が予測されている。

※2：矢作ダムにおいて、掘削+ダンプ運搬のみで対応するケースは、土砂管理シナリオからは除外する。

#### (2) 下流発電堰堤のシナリオ

矢作ダムで排砂を行った場合においても下流発電堰堤の機能を維持するため、矢作ダムから排出された土砂を、流水の営力を活用し、極力通過させるシナリオを検討する。

表 2.2 下流発電堰堤における機能維持のためのシナリオ

		流水力	機械力
流水+機械力	<b>I</b>	堰堤改良（ゲートの切り下げ、分隔制御壁 等）	+（排除しきれない土砂は） 掘削+ダンプ運搬
	<b>II</b>	洪水前の貯水位低下	
機械力のみ		<b>III</b>	掘削+ダンプ運搬

#### (3) 河道区間

矢作川上流区間は、「通過型」の土砂形態を示すことから、河道区間では、現状を維持（一時的な堆積は許容）するシナリオとして、以下に示すシナリオを設定する。

表 2.3 河道区間における個別簡易シナリオ

		流水力	機械力
機械力のみ	<b>I</b>	—	堆積した土砂※2を掘削+ダンプ運搬

※2：堆積することにより影響（治水、環境）が想定される場合

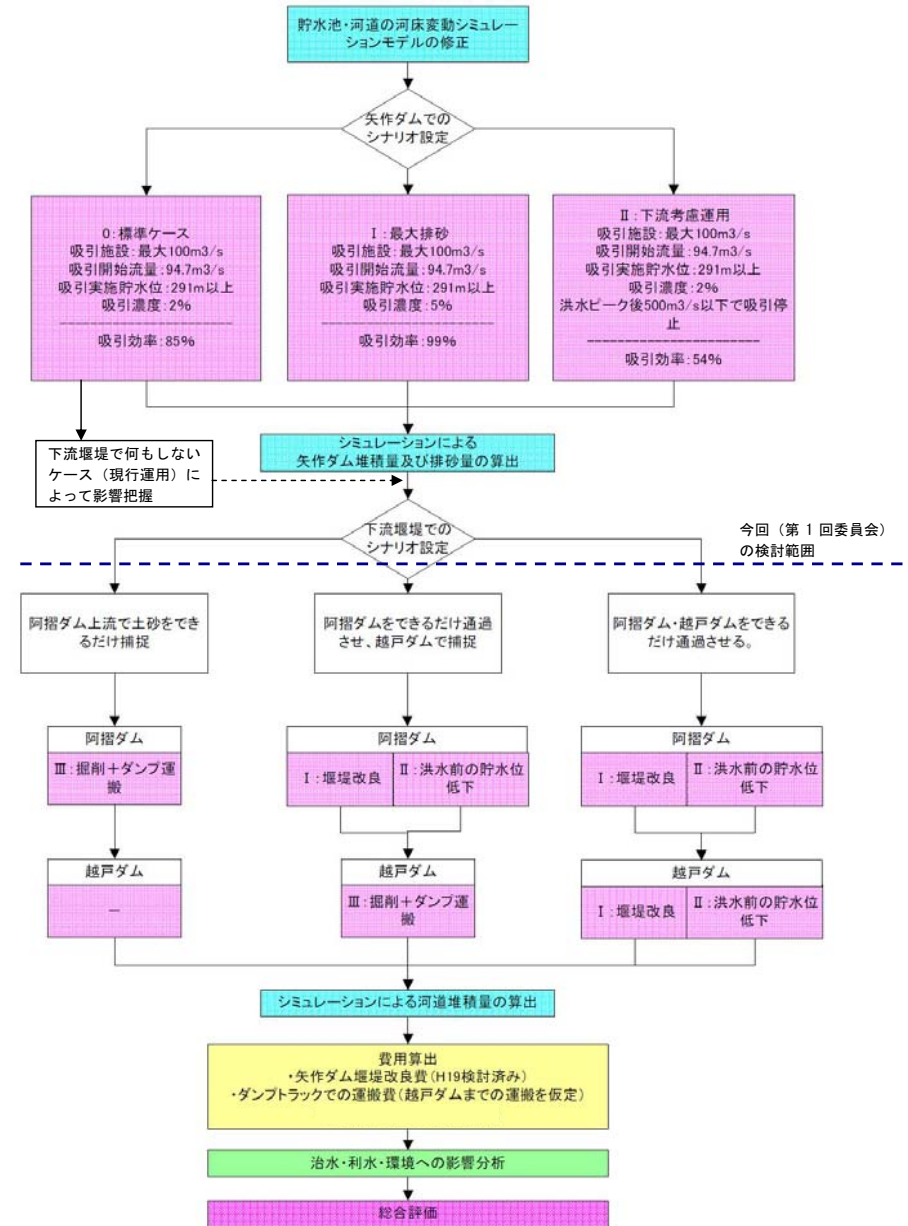


図 2.2 シナリオの検討フロー

### 2.2.3 排砂を行った場合の影響把握

矢作ダムから標準ケースで排砂を行った場合の影響として、対策を実施しない場合の、治水、利水、物理環境（河床高、河床材料）について評価する。これにより、土砂管理シナリオの方針を検討した。

#### (1) 矢作川上流における基本的スタンス

矢作川の越戸ダム上流区間の土砂移動形態は、上流からの流下土砂の多くが表層の河床材料と交換することなく通過する「通過型」と考えられる。このため、下流河道（堰堤部以外）には矢作ダムから排砂された土砂を堆積させないことを基本的なスタンスとする。

#### (2) 評価の視点

評価の視点は、「治水」、「利水」、「環境」とし、対象区間と具体的な視点を表 2.4 に整理した。

表 2.4 評価区間と評価の具体的な視点

評価区間	具体的な視点と評価結果
治水 矢作第二ダム～越戸ダム	<ul style="list-style-type: none"> <li>上流流下能力に対し、河床上昇に伴う安全度の低下の可能性</li> <li>河床上昇分を評価高（堤防高）の低下とみなして簡易的に評価する</li> <li>→対策をしない場合、堆砂が進行し、流下能力が低下する区間がある。</li> <li>→総合土砂管理の視点を持った対策が必要。</li> </ul>
利水 発電ダム湛水域内	<ul style="list-style-type: none"> <li>発電堰堤（百月ダム・越戸ダムは発電以外の取水あり）の堆砂により、必要な容量、必要な水位の確保への影響について評価</li> <li>堆砂による容量の減少</li> <li>取水位以上の堆砂高の有無</li> <li>→対策をしない場合、堆砂が進行し、発電などに影響を与える。</li> <li>→総合土砂管理の視点を持った対策が必要。</li> </ul>
環境 矢作第二ダム～越戸ダム ・生物における重要な箇所 ・堆積区間	<ul style="list-style-type: none"> <li>河床高の上昇、砂の堆積ともなり、生物生息・生育環境変化</li> <li>生物に及ぼす影響を物理環境変化（堆砂高、濁度、粒度変化）の観点から仮説化し、矢作ダム排砂後に生じる現象を、河床変動計算結果や現地の情報から検証する。</li> <li>→発電ダムの湛水域および湛水域の堆砂による河道の堆砂区間は砂が卓越すると考えられる。</li> <li>→それ以外の区間でも砂分が増加すると考えられる。</li> <li>→これによる影響については不明確なものも多く、アダプティブな対応が必要。</li> </ul>

#### (3) 影響把握の検討条件

表 2.5 に検討条件と検討手法を整理する。

表 2.5 検討条件一覧表

項目	条件
検討期間	昭和 46 年から平成 15 年の 32 年間の流況。ただし、矢作ダム選択取水設備の工事を行った昭和 54 年は除いている。また、恵南豪雨の平成 12 年は含んでいる。
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	平成 15 年再現計算結果
矢作ダム排砂条件	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 標準ケース 0：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：26.1 万 m <sup>3</sup> /年 (参考 平均流入土砂量：30.8 万 m <sup>3</sup> /年、排砂効率約 85%)
発電ダムの操作条件	各ダムの操作実態に従い、流量に応じた水位を設定した。

#### (4) 治水に関する予測結果

<p>【課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>排砂を実施した場合の治水安全度の低下の評価、堆砂した場合の維持管理をどのような観点で行うかが整理できていない。</li> <li>堆砂した場合の河道形状で再度流下能力を算定するのは非効率であり、シナリオ検討には適さないため、簡易な評価が必要である。</li> </ul> <p>【評価方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>指定区間の流下能力（H-Q 関係）を用いて評価する</li> <li>評価基準は一部のネック地点を除いて概ね満足する確率規模である「1/5 確率」とする（なお、これは改修状況によって）</li> <li>堤防高での評価とする</li> <li>堆砂による河床上昇分を評価高（堤防高）の低下とみなして評価する</li> </ul> <p>【検討結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>阿摺ダム上流では早期に影響が発生し、越戸ダム上流の影響は遅れて発生する。</li> </ul>
---

#### 1) 治水への影響評価手法

堆砂により河積が減少することにより、流下能力が低下し、治水安全度が低下する。

県管理区間は、今後河川改修される区間も存在するが、一次的な影響評価として、以下の方針により影響を評価した。

#### <流下能力算定条件>

- 河道測量年：平成 15 年
- 水位計算手法：準二次元不等流計算
- H-Q 式算定方法：各断面の流量別計算水位による
- 評価高：左右岸堤防高の低い方
- 排砂時の評価：河床上昇分だけ、評価高（堤防高）が低下したと想定する。（河道は堤防天端ほど幅が広がるため、過大評価であるが、今後、シナリオ検討におけるトライアルが必要であり、簡易的にこのような評価とした）

なお、水位計算、H-Q 式は「現況流下能力調査業委託」、平成 17 年 2 月、愛知県豊田加茂土木による。

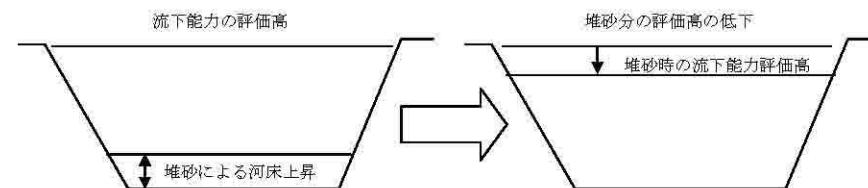


図 2.3 流下能力評価の考え方

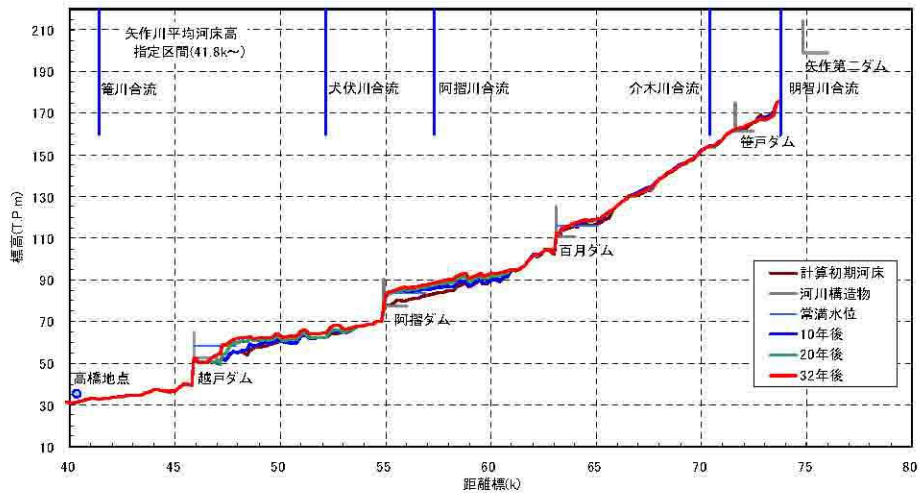


図 2.4 吸引排砂による河床変動予測結果（矢作ダム標準ケース 0、下流堰堤は現行運用）

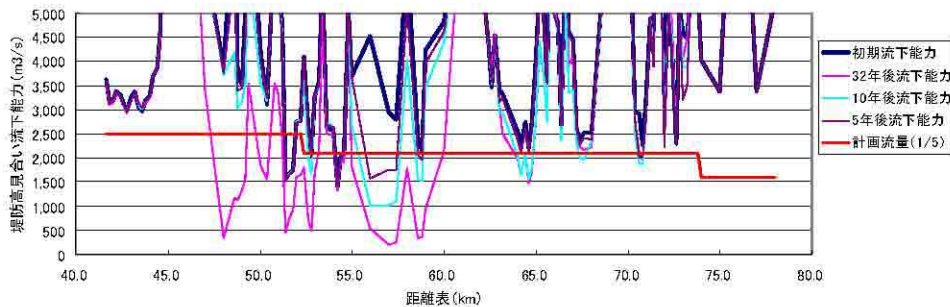


図 2.5 吸引排砂による流下能力変化（矢作ダム標準ケース 0、下流堰堤は現行運用）

## 2) 堆砂による流下能力低下の傾向

排砂を行った場合の流下能力の低下は、図 2.5 のとおりであり、下流発電堰堤の上流区間に着目して傾向を整理すると、下記のとおりである。

- ・ 越戸ダム上流（46k 上流）は、流下能力の低下の発現が遅い
- ・ 阿摺ダム上流（55k 上流）は流下能力の低下の発現が早く、継続的に流下能力が低下する。
- ・ 百月ダム上流（63.2k 上流）は流下能力の低下が早い、一度低下すると、継続的な低下傾向は見られない。

## 3) 土砂管理シナリオの考え方

土砂管理シナリオは、下記の考え方に基づき設定することとする。また、下流発電堰堤の区間ごとに流下能力の低下傾向とシナリオ（対策）の考え方を表 2.6 に示す。

- ・ 河道への堆砂は、河道改修の影響を受けるが、これを考慮すると複雑となることから、ここでは一次検討として、現況河道を基本として評価する。
- ・ 堆砂が進むことで、大幅に流下能力が低下する区間があることから、維持管理が必要となる。
- ・ 維持管理の基準としては確率規模 1/5 とする。
- ・ 河道堆積の対応は維持管理として人為的な土砂排除とする。
- ・ ただし、安全度の低下は発電ダム上流で大きいことから、発電ダムの堆砂対策を受けた、またはあわせて検討が必要となる。

表 2.6 下流発電堰堤の各区間における流下能力低下傾向とシナリオの考え方

区間	シナリオの考え方
63.2k～72k 百月ダム上流	百月ダム上流と 70.6k 付近で流下能力が不足する。 ①流下能力が不足する箇所の継続的な土砂排除 ②百月ダムの土砂流下方策（+土砂排除）が必要
55k～63.2k 阿摺ダム～百月ダム	早い段階で流下能力が低下する。 ①湛水域での継続的な土砂排除 ②阿摺ダムの土砂流下方策（+土砂排除）が必要
48k～54.6k 越戸ダム～阿摺ダム	流下能力が低下するまで排砂実施からタイムラグがある。 これは、阿摺ダムの堆砂がある程度進行してから影響が出ている。 このため、 ①阿摺ダム上流で土砂を排除すれば影響は小さい ②阿摺ダムから土砂を流下させた場合は対策が必要 （はじめから流下能力が低い箇所を除く）

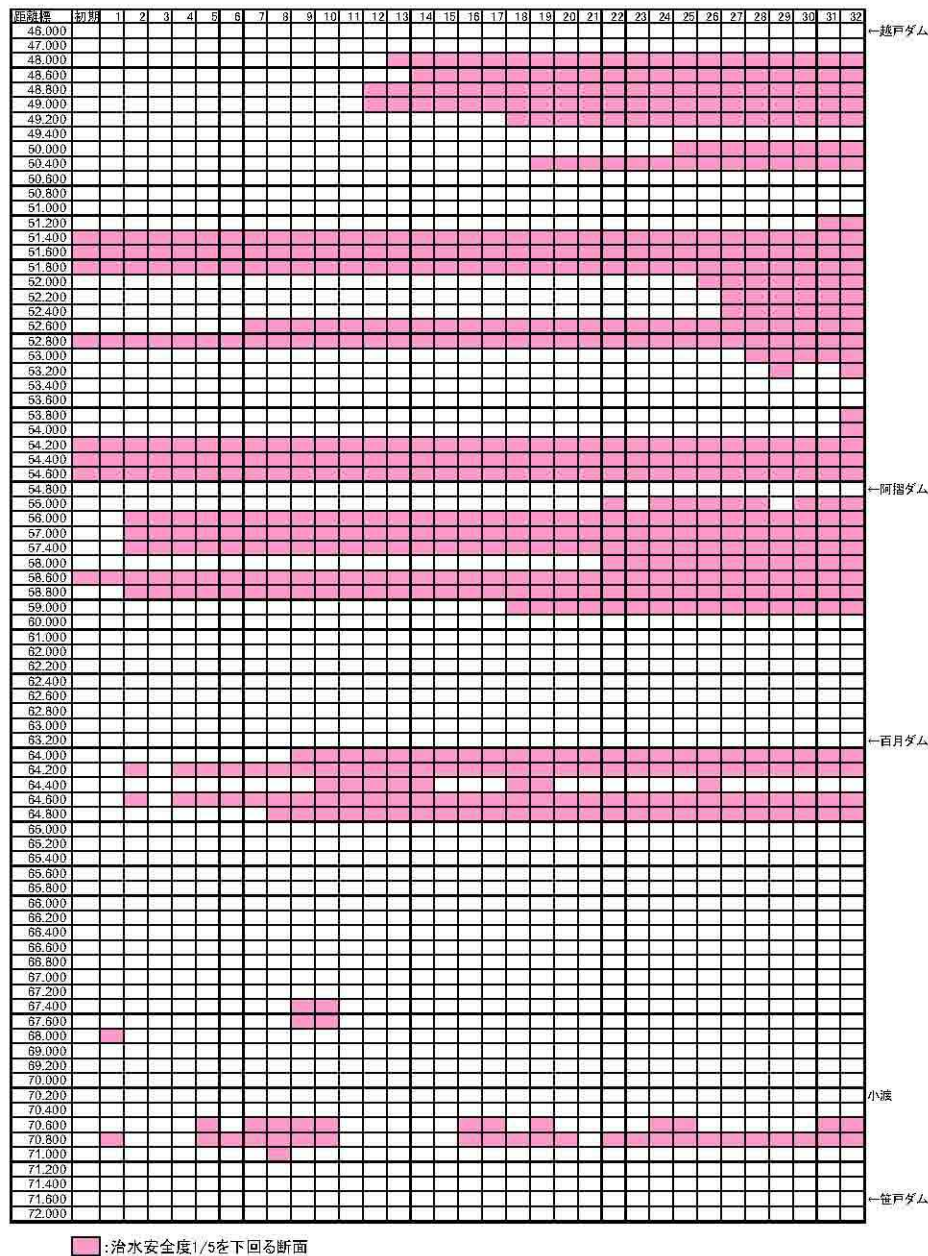


図 2.6 場所別の経年的流下能力（安全度）変化

(5) 利水に関する予測結果

【課題】

- ・ 発電ダムへの影響が十分把握できていない
- ・ より効率的な排砂方法を考える必要がある

【評価方法】

- ・ 排砂時の予測結果をもとに、発電ダム湛水域の堆砂状況を整理する
- ・ 堆砂により、発電に必要な湛水容量または、水位が確保できるか確認する。

【検討結果】

- ・ 予測計算結果から以下のようなことが言える。
  - 百月ダムは比較的堆砂の進行は小さいと考えられる。ただし、取水口敷高付近まで堆砂する可能性がある。
  - 阿摺ダムは著しい堆砂が考えられ、容量が大きく減少するとともに、ダムサイト付近（取水口付近）まで堆砂すると考えられる。
  - 越戸ダムは、ダムサイト付近の堆砂は少ないと予測されるが、湛水域上流部の堆砂により有効容量が減少すると考えられる。ただし、堤体付近でも取水口敷高付近までの堆砂の可能性が考えられる。

1) 河床高と堆砂量の関係

矢作ダムから排砂した場合の各発電ダム湛水区間の河床高と、予測による 32 年後の堆砂量を示す。なお、堆砂量は各ダムの常時満水位以下の標高に堆積するものを対象とした（それ以上の標高の堆砂は湛水容量減少には関係ないため）

- ・ 百月ダムでは、堆砂による大幅な湛水容量の減少はないものと考えられる。ただし、発電取水口敷高付近までの堆砂が考えられる。また、百月ダムでは岩倉用水取水口（農水）が、発電取水口の上流側にあり、取水口敷高付近までの堆砂が考えられる。
- ・ 阿摺ダムは、排砂開始後 10 年間程度で堆砂が進み、ダム堤体付近まで堆砂する。これにより有効容量が大幅に減少するとともに、取水口の敷高付近までの堆砂することが考えられる。
- ・ 越戸ダムは、概ね 10 年後から堆積傾向が進むが、ダム堤体付近まで堆砂が進まないと考えられる。ただし、湛水域の上流部では堆積が進み、有効容量が減少するとともに、取水口敷高付近までの堆砂が考えられる。なお、発電取水口は枝下用水の取水口と共用している。

2) 土砂管理シナリオの考え方

a) 人為的土砂排除

人為的に堆積土砂を掘削排除する。効率的に排除するため、適切な掘削区間、掘削量について検討する。

b) 発電ダムをできるだけ通過させる方策

できるだけ発電ダムを通過させることにより、土砂を下流に流す。ただし、全量を流すことは既往検討で困難であることがわかっているため、流下しきれない土砂については人為的に掘削排除する。発電ダムを流下させる方策については以下を考える。

- ①洪水吐の敷高を切り下げることによる、ゲート開放時の掃流力の増加
- ②ゲート開放の頻度の増加
- ③分隔壁による取水施設の機能維持と掃流力の増加

表 2.7 発電ダムの諸元等

		百月ダム	阿摺ダム	越戸ダム
常時満水位 (EL.m)		116.042	84.946	58.390
最低水位 (EL.m)		114.792	83.269	57.060
有効水深 (m)		1.250	1.677	1.330
有効容量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> )		136,141	615,997	553,730
取水施設	発電取水口	発電取水口	発電取水口	発電取水口 (枝下用水取水共用)
	取水口敷高 (EL.m)	112.845	79.951	53.209
	堤体からの距離 <sup>※2</sup> (m)	30.600	32.000	14.500
	かんがい用水取水口	岩倉用水取水口	なし	枝下用水取水口 (発電取水と共用)
	取水口敷高 (EL.m)	113.000	—	53.209
	堤体からの距離 (m)	90.600	—	14.500

※ 1 : 平成 19 年現在

※ 2 : 堤体面から取水口センターまでの距離

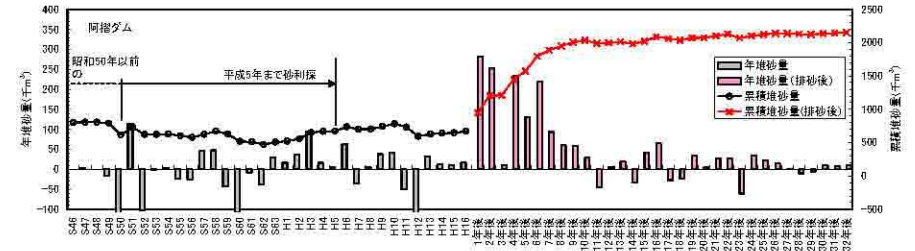
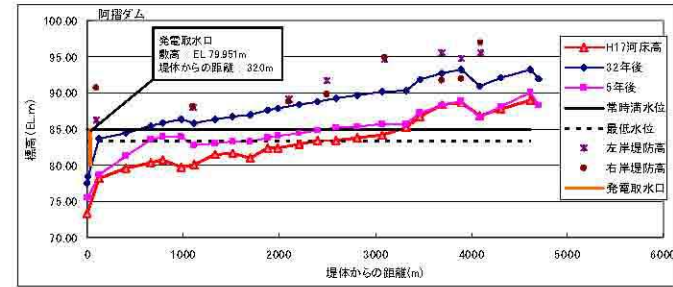


図 2.8 阿摺ダム湛水区間の河床高と堆砂量 (矢作ダム標準ケース 0、発電堰堤は現行操作)

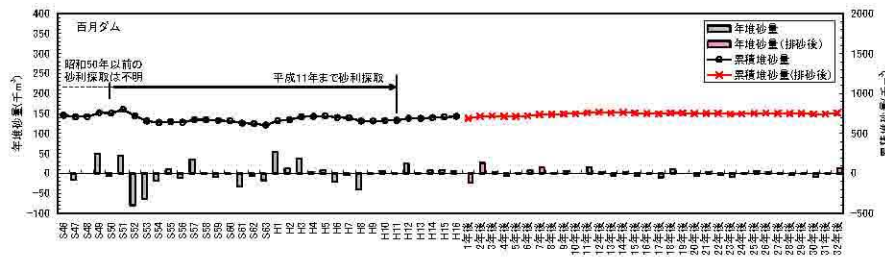
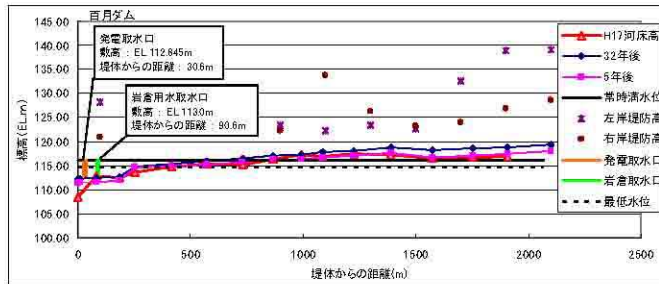


図 2.7 百月ダム湛水区間の河床高と堆砂量 (矢作ダム標準ケース 0、発電堰堤は現行操作)

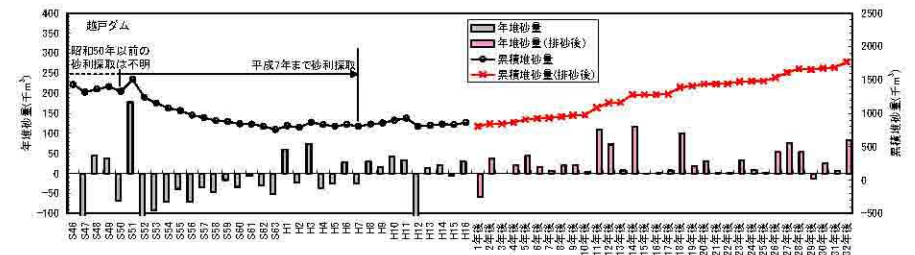
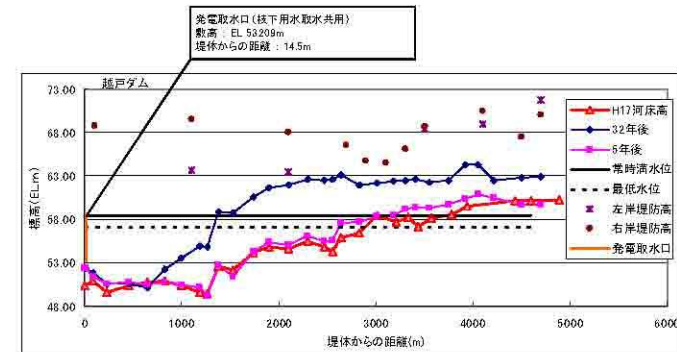


図 2.9 越戸ダム湛水区間の河床高と堆砂量 (矢作ダム標準ケース 0、発電堰堤は現行操作)



(6) 下流物理環境に関する予測結果

【課題】

- ・ 堆砂により河床材料が変化する可能性がある。

【評価方法】

- ・ 発電ダム堆砂の影響が小さい、河道区間において河床材料の構成が変化するか確認する。

【検討結果】

- ・ 堆砂が著しい区間は50%粒径が小さくなり、ほとんどが2mm以下の砂に覆われる。
- ・ 上流区間においても堆積により砂の割合が増加する。
- ・ 過去の状況においては、上流部でも砂の堆積が見られることから、排砂により昔の状況に近くなるものと考えられる。

1) 河床材料の確認

河床変動計算結果による河床材料について32年後の表層の粒度分布を示す。

- ・ 発電ダムの直上流は現状でも砂がたまっていると考えられ、排砂後も大きく変化しないと考えられる。
- ・ 河道部分については、排砂される土砂の多くが砂分であり、堆積部分を見れば河床材料の砂分の割合が多くなる。
- ・ 堆砂の比較的小さい百月ダム上流においても河床材料における砂分の割合が多くなる箇所が見られ、河床形状などに合わせて、砂に覆われる区間が交互に現れる傾向となる。

2) 土砂管理シナリオの考え方

矢作ダム貯水池から排出する土砂の粒径をコントロールすることはできないため、河川に堆積する土砂の粒径をコントロールすることは困難である。

このため、治水、利水からの土砂管理シナリオにおいて、河床材料の変化状況を確認し、各シナリオにおける物理環境変化を把握する。

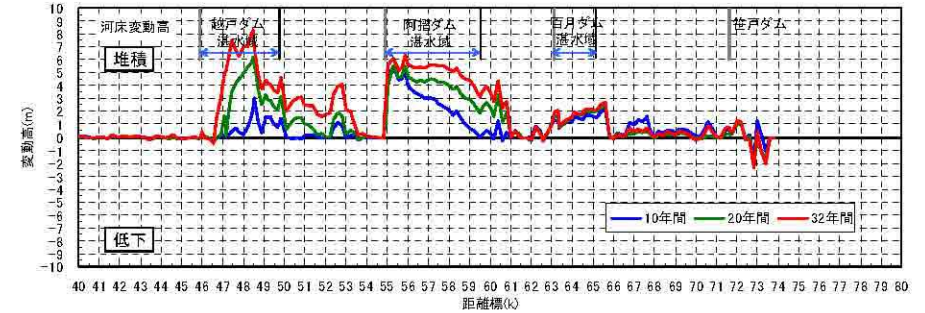


図 2.10 排砂による河床高の変化

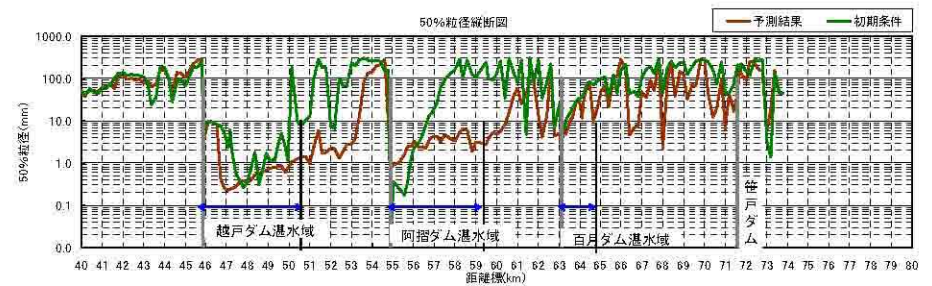


図 2.11 排砂による50%粒径の変化

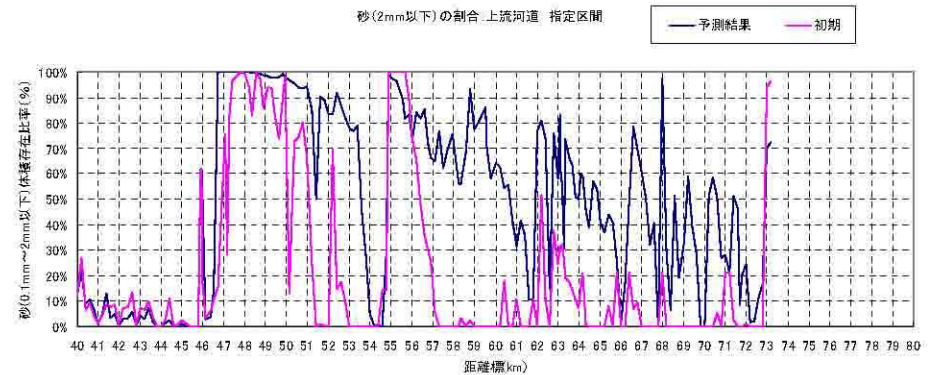


図 2.12 排砂による砂(2mm以下)の占める割合の変化

## 2.2.4 矢作川の過去からの変遷

### (1) 過去との比較による河道の変遷

河道の変遷を把握するため、過去の写真を整理し、それに対する現在の状況を確認した。  
過去の写真は豊田市矢作川研究所より提供いただいた。

- ・ 流水部（滞筋）の河床高が低下した箇所がある。（No1、No3、No4、No9）
- ・ これと、ダムによる洪水調節効果による流量の平滑化から、河岸部の陸地化が見られる箇所がある。（同上）
- ・ 河床材料の明確な変化は確認できないが、流水部の河床低下が認められることから、細かい砂などが抜けている可能性がある。（No8 など）
- ・ 過去にはある程度の砂の堆積が見られる。（No1、No2、No5）
- ・ 樹林化の進行はあまり見られない。

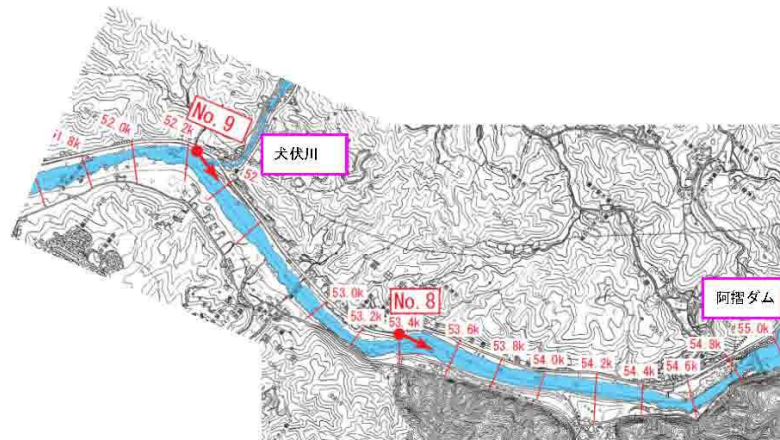
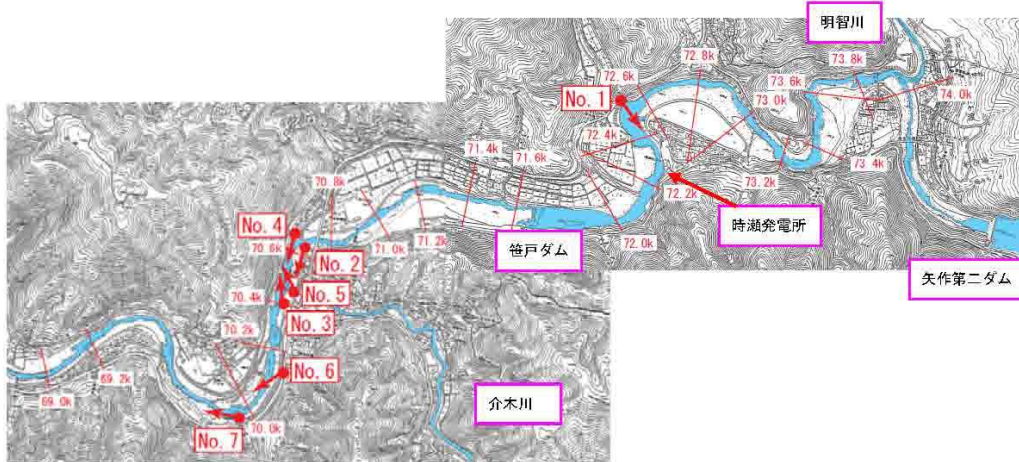


図 2.13 写真撮影位置図

場所	過去	現在
No.1 時瀬発電所 72.2k		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 過去の年代不明（時瀬発電所は大正12年建設）</li> <li>・ 水量に違いがある。</li> <li>・ 過去は砂、砂礫河床であったが、現在、左岸側は草が繁茂している。</li> <li>・ 流況の安定や河床（流路）の低下が要因と考えられる。</li> <li>・ 右岸は護岸が施工されている。</li> <li>・ 河床材料は細かい砂分が減少した可能性がある。</li> </ul>
No.2 両国橋① 70.5k		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 過去の年代不明（昭和15年より前）</li> <li>・ 変化は小さいと考えられる。</li> </ul>
No.3 両国橋② (S15~18)		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 過去の年代は昭和15~18年</li> <li>・ 左岸側が陸地化している。</li> </ul>

<p>No.4 両国橋③</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>過去の年代不明</li> <li>左岸側が陸地化している。</li> <li>橋脚を見ると、河床が低下したと考えられる。</li> </ul>		
<p>No.5 両国橋④</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>過去の年代不明</li> <li>左岸側の状況は大きく変わっていない可能性</li> <li>流路部の河床が低下し、左岸が陸地化したと考えられる。</li> </ul>		
<p>No.6 小渡地区 70..0k</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>過去の年代不明（昭和50年代?）</li> <li>現在は草が繁茂している。</li> <li>材料は大きな石がほとんどで、現在とあまり変わらない。</li> </ul>		

<p>No.7 小渡ヤナ遠景 70.0k</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>過去の年代不明</li> <li>写真から河床材料不明</li> </ul>		
<p>No.8 豊田市富田町① (1970年代) 53k</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>過去は1970年代（30年以上前）</li> <li>写真のスケールの違いがあるが、河床材料は大きい方に変化したと考えられる。</li> </ul>		
<p>No.9 豊田市富田町② (1980年代) 53k</p>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>過去は1980年代（20年以上前）</li> <li>河床が下がり、兩岸の陸地化が進んだと考えられる。</li> </ul>		

(2) 流域の変遷

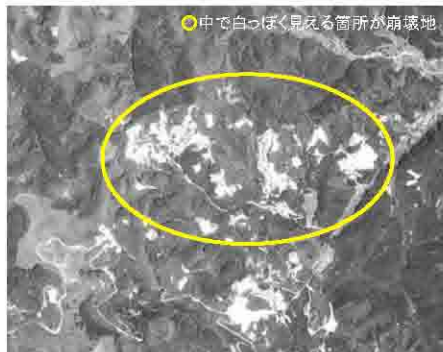
航空写真をもとに、流域の崩壊地面積等の整理を行い、過去の変遷を整理した(矢作ダム上流域は整理中)。

過去の変遷を整理した時期と航空写真の発行元、縮尺等を表 2.8 に示す。

図 2.14 に示すように、植生がなく、地形的に滑落崖や凹地状をなす崩壊地形が認められるものを「崩壊地」として抽出した。ただし、昭和 20 年代の写真には、尾根や山頂付近に山林のない箇所が認められることから、これらについては「秃緒地(はげ山)」として、崩壊地とは区別して抽出した。

表 2.8 流域の変遷の整理時期と使用した航空写真

時期	発行	縮尺	恵那	明智	瀬戸	足助	豊田	御油	岡崎	半田	蒲郡
S21~23 矢作ダム建設前	米軍(GHQ)撮影	1/40,000	S22	S22	S23	S21 S23	S21 S23	S21 S23	S21 S23		S23
S40~50 矢作ダム建設期	(社)日本林業技術協会	1/16,000	S42			S41					
	(財)日本地図センター	1/20,000	S44		S45	S43	S40	S43 S48			S48
H7~11 恵南豪雨前	(社)日本林業技術協会	1/16,000	H10	H10		H10 H11					
	(財)日本地図センター	1/20,000					H7	H7	H7	H7	H7
H12~18 恵南豪雨後	林野庁(委託先:グリーン航業株式会社)	1/20,000	H15	H15		H15 H16					
	(財)日本地図センター	1/20,000 ~1/30,000	H16				H12	H17	H18		H18



調査地域の崩壊地(縮尺:1/20,000)



S20年代に認められる秃緒地(縮尺:1/40,000)

図 2.14 航空写真に認められる崩壊地と秃緒地

- 流域別に見ると、崩壊地面積率(崩壊地面積/流域面積)が最も大きいのは越戸ダム流域である。
- 秃緒地を含めた裸地面積で見ると、いずれの流域も昭和 20 年代から恵南豪雨前まで減少傾向であったが、恵南豪雨に伴う崩壊地の発生によって裸地面積がやや増加したことがわかる。

越戸ダム流域は、起伏量が比較的小さいにもかかわらず、崩壊地が発達している。流域に分布する花崗岩は、割れ目や断層沿いに深部まで風化しやすく、地表付近はマサ化により脆弱化し、崩壊、侵食がされやすい。このため、地形的に起伏量が比較的小さい地域は、マサ化が進行している地域である可能性があり、特に豪雨時にはマサ化が進行している斜面において小沢沿いの侵食・崩壊が生じやすいと考えられる。逆に、起伏量が大きな地域は比較的新鮮な岩盤が分布するため、必ずしも崩壊地が発達する傾向が認められないと考えられる。

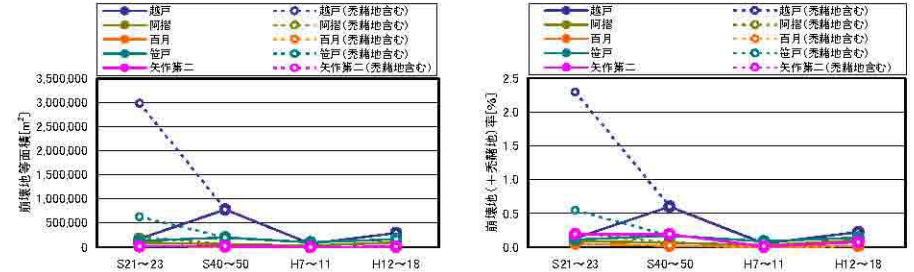


図 2.15 崩壊地等面積と面積率の変遷

表 2.9 崩壊地等面積

流域	流域面積 [km <sup>2</sup> ]	崩壊地等面積[m <sup>2</sup> ]					
		S21~23		S40~50		H7~11	
		崩壊地	秃緒地	計	崩壊地	崩壊地	崩壊地
越戸	130.0	170,927	2,811,538	2,982,465	778,775	70,035	290,199
阿摺	97.0	90,615	118,396	209,011	62,532	27,610	98,504
百月	48.0	23,301	0	23,301	8,609	1,776	8,483
矢作第二	7.0	13,582	0	13,582	13,569	579	5,213
笹戸	115.0	127,146	499,932	627,078	198,927	101,592	163,789
計	397.0	425,571	3,429,866	3,855,437	1,062,412	201,592	566,188

表 2.10 崩壊地(秃緒地)面積率

流域	流域面積 [km <sup>2</sup> ]	崩壊地(秃緒地)率[%]					
		S21~23		S40~50		H7~11	
		崩壊地	秃緒地	計	崩壊地	崩壊地	崩壊地
越戸	130.0	0.131	2.163	2.294	0.599	0.054	0.223
阿摺	97.0	0.093	0.122	0.215	0.064	0.028	0.102
百月	48.0	0.049	0.000	0.049	0.018	0.004	0.018
矢作第二	7.0	0.194	0.000	0.194	0.194	0.008	0.074
笹戸	115.0	0.111	0.435	0.545	0.173	0.088	0.142
全体	397.0	0.107	0.864	0.971	0.268	0.051	0.143

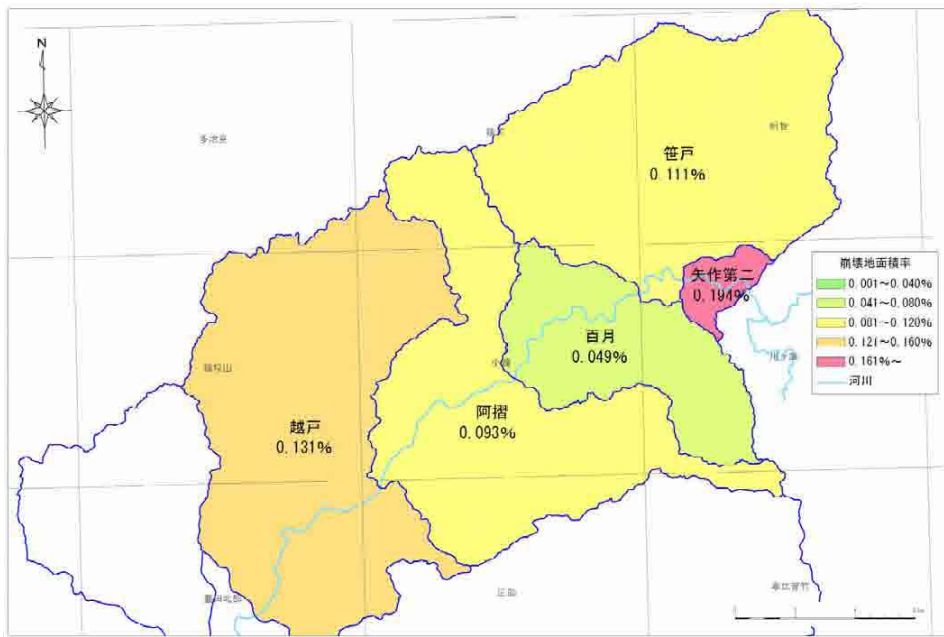


图 2.16 航空写真判読結果 (S20 年代: 矢作ダム建設前)

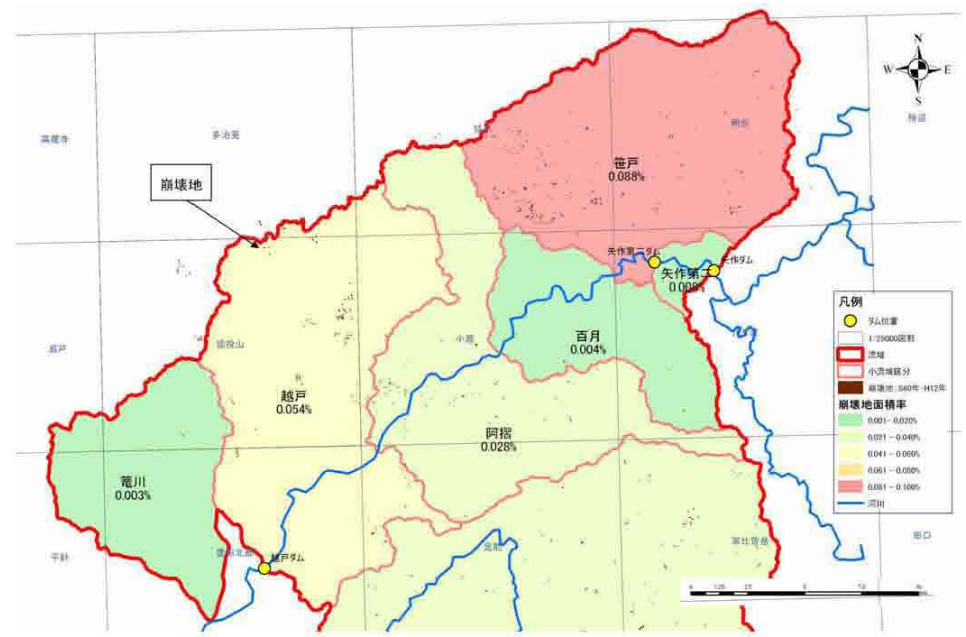


图 2.18 航空写真判読結果 (H7~11: 惠南豪雨前)

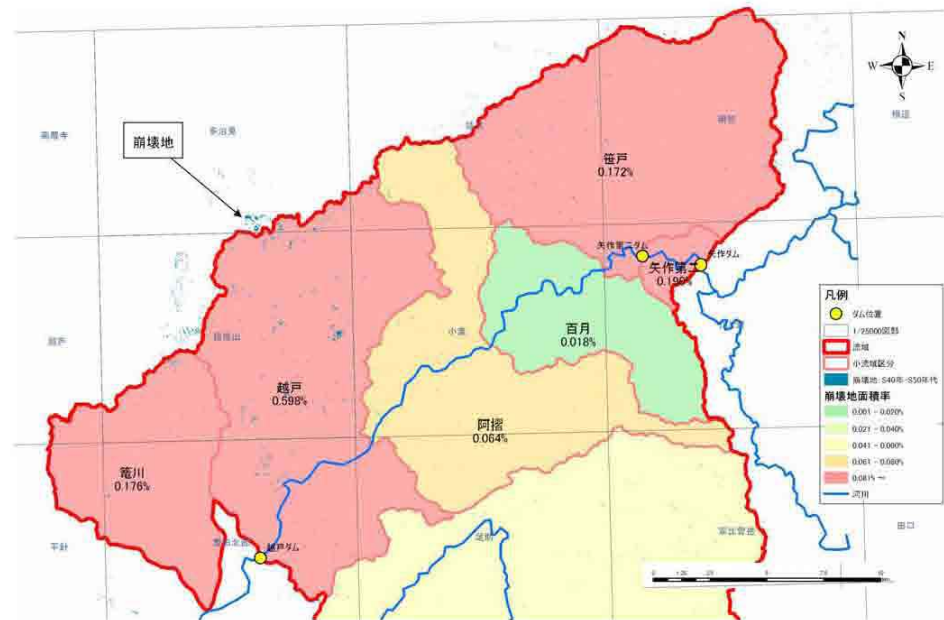


图 2.17 航空写真判読結果 (S40 年代: 矢作ダム建設期)

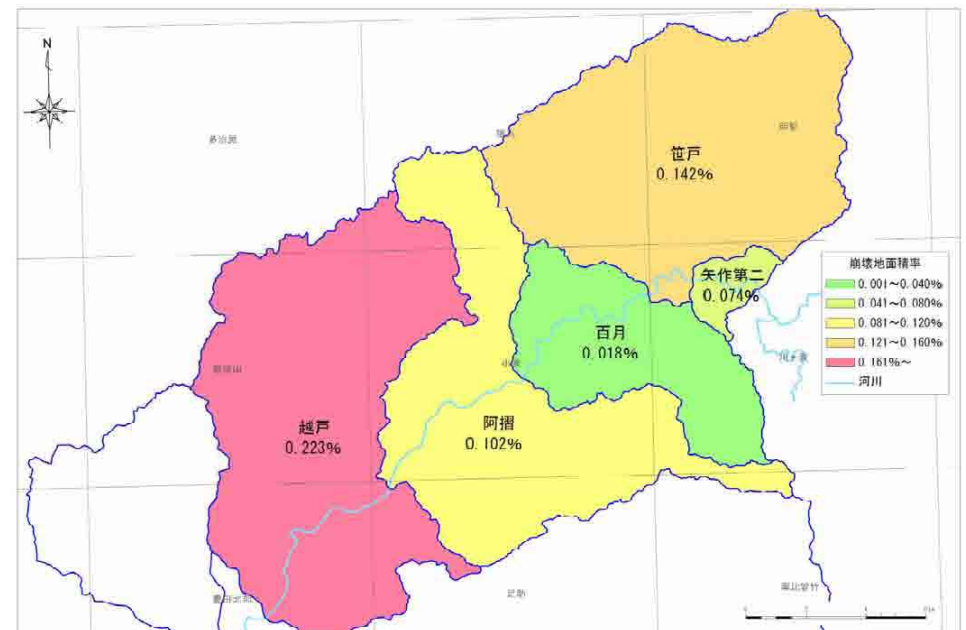


图 2.19 航空写真判読結果 (H12~18: 惠南豪雨后)

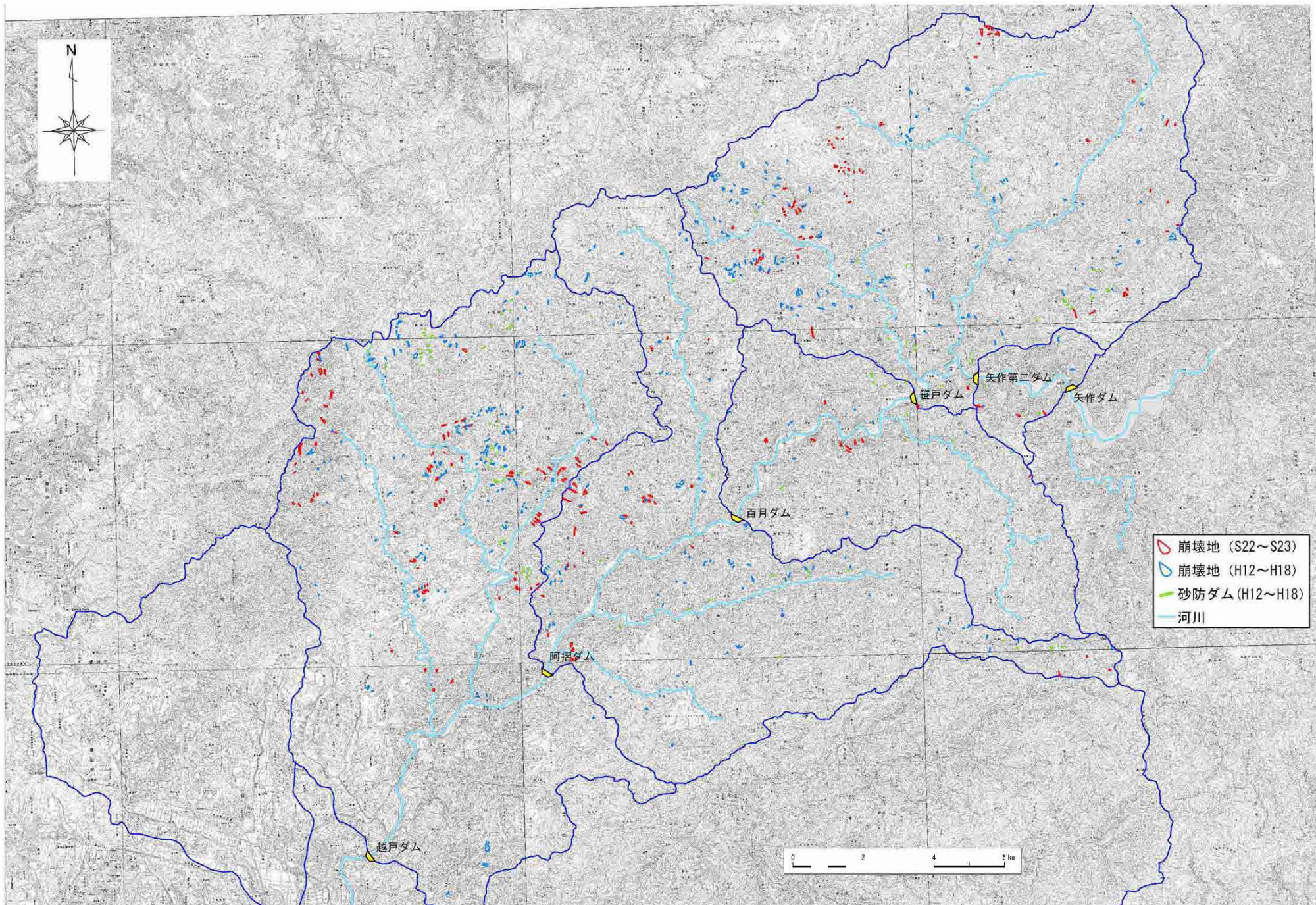


図 2.20 空中写真判読結果図 (崩壊地)

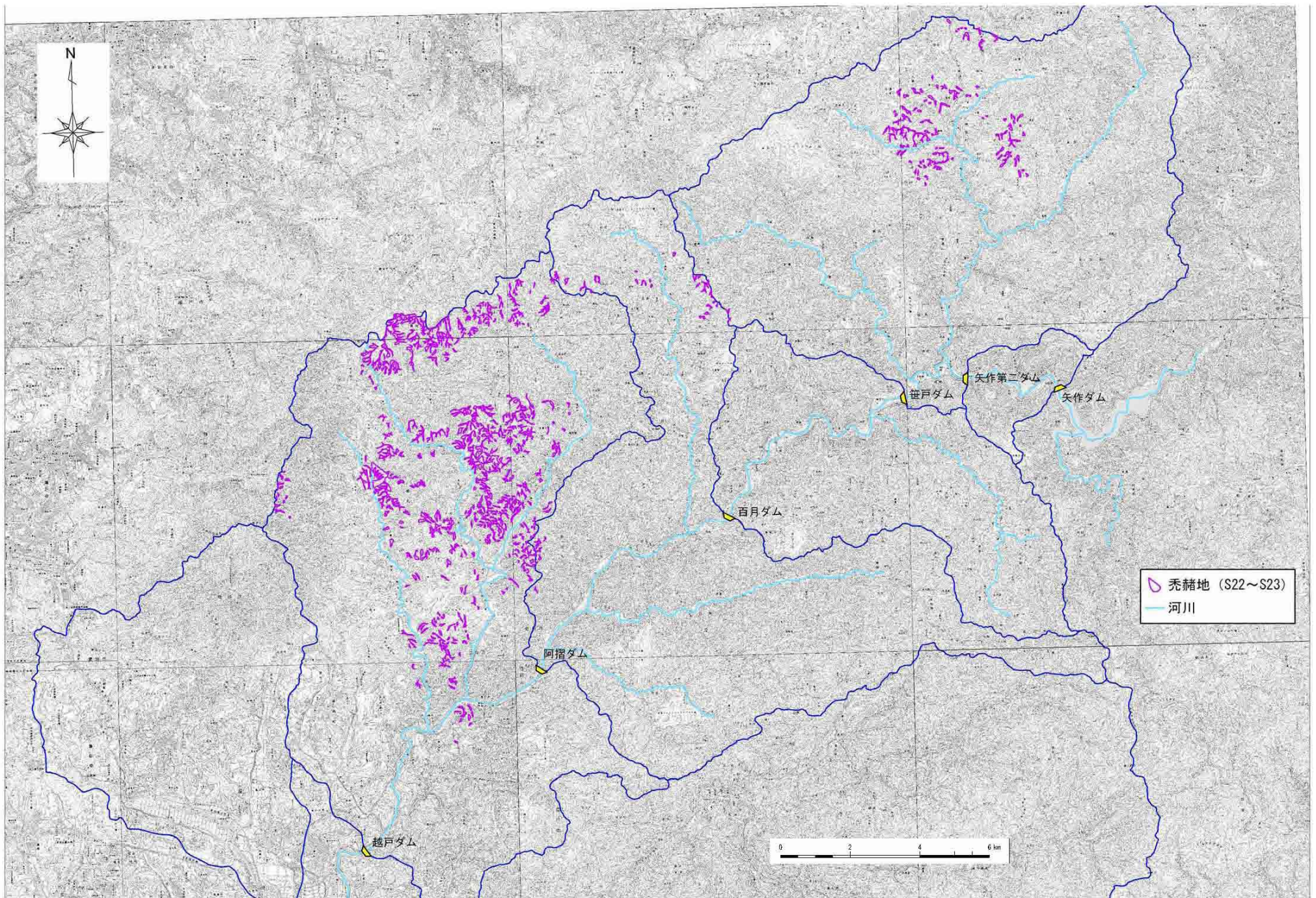


图 2.21 空中写真判読結果図 (秃雑地)

## 2.3 土砂管理シナリオの検討

### 2.3.1 排砂運用のシナリオ

#### (1) 基本条件の設定

##### 1) 吸引条件

吸引排砂に係る標準ケースの条件を以下のとおり設定した。

吸引開始条件	貯水位	EL291m 以上 (夏期制限水位 292m マイナス 1m)
	流入量	流入量 94.7m <sup>3</sup> /s 以上 (発電放流量以上)
吸引濃度	2%濃度とする (吸引流量 100m <sup>3</sup> /s で 2m <sup>3</sup> /s = 7200m <sup>3</sup> /h の排砂とする)	
吸引最大流量	100m <sup>3</sup> /s とする	
吸引土砂の組成	貯水池内の吸引箇所へ堆積する土砂 (主に砂 0.1m~2m が 90%程度)	

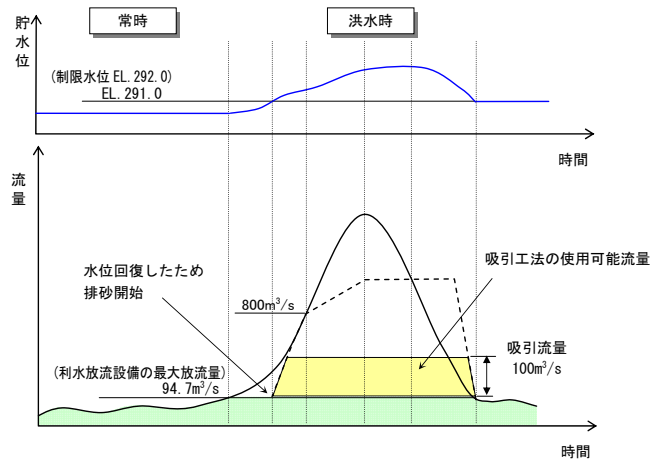


図 2.22 吸引排砂条件説明図

#### 2) シナリオ検討における計算条件

シナリオ検討においては、貯水池内の堆砂予測計算を以下の条件で行った。

流況・貯水池運用	昭和 46 年~平成 16 年のうち、昭和 54 年 (選択取水設備設置に伴う水位低下) と平成 12 年に (恵南豪雨) を除く 32 年繰り返しによる 100 年間の流況
流入土砂条件	貯水池堆砂量を再現する流量-流入土砂量関係式により設定
計算手法	一次元河床変動計算による

#### 3) 矢作ダム排砂シナリオ検討の検討方針

吸引排砂の標準的なケースにおいて、これまでの検討において、以下の課題が明らかとなった。

- ① 吸引効率 (流入土砂量に対する排砂量の比率) は 85% であり、吸引のみでは堆砂が進行する。
- ② 排砂時に直下流での堆積があり、環境への影響が考えられる。特に流量 500m<sup>3</sup>/s 以下では流量に対する土砂量が過大となり、堆積が考えられる。

このため、矢作ダムからの排砂シナリオとして、以下を設定し、それを満足する排砂方法について検討を行った。

- ① 排砂効率を 100% とする方法
- ② できるだけ排砂効率を確保しつつ、下流への影響を小さくする方法。

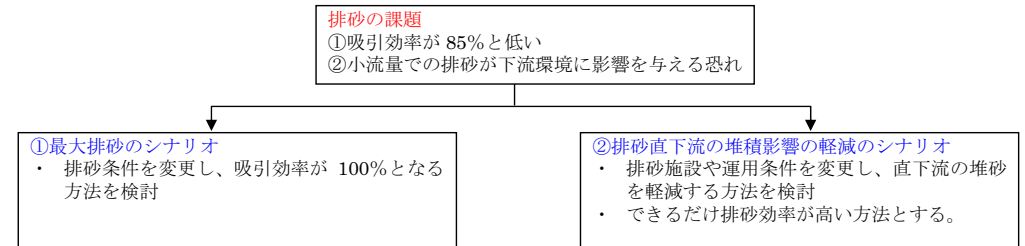


図 2.23 排砂シナリオの検討方針

表 2.11 矢作ダム排砂シナリオ検討の一覧

		吸引開始貯水位 (EL, m)					吸引濃度 (%)			吸引開始流量 (m <sup>3</sup> /s)				吸引最大流量 (m <sup>3</sup> /s)					ピーク後停止流量 (m <sup>3</sup> /s)					
		291	285	290	289	288	2	5	10	94.7	200	400	500	100	50	80	120	150	100	200	300	500		
最大排砂の検討	吸引濃度の検討	○					●	●	●	○				○										
	吸引最大流量の検討	○					○		○					●	●	●	●	●						
	吸引開始水位の検討	●	●	●	●		○		○					○										
排砂直下流の堆積影響軽減の検討	吸引開始流量の検討	○					○		●	●	●	●	○											
	吸引開始流量を大きくして効率を高くする検討	●	●			●	●	●				○	○											
	洪水時運用による効果検討	○					●	●	○				○							●	●	●	●	

○: 決定条件、●: パラメータとする条件



(2) 最大排砂のシナリオ

【課題】

- これまでの検討では、吸引濃度：2%、排砂開始流量：94.7m<sup>3</sup>/s、排砂開始条件貯水位：291.0m、吸引最大流量 100m<sup>3</sup>/s としていた。
- 毎年吸引ポケットに土砂を埋め戻しても、流入土砂量に対する吸引排砂率は 85%程度である。
- 吸引濃度、排砂開始流量、排砂開始条件貯水位条件などを変化させることにより、さらに排砂効率を高くできる可能性がある。

【検討結果】

- 排砂濃度：吸引濃度が高いほど排砂効率が高くなる。実現性を勘案しできるだけ排砂濃度を高くするようにする。
- 吸引最大流量：吸引流量を大きくするほど効率はよくなるが、大きくは効いてこない。設備費用等を勘案すれば 100m<sup>3</sup>/s でよいと考える。
- 排砂開始条件貯水位：排砂開始貯水位を低くすれば、排砂頻度が増加することから、効率は高くなる。一方で、利水容量確保の観点からは不利となる。運用方法については、詳細に検討する必要があるが、開始貯水位を下げることについて検討の余地がある。

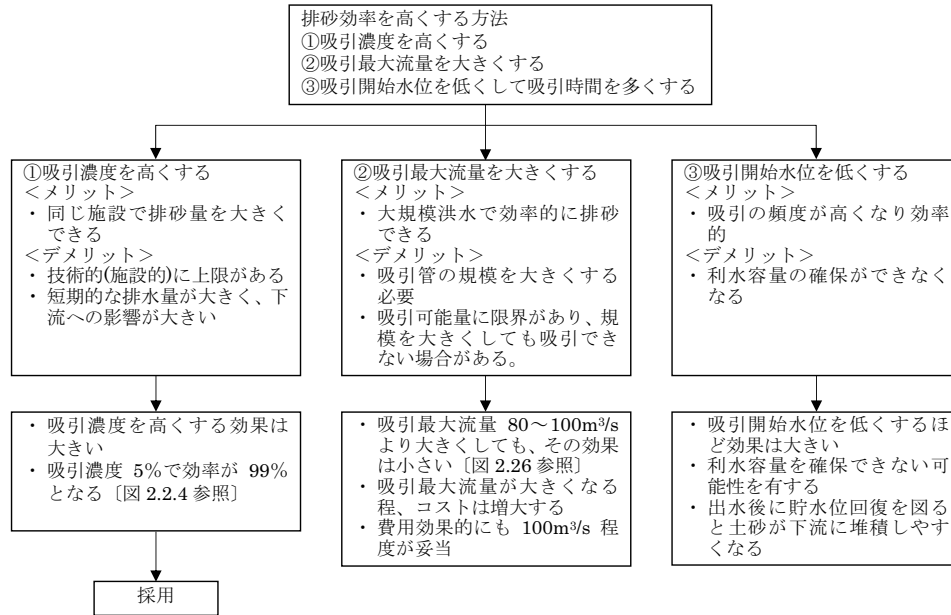


図 2.24 排砂効率を高くする方法の検討結果、及び、採用する最大排砂のシナリオ

1) 吸引濃度の検討

吸引濃度をこれまで 2%としているが、事例等によるものであり、濃度を高くすることで効率的に排砂できる可能性がある。

ここでは、吸引濃度を 2%、3%、5%、10%として、100 年計算を実施し、平均流入土砂量に対する平均排砂量の割合により効率を評価した。

<条件>

吸引開始水位	291m
吸引開始流量	94.7m <sup>3</sup> /s
吸引最大流量	100m <sup>3</sup> /s
吸引濃度	2%~10%の 5 ケース

<結果>

- 吸引濃度が高いほど排砂効率は高くなる。
- 5%とすると流入土砂量と同程度の排砂が可能となる

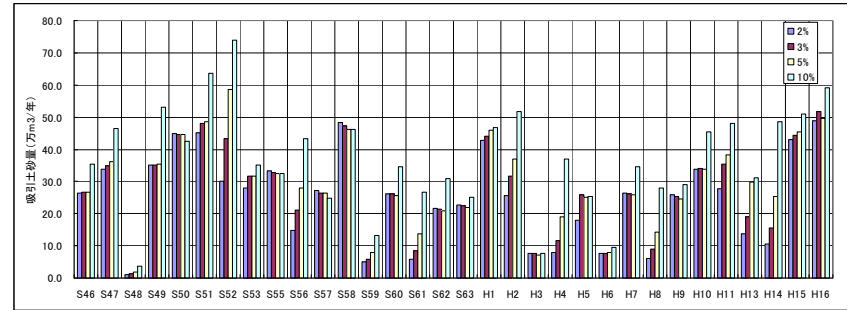


図 2.25 年毎の吸引土砂量計算結果

	流入土砂量	吸引濃度			
		2%	3%	5%	10%
平均排砂量	30.8	26.1	28.4	30.5	37.5
排砂率	—	84.8%	92.1%	99.0%	121.7%

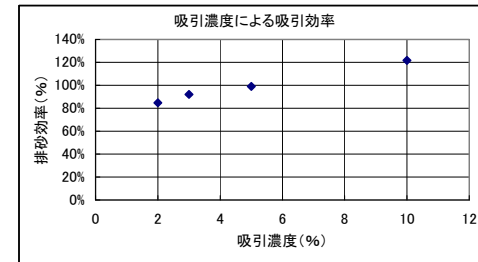


図 2.26 吸引濃度と排砂効率の関係

## 2) 吸引最大流量の検討

吸引最大流量をこれまで  $100\text{m}^3/\text{s}$  としているが、これについては施設規模との関係から整理している。

ここでは、再度吸引最大流量を  $50\text{m}^3/\text{s}$ 、 $80\text{m}^3/\text{s}$ 、 $100\text{m}^3/\text{s}$ 、 $120\text{m}^3/\text{s}$ 、 $150\text{m}^3/\text{s}$  として、100年計算を実施し、平均流入土砂量に対する平均排砂量の割合により効率を評価した。

<条件>

吸引開始水位	291m
吸引開始流量	$94.7\text{m}^3/\text{s}$
吸引最大流量	50～150 $\text{m}^3/\text{s}$ の 5 ケース
吸引濃度	2%

<結果>

- 吸引流量が多いほど効率は高くなるが、その変化は小さい
- 費用効率からも  $100\text{m}^3/\text{s}$  程度が妥当である

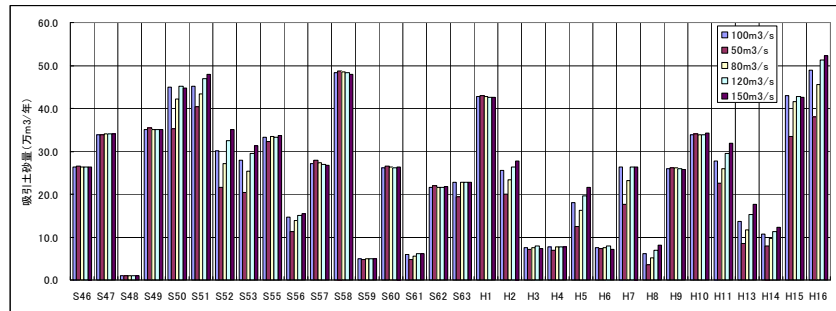


図 2.27 年毎の吸引土砂量計算結果

	流入土砂量	吸引流量				
		100	50	80	120	150
平均排砂量	30.8	26.1	23.2	25.2	26.7	27.2
排砂率	—	84.8%	75.4%	81.9%	86.6%	88.4%

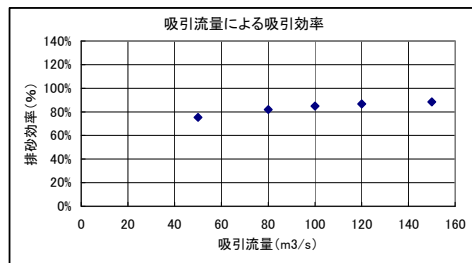


図 2.28 吸引濃度と排砂効率の関係

## 3) 吸引開始水位の検討

吸引最大流量をこれまで制限水位マイナス 1m の 291m としているが、これは、利水容量の観点から設定したものである。ここで、貯水池運用において、洪水後期に貯水するなどの操作が可能であれば、さらに貯水水位が低い場合でも吸引排砂できる可能性がある。これにより吸引排砂の頻度が高くなり効率が高くなる。

ここでは、吸引開始貯水水位を 285m、289m、290m、291m として、100年計算を実施し、平均流入土砂量に対する平均排砂量の割合により効率を評価した。

<条件>

吸引開始水位	285m～291m の 4 ケース
吸引開始流量	$94.7\text{m}^3/\text{s}$
吸引濃度	2%
吸引最大流量	$100\text{m}^3/\text{s}$

<結果>

- 吸引開始貯水水位が低いほど効率は高くなる
- 288m 程度とすると流入土砂量と同程度の排砂が可能となる
- 吸引開始水位を低くすることは、利水への影響が考えられることから、基本的には採用できない。

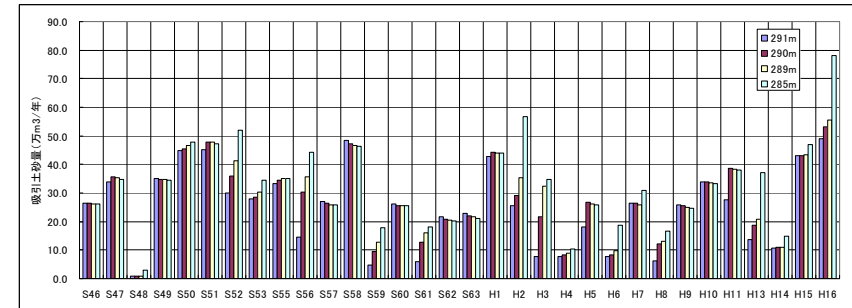


図 2.29 年毎の吸引土砂量計算結果

	流入土砂量	吸引開始貯水水位			
		291m	290m	289m	285m
平均排砂量	30.8	26.1	28.9	30.1	33.7
排砂率	—	84.8%	93.9%	97.7%	109.5%

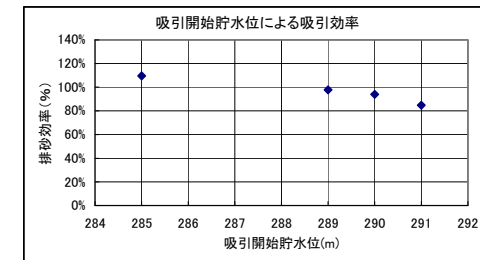


図 2.30 吸引濃度と排砂効率の関係

#### 4) 最大排砂のシナリオの設定

ここでは、流入土砂量に対して、100%排砂できる方法を最大排砂シナリオとして、実現性を考慮して、その方法を設定する。

以上の結果から、吸引効率を100%とするためには、以下の2案が考えられる。

①吸引濃度5%、吸引開始水位291m

②吸引濃度2%、吸引開始水位289m

吸引濃度5%は同じ施設の運用で可能と考えられ、実施の可能性が高いと考えられる。

一方、吸引開始水位289mでは、有効容量で35,708千m<sup>3</sup>\*であり、夏期制限水位(EL292m)での貯水容量42,069千m<sup>3</sup>の85%となり、約15%の利水容量が使えなくなる。

これを回復するためには、例えば洪水後期での貯水などが考えられるが、洪水低減期において、下流排出した土砂を流すためできるだけ放流することが望ましく、この分の貯水位を確実に回復する条件設定は難しい。すなわち、貯水位が低い場合に排出することは現実的ではないと考える。

以上のことから、**最大排砂のシナリオとして、吸引濃度を5%とすることが有効**と考える。これによる下流でのシナリオ検討を実施する。

※：平成19年H-V関係より

表 2.12 最大排砂検討の結果一覧

	吸引開始貯水位 (EL. m)				吸引濃度 (%)				吸引最大流量 (m <sup>3</sup> /s)					計算結果			
	291	290	289	285	2	3	5	10	100	50	80	120	150	排砂効率 (%)	備考		
最大排砂の検討	吸引濃度の検討	○				●				○					84.8	吸引濃度5%以上で概ね排砂効率が100%となる。	
		○					●			○					92.1		
		○						●		○					99.0		△
		○							●	○					121.7		○
	吸引最大流量の検討	○				○				●					84.8	排砂効率を100%とするには、さらに吸引最大流量を大きくする必要がある。	
		○				○					●				75.4		
		○				○						●			81.9		
		○				○							●		86.6		
		○				○								●	88.4		
	吸引開始水位の検討	●				○				○					84.8	概ねEL288m以下で吸引を開始すれば排砂効率100%以上となる。	
			●			○				○					93.9		
				●		○				○					97.7		
				●	○				○					109.5	○		

### (3) 排砂直下流の堆積影響の軽減のシナリオ

#### 【課題】

- ・ 小規模出水においては、排砂地点直下に土砂が堆積する可能性が想定された。
- ・ 流入量が 500m<sup>3</sup>/s 以下で排砂すると排砂直下で堆積する可能性がある。
- ・ できるだけ、直下に堆積しないための運用方法を検討する必要がある。
- ・ このため流量が大きい洪水で効率的に排砂できる方法について、ハード（吸引濃度など）、ソフト（排砂運用）の両面から検討が必要

#### 【検討結果】

- ・ 吸引開始流量を大きくすると効率が低下する。
- ・ 開始流量を 500m<sup>3</sup>/s とすると、吸引濃度 10%、開始貯水位 285m としても流入土砂量に対して 65% の排砂しかできず、排砂効率が確保できない。
- ・ 下流への影響を軽減するために、低減期では排砂しない場合を設定した。ただし、流量がある一定以上であれば排砂するものとした。
- ・ この結果、吸引濃度 2% でピーク後 500m<sup>3</sup>/s 以下吸引を停止する運用により下流への影響が軽減できると考えられ、このときの吸引効率率は 54% となる。
- ・ このケースを矢作ダムでの排砂シナリオのひとつとする。

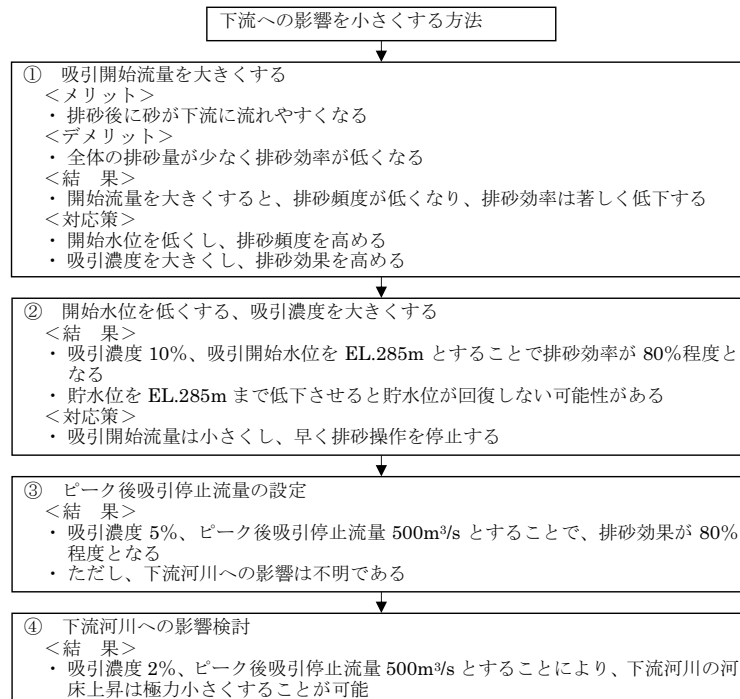


図 2.31 排砂影響を軽減する方法の検討結果、及び、採用する排砂影響軽減のシナリオ

### 1) 吸引開始流量の検討

吸引開始流量は、発電流量の関係から 94.7m<sup>3</sup>/s 以上としていた。ここで、開始流量を大きくすることは、効率が低くなるが、下流影響を小さくできる可能性があることから、吸引開始流量を 94.7m<sup>3</sup>/s、200m<sup>3</sup>/s、400m<sup>3</sup>/s、500m<sup>3</sup>/s として、100 年計算を実施し、平均流入土砂量に対する平均排砂量の割合により効率を評価した。

<条件>

吸引開始水位	291m
吸引開始流量	94.7~500m <sup>3</sup> /s の 4 ケース
吸引濃度	2%
吸引最大流量	100m <sup>3</sup> /s

流量に対する流入土砂量と吸引土砂量の濃度のイメージを図 2.32 に示す。ここでは、砂 (0.106mm~2mm) を対象として整理した。また、土砂量は濃度 (土砂量÷流量) で表現している。流入土砂量はダム建設前に河川に流れていた土砂量に近いと考えられることから、これを上回る濃度での排砂は、下流河川流量 (掃流力) に対して負担が大きいといえる。

- ・ 吸引濃度 2% では約 600m<sup>3</sup>/s で流入土砂量と吸引土砂量が交差しており、600m<sup>3</sup>/s 以下では吸引土砂量は過供給といえる (ダム建設前はダム流入土砂量が下流に流れていたと想定)
- ・ 吸引開始流量が大きいほど、下流への負担が大きい部分の排砂量は小さくなる。

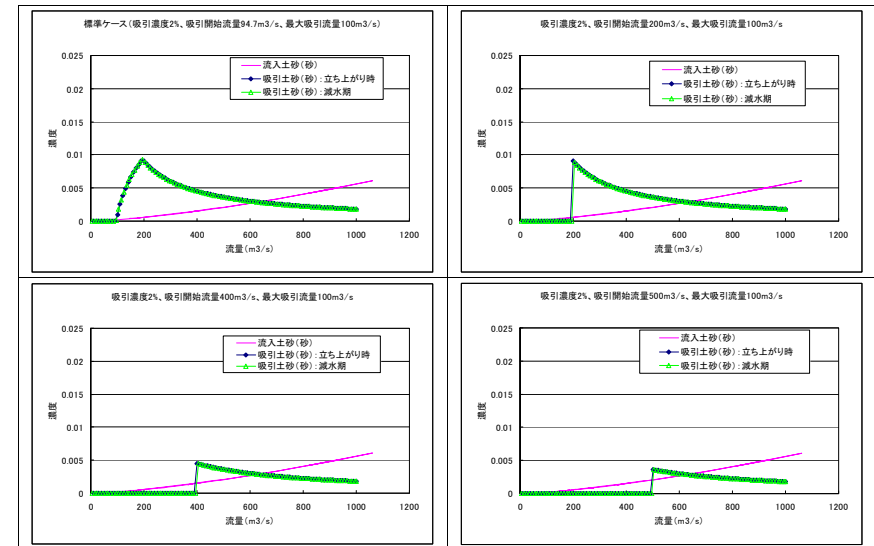


図 2.32 各ケースの流量とダム流入土砂 (砂) 量と吸引排砂濃度の関係

<結果>

- ▶ 開始流量を大きくすると排砂頻度が低くなり、排砂効率は著しく低くなる
- ▶ 500m<sup>3</sup>/s以上の流量時のみで排砂すれば影響は小さいと考えられるが、事実上不可能である
- ▶ 他条件との組み合わせによる効率確保の可能性を検討する必要がある

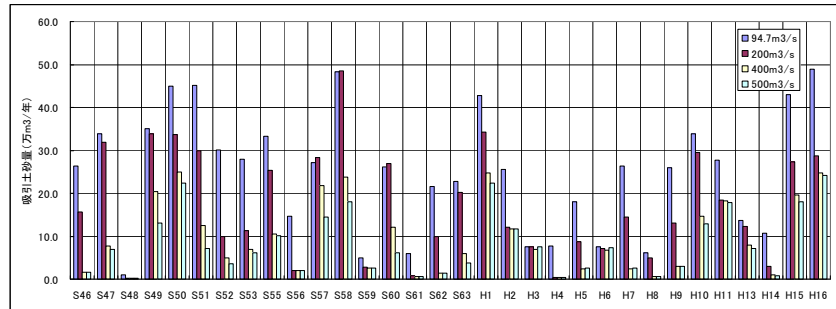


図 2.33 年毎の吸引土砂量計算結果

	流入土砂量	吸引土砂量			
		94.7m <sup>3</sup> /s	200m <sup>3</sup> /s	400m <sup>3</sup> /s	500m <sup>3</sup> /s
平均排砂量	30.8	26.1	17.8	9.5	8.0
排砂率	—	84.8%	57.6%	30.9%	26.0%

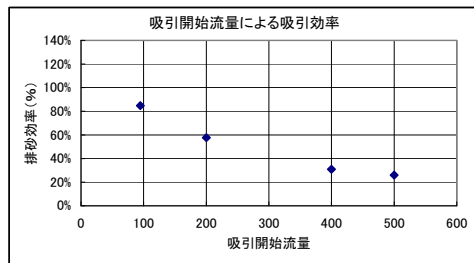


図 2.34 吸引開始流量と吸引効率の関係

2) 吸引開始流量を大きくした場合に効率を高くする方法の検討

吸引開始流量を 500m<sup>3</sup>/s とした場合で、排砂率を高くするため、吸引濃度を 5%、10% とし、吸引開始貯水水位を 285m、288m、291m とし、排砂頻度を高めた場合の排砂効率を算出した。

<条件>

吸引開始水位	285、288、291m の 3 ケース
吸引開始流量	500m <sup>3</sup> /s
吸引濃度	2%、5%、10% の 3 ケース
吸引最大流量	100m <sup>3</sup> /s

<結果>

- ▶ 吸引濃度を 10% とし、吸引開始貯水水位を 285m まで下げることで、排砂効率を 80% (流入土砂量のうち 80% を排砂できる) とすることが可能である。
- ▶ ただし、貯水水位 285m での利水容量は 27,954 千 m<sup>3</sup> であり、夏季制限水位 (EL292m) での貯水容量 42,069 千 m<sup>3</sup> に対して約 14,115 千 m<sup>3</sup> をロスしてしまう。この容量は 165m<sup>3</sup>/s を 1 日貯水することで回復しうる量であり、実際には困難である。

	流入土砂量	吸引土砂量		
		500m <sup>3</sup> /s+2%+291m	500m <sup>3</sup> /s+2%+288m	500m <sup>3</sup> /s+2%+285m
平均排砂量	30.8	8.0	9.2	9.6
排砂率	—	26.0%	29.8%	31.1%

	流入土砂量	吸引土砂量		
		500m <sup>3</sup> /s+5%+288m	500m <sup>3</sup> /s+5%+285m	500m <sup>3</sup> /s+10%+288m
平均排砂量	13.6	14.5	18.0	19.9
排砂率	44.2%	47.2%	58.4%	64.5%

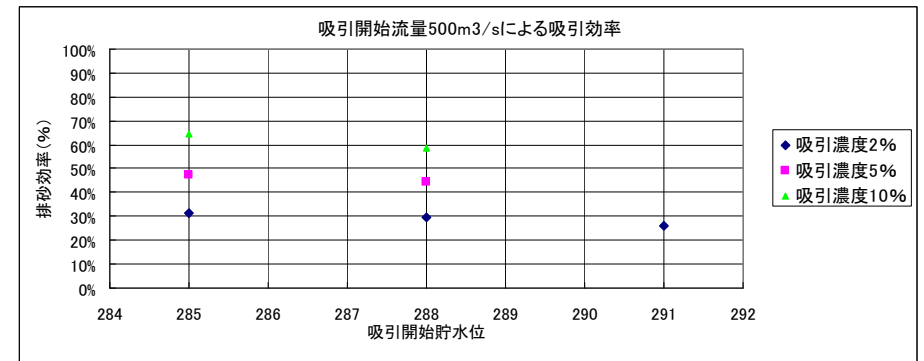


図 2.35 吸引開始流量 500m<sup>3</sup>/s の場合の吸引濃度と吸引開始貯水水位と吸引効率の関係

### 3) 洪水時運用による効果の検討

吸引開始流量を低く設定し、流量低減時に早めに排砂をストップすることで、下流への影響を小さくでき、かつ排砂量を多くすることができる可能性がある。

- 流量ピークを超えた後、早めに吸引を停止する運用とする。
- ただし、ピークを越えても、ある流量以上の流入がある場合には吸引を継続する。
- この流量（ピーク後最低吸引流量）は 100m<sup>3</sup>/s、200m<sup>3</sup>/s、300m<sup>3</sup>/s、500m<sup>3</sup>/s とする。
- 吸引濃度は 2% と 5% とする。

<条件>

吸引開始水位	291m
吸引開始流量	94.7m <sup>3</sup> /s
吸引濃度	2%、5%の2ケース
吸引最大流量	100m <sup>3</sup> /s
ピーク後吸引停止流量	100m <sup>3</sup> /s、200m <sup>3</sup> /s、300m <sup>3</sup> /s、500m <sup>3</sup> /sの4ケース

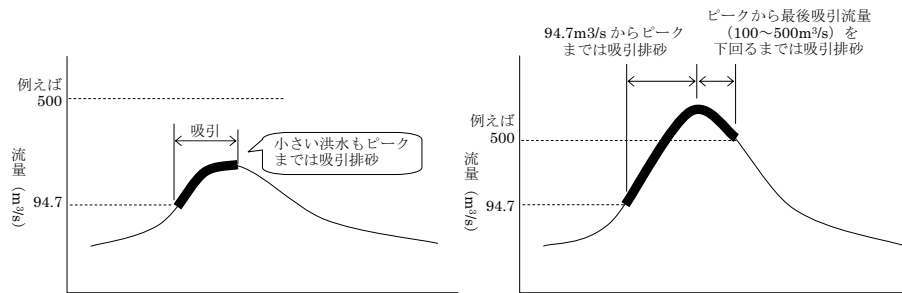


図 2.36 下流への影響を考慮した運用案

流量に対する流入土砂量と吸引土砂量の濃度のイメージを図 2.37 に示す。ここでは、砂(0.106mm~2mm)を対象として整理した。また、土砂量は濃度(土砂量÷流量)で表現している。

- 吸引濃度 2% では約 600m<sup>3</sup>/s で流入土砂量と吸引土砂量が交差しており、600m<sup>3</sup>/s 以下では吸引土砂量は過供給といえる(ダム建設前はダム流入土砂量が下流に流れていたと想定)
- 吸引濃度 5% では約 900m<sup>3</sup>/s で流入土砂量と吸引土砂量が交差しており、2%濃度に比べ、下流河川への負担は大きくなると考えられる。
- ピーク後に吸引を停止することにより、直下流での負担を軽減することができるが、吸引濃度が高い(5%) 場合では 500m<sup>3</sup>/s で停止しても、多くの土砂が排砂されることになる。
- なお、実際の運用においては、貯水位の状況や吸引ポケットの土砂量により状況が変化する。立ち上がり時に貯水位が低い場合には、吸引排砂できない場合があったり、ポケットに十分な土砂がない場合には、洪水初期しか排砂できない場合などが生じる。

### 【吸引濃度 2%】

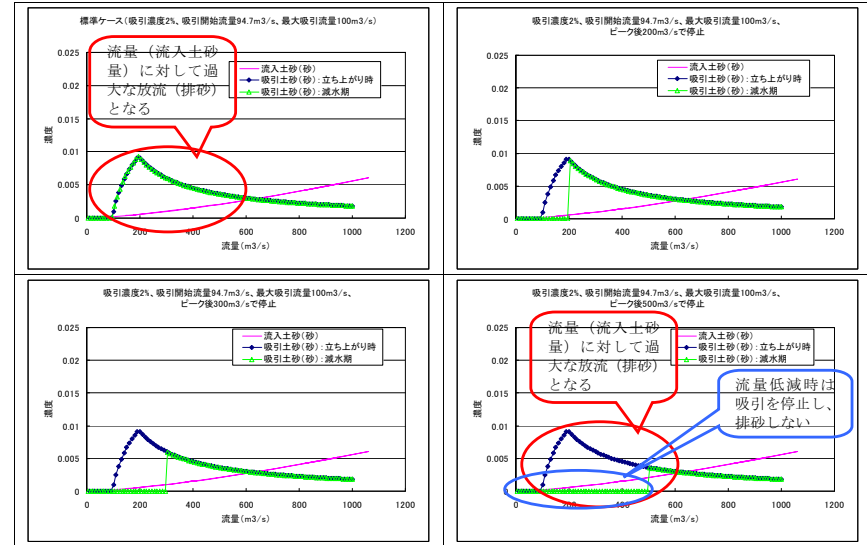


図 2.37 各ケースの流量とダム流入土砂(砂)量と吸引排砂濃度の関係

### 【吸引濃度 5%】

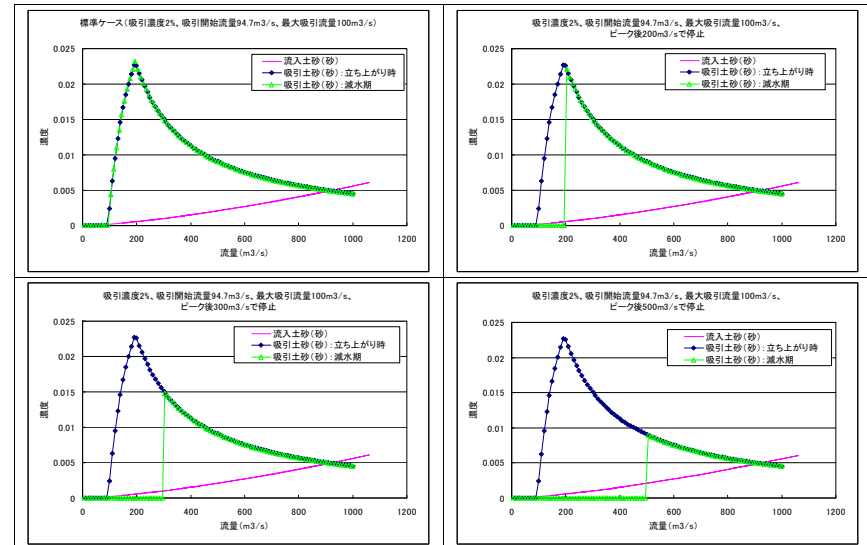


図 2.38 各ケースの流量とダム流入土砂(砂)量と吸引排砂濃度の関係

<結果>

- 吸引濃度 2%ではピーク後の吸引排砂を抑制した場合、60~80%の吸引効率しか確保できない
- 吸引濃度を 5%にすれば 80~100%の吸引効率が確保できる。
- ただし、吸引濃度 5%では、100m<sup>3</sup>/s 吸引の場合、流入量 700m<sup>3</sup>/s 相当の流入土砂量に相当することから、下流への影響は大きくなる。
- 平成元年、2年、4年の各洪水波形での流入および吸引土砂量を参考に示す。

	流入土砂量	ピーク後最低吸引流量 (m <sup>3</sup> /s)			
		100	200	300	500
平均排砂量	30.8	26.1	23.1	19.5	16.6
排砂率(2%)	—	84.8%	75.1%	63.2%	53.9%
排砂率(5%)	—	99.0%	91.7%	84.7%	74.4%

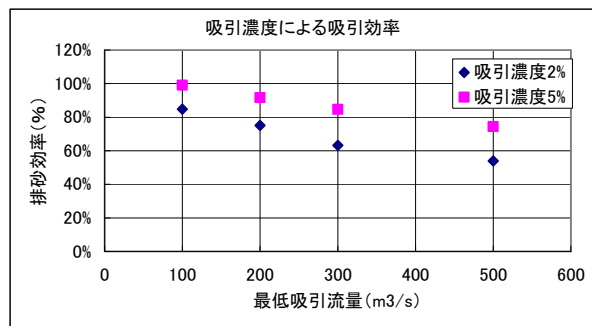
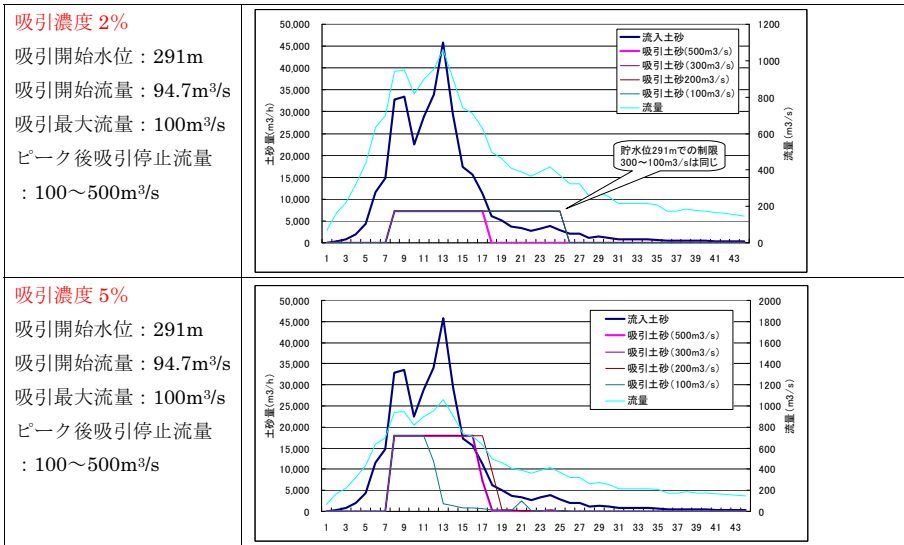
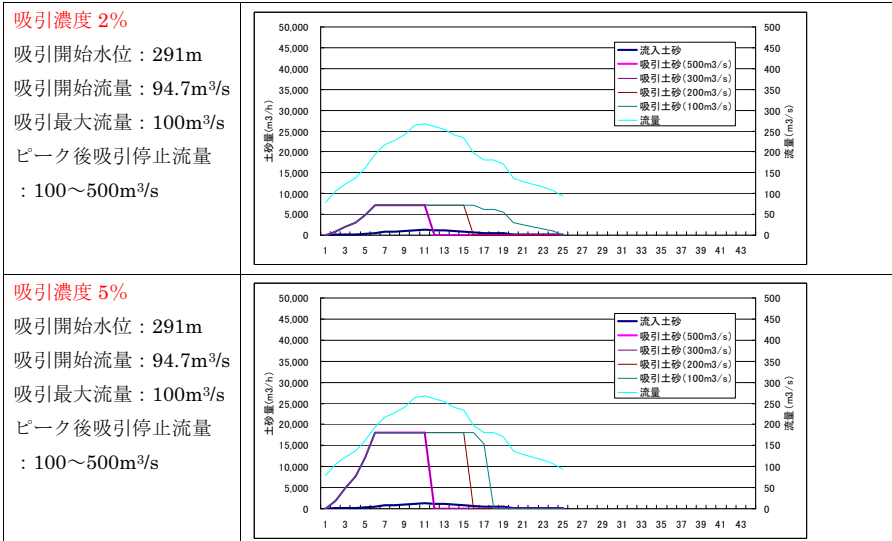


図 2.39 吸引濃度と流量低減時の吸引実施最小流量による吸引効率

【平成元年洪水】



【平成2年洪水】



【平成4年洪水】

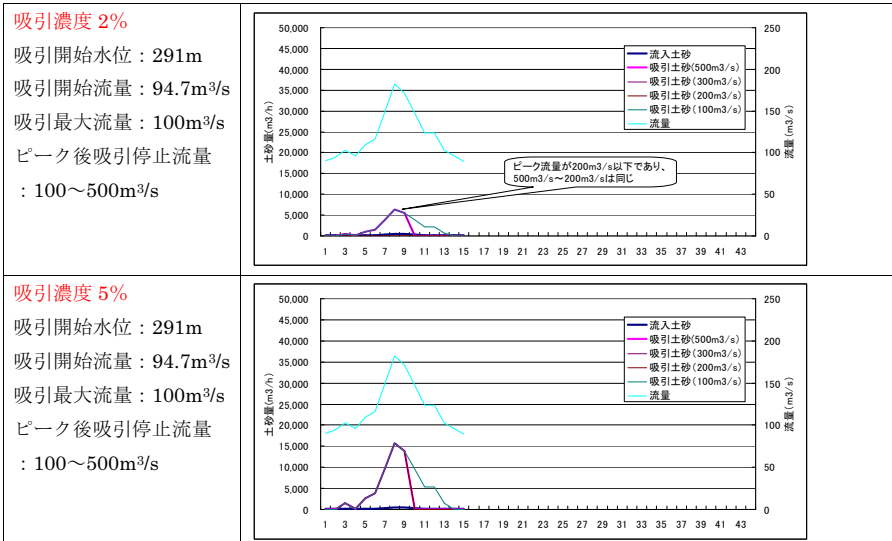


図 2.40 代表3洪水における吸引排砂波形

4) 下流への影響低減の確認

排砂時の下流河床変動計算を実施し、特に排砂直下流付近の河床変動状況などから、影響軽減効果があるか確認した。

a) 検討条件

表 2.13 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流量規模が大きく、吸引土砂が多いが流下しやすい洪水：平成元年 ②流量規模が小さく、吸引土砂が流下しにくい洪水：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。ここでは、標準的な吸引排砂を考慮している。 ※ 各洪水の吸引排砂後、100m <sup>3</sup> /sの流量が48時間継続するものとして、吸引排砂後の土砂の移動も予測した。
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

表 2.14 排砂条件（1洪水に対して2×2=4ケース設定）

吸引開始水位	291m
吸引開始流量	94.7m <sup>3</sup> /s
吸引濃度	2%、5%の2ケース
吸引最大流量	100m <sup>3</sup> /s
ピーク後吸引停止流量	100m <sup>3</sup> /s、500m <sup>3</sup> /sの2ケース

b) 検討結果

表 2.14 に示すように、吸引濃度、ピーク後吸引停止流量を変化させ、それら項目が下流河川の河床変動に与える影響を把握した。

その結果を表 2.15、図 2.41～図 2.52 に示す。これより、以下のことがわかる。

- ① 基本的に、排砂地点直下での河床上昇は免れない（一部区間）。
- ② 吸引濃度が5%の場合では、吸引停止流量の大小にかかわらず、河床は上昇する傾向が認められる。
- ③ 吸引濃度が2%の場合では、吸引停止流量を100m<sup>3</sup>/sとすると、河床は上昇する傾向が認められる。
- ④ 吸引濃度2%で、吸引停止流量を500m<sup>3</sup>/sとすると、一部河床上昇する地点が認められるが、概ね元の状態に戻る。

表 2.15 検討結果のまとめ

洪水名	吸引停止流量	吸引濃度	
		2%	5%
平成元年洪水	100m <sup>3</sup> /s	・概ね元の状態に戻る (一部50cm程度の河床上昇が認められる)	・影響は小さい
	500m <sup>3</sup> /s	・概ね元の状態に戻る	・一時的に1m程度河床上昇する地点が認められる。 ・48時間後においても、0.5～0.2m程度の河床上昇が認められる。
平成2年洪水	100m <sup>3</sup> /s	・一時的に2m程度河床上昇する地点が認められる。 ・48時間後においても、1.5～0.2m程度の河床上昇が認められる。	・48時間後においても、2.5～0.5m程度の河床上昇が認められる。
	500m <sup>3</sup> /s	・一時的に1.5m程度河床上昇地点が認められる。 ・48時間後においても、一部0.5m程度の河床上昇が認められる。	・48時間後においても、3.0～0.5m程度の河床上昇が認められる。
平成4年洪水	100m <sup>3</sup> /s	・一時的に1.5m程度河床上昇する地点が認められる。 ・48時間後においても、一部1.0m程度の河床上昇が認められる。	・一時的に1.5m程度河床上昇する地点が認められる。 ・48時間後においても、1.0～0.2m程度の河床上昇が認められる。
	500m <sup>3</sup> /s	・48時間後においても、一部0.5m程度の河床上昇が認められる。	・一時的に1.3m程度河床上昇する地点が認められる。 ・48時間後においても、1.0～0.2m程度の河床上昇が認められる。



<平成元年洪水>

- ・ 洪水規模が大きく、初期の段階で73km付近では河床が低下するが、その後排砂により堆積に転じる。
- ・ 吸引濃度2%、ピーク後100m<sup>3</sup>/sで吸引を停止した場合、洪水後24時間程度で概ね元の状態に戻るが、全体的に10cm程度の堆積があるのと、73km付近では50cm以上の堆砂が残る。
- ・ 吸引濃度2%、ピーク後500m<sup>3</sup>/sで吸引を停止した場合、洪水後24時間程度で概ね元の状態に戻る。
- ・ 吸引濃度5%、ピーク後100m<sup>3</sup>/sで吸引を停止した場合には、貯水池での排砂計算において、吸引ボケットの土砂量が少なく、条件としては吸引排砂できるが、排砂できない期間があり、影響は小さい。
- ・ 吸引濃度5%、ピーク後500m<sup>3</sup>/sで吸引を停止した場合には、一時的に1m近く堆砂する箇所がある。24時間後以降では71~72.4kmで10~20cmの堆砂が残るとともに73km付近では50cm程度の堆砂が残る。

【平成元年：吸引濃度2%・ピーク後100m<sup>3</sup>/s以下で吸引停止】

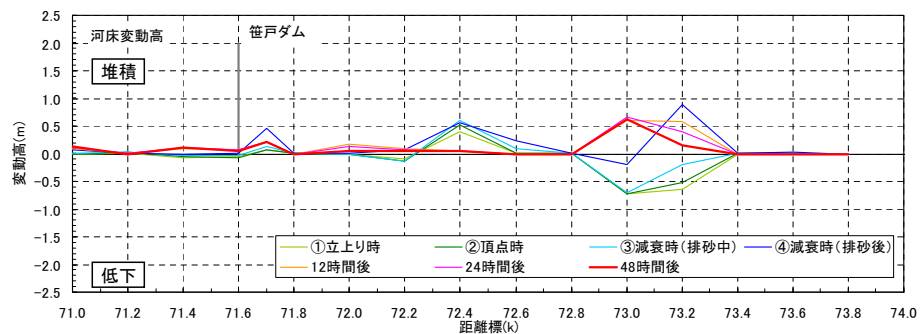
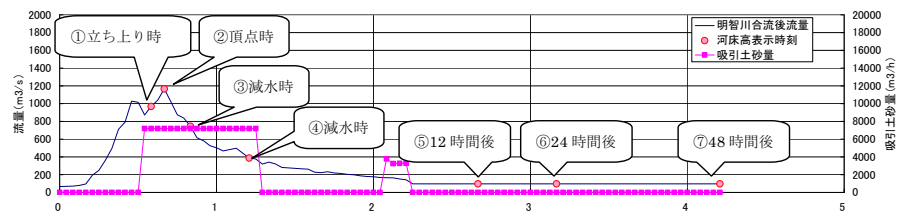
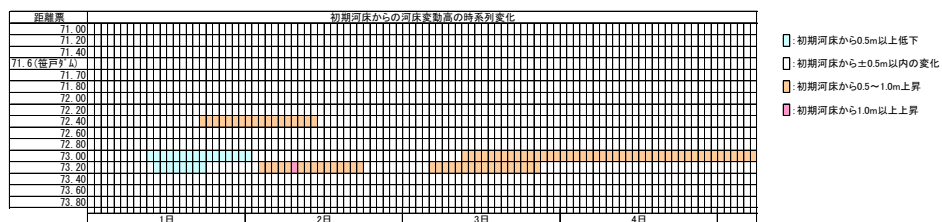


図 2.41 平成元年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成元年：吸引濃度2%・ピーク後500m<sup>3</sup>/s以下で吸引停止】

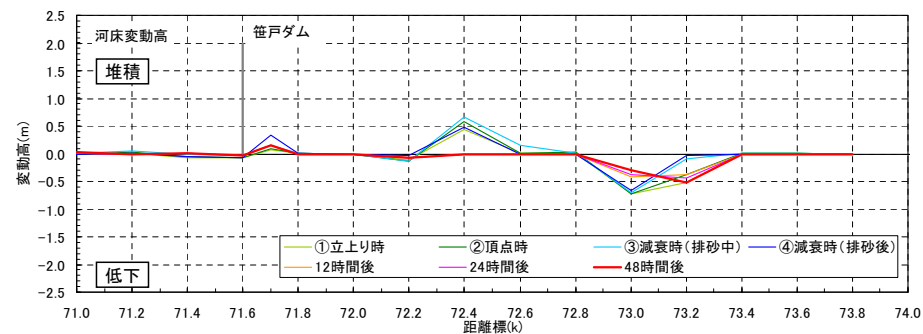
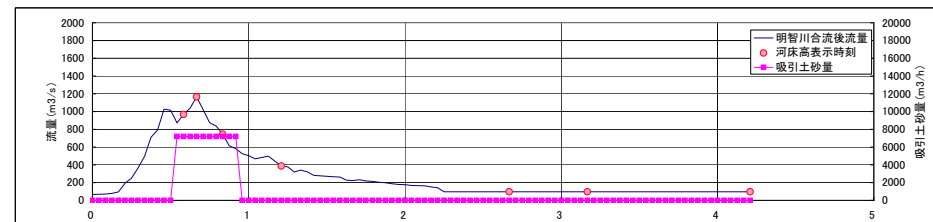
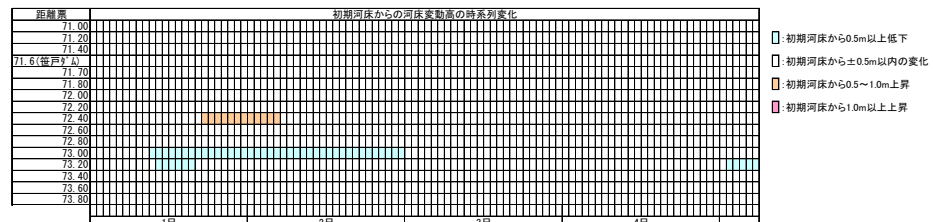


図 2.42 平成元年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成元年：吸引濃度 5%・ピーク後 100m³/s 以下で吸引停止】

※ここでは、対象洪水前に吸引ポケットの土砂が排砂され、当洪水での吸引できない状況であり、理想的な吸引排砂の状況ではない。

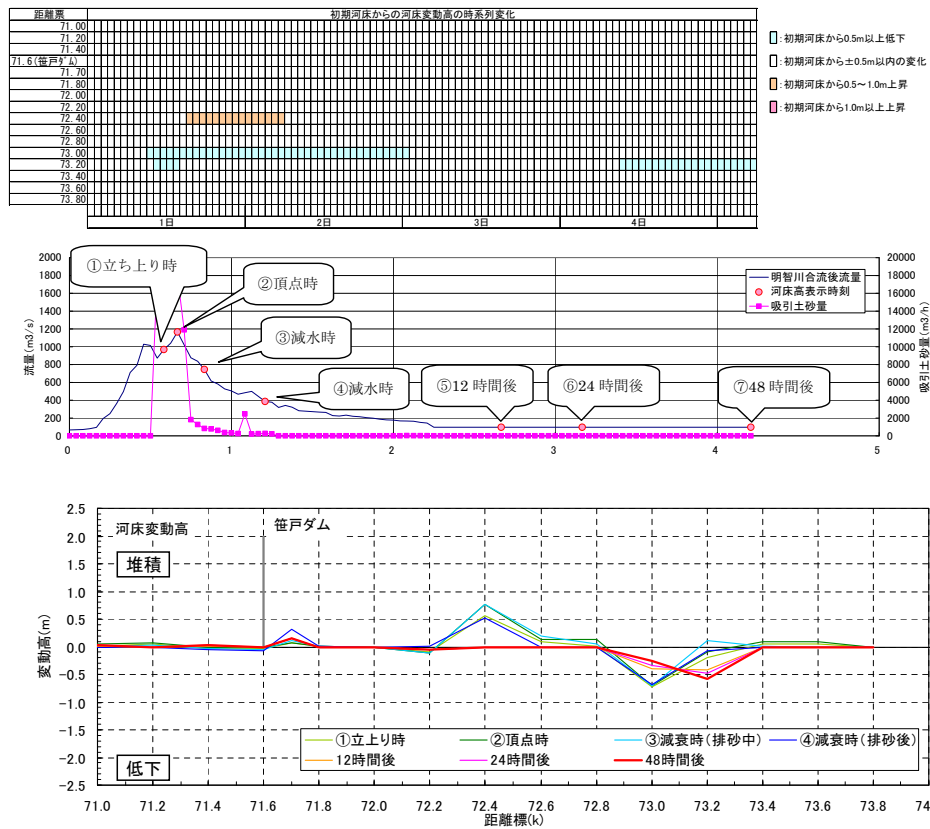


図 2.43 平成元年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成元年：吸引濃度 5%・ピーク後 500m³/s 以下で吸引停止】

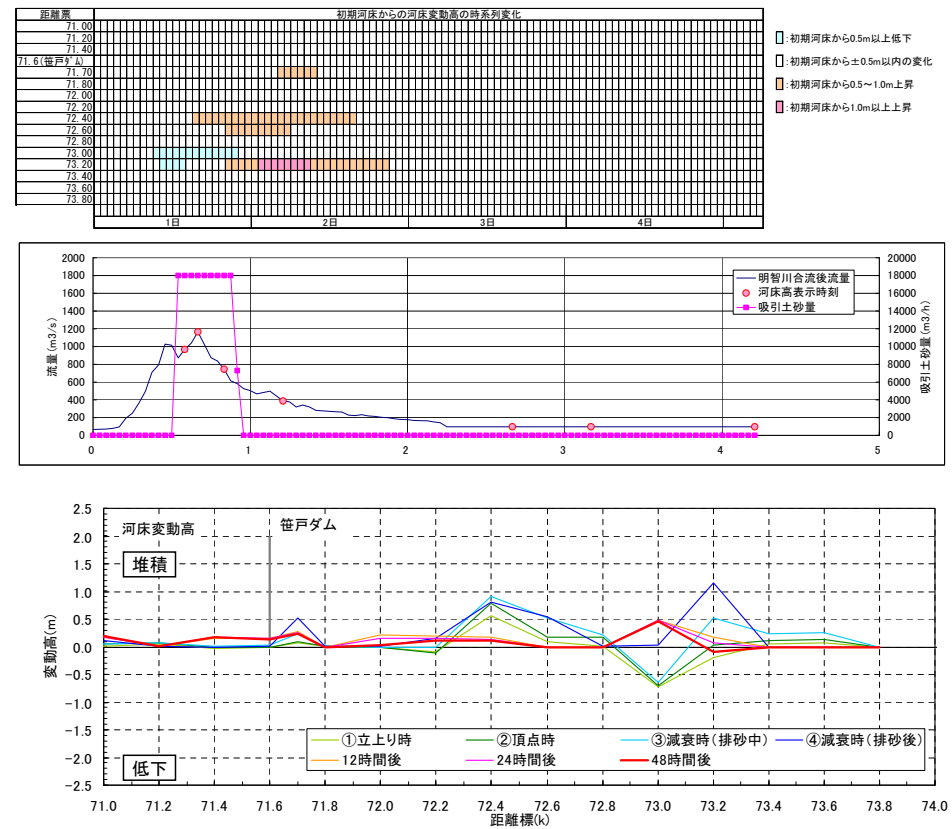


図 2.44 平成元年洪水での吸引排砂時の河床変動高

<平成2年洪水>

- ・ 流量規模が 300m<sup>3</sup>/s 程度の洪水である。
- ・ 吸引濃度 2%、ピーク後 100m<sup>3</sup>/s で吸引を停止した場合、洪水後 48 時間程度経過しても、71km 上流で全体的に堆砂が残る。73km 付近では 1.5m 程度堆砂した状態となると予測される。
- ・ 吸引濃度 2%、ピーク後 500m<sup>3</sup>/s で吸引を停止した場合、48 時間後に 73km 付近で 50cm 程度の堆砂があるが、それ以外は概ねもとの状態に近くなる。
- ・ 吸引濃度 5%では、ピーク後停止するケースでも 73.2km 付近で 48 時間後でも 2.5m 以上の堆砂があり、その下流でも 50cm 前後の堆砂が残る。

【平成2年：吸引濃度 2%・ピーク後 100m<sup>3</sup>/s 以下で吸引停止】

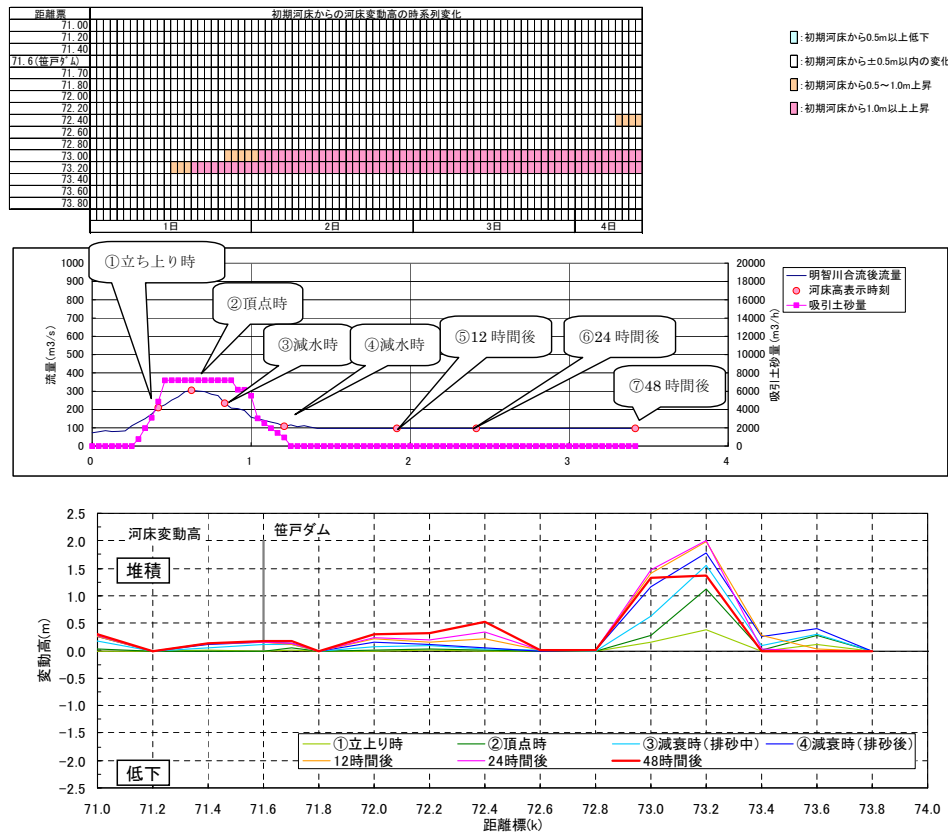


図 2.45 平成2年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成2年：吸引濃度 2%・ピーク後 500m<sup>3</sup>/s 以下で吸引停止】

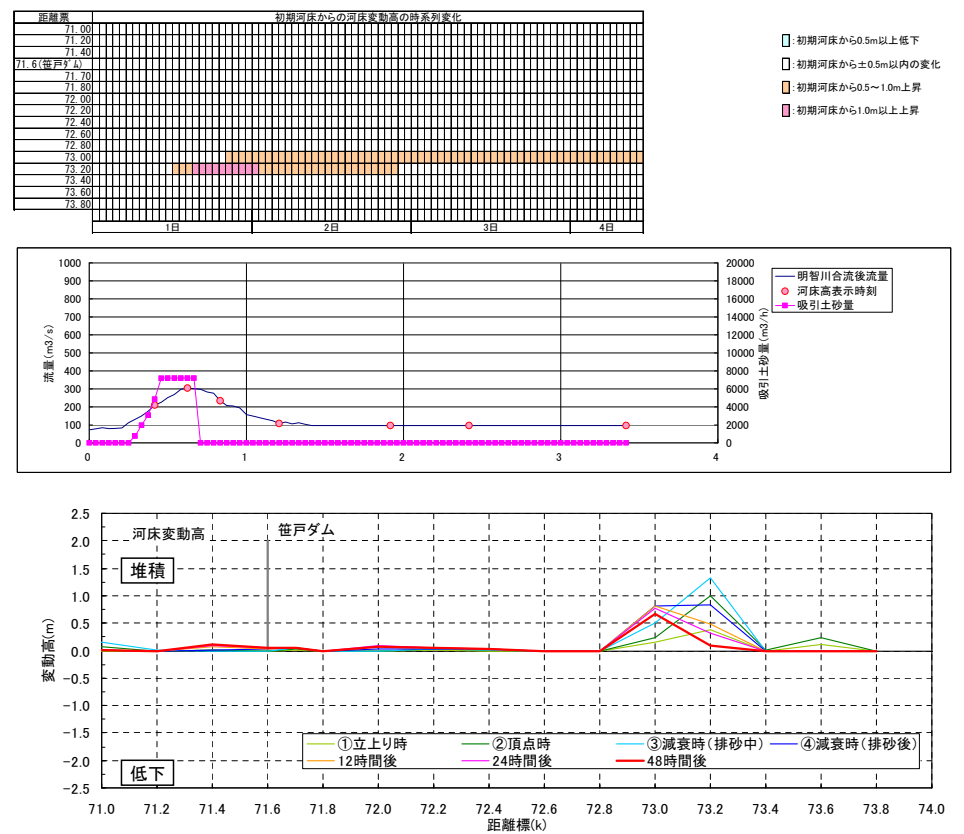


図 2.46 平成2年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成2年：吸引濃度 5%・ピーク後 100m<sup>3</sup>/s 以下で吸引停止】

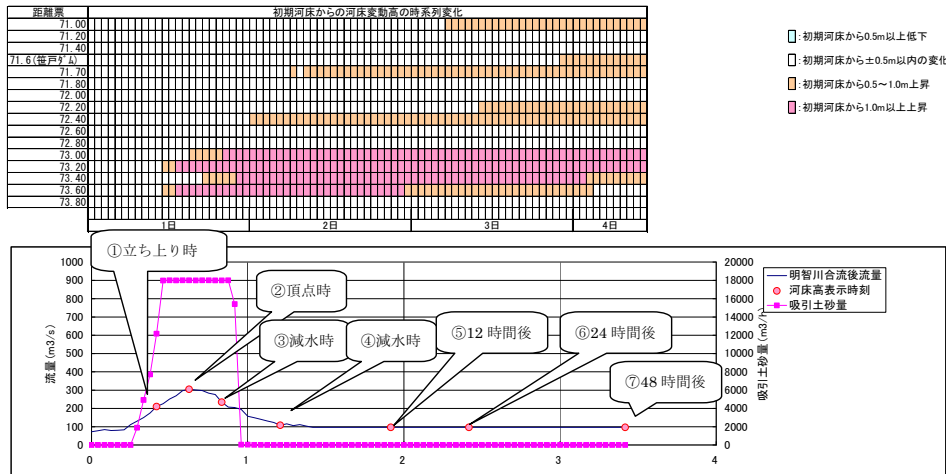


図 2.47 平成2年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成2年：吸引濃度 5%・ピーク後 500m<sup>3</sup>/s 以下で吸引停止】

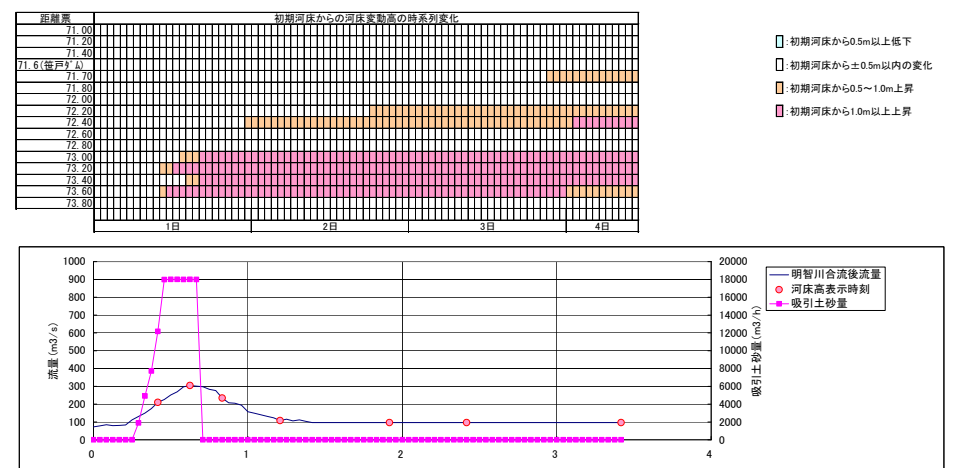


図 2.48 平成2年洪水での吸引排砂時の河床変動高

<平成4年洪水>

- ・ 流量規模が 200m<sup>3</sup>/s 程度の洪水である。
- ・ 吸引濃度 2%、ピーク後 100m<sup>3</sup>/s で吸引を停止した場合、洪水後 48 時間程度経過しても、73km 付近では 1.0m 程度堆砂した状態となると予測される。
- ・ 吸引濃度 2%、ピーク後 500m<sup>3</sup>/s で吸引を停止した場合、48 時間後に 73km 付近で 50cm 程度の堆砂があるが、それ以外は概ねもとの状態に近くなる。
- ・ 吸引濃度 5%では、ピーク後停止するケースでも 73.2km 付近で 48 時間後でも 1.0m 程度の堆砂があり、その下流でも 20cm 前後の堆砂が残る。

【平成4年：吸引濃度 2%・ピーク後 100m<sup>3</sup>/s 以下で吸引停止】

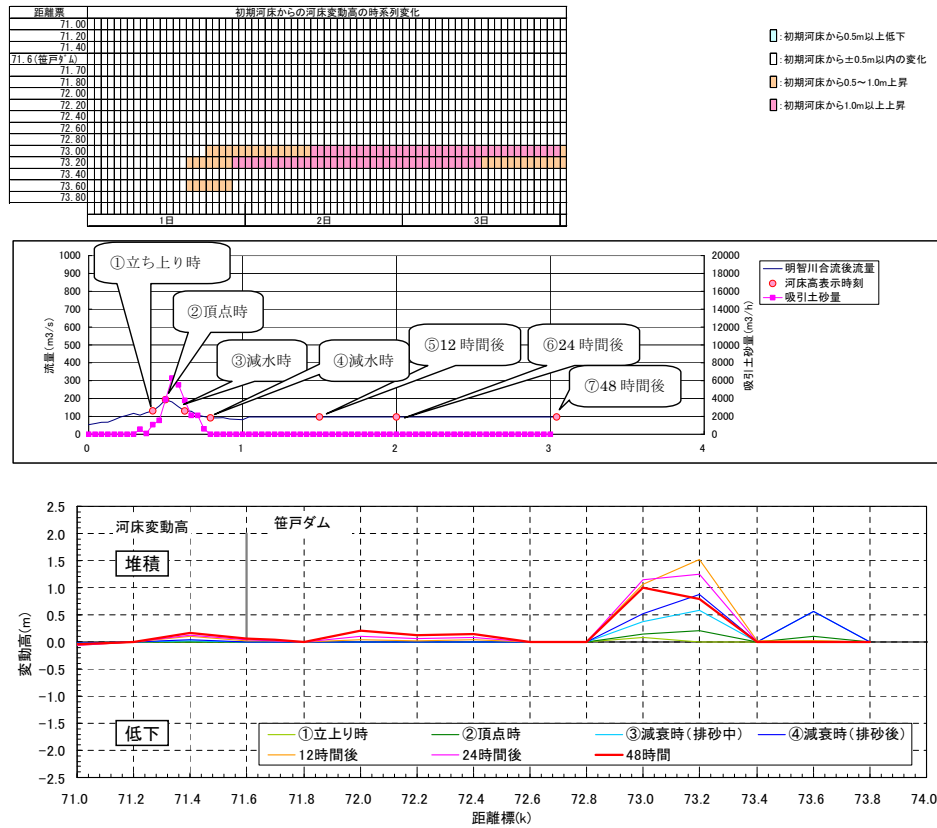


図 2.49 平成4年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成4年：吸引濃度 2%・ピーク後 500m<sup>3</sup>/s 以下で吸引停止】

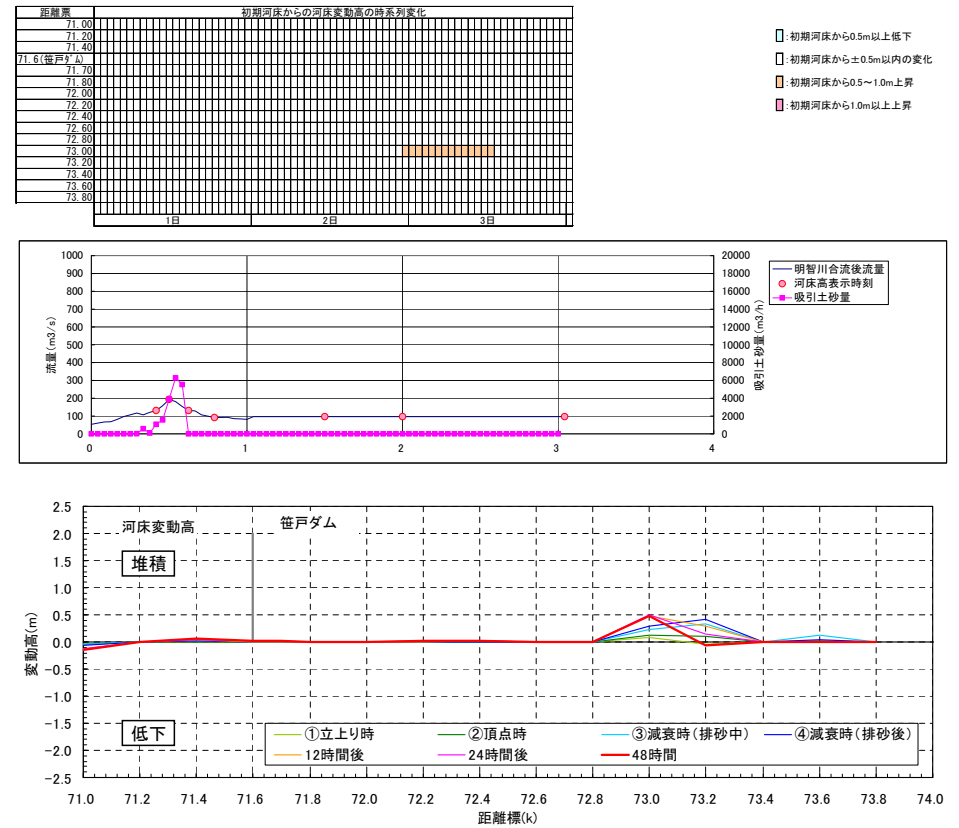


図 2.50 平成4年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成4年：吸引濃度5%・ピーク後100m<sup>3</sup>/s以下で吸引停止】

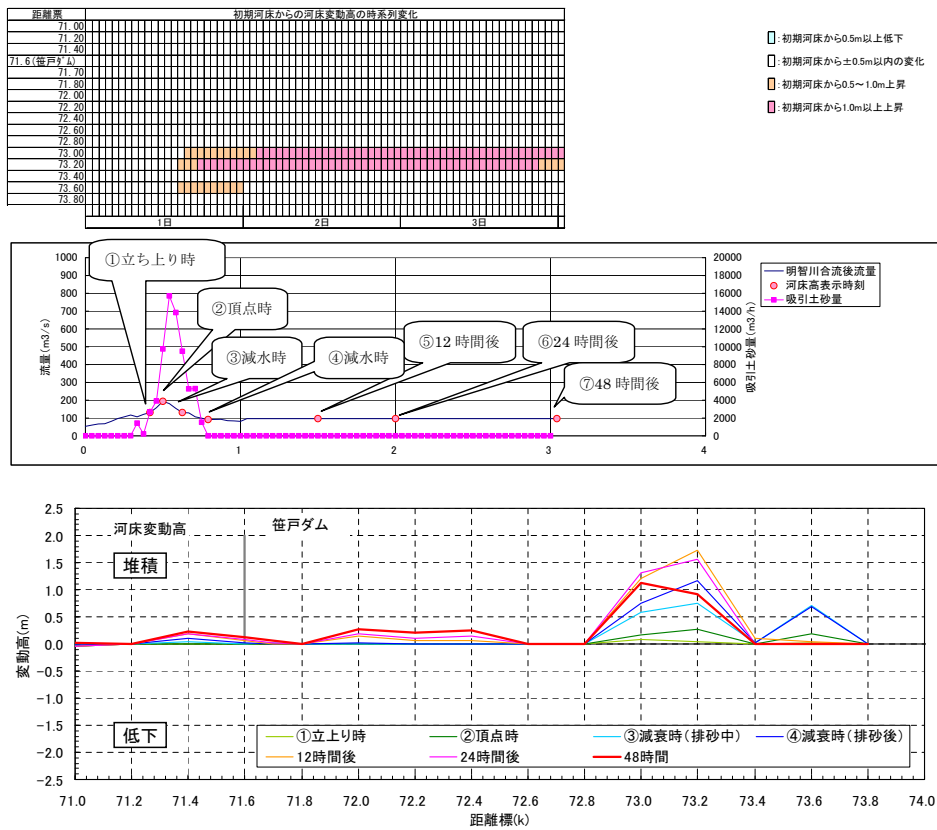


図 2.51 平成4年洪水での吸引排砂時の河床変動高

【平成4年：吸引濃度5%・ピーク後500m<sup>3</sup>/s以下で吸引停止】

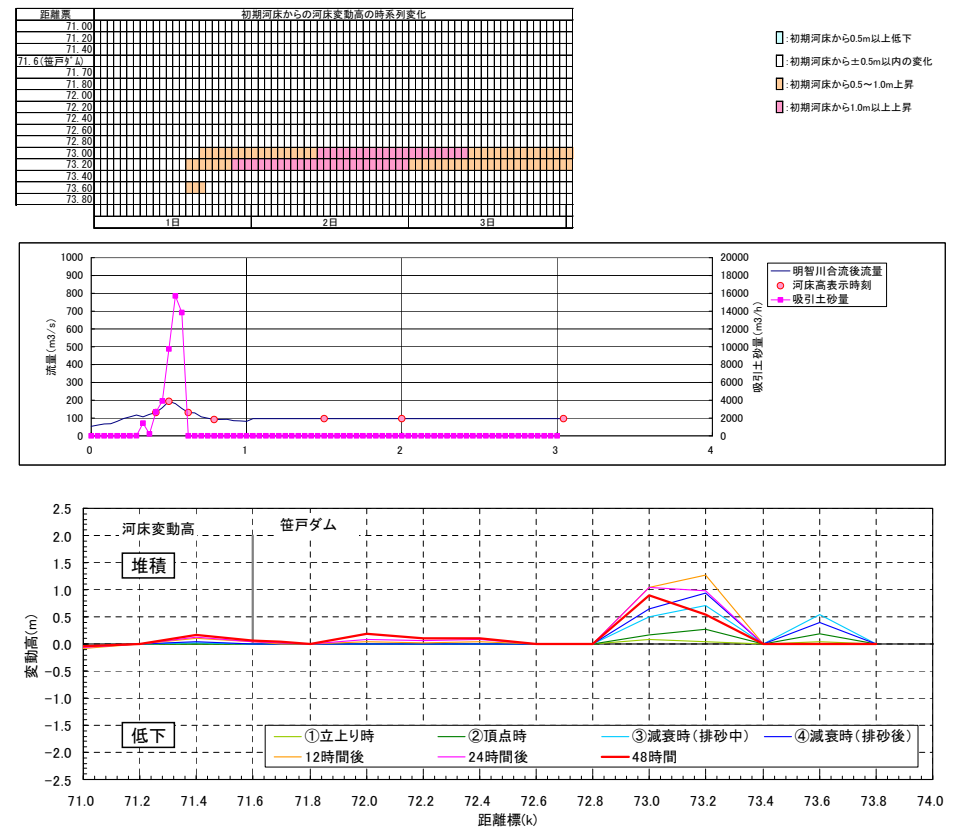


図 2.52 平成4年洪水での吸引排砂時の河床変動高

5) 排砂影響軽減シナリオの設定

下流河川、特に排砂直下流の影響を軽減するための吸引排砂シナリオは、下記の理由により吸引濃度を2%、94.7m³/sから吸引を開始、ピーク後、500m³/s以下では吸引排砂を中止する運用を設定し、これによる下流でのシナリオは検討を実施する。

- ① ピーク後に排砂を中止する条件を500m³/s以下(吸引濃度2%)とすることで、排砂後48時間経過での最大河床変動高が概ね50cm程度で抑えられると考えられる。(平成元年、2年、4年の3洪水で、排砂後100m³/s流量が継続したと想定)
- ② ①の条件で、排砂効率は約54%(流入土砂量の半分以上を吸引排砂)が確保できる。
- ③ 具体的な環境影響の低減を評価し、最適運用を判断することは難しいことから、ひとつの運用案として選定し、シナリオ検討を行う。

表 2.16 排砂影響軽減シナリオの排砂条件

吸引開始水位	291m
吸引開始流量	94.7m³/s
吸引濃度	2%
吸引最大流量	100m³/s
ピーク後吸引停止流量	500m³/s

(4) シナリオ検討時の排砂条件

土砂管理シナリオ検討時における矢作ダム排砂条件(標準ケース、最大排砂、下流考慮運用:図 2.2参照)は、表 2.17に示すように設定する。

表 2.17 矢作ダム排砂条件

項目	標準ケース	最大排砂	下流考慮運用
吸引開始水位	EL.291m	EL.291m	EL.291m
吸引開始流量	94.7m³/s	94.7 m³/s	94.7 m³/s
吸引濃度	2%	5%	2%
吸引最大流量	100m³/s	100 m³/s	100 m³/s
ピーク後吸引停止流量	—	—	500 m³/s
吸引効率	85%	99%	54%

表 2.18 排砂直下流の堆砂影響の軽減検討の結果一覧

	吸引開始貯水位 (EL. m)			吸引濃度 (%)			吸引開始流量 (m³/s)				ピーク後停止流量 (m³/s)				計算結果		
	291	288	285	2	5	10	94.7	200	400	500	100	200	300	500	排砂効率 (%)	備考	
排砂直下流の堆積影響軽減の検討	吸引開始流量の検討	○			○			●								84.8	流入土砂量との比較により、概ね500m³/s以上で放流すれば影響が小さいと考えられるが、排砂効率が小さくなる。
									●							57.6	
										●						30.9	
											●					26.0	
	吸引開始流量を大きくして効率を高くする検討	●			●						○					26.0	吸引開始流量を500m³/sとした場合、吸引濃度を高くし、かつ、排砂頻度を高くすれば50%以上の排砂効率となる。ただし、排砂濃度が2%より高い場合には500m³/s以上でも排砂量が過大であり、影響が考えられる。
			●		●						○					29.8	
				●	●						○					31.1	
		●		●						○					44.2		
			●	●						○					47.2		
		●		●			●			○					58.4		
洪水時運用による効果検討	○			●			○				●				84.8	下流への影響を確認し、吸引濃度2%、ピーク後500m³/s以下で吸引を中止する運用で、排砂効率が約54%であり、下流への影響も比較的軽減できると考えられる。	
	○			●			○				●				75.1		
	○			●			○					●			63.2		
	○			●			○						●		53.9		
	○			●		●	○				●				99.0		
	○			●			○					●			91.7		
	○			●			○						●		84.7		
	○			●			○							●	74.4		

○: 決定条件、●: パラメータとする条件、網掛け: 下流への影響検討ケース





【洪水時の水位低下操作による通砂・排砂】（イメージ）

- 洪水時のゲート操作は操作規則により定められている。
- ここでは、洪水初期からゲートを開き、できるだけ排砂するような操作について検討する。
- 阿摺ダムでは 2415m<sup>3</sup>/s 以上でゲート全開の運用となっているため、これを 1000m<sup>3</sup>/s、1500m<sup>3</sup>/s、2000m<sup>3</sup>/s 程度で全開とする操作を行うことで、より土砂を流下させる検討を行う。
- また、洪水吐の切り下げとの組み合わせによる検討を行う。
- なお、実際に水位を低下させるためには、ピーク前に水位を低下させ、ピーク後に水位を回復させる必要がある。この運用方法については、土砂移動、河床変動とは別に検討する。
- 運用については、発電効率や、農水取水（百月ダム、越戸ダム）への影響を勘案して検討する。

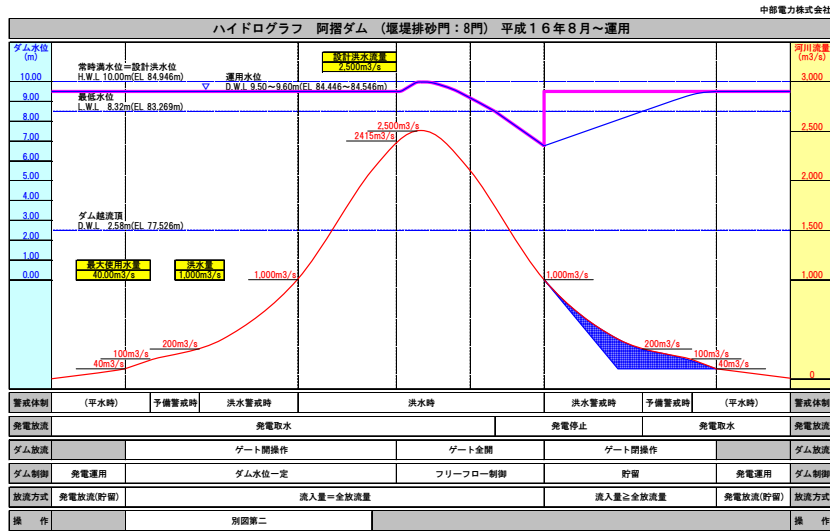


図 2.54 阿摺ダム（H16～）操作実態模式図

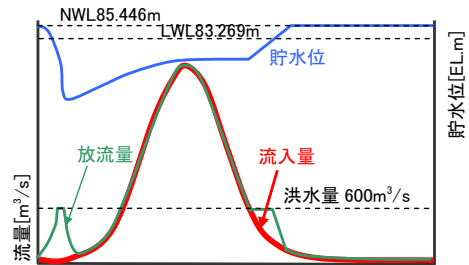


図 2.55 貯水位低下、回復の運用イメージ

【分隔制御壁】（イメージ）

- 分隔制御壁により見かけ上の川幅を狭くし、掃流力を大きくすることで、土砂の流下を促進する。
- 検討においては、湛水域の川幅を狭めることで効果を予測する。
- 分隔制御壁の設置位置については、平面形状などを勘案し、数ケースを設定する。
- 水位低下の検討と組み合わせによる検討を行う。

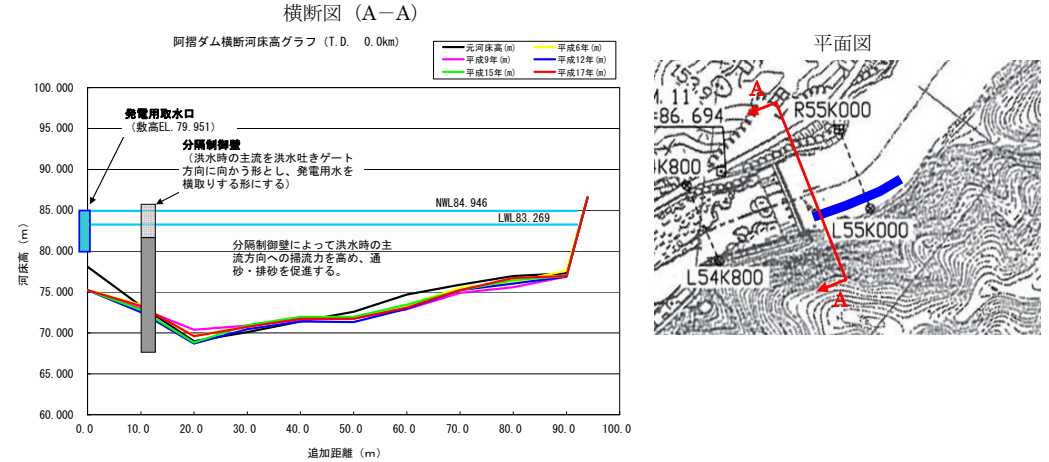


図 2.56 分隔制御壁のイメージ

### 3. 土砂還元による影響調査

#### 3.1 土砂還元について

##### 3.1.1 土砂投入の目的

土砂投入は下記に示す目的で実施する。

- 目的-① 長期対策を実施した際に、どのような影響が生じるかを把握する
- 目的-② 下流河川河床変動モデルの精度向上に資する
- 目的-③ 本事業に対する社会の認知度と理解を高める

なお、長期堆砂対策の補助工法や大規模洪水時の緊急対策的対応として、下流土砂還元を実施することも考えられるため、その際の候補地点を見い出すという観点も念頭に置くこととする。

##### 3.1.2 土砂投入の基本方針

###### (1) 投入位置

投入位置は、特徴的な河川形態を有する箇所の上流で、矢作ダムに近い位置を優先する。

一出水におけるインパクトを考えた場合、下流に行くほど、矢作ダム残流域からの土砂量が大きくなり、矢作ダムから排砂した土砂量の波形は平坦化・平均化していくため、排砂のインパクトは小さくなっていくものと想定される。したがって、特徴的な河川形態を有する箇所の上流で、矢作ダムに近い位置から土砂投入を実施していくことを基本方針とする。このことは、投入土砂運搬における経済性の観点からも有効である（長期的・経年的なインパクトを考えた場合には、必ずしもこの関係が成立するとは限らない。しかしながら、土砂投入による投入土砂量の規模ではそのインパクトを把握することは困難であると考えられるため、施設運用時のモニタリングによって把握していく計画とする）。

###### (2) 投入箇所数および投入範囲

投入箇所数は、社会的・経済的に可能な範囲で効率的に増加させる。

投入範囲は、明治頭首工下流までを視野に入れる。

3つの目的（①環境影響把握、②モデル精度向上、③社会的認知の向上）のために、投入箇所数は社会的・経済的に可能な範囲で効率的に増加させるものとし、投入範囲は明治頭首工下流までを視野に入れる。

①環境影響把握、②モデル精度向上の観点からは、矢作川全体からのサンプリング数を増やすことが望まれ、河床勾配など水理条件の異なる地点を抽出していくことを考える。③社会的認知の向上の観点からは、関係者に排砂時の状況を見てもらうために主要な地点への土砂投入を考える。

###### (3) 全体投入量

矢作川への全体投入土砂量 3万 m<sup>3</sup>/年を目安とする。

既往事例等から矢作ダム年平均堆砂量の1割程度を目安として、土砂投入量の増量を考える。全体投入量を増加させることは、将来的に長期的・経年的なインパクトを把握していく上での事前情報を得る上でも効果があるものとする。

#### 3.1.3 土砂投入箇所

土砂投入地点は、矢作ダムからの距離、流下能力の余裕、土砂投入の影響を受ける地点の存在、土砂搬入条件を考慮して、候補地点を選定した。

今年度は、下記の地点で実施した。

- 地点-1：小渡地点  
（明治頭首工より上流に位置し、河床勾配が急〔約 1/170〕）
- 地点-2：百月ダム下流地点  
（明治頭首工より上流に位置し、河床勾配が小渡地点より緩〔約 1/300〕）

※両地点ともセグメント1・2-1である。

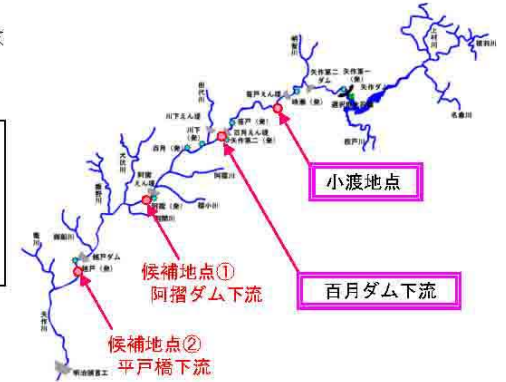


図 3.1 土砂投入候補地点概要図

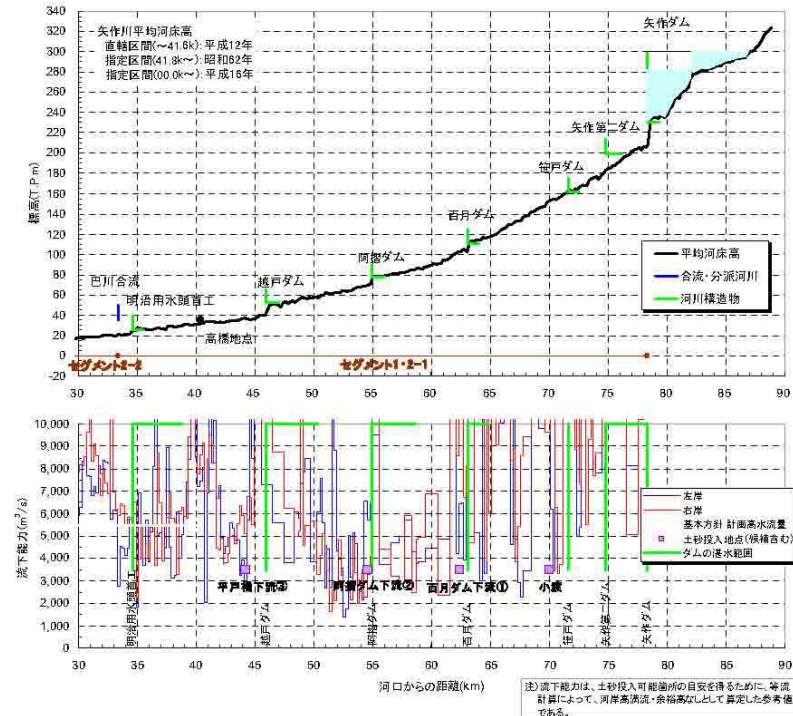


図 3.2 矢作川縦断面図及び流下能力図

### 3.2. 平成 20 年度土砂投入実験の実施状況について

#### 3.2.1. 土砂投入実験の概要

小渡地点左岸で 4,000m<sup>3</sup>程度、百月ダム下流池島地点で 6,000m<sup>3</sup>程度、2 地点で合計 10,000 m<sup>3</sup>の仮置き土を行った。また、出水時に土砂の流下状況をリアルタイムに記録するため、自動撮影するカメラビデオとパイ標識の設置を行った。



図 3.3 土砂仮置き地点図

2%濃度で吸引排砂を行った場合の粒度分布は右図のとおりであり、以下のように仮置き土砂の粒度との相違がある。

吸引排砂	仮置き土
$D_{50} = 0.3\text{mm}$	$1.6\sim 2\text{mm}$
$D_{max} = 10\text{mm}$	$80\text{mm}$

今後、仮置きを実施する場合には、この差をできるだけ小さくするように細粒分を増加させることが望ましい。

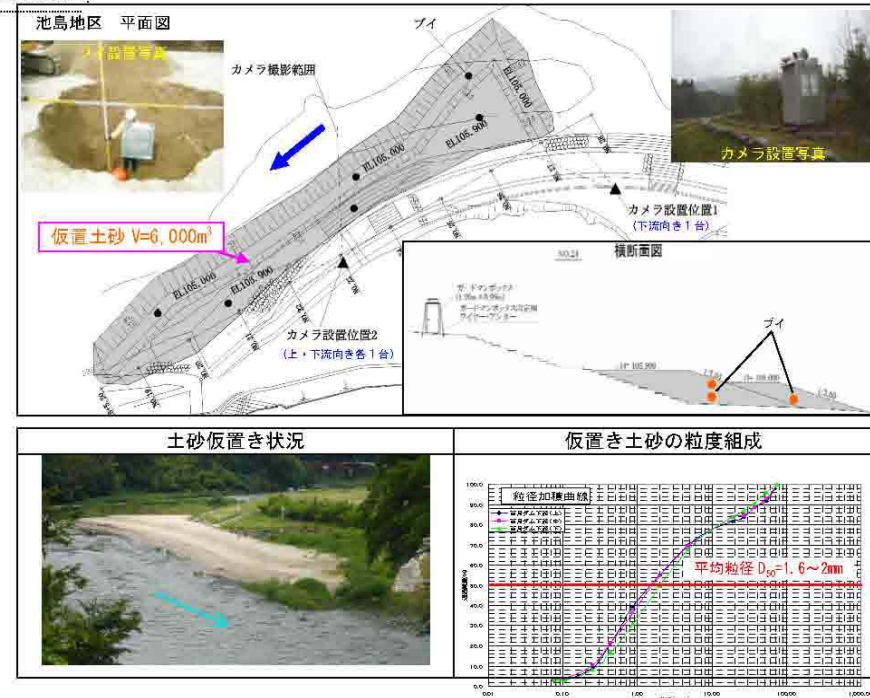
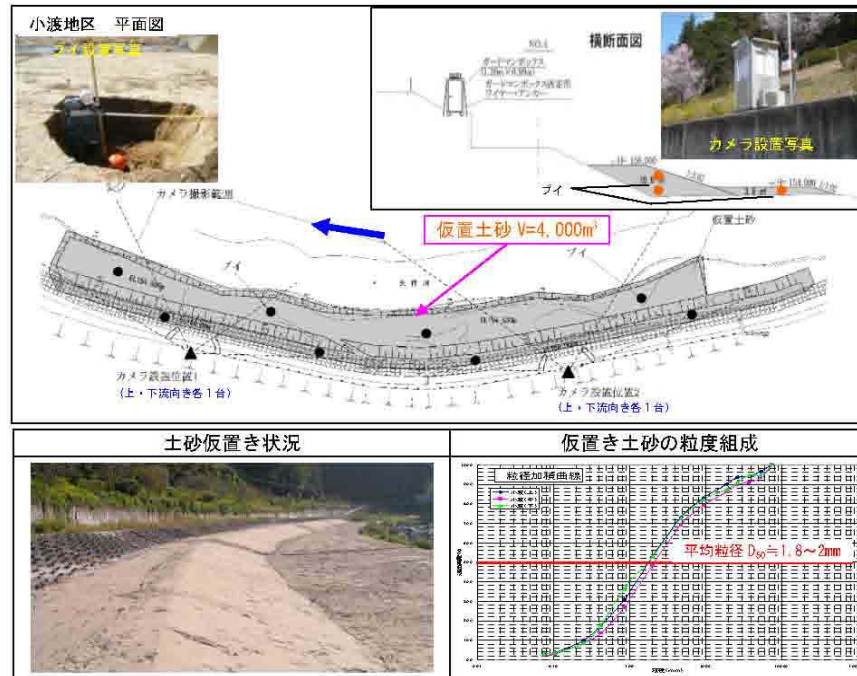
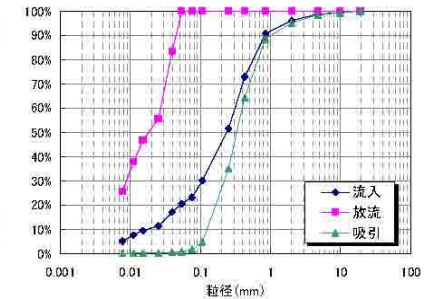


図 3.4 H20 年度土砂投入実験の土砂仮置き状況図

### 3.2.2. H20 年 6 月の出水による土砂流出状況

#### (1) 概要

平成 20 年 6 月 28 日～29 日の梅雨前線の降雨(最大 26mm/hr※)と矢作ダム放流(最大 284.07m<sup>3</sup>/s)により、河川水位(小渡)が約 2.3m 上昇した。この出水により、小渡地点に仮置きした土砂 4,000m<sup>3</sup>のうち、約 2,856m<sup>3</sup>(全体の 72%)が流出し、百月ダム下流の池島地点に仮置きした土砂 6,000m<sup>3</sup>のうち、1,274m<sup>3</sup>(全体の 21%：主に下段部分)が流出した。これにより、当初計画通り少ない流量で土砂を流出させることができたことが示された。土砂流出前後の現場写真を以下に示す。

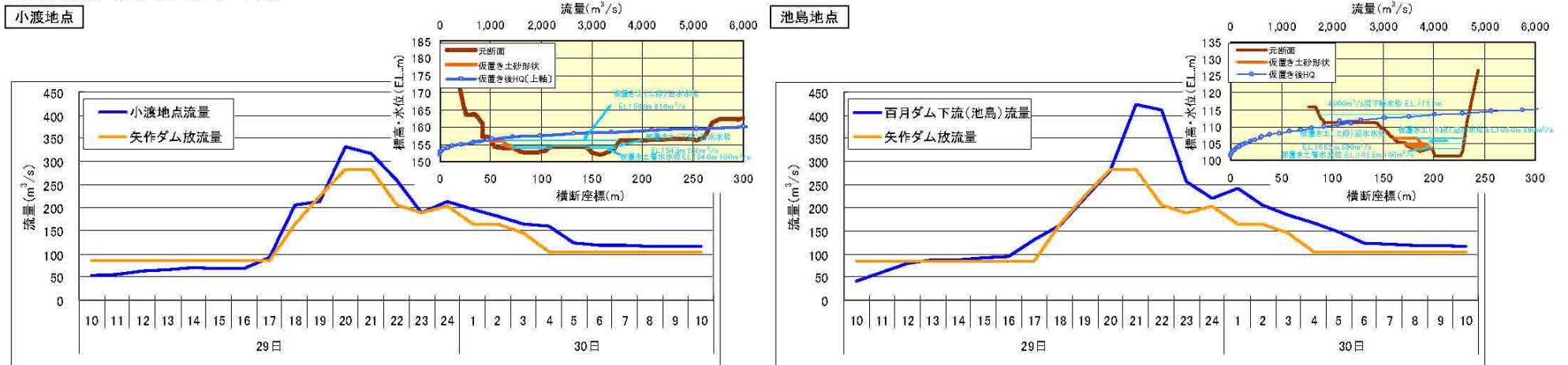


図 3.5 H20 年 6 月出水時の土砂還元地点の流量ハイドログラフ

表 3.1 仮置土砂流下状況写真

	流出前	土砂流出後		流出前	土砂流出後
上流端から			対岸から		
中流部から			上流から		
	仮置土砂の施工直後 (H19. 10. 23 撮影)	6 月 28～29 日の出水により仮置土砂 4,000m <sup>3</sup> /s の約 7 割が流出 (H20. 7. 2 撮影)		仮置土砂流出前 (H20. 6. 24 撮影)	仮置土砂の下段部分がなくなり、仮置土砂 6,000m <sup>3</sup> /s の約 2 割が流出 (H20. 7. 2 撮影)

(2) 小渡地点の記録データの解析

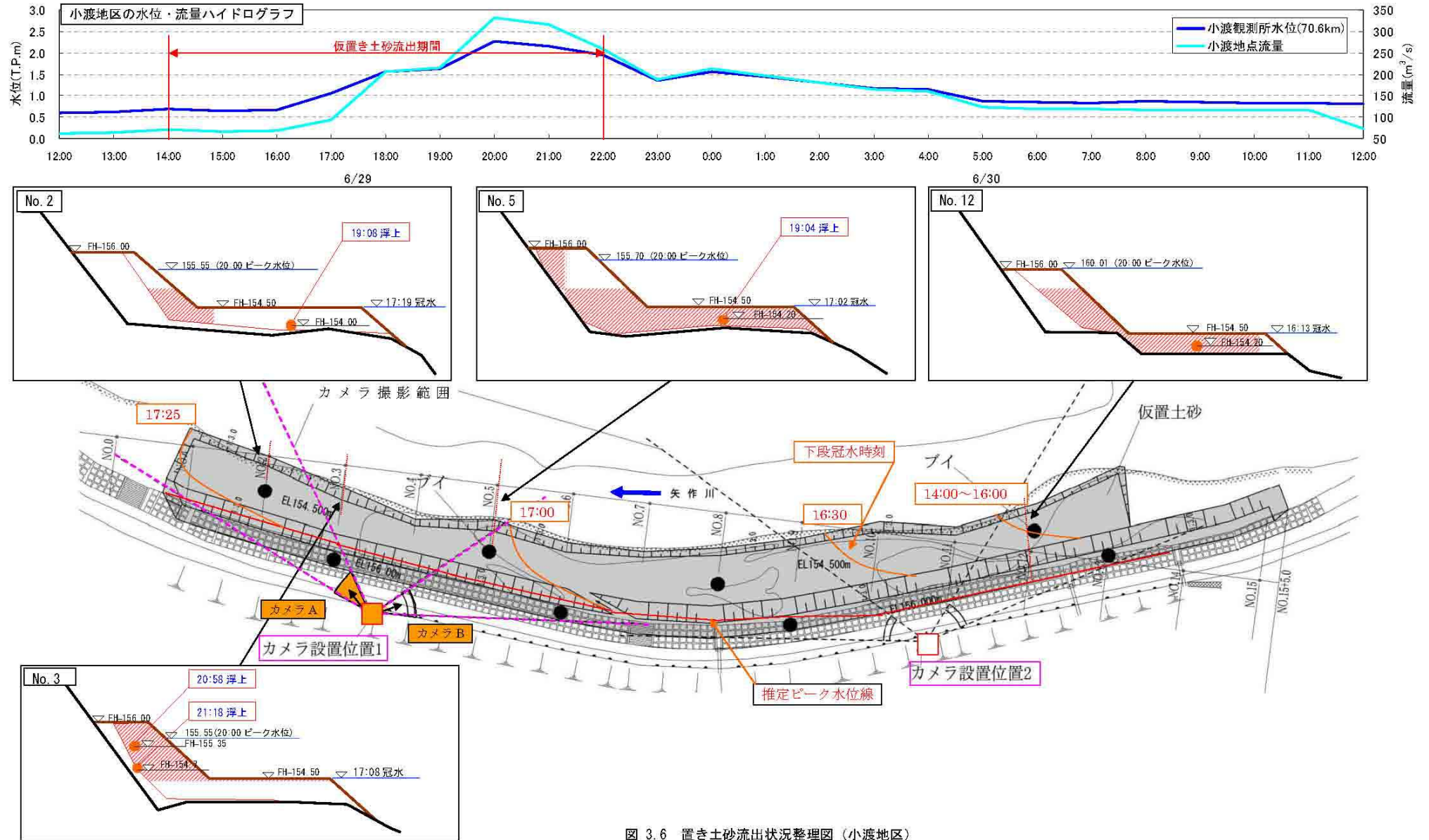


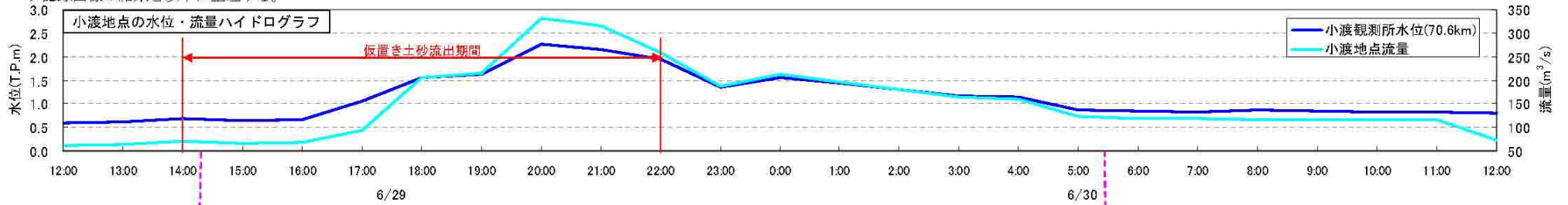
図 3.6 置き土砂流出状況整理図（小渡地区）

【土砂流下状況について】

- ・ 14:00～19:30 主に下段冠水、土砂の洗掘流出。19:10 付近、No.2, No.5 断面下段のブイ浮上。
- ・ 21:00～ 水位低下し始め、土砂流下が減速。21:18 下方のブイ浮上。
- ・ 19:30～ 下段がほぼ流出し、上段の横浸食・土砂流下が主となる。20:58 に No.3 断面上段の上方のブイ浮上。
- ・ 22:00 以降は、仮置き土砂の流出はほぼ停止したと推定される（直下流の濁度計より）。

(3) 土砂流下の観測結果

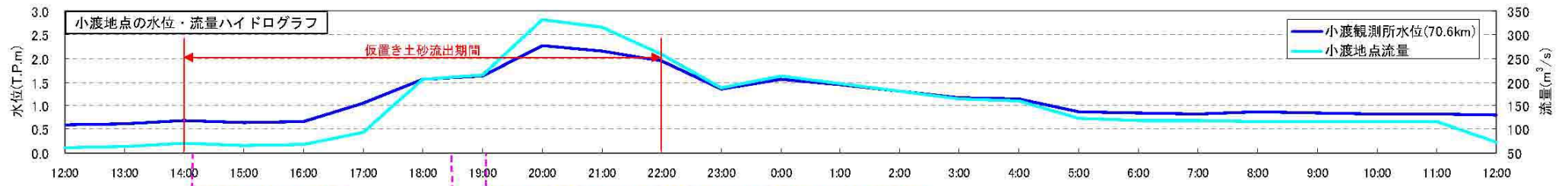
今回の出水は、梅雨前線の停滞による連続降雨及びダム放流によるもので、ダム放流の情報は事前に把握したが、河川水位の把握と準備不備のため、水時に土砂の流下状況をより詳細に観測するため、小渡地点では、2箇所で計4台のカメラのうち、上流側2台が修理中であったため、下流側2台のみが撮影できた。また、池島地点では、電源故障等のため、画像記録が失敗した。小渡地点に河道した2台カメラ撮影画像と補足としてカメラ記録画像の結果を以下に整理する。



小渡地点下流 下流向きカメラA



図 3.7 置き土砂流下状況記録写真(小渡地区(1))



小渡地点下流 上流向きカメラ B

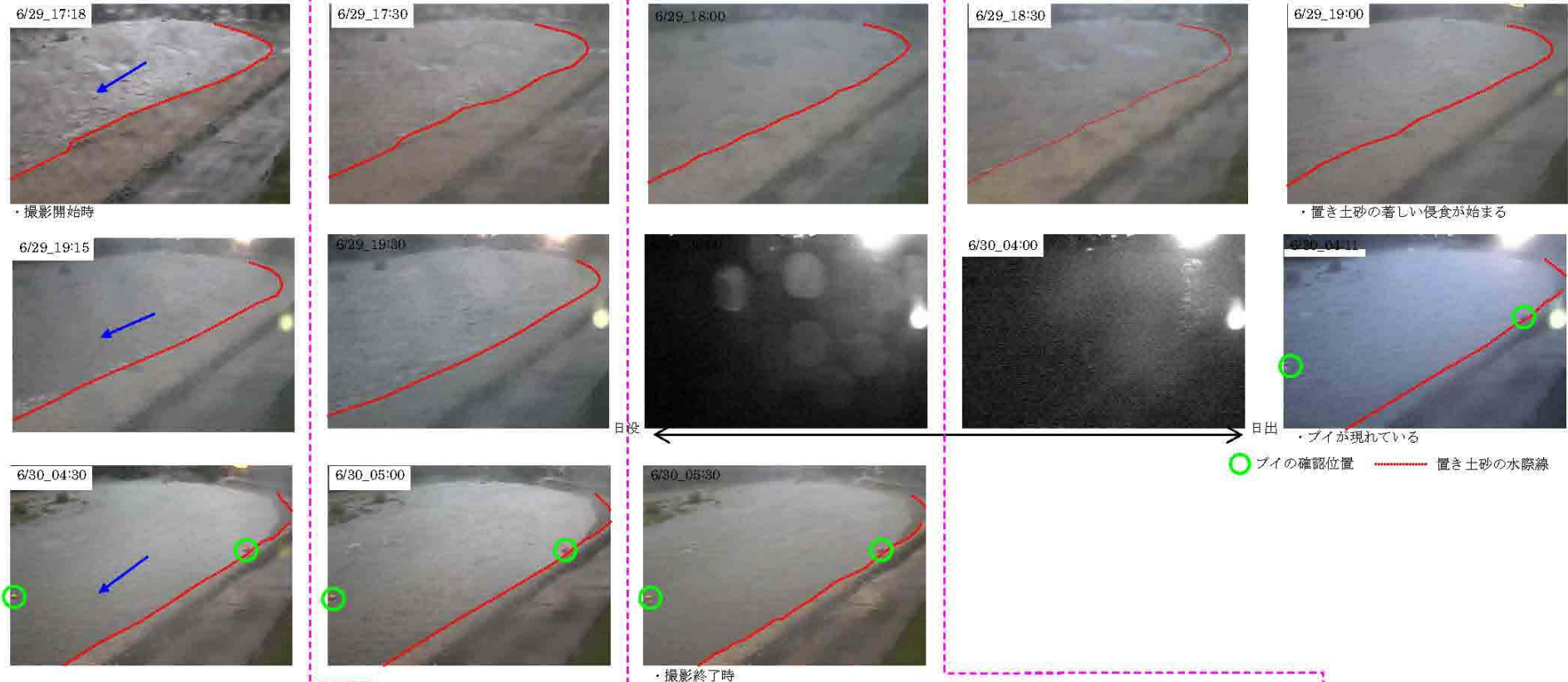
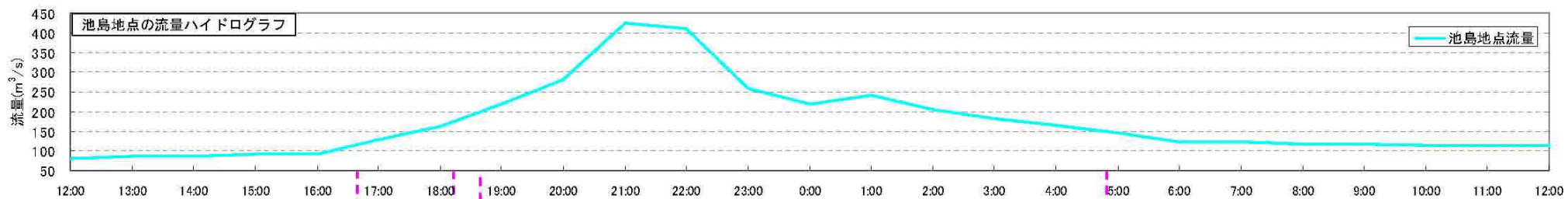


図 3.8 置き土砂流下状況記録写真 (小渡地区 (2))



池島地点 土砂流下状況

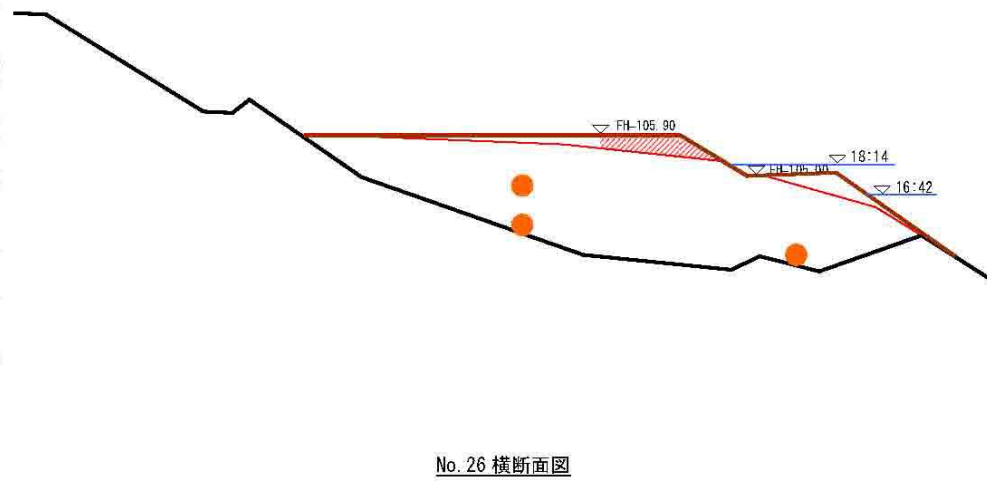
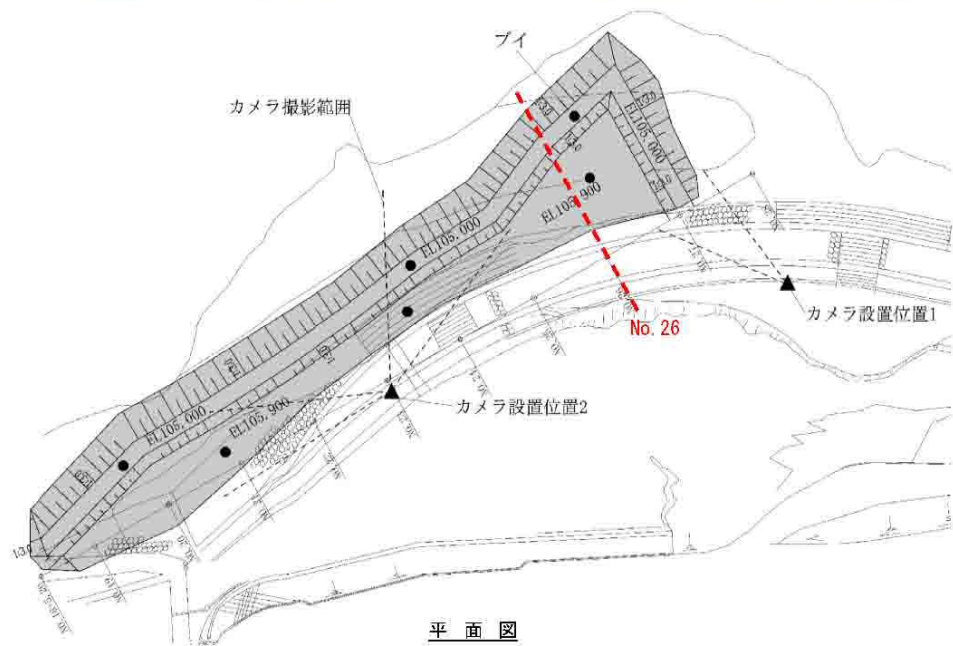


図 3.9 置き土砂流下状況記録写真 (池島地点)



### 3.3. 出水後のモニタリング

出水による仮置き土砂が流出された後に、土砂流出状況の把握と、流下土砂の河川環境に与える影響をモニタリングするため、表 3.2、表 3.3 に示す現地調査を図 3.12 に示す日に実施した。  
 なお、調査範囲は、小渡地点は7割、池島地点は2割という今回の土砂流出状況を考慮して、物理環境調査（横断測量、河床材料）は、池島地点までとし、そのほかは計画表のとおり行った。

表 3.2 調査内容一覧表（小渡地点）

調査項目	調査対象	調査内容	調査目的	調査箇所	調査時期	
供給土砂	粒度組成	投入土砂の粒度試験	投入土砂の粒径組成特性	仮置場	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	
		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	
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
			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
		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) 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	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	
			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、矢作古川合流点	
		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	
		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
	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 主要支川：明智川、阿妻川、介木川	出水時1回	
			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 C3、I1は夏季も実施	夏季、秋季	
		底生動物	・定量調査 側線設定・固定コドレ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(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(C-3、I-1)	【定量】 秋季、早春季 【定性】 夏季、秋季、冬季、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	出水前(6、7、9月)に各月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)。 →今回は出水前あわせ計4回実施	

赤字：平成19年度第3回委員会からの変更点

表 3.3 調査内容一覧表（百月ダム下流地点）

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 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）	
	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	出水後 1 回（1 出水/年）	
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	阿摺ダム貯水池上流末端 取水口周辺	<del>出水後 1 回（1 出水/年）</del>
			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	<del>出水後 1 回（1 出水/年）</del>
			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）	<del>出水後 1 回（1 出水/年）</del>
		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)	・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	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	<del>出水後 1 回（1 出水/年）</del>
		代表地点での面的調査	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			
	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：霞磨橋（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	出水時 1 回（1回/年）	
		水温、PH	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 <del>I5、I4 は夏季も実施</del>	夏季、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・瀬頭に設定し、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-5、I-4）	【定量】 秋季、早春季 【定性】 夏季、秋季、冬季、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（I7、I8 は出水前の 2 回のみ実施） 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（ <del>5</del> 6、7、9月）に各月 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 3 サンプルに変更 →今回は出水前あわせ計 4 回実施	

赤字：平成 19 年度第 3 回委員会からの変更点、~~瀬と淵~~は今回実施しない。

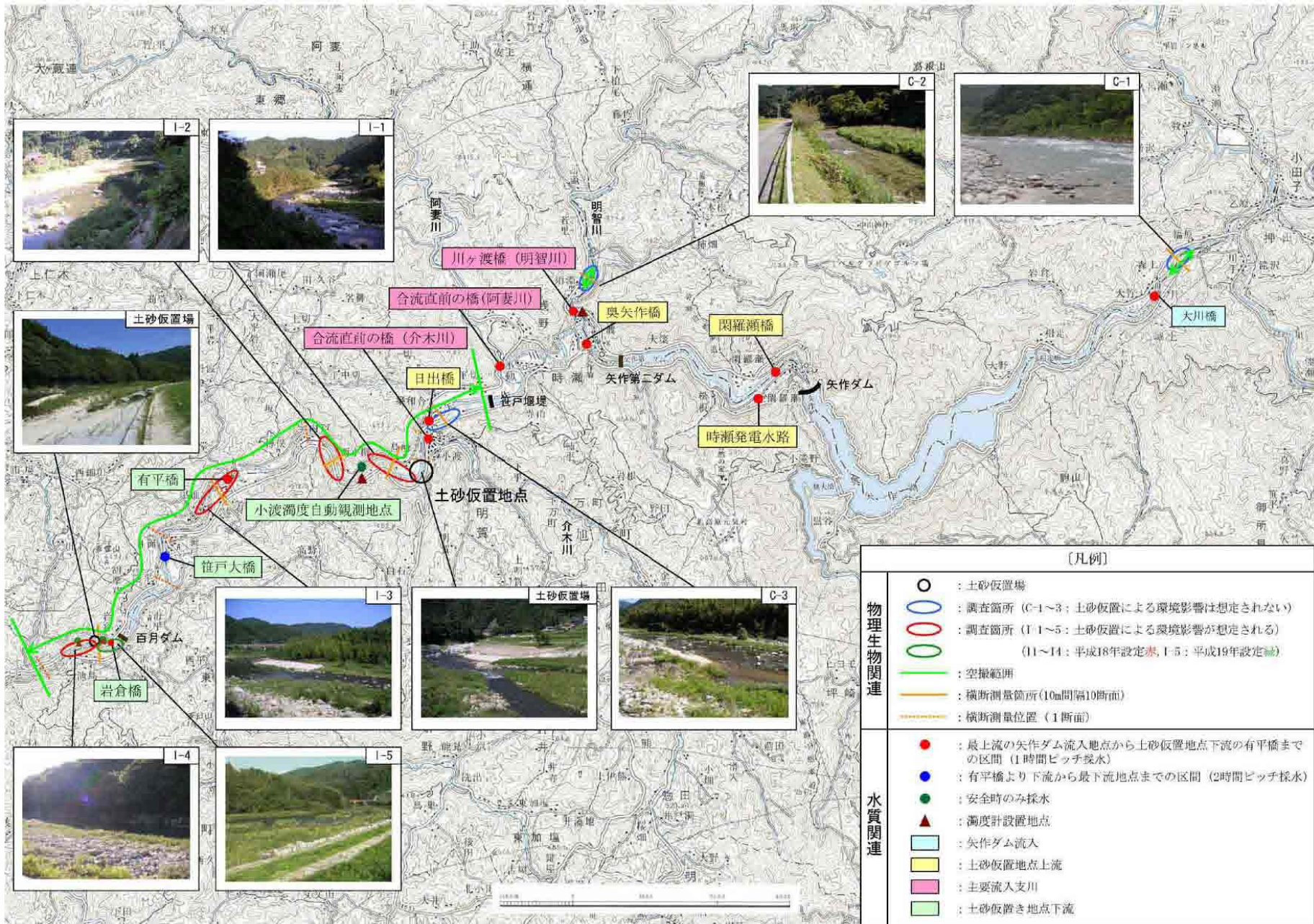


図 3.10 調査位置図(小渡地点)

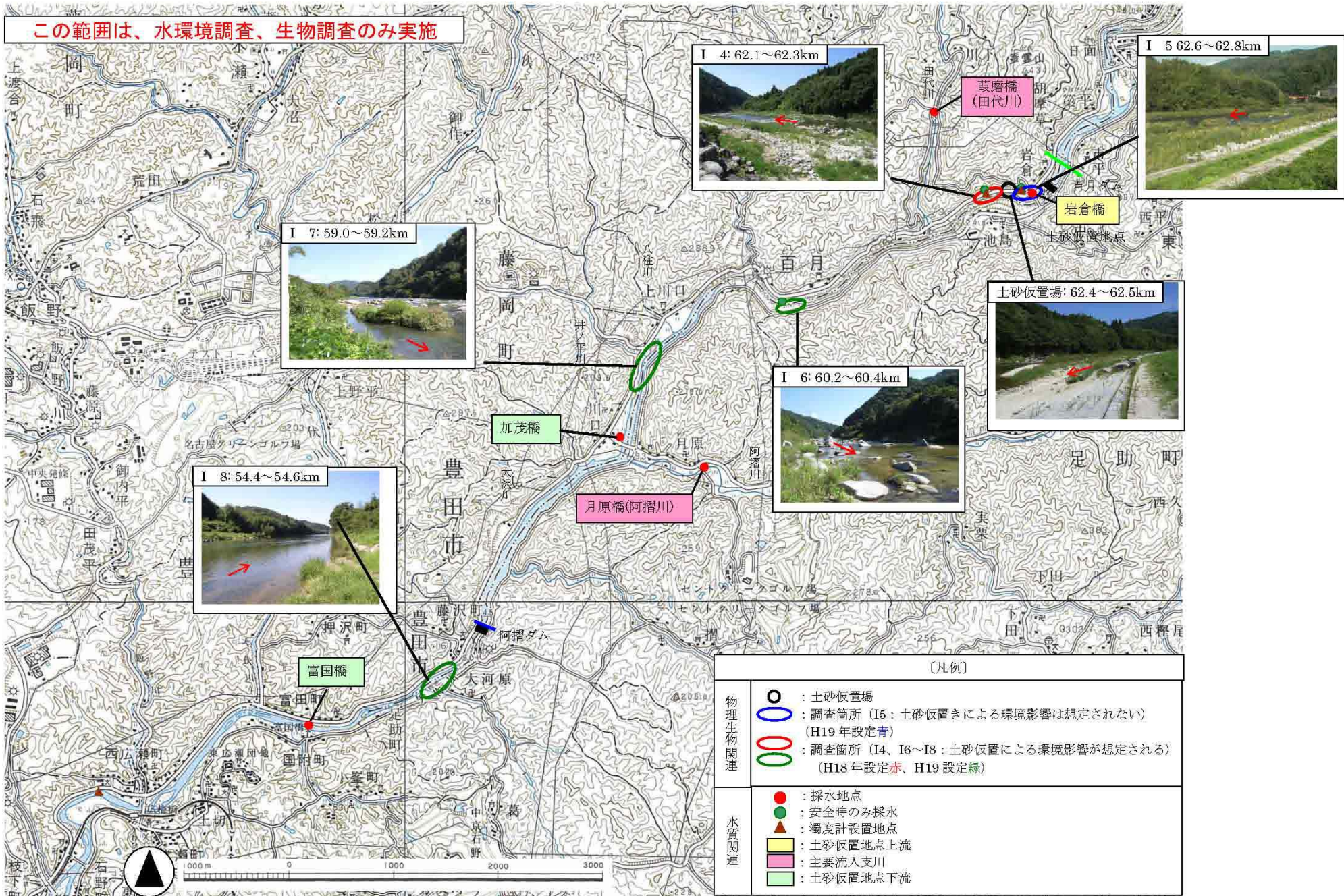
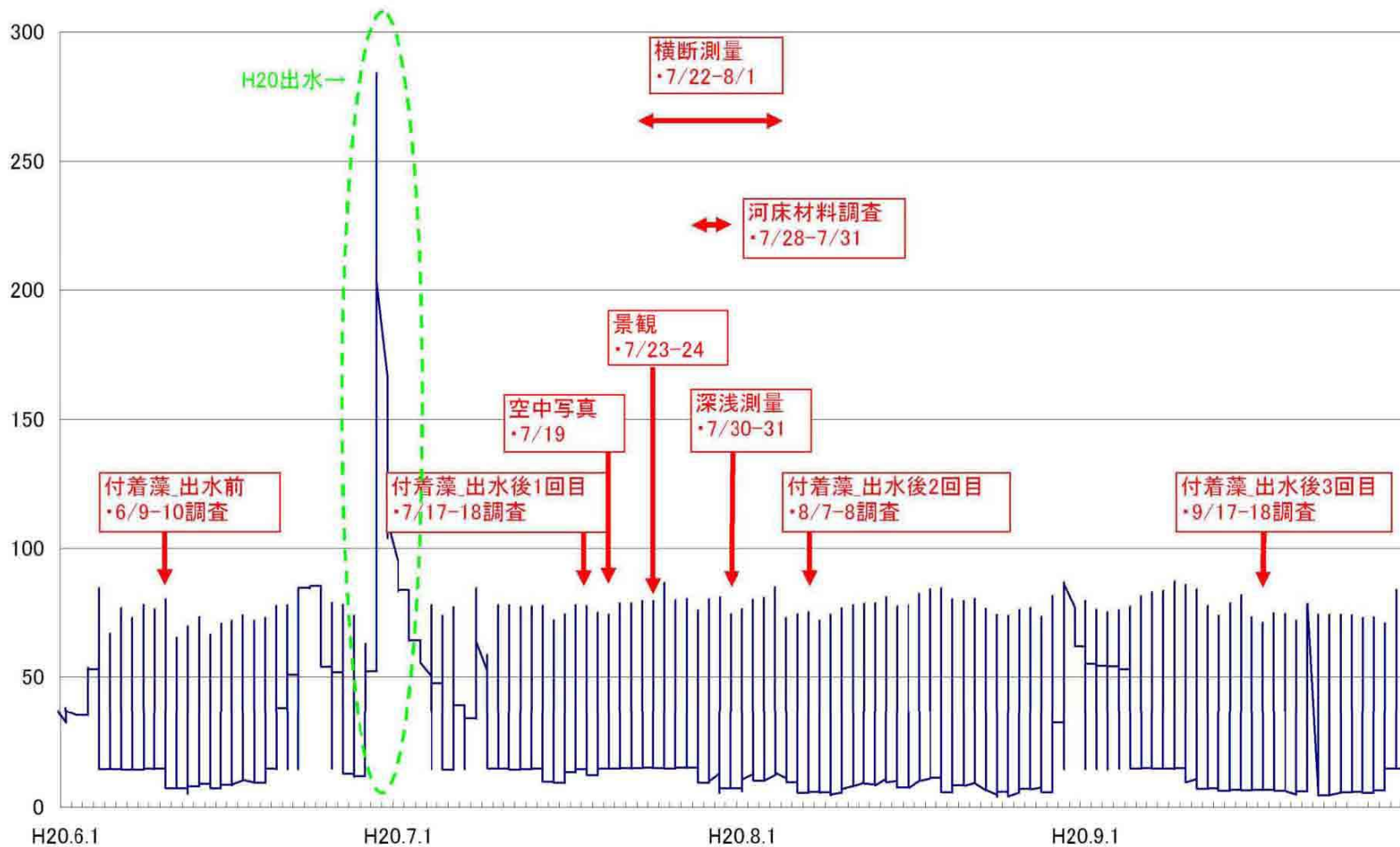


図 3.11 調査位置図 (百月ダム下流)

放流量(m<sup>3</sup>/s)



※本資料は、出水後の調査時に新たな出水がないかを確認するためのものである。

各調査地点の流量は確認できないが、調査地点上流で発電のための取水を行っていることから、この流量よりも少ない値である。

図 3.12 調査日と矢作ダムの放流量

### 3.4. 土砂投入実験結果の概要

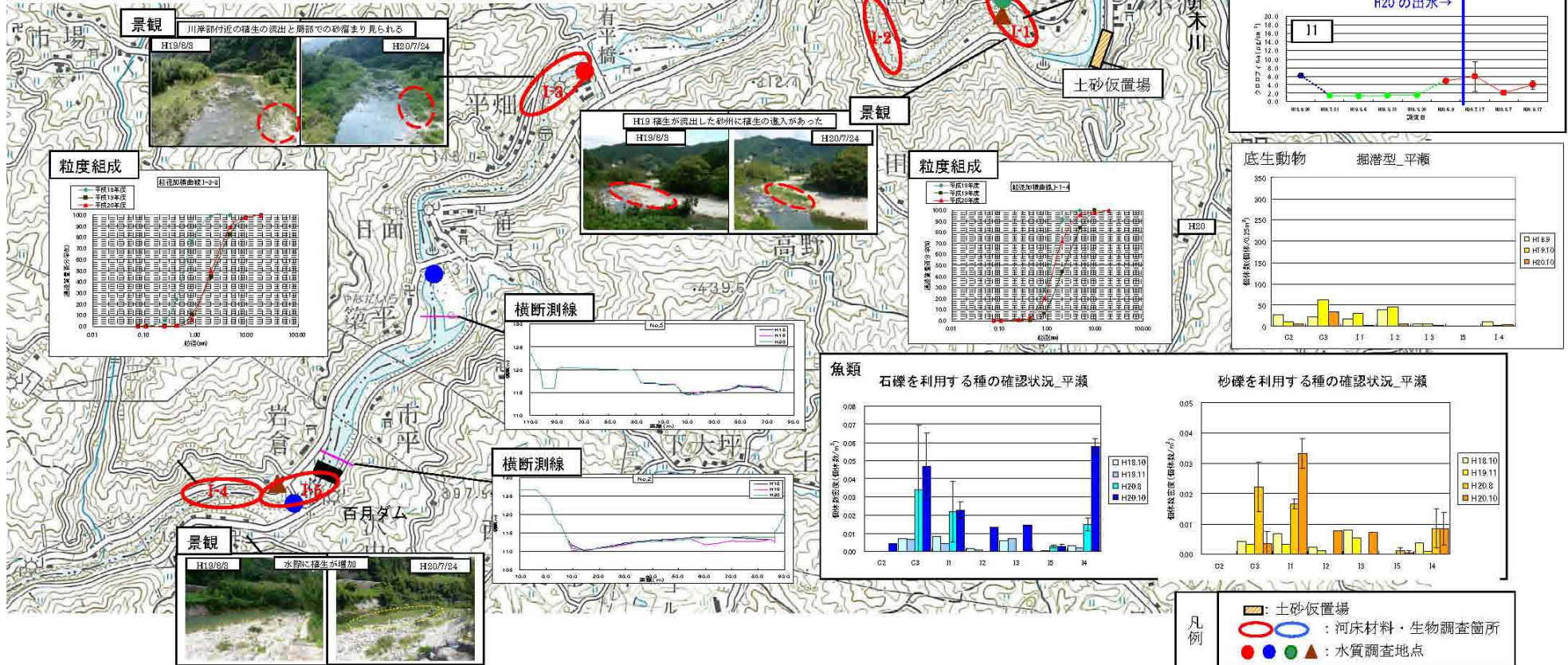
調査結果の概要を図 3.13、表 3.4 に示す。今回の出水による顕著な影響は見られなかった。

【調査結果の概要（小渡地点）】

調査対象	結果概要
施設	・ 百月ダム湛水池で明瞭な変化は見られなかった。
物理環境	・ 景観：H19年出水で河岸植物の転倒・流出が見られた箇所には植生の回復が見られた ・ 河川敷上で局所の砂堆積が見られている。 ・ 河床高：I-1の淵部など局所の堆積は見られたが、早瀬・平瀬ではほとんど変化が無かった。全体的に明確な変化が見られていないと言える。 ・ 河床材料（瀬）：H19年出水でやや粗粒化が見られたI-1地点では、土砂の流下によりもとの状態(H18年状態)に戻る傾向が認められた。
水質環境	・ 濁度：土砂が流出している時間帯において、仮置き土砂上下流の濁度は同等であることから、土砂流出の影響はほとんどないものと考えられる。
生物	・ 付着藻類：出水前後で大きな減少が見られないこと、土砂仮置き場の前後の地点であるC3とI1で変化の傾向がほとんどないことから、土砂による剥離効果は小さかったと考える。 ・ 底生動物：土砂仮置き地点の上下流（C3とI1）で種組成に大きな違いはない。 ・ 魚類：土砂置き直下のI1で、指標種を含む全体の個体数が多かったことから土砂による悪影響はないと考える。

【生物生息環境への影響評価】

生物の生息環境である瀬、淵の状況、河床構成材料などに大きな変化は認められず、今回の土砂流下量（約2900m<sup>3</sup>）による影響は、ほとんどないと推定される。今後、仮置き土砂の投入量、土砂形状、場所などを検討し、実験、モニタリングを繰り返すことで、特に影響をうける環境項目（指標）を見極め、事業計画（長期対策）に反映させるものとする。



【調査結果の概要（池島地点）】

調査対象	結果概要
物理環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 景観：小渡地区と比較すると川幅が狭く、山が迫っている区間が多い。</li> <li>・ 河床勾配：百月ダムから川口ヤナまで比較的急勾配になるが、それより下流は勾配の緩い阿摺ダム湛水区間になっている。</li> </ul>
水質環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 濁度：濁度上昇している時間帯において、仮置き土砂上下流の濁度は同等であることから、土砂流出の影響はほとんどないものと考えられる。</li> </ul>
生物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付着藻類：出水前後で大きな減少が見られないこと、土砂仮置き場の前後の地点である I5 と I4 で変化の傾向がほとんどないことから、土砂による剥離効果は小さかったと考える。</li> <li>・ 底生動物：土砂仮置き地点の上下流（I5 と I4）で種組成に大きな違いはない。</li> <li>・ 魚類：土砂置き直下の I4 で、指標種を含む全体の個体数が多かったことから、土砂による悪影響はないと考える。</li> </ul>

【生物生息環境への影響評価】

生物の生息環境である瀬、淵の状況、河床構成材料などに大きな変化は認められず、今回の土砂流下量(1300m<sup>3</sup>)による影響は、ほとんどないと推定される。今後、仮置き土砂の投入量、土砂形状、場所などを検討し、実験、モニタリングを繰り返すことで、特に影響をうける環境項目(指標)を見極め、事業計画(長期対策)に反映させるものとする。

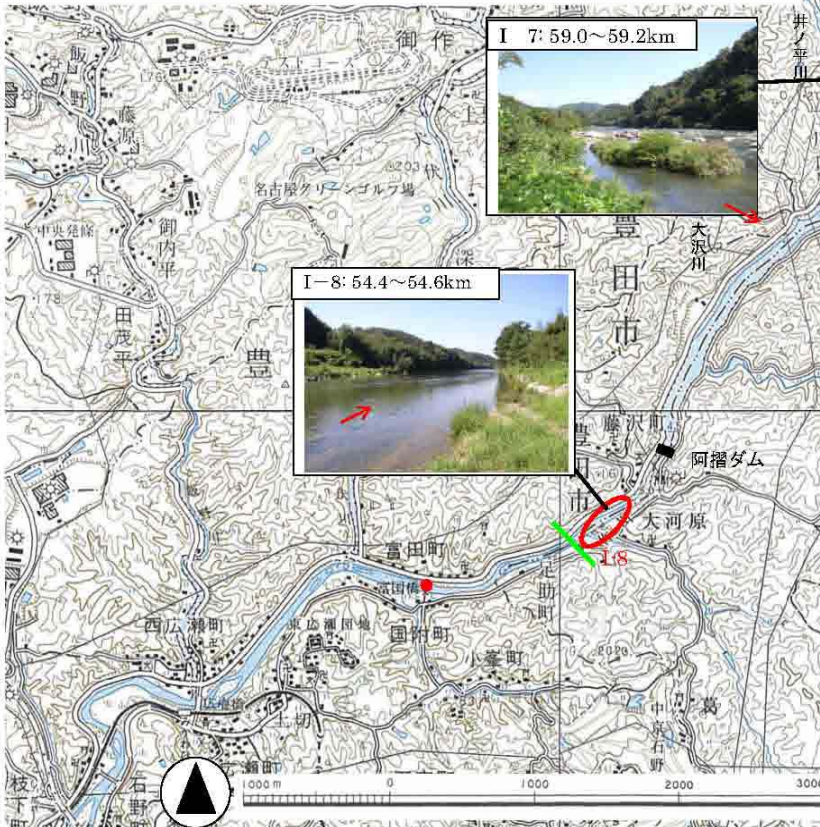
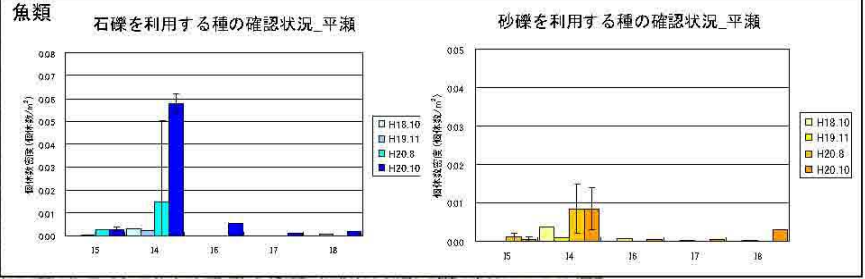
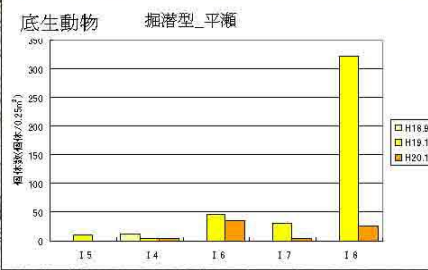
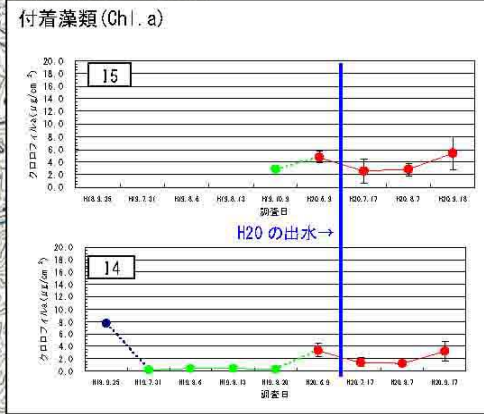
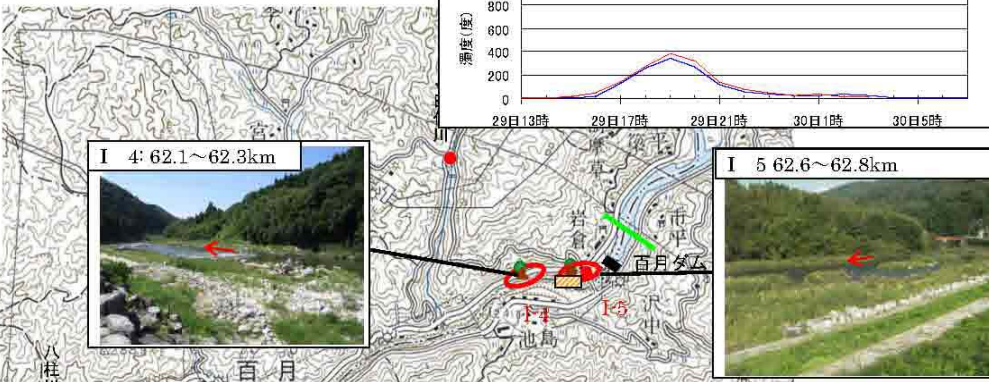
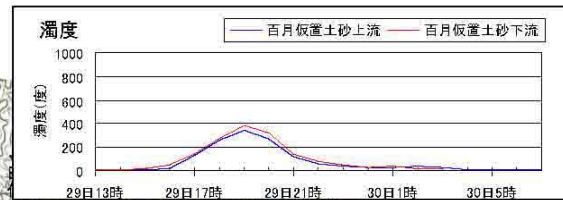


図 3.13(2) 土砂投入実験 環境調査結果概要

凡例

調査結果概要及び仮置き土砂の影響について表 3.4 に示す。

表 3.4 調査結果概要及び仮置き土砂の影響

調査項目	調査対象	調査内容	明らかにする事象	調査結果概要	仮置き土砂 (4000m <sup>3</sup> ) の影響
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	粒径 0.1mm～80mm 程度幅を持つ砂質土。平均粒径 2mm 前後	—
	仮置形状	仮置形状	仮置き土砂が、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。	土砂仮置完了時と出水直後に形状測量を行い、流下土砂総量を把握した。ビデオカメラによる写真撮影	6月29日出水では小渡地区において、投入土砂量 4000m <sup>3</sup> のうち、約8割が流下された。
河道形状、水質等	河道形状	形状	横断測量(深淺測量)	ダム直上流では、H19 出水時に土砂流出によりやや河床低下を示した箇所が、河床高が回復した。湛水池上流端付近では変化が見られなかった。	仮置き土砂により、百月ダム直上流の取水口付近の土砂堆積は見られず、施設管理・運用への影響はないと確認できた。
		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。	調査区間に渡って、河岸付近の植生流出や、砂州部の部分堆積が見られた。なお、土砂仮置場所から上流から下流に向かってその程度が小さくなっていくことが確認できた。	H19 年度の出水でダム仮置地点から下流に河岸植物の倒伏・流出が見られた箇所での植生の回復が確認されている。
		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。	本川笹戸ダム下流地点(C-3)では、河床材料は H19 年度出水以前の状態に戻る傾向があった。土砂下流仮置場所下流においては、早瀬・平瀬ではほとんど地形変化が認められなかったが、淵部については I-1 ではやや堆積傾向が見られた。	出水前後の横断測量の重ね合わせにより、瀬・淵部の河床変化についてはほぼ把握できた。
		横断測量	笹戸ダム下流河道形状の経年変化	【小渡～百月ダム】 湾曲部の水裏側や河川敷の一部に土砂の堆積が見られた。特に I-1,I-2 地点付近では砂州の上で植生の回復や土砂の堆積が認められた。水域部の河床形状や粒度組成には明瞭な変化は見られなかったが、礫間の土砂粒径は H18 年度状態に戻る傾向がやや認められた。 【百月ダム下流 (I5のみ)】 百月ダム上流に比べて、変化は不明瞭になっている。土砂の堆積等はほとんど認められない。全体的に景観の変化も見られなかった。	【小渡～百月ダム】 局所の土砂堆積、礫間の堆積土砂の粒径がやや細粒化し、H19 年出水前の状態に戻る傾向が見られた。仮置き土砂の影響度合いは特定できない。 【百月ダム下流 (I5のみ)】 出水時の土砂通過量が減少し、洪水時の掃流力も小さくなり、仮置き土砂の影響はかなり薄くなっていると考えられる。
	河床材料	目視及び主要地点での粒度試験(構成比、浮石・はまり石)	・河道踏査による河床材料マップ 面的に粒径区分を調査し、河床材料の移動特性を把握 ・砂分分布調査 石の下流側に堆積している細粒土砂の分布所況を調査し、細粒土砂の移動特性を把握	【小渡～百月ダム】 土砂仮置地点より上流 C-1～C-2 (流入支川)、及び本川の C-3 地点では礫間の土砂粒径組成が H19 年出水以前の状態に戻る傾向が見られた。土砂仮置地点よりすぐ下流の I-1,I-2 地点では、砂州上に砂の局所堆積が見られたが、河床礫の間の堆積土砂の粒径は H19 年の出水前に近づける傾向が見られた。 【百月ダム下流 (I5のみ)】 百月ダム上流地点に比べて明確な変化は認められなかった。	【小渡～百月ダム】 出水による河床部への攪乱や細粒分の更新が明らかに認められたが、これらの変化と仮置き土砂の相関関係についての説明は至っていない。 【百月ダム下流 (I5のみ)】 流下土砂量、掃流力の減少に伴い、河床への攪乱がかなり小さくなり、河床条件への影響がかなり低減されている。
	粒度組成調査	・河床材料の粒度分布曲線	【小渡～百月ダム】 土砂仮置地点より上流 C-1～C-2 (流入支川)、及び本川の C-3 地点では礫間の土砂粒径組成が H19 年出水以前の状態に戻る傾向が見られた。土砂仮置地点よりすぐ下流の I-1,I-2 地点では、砂州上に砂の局所堆積が見られたが、河床礫の間の堆積土砂の粒径は H19 年の出水前に近づける傾向が見られた。 【百月ダム下流 (I5のみ)】 百月ダム上流地点に比べて明確な変化は認められなかった。	【小渡～百月ダム】 出水による河床部への攪乱や細粒分の更新が明らかに認められたが、これらの変化と仮置き土砂の相関関係についての説明は至っていない。 【百月ダム下流 (I5のみ)】 流下土砂量、掃流力の減少に伴い、河床への攪乱がかなり小さくなり、河床条件への影響がかなり低減されている。	
	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。	【小渡～百月ダム】 H19 年の出水で植生の転倒・流出が見られた箇所での植生の回復が認められた。 【百月ダム下流】 百月ダム上流地点に比べて河床部の景観変化はかなり不明瞭になっている。	【小渡～百月ダム】 H19 年度出水で植物の転倒、流出の見られた箇所が、植生が回復しつつあることが見られた。 【百月ダム下流】 百月上流区間に比べて変化は明確ではない。	
	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。	【小渡】 矢作ダム流入濁度は、最大で 266 度であるのに対して、ダム放流は最大でも濁度 4.9 度であった。主要支川は、濁度のピークは 17 時～18 時で、濁度 490～960 度程度であった。小渡仮置土砂下流の有平橋、笹戸大橋では、29 日 18 時にピークが見られ、ともに 400 度程度であった。 【百月ダム下流】 百月ダム下流の岩倉橋では、20 時でピークとなり 169 度であった。主要支川は、濁度のピークは 17 時～18 時で、濁度 600 度程度であった。百月仮置土砂下流の本川では、加茂橋で 20 時、富国橋で 21 時にピークがあり、それぞれ 307 度、255 度であった。	仮置き土砂上下流における比較より、下流地点での濁度の上昇はほとんど見られないことから、土砂流出による影響はほとんどなかったものと考えられる。
環境	水生生物	付着藻類	・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	【小渡】 出水前後で大きな減少が見られないこと、土砂仮置き場の前後の地点である C3 と I1 で変化の傾向がほとんどないことから、土砂による剥離効果は小さかったと考える。 【百月ダム下流】 出水前後で大きな減少が見られないこと、土砂仮置き場の前後の地点である I5 と I4 で変化の傾向がほとんどないことから、土砂による剥離効果は小さかったと考える。	出水規模が小さく、ほとんど変化がなかった。
		底生動物	・定性調査、定量調査(分析中)	【小渡】 土砂仮置き地点の上下流 (C3 と I1) で種組成に大きな違いはない。 【百月ダム下流】 土砂仮置き地点の上下流 (I5 と I4) で種組成に大きな違いはない。	土砂仮置き地点の上下流で種組成に大きな違いはないことから土砂の影響は無いと考える。
		魚類	・投網、タモ網、定置網	【小渡】 土砂置き直下の I1 で、指標種を含む全体の個体数が多かったが、砂地に生息する種のみが多かったわけではないことから、土砂による悪影響はないと考える。 【百月ダム下流】 土砂置き直下の I4 で、指標種を含む全体の個体数が多かったが、砂地に生息する種のみが多かったわけではないことから、土砂による悪影響はないと考える。 【百月ダム下流】 土砂仮置き地点の上下流 (I5 と I4) で種組成に大きな違いはない。	土砂置き直下で、指標種を含む全体の個体数が多かったが、砂地に生息する種のみが多かったわけではないことから、土砂による悪影響はないと考える。



### 3.5. 平成20年度投入土砂の流下再現（平成20年6月29日～7月1日）

#### (1) 流量条件

矢作ダム流入量および中電ダムの管理データから各地点の流量を設定した。

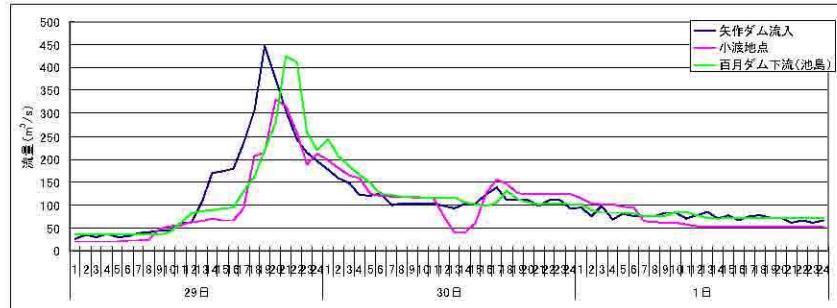


図 3.14 平成20年6月29日 洪水の流量波形

#### (2) 土砂流出条件

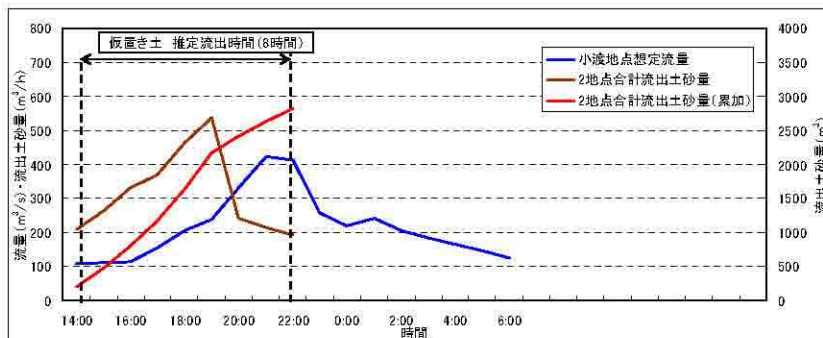
土砂流出条件は、仮置き土砂の形状、流出時の水位、摩擦速度などから側方侵食、冠水による前面侵食を考慮して推定した。ただし、流出した土砂量は測量により把握している。また、流出した時間は現地調査から概ね把握していることから、これに整合するように調整した。

小渡地区では、おおむね14時から22時に流出していることがわかっている。また、先に下段から流出するが、上段は側方侵食のみであり流出していない。

再現計算においては、流量ピーク前に下段が流出し、流出し終わった段階で仮置き土砂の流出量は減少している。

百月ダム下流(池島地区)は流出時間が把握できていないことから、流量がおおよそ100m³/sを超える時間で流れるものとして、18時～8時の14時間で流出したものと仮定した。

<小渡地点>



<百月ダム下流(池島地区)>

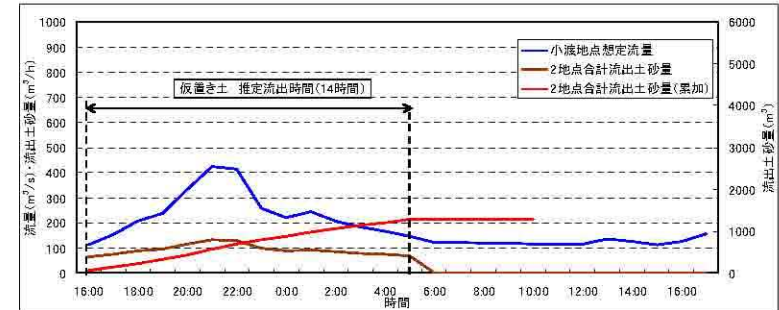
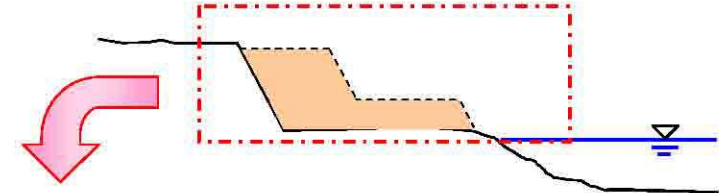


図 3.15 仮置き土砂の流出状況（推定）

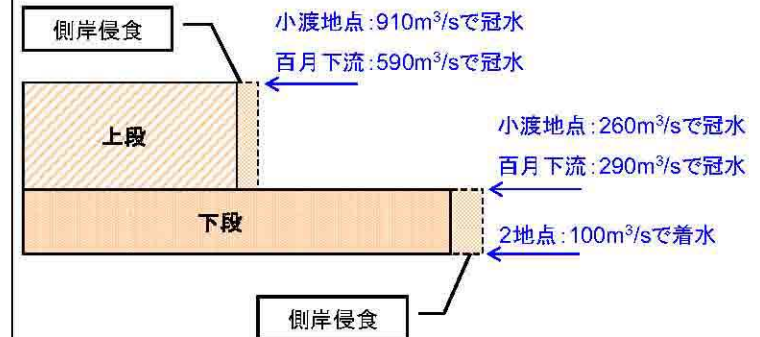
今回実施した置き土は小規模の流量でも流出するよう、二段構成で置かれた。本検討では流出土砂波形を作成するに当たって、二段構成を再現できる流出波形を考慮した。

<横断面側方侵食イメージ図>

【仮置き土 横断面】



流出波形算出イメージ



### (3) 河床変動計算結果

平成 19 年の仮置き土砂（小渡地区）の流出、堆積を考慮したうえで、平成 20 年の土砂流出による河床変動計算を実施した。

<小渡地区>

- ▶ 現地測量により平均河床高の上昇が見られたのは、I-1 区間のみである。
- ▶ 再現計算では百月ダム上流では、百月ダム直上流及び 69.6k 付近と 70.2k 前後である。測量でも 69.6k 前後で堆積しているため、ある程度の精度があるものと考えられる。
- ▶ 小渡のみに置き土をした場合の結果から、小渡の土砂流出は概ね百月ダムまでと考えられる。ただし、一部、細かい土砂等が阿摺ダム周辺においても堆積しているが、再現計算では数 mm の単位である。

<百月ダム下流（池島地区）>

- ▶ 百月ダム下流の土砂は実績測量から堆積場所は特定できないが、再現計算においては、置き土直下である 62km 付近及び 60~61km 付近に堆積している。
- ▶ ただし、62km 付近では、河床低下しているものの、仮置きした場合には河床低下分が少なく、仮置き土砂が堆積したと考えられる。（現地では把握しにくい現象）
- ▶ 61km 前後は平成 19 年の土砂流出後に砂が堆積した箇所であり、堆積しやすい可能性がある。

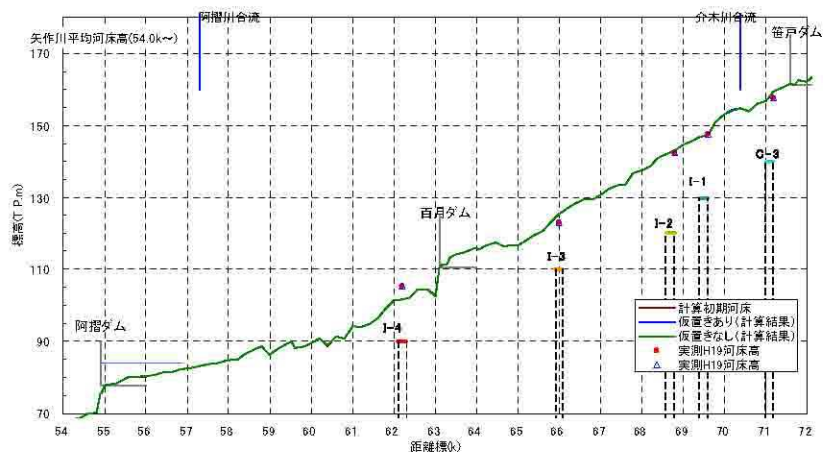


図 3.16 仮置き土砂流出後の河床変動計算結果（河床高）

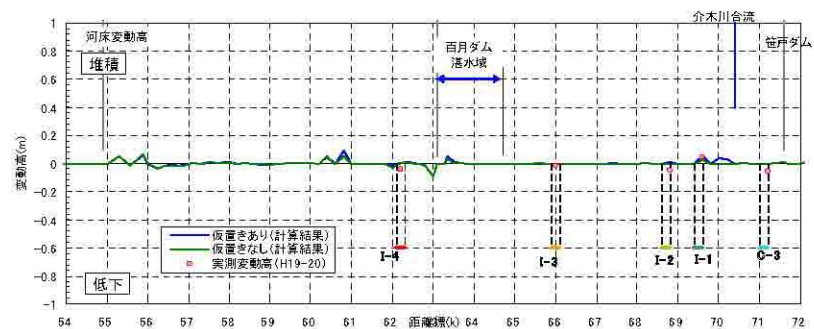


図 3.17 仮置き土砂流出前後の河床高比較

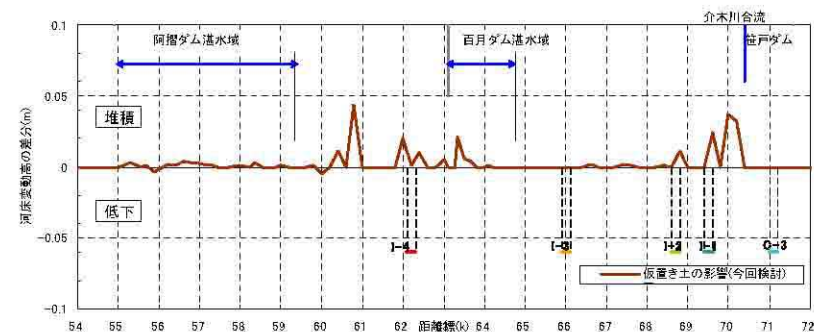
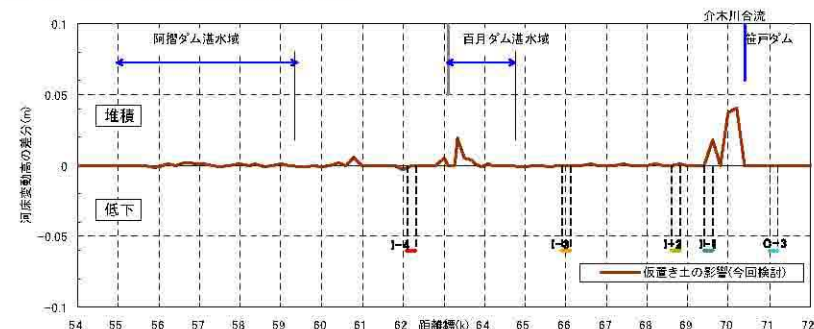


図 3.18 仮置きあり・なしの河床高比較

<参考：小渡のみ置き土を想定した場合>



(4) 吸引を想定した場合の排出土砂量

今回の洪水規模において、吸引排砂を実施した場合の吸引土砂量は約8万m<sup>3</sup>となる。

今回4130m<sup>3</sup>の土砂が流出しているが、実際の吸引排砂を実施した場合の1/20程度の量が流出した程度である。

<吸引条件>

- ✧ 貯水位が291m以上（参考に貯水位条件を無視した場合も想定）
- ✧ 流入量が94.7m<sup>3</sup>/s以上の場合
- ✧ 吸引濃度は2%
- ✧ 吸引水量は最大100m<sup>3</sup>/s

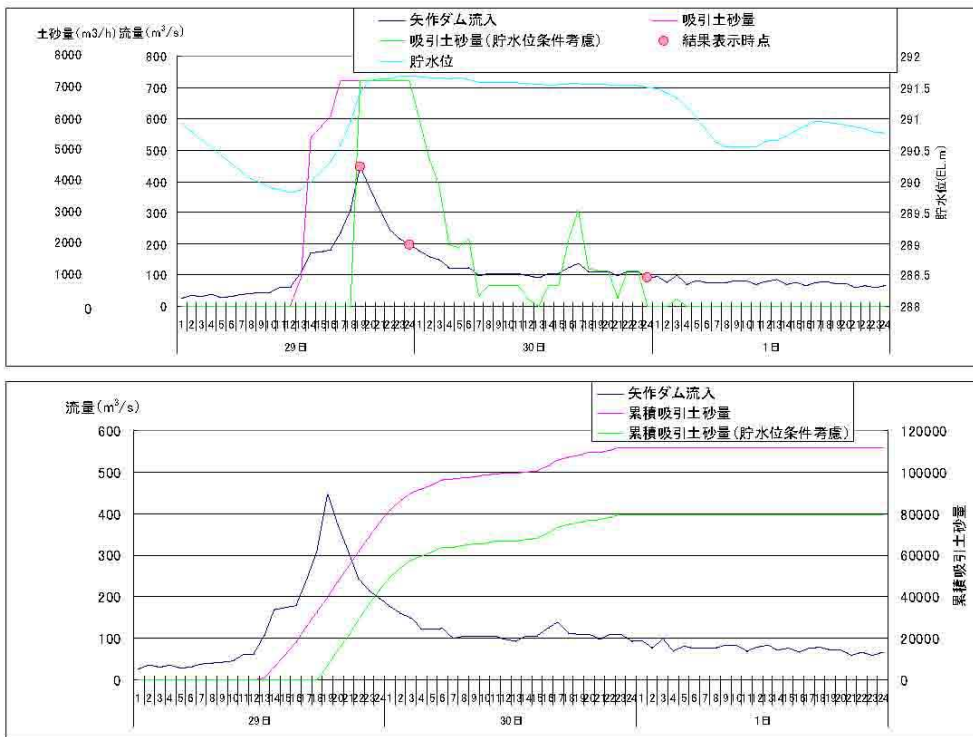


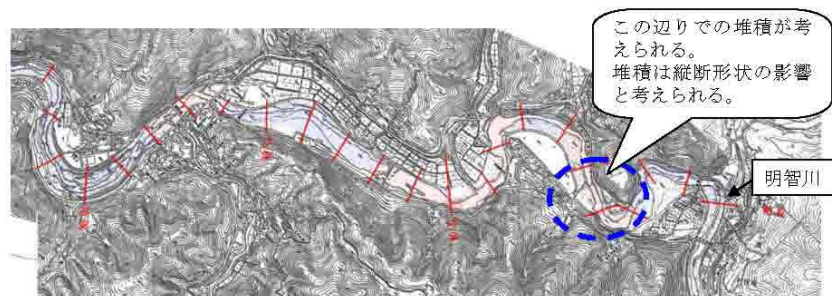
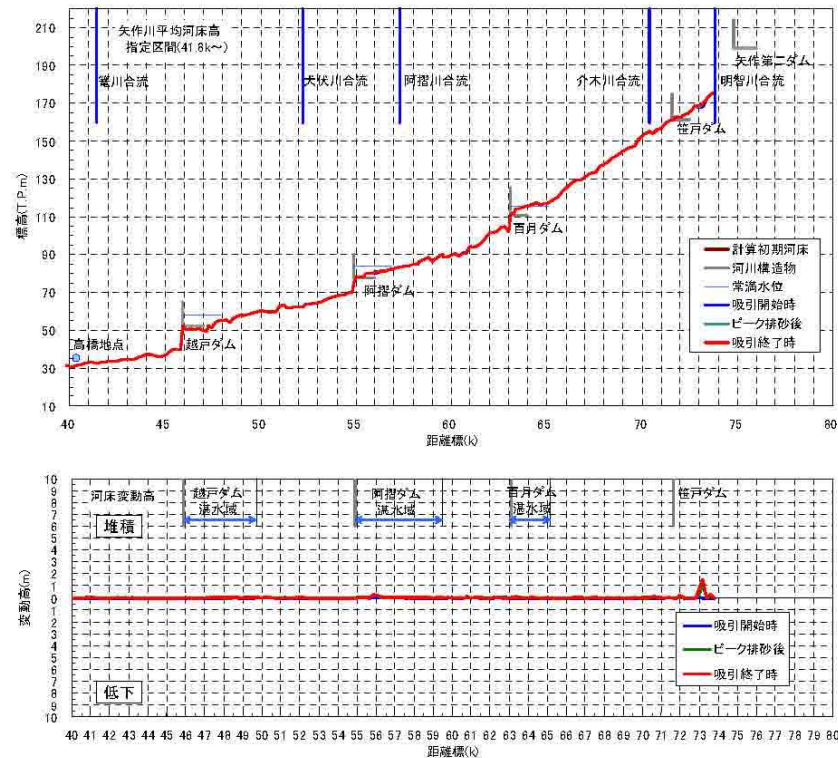
図 3.19 平成 20 年 6 月洪水で想定される吸引土砂量

(5) 吸引を想定した場合の河床変動

上記の吸引土砂量を上流端に与え、河床変動計算を実施した結果を以下に示す。

単独の洪水では、笹戸ダム上流の勾配が緩い箇所へ堆積し、下流への堆積はほとんど起こっていない。なお、既往の検討結果から、長期的にみれば影響区間は下流に延びていき、阿摺ダム、越戸ダムでも堆積傾向となる。

吸引排砂の影響は上流部から現れることは明らかであり、上流部での影響から把握していくことも重要であると考えられる。



## 4. 下流河道の影響評価案について

### 4.1 下流河道の影響評価の全体の流れについて

矢作ダムにおける環境影響検討の進め方（案）を図 4.1 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、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（環境アセス的に）。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、運用方法の見直しを行ったり、インパクト・レスポンスの再度の想定を行ったりすることにより、再度検討、評価を実施する。

このサイクルの後の、評価において、影響が小さいと判断されれば、事後評価のためのモニタリング計画の策定へと進むものとする。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。

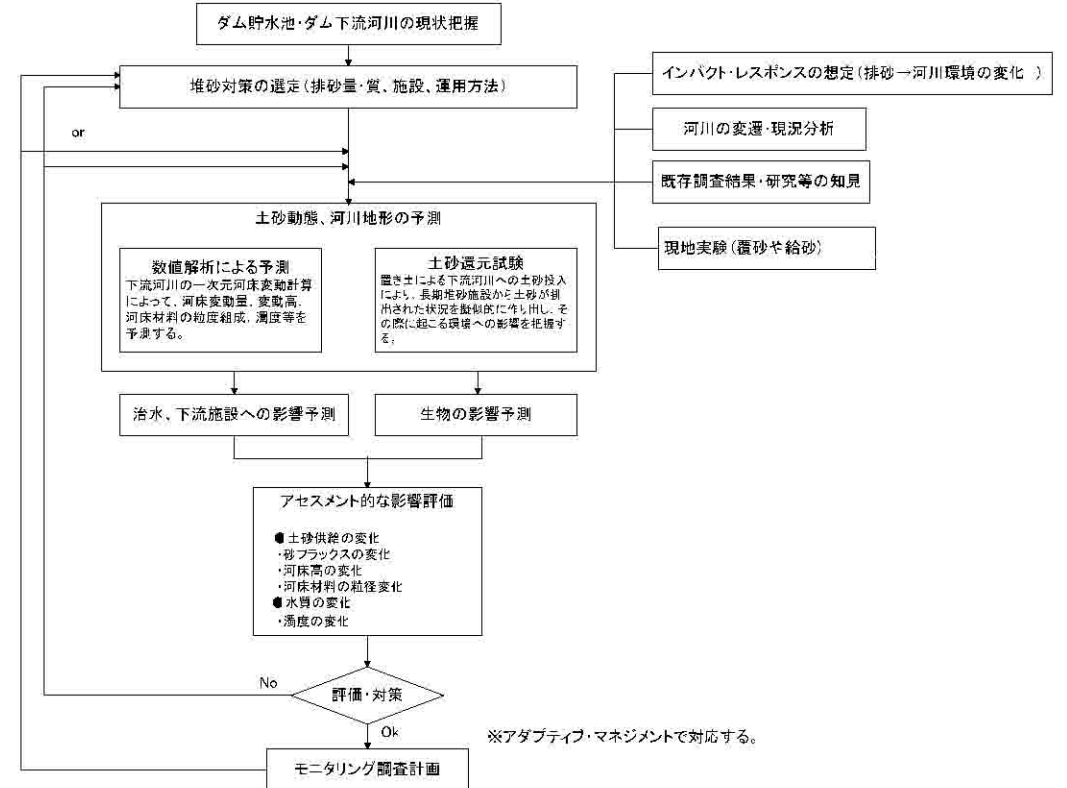


図 4.1 矢作ダムにおける環境影響検討の進め方（案）

## 4.2 生物環境の評価方法について

### 4.2.1 生物環境評価の全体の流れ

土砂還元実験により、2ヵ年の出水（2回）で計約10,000m<sup>3</sup>の土砂が流出した。

この土砂の流出に対し、図4.3に示したIRフローを元に生物への影響確認調査をしているが、現在のところ生物環境に目立った影響は見られない。

今後も土砂還元実験により、土砂の影響について確認していくが、ここでは、排砂施設の供用による長期的な予測を行う。生物環境への影響予測・評価から調査計画までの全体の流れを図4.2に示す。

予測範囲、想定される影響要因、予測対象は以下とする。

- 予測範囲：土砂の影響が想定される「吐き出し口（矢作第二ダム）～越戸ダム」
- 想定される影響要因：排砂施設の供用に伴う「土砂供給量の変化」、「水質の変化」
- 予測対象：河川域生態系（生育・生息環境、砂に関わる指標種に対する影響）

なお、当面の予測範囲は越戸ダムまでの範囲とするが、総合土砂管理の視点から、将来は越戸ダムよりも下流の区間についても評価を行っていく計画とする。

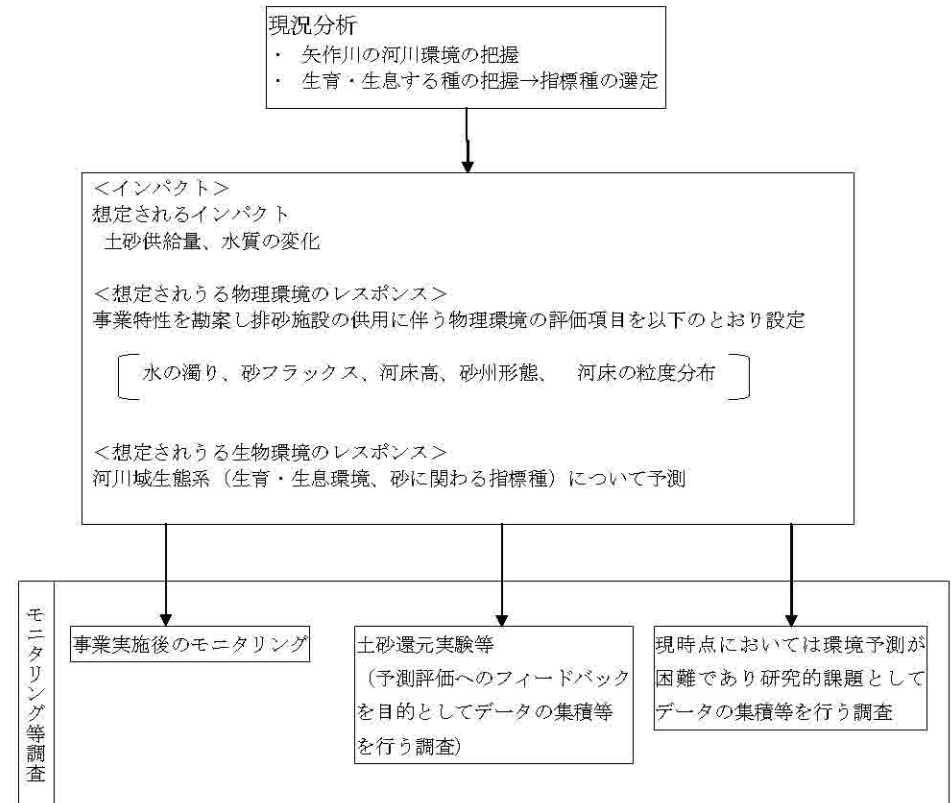


図 4.2 矢作ダムにおける環境の予測・評価、調査計画策定までの手順

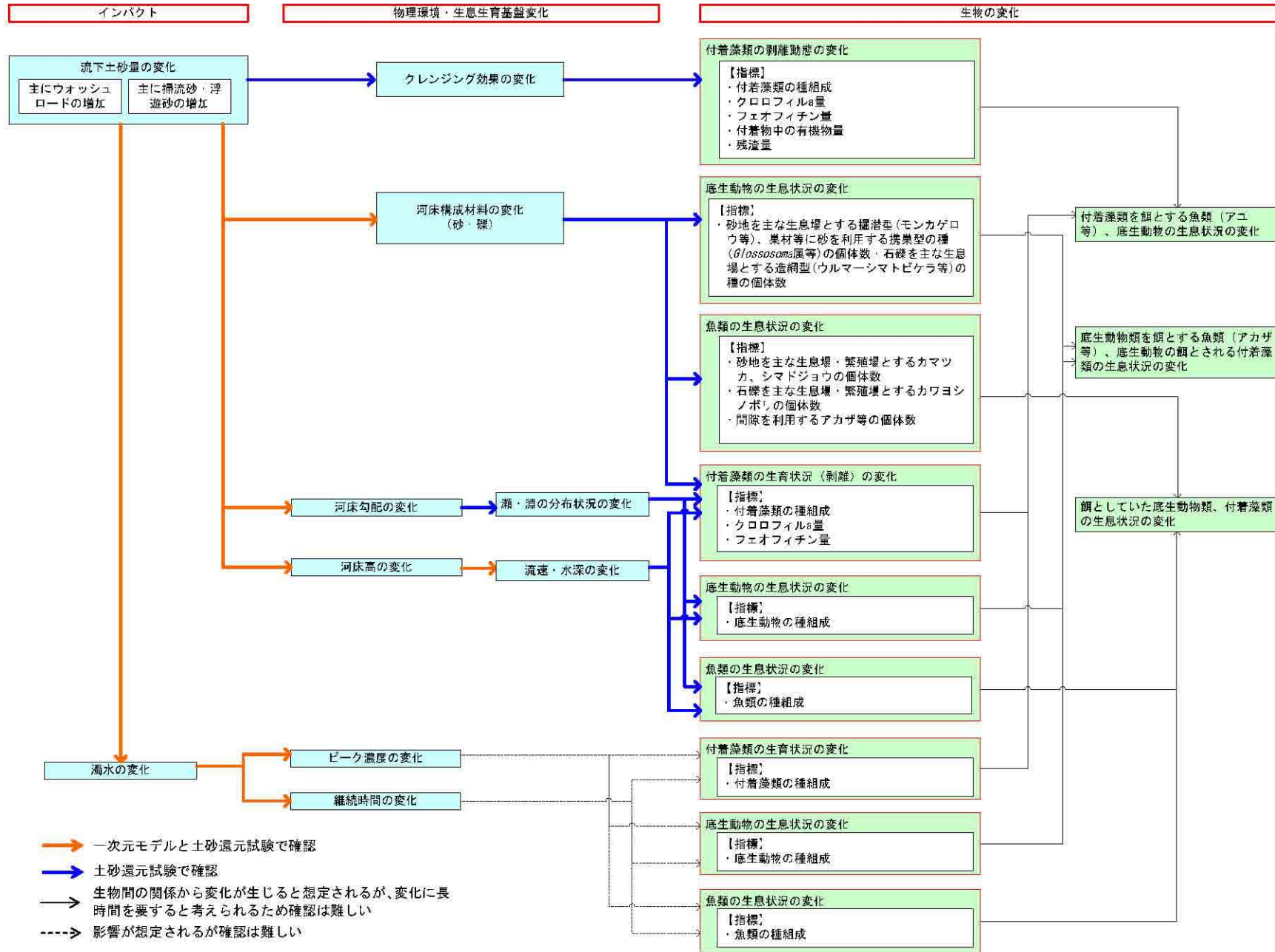


図 4.3 砂の流下によるインパクト・レスポンスフロー



#### 4.1.1 予測手法について

予測対象としては、長期的なスパンを考え、「河川内及び水際の生育・生息場」、「砂に影響を受ける指標種」とする。事業によるインパクトから物理環境のレスポンス、物理環境のレスポンスから生物環境のレスポンスの予測手法を表4.2に示す。

また、次項に定性的、定量的予測について整理した。

表 4.2 矢作川における生物環境の予測の手法

予測対象		影響要因		水質の変化	土砂供給の変化				備考
				水の濁り	砂フラックス (砂礫)	河床高	砂州形態	河床の粒度 分布	
河川域生態系	河川内及び水際の生育・生息場	河川内のみではなく、長期的には影響が想定される水際についても対象とする。		物理環境のレスポンス（水の濁り）の予測結果から、環境類型区分の生息・生育環境及びそこに生息・生育する生物群集が維持されるか定性的に予測する。	物理環境のレスポンス（砂フラックス（砂礫）、河床高、砂州形態、河床の粒度分布）の予測結果から、現況において環境類型区分の河道内に形成されている瀬・淵等の流水域、河原等の生息・生育環境及びそこに生息・生育する生物群集が維持されるか定性的に予測する。				物理環境のレスポンスの予測結果は一次元河床変動計算等に基づいたものであり、生物環境のレスポンスの定性的な予測結果に不確実性が伴うことを考慮し、事業実施前後のモニタリング調査においては、生息環境の変化に対し、敏感に反応する底生動物をモニタリングすることにより、生息・生育環境及びそこに生息・生育する生物群集への変化を確認していく。
	指標種	砂に影響を受ける種を選定し対象とする。 (ex:アカザ、カマツガ、シマドジョウ、カワヨシノボリ等)	砂の影響を受ける指標種	各種の生息条件、生息環境が維持されるかについて、物理環境の予測結果（水温、水の濁り）を用いて定性的に予測する。	各種の生息条件、生息環境が維持されるかについて、物理環境の予測結果（砂フラックス（砂礫）、河床高、砂州形態、河床の粒度分布）を用いて定性的に予測する。				物理環境のレスポンスの予測結果は一次元河床変動計算等に基づいたものであり、生物環境のレスポンスの定性的な予測結果に不確実性が伴うことを考慮し、事業実施前後のモニタリング調査において、相調査等で生息・生育環境の変化に対し、敏感に反応する底生動物をモニタリングすることにより、生息・生育環境及びそこに生息・生育する生物群集への変化を確認していく。
			アユ	水の濁りの変化に伴うアユの生息環境の変化について、ストレスインデックス (SI) を参考に影響度レベルを試算する。	—				物理環境のレスポンスの予測結果は一次元河床変動計算等に基づいたものであり、生物環境のレスポンスの定性的な予測結果に不確実性が伴うことを考慮し、事業実施前後のモニタリング調査では、アユ、付着藻類の調査に加え、生息環境の変化に対し敏感に反応する底生動物をモニタリングすることにより、注目種の生息環境への変化を確認していく。
			付着藻類の現存量	アユの餌資源としての観点から、付着藻類の成長モデルから現存量を試算する。	アユの餌資源としての観点から、付着藻類の剥離率モデルから剥離率を試算し予測する。				



【定性的手法】

矢作ダムによる影響要因（インパクト）として、排砂施設の供用に伴う影響要因（土砂供給量、水質の変化）を想定し、事業特性、地域特性等からインパクトにより変化すると想定される項目について、アセス項目を参考にしつつ、流砂系の再生によるプラスの環境変化も考慮して、排砂施設供用に伴う下流物理・水質変化の評価項目を選定し、定性的な環境予測を行う。

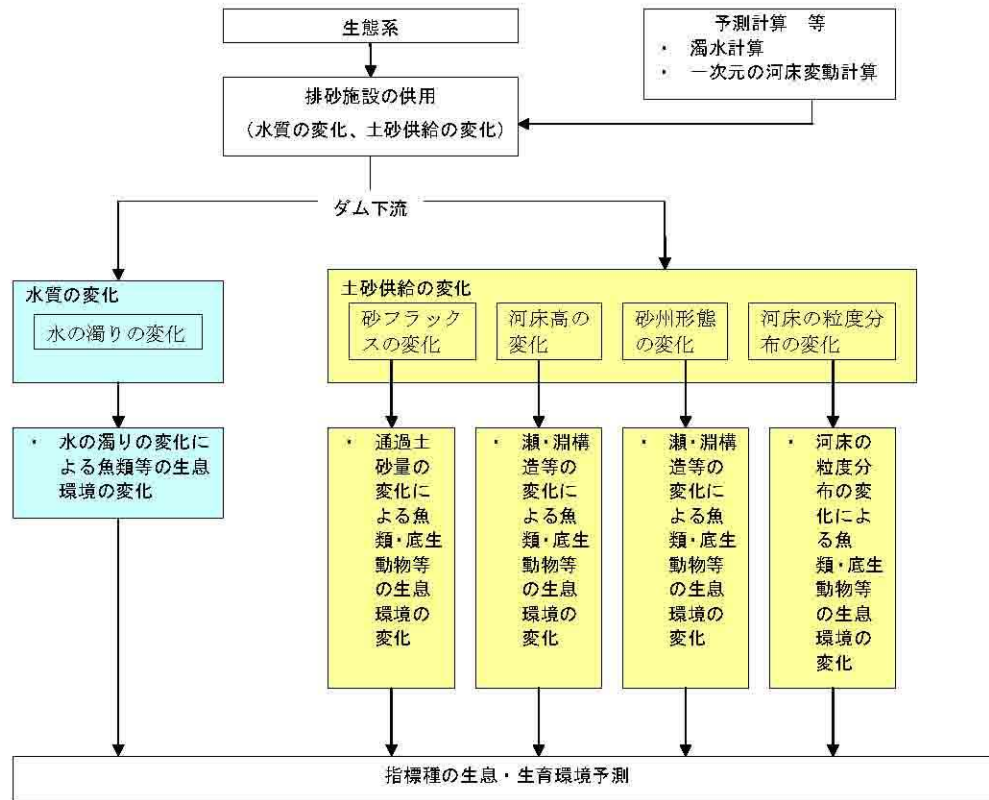


図 4.4 定性的な予測・評価のフロー

【定量的手法】

インパクトに対する応答性（変化の度合いを数値化できる等）がある程度わかっており、社会的に関心も高い（水産有用種等）アユについては、定量的に影響を予測する。

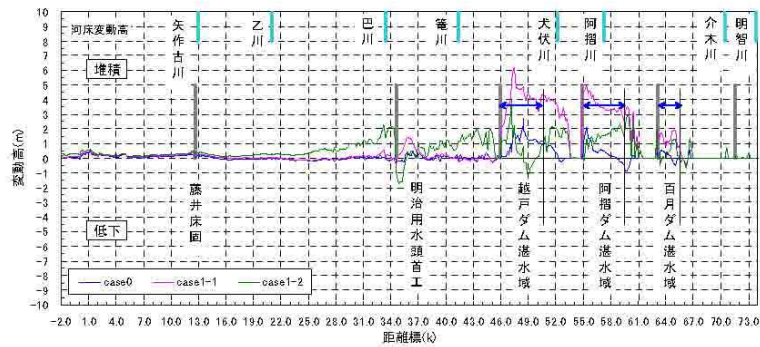
表 4.3 定量的に影響を予測する指標種

注目種	物理環境の変化への応答（知見の結果）	選定理由
アユ	<ul style="list-style-type: none"> <li>濁水耐性については、Newcombe 等によるサケ科魚類を対象とした SI (Stress Index) と影響度レベルとの予測した式がある。</li> </ul>	水産有用種で社会的関心が高く、かつ水質（水の濁り）の変化に関して変化の度合いを数値化する知見があり、これまでの調査結果や「物理環境の予測・評価」の結果を用いて数値を計算することができることから選定する。
付着藻類（全種）	<ul style="list-style-type: none"> <li>藻類が付着している砂礫が移動することにより他の砂礫と衝突し、摩擦力による剥離が生じる（箱石・塚原, 2001）。</li> <li>付着藻類現存量（Chl.a 量）の増殖過程は、ロジスティックモデル（付着藻類現存量を予測するモデル）により計算される（例えば、平成 17 年度自然共生センター研究報告書）。</li> <li>洪水時：付着藻類の剥離率は <math>p = (24 \times 3600) \alpha Wx \text{ (day}^{-1}\text{)}</math> で表される（田代&amp;辻本 2003）。</li> </ul>	他事例で、水質、土砂供給の変化に関して、変化の度合いを数値化する知見があり、これまでの調査結果や「物理環境の予測・評価」の結果を用いて数値を算出することができることから選定する。

河川環境の変化（イメージ図）（1/2）

●河床高の変化

一次元の河床変動計算から変化を予測

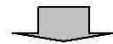
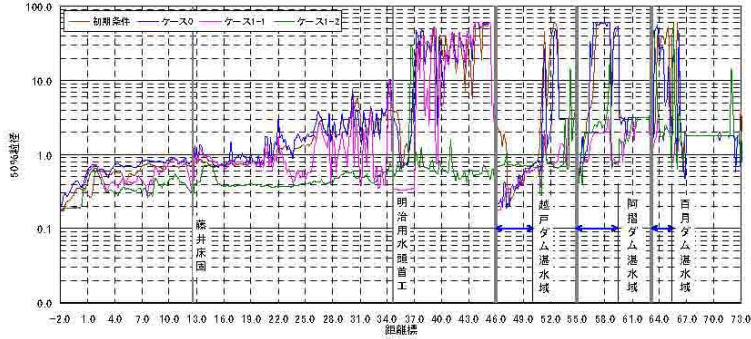


《生物への影響》

・ 瀬淵の分布状況、流速、水深の変化に伴う生息・繁殖場の変化による影響  
→種組成の変化。予測は困難であることから、モニタリングで確認。

●粒径の変化

一次元の河床変動計算から変化を予測



《生物への影響》

・ 河床材料の変化に伴う生息・繁殖場の変化による影響  
→生態情報から影響がないか定性的に予測。種組成の変化が予測される。  
→なお、予測対象は代表種とする。

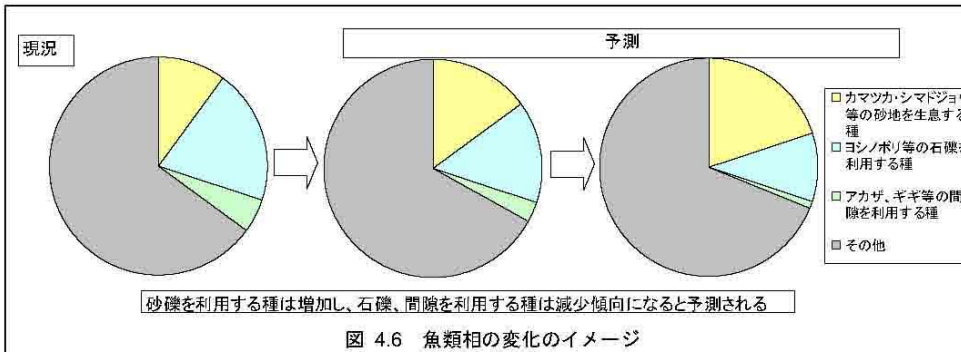


図 4.6 魚類相の変化のイメージ

例：土砂の堆積(図 4.6)とそれに伴う魚類相の変化イメージ(図 4.6)

・ 土砂は瀬及び水裏部に堆積すると考える。  
・ 土砂の堆積に伴い、魚類相としては、カマツカ・シマドジョウ等の砂地を利用する種の割合が増加し、ヨシノボリ等の石礫を利用する種、アカサ、ギギ等の間隙を利用する種の割合が減少すると考える。

●：土砂の堆積

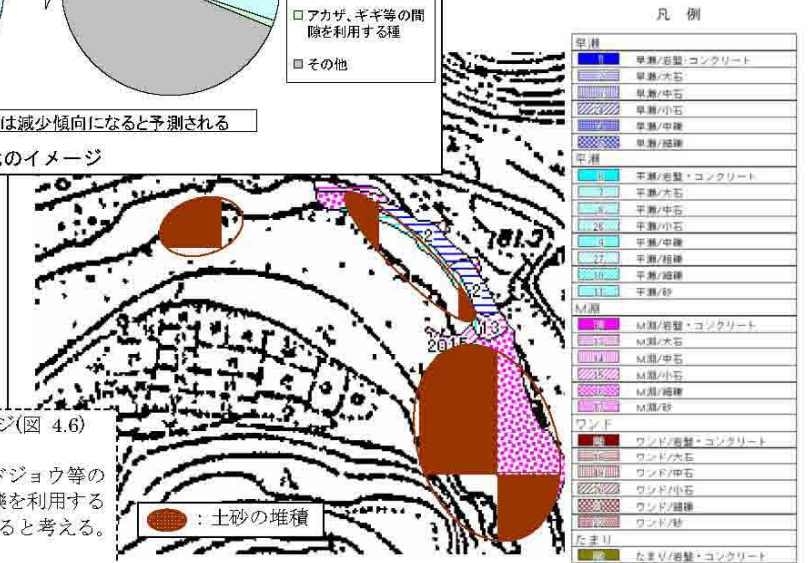
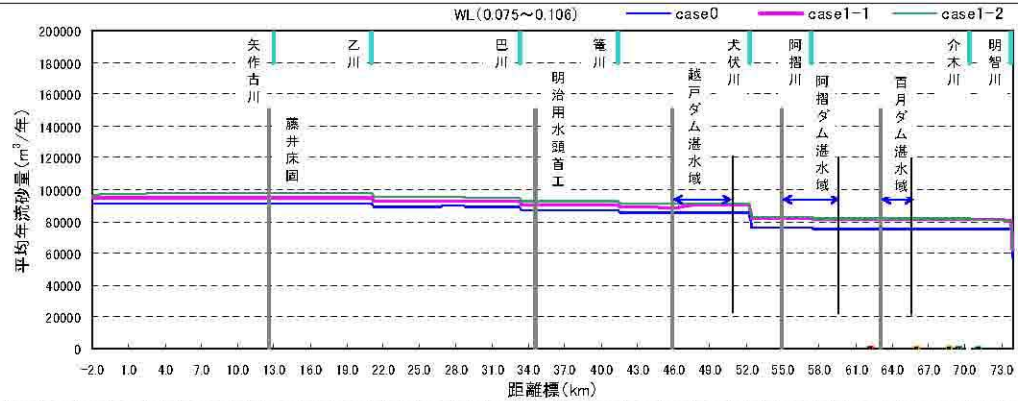
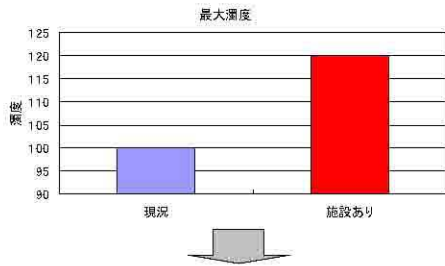


図 4.6 土砂の堆積のイメージ

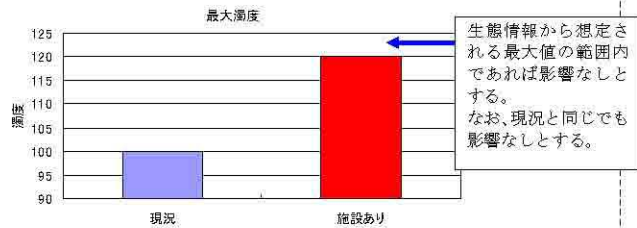
● 濁水の変化

一次元の河床変動計算から変化を予測



◀ 生物への影響 ▶

- 濁り (SS 濃度) の増加による「回避行動による酸素消費量の増大」、「エラの閉塞による酸素摂取能力の低下」、「DO の直接的な低下による酸素欠乏」等の生物自体への影響
- 生物の生態情報から、最大濁度に耐えられるか定性的に予測
- ただし、現況と変わらなければ影響はないとする。



→ アユについては SI (ストレスインデックス) を利用し予測

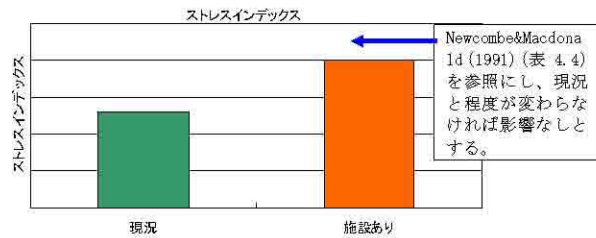


表 4.4(1) SI (ストレスインデックス) の計算条件

項目	内容
モデル式	アユの影響度レベルの算出式はないため、Newcombe 等がサケ科魚類を対象に算出した影響度レベルの式を用いて試算する。 $SI = \log_e (C \cdot T)$ $R = 0.738 \times SI + 2.179$ C: 濁質の濃度 (ppm) T: 継続時間 R: 影響度レベル
C: 濁質の濃度	1 時間値とする。
T: 継続時間	各洪水の開始から終了までとする。
※ 計算条件	洪水毎の SI から影響度レベルを算出する。

表 4.4(2) SI の影響度レベルと影響

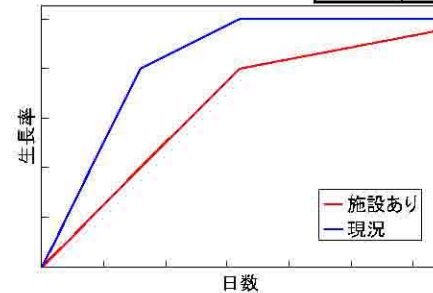
影響度レベル	影響
14	死亡率 80~100%
13	死亡率 60~80%
12	死亡率 40~60%
11	死亡率 20~40%
10	死亡率 0~20%
9	成長率の減少 (Reduction in growth rates)
8	物理的ストレスと微細構造の変化
7	生息環境の悪化 (Moderate habitat degradation)
6	生息環境の悪化 (Poor condition of organism)
5	繁殖阻害 (Impaired homing)
4	摂食障害 (Reduction in feeding rate)
3	隠れ場所からの逃避 (Avoidance response, abandonment of cover)
2	忌避行動 (Alarm reaction, avoidance reaction)
1	嘔吐の増加 (Increased coughing rate)

【出典】Newcombe & Macdonald 1991

注) 上記の表は、Newcombe & Macdonald (1991) のサケ科魚類による実験によるものであり、アユを対象とした影響度レベルではないが、アユにおける影響度レベルは算出されていないため、便宜的に本影響レベルを用いて、アユにおける現状継続と非砂実施時の比較を行う。

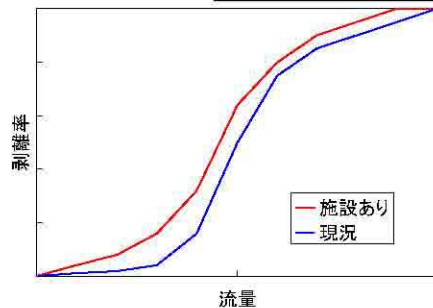
- 付着藻類の成長阻害
- 定量的に予測。

項目	内容
モデル	平成 17 年度自然共生センター報告書に示される付着藻類の動態を算出するロジスティックモデルを用いる。



- 付着藻類の剥離更新の増進
- 定量的に予測

項目	内容
モデル式	辻本 (2002) が示す以下の算定式を用いる。 剥離率 $p = 3600 \times \alpha \cdot W_x \cdot (h^{-1})$ (1) $\alpha$ : 剥離抵抗 $W_x = \gamma \times qB \times ds^{2/3} \times u^{*2/3}$ (2) $\gamma$ : 礫の材料特性に関わる係数 $qB$ : 単位幅あたりの流砂量 $ds$ : 砂の粒径
$\alpha$ : 剥離抵抗	矢作川で得られているカワシオグサの値である $1.23 \times 10^{-4} N^{-1} m$ を用いる。
$qB$ : 流砂量	一次元河床変動計算結果を用いる。
$ds$ : 砂の粒径	



## 5. 堆砂対策検討


### 5.1 吸引工法に関する課題の整理

#### (1) 吸引工法が有するリスクの分類

吸引工法において考えられる各種リスクを分類すると表 5.1 のとおりである。

このうち、現地実証試験によって確認する項目については、天竜川ダム再編事業における実証試験が先行して実施されている。

表 5.1 リスクの分類

区分	リスクの内容	頻度	重要度	対応
性能に関するリスク	ダム排砂システムとしての実績がない。 			
(共通)	実験レベルでは吸引排砂が確認されているが、原寸での事例がないため、 <b>規模拡大時</b> の適用性を確認する必要がある。	実証試験により減	大	現地実証試験によって確認
	吸引排砂性能は、 <b>土砂の特性（粒度、粘性など）</b> によって変わると考えられる。	実証試験により減	大	現地実証試験によって確認
(固定式)	<b>貯水池内土砂移動特性（ポケットにおける土砂の捕捉性能や堆積形状→シミュレーションよりも微視的な挙動）</b> の影響を受けると考えられる。	実証試験により減	大	現地実証試験によって確認
構造に関するリスク（固定式）	礫分や流木による <b>吸引管の閉塞</b> や流下物の衝突による <b>損傷</b>	実証試験により減	中	基本設計で検討
	吸引管 <b>設置面の土砂移動</b> による施設の損傷	少	大	基本設計で検討
操作に関するリスク（移動式）	洪水時の操作における <b>安全対策</b>	極少	大	固定式を基本とする



## 5.2 吸引施設の設計に関する検討課題

表 5.1 に整理したリスクのうち、構造面に関する課題として、

- 礫分や流木による吸引管の閉塞や流下物の衝突による損傷に対する対策
- 吸引管設置面の土砂移動による施設の損傷に対する対策

について、整理を行う。

### (1) 吸引管の閉塞と流下物の衝突による損傷

吸引管の閉塞と流下物の衝突による損傷に対する対応としては、上流貯砂ダムにおけるスクリーンによる対策（図 5.3）を基本として計画しているが、他の手法も含めて、検討手法等を整理する。

### (2) 吸引管設置面の土砂移動

吸引管設置面は、未固結物からなり、土砂移動のおそれがある。

そのための対応としては、杭基礎として対応（図 5.4）することを考えているが、他の手法を含めた検討手法、検討のために必要となる基礎資料等について整理を行う。

