

平成 25 年度

第 2 回 矢作川水系総合土砂管理検討委員会

委員会資料

平成 26 年 3 月 28 日

国土交通省 中部地方整備局

豊橋河川事務所

矢作ダム管理所

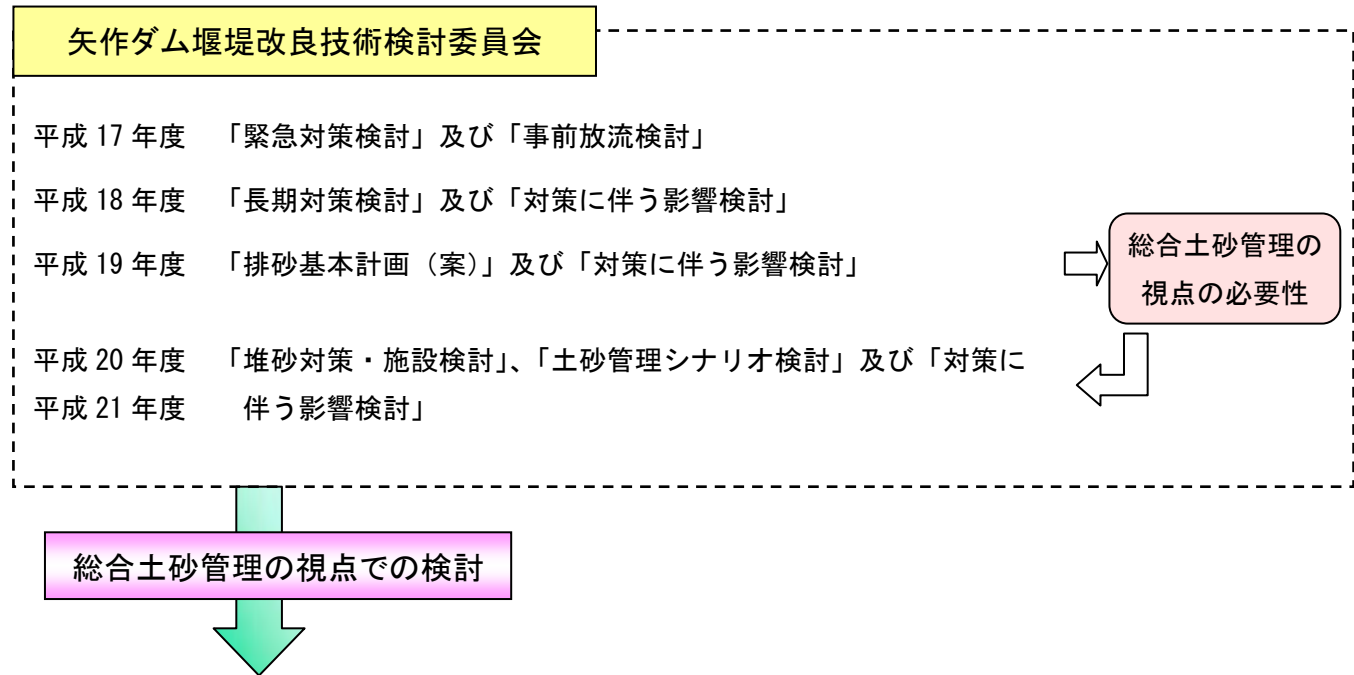
<目次>

1. 検討経緯と今回の審議事項.....	1
1.1 検討経緯.....	1
1.2 本委員会の審議事項.....	1
2. 第1回委員会の指摘事項.....	2
2.1 矢作ダム排砂量設定に関する説明.....	3
3. 矢作川水系総合土砂管理計画の考え方.....	4
3.1 矢作川における総合土砂管理の基本方針.....	4
3.2 基本方針を踏まえた土砂管理計画（土砂管理シナリオ）の設定の考え方.....	4
4. 矢作川水系総合土砂管理の実施に向けた課題.....	5
4.1 土砂管理計画の策定に向けた技術的課題の整理.....	5
4.2 これまでの委員会審議で明らかになった技術的課題.....	6
4.3 技術的課題の整理と検討方針.....	9
5. 矢作川水系総合土砂管理の実現に向けた進め方.....	17
5.1 委員会での審議事項.....	17
5.2 総合土砂管理の進め方（案）.....	17
5.3 総合土砂管理の工程・ロードマップ（案）.....	17

1. 検討経緯と今回の審議事項

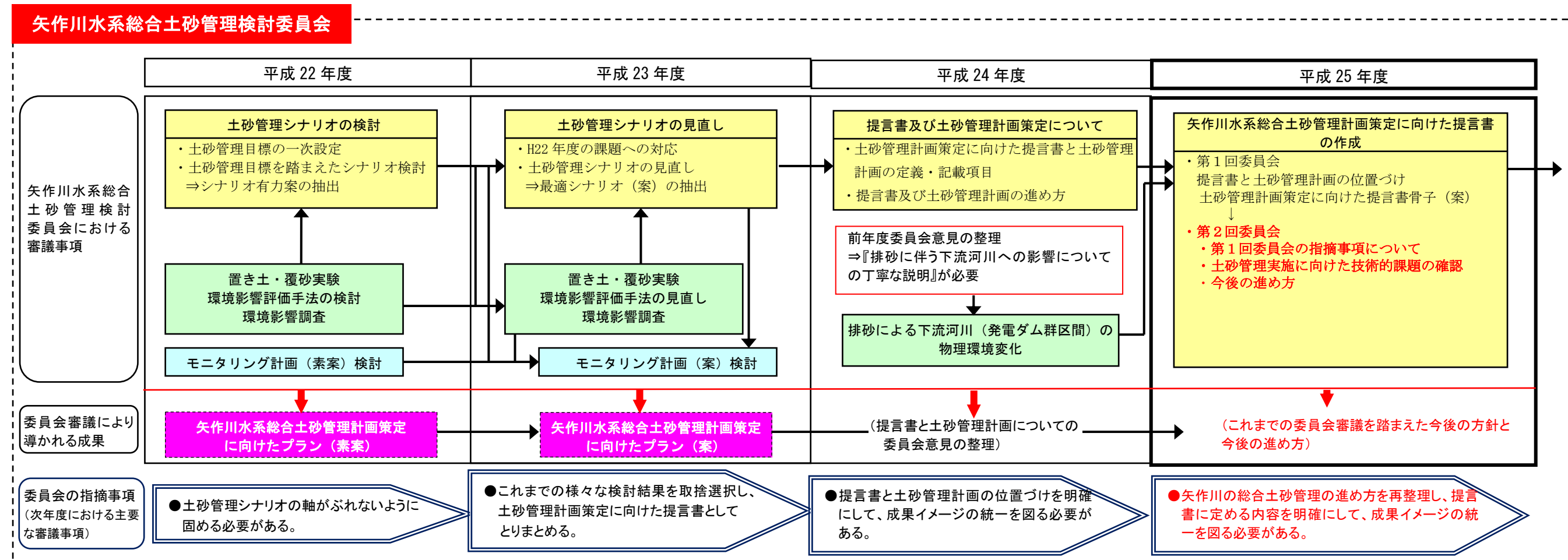
1.1 検討経緯

矢作川水系総合土砂管理に関するこれまでの検討経緯を以下のフロー図に示す。



1.2 本委員会の審議事項

- 第1回委員会の指摘事項
- 矢作川水系総合土砂管理計画の考え方
 - 矢作川における総合土砂管理の基本方針
 - 基本方針を踏まえた土砂管理計画（土砂管理シナリオ）の設定の考え方
- 矢作川水系総合土砂管理の実施に向けた課題
 - 土砂管理計画の策定に向けた技術的課題の整理
 - これまでの委員会審議で明らかになった技術的課題
 - 技術的課題の整理と検討方針
- 矢作川水系総合土砂管理の実現に向けた進め方
 - 委員会での審議事項
 - 総合土砂管理の進め方（案）
 - 総合土砂管理の工程・ロードマップ（案）



2. 第1回委員会の指摘事項

第1回委員会（平成25年10月8日）で頂いた各委員からの指摘事項と対応方針（案）を以下に示す。

議事	論点	発言者	指 摘 事 項	対応方針（案）
矢作川水系における総合土砂管理計画策定に向けた提言書骨子(案)について	排砂による環境への効果について	鈴木委員	アユについて、土砂流出の影響に関する調査検討を行い明らかにしてもらいたい。	他事例について整理しているが、土砂管理計画に向けて調査、検討を継続実施する。
	環境調査に関する記載・出典について	谷口委員	タナゴ類に関する記載については、調査時期など出典データを再確認してもらいたい。	出典等の確認を行う。
	排砂量の変化に伴う本委員会での論点について	藤田(光)委員	会議の冒頭に示された排砂工法の変更に伴う新たな排砂量は、吸引方式を前提にした排砂量より大幅に減っており、これは検討フレームの根幹に関わる状況変化である。このままでは、どこを基点に土砂管理を議論したらいいか、よく見えなくなるので、その整理をきちんとする必要がある。	今後の総合土砂管理の進め方について検討を行い、土砂収支及びその評価方法の検討を実施する。 (今回、委員会で対応方針を提案)
		藤田(光)委員	排砂量は大幅に減る一方、堆積した土砂の浚渫は行われ、しかし、それを河川の中に置くことは治水問題なので一切しないとの説明であった。しかし、その技術的議論はまずこの委員会ですべきことではないか。メリット・デメリットの両面から技術検討を行い、総合的に検討すべきである。	
	提言書の位置づけ・内容構成・書き方等について	藤田(光)委員	5章の「流砂系の現状と課題」の記述は、課題とやる事が混ざっていて、相互矛盾も多い。ここで書くべきことを精査して再構成の上、全面的に書き換えた方がよい。そもそもの整理として、総合土砂管理の技術政策的な方向性を言う部分と、その方向に沿って種々の検討を進めるための技術的手法を提示する部分の大きく分けて2つぐらいの構成になるのではないかと。さらに、今後まずは、矢作川を主対象に土砂管理計画を立てて行くのであろうから、一般的な記述ではなく、この委員会で4年にわたり矢作川を対象に積み重ねてきた検討成果をベースにして、矢作川の土砂管理計画を実務的に進めていくのに役立つ技術的基盤となっていることを全体コンセプトしたらどうか。	
		藤田(光)委員	例えば、たたき台的骨組みとして、次のようなものもあるのではないかと。「当面、大規模にダムから砂を出せなくなったが、それでも従前に比べ一定の増加をはかる→今後10年ぐらいの事業を組み立てる中で、これを、現場を動かす大事な一歩と位置づけ、実行可能な手法に絞って議論を組み立てる→基本的には、砂が大幅に減って昔に比べて環境が変わってきたものをもう一度劇的にもとに戻すという方法ではなくて、ちょっと、あるいは部分的に戻してみても、様子を見ながらさらに次のステップに行く→そのための実務的な方針と技術的手法を提示している。」 以上も1つのたたき台に過ぎないが、やはり報告書にはそれなりの主軸が必要であり、通り一遍の土砂管理の理念だけが書かれたものでは今まで行ってきた検討に照らしてもったいないと思う。 これを契機に10年程度の実行可能なアクションプランを作成し、現場で実施した結果を皆で評価するなど、そうした取り組みに役立つ報告書を目指すべき。	
		萱場委員	土砂還元や長期的な技術開発などを含め、どのあたりの時間軸と実現性までを考えて提言を書いていくのか、一度整理する必要がある。	
		鈴木委員	ダムからはバイパスとコンジットゲートの両方からの排砂について今後検討してはどうかと思っている。ある程度は土砂量が増えた場合も想定した上で、提言書は作成すればよいと思う。	
		鈴木委員	土砂動態・土砂収支を確保する方策の抽出について、ダムからの排砂量がかなり減少したため、実施する必要性の有無を今後検討して整理した方がよい。	
	排砂量の変化に伴う方策や環境への効果・影響について	萱場委員	方策による土砂動態への効果・影響を把握する項目及び手法におけるインパクト・レスポンスのフローで、流砂量が5万m ³ になった場合の懸念事象や期待する効果自体が変化するのではないかと。効果や懸念事象の評価が適切かどうかというチェックが必要である。	
	次回委員会に向けて	辻本委員長	土砂量だけではなく質の問題がある。各領域での要求が明確になっているか。各領域内で考えて、どのように土砂の制御をしようとしているのか。これまでの土砂の質や生物への影響の検討が総合土砂管理のツールとして活かされるのであれば、プランニングに関する提言書になる。そういったスタンスで、第2回はダム側の排砂シナリオに応じて量的・数値的な検討結果を出して議論したらどうか。	
		辻本委員長	ダム排砂工法の見直しに伴い、これまで委員会で検討してきた置土などを実施しないという事務局の判断があったため、もう少し丁寧な委員会の進め方をお願いしたい。 委員会でこれまでにやってきたことを踏まえて、今回の排砂量の変更に対して、シナリオ展開、大きな変換に対応可能かをチェックして次回に臨むこと。	

2.1 矢作ダム排砂量設定に関する説明

<H24年までの検討>

- ・ 矢作ダムの堆砂を進行させないため、極力、流入土砂量＝排出土砂量となることを目指し検討を行った。
- ・ 堆砂対策として、既往の技術、実績、必要な能力（全量排砂を基本）から、固定式吸引工法の可能性があると考え検討を実施した。
- ・ 表 2-1 に示す排砂条件により、図 2-1 のとおり矢作ダムから年平均 26.1 万 m³/年の排出が可能と想定した。
- ・ ただし、現地実証実験や施設検討などについては、継続検討事項としていた。

表 2-1 基本ケースの排砂条件

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 ³ /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 ³ /s で 2m ³ /s=7200m ³ /h の排砂とする)	
吸引最大流量	100m ³ /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 0.1 mm~2mm が 90%程度)	

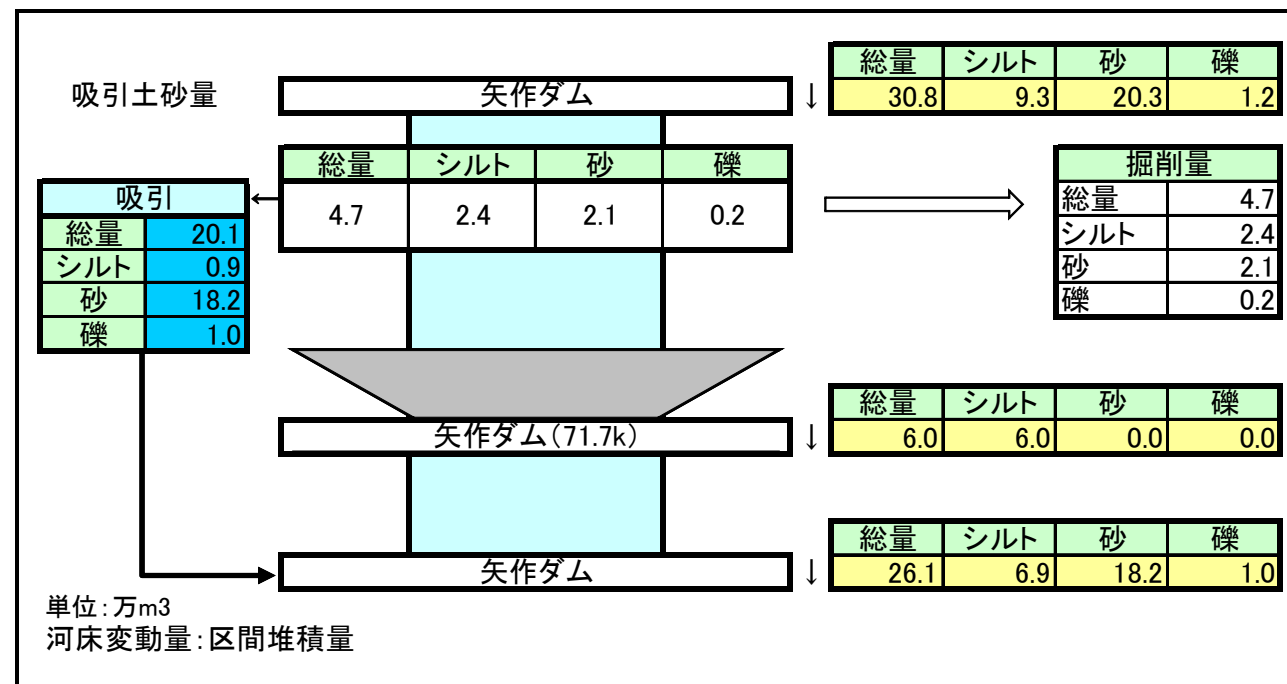


図 2-1 基本ケースでの平均土砂収支

<吸引工法の課題>

- ・ 現地調査や実証実験により、4k 付近に自然状態で堆積している湖底堆積土砂は、細粒土を多く含むため、自然状態での崩壊が進行せず、固定式吸引工法による連続的な吸引が課題。
- ・ 移動式吸引工法（出水時）は、洪水時のオペレートについて、湖上作業の安全性確保が課題。
- ・ 固定式、移動式とも洪水時排砂において、洪水調節と排砂のオペレートの両立が課題。
- ・ 平常時及び洪水初期の低流量時の排砂は下流への濁水放流の放流が発生すること、また、その濁水対策が必要な場合、その費用が大きいことが課題。

<H25年 第1回総合土砂管理委員会時点での説明及び委員会らの意見>

- ・ 上記の課題等を踏まえ、排砂工法として実績のあるバイパス方式を考え、貯水池からの排砂量のうち、下流河道への流下土砂量は約 10 万 m³であると説明した。
- ・ なお、平成 25 年度第 1 回矢作ダム排砂工法検討部会において委員から以下の 2 点の指導を頂いた。
 - ① 排砂 B P トンネルについて排砂効率の向上に向けた検討
 - ② 吸引施設等、新技術開発の継続

<今後の矢作ダムの堆砂対策の考え方>

- ・ 矢作ダムの排砂計画については、既に現在の堆砂量が計画堆砂量に達していることから、ダムの堆砂量をこれ以上増加させないようにしたい。そして、水系全体として費用対効果や持続性等の観点から、できる限り自然の営力による排砂を増やしたい。

3. 矢作川水系総合土砂管理計画の考え方

3.1 矢作川における総合土砂管理の基本方針

矢作川水系総合土砂管理計画は、これまで委員会で議論されてきた基本方針を堅持して総合土砂管理を進めていきたい。「矢作川水系総合土砂管理の基本方針」は、以下のとおりである。

矢作川水系総合土砂管理の基本方針

- ① 流砂系一貫した土砂の連続性を可能な限り確保する。
- ② 洪水等から流域を守る治水機能を維持・確保する。
- ③ 利水機能を維持・確保する。
- ④ ~~かつての矢作川で見られた~~良好な河川環境の維持・回復を目指す。
- ⑤ 人々の営みとの関わりの中で成立してきた矢作川での営みとの共存に配慮する。
- ⑥ 総合土砂管理に係る便益の最大化、全体コストの最小化を図る。

3.2 基本方針を踏まえた土砂管理計画（土砂管理シナリオ）の設定の考え方

基本方針を踏まえ、土砂管理シナリオの設定の考え方は以下のとおりとする。

1. 土砂は河川のシステムの中で、極力下流に流下させることを基本とする（まずは、矢作ダムからの排砂（土砂供給）を前提とする）←基本方針①
2. 治水システムとして矢作ダムと矢作川の安全確保のバランス（確実性・コスト）、管理の容易性の向上を最重要視する。←基本方針②
3. 利水機能（発電含む）が低下しないようにする。←基本方針③
4. 河川への土砂供給により、現在の物理環境を大きく変化させ、生物生息環境に大きな影響（礫河床⇒砂河床への変化など）を生じないようにするとともに、砂州や干潟などのかつての矢作川で見られた良好な河川環境の回復が図られるよう努力する。←基本方針④
5. 矢作川で行われている農工上水の取水や、アユ漁などの漁業等の河川利用を今後も持続していけるようにする。←基本方針⑤
6. 土砂管理の持続性から、土砂の有効活用の可能性も想定して、コスト最小となる土砂管理シナリオとする。このため、土砂はできるだけ活用の需要が高い下流へ流下させた方が有利と考える。なお、越戸ダムから約10km圏内での需要量を確認している（図3-1参照）。←基本方針⑥
7. 上記2～6については、矢作ダムからの年間排砂量のみに着目するのではなく、排砂の技術（洪水中の排砂量のコントロール等）、発電ダム等の改良や運用変更、河道における土砂流下についても考慮する。⇒効率的かつ悪影響を最小化する土砂投入方法の検討

8. ダムからの排砂技術にこだわらず、下流の河道内の再掘削、再置土等を適宜組み合わせて柔軟に対応する。

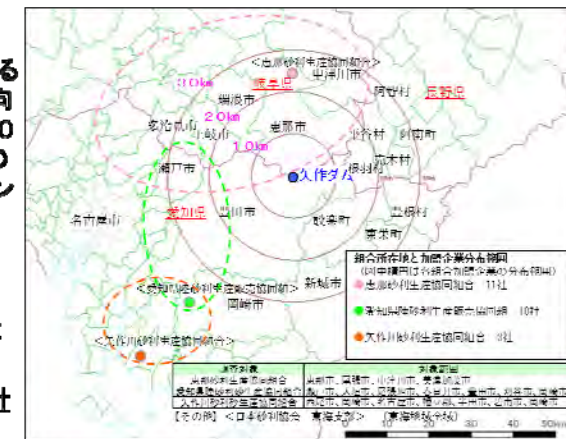
<参考>

(1) 骨材需要動向調査

◆調査方法
堆積土砂の主要な利用用途である「骨材」について、地域の需要動向を把握すべく矢作ダムから半径30km付近に加盟企業を有する3つの砂利組合にアンケート及びヒアリング調査を実施

◆調査結果
●骨材取扱量は3組合で年間約202万㎡で、矢作ダム土砂発生量（年間最大約20万㎡を想定）を上回り、加盟24社中19社で年間合計約65万㎡程度の受入量を確認。

●骨材原料の調達先は、過半数が自社事業所から10km圏内で行っており、岐阜県側が川砂中心、愛知県側が山砂中心で「川砂」の周辺地域での需要を確認。
●矢作川中下流域の骨材需要は、将来的な土砂掘削場所（仮定）である越戸ダムから約10km圏内の7事業者で年間約12万㎡の需要量を確認。



参考資料 P5-9～5-13参照

平成21年度 第5回委員会資料より

図3-1 土砂の有効活用に関する調査結果（参考）

4. 矢作川水系総合土砂管理の実施に向けた課題

4.1 土砂管理計画の策定に向けた技術的課題の整理

矢作川水系土砂管理計画の策定に向けて、図 4-1 のインパクトとレスポンスについて、分析評価した上で、土砂管理計画の土砂収支（土砂管理シナリオ）を設定する必要がある。

これまで、シナリオ検討において、効果、影響を検討してきたが、土砂管理計画として、具体的な土砂管理対策の計画を策定するためには、現時点で技術的に不足し、さらに検討が必要な項目について、継続的に検討し、これを明らかにしていく必要がある。

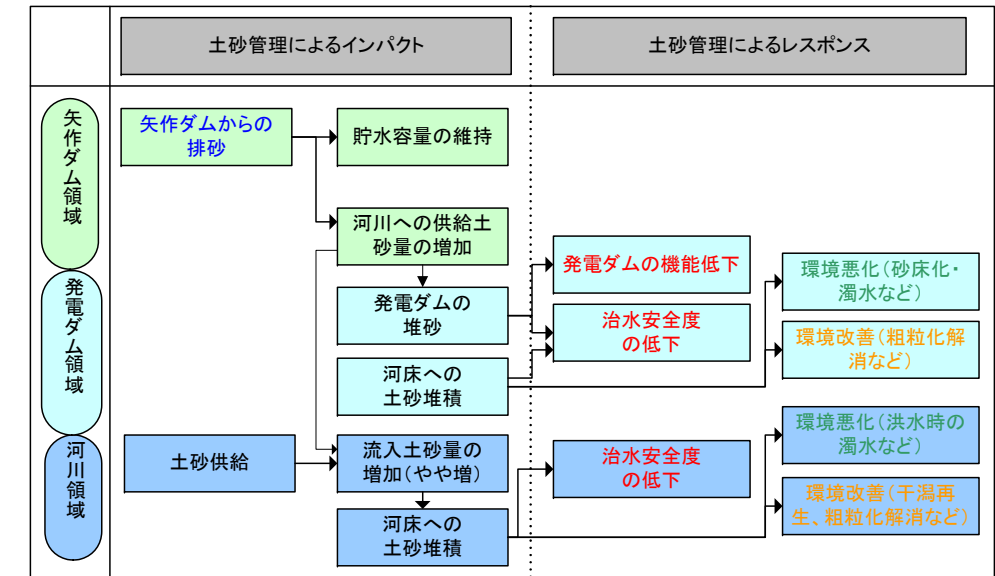


図 4-1 土砂管理によるインパクト・レスポンス

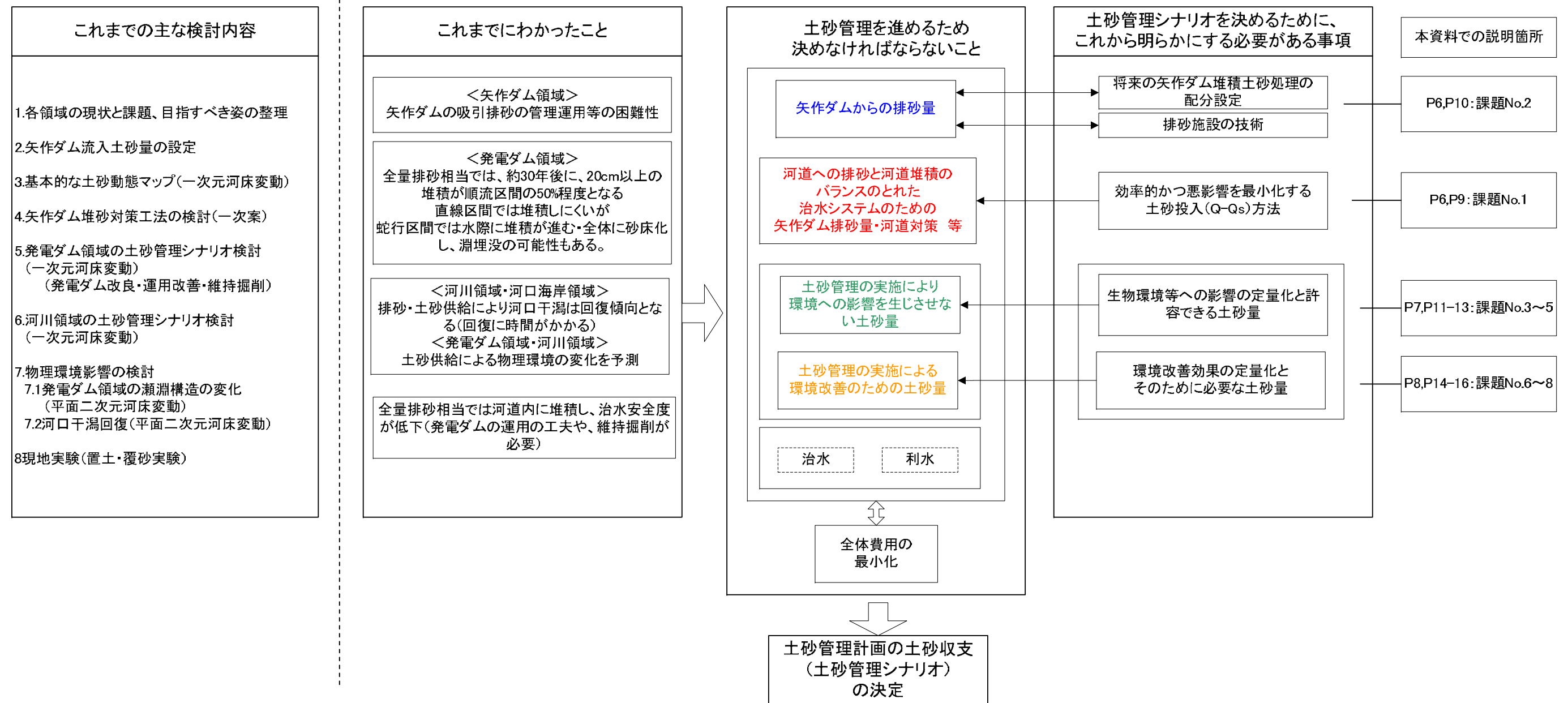


図 4-2 土砂管理計画の策定に向けた技術的課題の整理

4.2 これまでの委員会審議で明らかになった技術的課題

現時点で明らかになった技術的な課題と解決策案（今後の技術開発含む）を表 4-1 に示す。個別の詳細について p9 以降に示す。

表 4-1(1) 効率的かつ悪影響を最小化する土砂供給方法

NO	これまでの検討で明らかになった技術的な課題	それを解決するための検討内容
1	<p style="text-align: center;">河道や横断工作物（発電ダム等）に堆積させにくい効率的な土砂供給方法</p> <p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダムでは、既に現在の堆砂量が計画堆砂量に達していることから、ダムの堆砂量をこれ以上増加させないようにする。そして、水系全体として費用対効果や持続性等の観点から、できる限り自然の営力による排砂を増やす。 一方で、矢作ダムから河川に排砂（吸引併せて排砂量 26.1 万 m³/年で試算）すると、河床変動計算による試算では、ほぼ全量が発電ダムに捕捉される。 河床変動計算による試算では、発電ダムの運用の工夫により一定の堆積軽減効果が得られるが、治水・利水安全度から許容できない量の土砂が依然として堆積する。 河床変動計算による試算では、発電ダム領域での維持掘削量は 12.6 万 m³/年となり、土砂の連続性の確保は十分ではないものと考えられる。 <p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 流量（ダム放流量、支川流入量）に応じた排砂量の設定方法を技術開発していく必要がある。 	<p>【検討方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダム排砂時の Q・Q_s を、放流量、流砂能力等の観点から、最適化する手法を開発し、河道に堆積しにくい土砂排出方法を設定する。

表 4-1(2) 矢作ダムからの最適な排砂施設の技術開発

NO	これまでの検討で明らかになった技術的な課題	それを解決するための検討内容
2	<p style="text-align: center;">矢作ダムの適切な排砂施設の技術開発</p> <p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> 流入土砂量＝排出土砂量となるように検討を行い、吸引工法の現地調査や実証実験で管理運用面等の課題があることがわかった。 <ul style="list-style-type: none"> ✓固定式吸引工法は、連続的な吸引に課題がある。また、洪水時のオペレーションにも課題がある。 ✓移動式吸引工法は、洪水時の排砂オペレーションに課題がある。また、低流量時の排砂は下流への濁水放流が発生するため、その対策に課題がある など 「確実に土砂を流下させる土砂投入方法」の検討結果によっては、流下土砂量のコントロールが必要になることも考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> ✓従前の吸引工法では、流入土砂量によらず排砂土砂量が一定 など <p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 将来的の矢作ダムの堆積土砂の処理配分案に対応する排砂施設が必要である。 運用、管理が容易で、効率的な排砂施設の技術開発が必要である。 排砂コントロールが可能な排砂施設の技術開発が必要である。 	<p>【検討方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 運用、管理が容易で、流下土砂量の制御が可能な排砂施設の技術を開発する。 矢作ダムの土砂流入特性、堆砂特性、貯水池運用条件を考慮し、河川への供給可能量、土砂処分可能量（埋立による処分場の容量）、砂利資源としての活用量などを総合的に考えた、将来の堆積土砂処理の組み合わせを検討する。

表 4-1(3) 生物環境等への影響の定量化と許容できる土砂量について（環境影響の回避・低減）

NO	これまでの検討で明らかになった技術的な課題	それを解決するための検討内容
3	<p style="text-align: center;">礫間砂分の充填や砂床化をはじめとした礫床環境の改変による生態系への影響評価の定量化と閾値設定（環境影響の回避・低減）</p> <p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダムから排砂（吸引併せて排砂量 26.1 万 m³/年で試算）すると、河床変動計算による試算では発電ダム領域の河床には 20cm 以上の砂分の堆積が生じることが予測されている。 これにより、石礫間への砂の充填、礫床から砂床への変化をはじめとした礫床環境の変化により、現在の礫床環境を基盤とする生態系への影響が想定される。 <p>【定量化手法に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 石礫間への砂の充填、砂床化を定量化する手法は一般化されていない。 矢作川で適用可能な評価手法を技術開発していく必要がある。 <p>【閾値設定に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ダム下流区間の河床材料、砂の堆積量の目標（閾値）を定量的に設定する必要がある 	<p>【定量化の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 上流・支川等の砂床区間をリファレンスサイトとした調査、水路実験、現地実験等を段階的に行いながら、石礫間への砂の充填、砂床化の推定法を開発する。 石礫間への砂の充填、砂床化の生態系への影響（アユの生育環境、採餌環境）の評価方法を開発する。 <p>【閾値設定の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 実験等によりアユの生育環境、採餌環境に影響を与える砂の充填率を設定する。 上記の充填率を超えない供給土砂量を設定する。 各ステージの閾値（上限値）と供給土砂量は、モニタリング・フォローアップ結果を踏まえて慎重に設定していく。 <p>→当面は安全側となる閾値を設定し、その後、検討状況に応じて閾値を見直す。なお、当面の閾値は、ハビタットスケールを対象とした測量と生物調査を実施した上で、生態系が健全に維持されている瀬の環境（矢作ダム上流河川を含めて幅広く調査を実施）を目安とする。</p>
4	<p style="text-align: center;">淵埋没による瀬淵構造の変化と物理環境の改変による生態系への影響評価の定量化と閾値設定（環境影響の回避・低減）</p> <p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダムから排砂（吸引併せて排砂量 26.1 万 m³/年で試算）すると、河床変動計算による試算では発電ダム領域の一部の淵は埋没することが予測されている。 これにより、瀬淵構造の変化と物理環境が改変することが想定されるため、現在の生態系への影響が想定される。 <p>【定量化手法に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 河床変動解析による、瀬淵構造変化の推定方法があるが、瀬淵構造を評価するために必要な、解像度、計算精度でのモデルを構築する必要がある。 瀬淵構造と生態系への影響の関係を定量的に評価する必要がある。 <p>【閾値設定に関する課題】</p> <p>生態系への影響の観点から、目標（閾値）を定量的に評価する必要がある。</p>	<p>【定量化の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 評価すべき地形を表現できるメッシュ解像度をもつ、モデルを構築する。 瀬淵構造を必要な解像度でモデル化するためのデータ（測量、河床材料）を調査し、モデルの精度向上を図る。 野外実験で検証・評価を行いながら、瀬淵構造と生態系の関係を評価する手法を開発する。 <p>【閾値設定の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 「生態系への影響が生じない」瀬淵構造となる供給土砂量を設定する。 段階的な実験により、生態系への影響を確認しながら供給土砂量を把握する。 各ステージの閾値（上限値）と供給土砂量は、モニタリング・フォローアップ結果を踏まえて慎重に設定していく。 <p>→当面は安全側となる閾値を設定し、その後、検討状況に応じて閾値を見直す。なお、当面の閾値は、ハビタットスケールを対象とした測量と生物調査を実施した上で、生態系が健全に維持されている淵を目安とする。</p>
5	<p style="text-align: center;">洪水時の濁りによるアユ等の魚類に与えるストレスの定量化と閾値設定（環境影響の回避・低減）</p> <p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダムから排砂（吸引併せて排砂量 26.1 万 m³/年で試算）すると、河床変動計算による試算では洪水時の濁り（シルト分の濃度）が上昇する。 アユをはじめとした魚類への生育等に支障を生じる可能性が想定される。 <p>【定量化手法に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> アユ等の指標種を設定し、それらの濁度耐性と影響について、ストレスインデックスおよび濁水耐性に関する研究を行い、評価を行う。 <p>【閾値設定に関する課題】</p> <p>生態系への影響の程度を明確に評価し（濃度と継続時間）、排砂可能な土砂の上限を設定したい。</p>	<p>【定量化の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 現時点ではアユに関するストレスインデックスの影響度レベルは把握しておらず、サケ科魚類による実験による指標を用いて評価されている。濁りの耐性と評価できる指標種（アユ等）を設定する。サケ科魚類による実験による指標を参考に、他河川も含めて濁りとアユの生息状況の関係を調査する。 <p>【閾値設定の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 実験（濁水耐性調査）等によりアユ等の指標種への影響の生じない供給土砂量（濃度、継続時間）を把握する 各ステージの閾値と供給土砂量は、モニタリング・フォローアップ結果を踏まえて慎重に設定していく。 <p>→他河川も含めて、濁りとアユ等の指標種の生息状況の関係を調査して、残存が確認できれば影響なしとしたい。</p>

表 4-1(4) 環境改善効果の定量化とそのために必要な土砂量について（環境改善）

NO	これまでの検討で明らかになった技術的な課題	それを解決するための検討内容
6	<p style="text-align: center;">土砂供給によるクレンジング効果の定量化と目標設定（環境改善）</p> <p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> 土砂の流下によるクレンジング効果により、死滅した藻類等が付着した礫面の剥離更新、オオカナダモやカワシオグサの繁茂の抑制による環境改善効果が期待できる。 <p>【定量化手法に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 土砂流下と藻類の剥離の関係、水生植物の繁茂抑制効果を定量化する手法は一般化されていない。 矢作川で適用可能なクレンジング効果の定量評価手法を技術開発していく必要がある。 <p>【目標設定に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 剥離更新の目標、そのための通過土砂量の目標を定量的に設定する必要がある。 	<p>【定量化の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 文献調査、現地・室内実験で検証しながら、矢作川で適用可能な定量評価手法を開発する。 <p>【目標設定の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 付着藻類の剥離更新の適切なサイクルを採餌環境、水中植物の繁茂の観点から設定する。 付着藻類の剥離更新をさせるための通過土砂量（量、質、頻度）を設定する。 文献調査、水路実験、現地実験等を行い、評価手法を開発する。 <p>→評価手法や実施手法の開発・改善を段階的に行いつつ環境改善効果を向上させていくこととする。最初の段階では改善効果は見こむが、目標値は定めず、その後の各段階で検討状況を踏まえて目標を設定・見直しを行う。 (アユに関する部分は、矢作川の実情から技術開発を行いたい)</p>
7	<p style="text-align: center;">矢作ダム下流区間（発電ダム領域）の粗粒化解消による環境改善効果の定量化と目標設定（環境改善）</p> <p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダム下流区間（発電ダム領域）の河床材料は、矢作ダム上流区間と比較すると、砂分が少ない傾向が見られる。上流からの流入土砂の減少などにより、河床材料の砂分は減少したものと推察される。 これに伴い、生態系が改変された可能性がある。 土砂（特に砂分）を供給することで、粗粒化の解消による生態系の環境改善効果が期待できる。 <p>【定量化手法に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 砂がメインの河床材料である場合、河床変動解析により物理環境の変化は評価できる。 また、対象区間のモデル化、再現検証を行い精度向上を図っていく必要があるが、検証データが十分得られていない。 <p>【目標設定に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ダム下流区間の河床材料、砂の堆積量の目標を定量的に設定する必要がある。 ダム建設以前の河床の状況が把握されていないため、ダム建設の影響が無い矢作ダム上流河川を含めて詳細に調査をする必要がある。 	<p>【定量化の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 評価すべき地形を表現できるメッシュ解像度をもつ、モデルを構築する。 不足するデータ（測量、河床材料）を調査し、モデルの精度向上を図る。 段階的に現地実験・モニタリングを行い、検証データを蓄積しながら、河床変動解析モデルの精度向上を図る。 <p>【目標設定の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 現状の礫床河川の生態系（アユの生息環境）への影響、矢作ダムより上流の河床の状況を考慮しながら、河床への砂の堆積量（河床材料に占める砂の割合）を設定する。 実験等を行い、評価手法を開発する。 <p>→当面は、モニタリングとフォローアップを行いつつ、矢作ダム上流に位置する河川と同程度まで回復させるものと設定する。その後、検討状況に応じて目標を見直す。</p>
8	<p style="text-align: center;">明治用水頭首工（34.6k）～乙川合流点（21k）区間（河川領域）の二極化抑制・樹林化抑制効果の定量化と目標設定（環境改善）</p> <p>【背景】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダム建設に伴う流入土砂の減少や砂利採取などにより、みお筋の固定化や二極化が進行し、砂州の陸域化に伴う樹林化の進行が生じている。 土砂供給による比高の減少等により砂州の冠水頻度を上げることで樹林化の抑制効果を期待できる。 <p>【定量化手法に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 河床変動と植生の変化の相互作用を表現するシミュレーションが必要となる。 矢作川の植生動態を考慮したモデル化が必要となる。 <p>【目標設定に関する課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 河道の植被率の目標を定量的に設定する必要がある。 目標とする植被率とするための河道形状（比高、冠水頻度等）を定量的に設定する必要がある。 	<p>【定量化の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作川の植生消長機構（植生の遷移、冠水頻度、河道攪乱の関係）を分析し、定量化、モデル化手法を開発する必要がある。 植生消長機構を組み込んだ河床変動モデルを開発する。 段階的に現地調査、モニタリング・フォローアップを行い、植生消長機構を組み込んだ河床変動解析モデルの精度向上を図る。 河床変動モデル以外の定量化手法の可能性を検討する。 <p>【目標設定の方法・進め方】</p> <ul style="list-style-type: none"> 洪水流量、現在の河川の状況、過去の河川の状況等から目標とする植生の程度（植被率）を設定する 目標とする植被率とするための冠水頻度、攪乱頻度、河道形状をシミュレーションにより設定する 上記となるための土砂供給量を設定する。 <p>→評価手法や実施手法の開発・改善を段階的に行いつつ環境改善効果を向上させていくこととする。最初の段階では改善効果は見こむが、目標値は定めず、その後の各段階で検討状況を踏まえて目標を設定・見直しを行う。</p>

4.3 技術的課題の整理と検討方針

4.3.1 No.1：河道や横断工作物（発電ダム等）に堆積させにくい効率的な土砂供給方法

これまでの検討で明らかになった技術的な課題

それを解決するための検討内容

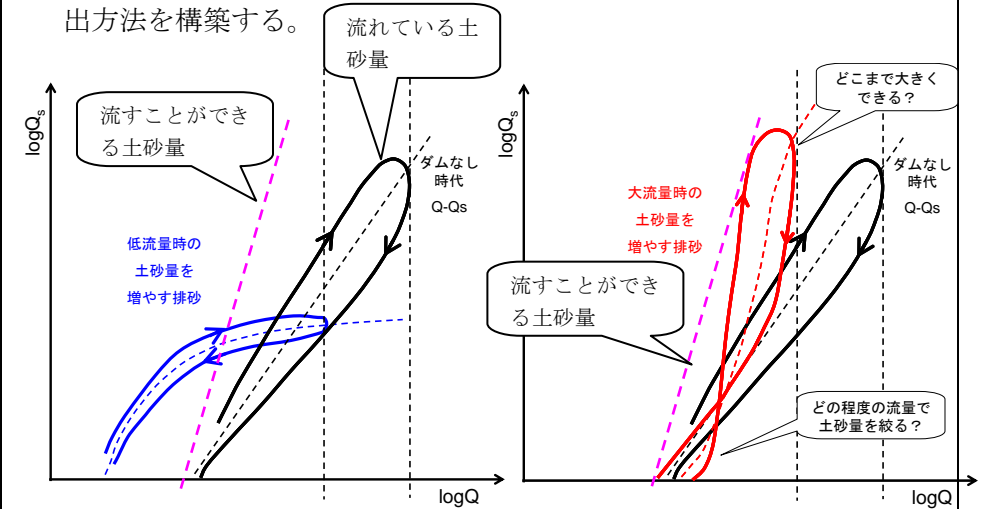
① 背景

- ・ 矢作ダムでは堆砂対策として、流入土砂を全量排出する必要がある。
- ・ 一方で、矢作ダムから河川に排砂（吸引併せて排砂量 26.1 万 m³/年で試算）すると、河床変動計算による試算では、ほぼ全量が発電ダムに捕捉される。
- ・ 河床変動計算による試算では、発電ダムの運用の工夫により一定の堆積軽減効果が得られるが、治水・利水安全度から許容できない量の土砂が依然として堆積する。
- ・ 河床変動計算による試算では、発電ダム領域での維持掘削量は 12.6 万 m³/年となり、土砂の連続性の確保は十分ではないものと考えられる。

② 技術的課題

流量（ダム放流量、支川流入量）に応じた排砂量の設定方法を技術開発していく必要がある。

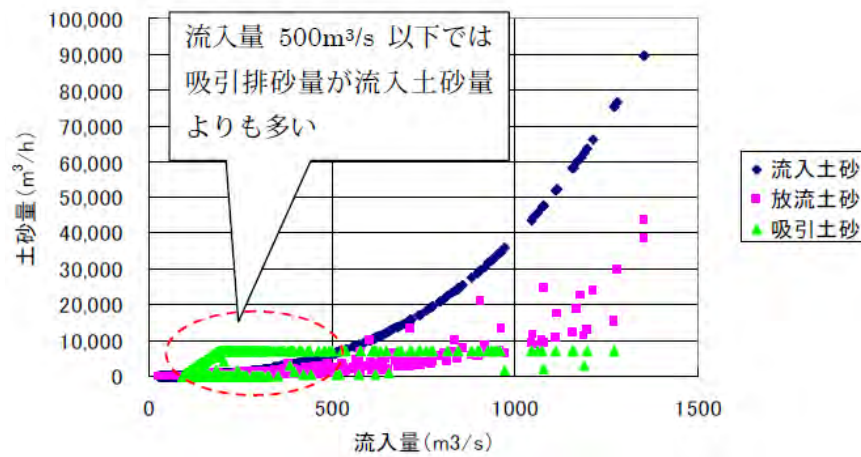
- ・ 排砂運用後の河道変化を把握し、適用可能な排砂条件の設定（年平均排砂量・Q-QS 関係の設定）を技術開発し、河道に堆積しにくい土砂排出方法を構築する。



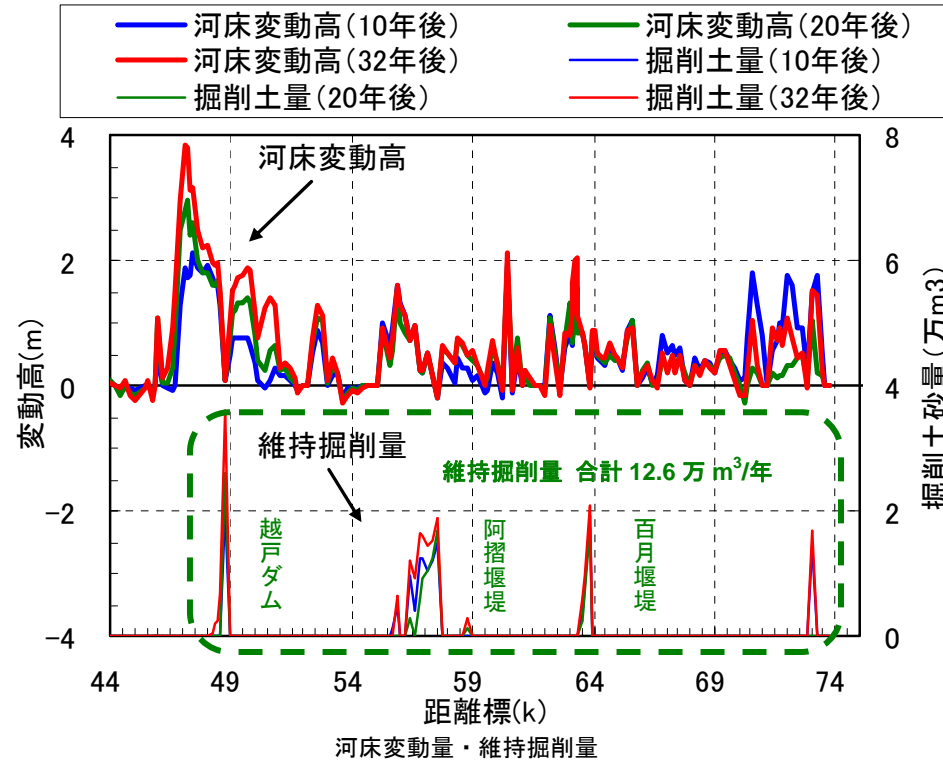
砂詰まりの問題が生じやすい排砂パターン

砂詰まりが生じにくく、かつダム無し時代と同程度の年平均土砂量を目指した排砂を行うパターン

(矢作ダム排砂条件 H23 有力シナリオ案)
貯水位 291m、流量 94.7m³/s 以上での吸引運用
(吸引量 100m³/s、2%濃度)



排砂時の
発電ダム領域の
状況



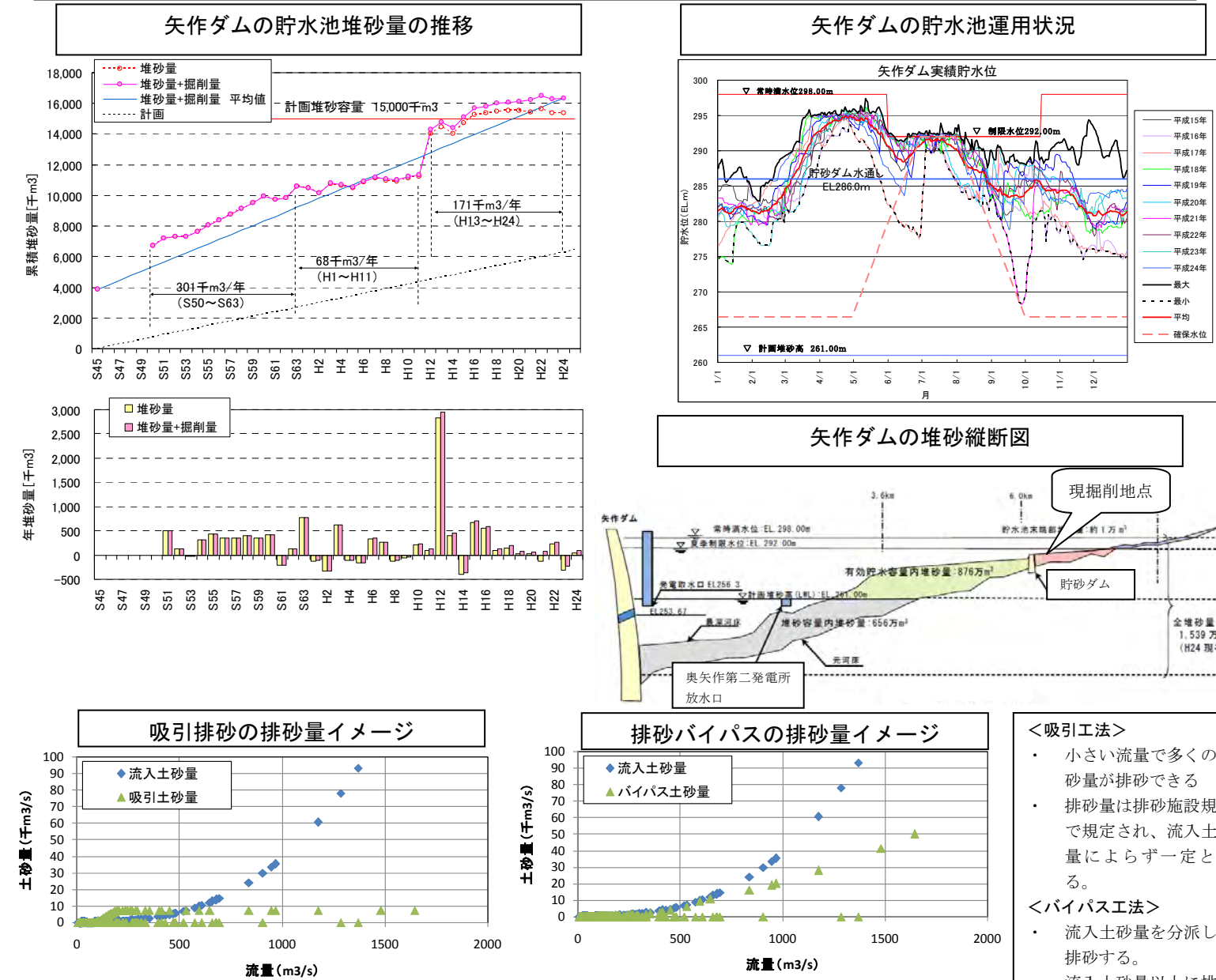
4.3.2 No.2 : 矢作ダムの適切な排砂施設の技術開発

これまでの検討で明らかになった技術的な課題

それを解決するための検討内容

① 背景

- ・ 矢作ダムは昭和50年～63年では、毎年、堆積がみられたが、その後は平成12年の恵南豪雨で著しく堆積があるとともに年間の堆積量にばらつきがある。
- ・ 貯水池運用は、常時満水位、制限水位に対して貯水位が低い場合が多く利水への活用が大きい。
- ・ このため、水量を用いた排砂には制約がある(貯水位が低い場合には洪水時に貯水位を回復する必要があるため)
- ・ 現在、堆積土砂は掘削により排砂しているが、掘削は貯砂ダムより上流である。



②現在の技術的な課題

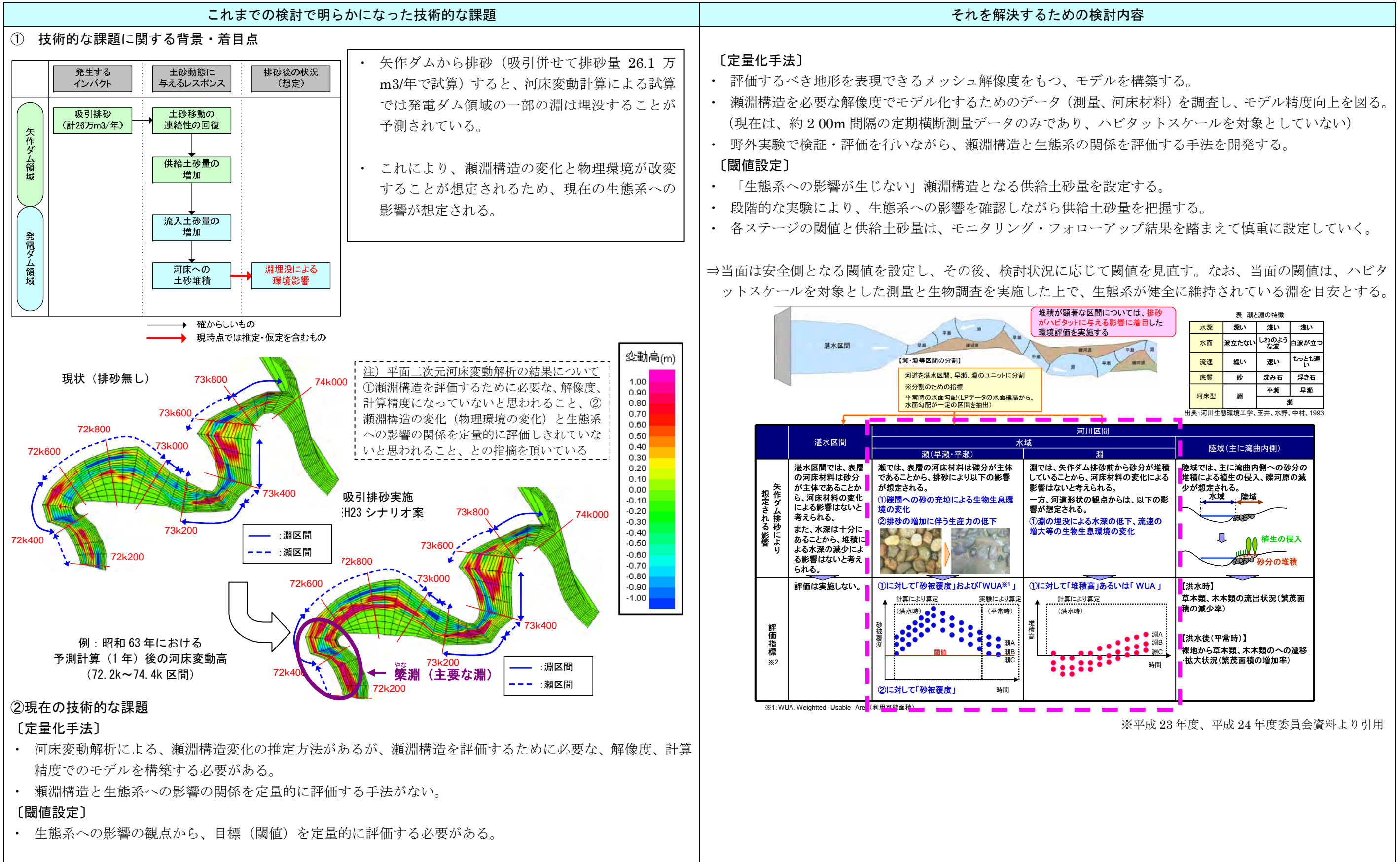
矢作ダム、矢作川にとって最適な排砂手法が選定されていない。

- ・ 全量排砂を目標とした、矢作ダムからの排砂方法の組合せを検討。具体的には、河川に流す土砂量(吸引工法、機械力を用いた排砂(ダム直下流の置土))、埋立処理可能な土砂量、下流域の置土量、砂利資源として活用量などの配分のあたりをつける。
- ・ なお、河川に流す土砂量、下流域の置土に用いる土砂量は、No.1の検討及び、No.3～No.8の結果を踏まえ設定。
- ・ 上記の河川に流す土砂量に対して流量等に応じた排砂コントロールが可能な排砂工法の開発。
 - 排砂方法は幅広く検討する。
 - 貯水池運用変更(弾力運用)などの可能性も想定する。
 - コストも重視する。

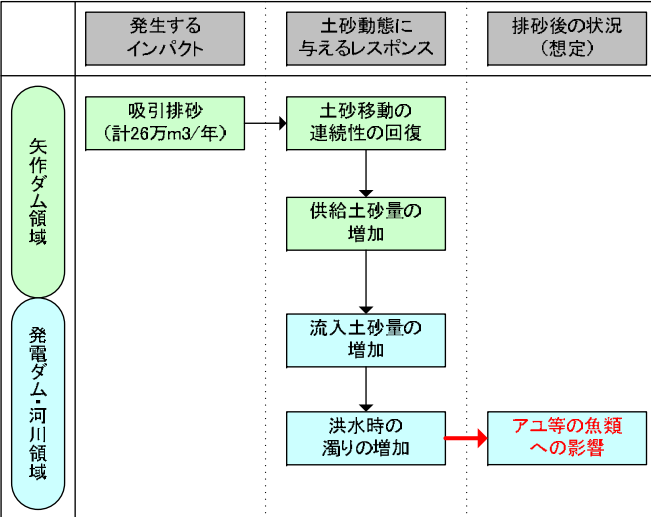
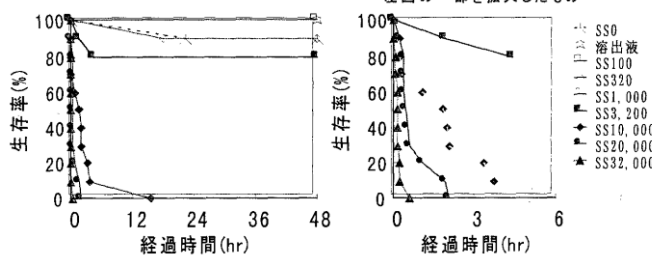
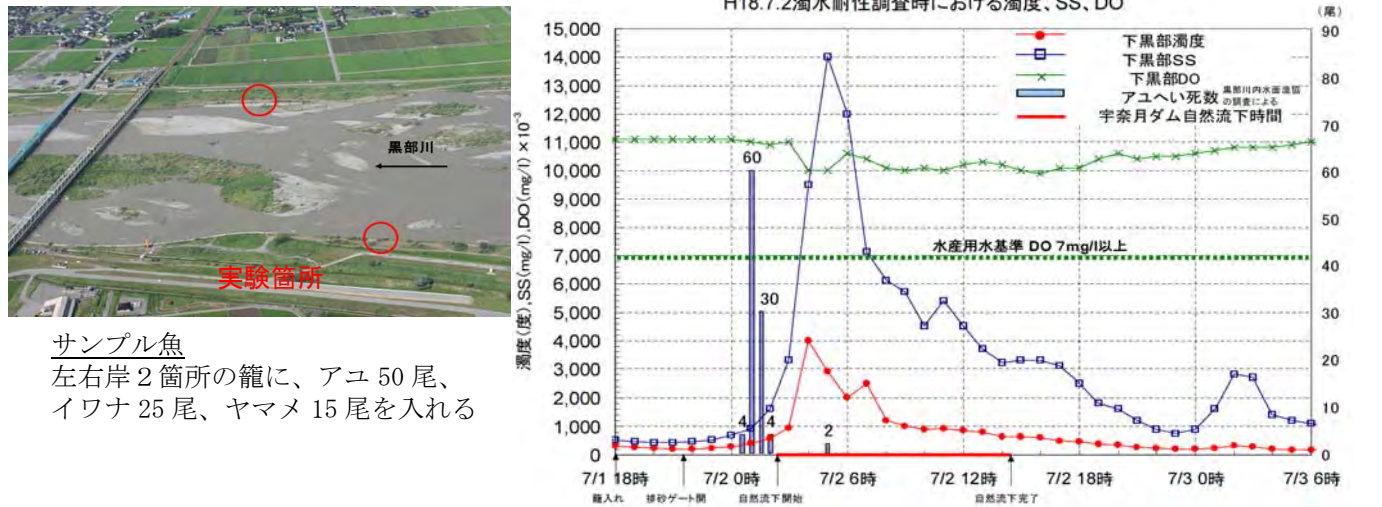
4.3.3 No.3 : 礫間砂分の充填や砂床化をはじめとした礫床環境の改変による生態系への影響評価の定量化と閾値設定（環境影響の回避・低減）

これまでの検討で明らかになった技術的な課題	それを解決するための検討内容																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
<p>① 排砂後の矢作川が抱える課題</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>発生するインパクト: 吸引排砂 (計26万m³/年)</p> <p>土砂動態に与えるレスポンス: 土砂移動の連続性の回復 → 供給土砂量の増加 → 流入土砂量の増加 → 河床への土砂堆積</p> <p>排砂後の状況(想定): 砂床化による環境影響</p> </div> <div style="width: 65%;"> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダムから排砂（吸引併せて排砂量 26.1 万 m³/年で試算）すると、河床変動計算による試算では、発電ダム領域の河床に 20cm 以上の砂分の堆積が生じることが予測されている。 これにより、石礫間への砂の充填、礫床から砂床への変化をはじめとした礫床環境の変化が生じる。 そのため、現在の礫床環境を基盤とする生態系への影響が想定される。 <p>⇒このため、砂分の堆積による礫床環境の変化やそれが生態系に与える影響を定量的に評価し、環境に影響を与えない量と質（閾値）の設定を定める必要がある。</p> </div> </div> <p>→ 確からしいもの → 現時点では推定・仮定を含むもの</p> <p>現状のまま（排砂無し）</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: small;"> <thead> <tr style="background-color: #f1f3f4;"> <th>距離標</th><th>65.4</th><th>65.6</th><th>65.8</th><th>66.0</th><th>66.2</th><th>66.4</th><th>66.6</th><th>66.8</th><th>67.0</th><th>67.2</th><th>67.4</th><th>67.6</th><th>67.8</th><th>68.0</th><th>68.2</th><th>68.4</th><th>68.6</th><th>68.8</th><th>69.0</th><th>69.2</th><th>69.4</th><th>69.6</th><th>69.8</th><th>70.0</th><th>70.2</th><th>70.4</th><th>70.6</th><th>70.8</th><th>71.0</th><th>71.2</th><th>71.4</th><th>71.6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>初期</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32年後</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; color: green;">概ね現状が維持される (良くも悪くもならない)</p>	距離標	65.4	65.6	65.8	66.0	66.2	66.4	66.6	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6	67.8	68.0	68.2	68.4	68.6	68.8	69.0	69.2	69.4	69.6	69.8	70.0	70.2	70.4	70.6	70.8	71.0	71.2	71.4	71.6	初期																																		2年後																																		4年後																																		6年後																																		8年後																																		10年後																																		12年後																																		14年後																																		16年後																																		18年後																																		20年後																																		22年後																																		24年後																																		26年後																																		28年後																																		30年後																																		32年後																																		<p>② 現在の技術的な課題</p> <p>〔定量化手法〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 石礫間への砂の充填、砂床化を定量化する手法や生態系へ与える影響を評価する手法は一般化されていない。 矢作川で適用可能な評価手法を技術開発していく必要がある。 <p>〔閾値設定〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ダム下流区間の河床材料、砂の堆積量の目標（閾値）を定量的に設定する必要がある。
距離標	65.4	65.6	65.8	66.0	66.2	66.4	66.6	66.8	67.0	67.2	67.4	67.6	67.8	68.0	68.2	68.4	68.6	68.8	69.0	69.2	69.4	69.6	69.8	70.0	70.2	70.4	70.6	70.8	71.0	71.2	71.4	71.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
初期																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
2年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
4年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
6年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
8年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
10年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
12年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
14年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
16年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
18年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
20年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
22年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
24年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
26年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
28年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
30年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
32年後																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<p>② 現在の技術的な課題</p> <p>〔定量化手法〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 石礫間への砂の充填、砂床化を定量化する手法や生態系へ与える影響を評価する手法は一般化されていない。 矢作川で適用可能な評価手法を技術開発していく必要がある。 <p>〔閾値設定〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ダム下流区間の河床材料、砂の堆積量の目標（閾値）を定量的に設定する必要がある。 	<p>〔定量化手法〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 上流・支川等の砂床区間をリファレンスサイトとした調査、水路実験、現地実験等を段階的に行いながら、石礫間への砂の充填、砂床化の推定法*を開発する。 石礫間への砂の充填、砂床化の生態系への影響（アユの生育環境、採餌環境）の評価方法を開発する。 <p>*「国総研資料第 521 号 土研資料第 4140 号 ダムと下流河川の物理環境との関係についての捉え方,平成 21 年 2 月」によると、礫の状態を定性的に予測する手法が示されているが、現時点では、許容可能な閾値を定量的に評価する一般的な手法は開発されていない。</p> <p>*これまでの委員会報告した、平面二次元河床変動解析や PHABSIM に基づく影響検討結果では、「解析の精度上の課題」や「現地での生態調査結果を用いた媒介変数のとりうる範囲の設定」等が解決されておらず、技術的課題の解決のレベルには至っていない。</p> <p>〔閾値設定〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 実験等によりアユの生育環境、採餌環境に影響を与える砂の充填率を設定する。 上記の充填率を超えない供給土砂量を設定する。 各ステージの閾値（上限値）と供給土砂量は、モニタリング・フォローアップ結果を踏まえて慎重に設定していく。 <p>（アユに関する部分は、矢作川の実情から技術開発を行いたい）</p> <p>⇒当面は安全側となる閾値を設定し、その後、検討状況に応じて閾値を見直す。なお、当面の閾値は、ハビタットスケールを対象とした測量と生物調査を実施した上で、生態系が健全に維持されている瀬の環境（矢作ダム上流河川を含めて幅広く調査を実施）を目安とする。</p> <div style="text-align: center;"> <p>礫の状態の定義（竹門ほか 1995 一部）</p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th>物理的分類</th> <th>生物学的分類</th> <th>礫の状態</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>はまり石</td> <td>はまり石</td> <td></td> </tr> <tr> <td>載り石</td> <td>載り石</td> <td></td> </tr> <tr> <td>浮き石 (小隙間)</td> <td>浮き石 (小隙間)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>浮き石 (大隙間)</td> <td>浮き石 (大隙間)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>浮き石</td> <td>浮き石</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>砂供給量の変化 → 藻類の付着の基質となる礫の面積など → アユの生育等への影響</p> </div>	物理的分類	生物学的分類	礫の状態	はまり石	はまり石		載り石	載り石		浮き石 (小隙間)	浮き石 (小隙間)		浮き石 (大隙間)	浮き石 (大隙間)		浮き石	浮き石																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
物理的分類	生物学的分類	礫の状態																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
はまり石	はまり石																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
載り石	載り石																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
浮き石 (小隙間)	浮き石 (小隙間)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
浮き石 (大隙間)	浮き石 (大隙間)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
浮き石	浮き石																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			

4.3.4 No.4 : 淵埋没による瀬淵構造の変化と物理環境の改変による生態系への影響評価の定量化と閾値設定（環境影響の回避・低減）



4.3.5 No.5 : 洪水時の濁りによるアユ等の魚類に与えるストレスの定量化と閾値設定（環境影響の回避・低減）

これまでの検討で明らかになった技術的な課題		それを解決するための検討内容																													
<p>① 排砂後の矢作川が抱える課題</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 矢作ダムから排砂（吸引併せて排砂量 26.1 万 m³/年で試算）すると、河床変動計算による試算では洪水時の濁り（シルト分の濃度）が上昇する。 これにより、アユをはじめとした魚類への生育等に支障を生じる可能性が想定される。 アユ等の指標種を設定し、それらの濁度耐性と影響について、ストレスインデックスおよび濁水耐性に関する研究を行い、影響を定量的に評価し影響を与えない量と質（閾値）の設定を定める必要がある。 <p>(高濃度の濁りがアユに与える影響について(村岡・角(1998)))</p>  <p>図-2 各濁質濃度と生存率・経過時間の関係</p>	<p>【定量化手法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 現時点ではアユに関するストレスインデックスの影響度レベルは把握しておらず、サケ科魚類による実験による指標を用いて評価されている。濁りの耐性と評価できる指標種（アユ等）を設定する。サケ科魚類による実験による指標を参考に、他河川も含めて濁りとアユの生息状況の関係を調査する*。 <p>※ 近年の研究について、短時間・長時間の濁りに対するアユのストレス応答に関しては安房田ほか（2010）、懸濁物質に着目したアユの生存率に関しては村岡ほか（2011）、流下する砂礫がアユの定着に及ぼす影響については坪井ほか（2012）の文献がある。</p> <p>【閾値設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 実験（濁水耐性調査）等によりアユ等の指標種への影響の生じない供給土砂量（影響が生じる粒径、濃度、継続時間）を把握する。 各ステージの閾値と供給土砂量は、モニタリング・フォローアップ結果を踏まえて慎重に設定していく。 																													
<p>②現在の技術的な課題</p> <p>【定量化手法】</p> <ul style="list-style-type: none"> アユ等の指標種を設定し、濁度耐性と影響について、ストレスインデックスおよび濁水耐性に関する研究を行い、評価を行う。 <p>【閾値設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 生態系への影響の程度を明確に評価し（濃度と継続時間）、排砂可能な土砂の上限を設定したい。 <p>（参考）</p> <ul style="list-style-type: none"> 現時点では、物理環境の予測結果（一次元河床変動計算結果）の細粒分フラックスの計算結果から、下表を参考にアユの影響度レベルを評価し算出している。ただし、サケ科魚類による実験による指標を用いている。 	<p>⇒他河川も含めて、濁りとアユ等の指標種の生息状況の関係を調査して、残存が確認できれば影響なしとした</p> <p>（参考：黒部川で実施された濁水耐性調査の例）※出典：第25回黒部川ダム排砂評価委員会</p>  <p>図-3 H18.7.2濁水耐性調査時における濁度、SS、DO</p>																														
<p>表 4-2 SI の影響度レベルと影響（サケ科魚類を対象）</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>影響度レベル</th> <th>影響</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>14</td><td>死亡率 80～100%</td></tr> <tr><td>13</td><td>死亡率 60～80%</td></tr> <tr><td>12</td><td>死亡率 40～60%</td></tr> <tr><td>11</td><td>死亡率 20～40%</td></tr> <tr><td>10</td><td>死亡率 0～20%</td></tr> <tr><td>9</td><td>成長率の減少 (Reduction in growth rates)</td></tr> <tr><td>8</td><td>物理的ストレスと微細構造の変化</td></tr> <tr><td>7</td><td>生息環境の悪化 (Moderate habitat degradation)</td></tr> <tr><td>6</td><td>生息環境の悪化(Poor condition of organism)</td></tr> <tr><td>5</td><td>繁殖阻害 (Impaired homing)</td></tr> <tr><td>4</td><td>摂食障害 (Reduction in feeding rate)</td></tr> <tr><td>3</td><td>隠れ場所からの逃避 (Avoidance response, abandonment of cover)</td></tr> <tr><td>2</td><td>忌避行動 (Alarm reaction, avoidance reaction)</td></tr> <tr><td>1</td><td>嘔吐の増加 (Increased coughing rate)</td></tr> </tbody> </table>	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)	<p>サンプル魚 左右岸 2箇所 の籠に、アユ 50尾、イワナ 25尾、ヤマメ 15尾を入れる</p>
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)																														
<p>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</p>																															

4.3.6 No.6 : 土砂供給によるクレンジング効果の定量化と目標設定 (環境改善)

これまでの検討で明らかになった技術的な課題	それを解決するための検討内容
<p>① 技術的な課題に関する背景・着目点</p> <div data-bbox="178 325 816 871"> <pre> graph TD A[発生したインパクト] --> B[土砂動態に与えるレスポンス] B --> C[現状] subgraph "矢作ダム領域" A1[矢作ダムの建設・運用] --> B1[土砂移動の連続性の遮断] end subgraph "発電ダム・河川領域" A2[土砂供給の減少] --> B2[流入土砂量の減少] end B1 --> B2 B2 --> C1[河床砂分の減少による粗粒化] C1 --> C2[生態系の改変] style C1 stroke:#f00 style C2 stroke:#f00 </pre> <p>→ 確からしいもの → 現時点では推定・仮定を含むもの</p> </div> <div data-bbox="831 283 1454 850"> <ul style="list-style-type: none"> 死滅した藻類等が礫の表面から剥離されないため、フレッシュな藻類が供給されていない可能性がある。 越戸ダム上流や明治用水頭首工上流の平戸橋～久澄橋区間等では、オオカナダモや、礫の表面へのカワシオグサの繁茂等が確認されている。 このため、アユをはじめとする在来魚種の生息環境へ影響を及ぼしている可能性がある。(村上ほか (1989)、内田 (2002) 等の研究成果を元に考察) 土砂の流下によるクレンジング効果により、死滅した藻類等が付着した礫面の剥離更新、オオカナダモやカワシオグサの繁茂の抑制による環境改善効果が期待できる。 </div> <div data-bbox="178 882 934 1491"> <p>図3-2-3 矢作川における大型糸状緑藻の発生状況</p> <p>種別: カワシオグサ (赤), カワヒビミドロ (緑), アオミドロ (白), トゲナシツルギ (青), サヤミドロ (黄), 発生確認なし (×)</p> </div> <div data-bbox="964 997 1365 1281"> <p>カワシオグサ</p> </div>	<p>それを解決するための検討内容</p> <p>〔定量化手法〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 掃流砂の増減に対する河床付着物への応答と効果は、次の直接的効果、間接効果が考えられる。 <ul style="list-style-type: none"> A. 出水時・平水時の双方において材料が基盤に直接衝突し、この結果河床付着物を剥離させる機会が増加するという直接的効果 B. 底質細粒化 (材料 t や小礫の河床への流入) により河床付着物を摂食する底生動物が増加し、河床付着物に影響する間接効果 これらのうち、直接的効果 (上記の A) を評価するための定量的手法を開発し、供給土砂量と河床付着物への応答を明らかにする。それを踏まえ、剥離更新 (クレンジング) に必要な土砂の量・質の目標を定める。 文献調査[*]、現地・室内実験で検証しながら、矢作川で適用可能な定量評価手法を開発する (藻類剥離に寄与する有効掃流砂量を定量的に評価する手法など) <p>※ 掃流砂の衝撃による藻類剥離モデルに関しては、サルテーション粒子の衝撃力でカワシオグサが剥離する過程を扱った北村ほか (2000) の実験結果およびモデルがある。</p> <p>※ 付着藻類の増殖・剥離過程に関する群落動態モデルを用いた数理解析として、田代・辻本ほか (2004) の研究がある。</p> <p>〔目標設定〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 付着藻類の剥離更新の適切なサイクルを採餌環境、水中植物の繁茂の観点から設定する。 付着藻類の剥離更新を生じるための通過土砂量 (量、質、頻度) を設定する。 文献調査、水路実験、現地実験等を行い、評価手法を開発する。 効果の高い粒径を見極めながら、小礫等を混ぜた試験を積極的にとり入れる。 <p>⇒検討に時間を要するため当面は努力目標として設定する (改善効果は見込むが目標値は定められない)。その後、検討状況に応じて目標を見直す。</p>
<p>②現在の技術的な課題</p> <p>〔定量化手法〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 土砂流下と藻類の剥離の関係、水生植物の繁茂抑制効果を定量化する手法は一般化されていない。 矢作川で適用可能なクレンジング効果の定量評価手法を技術開発していく必要がある。 <p>〔目標設定〕</p> <ul style="list-style-type: none"> 剥離更新の目標、そのための通過土砂量の目標を定量的に設定する必要がある。 	

4.3.7 No.7 : 矢作ダム下流区間（発電ダム領域）の粗粒化解消による環境改善効果の定量化と目標設定（環境改善）

これまでの検討で明らかになった技術的な課題	それを解決するための検討内容																						
<p>① 技術的な課題に関する背景・着目点</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 25%;"> <p>発生したインパクト</p> <p>矢作ダムの建設・運用</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>土砂動態に与えるレスポンス</p> <p>土砂移動の連続性の遮断</p> <p>供給土砂量の減少</p> <p>流入土砂量の減少</p> </div> <div style="width: 25%;"> <p>現状</p> <p>河床砂分の減少による粗粒化</p> <p>生態系の改変</p> </div> </div> <p style="font-size: small;">→ 確からしいもの → 現時点では推定・仮定を含むもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 矢作ダム下流区間（発電ダム領域）の河床材料は、矢作ダム上流区間と比較すると、砂分が少ない傾向が見られる。上流からの流入土砂の減少などにより、河床材料の砂分は減少したものと推察される。 ・ これに伴い、生態系が改変された可能性がある。 ・ 土砂（特に砂分）を供給することで、粗粒化の解消による生態系の環境改善効果が期待できる。 	<p>【定量化手法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 評価すべき地形を表現できるメッシュ解像度をもつ、モデルを構築する。 ・ 不足するデータ（測量、河床材料）を調査し、モデルの精度向上を図る。 ・ 段階的に現地実験・モニタリングを行い、検証データを蓄積しながら、河床変動解析モデルの精度向上を図る。 <p>【目標設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 現状の礫床河川の生態系（アユの生息環境）への影響、矢作ダムより上流の河床の状況を考慮しながら、河床への砂の堆積量（河床材料に占める砂の割合）を設定する。 ・ 砂分の存在する河道区間をリファレンスサイトとした調査、現地実験等を行い、モニタリング・フォローアップを行いながら評価手法を開発する。 <p>⇒当面は、モニタリングとフォローアップを行いつつ、矢作ダム上流に位置する河川と同程度まで回復させるものと設定する。その後、検討状況に応じて目標を見直す。</p>																						
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> </div> <p style="text-align: center;">図 航空写真からみた矢作ダム建設前後の変遷</p> <p style="font-size: x-small;">※発電ダム区間（県管理区間）では、矢作ダム建設前の河床材料調査結果は無いものと思われる（愛知県ヒアリング結果より）</p>	<table border="1" style="width: 100%; font-size: x-small; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>【名称】</th> <th>シルト</th> <th>極細砂</th> <th>細砂</th> <th>中砂</th> <th>粗砂</th> <th>極粗砂</th> <th>細礫</th> <th>中礫</th> <th>大礫</th> <th>巨礫</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>【粒径】</td> <td>0.062</td> <td>0.125</td> <td>0.25</td> <td>0.5</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>64</td> <td>256</td> <td>(mm)</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">※粒径区分は河川砂防技術基準調査編（平成24年6月版）に準拠</p> <p style="text-align: center;">図 現在の矢作川の河床材料構成（縦断）</p>	【名称】	シルト	極細砂	細砂	中砂	粗砂	極粗砂	細礫	中礫	大礫	巨礫	【粒径】	0.062	0.125	0.25	0.5	1	2	4	64	256	(mm)
【名称】	シルト	極細砂	細砂	中砂	粗砂	極粗砂	細礫	中礫	大礫	巨礫													
【粒径】	0.062	0.125	0.25	0.5	1	2	4	64	256	(mm)													
<p>②現在の技術的な課題</p> <p>【定量化手法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 砂がメインの河床材料である場合、河床変動解析により物理環境の変化は評価できる。 ・ また、対象区間のモデル化、再現検証を行い精度向上を図っていく必要があるが、検証データが十分得られていない。 <p>【目標設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ダム下流区間の河床材料、砂の堆積量の目標を定量的に設定する必要がある。 ・ ダム建設以前の河床の状況が把握されていないため、ダム建設の影響が無い矢作ダム上流河川を含めて詳細に調査をする必要がある。 																							

4.3.8 No.8 : 明治用水頭首工 (34.6k) ~ 乙川合流点 (21k) 区間 (河川領域) の二極化抑制・樹林化抑制効果の定量化と目標設定 (環境改善)

これまでの検討で明らかになった技術的な課題		それを解決するための検討内容																	
<p>① 技術的な課題に関する背景・着目点</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>発生したインパクト</th> <th>土砂動態に与えるレスポンス</th> <th>現状</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">矢作ダム領域</td> <td>矢作ダムの建設・運用</td> <td>土砂移動の連続性の遮断</td> <td rowspan="3"> <ul style="list-style-type: none"> 矢作ダム建設に伴う流入土砂の減少や砂利採取などにより最深河床高が低下し、みお筋の固定化や二極化の進行、砂州の陸域化に伴う樹林化の進行が生じている。 土砂供給による比高の減少等により砂州の冠水頻度を上げることで樹林化の抑制効果を期待できる。 </td> </tr> <tr> <td>発電ダムの建設・運用</td> <td>供給土砂量の減少</td> </tr> <tr> <td>河川領域</td> <td>砂利採取</td> <td>流入土砂量の減少</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>最深河床高の低下</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> みお筋の固定化 二極化の進行 砂州の陸域化 樹林化の進行 </td> </tr> </tbody> </table> <p> → 確からしいもの → 現時点では推定・仮定を含むもの </p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>昭和40年代 (S39年撮影)</p> <p>複列砂州が形成されている。</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>平成初期 (H4年撮影)</p> <p>滞筋が固定され、植生が拡大。</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>現在</p> <p>陸域化が進行し、樹林が拡大。</p> </div> </div>			発生したインパクト	土砂動態に与えるレスポンス	現状	矢作ダム領域	矢作ダムの建設・運用	土砂移動の連続性の遮断	<ul style="list-style-type: none"> 矢作ダム建設に伴う流入土砂の減少や砂利採取などにより最深河床高が低下し、みお筋の固定化や二極化の進行、砂州の陸域化に伴う樹林化の進行が生じている。 土砂供給による比高の減少等により砂州の冠水頻度を上げることで樹林化の抑制効果を期待できる。 	発電ダムの建設・運用	供給土砂量の減少	河川領域	砂利採取	流入土砂量の減少			最深河床高の低下	<ul style="list-style-type: none"> みお筋の固定化 二極化の進行 砂州の陸域化 樹林化の進行 	<p>【定量化手法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 矢作川の植生消長機構 (植生の遷移、冠水頻度、河道攪乱の関係) を分析し、定量化、モデル化手法を開発する。 植生消長機構を組み込んだ河床変動モデルを開発する。 段階的に現地調査、モニタリング・フォローアップを行い、植生消長機構を組み込んだ河床変動解析モデルの精度向上を図る。 河床変動モデル以外の定量化手法の可能性を検討する。 <p>【目標設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 洪水流量、現在の河川の状況、過去の河川の状況等から目標とする植生の程度 (植被率) を設定する。 目標とする植被率とするための冠水頻度、攪乱頻度、河道形状をシミュレーションにより設定する。 上記となるための土砂供給量を設定する。 <p>⇒検討に時間を要するため当面は努力目標として設定する (改善効果は見込むが目標値は定められない)。その後、検討状況に応じて目標を見直す。</p> <p>(参考: 冠水による抑制対策のイメージ (自然再生計画との連携))</p> <div style="text-align: center;"> <p>現状</p> <p>二極化の進行 (最深河床の低下)</p> <p>樹林化の進行</p> <p>↓</p> <p>将来 (目指すべき姿)</p> <p>樹木伐開、表土をはぎ取り (砂州を再生: 自然再生計画)、土砂の移動性を確保</p> <p>適切な土砂供給</p> <p>(豊水流量相当で) 砂州が冠水する程度まで土砂を堆積</p> </div> <p>図 二極化抑制・樹林化抑制のイメージ</p>
	発生したインパクト	土砂動態に与えるレスポンス	現状																
矢作ダム領域	矢作ダムの建設・運用	土砂移動の連続性の遮断	<ul style="list-style-type: none"> 矢作ダム建設に伴う流入土砂の減少や砂利採取などにより最深河床高が低下し、みお筋の固定化や二極化の進行、砂州の陸域化に伴う樹林化の進行が生じている。 土砂供給による比高の減少等により砂州の冠水頻度を上げることで樹林化の抑制効果を期待できる。 																
	発電ダムの建設・運用	供給土砂量の減少																	
河川領域	砂利採取	流入土砂量の減少																	
		最深河床高の低下	<ul style="list-style-type: none"> みお筋の固定化 二極化の進行 砂州の陸域化 樹林化の進行 																
<p>② 現在の技術的な課題</p> <p>【定量化手法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 河床変動と植生の変化の相互作用を表現するシミュレーションが必要となる。 矢作川の植生動態を考慮したモデル化が必要となる。 <p>【目標設定】</p> <ul style="list-style-type: none"> 河道の植被率の目標を定量的に設定する必要がある。 目標とする植被率とするための河道形状 (比高、冠水頻度等) を定量的に設定する必要がある。 																			

5. 矢作川水系総合土砂管理の実現に向けた進め方

5.1 委員会での審議事項

矢作川水系総合土砂管理の最終的な「土砂収支と実施方策」については、現時点では不確実な事項等が多くあり、利害関係者の合意が必要となる「矢作川総合土砂管理計画」として取りまとめるには、更なる調査・検討、実証実験や技術開発が必要であり、長期間を要すると思われる。

このため、本委員会では、「矢作川総合土砂管理の目指すべき方向」と「その実現に向けた検討を進めるための技術的手法」を取りまとめた。

<委員会の審議事項>

- 矢作川総合土砂管理の目指すべき方向
基本的な方針
- 課題に対する対応策の検討の進め方
- 土砂管理を実施するための工程・ロードマップ
- 上記を取りまとめた報告書（提言書）

<委員会の実施予定>

上記の審議事項について、2回程度審議頂き、来年度中には委員会での結論を得たい。

なお、委員会報告（提言書）に基づき実施する検討をフォローするための委員会や部会のスキームについては、別途検討したいと考えている。

5.2 総合土砂管理の進め方（案）

矢作川水系総合土砂管理は、以下の3点を基本事項として進めていくことを考えている。

これらを念頭にしつつロードマップを作成し、それに従って着実に進めていく。

- ① 土砂動態の把握、土砂による環境への影響、効果の定量評価は非常に難しい問題であり、試験、実験、または土砂管理を行いながら不明点を明らかにし、段階的※に土砂管理を進めていく
- ② 各段階で明らかになったことを踏まえ、検討の進め方、試験、実験内容等をブラッシュアップしていく
- ③ 土砂管理として実施する内容が決まった時点で、利害関係者との協議、合意形成を行い、土砂管理計画を策定する

※段階的：土砂供給量や土砂供給方法を、将来的に実施したい内容に段階的に近づけていくことを意味する。

5.3 総合土砂管理の工程・ロードマップ（案）

上記を踏まえ、現時点から土砂管理計画策定、実施に向けた流れは図 5-1,5-2 のとおり考える。

- ・ 第1ステージ：現状の段階。ダム機能の持続可能性を確保するため、ダムへの流入土砂（ダム通過分を除く）を全量系外へ搬出。
当面確保している土捨場（約 50 万 m³）への搬出や砂利資源としても活用による系外搬出を行う。
第2ステージへの移行を見据えて、ダム下流への置土実験を実施する。
- ・ 第2-1ステージ：技術開発・検討を行い、系外搬出への依存度を低下させる方策を実行。
流量に合わせて排砂量をコントロールできる給砂施設（例えばベルトコンベアなどによる給砂）を用いた土砂投入を行い、土砂供給の影響の閾値、効果発現の努力目標の設定や確実に土砂を流下させる土砂供給方法の検討を行うとともに、その効果についても把握する。あわせて、矢作ダムからの排砂施設の技術開発を行う。
この段階で、課題、不明点を解決し、最終施設の計画、設計、着工を実施するため、土砂管理計画の策定し、施設設計を行う。
- ・ 第2-2ステージ：施設施工を実施する。この時点でも給砂施設を用いた土砂投入は継続する。
- ・ 第3ステージ：流水力の活用の割合を極力上げ、環境負荷やエネルギー消費の観点で、さらに持続可能性の高い手段への依存度を高める。
本格運用施設を用いた試験運用を行い、最終的な土砂管理方策を決定する（排砂量、運用方法）。このため、第3ステージの最終時点では、最終的な土砂管理計画を策定する。
- ・ ファイナルステージ：最終的な土砂管理計画の運用を実施する。

＜矢作川総合土砂管理における段階的な矢作ダムからの土砂排出のイメージ＞

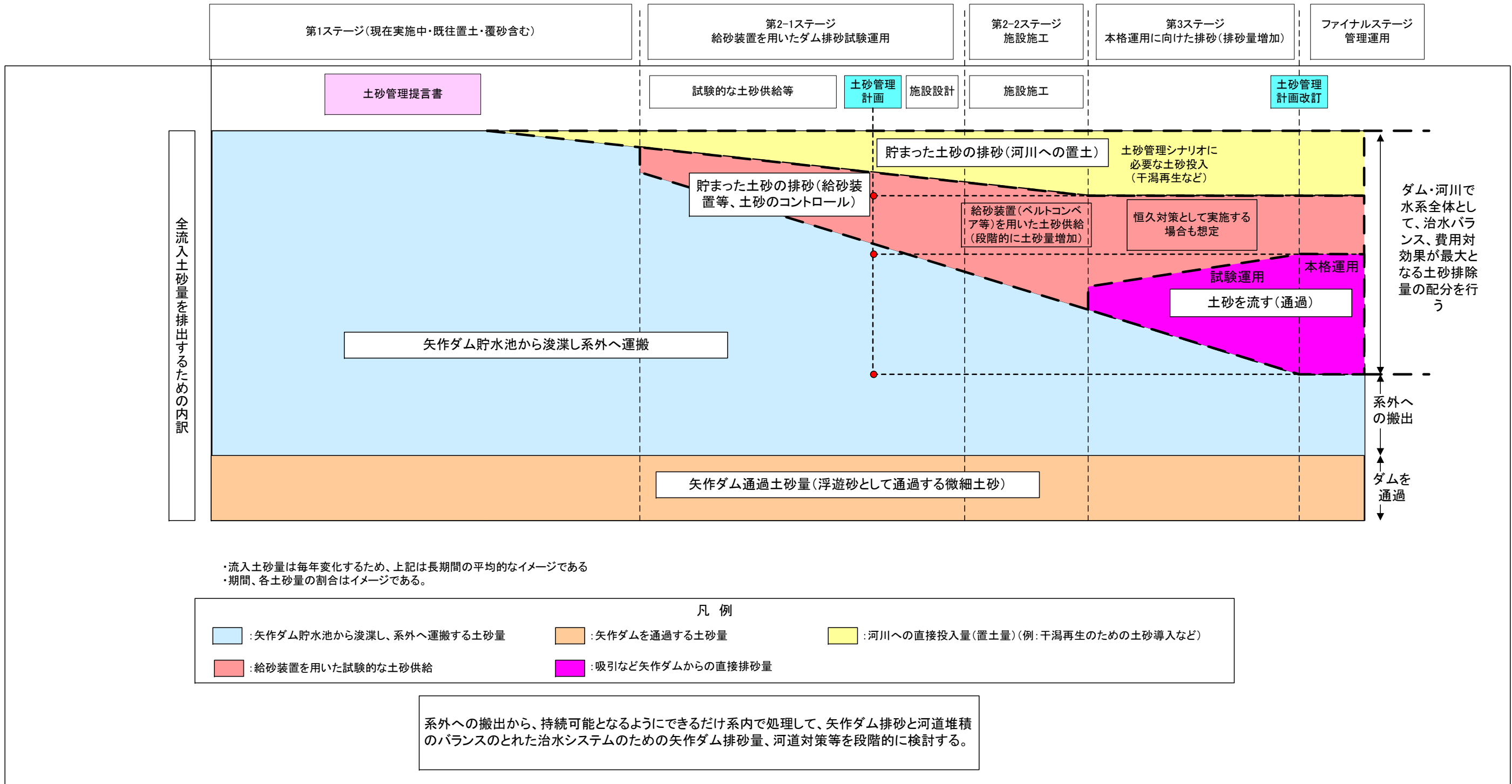


図 5-1 総合土砂管理実施における矢作ダムからの排出土砂量の内訳イメージ

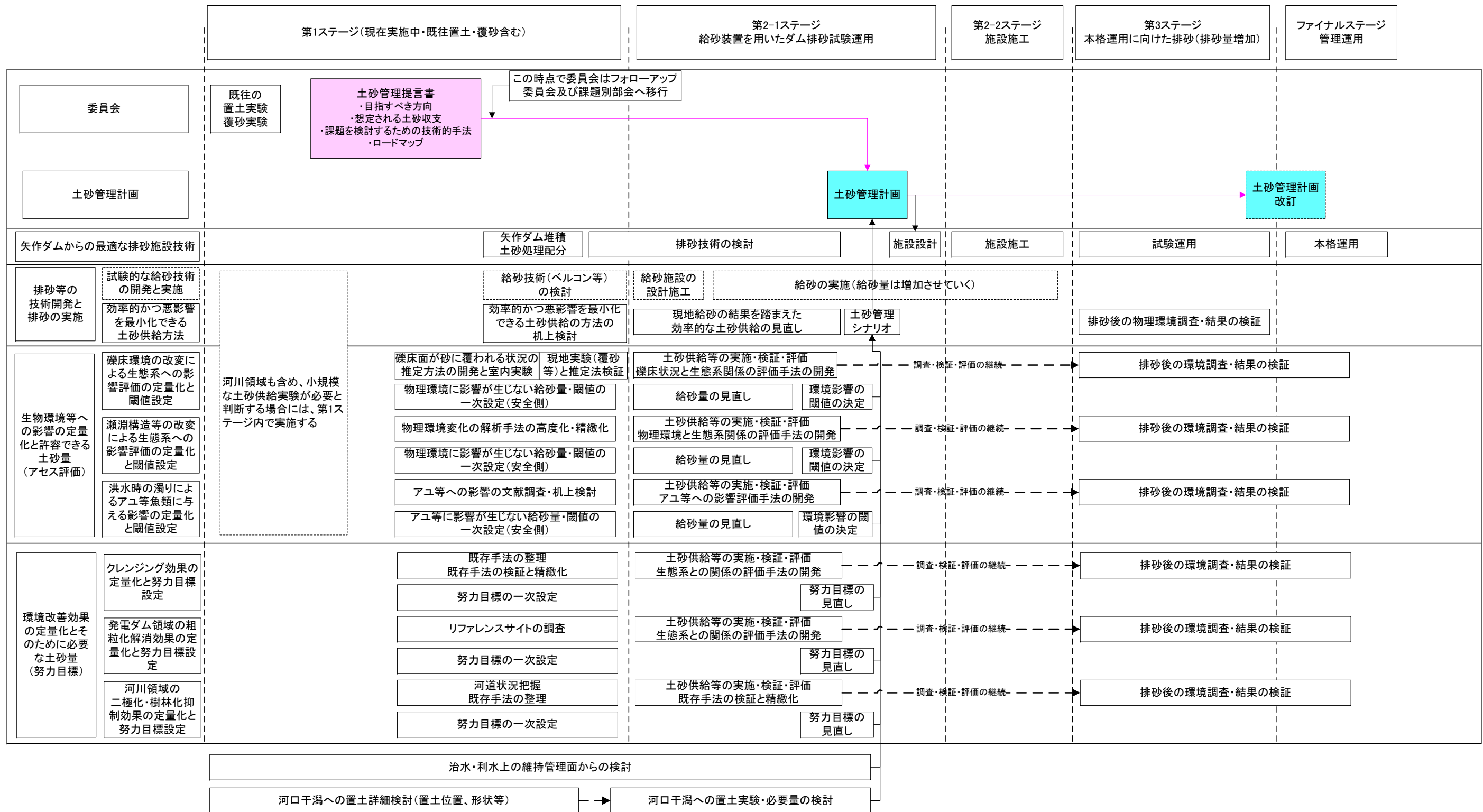


図 5-2 総合土砂管理全体の進め方(案)