

令和5年度
第1回 矢作川水系総合土砂管理検討委員会
資 料

令和5年9月14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.	これまでの検討経緯	2
2.	矢作ダム流入土砂量の見直し	11
3.	矢作川水系総合土砂管理の進め方(案)	34
4.	技術的課題の解決に向けた取り組み	41

1. これまでの検討経緯

検討経緯の概要(1/2)

矢作ダム堰堤改良技術委員会

- 平成17年度 「緊急対策検討」
- 平成18年度 「長期対策検討」及び「対策に伴う影響検討」
- 平成19年度 「排砂基本計画(案)」及び「対策に伴う影響検討」
- 平成20年度 「堆砂対策・施設検討」、「土砂管理シナリオ検討」
- 平成21年度 及び「対策に伴う影響検討」

総合土砂管理の視点
の必要性

総合土砂管理の視点での検討

矢作川水系総合土砂管理検討委員会

次ページに続く

矢作川水系
総合土砂管理
検討委員会における
審議事項

委員会審議
により導かれ
る成果

委員会の指摘
事項(次年度に
おける主要な
審議事項)

平成22、23年度	平成24年度	平成25、26年度	平成27、28、29年度	平成30年度
土砂管理シナリオの検討 ●土砂管理目標の一次設定 ●土砂管理目標を踏まえたシナリオ検討 ⇒最適シナリオ(案)の抽出 置土・覆砂実験 環境影響評価手法の検討 環境影響調査 モニタリング計画(案)検討	土砂管理プラン及び土砂管理計画策定について ●土砂管理プランと土砂管理計画の定義・記載事項 ●プラン及び土砂管理計画の進め方 前年度委員会意見の整理 ⇒排砂に伴う下流河川への影響についての丁寧な説明が必要 排砂による下流河川(山地河川・発電ダム領域)の物理環境変化	矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けた検討 ●平成25年度 第1回委員会 ・土砂管理計画策定に向けた提言書骨子(案) ●第2回委員会 ・土砂管理実施に向けた技術的課題の確認 ●平成26年度 第1回委員会 ・「矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて」(素案) ●第2回委員会 ・「矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて」(案) ・今後の総合土砂管理計画検討の進め方の枠組み	「矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて」の課題検討 ●平成28年度 第1回委員会 ・課題解決に向けた検討状況 ・堆砂対策(方針と1次選定)の検討状況 ・河道・環境WG報告(給砂実験に関する報告) ・総合討議(今後の進め方) ●平成29年度 第1回委員会 ・矢作ダム堆砂対策施設の選定 ・技術的課題の検討状況について(環境評価方法、モデル開発、給砂実験等)の報告 ・シナリオ検討方針	「矢作川水系総合土砂管理計画(第1版)」策定に向けた土砂管理シナリオの検討 ●平成30年度 第1回委員会 ・「矢作川水系総合土砂管理計画」のとりまとめ方針 ・矢作ダム堆砂対策検討状況 ・土砂管理シナリオの検討 ・技術的課題の解決に向けた取り組み方針(今後の置土実験について) ・「矢作川水系総合土砂管理計画(素案)」の骨子
矢作川水系総合土砂管理プラン(案)	土砂管理プランと土砂管理計画についての委員会意見の整理	これまでの委員会審議を踏まえた今後の方針と今後の進め方をとりまとめ	「向けて」の課題検討方針 給砂実験計画⇒給砂実験実施	総合土砂管理計画のとりまとめ方針と土砂管理シナリオの確認

これまでの様々な検討結果を取捨選択し、土砂管理計画プランとして取りまとめる。

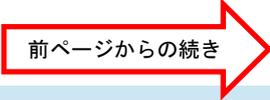
土砂管理プランと土砂管理計画の位置づけを明確にして、成果イメージの統一を図る必要がある。

【H26年度の委員会成果】
「矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて」(平成27年5月)を作成。

課題解決に向けた検討を進めること。

総合土砂管理計画(第1版)とりまとめに向けて検討を進める。

矢作川水系総合土砂管理検討委員会



矢作川水系総合土砂管理検討委員会における審議事項

委員会審議により導かれる成果

委員会の指摘事項(次年度における主要な審議事項)

平成30年度	令和3年度			
<p>「矢作川水系総合土砂管理計画(第1版)」策定に向けた土砂管理シナリオの検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ●平成30年度 第1回委員会 ・「矢作川水系総合土砂管理計画」のとりまとめ方針 ・矢作ダム堆砂対策検討状況 ・土砂管理シナリオの検討 ・技術的課題の解決に向けた取り組み方針(今後の置土実験について) ・「矢作川水系総合土砂管理計画(素案)」の骨子 	<p>これまでの検討状況の報告、矢作ダムの堆砂傾向変化の整理</p> <ul style="list-style-type: none"> ●令和3年度 第1回委員会 ・これまでの検討経緯 ・土砂供給実験の実施状況 ・関係機関との協議状況 ・土砂管理シナリオ(案)について ・課題解決に向けた取り組み(案) 			
<p>総合土砂管理計画のとりまとめ方針と土砂管理シナリオの確認</p>	<p>矢作ダム流入土砂量は、これまでの想定では大きい近年傾向での見直しが必要</p>			

総合土砂管理計画(第1版)とりまとめに向けて検討を進める。

近年の堆砂傾向を踏まえた矢作ダム流入土砂量について再検討し、土砂管理対策の見直しを行う

「矢作川水系総合土砂管理計画」のとりまとめ基本方針

■流砂系の領域区分

◆ 矢作川流砂系では上流山地領域、矢作ダム領域、山地河川・発電ダム領域、河川領域及び河口・海岸領域に分割。

「矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて」(H27.5)
(以下、「向けて」という)の記載内容



領域区分	範囲
上流山地領域	矢作ダム上流域
矢作ダム領域	矢作ダム～矢作第二ダム
山地河川・発電ダム領域	矢作第二ダム～越戸ダム
河川領域	越戸ダム～米津橋下流地点 (9k)
河口・海岸領域	米津橋下流地点 (9k) ～河口部、三河湾の一部

領域区分	区間	範囲
河川領域	37.4k～45.9k	明治用水頭首工順流区間～越戸ダム区間
	34.6k～37.4k	明治用水頭首工湛水区間
	29.0k～34.6k	天神橋～明治用水頭首工区間
	21.2k～29.0k	乙川合流点～天神橋区間
	9.0k～21.2k	米津橋下流～乙川合流点区間

※河川領域はさらに5分割に細分化

■ 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 良好な河川環境を目指す。
- ⑤ 長い歴史の中で成立してきた矢作川と人々の営みとの関わりあいにも配慮する。
- ⑥ 総合土砂管理に係る全体コストの最小化を図るとともに、流砂系全体の便益の最大化を目指す。

■ 基本方針を踏まえた総合土砂管理計画の設定の考え方

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に対応)
2. 治水システムとして矢作ダムと矢作川の安全度確保の確実性・コストのバランス、管理の容易性の向上を重要視する。(基本方針②に対応)
3. 発電を含む利水機能が低下しないようにする。(基本方針③に対応)
4. 河川への土砂供給により、現状の河川環境を著しく悪化させないことを前提とした上で、かつての矢作川で見られたような河川環境や、現在の河川環境も参考にしながら、今後の矢作川にとって良好な河川環境を増やしていくことを目指す。(基本方針④に対応)
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に対応)
6. 流砂系全体の便益には、治水安全度の確保、河川環境の改善、資源としての土砂の有効活用等を含む。(基本方針⑥に対応)
7. 全体コストには土砂供給の実施による影響を解消するためのコストを含む。また、土砂管理の持続性から、活用の需要が高い下流に土砂を流下させた方が土砂の有効活用の利便性が高まることによるコスト縮減を考慮する。(基本方針⑥に対応)
8. 上記2～7については、矢作ダムからの年間排砂量のみではなく、洪水時の排砂量(流量Qと供給量Qsの関係)、発電ダム等の改良や運用変更による土砂通過量、河道における土砂流送量についても考慮して、総合的に検討を行う。
9. ダムからの排砂技術だけではなく、発電ダム等の改良や運用変更、下流の河道内の再掘削、再置土等を適宜組み合わせる柔軟に対応する。
10. 以上を踏まえ、適切な時期に総合土砂管理計画・矢作ダム排出土砂の目指すべき処理配分を設定する。

■総合土砂管理の進め方

総合土砂管理を進めるための留意事項

矢作川水系総合土砂管理は、以下の4点を留意事項として進めていくものとする。

①	矢作ダムの堆砂量は計画堆砂量を上回っており、堆砂対策は喫緊の課題であることから、矢作ダム領域、山地河川・発電ダム領域及び河川領域を先導的に検討するものとし、最終的には上流山地領域から河口・海岸領域までを含めた総合的な土砂管理計画とする
②	土砂動態の把握、土砂流下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
③	各段階で明らかになったことを踏まえ、検討の進め方や土砂管理をブラッシュアップしていく
④	利害関係者との情報交換を行いながら、総合土砂管理として実施する内容を決め、土砂管理計画を策定する

※段階的：矢作ダム排出土砂の目指すべき処理配分等の最終的な土砂管理を最初から実施するのではなく、段階的に土砂供給量を増加させていき、それに伴いp.38に記載したような運用を逐次導入していくことを意味する。

総合土砂管理計画策定に向けた技術的課題の抽出

総合土砂管理を進めるために決めなければならないことは、大きく以下の7項目と考えられる。

＜総合土砂管理を進めるために決めなければならないこと＞		
【管理上の課題】	①	治水機能を確保するための対策量
	②	利水機能を確保するための対策量
【技術的課題】	③	矢作ダムの容量確保と河道の土砂堆積のバランスのとれた矢作ダムからの排砂量
	④	効率的かつ負の影響を最小化する矢作ダム排砂方法
	⑤	環境に許容できない影響を生じさせない土砂量・質
	⑥	環境改善効果が期待できる土砂量・質
	⑦	土砂供給により生じる可能性のある様々な現象を見落とさずに把握し、適切なタイミングで迅速に対応するための仕組み

「矢作川水系総合土砂管理計画」のとりまとめ基本方針

◆ 総合土砂管理計画の策定に向けての技術的課題を解決するための検討項目は以下の10項目。

「向けて」の記載内容

- 【1】: 河道に堆積させにくい効率的な土砂供給方法
- 【2】: 矢作川において最適な土砂供給を経済的に実現可能な矢作ダム排砂施設の技術開発
- 【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しきい値設定
- 【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しきい値設定
- 【5】: 洪水時の濁りによる影響の定量化としきい値設定
- 【6】: ダムからの排砂に伴う水質影響(溶存酸素濃度、硫化物・重金属等)の定量化としきい値設定
- 【7】: 土砂供給によるクレンジング効果(石に付着した藻類やシルト等の剥離効果)の定量化と目標設定
- 【8】: 矢作ダム下流区間(山地河川・発電ダム領域)の礫間砂回復による環境改善効果の定量化と目標設定
- 【9】: 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
- 【10】: 土砂供給により生じる可能性がある様々な現象を見落とさずに把握し、適切なタイミングで迅速に対応するための仕組みづくり

「矢作川水系総合土砂管理計画」のとりまとめ基本方針

■流砂系で目指すべき姿

「向けて」の記載内容

◆ 矢作川水系(総合土砂管理の基本方針を踏まえ、流砂系の各領域における、「目指すべき姿」を設定。

領域		矢作川水系における目指すべき姿
全体		<ul style="list-style-type: none"> ・流砂系一貫した土砂の連続性を可能な限り確保しつつ、全体コストの最小化、流砂系全体の便益の最大化
上流山地領域		<ul style="list-style-type: none"> ・土砂災害の防止 ・大規模出水による発生土砂の抑制 ・土砂の連続性の観点から、土砂災害を起こさない程度の土砂の流下
矢作ダム領域		<ul style="list-style-type: none"> ・ダム貯水池機能の維持・確保 <ul style="list-style-type: none"> ・治水機能(洪水調節容量)の持続的確保 ・利水機能の持続的確保(容量の確保、取水・放水口の閉塞防止)
山地河川・ 発電ダム領域	順流域	<ul style="list-style-type: none"> ・治水安全度の維持・確保 ・砂河川への変化を許容しながらも、アユなどの生息に適した礫床環境や瀬淵機能が持続する環境
	湛水域	<ul style="list-style-type: none"> ・発電ダムの取水・放水口の閉塞等による利水機能障害の防止
河川領域	共通	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の治水安全度を維持し、さらなる治水安全度を確保 ・かつての河川環境や現在の河川環境を参考にした今後の矢作川にとって良好な河川環境
	37.4k～45.9k ^{※1}	<ul style="list-style-type: none"> ・現在の矢作川が有しているアユの産卵場やヨシノボリ類などの生息環境に適した河床
	34.6k～37.4k ^{※2}	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂堆積が進行しない河床
	29.0k～34.6k ^{※3}	<ul style="list-style-type: none"> ・現在の矢作川が有しているアユの産卵場やヨシノボリ類などの生息環境に適した河床
	21.2k～29.0k ^{※4}	<ul style="list-style-type: none"> ・河床低下の抑制、砂州と樹林と水辺が一体となる景観
	9.0k～21.2k ^{※5}	<ul style="list-style-type: none"> ・河道内で広く移動するみお筋
河口・海岸 領域	河口	<ul style="list-style-type: none"> ・多様な生態系を有する干潟
	海岸	<ul style="list-style-type: none"> ・干潟・浅場の保全や回復

※1 37.4k～45.9k : 明治用水頭首工順流区間～越戸ダム区間
 ※2 34.6k～37.4k : 明治用水頭首工湛水区間
 ※3 29.0k～34.6k : 天神橋～明治用水頭首工

※4 21.2k～29.0k : 乙川合流点～天神橋区間
 ※5 9.0k～21.2k : 米津橋下流～乙川合流点区間

令和3年度委員会での審議

- ◆ これまでの検討経緯
- ◆ 土砂供給実験の状況
- ◆ 関係機関との協議状況
- ◆ 土砂管理シナリオ(案)について
- ◆ 課題解決に向けた取り組み(案)

令和3年度委員会の主な指摘事項

No	項目	指摘事項	該当ページ※	今回対応
1		土砂流入量は、恵南豪雨後は多く、近年は少ない。	34	○
2	矢作ダム貯水池堆砂状況	恵南豪雨のように非常に大きな出水の際、山からの土砂流出が大きいだけでなく、流下過程で河道へ堆積した土砂が次の出水で流出することが考えられる。	34	—
3		Q-Qs関係式をS50～S60、S61～H11、H13～H16、それ以降でそれぞれ整理し、できるだけ現実に合うQ-Qs関係を検討する必要がある。	34	○
4		現在の土砂収支で設定している矢作ダム流入量30.8万m ³ は過大と考える。	37	○
5	矢作ダム流入土砂量の設定	30.8万m ³ の流入土砂量を常に想定するのとは別に、流入土砂量に変動があることは想定しておくことが重要である。	37	○
6	土砂管理シナリオ(案)	上流から流入する土砂量を見直して、土砂バイパスの規模を下流の実態に合わせていく必要がある。	38	—
7		流入土砂量に応じて複数の土砂管理シナリオを考えておくことも有効	38	—
8		下流は堆砂量の許容範囲が一つのポイントであり、堆積土砂の有効活用も加味して考える必要がある。	38	—
9		河口部への土砂供給、堆積土砂の有効活用などの出口戦略を考える必要がある。	38	—
10		現在の検討では、発電堰堤に土砂が堆積があり掘削する必要がある。スルーシングは水位低下により発電、用水取水に影響が出ることも否定できない。	38, 39	—
11		矢作ダムの土砂をある程度下流に流し、スルーシングで海までできる限り届ける考えで取り組むべきである。	38, 39	—
12		下流に全く土砂がたまらないということはあり得ないので、矢作ダムの負荷を下流にある程度落としていって、なるべくスルーシングで海まで届けるということが、可能な限りまずはチャレンジするべきである。	38, 39	—
13		県管理区間で新たに、かなりのお金をかけて土砂を撤去する必要があることが問題。	40	—

※該当ページは 令和3年度委員会資料のページ番号を示す。

指摘を踏まえた対応(今回の委員会の審議事項)

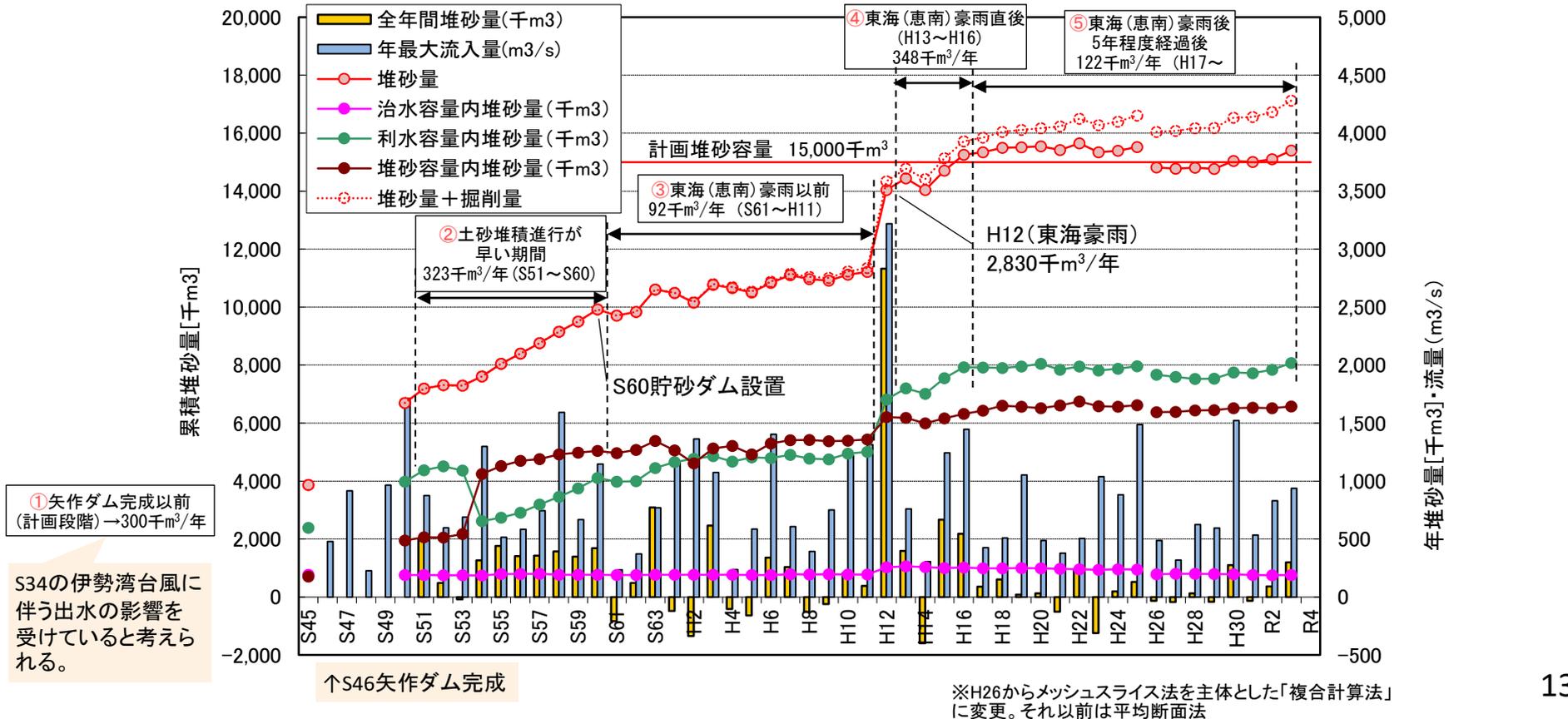
- 流入土砂量の見直し
- 矢作川水系総合土砂管理の進め方(案)

2. 矢作ダム流入土砂量の見直し

2.1 矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定

矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定（矢作ダム貯水池堆砂状況）

- ◆ 矢作ダムの貯水池堆砂の実績を整理した。
 - 昭和51年から昭和60年（約9年間）までは堆砂進行が比較的早く、**32.3万m³/年程度**。**②相当**
 - その後、平成11年まで（14年間）は**9.2万m³/年程度**で堆砂進行が遅くなった。**③相当**
 - 平成12年の東海（恵南）豪雨では掘削戻し堆砂量で約**300万m³**であり、この時点で計画堆砂容量（1,500万m³）に近づいた。
 - 平成13年～16年（4年間）の掘削戻し堆砂量は約**34.8万m³/年程度**であり、S61～H11の期間より堆砂進行が早くなった。これは東海（恵南）豪雨による上流域の崩壊地や上流河道への堆積分が徐々に流出してきたものと想定される。**④相当**
 - 平成17年～令和3年まで（17年間）は**12.2万m³/年程度**で、S61～H11の期間と同程度の堆砂進行となっている。**⑤相当**
- ◆ 近年の矢作ダムでは、維持掘削・浚渫及び砂利採取が年間約**7.3万m³**行われており、これにより堆砂は進行しておらず、計画堆砂量程度の状態が維持されている。

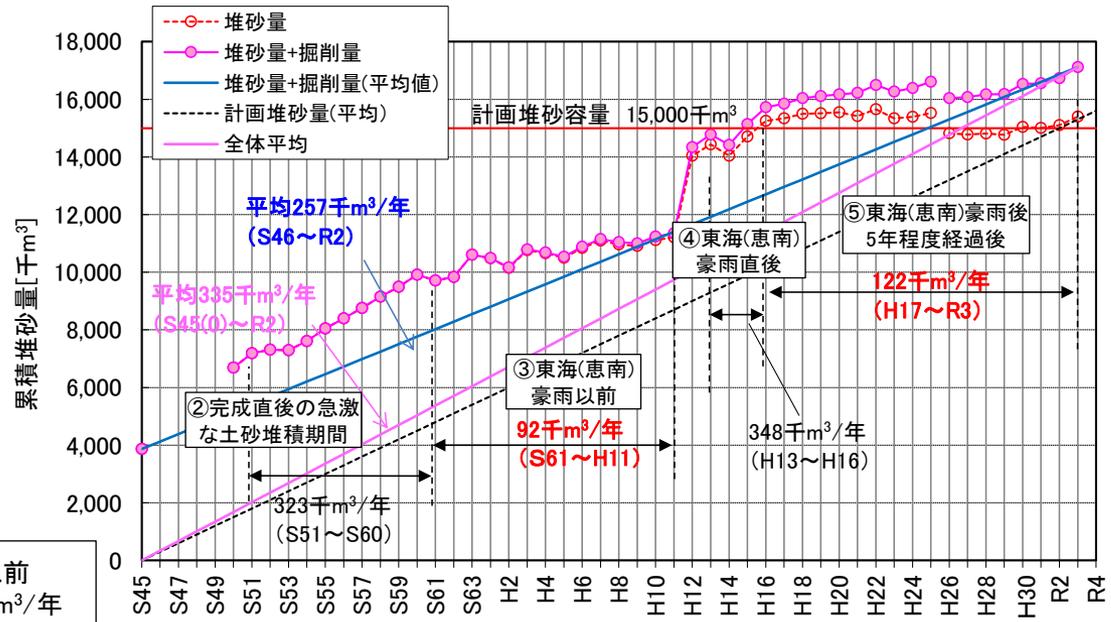


矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定

- ◆ これまでの矢作ダム流入土砂量の設定は、平成12年東海(恵南)豪雨後の平成12年～平成16年の矢作ダム堆砂実績をもとに作成したQ-Qs関係式を用いて、昭和46年～平成16年(32年間:人為的な水位低下(S54)^{※1}と東海(恵南)豪雨(H12)^{※2}は除外)の実績流況の100年間の予測計算を行った結果である。
- ◆ 矢作ダムの堆砂実績をみると、堆砂進行の傾向が異なる期間があることから、下記の要因に着目し、変化の理由について推察するとともに、今後の見通しについて考察した。
 - ※1: 矢作ダムで選択取水設備の設置工事により水位低下操作を実施しており、特異な年であるため除外
 - ※2: 東海(恵南)豪雨は既往最大出水で、流入土砂量の傾向が大きく異なることから除外

堆砂量変化要因の推定方法

変化要因	仮説と推定方法	使用したデータ
① 流況	【仮説】ダム地点流入量が相対的に減少している。 【推定方法】流入量の変化を確認 (ダム完成前はS34伊勢湾台風、完成後はH12東海(恵南)豪雨が他の年に対して突出して流量が大きく、これが大量の土砂の流出要因となっている。)	矢作ダム流入量 (S46～R3)
② 崩壊地の状況	【仮説】崩壊地面積が減少している。 【推定方法】空中写真判読により、崩壊地面積の変化を確認	矢作ダム上流域の空中写真 (流域全体をカバーしている撮影時期=3時期)(S21～S23、S51、H18)
③ 砂防・治山堰堤の整備状況	【仮説】近年整備された砂防堰堤群に、生産土砂がかん止されている。 【推定方法】砂防堰堤の整備状況を確認	岐阜県、長野県の砂防堰堤施設台帳及びリスト(S50～R4)

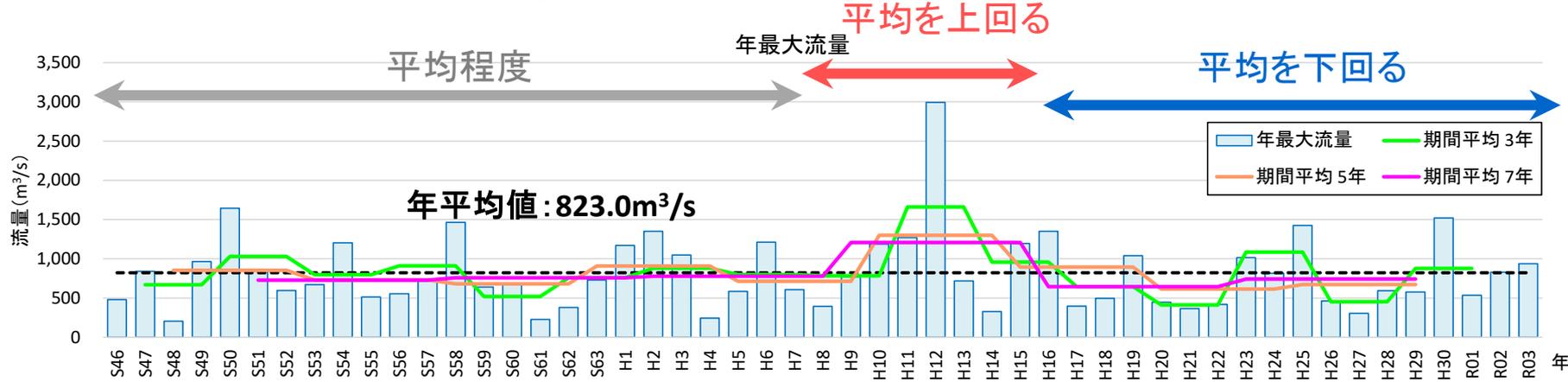


累積堆砂量の経年変化

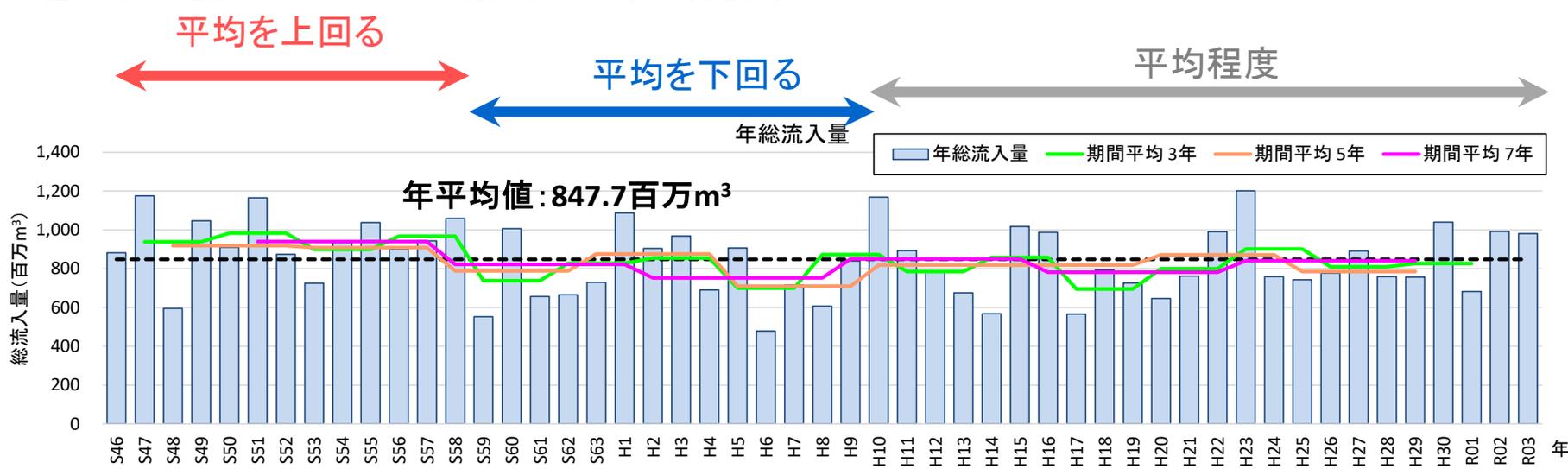
矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定 (①流況)

- ◆ 矢作ダムの実績流入量による年最大流量、年総流入量をもとに、経年的な流況の整理を行った。
- ◆ 年最大流量: 近年は相対的に小さい期間となっており、洪水規模が大きくなる傾向はみられない。
- ◆ 年総流入量: 近年は長期間の平均値程度の期間が続いており、年総流入量が増加する傾向はみられない。

■対象期間：1971年（昭和46年）～2021年（令和3年）年最大流量の期間平均※経年変化
 ※流量が大きいH12を基準に3年、5年、7年の期間を設定して各期間の平均値を設定



■対象期間：1971年（昭和46年）～2021年（令和3年）年総流入量の期間平均※経年変化
 ※流量が大きいH12を基準に3年、5年、7年の期間を設定して各期間の平均値を設定

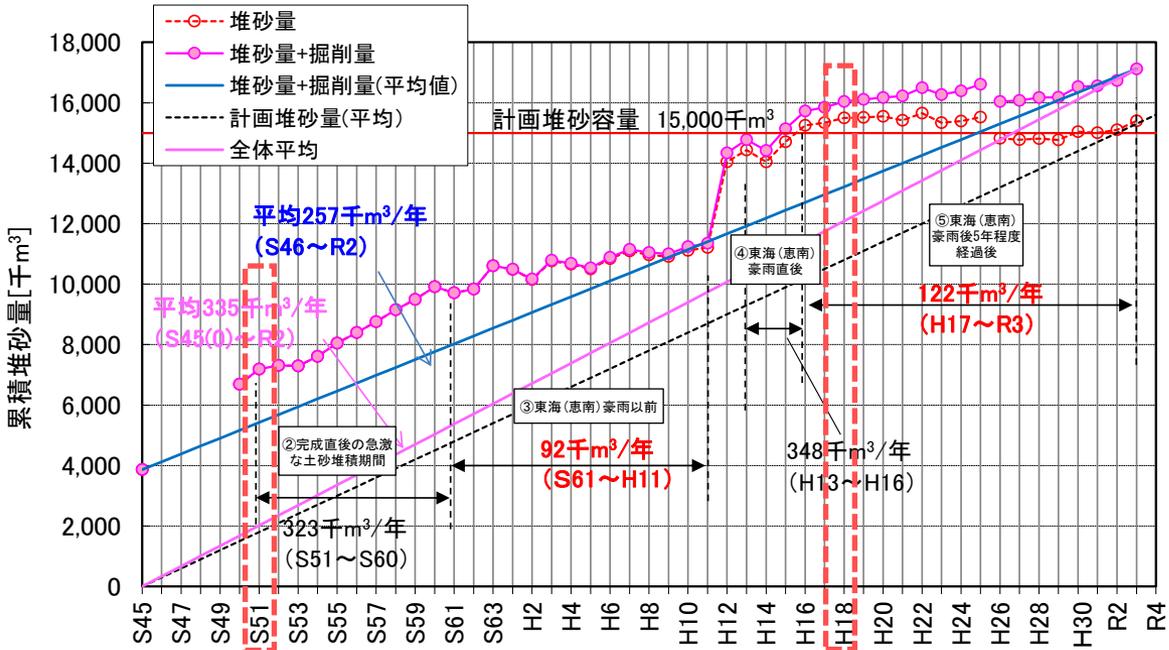


矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定 (②崩壊地の状況)

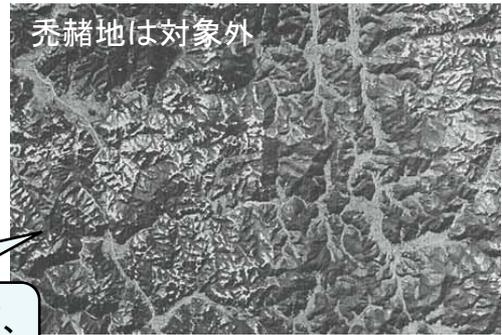
◆ 矢作ダム上流域(504.5km²)を対象に、①矢作ダム建設前と②建設直後、③東海(恵南)豪雨後の3時点における空中写真を用いて崩壊地面積の比較や状況把握をし、流入土砂量の変化傾向の分析を行った。

- **崩壊地の定義**: 空中写真で植生がなく、地形的に滑落崖や凹地状をなす崩壊地形が認められる地点、範囲 とくしやち ※禿地とは区別して抽出
- 崩壊地面積の調査は、空中写真判読により行うことから、調査時期は、空中写真の撮影時期の制約を受けることとなる。
- 撮影時期は以下の4つ時期であり、矢作ダムの建設前後と近年に分類できる。

- 撮影時期① : S21~23 **ダム建設前**
 - 撮影時期② : S51(S45※) **ダム完成直後 (矢作ダム堆砂量の多い時期)**
 - 撮影時期③ : H13,H15,H18 **東海(恵南)豪雨直後 (H18は撮影時期④と一部重複) 【参考】**
 - 撮影時期④ : H18(H16※) **東海(恵南)豪雨約6年後 (矢作ダム堆砂量の少ない時期)**
- ※②、④は最南端一列のみ括弧内の撮影年



崩壊地代表写真 (昭和51年撮影)



禿地代表写真 (昭和20年代撮影)

撮影時期②S51 (S45)

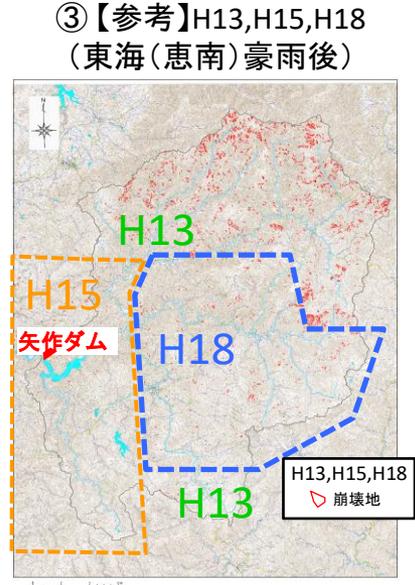
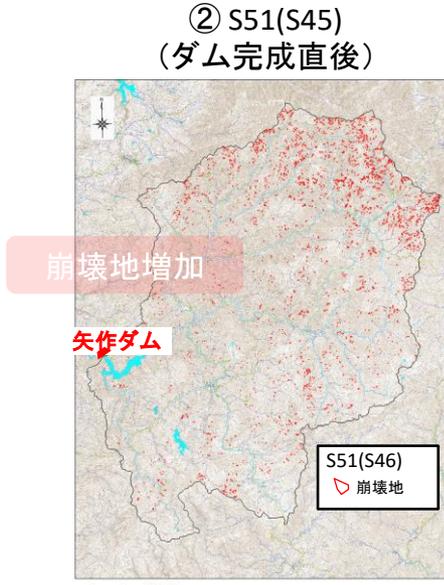
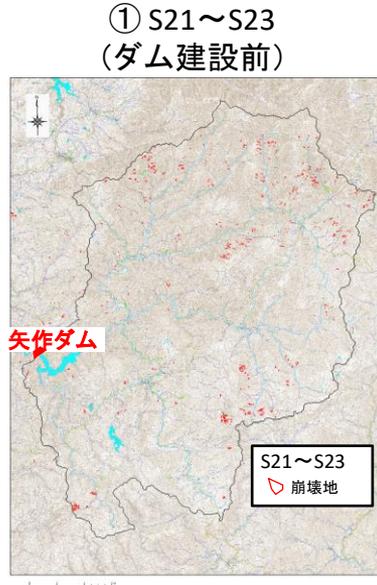
撮影時期④H18 (H16)

累積堆砂量の経年変化

尾根や山頂付近が白っぽく見えるが、地形的に崩壊ではない

矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定 (②崩壊地の状況)

- ◆ 崩壊地の規模は表層崩壊地が大半であることを確認した。
- ◆ ダム流域全体の崩壊地(個所数・面積)を比較すると、①S21~S23(ダム建設前)に比べると、その後の時期は崩壊地が増加しており、特に②S51(S45)(ダム建設直後)は崩壊地箇所数2,733、崩壊地面積率0.61%と両者ともに大きい。
- ◆ ③H13(東海(恵南)豪雨後)の矢作ダム上流域では、②S51(S45)(ダム建設直後)ほどではないが、上流部で崩壊地が多数確認できる。
- ◆ 一方で、④H18(H16)(東海(恵南)豪雨約6年後)は崩壊地が減少しており、近年の堆砂量が少ない要因の1つとして、崩壊が落ち着いたことが推定される。

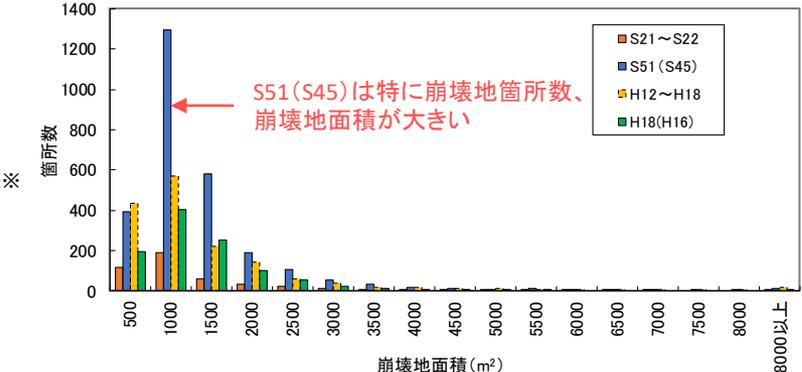


※H18は東海(恵南)豪雨数年後と同一資料

※(S45)、(H15)、(H16) は最南端の一部

空中写真撮影時期	崩壊地			裸地			備考
	箇所数	面積 (km ²)	ダム流域に対する面積率	箇所数	面積 (km ²)	流域における面積率	
S21~S23	①	470	0.582	17	0.124	0.02%	ダム建設前
S51 (S45)	②	2,733	3.083	36	0.680	0.13%	ダム建設直後
【参考】H13, H15, H18	③	1,558	1.893	17	0.466	0.09%	東海(恵南)豪雨直後流域をカバーする撮影がないため、複数年の写真で整理した
H18 (H16)	④	1,057	1.160	61	0.246	0.05%	東海(恵南)豪雨約6年後

※面積はいずれもGISにて計測(ダム流域は505.076km²となり公表値とは若干の差異がある)
 ※※複数年の空中写真結果が混在している(H13, H15, H18)ため、参考扱いとした



空中写真判読結果図

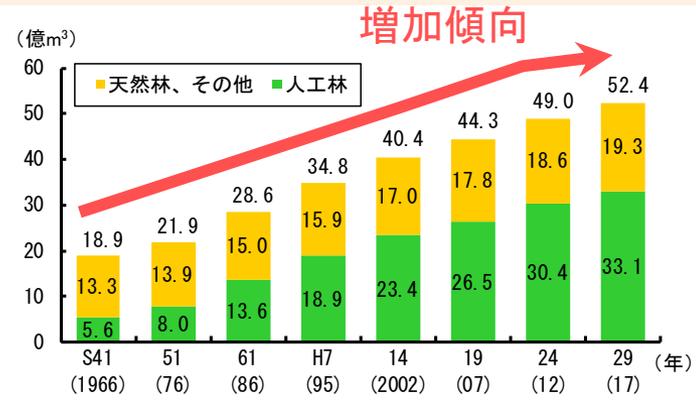
崩壊地の規模別頻度グラフ

矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定 (②崩壊地の状況)

- ◆ 植生状況の代表写真を整理した。
- ◆ 昭和23年は崩壊地はあまり確認できないが、昭和51年には崩壊地が増加していることが確認できる。
- ◆ その後、平成18年には崩壊地や牧場造成地で植生の回復が確認された。
- ◆ 全国的に見ても、森林蓄積(森林資源量の目安)は増加傾向にあり、過去とは植生の状況が異なることから、昭和51年～昭和60年頃のような土砂生産が多い時期には戻らないと考えられる。

代表写真

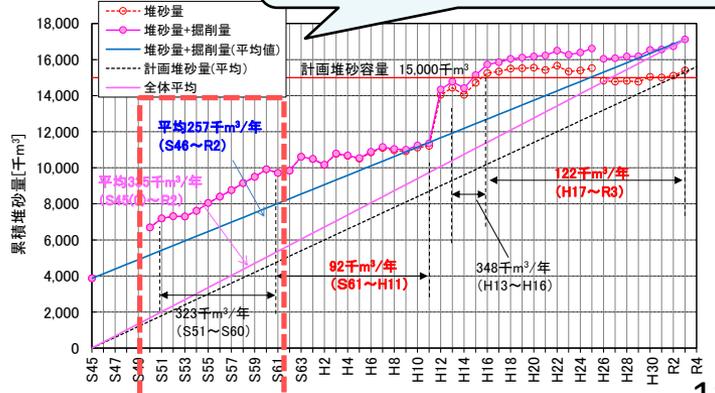
	北東部崩壊集中箇所	東部崩壊集中箇所	南部
昭和23年撮影	部分的に崩壊地がみられる 	崩壊地はほとんどみられない 	造成地はない
昭和51年撮影	昭和23年よりも崩壊地が増加 	昭和23年から崩壊地が増加 	牧場の造成地がみられる
平成18年撮影	昭和51年に比べて植生が回復している。 	昭和51年に比べて植生が回復している。 	昭和45年には造成中であつたが、現在は植生(牧草)がある。
(判読結果) 位置図			



※S41はS41年度、S51～H29は各年3/31現在の数値
出典: 林野庁「森林資源の現況」(平成29年3月31日現在)

我が国の森林蓄積の推移

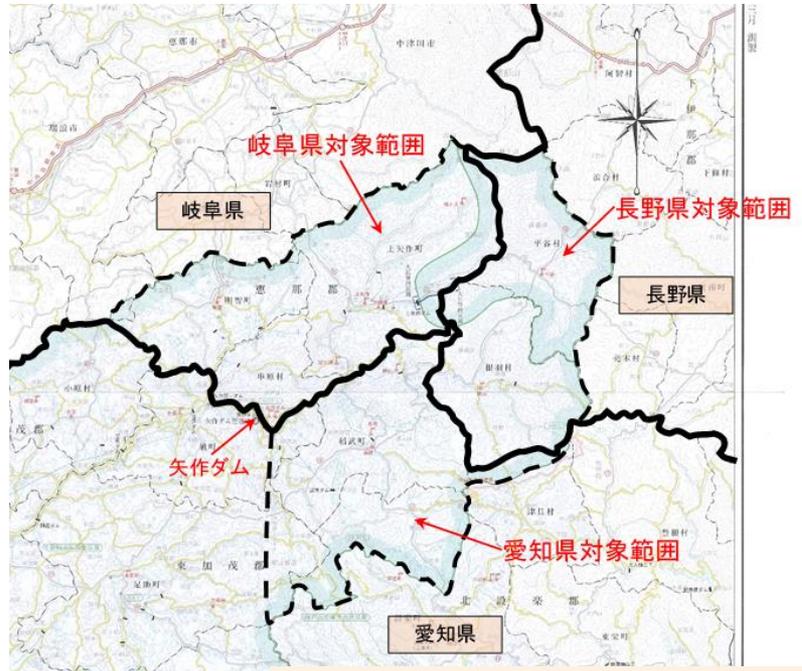
S51～S60の土砂生産が多い時期には戻らないと考えられる。



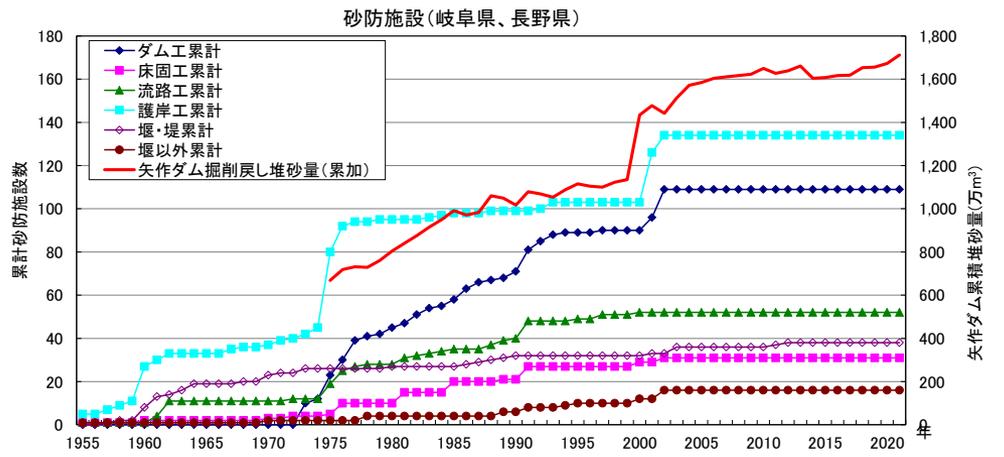
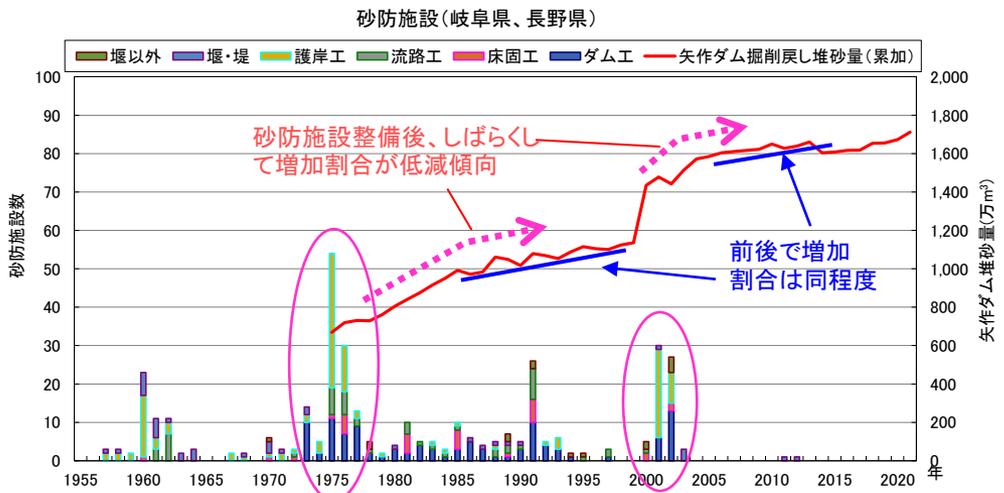
累積堆砂量の経年変化

矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定 (③砂防施設の整備状況)

- ◆ 砂防施設の整備状況を整理し、矢作ダムの実績堆砂量と経年変化を比較した。
 - 砂防施設(岐阜県、長野県)は、1975~1976年、2000~2002年(東海(恵南)豪雨後)に集中して整備されている。矢作ダム実績堆砂量は、その直後の変化はみられないが、しばらく後に、増加割合が低減(鈍化)する状況が確認できる。
 - 2000~2002年(東海(恵南)豪雨後)の砂防施設集中整備の前後で、矢作ダム実績堆砂量の増加割合に大きな変化はない。
 - 砂防施設の整備によって、ダム実績堆砂量の低減効果が数年~十数年後に表れている可能性もあるが、関係性は明確でなく、砂防施設の整備によるダム実績堆砂量の関係性(低減効果)については、明確には判断できない。



愛知県は整理対象外とした(当該地域では施設台帳リストが整備されてないとの回答のため)



砂防施設数(上段:単年、下段累計)と矢作ダム実績堆砂量の関係

矢作ダム流入土砂量の変化要因の推定

- 流入土砂量の変化の要因については、流況の変化、砂防施設の整備等の影響もあると思われるが大きくは崩壊地の変化に因ることが大きいと考えられる。
 - ②(S51～S60)：崩壊状況が深刻な時期 ※植生がない箇所が多く、この傾向には戻らないと判断
 - ③(S61～H11)：崩壊地の確認は出来なかったが、崩壊が落ち着いた時期と推測
 - ④(H13～H16)：東海(恵南)豪雨とそれに伴う崩壊地の影響で堆砂が進行した時期
 - ⑤(H17～現在)：空中写真で確認されるように植生が回復した時期
- 以上より、現状は植生が回復し、堆砂の進行が緩やかな状態だと推察される。



- これまでの矢作ダム流入土砂量は、④(H13～H16)の時期の矢作ダム堆砂実績をもとに作成したQ-Qs関係式を用いて、100年間の予測計算より設定している。
- 上記の設定では、⑤(H17～現在)と堆砂進行の傾向が異なっている。



- 総合土砂管理計画に用いる計画流入土砂量については東海(恵南)豪雨後、崩壊地が安定し、植生の回復により堆砂傾向が変化した、**時期⑤(H17～現在)を対象に推定**することとする。

2.2 矢作ダム流入土砂量の推定

矢作ダム流入土砂量の推定方針

- ◆ 矢作ダム貯水池の堆砂進行の問題を把握し対策を検討するには、矢作ダムの流入土砂量を把握する必要がある。
- ◆ これまでの矢作ダム堆砂対策検討、総合土砂管理計画検討では、東海(恵南)豪雨直後の堆砂傾向を対象とし、平成12年～平成16年の矢作ダム堆砂量をもとに流入土砂量式を設定していた。
- ◆ 一方、近年の堆砂量(掘削戻し)は、東海(恵南)豪雨直後よりも減少しており、その傾向は長期間安定している。なお、東海(恵南)豪雨後に大規模な出水は発生していない。
- ◆ 総合土砂管理計画に用いる矢作ダム流入土砂量の推定を行うにあたり、東海(恵南)豪雨の影響が収まった平成17年～令和3年の堆砂傾向(掘削戻し)をもとに流入土砂量式を改めて作成した。
 - 流入土砂量は東海(恵南)豪雨の影響が収まり、累積堆砂量の傾向が長期的に安定している平成17年～令和3年の期間をもとに作成する。
 - 流入土砂量は、流量との相関関係があるとし、粒径別に以下の式で設定する。
 - $Q_{si} = \xi_i \alpha_i Q^{\beta_i}$ (ただし、 $Q \geq Q_c$)
 - ここで、 Q_{si} : 粒径別土砂量、 ξ_i : 粒径別捕捉率、 α 、 β : 粒径別定数、 Q : 流入量、 Q_c : 足切り流量
 - 各パラメータ(ξ_i 、 α 、 β 、 Q_c)は、日本大ダム会議・土砂管理分科会(大ダムNo.212)の土砂量の設定方法に基づき設定した。

流入土砂量式の設定

項目	堆砂量再現期間	使用した粒度分布 (ボーリング調査)	流入土砂量式	パラメータ設定方法
これまでの検討に用いた流入土砂量式	平成12年～平成16年	H10ボーリング調査	$Q_{si} = \xi_i \alpha_i Q^{\beta_i}$	累積堆砂土砂量の定性的な評価による α 、 β の設定(β を0.1ピッチで変化させ、経年的な累加土砂量の再現性を目視確認で設定) 洪水規模別の回転率による捕捉率 ξ の設定
近年の傾向を踏まえた流入土砂量式(新規作成)	平成17年～令和3年(平成22年、平成23年、令和3年除外※)	H21ボーリング調査結果 H25ボーリング調査結果		大ダム会議方式 定量的な評価による α 、 β の設定(β と足切流量の組合せによる堆砂量誤差を算出し、これが最小となる β の設定) 洪水規模別の回転率による捕捉率 ξ の設定

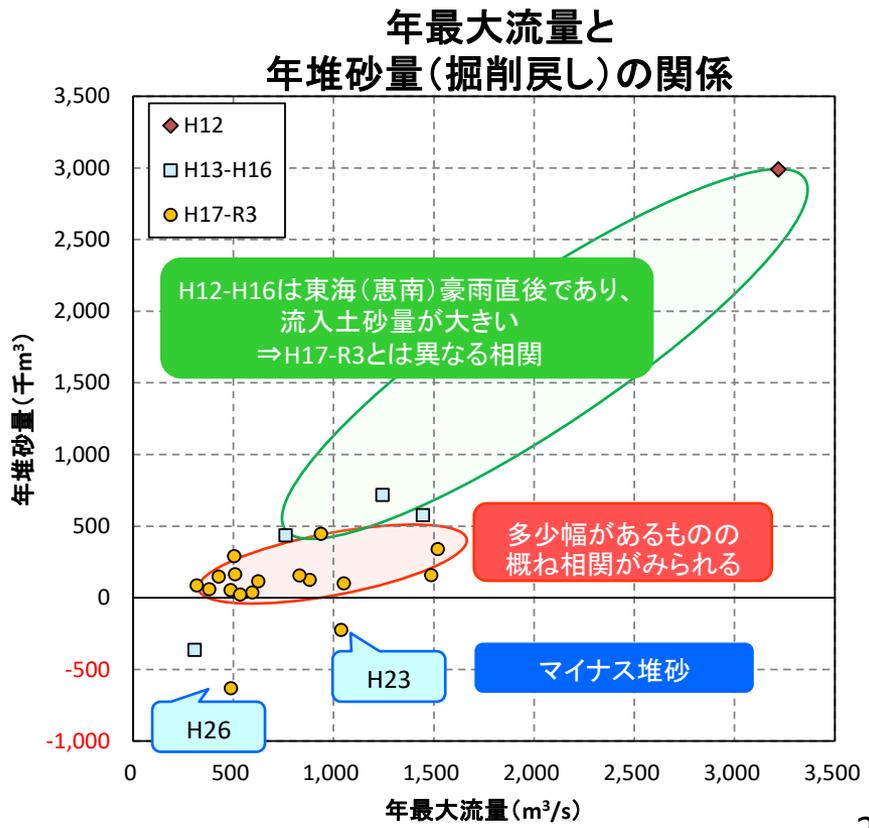
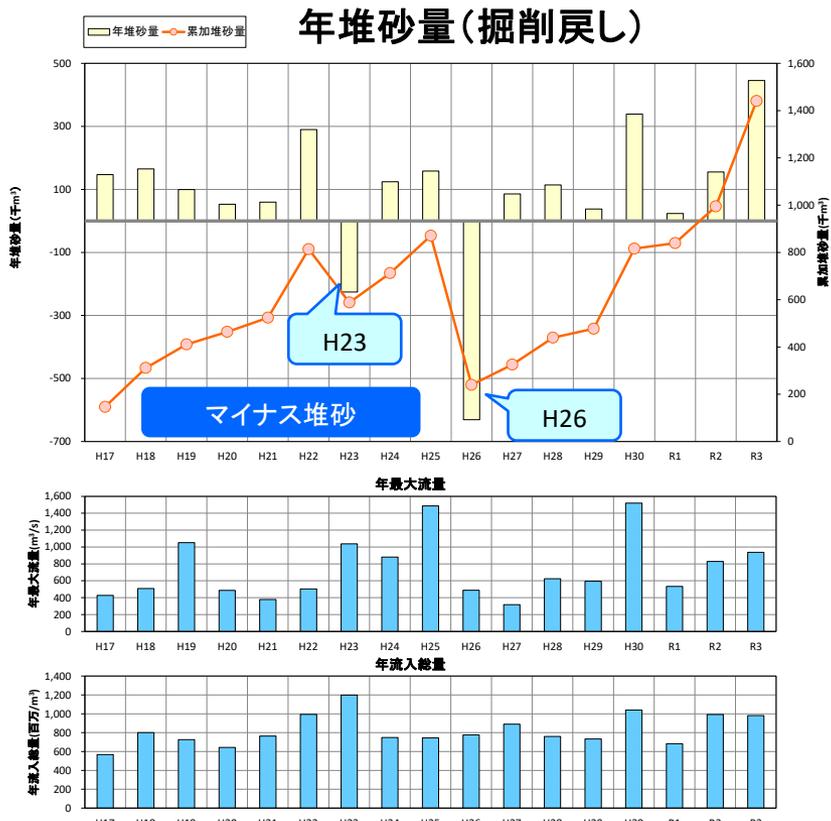
※H22,H23,R3は流量と堆砂の相関がないため除外

矢作ダム流況と堆砂量の関係

- ◆ 矢作ダムの流況と(最大流入量、年間総流入量)と堆積土砂量(掘削戻し)を整理した。
- ◆ 平成13年～平成16年は東海(恵南)豪雨直後であることから、堆積土砂量(掘削戻し)が大きく、平成17年～令和3年と異なる傾向であることが分かる。(右図)
- ◆ 平成17年～令和3年は、概ね流況との相関関係がみられるが、平成23年と平成26年は、掘削戻しをしても年堆砂量がマイナスとなる。
- ◆ 流入土砂量は以下の関係で推定され、流量と堆砂量に相関関係があることを想定している。そのため、マイナスの堆砂量は流入土砂量の推定のデータとして採用することができない。
- ◆ そこで、実績でマイナス堆砂量となる年の取り扱いの検討を行った。また、実績堆砂量の逸脱判定も行った。

流入土砂量推定式: $Q_{si} = \xi_i \alpha_i Q^{\beta_i}$ (ただし、 $Q \geq Q_c$)

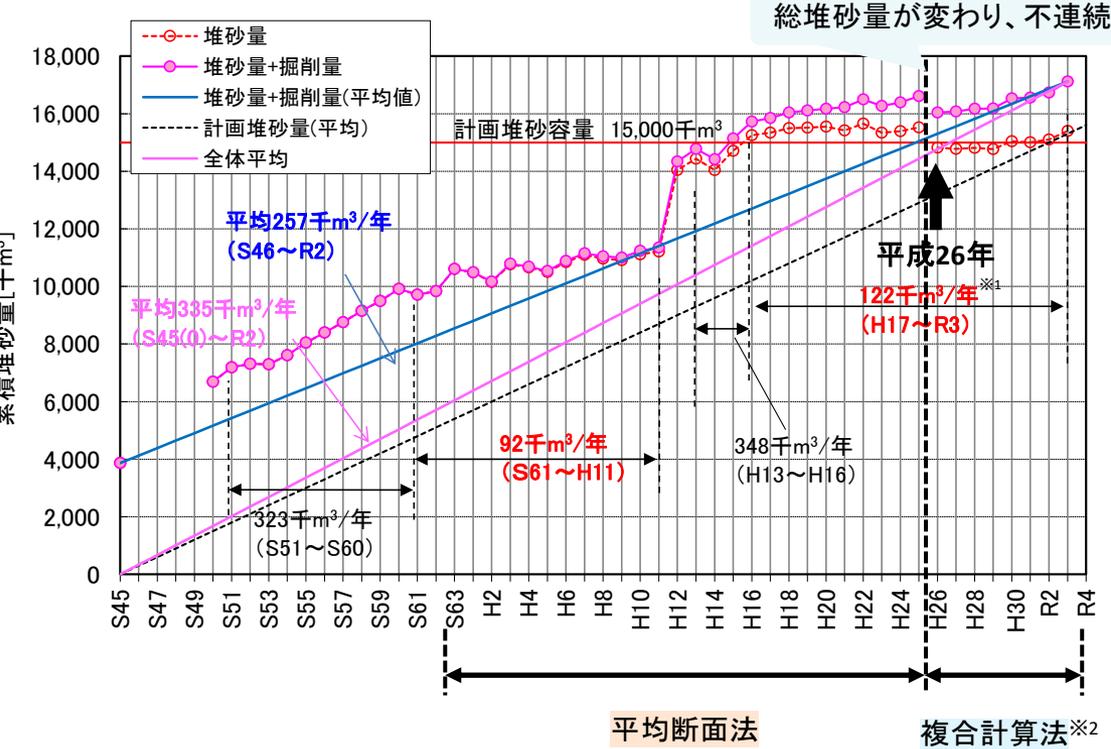
Q_s : 土砂量、 Q : 流入量、 Q_c : 土砂の移動が始まる最小流量(足切り流量)、 ξ : 捕捉率(=貯水池内の留まる土砂量【堆砂量】/流入土砂量)、
 a, b : パラメータであり、添え字は粒径番号



平成26年度のマイナス堆砂量の分析と対応策

- ◆ 平成26年の公表値は、貯水容量計算手法が平均断面法から複合計算法に切り替わり、異なる手法による年堆砂量の評価となっている。
 - ◆ 貯水容量計算手法が切り替わったことで総堆砂量が変わり、前年の堆砂量との差で年堆砂量(掘削戻し考慮)を算出すると(H26複合計算法-H25平均断面法)、約-63万m³でマイナスとなる。
 - ◆ このため非公表であるが、複合計算法で算出した平成25年との堆砂量の差で年堆砂量(掘削戻し考慮)を算出すると、約3.6万m³の堆砂量となり、年堆砂量はプラスとなる。
- ⇒平成26年の年堆砂量は、複合計算法の差分(H26複合計算法-H25複合計算法)による年堆砂量で評価する方法が考えられる。

堆砂量の変遷



平成26年 年堆砂量 (掘削戻し考慮)

項目	年堆砂量 (m ³)
公表値 (H26複合計算法－ H25平均断面法)	-630,792
採用値 (H26複合計算法－ H25複合計算法)	36,259

※掘削量(68,918m³)戻しを考慮

貯水池容量計算手法をあわせることで
マイナス堆砂⇒プラス堆砂になる。

※1: H26は貯水容量計算手法を統一した場合
 ※2: スライスメッシュ法を主体とした矢作ダムで設定されている貯水池容量の計算手法

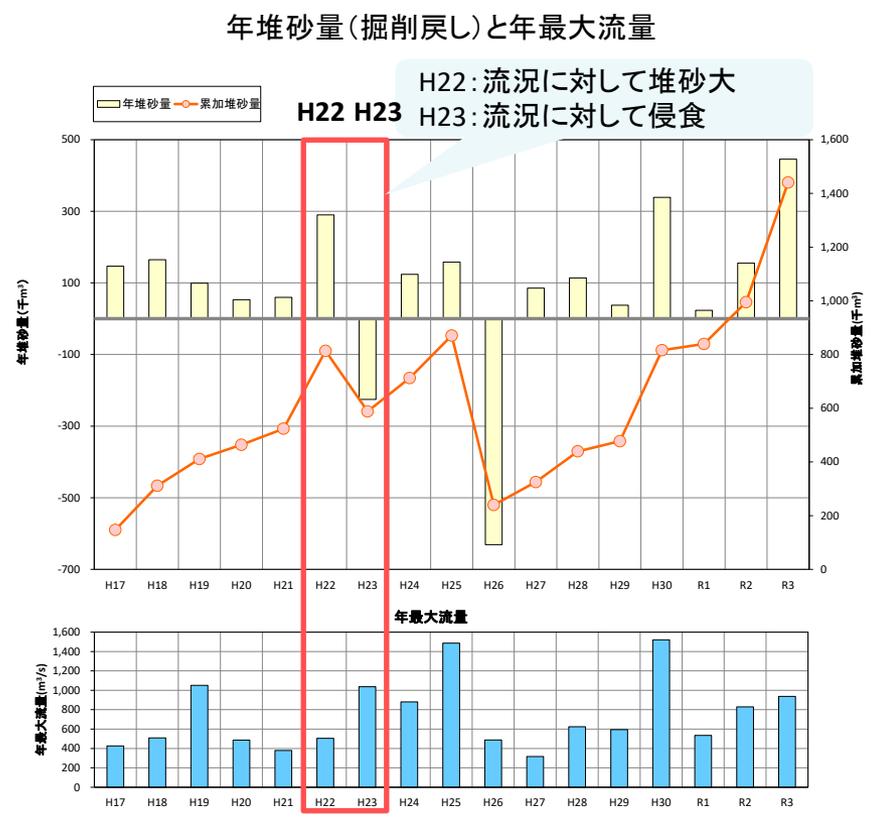
平成23年度のマイナス堆砂量の分析と対応策

- ◆ 平成23年の1年間の貯水位と年最大流量をみると(左上図、右下図参照)、水位低下操作による堆砂の侵食と放流設備からの土砂排出は考えにくい状況である。
- ◆ 平成22年は、年最大流量は小規模であるが、年堆砂量は平成17年以降で3番目に大きいことが確認できる。(右上図)
- ◆ 測量成果の貯水池堆砂分布図をみると(左下図)、前年平成22年で貯水池側岸の堆砂、平成23年で貯水池側岸の侵食が確認された。
- ◆ 平成23年でマイナス堆砂量となっているのは、平成22年の年堆砂量が大幅に増えたことが影響している。平成22年の流況をみても平成22年の年堆砂量にも課題があると想定される。
⇒平成22年、平成23年の2年の年堆砂量は、流入土砂量推定から棄却することが考えられる。



出典: 平成22年度矢作ダム貯水池測量業務

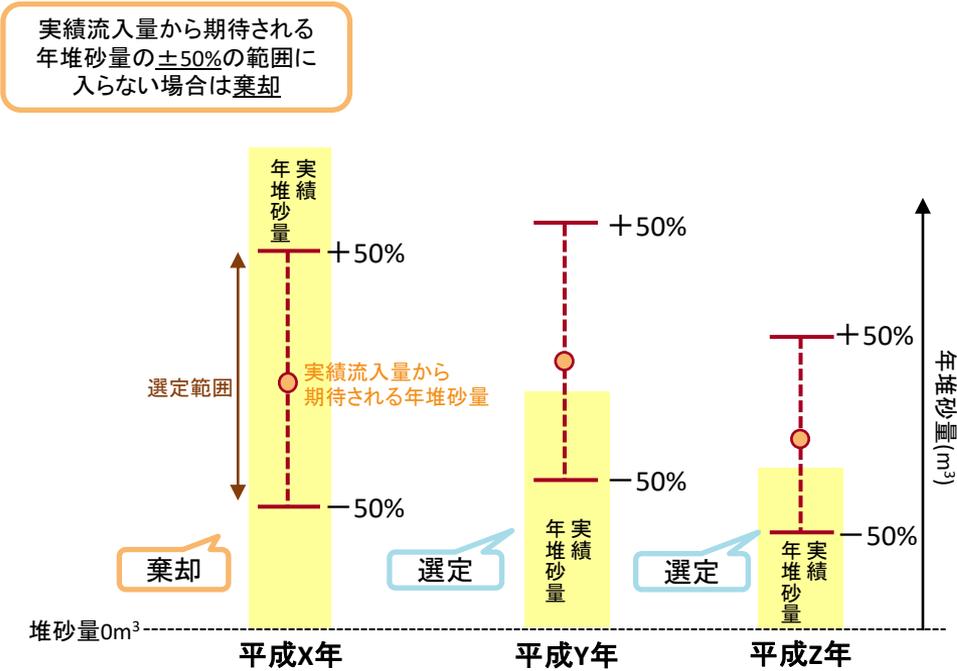
出典: 平成23年度矢作ダム貯水池測量業務



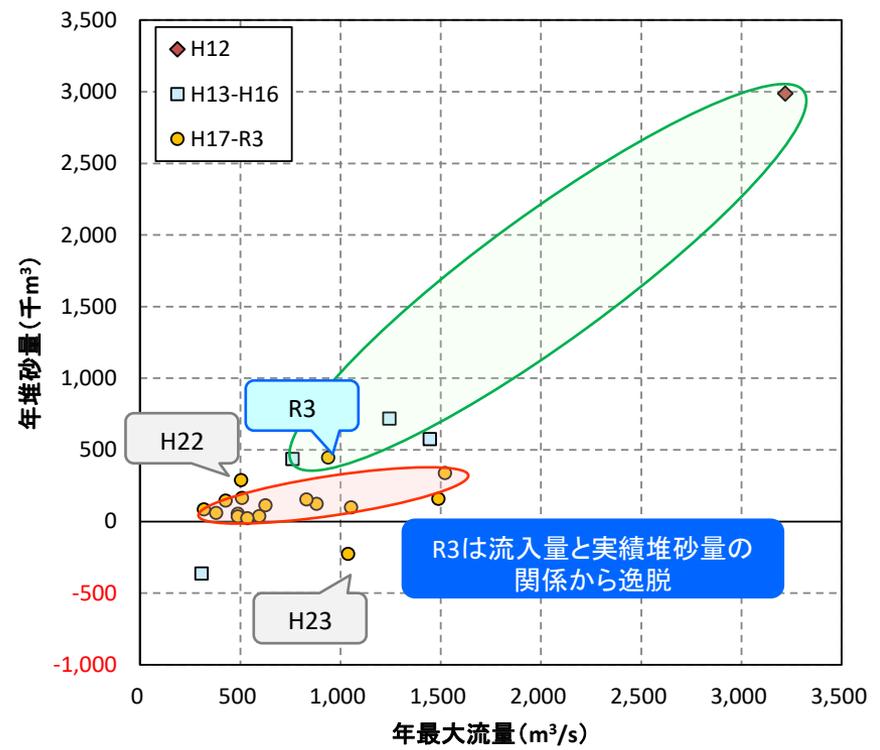
実績堆砂量の精査

- ◆ 実績堆砂量と流況の相関性が低いものは、流入土砂量式の推定期間から除外するため、粒径別の年堆砂量より、実測データの粒径別年堆砂量と流入量の傾向から逸脱判定を行った。
- ◆ 矢作ダムでは、ひとつの粒径区分で逸脱した場合に同定データから除外すると指標数が不足するため、ある粒径区分で逸脱しなければ同定対象として扱うこととした。
- ◆ その結果、令和3年の堆砂量は、いずれの粒径も棄却となることから、検討対象期間からは除外することとした。
- ◆ 令和3年が特異値であったのかは、今後の堆砂傾向、降雨状況等から確認する必要がある。

逸脱判定のイメージ

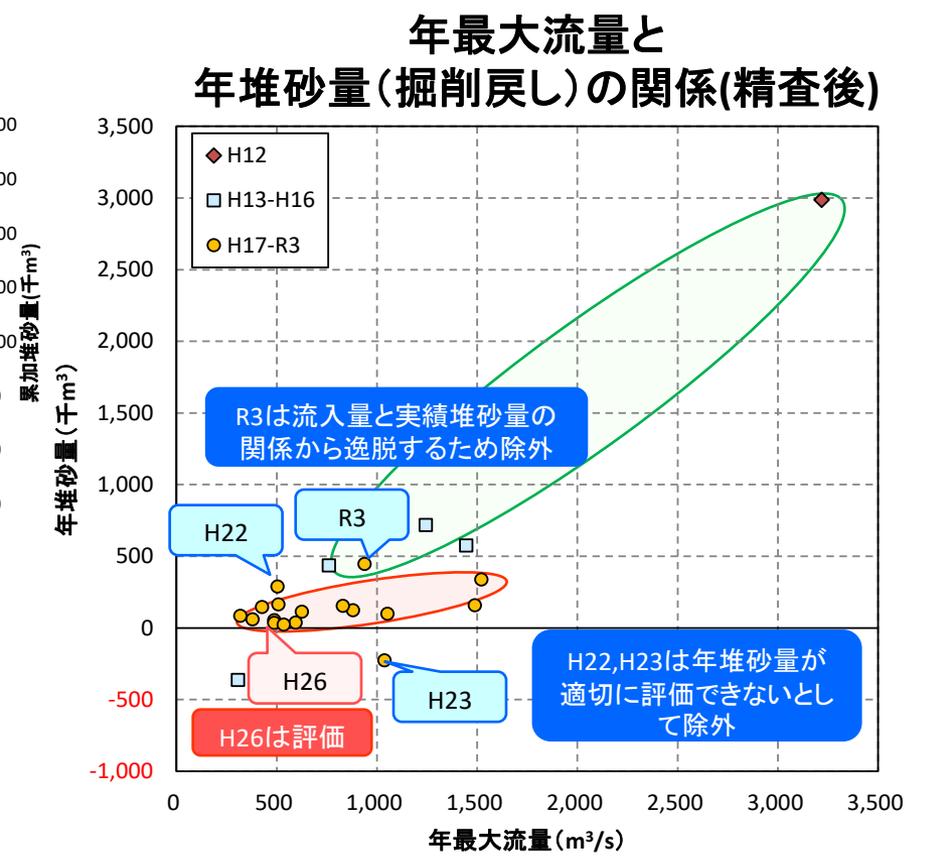
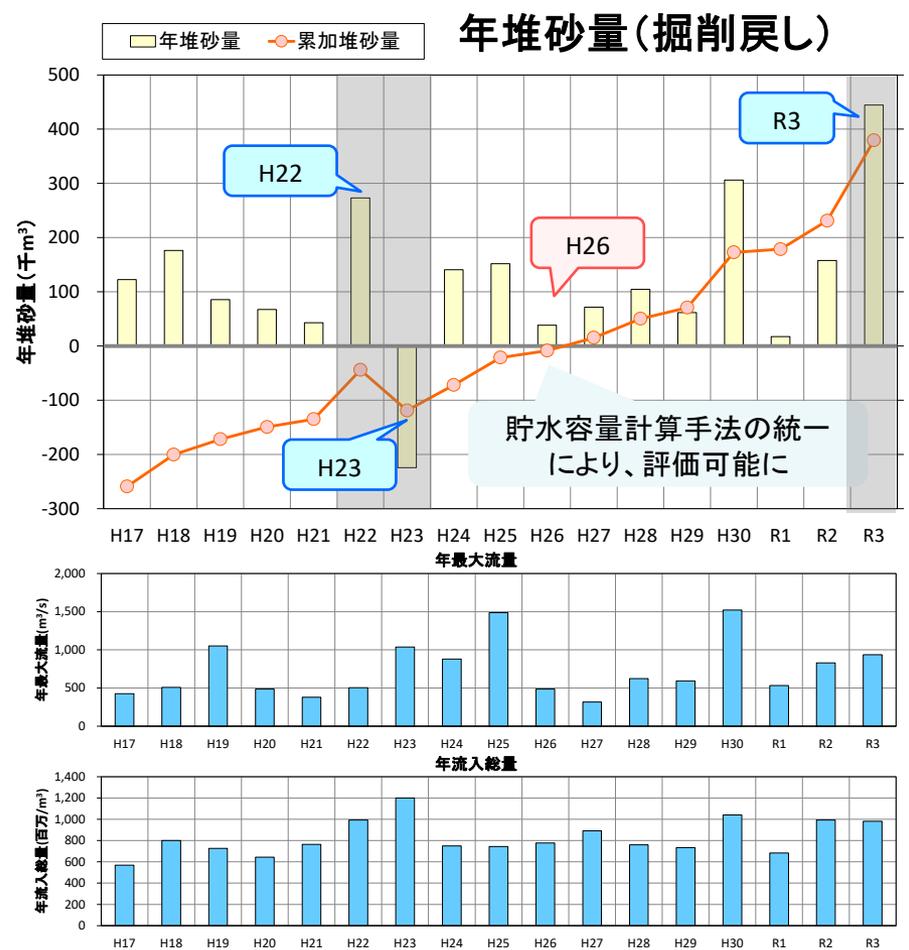


年最大流量と年堆砂量(掘削戻し)の関係



堆砂量精査結果

- ◆ 平成26年の年堆砂量の見直しにより、掘削戻し後の年堆砂量は約3.6万m³で正の値となり、流況と相関性がみられるようになった。
⇒公表値ではなく貯水容量計算手法をあわせた年堆砂量で評価することとした。
- ◆ 平成22年、平成23年は年堆砂量が適切に評価できないため、流入土砂量推定から除外することとした。
- ◆ 令和3年は、流入量と実績堆砂量の関係から流入土砂量推定から除外することとした。



矢作ダム流入土砂量推定式

◆ H17-R3の流入土砂量推定式は、粗い粒径とシルト成分において、これまでのパラメータに比べて、βの値が小さくなり、αの値が大きくなった。砂はあまり変わらない。

流入土砂量推定式: $Q_{si} = \xi_i \alpha_i Q^{\beta_i}$ (ただし、 $Q \geq Q_c$)

Q_s : 土砂量、 Q : 流入量、 Q_c : 土砂の移動が始まる最小流量(足切り流量)、 ξ : 捕捉率(=貯水池内の留まる土砂量【堆砂量】/流入土砂量)、 a, b : パラメータであり、添え字*i*は粒径番号

H17-R3 流入土砂量推定式

成分	粒径区分			流入土砂推定式			
	区分	粒径(mm)	代表粒径	α	β	Qc	
全量 捕捉 成分	中礫	9.5000 ~ 19.0000	13.4350	1.51×10^{-7}	1.7	5	
		4.7500 ~ 9.5000	6.7180	3.12×10^{-8}	2.1	5	
	細礫	2.0000 ~ 4.7500	3.0820	1.89×10^{-8}	2.3	15	
	粗砂	0.8500 ~ 2.0000	1.3040	9.56×10^{-9}	2.5	10	
	中砂	0.4250 ~ 0.8500	0.6010	1.11×10^{-8}	2.5	10	
		0.2500 ~ 0.4250	0.3260	1.65×10^{-8}	2.4	20	
	細砂	0.1060 ~ 0.2500	0.1630	1.57×10^{-8}	2.5	0	
		0.0750 ~ 0.1060	0.0890	2.25×10^{-8}	2.2	5	
	部分 捕捉 成分	シルト粘土	0.0540 ~ 0.0750	0.0640	8.53×10^{-8}	1.9	5
			0.0390 ~ 0.0540	0.0460	3.25×10^{-6}	1	5
0.0250 ~ 0.0390			0.0310	1.60×10^{-7}	1.8	5	
0.0150 ~ 0.0250			0.0190	1.61×10^{-7}	1.8	0	
0.0110 ~ 0.0150			0.0130	6.69×10^{-7}	1.4	5	
0.0076 ~ 0.0110			0.0090	2.15×10^{-6}	1.1	0	
	~ 0.0076	0.0076	1.58×10^{-5}	1	0		

これまでの流入土砂量推定式

区分	粒径(mm)	α			β
		S46-S61	S62-H11	H12-H16	
中礫	19.0000	3.19×10^{-9}	1.94×10^{-9}	3.50×10^{-9}	2.5
	9.8000	2.92×10^{-9}	1.25×10^{-9}	2.11×10^{-9}	2.5
細礫	4.7500	9.17×10^{-9}	4.01×10^{-9}	1.02×10^{-8}	2.5
粗砂	2.0000	5.89×10^{-8}	1.98×10^{-8}	8.96×10^{-8}	2.3
中砂	0.8500	2.02×10^{-7}	6.29×10^{-8}	3.12×10^{-7}	2.3
	0.4250	1.72×10^{-7}	6.23×10^{-8}	2.40×10^{-7}	2.3
細砂	0.2500	4.34×10^{-8}	1.78×10^{-8}	4.27×10^{-8}	2.6
	0.1060	2.33×10^{-8}	8.22×10^{-9}	2.49×10^{-8}	2.5
シルト粘土	0.0750	5.97×10^{-9}	1.57×10^{-10}	5.24×10^{-9}	2.6
	0.0540	4.86×10^{-9}	1.33×10^{-9}	3.73×10^{-9}	2.7
	0.0390	1.32×10^{-8}	3.52×10^{-9}	1.18×10^{-8}	2.6
	0.0250	3.60×10^{-11}	7.30×10^{-12}	1.20×10^{-11}	3.5
	0.0150	2.90×10^{-11}	5.31×10^{-12}	1.26×10^{-11}	3.5
	0.0110	2.91×10^{-11}	6.38×10^{-12}	1.68×10^{-11}	3.5
	0.0076	3.16×10^{-12}	5.96×10^{-13}	1.22×10^{-12}	4

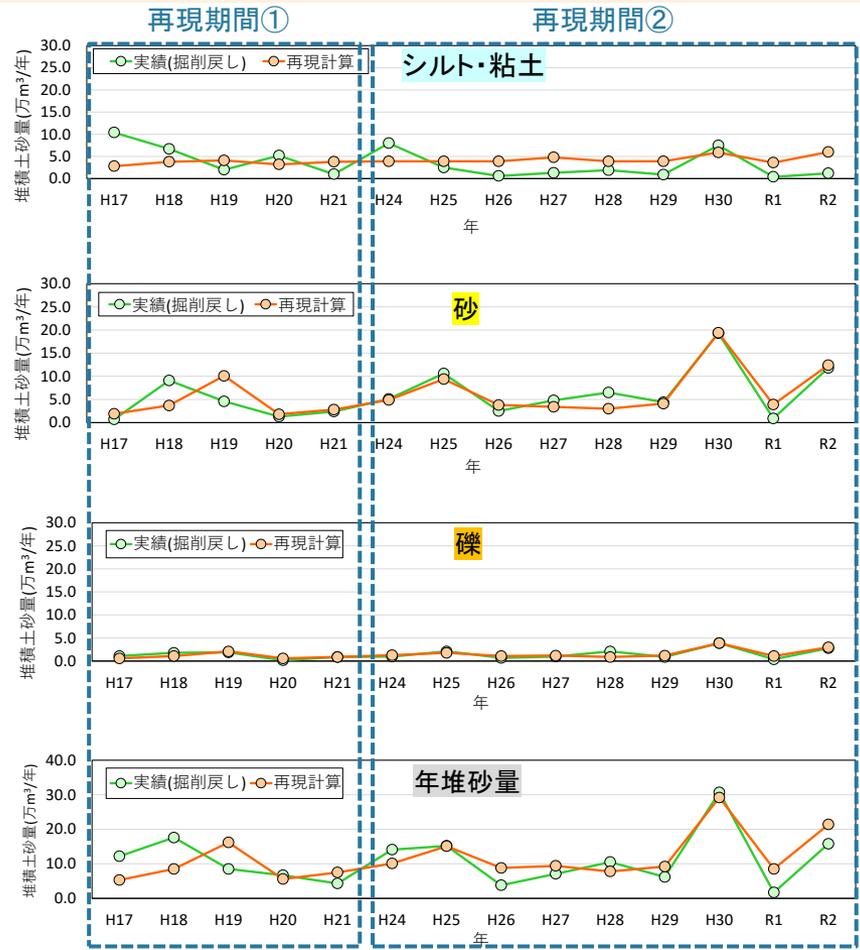
矢作ダム堆砂量の再現結果 (H17-R3)

- ◆ 平成17年～令和3年の年堆砂量をもとに設定した流入土砂量推定式を用いて、河床変動計算により、除外年を除いた2期間 (H17～H21、H24～R2) で再現計算を実施し、推定式の妥当性を検証した。(H22,H23,R3は流量と堆砂の相関がないため除外)
- ◆ 以下の観点から再現性を確認し、概ね再現できていることを確認した。

堆砂量・・・掘削戻しを行った年堆砂量の検証期間全体における整合性。

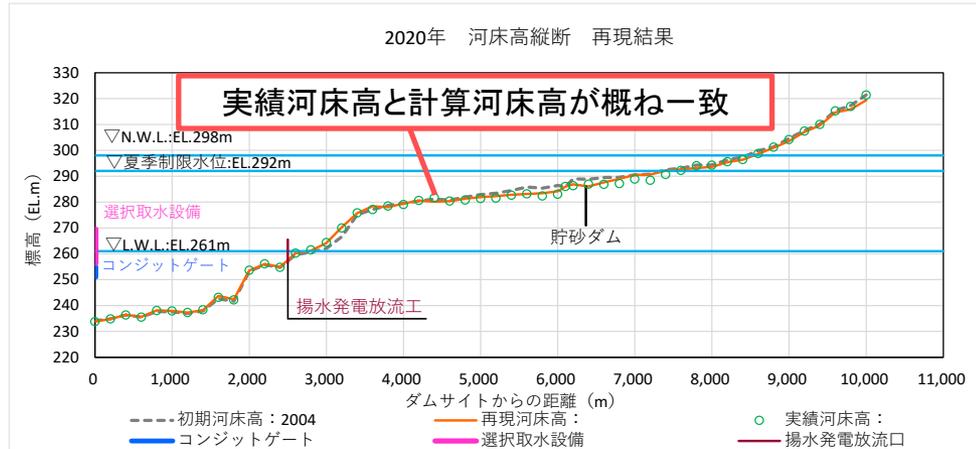
⇒流量規模と堆砂量の相関が低い年もあるため、多少のばらつきはあるが、期間全体で年堆砂量が概ね一致

河床高・・・各年末の計算河床高と実績河床高(実績も再現も掘削を考慮)が概ね一致

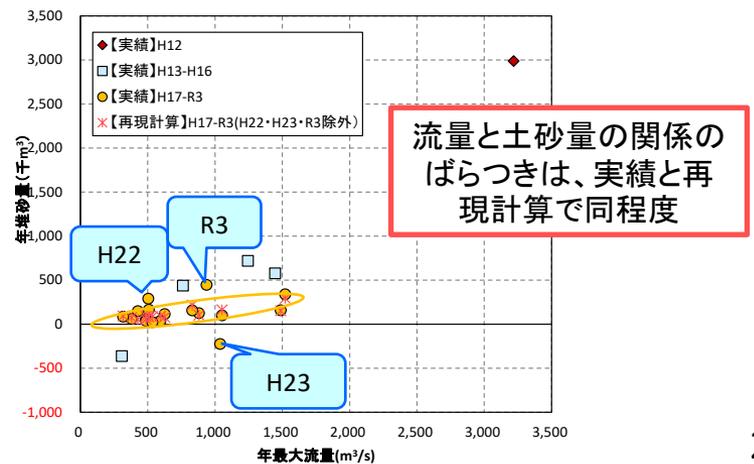


※H22,H23,R3は流量と堆砂の相関がないため除外

実績・再現計算の年堆砂量(掘削戻し)



令和2年の河床形状再現結果(砂利採取・掘削考慮)



年最大流量と年堆砂量(掘削戻し)の関係

2.3 矢作ダム土砂収支の予測計算

100年間の予測計算（流入土砂量）

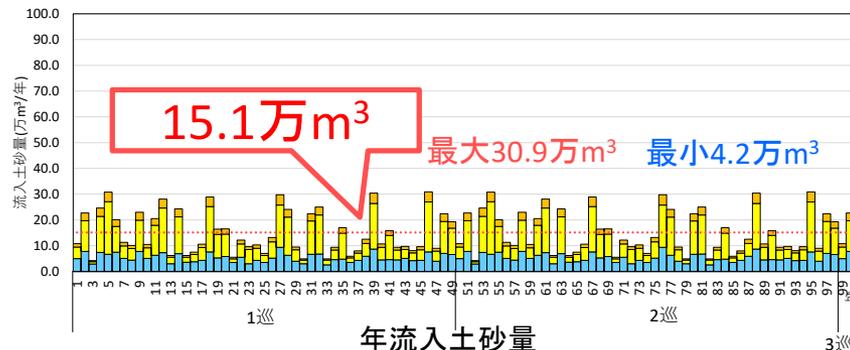
- ◆ 平成17年～令和3年の年堆砂量をもとに設定した流入土砂量推定式を用いて、100年間の流入土砂量、河床変動、堆積土砂量の予測計算を実施した。
- ◆ 予測計算に用いる流況は、昭和46年～令和3年(51年間のうち、人為的な水位低下(S54)^{※1}と東海(恵南)豪雨(H12)^{※2}は除外した、49年間を繰り返し、2年間を追加)の100年間とした。
- ◆ なお、過去の堆砂対策検討の100年間計算では、検討当時の流況(昭和46年～平成16年)を繰り返しており、今回の算定で流況を延伸した。
- ◆ 100年間計算の矢作ダムの平均年流入土砂量は、約15.1万m³であり、最大は30.9万m³、最小は4.2万m³となっている。
- ◆ これまでの矢作ダム堆砂対策、総合土砂管理計画検討における100年間の平均年流入土砂量は30.8万m³、最大は89.7万m³、最小は2.9万m³でありH17-R3の流入土砂量推定式の場合、平均年流入土砂量は半分程度となった。

※1: 矢作ダムで選択取水設備の設置工事により水位低下操作を実施しており、特異な年であるため除外
 ※2: 東海(恵南)豪雨は既往最大出水で、流入土砂量の傾向が大きく異なることから除外

今回算定(H17-R3) Q-Qs式

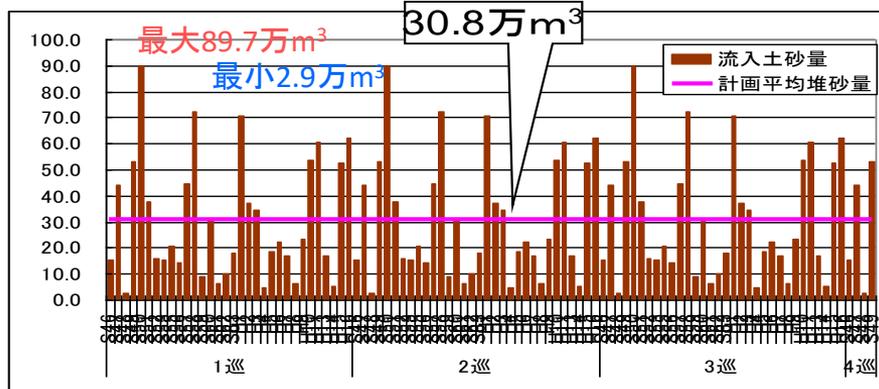
■ : 礫 ■ : 砂 ■ : シルト - - : 平均年流入土砂量

粒径区分	平均年流入土砂量(万m ³)
礫	1.9
砂	7.9
シルト	5.4
合計	15.1



これまでの堆砂対策検討(H12-H16) Q-Qs式

粒径区分	平均年流入土砂量(万m ³)
礫	1.2
砂	20.3
シルト	9.3
合計	30.8

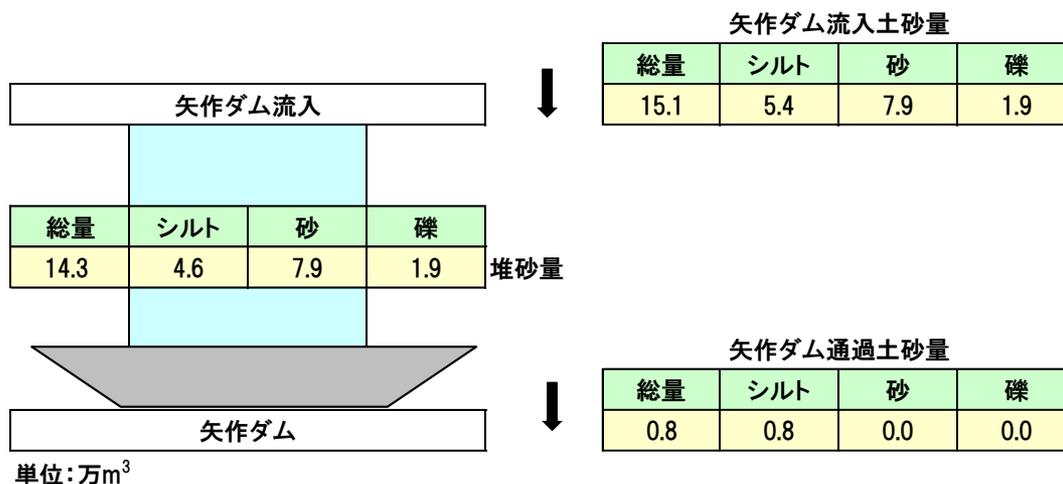


過去の堆砂対策検討における年流入土砂量

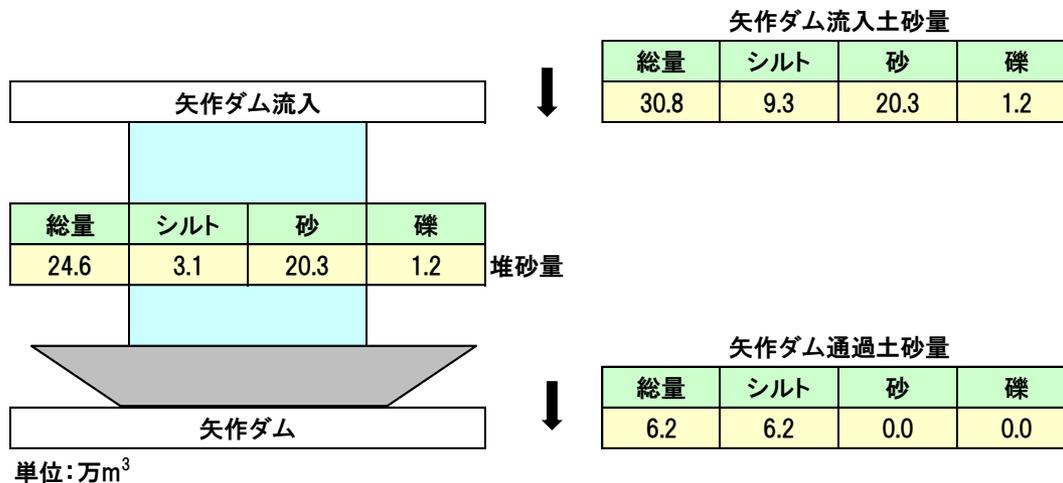
100年間の予測計算（土砂収支）

◆ H17-R3の流入土砂量推定式を用いた100年間の予測計算による土砂収支では、矢作ダム内の年平均堆砂量は約14.3万m³である。

今回算定Q-Qs式
(H17-R3)
土砂収支図
※対策なしの場合

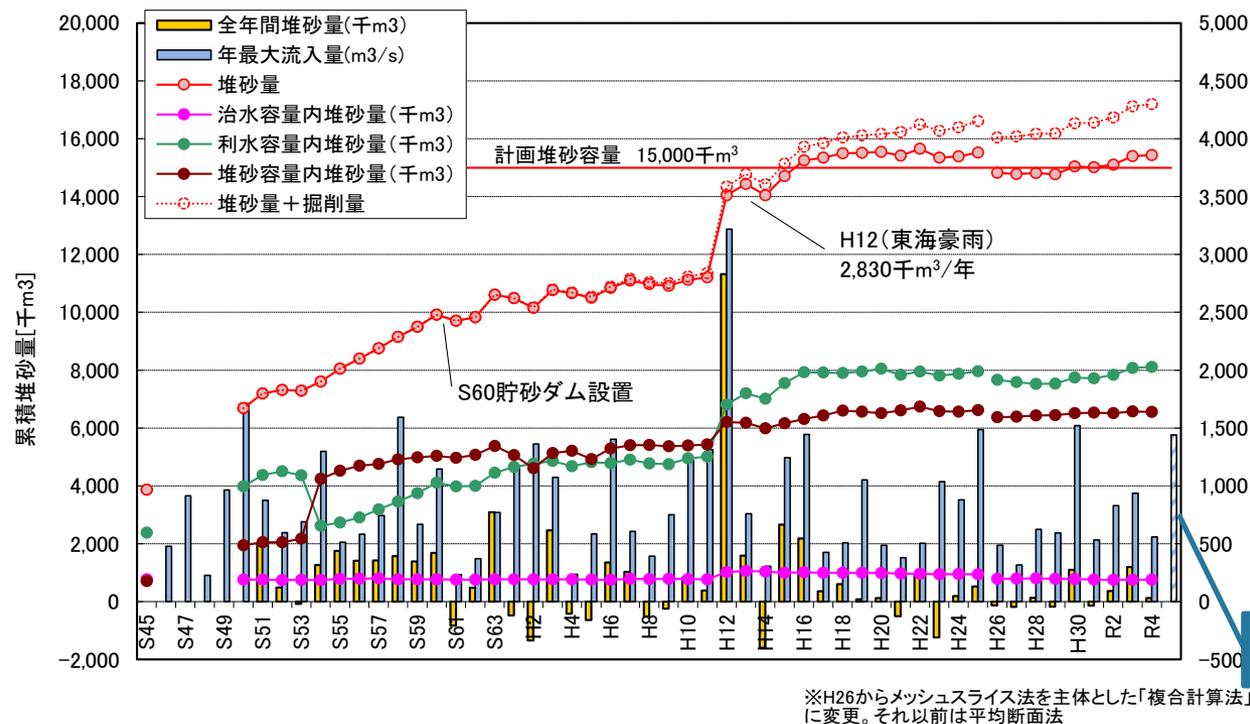


これまでの検討Q-Qs式
(H12-H16)
土砂収支図
※対策なしの場合



(参考) 令和5年6月出水の矢作ダム流入量の推定

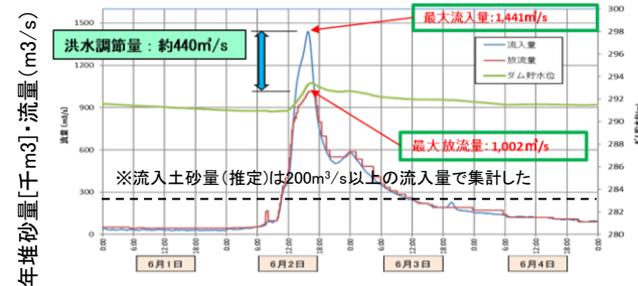
- ◆ 令和5年6月出水では矢作ダム流入量が1,441m³/sであり、既往7位の洪水であった。
- ◆ 本出水のピーク流量は、平成25年、平成30年出水と同程度である。
- ◆ 矢作ダム流入土砂量推定式から本出水では約11.9万m³の流入と推定され、年平均流入土砂量(約15.1万 m³)より小さい。このことから、令和5年6月出水の流入土砂量は特別大きいわけではないと考えられる。
 なお、令和5年度末の堆砂測量により堆砂傾向を確認する。



矢作ダムの堆砂実績と年最大流入量

※H26からメッシュスライス法を主体とした「複合計算法」に変更。それ以前は平均断面法

矢作ダム流入量200m³/s以上の期間について前述の推定式を用いて土砂量を推定⇒約11.9万m³



R5年6月出水
1,441m³/s

3. 矢作川水系総合土砂管理の進め方(案)

「矢作ダム流入土砂量の見直し」による総合土砂管理検討への影響

- ◆ 「矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて(H27.5)」での想定
 - 矢作ダム流入土砂量は約31万m³/年と想定
 - 矢作ダムでは、土砂バイパストンネルを含め新しい技術も取り入れながら効率的な工法を検討
 - 環境改善(土砂移動の連続性の確保)も期待し、河川還元を有力な対策として想定
 - 土砂供給実験を行いながら、土砂供給の効果・影響、適切な土砂供給方法を設定していくことを想定

＜今回の検討結果＞
矢作ダム堆砂傾向を踏まえ、今後の流入土砂量を見直し
矢作ダムへの全流入土砂量
約30.8万m³/年 → 約15.1万m³/年

＜平成27年以降の検討＞
矢作ダムの堆砂対策の有力案である土砂バイパストンネルの検討
土砂管理シナリオ検討(維持掘削量・維持掘削方法)
置土実験による環境変化・影響の把握
関係者との調整

- ◆ 現状および土砂管理の目指す姿は変わらない
 - 矢作ダムの堆砂は進行しており、現状以上の堆砂対策が必要
 - 河床の粗粒化がみられている
 - 樹林化や二極化が生じている
- ◆ 総合土砂管理の土砂管理シナリオは見直しが必要
 - 想定する流入土砂量が少ないため、矢作ダムの対策必要土砂量が減少
 - 効率的な恒久堆砂対策の方法の見直しが必要
 - 河川への供給可能な土砂量が減少

- ◆ これまで検討してきた「矢作川水系総合土砂管理計画(素案)」の内容について点検・見直しを行い、第1版を取りまとめる
 - 基礎データの蓄積に伴う、現状と課題、総合土砂管理計画の基本方針、目指すべき姿、土砂管理目標の点検・見直し
 - 現状の土砂収支の点検・見直し
 - 「矢作ダム領域」での持続可能で、効率的な恒久堆砂対策の抽出・比較
 - 「山地河川・発電ダム領域」「河川領域」での土砂供給計画と治水・利水・環境の一次評価
 - 課題解決に向けた検討方針

総合土砂管理を進める上での検討課題

◆ 各領域の現状と課題、土砂管理の目標、課題を整理した。

	現状	土砂管理の目標	土砂管理における課題
上流山地領域	<ul style="list-style-type: none"> 地先砂防整備を継続 東海(恵南)豪雨以降に砂防ダム整備が進捗 	<ul style="list-style-type: none"> 土砂災害の防止 	<ul style="list-style-type: none"> 矢作ダム流入土砂量の変動は小さく、おおむね安定している ⇒総合土砂管理につながる大きな課題はない
矢作ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> 計画堆砂容量を上回る堆砂量(堆砂量:1540万m³・計画堆砂容量1500万m³) 有効容量の減少(有効容量内堆砂量:883万m³・計画有効容量6500万m³) 堆砂が継続的に進行 	<ul style="list-style-type: none"> 計画堆砂容量(1500万m³)以上の堆砂分を掘削するとともに、その堆砂量を維持する 	<ul style="list-style-type: none"> 有効容量を維持するための、持続可能な貯水池堆砂対策が必要 ⇒水系全体に影響を与える総合土砂の課題 コスト抑制した持続可能な対策 周辺地域の活用の限界 下流河川の受け入れ限界 ダム再生事業との連携 大規模洪水時(東海(恵南)豪雨再来時)の対応
山地河川・発電ダム領域	<ul style="list-style-type: none"> 河床上昇、河床低下などの大きな変動は見られず、土砂に関する喫緊な問題はない 流下能力が不足する区間がある 全体的に粗粒化している 明治用水頭首工湛水域での堆積が進行 	<ul style="list-style-type: none"> 治水、利水機能の維持・確保 環境の改善 	<ul style="list-style-type: none"> 維持掘削量が少なくなる土砂管理が必要 <ul style="list-style-type: none"> 河川に土砂を供給すると一部が堆積する。維持掘削が必要 現実的な維持掘削量となる土砂供給の制限や土砂移動促進が必要 実現可能な維持掘削量は各管理者と調整が必要 環境が改善される土砂管理が必要 <ul style="list-style-type: none"> 土砂供給による環境改善の把握(置き土実験等)が必要
河川領域	<ul style="list-style-type: none"> 直轄区間では二極化、樹林化がみられる 矢作ダムの土砂管理と合わせた総合土砂管理として、河川の環境改善、自然の営力を用いた土砂の運搬が期待される 	<ul style="list-style-type: none"> 治水、利水機能の維持・確保 環境の改善 	<ul style="list-style-type: none"> 維持掘削量が少なくなる土砂管理が必要 <ul style="list-style-type: none"> 河川に土砂を供給すると一部が堆積し、維持掘削が必要 豊田市街の治水安全度を維持するためには、明治用水頭首工湛水域の河床高管理が重要 明治用水頭首工の取水設備の埋没がない河床管理が必要 環境が改善される土砂管理が必要 <ul style="list-style-type: none"> 土砂供給による樹木繁茂抑制、二極化解消等の環境改善へのメカニズムの把握が必要
河口海岸領域	<ul style="list-style-type: none"> 河口干潟が減少し、自然再生事業を実施している 矢作川河口部付近には三河湾最大の一色干潟が存在しており、その面積は維持されている 人為的な埋め立てにより、三河湾全体での浅場・干潟の減少 矢作ダム、矢作川の掘削土砂を海域に運搬 	<ul style="list-style-type: none"> 多様な生態系を有する干潟、浅場の保全 	<ul style="list-style-type: none"> 河川による自然の営力のみでの土砂供給は困難であり、掘削土砂の有効活用などの広域的な連携が必要 <ul style="list-style-type: none"> ダム、河川領域の検討を踏まえた水系全体の土砂収支計画

総合土砂管理の進め方（案）

- ◆ これまでと同様に段階的な土砂管理を進めていく
 - ステージ1:問題点を明らかにし進め方を検討する段階(「矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて」の検討)
 - ステージ2-1(現時点):試験的な土砂供給等を行いながら、総合土砂管理計画第1版を作成する
 - ステージ2-2:矢作ダムの中砂管理(堆砂量の回復と維持)を行うとともに、第2版を作成し、恒久的な堆砂対策施設を施工する
 - ステージ3:恒久的な堆砂対策施設の試験運用を実施し総合土砂管理を実証し、第3版を作成する
 - ステージ4:恒久的な堆砂対策を含めて矢作川水系の総合土砂の実施・モニタリング・フォローアップを行う



段階的な総合土砂管理計画の構成（案）

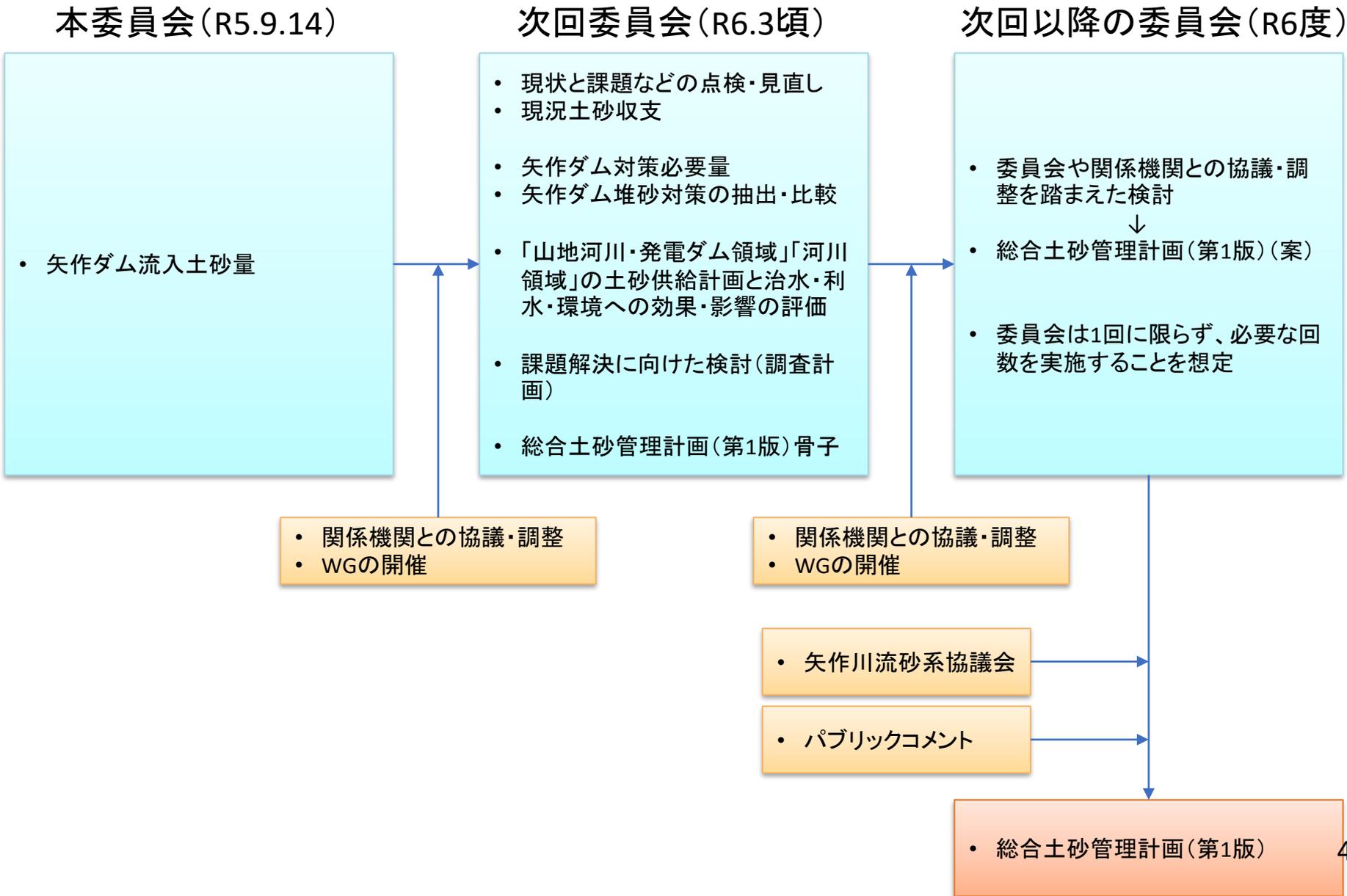
- ◆ 総合土砂管理計画は段階的に検討を進めていく。
- ◆ 第1版では早急な対策が必要となる矢作ダム領域とダム下流河川の領域の検討方針や、当面の土砂供給実験等のモニタリング計画を示す。

目次	矢作川水系総合土砂管理計画策定に向けて	矢作川水系総合土砂管理計画第1版	矢作川水系総合土砂管理計画第2版	矢作川水系総合土砂管理計画第3版	
前提条件	○	➡点検・時点更新	➡ -	➡ -	
矢作川の流砂系の概要	○	➡点検・時点更新	➡ -	➡ -	
流砂系の範囲と領域区分	○	➡点検・時点更新	➡ -	➡ -	
流砂系を構成する粒径集団	○	➡点検・時点更新	➡ -	➡ -	
流砂系の現状と課題	○	➡点検・時点更新 流砂系の現況土砂収支(矢作ダム流入土砂量の見直し踏まえ)	➡点検・時点更新	➡点検・時点更新	
総合土砂管理の基本方針と流砂系で目指すべき姿	○	➡点検・時点更新	➡点検・時点更新	➡点検・時点更新	
土砂管理目標	-	土砂管理目標 (これまでの検討の見直し)	土砂管理対策を踏まえた「水系全体の土砂収支計画(目標値)」	➡点検・時点更新	
土砂管理対策	上流山地領域	-	×	検討方針の提示	土砂流出抑制対策等の必要性
	矢作ダム領域	-	対策必要土砂量 恒久堆砂対策案の比較	恒久堆砂対策を含む矢作ダム領域の土砂管理シナリオ	➡点検・時点更新
	山地河川・発電ダム領域	-	当面(10年程度)の土砂供給計画と治水・利水・環境への効果・影響の一次評価	土砂管理シナリオ(維持掘削・発電ダムスルーシング等) 土砂管理実施による治水・利水・環境への効果・影響	➡点検・時点更新
	河川領域	-	当面(10年程度)の土砂供給計画と治水・利水・環境への効果・影響の一次評価	土砂管理シナリオ(維持掘削等) 土砂管理実施による治水・利水・環境への効果・影響	➡点検・時点更新
	河口海岸領域	-	×	検討方針の提示	矢作川流砂系と三河湾との連携
課題解決に向けた検討	○	土砂供給実験計画(調査計画)	恒久堆砂対策施設の試験運用・調査計画	×:この時点で課題解決	
モニタリング計画	-	×(総合土砂管理が決まっていないため)	総合土砂管理に必要なモニタリング計画+「試験運用のモニタリング計画」を追加	恒久的な総合土砂管理計画のモニタリング計画	
関係各者との連携の方針	-	関係機関との連携方針の提示	➡点検・時点更新	➡点検・時点更新	
総合土砂管理計画の運用	-	順応的管理の実施の提示	➡点検・時点更新	➡点検・時点更新	

○:整理済みのもの
 -:整理されていないもの
 ➡青字:既往検討の点検・時点更新
 赤字:新規検討・とりまとめ
 ➡-:変更なし
 ×:検討なし

総合土砂管理検討委員会の審議スケジュール（案）

◆ 矢作川水系総合土砂管理計画（第1版）策定に向けて、以下の検討スケジュールを考えている。



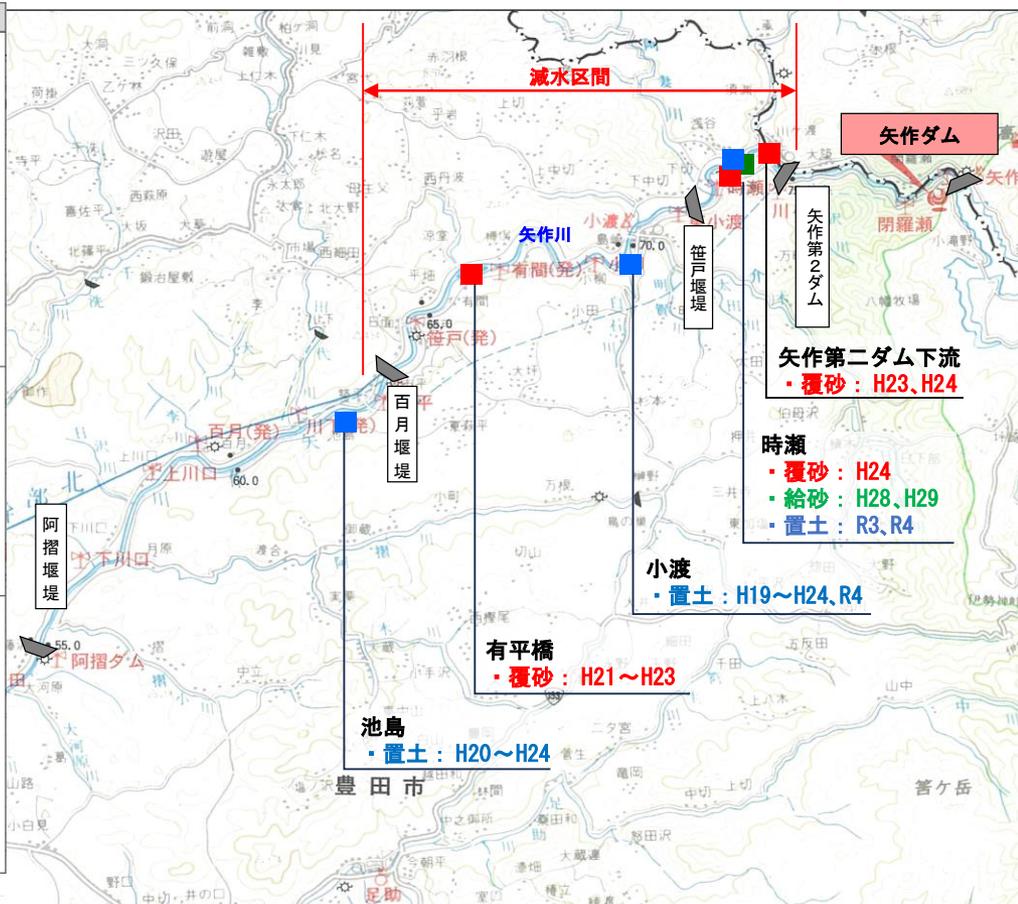
4. 技術的課題の解決に向けた取り組み

4. 1 土砂供給実験の実施状況

(1) 土砂供給実験の実施状況

- ◆ 技術的課題の解決を目指し、土砂供給実験(置土、覆砂、給砂)を実施している。
- ◆ 各実験の実施状況を以下に示す。

技術的課題と課題解決に向けた実験の実施状況	
置土	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題3：供給土砂の堆積による物理環境および生態系への影響評価、閾値設定 ・課題4：淵埋没等による瀬淵構造の変化と生態系への影響評価、閾値設定 ・課題7：藻類のクレンジング効果の定量化と目標設定 ・課題8：砂分回復による環境改善効果の定量化と目標設定 <p>【実験実施状況】</p> <p>小渡 H19～H24：平均 3,300m³/年、R4：4,000 m³</p> <p>池島 H20～H24：平均 1,800 m³/年</p> <p>越戸 H30～R1：3,700 m³/年</p> <p>時瀬 R3：4,000m³、R4：6,500 m³</p>
覆砂	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題3：供給土砂の堆積による物理環境および生態系への影響評価、閾値設定 ・課題8：砂分回復による環境改善効果の定量化と目標設定 <p>【実験実施状況】</p> <p>有平橋 H21～H23：20～36m²/年</p> <p>第二ダム下流 H23,H24：20m²/年</p> <p>時瀬 H24：20m²</p>
給砂	<p>【技術的課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題1：河道に土砂が堆積しにくいQ～Qs関係の設定 ・課題3：供給土砂の堆積による物理環境および生態系への影響評価、閾値設定 ・課題4：淵埋没等による瀬淵構造の変化と生態系への影響評価、閾値設定 ・課題7：藻類のクレンジング効果の定量化と目標設定 ・課題8：砂分回復による環境改善効果の定量化と目標設定 <p>【実験実施状況】</p> <p>時瀬 H28：740m³、H29：1,970m³</p>



凡例

- 置土実験：河道内(陸域)に土砂を置き、洪水流量により流出させる。
- 覆砂実験：河道内(水域)に土砂を置き、河床状況を直接変更する。
- 給砂実験：出水時に流量に応じた土砂をベルトコンベアを用いて投入する。

0 5,000m

(2) 令和4年度における土砂供給実験(置土)

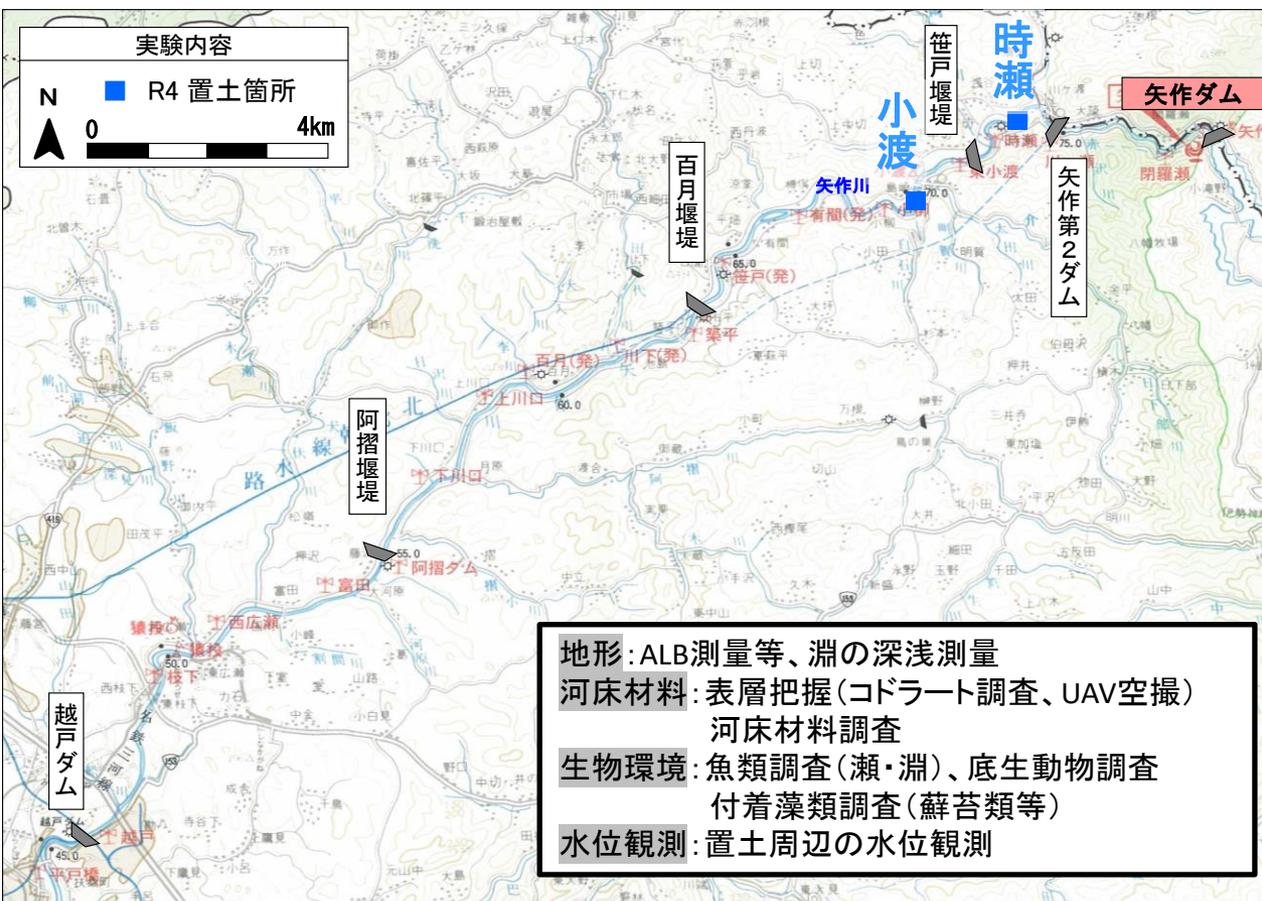
◆ 令和4年度は、令和3年度から置土量を増やし、時瀬地区6,500m³、小渡地区で4,000m³の置土を実施した。

※ 令和3年度の置土量は、時瀬地区で4,000m³、小渡地区では置土なし。

【実験の目的】

時瀬: 排砂の有力案である土砂BPの吐口直下に位置しており、将来的な土砂供給の影響・効果が早期に発生する可能性がある。
瀬淵における堆積の有無や魚類および底生動物への影響を把握する。

小渡: アユ釣りの好漁場として利用されており、瀬淵における堆積の有無と、魚類(特にアユ)および底生動物への影響を把握する。



① 時瀬地区の置土状況(R3)



② 小渡地区の置土状況(R4)



(3) 土砂供給実験の結果と今後の課題

- これまでの実験により、4,000～6,500m³/年の土砂量では下流に顕著な堆積は生じないことが分かっている。一方で、土砂堆積による影響や環境改善の効果を把握できていない。
- 環境への効果・影響が生じるような規模の土砂堆積を発生させるため、土砂量を段階的に増やしながら置土実験を継続する。また、覆砂実験を過年度よりも大きな規模(範囲)で実施することを検討する。
- 閾値を仮設定できた項目については、排砂施設の設計やその試験運用などを繰り返しながら更新する。

置土実験

【H19-24の実験】

土砂量: 4,000～6,000m³/年
実験場所: 小渡、池島

下流への堆積は確認されなかった。置土流出時の濁りは一時的かつ限定的であった。

【H30、R3-R4の実験】

- 初期値を4,000m³/年とし、段階的に土砂量を増やしながら置土を継続することで、堆積を生じさせ、環境への効果影響を把握する
- 新技術のALB測量を活用し堆積状況を面的に把握する

時瀬で2年間(4,000m³、6,500m³)、小渡で1年間(4,000m³)の置土を実施しているが、顕著な堆積は生じていない。

【今後の課題】

- 土砂量を増やした置土実験が必要。

当面の置土実験では土砂堆積した状態が生じない可能性

覆砂実験

【H21-24の実験】

土砂量: 20m³、厚さ25cm程度
実験場所: 有平橋、矢作第2ダム下流等

覆砂による生物相の変化は一時的であったが、狭い範囲の覆砂であり実現象を表現できていない可能性がある。

【今後の課題】

- より広範囲の覆砂により堆積状態をあらかじめ創出し、環境への効果・影響を把握する必要がある。

給砂実験

【H28、H29の実験】

- ベルトコンベアによる給砂を実施
- 洪水の低減期に土砂を投入し、川に土砂が残らないかを把握することで土砂供給を停止するタイミングを設定する、下流に土砂の堆積を生じさせ環境への効果影響を把握する
- H29は約2,000m³を投入

矢作ダム放流量150m³/sの時に土砂投入を停止すると、下流への堆積が生じないことを確認した。

4. 2 河道環境WGを踏まえた今後の取り組み(案)

(1) 令和4年度 河道・環境WGの実施状況

- ◆ 令和4年12月に河道・環境WGを開催し、土砂供給実験計画・モニタリング計画について審議を行った。

【令和4年度 河道・環境WGでの主な審議事項】

土砂供給実験およびモニタリング計画について

- ① 短期間で置土の効果を効率的に把握するための置土実験箇所
- ② カラーサンドを活用した土砂流下状況の把握の可能性
- ③ 覆砂実験の実施可能性
- ④ 今後のモニタリング計画

- ◆ 令和4年度 河道・環境WGの実施状況を以下に示す。

WG実施日時	WGメンバー
令和4年12月6日	戸田 祐嗣(名古屋大学 教授)
令和4年12月7日	川崎 将生(国土技術政策総合研究所 水環境研究官) 山下 洋正(国立研究開発法人 土木研究所 水質チーム 上席研究員)
令和4年12月15日	溝口 敦子(名城大学 教授)
令和4年12月19日	福島 雅紀(国土技術政策総合研究所 河川研究室長) 田端 幸輔(国土技術政策総合研究所 河川研究室 主任研究官) 竹下 哲也(国土技術政策総合研究所 水循環研究室長)

(敬称略)

(2) 河道・環境WGでの指摘を踏まえた今後の取り組み(案)

- ◆ 河道・環境WGでの指摘事項をもとに、今後も引き続き土砂供給実験を行う方針とした。
- ◆ 河道・環境WGでの指摘事項と対応方針(案)を以下に示す。

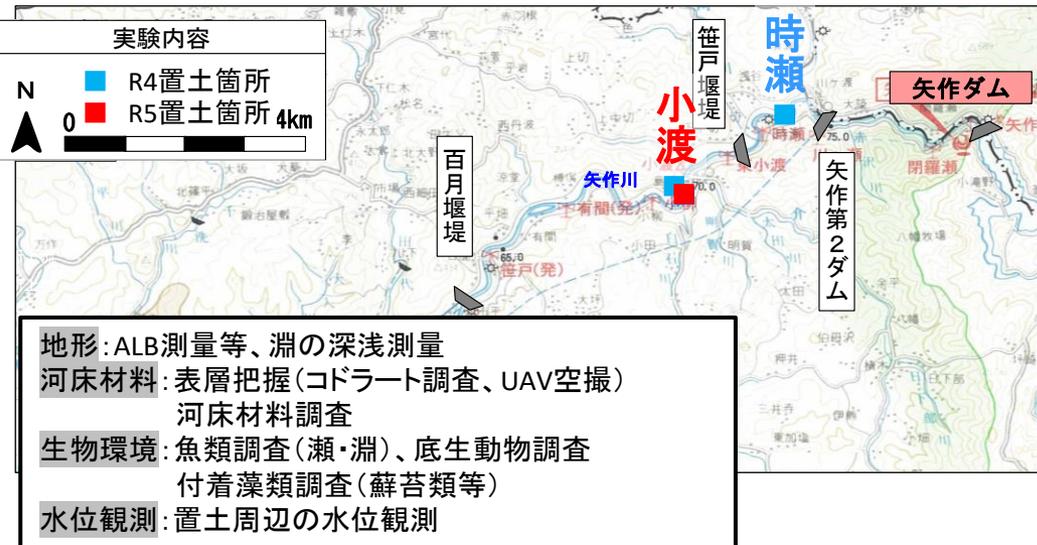
審議項目	WGメンバーからの主な指摘事項	対応方針(案) ※赤書きはR5対応事項
①効率的な置土実験	<ul style="list-style-type: none"> ・これまでの置土では明らかな土砂堆積などの変化がみられていないことから、今後の実験では土砂量を大きくして実施すべきである。 ・この時、堆積しすぎたら置土を一度中止し、堆積した土砂がその後の出水で流れるか確認することも重要である。 	<p>設置場所の広さや費用の制限はあるが、段階的に土砂量を増やしていく計画とする</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積しやすい2箇所間に置土場所を設けて置土を実施し、堆積しやすいと予想した場所の堆積の有無をモニタリングすることで、上流からの土砂由来か置土由来かを区別して評価できるかもしれない。 	<p>置土地点上流に設定した対照地区におけるモニタリングを継続する。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な置土実験は、大規模出水でしか流出せず、その場合モニタリング箇所よりも下流に土砂が流下してしまい「下流に堆積しなかったため効果影響は不明だった」という結果しか得られない。 ・土砂の堆積などの痕跡が残り、効果や影響を明確に把握できる実験計画とすべき ・例えば、小規模出水で冠水する場所に置土を実施する方法が考えられる。 	<p>置土の高さや設置箇所の比高を小さくする、土砂が堆積した状態を覆砂実験で創出する等を検討する。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・淵の埋没を懸念するのであれば、淵に土砂投入を実施して出水で流下するかを把握すればよい。 	<p>淵への置土を検討する。</p>
②カラーサンドを用いた土砂流下状況の把握	<ul style="list-style-type: none"> ・カラーサンドの確保が困難な場合は、地質の異なる他流域から土砂を用意することも考えられるが、粒径が異なると実験条件としては良くない。 ・今後の土砂供給実験の手法について、カラーサンドは現実的ではないと思われる。 	<p>土砂の追跡を実際に明らかにできるか、確度を十分に確認した上で実施の是非を判断する。</p>
③覆砂実験の実施可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・覆砂実験は、堆積が発生した場合の効果や影響を把握できるだけでなく、平常時の土砂動態を把握する目的としても有効である。 ・覆砂下流に一定間隔でモニタリング地点を設置すると良い。 ・覆砂時期は出水期後とし、秋季～翌年の出水発生までモニタリングすると良い。 	<p>土砂が広く堆積した場合の環境影響や、平常時の土砂動態の把握を目的として覆砂実験を計画する。</p>
④今後のモニタリング計画	<ul style="list-style-type: none"> ・計算の初期条件設定などにも有効な物理環境指標(砂面高など)も意識して調査を実施するとよい。 	<p>砂面高の計測をモニタリング項目に追加する。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・置土や覆砂の実施にあたって濁りを調べる必要がないか、検討しておくとい。 	<p>実験箇所上下流における濁度のモニタリングの必要性を検討する。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂供給の効果として、付着藻類の剥離を想定したクレンジング効果が取り上げられることが多いが、副次的な効果として確認しておく程度でよいと思われる。 	<p>クレンジング効果は糸状藻類や蘚苔類の抑制という点に着目した調査内容とする。</p>

(3) 今後の土砂供給実験計画

- ◆ 令和5年度は、小渡地区における置土実験を継続する。
- ◆ 置土実験に加え、覆砂実験を検討・計画する。

【置土実験の目的】

小渡: アユ釣りの好漁場として利用されており、瀬淵における堆積の有無と、魚類(特にアユ)および底生動物への影響を把握する。



【覆砂実験の目的】

- ・河床に土砂が堆積した状況をあらかじめ創出し、生物環境への影響や回復過程を把握する。
- ・平常時および小規模出水における堆積土砂の流出過程を把握する。



過年度の覆砂実験状況
(20m²程度)



覆砂の形状や面積は実際の費用や施工性を考慮するが、可能な限り大面積での実験とする。