

矢作川水系総合土砂管理計画 (第1版)の策定に向けて

渡邊 菜月¹

¹中部地方整備局 豊橋河川事務所 流域治水課 (〒441-8149 愛知県豊橋市中野町字平西1-6) .

矢作川流域は、典型的な砂河川であり、矢作ダムでは計画を上回る速度で堆砂が進行している。また、下流河道等においても、利水ダム等の河川横断工作物による土砂移動の連続性の分断や砂利採取等による河床の低下、河口干潟の減少等、様々な土砂管理における課題が顕在化しており、これらに対応する「総合土砂管理計画」の策定に向けて検討している。なお、矢作川における土砂動態の把握、土砂流下による環境への影響、効果の定量評価は現時点では解明に至っていないことから、実験やモニタリングを行いながら段階的な土砂管理や土砂管理の運用の検討を進める「モニタリング先行型」にて進めている。

キーワード 総合土砂管理、ダム貯水池対策、関係者との合意形成

1. 矢作川流砂系の概要

矢作川は、幹川流路延長約 118 km、流域面積約 1,830 km² の一級河川である。矢作川の河床勾配は、上流域の山岳地帯で 1/60 以上、中流域の矢作ダム下流から 60 km 付近までの上流側は 1/400～1/130 程度、その下流側では 1/800～1/400 程度、さらにその下流側の明治用水頭首工湛水域では 1/2,700～1/1,600 程度と緩やかになる。下流域の岡崎平野では、1/2,500～1/1,200 程度、河口部では 1/5,000 以下となっており、海岸域では三河湾最大となる一色干潟が形成されている (図-1)。

矢作川流域の地質を図-2に示す。領家帯花崗岩類が大部分を占めており、地表の花崗岩はマサ化し崩壊しやすいため、降雨時等に多量の土砂が流出する典型的な砂河川であり、河川によって運ばれる土砂によって、中・下流域の岡崎平野周辺の沖積平野を形成している。

矢作川における流砂系については、領域毎の土砂動態の変化やそれに伴って生じる現象を勘案して、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・海岸領域に領域分割し、河川領域については、横断工作物や支川合流地点等を考慮して、5区分に分割した (図-3)。

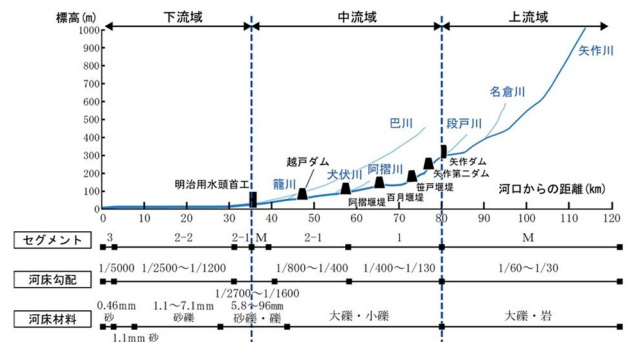


図-1 矢作川縦断模式図

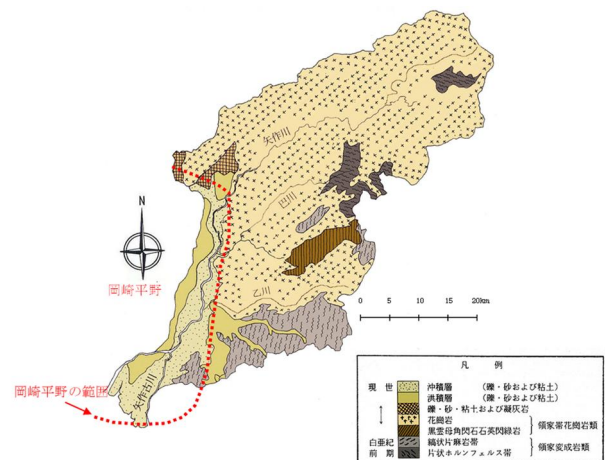


図-2 矢作川流域地質図

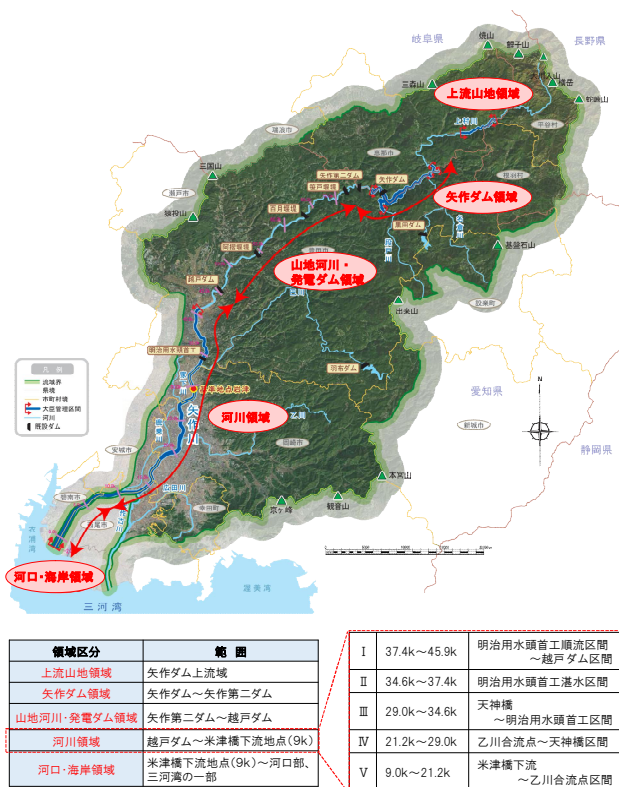


図-3 流砂系の領域区分



写真-1 東海（恵南）豪雨時の矢作ダム湖土砂異常堆積状況

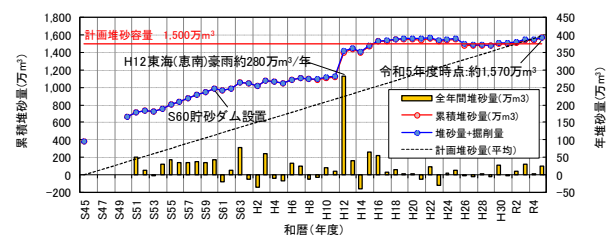


図-4 矢作ダム堆砂量の経年変化

2. 矢作川流砂系の現状と課題

矢作川流砂系では、矢作ダムをはじめとする横断工作物による土砂の連続性の障害、発電事業者の取水による減水区間の発生、砂州の固定化に伴う樹林化や河道の二極化、河口干潟の減少などの各領域における変化や対処すべき課題が生じている。領域毎の現状と課題は次のとおりである。

(1) 上流山地領域

山間部の地質は、傾家花崗岩であり、地表は風化によりマサ化し崩壊しやすいことから多量の土砂を生産する領域となっており、年平均で約15万 m^3 （矢作ダム堆積土砂量からの推定値）の土砂が矢作ダム貯水池へ流入していると推定されている。

(2) 矢作ダム領域

矢作ダムは多目的ダムとして1971年に竣工したダムである。2000年の東海（恵南）豪雨では、想定を大きく上回る土砂（約280万 m^3 ）が貯水池内に堆積した（写真-1）。

2023年度時点（53年経過）で矢作ダムの計画堆砂容量（1,500万 m^3 ）を超過しており、堆砂率が105%となっている。このまま堆砂が進行すると、農業用水、水道用水、工業用水のための貯水量の減少や発電施設の取水口の埋没等、西三河地域の広い範囲で影響が発生する恐れがある。

現在も、年平均で約15万 m^3 の土砂が矢作ダムへ流入し、その内約14万 m^3 の土砂が貯水池に堆積すると推定され、治水・利水機能が低下する恐れがあるため、堆砂対策を実施する必要がある（図-4）。

(3) 山地河川・発電ダム領域

昭和初期以前から、矢作川上流域では発電開発が進められた。その後、矢作ダム建設とあわせて矢作第二ダムが建設された。このため、ダム（堰堤）による土砂流下の障害によって通過土砂量が減少し、河床材料が変化している区間が生じている。

近年、越戸ダム上流区間では礫に付着する糸状藻類のカワシオグサやコケ植物の生育が確認されており、アユをはじめとする魚類の餌となる付着藻類など生息環境への影響が懸念されている。還元土砂量の決定にあたっては、治水安全度の確保・維持とともに発電ダムの機能を維持することが必要となる。また、土砂還元により、良好な河川環境を目指すことが重要となる。

(4) 河川領域

矢作川は、比較的川幅が広く、複雑な流路、砂州を形成した砂河川となっている。1960年代には、骨材利用を目的とした大規模な砂利採取が行われ、これにより河床が大きく低下した区間がみられる。一方で、連続する瀬・淵環境も確認されており、アユやヨシノボリ類等が生息場として利用しておりアユの産卵場としての利用もみられている。かつては、白い河原が特徴的な砂河川で

あったが、樹林化によって滞筋の固定化、河道の二極化が生じている。今後、砂河川としての河川環境の改善・維持が生物の生息環境に対して重要である。

(5) 河口・海岸領域

1965年以降に矢作川河口部では、干拓による土地利用の変化などによって、干潟面積は年々減少を続けていたが、1985年以降は、ほぼ変化なく推移している。干潟には、ゴカイ類やヤマトシジミ等の二枚貝類が生息し、シギ・チドリ類が渡りの中継地として利用している。

また、干潟にはヨシ原が形成され、カニ類、貝類、塩性植物が生息・生育し、オオヨシキリ等の繁殖場となっている。矢作古川の河口付近には三河湾最大級の干潟である一色干潟が残っており、その規模は1940年代と同程度に維持されている。

このため、矢作川水系における河川改修事業等で掘削により発生する発生砂を干潟、浅場造成事業の材料として有効活用し、アサリ等の生物生息場の良好な形成に寄与する取り組みを継続することが求められている。

3. 総合土砂管理計画策定における課題

総合土砂管理計画を進めるために決めなければならない、7項目の課題を抽出した(表-1)。

これらの技術的課題の解決に向けて、現在まで矢作ダム流入土砂量の見直し、土砂還元実験などを進めている。

4. 矢作ダム流入土砂量の見直し(2023年度委員会)

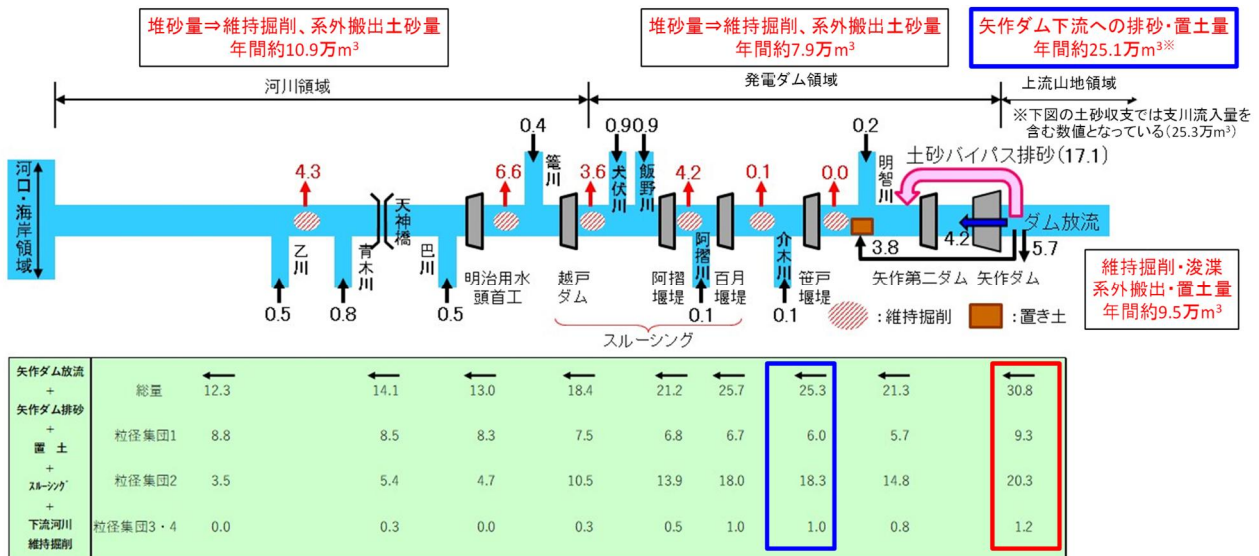
2023年度に、近年の矢作ダム流入土砂量の変化に伴い、土砂管理計画の基本的事項となる土砂収支シナリオの基となる矢作ダムへの流入土砂量の見直しを行った。

従前の土砂収支シナリオの作成における計算は、2000年から2004年までの矢作ダム流入土砂のQ-Qs式と1971年から2004年までの流況を基に、下流の越戸・阿摺・百月ダムのフリーフロー操作によるスルーシング条件により、一次元河床変動計算を基に検討したものである。検討結果を踏まえて、矢作ダムへ流入する土砂量が年間約30万m³であること前提とした土砂収支シナリオを整理している(図-5)。

一方、2005年から現在まで、矢作ダムへの流入土砂量が増加し、東海(恵南)豪雨以前の1985年から1999年の状況と同様になっており、東海(恵南)豪雨後に崩壊地が安定し、植生の回復などの影響により、2005年から現在まで、矢作ダム貯水池の堆砂の進行が穏やかな状態になったと推察されている(図-6)。

表-1 総合土砂管理計画策定における技術的な課題

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



※数値は土砂量 (万m³/年)

※粒径集団1 (シルト: ~0.062mm, 粒径集団2 (砂: 0.062~2.0mm, 粒径集団3・4 (礫: 2.0mm~以上)

※四捨五入の関係で、合計が合わない場合がある

数値は暫定値

図-5 2023年度までに検討された土砂管理シナリオ(土砂収支) ¹⁾

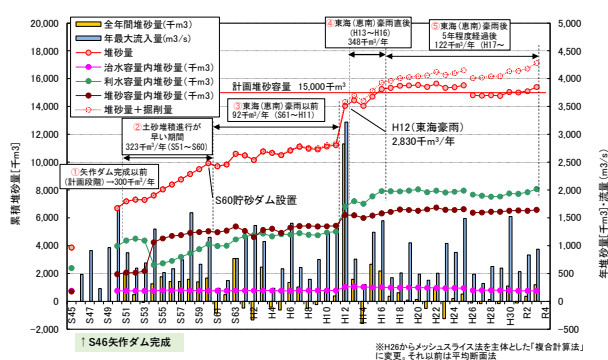


図-6 矢作ダム累積堆砂量の経年変化²⁾

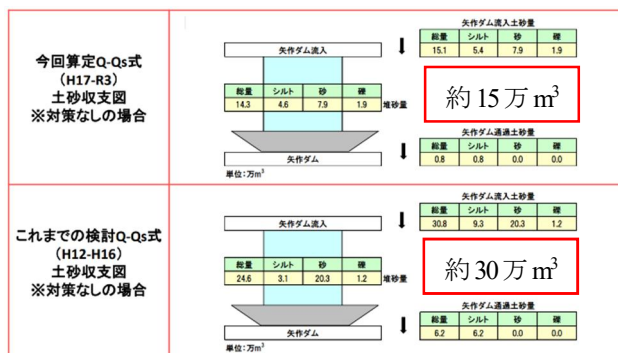


図-7 矢作ダム100年間の予測計算（土砂収支）²⁾

このことから、2005年から2021年までの矢作ダムの流入土砂量を基にQ-Qs式を検討し、100年間の予測計算による土砂収支を算定した結果、矢作ダムへの流入土砂量は年間約15万 m^3 と従前の約半分の値となった。今後、この値を基にして総合土砂管理の土砂管理シナリオの見直しを行う（図-7）。

5. 土砂還元（供給）実験

技術的課題の解決を目指し、土砂還元（供給）実験（置土、覆砂、給砂）を、越戸ダム直下流から矢作ダム下流までの間で実施している（図-8）。

置土実験は、2007年から実施しており、これまでに実施した4,000～6,500 m^3 /年の土砂量では、下流に顕著な堆積を生じさせ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の把握までは至っていない。

覆砂実験は、2009年から2012年に実施しており、20 m^3 、厚さ25 cm程度の規模で実施したが、覆砂による生物相の変化は一時的で、狭い範囲の覆砂実験であることから、実現象を表現できていない可能性がある。

給砂実験は、2016年と2017年に、矢作第2ダム下流において、ベルトコンベアによる給砂により実施した。洪水の低減期に土砂を投入することで、河川への影響を把握し、土砂供給を停止するタイミングを検討するために実施したものである。約2,000 m^3 の土砂を投入した結果、矢作ダム放流量150 m^3/s の時に土砂供給を停止すると、



図-8 土砂還元（供給）実験の実施状況²⁾

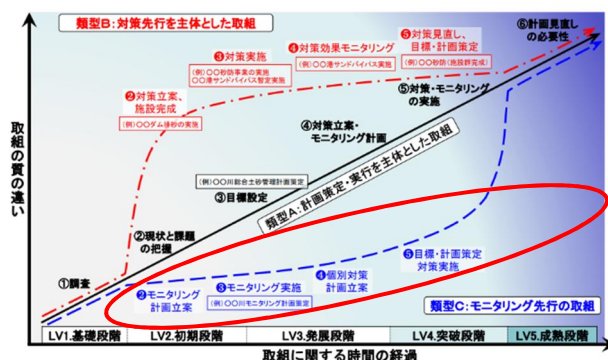


図-9 総合土砂管理のロードマップの類型化（イメージ）³⁾

下流への堆砂が生じないことを確認した。

環境への効果や影響が生じるような規模の土砂堆積を発生させるため、今後も段階的に土砂量を増やした置土実験は必要である。現状の還元土砂量では、すぐには下流河道の土砂堆積が生じないことから、合わせてより広範囲の覆砂実験を実施し、河道内のモニタリング地点にて局所的に堆積状態をあらかじめ創出し、環境への効果と影響を把握することで、土砂量を増やした場合の影響予測をしていく必要がある。

6. 土砂管理目標設定の考え方

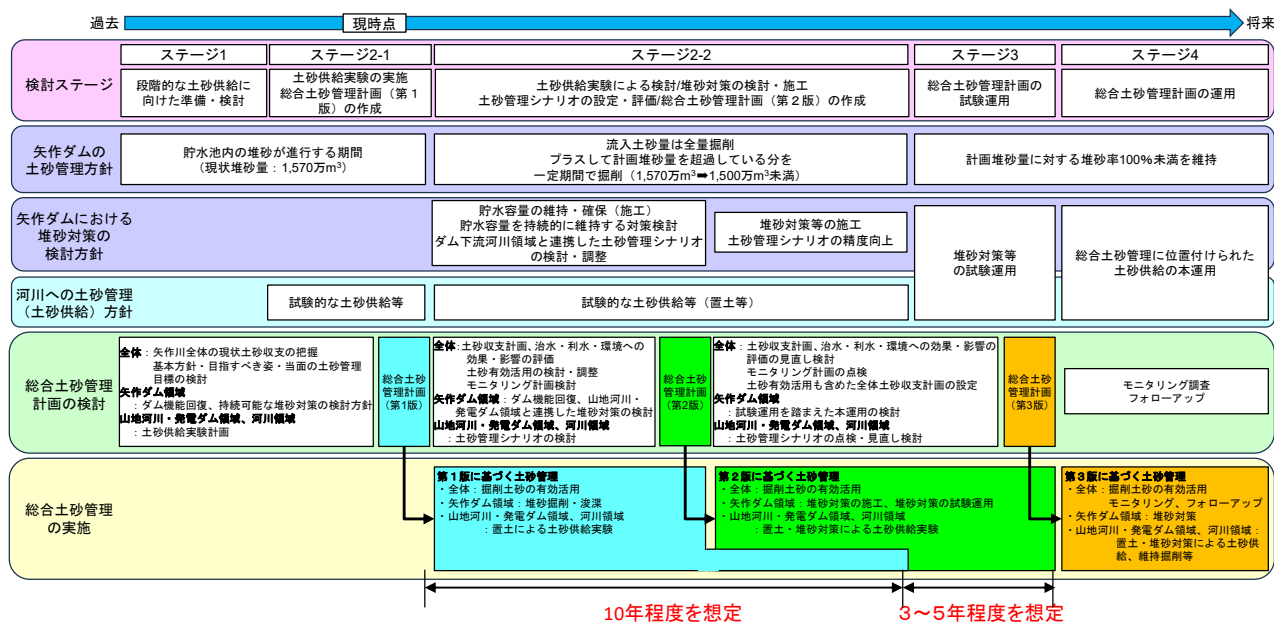


図-10 各ステージと段階的な総合土砂管理計画のスケジュール（案）⁴⁾

総合土砂管理計画策定に向けた技術的課題の検討を引き続き進めながら、関係者の合意形成を図る必要があることから、段階的に矢作ダム下流河川への土砂供給量、供給方法を変化させてモニタリングを実施する。その結果を踏まえて各領域の個別対策や計画立案を行い、総合土砂管理の目標や計画を定め、さらに、個別対策を実施することを道筋とした、モニタリングと検討プロセス自体を内容とする「モニタリング先行型」の総合土砂管理計画を策定することとした（図-9）。

具体的には、ステージ1～ステージ4までの段階毎にモニタリング結果に基づく土砂管理目標を定め、総合土砂管理計画による土砂管理対策を具体化し、これを実施して得られる土砂収支計画やその効果を踏まえて、最終的な「土砂管理目標」を設定することとした（図-10）。

7. 当面（10年程度）の土砂管理目標

堆砂対策の検討・調整には時間を要することから、現時点では「当面」の計画として、計画対象期間を中部地方整備局管内の他の総合土砂管理計画の50年より短い、10年程度と想定し、「矢作川水系総合土砂管理計画（第1版）」の策定に取り組んでいる。

当面10年間の土砂管理目標としては、矢作ダムの堆砂対策を進めるとともに、矢作川への土砂還元による環境改善、影響を確認しながら、土砂管理を進めることとした。

総合土砂管理計画（第1版）での土砂還元（供給）実験は、置土実験を基本とし、土砂流出後に調査目的や検討に必要なデータ取得のための調査を実施し、環境の経年変化を長期的にモニタリングする。また、土砂供給量

箇所	年度	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
山地・河川・発電ダム領域	小瀬	5,000m ³	5,000m ³	5,000m ³	5,000m ³	5,000m ³	5,000m ³	5,000m ³	5,000m ³	5,000m ³	5,000m ³
	菅戸堤下流		5,000m ³	10,000m ³	15,000m ³	15,000m ³	15,000m ³	15,000m ³	15,000m ³	15,000m ³	15,000m ³
越戸ダム下流		12,500m ³	12,500m ³	15,000m ³	20,000m ³	20,000m ³	20,000m ³	20,000m ³	20,000m ³	20,000m ³	20,000m ³
明治用水頭首工下流 ほか											
土砂量の合計		17,500m ³	22,500m ³	30,000m ³	40,000m ³	40,000m ³	40,000m ³	40,000m ³	40,000m ³	40,000m ³	40,000m ³

図-11 置土実験の今後のスケジュール（案）⁴⁾

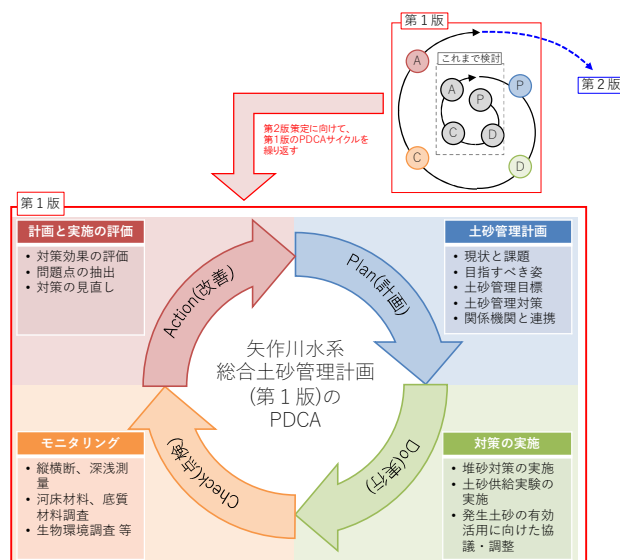


図-12 矢作川水系総合土砂管理計画（第1版）のPDCAサイクルイメージ（案）

を段階的に増やして、河川に還元することとしている（図-11）。

8. 順応的な総合土砂管理

矢作川流砂系における総合土砂管理を実施するために、関係者間で継続的に情報共有を図り、土砂供給実験を実施し、調査結果の評価・分析、必要に応じてモニタリングの内容を見直していく、順応的な管理を行うこととした(図-12)。

また、段階的な土砂供給を行いながら、技術的課題に向けた調査・研究を推進し総合土砂管理計画(第2版)、総合土砂管理計画(第3版)策定に向けて推進する。

9. 関係者との連携による実施体制

矢作川流砂系における総合土砂管理を進めるために、2012年10月に、国、県、発電事業者との間で、「矢作川水系及び三河湾 総合的な土砂管理の取り組み 連携方針」を確認し、連携強化を図ってきた。

総合土砂管理計画(第1版)策定後も、これまでと同じく、関係者との連携による「検討委員会」、「流砂系協議会」、「技術検討ワーキング」、「関係者連絡会」と「総合土砂管理事務局」の体制で総合土砂管理を進める(図-13)。

10. おわりに

矢作川水系総合土砂管理計画については、2010年度より検討を開始し約15年間の期間を経て、2000年の東海(恵南)豪雨直後の流入土砂量と比べ、砂防・治山施設整備や豪雨で崩落した山地の手入れなどにより荒廃した山地が回復し、当初想定していた矢作ダムへの流入土砂量を年平均約30万 m^3 から約15万 m^3 に見直し、段階的に河川への土砂還元量を増やしていくことで関係者のおおむねの合意を図った。

矢作ダムにおいては、流入土砂による貯水池内の堆砂はダム容量の減少や利水施設の取水口閉塞の可能性があるため大きな課題である。また、矢作ダム下流の関係者にとっては、治水、利水の安全度への影響や河川環境に対する影響が課題となっており、土砂収支シナリオの合意形成に向けて検討が必要である。

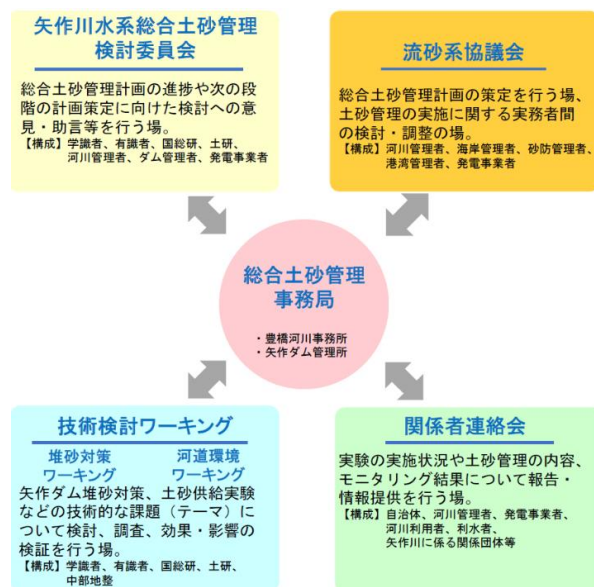


図-13 各会議の位置付け⁴⁾

今後、モニタリングによる段階的な土砂管理目標を定める内容の土砂管理計画の策定に向けて、関係者と合意形成を図り進めることが必要不可欠である。

矢作川流砂系における総合土砂管理計画は、目標通過土砂量を最初から設定せずに、段階的に下流河川に土砂還元を行い、モニタリングを通じて土砂管理目標を定めていくプロセスそのものを目標とするものである。引き続き関係者と協力し、矢作川流砂系のあるべき姿を目指し、土砂管理の運用、検討を進めつつ、矢作川水系総合土砂管理計画(第1版)の策定を進める。

謝辞：本論文の執筆にあたり、ご協力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 豊橋河川事務所：令和3年度 矢作川水系総合土砂管理計画検討委員会。
- 2) 豊橋河川事務所：令和5年度 矢作川水系総合土砂管理計画検討委員会。
- 3) (一財)国土技術研究センター：総合土砂管理の推進と計画策定の手引き 第2.0版【本編】。
- 4) 豊橋河川事務所：令和6年度 矢作川水系総合土砂管理計画検討委員会。