

ダムにおける堆砂対策の現状と課題

—矢作ダムを事例として—

渡邊 守 (国土交通省 中部地方整備局 矢作ダム管理所 所長)
 田島 健 (国土交通省 中部地方整備局 矢作ダム管理所 管理係長)

はじめに

矢作ダムは、昭和46年の運用開始以降、治水・利水機能を存分に発揮し、地域の発展に寄与してきた。現在、矢作ダムの貯水池には恵南豪雨時に大量の土砂が流入するなど、計画を上回る堆砂が進行することによる治水・利水機能への影響や、ダムで土砂が捕捉されることによる下流河川環境への影響が懸念されている。このため、総合土砂管理の観点から、現在検討中の堆砂対策について報告するものである。

1. 矢作ダムの概要

1) 矢作川の概要

矢作川は、その源を中央アルプス南端の長野県下伊那郡大川入山 (標高1,908m) に発し、飯田洞川・名倉川等の支川を合わせて愛知、岐阜県境の山岳地帯を貫流し、平野部で巴川、乙川を合わせて、その後、矢作古川を分派して三河湾に注ぐ、幹川流路延長118km、流域面積1,830km²の一級河川である。その流域内には、JR東海道新幹線、名神高速道路等我が国の根幹をなす交通網の拠点があるとともに、豊田市に代表される全国屈指の製造業地域が広がるなど、この地域における社会・経済・文化の基礎をなしている。また、流域の地質は、中生代の白亜紀から新生代にかけて生成された花崗岩類が広がり、表層の花崗岩はマサ化し崩壊しやすいことから流出土砂量が多く、典型的な砂河川を呈している。



図-1 流域図

2) 矢作ダムの概要

矢作ダムは、矢作川の河口から約80kmに位置し、洪水調節、農業用水、工業用水、水道用水、及び発電を目的とする多目的ダムとして、昭和46年に建設された集水面積504.5km²、高さ100m、総貯水容量80,000千m³、計画堆砂容量15,000千m³のアーチ式コンクリートダムである。

2. 矢作ダムの現状と課題

1) 矢作川

土砂移動の現状は、本来、下流に流れる土砂が最上流に位置する矢作ダムで大部分が捕捉されるため、下流河道では、河床材料の粗粒化、砂礫の減少及び干潟の減少など、物理・生物環境への影響が懸念されている。

2) 矢作ダム

矢作ダムは管理開始以降37年 (平成20年現在) が経過し、この間、平成12年9月の恵南豪雨で一気に280万m³の土砂が堆積するなど、貯水池内の全堆砂量は、図-2に示すように、平成19年現在、15,510千m³に達し、計画堆砂容量を超えている。このため、堆砂によるダム機能の低下や土砂移動の不連続による下流河川及び河口の環境に変化が生じる状況となっている。

また、今後堆砂対策を実施しなかった場合、治水利水容量内に堆砂が進行し、洪水調節機能や利水機能に影響が生じることが予想される。

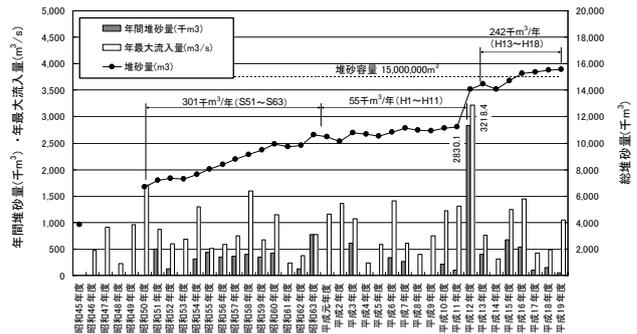


図-2 矢作ダム堆積土砂量の年次経過図

3) 矢作ダム堰堤改良事業

堆砂対策として、平成17年度に「矢作ダム堰堤改良事業」が採択され、ダム機能や河口を含む下流域の物理・生物環境の改善や維持を図ることになった。

矢作ダム堰堤改良事業の概要は、下記のとおりである。

(1) 緊急堆砂対策

長期堆砂対策完成までの措置として、治水容量内を掘削し、貯水池上流端にスペースを確保する。

(2) 長期堆砂対策

将来にわたり、治水機能を維持するとともに、必要に応じ利水機能を回復、維持することを目的に、排砂バイパス施設等の整備を行う。

(3) 工事中の堆砂対策

長期堆砂対策完成までの措置として、緊急対策により確保されたスペースに堆積する流入土砂を毎年掘削することにより、治水・利水機能を維持する。

(4) 河口を含む下流河川環境向上

排砂により、本来のあるべき河川に戻し、生物の生息環境の向上、河口の浅場・干潟造成に寄与する

3. 堆砂対策の検討状況

1) 堆砂対策の基本的な考え方

堆砂対策を実施することにより、ダム機能の維持・向上につながるとともに、土砂移動の連続性を確保することが可能となる。このことより、矢作ダムにおける堆砂対策は、緊急対策と長期対策とに区別して実施することとし、それぞれの目標を下記のように設定する。

[緊急対策の目標]

長期対策完成までの暫定措置として、ただちに実現可能な対策を行う。

- ・貯水池上流部の堆積土砂を除去し、建設当初の洪水調節機能の回復に努める
- ・極力、有効容量内の堆砂を進行させない

[長期対策の目標]

流入してくる全土砂量のうち、堆砂容量内への堆砂は容認し、それ以外を除去排砂する。さらに、利水容量内の堆積土砂についても除去を行い、利水容量の回復を図る。

2) 緊急対策

緊急対策の工法は、図-3に示すように、貯水池上流部に堆積した土砂を陸上掘削により排除する。

また、確保されたスペースに堆積する流入土砂を掘削することにより、治水・利水機能を維持する。

掘削土は他事業（主なものは下記のとおり）との連携により、有効活用を実施している。

- ・豊田市榊野地区において、豊田市の公園整備の造成材として堆積土砂を有効活用
- ・干潟、浅場の造成材として堆積土砂を有効活用（干潟・浅場造成事業）

（干潟・浅場造成事業）

(1) 事業の目的

伊勢・三河湾では、赤潮が頻発し、夏期には貧酸素水塊が形成され水産生物に悪影響を与えている。このような漁場環境を改善し、漁場生産力、水質浄化機能を回復させるため、干潟・浅場を造成する。（図-4参照）

(2) 事業主体 愛知県農林水産部水産課

(3) 調査主体 愛知県水産試験場

(4) 実施年度 S62～継続中

(5) 矢作ダム堆砂の関わり

平成19年度：室内実験水槽において干潟造成材としての機能性を調査。

平成20年度：浅海域における浅場の造成（約3,000m³）と追跡調査

(6) 今後の調査

浅海域にダム砂で小規模な試験区を設け、二枚貝類稚貝着底状況、底生生物種、量を調査することにより覆砂材としての適性を明らかにする。（室内実験済み）また、ダム砂で干潟・浅場を造成した場合の水質浄化機能の向上、水産生物生産高の増加による経済効果の評価を行い、実用化した場合の費用対効果を試算する。

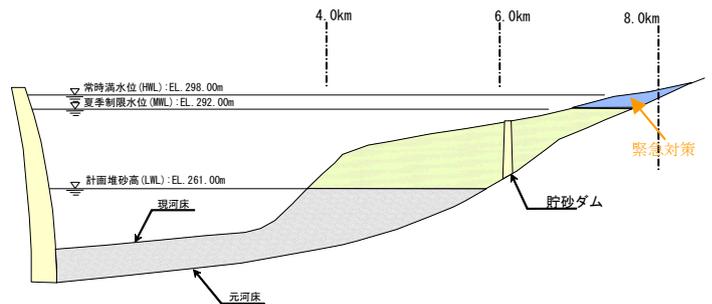


図-3 緊急対策のイメージ図（縦断面図）

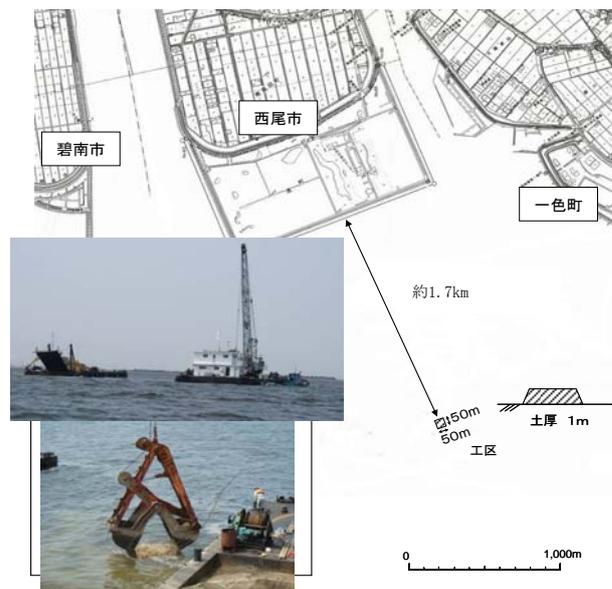
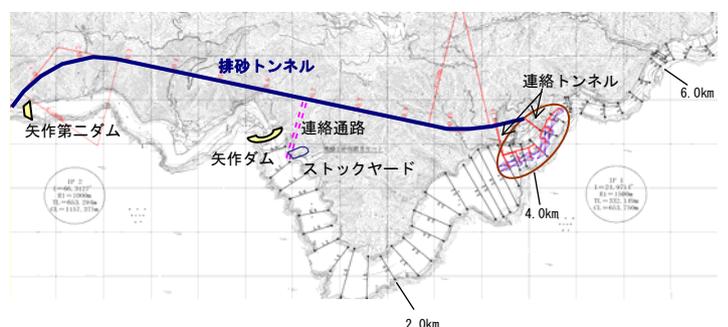


図-4 干潟・浅場造成事業の施工箇所図

3) 長期対策

(1) 長期対策工法の適用性

貯水池堆砂対策としての主要なメニューと矢作ダムにおける適用性を表-1に示す。これより、矢作ダムの長期対策におけるメイン工法になりうる対策としては、「排砂バイパス」と「吸引方式」の2工法の組み合わせとな



る。

図-5 緊急・長期対策のイメージ図（平面図）

条件 3 : 最大吸引流量100m³/s

表-1 堆砂対策の主要なメニューと矢作ダムにおける適用性

	貯水池内への流入土砂軽減		流下土砂の通過	
	陸上掘削	排砂バイパス	スルーシング	密度流排砂
イメージ図				
工法	貯水池上流部に貯砂ダムなどを設け、そこに堆積する土砂を掘削し貯水池外に排除する	貯水池上流部に分派堰を設け、貯水池を迂回するトンネルに流水と土砂の一部を分派させる	洪水時に水位を低下させ、流入土砂を貯水池内に堆積させることなく通過させる	洪水時の高濃度密度流を洪水吐き等により排出する
評価	これまでも矢作ダムにおいて実施してきた対策である。掘削土の処理方策等に課題がある。	粗砂・砂礫を流水力によって排砂することができるため、貯砂ダム(分派堰)との組み合わせによって有効な策となりうる	現有洪水吐きを改造する必要があること及び、利水機能の確保から適用は困難である。	取水設備の利用により可能と考えられるが、放流のタイミングが合うかどうかが課題となる。
	(△)	(○)	(×)	(△)

	貯水池内の土砂排除		貯水池内の土砂移動	
	掘削・浚渫	吸引方式	フラッシング	水位低下による移送
イメージ図				
工法	貯水池内の堆積土砂を掘削・浚渫し貯水池外に排除する	吸引施設により吸引した土砂を排出管を通し排砂トンネルにより排出する	洪水時に水位を低下させ空虚状態とし、掃流力を活用し堆積土砂を排除する	水位を低下させ、掃流力を高め、上流部の堆積土砂を下流部に移動させる
評価	浚渫及び浚渫した土砂の処理にランニングコストが大きくなるが、バイパストンネル等との組み合わせにより適用の可能性がある	開発途上の技術であるが、ランニングコストが小さくなることから、適用の可能性はある	現有洪水吐きを改造する必要があること及び、利水機能の確保の観点から適用は困難である	矢作ダムの選択取水設備工事の際にこの現象が生起しているが、極端な水位低下と洪水の発生が重なる必要があり、多くは期待できない。
	(△)	(○)	(×)	(×)

○ : 長期対策として適用の可能性がある
 △ : 適用の可能性はあるが、メインの工法とはならない
 × : 適用性が低い

(2) 排砂バイパス

排砂バイパスは、河川の線形、吸引位置、吐口位置、などを考慮し設定する予定である。

(3) 吸引方式

① 吸引方式の概要

吸引方式は、水位差を用いて水と一緒に堆積土砂を吸引・排出する方式であり、固定式と移動式の2種類の方式がある。いずれの場合も、メカニズムは下記の通りである (図-6参照)。

- ダム貯水池と下流放流地点の水位差により吸引管・排出管に流れが生じる
- 流れにより損失が生じ、管内は管外より圧力が低下する
- 吸引管に設置している吸引口から、管内外の圧力差により、水と一緒に吸引口周辺の堆積土砂が管内に吸入される。
- 吸入された土砂混合水は、管路路で輸送される。

② 吸引方式の施設構成及び運用操作

吸引方式における排砂システムは、図-6に示す施設で構成される。また、設計施設の運用操作は、発電や利水への影響を最小限とする必要があること、経済性の観点から下記の通りとした。

条件 1 : 流入量が発電放流量94.7m³/s以上であること

条件 2 : 貯水位が制限水位に近い水位であること

(EL. 291m以上とする)

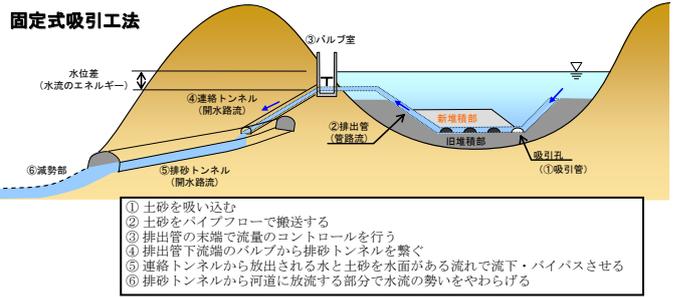


図-6 吸引工法の施設構成模式図

(4) 下流河道での土砂の移動特性

矢作ダムから排砂した場合における下流河道での土砂の移動特性を河床変動解析により試算した結果の一例を図-7に示す。これより、矢作ダムから排出された土砂の大部分は下流に位置する既設発電堰堤である、笹戸ダム、百月ダム、阿摺ダム、越戸ダムに堆積するケースがあることがわかった。今後は、より詳細な河床変動解析手法を検討するとともに各堰堤で極力土砂を通過させるなど、総合土砂管理の視点を加え、それら対応方策の検討を考えている。

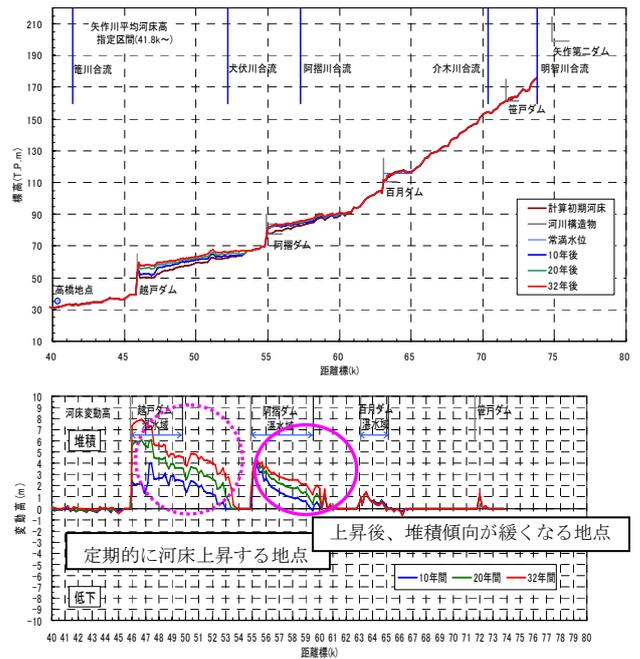


図-7 矢作ダム下流の河床変動解析結果 (一例)

4. 総合土砂管理の視点

1) 現状の課題

これまでに矢作川及び矢作ダムにおける現状と課題を述べたが、ここでは総合土砂管理の観点から整理する。

(1) ダムの課題

矢作ダムの堆砂は計画堆砂容量を越えており、今後長年の間にダムの機能が低下していくことが懸念され、堆砂対策が必要である。

(2) 河道の課題

① 河床材料の粗粒化

河床材料の粗流化に伴い砂礫底を好む種の生息環境への影響が懸念される。

② 砂州の減少及び河道の樹林化

矢作川の特徴であった砂河川の景観が見られなくなり、また、樹林化は、河積阻害の要因となっている。

③ 干潟の減少

三河湾全体の干潟が減少しており、生物生息機能・水質浄化機能の維持向上が必要である。

④ 付着藻類の更新頻度の減少

流量の平滑化や砂分の供給量が減少したため、アユの餌となる付着藻類の更新がされにくくなり、その対策が必要である。

2) 総合土砂管理の必要性

前節したようにダム建設等により、下流河道を下流する流量の平滑化、土砂量の減少等に起因し、河相が変化し、様々な問題が顕在化している。このため、「流域の安全」「利便性の向上」「環境変化」との視点から山地域から海域までの総合的な土砂管理が求められている(図-8参照)。矢作ダムでの堆砂対策は、総合土砂管理の一環である。



図-8 仮置地点位置図

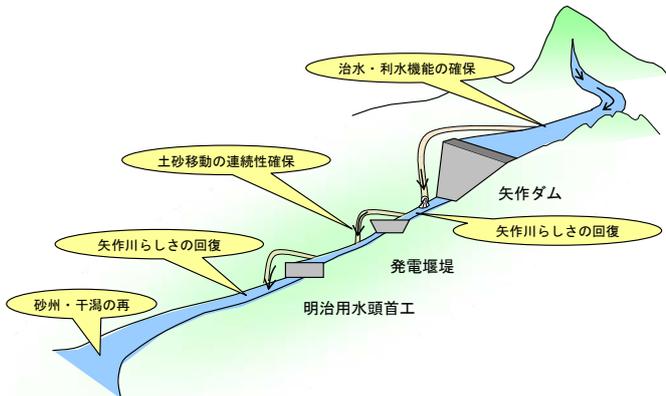


図-8 総合土砂管理のイメージ



図-9 置き土形状

3) 仮置き土砂実験

将来の排砂に伴う、下流河川への効果や影響について、事前に調査し最適な排砂(方法、量、深度等)を検討するための基礎資料とすることを目的に、下流河道に土砂を仮置きする実験を実施している。仮置き土砂実験の概要は表-2に示すとおりである。なお、昨年度は、小渡地区に4,000m³、百月ダム直下に6,000 m³を投入し、今年度発生した洪水で流出した。環境に与える影響は土砂濃度に関係があると想定し、今後、土砂量を増加させるとともに、小さな洪水でも土砂を流出させ、流下土砂量は小さいが、土砂濃度は大きい状況下で調査することを考えている。

表-2 土砂投入試験の実施概要

方針	実施概要(将来計画)
投入土砂量の増加	3万m ³ /年程度を目標として、量を増加
投入土砂の質	長期対策施設から排出する計画と同一の粒度構成の土砂を投入(D50=1.6~2.0mmで砂分が卓越)
投入形状	「排砂した時の土砂流出パターンに近い形」「3ヶ年で排砂時の現象が外挿可能となる程度のインパクトを与える」などを目標に、山側は中出水対応として高く盛土、川側は小出水対応として低く盛土する仮置き形状としている。

4. まとめ

矢作ダムでは、貯水池機能やダム下流域の物理・生物環境の改善・維持を目的に、堆砂対策の実施を計画している。その概要と今後の課題を以下に示す。

- ① 緊急対策は、貯水池上流部で陸上掘削を行う計画であり、掘削土は豊田市の公園整備事業や三河湾の浅場・干潟造成に活用している。
- ② 長期対策は、吸引方式により、矢作第二ダム下流に土砂を排出する。矢作第二ダム下流に既設発電堰堤があり、そこで大部分の土砂が捕捉されてしまう。
- ③ また、吸引方式の実績がないため、現地実証実験が必要と考えている。
- ④ 下流に位置する既設発電堰堤に堆積する土砂の対策を総合土砂管理との観点から検討する必要がある。なお、検討を実施する上での視点はとしては、矢作ダム及び既設発電堰堤の機能が維持できること、矢作ダムから排出した土砂は、できるだけ河道を通過させ、途中での堆砂が少ないこと、トータルコストが小さいことと考えている。