

# 持続可能な土砂マネジメントにおける 研究開発の方向性



佐々木一英

## 1. はじめに

土砂生産が比較的大きく、貯水容量を確保するために、既に何らかの堆砂対策を実施しているダムを抱えている流域はいくつも存在する。

このような流域においては、持続可能な土砂マネジメントの観点から、実効性のある総合土砂管理計画を策定する必要がある。一部の流域では、その取組を精力的に行ってきたが、必ずしも目標の水準にまでは到達していない。その目標とは、河川の諸機能を踏まえたダム下流への土砂供給の量とタイミングの明確化である。これらを明確化するためには、河道管理、河川環境、ダムのそれぞれに軸足を置いている研究開発を密接に連携させることが極めて重要である。

このような状況下において、近年、Q-Qs（流量-流砂量）の関係に着目した土砂供給の量とタイミングを計画に位置付けるべきであるという共通認識が、その取組を行ってきた現場の技術者およびその取組に参加してきた研究者の間で醸成されつつある。

著者の研究グループでは、ダムに軸足を置いてこの取組に参加しており、本稿では、いくつか分類される土砂供給方法について、持続可能な土砂マネジメントの観点から、Q-Qsの関係に着目した運用の在り方とその具体化に向けて必要とされる技術的検討項目を明確にし、本特集では、これら検討項目に関する最近の研究成果について紹介している。

## 2. 河川の諸機能を踏まえたダム下流への土砂供給のあり方

ここでは、河川の諸機能を治水と環境に区分し、それぞれの機能における回避したい土砂供給のあり方、促進したい土砂供給のあり方とはどのようなものなのか、簡単に述べる。

### ①治水機能

土砂の過剰な堆積により、河積の確保に支障が生じる土砂供給は回避する。一方、行き過ぎ

た河床低下や河道洗掘等を回避するため、河道の掃流力見合いの土砂供給は促進する。

### ②環境機能

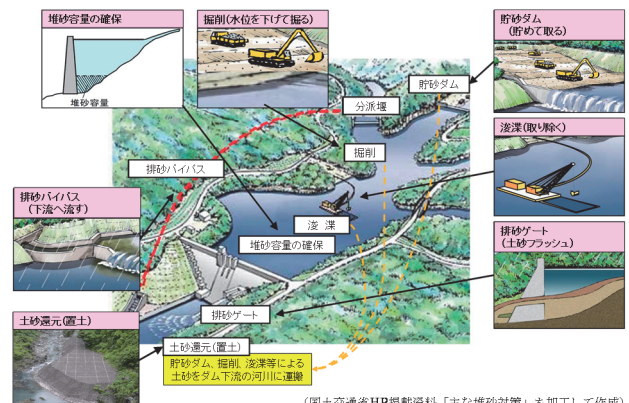
土砂の過剰な堆積により、河床を生息の場とする水生生物等に、許容できない影響を与える土砂供給は回避する。一方、河床に適度な攪乱を与え水生生物の多様性の回復に寄与する土砂供給は促進する。

## 3. Q-Qsの関係に着目したダム下流への土砂供給の量とタイミング

Q-Qsの関係を出水時における流況に照らして考えると、出水時のピーク前後における流量が大きくなった時には、その流量で輸送可能な流砂量は大きくなり、出水時の後半等流量が小さくなった時には、その流量で輸送可能な流砂量は小さくなる。つまり、ダム下流への土砂供給についても、一つの出水において、流量が大きくなった時に土砂を多く供給し、流量が小さくなった時に土砂を少なく供給すれば、上記2.のあり方を達成できることとなる。

## 4. ダム下流への各種土砂供給方法とその具体化に向けて必要とされる技術的検討項目

ダム貯水池の堆砂対策としては、貯水池容量や取水・放流機能の保持、貯水池上流端部の堆砂に起因する浸水対策等を目的として、数多くのダムで実施されている。主な堆砂対策を図-1に示す。



(国土交通省HP掲載資料「主な堆砂対策」を加工して作成)

図-1 主な堆砂対策

これらの堆砂対策の内、「排砂バイパス」及び「排砂ゲート（土砂フラッシュ）」については、流入した土砂を直接ダム下流に供給するものである。一方、「貯砂ダム」、「掘削」及び「浚渫」については、流入する（した）土砂を貯水池外に排除するものであるが、ダム下流への「土砂還元（置土）」により洪水時にダム下流への供給を可能にするものである。

ここで、ダムが無かった場合の流砂量とダムがある場合の流砂量のイメージを図-2に示す。ダムがある場合の流砂量は、前述のあり方を踏まえた量とタイミングの理想形（流量Qに応じた流砂量Qsの関係）の場合と現在の堆砂対策の場合を示している。このように、現在の堆砂対策の個々の方法のみでは、理想とする土砂供給が困難である。

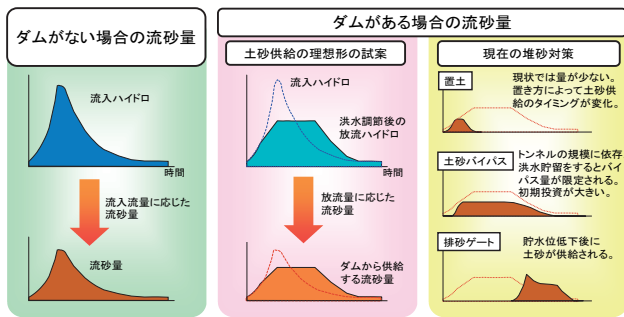


図-2 Q-Qsの関係のイメージ

さらに、量とタイミングだけではなく、経済性（コスト）等も含めた技術的な課題も存在する。表-1に、新たな土砂供給技術として開発が進められている「吸引工法」（特集報文「自然エネルギーを活用したダムからの土砂供給技術の開発」を参照。）も含めて各種工法の技術的課題を示す。

表-1 土砂供給工法の課題

項目1	項目2	実績のある工法			開発中の工法
		土砂還元(置土)	土砂フラッシュ	土砂バイパス	吸引工法
土砂供給調節能力	最大供給量	置土量に依存 供給は流量に依存	施設規模、流入量に 依存	施設規模に依存 洪水調節に依存	単独施設量は小 施設数で調節可能
	タイミングの調節	流量に大きく依存	水位低下が必要	ある程度調節可能	調節可能
	緊急停止	× 不可能	◎ 可能	◎ 可能	◎ 可能
経済性	インシヤルコスト	◎ 小さい	新規ダムへの設置は 比較的小	分派堰、トンネル等大 規模施設が必要	比較的小だが、トンネルとの組合せでは大
	ランニングコスト	△ 掘削、運搬が必要	◎ 土砂運搬はない	◎ 土砂運搬はない	1次処理を行う場合 コストは増加する
実現性	出水時の実施	◎ 実績あり	◎ 実績あり	◎ 実績あり	◎? 実績がない 塵芥・粘土層
汎用性	ダム全般への適用性	◎ 実施しやすい	△ 水位低下を実施するのは困難	◎ 洪水調節量が大い場合は困難	◎ 貯水池の利用方法に影響を受けない

土砂還元（置土）は、インシヤルコストが小さいことから数多くのダム貯水池で実施されている。しかしながら、図-2に示すように土砂供給のタイミングの調整が困難であり、土砂掘削やダンプトラック

で土砂を運搬することからランニングコストが大きくなる。土砂バイパスは、図-2に示すように土砂供給のタイミングとしては理想形に近いものと考えられるが、インシヤルコストが大きいため、実施可能なダム貯水池が限定される。これらの工法に対して吸引工法は、インシヤルコスト・ランニングコストともあまり大きくなく、特に土砂供給の量とタイミング（Q-Qsの関係）を調節可能とする技術として着目しているところである。

また、ダム下流河川の環境等を考慮すると、土砂の量とタイミングだけではなく、土砂の質（粒径等）も重要な要素であり、これを制御する技術も検討項目である。

以上のとおり、ダム下流への土砂供給方法については、まだまだ多くの技術的検討項目が存在する。

## 5. おわりに

土木研究所では今年度から第4期中長期計画（H28～33）が始まったところであり、この中長期計画において研究開発プログラム「流砂系における持続可能な土砂管理技術の開発」を進めているところである。総合的な土砂管理の取組を推進するにあたっては、前述したように有効な土砂供給技術の開発のほか土砂移動に関するデータの収集・分析に資する技術の開発等、未だ発展途上の段階にあり、更なる検討を進めていく必要がある。このため、以下の達成目標を設定している。

- ①土砂動態のモニタリング技術の開発
- ②土砂動態変化に伴う水域・陸域環境影響予測・評価技術、並びに、それらを踏まえた土砂管理技術の開発
- ③自然エネルギーを活用した土砂管理技術の開発

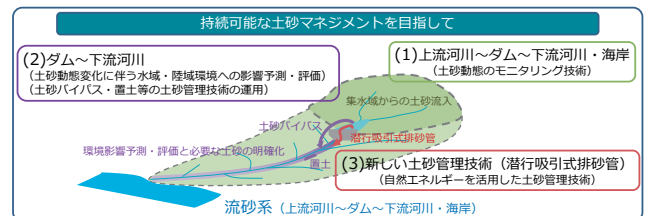


図-3 各達成目標の関係

これらの技術の開発により、土砂動態のモニタリング、土砂生産源調査及び推定、土砂動態変化に伴う河川の環境影響予測・評価、土砂供給等による持続可能な土砂マネジメントに貢献することを目指している。