

# ダムにおける環境影響評価手法策定検討調査

Research for environmental impact assessment and preservation measures of dams

(研究期間 平成 16～20 年度)

環境研究部  
Environment Department

環境研究部 河川環境研究室  
River Environment Division  
Environment Department

環境研究官 藤田 光一  
Research Coordinator for Environmental Affairs  
Koh-ichi FUJITA  
室長 今村 能之  
Head Yoshiyuki IMAMURA  
主任研究官 原野 崇  
Senior Researcher Takashi HARANO  
研究員 伊藤 嘉奈子  
Research Engineer Kanako ITO

It is necessary to catch the downstream effects of dams on rivers with respect to the physical environment. In this study, we have taken into account the necessity of technical scheme in order to see the movements of sand passed over the bed laying big-sized-gravels in a state of suspended and predominant. and gave experimental consideration to the phenomenon of sand deposition into the gaps of gravels.

## 【研究目的及び経緯】

ダムによる環境影響の評価や河川環境の保全・向上に資するダム管理を行うための調査・予測・評価手法の高度化・合理化が求められている。このためには、ダムが河川環境に与える影響の実態を把握する必要があり、本研究では下流河川の物理環境との関係に視点を置いて、ダムが河川環境に与える影響の実態把握を行なった。

これまでに、ダムによる下流河川の流況の変化と支川流入による流量等の水理諸量の変化を全国の直轄管理ダム・水資源機構管理ダムについて整理した。また、ダムによる物理環境の変化を把握するため、ダムの上下流で河床材料調査等の現地調査を行い、現地調査対象河川区間において、河床構成主材料は水域、陸域によらずダムの上下流で大きな違いがないのに対し、水域における通過型細粒材料はダム直下流で存在割合が小さいこと、この存在割合の減少はダムから4～10km程度下流で急速に回復し残流域の増加割合よりも早いこと、陸域での通過型細粒材料の存在割合はダム上下流でほとんど変わらないことを把握した。

また、ダムが設置される山地河川でよく見られる、移動できない大礫床上を小粒径の流砂が浮遊卓越状態で通過する場合の大礫間への堆積現象について実験的検討を行った。流砂の条件（流量、浮遊砂濃度）等を変え、大礫間に堆積した砂の被覆面積割合と浮遊砂濃度との関係を計算する方法を既往の知見も踏まえながら検討した。この結果を過年度までの実験および現地調査結果と合わせて分析することにより、ダム下流の礫床表面の砂の挙

動を予測する手法の枠組みと、予測手法構築に必要な知見の獲得を概ね終えた。

平成20年度は、移動できない大礫床上を小粒径の流砂が浮遊卓越状態で通過する場合の大礫間への砂の堆積と抜け出しについて、浮遊砂量・流量の変化に伴い大礫間へ堆積する砂の高さの変化を予測する手法を検討し、ダム下流河川の物理環境の変化予測手法の高度化を図った。

## 【研究内容】

固定大礫床上を浮遊卓越状態で通過する小粒径土砂の大礫間への堆積現象について、砂面高の予測式の検討を行った。

1. 浮遊砂量式の設定についての検討
  - ①過年度実験結果の再整理
  - ②礫間の砂面高予測手法の検討
2. 砂面高の予測式の設定についての検討
  - ①礫間の砂面高予測システム（プログラム）の構築
  - ②水理模型実験結果の再現
3. 実河川を対象とした検証計算
  - ①計算条件の設定
  - ②実河川を対象とした予測計算

## 【研究成果】

1. 浮遊砂量式の設定についての検討  
H18、H19年度における水理模型実験結果を踏まえ、山地部河道の状況を意識して、水深礫径比が小さく、礫砂粒径比が大きい条件を設定し、流量一定かつ等流

の下、浮遊砂が卓越する水理条件で一定の砂供給量を与え続けて平衡状態に至った段階での大礫間への砂の堆積状況を実験で調べ、その結果に基づいて検討、分析を行い、砂面高予測システムとしてのモデル化に当たっての課題を抽出した。主要な結果を要約すると次のようである。

- ① 砂供給量の増大とともに大礫間にある砂面の高さが上昇するという明確な関係が得られた。この関係は、砂供給条件の変化に対する河床表面状態の応答を簡潔に表す基本特性として重要である。
- ② 自然礫を礫床とした場合に比較して半球擬礫の方が砂面高の上昇が鈍いなど、礫形状が大礫間への砂の堆積、抜け出しに一定の影響を与える。
- ③ 砂供給量の増大に伴い砂面高が上昇するという傾向は、河床表面での砂の存在割合と礫による遮蔽効果が考慮された既往の浮遊砂量算定式（芦田・藤田式）で表しうるが、本実験における砂面高上昇の度合いは計算値に比べかなり鈍い。
- ④ この理由として、芦田・藤田による浮遊砂量式における砂面高変化に伴う遮蔽効果の変化が本実験においてより大きくなっている可能性を指摘できる（芦田・藤田式中の砂分含有率  $pf$ 、遮蔽係数  $k$ ）。上記①に示した砂の供給と大礫間の砂の上昇の関係の予測精度を上げるには、この点についてさらに検討する必要がある。

## 2. 砂面高の予測式の設定についての検討

上記1. を基に、浮遊砂供給量と流量の変化（増・減）に伴い大礫間へ堆積する土砂の砂面高の変化を時間的・縦断的に予測する計算法を検討し計算式を試作した。また、試作した計算式を基に、礫間に堆積する砂面高予測システムを構築し、1. で整理した既往水路模型実験結果の再現を試みた。

再現に当たっては、1. で示した基準面濃度  $C_b$  および芦田藤田の巻き上げ速度式中の遮蔽係数  $k$  および砂分含有率  $pf$  の設定が課題となる。 $k$ 、 $pf$  については実測値を、基準面濃度についてはラウス数補正係数  $\beta$  を用い、実験結果の再現可能性を検討した結果、平衡砂面高の再現性と基準面濃度の再現性に関連性が見られることが確認された。これより、砂面高予測システムの精度向上においては、砂分の沈降量に寄与する基準面濃度の精度よい見積もりが重要であることが確認された。

## 3. 実河川を対象とした検証計算

上記2. で試作した計算式を含む砂面高予測システムを用い、実河川へ適用し再現計算を試みた。

対象河川は、平成17年度及び18年度の「ダム上下流における物理環境調査業務」で対象とした河川のうち、再現計算に必要なデータを有する江の川（土師ダム）を対象とし、下記観点に従い検討対象区間を設定した。

○ダムの上下流：ダムの上流と下流の比較ができる範囲

○ダム下流：支川の影響が分析できる範囲

下記観点の外力条件を設定した上で、通水前後の砂面高の変化を整理し、本モデルの妥当性評価を行った。主要な結果を要約すると以下のようである。

### (1) ダム上流モデル

・ダム上流モデルでは砂面高さ  $z_s$ （礫天端面を基準とした砂面位。）は礫天端面-6cmに落ち着き、洪水流の影響を大きく受けない。

・河幅が拡大する志路原川合流点下流では摩擦速度  $u_*$  は大きく低下し、河道断面変化点で堆積が増加する。

・洪水ハイドログラフ流下による砂面高の変化については、土砂供給量が最大となる流量ピーク時に最も砂面高  $z_s$  が上昇し、流量減水期には砂分が抜け出し砂面高  $z_s$  は低下傾向となる。これは砂分供給条件が流量の2乗に比例する関数形としていることも一因と考えられる。

### (2) ダム下流モデル

・ダム下流モデルでは、ダム建設により供給土砂が無くなることにより、平衡砂面高  $z_{s0} = -5.7\text{cm}$  から0（礫間に砂分なし）の状態となる。

・今回のダム下流モデルは、ダム上流モデルに比べて下記の河道変化の影響が見られるため、摩擦速度  $u_*$  の変化点での砂分堆積が見られた。

- ・河道断面の変化（河幅・低水路幅の縮小・拡幅）
- ・河床勾配の変化
- ・支川流入による流量増大

本モデルでは浮遊砂のみを考慮しているため、河川流量が低下し、浮遊砂の巻き上げが生じない領域（ $u_* / w_0 < 1$ ）となる場合には、過剰な砂分堆積が進行する特徴がある。実河川では、掃流砂による土砂移動が生じるため、本モデルの様な局所的な土砂堆積が卓越することは生じないと考えられる。

### (3) 解析モデル上の特徴

・河床面の砂面高  $z_s$  と相当粗度高さ  $k_s$  の関係をモデル化する場合には、前述の掃流砂を考慮しないことによる砂面高の局所的な上昇に伴って粗度係数の低下、砂面高の上昇（巻き上げ量の低下）が生じ、計算が不安定となる。

これらのモデルの検討結果を踏まえ、今後は更なる予測制度の向上、予測システムの安定化手法を検討する必要がある。

## 【成果の発表】

土木学会において論文発表を行う予定である。

## 【成果の活用】

ダムによる環境影響の評価や河川環境の保全・向上に資するダム管理を行うための調査・予測・評価手法の高度化・合理化に反映される。