

ダム下流区間への土砂供給に伴う土砂流送状況の変化に関する検討

岐阜大学大学院工学研究科
岐阜大学流域圏科学研究センター

学生会員 ○安藤 智啓
正会員 藤田 裕一郎

1. はじめに ダム貯水池内の堆積土砂は水利用や洪水調節のための貯水池容量を減少させる一方、ダム下流区間では土砂輸送の遮断で河床の低下や粗粒化 (*armoring*) を招き、生物の生息生育環境を劣化させるなど河川環境に影響を及ぼしている¹⁾。この点について、ダム下流区間に堆積土砂の一部を還元することで下流区間の環境改善が図られる機運があるが、土砂を還元した場合の環境の変化については未解明な部分が多い。そこで、本研究では岐阜県恵那市に位置する阿木川ダム下流区間(図.1)を対象として、貯水池堆積土砂の人為的供給による土砂流送状況の変化がもたらす環境改善について指針を得るために水理学的な検討を行った。ここではその結果について報告する。

2. 阿木川ダムと資料の概要 阿木川ダムは木曽川水系阿木川に造られた総貯水容量 4800 万 m^3 、集水面積 81.8 km^2 の多目的ダムである。阿木川ダム貯水池には阿木川(流域面積 40.21 km^2)、岩村川(29.93 km^2)、湯壺川(9.23 km^2)、野田川(2.43 km^2)が流れ込んでおり、野田川を除く 3 河川には貯留ダムが設置されている。堆積状況からは土砂の約 70%は阿木川からの供給と判断されており、下流区間に投入する土砂として阿木川貯留ダムの堆積土砂が考えられている。また、既存の調査結果から、対象区間の縦断形状と、ダム下流直下地点から 2km 下流までの粒度分布を入手した。また、その下流から木曽川流入地点までの約 6km の区間における粒度分布を河床材料調査によって得た。粒径加積曲線を図.2 に示す。そして、河床材料採取位置を黒丸で図.1 に示す。

3. 対象区間の水理解析 対象区間の流況を平成 9～13 年の 5 年間における対象区間ダムと下流観測所のデータから求めた結果を表.1 に示してある。これらから、計算流量を $1\text{m}^3/\text{s}$ ・ $3\text{m}^3/\text{s}$ ・ $5\text{m}^3/\text{s}$ ・ $10\text{m}^3/\text{s}$ ・ $25\text{m}^3/\text{s}$ ・ $50\text{m}^3/\text{s}$ ・ $100\text{m}^3/\text{s}$ の 7 つの流量に決定した。また、阿木川は河床勾配が約 1/100 の扇状地性の沖積河川であるため、流れは常射流混在流れであると考えられ、解析が困難となるので長方形断面を仮定した。各流量の対する断面幅はそれぞれの横断形状に対して局所等流を仮定しマニングの粗度係数を 0.035 として計算している。この幅に対して限界水深と等流水深を求め水深を決定し、水面形を追跡して各水理量を計算した。土砂投入時の予定最大流量 $25\text{m}^3/\text{s}$ における水位 $H(\text{m})$ 、幅 $b(\text{m})$ 、流速 $v(\text{m/s})$ 、摩擦速度 $u^*(\text{m/s}) \times 10$ の計算結果を図.2 に示す。なお解析の結果では、阿木川の流れはほとんどの区間で限界水深と等流水深がほぼ等しく限界流と判断された。流速は 2.8 m/s から 0.6 m/s 、摩擦速度は 0.33 m/s から 0.06 m/s の範囲にあって両者の変化はほぼ同様であることがわかる。



図.1 阿木川ダム下流区間

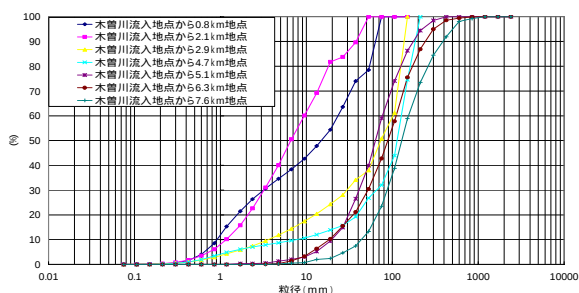
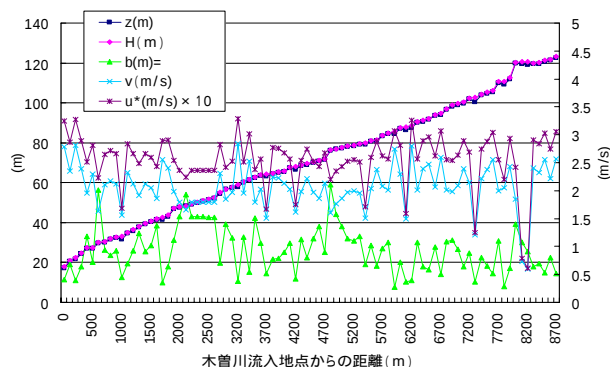


図.2 対象区間の粒径加積曲線

表-1 阿木川の流況(m^3/s)

	最大日流量	豊水流量	平水流量	低水流量	濁水流量
H.9	46.714	3.804	2.094	0.804	0.684
H.10	59.374	5.474	2.334	0.684	0.684
H.11	89.724	2.834	1.734	0.684	0.684
H.12	93.614	3.304	2.044	0.684	0.684
H.13	9.334	2.894	2.074	0.684	0.684

図.3 水理量グラフ(Q=25 m^3/s)

キーワード ダム, 粗粒化, 土砂流送状況, *pick-up rate*, 流砂量, 土砂供給

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1番1 岐阜大学 TEL058-230-1111

4. 土砂流送状況改善に関する検討と考察 粗粒化

した区間の流送状況改善に関する検討において、河床状態の変化をより反映できるという点で pick-up rate と step length による掃流砂モデル²⁾が適している。図.3 は上述の流量 $25\text{m}^3/\text{s}$ で土砂投入予定地点のダム直下流地点断面から下流方向に 1km 間隔ごとの断面における、流砂量が最も多い 13.2 mm ~ 75 mm の 5 粒径階の pick-up rate と流砂量を表している。図.3 よりダム直下流の 0km 地点では粗粒化のため、移動する土砂そのものが存在せず、同様の傾向がダム直下流から 4km 下流までみられる。また、ダム直下流から 6km 下流の間では流砂量が上流部に比べて多いがやはり、土砂の供給が少ないため粗粒化が進行していると考えられ、下流に行くほど流砂量が増えていて粗粒化が完全には伝播していないようである。また、土砂投入予定場所から 2 km 下流地点においては流砂量が発生しているが、3 km 下流地点においては、pick-up rate が 2 km 下流地点よりも低い値を示し、なおかつごく僅かしか流砂量が発生していない。このことから、ダム下流直下から 2 km 下流地点におけるの掃流力はその前後の地点より高く、土砂が 2 km 下流地点から 3 km 下流地点の区間に堆積し河床上昇を引き起こす可能性がある。そのため、土砂を投入する際にはこの区間において十分注意が必要であると考えられる。図.4 には土砂投入の候補地点の一つであるダム直下流に流量 $25\text{m}^3/\text{s}$ の、現況粒度分布および、阿木川貯留ダムの堆積土砂が河床表面を完全に覆うと仮定したときについての粒径階別の pick-up rate と流砂量を比較している。この図から現況の粒度分布では粗粒化の影響によって移動するもの自体が存在しないが、土砂を投入後は十分に流砂量が発生することがわかる。そのため、土砂投入で、対象区間の粗粒化の是正効果が期待される。図.5 には図.3 と同じ粒径階について土砂投入予定箇所の流量ごとの流砂量と pick-up rate を示す。この結果、流量 $25\text{m}^3/\text{s}$ が 1 日続けて流れた場合、流砂量は約 3100m^3 となり、投入した土砂は容易に下流に流されてしまう可能性がある。そのため、土砂を投入する際の流量は慎重に検討する必要がある。

5. おわりに 阿木川ダム下流区間では粗粒化が進行しており、早急に土砂を投入する必要性が感じられている。今回の研究により阿木川ダムの下流区間全域に亘って、投入する土砂の移動していく可能性が示された。ダム下流区間に貯留ダムの堆積土砂を投入して、より良好な環境とするには土砂移動と生物との対応関係について、さらに調査、研究を進められなければならない。

【参考文献】

- 1) 藤田裕一郎：流域における総合土砂管理とダム貯水池の堆砂,(社)日本大ダム会議主催「流域の水管理と貯水池の役割」国際セミナー講演論文,pp.158-168,2002。
- 2) 中川博次, 辻本哲郎：新体系土木工学 23 移動床流れの水理, 技報堂出版株式会社, pp49-98, 1986

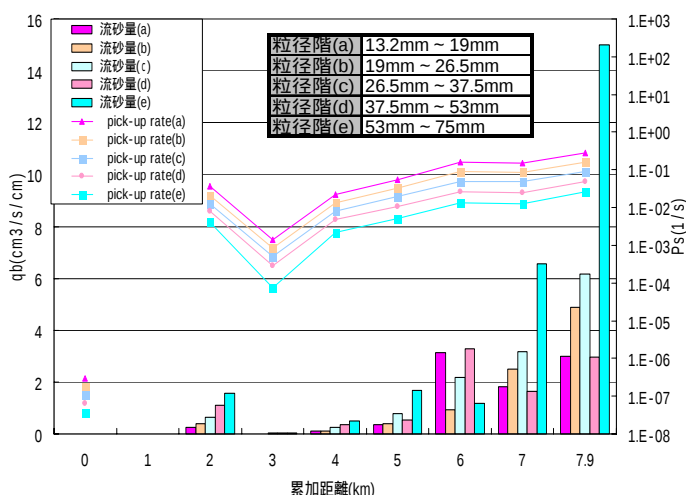


図.4 縦断方向の pick up rate と流砂量の関係

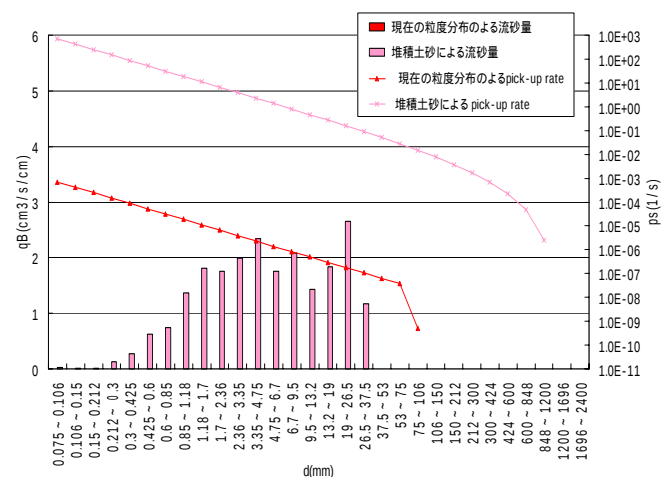


図.5 粒径階別の流砂量と pick up rate

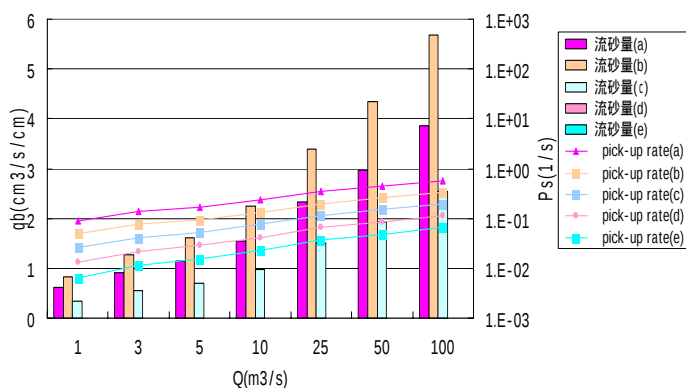


図.6 土砂投入予定箇所の流量ごとの流砂量と pick up rate