

木曽川本川の土砂移動に関する基礎的検討

岐阜大学大学院工学研究科 学生員 ○大橋 慶介

国土交通省 中部地方整備局 鈴木 剛司

岐阜大学 正会員 藤田 裕一郎

1. はじめに

土砂の生産源から海岸堆積域までの水と土砂の動きの連続性と一体性を考慮した「流砂系」の観点から、流送土砂量だけではなく、粒度組成に代表される質も考慮した土砂移動の実態を把握することが要求される。本研究で対象とした木曽川本川のダム群における1998年現在の堆砂量は約9,000万m³あり、1983年から約1,160万m³が増加しているといわれている。ダムが築造される以前はその一部は犬山扇状地を発達させたと考えられ、1620年の徳川幕府による「御囲い堤」築堤以後現在までに犬山扇状地で標高差約2mが生じたとするならば、堆積量は概算で約1億m³に達する。約78万m³/年×378年 3億m³でオーダーは一致するが近い将来を見るためには、より詳細な検討が必要である。そこで、本研究では木曽川本川のダム群のうち詳細なデータが揃っている笠置ダムと丸山ダムの区間に着目して土砂動態の解析を進めた。

2. ダムの位置と資料の概要

木曽川本川と丸山ダム、笠置ダムの位置を図1に示す。解析資料には平成12及び13年度『建設省 中部地方建設局 丸山ダム堆砂検討業務委託報告書』を利用した。資料内容は過去の堆砂に関する資料の収集、整理、数値化から河床材料調査まで多岐にわたっている。

3. 堆砂と土砂移動に関する解析

堆砂状況を把握するために平成11年度河床材料調査によって得られている粒度試験結果の粒径加積曲線から測定位置間の粒度分布を取得し、丸山ダム貯水池の各断面について、その年に堆積した土砂の粒度組成を求めた。つぎに粒度組成と実測堆砂量から、各断面の粒径別堆砂量を求め、それをダムサイトから上流方向に累積すれば、それは1年間にその断面を通過した量と見なすことができる。このようにして貯水池内で下流に流送された土砂量を推算した。次に流送状態の把握として、資料にある不等流計算の結果から掃流力を求め、摩擦速度 u_* と土粒子の沈降速度 w_0 からLaursenの浮遊限界を目安として用いることで、土砂が掃流状態か浮遊状態かを明らかにする。そのうえで掃流砂量式を用いて、各断面を通過する流砂量を求めた。そして最後に観測された洪水流量での流砂量（掃流砂量+浮遊砂量）を求め、そこから推定される堆砂量と、その年に実測されている堆砂量との比較を行った。なお掃流砂量の計算には芦田・道上の抗力モデル式(1)を、浮遊砂量の計算には同じく芦田・道上の式(2)を用いた。

$$\frac{q_{Bi}}{f_o(d_i)u_{*e}d_i} = 17\tau_{*ci}\left(1 - \frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*i}}\right)\left(1 - \frac{u_{*ci}}{u_*}\right) \quad \text{式(1)}, \quad \frac{q_s}{q\Delta F(w_0)} = c_B \left[\left(1 + \frac{1}{\kappa} \frac{n\sqrt{g}}{h^{1/6}}\right) \Lambda_1 + \frac{1}{\kappa} \frac{n\sqrt{g}}{h^{1/6}} \Lambda_2 \right] \quad \text{式(2)}$$

キーワード ダム堆砂，掃流砂，浮遊砂，流砂系

連絡先 〒501-1132 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部土木工学科河川工学研究室 TEL 058-293-2477



図1 丸山ダム管理所丸山ダム管内図より

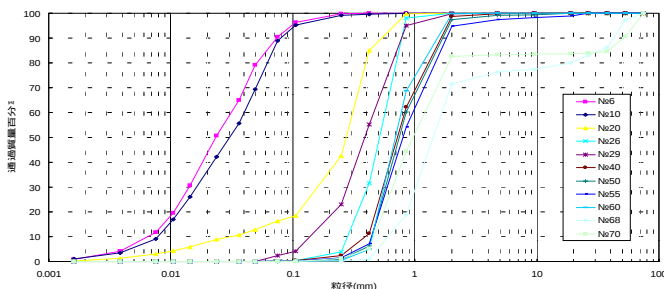


図2 丸山ダム貯水池粒径加積曲線

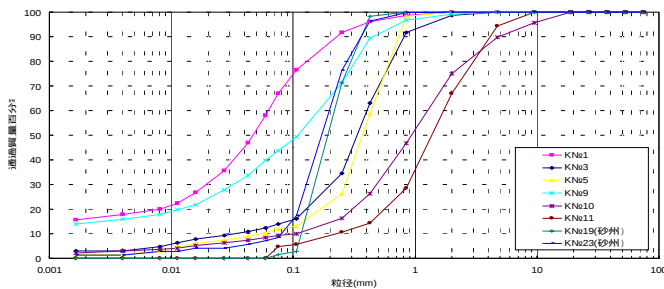


図3 笠置ダム貯水池粒径加積曲線

4. 結果と考察

丸山・笠置ダム貯水池の粒径加積曲線を図2, 3に, 丸山ダムの粒径別累積堆砂量を図4に示す. 笠置ダムでは近年8万m³の骨材採取が実施されているが, 堆砂率は20年間50%前後で推移しており, 流入土砂は下流の丸山ダムに流下すると考えられる. 丸山ダム最上流部の累加量の土砂組成が笠置ダムから流下した土砂組成とみなされ, 粘土, 細砂, 中砂の順に多くなっている. シルトと中礫の値が小さいのはもとの組成比率が小さいことが原因と考えられる. 丸山ダムでの堆砂組成は圧倒的に粘土が多く約465,000m³ときわめて多い. シルト, 粘土, 細砂はダム本体から3.5km区間にそのほとんどが堆積しており, 逆に粗砂(0.85mm < d < 2.0mm)は堤体から約5.0kmから堆積が始まっている. また丸山ダム貯水池内の堆砂分布から粘土, シルト, 細砂の中でもシルトに近い粒径の土砂は, 微細土砂(Wash load)に分類できると考えられる.

観測洪水を想定した流量3000m³/secのときの掃流力から求めた浮遊砂量, 掃流砂量を図5, 6に示す. 流砂量はその地点での掃流力の大きさに対応した増減が見られ, 貯水池上流では流砂量も多く, ほぼ通常河川と見なせる領域であることがわかる. 土砂の流送状態については, 平成11年6月30日09時のピーク流量を想定した6600m³/secでの土砂の流送状態を図7に示す. これより細砂(3.1mm)以下の細粒分は全断面において浮遊砂となっており, 上流区間では粗砂(d=63.0mm)も浮遊砂として流送されていることが予想される. また平成11年の洪水流量をもとに計算した丸山ダムの堆砂量14万m³に対して, 実測の堆砂量からWash loadと考えられる細粒分を除いて, 空隙率を考慮した実質堆砂量が15万m³とかなり近い値を得ることができた.

5. おわりに

今回の解析からダム貯水における堆砂分布状況と洪水時の土砂の流送状態が明らかになった. つまり水と土砂の量と質を連続的, 一体的に捉えることで木曽川ダム群の「流砂系」の一部を把握することができた. 今後はWash loadを厳密に考慮することや, 洪水時の流砂量をより高い精度で計算が行えるように改善する必要がある.

参考文献

- ・ 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
- ・ 芦田和男, 高橋保, 道上正規: 防災シリーズ5 河川の土砂災害と対策, 森北出版 pp.36-42, 1985

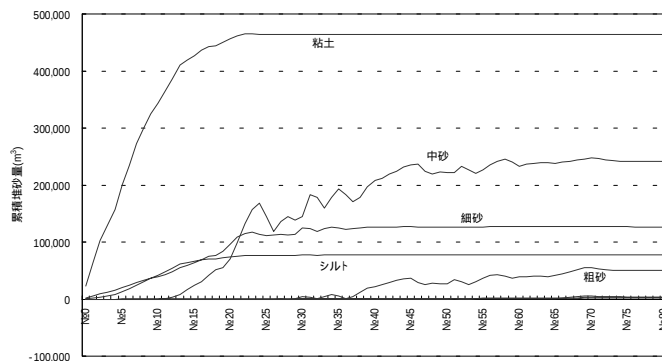


図4 丸山ダム貯水池粒径別累積堆砂量

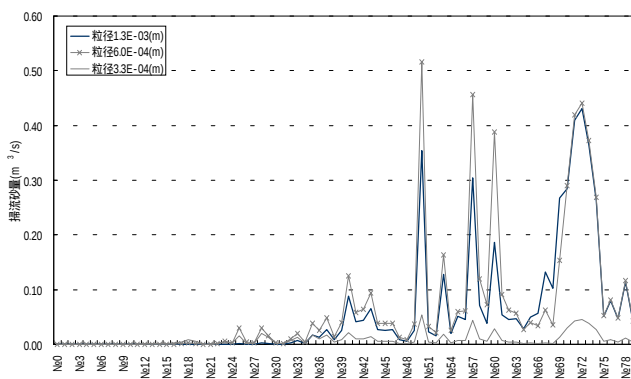


図5 浮遊砂量 (流量 3,000m³/sec)

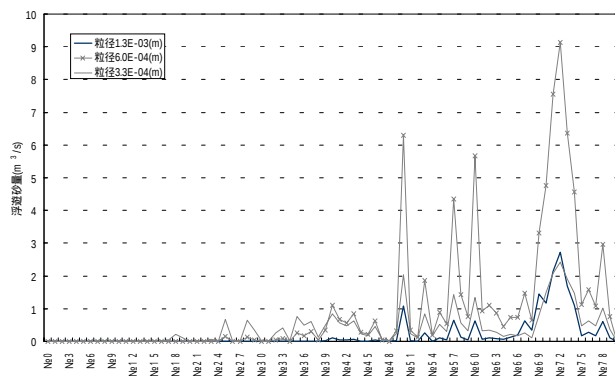


図6 浮遊砂量 (流量 3,000m³/sec)

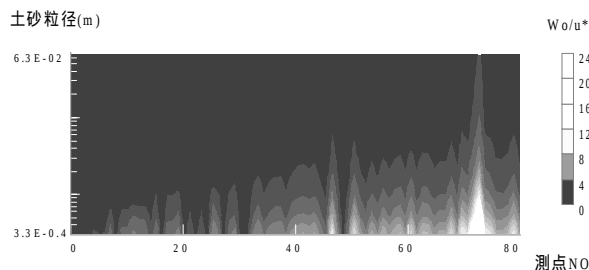


図7 土粒子の沈降速度と摩擦速度の比 (流量 6,600m³/sec)