

山地小流域における貯水池内への土砂流入予測

中央開発株式会社 正会員 ○岩崎誠二
鳥取大学大学院工学研究科 正会員 梶川勇樹

鳥取大学大学院工学研究科 正会員 檜谷 治

1. はじめに

我が国におけるダムでは、100年間の堆砂量を見込んで設計されており、その計画堆砂量の評価は、比堆砂量を推定して評価されている。また、100万 m^3 以上の貯水容量を有するダムは729ダム存在(1994年時点)し、その内約33%のダムは1960年以前に建設されており、完成から50年以上が経過している。それらのダムの多くは計画値よりも早いスピードで堆砂が進んでおり、すでに計画堆砂量を超えているダムも存在する¹⁾。本研究で対象とする佐治川ダムも、規模は小さいが計画以上に堆砂が進行しているダムであり、堆砂対策のために上流に貯砂ダムの建設が行われている。このように、堆砂問題が発生しているダム施設を今後も運用していくためには、上流からの土砂流入量の規模やタイミングを十分把握した上で堆砂対策を行なう必要がある。そこで、本研究では佐治川ダム上流域を対象とし、土砂流出量を予測できるモデルを検討した。

2. 対象流域の概要

佐治川ダムは治水・利水用に建設された多目的ダムであり昭和47年に完成した。計画堆砂容量は43万 m^3 である。しかしながら、36年経過した平成18年10月時点で堆砂率は約80%に達している。図-1は佐治川ダム上流域の図を示しているが、流域面積は21.4 km^2 であり、ダム流入河川として山王谷川、佐治川、名馬川の3河川が存在する。また、図-2に1998年から2006年の年間堆砂量を示している。測量精度が悪く堆砂量がマイナスの年も存在するが、年によって大きく異なる。さらに、2006年度にダム貯水池内で河床材料調査が実施されている。その結果を図-3、図-4および図-5に示す。図-5に示す現在の河床高が最低水位付近であるNo.8地点から下流では急激に粒度が小さくなっている。また、この流域ではダム建設後土砂崩壊は発生しておらず裸地斜面も殆ど無いことから、山地斜面からの土砂供給は本モデルでは考慮しないこととした。

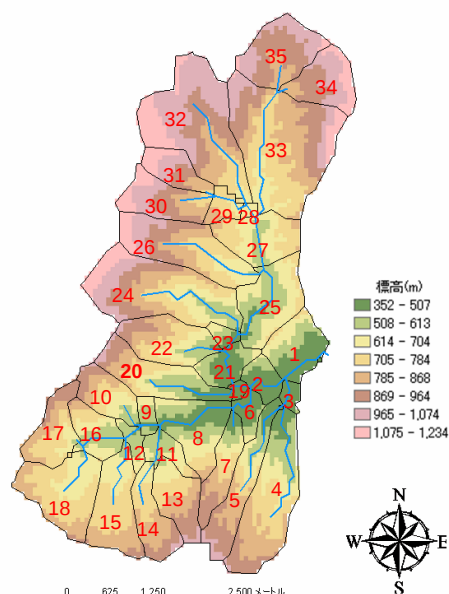


図-1 佐治川ダム上流域の擬河道網図

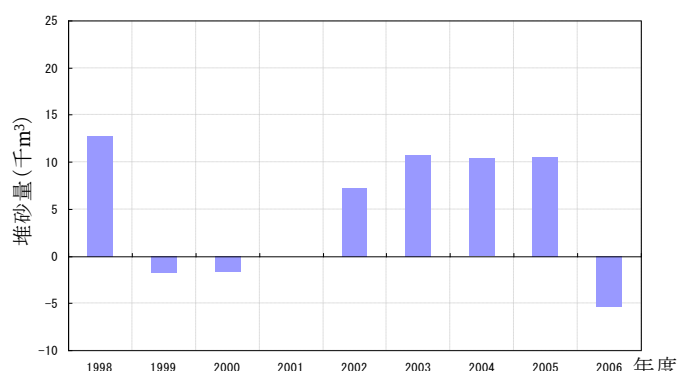


図-2 年間堆砂量の経年変化 (1998年~2006年)

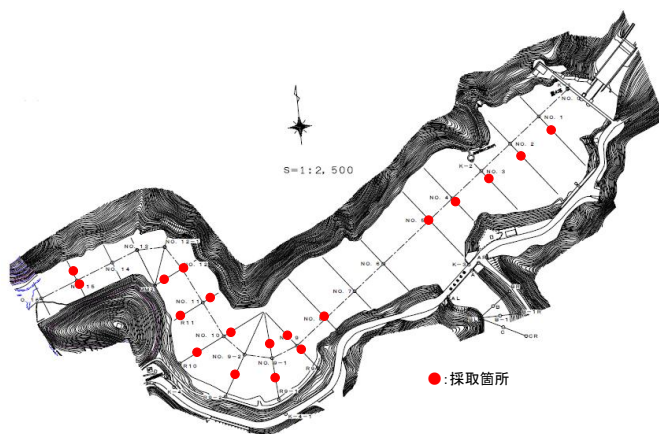


図-3 貯水池内河床材料採取箇所 (2006年度)

3. 土砂流入量モデル

本研究では、まず 50m メッシュの数値標高モデルを用いて対象流域を図-1 に示すように 35 個の小流域に分割し、河道勾配が 15°以下を河道とする河道擬河道網を作成する。さらに地下構造を 2 層構造とした kinematic wave 理論により、流域全体の降雨流出過程を再現する。土砂流出は、河床表面の粒度変化を考慮し、1 次元河床変動計算により再現する。各小流域の河道下流端における流砂量をその河道区間での代表流砂量とし、河床位は各小流域の河道区間全体において均等に変動するものとして計算を行なっていく。本研究では、掃流砂と浮遊砂のみを対象とし、ウォッシュロードは考慮しないものとした。なお掃流砂量式には平衡流砂量を仮定し、粒径別の芦田・道上式を用い、浮遊砂に関する基準面濃度の算定には板倉・岸式を用いた。右に本研究で用いた土砂流出手法の基礎式を示し、表-1 にその他の計算条件を示す。また初期粒度は、平成 18 年に貯水池流入口で採取した河川ごとの上層で得られた粒度分布を与えた。初期粒度分布を図-6 に示す。

4. 再現計算

佐治川ダムでは、毎年 10 月に堆砂測量を実施している。そのため本研究における再現対象期間は、11/1 0:00～翌年 10/31 23:00 までを 1 年間とし、図-2 に示した 1998～2006 年までの 9 年間を再現対象期間とした。計算結果を図-7 に示す。この 9 年間における総実績堆砂量は約 4 万 2 千 m³ であり、計算による総流入土砂量は約 2 万 9 千 m³ であった。図-2 と比較すると若干実績に比べて少なく評価されているが、ある程度評価できたと思われる。なお、このモデルでは、流入流量に関してはある程度の精度を確保できたが、①斜面からの土砂供給を考慮していないこと、②ウォッシュロードは成分を考慮していないこと、③初期粒度分布を河川ごとに下流の一定値を与えていることなどに問題あり、今後の課題である。

5. まとめ

本研究では、山地小流域における貯水池での堆砂問題を対象に、流出解析手法と河床表面の粒度変化を考慮した 1 次元河床変動計算モデルを併用することで、山地小流域全体から流出した土砂量から貯水池への

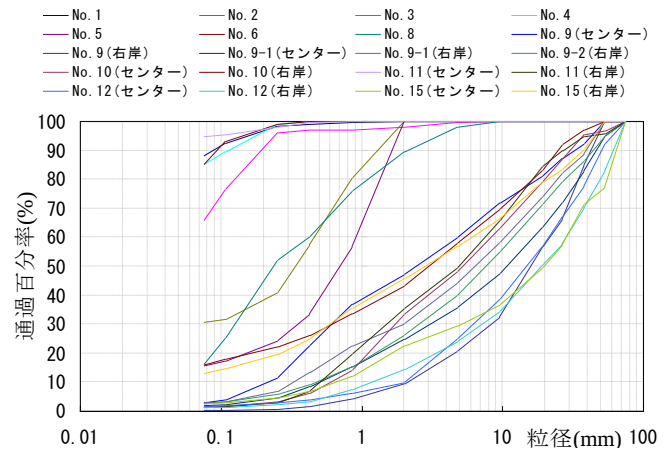


図-4 貯水池内粒度分布図（2006 年度）

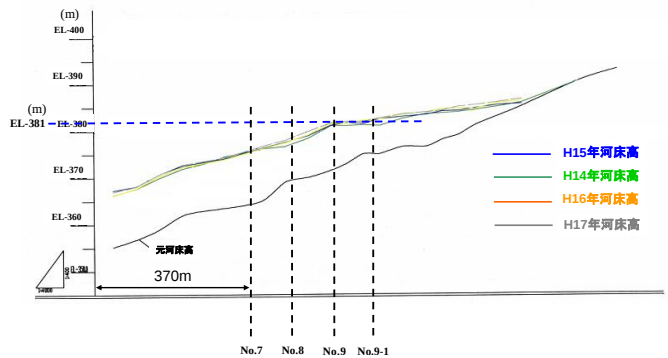


図-5 佐治川ダム内縦断面図

<全流砂の連続式>

$$\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{1}{1-\lambda} \cdot \frac{Q_{b1} + Q_{b2} - Q_{b3}}{b \cdot L}$$

<粒径別流砂の連続式>

$$\frac{\partial p_i}{\partial t} = \frac{1}{(1-\lambda)} \cdot \frac{(Q'_{b1} + Q'_{b2} - Q'_{b3})}{\delta \cdot b \cdot L} - \frac{\partial z}{\partial t} \cdot \frac{p_i}{\delta}$$

λ : 空疎率, b : 川幅, L : 河道長, Q_{b1} および Q_{b2} : ある支川からの全流砂量 (m³/s), Q_{b3} : 支川合流部からの全流砂量, δ : 交換層厚, p_i : ある粒径 d_i の砂礫が交換層直下に占める割合, Q'_{b1} および Q'_{b2} : ある支川からの粒径別流砂量, Q'_{b3} : 支川合流部からの粒径別流砂量

表-1 計算条件

計算パラメータ	数値
雨量 R (mm/hr)	佐治川ダム実績雨量を使用
初期計算期間 (hr)	744.0
離散間隔 Δt (sec)	1.0
Δx (m)	20 (流出解析) 各河道長 (土砂流出解析)
交換層直下の初期粒度	図-2 参照
交換層厚 δ (m)	0.125
間隙率 λ	0.35

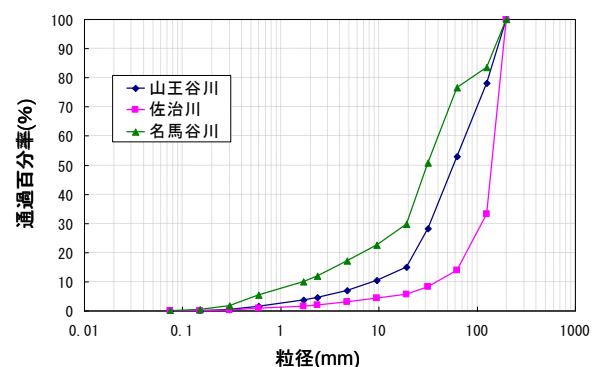


図-6 流入河川の上層粒度分布（平成 18 年）

流入土砂特性の予測を試みた。再現計算では、実績堆砂量と比較してやや過小評価となったが、本モデルで貯水池内への長期的な流入土砂特性をある程度予測できることがわかった。

【参考文献】 1) 鈴木徳行：日本の貯水池土砂管理の現状について，貯水池土砂管理国際シンポジウム，ワークショップ論文集，pp.1～15，2000.

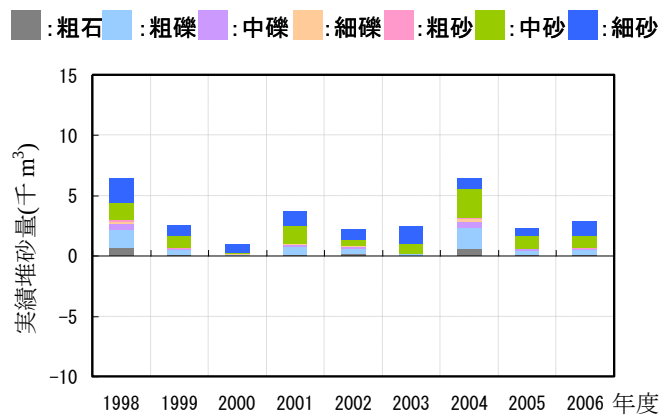


図-7 本土砂流出手法による年流入土砂量