

阿武隈川流域のダム貯水池における流入出土砂量の解析

日本大学大学院工学研究科 池田 盛隆
梅田 信

1. 序論

ダム貯水池は治水目的のほか、上下水道や農業、水力発電のような利水目的などがある。人々の生活を支える重要な役割を果たしているダムの貯水池であるが、貯水池での堆砂の問題は、貯水容量を減少させてしまうため本質的な課題を言える。大雨による大出水時に大量の土砂が貯水池へ流入することが原因の1つである。また、流域圏における土砂収支にもダムの堆砂が影響を与える。本研究では阿武隈川の支川にある三春ダム、七ヶ宿ダムの二つのダムに着目し、観測データおよび数値モデルを用いて、貯水池への流入・流出土砂量の解析を行った。

2. 解析方法

本研究では、阿武隈川水系に位置する三春ダム、七ヶ宿ダムの2ダムを対象とした。三春ダム、総貯水容量は $4.28 \times 10^7 \text{ m}^3$ 、堆砂容量は $6.80 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。七ヶ宿ダムの総貯水容量は $1.09 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、堆砂容量は $9.50 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。

貯水池における流入土砂の挙動解析を行った。解析方法は、安松・梅田(2019)に基づく鉛直一次元の貯水池水理解析手法¹⁾を用いて、貯水量、貯水池内の水温および浮遊懸濁物質質量(SS)の鉛直分布を解析した。貯水量の収支は次式で表される。

$$\frac{dV}{dt} = Q_{in} - Q_{out}$$

ここで、 V は貯水量、 Q_{in} および Q_{out} はそれぞれ流入量および放流量である。貯水池内の水温分布は、以下の鉛直一次元拡散方程式により解析した。

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{K_z}{A} \frac{\partial^2 AT}{\partial z^2} + S$$

ここで、 T は水温、 A は深度別の湖面積、 K_z は鉛直拡散係数であり、リチャードソン数の関数として算出した。 S は熱量の生成項であり、気象庁による対象ダム近傍の気象観測データを用いた。SSの輸送は、鉛直拡散に加え沈降および湖底への堆積を考慮し、次式で表した。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + w_s \frac{\partial C}{\partial z} = \frac{K_z}{A} \frac{\partial^2 AC}{\partial z^2} + S_{io} + S_{sed}$$

ここで、 C はSS濃度、 w_s は沈降速度、 S_{io} は流入出土荷量である。SSの堆積による減少項 S_{sed} は

$$S_{sed} = \frac{Cw_d dA}{A dz}$$

で表される。沈降速度は、浮遊時と堆積時で異なる値を用い、安松・梅田(2019)に従った。流入河川から供給されるSSの推定にはL-Q式を用いた。流入負荷量 L (kg/s) は流量 Q (m^3/s) のべき関数として

$$L = aQ^b$$

と表される。本研究では複数のダム流入河川の観測結果を参照して $a = 669$ 、 $b = 2.39$ を用いた。貯水池における土砂捕捉率 R_T は

$$R_T = \frac{\text{流入負荷量} - \text{放流負荷量}}{\text{流入負荷量}}$$

と定義し、Bruneによる貯水池平均滞留時間との関係²⁾を参考に評価した。

3. 解析結果

解析対象は大きな洪水があった2011年と平均的な2023年の2年とした。各ダム2年分の捕捉率を図1に示した。全ての捕捉率90%以上だった。両年の三春ダムは捕捉率が中央値より高く、七ヶ宿ダムは中央値より低い。よって三春ダム貯水池内の方が堆砂しやすいと考えられる。また2023年と2011年を比較すると、僅かに減少している。2011年両ダムは台風15号の影響によって、貯水容量/流入比が小さく、滞留時間が短くなり、捕捉率が僅かに減少したと考えられる。

4. 結論

本研究では阿武隈川の支川にある三春ダム、七ヶ宿ダムについて、貯水池への流入・流出土砂量の解析を行った。貯水池への土砂の捕捉率によって、貯水池内に土砂が堆積するスピードが分かり、貯水池機能保全を予測出来るのでないかと考えられる。

謝辞;本研究は、環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20252004)の援助を受け実施した。記して謝意を表す。

[参考文献]

- 1) 梅田信・安松陸史：土木学会論文集G(環境), Vol. 76, No. 5, I_151-I_157, 2020.
- 2) Gregory L. Morris, Jiahua Fan :Reservoir Sedimentation Handbook.

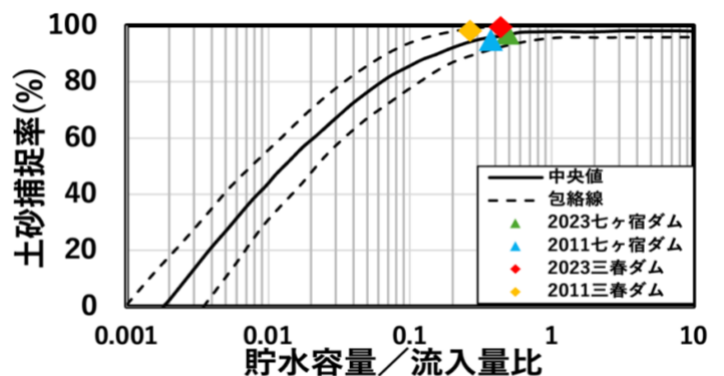


図1 土砂捕捉率の評価