

日本の流水型ダムの類型 Classification of Flood Mitigation Dams in Japan

○中村亮太・小林草平・Sameh KANTOUSH・角哲也

○Ryota NAKAMURA・Sohei KOBAYASHI・Sameh KANTOUSH・Tetsuya SUMI

A Flood Mitigation Dam (FMD) is characterized by its exclusive use for flood control, refraining from water storage during normal periods, and featuring discharge facilities in the riverbed section to maintain the natural flow of the river. This study aims to (1) comprehend and organize information regarding FMDs in Japan and their characteristics and (2) contemplate the sedimentation characteristics in the reservoirs of these dams.

We identified 33 FMDs in Japan based on their definition. The research also organized information about their construction years, locations, and storage capacity features. The sedimentation rate in the reservoirs of FMDs appears significantly influenced by the topography of the reservoir. Additionally, it was revealed that the sedimentation rate does not continue to increase indefinitely but converges to a constant value over time.

1. はじめに

流水型ダムは、治水専用、平常時は貯水しない、河床部に放流設備を有しており平常時は河川の流れが維持される、という特徴を有する。日本では、2005年に竣工した益田川ダムをはじめとする国土交通省所管のダムと、1950年代より都道府県による土地改良事業の一環として建設された農地防災ダムの一部が流水型ダムとして知られている。一方で後者は、小規模ダムが多いこと、管理者が多岐にわたることなどから、そのすべてが把握されているわけではない。また、流水型ダムはその構造的、運用的条件から、土砂管理上の利点を有すると考えられる。しかし、それぞれのダムで堆砂の状況は異なり、どのような要素が流水型ダムの堆砂に影響するかは明らかではない。そこで本研究では、まず日本に存在する流水型ダムを抽出し、分布や諸元など基本的な特徴について整理した。次に堆砂に関する簡易的評価に基づいた類型を行い、流水型ダムの堆砂特性について考察した。

2. 流水型ダムの抽出

(1) 流水型ダムの条件

鈴木ら(2008)を参考に[1]ダム年鑑2019を参照し、目的が洪水調節のみであるダム、[2]複数時期の衛星画像から、平常時に貯水がないことが確認できているダムという条件を満たすダムを流水型ダムとして抽出した。

(2) 抽出結果とその特徴

まず条件[1]を満たす治水専用ダムは104基のダムが該当した。そのうち、条件[2]も満たすダムは33基であった。治水専用ダムは日本全国に満遍なく存在するが、流水型ダムは東北、中部、九州地方に多い。竣工年に注目すると1957年から1982年にかけて19基、2005年以降8基の流水型ダムが建設され、6基が現在計画中または建設中である。また、治水専用ダムは1950年代より建設されているが、流水型ダムの建設はその初期および最近15年に集中している。発表では、貯水容量の規模や型式の特徴についても言及する予定である。

3. 貯水池堆砂に関する類型

(1) 排砂能力と相対的貯水池幅の評価

流水型ダム貯水池における堆砂状況に影響する要因として、常用洪水吐きの規模に基づいた排砂量と、貯水池地形に注目した評価を行った。

排砂量 Q_s [t/s]の評価には清華大学式 $Q_s = \psi Q_f^{1.6} S^{1.2} / W_f^{0.6}$ を用いた。ただし、 Q_f は排砂流量[m³/s]、 S は河床勾配、 W_f は水みち幅[m]である。式中 ψ は角ら(2005)による簡易式を用い、粒径は0.1mmを仮定した。 Q_f は河床部常用洪水吐きが開水路流れを保つ最大の流量とし、マニング式によって算出した。 W_f は現地調査や衛星画像に基づいて決定した。算出された排砂量 Q_s は洪水吐き幅 b 、土粒子密度 ρ_s 、重力加速度 g によって $Q_s / \sqrt{b^5 \rho_s g^2}$ と無次元化した。貯水池地形として、貯水池幅に

対する水みち幅の比を算出した。貯水池幅はLPデータや衛星画像などに基づいて決定した。

5基の流水型ダムを対象として堆砂率(=堆砂量/総貯水容量)について情報を収集し、上記の評価結果と実際の堆砂状況との対応について整理した。

(2) 結果と考察

十分な情報が入手できた15基の流水型ダムについて、 $Q_s/\sqrt{b^5\rho_s g^2}$ 及び W_f/W_{bot} の両変数を算出し、両変数のプロット図(Fig.1)に基づき4つに類型した(Type1:両者とも大きい, Type2:前者は大きく後者は小さい, Type3:前者は小さく後者は大きい, Type4:両者とも小さい)。

堆砂率の経年変化の例として嵯峨谷(Type1), レン滝(Type2), 高尾野(Type3), 外柵沢および西之谷(Type4)を取り上げた(Fig.2)。 W_f/W_{bot} が大きい嵯峨谷, レン滝の堆砂率はそれぞれ0.05%, 0.5%程度と、堆砂はほとんど無視できる。両ダムとも貯水池における細粒土砂の堆積はほとんど見られず、堆砂量がわずかに増減しているのは、水みち部における比較的粗い礫の移動具合によるものと考えられる。 W_f/W_{bot} が小さい高尾野, 外柵沢, 西之谷の堆砂率は前者と比較すると大きい。高尾野の堆砂率は、2014年まで約7%で安定している。2015年の堆砂除去以降、堆砂率は増加しているが7%に漸近している。外柵沢の堆砂率は約10%で安定している。西之谷の堆砂率は2020年にかけて約9%まで増加したが、それ以降は減少し2022年度末では約8%に落ち着いている。

W_f/W_{bot} による堆砂率の傾向は類型によって明確だった一方で、 $Q_s/\sqrt{b^5\rho_s g^2}$ によるそれは明確ではなかった。つまり、流水型ダム貯水池における堆砂量には、相対的な貯水池幅が与える影響が比較的大きいことが示唆される。つまり、河道全体が水みちとなるような峡谷に建設される流水型ダムでは、洪水吐き規模が小さく、排砂能力の小さいダムであっても堆砂率に与える影響は限定的であると考えられる。

W_f/W_{bot} の小さいダムでは、少し状況が異なる。西之谷では2020年にかけて堆砂率の増加が見られたが、最近2年では安定している。また、2023年度には貯水池が湛水するような洪水が少なくとも2度発生したものの、現地調査では顕著な堆砂は確認できなかった(今年度のダム管理者による堆砂測量はまだ実施されていない)。堆砂率変化が安定している高尾野, 外柵沢は、前章で言及した第一期ダムであり、それぞれ1966年, 1961年竣

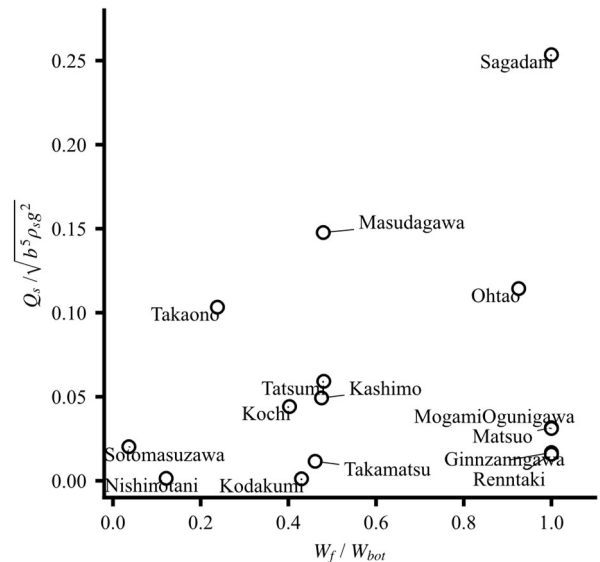


Fig.1 Relationship between $Q_s/\sqrt{b^5\rho_s g^2}$ and W_f/W_{bot}

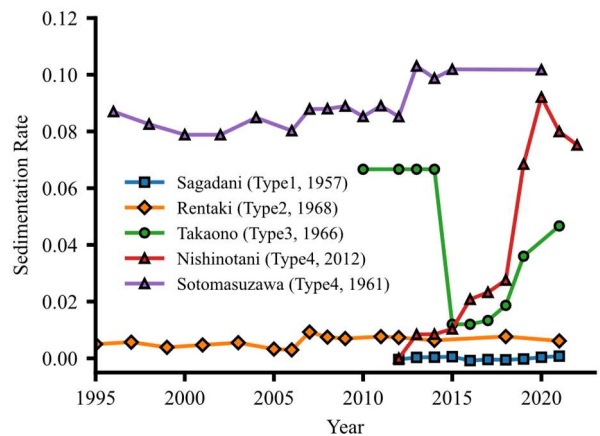


Fig. 2 Sedimentation rate change

工と運用年数は比較的長い。西之谷のような堆砂量の増加は運用開始初期に見られる一時的なもので、長期的に見ると高尾野, 外柵沢のように6~10%程度の堆砂率に収束することが予想される。

(3) 今後の課題

流水型ダムにおける堆砂は、個別の洪水イベントによって生じるものである。本研究では実際の洪水発生状況を考慮した検討はできていない。今後は実際の洪水ハイドログラフを収集し、堆砂率の推移について議論する予定である。

謝辞 鹿児島県土木部河川課, 益田県土整備事務所など, ダム管理者より多数の情報提供を受けた。深く感謝申し上げます。

参考文献

- 鈴木ら, WEC 所報, pp. 73-79, 2008.
- 角ら, 河川技術論文集 11, pp. 285-290, 2005.