

流水型ダム貯水池における堆砂特性とその支配要因

京都大学防災研究所 水資源環境研究センター 中村亮太

1. はじめに

近年、流水型ダムと呼ばれる河床部に常用洪水吐きを有する治水専用ダムの建設事例が増加している。流水型ダムは、貯水池に土砂を堆積させにくい構造をしていることから、貯水池土砂管理やダム下流生態系への影響という観点から理想的なダム形式であると考えられている。しかし、流水型ダム貯水池における堆砂特性（堆砂率やその粒径）に関する実態は整理されておらず、それらの支配要因についても定量的に示されていない。本研究では、流水型ダムの目録を作成し、流水型ダム貯水池における堆砂特性に関する情報を可能な限り網羅的に収集した。さらに、流水型ダム貯水池における堆砂特性の支配要因として、貯水池形状と常用洪水吐き規模に注目した考察した。

2. 流水型ダムのスクリーニング

流水型ダムは、目的が洪水調節・農地防災に限定され（条件1）、常用洪水吐きが河床部に設置されており、平常時に貯水池が空虚となるダムである（条件2）。ここでは、研究対象とする流水型ダムを運用中の重力式コンクリートダムに限定した（条件3）。日本における流水型ダムの完全な目録は存在しないため、国内のダムの中から流水型ダムのスクリーニングを行った。はじめに、ダム便覧やダム年鑑（ともに日本ダム協会）を参照し、運用中の治水専用の重力式コンクリートダムを抽出した。次に、衛星画像を用いて、複数期間にわたり貯水池が空虚であると判断されるダムを特定した。最後に、現地踏査またはダム管理者への聞き取り調査により、流水型ダムの条件を満たすダムをリストアップした。

スクリーニングの結果、1957年に竣工した嵯峨谷ダムから2024年に竣工した阿蘇立野ダムまで、計22基の流水型ダムが抽出された。このうち、15基は1950～1970年代に建設された農林水産省所管のダムであり、7基は2005年以降に建設された国土交通省所管のダムである。特に九州地方には、阿蘇立野ダム（熊本県）、玉来ダム（大分県）、岸川防災ダム（佐賀県）、高松ダム（鹿児島県）、高尾野ダム（同）、西之谷ダム（同）の計6基の流水型ダムが集中している。

3. 材料と方法

3.1. 堆砂量データの収集と細粒土砂堆積状況の把握

流水型ダム貯水池における堆砂量データは、国土交通省による「全国のダムの堆砂状況（令和5年度）」を参照した。農林水産省所管の一部の流水型ダムはこのデータベースに含まれないため、個別にダム管理者への聞き取りを行うことで堆砂量データを収集した。堆砂量は初期総貯水容量で除すことにより、堆砂率とした。堆砂の粒径として、細粒土砂の堆積状況に注目し、その堆積の度合いに応じて3段階に分類した（Level-1：顕著な堆積が見られる、Level-2：細粒土砂の堆積が見られるが顕著ではない、Level-3：顕著な堆積が見られる）。

3.2. 相対的水みち幅の定義と算出方法

水みち幅に対して貯水池幅が著しく大きい流水型ダム貯水池には、土砂が堆積しやすいと考えられる。そこで、貯水池の堆砂特性に影響を及ぼす指標として、水みち幅を貯水池底部幅で除した「相対的

水みち幅」を定義した（図 1）。貯水池底部幅と水みち幅は、ダム近傍における 5 つの貯水池断面において計測し、それぞれの平均値を採用した。相対的水みち幅と、堆砂率や細粒土砂堆積状況との関係について調べた。

流水型ダム貯水池における水みち幅は、洪水吐き規模によって決まる排砂流量に依存すると考えられる。ここでは、河床部常用洪水吐きが開水路流となる最大流量を排砂流量と仮定し、簡単に Manning 式により算出した。このようにして算出した排砂流量の平方根と水みち幅との関係を相関分析によって調べた。

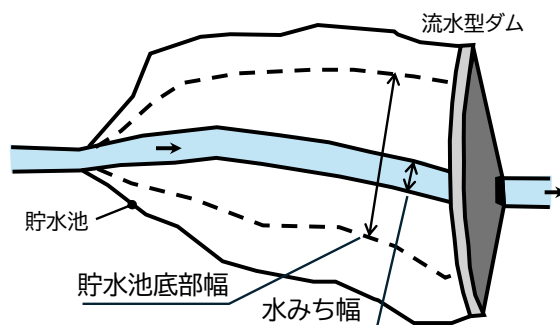


図 1 相対的水みち幅の定義

4. 結果と考察

堆砂測量は、必ずしもすべての流水型ダムで実施されているわけではなく、堆砂量データを収集できたのは、13 基の流水型ダムに限られた。堆砂率を算出すると、最大は外柵沢ダムの 10.2% で、最小は大峠ダムの -0.8% だった。1950～1970 年代に建設されたダムと 2005 年以降に建設されたダムの堆砂率を比較した結果、両者の間に有意な差は確認されなかった。

フラッシング排砂と同様に、流水型ダムにおいても排砂流量の平方根と水みち幅の間には有意な相関関係が見られた（図 2-1）。このことから、水みち幅を貯水池底部幅で除すことで得られる相対的水みち幅は、貯水池平面形状と河床部常用洪水吐きの規模を同時に考慮した指標であるといえる。

堆砂率と相対的水みち幅の間には負の相関関係が見られた（図 2-2）。貯水池における細粒土砂の堆積状況を 3 段階に分類すると、各類型における平均相対的水みち幅には差が見られ、細粒土砂の堆積が顕著な類型ほど、相対的水みち幅は小さかった（図 2-3）。相対的水みち幅を用いることで、流水型ダム貯水池における堆砂特性を概ね説明できることが分かった。

新規流水型ダムの計画にあたっては、図 2-1 に示す関係を用いることで、常用洪水吐き規模から水みち幅を予測することができる。さらに、貯水池底部幅を与えることで相対的水みち幅を算出でき、図 2-1 と図 2-2 に示す関係を用いることにより、貯水池の堆砂特性を概ね予測することが可能となる。

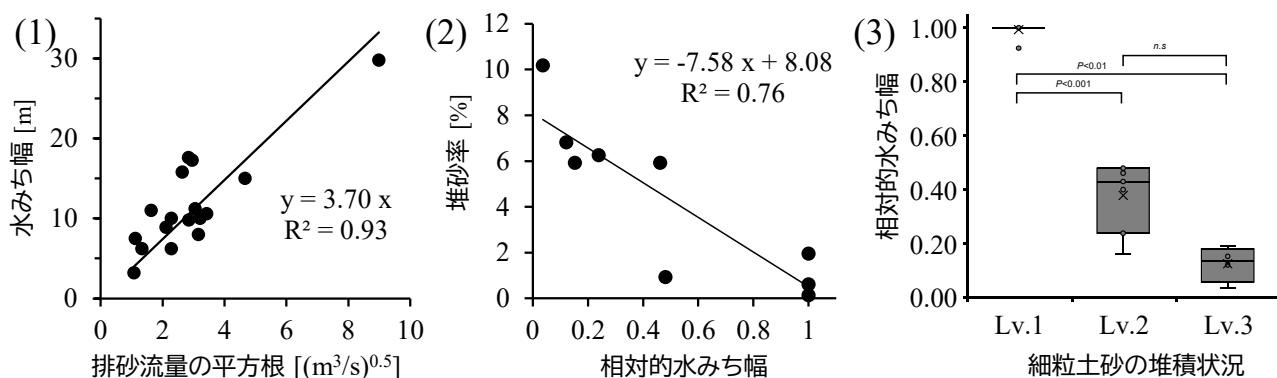


図 2 (1) 水みち幅と排砂流量の平方根の関係、(2) 相対的水みち幅と堆砂率の関係、(3) 細粒土砂堆積状況と相対的水みち幅との関係