

ダム堆砂に関する研究（丸山ダムを例として）

岐阜大学 正会員 田中 祐一郎

岐阜大学 学生員 〇太田 伸

岐阜大学 学生員 松原 勝己

1. はじめに： 近年、多くのダムにおいて、予想以上の速さで堆砂が進行し、その中には、もうすでに満砂状態になってしまったダムもある。ダム貯水池内の堆砂は、ダム上流での河床上昇、ダム下流での河床低下と河床砂れきの粗粒化という問題を始めとして、様々な問題を抱えている。このような状況から、本研究では、丸山ダムをモデルとして、ダム貯水池内の堆砂過程を数値シミュレーションするものである。

2. 丸山ダムの特徴： まず最初に、ダムの堆砂形状は、図-1のように3つのタイプに分けられる。それらの特徴は、

TYPE-1 ……本川あるいは支川の上流部に設置された比較的大規模なダムに見られる。

TYPE-2 ……直上流に大規模なダムが設置されているようなダムや、木曽川水系の一連のダム群の下流に位置するダムに見られる。

TYPE-3 ……本川ないし大支川に設けられた中規模ダムであり、上流に大きなダムがないような場合、あるいは、支川上流端に設けられた小規模ダムに見られる。

丸山ダムは、木曽川水系のダムで、木曽川の最下流に位置する。このため、丸山ダムの流送土砂量は、上流ダムからの流出土砂に大きく支配される。また、図-2は、丸山ダムの粒径加積曲線であるが、提供されたデータが実線部分だけであったので、一般的な型として、点線部分を予測して描いたものである。これからわかるように、粒径が0.1mm以下の物は、約35%あり、Wash Loadの堆積が多いと推測される。また、図-3からも明らかなように、丸山ダムは、先ほど述べた3つのTYPEのうち、TYPE-2に属すると言える。

3. 数値シミュレーションの方法： 計算は、図-4に示すようなフローチャートに従って行う。

初期の河道特性 ……河道断面のモデルとして標高と河幅との関係を2次式で近似する方法を採用した。

不等流、擬似等流の計算 ……NEWTON法を採用し、境界条件としてダムサイトの水位を与え、射流となった断面より上流の断面に対しては、擬似等流の仮定を適用する。

全流砂量の計算 ……掃流砂量と浮遊砂量とWash Load量の計算は次の通りである。

掃流砂量は、佐藤・吉川・芦田式（S式）と芦田・道上式（A式）で、浮遊砂量は、Lane・Klingske式（L式）と道上式を修正した芦田・岡部の式⁽¹⁾で計算する。ここで、SL式、SM式、AL式、AM式と言う4通りの組み合わせが考えられるが、これらの4通りから得られる計算結果にはかなりの差があるので、検討する必要がある。

Wash Load量 Q_w は、流量 Q の関数として $Q_w = \alpha Q^2$ として与えられるが、係数 α の決

め方に問題がある。丸山ダムの場合、粗粒径の土砂は上流の諸ダムに堆積し、Wash Loadの堆砂の割合が多いことから、その適確な把握が必要である。本研究では、河床の表面侵食土量式⁽²⁾に山地での生産土砂量中に占めるWash Loadの割合⁽³⁾を乗ずることにより、 α を推定する方法を考える。この推定法から得られる α の値は、図-5⁽⁴⁾から得られる α とほぼ等しい値が得られた。

河床変動の計算………掃流砂・浮遊砂

$$\partial Z_b / \partial t + 1 / \{ B_b (1 - \lambda_b) \} \cdot \partial \{ B_b \Sigma (q_b + q_s) \} / \partial X = 0$$

Wash Load………下の(1)式で Q_w を求め、(2)で計算する。

$$\partial Q_w / \partial x = -K_w W_{wv} \cdot A / h \cdot Q_w / Q \quad \dots\dots (1)$$

$$\partial Z_b / \partial t - K_w (A / h) / \{ B_b (1 - \lambda_b) \} \cdot W_{wv} Q_w / Q = 0 \quad \dots\dots (2)$$

ここに、 B_b : 水面幅、 B_b : Bed Material Loadの流送に有効な河床幅、 q_s 、 q_b : 単位幅あたりの掃流砂量、浮遊砂量、 W_{wv} : 沈降速度、 K_w : $K_w = 1$ 、 λ_b : 河床の空隙率、 h : 水深、 A : 断面積、 t : 時間、および Z_b : 堆砂面位である。

以上の式を差分法で解く。なお、計算結果は講演時に述べる。

参考文献: (1) 芦田・岡部、京大防災年報、25号、B-2、昭57、(2) S. Komura, A. S. C. E, HY10, 1976, (3) 田中、年譜II、1986、(4) 高秀、京大学位論文、1983

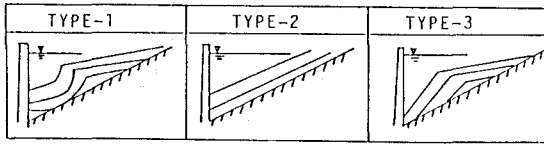


図-1 貯水池の堆砂形状の類型化

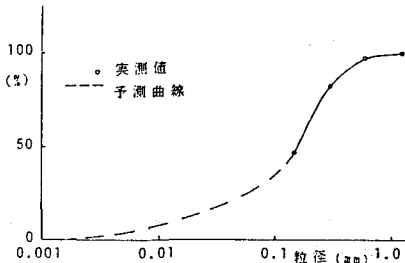


図-2 丸山ダムの粒径加積曲線

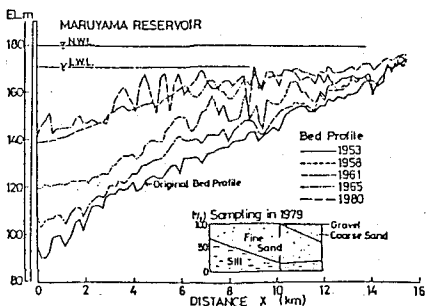


図-3 丸山ダムの堆砂状況の経年変化

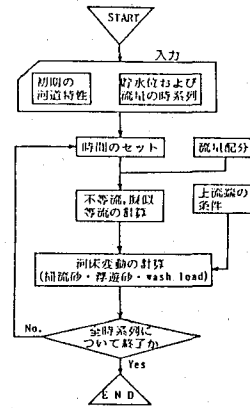


図-4 堆砂計算のフロー

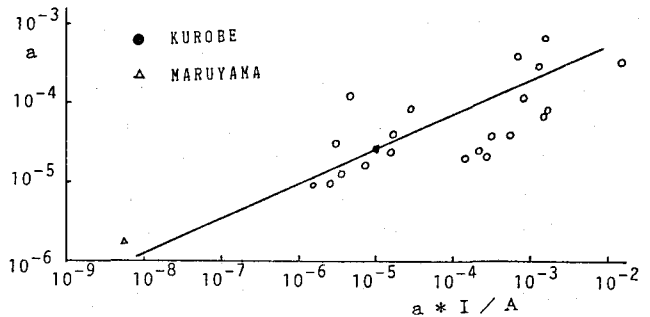


図-5 Wash Loadの係数 a とパラメーター $a / A * I * 1 / A$ との関係