

豊平峡ダムと定山溪ダムの粒径別時間堆砂量について

The estimation of respective grain size inflow sediment yields in Houheikyou dam and Zyouzankei dam

(財) 河川環境管理財団 ○正員 山口 甲(Hajime Yamaguchi)
(株) シン技術コンサル 正員 上野 順也(Junya Ueno)

1. はじめに

山地河川流域での土砂生産特性を推定することは困難なことである。山腹斜面の崩壊地や地表面の浸食等で発生し、溪流や河川を流下していく過程は複雑であるが、多目的ダムや砂防ダム等にとっては非常に重要な意義をもつ。
そこでまず、堆砂調査と底質調査が行われている豊平峡ダムと定山溪ダムにおける粒径別時間土砂量の推定について報告する。

2. 解析対象流域

解析対象流域は豊平川上流に位置する豊平峡ダム流域と定山溪ダム流域とし、図-1に示す。



図-1 対象流域位置図

3. ダムの堆砂量と粒度分布

これらのダム流域では貯水池に堆砂する土砂量が調査されており、平成13年には採泥機を用いた底質調査が行われている。粒度分布については各調査箇所の平均値で表し、堆砂量と粒度分布については図-2、図-3に示すとおりである。

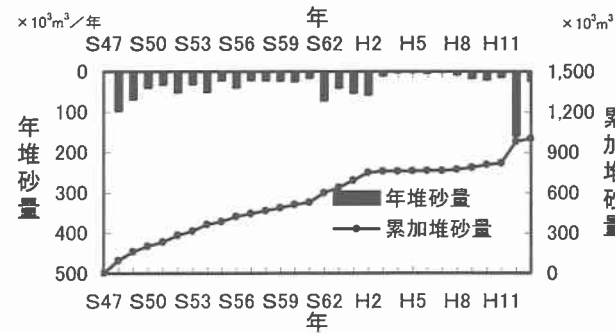


図-2 (1) 豊平峡ダム堆砂量の経年変化

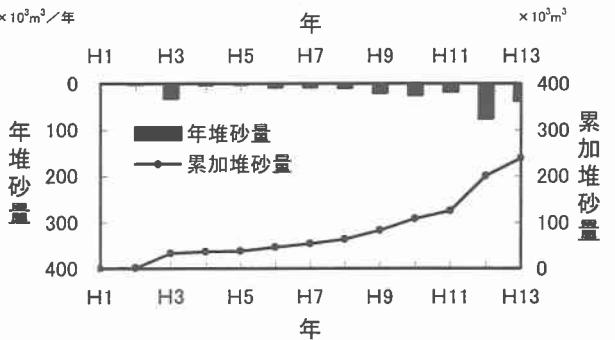


図-2 (2) 定山溪ダム堆砂量の経年変化

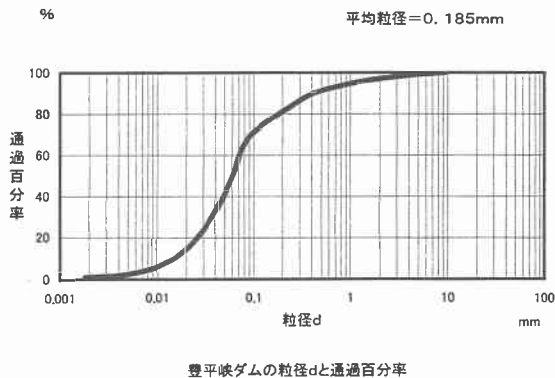
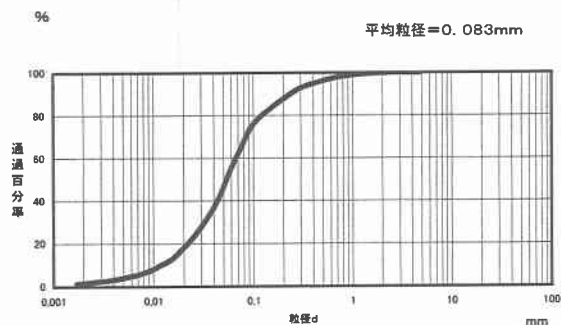


図-3 (1) 豊平峡ダムの粒度分布



定山溪ダムの粒径dと通過百分率

図 -3 (2) 定山溪ダムの粒度分布

ここで底質調査によって採取されたサンプルは各調査箇所では堆砂面より約10cmの厚さであった。各ダムにおいて堆砂厚10cmを形成する期間を求めてみると表-1のとおりである。

表-1 採泥厚と堆砂年

	ダ ム 名	
	豊平峡ダム	定山溪ダム
H13 までの 累加堆砂量 ($\times 10^3 \text{m}^3$)	1,003	238
堆砂年数 (年)	30	11
平均年堆砂量 ($\text{m}^3/\text{年}$)	33440.9	21661.0
年堆砂厚① ($\text{cm}/\text{年}$)	2.4	1.2
採泥厚② (10cm)	10.0	10.0
堆砂厚10cmに 必要な期間 ②÷① (年)	4.2	8.3

※年堆砂厚 = 平均年堆砂量 ÷ 湖水面積

豊平峡ダムの湖水面積 = 1.40km^2

定山溪ダムの湖水面積 = 1.81km^2

4. 解析方法

各ダムの堆砂量と粒度分布を解析するために2つのモデルを適用する。モデル式については次のとおりである。

【堆砂量の解析モデル】

流域の地形因子や降雨因子等が求められれば、諸係数を乗ずることによって時間流出土砂量を求めることができる。

$$i = \frac{\beta \cdot a \cdot K}{3600} \cdot \left[A^{\frac{3}{10}} \cdot (\tan \theta_1)^{\frac{9}{20}} \cdot (\tan \theta_2)^{\frac{3}{10}} \cdot re^{2.2} \right] \quad (1)$$

ここに、

i : 時間流入土砂量 (m^3/s)

A : 流域面積 (km^2)

θ_1 : 斜面勾配 (度)

θ_2 : 幹川河道勾配 (度)

re : 時間有効雨量 (mm/hr)

K : 流出土砂係数

a : 日有効雨量 Re と時間有効雨量 re において次式を満たす係数

$$Re^{\frac{9}{5}} = a \cdot \int_0^{24} re^{2.2} \cdot dt$$

β : 年間土砂量に対する夏水土砂量 (6 ~ 12月) の割合 (44.29%)

【粒度分布の解析モデル】

貯水池内の粒度分布は堆砂期間中に起こる様々な降雨に起因する粒径別土砂量の合成値であると考えられる。降雨の大きさに応じた粒度分布が分かれば、長期間堆砂した土砂の粒度分布も推測することが可能となる。本解析では、降雨に応じた粒度分布を求める「粒径 index 法」を適用し、式 (2)、(3)、(4) に示す。

$$d_c = \left(\frac{dm_r}{dm} \right) \cdot d_{obs} \quad (2)$$

$$dm_r = \alpha \cdot re^n \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{dm}{re_{ave}^n} \quad (4)$$

ここに、

d_c : 計算粒径 (mm)

d_{obs} : 実測粒径 (mm)

dm : 実測平均粒径 (mm)

dm_r : 時間有効雨量 re で流出する土砂の平均粒径 (mm)

re : 時間有効雨量 (mm/hr)

re_{ave} : 期間中の平均時間有効雨量 (mm/hr)

n, α : 係数

各ダムの再現期間については、10cm 堆砂するのに必要とされる期間 (表-1 参照) とする。

5. 再現結果

2 基のダム流域における再現結果は次のとおりである。

【堆砂量の再現結果】

流出土砂係数 K 値は、式 (1) における左辺（累加値）と右辺第 2 項（累加値）から同定して求める。昭和 56 年以降の同定 K 値は豊平峡ダム流域では $K=73.238$ 、定山溪ダム流域では $K=75.100$ となり、図-4 のとおりである。

これらの同定 K 値を用いた再現結果は、図-5 のとおりであって経年的な変化を再現していることがわかる。

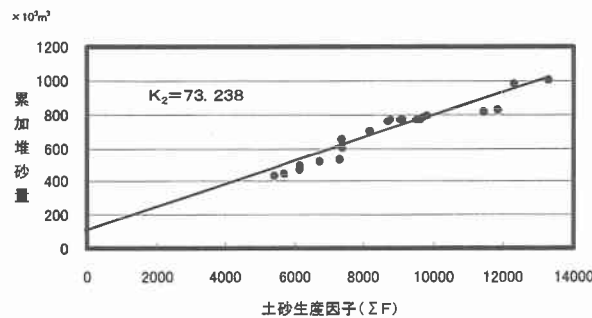


図-4 (1) 豊平峡ダム流域の同定 K 値

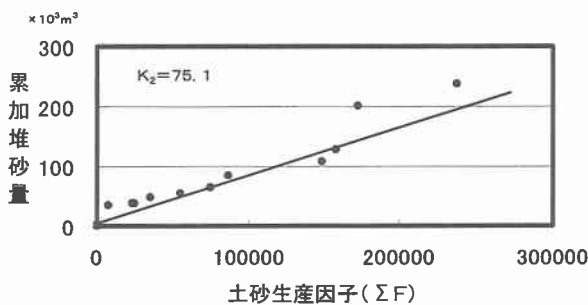


図-4 (2) 定山溪ダム流域の同定 K 値

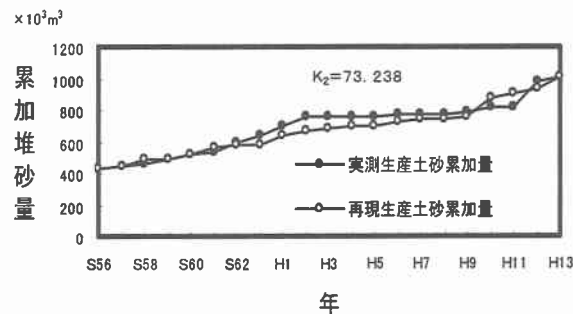


図-5 (1) 豊平峡ダム流域の堆砂量再現結果

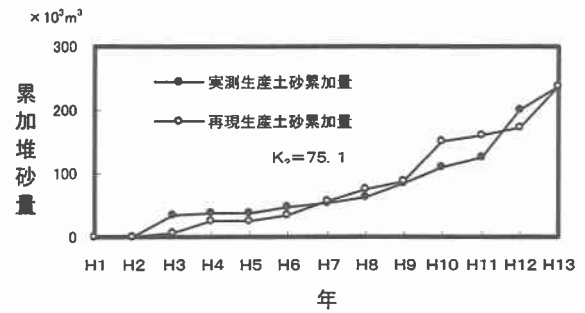


図-5 (1) 定山溪ダム流域の堆砂量再現結果

【粒径別時間土砂量の再現結果】

今回は係数 n を 0.1 ~ 1.0 と変化させ、実測値に対して最も再現性の良い係数 n と係数 α の組合せを求めた。なお土砂量を再現する際には同定 K 値を用いている。

2 基のダム流域において再現した粒径別時間堆砂量の合計値を再現値とし実測値と比較して図-6、7 に示す。その結果 2 基のダム流域では共に $n=0.1$ の場合が最も精度良く再現できることがわかる。

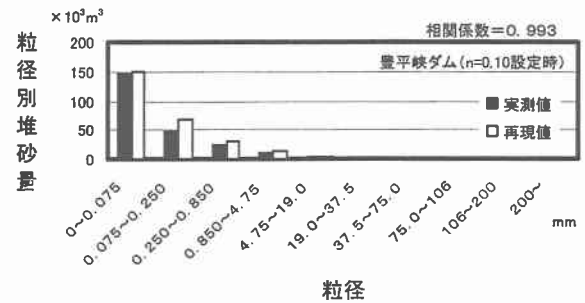


図-6 (1) 豊平峡ダム粒径別堆砂量
($n=0.10$ $\alpha=0.168$)

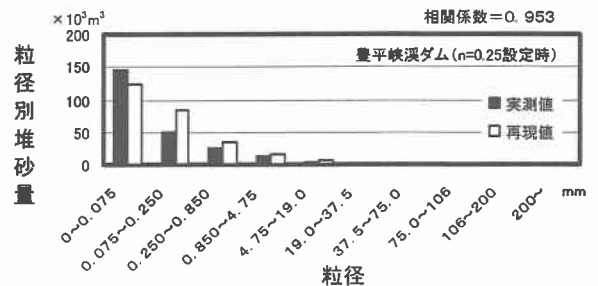


図-6 (2) 豊平峡ダム粒径別堆砂量
($n=0.25$ $\alpha=0.146$)

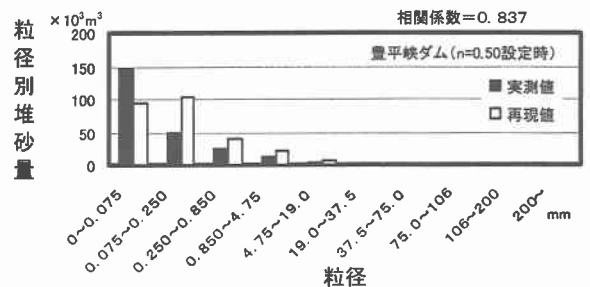


図-6 (3) 豊平峡ダム粒径別堆砂量
($n=0.50$ $\alpha=0.115$)

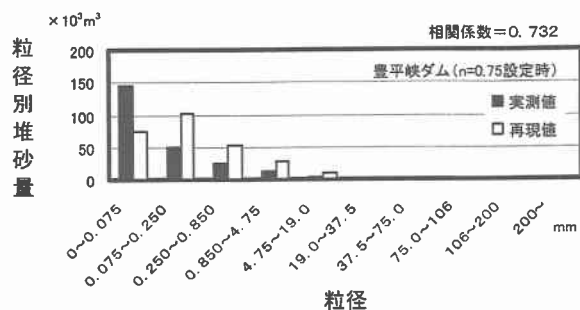


図-6(4) 豊平峡ダム粒径別堆砂量
($n=0.75$ $\alpha=0.091$)

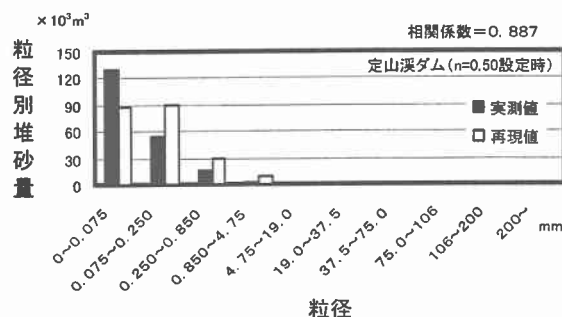


図-7(3) 定山溪ダム粒径別堆砂量
($n=0.50$ $\alpha=0.058$)

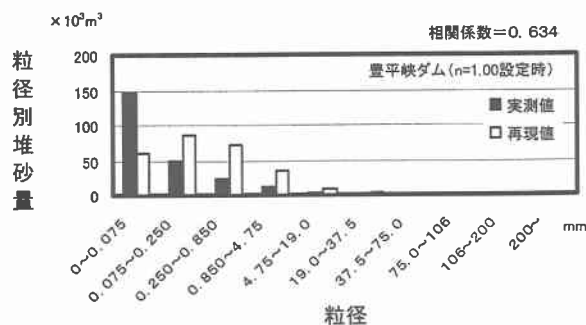


図-6(5) 豊平峡ダム粒径別堆砂量
($n=1.00$ $\alpha=0.071$)

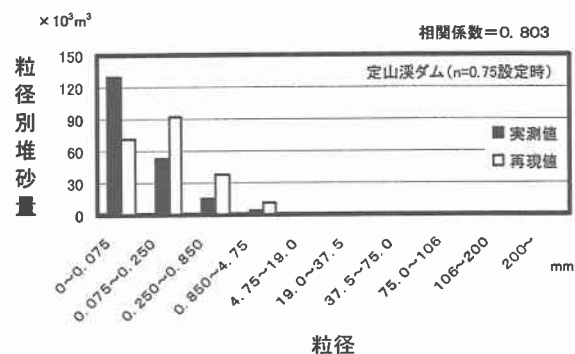


図-7(4) 定山溪ダム粒径別堆砂量
($n=0.75$ $\alpha=0.048$)

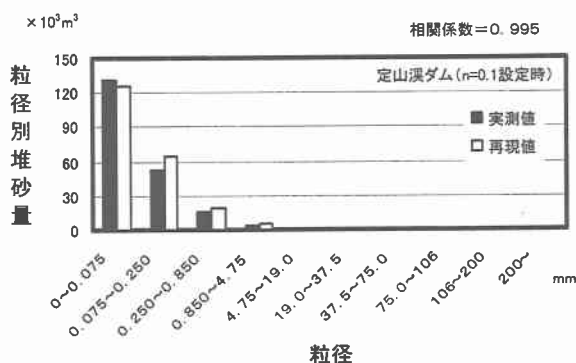


図-7(1) 定山溪ダム粒径別堆砂量
($n=0.10$ $\alpha=0.077$)

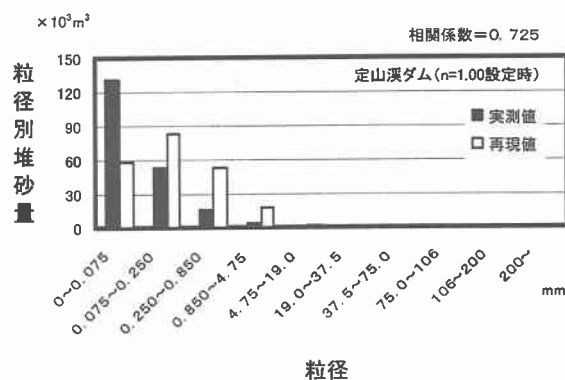


図-7(5) 定山溪ダム粒径別堆砂量
($n=1.00$ $\alpha=0.040$)

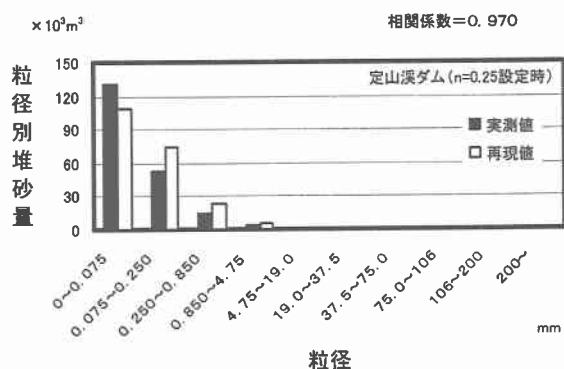


図-7(2) 定山溪ダム粒径別堆砂量
($n=0.25$ $\alpha=0.069$)

6. まとめ

本研究でわかったことは次のとおりである。

- ・ 時間毎の堆砂量を求めることができた。
- ・ 粒径 Index を用いて時間単位で粒径別堆砂量を求めることができた。

以上のことから山地河川流域では堆砂量や粒度分布の調査を行えば、任意の流域での粒径別時間土砂量が推定可能になるものと考ええる。

参考文献

- 1) 石狩川の土砂動態：(財)北海道河川防災研究センター
- 2) 山口 甲、東海林 勉：貯水池の粒径別流出土砂量に関する研究 平成12年土木学会支部論文報告集 第57号 pp.388-389