豊平峡ダムと定山渓ダムの粒径別時間堆砂量について

（株）シン技術コンサル　　○正員　上野　順也
（財）北海道河川防災研究センター　　江崎　國夫
（財）河川環境管理財団　　正員　山口　甲

1.はじめに

山地河川流域において出水中の流出土砂の量と粒径を実測することは困難なことである。一方で砂防ダム等による堆砂が下流域へ与える影響等を検証するための条件として山地河川流域からの土砂の量と粒径を求めなければならない。

本研究では、堆砂量と粒径が調査されている豊平峡ダムと定山渓ダムにおける粒径別時間堆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、札幌市を流れる豊平川の上流に位置する豊平峡ダム流域と定山渓ダム流域とし、図-1 に示す。

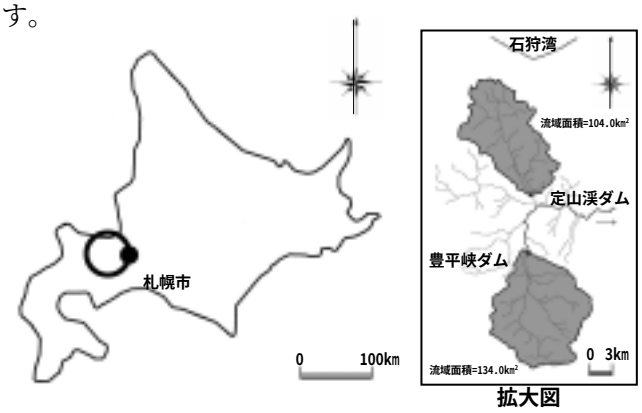

図-1　解析対象流域位置図

3.解析方法

堆砂量と粒度分布を解析するため 2 つのモデルを適用する。基本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堆砂量を求めることができる。

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

ここに、

i：時間堆砂量（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（$m^{3/5}$）

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($mm^{-2/5}\cdot sec^{2/5}$)

$$\mathrm{Re}^{\frac{9}{5}}=a\cdot\int_0^{23} re^{2.2}\cdot dt$$

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】

堆砂した土砂の粒度分布は堆砂期間中に起こる様々な降雨に起因し、それぞれの粒径別土砂量の合成値であると考えられる。降雨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定することが可能となる。本研究では降雨に応じた粒度分布を求める「粒径 index 法」を適用し、基本式を次に示す。

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

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

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

d_c：計算粒径（mm）　d_{obs}：実測粒径（mm）

dm_r：時間有効雨量 re で流出する土砂の平均粒径（mm）

dm：実測粒径（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

粒径調査をした際のサンプルは各調査箇所で約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豊平峡ダムでは約 4 年間、定山渓ダムでは約 8 年間となる。再現期間については、10cm

キーワード　山地河川流域　粒径別時間堆砂量
連絡先　〒003-0021 札幌市白石区栄通 2 丁目 8-30 （株）シン技術コンサル　技術企画部
電話 011-859-2609 FAX 011-859-2617

堆砂するために必要とされる期間とし、豊平峡ダムでは5年間、定山渓ダムでは9年間とする。

4.再現結果

2 基のダム流域における粒径別時間堆砂量の再現結果について次のとおりである。

【堆砂量の再現結果】

流出土砂係数 K 値は式（1）より同定され、豊平峡ダムでは K=73.238、定山渓ダムでは K=75.100 となる。これらの同定 K 値を用いた再現結果は、図-2 に示すとおりであって、経年的な変化を再現していることがわかる。

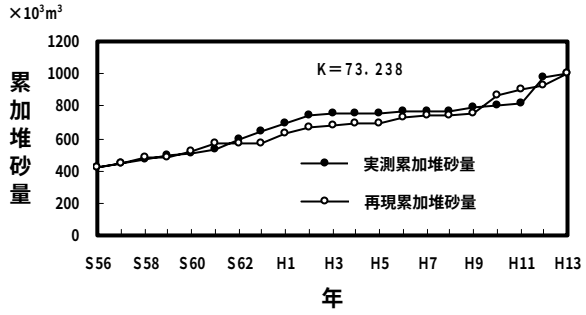

図-2(1)　豊平峡ダムの堆砂量

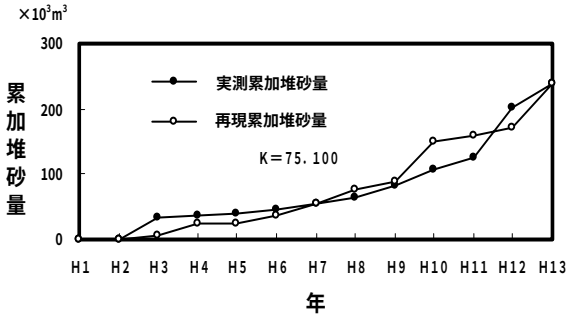

図-2(2)　定山渓ダムの堆砂量

【粒径別時間堆砂量の再現結果】

各降雨によって堆砂する土砂の粒度分布は分からない。堆砂本研究では係数 n を 0.1～1.0 の間で変化させ、実測値に対して最も再現結果の良い係数 n と係数 α の組合せを求める。係数 n 別の粒度分布は図-3 のとおりである。係数 n が小さくなれば、実測値との相関が良くなる傾向にある。

また、係数 n=0.1 とした場合の粒径別時間堆砂量の合計値で比較したならば、図-4 に示すとおりであって 2 基のダム流域ともに精度良く再現することがわかった。

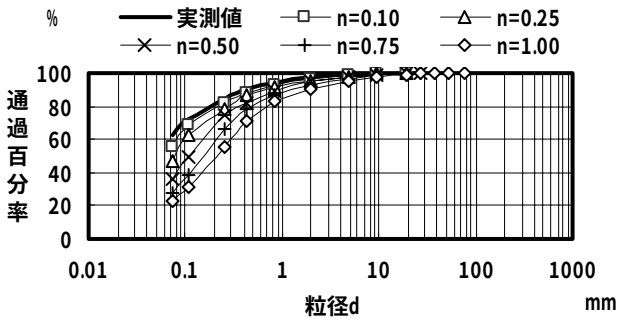

図-3(1)　係数 n 別粒度分布（豊平峡ダム）

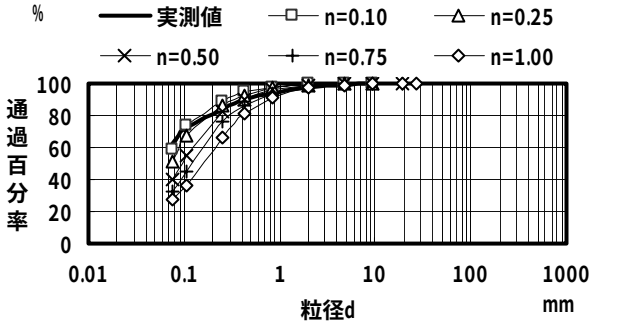

図-3(2)　係数 n 別粒度分布（定山渓ダム）

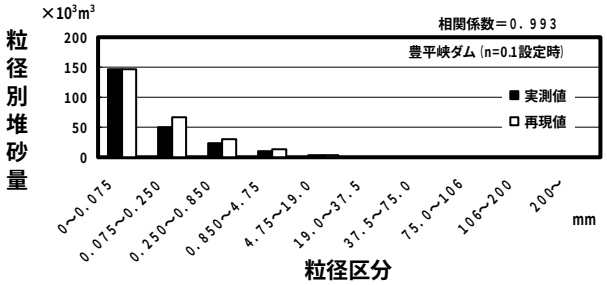

図-4(1)　粒径別堆砂量（豊平峡ダム）

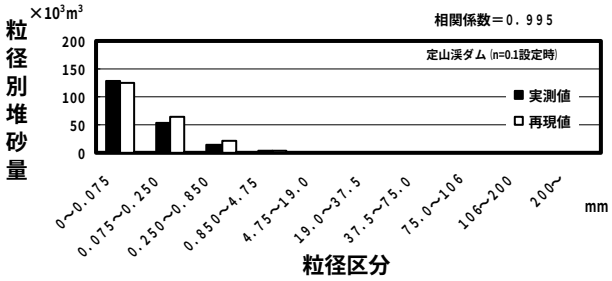

図-4(2)　粒径別堆砂量（定山渓ダム）

5.おわりに

本研究でわかったことは、次のとおりである。

・貯水池内に堆砂する土砂の量と粒径を時間単位で再現することができた。

以上のことから、山地河川流域では堆砂量や粒径の調査を行えば、任意の流域での任意の出水中の粒径別時間堆砂量は再現可能になるものと考える。

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、東海林：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