

II-41

貯水池堆砂量の経年変化について

北海学園大学 学生員 上野 順也
 北海学園大学 学 生 奥田 剛之
 北海学園大学 正 員 山口 甲

1. はじめに

ダムは利水、治水の面で流出量を調節できるため多大な役割を担っているが、一方で川の流れを遮断することで“土砂の堆砂”という宿命から逃れられない。この宿命は、同時に利水、治水の面でダム下流の河床低下など引き起こしており、また他の面でも骨材の枯渇、海岸浸食など考えられるので、これらの問題解消のためにも水系一貫した総合的土砂対策が必要とされている。今までにもこのような貯水池堆砂量の予測式が提案されていたが、計算堆砂量と実測堆砂量との間には大きな開きが見られる。そこで本研究では崩壊面積が測量されている桂沢ダム流域、大夕張ダム流域、豊平峡ダム流域の3流域を対象に各流域の経年的な堆砂パターンの検討について報告する。

2. 研究目的

本研究で対象としている流域の比生産土砂量を図-1～図-3に示す。図-1の桂沢ダム流域では、比生産土砂量を求めることのできる25年間の平均比生産土砂量は約 $0.4 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ であり、昭和56年の比生産土砂量は約 $3.0 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ であるから、桂沢ダム流域では昭和56年の大洪水により同年に平年のおよそ7.5年分相当の土砂を生産したことになる。また、昭和55年以前の平均比生産土砂量は約 $0.2 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ であり、昭和56年以後の平均比生産土砂量は約 $0.8 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ である。そのため桂沢ダム流域では大洪水が起きた昭和56年を境として昭和56年以後の堆砂速度は昭和55年以前の堆砂速度の約4.0倍になっていることがわかる。そしてこのような堆砂パターンを1型とする。図-2の大夕張ダム流域では、比生産土砂量を求めることのできる21年間の比生産土砂量は約 $1.5 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ であり、生産土砂量の経年変化から昭和56年の大洪水による同年の生産土砂量に及ぼす影響が見られない。同様に昭和55年以前の平均比生産土砂量は約 $0.9 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$

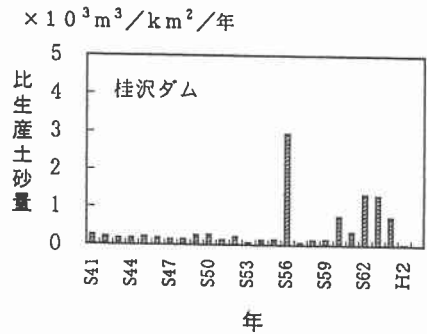


図-1 研究対象流域の比生産土砂量 (桂沢ダム)

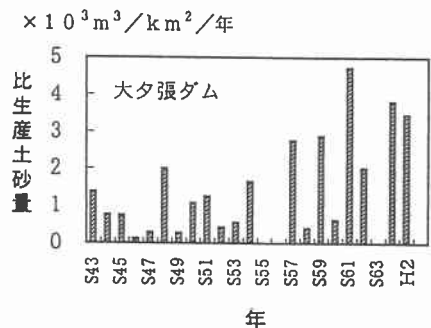


図-2 研究対象流域の比生産土砂量 (大夕張ダム)

Simulation on yearly change trend of sediment yields
 Junya UENO, Yoshiyuki OKUDA, Hajime YAMAGUCHI

km²/年 であり、昭和56年以後の平均比生産土砂量は約2.3 × 10³ m³/km²/年である。そのため大夕張ダム流域では大洪水が起きた昭和56年を境として昭和56年以後の堆砂速度は昭和55年以前の堆砂速度の約2.6倍になっていることがわかる。そしてこのような堆砂パターンをⅡ型とする。図-3の豊平峽ダム流域では、比生産土砂量を求めることができる15年間の平均比生産土砂量は約0.3 × 10³ m³/km²/年であり、昭和56年の比土砂生産量は約0.3 × 10³ m³/km²/

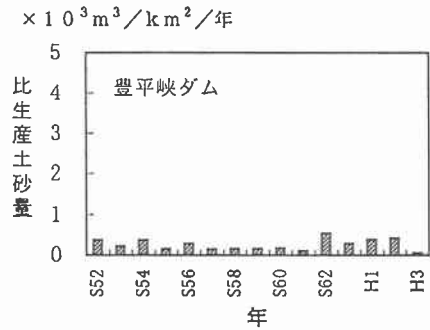


図-3 研究対象流域の比生産土砂量 (豊平峽ダム)

年であるから、豊平峽ダム流域では昭和56年大洪水のような大規模な洪水が起きても同年の生産土砂量は平常通りの土砂が生産されたことになる。また昭和55年以前の平均比生産土砂量は約0.3 × 10³ m³/km²/年であり、昭和56年以後の平均比生産土砂量は約0.3 × 10³ m³/km²/年に変化がないこのような堆砂パターンをⅢ型とする。このように昭和56年の大洪水による同年の生産土砂量への影響の有無、昭和56年を境とした前後での比生産土砂量の大小関係、また流域毎に比土砂生産量が異なっていることなどが把握できる。このような比土砂生産量の相違は地形・降雨量などの影響が考えられるが、地質・崩壊面積なども大きく影響を及ぼしているものと考えられる。このように大洪水が起きた昭和56年を境とした前後で比生産土砂量の変動により大別すると3つの堆砂パターンを確認することができた。そこで本研究では生産土砂量計算にあたり掃流砂量を求める佐藤・吉川・芦田の式や雨水の連続式を山腹斜面、河道に適用し山口氏は次式を掃流砂モデルの基本式としている。次式¹⁾を適用し貯水池堆砂量の検討を行う。

$$v = K \cdot \left[A^{\frac{3}{10}} \cdot (\tan \theta_1)^{\frac{9}{20}} \cdot (\tan \theta_2)^{\frac{3}{10}} \cdot Re^{\frac{9}{5}} \right] \quad (1)$$

ただし、

- v : 1洪水で発生する土砂生産量 (m³)
- θ₁ : 斜面勾配 (度)
- Re : 有効雨量 (mm/day)
- A^{3/10} · (tan θ₁)^{9/20} · (tan θ₂)^{3/10} · Re^{9/5} : 土砂生産因子
- A : 流域面積 (km²)
- θ₂ : 河道勾配 (度)
- K : 土砂生産係数

式(1)で1洪水毎の生産土砂量を求めるにはKで表現される様々な水理量の値を測定することによって計算することも可能であるが、これらの水理量のデータが入手できていない。また、昭和56年を境とした前後で土砂生産因子と実測堆砂量が一定値として近似可能なため本研究では生産土砂係数を実測堆砂量と土砂生産因子から同定して求めた。そして昭和55年以前の土砂生産係数をK₁、昭和56年以後の土砂

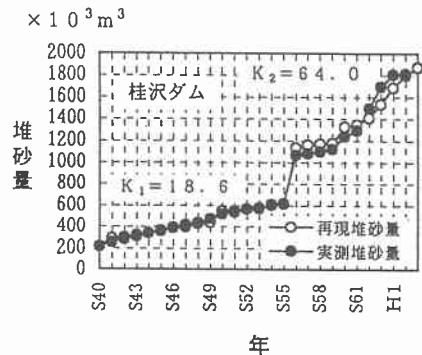


図-4 同定K値を用いた再現結果 (桂沢ダム)

生産係数を K_2 とした。ただし、大夕張ダム流域では、土砂生産係数 K ～土砂生産因子の関係で昭和56年まで K_1 の線上で同定できるので K_1 は昭和56年以前、 K_2 は昭和57年以後に適用した。この原因は崩壊地で生産された土砂がダム地点まで到達するタイムラグが他流域よりも大きく、溪流や河道内での調節効果が表れているものと考えられる。このように地形・降雨量を考慮したにもかかわらず土砂生産係数 K は流域間や大洪水の前後で差異が見られる。これは、地質と流域内の崩壊面積などの相違によるものではないかと考えることができる。次に研究対象流域において掃流砂モデルを適用し実測堆砂量と土砂生産因子から同定した土砂生産係数 K を用いて再現計算した結果を図-4～図-6に示す。そしてその再現計算に用いた土砂生産係数 K について地質、崩壊面積の面から検討する。

3. 地質・崩壊面積

研究対象流域における地質は国土数値情報KS-156「表層地質分類コード」に基づき分類した結果を図-7-(a)～(c)に示す。図-7-(a)の桂沢ダム流域では6種類の地質に分けることができ特に泥岩はこの流域の約84%を占めている。泥岩はその構成粒子がシルト、粘土から成っていて、その強さに関する性質は多分に粘土の性質を持っているためその岩石の強さは脆弱で風化に対する抵抗性も弱いと考えられる。図-7-(b)の大夕張ダム流域では11種類の地質に分けることができ砂岩や泥岩で構成された地質がこの流域の約68%を占めている。砂岩はその構成粒子が砂から成っていて、同様にその岩石の強さは脆弱で風化に対する抵抗性も弱いと考えられる。図-7-(c)の豊平峡ダム流域では4種類の地質に分けることができ特に安山岩はこの流域の約92%を占めている。安山岩は地表面でマグマが急冷却したため微細な結晶をしていることから、岩石強さや風化に対する抵抗性は比較的安定していると考えられる。

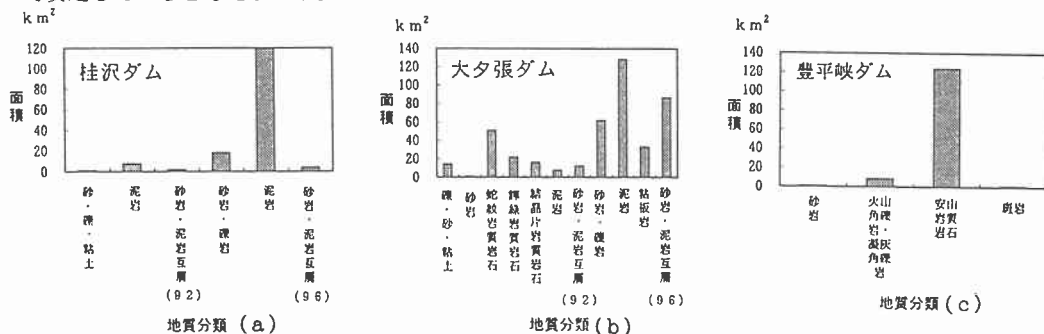


図-7 研究対象流域の地質分類別面積

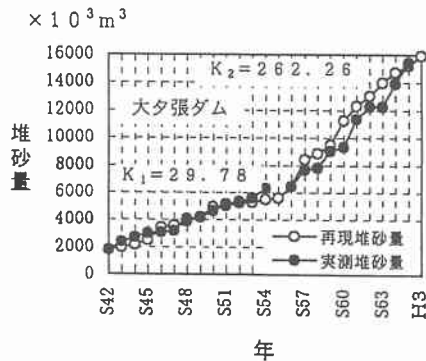


図-5 同定K値を用いた再現結果 (大夕張ダム)

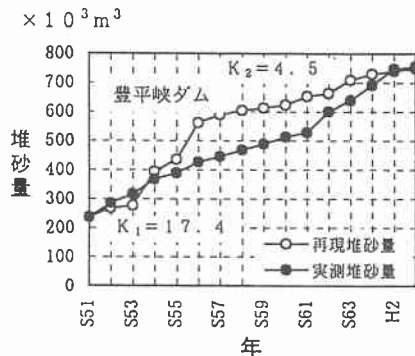


図-6 同定K値を用いた再現結果 (豊平峡ダム)

そこで北海道内42カ所の地点で岩石性状調査の結果²⁾を用い、堆砂資料がある12のダム流域において各岩種の平均の一軸圧縮強度 σ (kg/cm^2)、吸水率 ω (%)を用い、また、ダム流域を構成する岩種の面積ウエイトをつけたその流域を代表する平均一軸圧縮強度、平均吸水率を計算し、また、空中写真の判読などによって流域の崩壊面積を求めた。これらのデータを用いて土砂生産係数K値と地質・崩壊面積との関係を図-8に示す。その結果は一定の関係が見られた。そこで代表として桂沢ダム流域の土砂生産係数をこれらの関係から $K_1=30.1$ 、 $K_2=37.0$ と予測し、予測堆砂量を求め実測堆砂量と比較したのを図-9に示す。また検討した12流域について同定したK値を用いた再現値と実測値を比較すると図-10に示すとおりであり、また図-8の関係から予測したK値を用いた予測値と実測値を比較すると図-11に示すとおりである。これらの結果から図-10の場合では相関係数が0.98になり、図-11の場合では相関係数が0.96になりいずれの方法でも大変良い結果を得ることができた。

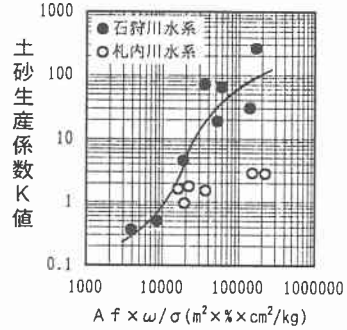


図-8 土砂生産係数Kと地質・崩壊面積の関係

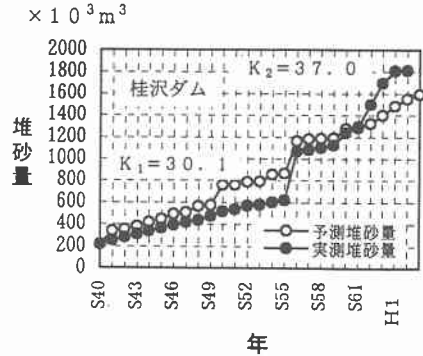


図-9 予測K値を用いた予測結果(桂沢ダム)

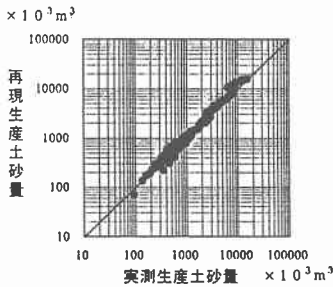


図-10 同定K値による再現値と実測値

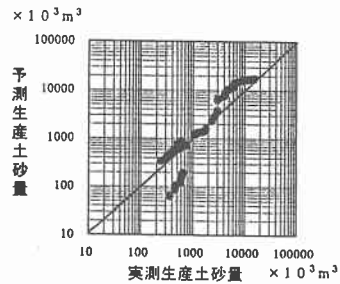


図-11 予測K値による予測値と実測値

4. 考察

堆砂資料がなくても、地質及び崩壊面積が得られている任意の山地河川流域での生産土砂量の予測が可能になった。地質データや崩壊面積は生産土砂の経年変化を把握することを可能としており、大洪水後の生産土砂の変動をとらえることができる。また、ダム堆砂量を測定することでK値を同定し求めることができる場合はより精度良く堆砂量を求められる。これらのことから地質データ、崩壊面積、堆砂量などの測定、測量は生産土砂量を予測する上で大変重要なことと考える。

参考文献1) 山口 甲 山地河川の土砂生産に関する研究 北海学園大学工学部研究報告Feb 1996 No23

2) 上野順也、山口甲、金秀俊 河川流域の地質と岩石強度について 土木学会北海道支部論文報告集 1997年2月 No53(B)