

II-58

豊平川の生産土砂量について

北海学園大学工学部 正員 山口 甲
 (財)北海道河川防災研究センター 正員 新庄 興
 (株)北開水工コンサルタント 正員 三田村 一弘
 (株)シン技術コンサル ○正員 上野 順也

1. はじめに

豊平川では昭和56年8月下旬洪水時において砂防区域では土石流の発生による家屋の倒壊・埋没、直轄区間では極端な河道洗掘・堆積が発生し被災を受けた。また、豊平川上流は空中写真の判読などによれば大規模な地滑りの跡が確認され、何らかの自然条件によって大規模な地滑りが発生する恐れがある。白井川流域では、平成5年に山腹斜面が崩壊（崩壊土量は推定 93,000m³）し、多量の土砂が流出した報告がある。そのため豊平川上流は土砂流出の大きい地域であると考えられる。本研究では、地質条件の異なる流域を比較し、崩壊面積が調査されていない場合の土砂生産量を求める方法として地質因子、河道面積因子を用いた生産土砂量の推定について報告する。

2. 研究目的

対象区域は、札幌市のおよそ南西に位置し図-1に示す。この区域では、市街化区域と土石流危険区域が重複する地区がある。図-1において豊平峡ダムや定山溪ダム、砂防ダム流域などでは、生産土砂量のデータが得られている。豊平峡ダムの年生産土砂量を図-2に示す。豊平峡ダム流域は、北海道における他の多目的ダム流域に比べ平均年生産土砂量は少ない流域である。



図-1 対象区域

一方山口氏は、山地河川流域において次式を掃流砂モデル¹⁾の基本式としている。そこで本研究では、次式を適用し生産土砂量の検討を行う。

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

ここに、

- V : 1洪水による生産土砂量 (m³)
- A : 流域面積 (km²) Re : 有効雨量 (mm/日)
- θ₁ : 斜面勾配 (度) θ₂ : 河道勾配 (度)
- K : 土砂生産係数

$$\left[A^{\frac{3}{10}} \cdot (\tan \theta_1)^{\frac{9}{20}} \cdot (\tan \theta_2)^{\frac{3}{10}} \cdot Re^{\frac{9}{5}} \right] : \text{土砂生産因子}$$

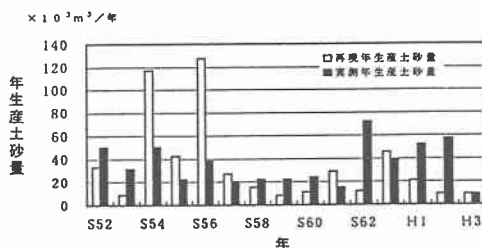


図-2 豊平峡ダムの年生産土砂量

Simulation of sediment yields on TOYOHIRA River

By Hajime Yamaguchi, Koh Sinjou, Kazuhiro Mitamura, Junya Ueno

式(1)によって1洪水毎の生産土砂量を再現するには、本研究では実測生産土砂量と土砂生産因子から土砂生産係数K値を同定する。この同定K値を式(1)に与えることにより生産土砂量が再現可能である。そこで研究対象区域において生産土砂量が実測されている流域に掃流砂モデルを適用して再現値と実測値を比較し図-3に示す。いずれの流域でも同様な結果を得ており、このモデルは小さな流域面積を持つ流域にも適用可能であると考えられる。そこで、崩壊面積が調査されていない場合の土砂生産量の推定方法として、土砂生産係数K値を地質・河道面積因子により検討してみる。

3. 土砂生産係数K値の検討

地質因子は、生産土砂の支配因子の1つとして考えられている。本研究では、国土数値情報KS-156の「表層地質分類コード」に基づき地質を分類する。例として豊平峡ダム流域と定山溪ダム流域の地質構成率を図-4、図-5に示す。研究対象区域では、安山岩と火山角礫岩・凝灰角礫岩が代表的な地質である。一方、地質条件が異なる桂沢ダム流域の地質を同様の分類を用いて図-6に示す。桂沢ダム流域では、泥岩が代表的な地質となっている。それぞれ構成されている地質は異なり、地質の構成率も異なる。このようなことから地質を生産土砂の支配因子として評価する必要性が見受けられる。また、北海道内42カ所のダム流域で行った岩石性状調査結果²⁾から各岩種の平均一軸圧縮強度 σ (kg/cm^2)、平均吸水率 ω (%)を用いて、流域を構成する各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 σ 、平均吸水率 ω を求めた。

上野は、土砂生産係数K値と流域の地質因子(一軸圧縮強度、吸水率)・崩壊面積因子の関係³⁾を提唱しているが、対象流域では崩壊面積が調査されていない。地質因子のみではK値の推定には推定誤差が大きいので、ここでは洪水時の土砂供給源の1つと考えられる河道に着目し、その河道面積がK値の支配因子になり得ないかを考えてみる。

山口氏は、石狩川流域の流域面積と河道幅の関係を調査し、図-7の結果が得られている。また、河道延長は石狩川ランドスケープ情報⁴⁾(溪流マグニチュード別区分流域データベース)より容易に求められる。そこで

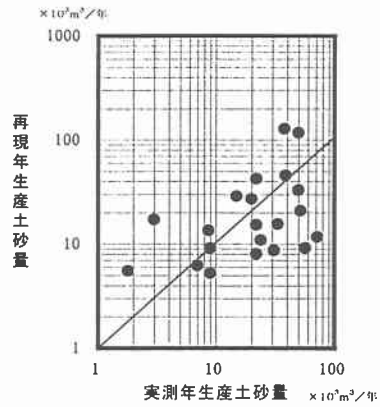


図-3 実測値と再現値

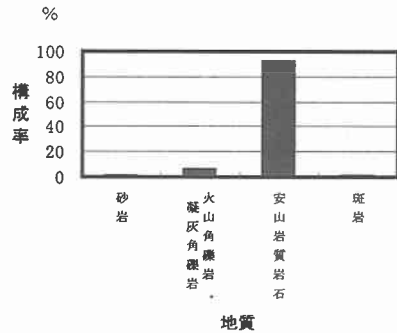


図-4 地質構成率(豊平峡ダム)

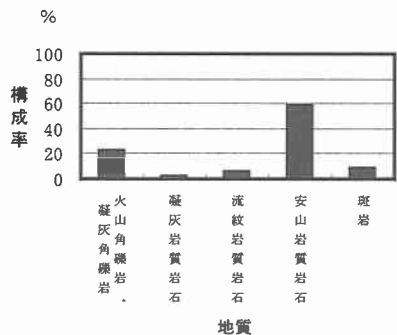


図-5 地質構成率(定山溪ダム)

河道面積は、マグニチュード別に川幅と河道延長を求め
る方法により流域全体の河道面積を算出している。

$$Ar = \sum_{i=1}^n B_i \cdot L_i \quad (2)$$

$$B_i = 3.476 \cdot A_i^{0.435} \quad (3)$$

ただし、

Ar : 河道面積 (m²)

n : 区分流域数

B_i : 区分流域 i の川幅 (m)

A_i : 区分流域 i 地点の全流域面積 (km²)

L_i : 区分流域 i の河道延長 (m²)

すなわち河道面積は、区分流域毎に求められた河道面積
の和となる。

石狩川水系と豊平川上流における多目的ダムや砂防ダ
ム、溪流の流域面積の規模が異なる流域毎にこのよう
にして求めた地質・河道面積因子と土砂生産係数K値の関
係を図-8に示す。豊平川上流において堆砂状況が未満
砂の施設流域と石狩川水系は同じ傾向を示しているもの
の、堆砂状況が満砂の施設や1洪水によって生産された
生産土砂量データに基づくK値は小さな値を示している。
これらの検討課題は残るものの、今回中間報告としての
K値は次式で表す。

$$K = 0.007 \times \left\{ Ar \times \left(\frac{\omega}{\sigma} \right) \right\}^{0.64} \quad (4)$$

ただし、

K : 土砂生産係数K値

Ar : 河道面積 (m²)

ω : 流域を代表する平均吸水率 (%)

σ : 流域を代表する平均一軸圧縮強度 (kg/cm²)

図-8の地質・河道面積因子とK値の関係において既
に堆砂状況が満砂の施設は、堆砂量調査した時点で既に
満砂状態であり、満砂状態になった時点を把握できな
かった。そのため満砂状態の後、施設下流へ土砂が流下し
ていったためK値が小さな値を示していると考えられる。
また、1洪水による生産土砂資料を用いた流域は、流路
工など河岸決壊防止が行われている流域のため河道面積
因子を考慮しても実際には土砂の生産はされにくい。そ
のためK値が小さな値を示していると考えられる。

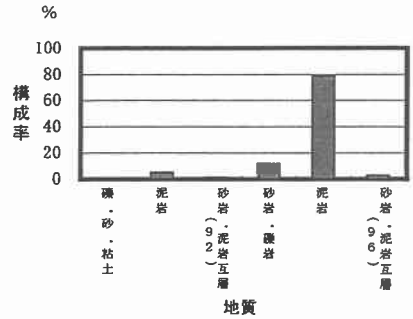


図-6 地質構成率 (桂沢ダム)

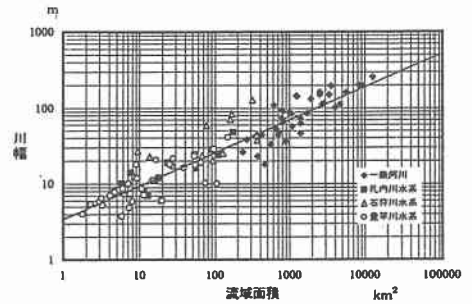


図-7 流域面積と川幅

- 石狩川水系
- 豊平川上流未満砂資料
- △ 豊平川上流満砂資料
- ◇ 豊平川上流1洪水生産土砂資料

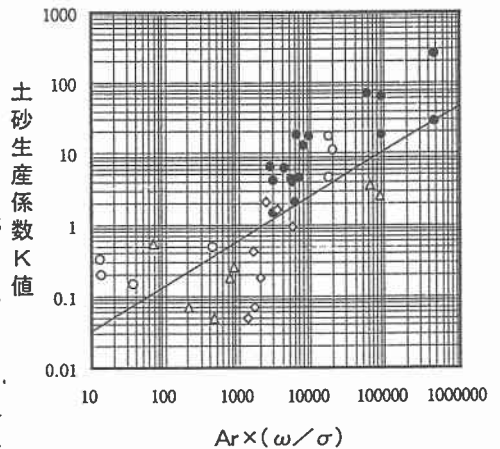


図-8 地質・河道面積因子とK値

土砂生産係数K値は、大洪水の前後で変化する傾向があり³⁾、地質・河道面積因子は大洪水の前後でも一定である。そのため土砂生産における経年変化は捉えることはできないが、流域毎の相違は明確に表すことが可能である。式(4)によれば豊平川流域の生産土砂量を約1桁以内の誤差で推定可能になった。(図-9 参照)

そこで豊平川上流の砂防区域を23流域に分割し、個々の流域で地質・河道面積因子より土砂生産係数K値を推定することにより個々の流域での生産土砂量の把握が可能になる。しかし、これは2基の多目的ダムによるダム効果を考慮しているものの、砂防効果については考慮していなく、基準点毎には到達メカニズムの構築を要するものと考えている。

豊平川上流砂防区域における生産土砂量は、23流域の生産土砂量の総和と考えることが可能である。豊平川上流砂防区域における20年間の生産土砂量推定結果を図-10に示す。図-10より推定期間の平均年生産土砂量は約14万 m^3 となり、昭和56年は約85万 m^3 と最も大きな値を示している。一方、平均比生産土砂量は約226 m^3 となり、豊平峡ダム流域とほぼ同量の値(約260 m^3)を示している。

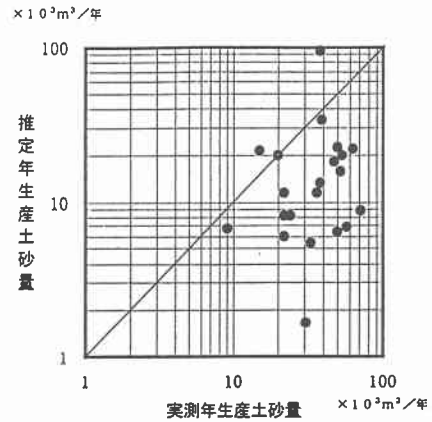


図-9 実測値と推定値

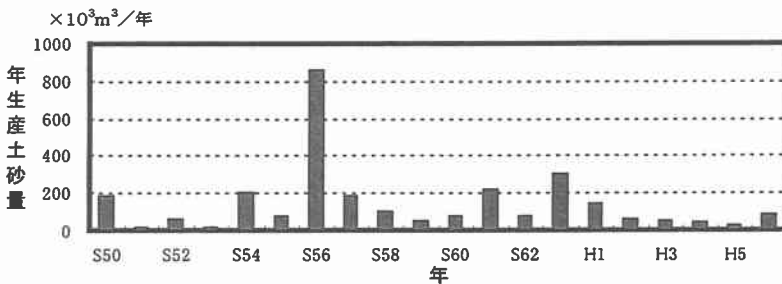


図-10 豊平川上流砂防区域の推定年生産土砂量

4. 考察

河道面積因子は、土砂生産係数K値の支配因子となり得る可能性を示唆している。山地河川流域における流域毎の生産土砂量の相違は、堆砂資料がない場合であっても地質因子と河道面積因子を調査することにより把握可能である。しかし、このように精度が落ちたのは、崩壊面積等の地被状態の経年変化を考慮しなかったためと考えられる。

そのためより精度良く生産土砂量の推定を行うには、崩壊面積の経年変化や砂防施設の堆砂量を詳細に把握し土砂生産係数K値を検討することが重要であると考えられる。

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第23号 1996年2月
- 2) 上野 順也他 「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
- 3) 上野 順也 「土砂生産量の支配因子に関する研究」北海学園大学大学院修士論文 平成10年2月
- 4) (財)北海道河川防災研究センター 「石狩川流域ランドスケープ情報」1998年10月