

II-35

夕張シューパロダムの生産土砂量に関する研究

北海学園大学工学部 正員 山口 甲
 学生 滝沢 嘉史
 石狩川開発建設部 正員 山本 茂

まえがき

山地河川から輸送される土砂は浮遊形態と掃流形態として観測点を流下している。しかし、山地河川での流砂観測資料が極めて少なく、その生産土砂量を貯水池等の堆砂量でもって表わすことが多い。この貯水池が大きい場合は浮遊砂も十分に沈澱するから堆砂量を生産土砂量としても考えてよいが、貯水池が小さい場合は浮遊砂は濁水として流量と一緒にダムから流下するので、大きな貯水池を対象とし堆砂量を生産土砂量として検討を進める。

これらの土砂生産現象についての研究はこれまで主として長年月間の平均値に対する分析または各年の堆砂量を確率現象として扱うなどの研究が多いが、防災対策上は1年間または1洪水での生産量というより短い期間の発注量の解明を必要としており、近年の研究もこれらの研究に注目したものが多い。

本報告は1洪水で発生する生産土砂量を予測するモデルを夕張シューパロダム流域(大夕張)などの堆砂量再現計算に適用した結果を報告する。

1. 生産土砂量の現状

これまでに筆者¹⁾は北海道内の12流域のダム堆砂資料に基づいて比堆砂量(m³/km²・年)および堆砂の経年変化を整理した、それによればダム建設以降平成3年までの平均した比堆砂量は図-1に示すように調査した範囲だけでも104~994(m³/km²・年)と流域によって差があることが明らかになった。

また北海道一円昭和56年8月に観測史上最大の豪雨が発生したが、これが山地河川のその後の土砂生産量に変化を与えたことを黒木²⁾らは指摘し2つのパターンに区分している。

土砂生産量は地形・地質・崩壊状況・降雨量など多くの因子が考えられるが、降雨が与える影響が大きいため、次節に示す土砂生産因子Fの経年累計値ΣFとの関係で堆砂量を表わすと図-2に示す3つのパターンに区分される。土砂生産モデルでいうFは流域面積A、山腹斜面勾配θ₁、幹川河道勾配θ₂、有効雨量R_eで構成されており、これらの因子で堆砂傾向が類型化できた。しかし、各パターンの発生原因は未だ判ってなくて今後の研究課題である。

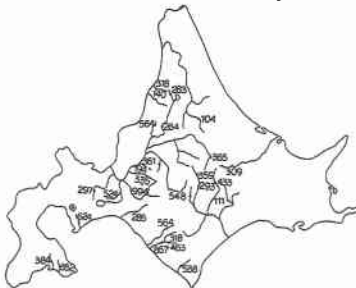


図-1 生産土砂量 (m³/km²・年)

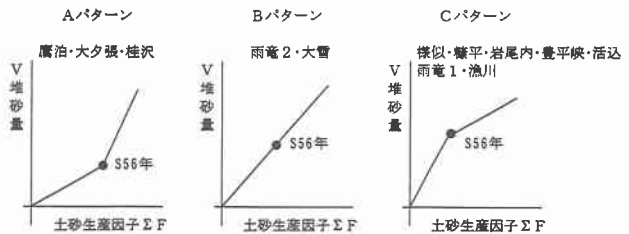


図-2 堆砂量の経年変化

$$F = (A^{3/10} (\tan \theta_1)^{3/2} (\tan \theta_2)^{3/10} \Sigma R_e)^{3/5}$$

Sediment Yields of the Yubari River Basin by Hajime YAMAGUCHI, Yoshifumi TAKIZAWA and Shigeru YAMAMOTO

2. 土砂生産係数K

ここで用いる土砂生産モデルは文献³⁾に譲るがモデル構築の条件を整理する。

流域は等斜面勾配 θ_1 、幹川河道勾配 θ_2 を持つ矩形流域の中央に幹川延長Lの流路が位置し、両側に斜面幅Bを持つ擬似流域を考える。この流域に一樣に総雨量RがT時間継続した場合の平均雨量強度をR/Tとする。また洪水観測資料から雨量Rに対する有効雨量Reを別に求めて、土砂生産に直接的に関与する平均有効雨量強度Re/Tを算定する。

洪水流出解析のKinematic Wave法を用いて降雨強度Re/Tで生ずるピーク流量Qpは次式で与えられる。

$$Q_p = (2B \cdot L) \left(\frac{R_e}{T} \right) \Psi_{\max}$$

Ψ_{\max} は図-3に例示するように、降雨量、地形量、河道水理量から構成されている τ_s 、 τ_r で表わされるから、地形量、河道水理量を与えてReによって生ずる最大流量Qpが求められる。

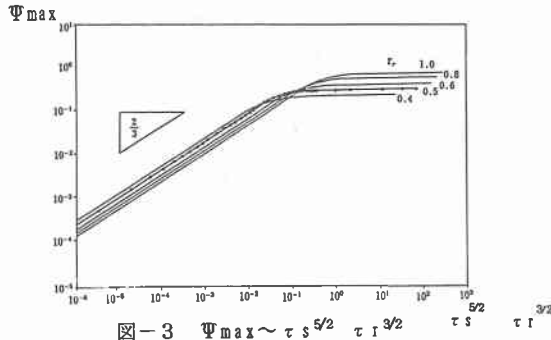


図-3 $\Psi_{\max} \sim \tau_s^{5/2} \tau_r^{3/2}$

洪水時に輸送される土砂量はHydrographが形成されている各時刻の流量で運搬されているので洪水毎にHydrographを求めておく必要があるが、ここでは計算を簡単にするためにHydrographの大きさを次の方法で検証してみた。

河道基準地点での大小洪水について、1時間毎の流量Qの総和 $\Sigma Q \cdot \Delta t$ と最大流量Qpの関係は図-4のとおり平均的に比例関係にあると見ることができる。

$$\Sigma Q \cdot \Delta t = m \cdot Q_p$$

この関係を用いれば、Re/Tから求められたQpを用いてHydrographの大きさ $\Sigma Q \cdot \Delta t$ が推定できることを意味する。

次に輸送されて来る生産土砂量が掃流形態が卓越していることに着目して、ダム貯水池末端の河道水理にマンニング式、掃流砂式に佐藤・吉川・芦田式を用いてQpに対する掃流砂量が推定できる。従ってこれまでの検証結果からHydrograph全体の全掃流砂量が推定できる。

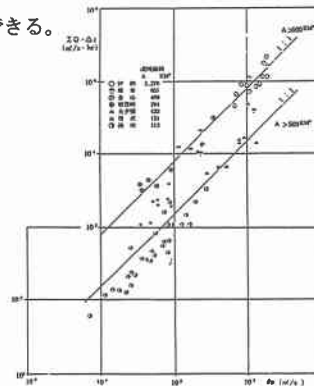


図-4 $Q_p \sim \Sigma Q \Delta t$

これまでの仮定及び検証結果を用いて整理すると、1洪水 Re で発生する土砂生産量（堆砂量） V は次式で示される。³⁾

$$V = K A^{3/10} (\tan \theta_1)^{3/2} (\tan \theta_2)^{3/10} Re^{9/5} = K \cdot F$$

ここに K : 定数

土砂生産係数という。

$$F = A^{3/10} (\tan \theta_1)^{3/2} (\tan \theta_2)^{3/10} Re^{9/5} \quad \text{土砂生産因子という。}$$

定数 K は降雨継続時間 T 、単位図法で Qp を求める時の諸係数、河道形状、粗度係数、掃流砂式の諸係数 Qp と $\Sigma Q \cdot \Delta t$ の比例定数、単位換算値等で構成される総合値であるから、それらの諸係数から求めることも可能である。しかし堆砂量 V が実測されているので、土砂生産因子 F を地形分析、降雨資料から求めて K を同定する方法で K 値を求めている。

その例として大夕張、桂沢流域について図-5に示す。両流域とも土砂生産パターンはAパターンに区分される流域である。しかし、昭和56年豪雨の影響は大夕張流域では昭和57年以降に、桂沢流域は昭和56年から表われいづれも生産土砂量は毎年増加している。

その各年の生産土砂量が昭和56年豪雨前に比べて以後に増加した原因は土砂生産因子 F 以外にある。そこで両流域、漁川流域、星置川流域などで昭和56年洪水前後の崩壊面積 Af を航空写真から判読しておき、土砂生産係数 K との関係を示したものが図-6であり、崩壊面積の拡大が土砂生産量を大きくする要因となっているようである。

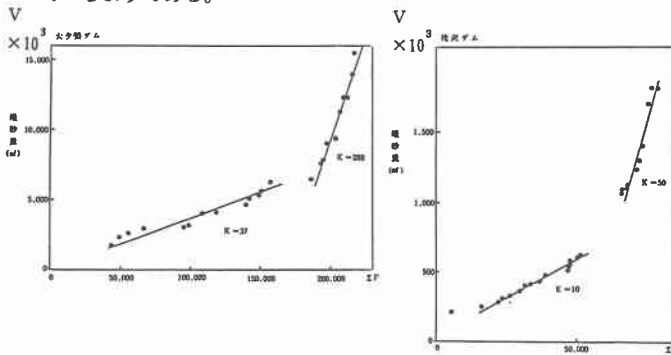


図-5 $V \sim \Sigma (A^{3/10} (\tan \theta_1)^{3/2} (\tan \theta_2)^{3/10} \Sigma Re^{9/5})$

3. 再現計算

土砂生産モデルにより堆砂量の経年値を再現する。

計算方法は次の2通りである。

再現計算 I

堆砂量 V と土砂生産因子 ΣF で同定した土砂生産係数 K を用いて再現する方法である。これは、同定値そのものを用いるので当然乍ら堆砂量の実測値に近い値が再現できることになるが、この計算値はこのモデルで黒木氏が指摘したような昭和56年の前後と不連続となるような大きな堆砂量を再現でき得るかなどのモデルの検証計算と考える。

再現計算 II

この方法は土砂生産係数 K を崩壊面積 Af から推定した値を用いるものであり、土砂生産の場の変化として Af を用いた場合の精度を検証する計算と考える。

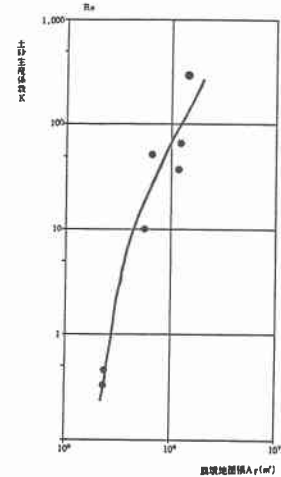


図-6 崩壊面積 Af と K の関係

再現計算精度は図-7、8のとおりであり、予想したとおり再現計算Ⅰがより再現性が良いが、再現計算Ⅱでもかなりの精度で再現できることが明らかにできた。

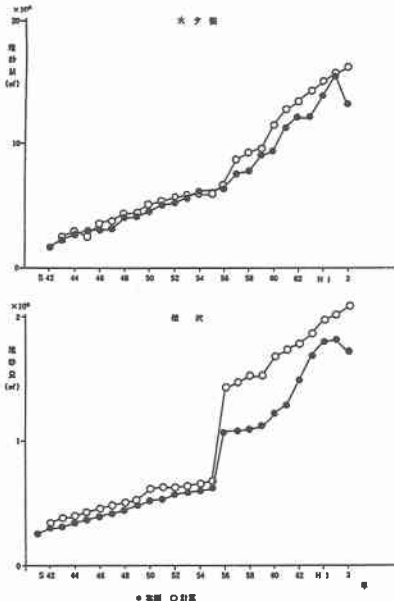


図-7 再現計算 (計算Ⅰ)

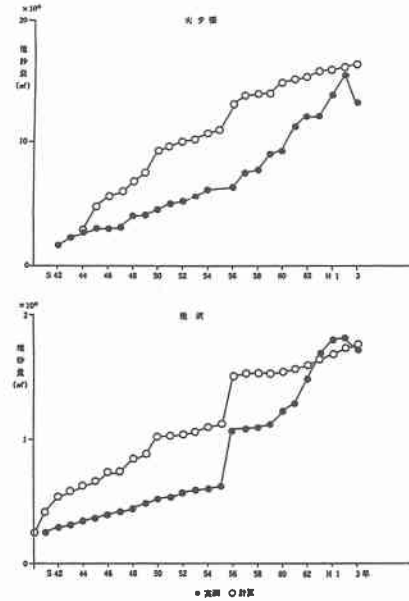


図-8 再現計算 (計算Ⅱ)

あとがき

本モデルは雨水流の水理量に応じて斜面で土砂の移動が始まり、移動を始めた土砂がすべて洪水期中に貯水池に到達するとしている。しかし、大夕張流域で見られたように到達年が1年遅れるなどの河道調節の効果はブラックボックスとしており、これら今回明らかにできた課題を更に解明して本モデルの適用条件を明確にする考えである。

参 考 文 献

- 1) 丸山浩司・山口 甲・長平英雄 降雨法による土砂生産量の予測
土木学会北海道支部論文報告集 50号平成6年3月
- 2) 黒木幹男・板倉忠興 昭和56年豪雨と北海道の土砂生産
土木学会北海道支部論文報告集 48号平成4年2月
- 3) 山口 甲 土砂生産量の予測(Ⅰ)
北海道河川防災研究センター 平成6年3月