

溪流の流出土砂量の推定

電力中央研究所 正員 中村 宏

1. まえがき 木曽川水系飛騨川の上流に揚水発電所の計画があり、この発電所の放水口地点の約 200^m 上流に溪流(黍生川)が合流している。この溪流の砂防計画の資料とするため、流出土砂量の推定を行った。黍生川は衆鞍岳を水源とし、集水面積 11.5^{km}²、平均河床勾配 1/4 で、既往最大洪水量は約 45^m³/sec である。流出土砂量の推定は一般に下流の貯水池あるいはその溪流にある砂防ダムの堆砂実績から行われているが、ここではこの方法と水文資料・流砂量公式を用いて求める方法との比較を行ってみた。

2. 下流貯水池堆砂実績からの推定 下流にある朝日貯水池(集水面積 225^{km}²)の堆砂実績は表-1の通りである。Brownの式によれば貯水池の補捉効率Eは

$$E = 100 \left\{ 1 + \frac{1}{1 + \frac{C}{K}} \right\}$$

ただし、E:流入土砂量のうち沈澱堆積する割合(%), C:貯水容量(acre-ft), W:流域面積(mile²), K:係数。K=0.1(平均値)としてEを求めると、貯水池築造後の9年間でEは96.2~98.5%である。従って貯水池への年間流入土砂量は堆砂量の5%増しであると見做した。

貯水池の堆砂に影響を及ぼす因子は数多くあるが、朝日貯水池集水区域についてはこれらの中、岩崩れ分布と雨量分布の調査が行われている。岩崩れの発生頻度は当所地質部緒方研究員の調査によれば表-2の通りである。また雨量分布については昭和30~31年に高山気候所が調査している。この調査結果によれば朝日貯水池集水区域では、降雨の原因如何に拘わらず雨量の一様性が大きく、集水区域のほぼ中央部にある一地点の雨量によって面積雨量を代表せしめることができる。土砂供給源になると考えられる岩崩れの分布、および土砂流出に大きな影響を及ぼす雨量の分布よりみて、黍生川の流出土砂量が特に多いとは考えられない。従って土砂の流出量は流域面積に比例すると考え、更に既設砂防ダムの堆砂実績をも考慮して黍生川の流出土砂量を求めた。

表 - 1

	朝日貯水池 年間堆砂量 (m ³)	朝日貯水池 年間流入土砂量 (m ³)	黍生川流出土砂量	
			朝日貯水池堆砂 実績より算定	水文資料・流砂量 公式より算定
昭32~33	664,620	697,860	35,650 ^m ³	29,770 ^m ³
33~34	265,160	278,420	34,230	35,660
34~35	251,000	263,560	12,820	20,930
35~36	277,450	291,330	14,150	28,730
36~37	59,500	62,480	13,190	14,220
計			110,040	129,240

表 - 2

		朝日貯水池 集水区域	黍生川
集水面積(S)		225.0 ^{km} ²	11.5 ^{km} ²
岩崩れの 発生頻度 (%)	大	6	0
	中	46	3
	小	69	10
	計	121	13
集水面積 1 ^{km} ² あたりの 岩崩れの 発生頻度 (%)	大	0.027	0
	中	0.204	0.261
	小	0.307	0.870
	計	0.538	1.130

土砂の流出は主として豪雨時に起ると考えて、年間最大流量と年間流出土砂量との関係を求めると図-1のようになる。

3. 水文資料・流砂量公式による流出土砂量の算定

従来提案されている流砂量公式がそのまま、急勾配河川に適用できるかどうか疑問があるが、ここでは一応適用できるものと考えた。土砂生産源に近い溪流河川では Wash load は勿論、浮遊土砂も河床を構成している砂礫とは無関係と考えられるので、掃流流砂量のみを算定することにした。流砂量公式としては佐藤・吉川・芦田公式を用いた。

$$\frac{Q_B (\rho/\rho - 1) \tau}{(\tau_c)^{3/2}} = \varphi F \left(\frac{\tau_c}{\tau_c} \right)$$

ここで Q_B : 単位巾、単位時間当りの掃流流砂量の容積、 ρ/ρ : 砂礫の比重、 ρ : 水の密度、 τ : 掃流力、 τ_c : 境界掃流力。河川の縦断測量および横断測量の結果によれば合流点から上流 3km ぐらいまでの間では河床勾配および川中の著しい変化はないので、合流点上流約 500m の地点における出水時の流砂量を算定した。実測によれば粗度係数は $n \approx 0.04$ である。昭和 39 年に行った測量によって得られた河川横断面が出水時に変化しないものとし、Manning の式よりこの断面について径深-流量の関係を求め、次に流砂量公式を用いてこの径深-流量の関係を利用して、各流量に対応する流砂量を求めた。すなわち掃流力 $\tau = \rho g R I$ の R に各流量に対応する径深を用いた。I は河床勾配を用いた。また河床砂礫の代表粒径としては既設砂防ダム堆砂礫の平均粒径 ($d_m = 5.9 \text{ cm}$) を用いた。 τ_c は岩垣公式より $\tau_c = 80.9 \rho d \text{ (cm-sec 単位)}$ [$d \approx 0.303 \text{ cm}$] である。また $n \approx 0.04$ であるから $\varphi = 0.623$ 。

以上のようにして流量毎の Q_B を求め、これに水面巾を乗じて掃流流砂量 Q_B を求めると流量と流砂量の関係は図-2 のようになる。

奈生川の河床礫の移動状況を調査したところ日最大流量が $6 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度以下では礫の治流な移動は認められず、また図-1 よりみても流量の小さい時には土砂の流出はほとんどないと考えられるので、日最大流量が $6 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上の場合について流砂量を算定した。奈生川の時間-流量の関係は下流測水所の流量記録から流域面積比によって求めた。

昭和 32 年から 37 年までの五年間について図-2 から時間毎の掃流流砂量を求め、これを統計して年毎の掃流流砂量を算定した。

Wash load および浮遊流砂量については計算不可能であるが、他河川の調査結果よりみて、河床勾配が大きく、河床砂礫の粒径が大きい溪流では、浮遊土砂量は比較的少く、年間を通じてみた場合掃流流砂量と浮遊流砂量とは大体同程度と考えられる。そこで年間流出土砂量は年間掃流流砂量の二倍と仮定して各年の流出土砂量を算定した。その結果は表-1 に示す通りで、五年間を通じてみれば貯水池堆砂実績からの算定値と水文資料・流砂量公式からの算定値は大体近い値となる。

図-1

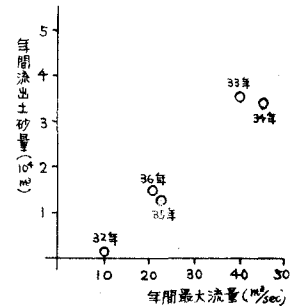


図-2

