

II-186 山地での生産土砂の粒度分布特性について

岐阜大学工学部 正員 田中祐一郎

1. はしがき： 近年 微細土砂の流出による河川の汚濁問題が多発し、その対策が重要な課題となっている。この微細砂は河床には存在しない粒子という定義から、どうしてもその由来を生産源たる山地に求めざるを得ない。そこで本研究は1969年の黒部湖の堆砂資料を用いることにより、生産土砂の粒度分布特性について検討を行なった結果を報告するものである。

2. 黒部湖の堆積土砂： 1969年8月に図-1に見るように、わずか9時間余の期間に総雨量1000mmを越す集中豪雨によって、図のような多くの崩壊が発生し、黒部湖はその有効貯水量の約1割を一挙に失った。表-1に各地点での土砂移動の収支から推定される流砂濃度を示す。洪水期間中のダムからの放流量にダム地点での流砂濃度6.4%を乗することにより、ダムからの流出土砂量は280万 m^3 と推定される。その結果、この降雨による総生産土砂量は、表-2に示すように2300万 m^3 と推定される。これらの土砂はその後粒度分布が詳細に調べられており、その意味では2300万 m^3 もの大きな粒度分布試験を行なったものと言ふことができる。すなわち、図-2に示すように、No. 5, 10, 13, 18は貯水内の浮遊砂による粒度分布であり、No. 21は背水終端に形成されたデルタでの粒度分布であり、又針ノ木谷における粒度は周辺の溪流における堆積土砂の粒度分布である。さらにNo. 0のものは、

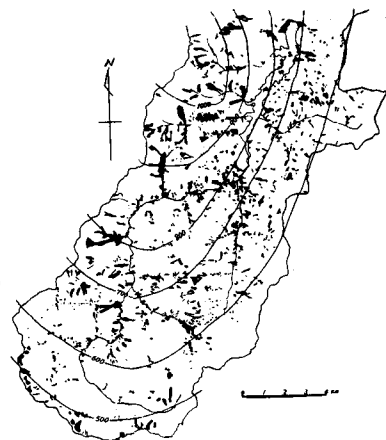


図-1 黒部湖周辺の崩壊地の分布
表-1 各地点での流砂濃度

| 場所 | 通過水量 ($\times 10^6 m^3$) | 流砂量 ($\times 10^4 m^3$) | 流砂濃度 (%) |
|-----------|-------------------------------|------------------------------|-------------|
| ダムサイト | 443.5 | 28.4 | 6.4 |
| ダムより2.5km | 5585.0 | 641 | 11.5 |
| 背水終端付近 | 3280.0 | 817 | 24.9 |
| 針ノ木谷 | 446.0 | 133 | 29.8 |
| 又クイ谷 | 269.0 | 70 | 26.0 |

wash loadの实测粒度分布¹⁾を参考に、筆者が推定したダムからの放流砂の粒度分布である。これらの粒度分布を用いることにより、全生産土砂量を各粒度に分析することが可能となり、その累加百分率を示したものが図-3、図-4である。図-3はKrumbein²⁾のφスケールの定義に用いたと同様の図であり、ほぼ対数正規分布の成立をうかがわせるものである。図-4は通常の累加分布を片対数紙上にプロットしたもので、通常バケツ1〜2杯程度のサンプルについての篩分け試験では図-2のようにS字状の曲線が多く得られるのに対し、ほぼ直線状となして

表-2 实测流出土砂量(m^3)

| | |
|------------|------------|
| 貯水池内堆砂量 | 6521,995 |
| 各支川での堆砂量 | 1,3523,000 |
| ダムからの流出土砂量 | 2,835,257 |
| 計 | 22,880,252 |

これまでの少量の試料では、(%)

試料の採取方法に（例えば表層のカット等）人工の加えられることがあり、これが粒度分析に大きな影響を及ぼしていたことが考えられる。これに対しこの結果は極めて注目すべきものであり、これは生産土砂の粒度の粒度分布は最

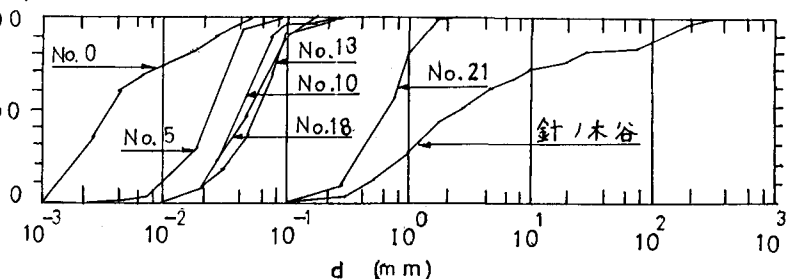


図-2 各地点での堆砂の粒度分布

大粒径と最小粒径によって言い換えれば粒度の Range によって特長づけられるということの意味している。そこで任意の粒径 d に対する累加百分率 f は次式のように与えられる。

$$F = \frac{100 \log d}{\log(d_{max}/d_{min})} + 50 \left\{ 1 - \frac{\log(d_{max} \cdot d_{min})}{\log(d_{max}/d_{min})} \right\} \quad (1)$$

3. Wash load の流出量: 山地での土生産量の予測には斜面侵食量を求める河村の方法⁴⁾

$$E_1 = \frac{8.73 \times 10^{-7} C_A \cdot C_F \cdot W_3}{d} (f_i)^{15/8} \cdot L^{3/8} \cdot S_0^{3/2} \quad (2)$$

や、崩壊土砂量を予測する筆者の方法⁵⁾等が提案されている。

$$V_s = \int_T D \cdot S \cdot P(L) dt \quad (3)$$

ここに E_1 : 単位時間単位面積当りの侵食量, C_A : 裸地面積率, C_F : 侵食源数, W_3 : 土の単位重量, f : 流出率, i : 降雨強度, L : 斜面長, S_0 : 斜面勾配, (%)

D : 風化土層厚, S : 流域面積 100

積 $P(L)$: 崩壊発生確率,

T : 降雨期である。これらの

土量に含まれる微細砂の含有

率を求むれば, wash load

の供給量が推定できるはずで

ある。wash load の限

界粒径は図-5に示すように、

$U_{*c} > U_{*s}$ で静止 ⇔

浮遊となる粒子と考えると、

図のように $d_c = 0.1 \text{ mm}$ と

なる。また水温による動粘性係数の変化 ($\nu = 0.0152$

$\text{cm}^2/\text{at } 5^\circ\text{C}$) をも考慮して平均値として $d_c = 0.15 \text{ mm}$

とする。(1)式にこの値と $d_{max} = 6 \times 10^2$, $d_{min} = 10^3$

mm を代入すると、生産土砂中に占める微細砂の含有

率として $F_c = 37.56\%$ なる値を得る。

一方、微細砂の流出量を g_{sf} とし比流砂量 g_s に係

数 P_f を求めて表示することが可能であるとして、¹⁾

$$g_{sf} = P_f \cdot g_s \quad (\text{m}^3/\text{km}^2 \text{ year}) \quad (4)$$

空層率は P_f の値を調べた所、空層率 $\lambda = 0.4$ として、

鶏ヶ谷貯水池: $P_f \approx 0.35$

天ヶ瀬貯水池: $P_f \approx 0.55$

なる値を得ている。先の F_c の値はこの中間に位置するもので、興味深い結果といえよう。

参考文献: 1) 川原忠儀, 山地流域における微細土砂の生産流出機構と流出予測法に関する研究 京大学位論文, 1981,

2) Krumbein W.C., Application of logarithmic movement of size frequency distribution of sediments, Jour. sed. Petrol, Vol. 6, No. 1, 1936, 3) 芦田和男, 奥村武信, タムの堆砂に関する研究, 京大防災研究所年報, 第17号B, 1974年, 4) Komura S., Hydraulics of slope erosion by overland flow, Proc. ASCE. Hy 10, 1976, 5) Tanaka Y., On the slope failure amount of sediment yield, 1984

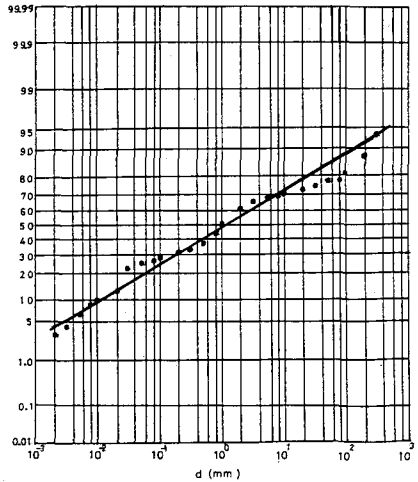


図-3 黒部堆砂の粒度正規分布

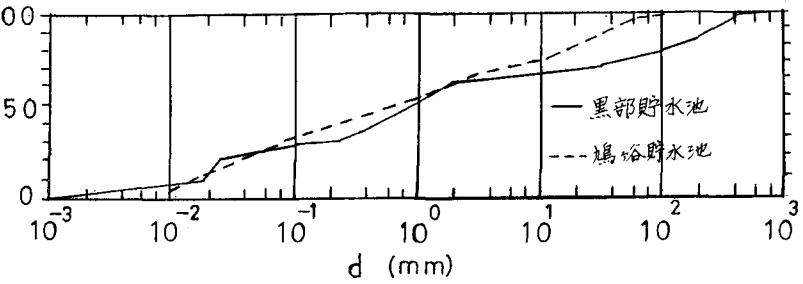


図-4 生産土砂の粒度分布

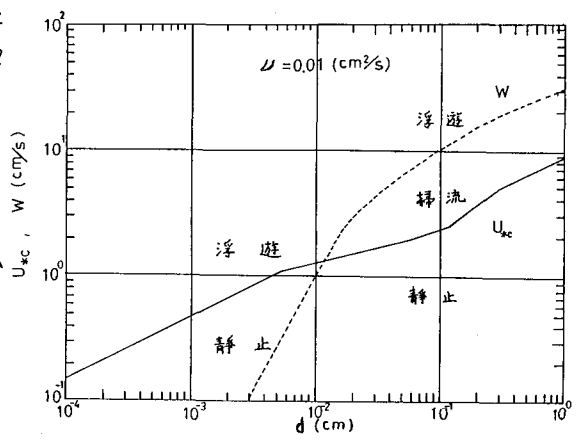


図-5 U_{*c} と沈降速度の粒径による変化