II－54　流域の土砂生産の評価に関する研究

北海道大学工学部　学生員　上村　明弘
北海道大学工学部　正　員　黒木　幹男
北海道大学工学部　正　員　板倉　忠興

1.はじめに

昭和５６年８月の豪雨により、ダム堆砂量に急増が認められたものと、認められないものの２つのグループにダムを大別できることが、黒木、板倉[1]の調査によってわかった。澤口ら[2]は、国土数値情報の岩石、傾斜、標高の3つの項目を組み合わせて、岩石の崩壊しやすい地域を求めて両グループの土砂生産特性の違いを説明している。

本論文では、流域内の河川の安定縦断形状より流砂量を求めることにより土砂生産特性を検討する。

2.基本式

黒木ら[3]は、安定河道縦断形状を判定する支配流量を式(1)の指数分布と仮定したうえで、安定河道縦断形状を、式(2)のように与えている。

$$Q=Q_0 exp(qx) \tag{1}$$

$$z-z_0=\frac{CL}{a}[exp(-a\xi)-exp(-a)]Q_0^{-6/7} \tag{2}$$

ただし、$$C=\left[\frac{6.9\sqrt{g}\,(s\tau_*)^{5/3}Q_B}{a_0\sqrt{sg}\,(\tau_*-\tau_{*c})^{3/2}}\right]^{6/7} \tag{3}$$

z_*:上流端の河床高、z_0:下流端の河床高、L:流路長、a=6/7qL、ξ=x/L、x:上流端からの距離、 s:河床砂礫の水中比重、τ_*:無次元セン断力であり、安定縦断形状ではτ_*=1.23τ_{*c}、τ_{*c}:無次元限界セン断力、QB:単位時間あたりの流砂量、

式(1)中の流砂量QBを流域内の河川についてそれぞれ求める。

境界条件(z=z_*;x=0, z=z_0;x=L)を用いて

式(2)を無次元化すると式(4)を得る。

$$\frac{z-z_0}{z_*-z_0}=\frac{exp(-a\xi)-exp(-a)}{1-exp(-a)} \tag{4}$$

式(3)より次式を得る。

$$Q_B=\frac{a_0\sqrt{s}\,(\tau_*-\tau_{*c})^{3/2}}{6.9\,(s\tau_*)^{5/3}}Q_0\left[\frac{a(z_*-z_0)}{L\{1-exp(-a)\}}\right]^{7/6} \tag{5}$$

ここで、a_0=8、s=1.65、τ_*=1.23τ_{*c}、τ_{*c}=0.05 とすることによって流砂量QBは、z_*、z_0、a、L、Q_0の関数となる。

3.縦断形状

本論文では、昭和56年豪雨に際して堆砂量の急増が認められたダム群と認められなかったダム群の中から、それぞれ金山ダムと豊平峡ダムを選んで安定縦断形の調査を行った。

Study on Evaluation of Sediment Production at Baisin
by Akihiro Uemura, Mikio Kuroki, Tadaoki Itakura

国土数値情報の河川位置ファイルの位置座標と河床高より縦断形状を求めたものが、fig.1、fig.2である。なお、図中に示されている数字は、流路番号である。

4．流砂量の算出

式(4)のaの値を変化させた分布形と、国土数値情報より求めた各支川ごとの縦断形状を比較している様子が、fig.3である。

これは、金山ダムの流路番号9の縦断形状であるが、a=2.3の時、最も分布形が縦断形状に近いので、これをaの値とした。他の流路も同様にして、aの値を求めた。

次に、Q_0はラショナル式を用いて求めた。

$$Q_0=f*r*A_0 \qquad (6)$$

ただし、f:流失係数、r:雨量強度、

A_0:上流端の流域面積

流域面積A_0を求めるには、5万分の1の地図を用いて、流路の上流端の受け持つ流域面積をプラニメーターを使用して計測した。

流失係数、雨量強度はそれぞれの流路の相対的な流砂量の比較をするために、f=1、r=1(mm/hr)とした。

z_*、z_0は、河床高の上、下流端の数値を使い、Lは、座標から計算した。

以上から、式(5)を用いて流砂量QBを計算し、その計算結果と各支川の流域面積、及び、比流砂量（流砂量と流域面積の比）を示したのが、表－1、2である。

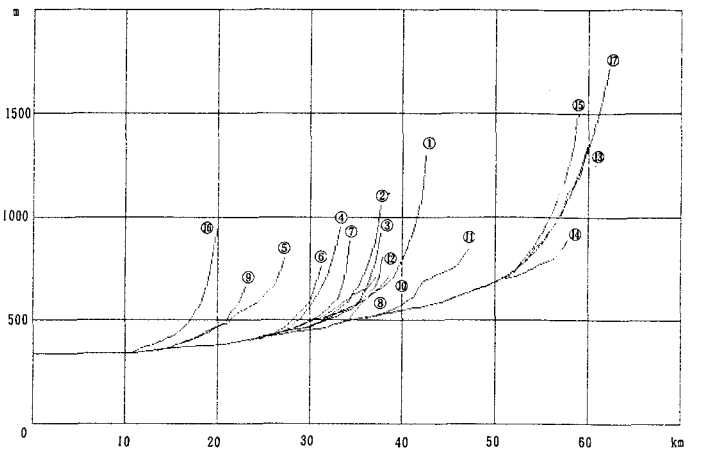

fig.1　金山ダム流域

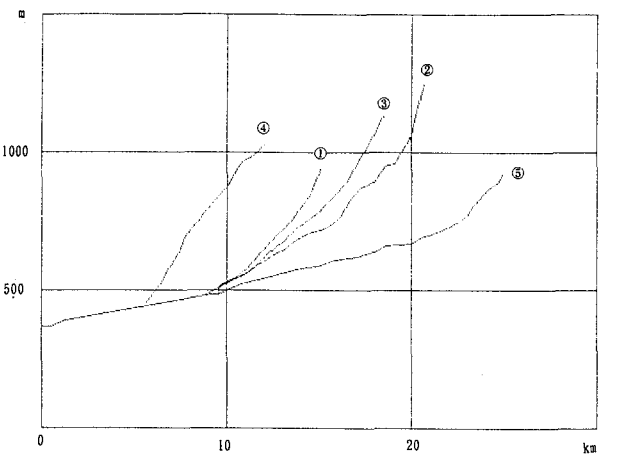

fig.2　豊平峡ダム流域

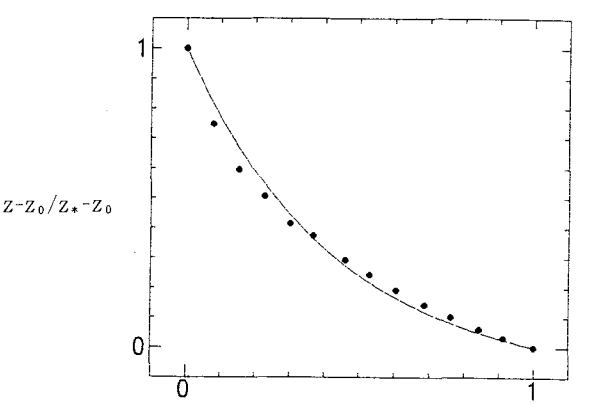

fig.3

表－1　金山ダム流域

流路番号	QB (m^3/s)	A(km^2)	QB/A
1	$7.46*10^{-3}$	39.71	$1.88*10^{-4}$
2	2.05	16.34	1.25
3	8.36	14.29	5.85
4	1.46	7.46	1.96
5	2.08	21.39	0.97
6	0.76	8.99	0.85
7	1.37	20.12	0.68
8	1.85	22.22	0.83
9	34.66	20.03	17.30

流路番号	QB (m^3/s)	A(km^2)	QB/A
10	$4.29*10^{-3}$	4.94	$8.68*10^{-4}$
11	2.68	21.71	1.23
12	31.59	19.53	16.18
13	1.12	32.97	0.34
14	1.28	14.03	0.91
15	4.79	9.70	4.94
16	7.12	21.35	3.33
17	3.36	167.93	0.20

表－2　豊平峡ダム流域

流路番号	QB (m^3/s)	A(km^2)	QB/A
1	$4.86*10^{-3}$	13.34	$3.64*10^{-4}$
2	2.06	20.21	1.02
3	2.69	20.50	1.31
4	1.46	8.28	1.76
5	2.08	69.88	0.30

5．考察

表中の流路番号に対応する、各流路と流域を、fig.4、fig.6に示す。また、澤口らによる岩石の崩壊しやすい地域の図を、fig.5、fig.7に示す。

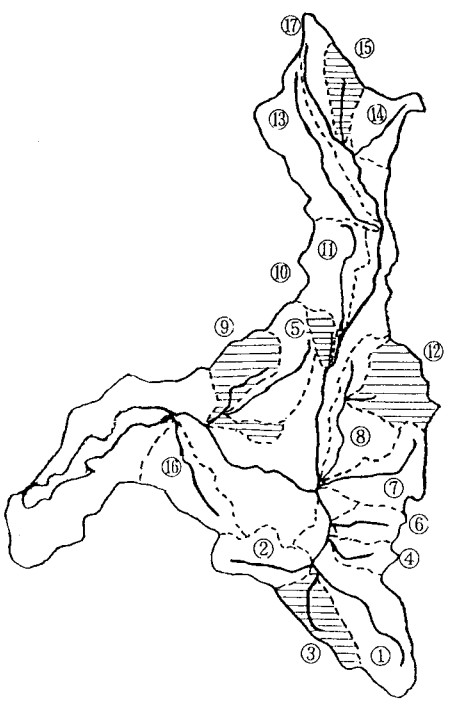

fig.4

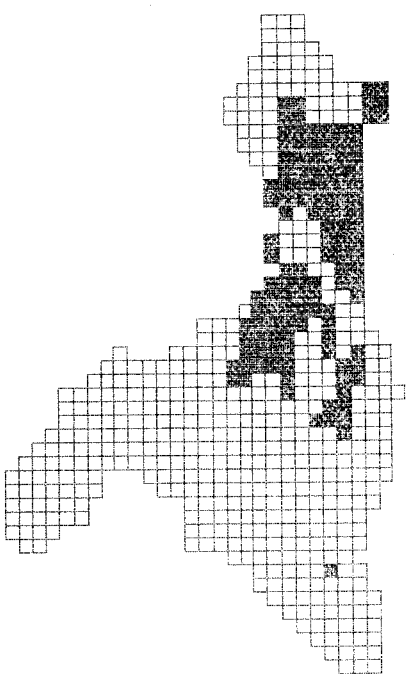

fig.5

金山ダム流域

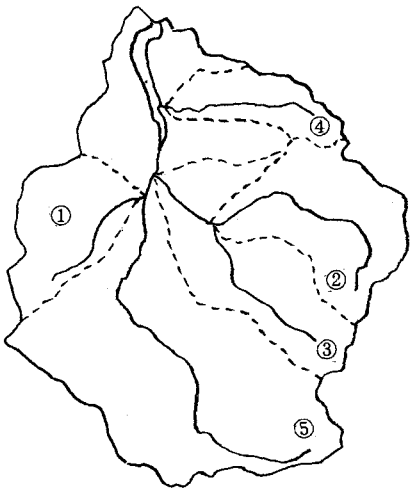

fig.6

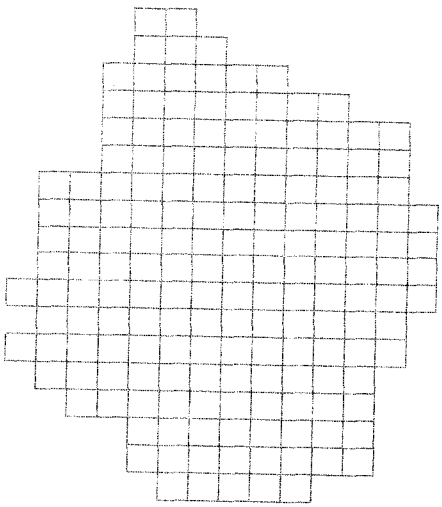

fig.7

豊平峡ダム流域

比流砂量の大きい流域が、わかりやすいように、$QB/A=5.00*10^{-4}$以上になっている流域を、fig.4、fig6にハッチングを行う。それによって、ハッチングが、fig.5、fig.7の黒く塗りつぶした部分と対応していることがわかる。　このことから、澤口らの土砂生産が多いと推定した地域が、土砂生産に何らかの影響を及ぼしていると考えられる。

また、表－1、表－2より金山ダム内の各流路の比流砂量の差が、最大3桁であるのに対して、豊平峡ダム内の各流路の差は、2桁である。このことから、豊平峡ダム流域の方が均一な土砂生産特性を持っていると考えられる。

6.まとめ

本研究では、国土数値情報を利用して河床の縦断形状を求めて、黒木らの安定河床縦断形状の式よりダム流域内の流路の流砂量を求めた。澤口らの岩石の崩壊しやすい地域と、流砂量の多い流路の流域の対応が、ある程度認められた。

参考文献

1)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第48号

2)澤口雄介、岡部和憲、黒木幹男、板倉忠興：国土数値情報による北海道の土砂生産特性の調査、土木学会北海道支部論文報告集第49号

3)板倉忠興、黒木幹男、森明巨：安定河道縦断形状について、北海道大学委託研究報告書、北海道開発局