

山地流域の土砂生産量と流達率の推算法に関する研究

岐阜大学工学部 正会員 河村三郎
 岐阜大学工学部 学生員 ○塚田 一
 岐阜大学工学部 学生員 玉井正勝
 岐阜大学工学部 学生員 小川尋典

1.はじめに：筆者はさきに、河村¹⁾によって解析的に求められた式と、侵食性係数の導入による推定法を、飛騨川上流域に適用した結果を報告した²⁾。その際、問題となった降雨強度の与え方と、斜面侵食地や崩壊地から河道へ、河道からダム貯水池へ流下してくる土砂の動態の把握に若干の修正を試みるとともに、新たに土砂流達率を考慮し、それを天竜川右岸上流域に適用した結果を報告する。

2.土砂流達率の推定式：斜面侵食地や崩壊地から生産された土砂が、すべて河道を通過してダム貯水池へ流下するわけではない。そこで、その生産土砂がどの程度ダム貯水池へ流達するかを考慮する必要がある。したがって本報告では、図-1³⁾に示すような直線(実線)を考え、土砂流達率(SDR: Sediment Delivery Ratio)を次式

$$SDR = 0.81 A^{-0.042} \text{ --- (2-1)}$$

ここに、A:流域面積(km²)である。また、図-1³⁾中の下方の直線(点線)は、Maner's Curveとよばれるもので、その式は次の

$$SDR = 0.62 A^{-0.14} \text{ --- (2-2)}$$

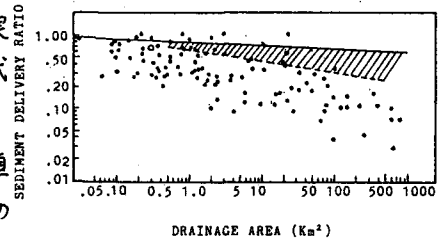


図-1³⁾ 流域面積と流達率との関係

式(2-1)から各流域ごとに土砂流達率を計算し、得られた値を各流域の侵食土砂量の推算値に乗じて、特定地点のダムや河川への土砂流出量とする。

3.天竜川右岸上流域における斜面侵食量の推算：斜面侵食量E_iの推算式として、次式を用いる。

$$E_i = \frac{8.73 \times 10^{-7} C_A C_E W_s}{d} (f_i)^{15/8} L^{3/8} S_0^{3/2} \text{ --- (3-1)}$$

ここに、C_A:裸地面積率、W_s:流出土砂の単位体積重量、f:流出率、i:降雨強度、L:斜面長、S₀:斜面勾配、d:斜面土砂の平均粒径。また、侵食性係数C_Eは次式によって計算する。ここに、C_M:締固 C_E = 0.17 C_M (1+3.67R_d) / (CR/DR) > 0.0425 --- (3-2)

め係数(1.0~1.5)、R_d:リル密度、CR:粘土比、DR:分散率。式(3-1)に、天竜川右岸上流域のデータを適用して、その侵食土砂量を推算する。対象流域は、

画像解析によって崩壊地面積と裸地面積を求めるために、図-2のように区分した。

すなわち、A:太田切川流域、B:鼠川流域、C:中田切川流域、D:与田切川流域、E:前沢川流域、F:片桐松川流域、G:大島川流域、H:南大島川流域、I:飯田松川流域(I-1:松川ダム上流域、I-2:その他の流域)、J:阿知川流域である。昭和51年度の縮尺1/15000

(178枚)、阿知川の一部は縮尺1/10000(23枚)の航空写真を使用して、画像解析を行った結果を表-1に示した。斜面侵食量

表-1 昭和51年度の解析結果

項目	流域										全流域
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
流域面積(km ²)	61.5	19.2	22.5	42.7	18.6	28.4	13.2	9.7	104.6	216.5	536.9
崩壊地面積(km ²)	2.868	0.028	0.491	0.763	0.090	0.313	0.135	0.006	1.286	1.374	7.354
裸地面積(km ²)	4.767	0.099	0.925	1.636	0.167	0.747	0.328	0.084	4.031	5.869	18.657
裸地面積率(%)	7.751	0.519	4.112	3.832	0.897	2.630	2.485	0.910	3.854	2.711	3.475
裸地面積率(%)	7.751	0.519	4.112	3.832	0.897	2.630	2.485	0.910	3.854	2.711	3.475

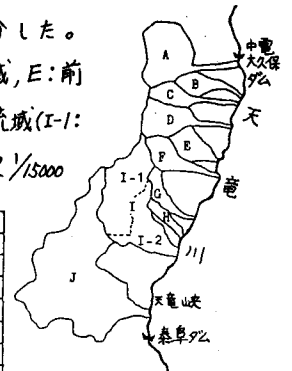


図-2 画像解析のための流域区分

の推算には、降雨強度が必要なので、太田切川中御所ダム(流域A,B,C,D)・飯田松川松川第3ダム(流域E,F,G,H,I)阿知川黒川ダム(流域J)における昭和40年4月～昭和58年3月までの降雨強度とその頻度をデータとして使用した。この場合、頻度(回數)を時間と考えるが、さきの報告²⁾ではその2分の1の時間をデータとして使用したが、本報告では降雨強度 i (mm/h)が一時間継続するものと考え、そのままの時間をデータとして使用した。斜面勾配(S_0)については、各流域の平均傾斜角及び崩壊地の平均傾斜角より求め⁴⁾、それぞれを裸地及び崩壊地に適用した。各流域の斜面

表-2 各流域の使用データ

項目	A	B	C	D	E
SO 裸地	0.6445	0.5362	0.6494	0.5867	0.5704
崩壊地	0.7813	0.6519	0.7954	0.7427	0.7133
d (mm)	0.522	0.343	0.343	0.258	0.477
W ₅₀ (g/m ²)	2652	2676	2676	2525	2653
CR	0	0	0	0	0
DR	1	1	1	1	1
CM	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
L (m)	50	50	50	50	50
Rd	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

項目	F	G	H	I	J
SO 裸地	0.6224	0.5362	0.4431	0.5774	0.5206
崩壊地	0.7646	0.6745	0.5228	0.6873	0.6322
d (mm)	0.477	0.412	0.412	0.412	0.369
W ₅₀ (g/m ²)	2653	2713	2713	2713	2662
CR	0	0	0	0	0
DR	1	1	1	1	1
CM	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
L (m)	50	50	50	50	50
Rd	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

侵食量を計算するための基礎的データを示すと、表-2のようである。これらのデータから式(3-1)を使用して推算した結果が、表-3である。これは、裸地及び崩壊地についてそれぞれ得られた推算値を合計し、その平均値を単位面積(km²)当りの侵食土砂量として表わしたもので、それに流域面積を乗じた年侵食土砂量を示した。ダム堆砂量の実測値との比較の関係上、ここでは特に飯田松川流域(I)の松川ダム上流域(I-1)における計算結果を取り上げる。流域I-1における使用データは、流域面積(A)は600 km²、裸地及び崩壊地面積率(Q)はそれぞれ3.018%、1.385%、斜面勾配(S_0)は裸地及び崩壊地でそれぞれ0.5844、0.6924であり、その他は表-2

表-3 天龍川右岸上流域の侵食土砂量

流域	流域面積 (km ²)	単位面積(Ch)当りの侵食土砂量 (m ³ /yr/km ²)	年侵食土砂量 (m ³ /yr)
A	61.5	4005.6	246344.4
B	19.2	295.3	5669.8
C	22.5	3398.5	76466.3
D	42.7	3643.7	155586.0
E	18.6	428.3	7966.4
F	28.4	1344.4	38181.0
G	13.2	1205.3	15910.0
H	9.7	289.4	2807.2
I	104.6	1956.5	204649.9
J	216.5	1121.0	242696.5
Total	536.9		996277.5

の流域Iと同様である。式(3-1)を使用して推算した結果が、表-4である。この時、侵食係数(G)の値は10.4であった。また、式(2-1)より土砂流達率を計算すると68.2%であった。ダムに流入する土砂量は、さきに推算した侵食土砂量の68.2%であると考え。表-4の裸地+崩壊地の平均値2267.4 m³/yr/km²の68.2%は、1546.4 m³/yr/km²となる。図-3は、松川ダムにおけるダム堆砂量の実測値である。この実測値の平均値は、1664.3 m³/yr/km²であって、推算値はこの値にかなり近い。さきの報告²⁾

表-4 流域I-1の年平均侵食土砂量

項目	年								Mean Value
	S.40.4 ~S.41.3	S.51.4 ~S.52.3	S.53.4 ~S.54.3	S.54.4 ~S.55.3	S.55.4 ~S.56.3	S.56.4 ~S.57.3	S.57.4 ~S.58.3		
裸地	1929.9	1674.5	1006.3	2085.8	1586.8	1016.2	671.5	1424.4	
崩壊地	1142.1	990.9	595.7	1234.5	939.0	601.4	397.4	843.0	
裸地+崩壊地	3072.0	2665.4	1602.0	3320.3	2525.8	1617.6	1068.9	2267.4	

の飛騨川上流域の結果について、式(2-1)、(2-2)からそれぞれの土砂流達率を計算しダム堆砂の推算値を求めると、式(2-2)から求めた方がより近い値となった。以上のことから、土砂流達率は図-1³⁾の2直線間つまり斜線部分、の幅を持つと考えられる。しかし、2流域におけるデータだけであるため、確定はできなかったが、今後より多くの流域について、検討を行うことにより、土砂流達率の推定式が確立されるものと思われる。

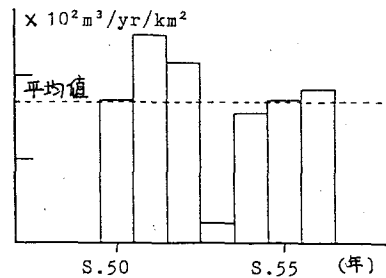


図-3 松川ダムの堆砂実測値

参考文献: 1) KOMURA, S.: Hydraulics of Slope Erosion by overland Flow, Proc. ASCE, Vol. 102, No. HY10, 1976, PP.1573-PP.1586 2) 土木学会中部支部, "昭和57年度研究発表会講演概要集 昭和58年", PP.174-PP.175 3) ASCE: Sedimentation Engineering, Editor V.A. Vanoni, ASCE M&R No.54, 1975, PP.460-PP.463 4) 飛騨川濁水問題技術対策審議会, "飛騨川濁水現象調査報告書 1981年3月", PP.35