

岐阜大学工学部 正会員 河村三郎

同 上 正会員 水上精栄

同 上 学生員 塚田 一

1.はじめに : 従来から、多くの斜面侵食の計算式が提案されているが、ほとんどの式が、実験データや観測データの回帰分析によるものである。ここでは、河村¹⁾によつ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する。

2.斜面侵食の計算式 : 斜面侵食量の推算式として、次式を用いる。

$$\text{ここに、} E_i: \text{単位時間単位面積当り} \quad E_i = \frac{8.73 \times 10^{-7} C_A C_E W_s}{d} (f i)^{\frac{1}{8}} L^{\frac{3}{8}} S_0^{\frac{3}{2}} \quad \text{--- (1)}$$

の侵食量(kgf/hr/m²)、 C_A :裸地面積率(裸地部分の面積/全面積)、 C_E :侵食性係数、 W_s :侵食された土の単位体積重量(kgf/m³)、 f :裸地斜面の流出係数、 i :降雨強度(mm/hr)、 L :斜面長(m)、 d :斜面土砂の平均粒径(mm)、 S_0 :斜面勾配である。

3.斜面の侵食性係数の推定式 : 実際斜面に式(1)を適用する時、特に問題になるのは、侵食性係数 C_E の手え方である。ここでは、 C_E を次式によつて計算する。

$$\text{ここに、} C_M: \text{土の締固め係数(盛土} \quad C_E = 0.17 C_M \frac{(1+3.67 R_d)}{(C R / D R)} : C R / D R > 0.0425 \quad \text{--- (2)}$$

$$\text{斜面で締固めしないとき、及び伏耕} \quad C_E = 4 C_M (1+3.67 R_d) : C R / D R \leq 0.0425 \quad \text{--- (3)}$$

地の畑などでは $C_M=1.5$ 、締固めしたときは $C_M=1.0$ 、切土斜面のときは $C_M=0.5$ とする)、 R_d :リル密度、 $C R$:粘土比、 $D R$:分散比である。リル密度(R_d)は次式で定義する。 $R_d = n B r / B$ --- (4)

ここに、 B :斜面幅、 $B r$:リル流路一本の平均幅、 n :斜面幅 B 中のリル流路の本数である。粘土比($C R$)は、式(5)のように定義する³⁾ $C R = \text{Clay}(\%) / \{ \text{Sand}(\%) + \text{Silt}(\%) \}$ --- (5) さうに、分散比($D R$)は、式(6)のように定義する⁴⁾ $D R = \text{Suspension}(\%) / \{ \text{Silt}(\%) + \text{Clay}(\%) \}$ --- (6)

4.飛騨川上流域における斜面侵食量の推算 : 式(1)に、飛騨川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、画像解析によつて、崩壊地面積と裸地面積を求めるために、図-1のように区分する。ここに、 A :徳河流域、 B :(中之宿)、 C :秋神流域、 D :養生・道後流域、 E :(野麦・日和田)である。また、画像解析による昭和49年の結果は、表-1に示すとおりである。裸地面積率(C_A)は、この表-1のデータを使用した。崩壊地について、

と、同様に崩壊面積率をデータとして使用する。侵食土砂量の推算には、降雨強度が必要なので、朝日ダムと高根第一ダムにおける

降雨強度
とその頻
度を、
表-2に示
す。この

表-1 昭和49年の解析結果⁵⁾ 面積の単位: km²

項 目	流 域					全 域
	A	B	C	D	E	
流域面積	14.6	37.4	83.3	48.0	125.0	308.3
崩壊面積	0.214	0.014	0.149	0.023	0.199	0.599
裸地・崩壊地面積	0.423	0.758	1.343	0.786	4.362	7.672
裸地面積	0.209	0.744	1.194	0.763	4.163	7.073
崩壊面積率%	1.47	0.037	0.179	0.048	0.159	0.19
裸地・崩壊面積率%	2.90	2.03	1.61	1.64	3.49	2.49
裸地面積率%	1.43	1.99	1.43	1.59	3.33	2.29

(注) A: 徳川流域 B: (中之宿) C: 秋神流域 D: 養生・道後流域 E: (野麦・日和田)

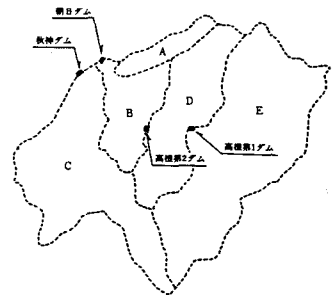


図-1 画像解析のための流域区分⁵⁾

場合、回数を時間と考え、降雨強度 i (mm/hr) が一時間継続すると考えるのは、問題があるので、その2分の1の時間をデータとして使用することにした。斜面勾配(S_0)については、各流域及び崩壊地の平均傾斜角より求め⁵⁾、それぞれを、裸地及び崩壊地に適用した。平均粒径(D)については、各流域斜面より採集した土砂の粒径加積曲線より求めた⁵⁾。また、粘土比(CR)及び分散比(DR)とこれより推定した。締固め係数(CM)は、全流域とも1.5とし、侵食土砂の単位体積重量(W_s)は、 1300 kg/m^3 、リル密度(R_d)は、自然流路の存在から考えて、ここでは0.2として扱った。斜面長(L)は、斜面崩壊長の頻度から見ると、50mが最も多いために、代表的に50mと定めた。ここで使用したデータは、表-1、表-2及び、表-3に示した。表-2に示した昭和51年、52年、53年の3年の降雨強度とその頻度から、式(1)を使用して推算した結果が、表-4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たものであって、その平均値を示した。この時、侵食性係数(C_E)は、流域Aで5.1、流域Bで1.5、流域C・D・Eで10.4であった。また、

参考として、ダムの堆砂量の実測値とその推算値を、表-5に示した。天竜川の土砂動態調査によると、崩壊土量の約20%が崩壊地に残留し、河道へは、約80%が供給される。また、崩壊全土量に対する河道堆積率は、約36%である。これらの結果から、ダムに流入する土砂量は、さきに推算した侵食土砂量の約44%であると見なすことができる⁵⁾。よって、表-5は、表-4の単位面積(Km^2)当りの侵食土砂量の平均値の44%として、ダム堆砂の推算値を求めたものである。朝日流域(徳河・中文宿：流域A、B)の実測値の平均をとってみると、約 $280 (\text{m}^3/\text{年}/\text{Km}^2)$ であり、また、秋神流域(流域C)の実測値の平均をとると、約 $600 (\text{m}^3/\text{年}/\text{Km}^2)$ となって、全流域とも推算値が実測値の約50%小さくなっている。この原因としては、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問題があると考えられる。

参考文献：1) KOMURA, S (1976) Proc. ASCE, Vol. 102, No. HY10, PP. 1573-1586 2) 自然災害科学総合研究班, "第19回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨集 1982", PP. 235-PP. 238 3) BOUYOUCOS, GJ (1935) Jour. of Ameri. Society of Agronomy, Vol. 27, No. 9, PP. 738-741 4) MIDDLETON, HE (1930) USDA Technical Bulle, No. 178, PP. 1-16 5) 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. 28-45

表-2 降雨強度とその頻度⁵⁾

年度 (昭和)	朝日		高根第1	
	降雨強度(%)	回数	降雨強度(%)	回数
51	20	19	20	17
	30	3	30	1
	40	0	40	1
52	20	7	20	6
	30	1	30	0
	40	0	40	0
53	20	10	20	10
	30	1	30	0
	40	0	40	1

朝日：流域A, B, C 高根第1：流域D, E

表-3 各流域の使用データ

The name of watershed	A	B	C	D	E
SO (裸地)	0.647	0.563	0.420	0.503	0.420
崩壊地	0.923	0.737	0.582	0.667	0.584
D (mm)	1.18	0.33	0.237	0.237	0.237
Ws (kg/m ³)	1300	1300	1300	1300	1300
CR	0.07	0.20	0	0	0
DR	0.80	0.70	1	1	1
CM	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
L (m)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Rd	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

表-4 各流域の年平均侵食土砂量 ($\text{m}^3/\text{年}/\text{Km}^2$)

崩壊地+裸地	流域	昭和51	昭和52	昭和53	平均値
A	430.8	154.6	203.7	263.0	
B	199.4	71.5	94.3	121.7	
C	1012.3	363.1	478.6	618.0	
D	1165.3	292.2	706.2	721.2	
E	1253.5	481.9	1164.5	966.6	

表-5 ダム堆砂量の実測値と侵食土砂量からの推算値との比較

	実測値 ($\text{m}^3/\text{年}$)	推算値 ($\text{m}^3/\text{年}/\text{Km}^2$)
朝日流域 (徳河・中文宿) (流域A, B) S. 45~53 S. 45~52	86 473	169.3
秋神流域 (流域C) S. 32~53 S. 45~53	598 601	271.9
高根第1 (野良・日和田) (流域E) S. 45~53	1093	425.3
高根第2 (休生・道後) (流域D) S. 45~53	492	317.3