

(49) 溪床縦断形状に示されている土砂流送の形式および機構

科学技術庁国立防災科学技術センター 水谷武司

単純な流域形状を示し、ある程度開析が進んでいる流域の急勾配渓流では、渓床勾配が分水界からの距離のベキ関数で表されるという関係式を導き、それが現実の渓流でも成立っていることを多数の実例で示した。また、土砂流送形式の違いがベキ指数値の違い（縦断形の concave の程度を示す）に明瞭に表れていることを示した。

勾配の効果が圧倒的に大きい急勾配渓流の流れは等流近似ができるから、等流の運動方程式と連続の条件を使い、流砂量式の一般形を、 $Q_B = c \tau^\theta$ で現し、さらに平衡状態の条件、 $d Q_B / d x = 0$ を与え、横からの流入による単位幅あたり流量の変化は渓床幅の変化によってほぼ相殺されるものと仮定して、 $d Q / d x \neq 0$ とすると、平衡状態にある急勾配渓流における流量 (Q) と勾配 (I) との関係式として、

$$I = K Q^{-\theta/7} \quad (1) \text{式} \quad \text{が導かれる} \quad (Q_B : \text{流砂量}, \tau : \text{掃流力}, C, K, \theta : \text{定数})$$

平均流量の場合の Q はそのまま流域面積 (A) に置き換えることができ、また、 A と流路長 (L) との間には、 $L = k A^p$ ($p \neq 0.6$) が一般的に成立つことが知られているので (Hack の法則)

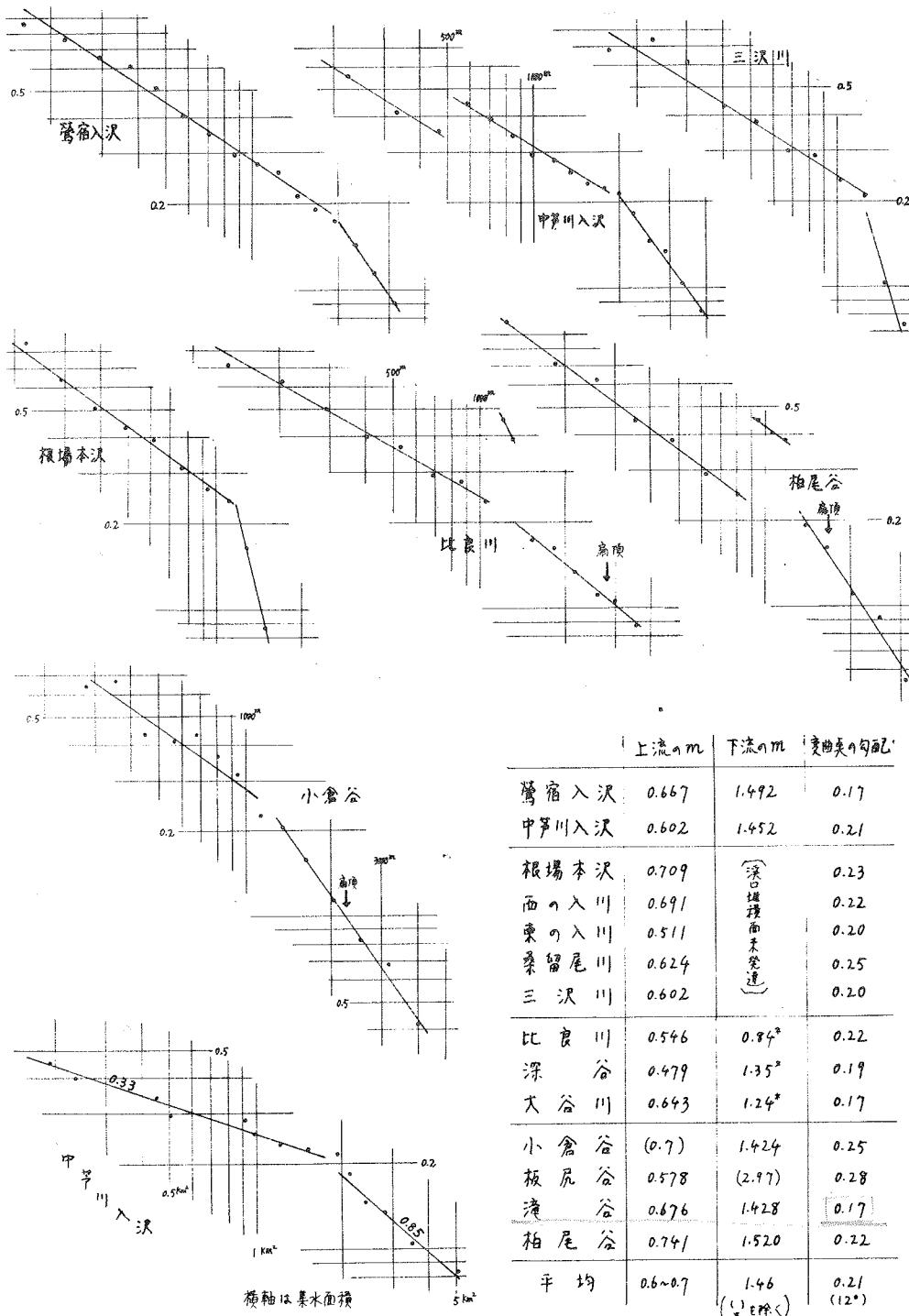
$$I = K' L^{-m} \quad (m = 6/7 p) \quad (2) \text{式} \quad \text{なる関係式がさらに導かれる。}$$

御坂山地南面（足和田村）および北面の谷、養老山地東面および比良山地東面の断層崖開析谷の勾配と流路長との関係を図に示した（勾配と集水面積との関係についても1例示した）。すべて(2)式の関係が成立っているが（遷点があるとそこを境にして別の segment に分かれる）、さらに、いずれも明瞭な折れ曲がりが認められ、下流では勾配減少率がより大きい。すなわち縦断形の concave の程度がより大きい。変曲点の位置は $10^\circ \sim 14^\circ$ 、平均 12° ($1/5$) の勾配のところにあるが、この勾配のところにあるが、この勾配は水流堆積面の上限、非水流性堆積面の下限に一致する。下流側の m の値の平均は 1.46 である（渓口部の堆積面未発達地域および花崗岩地域を除く）。対象とした地域での P の値の平均は下流側で 0.58 （上流側では 0.55 ）であるので、この値を使って L を A すなわち Q に置き換えると指数値は -0.85 となる。これは(1)式の指数値 $-6/7 = -0.857$ と全く一致する。このことからも変曲点より下流側は掃流状の運搬が卓越する区域と考えることができる。

変曲点より上流側はしたがって集合運搬が卓越する区域とすることができる。ここでの m の値はほぼ $0.6 \sim 0.7$ である。適合性が認められている Stribnij の土石流流速式を使い、非現実的ではあるが掃流の場合と同じ手順で(1)式を導いてみると、指数値は 0.706 となる。集合運搬の場合、移動する物質の大部分が渓床堆積物であるとすると、流量（移動量）が流路長に比例するという関係が得られ、(1)式の Q を L に置き換えることができる。これによって m が 0.7 に近い値をとることの一つの説明が与えられる。この上流区域では(2)式は流水の流量 Q と m の計測値を使って、 $I = (Q^{0.38 \sim 0.45})^{-6/7}$ と書くことができる。すなわち集合運搬の場合の有効流量は、掃流の場合よりも目減りがして $Q^{0.38 \sim 0.45}$ となる、あるいは集合運搬をひき起こすピーク流量は、 $Q \propto A^{0.38 \sim 0.45}$ で表されるとしてもできる。

花崗岩地域（比良）で m の値がより小さいのは、粒径分布の違いの反映とも解釈できよう。集水域の増加がない扇状地部分でも(2)式の関係が成立つのは、流量が増加しなくても堆積による運搬物質の減少によって、あたかも流量（運搬力）が増大したような結果がもたらされるためであろうか。

分水界からの流路長(横軸)と底床勾配(縦軸)との関係



	上流のm	下流のm	変曲点の勾配
蒜宿入沢	0.667	1.492	0.17
中芦川入沢	0.602	1.452	0.21
根場本沢	0.709	1.452	0.23
西の入川	0.691	1.452	0.22
東の入川	0.511	1.452	0.20
桑留尾川	0.624	1.452	0.25
三沢川	0.602	1.452	0.20
比良川	0.546	0.84*	0.22
深谷	0.479	1.35*	0.19
大谷川	0.643	1.24*	0.17
小倉谷	(0.7)	1.424	0.25
板尾谷	0.578	(2.97)	0.28
滝谷	0.676	1.428	0.17
柏尾谷	0.741	1.520	0.22
平均	0.6~0.7	1.46 (*)を除く	0.21 (12°)