

野尻川土石流の流速について

宮崎大学農学部 谷口 義信
 建設省大隅工事事務所 高橋 透
 宮崎大学農学部 高橋 正佑

1 まえがき

これまでの土石流に関する研究、特にフィールド面における研究では以下のようなことが明らかにされている。河床勾配が 10° 以下となれば土石流の堆積が起る。また、河幅が有効河幅の3倍以上となっても同様に堆積が起ること等¹⁾である。野尻川流路工の現河床勾配は約 3° であるから、これまでの分類では当然堆積領域に属することになるが、現実には海まで流下している。ただ土石流通過後では流路工上流部まで堆積がみられる。このように野尻川の土石流は、普通一般に言われている土石流とはやや異なった特性を示すようである。ここではこうした現象を解明するため、現地観測で得られた資料をもとに若干の検討を加える。

2 流速係数

池谷は野尻川の土石流に対して次式で表わされる流速係数 φ を求め、その結果 $\varphi = 7.37 \sim 11.90$ の値²⁾を得ている。ここに V は平均流速、 R は径深、 I は水面勾配、 g は重力の加速度である。平野も同様に式(1)により φ を求め、ピーク流量に対して $\varphi \approx 12.3$ の値³⁾を得ている。池谷の値の方が平野の値よりも若干小さいようであるが、両者ともほぼ近似した値である。このことは野尻川の土石流においては流速と摩擦速度の間に一定の関係があることを示すものであり、したがってそこには従来の水理学で扱われる現象とかなり類似する点があるのではないかと考えられる。ちなみに水理学では一般に流速係数は $8 \sim 25$ ⁴⁾であるとされている。

3 水深と流速の関係

野尻川の土石流は細粒分を多く含む火山泥流の一種と言われている⁵⁾。流動特性が水に近いものであれば、それに対しては従来の水理学の諸公式の適用がある程度可能ではないかと考えられる。

水理学における平均流速公式にはChézyやManningなどの式がある。ここでは水深に対して河幅が比較的大きいことを考慮して、簡単のため径深 R に水深

H を用いれば、Manningの公式は

$$V = \frac{1}{n} H^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad \text{-----(2)}$$

ここに n は粗度係数、 I は水面勾配である。これまでに野尻川において観測された水深 H と流速 V の関係を示す4例をグラフに描いたものが図-1である。ここ

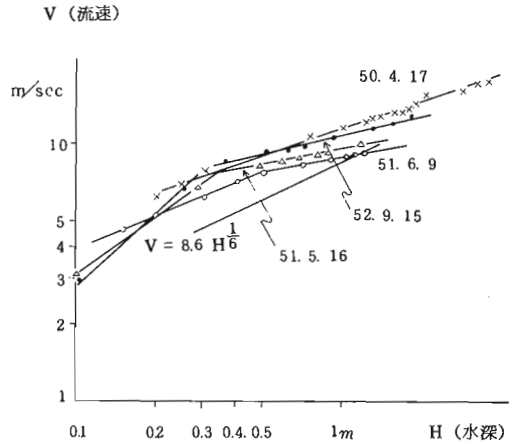


図-1 水深と流速の関係

で n 、 I は一定と考える。もし野尻川の土石流に対してManningの公式が適用されるならば、 V は $H^{\frac{2}{3}}$ に比例するはずである。しかし図-1から明らかなように $\log H$ と $\log V$ の関係は途中で変化している。野尻川の土石流においてはこうした傾向が一般的に認められ、その変化点は H がほぼ $0.3 \sim 0.5$ m付近で現われるようである。観測値から H の指数(α)の平均を求めると、 $0.25 < \alpha < 0.61$ となった。ここで最大値の 0.61 は、Manning公式の $\alpha = \frac{2}{3}$ にほぼ近い値であることがわかる。このことは水深がほぼ $0.3 \sim 0.5$ m以下の流れでは、流動特性は水とほぼ同じであり、Manningの流速公式が適用されることを示すものである。実際にはこうした流れは土石流のフロント通過後の後続流に相当するので、当然予想されることである。

$\alpha = 0.25$ はManning公式の $\alpha = \frac{2}{3}$ よりかなり小

さく、Manning 公式とは相違していることがわかる。これにはつぎの二つの理由が考えられる。すなわち、水深がほぼ 0.5 m 以上の場合、流れは土石流であり、ここでは Manning 公式は成立するが、粗度係数が水深とともに変化するか、または Manning 公式そのものが成立しないかの二つである。

前述のように野尻川の土石流においては流速係数 φ がほぼ一定と言われている。一連続の土石流に対してもこのことが成立するかどうか検討してみる。流速係数を φ (常数) とした場合、流速 V は式(1)から R に H を用いてつぎのように表わされる。

$$V = \varphi \sqrt{g} H^{1/2} I^{1/2} \quad \text{-----}(3)$$

式(3)は I を一定とすれば、 V は $H^{1/2}$ に比例することを意味する。式(3)に $\varphi = 1.23$ 、 $I = 0.05$ を代入すると図-1のように $V = 8.6 H^{1/2}$ となるが、同図から明らかなように実測値と式(3)による計算値との間にはかなりの相違のあることが認められる。

ここで φ と H の関係を調べたのが図-2である。同

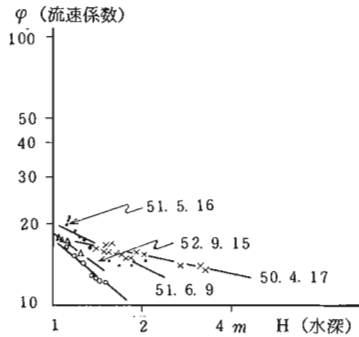


図-2 水深と流速係数の関係

図から明らかなように、一連続の土石流に対して φ は一定ではなく、 H の増加に対して減少する傾向がみられる。このことは同一水深であっても、ピーク流量時期と減水時期においては、土石流の濃度が異なり、このことから φ は土石流の濃度にも関係するのではないかと考えられる。ここで濃度について若干の検討を加えると、ピーク流量時における濃度はいずれの場合とも土石流発生時点の濃度とほぼ同一の値を保っており、しかも、これらの濃度には大きな差はないものと考えられる。そのため φ がほぼ一定となるのではないかと推察される。ところが減水時には、一般にピーク流量時における濃度よりも減少し、摩擦速度に対し、土石流の流速が相対的に大きくなり、そのため φ が増加するのではないかと考えられる。そしてこの減水時の濃度は土石流の規模やその他の条件によっておのおの異なるのが一般であると考えれば、 φ の増加のしかたがまちまちであることの説明は可能である。

一方焼岳の土石流に対しては *Sribniy* の公式が成立する⁶⁾と言われている。すなわち

$$V = 6.5 H^{2/3} I^{1/4} \psi \quad \text{-----}(4)$$

$$\psi = \left[\left\{ \frac{\rho_s}{\rho_d} (\rho_d - 1) / (\rho_s - \rho_d) \right\} + 1 \right]^{1/2} \quad \text{-----}(5)$$

ここに ρ_s は固体粒子の密度、 ρ_d は土石流の密度である。焼岳では式(4)右辺の係数として 1.2 程度の値を用いている。濃度観測値の得られた野尻川土石流の 1 例について係数を求めると約 7.0 となり、焼岳の場合に比べると著しく大きな値となる。このように *Sribniy* の公式は係数の決め方に問題があるようである。さらにまた土石流濃度の観測が現時点ではかなり困難であることを考えれば、*Sribniy* の公式は実用的にはやや難点があると考えられる。これについては、野尻川の場合土石流の流速と対応した濃度観測値が非常に少ないのでこれ以上の追求はできない。

4 粗度係数

図-3 は水深と粗度係数の関係を示すものである。なお図中 $n = 0.026 H^{1/6}$ は $\varphi = 1.23$ とし式(2)を(1)に代入して求めた式である。同図から n の計算値と実測値は若干相違していることがわかる。ここで図-3からも明らかなように H の変化に比べ n の変化はか

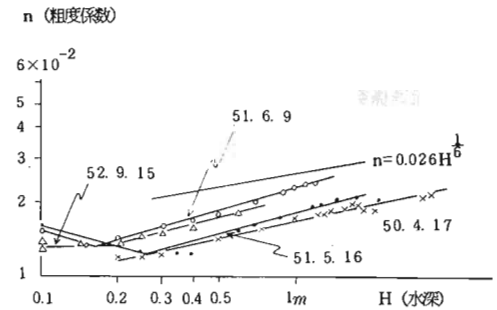


図-3 水深と粗度係数の関係

なり小さい。したがって野尻川の土石流に対して n はほぼ一定と考えても差支えないものと考えられる。

これまでの資料の解析結果では、野尻川の土石流の流速 V はほぼ次式で表わされることがわかった。

$$V = \frac{1}{n} H^{1/4} I^{1/2} \quad \text{-----}(6)$$

ここに $0.017 < n < 0.022$ 、その平均は約 0.020 である。

引用文献

- 1)、2) 池谷 浩：建設省土研資料 1442 号、PP、1~24、1978
- 3) 平野宗夫：55 年砂防学会講演集、PP、74、1980
- 4) 土木学会：水理公式集、PP、155、1977
- 5) 池谷 浩：1) に同じ
- 6) 松本砂防工事事務所：技資 7、PP、28~29、1977