

(29) 土石流の土砂流出形態に関する 実験的研究 (I)

京都大学農学部 ○塩野裕司 水原邦夫
小橋澄治

土石流は、現象が複雑多岐にわたるため、その解析に多くの困難な面があり、また、定量的解析に多くの困難な面があり、また、定量的解析を進めるための実験についても、その再現性に多くの問題点をふくんでいる。今回は、今まであまり試みられていない、人工降雨により土石流を発生させ、その土砂流出過程について検討をおこなった。

実験装置および方法

粗度として底面に標準砂をはりつけた、側面強化プラスチック張りの可変勾配水路（高さ：20 cm、幅：30 cm、長さ：400 cm、 θ ： $10^\circ - 30^\circ$ ）に標準砂（ $d_{50} = 0.15 \text{ mm}$ ）をつめ（ ρ ：1.3-1.4）、人工降雨装置により所定の降雨強度（ $100 \text{ mm/hr} - 200 \text{ mm/hr}$ ）をあたえて土石流を発生させ、その土砂流出過程について形態の観察をおこない、流動速度（表面）、流動深度、流出土砂量の測定をおこなった。

結果および考察

図-1 から見ても明らかなように、勾配 20° 以上の場合については、崩壊、土石流の入りまじった集合運搬の形態であり、非定常な状態であるが $10^\circ - 12^\circ$ については、各個運搬の形態をとる表面侵食の状態となる。そして、 $13.5^\circ - 15^\circ$ については、これらの遷移的な領域となっている。

次に、流出土砂濃度に着目し、整理をおこなったところ（図-2、4）、集合運搬形態をとる 20° 以上については、流出土砂濃度はほぼ一定で、 $q_B : q_w = 1 : 1$ となる。そして、以下の勾配については、勾配によりその濃度はほぼ一定なものとなっている。また、流出土砂量は、流量の 1.3 乗から 1.0 乗の間で変動をおこなうことが認められた。

図-3 は、集合運搬形態をとる 20° 以上について、土砂濃度と流動速度との関係をしめすものであるが、流動速度は、 $C = 0.43$ ($\rho = 1.7$) 付近を境として急激に変化することが認められた。

比較的定常的であるとみなせる 15° 以下について、掃流力と流砂量の関係について検討をおこなった。（図-5）掃流力については、 $X = \mu^2 / (\sigma / \rho - 1) g d$ 、流砂量については、 $Y = q_B / \mu * d$ の形で無次元化をおこなったところ、 $Y = 0.3 \times 2.0$ がえられた。これを Brown 式に比較すると $1/33$ と 1 オーダー異なるが、篠原・椿式（ $\psi_e / \psi = 0.25$ ）とはほぼ近い値がえられた。

また、全体の流れに対して、定常時流という仮定をおこない、水路下流端で測定した、流速および流動深を用いて計算した値と、実測値を比較すると、図-6 のように濃度の高い $C = 0.3$ 、 0.4 については、実測定よりかなりはずれたものとなり、このことの物理的説明については、今後さらに検討を進めるものである。

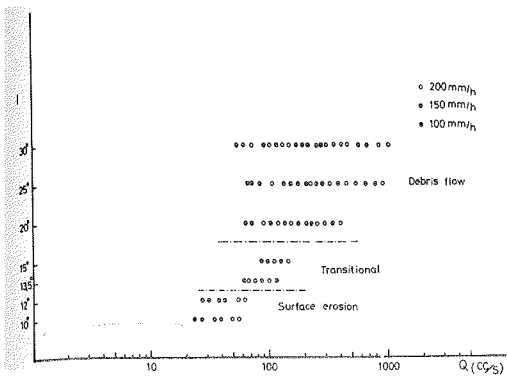


图-1 土砂流出形態

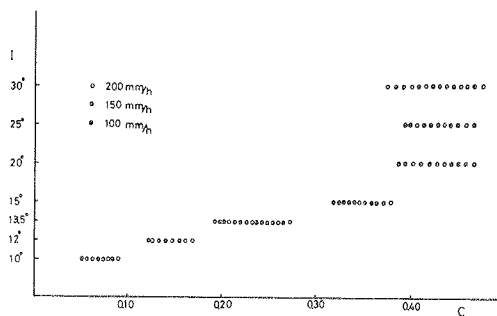


图-2 勾配-土砂濃度

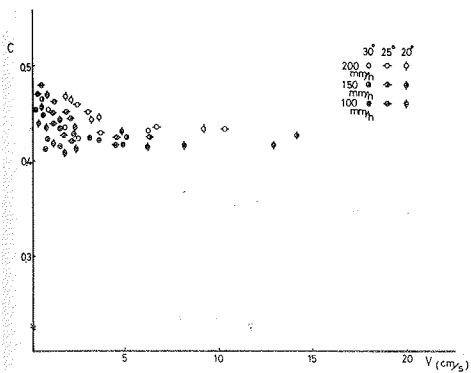


图-3 流動速度-土砂濃度

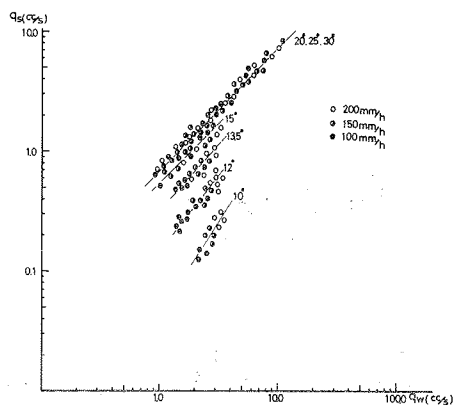


图-4 $q_s - q_w$

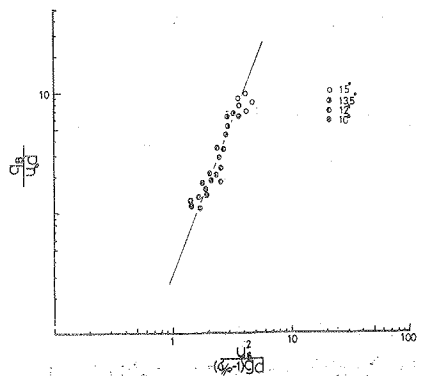


图-5 $q_s/q_w - U_*^3 / (\rho_p - \rho)gd$

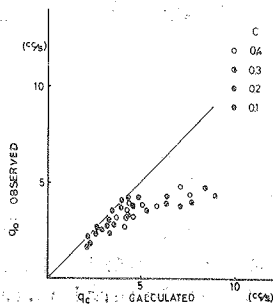


图-6 $q_{observed} - q_{calculated}$