

溪床堆積物の粒度組成と始動について

—長崎半島および桜島の試料を用いて—

九州大学農学部 丸谷 知己・池本 濟・竹下 敬司

1. はじめに

山地溪流では、溪床勾配が土石流の発生・停止限界を越えている場合が多く、土石移動を崩壊現象の領域としても考えねばならず、移動時間と洗掘・堆積空間の理論的予測はきわめて難しい。しかし、現地溪床では、堆積地形と粒度組成とによって、移動現象の確率的予測を行なうことはできる。本報では、堆積物の粒度組成によって溪床堆積地形を分析した。

2. 溪床堆積物の粒度特性

まず、桜島野尻川、黒神川扇状地と長崎野母半島の土石流発生直後の溪流で、堆積物中の細粒間充物（以下、マトリックス：ここでは $\phi \leq 5 \text{ mm}$ ）の粒度組成を各堆積層毎に調べた⁴⁾。その結果を図-1、図-2に示す。これから、(1)試料から得られた粒径加積曲線が、桜島ではA~C、野母半島ではD~Fのパターンに分類でき、流下方向に層別に連結できた。これは逆に、土石流堆積物の物理的性質が、マトリックスの粒度組成によっても、代表されることを意味する。ただし、細粒子が多い場合は加積曲線の中央値（図-1）、粗粒子が多い場合は分級係数（図-2）による分類が有効であった。また、土石流発生後7年~30年経過した溪床堆積物と比較して、(2)堆積直後には、相対的にマトリックスの含有量が大きく、堆積後経過年数が長い程、巨大礫のみ残留する傾向がみられた。

3. 粒度組成からみた運動形態

これらのことから、土石流の発生には、マトリックスの残留または供給が重要であることが推定された³⁾。これについて諏訪ら⁵⁾も、マトリックスと巨大礫との混合堆積物に着目しており、ピット断面におけるこれらの偏在を認めている。この堆積物は同時に、次の移動材料でもあり、マトリックスの偏在が、土石の再移動に対しても有効であると推定される。そこで筆者らは、マトリックスの粒度組成を、堆積環境の推定のみならず、「土石の再始動」指標として利用することを

検討した。すなわち、集合堆積物の出現直後には、大量のマトリックスが混合するため最も再移動しやすく、集合堆積物が分解して巨大礫のみが残留するにしたがって、堆積物の始動は、細粒物を大量に含む泥流によらねば困難になるというモデルを考える。この効果を知るためには、(1)個々の堆積地に含まれるマトリックスの絶対量と移動しやすさの関係、(2)マトリックスの質的变化と移動しやすさとの関係の2点について調べなければならない。そこで次に、実験によってマトリックスの質的变化、すなわち粒度組成の変化と移動しやすさとの関係を調べた。

4. 粒度混合による始動実験

実験材料は、すでに粒度分析した試料S（桜島野尻川、黒神川扇状地採集）と試料N（長崎野母半島採集）とである。試料Sは玄武岩質起源の溶岩、ボラ起源のものも含むが全体に比重は1.40と大きく、一見球形だが、表面は荒くいびつな多角形の形状を呈している。試料Nは、安山岩起源で比重は1.19と比較的小さく、粒径の大きなものほど扁平になるが、表面は滑らかである。

実験装置はアクリル製流路で、図-3に示す。実験は、(1)S、Nの別に、粒径 d_1 、 d_2 の2種類のマトリックス試料を20mlずつ混合し $V=40 \text{ ml}$ とし、(2)重量（M：g）測定ののち実験流路に錐状に堆積させ（堆積形状測定）、(3)流路上流部から目盛付ピペットで水道水を供給し、堆積物に掃流力の作用しない様に飽和させる。普通、飽和後も流動せず、堆積上部に貯水するので、(4)貯水量（ Q_3 ：ml）を測定しながら流動時を待ち、流動時のピペット目盛（ Q_1 ：ml）を読み取る。なお、流路勾配は、高橋の式¹⁾で求められる土石流発生限界勾配の $\tan\theta = 0.25$ （ 14.3° ）とそれより緩い 0.14 （ 8.0° ）とでおこなった。ただし、 0.14 は実際には、土石流の始動領域ではなく、停止領域であるが、始動しやすい火山性荒廃溪床も考慮して、参考までに実験をおこなった。

実験結果を図-4、図-5に示した。X軸には d_2/ϕ

Tomomi MARUTANI, Osamu IKEMOTO and Keiji TAKESHITA (Fac. of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812)
Relationship between starting time of flow and composition of matrix size in the valley bottom

d_1 の対数値をとったが、これは粒径 d_2 と d_1 とのへだちを表し、値が小さいほどマトリックスの粒径が均一であり、大きいほど散らばりのあることを示している。Y軸には、堆積物が流動開始した時の〔堆積物の含水量/堆積物量 (Q_4/V , $V=40\text{ ml}$)〕の無次元表示をとった。図-4は試料N, 図-5は試料Sで、●は流路勾配 14.3° , Δ は 8.0° を示しており、各点は3回の実験の平均値である。

5. 溪床堆積物の始動に関する考察

図-4, 図-5では、いずれの場合にも、堆積物の純含水量比について、左上がりの傾向があり、図-5の結果を除くと、決定係数の高い回帰直線の上にくる。このことは、同一の水量に対して、マトリックスの粒径が均一なほど始動しにくく、ある程度粒径の不均一なほうが始動しやすいことを示している。不均一径の粒子の充填にともなう接触点数(配位数)の変化は、数学的に検討される問題であるが、一般には、粒子の接触点数が多くなるほど、せん断抵抗は増加するといわれ、粒径の均一なマトリックスのほうが、せん断抵抗が小さく始動しやすいはずであるが、実験結果はこれとは逆の傾向を示しているの、他の原因を考えねばならない。

以上のことから、単一粒径による勾配変化の効果以外にも、マトリックスの粒度組成の変化による効果も大きいことが実験的に明らかになった。

6. おわりに

本報では、現地溪床でのマトリックスの粒度組成分析から、堆積物毎に、粒径加積曲線上での一定のパターンの見いだされることが示された。また、マトリックスの粒度混合が土石の始動におよぼす効果についての簡単な実験をおこなったが、結局は内部摩擦力の変化という現象によって、その効果はある程度示された。次には、問題の核心である堆積物中のマトリックスの絶対量の測定について検討を進めなければならない。

参考文献

- (1) 高橋 保：京大防災研年報, 20-B-2, 405~435, 1977
- (2) 相良伊知郎：九大農学部卒業論, 1~38, 1985
- (3) 池本 濟ら：日林論 96, 印刷中, 1985
- (4) 丸谷知己ら：砂防学会研究発表概要集, 60, 128~131, 1985
- (5) 諏訪 浩・奥田節夫：京大防災研年報, 25-B-1, 307~321, 1983

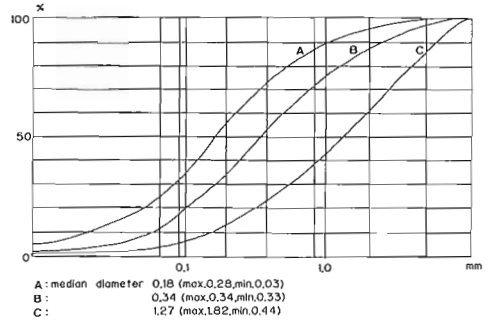


図-1 桜島野尻川, 黒神川扇状地における粒径加算曲線のパターン分析

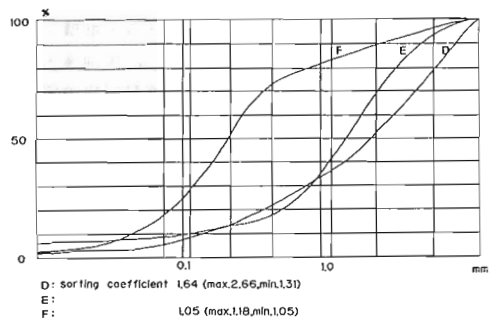


図-2 長崎半島における粒径加算曲線のパターン分析

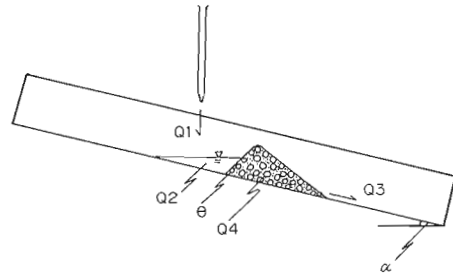


図-3 実験装置

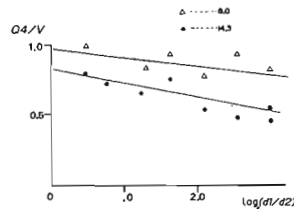


図-4 流動開始水量と粒度組成の関係(試料N)

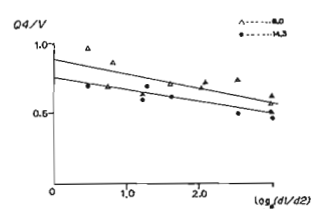


図-5 流動開始水量と粒度組成の関係(試料S)