

土石流の停止・堆積場に関する2・3の考察

京府大農 水原邦夫 京大農 武居有恒 京都府土木部 村上清

1. はじめに

土石流による人的・物的被害を防止・軽減するためには、その危険区域を出来る限り正確に想定する必要がある。現在まで、危険区域設定に関連した幾つかの調査研究がなされているが、未だ十分とは言いがたい。ここでは、危険区域判定基準に科学的根拠を与えるべく、土石流堆積場における流出土砂の量、粒径、泥濘堆積範囲などについて既往災害資料を基に若干の解析を行った結果を報告する。

2. 既往災害資料と計測法

資料として、砂防便覧およびS. 42羽越災害・S. 50仁淀川災害・S. 51吉野川上流災害・同年小豆島災害に関する資料を用い、後の四者に対しては解析に必要な因子を災害実績図より計測した。

3. 結果と考察

3-1. 土石流量と流域面積の関係

土石流危険区域を設定する場合、土石流量の正確な推定が必要となる。その推定法は2・3発表されているが未だ確立されたものではない。土石流量に関与する因子は種々あるが、その一つに流域面積が考えられる。そこで全国資料を基に、地質別に土石流による堆積土砂量 Q_s と流域面積 A の関係を回帰的に求めてみる。次のようになる。

花崗岩： $Q_s = 13100 A^{0.34}$ ($r = 0.34$)、火山噴出岩： $Q_s = 11900 A^{0.54}$ ($r = 0.54$)、変成岩： $Q_s = 14100 A^{0.47}$ ($r = 0.44$)、占・中生層： $Q_s = 9500 A^{0.57}$ ($r = 0.57$)、第3紀層： $Q_s = 18200 A^{0.47}$ ($r = 0.47$)、洪・沖積層： $Q_s = 13600 A^{0.77}$ ($r = 0.77$)。ただし、 $A < 10 \text{ km}^2$ 、 r = 相関係数。

土石流量は流域面積だけでなく、溪床堆積物の飽和度、土石濃度、流下途中の地形条件などに関係するので、両者の相関はあまり良くないが、これらの結果は土石流量推定にひとつの平均的な目安となるであろう。

3-2. 地質別、流出土砂の最大粒径

流下土石流の粒度分布、特に最大粒径を知ることは、防災構造物の設計などにとり重要である。粒度は土石流の規模・性状あるいは発生溪流の自然条件などによって当然差違があろうが、試みにその平均的な傾向を知るために、全国資料を基に地質別に最大粒径 d_{max} の分布に関して整理したもの例をあげると、図-1.④、⑥、⑧となる。図から、花崗岩地帯では $d_{max} = 0.5 \sim 1.5 \text{ m}$ 、変成岩地帯では $d_{max} = 0.5 \sim 2.5 \text{ m}$ 、火山噴出地帯では $d_{max} = 0.5 \sim 1.0 \text{ m}$ が出現頻度ほぼ50%またはそれ以

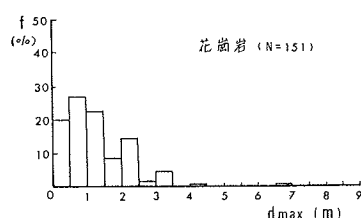


図-1.④ 最大粒径の分布

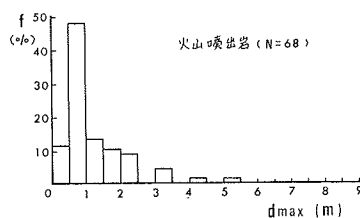


図-1.⑥ 最大粒径の分布

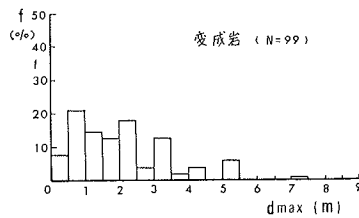


図-1.⑧ 最大粒径の分布

上占めていることがわかる。なお最大粒径の平均値は、花崗岩、火山噴出岩、古・中生層：1.1 m、
変成岩：1.9 m、第四紀層：0.6 mとなった。

3-3. 堆積地元地形横断勾配比と氾濫堆積幅比の関係

図-2. ④, ⑤は土石流堆積場の地形を谷底平野タイプと扇状地タイプの2つに分け、土石流の分散方向を堆積場の左右両岸横断勾配に関して整理したものである。図から明らかなように、プロットの約60%が氾濫堆積幅比 B_s/B_g (B_s :急勾配岸の氾濫堆積幅、 B_g :緩勾配岸の氾濫堆積幅) 1以内に包含されており、また横断勾配比 θ_g/θ_s (θ_g :緩勾配岸の角度、 θ_s :急勾配岸の角度)が増加するにつれて B_s/B_g も大きくなる傾向が認められる。なお、 $B_s/B_g > 1$ となるのは堆積開始点のプロットがほとんどである。このことから、土石流の氾濫堆積形状には堆積地元地形の横断勾配が大きく影響し、氾濫堆積形状全体には通常言われている土石流の直進性は一部分しか影響を及ぼさないものと思われる。

谷底平野タイプ(上八川・早明浦と流) N=66

扇状地タイプ(荒川・小豆島) N=93

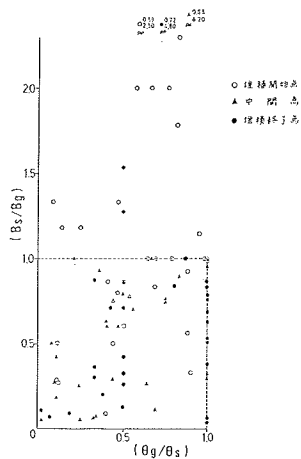
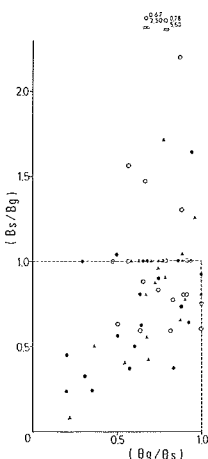


図-2.④ θ_g/θ_s と B_s/B_g の関係 図-2.⑤ θ_g/θ_s と B_s/B_g の関係

3-4. 堆積開始・終了点横断勾配比と氾濫堆積幅拡張率の関係

一般に、土石流がその堆積部において分散し堆積するのは、谷の出口から下流にかけて横断勾配が漸次緩傾斜となり地形的制約が解かれるためと解釈される。図-3. ④, ⑤は、谷の出口の横断勾配 θ_u に対する堆積末端部での横断勾配 θ_d の比 θ_d/θ_u と同両地点に対する堆積幅拡張率 $(B_d - B_u)/L$ (B_d :堆積末端部の氾濫堆積幅、 B_u :谷の出口での氾濫堆積幅、 L :両地点間の河川長) との関係を表記した同様2つの堆積地形に関して整理したものである。両者の相関はあまり良くないが、近似的には θ_d/θ_u が減少するにつれて $(B_d - B_u)/L$ は増大することが認められる。そこで、堆積幅拡張率 y が仮に $y = -a \log_{10} x$ ($x: \theta_d/\theta_u$) なる関係式で表わされるものとして、回帰式を求めてみると、谷底平野タイプ: $y = -0.143 \log x$ ($y_{95\%} = -0.3 \log x$)、扇状地タイプ: $y = -0.237 \log x$ ($y_{95\%} = -0.728 \log x$) となる。ただし、カッコ内は95%信頼限界の上限。

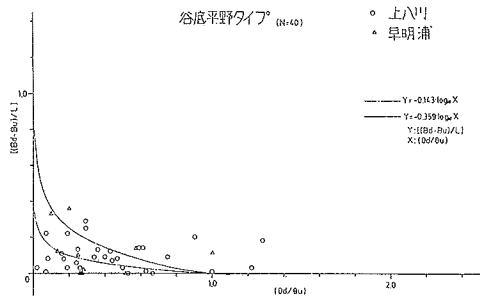


図-3.④ θ_d/θ_u と $(B_d - B_u)/L$ の関係

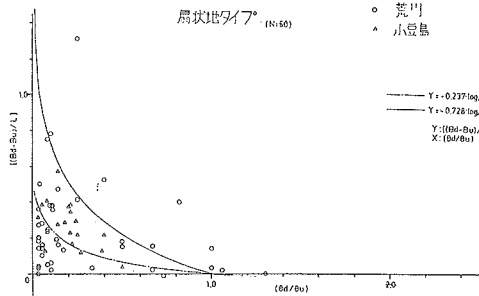


図-3.⑤ θ_d/θ_u と $(B_d - B_u)/L$ の関係