

氏名	諏訪 浩 すわ ひろし
学位の種類	理学博士
学位記番号	論理博第 1017 号
学位授与の日付	昭和 63 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	Focusing Mechanism of Large Boulders to a Debris-Flow Front (土石流先端への大岩塊の集中機構)
論文調査委員	(主査) 教授 奥田 節夫 教授 國司 秀明 教授 島 通保

論 文 内 容 の 要 旨

申請者は土石流の先端部へ大岩塊が集中する現象を現地で定量的に計測し、ついで球形粒子を用いた模型実験および質点力学的モデルによる理論的解析によって、その現象の発生機構を明らかにした。主論文の内容は以下の通りである。

まず、焼岳東斜面上々堀沢における長年にわたる現地観測の経験にもとづいて、自ら開発した自動計測システムによって、土石流の先端に大岩塊が集中する現象を明確に把えた。この現象については定性的にすでに知られており、その機構に関しては、粒子群の相互衝突によって生じる分散応力によって大きな粒子ほど上層に向かって浮上しやすく、また上層ほど斜面沿いの流下速度が大きいことから、大岩塊ほどより速く先端に集中するという考えが通説となっていた。

申請者は現地観測の結果、流動深と同じ程度の直径をもつ大岩塊でも集中し得ること、また先頭の岩塊群の間にはマトリックスが充填されていないことなどから、この説に疑問を抱き、傾斜水路にガラス球を流す模型実験によって、単一粒子でもある条件下では水流段波の先端に到着すること、また単一粒径群でも先端に集中することを確めた。

この現象の説明のために、重力、動摩擦力、および流体抗力の作用する場合について球の斜面沿い運動を質点力学の方程式を用いて解析し、さまざまな条件のもとでの球の加速、減速の過程を調べ、急斜面上では水流段波にとりこまれた粒子は水流よりも速く流下して段波の先端に追いつき、しかも大きな粒子ほど速く先端に到達することを定量的に明らかにした。

また異なる粒径の粒子群の混合流下に際しては、速く先端に到達した大粒子は後続の小粒子群の中に後向きに混入することは難しく、大粒子群の集中状態が保たれることを実験的に示した。

さらにまた斜面上に静止していた球形粒子が流水にとりこまれる際の転動の起りやすさを解析し、粒径より大きな水深の流れに対しては、大きい粒子ほど小さい流速で始動することを示した。

結局、斜面上の石礫が流水にとりこまれて発生する土石流においては、粒子のとりこみ段階において大粒子の方がより早く動き出し、かつ流水の中では大粒子の方がより速く流下して流れの先端に追いつくこ

とが、大岩塊の先頭集中の基本的理由であることを理論的、実験的に明らかにした。

参考論文 14 編のうち 12 編は土石流の発生、流動、堆積の諸過程とこれに伴う地形変化についての研究であり、2 編は豪雨や大地震に伴う群発崩壊や巨大崩壊の現象に関するものである。

論文審査の結果の要旨

土石流はわが国において甚大な災害をもたらす自然現象の一つであるが、その実態の究明は未だ充分ではない。とくにその先頭に大きな岩塊の群が集中しているために土石流が強大な破壊力を発揮することは経験的によく知られているが、その集中機構に関する物理学的研究は余り行われていなかった。

申請者は、この現象に対する従来の説明、すなわち粒子群の相互衝突による分散応力によって大粒子が相対的に浮上し、表層の高速の流動ののって先端に集まるという考えに疑問を抱き、現地観測、模型実験、および理論的解析によってその機構の究明を試みた。

現地観測に関しては十数年にわたる焼岳東斜面での経験を生かして、とくに土石流先端部の動態、組成を克明に測定する自動計測システムを開発してその定量的記録に成功した。

また大粒子の表層への浮上（逆級化現象）に関する従来の学説についても丹念に追跡し、粒子群の相互衝突のみでは観測事実を説明し難いことを指摘した。

申請者はさらに傾斜水路でガラス球を流下させる模擬土石流実験によって、単一粒径の粒子群でも先端集積が生じ、また単一粒子の運動においても大粒子ほど速く流水段波の先端に到着し得ることを確めたが、これは従来の定説とは全く異なる見解をもたらすものである。

申請者はこの現象に対して粒子の質点力学的モデルについて解析解を求め、急斜面においては、大きな粒子ほど速く流水段波の先頭に到着し得ることを定量的に示した。また一旦先頭に到着した大粒子は後続の小粒子群に対しては後向きに混入し難いことを実験的に示した。

さらにまた、斜面上の球状粒子が流水によって転動を始める条件を定量的に考察し、水深が十分ある場合には、大粒子ほど小流速で始動することを示した。

結局、斜面上の石礫が流水にとりこまれて運動する過程において、大きいものほど早くとりこまれ、かつ速く流下して水流段波の先端に集中しやすいことが簡明に説明されている。

実際の土石流の発生は、さまざまな降水条件や谷内の堆積状況に支配されるから、すべての土石流について申請者の理論が正確に適用されるかどうかは不明であるが、多くの石礫型の土石流の動態については、この理論はよくその機構を把握したものと思われる。

参考論文 14 編は、土石流の発生、流動、堆積の諸過程とこれに伴う地形変化に関するもの、および土石流の発生に関連の深い斜面崩壊現象に関するものであり、いずれも申請者の深い学識と高い研究能力を示すものである。

よって本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。

なお、主論文及び参考論文に報告されている研究業績を中心とし、これに関連した研究分野について試問した結果、合格と認めた。