

粒状体流れにおける大径粒子の挙動に関する研究

京都大学農学研究科 ○山岸真希 里深好文 水山高久

1, 背景

石礫型土石流ではその先頭部を大径粒子が形成している傾向がみられる。この岩塊部分は土石流全体の1割に満たない程度であり、また観測技術が追いつかなかったこともあってその挙動は無視されてきた。しかし先頭部の岩塊は大きな破壊力を持ち、下流域の被害を増大させる。また先頭部の岩塊が土石流全体の進行方向を決定している可能性も指摘され、土石流の氾濫範囲を知るうえでその挙動を把握することが望まれる。大径粒子が流れの先頭部に集中する現象に対する理解は、大径粒子が流れの表面上昇した後流速の大きな表面流によって流れの先頭部に運ばれるとする Bagnold(1968)の説が有力であるが、第1段階の大径粒子が上昇するメカニズムについては明らかになっていない。そこで本研究では大径礫が上昇する過程を実験的に明らかにすることを目的とする。

2, 方法

粒径 12mm の粒子をそれぞれ粒径 3、6、10mm の粒子群に混合したもの(表 1)に振幅 2~5cm、振動数 2回/sec(一定)の sin 振動を加え粒子の挙動の傾向を調べる。混合に用いた容器と混合した粒子の様子は図 1 に示す。粒子はすべて比重 2.65 のガラス粒子である。さらにひとつの粒子が上昇する瞬間のその粒子と周辺粒子の動きを 0.008 秒ごとに記録できる高速度カメラで捉え、それぞれの粒子の動きを追跡した。

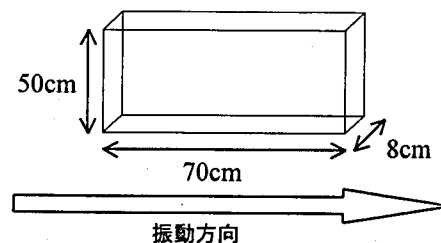


図 1 実験の概要

表 1 混合条件

	a	b	c
小(ds) (mm)	3	6	10
大(dl)	12	12	12
粒径比(ds/dl)	0.25	0.5	0.83

3, 結果・考察

大径粒子の上昇がみられる振幅の条件は粒径比によって異なる(図 2)。

ここで、小さい粒子群に混入された大径粒子は外力の増大に伴い、図 3 のような挙動をとることが予想される。ある程度以上の力を与えなければ大径粒子の上昇は

みられないと同時に、与える力が大きすぎると一転して、大径粒子の下降がみられる。このとき小径粒子群は、粒子と空気の比重を平均した比重を持つ液体のような振る舞いをする。よって、大きな粒子の存在する部分の比重だけが見かけ上周辺よりも高くなり、大径粒子は下降する。

図 2 で粒径比が小さいほど、小さい振幅でも大径粒子の上

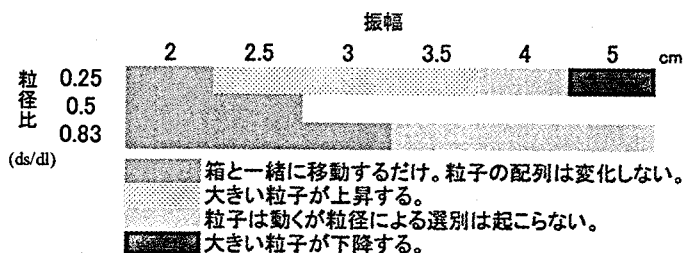


図 2 振幅の変化に伴う大径粒子の挙動変化

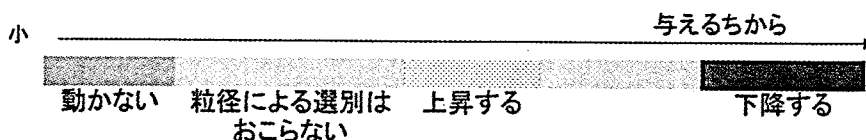


図 3 外力の増加とともに予想される大径粒子の動き

昇がみられることから、振動によって生じる隙間に小径粒子が落下することにより大径粒子の位置が相対的に上昇していくものと考えた。

図4、5は表1の条件bで混合し、振幅3cmの振動を与えた場合の1個の大径粒子とその周辺の小径粒子の挙動を示したものであり、これによると粒子の速度にばらつきがみられるときに大径粒子の左右の粒子が接近し、それと同時に大径粒子が上昇することがわかる。振動の周期にあわせて①大径粒子の左右の粒子に速度差が生じ、粒子間に隙間ができる②隙間に小径粒

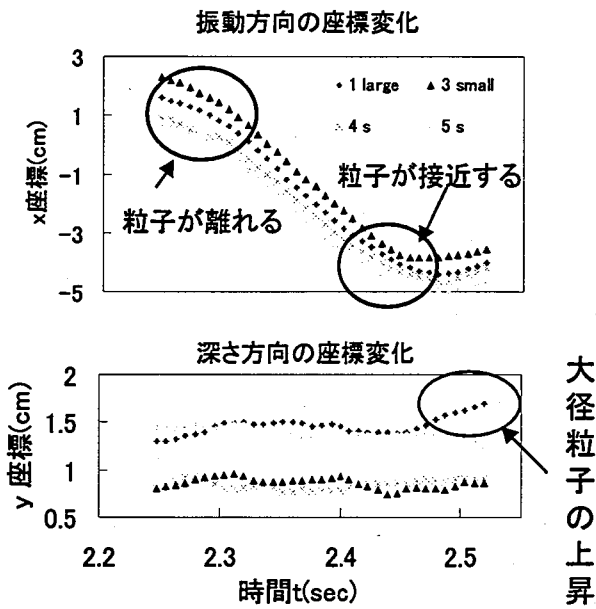


図4 粒子が詰まった後、上昇する

子が落ちる③小さい粒子の入った層が詰まる④大径粒子が押し出される という一連の現象が起こっていることがわかった。振動の方向が変化するたびに粒子が上昇することを示したのが図6である。振動によって生じる粒子密度の偏りを解消するように粒子が移動する結果、大径粒子の上昇がみられる。

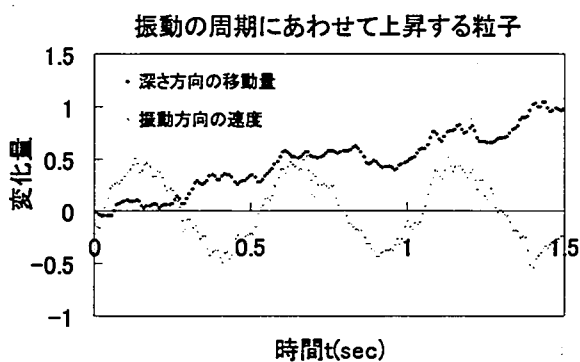


図6 粒子の振動方向速度と上昇量の関係

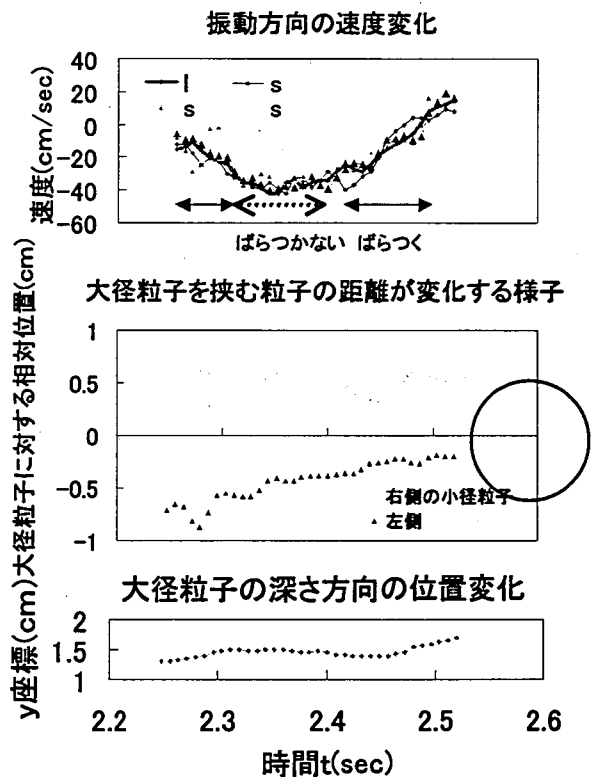


図5 1つの大径粒子とその周辺粒子の挙動

4. 結論

実際の土石流では流下する過程で深さ方向に速度勾配が生じ粒子が激しくせん断される。そこでは粒子同士の衝突が頻繁におこるために粒子間に隙間が生じ易く、小径粒子が落込み大径粒子が相対的に上昇するという現象が連続的に起こっていると考えられる。

(参考文献) 諏訪浩ほか; 土石流における粒度偏析過程その1、防災研究所年報 27号 B1 P409-423 J. デュラン、粉粒体の物理学、吉岡書店