

## 扇状地における巨礫を含む土石流の氾濫・堆積に関する実験

京都大学大学院農学研究科 ○中谷加奈・小杉恵・水山高久

京都大学防災研究所 長谷川祐治

立命館大学理工学部 里深好文

## 1. 背景と目的

土石流の現地観測や調査によって、土石流は数 m の巨礫から数 mm までの土砂を含んだ混合粒径により構成されていることが知られている。混合粒径からなる土石流に関しては、流下中に巨礫が先端に集中する分級現象についての検討は多く実施されているものの<sup>例え</sup><sup>1),2)</sup>扇状地における影響についての研究はいまだ少ない<sup>3)</sup>。しかし、扇状地は住宅地が形成されている場合が多く家屋も多数存在することから、扇状地にまで土石流が到達した場合に、例えば小さな土砂のみの場合と、大きな土砂を含んだ場合とでは被害状況も大きく異なることが想定される。本研究では、地形模型実験により混合粒径から構成される土石流の扇状地における氾濫・堆積状況を確認する。なお、混合粒径は巨礫の移動を確認しやすくするため巨礫とそれ以外の 2 粒径で実施した。

## 2. 実験

実験には一般財団法人建設技術研究所の扇状地の地形模型を用いた。想定縮尺は 1/50 である。扇状地の縦断勾配は上流から 12°、9°、6°、3° と下流側で緩くなっていて横断的な偏りは無い。扇状地形の上流には土石流の発生・流下区間として、勾配 15°、長さ 5m、幅 10cm の直線水路を設置した。水路には土砂を 10cm 厚で敷き詰め、上流から定常給水(表 1)で土石流を発生させた。使用した土砂は一様砂と混合砂である。一様砂は粒径 3.0mm の土砂のみで、混合砂は粒径 3.0mm と粒径 20mm の土砂とした。粒径 20mm は巨礫を想定しており、土砂量は全体の 5% (202 個) とした。

通水中は映像と超音波センサで時系列的な変化を記録し、通水後に土砂の堆積厚分布を計測した。

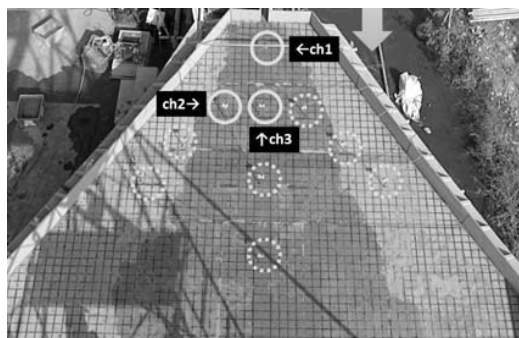


図 1：超音波センサの位置

表 1: 上流端からの供給流量と実験ケース

Case	土砂	流量(L/s)	通水時間(s)
1	一様砂	2.0	30
2	混合砂		
3	一様砂	6.0	20
4	混合砂		

センサは図 1 中の○の箇所に設置したが、本稿では実線の○で示した上流のセンサ ch1-ch3 のみを示す。混合粒径の実験では巨礫の堆積位置も記録した。

## 3. 結果

通水後の堆積状況と堆積厚分布を図 2 に示し、氾濫範囲を点線で示している。流量の大小に関わらず堆積の表面部では、巨礫は堆積土砂の外縁部に確認できる。流量の少ない 2L/s では 6L/s より堆積範囲は上流に位置し、巨礫も上流側に見られる。一様粒径と比較して巨礫が含まれることによる氾濫範囲の顕著な違いは認められなかったが、堆積範囲は同じ流量でも混合粒径の方が少し下流側まで広がる傾向がみられた。

図 3 に示す超音波センサの結果から、最上流部の ch1 では流量の違いが大きく(6L/s が 2L/s よりも大きい)、土砂による違いは見られなかった。ch1 より下流で右岸側の ch2 では、2L/s では混合砂 (Case2) の方が一様砂 (Case1) より増加するタイミングも早く値も大きい。6L/s では増加するタイミングはほぼ同じだが、一様砂 (Case3) の方が混合砂 (Case4) よりピーク値が大きい。ch1 の下流の ch3 では、6L/s の方が 2L/s よりも小さくなり、ch1 と逆転している。これは、2L/s ではこの位置で土砂が堆積しながら一部は流れで侵食されて流下するが、6L/s では堆積が殆ど発生しないまま流下するからである。また ch3 で 2L/s では立ち上がりやピーク値は Case 1 と 2 で殆ど同じだが、混合砂ではピークに達した後あまり減少せず 50 mm 近くの堆積が続く一方、一様砂ではピーク後に侵食されて 30 mm まで減少した。ch1-3 の結果から 2L/s では混合砂の方が一様砂よりも早く (10s 付近) 横断方向に広がり、一様砂は中心部を流れて流動深・堆積が上昇した後で侵食されて横断方向に広がったことがわかる。

図 4 に Case2、4 の巨礫の堆積分布状況を示す。どちらも流入点の延長上を中心として巨礫が分布する。2L/s では上流に偏って分布するが、6L/s では下流まで

巨礫が分布する。図 4 では中央部に多く分布するが、その区画の中では中心線上には堆積せず、中心よりも外側に堆積する。6L/sの方が2L/sより中心から外れた場所に分布する巨礫が多く、広範囲まで巨礫が到達する恐れがある。

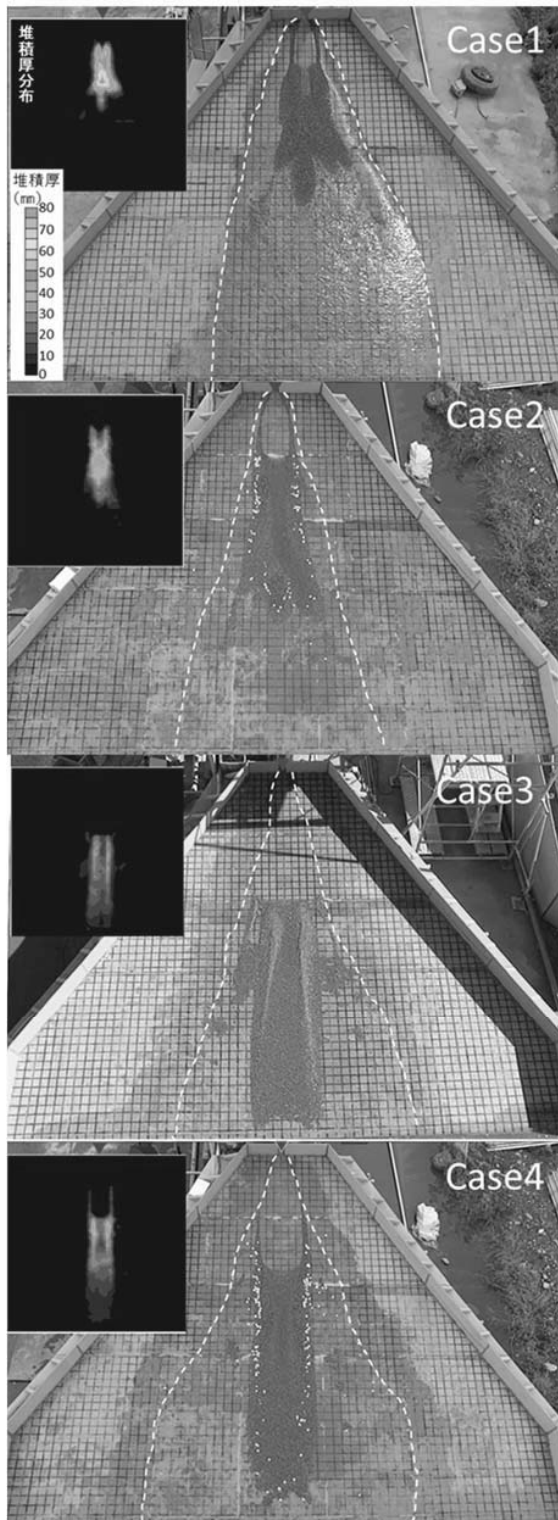


図 2: 通水後の堆積状況(上段: 一様砂 2L/s、二段目: 混合砂 2L/s、三段目: 一様砂 6L/s、四段目: 混合砂 6L/s、点線は氾濫範囲、左上は堆積厚分布で、▽が土石流流入点)

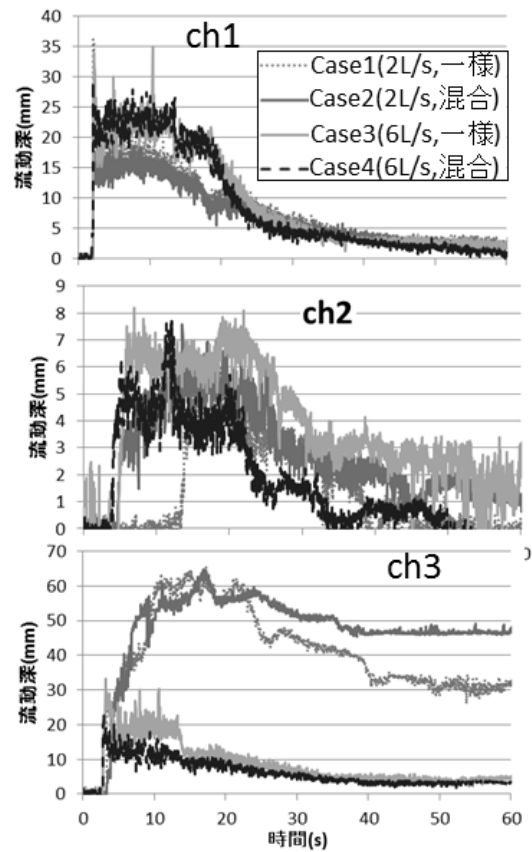


図 3: ch1-ch3 の超音波センサで記録されたデータ

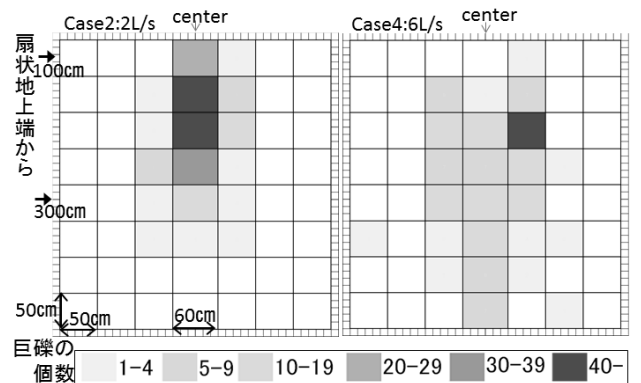


図 4: Case2、Case4 における巨礫の堆積分布

今後は、実験結果を踏まえて一様粒径ならびに混合粒径で土石流数値シミュレーションを実施する。

#### 謝辞

本研究は、公益財団法人河川財団の平成 25 年度河川整備基金の助成を受けて実施しました。

#### 参考文献

- 1) 岩田ら (2013): 混合粒径土石流における分級現象が流動特性に及ぼす影響, 砂防学会誌, Vol.66, No.3, pp.13-23
- 2) 高橋ら (1990): 混合材料粒径からなる渓床侵食型の土石流の予測, 京都大学防災研究所年報, Vol.33, B-1, pp.443-456
- 3) 高橋ら (1991): 混合材料粒径からなる土石流扇状地の形成とその侵食, 京都大学防災研究所年報, Vol.34, B-2, pp.355-372