

1. 緒言

定常等流状態の土石流研究の結果に基づいて、土石流災害、土石流氾濫区域が議論されてきた。しかし、土石流扇状地の頂部の勾配は10度で、下流端では3度程度である。このような区域では、土石流は、先頭部は段波状で、水深全体に砂礫が分散しているものの、そのすぐ後ろは、すでに掃流状集合流動の状態にあると考えられる。著者等はこのような実際の流れに近い、非定常不等流流れを敢えて鉄砲水と呼んで研究を進めてきた。¹⁾ 従来、実験では河床勾配の現象に敏感に対応して土砂が堆積し、土砂濃度が減少するのに、それをそのまま実際の土石流の堆積に当てはめると、勾配減少点付近に土砂が堆積し過ぎ、実際の土石流の直進性や広い堆積が説明できないとして、流砂量式を修正したりして対応してきた。²⁾ しかし、雲仙水無川での土石流のビデオを見ていると、段波の先頭部を除けば、随分水っぽい流れのようであり、模型実験での流れに似ていると感じられた。そこで、再度、掃流状集合流動の河床勾配減少に伴う変形について実験水路で観察することにした。

2. 段波の変形

幅7cmの水路を途中で勾配を変化させ、一定水量で発生させた段波の変形をビデオカメラで記録し解析した。

(図-1 ; 1/30秒間隔)

(1) 波高の変化・・・勾配が減少して減速する効果、一部堆積すること、土砂濃度が減少して速度が速くなること、以上の結果、波高、先頭部流速はほとんど変化しない。(図-2、3)

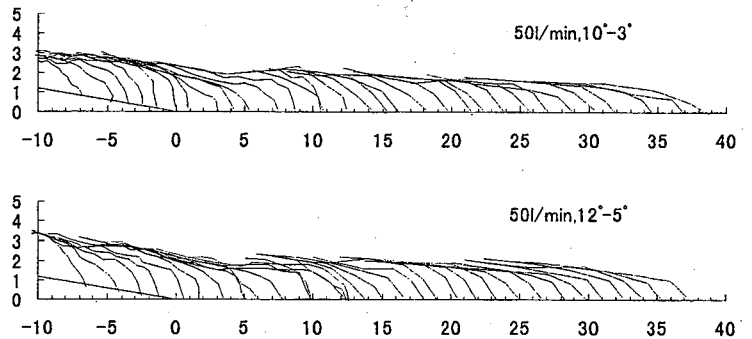


図-1 波形の変化 (単位 ; cm)

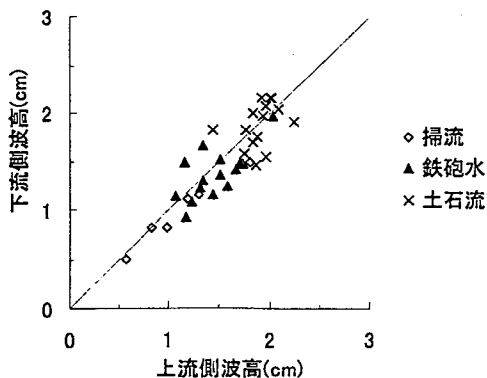


図-2 先頭部波高の変化

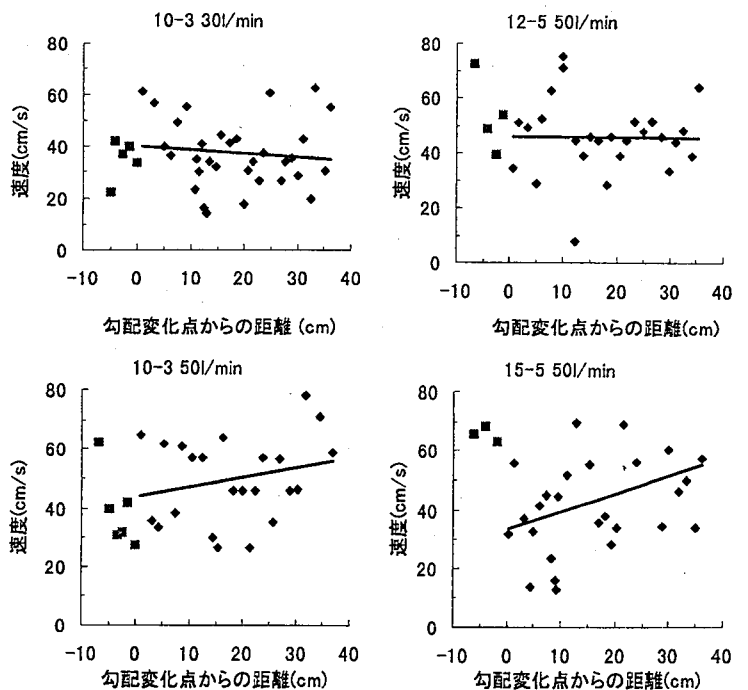


図-3 先頭部流速の変化

(2) 土砂濃度の変化・・・勾配変化から遅れながら土砂濃度は減少し、下流側勾配に対応した平衡濃度に近づいて行く。(図-4)

3. 勾配変化点での粒子の追跡

ビデオ記録から、先頭部からの距離、水深方向の位置の異なる、いくつかの個々の粒子に着目した追跡を行った。

(図-5 ; 1/20秒間隔) その結果、流れの先頭部の粒子よりも後ろからの粒子の方が停止しにくいこと、流れの表面の粒子はより下流まで到達することがわかった。(図-6)

4. 結論

以上の実験から、多くの土石流は、扇頂部では先頭部を除けば掃流状集合流動であり、勾配の変化に比較的速やかに対応しているものと推測される。

参考文献

- 1) 原田一哉、水山高久、小橋澄治 (1995) 水路勾配変化部における鉄砲水の変形、平成7年度砂防学会研究発表会概要集
- 2) 水山高久、北原一平、原義文 (1988) 土石流氾濫シミュレーションモデルによる土石流対策工の効果評価、砂防学会誌、40-5, pp. 14-21

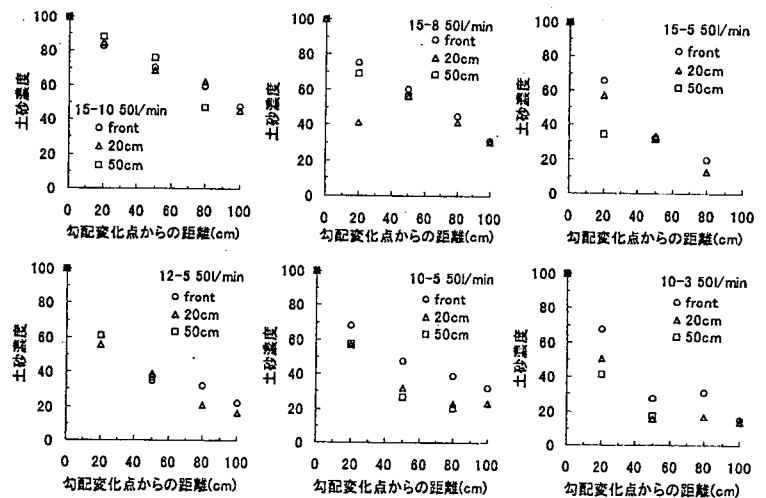


図-4 勾配変化後の先頭部土砂濃度の変化 (勾配変化点の土砂濃度を100 とする。)

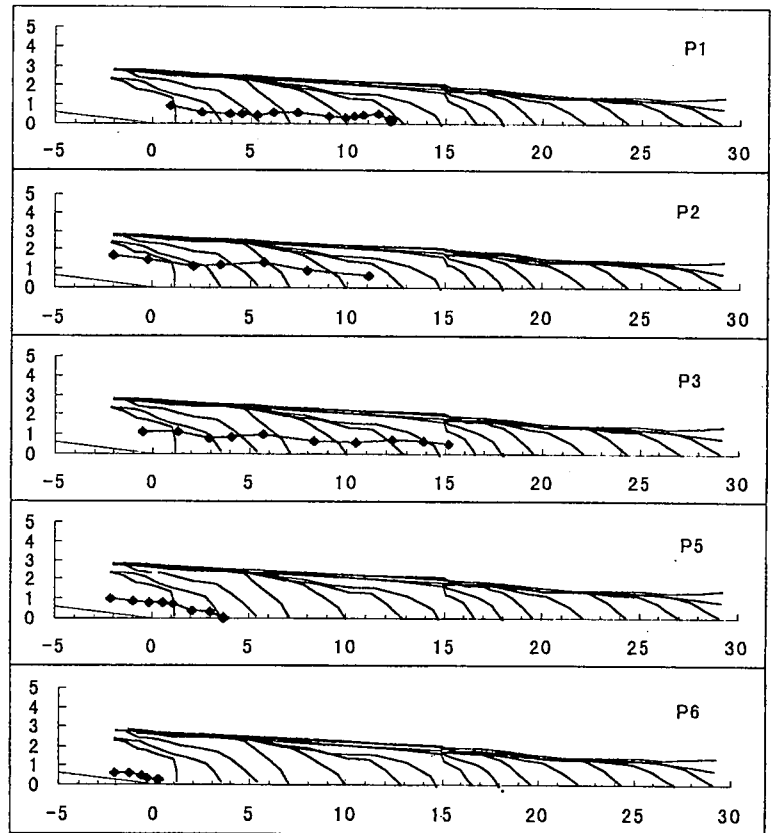


図-5 粒子の移動追跡 (段波先頭部の砂礫、単位 ; cm)

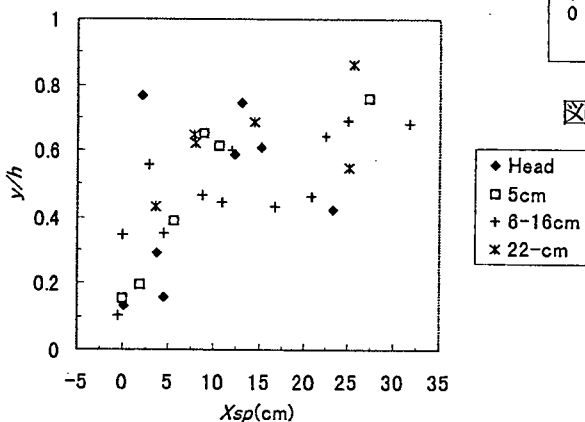


図-6 粒子の先頭部からの位置と停止距離の関係