

建設省土木研究所○原 義文 石川芳治  
山田 孝 福本晃久

## 1、はじめに

大量の土砂が継続的に流入する扇状地で、上流部で大量の土砂をコントロールできる空間が確保できない場合は、扇面を広く利用した遊砂地で土砂処理をする方法がとられる。インドネシアには、活動が活発で土砂生産の多い火山がいくつか存在し、そういった火山の周辺の扇状地にサンドポケットと呼ばれる大規模な遊砂地を作っている場合が多い。これらの遊砂地は、幅が数百mから1ないし2 km、長さが数kmに及ぶ大規模ものが多い。しかし、これらの施設は、以下に示すように必ずしも十分な効果を発揮していない場合があるとともに、施設が被災を受け易いこともあり、今後、改良が必要と思われる。

- ①満砂後、除石が適正に行われなため、堆積土砂が再侵食され下流域に大量の土砂が流れることにより河床が著しく上昇し天井川化しているところがある。
- ②サンドポケットが扇頂部よりかなり下流に設置されている（勾配1/30以下）にも関わらず、扇頂部対策がなされていないため、扇頂部での首振り現象によりラハールがサンドポケット外に氾濫する場合がある。
- ③サンドポケットの外壁となる築堤の高さが十分でなく越流する場合がある。
- ④サンドポケット内に均一に堆積しない。
- ⑤中小洪水時に築堤に沿って主流が流れ、堤防法尻が著しく洗掘される場合がある。

そこで、ここでは土砂流出が適正にコントロールでき、被災され難い、大規模遊砂地の基本的な構造と維持管理方法を検討しようとするものである。大規模遊砂地についてはこれまで、富士山の大沢扇状地において多くの検討を行って来ており、細流分が卓越する土砂が間欠的に大量に流出し、比高の少ない扇状地に広く堆積するという類似の性質を持っているため、大沢扇状地での成果を参考として、インドネシアでの対策をイメージした検討を開始した。初年度は、大沢扇状地での土砂移動及び被災の実態と基礎的な土砂移動に関する実験の結果を報告する。

## 2、富士山大沢扇状地における土砂動態と水理模型実験

### 2.1、扇状地における土砂動態の特性

富士山大沢扇状地には、上流大沢崩れで生産される年間20万 $\text{m}^3$ とも言われる土砂が間欠的に流入している。近年では1972年の土砂流出が最も大きく、総流出土砂量は70万 $\text{m}^3$ にも達した。土砂流出は5回にわたって発生した。図1(a)に1972年5月に発生した2回の土砂流下状況、図1(b)に6月に起きた第3回目の土砂流下状況、図1(c)に7月に起きた第5回目の土砂流下状況を示した。また、図2に5回にわたった土砂流出後の堆積侵食量図を示した。<sup>2)</sup>これらの図から以下の特性が整理できる。すなわち、扇頂部から流入した流れは9号床固工付近で堆積を起こしながら分派して流下する。この

経路は出水によってかなり異なる。また、7号床固を越えた流れはある程度固定されたガリーを通り、再び集中して流路を侵食しながら流れ下る。

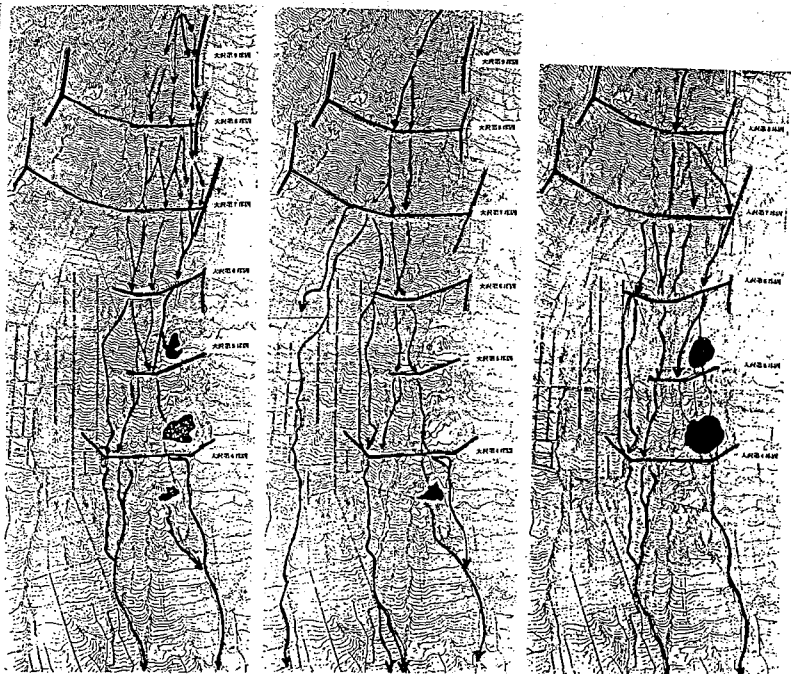
5月の出水では主流が導流堤沿いに流下したことから導流堤の根元が洗掘されて、7号床固の導流堤の一部が決壊した。また、蛇籠製の床固が一部破壊したり、床固下流部が局所洗掘されたりした。

## 2.2. 水理模型実験による災害の再現と侵食堆積特性

大沢扇状地で効率的に土砂を捕捉する施設計画を立てる

ために、1/100スケールの水理模型実験を過去に行いその中で、1972年の災害の再現を試みた。<sup>3)</sup> 1992年の土砂流出は、総土砂量70万 $m^3$ 、ピーク流量60~70 $m^3/s$ 、流入時の平均的土砂濃度は8~9%程度と推定されている。大沢扇状地の上部部の河床材料は図3に示したように平均粒径が20cm程度であるが、粒径3cm以下の細かい材料が多いものであった。模型スケールが1/100のため、模型上では浮遊限界に近い0.3mm程度を最小の材料としそれ以下の粒径はこれで代表させた。

流量及び土砂濃度を变化させて再現実験を行った結果、流量は災害時に推定されたピーク流量の約2倍の120 $m^3/s$ 、



(a) 1972年5月 (b) 1972年6月 (c) 1972年7月  
図1 大沢扇状地における1972年の土砂流出時の流れの経路

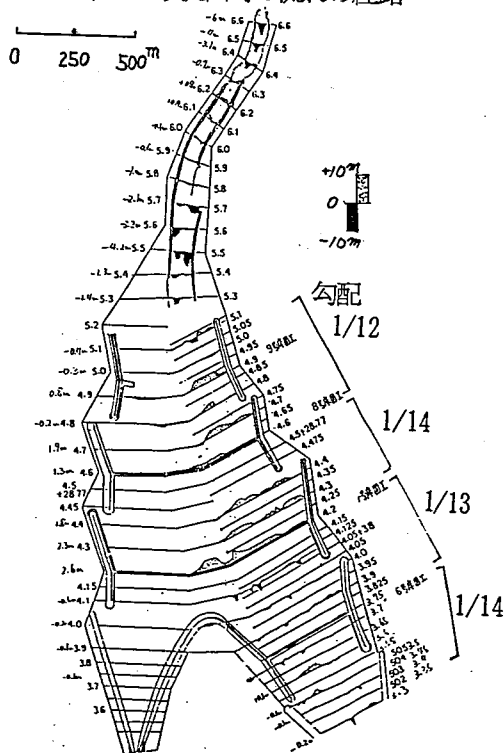


図2 1972年の土砂流出における侵食堆積位置

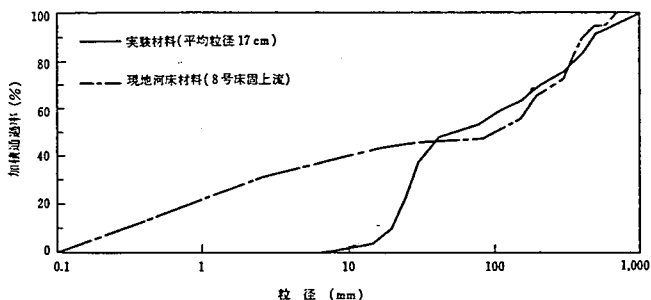


図3 模型実験に用いた河床材料

土砂濃度8%の条件でのケースが実際の侵食、堆積傾向及び流れの分派の傾向を良く再現していた。これは、土砂輸送形態が模型の場合掃流状態に近いが、実際のピーク時には土砂流あるいは土石流状態であると考えられるため、模型の流量を増加させ掃流能力を上げたケースが実際の河床変動に近づいたものと思われる。これにより、模型実験と現地での現象にある程度の相似性が確かめられたが、流れの分派の相似性や土砂流送形態の違い等さらに検討すべき問題は多い。

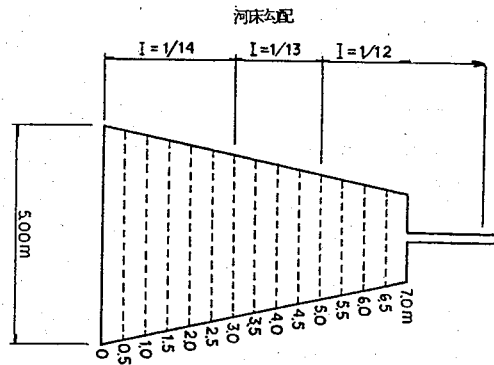


図4 扇状地模型平面図

### 3、一般化した模型による水理実験

比較的大きかつ典型的な形状の扇状地における、一般的な土砂の堆積、侵食現象を把握するために、図4に示した形状の模型を作り、上流から図5に示した平均粒径0.77mmの粒度分布の土砂を0.44 l/sで30分間流した。これは富士山大沢扇状地の遊砂地の上流部から中流部までの1/200のスケールに近いものを想定したものである。現地換算では、長さ1.7km区間で勾配が1/12から1/14まで変化する扇状地で、平均粒径154mmの土砂を流量250 m<sup>3</sup>/sで7時間流したことに相当する。粒度分布はインドネシアクルー火山のバタ川の勾配1/15付近の粒度状況を想定して設定した。

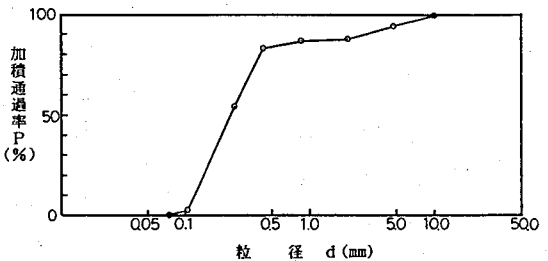


図5 模型実験に用いた河床材料

河床変動測定を10分毎に実施し、初期状態から変動した量を図6に、30分後の侵食堆積位置を図7に示した。また、流路の変遷状況を図8に示した。実験によって得られた知見を以下に整理する。

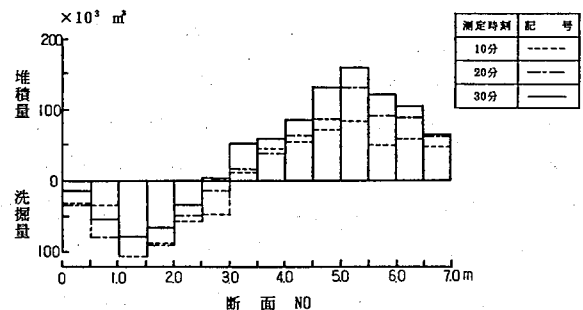


図6 経時的河床変動量

- ①堆積は勾配1/13と1/14の境(3.0m地点)より上流で起こり、時間とともに増加している。1/12から1/13に変化する5.0m付近が最も堆積が多い。
- ②勾配1/14区間は侵食傾向であるが、最初の10分間の内に大きく侵食されその後時間とともに埋め戻されている。1.0~1.5m付近が最も侵食されている。
- ③水みちは、6.5m付近から分裂し、さらに分裂集

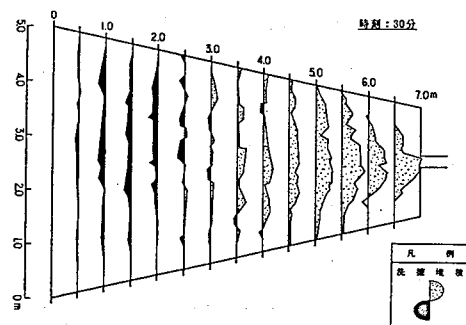


図7 侵食堆積位置図

中を繰り返しながら移動し続ける。7.0mから扇状地に出た主流は6.0から6.5m付近の部分的な堆砂の変化により河床面の低い方へ流向を大きく変える、いわゆる首振り現象が生じる。

④水路から出た流れは堆砂することにより砂堆を作り分裂する。分裂した流れの内、土砂流送力が大きい流れはさらに分裂する。分裂した小さい流れは土砂流送能力が低下し、河床変動は少なくなる。こういった部分では河床は細流分が流されてアーモコート化する。下部部では水みちは再び集中し土砂流送力をつけて河床を侵食する。侵食傾向の水みちは固定化されさらに侵食が進むが、後半になって上流から土砂が流送されてきて徐々に堆積する。

⑤水みちの移動、分裂過程では、水みちの中で粗い粒径の堆積が水の流れを阻害し、これが流向変化させ、流れの分裂のきっかけとなる場合が多い。

ここで観測された現象は、大沢扇状地模型実験でも類似の現象傾向が出現しており、粒径の違いや床固工等の施設が設置されているという違いを越えた、特性と言える。

#### 4、まとめと今後の検討方針

今回、大沢扇状地を対象とした模型実験結果から、現地の現象と模型実験による現象にある程度の相似性が認められることを述べた後、典型的な形状の扇状地形において行った土砂流出実験から得られた、扇状地での土砂の侵食堆積特性及び流路変動特性について述べた。今後は、流量、粒径、土砂濃度、勾配などを変化させることにより、様々な条件での扇状地内での流路変動と侵食堆積特性を明らかにし、その傾向を踏まえて土砂流出の多い扇状地における適切な対策工法を検討する予定である。

#### 参考文献

- 1) 廣住富夫；インドネシアにおける砂防工作物の問題、新砂防No.45 昭和61年7月
- 2) 建設省中部地方建設局富士砂防工事事務所、昭和47年富士山大沢崩れによる災害の記録一大沢扇状地を中心とする災害誌、昭和48年7月
- 3) 建設省土木研究所砂防研究室；富士山大沢扇状地水理模型実験及び沈砂地シミュレーション計算報告書、土木研究所資料第2607号 昭和63年2月

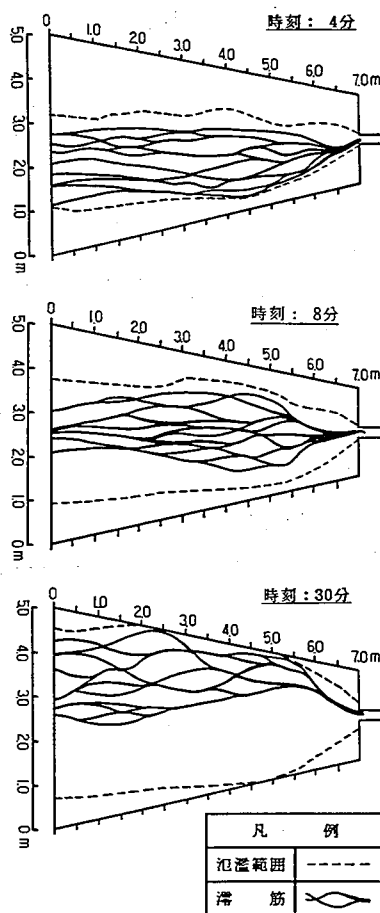


図8 水みちの変遷状況