

桜島火山噴出物の流動機構に関する実験的研究

林業試験場九州支場 ○ 陶山正憲・真島征夫・竹下 幸・大谷義一

1. はじめに

桜島南岳(標高1040m)の火山活動の激化にともない、桜島の北西斜面一帯を対象に熊本営林局による「桜島地区民有林直轄治山事業」が開始され、昭和51年度から大規模な治山事業が積極的に実施されている。しかしながら、当該事業地一帯が地質的には溶岩、集塊岩の上に堆積した安永・大正ボラと火山灰の厚い層で覆われているため、山岳地特有の局地性豪雨の発生により、山腹・溪岸のいたる所で侵食・荒廃が急速に進行し、これら多量の生産土砂が急勾配溪床を土石流・泥流となって一挙に流下する過程を繰り返している。このような特殊荒廃地帯における復旧・予防治山のため、現在、谷止工と床固工を主体とする溪向工事が施工されているが、既往の治山工法のみでは必ずしも十分な効果は期待し難い。このような現状の打開には、桜島における今後の治山事業の有効な指針を得るための基礎的調査の一環として、堆積火山灰・ボラ層の侵食・崩壊機構とともに火山灰・ボラ混合流(土石流)の発生・移動機構を解明する必要がある。従来、土石流や泥流の実験には、溪床材料として比較的均質な砂、標準砂、ガラス球などが多く使用されてきたが、本報では、現地採取の火山灰とボラを使用した土石流の実験結果について若干の現象論的検討を加える。

2. 土石流の実験装置および実験方法

実験装置は図-1に示す鋼製の可変勾配水路(幅30cm, 深さ28cm, 長さ6m, 溪床勾配 $0^{\circ}\sim 45^{\circ}$)で、両側面は透明硬質アクリル板、底面は鋼板である。この水路の中央部に、敷厚10cm, 長さ1mに溪床材料を一様に敷きならべ、その上流端には敷厚と同じ高さの止水板を、下流端には敷厚の1/3の土留板とそれぞれ設置した。土石流は上流のヘッドタンクからの給水によって発生させた。なお、土石流の観測装置としては、ビデオカメラ、35mmモータードライブカメラ、8mmシネカメラを使用した。供試溪床材料は表-1に示す火山灰とボラで、その重量配合比は一定(3:2)とし、表-2に示す8系列の実験を行った。

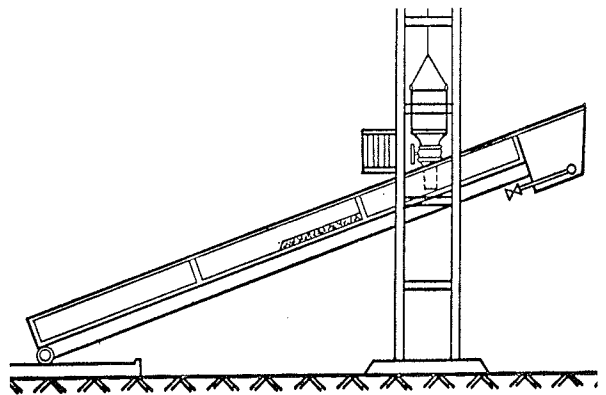


図-1. 土石流室内実験装置

表-1. 供試溪床材料

溪床材料	比重	単位容積重量 (kg/m^3)	最大粒径 (mm)	混合重量 (kg)	換算混合容積 (l)
火山灰	2.81	1720	2	18	10.5
ボラ	1.02	420	25	12	28.6

3. 火山灰・ボラ混合物の移動過程とその特徴

火山灰・ボラ混合流の発生・移動過程を詳細に観察すると、一般の土石流と異なる特徴を示すが、その原因の一つとして火山灰とボラの物理的性質の相異点が指摘される。すなわち火山灰とボラは、その比重、最大粒径、粒度分布が大きく異なり、さらに表-2からも明らかなように、火山灰とボラ

の比重の比が 2.75 であるのに対し、単位容積重量の比は 4.10 と
 なり、両者の空隙率には相当な差が認められる。これらの混合
 物にある流量が供給されると、8 系列の実験に共通して一種独
 特の流動過程をたどることが認められたので、ここでは、火山
 灰・ボラ混合物の流動過程を時間的に 5 つのステージに区分し
 て、各ステージの特徴的現象を定性的に検討してみた。

表-2. 実験系列表

初期含水比		8.3%	16.6%
先行降雨相当量		8.3mm	16.6mm
深	10°	A-10	B-10
床	15°	A-15	B-15
勾	20°	A-20	B-20
配	30°	A-30	B-30

ステージⅠ（前処理期）：流量の供給はなく、先行降雨量のみが全て火山灰・ボラ層内に浸透する。

ステージⅡ（ボラ流発生期）：先行降雨後、水路上流から流量の供給が開始されると、その一部は層内に浸透するが、全層飽和前に中間流がまず発生し、引き続いて表面流が発生する。この表面流によって軽量のボラが各個運搬的に流送され、次に表面侵食による溪床面の一様低下が進行する。

ステージⅢ（最大隆起期）：各個運搬的なボラ流の流下速度が極度に遅くなり、溪床の一部で火山灰・ボラ混合物の隆起が生じる。この規模は実験条件で多少異なるが、いずれの場合にもその隆起部は一旦停止して移動しない。これは、次の土石流を惹起する大きなエネルギー源になると考えられる。

ステージⅣ（土石流発生期）：火山灰・ボラ混合流の発生期で、前期の隆起部が次に安定を失い、突発的に流動を開始して、火山灰とボラが集合運搬的に一挙に流下していく場面である。

ステージⅤ（土石流流動期）：火山灰・ボラ混合流の発生後から終了までの場面である。

以上の各場面までの所要時間は、溪床勾配 θ 、先行降雨量 P によって図-2 のように変化する。

4. 火山灰・ボラ混合物の移動過程における溪床断面の変化

上記の各ステージにおける溪床の断面形状の変化を溪床勾配別に図化し、その一例を図-3 に示した。結果として、土石流のエネルギー源としての最大隆起高は、原溪床面から 0~5cm となり P の影響を若干受けるが、平均では 3cm（原溪床深の 30% 高）となり、その位置は土留板から上流側に 21~52cm となり θ の影響が認められるが、平均では 32cm となる。また、Ⅳの土石流の越流高は土留部で最大となり、その高さは水路底面から 7.5~12cm、平均 9.6cm となるが、これは θ が大となると若干高くなる傾向がある。なお、流量・流速に関する定量的な検討は今後の課題として残される。

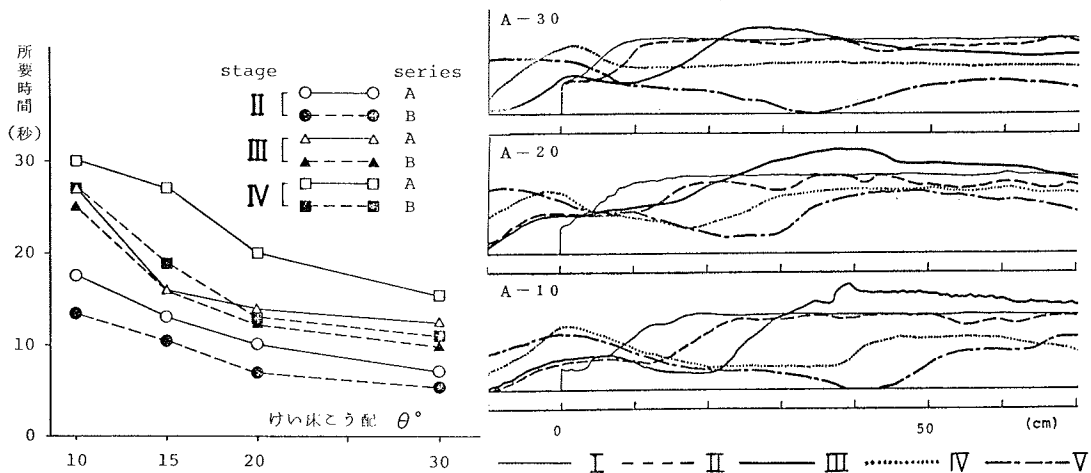


図-2. 各ステージまでの所要時間の変化

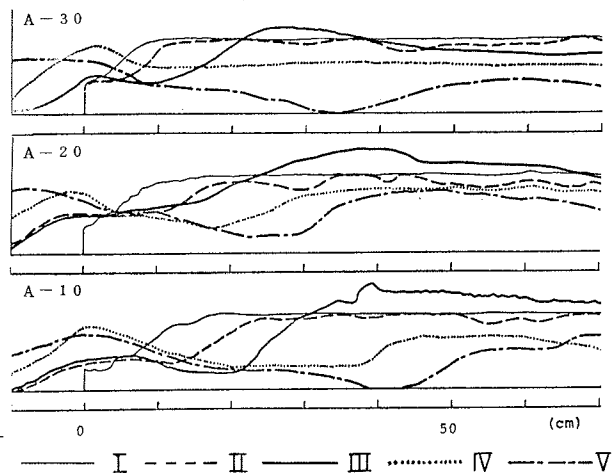


図-3. 各ステージにおける溪床断面形状