

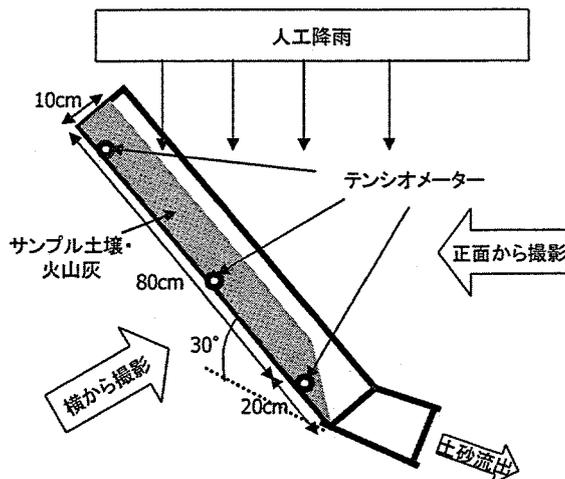
1. はじめに

土石流の組成、流動、堆積状態などは過去の研究により明らかにされてきたが、土石流の発生条件・崩壊土砂の挙動は降雨量・地形・土壌の特性などの様々な要因の影響を受け、十分には明らかになっていない。この実験は条件を変化させることにより生じる土砂の崩壊プロセスを詳細に検討すると共に、崩壊土砂の挙動を解明することを目的とする。

2. 実験の概要

2.1 実験方法

長さ100cm・幅約7cm・深さ16cmのアクリル製水路に、含水比10.66%の風化花崗岩を母材とする森林土壌(試料A)・10.00%の桜島火山灰(試料B)を密度が一律(A:1.61g/cm³, B:1.55g/cm³)になるように詰め、人工降雨を供給した(図1)。降雨強度は雨を送り出すノズルの高さ、ノズルの種類、ポンプの開度の調節により変更できる。一定降雨強度を崩壊が起きるまで継続し、下端流量が安定して崩壊がそれ以上起こらないと判断できたら降雨強度を次の段階に上げる、という操作を繰り返した。実験中は3つのテンシオメーター(上流より10cm、50cm、90cm)により土壌の間隙水圧を計測し、またビデオカメラ2台(前方と側方)により土砂の移動状況を記録した。



2.2 試料の性質

試料Aの透水係数は 5.93×10^{-2} cm/s、試料Bの透水係数は 1.55×10^{-3} cm/sであり、粒度分布の粗い試料Aの方が透水性が良い(図2)。また、土性の細かい試料Bの方が、飽和体積含水率が高くなっている(図3)。定圧一面せん断試験結果の図4からは、試料Aのほうが粘着力、せん断抵抗角ともに大きいことがわかる。

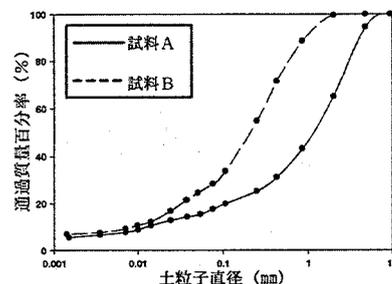


図2 土粒子直径-通過質量百分率

2.3 実験条件

実験は試料Aで3回、試料Bで3回の計6回行った。試料Aは主に傾斜の違い、試料Bは降雨強度の違いを中心に検討した。

表1 実験条件

実験番号	サンプル	斜面勾配	降雨強度	実験時間(分)
A-1	森林土壌	48°	308.7~474.8mm/h	122
A-2	森林土壌	40°	234.5~455.9mm/h	151
A-3	森林土壌	35°	254.3~1008.7mm/h	223
B-1	桜島火山灰	35°	321.0mm/h	50
B-2	桜島火山灰	35°	282.0mm/h	22
B-3	桜島火山灰	35°	101.6mm/h	50

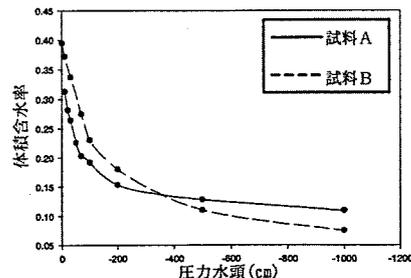


図3 水分特性曲線

3. 実験結果と考察

3.1 実験A

A-1、A-2は、どちらも崩壊は降雨強度変更時(A-1・0mm→478.8mm、A-2・234.5mm→305.9mm)に発生し、短時間(A-1・217sec、A-2・600sec)で終了した(図5、図6)。崩壊開始までに必要な積算降水量は、A-1は336.5mm、A-2は118.0mmであり、A-2の方がA-1よりも少ない積算降水量で崩壊が開始したが、一旦崩壊が始まると、A-1の方がA-2よりも短時間で大量の土砂が移動した。A-1、A-2共に崩壊時に土壌は不飽和であった。A-1では崩壊土砂は幅5~10cmごとのブロック状に崩れて流動化し、最深部の土砂まで残存すること無く移動した(図5)。A-2では表層部のみがすべるように移動し、水路の勾配の変わり目に堆積した。深さ7cm以上の深部の土砂は移動しなかった。(図6)。崩壊土砂の移動速度はA-1では42cm/sec、A-2は10cm/secと、A-1の方がA-2よりも速い速度で移動した。傾斜が最も緩いA-3では崩壊は殆ど発生しなかった。

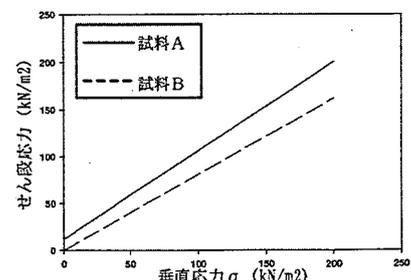


図4 垂直応力-せん断応力

3.2 実験B

B-1 は、強い降水強度により表面流が発生し、リル状の侵食から泥流へと発達した（図7）。B-1 よりも降水量が少ないB-2 とB-3 では、内部の浸透流により5～10cm ほどのブロック状に崩れ流動化した（図8）。崩壊土砂はB-2 では先端部分が25cm/sec、後端部分が10cm/sec、B-3 では先端部分が10cm/sec、後端部分が3cm/sec と、B-2 の方がB-3 よりも速い速度で移動した。3回の実験とも積算降水量が15mm 程（B-1・16.49mm、B-2・14.49mm、B-3・18.99mm）で崩壊が開始し、50～100mm の積算降水量で殆ど全ての土砂が崩壊した。

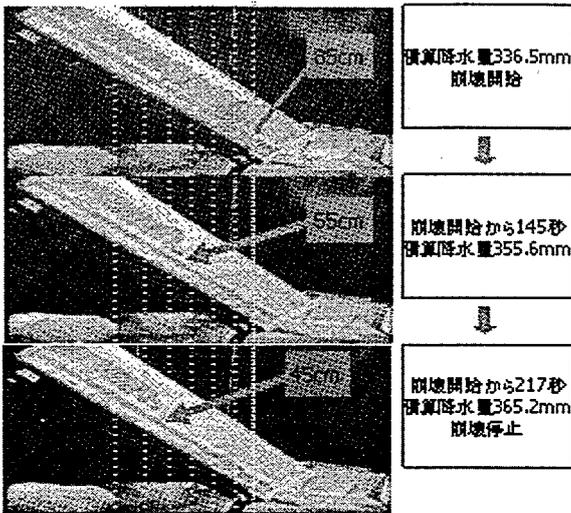


図5 実験 A-1

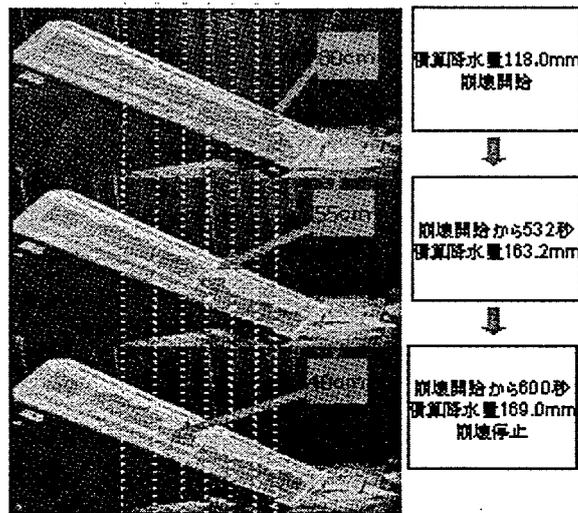


図6 実験 A-2

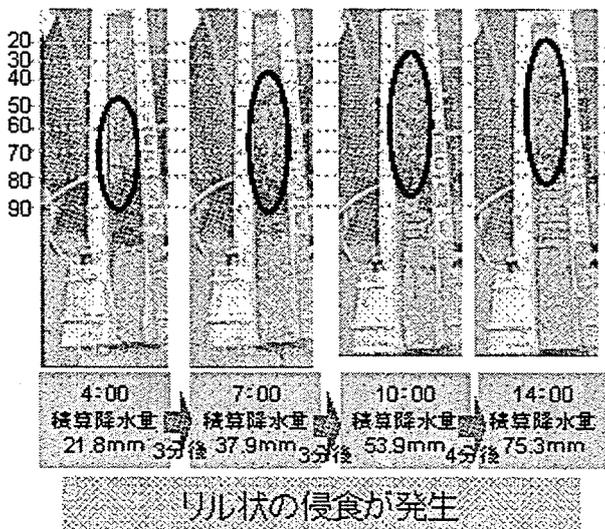


図7 実験 B-1

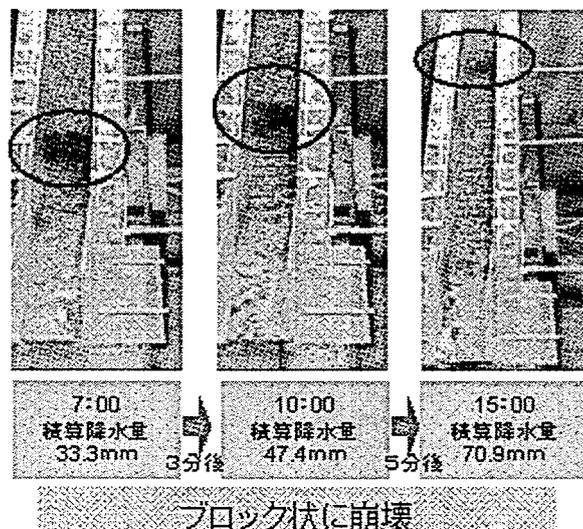


図8 実験 B-2

3.3 考察

A と B では崩壊に必要な積算降水量が大きく異なった。このことはAの方が粘着力やせん断抵抗角が大きいという材料の特性の違いに原因があると考えられる（図4）。また、透水係数が試料Bの方が小さいため、表面流が出やすく崩壊が起きやすいと考えられる。

A-1 と A-2 において不飽和で土壌が崩壊した点については、粘着力が含水比により減少したためと考えられる。

B-1 でリル状の侵食が発生した原因として、降水量が土壌の浸透能をはるかに上回っており表面流が発生したためと考えられる。

野村ら（2003）は、桜島火山灰を用いたレオロジー試験で、雨水の浸透により含水率が上昇した火山灰はせん断抵抗力を急速に失い流動化するという結果を得ている。降雨強度が弱く表面流が発生しない場合（B-2、B-3）にも速やかに崩壊が起きたのは、このような火山灰の特性を反映した結果と推察される。またB-3に比べてB-2の泥流の移動速度が大きかったのは、降雨強度の大きいB-2において崩壊した火山灰の平均含水率が高く、せん断抵抗力がより小さくなったためと考えられる。

引用文献

野村康裕・小杉賢一朗・水山高久：三宅島・有珠山・桜島の火山灰の物理特性の比較検討—火山灰の物理特性が泥流発生に与える影響に関する一考察—，砂防学会誌，vol155，No. 6，p3—12，2003