

081 火山灰に覆われた斜面での表面流発生に関する実験

独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ（火山・土石流）○石田哲也，山越隆雄，渡 正昭

1. はじめに

2000年3月31日に有珠山、同年7月8日に三宅島が噴火し、火山灰が山腹斜面に堆積した。その結果、山腹斜面は降雨による侵食を受けやすくなり、特に三宅島では降雨があると頻繁に泥流が発生するようになった。このように、火山噴火活動に伴い火山灰が山腹斜面へ堆積すると、火山灰が堆積する以前に比べ、浸透能が低下し、斜面侵食や泥流が発生しやすくなることに関しては数多くの検討がなされてきた。特に浸透能に関しては、小橋らが雲仙の火山灰について実験した結果、同一試料では、散水降雨強度、堆積厚さの違いに関係なく最終浸透能は同じ値になり、その時の土層は厚さに関係なくほぼ飽和していたと報告している。しかし、小橋らの言う飽和度は、散水積算雨量をサンプルの間隙量で除したサンプル全体の平均飽和度で表現しており、斜面の深さ方向に対する雨水浸透過程の評価を目的とした実験ではない。

本実験では、2000年3月の有珠山及び同年7月の三宅島の火山噴火に伴う火山灰堆積斜面での表面流発生メカニズム解明に向け、まず、火山灰堆積斜面の深さ方向に対する雨水浸透特性を明らかにすることを目的とし、現地火山灰を用いた人工降雨実験により鉛直浸透現象について検討したので、ここに報告する。

2. 実験方法

鉛直浸透特性を把握することを目的とした実験装置を作成した(図-1)。装置は、実験カラム(H=300mm、

φ300mm) (以下、カラム A)、テンシオメーター(圧力計)、電子天秤、降雨装置で構成し、表面流出量と浸透流出量が計測できるようにした。浸透のしづらい供試体は短い実験カラム(H=200mm、φ300mm) (以下、カラム B) を使用した。降雨装置は、注射針(内径0.6mm)を用いたポンプ(0~380ml/min) 圧送散水方式とした。なお、降雨量を一定に保つため循環装置、水槽などを設置した。供試体は1層1cmを9cm²の棒を用いて20kgfの力で2回締め固める方法で作成した。テンシオメーターは供試体表面から5cmまでは1cmピッチで設置し、カラムAのみ10cmと20cmにも設置した。

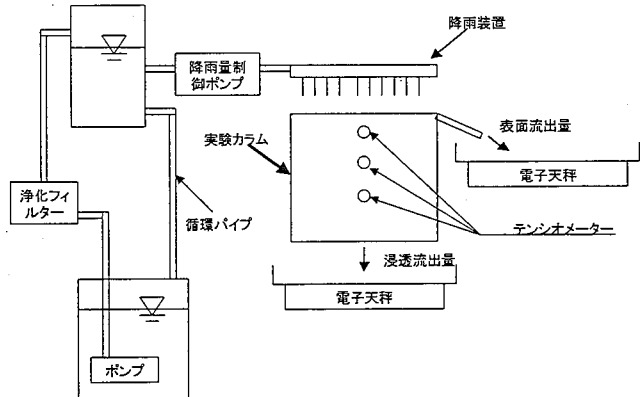


図-1 実験装置

表-1 実験条件

No.	供試体名	試験カラム	初期含水比 (%)	土層密度 (g/cm ³)	供試体設置厚 (cm)	降雨強度 (mm/hr)
1	雲仙	カラムA	4	1.75	30	303.37
2	三宅島	カラムB	15	1.80	7(13)	50.42
3	有珠山	カラムB	27	1.90	7(13)	50.17

* 供試体設置厚の()内の数字は標準砂の厚さを示す。

実験は、降雨装置により一定の降雨強度で散水し、表面流出量と浸透流出量を計測した。散水の終了は設置したテンシオメーターの最も深い深度(カラムAでは20cm、カラムBでは5cm)の計測値がほぼ飽和状態に安定した状態を確認して終了した。実験に用いた試料は、2000年に噴火した有珠山金比羅山(以下、有珠山)、三宅島での火山灰と参考までに雲仙の火砕流堆積物の3種類を用いた。実験条件を表-1、実験試料の粒度分布を図-2に示す。

3. 実験結果と考察

実験結果を表-2に示す。また、テンシオメーターによるサクション値と表面流出量及び浸透流出量の変化を図-3に示す(有珠山の表面流出量は大きな変化がなく、浸透流出量は計測されなかったため、散水

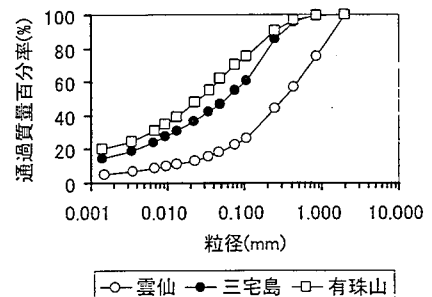


図-2 実験試料の粒度分布

は 10,095 分間行ったが図には 150 分までを示す)。本実験では、浸透流出は雲仙のみ発生し、他では発生しなかった。図-3 中の破線は表面流発生時間を示している。また、図中の(2)三宅島と(3)有珠山のサクシオン値の「*」は、実験開始時からの途中過程を示す。

図-3 より雲仙と三宅島での表面流発生は、試験土層表面から深さ 5cm までのサクシオン値が飽和状態に近づいた時であることが分かる。有珠山は表面流発生時に明確なサクシオン変化が見られなかった。3種類の供試体全てにおいて表面流発生時のサクシオン値から、本実験での表面流発生は地下水面が上昇して発生するタイプではなく、降雨強度が浸透能を上回り発生するホートン型表面流であることが分かる。

図-3 の表面流量の変化を見ると、全ての実験結果で表面流発生後急激に流量が立ち上がり、ある値で定常状態となっており、この定常状態時には最終浸透能に達したと考えられる。この最終浸透能に達したと考えられる時のサクシオン値を見ると、雲仙は計測範囲である深さ 20cm まで、三宅島は深さ 5cm までほぼ飽和状態であり、両試料は土層全体がほぼ飽和状態であることが分かる。これは、小橋らの実験結果で最終浸透能に達するのは土層がほぼ飽和した状態であることと一致する。一方、有珠山は深さ 1cm がややサクシオン値が上がる反応を示しているが飽和に至っておらず、他の深さは初期状態から大きな変化はなかった。ここで、火山灰である三宅島と有珠山の鉛直浸透の時間変化を見ると、表層付近から飽和していく過程がよく分かる。この過程から、有珠山は本実験で計測出来なかった深さ 0-1cm の範囲で飽和している状態となっていることが推察される。従って、火山灰堆積斜面では表層の浅い部分が飽和することで最終浸透能に達する可能性があると考えられる。

4. おわりに

本実験は限られた条件下ではあるが、2000年3月の有珠山及び同年7月の三宅島の火山噴火に伴う火山灰堆積斜面での深さ方向に対する雨水浸透過程の一例を示すことが出来た。その結果、火山灰堆積斜面では表層の浅い部分が飽和することで最終浸透能に達する可能性があることが推察された。

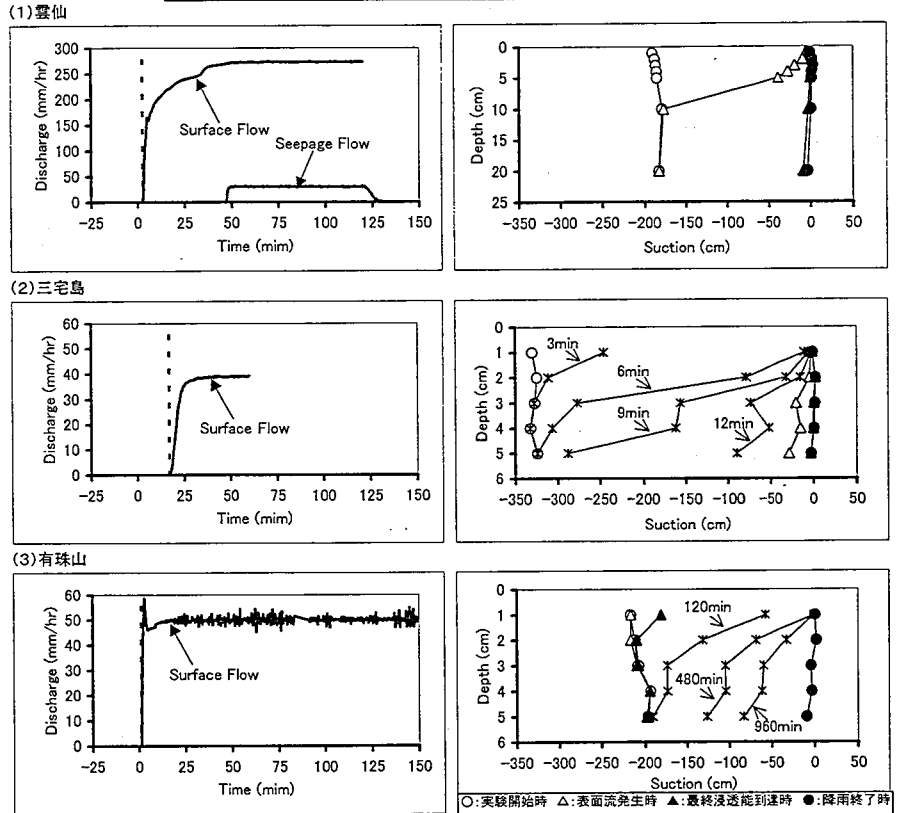
今後は、降雨強度と火山灰堆積厚を変化させて同様の実験を実施し、今回実施した実験で得られた結果に再現性があるかを確認していく予定である。

参考文献

- 1) 小橋澄治, 水山高久, 小杉賢一郎, ヘンドロヤント: 雲仙火山灰における降下堆積物の浸透特性, 砂防学会誌 Vol.47-1, 1994

表-2 実験結果

No.	供試体名	降雨強度 (mm/hr)	散水時間 (min)	表面流発生 時間	最終浸透能 到達時間	最終浸透能 (mm/hr)
1	雲仙	303.37	120	02分40秒	38分00秒	30.31
2	三宅島	50.42	60	17分00秒	32分30秒	11.51
3	有珠山	50.17	10,095	01分20秒	11分00秒	0.12



(a) 流出量の変化

(b) サクシオンの変化

図-3 実験結果