

PII-32 火山噴火の降灰が土石流発生に与える影響

—三宅島・有珠山・桜島の火山灰の比較—

京都大学大学院農学研究科：○野村 康裕・小杉 賢一朗・水山 高久

1. はじめに

2000 年は三宅島、有珠山などが噴火し泥流被害が目立つ年になった。火山が噴火し地表面が灰で覆われるとこれまで土石流を発生させなかった小規模の降雨でも土石流が発生するようになる。これは火山灰が水を含むと急激に浸透能が低下し地表流が発生しやすくなるためと言われている。しかし灰はどの程度の降雨で浸透能が低下し、またどの程度水を含むと流動化しやすくなるのかといった土石流発生を予測する上で重要になる情報の定量化はあまりされていない。そこで本報告では三宅島、有珠山、桜島の火山灰で透水試験やレオロジー(粘性)試験を行い、それぞれの場所で土石流発生に影響を与える火山灰の特徴を定量的に示し相互比較することで、実際の泥流発生状況と比較検討していく。

2. 実際の泥流・土石流発生状況

2000 年の有珠山噴火では目立った泥流はあまり観測されておらず 36mm/hr の強雨のとき一回きりでしかも規模は小さいものであった。2000 年三宅島噴火では降灰が激しかった 9 月の段階で、11mm/hr あるいは 31mm (連続) 以上で泥流が発生していた。桜島では断続的に噴火が継続しており今までのデータから 50mm/day 以上で 100% 近く土石流が発生している。

3. 実験手法

3.1 サンプル準備

飽和透水試験、散水試験で用いるサンプルの作成法は同一。まず火山灰を絶乾させて、目が 0.85mm のふるいを通過する成分を 86cm の高さから 100cc サンプラーに降り積もらせ、最後に表面を平らに成形した。

3.2 飽和透水試験

変水位法により飽和透水係数を計測した。それぞれの火山灰について、4 回の水位変化(測定水位は初期も含めて 5 回)とそれに要した時間を測定し、考える水位変化の組み合わせ(10 通り)に関して飽和透水係数を求め、その平均をその灰の飽和透水係数とした。有珠山の灰に関しては絶乾させると固い塊になるのですり鉢ですりつぶして使ったが、潰し具合によって

計測値が異なったため 0.85mm と 0.125mm のふるいをそれぞれ通過した灰のみでも計測を行った。

3.3 散水試験

降雨に対する浸透能低下の様子を見るためにロータリーポンプによる散水試験を行った(図-1)。初期散水量を約 160mm/hr に設定し、サンプル表面にできるだけ均等に散水した。しばらくして浸透能が低下しサンプル表面に湛水し始めたら散水強度を湛水しないぎりぎりの大きさに調節した。散水供給源の重さの減少量を 10 秒おきに自動計測し、各時点の散水強度を求めた。これを繰り返して行くと浸透能は減少し続け、ほぼ一定値に達する。その値を最終浸透能とした。有珠山の灰に関しては粒径 0.85mm 以下のものを用いた。

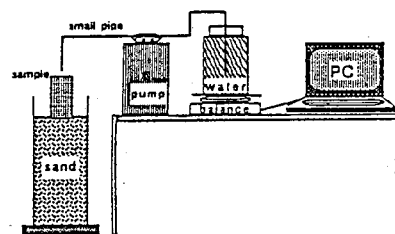


図-1 散水試験装置の配置

3.4 攪拌抵抗試験(レオロジー試験)

粘性特性を知るために攪拌抵抗を測定し火山灰の含水比と粘性の関係を調べた。重さを定量した灰と水を均一になるよう混合し、含水比を計算したものを 500cc ビーカーに約 400cc 詰め表面を成形しサンプルとした。含水比は 0~160% の範囲で変化させた。用いた攪拌抵抗測定器の回転数範囲は 0.75~1000rpm、測定トルク範囲は 0~10kg・cm である。三枚羽根(直径 100mm)の付いたシャフト(長さ 200mm)を回転させ「降伏時のトルク」と「運動時のトルク」の 2 種類を計測した。前者は回転羽根をサンプル表面に隠れる程度埋め、後者は 1.5cm 埋めて計測した。粘性が高いサンプルでは、羽根はあるトルク値に達するまで静止状態にあり、その値に達すると突然回転しはじめる。そのトルクをここでは「降伏時のトルク」と呼ぶ。その値は静止状態の火山灰層が泥流となって動き始めるのに必要な力の指標になる、つまり泥流の発生しやすさを表している。粘性が低い場合はすぐに羽根が

回転する。羽根が安定して回転しているときのトルクを「運動時のトルク」と呼んだ。これは既に動き出した泥流がさらに運動し続けるのに必要な力の指標であり、泥流の拡散しにくさを表していると考えた。

4. 実験結果

飽和透水係数は三宅島、有珠山、桜島の順に低かった（表-1）。これらの値より三宅島では地表流が発生しやすく有珠山でも豪雨時には地表流が発生すると考えられるが、桜島では地表流は起こりにくいと言える。散水試験の結果、三宅島と有珠山では散水し始めてから約 250 秒、散水量約 12mm で急激な浸透能低下が起きたが、桜島はほとんど浸透能の低下が見られなかった。そして飽和透水試験結果とほぼ一致する最終浸透能に収束した（図-2）。さらに攪拌試験による降伏時のトルクの計測結果（図-3）より、三宅島、桜島の灰は比較的少量の含水比で粘性が低下するのに対し、有珠山の灰は突出して粘性が高いことが示された。また運動時のトルクの計測結果（図-4）からも有珠山の火山灰が比較的高い粘性を保持していることが分かった。つまり粘性試験から有珠山の灰は水を含んでも粘性が大きく泥流になりにくい、また泥流になった流動状態でも高い粘性を保ち広範囲に拡散しにくいと考えられる。

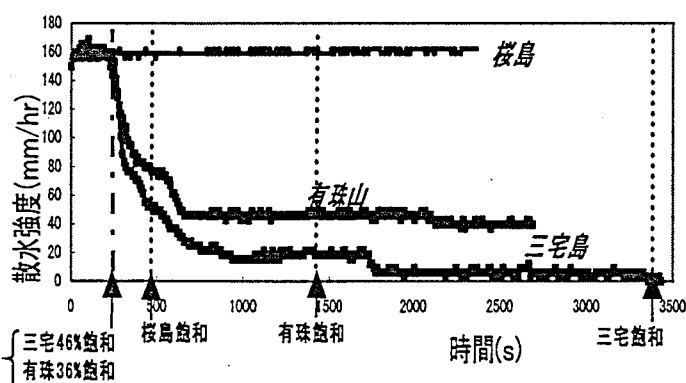


図-2 散水試験結果

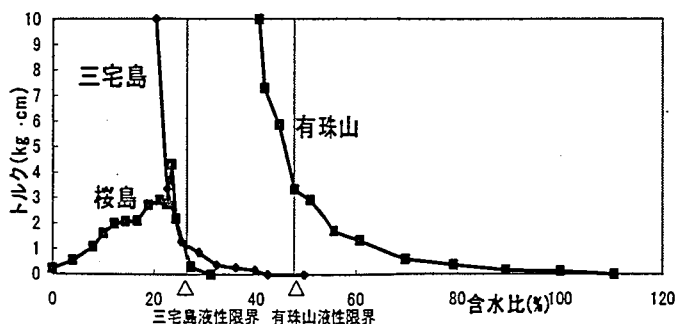


図-3 攪拌試験結果（降伏時トルク）

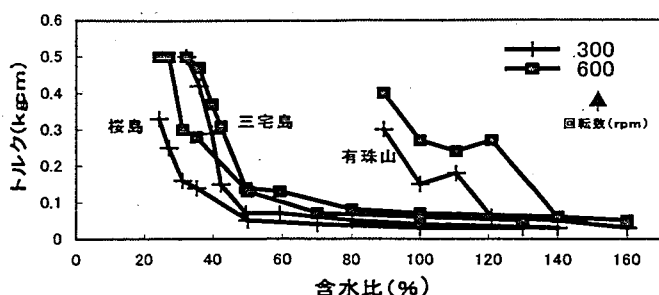


図-4 攪拌試験結果（運動時トルク）

5. まとめ

以上の実験結果を表-1 にまとめた。三宅島では飽和透水係数が非常に低く、散水に対する急激な浸透能低下も見られ地表流が起こりやすい。さらに攪拌試験から流動化しやすいことが示された。よって泥流・土石流が発生しやすいと考えられる。有珠山では飽和透水係数が一般の林地土壌に比べると低く散水に対する急激な浸透能低下も見られることから豪雨時には地表流が生じるが流動化は起きにくく、また一旦流動化が起きても比較的高い粘性を保持し拡散しにくい。ため、大きな泥流・土石流には発達しにくいと考えられる。桜島は飽和透水係数が前の2つに比べ非常に高く、地表流は起こりにくい。しかし粘性が低いいため流動化しやすく拡散もしやすいといえる。よって水を吸った火山灰層が粘性を失い崩壊を起こし泥流・土石流に発達しているのではないかと考えられる。以上の結果は現場における泥流発生傾向や被害規模と傾向はほぼ一致していると言える。

	三宅島	有珠山	桜島
飽和透水試験結果 (浸透能換算値)	0.61mm/hr	7.65~40.6mm/hr	172.4mm/hr
散水試験結果	46%飽和時低下	36%飽和時低下	低下せず
攪拌試験結果	降伏時	流動化しやすい	流動化しにくい
	運動時	流動しやすい	流動しにくい
比較総合評価	地表流が起きやすく浸食を受けやすい。さらにある程度水を含むと粘性が低下するので流動化しやすい。泥流が起きやすいのではないかと。	地表流は比較的起きやすいが水を多く含んでも高い粘性を保つので流動化しにくく、流動化しても広範囲に被害が及ばないのではないかと。	透水性が高く地表流は起きにくい。しかし粘性が弱く少量の水でも流動化しやすい。よって泥流・土石流が起きやすいのではないかと。

表-1 試験結果と比較総合評価

参考文献

- 1) 2000 年第 1 回伊豆諸島土砂対策検討委員会（土石流・泥流分科会）検討資料
- 2) 前海信司（平成 2 年度砂防学会研究発表会概要集）
- 3) 国土交通省土木研究所資料
- 4) Hendrayanto 新しい火山灰堆積物の浸透特性