

○山越隆雄、土井康弘、小山内信智、西本晴男（独立行政法人土木研究所）

1. はじめに

三宅島では、2000年7月8日に火山灰の噴出を伴う噴火があつて以来、同年9月までの間に、火山灰の噴出を伴う噴火が合計して7回あり、そのために島内に火山灰が厚く堆積した。その結果、3年が経過した三宅島の各溪流では、依然として降雨の度に土砂混じりの出水が発生する状況が続いている。

発表者らは、2002年より、三宅島島内の火山灰堆積厚および植生被害状況の異なる斜面において降雨流出観測を行ってきた。既報において、①火山灰堆積厚が大きく(15cm以上)、植生被害の著しい斜面では強い降雨に対して100%近い流出が発生していること、②火山灰堆積厚が小さく(11cm以下)、植生被害が比較的軽微な斜面では、流出が少ないことを報告した¹⁾。本年は、さらに1年間観測を継続するとともに、粒径が大きく異なる火山灰が堆積した斜面を観測斜面に加えた。以下、これまでの観測結果を示すとともにその結果に基づいて三宅島の新規火山灰堆積斜面の降雨流出特性について考察する。

2. 観測の概要

2.1 観測斜面の概要

図1に、三宅島島内における現地観測斜面の分布を示す。既報に比べて、西側斜面に1箇所観測斜面を増設した。表1に、各観測斜面の集水面積、斜面長（流出観測点と最上流点の間の直線距離）、平均勾配（流出観測点と最上流点の間の勾配）、各斜面における火山灰堆積厚、植生被害状況を示す。また、図2に、各斜面の表層部から採取した火山灰の粒度分布を示す。新たに増設した斜面に堆積した火山灰は、ほかの斜面に堆積した火山灰よりも際立って粒度が粗い。

2.2 観測方法

現地観測システムは、雨量計、表面流出を計測するための量水堰と水位計によって構成されている。まず、雨量計は、個々の観測斜面に転倒マス雨量計（Campbell社製のTE525(0.254mm転倒)）を設置した。量水堰は、幅50cm、高

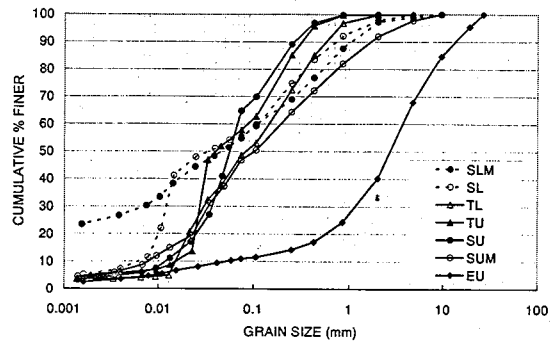


図2 各観測斜面の堆積火山灰の粒径分布

さ40cm、長さ80cmのステンレス製で、前面は、切り角90度、深さ20cmのノッチを有している。堰内の水位は、静電容量式水位計(50cm計、Unidata社製6521J)を使って計測した。そして、事前にこの堰に対して求めた水位-流量曲線を用いて、計測した水位から換算して、流量値を求めた。なお、雨量、流量の計測の時間間隔は、集水斜面の面積が小さいことを考慮し、30秒間隔で行った。

3. 観測結果と考察

各観測斜面において観測開始から2003年12月までに得られた全流出データを、縦軸に全流出高、横軸に一連の降雨の総雨量とした図として示す(図3)。図中の淡い色の点は7斜面全部におけるデータを示す。SU、SUMの2つの斜面のデータを表す点群は、全斜面の点群の中でも最も上部に分布している。すなわち、同じ総雨量に対して多くの流出が発生している。次いでSLM、TUの2つの斜面のデータが分布する。一方、SL、EUの斜面での流出は少ない。流出の多い斜面と比較すると数分の1である。なお、TLでは、流出が全く発生していない。この図の中では区別していないが、2002年と2003年の観測結果を分けてプロットしても顕著な差は見られなかった。この期間に流出特性は大きく変化していないと考えられる。

個々の斜面において、全流出高と総雨量の間には、EUとTLを除いてほぼ直線的な良い正の相関(0.7以上)が見られるので、その回帰直線の傾きを個々の斜面の平均流出率として火山灰の堆積厚と比較した(図4)。

なお、EUでは、相関が著しく悪く(相関係数0.3)、回帰直線を引く意義が失われていたが、ここでは他との比較のため、あえて回帰直線の傾き(0.035)を求め、これを平均流出率とした。なお、

表1 観測斜面の諸元

	Drainage area (m ²)	Mean slope angle	Thickness of tephra deposit (cm)	Ratio of survived trees (%)	Remarks
SU	82	28	60	3	Rill
SUM	36	21	46	5	Litter layer
SLM	475	14	26	35	Litter layer (0.46kg/m ²)
SL	138	19	11	87	Litter layer (1.7kg/m ²)
TU	204	20	15	15	Rill
TL	455	10	5	30	Grass cover, litter layer(1.2kg/m ²)
EU	163	26	60	0	

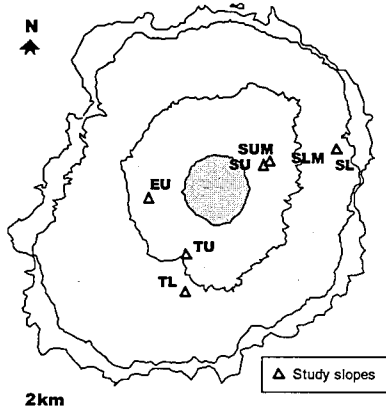


図1 観測斜面の位置

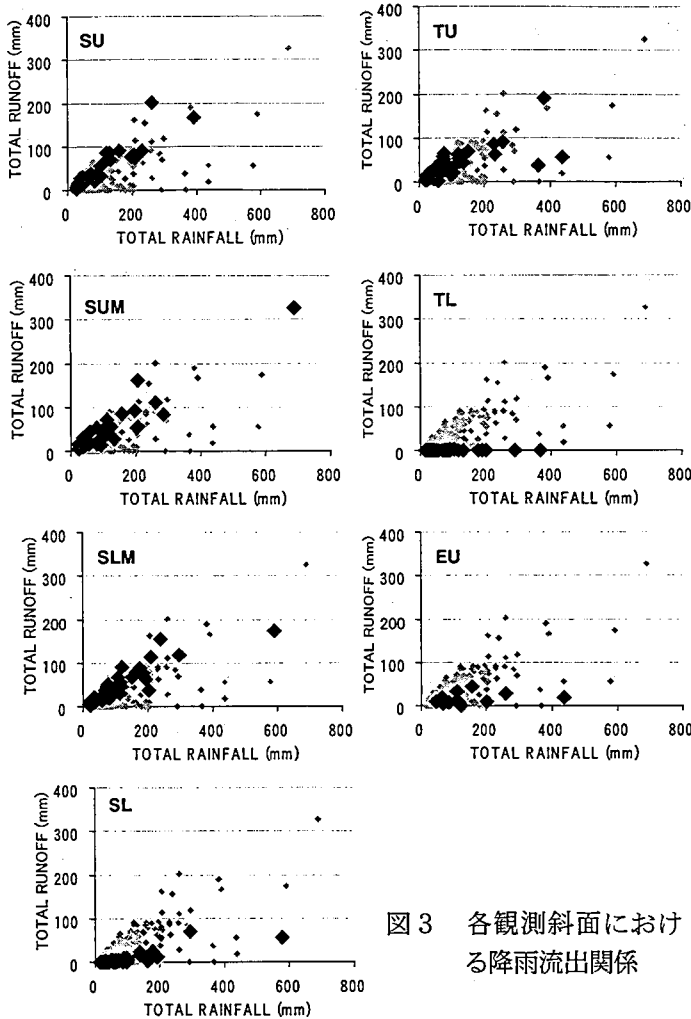


図3 各観測斜面における降雨流出関係

TLでは流出が全く観測されなかったため、流出率はゼロである。

図4によると、EUのみが、ほぼ同じ火山灰堆積厚を有する斜面と比べても著しく流出が少ないことが分かる。図2に示す通り、地表を被覆する火山灰の粒径が、EUのみ粗いためであると考えられる。

次に、細粒火山灰で覆われた斜面では流出率がそれぞれ異なる。以下では、SU、SUMを火山灰の「厚い斜面」、SLM、TU、SL、TLを火山灰の厚さが「中程度の斜面」と呼び、分けて議論する。

「厚い斜面」では、既報で述べたとおり、強い雨の時には雨水がほとんど100%流出する。そして、総流出量という点で言えば約50%となる。通常、噴火後の火山斜面で流出が経年的に減少するのは、侵食により火山灰の下にある透水性の高い層が部分的に露出して表流水を浸透させるためであると言われている。しかし、「厚い斜面」は、火山灰堆積厚が大きいので、透水性の大きな層が露出するに至っていないものと考えられる。そのため、斜面全体として見た場合も細粒火山灰の浸透能と同等に低い浸透能を有しているものと考えられる。また、「厚い斜面」では、植生が完全に破壊されているために、倒木が地表を覆うが、基本的には裸地である。そのため、降雨や流水の作用により堆積物表面に難透水性の土壌クラストが形成され易いということも流出率が高い理由として考えられる。

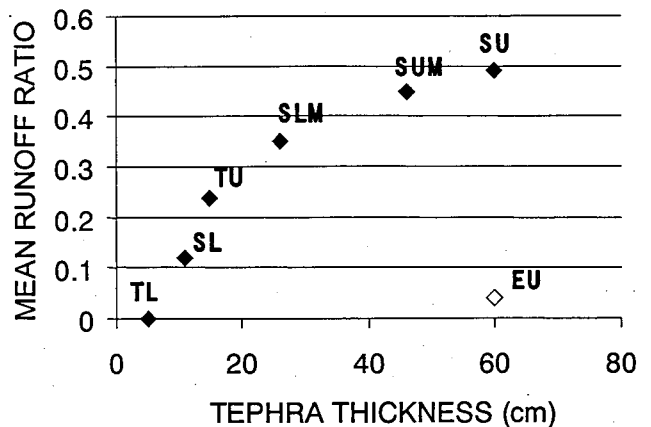


図4 各観測斜面における火山灰堆積厚と平均流出率

一方、「中程度の斜面」では、流出率は火山灰の堆積厚に応じて変化している。火山灰が不連続に地表を覆う場合であれば、斜面全体として見た場合の浸透能は、必ずしも火山灰の浸透能とは一致しない。火山灰に覆われていない地面の有するより高い浸透能の影響を受けて火山灰そのものの浸透能よりも高い値になることが考えられる。しかし、本研究が観測対象とする「中程度の斜面」では、筆者らが見る限り、どの斜面も完全に火山灰に斜面覆われているように見えることから、火山灰堆積厚の違いによる流出率の違いの原因をこのことに求めることは困難である。

一方、表1に示したように、「中程度の斜面」では、火山灰堆積厚に応じて植生の受けた被害程度が異なっている。SLやTLでは、下層植生や落葉層が地表を覆っている。これらは、地表を雨滴衝撃から守るためクラストの形成を妨げるとともに、地表流の流下を妨げることにより浸透を促す効果があると考えられる。その結果、ほぼ同じ細粒火山灰で覆われているにもかかわらず、「厚い斜面」よりも流出が少ないものと考えられる。SLM斜面は、落葉層は存在するが、その量がSLやTLに比べてまだ少なく、落葉層による流出を減らす効果が十分に発揮されていないものと考えられる。TUでは、「厚い斜面」と同様に植生が破壊され、落葉層も形成されていないにもかかわらず流出率が少ない。火山灰の厚さが「厚い斜面」に比べて15cmと薄いため、見た目では分からない亀裂等を通して雨水が下の透水性の高い層に浸透しているのかもしれない。

4. まとめ

今後は、さらに観測を継続し、火山灰堆積斜面における経時的な流出減少状況の解明を目指す予定である。

なお、現在も続行している三宅島の現地観測は、東京都三宅支庁および三宅村の協力を得て行っている。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 山越ほか：三宅島新規火山灰堆積斜面における降雨流出特性，平成15年度砂防学会研究発表会概要集，p.228-229，2003年5月