

地表面の状態に着目した火山灰の堆積状況の可視化

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○佐藤初洋, 藤沢康弘, 柁木敏仁, 池田暁彦
鹿兒島大学 地頭菌隆

1. はじめに

火山噴火によって火山灰が堆積した流域では、噴火前には土石流が発生しなかった小雨でも土石流が頻発することが、雲仙普賢岳 1990–1995 年噴火や三宅島 2000 年噴火の事例から知られている。このような降灰後の土石流の発生要因として、細粒の火山灰粒子が地表面の浸透能を著しく低下させ、表面流が発生しやすくなることが挙げられる (Collins & Dunne, 1986; 地頭菌ら, 1996)。

木佐ら (2013) は新燃岳 2011 年噴火に由来する火砕物が堆積した斜面の現地調査を行い、表面流発生の痕跡が認められた斜面において、表層が火山灰で緻密に埋められていたことを報告した。さらに、落葉層に火山灰が直接堆積している斜面と比較して、火山灰の下位に軽石が堆積している斜面では、より薄い降灰厚でも表面流の痕跡が認められたことを報告した。このように、降灰による斜面の水文環境の変化は、降灰厚だけでなく、堆積した場の条件や堆積状況と密接に関連していると考えられる。

しかし、火山によって火山灰の特性は様々であるため、地表面の状態を適切に評価するには条件を揃えた検証が望ましい。そこで本研究では、異なる地表の状態を模した条件での簡易的な降灰実験を実施し、それぞれの条件での堆積状況を可視化し、さらに今後検討すべき課題について考察した。

2. 実験手法

地表面の状態が火山灰の堆積状況におよぼす影響を可視化するため、地表面を模擬した土砂 (軽石や腐葉土) を敷き詰めた上に火山灰を散布して、その堆積状況を上方および側方から観察した (Fig. 1)。

火山灰は一定量ずつ散布することとし、表面が一樣に火山灰に被覆されるまで散布を繰り返した。散布する量は、事前にアクリルケース底に何も敷かず火山灰を散布したとき、堆積厚が 10 mm となる量とした。この時の散布した火山灰量から算出した堆積密度は 1.4 g/cm^3 で、桜島の火山灰の一般値 (1.5 g/cm^3) (真木ら, 2015) とほぼ一致することを確認した。散布して堆積した火山灰の厚さは、スケールをケース中央およびその四方の 5 箇所差し込んで測定した。

実験では、側方から堆積状況を観察できるよう、透明なアクリルケース (一辺 20 cm) を使用して、そこに土砂を敷き詰めた。敷き詰める土砂は、1) 細粒軽石 (中央粒径約 5 mm)、2) 中粒軽石 (中央粒径約 10 mm)、3) 粗粒軽石 (中央粒径約 17 mm)、4) 腐葉土とした。なお、軽石および腐葉土は園芸用の市販品を使用した。散布する火山灰は、桜島島内で採取した細粒火山灰 (中央粒径約 0.125 mm) を使用した。

3. 結果

細粒軽石を敷き詰めた条件では、火山灰を 10 mm 相当散布した時点で表面が火山灰に覆われた。このとき計測された堆積厚は $9 \pm 3 \text{ mm}$ ($n = 5, \pm \text{SD}$) だった。側面からの観察では、火山灰が軽石の間隙にわずかに落ち込むのが認められた。

中粒軽石では、火山灰を 10 mm 相当散布した時点で軽石の大部分が被覆されたが、一部の軽石が露出していた。20 mm 相当散布した時点で表面全体が火山灰に覆われた。このとき計測された堆積厚は $17 \pm 4 \text{ mm}$ ($n = 5, \pm \text{SD}$) だった。火山灰の間隙への落ち込みは、細粒軽石よりも顕著に認められた。

粗粒軽石では、火山灰を 10 mm 相当散布した時点で、軽石の上に多少火山灰が乗る程度で、大部分は軽石間隙に落下した。20 mm 相当散布すると一部が火山灰で被覆されるようになり、30 mm 相当散布した時点で全体が被覆された。このときの堆積厚は $11 \pm 3 \text{ mm}$ ($n = 5, \pm \text{SD}$) だった。火山灰の間隙への落ち込みは、軽石の中で最も顕著だった。

腐葉土では、火山灰を 4 mm 相当散布した時点で大部分が覆われたが、葉や枝の露出が認められた。10 mm 相当散布した時点で表面全体が火山灰に被覆された。腐葉土は軟らかく、スケール差し込み時の誤差が大きいことに留意する必要があるが、堆積厚は $13 \pm 4 \text{ mm}$ ($n = 5, \pm \text{SD}$) だった。火山灰の間隙への落ち込みは認められなかった。

4. 考察

10 mm 相当の火山灰を散布した段階での堆積状況は、敷き詰めた土砂の種類によって大きく異なった。細粒軽石や腐葉土では表面が火山灰で被覆されたが、粗粒軽石では一部が被覆されるにとどまった。中粒軽石は細粒と粗粒の中間的な被覆度合いを示した。

均一に軽石を敷き詰めた場合、火山灰散布前の表面の凹凸は、軽石の粒径以下で、十分に噛み合っていれば粒径の 1/2 程度になると推測される。したがって、均一に火山灰が堆積したならば、軽石の中央粒径相当の降灰量が堆積した時点で、表面の凹凸は火山灰によって、完全に被覆されると推定される。しかし、軽石の中央粒径が大きくなるほど、表面を覆うのに要する降灰量は粒径の変化分を越えて増加した (Fig. 2)。側方からの観察から、火山灰の一部は軽石の間隙に落下しており、凹凸がなく緻密な平坦面と、凹凸のある場所では、同じ降灰量でも堆積厚には乖離がある可能性が示唆された。

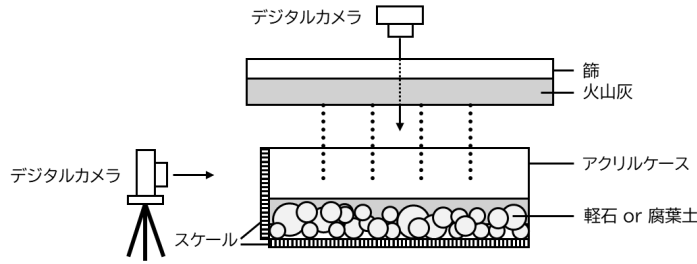


Fig. 1. 実験装置の概要.

Table 1. 火山灰が表面を被覆した時点の断面写真.

	軽石 (細粒)	軽石 (中粒)	軽石 (粗粒)	腐葉土
側面				
上面				
a	10 mm	20 mm	30 mm	10 mm

a, アクリルケース端を除いて全体が火山灰に覆われた時点での降灰量 (平坦面での降灰厚として示す)

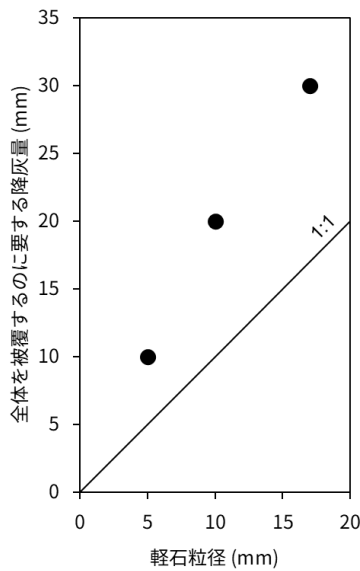


Fig. 2. 軽石の中央粒径ごとの火山灰が表面を被覆した時点の降灰量 (平坦面での堆積厚として示す).

5. まとめと今後の展望

簡易的な降灰実験から、火山灰の堆積状況を可視化した。同様の降灰量であっても、実際に堆積する火山灰の厚さは表面の条件によって異なる結果が得られた。また、土砂災害防止法による緊急調査では、アスファルト等の平坦面に堆積した火山灰の重さから

厚さを算出する。しかし、実際の山地斜面は林地や裸地となっていたり、火山灰の噴火に先行した粗粒な降下火砕物が堆積していたりする。その場合、平坦面では地表面が被覆されるほどの降灰が認められても、山地斜面では十分に火山灰には被覆されず、表面流の発生に至らない可能性がある。

本研究は火山灰を散布した直後の堆積状況を検討したが、現実には降灰後の降雨によって火山灰が下層の粒子の間隙に落ち込んだり、またモルタル化等により火山灰が固結したりすることが想定される(恩田ら, 1996; Tarasenko et al., 2019) ため、今後降雨の影響についても検証が必要である。また本実験では市販の腐葉土を使用した。実際の林地では草や枝が地表面を覆っており、より凹凸が大きくなると考えられる。実験環境を現実の場の条件に近づける工夫も将来的に検討すべき課題である。

謝辞 NPO 法人桜島ミュージアムの福島大輔博士には試料の提供および実験の便宜を図っていただいた。記して感謝いたします。

引用文献

- Collins & Dunne, 1986, GSA Bulletin, 97, 896–905.
- 地頭菌ら, 1996, 砂防学会誌, 49, 33–36.
- 木佐ら, 2013, 砂防学会誌, 65, 12–21.
- 真木ら, 2015, 京都大学防災研究所年報, 76–85
- 恩田ら, 1996, 砂防学会誌, 49, 25–30.
- Tarasenko et al., 2019, Bulletin of Volcanology, 81: 30.