

P 35 噴火活動停止後の雲仙普賢岳周辺斜面における噴火堆積物の浸透特性

森林総合研究所九州支所 ○小川泰浩・清水 晃
九州農業試験場 久保寺秀夫

1. はじめに

噴火活動中に土石流が頻発した雲仙普賢岳の山腹では、大量の火砕流堆積物が現在も残留している。それにもかかわらず噴火活動の停止に伴い土石流発生回数の減少が報告されている¹⁾。これは、西田ら²⁾、山越ら³⁾の火砕流堆積物斜面における土砂流出観測から土砂流出が減少傾向にある結果とも対応している。噴火活動停止後、火砕流堆積物斜面から土砂流出が減少したのは斜面表層に被覆された火山灰が流失した結果、浸透能が回復し、表面流が抑えられたためであると考えられる。これに対し、火山灰が堆積したヒノキ林地では、表面流で移動し再堆積した部分を中心に噴火活動後も豪雨時に表面流が発生していた⁴⁾。以上の結果は噴火活動後も火山灰の残留が浸透能低下を引き起こす原因であることを示唆している。しかし、これまでの調査では斜面に堆積した火山灰が流失し、地表面の浸透能が回復するメカニズムについて検討されていない。そこで、本研究では噴火活動停止後、雲仙普賢岳周辺斜面における浸透能回復の実態を明らかにするため、粒度分布、透水係数、表層の微細構造を比較調査した結果を報告する。

2. 調査地および調査方法

調査地は噴火活動中に火砕流が流下した火砕流堆積物斜面と火砕流に伴う降下火山灰が堆積した林地とした(図-1)。火砕流堆積物斜面の試料採取地は、宮縁ら⁵⁾から火砕流堆積物に覆われていると考えられる雲仙普賢岳赤松谷流域の裸地(標高 330m)とした。裸地の地表面では約 2cm の厚さで直下の堆積物層に比べ粗い砂礫の被覆(アーマコート)が観察された。対象林地として雲仙普賢岳北斜面のヒノキ林と眉山東斜面の広葉樹林を選定した。ヒノキ林地は普賢岳溶岩ドームから 2.5km 北方で標高 650m、広葉樹林地は普賢岳溶岩ドームから 5.8km 東方で標高 230m である。ヒノキ林地では、火山灰が厚さ 2~8cm、ヒノキリターが厚さ 1~2cm で堆積していた。広葉樹林地では、火山灰が厚さ 5~11cm、リターが厚さ 3~6cm で堆積していた。この調査地のうち裸地からアーマコートと深さ 4cm までの火砕流堆積物、林地の火山灰層と旧表土層からそれぞれ試料を採取し、粒度分析を行った。さらに噴火活動停止後の各調査地の透水性を明らかにするため、裸地、林地から容積 400cc の採土円筒で採取した試料の飽和透水試験を行った。以上の測定に加えて、噴火活動中の細粒火山灰堆積による初期状態の浸透特性を明らかにするため、400cc 採土円筒に 2cm の厚さで火砕流表層堆積物をつめ、その上に風乾した新生火山灰を 2cm 被覆させた試料で飽和透水試験を行った。この試験には火山灰をフルイで自然落下させた試料を用いた。土壤薄片作成は、前報⁴⁾と同様の方法に従った。各試料から土壤の垂直断面と水平断面の土壤薄片を作成した。これらの薄片の垂直、水平断面を拡大し、一辺 0.25mm のメッシュに区分した。このうち孔隙が存在するメッシュを数えて、土壤薄片の孔隙面積率を求めた。

3. 結果および考察

3.1 表層堆積物の粒度分布

図-2 に裸地のアーマコート、深さ 4cm までの裸地表層堆積物(アーマコートを含む)、林地の火山灰層、林地の旧表土層の粒度分布を示した。裸地のアーマコートは 0.075mm 以下の粒径であるシルト、粘土をほとんど含んでいなかった。一方、裸地表層堆積物はアーマコートと比べ、粒径の異なる粒子を広範囲に含んでいた。この結果は地表面の土砂が表面流によって選択的に流出したことを示唆している。林地の火山灰層では、ヒノキ林地、広葉樹林地がほぼ同じ粒度分布を示した。このように林地には細粒の火山灰が堆積しているのに対し、火砕流堆積物表層では細粒物質が非常に少なかった。すなわち火砕流堆積物表層から細粒の火山灰は既に流出してしまっただと考えられた。

3.2 表層堆積物の透水性

表-1 に飽和透水試験結果を示した。火砕流堆積物表層の飽和透水係数は、ヒノキ林地火山灰層の透水係数とほぼ同じ 10^{-3} オーダーであり、林地の旧表土層の透水係数より低い値を示した。この値は 10^{-4} オーダーの値を示した火山灰被覆試料より大きく、火砕流堆積物表層の浸透特性は通常の降雨に対して表面流が生じない状態にあると考えられた。林地における火山灰層の透水係数はヒノキ林地が広葉樹林地に比べ高い値を示した。これは、ヒノキ林地の火山灰層には細片化したヒノキリターが混入し孔隙が多い構造になる⁴⁾のに対し、広葉樹林地の火山灰層はリターの立体的な混入がなく、火山灰が密な状態で堆積したためと考えられた。火山灰被覆試料の透水係数は、他の試料と比べ最も低い 10^{-4} オーダーの値をとった。これにより細粒の降下火山灰が表層を被覆すると透水性の低下が生じることが認められた。

3.3 表層堆積物の土壤微細構造

調査地ごとに土壤薄片の顕微鏡観察を行った。ヒノキ林地火山灰層の垂直、水平断面には、ともに細片化したヒノキリターが存在し、直径 0.1~2.0mm の連続した孔隙が分布していた。ヒノキ林地旧表土層の垂直、水平断面には、直径 0.1~1.1mm の連続した孔隙が分布していた。広葉樹林地火山灰層の垂直断面には直径 0.1~2.6mm 孔隙が分布し、水平断面には直径 0.1~2.0mm の孔隙が分布していた。また、火山灰層に混入したリターの周囲に連続した孔隙が分布していた。広葉樹林地旧表土層の垂直断面には直径 0.1~1.9mm の孔隙が分布し、水平断面には直径 0.1~3.0mm の孔隙が分布しており、団粒の周囲に連続した孔隙が存在していた。火砕流堆積物表層の垂直断面には直径 0.1~2.6mm の孔隙が分布し、水平断面には直径 0.1~1.8mm の孔隙が分布していた。垂直断面の顕微鏡観察からアーマ

コートは厚さ1~2cmであった。火砕流堆積物表層上部のアーマコートには連続した孔隙が分布し、細粒の土粒子が少ない状態であった。アーマコートより下部では連続した孔隙が少なく直径1mm程度の独立した孔隙が多数分布していた。さらに詳細に計測しなかったが、土粒子間に直径0.1mm以下の孔隙も多数分布していた。表-2に直径0.1mm以上の孔隙率を示した。林地の旧表土層の孔隙率は火山灰層や火砕流堆積物表層より垂直、水平断面ともに高い値を示した。火砕流堆積物表層の孔隙率は、垂直、水平断面ともに広葉樹林地の火山灰層と同様の低い値であった。しかしながら、火砕流堆積物表層の透水係数は広葉樹林地火山灰層より高い値を示していた。以上の結果から、火砕流堆積物表層ではアーマコートのような連続した孔隙が形成されるとともに直径1mm程度の孔隙や直径0.1mm以下の孔隙が多数存在する堆積構造が表層の透水性を回復させたと考えられた。

4. まとめ

噴火活動停止後の火砕流堆積物表層と林地における表層堆積物の実態を明らかにするため粒度試験、飽和透水試験を行った。さらに表層堆積物の土壌薄片を作成し土壌微細構造を観察した。粒度試験から林地の火山灰層は、シルト、粘土を多く含んでいるのに対し、火砕流堆積物表層にはほとんど含まれないことから細粒火山灰は表層から流出したと考えられた。雲仙普賢岳の周辺斜面表層の透水係数から通常の降雨で表面流は発生しないと考えられた。一方、細粒の降下火山灰を被覆させた試料の透水係数は火砕流堆積物の透水係数より低い値を示した。すなわち細粒の火山灰堆積が地表の浸透特性の低下を引き起こしたと考えられた。土壌微細構造の観察からヒノキ林地、広葉樹林地の火山灰層にはリター周囲に孔隙が分布し、孔隙径はほぼ同じ範囲であった。火砕流堆積物ではアーマコートが形成され、土粒子間に孔隙の多い堆積構造が見られた。また、孔隙率は火砕流堆積物の垂直、水平断面ともに最も低い値を示したが、直径0.1mm以下の孔隙は多数分布していた。以上の結果から噴火活動停止後、雲仙普賢岳の周辺斜面表層の浸透特性は回復していると考えられた。さらに火砕流堆積物表層の浸透特性の回復については表層に堆積した火山灰が流失した結果、アーマコートに見られる連続した孔隙や0.1mm以下の孔隙に富む堆積構造に火砕流堆積物表層が変化したためと考えられた。

引用文献

- (1) 寺本行芳・地頭園隆・下川悦郎・安養寺信夫：雲仙水無川流域における流出土砂量の経年変化。新砂防,50-3,35-39,1997,(2) 西田頭郎・小橋澄治・水山高久：雲仙普賢岳火砕流堆積斜面における植生回復による表面流・土砂流出の変化。日緑工誌 23-4,249-255,1998,(3) 山越隆雄・諏訪浩：雲仙普賢岳火砕流堆積斜面における植生回復に伴う表面流・土砂流出特性の変化。新砂防,51-3,3-10,1998,(4) 小川泰浩・清水晃・久保寺秀夫：雲仙普賢岳のヒノキ林地における火山灰層の微細構造。平成10年度砂防学会研究発表会概要集,342-343,(5) 宮縁育夫・清水晃・小川泰浩：雲仙普賢岳周辺に分布する噴火堆積物。日林九支研論,50,149-150,1997



図-1 調査地の位置

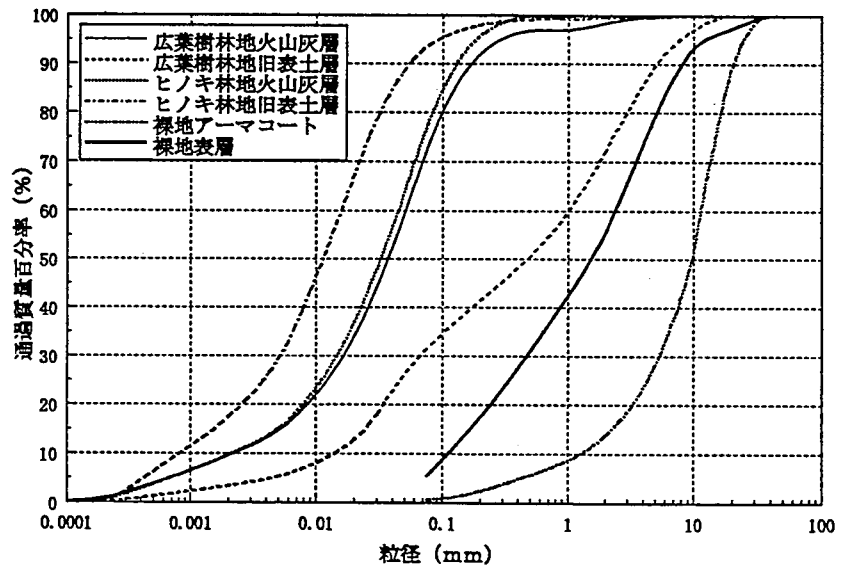


図-2 林地と裸地の粒度分布

表-1 林地と火砕流堆積物表層の飽和透水係数

	飽和透水係数 (cm/sec)
ヒノキ林地火山灰層	6.56*10 ⁻³
ヒノキ林地旧表土層	1.35*10 ⁻²
広葉樹林地火山灰層	1.38*10 ⁻³
広葉樹林地旧表土層	1.13*10 ⁻²
火砕流堆積物表層	4.78*10 ⁻³
自然落下火山灰被覆試料	4.72*10 ⁻⁴

注) 火砕流堆積物表層はアーマコートを含む。

表-2 土壌薄片の垂直断面、水平断面の孔隙率

	垂直断面(%)	水平断面(%)
ヒノキ林地火山灰層	18.6	23.1
ヒノキ林地旧表土層	31.4	34.4
広葉樹林地火山灰層	14.1	19.4
広葉樹林地旧表土層	27.8	26.7
火砕流堆積物表層	15.0	18.8

注) 直径0.1mm以上の孔隙を対象とした。