

速報

火山灰被覆斜面における土砂の移動及び堆積に関する研究（Ⅱ）^{*1}

—自然降雨による細粒火山灰流出実験—

小川泰浩^{*2} ・ 大丸裕武^{*2}

キーワード：細粒火山灰，自然降雨実験，表面流

I. はじめに

雲仙普賢岳噴火に伴う細粒火山灰層は浸透能が急激に低下する性質を持ち(3)，細粒火山灰が堆積した地表では表面流が発生しやすくなることが知られている。細粒火山灰は地表に堆積すると表面流とともに容易に流出する性質も持っており(5)，浸透能低下機構の解明とともに火山灰流出過程を解明する必要がある。これまで火山灰堆積斜面の表面流出発生に関わる降雨・浸透特性は降雨実験により定量的に評価されている(1, 4)が，火山灰流出特性の定量的評価には至っていない。そこで，本研究では山腹斜面に実験区画を設け，細粒火山灰を2 cm被覆した長方形実験区画から降雨時に流出した火山灰と表面流を計測し降雨ごとに整理した結果を報告する。

II. 実験試料

2001年2月16日に実験試料を得るため，雲仙普賢岳南東斜面の治山ダム上流の平坦面(標高約330m)から細粒火山灰を採取した。当時の採取地点周辺は長崎県による治山ダム建設工事の最中で，地表は攪乱されていた。よって採取試料は攪乱された火砕流堆積物の細粒分が流水により移動し地表に堆積していたものである。現地より持ち帰った試料から0.42mmフルイでゴミや粗粒土砂を取り除いたものを実験に用いた。粒度分析によって試料は粘土分9%，シルト分60%，細砂分31%で構成されたシルト質火山灰であった。

III. 実験方法

降雨流出実験は森林総合研究所九州支所立田山実験林内(10林班に小班)のスギ林に近接した裸地斜面(傾斜11度，標高86m)で行った。土壌は安山岩質集塊岩の風化物と推定され，A層の発達の良い地帯である(6)。土壌型はBc型であり(6)，表層土壌の飽和透水係数は 2.69×10^{-3} (cm/sec)であった。この斜面では実験前に地表のA₀層を取り去り，斜面縦断方向に2.5m，

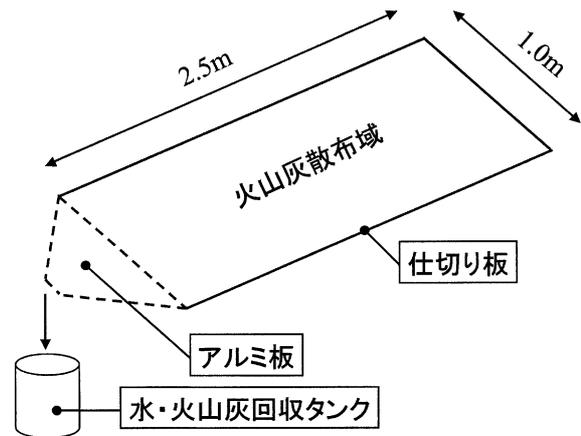


図-1. 実験区画の概要

横断方向に1.0mの長方形実験区画(以降，実験区画と呼ぶ)を設定した。図-1に実験区画の概要を示す。この実験区画を約10ヶ月間ビニルシートをかけた状態で静置して地表面を安定させた後，厚さが2 cmとなるようにフルイにより斜面上方から均一に火山灰を散布した。散布総重量は60.5kgとなった。雨量は0.5mm転倒ます雨量計により実験区画より2.5m上方に離れた場所で観測した。実験開始と同時に実験区画を覆っていたビニルシートを開放し，実験終了時に再び覆い，実験時以外は火山灰層に降雨が当たらないようにした。実験区画の下端には表面流を回収タンクに導くためのアルミ板を設置した。タンクに集まった懸濁水は105度で炉乾し水と火山灰に分離した。火山灰の総流出量は炉乾燥重量とし，表面流の総流出量は懸濁水の重量から火山灰の炉乾燥重量を差し引いた値とした。各実験後の地表面の侵食状況を把握するため地表面の定点写真撮影とスケッチを行った。

IV. 結果及び考察

1. 火山灰被覆面の表面流出と火山灰流出

^{*1} Ogawa, Y. and Daimaru, H.: Sedimentation and erosion on slopes covered with pyroclastic deposit (Ⅱ) Surface runoff and erosion of fine-grained volcanic ash layer under natural rainfall

^{*2} 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center, For. Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862

表-1. 降雨流出実験の結果

実験番号	実験日	実験時間	総降雨量 (mm)	有効降雨量 (mm)	1分最大雨量 (mm)	3分最大雨量 (mm)	5分最大雨量 (mm)	10分最大雨量 (mm)	表面流出量 (l)	表面流出量 (mm)	流出率 (%)	火山灰流出量 (g)	火山灰濃度 (g/l)
1	2003/5/30	14:05-15:40	0	-	0	0	0	0	0	0	-	0	-
2	2003/5/31	9:05-10:50	2.5	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	-	0	-
3	2003/6/19	8:51-15:00	7.5	-	0.5	1.5	2.0	2.5	0	0	-	0	-
4	2003/6/23	15:24-18:30	12.5	-	0.5	0.5	1.0	1.5	0	0	-	0	-
5	2003/6/23-24	18:30- 9:00	30.0	-	1.0	2.5	3.5	5.0	-	-	-	2538.1	-
6	2003/6/24	10:00-16:30	3.0	-	0.5	0.5	0.5	1.0	0	0	-	0	-
7	2003/6/27	10:25-19:05	8.0	6.5	1.0	2.0	3.0	4.5	9.07	3.70	56.9	982.9	108.4
8	2003/6/28	10:43-12:20	1.5	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	-	0	-
9	2003/7/3	15:30-18:30	3.0	-	0.5	0.5	0.5	1.0	0	0	-	0	-
10	2003/7/7	15:00-16:00	3.5	2.0	0.5	1.0	1.5	2.0	1.23	0.50	25.1	149.4	121.5
11	2003/7/9	15:00-16:00	7.0	6.5	1.0	3.0	4.5	3.5	11.03	4.49	69.1	2641.9	239.5
12	2003/7/11-12	17:30-11:00	157.5	-	2.5	6.5	10.0	16.0	-	-	-	48870.1	-

注) 総降雨量は実験時間内の全ての雨量であり、有効降雨量は実験降雨のなかでも表面流が発生していた時の雨量。
 実験番号12の火山灰流出量は残留量から逆算した推定値。
 実験番号5, 12の表面流出量、火山灰流出量は回収タンク容量を上回ったため総流出量が得られていない。
 -測定データなし

実験期間は2003年の5月30日から7月12日である。表-1に実験結果を示す。有効降雨とは実験時間降雨の中でも表面流が発生していると推定される降雨イベントの総雨量である。表面流出は5イベント(実験番号5, 7, 10, 11, 12)が得られ、このうち3イベント(実験番号7, 10, 11)が表面流出をタンクに全量採取された。残りの2イベント(実験番号5, 12)は表面流がタンク容量を上回り水ならびに火山灰の全量回収ができなかったため、流出率・火山灰濃度の計算から除外した。実験番号12(7月12日)では記録的な豪雨を受け火山灰のほとんどが流出してしまい、この時点で実験を終了した。表-1より全量回収した表面流の火山灰濃度は100-200(g/l)となった。また、10分最大雨量が2mm以上の降雨で表面流が発生し、流出率も高い値(25-69%)を示した。実験時の降雨条件の違いによる表面流出実態を検討するため、表-1より以下に示す2つの方法で比較した。①「実験時の総降雨量がほぼ同じで表面流出があった事例となかった事例の比較」ならびに②「実験継続時間が同じで表面流出が発生した事例の比較」である。①は6月19日(表面流発生なし)と6月27日(表面流発生)となり(図-2)、②は7月7日と7月9日となった(図-3)。①の降雨では6月27日が6月19日よりも降雨

が短時間に集中しており、一定時間降雨が継続するより短時間の降雨で表面流が発生していることが認められる(図-2)。また、②の降雨では両日ともに短時間の降雨で表面流が発生しているが(図-3)、7月9日は7月7日よりも短時間降雨強度が高く、7月9日の表面流や火山灰の総流出量も多いことが認められる(表-1)。①、②の比較により表面流は短時間に降雨が集中することによって発生し、表面流出量は短時間降雨強度が高いほど増加することが明らかになった。

以上より実験時に発生した表面流は地表の浸透能を上回る降雨で発生する Horton型表面流であると推察される。

2. 火山灰層の侵食状況

表面流が発生した後の地表面の侵食状況を図-4に示す。表面流発生直前(6月23日)の火山灰層は凹凸がほとんど見られない状況であった。しかし、6月23日から24日にわたる降雨で表面流が初観測された時の火山灰層では地表にリルが認められた(図-4a)。リルは実験区画の下端から斜面上方へ1.1mの範囲に位置し、リル深さは0.5-1.5cmであった。このようなリル形成は、斜面上方より面状に発生した表面流が斜面下方の地表の微小な凹凸で集水し、火山灰層に洗掘が生じたことを示唆している。図-

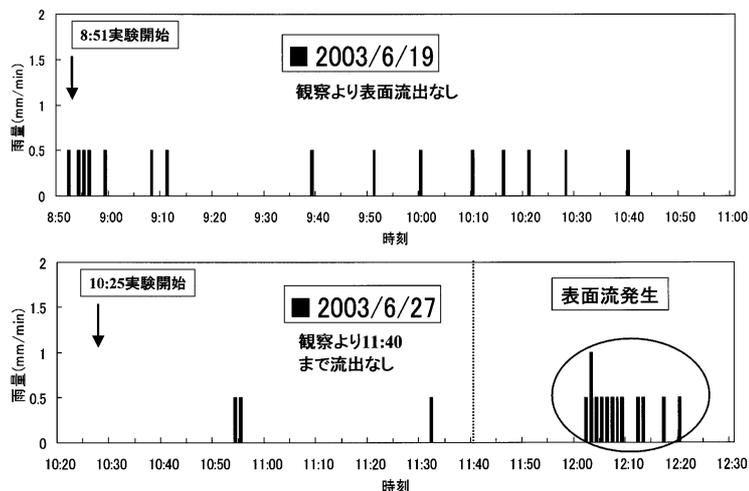


図-2. 総降雨量がほぼ同じで表面流出があった場合とない場合の降雨の比較

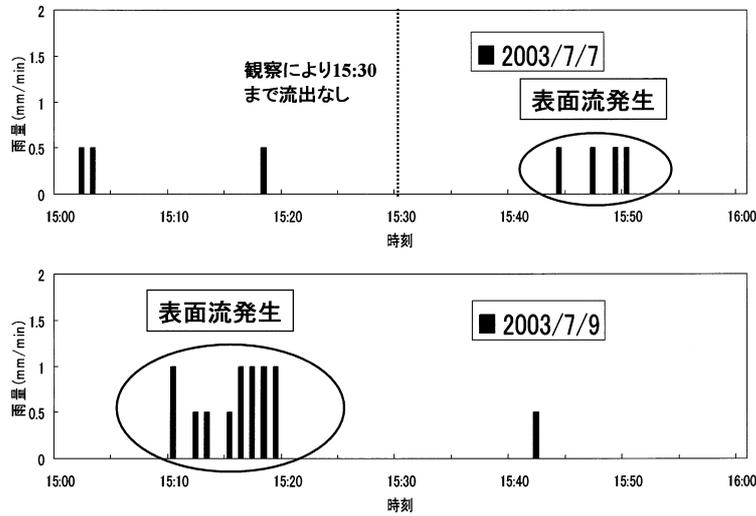
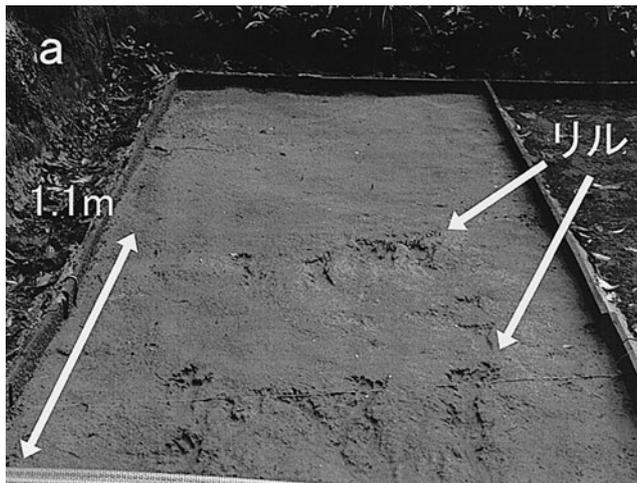


図- 3. 実験継続時間が同じで表面流出が発生した場合の降雨の比較



a ; 2003年6月24日



b ; 2003年7月9日

図- 4. 実験区画の下端から見た火山灰層侵食状況

上述のように7月12日に立田山実験林の位置する熊本市は記録的な集中豪雨を受けた。この日に実験林から2.4km西に離れた熊本地方気象台の雨量観測(2)では、最大1時間雨量が統計期間(1891年1月から2003年12月)の極値(80.5mm)を記録した。一方、実験斜面の雨量観測では日雨量が229.5mm、最大1時間雨量(6:18-7:17)が70mm、最大10分間雨量(6:29-6:38)が16mmを記録した。特に5時30分から7時29分の2時間雨量は96.5mmとなり、早朝に日雨量の42%(観測期間雨量で換算すると61%)の降雨が実験区画に集中した結果、実験区画の火山灰層が流出したと考えられる。

V. おわりに

本報は数例の実験結果による検討であるが、2mm程度の10分雨量に伴い重量比で10%の火山灰濃度の表面流が発生することが明らかになった。今後さらに実験によりデータを集積し、火山灰流出特性を解析する予定である。

引用文献

- (1) 河原田禮次郎・長勝史(1984) 桜島地域学術調査協議会調査研究報告, 鹿児島県総務部消防防災課, 174-176.
- (2) 気象庁ホームページ「電子閲覧室, <http://www.data.kishou.go.jp/>」熊本地方気象台雨量観測.
- (3) 小橋澄治ほか(1994) 砂防学会誌 47(1):47-50.
- (4) 森脇寛(1983) 日林論 94:617-618.
- (5) 小川泰浩ほか(2003) 砂防学会誌 55(5):22-30.
- (6) 森林総合研究所九州支所(2000) 立田山実験林施業計画, 63pp.

(2003年11月15日 受付; 2003年12月24日 受理)

4 bは7月9日の火山灰層の状況で、リルはさらに斜面上方へ拡大し(下端から1.3mの範囲)、リル深さは1.5-2 cmになった。