

桜島の噴火活動の盛衰が表面侵食土砂量と植生の生長量に及ぼす影響

寺本行芳<sup>1</sup>・下川悦郎<sup>1</sup>

Effect of ebb and flow of volcanic activity on sediment yield by sheet erosion and growth of vegetation on the hillside slope of Mount Sakurajima

Yuki Yoshi Teramoto<sup>1</sup> and Etsuro Shimokawa<sup>1</sup>

**Abstract:** Field surveys were carried out in order to clarify the differences in sediment yield by sheet erosion and growth of vegetation caused by periods of both heightened and low volcanic activity on the hillside slope of Mount Sakurajima covered with broadleaf tree. The amounts of sediment yield and volcanic ash during period of low volcanic activity were about 1 % of those measured during period of heightened activity. Moreover, index tree ring width of *Machilus thunbergii* and infiltration capacity during period of low volcanic activity were larger than those during period of heightened activity. The reason for large decrease in sediment yield by sheet erosion during period of low volcanic activity was thought to be due to the increase of infiltration capacity and the decrease in the magnitude of the surface runoff caused by the recovery of the vegetation following the ebb of volcanic activity.

1 はじめに

桜島における現在の噴火活動は、1955年から2007年の現在まで50年以上継続している。とくに1974年から1986年にかけて年間爆発回数はほとんどの年で200回以上の高い値で推移し、1985年には1955年の観測開始以来最高の474回を記録した。噴火活動は1994年以降衰退し、2003年以降の年間爆発回数は20回程度と大きく減少している(鹿児島地方気象台, 1955~2006)。こうした桜島の噴火活動の盛衰は、表面流と土石流の発生に対する降雨条件ならびに流出特性に影響を及ぼす(地頭菌・下川, 1989, 1991)。地頭菌・下川(1989, 1991)は、桜島の噴火活動が相対的に活発な期間の方が穏やかなそれに比べ少ない降雨で表面流および土石流が発生していること、同程度の降雨条件に対する表面流および土石流の規模は活動が相対的に活発な期間の方が大きいことを確認している。

噴火活動の盛衰が植生の生長に及ぼす影響については、寺澤ら(2000)の研究例が挙げられる程度で少ない。寺澤ら(2000)は、1977年に噴火した有珠山の降灰の影響を受けた広葉樹の年輪解析を行い、噴火翌年における樹木の生長量は噴火前のそれに比べ著しく低下したことを報告している。

本論では、桜島の噴火活動の盛衰が表面侵食土砂量および植生の生長量に及ぼす影響について検討することを目的としている。

2 調査地と方法

調査地は、桜島の北側斜面に位置するアミダ川流域である(図1)。表面侵食土砂量を測定するための試験地を、同流域標高400m地点の広葉樹林斜面に2箇所設けた(図1●印)。以下、斜面の平均傾斜34度の試験地をSheet A, 同43度のそれをSheet Bという(写真1)。長さ5m×幅2mの長方形区画から表面侵食によって生産された土砂を、下流端に設置した容器で採取し、その重量を測定した(写真1)。土砂の測定と同時に降灰量の測定も行った(図1●印)。

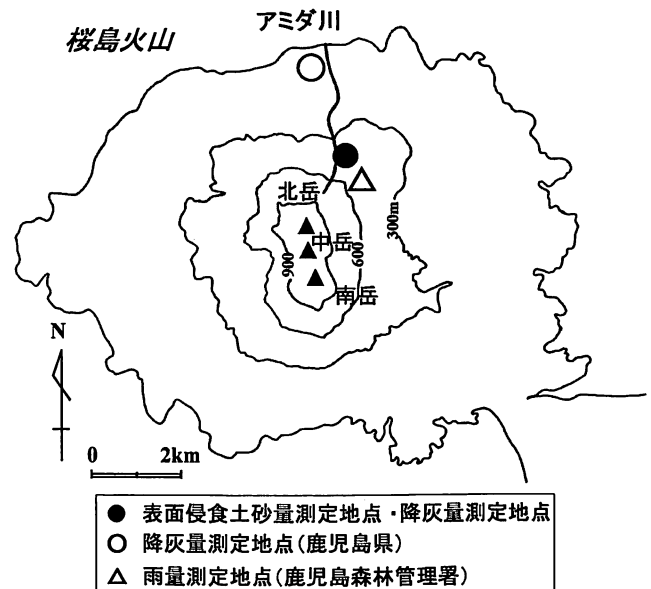


図1: 調査地

<sup>1</sup> 鹿児島大学農学部, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, 1-21-24 korimoto, Kagoshima, 890-0065 Japan

降灰量の測定は土砂量の測定日に実施している。土砂量および降灰量は炉乾燥重量である。土砂量および降灰量の測定は2005年4月から2007年4月まで

の2年間実施した。活発な噴火活動中の表面侵食土砂量および降灰量の測定は、全く同じ斜面において1985年2月から1986年2月にかけて行われている。表面侵食土砂量および降灰量の測定条件も同様である(下川・地頭菌, 1987)。試験地およびその周辺の植生は、上層はタブノキ(2007年時点で樹齢37年)、中・下層はヒサカキ、ネズミモチ、ハクサンボク、ススキなどから構成される(写真2)。試験地の土層は、表層から順に降下火山灰の堆積層、土壌層、大正噴火による降下軽石層、土壌層、文明降下軽石層からなる。



写真1：試験地の状況

噴火活動の盛衰に伴う植生の生長量の変化を確認するため、試験地およびその周辺の上層木であるタブノキの標準年輪曲線を作成した。標準年輪曲線は、樹木の生長特性の違いおよび周辺樹木との競争に伴う年輪幅の変動の影響を取り除くことができる(日本林業技術協会, 2001)。曲線の作成方法は以下の通りである。タブノキの幹の地上から1.2mの位置における傾斜方向と、傾斜方向に対して垂直な方向の2箇所から生長錐を用いて木片を採取、それらの平均値を年輪幅とした。さらに年輪幅の経年変化を指数関数で近似し、その年の年輪幅を、近似曲線から推定したその年における年輪幅で除すことにより年輪幅指数を求めた。木片を採取した30本のタブノキ

について上記の方法で年輪幅指数を求め、それらを平均して標準年輪曲線を作成した。なお、木片を採取した2007年時点におけるタブノキの樹齢は35年から37年である。



写真2：試験地およびその周辺の植生

また、試験地周辺において浸透能を測定した。その方法は次の通りである(下川・地頭菌, 1987)。①仕切られた区画(長さ1m×幅0.5m)の全面に如雨露で真上から散水し、その水が地中に浸透しないで地上を流出した量をその下端で計測する。②散水量(2,000cc, 雨量に換算して4mm)から流出量を差し引いて浸透水量を求める。③浸透水量を浸透に要した(散水開始から流出終了までの)時間で割って浸透能を求める。なお、散水は流出量がほぼ一定値になるまで3~4回繰り返して行い、最終の測定値を浸透能とした。

### 3 調査地における年降灰量の経年変化

図2は、アミダ川下流(図1○印)において測定された年降灰量(鹿児島県, 1978~2006)を、測定開始の1978年から経年的に示したものである。桜島の噴火活動が活発であった1978年から1993年の年降灰量は大きな値であり、1985年には測定以来最高の約65kg/m<sup>2</sup>を記録している。年降灰量は、1994年以降の噴火活動の衰退に伴い大きく減少している。特に2003年以降の年降灰量は大幅に減少し約0.1kg/m<sup>2</sup>(平均値)である。表面侵食土砂量の測定が行われた1985年から1986年(下川・地頭菌, 1987)と2005年から2007年を比較すると、前者は噴火活動が活発で降灰量が多かった期間、後者は噴火活動が穏やか

で降灰量が少なかった期間に相当する。

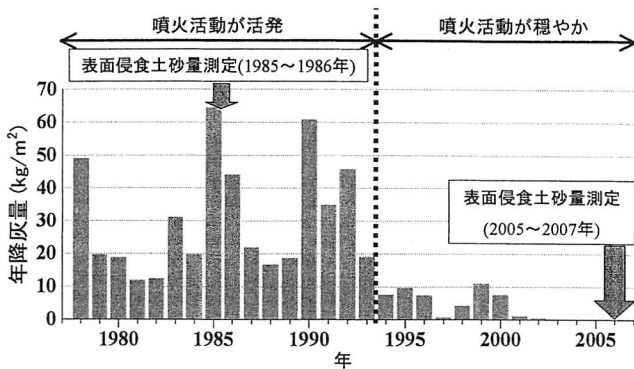


図2：アミダ川下流における 1978～2006 年の年降水量の変化

#### 4 噴火活動の盛衰が表面侵食土砂量と植生の生長量に及ぼす影響

図3は、期間雨量と Sheet A および Sheet B における表面侵食土砂量の関係である。ここでいう期間雨量とは、土砂の測定日から次の測定日までの総雨量である。なお、噴火活動が活発であった1985年2月から1986年2月の期間に得られたデータ（下川・地頭菌，1987）と、穏やかであった2005年4月から2007年4月の期間に得られたそれは区別してプロットしている。さらに図4は、期間雨量内の最大60分間雨量と Sheet A および Sheet B における表面侵食土砂量の関係を、図3と同様に区分してプロットしたものである。分析に用いた雨量は、試験地から約500m離れた地点で鹿児島森林管理署によって測定された（図1△印）。図3および図4によると、表面侵食土砂量は両期間ともに雨量強度の増加に伴って大きくなっているものの、雨量強度が同程度の場合、噴火活動が穏やかであった期間における表面侵食土砂量は、活動が活発であった期間におけるそれに比べ大きなもので10分の1以下である。

表1は、噴火活動が活発であった1985年2月から1986年2月の期間（下川・地頭菌，1987）と穏やかであった2005年4月から2007年4月のそれに試験地で測定された表面侵食土砂量および降灰量，ならびに雨量（鹿児島森林管理著，1985～2007）をそれぞれ同期間で集計して、比較したものである。噴火活動が穏やかな活動のもとで得られた表面侵食土砂量および降灰量は、活発な活動のもとで得られたそれらの1%程度である。噴火活動の衰退に伴い表面侵食土砂量は大幅に減少している。

試験地における表面侵食土砂量が大幅に減少したおもな原因として、噴火活動の衰退に伴う降灰および火山ガスの影響の減少により植生が回復し斜面の浸透能が増加したこと、浸透能の増加に伴って表面流の発生条件がより緩和されたことが挙げられる。

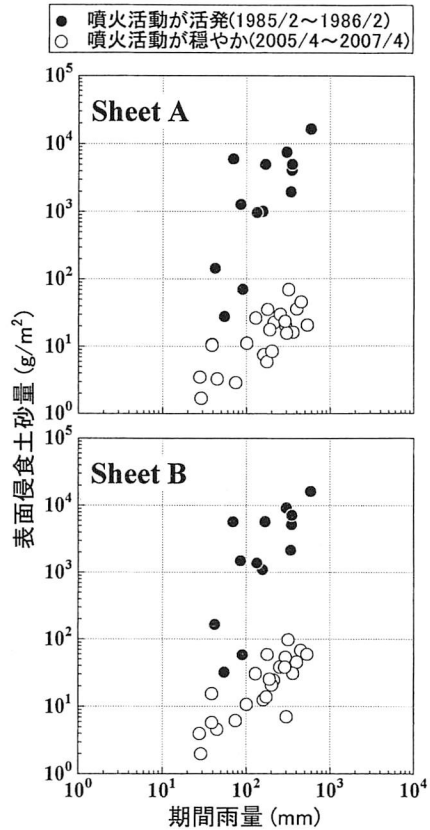


図3：期間雨量と表面侵食土砂量の関係

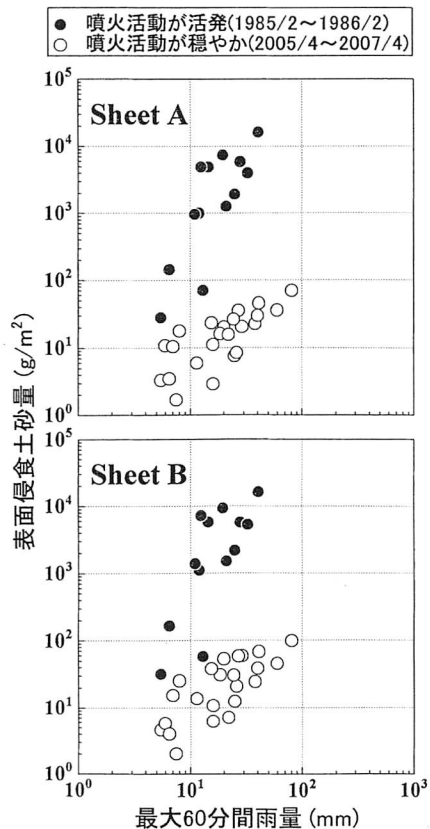


図4：最大60分間雨量と表面侵食土砂量の関係

表 1：噴火活動の盛衰に伴う表面侵食土砂量の変化

測定地点	測定期間	表面侵食土砂量(g/m <sup>2</sup> )	降灰量(g/m <sup>2</sup> )	雨量(mm)
Sheet A Sheet B	1985/2～1986/2	49,156 56,144	109,930	2,740
Sheet A Sheet B	2005/4～2006/4	167 290	1,048	2,386
Sheet A Sheet B	2006/4～2007/4	280 385	1,304	2,440

図 5 はタブノキの標準年輪曲線である。縦軸の年輪幅指数は、アミダ川下流における年降灰量の変化(図 2)と同様、1978年から2006年の期間を示した。図によると、噴火活動が活発であった1978年から1993年の期間における年輪幅指数の平均値は約0.9、穏やかであった1994年から2006年の期間におけるそれは約1.1であり、活動の衰退に伴って年輪幅指数が増加し植生は回復している。

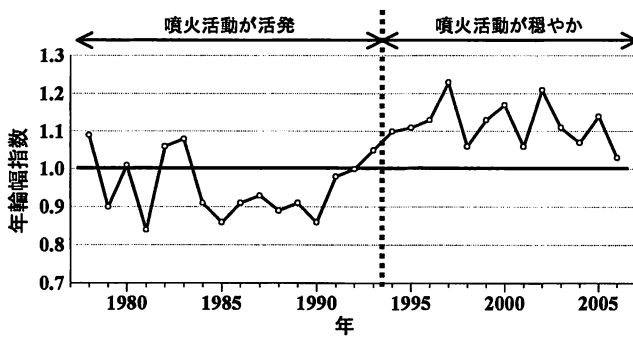


図 5：タブノキの標準年輪曲線

表 2 は、噴火活動が活発であった1986年(下川・地頭菌, 1987)と穏やかであった2006年に試験地周辺で測定した斜面の浸透能を比較したものである。似たような傾斜でみると、2006年における浸透能は1986年におけるその約1.9倍(平均値)となっている。噴火活動の衰退に伴う植生回復(図 5)によって火山灰層中の腐植が増加し、表層火山灰層中の空隙が大きくなるため、浸透能は大きく増加したと考えられる。試験地における噴火活動が活発であった1986年時点での腐植層は0～2cmで地表は火山灰が露出したところが多くみられるもの(下川・地頭菌, 1987)、穏やかな2006年時点での腐植層は6cmで、落葉が地表全面を覆っている。さらに、寺本ら(2005)は、試験地周辺で噴火活動が活発であった1986年と穏やかであった2004年の表層火山灰層の間隙比を比較し、2004年における表層火山灰層の間隙比の方が大きいことを確認している。

表 2：噴火活動の盛衰に伴う浸透能の変化

測定年	斜面の傾斜(度)	浸透能(mm/hr)
1986	23	74
	33	70
2006	21	164
	35	110

## 5 まとめ

アミダ川流域標高400m地点の広葉樹斜面では、噴火活動の衰退に伴って年降灰量は約109.9kg/m<sup>2</sup>(1985年2月～1986年2月)から約1.2kg/m<sup>2</sup>(平均値)(2005年4月～2006年4月および2006年4月～2007年4月)へ、年表面侵食土砂量は約52.6kg/m<sup>2</sup>(平均値)(1985年2月～1986年2月)から約0.3kg/m<sup>2</sup>(平均値)(2005年4月～2006年4月および2006年4月～2007年4月)へ大きく減少した。試験地の土層木であるタブノキの年輪幅指数および斜面の浸透能は噴火活動の衰退に伴って増加した。表面侵食土砂量の大幅な減少は、噴火活動の衰退に伴う植生回復による斜面の浸透能の増加と、それに伴う表面流発生条件の緩和によりもたらされたことが示された。

末筆ではあるが、雨量については鹿児島森林管理署の測定データを使用させて頂いた。ここに記して心より謝意を表す。

## 引用文献

- [1] 地頭菌隆・下川悦郎(1989)：火山灰に覆われた桜島山腹斜面における表面流出、砂防学会誌(新砂防), Vol.42 No.3, p.18-23
- [2] 地頭菌隆・下川悦郎(1991)：桜島における火山活動が土石流・泥流の発生や流出に及ぼす影響、砂防学会誌(新砂防), Vol.43 No.6, p.9-15
- [3] 鹿児島地方気象台(1955～2006)：観測資料
- [4] 鹿児島県(1978～2006)：観測資料
- [5] 鹿児島森林管理署(1985～2007)：観測資料
- [6] 日本林業技術協会編(2001)：森林・林業百科事典, 丸善株式会社, p.514-515
- [7] 下川悦郎・地頭菌隆(1987)：桜島における表面侵食による土砂生産、砂防学会誌(新砂防), Vol.39 No.6, p.11-17
- [8] 寺澤和彦・梅木清・八坂通泰(2000)：1977年有珠山噴火による降灰が森林に及ぼした影響(Ⅱ)－樹木の肥大成長と幹の形態－。北海道林業試験場研究報告, 第37号, p.11-25
- [9] 寺本行芳・下川悦郎・地頭菌隆(2005)：桜島における噴火活動の違いが表面侵食による侵食速度に及ぼす影響、砂防学会誌(新砂防), Vol.57 No.5, p.65-68

[受付 平成20年2月10日, 受理 平成20年6月20日]