

鹿児島大学農学部 ○地頭 齋 隆・下川 悦郎
谷村 和人・折田 浩之

1. まえがき

火山地帯における土砂生産現象は、その地形、地質、土壌、植生等の特殊性により、一般山地における土砂生産現象とは異なっている。活発な火山活動を続けている桜島は、山腹の植生の後退により山腹斜面の荒廃が著しく、表面侵食、リル侵食、ガリー侵食、斜面崩壊、土石流等により多量の土砂が生産されている。そこで、桜島の北側斜面において各侵食過程における土砂生産現象の特徴、および生産土砂量の量的把握を目的として、表面侵食試験地およびガリー侵食試験地を設け、1983年より観測を続けている。昨年の報告に引き続き、1983年および1984年の観測資料をもとに桜島における土砂生産について考察を行ったので報告する。

2. 試験地および観測方法

表面侵食試験地は桜島北側斜面のアミダ川上流域、標高 400～500m に位置する山腹斜面に設定されている (Fig. 1)。観測は、クロマツ林内および広葉樹林内における傾斜角 15度および 42度からなる斜面で行われている。クロマツ林は 1967年に植林された 20年生の林分であり、林地は 5cm 前後の落葉に覆われている。広葉樹林はタブ、ネズミモチ、ヒサカキ、クロキ、ツゲ、アオキ等からなる壮齢林の林分であり、林地は火山灰に覆われ、落葉層は 0～2cm と薄い。

試験方法は、ナミ板により仕切られた水平長で

5m × 2m の長方形区画から流出する土砂を、下流端に設けられたろ紙を敷いたプラスチック製の網かごからなる土砂受槽により採取する方法である。一連続降雨ごとに採取された土砂は炉乾燥され、その乾燥重量を長方形区画からの生産土砂量としている。1983、1984年の 2年間に 20個のデータが得られている。また、1984年 8月からは表面侵食試験地内において一連続降雨ごとに降灰量の測定も行っている。

ガリー侵食試験地は、Fig. 1 に示されるように、桜島北岳から鹿児島湾に流入している古河良川およびアミダ川の上流域に存在する規模の異なる 4つのガリーに設定されている。ガリー 1 は、古河良川の上流、高度 700～800m に位置し、幅 10～30m と規模の大きいガリーであり、観測区間は水平距離で 353m、平均勾配 11度である。ガリー 2、ガリー 3 およびガリー 4 は、アミダ川の上流、高度 400～500m に位置し、並行して発達しているガリーである。ガリー 2 は幅 4～7m、観測区間は水平距離で 193m、平均勾配 24度、ガリー 3 は幅 0.5～2m、観測区間は水平距離で 142m、平均勾配 22

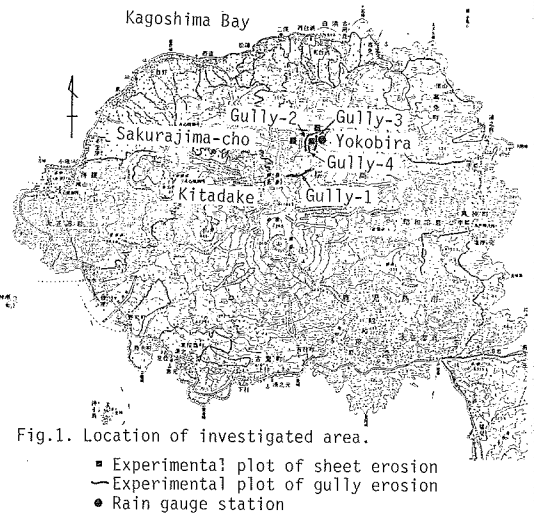


Fig. 1. Location of investigated area.

- Experimental plot of sheet erosion
- Experimental plot of gully erosion
- Rain gauge station

度、およびガリー4は幅0.2~0.7m、観測区間は水平距離で46m、平均勾配27度である。ガリー侵食試験地が設定されている桜島北側山体の地盤は、一般に表層から大正降下軽石層以降今日までの降灰による黒色の火山灰層、大正降下軽石層の最上部に形成された黒褐色の土壌層、ルースな状態で堆積している大正降下軽石層、安永降下軽石層の最上部に形成された黒褐色の土壌層、数枚の熔結軽石層を含む安永降下軽石層、文明降下軽石層の最上部に形成された土壌層、文明降下軽石層からなる。

観測方法は、各ガリー内に横断測量地点を設け、横断面の変化を経時的に計測する方法であり、計測地点数は、ガリー1およびガリー2において10地点、ガリー3において11地点、およびガリー4において13地点である。また、ガリー侵食による生産土砂量は、横断面の変化を侵食の部分と堆積の部分に分け、平均断面法により算出した。

3. 観測結果と考察

3.1 表面侵食

表面侵食による生産土砂量と降雨因子の関係について調べた。降雨因子としては、土砂流出期間の総雨量、最大10分間雨量（10分間当りの最大雨量）、最大30分間雨量（30分間当りの最大雨量）、最大60分間雨量（60分間当りの最大雨量）等を用いた。両対数紙上ですべての関係において有意な相関が認められ、特に最大10分、30分、60分間雨量等の降雨強度との相関が高く、次いで総雨量の順であった。Fig.2は、表面侵食による生産土砂量と最大10分間雨量および総雨量との関係を示したものである。実線はクロマツ林についての回帰曲線であり、破線は広葉樹林についての回帰曲線である。回帰曲線によりクロマツ林と広葉樹林を比較すると、同じ傾斜角の斜面でもクロマツ林より広葉樹林からの生産土砂量が多いことがわかる。Table 1は、1984年6月20日~11月16日の約5ヶ月間の表面侵食による生産土砂量について、長方形区画(10m²)からの生産土砂量、および比生産土砂量（土砂の乾燥単位体積重量を1.3(t/m³)として体積に換算した1km²当たりの生産土砂量）を示したものである。広葉樹林からはクロマツ林の

3~4倍の土砂が生産されている。

このような表面侵食による生産土砂量の差は林地の土壌構造の違いによると考えられる。すなわち、広葉樹林内の落葉層は葉

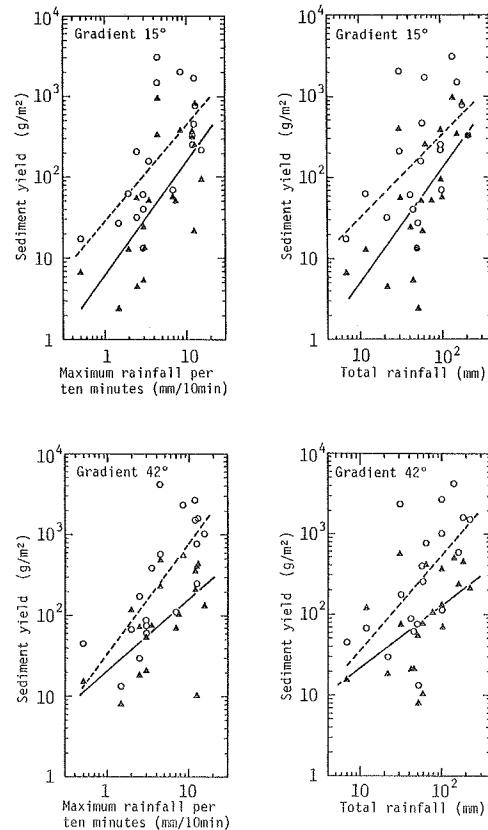


Fig.2. Relationships between sediment yields and rainfalls.
 ▲—Japanese black pine forest.
 ○—Broad leaved forest.

Table 1. Sediment yield by sheet erosion (1984.6.20-11.16)

Gradient deg.	Black pine forest		Broad leaved forest	
	$\times 10^3 \text{g}/10 \text{m}^2$	$\times 10^3 \text{m}^3/\text{km}^2$	$\times 10^3 \text{g}/10 \text{m}^2$	$\times 10^3 \text{m}^3/\text{km}^2$
15	29.0	2.2	100.2	7.7
42	24.2	1.9	105.6	8.1

が層状に重なり合い、その透き間を火山灰が充填するという構造をしている。その結果、雨水の浸透は阻止され、表面流の増加を招いている。一方、クロマツ林内における落葉層は、針葉が絡み合い膨軟な構造をなし、火山灰を受け入れる十分な空隙をもっているため、雨水は浸透しやすく、表面流が発生しにくい。

1984年 8月から行っている表面侵食試験地内における降灰量の測定結果によると、表面侵食による生産土砂量は火山活動に大きく影響され、激しい降灰後は小雨でも多量の土砂流出がみられた。

3. 2 ガリー侵食

Fig. 3は、ガリー3の観測地点 No.10における横断面の変化を示したものである。1983年 5月 9日の観測開始時には、ガリーの溪床は大正降下軽石層の上部に達していた。ルーズな状態で堆積している大正降下軽石層内では縦侵食が急激に進み、溪床は約 2ヶ月後の7月12日の観測時には安永降下軽石層の最上部に形成された土壤層に達している。その後約 2ヶ月間、主に横侵食が行われ、縦侵食は土壤層により抑制されている。1983年 9月30日の観測時から1984年 8月23日の観測時までの約 1年間ガリー断面に大きな変化はみられ

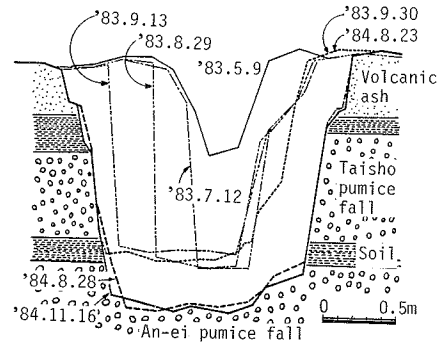


Fig.3. Changes of cross section at plot No.10 in gully-3.

ない。安永降下軽石層の最上部に形成された土壤層の侵食が終わると、安永降下軽石層内でまた縦侵食が急激に進んでいる。他の観測地点においても同様な傾向がみられた。桜島のような成層火山においては、地盤がルーズな降下軽石層のような侵食されやすい層と土壤層や熔結した降下軽石層のような侵食されにくい層の互層からなるため、ガリーは侵食の拡大と停滞を繰り返し、不連続に発達していく。

Fig. 4は、観測データが多く得られているガリー2およびガリー3について、ガリーの横断面の変化から平均断面法により算出した生産土砂量の変化を観測開始時より累加させてプロットしたものである。ガリー侵食による土砂の流出は、年降水量の約50%を占める6月～9月の4ヶ月間に集中して行われ、ガリー2において年間生産土砂量の約71%、およびガリー3において約80%が6月～9月に生産されている。

ガリー侵食による生産土砂量と降雨因子の関係について調べた。Table 2は、生産土砂量と降雨因子の関係を相関係数表としてまとめたものである。降雨因子としては、土砂流出期間の総雨量、最大10分間、60分間、24時間雨量等を用いた。規模の比較的大きいガリー1およびガリー2については、生産土砂量と降雨因子の間には関係は認められないが、規模の比較的小さいガリー3およびガリー4については、すべての関

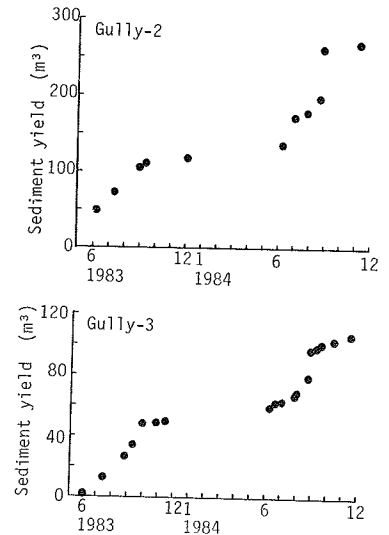


Fig.4. Changes of sediment yield by gully erosion with time.

係において有意な相関関係が認められる。ガリー侵食の規模が小さいほど、すなわち、表面侵食に近い侵食段階にあるガリーほど降雨との対応がよくなることがわかる。1983年～1984年の観測期間において、ガリー1およびガリー2は調査区間の全溪床が侵食されにくい安永降下軽石層の熔結部に達しており、縦侵食は一部抑制されている。そのため、ガリー侵食による生産土砂量と短期間の降雨因子とは関係がみられなかった

ものと思われる。一方、ガリー3およびガリー4は、調査区間のほとんどが侵食されやすい火山灰層および大正降下軽石層内における侵食であった。

平均断面法により算出した観測区間からの生産土砂量は、観測期間1983年5月～1984年11月の18ヶ月間にガリー1において約1209m³（ガリーの水平長100m当たり約342m³）、ガリー2において約288m³（ガリーの水平長100m当たり約149m³）、およびガリー3において約106m³（ガリーの水平長100m当たり約75m³）であり、この間の降水量は約4000mmであった。ガリー4における生産土砂量は観測期間1984年8月～11月（4ヶ月間）に約2.3m³（ガリーの水平長100m当たり約5m³）であった。

4. あとがき

活発な火山活動の影響により山腹斜面の荒廃が著しい桜島において、表面侵食試験およびガリー侵食試験を行った。クロマツ林内および広葉樹林内で行われた表面侵食試験結果によると、生産土砂量は林地の落葉層の構造の違いにより異なり、葉が層状に堆積し、その透き間を火山灰が充填するという構造の落葉層をもつ広葉樹林からは、針葉が絡み合い膨軟な構造をした落葉層をもつクロマツ林の3～4倍の土砂が生産されていることがわかった。表面侵食による生産土砂量は降雨因子とよく対応する。また火山活動に伴う降灰量にも影響される。

ガリー侵食試験結果によると、桜島のような成層火山においては、地盤が侵食されやすい層と侵食されにくい層の互層からなるため、ガリーは侵食の拡大と停滞を繰り返し、不連続に発達していく。ガリー侵食による土砂の流出は、年降水量の約50%を占める6月～9月の4ヶ月間に集中し、この間に年生産土砂量の70～80%が生産されている。ガリー侵食による生産土砂量と降雨条件との関係は、ガリーの発達の初期段階においては明確に現われるが、ガリーの発達に伴い不明瞭となる。これは、ガリーの発達の不連続性に関係しているものと思われる。

おわりに、解析に用いられた降雨記録は鹿児島管林署の提供によるものであることを記して謝意を表す。なお、本研究は昭和59年度文部省科学研究費補助金 自然災害特別研究（2）（課題番号59025043）によったものであることを付記する。

Table 2. Coefficients of correlation between sediment yields and rainfall factors

Rainfall factor	Sediment yield			
	Gully-1	Gully-2	Gully-3	Gully-4
Total rainfall	0.66 0.66	0.17 0.37	0.58* 0.66**	0.99*** 0.93**
Maximum rainfall per ten minutes	-0.03 0.23	-0.30 -0.38	0.70** 0.74***	0.96** 0.82*
Maximum rainfall per sixty minutes	0.10 0.46	0.09 -0.15	0.79*** 0.76***	0.97** 0.86*
Maximum rainfall per twenty-four hours	-0.22 0.16	0.25 0.18	0.90*** 0.81***	0.99*** 0.94**

- 1) Gully-1: number of data=5, Gully-2:n=10, Gully-3:n=17, Gully-4:n=6.
- 2) Upper value: application to regression line.
Lower value: application to regression curve.
- 3) *** 0.1% level of significance.
** 1% level of significance.
* 5% level of significance.