

鹿児島大学農学部 ○地頭 菌隆・下川悦郎・石坂正幸・印南義隆

1. まえがき

活発な火山活動が続いている桜島の山腹斜面からは表面侵食，リル侵食，ガリー侵食，斜面崩壊，土石流等の形態により多量の土砂が生産されている。火山灰に覆われた桜島の山腹斜面においては，著しい侵透能の低下がみられ，表面流の増加により表面侵食がさかに行われている。さらに，山腹には表面侵食が発達したリル侵食およびガリー侵食が無数にみられる。侵食の発達に伴い，生産土砂量や土砂の生産に影響している因子は変化していく。各侵食過程における生産土砂量，および土砂の生産とそれに影響している因子を定量的に把握することを目的として，桜島の北側斜面に表面侵食試験地およびガリー侵食試験地を設け，観測を続けている。ここでは，1983年に得られた観測結果について報告する。

2. 試験地および観測方法

表面侵食試験地は桜島北斜面のアミダ川上流域，標高400～500mに位置する山腹斜面である(図-1)。観測はクロマツ林内において傾斜角 15° ， 30° および 42° からなる斜面，および広葉樹林内において傾斜角 15° ， 28° ， 34° および 43° からなる斜面の合計7ヶ所で行われている。

試験方法は，図-2に示されるように，畦ナミにより仕切られた水平長で $5\text{m} \times 2\text{m}$ 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流出土砂量としている。1983年8月から10月までにクロマツ林内において8回，および広葉樹林内において7回データが得られている。なお，クロマツ林内における傾斜角 30° の斜面に設けられた試験地は他の試験地に比べ林冠が疎開しており，また観測途中に畦ナミの破壊が生じたため今回は考察から除去している。

ガリー侵食試験は，図-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3つのガリー(I，II，III)において行われている。ガリーIは，古河良川の上流，高度700～800mに位置し，最大幅30mと規模の大きいガリーであり，観測区

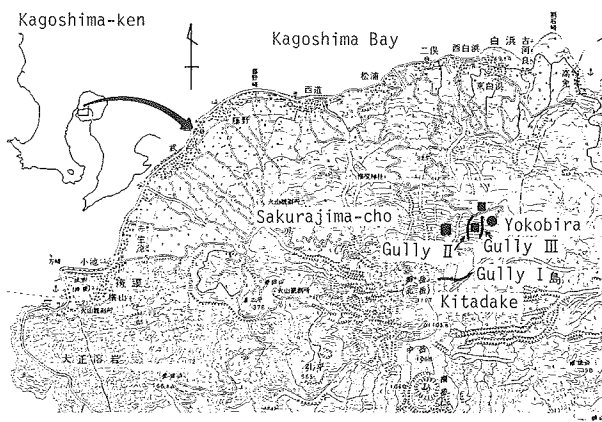


Fig.1. Location of investigated area.

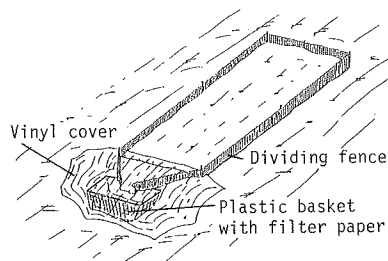


Fig.2. Experiment of sheet erosion.

間は水平距離で353m，平均勾配11°である。ガリーⅡおよびガリーⅢ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Ⅱは最大幅7m，観測区間は水平距離で193m，平均勾配24°である。また，ガリーⅢは最大幅2mと小規模なガリーであり，観測区間の水平距離は142m，平均勾配22°である。ガリー侵食試験地の地盤は，一般に表層から大正降下軽石層の最上部に形成された黒褐色の土壌層，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，層内に溶結軽石層を含む安永降下軽石層からなる。

観測方法は，ガリーの上流から下流に固定して設けられている横断面の変化を計測する方法である。断面の計測地点数は，ガリーⅠおよびガリーⅡは10地点，ガリーⅢは11地点である。1983年5月から12月までに，ガリーⅠは5回，ガリーⅡは6回，ガリーⅢは8回計測を行った。

3. 観測結果と考察

3.1 表面侵食

図-3はクロマツ林および広葉樹林における表面侵食による流出土砂量と斜面勾配の関係を4種の降雨例について示したものである。それぞれの降雨特性は図中に示される。クロマツ林と広葉樹林を比較すると，同一降雨のもとではクロマツ林より広葉樹林からの流出土砂量が多い。また，広葉樹林の場合，斜面勾配が増加するに伴い流出土砂量の増加がみられ，しかも，R1およびR2にみられるように，降雨強度の大きい降雨ほど流出土砂量の増加量は大きい。一方，クロマツ林の場合，斜面勾配の増加に伴う流出土砂量の増加は広葉樹林ほど顕著に現れていない。したがって，斜面勾配の違いが流出土砂量に及ぼす影響はクロマツ林より広葉樹林の方が大きいことがわかる。

表面侵食による流出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，土砂の流出が発生した期間の総雨量，最大10分間雨量(10分間当りの最大雨量)，最

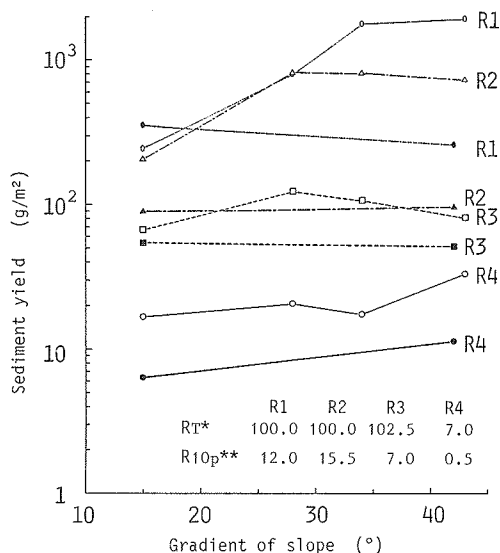


Fig.3. Relationships between sediment yield and gradient of slope.
 ●, ■, ▲, △, ○ Japanese black pine forest.
 ○, □, △, ▲, ◇ Broad leaved forest.
 * RT; Total rainfall, mm.
 **R10p; Maximum rainfall per ten minutes, mm/10min.

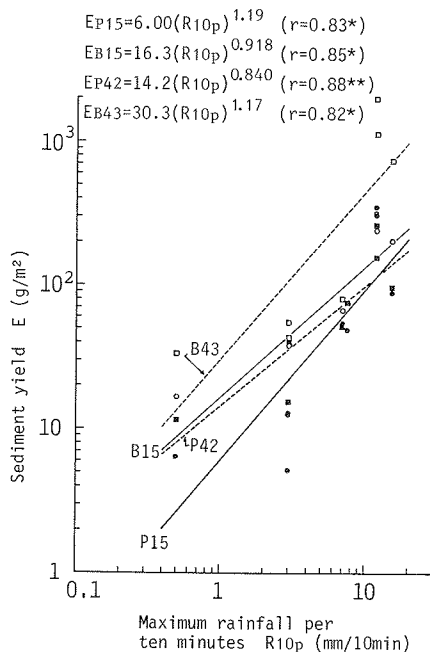


Fig.4. Relationships between sediment yield and maximum rainfall per ten minutes.
 P15 ● Japanese black pine forest (15°).
 B15 ○ Broad leaved forest (15°).
 P42 ■ Japanese black pine forest (42°).
 B43 ◇ Broad leaved forest (43°).

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。すべての降雨因子について相関が認められ, 特に最大10分間雨量との相関が高く, 次いで最大30分間雨量, 最大60分間雨量, 総雨量の順であった。従来いわれるように, 表面侵食による流出土砂量は降雨量よりも降雨強度により関係が深いことが確認された。図-4は流出土砂量と最大10分間雨量の関係を, クロマツ林内の傾斜角 15° および 42° の斜面, および広葉樹林内の傾斜角 15° および 43° の斜面について示したものである。最大10分間雨量の増加に伴い, 表面侵食による流出土砂量は増加することがわかる。図-4においてクロマツ林と広葉樹林を比較すると, 同程度の傾斜角の斜面でもクロマツ林より広葉樹林からの流出土砂量が多い。流出土砂量と他の降雨因子の関係においても同じ傾向がみられた。

このように, クロマツ林と広葉樹林の間には表面侵食による土砂の流出において大きな相違がみられる。これはそれぞれの林内における落葉層の堆積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なし, 雨水の浸透を阻止し, 表面流の増加を招いている。一方, クロマツ林内の落葉層は針葉が絡み合い, 膨軟な構造をしており, 雨水は浸透しやすく, 表面流は発生しにくい。

3.2 ガリー侵食

各ガリー断面の横断測定の結果からそれぞれのガリー断面積を計算した。第1回の観測によるガリー断面積を基準断面積とし, その後の観測によるガリー断面積との差をガリー断面の変化量として経時的に示すと図-5が得られる。図-5にはガリーⅠ, ⅡおよびⅢにおける調査区間の上部, 中部および下部から選ばれた代表的な断面の変動が示されている。図-5において, 面積の正の値は堆積したことを示し, 負の値は侵食されたことを示す。観測横断面の地層の観察によると, ガリーⅠおよびガリーⅡにおいては調査区間の全溪床が安永降下軽石層の溶結部に達しており, その結果, 現在主に横侵食が行われ, 縦侵食は抑制されている。したがって, 各ガリー断面においては上流からの流出土砂および横侵食による崩壊土砂の堆積とその堆積物の下流への流出が交互に行われ, その結果, 図-5に示されるように, ガリー断面は縮小と拡大を繰り返している。

ガリーⅢにおいては, 調査区間の上部は溪床がルーズな大正降下軽石層内に達しているにもかかわらず, 観測開始時からあまり変化していない。これはガリーの最上流部であることから流下する水量が少ないためと考えられる。中部は, 侵食にある程度抵抗しうる安永降下軽石層の最上部に形成された土壌層に達しているため, ガリー断面はガリーⅠおよびガリーⅡと同じ傾向の変動を示している。下部は, 観測開始時, 溪床

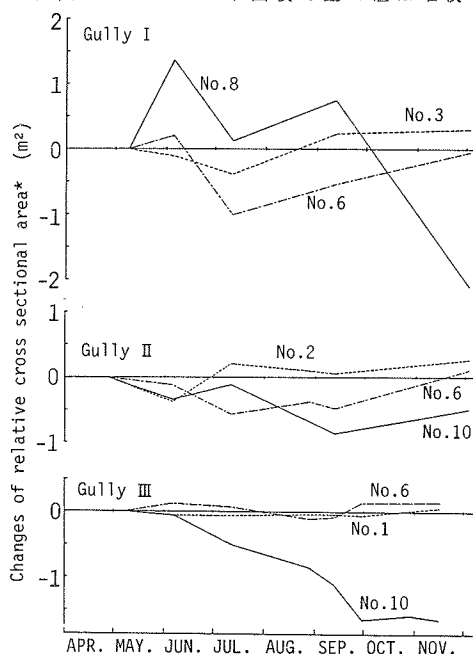


Fig.5. Cross sectional changes of gullies with time.

* Positive value represents deposition, and negative value represents erosion.

が大正降下軽石層内に達していたが、その後急激に侵食され、9月末の調査時には安永降下軽石層の最上部に形成された土壌層に達し、縦侵食は抑制されている。ガリーⅢの下流部に位置している観測断面No.10における横断面の変化を図-6に示す。

このように、侵食に対して抵抗の小さい地層内では縦横侵食が急激に進行しガリー断面は拡大する。その後、侵食に対して抵抗の大きい地層に達すると侵食は抑制される。桜島のような成層火山においては、ルーズな降下軽石層のように侵食に弱い層と溶結した降下軽石層のように侵食に強い層が互層していることから、侵食の拡大と停滞が繰り返され、ガリーは発達していく。したがって、火山地帯におけるガリー侵食の発達は一連続したものではなく、不連続なものと考えられる。

図-7は、ガリーⅢの観測断面No.10におけるガリー断面の侵食による拡大面積と降雨量の関係を示したものである。降雨量が多かった期間ほどガリー断面の侵食による拡大面積は大きいことがわかる。ガリーⅠ・ガリーⅡおよびガリーⅢの中部にみられるように、溪床が侵食に対して抵抗の大きい地層に達している断面においては、断面変化と降雨の間には関係はみられなかった。

4. あとがき

活発な火山活動を続けている桜島の山腹斜面において、表面侵食試験およびガリー侵食試験を行った。その結果、表面侵食による流出土砂量は降雨との対応がよく、特に短時間に降雨強度の大きい降雨が発生すると流出土砂量は急激に増加する。また、表面侵食による流出土砂量は植生に影響され、同一降雨および同一斜面勾配の条件のもとではクロマツ林より広葉樹林からの流出土砂量が多い。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地層と侵食されにくい地層が互層していることから、ガリーの発達は不連続なものとなる。ルーズな降下軽石層のような侵食されやすい地層における侵食の発達は降雨との対応がみられる。しかし、溶結した降下軽石層のような侵食されにくい地層に達しているガリー断面の変動は降雨と対応しないという結果が得られた。

おわりに、解析に用いられた降雨記録は鹿児島営林署の提供によるものであり、ここに記して謝意を表する。

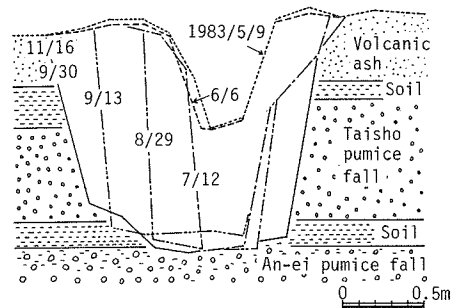


Fig.6. Changes of cross section at plot No.10 in gully III.

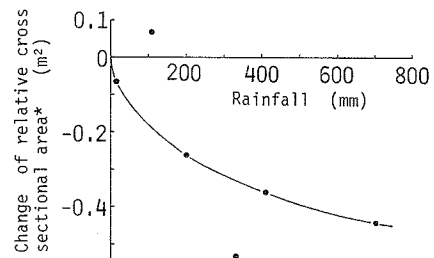


Fig.7. Relationship between change of relative cross sectional area and rainfall at plot No.10 in gully III.

* Positive value represents deposition, and negative value represents erosion.