

20 火山灰被覆斜面における流出現象と火山活動

－桜島火山における観測－

鹿児島大学農学部 ○地頭 蘭 隆・下川 悦郎

1. はじめに

桜島は、日本でも有数の活火山であり、活発な火山活動を続けている。火山活動に伴う降下火山灰は山腹斜面に堆積し、流出現象に影響を及ぼしている。すなわち、降下した火山灰は土壌表層の浸透能を著しく低下させ表面流出の発生頻度と量を増大させている。山腹部では、この表面流出に起因した表面・リル・ガリー侵食、斜面崩壊、土石流が頻発化しており、海岸部の集落ではしばしば土砂災害も発生している。火山灰に被覆された桜島山腹斜面に試験流域を設け、1985年と1987年に水文観測を行い、火山灰被覆斜面における流出現象を把握し、さらに火山活動の短期的な盛衰が流出現象に及ぼす影響について検討した。その結果について報告する。

2. 試験地の概況

試験地は、桜島北側斜面のアミダ川中流域、標高400m付近の山腹斜面である(図-1)。クロマツ林内と広葉樹林内にそれぞれ1箇所ずつ0次オーダーの試験流域を設定した。

クロマツ林内の試験流域(図-2)は、面積216m²、傾斜は流域の傾斜方向において下流部26度、上流部22度である。クロマツ林は約20年生の林分であり、下層にはヒサカキ、ヤブツバキ、ツゲ、アオキ、ススキなどがまばらに生えている。試験地の位置する林地はリルやガリーの発達密度が粗で、その地表面は5cm前後の針葉の落葉に覆われている。

広葉樹林内の試験流域(図-2)は、面積138m²、傾斜は流域の傾斜方向において下流部23度、上流部11度であり、クロマツ林よりわずかに緩い。広葉樹林は壮齢の林分であり、上層はタブノキ、クロキなどの樹種で、下層はヒサカキ、ネズミモチ、ツゲ、アオキなどの樹種で構成されている。試験地の位置する林地は、落葉層が0~2cmと薄く、堆積した火山灰が露出し、クロマツ林に比べ地表面が固い。また、林地はリルやガリーの発達が目立つ。

クロマツ林の試験流域と広葉樹林の試験流域は水平距離で約200mと互いに隣接している。

3. 火山活動

図-3は、1980~1987年の桜島の火山活動を月爆発回数の変化で示したものであり、図中の数字は年

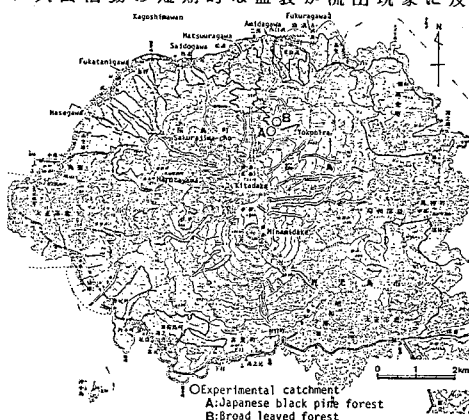


図-1 試験流域の位置

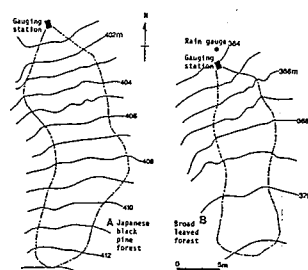


図-2 試験流域の地形

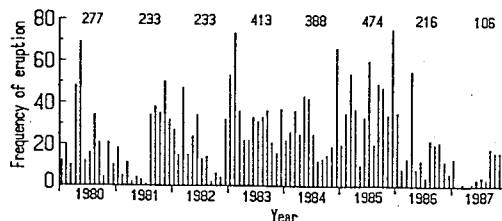


図-3 桜島火山活動の変化

間の爆発回数である。年間爆発回数をみると、1980～1982年は200回台であったが、その後1983年から400回前後となり、とくに1985年は1955年の火山活動再開以来最高の爆発回数を記録した。1986年は再び200回台に減少し、さらに1987年は100回台まで減少している。

4. 方法

観測は、試験流域からの流出量の観測と降雨量の観測からなる。試験流域の下流端には大型のプラスチックコンテナ（長さ100cm、幅70cm、深さ60cm）に頂角60度の刃型三角堰と自記水位計を取り付けた量水装置を設置した。水位は量水装置により連続的に記録されるが、試験流域は普段は流水がないため、降雨時のみ流出データが得られる。雨量観測は、広葉樹林内の試験流域に設置された1回転倒0.5mmの転倒ます型雨量計で行った。また、ポリバケツにより降下火山灰量の測定も行った。

観測期間は、火山活動が非常に活発であった1985年の8月10日から10月14日までの約2ヶ月間と、火山活動が比較的穏やかであった1987年の8月11日から11月5日までの約3ヶ月間の2期間である。

量水装置で測定された水位は水位・流量関係式により流量に変換され、流域からの流出量が計算される。両試験流域とも普段は流水はなく、降雨時のみ流出が行われている。したがって、得られたハイドログラフは、地下水流出成分を含まず、表面流出成分と中間流出成分を合わせた直接流出成分のみからなる。この直接流出ハイドログラフは変動が激しいことから1分単位で作成し、一雨ごとに総雨量・最大10分間雨量・直接流出量・ピーク流量・先行降雨量などの水文因子を算出した。

5. 結果および考察

火山灰被覆斜面のクロマツ林と広葉樹林の流出特性について検討した。図-4は、クロマツ林と広葉樹林の試験流域において得られた直接流出ハイドログラフの例を示したものである。同じ降雨条件下でも林分の違いにより流出状況は異なっていることがわかる。降雨状況によっては広葉樹林では流出が起こり、クロマツ林では起こらない場合もみられる。また、クロマツ林におけるハイドログラフのピークは広葉樹林のそれよりやや遅れて発生している。

図-5は、同じ降雨条件下でのクロマツ林と広葉樹林の直接流出量を比較したものである。図において×印は1985年のデータおよび○印は1987年のデータであり、破線は両林分の直接流出量が同じ値を示す線である。1985年はすべて破線の上側にプロットされているが、1987年は破線付近にプロットされているものが多い。また、同様の方法により両林分のピーク流量を比較しても同じ傾向がみられた。流出量およびピーク流量は、1985年はすべての降雨におい

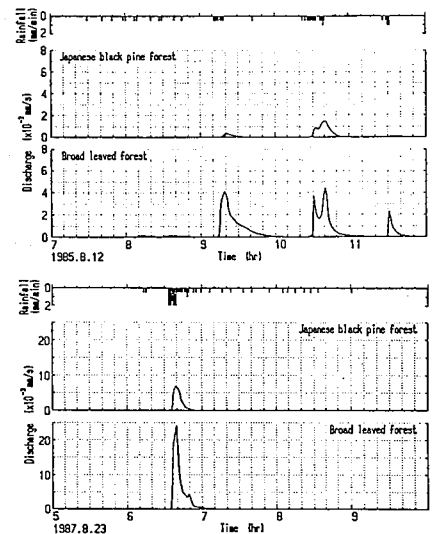


図-4 直接流出ハイドログラフの例

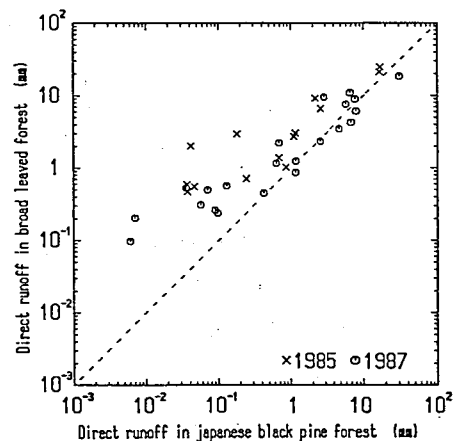


図-5 直接流出量の比較

てクロマツ林より広葉樹林が大きい、1987年は両林分とも同じ程度の場合が多くみられる。この1985年と1987年の流出状況の違いは火山活動の変化に原因していると考えられる。すなわち、第1回目の観測を行った1985年は火山活動が非常に活発であり、観測期間中も連日降灰に見舞われ、林地はほとんど全面が火山灰に覆われていた。一方、第2回目の観測を行った1987年は、観測期間途中の9月から火山活動が活発になり降灰に見舞われるようになったものの、2～8月間は活動が穏やかで、観測開始時は降灰もほとんどなく、林地も新鮮な火山灰の堆積は少なく落葉層が回復していた。試験流域における降下火山灰量は、第1回目(66日間)は堆積深に換算して24.8mm(一日平均0.376mm)、第2回目(87日間)は22.2mm(一日平均0.255mm)であり、第2回目は第1回目の約68%であった。第2回目の火山灰量は観測期間の後半部に降下したものがほとんどである。

なお、クロマツ林と広葉樹林の流出状況の違いは、隣接している両試験流域が同様の地形・地質特性を有しており、また火山活動に伴う降灰の影響も同程度であることから、林地の土壌構造、とくにその表層部の構造の違いによると考えられる。現地での観察によると、クロマツ林内の土壌表層部は、針葉が複雑に絡み合った膨軟な落葉層中に、降下した火山灰が堆積しているため空隙に富み、雨水は浸透しやすく、表面流が発生しにくい構造を有している。一方、広葉樹林内の土壌表層部は、落葉が層状に重なり合い、その透き間を火山灰が充填し、緊密であり、雨水は浸透しにくく、表面流の増加を招くような構造となっている。このように、火山灰の被覆が流出特性に及ぼす影響は樹種によって異なっている。

図-6は、クロマツ林における1985年と1987年の一雨総雨量と直接流出量の関係を最大10分間雨量をパラメーターとしてプロットしたものである。1985年は、試験流域が連日降灰に見舞われ、堆積した火山灰は雨水により多量

に量水タンク内に流入し、水位欠測がしばしば発生した。したがって、水位データが得られたのは10分間雨量が5.5mm以下の降雨時のみであった。1987年は、1985年ほど火山活動が激しくなく、降雨強度が比較的大きな降雨でも水位観測を行うことができた。図-6において最大10分間雨量5.5mm以下のときの総雨量と直接流出量の関係(○印)をみると、両年とも実線で示されるように、一雨総雨量約15mmを境にしてそれぞれ直線

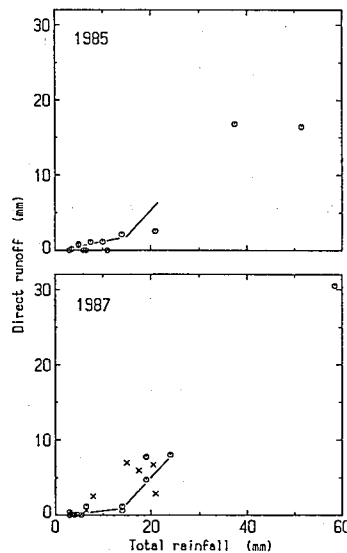


図-6 クロマツ林における総雨量と直接流出量の関係
○ 最大10分間雨量5.5mm以下
× 最大10分間雨量5.5mm以上

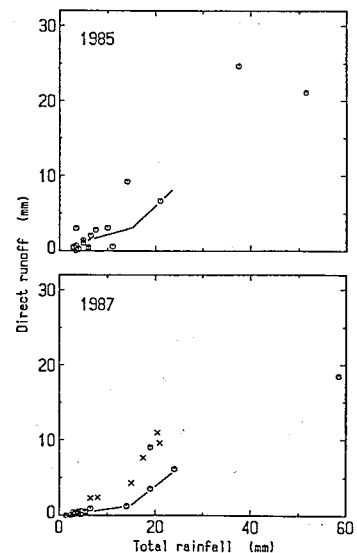


図-7 広葉樹林における総雨量と直接流出量の関係
○ 最大10分間雨量5.5mm以下
× 最大10分間雨量5.5mm以上

で近似された。総雨量15mmのときの1985年と1987年の直接流出量を求めると、それぞれ1.6mm程度と1.0mm程度であり、このときの直接流出率はそれぞれ約11%と約7%である。

図-7は、広葉樹林における1985年と1987年の一雨総雨量と直接流出量の関係を図-6と同様の方法によりプロットしたものである。総雨量15mmのときの1985年と1987年の直接流出量を求めると、それぞれ2.4mm程度と1.4mm程度であり、このときの直接流出率はそれぞれ約16%と約9%である。

このように同じ降雨条件下の直接流出量は、火山活動の短期的な衰退に伴い、1985年から1987年にかけて両林分とも約60%に減少している。

図-6および図-7と同様の方法により1985年と1987年のピーク流量を比較すると、両林分において火山活動の衰退によりピーク流量も減少していることが認められた。

火山灰被覆斜面の表面流発生の降雨条件について検討した。1985年および1987年の観測期間に得られた降雨データを表面流出が発生した場合と発生しなかった場合に分け、表面流出発生時の10分間雨量（表面流出不発生の場合は一雨内の最大10分間雨量）と先行降雨量との関係をプロットした。先行降雨量は流域の土壌の湿り具合を表す指標である。図-8は、先行降雨量として表面流出発生前（表面流出不発生の場合は最大10分間雨量発生前）の60分間降雨量を採用した場合を示したものである。先行降雨量が多くなるとより小さい10分間雨量で表面流出が発生している。表面流出発生の最小限界降雨強度は両林分とも1.5~2.0(mm/10min)程度となっている。

一般に火山活動の衰退に伴い表面流出発生の降雨条件も変化すると考えられる。しかし、表面流出発生の最小限界降雨強度を1985年と1987年で比較すると、両年の間に明確な差は両林分とも認められない。1985年と1987年の表面流出発生の最小限界降雨強度に明確な差が認められなかったのは、2回の観測時期が時間的に近いこと、また、1987年の火山活動は1985年より穏やかではあったが、1987年も降灰に見舞われることはあり、降灰直後の降雨時には地表面の目詰まりが一時的に起こりうる、などが考えられる。

末筆ではあるが、現地調査および観測装置の設置の際には、当時鹿児島大学農学部砂防工学研究室学生であった堀与志郎、野元俊秀、森正一、佐伯孝の各氏に、ならびに同大学大学院生の高野茂、海田和孝、鍋田寛志の各氏にご協力いただいた。ここに記して謝意を表する。

なお、本研究の経費の一部は昭和60度文部省科学研究費補助金（課題番号60760120）によったものである。

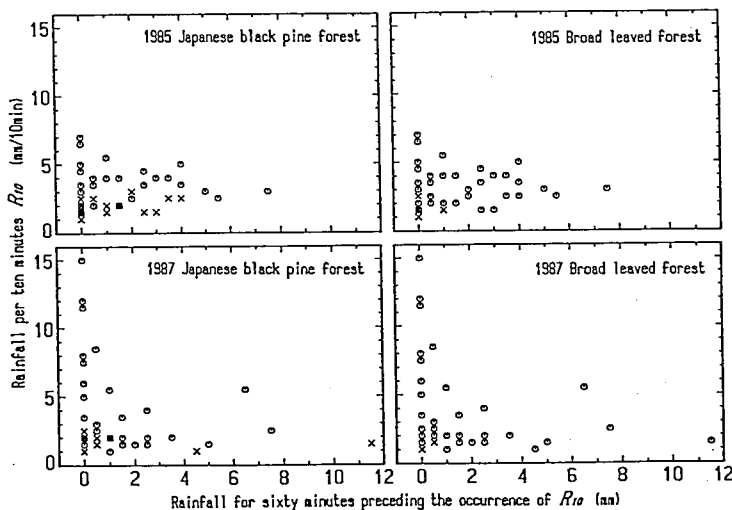


図-8 表面流出発生の降雨条件
○表面流出発生、×表面流出不発生