

81 桜島における土石流の発生と規模に及ぼす火山活動の影響

鹿児島大学農学部 ○地頭 園 隆・下川 悦郎

1. はじめに

現在の桜島の火山活動は1955年にはじまり、それ以来30年以上爆発を続けている。桜島北岳山体においてVTR方式による土石流観測が開始された1980年から1989年までの年爆発回数は、1980年275回、1981年233回、1982年233回、1983年414回、1984年332回、1985年474回、1986年216回、1987年106回、1988年155回、1989年44回となっており、ここ10年間においても火山活動に盛衰がみられる。ここでは、このような短期的な火山活動の変化が土石流の発生や規模にどのような影響を及ぼすか、検討したので報告する。

2. 土石流の観測方法

土石流の発生や流出に関する資料を得るために桜島北側斜面の4溪流5地点に土石流観測装置が設置されている(図-1)。土石流観測システムは、ビデオカメラ、録画装置、ワイヤーセンサーなどから構成されている。溪流を横断して張られているワイヤーセンサーが土石流により切断されるとその時刻が記録され、同時にビデオカメラと録画装置が作動し土石流画像が記録される。降雨観測は、桜島北側斜面の3地点で行われている(図-1)。

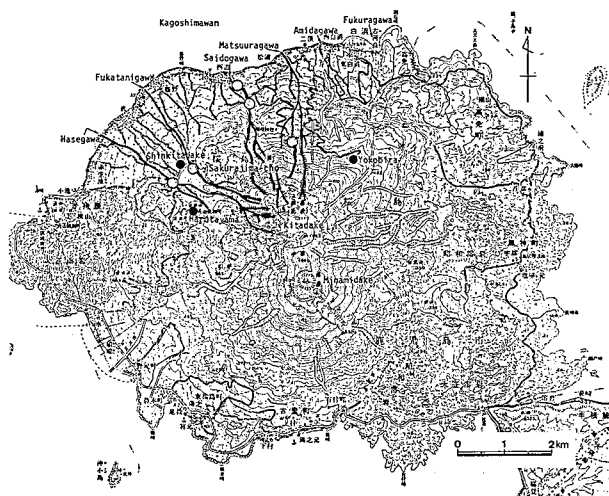


図-1 土石流および降雨観測地点の位置
○土石流観測地点 ●降雨観測地点

3. 火山活動の把握

火山活動に伴う火山灰の堆積は山腹斜面の表面流出現象に影響を及ぼし、土石流のひきがねの役割を果たすとともに土砂の供給源ともなっている。調査流域の降灰状況を把握するために、南岳爆発記録と風向データから流域が降灰に見舞われた日時を推定し、降灰回数を算出した。爆発記録には鹿児島地方気象台による桜島火山観測データを用い、また、噴煙方向推定には同気象台による鹿児島市1500m上空の風向データを用いた。鹿児島市1500m上空の風向は桜島直上の風向とよく対応しているといわれる。鹿児島市上空の風の観測は原則として1日4回行われているため、爆発に伴う降灰方向の推定には爆発時刻直前の風向観測値を使用した。図-2は、南岳爆発回数と爆発に伴い調査流域が降灰に見舞われた回数の日推移を1980~1989年について示したものである。土石流観測を行っている調査流域は南岳から北~西北西方向に位置しているため、降灰に見舞われる回数は南~南東の風が中心となる夏期に多い。1980~1989年の10年間における合計爆発回数は2482回であり、このうち調査流域へ降灰が流れたと推定される回数は570回(約23%)であった。

火山活動に伴う降灰活動が土石流特性に及ぼす影響を解明する場合、土石流発生前にどれぐらい降

灰があったか把握する必要がある。そこで、任意の日の降灰状態を表す指標値として、任意の日から n 日先行する期間内に調査流域が何回降灰に見舞われたか、算出した。この降灰回数を先行降灰回数

F_n と呼ぶことにする。すなわち、 $F_n = \sum_{t=1}^n A_t$ である。ここで、 F_n は対象とする日の n 日間先行降灰回数、 n は対象日からの先

行日数、 A_t は対象

日から t 日目の日降灰回数である。図-3は、1980~1989年の各日について先行日数 $n = 90$ の先行降灰回数 F_{90} を計算し、その推移を日単位で示したものである。以下の火山活動の変化が土石流の発生や規模に及ぼす影響の解析においては火山活動の指標値としてこの先行降灰回数を用いる。

4. 土石流の発生と火山活動

現在採用している土石流観測システムにおいては、土石流の発生は溪床を横断して張られているワイヤーセンサーの切断により検知している。センサー切断記録から土石流の非発生期間を求め、その期間における降雨特性と降灰状況を解析し、火山活動の変化と土石流の発生条件との関係を検討した。まず、土石流非発生期間を前述した先行降灰回数の値により降灰状況の程度で区分する。それぞれの期間において2mm以上の10分間雨量 R_{10} を検索し、 R_{10} 発生時刻までの連続降雨の累加雨量や先行雨量を算出する。2mmという値はこれまで蓄積された土石流記録から10分間雨量2mm未満では土石流が発生していないことから採用した。解析期間は1984~1989年の6年間である。

図-4は、10分間雨量 R_{10} と累加雨量 ΣR の関係を、90

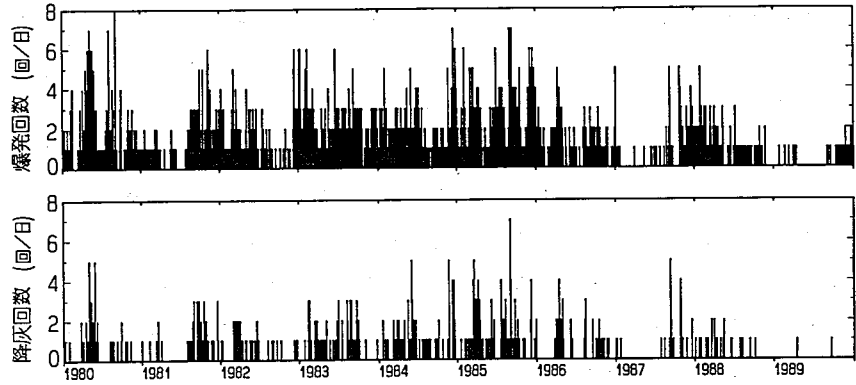


図-2 南岳の爆発回数と調査流域の降灰回数の日推移

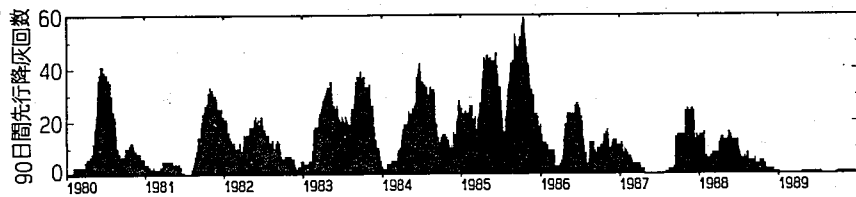


図-3 先行降灰回数の日推移

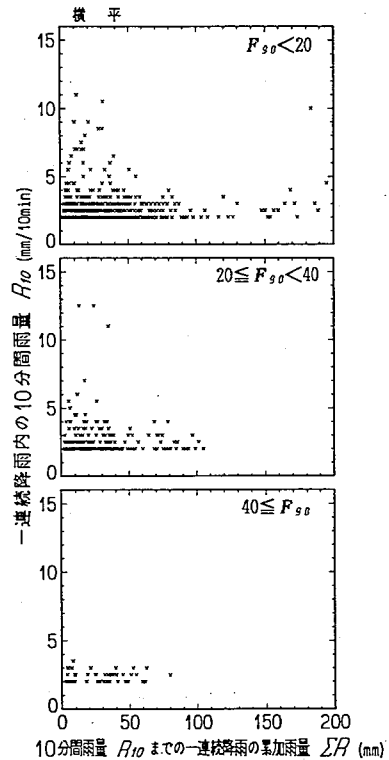


図-4 土石流非発生期間の10分間雨量 R_{10} と累加雨量 ΣR の関係

日間先行降灰回数 F_{90} が20回未満、20回以上40回未満、および40回以上の3期間に区分してプロットしたものである。1回の爆発に伴う降灰量は爆発の規模によりさまざまであり、降灰回数から降灰量を推定することは困難であるが、相対的には3区分のうち $F_{90} < 20$ の期間は調査流域の降灰が少なく、 $F_{90} \geq 40$ の期間は多い。図-4によると、先行降灰回数が多い期間ほど土石流非発生の降雨条件の上限は低下しており、降灰が多くなると累加雨量や降雨強度が小さい降雨でも土石流が発生することを示している。 R_{10} と R_{30} 発生前の先行雨量の関係においても同様の傾向がみられ、降灰の多い期間は少ない期間に比べ先行雨量がより少ない降雨で土石流が発生している。

以上のように、1984~1989年の6年間という短期間における火山活動の変動に伴っても土石流発生の降雨条件は変化している。

5. 土石流の規模と火山活動

火山活動の変化が土石流のピーク流量や総流出量などで代表される土石流の規模に及ぼす影響について検討した。図-5は、土石流の総流出量 Q_T とピーク流量 Q_P の関係を90日間先行降灰回数 F_{90} で分類してプロットしたものである。 F_{90} の区分は図-4と同様である。調査流域の降灰が相対的に少なかった期間（○印）と降灰が多かった期間（●印および×印）の分布を比較すると、●印や×印に分類された土石流はピーク流量や総流出量の大きい、すなわち、規模の大きい土石流としてプロットされているものが多い傾向がみられる。降灰活動が盛んな期間は穏やかな期間に比較して土石流の規模が大きくなることがわかる。

図-6は土石流ピーク流量 Q_P と最大10分間雨量 R_{10P} の関係を、また、図-7は土石流総流出量 Q_T と最大60分間雨量 R_{60P} の関係を F_{90} で分類してプロットしたものである。調査流域の降灰が多かった期間（●印および×印）は少なかった期間（○印）に比較して降雨因子が同じ程度でも土石流のピーク流量や総流出量が多い傾向がみられる。土石流のピーク流量や総流出量は、降雨だけでなく火山活動に伴う降灰量にも密接に関係している。

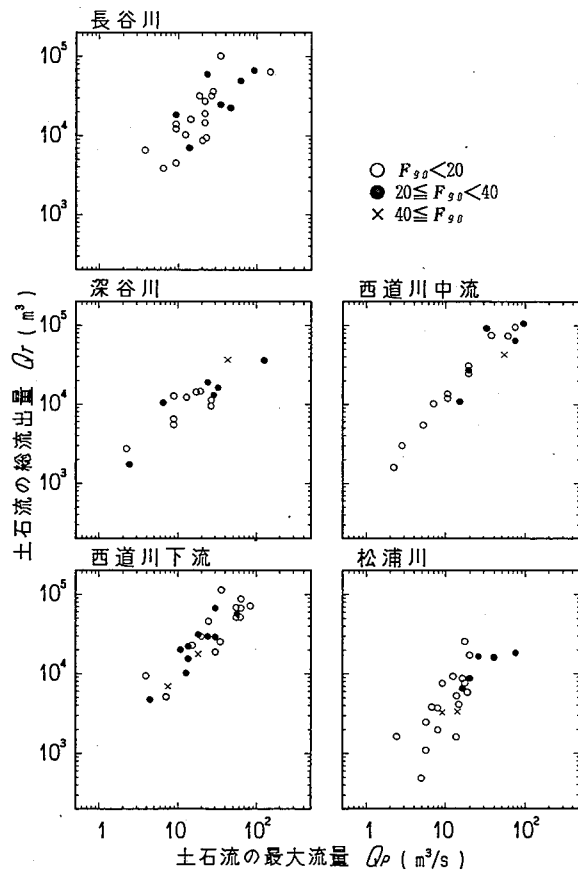


図-5 土石流の総流出量 Q_T とピーク流量 Q_P の関係

6. おわりに

桜島北岳山体で得られた土石流観測記録と桜島南岳爆発記録から、短期的な火山活動の盛衰が土石流の発生や規模にどのような影響を及ぼすか検討した。その結果、降灰の多い期間は少ない期間に比べ累加雨量や降雨強度が小さい降雨条件で土石流が発生している。また、降灰が多い期間は降灰が少ない期間に比較して降雨因子が同じ程度でも土石流のピーク流量や総流出量が大きい傾向がみられる。土石流のピーク流量や総流出量は降雨だけでなく火山活動に伴う降灰量にも密接に関係していることが明らかになった。土石流の発生や規模の予測は降雨だけでなく火山活動（降灰量）も考慮する必要がある。今後、どの程度の降灰活動の変化で土石流の発生や規模がどの程度変化するか、定量的な検討も行いたい。

末筆ではあるが、桜島土石流観測においては、熊本営林局鹿兒島営林署、ならびに(財)水利科学研究所から多大な協力を受けている。ここに記して謝意を表したい。

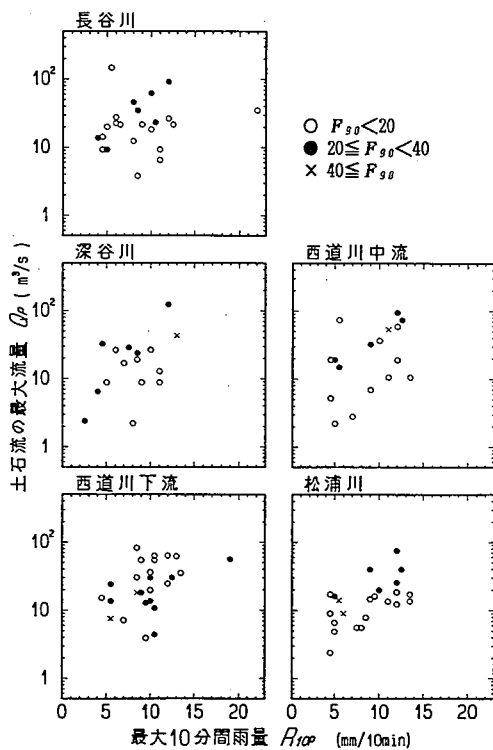


図-6 土石流ピーク流量 Q_p と最大10分間雨量 R_{10P} の関係

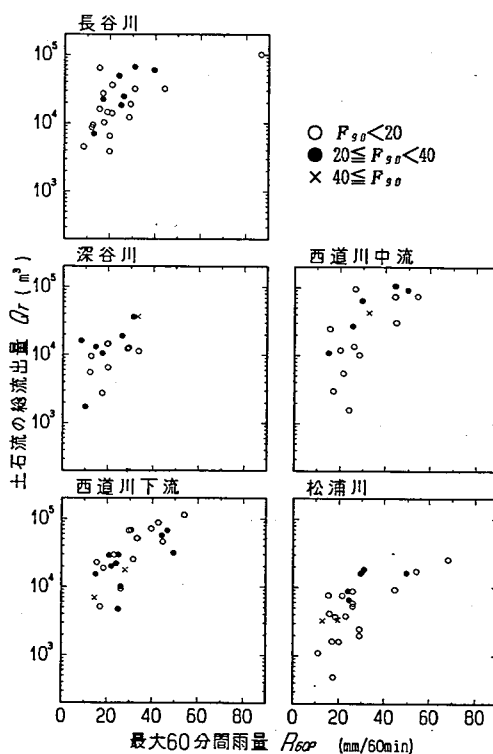


図-7 土石流総流出量 Q_T と最大60分間雨量 R_{60P} の関係