

1. はじめに

火山が噴火すると、その周辺の山地斜面では植生が破壊されて荒廃し、一時的に土砂流出は増大する。しかし、その後の時間の経過とともに植生は回復し、土砂流出は漸減する。これまで、有珠山、セントヘレンズ山などのいくつかの火山において、このような土砂流出過程の実態と、そのメカニズムに関する研究がなされてきた¹⁾。これらの研究により、噴火後の火山における土砂流出特性は様々な観点から検討されつつある。その中で、土砂流出特性に及ぼす植生回復の影響という観点については、いずれの研究事例においても、植生の回復は、土砂流出の減少にはほとんど寄与せず、侵食停止の結果として進行することが指摘されている²⁾。

筆者は、雲仙普賢岳と焼岳において、火山斜面における降雨流出特性の経年変化を検討するために降雨流出観測を行った。その結果、植生回復に伴い降雨流出が減少したことが明らかになった。ここでは、この観測結果について報告するとともに、それぞれの火山における土石流発生状況の推移との関係について検討した結果を報告する。

2. 雲仙火砕流堆積斜面における観測結果

雲仙普賢岳の噴火活動は1995年にほぼ終息した。噴火活動が終了した約1年後(1996年)、水無川上流域の火砕流堆積物に空中実播が実施された。その結果、ウィーピングラブグラスを主とする草本類が急速に成長し、翌1997年の夏には、地表面は草によって完全に覆われた。噴火活動終了後4年が経過した1999年には、ヤマハギなどの灌木が繁茂する状態にまで植生が増加した。筆者は、火砕流堆積斜面における降雨流出の経年変化を調べるために、空中実播が実施された直後の火砕流堆積斜面上に表面流観測施設を設置し、1999年までの4年間、表面流出の観測を行った。図-1に、観測開始直後の1996年9月と、それから3年が経過した1999年9月に得られた表面流出のハイドログラフを示す。ハイドログラフの下に示す写真は、それぞれ1996年、1999年に撮影した観測斜面の写真である。1996年には裸地であったが、1999年には植生に厚く覆われていることがわかる。植生が繁茂する前の1996年には、降雨強度2mm/minの雨に対して1mm/minの流出が生じているが、植生が繁茂した1999年には、3.5mm/minの雨に対しても1mm/minを下回る流出しか生じていないことが分かる。空中実播に伴う急速な植生回復の結果、3年間で降雨流出が著しく抑制されるようになったことがわかる。

3. 焼岳上々堀沢源頭部斜面における観測結果

焼岳上々堀沢の源頭部斜面は、1962年の焼岳の噴火によって厚く火山灰等に覆われ、全ての植生が死滅した。その後、同斜面では、植生が徐々に回復しつつあり、現在では、草本を主とする植生によってほぼ全面が覆われている。この源頭部斜面では、1970年代後半の数年間、上々堀沢で発生する土石流の発生メカニズムを検討するために表面流観測がなされていた。筆者は、1990年代後半に、この20年間に上々堀沢源頭部斜面で進行した降雨流出特性の変化を明らかにするために、1970年代後半に観測がなされたのと同じ場所で再び表面流観測を行った。図-2に、1978年9月および1997年8月に得られた流出のハイドログラフを示す。ハイドログラフの下に示

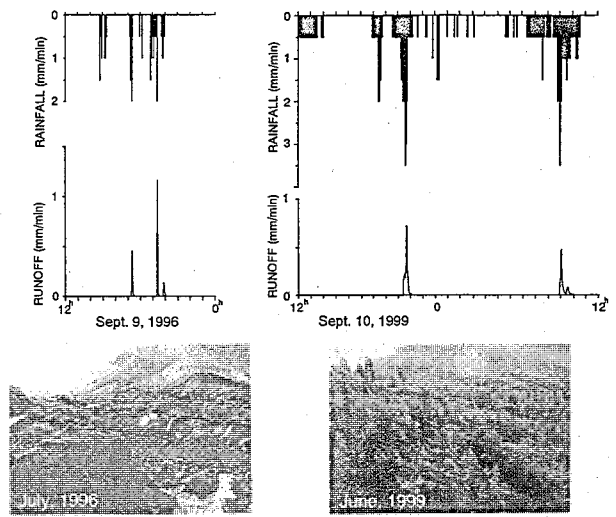


図-1 雲仙の火砕流堆積斜面における降雨流出観測結果と植生回復状態
(上段左：1996年9月9日，上段右：1999年9月10日
下段左：1996年7月撮影，下段右：1999年6月撮影)

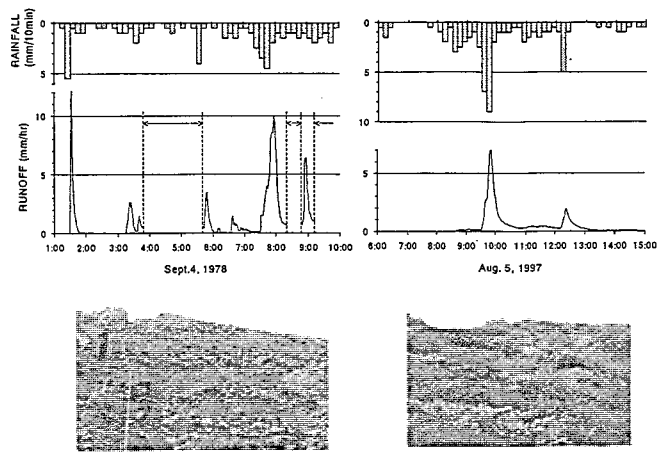


図-2 焼岳上々堀沢源頭部斜面における降雨流出観測結果と植生回復状態
(上段左：1978年9月4日，上段右：1997年8月5日
下段左：1997年8月撮影，下段右：2000年8月撮影)

す写真は、それぞれ1977年、2000年に撮影した観測斜面の写真である。ここでも、植生が繁茂する前の1978年から、植生の繁茂した1997年にかけて、降雨流出が大幅に減少していることがわかる。

4. 噴火後の火山における植生回復と土砂流出軽減の関係

雲仙水無川、焼岳上々堀沢では、土石流の発生履歴が把握されている。それぞれの溪流における噴火後の降雨について、土石流を発生させたものと発生させなかったものを区別して、図-3および4に示す。これらの図は、土石流を発生させた降雨の時間雨量の最大値と非発生降雨の時間雨量の最大値の分布が、経年的にどう推移したかを示す。図-3によると、焼岳上々堀沢で発生した土石流は、1975年～1980年の間に23回発生しているのに対し、1990年～1999年の10年間には11回しか発生していないことが分かる。この20年ほどの間に、土石流が発生し難くなったことは明らかである。また、雲仙水無川においても、噴火活動が終息した1995年を期に土石流が発生し難くなっていることがわかる。

さらにこれらの図から以下のことが分かる。すなわち、焼岳上々堀沢においては、1980年までは、20mm/hrを超える雨に対してほぼ間違いなく土石流が発生していたが、1980年以降は、20mm/hrを超えても、土石流が発生しない場合が増えている。また、1985年までは、土石流を発生させた降雨の時間雨量の最小値は10mm/hrであったが、1985年以降には、時間雨量が20mmに達しない降雨では土石流は発生していない。一方、雲仙水無川においても、1995年以降、1996年までは、24mm/hrを超える雨に対してほぼ間違いなく土石流が発生したが、1997年には、下限値はほぼ同様の値を示すものの、限界値を超えても土石流が発生しない事例が増えた。その後、1998年には、土石流の発生が無く、1999年の発生事例では、限界値が1996年の値からさらに増大している。すなわち、焼岳上々堀沢、雲仙普賢岳では、1970年代から1990年代にかけて、土石流発生のための時間雨量の限界値が増大したとみることができる。このことは、土石流発生点付近に出現する表面流の流量が減少してきたことを示唆する。

図-3および4に示す土石流発生限界値の増大傾向は、焼岳で1985年以降、雲仙で1997年以降に見られており、その時期はそれぞれ植生の回復が進んだと考えられる時期と一致している。これは、土石流発生雨量の限界値の増大に示唆される降雨流出の減少に植生回復が影響したものと考えられる。

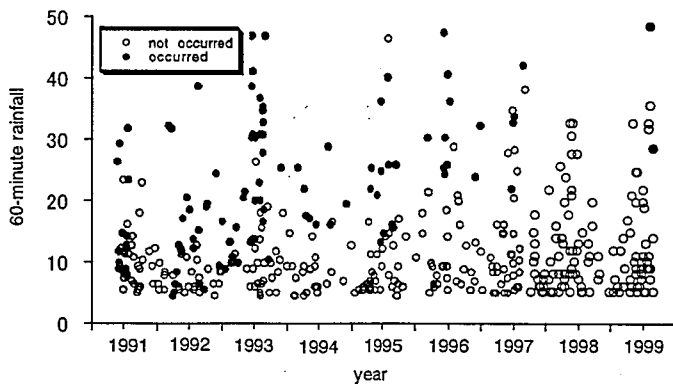


図-3 上々堀沢における1975年以降の土石流発生・非発生降雨の最大時間降雨量の推移

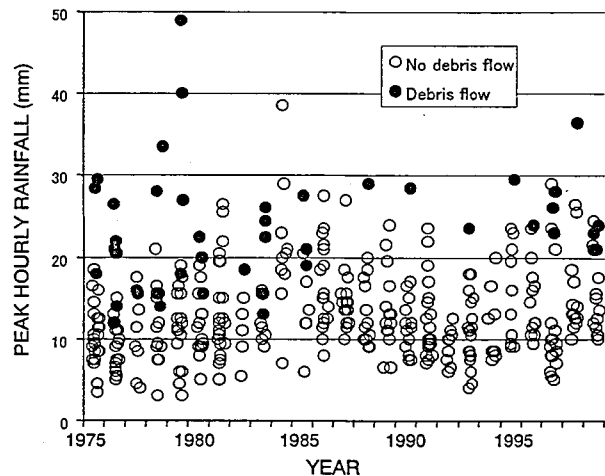


図-4 水無川における土石流発生・非発生降雨の最大60分間雨量 (原田ほか(1999)③に加筆修正)

5. まとめ

噴火後の火山斜面に初期に繁茂する植生は草本が主であり、土石流のような土砂移動現象を食い止める能力はほとんど無い。しかし、本研究の結果、植生が回復しさえすれば、流出を大幅に減少させる効果があることが明らかになった。そして、斜面からの流出を減少させることを通じて、土石流発生雨量の限界値を押し上げ、土石流の発生を抑制していることが示唆された。

参考文献

- 1) たとえば、山本 博・今川俊明(1983):有珠山1977-1978年噴出物の堆積した斜面における表面流出について、ハイドロロジー, No.13, p.25-33.
- 2) たとえば、Collins, B. D. & Dunne, T.(1988): Effects of forest land management on erosion and revegetation after the eruption of Mount St. Helens, Earth Surface Processes and Landforms, Vol.13, p.193-205.
- 3) 原田民司郎・平野宗夫・川原恵一郎(1999):雲仙・水無川における土石流の流出特性と流出解析, 砂防学会誌, Vol.52, No.1, p.3-9.