

# 雲仙水無川1993年の土石流について

京都大学防災研究所 ○諏訪 浩, 国際航業㈱ 西村公志  
九州大学理学部 島原地震火山観測所 清水 洋・馬越孝道・松島 健

1993年は雨の多い年となり、雲仙普賢岳ではたび重なる火砕流によってもたらされた大量の土砂が、強雨の度に土石流となって水無川や中尾川下流の扇状地に氾濫を繰り返した。前年に続き、発表者らは水無川で土石流の観測と河道変動の測量を始めたが、6月18日には規模の大きな土石流のために国道57号の橋とともに観測用のビデオ装置は流失し、6月26日には火砕流が国道57号の下流50mにまで達して警戒区域が拡大し、現地観測・調査の継続が難しくなった。

## 1. 火砕流と土石流の発生経過

1991年5月24日に火砕流の流下が始まってから現在まで、火砕流の発生頻度は図2に示すように何度も増減を繰り返したが、1993年の11月以降は火砕流不発生の日が生じるようになり、1994年3月までやや小康な状態が続いている。規模の大きな火砕流が発生した場合にはこの頻度も大きくなっている。火砕流は高温の熔岩の一部が破壊して斜面の上を落下することによって生じるが、大雨がこの破壊を促して、大きな火砕流を頻繁に発生させたのではないかと思われるケースが幾度か見られた。1992年8月8日、1993年4月28日、6月12日および7月4日である。

火砕流の流下方向は活動的な熔岩ドームの交替につれて移動している。1991年11月までの間は主たる流下方向は①水無川であり、ついで②おしが谷であった(第1期)。1991年12月から93年1月の間には流下方向の頻度はおおむね①赤松谷②水無川③おしが谷の順であった(第2期)。1993年2月以降は①おしが谷②水無川の順となっていた(第3期)。

土石流は強雨をとまなう大雨が有ると必ず発生している。1991年8月から1993年3月までは大雨が少なかったため、土石流の発生頻度は余り高くならなかったのに対し、4月28日から一転して多雨に見舞われ、9月まで規模の大きな土石流が繰り返し発生した。このため、水無川の扇状地上にあった多くの住宅、道路、鉄道、田畑の多くが土石の厚い堆積の下になってしまった。

## 2. 土石流の発生条件と規模

土石流の発生し易さは火砕流の発生経過に依存して大きく変化した。図2には時間雨量10mmのラインを記入してある。さきに述べた第1期のうち、火砕流発生前には土石流が非常に発生し易い状態であったのに対し、火砕流が発生し始めるとやや大きな強雨に際しても土石流が発生しないケースが目だつようになった。これは、火砕流堆積斜面の多くがまだまだ高温であったため、蒸発による降水の損失の効果であると推定した<sup>2)</sup>。第2期、第3期になると、時間雨量10mm程度でも土石流が発生し易くなっている。火砕流の流下方向が増えた結果、火砕流堆積斜面の一部は既に冷却し、このような斜面からも土石流が発生するようになったためと思われる。10分間降雨と1時間降雨の組合せで土石流の発生・不発生を区別すると図3のようになり、第3期には両者の分離度が増大した。

土石流の規模は、発生点における降雨流出の流量によって決まると考えられる<sup>3)</sup>。水無川では降雨流出の流量が推定できないので、10分間雨量と1時間雨量の組合せと土石流の規模の関係をおおまかに示すと図4のようになる。土石流の体積は10分間雨量に一層強く規制されているように見える。

### 3. 土石流の流動

1993年4月28日以降に発生した土石流の一部(39波)を図1に示す位置のビデオカメラで観測することができた。 $V_1$ 地点の河道の傾斜角は $2.74^\circ$ 、 $V_2$ 地点は $2.64^\circ$ であり、流れが土石流の状態を維持して流下するには傾斜角が小さいにもかかわらず、規模の大きなものは明瞭な段波を有する典型的な土石流であり、激しく湯気を立てていて、多くの場合、流れの先頭部分しか計測できなかった。これに対し、流れが小さいほど段波が不明瞭となり、流れのタイプが土砂流すなわち掃流状集合流動またはこれに近い状態となったが、湯気は少なく、計測の精度は増大した。

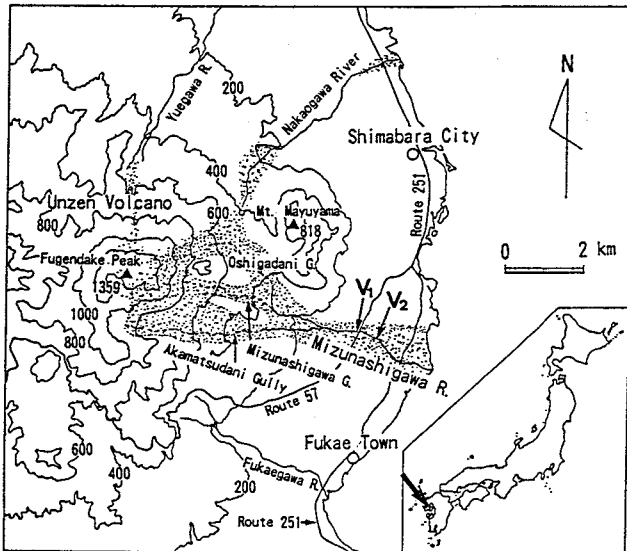


図1

雲仙岳斜面と火砕流・土石流の流下堆積域。  
 $V_1$  : 国道57号そばの観測用ビデオカメラ,  
 $V_2$  : 茶屋の松橋そばの監視用ビデオカメラ

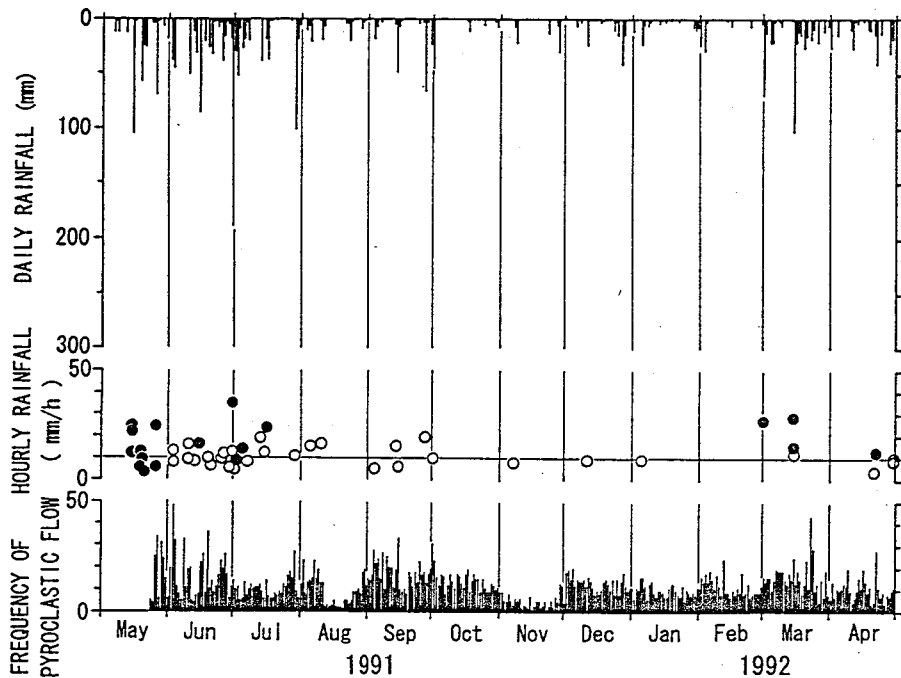


図2-1 日雨量, 1時間雨量 (●: 土石流発生直前の一時間の雨量, ○: 土石流不発生例について、10分間3mm以上または1時間10mm以上の降雨強度を有する降雨の1時間雨量のピーク値) および火砕流の頻度(熔岩の崩落による振動のうち、雲仙岳測候所の地震計に記録された強震動の継続時間が30秒以上のものの一日当りの発生回数)

ビデオカメラの視野には3号遊砂地の出口や茶屋の松橋およびそれらの下流の流路が含まれており、これらの構造物をスケールに用いて土石流の流速と流積から39波の土石流の流量を求めた。4月28日と5月2日に発生した土石流26波のピーク流量を図5に示す。10分雨量の大きな値に対応して土石流が発生し、そのピーク流量が10分雨量の値に規制されていることが分かる。しかし、短い時間間隔の段波の繰り返しが、降雨強度のさらに細かい増減によるのか、または他のメカニズムによるのかは不明であり、検討すべき今後の課題である。また、土石流のピーク流量の最大 $1850\text{m}^3/\text{sec}$ を5月2日11時53分17秒にV<sub>2</sub>地点で記録したが、この土石流の先端流速は $11\text{m}/\text{sec}$ 、流動深は3mであった。

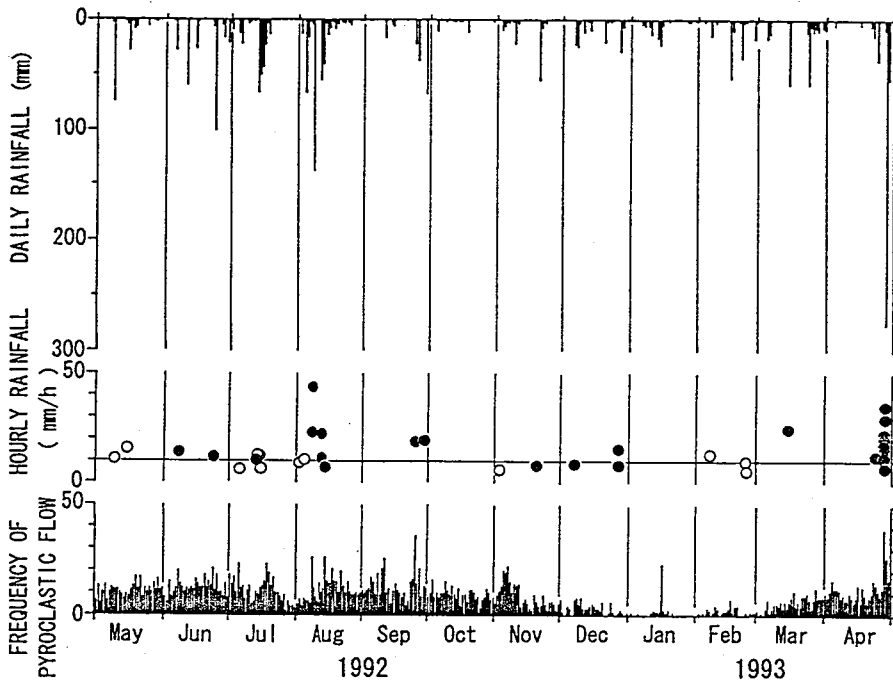


図2-2 つづき

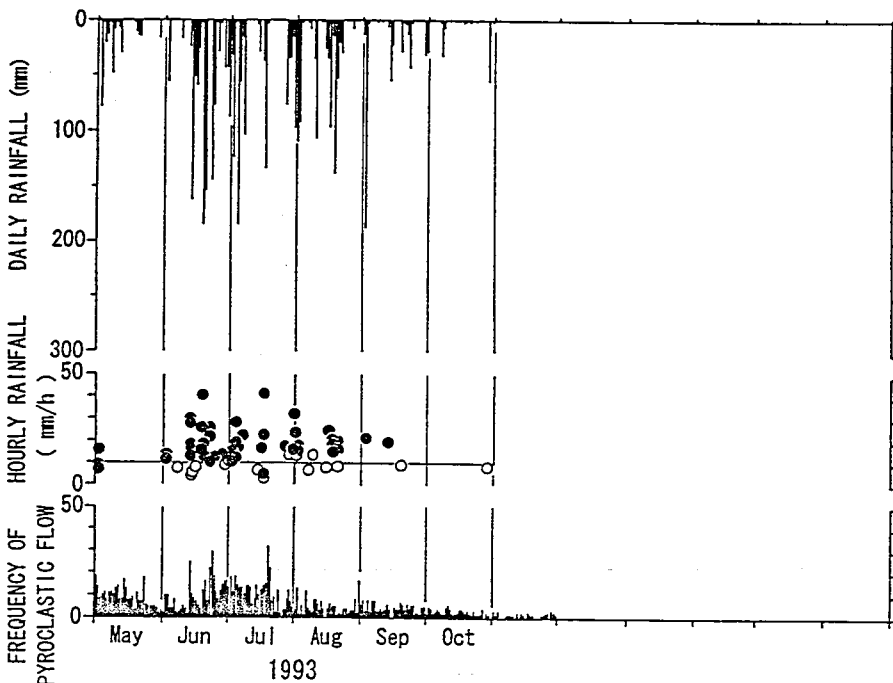


図2-3 つづき

謝 辞 観測の実施や資料の入手に当たり、長崎県島原地方振興局と気象庁雲仙岳測候所のお世話になった。本研究の一部は文部省科学研究費総合研究(A) 雲仙岳の土石流・火砕流災害に関する調査研究(代表者:九州大学 平野宗夫)の交付を得て行った。関係各位に謝意を表す。

引用文献 1) 諏訪 浩ほか(1992)雲仙に発生した土石流と火砕流による地盤振動の特性:文部省科学研究費報告書「1991年雲仙における土石流の調査研究」, 40-51. 2) 諏訪ほか(1993)水無川における高温土石流の発生:科学研究費報告書「雲仙における土石流・火砕流の調査研究」, 23-34. 3) 諏訪ほか(1988)焼岳上々堀沢における土石流の発生と規模の検討:京都大防災研年報, 32B-1, 229-247.

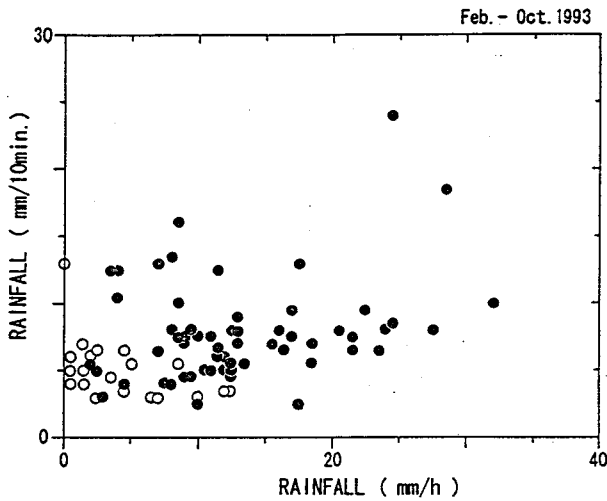


図3 土石流発生降雨(●, 発生時刻直前の値)と不発生降雨(○, 10分間3mm以上または1時間10mm以上の降雨強度を有する降雨の10分間雨量のピーク値とその直前の1時間雨量)

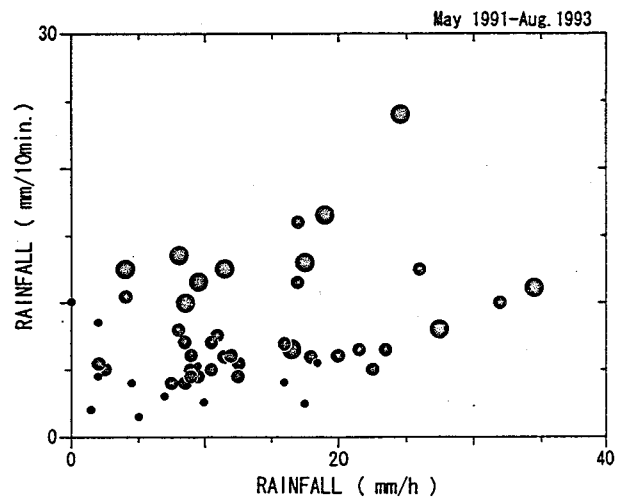


図4 土石流の規模と降雨条件  
(土石流の体積:  
小● $\leq 5000\text{m}^3 <$ 中● $< 100000\text{m}^3 \leq$ 大●)

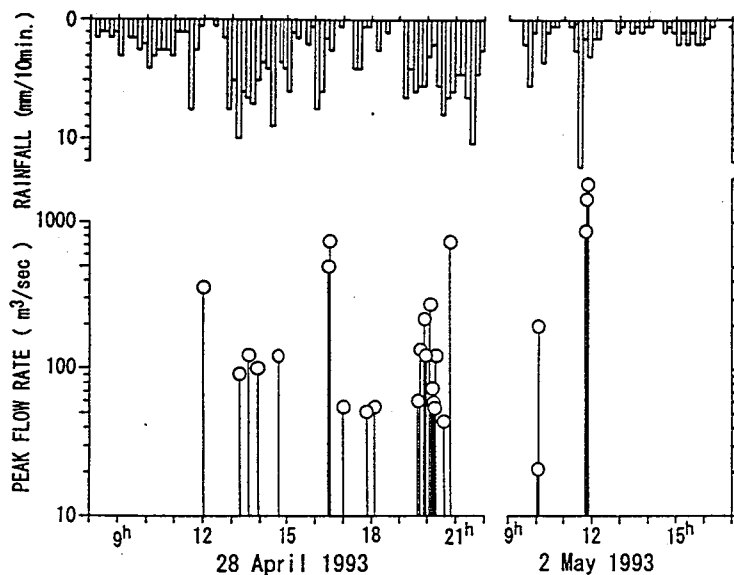


図5 土石流のピーク流量と10分間雨量の推移