

(I - 20) 雲仙普賢岳火砕流の速度と到達距離に関する一考察

防衛大学校 学生員 ○ 政枝憲太郎 防衛大学校 正員 伊藤一雄
 防衛大学校 正 員 香月 智 防衛大学校 正員 石川信隆
 八千代エンジニアリング(株) 正 員 下田義文

1. 緒言

雲仙普賢岳は、1991年6月3日の大規模な火砕流以降も活発な活動を続けている(写真-1参照)。この火砕流の被害を防止し、周辺住民の安全を確保するためには、砂防ダム等の防護施設の建設や発生予測に基づく避難誘導システムの整備等が必要である。本研究は、火砕流防護施設を建設する際の外力評価および避難のための発生予測の基礎的資料とするため、火砕流の流下速度および到達距離の発生頻度等の考察を行ったものである。

2. 普賢岳の監視・観測システムの現況

2. 1 観測項目および方法

本研究で用いる普賢岳の監視・観測データは、図-1および表-1に示すように陸上自衛隊および九州大学によって得られたものである。すなわち、図-1に示すように九州大学島原地震火山観測所では、地震計の振動を計測して火砕流の発生と継続時間を観測し、深江町と島原新港の2カ所に設置された監視所の監視カメラおよび音源レーダーを用いて火砕流の発生と到達位置を24時間体制で観測を行っている。ここでは、1991年6月9日～93年11月までの間に発生した火砕流の中で4合目以下まで到達した火砕流総数193回のデータに対して考察する。

表-1 観測項目および方法

観測項目	観測方法	担当
火砕流の到達位置	監視カメラ、音源レーダー	陸自
地震計における火砕流波形継続時間	地震火山観測所の地震計のうち山頂部に設置された地震計	九大
火砕流の流下状況	ビデオカメラ	陸自



写真-1 普賢岳の被災状況

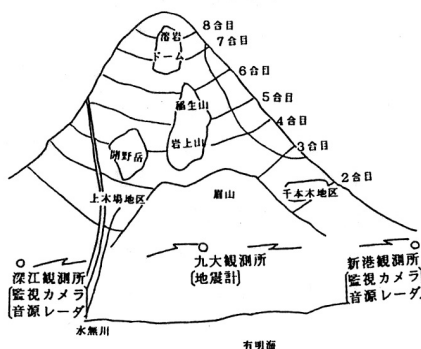


図-1 観測システムの概念図

2. 2 流下速度の算出法

計測された火砕流の到達位置から、図-2の縦断面図を用いて火砕流の流下距離Lを求める。また、地震計によって継続時間Tも求め、これらを用いて流下速度Vが次式によって求められる。

$$V = L / T \quad (1)$$

ただし、V：流下速度(発生から停止までの平均速度)、L：火砕流の到達位置までの距離、T：地震計の継続時間(火砕流の流下時間)である。

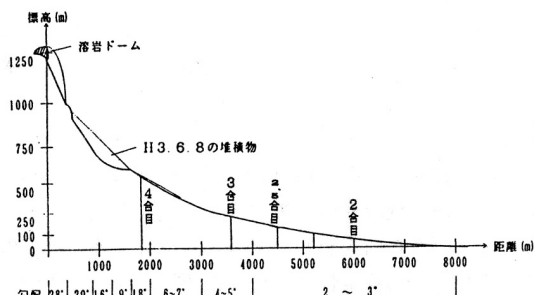


図-2 普賢岳の縦断面図

3. 火砕流の流下速度および到達距離のばらつき特性

3. 1 流下速度

図-3に火砕流の流下速度の度数分布図を示す。これより、火砕流の最小流速は3.9m/s、最大流速は74.3m/sで流下速度の分布は、19~20m/sの25回を中心にばらついていることがわかる。単純相加平均流速は20.3m/sで、標準偏差は7.8m/s、変動係数は0.38であった。この分布の3次中央モーメントは正であり平均値より大きい領域での広がりが大きいことがわかる。

この流速分布特性を調べるため、正規確率分布紙と対数正規確率分布紙¹⁾を用いて検定した。図-4に示すように、対数正規確率では、よく線形性を示し流速分布を対数正規確率分布でモデル化できることがわかる。図-3に正規・対数正規・ガンベル分布による分布曲線を比較して示すが、対数正規分布モデルが最も良く度数分布をモデル化することがわかり、その平均値は19.8m/s、標準偏差5.2m/sである。

図-5に、2カ月ごとの平均流下速度の推移を示す。これより、91年6月の大火砕流直後の平均流下速度は14.9m/sであったが、以後平均流下速度は徐々に上昇し、92年12月頃に最高値(22.5m/s)に達しているが、以降は低下し17.5m/sに収束している。これは、火砕流の堆積によって、流下域の縦断勾配が緩やかになったためではないかと推定される。

3. 2 到達距離・時間

図-6に、全火砕流のうち3.5合目、3合目、2.5合目まで達した火砕流の到達時間の度数分布を示す。これより、3.5合目以下に達した火砕流は全体(4合目以下に達した火砕流193個中)の87%(168/193)であるが、2.5合目には全体の4%弱(6/193)しか火砕流は達していない。3.5合目、3合目、2.5合目への平均到達時間はそれぞれ2分29秒、3分6秒、3分41秒であった。

4. 結論

本研究の結果をまとめると以下のようになる。

- (1) 火砕流の流下速度分布は、対数正規分布を用いてモデル化でき、その際の平均流速は19.8m/s、標準偏差は5.2m/sである。
- (2) 火砕流の平均流速は、約17.5m/sに収束しつつある。
- (3) 2.5合目まで達する火砕流は、4合目を越える火砕流の4%以下の頻度でしか発生しないがその際の平均到達時間は、3分40秒程度である。

謝辞：この計測データは、陸上自衛隊第4師団島原派遣隊および九州大学島原地震火山観測所によって得られたものであり、ここに記して謝意を表する。

参考文献：1) 伊藤孝・亀田弘行訳：土木・建築のための確率統計の基礎, pp. 258~281, 平成5年12月20日

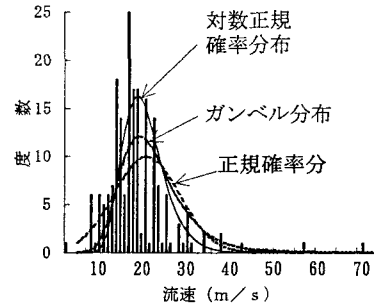


図-3 火砕流の流下速度の度数分布

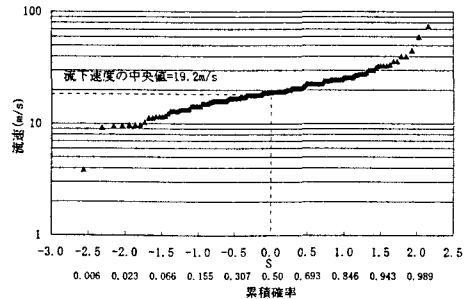


図-4 流下速度の対数正規確率分布紙

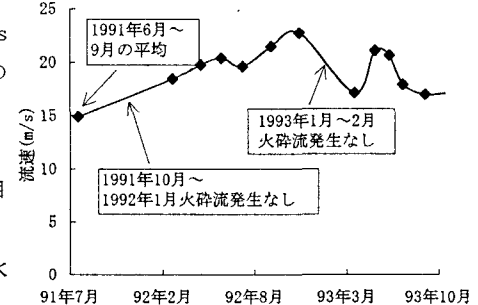


図-5 平均流下速度の2カ月ごとの推移

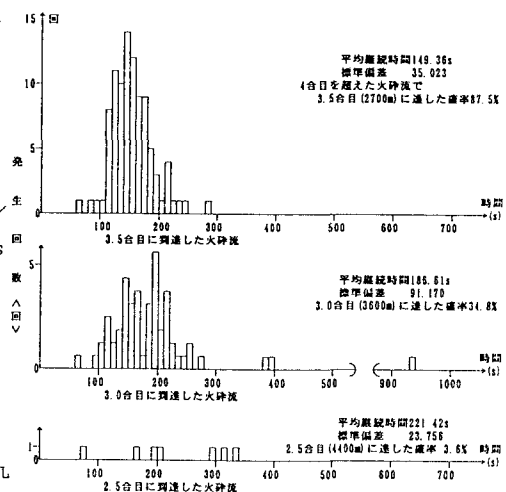


図-6 到達距離ごとの時間の度数分布図