

桜島の河川流域における降下火山灰量の推移 と土石流の発生について

九州大学 工学部 正 員 平野宗夫
 鹿児島工業高等専門学校 正 員 正田 誠
 鹿児島工業高等専門学校 学生員 ○小松 功
 鹿児島工業高等専門学校 学生員 神田 隆

1. まえがき

活動中の桜島南岳を源流とする河川流域における土石流の発生限界については、雨量だけでなく降灰量との相乗作用であることを田原は指摘している¹⁾。しかし、雨量観測は比較的容易であるが、南岳火口より2kmは立ち入り禁止区域になっており、山腹部における降灰量の観測は非常に困難である。一方、鹿児島県は桜島周辺部の10地点に日降灰量の観測点を設置し、1979年以降収集している。本報は、これらの日降灰量データを利用し、既報²⁾において導かれた活火山における噴出火山灰量の計算式を適用し、野尻川及び長谷川流域の堆積火山灰量を求め、1979年から1987年の9年間のデータについて土石流発生に及ぼす降灰量の影響について考察を行ったものである。

2. 流域の堆積火山灰厚の算定

新規堆積火山灰量 $P(g/m^2)$ は、南岳火口から放射状に $x(km)$ 、北から右回りに $\theta(^{\circ})$ を取ると、次式で示される²⁾。

$$\frac{P(x, \theta)}{W_d(\theta)} = \frac{Q_0}{(2\pi)^{3/2} x^2 c S} \exp \left\{ -\frac{1}{2S^2} \left(\log_{10} \frac{x W_m}{V_m D_m} \right)^2 \right\} \quad (1)$$

ここに、上空の風向は毎日絶えず変動するため短期間での風向の重み W_d を求めることは困難であり、 $W_d = 1$ 、噴煙柱の到達高さは $D_m = 2.25km$ 、 $S = 0.499$ 、 $c = \ln(10)$ とおく。 P は鹿児島地方気象台(1点)と鹿児島県(10点)で毎日観測されているデータを使用すると、上式から x と P の関係のデータをそれぞれ最小自乗法により同定することにより、火山灰の沈降速度の平均/風速の平均 $= W_m/V_m$ 及び噴出火山灰量 Q_0 が求められる。しかる後、任意地点 (x, θ) における P は上式で計算することが出来る。

火口を $x=0$ とし、流域の分水嶺と交差する始点を x_1 、終点を x_2 とおくと、流域内の平均的な火山灰厚さは、

$$d = \frac{1}{\lambda w A} \int_0^{2\pi} \int_{x_1}^{x_2} P(x, \theta) \cdot x \cdot d x d \theta \quad (2)$$

となる。ここに、流域面積 A は野尻川で $2.475km^2$ (野尻橋)、長谷川で $1.471km^2$ (長谷橋)である。また、火山灰の単位重量 w 、空隙率 λ に対して、 $\lambda w = 1.3ton/m^3$ とおける。

Fig. 1は、土石流発生日を区切りとし、両流域とも発生が確認されているデータ(●○)に対し、式(1)により Q_0 を、式(2)により d をそれぞれ計算しプロットしたものである。かなりばらつきがあるが、噴出火山灰量 Q_0 が多いと堆積火山灰厚 d の値も増大し、その変化は野尻川の方が長谷川よりもやや急で、 Q_0 の大きな領域では d の値もより大きい。また、●○は、雨量の少ない冬季の年当初(1~2月)の土石流であり、同図にプロットしている。

3. 土石流の発生限界に与える堆積火山灰の影響

土石流発生限界を詳しく調べるため、雨量としては野尻川と長谷川の中間位置にある春田山雨量観測所のデータを利用した。Fig. 2は、土石流の発生限界を考えるのに合理的な40分間連続最大雨量 $R_{40}^{3)}$ と式(2)による堆積火山灰厚 d の関係をプロットしたもので、 d が大きくなると、 R_{40} の範囲も増加傾向がみられる。すなわち、土石流が発生するためにはより大きな R_{40} の値をとる必要性があり、流域の堆積火山灰量が多いと土石流が発生しにくくなることがわかる。

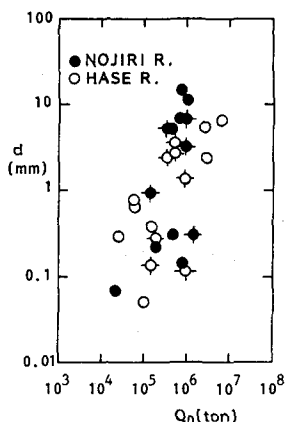


Fig. 1 噴出火山灰量 Q_0 と堆積火山灰厚 d の関係

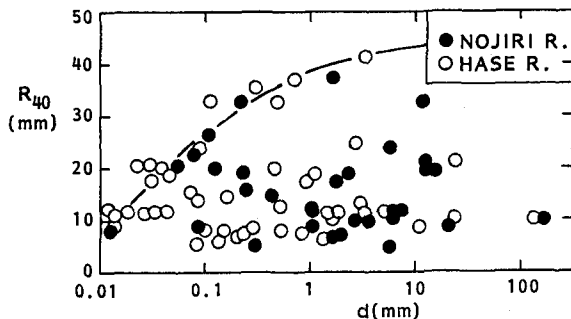


Fig. 2

40分間連続最大降雨量 R_{40} と堆積火山灰厚 d の関係

4. 土石流のピーク流量と噴出火山灰量の関係

Fig. 3は、噴出火山灰量 Q_0 と土石流のピーク流量 Q_{max} の関係をプロットしたもので、 Q_0 が大きくなるにつれ Q_{max} も増大している。野尻川と長谷川では、それぞれ数百トン、数十トンの規模の土石流が発生している。これは、噴火活動中の南岳を源流とする野尻川流域の方が北岳を源流とする長谷川流域よりも、噴出火山灰量の影響を強く受け、規模の大きな土石流となることを示している。

5. 土石流のハイドログラフに与える堆積火山灰の影響

土石流の流量 $Q(t)$ は既報³⁾により、 τ_e :河道における遅れ時間、 A :流域面積、 λ :堆積層の空隙率、 k :透水係数、 θ :斜面勾配、堆積層の厚さ η/λ の分布 $(\bar{\eta}, \sigma_\eta)$ の関数として計算法が導かれている。

ハイドログラフとハイドログラフの実測結果から同定された σ_η を堆積火山灰厚 d に対してそれぞれプロットすると、Fig. 4となる。図から、堆積層の厚さの標準偏差 σ_η は、堆積火山灰厚が大きくなるにつれ、ばらつきはあるが1.0に近づき、野尻川の方が長谷川よりもその傾向が著しいことがわかる。野尻川では、Fig. 3で示されるように長谷川よりもピーク流量 Q_{max} が、オーダーが1つ大きな値で、急峻なハイドログラフとなることが予想され、事実と一致する。

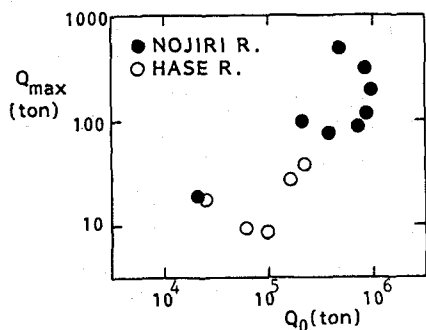


Fig. 3 噴出火山灰量 Q_0 とピーク流量 Q_{max} の関係

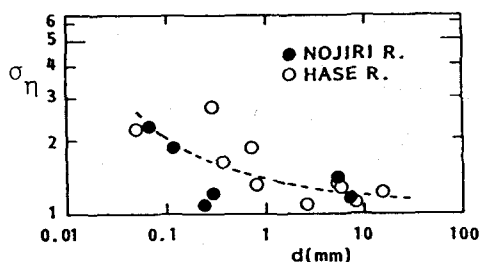


Fig. 4 堆積層の厚さの標準偏差 σ_η と堆積火山灰厚 d の関係

謝辞：鹿児島県消防防災課より火山灰量資料を、鹿児島営林署より降雨量資料を、鹿児島県砂防課及び建設省大隅工事事務所より土石流資料をそれぞれ提供して頂いた。また、データの収集及び解析に際しては鹿児島高専の坂元雅次・森山武君に協力を頂いた。各位に厚く謝意を表する次第である。

参考文献 1) 田原正清：第23回土木学会水講, pp. 69-74, 1979. 2) 平野宗夫・正田誠：自然災害科学研究西部地区部会報第4号, p. 33-36, 1987. 3) 平野宗夫・正田誠・森山聡之, 第30回土木学会水講, pp. 181-186, 1986.