

桜島火山灰の降下量の分布について (第3報)

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 ○山本浩二
 九州大学工学部 天本豊子

1. まえがき

桜島の新規火山灰の堆積量の推定法について、既報¹⁾²⁾においては、噴煙高度D、上層風の風速v、および火山灰粒子の沈降速度w₀の分布特性を考慮した理論式を提案している。本報は、第2報に引きつづき現地における降下火山灰の粒度測定を継続し、火山灰堆積量を規定する各パラメータについて詳細な検討を加えたところ、昭和50年以降の桜島の各年間噴出火山灰量の理論的な計算値は鹿児島地方気象台の観測による年間爆発回数と対応し、その結果を報告する。

2. 降下火山灰の粒度分布

ある噴出高度Dと風速vの状態において、火山灰の終末沈降速度をw₀、地上堆積地点までの距離をxとすると、w₀/v = D/xが成立するものとする。火口における噴出火山灰量Q₀は、D、v及びw₀を対数正規分布として次式が得られる。²⁾

火口からθ方向、距離xの位置における火山灰量P(x, θ)は、風向頻度をW_d(θ+π)として、

$$\frac{P(x, \theta)}{W_d(\theta + \pi)} = \frac{Q_0}{(2\pi)^{3/2} x^2 c S} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2S^2} \left(\log \frac{x w_0}{v D} \right)^2 \right] \quad (1)$$

ここに、w_m、v_m、D_m及びS_w=log S_w'、S_v=log S_v'、S_D=log S_D'は、それぞれlog w₀、log v、log Dの中央値及び標準偏差、S²=S_w²+S_v²+S_D²、c=ln(10)である。堆積火山灰の粒度分布は、

$$F(x, w_0) = \int_{-\infty}^{\frac{w_0/w_m}{\sqrt{2\pi} S_1}} \frac{1}{\sqrt{2\pi} S_1} \cdot \exp \left[-\frac{(x - \bar{x})^2}{2S_1^2} \right] dx \quad (2)$$

ここに、S₁=S_w√(S_v²+S_D²)/S、 $\bar{x} = -(S_w/S)^2 \cdot \log(x \cdot w_m / D_m \cdot v_m)$ 、x=log(w₀/w_m)である。

式(2)より、堆積火山灰の粒度分布は標準偏差S₁、平均 $\bar{x}$ の対数正規分布をなす。また、S₁はS_w、S_v、S_Dの関数である。堆積火山灰の沈降速度の中央値w₅₀は、 $\frac{w_{50}}{w_m} = \left(\frac{x w_m}{D_m v_m} \right)^{-S_w^2/S^2} \quad (3)$

粒度分析に際しては、機械式篩法を利用した。図-1は、1986年1月から6月の半年間において観測した火山灰試料の粒度分布結果(粒径d)を、各粒径毎にFairらの式により沈降速度w₀に換算し、Thomasプロットしたものである。その結果、対数正規分布によく従っていることがわかり、標準偏差は距離xに関係なく一定でその平均値はS₁'=2.225となる。また、式(3)にw₅₀の実測値を適用し最小自乗法を用いると(S_w/S)²=0.745が得られる。S及びS₁の定義から上述の値S₁'=2.225及び噴煙高度Dの資料によるS_D'=1.417、観測地点方向の1500mにおけるS_v'=1.695を与えると、S_w'=2.948、S'=3.50が得られる。沈降速度w₀に対してS_w'=2.948となっているが地上ではS₁'=2.225と小さく、均一化する傾向にある。なお、高度1000m及び1500mの風に対するP/W_dの値のばらつきは山腹部(x=2.0~4.6km)で前者が、島部以遠(x>6km)では後者の方が少ない。以上の結果、式(2)、(3)から、S₁'=2.225、S_w/S=√0.745、D_m=2.39km、v_m=9.16 m/sを与えて、粒度分布に対する計算値と実測値の比較を示せば図-2のようになる。

3. 桜島の年間噴出火山灰量と爆発回数

図-3a, bは、1975-1985年の各年毎に県下90ヶ所の降灰観測資料を用い、式(1)による桜島の噴出火山灰量Q₀(ton)と爆発回数M(回)を比較したものである。Q₀とMの対応は降灰量観測資料の豊富な1974年以降の期間に対して良好であり、爆発1回あたりの噴出火山灰量Q₀/Mは3.10~7.47万ton/回で1976, 1978, 1985年を除けばほぼ一定(約3.7万ton/回)で推移している。参考までに、江頭の積算推定値Q₀³⁾⁴⁾及び鹿児島地方気象台(x=10.5km, θ=269°)の降灰量P(g/m²)を示す。Q₀とPの対応はPが季節的な風向頻度w_dの影響を受けることから若干異なる傾向(1980, 1983年)にある。図-3cは野尻川⁵⁾の土石流の発生回数N及び

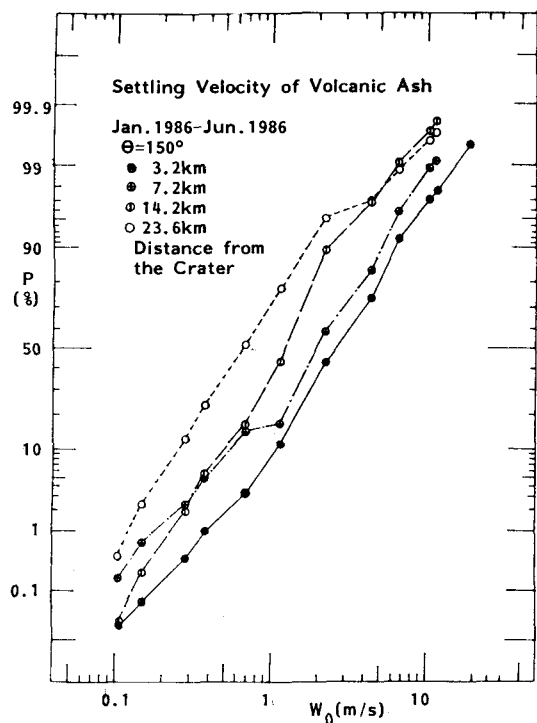


図-1 堆積火山灰の粒度特性（沈降速度）

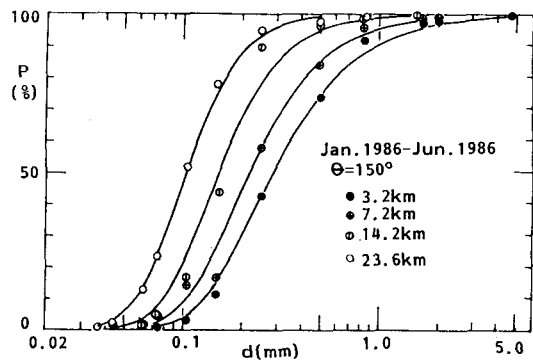


図-2 堆積火山灰の粒度特性（粒径）

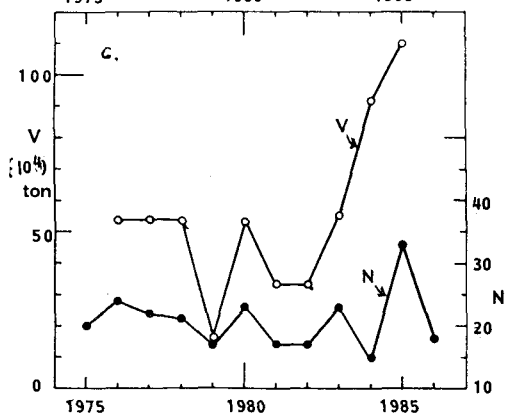
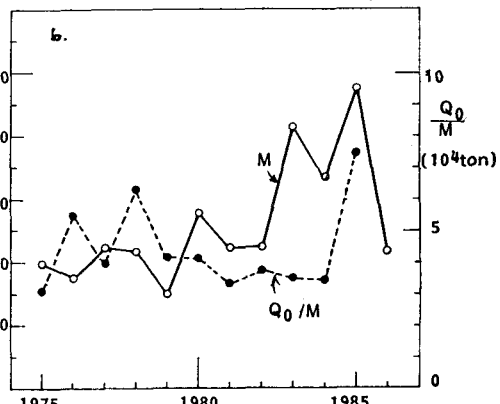
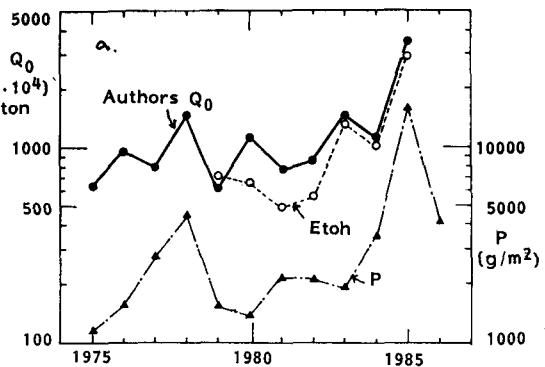


図-3 桜島の噴出火山灰量及び爆発回数等の経年変化

年度別の流出土砂量 V (万 m^3) であり、 Q_0 と比較的良好に対応を示し、桜島における各砂防河川流域計画における土砂生産の規模の推定法としての有用性を示唆する。

謝辞 貴重な火山灰の資料は鹿児島県消防防災課及び建設省大隅工事事務所により収集され、火山活動・上層風資料は鹿児島地方気象台によるものである。火山灰及び上層風資料の収集と解析に際して鹿児島高専の中村俊彦・福元光治君に協力を頂いた。更に火山灰の粒度試験では鹿児島高専の松元弘巳教授に化学実験室の使用及び御教示を頂いた。ここに関係各位に厚く謝意を表する次第である。

参考文献 1) 平野・正田・吉田・石井：土木学会西講，1984.2，pp.214-215. 2) 平野・正田・恒吉・平川：土木学会西講，1986.2，pp.194-195. 3) 江頭：鹿児島県の地震と火山，1984.3，pp.45-53. 4) 鹿児島県：桜島火山対策ハンドブック，1986.2. 5) 建設省九州地建大隅工事事務所：桜島の砂防，1986.4.