

## 地震動および地盤変動データを用いた火山灰放出率評価のためのハイブリッド手法 Hybrid method to estimate discharge rate of volcanic ash by using seismic and ground deformation data

井口 正人<sup>1\*</sup>Masato Iguchi<sup>1\*</sup><sup>1</sup> 京大防災研<sup>1</sup> DPRI, Kyoto Univ.

火山噴火による火山灰の放出・拡散は航空機の運航等に重大な支障を与える場合がある。我が国では、空港や航空路が活火山に近接しており、その拡散域の早期把握は極めて重要な問題である。大気モデルに基づく火山灰の移流拡散モデルを用いれば、その拡散域を求めることができるので、入力パラメータとしての火山灰噴出率とそれに依存する噴煙到達高度をリアルタイムで把握することが必要となる。目視、人工衛星、レーダー等により火山灰の拡散を把握することができるが、最もリアルタイム性に優れるのは火山噴火に伴い発生する地震動と地盤変動の観測である。本稿では、地震動と地盤変動データを用いた火山灰放出率評価方法について述べる。

桜島の昭和火口の噴火活動は2006年6月に再開し、2008年から爆発的となった後、2009年秋ごろから爆発回数が急増している。爆発的噴火発生の前には火山体が膨張するひずみ変化、爆発が発生すると収縮するひずみ変化が観測される。この地盤変動を励起する圧力源は火口直下の1.5km以浅と浅い。個々の爆発に伴う圧力源の収縮体積変化量と火山灰放出量（大隅河川国道事務所資料）の間には正の相関があり、圧力源の体積変化量（ $m^3$ ）に対する火山灰放出量（トン）の間の比例係数はおよそ5である。

一方、1か月間の長期で見ると両者の間には相関はあるが、月によって大きく外れる場合がある。これは、火山灰の放出は爆発的噴火によってのみ起こるわけではなく、非爆発的噴火による火山灰放出の寄与が月によっては70%と大きいためである（田島・他、2012）。噴出率の大きい爆発的噴火は数分以内の短時間で終わることが多いが、非爆発的噴火は噴出率が小さくとも、数時間に及ぶことも多く、積算量としての火山灰量に大きく影響する。非爆発的噴火は顕著な地盤変動はほとんど伴わないが、火山性微動の発生を伴う。火山性微動の2-3Hzの周波数帯のエネルギーが最も火山灰放出量との相関関係が良く、火山性微動は火山灰放出量の見積りに利用することが可能である。一方、爆発的噴火に伴う爆発地震のエネルギーは瞬間的には大きいですが、振動エネルギー全体に占める割合は小さく、地震動エネルギーだけから火山灰放出量を見積もることは適当ではない。

観測される火山灰量は、爆発的噴火と非爆発的噴火によって放出されたものであり、両者を足し合わせる必要がある。2008年から2011年までの月毎の爆発回数（ $n$ ）および非爆発的噴火に伴う火山性微動エネルギー（ $A$ : 2-3Hz）と火山灰放出量（ $W$ ）の間には以下の関係を認めることができる。

$$W = aA + bn + c$$

$$a = 5 \times 10^4, b = 3 \times 10^3, c = -8 \times 10^4$$

ここで $c$ は脈動などの常時微動の影響を考慮したものである。また、係数 $b$ が $3 \times 10^3$ であることは爆発の平均火山灰放出量が3000トンであることを意味する。

さらに、月毎の爆発回数かわりに爆発に伴う地盤変動量の月毎の積算値（ $V$ ）を用いることにより火山灰放出量は以下のように求めることができる。

$$W = aA + bV + c$$

$$a = 5 \times 10^4, b = 3.3, c = -11.3 \times 10^4$$

キーワード: 桜島, 火山灰, 地震動, 地盤変動

Keywords: Sakurajima, Volcanic ash, volcanic tremor, ground deformation