

周期的な噴火活動に対する積層型ミュオグラフィの適用可能性について Possible application of stroboscopic muography to monitoring periodic eruptions

田中 宏幸^{1*}

Hiroyuki Tanaka^{1*}

¹ 東京大学地震研究所

¹Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

ミュオンを用いた巨大物体の投透視法(ミュオグラフィ)の多くは、わずかの例を除いて(たとえば2009年の浅間山の噴火前後のイメージング; Tanaka et al., 2009)、性的な構造探査に適用されてきた。ミュオグラフィによる火山の短い時間間隔での実時間モニタリングが難しい理由は宇宙線ミュオンフラックスが低く、ミュオン透過イメージに十分なコントラスト得るまでに長い積分時間がかかるためである。しかしながら、対象が周期的な変化をする場合においては、このような問題は短い積分時間でとったフレーム(コマ)を大量に重ね合わせることで(積層型ミュオグラフィ)で、解決することが可能である。ここで、仮に400 m(水等量)の厚さを持つ山体に半径10 mの火道があったとする。この対象に対して、水平方向のミュオンの透過フラックスは完全にマグマでフィルされている状態に対して、 $5 \times 10^{25} \text{ sr}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、完全に空洞になっている場合には $7 \times 10^{25} \text{ sr}^{-1} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ である。もし 4 m^2 、角度分解能100 mradの検出器が火道から200 m離れた位置に設置されると仮定すると、それぞれの条件に対して、それぞれ0.02 and 0.03 s^{-1} の割合でミュオンを記録することが可能である。この数字は2500枚のフレームを重ね合わせることで、1秒間の観測で、3%の確証度でこれらの条件を分離できることを示している。Stromboliにおいて、2007年10月14日~17日の間に110回の噴火が観測されたこと(Goto et al., 2008)を考えると、2500回の噴火イベントはそれほど非現実的なものではないと考えられる。本研究では、総合的なモデルシステムを使うことでこのアイデアを評価した。モデルシステムは 0.16 m^2 の有感面積を持つミュオン検出器と周期的なシステムとしての直径15 mの電炉からなる。このテスト実験において、積分時間12時間のフレームを17枚重ね合わせることで、電炉内の12時間周期の密度変化を明瞭に捉えることに成功した。結果は周期的な噴火活動に積層型ミュオグラフィの適用可能性を示唆するものである。

キーワード: ミュオン, ラジオグラフィー, ストロボ

Keywords: muon, radiography, stroboscope