

粒子法を用いた火山体の地震散乱波シミュレーション

Numerical simulations of scattered seismic waves at a volcano using an elastic lattice method

熊谷 博之^{1*}, 齊藤 竜彦¹, オブライエン ガレス², 山品 匡史¹

Hiroyuki Kumagai^{1*}, Tatsuhiko Saito¹, Gareth O'Brien², Tadashi Yamashina¹

¹防災科学技術研究所, ²ダブリン大学

¹NIED, ²University College Dublin

はじめに: 地震波の振幅を用いた震源決定手法が火山で発生する低周波地震や微動の震源決定に有効であることが示されている (例えば, Battaglia and Aki, 2003; Kumagai et al., 2010)。Kumagai et al. (2010)は、この手法が高周波においてS波が等方的な輻射分布となる地震波振幅の散乱特性に基づいており、5 Hz以上の高周波において適切な震源位置を推定できることを指摘している。本発表では火山体の3次元構造モデルを用いた地震波のシミュレーションを行い、このような散乱波の特性が再現できるかを調べた。

手法: 地震波形のシミュレーションには粒子法 (O'Brien and Bean, 2004) を用いた。粒子法は、粒子間の相互作用力を用いて地震波動場を計算する手法である。粒子法は4次の差分法と等価であるが、地形のある自由表面を差分法に比べて容易に取り扱うことができるという特徴を持っている。計算には15 mのグリッド間隔を用いて、水平方向に15×15 km、鉛直方向に6 kmの領域で、エクアドルのコトパキシ火山の地形を用い、構造モデルとしてはフォンカルマンタイプのランダム媒質を仮定し、10 Hzまでの波形のシミュレーションを行った。

結果: ランダム媒質の3つのパラメータのうち、不均質のrms値である $e = 0.05$ 、スペクトルパワーの形を規定する $k = 0.5$ とし、相関距離 a を0.05-1.5 kmの間で変化させた。震源としては山頂から約2 km下においた鉛直開口型クラックとした。山体に750 m間隔で観測点を置き、そこでの上下動の計算波形にフィルターをかけて、震源時から10秒分のエンベロープのrms振幅を求めた。フィルターとしては0.2-2、1-6、3-8、5-10 Hzの4つの帯域を用いた。その空間分布を調べた結果、より高周波のフィルターをかけるほど輻射分布が崩れ、震央から離れるにつれてより等方的な輻射パターンとなった。さらにその特徴は a に依存し、より小さい a を使うと、輻射パターンの崩れがより低周波数側まで現れるという結果が得られた。

議論: Takemura et al. (2009)は、2次元の差分法を用いて散乱波のシミュレーションを行い、S波の輻射パターンが崩れことを示しており、本研究の結果はこの結果と整合的である。しかしながら、本研究の結果では、 a が50 mといった小さい値の方が観測された波形の特徴をより再現しており、これは、Takemura et al. (2009)で構造性地震を対象として示された $a = 3-5$ kmよりも明らかに小さい。この結果は、火山ではより短波長の不均質が卓越することを示唆すると考えられる。また、構造を均質とした地形による効果だけでも輻射パターンが高周波数で崩れるという結果は得られた。しかしながら、その崩れは構造の不均質を入れた場合に比べて小さく、構造の不均質が火山での散乱波の発生に大きく寄与していると考えられる。

文献：

Battaglia, J. and K. Aki, *J. Geophys. Res.*, 108, 2364, doi:10.1029/2002JB002193, 2003.

Kumagai et al., *J. Geophys. Res.*, doi: 10.1029/2009JB006889, 2010, in press.

O'Brien, G. S. and C. J. Bean, *Geophys. Res. Lett.*, 31, L14608, doi:10.1029/2004GL020069.

Takemura, S., T. Furumua and T. Saito, *Geophys. J. Int.*, 178, 950?961, doi:10.1111/j.1365-246X.2009.04210.x, 2009.