

# 桜島火山における爆発地震の震源過程と爆発的噴火の力学過程

## Mechanism of explosive eruptions from source mechanism analyses of explosion earthquakes at Sakurajima volcano, Japan

為栗 健・井口正人・石原和弘

Takeshi Tameguri, Masato Iguchi, and Kazuhiro Ishihara

### 要旨

桜島火山は山頂火口において爆発的噴火活動を繰り返している。爆発的噴火の際に観測される爆発地震の震源過程を明らかにし、空気振動、地盤変動データと合わせて爆発的噴火の力学過程を考察する。爆発地震の特徴として、押し波のP波初動(P phase)、P波初動に続く振幅の大きな引き波(D phase)、初動から2~3秒後の最大振幅を持つ低周波振動(LP phase)が見られる。この3つの特徴的なphaseは桜島島内すべての観測点で観測される。伝播速度、振幅の距離減衰、振動軌跡の波動解析から、P、D phaseはP波、LP phaseはレイリー波であることが明らかになった。波形インバージョン法を用いて、P、D phaseのモーメントテンソル解の推定を行った結果、P phaseは深さ2 kmにおいて $10^{11}$  Nmの等方膨張によって励起され、D phaseは $10^{12}$  Nmの鉛直方向の円筒形収縮によって励起されている結果が得られた。深さ2 kmにおける等方膨張および円筒収縮のモーメント量では観測されている大振幅のレイリー波は励起されないため、より浅部に新たな震源を仮定する必要がある。forward modelingにより発震時、震源の深さ、モーメントテンソルの推定を行った。その際、LP phase部分の観測波形と理論波形の残差二乗和が最小になるように未知パラメータを決定した。その結果、LP phaseは火口底下0.25-0.5 kmにおける1.1-1.8秒間の等方膨張後、1.2-1.6秒間の水平方向の収縮によって励起されていることが明らかになった。また、発震時は深さ2 kmにおける等方膨張の0.9-1.1秒後、地震モーメントは深部の等方膨張とほぼ同じ、円筒収縮より1桁小さい結果が得られた。

火口直下浅部における等方膨張の発震時と空気振動の発振時の比較を行った結果、両者の時間差は±0.3秒以内であった。また、浅部の等方膨張のモーメントと空気振動の振幅には相関が見られることから、浅部の等方膨張が空気振動を発生させていることが考えられる。

Ishihara (1990) は爆発時に観測される伸縮計、傾斜計のstepから、火口底下0.5 kmに減圧の圧力源を見出した。また、衝撃波の発生、高速な火山弾の放出等からガス溜まりの存在を示した。この圧力源の位置は本解析から得られた浅部の等方膨張と水平収縮の震源とほぼ同じ深さである。LP phaseの発生源は浅部におけるガス溜まりであり、等方膨張と水平収縮はガス溜まりの膨張およびガスの放出による減圧に対応していると考えられる。

深さ2 kmにおける等方膨張と浅部における等方膨張の発震時の時間差から火道内を伝播する速度を見積もると1.4-1.9 km/sになる。これは溶融状態のマグマ内を伝播する圧力波の速度に近い。また、深部および浅部の等方膨張のモーメント間に良い相関は見られなかったことから、深部の等方膨張によって励起された圧力波が火道内を伝播し、浅部のガス溜まりを破裂させるためのトリガーとして働いているのではないかと考えられる。

爆発地震の震源過程と爆発時に観測される空気振動、地盤変動データから火道内において以下のような力学過程が考えられる。深さ2 kmにおいて爆発地震の初動に対応する等方膨張が発生する。その際に発生した圧力波が火道内を伝播する。上方へのガスflowが生じ、圧力が減少して火道の収縮が起こる(円筒収縮)。圧力波が浅部ガス溜まりに到達し、ガス溜まりが膨張する(等方膨張)。ガス溜まりが破裂し、空気振動が発生する。火口からガスが放出され火口直下の圧力が減少する(水平方向の収縮)。