

## 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 eruption revealed by source mechanism analysis of explosion earthquake at Sakurajima volcano

# 為栗 健[1], 井口 正人[2], 石原 和弘[3]

# Takeshi Tamekuri[1], Masato Iguchi[2], Kazuhiro Ishihara[3]

[1] 京大・理・地球惑星, [2] 京大・防災研, [3] 京大・防災研・火山活動

[1] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ, [2] SVO, [3] SVRC, DPRI, Kyoto Univ.

桜島火山における爆発地震の震源過程を明らかにした。また、空気振動、地盤変動データから噴火の力学過程を考察した。爆発地震は深さ2kmにおける等方膨張で始まり、その後、円筒形収縮によって励起されている。深さ2kmの等方膨張の約1秒後に火口直下0.5kmにおいて等方膨張が発生し、水平方向の収縮が起こる。以下のような火道内の力学過程が考えられる。深さ2kmで等方膨張が発生し、その際に圧力波が火道内を伝播する。深部の圧力が減少して火道の収縮が起こる。圧力波が浅部ガス溜まりに到達し、ガス溜まりが破裂する。ガス溜まりの破裂後、火口からガスが放出され火口直下の圧力が減少する。

桜島火山は1955年以降、山頂火口において活発な噴火活動を繰り返している。これまで、爆発的噴火の際に観測される爆発地震を対象とし、波形インバージョン法を用いて、初動から約2秒間の震源過程を定量的に議論してきた。爆発地震の初動部分は深さ2kmにおける等方膨張によって励起され、その後、鉛直方向の円筒形に近い収縮が発生している結果が得られた(1999年地球惑星科学関連学会合同学会)。初動から約2秒後には最大振幅を持つ低周波振動(0.5Hz)が後続している。伝播速度、振幅の距離減衰、振動軌跡の波動解析から、低周波振動はレイリー波であることが明らかになった(1999年火山学会秋季大会)。今回は爆発地震全体の震源過程を明らかにするため、レイリー波を励起させる震源位置と震源メカニズムの推定を行った。また、得られた震源過程および空気振動、地盤変動データから爆発的噴火の力学過程を考察した。

大振幅のレイリー波は深さ2kmにおける等方膨張および円筒収縮のモーメント量で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。1999年に発生した爆発地震のうち、15例について震源の深さと震源メカニズムの推定を行った。解析はforward modelingで行い、レイリー波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パラメータを決定した。その結果、レイリー波は火口底下0.25-0.5km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2km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より2桁、円筒収縮より1桁大きい結果が得られた。

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 $\pm 0.3$ 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0.5km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。浅部の等方膨張と水平収縮および伸縮計と傾斜計のstepから推定された体積変化量はそれぞれ $-1.0 \times 1000$ 立方メートル、 $-1.1 \times 1000$ 立方メートルであり、両者の体積変化量はほぼ同じであった。このことから、低周波振動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2km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。これは熔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2km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)。