

開口型火道の減圧による2008年2月の桜島昭和火口噴火時の山体変形の解釈 An explanation of volcano deformation during an eruption at Sakurajima Showa crater: decompression of open conduit

養和 貴史^{1*}, 川口 亮平¹, 西村 太志¹Takashi Minowa^{1*}, Ryohei Kawaguchi¹, Takeshi Nishimura¹¹ 東北大学・理・地球物理¹ Geophysics, Science, Tohoku University

1. はじめに

火道内のマグマ流のダイナミクスを議論するためには、噴火に伴い観測される山体変形を及ぼす圧力源の時空間変化をとらえることが必要である。本研究では、噴火時のマグマ後退を移動圧力源としてとらえ、山体変形を数値的に求めてその特徴を調べる。さらに桜島で報告されている観測記録との比較を行い、マグマ後退の時空間変化を推定する。

2. 噴火時の移動圧力源モデル

ブルカノ式噴火は、マグマ最上部に“ふた”が形成され、その下にマグマが満たされており、ふたが取れて圧力が解放されることによって爆発が発生すると考える。マグマ最上部は急減圧を受けるためマグマ破碎が起こり、マグマ最上部は火山灰を放出しながら深部へ伝播する。この時火道壁にかかる応力は次のように考えられる。火道内マグマの噴出によってマグマヘッドの位置が下がり、火道壁に及ぼされていた法線応力が減少する。また、同時に下方からのマグマの上昇による動摩擦力が上向きに火道壁に加わり、その反作用の力が深部で働く。以上を考慮して、変動源をマグマの圧力変化による法線応力と、マグマの流れによって火道に働く動摩擦力とその反作用とする。一定の圧力勾配を持つ領域をマグマ最上部に設定し、その位置を火口から下方へ移動させる。そしてマグマ最上部より上の火道壁には大気圧を、一定の圧力勾配を持つ領域の火道壁にはマグマ圧の減圧と鉛直上向きの動摩擦力を加える。また動摩擦力の反作用を火道の底に加える。

3. 計算結果

数値計算には3次元の境界要素法を用いる。国土地理院の10mメッシュ基盤地情報数値標高モデルを基に桜島火山地形を再現し、昭和火口直下に半径15mの円筒形火道を作成する。火道壁に上で述べたモデルに基づき応力を加え、地表面の歪、傾斜変動を計算する。

桜島の地殻変動観測点である、有村観測坑道(火口の南南東2.1km)とハルタ山観測坑道(火口の北西3.2km)直上の地表面における火口方向の傾斜、歪、収縮源と動摩擦力による変化を調べる。マグマ最上部の初期位置は標高650mとする。まず有村での法線応力による山体変形を説明する。マグマ最上部を標高650mから下げていくと、傾斜は0mまでは顕著な変化は示さない。その後0m付近から火口方向の沈降を示し、-1300m付近で火口方向の隆起に転じる。火口方向の歪は、まず伸長を示し、マグマ最上部が-950m付近に達すると収縮に変化する。動摩擦力とその反作用は、噴火直後から火口方向を隆起させ、マグマ最上部が-1300m付近に到達すると火口方向の沈降へと変化させる。また、歪は噴火直後から収縮、-950m付近から伸長となる。ハルタ山でも同様の傾向を示すが、傾斜や歪が極大、極小となる深さは有村よりも数百m深い。以上のことは、傾斜や歪記録の極大、極小となる時間に注目することで、マグマ最上部の後退過程を調べることができることを示している。

4. 観測データとの比較

井口(2008)に報告されている、2008年2月6日11時25分の昭和火口噴火の観測記録と計算結果の比較を行う。観測記録には、噴火開始から10分後に有村、ハルタ山両観測点において火口方向の歪記録が伸長から収縮への変化が示されている。法線応力による歪が伸長から収縮に変化する深さと比較すると、噴火開始から約10分後にマグマ最上部は-950m~-1150m程度まで後退したと推定される。

マグマ最上部が-2000m以深になると、法線応力による傾斜は火口方向の隆起を示す。しかし、観測記録には噴火が継続する中で沈降から隆起への変化は認められない。このことは-2000m以浅で噴火が停止した、あるいは、より深部での収縮が同時に起きていることを示す。

傾斜記録に着目すると、噴火開始直後には火口方向の隆起が記録されている。これは火口浅部のマグマ上昇による鉛直上向きの動摩擦力によって説明できる。なおこの動摩擦力による歪への影響は比較的小さく、上述の推定には大きな影響を及ぼさない。

5. まとめ

噴火中のマグマ最上部の後退現象に伴って火道壁に及ぼされる圧力源をモデル化し、桜島における傾斜、歪変動を計算した結果、観測された歪や傾斜の時間的な変化をおおむね説明できることがわかった。

キーワード: 山体変形, 桜島, 開口型火道

Keywords: volcano deformation, Sakurajima, open conduit