

SVC047-05

会場:301B

時間:5月24日 09:30-09:45

開口型火道内のスラグ上昇による山体変形 Volcano deformation caused by gas slug ascent in an open conduit

川口 亮平^{1*}, 西村 太志¹, 佐藤 春夫¹
Ryohei Kawaguchi^{1*}, Takeshi Nishimura¹, Haruo Sato¹

¹ 東北大学・理・地球物理

¹ Geophysics, Science, Tohoku University

1. はじめに

マグマ内揮発性成分の挙動を理解することは火山噴火の多様性を理解するために重要である。近年の地殻変動観測では、観測機器の精度や時間分解能の向上によりストロンボリ式やブルカノ式といった小規模の噴火を繰り返す火山において個々の噴火活動に伴う山体変形が捉えられるようになってきた (e.g. Genco and Ripepe, 2010, GRL)。マグマの粘性が高く、気泡とメルトの相対速度が無視できる場合には、マグマ内気泡成長の有無により、マグマ上昇速度や山体変形の時間変化に顕著な違いが現れることが指摘されている (川口・他, 2009)。一方、比較的低粘性のマグマによって起こるストロンボリ式噴火では、気相と液相間の相対運動が無視できない。このようなマグマの流れでは気泡が連結することでスラグ流が形成されていると考えられている。本研究では、マグマ内のスラグ上昇にともなう火道内圧力分布の時間変化から地表で得られる山体変形の時間変化の特徴を調べたので報告する。

2. スラグ上昇モデルと山体変形

低粘性マグマ内では発泡により生じた気泡は互いに接近して集団化し、大きな気泡を間欠的に含むスラグ流が形成されると考えられている。本研究では火道内部でのスラグの上昇過程を James et al., (2009) の標準静圧モデルに従い、次のようにモデル化した。断面積一定の円筒形火道内に半径一定の円筒形のスラグが一つ存在している場合を考える。火道下部からのマグマの供給がなく、マグマと気体の間での揮発性成分の流入はないとする。スラグ内の気体には大気圧とスラグより上のマグマの静水圧がかかる。スラグ底部の深さは火道の半径と Froude 数によって決まる一定の速度で上昇する。上昇に従い、スラグにかかる圧力は減少するため、スラグ内の気体は膨張する。スラグ内の気体を理想気体とし、等温過程と火道内のマグマとスラグ内の気体の質量の質量保存の関係から、スラグの長さやマグマヘッドの深さの時間変化を求めることができる。

火道内の圧力は、スラグ以外の部分はメルトの密度をもとに静水圧として、スラグ部分は水平断面あたりの密度が小さくなるため圧力勾配は小さくなる。そのため、火道深部から上昇するスラグは収縮源となる。火道の浅部ではスラグの体積膨張に伴うマグマヘッドの上昇により上部の火道壁に新たに圧力がかかるため、膨張源となる。火道は開口型であると考え、スラグ上昇に伴う火道内圧力分布の変化による地表の変形量を半無限均質弾性体の表面としたときの解析解 (Bonaccorso and Davis, 1999) からスラグ上昇に伴う火道内圧力分布の変化による山体変形の水平、上下変位、傾斜変動量を求める。

3. 計算結果

初期状態でスラグが火道の最下部にあるとし、マグマヘッドまでスラグが上昇したときを噴火の開始時としてスラグの上昇をまず計算する。玄武岩質マグマを想定し、マグマの密度を 2600 kg/m^3 、粘性を 100 Pa s とし、火道半径を 3 m 、初期のスラグの長さを 1 m としスラグの上昇過程を求めた。スラグは上昇に伴って膨張していくが、マグマヘッドから 100 m 程度の深さまで上昇すると体積増加率が急激に大きくなる。噴出直前にはスラグの長さは約 50 m にまで達し、マグマヘッドを押し上げる。次に、このスラグ上昇過程の計算結果をもとに、山体変形の時間変化を求める。火口に近い地点において、変位および傾斜はおおむね山体が膨張する変動を示す。それに対して、火口から遠い地点では、初め山体が膨張する変動を示すが、スラグが浅部まで上昇すると水平変位は膨張が停滞し、上下変位および傾斜は山体の沈降へと変動の様子が転じていく。これは、スラグによる収縮の効果が強くなるためであり、スラグの深さが火口から距離のおよそ半分よりも浅くなると収縮の影響が現れる。

4. まとめ

低粘性のマグマ内でのスラグ上昇過程では、異なる深さに収縮源と膨張源が存在することで、スラグの深さと火口から観測点までの距離によって山体変形の時間変化が大きく異なることが明らかとなった。火口からの距離が異なる複数の観測点での山体変形の時間変化の捉えることができれば、噴火の開始に重要な役割を果たすスラグの深さを推定することが可能になると考えられる。

キーワード: マグマ上昇, スラグ流, 開口型火道, 山体変形

Keywords: magma ascent, slug flow, open conduit, volcano deformation