

低粘性マグマ中の気泡上昇と山体変形モデリング Modeling of gas bubbles rise in low viscous magma and volcanic deformation

川口 亮平^{1*}, 西村 太志¹

Ryohei Kawaguchi^{1*}, Takeshi Nishimura¹

¹ 東北大・理・地球物理

¹Geophysics, Science, Tohoku Univ.

粘性の小さい玄武岩質マグマによるストロンボリ式噴火では、火道深部において気体が連結し、大きなガスラグとなつて上昇し、噴火が発生するというモデルが考えられている。このようなラグの上昇による山体変形の特徴は、水平断面あたりの平均密度が小さいラグが上昇することで、火道深部に減圧源が生じるため、火口から遠い観測点では収縮の山体変形が現れる(川口・他, 2011, JPGU)。しかし、ストロンボリ火山の傾斜変動観測では、火口から1 km程度離れた観測点でも噴火前に山体が膨張する様子が捉えられており(Genco and Ripepe, 2010)、スラグ流モデルではこのデータを説明できない。そこで、本研究では、マグマ内の気泡の上昇過程をモデル化し、火道内圧力分布の時空間変化を求めるとともに、地表での山体変形量の時間変化の特徴を調べたので報告する。

メルト中の気泡群の上昇とそれに伴う火道内マグマの上昇を次のようにモデル化した。断面積一定の円筒形火道内のある領域に一定半径の気泡が集まっている場合を考える。個々の気泡は周囲の気泡との相互作用なく、ストークス則に従った速度で上昇する。上昇に従って気泡周囲のマグマ圧力は減少するため、気泡は膨張し、それに伴う体積増加によってマグマヘッドの深さも上昇する。気泡内の気体を理想気体とし、等温過程と火道内のマグマの質量保存係から、気泡の深さと半径、およびマグマヘッドの深さの時間変化を求めることができる。なお、火道下部からのマグマの供給はなく、メルト中の揮発性成分の流入による気泡成長はないとする。

このような気泡の上昇によるマグマヘッドの上昇によって、火道上部に新たに圧力が加わる。また、気泡領域では平均密度が小さくなるため、気泡上昇に伴い領域内のポイド率が大きくなるにつれて、その下部のマグマ圧力は初期状態に比べてやや小さくなる。

初期状態で火道の最下部に多数の気泡の集まる領域があるとし、気泡領域の最上部がマグマヘッドの深さまで上昇した時に噴火が発生するとする。気泡の上昇速度は、ストークス則に従い気泡半径の二乗に比例して速くなるため、上昇に伴い気泡の上昇速度は加速していく。それに伴い、マグマヘッドも加速的に上昇していく。半無限均質弾性体の解析解(Bonaccorso and Davis, 1999)を用いて、火道内圧力分布から山体変形を数値計算した結果、気泡の初期深さと同程度に火口から離れた地点では、加速的なマグマヘッドの上昇に従って、山体変形の量も加速的に増加していくことがわかった。また、気泡の上昇開始から噴火発生までのマグマヘッドの上昇量および山体変形量は、気泡の初期半径または気泡領域内の気泡の数が大きいほど大きくなる。なお、気泡上昇による火道深部の減圧がスラグ流の場合に比べて小さくなるため、火口から離れた観測点でも収縮の山体変形が現れにくくなる。

気泡上昇モデルによる山体変形の特徴を既に報告されているストロンボリ火山の噴火に先行する傾斜変動データ(Genco and Ripepe, 2010)と比較した結果、火口から離れた観測点でも山体が膨張する傾斜変動の様子を再現できることが分かった。

キーワード: 開口型火道, 気泡上昇, 山体変形, ストロンボリ式噴火

Keywords: open conduit, gas bubble rise, volcanic deformation, Strombolian eruption