

ブルカノ式噴火中の地殻変動に関する一考察

A study on the volcano deformation during Vulcanian eruptions

西村 太志 [1]

Takeshi Nishimura[1]

[1] 東北大・理・地球物理

[1] Geophysics, Science, Tohoku University

1. はじめに

火山噴火は、大局的には、火道浅部やマグマ溜まりに集積していたマグマを地表に解放するプロセスであるので、噴火によって火道やマグマ溜まりの圧力は減少する。この考えを支持するように、地殻変動のデータも山体収縮を示している。また、ブルカノ式噴火のときに記録される爆発地震の発生過程が浅部に蓄えられた圧力が短時間に解放される現象で説明できる（鉛直下向きのシングルフォースモデル）のもその一例である。しかしながら、最近の地殻変動観測や広帯域地震観測によると、噴火によって火山物質を大気中に噴出しているのにも関わらず、噴火中に山体膨脹を示すシグナルが記録されることがある。本報告では、このような事象が生じる要因について考察する。

2. 山体膨脹を生じさせる要因

噴火中の山体膨脹のシグナルは、火道浅部の圧力解放に加え、別の力源が火道やマグマ溜まりにあることを示している。急減圧により励起される気泡核形成や気泡成長は、マグマ全体の体積増加を引き起こすので、山体膨脹の力源となる可能性がある（Nishimura 2004）。また、浅間山の爆発地震の震源メカニズム解析では、急減圧を受けたマグマ内の気泡成長とそれに伴うマグマ上昇によって火道壁に剪断応力を及ぼされた結果、鉛直上向きのシングルフォースが生じるという機構も提案されている（Ohminato et al., 2006）。これらはマグマ内の揮発性物質の挙動を考慮したメカニズムで、噴火中に山体膨脹を引き起こす力源として考えられる。しかしながら、本研究では、よりシンプルなプロセスとしてマグマ内の気泡成長がない問題を考え、山体膨脹が生じるかどうか検証する。

3. ポアズイユ流により生じる地殻変動

ある一定の半径の火道にマグマが満たされ、火道の蓋によりマグマが増圧している場合を考える。噴火の発生は蓋を取ることで表す。噴火が起きると、火道内マグマは最上部から深部に向かい減圧する。粘性効果が強い場合には、火道内マグマに生じる圧力勾配によってマグマが流動し、減圧部はゆっくりと深部へ伝播する。その結果、火道上部から圧力解放が進み、火道の収縮が起こる。また、同時にマグマ流動に伴う剪断応力が火道壁面に働く。この剪断応力が働く火道壁面の面積は時間とともに増加するものの、その大きさは圧力勾配に比例して小さくなっていく。

そこで、本研究では、地殻変動の力源として、円筒形の火道浅部から下方へ伝播する火道の減圧と剪断応力の2つの力源を考える。火道内マグマを1次元のポアズイユ流として考えると、この減圧と剪断応力の大きさの比を求めることができる。そこで、2つの力源による地形変形を半無限均質媒質における解析解を用いて計算した。その結果、次のことがわかった。観測点と噴出口までの距離に比べて火道内マグマの最上部（マグマヘッド）が浅い場合、剪断応力による地殻変動が卓越し山体膨脹が起きる。一方、マグマヘッドが深くなると減圧源の効果が大きくなり山体収縮が卓越する。従って、ある距離にある観測点でみていると、噴火初期には山体膨脹が起こり、次第に山体収縮に移行する。

4. まとめ

気泡成長などマグマ内揮発性成分の挙動を加味しなくても、1次元のポアズイユ流を考えるだけで、噴火発生直後に山体膨脹が引き起こされることが明かとなった。ただ、多くの火山噴火では、山体収縮のみで山体膨脹は観測されない。この不一致は、マグマ破碎を考え、火道最上部マグマが高速で噴出するプロセスを加えることにより解消できる。