

修士論文

有限要素法を用いた開口型火道内圧力源
による山体変形の研究

東北大学大学院理学研究科
地球物理学専攻

喜多村 陽

(指導教員 西村 太志 准教授)

平成 22 年

要旨

活動的火山の周辺では、地殻浅部や火山体内へのマグマ上昇、貫入に伴う地殻変動が観測されてきた。近年では、傾斜計などの観測機器の精度や分解能、可搬性の向上によって、ストロンボリ式噴火やブルカノ式噴火のような繰り返し噴火に伴う微小な山体の膨張、収縮が火口近傍で観測されるようになってきた。この山体の膨張や収縮は、繰り返し噴火に伴う火道内のマグマの上昇、下降によって生じていると考えられ、山体変形のデータ解析により、噴火に直接的に関連する火道内のマグマの挙動を、力学的側面から定量的に明らかにできる可能性がある。これまで、このような山体変形のデータ解析は、半無限均質媒質を仮定して行われることがしばしばであった。しかし、噴火直前には火道内のマグマは地表面近くに達し、また観測点より高い位置まで上昇することもあると想定される。このような場合、山体変形は地形の影響を受け、半無限均質媒質を仮

定した解析には大きな誤差が生まれると推察される。そこで、本研究では、有限要素法を用いて、開口型火道内のマグマを圧力源とする山体変形に対する地形の影響を調べた。

本研究では、2次元軸対称の有限要素法で計算を行う。ある傾斜角を持つ円錐型の山体とカルデラ地形を持つ山体の2つの場合について調べた。山体の中心に、円筒形の開口型火道を設定し、火道内に深さとともに線形に増加する圧力源を与え、山体の水平および上下変位、傾斜量を計算した。

円錐型の山体について調べた結果、主に次のことが明らかになった。山体の傾斜角が大きいほど、変位や傾斜量が最大となる位置は火口中心に近くなり、最大の変位量、傾斜量は大きくなる。例えば、山の傾斜角が 27° のとき、水平地形の場合と比べて、変位、傾斜量が最大となる位置は、水平距離で2～3割程度火口中心に近づく。また、最大変位量、傾斜量も2倍～5倍も大きくなる。水平地形を仮定して観測データを解析すると、火道の長さを30～40%程度短く推定したり、火道内の圧力を2倍程度過大評価してしまう可能性が高い。また、マグマ最上部が上昇するときの水平および上下変位、傾斜量の変化をある一つの観測点で調べたところ、マグマ最上部が観測点位置より高くなると、上方から圧力が加わるため、変位や傾斜量の変化が緩やかなる。

続いて、カルデラ地形が山体変形に与える影響を調べた。その結果、カルデラのリム部分では、圧力源から地表面までの距離が大きくなるために、水平および上下変位、傾斜量の分布はリム部分で小さくなる場合があることが明らかになった。

火山地形の効果を取り入れて、ストロンボリ火山の繰り返し噴火の際に観測された傾斜量データを解析した。火口中心から観測点方向に測線を取り、その測線ごとに2次元軸対称の有限要素法を用いて山体変形を計算し、圧力源を推定した。その結果、観測された傾斜変動をよく再現できることが分かった。

有限要素法を用いて、地形が与える影響を定量的に評価した結果、山体変形は、山体の傾斜角やカルデラ地形といった火山地形の特徴に対応して、そのパターンを大きく変えることが明らかになった。今後、火山での測地データ解析に山体地形の効果を取り入れることにより、火道内マグマの上昇や下降現象が定量的に評価でき、噴火時のマグマの挙動の物理過程の理解などをより深めることができると考えられる。