

カルデラ形成に必要なマグマ溜りの体積変化量と深さの関係

Relationship between the volume change and depth of the magma chamber for the caldera formation

楠本 成寿[1]; 竹村 恵二[2]

Shigekazu Kusumoto[1]; Keiji Takemura[2]

[1] 東海大・海洋; [2] 京大・理・地球熱学研究施設

[1] School of Marine Sci. & Tech., Tokai Univ.; [2] Beppu Geo. Res. Labo., Grad. Sci., Kyoto Univ.

カルデラ形成に必要なマグマ溜りの体積変化量と深さの関係を解析的に求めたので報告する。

カルデラ形成条件についての研究は、フィールド調査のほか、室内実験や数値シミュレーション等でこれまで多く行われてきた。これらの調査・研究をとおしてカルデラの規模や形成に必要なファクターの定量的な議論が進められ、マグマ溜りの深さがカルデラのタイプや規模を決定付ける重要な鍵を握っているということが分かってきた。しかしながら、これらの中に成立するであろう物理的な関係式は求められておらず、数値シミュレーションで得られる解もその物理的な意味が不明であった。

本研究では、地表面に発生する応力場をクーロンの破壊則により評価することでカルデラ形成に必要なマグマ溜りの体積変化量と深さの関係を解析的に求めることを試みた。モデルとして、一般的なマグマ溜りとして知られている回転楕円体モデルではなく、数学的取り扱いが容易な小球モデルを採用した。また、任意座標系で与えられる応力を主応力に変換する際の計算が容易であることから、2次元問題(平面ひずみ)として扱った。

解析は以下の方法に従って行った。1) マグマ溜りの体積変化により生じる地表面でのひずみの解析解からフックの法則により応力場を求めた。2) 応力場を与える式から最大主応力と最小主応力を求めた。3) 求めた最大・最小主応力をクーロン破壊則に代入し、カルデラ形成に必要なマグマ溜りの体積変化量と深さの関係を求めた。

その結果、カルデラ形成に必要なマグマ溜りの体積変化量は、マグマ溜りの深さの3乗に比例するという関係式が得られた。比例定数は、圧縮強度や内部摩擦角、剛性率によって決まる力学的な定数である。したがって、間隙率の効果等を取り入れた解析が今後可能になることが推察される。また、今回の解析は2次元問題として扱ったが、今後は3次元問題として解を求めていくことが必要になってくるであろう。いずれにしても、マグマ溜りの深さがカルデラ形成に必要な体積変化(崩壊)量を決定する本質的な条件であることが、解析解によっても示された。