

伊豆大島の地殻変動上下成分から示唆される圧力源の形状

Geometry of pressure source beneath Izu-Oshima inferred from vertical component of volcanic deformation

山本 哲也^{1*}, 鬼澤 真也¹, 高木 朗充¹Tetsuya Yamamoto^{1*}, Shin'ya Onizawa¹, Akimichi Takagi¹¹ 気象研究所¹ Meteorological Research Institute, JMA

伊豆大島火山では、1990年代からGPSによる地殻変動(山体変形)観測が行われており、全島的な膨張傾向が長期的に継続していることが知られている。鬼澤他(2012)は、2001年から2010年の期間について、アンテナ交換などに伴うデータの不連続がないGPS観測点のデータを選んで解析することにより、この期間の長期的な地殻変動(各観測点の変位)を明らかにした。また、その3成分の変位を標高補正を行った茂木モデルによって解析し、圧力源をカルデラ北部の深さ6.68kmに推定した。我々はこの長期的な地殻変動についてさらに調査を進めた。

圧力源からの水平距離と各観測点の変位との関係には次のような特徴があった。水平成分については、観測値、茂木モデルによる計算値とも、圧力源直上からの距離0km付近では水平変位がほとんど0であるが距離5km付近では水平変位が約5cmと最大になっており、両者は概ね一致する。それに対して上下成分をみると、観測値と計算値で分布が異なっている。計算値については、距離0kmで上下変位が最大、距離が大きくなるにつれて変位は小さくなるという分布がみられるのに対して、観測値では距離0~5kmの上下変位に距離に依存した明瞭な変化は見られず、むしろ、距離0km付近では距離2~3km付近に比べて上下変位は幾分か小さい。このように、伊豆大島の長期的地殻変動では、観測された上下成分の変位が茂木モデルでは十分に説明できなかった。すなわち、圧力源直上付近の上下変位には距離への依存性があまり見られず、また、茂木モデルで期待されるものより小さい傾向があった。

実際の火山の地殻変動が、茂木モデルと差異を生じる要因としては、地形、地下構造、圧力源形状の球からのずれ、などが考えられる。伊豆大島の長期的地殻変動に対する理解を深めるためには、これらの要因も考慮した解析が必要である。ここでは、地殻変動の原因となる圧力源について、その形状を考慮するとともに、圧力源を中心とする軸対称の地下構造および地形を仮定して、有限要素モデルを用いた調査を行った。地形は伊豆大島の山頂部から北北東側山腹にかけての標高を国土地理院の数値地図50mメッシュから与えた。また海底地形についても同様に、海上保安庁が公開している500m間隔の水深データJ-EGG500から与えた。地下構造は長谷川他(1987)による山頂部を通る北北東-南南西方向の地震波速度構造を参照し、5層の構造(剛性率)を設定した。圧力源としては鉛直な軸を持つ回転楕円体を用い、形状のパラメータとして縦横比(鉛直半径と水平半径の比)を1.0から4.0の範囲で設定した。また、圧力源の中心の深さもパラメータとし、3.0kmから8.0kmの範囲で設定した。様々な圧力源のパラメータの組み合わせについて、地表の水平変位、上下変位を有限要素法によって計算した。

観測値に計算値が適合するものを探索したところ、中心の深さが約4km、鉛直半径/水平半径が3以上の場合に観測値と計算値が比較的良好な一致をみた。変位の上下成分が、距離0km付近で周辺よりもやや小さくなるという特徴も再現された。圧力源の深さをみると茂木モデル6.68kmに対して、有限要素モデルでは約4kmと有意に浅くなった。このような深さの違いは体積変化量にも影響し、茂木モデルでは $2.5 \times 10^7 \text{m}^3$ なのに対して、有限要素モデルでは $1.1 \times 10^7 \text{m}^3$ と半分程度になった。地下構造と圧力源形状のどちらが、このような計算結果に寄与しているかを調べるため、地下構造の影響がなくなるように第1層、第2層に第3層と同じ剛性率を与えた有限要素モデルについての計算を行なってみたところ、それほど顕著な差異はなかった。したがって、圧力源の形状の寄与がより大きいとみられる。

キーワード: 火山, 伊豆大島, 地殻変動, 有限要素解析

Keywords: volcano, Izu-Oshima, crustal deformation, finite element analysis