

三宅島における構造と地形を考慮した地殻変動の推定

Estimation of crustal deformation in Miyakejima by finite element model including structure and topography

山本 哲也[1]; 坂井 孝行[1]; 高木 朗充[1]; 福井 敬一[1]; 藤原 健治[1]

Tetsuya Yamamoto[1]; Takayuki Sakai[1]; Akimichi Takagi[1]; Keiichi Fukui[1]; Kenji Fujiwara[1]

[1] 気象研

[1] MRI

火山における地殻変動の解析には茂木モデルがよく用いられる。茂木モデルは一様半無限弾性体内の小さな球状圧力源による変形を扱っており、地表の変位が比較的簡単な式で表されるので応用範囲が広い。ただし、実際の火山は地下構造が存在するため一様な弾性体ではないし、急峻な火山地形が存在するため半無限弾性体でもない。したがって、同一の圧力源によるものであっても、実際の火山で観測される地殻変動と、茂木モデルによって推定される地殻変動には系統的なずれがあると予想される。観測データの精密な解析を行うためには、その系統的なずれに関する知識が不可欠となる。ここでは、有限要素法を用いることで火山の構造や地形を弾性体モデルに取り込み、地下の球状圧力源によって引き起こされる地表の変位を数値的に求めた。結果を茂木モデルによる変位と比較してどのようなずれが系統的に生じるかを明らかにした。計算は三宅島を対象として行った。三宅島は2000年噴火以降活発なガス放出を継続しており、今後のガス放出の推移を推定するためにより精密な地殻変動の解析が求められている。

用いた有限要素モデルには、地下構造として菊池他(2001)で用いられている5層構造を与えた。この構造では、深さ3kmまでを占める第1層、第2層の弾性定数が小さくなっていて(剛性率=3GPa, 10GPa)変形しやすい性質をもっている。深さ3kmから22.5kmの第3層、第4層の弾性定数は剛性率=32GPa, 42GPaで、茂木モデルでよく用いられる弾性定数(剛性率=30GPa)とほぼ同じである。地形は坂井他(2003)の手法にしたがって三宅島火山周辺を近似したものを与え、海は深さ500m、火山体は円錐型とし、2000年噴火で形成された火口は逆円錐台型にくり抜いた。有限要素法の計算では段階的に実際の火山に近いモデルの計算を行った。すなわち、まず平坦な地形に構造(5層)を与えた場合、次に構造と火山体地形および火口地形を与えた場合を計算した。これによって有限要素モデルにとりこまれたそれぞれの要因が、地殻変動にどのような変化をおよぼすかを調べた。当然後の場合が実際の地殻変動をよりよく近似していると考えられる。

有限要素法によってえられた地表の水平変位、垂直変位を茂木モデルと比較したところ様々なことが明らかになった。ここでは圧力源の深さが5km、半径が1kmの場合を取り上げることにする。まず、地下構造があると火山付近の変位、特に水平変位が顕著に大きくなる。これは、表層が変形しやすいため、圧力源に近い下層に生じた変形があまり小さくならず地表に現れるためだと考えられる。次に山体地形を与えた場合、火山付近の変位は多少小さくなる傾向をもつ。これは火山の盛り上がりの分だけ圧力源から遠ざかるので変位が小さくなるものと思われる。火口地形を加えると、火口付近では水平変位が大きくなる。これは坂井他(2003)の結果と同様である。三宅島におけるGPS観測点は火口から4kmから5kmの距離に位置するものが多い。この付近の変位を茂木モデルと比較すると、水平変位で約1.5倍となっている。茂木モデルでは、水平変位と垂直変位の大きさが等しくなる距離が圧力源の深さに等しいという性質がある。有限要素法の結果をみると、約3.5kmで水平変位と垂直変位が等しくなっている。したがって、この結果を茂木モデルによって解析したとすると、推定される圧力源の深さは実際の5kmよりも有意に浅くなると予想される。圧力源の体積変化も解析によってえられる重要な推定量であるが、この推定は地表の変位の大きさと圧力源の深さの双方に関わるので、系統的にどのようにずれのかは観測点の位置を配慮して検討する必要がある。