

安達太良山沼ノ平火口における GPS・重力観測

GPS and Gravity observation at Numanotaira crater in Adataro volcano

高木 朗充 [1]; 福井 敬一 [1]; 山本 哲也 [1]; 坂井 孝行 [1]; 藤原 健治 [2]

Akimichi Takagi[1]; Keiichi Fukui[1]; Tetsuya Yamamoto[1]; Takayuki Sakai[1]; Kenji Fujiwara[2]

[1] 気象研; [2] 気象庁

[1] MRI; [2] JMA

1. はじめに

安達太良山の沼ノ平火口では、1996年頃より活発な熱泥噴出が始まり、熱活動が高まった。そこで火口内の活動を把握するため、多面的な観測を行った。実施した観測種目は、GPSによる地殻変動、重力、全磁力、自然電位、熱観測である。

本講演では、1998年以後に実施したGPS観測と重力観測の解析によって推定した、地下内部の簡単な活動モデルを報告する。

2. GPS観測

繰り返し観測を1998~2005年に実施した。観測回数は年2回程度で、13回行った。一部は、東北大学及び仙台火山センターの観測点を借用した。最終的に12点での観測を行ったが、全期間を継続して観測したのは4点である。観測点は、沼ノ平火口を重点的に配置した。

初回から継続している観測点の変動を見ると、ある時期から傾向が変わった。1998~1999年の水平変位は沼ノ平火口南東部を中心に広がる傾向を示すのに対し、2001年以降は火口中央に向かって集まる傾向を示す。1999年の次に行った観測は2001年であり、この間には2年弱の観測の空白があるため、いつどのような過程で変動傾向が変化したのかを詳細に知ることはできない。

各観測点で観測された変動を地下の点圧力源による弾性変形によるものと仮定し、観測値を説明するのに最もふさわしい圧力源の位置を10m毎のグリッドサーチ手法で求めた。上下動変位を含む3成分の変位量を用い、期間を区切って行った。計算は観測点での標高を考慮したMogi(1958)による弾性変形の解析式を用い、山体の剛性率は 4×10^{10} Paとした。

その結果、火口南西部の水平変動傾向が変わる前の1998年7月~1999年6月には、圧力源は火口南西部の火口壁寄りの地表面直下に求まり、圧力源の標高は1440mであった。体積増加量は 4.8×10^3 m³となった。

変動傾向が変わってからの2001年7月~2005年10月は、沼ノ平火口中央部の火口底下170m(標高は1280m)に求まり、体積減少量は 31.3×10^3 m³であった。この5年間で1年毎の短期間に区切って圧力源を推定すると、火口底中央部の深さ280m~130m(標高1170~1320m)の間に求まる。しかし、2001年7月~2005年10月の期間の各観測点の変動傾向はほぼ同様であるので、火口下のほぼ同一の領域の圧力が直線的に減少しているものと考えられる。

3. 重力観測

2001年から年2回の重力の繰り返し観測を実施した。これは既に、GPS観測から推定された火口底の収縮期に入った時期である。観測点はGPS観測点を使用した。これは、観測される重力値に影響をおよぼす観測点の標高変化を、GPS観測から把握するためである。観測には、LaCoste G型重力計およびシントレックスCG-3Mを使用した。測定の利便性の理由から、期間の途中からCG-3Mを使用した。両者のバネ定数の機差を推定するために2004年6月の観測では2台の重力計で同時測定を行った。その結果、LaCosteに対するCG-3Mの定数は1.011であり、両機種によるデータの接続ではこの値で補正をおこなった。観測は、G00(沼尻駐車場)を起点とする往復測量で行った。

沼ノ平火口内での重力値の推移を見るために、GPS解析の基準点と同じ、火口外の観測点G02を基準とした。火口内3点の重力測定値に、気圧補正、潮汐補正、ドリフト補正処理をおこなった。また、12~204mmの観測点の沈降に伴うフリーウェア・ブーゲー補正を行うと、期間を通して0.097~0.156mGalのほぼ単調的な増加傾向が明らかになった。

この変動量を地下の質量の移動によるものすると、密度103kg/m³の物質が観測点の下方に水平に厚さ2.3~3.7mで貫入することで、説明が可能である。

4. GPS観測と重力観測からの考察

GPS観測から、沼ノ平火口の地殻変動は2000年頃を境に膨張から収縮傾向に転じたことがわかった。この活動の傾向を熱活動と結びつけると、全磁力観測による地磁気変化分布とも調和的である(山本他, 2005)。また、これらの圧力源はいずれも地下の非常に浅いところであり、マグマが上昇してきたと考えるよりも、熱水活動の活発化で局所的な蒸気だまりが活動したものと考えた方が適切である。2000年以降、熱水活動の低下で蒸気だまりが収縮したものと推定される。この時期以降に重力観測を実施したため、蒸気だまりの活動低下に伴う重力変化を測定していたことになる。2000年頃までは熱活動により火口直下は高温・乾燥状態であったが、それ以降の活動低下により、火口内部には周辺から地下水が流入できる様になった。この移流により火口下では5年間で2.5~3.5mの厚さに相当する帯水層が形成されたと考えられる。重力変化が火口底周辺部の観測点よりも火口底中央部の観測点で小さかったのは、ここから熱源に近いために流れ込んだ水が気化し、帯水層の厚さが相対的に小さくなっているためであろう。熱泥噴などの噴騰現象も火口底中央部で観測されていたことと調和的である。