

桜島の重力異常について

産業技術総合研究所

駒澤 正夫

京都大学防災研究所

中村佳重郎・山本 圭吾

井口 正人・赤松 純平

市川 信夫・高山 鐵朗

山崎 友也

1. 重力調査結果と編集

鹿児島県桜島火山で2007年9月に重力調査を行った。調査には、ラコスト重力計3台を使用した。標高値と位置については、DGPS によるため精度に問題はないものである。今回の測定以前の397点(既存点)^{1), 2)}については、主として山麓の車道沿いで測定を行っているが、2007年の調査は山体中心域の169点の測定を徒歩にて実施した。既存の独立標高点の測点は測位精度の問題があるため取捨選択している。新規測点は、北岳周辺、鍋山-南岳周辺、引ノ平周辺の桜島火山の中核をなすところと島嶼に当たる。新旧併せて約566点のデータを編集した。測定図を図1に示す。

2. 表層密度解析

桜島火山の密度推定の結果を示す。方法は、「上方接続残差分散比較法(Comparison of Variance of Upward Residual : CVUR 法)」(Komazawa,1995)³⁾というもので、地形がつくる密度構造は起伏をもつので重力効果として最も短波長の成分が発生することを利用している。ブーゲー補正と地形補正に使う密度(仮定密度)が、地形を作っている表層密度に一致すれば、第1層目は密度的に透明になって地形に対応する短波長の重力成分



図1. 測定図

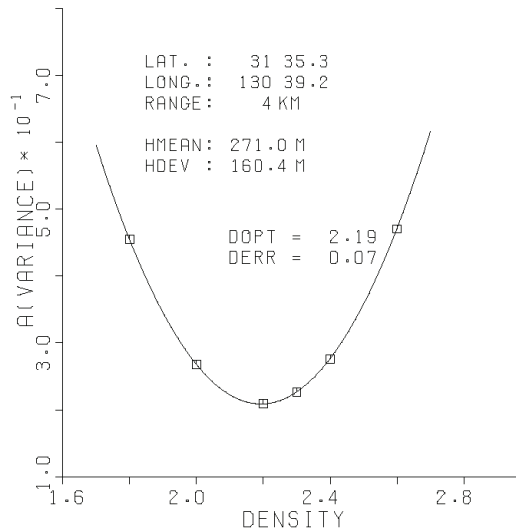


図 2. 北岳・南岳周辺の表層密度

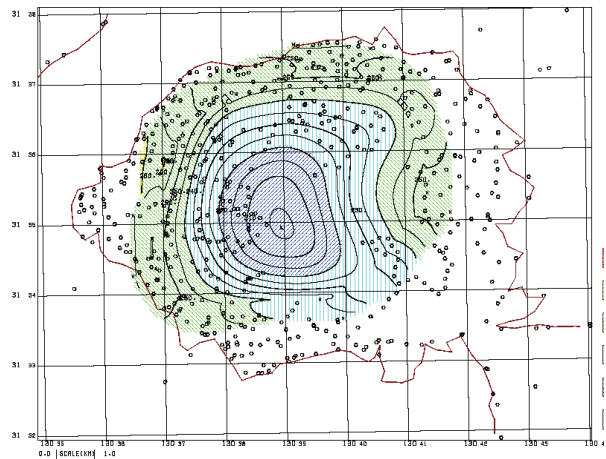


図 3. 表層密度分布

は消失するので、仮定密度と表層密度が一致した場合、短波長成分の比率が最も少なくなる。ここでは短波長成分だけを取り出すようなフィルターを施した重力残差の分散量(ランダム性)を計算し、その分散量を一番小さくする密度が最適な表層密度となる。

解析の結果、北岳-南岳を中心とした半径4kmの範囲の平均密度として、 2.19g/cm^3 という結果を得た(図 2)。この値は、火山の表層(深度数 100m 程度まで)の平均密度としては普通のものである。一方、サンプリング半径を小さくし、位置をずらしてスキャンさせれば、面的な密度分布が得られる。そうして得られた結果を図 3 に示す。図 3 は、250m の上方接続残差に対し 2km のサンプリング半径で解析した例であり、表層の密度を示している。山体中心部の表層密度が 2.0g/cm^3 程度と多多少も小さく麓に向かって密度大きくなるのが判る。山体中心域は噴火による密度の小さい火山灰や噴石が多いことを示しているものと考えられる。なお、海岸線に近いところは地形の起伏がないため解析されていない。

3. 重力異常から推定される地下構造

解析した表層密度の平均的な値を仮定密度としたブーゲー異常図を作成した。図 4 に仮定密度 2.3g/cm^3 のブーゲー異常図を示す。概略の傾向として、始良カルデラに向かって桜島の北東域でブーゲー異常値が小さくなっている。

4. フィルター計算

深度に応じた構造を抽出するために上方接続フィルター操作をして残差重力を作成した。まず、深度が数 100m から 1km 程度の深い構造を見るために仮定密度 2.3g/cm^3 のブーゲー異

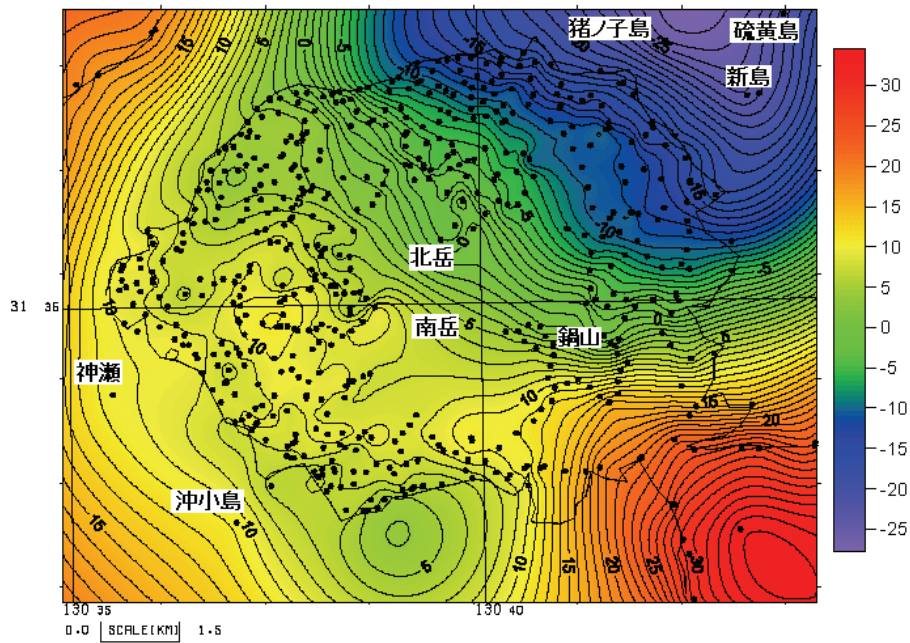


図 4. ブーゲー異常。 $\rho = 2.3\text{g/cm}^3$ 。

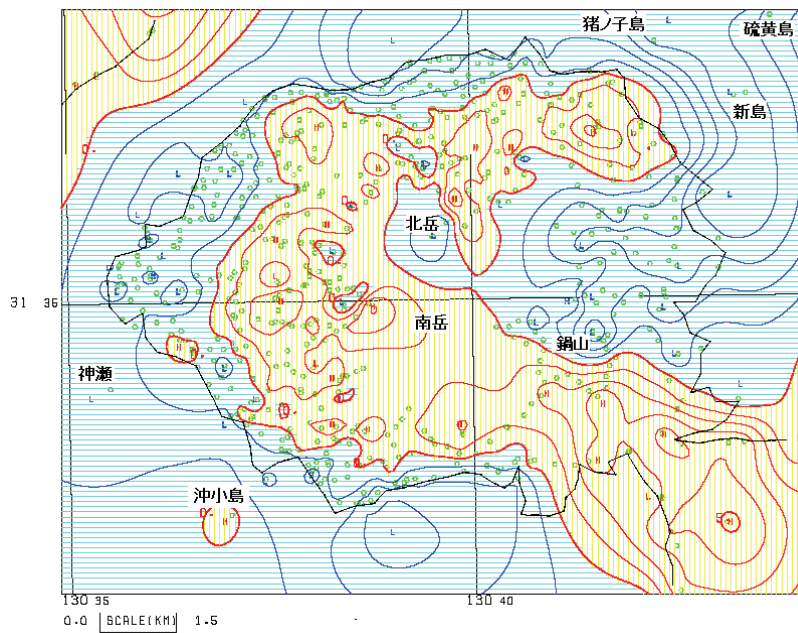


図 5. 残差重力: 上方接続 1km をトレンドとして除去。 $\rho = 2.3\text{g/cm}^3$ 。

常に対して広域トレンドを上方接続 1km で除去した残差重力を求めた(図 5)。北岳と鍋山については明瞭な低重力異常を呈している。一方、現在噴火活動の激しい南岳周辺には目立った異常がないところとなっている。測定点がないために詳細な重力異常が判らないことが一番の理由であるが、マグマを供給している場所が南岳直下ではなく北方ないし東方に想定できることも挙げられる。高残差重力は、垂水方向から桜島南部域に伸びており基盤の高まりを示しており、北東方の陥没構造と対比される。低残差重力域は噴出源(火山)と考えられが、噴出源と考えら

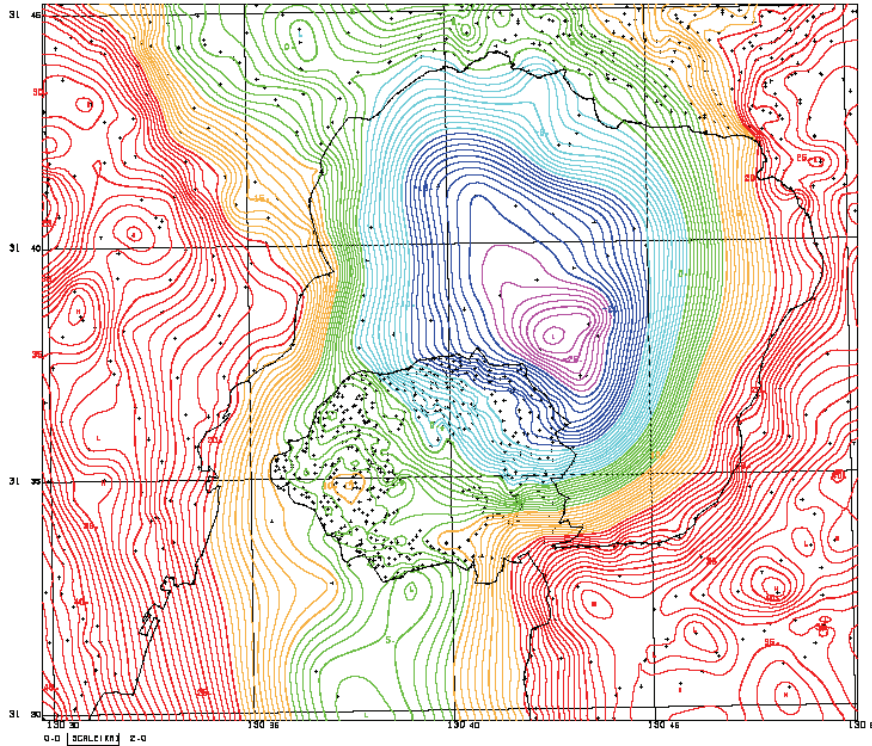


図 6. 広域のブーゲー異常。 $\rho = 2.3\text{g/cm}^3$

れないところは概して正の残差重力域が目立った異常がないところとなっている。理由として、火山に対応していないところは低密度の表層が侵食されてしまっているか堆積そのものが薄いことを示しているのに対し、火山群は溶岩だけでなく、火山灰や空隙率が高い火砕物などの低密度のもので構成されているため表層密度も小さくなっていることも考えられる。

広域のブーゲー異常図(図 6)をみると始良カルデラの南方に位置する桜島はカルデラ壁に対応するような正の残差重力域になっていることが判る。

5. 重力基盤解析

解析の方法としては、基盤の起伏から計算される重力異常が観測重力値に収束するように基盤形状を徐々に修正させて最終的に最適解を求める逐次近似法を用いた。計算には、仮定密度 2.3g/cm^3 のブーゲー重力異常と地形標高の各々 100m メッシュデータを用意した。また、解析対象の深度である数 $100\text{m} \sim 1\text{km}$ の数倍以上深い構造による広域傾向面的な重力異常は、 2km の上方接続フィルターで除去した。さらに、局所的な異常や誤データが作るノイズ成分は、 50m の上方接続フィルターで除去した。以上のバンドパスフィルターの操作をした残差重力に対して 3 次元解析をおこなった。ここでは重力基盤は、高密度溶岩や岩脈の集積した構造から生成されているものと考えられるものである。解析は、地下構造を低密度の被覆層と高密度の基盤の均

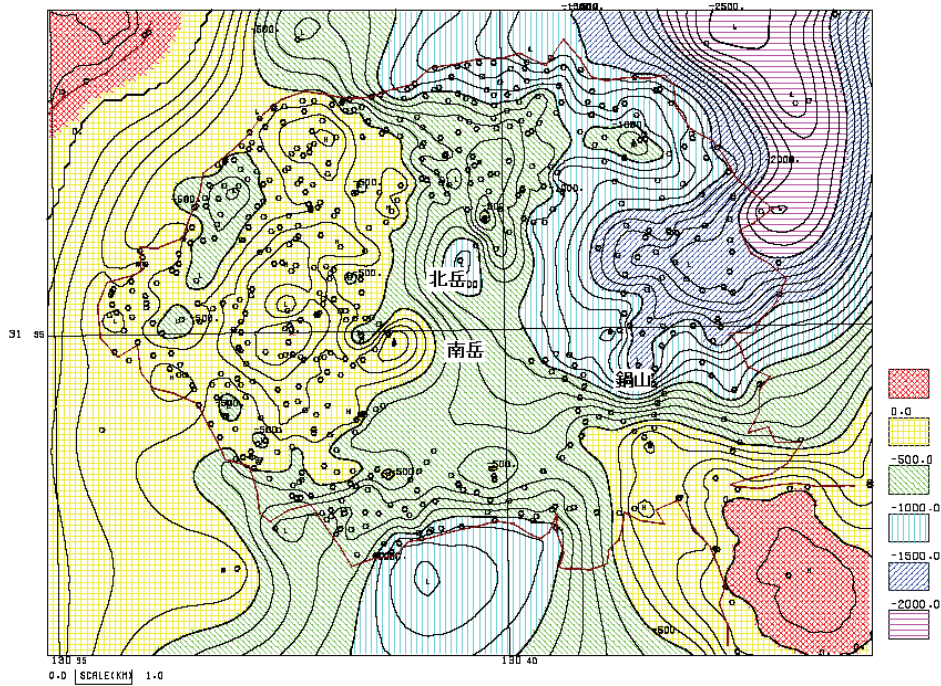


図 7. 重力基盤。 $\Delta\rho=0.35\text{g/cm}^3$ 。数値は標高値。

質 2 層にモデル化して行った。基盤の密度は高密度溶岩や岩脈の集積した構造の密度として適当と考えられる 2.65g/cm^3 とした。被覆層、つまり、新しい火山灰や火砕堆積物の密度値としては $2.0\sim 2.3\text{g/cm}^3$ が考えられる(火山性堆積物の領域が広いので表層密度解析の結果も考慮して 2.3g/cm^3 を想定)が、本解析では一律に密度差を 0.35g/cm^3 とした。重力基盤を 100m 間隔の等高線で示し、各深度階を段階表示した(図 7)。なお、重力基盤の数値は標高値である。最も深いところは始良カルデラから伸びる桜島の北東域にあり海水準下 2km を越えている。更にその伸びは鍋山に達している。また、北岳周辺も南北方向に割れ目状の窪みが解析されておりマグマの通路となっているように見える。一方、南岳には割れ目状の構造は見られないが、この周辺に測点がないために正確な重力異常が得られていないことが理由と考えられる。

6. まとめ

桜島火山の山頂から麓までを含んだ平均的な密度は 2.3g/cm^3 程となるが、表層密度分布は概略地質構造と整合する。表層密度解析の結果からは、北岳-南岳周辺の低密度火砕物が保存され低密度となり、海岸域は火砕物が剥脱された構造のためか比較的高密度となっているものと考えられる。残差重力の負の領域が北岳、南岳、鍋山などの桜島火山の中核をなす火山群に見られる。重力基盤構造は鍋山周辺で始良カルデラから伸びるように深く解析されている。また、北岳も局所的な南北方向の割れ目状の構造が解析された。広域的には桜島火山は始良カ

ルデラの南壁に対応するような正の残差重力域となっている。

参 考 文 献

- 1) 宮町宏樹・東浦勝良・平野舟一郎・山本明彦(2000): 桜島火山における高密度重力測定, 鹿児島大学理学部紀要, 第 33 卷, 101-116.
- 2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構(2000): 新エネルギー・産業技術総合開発機構重力測定値データファイル, 日本重力 CD-ROM, 数値地質図, P-2, 地質調査所.
- 3) Komazawa, M. (1995): Gravimetric analysis of Aso Volcano and its interpretation, J. Geod. Soc. Japan, Vol. 41, 17-45.

(Received on March 11, 2008)