

三宅島の磁気異常分布

東北大学理学部 三品 正明

Distribution of Magnetic Anomaly on Miyake-jima Volcano

Masaaki Mishina

Observation Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions,
Faculty of Science, Tohoku University

1. はじめに

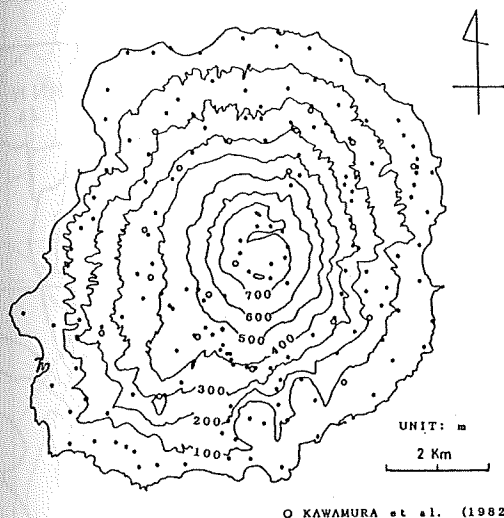
一般に火山岩は強い熱残留磁気をもち、キュリー温度を越える高温ではそれが消失する。火山の山体の構造とくに熱的な構造を知るためには、この磁化の差は非常に有効な指標となる。山体の熱的な構造の調査を目的として、これまでに多くの火山で磁気異常の分布が調べられてきた。これらの調査の多くは航空磁気測量に基づくものである。現場での作業効率が悪いうえに、岩石磁気の影響を強く受けて地形の効果だけでも複雑な磁気異常分布をもたらすので、地上磁気測量に基づく山体構造の研究はNishida and Miyajima¹⁾や岡崎・他²⁾などがあるが、その数は多くはない。活発な火山活動を続ける火山の山体内部の温度分布を調べるため、三宅島において地上での磁気測量を実施した。

三宅島は1983年、1962年など近年にも幾度もの噴火を繰り返して、山体内部に高温部が存在するものと考えられる。また、三宅島は山頂部に直径約 2.5kmのカルデラをもつほぼ円錐形の火山島で、磁気異常に対する地形の効果も比較的単純な分布をすると予想されるので、山体内部の温度構造を反映した磁気異常が抽出しやすい火山と考えられる。

2. 地上磁気測量

地上での磁気測量の概要を第1表に示す。測定が行われた年にはそれぞれ火山噴火予知を目的として行われた集中総合観測が行われている。1980年の測定値にはこの表の他に、経年変化の検出のための磁気測量³⁾が行われている磁気点および固定点計21点も加えたので、全体では183点になった。第1図には三宅島の地形とともに観測点の位置を示した。白丸は磁気点等³⁾の位置である。各測定点では約3m四方の4辺形の各頂点での測定値の平均値をその観測点での値とした。また、各頂点での観測値から得られる磁場傾度はその観測点でのデータの精度の目安とした。各測定点での磁場傾度は3mあたり数100nTに達するものが多く、全磁力の日変化や10年間の経年変化を越えているので、時間的な変化の補正は意味がないで行わなかった。

地表面の凹凸や、尾根・谷などの小規模の地形の影響をできるだけ避けるため、表にあるようにセンサーの高さを3m以上に保って測定を行ったが、この高さではそのような地形の効



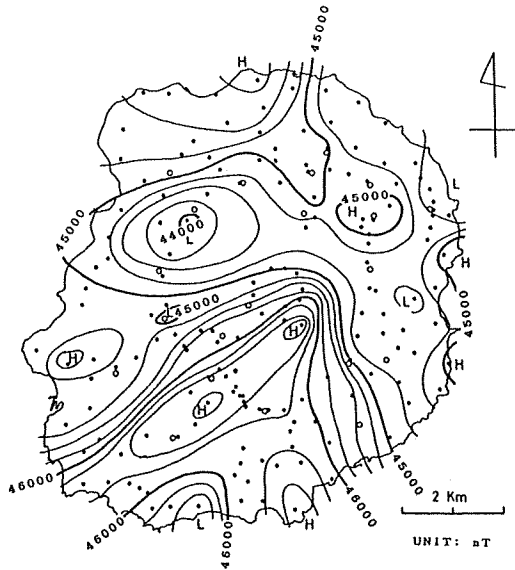
第1図 三宅島の地形と観測点の分布。白丸は河村・他³⁾による観測点。

第1表 測定の概要

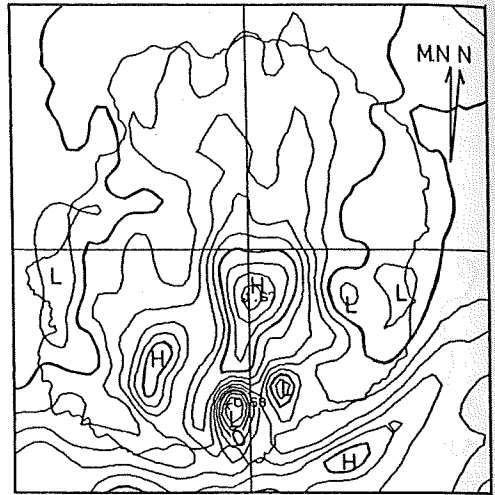
	1980年	1990年
時期	10月	10月
成分	全磁力	全磁力
使用機器	PPM739C	G826
分解能	1nT	1nT
センサー高 (地上)	3.5m	3.0~3.5m
測定点数	75点	87点

果を十分に避けきれものではない。得られた磁気異常の分布はそのために近傍の影響を含んだものとなって、波長の短いノイズ成分が卓越している。このノイズを取り除くため、移動平均による平滑化を行った。半径 1km をサンプリング範囲として、距離によってコサイン型に変わる荷重をかけて、荷重平均を求めた。ただし、前述の磁場傾度が約 100nT/m を越えるものについてはさらに荷重を 1/2 にした。このような操作によって得られた平滑化された磁場分布を第2図に示した。比較のために島の地形を角柱で近似して計算された、均一磁化の場合の計算値を第3図に示した。この図では半径500mのサンプリングによる荷重移動平均によって、平滑化してある。

観測値では大局的には山頂をはさんで、南側で高、北側で低の全磁力の分布になっている。第3図に見られるように一般に中緯度では山体全体が均一に磁化すれば、地表面での磁気異常は山頂南に正異常の極大ができるので、観測された磁場分布の極大は山体の磁化の効果によるものと考えられる。山頂の北西側では低い値が観測されているが、計算値から予想されるものよりは低い。観測点の間隔はまちまちであるのに対して、計算は等間隔の格子点で行われているので、等値線の形をそのままは比べられないが、この北西側の低異常は地形の効果によるものと考えられる。同様に島の北端部での高異常も地形から予想されるものよりは大きいものである。1940年、1962年と噴火を繰り返した島の北東部には、顕著な磁気異常は観測されていない。1983年噴火のあった山頂から南南西にかけての地域は、前述の地形の効果による高異常があって、山体内部の構造を反映する特徴をこのままでは見ることができない。



第2図 荷重移動平均により平滑化された地表での全磁力分布。等値線間隔は 500nT.



第3図 山体の一樣磁化による地表面での磁気異常の計算値。相対的な強さで表した。

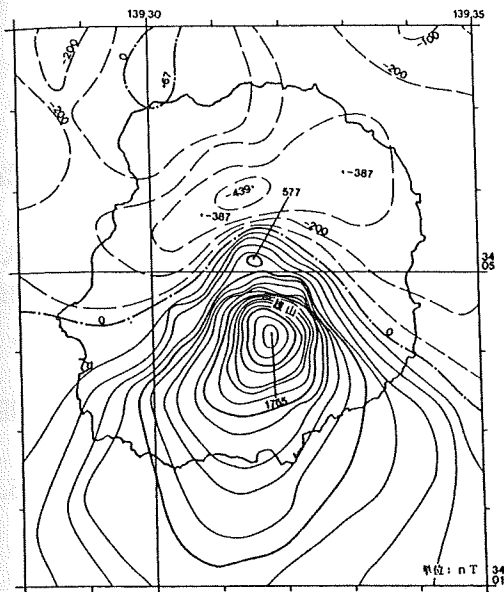
3. 航空磁気測量

地表面での磁場測定では、地表面付近の岩石の磁気の影響で短波長の磁気異常が卓越してしまう。磁気異常の源から遠ざかってしまう欠点はあるが、航空機を利用した磁気測量は作業の効率が良く、また地表面付近の細かい地形の効果が減衰しているので山体内部の構造を反映した磁気異常を抽出しやすくなる。三宅島では海上保安庁水路部が1987年に航空磁気測量を実施している⁴⁾。その結果を第4図に示す。鈴木・他⁴⁾の解析結果によればこの磁気異常は山体が現在の磁場方向に均一に磁化しているとして計算された磁気異常の分布とほぼ一致している。そして、山体内部の磁化構造を反映する異常として、島の南部・北部と山頂北側に約+200nT、西部と東側沖とに約-200nT、と正負の異常が計算値との差として残ると指摘されている。

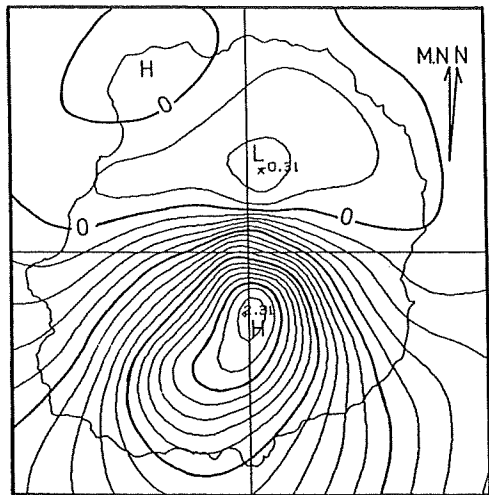
前節に述べた地上磁気測量による磁気異常の分布は、航空磁気測量の結果と良く一致している。

4. 基盤構造による磁気異常

航空磁気異常図と地上磁気異常図とに共通するような磁気異常の特徴は、その源は深いか規模が大きいかである。ここではその原因をやや深いものと考えて、基盤構造を考慮したマ



第4図 鈴木・他⁴⁾による航空磁気図。
高度3,800ft, 等値線間隔は
100nT.



第5図 基盤の深さも考慮して計算された
磁気異常図。高度1,150m。相対的
な強さで表した。

デル計算をしてみた。駒沢⁵⁾は島内部での重力測定値から、島内の基盤の深さの分布をもとめた。表層と基盤との密度差は 0.5 g/cm^3 とされているが、このような密度の差は磁化にも差があることが予想されるので、基盤の磁化は表層のその1.7倍あると仮定した。島外では重力異常から得られた基盤深度がないので、海底地形とほぼ平行するように陸域から延長した。高度1150mでの計算値を第5図に示す。第4図の航空磁気異常図の特徴がよく再現されていることがわかる。しかし、西部では等異常線の形に明らかに違いが見られ、山体の内部が計算モデルのような一様磁化ではないことを示している。このくい違いからは山体内部の山頂の下周辺からその北西部にかけて、磁化が消失している部分があるものと推定される。航空磁気測量および地上磁気測量の双方を満足するような構造は、現在解析が進められている。

5. おわりに

三宅島において実施した地上磁気測量の結果は、航空磁気測量の結果と良く調和していて、測定環境が悪いにもかかわらず、山体内部の温度構造を反映した磁気異常の特徴を観測することができた。航空磁気測量は高さに制限があって磁気異常源からはどうしても遠くになってしまう。地上磁気測量はその欠点を補うことができる。この距離の差は山体内部の構造を考える際の重要なデータとなり、構造モデル決定の良い制限とすることができる。しかし、地上磁気測量は測定点の位置を自由には選べないし、地形の急峻な地域では測定精度の低下は

避けられない。火山地域での地上磁気測量は、測定方法にまだ改良の余地がある。

参考文献

- 1) Nishida, Yasunori and Eiji Miyajima, Subsurface Structure of Usu Volcano, Japan as Revealed by Detailed Magnetic Survey, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **22**, 271-285, 1984.
- 2) 岡崎紀俊・田中和夫・三品正明, 秋田駒ヶ岳・女岳の構造, *火山* **2,35**, 375-388, 1990.
- 3) 河村 謙・大地 洗・小池捷春・O. A. V. Castillo, 行武 毅・吉野登志男・歌田久司, 三宅島火山における地磁気観測, 三宅島集中総合観測報告(昭和55年), 31-42, 1982.
- 4) 鈴木 進・熊川浩一・長屋好治・植田義夫, 三宅島の地磁気異常, *水路部技報*, **7**, 49-55.
- 5) 駒澤正夫, 三宅島の重力分布, 物理探査学会第82回学術講演会論文集(1990), 222-225.