

伊豆大島火山 1950年噴火フェイズIに伴う地磁気変化の再検討

Reexamination of geomagnetic changes associated with the Phase I eruption of Izu-Oshima volcano in 1950

笹井 洋一 [1]

Yoichi Sasai[1]

[1] 東京都総合防災部

[1] Disaster Prevention Division, Tokyo MG

伊豆大島 1950-51年噴火に際して、地磁気伏角の大きな変化が観測された(Rikitake, 1951b)。噴火開始(1950年7月16日)直後に第1回測量(7月25-30日)が行われ、一連の噴火(フェイズI)が終了(9月23日)した前後に第2回測量(9月22-26日)が行われた。伏角は山頂カルデラ付近を中心に、最大30分の減少を示した。この間三原山の火山活動は、7月25日火孔内の溶岩の水位が30mに達し、8月15日溶岩が火孔をほぼ埋め尽くし、9月12日中央火口丘の内輪を埋め、一部が西および北方の斜面を流下、9月23日噴火が突然止む、という経過をたどった。この伏角変化を説明する、熱消磁領域の位置と大きさが求められた。これはカルデラ内北西部の地下5.5kmに半径1.7kmの球状領域が、キュリー点を超える温度上昇をした、とされるモデルである。なお1950-51年噴火のフェイズII(1951年2月4日-4月1日)の最後の頃(3月28日-4月1日)に行われた第3回測量と、第2回測量との間の伏角変化は数分程度で、小さかった。以下に観測と解析の概要を述べる。

(1) 磁力計は当時の国情を反映して、Rikitake(1951a)による手作りアンプを使用したEarth Inductorタイプの伏角計であり、測定精度は1分(約10nT)である。デップ・サークルより精度は良い。日中数回の測定結果の平均を柿岡データを用いて日変化補正をしており、実質的な観測精度は2分程度であろう。(2) 伊豆大島の山体を円錐台(力武公式)で近似して、伊豆大島火山の平均帯磁を $J=0.03\text{emu}=30\text{A/m}$ と求めた。熱消磁体積はこの磁化が全て失われたと仮定して求められた。最近の航空磁気測量成果からは、 $J=10\text{A/m}$ 程度とされるので、熱消磁球の体積も3倍となり、半径は2.5kmになる。(3) 双極子モーメントと位置を求めるのに、Rikitake(1950)の方法が用いられた。これは平面上の格子点で地磁気成分を与えて球面調和解析を行い、その双極子項を求めるものである。双極子磁化の伏角は-63度と大体地磁気と反平行だが、偏角がS42度Eとかなり東向きである。(4) 2回の測量の間に三原山内輪山の点は4点中2点が溶岩流で失われ、最大変化をした磁気点は流下した溶岩流に近い。これらの点の変化量には、冷却した溶岩の再磁化が影響している可能性がある。

以上のことから、次の事実(a),(b)と解釈の問題点(c)が指摘される。(a) 極めて大きな伏角変化は、フェイズIの最中に生じた。(b) 変化量の分布をよく見ると、伏角変化の大きい領域は三原山の西方に、同心円状でなく南北の帯状に生じている。従って南北走行のダイクである可能性もある。(c) Rikitake(1951b)では幅1.5kmのグリッド毎に補間した伏角変化量から計算している。実際の観測点は等間隔ではなく、変化が局在しているので、補間量に任意性が入りやすい。現在ならば観測点(全31点)の位置座標と伏角変化を与えて、6つの未知量(双極子のモーメントと偏角・伏角、および位置の3座標)を決める、最小二乗法問題として解かれるべきであろう。

実際に力武が求めた磁気源による計算値と観測値の差(O-C)の標準偏差は、9.6分にもなってしまう、モデルが観測をうまく説明したとは言いがたい。幸い原論文には観測点の緯度・経度・高度が記載されている。そこで力武の求めた双極子磁気源の水平位置(R点)を中心とした0.1kmおきの格子点で、鉛直軸に0.1kmの深さ毎に双極子を置き、31点の観測点の伏角変化量との残差二乗和を最小にするような磁気モーメントを求める(ただし熱消磁を仮定して磁化の偏角・伏角は地球磁場と反平行とする)、という磁気源インバージョンを行った。最適な磁気源は、R点から南へ1km、東へ0.4km、海拔下6.3km、半径2.5kmの熱消磁球(10A/mを仮定)、となった。O-Cの標準偏差は3.6分に改善される。現在の標準的手法によっても、力武とほぼ同様な結果が得られ、観測との一致もよくなったことになる。いずれにしてもこの双極子の位置は1986年B火口列の直下にあたる。

(b)で指摘した問題も重要で、三軸不等楕円体を用いた最適モデルを追求している。なお全ての測量点で伏角が減少していることから、例えばダイク貫入によるピエゾ磁気効果では説明しにくい(伏角の増加領域が大きくなるため)。1950年噴火のフェイズIでは、8月末頃に有感地震が発生したが、1986年フェイズIIのような激しい群発地震ではなかったらしい。カルデラの下部にある空隙にマグマが入り込んで熱消磁を起こした、というイメージが浮かぶ。