

1950年伊豆大島噴火に伴う伏角変化について：楕円体の磁気源

Geomagnetic Dip Changes in the 1950 Eruption of Izu-Oshima Volcano: Magnetic Source Inversion Using Genetic Algorithm

笹井 洋一 [1]

Yoichi Sasai[1]

[1] 東京都総合防災部

[1] Disaster Prevention Division, Tokyo MG

火山活動に伴う地磁気変化として、熱消磁に伴うものの観測例は過去に多い。1950年伊豆大島噴火のフェイズI(最初の山頂噴火)に伴い、30分にも達する地磁気伏角変化が観測された(Rikitake, 1951)。Rikitake (1951)は調和関数展開の手法を用いて、伏角変化を説明する最適な双極子を求めた。双極子のベクトルは地磁気伏角とはほぼ反平行であるが、偏角が約45度東向きであった。地磁気変化の原因が熱消磁であるとするれば、このような地磁気ベクトルからのずれは磁性体の形が球対称でないことによって生じた可能性がある。そこで磁性体が三軸不等の楕円体であると仮定して、観測値を説明する最適モデルを求めることにする。熱消磁モデルの場合は帯磁方向と磁化が既知なので、消磁した球の作る磁場はその中心の位置座標だけで決められる。従って観測値を説明する双極子位置の最適解はグリッド・サーチで決めることができる。熱消磁した楕円体の場合の未知パラメータは中心位置座標、3軸の半径、最大主軸の方位角と伏角、最小主軸の傾き、という9個の未知量をもつ。中心位置座標のグリッド毎に残りの6つの未知量を最適化して、さらに残差が最小になるグリッド点を探す、という作業は極めて大きな労力を要する。そこで遺伝的アルゴリズムを用いて最適解を探すことを試みた。

沢山の未知パラメータの数値領域を離散化して、それらの数値の組み合わせでひとつのモデルを指定する。N個の未知量のそれぞれの領域をM個の数値で離散化したとすれば、 $M \times N$ 個のモデルについて観測量(この場合は伏角)を計算し、(観測値-計算値)の残差二乗和が最小のものを選ぶ。これを離散化された最適問題と呼ぶ。楕円体や軸対称物体の作る磁場については解析解が知られていて、パラメータを与えると直ちに計算できる。しかし $M \times N$ 個のモデルを全て計算して最適解を探す手間を省き、効率よく最適解を探す手続きのひとつとして、遺伝的アルゴリズムが利用されている。この手法はパラメータについての偏微分で極値を探す訳ではないので、局所最適解(ローカル・ミニマム)に陥ることが少ない、とされている。まずは前述の双極子モデルの最適解を探す問題に適用して、グリッド・サーチと同じ結果を得た。プログラミングにあたっては、石田・他(1997)によるFORTRAN サブルーチンを利用した。

石田良平・村瀬治比古・小山修平「パソコンによる遺伝的アルゴリズムの基礎と応用」、森北出版、101pp., 1997.