

三宅島における地磁気3成分観測*

Observation of Geomagnetic Vector Field at Miyakejima Volcano

気象庁地磁気観測所

Makioka Magnetic Observatory, JMA

地磁気観測所では電気伝導度の不均質（例えばマグマ）を検出することを目的として、1980年と2000年に、それぞれ島内南西部の研修センターおよび島内北部の三宅島測候所構内においてフラックスゲート磁力計による地磁気3成分の連続観測を行った（第1図）。観測期間は、1980年10月が1週間、2000年8月が3日間である。

地磁気3成分（北向き： H_x 、東向き： H_y 、鉛直下向き： H_z ）の変化量 ΔH_x 、 ΔH_y 、 ΔH_z の間には、角周波数 ω において経験的に $\Delta H_z(\omega) = A(\omega)\Delta H_x(\omega) + B(\omega)\Delta H_y(\omega)$ の関係が成立することが知られている。一般に、不均質構造に近いほど、あるいは、不均質の度合いが大きいほど、地磁気変換関数 $A(\omega)$ 、 $B(\omega)$ は大きい値を示す。 $A(\omega)$ 、 $B(\omega)$ の実部を $(-\text{Re}(A))$ 、 $(-\text{Re}(B))$ のように表示したインダクションベクトルは、良導体が存在する方向を向くので、不均質の位置をおおまかに掴むのに便利である。また、角周波数 ω が小さいほど深い構造を反映することから、多くの角周波数で $A(\omega)$ 、 $B(\omega)$ を計算すれば浅部から深部までの構造を推定することができる。

2000年の地磁気3成分の観測データに対しロバスト法を取り入れたスペクトル解析を適用して、周期30~4000秒で良好な地磁気変換関数を得た（第2図左）。2000年の地磁気変換関数のインダクションベクトルは、周期30~200秒で観測点北側の海岸に直行するようにはほぼ一定の向きと値を保っているが、長周期になるにつれて東向きに回転し、周期4000秒では南東を向くことが分かった。第2図右には1980年のデータから得られた地磁気変換関数を示す。観測や解析手法に違いがあるため、今回は主に2000年の結果を検討し、1980年の結果は補助的に用いることにする。

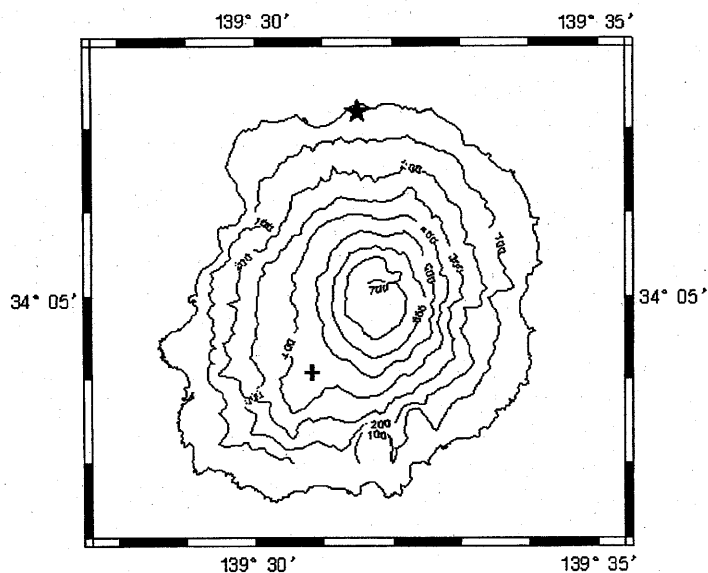
第2図に示したような地磁気変換関数の周波数特性を説明するため、磁場3成分のモデル計算を行った。計算には三宅島を中心とする473km四方の範囲の5'間隔の海底地形データを取り入れて、大局的な海水と岩石の電気伝導度分布を反映するようにした。これは、海水の電気伝導度（3~4S/m）が三宅島を構成する主な岩石である玄武岩（0.01~0.00001S/m）に比べ非常に高いことに加えて、三宅島周辺の海底地形が複雑で海が深いことから良導体がまとまった体積をもって不良導体に隣接している形になっており（第3図）、海底地形が三宅島上の地磁気変化に大きく影響することが予想されたためである。

海水部分を4S/m一様、岩石部分を0.01S/m一様とした単純な電気伝導度モデルを用いて計算した地磁気変換関数 A 、 B のインダクションベクトルを第4図に示す（白矢印）。周期30秒では、すぐ近くの海水を反映してベクトルは島の中央部から放射線状に海岸線に直行するように分布し、海岸から離れるほど影響が薄れて小さくなる。しかし、周期が長くなるにつれ深いほうの海の影響を受けてベクトルが回転し、島のほとんどの場所で南東方向を向くようになる。2000年に観測されたインダクションベクトル（黒矢印）とモデル計算値を比較すると、ベクトルの回転は再現されており、単純な海陸モデルで大筋が説明できることがわかる。ベクトルの大きさに注目すると、特に周期数百秒以下で実測値の方が小さい傾向があり、海水の影響をモデルより弱めるように島内には良導体があるということがわかった。

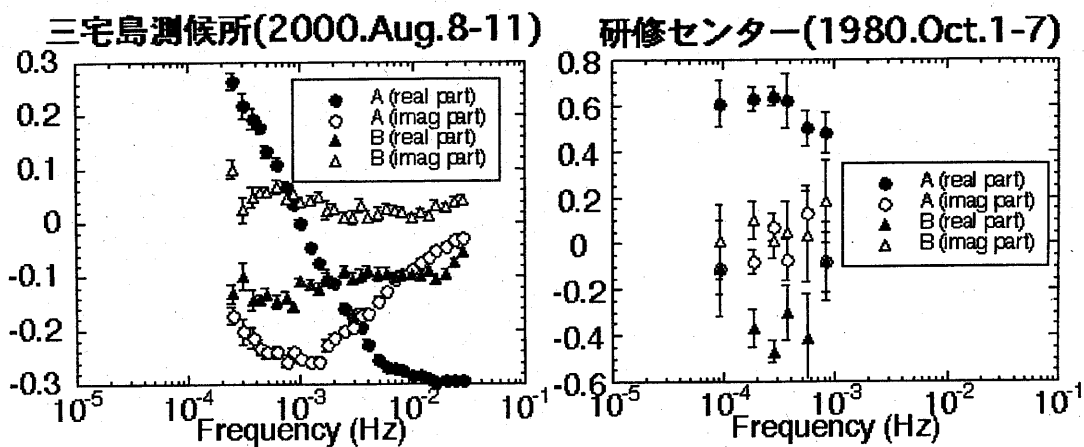
各観測点（上：2000年・三宅島測候所、下：1980年・研修センター）での地磁気変換関数の実測（白丸）とモデル計算値の比較を第5図に示す。岩石の電気伝導度を0.1S/m一様にしたもの（点線）ではモデル計算値のほうが周波数による変化が実測値より小さく、0.01S/m一様にしたもの（一点鎖線）では逆にモデル計算値のほうが周波数による変化が実測値より大きいことがわかる。そこで、モデルの岩石部分のうち深さ3.5kmまでを0.1S/m、それ以深を0.01S/mにしたモデル（実線）と比べると、どちらの観測点でもおおまかな傾向を説明できた。2点だけから断定することはできないが、上部地殻に玄武岩としては比較的高めの電気伝導度を入れたほうがよいということから、島内に海水の浸透が行き渡っている可能性もある。雄山の下のマグマ（~1S/m）によってこれらの結果を説明するにはマグマだまりとしては非常に大きな体積を考えなければならず、現実的ではなかった。しかし、仮に、実線のモデルで

* Received 3 Sep., 2001

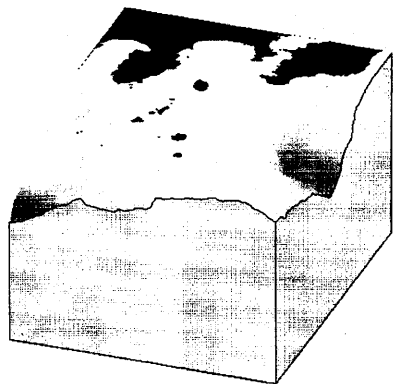
示されたように島の浅部の電気伝導度が全般的に高いとすると、特に短周期において海の影響は島全体で弱まるので、もう少し雄山に近いところに観測点を展開すれば雄山の下の浅部にあるマグマをモニターできる可能性がある。



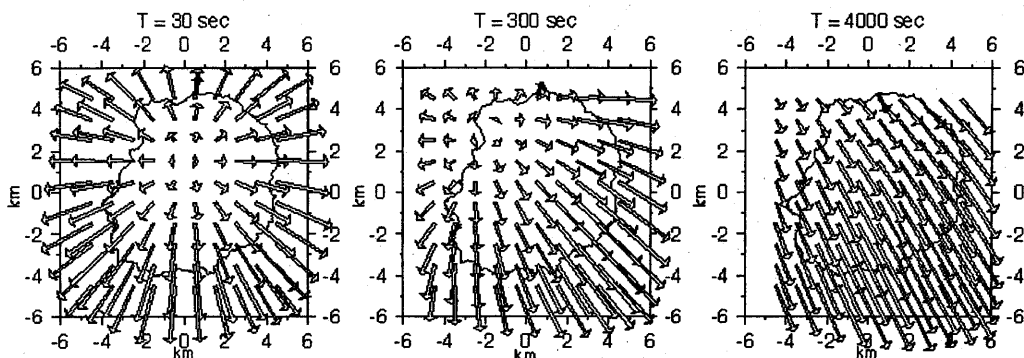
第1図 1980年 (+) と2000年 (★) の地磁気3成分観測点
 Fig. 1 Location map of temporary observation of geomagnetic vector field variations in 1980 (cross) and 2000 (solid star).



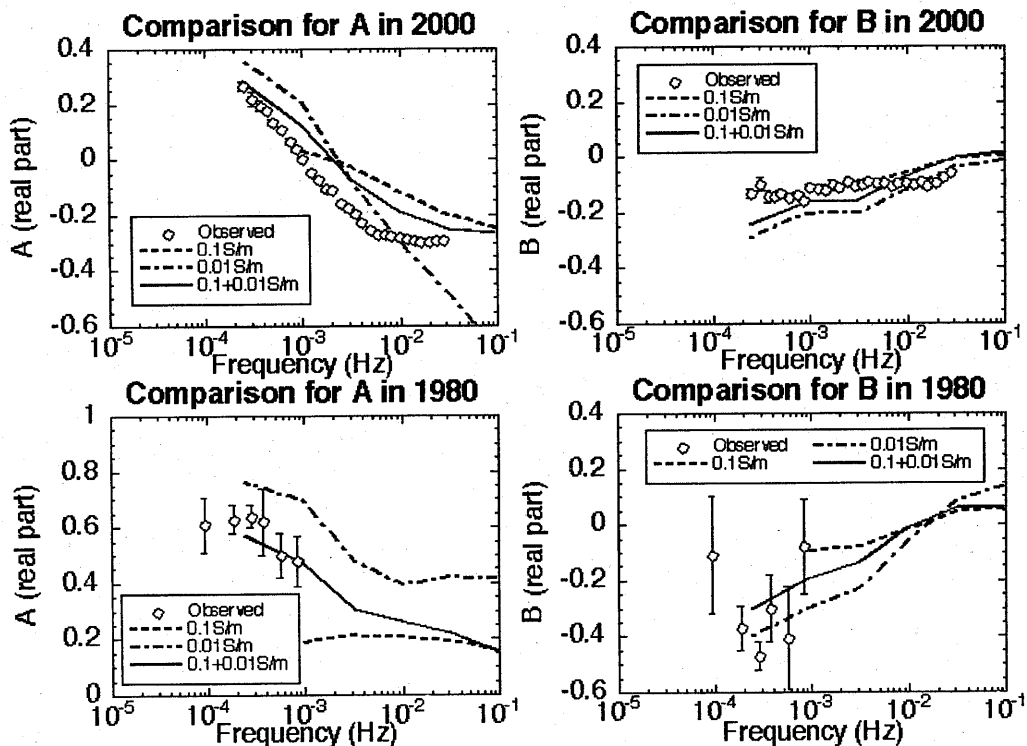
第2図 1980年と2000年の地磁気変換関数
 Fig. 2 Geomagnetic transfer functions obtained in 1980 (right) and 2000 (left).



第3図 三宅島周辺の海底地形図
Fig.3 Bathymetry of the Miyakejima area.



第4図 インダクションベクトルの観測値とモデル計算値の比較
Fig.4 Comparison between the observed (solid arrow) and estimated (open arrow) induction vectors in Miyakejima at periods of 30 (left), 300 (middle) and 4000 (right) seconds.



第5図 1980年と2000年の観測点における地磁気変換関数の観測値とモデル計算値の比較
Fig.5 Comparison between the observed and estimated geomagnetic transfer functions at the observation sites in 1980 (top) and 2000 (bottom).