

# 富士火山東部地域における AMT 法電磁探査による地下構造調査（序報）

大熊茂雄・高倉伸一・松島喜雄・中野 俊（産総研 地質調査総合センター）

## Preliminary report on an AMT survey at the eastern part of Fuji Volcano, central Japan

Shigeo Okuma, Shinichi Takakura, Nobuo Matsushima and Shun Nakano (GSJ/AIST)

### Abstract

An audio-magnetotelluric (AMT) survey was carried out at the eastern part of Fuji Volcano, central Japan, where an east-west trending magnetic anomaly was observed. Measurements were performed at 9 sites along a north-south profile traversing the magnetic anomaly and 2 sites of the east side of the line. Induction vectors at all the sites point to the west, implying the existence of a conductor in the direction of the Mt. Fuji summit. Preliminary 2-D inversion was done using the TM mode apparent resistivities, TM mode phases and TE mode phases. A resistivity model obtained shows subsurface specific resistive and conductive features.

### 1. はじめに

富士火山山頂を中心とした 2003 年の空中磁気探査では、東斜面の標高 1500m 以上の範囲に東西性の正負一対の顕著な全磁力異常が分布することが明らかとなった。かつての火山活動と関連する地質構造の伏在が推定されることから、その東方への連続性について関心が持たれていた。そこで、2007 年 11 月下旬に富士火山東部地域において、当該地域の地下構造を明らかにする目的で高分解能空中磁気探査を実施した。その結果、2003 年調査で観測された東西性の正負一対の磁気異常は、その東方に連続しないことが確認された(大熊ほか, 2008)。

そこで、これらの磁気異常の原因を探るため、2008 年 9~10 月に富士火山東部地域において、AMT 法電磁探査を実施した。本報告では、この探査結果について速報する。

### 2. AMT 電磁探査の概要

#### 2.1 測定

測点の位置を第 1 図に示す。この調査では、東西性の磁気異常を横切るように南北方向の約 4km の測線を設けて、9 測点を配置した。また、補足として東側にも 2 測点を配置した。

測定では Phoenix 社の MTU-5A システムを 3 台用いて、3 測点を同時に測定した。各測点で電場 2 成分と磁場 3 成分の時系列データを取得した。電場センサーは両端を鉛-塩化鉛電極で接地した長さ約 30m のダイポールである。当該地域の地表はスコリアや溶岩で覆われているので、接地抵抗を下げるため、1 箇所につき電極は 2 個使用し、高濃度の NaCl 水溶液を混合させベントナイト粘土を接地面に付着させた。しかし、接地ダイポールの抵抗が 50k $\Omega$  を超えることもあった。磁場センサーはインダ

クションコイルである。測定時間は、午後 10 時から翌朝 6 時までの 8 時間とした。

## 2.2 データ処理

データ処理では、各測点の電場および磁場成分の時系列データを等間隔に多数のセグメントに分割し、セグメントごとに周波数解析を行い、0.00055~320Hz の範囲の 40 周波数について、各成分のパワースペクトルデータを求めた。この際、同時に取得した最も遠い測点の水平磁場データを用いて、リモートリファレンス処理を実施した。そして、インピーダンスやティッパーを計算し、品質が高いと考えられるインピーダンスが求めたセグメントだけを編集して、見掛比抵抗や位相などの MT パラメータを求めた。

## 2.3 インダクションベクトル

当該地域の大きな比抵抗構造を把握するため、磁場 3 成分データを用いてインダクションベクトルを計算した。周波数が 10000、1000、100、10Hz のインダクションベクトルの実数成分を第 2 図に示す。高周波数のベクトルは、一番南側の測点 60 を除き、西側を向く。低周波数になると、全部の測点で西側を向く。10Hz のベクトルは、測点 100 の南側ではやや北向きの成分が、また測点 110 の北側の測点ではやや南向きの成分があるように見える。これらの結果から、富士山頂の方に低比抵抗層があることが予想される。

## 2.4 2次元解析

今回の解析では地質構造の走向が東西方向であると仮定し、南北方向の測線を定義し、それに沿った TE モードおよび TM モードの見掛比抵抗と位相を計算した。それらの擬似断面図を第 3 図に示す。また、インバリエントモードの見掛比抵抗と位相の擬似断面とボスティックインバージョン結果を第 4 図に示す。

これらの図を見ると、周波数が約 5Hz 以下になると、見掛比抵抗が高くなり、位相が小さくなることがわかる。これは CSAMT 法のニアフィールド現象と似ていることから、人工ノイズの影響と考えられる。また、測点 110 より南側では約 3000Hz 以上のデータで位相が大きくなっていることがわかる。これは、高い接地抵抗のためにフィルタリングされた結果と思われる。

そこで、周波数 5~3000Hz の見掛比抵抗と位相のデータを用いて 2 次元解析を実施した。解析には Uchida and Ogawa (1993) の平滑化制約付 2 次元インバージョンを適用した。今回の解析では、TM モードの見掛比抵抗と位相を使用した解析と、TM モードのデータに加えて TE モードの位相データを用いた解析を実施した。両者の結果には大きな差がないので、ここでは、TM モードの見掛比抵抗と位相および TE モードの位相のデータを用いた 2 次元解析で得られた比抵抗断面を第 5(a) に示す。また、この断面からの計算値と測定値との比較を第 5 図(b)と(c)に示す。TE モードの見掛比抵抗を除き、両者はきわめてよくフィットしており、計算精度は高いと判断できる。

これらの結果から、表層は約 1000  $\Omega\text{m}$  以上の高比抵抗層で覆われること、局所的に 10000  $\Omega\text{m}$  を超える層が分布すること、高比抵抗層の厚さは約 1km であり、その下には 100  $\Omega\text{m}$  以下の低比抵抗層があることが推定された。今後、再解析と解釈を進めたい。

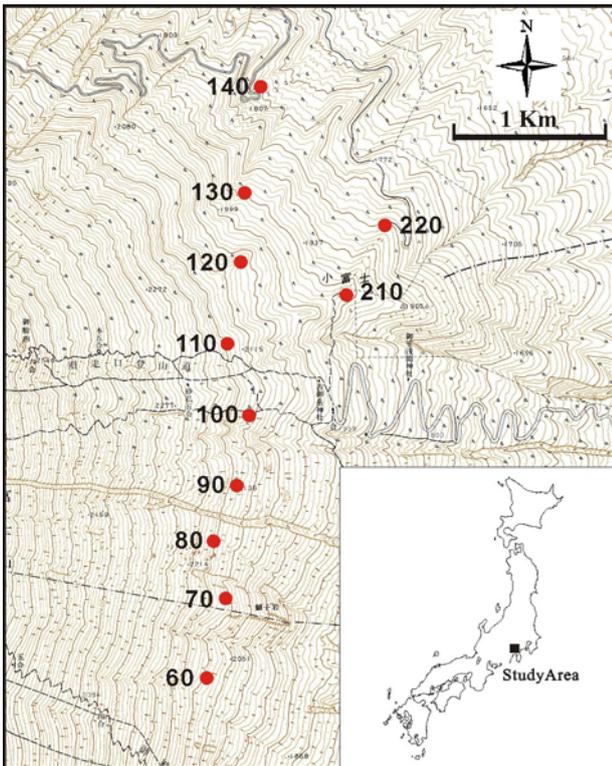
### 3. おわりに

東西性の正負一對の顕著な全磁力異常が分布する富士火山東部地域において、この磁気異常の原因を探ることを目的として、11 測点で AMT 法調査を実施した。データ処理を行い、インダクションベクトルで大まかな比抵抗分布を推測し、予備的な 2 次元解析によって、南北方向の測線に沿った比抵抗断面を求めた。現時点は地質や他のデータとの比較検討をしている段階であり、磁気異常の原因を検討するまでには至っていないが、地下 2km 程度までの比抵抗分布の特徴をつかむことができた。インダクションベクトルの分布から推測されるように、富士山頂の方角に低比抵抗帯の存在が期待される。今後、山頂付近での探査が望まれる。

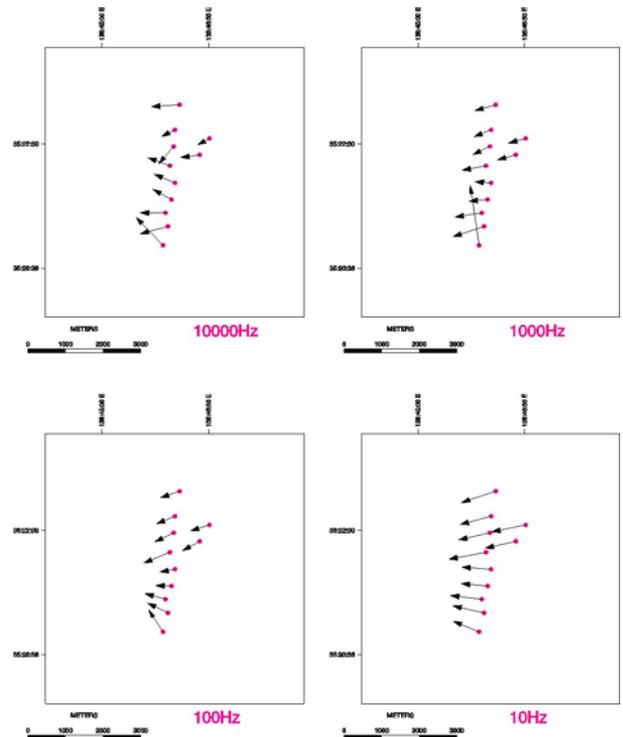
#### 参考文献

大熊茂雄・中塚 正・大久保綾子・中野 俊 (2008) 富士火山東部地域における高分解能空中磁気探査. 日本地球惑星科学連合 2008 年大会講演予稿集.

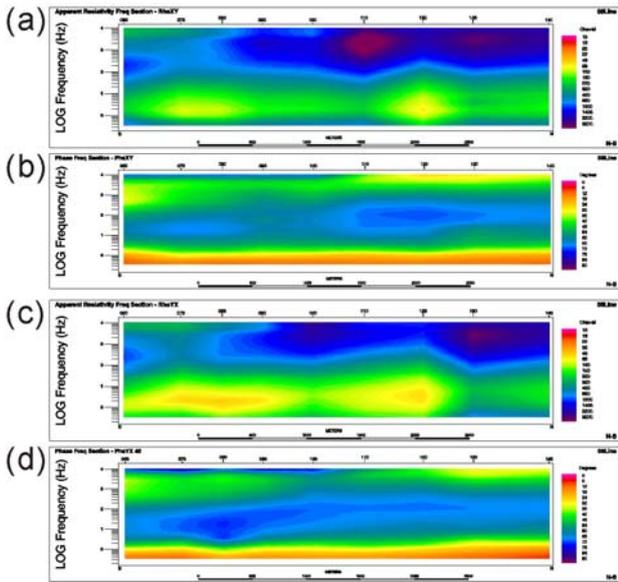
Uchida,T., and Ogawa,Y.(1993): Development of FORTRAN code for two-dimensional magnetotelluric inversion with smoothness constraint, Open-file Report, Geol. Surv. Japan, 205, 115p.



第1図 富士火山東部地域の AMT 法測点位置。  
Fig.1 Location map of the eastern part of Fuji Volcano showing the AMT survey sites.

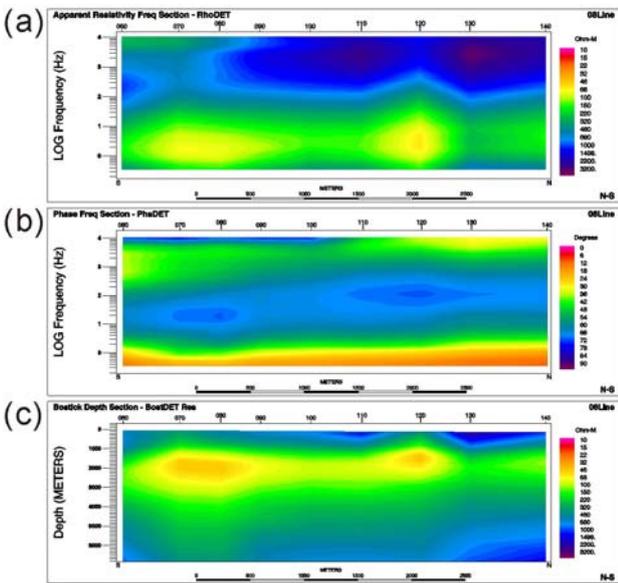


第2図 周波数 10000、1000、100、10Hz のインダクションベクトル。ベクトルは実部の負である。  
Fig.2 Reversed real induction vectors at 4 frequencies from 10000 Hz to 10 Hz.



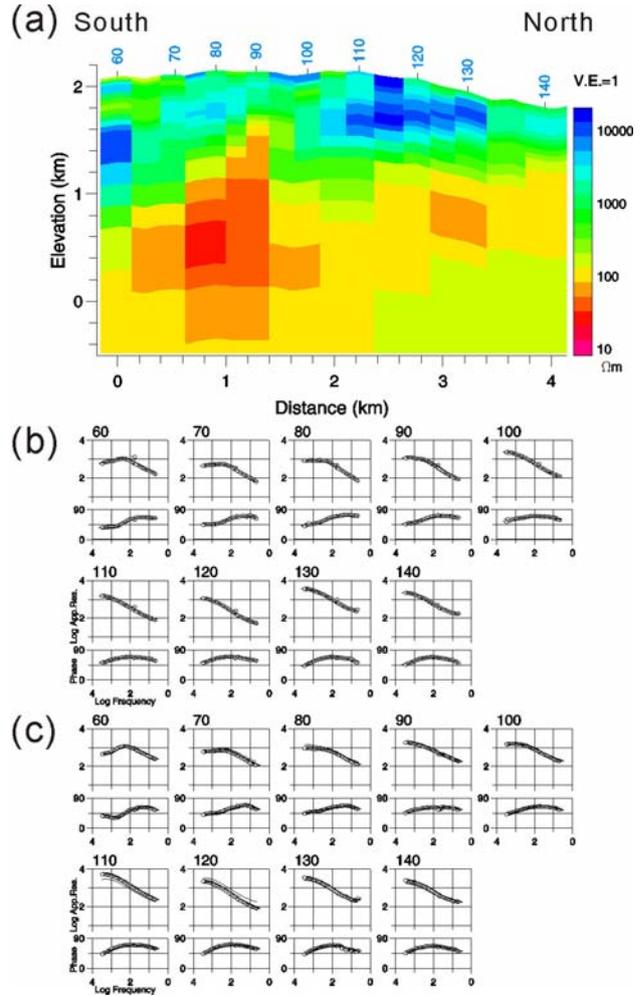
第 3 図 南北方向の測線に沿った 9 測点の TE モードと TM モードの MT 法データ。上から、TE モードの見掛比抵抗と位相、TM モードの見掛比抵抗と位相の擬似断面図である。

Fig.3 TE and TM mode apparent resistivity and phase pseudosections for 9 sites along the south-north profile.



第 4 図 南北方向の測線に沿った 9 測点のインバリエントモードの MT 法データ。上から、見掛比抵抗、位相、ボスティックインバージョン結果である。

Fig.4 Invariant mode apparent resistivity and phase pseudosections and the Bostick inversion result for 9 sites along the south-north profile.



第 5 図 (a)TM モードの見掛比抵抗と位相および TE モードの位相のデータを用いた 2 次元解析比抵抗モデル。(b)TM モードの見掛比抵抗と位相の測定値 (白丸) と上の比抵抗モデルからの計算値 (実線) の比較。(c) TE モードの見掛比抵抗と位相の測定値 (白丸) と上の比抵抗モデルからの計算値 (実線) の比較。

Fig.5 (a) 2-D resistivity models for the north-south profile. (b) TM mode apparent resistivities and phases along the profile. Open circles are observed data and solid lines are calculated data from the 2D resistivity model. (c) TE mode apparent resistivities and phases along the profile.