

# 蔵王周辺の比抵抗構造と地震活動

前原祐樹<sup>1</sup>、小川康雄<sup>1</sup>、吹野浩美<sup>1</sup>、長竹宏之<sup>1</sup>

1: 東京工業大学 地球惑星科学

2: 東京工業大学 火山流体研究センター

## MT Imaging Around Zao Volcano and Seismicity

Yuki Maehara<sup>1</sup>, Yasuo Ogawa<sup>1</sup>, Hiromi Fukino<sup>1</sup>, Hiroyuki Ngatake<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology,

<sup>2</sup>Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

### Abstract

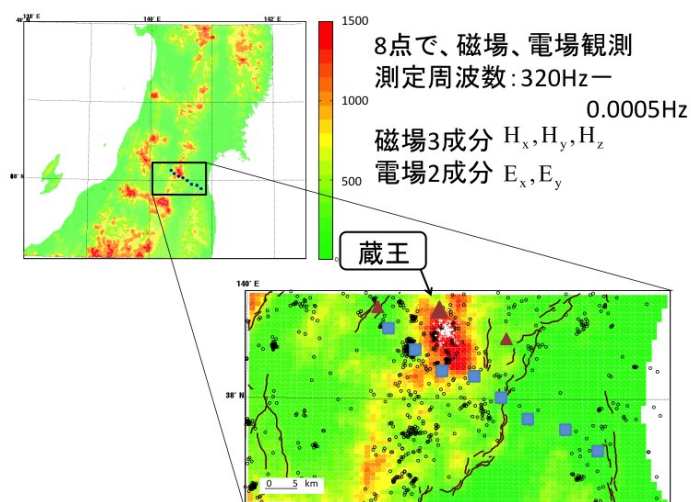
A subducting oceanic plate carries fluid at depth and fluid released by metamorphic reaction promotes generations of magmatic melt and crustal fluid under the seismogenic zone. In this study we made magnetotelluric profiling across the Zao volcano and analyzed the data in terms of two-dimensional modeling with distortion analyses. The final model is characterized by the two separate conducting bodies at the mid-crustal depth. The seismicity is high at the upper (seismogenic) crust where conductors underlie. The resistive gap between the two conductors is characterized by deep seismic events, which is consistent with the idea that the conductive zones are fluid rich and ductile. The western conductor may lie at the deep extension of the Nagamachi-Rifu fault, accommodating the quasi stationary slip.

### はじめに

地殻内の流体と地震活動の関係性は近年多く報告されている。特に電気比抵抗は流体に敏感であることが知られている。これまでに、地殻内地震の震源が流体部分を避けており、地震活動と流体には何らかの関係性があることが解っている。(Ogawa et al., 2001; 小川ほか, 2005)

本研究の目的は、地殻内流体と地震活動の関係に関して、これまでに報告されていない場所において、既出の研究と同じことが言えるのか、もしくは、異なる結果となるのかを明らかにすることである。また、火山直下の流体分布を

知るのも、もう1つの目的である。両目的が達成される場所である蔵王火山周辺において電磁気探査を行った。



第1図. 蔵王火山とMT観測点配置。青四角は観測点、赤三角は第四期火山、朱線は活断層、黒円は震央位置、白十字は深部低周波地震をそれぞれ示す。

Fig.1. Zao volcano and Magnetotelluric site distributions on the topography map. Blue squares and red triangles denote MT sites and Quaternary volcanoes. The JMA epicenters from 1997 to 2009 are also plotted as black circles. White crosses are deep low-frequency earthquake epicenters. Red lines denote active faults.

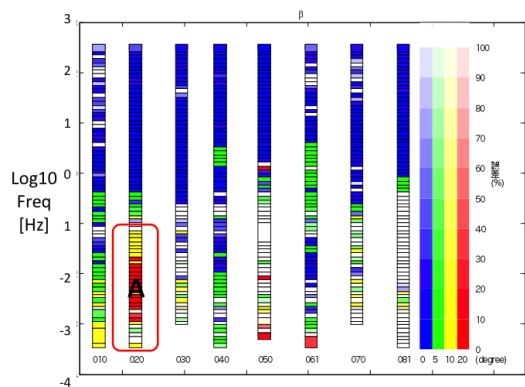
### 観測と解析

観測は、蔵王火山周辺に8点で磁場3成分、電場2成分観測した(第1図)。測定周波数は0.0005Hz-320Hzである。蔵王周辺では、地震が多く発生しており、活断層も分布しているので、流体とその他の現象の関係性をみるのに適した場所だと思われる。

解析に際して、まず、次元を判定する必要がある。次元の判定には phase tensor (Caldwell et al., 2004)の1つのパラメータである $\beta$ を用いた。第2図は $\beta$ の値を周波数ごとに示したグラフで、全体的に観測データは3次元性が弱いことが解る。以上から、2次元解析を行うことにした。

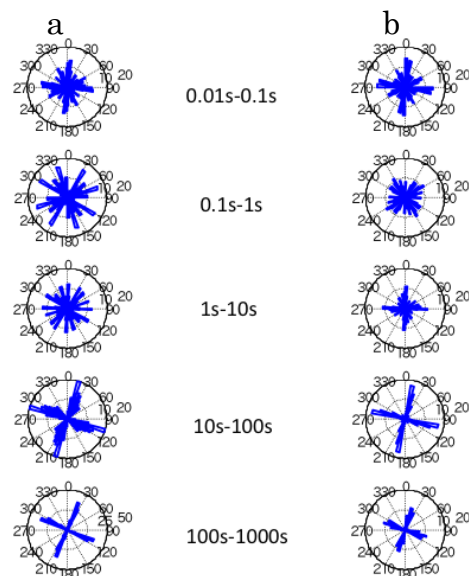
次に、走向を決める。走向決定に、phase tensorの $\alpha$ (第3.b図)と Distortionを取り除いてインピーダンステンソルの対角成分二乗和が最小値になる方向とする McNiece & Jones (2000) (第3.a図)の二種類を用いた。90°の任意性はあるが、東北地方の地形を考慮して、走向をN20°Eとした。

以上から、2次元を仮定し、走向をN20°Eと決定し、McNiece & Jonesの方法で、テンソル分解した後のインピーダンスを用いて2次元インバージョン計算(Ogawa & Uchida, 1996)を行い、比抵抗分布断面を求めた。



第2図. Phase tensor の1つのパラメータである  $\beta$  の値を周波数、観測点ごとに示したグラフ。縦軸は log スケールの周波数。 $\beta$  の値が0であれば、3次元性が弱いことを示す。

Fig.2. This graph shows a value of  $\beta$ .  $\beta$  is one of the phase tensor's parameters. If  $\beta$  is zero, three dimensionality is low.



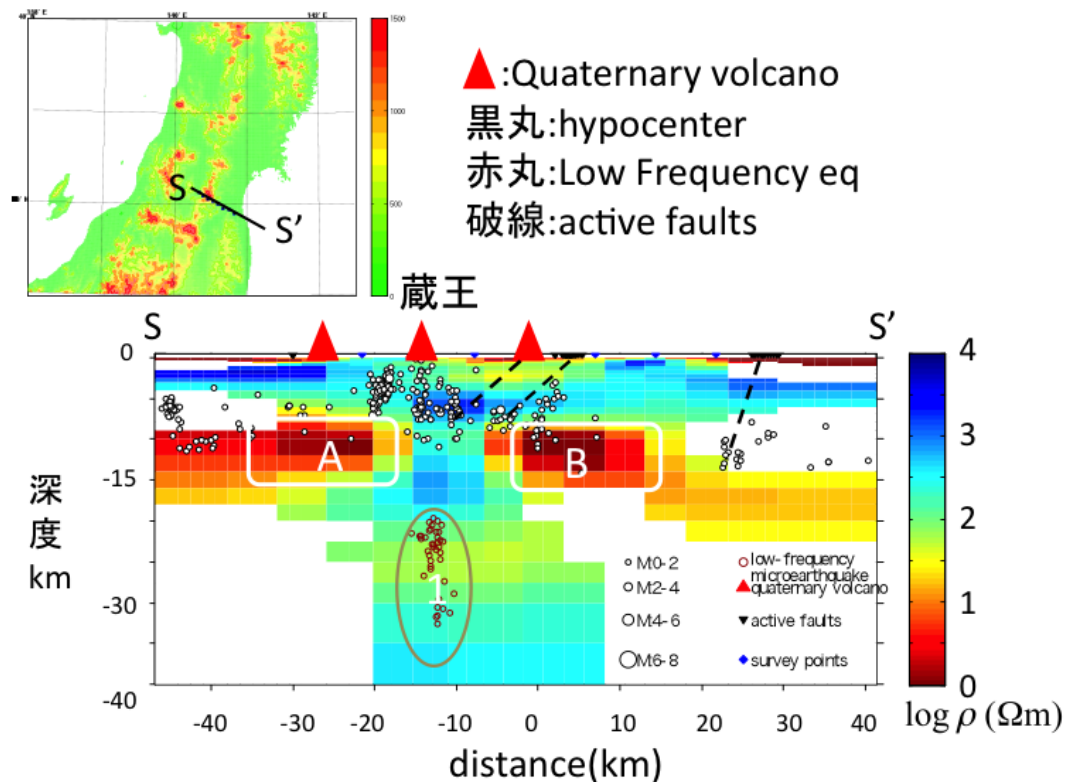
第3図 第3a図は McNiece and Jones, 2000 の方法を用いて求めた走向を示す rose diagram。第3b図は phase tensor の  $\alpha$  の値を周期ごとに示したグラフ。

Fig.3. a: Rose diagrams by unconstrained decomposition (McNiece & Jones, 2000) and b: Distribution of  $\alpha$  from phase tensor decomposition.

### 結果と考察

インバージョン計算によって得られた最終モデルと、震源分布を比較した(第4図)る。中部地殻付近に水平方向に解れた二カ所の低比抵抗体 A,B がみられる。これらの低比抵抗体は中部地殻の温度等を考慮すると、流体であると考えられる。また、蔵王直下の深さ 20km にも、周囲よりは比抵抗が低い部分 1 がみられる。1 は蔵王火山の直下であることと、深部低周波地震の震源が分布していることから、メルトの存在によって低比抵抗を示す可能性がある。

震源と流体の関係性についてみると、震源は低比抵抗部分(流体)を避けるように分布していることが分かる。この結果は Ogawa et al. (2001) や小川ほか(2005)の結果とも一致する。これらのことから、流体は活断層の深部構造や地震発生に深く関連すると考えられる。



第4図. インバージョン計算結果から得られた比抵抗構造の最良断面モデルと震源分布を示した図。震源は気象庁一元化震源の2001年から2009年までのデータで、側線から10km以内に位置するものをプロットしている。

Fig.4. Two-dimensional model with hypocenters. The hypocenters are from JMA dataset (from 2001 to 2009) along the profile with 10km width.

### 謝辞

震源データは気象庁一元化震源のデータを用いました。関係ある機関に感謝します。

### 参考文献

- Caldwell, T.G., H. M. Bibby and C. Brown, The magnetotelluric phase tensor, *Geophys. J. Int.*, 158, 457-469, 2004.
- McNeice, G. W. and A.G. Jones, Multi-site, multi-frequency tensor decomposition of magnetotelluric data, *Geophysics*, 66, 158-173, 2001.
- Ogawa, Y. and T. Uchida, A two-dimensional magnetotelluric inversion assuming Gaussian static shift, *Geophys. J. Int.*, 126, 69-76, 1996.

Ogawa, Y., M. Mishina, T. Goto, H. Satoh, N. Oshiman, T. Kasaya, Y. Takahashi, T. Nisitani, S. Sakanaka, M. Uyeshima, Y. Takahashi, Y. Honkura, and M. Matsushima, Magnetotelluric imaging of fluids in intraplate earthquakes zones, NE Japan back arc, *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 3741–3744, 2001.

小川康雄,三品正明、本蔵義守,長町利府断層の深部比抵抗構造-地殻変形と地震発生との関連-,月刊地球 / 号外 No.50, 71-74, 2005.