

東北地方中央部における 3 次元地殻流体分布

3D Crustal Fluid Distribution in the Central NE Japan

増田省吾¹・小川康雄^{1,2}・市來雅啓³

1: 東京工業大学理学院地球惑星科学系

2: 東京工業大学理学院火山流体研究センター

3: 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

要旨:

東北地方中央部では 1990 年以降火山や内陸地震を対象とした地殻構造研究のために多くの広帯域 MT 観測が行われてきた。(例えば Ogawa et al., 2014)。しかし、東北地方中央部の地殻構造は未だ広域的に解析されていない。本研究では過去 30 年間に行われた 590 地点の広帯域 MT データから、詳細な広域地殻構造とマントル構造を 3 次元的に解明し、活火山・内陸地震域における地殻流体の 3 次元分布の解明を目的とする。

本発表では、鬼首カルデラを中心とした南北 50km、西 40km の範囲のデータから、3 次元インバージョン解析を行った。利用データは 410 観測点における 0.4 秒~1,300 秒の 8 周期のインピーダンスとティッパーである。解析には WSINV3DMT コード(Siripunvaraporn and Egbert, 2009)を用い、インピーダンスおよびティッパーのエラーフロアーはそれぞれ 10%, 20%とした。得られた最終モデルは RMS=2.99 である。

最終モデルでは、地殻深部(深度 20km~30km)では火山弧に沿って SSW-NNE 方向に連続した低比抵抗帯が存在していることがわかり、Ichiki et al. (2015)で示され上部マントルの低比抵抗異常に連結することが確認され、流体上昇域と考えられる。これら深部地殻の低比抵抗は、広域的な脊梁沿いと前弧側の歪集中域(Miura et al., 2004)と対応する。火山弧に沿った地殻深部の低比抵抗帯は、鳴子火山、栗駒山、鬼首カルデラ、高松岳に向かって枝分かれしながら深度 10km まで局所的に上昇している。この深度 10km の火山体の低比抵抗は、InSAR によって推定される 2011 年の東北地方太平洋沖地震のコサイスミックな沈降域(Takada and Fukushima, 2013)と良い相関が見られる。

3D Distribution of Crustal Fluids in the Central Tohoku Region

Shogo Masuda¹, Yasuo Ogawa^{1,2} and Masahiro Ichiki³

1: Department of earth and Planetary Sciences, School of Sciences,
Tokyo Institute of Technology

2 : Volcanic Fluid Research Center, School of Sciences,
Tokyo Institute of Technology

3 : Research Center for Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions,
Graduate School of Science, Tohoku University

Abstract:

Many broadband MT observations have been conducted in the central Tohoku region since 1990 for tectonic studies of volcanoes and inland earthquakes. (e.g., Ogawa et al., 2014). However, the crustal structure of the central Tohoku region has not yet been analyzed on a regional scale. This study aims to elucidate detailed regional crustal structure and mantle structure in three dimensions from broadband MT data of 590 stations over the past 30 years, and to elucidate the three-dimensional distribution of crustal fluids in active volcanic and inland earthquake areas.

We present a 3-D inversion analysis based on data from an area 50 km north-south and 40 km west of the Onikobe caldera. The data used were impedances and tippers for 8 periods from 0.4 to 1,300 s at 410 stations. The WSINV3DMT code (Siripunvaraporn and Egbert, 2009) was used for the analysis, and the impedance and tipper error floors were set to 10% and 20%, respectively. The obtained final model has RMS=2.99.

The final model shows the existence of a continuous low resistivity belt in the SSW-NNE direction along the volcanic arc in the deep crust (20 km to 30 km depth), which is connected to the low resistivity anomaly in the upper mantle shown by Ichiki et al. (2015). In the northern Miyagi Prefecture area on the forearc side, blocky low resistivity anomalies are found in the deep crust and are considered to be fluid uplift zones. These low resistivity anomalies in the deep crust correspond to a widespread strain concentration area along the volcanic arc and the forearc (Miura et al., 2004). The low resistivity zone in the deep crust along the volcanic arc locally rises to a depth of 10 km, branching toward Naruko volcano, Mt. Kurikoma, Onikobe caldera, and Takamatsu-dake. This low resistivity of the volcanic body at 10 km depth correlates well with the subsidence variations in the coseismic volcanoes of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Takada and Fukushima, 2013), as estimated by InSAR.

References:

- Ichiki, M., Ogawa, Y., Kaida, T., Koyama, T., Uyeshima, M., Demachi, T., Hirahara, S., Honkura, Y., Kanda, W., Kono, T., Matsushima, M., Nakayama, T., Suzuki, S., Toh, H., Electrical image of subduction zone beneath northeastern Japan. *J. Geophys. Res.*, 120, doi:10.1002/2015JB012028, 2015.
- Ogawa, Y., Ichiki, M., Kanda, W., Mishina, M., and Asamori, K., Three-dimensional magnetotelluric imaging of crustal fluids and seismicity around Naruko volcano, NE Japan, *Earth Planets Space*, 66:158, <https://doi.org/10.1186/s40623-014-0158-y>, 2014.
- Okada, T., Matsuzawa, T., Nakajima, J., Uchida, N., Yamamoto, M., Hori, S., Kono, T., Nakayama, T., Hirahara, S., Hasegawa, A., Seismic velocity structure in and around the Naruko volcano, NE Japan, and its implications for volcanic and seismic activities, *Earth Planets Space*, 66:114, doi:10.1186/1880-5981-66-114, 2014.
- Miura, S., Sato, T., Hasegawa, A., Suwa, Y., Tachibana, K., Yui, S., Strain concentration zone along the volcanic front derived by GPS observations in NE Japan arc, *Earth Planets Space*, 56,1347-1355, 2004.
- Siripunvaraporn W, Egbert G: WSINV3DMT: vertical magnetic field transfer function inversion and parallel implementation. *Phys Earth Planet Interiors*, 173: 317–329. 10.1016/j.pepi.2009.01.013, 2009.
- Takada, Y., Fukushima, Y., Volcanic subsidence triggered by the 2011 Tohoku earthquake in Japan, *Nature Geoscience*, DOI:10.1038/NGEO1857, 2013.