

跡津川断層沿いでの広帯域MT観測(序報)

Wideband MT Surveys along the Atotsugawa Fault

-Preliminary Report-

吉村令慧*・大志万直人*・藤浩明**・山本宜峰**・
本林勉**・和田安男*・畑真紀*・兼崎弘憲**・上嶋誠***

*京都大学防災研究所, **富山大学大学院理工学研究科/理学部, ***東京大学地震研究所

Ryokei Yoshimura*, Naoto Oshiman*, Hiroaki Toh**, Gihoh Yamamoto**,
Tsutomu Motobayashi**, Yasuo Wada*, Maki Hata*, Hironori Kanazaki**
and Makoto Uyeshima***

*DPRI, Kyoto University, **Toyama University, ***ERI, University of Tokyo

In 2005, wideband magnetotelluric (MT) soundings were carried out along the Atotsugawa fault located in the Niigata-Kobe Tectonic Zone (NKTZ). The NKTZ becomes one of important target areas in "the 2nd new Program of and Observation for Earthquake Prediction" (Hirata, 2004). Moreover, a seismic gap and a creep-like crustal movement are detected in a same segment along the Atotsugawa fault. In order to reveal heterogeneity along the fault from the point of view of resistivity structure, we made MT measurements with following specification. At 9 sites on a profile set up along the fault with length of 50km, we obtained the electric and magnetic fields data using MTU5/5A and MTU2E systems (Phoenix Geophysics). Obtained preliminary inversion result shows lateral inhomogeneity correlated with heterogeneity in seismicity, which is suggested that the seismic gap on the fault plane seems to be modeled as a high resistive block.

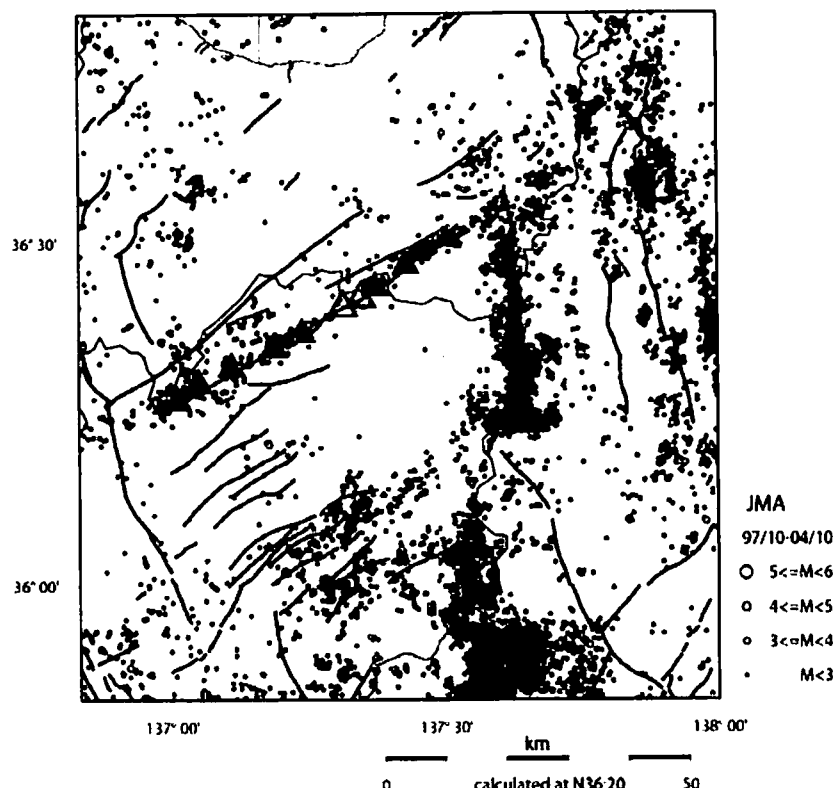
1. はじめに

平成 16 年度からの 5 ヶ年計画である「地震予知のための新たな観測研究計画(第 2 次)」では、新潟－神戸歪集中帯(例えば, Sagiya et al. [2000])のほぼ中央部に位置する跡津川断層周辺において、高密度の地震・GPS 観測および比抵抗構造調査のための合同観測が実施されている(Hirata [2004])。歪集中帯を含む中部日本での深部地殻比抵抗のモデルの高度化、ならびに深部構造と跡津川断層の関係の解明を目的として、2004 年には、跡津川断層を横切る測線(測線長 120km, 測点数 30 点)で、広帯域 MT 法を用いた比抵抗構造探査を実施し、跡津川断層に直交する断面での比抵抗構造の推定を行った(例えば、吉村・歪集中帯地殻比抵抗研究グループ [2005])。2004 年の観測では、上記目的に並行して跡津川断層沿いの不均質性の解明のための試験測定を実施した。跡津川断層では、国土地理院 [1997] により、断層クリープの存在が指摘されている。試験測定は、このクリープ的地殻変動がみられる地域で 2 点、見られない地域で 1 点の計 3 点で行った、得られた探査曲線は、それぞれの地域で明瞭な違いが見受けられた(大志万他, 2005)。

2. 観測概要およびデータ処理

2005 年 10 月下旬～11 月上旬にかけて、跡津川断層に沿った測線(測線長 50km, 測点数

7点)において、広帯域MT観測を実施した。2005年の観測の目的は、断層に沿った不均質構造の解明である。跡津川断層沿いの微小地震活動は断層の地表トレースに一致した線状分布を示すが、断層面内では不均質に分布しており、中央部での低地震活動域(深さ10km程度まで)の存在が指摘されている(Ito and Wada [2001])。また、この地震活動の低い領域は、断層のクリープ運動の指摘されている場所に一致する。



第1図：広帯域MT観測点および震央分布。地震データは、気象庁一元化データ(期間：1997年～2004年)を使用。

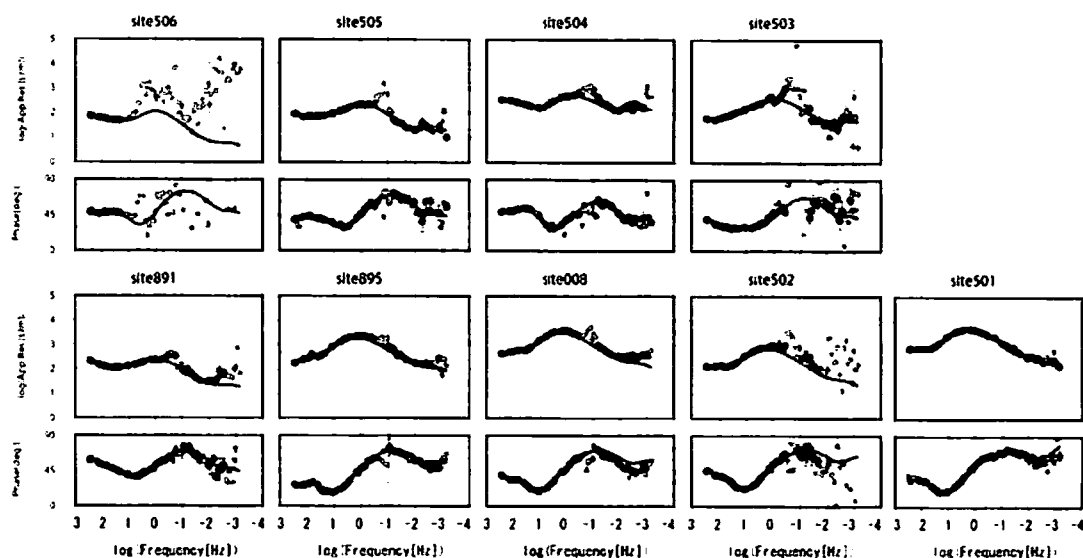
Fig.1: Magnetotelluric site distributions (open triangles: 2004, grey triangles: 2005) on the seismicity map. The seismicity in this region during the period from 1997 to 2004 is determined by JMA. Thick lines indicate fault zones.

2005年測定 of 7観測点に、2004年測定 of 2観測点を加え、計9観測点のデータを用い解析を行った。第1図に観測点分布(東から501, 502, 008, 895, 891, 503, 504, 505, 506)を示す。データの処理は夜間値のみを使用し、リモートリファレンス処理(Gamble et al. [1979]), マニュアルによる異常値の除去を施している。地磁気活動は比較的低調ではあったが、データのスタッキングにより、概ね良好な探査曲線(第2図)が得られた。探査曲線を概観すると、観測点891及び895を境界に、その特徴に相違が見て取れる。

3. 解析結果および今後の課題

予察的な解析では、断層方向の断面について、それに並行する電場および直交する磁場

から算出されるモードを TM モードとして、見掛け比抵抗、位相のみを用いた 2 次元比抵抗構造解析を行った。インバージョンには、Ogawa and Uchida [1996] のコードを用いた。



第 2 図：得られた探索曲線(TM モードのみ示す)。黒丸、灰丸はそれぞれ、インバージョンに使用したデータ、使用していないデータを表す。また、実線は第 3 図の最適モデルに対する応答である。

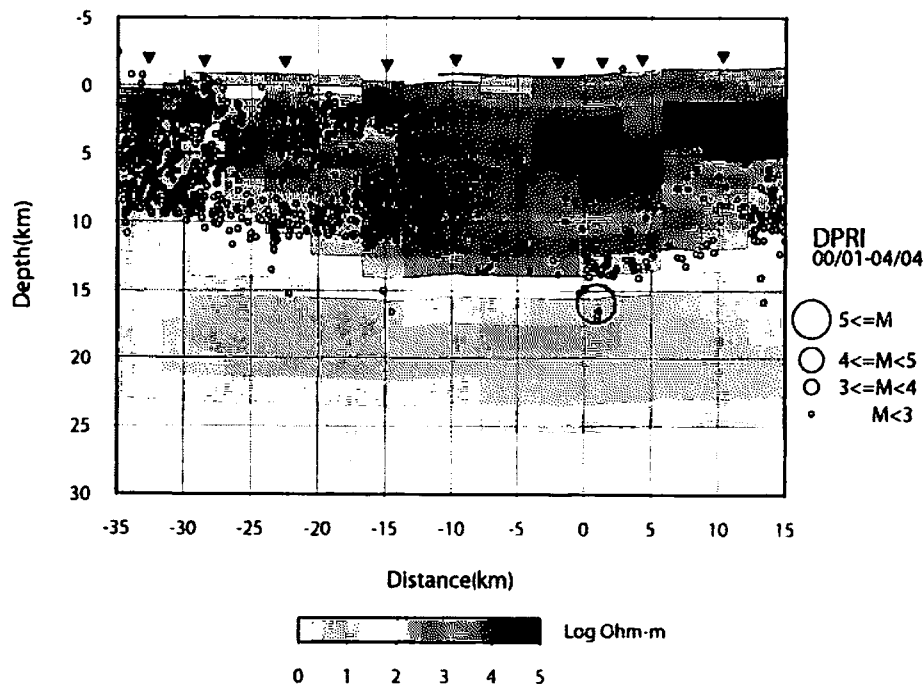
Fig.2: Curves of obtained apparent resistivity and phase for TM-mode at each site. TM-mode means an incorporating magnetic field perpendicular to fault strike with induced electric field parallel to fault strike. Solid circles are used for 2-D inversion. Solid lines indicate calculated sounding curves from model shown in Fig. 3.

第 3 図に最適モデルを跡津川断層に平行な 6km の幅に発生した震源と共に示す。得られた比抵抗モデルでは、地震活動の低い領域に高比抵抗ブロックが、また、地震発生層を取り囲むように深部にお椀型の低比抵抗領域が推定された。低地震活動域でクリープ運動をしているというこれまでの解釈に反するものであるが、この高比抵抗領域で、断層面が固着し、そのため微小地震活動が低調であるとも解釈可能である。

本研究では、断層沿いに取得したデータから断層方向の不均質性を 0 次近似的に理解するために、構造の走向等を議論することなく、測線断面(=断層面)において 2 次元解析を行った。しかしながら、詳細に議論を進めるには、3 次元的解析が必要となる。今後は不足データを補い、断層面内の不均質構造を明らかにする予定である。

謝辞

本観測実施にあたっては、観測点の土地所有者の方々から観測器材の設置許可を頂いた。また、北海道大学より MT 器材を借用した。磁場参照点として日鉄鉱コンサルタントより沢内のデータを提供いただいた。微小地震データは、気象庁一元化データならびに防災研究所地震予知研究センター上宝観測所データを使用させていただいた。ここに記して感謝の意を表す。なお、この研究の一部は、文部科学省による特別教育研究経費「地震火山噴火予知計画研究事業」および「京都大学 21 世紀 COE プログラム：活地球圏の変動解明」の補助を受けている。



第3図：2次元比抵抗モデル。震源データは断面に対し、6kmの範囲で発生した地震をプロットしている。

Fig. 3: Two dimensional resistivity structure obtained by inversion from TM-mode data. Inverted triangles denote locations of MT sites. The hypocenters are DPRI dataset (from 2000 to 2004) along the profile with 6km width.

参考文献

- 大志万直人・吉村令慧・上嶋誠・藤浩明・兼崎弘憲・望戸裕司・中尾節郎・小山茂・相澤広記・西谷忠師・宇都智史・桑波吉紘・田中嘉一・和田安男・藤田安良・坂中伸也・小川康雄・本蔵義守・氏原直人・三品正明・後藤忠徳・笠谷貴史・佐藤秀幸・山口覚・長野雄大・村上英記・塩崎一郎・茂木透・山谷祐介・原田誠・松浦友紀・森谷辰輝・笠見弘昌・畑真紀、歪集中帯周辺（跡津川断層）での広帯域MT観測による深部比抵抗構造（序報），*京都大学防災研究所年報*, 48B, 125-132, 2005.
- 国土地理院，中部・北陸地方の地殻変動，*地震予知連絡会会報*, 57, 520-524, 1997.
- 吉村令慧・歪集中帯地殻比抵抗研究グループ，広帯域MT法による歪集中帯周辺における下部地殻のイメージング，*日本地震学会講演予稿集*, 202, 2005.
- Gamble, T. D., Goubau, W. M. and Clarke, J., Magnetotellurics with a remote magnetic reference, *Geophysics*, 44, 53-68, 1979.
- Hirata, N., Past, current and future of Japanese national program for earthquake prediction research, *Earth Planets and Space*, 56, xliii-1, 2004.
- Ito, K. and Wada, H., Observation of microearthquakes in the Atotsugawa fault region, central Honshu, Japan: Seismicity in the creeping section of the fault, In *Seismic Process Monitoring*, Eds. Ogasawara, H., Yanagidani, T. and Ando, M., 229-243, 2001.
- Ogawa, Y. and Uchida, T., A two-dimensional magnetotelluric inversion assuming Gaussian static shift, *Geophysical Journal International*, 126, 69-76, 1996.
- Sagiya, T., Miyazaki, S. and Tada, T., Continuous GPS array and present-day crustal deformation of Japan, *Pure and Applied Geophysics*, 157, 2303-2322, 2000.