

### 3. 2 断層周辺の不均質構造を解明するための電磁気探査

#### (1) 業務の内容

(a) 業務題目 断層周辺の不均質構造を解明するための電磁気探査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人 東京工業大学火山流体研究センター	教授	小川 康雄
国立大学法人 東京工業大学理工学研究科	教授	本蔵 義守
国立大学法人 東京大学地震研究所	准教授	上嶋 誠
国立大学法人 京都大学防災研究所	教授	大志万 直人
国立大学法人 京都大学防災研究所	助教	吉村 令慧

(c) 業務の目的

糸魚川－静岡構造線断層帯（以下、「本断層帯」）を横断する測線で広帯域MT法探査を行い、比抵抗構造を解析することによって、断層周辺の不均質構造を解明する。測線は反射法・重力測線と重なるようにし、地震学的な情報と補完的な構造を得る。広帯域MTでは、地震学的なパラメータと独立な比抵抗という物理量で地下をイメージでき、水平方向に急激に変わる構造や、断層破碎帯などの鉛直に立った構造に対して敏感であるという利点がある。

(d) 5カ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成 17 年度：

本断層帯南端部（下田井活動セグメント・市之瀬活動セグメント）で広帯域MT観測を行った。(1)断層の西側には、深度約500m～1000m付近に低比抵抗層がある。これは断層位置から西側に向けて徐々に深くなる傾向がある。これは地質学的な断層の傾斜と調和的である。(2)断層から西側に向けて、高比抵抗基盤が2 kmから5 kmに急激に深くなることがわかった。これらは本断層帯南端部では断層が西傾斜であることを示唆している。

2) 平成 18 年度：

本断層帯の南部北部セグメント境界付近である諏訪湖付近において、東西測線を設定し、断層周辺の深度5 km程度までの不均質構造を解明した。測線は基本的に反射法地震探査と同一とし、断層を中心とした5 km程度とした。諏訪盆地より西側の山地では低比抵抗層が東に向けて厚くなるが、北方につながる牛伏寺セグメントの断層で断ち切られている。盆地内では低比抵抗部が鉛直状に分布し、プルーアパートベイズンであることを裏付けているように思われる。この構造は東側の南方につながる茅野セグメントで断ち切られている。茅野セグメントは深部でやや西に傾斜する可能性があることがわかった。

3) 平成 19 年度 :

測線長50kmの広帯域MTの測線について、N45°Wを走向に選び、テンソル分解の後に2次元解析を行った。平成18年度の観測で諏訪湖直下に見出されたほぼ鉛直状の低比抵抗異常が、さらに深部では南西側に傾斜し、その延長は深度10～15kmに横たわることが推定された。諏訪湖の北東側においても、深度10～15kmに数100ohmの低比抵抗層がある。一方、諏訪湖の直下には、深度5～15kmに鉛直状の高比抵抗異常がある。これは、地震波トモグラフィーでも検出されており、アスペリティーが検出されたのかもしれない。比抵抗モデルと地震の震源分布（気象庁一元化震源）とを比較すると、低比抵抗層が広がる南西側で地震が多く発生しており、低比抵抗層の周辺部で起きているように見える。

4) 平成 20 年度 :

諏訪湖を通る測線において、補足的な観測を行い、周辺の深部地殻構造の精度を高めることを目的とした。特に平成19年度に見出された西傾斜の低比抵抗異常の深部延長について、観測点を密に配置することによって、不均質構造解明の高精度化を図った。このために上伊那郡辰野町に広帯域MT観測点を10点配置した。

5) 平成 21 年度 :

諏訪湖北方の高ボッチ山を通る測線で広帯域MT観測を行う。また既存のデータを取りまとめ三次元的な構造解析を行う。

(e) 平成 20 年度業務目的

平成19年度までの観測から、諏訪盆地直下に鉛直状の低比抵抗異常が見出され、さらにその深部延長が西傾斜することが推定されてきた。この深部延長に関して、さらに観測点を密に配置することによって、その構造解明の高精度化を図った。

## (2) 平成 20 年度の成果

(a) 業務の要約

平成18年度および19年度に、諏訪湖南岸を通り断層に直交する方向に測線長50 kmの広帯域MT測線を設定し、比抵抗構造解析を行ってきた。諏訪盆地直下に鉛直状の低比抵抗異常が解析され、さらにその深部延長が南西に傾斜する傾向が見いだされた。この深部延長について、その構造を高精度化することを目的として、長野県上伊那郡辰野町にて、広帯域MT観測を10点で行った。解析の結果、本断層帯と伊那谷の間の深度10km付近にU字型の低比抵抗異常がイメージされた。周囲に地震の震源が分布しており、この低比抵抗帯は、せん断帯であると考えられる。

(b) 業務の実施方法

図1に示すように、平成18年度および平成19年度の測線の南西端の15kmに関して、前年度より測点間隔をつめて、およそ1.5km間隔で広帯域MT観測点を10点配置した。観測は平成20年11月から12月に実施した。データ処理に際しては、国土地理院江刺観

測場の広帯域MT連続観測データを参照信号として使用して、ローカルな電磁ノイズの影響を軽減した。解析においては、前年度同様に、二次元的な構造を仮定し、走向をN45°WとしてGroom-Baileyテンソル分解を行い、地表付近の局所的な構造を取り除いた。この後に、Ogawa & Uchida(1996)の方法で二次元比抵抗インバージョンを実施した。

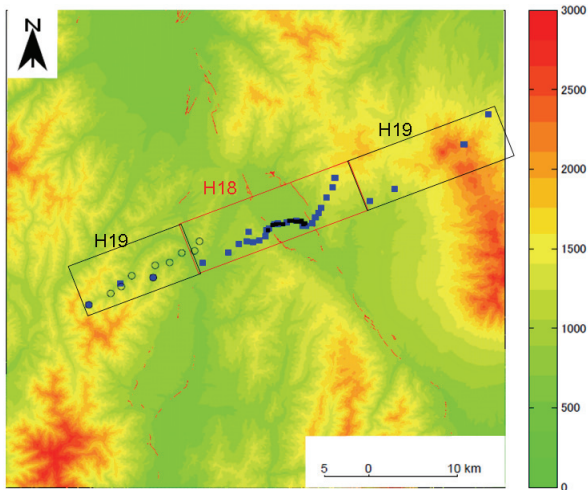


図1 平成20年度の広帯域MT観測点（○）、既存の観測点広帯域MT観測点（■）と可聴周波数領域AMT観測点（■）

(c) 業務の成果

既存のデータと併合して行った2次元解析を図2（上）に示す。前年度においても、諏訪湖直下に見出されたほぼ鉛直状の低比抵抗異常が、さらに深部では南西側に傾斜する様子が見えていたが、さらにその西側に観測点を密に配置したことによって、その延長がU字型をした低比抵抗異常として解析された。この構造の有意性を調べるために、各モデルのピクセルの対数比抵抗値の標準偏差を図2（下）に示す。U字型の低比抵抗は0.3から0.4程度で比較的標準偏差が小さい。

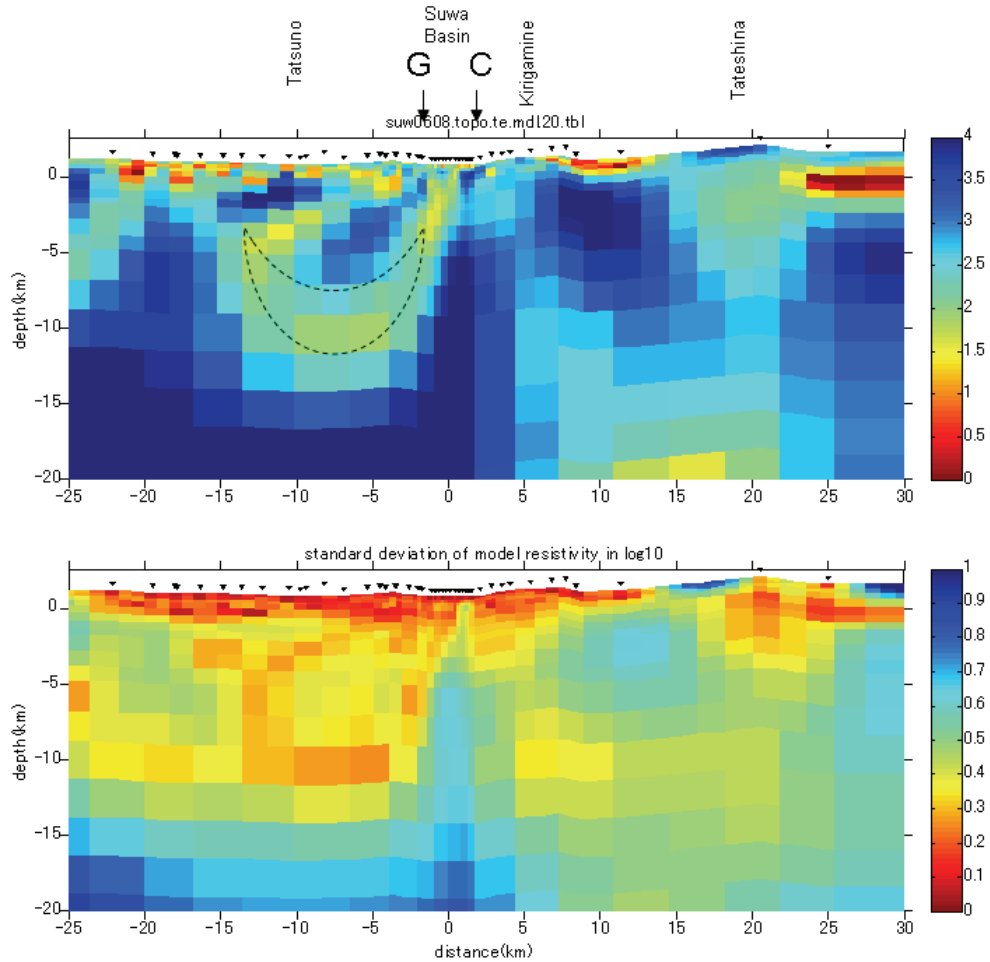


図2 (上) 二次元インバージョン解析によって得られた比抵抗モデル。カラースケールは比抵抗の常用対数值 (単位 ohmm)。Gは牛伏寺セグメント、Cは茅野セグメントの地表でのトレースを表す。(下) 解析されたモデル比抵抗の標準偏差を常用対数で表したもの。暖色系ほど構造が良く決まっていることを意味する。

ついで、得られた比抵抗モデルと、Double-differenceトモグラフィー (以下、「DD法」) (武田、私信、2008) による震源分布との対応について、図3で比較した。これまで、一元化震源分布でも本断層帯の南西側に地震が多く発生していることが知られているが、図3において、U字型の低比抵抗異常の周辺に震源が分布しているように思われる。この低比抵抗はせん断帯に対応するものである可能性がある。一方、諏訪湖の北東側の霧ヶ峰・蓼科火山 (図中の水平距離5から15km) の深度15km以深にも低比抵抗異常が現れるが、その周辺に顕著な地震活動はない。

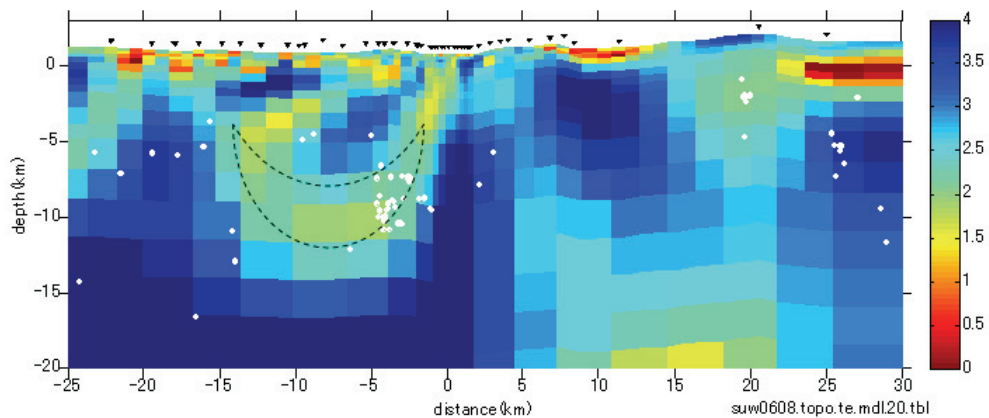


図3 比抵抗構造とDD法による震源分布(白丸)の比較。震源データは、武田(2008、私信)による。

(d) 結論ならびに今後の課題

諏訪湖周辺の本断層帯の深部比抵抗構造を測線長50km深度20kmまでの範囲で解明することができた。これまで昨年度に諏訪盆地の深度2km程度までに見えていた鉛直状の低比抵抗はその深部では南西側に傾くが、伊那谷との間でU字型の低比抵抗になることが推定された。地震のDD法による震源位置と比較すると、U字の低比抵抗周辺に地震が起きているように見える。この低比抵抗体は、せん断帯であると考えられる。

今後は周辺のMT測線も考慮に入れた、三次元的な解析が必要になる。

(e) 引用文献

- 1) Groom, R.W. and Bailey, R.C.: Decomposition of magnetotellurics impedance tensors in the presence of local three-dimensional galvanic distortions, *J. Geophys. Res.*, **94**, 1913-1925, 1989.
- 2) Ogawa, Y. and T. Uchida: A two-dimensional magnetotelluric inversion assuming Gaussian static shift, *Geophys. J. Int.*, **126**, 69-76, 1996.

(3) 平成21年度業務計画案

諏訪湖の北方にある高ボッチ山を通る測線で広帯域MT観測を行い、さらに既存のデータとコンパイルすることによって、諏訪湖周辺の三次元的な比抵抗構造を明らかにする。また最終年度であるため、比抵抗構造と地震学な構造、ひずみ分布などと比較検討をすすめる、比抵抗構造の意味を考察する。