

山崎断層系那岐山断層帯でのAMT比抵抗観測

福江一輝(大阪市立大学・理), 山口覚(大阪市立大学・院・理), 三村明(大阪市立大学・院・理)
古川大悟(大阪市立大学・理), 加藤茂弘(人と自然の博物館), 村上英記(高知大学 理学部)

1はじめに

山崎断層帯は西から那岐山断層帯, 山崎断層帯主部, 草谷断層帯の3つの起震断層に区分されている(地震調査委員会2013; 図1)。これらのセグメント下の地下比抵抗構造及び、これらがセグメント間どのように変化しているかは興味深い問題である。
那岐山断層帯は山崎断層帯の西端に位置し、断層の傾斜・走向・ズレの向きと種類(表1)や地震活動度(図2)が隣接する山崎断層帯主部と大きく異なっており、その浅部地下比抵抗構造も主部と異なる可能性がある。
本発表では那岐山断層帯で行ったAMT比抵抗観測の概要と得られた浅部地下比抵抗構造について報告する。

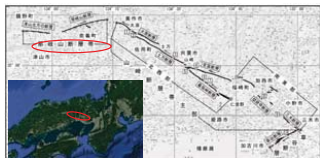


図1 山崎断層帯
赤丸は那岐山断層帯の位置を示す

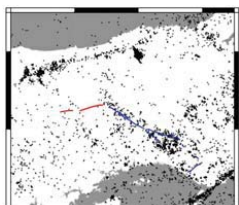


図2 山崎断層帯周辺の震央分布(M. >= 1.0)
気象庁の一元化震源データ 1997/10~2015/07
赤線: 那岐山断層帯
青線: 山崎断層帯主部・草谷断層帯

表1. 那岐山断層帯と隣接する山崎断層帯主部の比較

	那岐山断層帯	山崎断層帯主部北西部	山崎断層帯主部南東部
一般傾斜	約60°N	ほぼ鉛直	ほぼ鉛直
一般走向	N82°E	N57°W	N51°W
ズレの向きと種類	縦ずれ主体で横ずれを伴う	左横ずれ	左横ずれ
平均的なズレの速度	0.06-0.09m/千年	1m/千年	0.8m/千年
平均活動間隔	2万4千年-5万3千年	1800-2300年	3900年

4データ解析

[1]MT応答関数の算出: SSMT2000(PHOENIX GEOPHISICS 社)を用いRemote reference法(Gamble et al, 1979)を用いて各測定点ごとの見かけ比抵抗と位相差を算出。エラーバーが大きいまたは、周波数に対して不連続な応答関数は、以降の解析に使用しなかった。

[2]Distortion解析
Phase Tensor法
(Caldwell et al 2003)を使用

1. 次元判定
 $\lambda \geq 0.1$ を2次元以上と判断。
 $-5^\circ \leq \text{spss}^\circ \leq 5^\circ$ を2次元以下と判断

→調査地域の比抵抗構造

2次元

2. 走向判定

全ての周波数帯αの分布
→NSとEWにピーク

N-SとE-Wのうち那岐山断層帯の一般走向(N82°E)に近い

E-Wを採用

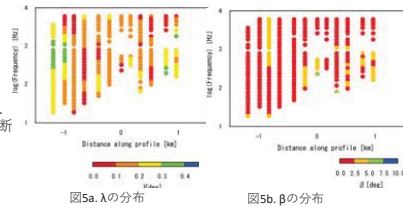


図5a. λの分布

図5b. βの分布

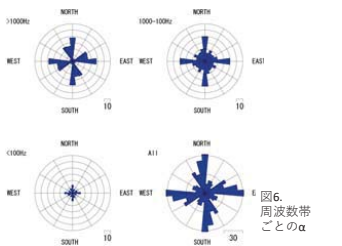


図6. 周波数帯ごとのα

6まとめ

- (1)断層地表トレースから北側に傾斜する特徴的な低比抵抗領域③が見いだされた。
- (2)深度0.5~1.0km付近の領域②と④の下面および領域⑤の上面は同一直線上に分布している。
- (3)断層地表トレース下の領域③は那岐山断層, 那岐池断層の地下形状を示すと考えられる。
- (4)領域③の傾斜は先行研究(産総研活断層データベース)と整合的である。しかし逆断層は一般的には低角度を示すのでその成因の考察をしていく必要がある。

2調査地域

那岐山断層帯は、北から声ヶ島断層, 那岐山断層, 那岐池断層からなる(図3)。

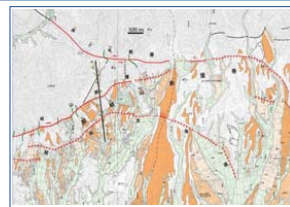


図3. 那岐山断層帯
黒線は観測測線
岡田ほか(2016)に
加筆

3観測

観測点数: 12点
サンプリング周波数: 24000Hz(午前1時~5時)
2400Hz(午前1時~5時)
150Hz(18時~翌6時)
使用機器: MTU-5A (PHOENIX GEOPHISICS 社)
観測日時: 2017/10/8~14

観測点配置: 那岐山断層帯の一般走向(N82°E)に直交する約2kmの観測測線を設定。
測線上に約200m間隔で観測点を配置。

リモート点: 観測点から北北東に約10km離れた山中に設置。
水平磁場2成分を測定。

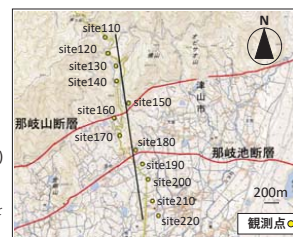


図4 観測点配置
黒線は観測測線,
赤線は断層トレース

5モデル計算

[1]インバージョンコード・・・Ogawa and Uchida(1996).

[2]地形データ・・・モデル測線に沿う標高データを使用。

[3]最適モデル・・・30回の反復計算を行いabic, RMSともに大きく変化しなくなった20回目を最適モデル(NGSmodel)とした。

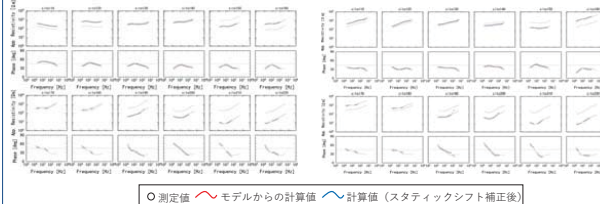


図7a. TMモードの測定値と計算値の比較

図7b. TEモードの測定値と計算値の比較

ほとんどの測定値とモデルからの計算値が一致

→NGSmodelは観測値を十分に説明。

モデルの特徴

- ① 地表付近に広がる低比抵抗領域(10~100Ωm)
- ② 深度500m付近のやや低比抵抗領域(数100Ωm)
- ③ ②の下に広がる低比抵抗領域(約100Ωm)
- ④ 深度500m付近のやや高比抵抗領域(1000~10000Ωm)
- ⑤ ④の下の高比抵抗領域

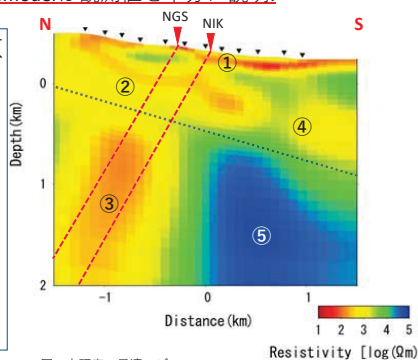


図7. 本研究の最適モデル(NGSmodel)
NGS, NIKは那岐山断層, 那岐池断層の地表トレースを,
赤破線は一般傾斜の延長を, 黒破線は比抵抗境界を示す

参考文献

T. Grant Caldwell, Hugh M. Bibby and Colin Brown, 2003: The magnetotelluric phase tensor, *Geophys.J.Int.*, 158, 457-469.
Gamble, T. D., W. M. Goubau, and J. Clarke, 1979: Magnetotellurics with a remote magnetic reference, *Geophysics*, 44, 53-68
H. M. Bibby, T. G. Caldwell, and C. Brown, 2004: Determinable and non-determinable parameters of galvanic distortion in magnetotellurics, *Geophys.J.Int.*, 163, 915-930.
Jan M Vermilye and Christopher H scholz, 1998: The prorese zone: A microstructural view of fault growth, *Journal of Geophysical Research*, Vol 103, 12223-12237
Ogawa, Y and T.Uchida, 1996: A two-dimensional magnetotelluric inversion assuming Gaussian static shift, *Geophys.J.Int.*, 126, 69-76.
Ritter O., A. Hoffmann-Rothe, P. A. Bedrosian, U. Weckmann and V.Haak, 2005: Electrical conductivity image of active and fossil fault zone. Geological Society, London, Special Publications, 245(1), 165-186
地震調査委員会, 2013: 山崎断層帯の長期評価 (一部改訂)
岡田篤正・岡田真介・後藤秀昭・杉戸信彦・廣内大助・松多信尚・八木浩司(2016): 1:25,000 都市圏活断層図「津山東部」 国土地理院技術資料 D1-No.744

謝辞

本研究を進めるにあたって、観測点の土地所有者の方々には観測装置の設置を快く許可していただいた。京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究所施設火山研究センターには、観測装置の借用を許可していただいた。本研究は、科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金)の援助によって行った。論文中の図の作成には The Generic Mapping Tools (GMT)(Wessel and Smith, 1998)を用いた。以上の方々、機関の皆様様に厚く感謝申し上げます。