

紀伊半島下の電気比抵抗構造と 震源分布の対比について

神戸大学大学院自然科学研究科	藤田 清士
工業技術院地質調査所	小川 康雄
神戸大学理学部	山口 覚 堀 史有 宝谷 博之
京都大学防災研究所	後藤 忠徳
神戸大学理学部	安川 克己

The electrical resistivity structure beneath the Kii-peninsula and the earthquake distributions

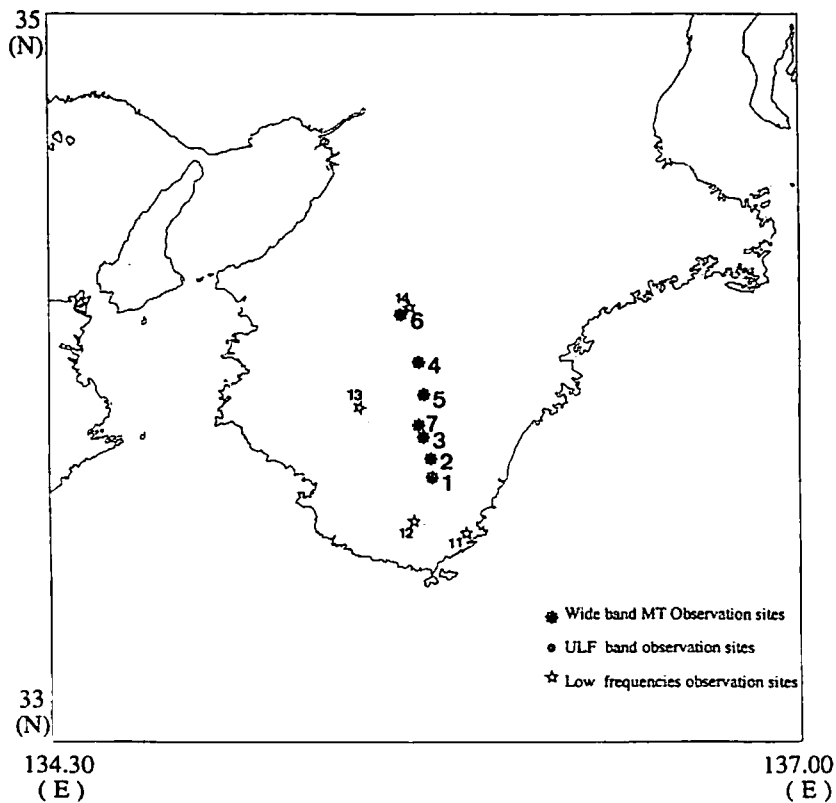
Kiyoshi FUJITA (Kobe Univ.), Yasuo OGAWA (GSJ), Satoru YAMAGUCHI, Fuminari HORI, Hiroyuki HOUTANI (Kobe Univ.), Tadanori GOTO, (Kyoto Univ.), Katsumi YASKAWA (Kobe univ.)

1. はじめに

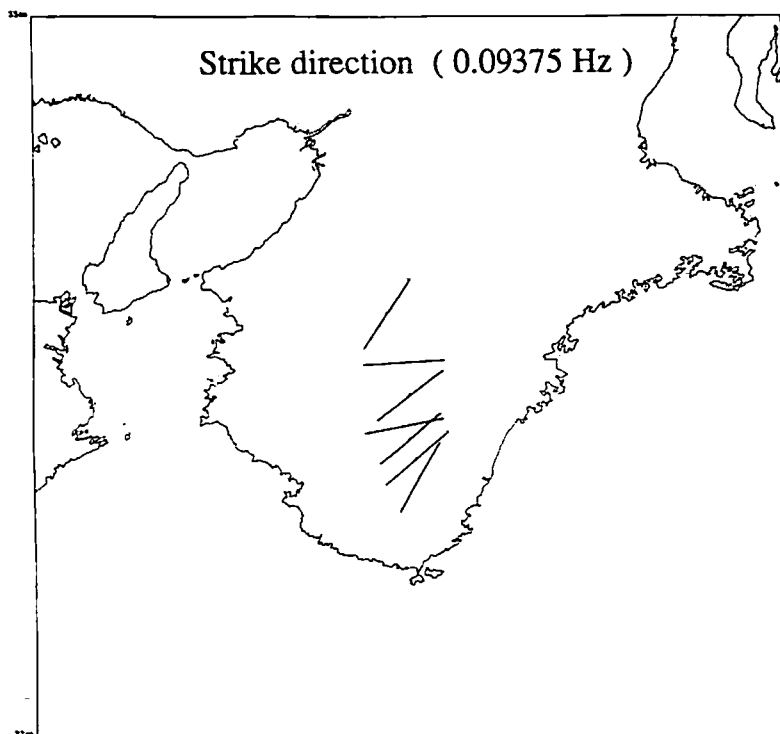
1993年のCA研究会においては、紀伊半島下の予察的な1次元比抵抗構造解析結果と観測概要について報告した。1次元解析結果から、紀伊半島中央部の北緯34°線を境に南部地域では、表層から深部にかけて全般に比抵抗値は高く、北部地域の上部地殻の比抵抗値が低い傾向が示された。しかしながら、TE-modeの1次元解析結果はスタティックシフトなどの表層の影響を受け易く、正しい探査深度を示さない。この為、広帯域MT(Magneto Telluric)のTM-modeのデータを用いて2次元構造解析を行った。又、低周波数磁場3成分記録から計算した TIPPERを用いて紀伊半島下の深部構造推定も試みた。解析からは西南日本に位置する紀伊半島下の比抵抗構造のうち、沈み込み構造に関連した比抵抗異常が見い出された。本論文集では比抵抗異常の原因と地震学的研究により求められている震源分布との対比を記述する。

2. 観測概要及び解析

観測点を第1図に示す。SITE1~7では周波数17.4KHzから約0.001Hzまでの広帯域MTの観測点で、TM及びTE-modeの見かけ比抵抗値と位相差データを得ている(藤田 1993)¹⁾。SITE11~14は笹井(1968)²⁾による低周波数磁場3成分の観測点である。磁場3成分時系列記録をFFT法(Fast Fourier Transform)により解析し、各周波数ごとの地磁気変換関数及びTipperを計算した。今回の解析では広帯域MTデータで地殻内比抵抗構造を、上部マントルまでの深部比抵抗構造をTipperから推定した。



第1図
紀伊半島の観測点位置図。広帯域MTはSITE 1～SITE 7。低周波数磁場観測点は、SITE11～SITE14。



第2図
Tipper Strike Direction

紀伊半島下の構造の2次元性を確認する為に、ELF帯からULF帯にかけてのTipper strike directionを調べた。スキンドープスを考慮して、深さ数kmの浅部構造を反映する周波数96Hz～0.75Hz程度のTipper strike directionは表層付近の影響を受けて不安定な向きを示すが、第2図に示すような周波数0.09375Hz以下のTipper strike directionは、ほぼNE-SWもしくはE-W方向を示し、深部比抵抗構造が2次元であると判断できる。又、溝上(1977)³⁷⁾の震源分布の等深度面や観測点全てを含む四万十帯の地質学的走向がほぼNE-SW方向である事からも、紀伊半島中央部下は2次元構造である事を示唆する。この為、和歌山県橋本市から新宮市に向かうN26°W測線に沿う断面について、2次元比抵抗構造を推定した。

はじめに、2次元構造解析では、TM及びTE-modeの見かけ比抵抗・位相差疑似断面と1次元構造解析結果を参考にして、FEM(Finite Element Method)の順解析により2次元比抵抗構造を求めた。最適モデルを得るにあたり、各観測点ごとの周波数応答(第3図)と任意の周波数ごとの見かけ比抵抗と位相差の空間分布を調べた。モデルでは、水深を考慮した太平洋を0.25Ωm、マントルを100Ωmとして、水平方向44個×垂直方向34個のブロックモデルで、30周波数について計算した。この結果得られたMTによる最適モデルを第4図に示す。

次に、MTデータと低周波数のTipperのデータをFEMにより解析した。紀伊半島下の深部構造については、Rikitake(1969)⁴¹⁾、Honkura(1983)⁵¹⁾、Dosso(1992)⁶¹⁾のモデルが存在するので、同じ範囲について周波数応答を検証し、参考とした。その結果、第5図に示す様な浅部から深部構造までを含んだ最適モデルを得た。このモデルはMTの観測結果と低周波数磁場3成分観測結果を広い周波数帯で説明することができる。

3. モデルと地震学的研究との対比

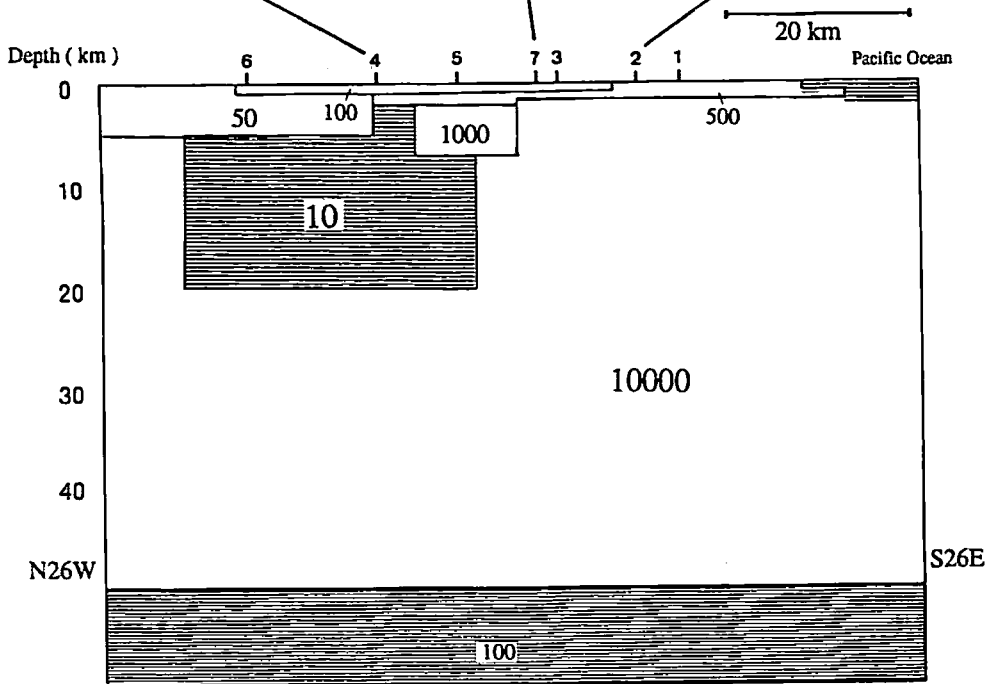
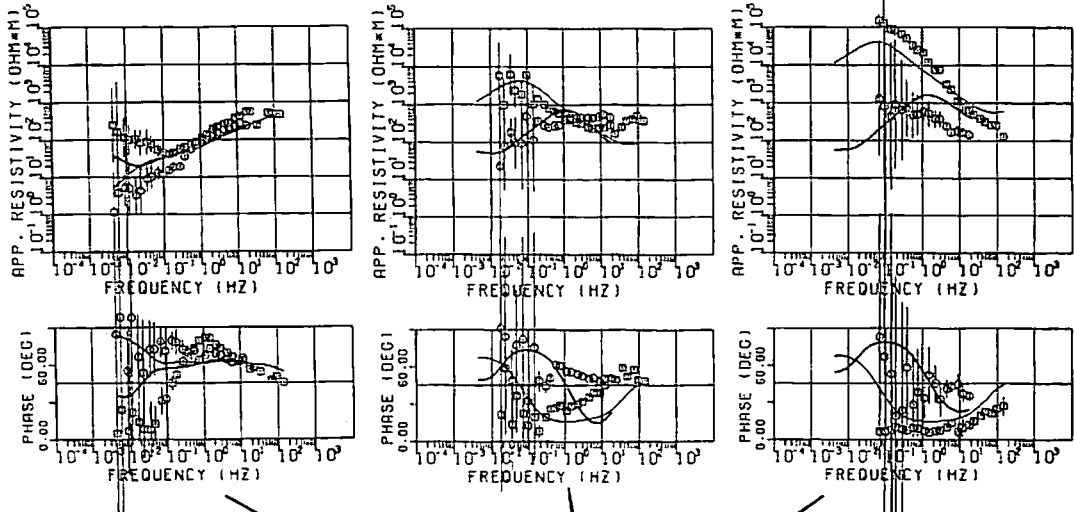
2次元モデルから得られた紀伊半島下の地殻構造の特徴としては、南部の表層付近には500Ωm層が存在し深部にかけては10kΩmと比抵抗値が高い層が下部地殻まで連続して続く。しかしながら、紀伊半島中央部のSITE 5及びSITE 7の間から上部地殻構造は大きく変化する。北部の深さ数km付近から20kmにかけては大規模な10Ωmの低比抵抗層が存在する。この低比抵抗層の存在範囲についてはモデリングの段階で、下面の位置を深さ20km付近に設定すると最適な周波数応答を得る事ができた。又、SITE 6より北には観測点が無い為10Ωm層が北に対してどこまで連続しているかについては明確でないが、SITE 6のTM及びTE-modeの観測値をもっとも説明できる範囲とした。

このような大規模な低比抵抗層の解釈としては、Wannamaker(1989)⁷¹⁾らが解釈したアメリカ西海岸下の沈み込み帯に見られるような結晶化マグマからの水の解放による地殻比抵抗値の減少やUtada(1987)⁸¹⁾が示した東北日本で見られるプレート上面の低比抵抗薄層が考えられるが、その形状や存在深度は一致しない。本研究では紀伊半島下の低比抵抗層の原因を沈み込み帯に伴う堆積物と解釈した。紀伊半島中央部付近の上部地殻内で1000Ωm以下の比抵抗層や10Ωm低比抵抗層の連続性に着目すると、これらの層は北に向いながら傾斜しており、沈み込み方向と一致する。紀伊半島は島弧のアクリーションテクトニクスの典型といわれ、四万十帯にはFlysch堆積物が存在する(Kumon 1983)⁹¹⁾。この様な事実から紀伊半島北部地

SITE = 4

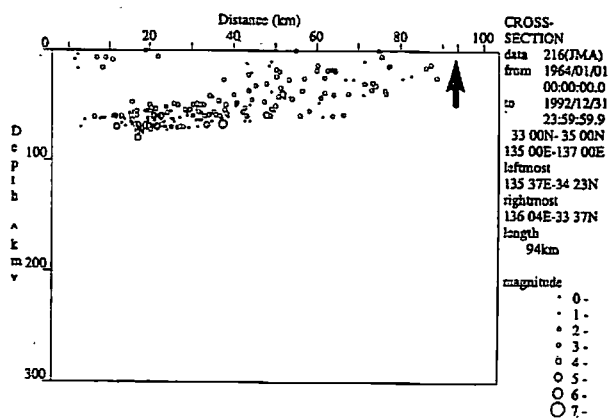
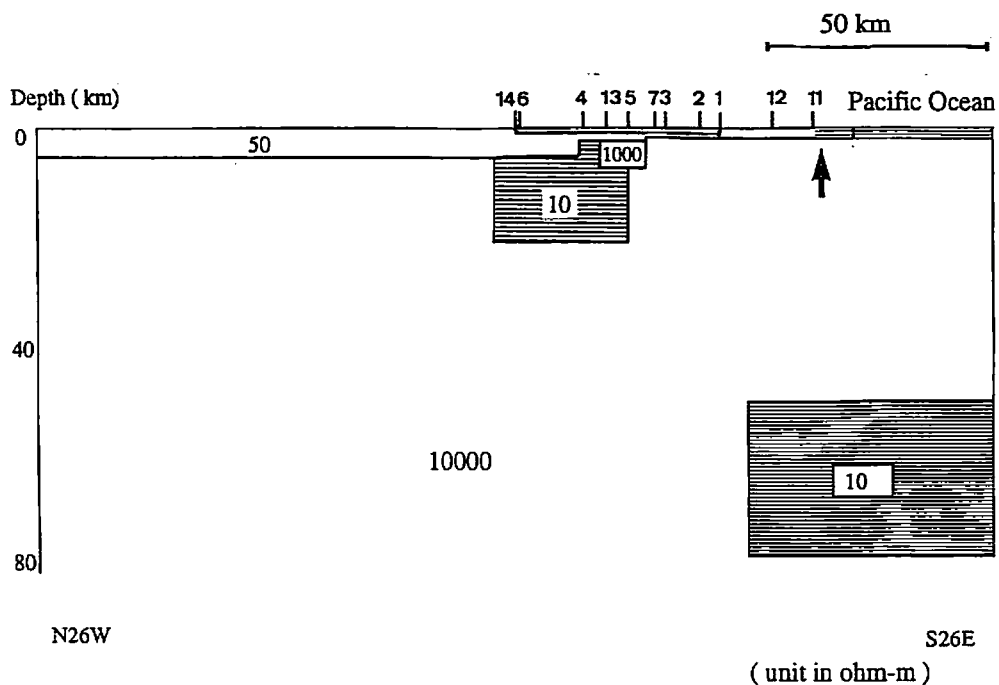
SITE = 7

SITE = 2



(unit in ohm-m)

- 第3図 (上図) 各観測点ごとの見かけ比抵抗比抵抗値及び位相差と理論曲線
 (□はTM-mode、○はTE-modeの観測値を示す。)
- 第4図 (下図) 広帯域MTから得られた2次元比抵抗構造モデル。
 (番号は観測点に対応。)



第5図（上図） 広帯域MTおよび低周波数磁場記録から得られた紀伊半島下の2次元比抵抗構造。（↑は海岸線を示す。）

第6図（下図） 比抵抗構造と同じ断面で見た震源分布図（↑は海岸線を示す。但し、縦軸の深さが違う事に注意。）

（JMA DATA 1964.1.1~1992.12.31をすべてプロット。）

域では堆積物が上部地殻から深さ20km付近まで存在している可能性が高いと解釈した。

次に紀伊半島下の比抵抗構造と地震の活動との関係を調べた。第6図に観測測線とほぼ同じ断面で見た震源分布を示す。この図は1964年から1992年にかけてのJMA震源データ全てをプロットしたものである。紀伊半島北部の地殻内では完全な無震域が見られ、紀伊半島南部及び太平洋下の深さ50km以深でも無震域が表れる。第6図と深部の比抵抗構造までを求めた第5図を比較すると10 Ω mの低比抵抗層と地震活動度の低い地域が明瞭に対応する。この震源分布の無震域は震源の水平分布でも空白域であり、紀伊半島下の低比抵抗層は非地震活動域である事が判明した。逆に、10k Ω mの高比抵抗層内では地震活動度は高い。溝上(1977)⁹⁾は紀伊半島中央部のNW方向に向かう地殻底地震活動と沈み込み構造の関連を指摘している。本研究においても比抵抗構造は北へ向かい傾斜している事が示され、地震活動度と比抵抗構造の明確な相関を示した。

4. 謝辞

1967年から1968年にかけて収録された低周波数磁場3成分のデータに関しては、東京大学地震研究所の笹井洋一先生から御提供頂きました。紙面をお借りして深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 藤田 清士, 小川 康雄, 山口 寛, 宝谷 博之, 後藤 忠徳, 堀 史有, 安川 克己
紀伊半島中央部下の電気伝導度構造(1), CA研究会 論文集, 38-45 1993
- 2) 笹井 洋一 中部日本における地磁気変化異常, CAシンポジウム論文集, 43-55, 1969
- 3) 溝上 恵, 地殻底地震活動の特性, 地震予知研究シンポジウム, 97-105, 1977
- 4) Rikitake, T., The Undulation of An Electrically Conductive Layer Beneath the Islands of Japan, Tectonophysics., 7(3), 257-264, 1969
- 5) Honkura, Y., Peninsula Effects in Central Japan and Their Relation to the Electrical Conductivity Structure., J. of Geomag. and Geoelect., 35, 39-56, 1983
- 6) Dosso, H.W., and Meng, Z.W., The coast effect response in geomagnetic field measurements, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 70, 39-56, 1992
- 7) Wannamaker, P.E., Booker, J.R., Jones, A.G., Chave, A.D., Filloux, J.H., Waff, H.S. and Law, L.K., Resistivity cross-section through the Juan de Fuca subduction system and its tectonic implications., J. Geophys. Res., 94, 14127-14144, 1989
- 8) Utada, H., A direct inversion method for two-dimensional modeling in the geomagnetic induction problem, Ph.D. thesis, Univ. of Tokyo, 1987
- 9) Kumon, F., Coarse clastic rocks of the Shimanto supergroup in Eastern Shikoku and Kii Peninsula, southwest Japan, Memor. of the Fac. of Sci. Kyoto university Ser. of Geol. and Mineral., vol. XLIX, 63-109, 1983