

紀伊半島中央部下の電気伝導度構造 (1)

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 宝谷 博之
後藤 忠徳 堀 史有
安川 克己

The electrical conductivity structure beneath the central part of
the Kii-peninsula (1)

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

1. はじめに

西南日本の紀伊半島の地磁気変化異常には、笹井(1968)¹⁾の長周期磁場変動観測から海洋中の誘導電流により半島効果が表れている事が検証された。力武(1969)²⁾はこの半島効果に現れる磁場変動の水平成分と鉛直成分の関係 ($\Delta Z/\Delta H$)を説明する完全導体のモデルを提唱し、日本列島に応用した。又、本蔵(1983)³⁾は紀伊半島内で観測された地磁気変換関数の分布を説明する半島下の電気伝導度モデルを提唱した。

神戸大学と地質調査所では、紀伊半島下の電気伝導度構造を求めるために、1992年12月に周波数17.4KHzから約0.001Hzまでの広帯域 MT (Magneto-telluric) 観測を行った。この観測は西南日本における地殻及び上部マントルまでの大規模な構造を、電磁気学的手法により捉えようとするものである。

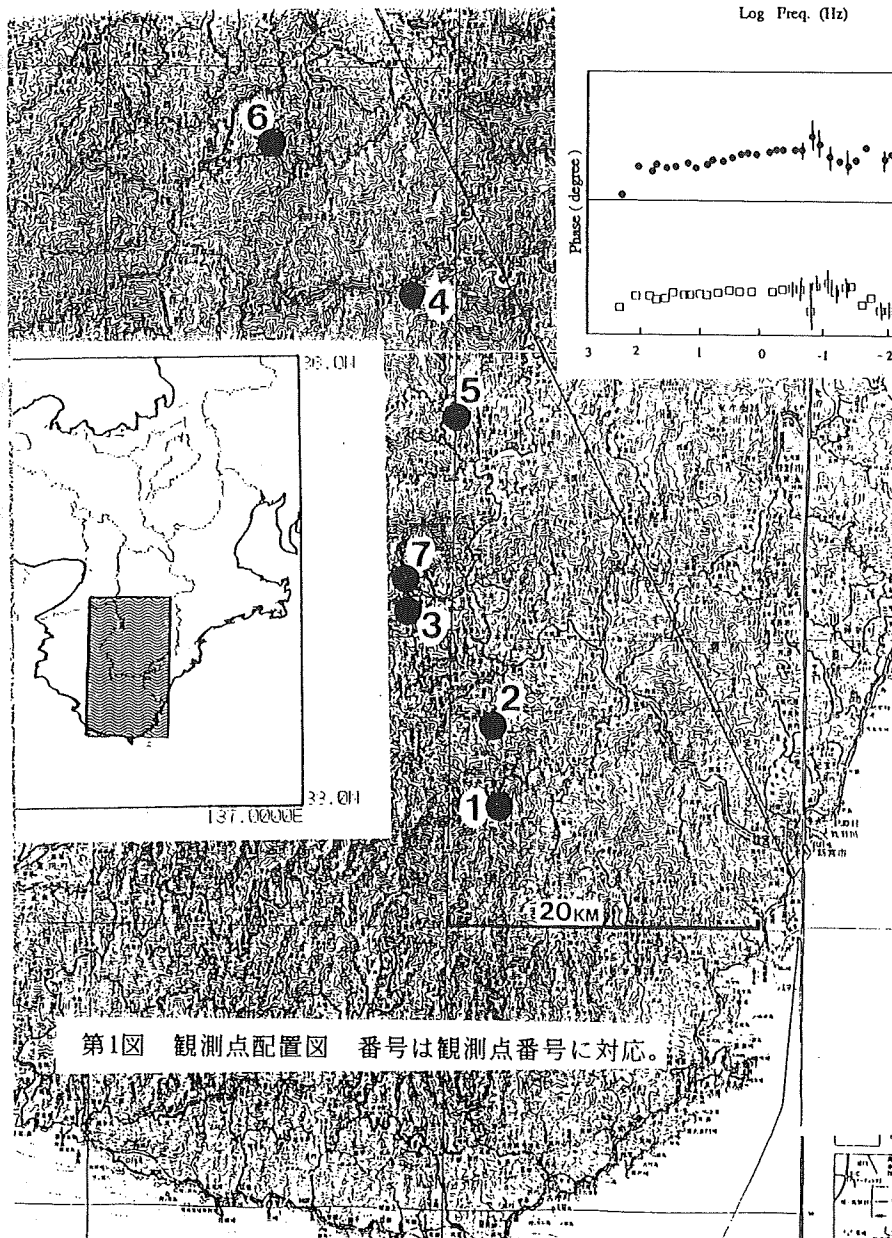
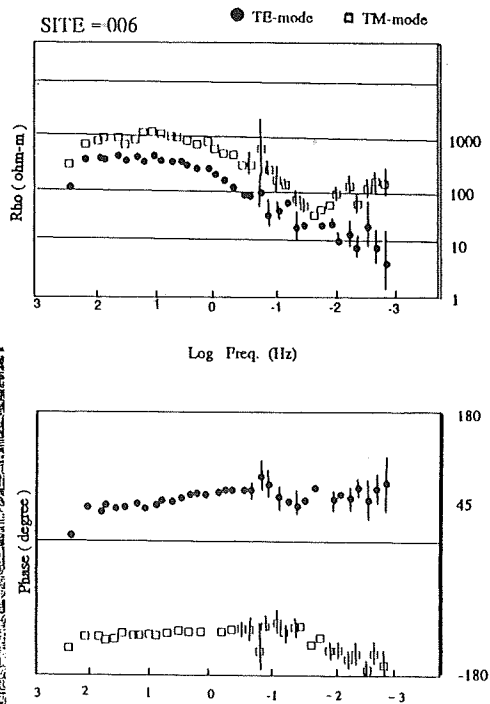
一方、溝上(1988)⁴⁾は東京大学地震研究所和歌山微小地震観測所の観測ネットを用いて紀伊半島下の正確な震源分布を求めている。又、紀伊半島下の地震波速度構造モデルを求める為、爆破地震動研究グループ(1992)⁵⁾が1988年に爆破地震による探査をおこなっている。この探査からは上部地殻内に明瞭な反射面が確認されている。

本論文集では予察的におこなった電気伝導度構造の1次元解析結果と地震波による構造推定結果との比較を合わせて記述する。

2. 観測概要

観測測線の走向は、第1図のように和歌山県橋本市から和歌山県新宮市にかけて北北西一

第2図 最北端の観測点 (SITE 6) で得られた見かけ比抵抗と電磁場間の位相差。



南南東 (N26° W) 方向に約 50km で設定した。この方向は、紀伊半島沖の南海トラフの走向とほぼ直交する。

南の観測点 (SITE 1) は電気伝導度の高い海の影響を最小にするために、海岸線から約 20 km 以上、北の観測点 (SITE 6) も近隣する市街地から約 15 km 以上離れる様に配慮した。観測では広帯域にわたる周波数のデータを連続的に収録するため、Phoenix 社製 V5-MT System を使用し、各観測地点で見掛け比抵抗と位相差をリアルタイム処理しながら、同時に磁場 3 成分、電場 2 成分の時系列も収録した。第 2 図には SITE 6 で得られた周波数に対する見かけ比抵抗値と電磁場間の位相差の観測例を示す。SITE 1, 3, 4, 5 では約 384 Hz から約 0.001 Hz までの周波数帯のデータを得ており、SITE 2, 7 では約 0.05 Hz 程度までのデータを収録している。さらに、連続的かつ精度の高いインピーダンスを得るために、SITE 1 を参照点とする同期時計制御によるリモートリファレンス法も試みた。各観測点では同時に VLF-MT 観測もおこなった。

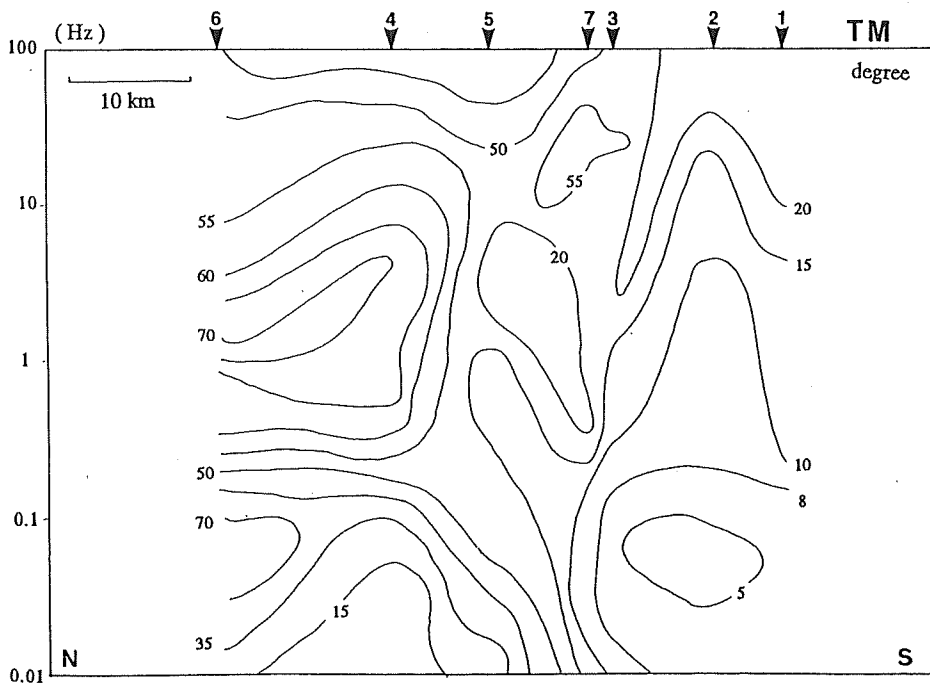
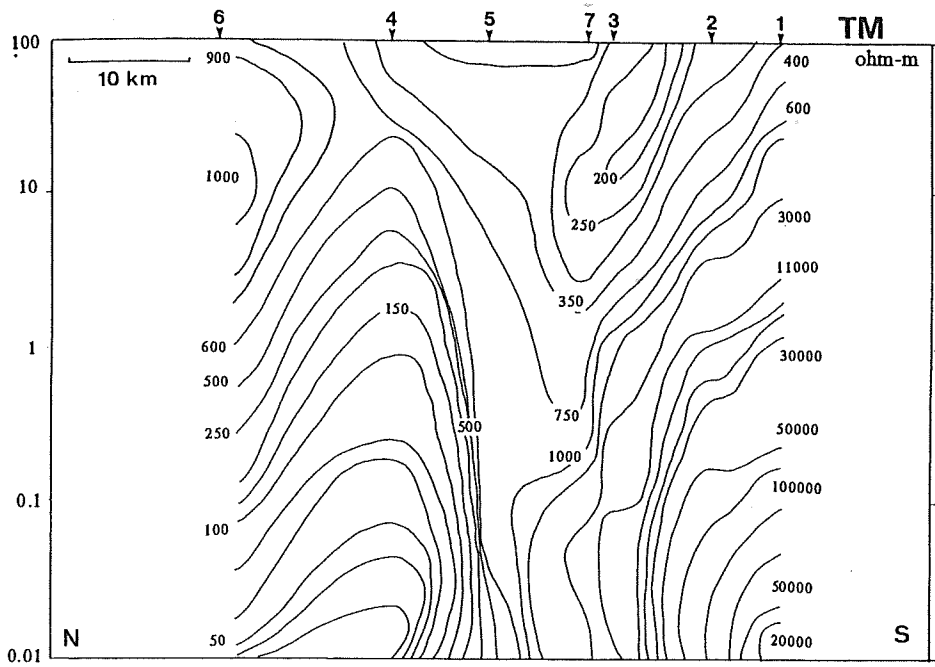
3. 得られたデータ及び解析結果

第 3 図 (a) (b) に測線に沿う断面の周波数 100 Hz から 0.01 Hz までの見かけ比抵抗値と位相差の疑似断面を示す。

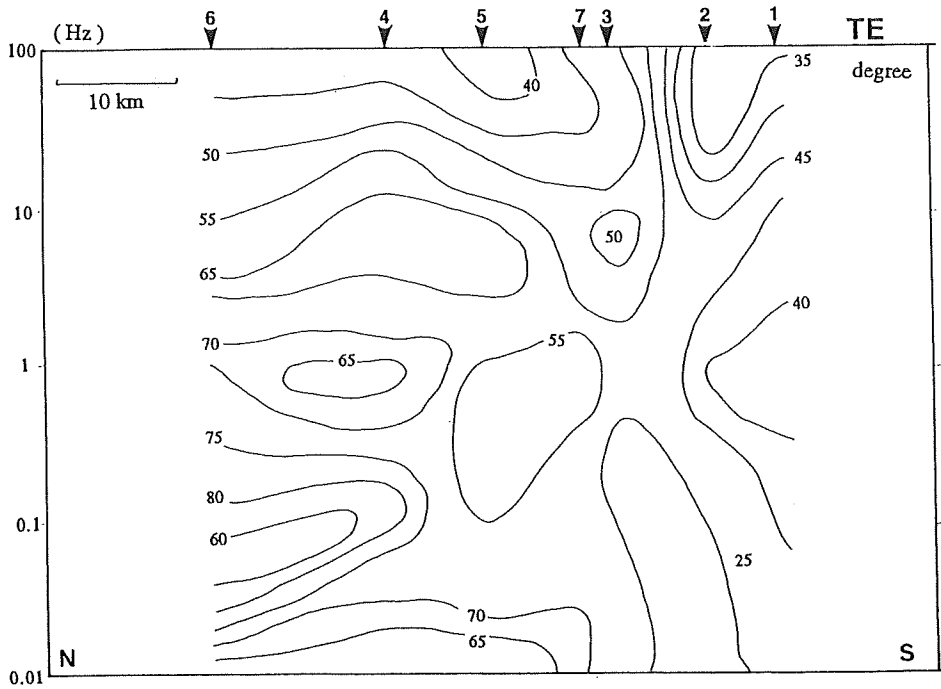
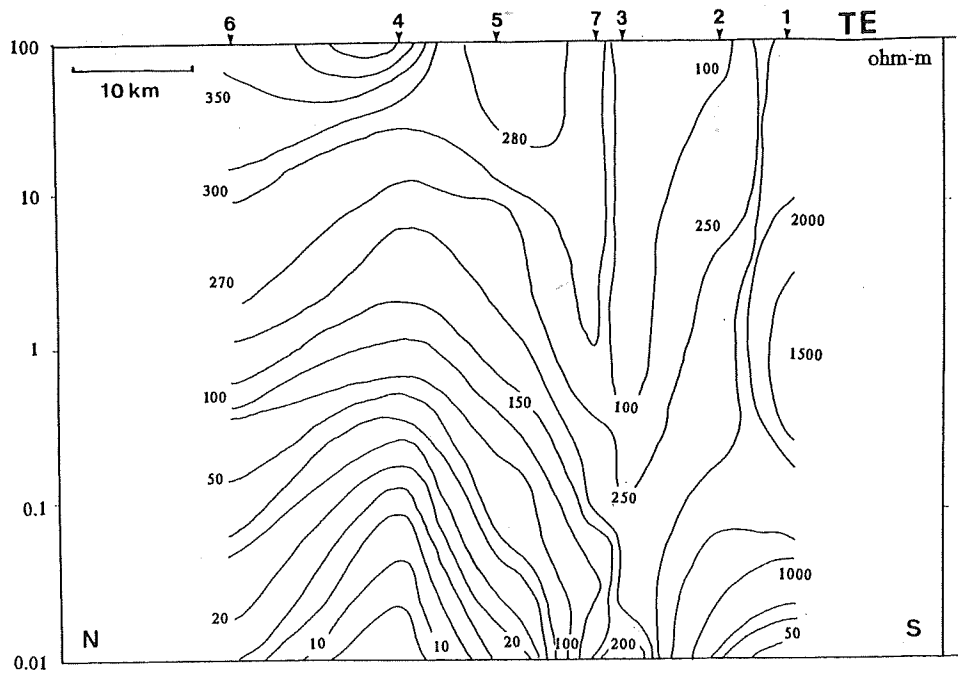
TM-mode で見た見かけ比抵抗分布は測線中央付近の SITE 3 及び 7 付近を境として南北で明瞭な差異を示す。測線南部の SITE 1, 2 下では、浅部から深部にかけて連続的に見掛け比抵抗値が増加し、位相も減少する傾向が見られる。測線北部の SITE 4, 5, 6 下では、周波数 約 1 Hz から 0.01 Hz にかけて比抵抗は低い値を示す。TE-mode の見かけ比抵抗分布を見ると、北部の深部に低比抵抗層が存在する事がわかる。特に、比抵抗値が低くなる SITE 4 下では、周波数 約 0.2 Hz で 50 Ω m、約 0.02 Hz で 10 Ω m 以下である。又、SITE 6 下でも周波数 約 0.1 Hz で 50 Ω m、約 0.01 Hz で 10 Ω m である。

これらの疑似断面を参考にして、1次元構造解析をおこなった。解析では Bostick 逆解析を参考とし、試行錯誤による順解析及びモンテカルロ法による逆解析を用いて、鉛直方向の分解能に優れる TE-mode に対して最適モデルを求めた。探査深度はスキンドープスから限定して、約 20 km 位とした。理論曲線と観測値の比較の一例を第 4 図に示す。

第 5 図に紀伊半島中央部における 1次元構造断面を示す。SITE 2, 3 では表層付近に約 50 Ω m の低比抵抗層が存在する。しかし、SITE 1, 2, 3 の深部は総じて、数百から数千 Ω m の高比抵抗値を示す。紀伊半島中央部の SITE 3 と SITE 7 の構造は、観測点が隣接しているにもかかわらず顕著に異なる。SITE 3 の深部は深さ 18 km 位まで高比抵抗であるが、SITE 7 では深さ 3 km 付近から 200 Ω m 層が存在している。この差は前述の疑似断面でもみられた比抵抗が大きく異なる境界と一致する。北部地域の SITE 4 及び SITE 6 は深部に低比抵抗層を持つという南部とは異なる傾向を示す。SITE 4 は深さ 2 km から低比抵抗層が始まり、特に深さ 8 km 付近から約 10 Ω m 以下の極端に低い比抵抗値になる。又、SITE 6 では深さ 15 km 付近を上面とする 10 Ω m 以下の低比抵抗層が見られる。



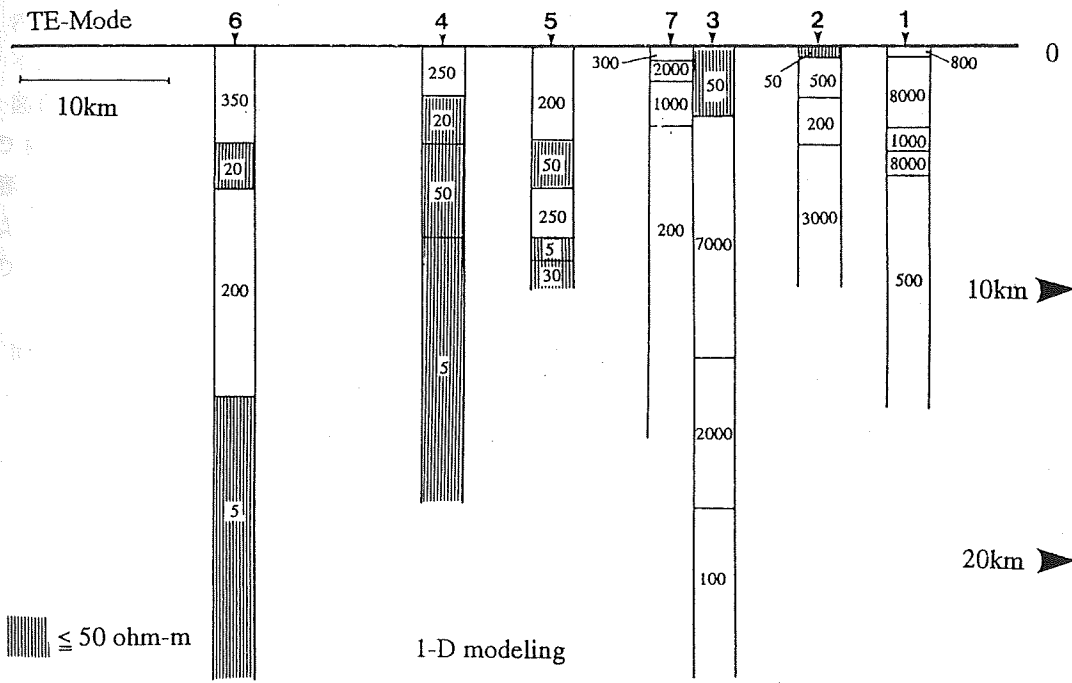
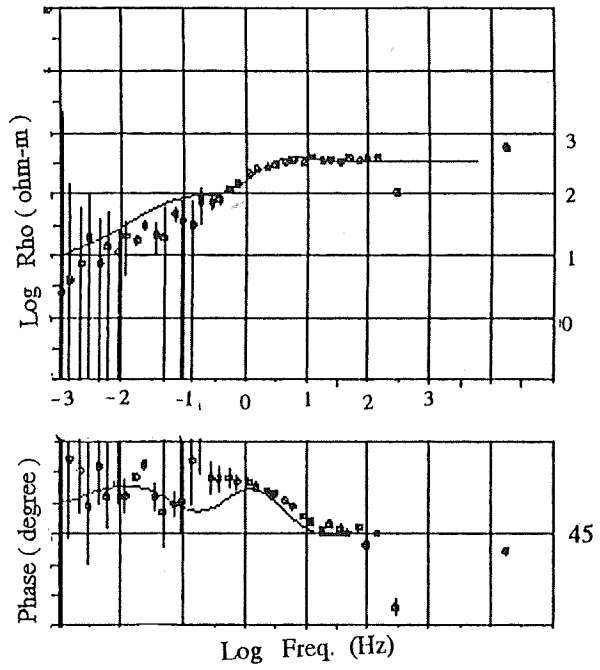
第3図 (a) TM-modeに対する見かけ比抵抗値と位相差の疑似断面



第3図 (b) TE-modeに対する見かけ比抵抗値と位相差の疑似断面

SITE = 006

第4図 最北端の観測点 (SITE 6) で得られた観測値と理論曲線の比較。



第5図 TE-modeで求めた1次元構造解析結果。

N

S

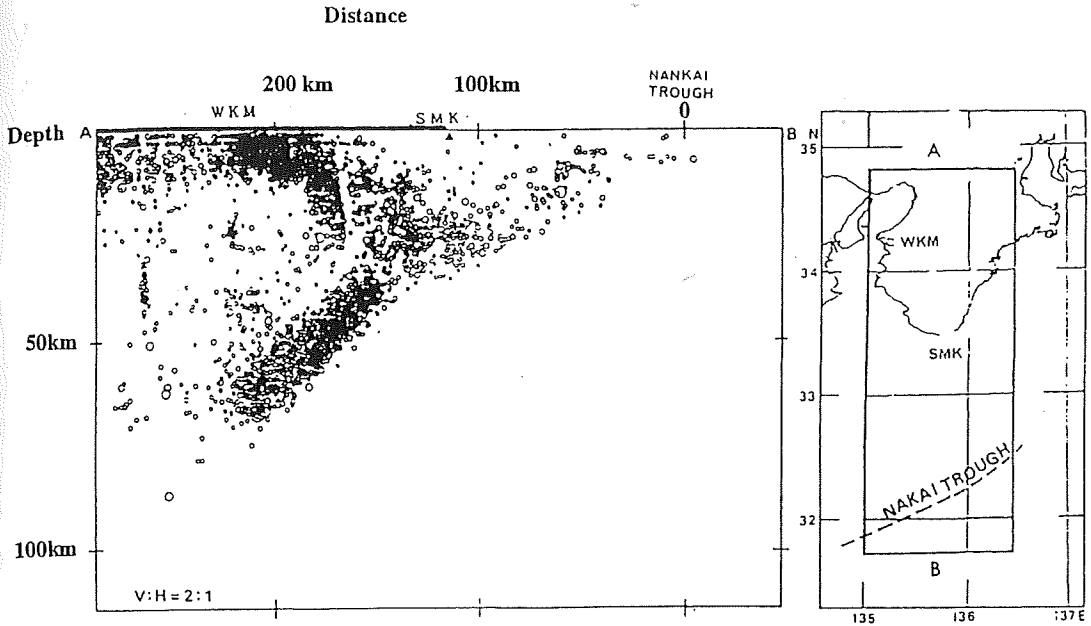
4. 考察

1次元構造解析結果より、紀伊半島の北部では、深さ8~15km付近から下に顕著な低比抵抗層が存在するのに対して、南部では深部に向かう程、比抵抗値が高くなる事が示された。又、紀伊半島中央部では、SITE 3及び7付近を境として、南北で比抵抗構造が大きく異なっている事が見い出された。この様に南北で著しいコントラストの違いを見せる比抵抗分布を地質分布と比較したが、観測点の殆どは、四万十帯内に存在し、地質との特別な対応は見られなかった。しかし、深部の構造については、地震学的研究との対応が見られた。

1988年に行われた爆破地震動研究グループによる爆破地震観測は、本研究の測線とほぼ一致する地域で行われている。詳しい結果については、爆破地震動研究グループが現在解析中であるが、この地域における地殻内の地震波速度はほぼ一様で、地震波走時の見掛け速度は約6km以下と推定されている。⁵⁾又、紀伊半島中部から北部にかけて、深さ約10kmから20kmの間に強い反射面が存在する事も報告されている。⁶⁾この反射面は本研究のSITE4及び SITE6で観測された10 Ω m以下の低比抵抗層が表れる深度に近い。SITE4 下の10 Ω m以下の低比抵抗層は深さ約8kmに上面を持つ低比抵抗層があり、さらに北の SITE6 下では約15kmに上面が存在する低比抵抗層が確認された事から、この比抵抗境界が北に傾斜しており、存在深度から推定してコンラッド面と云う解釈が考えられる。

一方、見掛け比抵抗値と位相差の疑似断面や1次元比抵抗構造に見られるSITE3及びSITE7下の比抵抗分布は鉛直方向に大きな境界をなす。この境界を挟み深さ約10kmまでの上部地殻内の比抵抗は、南部地域では数百 Ω mから数千 Ω mの高比抵抗値、北部地域では数百 Ω m以下の低比抵抗値を示す傾向がある。この鉛直境界に対応する所には、溝上(1988)の震源分布図でも第6図のように明瞭なSeismic Gapが見られ、Gapを境として北では地震活動が多く、南では活動が少ない傾向が見られる。このGapはフィリピン海プレートの沈み込みに伴うマグマ溶融体からのダイアピルの上昇によって生じているという解釈が、WAKITA et al. (1987)⁷⁾によって報告されている。ここでも、Seismic Gapと本研究から求めた比抵抗分布境界が一致して存在するという興味深い対応が見られた。

以上の様にMT法を用いて予察的構造解析をおこなったが、明確な構造を出すためには長周期磁場変動のデータを含めた総括的な2次元構造解析を行う必要がある。今後は、スタティックシフトや局所的な電場変動に影響をうけない解析手法で西南日本における紀伊半島下の構造解析を進める予定である。



第6図 紀伊半島の震源分布南北断面 (WKM:和歌山 SMK:潮岬)

和歌山平野の群発地震活動と震源掘削の意義

東京大学地震研究所

溝上 恵 中村 正夫 より

参考文献

- 1) 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
- 2) Rikitake, T., The Undulation of An Electrically Conductive Layer Beneath the Islands of Japan, Tectonophysics., 7(3), 257-264, 1969
- 3) Honkura, Y., Peninsula Effects in Central Japan and Their Relation to the Electrical Conductivity Structure., Journal of Geomag. and Geoelect., 35, 39-56, 1983
- 4) 溝上恵, 中村正夫 和歌山平野の群発地震活動と震源掘削の意義, 陸上學術ボーリング候補地集, 2 (陸上學術ボーリングワーキンググループ), 1988
- 5) 爆破地震動研究グループ 紀伊半島における爆破地震動の観測, 地震研究所彙報, Vol. 67, 37-56, 1992
- 6) 山本正人 爆破地震動を用いた紀伊半島の地下構造解析, 神戸大学修士学位論文, 1993
- 7) WAKITA, H., Y. SANO and M. MIZOUE, High ^3He Emanation and Seismic Swarms Observed in a Nonvolcanic, Forearc Region., J. Geophys. Res., 92, 12539-12546, 1987