

## 四国南東部のELF-MT調査

笹井洋一・中川一郎・武井達明・小山茂・歌田久司・  
浜野洋三・吉野登志男・行武毅  
東京大学 地震研究所

ELF-MT survey in the southeastern part of Shikoku district

By

Sasai Yoichi, Ichiro Nakagawa, Tatsuaki Takei, Shigeru Koyama,  
Hisashi Utada, Yozo Hamano, Toshio Yoshino and Takeshi Yukutake

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

### 1. はじめに

1987年度の中国・四国地方電磁気観測において、我々はNO. 14 大豊(高知県長岡郡大豊村)を担当した。この機会に四国南東部で、ELF-MT法の測定も行った。CAグループの集中観測では、表層比抵抗の探査を行なうのが通例になっている。<sup>1)2)3)</sup> 深部の電氣的構造を求めるためには、表層の影響を評価することが不可欠だからである。東北日本の2次元モデル、<sup>4)5)</sup> 同じく中部日本の2次元モデル<sup>5)6)</sup>には、表層構造として、ELF-MT法探査の成果が採用されている。我々の測量地域は四国の南東部に限られているが、中国・四国測線の構造を決める際の基礎資料となることを望む。

第1図に我々の観測点分布を示す。四国地方は東西走向に帯状の地質区分を示す。<sup>7)</sup> 地質図から読みとった地質境界も、第1図に記入してある。これ等は北から領家(R)、三波川(S)、みかぶ(M)、秩父(C)、四万十(SO, SY)の5つの層群に分けられている。それ等を境するものとして、中央構造線(MTL)、仏像構造線(BTL)などがある。四万十層群は更に、第三紀と第四紀の境界(安芸構造線:ATL)も引かれている。どの地質区に属するかは、境界に近い観測点の場合、あまり正確ではない。

悪天候にたたられて、17点の測定しかできなかった。地質構造のトレンドに直交する2本の測線がとれた。池田町から高知市にぬけ、室戸に至るA測線と、山川町から南下して、海南町に至るB測線である。

### 2. 見掛け比抵抗分布

観測方法および解析手法は、歌田が中心となって開発してきたものに従った。直交2成分の電磁場を測り、VLFによって地表浅部の比抵抗も求める。シューマン共振周波数の8, 14, 20Hzについてテンソル・インピーダンスを求め、見掛け比抵抗と位相差を算出した。

更にそれ等の有効値 ( effective values ) から、歌田の開発したモンテ・カルロ・インバージョン法で、1次元比抵抗構造を推定した。

全体にノイズが小さく、データの質は良好である。第2図に8 Hzにおける見掛け比抵抗を、また第3図にVLF (17.4kHz) による見掛け比抵抗の分布を示す。両者ともに観測点毎にバラツキが大きく、コンターを引けるような地域的まとまりに欠ける。神戸大グループの観測は、我々のA測線の一部と重なる。高知市附近では、ELF帯でも高抵抗を示す(山口・他：本講演集)。これは我々の得た結果と一致する。B測線でも、No. 15で高い抵抗を示すので、一見、秩父帯の南縁に高抵抗のベルトがあるようにも受けとれる。しかしNo. 15は切り立った崖の端で、止むを得ず測定した所で、位相差が負になるという異常を示す。つまり地形の影響を強く受けており、更に観測点が欲しい。

神戸大グループとの相違は、三波川帯にある。我々の観測点では、No. 7を除いて、数100  $\Omega m$ で、高抵抗を示す。これに対して神戸大グループは、西部の山中(別子銅山のあたり)で測定しており、非常に低い見掛け比抵抗が得られた。

### 3. 一次元比抵抗構造の分布

見掛け比抵抗は、周波数帯に応じた深さまでの、真の分布を平均したようなものを見ている。インバージョンで決めた比抵抗構造の分布は、見掛け比抵抗のそれとは、かなり違った印象を与える。これは位相の情報もとり入れているためである。測点No. 8とNo. 15では、電場と磁場の位相差が負という、成層構造ではあり得ない値を示すので、一次元インバージョン法は適用できない。No. 15は先に述べたように、崖の縁という地形の影響を受けたためである。No. 8は高圧線のノイズをひろったものである。

第4(a)図に徳島県山川町 (No. 11)、4(b)図に大豊 (No. 1)、4(c)図に南国市亀岩 (No. 3)、4(d)図に安芸 (No. 6)、4(e)図に室戸 (No. 5)における、推定地下構造を示す。(a)は三波川帯の東側の代表的な構造、(b)はみかぶ帯、(c)は高知市附近の高抵抗構造、(d)と(e)は四万十帯に属し、名大と東工大の観測点である。

第5(a)図にA測線、5(b)図にB測線の観測点で求めた一次元構造を、柱状図にして並べた。三波川帯はNo. 7を除くと、表層が100  $\Omega m$ 前後で、その下に数100  $\Omega m$ の高抵抗、という構造になっている。みかぶ帯では、100  $\Omega m$ 以下の低い抵抗の中間層がはさまれている。秩父帯はNo. 2を除いて、1 k $\Omega m$ 以上の高抵抗の層が、1 km以深まで続いている。

四万十帯にはいると、安芸市附近 (No. 6とNo. 17)はほぼ100  $\Omega m$ の様な構造がずっと続き、底が見えない。室戸 (No. 5)では、100m位の所から数10  $\Omega m$ となり、良導性地下水の存在を思わせる。ただし半島効果の影響もあると思われる。B測線のNo. 16においても良好なデータが得られ、表層を除くと抵抗が低い。四万十帯では、全体に抵抗が低い印象を受ける。

このように、地質区分に従って比抵抗構造にある程度共通な特徴がある、ように見える。しかし研究会でも指摘されたように、この考えには次の二つの難点がある：(1) 電気抵抗は岩質の違いにそれほど敏感でない。(2) 地表近くの良導層は地下水であろうが、帯水層の有無は地質区分と密接な関係は無さそうである。(1)に関連して、東北および中部地方において、我々は花岡岩地域では明瞭な高抵抗値をいつも観測した。しかし今回、我々は中央構造線の北側(領家帯)では、測定していない。要するに、我々はあまりに少ないデータなのに、結論を急ぎすぎているようである。

なお乗富一雄教授と小野吉彦氏に御教示頂いたが、四国地方では鉾床探査に関連して、広範囲な浅部比抵抗調査が行われている。神戸大グループと我々の観測結果に加えて、これ等の資料が利用できるなら、中国・四国地方の深部の電気伝導度構造を解析する上で、貴重な情報となる、と期待される。

有益な議論と助言を頂いた山口覚、塩崎一郎、乗富一雄、小野吉彦、半田駿、小川康雄の皆様にご心から感謝します。

#### 参考文献

- 1) 歌田・他, 1982, ELF-VLF-Magnetotelluric法による東北地方の地殻比抵抗構造, CA論文集(1982), 21-27.
- 2) 地殻比抵抗研究グループ, 1984, 東海・甲信越地方の電磁気総合観測, CA論文集(1984), 35-44.
- 3) 歌田・他, 1984, ELF-VLF-MT法による北海道東部地域の比抵抗分布, CA論文集(1984), 57-61.
- 4) OGAWA, Y. et al., 1986, Two dimensional modelling of resistivity structure beneath the Tohoku district, northern Honshu of Japan, by a finite element method, JGG, 38, 45-79.
- 5) UTADA, H., 1987, A direct inversion method for two-dimensional modeling in the geomagnetic induction problem, Ph D thesis, Univ. Tokyo, 409pp.
- 6) UTADA, H. et al., 1986, A two-dimensional conductivity model across central Japan, JGG, 38, 447-473.
- 7) 小沢智生・平朝彦・小林文夫, 1985, 西南日本の帯状地質構造はどのようにしてできたか, 科学, 55, 4-13.

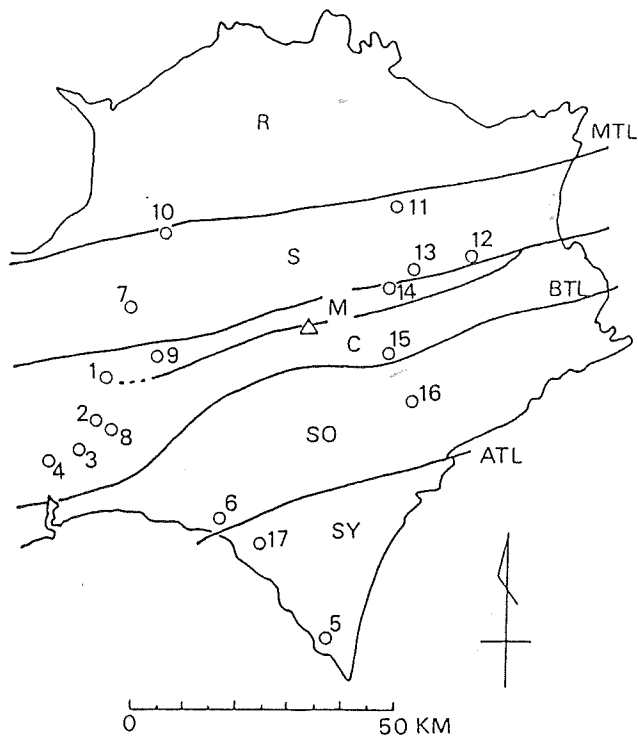


Fig. 1. Locations of observation sites.

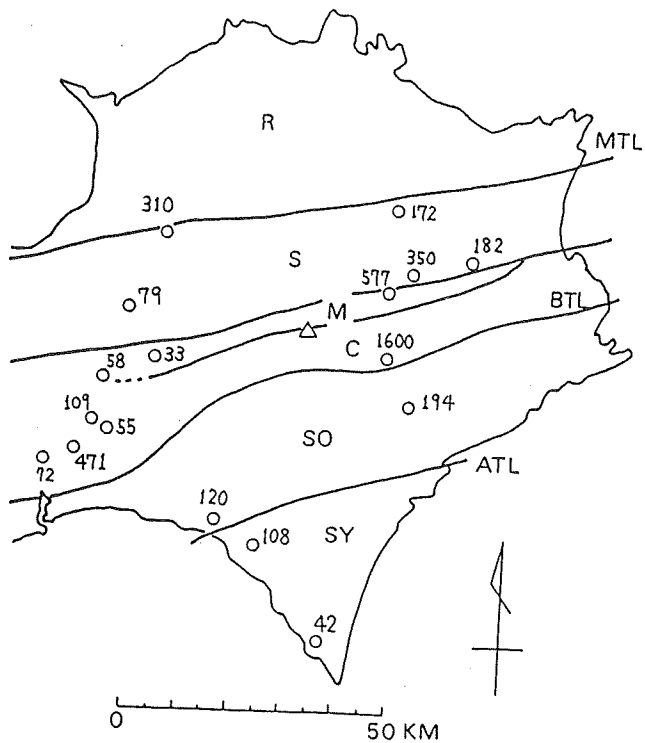


Fig. 2. Distribution of apparent resistivity at the frequency 8 Hz in unit of  $\Omega m$ .

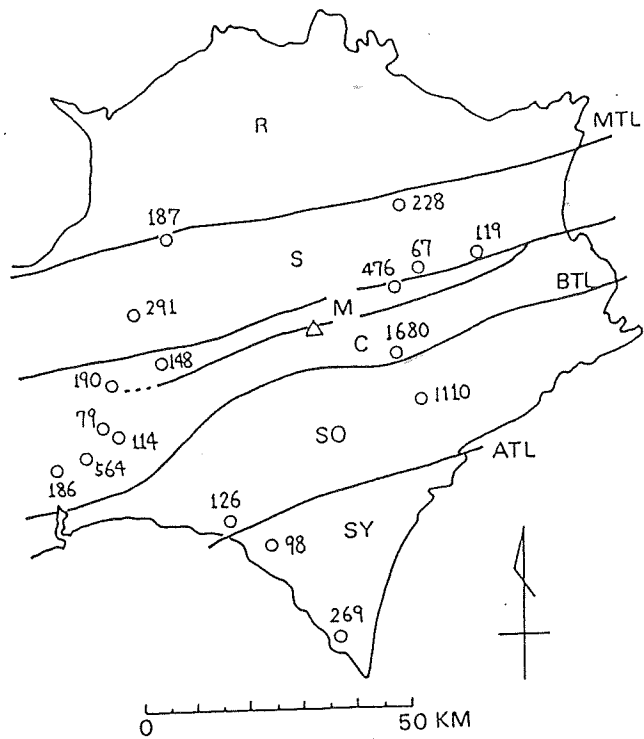


Fig. 3. Distribution of apparent resistivity at the VLF frequency (17.4 kHz) in unit of  $\Omega m$ .

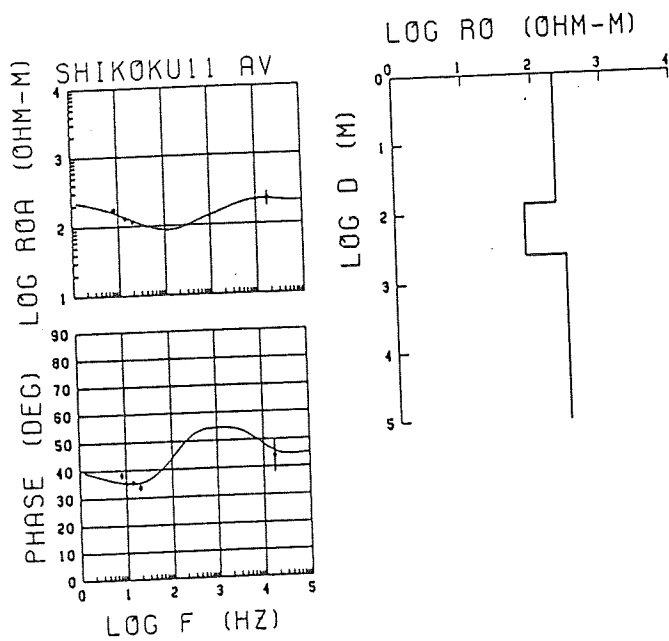


Fig. 4(a). Resistivity structure at site No. 11.

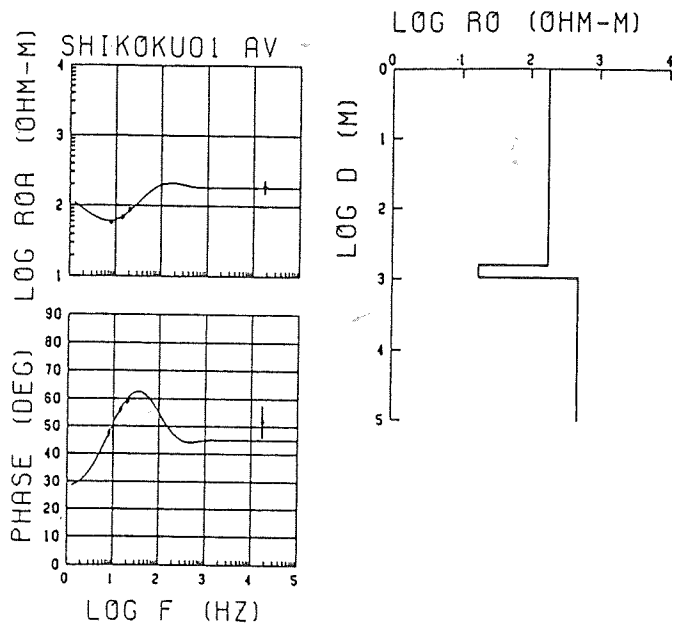


Fig. 4(b). Resistivity structure at site No. 1.

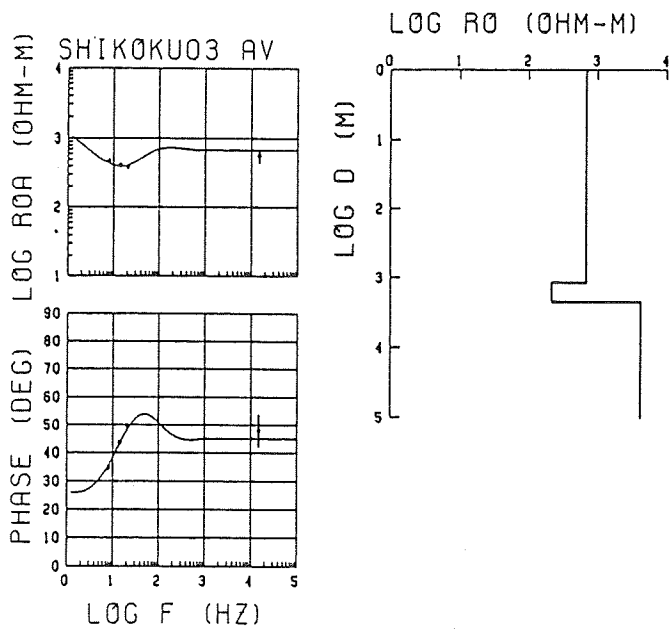


Fig. 4(c). Resistivity structure at site No. 3.

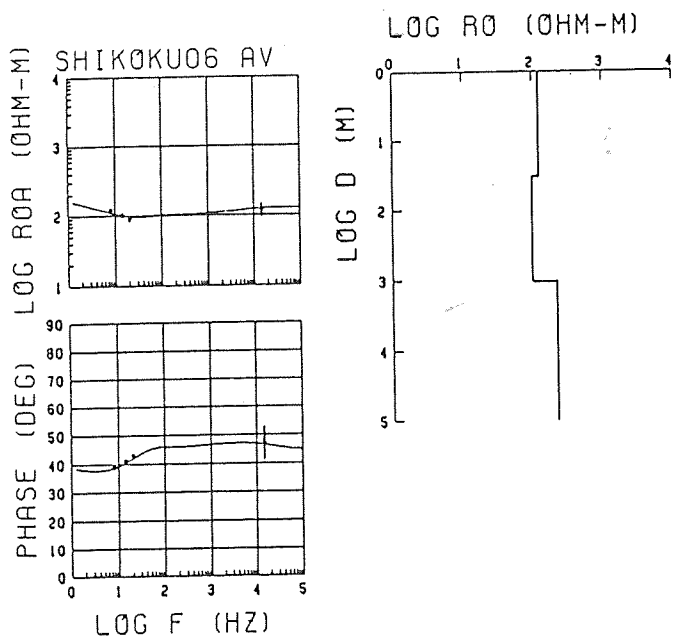


Fig. 4(d). Resistivity structure at site No. 6.

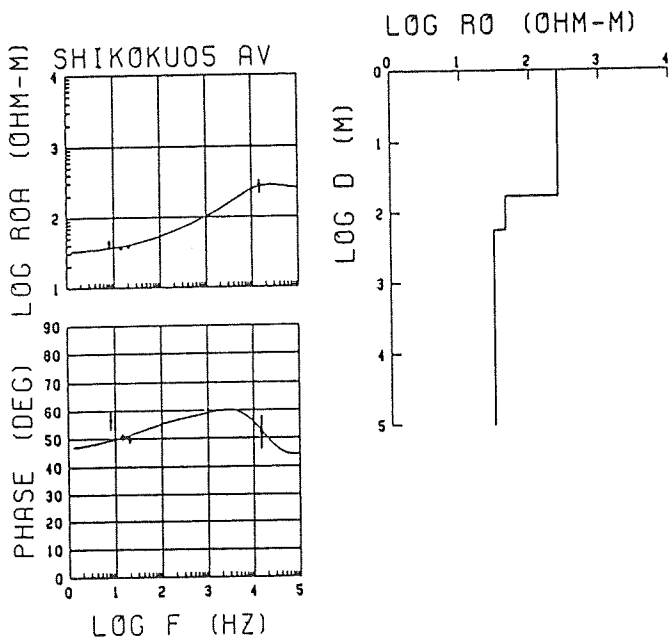


Fig. 4(e). Resistivity structure at site No. 5.

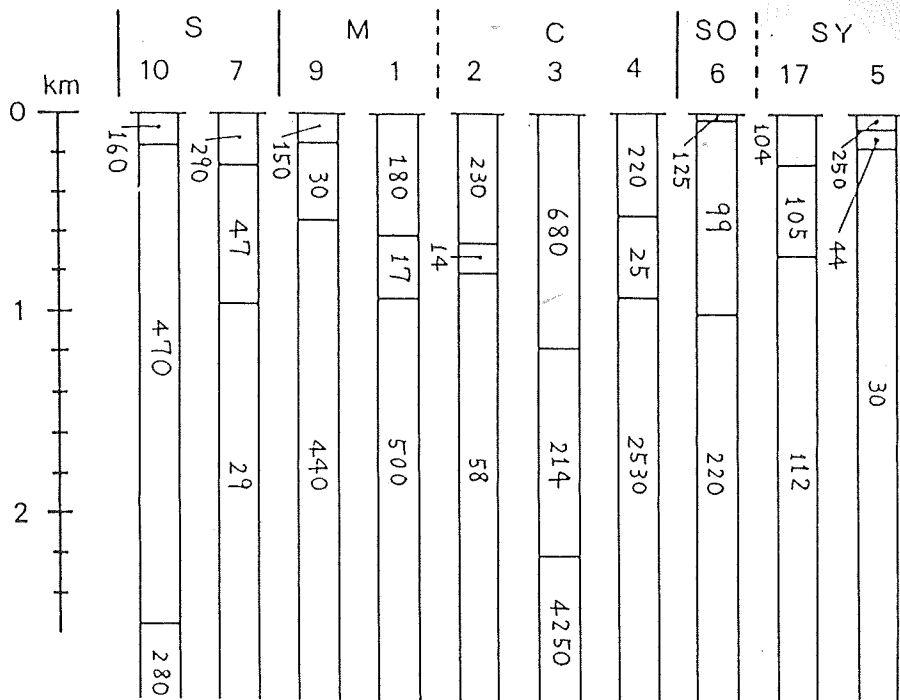


Fig. 5(a). Resistivity profile along a line on the western side of the surveyed area.

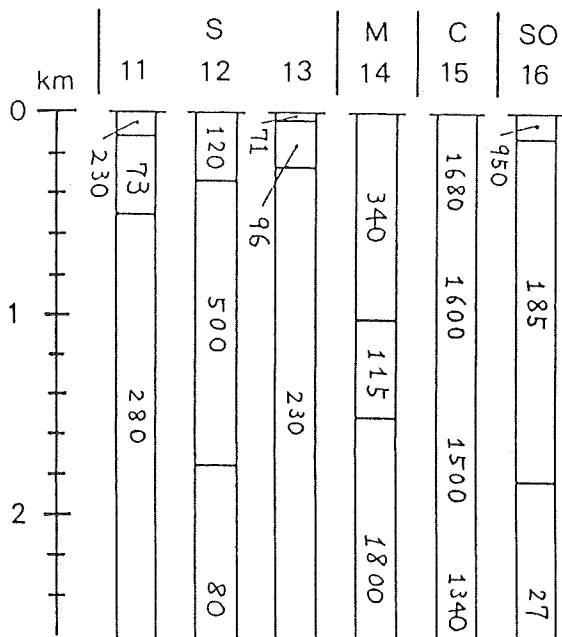


Fig. 5(b). Resistivity profile along a line on the eastern side of the surveyed area.