

# 宮城県北部地震震源域 における電磁気観測

秋田大学鉱山学部	佐藤	秀幸
	西谷	忠師
東北大学理学部	三品	正明

Magnetotelluric observation for earthquake activity area  
at the northern part of Miyagi prefecture

Hideyuki Satoh, Tadashi Nishitani (Mining College, Akita University)  
and Masaaki Mishina (Faculty of Science, Tohoku University)

## 1. はじめに

断層の位置や規模などを把握するために、電気探査、磁気探査、電磁探査が用いられ、低比抵抗部の存在がその特徴として解釈されている。<sup>1) 2)</sup> しかし、これら電磁気学的研究は、地下数kmと比較的浅所において地震活動が活発な地域では少ない。また、断層が地表付近に露出している例は少ないので、地下の構造運動の様子を地表で把握することは容易ではない。地表で電磁気的な観測を行ない、地下の地震活動の規模や特徴をとらえることができれば、地震の予測、あるいは地震災害の防止にもつながるものと考えられる。

そこで我々は、地震活動の活発な地域として宮城県北部を選び、ULF、ELF、VLF帯の波長を用いたMT探査を実施して地下構造の把握に勉めた。

## 2. 調査地域

宮城県北部地域では、1900年(M.7.0)および1962年(M.6.5)に大きな被害地震が発生した地域であり、現在も内陸部では最も地震活動が高い地域の一つである。調査地域は、北東の一部が岩手県(花泉町など)に他の大部分が宮城県(若柳町、石越町など)に含まれる、東経 $141^{\circ} 00'$ から $141^{\circ} 19'$ 、北緯 $38^{\circ} 40'$ から $38^{\circ} 50'$ (東西約28km、南北約18km)の範囲である(第1図)。地質構造とし

ては、新第三紀中新世から第四紀までの堆積岩類（砂岩、シルト岩、泥岩、凝灰岩など）を中心に構成されている。<sup>3)</sup> これら基盤をなしている古生代二畳紀の堆積岩（主に粘板岩）は、調査地域北東部にわずかに露出するだけである。その南部には安山岩類が散在する。また大きな褶曲構造としては、中央部の伊豆沼向斜とその東部にある石越背斜と西部にある築館背斜である。<sup>3)</sup>

### 3. 地震活動域の特徴

東北大学ではこの地域の地震活動の特性を調べるために、1991年10月より5観測点からなる臨時の地震観測を開始した。<sup>4)</sup> 第2図に臨時観測によって1991年10月9日から1992年8月12日の期間に震源決定された地震の震央分布図と東西鉛直断面図を示す。特徴的なことは、地震が西下がり傾斜した面上に発生していることである。第3図は、1962年宮城県北部地震のときの本震のメカニズム解をP波初動から求めたものである。この図から、本地域の地震活動は逆断層型の地震であることが考えられる。

### 4. 観測手法

観測は、ULF帯はU-36（テラテクニカ製）、ELF帯はEL-529（テラテクニカ製）、VLF帯はEM16/16R（Geonics社製）を用いた。観測点数はULF、ELF、VLFの3種類を実施したのが4点、ELF、VLFの2種類が13点、VLFのみが1点の計14点である。第4図に観測点配置図を示す。観測した成分は、ULFが磁場3成分（ $H_x$ 、 $H_y$ 、 $H_z$ ）と電場2成分（ $E_x$ 、 $E_y$ ）、ELFが磁場2成分（ $H_x$ 、 $H_y$ ）と電場2成分（ $E_x$ 、 $E_y$ ）である。VLFは磁場・電場ともに1成分ずつである。第5図にELF、第6図にはULF観測波形の一部を示す。

### 5. 解析結果

解析に使用した周波数は、ELF帯の8、14、20 HzとVLF帯の17.4 kHzである。

この4つの周波数帯において、それぞれ見掛け比抵抗値と位相差を求めた。第1表には、各観測点における周波数ごとの見掛け比抵抗値と位相差を示す。調査地域全体にわたって比抵抗値が低いことが特徴である。そして、3層構造を仮定した場合の一次元インバージョンによるモデル計算を行なった。その結果を比抵抗柱状図として第7図に示す。<sup>5)</sup> この図は、東西の比抵抗断面を模式的に示している。なお、北側よりLine 1、Line 2、Line 3としている。1・2層目は数

十 $\Omega \cdot m$ であるのに対して、3層目の比抵抗値は数 $\Omega \cdot m$ である。それゆえ、ELF帯の波長を利用したにもかかわらず探査深度は数百mと非常に浅い。また、第1表において、VLF帯の17.4kHzを利用した場合の見掛け比抵抗値（表層の比抵抗値）は、30-60 $\Omega \cdot m$ である。従って、新第三系より深部では非常に低い比抵抗値を示すことが明らかである。

## 6. 議論

第7図には、ELFおよびVLFデータからの解析モデルを示した。次にULFデータも解析に使用した場合の結果について考察する。ULFデータの観測波形を処理し周期ごとの見掛け比抵抗値と位相差を求め、両対数グラフにELFの結果とともにプロットしたのが第8図（観測点名は、磯田沢(IST)）である。第8図において四角のマークは見掛け比抵抗値、三角のマークは位相差を示している。第8図では、周期が長い方では見掛け比抵抗値は、80-100 $\Omega \cdot m$ を示しているが、周期が短くなるにつれて見掛け比抵抗値は徐々に低くなり、10 $\Omega \cdot m$ 付近まで低くなっている。位相差は、周期が短くなるにつれて高くなる傾向にある。位相差は見掛け比抵抗値とは逆の傾向を示している。つまり、地下深部では比抵抗値が高く、浅部では低くなる傾向にあることが定性的に考えられる。そこで、この比抵抗値を再現する地下構造モデルを推定した。7層構造を仮定した次元フォワード計算を行なった結果を第2表に示す。そして、第8図にはこのモデルから期待できる見掛け比抵抗曲線を実線で示した。モデル計算において特徴的なことは、第4層目が上位と下位の層に比較すると30 $\Omega \cdot m$ と低くなっていることと、第5層目は比抵抗値が高くそれより深部では比抵抗値が低くなっていることである。地下数km付近までは、調査地域の地質状況を考慮すると堆積岩類がかなり厚く分布しているので、比抵抗値はそれほど高くはないと考えられる。しかし、3層目は500 $\Omega \cdot m$ と比較的高い数値を示しているが、これは基盤岩類の影響を反映しているものと考えられる。第4層目の低比抵抗は、深度8500mから13500mまでの約5000mにわたって存在するものと考えられ、第2図の東西鉛直断面図と比較すると深度的にも地震活動の場と良い整合性がみられる。

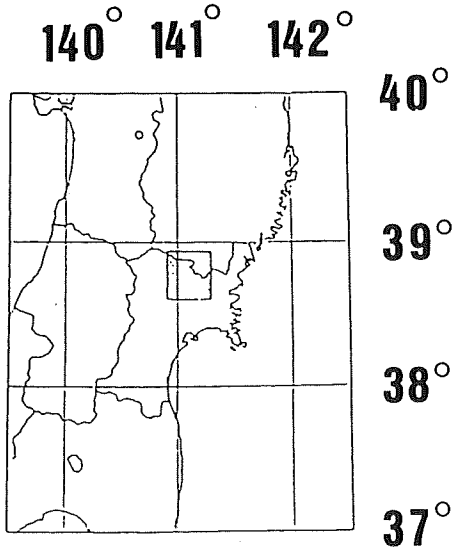
## 7. まとめ

本調査地域の比抵抗分布をELF、VLFデータから考えると局所的な異常と言うよりは全体が低比抵抗地帯と考えるほうが適当であった。ULFデータも解析に利用することにより、地下数10km付近の低比抵抗と地震活動域が対応していることを

示唆した。

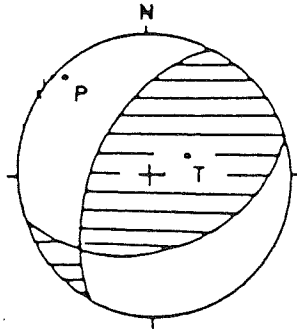
### 参 考 文 献

- 1) 乗富一雄 (1981) 地球電磁気学的手法による断層活動度の研究、文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果、No.A-56-2、p58-91
- 2) 佐藤秀幸、西谷忠師 (1993) 秋田県千屋断層の電磁気構造、秋田大学鉱山学部資源地学研究施設報告第58号、p53-58
- 3) 松野久也 (1967) 若柳地域の地質、地域地質研究報告5万分の1図幅、工業技術院地質調査所
- 4) 河野俊夫、松本聡、仁田交市、堀修一郎、堀内茂木、海野徳仁、開原貴美、長谷川昭、鈴木将之 (1992) 1962年宮城県北部地震 (M6.5) 震源域における微小地震活動、地震学会講演予稿集1992年度秋期大会、p66
- 5) 佐藤秀幸、西谷忠師、三品正明 (1993) 宮城県北部地震震源域における電磁気観測、物理探査学会第88回 (平成5年春期) 学術講演会講演論文集、p469-473



第 1 図

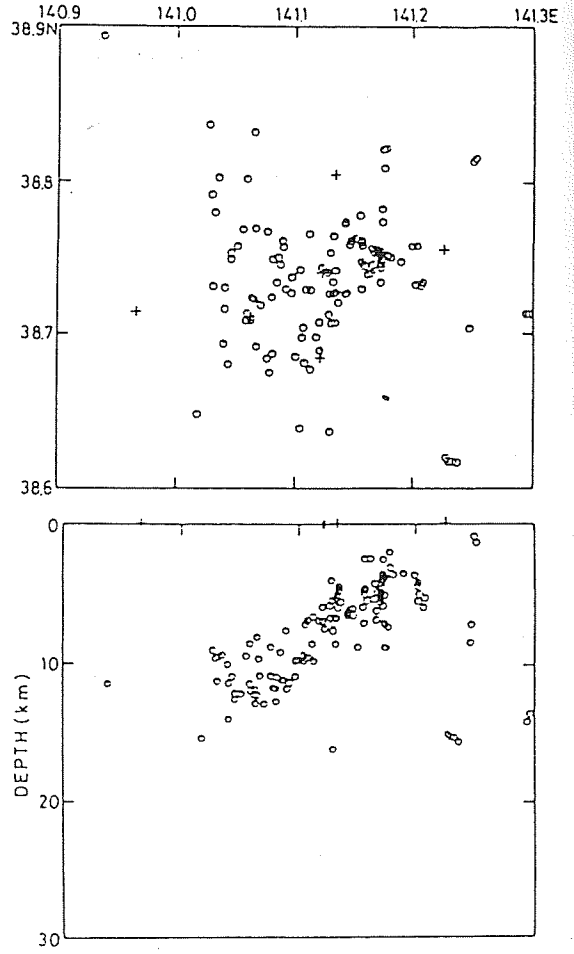
調査地域概略図



第 3 図

1962年宮城県北部地震のP波初動から求めたメカニズム解

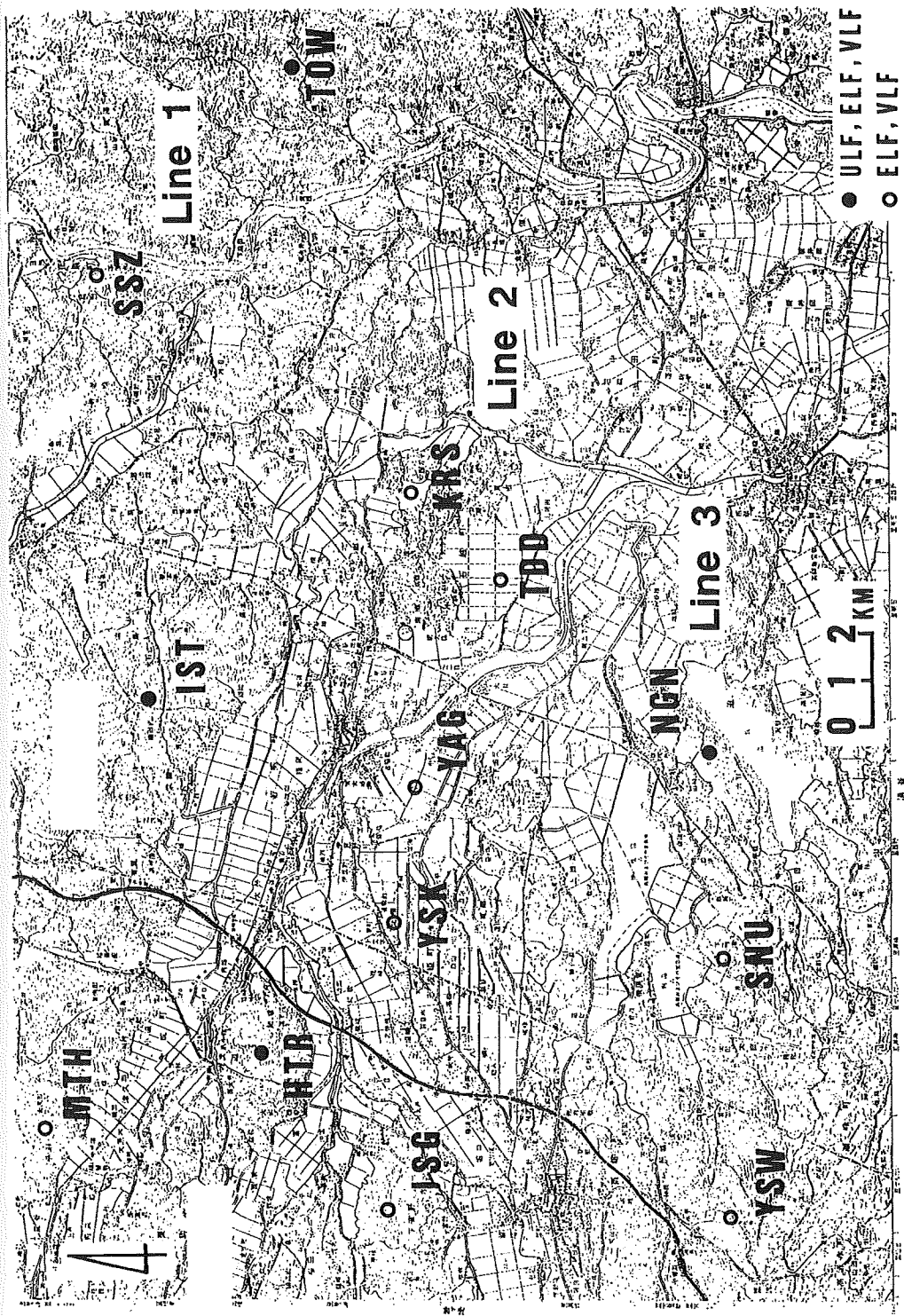
(河野ほか、1992)



第 2 図

東北大学の臨時観測による震央分布図と東西断面図

(河野ほか、1992)

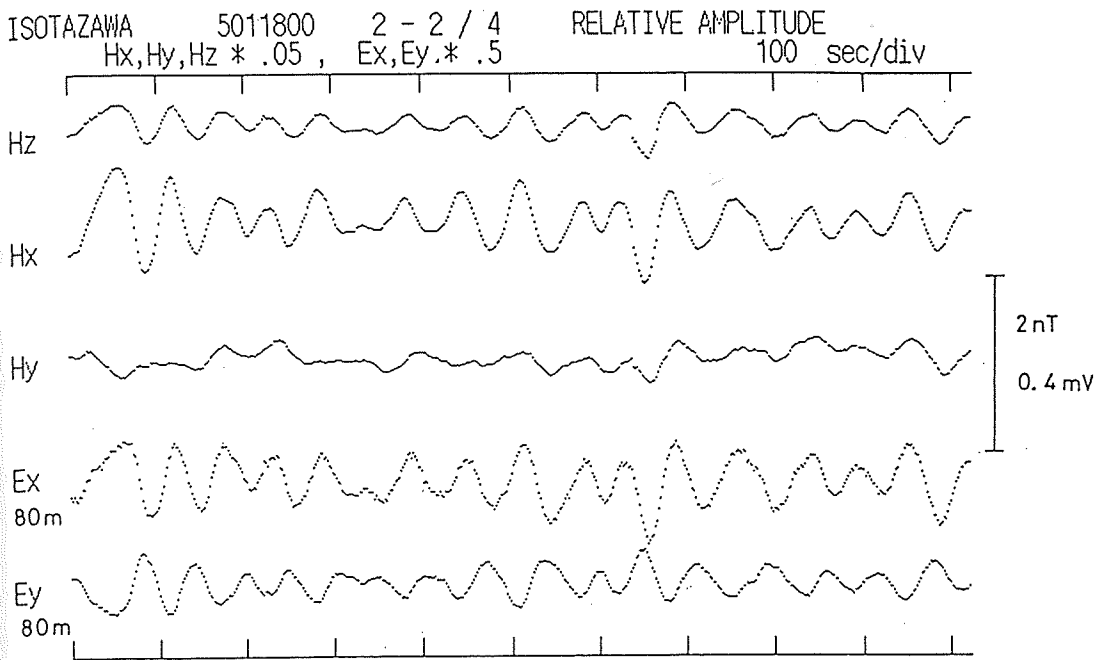


第 4 图 観測点配置図

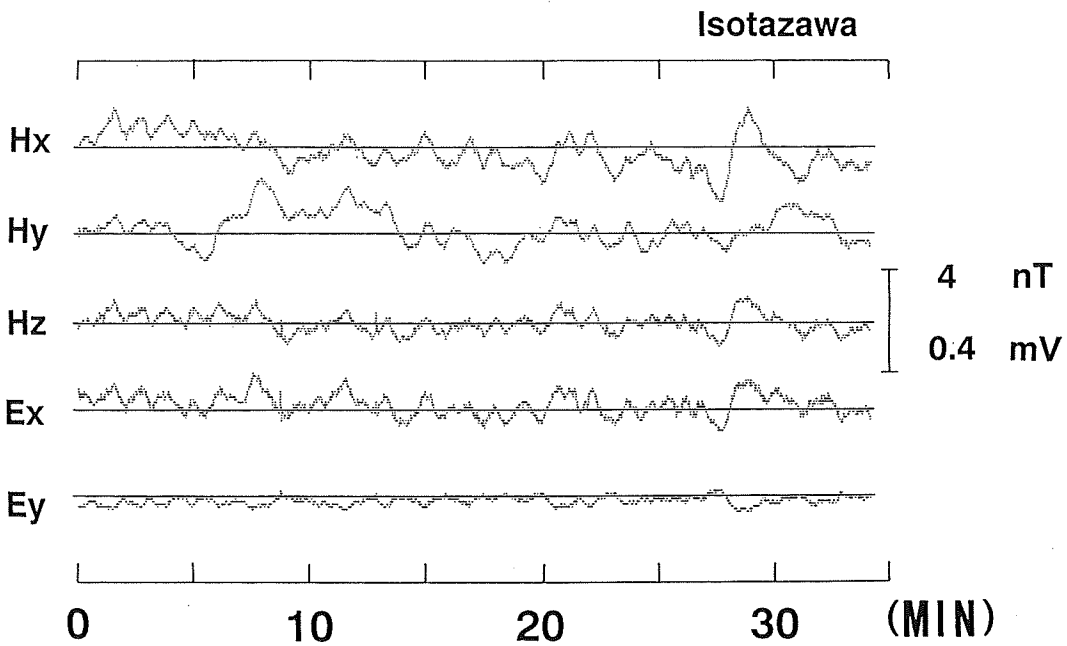
第 1 表 各観測点における周波数ごとの見掛け比抵抗値と位相差

記号	観測点名	見掛け比抵抗 ( $\Omega \cdot m$ )			位相差 (degree)					
		8Hz	14Hz	20Hz	8Hz	14Hz	20Hz			
M T H	松迫	(XY)	17.5	80.5	13.2	22.1	54.2	103.0	58.7	41.6
		(YX)	2.4	2.7	4.1	22.1	65.2	63.8	59.7	41.6
I S T	磯田沢	(XY)	10.4	6.0	6.7	23.0	36.4	53.1	54.3	23.0
		(YX)	3.8	4.4	4.4	23.0	53.9	55.2	56.9	23.0
S S Z	下清水	(XY)	12.7	23.1	15.7	61.5	51.2	55.8	43.9	45.3
		(YX)	4.3	4.8	5.0	61.5	62.5	62.2	61.4	45.3
Y S W	八沢牧場	(XY)	7.6	7.0	6.6	31.2	46.0	62.7	50.5	54.3
		(YX)	3.0	2.9	2.6	31.2	51.0	58.6	54.6	54.3
S N U	下品ノ浦	(XY)	4.3	6.5	7.2	30.0	56.0	61.6	60.6	43.8
		(YX)	2.3	3.0	3.0	30.0	59.7	59.8	54.7	43.8
N G N	長沼	(XY)	5.7	8.7	8.5	42.0	61.7	62.8	58.1	53.2
		(YX)	6.8	6.6	8.2	42.0	53.8	55.1	50.6	53.2

第 5 図 E L F 観測波形データの一部 (観測点は磯田沢)

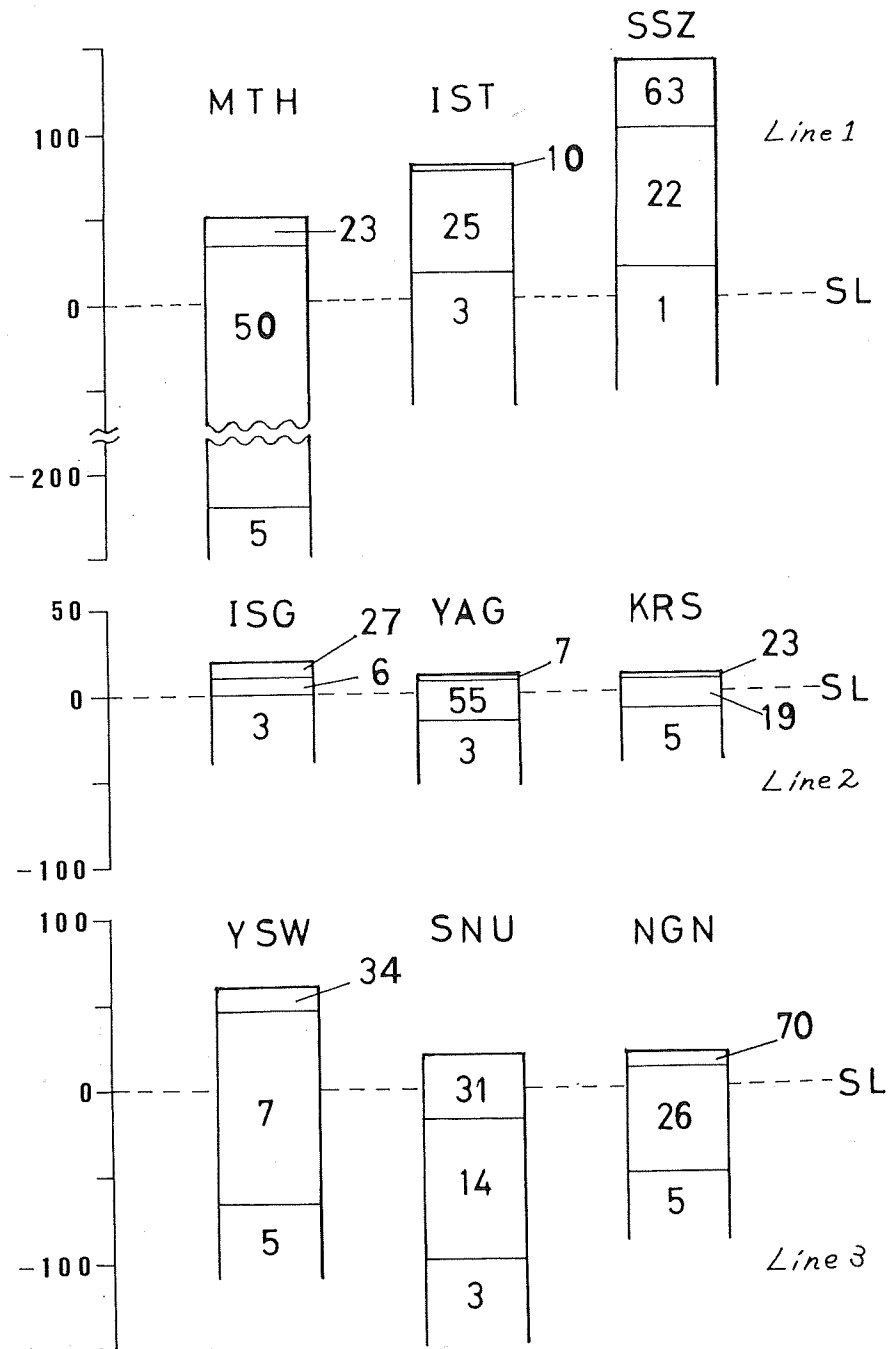


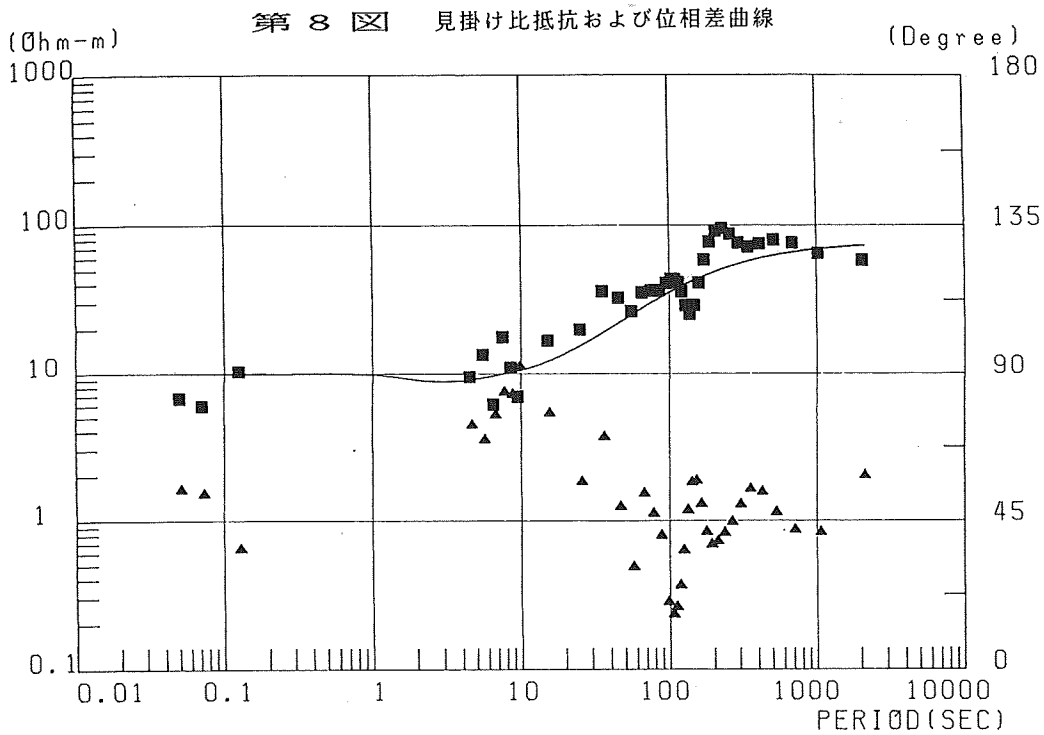
第 6 図 U L F 観測波形データの一部 (観測点は磯田沢)





第 7 図 東西断面における比抵抗柱状図  
 (北側より LINE 1, LINE 2, LINE 3)





第 2 表 ELFおよびULFデータを用いた  
一次元FORWARD計算の結果  
(7層構造を仮定した場合)

	比抵抗値 ( $\Omega \cdot m$ )	層厚 (m)
第1層目	10	3500
第2層目	100	2000
第3層目	500	3000
第4層目	30	5000
第5層目	1800	10000
第6層目	700	15000
第7層目	60	—