

# 東北日本における地殻の比抵抗構造についての研究計画

地殻比抵抗研究グループ

(東京大学地震研究所 行 武 毅)

## 1. まえがき

我国では、地磁気変化を観測して地下の電気抵抗を求める研究が、1950年代より精力的に行なわれてきた。観測の対象とされた地磁気変化が、周期数10分から数時間の範囲の比較的長周期のものであったから、これまでの研究は、上部マントル構造の解明が中心であった。この研究では、観測対象を地磁気脈動やELF帯・VLF帯の短周期磁場変動にまで範囲を拡大して、地殻内部の電気抵抗分布を調べようとするものである。

## 2. 研究の背景

これまでも地殻の表層部については、資源探査とも関連して、地域的には非常に詳しい調査がなされている。調査には、人工電流を地中に流すなど、人工的入力による電磁氣的探査方法が用いられる。しかしこの方法で地殻深部を調べるには、強大な入力源が必要となる。通常の調査では探査深度が浅く、これまでの研究の大部分は地殻表層のせいぜい数kmの範囲の研究に限られていた。これに対して、自然現象を入力源として用いる研究は、前にも述べたように比較的長周期の現象を対象としたため、探査深度が深く、地殻内部の研究には必ずしも適していなかった。

最近諸外国では、人工入力に大電力を用いたり、自然現象の中で短周期変化を利用したりして、地殻深部の研究が行なわれるようになった。大西洋海嶺上のアイスランドで、地磁気脈動など短周期変化にマグネトテリク法を適用した結果、深さ10km位の所に電気抵抗の低い層のあることが確認された<sup>1)</sup>。北米西部のBasin and Range地域では、人工入力による探査で深さ20kmに低比抵抗層が見出された<sup>2)</sup>。このような変動帯に対して、古い大陸地殻では電気抵抗は高く、低比抵抗帯は存在しないであろう、とする意見がある。ところが、南アフリカや米国東部のPrecambrianの地殻でも、大規模な電力を用いて人工入力源による実験をした結果、深さ20km位に低比抵抗帯が現れている。<sup>3) 4) 5)</sup> 中国華北地区でも、マグネトテリク法により深さ20kmに低比抵抗層が見出され、地震発生との関連で注目されている<sup>6)</sup>。

岩石の電気抵抗は、温度と含水率に大きく影響される。変動帯では地殻の浅い所まで温度が高く、そのために電気抵抗が低くなっている可能性があるが、古い大陸地殻では低比抵抗帯を

作るほど地殻内部が高温であるとは考え難い。地殻深部にも水が存在していて、低比抵抗帯を形成するものであろうと考えられる。<sup>7)</sup>

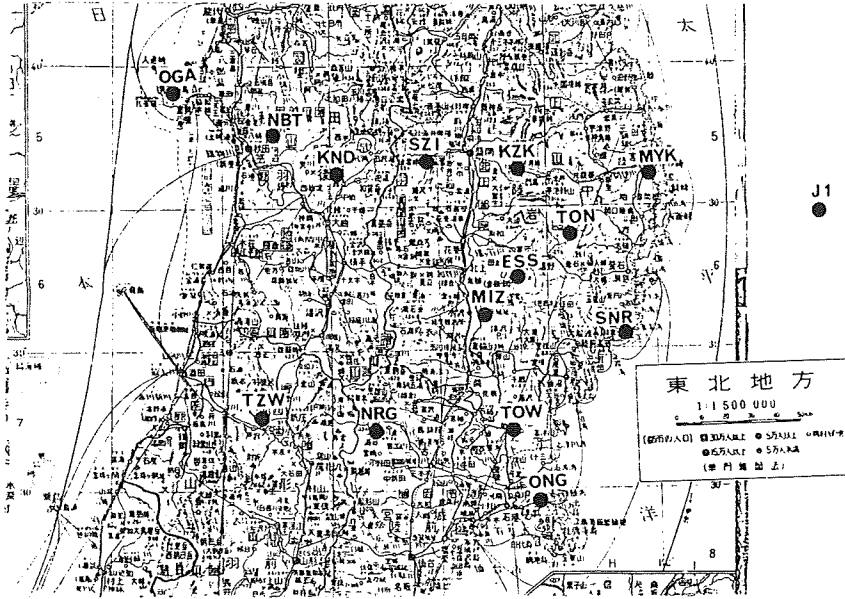
東北日本では、これまで上部マントルの構造解明に主力が注がれてきた。太平洋岸で低比抵抗帯の深さが深く、200 kmの深さまで落ち込んでいるが、日本海側では浅く、50 kmの深さになっている、とされている。<sup>8) 9) 10)</sup> これに対し地殻については、表層について部分的に調査があるだけで、内部の様子はほとんど知られていない。

東北日本は典型的な島弧構造をもつものとして、あらゆる種類の地球物理的観測が実施されてきた。沈み込む太平洋プレートに沿っての震源分布の二重構造、火山フロントやアサイスマックフロントの存在、太平洋側と日本海側とでの地殻熱流量の違いなど、数多くの顕著な現象が見出されている。爆波地震により、詳細な地震波速度構造も求められている。最近の地震観測によれば、地殻内の地震の起り方が表層の約15 kmの範囲に限られ、それより深いところではほとんど地震が発生しないことも明らかになった。<sup>11)</sup> これは地殻の上部と下部で弾性的性質が違っていることを示すものである。電気抵抗が、地殻内部でどのように分布しているか、マントルと地殻でどのように違うかを明らかにするのが研究の狙いである。

### 3. 観 測

地磁気変化および地電位差変化の連続観測を第1図に示す地点で、1981年6月～8月の期間実施した。観測の対象とした地磁気地電位差変化は、VLF波(17.4KHz)、ELF波(8～20 Hz)、地磁気脈動(周期10～30秒)、磁気嵐(周期数分～数時間)を含む周波数範囲の現象である。この中、17.4 KHzのVLF波は人工的電波である。磁気嵐などの比較的長周期変化はフラックスゲイト型磁力計によって観測した。VLF波・ELF波・地磁気脈動の観測には誘導型磁力計を使用した。観測点によっては、リングコア型フラックスゲイト磁力計によって地磁気脈動を観測したところもある。各観測点で観測に当たった研究機関と観測に使用した器械とを第1表に示した。

フラックスゲイト型磁力計による観測期間は、長い所では1981年5月～9月、大部分の観測点では6～8月であった。短周期の地磁気脈動観測は、気象庁地磁気観測所の予報に基づき、地磁気擾乱の起りそうな期間を選び、8月20～26日の間、第1図に示した点で同時観測を行った。この方法はきわめて成功し、短期間に能率よく地磁気・地電位差の短周期変化を記録することができた。VLF波・ELF波の測定は、今回は南側の東西に並ぶ測点においてのみ実施した。



第1図

#### 4. データ解析

観測期間中の特定の現象を選んで次の項目について解析を行なっている。

(a) 地磁気変化深部探査

変換関数などを計算し、東北日本の2次元的地下構造モデルを求める。

(b) マグネトテリク法

地殻が成層構造をしていると仮定して、地磁気・地電位差変化より、各観測点直下の電気抵抗分布を求める。

(c) 比抵抗分布プロファイル

VLF波・ELF波の測定を太平洋岸から日本海岸に至る東西測線上で密に実施して、地殻表層の電気抵抗プロファイルを調べる。(a)の解析は気象庁地磁気観測所で、(b)(c)は東京大学地震研究所で担当して行なっている。以下の報告はその序報である。

観測を実施するにあたって、器械の設置などについて、岩手大学農学部附属演習林、秋田県角館営林署、宮城県東和村東和中学校、同県鳴子町草刈親明氏、山形県新庄市岸幸雄氏、岩手県下閉伊郡川井村教育委員会の方々に御協力頂いた。ここに厚く感謝の意を表わす次第です。

第 1 表

観測点	観測項目 <sup>1)</sup>	観測器械 <sup>2)</sup>	担当機関
01 OGA 男鹿	H, E	F <sub>x</sub>	京大教養・秋田大鉦山・地質調
02 NBT 仁別	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	京大教養・秋田大鉦山
03 KND 角館	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	秋田大鉦山・鳥取大教養
04 SZI 雫石	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	京大教養
05 KSK 区界	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	弘前大理
06 TON 遠野	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	気象庁地磁気観・東北大理
07 MYK 宮古	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	気象庁地磁気観・東北大理
08 SNR 三陸	H, E	I <sub>d</sub>	東北大理
09 TZW 戸沢	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	東大震研
10 NRG 鳴子	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	東大震研
11 MIZ 水沢	H	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	国土地理院
12 ESS 江刺	H, E	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	国土地理院
13 TOW 東和	H	I <sub>d</sub>	東北工大
14 ONG 女川	H	F <sub>x</sub> , I <sub>d</sub>	東北大理
15 KAK 柿岡	H	K	気象庁地磁気観
16 MMB 女満別	H	I <sub>d</sub>	気象庁地磁気観
17 J1	H	F <sub>x</sub>	東大海洋研・地震研・理

注 1) 観測項目 H: 磁場変化観測  
E: 地電位差変化観測

注 2) 観測器械 F<sub>x</sub>: フラックスゲイト型磁力計  
I<sub>d</sub>: 誘導型磁力計  
E: カスマー方式セシウム磁力計

参 考 文 献

- 1) M. Beblo and A. Björnsson, Magnetotelluric investigation of the lower crust and upper mantle beneath Iceland, *J. Geophys.*, 45, 1-16, 1978.
- 2) B.R. Lienert and D.J. Bennett, High electrical conductivities in the lower crust of the northwestern Basin and Range : An application of inverse theory to a controlled-source deep-magnetic-sounding experiment, in *The Earth's Crust : Its Nature and Physical Properties*, *Geophys. Monogr. Ser.*, 20, 531 - 552, 1977
- 3) J.S.V. Van Zijl and S.J. Joubert, A crustal geoelectrical model for South African Precambrian granitic terrains based on deep Schlumberger Soundings, *Geophysics*, 40, 657 - 663, 1975.
- 4) J. Connerney, T. Nekut and A. Kuckes, Deep crustal electrical conductivity in the Adirondacks, *J. Geophys. Res.*, 85, 2603 - 2614.
- 5) R.N. Edwards and J.P. Greenhouse, Geomagnetic variations in the eastern United States; Evidence for a highly conducting lower crust, *Science.*, 188, 726 - 728, 1975.
- 6) 乗富一雄, 中国における電磁気測定と地震に伴う電磁気現象, 「1977年地震学会訪中代表団報告集」(地震学会) 57-87, 1978.

- 7) R. Hyndman and D. Hyndman, Water saturation and high electrical conductivity in the lower continental crust, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 4, 427 - 432, 1968.
- 8) T. Rikitake, The undulation of an electrically conductive layer beneath the islands of Japan, *Tectonophysics*, 7, 257 - 264, 1969.
- 9) Y. Kato, Northeastern Japan anomaly of the upper mantle, *Conductivity Anomaly Symposium 講演集(地震研)*, 19 - 31, 1968.
- 10) 佐藤七郎, 東北地方北部地域の地磁気・地電流からみた地下構造, *物理探査* 34, 56-234, 1981.
- 11) 高木章雄・長谷川昭, 東北日本弧系における地震活動の特性と予知研究, *地震予知研究シンポジウム*, 15-20, 1976.