

歪集中帯の深部比抵抗構造探査（富山ー岐阜測線）

鳥取大学大学院 学生会員 ○望戸裕司
 鳥取大学工学部 正会員 塩崎一郎
 京都大学防災研究所 大志万直人

1. はじめに

近年の全国的な GPS 観測網により、広域の地殻変動が把握できるようになり、新潟ー神戸変動帯（図1.）などの歪集中帯の存在が明らかになってきた。歪集中帯という概念のもと、跡津川断層周辺は、現在の日本列島の変動を支配している主要な構造の一部として注目されている。2004年10月4日～10月30日にかけて、歪集中帯周辺での深部比抵抗構造探査グループは、跡津川断層に直交するような測線を設定して広帯域MT観測を実施した。この地域において深部比抵抗構造を求めることは、歪み・応力の機構を理解する上で意義深いことである。また、この機構を理解することは、地震予知研究の上でも重要である。

MT (Magnet-telluric) 法とは、地下の電気比抵抗（電気伝導度）を測定する物理探査法の1つである。地下には地電流と呼ばれる微弱な電流が流れているが、地電流を直接測定するのは困難であるため、代わりに地中に2つの電極を埋めて、その2つの電極間の電位差を測定する。この地電位差から求まる地電場と地磁場を利用して地下電気比抵抗構造を推定する。

本研究ではこの地域での深部比抵抗構造を推定し、この比抵抗構造と歪集中帯、地質図、震央分布を対比・対応する。

2. 基礎理論

電場 E と磁場 H の関係は、Maxwell の方程式で表される。直交する電場と磁場において $E=ZH$ の関係が成り立っており、 Z をインピーダンスと定義する。この Z を用いて見掛け比抵抗 ρ_a と位相差 ϕ を求める。地中に侵入した電磁波は、深くなるほど減衰する。電磁波の振幅が地表の $1/e(37\%)$ に減衰する深さを表皮深度 (skin depth) δ と呼び、入射した電磁波の周期が長ければ長いほど、また比抵抗が高ければ高いほど、電磁波は地下深くまで到達し、より深くの情報を得ることができる。

3. 観測

図2. のように測点数20点（測線上19点、断層上2点内ATTO08は重複）を設置した。本グループの参加者は、4機関、17名であった。観測器材には、北海道大、東北大、東京大、京都大、鳥取大、日鉄コンサルタントのPhoenix社製のMTU5・MT2Eを計11台使用した。各測点では基本的に電場2成分・磁場3成分を測定し、リモートリファレンス処理のために鹿児島を磁場参照点とした。観測期間中は測線に沿って移設をし、各観測点では一週間程度の観測をおこなった。

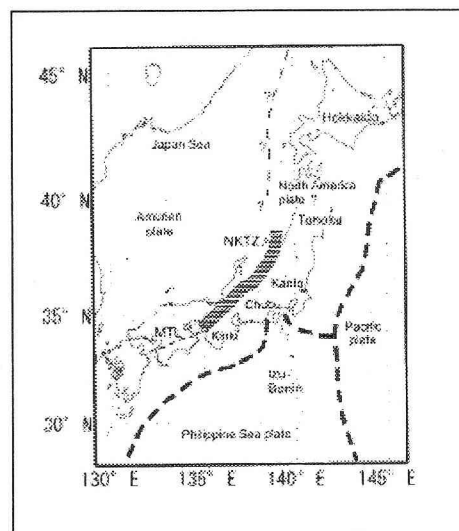
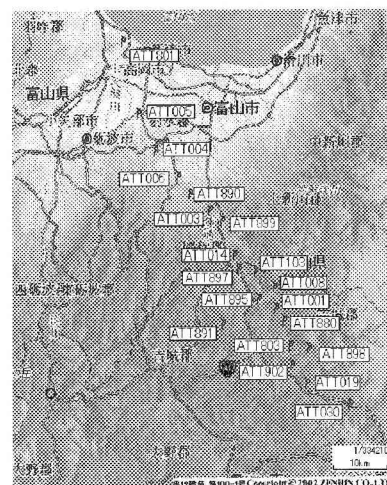


図1. 新潟ー神戸変動帯



4. データ処理および解析

自然の信号源を利用して、地表の電場と磁場の変動を記録した時系列を視覚的にノイズによるものと自然のシグナルによるものとを判断しノイズの多い部分の時系列を除く（時系列データ処理）。その時系列をフーリエ変換し、周波数毎にインピーダンスを算出し、これから大地の見かけ比抵抗や位相差を求める。この際、リモート点と相関のない人口ノイズを除去するリモートリファレンス処理法を導入した。こうして算出した見かけ比抵抗曲線と位相差曲線にスタッキング処理を施す。スタッキング処理は、人口ノイズの多いデータを取り除くエディット処理と何日分かのデータを足し合わせて信頼度・精度のあるデータにするサミング処理のことである。処理をおこなった見かけ比抵抗曲線、位相差曲線を図3. に示す。この見かけ比抵抗曲線を用いて、1次元解析（Occam Inversion）を行った。

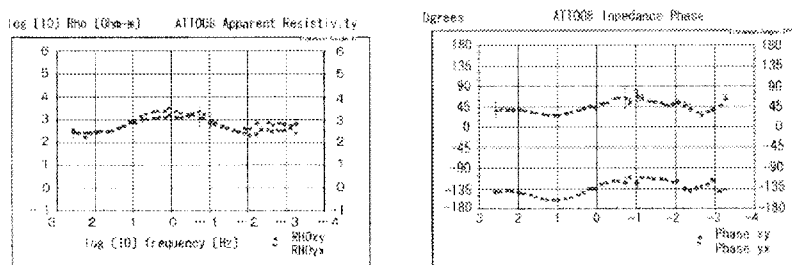


図3. 見かけ比抵抗曲線（左）位相差曲線（右）

4. 結果

1次元インバージョンの結果を図4. に示す。以下ではこの地域の地質や震源分布図との比較を示し、歪集中帯の比抵抗構造の結果を示す。

1. Skin depthについて: 今回の1次元構造の信頼できる深さは、Site.014より北側では2~5km程度 Site.003より南側では16km程度である。

2. 地質との対応: Site005付近では10Ω・m程度を示している。この付近には、第四期の堆積層が存在する。次に、Site801・004・006・890・003では数十Ω・mを示し、ここには新第三期の堆積層が存在する。また、Site014以南では数百Ω・mを示しており、Site014には白亜紀の堆積物、それ以南にはジュラ紀の花崗岩が存在している。

3. 震源分布図との対比: 周囲に比べて微小地震が多く認められる跡津川断層沿いにおいても今回の観測線上では地震活動が活発でない。これは、断層をまたぐように高比抵抗領域が深さ10km付近まで分布していることが原因であると考えられていること（Goto et al.2004による）と調和的である。

歪集中帯との関連

①. Site003とSite014の間の比抵抗構造に表れている明瞭な境界は地質的なものであるといえ、この境界は歪集中帯の境界付近と合致している。

②. 今回の観測地域における歪集中帯の比抵抗構造は、表層1km程度に低比抵抗層が、その下部10km付近まで高比抵抗層が、更にその下部には低比抵抗層の存在が示唆できる。

③. 歪集中帯のモデルとして、①地殻の強度の低下 ②データマッチメント構造による変形が考えられ、そのモデルに今回の構造を当てはめたが、実体解明に至る結果は得られなかった。今後2次元解析や別の地域での調査が必要であろう。

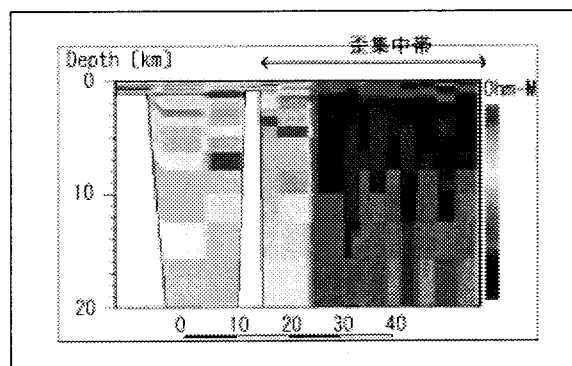


図4. 1次元比抵抗構造モデル