

秋田県太田断層におけるVLF-MT探査

西谷忠師、坂中伸也、根典子
(秋田大学 工学資源学部)

VLF-MT survey across the Ota fault, Akita Prefecture

Tadashi Nishitani, Shin'ya Sakanaka and Noriko Kon

(Institute of Applied Earth Sciences, Faculty of Engineering
and Resource Science, Akita University)









1. はじめに

VLF-MT探査は九州えびの高原から発信されている22.2kHzのVLF波を利用した探査法である。この探査法を用いて秋田県仙北郡太田断層で詳細な探査を行った。太田断層周辺は地震探査、電気探査、SP探査が実施されており、地下構造がよく調べられている。本調査の目的はVLF-MT探査による結果を反射法地震探査によって得られた結果と比較検討することにある。また、40kHzの電波を使って地下比抵抗構造が得られるかどうかの検討も行った。

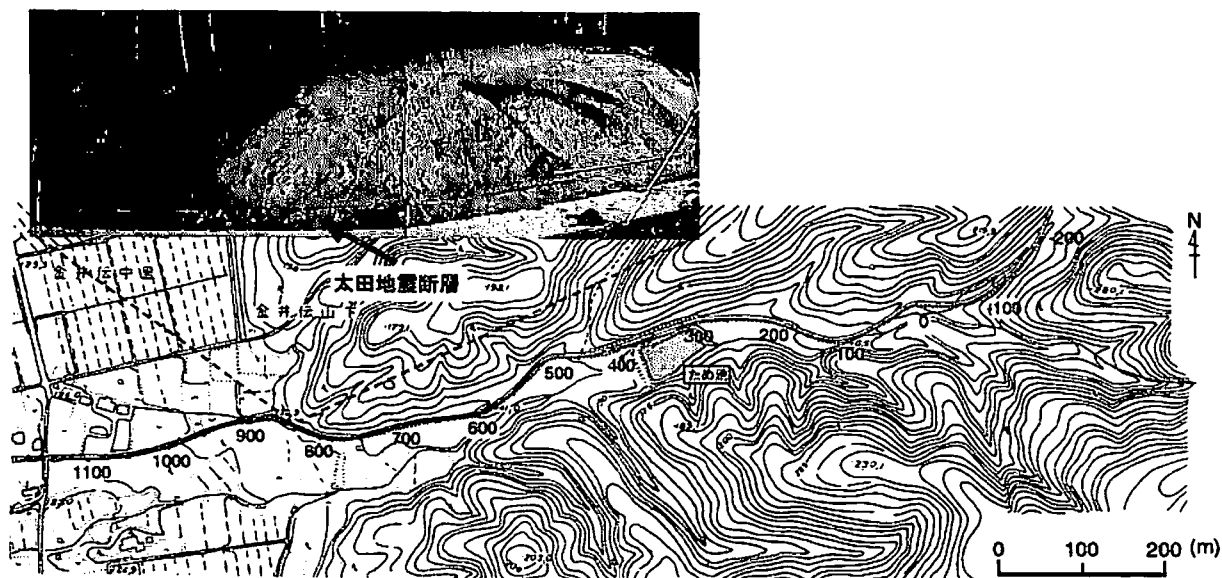
2. 太田断層について

太田断層は横手盆地東縁断層帯を構成する断層の一つである(第1図)。1896年の陸羽地震に伴って生じた逆断層であり、北には白岩断層、南には千屋断層、金沢断層、杉沢断層がある(松田ほか, 1980)。千屋断層を対象として1981年に電磁気共同観測が実施された(乗富, 1982)。1998~1999年には広帯域MT探査が実施され深部比抵抗構造が示されている(小川ほか, 1999; 地殻比抵抗研究グループ, 1999; 高橋, 2000)。千屋断層では発掘による調査(千屋断層研究グループ, 1986)、深部構造調査も行われている(佐藤・平田, 1998)。



- 凡例
-  1896年地震断層
 -  活断層であることが
確実なもの
 -  活断層であると
推定されるもの
 -  活断層の疑いのある
リニアメント
 -  本溪線
 -  秋田県界線(1997)
 -  大学の活断層グループ
図録(1996)
 -  トレンチ調査

第1図 調査地域周辺と横手盆地東縁断層帯



第2図 探査測線図 測線上に示してある数字は距離 (m) を示す。

3. VLF探査・反射法地震探査測線

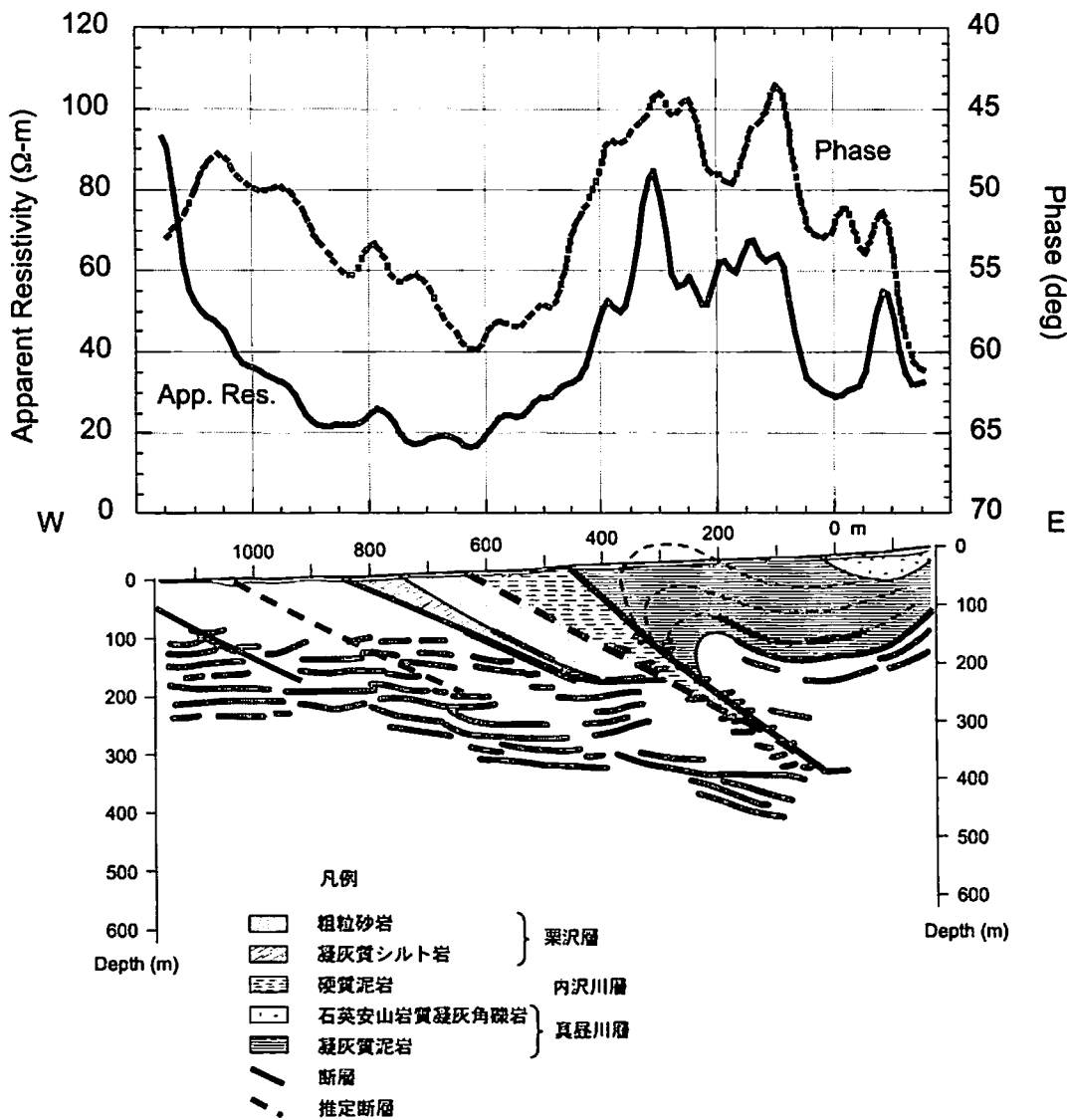
太田断層を横切る測線で22.2kHzを用いたVLF-MT探査を実施した。発信局方向の電場とこれに直交する磁場成分を同時に測定し、見掛比抵抗と位相差を得た。電極間隔は10mとし、スタッキングによってノイズを軽減させた。測定間隔は10mで測線長は約1.4kmである(第2図)。測線の原点は目標となる位置を適当に決め、ここから西側に測線を延ばした。

この測線は反射法地震探査も行われている。地震探査の測定では、受振器間隔は5m、ドロップヒッターによる発振点間隔5mあるいは10m、総発振点数238である。処理はCMP編集の後、静補正、フィルター処理、デコンボリューション、NMO補正、CMP重合、FKマイグレーション処理を施し、最終的な断面を作成している(佐藤, 2001)。

4. VLF測定結果と地震探査結果との比較

第3図がVLF-MT探査の結果と反射法地震探査の結果を並べたものである。第3図下には地表から500m程度までの反射面と解釈を示したものである。断層の位置、破碎帯の位置は地表調査によって確認したものであり、地質調査の結果と総合して地下構造が出されている。

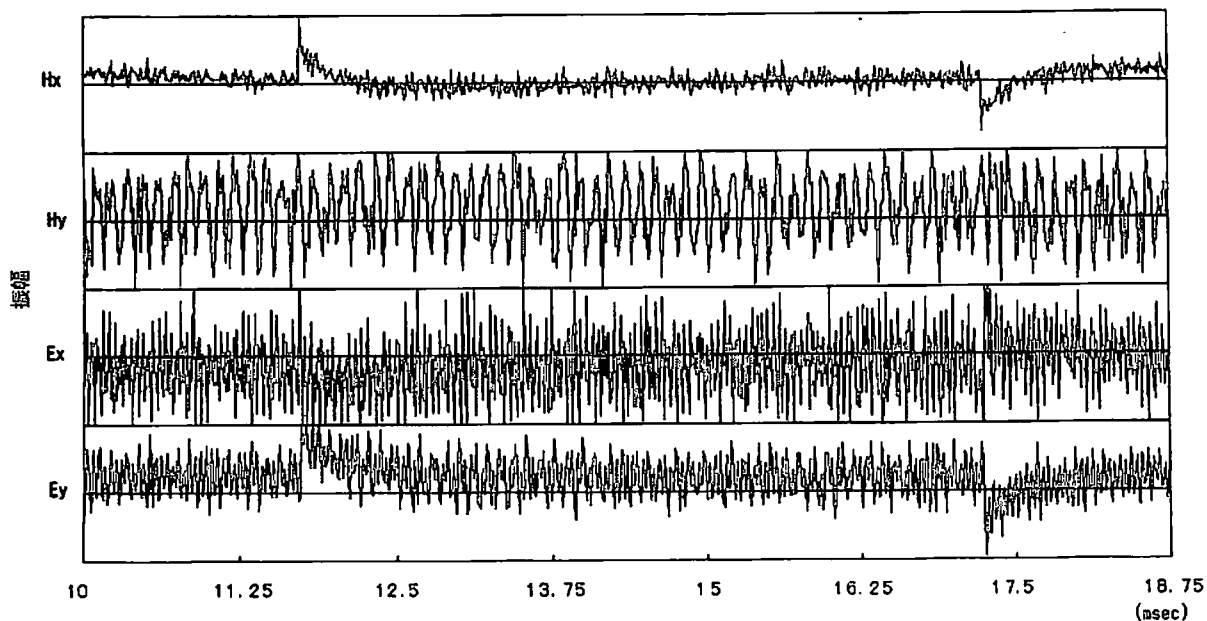
VLF探査による結果は3点の移動平均処理を施した後のものである。変動傾向を大



第3図 VLF-MT探査の結果と反射法地震探査による構造解析結果

大きく見ると100m~400mで見掛比抵抗が高く、位相が低くなり、700m~900mで見掛比抵抗が低く、位相が高くなっている。これらの傾向は地震探査による地下構造と良い対応を示している。見掛比抵抗が高くなる100m~400mは凝灰質泥岩と一致し、見掛比抵抗の低くなる700m~900mは粗粒砂岩、凝灰質シルト岩と対応することがわかる。

大きなトレンドは岩相の違いを表していることが明らかである。大きなトレンドに重なっている小さな変動が見られる。この小さな変動は地震探査による断層位置・破碎帯の位置とよく一致する。従って、小さな変動はノイズではなく断層や破碎帯の位置を正確に示していることがわかる。さらに、断層、破碎帯と対応がよいのは位相の方である。



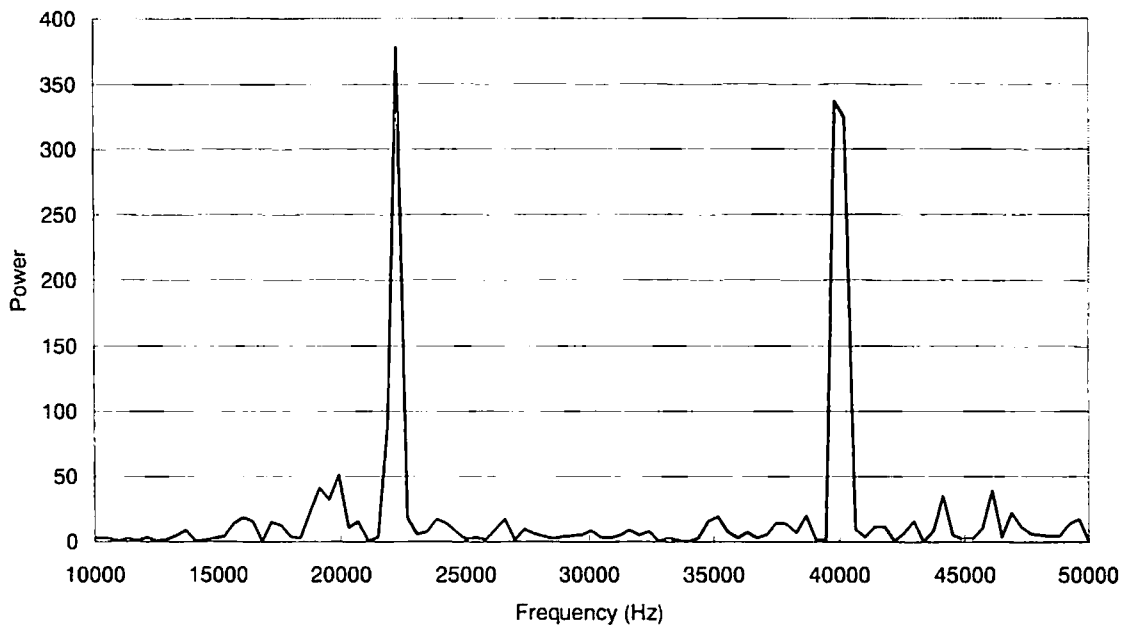
第4図 10kHz～50kHzのバンドパスフィルターを介した電場・磁場波形
サンプリング間隔は80kHzである。

5. 40kHzを用いた探査

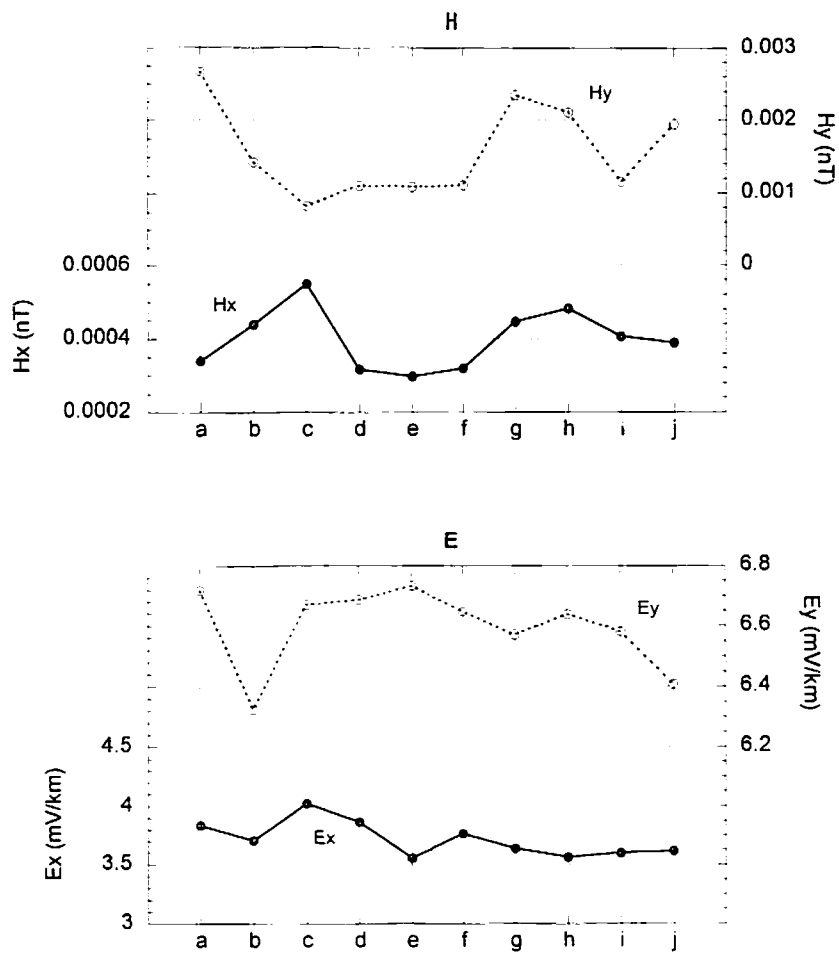
1999年6月より福島県おおたかどや山から40kHzの標準電波が発信されるようになった。この電波は時間情報を常時発信しており、電波時計が利用する電波でもある。標準電波を探査に利用できるかどうかを検討した。22.2kHzの波は時々発信が止まることもあり、探査に不都合を生ずることがある。その点40kHzの波は時刻校正用であるため停波はほとんどないと予想できる。また、22.2kHzと40kHzの2つの波が利用できれば探査深度の異なる情報を得ることが可能となり、地下構造推定に有効に利用できると考えられる。ここでは、この40kHzの波を利用した探査が可能かどうかを調べる。

まず、40kHzを観測するためのフィルター回路を製作した。22.2kHz、40kHzを同時に観測するため10kHz～50kHzのバンドパスフィルターを作成した。自作のコイルで磁場成分を、ステンレス棒を地表に打ち込んで電場成分を観測した。観測した磁場、電場の波形を示す(第4図)。波形が急激に変化する部分が2箇所見える。これは測定系のノイズと思われる。

ノイズが含まれていないと思われる部分から約300個のデータを採用する。第4図では13msec～16msec付近からデータを用いる。採用した波形に含まれる周波数成分を見るため、256データを選択して周波数解析を行い、パワースペクトルを示したものが第5図である。この場合にはサンプリング間隔は100kHzであり、南北方向の磁場成分(Hx成分)を示した。22.2kHz、40kHzにピークがあることから、えびの高原および、おおたかどや山から発信されている22.2kHz、40kHzの電磁波を正しく捉えていることがわかる。



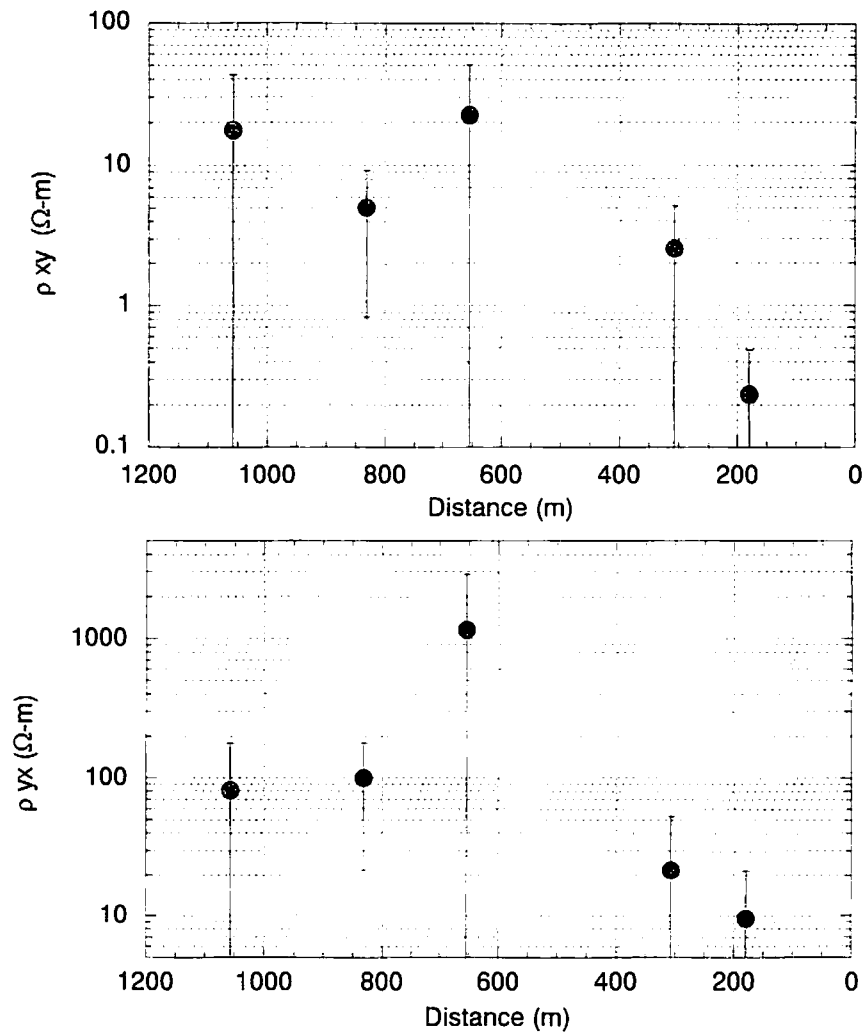
第5図 南北方向磁場のパワースペクトル



第6図 40kHzの磁場、電場振幅 横軸は採用した10組のデータ番号である。

6. 測定結果

ソレノイドコイルに電流を流して測定用コイルの較正を行い、測定系全体の較正を行って、入力換算の磁場、電場成分を計算した。第6図は同一測定点で得た磁場および電場の振幅である。横軸は観測波形を採用した位置を示す記号で、測定値1をa、測定値2をb、...、測定値10をjと10組の測定値を採用し、それぞれの振幅を示したものである。変動はあるがほぼ同程度の振幅を示すことがわかる。これら磁場、電場の振幅から見掛比抵抗を求めた。南北方向の電場と東西方向の磁場を用いた見掛比抵抗 ρ_{xy} と、東西方向の電場と南北方向の磁場を用いた見掛比抵抗 ρ_{yx} を示す（第7図）。誤差は大きいが見掛比抵抗としては極端に異常な値ではなく、納得の出来る値が得られたと言えるだろう。今回は10kHz~50kHzという広い幅のバンドパスフィルターを用いたが、40kHzを取り出す急峻なフィルターを用いるなどの工夫を行えば、さらに実用的な探査装置を作ることが可能になるであろう。



第7図 40kHzを用いた見掛比抵抗
電場南北成分と磁場東西成分から得た見掛比抵抗が ρ_{xy} である。

参考文献

- 松田時彦・山崎春雄・中田高・今泉俊文（1980）：1896年陸羽地震の地震断層，地震研究所彙報，Vol. 55, 795-855.
- 乗富一雄（1982）：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，自然災害特別研究成果，自然災害科学総合研究班，No. A-56-2.
- 小川康雄，三品正明，1998年電磁気共同観測MTデータ整理委員会（1999）：MT法による奥羽脊梁山地の地殻構造探査，月刊地球号外，No. 27, 88-92.
- 佐藤久美子（2001）：反射法地震探査と地質調査から見た太田断層の浅部構造，秋田大学大学院 鉱山学研究科 博士前期課程 資源・素材工学専攻 平成12年度修士論文.
- 佐藤比呂志・平田直（1998）：活断層の深部構造と日本列島の成立，科学，Vol. 68, No. 1, 63-71.
- 千屋断層研究グループ（1986）：千屋断層（秋田県）の完新世の活動と断層先端部の形態—千畑町小森での発掘調査，地震研究所彙報，Vol. 61, 339-402.
- 高橋幸恵・西谷忠師・地殻比抵抗研究グループ（2000）：MT法による千屋断層深部比抵抗構造，Conductivity Anomaly研究会2000年論文集.
- 地殻比抵抗研究グループ（1999）：広帯域MT法による千屋断層深部比抵抗構造調査（序報），京都大学防災研究所年報，第42号.