Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2026-11-25

野島断層における電磁気探査(1)： 電場観測(予報)

槙野, 豊
井口, 博夫
山口, 覚
大志万, 直人

(Citation)
神戸大学都市安全研究センター研究報告,2:257-262

(Issue Date)
1998-03

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/00317506

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/00317506

KOBE UNIVERSITY

神戸大学都市安全研究センター
研究報告，第2号，平成10年3月

野島断層における電磁気探査（１）
電場観測（予報）

Electromagnetic observation around the Nojima Fault（I）
Preliminary results of the electrical potential differences

槇野　豊[1)]
Yutaka　Makino
井口　博夫[2)]
Hiroo　Inokuchi
山口　覚[3)]
Satoru　Yamaguchi
大志万 直人[4)]
Naoto　Oshiman

概要：1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震（M=7.2）によって地表に地震断層が出現した。この地震断層は既存の野島断層とほぼ一致している。本研究では、この断層近傍に対して電気伝導度構造解析をおこなった。その構造は観測地域での地質構造と対比でき、花崗岩や堆積層と一致している。また、断層の地下構造は低比抵抗帯で特徴づけられる。この低比抵抗帯は、地震による断層活動に伴う破砕帯と、その内部に浸透した水に起因していると考えられる。この破砕帯は断層に沿って局所的に変化している。破砕帯の変化は、地震による断層破壊の伝播が抑制される地域や、余震などによる２次的な破壊の影響を強く受けている地域を表わしていると考えられる。

キーワード：兵庫県南部地震、野島断層、電気伝導度構造

1. はじめに

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震（M=7.2）によって、淡路島北西部には地表に地震断層が出現した。この地震断層は、花崗岩と第三紀以降の堆積物を区分する地質境界断層として以前から認識されていた野島断層とほぼ一致している。この地震断層に対しては、地震以降様々な調査がおこなわれている。地質学的には、林・宇田(1995)・粟田ほか(1996)などによってこの地震断層の変位量分布が報告されている。電磁気学的には、高倉ほか(1996)によって淡路島北部全域にわたる人工電流源を用いた電磁探査の結果が報告されており、地震断層が堆積層と花崗岩類を区分する比抵抗境界であることが指摘されている。しかし、地震による断層運動にともなった破砕帯を特異的な構造として検出することはできなかった。

本研究では、より詳細に野島断層近傍の電気伝導度構造を推定するために電磁気学的手法を用いた観測をおこなった。本研究の目的は、活動直後である断層帯において、その３次元電気伝導度構造を明らかにし、その構造から断層破砕帯の形状を明確にすることである。

観測期間は、1996年11月から1997年４月までである。観測に用いた手法は、hole-to-surface 電極配

列による dipole mapping 探査である（Alpin, 1950 ・ Alfano, 1962）。この方法は、Le Masne and Poirmeur(1988)・ Asch and Morrison(1989)により、モデル計算によるシミュレーションおよび野外探査への適用がなされ、“geological noise”の減少と、地下深部の比抵抗異常の検出に対して地表のみの電極配列を用いた方法よりも改善されていることが報告されている。

本研究の経費の一部は、平成９年度神戸大学都市安全研究センター特別プロジェクト研究助成金から支出した。

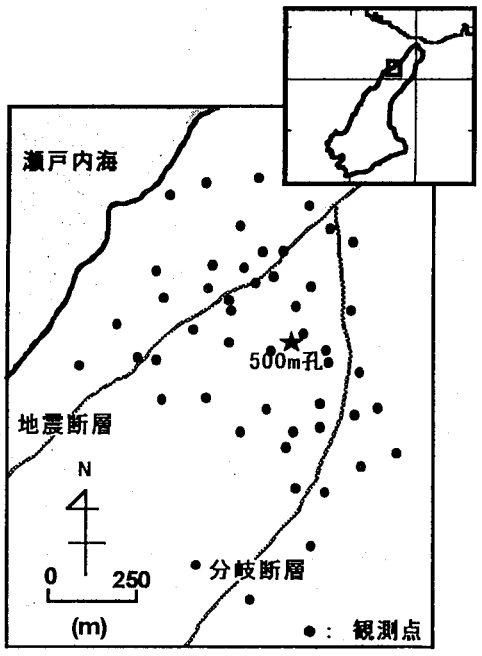
２．観測概要

観測地域は、淡路島北西部に位置している。この地域を含む淡路島北部には海抜 200～300mの脊梁山地が北東-南西方向に延びており、主として領家帯に属する花崗岩類（花崗岩，花崗閃緑岩）からなる。淡路島北西岸沿いに存在する野島断層は、この花崗岩類と第三紀以降の堆積層である神戸層群や大阪層群を区分する地質境界断層となっている。

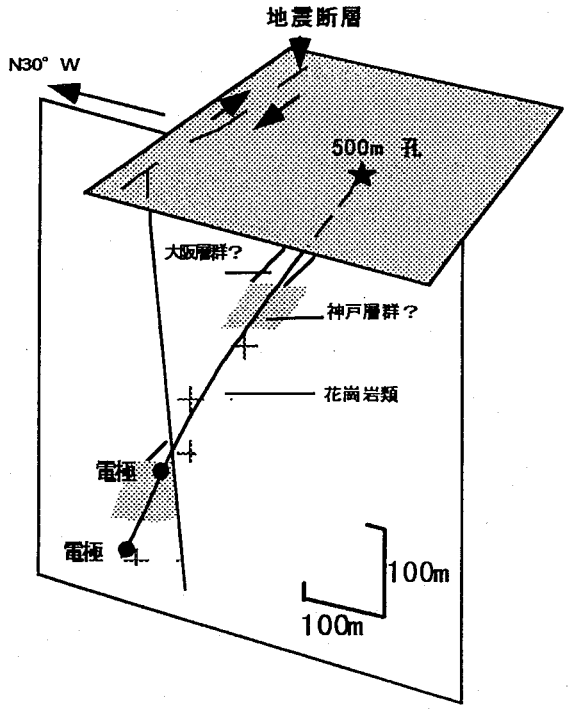
兵庫県南部地震（M＝7.2）によって淡路島北西部の地表に現れた地震断層は、その分布および変位量の連続性などから大きく２つの断層線にわけられる。一つは既存の野島断層に一致した長さ約 8.8km の断層線、もう一つは水越撓曲の北東部に沿った長さ約 3.0km の断層線である。本研究では前者を野島地震断層、後者を野島分岐断層とする。本研究の観測はこれら 2 本の断層線の分岐点付近に約２ｋｍ四方に 49 の観測点を点在させておこなった（図－１）。

観測に用いた方法は、人工電流源から大地に流し込んだ電流が地表面に形成する単位長さあたりの電位差（以下；電場）を観測する dipole mapping 法である。観測した電場は大地の比抵抗値を反映した値である。一般に、電場が大きい程大地の比抵抗値は高く、電場が小さくなるにつれて大地の比抵抗値も小さくなる。また、この電場の卓越方向は、比抵抗境界近傍でこの境界と直交する方向になることが知られている。

観測に用いた電流電極は、地下約 490m と約 380m に設置してある（図－２）。これら地下に設置した電極を用いて観測をおこなった。観測は最低 30 分間おこない、できるだけ多くの信号を用いたスタッキング処理によりノイズの除去を試みた。その結果、49 の観測点のうちノイズの影響が小さい 43 点を用いて解析をおこなった。



図－１　観測点分布図



図－２　地下電極配列の模式図

3．観測結果

（1）電場分布

観測地域の表層地質区分および断層線から、観測地域は以下のように3つに分類することができる。

Ⅰ，地震断層の西側の一帯

Ⅱ，地震断層と分岐断層に挟まれた一帯

Ⅲ，分岐断層の東側の一帯

これらのグループに分類した観測結果について、各観測点における観測した電場の大きさおよび卓越方向を図－3(a)に示す。この図より読みとれることを以下に記す。

Ⅰ，地震断層の西側の一帯

電場の大きさは全般的に小さい。この地域の中でも南西側では特に小さい値を示すが、北東側ではそれほど小さな値を示さない。

電場の卓越方向に関しては、特筆すべき卓越方向は得られなかった。

Ⅱ，地震断層と分岐断層に挟まれた一帯

電場の大きさについて、この地域の南西部、特に地震断層近傍でその値は小さくなっている。

電場の卓越方向は、大部分は1点を中心に放射状になっているが、この地域の南西部、特に地震断層近傍では断層に平行な方向に変化している。

Ⅲ，分岐断層の東側の一帯

電場の大きさは他の観測点と比べて特に大差があるわけではないが、電流源からの距離を考えると電場の値は大きいと考えられる。

電場の卓越方向に関しては、全般的に分岐断層に直交する方向を向いている。

（2）見かけ比抵抗分布

各観測点において観測した電場の値から、以下の等式を用いて見かけ比抵抗値を算出することができる（Keller，1975）。

$$\rho_a = \frac{4\pi V}{GI} \qquad (1)$$

（ρ a：見かけ比抵抗値，V：電位差，I：電流値，G：電極配置係数）

各観測点において（1）式を用いて算出した見かけ比抵抗値のコンタープロットを図―3(b)に示す。この図より読みとれることを以下に記す。

- 地震断層よりも西側では、見かけ比抵抗値は全般的に 50 ohm-m 以下の小さい値をとる。
- 地震断層に沿って、分岐断層との分岐点から南西約 500mの地域に見かけ比抵抗値 10 ohm-m 以下の低比抵抗帯が存在する。
- 分岐断層沿いの見かけ比抵抗値は周囲の値よりも小さく、50～100 ohm-m の値をとる。
- 分岐断層よりも東側では、見かけ比抵抗値は分岐断層から離れるにつれて徐々に高い値をとる。

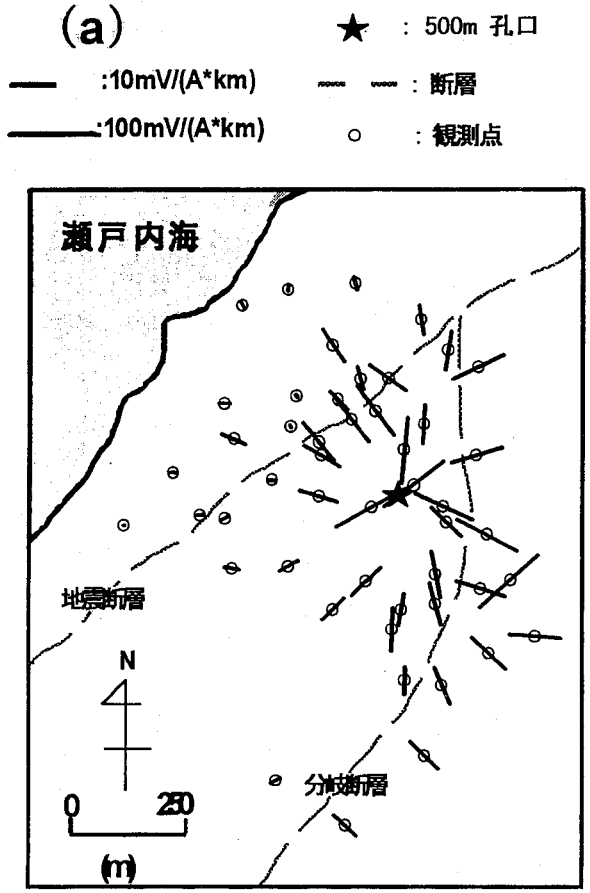
4，電気伝導度構造

本研究では、3章で述べた観測結果をもとに、有限差分法を用いた構造解析シミュレーションをおこない、3次元電気伝導度構造を得た（図－4）。（Dey and Morrison，1979）。解析の結果得た電気伝導度構造の特徴を以下に記す。

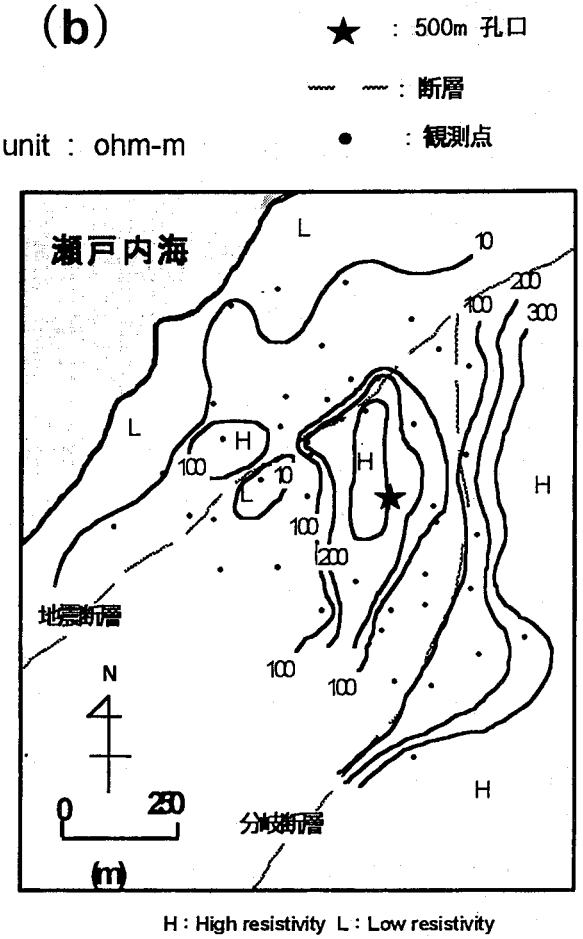
- 比抵抗値 800 ohm-m を示す高比抵抗帯が、観測地域の北西から南東にかけて徐々に上昇している。
- 高比抵抗帯の上層は比抵抗 50～100 ohm-m の低比抵抗層である。
- 地震断層を境に西側の比抵抗値は東側よりも低い。
- 地震断層沿いの構造は深度約 500m 付近にまで存在す低比抵抗帯によって特徴づけられる。

・地震断層沿いの低比抵抗帯は、分岐断層との分岐点付近でその幅が 40m 程度と狭くなるが、ここから南西方向にかけて、その幅は 100m 以上と大きくなる。
・分岐断層沿いの構造は深度80mまでの浅部に限定できる幅40mの低比抵抗帯によって特徴づけられる。
・分岐断層沿いの低比抵抗帯は幅 40m 程度である。

地震断層と分岐断層の地下電気伝導度構造は、ともに低比抵抗帯の存在によって特徴づけられている。しかし、この低比抵抗帯の規模は地震断層と分岐断層で大きく異なっている。分岐断層に比べて地震断層の方がより顕著に低比抵抗帯が現れている。地震断層沿いでは、分岐断層との分岐点付近から南西約 300m にかけて低比抵抗帯の規模が小さくなる。さらに南西では、低比抵抗帯の規模は徐々に大きくなる。



図－３(a)各観測点の電場の大きさと卓越方向



図－３(b)見掛け比抵抗値のコンタープロット

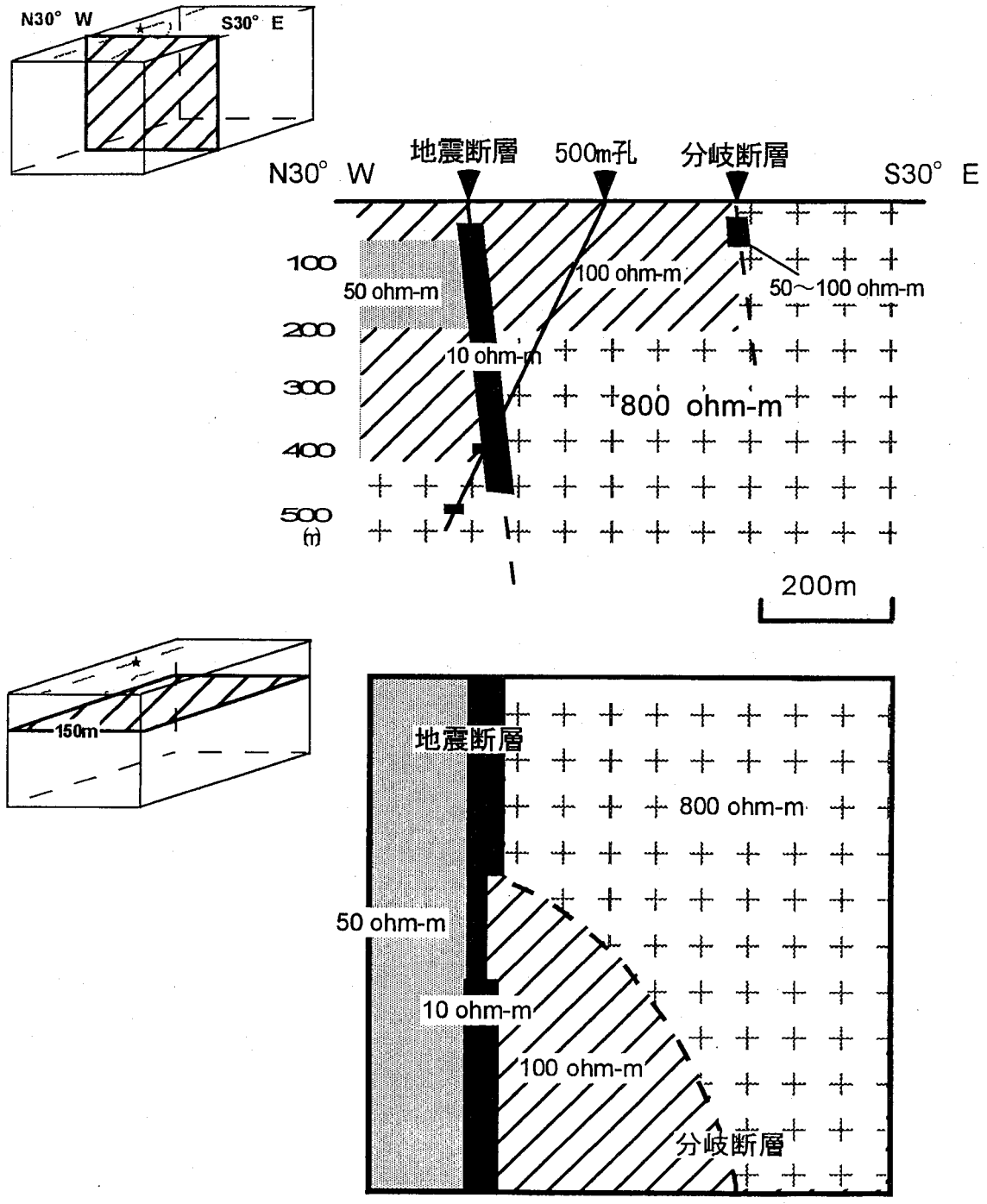
５，結論

電気伝導度構造の結果は観測地域の地質構造を反映している。表層地質区分などから深部に見られる高比抵抗帯は花崗岩に対応していると考えられる。同様に、花崗岩の上部にある低比抵抗層は第三紀以降の堆積層であると考えられる。また、地震断層を境にして西側の比抵抗値が東側よりも全般的に低い値を示している。これは地震断層を境にして、西側と東側では堆積層の形成年代が異なっていることを示唆している。東側は隆起と侵食・風化を繰り返し、古い堆積層が主体となり比抵抗値が高い値を示していると考えられる。

断層沿いの電気伝導度構造は低比抵抗帯によって特徴づけられる。この低比抵抗帯は、兵庫県南部地震に伴う断層活動によって形成された破砕帯に水が浸透したことに起因していると考えられる。このことを考慮

すると、地震断層と分岐断層では、地震断層の方が破砕帯の規模が大きいことがわかる。また、兵庫県南部地震の変位量調査では、分岐断層での変位がほとんど確認されていない。これらのことから、兵庫県南部地震での分岐断層の活動が顕著なものではなかったと考えることができる。

地震断層沿いの低比抵抗帯は、分岐断層との分岐点付近でその規模が小さく、南西へ移るにつれて徐々にその規模が大きくなる。このことは、断層分岐点付近では破砕帯が小さく、南西に移るにつれて破砕帯が大きくなることを示している。地震によって形成された断層破砕帯が震源からの断層破壊の伝播を反映していると考えると、破砕帯の規模が小さい地域では破壊の伝播が抑制されていることを示唆している。しかし、さらに震源から南西方向に離れると徐々に破砕帯の規模が大きくなることから、破壊の伝播以外に余震に伴う2次的な破壊による影響があると考えられる。



図－4　電気伝導度構造　上段－鉛直断面，下段－深度150mの水平断面

参考文献

Alfano, L. : Geoelectric prospecting with underground electrodes, Geophys, Prosp., 10, 293－303, 1962

Alpin, L.M. : The theory of dipole sounding, in Dipole methods for measuring earth conductivity, Consult. Bureau, New York, p. 1 －60, 1950 translation, 1966

Asch, T. and Morrison, F. : Mapping and monitoring electrical resistivity with surface and subsurface electrode arrays, Geophysics, 54, 235－244, 1989

粟田泰夫，水野清秀，杉山雄一，井村隆介，下川浩一，奥村晃史，佃 栄吉，木村克己： 兵庫県南部地震に伴って淡路島北西岸に出現した地震断層，地震，49，113－124，1996

Dey, A. and Morrison, F. : Resistivity modeling for arbitrarily shaped three-dimensional structures, Geophysics, 44, 753－780, 1979

Keller, G.V., Furgerson, R., Lee, C.Y., Harthill, N., and Jacobson, J.J. : The Dipole Mapping Method, Geophysics, 40, 451－472, 1975

Le Masne, D. and Poirmeur, C. : Three-dimensional model results for an electrical hole-to-surface method : Application to the interpretation of field survey, Geophysics, 53, 85－103, 1988

槇野 豊：野島断層における地下電気伝導度構造，神戸大学大学院自然科学研究科・修士学位論文，1998

林 愛明，宇田進一：野島地震断層のセグメンテーションと断層破壊プロセス，地震，48，375－386，1995

高倉伸一，小西尚俊，中村直文，高橋直良，菊池 晃：ヘリコプター空中電磁法とアレイ式 CSAMT 法による淡路島北部の活断層調査，物理探査，49，474－486，1996

筆者 ： 1）槇野 豊、神戸大学大学院自然科学研究科、学生 ； 2）井口 博夫、神戸大学内海域機能教育センター、助教授 ； 3）山口 覚、神戸大学理学部地球惑星科学科、講師 ； 4）大志万 直人、京都大学防災研究所、助教授