

比抵抗映像法による野島断層および長尾断層の地下構造調査

㈱四国総合研究所 ○長谷川修一
 鶴田 聖子
 金山 清一
 高橋 鉄一
 徳島大学総合科学部 村田 明広

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震によって、地震防災や耐震設計上、活断層を合理的に評価することが求められている。また一方では、この地震は、活断層調査に関する以下の新たな課題も提示した。

- ① 地震危険度の高い活断層の抽出
- ② 平野部、特に都市直下の活断層の解明
- ③ 地震断層あるいは地表活断層と震源断層との関係
- ④ 地震断層あるいは地表活断層の規模と地震の規模との関係
- ⑤ 隣接する活断層が連動して発生する地震の規模や活動間隔に関する評価

これまでの活断層調査は、空中写真判読調査によって抽出した変位地形の可能性のあるリニアメントを対象に、地表地質調査によって断層の有無、活動度、活動履歴を調査するのが一般的であった。また、最近の詳細な活動履歴を解明するトレンチ調査は、用地、予算、研究者などの制約によって、限られた数の地震断層や活断層に留まっている。

このため、①断層露頭のないリニアメントの成因の調査、②リニアメントが途切れる平野部の活断層調査、③トレンチ調査地点の選定のための予備調査、④地表断層露頭と地下の震源断層との関係の解明、⑤地表活断層が断続・雁行・分岐する部分における地下構造調査等に物理探査技術を適用し、地形・地質調査とトレンチ調査を補完する必要がある。

当所では、比抵抗映像法等の二次元電気探査によって、沖積平野の浅部における活断層の地下構造を解明し、トレンチ調査によってその有効性を確認してきた(金山ほか, 1992; 1994)。今回比抵抗映像法によって野島断層および長尾断層の地下構造を調査したので、その結果について報告する(図-1)。

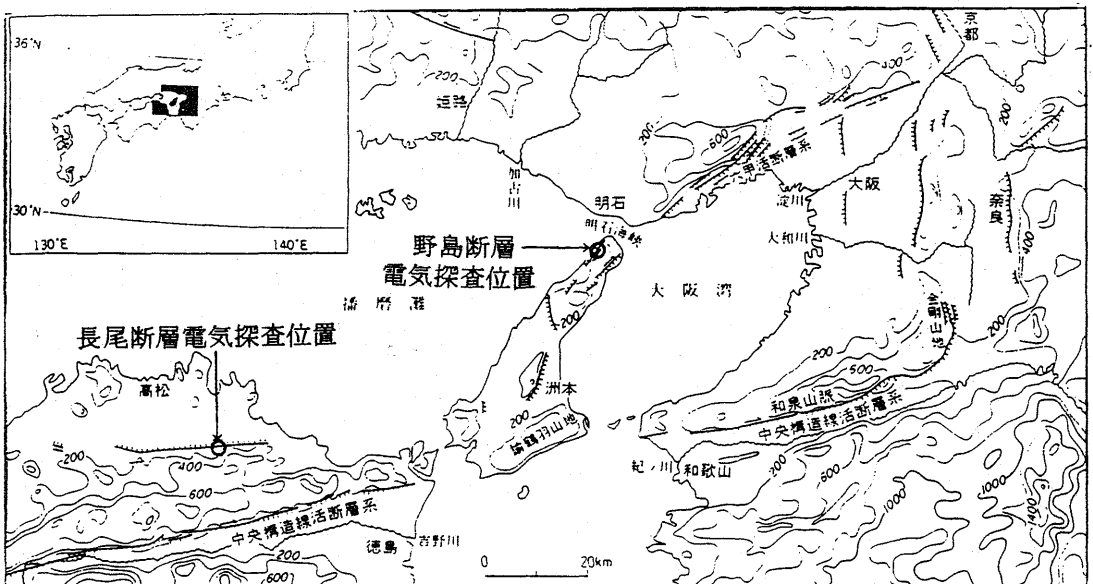


図-1 四国北東部～近畿西部の文献活断層と電気探査地点(水野ほか, 1990に加筆)

2. 野島断層の電気探査

2.1 野島断層の概要

兵庫県南部地震では、淡路島北西部の北淡町の江崎灯台から富島にかけて、活断層として記載された野島断層に沿って、北東-南西方向に約9kmにわたり連続的に地震断層が現われた(例えば中田ほか,1995)。このうち、北淡町野島平林では、 $N40^{\circ}E$ の走向で、北東に約 80° 傾斜する断層面によって、右ずれ1.7m、1.3m北東上りの最大変位量が確認された。野島断層は有馬-高槻~六甲~淡路活断層系の一部を構成し(藤田,1974)、活断層研究会(1991)によれば、北東-南西に延びる長さ7kmの確実度I、活動度B級の活断層とされる。また、水野ほか(1990)によれば、野島断層は地表では北東側の白亜紀花崗岩類と南西側の中新世神戸層群および鮮新-更新世大阪層群との境界を画する、北東側に中~高角度で傾斜する逆断層で、右横ずれ成分が大きい。

2.2 電気探査地点の概要

電気探査は、北淡町野島大川にける大川川左岸の道路沿いで実施した(図-2)。

当地点は、大川川の河川堆積物のため、地震断層による明瞭な断層崖は形成されず、水田に右ずれを示す雁行割れ目帯が $N20^{\circ}E$ の走向で形成されている。ここでは、割れ目帯を境に小道が右ずれ1.1m、0.5m北東隆起の変位を受けている。また対岸の右岸では、畦道が右ずれ1.2m、0.5m北東隆起の変位を受けている。

雁行割れ目帯の北東側では、河床に花崗岩類が露岩した部分があるが、南東側には河床堆積物の基盤岩は分布していない。

2.3 電気探査の概要

比抵抗映像法電気探査は、図-2の測線で実施した。測線延長は98mで、2m間隔に50点の電極を配置した。野島地震断層による雁行割れ目帯は、測点No.26~27間を通る。

解析は、アルファ-センター法(島ほか,1995)によって行った。

2.4 電気探査の結果と考察

解析結果を図-3に示す。これによると、地表地震断層(雁行割れ目帯)の西側と東側とで、比抵抗構造の明瞭な違いがある。すなわち、断層の西側では神戸層群に対比される400 Ω m以下の低比抵抗帯が、断層の東側では花崗岩類に対比される600 Ω m以上の高比抵抗帯が確認された。両者の境界断層面は、約 70° で東へ傾斜する。また、地表付近の高比抵抗帯は、大川川河川堆積物(砂礫層)に対比され、この基底面深度は境界を挟んで東上りの約2mの高度差が認められる。これは、大川川河川堆積物の累積鉛直変位を示している可能性が高い。

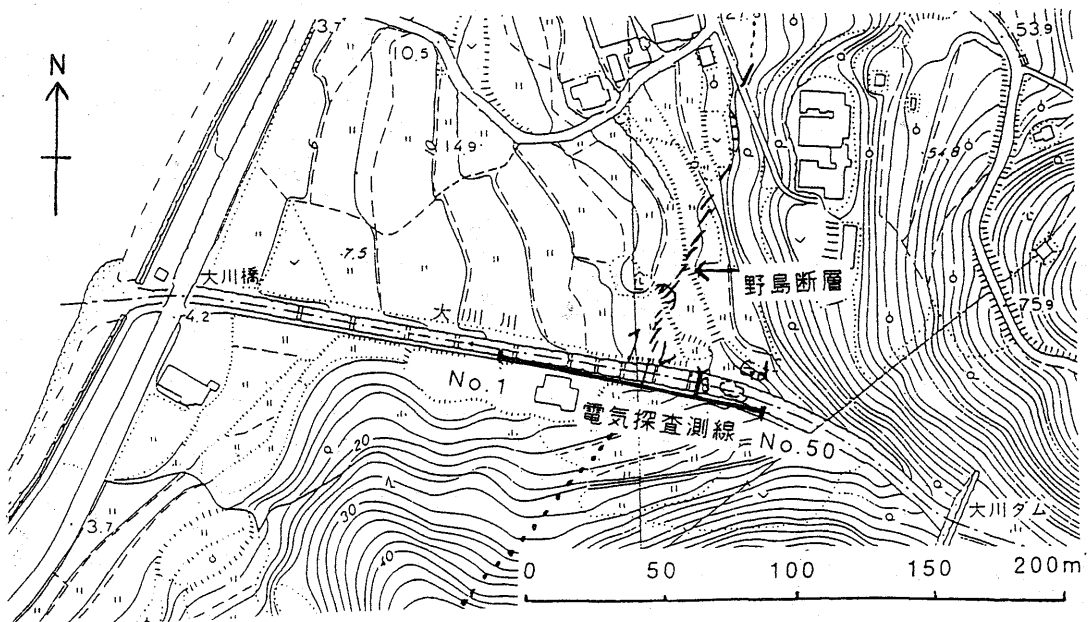


図-2 野島断層の電気探査測線

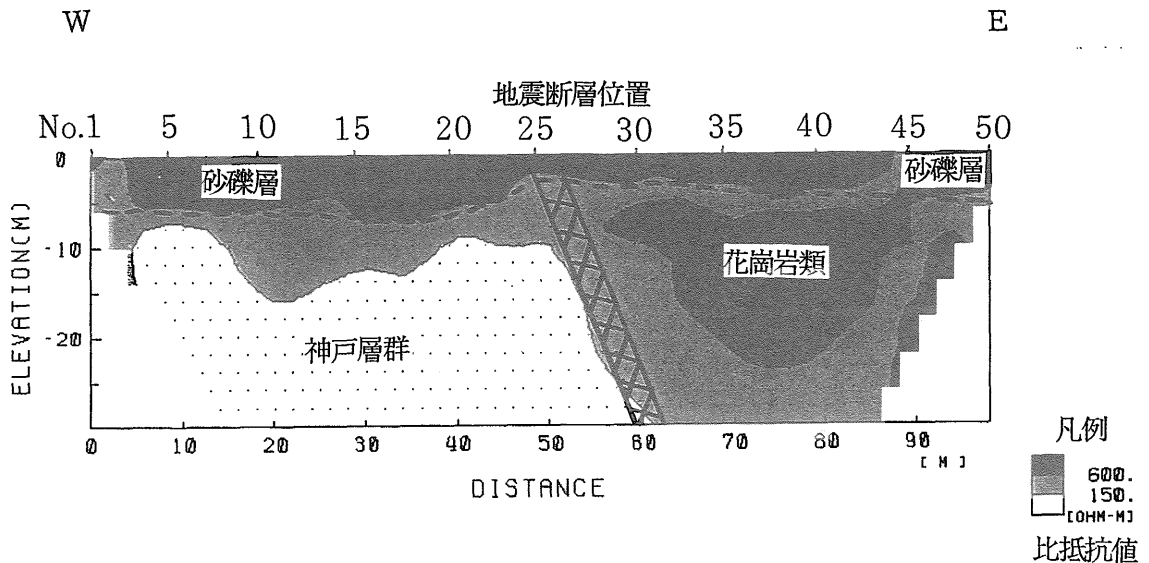


図-3 野島断層の電気探査結果

3. 長尾断層の電気探査

3.1 長尾断層の概要

活断層研究会(1991)によると、長尾断層は、香南町から大川町にかけて、ほぼ東西方向に走る長さ23km、確実度I、活動度B級の活断層とされている。

長尾断層は、長尾町鶴亀公園において、白亜紀の花崗岩が砂礫層の上に低角度で衝上する衝上断層として、発見・命名された(Saito, 1962)。この砂礫層は、段丘地形を伴わず、固結度および構成物も段丘堆積物とは異なることから、三豊層群(鮮新-更新世)に属すると推定される。

一方、高松市から香南町にかけての長尾断層は、南へ中～高角度傾斜する断層露頭が確認されるが、長尾町付近の低角長尾断層とは、直線上に連続しない。このため、模式地の鶴亀公園付近の低角断層と他の地区の高角断層との関係の解明が課題となっている。

3.2 電気探査地点の概要

電気探査は、長尾町鶴亀公園南東の道路沿いで実施した(図-4)。

当地点では、北から三豊層群の砂礫層、破碎された花崗岩類、非破碎花崗岩類が分布している。三豊層群の砂礫層と破碎された花崗岩類との境界は、いわゆる長尾衝上断層(ここでは低角長尾断層と呼ぶ)で、電気探査測点のNo.5付近を通過する。低角長尾断層は、上盤側に流紋岩を部分的に伴い、地表ではほぼ水平ないし緩く南へ傾斜する。上盤側の破碎された花崗岩類は、熱水変質と風化によって粘土化が進行し、地すべりに特徴的な不規則な小破断が発達している。破碎された花崗岩類と非破碎花崗岩類との境界は、ほぼ東西方向で、電気探査測点のNo.20~25付近を通過する。

3.3 電気探査の概要

比抵抗映像法電気探査は、図-4の測線で実施した。測線延長は410mで、10m間隔に42点の電極を配置した。

解析は、リニアフィルター法(島ほか, 1995)によって行った。

3.4 電気探査の結果と考察

解析結果を図-5に示す。これによると、低角度長尾断層の南側No.6測点の地下に南へ約65°傾斜する比抵抗境界が、破碎された花崗岩類の南縁部のNo.24測点の地下に南へ約75°傾斜する比抵抗境界が認められる。また、No.13測点の地下にも、南へ高角度に傾斜する比抵抗境界が推定される。比抵抗構造から推定すると、No.5測点付近の低角長尾断層は、低角のまま地下へは連続していないようにみえる。

地表地質調査結果を考慮すると、低角長尾断層の上盤の花崗岩類は250 Ω m以上の比抵抗を持ち、下盤の砂礫層は粘土分に富み150 Ω m以下の比抵抗になっている。電気探査測点のNo.0～20付近までは、西側の溜池の影響を受け、地下の花崗岩類の比抵抗が小さくなっているが、基盤の花崗岩類は150 Ω m以上の比抵抗である。

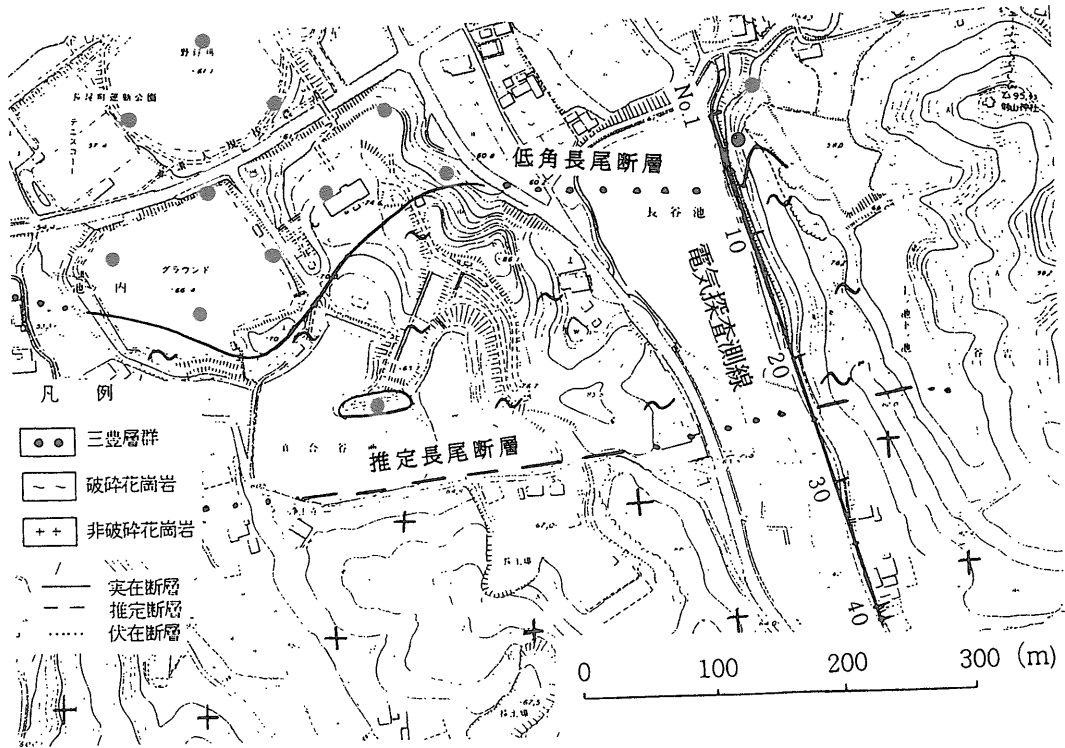


図-4 長尾断層の電気探査測線

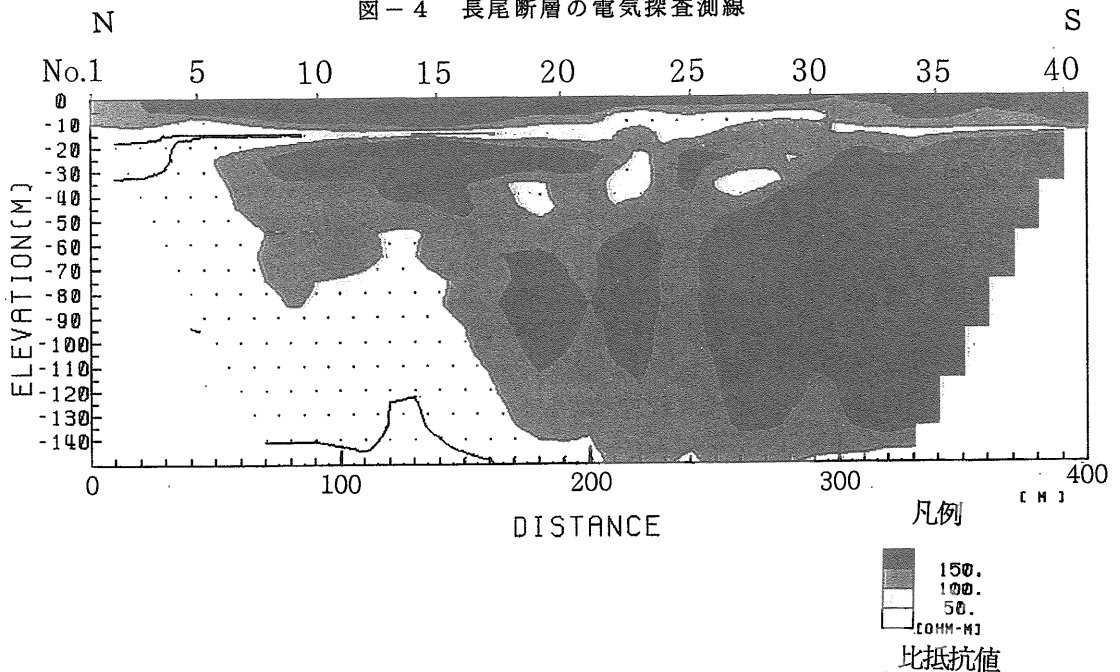


図-5 長尾断層の電気探査結果

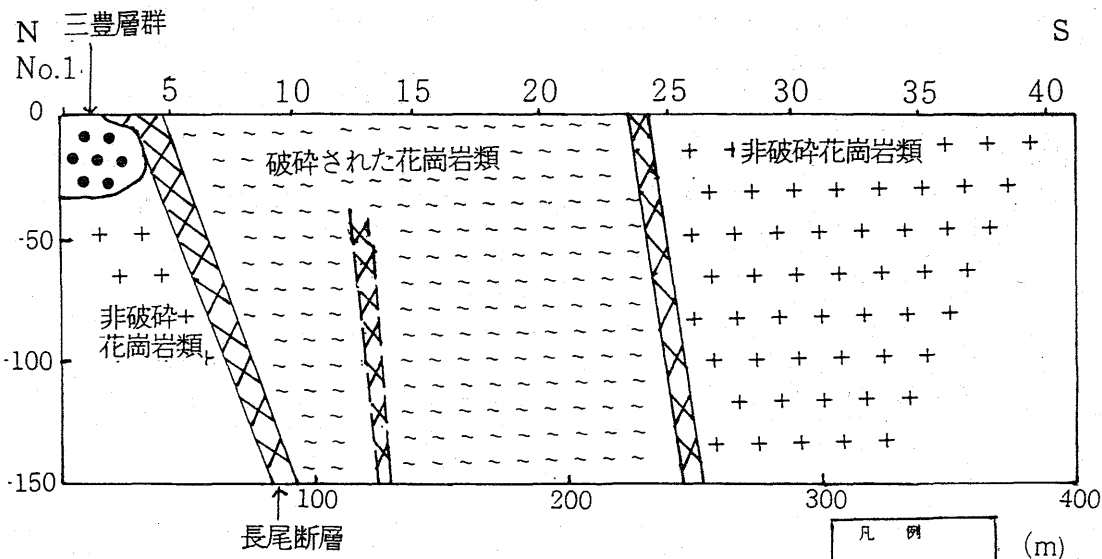
現在のところ、電気探査から大きく二通りの解釈が可能である。

第一の解釈として、低角長尾断層は、No.6測点の地下において推定される南へ約65°傾斜する断層が、地表面で重力によって低角化し、北側へ垂れ下がったと考えることができる(図-6 a)。

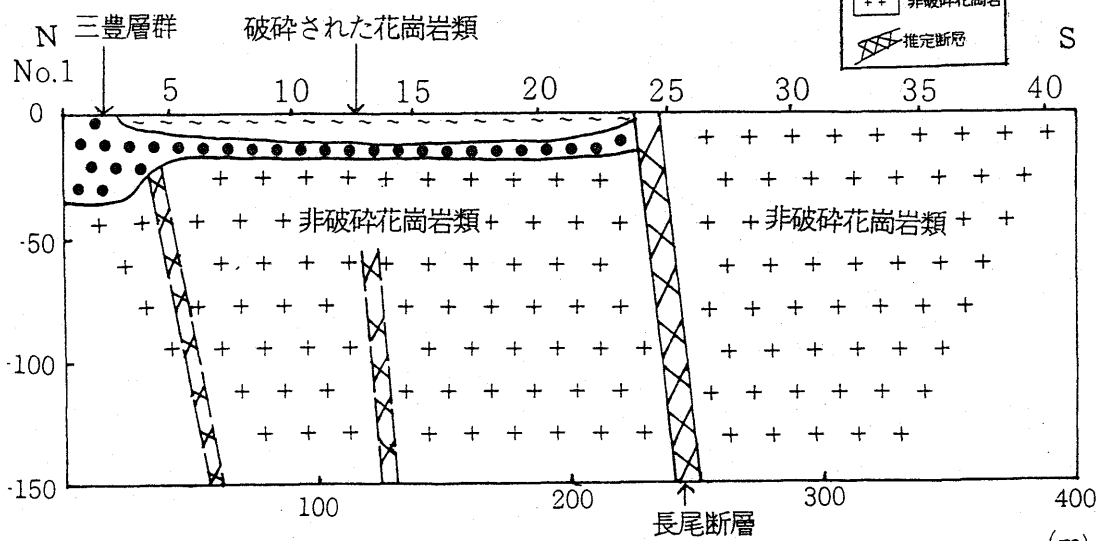
もう一つの解釈は、低角長尾断層は、長尾断層本体の南側の丘陵から平野に滑動した地すべりによって形成されたと考えることができる(図-6 b)。

低角長尾断層の上盤の花崗岩類は、三豊層群の上に低角度で載っており、不規則な破断面の発達状況は地すべり性の岩盤に類似している。この乱された花崗岩の南縁は、No.24測点付近のほぼ高角度の比抵抗境界にあたる。したがって、高角度の比抵抗境界が長尾断層本体である可能性が考えられる。

低角長尾断層の成因および長尾断層本体の位置、活動性を解明するには、他の地点における比較調査およびボーリング等の地下構造調査が必要と考えられる。



a. 重力による高角断層の低角化



b. 地すべりによる低角えせ長尾断層の形成

図-6 長尾断層の電気探査解釈案

5. まとめ

比抵抗法 2 次元電気探査は、地震時の地表の変状および地表断層と地下の断層との関係を検討するうえで、また平野に伏在する活断層を調査するうえで簡便かつ有効な方法である。しかし、地盤および地下水条件によっては、一義的な解釈が困難な場合もある。したがって、地表地質調査による適切な探査地点の選定を行い、反射法地震探査等の他の物理探査やボーリング調査を併用し、信頼度を高めることも必要と考えられる。

(引用文献)

- 藤田和夫(1974):第四紀地殻変動図「近畿」(50万分の1), 構造図3, 地質調査所.
- 金山清一・川上祐史・長谷川修一(1992):電気探査・トレンチ掘削による沖積地の断層調査, 第27回土質工学研究発表会発表論文集, pp.179-180.
- 金山清一・長谷川修一・鶴田聖子・川上祐史(1994):比抵抗映像法による沖積平野下の地下構造調査-中央構造線岡村断層を例にして-, 日本応用地質学会中国四国支部平成6年度研究発表会発表論文集, pp.17-20.
- 活断層研究会(1991):新編日本の活断層-分布と資料-, 東京大学出版会, 437p.
- 水野清秀・服部仁・寒川旭・高橋浩(1990):明石地域の地質. 地域地質研究報告書(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 90p.
- 中田高・蓬田清・尾高潤一郎・坂本晃章・朝日克彦・千田昇(1995):1995兵庫県南部地震の活断層, 地学雑誌, Vol.104, pp.127-142.
- Saito, M. (1962): The geology of Kagawa and northern Ehime Prefectures, Shikoku, Japan. Mem. Fac. Agri. Kagawa Univ., No.10, pp.1-74.
- 島裕雅・梶間和彦・神谷英樹(1995):建設・防災・環境のための新しい電気探査法 比抵抗映像法, 古今書院, 206p.