

日本応用地質学会関西支部
平成 10 年度見学会案内書

淡路島北部の地形と地質
ー兵庫県南部地震に関連してー

1998 年 12 月

日本応用地質学会 関西支部

日本応用地質学会 関西支部 平成 10 年度見学会
淡路島北部の地形と地質－兵庫県南部地震に関連して－

集合日時: 12月4日 (金) 午前9:00

集合場所: J R山陽線舞子駅改札口前

行 程:

午 前

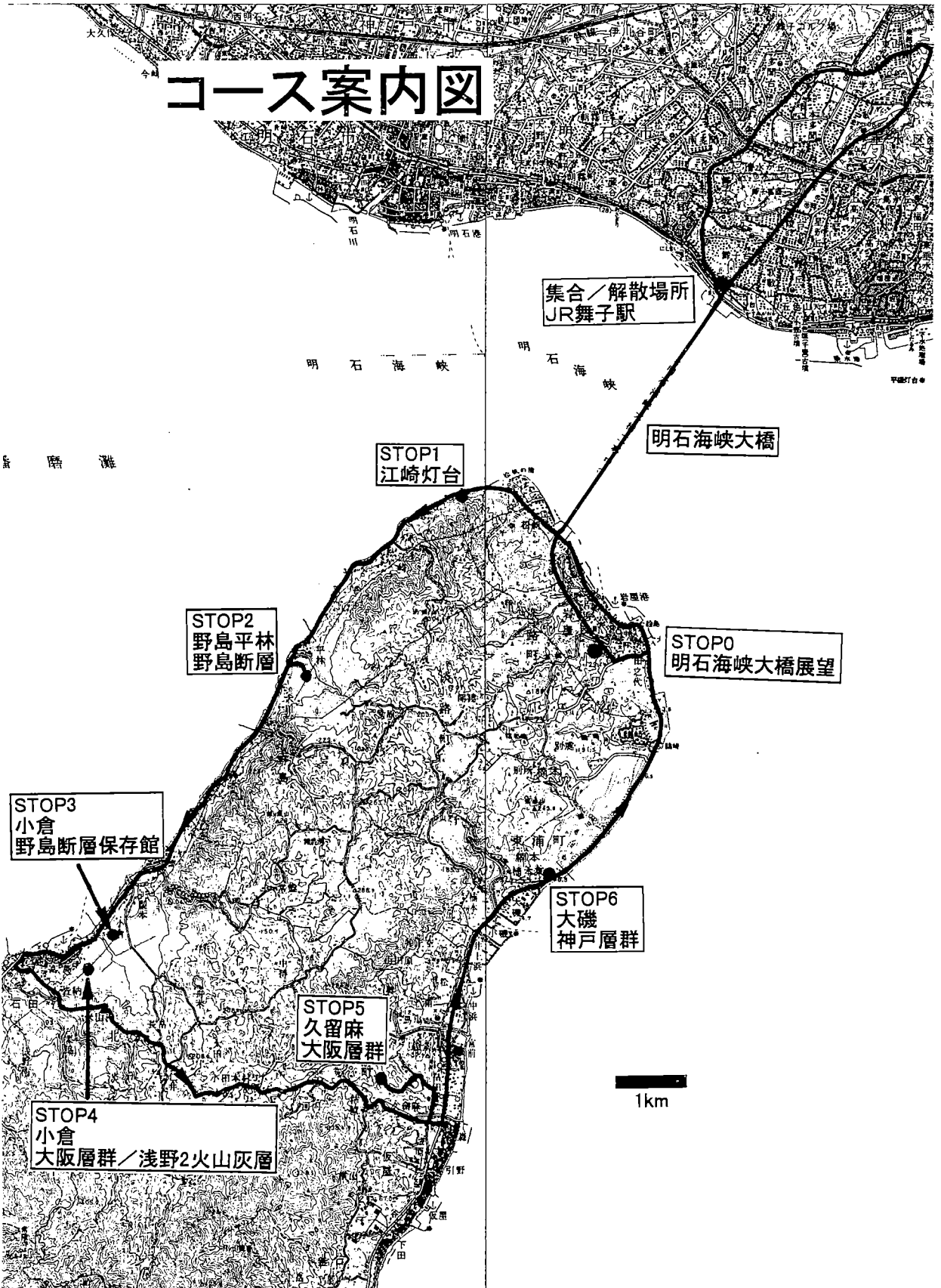
舞子駅出発 9:15－神戸鳴門連絡道垂水ジャンクション
－明石海峡大橋－淡路インター(10:00)－江崎灯台下(野
島断層北縁部の状況観察)(10:15)－野島平林(野島断層
の観察)(10:30)－野島断層保存館(野島断層断面・地表
面変位の観察)(11:00)

－昼食－

午 後

保存館出発(13:00)－小倉南(大阪層群富島累層と浅野2
火山灰層の観察)(13:40)－久留麻(大阪層群富島累層の
観察)(15:00)－大磯(神戸層群の観察)(16:00)－明石
海峡大橋－J R舞子駅解散(17:00 予定)

コース案内図



**淡路島北部の地形と地質
ー兵庫県南部地震に関連してー**

目 次

淡路島北部の活断層と第三系・第四系

水野清秀(地質調査所) ————— 1

兵庫県南部地震によって淡路島富島付近で生じた断層付近の微地形

石井孝行(大阪教育大学) ————— 14

淡路島北部の活断層と第三系・第四系

水野清秀（地質調査所大阪地域地質センター）

1. はじめに

1995 年 1 月に発生した兵庫県南部地震は、淡路島北西部に位置する野島断層などの活断層の活動によって引き起こされたと考えられている。地震の時の断層の動きや地下水の変化、断層そのものについてこれまでいろいろな調査が行われてきている。また野島断層に沿っては、第三系・第四系の神戸層群岩屋累層、大阪層群と呼ばれる地層が分布し、断層変位を受けている（第 1 図）。淡路島東岸にも活断層が存在し、その活動履歴についても重要視されている。ここではこれらの断層についての調査結果を紹介し、また第三系・第四系について概観する。

2. 野島断層の特徴と最近の調査結果

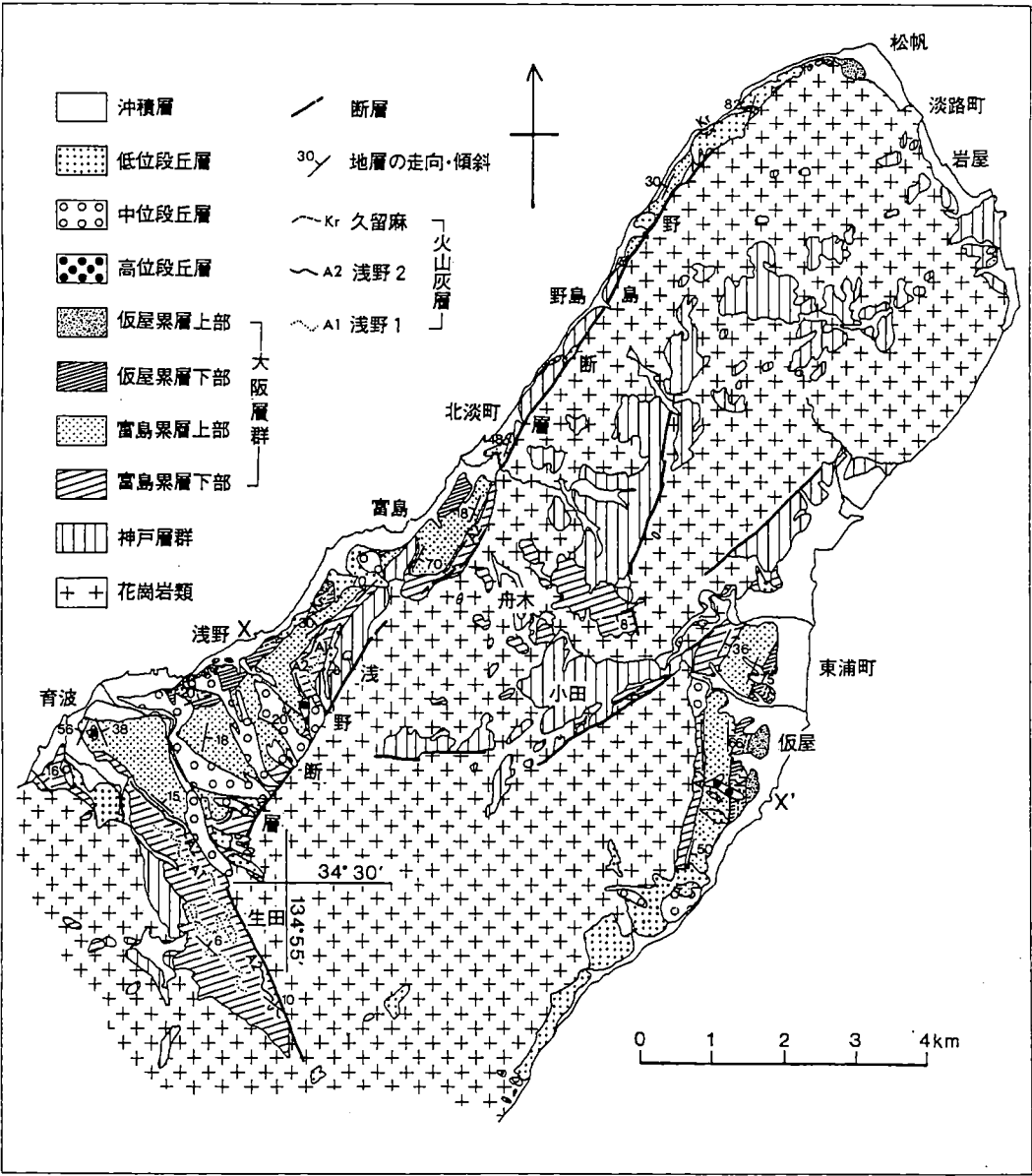
野島断層は、淡路島北西海岸沿いにほぼ N30E 方向に延びる東側隆起の活断層である。兵庫県南部地震時には、ほとんど既存の断層に沿って地表地震断層が出現した（中田ほか, 1995；林ほか, 1995；栗田ほか, 1996 など）。水野ほか(1990)の地質図には地震断層がとおる小倉付近に活断層は引かれていなかったが、地震後の調査では、大阪層群に累積変位が認められ、既存の活断層が再活動したことが確認された。活断層は将来も同じ場所で活動する可能性が高く、その性質をもとに活断層の活動履歴を求めて、その断層から発生する地震の長期的な予測をしようという調査が進められている。

地表地震断層の変位量は、野島断層で、縦ずれが東側隆起 0.5~1m 程度、横ずれが右ずれ 1~2m 程度で、梨本から富島に延びる小倉地震断層は主として東側隆起 0.5m 以下、右ずれ 1.5m 以下で、南へ小さくなり変位が認められなくなる（栗田ほか, 1996 など；第 2 図）。平林では、低位段丘面に累積変位が認められ、2 万年前頃の面で右ずれ量が 20m 縦ずれ量が 10m 程度と測定されている（水野ほか, 1990）。1 回の単位変位量が 2m 程度とすると 10 回累積すれば低位段丘の変位量となり、平均的な間隔は 2,000 年ほどである。トレンチ調査の結果、野島断層の 1 回前の活動時期は約 2,000~1,700 年前と推定された（栗田・鈴木, 1996；第 3 図）。これらのことから、断層活動の単位変位量と、活動間隔あるいは平均変位速度を明らかにすることが長期的な活動予測に有効であることが期待される。神戸層群の地層は断層によって 300m 程度の縦ずれ累積変位があり、また分布から横ずれは 600m 程度と見積もられる。断層が同じ変位速度で活動を続けているとすれば、断層活動は 60 万年前頃から起こったことになる。

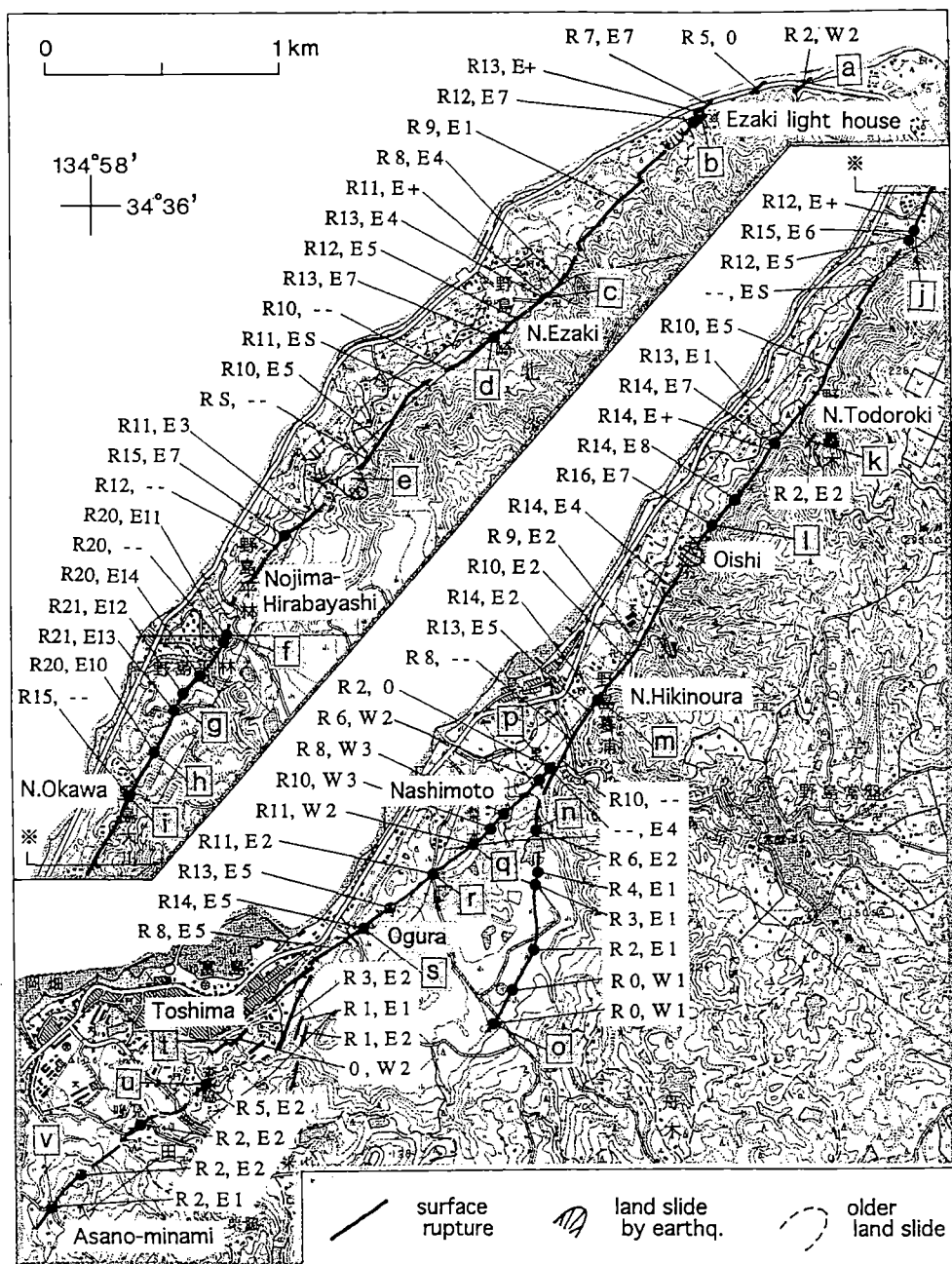
地震時の家屋の倒壊は必ずしも断層近傍に集中しているわけではない。それは地盤が比較的しっかりしているためであり、富島、郡家などの軟弱地盤からなる沖積地で被害が集中していることに注目する必要がある。地震直後からは断層沿いで大量の湧水が生じた。これは断層運動によって、岩盤中の間隙水圧が上昇したためと推定されている（佐藤ほか, 1995）。水量は最近では減少している（佐藤・高橋, 1996）。

断層の周辺では、断層や地下深部の構造を明らかにすることを目的として、反射法探査、電気・磁

気探査，重力探査など様々な物理探査が行われている（第4図）．また平林や富島付近では地震後の地殻の状態や断層の深部構造，物性などを明らかにする目的で，いくつかの深層ボーリングが行われており，地震や応力，地下水観測など現在も観測がつづけられているものがある（第5図）．

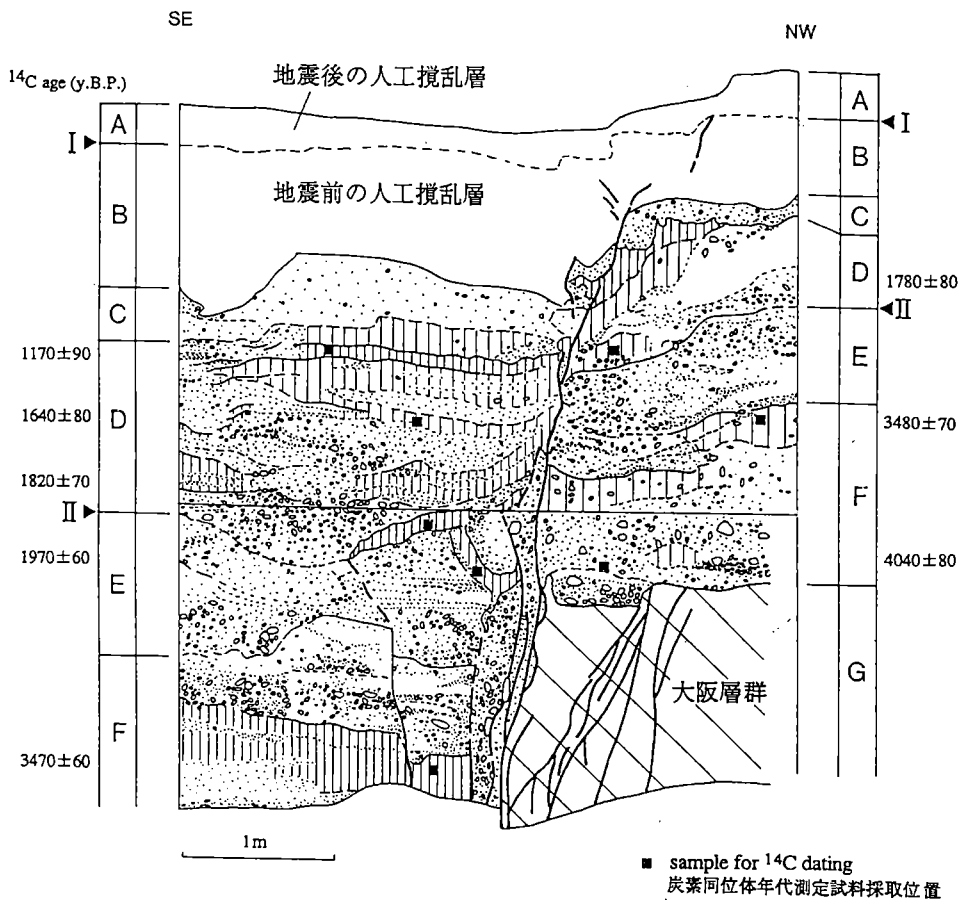


第1図 淡路島北部地域の地質概略図（水野，1993）



第2図 野島地震断層の変位量分布 (栗田ほか, 1996)

単位: 10cm R: 右ずれ E: 東側隆起 W: 西側隆起

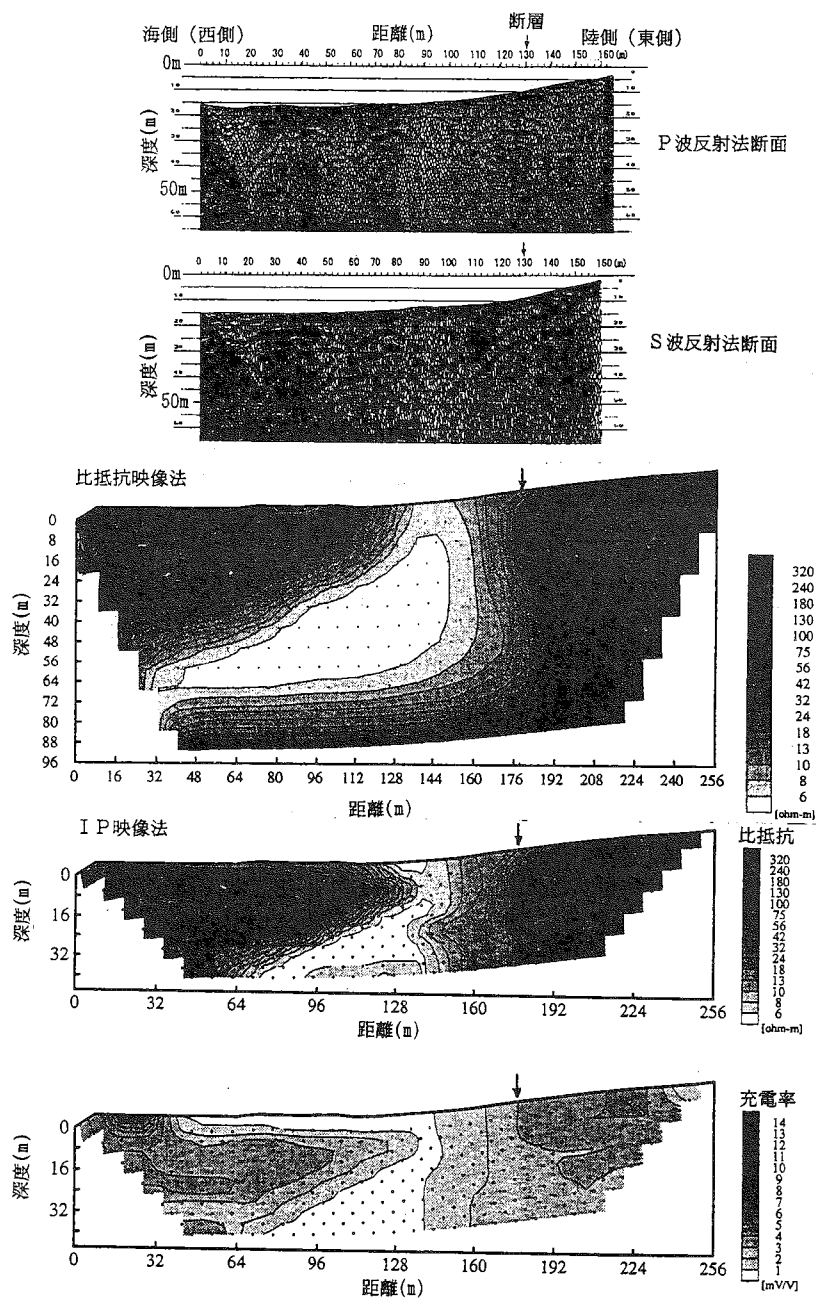


第3図 梨本地域での断層を横切るトレンチのスケッチ (粟田・鈴木, 1996)

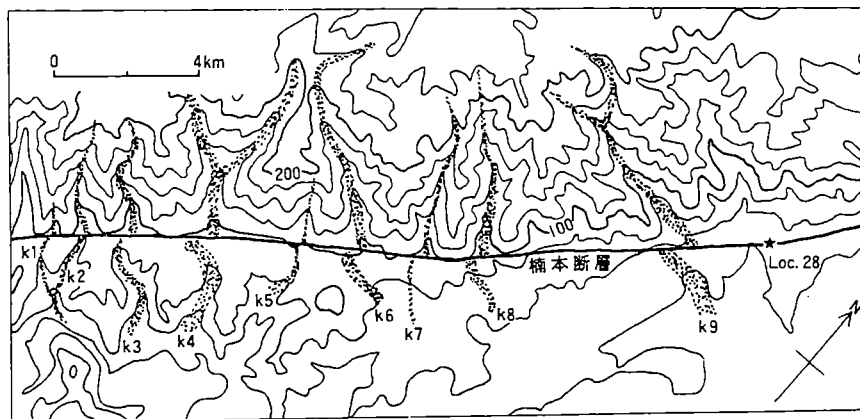
3. ほかの断層の特徴

野島断層のほかに、活断層として西海岸沿いには浅野断層があり、東海岸側には楠本断層、東浦断層がある。中軸部には中持断層、久野々断層が分布するが、両断層は最近では活動的ではないらしく、活断層からはずされている (分布は第8図参照)。

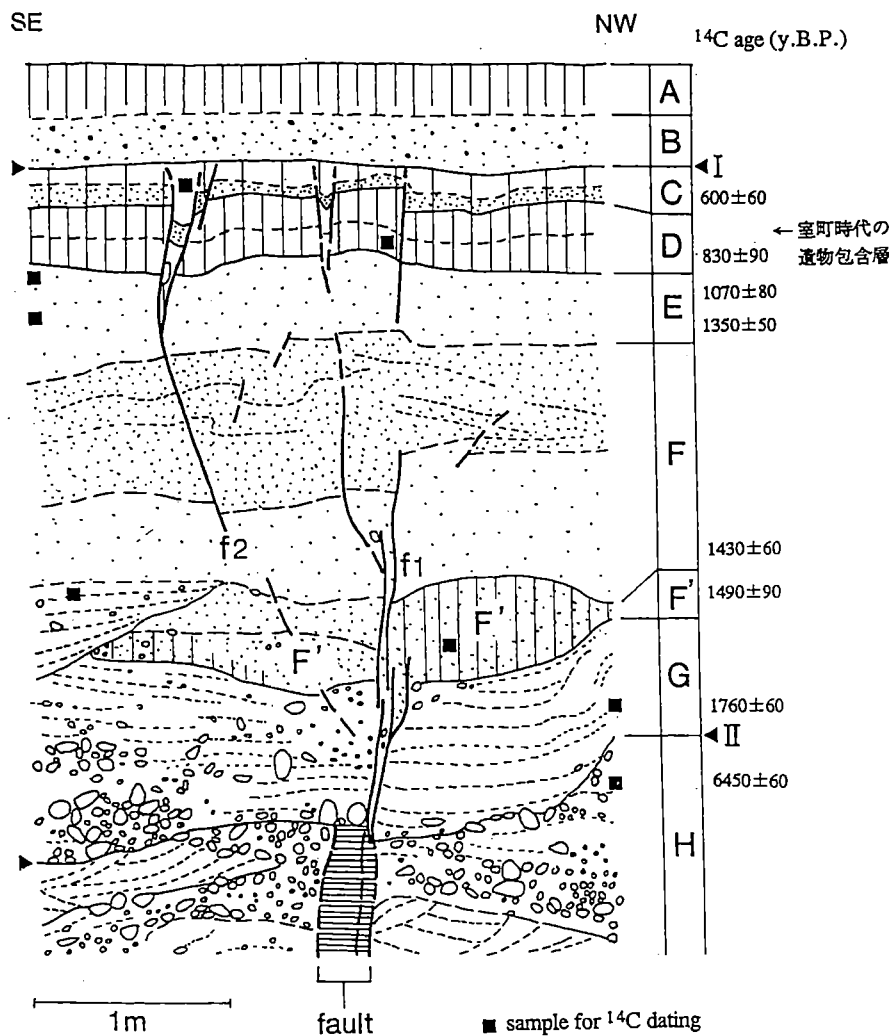
兵庫県南部地震の時に東海岸側の灘川付近にも地震断層が出現した (応用地質特集号, 1996 など)。これは楠本断層の少し東に位置し、東側隆起 10cm 程度、右横ずれ 15cm 程度と計測されている (Lin and Uda, 1995)。楠本断層では、河谷の系統的な右横ずれが顕著である (水野ほか, 1990 ; 第6図)。東浦断層のトレンチ調査からは、同断層が西暦 1596 年の慶長伏見地震時に活動した可能性が高いことが示されている (粟田・角井, 1996 ; 第7図)。



第4図 平林における反射法探査と電気探査記録 (高橋ほか, 1996)



第6図 楠本断層による河谷の系統的な屈曲 (楠本-山田原間; 水野ほか, 1990)

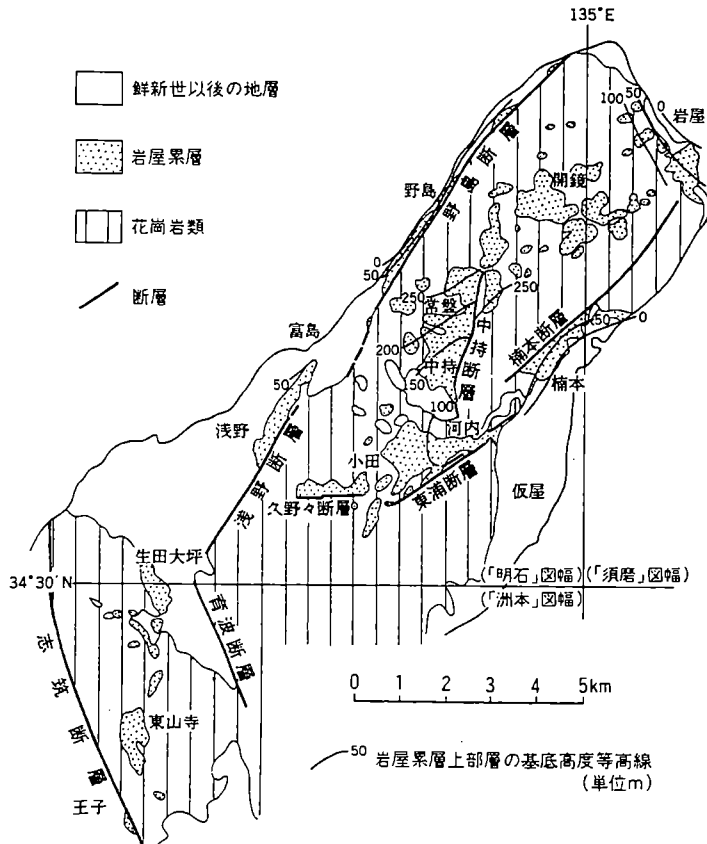


第7図 東浦断層のトレンチ調査による壁面のスケッチ (東浦町浦; 粟田・角井, 1996)

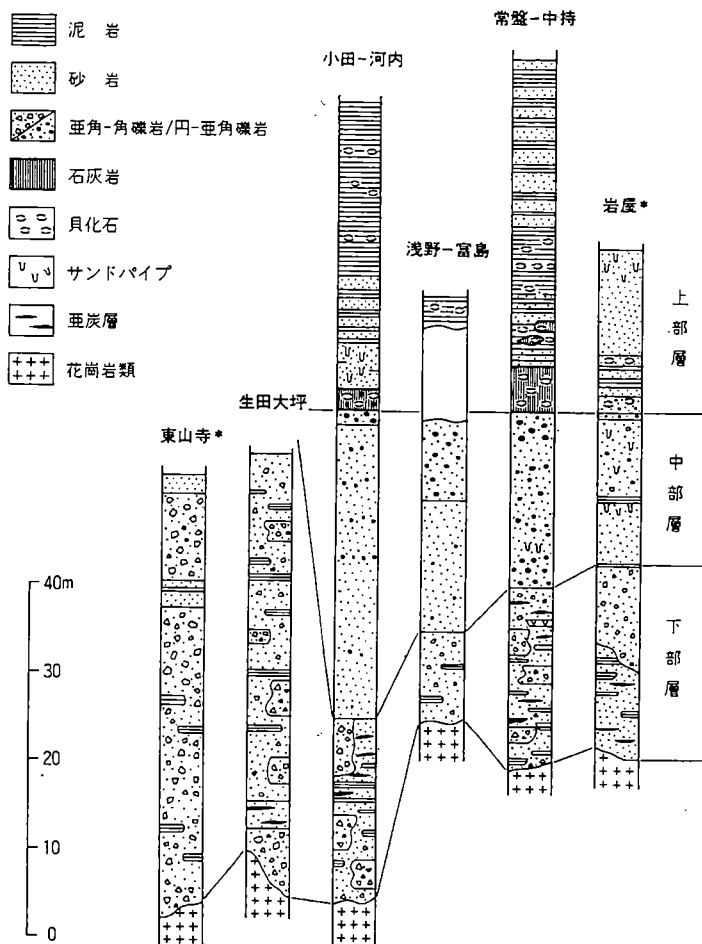
4. 神戸層群岩屋累層

神戸層群は、淡路島北部や神戸市西部及び三田盆地に分布する半固結—固結した堆積岩に対して命名されたものである。淡路島に分布する地層は岩屋累層と呼ばれ、下部は淡水成、上部は海成層からなる。貝化石群集などから、神戸層群は瀬戸内区に属するほかの海成中・下部中新統とほぼ同時期の地層と考えられていた（柴田・糸魚川, 1980 など）。しかし三田地域で、始新世末から漸新世前期を示す放射年代値がだされ（尾崎・松浦, 1988）、淡路島の神戸層群の年代についても再検討する必要があるができていない。

岩屋累層の分布を第8図に、また模式的な柱状図を第9図に示す。岩相から、3部層に区分される。下部層は淘汰の悪い花崗岩質粗粒砂岩、角礫岩、泥岩などからなり、連続性の悪い亜炭層を挟んでいることがよくあり、薄い凝灰岩を挟むこともある。中部層は淘汰のよい砂岩ないし円磨度の高い砂礫岩からなり、一部にはサンドパイプがみられる。上部層はカキ化石の密集した砂岩ないし小礫岩層から始まり、その上位に海成の砂岩層、泥岩層が発達する。カキ化石の密集した部分は石灰岩化していることが多いが、常盤では水による浸食によって小規模な鍾乳洞が形成されている。岩屋累層の全層厚は100m 足らずである。



第8図 淡路島における神戸層群岩屋累層の分布と地質構造（高橋ほか, 1992）

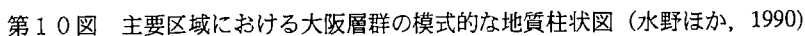


第9図 岩屋累層の模式的な地質柱状図（水野ほか，1990）

5. 大阪層群

大阪層群は大阪湾周辺に分布する鮮新・更新統の総称である。淡路島では、北部、中部、南部の3地域に分かれて分布していて、それぞれの地域で累層、部層区分がされ（水野,1993）、火山灰層などを基準に対比されている。北部地域での地質柱状図を第10図に示す。大阪層群は下位の富島累層と上位の仮屋累層に分けられる。どちらも主として河川成の堆積物であり、礫層、砂層、シルト層から成るが、富島累層の方が全体的には礫層が卓越する。富島累層の上部では広く礫層が発達している。下部では富島から中軸部の舟木付近をとおり、東海岸側の久留麻に至る地域で礫層が発達していて、チャネルがあったとみられる。炭質のシルト-砂層中からは植物化石が産出しており、メタセコイア、セコイア、イヌカラマツ、スイショウなどが確認されている。仮屋累層では、上部が相対的に粗粒になっていて、西海岸側では中礫層が、東海岸側では砂層が主体となる。西海岸側と東海岸側とを比較

大阪層群中には、下位より釜口、浅野1、浅野2、久留麻と呼ばれる火山灰層が挟まれている。釜口、久留麻火山灰層のフィッシュン・トラック年代はそれぞれ $3.6 \pm 0.4\text{Ma}$ 、 $2.5 \pm 0.3\text{Ma}$ と求められている。浅野2火山灰層は中部にごま塩状の粗粒部を挟むのが特徴であり、久留麻火山灰層は上下が白っぽく中部にアズキ色の層を挟むのが特徴である。火山灰層の岩石学的特徴から、浅野1、2、久留麻火山灰層は、大阪平野南部に分布する大阪層群中の土生滝2、朝代、福田火山灰層にそれぞれ対比されている(水野, 1993)。これらの対比から地層の年代は約 3Ma から 1.2Ma 頃と推定されている(水野ほか, 1990; 第11図)。

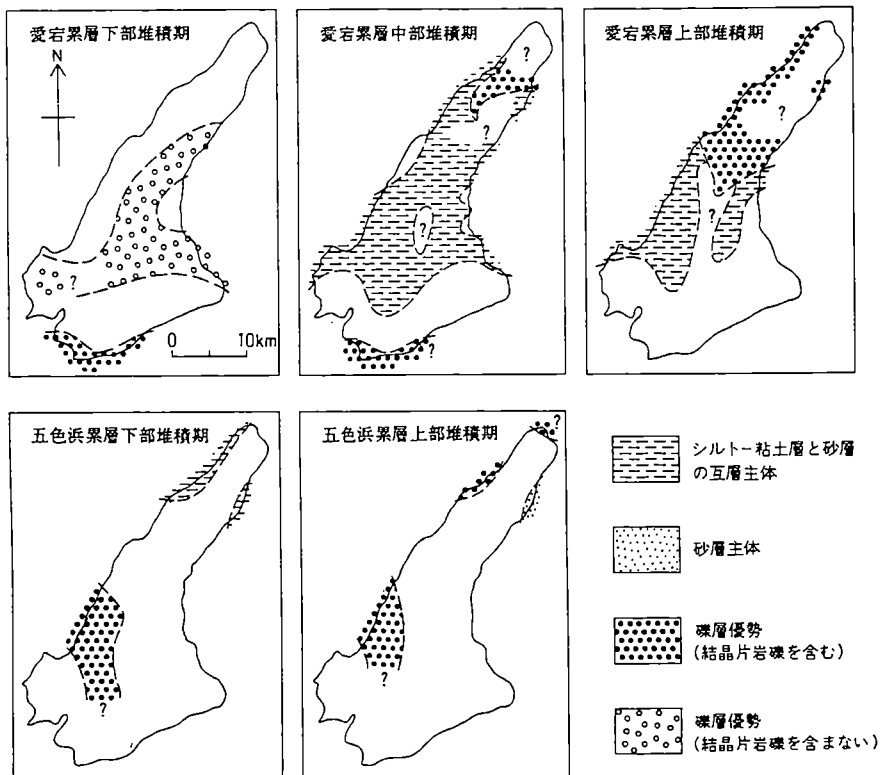


地質時代	年代	区 分	千里丘陵, 泉南・泉北地域(市原ほか, 1986)					淡路島北部(水野ほか, 1990)			淡路島中部(水野, 1992)		
			層序区分	海成粘土層	火山灰層	F・T年代 (Ma)	植 物 群	層序区分	火山灰層	F・T年代 (Ma)	層序区分	火山灰層	F・T年代 (Ma)
更新世中期	100	上 部	茨木累層	Ma 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 -1	和 田 サクラ アズキ ピンク イエロー 千里山	0.34±0.09 (0.77±0.31) (0.92±0.52) 1.06±0.15 1.24±0.17	消滅期 メタセコイア植物群						
更新世前期		下 部	国分累層					飯屋累層		2.5±0.3	五色浜累層		
鮮 新 世	200	最 下 部	泉南累層		福 田 三ッ松 真ノ池	1.59±0.22 1.60±0.25	繁栄期	富島累層	久留麻		愛宕累層	園 出 研城ヶ丘	3.6±0.3
	300				朝 代 土生滝II 土生滝I 水 間 土 丸 岬	2.71±0.49		下部	浅野2 浅野1 釜 口	3.6±0.4	中部 下部	倭 文 佐 古 王 子 明 神	

第 1 1 図 大阪層群の模式地, 淡路島北部, 中部間の対比 (高橋ほか, 1992)

淡路島の大阪層群の礫層中には, 外帯から供給されたと考えられる結晶片岩の礫を多量に含むものがあり, 古地理について市原(1966), 岡・寒川(1981)などによって考察された。しかし細かくみると, 結晶片岩を含む礫層の層準は3つある。1つは淡路島南端の中央構造線沿いに分布する油谷累層であり, この地層からはフウなど大阪層群でもっとも下位の地層から産出する植物化石を産出し, 淡路島南部に東西方向に延びる論鶴羽山を挟んで北側に分布する愛宕累層と呼ばれる地層の最下部に対比されている。愛宕累層下部には結晶片岩の礫はみられないことから, この山地は古くから存在していて, 油谷累層は南の外帯の山地から供給され, 南側のみに堆積したと考えられる。2つめは, 富島累層中の礫層で, 淡路島中部の同層準にあたる愛宕累層中・上部では, 南部へいくほど礫層が薄くなり, せん滅する。この礫層中には近畿内帯から中国地方に特徴的な酸性火砕岩の礫が多いことから, 外帯に源を発し山陽地方から淡路島北部をとって東にぬける河川があったのではないかと予想する。第3の礫層は飯屋累層上部の層準で, 西海岸側にしか分布しない。同じ特徴の礫層が淡路島中部地域で五色浜累層と呼ばれている。この礫層は同層準では南部ほど粒径が大きく, 淡路島西海岸に沿って北に流れていたと考えられる。この礫層は, 徳島平野を流れる吉野川沿いに分布する同時代の礫層と岩

相が類似していて、一続きのものであった可能性がある（高橋ほか,1992；第12図）。これらの古地理の復元は断層活動場の変遷などとも関係して今後の重要なテーマである。



第12図 淡路島における大阪層群の各層準ごとの岩相分布（高橋ほか，1992）

引用・参考文献

- 栗田泰夫・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（1996）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，vol.49, p.113-124.
- 栗田泰夫・角井朝昭（1996）淡路島北部，楠本・東浦・野田尾断層の活動履歴及び活動性調査．地質調査所研究資料集，no.259, p.7-13.
- 栗田泰夫・鈴木康弘（1996）1995年兵庫県南部地震を生起した野島断層系の活動履歴及び活動性調査．地質調査所研究資料集，no.259, p.1-5.
- 市原 実（1966）大阪層群と六甲変動．地球科学，no.85-86, p.12-18.
- 伊藤久男・くわ原保人・宮崎光旗・西沢 修・木口 努・藤本光一郎・大谷具幸・田中秀実・樋口孝幸・Susan Agar・Alain Brie・山本裕祥（1996）断層を貫く坑井調査による野島断層の深部構造．

物理探査, vol.49, p.522-535.

林 愛明・井宮 裕・宇田進一・飯沼 清・三沢隆治・吉田智治・あべ松保貴・和田卓也・川合功一
(1995) 兵庫県南部地震により淡路島に生じた野島地震断層の調査. 地学雑誌, vol.104, p.113-126.

Lin, Aiming and Uda, Shinichi (1995) Morphological characteristics and fault segmentation of the Nojima
Earthquake Fault. The Proceedings of Symposium on the Great Hanshin-Awaji Earthquake and its Geo-
environments, p.15-20.

水野清秀 (1993) 淡路島. 市原 実編「大阪層群」, 創元社, p.127-141.

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 (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・朝田克彦・千田 昇 (1995) 1995 年兵庫県南部地震の
地震断層. 地学雑誌, vol.104, p.127-142.

岡 義記・寒川 旭 (1981) 東部瀬戸内堆積区の形成と淡路島の隆起. 地学雑誌, vol.90, p.393-409.
尾崎正紀・松浦浩久 (1988) 三田地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査
所, 93p.

佐藤 努・高橋 誠 (1996) 1995 年兵庫県南部地震後に生じた淡路島の湧水 (その 2) 湧水量の変化.
地質ニュース, no.506, p.24-28.

佐藤 努・高橋 誠・松本則夫・佃 栄吉 (1995) 1995 年兵庫県南部地震後に生じた淡路島の湧水.
地質ニュース, no.496, p.61-66.

柴田 博・糸魚川淳二 (1980) 瀬戸内区の中新世古地理. 瑞浪市化石博物館研究報告, no.7, p.1-49.

高橋 亨・野崎京三・島 裕雅・山根 誠・五十嵐 亨 (1996) 野島断層における各種物理探査法の
適用実験. 物理探査, vol.49, p.498-510.

高橋 浩・寒川 旭・水野清秀・服部 仁 (1992) 洲本地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1
地質図幅), 地質調査所, 107p.

特集号など

物理探査 vol.49, no.6, 活断層周辺の地下構造とそれを用いた地震動シミュレーション. 1996

月刊地球号外 no.13, 兵庫県南部地震-近代都市直下に起こった大地震の報告-. 1995

月刊地球号外 no.21, 断層解剖計画. 1998

応用地質 vol.37, no.4, 兵庫県南部地震-応用地質学からの視点-. 1996

兵庫県南部地震によって淡路島富島付近で生じた断層付近の微地形

石井孝行（大阪教育大学）

1 はしがき

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震により、淡路島北部の北淡町では、北の江崎灯台付近から南の富島にかけて断続的であったが断層が出現した。断層の変位については地震直後から調査・測量がなされ、多くの報告が行われた。ここでは、断層変位に伴う微地形を詳細に記録することを目的として、調査がなされた。その理由は、微地形の特徴から、地震に伴って断層が生じるまでの地表の変位の状況が把握できる可能性があると考えたからである。調査地点は、図1に示すように、小倉地区で1地点、梨本地区で3地点である。

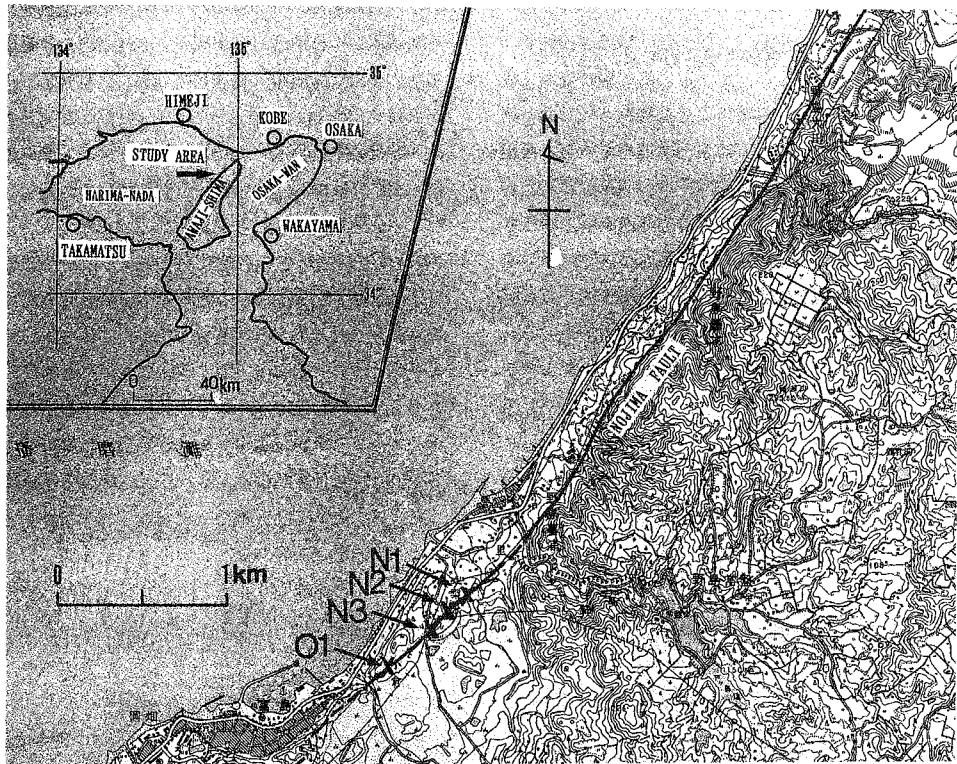


図1 調査地点の位置（国土地理院発行2万分の1地形図「仮屋」図幅使用）

2 調査内容

調査の内容は、微地形を表現するための詳細な地形図の作成のための測量と地上立体写真の撮影である。ここで用いた測量などは基本的には一人で測量・撮影できる簡易なものである。

(1) 測量方法

測量用測線の基点の位置、水平変位を示す地形の輪郭、側溝・開口割れ目の輪郭ならびに主要な地点の位置と高さは光波測距儀で測量した。ところで、一人で行う光波測距儀を用いた測量で微地形を表現するためには、測量面積にもよるが、相当な時間が必要となる。したがって、光波測距儀で求めた測点を補完する測量として自作の簡易斜面測量器を用いて、50～200 cm 間隔で設定した測線に沿う測量を行った。

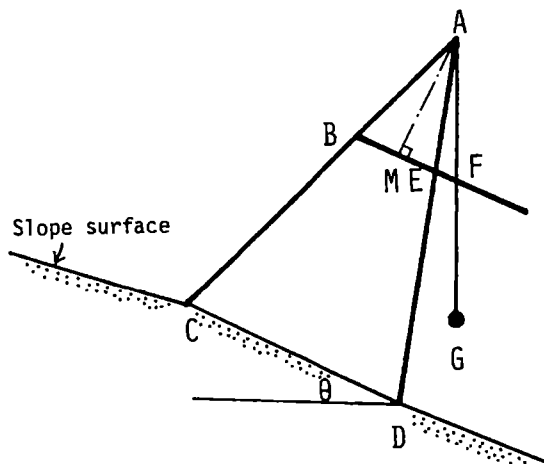


図2 簡易斜面測量器の概念図

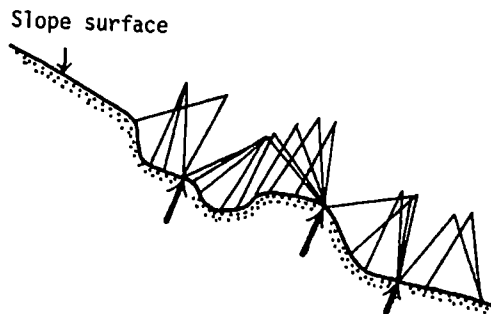


図3 簡易斜面測量器の脚の開き方

簡易斜面測量器具の概況はつぎのようである。すなわち、簡易斜面測量器の構造は、図 2 で示されるように、開脚自在で長さの等しい二脚 AC と AD、バー BF、錘 AG からなり、三角形 ACD と ABE は相似となっている。実際の測量では BE、BF の長さと AC/AB を読みとれば CD 間の水平距離 X と垂直距離 Y は次式を用いて得ることができる。

$$X = BE \times AC/AB \times \cos a$$

$$Y = BE \times AC/AB \times \sin a$$

ここで

$$a = 90 - \tan^{-1} (\sqrt{(4(AB)^2 - (BE)^2) / (2BF - BE)}).$$

実際の測量では図 3 のような脚の開き方をし、各測点の BE と BF の値および測点の状況をテープレコーダに録音し、ベーシックで組んだプログラムでパソコン処理を行った。

(2) 地上立体写真

地上立体写真は、赤外線リモート操作でシャッターがきれる軽量のコンパクトカメラ 2 台を水平になるようにアルミアングルに取り付け、そのアングルを釣りで使用するタモ用の竿先に吊し、地上 4 ～ 5 m の高さから同時にシャッターをきり 2 枚の立体視可能な写真を撮った。

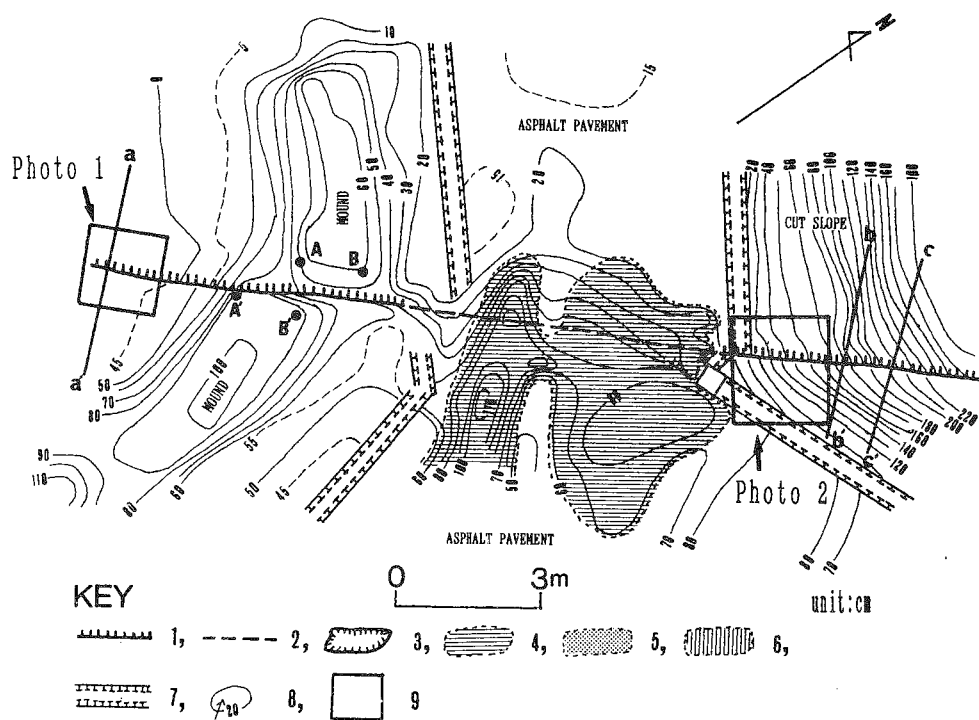
3 調査地点の外観

調査地点の小倉地区 O 地点は、大阪層群のシルト層を切って造成された平坦地と低い土塁ないし法面とアスファルトの道路からなる。この付近は縦ずれ変位と右横ずれ変位が地形的に明瞭に現れた地点である。一方、北側の梨本地区の 3 地点は、断層が田圃を横切った地点である。ここでは、後述するように、地震直後にはいくつかのタイプの変位地形が出現した。

4 各調査地点の性質

(1) 小倉地区

この地点は、図 4 および写真 1, 2 で示されるように、地震に伴って生じた水平変位・垂直変位ならびに bulge などが明瞭に現れた地点である。例えば、垂直変位については図 4 の左右両端ならびに写真 1 に、水平変位については図 3 の A と A'、B と B' ならびに写真 2 に、bulge については図 3 の中央部ならびに写真 2 に表現されている。ここでみられる bulge は比高が 60 cm 以上に達し、調査各地点で最も大きい値を示している。さらに、写真 1 では南東側から断層崖頂上付近に向かって若干盛り上がっていることが判読される。これは pressure ridge と考えることが可能であろう。



1. 断層崖 2. 推定断層線 3. 開口割れ目 4. 膨隆丘 5. 浅い凹地 6. 圧縮尾根 7. 側溝 8. 凹地 9. 立体写真撮影位置

図4 小倉地点の詳細地形図

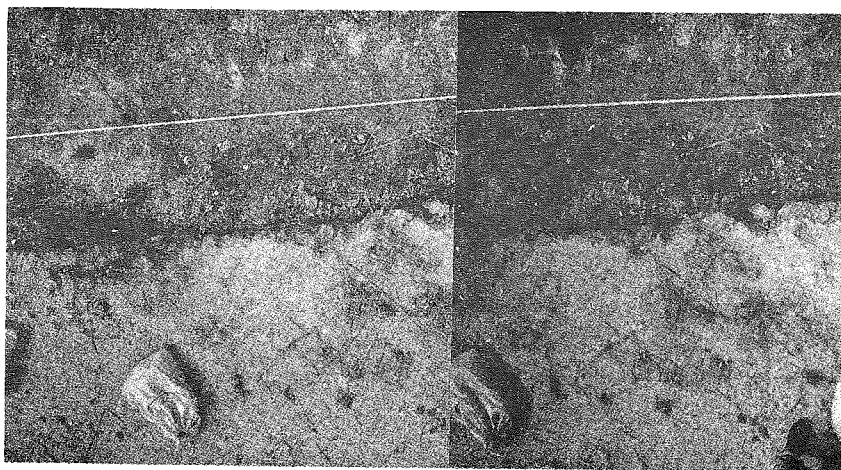


写真1 Photo 1 地点の立体写真

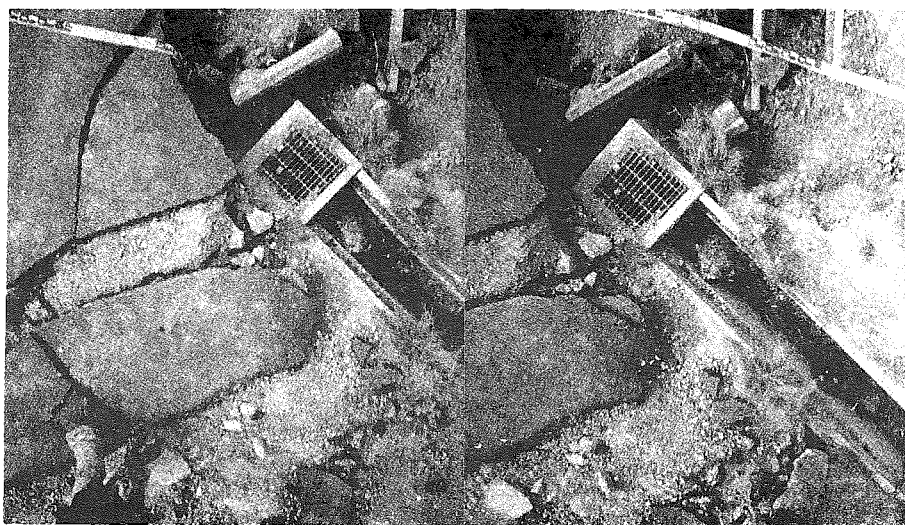


写真2 Photo 2 地点の立体写真

(2) 梨本地区

梨本地区の3地点はそれぞれ固有の破断のされ方を示している。梨本N1地点では南・北の畦での右横ずれと東落ち垂直変位を示す(図5、写真3)が、田の中央部では bulge が発達している。図5を詳細にみると、この bulge は小崖を境として南東側のブロックにおいて顕著であり、bulge の北東側には浅い凹地部分が存在する。

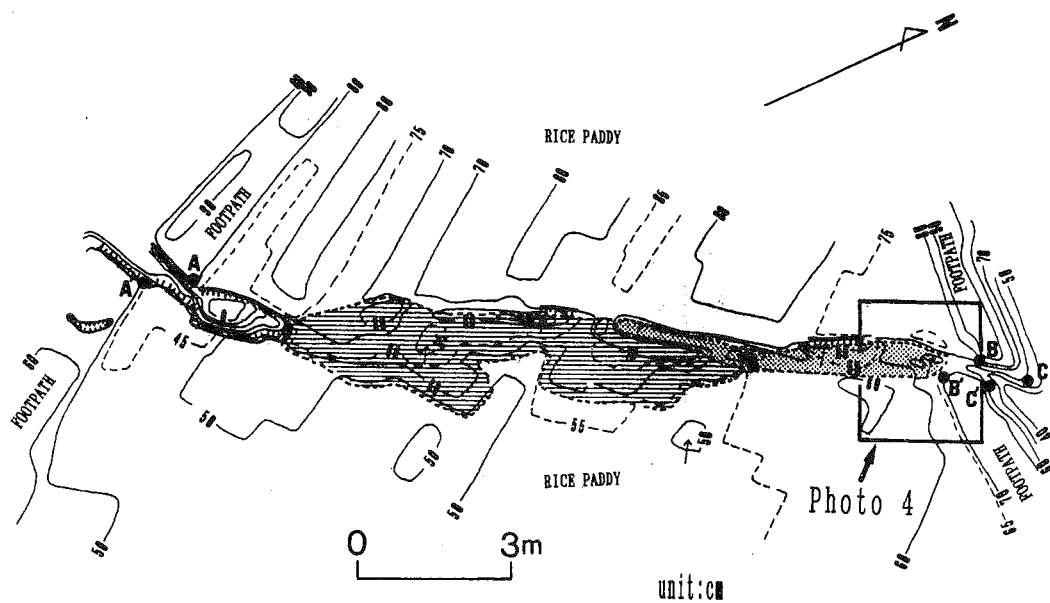


図5 梨本N1地点の詳細地形図



写真3 Photo 4 地点の立体写真

梨本N2では、図6および写真4で示されるように、開口割れ目が雁行状に配列し、西側のブロックと東側のブロックの境界付近で発達している。ここにおいては東ないし南東側ブロックに *bulge* と浅い凹地がそれぞれ南西側と北東側に発達している。さらに、開口割れ目の縁辺部には分離した *pressure ridge* が発達し、開口割れ目の壁面ではオーバーハングはみられない。

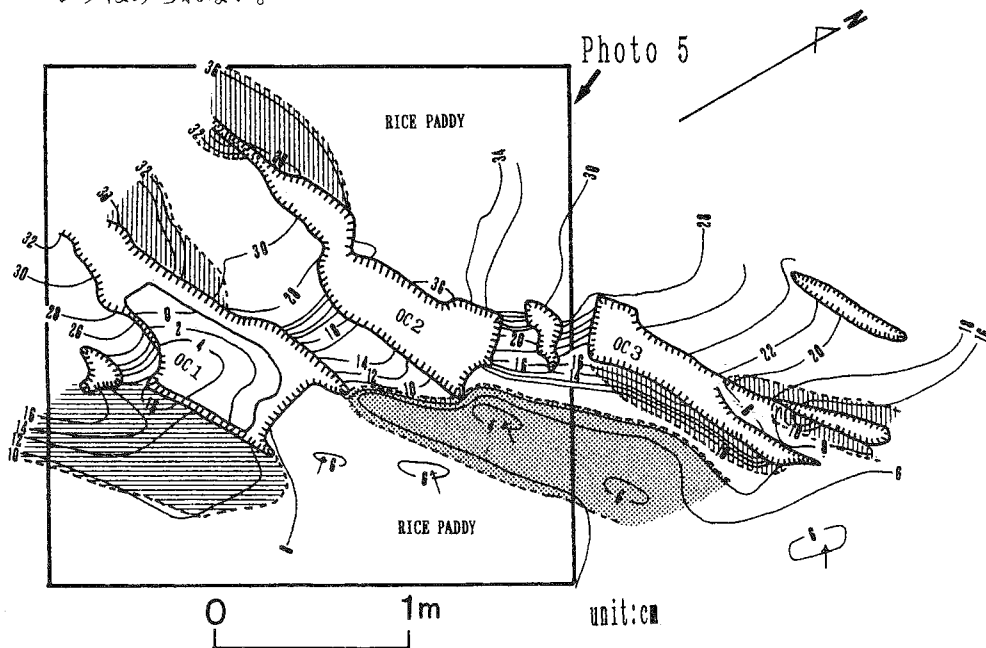


図6 梨本N2 地点の詳細地形図



写真4 Photo 5 地点の立体写真

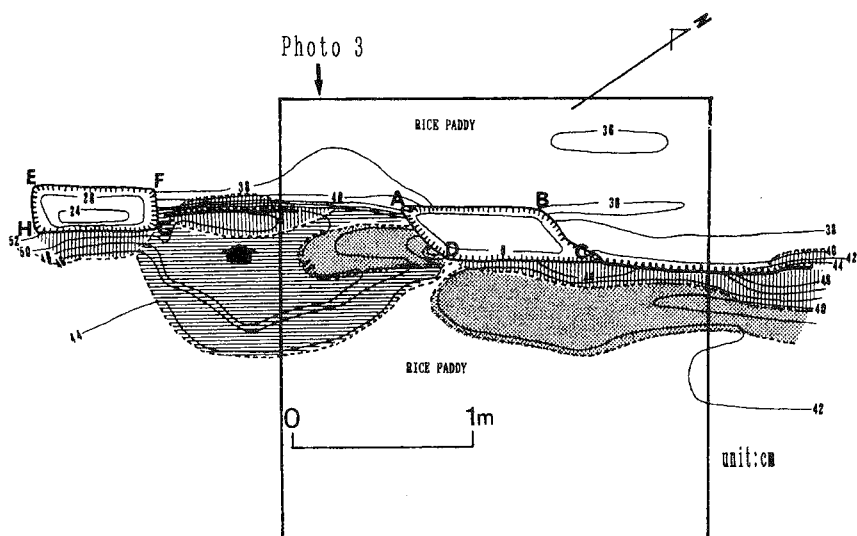


図7 梨本N3 地点の 詳細地形図

梨本N3では、図7ならびに写真5で示されるように、pull apart による小規模な開口割れ目が発達しているとともに、図の左側には比高4 cm程度の bulge が、右側には比高2 cm程度の浅い凹地が発達している。これらは共に小崖の南東側ブロックで発達している。さらに、小崖の頂部と基部には比高2 cm程度の pressure ridge がそれぞれ発達し、N2地点と同様、開口割れ目の壁面にはオーバーハングはみられない。したがって、これらが形成されたあと破断された様相を呈している。この様相は写真4でも表現されている。

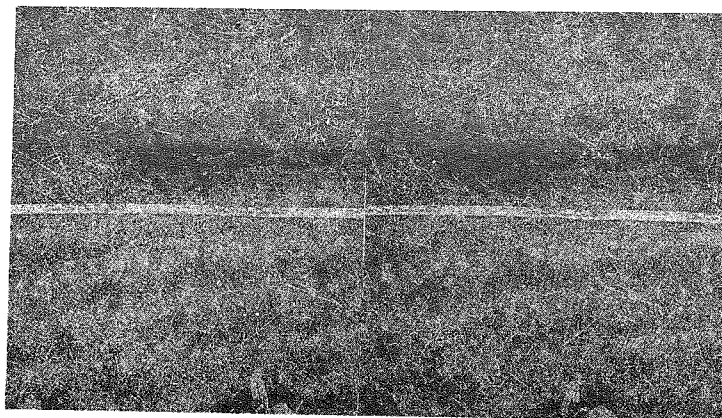


写真5 Photo 3 地点の立体写真

4 あとがき

各微地形のうち、断層変位を伴わない破断面に法線方向の圧縮力が作用して形成される pressure ridge とみられる微地形は小倉地区ならびに梨本地区の3箇所で現れ、いずれも小崖ないし開口割れ目によって境されている。このことは、pressure ridge が形成された後に断層が発生したことになると推定される。さらに、bulge および浅い凹地は断層の

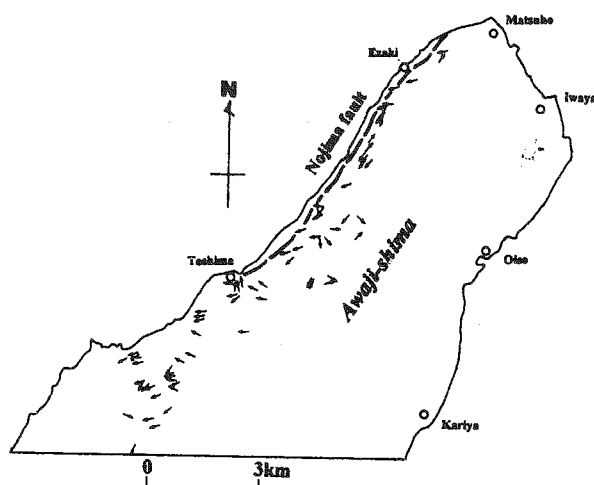


図8 淡路島北部における1995年地震による崩壊地の方位分布

南東側ブロック顕著であることから、地形に現れた右ずれ変位は南東側ブロックの南西方向の変位が主な原因であろう。このことは地震による斜面崩壊の方位とも調和的である（図8）。

参考文献

- Ishii, T. (1981) Microforms and slope processes of the Ashio mountains in central Japan. Trans. Japanese Geomorphological Union, 2, 279-290.
- 石井孝行・平野昌繁・藤田 崇(1996) 兵庫県南部地震によって淡路島北淡町に現れた断層変位に伴う微地形. 地理学評論、69、184－196.
- 平野昌繁・石井孝行(1997) 1995年兵庫県南部地震による六甲山地の斜面崩壊の特性と経時的变化. 砂防学会誌、50、23-32.