

大項目	3	持続可能な地域社会づくりと私たち			
中項目	3-1	日本および世界の災害と防災を考えるための自然地理/地球科学			
小項目	3-1-5	活断層と地震			
細項目 (発問)	3-1-5-1 阪神・淡 路大震災	1995年阪神・淡路大震災を事例に大都市における直下型地震の被害の概要とその原因である活断層の特徴について学ぶ。			
作成者名	熊原康博	作成日	2024年9月7日	Ver.	1.0
キーワード 5~10個程度	阪神・淡路大震災, 活断層, 兵庫県南部地震, 活断層図, 変位地形, 地理院地図, 地塁山地, 地震災害				

発問の意図と説明

(1) 1995年阪神・淡路大震災をもたらした阪神・淡路大震災の人的被害の特徴を何だろうか？

1995(平成7)年1月17日5時46分、淡路島北部の北緯34度36分、東経135度02分、深さ16kmを震源とするマグニチュード7.3の地震(兵庫県南部地震)が発生しました¹⁾。震度7は神戸市須磨区から西宮市までのほぼ帯状の地域、淡路島北部地域であり、その他広い範囲で強い揺れを観測しています²⁾。本土側の「震度7」の範囲は長さ約20km、幅約1kmで、いわゆる「震災の帯」と呼ばれ、不整形地盤(地形や基盤の深さ、地盤の硬さなどが急激に変化すること)における焦点効果と軟らかい表層地盤による増幅の相乗効果によるものとされます³⁾。

死者6,434名、行方不明者3名、重傷者1万人以上、軽傷者3.3万人以上に及びました¹⁾。**図1**以下に、死者の属性及び死因について紹介します^{4) 5)}。1995年1月~6月の間に震災による死亡が直接の死因となった5,488件が分析の対象です。死亡者の性・年齢階級別をみると、高齢者、特に女性の高齢者に死亡が多いことが特徴です。また、男女とも20~24歳に比較的死亡者が多く、被災地に大学が集中していたことによるものとみられます。死因では各年齢階級とも窒息・圧死が4,224人(77.0%)と圧倒的に多いことがわかります。死亡の日時では、地震当日である1月17日午前中に4,461人(81.3%)、午後も含めると5,175人(94.3%)と、ほとんどの犠牲者が地震当日に死亡しています。また、死亡総数5,488人のうち4,330人(78.9%)と大部分の方が自宅で死亡しています。地震発生が未明であり大部分の住民が自宅にいたこと、火災が比較的小規模であったこと等の理由により、地震直後の家屋の倒壊による窒息・圧死が死亡の大部分を占めることになったと考えられるのです。家屋の倒壊が、特に高齢者と女性の命を奪ったことがわかります。

(2) 阪神・淡路大震災の物的被害の特徴を何だろうか？

住家については、全壊が約10.5万棟、半壊が約14.4万棟にのぼります¹⁾。(教材素材3-2-2-1参照)被害は1981年以前建築の建物に大きく、建築基準法・同施行令が改正された1981年を境として建物の耐震性に大きな差のあることや、都市内部では、狭小な敷地の借家等が、建て替えが進まないまま被害を受けたことが指摘されています⁶⁾。

交通関係については、液状化に伴う港湾関係で埠頭の沈下等、鉄道関係で山陽新幹線の高架橋等の倒壊・落橋による不通を含むJR西日本等合計13社において不通、道路関係で地震発生直後、高速自動車国道、阪神高速道路等の27路線36区間について通行止めになるなどの被害が発生しています。

ライフライン関係では、水道で約123万戸の断水、下水道で8処理場の処理能力に影響が生じ、工業用水道で最大時289社の受水企業の断水、地震直後の約260万戸の停電、都市ガスは大阪ガス(株)管内で約86万戸の供給停止、加入電話は、交換設備の障害により約29万、家屋の倒壊、ケーブルの焼失等によって約19万件の障害が発生するなどの被害が生じています。

土木施設関係では、国の管理河川で4河川の堤防や護岸等に32箇所被害、地方自治体の管理河川で堤防の沈下、亀裂等の被害、西宮市の仁川百合野町において地すべり**(動画は注7)**を参照)により34名の死者が生じるなどの被害が発生しています。農林水産業関係の被害については、農地、ため池等の農業用施設など各施設において甚大な被害が発生し、その被害総額は約900億円でした。

瀬戸内海沿岸の地域を中心に大規模な液状化が発生しています⁸⁾。この影響により平坦地においては地盤の沈下、沿岸地域では地盤水平移動が生じ、これに伴う港湾の被害、ライフライン等の埋設物被害、橋脚の損壊等が発生しました。特に、神戸市のポートアイランドや六甲アイランドなどの埋め立て地及び臨海地区においては、液状化による噴砂現象がいたるところで発生し泥砂で覆われています。

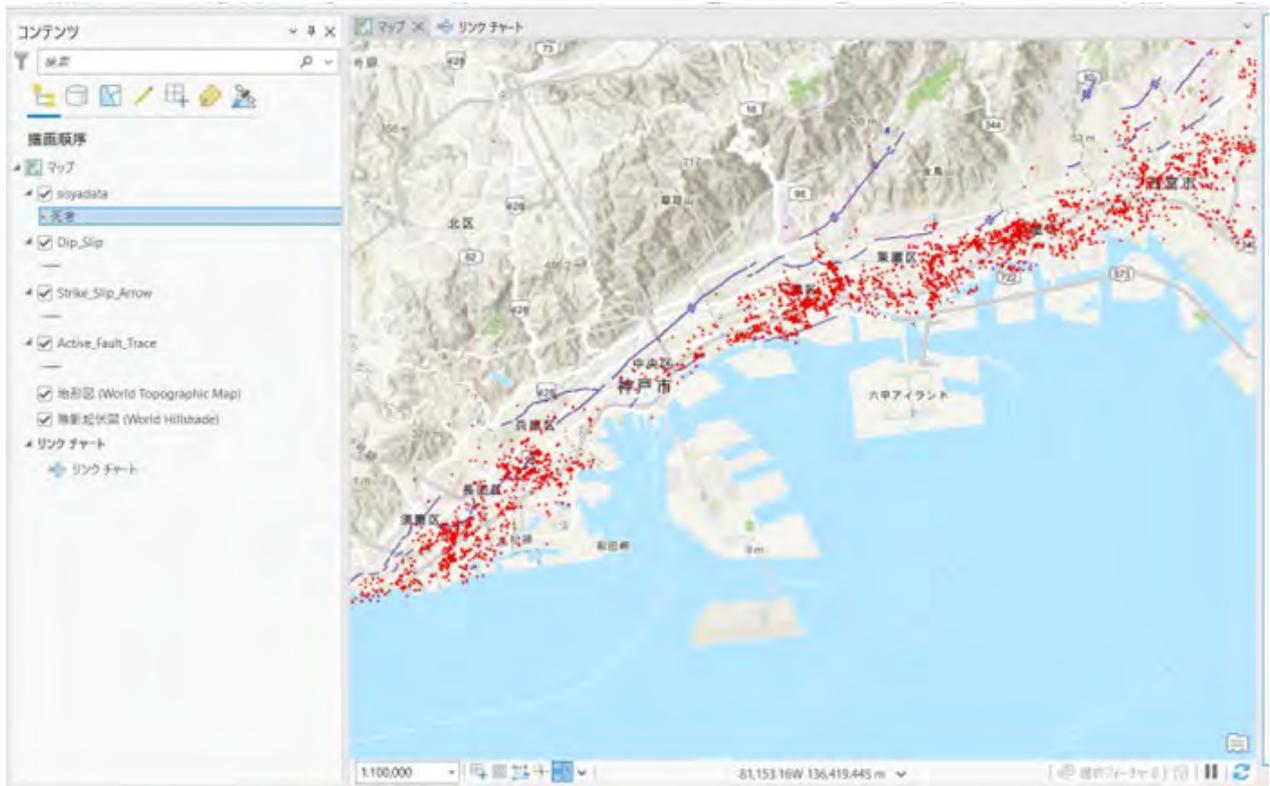


図1 阪神淡路大震災における死者の分布 (奈良大学防災調査団資料より引用)

文章のページ

地震直後の様子を捉えた動画として、朝日新聞「広報マンが撮りつけた震災映像 炎の中で叫んだ思いは」⁹⁾、NHK for school 阪神・淡路大震災¹⁰⁾、NHK アーカイブス ニュース「阪神・淡路大震災」¹¹⁾が挙げられます(センシティブな地震直後の場面も含みます)。神戸新聞社「あの日と今 1995—2023 阪神・淡路大震災28年」¹²⁾は、地震直後と28年後で同じ画角の写真を比較するもので、地震直後の被災した様子とその後の復興した姿を知ることができます。

(3) 兵庫県南部地震に伴う地震断層はどこに出現したのだろうか？

兵庫県南部地震の本震は、淡路島北部の深さ約16kmの地点で発生しました(図1)。本震後の余震域は、淡路島北部から明石海峡を過ぎ兵庫県宝塚市まで北東-南西走向に長さ約45kmの広がりをもっています。余震域の淡路島側の直上には活断層の野島断層が知られており、野島断層に沿って地表地震断層が長さ約10kmにわたり生じました(地震直後の地表地震断層の動画は注14)。また淡路島の北東部にも一部地表地震断層が認められています。地表地震断層の分布は、地理院地図の活断層図(図2)¹⁵⁾で確認できます。

当時建設中だった、本土と淡路島をつなぐ明石大橋も1~2mずれています¹⁶⁾。本土側では、余震域は六甲山地と低地の境界にある活断層群(須磨断層、諏訪山断層、甲陽断層など)上付近に分布するものの、地表地震断層は認められていません。

なぜ、本土側に地震断層が出現しなかったのかについては、野島断層が最初に大きな破壊を起こし、続いて六甲山地南部において、既存の活断層が地震断層として地表に出現しないような、より小さな規模の破壊を起こしたと、地震波の解析¹⁷⁾から解釈されています。

(4) 野島断層はどうして活断層と言えるのか？

野島断層は、1980年発行の「日本の活断層-分布図と資料-」でもすでに活断層として示されていました。活断層の定義はいろいろありますが、国土地理院の活断層図では、以下のように定義されています。「最近数十万年間に、概ね千年から数万年の周期で繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層。明瞭な地形的証拠から位置が特定できるもの」とされています。

野島断層の断層線付近を、標準地図に傾斜量図を合成した地理院地図(図3)で見ると、野島断層を境に地形が大きく違うことに気付きます。傾斜量図は地形の傾斜が急なところが濃くなり、緩やかなところは薄く表現するもので、地形の様子を知ることができます。海岸線から断層西側までは色が薄く傾斜が比較的緩いのに対して、断層から東側は急な傾斜を示す色が濃くなっています。また、急な斜面の東側は標高約200mのほぼ平坦な丘陵を示す薄い色となり、所々には水田も広がっています。地形断面をみると、断層を境とした地形の違いを捉えることができます。過去には、野島断層は活動しておらず低地が広がっていましたが、その後、断層の隆起運動によって平野が分断され、山地内に低地の平坦面が残ったのです。さらに、この山地の東縁にも断層があり、同様に断層の活動によって断層西側が隆起しています。つまり淡路島北部の山地は、両側の断層運動によって持ち上がった地塁山地といえます。

野島断層の動きをもう少し詳細に見ていきます。図4は、淡路市野島平林地区の段丘分類図に断層線をいれた図(水野ほか、1990)¹⁸⁾です。

この図では河川に沿って形成された河岸段丘が3段区分されています。河岸段丘は、過去の河床の平坦面であり、高い段丘ほど古い原則があります。この地域で最も高い段丘は低位段丘面(I面)、次に低位段丘下位面(II面)、最も低い最低位段丘面(III面)となっています。最も高い段丘を“低位段丘”と呼んでいるのは、一般的に、最終氷期前後(2~3万年前)以降に形成された段丘面を一般的に“低位段丘”、最終間氷期(12~13万年前)から5~6万年前の形成された段丘面を“中位段丘”、最終間氷期より前の段丘面を“高位段丘”と呼ぶためです。さて、この図をみると奇妙なことに気付きます。それは、野島断層を境にI面、II面の端が右横ずれしていることです。右横ずれとは、断層線より向こう側が右にずれることを指します。

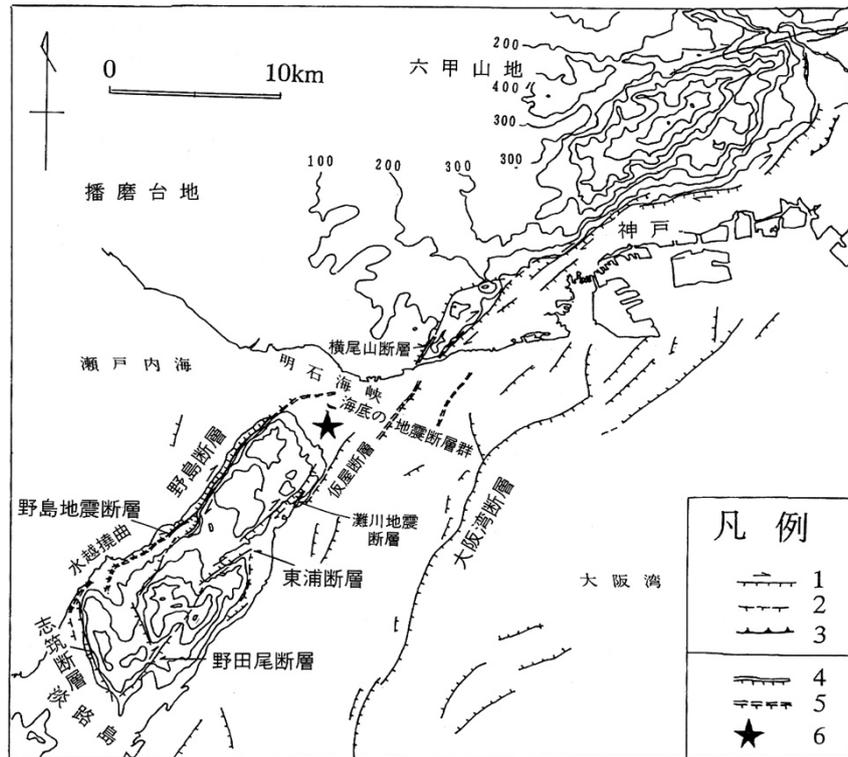


図1 六甲山地—淡路島北部と周辺海底の活断層と地震断層の分布¹³⁾。等高線は100m間隔で山地の概形を示す。【凡例1】:第四紀後期以降に活動した活断層(ケバは低下側, 2:推定及び伏在活断層, 3:逆断層(▲は隆起側), 4:確実な地震断層, 5:不確実な地震断層, 6:兵庫県南部地震(本震)の震央
 中田 高・岡田篤正(1999):野島断層【写真と解説】兵庫県南部地震の地震断層, 東京大学出版会より引用

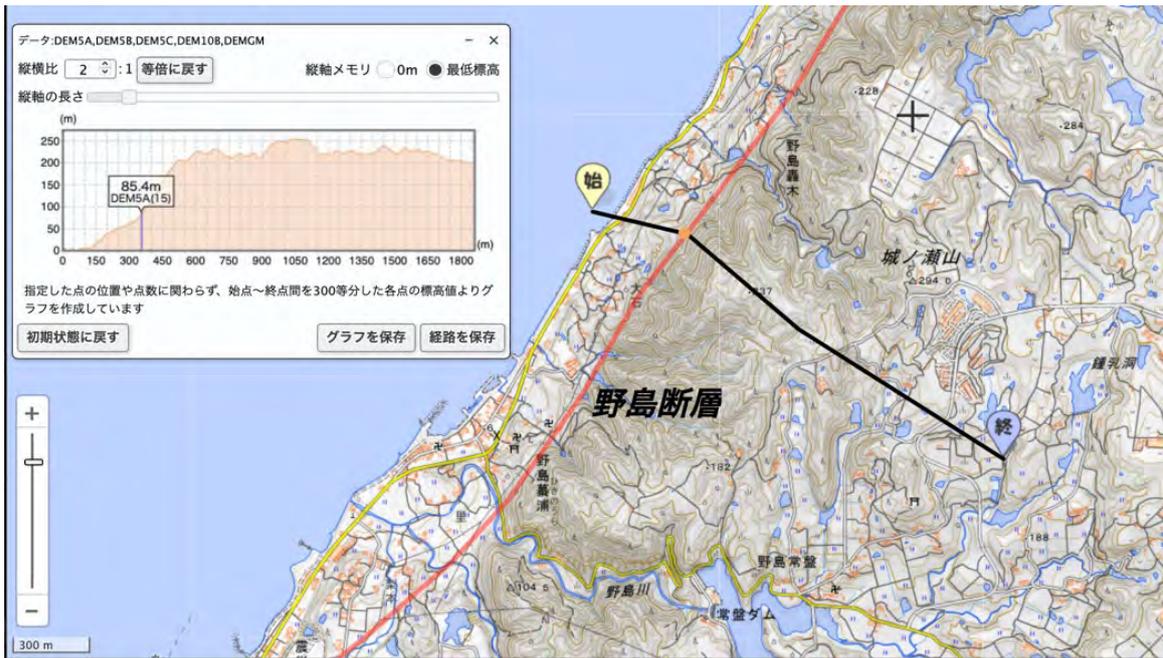


図3 地理院地図で表示させた野島断層付近の傾斜量図と断面図。(地理院地図より筆者作成)



図4 淡路市野島平林地区における段丘分類図と野島断層の断層線(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),地質調査所を改変)。図中の数字は、I面とII面と段丘崖の境の横ずれの変位量。

また、段丘面と段丘崖の境はもともとスムーズであったはずですが、どちらの面も断層変位をうけて、その境が右横ずれしているのです。また、右横ずれの変位量は、I面で約20m、II面で約12mと求められています。また、断層線上でI面とII面はそれぞれ南東側が約9.5m、5.7~6m高くなっています。従ってI面は、II面に比べて、横ずれと垂直変位ともにより多くの変位を受けています。高い段丘ほど古いという原則を考えると、野島断層は同じ線上でくり返し断層運動をしているので、変位量の違いが生じたと考えることができます。変位の向きや量を知ることができる地形の基準のことを“変位基準”と呼び、より古い地形ほど変位量が大きくなることを“変位の累積性”と呼びます。また、同様に河谷A、Bを見てみると、これらも右横ずれ変位をしています。ここでは、変位基準とは、右横ずれ変位については「段丘面と段丘崖の境」・「河谷」、垂直変位については「段丘面」となります。(図5)

I面の河川性堆積物の中には、約3万年前に鹿児島県錦江湾にある始良カルデラから噴出した、広域テフラである始良丹沢テフラ(ATテフラ)が含まれていました¹⁸⁾。つまり、3万年頃にはI面は河床であり、川が流れていたのです。その後、侵食が生じて段丘となったのです。この節の冒頭で、活断層の定義を「最近数十万年間に、概ね千年から数万年の周期で繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層。明瞭な地形的証拠から位置が特定できるもの」と書きましたが、まさに、3万年前以降に形成された地形(ここでは段丘面)がくり返し変位を受けていることから、野島断層は活断層であると認定できます。また、淡路島北部の地塁山地の成因も、長い年月にわたる野島断層や島東縁の断層の活動による垂直変位の積み重ねによるものと言えるのです。

(5) 野島断層沿いの地表地震断層の特徴とは何でしょうか？

1995年兵庫県南部地震では、長さ約10kmにわたり野島断層に沿って地表地震断層が生じた¹⁹⁾。地表地震断層上では、道路や生け垣、田畑の畦などの人工物を変位基準として、変位の向きや量が計測されています。その結果、断層線全体において右横ずれ変位が1~2m、東側上がりが1m弱生じたことが明らかになったのです。この変位基準は地震発生から30年経過した現在、その後の復旧工事などによってほとんど残っていません。淡路島北端の江崎灯台へ登る階段や地表地震断層を140m保存した「野島断層保存館」²⁰⁾では、意識的に保存が行われた結果、断層変位を今でもその変位を見ることができます。なお、実行委員会事務局YouTube動画「国指定天然記念物野島断層オンラインツアー」²¹⁾では、保存されている地表地震断層の様子を360°カメラで撮影していて、視聴者が任意の視点で断層を観察することができます。

この地表地震断層と活断層の関係は地理院地図の活断層図(図6)で確認することができます。赤線で示されている活断層線の直上に、地表地震断層を示す黒丸点線が一致しています。このことは、①野島断層の活動によって地表地震断層が生じたこと、②右横ずれ変位と東側上がりである地表地震断層の変位の向きは、地形の変形から推定される野島断層の変位の向きと一致するといえます。活断層は普段全く動きませんが、数百年~数千、数万年に1回の間隔で活動します。1回の地震に伴う変位の積み重ね(累積)によって、地形の変形をもたらします。このことは、活断層は基本的に同じ線上をくり返して動くことを示しています。

(6) 活断層図を発行する地震防災上の意義は何か？

活断層図は、①地表地震断層をもたらすような、震源が浅く大きな地震(おおよそマグニチュード6.5以上)がどこで発生するか、②活断層が動いたときに、どこでどのような変位が生じるのかを、活断層が動く前(=直下型大地震)に図示したものといえます。なお、国土地理院の活断層図(旧名:都市圏活断層図)は、1995年兵庫県南部地震を契機に刊行が始まりました。阪神・淡路大震災を契機に、「活断層」という専門用語が多くの人に知られることになり、「活断層」への関心が高まりました。一方で、多くの方が、自分達の暮らす地域でどこに断層があるのかについては十分に把握しているとはいいがたいのも事実です。

ぜひ、自分自身の地域の活断層図をみて、活断層がどこに通っていて、どのような変位が生じているのかを自分の目で確認して頂く機会になれば幸いです。

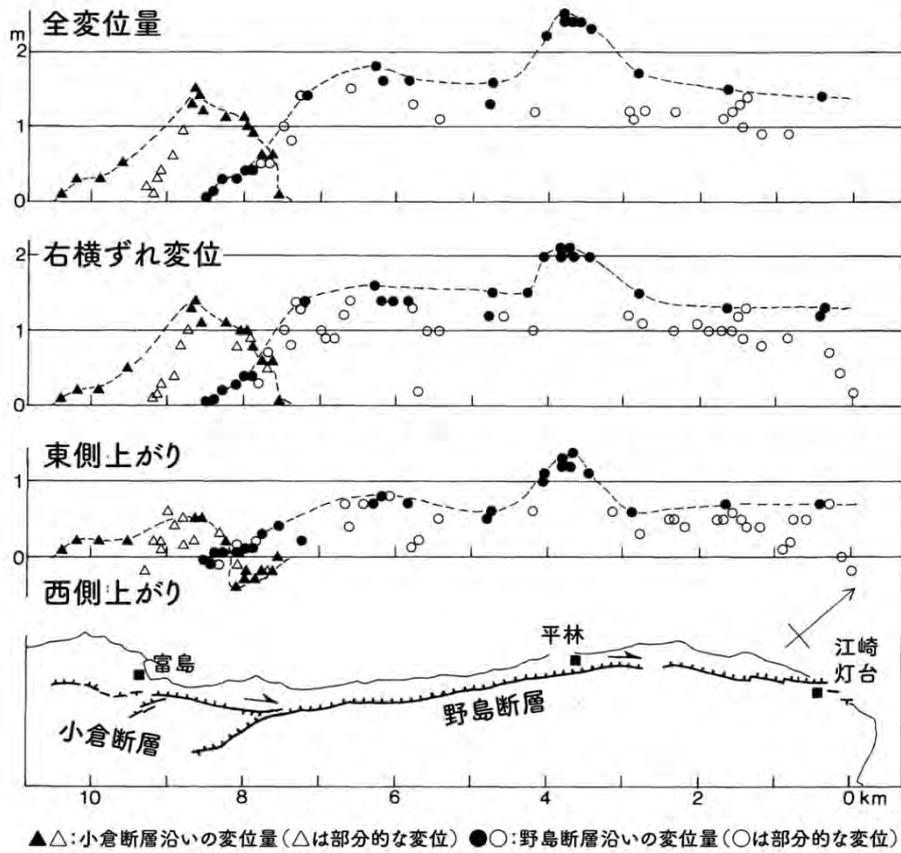


図5 兵庫県南部地震の際に生じた地表地震断層上の変位量分布(栗田泰夫・水野清秀・杉山雄一・井村隆介・下川浩一・奥村晃史・佃 栄吉・木村克己(1996):兵庫県南部地震に伴って淡路島北西岸に出現した地震断層. 地震第2輯, 49, 113-124 の図6を日本語へ翻訳¹⁹⁾。

地理院地図

GSI Maps

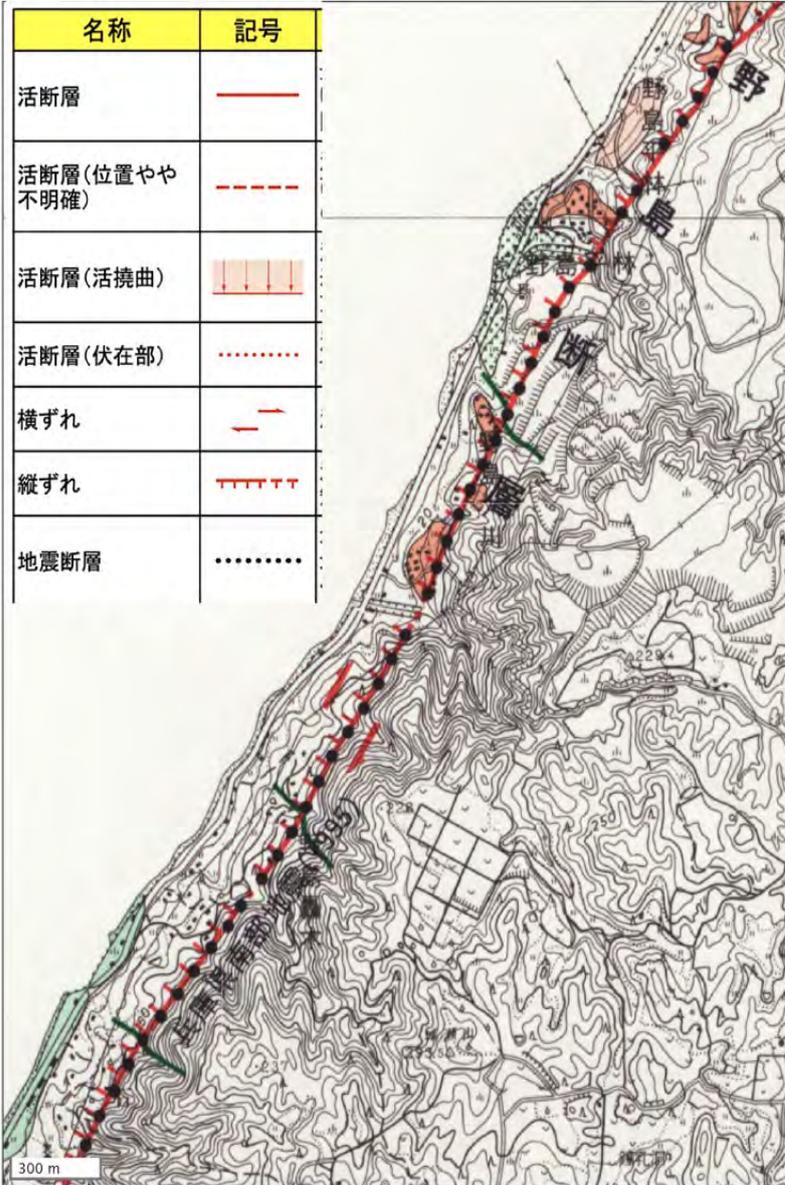


図6 地理院地図で表示した、淡路島市野島平林付近の野島断層の活断層図。
<https://maps.gsi.go.jp/#13/34.615974/135.028496/&base=std&ls=std%7Cafm&blend=0&disp=11&lcd=afm&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=m>

本教材で利用した URL 及び文献

- 1) 内閣府防災情報「阪神・淡路大震災教訓情報資料集 阪神・淡路大震災の概要」
https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/earthquake/index.html
- 2) NHK アーカイブス災害「1995 年 阪神・淡路大震災 道路」
https://www2.nhk.or.jp/archives/movies/?id=D0026010061_00000
- 3) 内閣府 防災情報「阪神・淡路大震災教訓情報資料集 阪神・淡路大震災の概要」
https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/data/index.html
- 4) 厚生労働省「阪神・淡路大震災による死亡の状況」
https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei95/dl/h7_gaiyo.pdf
- 5) 一般社団法人兵庫県医師会「資料：阪神淡路大震災による人身被害の実態」
<https://hyogo.med.or.jp/jimat-hyogo/day-after/siryo/>
- 6) 内閣府 防災情報「阪神・淡路大震災教訓情報資料集【03】建築物の被害」
https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/data/detail/1-1-3.html
- 7) YouTube 動画[NHK スペシャル]住民も把握していない地盤崩壊の危険性
https://www.youtube.com/watch?v=CWB89_F2YT4
- 8) 内閣府 防災情報「阪神・淡路大震災復興誌」
<https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/pdf/101.pdf>
- 9) 朝日新聞「広報マンが撮りつけた震災映像 炎の中で叫んだ思いは」
<https://www.asahi.com/special/hanshin-shinsai117/video/>
- 10) NHK for school 阪神・淡路大震災
https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005403103_00000
- 11)NHK アーカイブス ニュース「阪神・淡路大震災」
https://www2.nhk.or.jp/archives/movies/?id=D0009030267_00000
- 12) YouTube 動画 神戸新聞社 あの日と今 1995—2023 阪神・淡路大震災 28 年
<https://www.youtube.com/watch?v=2s69zCK9sPY>
- 13) 中田 高・岡田篤正 (1999)：野島断層【写真と解説】兵庫県南部地震の地震断層，東京大学出版会
- 14) NHK for school 野島断層
https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005400371_00000
- 15) 国土地理院の地理院地図 (URL をクリックすると野島断層の活断層図が表示されます)
<https://maps.gsi.go.jp/#13/34.615974/135.028496/&base=std&ls=std%7Cafm&blend=0&disp=11&lcd=afm&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=m>
- 16) JB 本四高速 YouTube 動画「兵庫県南部地震と明石海峡大橋」
<https://www.youtube.com/watch?v=CESDluu0HaQ>
- 17) 菊池正幸 (1995)：兵庫県南部地震の震源断層. 科学, 65, 569-572
- 18) 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
https://www.gsj.jp/data/50KGM/PDF/GSJ_MAP_G050_12083_1990_D.pdf
- 18) 活断層研究会編(1980)：「日本の活断層-分布図と資料-」.東京大学出版会, 363p
- 19) 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. 地震第 2 輯, 49, 113-124
https://www.jstage.jst.go.jp/article/zisin1948/49/1/49_1_113/article-char/ja/
- 20) 北淡震災記念公園 野島断層保存館ホームページ
<https://www.nojima-danso.co.jp/nojima/>
- 21) 実行委員会事務局 YouTube 動画「国指定天然記念物野島断層オンラインツアー」
<https://www.youtube.com/watch?v=KzfsMb7T3ak>

