

第1編 地震の背景

1. 兵庫県南部地震の全体像

An Image of the Hyogo-ken Nanbu Earthquake

金子史夫, 瀬川秀恭, 利岡徹馬

Fumio Kaneko, Shukyo Segawa, Tetsuma Toshioka

Abstract

An image of Hyogo-ken Nanbu Earthquake was described based on the published papers and reports. The source parameters, observed records, earthquake source fault and outline of damage were described from viewpoint of seismology and earthquake engineering. Hyogo-ken Nanbu Earthquake is not thought as unusual earthquake, because the observed maximum acceleration distribution correspond to the existing empirical attenuation formula. Most of the proposed earthquake source models originate in Awaji island and reach to beneath of Kobe city. Disastrous damage were caused by the earthquake which is not peculiar, but because the earthquake occurred just under the modernized large city.

1 地震現象の概要

1995年(平成7年)1月17日未明,神戸市を中心とする阪神・淡路地域は,明石海峡を震源とする激しい地震に襲われた。気象庁は,この地震を「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」と命名した。

ここでは,発震時,規模等の本地震の諸元,余震分布,および近畿地方における地震環境の概要について述べる。

1・1 地震の諸元

気象庁により最終的に決められた本震の諸元(発震時,震源位置,規模)は,以下の通りである¹⁾。参考までに,京都大学防災研究所地震予知研究センターにより求められた諸元も併せて示す^{2), 3)}。

- ・発震時: 1995年(平成7年)1月17日05時46分51.86秒
同 05時46分51.71秒
(京都大学)
- ・震源位置: 北緯34.595度, 東経135.038度, 深さ16.0km
北緯34.604度, 東経135.034度, 深さ17.27km
(京都大学)
- ・規模: マグニチュード7.2

地震は,地下の岩盤中に発生する破壊現象であり,1箇所から始まった破壊が徐々に広がる。震源とは,この破壊が最初に起きた場所である。当然のことながら,地震のエネルギーは震源のみから放出されるわけではなく,

破壊の進行とともに破壊の及んだ領域から放出される。

図-1²⁾に,京都大学防災研究所による,本震および

兵庫県南部地震と前日の前震のメカニズム
上半球ステレオ投影。P波初動データは京大防災研阿武山観測網、
関西地震観測協議会、震研和歌山観測所による。
震源は上記観測点の再観測データを用いて決定。

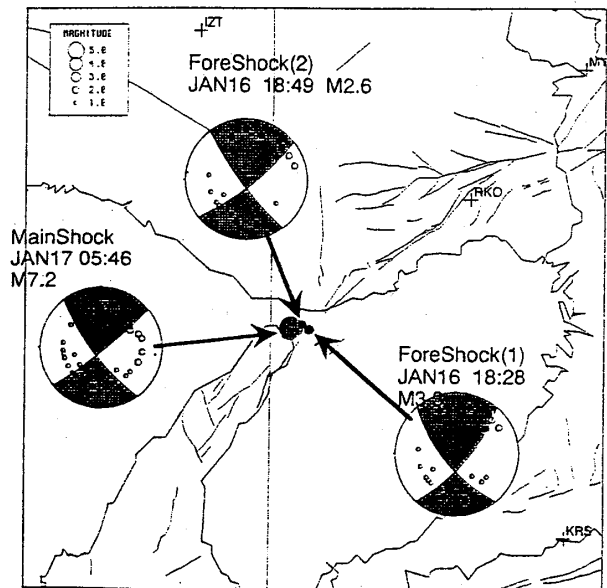


図-1 兵庫県南部地震と前震の震央と発震機構²⁾

Fig.1 Epicenters and focal mechanisms of the mainshock and two foreshocks of Hyogo-ken Nanbu Earthquake.²⁾

前日に発生した前震の震央位置および発震機構（上半球投影，黒い部分がP波初動の押しの領域）を示す。いずれも発震機構は，東西圧縮の右横ずれである。

地震発生後，早い時期に菊地（1995a）⁴⁾により，グローバルな地震ネットワークの記録から求めた震源解析結果が示された。本震の破壊過程については，このほかにもいくつかのモデルが提案されており，詳細は3章で述べるが，最初の破壊が明石海峡付近で起こり，ここから破壊は両方向に進行して，その後の2つの破壊は神戸側で発生したとする点は，共通した考えである。

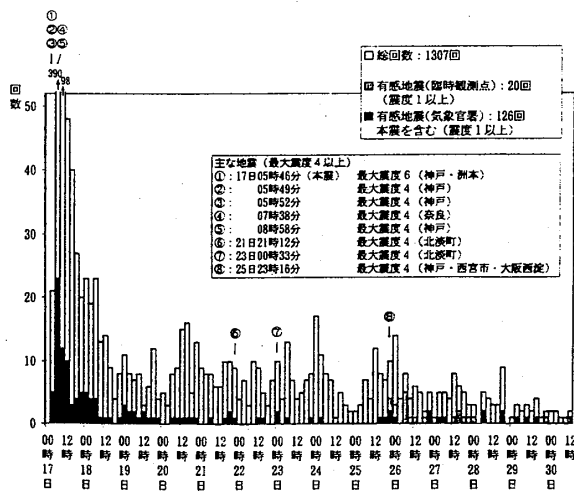


図-2 地震回数ヒストグラム¹⁾
Fig. 2 Histogram of observed earthquakes from 17th-30th Jan., 1995.¹⁾

(a) 1995年1月17日 10:00-12:00

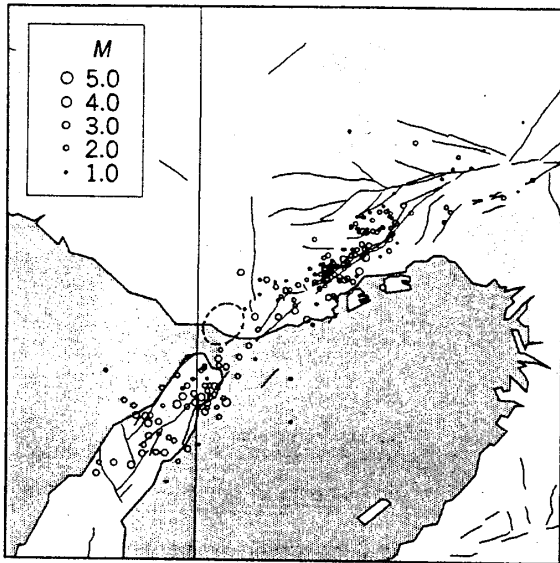


図-3 本震後7時間の余震分布⁵⁾に加筆
Fig. 3 Epicentral distribution of aftershocks during 7-hours after the mainshock, modified from reference.⁵⁾

1・2 余震分布

本震発生直後より，気象庁では臨時観測点を設けて余震観測が行われた。また，京都大学をはじめとする全国の大学も，共同で観測を開始した。

一般に，マグニチュード7クラスの地震が起きると様々な大きさの余震が多発し，余震の発生頻度は時間経過とともに反比例して減少する傾向にある。気象庁による本震後の地震回数のヒストグラムを，図-2¹⁾に示す。余震は，経過時間とともに変動しながら減少していることがわかる。

図-3⁵⁾に本震直後7時間の余震分布を，図-4²⁾に本震後約10日間の余震の空間分布を示す。余震は幅10km以下の带状に分布し，深度的には5~15kmに集中している。

本震直後の余震のほとんどが，淡路島北淡町から芦屋市にかけての範囲（長さ約60km）で発生しているのに対し，その後の余震分布は淡路島一宮町から宝塚市にかけてのより広い範囲（長さ約80km）で発生している。このことから余震域は，本震破壊域の両端から次第に外

余震分布図（手動再検測）
1/19 16:00 ~ 1/27 23:59

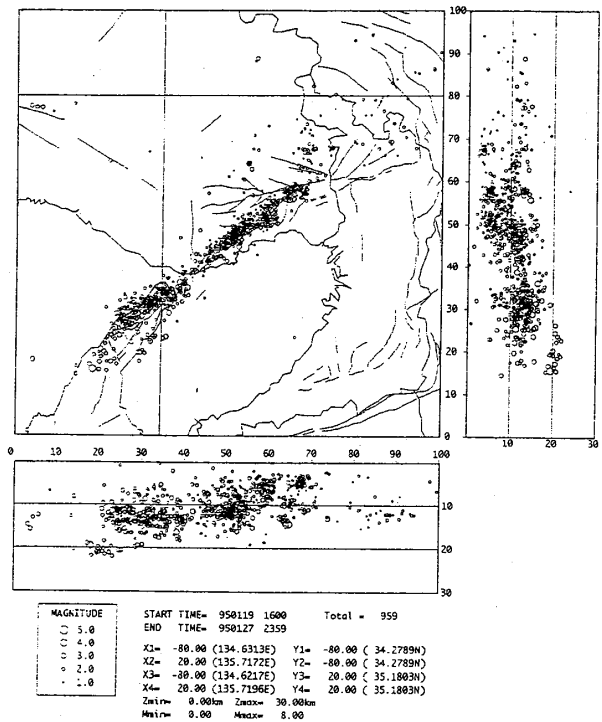


図-4 本震後10日間の余震分布²⁾
Fig. 4 Epicentral distribution of aftershocks during 10-days after the mainshock.²⁾

側に広がっていったものと考えられている。

また、本震直後から、明石海峡から神戸市垂水区にかけての地域では、空間的に余震が少ない領域、いわゆる余震空白域（図-3破線部分）となっている。初期破壊領域近傍では、応力が本震時に一挙に解放されて余震が起きなくなったとし、この領域をブライトスポットと呼び衝撃的な短周期波の発生源とする考えがある⁶⁾。

1・3 地震環境の概要

京都およびその周辺地域は古くから発展していたため、約1500年の歴史資料があり、地震に関する記載も数多く存在する。過去の文献資料も含めた被害地震のデータベースから作成した、近畿中部と周辺地域の地震の分布を、図-5⁷⁾に示し、京阪神地域（図-5の枠内）の地震の時系列を図-6⁷⁾に示す。この地域では、マグニチュー

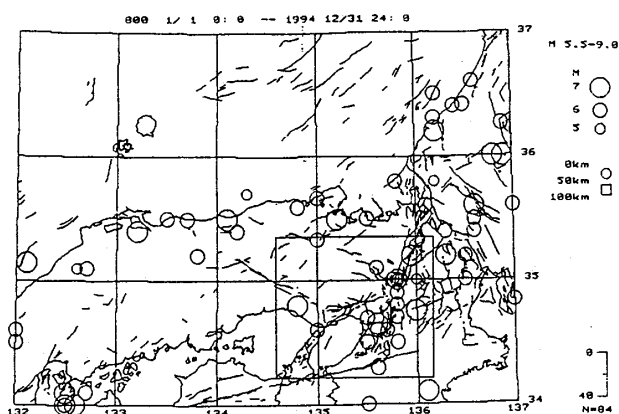


図-5 近畿中部と周辺地域の被害地震の分布(800-1994年)⁷⁾
Fig.5 Epicentral distribution of large earthquakes in the Kinki-district and its surrounding area during the period from A.D.800 to A.D.1994.⁷⁾

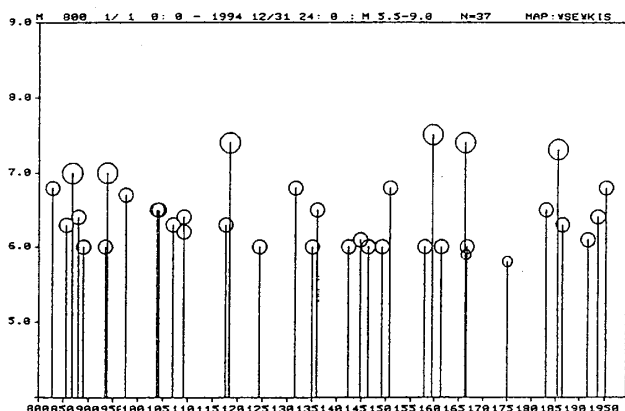


図-6 京阪神地域の地震の時系列(800-1994年)⁷⁾
Fig.6 Magnitude-Time graph of large earthquakes in the Keihanshin-district during the period from A.D.800 to A.D.1994.⁷⁾

ド6以上の地震がどの時代にもほぼ同じような頻度で起こり、平均すると約35年に1回の割合で起こっていることになる。

近代になってからも、近畿地方周辺では、1909年江濃(姉川)地震、1925年北但馬地震、1927年北丹後地震、1952年吉野地震などの内陸型の被害地震が起きている。しかし、京都大阪の市街地に直接大被害をもたらす地震は、1830年の京都地震(M6.5)以来起きていない。このことが、「関西には大地震は起きない」と言われようになった一因と思われる。

図-7⁵⁾は、兵庫県南部地震前までの19年間の近畿地

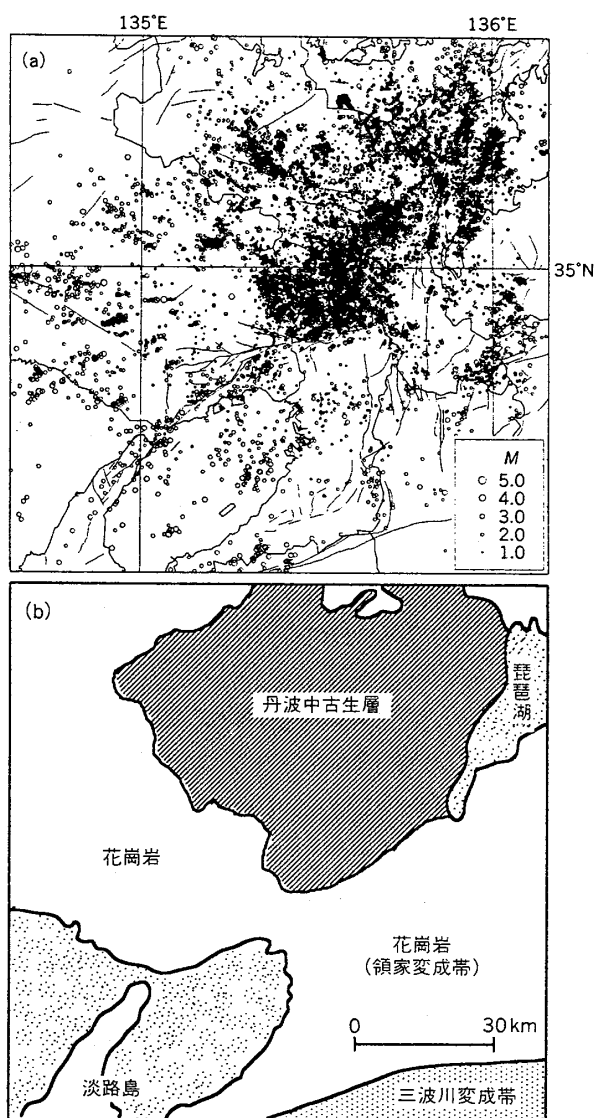


図-7 兵庫県南部地震前の近畿地方中部の地震活動と深部推定地質⁵⁾
Fig.7 Epicentral distribution of shallow earthquakes (<30km) in the period of 19 years before Hyogoken Nanbu Earthquake and the deep geological structure in the central Kinki-district.⁵⁾

方中北部の浅い地震(30km以浅)の震央分布図と同一地域の深部推定地質図である。図(a)の中央やや下に東西に走る有馬高槻構造線が位置し、その北側の北摂・丹波山地は微小地震の多発地域である。特徴的なのは、微小地震が、丹波中古生層において面的に発生しており、活断層によって微小地震活動域が区切られている点である。兵庫県南部地震の震源域となった淡路島から六甲山地のラインも特に活発な活動は見られない地域である。

図-8⁵⁾に、今回の震源域に沿った微小地震の時空間分布(1976-1995年)を示す。北摂・丹波山地の活動に比べて、今回の震源域の活動は非常に少ないことがわかる。特に、淡路地域では1990年頃から、神戸地域では1994年頃からほとんど地震が起っておらず、いわゆる第2種空白域(大地震発生前に震源域で地震活動が低下することによって生じる地震空白域)であった可能性を

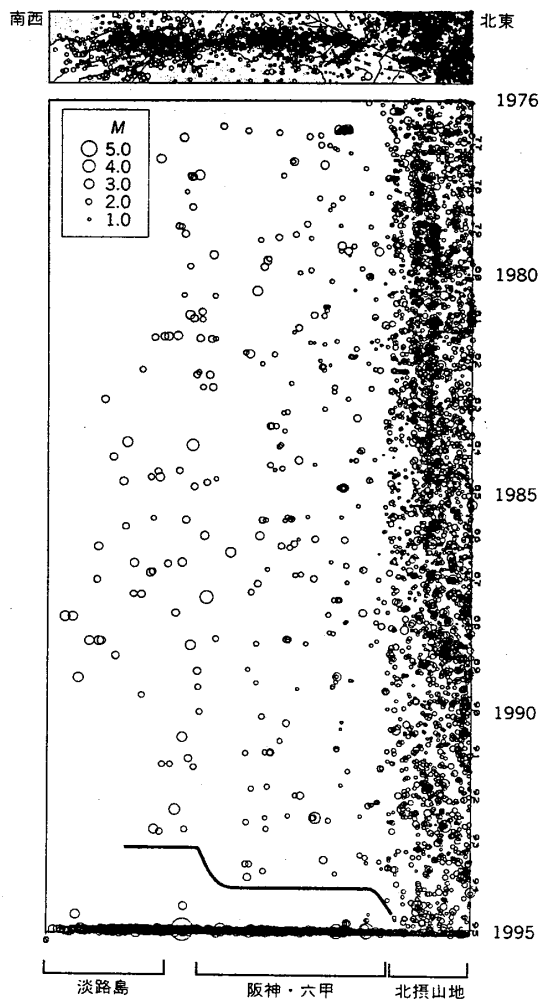


図-8 兵庫県南部地震の震源域に沿った微小地震の時空間分布(1976-1995年)⁵⁾

Fig. 8 Epicentral distribution of microearthquakes along the focal region of Hyogo-ken Nanbu Earthquake during the period from 1976 to 1994.⁵⁾

指摘する意見もある。

本震前の地震活動で注目されているのは、前年の7月と11月の兵庫県猪名川町で発生した群発地震である。この地域では、兵庫県南部地震後も地震活動が急激に高まっている。震源の深さは、1994年7月が約10km、11月が約5km、兵庫県南部地震後には約3kmと次第に浅くなっていった。この要因として、地殻の応力変化とそれに伴う深部の地下水の上昇により堆積岩層内部に破壊が起こったという考えが、提案されている⁵⁾。また、本震発生前夜の1月16日18時28分~23時49分に、本震とほぼ同じ場所においてマグニチュード1.5~3.6の前震が4回あった。この地域に6時間のあいだに4個以上の地震が集中して起きたことは、過去20年間にはなかったことであり、さらに広域で見ても、北摂・丹波山地などの

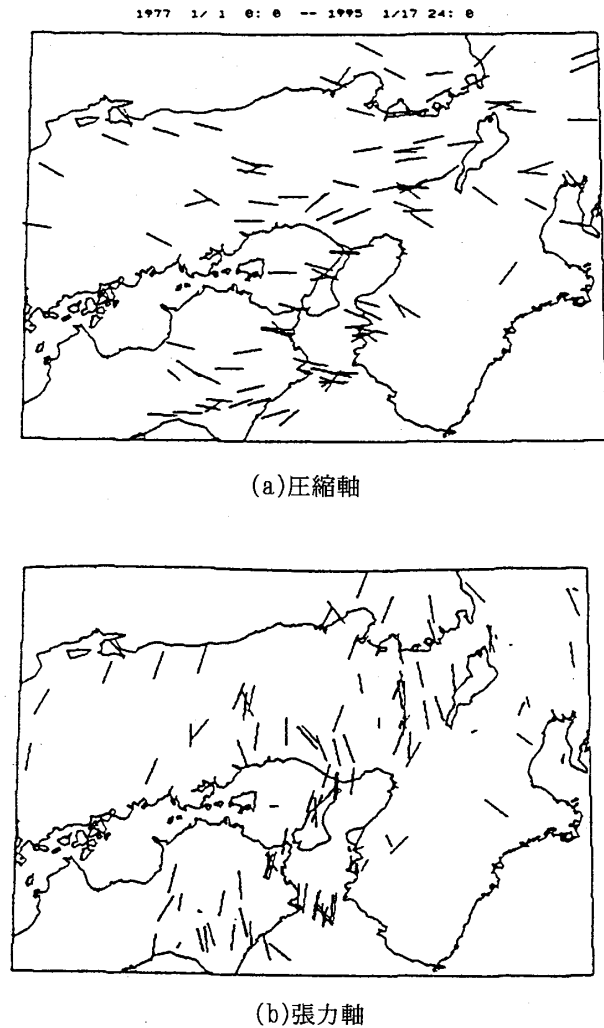


図-9 地殻内地震の発震機構解から求められた圧縮軸と張力軸¹⁰⁾

Fig. 9 Distribution of (a) horizontal stress and (b) horizontal tension, determined from focal mechanisms of shallow earthquakes.⁹⁾

微小地震多発地域を除くと、異常な現象であった。

以上に述べた微小地震活動の変化は、地殻の応力変化によるものと考えられており、応力変化と深部地質構造（堆積岩層、花崗岩層）による挙動の違いは、今後の地震予知研究に重要な手がかりを与えたものとして注目されている。

次に、近畿地方の大局的な応力場の観点から、今回の地震を見てみる。

藤田（1968）⁹⁾によれば、近畿においては、第四紀初期までは南北圧縮のテクトニクスが優勢であったが、中期以降になって東西圧縮のテクトニクスに変換し、現在に至っているとされている⁹⁾。図-9¹⁰⁾に、地殻内地震の発震機構解から求められた圧縮軸と張力軸を示す。圧縮軸はほぼ東西方向、張力軸はほぼ南北方向を示している。この図からも、藤田の指摘するように、近畿地方は全体的にほぼ東西圧縮の水平歪場にあることがわかる。前述したとおり、今回の地震の発震機構は東西圧縮の右横ずれであり、大局的に見れば、こうした近畿地方の応力場のもとに発生した地震であると言われている。

2 観測記録とその特徴

兵庫県南部地震の際には、強震観測記録をはじめとする多くの地球物理学的観測記録が得られている。また、地震前後の観測を使って、阪神・淡路地域の地盤の動きを解析することも多く行われている。ここではこれらの観測結果、解析結果の概要を述べる。

2・1 震度分布

気象庁による震度の観測結果を図-10¹⁾に示す。ここに示した震度は全て計測震度計による計測値である。神戸の震度は6とされているが、これは神戸海洋気象台における計測値である。気象庁は地震直後から被害状況の現地調査を行い、当時の震度階級にしたがって建築物の被害が30%以上であると判定された図-11¹¹⁾の範囲を、震度7として後に発表した（1996年10月に震度階が改訂され、震度7も計測震度計で計測できるようになった）。震度7の地域は淡路島の北淡町付近、神戸市の海岸線に沿った幅約1kmの細長い地域、および西宮市、宝塚市の一部となっている。特に神戸市の海岸線に沿った細長い被害の集中域（嶋本（1995）²⁰⁾により「震災の帯」と呼ばれた）が特徴的である。なお、神戸海洋気象台は震度7と判定された地域には含まれていない。

震度7と判定されたのは1948年福井地震の被害を契機に震度7が制定されて以来初めてのことであった。このほか淡路島の洲本が震度6、彦根、京都、豊岡が震度5

であった。有感範囲は西は九州全域、東は福島県の小名浜にまでおよんだ。

2・2 強震観測記録

関西地域では、関西地震観測研究協議会の観測網を始め、気象庁、建設省、運輸省、民間会社などが強震観測を行っていたので、震源断層の近傍でもいくつかの強震観測記録が得られた。被害地震の震源域で強震動が観測されたのはおそらく日本では初めてのことである。図-12¹²⁾に最大加速度の観測値を示した。最も大きな水平最大加速度が観測されたのは神戸市葺合（震度7と6の境界付近）での833gal、神戸海洋気象台（震度6）の818galである。震度7の地域内での観測値としてはJR鷹取駅での616galがある。埋立地である六甲アイランドではむしろ小さい加速度値（319gal）となっているが、これは液状化による影響とも言われている。

2・3 観測地震動の特徴

図-13¹³⁾には震源に比較的近い観測点での加速度波形（震源接線方向）を示した。これらの波形に見られる特徴としては海洋気象台や葺合の記録に特に顕著であるが、最初の1、2波の振幅がきわめて大きいことがあげられる。すなわち遠距離の地震のように初期微動を感じてから次第に揺れが大きくなるのではなく、前触れなしにいきなり激しい揺れに見舞われたことが分かる。また、継続時間は短く、神戸市内では10秒未満であり、まさに一瞬の出来事であったことを示している。

水平最大加速度（2成分の平均値）の距離減衰特性を図-14¹⁴⁾に示した。距離は断層面からの最短距離をとっている。実線、破線は一般的に良く用いられている福島、田中（1992）¹⁵⁾による日本の平均的地盤における距離減衰式とその標準偏差の範囲をそれぞれ示している。この図から、水平最大加速度の距離減衰特性は既存の経験式と整合性があり、兵庫県南部地震が特殊な地震ではなかったことが分かる。

つぎに、水平最大加速度（2成分の大きい方）と上下動の最大加速度の関係を図-15¹⁴⁾に示した。破線は回帰直線を示す。水平最大加速度が100galより小さい場合は上下/水平の比がおおむね1/2よりも小さく、加速度が大きくなるにつれて比が大きくなる傾向が見られるが、これも従来から言われていることであり、特別これまでと違う傾向を示しているわけではない。

2・4 他地震との比較

神戸海洋気象台の観測記録と、国内、国外で観測され

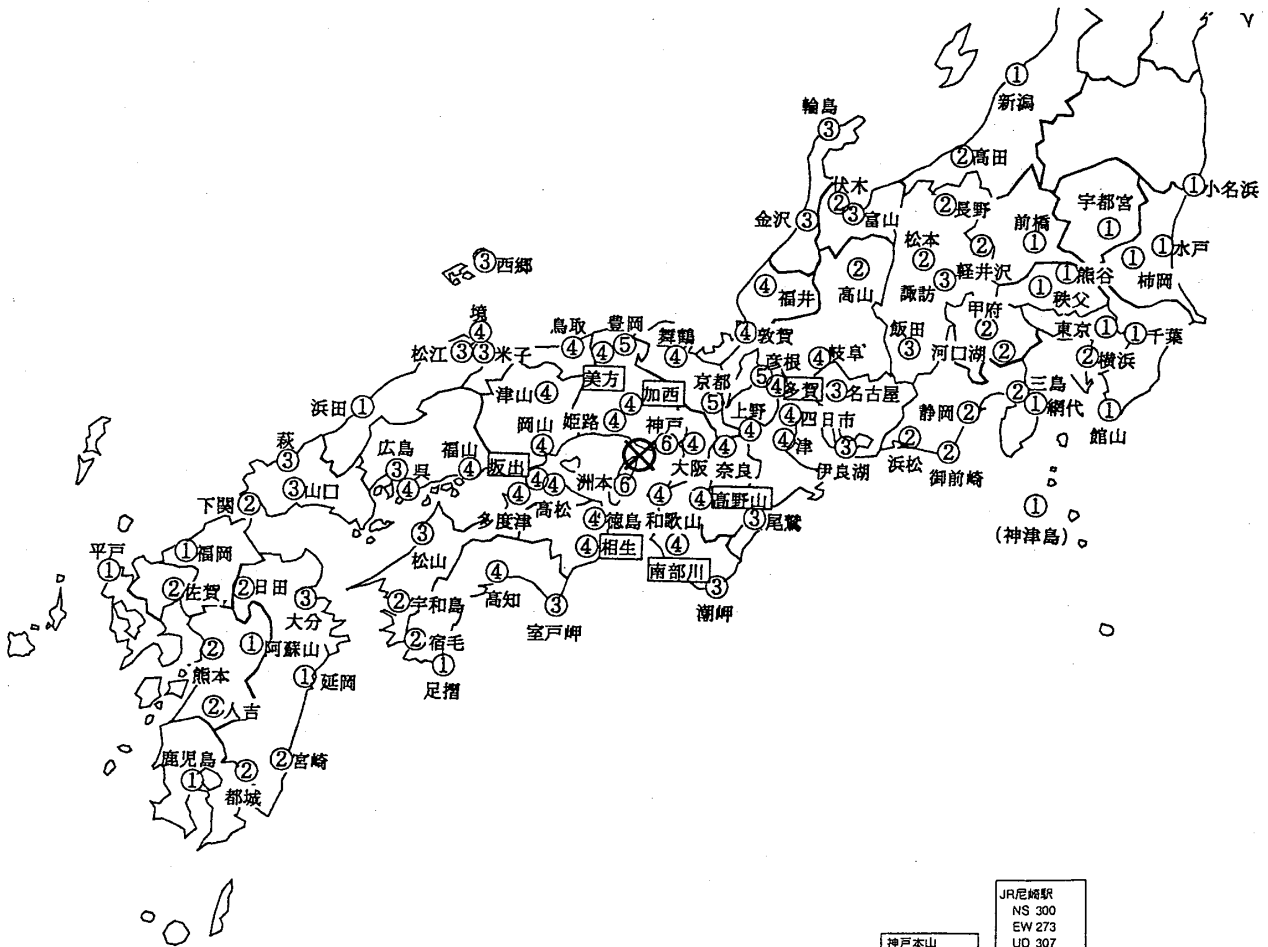


図-10 震度分布¹⁾
 Fig.10 Seismic intensity distribution due to the Hyogo-ken Nanbu Earthquake.¹⁾

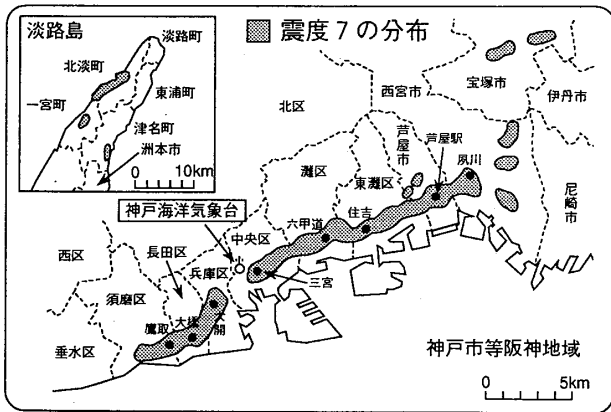


図-11 震度7の地域¹⁾
 Fig.11 Zone of seismic intensity 7scale due to the Hyogo-ken Nanbu Earthquake.¹⁾

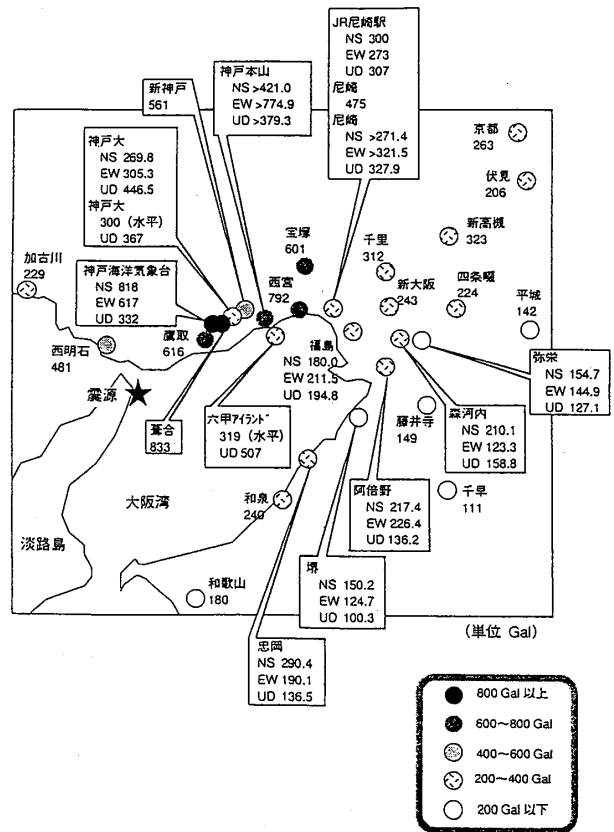


図-12 関西地域の強震観測値¹⁾
 Fig.12 Distribution of maximum acceleration observed in Kansai area.¹⁾

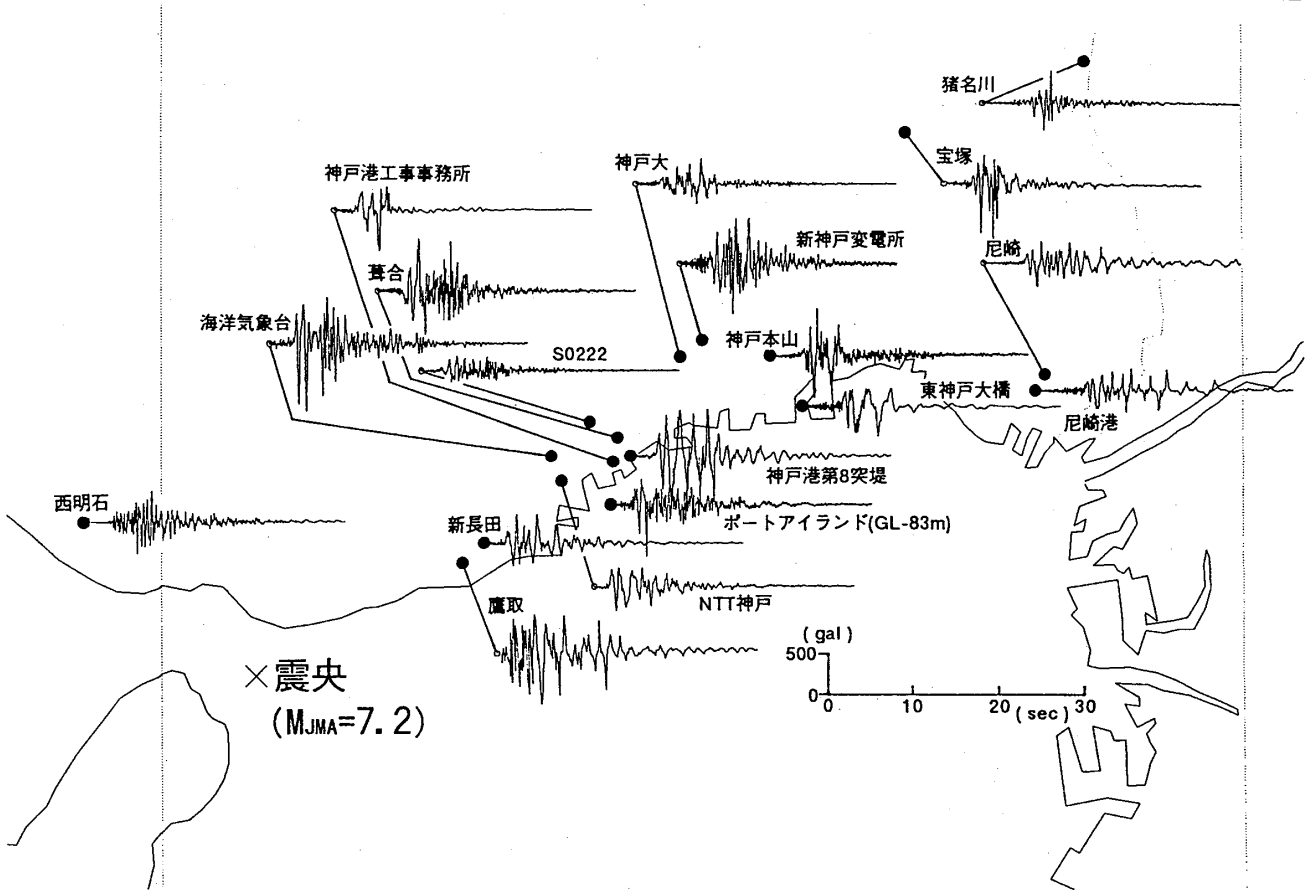


図-13 震源に近い観測点の加速度波形¹³⁾

Fig.13 Acceleration wave forms of near source stations.¹³⁾

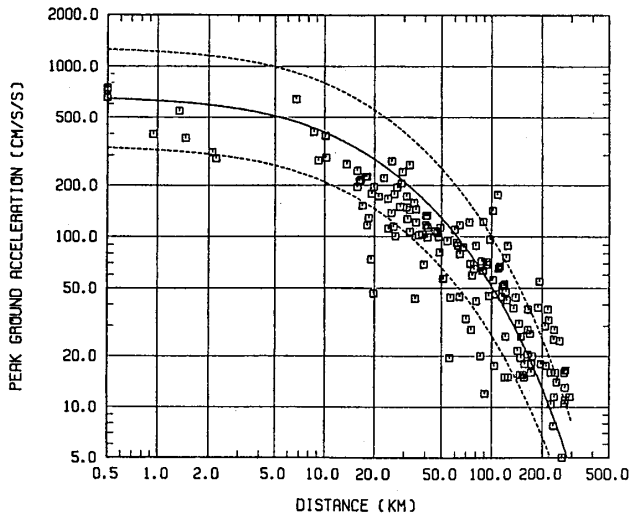


図-14 最大加速度の距離減衰特性¹⁴⁾

Fig.14 Attenuation relation of peak ground acceleration.¹⁴⁾

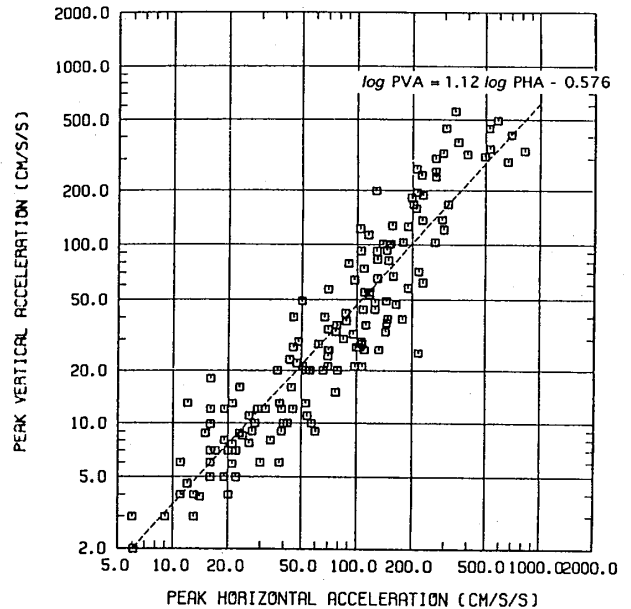


図-15 最大加速度の上下動と水平動の関係¹⁴⁾

Fig.15 Relation of vertical peak acceleration versus horizontal peak acceleration.¹⁴⁾

た記録の水平成分の2次元擬似速度応答スペクトル(減衰5%)の比較を図-16¹⁵⁾に示した。神戸海洋気象台のスペクトルは周期0.9秒にピークを持ち、約300kineに達している。1993年釧路沖地震での釧路地方気象台での最大加速度は922galと神戸海洋気象台より値が大きかったが、スペクトルでみると0.3秒より長周期側では神戸

海洋気象台の方がかなり大きな値を示している。

1994年ノースリッジ地震は兵庫県南部地震と同様にロサンゼルス都市直下で発生した地震である。Sylmar

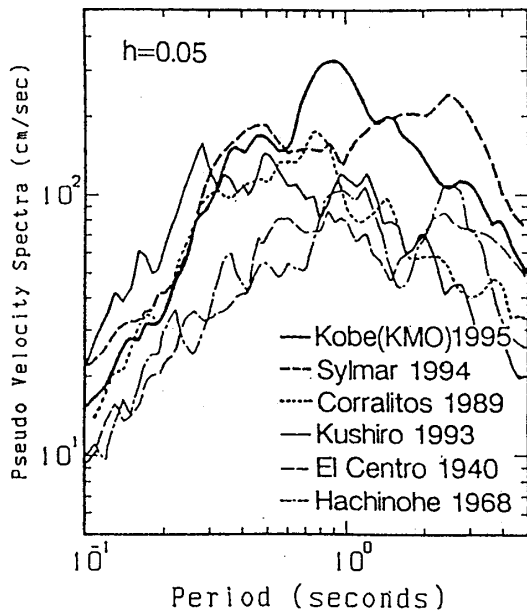


図-16 既往の強震記録と兵庫県南部地震記録の2次元擬似速度応答スペクトルの比較¹⁶⁾

Fig. 16 Comparison of 2-D pseudo velocity response spectra between existing strong motion records and observed record of Hyogo-ken Nanbu Earthquake.¹⁶⁾

は震央から15km位の地点で、水平最大加速度は900gal以上であった。Sylmarのスペクトルは周期1.5秒以上で神戸海洋気象台のスペクトルを上回っている。

周期1秒付近では、神戸海洋気象台のスペクトルが他の地震と比較しても最も大きかったことが分かる。

2・5 地盤変動観測結果

国土地理院は地震に伴う地殻変動を調べるため、姫路—大阪間で水準測量を行っている。図-17¹⁷⁾は水準測量による上下変動(単位はcm)で、1990年からの5年間の変動を示している。この測線は須磨断層と甲陽断層を横切るが、須磨断層では水平距離2~3kmの間に約26cmの段差が生じており、須磨断層の運動を示唆するのに対し、甲陽断層ではこのような段差が見られず、今回の地震では甲陽断層が動かなかったと考えられている¹⁸⁾。

図-18¹⁸⁾は国土地理院による、GPSを用いた水平変動の観測結果をベクトルで示したものである。これからも右横ずれ断層を読みとることができる¹⁸⁾。

3 震源断層について

兵庫県南部地震では、震災の激しい地域が“震災の帯”と呼ばれているように、海岸線に沿って細長い形状をしていることから、震源断層の位置、形状がどうであった

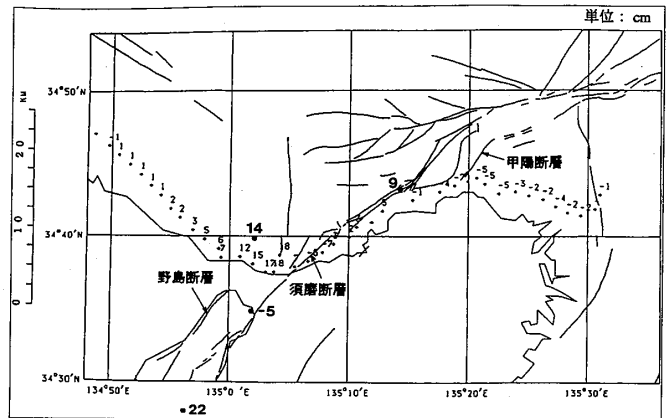


図-17 姫路—大阪間の水準測量から得られた標高の変化¹⁷⁾

Fig. 17 Observed height change along the levelling route from Himeji to Osaka.¹⁷⁾

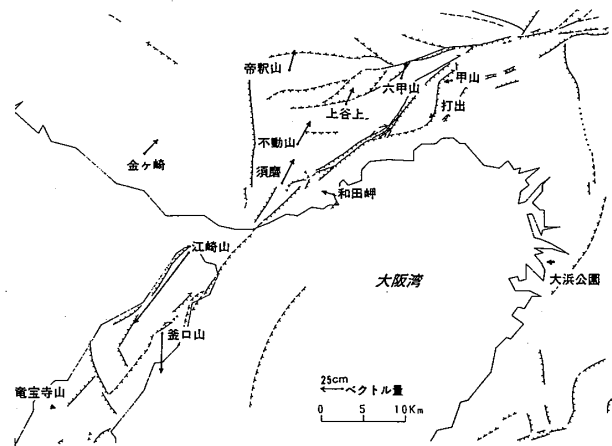


図-18 GPS測量で得られた三角点の水平変位¹⁸⁾

Fig. 18 Horizontal displacement of triangulation station from GPS survey.¹⁸⁾

のか、それは活断層とどういう関係にあるのかが注目を浴びた。ここでは地震学的側面からみた震源断層についての概要を述べる。

3・1 震源断層モデル

震源断層モデルに関しては、地震観測波形や測地データを使ったいくつかの報告がなされている。これらをまとめたものとしては日本応用地質学会(1996)¹⁹⁾がある。

菊地(1995a)⁴⁾は、地震発生後半日で世界各地で観測された広帯域地震計の実体波記録から波形インバージョンを行い、図-19に示すように本震が3つのサブイベントからなる多重震源であることを示した。このモデルは長周期成分の解析によるため、破壊過程の平均像を表しているものと考えられる。

これに対しSekiguchi et al.(1996)²⁰⁾は震源近傍と周辺の強震観測記録を使ったインバージョンを行い、図-

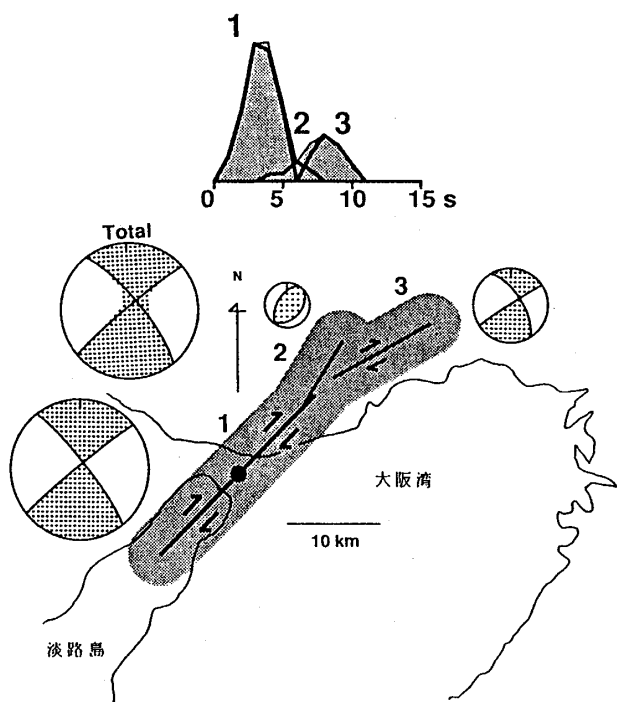
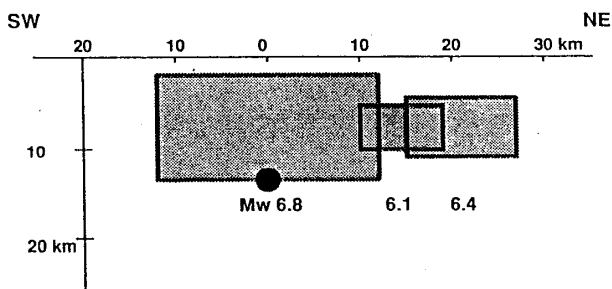


図-19 遠地記録による震源モデル⁴⁾
Fig. 19 Fault model derived from distant record.⁴⁾



20, 21に示す結果を得た。ただし、地震から1年以上たってからの解析である。これによると大局的には断層のすべりは右横ずれで、淡路島野島断層地表付近、明石海峡および神戸のやや深部に大きな食い違いがあるとしている。この解析の特徴としては断層の位置を決める際に粒子軌跡が断層をはさんで逆向きになることを利用している点にある。図-22は図-21の断層面Cの破壊に対応する粒子軌跡を示しており、これから神戸市内での本震の断層面を詳細に決定している。この地震断層の位置は、震災の帯から北に約1 kmずれており、既知の活断層帯の南端付近に対応するとしている。

釜江ら (1996)²⁰⁾ は経験的グリーン関数を用いた波形合成により本震の強震動を説明できるモデルを作成した。この結果は、図-23のように淡路側1つ、神戸側2つの合計3つのアスペリティーによって断層破壊が生じたことが示された。

以上は地震観測波形を用いた震源断層モデルであるが、

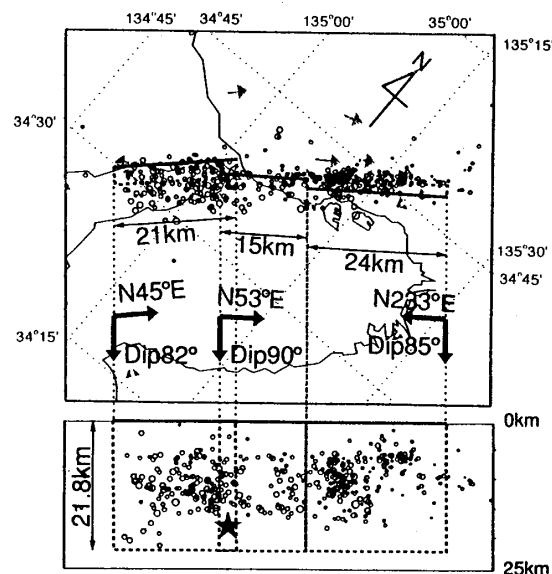


図-20 震源近傍の記録による震源モデル²⁰⁾
Fig. 20 Fault model derived from near source record.²⁰⁾

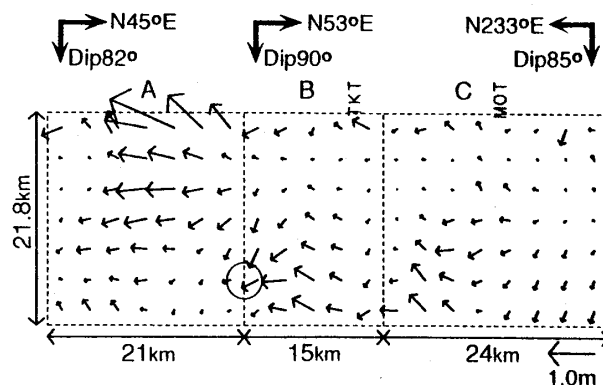


図-21 変位ベクトル分布²⁰⁾
Fig. 21 Slip vector distribution for the fault model.²⁰⁾

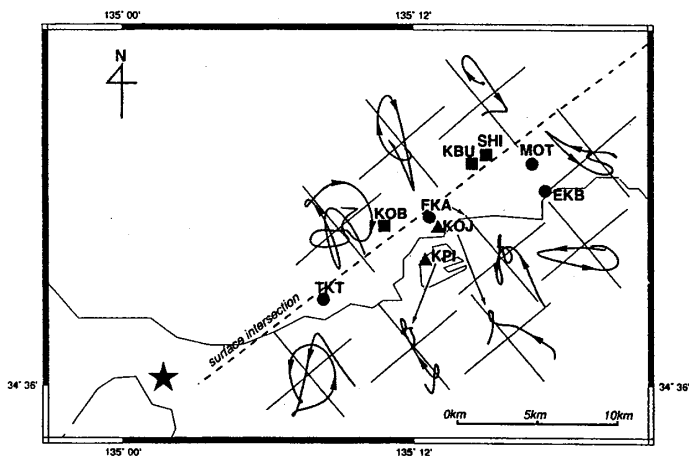


図-22 断層Cの運動による粒子軌跡²⁰⁾
Fig. 22 Observed particle motions from the movement of sub-fault C.²⁰⁾

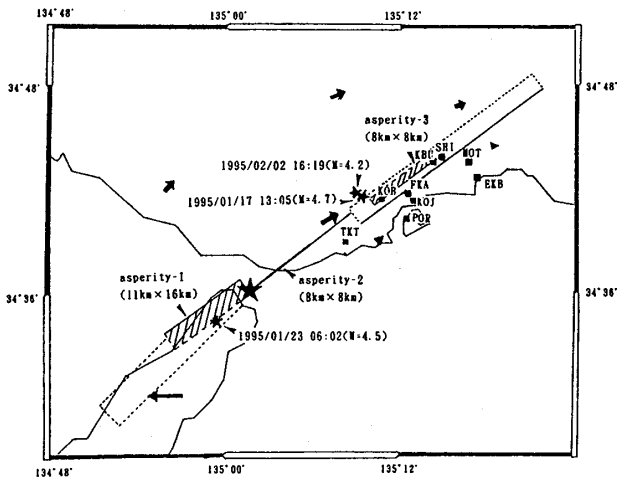


図-23 波形合成法を用いた断層モデル²¹⁾
 Fig. 23 Fault model using empirical Green's function method.²¹⁾

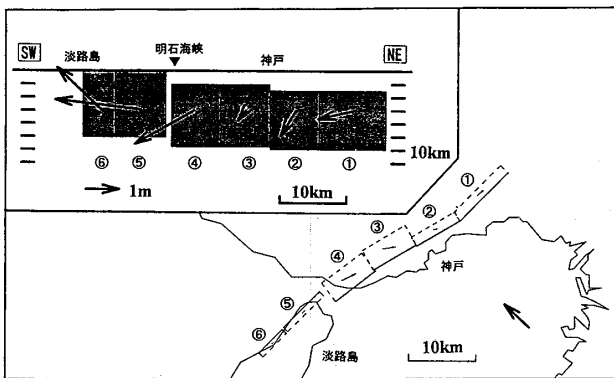


図-24 測地データに基づく断層モデル²²⁾
 Fig. 24 Fault model derived from geodetic observation.²²⁾

測地データを用いた震源モデルも提案されている。Hashimoto et al. (1996)²²⁾ は震源断層を図-24に示すように6個のセグメントに分割し、各々のセグメントの変位ベクトルを求めている。野島断層の変位ベクトルが特に大きく、2mを越えている。震災の帯の真下に伏在断層があると仮定して計算してみると一番東の断層だけが左横ずれにならなければGPS観測データを説明できず、これは地震のメカニズムからあり得ないことから、震災の帯直下の伏在断層の存在を否定する証拠であるとしている²²⁾。

3・2 震源断層と既知の活断層

震源断層の位置については、淡路島側では野島断層沿いに地表に断層が現れたため明らかであるが、神戸側では地表に断層が現れていない。余震は本震の震源断層上およびその延長上で発生することが知られており、余震分布から大まかな震源断層をその傾きも含めて知ること

ができる。図-25²³⁾には気象庁が定めた余震分布と震度7の地域を示したが、余震分布は震度7の地域から北にずれ、既知の活断層に沿って発生しているように見える。

前述したように粒子軌跡から定めた震源断層の位置(図-20)も震災の帯から北へ1kmずれた位置としている。

さらに、菊地(1995b)²⁴⁾はコンビニエンスストアの防犯カメラの映像から、震源断層が神戸まで達していたこと、断層は余震域の南縁を通ることを示した。

3・3 将来の地震について

兵庫県南部地震は、有馬-高槻-六甲断層帯の南西部分に発生した地震であり、地震直後から断層帯の他の区間で大地震が近い将来に発生する可能性が懸念された。

粟田ら(1996)²⁵⁾はトレンチ調査結果から、有馬-高槻-六甲断層帯は図-26に示す①~④の4つのセグメントから構成されており、その全体としての再来周期は2000年ほどであるとしている。また、1596年の慶長伏見地震では②、③、④セグメントが活動しており、残りの①セグメントは兵庫県南部地震の発生源となったとしている。以上から、有馬-高槻-六甲断層帯が近々活動する可能性は小さいとしている。

尾池ら(1995)²⁶⁾は、西南日本の地震活動の活発期と静穏期の繰り返しを南海トラフでのマグニチュード8クラスの巨大地震と関連づけて解析している。歴史資料から南海トラフでの巨大地震の発生時期を中心としてその前後の西南日本での地震活動を見ると、図-27²⁶⁾に示すように南海トラフの巨大地震の50年ほど前から大地震が発生し始め、巨大地震の後10年ほどがピークとなってそれ以降静穏期に入る時系列モデルができる。これに最近の地震データを当てはめると、次回の南海トラフの巨大地震の発生は2035~2050年となり、兵庫県南部地震は西南日本の地震活動期の始まりととらえることができるとしている。したがってこのモデルに従えば、今後数10年の間に西南日本でマグニチュード7を越える大地震が数回発生し、南海トラフでの巨大地震で活動のピークを迎えることになる。

4 被害の概要

近畿地方では比較的地震の少ない時期が続き、京都大阪の市街地に直接大被害をもたらす地震は、1830年の京都地震(M6.5)以来起きていない。こうした中で、突然に襲った兵庫県南部地震は、大都市部の直下で発生した地震として過去に例を見ないものであった。この地震による被害は、結果的に6,000名を越える犠牲者を出し

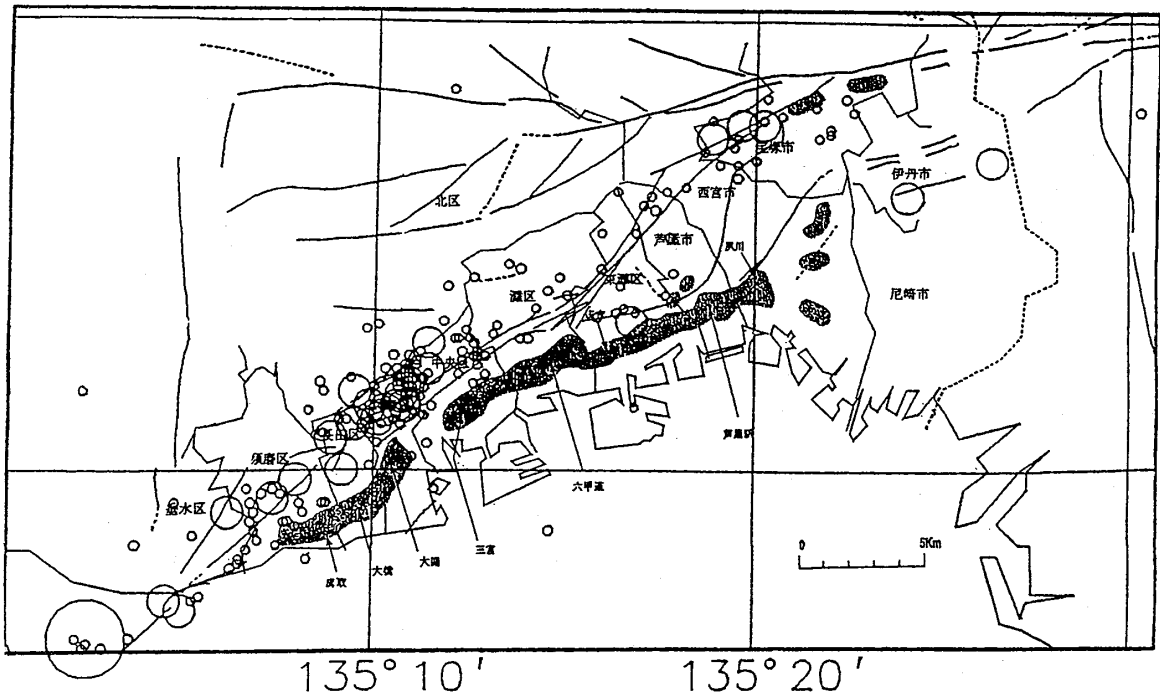


図-25 余震分布と震度7の領域²³⁾
 Fig. 25 Aftershock distribution and the zone of intensity 7.²³⁾

たほか、多数の家屋倒壊、交通施設やライフラインの寸断、大火災の発生など、都市社会の全般に及ぶものであった。

4・1 被害の状況

兵庫県南部地震による被害の概要を、表-1に示す。また、ライフライン、交通施設関係の被害状況を、表-2に示す。

なお、平成8年12月26日の自治省消防庁の発表によれば、震災病死も含めて死者6,425名、行方不明者2名、負傷者43,772名、住宅被害（一部損壊を含む）約48万棟にのぼっている。

4・2 被害の主な特徴

今回の地震による被害の最も大きな特徴として、“震災の帯”といわれる被害の特に激しい地域が帯状に分布することがあげられる²³⁾。このほかにも、大都市の直下の浅い部分で起こった地震であることによる被害の特徴が数多くある。

被害の主な特徴を対象別に整理し、以下にまとめる。
 (被害全般)

- ・ “震災の帯” と呼ばれる、被害の特に激しい地域が帯状に集中して分布する。
- ・ 早朝の時間帯に発生したため、交通施設の被害による大規模な二次災害は避けられた。

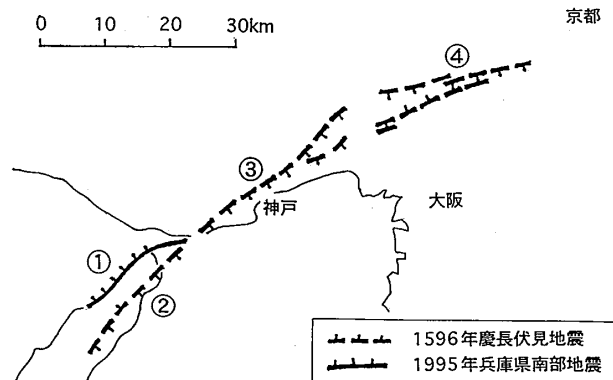


図-26 有馬-高槻-六甲断層帯の断層セグメント²³⁾
 Fig. 26 Fault segment of Arima-Takatsuki-Rokko fault zone.²³⁾

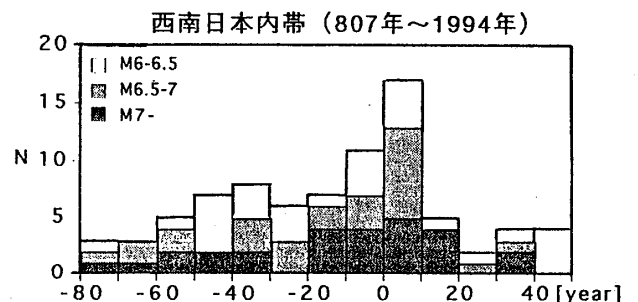


図-27 南海トラフの巨大地震前後の西南日本の地震活動の変化²³⁾
 Fig. 27 Change of the seismic activity in the Southwest Japan before and after the Nankai trough huge event.²³⁾

表-1 兵庫県南部地震による被害の概要

Table 1 Outline of disasters caused by the Hyogo-ken Nanbu Earthquake.

(平成7年5月21日現在)

区 分	被害数	特 徴
死 者 行方不明者	5,502人 2人	神戸市内の死者3,837人の死亡原因は、家屋の倒壊等による圧迫・窒息死が89%を占め、焼死は10%、残り1%は転落死等である。死者の半数以上が60歳以上の高齢者であった。
負 傷 者	41,527人	主な原因は、家屋や転倒した家具による圧迫、屋内の落下物などによる打撲などであった。
避 難 者	最大約30万人	長期7-8万人。
住宅被害	全壊 100,282棟 半壊 108,402棟	木造家屋の倒壊は、老朽化した建物、瓦葺き屋根に土壁構造、店舗付き住宅、脆弱な共同住宅などに顕著だった。非木造建築物でも被害が大きく、特に厚肉鋼部材の脆性破壊など今までにない損傷もあった。
公共建築物 民間建築物	549棟 3,126棟	昭和56年の建築基準法・施工令の改正以前に建築された建物の被害が大きかった。中央区などで商業・業務施設等の中・高層建築物が破壊された。特に中間階が崩れる崩壊形式が見られた。
文教施設	766箇所	昭和56年の建築基準法・施工令の改正以前に建築された建物の被害が大きかった。
火 災	全焼 7,119棟 半焼 331棟	地震直後から火災が多発し(294件)、火災による被害は70haに及んだ。建築物の倒壊、水利の不足等から消防活動はままならなかった。
道 路	9,403箇所	高速道路の高架橋は、今までにない大きな被害となった。
被 害 総 額	約10兆円	建物、港湾、道路、商工関係の損害が大きい。

・津波以外のこれまでに考えられていた地震災害が、ほとんどすべて発生した。

・被害総額は10兆円を越える大規模なものとなった。

(人的被害)

・死者数が戦後最高となり、その原因は家屋倒壊による圧死が約90%を占めた。

・死亡した人の半数以上が60歳以上の高齢者であり、災害弱者の問題が浮き彫りにされた。

・避難者の数が、最大約30万人に達し、長期の避難所生活を強いられた。(2年後でも数千世帯が仮設住宅での生活を強いられている。)

(建築物)

・老朽化した木造家屋の倒壊が目立ち、そのほか瓦葺き屋根に土壁構造、店舗付き住宅、脆弱な共同住宅に被害が顕著であった。

・非木造建築物では、昭和56年の建築基準法改正以前に建築された建物の被害が大きい。特に、中高層建築物の中間層の崩壊、厚肉鋼部材の脆性破壊などの、日本では今までにない被害形態が見られた。

(火災)

・地震直後から火災が多発し、焼失面積は70haにのぼった。

・建築物の倒壊、消防水利施設の不足等から消防活動が大きく阻害された。

・風が弱く、倒壊家屋があったことなどから、延焼速度は比較的小さかった。

・モルタル壁の剥落から木造部が露出して、延焼を促進させた。

・出火原因として、ガス、電気などの関東大震災当時とは異なる原因があげられた。

(港湾施設)

・埋立地における液状化、およびそれによる側方流動などの被害が激しく、護岸や港湾施設等の被害が甚大であった。

・クレーンなどが損傷し、コンテナバースはほとんど機能を失った。

(道路、鉄道)

・一部の高速道路、新幹線の高架橋が倒壊するなど、

表-2 ライフライン、交通施設関係の被害状況

Table 2 The damage of civil-facilities and transport-facilities caused by the Hyogo-ken Nanbu Earthquake.

区分	直後の主な被害	復旧日時	特徴	
水道	約128万戸断水 (約1,000箇所被害)	4月17日	被害の約6割が継手部分の離脱等であった。(管自体の破損は2割) 漏水個所の発見に手間取り、復旧が遅れた。	
電気	約111万戸停電	1月23日	停電が長期化したのは、電柱の多くが家屋の倒壊などに伴って倒壊したため。地中電線の50%に破損や障害が見られた。電話の障害30万台のうち10万台の障害は停電によるものであった。	
ガス	約86万戸供給停止	4月11日	低圧導管の被害については、破壊のほとんどがねじ込み式の管に集中した。地震による建物の火災のうち、ガスが原因の火災が22件あった。	
電話	約29万戸の加入電話に障害	1月31日	電話回線の輻輳が発生し、1/17,18には通常ピーク時のそれぞれ50倍、20倍の通話が兵庫県南部に殺到した。	
下水道	約110万人分の処理に影響		6処理場、20ポンプ場で沈下、破損、亀裂などの被害発生。管渠の応急処理箇所は、神戸市で7,775箇所到達した。	
鉄道	新幹線: 京都～岡山間(219km)不通	4月8日	高架橋に大きな被害が発生した。	
	JR在来線: 尼崎～姫路間不通	4月1日	高架橋、盛土、駅舎などに大きな被害が発生した。	
	民間鉄道	阪急電鉄(全線不通)	6月12日	
	他	阪神電鉄(//)	6月26日	
	合計	神戸電鉄(//)	6月22日	
	296km	山陽電鉄(//)	6月18日	
		神戸新交通(六甲ライナー)	8月23日	
		(ポートライナー)	7月31日	
高速道路	名神 西宮～尼崎 時間帯通行止め: 6-20時		各所で高架橋に大きな被害が生じた。	
	阪神 武庫川以西通行止め			
	阪和、近畿、西名阪 全線通行止め	1月19日	被害は大きくはなかった。	
港湾	神戸港岸壁 ほとんど使用不可能		ポートアイランドは液状化現象により最高60cm沈下した。	
	大阪港 埠頭、道路等に沈下亀裂		液状化現象が発生した。	

今までにない大きな被害となった。

- ・道路、鉄道は各所で寸断され、緊急輸送、復旧活動の妨げとなった。

(ライフライン)

- ・電気、上水道、下水道、ガス、通信施設(電話)などに大規模な被害が起これ、復旧活動や避難生活に大きな支障となった。

4・3 “震災の帯”について

神戸市から芦屋市・西宮市に至る地域に顕著な被害が帯状に集中し、“震災の帯”と呼ばれた²⁷⁾。気象庁の調

査でも、幅1～2km、長さ約20kmの範囲が震度7の地域と判定されている。“震災の帯”と震度7の範囲は、厳密にはその分布形状が多少異なっているが、ほぼ同一であり、帯状に被害が集中したことに変わりはない。

3・2で述べたように、帯状の被害集中域と活断層の分布はややずれており、六甲の断層系の南側に沿うように被害が集中している。当初、被災域が直線上に延びること、震災の帯が特に地盤の弱い場所ではないこと、余震分布と重なる既存の活断層沿いには顕著な被害がないことなどから、この震災の帯付近で起震断層がかなり地表近くまで達したとの考えが出された²⁷⁾。

しかし、その後の調査でも神戸側では明瞭な地震断層は確認されず、震災の帯の生成要因に関して様々な見解が出された。すなわち、上述した未知の活断層（伏在断層）によるもの、旧海岸線地形により説明しようとするもの、より深部の基盤構造による地震波の重ね合わせにより説明するもの²⁰⁾、表層地盤の種別と木造家屋の建築年代により説明するもの²⁹⁾等である。

現状では、震災の帯の生成要因について明快な結論は出ていない。阪神地域活断層調査委員会³⁰⁾による、基盤構造、堆積層の厚さ・性状・特性、表層の地盤、微地形などが複合的に作用した結果、震度7の激震の地域が生じたものと推定する見解が適当と考えられる。さらに、社会的な条件として、街の発達史や建築物の特性も加担しているとの向きもある。

参 考 文 献

- 1) 気象庁 (1995) : 災害時地震・津波速報, 平成7年 (1995年) 兵庫県南部地震.
- 2) 京都大学防災研究所地震予知研究センター (1995) : 1995年1月17日兵庫県南部地震 (M7.2) 観測結果速報.
- 3) 菊地正幸 (1996) : グローバルネットワークからみた震源特性, 阪神・淡路大震災, 東海大学出版会, 34-42.
- 4) 菊地正幸 (1995a) : 遠地実体波による震源のメカニズム, 月刊地球, 号外, No.13.
- 5) 片尾浩・安藤雅孝 (1996) : 兵庫県南部地震前後の地殻活動, 科学, 岩波書店, 66, 78-85.
- 6) 梅田康弘 (1995) : 1995年兵庫県南部地震の破壊成長過程—地震のブライトスポットと跳び石—, 地質ニュース, No.490, 50-55.
- 7) 尾池和夫 (1996) : 史料による近畿中部の地震と震災の調査, 阪神・淡路大震災調査報告書 (解説編), 社団法人地盤工学会阪神大震災調査委員会編, 13-30.
- 8) 藤田和夫 (1968) : 六甲変動, その発生前後—西南日本の交差構造と第四紀研究, 7, 4, 248-260.
- 9) 藤田和夫 (1995) : 近畿の第四紀テクトニクスからみた兵庫県南部地震—神戸の地震に“六甲変動”を見た—, 地質ニュース, No.490, 7-13.
- 10) 石川有三 (1995) : 兵庫県南部地震と応力場, 空白域, 地質ニュース, No.490, 22-25.
- 11) 清水建設株式会社技術研究所 (1995) : 1995年兵庫県南部地震調査報告書.
- 12) 大成建設株式会社 (1995) : 阪神大震災調査速報.
- 13) 若松邦夫 (1995) : 震源域での強震動, 第23回地盤震動シンポジウム, 11-20.
- 14) 福島美光, 渡辺孝英 (1995) : 兵庫県南部地震とNorthridge地震で観測された最大振幅の距離減衰特性と上下/水平振幅比, 日本地震学会講演予稿集, No.2, A105.
- 15) 福島美光, 田中貞二 (1992) : 新しいデータベースを用いた最大加速度の距離減衰式の改訂, 日本地震学会講演予稿集, No.2, B18.
- 16) Midorikawa, S. and M. Matsuoka (1995) : Strong Ground Motion During the Hyogo-Ken Nanbu Earthquake of January 17, 1995, Int. Sym. on Lessons Learned in Recent Earthquakes.
- 17) 国土地理院 (1995) : 近畿地方の地殻変動, 地震予知連絡会報, 687-694.
- 18) 多田堯, 橋本学, 鷲谷威, 小沢慎三郎 (1995) : 1995年兵庫県南部地震の測地学的断層モデル, 月刊地球, 号外, No.13, 136-140.
- 19) 日本応用地質学会 (1996) : 特集兵庫県南部地震, I 地殻変動と地震断層, 1. 活断層と震源断層, 応用地質, 37, 4, 250-257.
- 20) Sekiguchi, H., K. Irikura, T. Iwata, Y. Kakehi, and M. Hoshiba (1996) : Minute Locating of Faulting beneath Kobe and the Waveform Inversion of the Source Process during the 1995 Hyogo-ken Nanbu, Japan, Earthquake Using Strong Ground Motion Records, J. Phys. Earth, 44, 5, 473-487.
- 21) 釜江克宏, 入倉孝次郎 (1996) : 1995年兵庫県南部地震の断層モデルと強震動の推定, 「強震動予測に関する総合的研究 (最終年度)」平成7年度科学研究補助金 (総合研究A) 研究成果報告書, 23-52.
- 22) Hashimoto, M., T. Sagiya, H. Tsuji, Y. Hatanaka, and T. Tada (1996) : Co-seismic Displacements of the 1995 Hyogo-ken Nanbu Earthquake, J. Phys. Earth, 44, 4, 255-279.
- 23) 入倉孝次郎 (1996) : 第2章 地面の揺れの大きさとその特徴, 阪神・淡路大震災, 朝日新聞社編, 33-56.
- 24) 菊地正幸 (1995b) : 兵庫県南部地震の震源断層—防犯カメラが記録した地震動を読む—, 科学, 65,

- 9, 569-572.
- 25) 栗田泰夫, 寒川旭, 鈴木康弘, 吉岡敏和 (1996):
有馬-高槻-六甲断層帯の活動履歴と1995年兵庫県南部地震, 第11回地質調査所研究講演会資料,
4-8.
 - 26) 尾池和夫, 堀高峰, 山田聡治 (1996): 1995年兵庫県南部地震に先行した長期・中期・短期現象について, 月刊地球, 号外, No.13, 81-89.
 - 27) 嶋本利彦 (1995): “震災の帯” の不思議, 科学,
岩波書店, 65, 86-92.
 - 28) 入倉孝次郎 (1995): 兵庫県南部地震の震源断層,
強震動と被害の特徴, 物理探査, 48, 6, 463-489.
 - 29) 岩崎好規他 (1996): 兵庫県南部地震の強震動特性,
阪神・淡路大震災, 東海大学出版会, 58-77.
 - 30) 藤田和夫 (1996): 阪神地域活断層調査について,
「大阪湾の深部構造を考える」, 断層研究資料センター, 1-10.

