

2. 地震と地震動

2. 地震と地震動

2.1 平成7年兵庫県南部地震の概要

気象庁発表による平成7年兵庫県南部地震の諸元は以下の通りである。

発震時：1995年1月17日 5時46分52秒

震 央：淡路島北 北緯34° 36′ 東経135° 03′

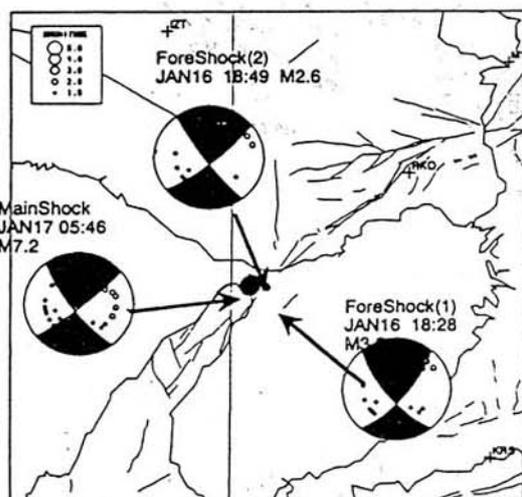
深 さ：14km

マグニチュード：7.2

京都大学防災研究所によって特定された前震と本震の震源メカニズム解は図2.1.1のようになっている¹⁾。また、気象庁の長周期地震計による観測結果によれば、今回の地震メカニズムの全体像は図2.1.2のようであり、地震の断層形式は右横ずれ型である²⁾。横浜市立大学の菊池教授³⁾は、世界各地で観測された地震記録から今回の断層のずれは、3つの断層破壊が連続的に起きたものであると解析している(図2.1.3)。

各地の震度を図2.1.4に示す²⁾が、関西を中心に北は新潟から南は鹿児島まで広範な地域で地震の揺れを感じている。今回の地震により多くの家屋が損傷したが、地震直後の気象庁の現地調査により、震度Ⅶの地域が新たに特定された。その地域を図2.1.5に示す²⁾。なお、震度Ⅶ(激震)とは、「家屋の倒壊が30%以上に及び、山くずれ、地割れ、断層などを生じる」程度の地震の揺れとして定義されている。震度Ⅶが判定されたのは気象庁震度階が定義されて以来初めてのことである。

兵庫県南部地震は活断層による直下型地震であったことが大きな特徴であるが、近畿・中国・四国地域において判明している活断層をマップにした図を図2.1.6に示す⁴⁾。



黒が引張り、白が圧縮領域

図 2.1.1
1995年兵庫県南部地震の本震と
前震のメカニズム
(DPRI News Letter¹⁾より転載)

本震発生後、多くの余震が観測されているが、図2.1.7にその余震分布を示す²⁾。余震の発生域は地震の震源域を示しているが、余震分布の図から、震源域は淡路島北部から神戸市をぬけるほぼ50kmの範囲に及んでいることがわかる。

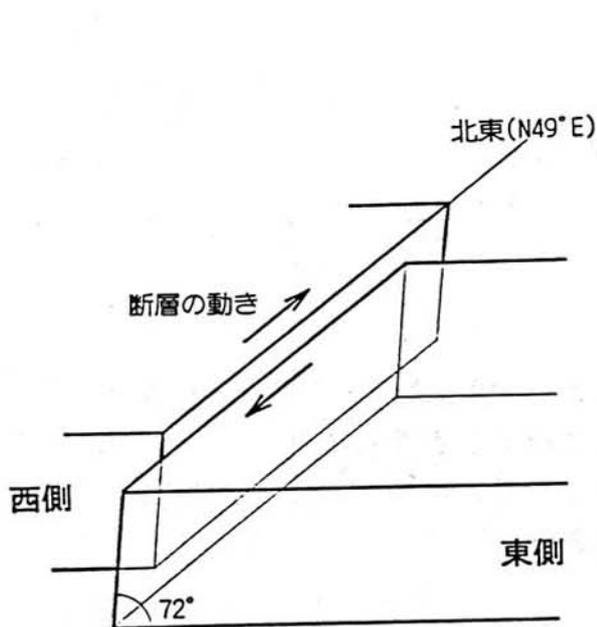


図 2.1.2 気象庁長周期地震計の解析結果による断層の模式図 (気象²⁾ から転載)

兵庫県南部地震の発生メカニズム。黒丸が破壊の開始点 (淡路島北端付近)。下の図はモーメント速度関数と呼ばれるもので、破壊の大きさの時間経過を示す

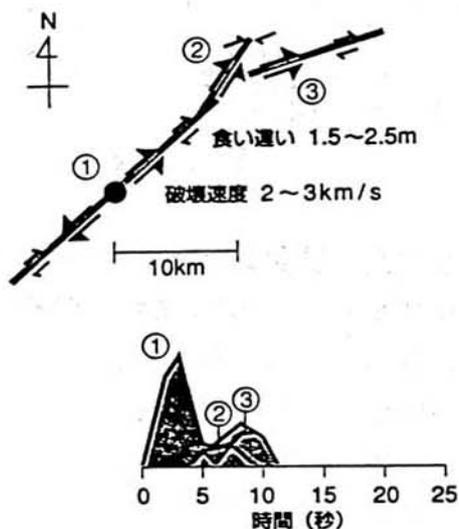


図 2.1.3 横浜市立大学菊池教授による断層領域における破壊の進行様式 (科学朝日³⁾ から転載)

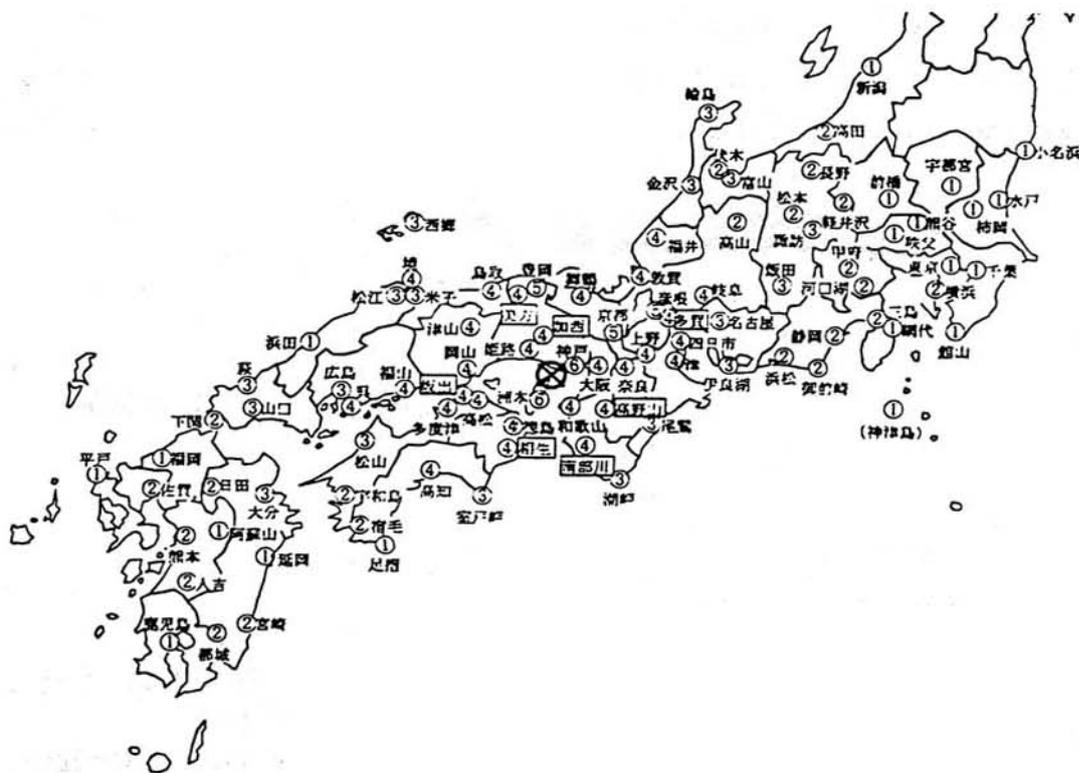
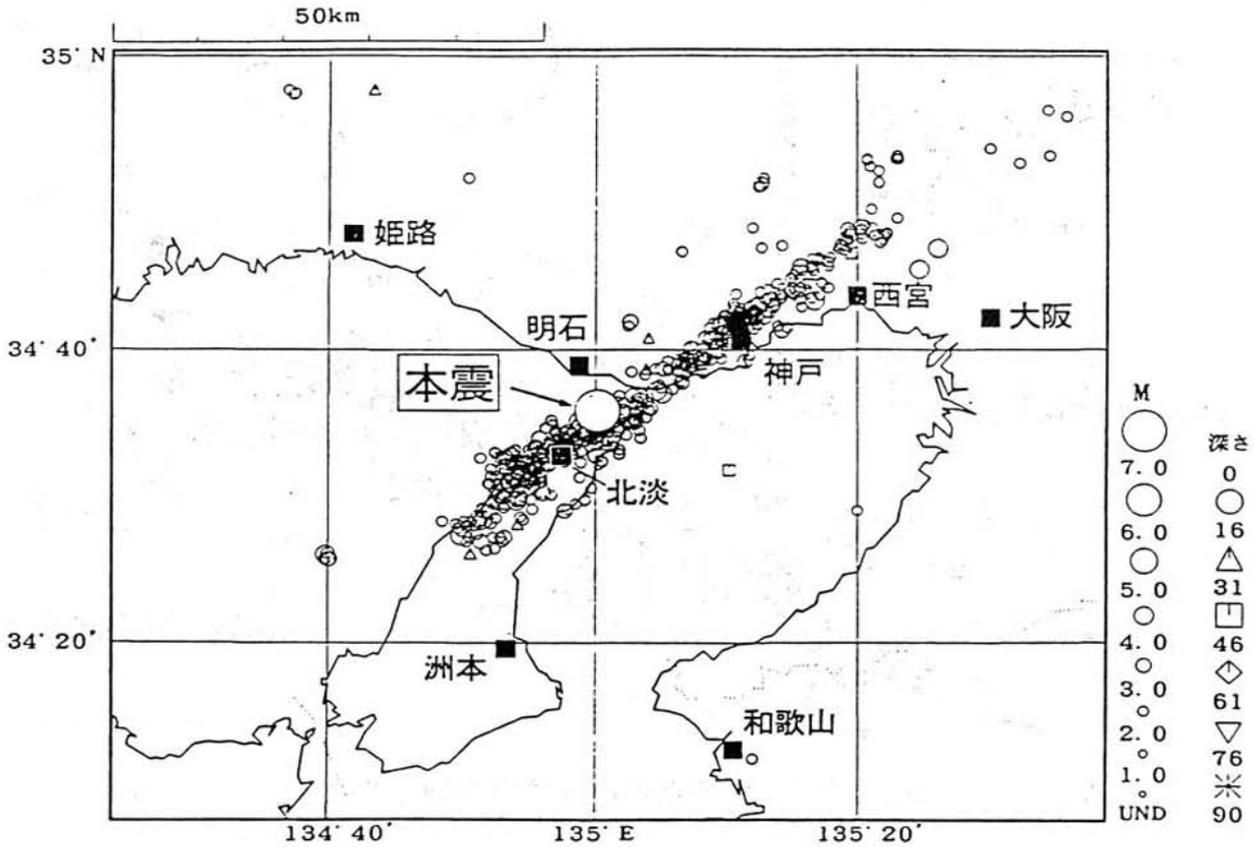


図 2.1.4 震度分布 (気象²⁾ から転載)



期間：1995年1月17日05時46分（本震）～1月25日24時

図 2.1.7 本震および余震の震央分布（気象²⁾ から転載）

2.2 地震動

兵庫県南部地震の地震記録が各機関により得られているが、図2.1.8に地表レベルでの加速度記録の最大値をマップにしたものを示す⁹⁾。この図から、神戸市や西宮市、宝塚市において大きな加速度が発生しているのがわかるが、これらの地域は震度Ⅶの地域に一致している。また、淀川沿いに比較的大きな揺れが生じていたことがわかる。

表2.1.1には気象庁管区气象台で観測された最大加速度値の一覧を示す²⁾。管区气象台の位置は、図2.1.7の余震分布図に記されている。特に神戸市中央区の神戸海洋气象台での加速度記録は、南北方向では818gal、東西方向では617gal、上下方向では332galと極めて大きな値を示している。この記録からも神戸地域ではかなり大きな揺れが生じたことが推定される。図2.1.9に、神戸海洋气象台で観測された記録波形を示す。また、この記録の応答スペクトルを図2.1.10に示す。この応答スペクトルによると今回の地震動は、0.4秒、0.7～1秒付近に勢力を持つ波形であり、ちょうど、在来構法による木造家屋や中層建築物の固有周期と一致する帯域に勢力のある波形になっている。

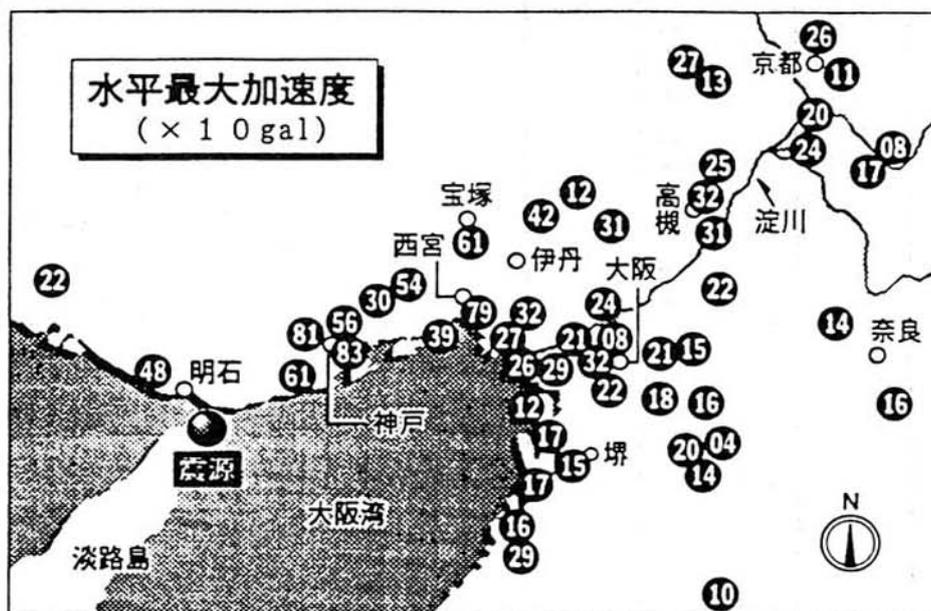


図 2.2.1 水平最大加速度分布（地盤レベル）
 （日本経済新聞2月17日夕刊⁵⁾ から転載）

表 2.2.1 気象庁管区気象台における最大加速度値
 （気象²⁾ から転載）

官 署 名	所 在 地	最大加速度 (gal)		
		南北	東西	上下
神戸海洋気象台	神戸市中央区	818	617	332
大阪管区気象台	大阪市中央区	81	66	65
舞鶴海洋気象台	舞鶴市字下福井	67	52	39
岡山地方気象台	岡山市桑田町	77	59	36
鳥取地方気象台	鳥取市吉方	77	74	15
彦根地方気象台	彦根市城町	137	147	39
津地方気象台	津市島崎町	71	60	26
福井地方気象台	福井市豊島	33	42	10

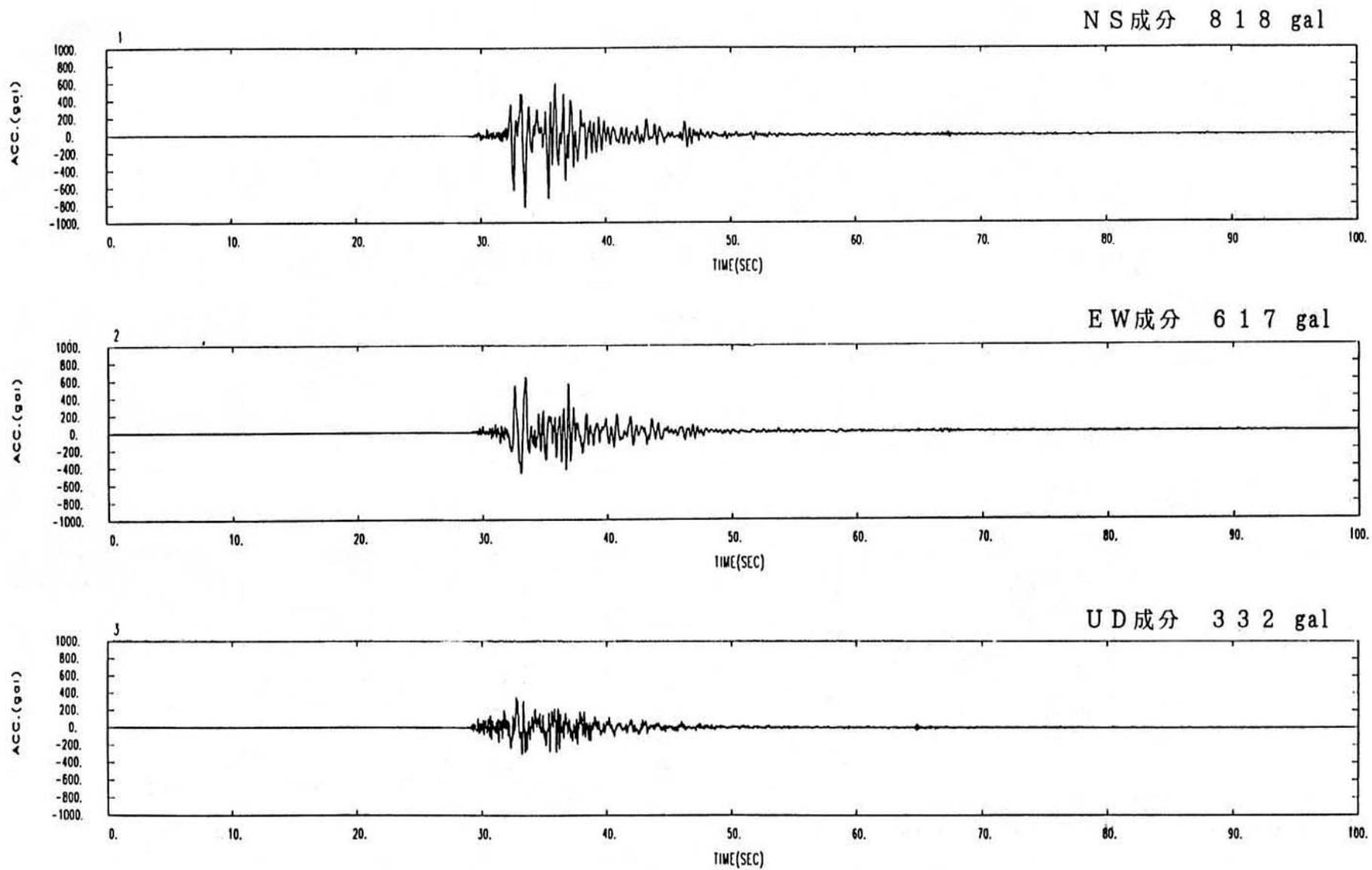


図 2.2.2 神戸海洋気象台で観測された加速度記録
(気象庁87型電磁式強震計波形データによる)

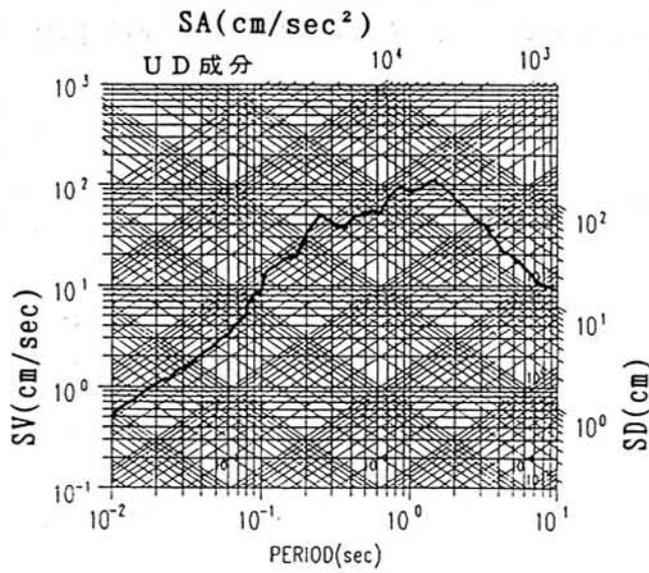
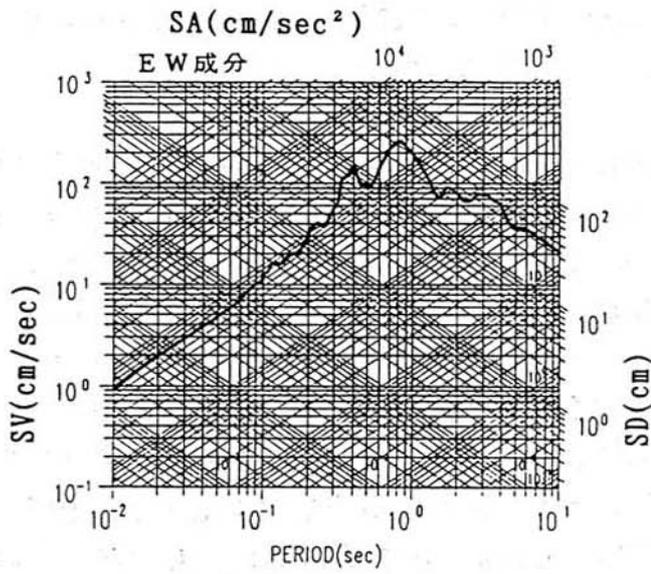
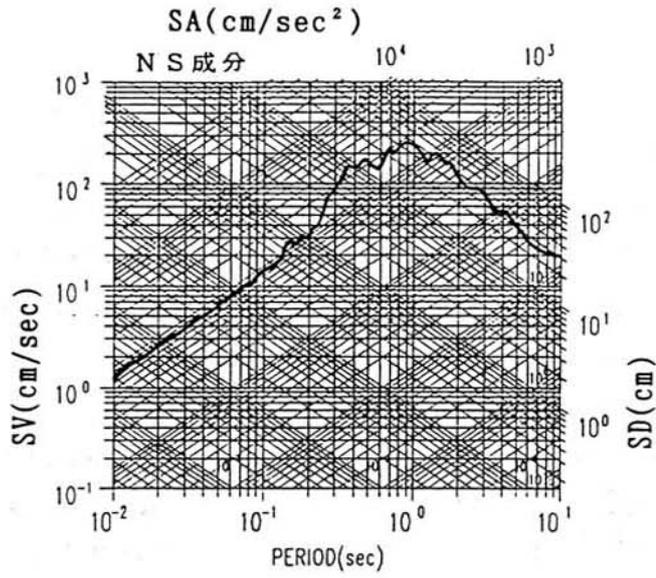


図 2.2.3
神戸海洋気象台で観測
された加速度記録の応
答スペクトル
(減衰定数5%)

2.3 地震被害と地震動の関係

被害の大きかった地域は東西に長い帯状になっている(図2.1.5)。この地域はちょうど洪積層と沖積層の境目になっており、地盤や地形の不整形性が地震動を増幅させ、被害がこの地域に集中した可能性が高いことが指摘されている。図2.1.11に京都大学防災研究所による木造家屋の被害調査結果を示す⁶⁾。この調査は、神戸大学がある地点から六甲アイランドまで南北に道路2ブロック幅で行われた木造家屋の被害調査である。ちょうど、阪急線とJR線の間から阪神線までの地域に木造家屋の被害が多く出ているのがわかる。京都大学防災研究所では、神戸大学から六甲アイランドまでのこの地帯に南北に沿って地盤上に16個のセンサーを配置し常時微動を計測し、神戸大学の岩盤上の記録を基準記録として地盤震動の増幅率を求めている。この結果を図2.1.12に示す⁶⁾。これらの結果から、被害の大きかった地帯での震動増幅率は、洪積層の比較的硬い地盤における増幅率に対し、10倍以上も大きな値になっていることがわかる。このことは、被害の集中した地域では、地盤の影響で地震動が大きく増幅され、その結果大きな力が建築物に加わり被害が生じたことを強く示唆している。

以上、地震被害と地震動の関係をまとめると、下記の事項に要約できる。

- ①平成7年兵庫県南部地震は、都市部を直撃した直下型地震であり、距離による地震動の減衰がほとんどない状態で神戸市を中心とした地域に大きな震動が伝わった。
- ②阪急線と阪神線の間帯状の地域では、地質や地盤の不整形性による影響で震動が大きく増幅され、その結果この地域に大きな被害が生じた可能性が高い。
- ③神戸市中央区の神戸海洋気象台で観測された加速度記録の応答スペクトルからは、この地震動は0.4秒付近、0.7～1秒付近に勢力を持つ波形であることがわかる。この周期帯はちょうど在来構法による木造家屋や中層建物の固有周期と一致する帯域であり、もしこの周期特性が神戸市の他の地域にも存在していたと考えれば、主要動の継続時間は短かったものの(4～5秒)、これらの建物が共振した可能性が高い。

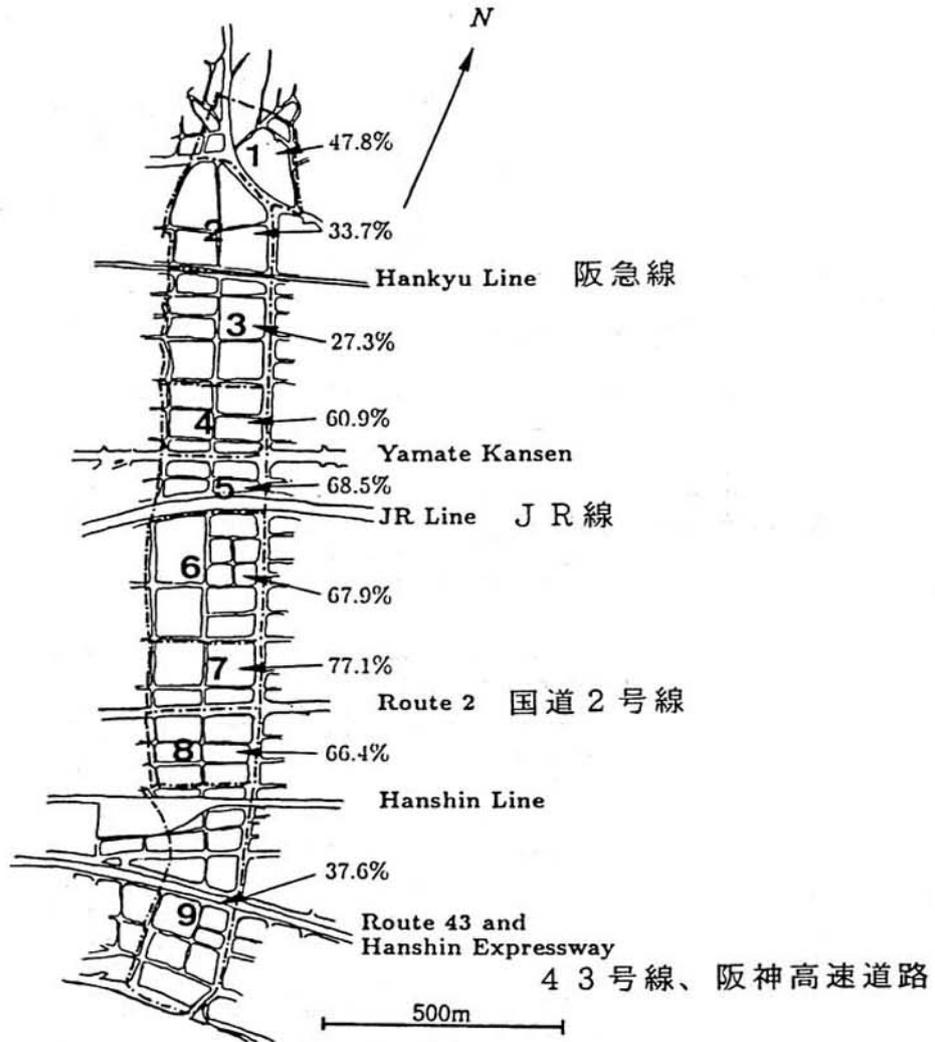
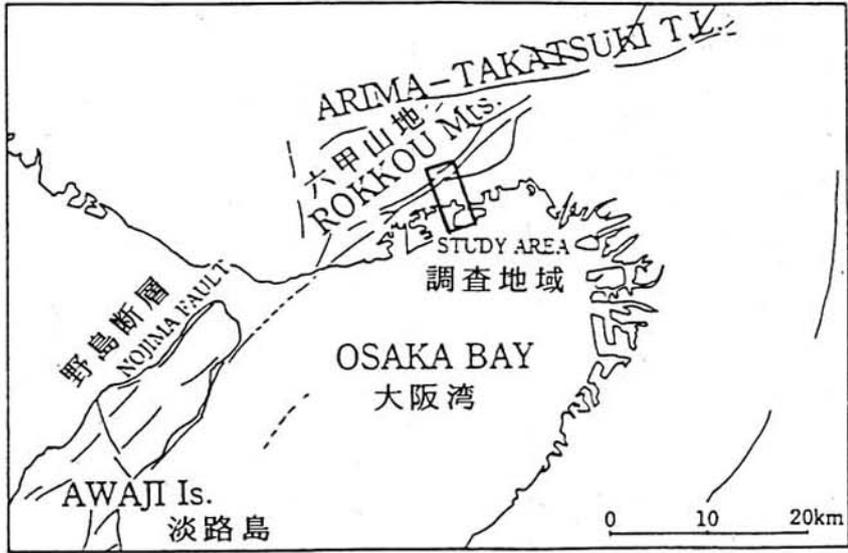
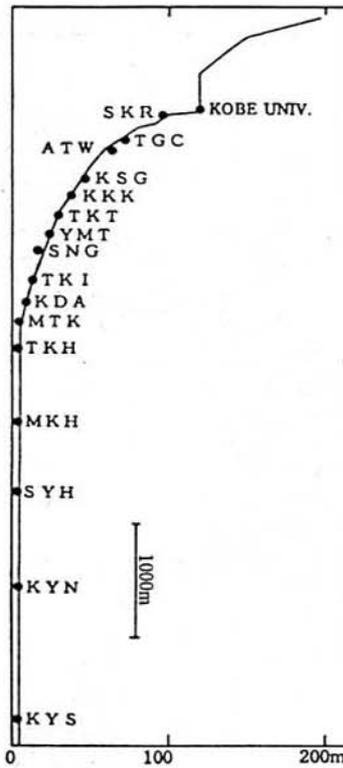


図 2.3.1 調査領域と木造家屋の被害率
(DPRI News Letter⁶⁾ より転載)



震動増幅率

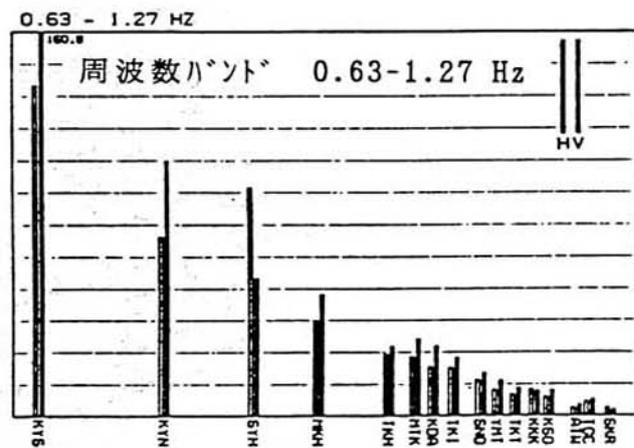
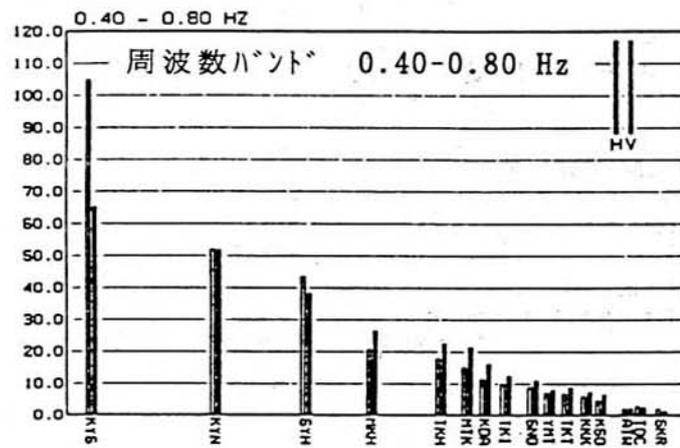
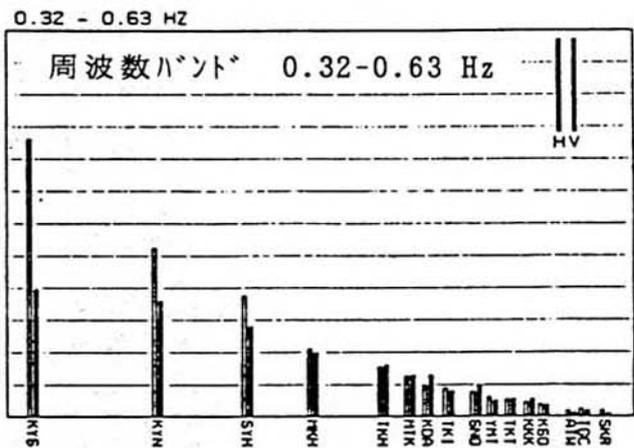
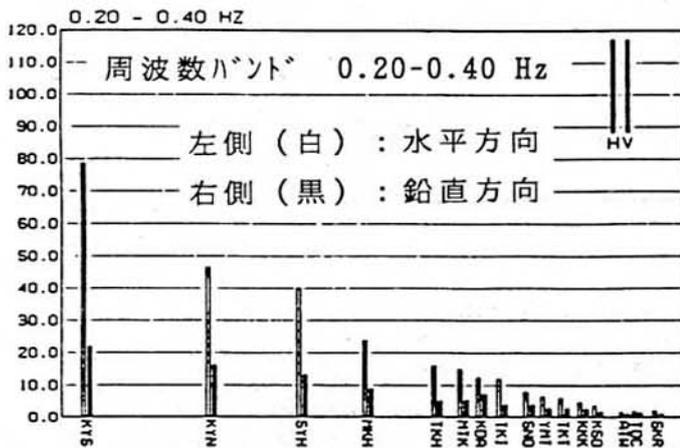


図 2.3.2 常時微動の観測点と地盤震動の
(DPRI News Letter⁶⁾ より転載)

参考文献

- 1) Research Center for Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University: A Preliminary Report of Investigations on Southern Hyogo Prefecture Earthquake, Preliminary Report on the Great Hanshin Earthquake of January 17, 1995, DPRI News Letter, Special Issue, February, 1995, pp. 1-8.
- 2) 小泉岳司：平成7年(1995年)兵庫県南部地震(速報)、気象、1995年3月、日本気象協会、pp. 4-11.
- 3) 菊池正幸、科学朝日、1995年3月、pp. 9-10.
- 4) 石川有三、科学朝日、1995年3月、p. 8.
- 5) 日本経済新聞、2月17日、夕刊.
- 6) Akamatsu, J., H. Morikawa, H. Saitou, and M. Jidou: A Relation between Distribution of Damages Caused by The 1995 Southern Hyogo Prefecture Earthquake and Ground Vibrational Characteristics Inferred from Microtremors, Preliminary Report on the Great Hanshin Earthquake of January 17, 1995, DPRI News Letter, Special Issue, February, 1995, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, pp. 24-33.