

序

平成7年(1995年)1月17日5時46分ころ、淡路島を震源とするマグニチュード7.2の地震が発生した。この地震では神戸・淡路島を中心に、6,400名を超える尊い人命が奪われ、また多くの建造物、ライフライン等に大きな被害が生じ、激甚な災害となった。

日本政府は今回の被害の大きさに鑑み、災害に対して「阪神・淡路大震災」と命名し、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。

この地震に際し、気象庁は直ちに地震情報等の発表を行ったほか、地震後の震度観測点と雨量観測点の現地への増設を行い、地震情報及び大雨洪水注意報等による二次災害に対する注意喚起等の防災活動に努めた。また、直ちに地震機動観測班を現地に派遣し、被害状況等の調査を行った。この結果、神戸市や淡路島の一部地域では震度7に相当する揺れが生じていたことが判明した。

内陸に発生する大規模な地震は例が少なく、その発生機構など解明されていない部分も多い。今回の地震について詳細に調査し、それらの結果を情報発表の状況や被害の実体と共に記録にとどめることは、今後の地震防災対策の推進に寄与すると共に、地震研究の発展の一助となることと考え、気象庁技術報告として刊行することとした。

なお、この報告の作成に当たっては、気象庁本庁、気象研究所及び大阪管区气象台等が調査・解析を行い、気象庁本庁がとりまとめた。

また、貴重な資料を提供していただいた多くの関係機関の方々に厚くお礼申し上げる。

平成9年3月

気象庁地震火山部長 山本孝二

平成7年(1995年)兵庫県南部地震調査報告

目 次

英文アブストラクト	1
平成7年(1995年)兵庫県南部地震の概要	5
第1章 地震	
1.1 概要	7
1.2 各地の震度, 地動振幅及びマグニチュード	9
1.3 余震活動	11
1.4 震源過程	20
1.5 埋込式体積歪計による観測	25
1.6 地震観測所における観測	28
1.7 地磁気観測	31
1.8 兵庫県南部地震の前後の地震活動の変化	34
1.9 過去の地震	43
第2章 現地調査	
2.1 概要	47
2.2 断層調査	47
2.3 現地被害調査と震度の推定	47
第3章 地震津波業務の実施状況	
3.1 概要	91
3.2 本庁	91
3.3 大阪管区気象台管内	95
第4章 資料集	
4.1 地震資料(震源要素)	101
4.2 地震資料(本震・余震の験測値)	101
4.3 地震資料(メカニズム解)	101
4.4 地震波形	131
4.5 埋込式体積歪計記録	131
4.6 被害	144
4.7 写真	153

平成7年(1995年)兵庫県南部地震調査報告

— 災害時自然現象報告 —

気象庁

Report on the Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake, 1995 (The 1995 Southern Hyogo Prefecture Earthquake) JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY

Abstract

1) Outline

At 5:46 JST (Japan Standard Time) on 17 January 1995, a large earthquake with magnitude 7.2 occurred in southern Hyogo Prefecture. The hypocenter was located at the depth of 16km, 34° 36' N, 135° 2' E, in the northern part of Awaji Island. The earthquake generated very strong ground motion with seismic intensity 6 (Japan Meteorological Agency: JMA scale) at Kobe and Sumoto in Hyogo Prefecture, and was felt over a very wide area from southern Tohoku to Kyusyu.

The maximum ground motion acceleration, observed at Kobe Marine Observatory, was 818cm/sec², 617cm/sec² and 332 cm/sec² in the NS, EW and UD directions, respectively. The Field Survey Team of JMA certified that the earthquake caused ground motion of seismic intensity 7 at some parts of Kobe city and Awaji Island.

Tremendous damage was brought about by the earthquake. The Fire and Disaster Management Agency reported on 26 December 1996, that 6,425 people were killed and 43,772 injured. The number of damaged houses was 488,222 including 110,457 completely destroyed houses. Gas, electrical and water supplies were unavailable in many parts of the epicentral region. The number of victims of the earthquake exceeded that of Fukui Earthquake in 1948 and was second only to that of the great Kanto Earthquake in 1923, which produced the greatest damage by an earthquake in Japan this century. The Government of Japan named the earthquake disaster as the "Great Hanshin-Awaji Earthquake Disaster" and JMA named the earthquake as the "Hyogo-Ken-nanbu Earthquake, 1995" after its serious damage.

2) Focal Parameters

Origin time (JST): 05h 46m 51.8s on 17 January 1995
Epicenter: 34° 35.7' N, 135° 02.3' E
Focal depth: 16km
Magnitude: 7.2

3) Aftershock Activities

By 30 April 1995, 192 felt aftershocks were observed. The largest aftershock with magnitude 5.4 occurred at 7:38 (JST) on 17 January, and the aftershocks at 5:50 (JST) on 17 January with magnitude 5.2 and at 23:15 on 25 January with magnitude 5.0 were significant. The *b* value in Gutenberg - Richter's formula:

$$\log N(M) = a - bM$$

where

N(M): number of earthquakes with magnitude equal to or larger than *M*

M: magnitude

was estimated as 0.88 for aftershocks with magnitude equal to or larger than 2.3 and which occurred by 30 September 1995. The value of the parameter p to denote the temporal decay of the aftershock activity in the modified Omori's formula was estimated as 1.12, a normal value for aftershock activity of inland earthquakes in Japan.

The aftershock region extended linearly about 50km to the NE and SW directions from the epicenter. Within this region there were some areas of concentrated activity while the activity was low in the vicinity of the epicenter. The distribution of aftershocks fitted well to the active fault trace. A calculation of stress redistribution using a finite fault model shows that the fracture stress increased near both ends of the fault and its extensions. This coincides with the areas of high aftershock activity.

4) Focal Mechanism

Focal mechanism solutions for the main shock were determined from P wave first motion polarities observed in Japan and from a CMT (Centroid Moment Tensor) solution obtained by using long-period digital records of IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) stations all around the globe. Both results indicate that the focal mechanism was right lateral strike slip due to horizontal compression in the EW direction, although there were slight differences in the fault parameters of the two solutions.

The fine rupture process on the fault of the main shock was analyzed by using mainly the digital records of JMA strong motion seismometer (type-87). The result of this analysis indicates that the rupture began near the hypocenter and propagated bilaterally, to the NE (to Kobe city) and SW (to Awaji Island). It took about ten seconds for the completion of the rupture. This analysis also indicates large energy release in the vicinity of the hypocenter and in Awaji Island. The seismic moment and the maximum dislocation on the fault were estimated to be 2.5×10^{19} Nm and 2m, respectively. The moment magnitude of the main shock is 6.9.

The first motions(dilatation/compression) and the coseismic steps recorded by volume-strainmeters deployed in Tokai and south Kanto districts, and the coseismic step recorded by the extensometer at Matsushiro Seismological Observatory were in good accordance with the focal mechanism estimated above. No preseismic and coseismic change was detected in total geomagnetic force observed by JMA.

5) Change of Seismic Activity before and after Hyogo-Ken-nanbu Earthquake

Hyogo-Ken-nanbu Earthquake occurred at the southwest edge of a triangular region, bounded by active faults, called the "Kinki - Triangle" whose base and apex are the Central Tectonic Line and the northern end of the Lake Biwa, respectively. After the main shock, seismicity was activated in the "Tanba active area", along the western margin of the triangular region. In the southern part of this active area, an earthquake swarm occurred in the previous year. This might have been precursory activity for the Hyogo-Ken-nanbu Earthquake. Quiescence of seismic activity for two or three years before the main shock is considered to be a mid-term precursor.

6) Past Earthquake Events

Although there are many historical documents about earthquake disasters in Kinki District, there is no evidence that a disastrous earthquake occurred in the focal region of this event. However, recent active fault research shows the possibility that the Arima-Takatsuki fault zone, which lies adjacent to the east of the hypocentral fault, ruptured in the Keicho-Fushimi Earthquake ($M = 7 \frac{1}{2}$) of 1596.

A focal mechanism examination for 16 earthquakes in the main shock region since 1926 shows

a reverse fault type or a strike slip fault type due to horizontal compressive stress in the NW-SE or E-W direction. In this region, an earthquake occurring in the sea area tends to be a reverse fault while those on land are usually reverse or strike slip faults, consistent with the present case.

7) Field Survey

The JMA Headquarters dispatched a Field Survey Team to Kobe City and Awaji Island on 17 January to intensify the seismic observation and to scrutinize the earthquake damage. Once the survey of this team determined that the earthquake caused a seismic intensity 7 at parts of Kobe city and Awaji Island, the Osaka District Meteorological Observatory and other meteorological stations took part in the survey for more detailed investigations. These surveys revealed a surface exposure of the rupture fault and delineated the areal extent of seismic intensity 7 level.

8) Tsunami Forecast and Earthquake Information

The JMA Headquarters and Osaka District Meteorological Observatory issued a tsunami advisory of "No Tsunami" to relevant coastal regions immediately after the main shock, and also issued earthquake information about the hypocenter and magnitude of the main shock, seismic intensity distribution and aftershock activity, successively.

平成7年(1995年)兵庫県南部地震の概要

Outline of the Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake, 1995

(1) 概要

平成7年(1995年)1月17日5時46分ころ、淡路島北部の北緯34度36分、東経135度2分、深さ16kmを震源とするマグニチュード(M)7.2の地震が発生した。この地震により、神戸と洲本で震度6を観測したほか、東北地方南部から九州地方にかけての広い範囲で有感となった。神戸海洋気象台で観測された最大加速度(片振幅)は南北成分で818ガル、東西成分で617ガル、上下動成分で332ガルとなった。気象庁の地震機動観測班の現地調査によると、神戸市や淡路島の一部地域では震度7に相当する揺れを生じていたことが判明した。この地震による被害は甚大で、消防庁によれば平成8年12月26日現在、死者は6,425名、負傷者は43,772名にのぼる。また、家屋の被害は全壊110,457棟を含み全部で488,222棟、ガス・電気・水道の供給停止も膨大な数にのぼった。これは、昭和23年(1948年)の福井地震の被害(死者3,769人、負傷者22,203人、家屋全壊36,184戸)を上回り、今世紀の地震災害としては関東地震(関東大震災)(死者約143,000名、家屋全壊約128,000戸、同消失約447,000戸)に次ぐ。政府は、被害規模の大きさに鑑みて、「阪神・淡路大震災」と命名した。また、気象庁は今回の地震を「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」と命名した。

(2) 震源事項

震源時	1995年1月17日
(日本標準時)	05時46分51.8秒
震央	135°02.3'E 34°35.7'N
深さ	16km
マグニチュード	7.2

(3) 余震活動

4月30日までに192回の有感余震があった。大きな余震としては、1月17日07時38分のM5.4が最大で、それ以外に1月17日05時50分M5.2、同25日23時15分M5.0などが目立つ。

9月30日までに発生した余震(M:2.3以上)について求めた規模別累積度数分布 $\log N = a - bM$ のb値は

0.88であった。

余震発生頻度の時間依存性を表す改良大森公式を適用すると、今回の地震の余震の場合はパラメータp値の値は1.12となり、内陸に発生する地震のp値と調和的である。

余震域は本震の震央から北東と南西の方向に直線的に広がっており全体の長さは約50kmに達する。余震活動は、本震の震央付近では活動の低い地域が見られ、余震域のいくつかの部分に活動が集中している様子も見られた。このことは余震分布において断層両端及びその延長線上で地震活動が高まっていることを表し、断層モデルに基づき断層周辺に現れた応力分布からみても、断層の両端付近とその延長上で破壊応力の高まる領域が見られたことと調和する。

(4) 震源過程

本震について、国内の観測点のP波の初動方向の極性からメカニズム解を求めた。また、全世界のIncorporated Research Institutions for Seismology (IRIS) 観測点の長周期デジタル波形を用いてセントロイドモーメントテンソル解(CMT解)を求めた。その結果、節面の走行及び傾斜等に多少の違いがあるものの、いずれの解も東西圧縮の横ずれ断層を示した。

次に、気象庁の87型電磁式強震計などで観測されたデジタル波形を用い、本震の断層の破壊過程について解析した。その結果、震源付近から始まった破壊は神戸側と淡路島側の両方向に伝播していき約10秒間をかけて断層面を形成し、淡路島側と震源付近で大きな破壊があったことが示された。地震モーメントは $2.5 \times 10^{19} \text{N}\cdot\text{m}$ 、断層面上での最大の食い違い量は約2mと推定され、モーメントマグニチュードは6.9と求められた。

(5) 埋込式体積歪計による観測

東海・南関東地域に設置されている歪計に観測された本震の歪初動は、地震波形データから求めた初動と調和している。

長周期成分にコサイスマックステップが記録された地点について、その極性と大きさを本震の主破壊から期待される理論値と比較してみると、大部分が調

和的であった。

(6) 地震観測所における観測

群列地震観測システム等により1月23日までに160個の余震を観測した。これは、M3.5以上の地震をほぼ観測したことになる。また、伸縮計に記録されたステップ量は、余震分布から、長さ60km、幅15kmの北東南西方向の矩形断層面を仮定し、モーメントの大きさからすべり量を2mと仮定した場合の理論ステップ量と調和的な値となった。

(7) 地磁気観測

兵庫県南部地震に伴う地磁気変化を検出するために、全磁力夜間値を用いて解析を実施したが、この地震によると思われる有意な変化は認められなかった。

(8) 兵庫県南部地震前後の地震活動の変化

兵庫県南部地震は、中央構造線を底辺とし琵琶湖北部を頂点とした近畿トライアングルと呼ばれる活断層系で区切られた領域の南西境界部で発生した。地震後には、この近畿トライアングルの北側境界の西縁辺にあたる丹波活動域で、顕著に地震活動が活発化した。また、前年には丹波活動域南部で先行的活動と思われる群発地震が発生していたほか、2-3年前には中期的な前兆とも見なされる地震活動の低下が観測されていた。

(9) 過去の地震

近畿地方は歴史的に見ても史料が数多く残され、地震による被害の記録も数多く残っている。これら地震による被害の記録を基に古い地震の震源が推定されている。これまでに震源が推定されている近畿地方の被害地震の分布によると、今回地震が発生した付近では被害地震が発生していない。しかし、これまでに知られている古い被害地震の中にも震源の位置がまだよく分かっていないものもある。最近の活断層調査によると今回の地震によって活動した断層の東側にある有馬-高槻断層帯が慶長伏見地震と呼ばれる1596年の地震(M7 1/2)で活動したとする報告がある。

1926年以降の16個の地震の発震機構を整理した。これらの地震は、北西-南東圧縮または東-西圧縮の逆断層または横ずれ断層型である。海域では逆断層が多く、海岸・内陸では逆断層、横ずれ断層型が多いという傾向が見られた。今回の地震もこれらの傾

向と調和している。

(10) 地震機動観測及び現地調査

気象庁は、兵庫県南部地震により神戸市及び淡路島北部等に甚大な被害が発生したことから、地震発生当日に地震観測強化及び被害実態の把握などのための現地調査を目的とし、現地に地震機動観測班を派遣した。

この調査により神戸市三宮や淡路島北淡町等で震度7に達することが明らかとなったことから、さらに、大阪管区気象台及び同管内各官署が、被害地域を中心としてより詳細な調査を行った。

これらの調査により、断層の表出が確認されるとともに震度7等の分布を求めることができ、兵庫県南部地震が地表に与えた影響の全体像がかなり捉えられた。

(11) 津波予報及び地震情報等の発表業務実施状況

気象庁本庁及び大阪管区気象台は緊急震源決定を行い、「ツナミ ナシ」の津波注意報を関係沿岸に対して発表した。さらに震源地、地震の規模、各地の震度及び余震の状況について逐次地震情報を発表した。また、大阪管区気象台管内官署では、これらの情報の伝達を行うとともに現地調査等の即応体制をとった。