

1995年兵庫県南部地震の事前予測の 可能性について(2) —長期的予測—

茂木清夫¹⁾

これまで、日本列島或いは西日本という広域の活動から大地震の発生のおおよその切迫性について述べてきたが、今回は大地震の起こりそうな場所とおおよその時期の予測、いわゆる長期予測について述べる。

2.1 地震予知連絡会による地域指定

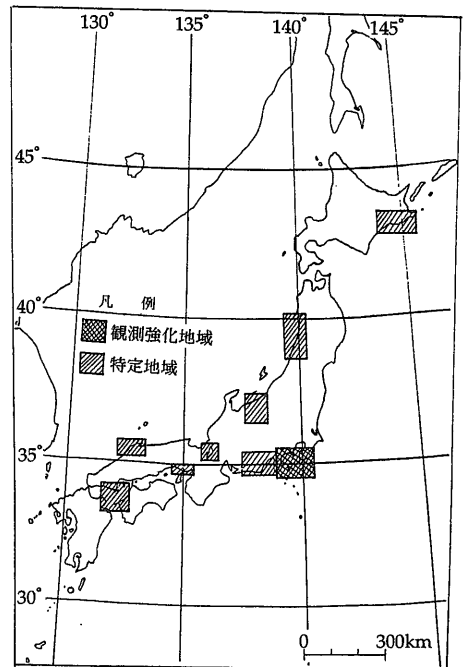
地震予知連絡会(事務局, 建設省国土地理院)は、1969年に発足したが、その発足間もない1970年に「観測強化地域」及び「特定観測地域」の指定を行い、その結果を公表した(地震予知連絡会事務局, 1970)。それを第1図に示す。1978年にその見直しを行ったが、その結果を第2図に示す(地震予知連絡会事務局, 1979)。特定観測地域の見直しにあたっての選定基準として、

- (1) 過去に大地震があつて、最近大地震が起きていない地域
- (2) 活構造地域
- (3) 最近地殻活動の活発な地域
- (4) 社会的に重要な地域

をあげ、対象とする地震としてはM7級(日本海溝沿いではM8級)で、20年ないしに30年のうちに起こる可能性のあるように思われるものとした。地域指定の面積は全国の陸地面積の20%前後を目途として選定した。

注目すべきことは兵庫県南部地震は第1図及び第2図のいずれでも特定観測地域に指定された地域で起こったということである。第1図ではまさに「阪神地区」として今回の地震の震源域に相当する部分が指定されており、第2図では京都なども要注意と考えて「名古屋・京都・大阪・神戸地区」が指定された。指定の理由は次の通りである。

- (1) この地域には歴史時代にM7級の被害地震が



第1図 1970年に地震予知連絡会が指定した「観測強化地域」及び「特定地域」(地震予知連絡会事務局, 1970)。阪神地区は特定地域に指定。

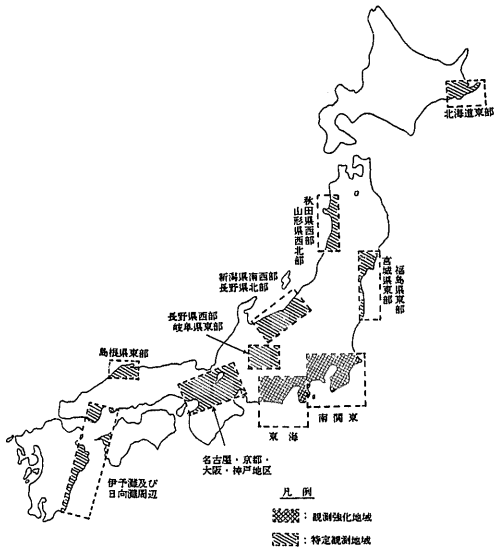
発生しており、また、活断層が密集している。

- (2) 養老断層沿いに比較的大きな歪、琵琶湖西岸に北上りの地殻傾動が見られる。
- (3) 社会的に重要な地域である。

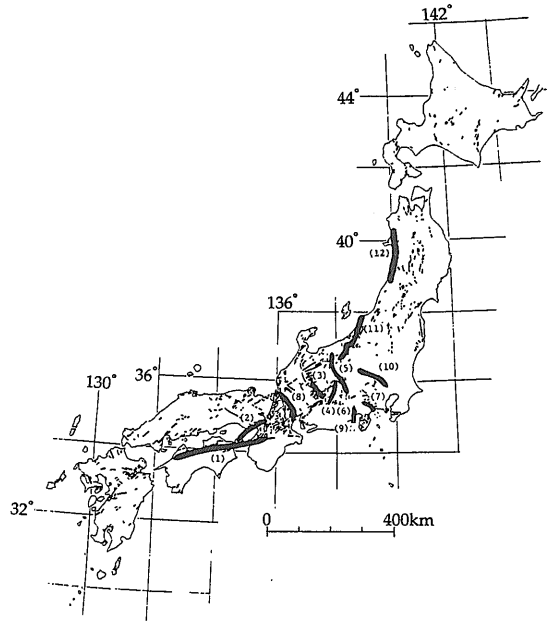
1978年の地域指定見直しから20年経って、その間にどこで主な地震が起こったかを第3図に示す(Mogi, 1997)。内陸又は沿岸部で起こったM6.5以上の浅い地震は10個であったが、そのうち8個が指定地域内に起こった。兵庫県南部地震だけがたまたま指定地域内で起こったのではなく、要警戒地域に指定した地域内で、最近の内陸地震の8割が起こったのである。

1) 地震予知連絡会会長・日本大学生産工学部:
〒275 千葉県習志野市泉町1-2-1

キーワード: 1995年兵庫県南部地震, 事前予測, 長期的予測, 場所の予測, 要警戒地域, 要注意断層, 地震空白域

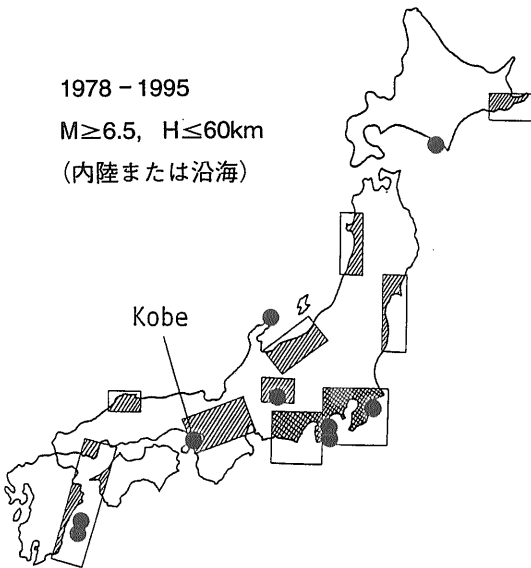


第2図 1978年に地震予知連絡会が指定の見直しを行った後の「観測強化地域」と「特定観測地域」(地震予知連絡会事務局, 1979).



第4図 日本列島の活断層の分布。太い線は要注意断層(Matuda,1981).

1978 - 1995
 $M \geq 6.5, H \leq 60\text{km}$
 (内陸または沿海)



第3図 1978年に「観測強化地域」と「特定観測地域」が指定されてから起こったM6.5以上の内陸又は沿海の大きい地震(Mogi,1997).

以上のように、地震予知連絡会議は1970年の最初の地域指定以来一貫して阪神地区を特定観測地域ないしその一部として指定してきた。この地域指定の結果は国土庁が刊行する防災白書(国土庁,1982-1994)や1987年刊行の「わが国の震災対策」(国土庁,1987)に明記され、公表されてきた。したがって、国も地方自治体も阪神地区が要警戒

地区であることを知っていたはずである。しかし、実際はこのことを念頭において地震対策を強化するというをしなかったようである。地震についての警告はされていたが特に効果がなかったのは、それがそれぞれ一研究者としての発言に止まっていたからであるという意見もあるが(石橋,1996)、上述のように、国土地理院長の私的諮問機関である地震予知連絡会が要警戒地域として指定し、国土庁が公表していたのである。

2.2 活断層にもとづく予測

松田(1981)は日本列島の数多くの活断層のうち、12ヶを要注意断層として指摘した(第4図)。今回の地震はその一つである六甲断層帯とその延長部(第4図の(2))で発生した。その予測されていた内容は次のようなものであった(松田, 1995)。

- (1) 場所: 有馬-高槻-六甲断層帯
- (2) 規模: M7程度かそれ以上
- (3) 変位: 右横ずれで、北西側隆起
- (4) 時期: 数百年以内

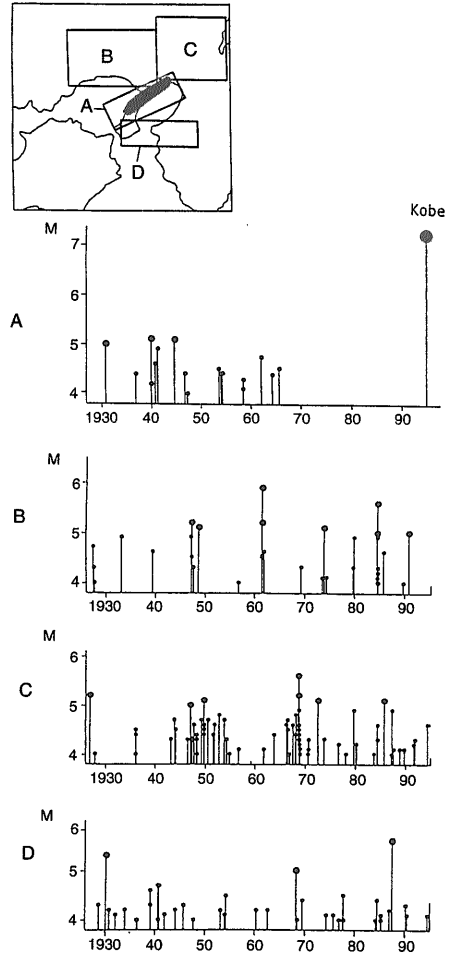
今回の地震はほぼ予測に近い場所での右横ずれ断層運動によって起こった。南西部の淡路島の断層では明瞭な地表の変位が認められた。ただし、淡路島では右横ずれ断層であるが、北西側が沈下

した。北東部分の神戸側では地表での断層変位が認められなかった。しかし、測地測量、本震の発震機構の解析、余震分布の観測などから、六甲断層系の断層が右横ずれの運動をするとともに北西側が隆起したという結果が得られた。ただし、この部分では断層がやや深いため地表には達しなかったと考えられる。震央の位置する明石海峡の北東部(神戸側)と南西部(淡路島側)で違っているの、両者がどのようにつながっているのかという問題が今後の課題として残っている。このような地表調査による手法の問題点をあげれば、(1)神戸側で地下に顕著な断層運動があり、大きな災害をもたらしたにも拘わらず、断層面が地表に達しなかった。したがって、地表の断層調査では今回のような地震が過去にあったかどうか分からない場合があり得る。(2)発生時期の予測が数100年以内というように、極めて予測誤差が大きい。また、一般に目ぼしい活断層が確認されていなかった所でM7級の地震が起こった場合もある。これらのことは、現在の活断層調査の限界を示すものであり、十分認識しておく必要がある。

とは言え、兵庫県南部地震が要注意活断層として指摘されていた所で起こったということは、活断層調査は位置の予測に有効であったことを示した。地震活動や地殻変動などの地球物理学或いは地球化学的手法とあわせて活用すれば一層有効なものとなると思われる。

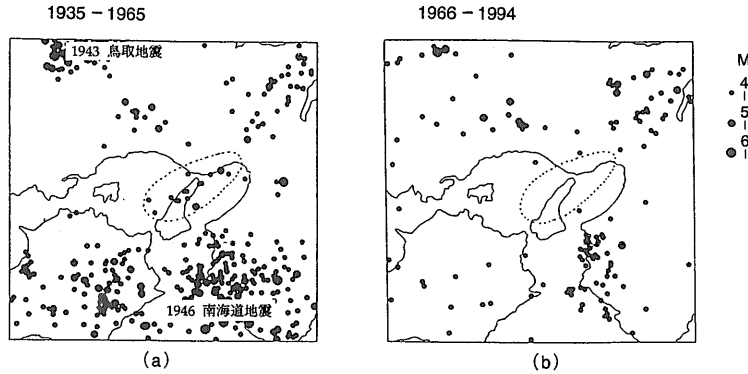
2.3 震源域の静穏化

大きな地震が起こる前に、来るべき地震の震源域の中、小地震の活動が低下することが少なくない。この静穏化した領域を第2種地震空白域と呼ぶ。(これに対し、地震帯に沿って大地震が連続した場合、未破壊領域として取り残された所を第1種地震空白域と呼んでいる。)今回の地震では30年位前から静穏化が始まった(茂木,1995)。第5図の最上段は淡路島を中心とした近畿地方中部及び四国地方東北部で、黒く塗りつぶした所が兵庫県南部地震の震源域である。この震源域を含む領域Aをとり、それをとり囲む領域B,C,Dをとって、これらの4地域地震活動の時間的変化をM-Tグラフによって示した。B地域は活断層である山崎断層沿いの活動を含む地域、C地域は活発な丹波山地の活



第5図 兵庫県南部地震の震源域(最上図の黒い部分)及びそのごく周辺(A地域)とそれを取り囲むB,C,Dの各地域の地震活動の時間的変化を示すM-T図。A地域だけで近年の静穏化がみられる(茂木, 1995)。

動を含む地域、D地域は活発な和歌山群発地震地域北部である。第5図で注目されることは兵庫県南部地震の震源域とそのごく周辺部(A領域)では1930年から1965年までM4~5の地震がかなり頻繁に起こっていたのに、1965年以降は全く起こることはなく、活動が低下した状態が続いてM7.2の大地震が起こった。それに対して、この地域を取り囲むB, C, Dの各領域ではこの70年間ほぼ定常的な活動状態が続き、1960年代以降活動が低下したという傾向は見られない。したがって、A領域の過去30年間の活動の低下は観測方式による変化によるようなものではなく、この領域固有の活動の



第6図

(1935-1965)と(1966-1994)の約30年間の二つの期間のM4.0以上の浅い地震の分布. 近年, 兵庫県南部地震の震源域が静かであることが認められる(茂木, 1995).

変化であると考えられる.

このことを震源分布のパターンの変化として示したのが第6図である. (1935-1965) (左)と(1966-1994) (右)の二つの期間について, 深さ40kmよりも浅いM4.0以上の地震の震央分布を示した. 左の図中の北西部の地震群の大部分は1943年の鳥取地震(M7.2)の余震であり, 四国と紀伊半島南部に多発している地震は1946年南海道地震の余震であるので除外して考える. この図で, 山崎断層周辺と丹波地域(第5図のB, C領域)の活動度が二つの期間でほとんど同程度であるのに, 淡路島から神戸にかけてのA領域(点線で囲んだ範囲)では, 左の図でかなり地震があるのに, 右の図では全くない. この図からも, 兵庫県南部地震の震源域を含む領域の静穏化があったことが端的に認められる.

このように, 今回の地震の震源域及びそのごく周辺域の地震活動が30年前から低下したことがわかったが, このような大地震の静穏化はかなり一般的にみられるので, この場合も前兆的静穏化があったと言ってよいであろう. ただし, 静穏化は地震のある程度の切迫性を示すものではあるが, 静穏期間と来るべき地震のMとの関係は漠然としており, 地震の発生時期を精度よく予測する方法は知られていない. しかし, ある程度の切迫性の目安にはなる. したがって, M4以上の地震に着目して約30年の静穏化が見られたことは, 場所の予測と時期についての長期的予測に有効な手がかりを与えたはずである.

なお, 石川(1995)は地震帯と見なされる帯状の範囲内で, 長期にわたって小地震も起こっていない所を「第3種地震空白域」とし, 将来, 大きい地震が起こる可能性のある所と考えた. 全国で18カ

所を指摘したが, 今回の地震の震源域の東の部分も空白域の一つとして指摘していた. ただし, この場合の地震帯の想定や地震活動の時間的変化を考慮していない空白域の意義については必ずしも明確ではない.

以上, 発生場所の予測と, 時期としては長期的な予測について述べたが, 地震後判明した資料も総合すると, 今回の地震は全く考えてもいなかったところで, 何の気配も示すことなく起こったのではなく, ごく概略の予測の可能性はあったと言える. 現に, 厳密な科学的検討にもとづくとは言えないにしろ, 地震予知連絡会は1970年以来, 阪神地区を「特定観測地域」に指定してきたのである(つづく).

文 献

- 石橋克彦(1996): “阪神・淡路大震災”の教訓, 科学, 66-2.
 地震予知連絡会事務局(1970): 特定観測地域等の選定にいたる経過, 地震予知連絡会会報, 3, 89-91.
 地震予知連絡会事務局(1979): 特定観測地の見直しについて, 地震予知連絡会会報, 21, 153-156.
 国土庁編(1982-1994): 防災白書
 国土庁(1987): わが国の震災対策, 1-24.
 Matuda, T. (1981): Active faults and damaging earthquakes in Japan - Microseismic zoning and precaution fault zones, Earthquake Prediction, D.W.Simpson and P.G.Richards, Eds., Am. Geophys. Union, 280-289.
 松田時彦(1995): 1995年兵庫県南部地震はどこまで予測されたか, 月刊地球, 号外13, 90-94.
 茂木清夫(1995): 総論: 1995年兵庫県南部地震, 月刊地球, 号外13, 6-16.
 Mogi, K. (1997): Some features of seismic activities before the recent large earthquakes in and near Japan - the 1995 Kobe earthquake and the 1995 Iturup-oki earthquake -, Proc. 10th Joint Meeting of the UJNR (in press).

Mogi Kiyoo (1997): Possibility of forecasting of the occurrence of the 1995 Hyogoken-nanbu (Kobe) earthquake of M 7.2: (2) Long-term forecasting.

< 受付: 1997年8月1日 >