

第 5 部

資 料



地震の科学

[検証]

兵庫県南部地震は どうして起こった のか？



野島断層（津名郡北淡町）

1995年1月17日、午前5時46分。淡路島から阪神地方にかけての地域を激しい地震が襲った。地震の規模はM（マグニチュード）7.2、震度は最大で7。震源地は明石海峡付近の地下で、震源の深さは14kmの地点と観測された。なぜこのような地震が起きたのか？

地震とは一体何なのか？ 地震のメカニズムについて簡単に検証してみたい。

●地震は地下で溜まったストレスが原因

地下では我々の想像もつかないほど多種多様な運動が起きている。硬くてびくともしないとされる岩石でさえ、互いに引き伸ばされたり押されたりしている間にストレス（応力）が蓄積されていく。岩石にストレスがどんどん溜まり、限界に達したときに地下で破壊が起こる。そのときの衝撃が地震波となって地表まで伝わったものが地震である。

地下で破壊が起きると同時に、地下の断層に割れ目が生じる。その割れ目が地表にまで達したものが地震断層と呼ばれる断層で、今回の地震では淡路島の野島断層がそれにあたる。

野島断層は日本列島全体で約1500本ほどある活断層のひとつである。活断層とは最近200万年～100万年の間に動いたことがある断層のことをさす。活断層というからには常に動いているかのような印象が

あるが、決してそうではない。だいたい1000年から50年に1回ぐらいの割合で活動するのだが、その活動周期は地域によって異なっている。誤解してはいけないのは、活断層が地震を起こすわけではないということである。では、活断層が動く原因になるストレスはどのようにして蓄えられていくのだろうか。それを説明するには、まず日本列島の地下構造から説明しなければならない。

●日本列島をとりまく4つのプレート

地球の上層部は十数枚のプレートと呼ばれる硬い岩盤に覆われている。それらは常に水平方向に動いていて、互いに押し合ったり、引っ張り合ったり、ずれ違ったりと様々な運動を繰り返している。日本列島周辺では4つのプレートがあってそれぞれ日本列島の真下で互いに力をかけあっている。そして海のプレートの方が陸のプレートよりも重いため、大陸側の地下に沈み込もうとする力が働いている。（図1）太平洋プレートは、1年間に10cmの速度で日本海溝から東北日本の地下に沈み込んでいる。またフィリピン海プレートは、1年間に4cmの速度で南海トラフ（大きな海底の窪み）からユーラシア大陸の下に沈み込んでいる。つまり日本列島は、4つのプレートのしのぎ合いの場所になっていて、海洋プレートの沈み込みによる強い圧縮の影響下に

【用語説明】

◆震源

地震の破壊現象が起こり始めた地点

◆地震波

地下で破壊が起きたところから四方に広がって伝わる波。地震波には波の進む方向と同じ方向に振動するP波（縦波）と、波の進む方向と垂直に振動するS波（横波）がある。

P波はS波よりも速く伝わる。今回の地震では、最初ガタガタと小刻みに来たのがP波で、後でユサユサと大きく来たのがS波である。

◆マグニチュード（M）

震源から放出されたエネルギーの強さをあらわす尺度。Mが1大きくなるとエネルギーは約30倍。2大きくなると約1000倍になる。

◆震度

各観測地点の揺れの強さをあらわす尺度。体にどれだけ揺れを感じるか、建物の被害状況などによって決められる。

◆断層

2つの岩体が1つの面を境にして相対的にずれている現象。

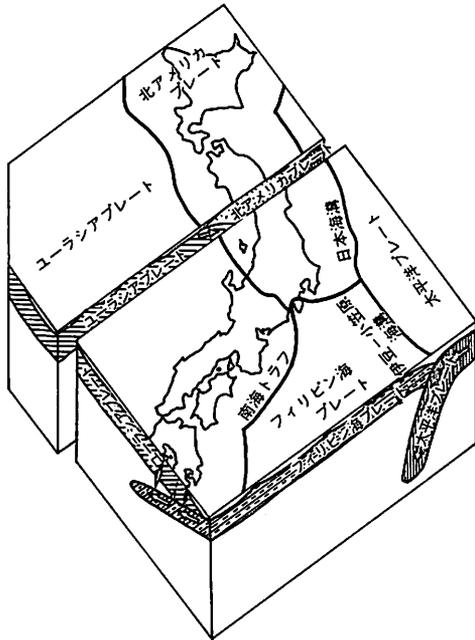


図1 日本列島をとりまく4枚のプレート

あると考えられている。

こうしたプレート間で起こる押し合いのストレスが地下に蓄えられ、ある時限界に達していき、そのエネルギーが解放されると、地下で大きな破壊が起き、地震が発生するのである。

●海溝型地震と直下型地震

海溝に面したところで頻発する地震を「海溝型地震」という。海溝から大陸側に向かうにつれ、震源の深さが規則的に深くなっているのが特徴である。三陸はるか沖地震、釧路沖地震、北海道東方沖地震など過去2年間に太平洋側で起きたM7～8の巨大地震がその例である。(図2) これらの地震はプレート境界面に沿う、プレートの沈み込みそのもの力によって歪みが生じて起こったものである。

一方、直下型地震とは、内陸の都市の直下で起こる地震をさす。太平洋プレートの沈み込みは、沈み込み境界から遠く離れた中部地方や近畿地方の地下にも歪みのエネルギーを蓄えていく。それが限界に達すると、やはり破壊が起こり地震が発生する。このように直下型地震は、プレートの副次的な作用に

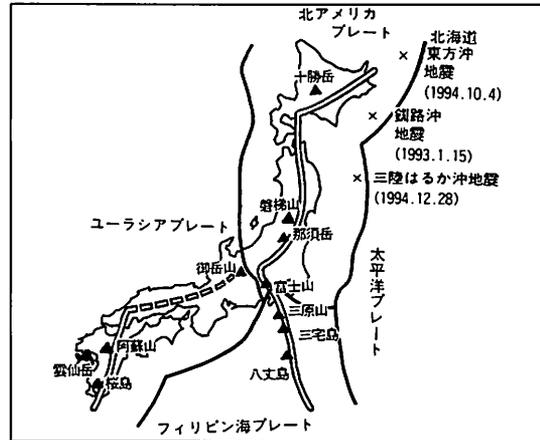


図2 日本付近の主な地震の震央(1885-1995)

よって発生する地震なのである。

内陸部で起きる直下型地震の場合、地震の規模は比較的小さいものが多い。規模が小さいとはいえ、震源の深さが浅いため、地震波の大きな揺れをもちに被ってしまう。その上、内陸部の人口密集地域で起こると、今回の地震のように大きな被害をもたらすことになる。

●野島断層の「ずれ」のしくみ

地震をとまなう地下の破壊とは、物が落ちて粉々に割れるという破壊ではなく、ずれて割れるという「ずれ破壊」である。それではまず岩石の破壊様式から見てみよう。

岩盤が両方から引っ張る力を受けると、図4Aのように断層の上盤がずれ下がる。これを正断層という。反対に両方向から押す力を受けた場合、図4Bのように上盤が下盤にのし上がる。このようなずれ方を断層を逆断層という。

また岩盤が水平方向にずれ違う断層を横ずれ断層という。そのしくみは、コンクリートの塊を使った破壊のモデルで説明できる。

図3Aは東西から圧縮の力を受けたときにできる亀裂の様子を表している。このモデルによるとアーイ方向の断層では右横ずれ、ウーエ方向の断層では左横ずれの変位を示している。断層の真上に立ち、観測者から見て断層の右側が手前に動くものを右横

◆活断層

地質学的年代の比較的新しい時代に繰り返し活動し、今後も活動の可能性がある断層。

◆トレンチ発掘調査

断層線を横切るように溝を掘って、断層の活動周期や最終活動時期を測る調査。

◆特定観測地域

地震予知連絡会が定めた近い将来地震が起こる可能性が他地域よりも高い地域。選定には、過去に大地震があったか、活構造地域か、最近地殻変動が活発であるか、社会的に重要な地域であるかなどが基準になる。

◆地球科学

生物以外の自然現象全般を対象にした科学

◆兵庫県立人と自然の博物館

「人と自然の共生」をテーマに展示、活動している博物館。

〒669-13 兵庫県三田市弥生が丘6丁目

TEL(0795)59-2001

(午前10時～午後5時・月曜休館)

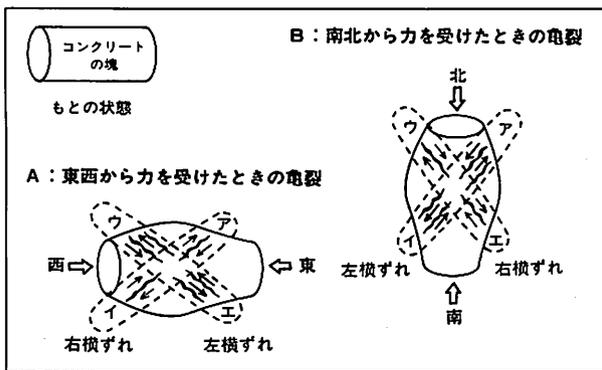


図3 水平方向の変位

ずれ断層、左側が手前に動くものを左横ずれ断層という。反対に南北からの力を受けたときにはBの図のようになり、ずれ方向が逆になっているのがわかる。すなわち横ずれ断層のずれ方向を見れば、どの方向からより強く圧縮応力を受けているかがわかるのである。

それでは野島断層の場合を見てみよう。(図5) 右横ずれの変位があり、かつア-Iの方向をもつ野島断層は、明らかに東西方向からの圧縮、すなわち太平洋プレートの沈み込みが原因となつてずれたものだということがわかる。もしフィリピン海プレートの沈み込みが引き金となったならば、野島断層は左横ずれを示すはずだからである。

また、野島断層は水平方向だけでなく上盤が下盤にのし上がるという、上下方向のずれを生じている。このように野島断層に見られる横ずれ変位と逆断層変位の記録から、今回の地震が圧縮のストレスにより発生したことが証明されるのである。

●近畿は活断層の密集地

では、なぜここ兵庫県で地震が起きたのか。

近畿地方周辺ではここ40～50年の間、大きな地震はほとんどなかった。しかし、昭和の前半には、北丹後地震、福井地震、鳥取地震が起きている。いずれもM7以上、死者1000～4000人、全壊家屋7000軒以上という惨事となった。これらの地震は近畿周辺の地下を網の目のように走っている「活断層」の上で起きた。兵庫県に密集する活断層の分布図を見る

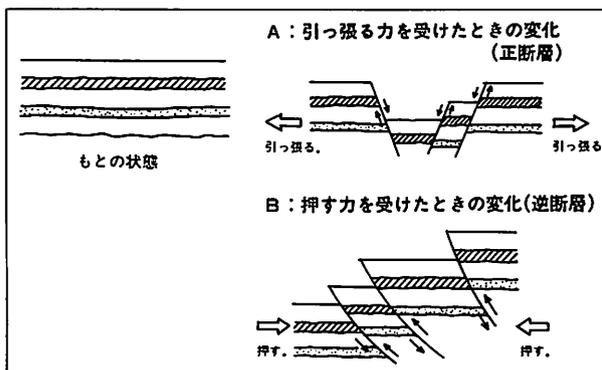


図4 上下方向の変位

と、兵庫南部地震もまさに起こるべきして起こったと言っても過言ではないだろう。(図6) 近畿における地震の可能性は研究者らによって早くから指摘されていたことなのである。

●帯状に集中した被害の原因とは？

今回の地震で、東灘区を中心とした東西20km、幅1kmの帯状の地域の被害が甚だしく大きかった。この地域での木造家屋の倒壊率は他の地域よりはるかに高かった。それではなぜここに被害が集中したか。原因として主に二つの説が考えられている。

ひとつは、明らかにはされていない地下の伏在断層が動いたのではないかという説。地表には現れなかった未知の断層が動いた可能性である。もうひとつは六甲山の硬い岩盤を伝わってきた地震波が岩盤と柔らかい堆積層との境界面で屈折・回折され、特定の地域に地震波が集中したという説である。(図7) 地下の構造を詳しく調べた結果、どうやら後のほうの「岩盤と堆積層の境界面がレンズのような役割を果たした」とする焦点効果説が有力視されているが、今後もより十分な検証が待たれている。

●地震の予知はできるのか

我が国の地震研究が本格化したのはごく最近30年ほどのことである。活断層のトレンチ発掘調査によってようやく地震の発生周期や最終活動期もわかってきた。それにより近い将来地震が起こる可能性が他よりも高い地域を「特定観測地域」に指定し、地

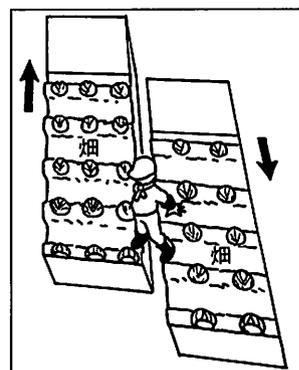


図5 右横ずれ断層

磁気、地電流、地面の微妙な傾斜、伸縮などの観測体制を強化している。これらのデータはテレメータによって各研究機関に送られ、異常現象が常時監視されるシステムになっている。しかしいつでも起こるのか、正確な予知はきわめて難しい。「ペットが騒いだ」、「異常な光が見えた」など、ちまたで取り沙汰される前兆現象も、主観的な要素をぬぐいきれず科学的な事実としては捉えにくい。客観的に測定した観測データでさえも、異常数値が即地震に結びついているとは限らないというのが地震予知の現状である。

●地球科学にもっと理解を

今回、地震のメカニズムを検証するにあたって、兵庫県立人と自然の博物館地球科学研究部長、小林文夫教授から詳しいお話を聞くことができた。教授は、以上のような地震のメカニズムを説明した後で次のように付け加えた。

「我々が住んでいる地域では今後も巨大地震が発生するというをもっと認識して生活すべきなんです。根拠のないデマを信じたり、マグニチュードと震度をとり間違えたりしない。そのために変動する地球についての基本的なことを知っておくことが必要です。

また、今回の地震災害は人災といえるような側面を持っています。最も大きな原因は人間の手による「過密」です。兵庫県は古来、地震以外にも洪水や地滑り、地盤沈下など数々の自然災害を受けてきた地域です。そのことを深く認識していれば、目先のことだけを考えた土地利用や経済効果を最優先する開発はなされなかったはずですが。

一方で、日本は確かに地震や火山が多い災害列島ではあるけれど、これほど地形の変化に富んだ美しい国は少ない。日本の国立公園の選定対象は火山や地盤の隆起・沈降といった地殻変動に関係してできた地形であり、四季の変化が明瞭で穏やかな気候、十分な降水量があるなど、ふだん気づかない恩恵を

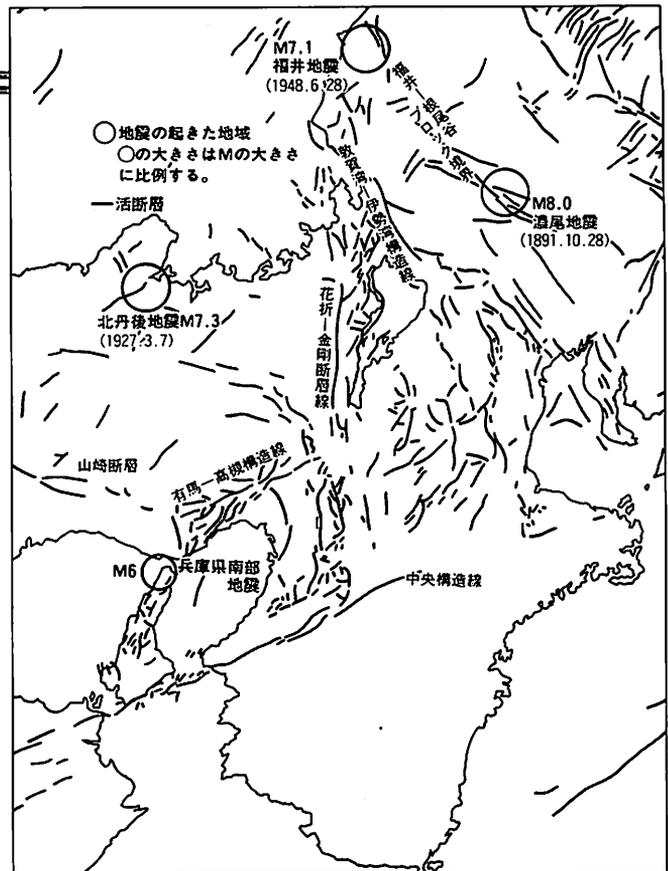


図6 近畿地方の主な活断層（活断層研究会編「新編日本の活断層」東大出版会刊より）

たくさん受けています。こういった地球科学の分野に一般の人目も目を向けてほしいんです」

我々は自然というと花や動物ばかりを連想しがちであるが、すべての生態系は太陽や雨や地面といった地学現象の上に成り立っている。自然災害をあまく見たり、自然の恩恵をむだにする社会システムのありかたを根本的に見直すことこそ、予知や防災と同時に重要なことではないだろうか。

（監修 兵庫県立人と自然の博物館
地球科学研究部長 小林文夫）

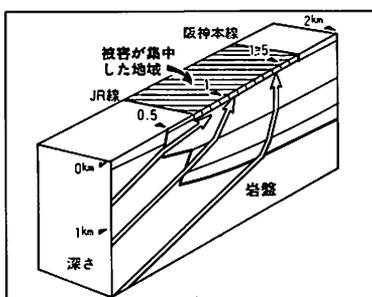


図7 被害が帯状に広がった理由の一つ「焦点効果説」
（アエラ No.47,10,23号より）