

現在位置 [トップページ](#) > [毎日の安全・安心](#) > [防災](#) > [神戸の地盤・活断層](#) > [活断層についての質問と答え](#)

活断層についての質問と答え

最終更新日2009年3月25日

1.地震はなぜ起こるのですか。

地球は、自転、公転しているだけでなく、その内部でもダイナミックに活動しています。そのため、例えば不変と思われる大陸ですら、その形を大きく変えながらたえず移動していることが明らかになっています。地震は、一口で言うと、この地球の活動の結果として起こっているものです。そして、地震は世界各地で均等に起こるのではなく、特定の場所で起こっています(図一付.1)。

地球の半径は約6400kmありますが、その表面近くには、厚さ数十kmのプレートと呼ばれる岩盤があり、10数枚のプレートで地球表面はすっぽりと覆われています(図一付.2)。そして、これらのプレートは、ゆっくりした運動を続けており、継ぎ目では、プレートが生まれたり沈み込んでいたり、あるいはぶつかったりしています。この運動が地震を起こす主な原因です。日本周辺には、太平洋プレート、フィリピン海プレート、ユーラシアプレート、北米プレートの4つのプレートがあり、その境界が図一付.2のようになっています。したがって、これらのプレート境界を中心に多くの地震が発生しており、日本周辺の地震の発生数は、世界の1割にも達すると言われています。

また、これらのプレートの運動は、境界だけでなくプレート内部にも大きな力を及ぼします。そして、この力が山や盆地を作り、直下型地震を引き起こす原動力になります。神戸は海と山に囲まれた美しいまちですが、これは、このような地球の活動の結果として生み出されたものです。

[図一付.1](#)

[図一付.2](#)

2.プレート境界型の地震と直下型の地震はどのような違いがありますか。

プレート境界の大地震は頻度が高く、一度発生してから次に発生するまでの間隔は百年前後と比較的短く、また、規模(マグニチュード)の大きな地震が起こります。場合によっては、マグニチュード8以上のものが起こることもあります。

これに比べて、直下型地震は、一つの活断層で大地震が発生する間隔は千年以上であり、一般的に数千年といわれており、プレート境界での地震より発生する間隔はかなり長いと言えます。また、その地震の大きさも大部分がマグニチュード7クラスです。しかし、直下型は住んでいる場所の近くに震源があるため、揺れ(震度)は局部的に大きくなります。今回の兵庫県南部地震は、近代的な都市を直撃した直下型地震であり、そのマグニチュードは7.2でし

た。被害の大きかった地域では、気象庁が定めた震度7を初めて記録しました。プレート境界型の場合は、例えば神戸市に一番近い南海トラフでも300km程度離れているため、ここでマグニチュード8クラスの地震が発生しても、神戸市街地での震度は兵庫県南部地震の場合よりも小さいと予測されています。しかし、地震の被害は、震度だけでなく、揺れの継続時間や地震の波の性質にも関係します。揺れの継続時間は、プレート境界型の場合、今回よりもかなり長くなると考えられますし、また、地震の波の周期も長くなります。地盤や構造物への地震の影響は、揺れの強さだけでなく、継続時間や周期といったことにも関係しますので、今回大丈夫であったからプレート境界型の南海道地震にも安心というわけにはいきません。

3.活断層とはどのようなものですか。

直下型地震において、地下で断層運動が起きて岩盤にずれが生じると、それが地表面にまで現れることがあります。このとき、地表に現れたものと地下の断層とが紛らわしいため、地下で活動し地震を発生させた断層を「震源断層」、そして地表に現れた断層を「地表地震断層」と区別します(図一付.3)。今回の阪神・淡路大震災では、淡路島で地表地震断層(野島断層)が現れました(図一付.4)。しかし、神戸・阪神側では、専門家が熱心な調査を行いました。地表地震断層は未だに発見されていません。つまり、震源断層が動いてもその「ずれ」が地表に到達しない場合もあり、今回の大震災を起こした地震もそのケースです。

この地表に現れた断層のうち、地質学的に見て比較的新しい時代に繰り返し活動したものが活断層です。そのような断層は、これからも活動して地震を起こす可能性があるので、生きている断層という意味を込めて活断層と呼んでいます。ところで、比較的新しい時代といっても、地球の年齢(約46億年)から見ての尺度であり、従来は「第四紀」に活動したものを活断層としていました。この第四紀とは、人類が地球上に出現した時代ということで、おおよそ200万年以内ということです。しかし、最近の研究では、第四紀に活動した断層でも、後半になると全然活動していないものもあることがわかってきました。そのため、最近では第四紀後半(数十万年前以降)に活動したものを「活断層」と呼ぶことが多くなってきました。今回の報告書でも活断層をこのように定義しています。

活断層は、上下方向だけでなく、横(水平)方向にもずれているものがあります。野島断層の場合は、野島平林地区で上下で最大約1.3m、横に最大2.1m(右横ずれ)ずれていました。また、前にも述べましたように、活断層は、過去にも繰り返し活動したことがわかっています。例えば、野島断層の断層発掘(トレンチ)調査では、今回を含めて5回の活動の履歴が読みとられています。ただ、個々の活断層の活動間隔は、千年以上であり人間の時間スケールで見ると極めて長いものです。一つの活断層で歴史時代のうちに2回活動したという例は、伊豆の丹那断層以外には知られていません。

図一付.3

図一付.4

4.活断層を調査するとどのようなことがわかるのでしょうか。

活断層は過去に活動した(地震を起こした)震源断層のずれが地表まで姿を現わしたもので、過去の活動に関する情報を地表に留めています。活断層のこれまでの記録をいろいろな手法により読み解くことにより、この活断層の将来の活動を予測できるのではないかと。これが、活断層調査の目的です。全国に千本以上ある活断層の活動の程度(これを活動度といいます)を解明するには地方の英知を結集して行えば良いという考え方から、科学技術庁では、交付金を出して地方での活断層調査を進めています。今回の神戸市調査もこの交付金によっています。

活断層調査は、いろいろな方法を駆使して行います。まず、地表に現れた断層のずれによって生じた地形の高度差や横ずれによる河川、尾根のずれや折れ曲がりなど、断層地形と呼ばれているものを探します。山地の部分では断層運動で弱くなった場所は浸食されやすく直線的な谷になったりします。このように自然の地形そのものに過去の情報が含まれています。中央区の市街地のすぐうしろにある諏訪山断層は明確な直線上に延びる断層地形を現しており、谷が横にずれていることが空中写真によりわかります(図-付.5)。

最近の科学技術の発達により、地面に人工的に震動を起こし、その震動が地下の地層の変わり目で反射して戻ってくる波をセンサーでキャッチして地下の様子を探れるようになってきました。これを反射法地震波探査といいます。これによって地下の地層にずれがあるかどうかといったことがわかります(ただし横ずれはわかりにくいとされています)。この方法によって神戸地域でいくつかの伏在活断層が確認されました。ただ、反射法では、その地層がいつのものかという時間情報が得られません。そこで、ボーリング調査をして地層の判定を行うことを併用します。もし、地下の活断層が見つければ、そこを掘って活断層を剥き出しにできれば、地層のずれから断層の過去の動きが明確になります。それで、そういう場所があれば調査溝を掘ってそこを剥き出しにします。それがトレンチ調査です(トレンチとは溝のことです)。

このような調査を総合して活断層の活動度を判定します。今回の調査では、市街地の活断層の上下方向の平均変位速度は、1000年当たり10cmから50cm程度と判定されました。これは、例えば1回の地震で動く量が1mとすると10000年から2000年に一回その程度の地震が起こるということとなります。ただ、このようなことが解るためには、活断層周辺の地質に過去の情報がきちんと残されていることが必要です。それが浸食されてなくなってしまうような場合では判断できません。例えば、先ほど述べた諏訪山断層は、活動的な活断層であることは地形から明瞭ですが、山麓部に位置する断層であることから、活動の詳しい年代を示す堆積物がほとんど残されておらず、活動度や活動の履歴を直接知ることは残念ながらできませんでした。

また、活断層そのものに関してではありませんが、今回の大震災の被害が集中した震災の帯の出現に関して重要な新しい提案がなされています。震度7の帯が出現したのは、山麓部と平野部の境界において大規模な逆断層が隠れているという地下構造があり、それが地震波を特定の地域だけ増幅したのではないかと(フォーカシング現象と呼んでいます)というものです。山麓沿いの平野部で地震被害に関してこのようなことが起こるとすると、単に活断層の情報のみでなく、地下の構造を把握することが地震被害を予測する上で重要となります。また、地震の波は地盤の中を通過する際に増幅されますので、地盤情報を把握することも極めて重要です。さらに、地盤被害や液状化被害は、地下水位の高さにも大きく関係します。このように、安全なまちづくりのためには、単に活断層の有無だけでなく、その活動度、地質と層

序、地下構造、地盤特性、地下水の動向など、総合的な情報を整理把握することが不可欠です。

図-付.5

5. 今回の調査で阪神・淡路大震災を引き起こした活断層についてどういうことがわかったのでしょうか。

今回の地震では淡路島の野島断層という活断層が動き地表にずれを出現させました。今、その一部を保存館として覆い地表に現れたずれを保存しています。しかし、神戸・阪神サイドでは地表に活断層は現れませんでした。そこで、震源となった断層についていろいろなことが言われました。大きな地震が起こるとそれからしばらくは余震が続きます。余震は、大きなずれがおこった断層の接触面が落ち着くまで少しずつ動くことによると考えられ、そのことから余震の発生場所が震源断層の位置を示すと考えられています。ところが、今回の余震は、六甲山の中腹の真下で生じており、被害が大きかった震度7の帯の地域とは少しずれています。そこで、なぜ、被害と震源がずれているのか、また、今まで知られていた活断層とは別の場所が動いたのではないか、という二つの疑問が出されました。

前者については、阪神間の地下の構造や地盤性状のため、地震波が集中する場所が生じ、そのため被害の大きい場所が震源から少しずれたのではないかと理論(京都大学入倉教授他)が提案されています。また、活断層と震源の関係については、活断層そのものが傾斜を持っていることが知られており、余震の場所を震源断層としても断層面の傾きを考えると、地表に延伸した場所が諏訪山断層あたりになると思われるので、特に新しい断層が発生したと結論づけることもできないのではないとも言われています。また、阪神間の平野部は比較的柔らかな堆積層に厚く覆われており、震度7のエリアでは基盤まで約1000mの厚さの堆積層が積もっています。もしこの真下の基盤面まで地震断層が到達しても、それがさらに堆積層を貫いて地表まで到達するかどうかはわかりません。いずれにしても、これらについては、被害の実態や地盤情報なども含め多方面から調査研究を進め、阪神・淡路大震災の解明に努めることが望まれています。

6. 活断層がわかると安全のためどういう注意をすればよいのでしょうか。

活断層は、すでにお話しましたように、震源断層のずれが地表に出てきたものです。したがって、地震の揺れを引き起こす大元は地下深くに有ります。一般的には揺れの強さは震源からの距離が遠くなればそれに応じて弱くなるとされていますが、それはkm単位の話であり、震源がごくごく近くにあると距離の影響は現れません(図-付.6)。今回の野島断層でも、被害が大きかったのは断層付近ではなく、断層から数百m以上離れた海岸沿いの軟弱地盤地域でした。このように揺れによる被害という点では、活断層がkm単位で近くにあれば、その影響が大きいということであり、真下にあるか、それているかといった議論はほとんど意味がありません。ただ、地表にずれが到達する場合は、ずれによる建物の破断などの被害が発生します。野島断層では、断層の真上の住宅が、ずれによって基礎が破壊され全壊したと

というような例が報告されています。一方、すぐそばに断層が出現したが、住宅からはずれていたため被害がほとんどなかった例も紹介されています。地表での断層線の位置が明確にわかっている場合は、その断層の活動時には地表がずれる可能性が有るわけですから、可能なら構造物はそこをまたがないようにするほうが良いでしょう。しかし、後述する伏在活断層は、地表にずれが現れるわけではないので、活断層をまたいでいるとか、そうでないとか、被害の程度ということに関しては、ほとんど意味がありません。

誤解の無いように繰り返しますが、これは、伏在活断層がそばにあっても安全という意味ではありません。活断層(地表であれ伏在であれ)がそばにあれば、揺れが大きいことは明らかです。それへの対応として、壊れにくい、壊れても人命に被害が及ばない住宅や構造物を建造し、そして良好に維持管理をすることが必要であり、それらが今回の大震災の貴重な教訓であります。

図一付.6

7. 今回の調査の中で伏在活断層ということが報告されていますが、これはどのようなものですか。また、伏在活断層が下にあるということはどのように考えれば良いのですか。

今回明らかになった伏在活断層は、最先端の科学技術により明らかになりましたが、まったく何の兆候もなく見つかったわけではありません。伏在活断層は、地形判読から、あるいは周辺の地質状況から判断しておおむね予測された場所に見つかりました。これらのところでは基盤である花崗岩の上に1km 前後の堆積層が積もっています。そして、基盤の花崗岩が断層運動により変位したため、元々はほぼ水平に堆積したはずの地層が引きずられ、傾斜した構造となっています。こうした堆積層の傾斜は、古い地層ほど大きく、新しい地層ほど小さい傾向を示しています。これは、基盤岩を切る断層が過去に何回も繰り返し活動してきたため、それに伴う変位が累積してできたものです。このような地層の変位量を測定し、地層の形成年数で割ると、平均的な上下変位速度が計算できます。このようにして算出された平均変位速度は、活断層の活動度の目安となり、活動の間隔などを推定する手がかりになります。例えば、平均変位速度が1000年で20cmの場合、1回の地震が基盤を1m変形させる(あくまでも仮定です。1回の地震での変位量は断層毎に異なります)とすると、5000年に1回断層活動が起きた、すなわち大地震が発生したということになります。

伏在活断層が地下にあることは、地表に明瞭に現れている活断層と明確に区別することが必要です。というのは、基盤から伝わる地震波は厚い堆積層の中で拡散増幅し、広い範囲で大きな被害を及ぼすからです。今回の阪神・淡路大震災でも、地下深く(約10kmの深さ)で発生した地震波が大きな被害をもたらし、震度7の幅は1000~1500mにもなっています。自分の家の下に活断層が有るか無いかではなく、安全な家、構造物を作ること、そして十分な維持管理をすることこそが重要です。その意味でも、今回の大震災でどのような家や構造物が壊れなかったのかということの調査研究も重要です。

8. 大きい地震が来た後は当分安心という話を聞いたことがあります。兵庫県南

部地震の次の大地震はいつくるのでしょうか。

一般的に言って、大きな地震はそれまでに貯まった地下の圧力(応力)を一気に解放しますから、大きな地震の前よりも後の方が当然安全です。今回の兵庫県南部地震は、地下10kmより深い部分の地殻がずれたために起こったものと考えられますが、神戸、阪神地域では地表地震断層が現れていないためどの部分の圧力が解放されたのかは明確ではありません。しかし、六甲山から南の市街地部の地下では地震の後、新しい圧力状態になったものと考えても良いのではないかと思います。ところが、神戸及びその周辺には数多くの活断層が存在しますから、今回活動した断層以外の活断層から発生する大地震まで当分ないとは言えません。ということから、残念ながら、神戸周辺の活断層ではあと数百年以上は絶対大丈夫というほど明確に言い切れないのが現在の調査の限界です。すなわち、もし、今回の調査結果によって、兵庫県南部地震の際に活動した地震断層はどれで、1596年の慶長伏見地震の際の地震断層はどれだったか、また、それらの地震断層の活動間隔はどれくらいか、などの結論が得られていれば、もっと具体的な将来予測が可能となったはずですが。しかし、現在得られている情報や現状の調査技術水準では、その判断は極めて難しいということです。今後、この方面での調査と研究がさらに進むことが望まれます。また、1946年に南海道地震を起こした和歌山沖の南海トラフは、プレート境界型の大地震の発生場所であり、こちらの方は直下型地震よりもはるかに頻度が高く、ここ50年以内には起こるといわれています。これらの地震に備え、安全で安心な地域を作ることが何よりも重要です。

ページ作成者とお問い合わせ先

神戸市 建設局 道路部 技術管理室

〒650-8570 神戸市中央区加納町6-5-1 神戸市役所2号館4階 [市役所への道順・地図](#)

電話:078-322-5393 Fax:078-322-6084 [このページの内容についてメールで問い合わせする](#)

このページの作成責任者は、技術管理担当部長 藤田 善啓です。

[市政やくらし、イベント情報などのお問い合わせは、神戸市総合コールセンターまで。](#)

電話:078-333-3330 Fax:078-333-3314

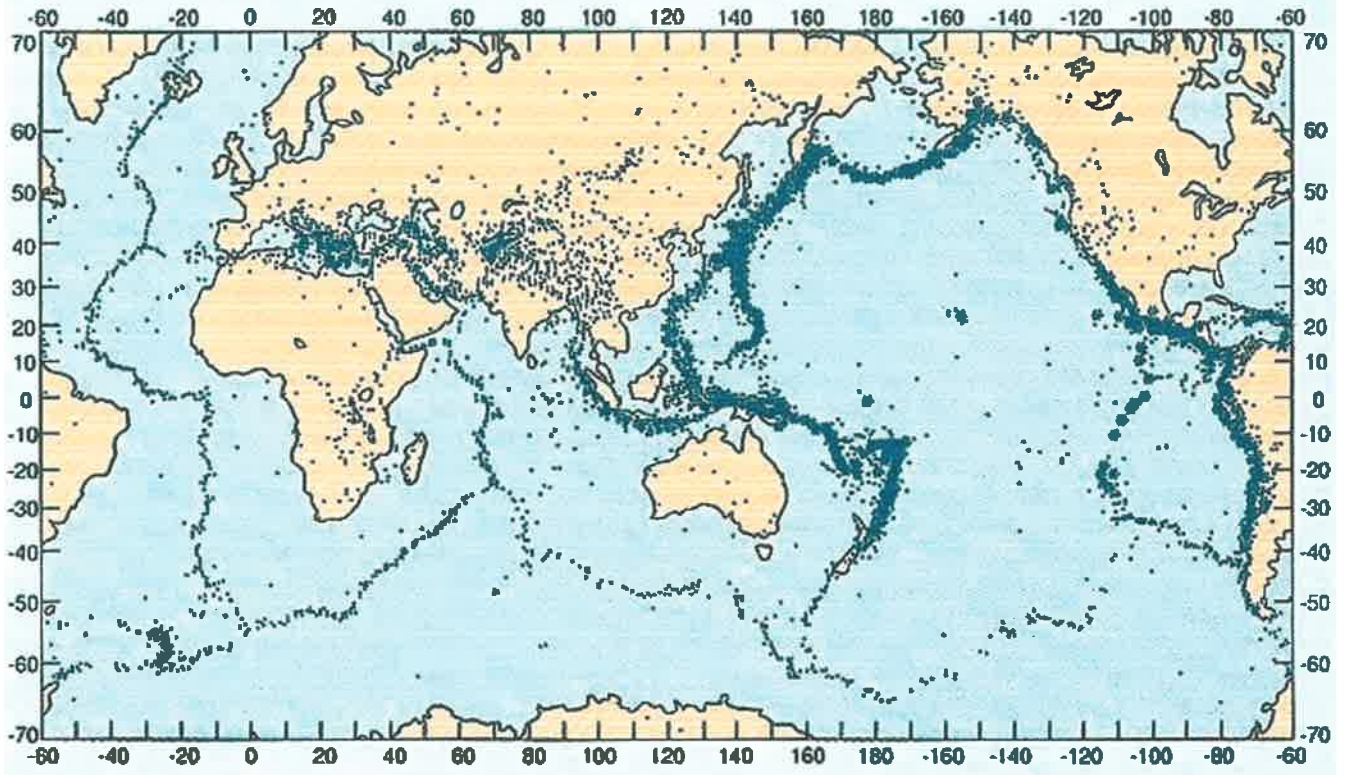
[サイトマップ](#)

[神戸市ホームページのご利用案内](#)

[プライバシーポリシー](#)

Copyright © City of Kobe. All rights reserved.

■世界の地震分布 (M \geq 4.0 深さ100km以下 1970~1985年)



(「理科年表」平成9年版より)

図一

世界のプレート境界



図-2

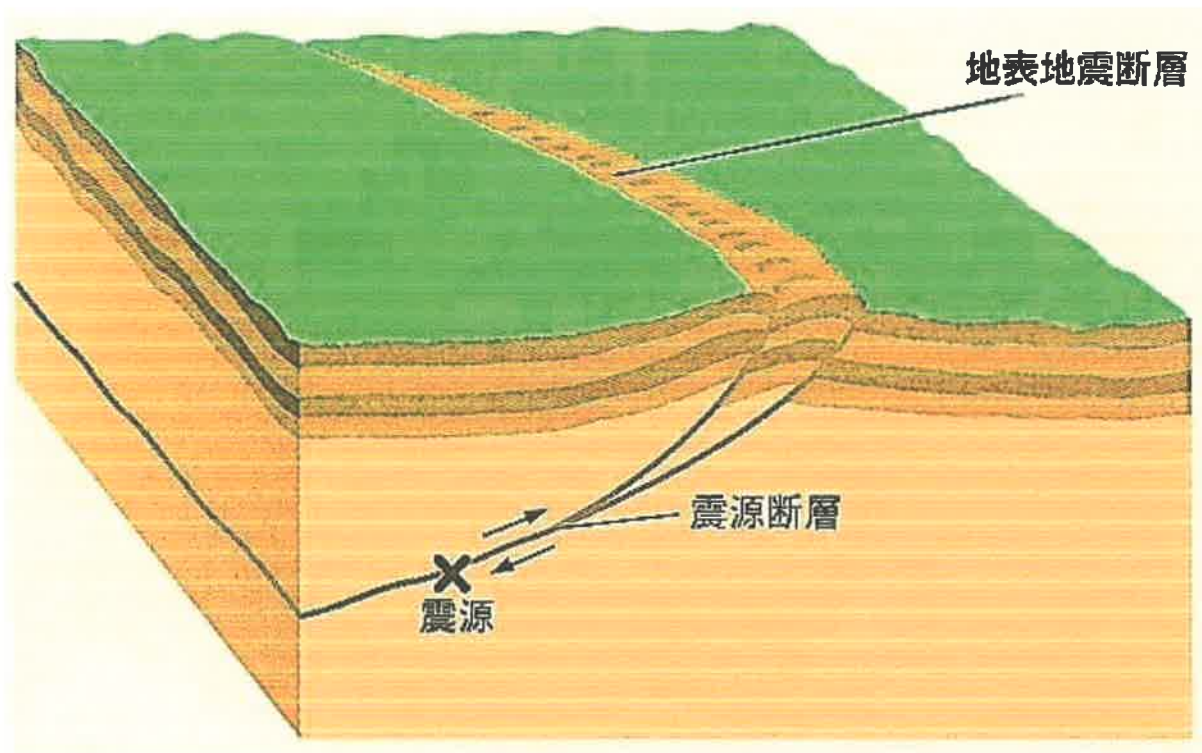


図-3



図-4



諏訪山断層にみられる横ずれ変位地形 (1947年空軍撮影の空中写真)

図-5

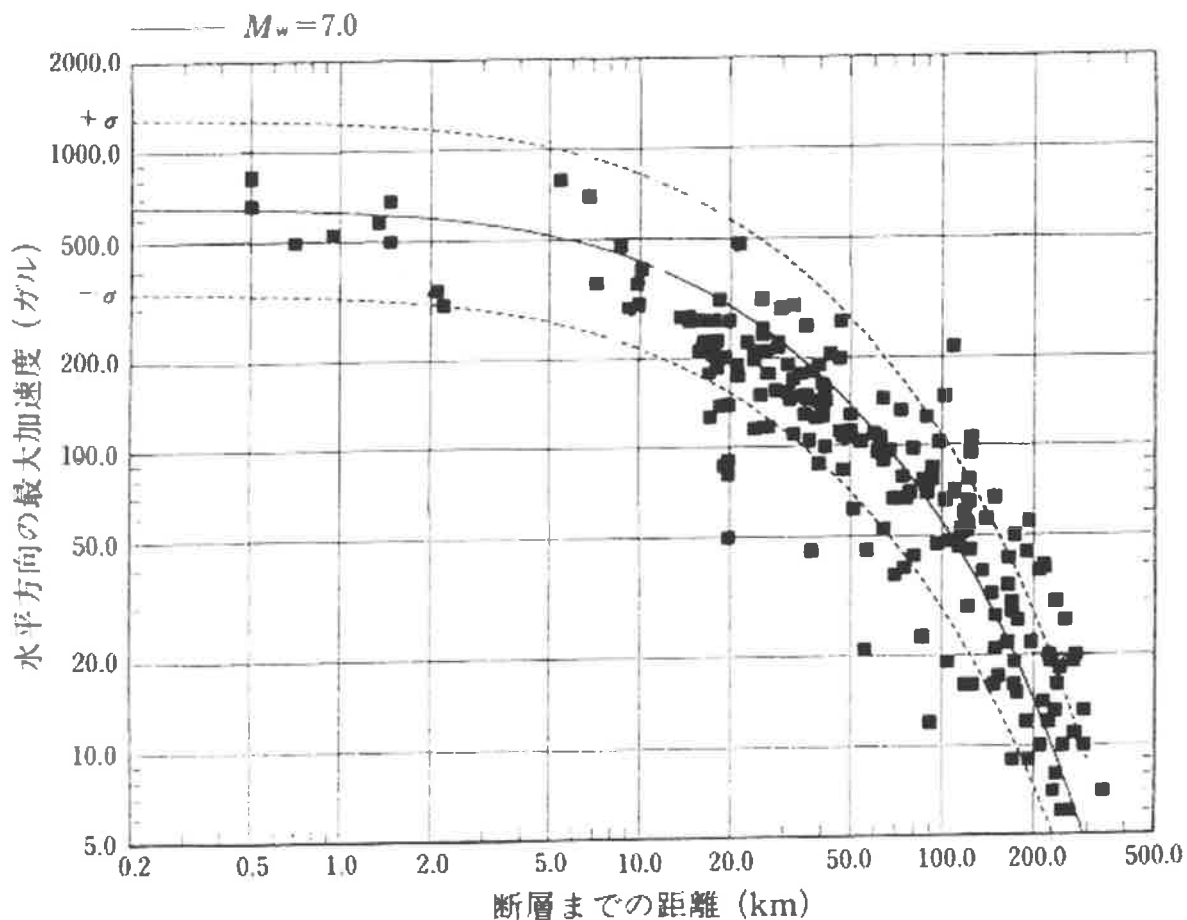


図6 兵庫県南部地震の水平最大加速度の距離減衰 [入倉, 1995]
 曲線はモーメントマグニチュード7.0の場合の距離減衰式 [Fukushima and Tanaka, 1990による]. 点線はその標準偏差の範囲(100個の観測値があればそのうち70個弱が入る範囲)を示す.

図-6