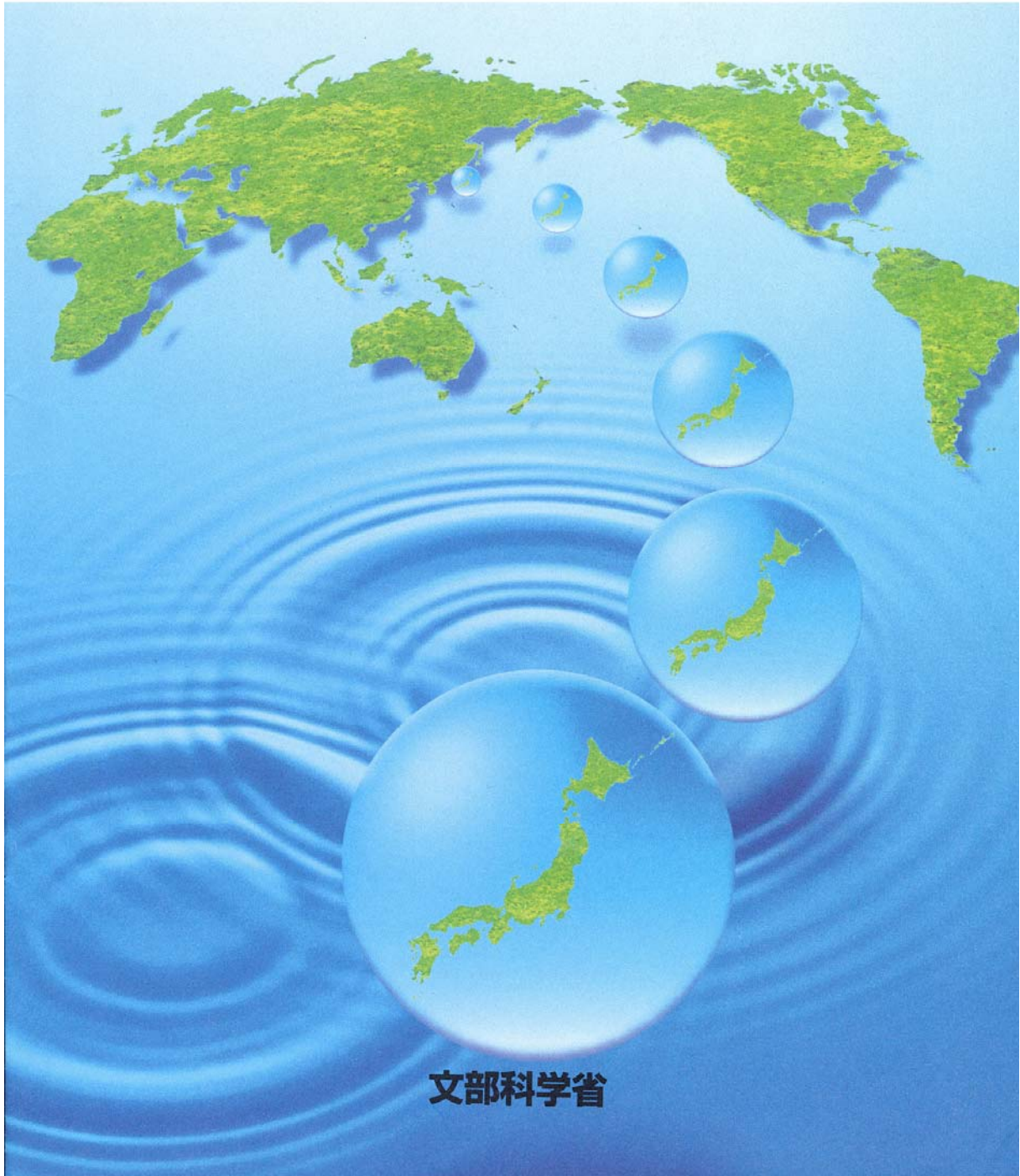


大地震のあと、余震はどうなるか

確率をもちいた予測とその活用のために



文部科学省



はじめに

日本は世界有数の地震多発国で、しばしば大地震に見舞われ、大きな被害を受けています。最近では、1995年の兵庫県南部地震が大都市を襲い、阪神・淡路大震災を引き起こしました。この地震災害をきっかけに地震への備えを強化することになり、同年7月に総理府（現在は文部科学省）に地震調査研究推進本部が設置されました。同本部の地震調査委員会では地震に関するさまざまな観測データを集めて整理、分析し、起きた地震がどのような性質のもので、これからどうなるかなど総合的な評価を行っています。

さて、地震調査研究推進本部では、余震による災害の拡大を防ぐために、地震調査委員会において、大地震の後に数多く起きる余震について検討を進め、余震の起き方を予測する方法を述べた報告書「余震の確率評価手法について」をとりまとめました。そして、1998年4月から、大地震の後にその予測手法を用いて余震の起き方を評価することにしました。現在の科学技術では、「どれぐらいの規模の地震」が、「いつ」、「どこ」に起きるのかを、地震の発生前に知ることはむずかしいのですが、大地震に続く余震について、どれぐらいの規模のものが起きるか、人が感じるぐらいの大きさの余震は数にしてどのくらい起きるか、また、いつごろまで続くかについては、ある程度のこと言えるようになっています。それで気象庁においても、地震調査研究推進本部がまとめた方法を利用して、余震に関する情報が充実されました。

「余震とは何でしょうか」、「余震情報はどのように発表されるのでしょうか」、「余震の規模は予測できても、その余震による揺れの強さは予測できないのでしょうか」、こうした疑問に答えるために、この冊子では「これだけは知っておきたい地震の基礎知識」を紹介し、余震情報をどのように利用すればいいかなどについて、やさしく解説しました。地震の基礎知識を身につけ、大地震に見舞われたときには、余震の性質を知り、発表される余震情報を防災対策などに活用していただきたいと思います。

なお、この冊子の作成に当たっては、気象庁と国土地理院から多くの協力をいただきました。ここに厚くお礼を申し上げます。

目次 CONTENTS

1.これだけは知っておきたい地震の基礎知識	
1.1 地震はどのようにして起きる?	4
1.2 地震波の種類は?	5
1.3 地震の規模を表す量	6
1.4 地面の揺れを表す震度	7
2.日本の地震活動についての基礎知識	
2.1 日本は世界有数の地震多発国	8
2.2 ゆで卵に似た地球内部の構造	10
2.3 プレートの動きが地震の原動力	11
2.4 日本列島とその周辺のプレート	12
2.5 日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ	13
・プレート境界(プレート間)で起きる地震	14
・沈み込むプレート内部で起きる地震	15
・陸域の浅い地震	15
・火山活動に伴う地震	15
3.余震についての基礎知識	
3.1 地震活動は「本震－余震型」と「群発型」	16
3.2 余震とは?	17
3.3 余震の性質	17
3.4 2000年の鳥取県西部地震で余震の発生状況を見る	18
4.大地震後の余震活動を予測－余震情報はどのようにして出されるか－	
4.1 「本震－余震型」を対象に余震の情報を発表	20
4.2 2つの式から余震の活動を確率の形で予測	20
4.3 特定の場所での揺れの大きさは?	21
5.余震情報発表までの手順	
5.1 「震度5弱」で余震の予測作業をスタート	22
5.2 余震の確率の予測は「数時間後～約1日後」から始まる	22
5.3 どのような余震情報が発表されるのか	24
6.余震に関する情報を利用しよう	
6.1 余震の情報を上手に利用しよう	27
6.2 地震の規模の経験則を知って防災に活用しよう	28
参考 地震の規模の大小で揺れはこれだけ違う	29

余震についての数式などを含む専門的な資料は、地震調査研究推進本部のホームページ (<http://www.jishin.go.jp>)をご覧になるか、文部科学省研究開発局地震・防災研究課まで請求してください。

[1] これだけは知っておきたい地震の基礎知識

1.1 地震はどのようにして起きる？

日本では、1993年の北海道南西沖地震、阪神・淡路大震災を引き起こした1995年の兵庫県南部地震をはじめ数多くの地震が起き、しばしば大きな被害を出しています。それでは、地震はどのようにして起きるのでしょうか。

地震とは一言でいえば岩石の急激な破壊です。地球の中の岩石は、周りからいつも圧力を受けて変形しエネルギーを蓄えています。変形に耐えきれなくなった岩石が短時間に破壊され、一気にエネルギーを放出するのが地震です。この破壊は、ある地点から起きて面状に広がります。破壊の広がった面の両側で岩石の層に食い違いが生じます。

地震の破壊が始まった地点を**震源**といい、その震源の真上にあたる地表の地点を**震央**といいます。岩石の破壊の広がった領域を**震源域**^(注)と呼びます。岩石の破壊が広がって食い違いを生じた面を**震源断層**^(注)といいます。内陸のごく浅い地震では、地表に食い違いが現れる場合があります。これを**地表地震断層**または**地震断層**といいます(図1)。

兵庫県南部地震では、震央は淡路島の北端で、震源の深さは約16kmでした。震源域は、震源から北東方向と南西方向へほぼ鉛直な面上に広がっていきました。淡路島の北部では地表地震断層が現れましたが、神戸側でははっきりとした地表地震断層は現れませんでした。

(注) 震源断層と震源域はほぼ同じ意味で使われると思うのですが、前者は2次元的な破壊面を指すのに対し、後者はばくぜんとする厚さをもった3次元的な破壊領域をイメージさせるという、ちょっとした違いがあります。

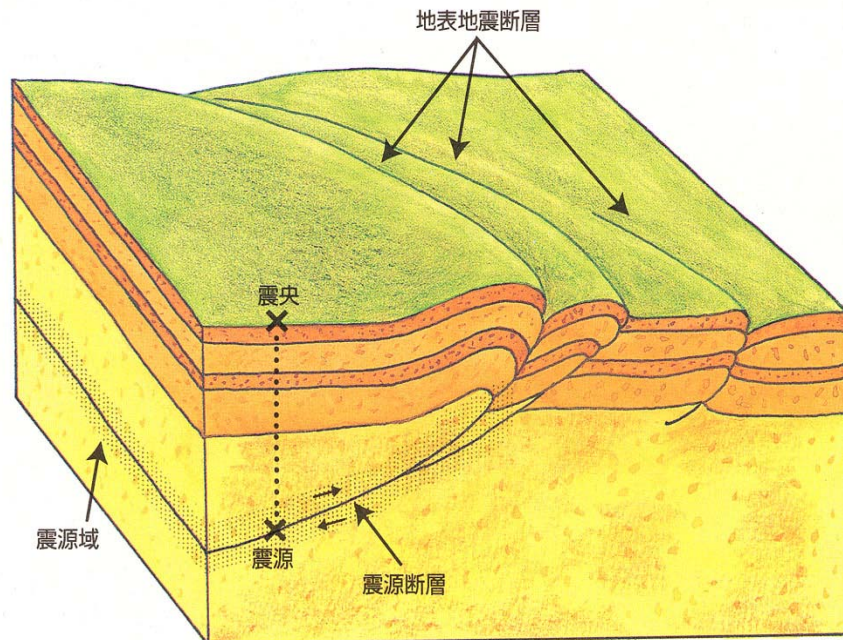


図1 震源，震央，震源域，震源断層，地表地震断層の模式図

1.2 地震波の種類は？

岩石の破壊によって一気に放出されたエネルギーは波の形で四方八方に広がります。これを**地震波**といいます。地震波には地球の内部を伝わっていく**実体波**と地球の表面に沿って伝わっていく**表面波**があります。実体波には**縦波 (P波)**^(注)、**横波 (S波)**^(注)があります。縦波は、岩石の伸び縮みの変化が伝わるもので、地球内部の岩石は地震波の進行方向と同じ方向に振動します。横波は岩石のねじれの変化が伝わるもので、地球内部の岩石は地震波の進行方向に直角な面内で振動します (図 2)。それぞれの地震波は進むスピードが違い、縦波が一番速く、次いで横波で、表面波が一番遅くなります。

このため大きな地震が遠くで起きると、初めにガタガタと小刻みに揺れる縦波の揺れが来て、次いでユサユサというややゆっくりとした横波の揺れを感じ、その後にユラユラとゆっくりした振幅の大きな表面波の揺れに見舞われることが多いのです。表面波は周期が長いので人には強く感じられなくても、ビルや橋などの建造物を大きく揺らすことがあります。

地震波の伝わる速さは波の種類や岩石の性質によって異なります。地球の表層では縦波の進む速さは 1 秒間に約 6km で、横波の進む速さは 1 秒間に約 3.5km でもこの速度の違いによる時間差を用いて、震源までの距離が分かります。縦波のガタガタという振動を感じ始めた後に横波のユサユサという振動を感じるまでの時間 (秒数) に 8 を掛けると、震源までのおおよその距離 (km) になります。雷がピカッと光った後、ゴロゴロと鳴るまでの時間差で雷までの距離が遠いか近いか分かるのと同じ原理です。

(注) 縦波はラテン語で *Primae* (初めの) の頭文字の P をとって P 波と名付けられ、初めに来る波の意味です。横波は同じくラテン語の *Secundae* (第 2 の) の頭文字の S をとって S 波と名付けられ、2 番目に来る波という意味です。なお、水や空気のような流体中では横波は存在しません。したがって、私たちが耳にする音、音波は縦波です。

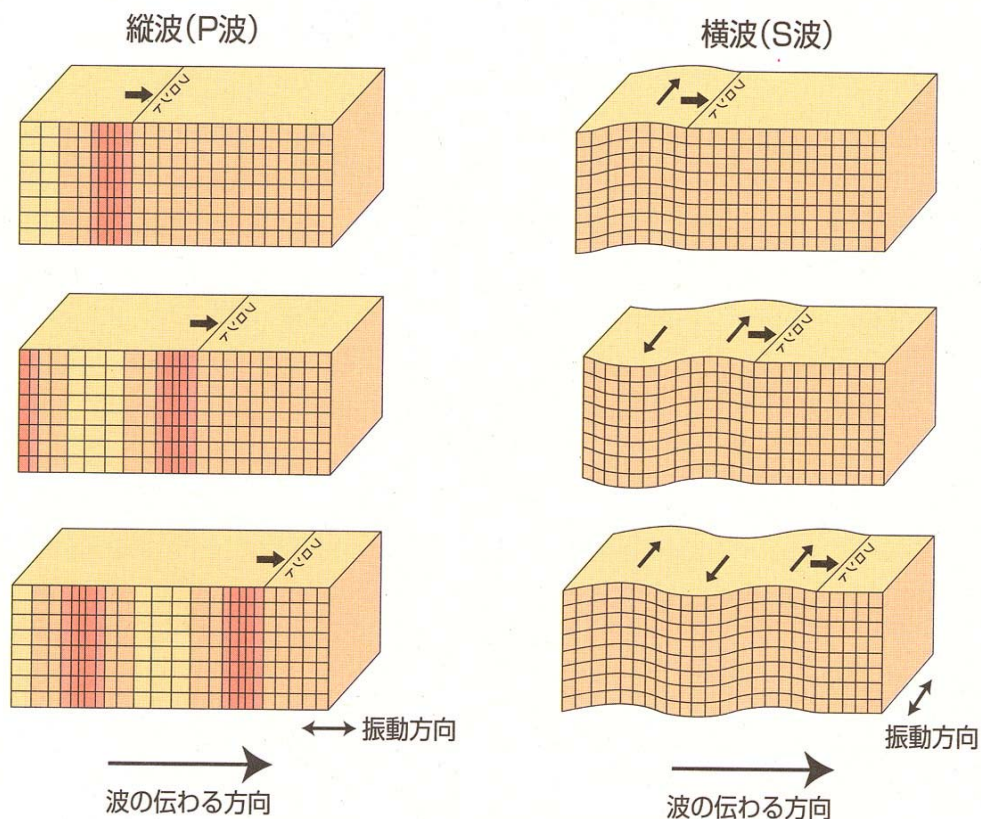


図 2 地震波の伝わり方

1.3 地震の規模を表す量

地震の大きさ、つまり地震の規模を表す尺度が**マグニチュード**です。Magnitude の頭文字をとって、**M**で表します。

マグニチュードはアメリカのリヒターという地震学者が南カリフォルニアの地震の規模を表すために考え出しました。従ってリヒター・スケールといわれます。震央から 100km 離れたところに設置した特定の性能の地震計で観測した地震波の最大振幅を用いて計算するものです。特定の性能の地震計がちょうど 100km のところに設置されているというわけにはいきませんので、その後、いろいろな地震計でいろいろな距離において記録されたものでも、地震の規模が求められるようにしています。

マグニチュードは震源域から放出された地震波の総エネルギーと密接な関係があります。M が 0.2 大きくなるごとに地震エネルギーは約 2 倍に増えます。M が 0.4 大きいと地震エネルギーは 2×2 で約 4 倍になります。M が 0.6 大きいと地震エネルギーは $2 \times 2 \times 2$ で約 8 倍といった具合に増え、M が 1.0 大きいと地震エネルギーは約 32 倍となります。M が 2.0 大きいと地震エネルギーは 1,000 倍になります。M8.0 の地震のエネルギーは M6.0 の地震の約 1,000 個分に相当します (図 3)。

一般に M8 程度以上の地震を巨大地震、M7 以上の地震を大地震と呼ぶことがあります。

これまでに観測された地震の中で最も大きなものは 1960 年のチリ地震です。この地震は M8.5 とされていましたが、断層の長さが約 800km にも及び、例えば M が 0.5~0.6 しか小さくない 1923 年の関東地震 (M7.9) や 1946 年の南海道地震 (M8.0) の断層の長さ (百数十 km) と大きな違いがあります。このように非常に大きな地震について地震波の最大振幅を用いる通常のマグニチュードでは十分にその地震の規模を正しく表現できないことから、断層の大きさや食い違いの量から地震に見合うモーメントマグニチュード (Mw) という尺度も使用されるようになっていきます。チリ地震は Mw で 9.5、関東地震は Mw で 7.9 です。

1926 年以降に日本付近で発生したマグニチュード 8 を超える地震は、1933 年の昭和三陸地震 (M8.1)、1946 年の南海道地震 (M8.0)、1952 年の十勝沖地震 (M8.2)、1994 年の北海道東方沖地震 (M8.2) です。また内陸で大きな被害を起こした 1948 年の福井地震は M7.1、1995 年の兵庫県南部地震は M7.3 です。

マグニチュードが 1 違うと地震エネルギーは約 32 倍

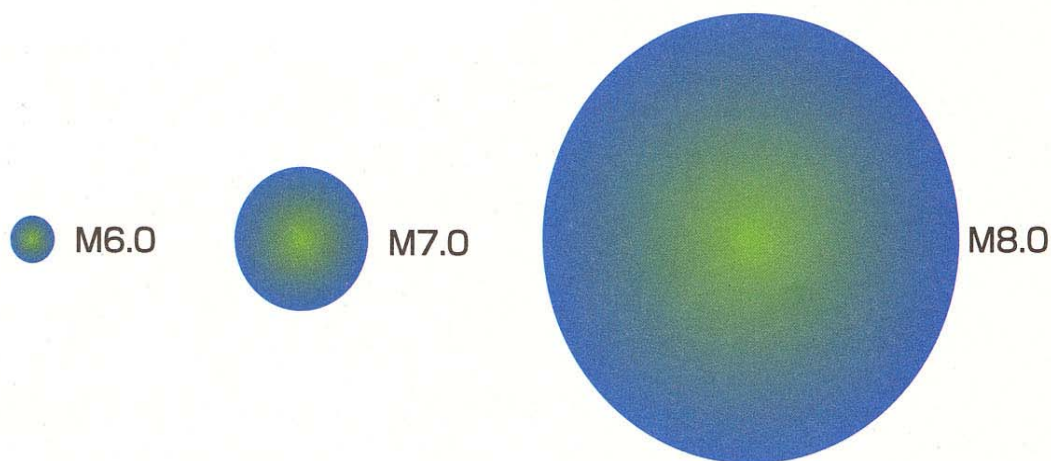


図3 マグニチュードと地震エネルギーの関係
(体積が地震エネルギーを表すようにした図です)

1.4 地面の揺れを表す震度

地震が起きたとき、地震波が四方八方に伝わり、地震動となって地面の揺れを生じます。ある場所での揺れの程度を表す尺度を**震度**といいます。

日本では、1996年10月から震度計の計測値を用いた0、1、2、3、4、5弱、5強、6弱、6強、7の10階級に改訂されました(表1)。マグニチュードと震度の関係は、電球の輝きの強さと机の上の明るさとの関係に似ています。同じ輝きの強さの電球の場合、机の上は電球の近くでは明るく、遠くで暗くなります。これと同様に、震度は、同じ地震でも、場所によって異なります。震源に近ければ揺れは激しくなって、震度は大きくなり、遠ければ揺れは弱く、震度は小さくなります。また、電球と机の位置が同じ場合、電球の輝きの強さにより、机の上の明るさが異なります。これと同様に、同じ場所で発生した地震でもそのマグニチュードによって、観測している場所の震度は異なります。

計測震度	震度階級	人間	屋内の状況		
	0	人は揺れを感じない			
	1	屋内にいる人の一部が、わずかな揺れを感じる。			
	1.5	屋内にいる人の多くが、揺れを感じる。眠っている人の一部が、目を覚ます。	電灯などのつり下げ物が、わずかに揺れる。		
	2.5	屋内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。恐怖感を覚える人もいる。	棚にある食器類が、音を立てることがある。		
	3.5	かなりの恐怖感があり、一部の人は身の安全をを図ろうとする。眠っている人のほとんどが、目を覚ます。	つり下げ物は大きく揺れ、棚にある食器類は音を立てる。座りの悪い置物が、倒れることがある。		
	4	多くの人が、身の安全をを図ろうとする。一部の人は、行動に支障を感じる。	つり下げ物は激しく揺れ、棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。座りの悪い置物の多くが倒れ、家具が移動することがある。		
	5弱				
	5強	補強されていないブロック塀の多くが崩れる。据付けが不十分な自動販売機が倒れることがある。多くの墓石が倒れる。自動車の運転が困難となり、停止する車が多い。	耐震性の低い住宅では、壁や柱がかなり破損したり、傾くものがある。	耐震性の低い建物では、壁、梁（はり）、柱などに大きな亀裂が生じるものがある。耐震性の高い建物でも、壁などに亀裂が生じるものがある。	
	5.5	かなりの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。	耐震性の低い住宅では、倒壊するものがある。耐震性の高い住宅でも、壁や柱が破損するものがある。	耐震性の低い建物では、壁や柱が破壊するものがある。耐震性の高い建物でも、壁、梁（はり）柱などに大きな亀裂が生じるものがある。	
	6.0	多くの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損落下する。補強されていないブロック塀のほとんどが崩れる。	耐震性の低い住宅では、倒壊するものが多い。耐震性の高い住宅でも、壁や柱がかなり破損するものがある。	耐震性の低い建物では、倒壊するものがある。耐震性の高い建物でも、壁、や柱が破壊するものがある。	
	6.5	ほとんどの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破損、落下する。補強されているブロック塀も破損するものがある。	耐震性の高い住宅でも、傾いたり、大きく破壊するものがある。	耐震性の高い建物でも、傾いたり、大きく破壊するものがある。	
	7				

表1 気象庁震度階級関連解説表(抜粋)平成8年2月 [気象庁提供]

[2] 日本の地震活動についての基礎知識

2.1 日本は世界有数の地震多発国

地球上では、地震はどこに発生しているのでしょうか。図4を見ると、地震はどこでも均等に発生しているのではなく、帯状の狭いところで数多く発生していることが分かります。私たちの住む日本列島は、この帯状の地震多発地帯に位置しています。

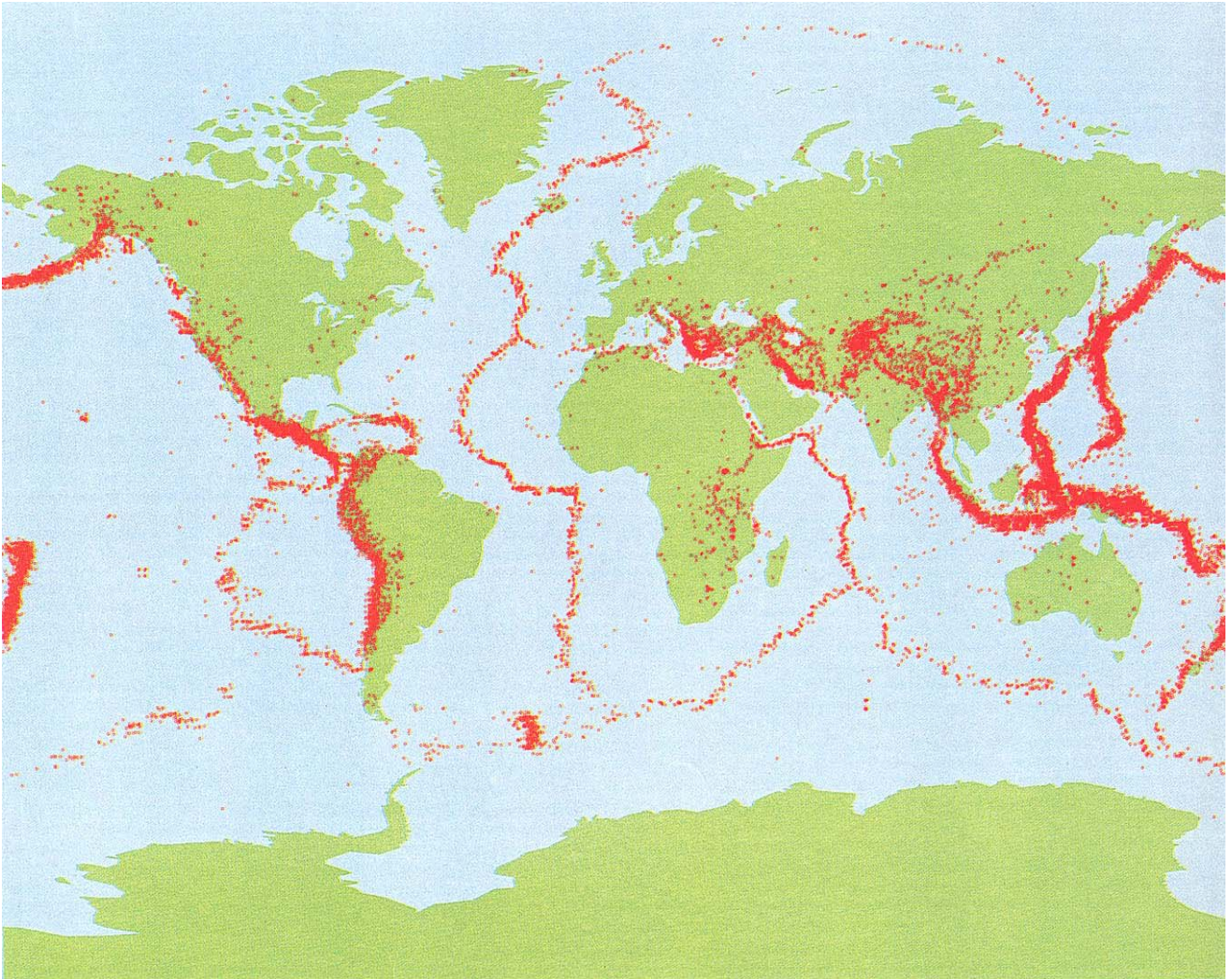


図4 世界の地震の分布（1985年-1994年、M4以上、深さ100km以浅）
[データは国際地震センターによる]

日本列島周辺では、太平洋側沖合で発生する地震は、日本列島に近づくにつれて、より深い場所で発生するようになり、陸域や日本海側の地下深くまでその延長が続いています（図5）。

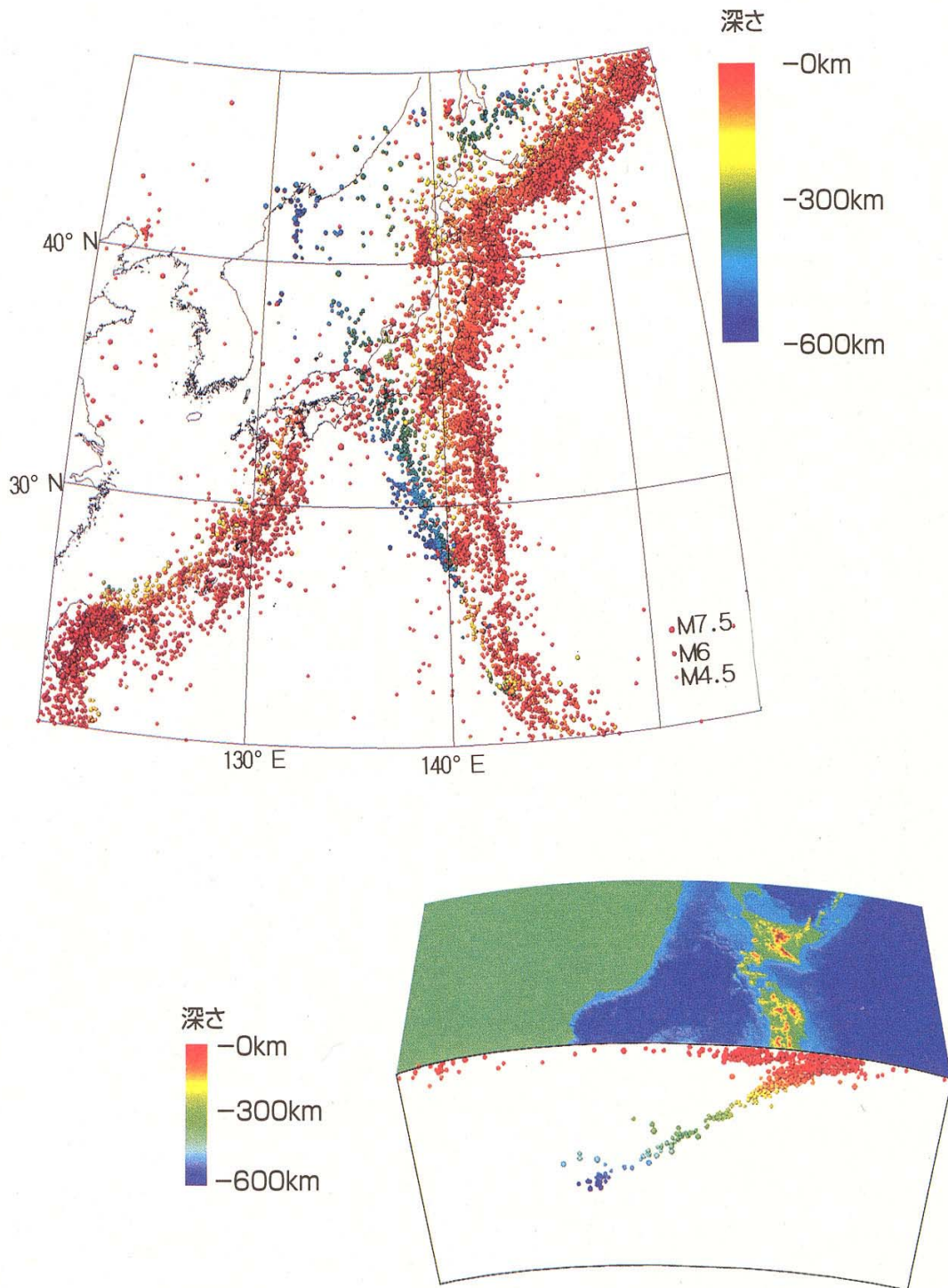


図5 日本列島とその周辺の地震活動（1904年～1995年、M4.5以上）。
下の立体図は東北地方を東西に切った断面図です。
[データは国際地震センターによる]

2.2 ゆで卵に似た地球内部の構造

地球内部の構造を、ゆで卵にたとえてみましょう。

地球の表面の部分は**地殻**といい、その厚さは、大陸では30~40km、ヒマラヤなどの大山脈の下では50~60kmで、日本列島周辺では30km前後になっています。また、海域の地殻の厚さは薄くて10km以下になっています。地球の半径は約6,370kmですから、地殻はごく薄く地球表面を覆っていて、ゆで卵の殻にたとえられます。

地殻の下には深さ約2,900kmまで**マントル**と呼ばれる層があり、ゆで卵の白身に当たる部分です。

マントルより地球の中心に近い部分は**核**と呼ばれ、ゆで卵の黄身に当たる部分です。核は深さ約5,100kmで内核と外核に分かれます。外核は液体、内核は固体と考えられています。

なお、地殻とそのすぐ下のマントルの最上部は**プレート**と呼ばれます。

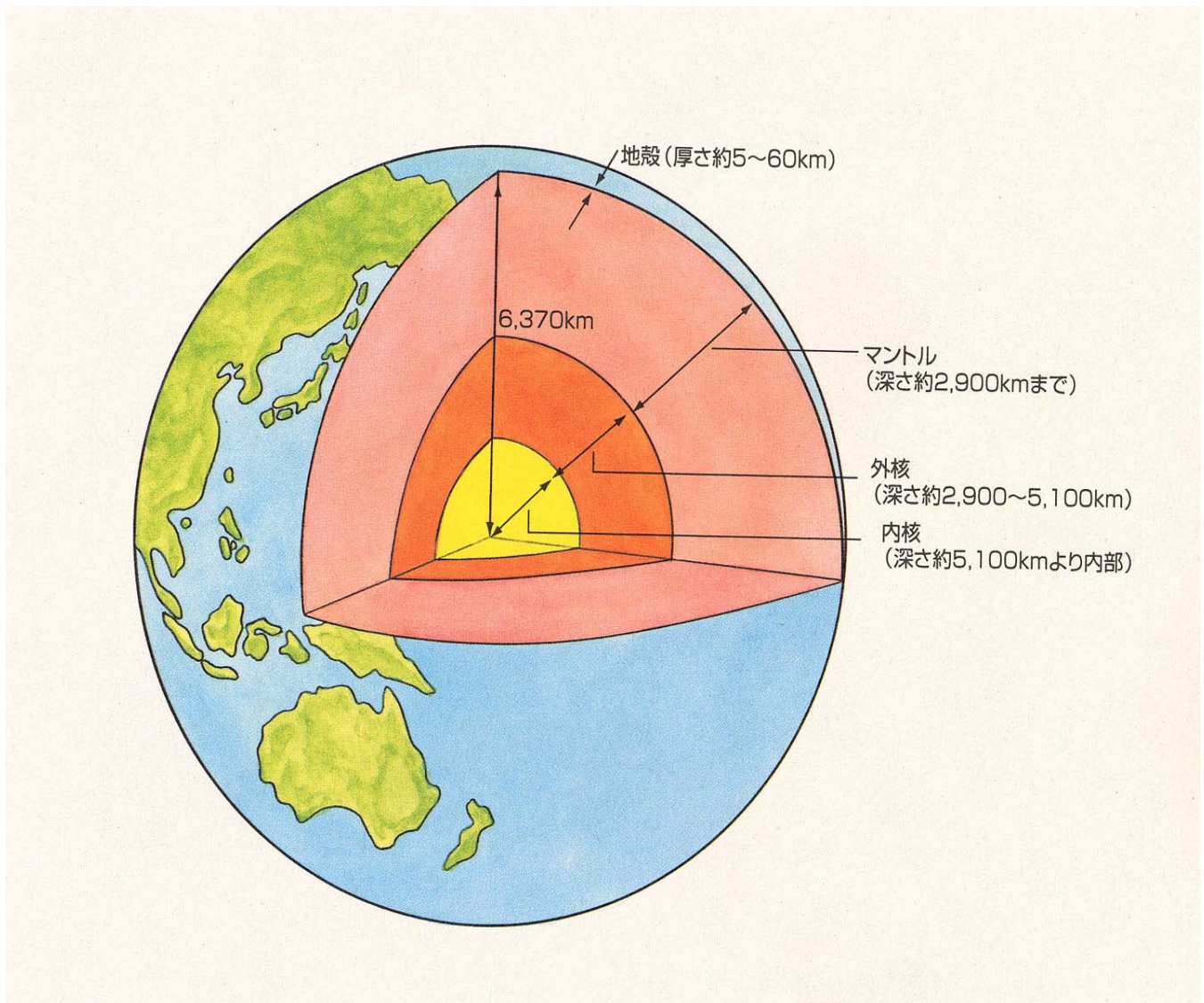


図6 地球内部の構造

2.3 プレートの動きが地震の原動力

地球表面を覆うプレートには大きなものが十数枚あります（図7）。

マンツルの内部から岩石がゆっくりと上昇してきてプレートとなり、海洋の底を水平に移動し、陸地側のプレートにぶつかる、その下に沈み込んで行きます。マンツルは岩石でできた固体ですが、地球内部の熱によって温められて上昇、プレートとなって地表近くで移動している間に冷えて下降し、まるでお風呂の湯が対流運動をするように動くのです。しかし、プレートの移動する速度は遅く1年間に数cmです。

世界の地震多発地帯は、ちょうどプレートがぶつかり合ったり、離れたり、すれ違ったりする境界に当たります。プレートのこうした運動が地震を起こす原動力と考えられています（図8）。

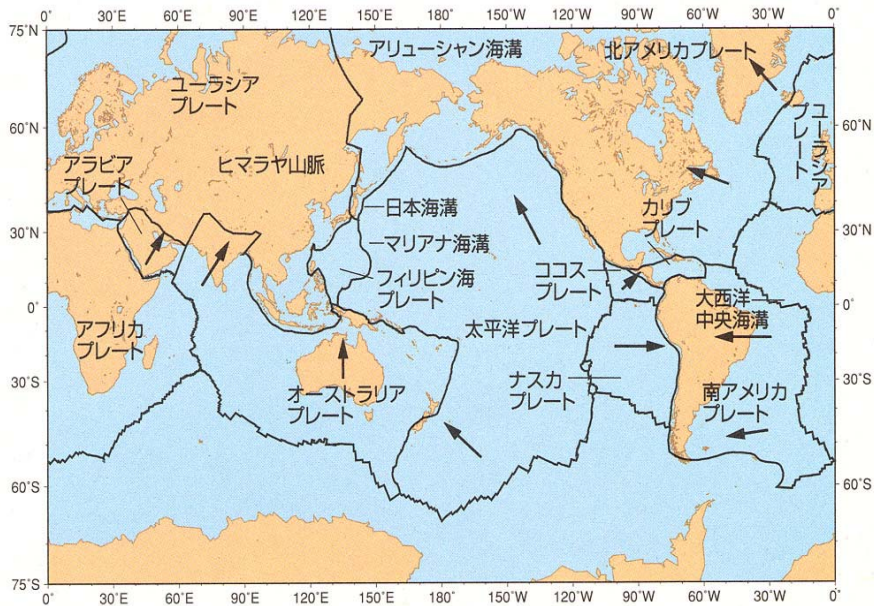


図7 世界のプレート境界（←プレート運動の向き）

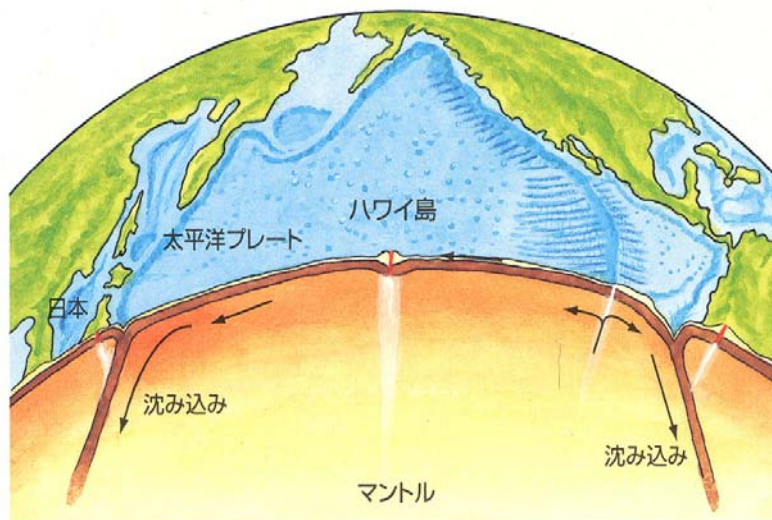


図8 プレート運動

2.4 日本列島とその周辺のプレート

日本列島は太平洋プレート、フィリピン海プレート、陸側のプレートなどに取り囲まれています(図9)。太平洋プレートは年間約8cmのスピードで東南東から日本列島に押し寄せ、日本海溝のところから列島の下に沈み込んでいます。

フィリピン海プレートは年間約4cmの速さで南東から日本列島に押し寄せ、南海トラフ・駿河トラフのところから列島の下に沈み込んでいます。

東北地方や北海道の西側の日本海東縁部では1983年の日本海中部地震(M7.7)、1993年の北海道南西沖地震(M7.8)などの大きな地震が起き、陸側のプレートはここに境界があり北米プレートとユーラシアプレートに分けられるのではないかとの学説が出されています。この境界は図では点線で示されています。

このようなプレートの運動により岩石に巨大な力が加わり、岩石の内部にエネルギーが次第にたまり、それに岩石が耐えられなくなったとき、破壊が起きて地震が発生するわけです。

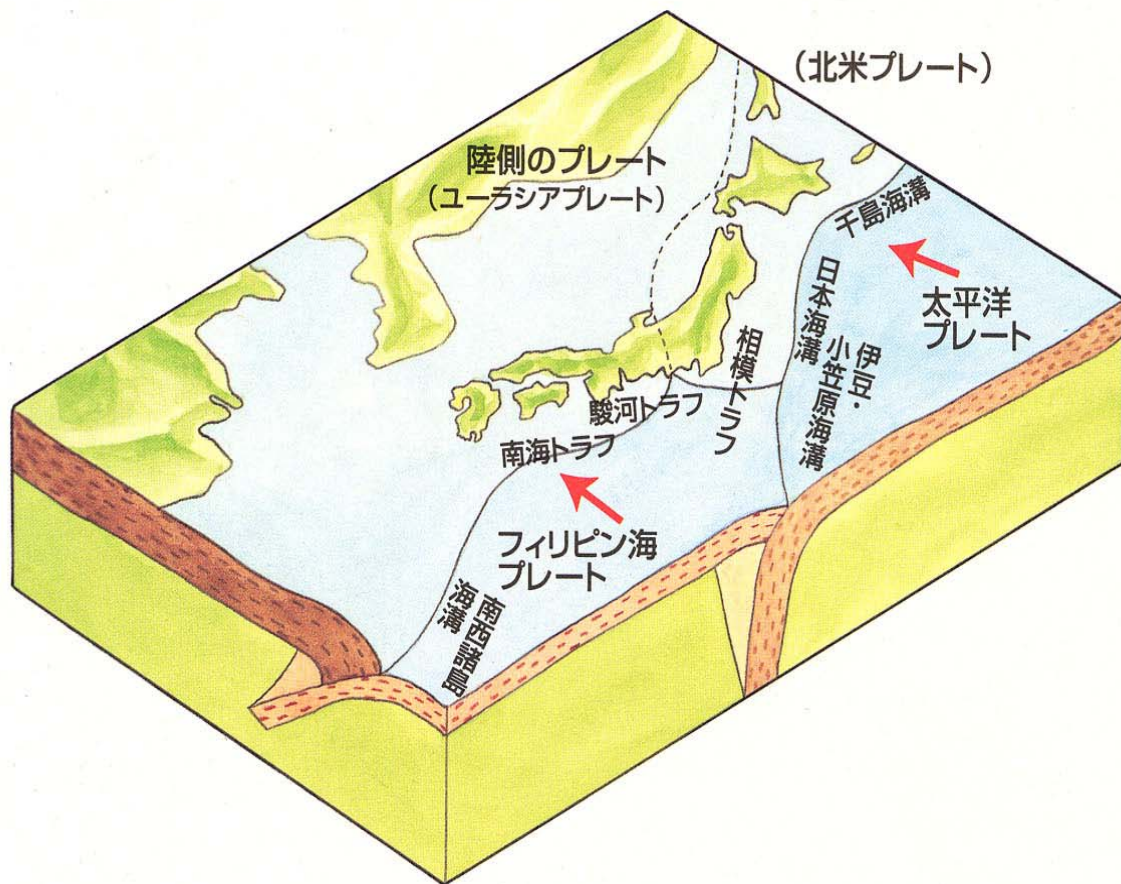


図9 日本列島とその周辺のプレート

図中の矢印は、陸側のプレートに対する各プレートの相対運動の方向を示します。日本海東縁部(図中の点線)に沿って、プレート境界があるとする説が出されています。

2.5 日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ

日本列島やその周辺に起きる地震は、起き方によってプレート境界（プレート間）で起きる地震、沈み込むプレート内部で起きる地震、陸域の浅い地震、火山活動に伴う地震など、さまざまなタイプに分けられます。

日本列島には太平洋側から太平洋プレートやフィリピン海プレートが押し寄せ、列島の下に沈み込んでいるため、日本列島には強い圧縮の力がかかっています。これに伴い、さまざまなタイプの地震が起きるのです。各タイプの地震について図により、具体的な例を挙げて説明しましょう。

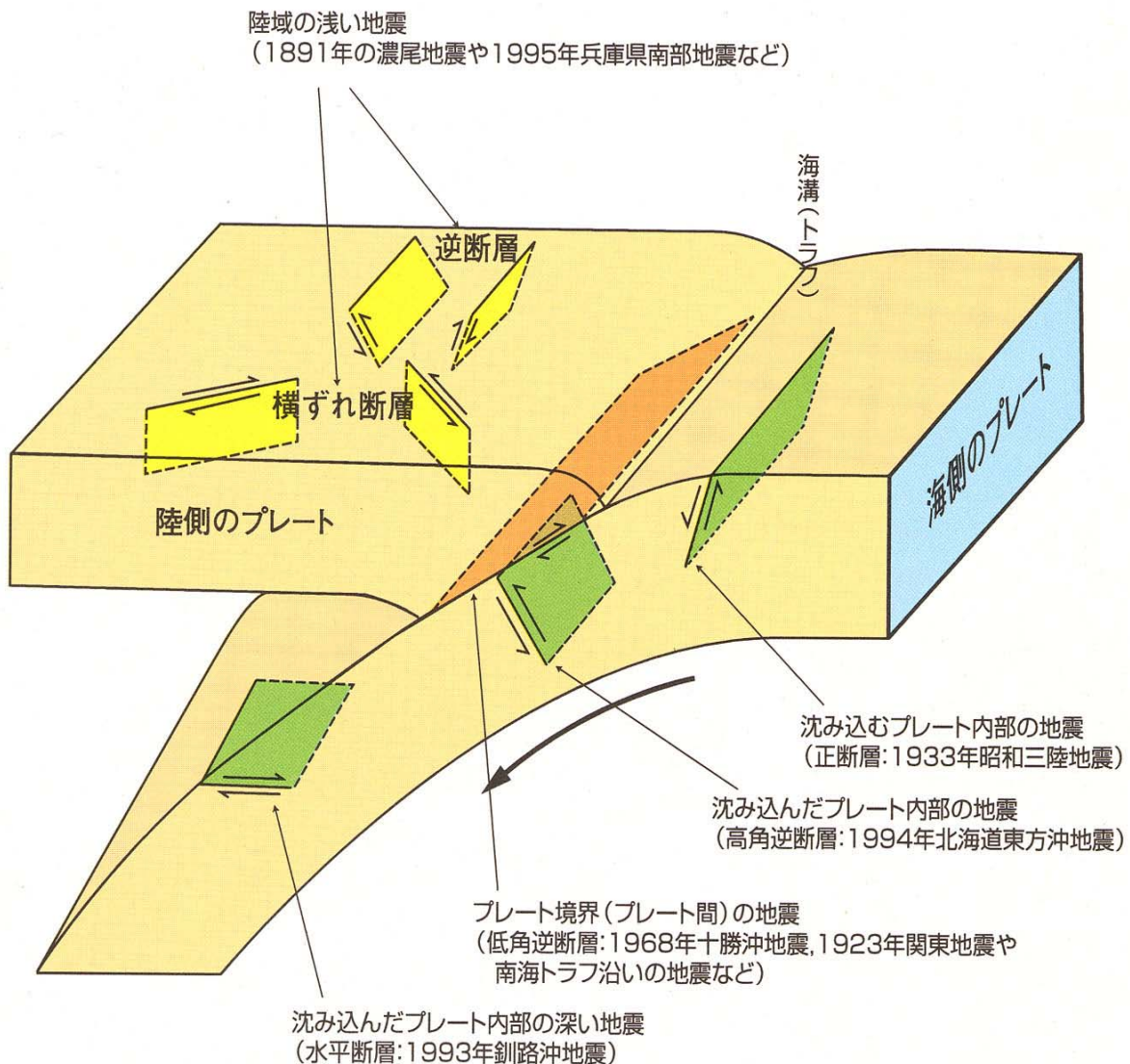


図 10 日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ

日本列島とその周辺では、プレート境界(プレート間)で起きる地震、沈み込むプレート内部で起きる地震、陸域の浅い地震などが発生する。

・プレート境界（プレート間）で起きる地震

太平洋プレートやフィリピン海プレートが沈み込む千島海溝、日本海溝、相模トラフ、駿河トラフ、南海トラフなどの付近では、海洋プレートが海溝やトラフの下に沈み込むとき陸側のプレートの先端部分を一緒に引きずり込みます。陸側のプレート先端部分のひずみが限界に達したとき、プレート境界付近に破壊が起きて断層ができ、地震が発生します。

1923年の関東地震（M7.9）、1944年の東南海地震（M7.9）、1946年の南海道地震（M8.0）、1968年の十勝沖地震（M7.9）、1994年の三陸はるか沖地震（M7.6）などがその例です。

また、地震の発生源が海底にあるため、その海底の変動によって津波が発生することがあります。津波の大きさは、海底の断層運動の規模、ずれる速さ、角度などによって左右されます。

破壊が通常よりゆっくり進み、人が感じる揺れが小さくても発生する津波の規模が大きくなるような地震を**津波地震**といいます。1896年の明治三陸地震は、このような地震の例で、震度は2〜3にすぎませんでしたが、大きな津波が押し寄せ2万人以上の死者を出しました。

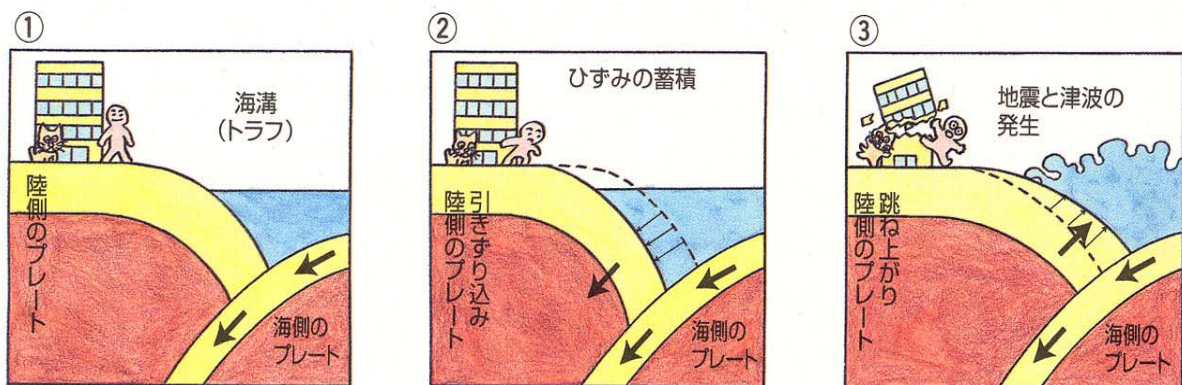


図 11 プレート境界(プレート間)で起きる地震発生の仕組み
(①-②-③の仕組みが繰り返されます)

・沈み込むプレート内部で起きる地震

海溝などで沈み込んで行く海側のプレートそのものの内部でも大規模な破壊が起き、地震を発生させることがあります。

海底下の比較的浅いところで起きると、津波を伴います。1933年の昭和三陸地震(M8.1)、1994年の北海道東方沖地震(M8.2)がその例で、津波を伴いました。

1993年の釧路沖地震(M7.8)は震源の深さが約100kmと深いものでした。津波は伴いませんでしたが、釧路で震度6となり、死傷者が出たり、建物、道路などへの被害が生じました。

・陸域の浅い地震

陸側のプレートと海側のプレートが互いに押しあうため、日本列島の地下には一般に東西方向ないし北西-南東方向の強い圧縮の力がかかっています。このため岩石のひずみが大きくなって限界となると、岩石が破壊されて食い違い(震源断層)が生じ、地震が発生します。

陸域では浅いところに地震が起きますが、陸域では地震を発生させるような強度を持つ岩盤は地下15~20kmの浅いところまでにしかなく、それより深いところでは温度が高いため、力が加わったときに流動的に変形してしまい、急激な破壊を起こすことはないと考えられています。

1995年の兵庫県南部地震(M7.3、震源の深さ16km)のようにM7程度の大地震が多いのですが、1891年の濃尾地震(M8.0)のようにM8程度の巨大地震の例もあります。陸域の浅いところで発生するため、比較的規模の小さな地震でも都市部直下などで起きれば局地的に大きな被害を出します。

いったん生じた岩石の破壊面は弱くなっているため、圧縮または伸張の力がかかり続ける間、繰り返し地震を発生させ、食い違いの量がだんだん大きくなります。今後もこのような現象を繰り返すと考えられるものを活断層と呼びます。地表での調査から、日本列島には約2,000本の活断層が確認されており、それぞれ地震を起こす可能性を持っています。しかし、個々の活断層の活動の間隔は千年から数万年という長い間隔です。

・火山活動に伴う地震

日本は火山が多く、火山列島ともいわれます。火山の周辺ではマグマにより岩盤の浅いところに局所的に力が加わり、火山活動に伴い地震がしばしば起きます。この地震は中規模、小規模のものが多いのですが1914年の桜島の大噴火に伴う地震(M7.1)のようにM7クラスの大地震が起きることもあります。

1978年以来、伊豆半島東方沖で繰り返し起きている地震活動も、地下のマグマの動きと関連していると考えられています。

[3] 余震についての基礎知識

3.1 地震活動は「本震－余震型」と「群発型」

地震は、起きる原因や場所の違いにより、4つのタイプに分けられることを説明しましたが、地震活動のパターンでみますと**本震－余震型**と**群発型**に分けられます。

本震－余震型は、大きな地震が起きて、その直後から多くの小さな地震が発生します。最初の大きな地震を**本震**といい、それに続く小さな地震を**余震**と呼びます。また、一部の地震の中には、本震に先立ち小さな地震を伴うこともあります。震源の浅い大きな地震が発生した場合、ほとんどの場合に余震が起こります。余震の数は時間がたつにつれ次第に少なくなっていきます(図12)。

群発型は、いきなり大きな地震が発生するのではなく、ある地域で次第に地震の数が増えて活発になりその後、活動が激しくなったり、弱くなったりし、だらだらと活動が続くものです(図12)。群発型では特に目立って大きな地震は起きませんが、例外があり、**群発地震**が続く中で、かなり大きな地震が起きることもあります。火山の周辺などでは群発地震活動がしばしば見られます。

また、一部の地震の中には、同規模の地震が続けて発生するなど、実際の地震活動では地震の規模、発生した地域などによって複雑な経緯をたどることも多く、どのパターンと決めることが難しい場合もあります。

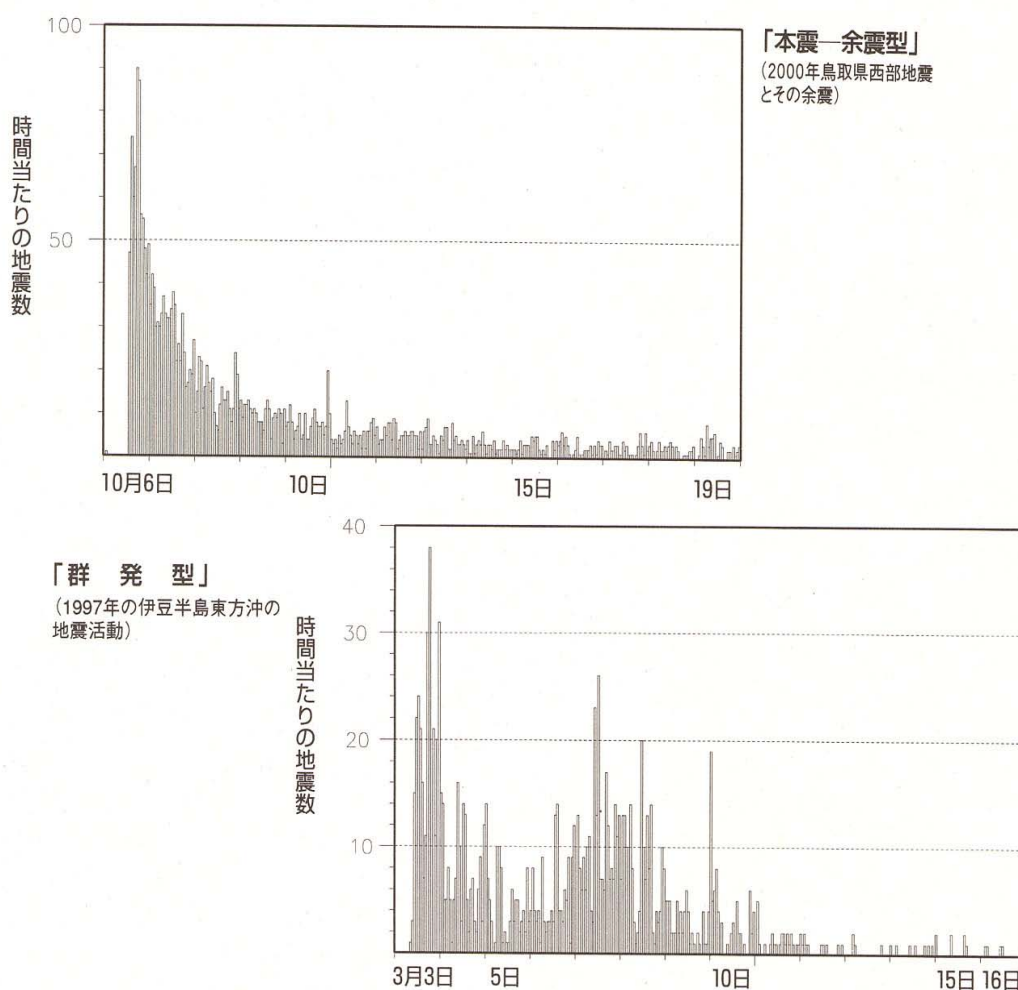


図12 本震－余震型と群発型の地震活動のパターンの違い
[データは気象庁のM2以上の震源データによる]

3.2 余震とは?

一般に地震が起きるとその近くで最初の地震より小さな地震が続発します。最初の地震を本震、後続の地震を余震といいます。本震の発生により岩石が不安定な状態になり、それを解消するために余震が発生すると考えられています。余震の起きる場所を**余震域**といい、本震で破壊された領域(震源域)とその周辺が含まれます。本震発生後から数時間程度までの余震域は本震の震源域とおおむね一致しますが、余震域はその後だんだんと広がっていきます。

まれに余震域から飛び離れて地震が起きることがあり、これは**広義の余震**と呼ばれます。このようなケースとしては1944年12月の東南海地震(M7.9)の約1カ月後に余震域から離れて愛知県南部で起きた三河地震(M6.8)が知られています。また1993年7月の北海道南西沖地震(M7.8)の後にも、余震域から離れた江差沖でM6.3の地震が起きました。本震の発生により、広い地域の岩盤に加わっていた力が変化したために起きたのかもしれませんが、残念ながら、このような広義の余震が本震からどのくらい離れたところに、いつ起きるのか、現在の科学技術のレベルでは予測できません。

3.3 余震の性質

余震の起き方には、次のような性質があります。

- [1] 余震の数は本震直後に多く、時間とともに次第に少なくなっていきます。10日目に約10分の1に減り、100日目には約100分の1になります。減衰の仕方は、本震直後は急激ですが、徐々に緩やかになります。本震から10日後には直後の10分の1ですが、その後10日経過しても、その2分の1にしかなりません。
余震がいつまでも続くといった印象を持つのはこのためです。また、本震のMが大きいと余震が収まるまでの期間が、平均的には、長くなります。
- [2] 余震の規模と余震の数の関係は、規模が大きいものは数が少なく、規模が小さいものは数が多くなります。Mが1つ大きくなるごとに、起きる割合が約10分の1になります。
- [3] 余震の中で一番大きなものを最大余震といいます。最大余震のMは、平均してみると本震のMより1程度小さくなります。しかし、本震のMとあまり変わらない大きなMの余震が起きることもあります。また、本震のMよりかなり小さくなることもあります。
- [4] 最大余震は多くの場合、内陸では本震から約3日以内に、海域ではこれより長く約10日以内に発生しています。最近の例では、1995年の兵庫県南部地震では2時間後、1994年の三陸はるか沖地震では9.5日後でした。
- [5] 大きな余震は余震域の端とその周辺で起きやすい傾向があります。
- [6] 大きな余震による揺れは、場所によっては本震の揺れと同じ程度になることがあります(6.2の表3を参照)。最近の例では、1997年3月26日の鹿児島県北西部の地震(M6.5)では、4月3日に最大余震(M5.6)が発生、同県川内市とともに震度5強の揺れとなりました。

3.4 2000年の鳥取県西部地震で余震の発生状況を見る

2000年10月13日午後1時30分に発生した鳥取県西部地震を例に、余震の状況を見てみます。

鳥取県西部地震は、鳥取県と島根県の県境に近い場所で発生し、震源の深さは9kmと浅い地震でした。余震域は、北北西-南南東に約30kmにのび、本震はほぼその真ん中に位置しています。(図13)

Mは7.3と1995年の兵庫県南部地震と同じ数値で、最大の震度6強を観測したのは、本震の位置に近い日野町と余震域の北西端延長部に当たる境港市本町でした。

最大規模の余震は、本震から2日と6時間余り経ってから発生したM5.0、最大震度5弱でした。本震のMより2.3小さい規模でした。

なお、本震から約20km南西に離れたところで、本震発生から約2日でM5.5、最大震度4の地震が発生しました。この地震は、鳥取県西部地震に誘発された地震と考えられます。

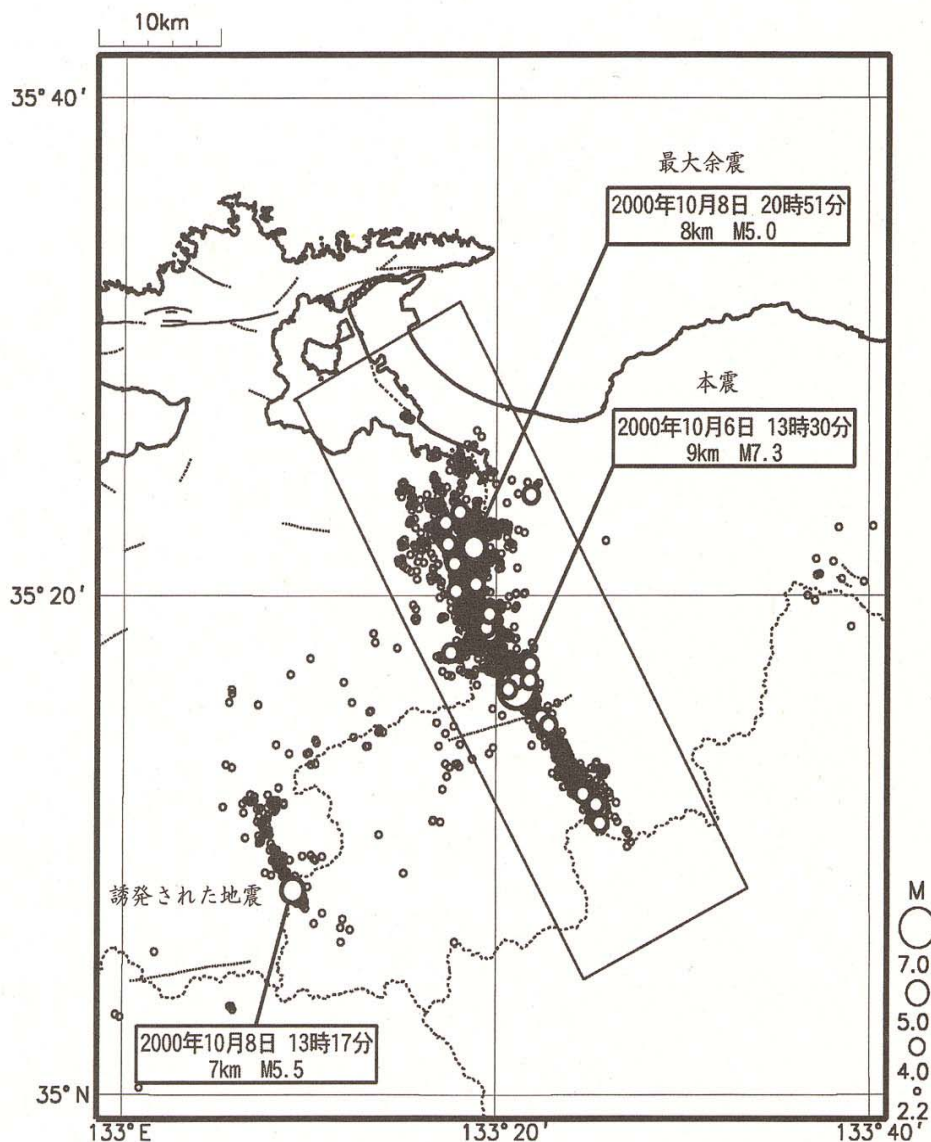


図13 2000年の鳥取県西部地震とその余震の震央分布図[データは気象庁による]
M4以上の地震は大きな○で表示しています。

図 14 は、鳥取県西部地震と余震の時間・空間的な分布を示しています。
 表示しているのは、左の震央分布図で四角で囲った領域内の地震です。M4.0 以上の余震は少し大きな○で抜き出してあります。M4.0 以上の余震が、余震城の端から端まで発生している様子が分かります。最大規模の余震は、余震城の北西端に近いところで発生しています。
 また、余震の数は、本震直後には非常に多く、その後時間が経つにつれ、除々に減っていく様子も分かります。

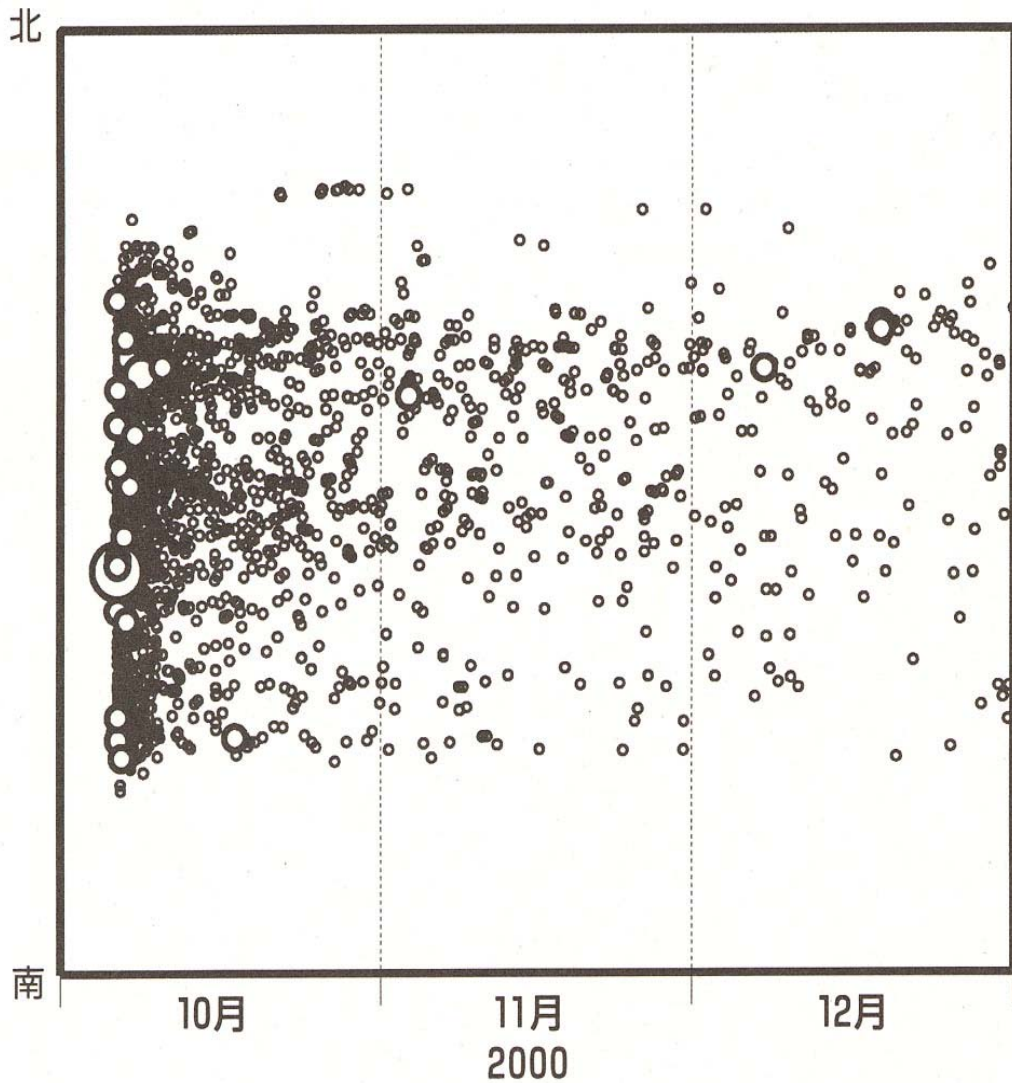


図 14 2000 年の鳥取県西部地震とその余震の時間的・空間的な分布図[データは気象庁による]
 図 13 の矩形内における本震後の余震の時間経過に伴う発生場所の変化を示したもの。
 M4 以上の地震は大きな○で表示しています。

[4] 大地震後の余震活動を予測

—余震情報はどのようにして出されるか—

4.1 「本震—余震型」を対象に余震の情報を発表

大地震の後には、多数の余震が発生します。余震は被害を受けた住民の不安をさらにエスカレートさせます。

総理府が 1995 年に行った「地震に関する世論調査」によると、住民が地震発生直後に知りたい情報としては、家族が大丈夫かどうかといった安否情報と、地震の揺れはどの程度だったかという震度についてが最も多く、次いで「震源はどこで、規模はどのくらいか」「電気、ガス、水道などのライフラインの被害と復旧状況」「今後の余震の見通し」がほぼ並んでいました。

地震発生から数時間後になりますと、知りたい情報としては「ライフラインと交通機関の被害状況と復旧の見通し」が最も多く、次いで「今後の余震の見通し」の割合が高くなっていました。

このように「今後の余震の見通し」の関心が高いことがわかります。具体的には「大きな余震はいつ来るのか」「どのくらい揺れるのか」「余震はいつごろまで続き、いつ収まるのか」といったことだと考えられます。

現在の地震学では、こうした要請のすべてに明確に答えることができません。しかし、できる限り対応すべきだとの考えから、地震調査研究推進本部の地震調査委員会は、余震の起き方を予測する方法をとりまとめました。気象庁は大きな地震が発生したとき、本震—余震型の活動をする地震に限って、その方法を使って、従来から発表してきている「余震に関する情報」を充実させて発表します。

地震調査研究推進本部は、大地震発生後に開かれる地震調査委員会で気象庁を含む関係機関から提出される資料を検討し、発生した大地震の特徴や今後の見通しを含む余震活動の総合的評価を行い、その評価に基づき広報します。

4.2 2つの式から余震の活動を確率の形で予測

余震の性質はいくつかありますが、この中で二つの性質に着目して、今後の余震活動を予測します。

一つは「余震の数は本震直後に多く、時間とともに次第に少なくなっていく」という性質です。これは**改良大森公式**と呼ばれる式で表されます。もう一つは「規模が大きい地震の数は少なく、規模が小さい地震の数は多い」というものです。この性質は**グーテンベルク・リヒターの式**と呼ばれる式で表されます。

この二つの性質を結びつけると、余震の発生の仕方は次のようになります。

「本震直後には余震の数は多く、その中に大きな規模の余震が混ざって発生しますが、日時が経過するに従って余震の数は減少、大きな規模の余震も少なくなり、次第に起きなくなります」

二つの式は地震学でよく知られている統計の式で、これらを組み合わせると余震の発生する確率を予測することができます。

これにより、「今後 3 日以内にマグニチュード(M) 5 以上の余震の起きる確率は 30%です。1 週間以内だと 50%です」というように、ある大きさ以上の余震の発生する可能性を確率の形で予測できます。

また「M3以上の余震の発生回数は本震発生から1週間後には1日当たり約7回、1カ月後には1日当たり1回程度になるでしょう」というように、ある大きさ以上の余震の発生数も予測できます。

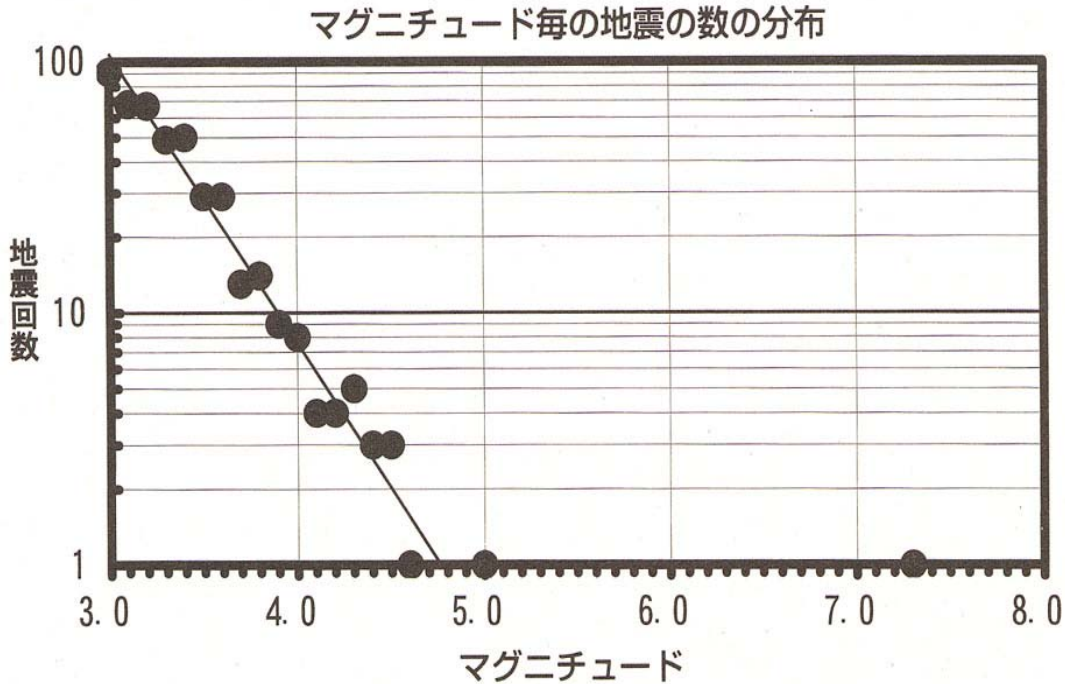


図 15 2000年の鳥取県西部地震の余震の性質[データは気象庁による]
 図は本震とその後の余震について、M3以上のものの発生数を表しています。
 縦軸の発生数は対数目盛で1、10、100と増えています。このようにすると、普通の目盛では曲線を描くグラフが直線となり、余震の性質を調べるのに便利です。

4.3 特定の場所での揺れの大きさは?

住民にとっては、大地震発生後、近くでどれくらいの規模の余震が起きることよりも、住んでいるその場所での揺れの大小を示す震度の予測の方が知りたい情報です。震度5弱になると被害が出ることがありますので、「〇〇市〇〇町で震度5弱以上になる確率は10%です」という発表が望ましいのですが、残念ながらできないのです。それは次のような理由からです。

現在の地震学では、大きな規模の余震の発生する場所は、震源域とその付近であることは分かっても、詳しい地点までは予測できません。大きな余震は余震域の端付近で発生するケースが多いのですが、例外もあり、予測が不可能です。大きな余震の発生場所が予測できないため、たとえ規模がある程度予測できても、その余震で特定のある場所の揺れがどうなるかという予測はできないのです。同じ規模の余震でも、その震源に近い場所では震度は大きくなり、遠く離れた場所では震度は小さくなるからです。

特定の場所での揺れの大きさは予測できませんが、過去の経験をもとに、「余震域およびその周辺のどこかの場所では震度5弱以上になる可能性がある」というような解説を行うことはできます。

[5] 余震情報発表までの手順

5.1 「震度5弱」で余震の予測作業をスタート

余震情報の発表は被災地域の住民、事業所、防災機関の人たちなどの応急対策や復旧活動に役立ててもらうのが目的です。従って余震情報を出す地震は、その余震が新たな被害を発生させる恐れのある場合です。そのような地震とは、おおむね最大震度が「5弱」以上の地震です。本震で震度が「5弱」であった場所では、その余震は同じ程度の震度「5弱」か、場合によってはそれ以上の震度となる可能性もあり、顕著な被害が出る恐れがあります。

震度「5弱以上」を観測すると、気象庁は速やかに余震情報を出すための作業に取りかかります。気象庁は、地震調査委員会がまとめた方法を使って、今後の余震活動を予測します。また、地震調査研究推進本部は、震度「5弱」または「5強」を観測し被害等の状況から地震調査委員会委員長が委員会開催の必要性を認めた場合や、震度「6弱」以上を観測した場合には大地震発生後に臨時に地震調査委員会を開催し、気象庁を含む関係機関から提出される資料を検討し、発生した大地震の特徴や今後の見通しを含む余震活動の評価を行います。

5.2 余震の確率の予測は「数時間後～約1日後」から始まる

余震の予測作業は、大まかに①地震発生直後、②数時間後、③約1日後、④3日後以降の段階に分けられます。

余震の確率の計算式には、余震活動の活発さを示す数値、余震の数の減り具合を示す数値などを入れなければなりません。これらの数値の中には、過去の本震－余震型の地震活動から求められた平均的な数値を暫定的に使用できるものがあります(「標準モデル」と呼ぶことにします)。一方で、その地震の余震を観測してからでないと得られないものがあります。それは余震の起き方が地震によって個性があるからです。精度の良い値を見つけ出すためには、発生した余震のデータを利用するため、本震発生から1日程度のデータの蓄積が必要です。

このため、地震発生直後には、本震の震源と規模程度しか分からないので、過去の似たような地震のケースを引用して、余震の情報に反映させます。ただし、標準モデルから予測される結果と、実際の余震の起き方が概ね一致していることが本震の発生から数時間程度で確認できた場合には、標準モデルによる計算結果を発表します。その後、余震の観測データが蓄積され、解析が進むにつれて、余震の発生確率を計算し、その結果を活用して余震の情報の内容は更新されていきます。本震の1日後からは、実際の余震の発生状況の詳しい解析に基づく、より信頼度の高い発生確率の発表が可能となります。

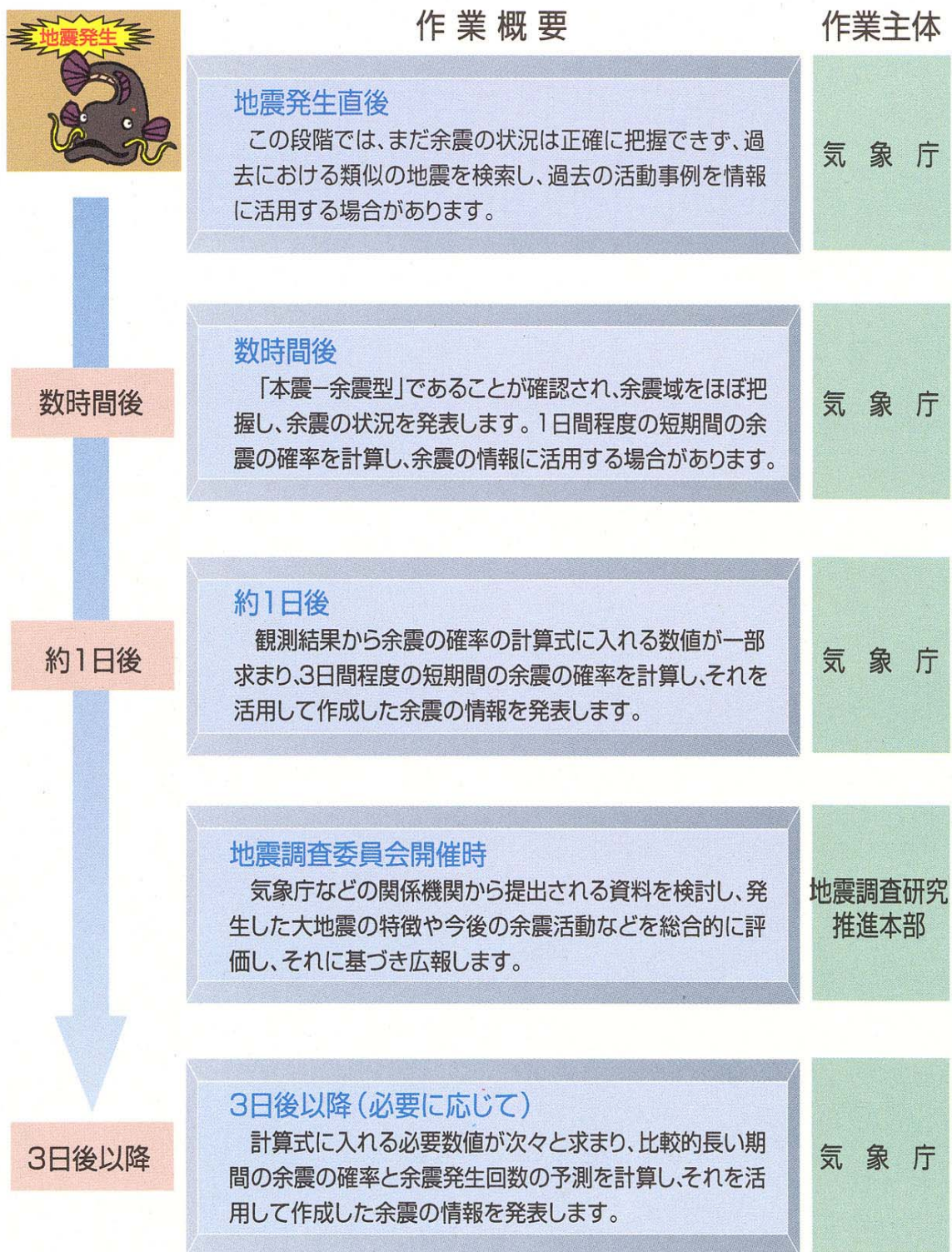


図 16 余震の予測作業の流れと作業主体

5.3 どのような余震情報が発表されるのか

「マグニチュード(M) 7クラスの地震が内陸の地殻内で発生」した場合を想定、各段階での作業、その結果を活用した余震情報の例を2000年10月の鳥取県西部地震の際の実例をもとに一覧表にして紹介しましょう。

気象庁の対応の例

段 階	把握できている現象	余震の評価作業	発表できる内容
発生直後	<ul style="list-style-type: none"> ・本震の暫定的な震源位置 ・震度分布 	<ul style="list-style-type: none"> ・本震－余震型の見極め ・有感余震発生状況の把握 ・過去の事例の調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・震源、規模、震度分布の状況 ・過去の統計事例
数時間後	<ul style="list-style-type: none"> ・本震の発震機構と詳細な震源位置 ・有感となるような地震の発生状況、頻度分布、震源分布 	<ul style="list-style-type: none"> ・大まかな余震域の把握 ・余震活動の把握（発生回数） ・改良大森公式の適用の可能性確認 ・改良大森公式の暫定的適用（平均的な活動の係数） 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震の発生状況 ・ごく短期間（1日ぐらい）の余震確率評価
約1日後	<ul style="list-style-type: none"> ・余震の発生状況（有感地震とM3以上の地震のM別頻度分布、震源分布） 	<ul style="list-style-type: none"> ・余震活動の把握 ・改良大森公式の適用（平均的な活動の係数と今回の活動の係数を比較し適用する係数の決定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・余震の発生状況 ・ごく短期間（3日ぐらい）の余震確率評価
3日後以降	<ul style="list-style-type: none"> ・余震の発生状況（微小な余震を含む頻度分布、震源分布） 	<ul style="list-style-type: none"> ・余震活動の把握 ・改良大森公式の適用（今回の活動の係数） 	<ul style="list-style-type: none"> ・余震の発生状況 ・比較的長い期間の余震確率評価 ・有感地震となるような余震の発生予測回数

2000年10月6日13時30分に発生した鳥取県西部地震の際に発表した情報の事例

(いずれも報道発表)

内容
<p>〈本震発生直後〉 (10月6日15時00分)</p> <p>10月6日13時30分頃、鳥取県西部でM7.1(速報値)の地震があり、鳥取県境港市、日野町で震度6強、西泊町、溝口町で震度6弱、鳥取県米子市、岡山県新見市、哲多町、香川県の土庄町等で震度5強を観測したほか、中国・近畿・四国地方を中心に震度1～5弱を観測しました。</p> <p>この地震は陸城の浅い地震であり、震源は、米子市の南約20kmに位置し、震源の深さは約10kmです。余震は、北西―南東方向に延びる傾向があります。発震機構(暫定値)はほぼ東西方向に圧縮軸のある横ずれ断層型です。このことと、余震の配列から今回の地震は、左横ずれの断層運動と推定されます。</p> <p>今回の地震付近では、規模の大きな被害地震は知られていません。</p> <p>余震活動は、15時現在活発です。今後しばらくは、マグニチュード6程度(直上での震度は6弱程度)の大きな余震にご注意下さい。</p>
<p>〈本震発生数時間後〉 (10月6日17時40分)</p> <p>10月6日13時30分の地震に伴う余震が続いています。</p> <p>10月6日16時21分頃、鳥取県東部でM4.2(速報値)の余震があり、鳥取県会見町(あいみちょう)で震度5弱、西伯町(さいはくちょう)で震度4を観測したほか、中国地方を中心に震度1～3を観測しました。この地震の震源は、余震域の北西側に位置します。</p> <p>余震活動は、17時現在活発です。本震から24時間以内にM6.0以上の余震が発生する確率は40パーセント程度と推定されます。マグニチュード6程度の地震が発生すると直上での震度は6弱程度の大きなゆれとなりますので、壊れかけた建物の崩壊や崖崩れにご注意下さい。</p>
<p>〈本震発生約1日後〉 (10月7日16時00分)</p> <p>10月6日13時30分に発生した鳥取県西部地震(M7.3:暫定値、以下同じ)に伴う余震が続いています。</p> <p>余震域は、北北西―南南東方向に約25kmにわたって分布しています。</p> <p>10月7日15時までに震度4以上を観測した地震は、10月6日16時21分のM4.2(最大震度5弱)、10月6日22時56分のM3.9(最大震度4)、10月7日04時59分のM4.4(最大震度4)、10月7日08時17分のM3.9(最大震度4)、10月7日12時03分のM4.2(最大震度4)です。</p> <p>また、最大規模の余震は、本震直後の10月6日13時34分と13時36分のともにM4.7です。</p> <p>余震活動は依然活発ですが、徐々に減衰しています。本日16時から3日以内に、マグニチュード6.0、5.5、5.0以上の余震が発生する確率は、おのおの5パーセント程度、10パーセント程度、40パーセント程度です。今後も震度5弱以上となる地震が発生するおそれがありますので、壊れかけた建物の崩壊、崖崩れなどにご注意下さい。</p>
<p>〈本震発生3日後以降〉</p> <p>(10月16日18時00分:定期的報道発表としては最終。以降は週間地震・火山概況や地震火山月報(カタログ編)で、余震の発生状況等を解説。)</p> <p>今月6日13時30分頃発生した鳥取県西部地震(マグニチュード7.3:暫定値、以下同じ)に伴う現在までの最大余震は、今月8日20時51分頃発生したM5.0の地震で、最大震度5弱を観測しました。</p> <p>マグニチュード5.0以上の余震が発生する確率は、今月7日16時から3日以内では、40パーセント程度でしたが、本日16時から3日以内では5パーセント未満と低くなっています。</p> <p>余震活動は継続していますが、徐々に減衰しています。本日から1週間以内に、マグニチュード4.0以上の余震が1個程度、マグニチュード3.5以上の余震が6個程度発生すると予想されます。マグニチュード4.0、3.5の地震が発生すると、その直上ではそれぞれ震度4程度、震度3程度となります。まだしばらくは余震活動が継続しますので、ご注意下さい。</p> <p>なお今後特段の変化がない限り、定期的な報道発表は今回をもって終了と致します。</p>

地震調査研究推進本部の対応の例

地震調査委員会開催時(約 1 日～2 日後)

把握できている現象	余震の評価作業	広報できる内容
<ul style="list-style-type: none"> 余震の発生状況 (有感地震と M3 以上の地震の頻度分布、震源分布 微小な余震を含む頻度分布、震源分布) 地殻変動の状況 	<ul style="list-style-type: none"> 余震活動の把握 改良大森公式の適用(平均的な活動の係数と今回の活動の係数を比較し適用する係数の決定) 	<ul style="list-style-type: none"> 余震の活動状況 ごく短期間(3 日ぐらい)の余震確率評価 比較的長い期間の余震確率評価 有感地震となるような余震の発生予測回数

地震調査委員会開催時

公表評価文の例 (鳥取県西部地震の場合)

鳥取県西部の地震活動の評価

平成 12 年 10 月 6 日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

- 10 月 6 日 13 時 13 分頃に鳥取県西部の深さ約 10km でマグニチュード(M)7.3(暫定)の地震が発生し、最大震度 6 強を観測した。
- この地震の後に多数の地震が発生しているが、時間とともに少なくなってきた。また、それらの震源は、18 時 00 分現在、北北西-南南東方向に長さ約 25km に分布している。これらのことから、これまでの地震活動は本震-余震型と考えられる。発震機構は、東西方向に圧力軸を持つ横ずれ型で、余震の分布から、北北西「南南東走向の震源断層が左横ずれをしたと考えられる。マグニチュードの大きさに比較して余震域の広がり狭い。なお、18 時 30 分までの最大の余震は、13 時 34 分頃と 13 時 36 分頃の M4.7 (暫定)である。また、16 時 21 分頃の M4.2 (暫定)の余震で最大震度 5 弱を観測した。
- 最近の GPS 観測の結果では、この地域は歪の程度は小さいが、ほぼ東西方向の縮み傾向を示す地域であり、今回の地震の発震機構はこれに整合している。
- 鳥取県西部地域は、M6.0 以上の余震の発生は近年では知られていないが、今回の地震活動域付近では、1990 年に今回と同様の方向に分布する地震活動があり、このとき M5 クラスの地震が 3 回発生している。
- 本震から 24 時間以内に M6.0 以上の余震が発生する確率は約 40%と推定される。
- なお、今回の地震活動域の近くに北西-南東方向の短い活断層が推定されている。

鳥取県西部の地震活動の評価 (抜粋)

平成 12 年 10 月 6 日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

- 余震活動は、平均的な余震活動より減衰が遅い傾向を示している。また、M 別頻度分布は、大きめの地震の発生数が、平均的なものより少ない傾向を示している。10 月 10 日 7 時現在の最大の余震は、10 月 8 日 20 時 51 分頃の M5.0 の地震である。この地震は余震域の北端付近に発生した。
- 一方、10 月 8 日 13 時 17 分頃に M5.5 の地震が余震域から西南西約 25km のところに発生した。この地震は、今回の本震で誘発されたものと考えられる。
- 10 月 11 日 12 時から 3 日以内に M5.0 以上の余震が発生する確率は約 10%と推定される。また、M3.0 以上の余震の発生数は 10 月末には 1 日あたり 5 個程度となると推定される。

[6] 余震に関する情報を利用しよう

6.1 余震の情報を上手に利用しよう

余震の情報を聞いて、その発生確率をどう受け止めればよいのでしょうか？

降水確率では、10%では「まず雨は降らないから傘は持たない」と考え、30%になると「降られそうだから傘を持とうか」と考えることが多いでしょう。

余震では「マグニチュード (M) 6.0 以上の余震が今後 3 日間に起きる確率は 10%」と発表された場合、10%では数字が小さいから「まず起きないだろう。安心だ」と軽視し、30%になったら「危険だから警戒しよう」と考えるとしたら、誤りです。3 日間で 10%というのは、一見小さい確率のようですが、表 2 を見ると、M6.0 以上の地震が 3 日以内に半径 50km 以内に起きる確率はふだんは 0.01%ですから、ふだんの何百倍あるいは何千倍もの確率であることが分かります。また、数字は小さく 10%でも、ひとたび起きれば、思わぬ被害が出る恐れがあり、場合によっては死傷者が出るかもしれません。「傘を持たずに外出して雨に降られて濡れてしまった」とは比較にならないことを思い起こす必要があります。

では余震の確率をどのように利用したらいいのでしょうか？

例えば、自宅が被害を受けて避難所に避難していて、自宅に生活用品などを取りに行きたいとき、余震発生確率が高いときは危険ですから、よほど緊急でなければ、確率が低くなるまで待つべきでしょう。

表 2 日本国内のふだんの地震発生確率

M5.0 以上の陸域の浅い地震が発生する確率(%)

M6.0 以上の陸域の浅い地震が発生する確率(%)

距離 期間	10km	20km	30km	50km	100km
1日	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.10
3日	<0.01	<0.01	0.03	0.07	0.29
5日	<0.01	0.02	0.04	0.12	0.48
10日	0.01	0.04	0.09	0.24	0.96
30日	0.03	0.12	0.26	0.72	2.9
90日	0.09	0.35	0.78	2.2	8.4
180日	0.17	0.70	1.6	4.3	16
365日	0.35	1.4	3.1	8.5	30
1000日	0.96	3.8	8.4	22	62

距離 期間	10km	20km	30km	50km	100km
1日	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
3日	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.05
5日	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.08
10日	<0.01	0.01	0.01	0.04	0.17
30日	<0.01	0.02	0.04	0.12	0.50
90日	0.01	0.06	0.13	0.37	1.5
180日	0.03	0.12	0.27	0.74	2.9
365日	0.06	0.24	0.54	1.5	5.9
1000日	0.17	0.66	1.5	4.1	15

日本国内の現在自分の住んでいる場所において、ある距離(km)以内で、今後ある期間(日)以内に M5.0 以上、M6.0 以上の地震が発生する確率の平均的な値を過去の実績をもとに計算したもの

6.2 地震の規模の経験則を知って防災に活用しよう

余震の情報ではある規模（マグニチュード＝M）以上となる余震の発生について予測しますが、被害に結びつく震度がどうなるかは予測が困難です。しかしながら、これまでの多くの地震の経験から、規模の大小で震源の直上の震度はどれぐらいになり、被害はどの程度になるか、おおよそのことが分かっています。

発表される規模をこの経験則に照らし合わせてみると、震度がどのようになるか、かなり予測できます。余震情報の発表のさい、この経験則をもとに震度についても、おおよその予測を説明することになっています。

主な経験則を紹介しますので、うまく活用して防災に役立ててほしいと思います。

例えば、余震情報でM6以上の余震が起きる確率について発表された場合は、経験則1の⑥を見ますと「M6前後の地震で震源が内陸で浅い場合には小範囲で被害が生じます。津波が発生することはほとんどありません」とされています。経験則2の②には「陸域の浅いところにM6.0の地震……、震度5弱の半径は約15km、震度6弱の半径は約3kmになります」とされています。このことから、M6の余震では、被害の出始める「震度5弱」以上の強い揺れは、震央近くの極めて狭い範囲に限定されることが予測されるのです。

・経験則1（松本久、津村建四朗の資料をもとに作成）

- ① M9以上の地震は日本付近で起きたことはありません。1960年のチリ地震、1964年のアラスカ地震などはM9以上の超巨大地震だと考えられています。
- ② M8.5以上の地震は最大級の地震で、全世界を通じて10年に1度ぐらいしか起きません。
- ③ M8以上の地震は第1級の地震で、内陸に起きれば最大級の災害を起こします。震源が海底で浅い場合には大津波が起きます。日本付近では10年に1度ぐらいの割合で起きます。
- ④ M7.5前後の地震はかなりの大地震で、内陸に起きれば大被害を生じます。震源が海底で浅い場合には津波が発生します。
- ⑤ M7前後の地震が内陸に起きればかなりの被害を生じます。震源が海底で浅い場合には小さな津波が発生することがあります。
- ⑥ M6前後の地震で震源が内陸で浅い場合には小範囲で被害が生じます。このクラスの海域に発生した地震で津波が発生することはほとんどありません。
- ⑦ M5前後の地震で被害が生じることはほとんどありません。しかし震源が極めて浅い場合には、まれに局地的な小被害が発生することがあります。
- ⑧ M4前後の地震では被害を生じることはほとんどありません。2～3の県にわたって有感となる程度の地震です。私たちがよく感じる地震ではこのクラスのものが多いのです。
- ⑨ M3前後の地震は震源が浅い場合、震源地付近の小範囲で人体に感じます。しかし震源が数10kmより深い場合には感じません。
- ⑩ M2前後の地震は地震計に記録されるが人体には感じません。しかし震源が極めて浅い場合に、まれに人体に感じるがあります。

・経験則 2 (勝又護、徳永規一、村松郁栄の資料をもとに作成)

- ① 陸城の浅いところに M5.5 の地震が発生した場合、震度分布が震源から同心円状に広がると仮定しますと、震度 4 の半径は約 30km、震度 5 弱の半径は約 10km となります。
- ② 陸城の浅いところに M6.0 の地震が発生した場合、震度分布が震源から同心円状に広がると仮定しますと、震度 4 の半径は約 50km、震度 5 弱の半径は約 15km、震度 6 弱の半径は約 3km となります。

・経験則 3

- ① 活動中の活火山や過去 100 万年の間に活動した第四紀の火山の近くで地震が発生した場合には、大きい余震が起きやすい傾向があります。
- ② 海域のうち三陸沖や択捉沖の一部などの地震続発領域で地震が発生した場合には、大きい余震が起きやすい傾向があります。

(参考) 地震の規模の大小で揺れはこれだけ違う

陸城の浅いところ(深さ 10~20km)に起きた地震でも規模(マグニチュード=M)の大小で揺れを示す震度はこれだけ(図 17)違います。経験則にありますように、兵庫県南部地震のように M の大きい大地震では震央近くは激しい揺れに見舞われて震度は大きく、遠く離れたところまで揺れを感じます。M が小さくなるにつれて震央近くの震度は小さくなり、揺れを感じる範囲も狭くなります。図 17 に示すのは M7.3 の大地震から M3.1 の小地震までの実際に起こった地震による震度分布図で、M がほぼ 1.0 ずつ小さくなっています。M が 1 小さくなると、地震エネルギーは約 32 分の 1 になります。震央近くの震度の大小と揺れを感じる範囲の広さで、その違いがよく分かります。

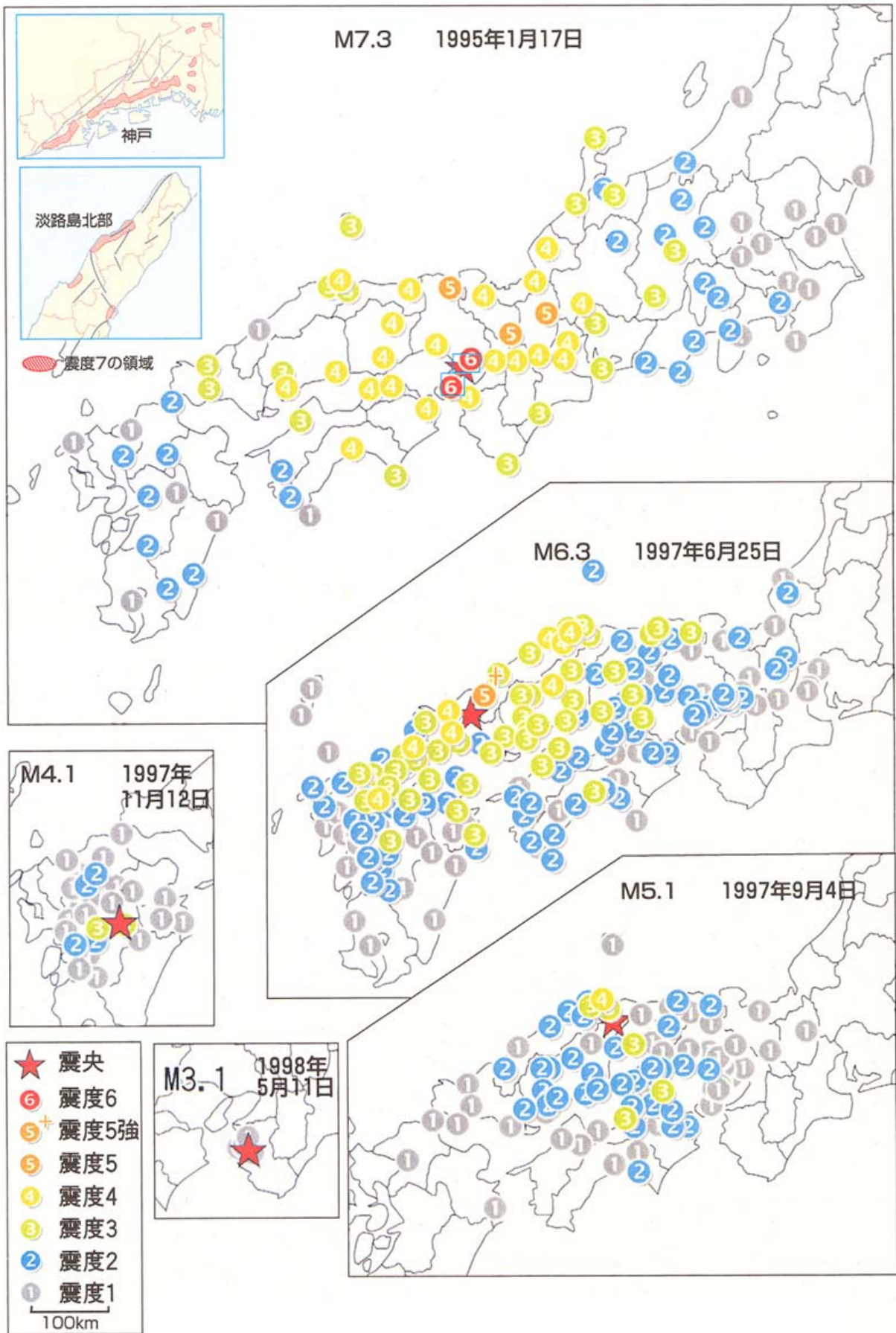
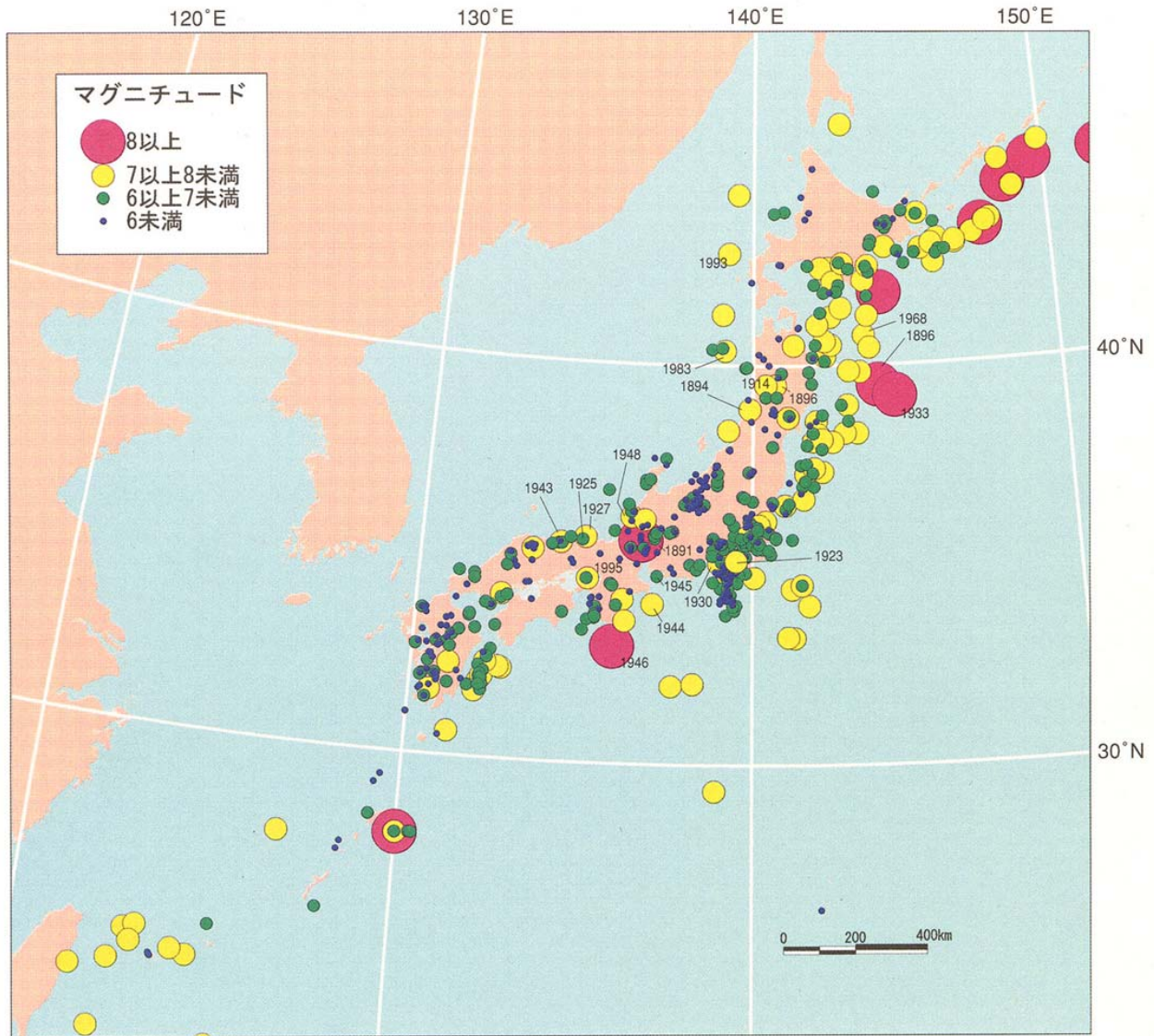


図 17 地震の規模の大小で揺れはこれだけ違う [データは気象庁による]

表3 最近の主な地震と最大余震のマグニチュード (M) と観測された最大震度 (3.3の[6]参照)

地震発生年月日	最初の地震 (本震)			後続の最大の地震		
	震央地名 「地震名」	マグニチュード	最大震度	地震発生年月日	マグニチュード	最大震度
1946年 12月21日	南海道沖 「南海道地震」	8.0	5	1946年12月21日	6.4	3
1948年 6月28日	福井県北部 「福井地震」	7.1	6	1948年6月28日	5.5	3
1949年 12月26日	栃木県中部 「今市地震」	6.2 6.4	4 4	1949年12月27日	5.8	3
1952年 3月4日	北海道南西沖 「十勝沖地震」	8.2	5	1952年3月4日	7.1	3
1952年 3月7日	能登半島沖 「大聖寺沖地震」	6.5	4	1952年3月7日 1952年3月8日	5.0	3 3
1952年 7月18日	奈良県中部 「吉野地震」	6.8	4	1952年8月9日	4.1	2
1955年 10月19日	秋田県北部	5.9	3	1955年10月23日	4.6	1
1961年 8月19日	福井・岐阜県境 「北美濃地震」	7.0	4	1961年8月19日	5.2	1
1962年 4月30日	宮城県北部 「宮城県北部地震」	6.5	4	1962年4月30日	4.8	2
1963年 3月27日	越前岬沖 「越前岬沖地震」	6.9	5	1963年3月27日 1963年3月27日 1963年3月28日	5.2	3 4 3
1964年 6月16日	新潟県沖 「新潟地震」	7.5	5	1964年6月16日 1964年6月16日	6.1	3 3
1968年 2月21日	宮崎県南西部 「えびの地震」	6.1	5	1968年3月25日	5.7	3
1968年 4月1日	日向灘 「1968年日向灘地震」	7.5	5	1968年4月1日	6.3	4
1968年 5月16日	十勝沖 「1968年十勝沖地震」	7.9	5	1968年5月16日	7.5	5
1974年 5月9日	伊豆半島沖 「1974年伊豆半島沖地震」	6.9	5	1974年7月9日	4.9	3
1978年 1月14日	伊豆大島近海 「1978年伊豆大島近海の地震」	7.0	5	1978年1月15日	5.8	4
1978年 6月12日	宮城県沖 「1978年宮城県沖地震」	7.4	5	1978年6月14日	6.3	4
1982年 3月21日	浦河沖 「昭和57年(1982年)浦河沖地震」	7.1	6	1982年3月21日	5.8	4
1983年 5月26日	秋田・青森県沖 「昭和58年(1983年)日本海中部地震」	7.7	5	1983年6月21日	7.1	4
1984年 9月14日	長野県西部 「昭和59年(1984年)長野県西部地震」	6.8	4	1984年9月15日	6.2	3
1993年 7月12日	北海道南西沖 「平成5年(1993年)北海道南西沖地震」	7.8	5	1993年8月8日	6.3	5
1994年 10月4日	北海道東方沖 「平成6年(1994年)北海道東方沖地震」	8.1	6	1994年10月9日	7.0	4
1994年 12月28日	三陸はるか沖 「平成6年(1994年)三陸はるか沖地震」	7.6	6	1995年1月7日	7.2	5
1995年 1月17日	淡路島 「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」	7.3	7	1995年1月17日	5.4	4
1997年 3月26日	鹿児島県薩摩地方	6.5	5強	1997年4月3日	5.6	5強
1997年 5月13日	鹿児島県薩摩地方	6.3	6弱	1997年5月14日	4.7	4
1997年 6月25日	山口県北部(山口・島根県境)	6.6	5強	1997年6月25日 1997年6月26日	4.0	2 3
1998年 9月3日	岩手県内陸北部	6.1	6弱	1998年9月3日	3.9	2
2000年 10月6日	鳥取県西部 「平成12年(2000年)鳥取県西部地震」	7.3	6強	2000年10月8日	5.0	5弱
2001年 3月24日	安芸灘 「平成13年(2001年)芸予地震」	6.7	6弱	2001年3月26日	5.0	5強

[データは気象庁、一部名称は、宇津徳治の「世界の被害地震の表」より]



※発生年を記したものは死者(不明者含む) 50人以上の被害があった地震

1885年～2001年4月の被害を伴った地震の分布図(データは被害地震カタログ(宇津 2002)による)

日本列島は100年余りの間にしばしば被害を伴う地震に見舞われています。

文部科学省

〒100-8959 東京都千代田区丸の内 2-5-1

この冊子は、文部科学省より委託され、(財)地震予知総合研究振興会地震調査研究センターが作成しました。