内陸地震を知る



平成29年6月 一般財団法人消防防災科学センター

「我が国の地震」

平田 直

地球上で発生する地震の分布を世界地図に表示して見ると、地震は特定の場所に集中して起こっていることが分かります。

地震はプレートとプレートとの境界部分で多く発生します。プレートとは、地球の個体表面(大気や海洋を除いた部分の表面)を覆う岩板のことで、プレートの内部ではあまり変形せず、プレートの境界部で地震や火山活動が活発になります。

地球上には十数枚の主要なプレートがあります。日本列島は、地球上で最大の太平洋プレートと、アジア大陸を形成するユーラシアプレート、南から北上してくるフィリッピン海プレートとの境界部に位置しています。この境界部は、三つのプレート(大陸側のプレートの東日本側は北米プレートであるとも考えられております。)が衝突して沈み込むところにあたるため、世界中で最も多くの地震が発生する場所となっています。

地震はこうしたプレート境界の他にもプレートの内部すなわち大きな地質構造線や活断層でも発生します。これらは日本列島が形成された時にできた地下の古傷です。日本列島を形作る地下の岩石には大小さまざまな大きさの亀裂(断層)が不規則に分布しています。それがずれることによって地震が発生します。

監 修

平田 直

東京大学大学院理学系研究科地球物理学専攻博士課程退学、東京大学理学部助手、カリフォルニア大学ロサンゼルス校ポスドク研究員、千葉大学理学部助教授、東京大学地震研究所助教授を経て、1998年より東京大学地震研究所教授。前地震研究所長。2011年より地震研究所地震予知研究センター長

地震防災対策強化地域判定会会長、文部科学省・首都圏レジリエンスプロジェクト総括、防 災教育普及協会会長、地震調査研究推進本部地震調査委員会委員長などを務める。著書に 「地殻ダイナミクスと地震発生(分担、菊地正幸編)」(朝倉書店)、「巨大地震・巨大津波一東日 本大震災の検証一」(共著・朝倉書店)、首都直下地震(岩波)などがある。

目 次

1.	内陸地震とは4
2.	明治以降のわが国の主な内陸地震6
3.	近年の世界の主な内陸地震11
4.	内陸地震の特徴14
5.	内陸地震と緊急地震速報15
6.	活断層による地震の長期的な予測16
7.	活断層を知るには17
8.	耐震化のすすめ18
9.	普段の備え20
10.	首都直下地震22

1. 内陸地震とは

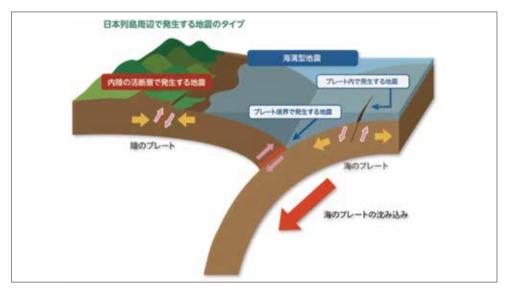
内陸の地震ではしばしば大きな被害が出ます。内陸の被害地震の地震規模(マグニチュード=M)は、海域で起きた被害地震に比べて小さく、M7程度かそれ以下です。1995年の兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)もM7.3でした。

これに対して、海域のプレート境界で起きる大きな地震は、2011年東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)のM9.0をはじめ、2003年十勝沖地震や1923年関東地震(関東大震災)はM8クラスの巨大地震です。

ただし、日本の内陸で起きた一番大きな地震は1891年濃尾地震で、M8程度と推定されています。このことは、内陸部でもM8程度の地震が起きる可能性があることを示しています。

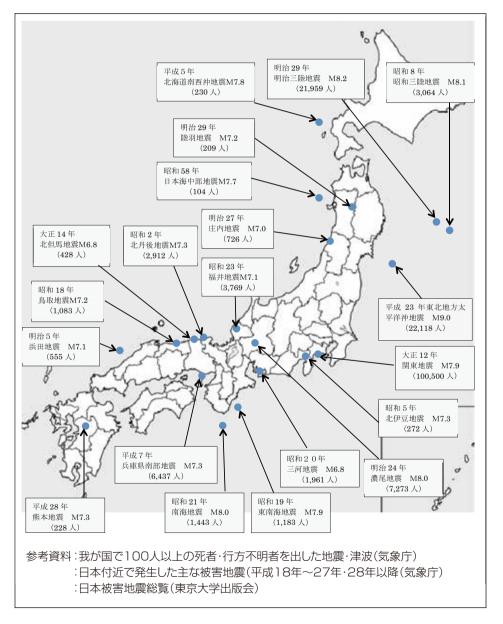
M7程度の地震は海域でも陸域でも起きますが、M8の地震に比べてエネルギーは32分の1の「小さな地震」です。このため、海域でM7程度の地震が発生しても震源から離れた陸域での揺れはそれほど大きくならず、被害も大きくありません。これに対して、M7の地震が陸域の都市の近くで発生すれば大きな被害が出ます。つまり、都市の直下でM7の地震が起きれば大きな被害が出る可能性が高いのです。

(平田 直)



イラスト出典:減災のための素材集(地震調査研究推進本部) http://www.jishin.go.jp/materials

わが国で100人以上の死者・行方不明者を出した地震 (明治~2016年)



2. 明治以降のわが国の主な内陸地震

平成28年熊本地震

《一連の地震活動の中で震度7を2回観測したのは初めて》

平成28年(2016年)4月に熊本地方を襲った大地震は、日本が地震列島であることを改めて知らせてくれました。

4月14日午後9時26分のM(マグニチュード)6.5の地震では、熊本県上益城(ましき)郡益城町で最大震度7の揺れを観測しました。その後、4月16日午前1時25分のM7.3の地震では、益城町と同県西原村で最大震度7の揺れが観測されました。震度7が観測されたのは平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震以来のことで、一連の地震活動の中で震度7の揺れが2回観測されたのは、観測史上初めてです。

日本では周辺の海域も含めれば、M7程度の地震は毎年1~2回発生していますが、それでもM7.3の内陸地震は、近年では平成7年(1995年)兵庫県南部地震、平成12年(2000年)鳥取県西部地震以来です。内陸地震が都市のそばで発生すると大きな被害をもたらします。(平田 直)



熊本地震による木造建築物の被害



熊本城石垣崩落の様子 2016.5.5 撮影

写真上:平成28年(2016年)熊本地震による建築物等被害第1次調査報告

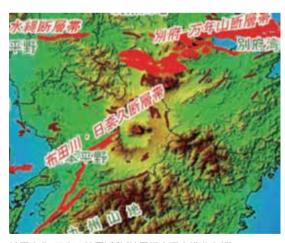
http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/02kumamoto.pdf 下:能本市消防局 地震はほぼ同じところで、繰り返し発生する性質があります。このために、活断層地形が形成されます。但し、内陸の大地震の繰り返し間隔は数千年から数万年と長く、大きな地震は稀にしか発生しません。また、その間隔のばらつきも数千年と大きく、地震発生はかなり不規則といえます。

熊本地震が起きた布田川断層の布田川区間では、マグニチュード(M)7程度の地震が、過去に繰り返していたので、この活断層ではM7程度の地震が今後も発生する可能性は「やや高い」と予測されていました。しかし、平均活動間隔は8,100年から26,000年、最新活動時期は約6,900年~約2,200年前、つまり、布田川断層帯の布田川区間では、約1万7千年+/-9000千年の間隔でM7程度の地震が発生し、最新の地震は今から4500年+/-2300年前に発生したと推定されていました。このため、この活断層では確かに過去に地震が発生し、これからも発生しやすいと考えられていたのですが、30年以内に発生する確率はほぼ0~0.9%と、たいへん小さな値になっていました。

熊本地震の発生した九州の中部では、活断層以外でも中小の地震が発生していたので、九州中部地域でM6.8以上の地震が今後30年以内に発生する確率は18~27%とたいへん高い確率になっていました。つまり、活断層の周辺の地域全体を考えると大地震がいつ起きても不思議はなかったのです。但し、この知識が熊本地震の前

に地域の人々に伝わっていなかったことも、地震後の調査で分かりました。

内陸の地震を過去の発生履歴だけから予測することは大変難しいので、活断層がある地域や普段から地震活動の活発な地域ではいつでも地震が発生すると考えて、強い揺れに備える必要があります。(平田 直)



地図出典:日本の地震活動(地震調査研究推進本部) http://www.jishin.go.jp/resource/seismicity_japan/

2. 明治以降のわが国の主な内陸地震

平成16年新潟県中越地震

《中山間地での地震、孤立や土砂災害も》

平成16年(2004年)10月23日 夕刻、新潟県中越地方を襲い、最大震度7を記録した新潟県中越地震は、避難者約10万人、住宅損壊約12万棟などの直接被害、風評被害や上越新幹線の不通による観光影響など、大きな経済的影響を及ぼしました。

山古志村(現長岡市)を中心とした 地域では地震により多くの箇所で崩 壊や地すべりが発生し、芋川流域では 大規模な河道閉塞が発生して山古志 村東竹沢地区などで人家が水没する などの被害が生じました。

さらに、震災に引き続き19年振りとなる豪雪に見舞われ、被災地では、約3,000世帯、9,000人を超す被災者が応急仮設住宅での生活を余儀なくされました。



長岡市妙見町の土砂崩壊現場 2004年10月26日撮影



山古志村南平 楢木地区 地すべりと河道閉塞

出 典:災害対応資料集(内閣府)

写真上: 新井場 公徳(消防庁消防研究センター)

下: 新潟県中越地震と土砂災害(新潟県土木部砂防課)

平成7年兵庫県南部地震(阪神·淡路大震災)

《大都市の直下にある活断層で発生した地震、狭い範囲で数千人が犠牲に》

平成7年(1995年)1月17日(火)5時46分、淡路島の地下16kmを震源とするマグニチュード7.3の地震(兵庫県南部地震:阪神・淡路大震災)が発生しました。北淡町(当時)、一宮町(川)、津名町(川)、神戸市、芦屋市、西宮市、宝塚市の一部で福井地震(1948年)以来の最大震度7を記録し、「震災の帯」と呼ばれるこれらの地域を中心に、死者・行方不明者約6,400人、住宅の全壊約104,900棟という激甚な被害となりました。

連休明けの早朝に起きたこの地震は、戦後最多の人命を奪い、膨大な数の住居や建物を破壊し、電気、ガス、水道、通信、道路など生活基盤の麻痺により膨大な人々の日常生活を一変させました。そこからの立ち直りには、多大な経費と数え切れない多くの人々の労力を要し、発生から20年余が経過した今もなおその影響は残っています。

大都市を襲ったこの地震は都市直下で起きる地震の恐怖をまざまざと見せつけ、その後のわが国の防災・危機管理体制に大きな変化をもたらし



神戸市長田区御屋敷通周辺 1995.1.17



神戸市長田区住家被害と延焼被害 1995.2.11

写真上:阪神・淡路大震災の記録(神戸市)

下:消防防災科学センター災害写真データベース

ました。国・都道府県・市町村の初動体制、広域応援、災害医療、要援護者支援、ボランティアとの連携、防災訓練、住宅の耐震化、自主防災組織の活性化等さまざまな側面から見直しや制度の創設・拡充といった対応が図られました。

2. 明治以降のわが国の主な内陸地震

明治24年濃尾地震

《内陸で発生した日本最大級の地震》

明治24年(1891年)10月28日、現在の岐阜県本巣市付近を震源とする地震が発生しました。根尾谷断層帯が活動した地震で、地震の規模を示すマグニチュードは8.0とわが国の内陸での地震では最大級のものでした。被害は震源に近い岐阜県、愛知県にとどまらず周辺にも及び、死者は7,000人以上、家屋の全壊は14万棟を超えました。「岐阜無くなる」という新聞見出しが伝えるよう



濃尾地震により地表に現れた根尾断層崖 (国指定文化財等データベース(文化庁)

に、特に岐阜県での被害は極めて甚大なものとなりました。

濃尾地震は、明治以降に遭遇した初めての巨大地震であり、翌年、国の研究機関として震災予防調査会が設立されるなど、わが国の地震防災の出発点となった災害だと言われています。



濃尾地震の発生を伝えた新聞(東京日日新聞)

3. 近年の世界の主な内陸地震

《中国四川大地震》

2008年5月12日午後2時28分(現地時間)、中国四川省汶川県でM8.0という世界最大級規模のプレート内地震が発生しました。中国建国(1949年)以来最大の地震災害であり、死者・行方不明者約87,400人(中国民政部、2008年8月7日)となってます。

(出典)中国・四川大地震現場からの報告 (消防防災の科学104号)

Long

レンガ・RC 造住宅*の被害 (綿竹市2008年撮影)

《ハイチ地震》

2010年1月12日、ハイチの首都ポルトープランスの西南西25kmでマグニチュードMw7.1(気象庁発表)の地震が発生した。

死者は222,600人で被災者は人口の3分の1以上にも上る大きな被害が発生しました。ライフラインや通信網、空港・港湾施設なども壊滅的な打撃を受けました。

(出典)防災白書

写真:ハイチ大地震以降の我が国の支援(外務省)



震災後の我が国の支援の様子

《ネパール地震》

2015年4月25日、ネパールの首都カトマンズ北西77km付近で深さ15kmを震源として発生しました。地震の規模はMw7.8と推定されています。この地震による人的被害は死者約8,500人・負傷者2万人以上となっています。

(ネパールの内務省2015年5月15日現在)。

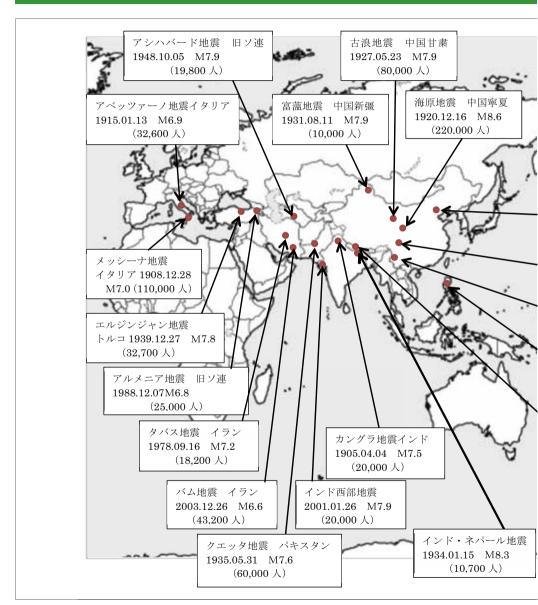
(出典)防災科学技術研究所 第1次調査報告



カトマンズ市内の被災状況

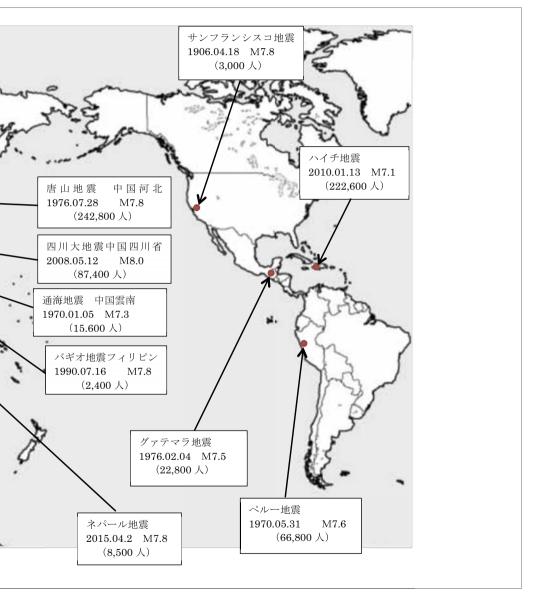
3. 近年の世界の主な内陸地震

世界の主な内陸地震



(注)この図は、20世紀以降の内陸部(近傍)で起きた地震の内、特に大きな被害をもたらしたものを掲載したものです(日本は除く)。

(20世紀以降)



参考資料:世界のおもな大地震・被害地震年代表 2015年ネパール地震第1次調査報告(防災科学技術研究所)

4. 内陸地震の特徴

内陸地震はどこでも起きる

日本列島が形成されたときから積み重なった古傷が、現在働いている力によって動くのが内陸の地震です。繰り返し同じ古傷で地震が発生している場所が活断層です。 日本には約2000の活断層があり、その内約100の主要活断層があります。

地震の規模がある程度大きくなければ、地表に断層のずれが現れません。また、断層のずれが地表に現れていた場合でも、その後の浸食や土壌の堆積により痕跡が不明瞭になり、見つかっていない活断層もあるかもしれません。活断層が確認されていない場所でも、被害をもたらすような地震は起きることがあります。 (平田 直)

内陸地震はいつ起こるかわからない

地震を発生させるプレートの運動は、人類の時間スケール、つまり数十万年程度ではほぼ一定と考えられます。このことから、プレートの境界で発生する地震の発生時期には規則性があると考えられています。例えば南海トラフ沿いの巨大地震では、最新の昭和の東南海(1944年)・南海地震(1946年)は、その前の安政の東海地震・南海地震(ともに1854年)から約90年後に発生し、安政の地震は宝永地震(1707年)から147年後に発生するなど、発生間隔にはばらつきがあります。

これに対して内陸地震は、およそ数千年から数万年に一度発生するので、プレート境界の地震と比較して稀な現象です。地震発生時期を調べるためには、地震計の発明されるずっと以前の地震発生時期についての知識が必要となります。そのために、歴史資料や考古資料の調査、地震発生の痕跡の地質学的調査などの地道な研究が行われています。

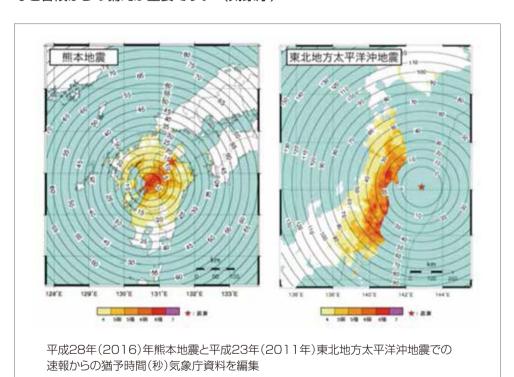
さらに、活断層で発生する巨大地震の発生が周期的であるといっても、発生間隔は数千年程度のばらつきがあることも珍しくないため、過去の地震の履歴に基づく発生時期の予測には大きな不確実性が伴います。 (平田 直)

5. 内陸地震と緊急地震速報

緊急地震速報は、全国約1,000ヵ所に設置された地震計網を利用して、地震が発生して最初に到達するP波を捉え、その後の強い揺れ(S波)が到達する前に携帯電話、テレビ、ラジオなどで情報を伝えるものです。

海溝型地震の場合、震源が沖合にあるため、強い揺れが到達するまでの時間には 比較的余裕があります。しかし、内陸地震などで震源に近い地域では、速報より先に 揺れが到達することがあるなど、技術的な限界があります。

内陸地震、海溝地震に関わらず、命を守るためには、建物の耐震化や家具の固定など普段からの備えが重要です。(気象庁)



図の出典: 遠田晋次(消防防災の科学2017年春号)

6. 活断層による地震の長期的な予測

地震調査研究推進本部では、確率論的地震動予測地図で、活断層等で起こる陸域や沿岸海域の浅い地震について、長期評価を行っています。



出典:主要活断層の長期評価(地震調査研究推進本部) http://www.iishin.go.ip/main/p hyokaO2L.htm

7. 活断層を知るには

〇産総研:活断層データベース

国立研究開発法人産業技術総合研究所が運営しているデータベースです。 https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html

〇地震ハザードステーション(J-SHIS)

国立研究開発法人防災科学技術研究所(NIED)が運営する情報ツールです。 Webで「地震ハザードステーション」を検索するか、

http://www.j-shis.bosai.go.jpから直接アクセスできます。



○活断層を直接観察できる場所

断層名	場所	地震名等
丹那断層	丹那断層公園 静岡県田方郡函南町	北伊豆地震
根尾谷地震断層	地震断層観察館·体験館 岐阜県本巣市根尾水鳥512	濃尾地震
郷村断層	京丹後市網野町郷	北丹後地震
野島断層	北淡震災記念公園 兵庫県淡路市小倉177番地	兵庫県南部地震
砥部衝上断層	衝上(つきあげ)断層公園 愛媛県伊予郡砥部町岩谷口	「中央構造線」の一部が 露出したもの

8. 耐震化のすすめ

震災対策で最も重要なことは建物の耐震化です。日本では大きな地震のたびに 建築基準法の耐震基準が強化されてきました。最も大きな改正は1978年宮城県 沖地震の被害を受けて1981年に行われたものです。それ以前の基準は旧耐震基 準、以後は新耐震基準といわれています。

全国の住宅の1981年耐震基準以上の割合は(耐震化率)は、住宅が約82%、多数の者が利用する建築物が約85%となっています(2013年時点)。さらに1995年阪神・淡路大震災で新耐震の建物が被害を受けたことを教訓に2000年に改正が行われ(2000年新耐震基準)耐震基準が強化されました。

日本建築学会や国土技術総合研究所行った平成28年(2016年)熊本地震の被害調査によれば、旧耐震基準の木造住宅は5割弱の住宅が倒壊または大破していますが、新耐震基準では2割弱に減っています。2000年耐震基準では倒壊したのは6%弱であり、倒壊した7棟の内4棟は、施工不良や基礎の傾斜等が認められ、適切に耐震化すれば被害を減らせることが熊本地震でも確認されました。

同時に、2000年基準の建物の3割強で被害が出ており、建築基準法の耐震基準は、命を守る最低限の基準であることも忘れてはなりません。(平田 直)

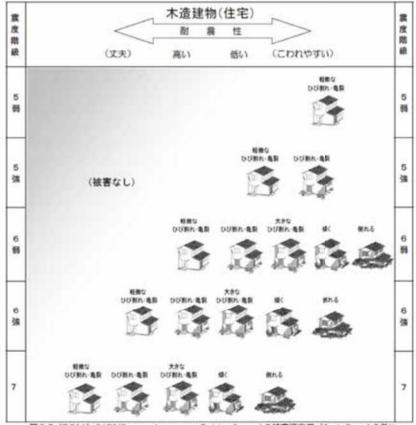
震度階

「震度階」とは地震動の強さを表す尺度となるもので、「震度階級」とも呼ばれます。我が国最初の震度階級は1884年(明治17年)に定められたとされており、これが現在の気象庁震度階級の元となっています。当初は微、弱、強、烈の4階級でしたが、1898年(明治31年)に弱と烈をそれぞれ二分割して〇(感覚ナシ)を加えた7階級(震度〇から6)となり、1949年(昭和24年)には前年に起こった「福井地震」の被害をふまえて震度7を加えた8階級となりました。1996年(平成8年)4月からは震度計によって算出される計測震度に基づいて8階級に分けることとなり、同年10月以降は震度5と6をそれぞれ5弱、5強のように2分割して10階級とされました。なお外国においては、気象庁の震度階級とは異なる改正メルカリ震度階級及びMSK震度階級等を用いています。

震度階級別の木造建物(住宅)の被害状況のイメージ図

下の図は、木造建物(住宅)の被害の状況について、耐震性の高低の違いと震度の大きさにより、被害状況にどのような違いが現れるかを、DATS(Damage Assessment Training System)の被害認定用パターンチャートの図を参考にして示したものです。建物の被害の程度の記述は、震度階級関連解説表によっています。

実際の被害は、建物の被害の様相は様々で、この図はその一例を目安として示しているものです。



図中のイラストは、DATS(Damage Assessment Training System)の被害認定用パターンチャートを基仁、 一部加筆したものを用いている。

9. 普段の備え

突然にやってくる地震では逃げる間がありません。したがって、いつ地震に遭遇しても身を守れるよう、日頃からリスクの軽減に努めることが大事です。一般的に多くの時間を家で過ごしていますので、今一度家の中の安全策を見直してみましょう。

○寝ている場所の安全確保

- 家具を置かないことがベストです。
- ・地震により倒れる家具の下敷きにならないよう、飛散するものに当たらないよう、家具等をしっかり固定してください。
- ・家屋の強度に不安がある場合は、然るべく耐震補強を施すことが望まれます。 寝室に耐震シェルターを設置することも考えられます。

○家具の固定

- ・本棚・食器棚のような重心が高い家具は、転倒防止のため家の構造部分である柱や梁、鉄筋コンクリートなどの堅牢な部分に連結、又は固定してください。この場合、石膏ボード壁は耐力上大きな揺れで専用固定金物(ボードアンカー)が抜ける場合がありますのでご注意ください。
- ・また、ピアノ、冷蔵庫のように重心が低く重い家具についても、移動する 可能性がありますので、同様の措置をしてください。キャスターにストッ パーを掛けるだけでは簡単に移動することがあります。
- ・天井を支えに使う場合は、大きな揺れで天井材が壊れる可能性があります ので、天井下地を補強するか、板材で面を支える必要があります。
- ・吊り下げ式の照明器具や重い額縁などは、二重の脱落防止をすることが望まれます。

○感震ブレーカーの設置

- ・「感震ブレーカー」は、地震発生時に設定値以上の揺れを感知したときに、ブレーカーやコンセントなどの電気を自動的に止める器具です。
 - 分電盤やコンセントに設定されたセンサーが揺れを感知するタイプとバネの作動や重りの落下などによる簡易タイプがあります。
- ・感震ブレーカーの設定に際しては、急に電気が止まっても困らないための対策 (バッテリーや非常灯の常備)と合わせて取り組むことが必要です。

地震対策の例

洋服ダンスの固定



家具転倒防止器具



固定シート・安定板



冷蔵庫の固定



家具連結器具



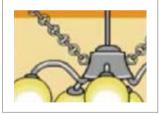
開き戸ストッパー



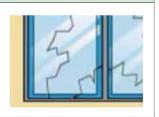
テレビの固定



照明器具の補助



ガラス飛散防止シート



《耐震シェルターに関する自治体の助成措置》

耐震シェルターは、地震で住宅が倒壊しても寝室や睡眠スペースを守ってくれる装置です。既存の住宅内に設置することができ、住みながらの工事や、耐震改修工事に比べて短期間での設置が可能です。

種類としては、一部屋型とベット型があり、東京都では安価で信頼のできる耐震シェルターを選定しています。助成措置については、お住いの自治体にご確認ください。

イラスト出典:まずは家具から!みんなで家具の転倒防止(南海トラフ地震に関する都府県連絡会事務局)

10. 首都直下地震

首都圏の地震活動は、地震国日本の中でも活発であるといえます。地震を発生させる原因となる沈み込むプレートが二つあることが、首都圏で地震がたくさん発生する理由です。

1894年の明治東京地震以来、南関東(東京圏)ではM7クラスの地震は5回発生しています。これらの地震は必ずしも東京23区の下で発生したわけではなく、南北約150km、東西約150kmの広い範囲で発生した地震の数が5回あったということです。

このことから、南関東のどこかで、今後30年以内にM7程度の地震が発生する確率は70%であるといわれています。

なお、「首都直下地震」とは、防災行政上の必要から「首都直下地震対策特別措置法」で定義された用語で、地震学の用語ではありません。

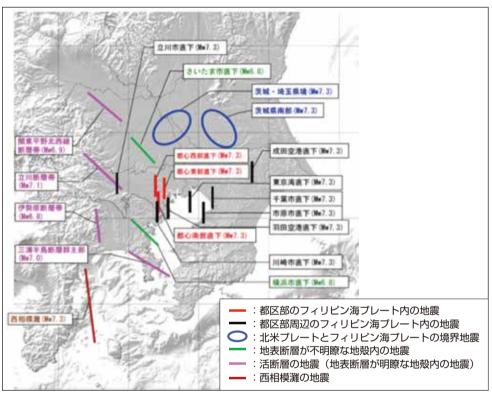
また、同法に定める東京圏とは、東京都、埼玉県、千葉県及び神奈川県の区域並びに茨城県の区域のうち政令で定める区域をいいます。

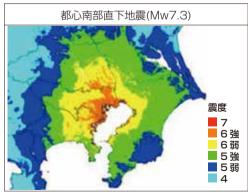


南関東(東京圏)の評価領域と主な地震(平田 直)

(出典)平田 直:NHKそなえる防災 ≫コラム≫ 地震、津波 http://www.nhk.or.jp/sonae/column/

首都直下地震の被害想定





≪左の被害推計≫

- 〇前提条件:冬、夕方、風速8m/s
- 〇人的·家屋被害
 - ·死者数約16,000人~23,000人
 - ·倒壊·焼失家屋数 約610.000戸

○被害額

- ·資産等の被害(被災地) 47.4兆円
- ・経済活動への影響(全国)47.9兆円

(出典):首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・ 津波高等に関する報告書 図表集(首都直下地震モデル研究会)

広報誌名「なゐふる」について

大地が突然震動することを、昔の人は「なゐふる」と言 いました。「な(土地のこと) |+ 「ゐ(居) |で「大地を表 わす古語「なゐ」に、「ふる(震動する)」が加わったもの だそうです。転じて「なゐ」だけでも大地の震動を指 し、これはいまでも使っている地域があります。「日本 書紀 | の推古天皇7年4月27日 (599年5月28日) の 条に、わが国最古の地震被害の記録として、「地動(な ゐふ)りて舎屋(やかず)悉(ことごとく)に破(こほ)た れぬ。即ち四方(よも)令に(のりごと)して、地震(な あ)の神を祭(いの)らしむ とあります。気象庁の岸尾 政弘さんのご提案があって、「なゐふる」を広報紙名に 決めました(題字は京都大学の片尾浩さんのデザイン です)。なお、歴史地震のカタログ(例えば国立天文台 編・丸善発行「理科年表 |の「日本付近のおもな被害地 震年代表1)では、前記の地震の地域は大和、震度の規 模(マグニチュードM)は7とされていますが、「日本書 紀lの記述だけから本当の震源域や被害範囲やMを推 定するのはむずかしいことです。(石橋克彦)

(出典):日本地震学会が発刊する広報紙「なゐふる」創刊号

一般財団法人 消防科学総合センター

〒181−0005

東京都三鷹市中原3丁目14番1号

TEL: 0422-49-1113

URL: http://www.isad.or.jp