

日本列島及び周辺の地震活動

—海溝付近の巨大地震と内陸地震—

SEISMIC ACTIVITY IN AND AROUND JAPAN ISLAND ARC
 · LARGE EARTHQUAKE NEAR TRENCH AND INLAND EARTHQUAKE ·

西田良平
 鳥取大学工学部土木工学科

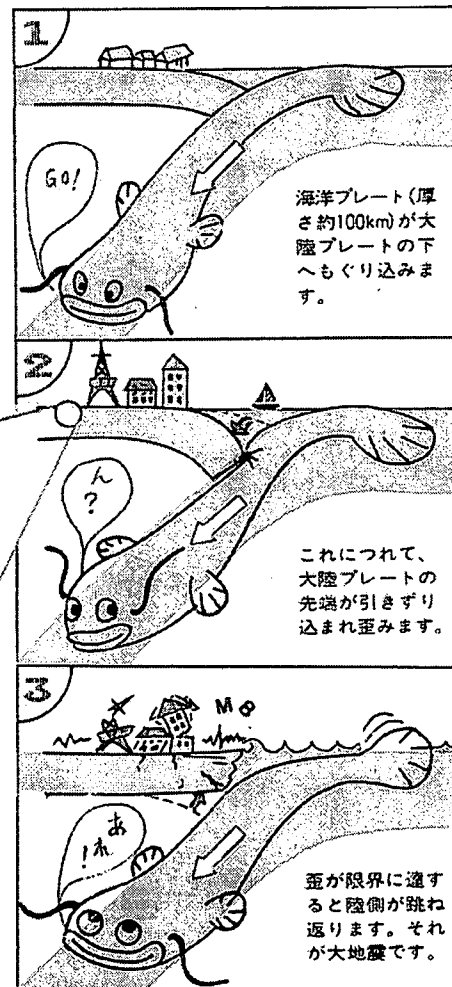
地震は古来災害で一番恐れられ、古文書にも数多くの記載がなされている。我国において、地震の記載が最初にあるのは、日本書紀(養老4年(720))允恭天皇記の5年7月14日(416・8・13)の河内地震である。それ以後、記録されている被害地震は400を越えている。地震はその原因が判らず、「地下の大なまず」の仕業にされ、神業・祈祷・陰陽道などで天変地異として理解していた。しかし、最近、プレートテクトニクス説で説明される地球科学の理論で、地球内部での現象、地震のメカニズム、火山活動などが明らかにされている。

2000年春から、北海道有珠山の噴火、伊豆諸島の三宅島・神津島の地震活動と噴火、そして鳥取県西部地震を始めとする日本海沿岸地域に多発する地震と、最近活発な時期に入ったと見ることができる。山陰地方では、過去の大地震の発生、微小地震の帯状配列と、日本海沿岸に沿った地震活動がこの地域の特徴である。火山分布・地形分布などとの対比もこの形状と同じであり、地下のいろいろな構造がこの傾向を示している。

1. 日本列島及び周辺の地震の特徴

日本列島全体の地震活動は、プレートテクトニクス説で説明することができます。日本列島周辺のプレートは、海のプレートとして太平洋プレート、フィリピン海プレート、陸のプレートとしてはユーラシアプレート、北米プレートがあり、4つのプレートの相互作用によって日本列島の地震活動、火山活動などが説明される。西日本(西南日本)では、ユーラシアプレート(日本列島)の下へ海のプレート(フィリピン海プレート、太平洋プレート)が潜り込んでいます。日本列島を2つの地域に分け、東北日本弧、西南日本弧と

海底で起きる巨大地震



内陸で起きる地震

太平洋プレートは大陸プレートの地殻を押し縮めようと動いています。活断層のような地殻脆弱部では歪が徐々に増大します。

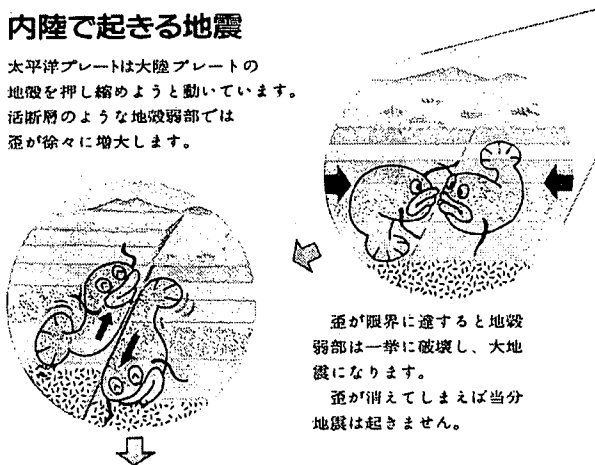


図1 日本列島で起きる被害地震の2つの型

してその特徴を見る。東北日本弧はサブダクションゾーンと言われる典型的な特徴を備えている。海洋底—地震は2つのタイプが考えられ、1つは海のプレートが陸のプレートの下に潜り込むことによる海溝（あるいはトラフ）に発生するプレート境界の巨大地震です。広範囲の地震動被害と津波災害が発生するマグニチュード8クラスの巨大地震で、南海地震(1946年、M8.1)、東南海地震(1944年、M7.9)です。他のタイプは内陸地震といわれ、マグニチュード7クラスで都市の近傍で発生すると大きな被害を出す地震です。鳥取地震(1943年、M7.2)、兵庫県南部地震(1997年、M7.2)、そして鳥取県西部地震などである。プレートの移動によって、地球内部に歪エネルギーが蓄積され、限界に達すると地震を発生させて解消する。その時、震源では地下断層がずれ、震源断層の形成される。これは地域に作用している地殻応力と地下の断層系に関連している。陸地域の地殻上部に発生する時は地表面の活断層と関連し、地震断層が地表面に現れる。

2. 大地震による被害の特徴

日本列島周辺で発生する被害地震、①プレート境界の巨大地震：海溝と列島の間の海底、海のプレートが陸のプレートの下に潜り込むことにより発生。②内陸地震、陸のプレートが圧縮力を受け地殻上部で発生する地震について、海のプレートが陸のプレートの下に潜り込んで行く運動により、2つの地震のメカニズムが説明され、被害の特徴も大きく異なる。明治以後で、大災害を引き起こした大地震についてその特徴を示す。

- (1) 濃尾大震災（濃尾地震；1891年10月28日
6時38分、M=8.0、岐阜県西部根尾谷） 分類②
内陸で発生した最大の地震、地震断層（根尾谷断層（長さ31km、最大ずれ8m）など）が地表面に現れた。地表面の地震動が強く、死者7,273人、全壊家屋14万戸以上、山崩れ、道路・橋梁崩壊、堤防損壊など、直接的な原因による被害が多く発生した。
- (2) 1896年三陸地震津波（三陸地震；1896年6月15日19時32分、M=8.5、岩手県沖） 分類①
日本海溝下の太平洋プレート境界の逆断層型の巨大地震。地震動はゆるく、震害はなかった。地震後30分～1時間に東北地方の太平洋沿岸に最大30mに及ぶ津波が襲来し、流出家屋8000戸以上・溺死者約22,000人、満潮時と重なったために被害が大きくなった。約40年後にほとんど同じ場所に三陸地震(1933年3月3日2時30分、M=8.1、岩手県沖)が発生して、死者・行方不明3,000人以上、流出家屋4000戸以上の同様の被害を出した。
- (3) 関東大震災（関東地震；1923年9月1日11時58分、M=7.9、相模湾海底下） 分類①

相模湾下のプレート境界のずれで地震が発生した。伊豆半島、三浦半島、房総半島で地殻変動が観測され、津波も発生した。被害は関東地方全域で、死者14万人以上、地震動による全壊家屋は12万8千余、半壊は12万6千余、二次災害である火災による焼失家屋は、44万7千余、死者の内10万人以上が焼死者であった。

- (4) 南海地震災害（南海地震：1945年12月21日4時19分、M=8.0、紀伊半島沖） 分類①
南海トラフ沿いの逆断層型の巨大地震、フィリピン海プレートの沈み込みによる逆断層型地震。被害は地震動によるものは、家屋の全壊1万1千戸以上、半壊2万3千戸以上で、西日本一帯に及んでいる。津波による流出家屋は約1500戸に及んでいる。室戸岬の地震前の隆起、地震による沈降はプレート境界地震の地殻変動のモデルを確立した。
- (5) 阪神淡路大震災（兵庫県南部地震；1995年1月17日05時45分 M=7.2 明石海峡付近） 分類②
都市直下に発生した内陸地震。地表面に地震断層として野島断層が出現し、震源断層は約50kmの右横ずれ断層で、神戸市・阪神地域に震度7の震災の帯が出現した。6000人以上の人が亡くなり、数万戸の全半壊家屋を出した。高速道路のコンクリート橋脚など鉄筋鉄骨の建造物が崩壊し、都市災害の恐ろしさを再認識させた。

3. 鳥取県西部地震の特徴

鳥取県西部は米子市、境港市を中心に、中海・弓ヶ浜・三保湾の海岸地域を中心に発展している。一方、山間地もたたら鉱業に代表される古からの鉄鋼の産地であった。11年前、平成元年10月27日にM5.3の地震が日野町の地下で発生し、以後M5クラスの中地震が群発した。これが2000年鳥取県西部地震の始まりである。

平成12年10月6日午後1時30分に「平成12年鳥取県西部地震」(M7.3)は、震度6強を日野町、境港市で記録し、山間部に発生した地震でありながら大きな被害を出している。しかし、幸いにも亡くなった人がなかったが、重傷20人、軽傷77人、全壊家屋が338戸、半壊1939戸と、斜面崩壊・落石などによる道路・鉄道の不通箇所を多く出している。また、ライフラインの被害も15,000件にも達している。沿岸地域では液状化現象による港湾の破損は地場産業に大きな打撃を与えている。兵庫県南部地震による阪神・淡路大震災とは規模がほぼ同じでありながら際立った違いを示している。

(1) 震度分布

地震が発生すると、テレビの画面に最初に震度情報が出る。震度はその場所の揺れの強さを表すもので、

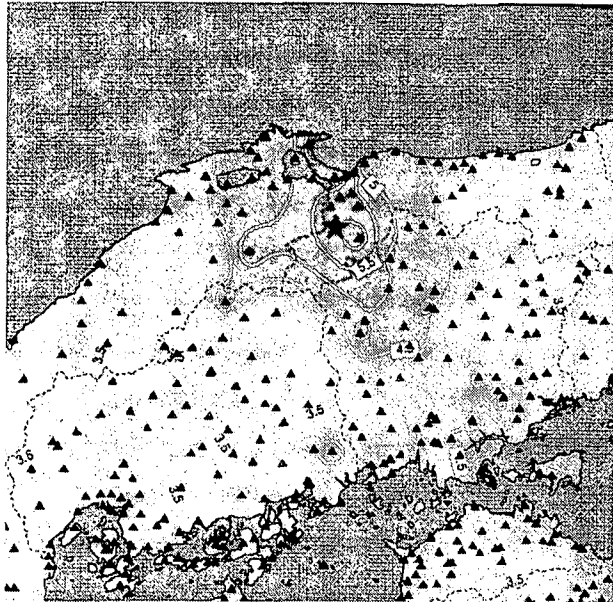


図2 鳥取県西部地震の震度分布

震央に近い所では大きな震度を震度を示し、遠くになると小さい値を示す。今回の地震の主な震度を以下に示す。

- 震度6強：日野町、境港市
- 6弱：西伯町、溝口町
- 5強：米子、新見、岡山哲多、落合、香川土庄
- 5弱：松江、東郷、岡山、玉野、福山、徳島
- 4：鳥取、出雲、倉敷、広島、高松、松山、高知、大阪、神戸

詳しい震度分布でも見えるが、上の震度の表でも、今回の地震の特徴が見えてくる。

- ① 山間部の日野町と沿岸部の境港が「震度6強」
- ② 震度の大きな地域が岡山県から四国まで、南側に広がっている。
- ③ 松江、鳥取、出雲など、震源までの距離が近いのに震度が小さい。

(2) 本震と余震分布

本震の震源は西伯町の地下10kmの所で、マグニチュード7.3と日本海沿岸の地震では最大級の地震です。地震の解析から、震源断層は北北西-南南東の走行で、約20kmの長さで幅約10kmの左横ずれ断層を示し、地震を起こした地殻応力は東西方向から約30度時計回りに回った方向です。

余震活動は、特異な分布を示している。多くの余震は震源断層に沿った細長い帯状の地域に集中している、本震の震源より南側（西伯町から日野町）では線状配列を示しているが、北側（西伯町から鳥根県伯太町・安来市）では余震分布が複雑で、時間経過とともに余震が多発している。最大余震M5.0も北の端近くに発生している。しかし、余震活動は通常の経過で減衰している。そして、誘発地震群が2ヶ所あり、割算型の

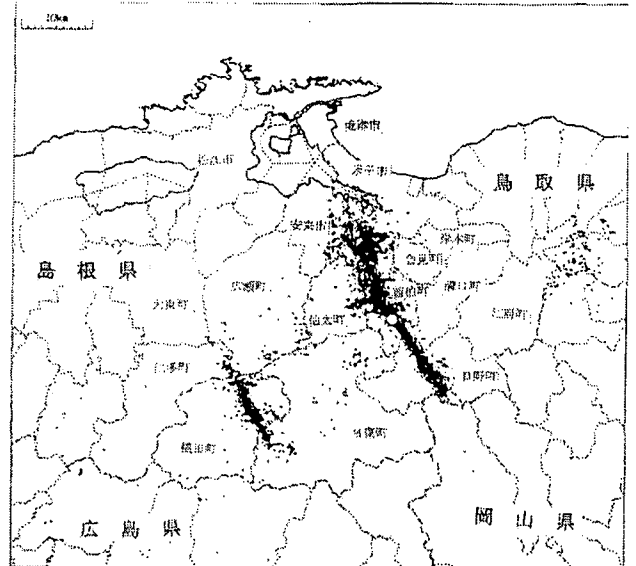


図3 鳥取県西部地震の余震と誘発地震群の分布

分布をしている。南西に約10km離れた日南-横田町ではマグニチュード5.5の地震が発生し、その後この地域全体に地震が発生している。北東に約15km離れた大山付近の活動は鳥取県中部まで、東西50km以上の地域で地震活動が活発になっている。

4. 鳥取県西部地震までの地震活動

—鳥取県中部・西部、島根県東部—

880年出雲地震(M7.0)以来、大地震は発生していない。しかし、最近の20数年間の地震活動は主にこの地域に集中している。今回の地震の西の地域では1977年(M5.3)、1978年(M6.1)と三瓶山周辺で発生し、小地域ながら被害を出し、温泉の増水、泉温の上昇など異変を発生させた。この地域の活動は最近でも継続されている。広島県北部も群発地震が発生する地震活動域である。

東の地域では、鳥取県中部の地震(1983年、M6.2)、1985年には大山付近の地震(M4.9)が大山山頂から数km東に発生した。そして、今回の2000年鳥取県西部地震を含む鳥取-島根県境地域の活動では、1989、1990、1997年と群発地震が継続した。1991年数km西に島根県東部の地震(M5.9)が発生した。これら一連の活動は、約20年間の地震活動が東から西へと移動し、地震が集中して行くことが見られた。また、これらの中地震の地震を起こした地下断層は発震機構からいずれも左横ずれ断層で、地殻応力は大体東西方向または時計回りに少し回転した圧縮力を示している。今回の地震の震源断層、地殻応力はこれらとほぼ一致している。

鳥取県西部地域では1901年、1925年、1955年にM5クラスの地震活動があり、約30年間隔で活発化している。震源断層の地震活動は、鎌倉山南方活断層に直交する地下断層系の活動で、1989年にM5.3、M5.4は

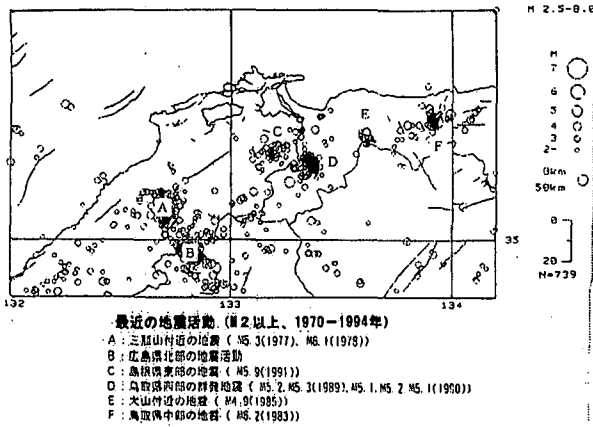


図4 島根半島周辺の最近の地震活動

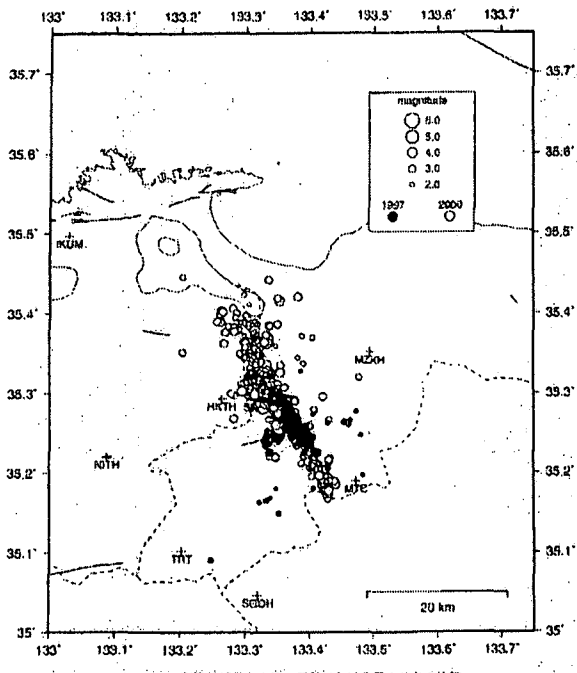


図5 鳥取県西部地震の震源断層の前駆的地震活動

断層の南側(主に日野町)で地震があり、1990年にM5.1, M5.2, M5.1, 1991年にはM4.6は断層の北側(主に西伯町)で地震が活発になり、1997年にM5.2は今までの活動域全域で地震が発生し、11年前から群発地震を繰り返して、震源断層が形成されている。

5. 最近の西日本の地震活動—兵庫県南部地震、鳥取県西部地震、兵庫県北部地震、芸予地震—地震活動はプレート運動が続く限り地下に歪が蓄積され、歪を解消するために地震が発生する。しかし、地震活動は時間的に消長を繰り返している。ここ10年間の地震活動は西日本に大地震の発生が集中している傾向が見える。1995年の兵庫県南部地震は1948年福井地震から約50年ぶりの内陸大地震であった。そし

て、2000年10月6日の鳥取県西部地震(M7.2)が山陰地方で発生した。その後、1月10日兵庫県北部地震(M5.4)、3月24日に芸予地震(M6.2)と地震が続発した。これらの地震活動の集中の意味をプレートテクトニクス説で考察する。

西南日本内帯と言われる地域はユーラシアプレートとフィリピン海プレート、太平洋プレートの相互作用で説明される。近畿地方には活断層が発達し、地震活動もこの地域で議論されている。地殻上部に発生する内陸地震は太平洋プレートの影響を受けて、東西圧縮力で地震が発生し、横ずれ断層が卓越する。これによる地震が最近の一連の活動である。しかし、西日本の最大の地震は南海トラフに発生する南海地震である。この地域の地震活動は歴史的に解明されていて、その繰返し周期が判明している。

1946年南海地震(M8.0)の前後の地震活動では、地震前後に明瞭な地震活動の差が見られる。南海地震前、40年間に内陸地震が多発する地震活動期があり、地震後40年間は地震活動の静穏期であった。1995年兵庫県南部地震以後、地震活動が活発化し、次の南海地震へのステージに入ったことが、地震学者の中で認識されてきている。これから、南海地震が発生するまでに何回かの内陸地震を経験することが想定される。そして、これは1地方に限られたことではなく、それぞれの地域での防災対策を実施することが急がれる。

有史以来の主な被害地震

日本は自然でも有数の地震国で、数多くの地震被害を受けてきました。この例は有史以来の主な被害地震の震央分布を示しています(史料や伝記等に基づき推定されたものと見做します)。

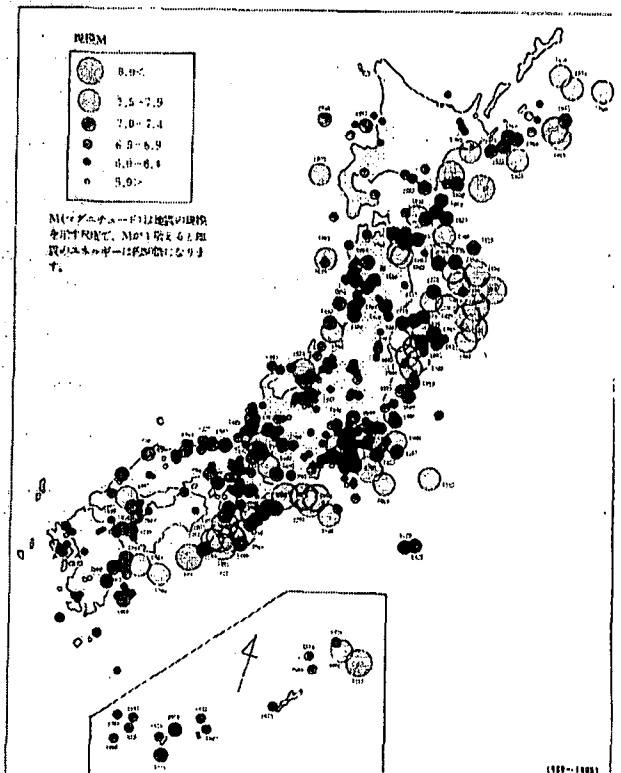


図6 日本列島の被害地震分布