

第2章 地震と津波の発生の要因と被害

—津波が怖い海溝型（プレート型）、倒壊が怖い内陸型（活断層型）—

地震は大きく分類して海溝型（プレート型）と内陸型（活断層型）地震があります。いずれも規模の大きい地震が発生すると大きな被害が発生します。

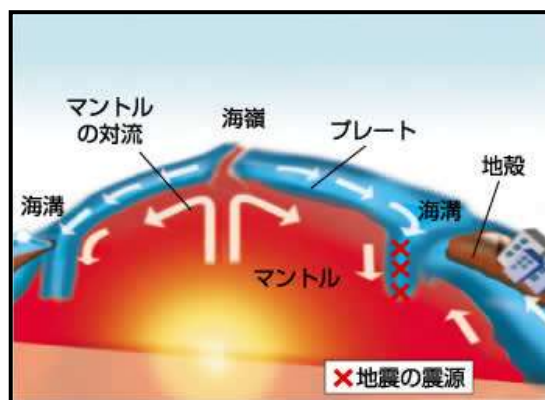
近い将来発生が予測され、甚大な被害が想定される地震や津波には南海トラフ地震（連動して発生することが想定される東南海地震、東海地震を含む）及び首都直下型地震があります。

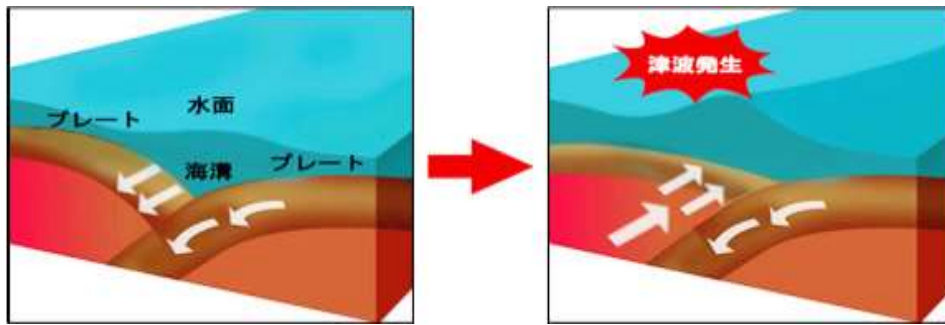
2-1 海溝型（プレート型）地震と津波の発生

地震は、表面を構成している岩盤（地殻）の内部で、強く固着している岩石（アスペリティ）が、断層と呼ばれる破壊面を境目にして、急激にずれ動くことにより発生します。

津波は、海底地震に伴う地殻変動によるものが一般的です。地球表面上のプレートは地球内部に沈降するとき、反対側に接触しているプレートを引き込みます。引き込まれたプレートは、ひずみによる変形を蓄積させ、その限界を超えるとひずみを解放させ、プレートの端を大きく変位させます。この変位が海水を大きく動かし、津波の原因となります。また、その他の原因として海底火山の爆発、氷山や氷河の海面への崩落等があり、2018年12月には、インドネシアのアナク・クラカタウ火山の土砂崩落による地すべりが原因となり発生しました。

プレートは、その下にある上部マントルであるアセノスフェア（岩流圏）の対流に乗って、おのこの固有の運動を行っています。アセノスフェアを含むマントルは、定常的に対流しており、一定の場所で上昇・移動・沈降しています。プレートには、大陸プレートと海洋プレートがあり、海洋プレートは大陸プレートよりも強固で密度が高いため、二つのプレートがぶつかると海洋プレートは大陸プレートの下に沈んでいくことになります。





海洋プレートの沈み込みが進み、陸側のプレートは徐々に隆起していく

陸側の隆起したプレートは沈下するとともに、海側のプレートは急激に隆起し海面が盛り上がる

東日本大震災での津波による犠牲者 1 万 9 千人の殆どが、津波に巻き込まれたことによる死であり、その約 9 割は溺死でした。津波による瓦礫が要因となった圧死・損傷死は約 1 割程度でした。もし避難するとき、ライフジャケットを着用していたら溺死の多くは助かったであろうと言われています（泳ぎの達人も津波に巻き込まれたら浮上は難しいと言われています）津波の恐れがある場所に建つ住まいや学校・職場にはヘルメットや、ライフジャケット、懐中電灯等が非常用に用意されているとよいと思われます。

2-2 内陸型（活断層型）地震の発生

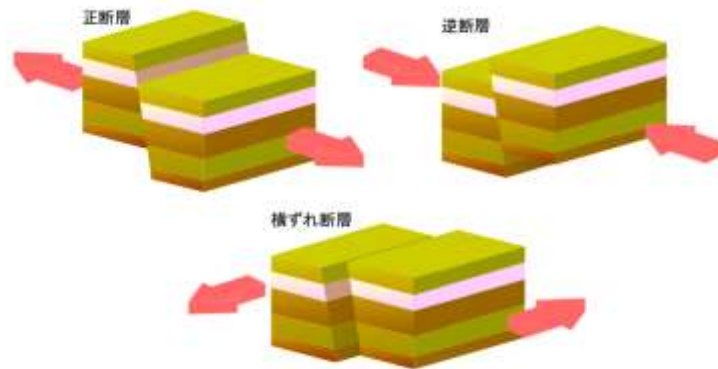
内陸型地震とは、日本の陸地のあるプレート（ユーラシアプレート及び北米プレート）の内部の活断層がずれて起こる地震です。そのため、活断層型地震、直下型地震とも呼ばれます。その特徴は、①揺れている時間が比較的短く 10～数 10 秒である。②震源が比較的浅く、概ね 30 キロ以内の地殻の内部で発生する。（地殻内地震）③最初に「ドスン」と突き上げるような動きがあり、断層の近くでは揺れが激しく逃げる時間が短い。④活断層では千年から 1 万年程度の間隔で地震が発生する⑤倒壊家屋が多く、圧死及びそれと共に火災が発生しやすい。（通電時に発生する「通電火災」を含む）圧迫死・窒息死及び焼死は阪神淡路大震災の場合犠牲者の 3/4 に及びます。近年発生した内陸型地震では、阪神淡路大震災（兵庫県南部地震）や新潟中越地震がその代表例です。

活断層型地震には、発見されている活断層だけでなく、未発見の陸域および沿岸域で発生する浅い地震もあります。内陸型地震は震源が陸地内部にあり、震源が浅く、震源が近距離であるので、大きな被害が発生します。震源地に近い場所では上下動が激しく、ビルの柱や柱脚が座屈している例が多く見られます。被害は家屋やビル、橋梁の倒壊、地滑り等により大きな被害をもたらすことになります。

特に古い工法で作られた耐震性レベルが低い戸建て住宅が多く倒壊しました。

2-3 断層の種類

断層とは、地下の地層もしくは岩盤に力が加わって割れ、割れた面に沿ってずれ動いて食い違いが生じた状態です。地震のもとになる断層には、大きく分けて正断層、逆断層、横ずれ断層の3種類あります。日本で比較的多い断層は、逆断層及び横ずれ断層とされています。



2-4 プレート型地震と内陸型地震で異なる被害

2-4-1 プレート型地震で発生する津波被害と教訓

—地震発生より最初の5分が生死を分ける—

<津波が到来する前に、なぜ逃げなかったのか>

海溝やトラフで発生した海溝型地震（プレート型地震）の場合、震源が陸地から離れていることが多く、地震発生から津波到達までに「タイムラグ」があります。その「タイムラグ」の時間こそ避難する時間です。

津波の速度は海が深い程速く、浅い海では遅くなるため、津波が陸地に近づくとつれ、後から来る波が前の津波に追いつき波高が高くなります。

しかし水深が浅い10mでも、津波の速度は9.8m/秒ですから、走って逃げ切れる速度ではありません。（水深の5000mの沖合では、時速800kmとなりジェット機並みの速度で伝わります）

ですから、陸地近くに津波が到来した時点では、避難に間にあわないケースが多くあります。沿岸地域では地震発生即避難が生死を分けることに繋がります。

東日本大震災の場合、岩手県大船渡市では、地震発生後29分後に最初の津波が到達しました。避難警報が出てすぐ避難していれば、犠牲者の殆どの方は助かったと考えられます。地震発生から津波到達時間には差がありますから、殆どの場合、高台に逃げる時間はありました。

津波による人的被害を減らすには、沿岸部の人達が、地震発生とともに伝達される避難勧告・警報を参考に、一刻も早く高台へ避難することが第一です。

しかし、東日本大震災では、避難及び津波予想高さの発表が二転三転したことが被害拡大につながったと考えられます。津波発生情報を聞いたなら、迷わず、すぐに

高台に逃げるのが大切です。津波到達時間や津波の波高の通報は、予想されるより早く来くことも、高いこともあるのですぐ高台に逃げること。緊急時には「自分の身は自分で守ること」が肝要です。

東日本大震災の犠牲者は殆どが津波による溺死でした。一方阪神淡路大震災の犠牲者は、殆どが倒壊による窒息死（圧死）及び火災による焼死でした。震災発生後、電気が復旧し通電した時、倒壊した建物から、多くの火災が発生しました。（通電火災）通電による火災を防ぐには地震発生時に電気を遮断する感震装置付きブレーカーが有効です。

東日本大震災で津波を知らせる防災行政無線の放送内容は、被災した沿岸自治体ごとに違っていました。予想された津波の高さを知らせず、「とにかく逃げて」と訴えて功を奏した自治体もある一方、「高さ3メートル」と放送したため、2階に避難すればいいと判断して被災した人が多い自治体もありました。変更した波高を放送した時は、すでに津波により放送設備が流され、住民に伝わらなかったということもありました。行政は何をいつどう伝え、市民はどう対処すべきか課題を残しました。

Column： 避難警報の度重なる変更が被害者を増大させた

東日本大震災が発生した2011年3月11日、気象庁は地震発生3分後の午後2時49分に大津波警報を発令し、1分後に岩手県には高さ3mの津波が来ると予想しました。これを受け岩手県釜石市は午後2時50分と同52分に「高いところで3m程度の津波が予想されます。海岸付近の方は直ちに近くの高台か避難場所に避難するよう指示します」と市内96カ所のスピーカーで放送しました。しかし、気象庁は津波予想を、午後3時14分に6mと切り替え、同31分に10m以上と何度も変更しました。市は停電で気象庁の情報を伝えるメールを県から受け取れず、古い情報をもとにした避難指示を繰り返しました。多くの市民は「津波は3メートル」と思っていたが、実際には、釜石港には約9メートルの津波が押し寄せ、多くの人が亡くなりました。2階建ての同市の地区の防災センターには、周辺住民150～200人が駆け込みましたが、2階まで被災し、生存者は約30人でした。生存者の一人は「もっと高い津波と知っていたら、山に逃げて多くの方が助かったはずだ」と言っていました。隣の岩手県大船渡市は当初から津波の高さを言わず、大津波警報の発令とともに、高台への避難のみを呼びかけました。市防災管理室は「津波は湾によって高さに差が出るので、誤解を与えないようにしている。警報の発令さえ知らせれば逃げてもらえる」と話しています。大船渡港を襲った津波は約9.5mとされました。同市の死亡・行方不明者は約500人。釜石市は1300人を超える犠牲者が出ました。

2-4-2 予測できない内陸型地震（活断層型地震）

一兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）の被害と教訓一

内陸型（活断層型）地震の代表例に挙げられる兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）は、1995年1月7日に未明に発生しました。震度は7、マグニチュードは7.3、死者6437人、住宅被害約52万戸、非住家被害5800棟、被害総額約9.9兆円という大災害をもたらしました。死者の内訳は、窒息死・圧死は6割以上、60歳以上が6割以上で、災害弱者への支援が問題になりました。被害にあった建築物の多くは1981年建築基準法改正以前に建築された建物であり、改正前と後では耐震性に大きく差があることが証明されました。さらにこの地震をきっかけに、2000年には、木造建築物の耐震性向上 ①地盤に応じた基礎の設計 ②接合部に金具取り付け ③偏りのない耐力壁の配置など新耐震基準をより強化する、バランスの良い家づくりを目指した建築基準法が1部改正されました。（「2000年基準」）

内陸型地震の特徴は震源に近いので、初期微動（圧力波P波）が到達し、剪断波S波が到達するまでの時間が短く、避難する時間も短いのが特徴で、被害も大きくなります。また、倒壊した建物に対し電気が復旧した際に発生する火災（通電火災）による焼死も多く発生しており、地震時に自動的にブレーカーが落ちる感震装置（感震ブレーカー）の取り付けが有効とされています。

2-5 想定外の自然災害を想定内にするには

「災害は忘れたころにやってくる」「のど元過ぎれば熱さ忘れる」と言われるように、大災害でも徐々に記憶は薄れ、悲惨な災害に対する対応や準備に対する意識も希薄になっていきます。さらに、「文明が進めば進むほど天然の暴威による災害がその激烈さを増す」と寺田寅彦はと言っています。

地震はいつ発生するかわからず、突然やってきます。防災や減災のためのインフラの整備、救援体制の整備、国民への防災教育、備蓄等できることは防災・減災のために早急に、ソフト・ハードを整備し、さらに継続していくことが肝要です。内閣は「国土強靱化基本計画」を立案し実施しています。

防災に対する政府の組織は、内閣府を中心に構成されていますが、重要なのは関連省庁との連携です。災害の想定範囲を広く深く考えて、今はありえないと想う想定外を、想定内に変えることができるように、例えば組織横断的に活動する「防災省」、「防災庁」等を設けたらよいのではないかという声も聞かれます。

2-6 今後発生すると考えられる自然災害の被害と対策

2-6-1 南海トラフ3連動地震による想定被害

内閣府の地震調査委員会は、中央防災会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループの資料をもとに、マグニチュード8から9の巨大地震が、今後30年以内に

「70%から80%」の確率で発生すると予測しており、被害は、四国や近畿、東海などの広域に及び、東日本大震災を大きく上回ると想定しています。

南海トラフの巨大地震が起きると、各地を激しい揺れが襲うとともに、沿岸部には最高30メートルを超える巨大津波が押し寄せるとされています。さらに、被害を受けた施設の復旧費用や企業や従業員への影響も加えると、経済的な被害は国家予算の2倍以上にあたる総額220兆3千億円に上るとされています。多くの人が早めに避難した場合、津波の犠牲者は最大でおよそ80%少なくなり、建物の耐震化率を引き上げれば、建物の倒壊はおよそ40%減らせると推計しています。

内閣府が、最新のデータをもとに2019年5月に公表した推計では、当初の想定に比べて死者数は3割近く減っておよそ23万1千人に、全壊または焼失する建物は1割余り減っておよそ209万4000棟になると推計しています。

(南海トラフに関する発生予測に関しては第1章1-4-4参照)

内閣府は「想定される死者数が減った理由は、東日本大震災の後に住民の津波避難の意識が向上したことが影響しており、今後の調査結果によっては再び想定が増えることもあり得る」、しかし「被害想定は変更せず、引き続き対策を推し進めていく」としています。被害を減らすために、更なる事前の対策や避難の心構えが重要です。

2-6-2 首都直下型地震発生のパターン

日本の政治、経済の中核機能が集中している東京を中心とした首都に、大きな被害を及ぼす可能性のあるマグニチュード7クラスの大地震の発生が危惧されています。

過去に首都圏に甚大な被害をもたらした地震には ①1703年(元禄16年)発生の元禄南関東地震(M7.9~8.2) ②1855年(安政2年)発生の安政江戸地震(M7.0~7.1) ③1923年(大正12年)南関東地震(関東大震災)の三つです。その間隔は152年及び68年で平均約73年であり、現在は関東大震災からすでに96年経過しており、参考になる過去の事例も少なく、首都に大地震がいつ到来してもおかしくない状況です。中央防災委員会の報告では、首都直下型地震は内陸型(活断層型)地震には限らず次の6つのパターンが考えられると報告されています。

- ① 地殻内(北米プレート又はフィリピン海プレート)で発生する震源が浅い地震
- ② フィリピン海プレートと北米プレートの境界で発生する地震
- ③ フィリピン海プレート内で発生する地震
- ④ フィリピン海プレートと太平洋プレートの境界で発生する地震
- ⑤ 太平洋プレート内で発生する地震
- ⑥ フィリピン海プレート、北米プレート、太平洋プレートの境界で発生する地震

専門部会ではさらに、都区内の南部直下のフィリピン海プレート内で発生する被害が最も大きいとして、防災対策を提言しています。

予想津波高については、地震発生のパターン及び沿岸の形状により異なりますからあらかじめ住んでいる地域の「ハザードマップ」を閲覧し、頭に入れておくことが

肝要です。（第3章3-3「自分の居住地の地震発生予測について」参照）

2-6-3 首都直下型地震（東京湾北部地震 M7.3）の被災の種類と想定被害

中央防災会議首都直下地震対策検討ワーキンググループは以下のように発表しています。

- ① 地震の揺れによる被害 全壊家屋約 17.5 万棟 死者最大 約 1.1 万人
- ② 揺れによる建物被害に伴う要救助者：最大 約 7.2 万人
- ③ 市街地火災 焼失最大約 41.2 万棟、建物倒壊等と合わせ最大約 61 万棟
死者最大約 1.6 万人、建物倒壊等と合わせ最大約 2.3 万人
- ④ 生活に密着したインフラ・ライフライン等の被害
 - ・電力：発災直後は約 5 割の地域で停電。1 週間以上不安定な状況が続く
 - ・固定電話・携帯電話とも、輻輳のため 9 割の通話規制が 1 日以上継続
メールは遅配が生じる可能性あり
 - ・上下水道：都区部で約 5 割が断水。約 1 割で下水道の使用不可
 - ・交通：地下鉄は 1 週間、私鉄・在来線は 1 か月程度開通までに時間を要する
主要路線の道路交通が可能となるには、少なくとも 1～2 日を要する
深刻な交通渋滞等により、非常用発電の重油を含め、軽油、ガソリン等の消費者への供給が当分困難となる
- ⑤ 想定される経済的被害 建造物等の直接被害：約 47 兆円 生産・サービス
低下の被害：約 48 兆円 合計：約 95 兆円
- ⑦ 対策の方向性 事前防災：首都中枢機能の継続性の確保、建築物、施設の耐震化等の推進、火災対策 感震ブレーカー等の普及促進

中央防災会議では建築物、構造物の耐震化、および火災対策が進めば、死者は 10 分の 1（2300 人）に減るであろうと予測しています。

2-7 三陸海岸に残された津波の警告

「高き住居(すまい)は兎孫(こまご)に和樂(わらく)、
想へ(おもえ)惨禍(さんか)の大津浪(おおつなみ)、
此処(ここ)より下に 家を建てるな」

明治二十九年にも、昭和八年にも津波は此処まで来て
部落は全滅し、生存者、僅かに 前に二人後ろに四人のみ
歳歳(いくとせ) 経る(へる)とも要心あれ」

寺田寅彦曰く「災害に備える唯一の方法は、人間がもう
少し過去の記憶を忘れないように努力するより外はない
だろう。自然は過去に忠実にふるまい地震や津波が
発生する」 古人曰く「前事不忘、後事之師」

