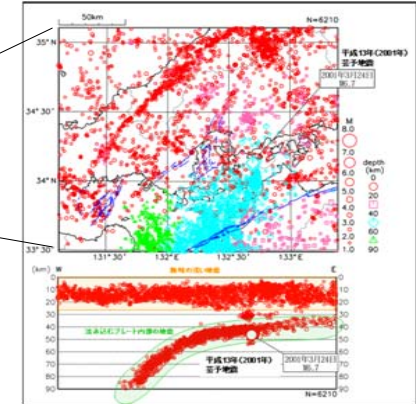
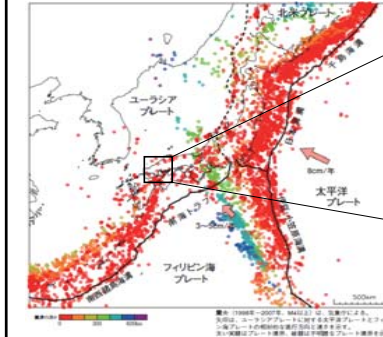


中国地方における地震・被害の想定について

中国地方整備局
平成23年9月12日

日本周辺で発生する地震

プレート境界付近の地下の岩盤には、プレート運動により大きな力が加わり、長い年月の間に巨大なエネルギーがひずみとして蓄えられます。そのひずみにより岩盤が破壊されると地震が発生します。



日本は、4枚のプレートの境界に位置し、岩盤中に大きなひずみが蓄えられるために多くの地震が発生します。プレート境界付近の地震だけでなく内陸で発生する地震も陸のプレート内に蓄えられたひずみが原因で起こると考えられます。

出典：文部科学省「地震がわかる！防災担当者参考資料」

参考図2 震央分布図（上図）と東西方向の断面図（下図）
（2000年10月1日～2009年5月31日 M1.0以上、深さ90km以浅）

出典：広島地方気象台
「広島県の地震2011年（平成23年3月）
地震2年、地震調査の基礎知識第9回（平成13年（2001年）岩手地震）から10年を振り返る」

日本周辺のプレート

地球の表面は大小十数枚のプレートと呼ばれる硬い岩盤で覆われ、その下の比較的柔らかい層の上を年間数cmの速さで、相互に水平運動しています。（プレート・テクトニクス）

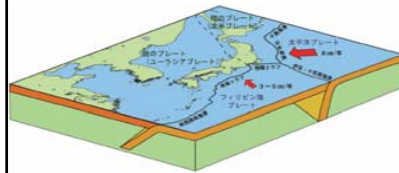
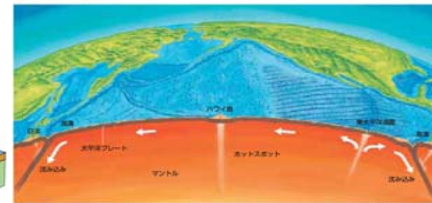


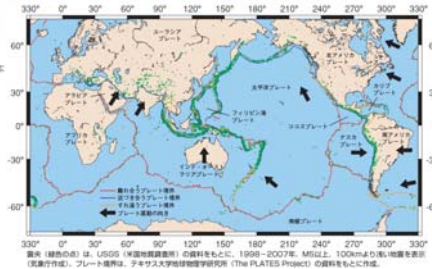
図1-5 日本周辺の主なプレート

図の矢印は、各のプレートに対する各プレートの相対運動の方向を表す。日本海溝縁部に沿ってプレート境界があるとする説（図中の破線）が出されている。

プレート運動

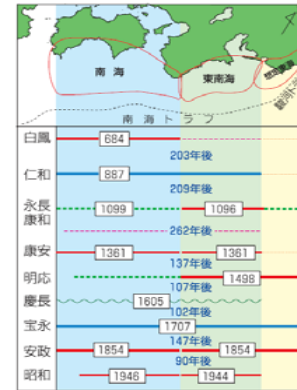


世界の地震分布とプレート境界



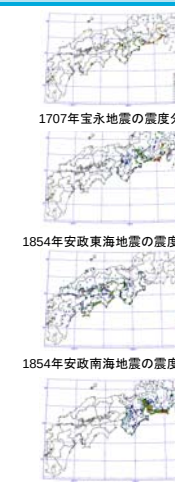
出典：文部科学省「地震がわかる！防災担当者参考資料」

南海トラフ沿いで発生する地震

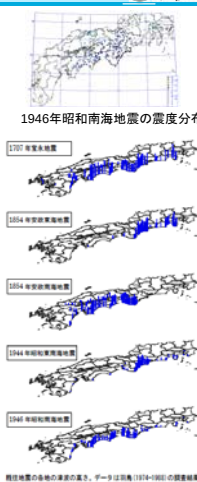


歴史史料などから推定された東海・東南海・南海地震の繰り返し（石橋、2004を改定）。
——は確実、---は可能性が高い、----は可能性がある、---は不明を意味する。---は津波地震、---は連動を示す。

（独立行政法人地球環境研究機構 地震調査院提供）



1944年昭和南海地震の震度分布



出典：中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」
H15.12.16（第16回）

津波の増幅

第2回中国地方における大規模地震対策検討委員会

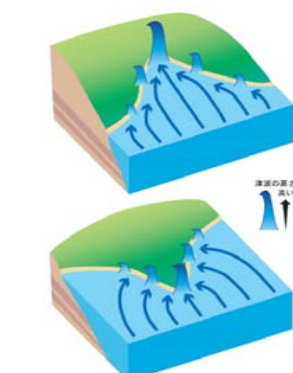
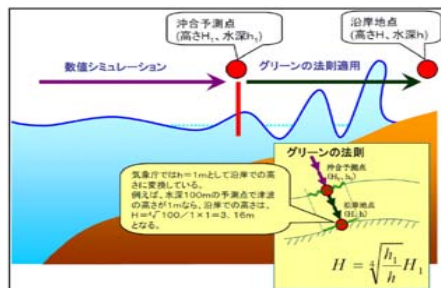


図4-2 地形による津波の増幅
V字型の湾では、湾の奥にエネルギーが集中するため波高が高くなる（上）。岬の先端では、津波が海岸線に対して平行になろうとしてエネルギーが集中し波高が高くなる（下）。



図4-3 津波の高さ、痕跡高、遡上高、浸水深の模式図

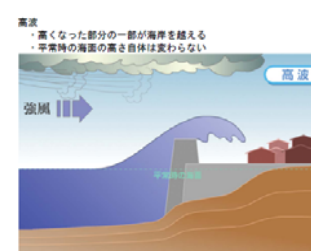
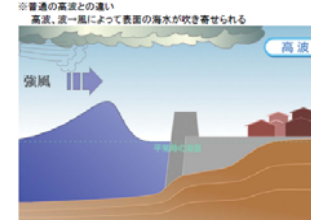
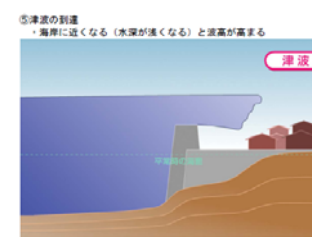
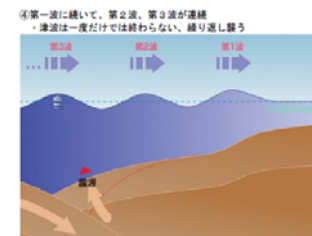


第4図：沿岸地点の津波の高さの計算概念図

出典 図4-2.3：気象庁「地震を知る」
第4版、岡山大学地震学（岡山県地震2010年/平成22年12月）

津波と高波の違い

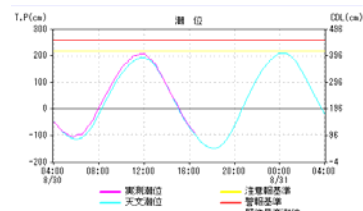
第2回中国地方における大規模地震対策検討委員会



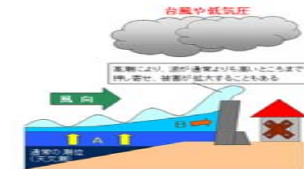
出典：消防庁「津波災害の備え」

潮位、波浪、高潮、津波の概要

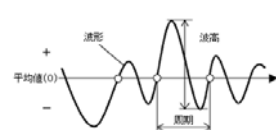
第2回中国地方における大規模地震対策検討委員会



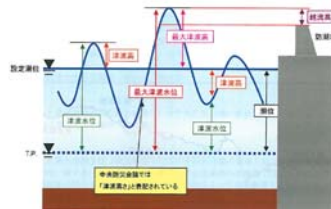
潮位「ちょうい」 波浪など短周期の変動を平滑し除いた海面の高さを、各種の基準面から測った値のことです。気象庁では東京湾中等潮位から測定した値を公表しています。



高潮「たかしう」 台風または低気圧などによって潮位が上昇する現象のことです。その際の天文潮(A)と、台風や低気圧の低下による海水の吸い上げと風による海水の吹き寄せ(B)によって高潮が発生します。高潮の規模は最高潮位と最低潮位差によって異なります。気圧が3hPa下になると、潮位はおよそ1cm上昇します。風津波、暴風津波ともいいます。



波浪「はろう」 波浪は、海洋表面の波動のうち、風によって発生した周期が1〜30秒程度のものをいい、「風浪」と「うねり」からなります。また、風浪とは、その場所（海域）で吹いている風によって生じた波をいい、一方でうねりとは、遠方で発生した風浪が伝わってきたもので、滑らかな波面を持ち、波長の長い規則的な波をいいます。



津波「つなみ」 地震に伴う海底地形の変化や火山噴発によって発生する海の長周期波のことです。「津波高」とは、津波がない場合の潮位（設定潮位）から、津波によって海面が上昇したその高さの差を言います。

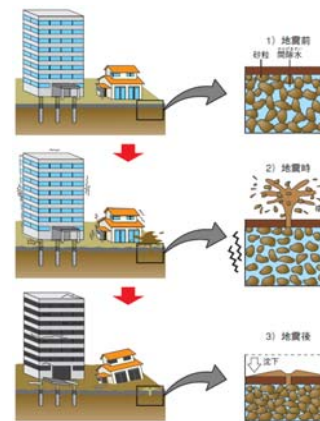
液状化

第2回中国地方における大規模地震対策検討委員会

低地や埋立地などの地盤には、水分（間隙水）がたぐさ含まれています。そのような地盤は、普段は砂粒同士が支えあい、その間を水が満たしている状態で安定しています。しかし、地震により激しい振動が加えられると、砂粒の支えあいが崩れます。このとき、砂粒の間にある水の圧力が高まり、地盤が泥水のような状態になります。この泥水が上からの圧力を支えようとするが、液状化した地層の上に亀裂や弱い部分があると圧力に耐え切れず、そこから泥水が地表に噴き出ります。地盤の液状化が起ると、地中のタンクやマンホールの浮き上がり、建築物の傾き・転倒などの被害が発生します。

液状化による被害には、地盤の支持力が低下することにより発生する建物等の沈下や傾斜、噴砂（水と砂が地中から噴き上げてくる現象）などによる被害、そして、段差のある場所や傾斜地において、液状化した地盤が低い側へ移動してしまう被害（側方流動）などがあります。ゆるい砂からできた地盤で、地下水面が高い場合には、液状化現象が発生する可能性が高くなります。そのような地盤は、人口の集中した平野部に多いため、道路やライフラインなどが被害を受け、液状化現象が大きな経済的損失を与えることが少なくありません。

出典：文部科学省「地震がわかる！防災担当者参考資料」



建築物への被害（千葉県長狭子市）
（出典：千葉県庁HP <http://www.city.atoko.chiba.jp/index.cfm?157978>）



（出典：浦安市防災課）

出典：中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」資料抄

液状化の発生状況

第2回中国地方における大規模地震対策検討委員会

液状化発生地点は、河川・湖沼周辺の低地部、沿岸部の埋立地に多く分布する傾向がみられた。

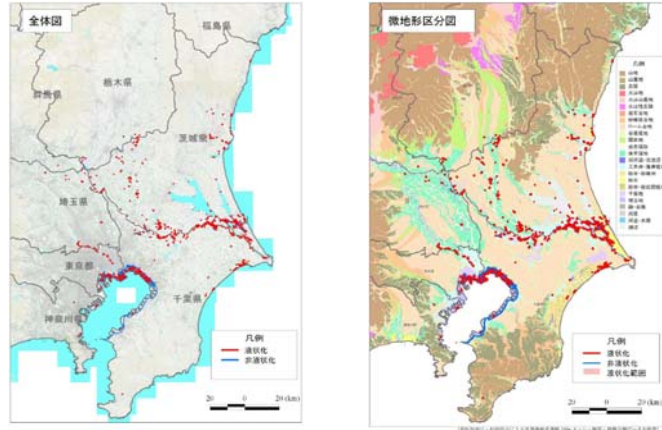


図 3.3.3 関東地方の液状化発生箇所分布図（全図）

図 3.3.4 関東地方の微地形区分図と液状化発生地点

国土交通省関東地方整備局 公益社団法人地盤工学学会
「東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態説明 報告書 平成23年8月」より

液状化による変位とその予測

第2回中国地方における大規模地震対策検討委員会

液状化による沈下量測定結果

沈下量は、非液状化箇所である陸側のA地点を起点（ゼロ）として、平成18年からの変化量を算出したものである。
液状化発生箇所においても、数cmの沈下量のところもあり、沈下の程度にバラツキがみられた。
また、海側の最近の埋立地で大きく沈下し、古い埋立地ほど沈下が小さい傾向がみられた。

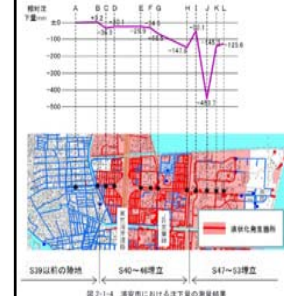


図 3.3.4 関東地方における沈下量の測定結果
出典：国土交通省「液状化対策技術検討会」検討成果H23.8.31より

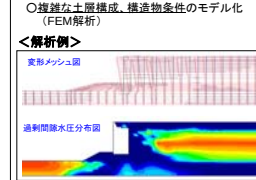
液状化による沈下量の予測方法

FLIP解析

地盤から構造物までをモデル化し、構造物の地震時シミュレーション（有効応力法非線形動的解析）を行うことにより、地盤、構造物の挙動等の変位を求めることができる耐震設計プログラム。

＜特長＞
○地震時の地盤～構造物の動的相互作用を考慮
○大規模地震に対しても精度の高い予測可能（地盤の動的挙動をシミュレート）
○液状化の進行による挙動予測が可能
○複雑な土壌構成、構造物条件のモデル化（FEM解析）

＜解析例＞
変形メッシュ図
過剰間隙水圧分布図



重力式

（チャート式耐震診断システム）

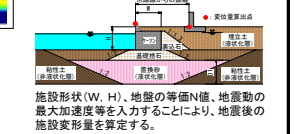
様々な条件設定でのシミュレーションによる変形量の算定結果をデータベース化し、耐震診断を実施したい個別施設の条件をそのデータベースに照合するだけで、地震時の変形量を算定するシステム。

耐震診断を実施したい個別施設の条件を照合

地盤の状況（図式）			
	硬	普	柔
地震動（規模）	大 50cm	70cm	100cm
	中 30cm	40cm	60cm
	小 10cm	20cm	30cm

沿岸構造物の変形量を算出し、地震に対する危険性が高い施設を抽出できる。

＜直立型（重力式）の例＞



施設形状（W、H）、地盤の等価N値、地震動の最大加速度等を入力することにより、地震後の施設変形量を算定する。

斜面崩壊・土砂災害

第2回中国地方における大規模地震対策検討委員会

規模の大きな地震が発生し、起伏のある地形に強い地震動が作用すると、斜面崩壊や土石流が発生することがあります。地震による揺れは、斜面を不安定にするように作用し、大雨によって引き起こされるよりも広い範囲で斜面崩壊が発生することが多くあります。
昭和59年（1984年）の長野県西部地震（M6.8）では、地震発生直後に各所で大規模な斜面崩壊が発生しました。御岳山頂のやや南で発生した斜面崩壊はとくに規模が大きく、崩壊で生じた大量の土砂は、土石流となって約14kmも流下して王滝川に堰止せきめ湖を形成しました。
平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震（M7.2）においても、多数の斜面崩壊が発生して道路が寸断。平成20年（2008年）岩手・宮城内陸地震により発生した土砂災害で、中山間部の被災者が孤立するなど救助活動に支障が生じました。また、崩壊した土砂が河川に流れ込み、川の流れをせき止める河かどどう閉塞へいという現象が生じました。
地震により不安定になっている斜面が、地震後の雨により崩壊して、被害が広がることがあります。さらに、余震が起こった際に、不安定になっている斜面が崩壊することもあるので注意が必要です。最近では、山地などの自然の斜面だけではなく、人工的な盛土地盤などが地震動によって崩壊する例も多く報告されています。

出典：文部科学省「地震がわかる」防災担当者参考資料

1 根幹的な砂防事業

国土交通省

特殊土壌地帯の分布



出典：国土交通省「今後の土砂災害対策を考える会」H23資料より抜粋

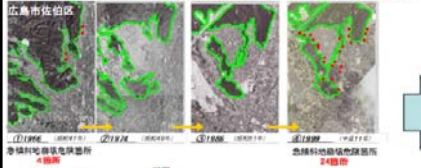
土砂災害警戒区域等の指定の推進（法律の概要）

第2回中国地方における大規模地震対策検討委員会

警戒避難体制の整備により土砂災害による人命被害を防ぐとともに、安全な土地利用への転換を進めるため、土砂災害警戒区域等の指定を促進する。

土砂災害対策の必要性

土砂災害のおそれのある斜面まで宅地開発が拡大
～都市化の進展により、土砂災害のおそれのある地域にまで宅地開発が拡大した。



土砂災害のおそれのある土地において宅地開発が行われることにより、土砂災害のおそれについて十分な認識がなされないままに住宅が立地するおそれ。

土砂災害防止法によるソフト対策



土砂災害防止法により土砂災害警戒区域等を指定することにより、危険性のある区域を明らかにし、警戒避難体制の整備や一定の開発行為の制限等のソフト対策を実施する。

出典：国土交通省「今後の土砂災害対策を考える会」H23資料より抜粋

