

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

地震本部 ニュース

2014

2

2 地震調査委員会〔第260回〕

定例会（平成26年2月12日）
2014年1月の地震活動の評価

4 地震調査委員会

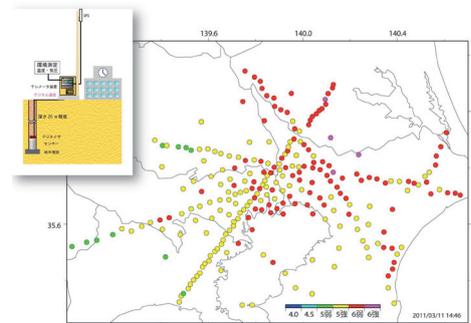
今後の地震動ハザード評価に関する検討
～2013年における検討結果～

6 調査研究プロジェクト

「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害
の軽減化プロジェクト」その2

8 地震調査研究の最先端 ゆっくり滑りと地震の発生

用語解説 「地層の年代測定」



MeSO-netで観測された2011年東北地方太平洋沖地震の揺れ。計測震度相当値をカラーで示した。6+：茨城南部・北部、6-：茨城県中部、千葉県北西部、埼玉県南部、5+：東京都中部、千葉県北東部・南部、埼玉県北部、神奈川県道部。

地震動予測地図を見てみよう

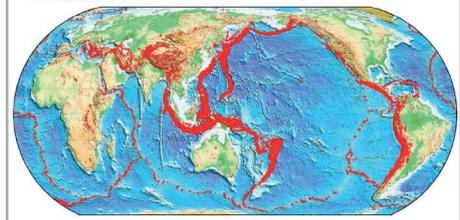
■ はじめに

阪神・淡路大震災をきっかけに設置された地震調査研究推進本部は、地震の被害を少しでも減らすため、地震の調査や研究を推進し、その成果の普及に努めてきました。地震動予測地図はその一環として公表しているものです。ここでは、地震動予測地図をより良く理解し広く活用していただくために、地震動予測地図からわかることや注意点などについて説明します。

■ 全国どこでも強い揺れに見舞われる可能性

地震は世界中どこでも起こっているわけではなく、地震が多発する地域とそうでない地域があります。下の図は、世界地図の上に、1977年1月から2012年12月までに発生したマグニチュード(M)5以上の地震を赤い点で示したものです。日本の面積は世界の面積の約1%未満であるにもかかわらず、世界の地震の約1割が日本の周辺で起こっています。日本は世界的に見ても地震による危険度が非常に高く、全国どこでも地震によって強い揺れに見舞われる可能性があります。

世界の震源分布



※ 震源データはアメリカ地質調査所(USGS)、地殻データはアメリカ海軍洋学研究所(NAOAI/DETFORS)による。図はGMT(Generic Mapping Tools)を用いて作成した。

付録-2「地震動予測地図を見てみよう」の表紙

1 主な地震活動

目立った活動はなかった。

2 各地方別の地震活動

北海道地方

目立った活動はなかった。

東北地方

- 1月16日に岩手県沖の深さ約30kmでマグニチュード(M)5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

関東・中部地方

- 1月2日頃から、千葉県東方沖でややまとまった地震活動がみられた。2日には、深さ約25kmでM5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。また、G N S Sと傾斜計の観測結果によると、この地震活動と同時期の2日頃から房総半島で非定常的な地殻変動が観測された。

これらは、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界におけるゆっくりとした滑り(スロースリップ)に伴うものと考えられる。

その後地震活動は低下し、1月10日頃までには非定常的な地殻変動もほぼ収まっている。なお、今回のスロースリップの規模はMw(モーメントマグニチュード)で6.5程度と推定される。

この領域では、最近では、1996年5月、2002年10月、2007年8月、2011年10月にもスロースリップが発生し、それに伴うまとまった地震活動や非定常的な地殻変動が観測されている。

- 1月9日に茨城県北部の深さ約5kmでM4.6の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に張力軸を持つ正断層型で、地殻内で発生した地震である。
- 東海地方のG N S S観測結果等には、東海地震に直ちに結びつくと思われる変化は観測されていない。

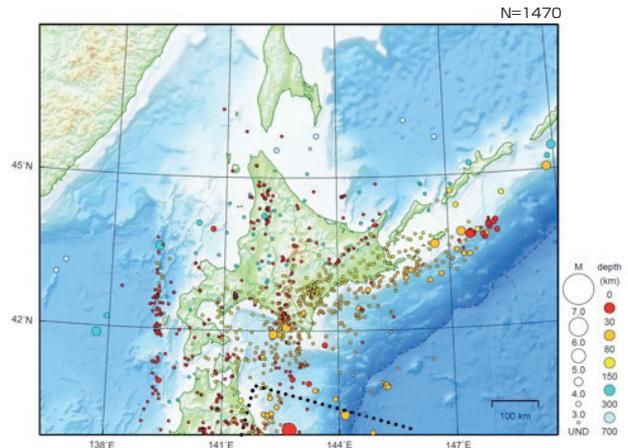
近畿・中国・四国地方

目立った活動はなかった。

九州・沖縄地方

- 1月9日に西表島付近(石垣島近海)の深さ約70kmでM5.5の地震が発生した。この地震の発震機構は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレート内部で発生した地震である。

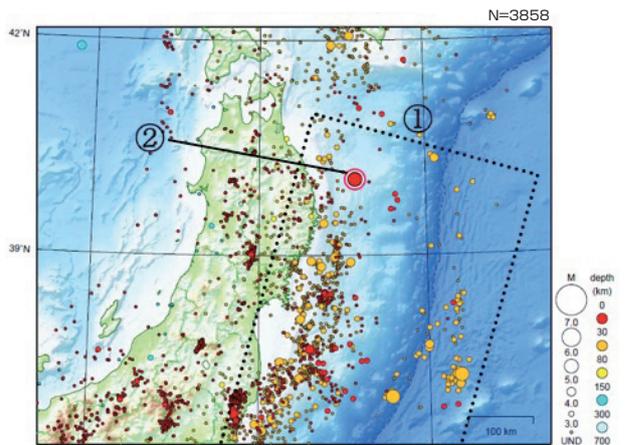
1 北海道地方



特に目立った地震活動はなかった。

※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

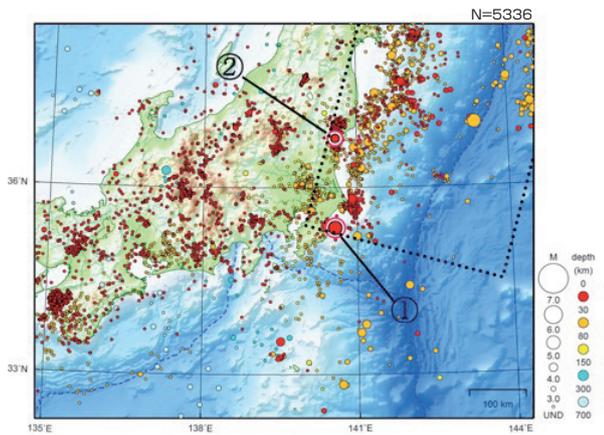
2 東北地方



- ① 1月中に、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域内ではM5.0以上の地震が4回発生した。また、最大震度4以上を観測した地震が1回発生した。
以下の②の地震活動は、東北地方太平洋沖地震の余震域内で発生した。
- ② 1月16日に岩手県沖でM5.1の地震(最大震度3)が発生した。
(上記期間外)
2月6日に宮城県沖でM5.3の地震(最大震度4)が発生した。
2月8日に福島県沖でM5.0の地震(最大震度4)が発生した。
2月8日に福島県沖でM4.8の地震(最大震度4)が発生した。

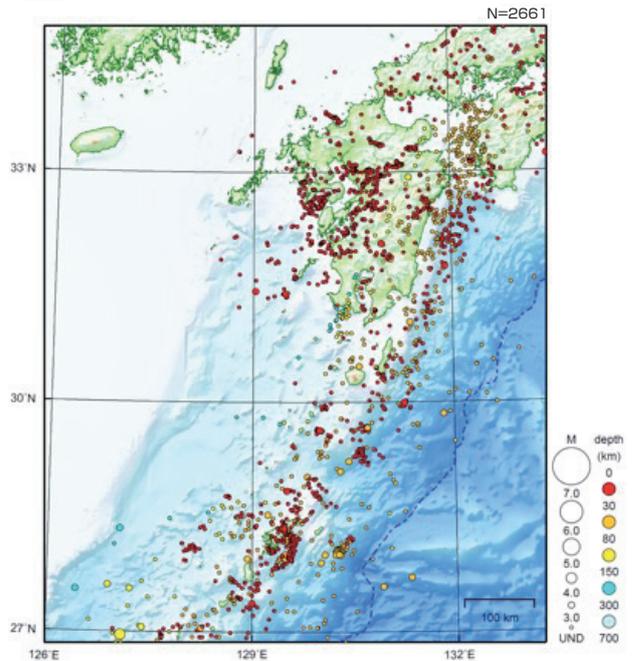
※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

3 関東・中部地方



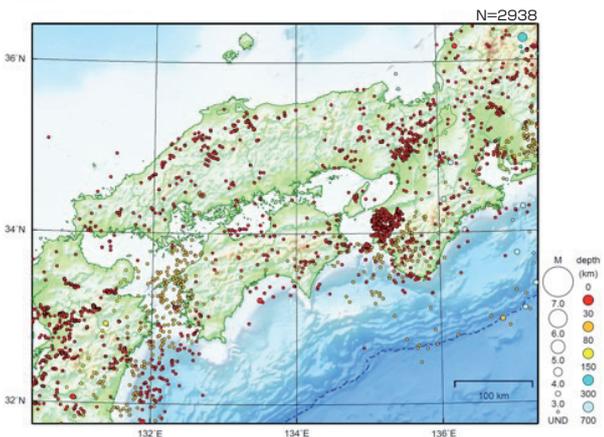
- ① 1月2日に千葉県東方沖でM5.0の地震(最大震度3)が発生した。
 - ② 1月9日に茨城県北部でM4.6の地震(最大震度4)が発生した。
- ※点線は平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の余震域を表す

5 九州地方



特に目立った地震活動はなかった。

4 近畿・中国・四国地方

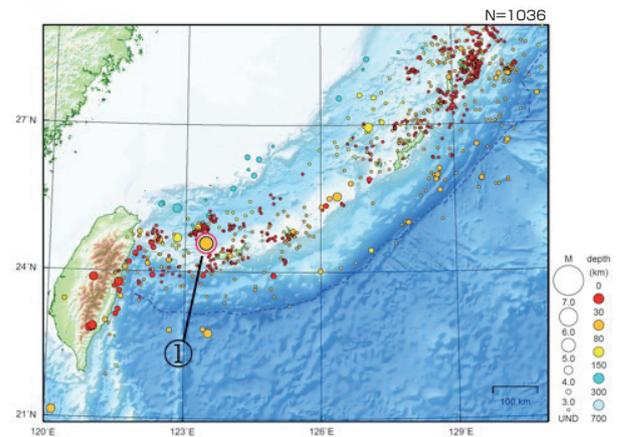


特に目立った地震活動はなかった。

補足

- 2月2日に奄美大島近海でM4.5の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。
- 2月6日に宮城県沖の深さ約40kmでM5.3の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。
- 2月6日に宮古島近海の深さ約50kmでM5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は北北東-南南西方向に張力軸を持つ型であった。
- 2月8日02時18分に福島県沖の深さ約50kmでM5.0の地震が発生した。また、同日11時34分にも深さ約50kmでM4.8の地震が発生した。

6 沖縄地方



- ① 1月9日に西表島付近でM5.5の地震(最大震度4)が発生した。
気象庁はこの地震に対して(石垣島近海)で情報発表した。
- (上記期間外)
2月6日に宮古島近海でM5.0の地震(最大震度3)が発生した。

注：地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用

注：〔 〕内は気象庁が情報発表で用いた震央地域名である。
GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称である。

[文中の地震はM6.0以上または最大震度4以上、陸域でM4.5以上かつ最大震度3以上、海域でM5.0以上かつ最大震度3以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。] 気象庁・文部科学省



地震本部

検索

詳しくは、ホームページ <http://www.jishin.go.jp> をご覧ください。

「今後の地震動ハザード評価に関する検討

～ 2013年における検討結果～」

地震調査研究推進本部(以降、地震本部)は、2005年以来毎年、地震動予測地図を公表してきました。2011年も全国地震動予測地図2011年版を公表する予定でした。しかし、同年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生し、この地震を契機に確率論的地震動予測地図^{*1}について解決すべき多くの課題が指摘されたことを受け、この公表は見送られました。地震本部では、これらの指摘を受け、地震動予測地図を作成するための地震動ハザード評価^{*2}について、改善のための検討を行っています。2012年には、東北地方太平洋沖地震発生後から2012年までの検討結果をまとめ、「今後の地震動ハザード評価に関する検討 ～ 2011年・2012年における検討結果～」(以降、2011年・2012年における検討)として公表しました。今回は、2013年に行った検討の内容をまとめ、公表しましたので、その内容についてご紹介します。

なお、地震動予測地図には、「震源断層を特定した地震動予測地図」と「確率論的地震動予測地図」とがありますが、検討は確率論的地震動予測地図を対象としました。

1. これまでの経緯

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震を契機に、全国地震動予測地図について、解決すべき多くの課題が指摘されました。特に、東北地方において、東北地方太平洋沖地震の際に実際に観測された震度と比較して、地震動予測地図による予測震度が過小評価になっていたことが問題とされました。これは、東北地方太平洋沖地震が発生した時点では、まだ東北地方太平洋沖地震について十分な情報が得られておらず、地震動予測地図において想定されていなかったことが原因です。

このような問題を受け、「2011年・2012年における検討」では、まず地震動予測地図と実際のデータとを比較し、地震動ハザード評価の基本的な枠組みが有効かどうかを確認し、その有効性を確認しました。その上で、地震動ハザード評価改善のためにいくつかの検討を行いました。

検討の結果得られた重要な結論は、地震動ハザード評価を改善するためには、発生当時の東北地方太平洋沖地震のように、発生頻度や発生場所について事前に十分な情報を得ることができない地震については、従来考慮してきたよりも発生頻度の低い大規模な地震まで考慮する必要があるということです。確率論的地震動予測地図では、事前にその発生位置や発生頻度などがよく分かっていない地震を「震源不特定地震」として考慮しています。東北地方太平洋沖地震のような“想定外”を防ぐためには、「震源不特定地震」として、従来考慮してきたよりも発生頻度の低い大規模な地震まで考慮する必要があります。

このほか、「2011年・2012年における検討」では、地震動予測地図などの地震動ハザード評価の結果を国民に対してより分かりやすく丁寧に説明することの重要性も指摘されました。

2. 2013年の主な検討内容と結論

2013年の検討では、これまでの経緯や「2011年・2012年における検討」の結論を踏まえ、以下のことが行われました。

- ①東北地方太平洋沖地震の震源域周辺だけでなく、全国において発生頻度の低い大規模な地震までを考慮して地震動ハザードを評価。
- ②「九州地域の活断層の長期評価^{*3}(第一版)」と東北地方太平洋沖地震を踏まえて改訂された「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」を反映。
- ③3つの異なる地震活動モデル^{*4}を作成し、それぞれについて確率論的地震動予測地図を作成し比較。
- ④地震動ハザード評価の結果を専門家以外にも分かりやすく説明するための説明資料を試作。

ここでは、以上の4つについて、概略を説明します。

まず、①は、前述の東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえたものです。東北地方太平洋沖地震は発生頻度が低く(平均発生間隔600年程度)、大規模(マグニチュード9.0)な地震であり、確率論的地震動予測地図では考慮されていませんでした。また、東北地方太平洋沖地震については、発生当時はまだ十分な情報がなく、地震動予測地図でも考慮されていませんでした。しかし、実際に2011年に発生し、甚大な被害が生じました。この教訓から、これまで発生したことが確認されていないような、事前に十分な情報が得られていない地震についても、従来考慮していたよりも発生頻度の低い大規模な地震までを考慮して確率論的地震動予測地図を作成することにしました。

次に、②では、九州地域について行われた新たな活断層の長期評価や、南海トラフについて行われた長期評価の改訂など、最新の知見を反映しました。特に、「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」は、これまで考慮されてきた地震だけでなく発生しうる最大クラスの地震まで考慮するとともに、不確実性の大きな情報であっても防災上有用なものについては誤差等に配慮したうえで用いるなど、東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえた新たな方針に基づいた評価がなされています。

続いて、③は、様々な要因が地震動ハザード評価の結果に与える影響を調べるために行ったものです。地震動ハザード評価を改善するためには、①による影響のほか、長期評価の改訂や地震の発生確率の計算の仕方が結果に与える影響についても調べる必要があります。このため、

従来モデル：従来の手法で作成したモデル

検討モデル：低頻度で大規模な地震も考慮して作成したモデル

参照モデル：地震の発生にほとんど周期性がないと考え作成した参考モデル

の3つの異なる地震活動モデルを作成し、それぞれのモデルに基づいた確率論的地震動予測地図を作成し比較するとともに、「2011年・2012年における検討」で作成した確率論的地震動予測地図との比較も行いました。

図1、図2は比較の結果を示したものです。図1は2013年起点で計算した検討モデルと従来モデルの差をとったものです。図2は今回の検討の従来モデルと2011年・2012年における検討の従来モデルの差をとったもので、長期評価の改訂などの影響を見るために比較を行ったものです。図1、図2から、

様々な要因が地震動ハザード評価の結果にもたらす影響を知ることができます。これらの比較を行い検討した結果を踏まえて、今後の地震動ハザード評価では、以下の点を考慮し、基本的に検討モデルで採用した方針に基づいて評価を行うことになりました。

- ・地震動ハザード評価の高精度化のためには長期評価の高精度化が不可欠。
- ・震源不特定地震について、どの程度頻度の低い大規模な地震までを考慮するかさらなる検討が必要。
- ・対象地震を個別の地震として考慮するか震源不特定地震として考慮するかは十分な検討が必要。
- ・地震の発生確率をどのように計算するか対象とする地震ごとに十分な検討が必要。

2014年には、これらを踏まえて改良した地震動ハザード評価を行い、その結果をまとめた地震動予測地図を公表する予定です。最後に、④は、「2011年・2012年における検討」で、地震動ハザード評価の結果を地震の専門家以外にも分かりやすく伝えることが必要であるとしたことを受けたものです。今回の公表では、付録-2として試作した説明資料を公表しています。この資料には、地震動予測地図がどのようなものか、地震動予測地図からどのようなことが分かるのか説明されています。今後公表予定の、改良された地震動予測地図を見る際に参考にして頂ければ幸いです。図3は、試作した資料の表紙です。

なお、今回の検討の報告書や、今回の検討に役立てるために行った地震動ハザード評価の結果（地震動予測地図とハザードカーブ^{*5}）とその計算条件の詳細等をまとめた付録-1、③で作成された地震動予測地図の見方を専門家以外にも分かりやすく説明した付録-2は、いずれも地震本部のホームページ http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13_yosokuchizu/index.htm でご覧頂くことができます。

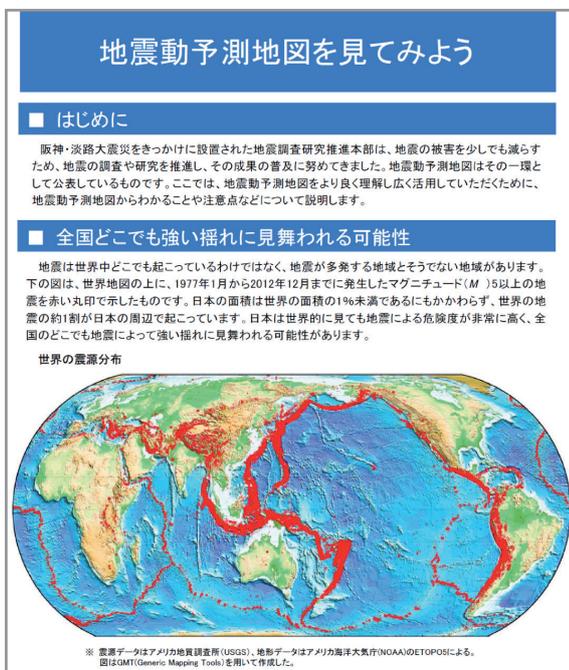


図3 付録-2「地震動予測地図を見てみよう」の表紙

注
 *1：日本とその周辺で発生する地震の位置・規模・発生確率などに基づいて、各地点がどの程度の確率でどの程度揺れるのかなどを計算し、地図に示したものを。
 *2：地震動ハザード評価は、「ある地点が一定期間にある強さ以上の揺れに見舞われる確率」や、「特定の断層で地震が発生した際の揺れの強さの分布」などを評価するものです。その表現方法としては、「確率論的地震動予測地図」や「震源断層を特定した地震動予測地図」がありますが、他にも、各地点で見込まれる揺れの強さとその確率を曲線で表現したハザードカーブや、注目する地域にどの種類の地震がどれくらいの影響を与えるかを示したグラフなど、様々なものがあります。これまでは、「地震ハザード」という言葉を用いてきましたが、地震ハザードには、

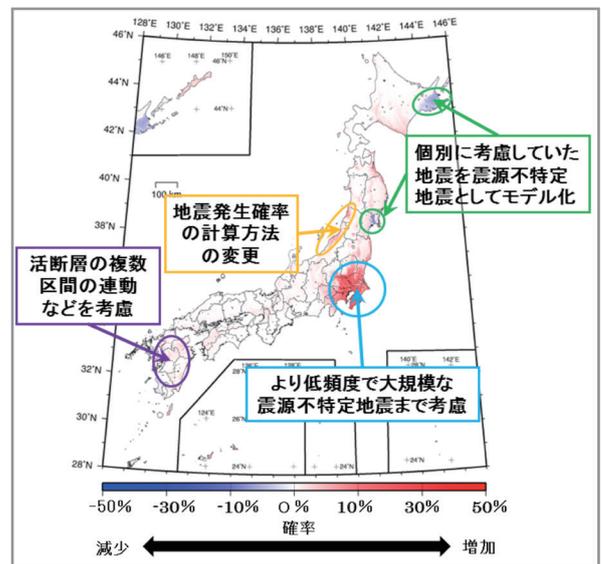


図1 2013年起点の検討モデルと従来モデルを比較

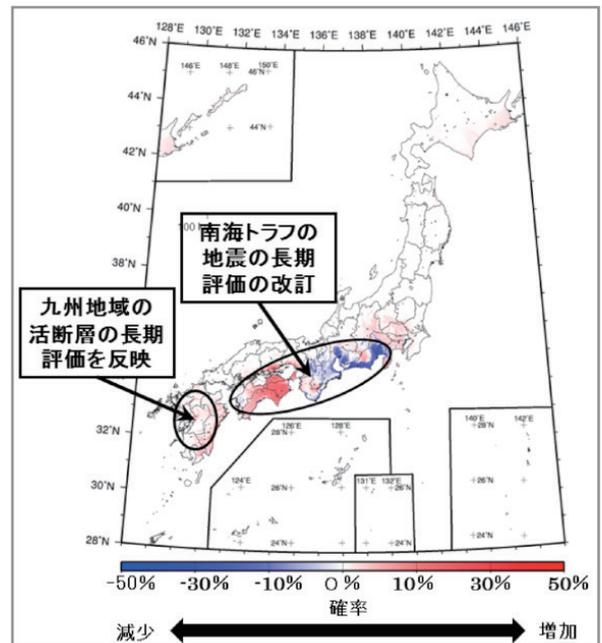


図2 本検討の従来モデルと2011年・2012年における検討の従来モデルの比較

3. 今後の予定

ここまで述べたとおり、地震本部では、東北地方太平洋沖地震が発生してから、地震動ハザード評価の改善のための検討を行ってきました。今後は、震源不特定地震としてどの程度まで発生頻度の低い大規模な地震を考慮するか等について、さらに検討を行います。そして、それらの検討の結果を踏まえて改善した地震動ハザード評価の結果を、2014年度に公表する予定です。

地震の揺れによるハザードの他にも、地震によって発生する津波によるハザードなど多くのハザードがあります。ここでは、地震動によるハザードとその他のハザードとを明確に区別するため、「地震動ハザード」という言葉を用いています。
 *3：長期評価とは、地震の発生する場所や頻度等を評価することです。
 *4：確率論的地震動予測地図を作成するためには、それぞれの地域で発生する地震について、その発生場所や規模、発生頻度などの情報が必要になります。これらの情報をまとめたものが地震活動モデルです。
 *5：ある地点について、地震により強い揺れに見舞われる確率を縦軸に、揺れの強さを横軸にとってグラフにしたものをハザードカーブと呼びます。

「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」その2

サブプロジェクト1 (首都直下地震の地震ハザード・リスク予測のための調査・研究)

1. はじめに

文部科学省が、平成24年度から5年計画で「地震防災研究戦略プロジェクト」の委託事業として進めている「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」の内、サブプロジェクト1(首都直下地震の地震ハザード・リスク予測のための調査・研究)について紹介します。本サブプロジェクトでは、構造物の大規模シミュレーション数値解析に基づいて、都市の詳細な地震被害評価技術を開発して災害軽減策の検討に役立たせることを目標としています。従来の被害予測の手法では、過去の地震被害の調査に基づいて揺れの強さと建物倒壊率等の被害の程度を結び付ける経験則(損傷度曲線:フラジリティ曲線)を求めて被害を予測していました。しかし、建築物の高さや構造、築年代によって同じ揺れに対して異なる被害が発生するため、データのばらつきが大きいのが現実です。そこで、計算機の中に現実の建物の高さや構造などを考慮した都市の建物数値モデルを作り、仮想的な首都圏の建物を揺らして被害を評価する新しい手法を開発することにしました。そのためには、大地震とそれによる地震動を科学的に予測する必要もあります。

2. 2011年東北地方太平洋沖地震の後の首都圏の地震活動

まず、このサブプロジェクトでは、次に首都圏で発生する大地震がどのような姿(地震規模、地震発生頻度、発生場所)なのかを明らかにします。このために、「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」(平成19年度から平成23年度)によって整備された約300箇所の観測点からなる首都圏地震観測網(MeSO-net)を維持してそのデータを収集しています。2011年東北地方太平洋沖地震では、首都圏でも強い揺れに見まれ、MeSO-netによって将来の大地震を考える上で貴重な

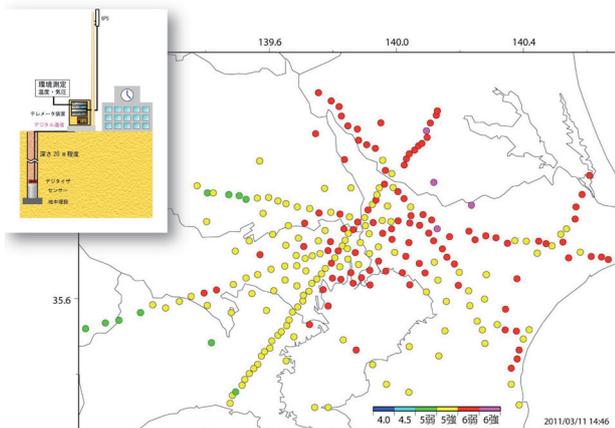


図1.MeSO-netで観測された2011年東北地方太平洋沖地震の揺れ。計測震度相当値をカラーで示した。6+:茨城南部・北部、6-:茨城中部、千葉県西部、埼玉県南部、5+:東京都中部、千葉県北東部・南部、埼玉県北部、神奈川県西部。

データが得られ、両振幅60cmを越える変位に相当する強い揺れが記録されました。(図1)。

東北地方太平洋沖地震の発生後、日本列島の力のバランスは大きく変化し、各地で地震活動が活発になりました。首都圏もその一つです(図2)。東北地方太平洋沖地震の関東の地震活動への影響を定量的に調べるには、地震観測・地下構造探査に基づく弾性体のモデルと、現実的なレオロジーモデルに基づく粘弾性モデルを作る必要があります。このモデル化には岩石学的な考察も必要です。最終的には、MeSO-netで観測された地震活動を再現できる弾性・粘弾性モデルを開発します。

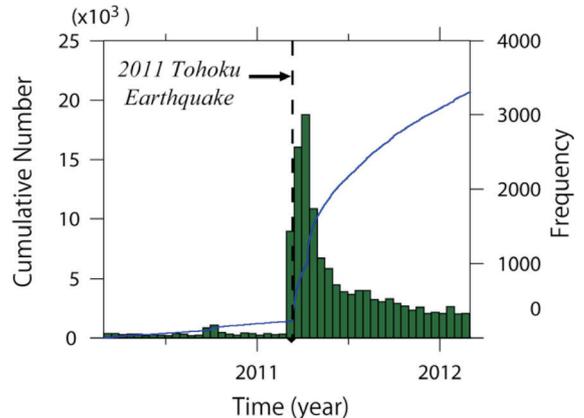


図2. 関東地方の地震活動の変化。棒グラフは地震数。線は積算数。

3. 過去の関東の地震像の解明

首都圏に影響する将来の大地震の姿を明らかにするためには、明治時代以降の計器によって観測された地震の研究だけでは不十分です。幸い、我が国には数百年間にわたる書かれた記録(歴史記録)が残っています。この資料や、さらに古い地質記録を使うことによって、初めて首都圏の地震像に迫ることができます。例えば、江戸時代に発生した1703年元禄関東地震や1855年安政江戸地震の歴史記録を収集して、史料の信頼性の検討を行うことで、明治時代から約100年程度の期間の記録だけでは分からない長期間の地震活動の歴史見えてきます(図3)。確実な歴史資料から復元された被害分布を用いて震度分布を推定した後は、さらに、地震発生場所や規模を推定する必要があります。このために、MeSO-netデータで調査された現在の地下構造や減衰構造(Q)を利用します(図4)。現在のデータを調べると、震源の真上(震央)が必ずしも最も揺れが大きい場所でないことがあります。つまり歴史記録から揺れが一番大きい場所の下で地震が起きたわけではない場合があるのです。こうして江戸時代から現代までの地震活動が明らかになると、統計地震学的手法によって将来の地震活動を予測することもできるのです。

4. 現代の首都圏をコンピューターの中に再現する

新しい都市の地震被害評価技術を開発するために、広域都市数値モデルを構築して都市の地盤と構造物の揺れを計算する手法を開発しています(図5)。これは非常に大規模なシミュレーションの手法です。数値モデルによる計算とMeSO-net等の観測データを融合させた、都市の地震被害評価技術を開発することが本サブプロジェクトの大きな目標です。建物シミュレーションの精度を向上させるためには、地盤-基礎-建物系の相互作用を調べる必要があり、サブプロジェクト②と有機的に連携してデータの収集・蓄積を行っています。また、シミュレーションの結果は、サブプロジェクト③と連携して、災害対応能力の向上方策の検討に役立たせます。

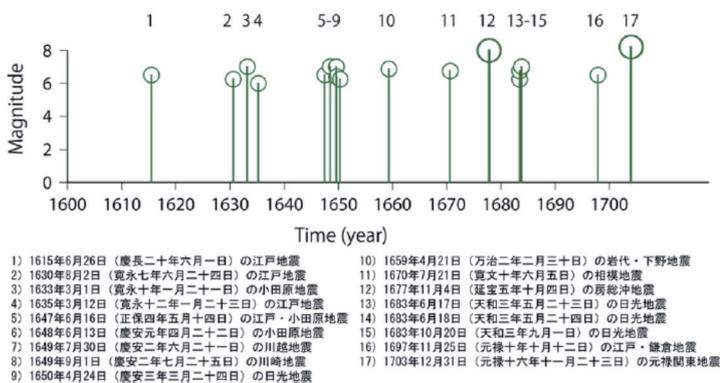


図3. 1600年以降1703年元禄地震までに関東及びその周辺で発生した顕著地震。この17の地震を歴史文献学的に精査している。

そのために、地震動・地震応答の大規模数値解析手法を開発し、さらに、その大規模数値解析結果の先端可視化技術を開発しています。例えば、首都圏の約100万棟の建物の数値モデルを地図データ等から自動的に作り出す技術や、それらの建物が揺れる様子を可視化技術する技術が必要です。100万棟規模の首都圏スケールから一棟一棟のスケールまで(マルチスケール)、自由な角度からの視線で見ること(3次元視)ができる技術が開発されつつあります。

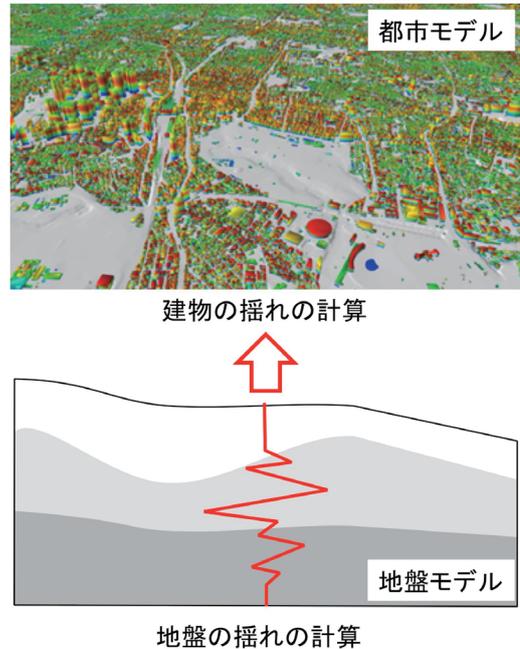


図5. 地下から伝播する地震波が都市の建物を揺らす大規模シミュレーションの概念図

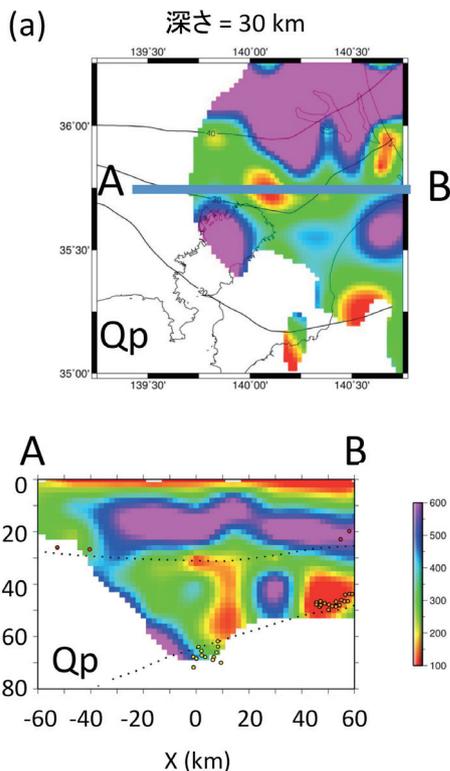


図4. MeSO-netのデータによって明らかにされた関東の下のQpの分布。(a) 深さ30kmのQp分布の平面図、(b) (a)図のA-B断面のQp分布。千葉県西部に低速度、高減衰域がある。

5. まとめ

2011年東北地方太平洋沖地震の後に活発になった地震活動の発生の仕組みを理解することは、次の首都圏の大地震の姿を予測するために重要です。このために、約300観測点からなる首都圏地震観測網(MeSO-net)のデータを解析して、さらに明治時代以前の地震活動を歴史資料や地質資料から復元しています。これらの古いデータの解析には、MeSO-netデータによる現在の首都圏下の地震波や減衰構造が利用されています。将来の首都圏の地震像が得られると、首都圏にある約100万棟の建物がどのように揺れるかを大規模計算によって明らかにできます。さらに、首都圏の被害予測を大規模計算によって実施する手法が開発されつつあります。



平田 直 (ひらた・なおし)
国立大学法人東京大学地震研究所・教授

1978年東京大学理学部地球物理学科卒。1982年同大学院地球物理学博士課程退学。理学博士。同大学理学部助手、カリフォルニア大学ロサンゼルス校研究員、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年より現職。前地震研究所長。科学技術・学術審議会委員。

ゆっくり滑りと地震の発生

地震とは、震源域に蓄積されたひずみエネルギーを断層の滑り(すべり)運動により解放する現象です。通常の地震では、断層が高速に滑り(1秒間に約1mの滑り)地震波を放射します。一方、ゆっくり滑りと呼ばれる、ゆっくりと断層が動いて地震波を放射せずにひずみエネルギーを解放する特異な現象が、約10年前に発見されました。その後、日本だけでなく、世界中のプレート境界においてもゆっくり滑りの検出が相次ぎました。現在では、プレート境界の断層では、ゆっくり滑りと高速な滑りの両方が発生していて、お互いに影響を及ぼしあっていると考えられています。

我々は2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の発生後、本震の破壊開始点の近傍で約1ヶ月前から起きていた地震活動(前震)について調査しました。24時間連続的に記録されている地面の動きに対して、波形の類似性に基づくパターン検索を適用することで、これまで知られていない小さな地震まで検出することができました。その結果、本震発生の約1ヶ月前の2月中旬と約2日前の最大前震(M7.3)発生後の2度にわたり、本震の破壊開始点へ向かう地震活動の移動現象がほぼ同じ領域で起きていたことを明らかにしました(図1)。地震活動の移動は、本震の破壊開始点へ向かうゆっくり

り滑りの伝播と解釈できます。前震域の直上で実施された海底における地殻変動観測の結果も、最大前震後にゆっくりとした滑りがプレート境界面上で起きていたことを支持します。ゆっくり滑りの伝播が、東北地方太平洋沖地震の破壊開始点へ応力の集中を引き起こし、本震の発生を促した可能性が考えられます(図2)。

国内で発生した他の大きな地震の前震活動についても調査を現在進めています。本震の破壊開始点近傍でゆっくり滑りが起きていたことを示唆する事例が複数見つかりました。これらの前震活動には、活発なものから低調なものまで幅広い多様性が見られ、複雑な様相を呈します。どのようにしてこのような多様性が生じるのか、ゆっくり滑りが地震発生にどのように関わっているのか、という着眼点から研究を進展させていきたいと考えています。

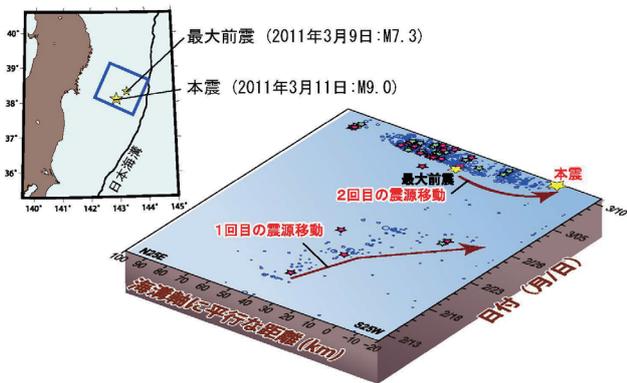


図1. 東北地方太平洋沖地震前の地震活動の時空間発展(地震及び火山噴火予知のための観測研究計画-平成23年度年次報告)。青○印は海溝軸方向に投影した前震活動の時間的推移、赤色と緑色の☆印は、小繰り返し地震とそれに類似したイベントを表す。赤線は震源移動のフロントの位置を示し、ゆっくり滑りが伝播したと考えられる。

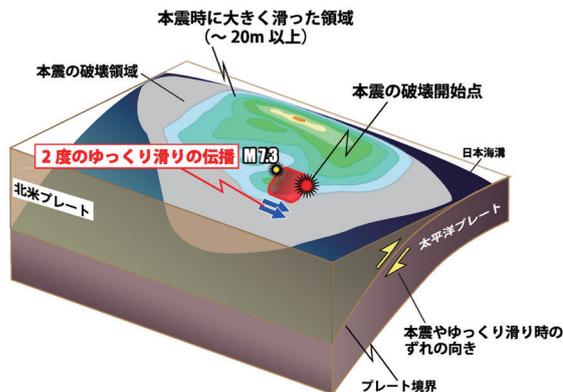


図2. 東北地方太平洋沖地震前に見られたゆっくり滑りの伝播の概念図を示す(地震及び火山噴火予知のための観測研究計画-平成23年度年次報告)。本震時の滑り量が大な領域よりも深い側で、ゆっくり滑りが起きていたと推定される。



加藤 愛太郎 (かとう・あいたろう)

東京大学地震研究所准教授。2002年東京大学大学院理学系研究科博士後期課程地球惑星科学専攻 修了。独立行政法人海洋研究開発機構研究員、東京大学地震研究所助手を経て、2013年より現職。専門は観測地震物理学。

用語解説 「地層の年代測定」

地震調査研究推進本部が実施している長期評価では、活断層で発生する大地震や大規模な海溝型地震がどの程度の頻度で発生してきたかをもとに将来の地震を評価しています。このために、過去に、いつ・どこで・どのような地震が起きたかを知る必要があります。このとき重要な役割を果たすのが地層の年代測定です。

活断層やプレート境界で発生する地震を調べる際には、主に平野や扇状地あるいは段丘などの地形をつくる新しい地層が年代測定の対象となります。こうした地層の年代がわかれば、活断層の地震による地形の食い違いや撓みの発生時期、海溝型地震による海岸の隆起沈降、津波の発生時期等を知ることができます。さらに、古文書等から大地震の発生時期が明らかになっている場合でも年代測定は重要です。どの断層が動いたか、どの程度の津波が来たかを知るためには、現地調査による証拠が必要だからです。

では、どのようにして地層の年代を決めるのでしょうか。新しい地層は、古い岩石が風化・浸食され堆積したものが多いため、地層を作る粘土、砂や石ころの年代を直接測って地層の年代とするのは難しいです。そのため、地層の堆積時に取り込まれた木片や種子、貝殻等の動植物の化石の年代を測定したり、あらかじめ年代がわかっている特定の火山灰や土器を見つけることで、間接的に地層の年代を決めます。

活断層やプレート境界で発生する地震の調査では特に過去数百年～数千年前の情報が重要です。木片や貝殻を対象にこうした範囲の年代を決めるには、主に放射性炭素年代測定(¹⁴C年代測定)が用いられます。これ

は、大気中あるいは海洋中に一定の割合に含まれる炭素の放射性同位体¹⁴Cが、それを取り込む生物(木や貝等)の死滅とともに放射性崩壊を起こし、時間とともに一定の割合で減っていく特性を利用した測定方法で、放射性炭素の割合を正確に測定することにより木片や貝殻の年代を知ることができます(実際には細かい補正を行います)。長期評価では、補正後の¹⁴C年代をyBPという単位で表しています。これは、西暦1950年を基点とする年代であり、500yBPならば西暦1450年、2000yBPならば紀元前500年です。現在の技術では5万年前程度までの年代を測ることができます。もっと古い年代については、別の放射性同位体を用いたり、別の原理に基づく年代測定法が用いられます。

火山灰については、火山灰(火山ガラス)の色・形や鉱物組成、それらの屈折率等を調べ、既知の火山灰と対比することで火山灰を同定し年代指標とします。特に、広域火山灰(広域テフラ)と呼ばれる巨大噴火に伴う火山灰が重要な指標となっています。約7千3百年前の鬼界アホヤテフラ(K-Ah)、およそ2万8千年前の始良丹沢テフラ(AT)、8万5千～9万年前の阿蘇-4テフラ(Aso-4)が有名です。2011年東北地方太平洋沖地震を機に貞観の津波(西暦869年)がよく知られるようになりましたが、この津波堆積物が広域に評価できるのは、貞観の地震後に起きた大規模な火山噴火(西暦915年十和田火山の噴火による十和田aテフラ)の火山灰が指標として使えるからという側面もあります。

このように、地層の年代測定なしでは過去の地震について詳しく知ることはできません。まさに、地層の年代測定は長期評価や地震防災の縁の下の力持ちなのです。地震本部のホームページで公開されている数々の報告書をご覧いただくと、どれほど多くの年代測定が実施され、いかに役立っているかを知ることができるでしょう。

編集・発行

地震調査研究推進本部事務局 (文部科学省研究開発局地震・防災研究課)

東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111(代表)

*本誌を無断で転載することを禁じます。

*本誌で掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

地震調査研究推進本部が公表した資料の詳細は、地震本部のホームページ <http://www.jishin.go.jp> で見ることができます。

ご意見・ご要望はこちら ➡ news@jishin.go.jp

*本誌についてご意見、ご要望、ご質問などがありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せください。



地震本部

検索