

甲第353号証

全国地震動予測地図 2014 年版

～全国の地震動ハザードを概観して～

付録-1

平成 26 年(2014 年)12 月

地震調査研究推進本部地震調査委員会

目次

1. 付録について
2. これまでの経緯
 - 2.1 東北地方太平洋沖地震発生まで
 - 2.2 東北地方太平洋沖地震発生から
3. 東北地方太平洋沖地震後に行われた検討
 - 3.1 2011年・2012年における検討
 - 3.2 2013年における検討
 - 3.3 2014年における検討
4. 地震活動モデルの概要
 - 4.1 地震活動のモデル化の方針と概要
 - 4.2 地震の分類
 - 4.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要
 - 4.3.1 評価手法の概要
 - 4.3.2 「大領域を用いる方法」の導入の経緯
 - 4.3.3 大領域の境界の設定
 - 4.3.4 「大領域を用いる方法」の導入の結果
5. 地震活動のモデル
 - 5.1 太平洋プレートで発生する地震
 - 5.1.1 長期評価された地震のうち繰り返し発生する地震
 - 5.1.1.1 千島海溝沿いの地震
 - 5.1.1.2 三陸沖から房総沖にかけての地震
 - 5.1.2 長期評価された地震のうち震源が特定されていない地震
 - 5.1.2.1 千島海溝沿いの地震
 - 5.1.2.2 三陸沖から房総沖にかけての地震
 - 5.1.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
 - 5.1.3.1 太平洋プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
 - 5.1.3.2 浦河沖の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
 - 5.2 フィリピン海プレートで発生する地震
 - 5.2.1 長期評価された地震のうち繰り返し発生する地震
 - 5.2.1.1 相模トラフ沿いのM8クラスの地震
 - 5.2.1.2 南海トラフの大地震
 - 5.2.2 長期評価された地震のうち震源が特定されていない地震
 - 5.2.2.1 日向灘のプレート間地震
 - 5.2.2.2 日向灘のひとまわり小さいプレート間地震
 - 5.2.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震

- 5.3 陸側プレートの浅い地震
 - 5.3.1 活断層で発生する地震
 - 5.3.1.1 主要活断層帯で発生する固有地震
 - 5.3.1.2 「九州地域の活断層の長期評価」において評価対象とする活断層
 - 5.3.1.3 その他の活断層で発生する地震
 - 5.3.1.4 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震
 - 5.3.2 長期評価された地震のうち繰り返し発生する地震
 - 5.3.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
 - 5.3.3.1 陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震
 - 5.3.3.2 日本海東縁部の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
 - 5.3.3.3 伊豆諸島以南の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
 - 5.4 南西諸島および与那国島周辺の地震
 - 5.4.1 与那国島周辺の地震
 - 5.4.2 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
 - 5.5 これまでの地震活動モデルの変遷のまとめ
- 6. 地震カテゴリー分類
 - 7. 地震動の評価方法
 - 7.1 表層地盤モデル
 - 7.2 地震動予測式
 - 7.3 地震動予測式のばらつき
 - 7.4 2014年版で用いた地震動評価手法
 - 8. 評価結果
 - 8.1 2014年版のモデルによる評価結果
 - 8.2 2014年版のモデルと旧モデルによる評価結果の比較
 - 8.2.1 2014年版と2010年版の評価結果の比較
 - 8.2.2 2014年版と2013年における検討の評価結果の比較
 - 8.2.3 全国主要地点における超過確率とハザードカーブの比較
 - 9. 長期間平均のハザードマップ
 - 9.1 地震活動の評価モデル
 - 9.2 評価結果
 - 10. 今後の課題と展望
 - 10.1 地震活動のモデル化
 - 10.1.1 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震のモデル化
 - 10.1.2 活断層で発生する地震のモデル化
 - 10.1.3 海溝型地震のモデル化

- 10.1.4 地震のカテゴリ分けの仕方
- 10.1.5 地震活動モデルの領域分け
- 10.2 地震動ハザード評価における不確実性の考慮
 - 10.2.1 地震の発生確率に関する認識論的な不確実性の考慮
 - 10.2.2 地震の規模に関する認識論的な不確実性の考慮
 - 10.2.3 認識論的な不確実性を考慮するための「重み」の付け方
- 10.3 強震動予測手法の高度化の検討
 - 10.3.1 距離減衰式の改良
 - 10.3.2 応答スペクトルの予測地図の検討
- 10.4 表現方法の問題
 - 10.4.1 専門家以外にも理解される分かりやすい解説
 - 10.4.2 低頻度の地震による地震動ハザードの表現方法
 - 10.4.3 地震動ハザード評価の不確実性の説明

参考文献

参考資料

- A-1 相模トラフ沿いの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震のプレート間地震とプレート内地震の数の比率について
- A-2 日本海東縁部の地震の発生確率について
- A-3 従来のモデルに基づく震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模
- A-4 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)

1. 付録について

「全国地震動予測地図 2014 年版～全国の地震動ハザードを概観して～」の付録は、付録-1、付録-2 からなる。付録-1 には、2014 年版の確率論的地震動予測地図の作成に用いた地震活動モデルの詳細および、評価結果の詳細を掲載した。付録-2 は、「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地震調査委員会, 2013a) (以降、2013 年における検討) において作成した、全国地震動予測地図を国民にとって分かり易く説明した資料「地震動予測地図を見てみよう」を更新したものである。

この付録-1 では、2 章にこれまでの地震動ハザード評価の経緯を、3 章に東北地方太平洋沖地震発生後からこれまでに行われた検討の概要を、4～6 章には地震活動モデルの詳細を、7 章には 2014 年の確率論的地震動予測地図で用いた地震動予測手法について、8 章には地震動ハザード評価の結果および従来の評価結果との比較を、9 章には長期間平均の確率論的地震動予測地図を、10 章には地震動ハザード評価の今後の課題と展望をまとめた。なお、4～6 章では、2014 年の確率論的地震動予測地図の地震活動モデルの詳細だけでなく、従来の地震動ハザード評価に用いられてきた地震活動モデル(全国地震動予測地図 2010 年版、2013 年における検討の従来モデル(モデル 1)との違いについても記載した。参考資料には

- ・相模トラフ沿いの「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」のプレート間地震とプレート内地震の数の比率について

- ・日本海東縁部の地震の発生確率について
- ・従来のモデルに基づく震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模
- ・震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)

を掲載した。

なお、本編および付録-1 に示す地震活動モデルは、地震動によるハザードを評価するために作成されたモデルである。

- ※ 本書における地震発生確率と地震動超過確率は、2014 年 1 月 1 日時点の評価値である。
- ※ 本書に掲載した地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 25000 (空間データ基盤) 及び基盤地図情報を使用した。(承認番号 平 26 情使、第 543 号)
- ※ 本書では、世界測地系を使用した。
- ※ 本書に示した行政界は、2014 年 1 月 1 日時点のものである。
- ※ 日本領土のうち、南鳥島と沖ノ鳥島では、計算に必要なデータが整備されていないため、地図を作成していない。
- ※ 確率論的地震動予測地図の作成には、地震の発生確率が必要となる。一般には、主要活断層帯の地震発生確率は、断層の「平均活動間隔」と「最新活動時期」から計算されるが、それらの値は幅をもって与えられている場合が多く、計算に用いる「平均活動間隔」と「最新活動時期」の値によって地震発生確率が変わる。このため、確率論的地震動予測地図では、「平均活動間隔」と「最新活動時期」のそれぞれの中央の値を用いて計算した地震発生確率を用いる「平均ケース」と、地震発生確率の最大値を用いる「最大ケース」を考え、2 つのケースの地図を作成している。一方、海溝型地震については、これまで平均ケースのみを考慮してきたが、東北地方太平洋沖地震を踏まえて公表された、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価 (第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014b) では、活断層の地震と同様に、地震発生確率が大きな幅を持って評価されている。このため、全国地震動予測地図 2014 年版では、相模トラフ沿いで発生する海溝型地震についても「最大ケース」と「平均ケース」を考慮した。「最大ケース」では、長期評価において幅を持って与えられた地震発生確率の最大値を用い、「平均ケース」では、地質学データに基づいて計算された地震発生確率をもとに設定した値を用いた。
- ※ 地震動評価手法は従来のものから変更していない。

2. これまでの経緯

地震調査委員会は、2005年に全国を概観した地震動予測地図を公表して以来、確率論的地震動予測地図の改良と公表を継続して行ってきた。ここではまず、全国を概観した地震動予測地図の公表から平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(以降、東北地方太平洋沖地震)の発生までの経緯を簡単にまとめ、続いて東北地方太平洋沖地震の発生から今回の公表までの経緯を述べる。なお、2005年公表の「全国を概観した地震動予測地図」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005b)から2009年公表の「全国地震動予測地図」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2009g)に至るまでに地震調査委員会が行った強震動予測手法、地下構造モデル、地震活動モデル、表現方法等の改良の詳細については、「全国を概観した地震動予測地図」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2005b、2006h、2007f、2008f) および「全国地震動予測地図」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2009g)を参照されたい。なお、これまでに公表した「全国を概観した地震動予測地図」および「全国地震動予測地図」は、いずれも地震調査研究推進本部ホームページ(http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka04_jishindou.htm)にて閲覧、ダウンロードが可能である。

2.1 東北地方太平洋沖地震発生まで

地震調査委員会には、1995年の発足当時から長期評価部会が設置され、全国の活断層や海溝付近で発生する地震について、その発生位置、規模、発生確率を評価する、いわゆる長期評価を行い、公表してきた。1999年には地震調査委員会に強震動評価部会が設置され、強震動予測手法の高度化・標準化および、これを用いた強震動評価を行い、公表してきた。

地震調査研究推進本部(以降「地震本部」と呼ぶ)は、1999年4月23日に「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―」(総合基本施策)を決定し、この中において当面10年程度に推進すべき地震調査研究の主要な課題として、「全国を概観した地震動予測地図」の作成を掲げた。この方針のもと、長期評価部会と強震動評価部会は、それまでに得られた成果に基づき、2002年、2003年、2004年に、それぞれ山梨県周辺、北日本、西日本を対象とした「確率論的地震動予測地図の試作版」を作成し公表した。2005年には、それらの成果をまとめた確率論的地震動予測地図と、震源断層を特定した地震動予測地図とを併せて「全国を概観した地震動予測地図」として公表した。以来、主要活断層帯と海溝型地震の長期評価の追加や改訂、新たに発生した地震のデータの追加、地震発生確率の年次更新とともに、最新の知見を踏まえた地震動予測手法、地下構造モデル、地震活動モデルの改良を進めつつ、2008年まで毎年、「全国を概観した地震動予測地図」の更新と公表を行ってきた。また、これと並行して、成果の利用のあり方を念頭に置きつつ地震動予測地図の表現方法や公表方法についても検討してきた。

さらに2006年には、長期評価と強震動評価の両面から地震動予測地図の高度化を図るため、両部会の下に「地震動予測地図高度化ワーキンググループ」(以降「高度化WG」と呼ぶ)が設置され、検討を始めた。長期評価部会、強震動評価部会、および高度化WGが連携し、「全国を概観した地震動予測地図」の高度化のための検討を行い、2009年にその成果を踏まえ、全国を対象とした確率論的地震動予測地図および震源断層を特定した地震動予測地図を作成するとともに、両者を併せて「全国地震動予測地図」として公表した。

「全国地震動予測地図」は、国民の防災意識の向上や効果的な地震防災対策を検討する上での基礎資料として活用されることを目的に作成するものであり、「全国地震動予測地図」やその作成に用いられるデータは、

- ・国民の地震防災意識の高揚
- ・地方自治体における地域防災計画や土地利用計画の立案
- ・構造物の耐震設計
- ・地震本部における地震に関する調査観測計画の立案
- ・地震保険料率の算定等のリスク評価
- ・文部科学省における学校施設の耐震化の優先順位付けや耐震化事業の緊急度の検討などに用いられてきた。地震調査委員会は、「全国地震動予測地図」の毎年の改訂と公表、改良のための検討を継続的に行ってきた。

2011年3月には、前年に改訂・公表した全国地震動予測地図2010年版に引き続き、全国地震動予測地図2011年版を公表する予定であった。

2.2 東北地方太平洋沖地震発生から

2011年3月に全国地震動予測地図2011年版が公表予定であったが、同月11日に東北地方太平洋沖地震およびそれに伴う大規模な津波が発生し、北海道から関東地方に至る広い範囲にわたって被害を及ぼし、死者・行方不明者が約2万人という、未曾有の大被害が生じた。

地震調査委員会は、総合基本施策に基づいて地震の調査研究を推進して長期評価や強震動評価を行うとともに、それらの成果を取りまとめて地震動予測地図として公表してきたが、東北地方太平洋沖型の地震は長期評価されておらず、確率論的地震動予測地図においても考慮されていなかった。複数の研究により、過去に東北地方中南部の太平洋沖において大きな津波を引き起こす地震が発生したことは指摘されていたものの、これらの知見を含めた長期評価の改訂については、東北地方太平洋沖地震が発生した時点では審議中であり、全国地震動予測地図においても考慮されていなかった。また、過去の津波の事例の整理は行っていたものの、その評価は行っておらず、東北地方太平洋沖地震に伴う津波について評価することができていなかった。

地震本部では、この地震に先立ち総合基本施策の更新を行っていた(新総合基本施策：

地震調査研究推進本部，2009)が、東北地方太平洋沖地震により明らかになったこれらの課題を踏まえ、2012年に新総合基本施策を改訂した(地震調査研究推進本部，2012)。改訂された新総合基本施策では、今後の長期評価の方針として、「今後は、これらを教訓として、超巨大地震が発生しないという考え方にとらわれることなく、観測データの充実や積極的な活用を図り、超巨大地震も長期評価の対象とすることも含めて長期評価手法の改善に向けて検討を行うことが不可欠である。」としている。この方針のもと、2013年には「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d)を、2014年には「相模トラフの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b)を公表した。また、2013年には、津波の評価を行うべく地震調査委員会に津波評価部会を設置し、津波の評価に向けた検討を始めた。

東北地方太平洋沖地震後、それまでの確率論的地震動予測地図の様々な課題が指摘された。そのなかで、東北地方太平洋沖地震発生当時の評価における「今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」が3%未満と相対的に高くない一部地域の多数の地点において、東北地方太平洋沖地震の際に震度6弱以上が観測されたことは、検討すべき重要な課題であった。

その原因としては、

- ① 東北地方太平洋沖地震型の地震が長期評価の対象とされていなかったこと
- ② 確率論的地震動予測地図における長期評価されていない地震の考慮が不十分であったこと

の2つがある。

確率論的地震動予測地図には、長期評価されている地震の全てが反映されているが、東北地方太平洋沖地震型の地震は海溝型地震の長期評価の対象とされていなかった。

また、確率論的地震動予測地図では長期評価されていない、発生位置・規模・平均発生間隔等の情報が不十分だが発生可能性がある地震も、「あらかじめ震源断層を特定しにくい地震(震源不特定地震)」として考慮している。しかし、東北地方の太平洋沖では、震源不特定地震の最大規模を既往最大規模のマグニチュード(M)8.2に設定しており、十分に大きな規模が設定されていなかった。

このことを踏まえ、長期評価されておらず、事前に発生位置や発生間隔等に関する情報が十分に得られていない地震について、従来の地震動ハザード評価で考慮していたよりも低頻度で大規模な地震まで考慮するなど、データ不足等に起因する地震活動モデルの不確実性を従来よりもさらに考慮するための一連の検討を行った。

地震調査委員会は、東北地方太平洋沖地震の発生以前から指摘されていた課題も含め、地震動ハザード評価の課題の検討を、2011年から2013年までの3年間にわたって行った。2012年までに行った検討内容については、2012年12月に「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～」(地震調査研究推進本部地震調査委員会，2012；以降、「2011年・2012年における検討」として公表した。一連の検討の中で、

東北地方太平洋沖地震の影響が大きい考えられる領域（三陸沖から房総沖）について、従来の地震動ハザード評価で考慮の対象としていたよりも低頻度で大規模な地震まで考慮するための検討も行った。また、地震動ハザード評価手法の基本的枠組みの検証や、地震動ハザード評価の結果の表現方法の問題に関する検討も行った。

続いて2013年12月に公表した「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地震調査委員会, 2013a)では、2011年・2012年の検討に引き続き、従来考慮してきたよりも低頻度で大規模な地震まで考慮するなど、全国においてデータ不足等による地震活動モデルの不確かさを考慮した地震活動モデルを作成し、従来の地震活動モデルとの比較検討を行った。この他、地震活動モデルにおける地震カテゴリーの再検討や、地震発生確率の計算方法の違いに関する検討も行った。また、東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえて改訂した南海トラフの地震活動の長期評価と、九州地域の活断層の長期評価の評価結果を反映した。

3章では、2011年・2012年における検討、2013年における検討の詳細について説明する。

3. 東北地方太平洋沖地震後に行われた検討

3.1 2011年・2012年における検討

「2011年・2012年における検討」では、東北地方太平洋沖地震を考慮することができていなかったという確率論的地震動予測地図の課題について述べるとともに、それらの課題の背景にある原因を明らかにするため、

- ① 手法の有効性に関する検討
- ② 震源断層を特定できなかった地震の問題の検討
- ③ 「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」のモデル化の検討
- ④ 表現方法の問題の検討

の4つの検討を行い、その結果を取りまとめた。

まず、①では、過去のある時点に遡って作成した確率論的地震動予測地図と実際のデータとの比較（石川・他，2011）から、確率論的地震動ハザード評価手法の基本的枠組みについて調べ、その有効性を確認した。具体的には、

- 1) 1890年、1920年、1950年、1980年の4つの時点からの各30年間について、確率論的地震動予測地図で用いている手法により予測される、ある震度以上の揺れに見舞われる確率の分布と、同期間に実際に発生した地震により、ある震度以上の揺れに見舞われた地域の分布の地図を比較。
- 2) 1890年、1920年、1950年、1980年の4つの時点からの各30年間について、確率論的地震動予測地図によりある強さ以上の揺れに見舞われると予想されるメッシュ数（確率論的地震動予測地図は、全国を約250m四方の区画に区切り、各区画の代表点で計算している）の期待値と、実際に過去に発生した地震により、ある強さ以上の揺れに見舞われたメッシュ数の期待値を比較。

を行った。その結果、確率論的地震動ハザード評価手法の基本的枠組みが有効であることを確認した。

②では、東北地方太平洋沖地震発生時に、代表的な確率論的地震動予測地図である「30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」が相対的に高くない福島県南部や茨城県北部などにおいて震度6弱以上が観測された問題を検討した。その結果、地震動ハザード評価に用いる地震活動モデルにおいて東北地方太平洋沖型の繰り返し地震を考慮することにより、地震動予測地図の震度と実際に観測された震度の差が小さくなることを確認した。

③は、「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」の最大規模をこれまでに発生した最大（既往最大）の地震の規模としたモデル1と、従来考慮していたよりも大きな規模としたモデル2とを作成した上で、それぞれについて地震動ハザードを計算し、両者を比較した。その結果、後者のように、データ不足等に起因する地震活動モデルの不確実性を考慮して、より規模の大きな地震まで考慮することにより、低確率のハザードレベルに対して、より適切に対処できることを示した。ただし、検討は三陸沖から房総沖の領域に限定して行った。また、どの程度まで不確実性を考慮して最大規模を設定するかについては、今後検討

を行う必要があるとした。

④では、東北地方太平洋沖地震の発生以前から指摘があった、地震動ハザード評価の結果の表現方法についての検討を行った。具体的には、従来の30年間3%（再現期間約1,000年に相当）や30年間6%（再現期間約500年に相当）の地震動予測地図では、陸域の活断層や、発生間隔が長い低頻度の海溝型地震による地震動ハザードの影響が捉えにくいという問題について検討を行った（ここで、再現期間は「その地点においてある強さを超えるような地震の揺れが、平均して何年に一度起きるか」を示す）。検討は、従来モデルで考慮するすべての地震の発生時系列をポアソン過程としたモデルを用いて行った。検討の結果、問題の解決策の一つとして、再現期間100,000年などの非常に長期間の確率論的地震動予測地図を作成し、長期間の平均像としての確率論的地震動予測地図を見ることにより、低頻度の地震による地震動ハザードがより捉えられやすくなることを示した。

また、報告書のまとめでは、地震動ハザード評価を国民の安全に役立てるためには、国民に分かりやすく情報を伝えることが極めて重要であり、十分な検討が必要であることを述べた。

3.2 2013年における検討

2013年における検討では、2011年・2012年における検討の検討結果を踏まえつつ、「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」のモデル化を含む、地震活動のモデル化に関する複数の検討を行い、地震動ハザード評価を改善するための地震活動モデルの改良について考察した。また、2011年・2012年における検討と同様に、長期間を対象とした確率論的地震動予測地図を作成し、それらの特徴について考察した。さらに、地震動予測地図について地震の専門家以外の国民にも分かりやすく説明した資料を作成した。

まず、「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」に関する検討では、従来モデル、検討モデル、参照モデルの3つの異なる地震活動モデルを作成した。それぞれのモデルの特徴は、以下のとおりである。

従来モデル：長期評価の結果を基本とした従来とほぼ同じモデル。

検討モデル：従来考慮していたよりも規模が大きく頻度の低い地震まで震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として考慮する等、地震活動モデルの不確実性を大きくとった検討用のモデル。

参照モデル：従来モデル、検討モデルとの比較用に作成した参照用のモデル。従来考慮していたよりも規模が大きく頻度の低い地震まで震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として考慮しつつ、地震の規模と頻度の統計的關係に基づいて作成したシンプルなモデル。

検討では、これらの3つのモデルを用いて、

- ・3つの異なる地震活動モデルに基づく地震動ハザード評価

- ・ 3つの異なる地震活動モデルに基づく地震動ハザード評価の結果と「2011年・2012年における検討」のモデル2の結果との比較
- ・ 3つの異なる地震活動モデルに基づく地震動ハザード評価の結果の比較

を行った。その結果、

- ① 長期評価の改訂
- ② 「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」の最大マグニチュード
- ③ 対象地震を個別の地震としてモデル化するか震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化するか
- ④ 地震発生確率をポアソン過程で計算するかBPT分布を用いた更新過程で計算するか

が地震動ハザード評価の結果に影響をもたらすことが明らかになった。

検討により、「①長期評価の改訂」が地震動ハザードの評価結果に対して影響が大きく、地震動ハザード評価の高度化のためには長期評価の高度化が不可欠であることが確認された。特に、海溝型地震は陸域の活断層で発生する地震と比較して発生確率が高いため、地震動ハザードに与える影響が大きく、かつその影響が広範囲にわたることが再確認された。

続いて、「②震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュード」については、最大マグニチュードの設定が、地震動ハザード評価の結果に大きな影響を与えることが分かった。このため、最大マグニチュードの設定に当たっては、データ不足等による地震活動モデルの不確実性を考慮しつつ、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードを適切に設定するための検討を行っていく必要があることが分かった。

さらに、「③対象地震を個別の地震としてモデル化するか震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化するか」の違いが地震動ハザード評価の結果に与える影響が明らかになった。その影響はBPT分布（BPT分布については、地震調査研究推進本部地震調査委員会、2001aを参照）を用いた更新過程でモデル化された地震発生確率が、時間が1年経過することによって変化する量と比較しても概して大きく、対象地震を個別の地震としてモデル化するか震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化するかを慎重に検討する必要があることが分かった。

「④発生確率をポアソン過程で計算するか BPT 分布を用いた更新過程で計算するか」については、どちらの確率過程で地震発生確率を計算するかによって、地震動ハザード評価の結果にどの程度の差が生じるかが確認された。地震調査委員会が行ってきた地震動ハザード評価においては、地震の平均発生間隔および最新活動時期が分かっている場合は BPT 分布を用いて、平均活動間隔のみが分かっている場合にはポアソン過程を用いて、地震の発生確率を計算している。この 2 つの計算方法のどちらを用いるかにより、地震の発生確率は異なり、両者の大小関係は、地震の平均発生間隔および最新活動時期から経過した時間の長さによって変化する。まだ長期評価されていない地震など、事前に地震活動モデルを作成するための十分なデータが得られない地震の発生確率を計算する際には、地震活動

モデルの不確実性を考慮し、2つの計算方法による計算値の大小関係も考慮して確率過程を選択することが重要であることが分かった。

長期間の確率論的地震動予測地図の検討では、2011年・2012年における検討に加えて、再現期間100,000年相当の確率論的地震動予測地図においても、北海道北部など一部地域において地震動ハザードが相対的に低いことを指摘し、「現実に地震動ハザードが低い可能性がある一方で、実際には存在する活断層がまだ見つかっていない、あるいは、それらの地域においてたまたま最近の地震活動が低く、それが地震動ハザード評価の結果に影響しているという可能性もある」とした。また、長期間の確率論的地震動予測地図により、より低頻度の地震による地震動ハザードまで表現することができるようになるものの、その考察にあたっては、地震活動や地震動のばらつきのモデル化などの誤差に注意を払う必要があるとした。

以上の検討に加え、2013年における検討では、2011年・2012年における検討で「地震動ハザード評価を国民の安全に役立てるためには、国民に分かりやすく情報を伝えることが極めて重要」としたことを受け、地震動予測地図を地震の専門家以外の利用者にも分かりやすく説明した資料を作成した。「確率論的地震動予測地図などの地震動ハザード情報を、地震や確率の専門的知識を持ち合わせていない国民に対して、分かりやすく誤解のないように説明し、国民の適切な防災行動につなげていくための適切な表現方法についても検討していく必要がある」とし、そのための試みとして、一般向けの地震動予測地図の説明資料を作成し、確率論的地震動予測地図の見方や注意点を分かりやすくまとめた。

3.3 2014年における検討

2014年における検討では、東北地方太平洋沖地震発生後から3年以上にわたって行ってきた確率論的地震動ハザード評価の改良のための検討結果を踏まえ、確率論的地震動予測地図を作成した。

「3.1 2011年・2012年における検討」、「3.2 2013年における検討」で述べたとおり、東北地方太平洋沖地震以降に行われた検討では、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として考慮する地震の最大マグニチュードを従来よりも大きく設定して、その存在が知られていないような低頻度で規模の大きな地震のハザードを考慮する等、従来よりも一層不確実性を考慮した地震活動モデル（2011年・2012年における検討のモデル2、2013年における検討の検討モデル(モデル2)）を作成した。2014年は、2013年における検討で作成した検討モデルを基本とし、さらに種々の改良を加えたモデルを作成した。2014年版の地震活動モデルには、東北地方太平洋沖地震を踏まえ、地震の多様な発生様式、規模、発生確率のばらつきを考慮した、「南海トラフの地震の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d）、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）を反映した。この地震活動モデルに基づいてハザード

ド評価を行い、これを全国地震動予測地図 2014 年版としてとりまとめ、公表することとした。

全国地震動予測地図 2014 年版で行った主な改良は以下のとおりである。

- ・東北地方太平洋沖地震を踏まえた「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014b)を反映。
- ・2013 年における検討の検討モデルを基本として、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として考慮する最大の地震の規模を、2013 年における検討の従来モデルよりも大きく設定(詳細は、本編の「参考資料 2014 年版の地震活動モデルの概要と 2013 年における検討からの主な変更点」を参照)。
- ・2013 年における検討の従来モデルと同様に、全国の主要活断層帯について、通常の活断層調査では検出することが困難な地震(地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震)を考慮(詳細は付録-1の「5.3.1.4 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」を参照)。
- ・「九州地域の活断層の長期評価(第一版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013b)において複数区間が連動した場合の地震の規模が与えられているものについて、2013 年における検討の従来モデルでは考慮していなかった、活断層の複数区間の連動を考慮。
- ・地震活動がある期間だけ局所的に活発化(または不活発化)したことによって予測結果が過度に影響されることを防ぐため、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震を考慮する際に、従来よりも大きな領域を用いて算出した地震の発生頻度のデータも使用(詳細は、付録-1の「4.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要」を参照)。
- ・千島海溝、日本海溝、伊豆・小笠原海溝において、海溝軸より沖合で発生するプレート内地震を考慮(詳細は、付録-1の「5.1.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」を参照)。
- ・日本海東縁部で発生する地震の発生確率について、海域の活断層調査がまだ不十分であることを考慮して、新たな長期評価がなされるまでの暫定措置として、BPT 分布を仮定して計算した値とポアソン過程を仮定して計算した値の平均値を採用。
- ・新たなデータ等を踏まえ全国的に見直しを行うとともに測地系の変更を行った表層地盤データ(微地形区分)を使用。
- ・2013 年における検討で作成した、地震動予測地図を地震の専門家以外の国民にも分かりやすく説明した資料「地震動予測地図を見てみよう」を更新し、付録-2として公表。

4. 地震活動モデルの概要

4.1 地震活動のモデル化の方針と概要

東北地方太平洋沖型の地震は、2011年3月時点では長期評価されておらず、また、確率論的地震動予測地図においても考慮されていなかった。地震本部は、東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえ、今後の地震の調査、観測、研究の基本方針である新総合基本施策を改訂した（地震調査研究推進本部，2012）。改訂された新総合基本施策では、今後の長期評価の方針として、「今後は、これらを教訓として、超巨大地震が発生しないという考え方にとられることなく、観測データの充実や積極的な活用を図り、超巨大地震も長期評価の対象とすることも含めて長期評価手法の改善に向けて検討を行うことが不可欠である」としており、現在、この方針に基づいて長期評価を見直している。また、確率論的地震動予測地図についても、その見直しを行っている。全国地震動予測地図2014年版の作成に用いた地震活動モデルは、これらの見直しを反映している。

長期評価については、従来の評価方針を見直し、以下の新たな方針に基づいて評価を行っている（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）。

- ① これまで考えられてきた固有地震モデルに固執することなく、発生しうる最大クラスも含めた地震の多様性を考慮した評価を試みる。
- ② 不確実性が大きな情報も、これに伴う誤差やばらつき等を検討した上で、評価に活用する。
- ③ データの不確実性などにより、解釈が分かれる場合は、複数の解釈について併記する。

これらの新たな評価方針に基づいて、南海トラフの地震活動の長期評価の改訂（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d）、相模トラフ沿いの地震活動の長期評価の改訂（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）が行われた。

確率論的地震動予測地図の作成に用いる地震活動モデルでは、長期評価の対象となっている地震と、長期評価の対象となっていない地震の両方が考慮されており、長期評価されている地震は、基本的に長期評価の結果に基づいてモデル化される。今回作成した地震活動モデルには、「三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2011c）を反映している。

確率論的地震動予測地図の作成手法そのもの見直しでは、東北地方太平洋沖型地震が当時の確率論的地震動予測地図の地震活動モデルにおいて考慮されていなかったことや、東北地方太平洋沖地震の発生以前より指摘されていた、表現方法の問題などの複数の課題を解決するための検討を行った（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2012、地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013a）。その中でも、東北地方太平洋沖地震のような、十分な情報が得られておらず長期評価されていない地震をいかに考慮するかに主眼を置いて検討を行った。

地震調査委員会は、検討結果（「3. 東北地方太平洋沖地震後に行われた検討」を参照）を踏まえ、今後の地震動ハザード評価においては、十分な情報が得られず長期評価されていない地震について、従来考慮していたよりも大きな規模のものまで考慮するなど、地震活動モデルの不確実性を考慮することとした。

この方針に基づき、2014年版の地震活動モデルは、2013年における検討の「検討モデル」を基本として、従来の地震活動モデルに以下の変更を行った。

- ・あらかじめ震源断層を特定しにくい地震の最大マグニチュードの設定を変更し、従来考慮していたよりも頻度が低く規模の大きな地震も考慮。従来のモデルでは、海溝型地震の長期評価が公表されている各領域でモデル化する震源断層をあらかじめ特定しにくい地震とその領域で長期評価されている地震の規模（つまり、既往地震の最大規模）未満としていた。しかしながら、東北地方太平洋地震の発生直後に、茨城県沖で長期評価されていた地震の規模を大きく上回る $M7.6$ の地震が発生したこと等を踏まえ、繰り返し発生する地震が BPT 分布あるいは時間予測モデルでモデル化されている領域を除き、あらかじめ震源断層を特定しにくい地震の最大マグニチュードを、原則として、太平洋プレートのプレート間地震は $M8.5$ 、プレート内地震は $M8.2$ 、フィリピン海プレートのプレート間地震は $M8.5$ 、プレート内地震は $M8.0$ とする。ただし、地震活動に基づいて区分された領域の面積から設定される地震規模は超えないものとする。

また、大陸側プレートの内部で発生する地震のうち、活断層の存在が知られていないところで発生する震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードは、従来、区分された各領域内で過去に発生した地震の最大規模を採用していたが、低頻度の地震まで考慮する場合には、現在評価に用いている過去 100 年程度の期間に発生した地震のデータだけでは不十分と考え、陸域では一律に $M7.3$ 、活断層の調査やモデル化が不十分な海域では一律に $M7.5$ とする（「5. 地震活動のモデル」の各領域の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震に関する記述を参照）

- ・繰り返し発生する地震と震源断層をあらかじめ特定しにくい地震のマグニチュードの間の空白に対処。確率論的地震動予測地図では、長期評価された繰り返し発生する地震の最小マグニチュードより小さく、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードよりも大きなマグニチュードの地震については、考慮されていなかった（マグニチュードの空白）。このため確率論的地震動予測地図においてこのような地震も漏れなく考慮するため、繰り返し発生する地震と震源断層をあらかじめ特定しにくい地震のマグニチュードの間に空白がある場合は、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードを大きくして各領域のグーテンベルク・リヒター（Gutenberg-Richter）の関係式（「4.3.1 評価手法の概要」の脚注参照、以降 G-R 式）を適用し、マグニチュードの空白がないようにモデル化する。

- ・相模トラフ沿いの M8 クラスの地震（海溝型地震）についても、平均ケースと最大ケースを考慮。長期評価においてばらつきを考慮した地震発生確率が示された相模トラフ沿いの M8 クラスの地震（海溝型地震）については、従来活断層の地震の発生確率の算出に用いてきた「平均ケース・最大ケース」の考え方を適用し、最も平均的な値と考えられる発生確率と、考える最大の発生確率の 2 つの発生確率を考慮する。ただし、相模トラフ沿いの M8 クラスの地震の平均ケース、最大ケースの発生確率の算出の仕方は、活断層のそれとは異なる。「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）概要資料」（地震調査研究推進本部事務局，2014）では、地形・地質データから推定される過去の地震の発生履歴を説明可能な、BPT 分布に従う乱数時系列を多数発生させ、それらの乱数時系列から計算される「今後 30 年間の地震発生確率」の分布を示している。この分布のうち、95% の信頼区間に含まれるものについて、平均値を計算すると 0.7% となることから、相模トラフの M8 クラスの地震の平均ケースの発生確率は、今後 30 年間で 0.7% とした。最大ケースの発生確率は長期評価された発生確率の最大値とした（「5.2.1.1 相模トラフ沿いの M8 クラスの地震」を参照）。
- ・海溝軸よりも沖合で発生するプレート内地震（アウターライズ地震）を考慮。2013 年における検討の従来モデルでは、三陸沖から房総沖の海溝寄りの領域のプレート内地震（正断層型）を 2012 年のモデルから暫定的に海溝軸の外側にも配置した以外は海溝軸よりも沖合で発生するプレート内地震はモデル化の対象外であったが、東北地方太平洋沖地震発生後、日本海溝の沖合でも多くの地震活動が見られるため、これを考慮する（詳細は「5.1 太平洋プレートで発生する地震」を参照）。
- ・日本海東縁部の地震の発生確率として、BPT 分布を仮定して計算した長期評価による値（従来用いてきた値）とポアソン過程を仮定して計算した値の平均値を採用（参考資料 A-2 を参照）。「日本海東縁部の地震活動の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2003b）では、北海道北西沖から新潟県北部沖までの 8 領域について大地震の発生可能性が評価されたが、このうち 5 領域については最近地震が発生していることから、今後 30 年間の地震発生確率はほぼ 0% となっている。一方で、日本海東縁部には多くの海底活断層の存在が知られており（例えば、泉・他，2014、文部科学省・東京大学地震研究所，2014）、長期評価で対象となった地震以外の大地震の発生も否定できない。詳細なモデル化は今後の知見の蓄積を待つ必要があるが、暫定的に日本海東縁部の 8 つの地震の発生確率については、ポアソン過程で計算した確率と BPT 分布により計算した確率の平均値とする（日本海東縁部の 8 つの地震については、「5.3.2 長期評価された地震のうち繰り返し発生する地震」を参照）。
- ・地震活動が低調な地域における頻度が低く規模の大きな地震を考慮するため、「大領域を用いる方法」も用いて震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度を算出。震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度は、地震地体構造区分に基づき設定された比較的小さな領域ごとに、1885 年以降（地域によってはより近年のデータに限定）

に発生した地震のデータに基づき設定されていた。このため、この期間内の地震活動が極めて低調な地域では、将来もほとんど地震が発生しないモデルとなっていた。新しいモデルでは、広域の平均的な地震活動も反映させるために、陸域を 2 領域（別途南西諸島と伊豆小笠原諸島の浅い地震を含めて 4 領域）に分割して算定した平均的な頻度を、従来の方法で算定された頻度と重みを付けて平均化した値とする（「4.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要」を参照）。

- ・「活断層の長期評価手法（暫定版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会、2010）で示されている「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」を考慮。「活断層の長期評価手法（暫定版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会、2010）では、「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」の規模は $M6.8$ ～固有地震の規模（ただし $M7.4$ を上限）とし、発生頻度が平均活動間隔の2倍と仮定し、ポアソン過程に従うものとする（「5.3.1.4 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」を参照）。
- ・全国の主要活断層帯について複数区間の連動を考慮。「九州地域の活断層の長期評価（第一版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2013b）において、活断層の複数区間の連動の可能性が評価されている。2014年版では、2013年における検討の検討モデルと同様に、活断層の複数区間の連動を考慮する（詳細は「5.3.1.2 九州地域の活断層の長期評価において評価対象とする活断層」を参照）。
- ・「九州地域の活断層の長期評価（第一版）」および主要活断層帯の長期評価の一部改訂の反映。「九州地域の活断層の長期評価（第一版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2013b）に基づき、主要活断層帯とその他の活断層のモデルを更新する。この際、評価単位区間をそれぞれ独立した活断層としてモデル化するとともに、連動の可能性が記載されている場合には、全体が同時に活動する場合を別途モデル化する（「5.3.1.2 「九州地域の活断層の長期評価」において評価対象とする活断層」を参照）。
- ・南関東におけるフィリピン海プレートの形状に関する知見（「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」文部科学省・東京大学地震研究所（2012））を反映。従来のモデルでは、長期評価された海溝型の地震のうち、いわゆる固有地震に該当する地震以外の地震（ひとまわり小さい地震、繰り返し発生する地震でもポアソン過程でモデル化されている地震など）も個別にモデル化していた。新しいモデルでは、それらの地震を、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震に含めてモデル化し、固有地震と震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の2種類に明確に分類する（「5.2.3 フィリピン海プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」を参照）。
- ・従来陸側の浅い地震として一括して扱っていた南西諸島の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震を、陸側の浅い地震とフィリピン海プレートの沈み込みに伴う地震に分離してモデル化。「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2004b）では、南西諸島周辺の浅発地震として深さ 60km 以浅の

過去の地震について言及している。従来のモデルでは、これに従い、陸側プレートの浅い地震とフィリピン海プレートの地震を一括して南西諸島周辺の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化していた。新しいモデルでは、他の地域と同様に、陸側プレートの浅い地震とフィリピン海プレートの地震とに分離してモデルする(「5.2.3 フィリピン海プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」および「5.3.3.1 陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震」を参照)。

2014年版の確率論的地震動予測地図は、以上の改良を行うとともに、2013年1月1日から時間が1年経過したことによる地震発生確率の変化を反映した。

表4.1-1に、以上に基ついて作成された地震活動モデルの概要を示す。2014年版の地震活動モデルは、2013年従来モデル(モデル1)や全国地震動予測地図2010年版の地震活動モデルと大きく異なる点が少なくないが、これは従来の地震活動モデルが科学的に否定されたことを意味するものではなく、作成方針の違いによるものである。2014年版の地震活動モデルは、東北地方太平洋沖地震発生当時の確率論的地震動予測地図において、事前に十分な情報が得られていない地震の考慮が不十分であったことを踏まえたものであり、基本的には2011年・2012年における検討のモデル2、2013年における検討の検討モデル(モデル2)のモデル化方針に基づくものである。

表 4.1-1 地震活動モデルの概要

	2013年起点の評価			2014年版	
	従来モデル (モデル1)	検討モデル (モデル2)	参照モデル (モデル3)		
カテゴリー I	南海トラフ	M8~9, P30=67	同左	同左	同左
	大正型関東	M7.9, P30=0.21	M7.9~8.6 G-Rモデル	同左	M7.9~8.6 更新過程
	元禄型関東	なし (P30=0)			
	東北地方太平洋沖型	P30=0	同左	震源不特定に統合(*1)	2013年のモデル2 と同じ
	三陸沖北部	M8.0, P30=8.4	同左		
	宮城県沖	M7.4, P30=55*	震源不特定に統合	震源不特定に統合(*2)	2013年のモデル2 と同じ
	十勝沖	M8.1, P30=1.8	同左		
	根室沖	M7.9, P30=49			
	十勝沖・根室沖連動	M8.3, 6回に1回			
	色丹島沖	M7.8, P30=56			
択捉島沖	M8.1, P30=64				
カテゴリー II	南海トラフ震源不特定	$M_u = 8.0/8.0$	同左	同左	同左
	相模トラフ M7	M6.7~7.2, P30=72*	$M_u = 7.8/7.8$	同左	$M_u=7, 8/7.3$
	震源不特定	$M_u = 6.6/-$			
	三陸沖北部繰り返し以外	M7.1~7.6, P30=88*	$M_u = 7.9/8.2$	*1 も含めて一括 のG-Rモデル $M_u = 9.5/8.2$	2013年のモデル2 と同じ
	震源不特定	$M_u = 7.0/7.5$			
	三陸沖中部震源不特定	$M_u = 8.0/7.5$	$M_u = 8.2/8.2$		
	宮城県沖繰り返し以外	M7.0~7.3, P30=61*	$M_u = 8.4/8.2$		
	震源不特定	$M_u = 8.0/7.5$			
	三陸沖南部繰り返し以外	M7.2~7.6, P30=51*	同左		
	震源不特定	$M_u = 8.0/7.5$			
	三陸房総海溝寄震源不特定	$M_u = 8.0/-$	同左		
	福島県沖震源不特定	$M_u = 8.0/7.5$	$M_u = 8.2/8.2$		
	茨城県沖繰り返し以外	M6.9~7.6, P30=69*	$M_u = 8.3/8.2$		
	震源不特定	$M_u = 8.0/7.5$			
	房総沖震源不特定	$M_u = 8.0/7.5$	$M_u = 8.3/8.2$		
	東北陸域太平洋 P 内	$M_u = -/7.5$	$M_u = -/8.2$	同左	
	十勝根室繰り返し以外	M7.1, P30=82*	$M_u = 8.0/8.2$	*2 も含めて一括 のG-Rモデル $M_u = 9.5/8.2$	2013年のモデル2 と同じ
震源不特定	$M_u = 6.9/7.5$				
色丹択捉繰り返し以外	M7.1, P30=94*	$M_u = 8.0/8.2$			
震源不特定	$M_u = 6.9/7.5$				
千島 P 内やや浅い	M8.2, P30=30*	十勝沖~択捉島 沖に統合			
やや深い	M7.5, P30=67*				
千島陸域太平洋 P 内	$M_u = -/7.5$	$M_u = -/8.2$	同左		

表 4.1-1 2014 年版の地震活動モデルの概要 (つづき)

	2013 年起点の評価			2014 年版		
	従来モデル (モデル 1)	検討モデル (モデル 2)	参照モデル (モデル 3)			
カ テ ゴ リ 一 II	南関東太平洋 P (南関東 M)	$M_u = 7.2/-$	$M_u = 8.1/8.2$	同左	2013 年のモデル 2 と同じ	
	小笠原太平洋 P 浅部	$M_u = 7.4/7.4$	$M_u = 8.5/8.2$	$M_u = 9.5/8.2$		
	深部	$M_u = -/7.0$	$M_u = -/8.2$	同左		
	安芸灘繰り返し以外	$M 6.7 \sim 7.4$, P30=36*	$M_u = -/8.0$	同左		
	震源不特定	$M_u = -/6.6$				
	日向灘繰り返し以外	$M 7.6$, P30=14*	同左	同左		
	ひとまわり小さい	$M 7.1$, P30=73*	同左	同左		
	震源不特定	$M_u = 6.9/7.2$	同左	同左		
	南西諸島浅部	$M_u=7.7$ (陸と一体)	$M_u = 8.5/8.0$	$M_u = 9.5/8.0$		
	深部	$M_u = -/8.0$	同左	同左		
与那国島繰り返し以外	$M 7.8$, P30=26*	同左	同左			
太平洋 P の アウターライズの地震	なし	同左	同左	$M_u=-/7.6$ $M_u=-/8.2$		
カ テ ゴ リ 一 III	北海道北西沖	$M 7.8$, P30=0.046	$M 7.8$, P30=1*	同左	更新過程による発 生確率とポアソン 過程による発生確 率の平均値を使用	
	北海道西方沖	$M 7.5$, P30=0	$M 7.5$, P30=1*	同左		
	北海道南西沖	$M 7.8$, P30=0	$M 7.8$, P30=3*	同左		
	青森県西方沖	$M 7.7$, P30=0	$M 7.7$, P30=3*	同左		
	秋田県沖	$M 7.5$, P30=3*	同左	同左		
	山形県沖	$M 7.7$, P30=0	$M 7.7$, P30=3*	同左		
	新潟県北方沖	$M 7.5$, P30=0	$M 7.5$, P30=3*	同左		
	佐渡島北方沖	$M 7.8$, P30=3.9*	同左	同左		
	日本海東縁震源不特定	$M_u = 7.3$	$M_u = 7.5$	同左		$M_u = 7.5$ 大領域を併用
	主要活断層帯 (全国)	2012 年未までに公表され た長期評価を反映	「地表の証拠から は活動の痕跡を認 めにくい地震」を 考慮	同左		・2013 年のモデル 2 と同じ ・新たに公表された 長期評価の改訂を 反映
九州地域の活断層 (帯)	地域評価を反映	同左に加え、複数区 間の連動と「痕跡を 認めにくい地震」を 考慮	同左			
与那国島震源不特定	$M_u = 7.3$	同左	同左	$M_u=7.4$		
その他震源不特定	$M_u = 6.8$ (海域 7.0)	$M_u = 7.3$ (海域 7.5)	同左	$M_u = 7.3$ (海域 7.5) 大領域を併用		

- ・2013 年 1 月 1 日から 1 年経過による地震発生確率の変化のみがある場合でも「同左」等の表現を用いている。
- ・P30 は 30 年発生確率 (%), * はポアソン過程で算出したことを示す。
- ・M はマグニチュード、 M_u について、/ の左側はプレート間、/ の右側はプレート内地震の最大マグニチュード。同様に M_l について、/ の左側はプレート間、/ の右側はプレート内地震の最小マグニチュード。
- ・G-R モデルは、G-R 式(「4.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要」の脚注を参照)を用いてポアソン過程で評価することを示す。
- ・表中の「震源不特定」は、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震を、「震源不特定に統合」は、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化したことを示す。
- ・元禄型関東地震は、地震発生確率が極めて小さく計算上考慮していないため、「なし (P30=0)」と表記している。
- ・背景が黄色は 2013 年起点の評価における、桃色は 2014 年版における変更点。
- ・地震カテゴリーは 2013 年起点の評価のモデル 1 に基づいている。

4.2 地震の分類

本報告書では、2014年版の地震活動モデルで考慮する地震を、以下のように分類する。なお、2013年における検討で「南西諸島及び与那国島周辺の地震」として扱っていた地震は、2014年版の地震活動モデルでは「陸側プレートの浅い地震」と「フィリピン海プレートで発生する地震」とに分離してモデル化したため、説明もそれぞれに分けて行っている。

- 1) 太平洋プレートで発生する地震
 - ・ 長期評価された地震のうち繰り返し発生する大地震
 - ・ 長期評価された地震のうち震源が特定されていない地震
 - ・ 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
- 2) フィリピン海プレートで発生する地震
 - ・ 長期評価された地震のうち繰り返し発生する大地震
 - ・ 長期評価された地震のうち震源が特定されていない地震
 - ・ 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
- 3) 陸側プレートの浅い地震
 - ・ 主要活断層帯（九州地区を含む）で発生する地震
 - ・ その他の活断層で発生する地震
 - ・ 長期評価された地震のうち震源が特定されていない地震（日本海東縁部の地震）
 - ・ 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震
- 4) 与那国島周辺の地震
 - ・ 長期評価された地震のうち震源が特定されていない地震
 - ・ 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震

4.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要

本報告書では、前節に示したそれぞれの項目について、2014年版のモデルの詳細と、2014年版のモデルに対する2013年における検討の従来モデルおよび全国地震動予測地図2010年版のモデルの違いを概説する。次節の「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要」についても、同様に記述する。

4.3.1 評価手法の概要

ここでは、地震活動モデルのうち、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要をまとめる。

震源断層をあらかじめ特定しにくい地震は、その一つ一つについて、事前に発生場所、地震規模、発生確率を特定することが困難であるため、地震群としての特徴を確率モデル

で表現するものである。その評価手法は、「全国を概観した地震動予測地図」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2005b、地震調査研究推進本部地震調査委員会，2006h、地震調査研究推進本部地震調査委員会，2007f、地震調査研究推進本部地震調査委員会，2008f）および「全国地震動予測地図」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2009g、藤原・他，2009、地震調査研究推進本部地震調査委員会，2010f）で用いられているものと同様であり、基本的には「確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会，2002）、「確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定－北日本）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会，2003）、「確率論的地震動予測地図の試作版（地域限定－西日本）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会・強震動評価部会，2004）、および「震源を予め特定しにくい地震等の評価手法について（中間報告）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2002）に準拠するが、2014年版モデルでは、陸側プレートの浅い地震の発生頻度の算出方法を変更した。

以下に、2014年版モデルの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法を示す。ただし、実際には評価する地域に応じて取扱いを変えている場合がある。それらの詳細については個別の項目で説明する（概要は図4.3.1-1を参照）。震源断層をあらかじめ特定しにくい地震は、過去に発生した地震のデータに基づき、地震の発生場所、規模、頻度をモデル化する。この際、

- a. 海溝型地震の長期評価で区分された領域、地震地体構造区分（地震地体構造区分については「10.1.5 地震活動モデルの領域分け」を参照）、震央分布等に基づいて区分された領域（図4.3.1-1）を単位として評価する方法（以降、地域区分する方法）
- b. aの領域を統合したさらに大きな領域（以降、大領域、図4.3.1-2）を単位として評価する方法（以降、大領域を用いる方法）
- c. 東西南北0.1度間隔で機械的に区分されたメッシュを単位として評価する方法（以降、地域区分しない方法）

の3つのうち、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートで発生する地震についてはaおよびcの2つを、陸側プレートの浅い地震についてはa、b、cの3つを用いる。

aは損害保険料率算定会（2000）で用いられている手法に準じたもの、bは2014年版モデルで新たに加えられたもの、cはFrankel（1995）におけるsmoothed seismicityの考え方に準じたものである。3者の大きな違いは、地震活動度が一様と考える領域の大きさである。aとbでは、単位面積当たりの地震発生頻度が領域内で一定になるように頻度を算定する。大領域を用いる方法、地域区分する方法で用いる領域の面積は、一般に0.1度のメッシュよりも大きいいため、地震発生頻度の地域変化（最大と最小の頻度の比や頻度の距離による変化の程度）は、地域区分しない方法で求めた方が大きくなる傾向がある。最終的には、地域区分する方法に基づく頻度も0.1度メッシュごとの頻度に換算し、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートで発生する地震についてはaとcの2つの平均値を、

陸側プレートの浅い地震については a、b、c の 3 つの平均値を用いることとした。

地震発生頻度の算定に用いる震源データは、対象地域ごとの条件を勘案して決めているが、

中地震カタログ：宇津カタログ（宇津，1982；宇津，1985）のうち 1885 年から 1925 年のマグニチュード 6.0 以上の地震と、2010 年に刊行された「平成 23 年 5 月 地震・火山月報（カタログ編）」（気象庁，2011）に収録の震源データのうち 1926 年から 2010 年のマグニチュード 5.0 以上の地震のデータを組み合わせたもの。

小地震カタログ：気象庁震源データのうち 1983 年から 2010 年のマグニチュード 3.0 以上（太平洋プレートとフィリピン海プレートの地震については 4.0 以上）の地震のデータ。

の 2 つを併用する（以降、これを標準カタログと呼ぶ）ことを基本とするが、領域によって用いるカタログとカタログデータの期間を変えている。ここで、使用するカタログデータの期間を 2010 年までとしているのは、2011 年に起きた東北地方太平洋沖地震以降に発生した多数の余震による影響を避けるためである。用いたカタログおよびカタログデータの期間については、各領域の説明のところで記述する。

なお、震源深さが 200km 以浅の地震を用い、別途モデル化されている地震（主要活断層帯、海溝型地震、主要断層帯以外のその他の活断層）に対応するものはこれらのカタログから除去する。

余震は、マグニチュード 6.0 以上の地震の発生後 90 日以内に、震央を中心とする次式（建設省土木研究所地震防災部振動研究室，1983）で表される面積 A (km²) の円内で発生した地震を余震とみなし、機械的に除去する。

$$\log A = M - 3.2 \quad (4.3.1-1)$$

なお、前震および群発地震は除去しない。

このように処理された地震カタログデータを用いて、各単位面積における地震の発生頻度を、

- (1) 地域区分する方法
 - (1-a) 中地震カタログ
 - (1-b) 小地震カタログ
- (2) 大領域を用いる方法
 - (2-a) 中地震カタログ
 - (2-b) 小地震カタログ
- (3) 地域区分しない方法
 - (3-a) 中地震カタログ
 - (3-b) 小地震カタログ

のそれぞれについて計算して求めた頻度を用いる。

具体的には、太平洋プレートおよびフィリピン海プレートで発生する地震については、1-a、1-b、3-a、3-bの4つの頻度を平均して、陸側プレートの浅い地震については、1-a、1-b、2-a、2-b、3-a、3-bの6つの頻度を平均して用いる。「地域区分する方法」「地域区分しない方法」による頻度（2013年版検討モデルで用いられた頻度）を図4.3.2-3に、「大領域を用いる方法」による頻度を図4.3.2-4に、それぞれ示す。

地震の規模の確率分布は、上限値を有するG-R^{*1}式の関係に従うと仮定して評価し、係数 b は日本周辺の平均的な値と考えられる0.9とする。考慮する最小のマグニチュードは5.0^{**2}とし、最大マグニチュードは過去に発生した地震の規模や関連する長期評価の結果等を踏まえて、地域区分した領域ごとに設定するが、基本とする値として、内陸では7.3、海域では7.5とする。2013年従来モデルでは、内陸で6.8、海域で7.0としていたが、事前に十分な情報が得られない地震を考慮するため、従来よりも大きな値に設定した。地震の発生時系列は、定常ポアソン過程に従うと仮定する。

2014年版と、2010年版、2013年における検討のモデル化の違いの概要は以下のとおりである。

<2013年における検討の従来モデル>

- ・地震発生頻度の計算は2010年版と同じ。ただし、
 - ① 使用する気象庁震源データの期間は2010年末までである。
 - ② 東北地方太平洋沖地震の発生を受けて、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードを2010年版よりも大きく設定した（最大マグニチュードの値については、「A-3 従来モデルにおける震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模」を参照）。
 - ③ 上記②に伴い、マグニチュードが7.6以上の大規模な地震の断層面を個別に設定した。

<全国地震動予測地図2010年版のモデル>

- ・地震の発生頻度は、「4.3.1 評価手法の概要」に示す1-a、1-b、3-a、3-bのそれぞれについて得られた地震の発生頻度の平均値としている。
- ・気象庁震源データは2008年末までのものを用いている。
- ・震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュードの値は、陸域の浅い地震については「全国地震動予測地図」2010年版（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2010f）を、その他の領域で起こるものについては「全国地震動予測地図技術報告書」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2009h）を参照されたい。

^{*1} G-R式は、 $\log N(M) = a - bM$ で表され、 $N(M)$ はマグニチュード M の地震数、 a 、 b は係数。

^{**2} 小地震カタログを用いる場合には、マグニチュード3.0（あるいは4.0）以上の地震の発生頻度と、 $b=0.9$ のG-R式に基づいて、マグニチュード5.0以上の地震の発生頻度を算出している。

ここでは、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震のモデル化の概要について述べた。続いて、2014年版から新たに導入された大領域を用いる方法について、導入の経緯や領域の設定、導入の結果について詳述する。

4.3.2 「大領域を用いる方法」の導入の経緯

陸域の浅い震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価では、図4.3.2-1に示す垣見・他(2003)による地震地体構造区分(新垣見マップ)を参照して図4.3.1-1に示すように領域を区分し、各領域内で

- ・ 最大マグニチュードの設定
- ・ 「地域区分する方法」における単位面積当たりの地震発生頻度

を一定値としている。

2013年までは、面積が海域と比較して相対的に小さい領域区分を用い、領域ごとに1885年以降(地域によってはより近年のデータに限定)に発生した100年程度の期間の観測データに基づいて発生頻度を設定していた。具体的には、陸域の浅いところで発生する震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度の計算は、「地域区分する方法」と「地域区分しない方法」のそれぞれについて、中地震カタログと小地震カタログの2種類の地震カタログを採用し、「4.3.1 評価手法の概要」に示す1-a、1-b、3-a、3-bの4つについて得られた頻度を平均したものをを用いてきた(図4.3.2-3)。4つの頻度を平均化しているものの、地域区分された各領域の面積が海域と比較して相対的に小さいこと、100年弱という短い期間の観測データに基づいていることから、得られた地震の発生頻度は地域差があり、空間的に局所的な分布となっている。結果として、最近の短期間の地震活動や、局所的な地震活動によってハザード評価の結果が大きな影響を受ける地震活動モデルとなっており、最近の地震活動が極めて低調な地域では、将来もほとんど地震が発生しないモデルとなっていた。

図4.3.2-2に示す過去100年弱の陸域の浅い地震のデータによれば、地震活動に地域差があり、その結果、地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013a)の「3.5 長期間の確率論的地震動予測地図による検討」で指摘しているとおり、四国から紀伊半島、東海地方、関東地方に至る太平洋岸などでハザードが高くなる一方、北海道のオホーツク地方などでは、全国的にみると相対的にハザードが低くなっている。

しかし、観測データが得られている100年程度という期間は、陸域の浅い地震の平均的な発生間隔(数千年～数万年)と比較して短く、最近の100年程度の地震活動の状態が、将来にわたって継続するとは限らない。実際に、東北地方太平洋沖地震後、それまで地震活動がきわめて低調であった福島県いわき市周辺において地震活動が活発化している例がある。一方、これとは反対に、近年地震活動が活発な地域において、今後地震活動が静穏化する可能性も否定できない。

このようなことから、将来の地震動ハザードの予測を行うに当たっては、地震活動がある期間だけ局所的に活発化（または不活発化）したことによって予測結果が過度に影響されることを防ぐための工夫をすることが必要と考えられる。例えば、時間的、空間的に平均化した地震発生頻度を用いることが考えられるが、地震カタログの得られている期間は限られているため、2014年版の地震活動モデルでは、地震の発生頻度を算出する際に従来よりも大きな領域を用いて空間的に平均化した地震発生頻度も考慮することとした。

ただし、浦河沖および与那国島周辺の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震については、大領域を用いる方法で求めた発生頻度は考慮しない。これは、浦河沖の地震が通常の地殻内地震よりも深い地震であること、与那国島周辺では地殻内地震と海溝型地震の分離が困難であり、「陸側プレートの浅い地震」と別の扱いをしているためである。

2011年・2012年における検討以来評価を行っている1万年や10万年といった非常に長期間を対象とした（あるいは非常に低い超過確率を対象とした）地震動ハザードには、陸域の浅い震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度のデータが直接的に影響するため、今回導入したような平均化の処理が特に重要であると考えられる。

4.3.3 大領域の境界の設定

新たに導入した領域（大領域）を図4.3.1-2に示す。新たな領域は、図4.3.1-1に示す地域区分について、

- ・ 伊豆諸島以南の領域、南西諸島の領域はそれぞれ1つの領域とする。
- ・ 糸魚川ー静岡構造線を境に東西に分割する。

により、合計4つの領域としている。ここで、島嶼部については地震カタログデータの震源決定精度が低いことを考慮して別扱いとし、東日本は太平洋プレート、西日本はフィリピン海プレートの沈み込みによる影響を勘案して糸魚川ー静岡構造線を境として分割した。

4.3.4 「大領域を用いる方法」の導入の結果

「大領域を用いる方法」を用いて得られた地震発生頻度を図4.3.2-4に、中地震カタログ、小地震カタログのデータに基づく地震の累積頻度分布を図4.3.2-5、図4.3.2-6に示す。また、「地域区分する方法」「地域区分しない方法」による頻度（2013年版検討モデルで用いたもの、図4.3.2-3）と「大領域を用いる方法」による頻度（図4.3.2-4）を、2:1で重みづけして得た地震発生頻度を図4.3.4-1に示す。図4.3.4-1をもとに全国の地震発生頻度を概観すると、南西諸島の領域で他の3領域よりもやや頻度が高いが、残りの3領域の頻度は、ほぼ同程度となっている。具体的には、北緯34.8度で0.1度四方のM6以上の地震の頻度（単位：個/年）を比較すると、

北日本の領域： 6.5×10^{-4}

西日本の領域： 6.7×10^{-4}

伊豆諸島以南の領域： 6.3×10^{-4}

となっている。

また、従来のモデルでは全国の中でも地震の発生頻度が相対的に低くなっていたオホーツク海付近について、東経 143 度、北緯 45 度における 0.1 度四方の頻度（単位：個/年）を比較すると、

2013 年版： 1.9×10^{-5}

大領域： 5.6×10^{-4}

2014 年版： 2.0×10^{-4}

である。大領域を用いる方法を導入した結果、2014 年版では 2013 年版と比較して発生頻度が 1 桁大きくなったことがわかる。

続いて、2013 年における検討で作成した長期間のハザードマップ（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013a）の「3.5 長期間の確率論的地震動予測地図による検討」を参照）において最もハザードが低かった地域における「大領域を用いる方法」の導入によるハザードカーブの変化を示す。例として、北海道枝幸郡枝幸町付近におけるハザードカーブを、「2013 年版検討モデル」の頻度と「2013 年版検討モデルと大領域を 2:1 で平均化した頻度」を用いて試算した結果を図 4.3.4-2 に示す。図 4.3.4-2 のハザードカーブから、「大領域を用いる方法」で求めた頻度も用いたことにより、2013 年版検討モデルと比較して 2014 年版の方が、ハザードが上昇していることが分かる。

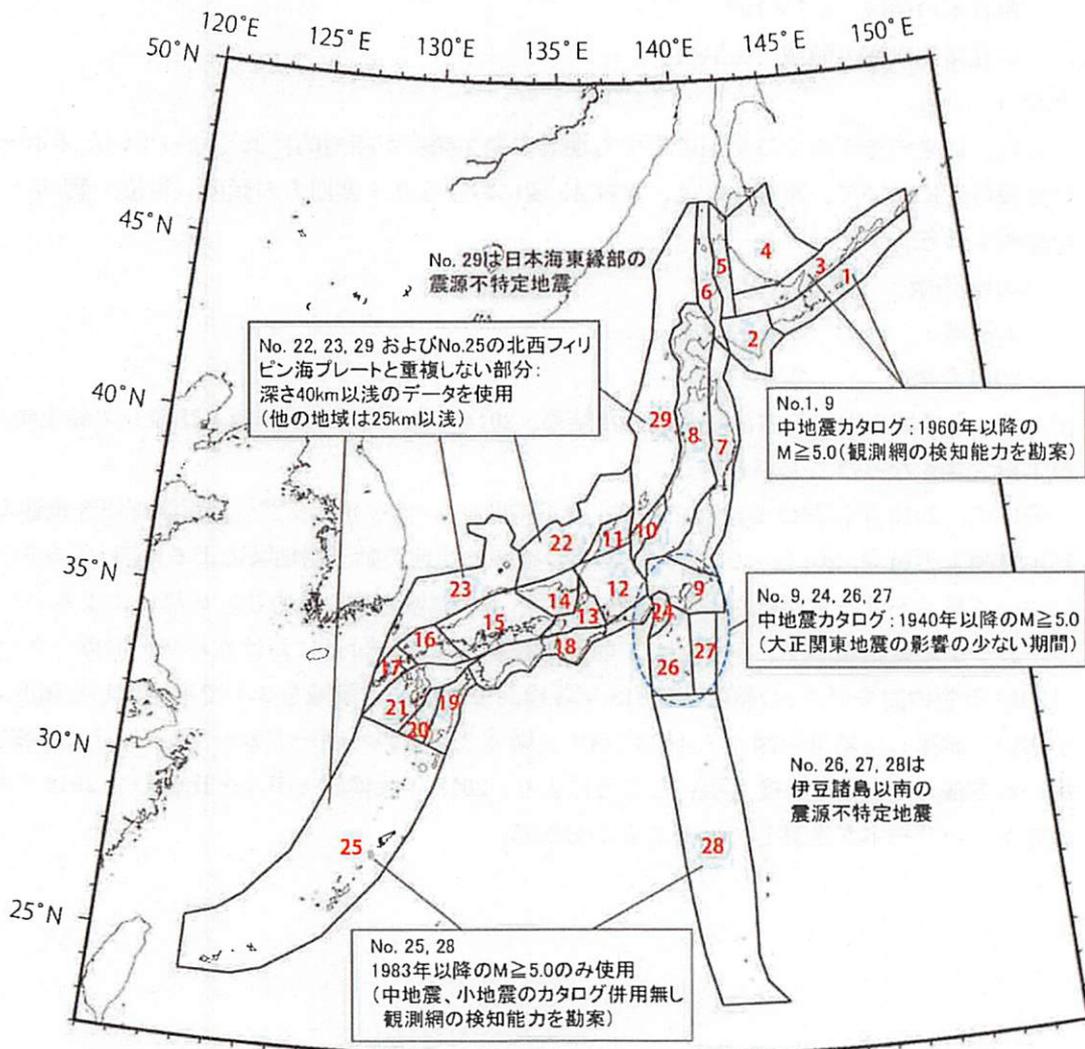


図 4.3.1-1 地域区分する方法で用いる地域区分

※赤文字は領域番号を示す。各領域での地震の規模別発生頻度を算出するために用いる地震カタログも併せて示す。

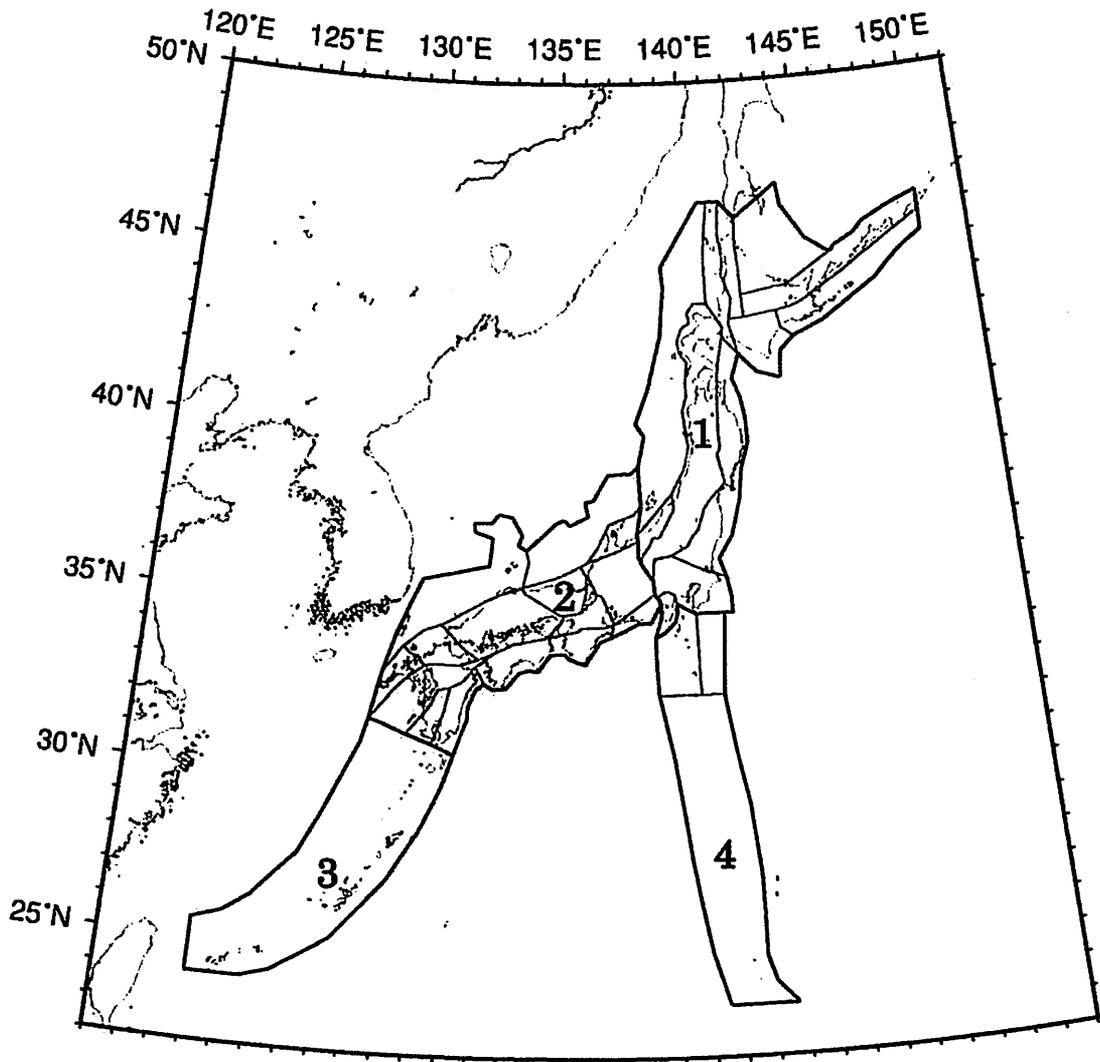


図 4.3.1-2 大領域の領域分け

太線は大領域の領域区分線、グレーの線は2013年における検討の検討モデルの領域区分線を示す。数字は領域番号を示す。

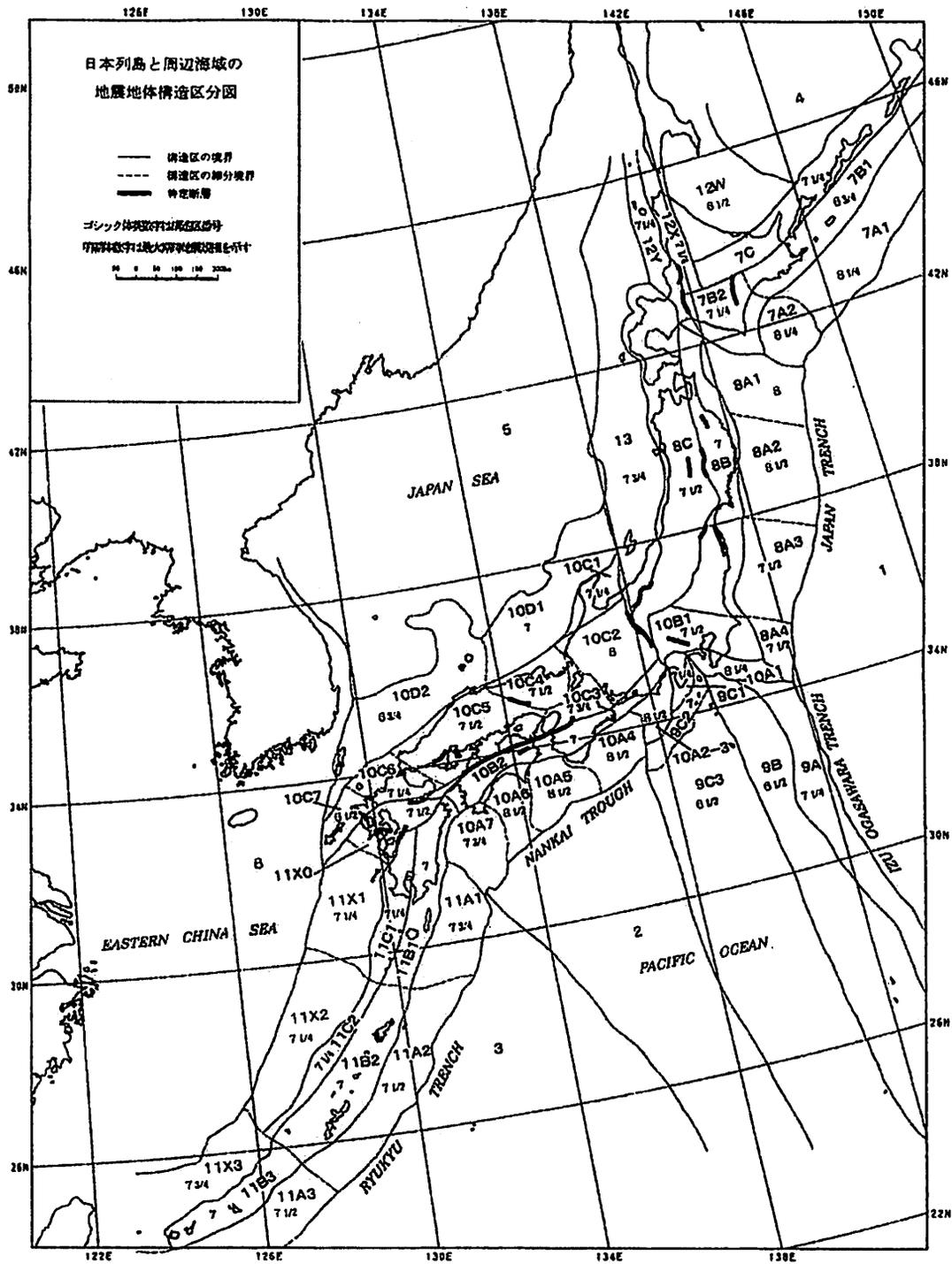
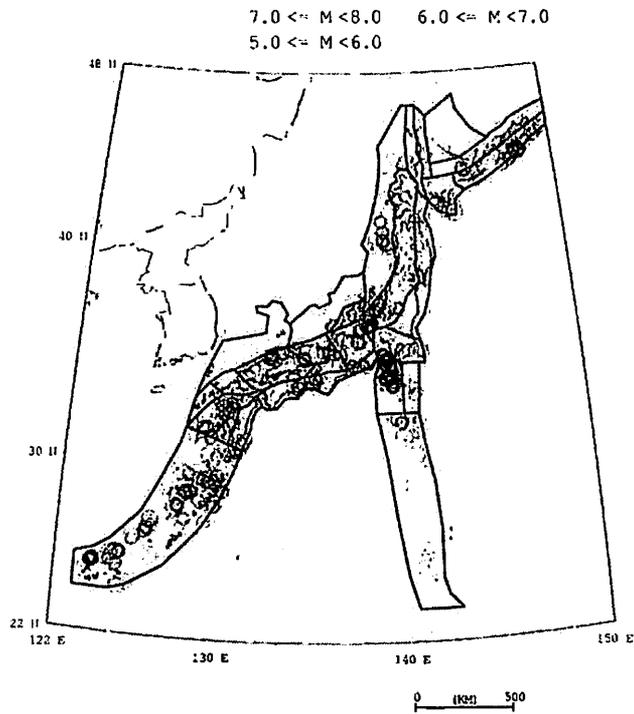
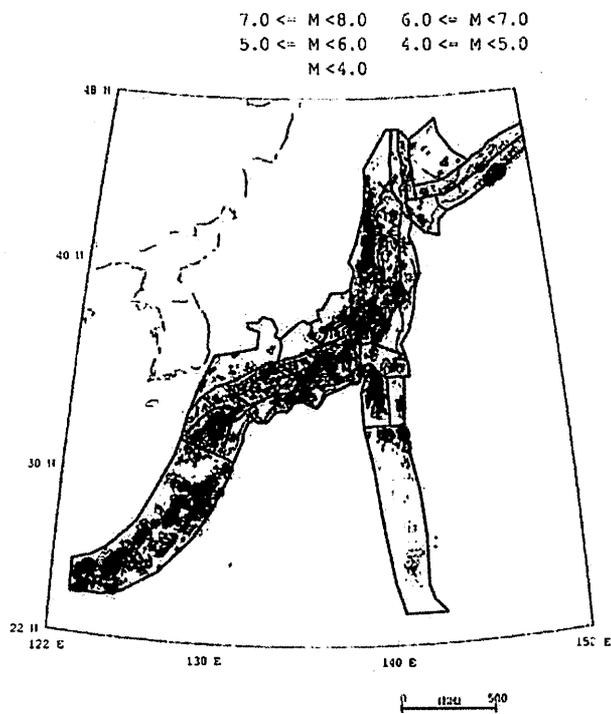


Fig. 1. Seismotectonic province map in and around the Japanese islands. Boldfaced sign is the symbol of province. Roman-type numeral represents the expected maximum earthquake magnitude (M_{max}) assigned to each province. Solid line: boundary between provinces. Broken line: boundary between subprovinces. Bar: the designated fault.

図 4. 3. 2-1 垣見・他(2003)による地震地体構造区分図 (新垣見マップ)



1926年～2010年、 $M \geq 5.0$



1983年～2010年、 $M \geq 3.0$

図 4.3.2-2 過去に発生した地震の震央分布

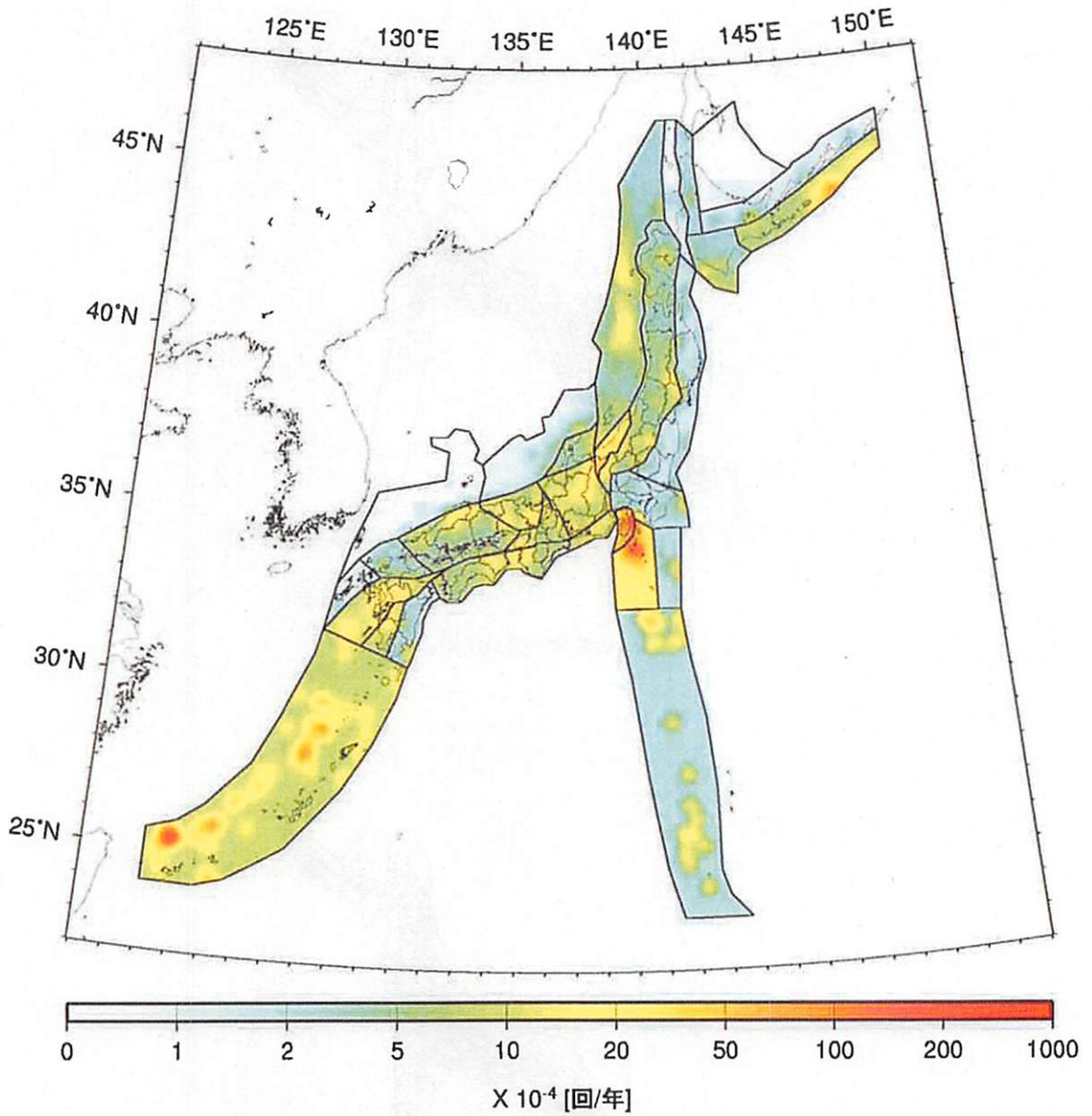


図 4.3.2-3 「地域区分する方法」と「地域区分しない方法」の2つを用いて求めた震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度

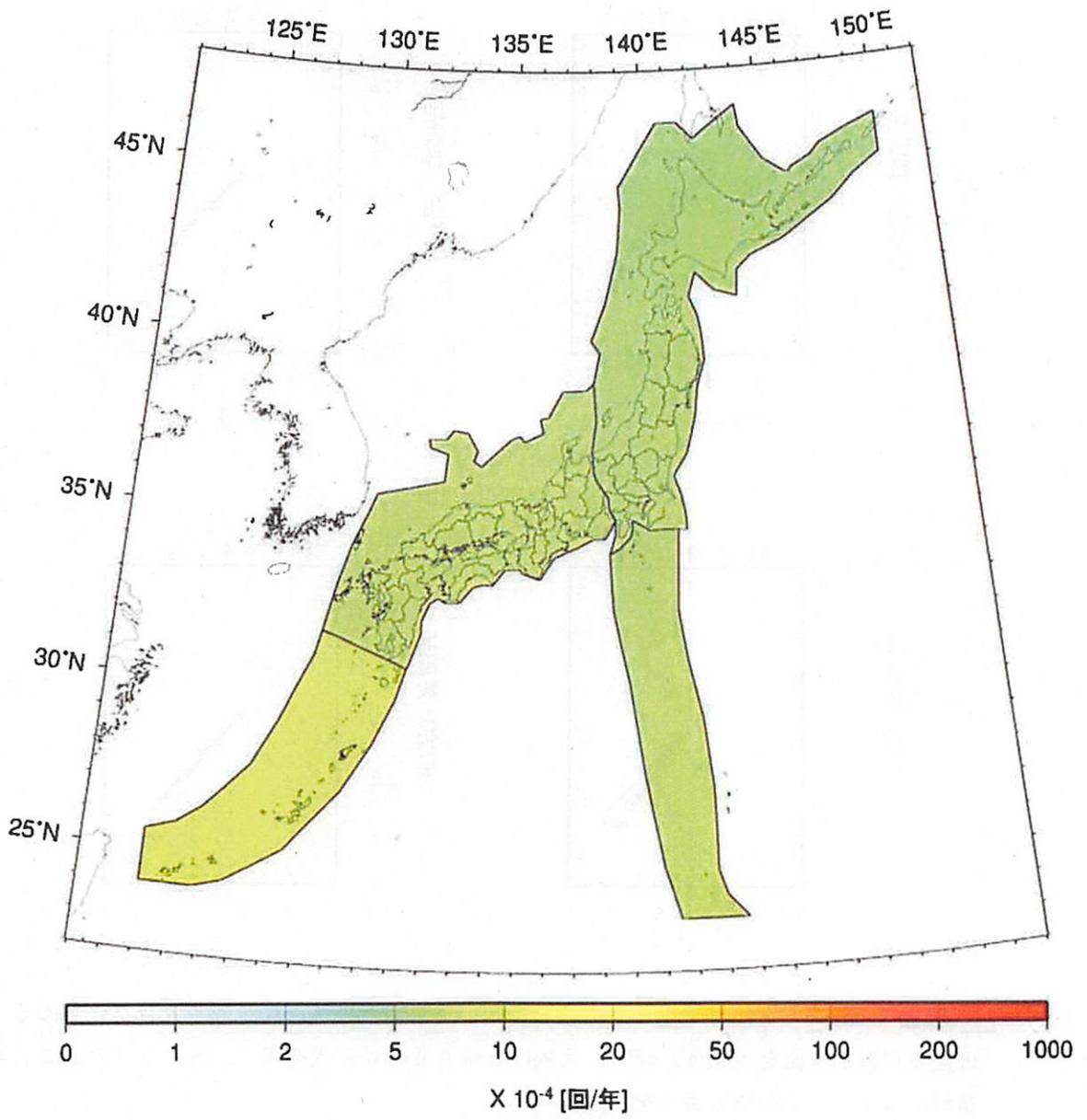


図 4.3.2-4 「大領域を用いる方法」を用いて求めた地震の発生頻度

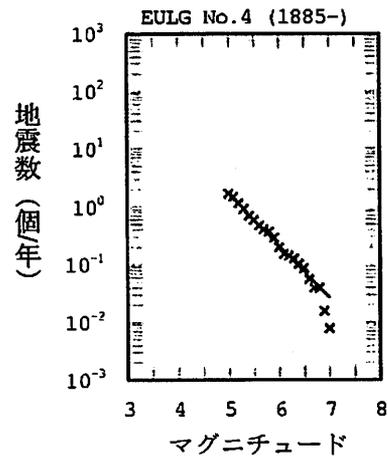
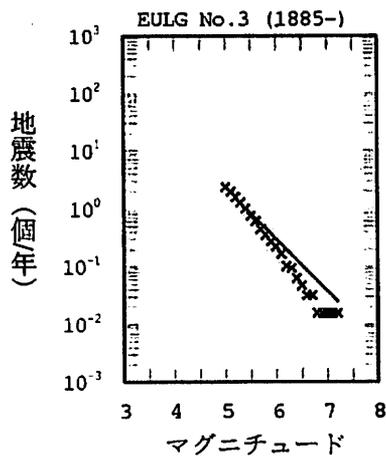
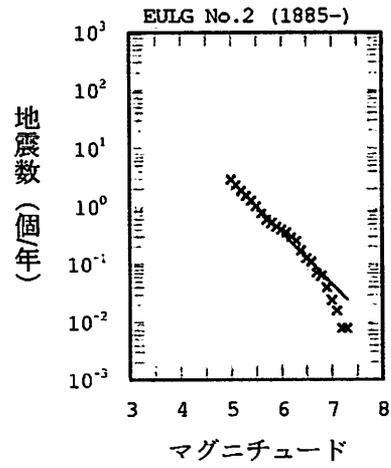
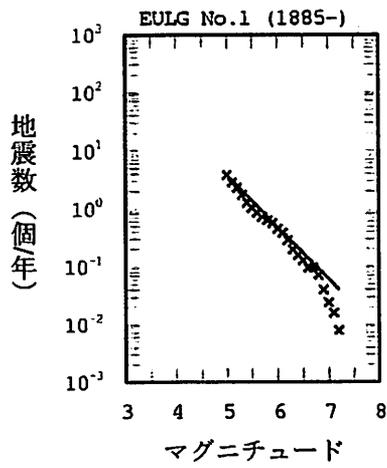


図 4.3.2-5 「大領域を用いる方法」を用いて求めた地震の中地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度(×印)。実線はb値0.9のG-R式を表す。各グラフの上に示す番号は図4.3.1-2の領域番号を示す。

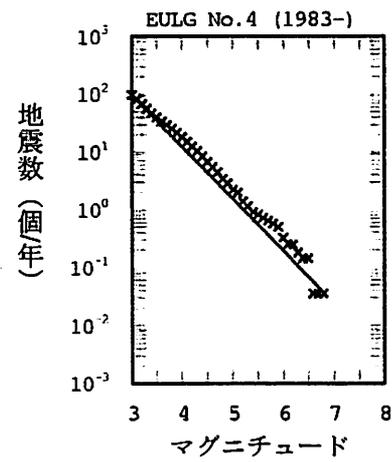
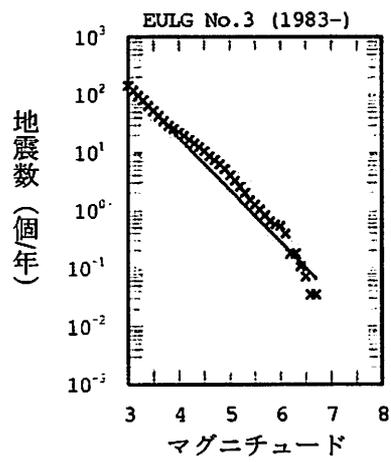
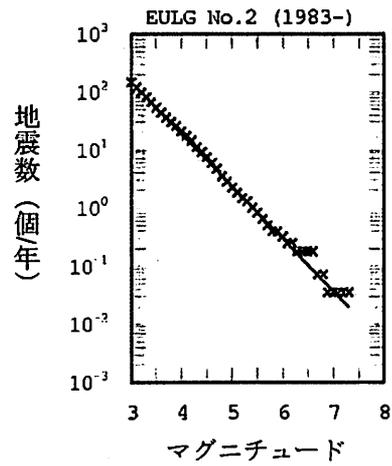
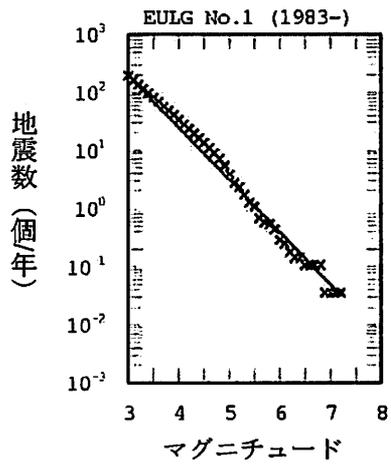


図 4.3.2-6 「大領域を用いる方法」を用いて求めた地震の小地震カタログに基づく地震の規模別累積頻度(x印)。実線はb値0.9のG-R式を表す。各グラフの上に示す番号は図4.3.1-2の領域番号を示す。

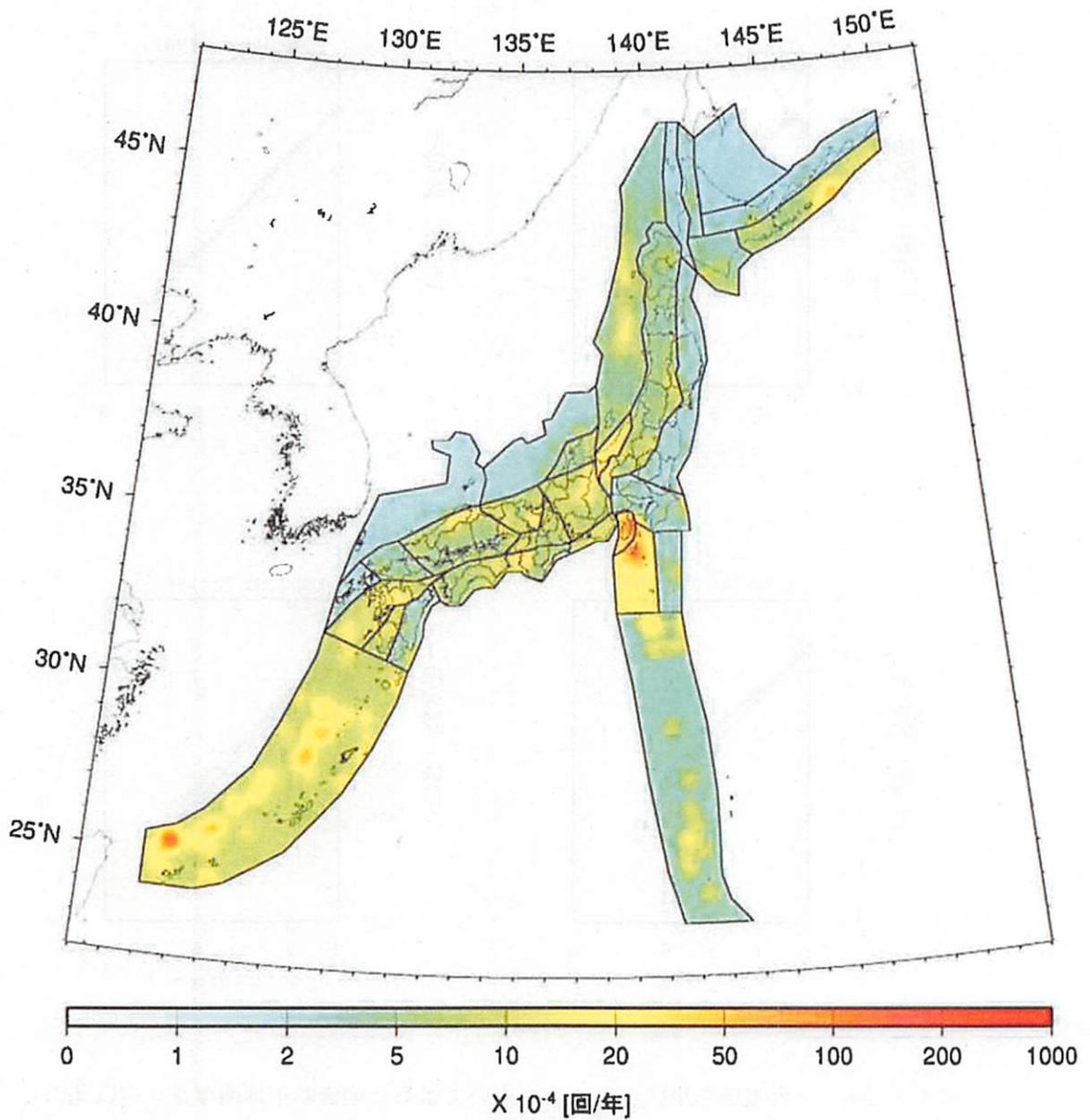


図 4.3.4-1 2014 年版モデルで用いる地震の発生頻度
 (「地域区分する方法」「地域区分しない方法」を用いて求めた地震の発生頻度と
 「大領域を用いる方法」を用いて求めた地震の発生頻度を 2:1 で平均して求めたもの)

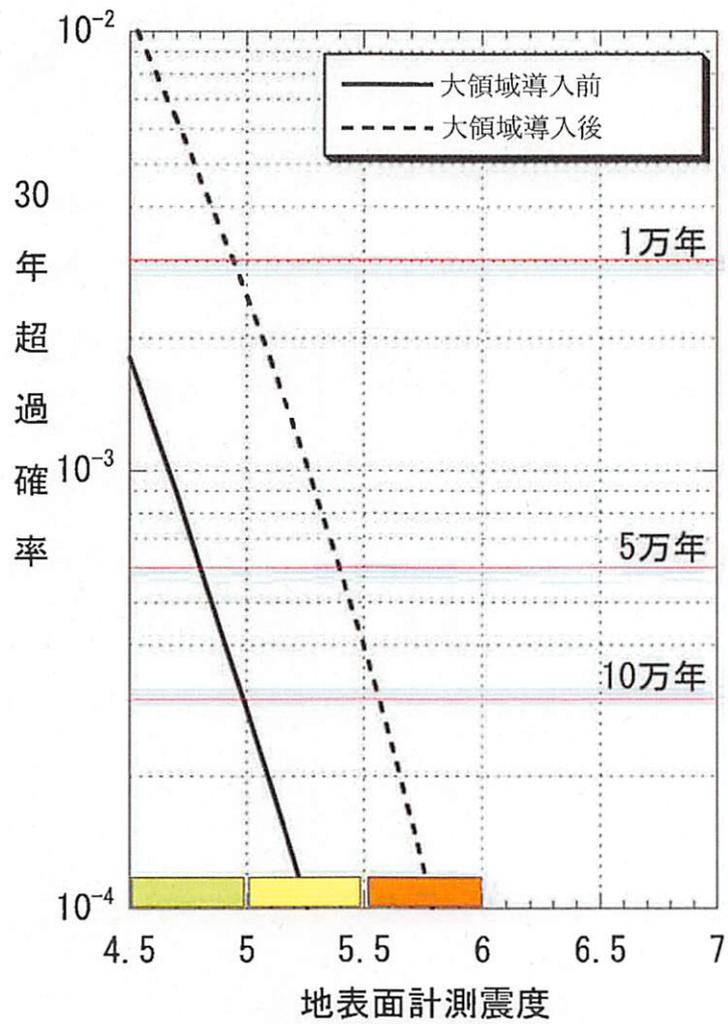


図 4.3.4-2 「大領域を用いる方法」の導入前後での結果の変化
 (北海道枝幸郡枝幸町付近におけるハザードカーブの比較)

<全国地震動予測地図 2010 年版のモデル>

- ・各地域区分における最大マグニチュードの値は、基本的に既往最大地震の規模としている。
- ・千島海溝沿い、南西諸島沿いの領域においてアウターライズの地震が考慮されていない。
- ・2014 年版のモデルでは震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として考慮している宮城県沖の地震と三陸沖南部海溝寄りの地震の 2 つを、繰り返し発生する地震として考慮している。
- ・2013 年における検討の従来モデル、2014 年版のモデルともに、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震のうち、マグニチュードが 7.6 以上の地震については、震源断層が大きくなるため、 $M7.5$ 以下の地震と異なる方法で震源断層を設定している。具体的には、それぞれの領域内に $80\text{km} \times 80\text{km}$ の矩形断層面をほぼ一様になるように配置し、そのいずれかで等確率で地震が発生するものとしている。全国地震動予測地図 2010 年版では、断層面の形状は $M7.6$ 以上の地震についても $M7.5$ 以下の地震と同じとしている。
- ・2014 年版のモデルでは震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として考慮している宮城県沖の地震と三陸沖南部海溝寄りの地震の 2 つを、繰り返し発生する地震として考慮している。
- ・「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）が反映されていない。

5.2 フィリピン海プレートで発生する地震

本節で対象とするのは、相模トラフ沿い、駿河湾から日向灘、および南西諸島にかけてのフィリピン海プレートで発生するプレート間地震およびプレート内地震である。

上記の領域で発生する地震の一部は、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）、「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d）、「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004b）で地震活動が評価されている。ここでは、これらの評価を参考にフィリピン海プレートの地震を以下のように大別して、地震活動の評価モデルの内容を記載する。

- (1) 長期評価された地震のうち、繰り返し発生する大地震
 - ・ 相模トラフ沿いの $M8$ クラスの地震
 - ・ 南海トラフの地震
- (2) 長期評価された地震のうち、震源が特定されていない地震
 - ・ 日向灘のプレート間地震
 - ・ 日向灘のひとまわり小さいプレート間地震
- (3) 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震

- ・ フィリピン海プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震

5.2.1 長期評価された地震のうち繰り返し発生する地震

5.2.1.1 相模トラフ沿いのM8クラスの地震

相模トラフ沿いで発生する大地震は、従来、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004b)に基づくモデル化が行われていた。従来の長期評価では大正型関東地震と元禄型関東地震の2つの大地震が評価されていたが、元禄型については今後30年あるいは50年の地震発生確率がほぼ0%であり、実質的には大正型関東地震の影響のみが反映されていた。

「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014b)では、過去に発生が知られている大正型および元禄型の関東地震の震源域だけでなく、相模トラフで沈み込むフィリピン海プレートで発生する可能性が否定できない大地震(M7.9~8.6)も考慮している。2014年版の地震活動モデルは、この新たな長期評価に基づき、相模トラフ沿いの地震活動モデルを全面的に改訂した。すなわち、相模トラフ沿いで発生するM8クラスの地震の評価対象領域として、大正型・元禄型関東地震の領域のみならず、南関東ほぼ全域を含む領域を設定し、将来発生するM8クラスの地震については、多様な地震の発生様式を考慮し、設定した領域の一部または全体が活動するモデルとしている。

改訂された長期評価では、「相模トラフ沿いのM8クラスの地震」と「プレートの沈み込みに伴うM7程度の地震」が評価されている。2014年版のモデルでは、「相模トラフ沿いのM8クラスの地震」を長期評価された地震のうち繰り返し発生する地震としてモデル化する。「プレートの沈み込みに伴うM7程度の地震」については、長期評価による発生頻度が当該領域のG-R式から推定される頻度と整合していることから、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震と統合してモデル化する(「5.2.2 長期評価された地震のうち震源が特定されていない地震」を参照)。また、震源断層の設定にあたっては相模トラフ沿いのフィリピン海プレートの形状に関する新たな知見を反映する。ここでは、「相模トラフ沿いのM8クラスの地震」のモデル化について述べる。

<地震発生確率>

これまでのモデルでは、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004c)による

平均発生間隔 : 200~400 年

ばらつき α : 0.17~0.24

について、ばらつき α は中央の値(0.21)を採用し、平均発生間隔は歴史記録より確実に把握されている大正関東地震と元禄関東地震の間隔(219.7年)としてきた。

新しい長期評価では、相模トラフ沿いの M8 クラスの地震の発生確率を、地形・地質データによる地震発生履歴を満足する時系列サンプルを BPT 分布に基づいて多数作成し、それらの時系列に基づく今後 30 年間の地震発生確率を調べることにより、ほぼ 0~5%としている。これまで、主要活断層帯についてはこのような大きな幅を持った地震の発生確率が示されることは珍しくなかったが、海溝型地震についてはなかった。このような大きなばらつきを持った評価結果をモデル化するにあたって、2014 年版の地震活動モデルでは、主要活断層帯に対して示してきた、地震の発生確率の最大値を用いる「最大ケース」を併せてモデル化することとした。ただし、今回、相模トラフ沿いで発生する M8 クラスの地震の「平均ケース」として用いる地震発生確率の評価手法は、主要活断層帯に適用している評価手法とは異なる。「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）概要資料」（地震調査研究推進本部事務局、2014）では、地形・地質データから推定される過去の地震の発生履歴を説明可能な、BPT 分布に従う乱数時系列を多数発生させ、それらの乱数時系列から計算される「今後 30 年間の地震発生確率」の分布を示している。この分布のうち、95%の信頼区間に含まれるものについて、平均値を計算すると 0.7%となることから、相模トラフの M8 クラスの地震の平均ケースの発生確率は、今後 30 年間で 0.7%とした。設定した相模トラフ沿いの M8 クラスの地震の発生確率を表 5.2.1.1-1 に示す。

<震源域>

「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2014b）では、フィリピン海プレート上面で発生するプレート間地震を長期評価の対象としているが、考慮しうる最大の規模の地震の発生領域（図 5.2.1.1-1 中の黒実線で示すハマグリ形の領域）のみが示され、南海トラフのような領域区分がなされていない。このため、地震動ハザード評価のための相模トラフ沿いの M8 クラスの地震の震源域の設定を行う。「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2014b）の評価対象領域の中に複数の地震の震源域を設定し、それぞれの震源域で発生する地震について、後述する「重み」を適用することにより、長期評価でも述べられている相模トラフ沿いで発生する M8 クラスの地震の多様性を考慮することとする。相模トラフ沿いで過去に発生した大地震のうち、震源域がある程度明らかなものは、大正関東地震と元禄関東地震の 2 地震のみである。そこで、以下の仮定に基づき、大正関東地震から最大クラスの地震まで合計 10 種類の震源域を設定する。各地震の震源域を図 5.2.1.1-1 に示す。

- 1) フィリピン海プレート上面深さ 10km および 30km を境界として、深さ方向に「浅部」「中部」「深部」に 3 分割する。
- 2) 東西方向には「浅部」と「中部」を大正関東地震の震源域の東端付近を境界として 2 分割する。「深部」は分割しない。
- 3) 上記 1) と 2) で分割された 5 つの領域が単独または隣接する領域の組み合わせにより、想定震源域を設定する。ただし、「浅部」と「深部」はそれぞれ単独では活動せ

ず、常に「中部」と同時に活動すると仮定する。

- 4) 首都直下地震モデル検討会（2013）の「元禄地震」および「房総半島の南東沖で想定されるタイプの地震」が上記の組み合わせに含まれないことから別途設定する。
- 5) 各震源域で発生する地震の規模は、領域の面積から平均応力降下量3MPaを仮定して設定する。

なお、南関東地域のフィリピン海プレートの形状は、「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」（文部科学省・東京大学地震研究所，2012）をはじめとした最近の調査・研究等により得られた新たな知見が取り入れられた新しいモデルとしており、従来用いていたIshida（1992）に基づくモデルと比べてプレート上面深さが浅くなっている。

このうち、既往研究等による大正関東地震の震源域は図 5.2.1.1-1 の No.1（あるいは No.2）と対応するが、元禄関東地震の震源域と対応するものが無い。そこで、首都直下地震モデル検討会（2013）による元禄地震の震源域を追加し、併せて房総半島南東沖（元禄―大正）も追加する（図 5.2.1.1-1 の No.5, 10）。これにより、図 5.2.1.1-1 に示す No.1～No.10 の震源域が設定される。地震の規模は各領域の面積より平均応力降下量を 3MPa として設定している。

なお、領域内におけるフィリピン海プレート上面の深さは、全国1次地下構造モデル(暫定版) (Koketsu *et al.*, 2008)に「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」（文部科学省・東京大学地震研究所，2012）の成果の一部を取り入れたデータに基づき設定しており、図 5.2.1.1-1 に示した震源断層はプレートの上面に沿っている。

<それぞれの震源域で発生する地震に与える重み>

次の地震がどの震源域の地震となるかは、設定した10の震源域に対して、発生確率（あるいは発生頻度）に関する長期評価を参照して重み（相対的な確率）を仮定することでモデル化する。ただし、相模トラフ沿いの地震は南海トラフの地震と比較して過去の地震の情報が少ないことから、重みは以下の手順で定める。

まず、10の震源域で発生する地震を以下の3つのグループに分類する。

- | | |
|----------------------|------------|
| ①大正関東地震と同等の震源域をもつ地震： | No.1, No.2 |
| ②房総半島南東沖の領域（のみ）の地震： | No.3～No.5 |
| ③元禄関東地震相当またはそれ以上の地震： | No.6～No.10 |

ここで、②は、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）において、この領域単独で地震が発生した痕跡は見つかっていないが、地殻変動データに基づき、ひずみが蓄積している可能性が指摘されている領域である。

このように領域分けを行った上で、グループ①～③に重み付けを行うにあたり、以下を考慮する。

- ・長期評価を踏まえ、①の地震と②の地震が180～590年間隔で発生しているとする。ただし、ここでは、重みの計算をするため、180～590年間隔の代表値を378

年とする。なお、378 年は、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）の説明文の表 4-2 のケース(ii)において示されている地形・地質データに基づいて、モンテカルロシミュレーションにより求めた M8 クラスの地震の平均発生間隔である。

- ・過去に発生した証拠が無いことから①の重みを大きくし、①の地震と②の地震の発生確率（重み）を 1:3 とする。
- ・これまで元禄型関東地震として考慮されてきたグループ③の地震の平均発生間隔が「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）において 2300 年間隔とされていること、グループ①と②の地震の発生間隔の代表値が 378 年であることから、地震の発生確率（重み）を、①と②の地震：③の地震=6:1 とする。

以上のことから、最終的にグループ間の重みを①：②：③=6：2：1 と設定する。さらに、

- ・グループ内の「重み」は、各地震の規模に基づき b 値が 0.9 の G-R 式に従って配分する。このとき、規模に「抜け」がある場合、その分は G-R 式に従ってその分は他の規模に等分配する。具体的には、対象とする①～⑩の 10 地震に含まれない M8.1 の地震に割り当てられる頻度は、M8.0 の 2 地震と M8.3 の 1 地震に 1/3 ずつ再配分している。

このようにして設定した地震発生パターンと付与する重みの概要を表 5.2.1.1-2 に示す。

<補足> グループ内の地震の重みづけに用いる G-R 式について

相模トラフ周辺では、陸側のプレートの下にフィリピン海プレートと太平洋プレートが沈み込んでおり、地下構造と地震の発生状況が複雑である。フィリピン海プレートで発生する地震の規模別発生頻度を G-R 式で評価するにあたっては、さまざまな場所で発生する地震の震源データからフィリピン海プレートで起こっている地震を抽出する必要がある。ここでは、「全国地震動予測地図」2010 年版の確率論的地震動予測地図（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2010f）で用いられているものと同様の方法により、機械的に地震を分離することとする。具体的には、図 5.2.1.1-2 に模式的に示すように、

- ・陸域の浅い地震の活動域内で発生した深さ 25km 以浅の地震のうちフィリピン海プレート上面より浅い地震を陸域の浅い地震とみなす。
- ・残った地震のうち、太平洋プレートの上面より 5km 浅いところを境界に、それより深い地震を太平洋プレートの地震とみなす。
- ・それ以外の地震をフィリピン海プレートの地震とみなす。

という手順によっている。従来の分離の方法との違いは、25km 以浅の地震であってもフィリピン海プレート上面深さ以下の地震をフィリピン海プレートの地震に分類するよう変更した点である。

ここで対象とする震源データは、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価における中地震データと小地震データであるが、中地震データは、関東地震の影響が少なくなる1940年以降のものを使用する。すなわち、1940年～2010年の気象庁の震源データ ($M \geq 5.0$) と1983年～2010年の気象庁の震源データ ($M \geq 4.0$) を用いる。上記の手順で分離されたフィリピン海プレートの地震の震源データを図5.2.1.1-3に示す。

図5.2.1.1-4は、中地震および小地震のデータに基づく規模別発生頻度と、 b 値を0.9に固定したG-Rの関係である。すでに示した①、②、③の3つのグループ内の各地震の重みはこれに基づいて設定する。これまでに示した、グループ間の重み、グループ内の地震ごとの重みに従って相模トラフで発生するM8クラスの地震の発生確率を10個の地震に分配する。これにより相模トラフで発生する個々の大地震の発生頻度を算定した結果を表5.2.1.1-2の最右列に示す。なお、地震動評価における距離減衰式の適用では、全てプレート間地震とする。このようにして設定した地震発生パターンと付与する重みの概要についても表5.2.1.1-2に示す。

表5.2.1.1-1 相模トラフ沿いのM8クラスの地震の発生確率

	長期評価	設定モデル	
		平均ケース	最大ケース
30年発生確率	ほぼ0～5%	0.7%	5.1%
50年発生確率	ほぼ0～10%	1.6%	9.7%

(注) 地震発生確率は2014年1月からの値。

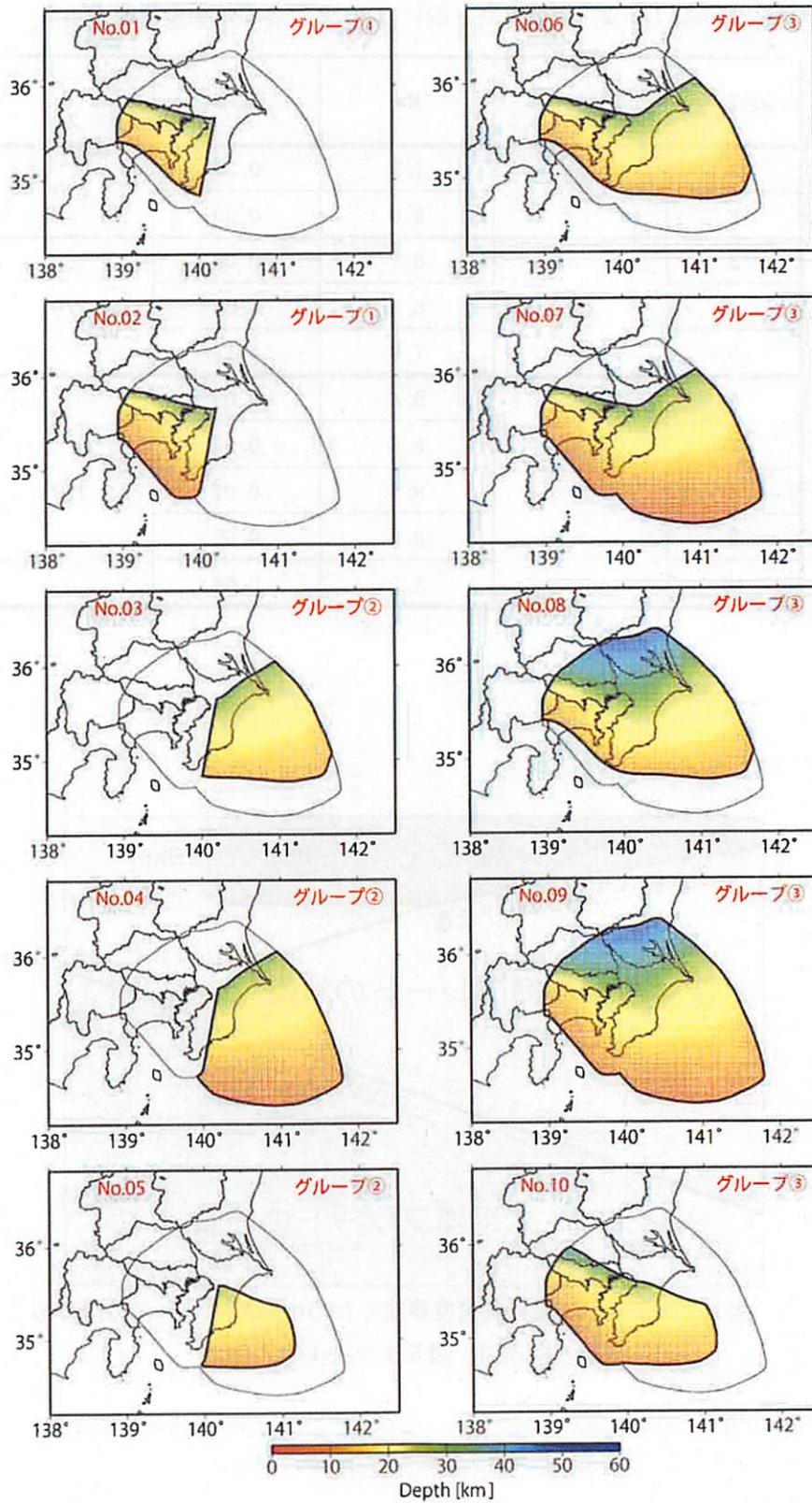


図 5.2.1.1-1 相模トラフ沿いで設定した M8 クラスの地震の震源域

表 5.2.1.1-2 相模トラフ沿いの M8 クラスの地震の規模と重み

領域No.	グループ	Mw	重み	グループの重み
1	①	7.9	0.37	6/9
2		8.0	0.30	
3	②	8.2	0.06	2/9
4		8.3	0.05	
5		7.9	0.11	
6	③	8.4	0.03	1/9
7		8.5	0.01	
8		8.5	0.01	
9		8.6	0.02	
10		8.2	0.04	

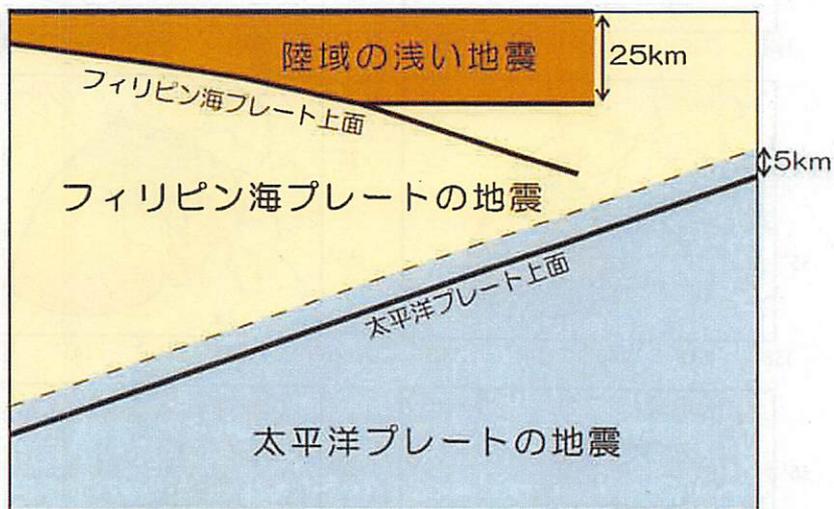
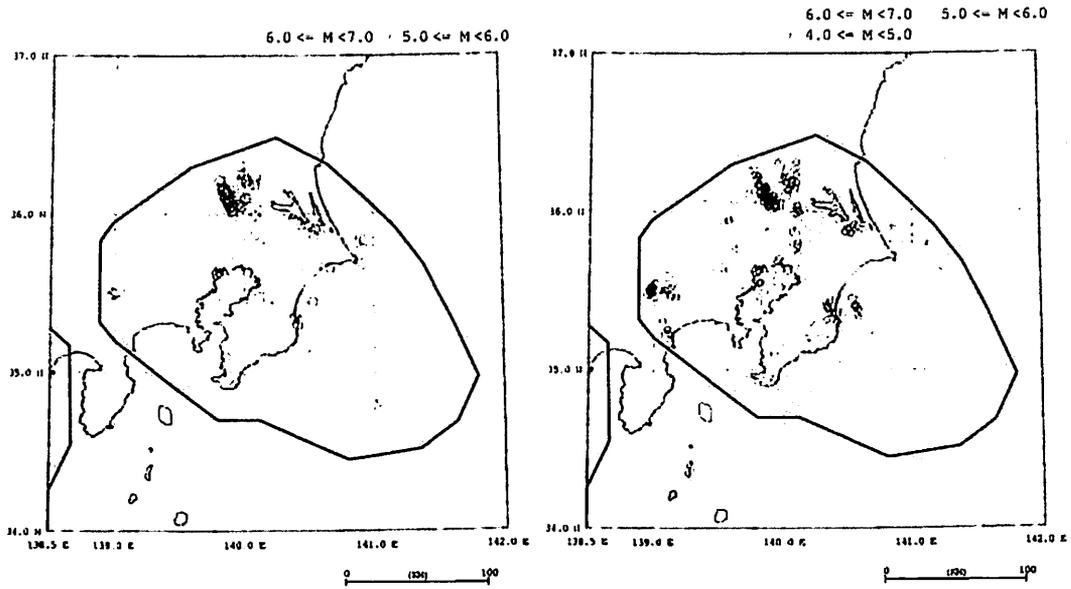


図 5.2.1.1-2 地震発生頻度算定のための震源データの分離方法
(模式図、図 5.1.3.1-1 の再掲)



(a) 中地震カタログ (1940年～、 $M \geq 5.0$) (b) 小地震カタログ (1983年～、 $M \geq 4.0$)

図 5.2.1.1-3 対象領域内の地震の震央分布

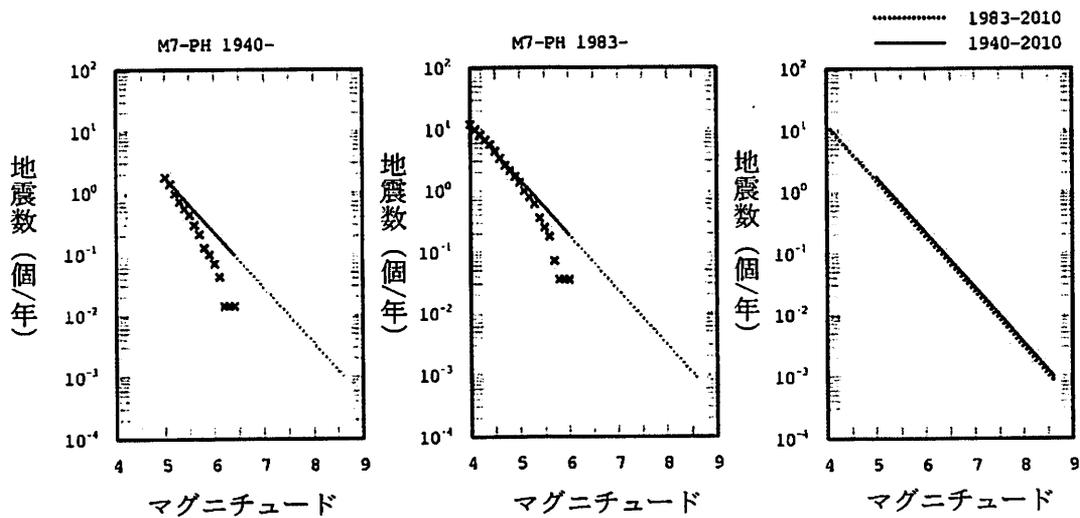


図 5.2.1.1-4 対象領域で発生する地震の規模別累積発生頻度
 ×印はデータ、実線はデータに基づく b 値 0.9 の G-R 式

<2013年における検討の従来モデル>

- ・2013年における検討の従来モデルでは、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004c）に基づき、繰り返し発生する地震として元禄型関東地震と大正型関東地震の2つを考慮している。しかしながら、元禄型関東地震の発生確率はほぼ0%であるため、実質的にモデル内で考慮されているのは大正型関東地震のみである。また、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004c）の「その他南関東におけるM7クラスの地震」を、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化している。
- ・2014年版のモデルでなされたフィリピン海プレートのモデルの形状の変更がされていない。
- ・25km以浅の地震は、フィリピン海プレート上面深さ以下の地震であっても陸域の浅い地震としてモデル化。

<全国地震動予測地図2010年版のモデル>

- ・2013年における検討の従来モデルと同じ。

5.2.1.2 南海トラフの大地震

南海トラフの大地震のモデル化は、東北地方太平洋沖地震を踏まえた新たな長期評価である「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d）を踏まえて行った。

南海トラフ沿いで発生する大地震については、従来、「南海トラフの地震の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2001b）ならびに「中央防災会議・東海地震に関する専門調査会報告」（中央防災会議・東海地震に関する専門調査会，2001）に基づくモデル化が行われていたが、その後得られた知見を踏まえて、平成25年5月に「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d）が公表されたことから、2013年における検討の従来モデルからこの長期評価の改訂が反映されている。「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d）では南海トラフ全体を一つの領域として評価しており、将来発生する地震像として多様なパターンがあるとしていることから、この考えに準拠したモデルとしている。

南海トラフの地震の発生モデルは、以下の方針に基づき設定する。

<地震発生確率>

- ・南海トラフで将来地震が発生する確率は、長期評価で示されている時間予測モデルに準拠して設定する。

<震源域>

- ・ 南海トラフの地震の震源域を図 5.2.1.2-1 に示す。震源域は、「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013d)ならびに「南海トラフの巨大地震モデル検討会中間とりまとめ」(南海トラフの巨大地震モデル検討会, 2011)を参考に、最大クラスの地震までを含む領域を対象とする。
- ・ 領域を、東西方向には、西から①日向灘(長期評価の Z)、②南海(長期評価の A, B)、③東南海(長期評価の C, D)、④東海(長期評価の E)の4つに分ける。また、南北(深さ)方向には、固着が強いとされる領域(深さ 10~約 25km)を中心に、それより浅い領域(0~10km)と深い領域(約 25km~)も考慮する。

<地震の発生パターン>

- 多様な地震発生のパターンを考慮し、次の地震のパターンについて複数のパターンが考えられる場合には、各パターンに確率あるいは重みを付けて評価する(全てのパターンに十分な根拠を持って確率を付与することができず仮定を含むものであるため、ここでは「重み」との表現を使用している)。
- 地震のパターンは、過去に発生した地震の震源域のパターンを参照して設定する。具体的には、以下のような取り扱いとしている。
 - ・ 複数の領域が連動して1つの地震として発生する場合と2つの地震が短期間に続発する場合の2通りを考え、1地震となる確率と2地震となる確率は0.5ずつとする。これは、「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2013d)で示されている南海トラフで過去に起きた大地震の震源域の時空間分布において、おおよそ半分が、「2つに分かれて発生」していることを踏まえたものである。
 - ・ 2地震が続発する場合の震源域は、南海と東南海の境界でのみ分かれるものとし、日向灘、東海のそれぞれの領域で単独で発生する地震は考えない。
 - ・ 東南海の領域が破壊した時に、東海の領域まで破壊が及ぶ確率は0.75とする。
 - ・ 4つの領域が連動する最大クラスの地震については、約2000年前に宝永地震よりも大きな津波が発生した可能性が示されていることから、0.05(20回に1回)とする。
- 日向灘を震源域として含む発生パターンとしては、
 - ① 「最大クラス」
 - ② 「日向灘+南海、東南海+東海(2つの地震が発生)」
 - ③ 「日向灘+南海+東南海」
 - ④ 「日向灘+南海、東南海(2つの地震が発生)」の4通りを考慮しているが、過去数百年間の発生パターンでは、震源域が日向灘の領域に達したという明確な記録はない。そこで、
 - ・ 「最大クラス」を0.05(20回に1回)としたことから他のパターンの確率も0.05と仮定

- ・東海を含まない③と④のパターンで日向灘まで破壊する可能性は低いと考え、それぞれ半分の確率 (0.025) を仮定

により、日向灘まで破壊が及ぶ確率は、0.15

(①+②+③+④=0.05+0.05+0.025+0.025=0.15) と設定する。

南海トラフの地震の震源域を図 5.2.1.2-1 に、諸元を表 5.2.1.2-1 にそれぞれ示す。地震の発生確率の評価にあたっては、平均発生間隔は長期評価で示されている時間予測モデルに基づき 88.2 年、最新発生時期は 68.0 年前、BPT 分布のばらつき α は 0.22 と設定している。また、地震発生パターンと、各パターンに付与する重みの概要を表 5.2.1.2-2 に、詳細を表 5.2.1.2-3 に示す。表 5.2.1.2-3 は、地震発生パターンを個々の地震について示したものであり、地震規模と震源域の深さ方向の情報を併せて示している。個々の地震の設定は、以下の方針に基づいている。

- ・ 1 地震の場合には、固着が強い中央部（深さ 10～約 25km）が破壊する場合に加えて、深さ 10km 以浅の領域、および深さ約 25km 以深の領域に破壊が及ぶ場合も考え、各パターンに均等の重みを付与する。ただし、深さ約 25km 以深にも破壊が及ぶのは、4 つの震源領域全てが一度に破壊する場合のみとする。
- ・ 2 地震の場合は、固着の強い中央部（深さ 10～約 25km）が破壊するパターンのみを考慮する。
- ・ 分割した各震源断層の M_w は、想定されている最大クラスの地震の M_w と震源域の面積と個々の震源域との面積比から算出する。この際、深さ 10km 以浅の領域を含む場合には南海トラフの巨大地震モデル検討会(2011)の津波計算モデル（東西方向と深さ方向の全領域）を、深さ 10km 以浅の領域を含まない場合には南海トラフの巨大地震モデル検討会(2011)の強震動計算モデル（東西方向の全領域で深さは 10km 以深）を基準としている。

これらに基づいて設定した個々の地震の震源領域を図 5.2.1.2-2 に示す。

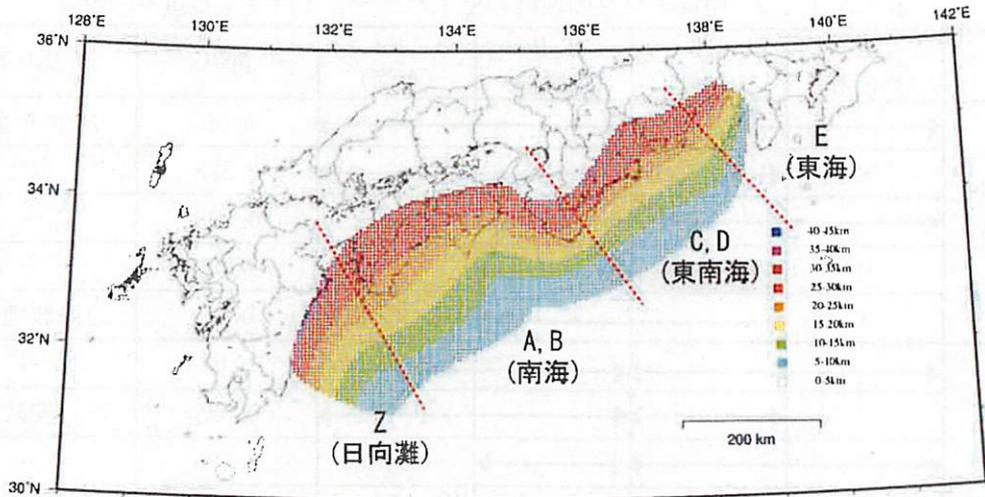


図 5.2.1.2-1 南海トラフの地震の震源断層モデルと震源領域

表 5.2.1.2-1 南海トラフの地震の諸元

	長期評価	設定モデル
30年発生確率	60%~70%	67%
50年発生確率	90%程度以上	91%
マグニチュード	M8~9クラス	Mw8.2~9.1
震源域	想定震源域の位置を図示	長期評価の想定震源域に整合する固有の断層面を設定

(注) 地震発生確率は2014年1月からの値。設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=88.2年、最新発生時期=68.0年前(2014年1月時点)、ばらつき $\alpha=0.22$ (0.20と0.24の中央値)とし、発生間隔がBPT分布に従うと仮定した。また $M_w=M_j$ と仮定した。

表 5.2.1.2-2 南海トラフの地震の発生パターンと付与する重みの概要

	Z (日向灘)	A, B (南海)	C, D (東南海)	E (東海)	重み	過去の地震
1 地震 (0.5)	←————→	←————→	←————→	←————→	0.05	2000 年前?
	×	←————→	←————→	←————→	0.325	宝永
	←————→	←————→	←————→	×	0.025	—
	×	←————→	←————→	×	0.05	—
	×	←————→	←————→	×	0.05	(津波地震)
2 地震 (0.5)	←————→	←————→	←————→	←————→	0.05	—
	×	←————→	←————→	←————→	0.325	安政
	←————→	←————→	←————→	×	0.025	—
	×	←————→	←————→	×	0.10	昭和
	0.15	1.0	1.0	0.75	1.0	

- ・表中の A~Z は図 5.2.1.2-1 に示す震源領域を示す。
- ・地震のパターンのうち、津波地震を除く 4 つのパターンの場合には、深さ方向にどこまで破壊が及ぶかによって複数のケースを考慮し、それらに対して重みを均等に割り振る。この際、深い領域まで破壊が及ぶのは、4 領域がすべて連動した場合のみとする。
- ・2 地震の場合には、深さ 10~25km 程度の固着の強い領域が破壊する場合のみとする。

表 5. 2. 1. 2-3 南海トラフの地震の発生パターンと付与する重みの詳細

	Z (日向 灘)	A, B (南海)	C, D (東南 海)	E (東海)	重み	Mw	深さ タイプ	No.		
1 地震				→	0.0125	8.8	①	1	-	
				→	0.0125	9.0* ¹	②	2	-	
				→	0.0125	9.0	③	3	-	
				→	0.0125	9.1* ²	④	4	-	
	×	←		→	0.1625	8.7	①	5	-	
	×	←		→	0.1625	8.9	③	6	-	
				→	×	0.0125	8.8	①	7	-
				→	×	0.0125	9.0	③	8	-
	×	←		→	×	0.025	8.7	①	9	-
	×	←		→	×	0.025	8.9	③	10	-
	×	←		→	×	0.05	8.4	⑤	11	-
2 地震		←	←	→	0.05	8.7, 8.3	①	12	13	
	×	←	←	→	0.325	8.5, 8.3	①	14	13	
			←	→	×	0.025	8.7, 8.2	①	12	15
	×	←	←	→	×	0.1	8.5, 8.2	①	14	15
	0.15	1.0	1.0	0.75	1.0					

No. に示す数字は、図 5. 2. 1. 2-2 に示す各発生パターンを示す。

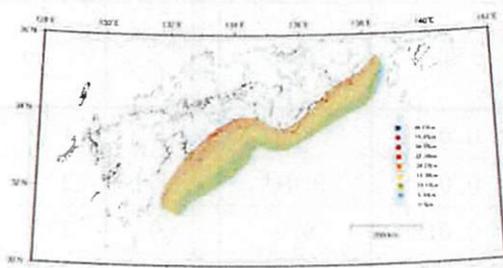
深さタイプ：①：深さ 10～25km 程度の震源域 ②：深さ 10～40km 程度の震源域

③：深さ 0～25km 程度の震源域 ④：深さ 0～40km 程度の震源域

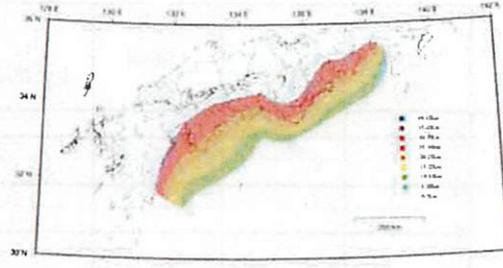
⑤：深さ 0～10km 程度の震源域

※1：南海トラフの巨大地震モデル検討会 強震動計算モデルのマグニチュード

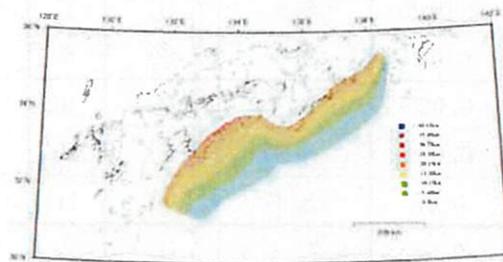
※2：南海トラフの巨大地震モデル検討会 津波計算モデルのマグニチュード



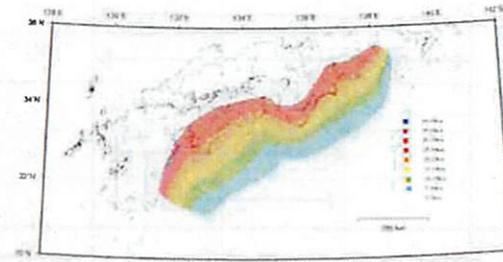
(a) No. 1 (*Mw* 8.8)



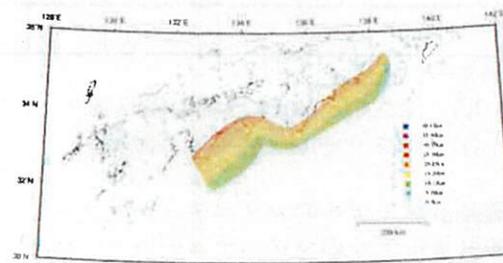
(b) No. 2 (*Mw* 9.0)



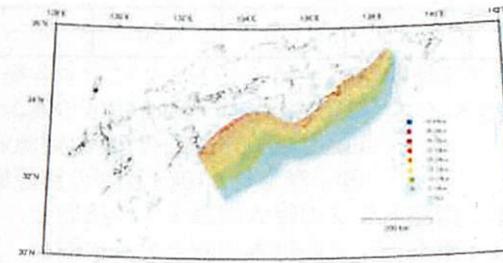
(c) No. 3 (*Mw* 9.0)



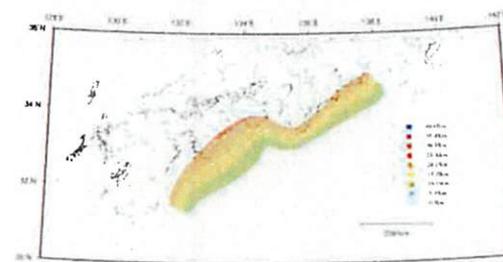
(d) No. 4 (*Mw* 9.1)



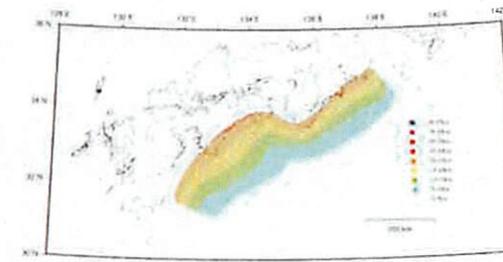
(e) No. 5 (*Mw* 8.7)



(f) No. 6 (*Mw* 8.9)

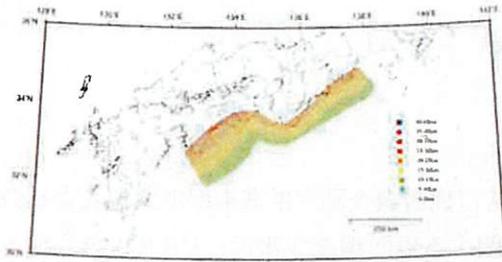


(g) No. 7 (*Mw* 8.8)

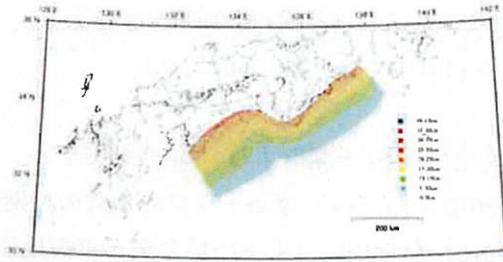


(h) No. 8 (*Mw* 9.0)

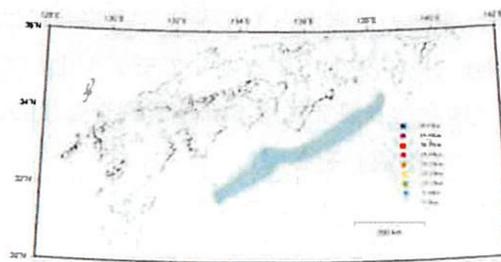
図 5. 2. 1. 2-2 南海トラフの地震の震源断層(その 1)
 図中の番号は、表 5. 2. 1. 2-3 に示す No. (各発生パターンを示す番号) を示す。



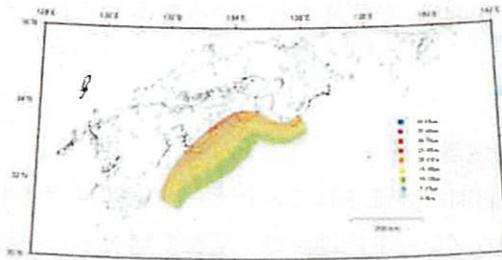
(i) No. 9 (M_w 8.7)



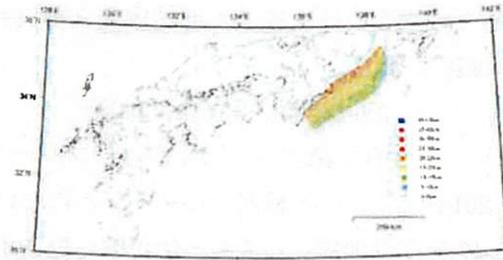
(j) No. 10 (M_w 8.9)



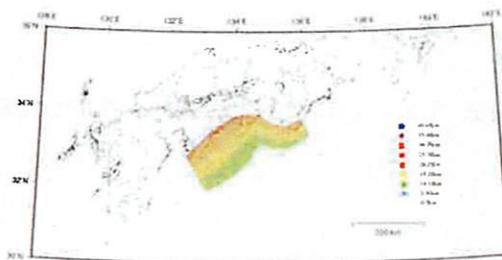
(k) No. 11 (M_w 8.4)



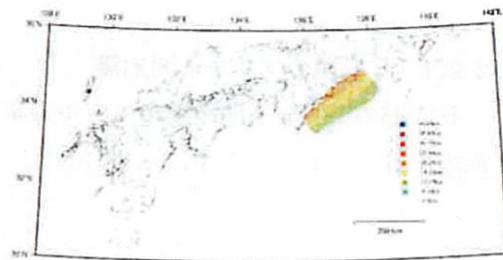
(l) No. 12 (M_w 8.7)



(m) No. 13 (M_w 8.3)



(n) No. 14 (M_w 8.5)



(o) No. 15 (M_w 8.2)

図 5.2.1.2-2 南海トラフの地震の震源断層(その2)

図中の番号は、表 5.2.1.2-3 に示す No. (各発生パターンを示す番号) を示す。

<2013年における検討の従来モデル>

2014年版のモデルと同じ。

<全国地震動予測地図 2010年版のモデル>

2010年版では、「南海トラフの地震の長期評価」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2001b)ならびに「中央防災会議・東海地震に関する専門調査会報告」(中央防災会議・東海地震に関する専門調査会, 2001)に基づき、南海トラフの地震として、南海地震, 東南海地震, 想定東海地震およびそれらが連動する場合についてモデル化している。南海地震, 東南海地震, 想定東海地震は経時的にそれぞれ独立に別個の更新過程に従って発生すると仮定し、対象とする期間に複数の地震がともに発生する場合には、あらかじめ定められた確率でそれらの地震が連動(同時発生)するとしてモデル化している(詳細は、「全国地震動予測地図技術報告書」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2009h)の「3.3.2 海溝型地震」の「(1)南海トラフの地震」を参照)。

5.2.2 長期評価された地震のうち震源が特定されていない地震

ここでモデル化の対象とするのは、「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004b)で言及されている地震のうち、以下の地震である。

- ・ 日向灘のプレート間地震
- ・ 日向灘のひと回り小さいプレート間地震

2013年における検討の従来モデルにおいて個別に評価されていたその他南関東で発生するM7程度の地震、安芸灘～伊予灘～豊後水道のプレート内地震は、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として評価している。上記2つの日向灘の地震の扱い方については、従来通りである。

5.2.2.1 日向灘のプレート間地震

日向灘のプレート間地震のモデルの諸元を表5.2.2.1-1に示す。また、設定した断層面の位置を図5.2.2.1-1に示す。

表 5.2.2.1-1 日向灘のプレート間地震の諸元

	長期評価	設定モデル
30年発生確率	10%程度	14%
50年発生確率	20%程度	22%
マグニチュード	M7.6前後	Mw7.6
震源域	想定震源域の位置を図示	領域内に長さ65km×幅65km(M7.6相当)の矩形の断層面(断層数10)をプレート境界に沿って並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定した。

(注) 設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=200年(400年間に2回)のポアソン過程を仮定した。また $M_w=M_j$ と仮定した。

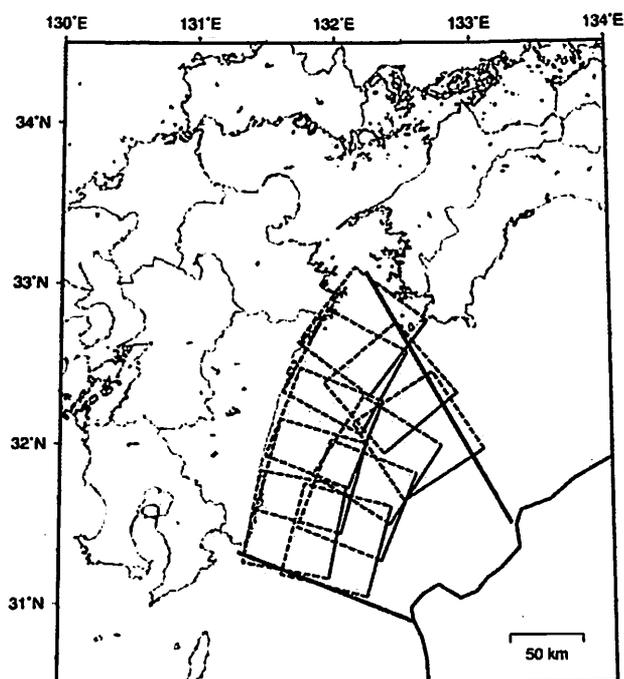


図 5.2.2.1-1 日向灘のプレート間地震の断層面

<2013年における検討の従来モデル>

2014年版のモデルと同じ。

<全国地震動予測地図2010年版のモデル>

2014年版のモデルと同じ。

5.2.2.2 日向灘のひとまわり小さいプレート間地震

日向灘のひとまわり小さいプレート間地震のモデルの諸元を表 5.2.2.2-1 に示す。また、設定した断層面の位置を図 5.2.2.2-1 に示す。

表 5.2.2.2-1 日向灘のひとまわり小さいプレート間地震の諸元

	長期評価	設定モデル
30年発生確率	70%~80%	73%
50年発生確率	80%~90%	89%
マグニチュード	M7.1前後	Mw7.1
震源域	想定震源域の位置を図示	領域内に長さ35km×幅35km(M7.1相当)の矩形の断層面(断層数44)をプレート境界に沿って並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定した。

(注) 設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=23年(80年間に3~4回)のポアソン過程を仮定した。また $M_w = M_j$ と仮定した。

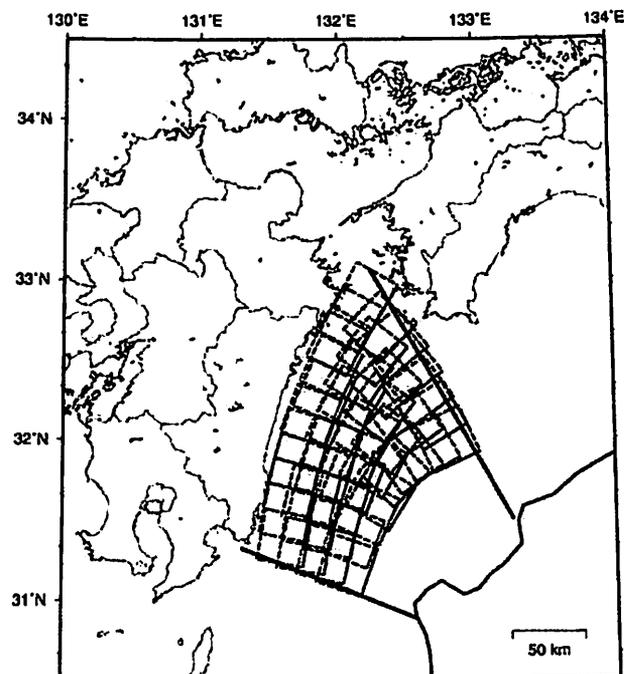


図 5.2.2.2-1 日向灘のひとまわり小さいプレート間地震の断層面

<2013 年における検討の従来モデル>

2014 年版のモデルと同じ。

<全国地震動予測地図 2010 年版のモデル>

2014 年版のモデルと同じ。

5.2.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震

1) 対象とする地震

フィリピン海プレートのプレート間及びプレート内の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う海溝軸よりも陸側の地震を対象とする。対象地域では、海溝型地震の長期評価として、「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d）、「日向灘および南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004b）、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）がそれぞれ公表されていることから、モデル化に際しては、これらの評価を参照する。また、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004b）の「その他の南関東の M7 程度の地震」は、長期評価された地震のうち震源断層を特定しにくい地震としてモデル化していたが、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）の「プレートの沈み込みに伴う M7 程度の地震」は、長期評価による発生頻度が当該領域の G-R 式から推定される頻度と整合していることから、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震と統合してモデル化する。具体的な地域区分は、2) で示すが、ここで対象とする地震は、地域によって、南関東、南海トラフ沿い、安芸灘～伊予灘～豊後水道、日向灘、南西諸島の浅い領域、九州から南西諸島のやや深い領域の 6 つに大別される。従来のモデルとの違いは、南西諸島付近の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の一部を、フィリピン海プレートの地震としてモデル化した点である。

その他の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震との関連は以下のとおりである。まず、陸域については、後述のとおり深さが 25km 以浅の地震が「陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震」として別途考慮されているため、重複する領域では 25km より深い地震を評価対象とする。ただし、南関東では、25km 以浅であってもフィリピン海プレート上面より深い地震は評価対象に含める。また、南関東では、フィリピン海プレートの下に太平洋プレートが沈み込んでおり、平面的には「太平洋プレートのプレート間及びプレート内の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」とも重複することから、太平洋プレートの上面よりも 5km 上を境として、それより浅いものをフィリピン海プレートの地震とみなしている。伊豆半島よりも南側では、伊豆諸島から小笠原諸島にかけて浅い地震が発生しており、これらはフィリピン海プレートの内部で発生しているものと推測されるが、別途「伊豆諸島以南の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」としてモ

デル化している。

2) 地域区分

図 5.2.3-1 に、フィリピン海プレートのプレート間およびプレート内の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の地域区分を示す。安芸灘～伊予灘～豊後水道、日向灘、および九州から南西諸島周辺の領域は、いずれも長期評価で設定された領域を参考に設定している。南海トラフ沿いの領域の南側境界は海溝軸を参考に、また、北側は震央分布の北限を参考にそれぞれ設定している。南関東の領域は、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014b)に示されている「最大クラスの地震」の領域と整合するように設定されている。従来のモデルからの変更点は、

- ・従来のモデルでは、南関東の領域が「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2004b)における「その他の南関東の M クラスの地震」の領域に基づいて設定されていたが、2014年版の地震活動モデルでは、「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2014b)により評価された相模トラフ沿いの最大クラスの地震および「プレートの沈み込みに伴う M 程度の地震」の領域に合わせて領域を変更。プレートの沈み込みに伴う M 程度の地震の評価対象領域とそれ以外の領域に分割。
- ・従来のモデルでは、南西諸島のうち深さ 60km 以深の地震が発生する帯状の領域のみをフィリピン海プレートの地震とし、それ以外は南西諸島の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としていたが、2014年版の地震活動モデルでは南西諸島の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震を 25km 以浅の陸側プレートの地震とそれ以深のフィリピン海プレートの地震とに分けて領域を再設定。

の 2 点である。

3) 地震カタログ

原則として、中地震と小地震のカタログを併用する。小地震カタログについては、最小マグニチュードは 4.0 とする。また、中地震カタログについては、南関東の領域では、大正関東地震の影響が少なくなった 1940 年以降の M 5.0 以上の地震を用いる。すなわち、1940 年～2010 年の気象庁の震源データ ($M \geq 5.0$) と 1983 年～2010 年の気象庁の震源データ ($M \geq 4.0$) を用いる。ここで、使用するカタログデータの期間を 2010 年までとしたのは、2011 年に起きた東北地方太平洋沖地震以降に発生した多数の余震による影響を避けるためである。また、南西諸島を含む領域では、観測網の地震検知能力が低いことを勘案して、1983 年以降の M 5.0 以上の地震のみを用いることとし、カタログの併用は行わない。震源深さは、陸域の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震と領域が重複する部分については 25km より深い地震(ただし南関東ではフィリピン海プレート上面よりも深い地震)を用いており、また、南関東では、太平洋プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震に該当するものを除いている。さらに、関連する海溝型地震として別途考慮されているもの

もカタログから除去する。

図 5.2.3-2 に、1926 年以降の $M5.0$ 以上の地震の震央分布を、図 5.2.3-3 に 1983 年以降の $M4.0$ 以上の地震の震央分布をそれぞれ示す。また、図 5.2.3-4 および図 5.2.3-5 には、地震の規模別累積発生頻度を示す。

4) 最大マグニチュード

最大マグニチュードは、関連する領域において別途考慮されている地震の規模を勘案して設定する。2013 年における検討の従来モデルでは、南海トラフ沿いの領域を除き、地域区分された領域それぞれについて 1600 年以降に発生した最大地震の規模と、関連する領域における長期評価とを参照して設定されていたが、2014 年版のモデルでは、関連する領域において長期評価で考慮されている地震の規模のみを勘案して設定する。表 5.2.3-1 と図 5.2.3-6 に、設定した最大マグニチュードとその根拠を示す。

5) プレート間地震とプレート内地震の比率

日向灘の領域では、植平・他 (2001) を参考に、プレート間地震とプレート内地震の比率を 7:3 に設定する。

南関東の領域では、従来のモデルではプレート上面と震源位置に関する検討に基づいてプレート間地震とプレート内地震の比率を 1:1 としていたが、従来の相模トラフ沿いの地震活動の長期評価における 5 つの「その他の南関東で発生する $M7$ 程度の地震」について、「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」(文部科学省・東京大学地震研究所, 2012) の研究成果において、フィリピン海プレート上面の地震が無く、フィリピン海プレート内の地震が 4 地震 (ただし、1 地震は太平洋プレート上面の可能性も指摘されている) であることが報告されている。そこで、これを踏まえてプレート間地震とプレート内地震の比率を 1:4 に変更する。

南海トラフでは、従来のモデルでは $M7.5$ 以下の地震を全てプレート内地震としていたが、2014 年版の地震活動モデルでは 2013 年における検討の検討モデルと同様に 7.5 以下の地震も含めて全て、プレート間地震とプレート内地震の比率を 1:3 とする。また、南西諸島の浅い領域では、過去に発生した地震の震源メカニズムに基づく検討に基づき、プレート間地震とプレート内地震の比率を 2:1 とし、南西諸島の深い領域とその北側に隣接する安芸灘～伊予灘～豊後水道の領域では、全てプレート内地震とする。領域ごとの比率を図 5.2.3-7 に示す。

6) 断層面の設定

対象地域の長期評価ならびに既往の研究成果に基づいてフィリピン海プレートの上面を設定した上で、南関東の領域ではマグニチュードが 7.0 以下、南西諸島の深い領域では $M8.0$ まで、他の領域ではマグニチュードが 7.5 以下の地震については、プレート間地震はプレート上面の深さに、プレート内地震はプレートの上面より 10km 深い位置に、それぞれ断層

面の中心を置く。断層面の形状は円形とし、プレート間地震はプレート上面に沿うように、また、プレート内地震はプレート内に水平の断層面を設定する。断層の面積は、規模に応じて宇津・関(1955)の式を満足するように定める。なお、九州から南西諸島にかけてのやや深発地震の領域(図 5.2.3-1 の 4 の領域)では最大マグニチュードが 8.0 となっているが、ここで発生する $M7.6$ 以上の地震については矩形の断層面を設定せず、 $M7.5$ 以下の地震と同じモデル化としている。

一方、南関東の $M7.1\sim 7.8$ のプレート間地震については、 $63.6\text{ km}\times 31.8\text{ km}$ ($M7.1\sim 7.4$) および $100\text{ km}\times 50\text{ km}$ ($M7.5\sim 7.8$) の矩形断層面をプレート上面に沿うように、プレート内地震については、首都直下地震モデル検討会(2013)を参照して、 $28.1\text{ km}\times 32.1\text{ km}$ の鉛直な矩形断層面を上端がプレート境界となるように配置した。南海トラフおよび安芸灘～伊予灘～豊後水道の $M7.6\sim 8.0$ の地震については $80\text{ km}\times 80\text{ km}$ の矩形断層面を、南西諸島浅部の領域の $M7.6\sim 8.5$ の地震については、 $80\text{ km}\times 80\text{ km}$ ($M7.6\sim 8.0$) および $170\text{ km}\times 120\text{ km}$ ($M8.1\sim 8.5$) の矩形断層面を配置し、そのいずれかで等確率で地震が発生するものとした。具体的な設定方法については、9)で述べる。

7) モーメントマグニチュード M_w への変換

モーメントマグニチュード M_w は、 M_j と同じとする。

8) 地震発生頻度の分布

図 5.2.3-8(a)に、プレート間地震とプレート内地震を合計した場合の発生頻度(0.1 度四方の領域で 1 年間に $M6.0$ 以上の地震が発生する頻度)の分布を示す。これは、1)中地震カタログで地域区分する方法、2)中地震カタログで地域区分しない方法、3)小地震カタログで地域区分する方法、4)小地震カタログで地域区分しない方法、の 4 ケースの頻度を平均したものである。こうして求めた頻度を、先に述べたプレート間とプレート内の地震の比率を考慮して割り振った頻度を同図(b)および(c)に示す。

9) 規模の大きい地震の扱い

6)に示したように、規模の大きい地震については、円形の断層面ではなく、矩形の断層面を領域内に配置している。設定した断層面を図 5.2.3-9～図 5.2.3-13 に示す。矩形断層面を設定した地震の発生頻度は、それ以下の規模の地震の発生頻度と整合するように、各領域での G-R の関係に基づいて設定する。具体的には、中地震カタログと小地震カタログそれぞれに基づく G-R 式(図 5.2.3-14)から算定される大地震の発生頻度の平均値を、当該領域の矩形断層でモデル化する地震の発生頻度とした上で、プレート間地震とプレート内地震の比率で分配したものをを用いる。

表 5.2.3-2 に、矩形断層でモデル化する地震の発生頻度を示す。なお、網掛けの部分は、地震の設定が無いことを示している。

なお、九州から南西諸島にかけてのやや深発地震の領域(図 5.2.3-6 の 4 の領域)では

最大マグニチュードが8.0となっているが、ここで発生する $M7.6$ 以上の地震については矩形の断層面を設定せず、 $M7.5$ 以下の地震と同じモデル化としている。

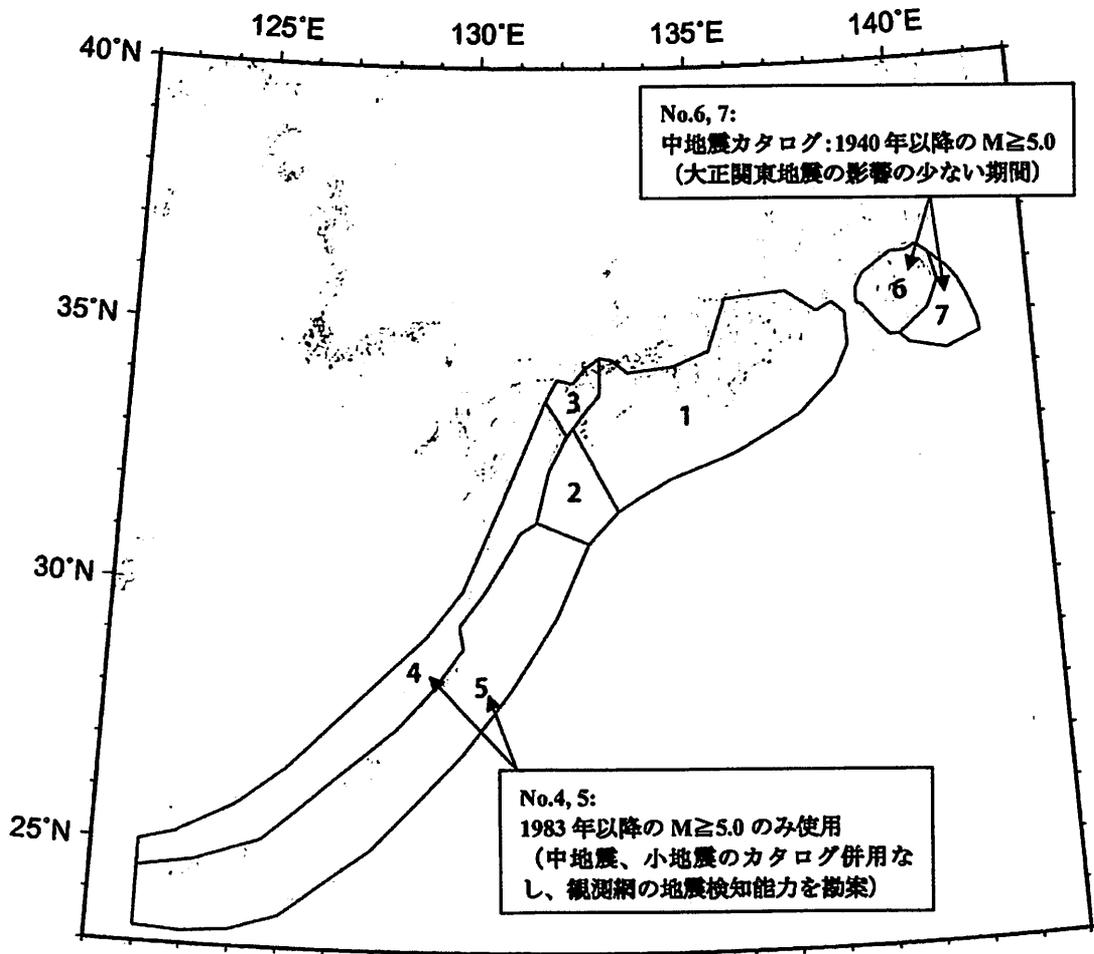


図 5.2.3-1 フィリピン海プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の地域区分と頻度算定に用いる地震カタログ (特記のないものは標準カタログを使用)

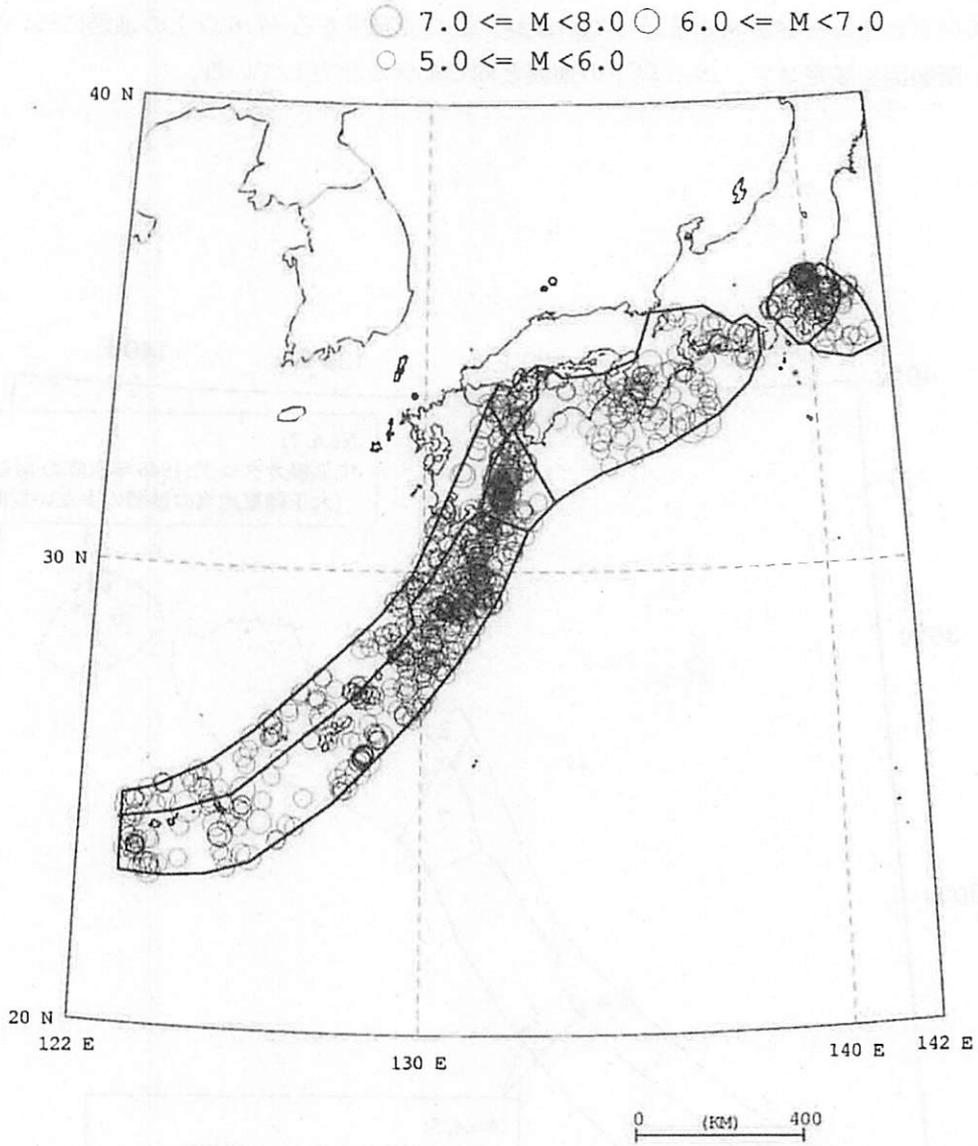


図 5. 2. 3-2 1926 年以降の $M \geq 5.0$ の地震の震央分布図

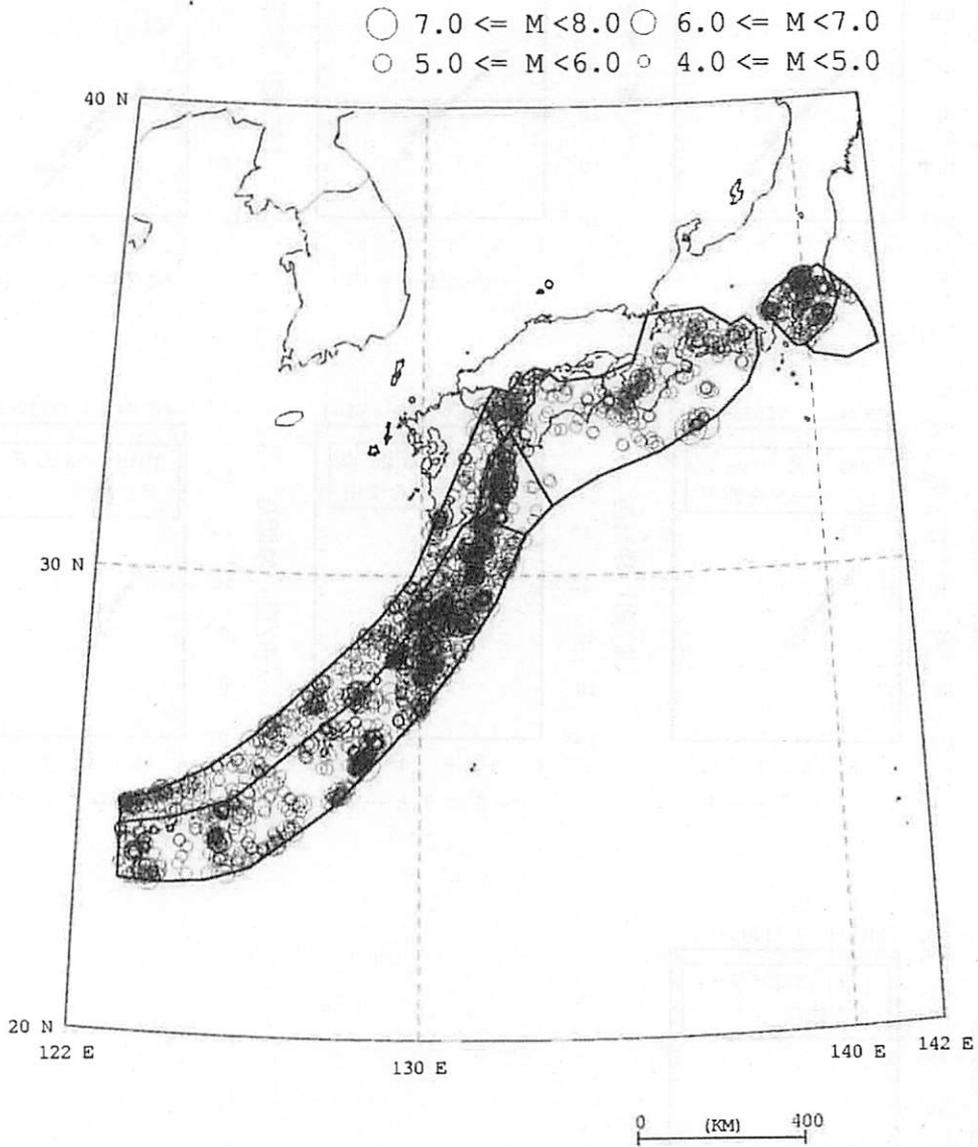


図 5. 2. 3-3 1983 年以降の $M \geq 4.0$ の地震の震央分布図

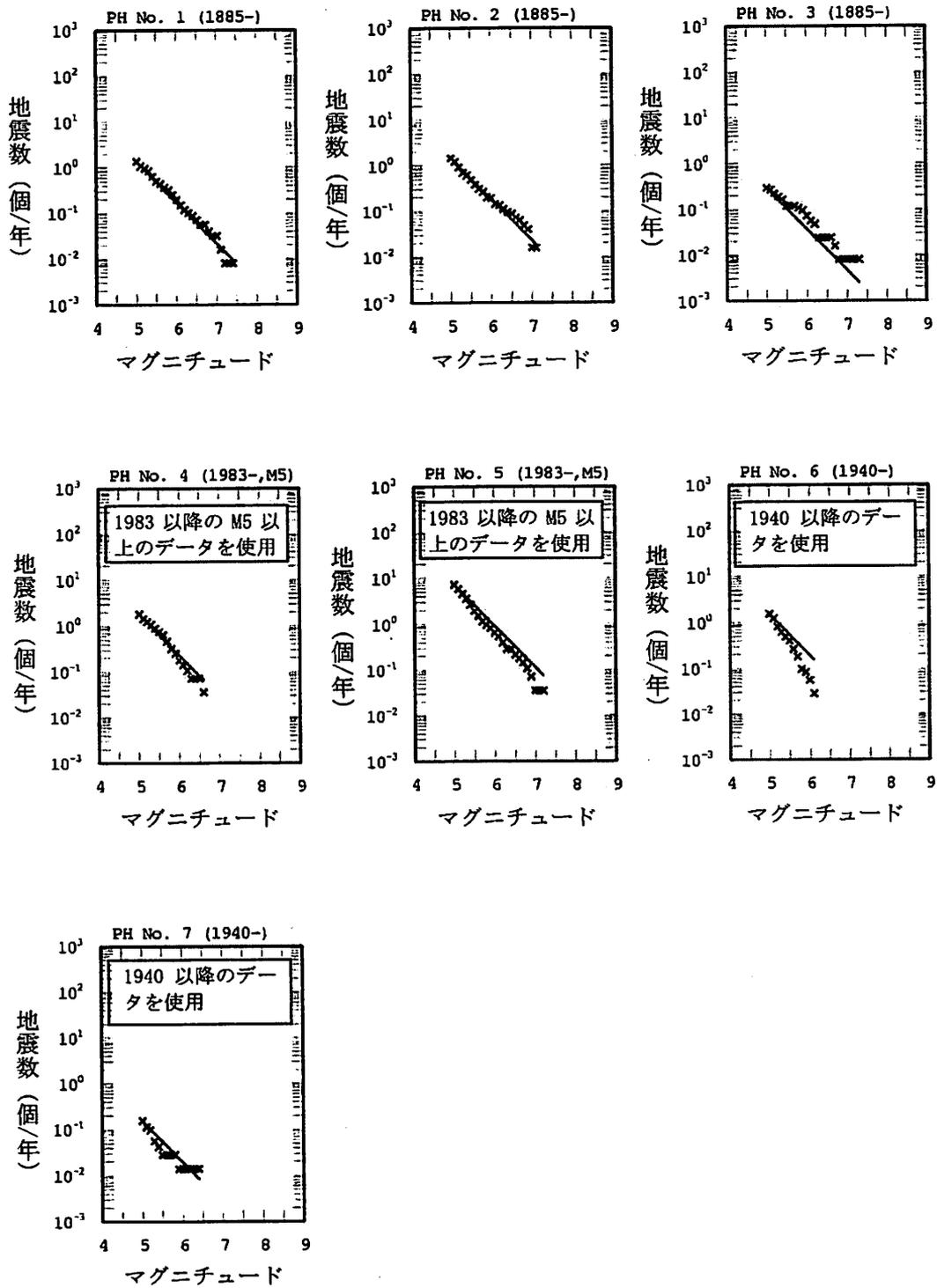


図 5.2.3-4 中地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度

- ・各グラフの上を示す番号は、図 5.2.3-1 に示す領域番号を表す
- ・×印はデータ、実線はデータに基づく b 値 0.9 の G-R 式

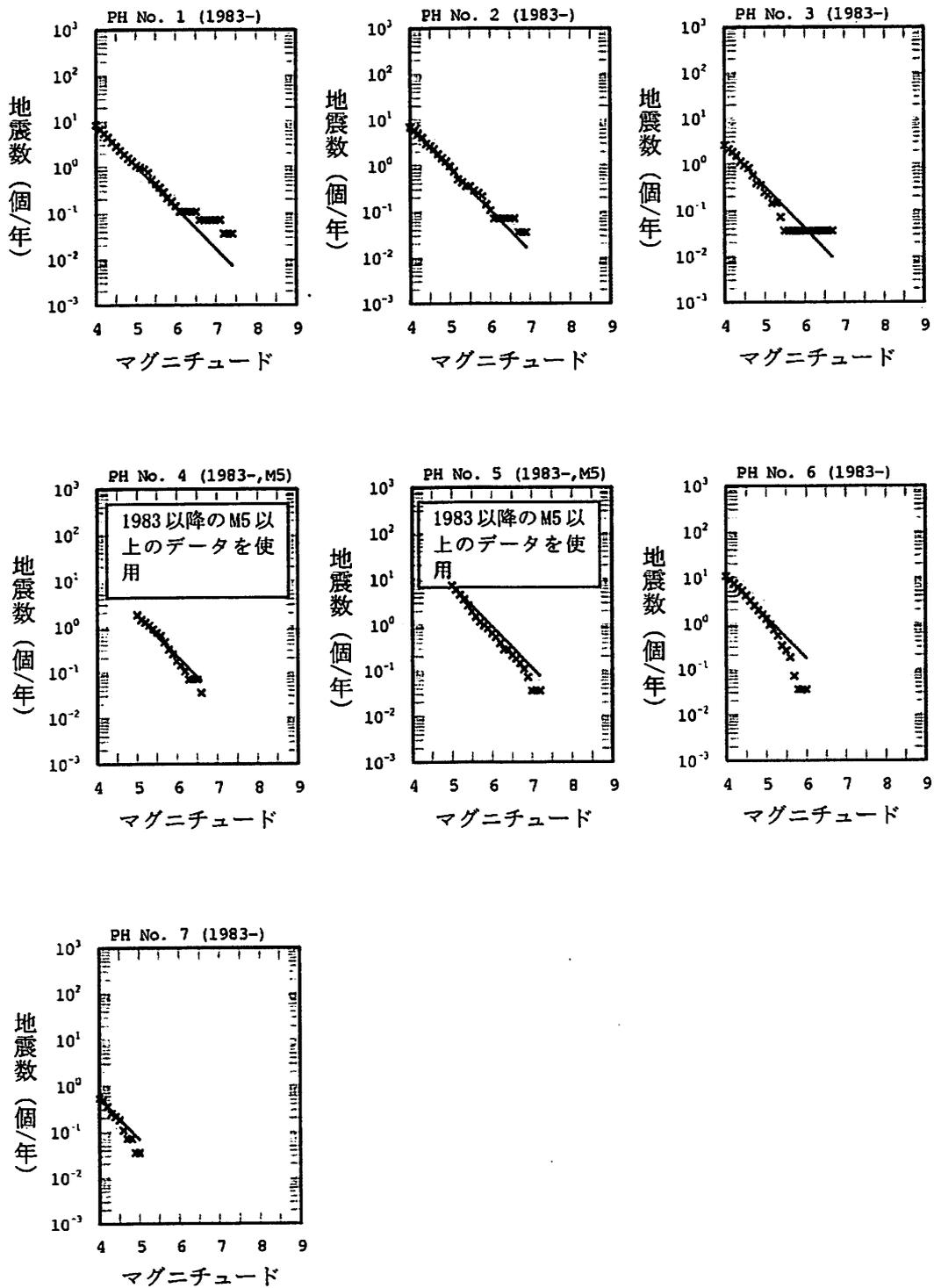


図 5.2.3-5 小地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度
 ・各グラフの上を示す番号は、図 5.2.3-1 に示す領域番号を表す
 ・×印はデータ、実線はデータに基づく b 値 0.9 の G-R 式

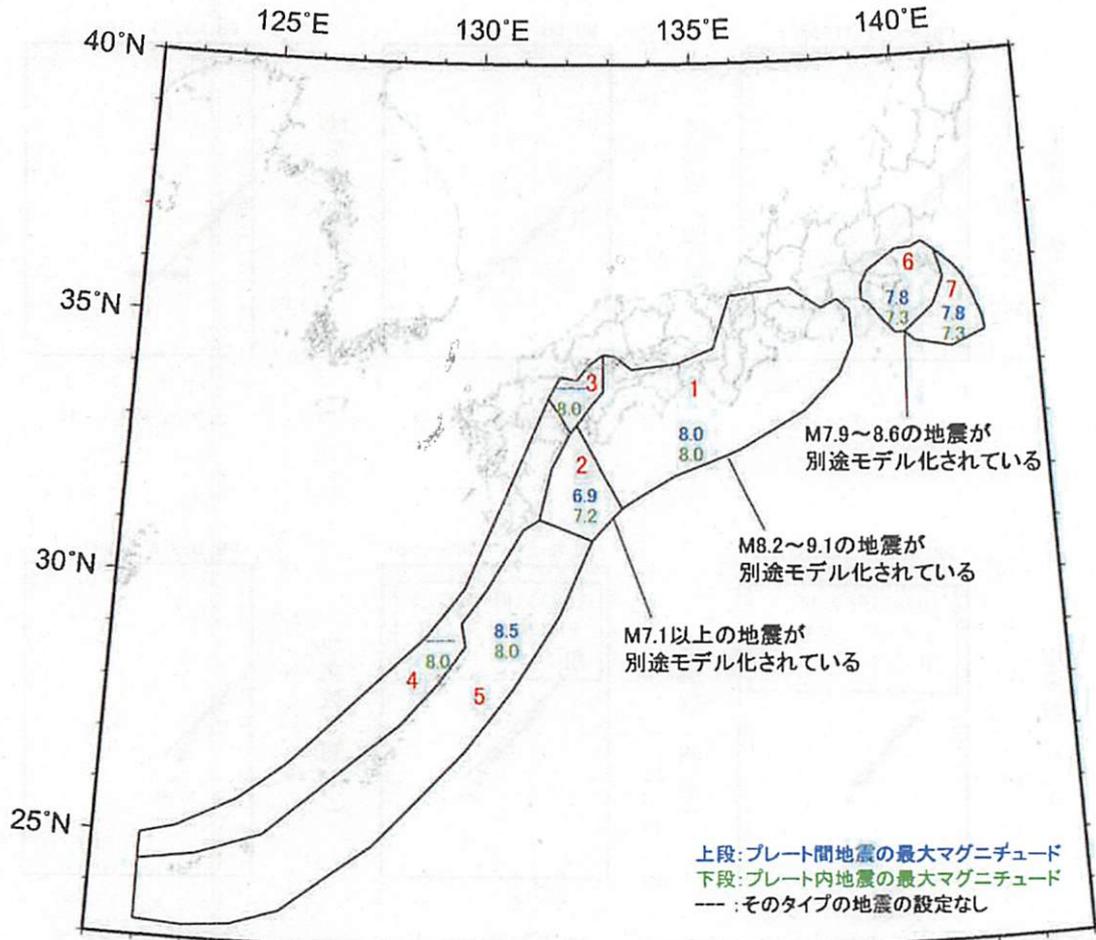


図 5.2.3-6 フィリピン海プレートの震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュード

表 5.2.3-1 地域区分ごとの最大マグニチュードとその設定根拠

No.		最大 M	設定根拠
1	プレート間	8.0	長期評価の改訂に伴い変更
	プレート内	8.0	奄美大島近海と同程度の地震が発生し得ると仮定
2	プレート間	6.9	$M7.0$ 以上は別途モデル化（日向灘のプレート間地震）。
	プレート内	7.2	長期評価の記載に基づき設定
3	プレート内	8.0	長期評価（安芸灘～伊予灘～豊後水道）
4	プレート内	8.0	1911.06.15 奄美大島近海
5	プレート間	8.5	1938.6.10 宮古島北北西沖
	プレート内	8.0	奄美大島近海と同程度の地震が発生し得ると仮定
6	プレート間	7.8	$M7.9$ 以上は別途モデル化（相模トラフ沿いの $M8$ クラス）
	プレート内	7.3	長期評価の記載に基づき設定
7	プレート間	7.8	$M7.9$ 以上は別途モデル化（相模トラフ沿いの $M8$ クラス）
	プレート内	7.3	長期評価の記載に基づき設定

注：No. に示す数字は、図 5.2.3-1 に示す地域区分を示す番号

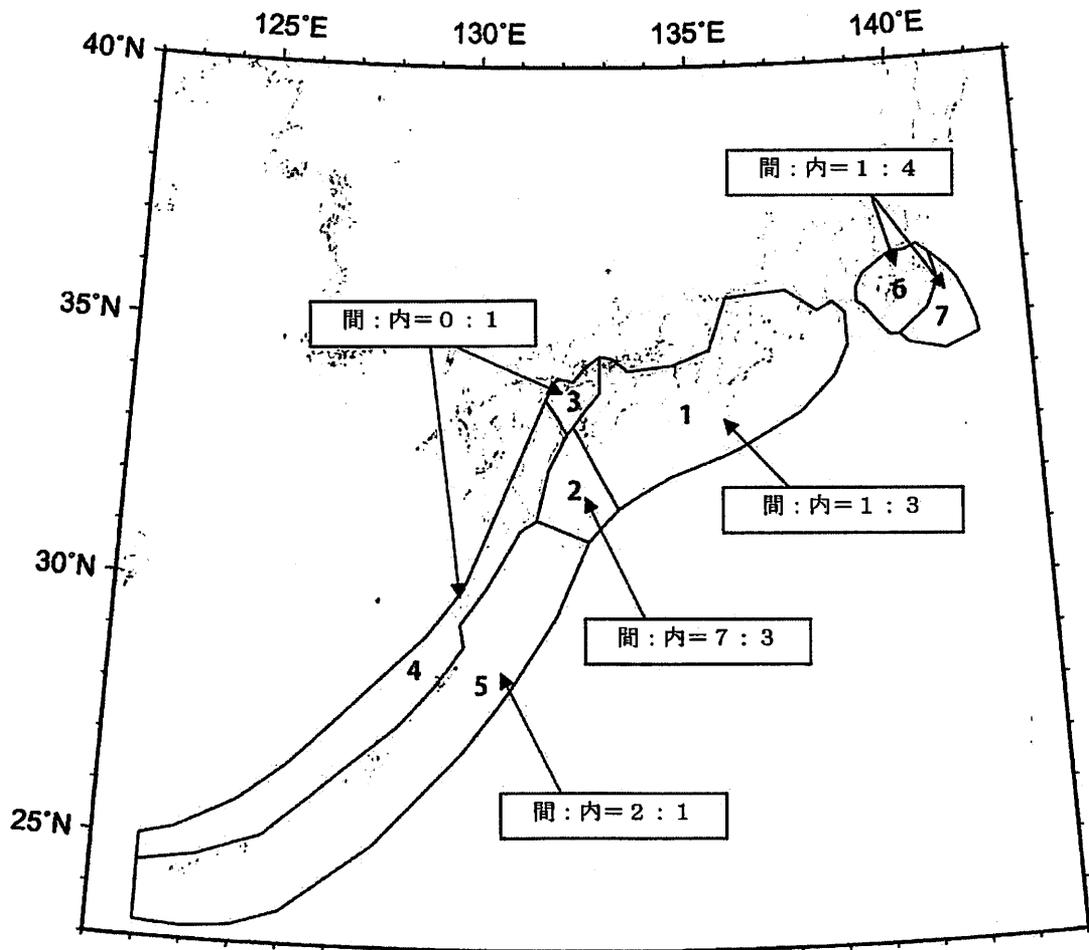
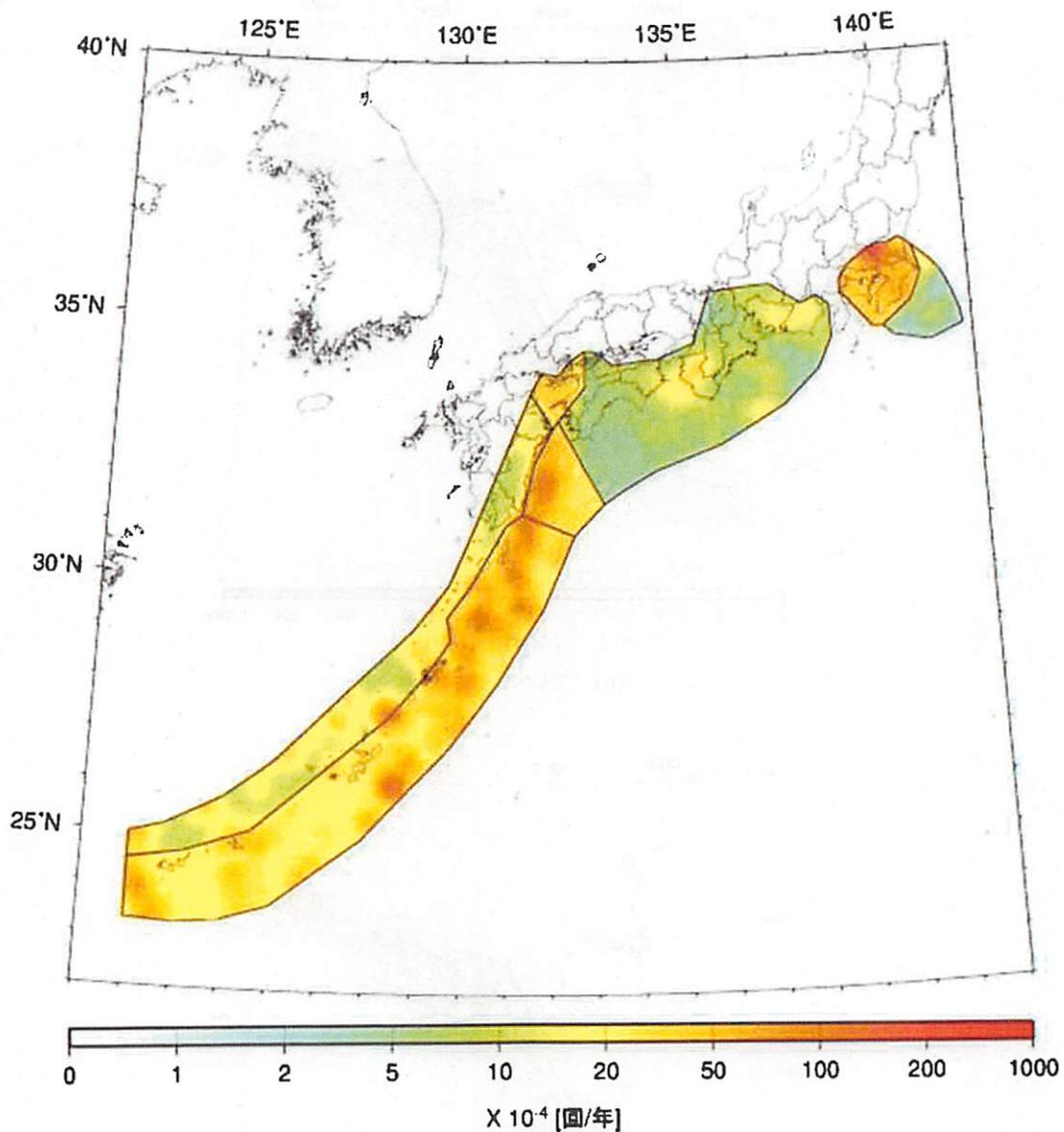
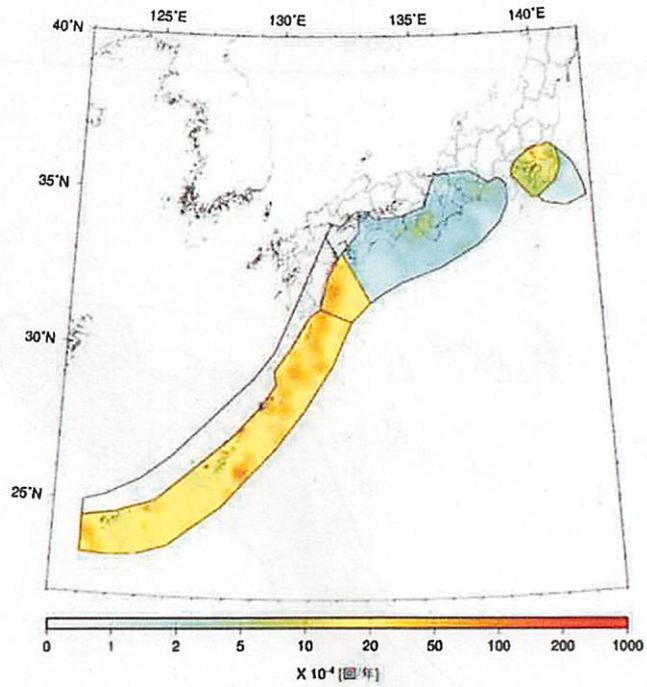


図 5.2.3-7 プレート間地震とプレート内地震の比率

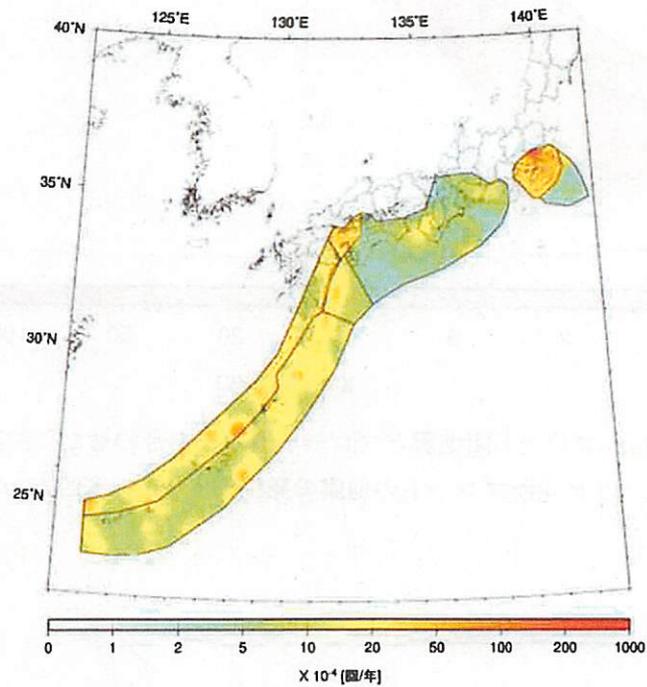


(a) プレート間地震とプレート内地震を合わせた発生頻度

図 5.2.3-8 フィリピン海プレートの地震の発生頻度 (0.1 度四方あたり、 M 5.0 以上)



(b) プレート間地震



(c) プレート内地震

図 5.2.3-8 フィリピン海プレートの地震の発生頻度 (0.1 度四方あたり、 $M \geq 5.0$ 以上)
(つづき)

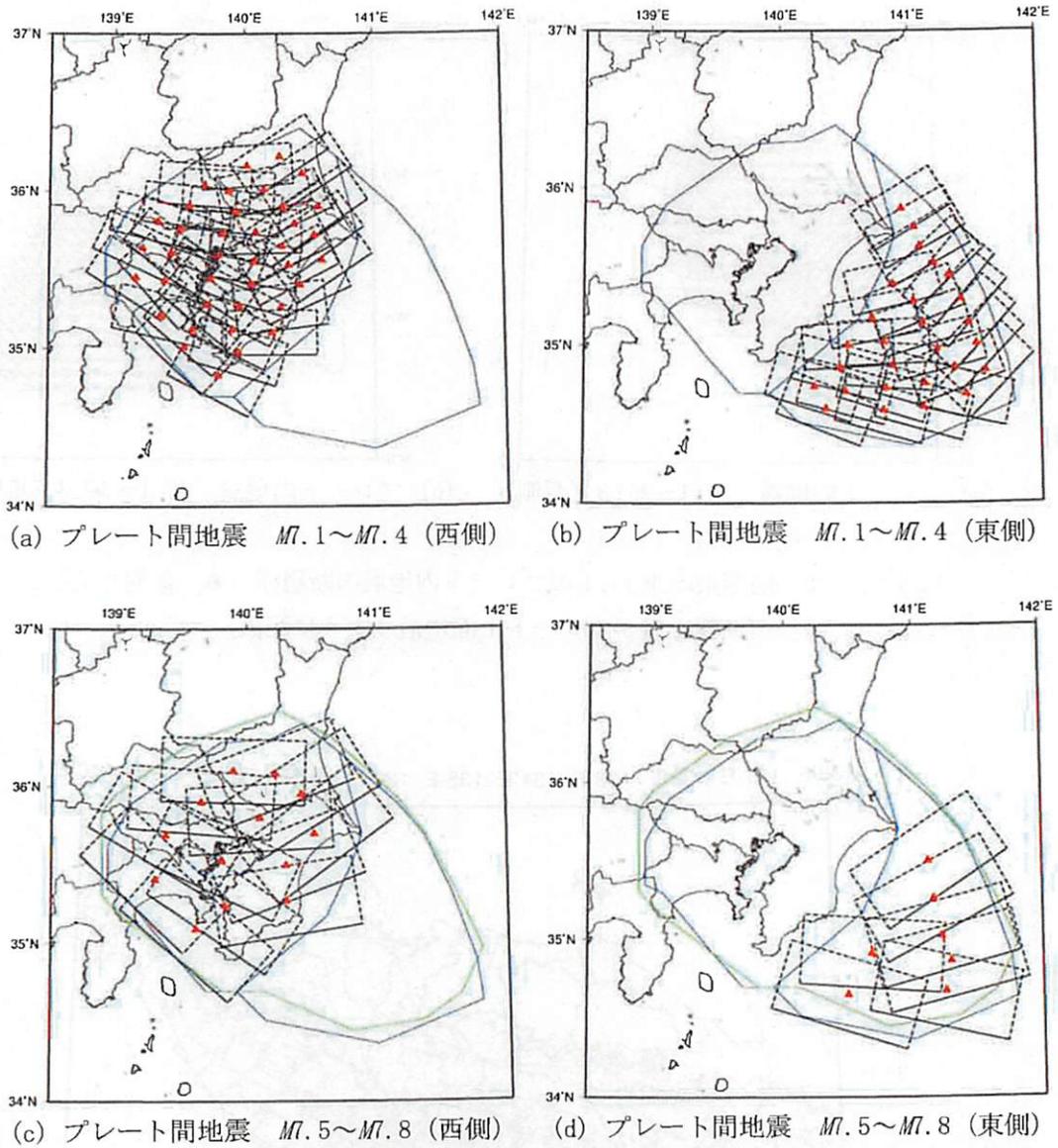


図 5.2.3-9 南関東の $M \geq 7.1$ のプレート間地震の断層面 (▲: 断層中心)
 (断層面がプレート上面に沿うように配置)

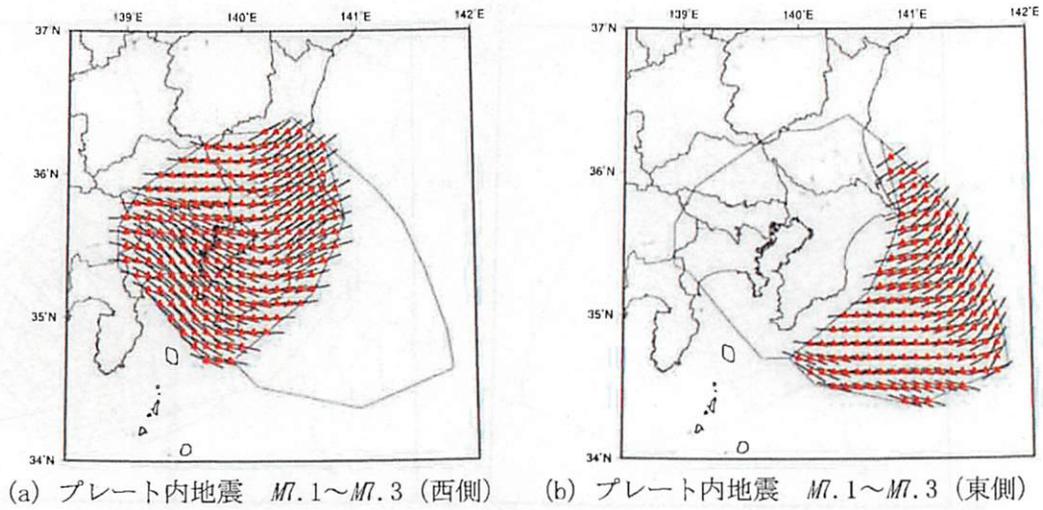


図 5.2.3-10 南関東の $M \geq 7.1$ のプレート内地震の断層面 (▲: 断層中心)
(断層上端がプレート上面に沿うように配置)

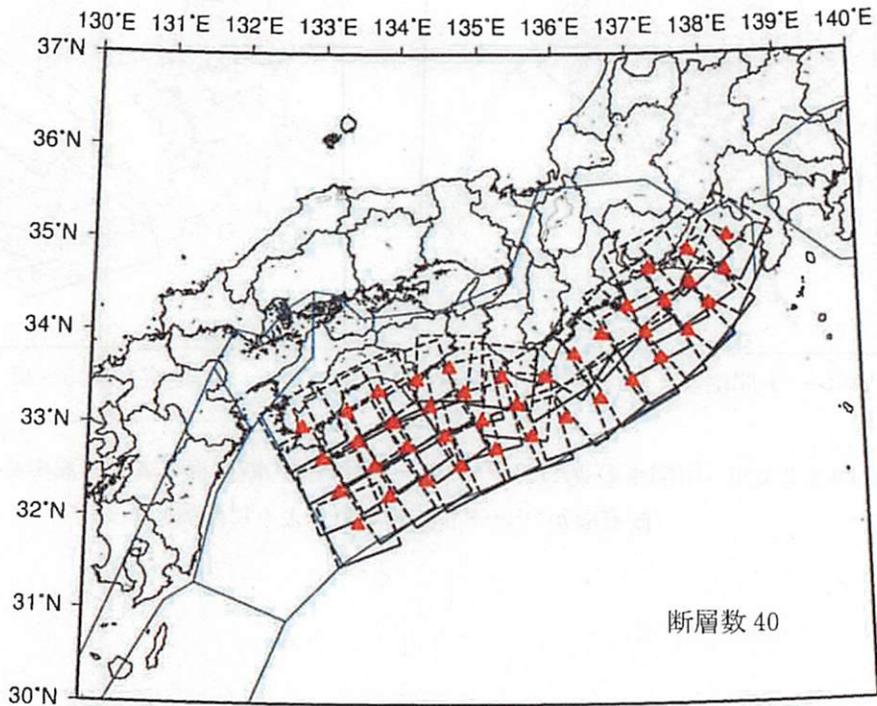


図 5.2.3-11 南海トラフ沿いの $M \geq 7.6$ の地震の断層面 (▲: 断層中心)
(プレート間地震の断層面はプレート上面に沿うように、プレート内地震の断層面はそれよりも 10km 深いところに配置)

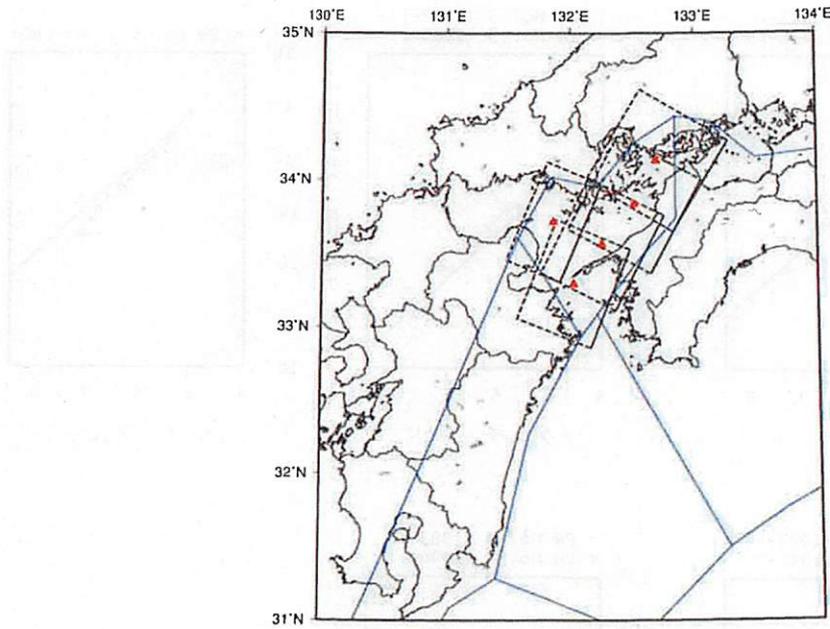


図 5.2.3-12 安芸灘～伊予灘～豊後水道の $M \geq 7.6$ の地震の断層面 (▲: 断層中心)
 (断層面はプレート上面よりも 10km 深いところに配置)

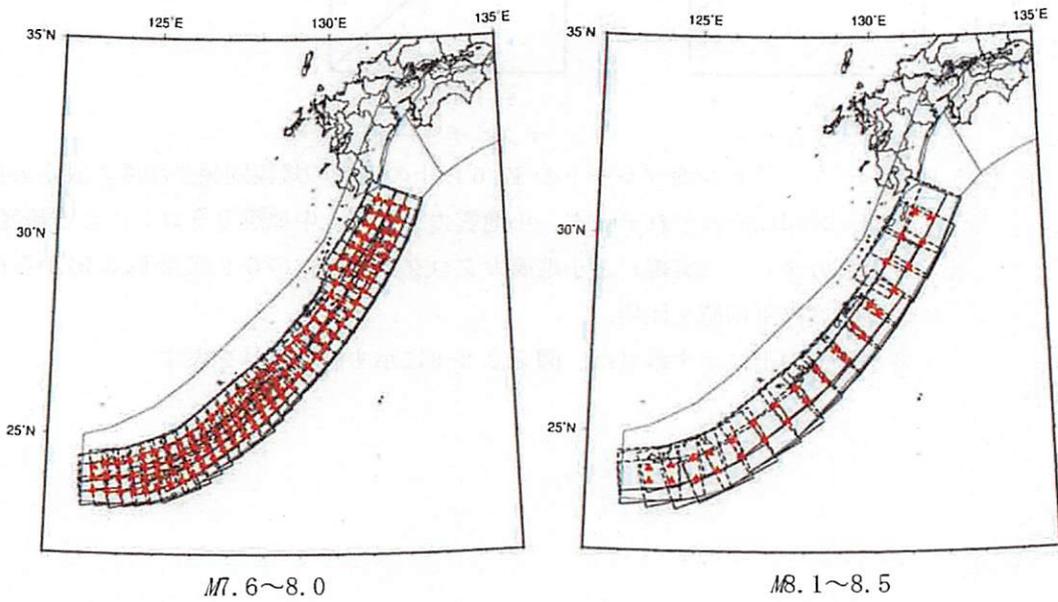


図 5.2.3-13 南西諸島浅部の $M \geq 7.6$ の地震の断層面 (▲: 断層中心)
 (プレート間地震の断層面はプレート上面に沿うように、プレート内地震の断層面はそれよりも 10km 深いところに配置)

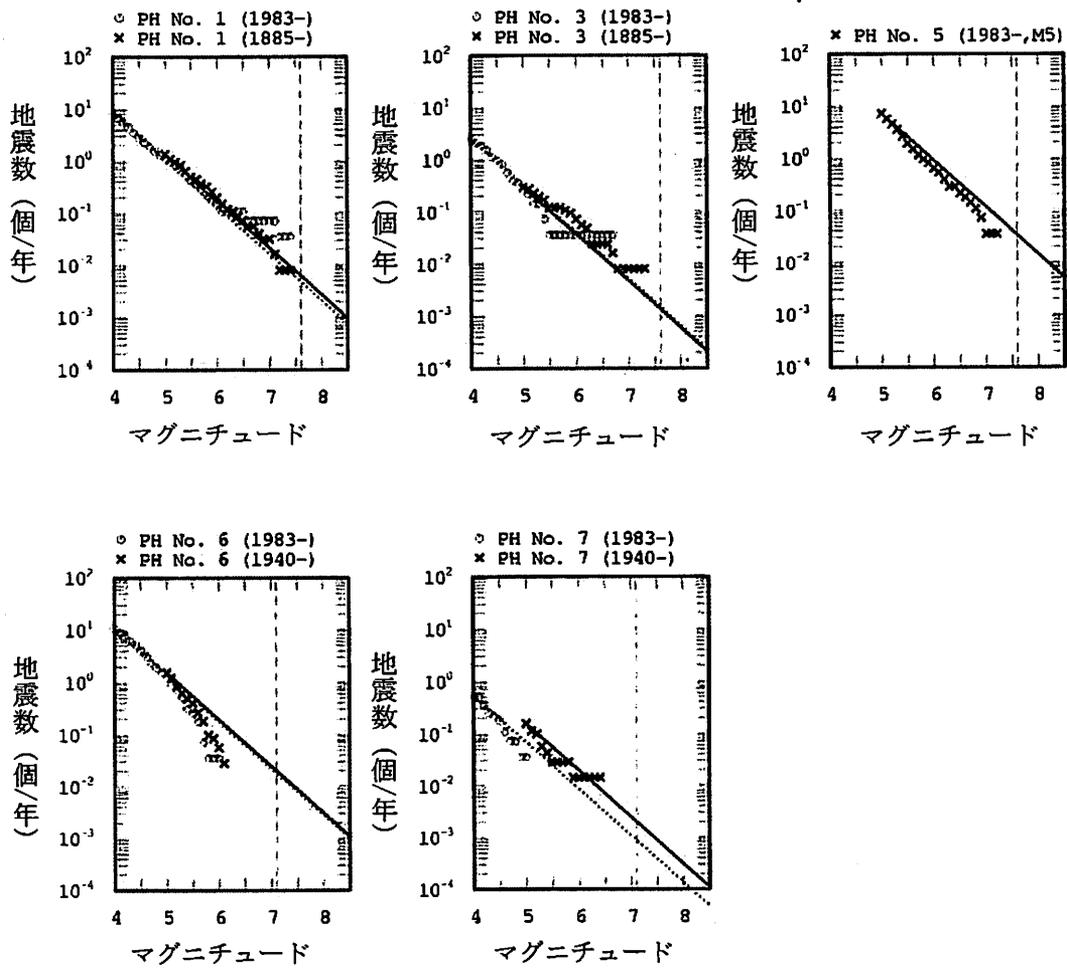


図 5.2.3-14 フィリピン海プレートの $M7.6$ 以上の地震の規模別発生頻度の設定方法

- ・○印、×印はそれぞれデータ、小地震カタログ、中地震カタログによる頻度
- ・中地震カタログ (実線) と小地震カタログ (点線) の G-R 式 (b 値 0.9) から得られる頻度の平均値を使用
- ・各グラフの上を示す番号は、図 5.2.3-1 に示す領域番号を表す

表 5.2.3-2 矩形断層でモデル化した地震の発生頻度

No.	M \geq 5.0頻度			矩形断層		
	中地震	小地震	平均	頻度	発生間隔	
① 南海トラフ	1.363E+00	1.057E+00	1.210E+00	5.530E-03	180.8	
				P間	1.382E-03	723.3
				P内	4.147E-03	241.1
③ 安芸灘	2.950E-01	3.282E-01	3.116E-01	1.424E-03	702.1	
				P間	0.000E+00	
				P内	1.424E-03	702.1
⑤ 南西浅部	7.250E+00	7.250E+00	7.250E+00	3.314E-02	30.2	
				P間(7.6-8.0)	1.631E-02	61.3
				P間(8.1-8.5)	5.786E-03	172.8
				P内(7.6-8.0)	1.105E-02	90.5
⑥ 南関東(西)	1.563E+00	1.371E+00	1.467E+00	1.890E-02	52.9	
				P間(7.1-7.4)	2.631E-03	380.1
				P間(7.5-7.8)	1.149E-03	870.7
				P内(7.1-7.3)	1.512E-02	66.1
⑦ 南関東(東)	1.549E-01	6.744E-02	1.112E-01	1.432E-03	698.3	
				P間(7.1-7.4)	1.994E-04	5015.2
				P間(7.5-7.8)	8.704E-05	11489.2
				P内(7.1-7.3)	1.146E-03	872.8

※中地震、小地震はそれぞれ中地震カタログ、小地震カタログを示す。なお、これらのカタログについては、「4.3.1 評価手法の概要」を参照すること。

<2013年における検討の従来モデル>

2013年における検討の従来モデルは、2014年版のモデルと同じ。

<全国地震動予測地図 2010年版のモデル>

九州地域評価は2013年に公表されたため、2010年版では考慮されていない。このため、以下の点が2013年における検討の従来モデル、2014年版のモデルと異なる。

- ・小倉東断層、福智山断層帯、緑川断層帯、市来断層帯をその他の活断層として考慮。
- ・九州地域評価において簡便な評価対象となった糸島半島沖断層群は考慮されていない。
- ・九州地域評価を踏まえて2013年における検討の従来モデル、2014年版のモデルではモデル化されていなかった長島断層群、川南-征矢原断層がモデル化されている。

5.3.1.4 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震

「活断層の長期評価手法（暫定版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2010）では、堆積物に時間的欠損がなくても、地表地質調査では確認できない断層活動が存在する可能性については、「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」として考慮することとしている。2014年版のモデルでは「地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震（以降、痕跡を認めにくい地震）」を考慮する。

痕跡を認めにくい地震のモデル化では、主要活断層帯および九州地域の詳細な評価対象とされた活断層の単位区間に対して、地震規模の上限をそれらの単位区間で地震が発生した場合の規模（ただし、 $M7.4$ を超える場合は $M7.4$ ）とし、下限は $M6.8$ とする。平均活動間隔をそれぞれの単位区間の平均活動間隔の2倍とした上で、 b 値が0.9のG-R式でマグニチュードの刻み0.1ごとに頻度を割り振り、ポアソン過程に基づき地震発生確率を求めている。痕跡を認めにくい地震の断層面については、地震規模によらず単位区間の断層面そのものを用いることとした。

表5.3.1.4-1に痕跡を認めにくい地震の発生確率等を示した。平均活動間隔が不明な活断層（津軽山地西縁断層帯北部・南部、福井平野東縁断層帯西部、花折断層帯北部）では、活動度B級を仮定して、断層長ささと平均変位速度（0.25m/千年）から平均活動間隔を算定した。また、複数ケースが設定されている六日町断層帯北部はケース1のみを対象とした。

表 5.3.1.4-1 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の発生確率

コード	断層名称	単位区間の 震害モデル BPT/PO	単位区間(本体)の 平均活動間隔[年]		低降速めにくい地震の 平均活動間隔[年]		低降速めにくい地震の発生確率		最大ケース	
			平均ケース	最大ケース	平均ケース	最大ケース	平均ケース		最大ケース	
							30年	50年	30年	50年
101	標津断層帯	po	17000	17000	34000	34000	8.82E-04	1.47E-03	8.82E-04	1.47E-03
201	十勝平野断層帯主部	po	19500	17000	39000	34000	7.69E-04	1.28E-03	8.82E-04	1.47E-03
202	光地断層帯	po	14000	7000	28000	14000	1.07E-03	1.78E-03	2.14E-03	3.57E-03
301	富良野断層帯西部	bpt	4000	4000	8000	8000	3.74E-03	6.23E-03	3.74E-03	6.23E-03
302	富良野断層帯東部	bpt	15500	9000	31000	18000	9.67E-04	1.61E-03	1.67E-03	2.77E-03
401	増毛山地東縁断層帯	po	5000	5000	10000	10000	3.00E-03	4.99E-03	3.00E-03	4.99E-03
402	沼田一砂川付近の断層帯	po	12000	12000	24000	24000	1.25E-03	2.08E-03	1.25E-03	2.08E-03
501	当別断層帯	bpt	11250	7500	22500	15000	1.33E-03	2.22E-03	2.00E-03	3.33E-03
601	石狩低地東縁断層帯主部	bpt	1500	1000	3000	2000	9.95E-03	1.65E-02	1.49E-02	2.47E-02
602	石狩低地東縁断層帯南部	po	17000	17000	34000	34000	8.82E-04	1.47E-03	8.82E-04	1.47E-03
701	黒松内低地断層帯	bpt	4300	3600	8600	7200	3.48E-03	5.80E-03	4.16E-03	6.92E-03
801	函館平野西縁断層帯	bpt	15000	13000	30000	26000	1.00E-03	1.67E-03	1.15E-03	1.92E-03
901	青森湾西岸断層帯	po	4500	3000	9000	6000	3.33E-03	5.54E-03	4.99E-03	8.30E-03
1001	津軽山地西縁断層帯北部	etc	5100	5100	10200	10200	2.94E-03	4.89E-03	2.94E-03	4.89E-03
1002	津軽山地西縁断層帯南部	etc	7300	7300	14600	14600	2.05E-03	3.42E-03	2.05E-03	3.42E-03
1101	折爪断層帯	po	15000	15000	30000	30000	1.00E-03	1.67E-03	1.00E-03	1.67E-03
1201	能代断層帯	bpt	2400	1900	4800	3800	6.23E-03	1.04E-02	7.86E-03	1.31E-02
1301	北上低地西縁断層帯	bpt	21000	16000	42000	32000	7.14E-04	1.19E-03	9.37E-04	1.56E-03
1401	琴石盆地西縁断層帯	po	5400	5400	10800	10800	2.77E-03	4.62E-03	2.77E-03	4.62E-03
1402	真昼山地東縁断層帯北部	bpt	18650	6300	37300	12600	8.04E-04	1.34E-03	2.38E-03	3.96E-03
1403	真昼山地東縁断層帯南部	po	5400	5400	10800	10800	2.77E-03	4.62E-03	2.77E-03	4.62E-03
1501	横手盆地東縁断層帯北部	bpt	3400	3400	6800	6800	4.40E-03	7.33E-03	4.40E-03	7.33E-03
1502	横手盆地東縁断層帯南部	po	9500	9500	19000	19000	1.58E-03	2.63E-03	1.58E-03	2.63E-03
1601	北山利断層帯	bpt	3700	3400	7400	6800	4.05E-03	6.73E-03	4.40E-03	7.33E-03
1701	新庄盆地断層帯東部	bpt	4000	4000	8000	8000	3.74E-03	6.23E-03	3.74E-03	6.23E-03
1702	新庄盆地断層帯西部	po	4700	4700	9400	9400	3.19E-03	5.31E-03	3.19E-03	5.31E-03
1801	山形盆地断層帯北部	bpt	3250	2500	6500	5000	4.60E-03	7.66E-03	5.98E-03	9.95E-03
1802	山形盆地断層帯南部	po	2500	2500	5000	5000	5.98E-03	9.95E-03	5.98E-03	9.95E-03
1901	庄内平野東縁断層帯北部	bpt	1250	1000	2500	2000	1.19E-02	1.98E-02	1.49E-02	2.47E-02
1902	庄内平野東縁断層帯南部	bpt	3550	2500	7100	5000	4.22E-03	7.02E-03	5.98E-03	9.95E-03
2001	長町一利府線断層帯	po	5000	5000	10000	10000	3.00E-03	4.99E-03	3.00E-03	4.99E-03
2101	福島盆地西縁断層帯	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
2201	長井盆地西縁断層帯	bpt	5650	5000	11300	10000	2.65E-03	4.42E-03	3.00E-03	4.99E-03
2301	双葉断層帯	bpt	10000	8000	20000	16000	1.50E-03	2.50E-03	1.87E-03	3.12E-03
2401	会津盆地西縁断層帯	bpt	8550	7400	17100	14800	1.75E-03	2.92E-03	2.02E-03	3.37E-03
2402	会津盆地東縁断層帯	bpt	7800	6300	15600	12600	1.92E-03	3.20E-03	2.38E-03	3.96E-03
2501	栃形山脈断層帯	bpt	3500	2800	7000	5600	4.28E-03	7.12E-03	5.34E-03	8.89E-03
2601	月岡断層帯	bpt	7500	7500	15000	15000	2.00E-03	3.33E-03	2.00E-03	3.33E-03
2701	長岡平野西縁断層帯	bpt	2450	1200	4900	2400	6.10E-03	1.02E-02	1.24E-02	2.06E-02
2901	鴨川低地断層帯	po	7900	7900	15800	15800	1.90E-03	3.16E-03	1.90E-03	3.16E-03
3001	関谷断層帯	bpt	3350	2600	6700	5200	4.47E-03	7.43E-03	5.75E-03	9.57E-03
3101	関東平野北西縁断層帯主部	bpt	21500	13000	43000	26000	6.97E-04	1.16E-03	1.15E-03	1.92E-03
3102	平井一鶴尾断層帯	po	7300	7300	14600	14600	2.05E-03	3.42E-03	2.05E-03	3.42E-03
3401	立川断層帯	bpt	12500	10000	25000	20000	1.20E-03	2.00E-03	1.50E-03	2.50E-03
3501	伊勢原断層帯	bpt	5000	4000	10000	8000	3.00E-03	4.99E-03	3.74E-03	6.23E-03
3601	神郷・国府津一松田断層帯	bpt	1050	800	2100	1600	1.42E-02	2.35E-02	1.86E-02	3.08E-02
3701	三浦半島断層帯主部東部・北沢断層帯	bpt	3400	1900	6800	3800	4.40E-03	7.33E-03	7.86E-03	1.31E-02
3702	三浦半島断層帯主部武山断層帯	bpt	1750	1600	3500	3200	8.53E-03	1.42E-02	9.33E-03	1.55E-02
3703	三浦半島断層帯南部	po	1600	1600	3200	3200	9.33E-03	1.55E-02	9.33E-03	1.55E-02
3801	北伊豆断層帯	bpt	1450	1400	2900	2800	1.03E-02	1.71E-02	1.07E-02	1.77E-02
3901	十日町断層帯西部	bpt	3300	3300	6600	6600	4.54E-03	7.55E-03	4.54E-03	7.55E-03
3902	十日町断層帯東部	po	6000	4000	12000	8000	2.50E-03	4.16E-03	3.74E-03	6.23E-03
4001	長野盆地西縁断層帯	bpt	1650	800	3300	1600	9.05E-03	1.50E-02	1.86E-02	3.08E-02
4101	糸魚川一静岡構造線断層帯北部・中部	bpt	1000	1000	2000	2000	1.49E-02	2.47E-02	1.49E-02	2.47E-02
4201	糸魚川一静岡構造線断層帯南部	po	1200	1200	2400	2400	1.24E-02	2.06E-02	1.24E-02	2.06E-02
4501	木曾山脈西縁断層帯主部北部	bpt	7750	6400	15500	12800	1.93E-03	3.22E-03	2.34E-03	3.90E-03
4502	木曾山脈西縁断層帯主部南部	bpt	14250	4500	28500	9000	1.05E-03	1.75E-03	3.33E-03	5.54E-03
4503	清内路峠断層帯	po	11000	11000	22000	22000	1.36E-03	2.27E-03	1.36E-03	2.27E-03
4601	境峠・神谷断層帯主部	bpt	3500	1800	7000	3600	4.28E-03	7.12E-03	8.30E-03	1.38E-02
4602	霧訪山一奈良井断層帯	po	2200	2200	4400	4400	6.79E-03	1.13E-02	6.79E-03	1.13E-02
4701	碓氷川断層帯	bpt	2500	2300	5000	4600	5.98E-03	9.95E-03	6.50E-03	1.08E-02
4801	国府断層帯	bpt	3950	3600	7900	7200	3.79E-03	6.31E-03	4.16E-03	6.92E-03
4802	高山断層帯	po	4000	4000	8000	8000	3.74E-03	6.23E-03	3.74E-03	6.23E-03
4803	猪之鼻断層帯	po	7600	7600	15200	15200	1.97E-03	3.28E-03	1.97E-03	3.28E-03
4901	牛首断層帯	bpt	6050	5000	12100	10000	2.48E-03	4.12E-03	3.00E-03	4.99E-03
5001	庄川断層帯	bpt	5250	3600	10500	7200	2.85E-03	4.75E-03	4.16E-03	6.92E-03
5101	伊那谷断層帯主部	bpt	5800	5200	11600	10400	2.58E-03	4.30E-03	2.88E-03	4.80E-03
5102	伊那谷断層帯南東部	po	25000	25000	50000	50000	6.00E-04	1.00E-03	6.00E-04	1.00E-03
5201	阿寺断層帯主部北部	bpt	2150	1800	4300	3600	6.95E-03	1.16E-02	8.30E-03	1.38E-02
5202	阿寺断層帯主部南部	bpt	1700	1700	3400	3400	8.78E-03	1.46E-02	8.78E-03	1.46E-02

表 5. 3. 1. 4-1 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の発生確率 (つづき)

コード	断層名称	単位区間の 概中ヨグル BPT/PO	単位区間(本体)の 平均活動間隔[年]		取跡認めにくい地震の 平均活動間隔[年]		取跡認めにくい地震の発生確率			
			平均ケース	最大ケース	平均ケース	最大ケース	平均ケース		最大ケース	
							30年	50年	30年	50年
5203	佐見断層帯	po	7900	7900	15800	15800	0.19%	0.32%	0.19%	0.32%
5204	白川断層帯	po	9800	9800	19600	19600	0.15%	0.25%	0.15%	0.25%
5301	屏風山断層帯	po	8000	4000	16000	8000	0.19%	0.31%	0.37%	0.62%
5302	赤河断層帯	po	7300	7300	14600	14600	0.21%	0.34%	0.21%	0.34%
5303	恵那山一猿投山北断層帯	bpl	10600	7200	21200	14400	0.14%	0.24%	0.21%	0.35%
5304	猿投一高浜断層帯	bpl	40000	40000	80000	80000	0.04%	0.06%	0.04%	0.06%
5305	加木尾断層帯	po	30000	30000	60000	60000	0.05%	0.08%	0.05%	0.08%
5501	邑知湯断層帯	po	1550	1200	3100	2400	0.96%	1.60%	1.24%	2.06%
5601	碓波平野断層帯西部	bpl	9000	6000	18000	12000	0.17%	0.28%	0.25%	0.42%
5602	碓波平野断層帯東部	bpl	5000	3000	10000	6000	0.30%	0.50%	0.50%	0.83%
5603	奥羽山断層帯	bpl	4000	3000	8000	6000	0.37%	0.62%	0.50%	0.83%
5701	森本・富樫断層帯	bpl	2000	2000	4000	4000	0.75%	1.24%	0.75%	1.24%
5801	福井平野東縁断層帯主部	bpl	8150	6300	16300	12600	0.18%	0.31%	0.24%	0.40%
5802	福井平野東縁断層帯西部	cic	10500	10500	21000	21000	0.14%	0.24%	0.14%	0.24%
5901	長良川上流断層帯	po	9200	9200	18400	18400	0.16%	0.27%	0.16%	0.27%
6001	温見断層帯西部	bpl	2300	2200	4600	4400	0.65%	1.08%	0.68%	1.13%
6002	温見断層帯東部	po	1700	1700	3400	3400	0.88%	1.46%	0.88%	1.46%
6003	濃尾断層帯主部根尾谷断層帯	bpl	2850	2100	5700	4200	0.52%	0.87%	0.71%	1.18%
6004	濃尾断層帯主部海原断層帯	bpl	14500	14000	29000	28000	0.10%	0.17%	0.11%	0.18%
6005	濃尾断層帯主部三田断層帯	po	15000	15000	30000	30000	0.10%	0.17%	0.10%	0.17%
6006	掛斐川断層帯	po	7600	7600	15200	15200	0.20%	0.33%	0.20%	0.33%
6007	武儀川断層帯	po	9200	9200	18400	18400	0.16%	0.27%	0.16%	0.27%
6101	柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部北部	bpl	2500	2300	5000	4600	0.60%	1.00%	0.65%	1.08%
6102	柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部中部	po	3800	3800	7600	7600	0.39%	0.66%	0.39%	0.66%
6103	柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部南部	po	14000	14000	28000	28000	0.11%	0.18%	0.11%	0.18%
6104	浦底一柳ヶ瀬山断層帯	po	20000	20000	40000	40000	0.07%	0.12%	0.07%	0.12%
6301	野坂断層帯	bpl	6600	5600	13200	11200	0.23%	0.38%	0.27%	0.45%
6302	集福寺断層帯	bpl	3200	3200	6400	6400	0.47%	0.78%	0.47%	0.78%
6401	湖北山地断層帯西部	bpl	3500	3000	7000	6000	0.43%	0.71%	0.50%	0.83%
6402	湖北山地断層帯東部	bpl	7000	7000	14000	14000	0.21%	0.36%	0.21%	0.36%
6501	琵琶湖西岸断層帯北部	po	1900	1000	3800	2000	0.79%	1.31%	1.49%	2.47%
6502	琵琶湖西岸断層帯南部	bpl	5250	4500	10500	9000	0.29%	0.48%	0.33%	0.55%
6701	養老一桑名一四日市断層帯	bpl	1650	1400	3300	2800	0.90%	1.50%	1.07%	1.77%
6801	鈴鹿東縁断層帯	bpl	9250	6500	18500	13000	0.16%	0.27%	0.23%	0.38%
6901	鈴鹿西縁断層帯	po	27000	18000	54000	36000	0.06%	0.09%	0.08%	0.14%
7001	頓宮断層帯	bpl	10000	10000	20000	20000	0.15%	0.25%	0.15%	0.25%
7101	布引山地東縁断層帯西部	bpl	17000	17000	34000	34000	0.09%	0.15%	0.09%	0.15%
7102	布引山地東縁断層帯東部	bpl	25000	25000	50000	50000	0.06%	0.10%	0.06%	0.10%
7201	木津川断層帯	bpl	14500	4000	29000	8000	0.10%	0.17%	0.37%	0.62%
7301	三方断層帯	bpl	5050	3800	10100	7600	0.30%	0.49%	0.39%	0.66%
7302	花折断層帯北部	cic	8300	8300	16600	16600	0.18%	0.30%	0.18%	0.30%
7303	花折断層帯中南部	bpl	5350	4200	10700	8400	0.28%	0.47%	0.36%	0.59%
7401	山田断層帯主部	po	10000	10000	20000	20000	0.15%	0.25%	0.15%	0.25%
7402	郷村断層帯	bpl	12500	10000	25000	20000	0.12%	0.20%	0.15%	0.25%
7501	奈良盆地東縁断層帯	bpl	5000	5000	10000	10000	0.30%	0.50%	0.30%	0.50%
7601	有馬一高槻断層帯	bpl	1500	1000	3000	2000	1.00%	1.65%	1.49%	2.47%
7701	生駒断層帯	bpl	4500	3000	9000	6000	0.33%	0.55%	0.50%	0.83%
7801	上林川断層帯	po	8300	8300	16600	16600	0.18%	0.30%	0.18%	0.30%
7802	三味断層帯	po	6000	5000	12000	10000	0.25%	0.42%	0.30%	0.50%
7803	京都西山断層帯	bpl	4550	3500	9100	7000	0.33%	0.55%	0.43%	0.71%
7901	八景・大津断層帯主部	bpl	1850	900	3700	1800	0.81%	1.34%	1.65%	2.74%
7902	八景・大津断層帯副部	bpl	2150	1800	4300	3600	0.70%	1.16%	0.83%	1.38%
7903	先山断層帯	bpl	7500	5000	15000	10000	0.20%	0.33%	0.30%	0.50%
8001	上町断層帯	bpl	8000	8000	16000	16000	0.19%	0.31%	0.19%	0.31%
8101	中央構造線断層帯金剛山地東縁	bpl	8000	2000	16000	4000	0.19%	0.31%	0.75%	1.24%
8102	中央構造線断層帯石山断層帯	bpl	5000	4000	10000	8000	0.30%	0.50%	0.37%	0.62%
8103	中央構造線断層帯石山断層帯	bpl	1300	1000	2600	2000	1.15%	1.90%	1.49%	2.47%
8104	中央構造線断層帯石山断層帯	bpl	1750	1000	3500	2000	0.85%	1.42%	1.49%	2.47%
8105	中央構造線断層帯石山断層帯	bpl	1950	1000	3900	2000	0.77%	1.27%	1.49%	2.47%
8106	中央構造線断層帯和泉山脈南縁	bpl	1700	1100	3400	2200	0.88%	1.46%	1.35%	2.25%
8201	那岐山断層帯	po	35000	30000	70000	60000	0.04%	0.07%	0.05%	0.08%
8202	山崎断層帯主部西部	bpl	2050	1800	4100	3600	0.73%	1.21%	0.83%	1.38%
8203	山崎断層帯主部東部	bpl	3900	3900	7800	7800	0.38%	0.64%	0.38%	0.64%
8204	草谷断層帯	bpl	6500	6500	13000	13000	0.23%	0.38%	0.23%	0.38%
8401	長尾断層帯	bpl	30000	30000	60000	60000	0.05%	0.08%	0.05%	0.08%
8701	五日市断層帯	po	6400	6400	12800	12800	0.23%	0.39%	0.23%	0.39%
8702	己斐一広島西縁断層帯	po	7900	7900	15800	15800	0.19%	0.32%	0.19%	0.32%
8801	岩国断層帯	bpl	13500	9000	27000	18000	0.11%	0.19%	0.17%	0.28%
9001	菊川断層帯	po	14000	14000	28000	28000	0.11%	0.18%	0.11%	0.18%
9701	伊勢湾断層帯主部北部	bpl	12500	10000	25000	20000	0.12%	0.20%	0.15%	0.25%

表 5.3.1.4-1 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震の発生確率 (つづき)

コード 断層名称	平均区間の 最中モデル BPT/PO	単位区間(本体)の 平均活動間隔[年]		微跡認めにくい地震の 平均活動間隔[年]		微跡認めにくい地震の発生確率			
		平均ケース	最大ケース	平均ケース	最大ケース	平均ケース	最大ケース	30年	50年
9702 伊勢湾断層帯主部南部	bpt	7500	5000	15000	10000	2.00E-03	3.33E-03	3.00E-03	4.99E-03
9703 白子一野間断層	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
9801 大阪湾断層帯	bpt	5000	3000	10000	6000	3.00E-03	4.99E-03	4.99E-03	8.30E-03
9901 サロベツ断層帯	bpt	6000	4000	12000	8000	2.50E-03	4.16E-03	3.74E-03	6.23E-03
10101 花輪東断層帯	po	4000	3000	8000	6000	3.74E-03	6.23E-03	4.99E-03	8.30E-03
10201 高田平野西縁断層帯	bpt	3500	2200	7000	4400	4.28E-03	7.12E-03	6.79E-03	1.13E-02
10202 高田平野東縁断層帯	bpt	2300	2300	4600	4600	6.50E-03	1.08E-02	6.50E-03	1.08E-02
10301 六日町断層帯北部(ケース1)	po	5400	3200	10800	6400	2.77E-03	4.62E-03	4.68E-03	7.78E-03
10302 六日町断層帯南部	bpt	6700	6200	13400	12400	2.24E-03	3.72E-03	2.42E-03	4.02E-03
10401 曾根丘陵断層帯	po	2500	2000	5000	4000	5.98E-03	9.95E-03	7.47E-03	1.24E-02
10501 魚津断層帯	po	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
10601 周防灘断層帯主部	bpt	6650	5800	13300	11600	2.25E-03	3.75E-03	2.58E-03	4.30E-03
10602 秋徳沖断層帯	po	18300	18300	36600	36600	8.19E-04	1.37E-03	8.19E-04	1.37E-03
10603 宇部南方沖断層帯	po	17500	17500	35000	35000	8.57E-04	1.43E-03	8.57E-04	1.43E-03
10701 安芸灘断層帯主部	bpt	4350	2300	8700	4600	3.44E-03	5.73E-03	6.50E-03	1.08E-02
10702 広島湾一岩国沖断層帯	po	14700	14700	29400	29400	1.02E-03	1.70E-03	1.02E-03	1.70E-03
11001 宮古島断層帯中部	po	47300	47300	94600	94600	3.17E-04	5.28E-04	3.17E-04	5.28E-04
11002 宮古島断層帯西部	po	28700	28700	57400	57400	5.23E-04	8.71E-04	5.23E-04	8.71E-04
12001 小倉東断層	bpt	6700	6700	13400	13400	2.24E-03	3.72E-03	2.24E-03	3.72E-03
12101 福智山断層帯	bpt	20700	9400	41400	18800	7.24E-04	1.21E-03	1.59E-03	2.66E-03
12201 西山断層帯大島沖区間	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
12202 西山断層帯西山区間	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
12203 西山断層帯嘉麻峠区間	po	6000	6000	12000	12000	2.50E-03	4.16E-03	2.50E-03	4.16E-03
12301 宇美断層	bpt	25000	20000	50000	40000	6.00E-04	1.00E-03	7.50E-04	1.25E-03
12401 磐国断層帯北西山区間	bpt	4300	3100	8600	6200	3.48E-03	5.80E-03	4.83E-03	8.03E-03
12402 磐国断層帯南東山区間	bpt	4300	3100	8600	6200	3.48E-03	5.80E-03	4.83E-03	8.03E-03
12501 日向峠一小笠木峠断層帯	po	30000	30000	60000	60000	5.00E-04	8.33E-04	5.00E-04	8.33E-04
12601 水廻断層帯	bpt	14000	14000	28000	28000	1.07E-03	1.78E-03	1.78E-03	1.78E-03
12701 佐賀平野北縁断層帯	po	11550	6100	23100	12200	1.30E-03	2.16E-03	2.46E-03	4.09E-03
12801 別府湾一日出生断層帯東部	bpt	1500	1300	3000	2600	9.95E-03	1.65E-02	1.15E-02	1.90E-02
12802 別府湾一日出生断層帯西部	bpt	19000	13000	38000	26000	7.89E-04	1.31E-03	1.15E-03	1.92E-03
12803 大分平野一由布院断層帯東部	bpt	2650	2300	5300	4600	5.64E-03	9.39E-03	6.50E-03	1.08E-02
12804 大分平野一由布院断層帯西部	po	1200	700	2400	1400	1.24E-02	2.06E-02	2.12E-02	3.51E-02
12805 野稲岳一万年山断層帯	bpt	4000	4000	8000	8000	3.74E-03	6.23E-03	3.74E-03	6.23E-03
12806 船平山一亀石山断層帯	bpt	5800	4300	11600	8600	2.58E-03	4.30E-03	3.48E-03	5.80E-03
12901 雲仙断層帯北部区間	bpt	2500	2000	5000	4000	5.98E-03	9.95E-03	7.47E-03	1.24E-02
12902 雲仙断層帯南東部区間	po	1000	1000	2000	2000	1.49E-02	2.47E-02	1.49E-02	2.47E-02
12903 雲仙断層帯南西部北部区間	bpt	3600	2500	7200	5000	4.16E-03	6.92E-03	5.98E-03	9.95E-03
12904 雲仙断層帯南西部南部区間	bpt	4300	2100	8600	4200	3.48E-03	5.80E-03	7.12E-03	1.18E-02
13001 布田川断層帯布田川区間	bpt	17050	8100	34100	16200	8.79E-04	1.47E-03	1.85E-03	3.08E-03
13002 布田川断層帯宇土区間	po	4000	4000	8000	8000	3.74E-03	6.23E-03	3.74E-03	6.23E-03
13003 布田川断層帯宇土半島北岸区間	po	6000	6000	12000	12000	2.50E-03	4.16E-03	2.50E-03	4.16E-03
13101 日奈久断層帯高野一白旗区間	bpt	7300	3600	14600	7200	2.05E-03	3.42E-03	4.16E-03	6.92E-03
13102 日奈久断層帯日奈久区間	bpt	7300	3600	14600	7200	2.05E-03	3.42E-03	4.16E-03	6.92E-03
13103 日奈久断層帯八代海区間	bpt	3750	1100	7500	2200	3.99E-03	6.64E-03	1.35E-02	2.25E-02
13201 緑川断層帯	po	51000	34000	102000	68000	2.94E-04	4.90E-04	4.41E-04	7.35E-04
13301 入吉盆地南縁断層	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
13401 出水断層帯	bpt	8000	8000	16000	16000	1.87E-03	3.12E-03	1.87E-03	3.12E-03
13501 壱断層帯上飯島北東沖区間	po	20000	20000	40000	40000	7.50E-04	1.25E-03	7.50E-04	1.25E-03
13502 壱断層帯飯島区間	po	6700	2400	13400	4800	2.24E-03	3.72E-03	6.23E-03	1.04E-02
13601 市来断層帯市来区間	po	64000	64000	128000	128000	2.34E-04	3.91E-04	2.34E-04	3.91E-04
13602 市来断層帯飯海峽中央区間	po	85000	85000	170000	170000	1.76E-04	2.94E-04	1.76E-04	2.94E-04
13603 市来断層帯吹上飯西方沖区間	po	43000	43000	86000	86000	3.49E-04	5.81E-04	3.49E-04	5.81E-04

※水色は、長期評価および確率論的地震動予測地図の作成において、ポアソン過程で評価されている地震を示す。

※赤色は、長期評価において平均活動間隔が評価されておらず、歴史地震との対応付けから発生確率がゼロと評価されているために、これまでの確率論的地震動ハザード評価において平均活動間隔が設定されていなかった断層帯であり、「5.3.1.4 地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震」に示す仮定のもとに平均活動間隔を算定したことを表す。

<2013年における検討の従来モデル>

2013年における検討の従来モデルでは、痕跡を認めにくい地震は考慮されていない。

<全国地震動予測地図 2010年版のモデル>

2010年版のモデルでは、痕跡を認めにくい地震は考慮されていない。

5.3.2 長期評価された地震のうち繰り返し発生する地震

2014年版のモデルにおいて、長期評価された地震のうち繰り返し発生する地震としてモデル化するの、以下の日本海東縁部の地震である。

- ・ 北海道北西沖の地震
- ・ 北海道西方沖の地震
- ・ 北海道南西沖の地震
- ・ 青森県西方沖の地震
- ・ 秋田県沖の地震
- ・ 山形県沖の地震
- ・ 新潟県北部沖の地震
- ・ 佐渡島北方沖の地震

これらの地震の地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-1 に、断層面の位置を図 5.3.2-1 および図 5.3.2-2 に示す。

地震の発生確率は、従来は「日本海東縁部の地震活動の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2003b）に基づき BPT 分布を仮定して計算した値を用いていた。この長期評価では、

- ・ 北海道北西沖の地震 (M7.8)
- ・ 北海道西方沖の地震 (M7.5) 【1940年積丹半島沖】
- ・ 北海道南西沖の地震 (M7.8) 【1993年北海道南西沖地震】
- ・ 青森県西方沖の地震 (M7.7) 【1983年日本海中部地震】
- ・ 秋田県沖の地震 (M7.5)
- ・ 山形県沖の地震 (M7.7) 【1833年庄内沖地震】
- ・ 新潟県北部沖の地震 (M7.5) 【1964年新潟地震】
- ・ 佐渡島北方沖の地震 (M7.8)

が評価されている（図 5.3.2-1）。

評価対象領域は、北から北海道北西沖（図 5.3.2-1 のシ）、北海道西方沖（図 5.3.2-1 のス：1940年積丹半島沖地震）、北海道南西沖（図 5.3.2-1 のセ：1993年北海道南西沖地震）、青森県西方沖（図 5.3.2-1 のソ：1983年日本海中部地震）、秋田県沖（図 5.3.2-1 のタ）、

山形県沖（図 5.3.2-1 のチ：1833 年庄内沖地震）、新潟県北部沖（図 5.3.2-1 のツ：1964 年新潟地震）、佐渡島北方沖（図 5.3.2-1 のテ）である。このうち、（ ）に地震名を示した北海道西方沖、北海道南西沖、青森県西方沖、山形県沖、新潟県北部沖では過去に $M7.5$ 以上の地震が発生したことが知られているが、北海道北西沖、秋田県沖、佐渡島北方沖では過去に $M7.5$ 以上の地震は知られていない。なお、これらの地震のうち、上記で【】で示した近年大地震が発生した領域については、地震の発生確率はゼロと評価されている。

地震発生確率は、これまで長期評価において更新過程が適用されている地震については BPT 分布に基づいて算定してきたが、いずれも最近発生した地震である（上に【】で示した地震）ため、発生確率はほとんどがほぼ 0%となっている。一方、日本海東縁部には近年発生した大地震の震源も含めて多くの活断層が存在していることが知られている（例えば、泉・他，2014）ものの、当該地域における地下構造や地震の履歴に関して十分に調査されているとは言えず、長期評価で対象となった地震以外の大地震の発生も否定できない。

そのような地震を考慮するため、2014 年版のモデルでは地震発生確率を設定する際にポアソン過程を仮定して求められる地震発生確率を考慮した。具体的には、秋田県沖の地震と佐渡島北方沖の地震以外の、最新活動時期が判明している 6 地震について、長期評価により BPT 分布を仮定して計算した地震発生確率とポアソン過程を仮定して計算した地震発生確率の平均値を、地震発生確率として採用した。この際、平均発生間隔が幅をもって示されている場合には、各パラメータの中央の値を用いるが、平均発生間隔が 1000 年程度以上とされている秋田県沖、山形県沖、新潟県北部沖、については、平均発生間隔を 1,000 年と仮定して地震の発生確率を算定する。

現在、日本海東縁部については、文部科学省の日本海地震・津波調査プロジェクト（平成 25～32 年度）において活断層の調査が行われている。今後は、その調査結果に基づく長期評価を反映する必要がある。本報告で採用した地震発生確率は、それまでの暫定的な設定である。

震源域の場所については、過去の地震が知られている領域については、その断層モデルを踏襲して断層面を設定する。過去に地震が知られていない領域については、北海道北西沖は長さ 140km、幅 24km、傾斜角 45° 、秋田県沖は長さ 90km、幅 24km、傾斜角 45° 、佐渡島北方沖は長さ 140km、幅 34km、傾斜角 30° 、の矩形の断層面をそれぞれ上端深さ 3km として設定する。いずれも傾斜の方向については東傾斜、西傾斜が等確率で発生すると仮定する。なお、北海道北西沖、佐渡島北方沖については平面的に領域内でどこでも起こり得るとしてそれぞれ 3 つの断層を置き、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定する。

以下、各地震の活動モデルの諸元について示す。

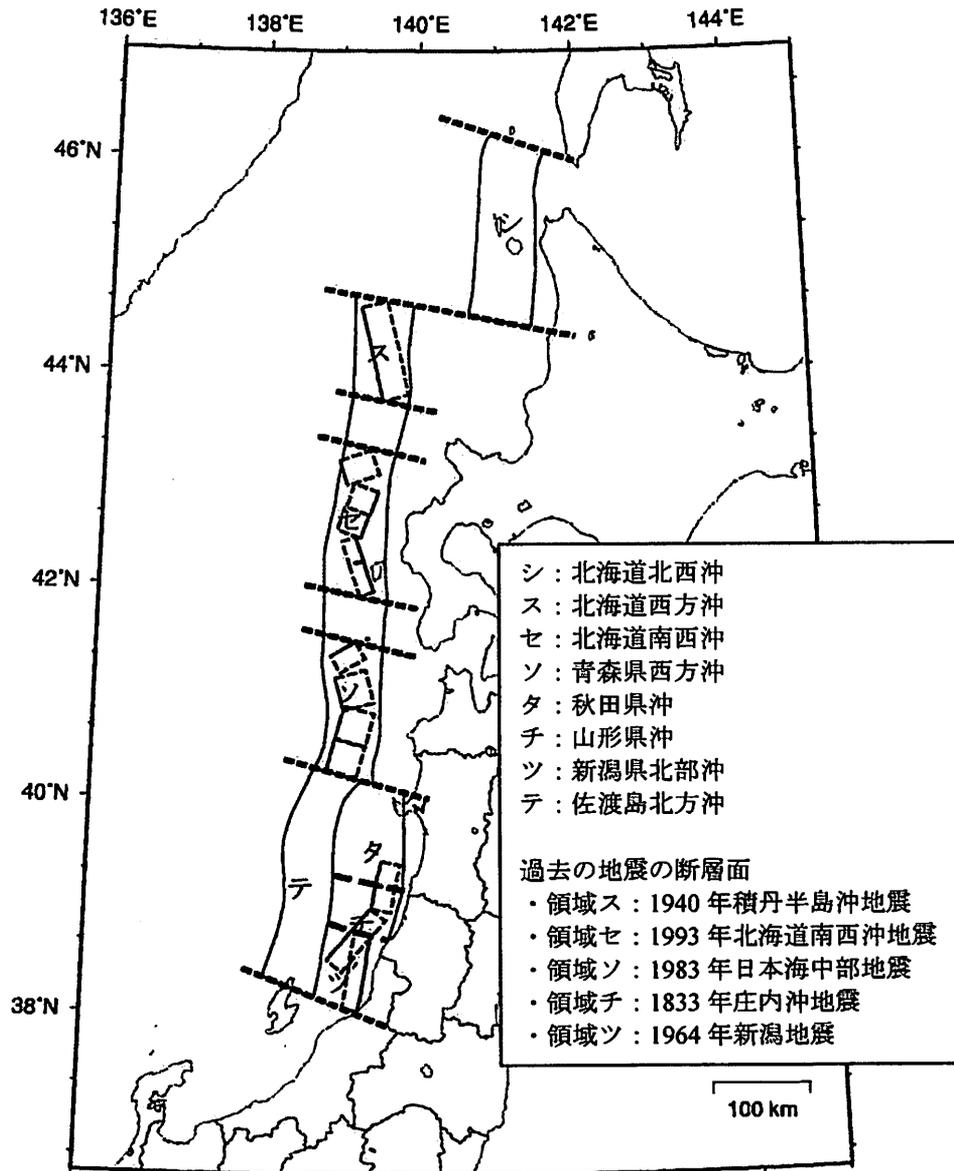


図 5.3.2-1 海溝型地震のうち日本海東縁部で発生する地震の評価対象領域
と過去に発生した地震の断層面

(1) 北海道北西沖の地震

地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-1 に、断層面の位置を図 5.3.2-2 に示す。震源域の位置について、「日本海東縁部の地震活動の長期評価」(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2003b) において「領域内でどこでも発生する可能性がある」とされているが、ここでは領域内に長さ 140km、幅 24km、傾斜角 45°、上端深さ 3km の矩形の断層面を南北に 3 列並べて (それぞれ東傾斜あるいは西傾斜)、そのいずれかで等確率 (1/6) で地震が発生すると仮定した。

表 5.3.2-1 北海道北西沖の地震の諸元

	長期評価	設定モデル	
		BPT 分布	ポアソン過程
30 年発生確率	0.006%~0.1%	0.046%	0.77%
50 年発生確率	0.01%~0.2%	0.082%	1.3%
マグニチュード	M7.8 程度	Mw7.8	
震源域	想定震源域の位置を図示	領域内に長さ 140km、幅 24km の矩形の断層面 (45° 東あるいは西傾斜) を南北に 3 列並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定	

(注) 地震発生確率は 2014 年 1 月からの値。設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=3900 年、最新発生時期=2100 年前、BPT 分布のばらつき $\alpha=0.21$ (0.17~0.24 の中央値) を仮定した。また $M_w=M_j$ と仮定した。

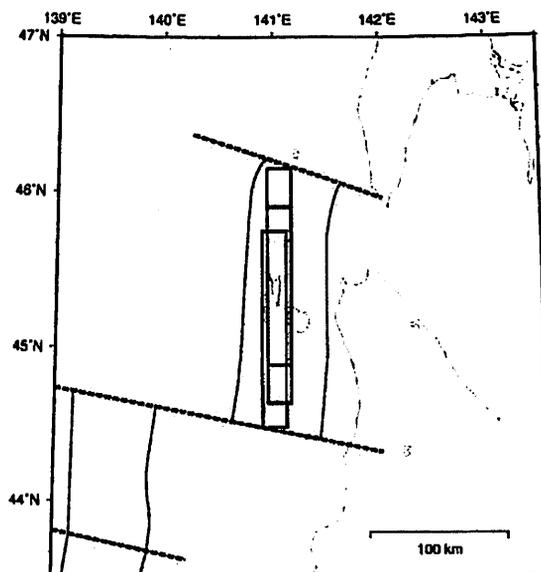


図 5.3.2-2 北海道北西沖の地震の断層面

(2) 北海道西方沖の地震

地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-2 に示す。断層面の諸元については、1940 年積丹半島沖地震の断層モデル (Satake (1986)) を踏襲した (図 5.3.2-1)。

表 5.3.2-2 北海道西方沖の地震の諸元

	長期評価	設定モデル	
		BPT 分布	ポアソン過程
30 年発生確率	ほぼ 0%	0%	1.1%
50 年発生確率	ほぼ 0%	0%	1.9%
マグニチュード	M7.5 前後	Mw7.5	
震源域	1940 年積丹半島沖地震の断層面	1940 年積丹半島沖地震の断層面	

(注) 地震発生確率は 2014 年 1 月からの値。設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=2650 年 (1400~3900 年の中央値)、最新活動時期=73.4 年前 (2014 年 1 月時点)、ばらつき $\alpha=0.21$ (0.17~0.24 の中央値) を仮定した。Mw=Mj と仮定した。

(3) 北海道南西沖の地震

地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-3 に示す。断層面の諸元については、1993 年北海道南西沖地震の断層モデル (Tanioka *et al.* (1995)) を踏襲した (図 5.3.2-1)。

表 5.3.2-3 北海道南西沖の地震の諸元

	長期評価	設定モデル	
		BPT 分布	ポアソン過程
30 年発生確率	ほぼ 0%	0%	3.1%
50 年発生確率	ほぼ 0%	0%	5.1%
マグニチュード	M7.8 前後	Mw7.8	
震源域	1993 年北海道南西沖地震の断層面	1993 年北海道南西沖地震の断層面	

(注) 地震発生確率は 2014 年 1 月からの値。設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=950 年 (500~1400 年の中央値)、最新発生時期=20.5 年前 (2014 年 1 月時点)、ばらつき $\alpha=0.21$ (0.17~0.24 の中央値) を仮定した。Mw=Mj と仮定した。

(4) 青森県西方沖の地震

地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-4 に示す。断層面の諸元については、1983 年日本海中部地震の断層モデル(本震は Sato (1985)を、余震は阿部 (1987))を踏襲した(図 5.3.2-1)。

表 5.3.2-4 青森県西方沖の地震の諸元

	長期評価	設定モデル	
		BPT 分布	ポアソン過程
30 年発生確率	ほぼ 0%	0%	3.1%
50 年発生確率	ほぼ 0%	0%	5.1%
マグニチュード	<i>M</i> 7.7 前後	<i>M</i> w7.7	
震源域	1983 年日本海中部地震 の断層面	1983 年日本海中部地震 の断層面	

(注) 地震発生確率は 2014 年 1 月からの値。設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=950 年 (500~1400 年の中央値)、最新発生時期=30.6 年前 (2014 年 1 月時点)、ばらつき $\alpha=0.21$ (0.17~0.24 の中央値) を仮定した。 $M_w=M_j$ と仮定した。

(5) 秋田県沖の地震

地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-5 に、断層面の位置を図 5.3.2-3 に示す。震源域の位置について、ここでは領域内に長さ 90km、幅 24km、傾斜角 45°、上端深さ 3km の矩形の断層面（東傾斜あるいは西傾斜）を置いて、そのいずれかで等確率（1/2）で地震が発生すると仮定した。

表 5.3.2-5 秋田県沖の地震の諸元

	長期評価	設定モデル
30年発生確率	3%程度以下	3.0%
50年発生確率	5%程度以下	4.9%
マグニチュード	M7.5程度	Mw7.5
震源域	想定震源域の位置を図示	領域内に長さ 90km、幅 24km の矩形の断層面（45° 東あるいは西傾斜）のいずれかで等確率で地震が発生すると仮定

(注) 設定モデルの確率計算では、平均発生間隔 1000 年（長期評価では 1000 年程度以上）のポアソン過程を仮定した。また $M_w = M_j$ と仮定した。

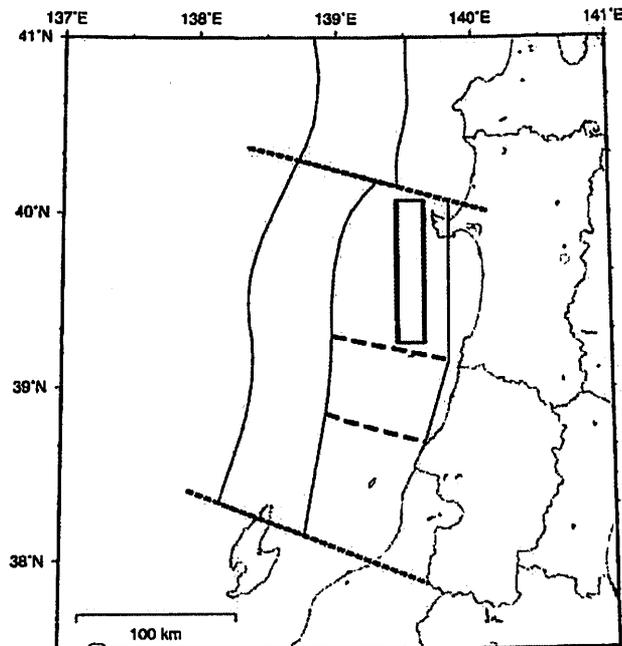


図 5.3.2-3 秋田県沖の地震の断層面

(6) 山形県沖の地震

地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-6 に示す。断層面の諸元については、1833 年庄内沖地震の断層モデル (相田 (1989)) を踏襲した (図 5.3.2-1)。

表 5.3.2-6 山形県沖の地震の諸元

	長期評価	設定モデル	
		BPT 分布	ポアソン過程
30 年発生確率	ほぼ 0%	0%	3.0%
50 年発生確率	ほぼ 0%	0%	4.9%
マグニチュード	M7.7 前後	Mw7.7	
震源域	1833 年庄内沖地震 の断層面	1833 年庄内沖地震 の断層面	

(注) 地震発生確率は 2014 年 1 月からの値。設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=1000 年 (長期評価では 1000 年程度以上)、最新発生時期=180.1 年前 (2014 年 1 月時点)、ばらつき $\alpha=0.21$ (0.17~0.24 の中央値) を仮定した。 $M_w=M_j$ と仮定した。

(7) 新潟県北部沖の地震

地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-7 に示す。断層面の諸元については、1964 年新潟地震の断層モデル (Abe (1975)) を踏襲した (図 5.3.2-1)。

表 5.3.2-7 新潟県北部沖の地震の諸元

	長期評価	設定モデル	
		BPT 分布	ポアソン過程
30 年発生確率	ほぼ 0%	0%	3.0%
50 年発生確率	ほぼ 0%	0%	4.9%
マグニチュード	M7.5 前後	Mw7.5	
震源域	1964 年新潟地震 の断層面	1964 年新潟地震 の断層面	

(注) 地震発生確率は 2013 年 1 月からの値。設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=1000 年 (長期評価では 1000 年程度以上)、最新発生時期=49.5 年前 (2014 年 1 月時点)、ばらつき $\alpha=0.21$ (0.17~0.24) の中央値を仮定した。 $M_w=M_j$ と仮定した。

(8) 佐渡島北方沖の地震

地震活動モデルの諸元を表 5.3.2-8 に、断層面の位置を図 5.3.2-4 に示す。震源域の位置について、「領域内でどこでも発生する可能性がある」とされているが、ここでは領域内に長さ 140km、幅 34km、傾斜角 30°、上端深さ 3km の矩形の断層面を南北に 3 列並べて（それぞれ東傾斜あるいは西傾斜）、そのいずれかで等確率（1/6）で地震が発生すると仮定した。

表 5.3.2-8 佐渡島北方沖の地震の諸元

	長期評価	設定モデル
30 年発生確率	3~6%	3.9%
50 年発生確率	5~10%	6.4%
マグニチュード	M7.8 程度	Mw7.8
震源域	想定震源域の位置を図示	領域内に長さ 140km、幅 34km の矩形の断層面 (30° 東あるいは西傾斜) を南北に 3 列並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定

(注) 設定モデルの確率計算では、平均発生間隔 750 年（長期評価では 500~1000 年程度）のポアソン過程を仮定した。また $M_w = M_j$ と仮定した。

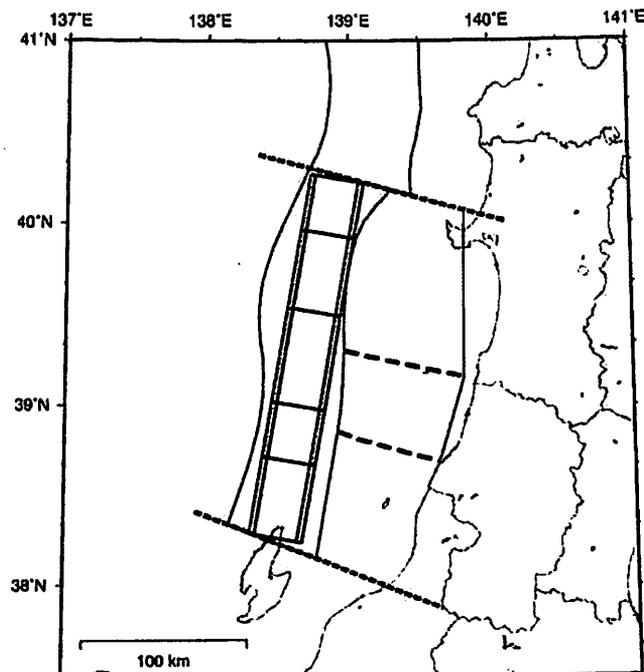


図 5.3.2-4 佐渡島北方沖の地震の断層面

<2013年における検討の従来モデル>

2013年における検討の従来モデルと2014年版のモデルで異なるのは地震発生確率の設定方法である。2013年における検討の従来モデルでは、長期評価により示された地震発生確率を用いており、最新活動時期が判明している6地震(図5.3.2-1参照)については、地震発生確率がBPT分布を仮定して求められている。

<全国地震動予測地図2010年版のモデル>

2010年版のモデルは、2013年における検討の従来モデルと同じ。

5.3.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震

5.3.3.1 陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震

1) 対象とする地震

ここで対象とする地震は、陸側のプレート上部地殻内の地震発生層で発生する地震のうち、活断層が特定されていない場所で発生する浅い地震である。陸域では、主要活断層帯やその他の活断層で発生する固有地震が別途考慮されており、これらによって規模の大きい地震の多くは網羅されていると考えられる。ただし、これらの活断層に関連する固有地震以外の地震はモデル化がされていないことから、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震に含めて評価する。

南西諸島付近で発生する震源断層をあらかじめ特定しにくい地震は、2013年における検討の従来モデルでは個別にモデル化していたが、2014年版のモデルでは、フィリピン海プレートの地震と陸側プレートの地震に分離して評価するため、新たに南西諸島付近の浅い地震が含まれる。

なお、陸側のプレートで発生する浅い地震のうち、日本海東縁部は、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として別途モデル化されるため、ここでの対象外とする。

2) 地域区分

垣見・他(2003)による地震地体構造区分図(図5.3.3.1-1(図4.3.2-1の再掲);以降、新垣見マップ)に基づき区分する。ただし、御前崎から四国にかけての太平洋岸のように陸地をカバーしていない場合には、境界を修正して陸地を含むようにする。また、日本海東縁部を含む領域については、新潟県付近の陸域と日本海東縁部とが分かれるように境界線を追加する。2014年版の地震活動モデルにおいても、2013年における検討の検討モデルで追加した南西諸島付近の浅い領域は、従来の南西諸島付近の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の領域を参考に設定する。この際、南東側の境界は、九州の陸域の領域と接続するように海溝軸よりも北東側に設定している。また、九州の陸域領域の南部を、薩摩半島・大隅半島の南端までを含むように修正している。設定した区分を図5.3.3.1-2に示

す。1)で述べたとおり、日本海東縁部は、別途評価するため、対象外である。なお、2014年版のモデルでは、陸域の浅い震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度を計算する際に、従来よりも大きな領域で平均化した発生頻度も考慮することによる地震発生頻度も考慮することとした(大領域による方法)。大領域についての詳細は、「4.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要」を参照されたい。大領域の領域区分については、現状の地域区分に基づき、

- ・ 伊豆諸島以南の領域、南西諸島の領域はそれぞれ1つの領域とする。
- ・ 糸魚川-静岡構造線を境に東西に分割する。

ことにより、合計4つの領域を設定している。ここで、島嶼部については、地震カタログの質から別とし、東日本は太平洋プレート、西日本はフィリピン海プレートの沈み込みによる影響を勘案して糸魚川-静岡構造線を境として分割した。図5.3.3.1-3に「大領域」の区分を示す(図4.3.1-2の再掲)。

3) 地震カタログ

中地震カタログと小地震カタログ(最小マグニチュードは3.0)を併用する。ただし、中地震カタログの期間は領域によって一部変更しており、関東を含む領域と伊豆半島では、大正関東地震の影響が少なくなった1940年以降のM5.0以上の地震を用いる。また、北海道の東部から北方四島にかけての領域では、観測網の地震検知能力が低いことを勘案し、中地震カタログとして1960年以降のM5.0以上の地震を用いる。南西諸島付近の浅い領域についても、同じ理由から1983年以降のM5.0以上の地震を用いることとし、中地震と小地震のカタログの併用は行わない。さらに、新たに作成した「大領域」に関しては、中地震カタログと、小地震カタログにより「地域区分する方法」で単位面積当たりの地震発生頻度が領域内で一定になるように頻度を算定した(中地震カタログ、小地震カタログについては、「4.3.1 評価手法の概要」を参照)。

震源深さは25km未満のもののみを用いることを原則とするが、日本海側の海域においては震源深さの精度も勘案して40kmまでの地震を対象とする。また、南西諸島付近の領域の北西側のフィリピン海プレートの領域と重複しない部分についても、深さ40kmまでの地震を対象とする。なお、地震カタログからは、主要活断層帯の固有地震あるいは主要活断層帯以外のその他の活断層で発生する地震に該当するものは除去する。

図5.3.3.1-4に、1926年以降のM5.0以上の地震の震央分布を、図5.3.3.1-5に1983年以降のM3.0以上の地震の震央分布をそれぞれ示す。また、図5.3.3.1-6および図5.3.3.1-7には、地震の規模別累積発生頻度を示す。

4) 最大マグニチュード

最大マグニチュードは、地震活動モデルの不確実性を考慮して、陸域については過去に発生した地震のうち別途モデル化されている活断層との対応が明確でない地震の最大規模

である $M_j = 7.3$ を、海域については活断層の調査が不十分であり、存在は知られているもののモデル化されていないものが多く存在することも勘案して $M_j = 7.5$ とそれぞれの地域区分すべてに対して設定する。領域ごとに設定した最大マグニチュードを、図 5.3.3.1-8 および表 5.3.3.1-1 に示す。

5) 断層面の設定

震源断層は、上部地殻内の地震発生層で一様に分布すると仮定する。断層面の形状は鉛直な矩形断層面を想定し、その長さはマグニチュードから松田式で評価する。幅は長さと同じ（ただし、地震発生層の厚さで頭打ち）とし、走向はランダムとする。ただし、数値計算の際には、藤原・他（2003）での検討結果を参考に、これとほぼ等価な結果を与える深さ 3km の点震源とする。

6) モーメントマグニチュード M_w への変換

モーメントマグニチュード M_w は、武村（1990）に基づき、 M_j から次式で変換する。

$$M_w = 0.78 M_j + 1.08 \quad (5.3.3.1-1)$$

7) 地震発生頻度の分布

図 5.3.3.1-9 に、陸域で発生する地震のうち活断層が特定されていない場所で発生する地震の発生頻度（0.1 度四方の領域で 1 年間に $M 5.0$ 以上の地震が発生する頻度）の分布を示す。これは、a) 中地震カタログで地域区分する方法、b) 中地震カタログで地域区分しない方法、c) 小地震カタログで地域区分する方法、d) 小地震カタログで地域区分しない方法、の 4 ケースの頻度を平均したものである。なお、上述のように、a) および c) については、従来の地域区分に基づく頻度と、今回新たに導入した「大領域」の区分に基づく頻度を平均したものである。震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度の計算の詳細については、「4.3 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の評価手法の概要」を参照のこと。

なお、陸側プレートの浅い震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生頻度について、2013 年における検討の従来モデルと 2014 年版、2013 年における検討の検討モデルと 2014 年版の比較を、それぞれ図 5.3.3.1-10、図 5.3.3.1-11 に示す。

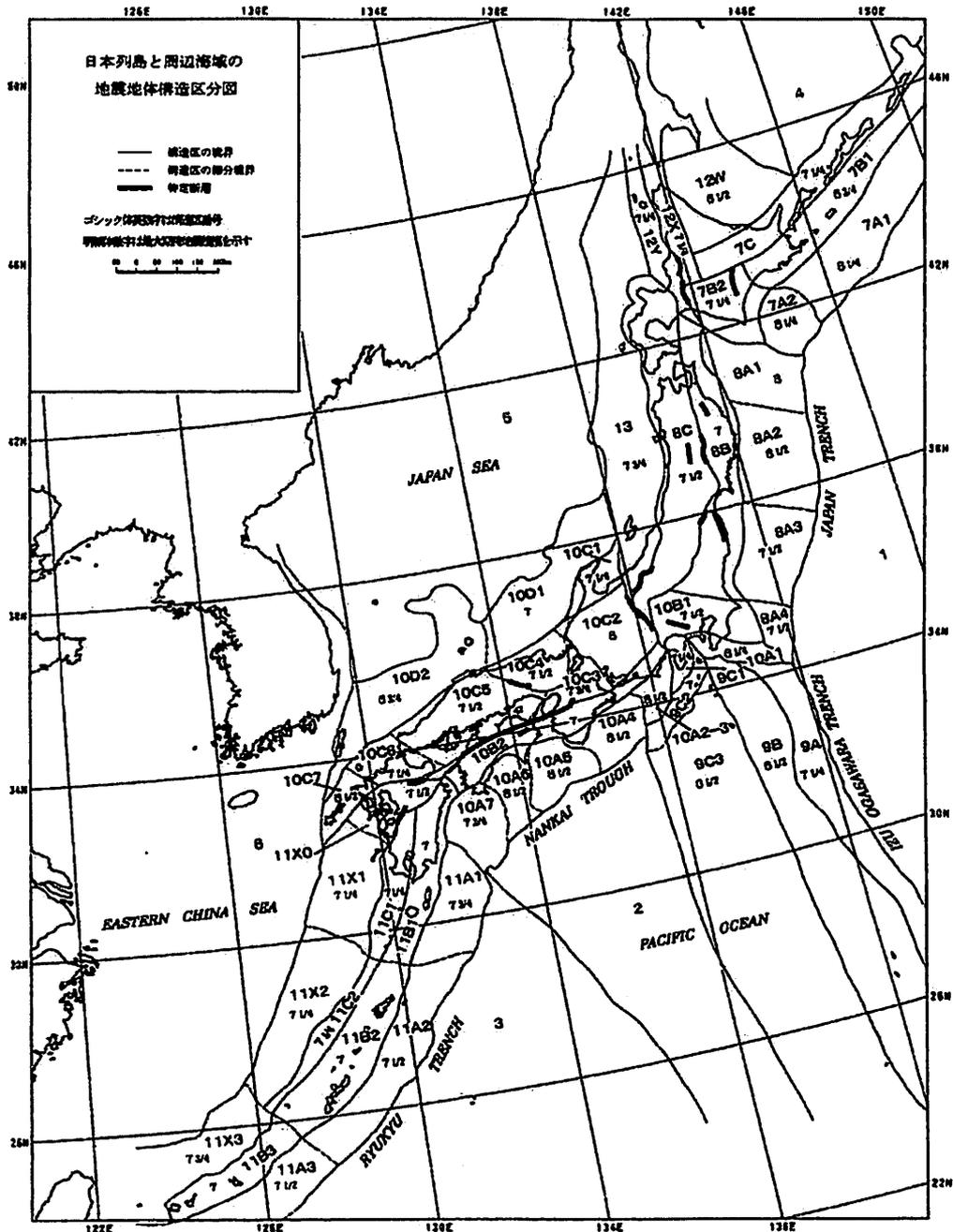


Fig. 1. Seismotectonic province map in and around the Japanese islands. Boldfaced sign is the symbol of province. Roman-type numeral represents the expected maximum earthquake magnitude (M_{max}) assigned to each province. Solid line: boundary between provinces. Broken line: boundary between subprovinces. Bar: the designated fault.

図 5. 3. 3. 1-1 垣見・他 (2003) による地震地体構造区分図 (新垣見マップ)
(図 4. 3. 2-1 の再掲)

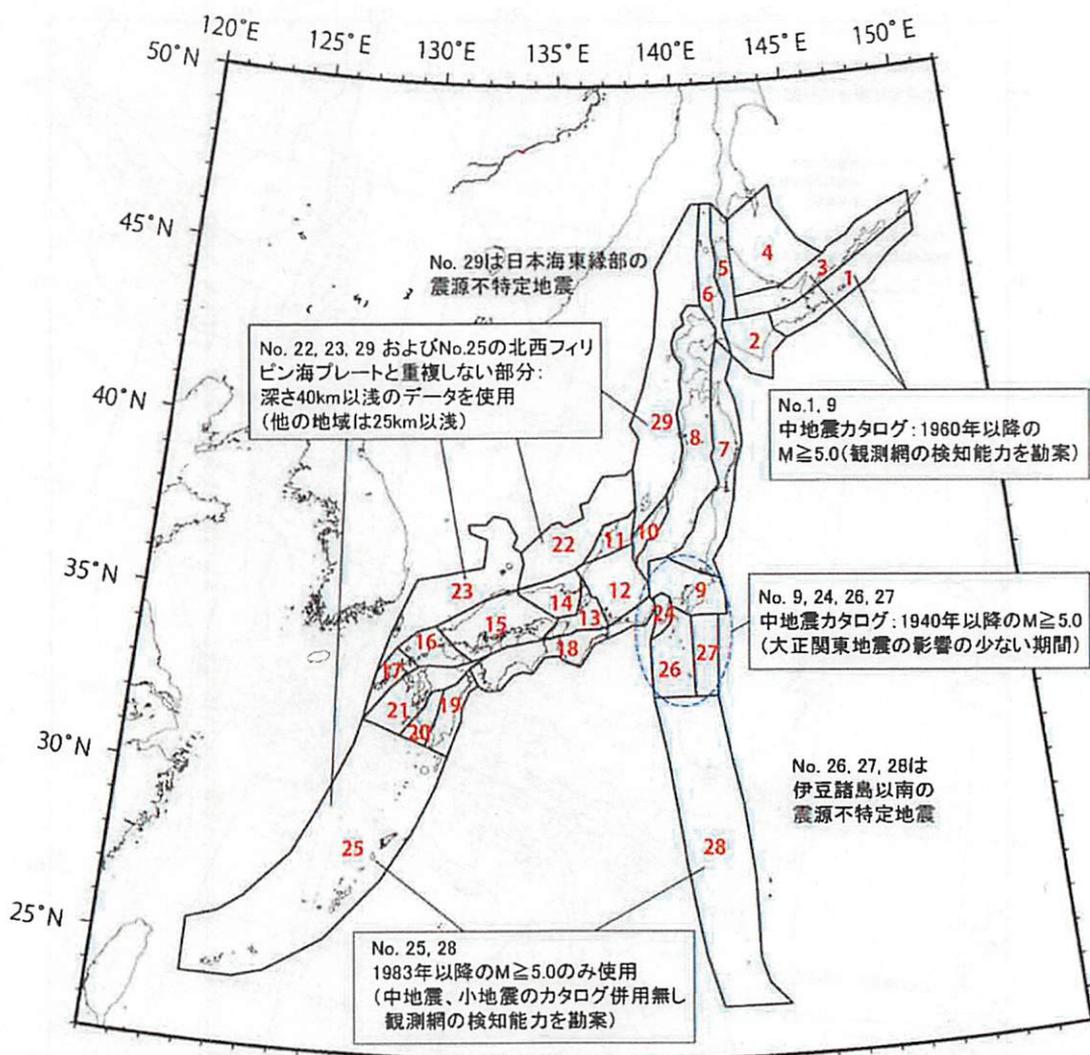


図 5.3.3.1-2 陸域の浅い震源を特定しにくい地震の地域区分と頻度算定に用いる地震カタログ (図 4.3.1-1 の再掲)。特記のないものは、小地震カタログと中地震カタログを併用。図中に赤字で示す数字は、各領域の領域番号を表す。

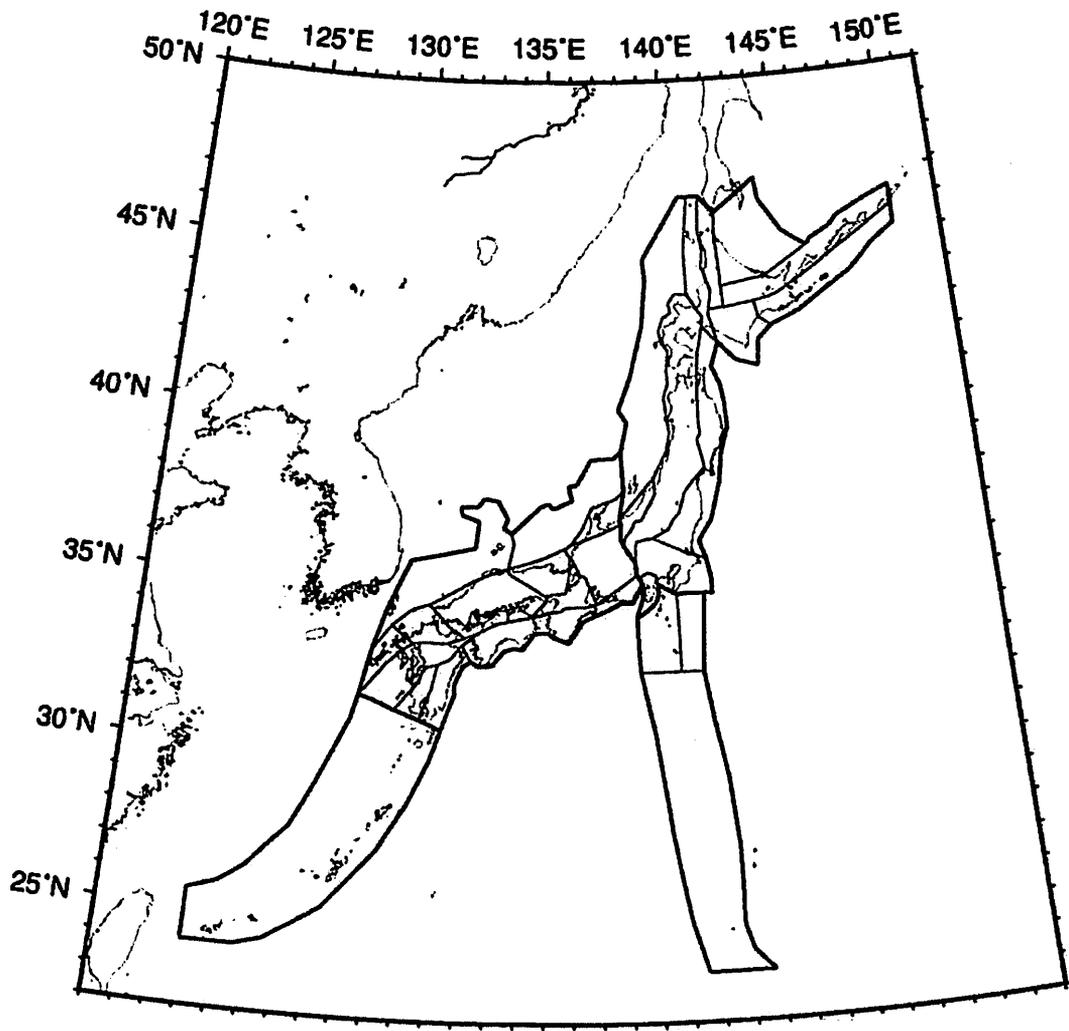


図 5. 3. 3. 1-3 陸域の浅い震源を特定しにくい地震の「大領域」の地域区分(黒い実線)

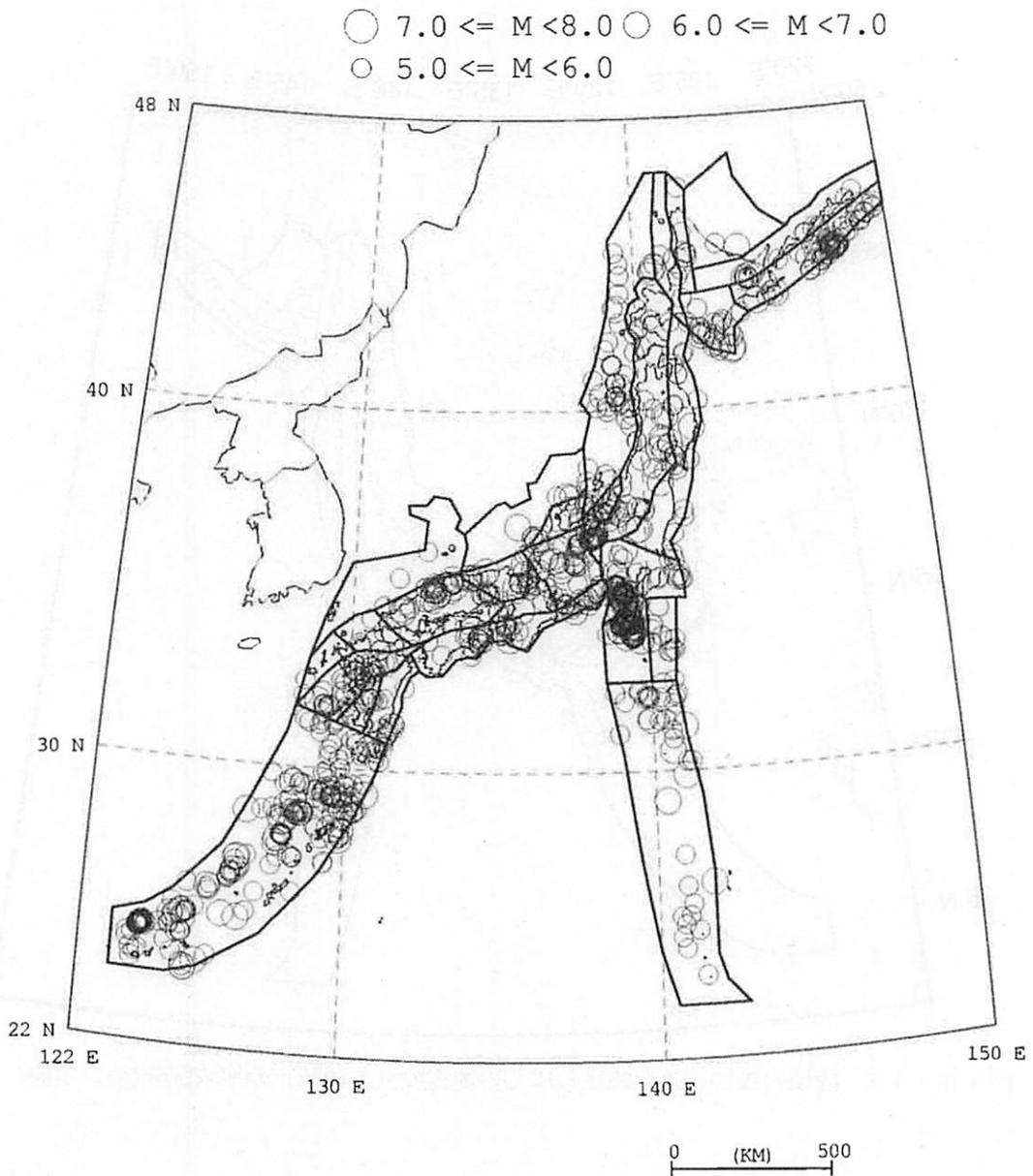


図 5. 3. 3. 1-4 1926 年以降の $M \geq 5.0$ の地震の震央分布

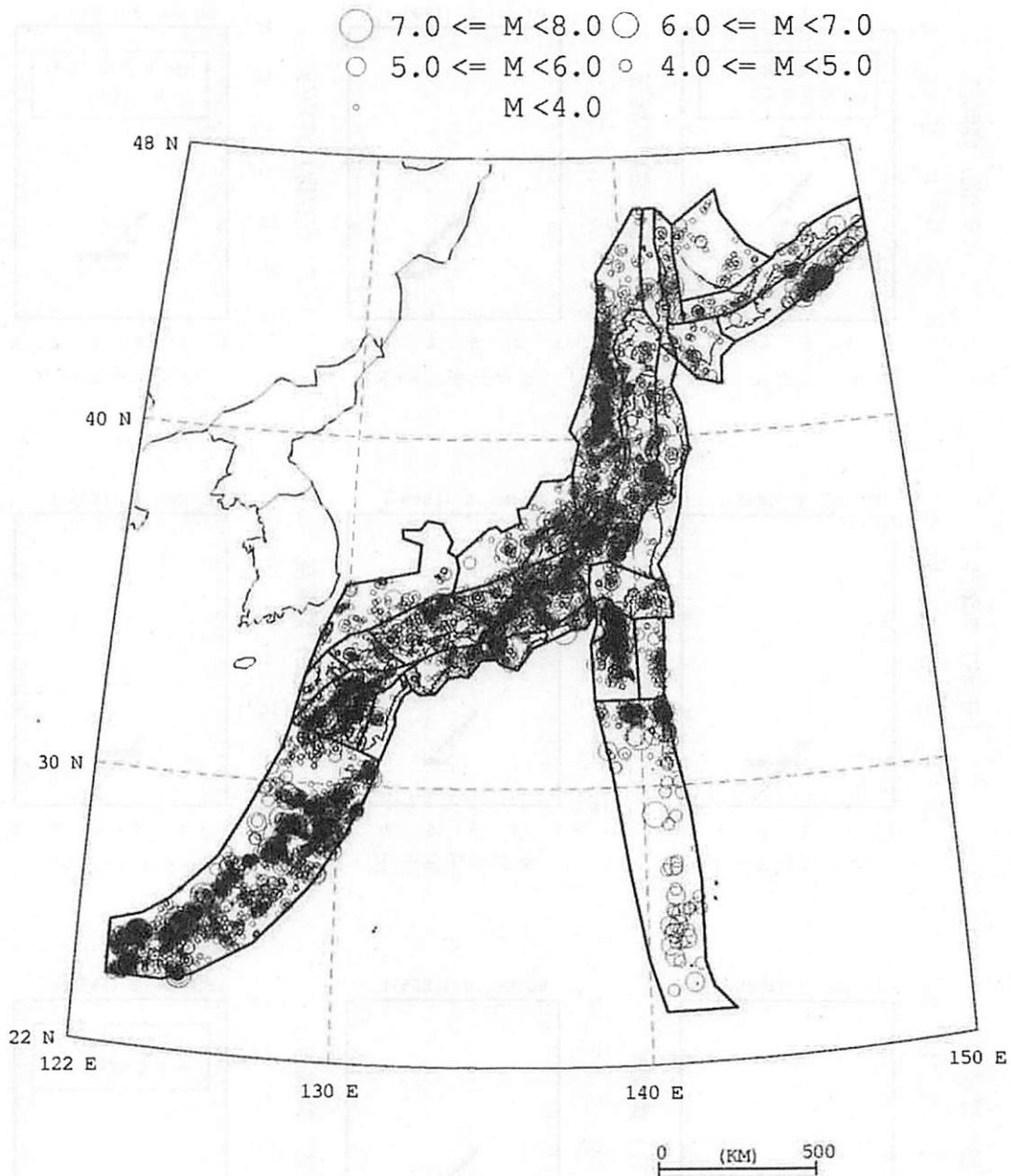


図 5.3.3.1-5 1983 年以降の $M \geq 3.0$ の地震の震央分布

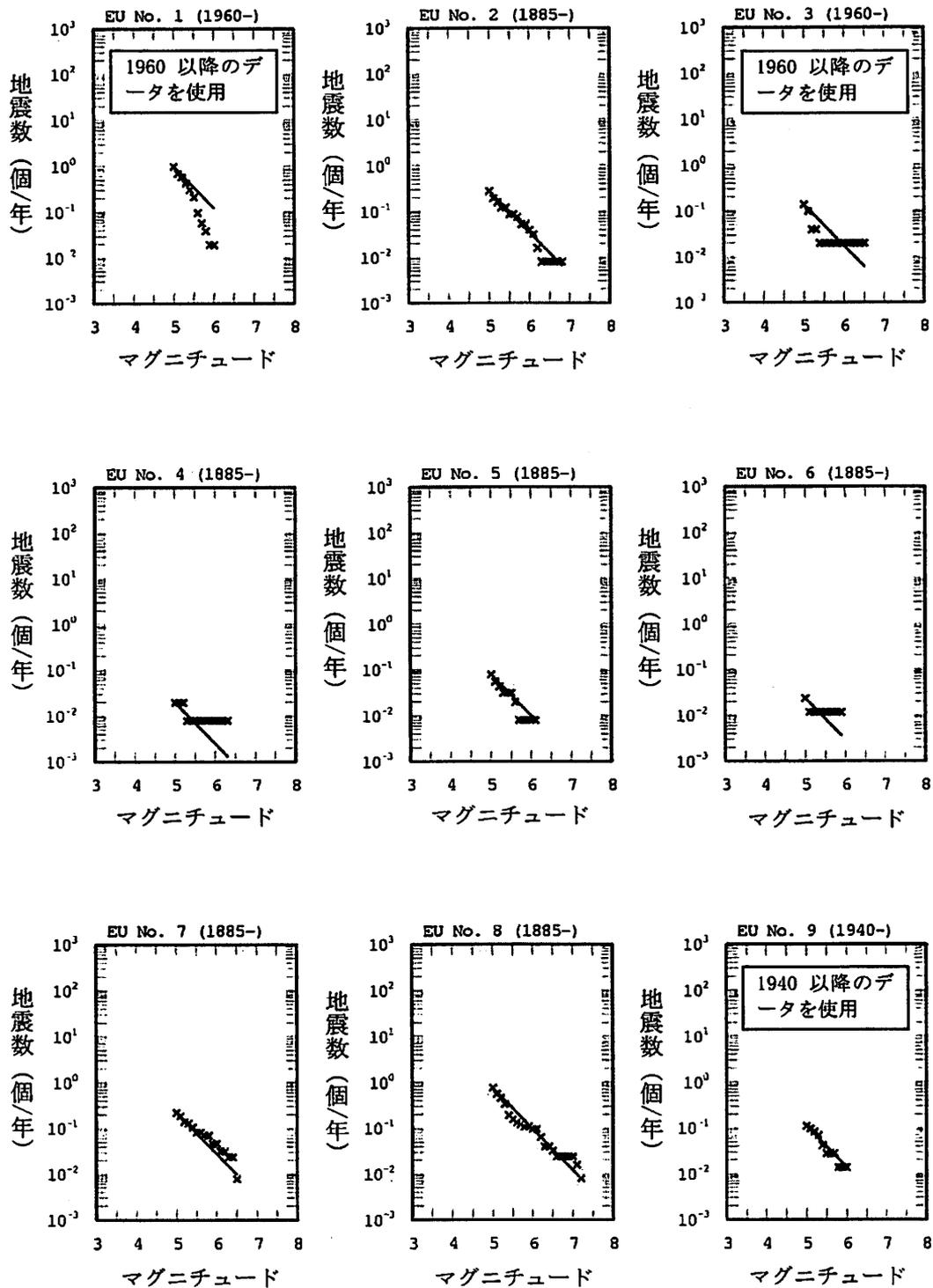


図 5.3.3.1-6 中地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度

- ・ ×印はデータ、実線はデータに基づく b 値 0.9 の G-R 式
- ・ 各グラフの上を示す番号は、図 5.3.3.1-2 に示す領域番号を表す

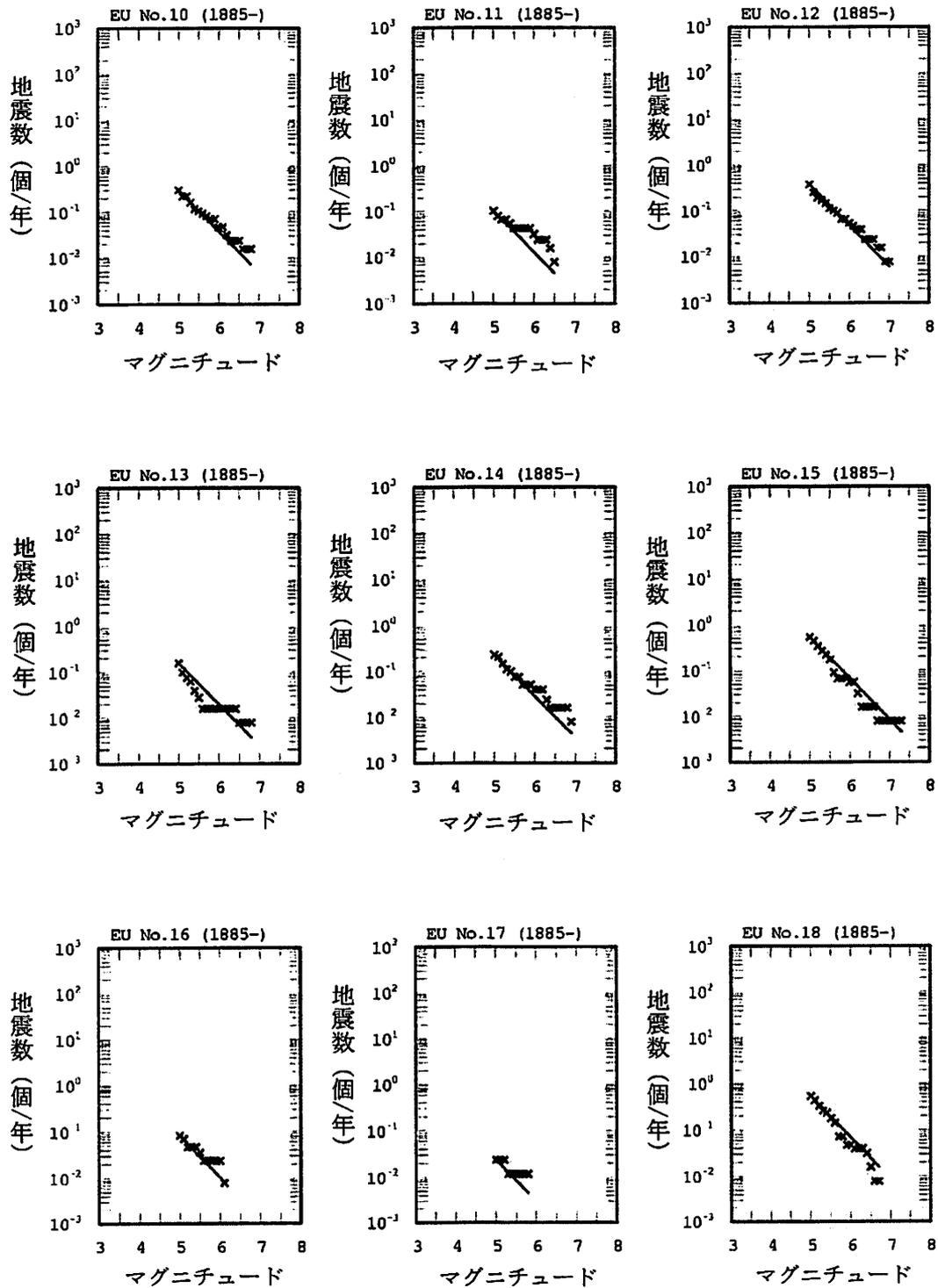


図 5.3.3.1-6 中地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度 (つづき)

- ・ ×印はデータ、実線はデータに基づく b 値 0.9 の G-R 式
- ・ 各グラフの上に表示番号は、図 5.3.3.1-2 に示す領域番号を表す

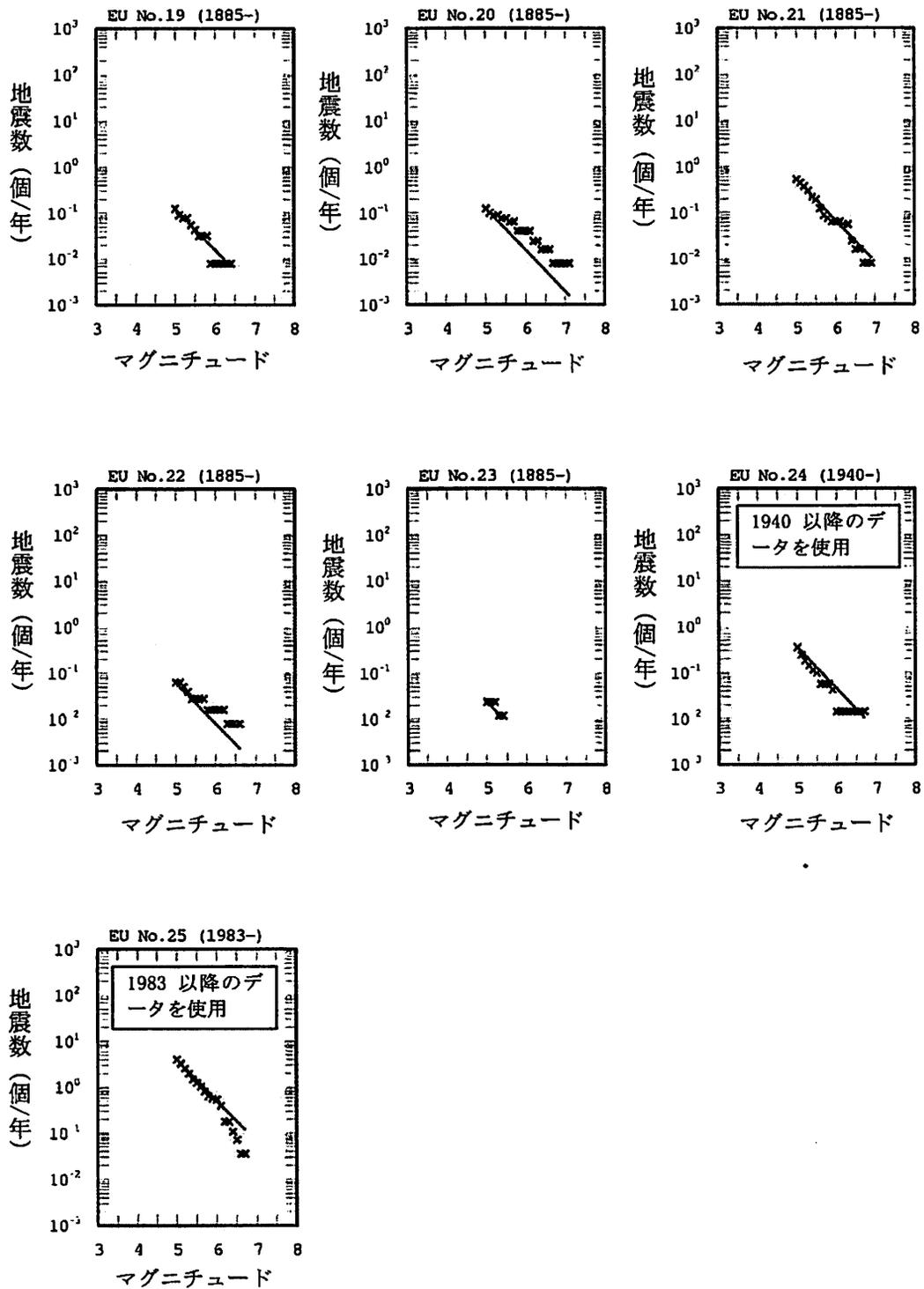


図 5.3.3.1-6 中地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度 (つづき)

- ・ ×印はデータ、実線はデータに基づく b 値 0.9 の G-R 式
- ・ 各グラフの上を示す番号は、図 5.3.3.1-2 に示す領域番号を表す

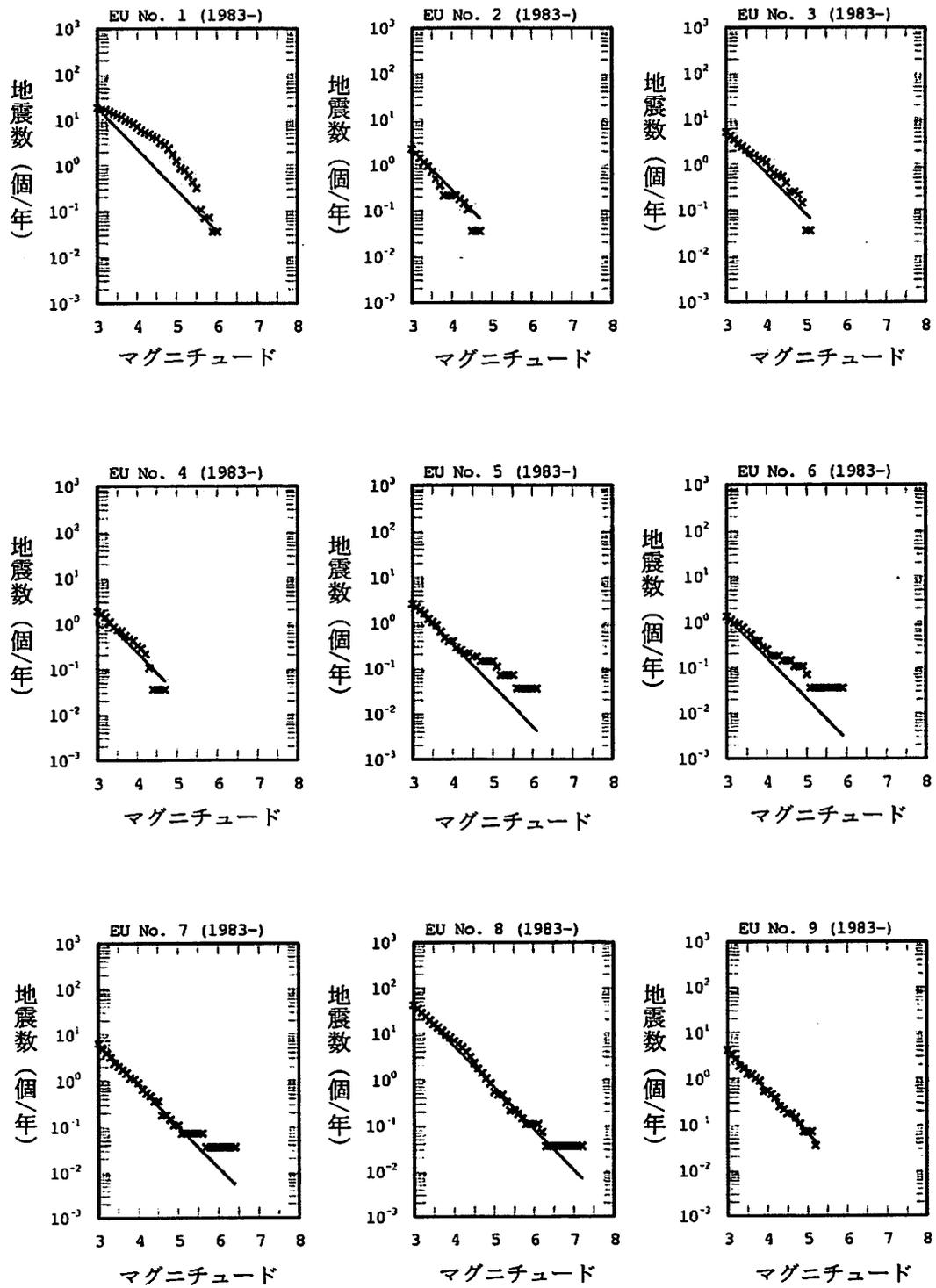


図 5.3.3.1-7 小地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度
 (各グラフの上を示す番号は、図 5.3.3.1-2 に示す領域番号を表す)

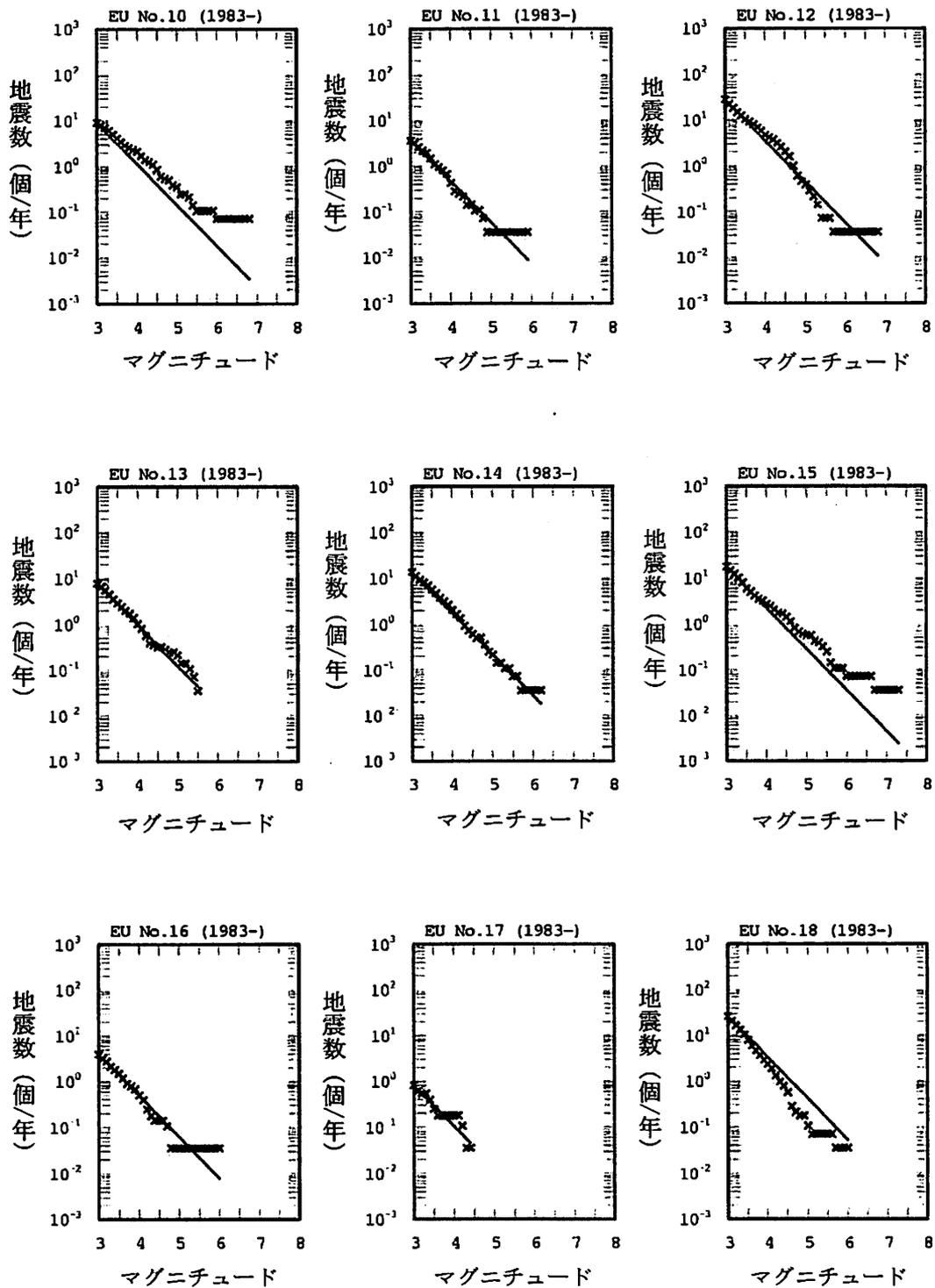


図 5. 3. 3. 1-7 小地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度 (つづき)

- ・ ×印はデータ、実線はデータに基づく b 値 0.9 の G-R 式
- ・ 各グラフの上に表示番号は、図 5. 3. 3. 1-2 に示す領域番号を表す

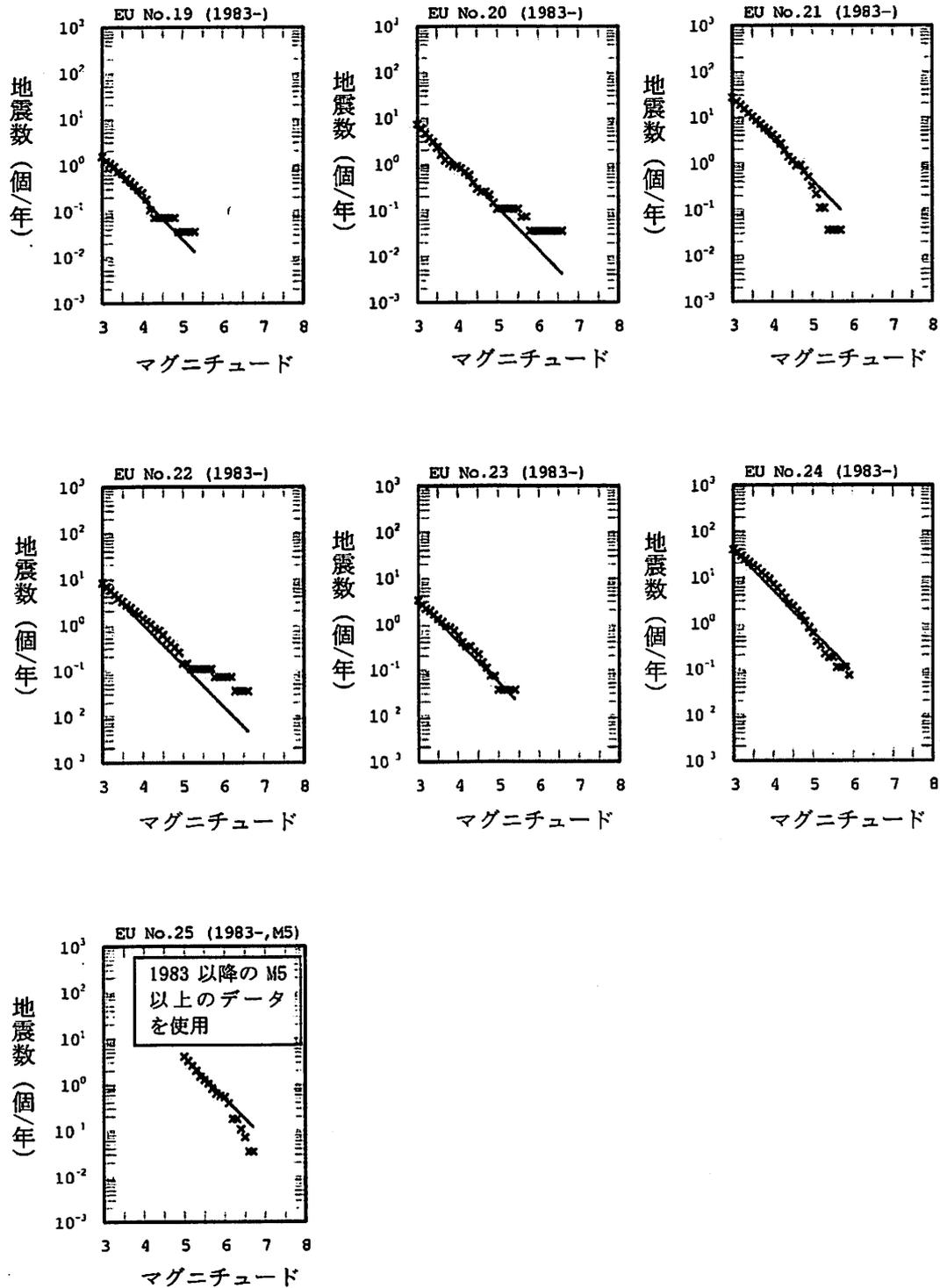


図 5.3.3.1-7 小地震カタログに基づく地震の規模別累積発生頻度 (つづき)

- ・ ×印はデータ、実線はデータに基づく b 値 0.9 の G-R 式
- ・ 各グラフの上を示す番号は、図 5.3.3.1-2 に示す領域番号を表す

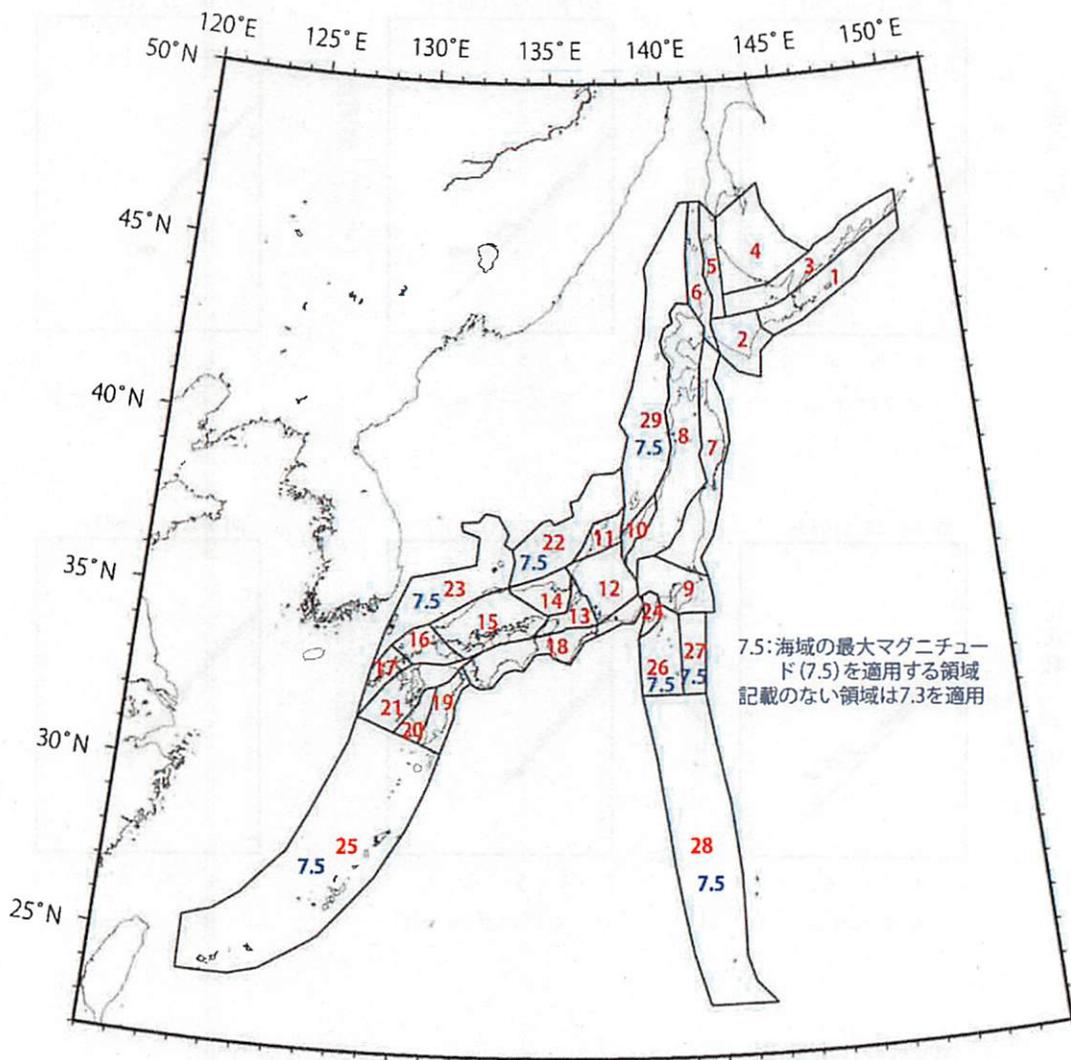


図 5. 3. 3. 1-8 陸域の震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大マグニチュード
図中の赤文字は領域番号を表す。

表 5.3.3.1-1 領域ごとの最大マグニチュードとその設定根拠

番号	最大 M	根拠	備考
1	7.3	(最大 M の下限値)	
2	7.3	(最大 M の下限値)	
3	7.3	(最大 M の下限値)	
4	7.3	(最大 M の下限値)	
5	7.3	(最大 M の下限値)	
6	7.3	(最大 M の下限値)	
7	7.3	(最大 M の下限値)	
8	7.3	(最大 M の下限値)	
9	7.3	(最大 M の下限値)	
10	7.3	(最大 M の下限値)	
11	7.3	(最大 M の下限値)	
12	7.3	(最大 M の下限値)	
13	7.3	(最大 M の下限値)	
14	7.3	(最大 M の下限値)	
15	7.3	2000.10.06 鳥取県西部地震	
16	7.3	(最大 M の下限値)	
17	7.3	(最大 M の下限値)	
18	7.3	(最大 M の下限値)	
19	7.3	(最大 M の下限値)	
20	7.3	(最大 M の下限値)	
21	7.3	(最大 M の下限値)	1596 慶長豊後 (M . 5) は活断層と対応。
22	7.5	(海域の最大 M の下限値)	
23	7.5	(海域の最大 M の下限値)	
24	7.3	(最大 M の下限値)	1930 北伊豆地震 (M . 3) は活断層と対応。
25	7.5	(海域の最大 M の下限値)	

7.2 地震動予測式

確率論的地震動ハザード評価においては、地震の規模（マグニチュード）が大きいほど、距離が近いほど地震動振幅が大きくなることを表現した「距離減衰式」をはじめとして、表層地盤による最大速度の増幅率や最大速度と計測震度など、複数の経験的な関係式を組み合わせて用いている。ここでは、地表あるいは工学的基盤上の地震動を評価するためのこれらの経験式をまとめて「地震動予測式」と呼ぶことにする。

全国地震動予測地図で用いてきた司・翠川（1999）の距離減衰式はモーメントマグニチュード（ M_w ）8.3までの地震による記録が用いられており、それより大きな規模の地震に対する適用性について検証ができていなかったが、最大速度は M_w 8.3 で頭打ちすると仮定して適用されてきた。ただし、全国地震動予測地図 2010 年版までの地震活動モデルにおいて M_w 8.3 を超える地震は、南海トラフで発生する巨大地震のみであった（最大 M_w 8.6）。

一方、東北地方太平洋沖地震で観測された強震動記録の最大加速度や最大速度について、司・翠川（1999）の断層最短距離を指標とした距離減衰式において、 M_w 9.0 とした場合には過大評価となり M_w 8.3 相当であったことが示されている（司・他，2011）。観測記録の得られている M_w 8.5 以上の地震は世界的にもほとんど無いため、この値（ M_w 8.3）に関する検証はまだ十分とは言えないが、確率論的地震動ハザード評価に適用する地震動予測式は M_w 8.3 での頭打ちも含めて従来通りとした。すなわち、

○硬質地盤（ $V_s=600\text{m/s}$ ）上の最大速度 PGV (cm/s)：司・翠川（1999）

$$\log PGV = 0.58 M_w + 0.0038 H + d - 1.29 - \log (X + 0.0028 \times 10^{0.5 M_w}) - 0.002 X \quad (7.2-1)$$

$$d = \begin{cases} 0.00 & \text{地殻内地震} \\ -0.02 & \text{プレート間地震} \\ 0.12 & \text{プレート内地震} \end{cases}$$

ただし、 M_w は8.3を上限値とする

○AVS30に基づく最大速度増幅率 amp ：藤本・翠川（2006）

$$\log amp = 2.367 - 0.852 \cdot \log AVS30 \quad (7.2-2)$$

○東北日本の異常震域補正 V_1 , V_2 ：森川・他（2003）

$$\begin{aligned} \log V_1 &= (-4.021 \times 10^{-5} \times X_{tr} + 9.905 \times 10^{-3}) \times \{\max(0, H-30)\} \\ V_2 &= \max\{1.0, (X/300)^{2.064} \times 10^{-0.012}\} \end{aligned} \quad (7.2-3)$$

○西南日本の異常震域補正 V_3 ：森川・他（2006）

$$\log V_3 = -4.28 \times 10^{-5} \times \min(X_{vp}, 75) \times \{\max(0, H-30)\} \quad (7.2-4)$$

である。ここで \log は常用対数であり、 X は断層最短距離 (km)、 H は震源断層の中心深さ (km)、 X_{tr} は海溝軸から評価地点までの最短距離 (km)、 X_{vp} は火山フロントから評価地点までの最短距離 (km) である。海溝軸および火山フロントの位置は、それぞれ表 7.2-1 および表 7.2-2 に示す点を直線で結ぶ（森川・他，2003、2006；図 7.2-1）。

工学的基盤（ $V_s=400\text{m/s}$ ）上の最大速度（ PGV_{b400} ）は、(7.2-2) 式に $AVS30=400\text{m/s}$ を代入することにより得られる係数 1.41 を用いて、

$$PGV_{b400} = \begin{cases} PGV \times 1.41 \times V_1 \times V_2 & \text{太平洋プレート of 地震・浦河沖 of 地震} \\ PGV \times 1.41 \times V_3 & \text{フィリピン海プレート of 深さ60km以深 of 地震} \\ PGV \times 1.41 & \text{上記以外 of すべて of 地震} \end{cases}$$

(7.2-5)

と求められ、地表の最大速度 (PGV_s) は、すべての地震について

$$PGV_s = PGV \times amp \quad (=PGV_{b400} \times amp / 1.41) \quad (7.2-6)$$

より得られる。また、地表の計測震度 (I) についても従来と同様に、

$$I = \begin{cases} 2.68 + 1.72 \log PGV_s & \text{地震カテゴリー I、II} \\ 2.002 + 2.603 \log PGV_s - 0.213 \times (\log PGV_s)^2 & \text{地震カテゴリー III} \end{cases} \quad (7.2-7)$$

を用いて地表の最大速度より求める (翠川・他, 1999、藤本・翠川, 2005; 図 7.2-2)。なお、(7.2-7) 式はいずれも震度 4 以上の記録から求められている関係式ではあるが、ここでは 4 未満となる場合であってもそのまま外挿して適用している。

表 7.2-1 東北日本の異常震域補正に用いる海溝軸位置の基準点

緯度 [° N]	45.50	42.00	41.00	40.10	39.20	37.70
経度 [° E]	153.00	146.80	144.65	144.30	144.20	143.80
緯度 [° N]	36.55	35.80	33.80	29.00	24.00	
経度 [° E]	143.25	142.40	141.90	143.00	143.50	

表 7.2-2 西南日本の異常震域補正に用いる火山フロント位置の基準点

緯度	36.2	35.3	35.3	34.9	33.4	31.5	29.5	27.9	24.5	24.5
経度	136.9	134.9	133.7	132.0	131.6	130.8	129.7	128.3	124.0	122.0

注：東経 136.9° 以東の評価地点では $x_{vr} = 0$ とする

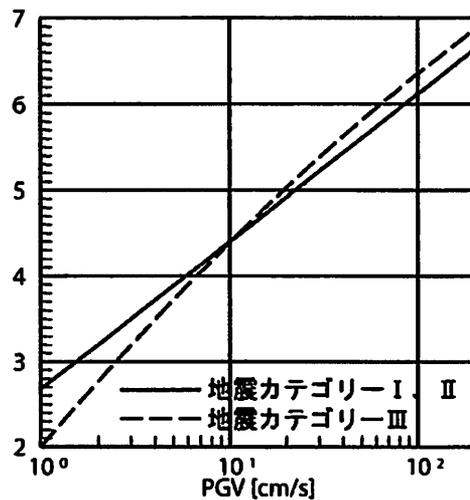
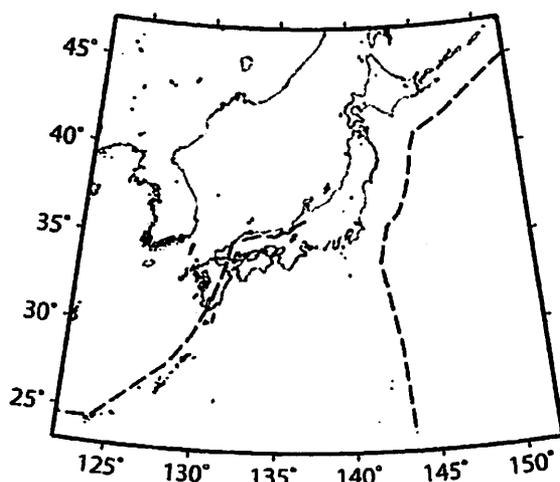


図 7.2-1 海溝軸 (青) および火山フロント (赤) 図 7.2-2 最大速度と計測震度の関係

7.3 地震動予測式のばらつき

確率論的地震動ハザード評価においてこれまでに地震動の評価で適用してきたばらつき (σ) は、研究途上の段階であることもあり暫定的なものとなっている。しかしながら、最近の研究等においても、暫定的に与えているばらつきから変更できる新たな知見が得られていないこともあり、従来と同じままとする。すなわち、地震カテゴリー I、II に対しては振幅に依存する

$$\sigma = \begin{cases} 0.20 & PGV \leq 25 \text{cm/s} \\ 0.20 - 0.05 \frac{PGV - 25}{25} & 25 \text{cm/s} < PGV \leq 50 \text{cm/s} \\ 0.15 & 50 \text{cm/s} < PGV \end{cases} \quad (7.3-1)$$

を、地震カテゴリー III に対しては震源距離に依存する

$$\sigma = \begin{cases} 0.23 & X \leq 20 \text{km} \\ 0.23 - 0.03 \frac{\log(X/20)}{\log(30/20)} & 20 \text{km} < X \leq 30 \text{km} \\ 0.20 & 30 \text{km} < X \end{cases} \quad (7.3-2)$$

を常用対数標準偏差として適用する (図 7.3-1)。ただし、これまでと同様に無限大の地震動強さが生じることを避けるため、分布の裾において、対数標準偏差の 3 倍 ($\pm 3\sigma$) より外側を打ち切っている。

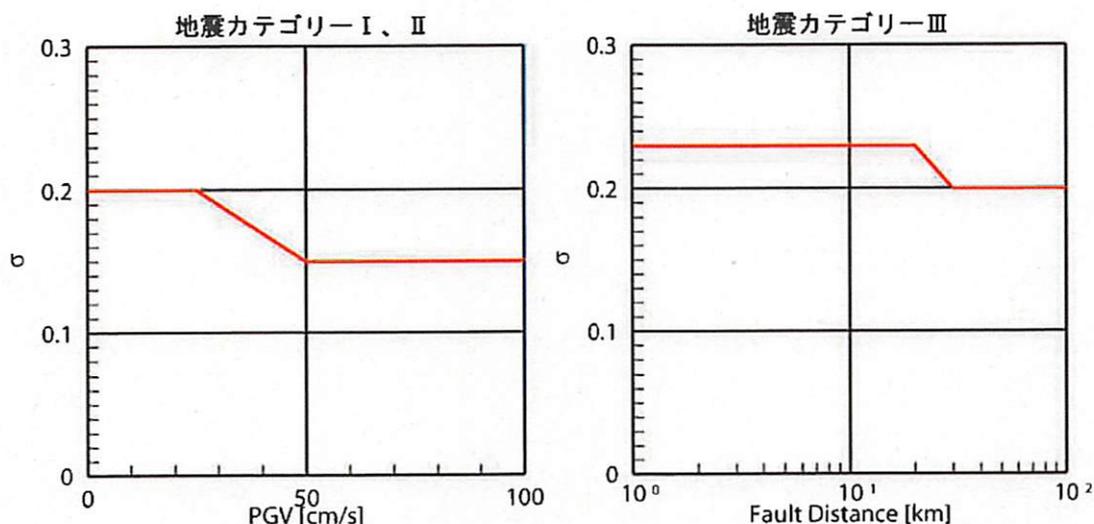


図 7.3-1 地震動評価に適用するばらつき (σ ; 常用対数標準偏差) の値

10. 今後の課題と展望

現時点においても、全国地震動予測地図は発展途上であり、解決すべきさまざまな課題がある。地震動予測地図はこれまでと同様、今後も地震の調査研究により得られた新たな知見を反映しつつ、継続的に改良していくべきものである。ここでは、今後の地震動ハザード評価の改良に向けて取り組むべき課題について述べる。主な技術的課題については、すでに「地震動予測地図技術報告書」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2009h）にまとめられているとおりであるが、ここでは、これに追加すべきものを中心にまとめた。

10.1 地震活動のモデル化

10.1.1 震源断層をあらかじめ特定しにくい地震のモデル化

これまで全国の活断層調査が行われ、全国の110の主要活断層帯について長期評価が行われてきたが、全国には、約2000の活断層が存在するとされており、全国にはまだ見つかっていない断層が数多くあると考えられる。今後も活断層調査を精力的に進めることが重要であるが、これにも限界はあり、現実的には全ての断層を完全に把握することは困難である。また、2011年3月時点での東北地方太平洋沖地震のように、まだ長期評価において考慮されていない海溝型地震が存在する可能性も否定できない。地震動ハザード評価においては、これらのまだ見つかっていない活断層による地震や海溝型地震、発生頻度が低く長期評価から漏れてしまった地震など、直接的にモデル化できない地震を、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震としてモデル化している。

2011年・2012年における検討、2013年における検討では、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震のモデル化についても検討を行い、発生当時の東北地方太平洋沖地震のような地震をいかに考慮するかについての議論を行った。2014年のモデルでは、データ不足などに起因する地震活動モデルの不確実性を考慮し、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として考慮する地震の最大規模を、従来考慮してきたよりも大きなものとした。

震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模の設定は、地震動ハザード評価の結果に大きな影響を及ぼすものである。しかしながら、東北地方太平洋沖地震後の長期評価の改訂がまだ行われていない海溝型地震の発生領域においては、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模は、領域区分ごとに領域の面積に比例した値を設定するにとどまっておき、現時点ではあくまで暫定値が設定されている状況である。この点に関しては、日本海東縁部の地震および沈み込むプレート内の地震の最大規模についても同様である。今後、地下構造（プレート構造）に関する知見をはじめとした、最新の科学的知見を踏まえた長期評価を踏まえて、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模の設定を行うことが必要である。

10.1.2 活断層で発生する地震のモデル化

「活断層の長期評価手法（暫定版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会，2010）では、複数の断層が連動する場合の様々な連動パターン（シナリオ）や、シナリオごとの地震規模および発生確率の評価手法を示している。今後全国で行われる活断層の地域評価の第一弾として公表された「九州地域の活断層の長期評価（第一版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013b）では、複数の断層が連動する様々なシナリオのうち、地震規模が最大となる連動シナリオ

について評価がなされ、その地震規模と発生確率が評価され、警固断層帯以外は、複数の断層が連動して起こる地震の発生確率は不明と評価されている(地震規模が最大となる連動シナリオ以外についての地震規模や発生確率は評価されていない)。2014年版の確率論的地震動予測地図では、これらの連動シナリオが評価された九州地域の活断層について、連動を考慮した。その際の地震の規模は評価によって示された、連動により生じうる最大の地震規模とし、発生確率は、評価対象地域におけるG-R式を用いて算出した。九州以外の地域の活断層の連動についても、今後公表される長期評価の結果を反映していく必要がある。

この他、活断層で発生する地震をモデル化する際に考慮する必要があるものとして、地震の規模に関する不確実性がある。地震活動モデルを作成する際に設定する地震の規模には、「10.2.2 地震の規模に関する認識論的な不確実性の考慮」に示すとおり、不確実性が伴う。

特に、活断層で発生する地震に特有な問題として、将来発生する地震の規模(マグニチュード)が、松田(1975)による断層の長さ地震の規模の間の経験式(松田式)を用いて決められることが挙げられる。このとき、地表に見えている断層の長さは、複数回の地震による痕跡がつながってきたものである可能性もあれば、地中の震源断層の一部が現れている可能性もあり、断層の長さから求められる地震の規模の推定値には大きな不確実性が含まれると考えられる。このため、松田式を用いて地震規模を設定する際には、少なくとも松田式を導出する際に用いられたデータに含まれるばらつき程度の不確実性が予想される。東北地方太平洋沖地震後の長期評価では、海溝型地震の規模に関しては、不確実性を考慮しており、将来的には活断層で発生する地震の規模に関しても、不確実性を考慮することが望ましいと考えられる。

さらに、長大断層(おおむね長さが80kmを超える断層)の震源のモデル化に関する検討も必要である。長大断層については、一般的なパラメータ設定法を用いると背景領域のすべり量が負になってしまうため、強震動予測レシピ(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2008c)では暫定的に平均応力降下量とアスペリティ面積比を固定している。中央構造線や糸魚川-静岡構造線といった長大断層で発生する地震の強震動予測を行うためには、長大断層に対しても背景領域のすべり量が負とならないことも含め、震源モデル作成のための枠組みが必要であり、そのような枠組みを作るための検討が必要である。近年の観測データの蓄積により、長さの短い断層から長大断層に至るまでの断層面積と地震モーメントの関係が報告されており(例えば, Murotani *et al.*, 2010)、これによれば、断層面積と地震モーメントの関係式は、地震の規模に従って3段階で変化する。また、観測データから得られる、震源モデル作成に必要な物理量の間関係式として、短周期レベル(加速度震源スペクトルの短周期側におけるスペクトルの振幅)と地震モーメントの関係式(例えば、壇・他, 2001)がある。長大断層の震源モデル作成については、このような観測データから得られた知見に基づき、応力降下量の適切な設定方法も含めた、新たな枠組みを示す必要がある。また、アスペリティの個数や大きさ、断層面上の分布等は、強震動に大きな影響を与える重要な要素であり、長周期帯域だけでなく広帯域にわたって強震動を予測可能な震源モデル設定の枠組みが求められる。

10.1.3 海溝型地震のモデル化

東北地方太平洋沖地震は、日本における観測史上最大の地震であり、甚大な被害をもたらしたが、当時は長期評価されていなかった。東北地方太平洋沖地震の他にも、このような海溝型超巨大地震が発生する可能性は否定できない。今後、過去に発生した海溝型超巨大地震についての調査研究を進めるとともに、過去に発生した地震のみにとらわれることなく、今後発生する可能性があると考えられる海溝型超巨大地震について考慮し、地震動ハザード評価を行う必要がある。

地震調査委員会では東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえ、海溝型超巨大地震の発生を考慮した長期評価の改訂が行われている。海溝型地震の長期評価の改訂は確率論的地震動ハザード評価の結果に大きな影響があり、2011年・2012年における検討、2013年における検討では、南海トラフの地震活動の長期評価、相模トラフ沿いの地震活動の長期評価の改訂により、評価結果に大きな変化が見られた。評価の高度化のためには、最新の知見に基づいた長期評価の反映を随時行っていく必要がある。また、2013年における検討で示されたとおり、確率論的地震動ハザード評価においては、考慮する地震の最大規模が評価の結果に大きく影響する。現在、地震調査委員会では、海溝型超巨大地震の評価のための議論を、長期評価部会、海溝型分科会（第二期）を中心に行っている。今後は、これを踏まえた長期評価を確率論的地震動ハザード評価に反映していくことが必要である。

確率論的地震動予測地図では、海溝型地震をプレート間地震とプレート内地震に分けて考慮しているが、両者の発生個数の比率のデータが評価に用いられている。現在用いている両者の発生個数の比率のデータは、過去に発生した地震について、その震源位置をプレートの上面深さ分布等と照らし合わせるによりプレート間地震とプレート内地震とを分離し、それらの個数を数えて得られたものである。しかしながら、プレート間地震とプレート内地震との分離精度を向上させるためには、震源位置のデータだけでなく、震源メカニズム解も用いる必要がある。今後は、震源位置のデータだけでなく、震源メカニズム解のデータも用いてプレート間地震とプレート内地震を分離し、より高い精度で求められたプレート間地震とプレート内地震の比率を用いて地震動ハザード評価を行うことが有効である。

この他、日本海東縁部の地震に関しては、現在長期評価されている地震のほとんどは、近年発生したことにより発生確率がほぼ0%になっているが、当該領域においては、海底活断層の考慮が十分でない可能性もある。2014年版ではこれらの状況を考慮し、2013年における検討の結果も踏まえ、日本海東縁部の地震の発生確率を、BPT分布を仮定して算出した長期評価による確率と、ポアソン過程を仮定して算出した確率との平均値とした。しかし、この地震発生確率も、不確実性がある。現在、当該領域においては、文部科学省により日本海地震・津波調査プロジェクトが行われ、海底活断層の調査が行われている。将来は、この調査結果およびそれを踏まえた長期評価を反映する必要がある。

アウターライズの地震については、2013年の検討においては、日本海溝沿いの領域しか考慮されていなかった。2014年版では、千島海溝沿いでM7クラスのアウターライズ地震が発生していることなどを踏まえ、日本海溝沿いに加え千島海溝沿いおよび小笠原諸島沿いの領域においても考慮した。今後の地震動ハザード評価にあたっては、その他の海溝沿いの領域についてもアウターライズ地震の考慮が必要か否かを、議論する必要がある。なお、本報告を含め、地震動ハザード評価のための地震活動モデルは、地震動のハザード評価という観点で作成したものであり、津波等の地震動以外の事象を対象としたものではないことに注意が必要である。

スラブ内地震については、周期特性がプレート境界地震と異なり短周期成分が多いこと、応力

降下量が高いことなどが知られ、プレート境界地震とは別に扱う必要があると考えられる。しかしながら、プレート境界地震に比べると観測事例が少なく、これまでに得られたデータや知見が限られており、その発生様式も十分には明らかにされていない。このため、従来の海溝型地震の強震動予測手法は主にプレート境界地震を対象としたものとなっている。地震動ハザード評価の高度化のためには、スラブ内地震の調査・研究を推進し、その強震動予測手法を高度化することが必要である。

これらに加え、現時点では、「十勝沖と根室沖」、「宮城県沖と三陸沖南部海溝寄り」を除いて領域間が連動する地震は、東北地方太平洋沖型の地震以外は長期評価されておらず、複数の領域が連動する地震が考慮されていない。今後、長期評価において複数領域の連動が評価されていないものについて、どのように地震動ハザード評価において取り扱うか、議論する必要がある。

また、複数領域が連動するような海溝型超巨大地震の強震動予測を行うための震源モデル作成の枠組みをつくることも必要である。東北地方太平洋沖地震では、注目する周期によって地震動を強く放射する領域が異なっていたことが分かっている。東北地方太平洋沖地震のような海溝型超巨大地震に対して、広い周期帯域で強震動予測が可能な震源モデルを構築するためには、これらの領域を統合的に評価する必要がある。各帯域の地震動を強く放射する領域の面積や断層全体の面積に占める割合、それらの領域の断層面上での配置、応力降下量、破壊開始点の設定のための枠組みを検討する必要がある。この際には、震源インバージョン（観測により得られた地震波形から断層でのすべりの時空間分布を逆算すること）の結果や、短周期レベルと地震モーメントの関係（「10.1.2 活断層で発生する地震のモデル化」を参照）など、これまでに発生した海溝型超巨大地震の観測データに基づいた検討が必要である。

10.1.4 地震のカテゴリライズの仕方

2011年・2012年における検討、2013年における検討では、複数の地震活動モデルを作成し、それぞれに基づいた地震動ハザード評価の結果を比較した。これにより、それぞれの地震をどのカテゴリーの地震としてモデル化するかによっても、地震動ハザード評価の結果が大きく異なることが分かった。

地震動ハザード評価の結果を理解し利活用する上でも、地震カテゴリーを導入することが有効である。石川・他（2008）による現状の地震カテゴリーでの分類では、地震カテゴリーⅠとⅡはともに海溝型地震であるが、個々の地震がどちらの地震カテゴリーに分類されるかについては、従来の長期評価に基づいて設定されていた。しかしながら、2014年のモデルでは、長期評価の改訂に伴い、従来とは異なる分類となった地震（宮城県沖、三陸沖南部海溝寄りの繰り返し発生する地震）もあり、今後地震カテゴリーの再編を検討する必要がある。また、長期評価においてある程度発生位置が絞られている地震でも、その地震が発生する領域のG-R関係と調和的であり、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震として評価した方が合理的と考えられるものもある。2013年における検討では、地震のカテゴリライズの仕方を検討し、長期評価されている地震のうち、その地域のG-R関係と矛盾しない地震について「あらかじめ震源断層を特定しにくい地震」としてモデル化した場合の地震動ハザード評価の計算を行い、従来のカテゴリー化に基づいて計算した結果との比較を行った。このような地震について、どのカテゴリーの地震として扱うことが妥当か、今後も検討を行っていく必要がある。

なお、個別の地震をどのカテゴリーとして扱うかによって当然、カテゴリー別地震動予測地図は変化するが、現時点ではカテゴリーⅠ、カテゴリーⅡの地震の分離が明確でない。このため、2014年版では、これまでのカテゴリー別の地震動予測地図に加え、カテゴリーⅠの地震+カテゴリーⅡの地震の地震動予測地図を作成し、カテゴリーⅠとⅡの分離の仕方に影響されない形で海溝型地震による地震動ハザードを把握することができるようにした(「8. 評価結果」を参照)。

10.1.5 地震活動モデルの領域分け

地震動ハザード評価においては、日本列島およびその周辺海域を領域分けし、その領域区分に従って震源断層をあらかじめ特定しにくい地震をモデル化している。すなわち、各領域において

- ・最大規模を設定
- ・G-R 関係に基づき地震発生確率を計算

を行っている。領域区分の仕方は、陸域と海域とで異なっている。

海域における領域区分は、千島海溝沿い、三陸沖から房総沖にかけての海域、南海トラフでは、基本的にそれぞれの領域で発生する海溝型地震の長期評価に基づいて行われており、各領域で発生する震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模は、各領域の面積に比例するように設定されている。これ以外の、長期評価によって領域区分がなされていない南西諸島や伊豆・小笠原諸島などにおける海溝型地震の発生領域については、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模を領域面積から設定することができず、地震動ハザードを評価するための領域区分が暫定的に設定されている。震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模は、地震動ハザード評価の結果に大きな影響を及ぼすため、長期評価がなされるまでの暫定的な領域区分について、適切な設定を検討していく必要がある。

陸域における領域区分は、基本的に垣見・他(2003)による地震地体構造区分に基づいて行われている。ここで、地震地体構造区分とは、主に各地域で過去に発生した地震の起こり方(地震の発生位置、発生メカニズム)と地質構造に基づいて日本列島およびその周辺域の領域区分を行ったものである。震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模は、伊豆諸島以南を除いては、一律に $M7.3$ を仮定している。

陸域の領域区分は、海域と比べてかなり細かくなっている。2013年の検討では、従来の領域区分を用いた地震動予測地図では、北海道北部や栃木県の一部などにおいて相対的に地震動ハザードが低くなっていることを指摘し、「実際に地震動ハザードが低い可能性がある一方で、実際には存在する活断層がまだ見つかっていない、あるいは、それらの地域においてたまたま最近の地震活動が低く、それが地震動ハザード評価の結果に影響しているという可能性もある。」とした。このような不確実性に配慮するため、2014年版では、従来の評価では期間の短い地震データと細かい領域区分が用いられていることを考慮し、従来用いてきたよりも大きな領域区分で作成した地震活動データも用いることによって、地震動ハザード評価の結果が空間的に局所的な地震活動の影響だけでなく、より広い領域の平均的な地震活動も考慮したものとなるようにした。具体的には、大領域を導入して震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の発生確率を求め、従来の領域区分による地震発生確率と重み付きの平均化処理を行い、地震発生確率を求めた。領域区分および、重み付きの平均化処理を行う際の重みの適切な設定については、今後も地震活動に関するデータを含む、種々の地球物理学的データ、地質データの蓄積に基づく最新の知見を踏まえつつ、検討していくことが望ましいと考えられる。

10.2 地震動ハザード評価における不確実性の考慮

10.2.1 地震の発生確率に関する認識論的な不確実性の考慮

地震活動モデルには、様々な不確実性が含まれる。不確実性は、現象そのものが本質的に有する不確実性（ここでは、偶然的な不確実性と呼ぶ）と、人間のその現象に関する情報不足・知識不足に起因する不確実性（ここでは、認識論的な不確実性と呼ぶ）の2つに大別される。

これまでの確率論的地震動ハザード評価では、地震の発生確率に関する認識論的な不確実性は、活断層に関して地震の発生確率が最大となる「最大ケース」の評価を行った以外は考慮されていなかった。一方で、「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2013d）および「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価（第二版）」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2014b）では、複数の（あるいは幅のある）平均発生間隔が示されるなど、不確実性に配慮した大きなばらつきを有した評価となっている。これは、東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえ、長期評価の評価方針が変わり、評価に用いられる情報等の不確実性を考慮することとしたためである。今後も、南海トラフや相模トラフと同様に、不確実性を考慮した地震発生確率が公表される予定である。海溝型地震の発生確率の不確実性は、確率論的地震動ハザード評価の結果に大きく影響するため、地震の発生確率に関する認識論的な不確実性を今後どのように考慮していくか検討する必要がある。2014年版では、これまで活断層の地震に対してのみ考慮されてきた「平均ケース」・「最大ケース」の考え方を、相模トラフ沿いの地震活動の長期評価で評価された地震発生確率についても適用した。今後も、海溝型地震の長期評価の際に考慮した不確実性やばらつきなどを、確率論的地震動ハザード評価に反映するための工夫が必要である。

10.2.2 地震の規模に関する認識論的な不確実性の考慮

長期評価で規模が示されている地震以外の地震、すなわち、震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模は、地震動ハザード評価の結果に大きく影響する。しかしながら、長期評価がまだ行われていない海溝型地震の領域に関しては、2014年版では、暫定的に領域区分された各領域の面積に比例する規模を、その領域で発生する震源断層をあらかじめ特定しにくい地震の最大規模と設定している。この状況は、日本海東縁部の地震および沈み込むプレート内の地震の最大規模についても同様である。今後も、地震活動や地下構造（プレート構造）等の科学的知見に基づいた、各領域において考慮すべき最大の地震規模も含めた長期評価の進展と、その地震動ハザード評価への迅速な反映が必要である。このとき、評価に必要なデータ等が十分でないことに起因する不確実性、すなわち認識論的な不確実性を考慮する必要がある。また、活断層で発生する地震に関しても、特に海域に延長する可能性が評価されている断層について、地震規模の不確実性を考慮する必要がある。ただし、現時点でその手法は確立されておらず、手法が確立されるまでは、その都度、不確実性をどの程度配慮するか慎重に検討する必要がある。

10.2.3 認識論的な不確実性を考慮するための「重み」の付け方

認識論的な不確実性を考慮する方法としてロジックツリーを用いることが挙げられる。ロジックツリーは、経営学、工学等幅広く使われており、工学では特にリスク評価や信頼性評価において不確実性を定量的に考慮するために用いられている。海外においては、各種のハザード評価において認識論的な不確実性を考慮するためのロジックツリーの使用方法についての研究が行われており、実際に地震動ハザードの評価にロジックツリーが導入されている（例えば、アメリカ地質調査所による地震動ハザードマップなど）。また、国内においては、隈元・他（2007）が糸魚川―静岡構造線断層帯における地震動ハザード評価において、地震規模に関する認識論的な不確実性を考慮するためのロジックツリーを用いた検討を行った例がある。

東北地方太平洋沖以降、地震調査委員会では、地震動ハザード評価において種々の不確実性を考慮するための検討を行ってきた。今後の地震動ハザード評価において不確実性を考慮するための方法の一つとして、例えば、ロジックツリーを用いることも考えられる。ただし、ロジックツリーを用いた不確実性の考慮については、現時点ではツリーの分岐に対する「重み」の配分方法が定まっていない。ロジックツリーを用いて不確実性を考慮する場合には、先行研究等も踏まえながら、専門家の意見を幅広く適切に収集・集約してロジックツリーを形成することができるような基準や枠組み作りについて検討を行うことが必要である。

10.3 強震動予測手法の高度化の検討

10.3.1 距離減衰式の改良

地震動ハザード評価では、地震が発生した際にどこがどれくらい揺れるかは、注目する地点と震源断層との間の距離やマグニチュードなどの情報から、距離減衰式を用いて計算している。このため、地震動ハザード評価の高精度化のためには、距離減衰式の改良も大切である。例えば、平成16年（2004年）新潟県中越地震でも指摘されたように、逆断層の上盤効果を考慮出来るように震源近傍での距離減衰式を補正することや、断層破壊の伝播方向において地震動が大きくなるディレクティビティ効果の考慮、断層面の大きな超巨大地震による地震動評価を行う際の、断層面から地震動の評価地点までの距離の計算の仕方の改良などが考えられる。また、現在は全国一律に同じ距離減衰式を基本として伝播経路特性を扱っているが、一層きめ細かい地震動評価のためには、地域性を考慮した距離減衰式の構築も考えられる。現在、地震調査委員会では、距離減衰式の改良に向けた検討を行っているところである。また、距離減衰式で考慮する地震動の大きさのばらつきの上限值は、特に低頻度の大きな揺れを考える際に大きな影響を与えるため、今後も観測データを収集しつつ、適切な上限値について検討を行っていく必要がある。

10.3.2 応答スペクトルの予測地図の検討

これまで地震調査委員会では、地震動ハザードを震度、確率、期間という3つの量に基づいて評価し、たとえば「今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」や、「今後30年間に3%の超過確率で見舞われる震度」といった形で公表してきた。しかしながら、地震動ハザード評価の結果を建造物の耐震設計に用いる際には、震度よりも周期ごとの建造物の応答（応答スペクトル

ル) の形で示した方が使いやすい。

「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策―(新総合基本施策)」(地震調査研究推進本部, 2012)では、「地震調査研究の成果が国民や地方公共団体の防災・減災対策に十分に利活用されるよう、これまで以上に防災的視点に重点を置いて、地震調査研究を推進するとともに、その成果を公表・普及していくことが重要である。また、地震調査研究が着実に防災・減災対策に利活用されるよう、工学・社会科学研究等との連携強化を行っていくことも重要である。」としとおり、今後の地震調査研究の基本目標として、工学領域との連携や、工学・社会科学研究のニーズを踏まえた地震調査研究の推進及び成果情報の整理・提供が掲げられている。これを受け、地震調査委員会では、より工学領域において利用しやすく地震防災に活かしやすい形で地震動ハザード評価の結果を公表するための取り組みの一つとして、応答スペクトルの予測地図の作成のための検討を行っている。

応答スペクトルの予測地図を作成するためには応答スペクトルの地震動の距離減衰式が必要であり、地震調査委員会において検討を行っている。応答スペクトルの距離減衰式については、地震調査委員会において現在検討中のものも含め、国内外において精力的な研究がなされている。その一部について挙げると、例えば国内では、片岡・他(2006)、Kanno *et al.* (2006)、内山・翠川(2006)、Zhao *et al.* (2006)、佐藤(2008, 2010)、Morikawa and Fujiwara (2013)、瀧瀬・他(2014)、海外においては、McVerry *et al.* (2006)、Lin and Lee (2008)や、アメリカのNGA (Next Generation Attenuation)プロジェクト(例えば、Power *et al.*, 2008、Bozorgnia *et al.*, 2014)等がある。

10.4 表現方法の問題

10.4.1 専門家以外にも理解される分かりやすい解説

2005年3月23日に公表された「地震調査研究推進本部政策委員会成果を社会に生かす部会報告―地震動予測地図を防災対策等に活用していくために―」(以降、成果を社会に生かす部会報告)では、地震動予測地図の活用方法として、地域住民等の地震防災意識啓発のための基礎資料とすること、国や地方公共団体等の地震防災対策検討のための基礎資料とすることなどが挙げられている。しかし、専門家はともかく一般の利用者に対しては、確率論に基づく地震動予測地図を解説なしに理解することは難しいと考えられる。公表にあたっては、誤解なく適切に理解され防災行動につながられるよう、丁寧で分かりやすい説明・解説を加える必要がある。

特に、確率論的地震動予測地図で確率が低くなっているにもかかわらず、それがその地域が安全であるということを示すものではないことを、国民にしっかりと説明する必要がある(成果を社会に生かす部会報告)。今後も、確率論的地震動予測地図の公表にあたっては、確率が低いことが、「強い揺れに見舞われない」ことを意味しないということを、国民にしっかりと分かりやすく伝える努力が必要である。

10.4.2 低頻度の地震による地震動ハザードの表現方法

確率論的地震動予測地図では、考慮する地震の一つ一つについて、発生確率を計算する。現在の手法では、平均発生間隔の長い低頻度の地震、特に活断層で発生する地震の発生確率は低くな

り、活断層で発生する地震などの平均発生間隔が長い地震では、発生直前においてさえも低い(兵庫県南部地震の発生直前における地震発生確率は、0.02-8%であった)。このため、確率論的地震動予測地図ではこれらの地震によるハザードは小さくなり、結果として平均発生間隔が短く頻度の高い、発生確率が大きな海溝型地震による影響に埋もれ、見にくくなってしまおうという問題がある。しかしながら、低頻度の地震とはいえ、兵庫県南部地震や新潟県中越地震等、ひとたび発生すれば震源域周辺は局所的に大きな揺れに見舞われ、大きな被害が生じる可能性があるため、低頻度の地震によるハザードについても適切に表示する必要がある。このため、地震調査委員会では、確率論的地震動予測地図として、「すべての地震」を考慮した地図、「カテゴリーⅠの地震」だけを考慮した地図、「カテゴリーⅡの地震」だけを考慮した地図、「カテゴリーⅢの地震」だけを考慮した地図、「カテゴリーⅠとⅡの地震」だけを考慮した地図を示している。今後も、低頻度の地震による影響を、分かり易く適切に表現できるような手法について検討していく必要がある。

2011年・2012年における検討、2013年における検討においては、低頻度の地震による地震動ハザードの表現方法の一つとして、長期間の確率論的地震動予測地図を作成し、数十年を対象とした地震動予測地図では高頻度の海溝型地震によるハザードに埋もれて見えにくくなっていた低頻度の海溝型地震や主要な活断層の地震による地震動ハザードを表現することができることを示した。この検討結果を踏まえ、2014年版の付録には長期間の確率論的地震動予測地図を収録した。しかし、2011年・2012年における検討、2013年における検討でも述べたとおり、発生確率の低い低頻度の地震について考察する際には、地震活動モデルの誤差や、地震動強さのばらつきなどによる影響も無視できなくなる点に注意が必要である。また、現状ではマグニチュード8クラス以上の地震や低頻度の発生確率の低い地震についての不確実性の評価が不十分である。今後も最新の知見を踏まえつつ、不確実性を適切に考慮して地震動ハザード評価を行っていくことが必要である。

低頻度の地震による地震動ハザードの表現として、長期間の確率論的地震動予測地図以外に、震源断層を特定した地震動予測地図がある。ただし、震源断層を特定した地震動予測地図も、計算時の仮定と異なる条件で地震が発生した場合、予測は実際の地震動と異なることになる。我が国においては、現在、確率論的地震動予測地図と震源断層を特定した地震動予測地図とを公表しているが、これら2つの予測地図の性質をよく理解し、それぞれの短所をそれぞれの長所で補うことにより、適切に地震動ハザードを把握することが大切である。

これらの表現方法に加え、低頻度の地震による地震動ハザードの新たな表現方法について、今後も検討していく必要がある。

10.4.3 地震動ハザード評価の不確実性の説明

新総合基本施策では、「国民や地方公共団体の適切な地震防災・減災対策に貢献することができるよう、地震調査研究の結果や長期評価等を発表する際には、科学的限界があることやこれに伴う誤差、ばらつき等も含めて、情報の受け手側に応じて丁寧に説明をしていくことが重要である。」としており、地震動予測地図の持つ不確実性も説明していく必要がある。

確率論的地震動予測地図で確率が低くなっている場合、実際に強い揺れに見舞われる可能性が低い場合もあれば、実際には存在している活断層が、たまたま見つかっていないという可能性もある。他にも、近代的な地震観測データが得られるようになったのは明治以降であり、地震の発生間隔と比較して非常に短い期間のデータしか得られていない。震源断層をあらかじめ特定しに

くい地震の発生頻度は、このような短い期間の地震観測データに基づいて算出されるため、算出された頻度や、それをを用いたハザード評価の結果には不確実性が含まれることになる。また、震源断層を特定した地震動予測地図についても、断層の位置や形状、地震の規模などの設定には不確実性があり、設定された条件と異なる条件で地震が発生した場合、観測される震度の分布は、震源断層を特定した地震動予測地図により予測された震度とは異なることになる。地震動予測地図にはこのような不確実な部分があることについても、国民にしっかりと伝えていくことが重要である。

2013年における検討では、一般国民向けの地震動ハザード情報の示し方についても検討し、地震動予測地図を専門家以外の国民にも分かりやすいように説明した「地震動予測地図を見よう」を作成した（2014年版の付録-2）。今後も、一般国民の防災行動につながるような有効な示し方について、継続的に検討を行っていく必要がある。