

平成 25 年 12 月 20 日
地震調査研究推進本部
地震調査委員会

今後の地震動ハザード評価に関する検討

～2013 年における検討結果～

地震調査研究推進本部（以下、地震本部）は、平成 17 年 3 月に「全国を概観した地震動予測地図」を公表して以来、毎年その改訂を行ってきた。平成 23 年にも全国地震動予測地図 2011 年版を公表する予定であったが、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の発生を受け、全国地震動予測地図の確率論的地震動予測地図について解決すべき多くの課題が指摘されたことなどにより、公表を見送ることとした。地震調査委員会では、強震動評価部会や地震動予測地図高度化ワーキンググループを中心として、東北地方太平洋沖地震発生直後から、それらの課題の検討が進められている。これらの検討はまだ継続中であるため、今回は、地震動予測地図の公表は行わないものの、2013 年における検討結果をとりまとめるとともに、検討の技術的な内容を付録-1 として添付する。全国地震動予測地図を国民にとって理解しやすいように説明した資料も、付録-2 として併せて添付する。

目次

1. はじめに	-----3
2. 「2011年・2012年における検討」の概要	-----4
3. 2013年における検討の概略	-----5
3.1 検討に用いた地震活動モデル	-----5
3.2 3つのモデルによる評価結果	-----10
3.3 「2011年・2012年における検討」との比較	-----13
3.4 モデル間の比較	-----16
3.5 長期間の確率論的地震動予測地図による検討	-----19
3.6 今後の課題	-----23
4. まとめ	-----25
参考文献	-----27

1. はじめに

地震本部は、「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―」（平成 11 年 4 月 23 日）を決定し、この中において当面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。これに基づいて、地震調査研究推進本部の地震調査委員会において検討を始め、平成 17 年 3 月に「震源断層を特定した地震動予測地図」と「確率論的地震動予測地図」から成る「全国を概観した地震動予測地図」報告書を公表した。その後、平成 21 年 7 月に全面的な改訂を行い、名称を「全国地震動予測地図」に変更して新たな公表を行った。

以来、「全国地震動予測地図」やその作成に用いられるデータは、地震に関する調査観測計画の立案、国民の地震防災意識の高揚、土地利用計画や構造物の耐震設計等の地震防災対策、施設の立地や地震保険料率の算定などのリスク評価などに用いられてきた。平成 23 年 3 月には、長期評価の改訂等を反映した全国地震動予測地図 2011 年版を公表する予定であった。しかし、公表前に東北地方太平洋沖地震が発生し、この地震を契機として確率論的地震動予測地図について解決すべき多くの課題が指摘されたことなどにより、公表を見送ることとした。

地震調査委員会では、指摘された課題の検討を地震発生直後から進めている。この中で、東北地方太平洋沖地震のような低頻度の巨大地震に対して、地震動のレベルが過小評価されないような地震活動モデルを作成することは、特に重要な課題である。そこで長期評価で抜け落ちている低頻度で不確実性の大きな地震に伴う地震動ハザードを、確率論的地震動予測地図でどのようにカバーし、過小評価を防いでいくかについて一連の検討を行うこととした。

まず 2012 年までに行われた検討内容については、平成 24 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～」(地震調査委員会, 2012; 以下、「2011 年・2012 年における検討」と呼ぶ)として公表した。その中で、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、地震活動モデルの不確実さをより大きく考慮するモデルについても検討を行った。

2013 年における検討では、昨年の流れを引き継ぎ、上記の不確実さをより大きく考慮する地震活動モデルを、新しい知見を踏まえつつ全国の海溝型地震の領域に広げて作成し、従来の地震活動モデルとの比較検討を行った。また、昨年の地震動ハザード評価に関する検討が出た後に公表された、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も反映させた。

本報告は、本編と付録 2 編からなる。本編では、1 章(本章)においてこれまでの経緯を述べ、2 章では 2011 年・2012 年における検討の概要を示し、3 章には今回の検討内容について示すとともに、今後の課題について簡単にまとめ、4 章には 2013 年における検討の結果明らかになったことをまとめた。また、検討に用いた地震活動モデルの詳細および、地震動ハザード評価の結果の詳細を付録として添付した。さらに、確率論的地震動予測地図

を国民がより理解しやすいように説明した資料も作成したので、付録2として添付した。

2. 「2011年・2012年における検討」の概要

「2011年・2012年における検討」では、指摘された従来の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つの検討を行った。

まず、①については、過去の時点につい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。

②については、東北地方太平洋沖地震発生時に確率論的地震動予測地図による東北地方の地震動ハザードが過小評価となっていた問題を検討した。東北地方太平洋沖型の繰り返し地震を考慮することで、過小評価の問題が改善されることを確認した。

③については、「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」の最大規模をこれまでに発生した最大の地震の規模とした従来モデルと、より規模の大きな地震まで考慮した検討モデルとで地震動ハザードを計算し、両者を比較した。その結果、後者のように地震活動モデルに含まれる不確実性を大きくとることで、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、検討領域が三陸沖から房総沖に限定されていた。また、どの程度まで不確実性を考慮するかについては、今後検討を行う必要があるとした。

④については、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、内陸や沿岸海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。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. 2013年における検討の概略

3.1 検討に用いた地震活動モデル

今回の地震活動のモデル化の検討においても、「2011年・2012年における検討」と同様、長期評価の結果を基本とした地震活動モデルを含めた複数の地震活動モデルを作成して、それぞれの地震活動モデルに基づく地震動ハザード評価を行い、それらの結果を比較した。この比較により、「2011年・2012年における検討」で検討を行った「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」のモデル化も含め、地震活動のモデル化に関する様々な検討を行った。具体的には、主に「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の設定（地震活動モデルの不確実性をどの程度考慮するか）や、「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場合と繰り返し地震としてモデル化した場合の違い、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の違いについて検討を行った。

本報告においては、以上の検討を行うために3つの地震活動モデルを作成した。これら3つのモデルは、基本的に「2011年・2012年における検討」を受けたものであるが、地震活動モデルの不確実さをより大きく考慮するモデルを全国に広げたこと、その後公表された「九州地域の活断層の長期評価（第一版）」（地震調査委員会，2013a）と「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）について」（地震調査委員会，2013b）の反映、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などを含めて、さらに改良・更新を加えたものとなっている。なお、「南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）について」では、これまで考えられてきた固有地震モデルに基づく評価ではなく、発生しうる最大クラスも含めた地震の多様性を考慮するとともに、不確実性が大きくても防災に有用な情報は、これに伴う誤差やばらつき等を検討した上で、評価に活用する等の方針に基づき、評価が行われている。この南海トラフの地震活動の長期評価の改訂が以下に示すモデル1、モデル2、モデル3に共通した内容で盛り込まれ、いずれのモデルにおいても、南海トラフの地震の発生確率は時間予測モデルにより計算されている。

本検討に用いた3つの地震活動モデルは、以下の通りである。

モデル1：

長期評価の結果を基本とした従来とほぼ同じ地震活動モデル（従来モデル）。

主要な活断層や海溝型地震の長期評価に基づく地震活動モデルに加えて、震源についての情報が十分に得られておらず長期評価されていない、より小規模な地震を「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」としてモデル化したもの。「2011年・2012年における検討」のモデル1からの主な変更は以下の点である。

- ・九州地域の活断層の長期評価と南海トラフの地震活動の長期評価の改訂を反映した。
- ・三陸沖北部、十勝沖、根室沖、色丹島沖、択捉島沖の地震など、千島海溝沿いで発生

する震源断層をあらかじめ特定しにくい地震（震源不特定地震）の最大マグニチュードの値をより大きく設定した。

モデル 2 :

地震活動モデルの不確実性を大きくとるなどの検討を加えた、検討用の地震活動モデル（検討モデル）。

地震動ハザード評価の検討に向けて、従来よりも規模の大きな地震まで「震源断層をあらかじめ特定しにくい地震」としてモデル化し、長期評価未了の領域について、地震活動をモデル化する際の不確実性を考慮し、従来考慮していなかった、より規模の大きな地震の発生までを考慮するなどの変更を行った。「2011年・2012年における検討」のモデル 2 からの主な変更は、以下の点である。

- ・九州地域の活断層の長期評価と南海トラフの地震活動の長期評価の改訂を反映した。
- ・相模トラフの地震として大正関東型地震以外の地震についても考慮した。
- ・三陸沖北部や千島海溝沿い、南関東や小笠原、安芸灘、南西諸島の震源不特定や繰り返し以外の地震の最大マグニチュードの値を大きくした。
- ・日本海東縁で発生する地震の発生確率をポアソン過程で計算した。
- ・基盤的調査観測の対象となる断層帯（主要活断層帯）で地表の証拠からは活動の痕跡を認めにくい地震を考慮した。
- ・九州の活断層は複数区間の連動も考慮した。

モデル 3 :

地震活動モデルの領域面積を従来よりも大きくしたモデル（参照モデル）。

東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえ、長期評価で考慮されていない、低頻度かつ大規模な未知の地震による地震動ハザードも考慮するため、地震活動モデルの領域面積を従来よりも大きくした。さらに、領域ごとに発生しうる地震の最大規模は、従来より大きく設定した領域面積に比例させた。これにより、これまで考慮していなかった、より低頻度で大規模な地震までを地震活動モデルの作成において考慮した。また、地震が領域ごとにランダムに起きていると仮定し、全ての地震を領域ごとに Gutenberg-Richter の関係式（以下、G-R 式）を用いてモデル化（南海トラフを除く）した。このモデルは、地震動ハザード評価の中長期的な改良に向けて、従来モデル、検討モデル、それぞれの地震活動モデルによる地震動ハザード評価の結果と比較を行い、各地震活動モデルの特徴を調べるために作成された参照用のモデルである。

「2011年・2012年における検討」のモデル 3 からの主な変更点は以下のとおりである。

- ・千島海溝沿いの地震を G-R 式で一括して評価し最大マグニチュードの値を大きくした。
- ・小笠原や南西諸島の太平洋プレート浅部の地震の最大マグニチュードの値を大きくした。

なお、表 3.1-1 に示すモデル 3 は、本検討で作成した参照モデルと比較を行うために作成した地震活動モデルである（防災科学技術研究所，2012）。

本検討では、以上の 3 つの地震活動モデルを用いた（以降、モデル 1 は従来モデル、モデル 2 は検討モデル、モデル 3 は参照モデルと呼ぶ）。表 3.1-1 に上記の 3 つの地震活動モデルの概要を示す。なお、表中の「カテゴリーⅠ」は、カテゴリーⅠの地震（海溝型地震のうち震源断層を特定できる地震）を、「カテゴリーⅡ」は、カテゴリーⅡの地震（海溝型地震のうち震源断層をあらかじめ特定しにくい地震）を、「カテゴリーⅢ」は、カテゴリーⅢの地震（活断層などで発生する陸域と海域の浅い地震）を表す。

これら 3 つの地震活動モデルに基づいて地震動ハザード評価を行い、今後の地震動ハザード評価の改良に役立てるため、それらの評価結果を比較、検討した。

なお、現時点では、繰り返し地震の概念を導入した地震活動モデルとして、従来モデル（モデル 1）と検討モデル（モデル 2）とが存在するが、両者の主な違いは、情報不足による地震活動のモデル化の不確実性の考慮の仕方である。したがって、今後の地震調査研究やそれを反映した長期評価の進捗に伴い、情報不足による不確実性が小さくなり、2 つのモデルの違いは小さくなり、将来的には 1 つのモデルに帰着すると考えられる。

表 3.1-1 地震活動モデルの概要

		2011年・2012年における検討			2013年における検討		
		モデル1	モデル2	モデル3	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	想定東海	M8.0, P30=88	同左	同左	M8~9, P30=66.5	同左	同左
	東南海	M8.1, P30=72					
	南海	M8.4, P30=62					
	南海トラフ連動	M8.4~8.5					
	大正型関東	M7.9, P30=0.18	同左	同左	2011年・2012年における検討のモデル1と同じ	M7.9~8.6 G-Rモデル	同左
	元禄型関東	なし (P30=0)					
	東北地方太平洋沖型	P30=0	同左	不特定に統合 (*1)	2011年・2012年における検討のモデル1と同じ	2011年・2012年における検討のモデル2と同じ	2011年・2012年における検討のモデル3と同じ
	三陸沖北部	M8.0, P30=7.3	同左				
	宮城県沖	M7.4, P30=55*	不特定に統合				
	十勝沖	M8.1, P30=1.4	同左	同左	2011年・2012年における検討のモデル1と同じ	同左	不特定に統合 (*2)
	根室沖	M7.9, P30=47					
十勝沖・根室沖連動	M8.3, 6回に1回						
色丹島沖	M7.8, P30=54						
択捉島沖	M8.1, P30=63						
カテゴリー II	南海トラフ震源不特定	Mu = -/7.4	同左	同左	Mu = 8.0/8.0	同左	同左
	相模トラフ M7	M6.7~7.2, P30=72*	同左	同左	2011年・2012年における検討のモデル1と同じ	Mu = 7.8/7.8	同左
	震源不特定	Mu = 6.6/-					
	三陸沖北部繰り返し以外	M7.1~7.6, P30=88*	同左	*1 も含めて一括の G-R モデル Mu = 9.5/8.2	2011年・2012年における検討のモデル1と同じ	Mu = 7.9/8.2	2011年・2012年における検討のモデル3と同じ
	震源不特定	Mu = 7.0/7.0	同左				
	三陸沖中部震源不特定	Mu = 8.0/7.5	Mu = 8.2/8.2				
	宮城県沖繰り返し以外	M7.0~7.3, P30=61*	Mu = 8.4/8.2				
	震源不特定	Mu = 8.0/7.5					
	三陸沖南部繰り返し以外	M7.2~7.6, P30=51*					
	震源不特定	Mu = 8.0/7.5					
	三陸房総海溝寄震源不特定	Mu = 8.0/-	同左				
	福島県沖震源不特定	Mu = 8.0/7.5	Mu = 8.2/8.2				
	茨城県沖繰り返し以外	M6.9~7.6, P30=69*	Mu = 8.3/8.2				
	震源不特定	Mu = 8.0/7.5					
	房総沖震源不特定	Mu = 8.0/7.5	Mu = 8.3/8.2				
	東北陸域太平洋プレート内	Mu = -/7.5	Mu = -/8.2	同左	2011年・2012年における検討のモデル1と同じ	2011年・2012年における検討のモデル2と同じ	2011年・2012年における検討のモデル3と同じ
	十勝根室繰り返し以外	M7.1, P30=82*	同左	同左			
	震源不特定	Mu = 6.9/7.4	同左	同左			
	色丹択捉繰り返し以外	M7.1, P30=94*	同左	同左			
	震源不特定	Mu = 6.9/7.4	同左	同左			
千島プレート内やや浅い	M8.2, P30=30*	同左	同左				
やや深い	M7.5, P30=67*	同左	同左				
千島陸域太平洋プレート内	Mu = -/7.4	同左	同左				
南関東太平洋プレート	Mu = 7.2/- (南関東 M7)	同左	同左				
小笠原太平洋プレート浅部	Mu = 7.4/7.4	同左	同左				
深部	Mu = -/7.0	同左	同左				

表 3.1-1 地震活動モデルの概要 (つづき)

		2011年・2012年における検討			2013年における検討		
		モデル1	モデル2	モデル3	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	安芸灘繰り返し以外	M6.7~7.4, P30=36*	同左	同左	同左	Mu = -/8.0	同左
	震源不特定	Mu = -/6.6	同左	同左	同左		
	日向灘繰り返し以外	M7.6, P30=14*	同左	同左	同左	同左	同左
	一回り小さい	M7.1, P30=73*	同左	同左	同左	同左	同左
	震源不特定	Mu = 6.9/7.2	同左	同左	同左	同左	同左
	南西諸島浅部	なし	同左	同左	同左	Mu = 8.5/8.0	Mu = 9.5/8.0
	深部	Mu = -/8.0	同左	同左	同左	同左	同左
	与那国島繰り返し以外	M7.8, P30=26*	同左	同左	同左	同左	同左
	震源不特定	Mu = 7.3	同左	同左	同左	同左	同左
カ テ ゴ リ 一 III	北海道北西沖	M7.8, P30=0.046	同左	同左	同左	M7.8, P30=1*	同左
	北海道西方沖	M7.5, P30=0	同左	同左	同左	M7.5, P30=1*	同左
	北海道南西沖	M7.8, P30=0	同左	同左	同左	M7.8, P30=3*	同左
	青森県西方沖	M7.7, P30=0	同左	同左	同左	M7.7, P30=3*	同左
	秋田県沖	M7.5, P30=3*	同左	同左	同左	同左	同左
	山形県沖	M7.7, P30=0	同左	同左	同左	M7.7, P30=3*	同左
	新潟県北方沖	M7.5, P30=0	同左	同左	同左	M7.5, P30=3*	同左
	佐渡島北方沖	M7.8, P30=3.9*	同左	同左	同左	同左	同左
	日本海東縁震源不特定	Mu = 7.3	同左	同左	同左	Mu = 7.5	同左
	主要活断層帯 (全国)	2011年末までに公表された長期評価を反映	同左	同左	同左	「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
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	
その他震源不特定	Mu = 6.8 (海域 7.0)	同左	同左	同左	Mu = 7.3 (海域 7.5)	同左	

- ・ 1年更新による地震発生確率の変化がある場合でも「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、Muの左側はプレート間、右側はプレート内地震の最大マグニチュード。
- ・ 参照モデルにおける三陸沖北部から房総沖のM7.6以上の地震の頻度は、2011年・2012年における検討のモデルでは1885年以降のカタログに基づくM7.6以上の地震数をそのまま使用したが、2013年起点では中地震と小地震のカタログに基づくG-R式に基づく頻度の平均値を使用したため、頻度は高くなっている。中地震カタログ、小地震カタログについては付録-1の「2.3 震源断層を予め特定しにくい地震の評価手法の概要」を参照。
- ・ G-Rモデルは、Gutenberg-Richterの関係式を用いてポアソン過程で評価することを示す。
- ・ 「不特定に統合」は、震源断層を予め特定しにくい地震としてモデル化したことを示す。
- ・ 表の着色については、薄黄色は2012年モデル2での変更点を、灰色は2012年モデル3での変更点を、オレンジ色は2013年モデル1での変更点を、桃色は2013年モデル2での変更点を、薄青色は2013年モデル3での変更点であることを示す。
- ・ 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。

3.2 3つのモデルによる評価結果

本検討では、前節に挙げた3つの地震活動モデルを用いて地震動ハザード評価を行い、今後の地震動ハザード評価の改良に役立てるため、それらの評価結果を比較した。

地震動ハザード評価の結果得られたハザードカーブ（横軸を震度、縦軸を確率にとり、各地点が今後の一定期間にどの程度の確率でどの程度の揺れに見舞われるかを曲線で表したもの）をもとに、以下のような地震動予測地図を作成した。

- ・今後の一定期間にある確率で見舞われる揺れの大きさ（震度）を示した地図
（例：今後30年間に6%以上の確率で見舞われる揺れの大きさ（震度）を示した地図）
- ・今後の一定期間にある強さ以上の揺れに見舞われる確率（超過確率）を示した地図
（例：今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率を示した地図）
- ・全国の主要地点における、今後の一定期間にある強さ以上の揺れに見舞われる確率（超過確率）
（例：今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率を地点ごとに棒グラフにしたもの）

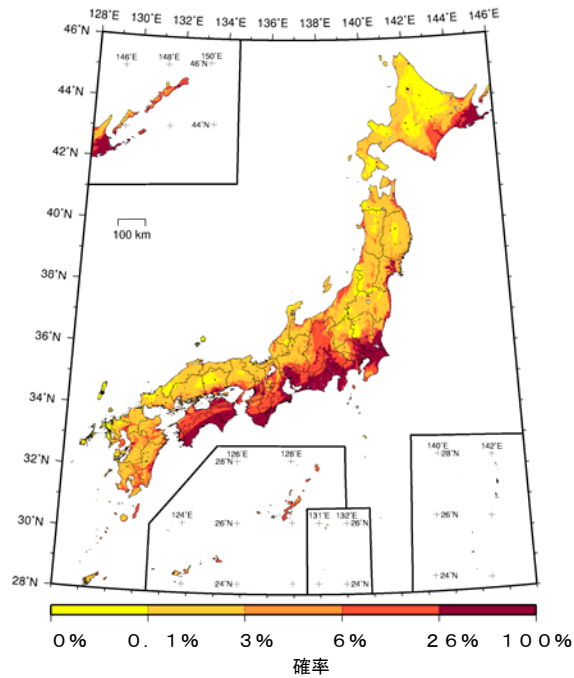
3.2節～3.4節では、今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布を対象として、それぞれの地震活動モデルに基づく地震動ハザード評価結果と、それらの比較結果について、簡単にまとめる。なお、詳細なまとめについては、付録-1の6章を参照頂きたい。

ここでは、まず2013年1月を起点とした3つのモデル（従来モデル、検討モデル、参照モデル）による地震動ハザード評価の概要について述べるが、すべての地震についての今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布を対象とする。カテゴリ別の分布や、地表の震度分布については付録-1の6.1節を参照されたい。

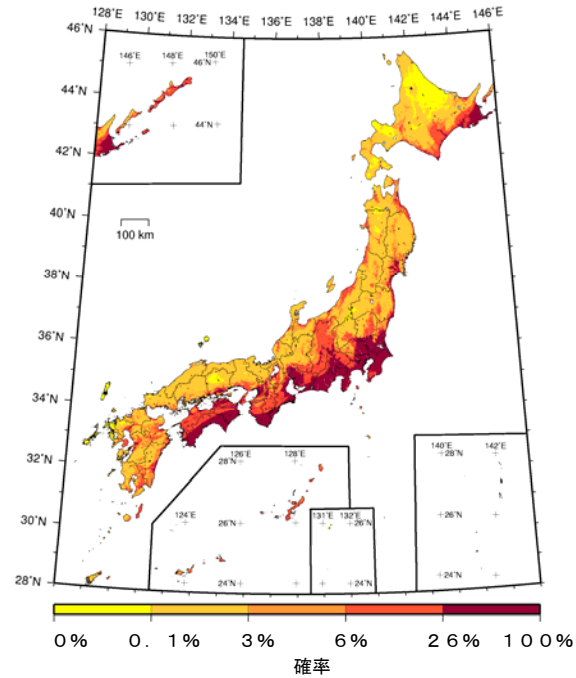
図3.2-1の左図、中央の図、右図は、それぞれ従来モデル、検討モデル、参照モデルに基づく「今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布（平均ケース、全ての地震）」である。ここで、主要活断層帯の平均活動間隔、最新活動時期の評価に幅がある場合が多いため、それぞれの中央値を用いて発生確率値を計算する場合を平均ケースと呼ぶ。また、“すべての地震”は、カテゴリⅠ、Ⅱ、Ⅲの全ての地震を考慮していることを示す。

図3.2-1を見ると、いずれのモデルによる結果も、大まかな傾向は一致している。すなわち、海溝型地震による影響が大きい北海道の東部、仙台平野周辺から北関東の太平洋沿岸部、南関東から四国の太平洋側で地震動ハザードが高くなっている。海溝型地震の発生前隔は主に数十年から数百年であり、主に数千年から数万年間隔で発生する活断層の地震と比較して活動間隔が1桁から2桁ほど短いため、発生確率が高くなり、その沿岸の地震動ハザードが高くなるのである。とりわけ、東海から紀伊半島南部、四国の太平洋岸にかけて確率が高くなっているのは、100年程度の間隔で発生する南海トラフの地震による影響である。なお、内陸部においても発生確率の高い主要活断層の周辺地域（例えば、糸魚川-静岡構造線の通過する長野県の一部）や揺れやすい軟弱な地盤が分布する平野部において

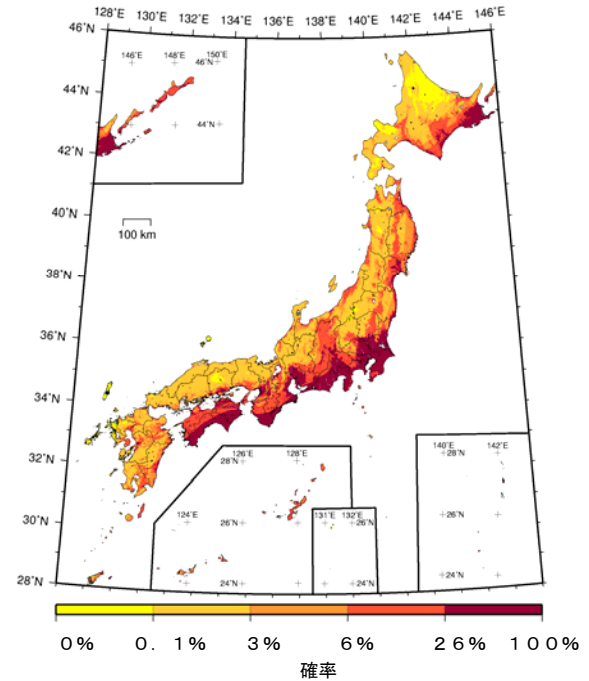
地震動ハザードが大きくなっている。



従来モデルの超過確率分布



検討モデルの超過確率分布



参照モデルの超過確率分布

(いずれも、すべての地震を考慮したトータルのハザード (平均ケース))

図 3.2-1 3つの地震活動モデルによる今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布

3.3 「2011年・2012年における検討」との比較

ここでは、図 3.2-1 に示した 3 つのモデルによる評価結果を「2011年・2012年における検討」の結果と比較する。カテゴリ別の比較については、付録-1 の 6.2 節を参照されたい。図 3.3-1 の比較結果では、超過確率の差の分布を、「2011年・2012年における検討」に比べて上昇した場合を赤色で、低下した場合を青色で示している。

今回検討に用いた 3 つの地震活動モデルごとの「2011年・2012年における検討」との比較の結果（図 3.3-1 の右図、中央の図、左図）で共通しているのは、東海地方と紀伊半島における超過確率の低下と、四国、九州地方における超過確率の上昇である。これは、主に南海トラフの地震活動の長期評価の改訂によるものである。すなわち、これまで南海トラフの地震活動は、想定東海地震、南海地震、東南海地震のそれぞれについては個別に取り扱われていたが、改訂により、それらの地震は南海トラフにおける多様な地震発生様式の一部として評価が行われるとともに、南海トラフにおける震源不特定地震の最大マグニチュードが従来よりも大きく設定されたためである。

海溝型地震は活断層の地震と比較して発生間隔が 1 桁から 2 桁ほど短いために発生確率が高い。このため、海溝型地震の長期評価の改訂は地震動ハザード評価の結果に大きな影響を及ぼす。また、海溝型地震の影響は広域にわたるため、そのモデル化の仕方の違いによる影響もまた広域にわたる。図 3.3-1 にはその傾向が明瞭に表れている。

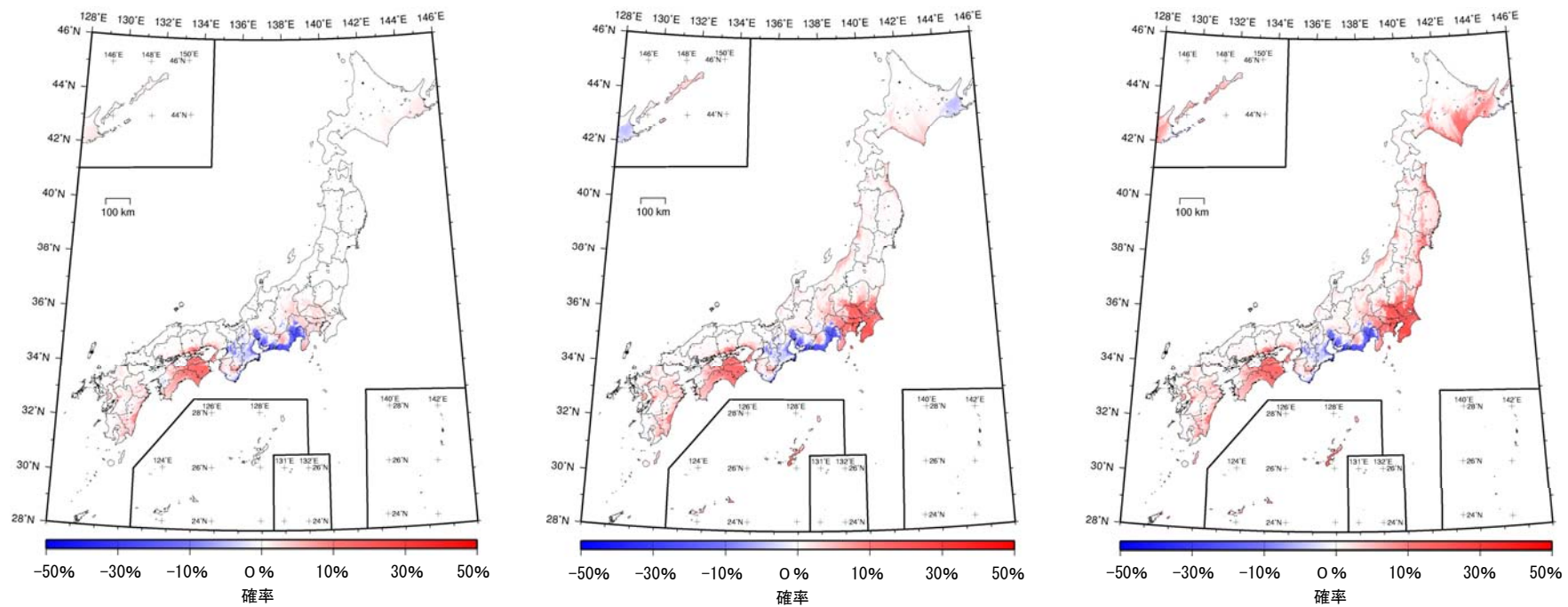
九州地方において超過確率が上昇しているが、これは九州地域の活断層において地域評価が反映されたためである。このように、長期評価の改訂は地震動ハザードの評価結果に大きな影響がある。地震動ハザード評価の高精度化のためには、長期評価の高精度化が不可欠であることが分かる。また、図 3.3-1 の結果は、長期評価の改訂により地震動ハザード評価の結果がどの程度変化するかを理解することができる例である。今後も新たな知見の反映により長期評価が改訂されるのに伴い、地震動ハザード評価の結果がこのように変化する可能性がある。

一方、その他の地域については、モデルによって「2011年・2012年における検討」との差に違いが見られる。従来モデル（図 3.3-1 の左図）は、十勝・根室沖、色丹・択捉沖などのプレート内地震の最大マグニチュードを $M 7.4$ から $M 7.5$ に見直したことにより、北海道南東部において「2011年・2012年における検討」と比較して超過確率が大きくなっている。また、紀伊半島西部から四国にかけては、南海トラフで発生する震源不特定のプレート間地震、プレート内地震 ($M 7.6$ 以上) が新しく設定されたために超過確率が上昇している。この結果から、海溝型地震の地震活動モデルの不確実性をどの程度考慮し、震源不特定地震の最大マグニチュードをいくらに設定するかは、海溝型地震の発生確率が相対的に高いことから、地震動ハザードへの影響が極めて大きいことが分かる。

検討モデル（図 3.3-1 の中央の図）について見てみると、「2011年・2012年における検討」のモデル 2 と比較して、関東から静岡県東部にかけて超過確率が大きく上昇している。これは相模トラフの地震活動モデルを見直したことが主な要因である。また、海溝型震源

不特定地震の最大マグニチュードを見直して大きくしたことにより、関東地域を中心に、太平洋側沿岸部の広い範囲で超過確率が上昇している。北海道東部での超過確率が低下しているのは、地震の最大マグニチュードを見直し、プレート間では 8.0、プレート内では 8.2 に変更したものの、この領域の地震を G-R 式で一括してモデル化したことにより、マグニチュードが小さい場合の発生確率が相対的に低下した影響と考えられる。

参照モデルと「2011 年・2012 年における検討」のモデル 3 を比較すると（図 3.3-1 の右図）、静岡県の太平洋側、愛知県、三重県、奈良県中部など以外の地域では超過確率が上昇している。これは、南海トラフの地震に関して検討モデルと同様にモデル化し、その他の震源不特定の海溝型地震の最大マグニチュードを、プレート間は 9.5、プレート内は 8.2 に変更したことが原因である。このことから、不確実性を考慮すること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、大まかな傾向を捉えることができる。「2011 年・2012 年の検討」における結論と同様、地震活動モデルに対してどの程度の不確実性を考慮するかは、今後検討を行っていくことが必要である。



従来モデルと「2011年・2012年における検討」のモデル1との超過確率の差
 検討モデルと「2011年・2012年における検討」のモデル2との超過確率の差
 参照モデルと「2011年・2012年における検討」のモデル3との超過確率の差
 (いずれも、すべての地震を考慮したトータルのハザード(平均ケース))

図 3.3-1 「2013年における検討」の地震活動モデルと「2011年・2012年における検討」の地震活動モデルによる
 今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の差の分布

3.4 モデル間の比較

2013 年起点の 3 つのモデル（検討モデル、従来モデル、参照モデル）に基づく評価結果を比較する。ここでは、今後 30 年間に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率（超過確率）の分布について比較する。震度分布の比較やカテゴリー別での比較について付録-1 の 6.3 節を参照されたい。

検討モデルと従来モデルの超過確率の差分の分布（図 3.4-1 の左図）を見ると、関東地域では検討モデルの方が従来モデルよりも超過確率が高い。その要因は、従来モデルでは相模トラフのプレート境界地震として大正型関東地震のみをモデル化していたものを、検討モデルでは海溝型地震のうち一回り小さい地震や繰り返し発生する地震以外などの「固有地震以外の地震」を「震源不特定地震」としてモデル化するとともに、震源不特定地震の最大マグニチュードを大きくしたこと、さらに、フィリピン海プレートの上面深さを浅くしたことの影響である。

宮城県から岩手県南部にかけての太平洋沿岸部や北海道東部などで、超過確率が低下した要因は、従来モデルにおいて個別にモデル化していた地震を、G-R 式で一括してモデル化した影響と考えられる。このように、対象地震を個別にモデル化するか、震源不特定地震としてモデル化するかによって、地震動ハザード評価の結果が図 3.4-1 左図に示すように大きく変わる。したがって、地震動ハザード評価においては、対象地震の適切なモデル化が必要である。

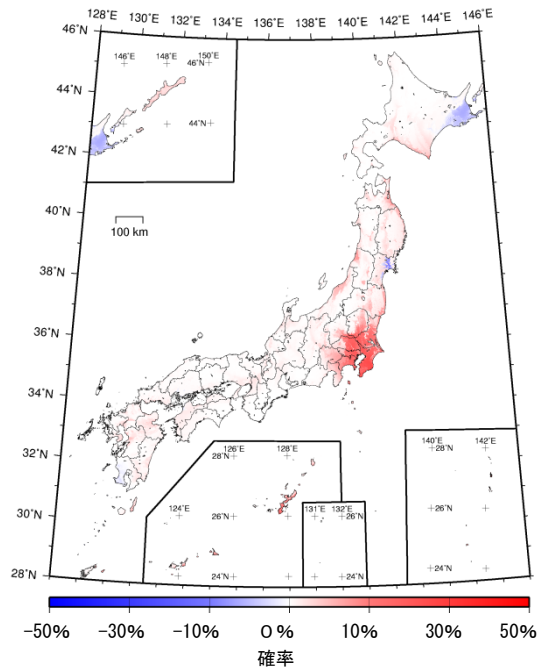
また、山形県から新潟県にかけての日本海東縁部で検討モデルの方が従来モデルよりも超過確率が高いのは、これらの海域における地震の地震発生確率を、従来モデルでは BPT 分布を用いた更新過程で算出しているのに対し、検討モデルではポアソン過程で算出していることや、活断層における痕跡を認めにくい地震をモデル化したことなどが原因である。この例に見られるように、一般に、ポアソン過程と BPT 分布を用いた更新過程とでは、最新活動時期からの経過時間によって、算出される地震の発生確率が異なる。長期評価の未了の地震など、事前に地震活動モデルを作成するための十分な情報が得られない地震については、情報不足による地震活動モデルの不確実性を考慮しつつ、地震発生確率を計算するための適切な計算モデルを選択することが重要である。

陸域でわずかに検討モデルの方が従来モデルよりも超過確率が高いのは、検討モデルでは全国の主要活断層帯において地表の証拠からは地震活動の痕跡を認めにくい地震を考慮し、九州地域において活断層の複数区間の連動を考慮したモデル化を行ったことによる。今後、九州以外の地域についても順次地域評価が行われる予定である。活断層による地震は低頻度ではあるものの、一旦発生すれば震源断層の近傍は局所的に大きな揺れに見舞われる。このため、地域評価の結果を地震ハザード評価に反映する際、地表の証拠からは地震活動の痕跡を認めにくい地震や複数区間の連動について、地震活動モデルにどのように取り入れていくかについて、今後も検討が必要である。

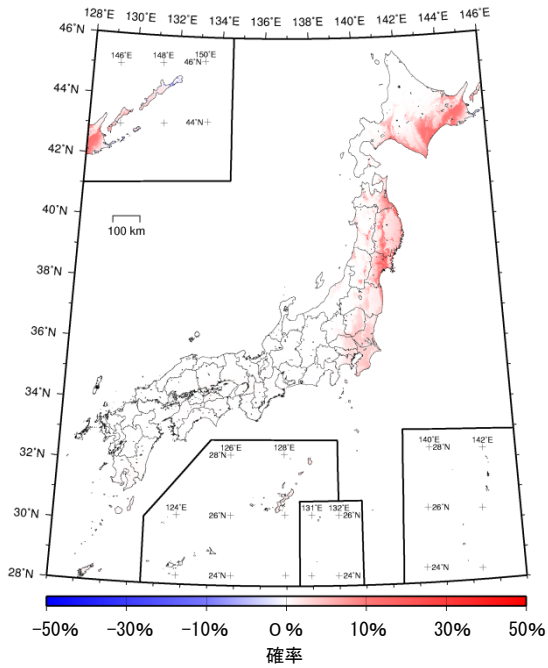
次に、検討モデルと参照モデルの超過確率の差分の分布（図 3.4-1 の中央の図）を見る

と、北海道から関東にかけての太平洋側では、参照モデルの超過確率が大きくなっている。これは、カテゴリーⅠであった十勝沖地震などをカテゴリーⅡに置き換えたことや、海溝型地震については、従来の海溝型地震の領域分けを大きくするとともに、地震活動モデルの不確実性を従来よりも大きめに考慮していることが原因である。すなわち、これまで知られていない巨大な地震までをG-R式に基づいてモデル化し、プレート間地震の最大マグニチュードを検討モデルよりも大きな $M 9.5$ に変更したことが主な原因である。この結果も、地震活動モデルの不確実性をどの程度考慮し、震源不特定地震の最大マグニチュードをどの程度にするかが、地震動ハザード評価の結果に大きく影響することを示している。

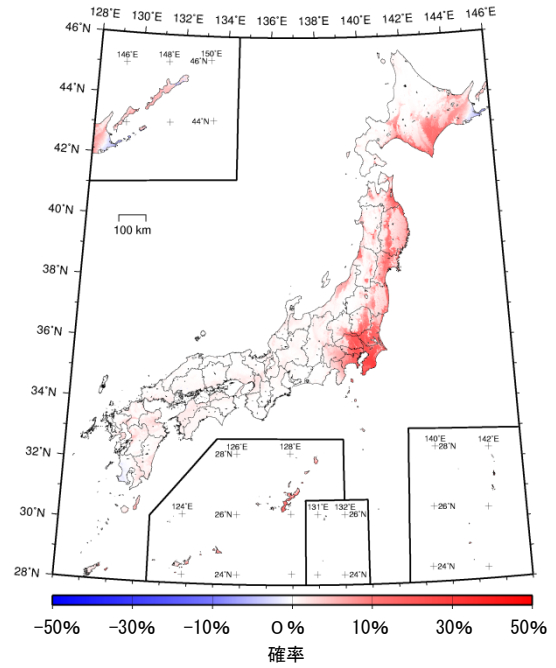
最後に、参照モデルと従来モデルの超過確率の差分の分布（図3.4-1の右図）を比較する。図3.4-1の右図において従来モデルと参照モデルの超過確率の顕著な違いの原因は、従来モデルと検討モデルの超過確率の違いの原因とほぼ同様である。すなわち、北海道の南部や東北地方の東部で参照モデルの方が超過確率が高いこと、関東地域において参照モデルの方が従来モデルよりも超過確率が高いこと、山形県から新潟県にかけての日本海東縁部で参照モデルの方が従来モデルよりも超過確率が高いこと、陸域でわずかに参照モデルの方が従来モデルよりも超過確率が高くなっている要因は、これらの地域において従来モデルと検討モデルとの超過確率の違いが生じている原因と同様である。



検討モデルと従来モデルの超過確率の差



検討モデルと参照モデルの超過確率の差



参照モデルと従来モデルの超過確率の差

(いずれも、すべての地震によるトータルハザード (平均ケース))

図 3. 4-1 3つの地震活動モデルによる
今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の差の分布

3.5 長期間の確率論的地震動予測地図による検討

これまで公表されてきた確率論的地震動予測地図は、主に30年間を対象としたものである。そのため、数十年から数百年間隔で発生する海溝型地震についてははともかく、平均して数千年～数万年間隔で発生する活断層の地震については、ひとたび発生すると局所的に大きな揺れが生じ、甚大な被害を生じることがあるにもかかわらず、その影響が捉えにくくなってしまいう問題がある。「2011年・2012年における検討」では、長期間の確率論的地震動予測地図を作成し、これを長期間の平均像としての確率論的地震動予測地図と捉えることにより、30年間の地震動ハザードを示した確率論的地震動予測地図では見えにくくなっていた、低確率の海溝型地震や内陸および沿岸海域の活断層を震源とする地震による地震動ハザードが捉えられやすくなることを確認した。

本報告では、「2011年・2012年における検討」でなされた表現方法の問題の検討結果を受け、長期間の確率論的地震動予測地図を作成して地震動ハザードの長期間における平均像を求め、30年間という期間では捉えにくくなっていた低頻度の活断層の地震の影響をより捉え易くした上で、その特徴を概観した(付録-1の7章)。再現期間が500年、1,000年、5,000年、10,000年、50,000年、100,000年に相当する確率論的地震動予測地図を作成した。

なお、ここでの検討は、長期間にわたる確率論的地震動予測地図により、30年間の確率論的地震動予測地図では見ることで見えない特徴を見ることを目的としている。このため、ここに示す長期間を対象とした確率論的地震動予測地図の作成条件は、計算の便宜上、30年間の確率論的地震動予測地図の作成条件とは一部異なっている。具体的には、海溝型地震と活断層のうち、地震発生の時系列モデルとしてBPT分布を用いた更新過程が適用されているものについて、時系列モデルをポアソン過程に変更し、すべての地震活動をポアソン過程としてモデル化した。これら以外の地震はもともとすべてポアソン過程が適用されている。また、南海トラフの次の地震発生までの標準的な時間については、「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」(地震調査委員会、2013b)では、「時間予測モデル」に基づいて88.2年とされているが、ここでは、南海トラフの地震の発生間隔を116.9年とする。これは、南海トラフの過去の地震活動から、1361年の正平(康安)地震以降の地震の発生(1605年の慶長地震を含めて)を用いて算定すると、南海トラフの地震の平均発生間隔が116.9年となる(地震調査委員会、2013c)ことによる。

ここでは、再現期間約1,000年(30年超過確率3%)、約100,000年(30年超過確率0.03%)に相当する確率論的地震動予測地図を示す。なお、ここに示す以外の再現期間の確率論的地震動予測地図や、その詳細な作成条件については付録-1の7章を参照頂きたい。

図3.5-1の左の図、右の図は、それぞれ、従来モデルの地震発生の時系列モデルをポアソン過程でモデル化した場合の再現期間1,000年相当、再現期間100,000年相当の地表における震度を示す。

再現期間1,000年の図3.5-1の左の図を見ると、発生間隔の短い海溝型地震の影響が見える。例えば、北海道の十勝地方や根室地方、福島県や宮城県の太平洋岸、関東地方、東海～東南海～南海に至る領域の震度が大きくなっている。これは、海溝型地震である十勝沖の地震(平均発生間隔約72年)、根室沖の地震(平均発生間隔約72年)、色丹島沖の地震(平均発生間隔約72年)、択捉島沖の地震(平均発生間隔約72年)、福島県沖地震(平均発生間隔約206年)、茨城県沖の地震(平均発生間隔約22年～26年)、大正型関東地震(平均発生間隔200～400年)、南海トラフの地震(平均発生間隔100～200年程度)などの影響が現れていることによる。特に、関東～東海～紀伊半島～四国にかけての太平洋側の地震動ハザードが高いのは、南海トラフの地震による影響が

大きい。

また、海溝型地震の影響に加え、内陸活断層による影響も見えている。例えば、長野県中部地方の糸魚川―静岡構造線活断層帯（平均活動間隔約1,000年）や、能登半島南部の邑知潟断層帯（平均活動間隔約1,200～1,900年）や森本・富樫断層帯（平均活動間隔約2,000年）、四国の中央構造線断層帯讃岐山脈南縁―石鎚山脈北縁東部（平均活動間隔約1,000～1,600年）、中央構造線断層帯石鎚山脈北縁（平均活動間隔約1,000～2,500年）などの影響が現れ、各断層帯が浮かび上がっている。なお、仙台平野や越後平野、大阪平野などで震度が大きくなっているが、これは、これらの平野において地震時の揺れを増幅する軟弱な地盤が分布していることが主な原因である。

このほか、再現期間1,000年では、中国地方の日本海側や山形県南部、福島県西部、群馬県北部及び栃木県南西部、北海道北部において地震動ハザードが低いことが分かる。特に、北海道北部においては震度が4程度の領域があり、地震動ハザードがかなり低くなっていることが分かる。

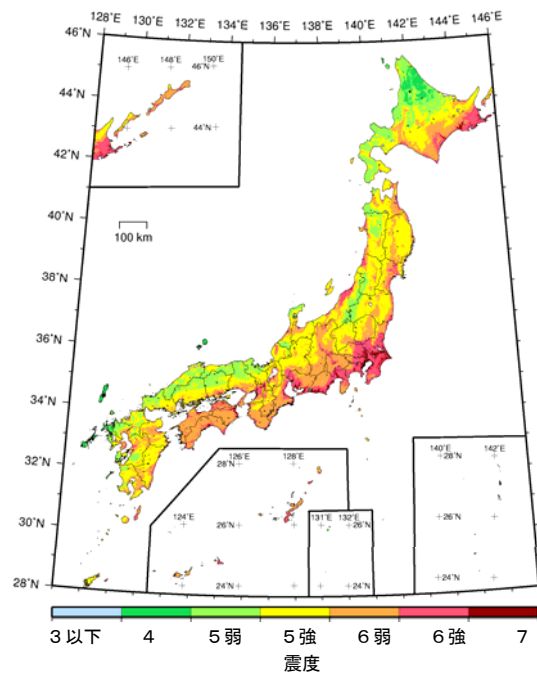
続いて、再現期間100,000年の図3.5-1の右の図を見ると、再現期間1,000年の地図で地震動ハザードが高くなっていた地域においてさらに震度が大きくなるのに加え、内陸の活断層周辺において震度が高くなり、内陸の主要な活断層帯が明瞭に浮かび上がっている。例えば、兵庫県付近の山崎断層帯の主部北西部（平均活動間隔1,800～2,300年程度）、主部南東部（平均活動間隔3,000年程度）、北海道北西部のサロベツ断層帯（平均活動間隔約4,000～8,000年）、青森湾西岸断層帯（平均活動間隔約3,000～6,000年）、北海道の函館平野西縁断層帯（平均活動間隔約13,000～17,000年）、関東平野北西縁断層帯主部（平均活動間隔約13,000～30,000年）、岐阜県東部の阿寺断層帯の主部北部（平均活動間隔約1,800～2,500年）、主部南部（平均活動間隔約1,700年）、香川県南部の中央構造線断層帯讃岐山脈南縁―石鎚山脈北縁東部（平均活動間隔約1,000～1,600年）、福岡県の警固断層帯南東部（平均活動間隔約3,100～5,500年）、熊本県の布田川断層帯布田川区間（平均活動間隔約8,100～26,000年）などによる影響が見える。

また、再現期間1,000年の地図では震度が低くなっていた中国地方の日本海側や山形県南部、福島県西部、群馬県北部においては震度が6弱以上となり、栃木県南西部においては震度5強となっている。また、再現期間1,000年の地図で特に震度が低くなっていた北海道北部においては、震度5弱の領域がわずかに見られるものの、ほとんどは震度5強となっている。このように、長期間の地震動ハザードの平均像を見ると、低頻度の地震によるハザードが見やすくなり、日本は全国的に大きな震度の揺れに見舞われることが見て取れる。一方で、北海道北部に見られるように、日本国内の一部の地域では、他の地域と比較して地震動ハザードがかなり低くなっている。これらの地域においては、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。このため、これらの地域における地震動ハザードが実際に低いのかどうかについて、今後の検討が必要である。

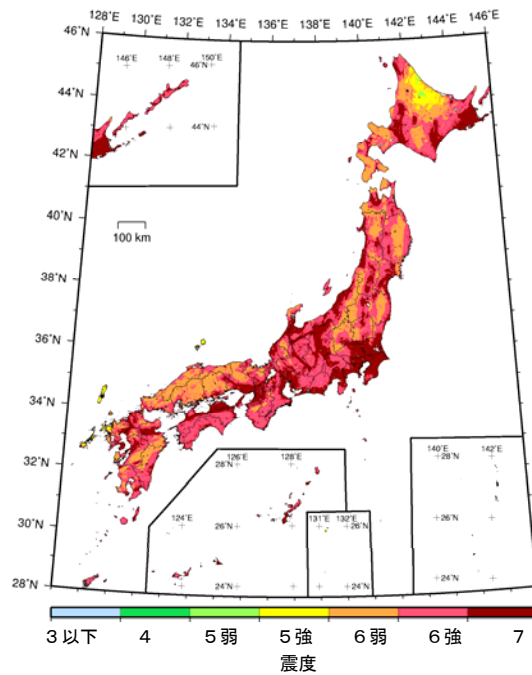
このような長期間の確率論的地震動予測地図により、通常の30年間を対象とした確率論的地震動予測地図では見えにくくなっている沿岸海域や内陸の活断層による地震のハザードが見やすくなり、低頻度の地震によるハザードが把握しやすくなることは、「2011年・2012年における検討」で確認されたとおりである。しかしながら、長期間の確率論的地震動予測地図によって低頻度の地震による地震動ハザードを考察する際には、情報不足による地震活動モデルの誤差などの、いわゆる認識論的不確定性や、地震動の強さが本来的に持つばらつきなどのモデル化の影響（ばらつきを考慮する際の上限値の設定など）に注意を払う必要がある。

低頻度の地震による地震動ハザードを表現するための表現方法の一つとして、ここでは長期間

の確率論的地震動予測地図を示したが、この他にも、地域に影響のあるすべての地震の地震動予測結果を重ね合わせた最大地震動重ね合わせマップ(内閣府, 2005) や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の融合(地震調査委員会, 2009)なども考えられる。低頻度の地震による地震動ハザードのより良い表現方法は、今後の大きな検討課題の一つである。



再現期間 1,000 年相当



再現期間 100,000 年相当

図 3.5-1 従来モデルの時系列モデルをポアソンモデルで置き換えた再現期間 1,000 年相当、100,000 年相当の地表の震度の分布
(30 年超過確率 3%、0.03%)

3.6 今後の課題

ここでは、今回検討した内容を中心に、今後の課題をまとめる。より広範な今後の課題は付録の9章に記述した。

① 地震活動のモデル化

今後の地震動ハザード評価の改良に向けては、震源不特定地震のモデル化が重要な鍵となる。まだ調査などによってその存在が知られていない地震は、震源不特定地震として適切にモデル化する必要がある。このとき、発生頻度の低い、活断層の地震や超巨大海溝型地震を考慮するために、どの程度頻度の低い地震まで考慮し、どの程度マグニチュードの大きな地震まで考慮するか、不確実性を考慮しつつ、十分に検討する必要がある。特に、震源不特定地震の最大マグニチュードの設定は、地震動ハザード評価に大きな影響を与えるため、最新の知見を踏まえ、検討を進める必要がある。

また、アウターライズの地震や日本海東縁の地震に関しては、現時点で情報が不足しており、更なる知見を収集しつつ、地震活動モデルを改良していく必要がある。本検討では検討モデルとして、震源不特定地震の最大規模を大きくしたが、その規模の妥当性について今後も検討していく必要がある。

その他、陸域の震源不特定地震の発生頻度の算定については、陸域の地域区分の領域が海域と比較して相対的に小さいことから、地域差が過大となる懸念がある。特に、北海道北部のように海のプレートの地震の影響が小さい地域における長期間を対象としたハザード評価結果には、陸域の震源不特定地震の頻度が大きく影響することになり、地震動ハザードが適切であるか、今後検討していく必要がある。

以上に述べたような情報不足に起因する不確実性を含めてどのように地震動ハザードを評価するかについては、今後検討を行っていく必要がある。

また、地震活動モデルへの活断層の地域評価の反映も今後の重要な課題である。今回の地震動ハザード評価では、平成25年2月に公表された九州地域の地域評価の結果が導入されたことにより、これまでより長さの短い活断層や、活動度の低い活断層までが考慮されている。今後も、地域評価により得られる、より多くの活断層の情報を地震動ハザード評価に取り込むとともに、本報告では検討モデルと参照モデルのみで考慮している、活断層の「連動」や、地表からは活動の痕跡が見つけにくい活断層を、どのようにモデル化するか検討する必要がある。活断層の連動については、全国の主要活断層帯において考慮する必要があると考えられる。

② 表現方法の問題

地震動ハザード評価の結果をいかに国民に伝えていくかという表現方法の問題も、非常に重要な課題である。地震に関する専門的な知識を有しない国民に対し、丁寧で分かりやすい説明・解説を継続的に行うことにより、確率論的地震動予測地図をはじめとする地震動ハザード情報が国民の防災行動に役立つよう努力する必要がある。特に、確率論的地震動予測地図で確率が低くなっている、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（地震調査研究推進本部政策委員会成果を社会に活かす部会，2005）。加えて、地震動ハザード評価の結果には不確実性が

含まれることも説明していかなければならない。

また、現在の確率論的地震動予測地図では、その作成手法から、活断層で発生する地震等の発生頻度の低い地震による地震動ハザードが小さくなってしまおうという特徴がある。長期間の確率論的地震動予測地図を示す方法や、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示す方法に加え、今後は、発生頻度の低い地震によるハザードがより捉えやすくなるような新たな表現方法を開発することも必要である。

今後も、国民の防災行動の誘導に資するための地震動ハザード情報の有効な示し方について、国民のニーズを調査しつつ、継続的に検討を行っていく必要がある。

③ その他の問題

今回は検討を行っていないものの、地震動ハザード評価の高精度化のためには、強震動予測手法の高度化も不可欠であり、現在、距離減衰式の改良に向けた研究が行われている。また、距離減衰式で考慮する地震動の大きさのばらつきについても今後も検討が必要である。

4. まとめ

本検討では、「2011年・2012年における検討」の結果を踏まえつつ、「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ついて考察した。さらに、従来モデルの地震発生の時系列モデルをポアソン過程でモデル化した場合の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。

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、

- ・ 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震源不特定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不特定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。

検討の結果、「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精度化のためには長期評価の高精度化が不可欠であることが確認された(図 3.3-1 参照)。特に、海溝型地震は陸域や沿岸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、かつ広範囲にわたることが再確認された。

続いて、「②震源不特定地震の最大マグニチュード」については、震源不特定地震の最大マグニチュードをいくりに設定するかが、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(図 3.3-1、図 3.4-1 参照)。今後も、情報不足による地震活動モデルの不確実性を考慮しつつ、震源不特定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。

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不特定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(図 3.4-1 参照)。その影響はBPT分布を用いた更新過程でモデル化した場合の地震発生確率の年次更新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不特定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。今後はモデル化の仕方の見直しを行い、改善していくことが重要である。

最後に、「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差が生じることが確認された(図 3.4-1 参照)。長期評価の未了の地震など、

事前に地震活動モデルを作成するための十分な情報が得られない地震の地震発生確率を計算するには、地震活動モデルの不確実性を考慮し、適切な確率過程を選択することが重要であることが分かった。

続いて、従来モデルをベースとした長期間（再現期間 1,000 年相当、100,000 年相当）を対象としたポアソン過程による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。比較の結果、「2011 年・2012 年における検討」同様、対象とする再現期間を長くするに従い、30 年間を対象とした地震動予測地図では見えにくくなっていた、活断層で発生する地震などの平均間隔活動が長い低頻度の地震による地震動ハザードが見えやすくなることや、低頻度の地震までを考慮すると、日本は全国的に大きな揺れに見舞われることが確認された。

他方で、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低いことが分かった。これらの地域については、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らない、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。このため、これらの地域において地震動ハザードが実際に低いのかどうかについては、今後の検討が必要である。

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、低頻度の地震について考察するには、地震活動や地震動のばらつきのモデル化などの誤差による不確実性に注意を払う必要がある。

低頻度の地震による地震動ハザードを表現するための方法としては、本検討で示した長期間の確率論的地震動予測地図の他にも、いくつかの表現方法がある。低頻度の地震による地震動ハザードのより良い表現方法は、今後の大きな検討課題の一つである。

地震動予測地図は、対象地域の住民や防災関係機関の防災意識を喚起し、防災活動に活用するための基礎資料とすることを目的に作成される（地震調査研究推進本部政策委員会成果を社会に活かす部会，2005）。今後も地震に関する調査・研究を推進し、その成果に基づいて地震活動モデルや地震動の距離減衰式の改良、地盤構造モデルの高度化を行い、地震動ハザード評価の高度化を行う必要がある。また、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。今回は、そのための試みの第一歩として、一般向けの地震動予測地図の説明資料を作成した。今後も、確率論的地震動予測地図で確率が低いということが安全を意味するものではないということや、地震動ハザード評価の結果は情報不足などによる不確実性が伴うものであること等を、さらにしっかりと伝えていくことが重要である。

参考文献

- 地震調査研究推進本部（1999）：「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－」．
- 地震調査研究推進本部 政策委員会 成果を社会に活かす部会（2005）：「地震調査研究推進本部政策委員会成果を社会に活かす部会報告－地震動予測地図を防災対策等に活用していくために－」．
- 地震調査委員会（2005）：「全国を概観した地震動予測地図」報告書．
- 地震調査委員会（2006）：「全国を概観した地震動予測地図」報告書（平成 18 年 9 月 25 日改訂）．
- 地震調査委員会（2007）：「全国を概観した地震動予測地図」2007 年版．
- 地震調査委員会（2008）：「全国を概観した地震動予測地図」2008 年版．
- 地震調査委員会（2009）：「全国地震動予測地図」．
- 地震調査委員会（2009）：「全国地震動予測地図」技術報告書．
- 地震調査委員会（2010）：全国地震動予測地図 2010 年版．
- 地震調査委員会（2012）：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～．
- 防災科学技術研究所（2012）：東日本大震災を踏まえた地震ハザード評価の改良に向けた検討，防災科学技術研究所研究資料，第 379 号．
- 地震調査委員会（2013a）：九州地域の活断層の長期評価（第一版）．
- 地震調査委員会（2013b）：南海トラフの地震活動の長期評価（第二版）．