

### 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。