

8. 今後の課題

現時点においても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技術的、社会的課題がある。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（地震調査委員会，2009c）にまとめられている通りであるが、ここでは、2011年・2012年の検討を受けて今回検討した内容を中心に述べる。

8.1 地震活動のモデル化

8.1.1 地震活動のモデル化

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「震源を特定しにくい地震」としてモデル化している。2011年・2012年における検討でも検討を行ったとおり、地震動ハザード評価の高精度化のためには不確実な地震活動をいかに適切に「震源を特定しにくい地震」としてモデル化し、地震動ハザード評価に取り込んでいくかが重要である。東北地方太平洋沖地震のような“想定外”の地震をなくすためには、海溝型の地震と活断層の地震の両方について、長期評価から漏れてしまう可能性のある、数千年から数万年に1度という低頻度の地震までを「震源を特定しにくい地震」として考慮することが必要になる。このときに、どの程度まで低頻度の地震を考慮するのか、防災を視野に入れた議論する必要がある。

また、震源断層を特定しない地震をG-R式によって考慮する際に、考慮する地震のマグニチュードの最大値をどう設定するかという問題もある。2013年における検討では、2011年・2012年における検討結果を踏まえる形で、地震活動モデルの不確実性を考慮し、領域によってマグニチュードの最大値を従来よりも大きく設定した。マグニチュードの最大値の最適な値については、今後も活断層調査等を継続的に行い、得られた新たな知見に鑑みながら継続的に検討していく必要がある。

その他、震源断層を予め特定しにくい地震の領域区分についても、今後の検討が必要である。現状では、陸域の震源断層を予め特定しにくい地震の領域区分は、海溝型地震の領域区分と比べて非常に細かい。地震動予測地図では、たとえば北海道北部においては地震動ハザードが低くなっており、長期間の地震動予測地図で見てもその傾向が明瞭に見える。これは、実際に地震動ハザードが低い可能性がある一方、地震ハザード評価に用いた地震活動モデルの不確実性により、実際よりも地震動ハザードが低く見積もられている可能性も否定できない。すなわち、活断層がたまたま見つかっておらず長期評価されていない可能性や、地震活動モデルの構築に用いる地震活動のデータがたかだか最近の数十年分しかないため、最近の数十年前に北海道北部で地震が発生していた場合、実際よりも地震動ハザードが低く評価される可能性がある。このような不確実性も考慮して地震動ハザード評価を行うためには、震源断層を予め特定しにくい地震として未知の地震をモデル化する必要がある。北海道北部の例にみられるような最近の数十年間の地震活

動が不活発で活断層もあまり見つかっていない領域については、震源断層を予め特定しにくい地震の領域区分をこれまでより大きくとるなどして、不確実性を考慮することが考えられる。地震活動に関する情報をはじめ、これまでの地震の調査・研究により得られた最新の知見も踏まえつつ、検討モデルや参照モデルと同様の考えに対応するような領域区分を検討することが必要である。

また、以上に述べたような情報不足に起因する不確実性、いわゆる認識論的不確実性をどのように定量化するかについては、今後検討を行っていく必要がある。

8.1.2 活断層の地域評価の反映

これまで全国の活断層調査が行われてきたが、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、実際に2000年の鳥取県西部地震や2008年の岩手・宮城内陸地震などのように、これまで見つかっていなかった断層で発生している地震は少なくない。今後も、活断層調査を精力的に進め、できるだけ多くの活断層を見つけることが重要である。長期評価においても、「活断層の長期評価手法（暫定版）」報告書（平成22年11月25日）（地震調査委員会、2010c）を受けて、広域のテクトニクスや地震活動を踏まえて対象地域の活断層を総合的に評価する地域評価が始められており、平成25年2月には「九州地域の活断層の長期評価（第一版）」（地震調査委員会、2013b）が公表された。地域評価では、これまで評価の対象とされてきたM7.0以上の地震を起こす可能性のある活断層に加え、M6.8以上の地震を起こす可能性のある活断層についても評価が行われている。今回の地震動ハザード評価については、九州地域の地域評価の結果が導入されている。今後も地域評価により得られた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み、ハザード評価を高精度化していくことが必要である。また、現段階では活断層の「連動」については、検討モデルと参照モデルにおいて九州地域のみにも適用するにとどまっており、全国の主要活断層帯に展開する必要がある。

8.1.3 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、長期評価では考慮されていなかった。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拘わることなく、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。

アウターライズの地震については、現時点では日本海溝沿いの領域しか考慮されていない。しかし、少なくとも千島海溝沿いではM7クラスの地震が発生しており、他の領域についても考慮する必要がある。このとき、発生頻度（確率）をどのように与えるかについての検討も必要である。

これに加え、日本海東縁の地震に関して、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ゼロになっている。今回の検討では、検討モデルにおいてもこれらの地震をポアソン過程によって発生確率を評価することにとどまっている。当該領域における最大級の地震をはじめとして、現在長期評価されている地震以外の地震の発生可能性について評価されることが望まれる。

スラブ内地震については、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。従って、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。

8.1.4 地震のカテゴリライズの仕方

今回の検討においては、2011年・2012年における検討と同様に、複数の地震活動モデルを作成し、そのそれぞれについて計算した地震動ハザード評価の結果を比較した。これにより、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、結果の地震動ハザードが大きく異なることが分かった（6.3節を参照）。地震ハザード情報の理解し活用する上でも、地震カテゴリーを導入することは有効である。しかしながら、石川・他（2008）による現状の地震カテゴリーでの分類では、同じ地震であっても従来モデル、検討モデル、参照モデルでカテゴリーが異なる状況が生じており（例えば、東北地方太平洋沖型の地震）、カテゴリーの再編を検討する必要がある。

8.1.5 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。距離減衰式には、まだ改善の余地がある。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等が考えられる。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、距離減衰式の改良に向けた研究が行われ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値は、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。

また、地震動ハザード評価の結果を建物の耐震設計に用いるなど、工学領域においてより利用しやすい形で提供するため、周期別の距離減衰式による応答スペクトルの予測地図の作成について、今後検討を行っていく必要がある。

8.2 表現方法の問題

8.2.1 専門家以外にも理解される分かりやすい解説

平成17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あげられている。しかし、専門家はともかく一般の国民に対しては、確率論に基づく地震動予測地図を理解するのは難しいことであり、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、確率が低いことが安全を意味

するものではないということを、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。

8.2.2 低頻度の地震による地震動ハザードの表現方法

2011年・2012年の検討においては、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、長期間の確率論的地震動予測地図により、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。これを受け、今回の検討においても、長期間の確率論的地震動予測地図を作成した。しかし、2011年・2012年における検討でも述べたとおり、確率値の小さな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定性の評価が現状では不十分であり、今後の検討が必要である。

この他、低頻度の地震による地震動ハザード評価の1つの表現として、震源断層を特定した地震動予測地図が挙げられる。低頻度の発生確率の低い地震について確率論的地震動予測地図で考慮する際には、地震動のばらつきや地震活動のモデル化誤差などの影響も慎重に検討する必要がある。このような低頻度の地震についても、震源断層を特定した地震動予測地図により地震動ハザードについて考察することができる。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。

ここでは、低頻度の地震による地震動ハザードをより適切に表現するための方法として、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を示した。今後は、ここに挙げた方法に加え、それ以外の新たな表現方法についても検討していく必要がある。

8.2.3 地震動ハザード評価の不確実性の説明

地震動予測地図など、地震動ハザード評価の結果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、実際に地震が発生する可能性が低い可能性もあると同時に、将来地震を起こすと考えられる断層が、たまたま見つかっていないという可能性もある。さらに、近代的な地震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おらず、これを元にした地震活動モデルは不確実なものとなる。地震動予測地図にはこのような不確実性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。

この他、今回の報告では、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たが、今後も常に一般国民の防災行動の誘導に資するための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。地震本部では、国民や地方公共団体等の地震調査研究成果に対するニーズ等を把握し、地震調査研究成果の普及展開方策を検討するにあたっての基礎資料を得ることを目的として、毎年一般国民や地方自治体の主に防災担当者などを対象として、地震ハザード評価を含む、地震本部の成果についてのアンケートを実施している。よりよい地震動ハザード評価の公

表のあり方については、このアンケート結果を参照していくことが有効であると考えられる。