

## 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り、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(長さ)と地震の規模(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ことで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構造物の耐震設計に用いる際には、震度よりも周期ごとの構造物の応答（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)、額・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げられるよう、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な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てみよう」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。