

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—(案)

成果を社会に活かす部会のこれまでの活動と本報告書の位置づけ

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(以下「本部会」と言う。)は、平成11年11月から「地震調査研究の推進について 地震に関する調査、観測及び研究に関する総合的かつ基本的な施策」(平成11年4月地震調査研究推進本部決定)に基づき、地震調査研究の成果を、国民の防災意識や防災行動、及び国、地方自治体、指定公共機関等の防災関係機関の防災施策や防災対策に結びつく情報として発表するための方策を検討してきた。

具体的には、地震調査研究推進本部の地震調査委員会が実施している、活断層で発生する地震及び海溝型地震の将来の発生規模、発生可能性についての長期的な評価(以下「長期評価」と言う。)、想定される特定の地震が発生した際に、ある地域のどの場所がどれだけ強い揺れに見舞われるかを予測する強震動評価(以下「強震動評価」と言う。)、

これらの評価結果等を踏まえて同委員会が作成する「全国を概観した地震動予測地図」等の地震調査研究の成果公表の在り方について、それを受け取る国民や防災機関の視点から議論を深めてきた。

そして、平成12年8月には、「政策委員会成果を社会に活かす部会の検討状況報告 地震調査研究における長期評価を社会に活かしていくために」(平成12年8月23日)において、長期評価の発表の在り方に関する提言を取りまとめた。

この平成12年報告の指摘等を受けて、地震調査委員会では、「長期的な地震発生確率の評価手法について」(平成13年6月8日)において、確率の概念を導入した評価の手法を確立するとともに、平成13年以降の長期評価から「地震発生の可能性を確率で表示する方法」を正式に導入した。

本部会においては、このような地震調査委員会における長期評価の発表方法の改善を踏まえつつ、さらに、「政策委員会成果を社会に活かす部会報告—地震調査研究における長期評価を社会に活かしていくために—」(平成13年8月22日)において今後の課題を示し、その後も調査研究成果の公表方法の改善について検討を行ってきた。

一方、地震動予測地図の活用において専門性が強い工学的利用については、別途、防災科学技術研究所地震動予測地図工学利用検討委員会が設置され、検討結果の報告書が刊行されている(参考文献)。同委員会の検討内容は逐次は本部会に報告され、工学利用に関する本部会の検討に反映された。

地震調査委員会において作成が進められてきた全国を概観した地震動予測地図は、平成16年度末に作成・公表されることとなった。本報告書は、この地震動予測地図の公表に合わせ、本部会のこれまでの検討結果を取りまとめ、地震調査委員会における活動の成果である同地図の普及の促進と、防災への活用に資そうとするものである。本報告書は、地震動予測地図に関する国民及び防災機関等の理解を深め、その防災対策への活用を図る際の手引きとなることを目指している。このため、必要に応じ、地震動予測地図から図や地図を抜粋し、参考として提示するとともに、地震動予測地図の報告書において、それらがどこに記載されているかを示すこととした。

地震動予測地図とは何か

1 地震動予測地図作成の取組とその成果物

地震動予測地図とは、一般に、地震が発生したときに対象としている地域を見舞うであろう地震動(揺れ)の強さやその地震動が生じる確率を予測して地図上に表示したものであり、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。

今回、地震調査委員会が公表する「全国を概観した地震動予測地図」は、同委員会が取り組んできた、主要98断層帯で発生する地震についての長期評価、及び南海トラフの地震、三陸沖から房総沖にかけての地震(宮城県沖地震を含む。)、千島海溝沿いの地震、日本海東縁部の地震、日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震、相模トラフ沿いの地震についての長期評価の結果、並びにこれらのうち、いくつかの地震を取り上げて行ってきた強震動評価及びその過程で用いられる強震動予測手法高度化の検討の成果等を踏まえて作成されたものである。

長期評価や強震動評価については、結果だけでなく、その手法や用いられたデータの出典等も公開されている。また、地震動予測地図についても、長期評価や強震動評価等の成果を踏まえてどのように地図を作成したかの過程が併せ示されている。これらを含めたものが、地震動予測地図作成の取組の成果であるといえる。これらの手法やデータを入手することによって、長期評価及び強震動評価の結果についての検討や検証を行ったり、個々に入手したデータを新たに加えることで長期評価や強震動評価の対象とならなかった地震を対象に評価を行うことが可能になる。これは、地震動予測地図についても同様であり、これらの手法やデータは、研究者や技術者にとって貴重な資源になり得るものと考えられる。

2 地震調査委員会が作成する地震動予測地図の種類

地震調査委員会が作成する地震動予測地図は、(1)確率論的地震動予測地図と、(2)震源断層を特定した地震動予測地図、に分類される。それぞれの概要は次のとおりである。

(1) 確率論的地震動予測地図

基本となる2つの確率論的地震動予測地図

確率論的地震動予測地図とは、対象地域に影響を及ぼす地震全てを考慮し、将来予想される地震動の強さを確率によって表現しようとするものである。ここでは、個々の地震の将来の発生確率とその地震が発生した際の周辺の揺れの評価結果双方が反映されており、地震工学・地震学分野で「確率論的地震ハザードマップ」と呼ばれるものに相当する。

同地図では、「時期(実際には、期間、以下同じ。）」、「地震動の強さ」及び「確率」の3つのパラメータ(変数)のうち2つを固定し、残りの1つの状況が示される。

確率論的地震動予測地図は、様々な値を設定して作成することが可能であるが、最も基本となるものは、

ア 今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図(「時期(今後30年以内)」と「地震動の強さ(震度6弱以上)」を固定し、「確率」の分布を示した地図)(図

3.3.1-1 報告書 p.19)

イ 今後 30 年以内に 3%の確率で一定の震度以上の揺れに見舞われる領域図(「時期(今後 30 年以内)」と「確率(3%)」を固定し、「地震動の強さ(震度)」に対応する領域を示した地図)(図 3.3.1-3(b) 報告書 p.23)

の 2 つである。この 2 つの地図とも日本の国土を 1km 四方単位で区分し(注:区分は緯度、経度を基にしたものであり、厳密には 1km 四方とはならない。)この 1km 四方内について、各単位の中心地点の持つ値(アの地図であれば確率、イの地図であれば震度)と同じものを与えることで、分布図や領域図を構成している。これらの地図を全国規模で示したものが、「全国を概観した地震動予測地図」となる。

今後 30 年以内という数値の意味

確率論的地震動予測地図において今後 30 年以内という数値を採用したのは、この数値が国民個々人の将来設計を考えるとときに 1 つの目安になるからである。例えば、ある人が生まれて成人し結婚して家庭を営むようになる期間、中高年世代が老後の人生設計を考える期間などはほぼ 30 年以内と考えられる。また、個々人が地震防災を念頭に置きながら、ある地域に住むとか、どのような住宅を建てたり、購入したりするとかいう判断を行うに当たって想定する期間も、ほぼ 30 年以内であろうと考えられるところである。

震度 6 弱という数値(震度階級)の意味

揺れの強さとして震度 6 弱以上という数値(震度階級)を取り上げたのは、震度 6 弱の地震が発生したとき、人的被害及び物的被害の発生する可能性が極めて高まることを考慮したものである。気象庁は、阪神・淡路大震災の後、震度階級関連解説表を作成したが、この表によれば、震度 6 弱の震度が発生すると、その周辺では、通常、「立っていることが困難になる」、「固定していない重い家具の多くが移動、転倒する。開かなくなるドアが多い」、「かなりの建物で、壁のタイルや窓ガラスが破壊、落下する」、「(木造建物で)耐震性の低い住宅では、倒壊するものがある。耐震性の高い建物でも、壁や柱が破損するものがある」、「(鉄筋コンクリート造り建物で)耐震性の低い建物では、壁や柱が破損するものがある。耐震性の高い建物でも壁、梁、柱などに大きな亀裂が生じるものがある」、「家庭などにガスを供給するための導管、主要な水道管に被害が発生する」、「地割れや山崩れなどが発生することがある」などの現象や被害が発生するとされている(「気象庁震度階級関連解説表」参照)。

確率の区分の意味及びその数値の定性的な表現

確率論的地震動予測地図のうち、アの震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率を示す地図については、0.1%未満、0.1%以上～3%未満、3%以上～6%未満、6%以上～26%未満、26%以上～100%という、5 つの区分表示を行っている。今後 30 年以内に 3%という数値は、平均すれば約 1000 年に 1 回、6.0%は約 500 年に 1 回、26.0%は約 100 年に 1 回の割合で、その揺れに見舞われることを意味する。

既に、主要 98 断層帯で発生する地震の長期評価に当たっては、定性的な表現も取り入れることとして、発生確率が 30 年 3%以上のものを「我が国の主な活断層の中では高いグループに属する」としているが、この 3%という数値は、活断層で発生する地震も含めて将来の強い揺れに見舞われる可能性を考慮しようとするとき、極めて大きな意味を持つものと考えられる。また、平均して 1000 年に 1 回は発生するという揺れは、建築の分

野において、あらかじめ想定すべきものとして位置付けられている。

これらのことを踏まえ、時期と地震動の強さを固定し、確率の分布を示す確率論的地震動予測地図においても 3%以上の区分については、「高い」という定性的表現を付け加え、その下の 0.1%以上～3%未満の区分についても、主要 98 断層帯で発生する地震の長期評価の例にならって、「やや高い」という表現を用いることとした。

また、イの時期と確率を固定し、地震動の強さに対応する領域を示す地図についても、以上のような考えに基づいて、30年3%という数値を用いている。

なお、主要 98 断層帯で発生する地震の長期評価では、将来の発生確率が 0.1%未満のものについて、「高い」、「やや高い」と同様な定性的表現を行おうとする場合、「高くない」、「やや低い」といった表現とならざるを得ず、このことが結果的に安全・安心情報として受けとられる懸念があるため、定性的表現を付加しなかった。この点については、確率論的地震動予測地図も同様の扱いとしたところである。

今後 30 年以内に 3%の確率で一定の震度以上の揺れに見舞われる領域図の意味

確率論的地震動予測地図のうち、イの地図の示す領域の区分は、今後 30 年以内に 3%の確率でそれぞれの震度階級の震度以上の揺れとなることを示している。すなわち、ある地点が震度 5 強の領域に含まれているのであれば、30年3%の確率で見舞われる揺れの最も大きいものは震度 5 強以上ということになる。ここで「以上」という表現を用いることについては、30年3%という確率で考える限り、表示されている震度を上回る揺れが生じる可能性を否定できないことによる。もっとも、これは可能性の有無を重視した表現であり、実際には、例えば、震度 5 強以上という区分の場合、通常震度 5 強の揺れを想定し、その一階級上の揺れ（震度 6 弱）もありうるものとするなら、ほぼそこで生じる揺れの強さの程度は理解したと考えてよいであろう、

固定する値を変えての様々な確率論的地震動予測地図の作成

以上が、基本となる 2 つの確率論的地震動予測地図であるが、これらの地図については、「時期」、「地震動の強さ」及び「確率」のうち、あらかじめ固定する 2 つの値をどう設定するかで、様々な地図の作成が可能となる。このうち、アに関しては、震度 5 弱でも建物被害が生じることを踏まえ、30 年以内に震度 5 弱以上の揺れに見舞われる確率を示した地図も作成した(図 3.3.1-2(b) 報告書 p.22)。また、イに関しては、30 年確率が 3%(約 1000 年に 1 回)の地震動以外にも、建物の耐用年数から考慮される地震動があることを勘案し、

- イ - 2 今後 50 年以内に 5%の確率で一定の震度以上の揺れに見舞われる領域図
(約 1000 年に 1 回の割合で見舞われる一定以上の揺れを想定)(図 3.3.1-4(a) 報告書 p.24)
- イ - 3 今後 50 年以内に 10%の確率で一定の震度以上の揺れに見舞われる領域図
(約 500 年に 1 回の割合で見舞われる一定以上の揺れを想定)(図 3.3.1-4(b) 報告書 p.24)
- イ - 4 今後 50 年以内に 39%の確率で一定の震度以上に揺れに見舞われる領域図
(約 100 年に 1 回の割合で見舞われる一定以上の揺れを想定)(図 3.3.1-4(c) 報告書 p.24)

も作成した。

確率論的地震動予測地図の作成時点

地震の発生規模や発生確率を予測する長期評価においては、プレート運動による定常的な応力蓄積が進む中で、その蓄積が一定レベルに達すると断層が活動する(地震が発生する)というモデルを想定し、その地震の平均活動間隔と最新の活動時期を基に、活動間隔のばらつきも考慮して、将来の発生確率を算出するという方法を基本としている(前出「長期的な地震発生確率の評価手法について」参照)。

この場合、最新の地震活動から時間が経過するに従って、次に起こりうる地震の発生確率が次第に増加することになるが、その一方で平成15年(2003年)9月26日に発生した十勝沖地震のように、高い確率でその発生が予測されていたものでも、地震が発生してしまえば、その発生確率は、大幅に下がる。

したがって、確率論的地震動予測地図も、どの時点の長期評価の結果を基に作成されたかが重要となる。今回公表する確率論的地震動予測地図は、将来の地震の発生確率をすべて平成17年1月1日時点で統一して計算し直し、その値を用いた。

地震動予測地図の内容に大きく影響を与えるのは、発生確率の高い海溝型の地震であり、この発生確率は、発生間隔が短いために、時間経過の影響をより大きく受ける。さらに、これまでの長期評価全般についても、調査研究の進展により、新たな知見が獲得され、従来の評価内容が見直される場合もある。このため、地震動予測地図については、少なくとも一定の間隔での見直しが必要となる。

(2) 震源断層を特定した地震動予測地図(決定論的地震動予測地図)

震源断層を特定した地震動予測地図について

地震調査委員会が作成する震源断層を特定した地震動予測地図とは、ある特定の震源断層が動いたときに周辺地域を見舞うと予測される地震動の強さを示した地図のことである。

確率論的地震動予測地図においても、その作成過程で、地震発生時の地震動の強さの予測が行われるが、そこでは、影響を及ぼすと考えられる地震全てが評価の対象となり、また、それぞれの地震について将来の発生確率及び地震発生時の地震動の強さのばらつきが考慮される。

これに対し、震源断層を特定した地震動予測地図は、地震を特定し、将来の発生確率の数値の大小は考慮せず、そこであらかじめ想定された形で地震が起きた場合、どのような地震動が生じるかを予測する。一般的に、地震動は、その想定の下で最も起こりやすいものとして予測され、ばらつきは考慮されない。このため、(1)の確率論的地震動予測地図と対比して、「決定論的地震動予測地図」あるいは「決定論的地震動予測地図」とも呼ばれている。

なお、地震調査委員会では、地震の起こり方について、一定のシナリオを想定するので、「シナリオ地震予測地図」との呼称を用いていたこともあったが、この呼称では、意味内容が必ずしも明確に伝わらない面があったため、今回作成した地図では、この呼称を用いていない。

震源断層を特定した地震動予測地図が示すもの

確率論的地震動予測地図と同様、震源断層を特定した地震動予測地図においても、地

震動の強さを地表における震度で表現している。しかし、個別建造物の耐震安全性の検討といった工学的利用の場合は、工学的基盤(注;建築や土木等の工学的分野で建造物を設計する時、地震動設定の基礎とする良好な地盤を指す。)から上の浅い地盤構造の影響をより精緻に評価する必要があり、その前提として、まず、地表面での震度を導く過程で用いられた工学的基盤(注;強震動の予測において工学的基盤とは、厚みを持たない面としてとらえている。厳密には、工学的基盤面の上面を指す。)における計算波形や最大速度のデータを入手する必要がある。

このため、強震動評価を行ったものについては、これらのデータを、別途提供できるようにしている(「地震動予測地図とは 3 地震動予測地図として公開されるもの」参照)

強震動予測手法の高度化、標準化について(「レシピ」の提示)

地震調査委員会では、先に述べたように、主として強震動予測手法の高度化を目指し、長期評価が行われた活断層で発生する地震や海溝型地震のうち、発生確率等を考慮して、いくつかをモデルケース的に取り上げ、震源断層を特定した地震動予測地図の作成を試みてきた。また、平成12年(2000年)の鳥取県西部地震や平成15年(2003年)の十勝沖地震の観測記録によって得られたデータ等を基に、予測手法の検証も行っている。強震動予測手法については、評価に用いた最新のものを「レシピ」として提示しているところである。「レシピ」は、だれが用いても、同じデータを用いる限り、結果を再現できることを目指しており、これは予測手法標準化の取組とも言える。このレシピを利用し、必要なデータを入手することで、活断層で発生する地震や海溝型地震について地震が起きた際の地震動予測等を行うことが可能となる。

震源断層を特定した地震動予測地図による全国の概観

今回、公表される地震動予測地図では、「震源断層を特定した地震動予測地図」として、これまでの強震動評価の結果概要を示すとともに、長期評価の対象となった地震で震源断層を特定できるものについても、強震動評価に用いた予測手法に比較して簡便な手法によるものであるが、地震動の予測を行い、結果を参考として分冊の2の付録1に示した(注;「簡便な手法」については、「確率論的地震動予測地図について 1 確率論的地震動予測地図作成の手続き (2)それぞれの地震がもたらす地震動の予測」における「簡便法」についての記述を参照のこと)

このような意味で、震源断層を特定した地震動予測地図についても、全国を概観できる内容となっている。

(3)両地図の基本的な使い方

上記のように、両地図の特性を踏まえると、確率論的地震動予測地図によって対象と考える地域の大きな揺れに見舞われる可能性の高さを把握する一方で、当該地域に重大な影響をもたらすと考えられる地震については、震源断層を特定した地震動予測地図を用い、地震が起きた際の揺れの強さについての詳細な情報を得るといった使い方が想定される。

ただし、地域によっては、重大な影響を及ぼす地震は1つとは限らない。このことを踏まえ、地震動予測地図報告書においては、各都道府県庁(北海道は、支庁を含む。)の

所在地において、今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れをもたらす地震の影響度を示した (図 3.4.1-3 (その 4) 報告書 p.34 東北地方の県庁所在地の場合を例示)。なお、この影響度については、相対的な数値であり、強い揺れをもたらす可能性の高い地震が複数ある場合、個々の地震の影響度が低くなってしまいう点に留意する必要がある。重大な影響を及ぼす地震かどうかについては、その地点の強い揺れに見舞われる可能性の高さと合わせて判断することが求められる。

また、我が国には、陸域及び沿岸域で発生する地震、海溝等のプレート境界やその近くで発生する地震双方について、震源が特定できないものが存在している。これらについては、震源断層を特定した地震動予測地図の作成は困難であるが、震源が特定できない地震として、過去のデータを基に、その規模と発生確率及び地震が発生した際の揺れの強さを確率論的地震動予測地図に反映している。平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震については、あらかじめ震源断層が特定されていなかったという点でこの地震の範疇に該当するものであった。震源断層を特定した地震動予測地図を作成できないものの中にも大きな被害をもたらす地震が存在しており、それらは、確率論的地震動予測地図においてのみ評価されていることは、地震防災対策等を講じていく上で忘れてはならない点であろう。

3 地震動予測地図として公開されるもの

(1)地震動予測地図の報告書として公開されるもの

今回、地震動予測地図の報告書として、公開されるものを、以下、目次で示す。

なお、については、その目次の項目に含まれている図や資料である。

1.はじめに

- 1.1 本報告書作成の経緯と目的
- 1.2 「全国を概観した地震動予測地図」とは
- 1.3 本報告書の構成

2.「全国を概観した地震動予測地図」の概要

- 2.1 「全国を概観した地震動予測地図」の基本的な考え方
- 2.2 地震動予測地図の作成方法
 - 「全国を概観した地震動予測地図」作成の全体フロー
 - 地下構造モデルの模式図
 - 「簡便法」と「詳細法」による強震動評価の概念図
- 2.3 地震動予測地図で考慮した地震
 - 日本列島とその周辺で発生する地震のタイプ
 - 主要 98 断層帯の位置及び海溝型地震の発生領域と主な長期評価結果
 - 日本列島とその周辺で発生する地震の分類
- 2.4 工学的基盤に対する地域の最大速度の増幅率分布
 - 「浅い地盤構造」による地表の最大速度の増幅率の分布

3. 確率論的地震動予測地図

- 3.1 確率論的地震動予測地図の対象地域と表示の方法
- 3.2 確率論的地震動予測地図の作成方法

- 「揺れの強さ」と一定期間にその揺れの強さを上回る「確率」の意味
- 3.3 確率論的地震動予測地図の作成結果
- 確率論的地震動予測地図の構成
- 自然災害・事故等の年発生確率に関する統計資料
- 今後30年以内に震度6弱(5弱)以上の揺れに見舞われる確率の分布図
- 今後30年以内に3%の確率で一定の震度以上の揺れに見舞われる領域図
- 今後50年以内に5%(10%、39%)の確率で一定の震度以上の揺れに見舞われる領域図
- 今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図
(主要98断層帯の固有地震のみ、海溝型地震のみ、その他の地震のみ)
- 今後30年以内に3%の確率で見舞われる一定以上の揺れごとの分布図
(主要98断層帯の固有地震のみ、海溝型地震のみ、その他の地震のみ)
- 3.4 確率的地震動予測地図からわかる地域別の特徴
- 今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率(北日本地域、中日本地域、西日本地域)
- 今後30年以内に震度6弱以上の揺れをもたらす可能性のある地震の影響度
(各都道府県庁(北海道においては支庁を含む、)所在地)
- 3.5 長期評価された地震発生確率に関する参考図
- 今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図
(主要98断層帯の平均ケースと最大ケース)
- 今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図(2003年1月起点とする十勝沖地震発生前の地図と2005年1月を起点とする地震発生後の地図)
4. 震源断層を特定した地震動予測地図
- 4.1 震源断層を特定した地震の強震動予測手法「レシピ」について
震源断層を特定した地震の強震動予測手法「レシピ」のフロー
- 4.2 これまでに実施した震源断層を特定した地震の強震動評価の諸元
これまでに評価対象とした震源断層の一覧
各断層の強震動評価の評価対象領域
地震調査委員会が平成16年度末までに公表した強震動評価一覧
これまでの強震動評価に作成に用いた「深い地盤構造」の地下構造モデル
- 4.3 これまでに実施した震源断層を特定した地震の強震動評価結果の概説
糸魚川・静岡構造線断層帯、森本・富樫断層帯、布田川・日奈久断層帯、三浦半島断層群、山形盆地断層帯、砺波平野断層帯・呉羽山断層帯、琵琶湖西岸断層帯、高山・大原断層帯、石狩低地東縁断層帯、山崎断層帯の地震を想定した強震動評価(各概要)
宮城沖地震、三陸沖北部の地震を想定した強震動評価(各概要)
2000年鳥取県西部地震、2003年十勝沖地震の観測記録を利用した強震動予測手法の検証(各概要)
5. 「全国を概観した地震動予測地図」の活用について
- 5.1 「確率論的地震動予測地図」の活用
- 5.2 「震源断層を特定した地震動予測地図」の活用
- 5.3 両地図の使い分けと融合
6. 今後に向けて

6.1 地震動予測地図の活用・融合に関する課題

6.2 地震動予測地図の技術的課題

引用文献

付録

1. 本報告書に使用する用語の意味
2. 長期評価及び強震動評価、確率的地震動予測地図試作版の公表一覧
3. 長期評価結果一覧表
4. 地震動予測地図データの公開と利用方法
5. 気象庁震度階級関連解説表
6. 委員会名簿

「全国を概観した地震動予測地図」については、これに分冊の形で「分冊1 確率論的地震動予測地図の説明」、「分冊2 震源断層を特定した地震動予測地図の説明」が付く。これらにおいては、それぞれの地図の作成手法が更に詳細に記述されているほか、そこで用いたデータも示されている。なお、長期評価の対象となった地震のうち、震源断層が特定できるものについての簡便な手法を用いた強震動予測の結果については、分冊2の付録1に掲載した。また、中央防災会議により、地震防災対策強化地域や防災対策推進地域の指定のため、実施された東海地震、東南海地震、南海地震についての強震動予測の結果を分冊2の付録2に載せている。

(2) 防災科学技術研究所から公開されるもの

(1)では、「全国を概観した地震動予測地図」の報告書の内容を示したが、これに加え、独立行政法人防災科学技術研究所からは、追って、地震動予測地図に関する情報が公開されることとなっている。このことにより、例えば、地震動予測地図について、時期（期間）や地震動の強さ（震度）、確率の設定を更に変えた形のもの入手したり、1 km四方が最小の評価単位であることには変わりがないが、地震動予測地図を拡大して見たりすることが可能となる。

なお、確率論的地震動予測地図においては、6%以上 26%未満というように確率の値が一定の幅を持った段階ごとで示されているが、地図作成上の1 km四方の単位に与えられている確率、すなわち、その1 km四方の中心点の確率を1つの数値として得ることができる予定である。さらに、震源断層を特定した地震動予測地図についても、その作成過程で用いた工学的基盤の計算波形や最大速度が1 km四方の中心点の値で入手できるようになる。

(3) 地震調査研究推進本部のホームページで公開されるもの

地震動予測地図報告書については、地震調査研究推進本部のホームページにおいて公開される。報告書に含まれる地図については、防災科学技術研究所から公開されるものと同様、1 km四方が最小の評価単位であることには変わりがないが、その中の地図を拡大して見ることができるようにしている。さらに、これまで地震調査委員会から公表された長期評価や強震動評価の結果についても、地震調査推進本部のホームページから入

手できる (<http://www.jishin.go.jp/>)

確率論的地震動予測地図について

1 確率論的地震動予測地図作成の手続き

確率論的地震動予測地図は、下記のような手続きを経て作成された。

(1) 対象地域に影響を及ぼす地震の将来の発生規模、発生確率等の評価

対象地域に影響を及ぼす地震を分類し、地震規模、震源位置、地震発生の確率を評価する。

確率論的地震動予測地図を作成する上での地震の取り扱いに当たっての分類は、次のとおりとなる。

陸域及び沿岸域で発生する地震

ア 主要 98 断層帯に発生する固有地震

イ 主要 98 断層帯以外の活断層に発生する地震

ウ 主要 98 断層帯に発生する固有地震以外の地震

エ 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

オ 上記のいずれにも分類できないため、地域特性を考慮して分類した地震

(北海道浦河沖の震源を予め特定しにくい地震)

海溝等のプレート境界やその近くで発生する地震

ア 海溝型地震(プレートの沈み込みに伴う大地震)

イ プレート間で発生する地震のうち大地震以外の地震

ウ 沈み込む(沈み込んだ)プレート内で発生する地震のうち大地震以外の地震

エ 上記のいずれにも分類できないため、地域特性を考慮して分類した地震

(日本海東縁部、伊豆諸島以南、南西諸島付近の震源を予め特定しにくい地震)

このうち、のア及び のアについては、長期評価によって、将来の地震の発生規模や発生確率が示されているものである。なお、主要 98 断層帯で、長期評価において将来の発生確率が不明とされたものについては、平均的な活動度であると仮定して、確率の値を求め、分類としては、のアに含めた。また、これら以外に分類された地震についても、これまでの観測から得られたそれぞれの地域の地震活動度に基づいて、起こりうる地震の規模や確率を想定する等の方法を用い、その結果を反映することとしている。

主要 98 断層帯については、「新編日本の活断層」(1991 年東京大学出版会)において、原則として、確実度 又は 、かつ活動度 A 又は B とされ、さらに、地震発生時にどのようなまとまりの単位で活動するかという観点からとらえた概念である「起震断層」単位で長さが 20 km 以上となるものが選定された。起震断層の長さが 20 km 以上となった場合、その全体が活動すれば、経験的にマグニチュード 7.0 程度の地震が発生することが知られている。なお、想定される起震断層全体が活動した場合、すなわち、その起震断層で最大の揺れが生じる場合の地震を固有地震と呼んでいる。

(2)それぞれの地震がもたらす強震動予測

それぞれの地震に対して、地震波は、震源から離れるに従って減衰するが、地表付近の地盤の状況によって、増幅がなされるという性質を踏まえて、地表の震度を予測する。

具体的には、全国均一な固さの工学的基盤を想定し、震源断層からの距離を基に、統計的に求められた最大速度距離減衰式を用いて、工学的基盤での地震波の最大速度を求め、工学的基盤より上のいわゆる浅い地盤構造の影響を考慮するため、1km四方ごとに国土数値情報によって決められた埋立地や丘陵地といった微地形区分に応じた増幅率(注; やわらかい地盤であると、増幅率が増す。)を乗じ、さらに、最大速度と震度との経験式から、震度を求めるという手続きをとっている。なお、震源断層を特定できない地震については、想定した領域内の各区分に、震源が点として分布すると考える。

この強震動予測手法の特色は、地震動を統計的に求められた距離減衰式に基づき予測している点であり、ここでは、平均的な地震動の伝わり方が想定されている。地震調査委員会では、この予測手法を「簡便法」と呼び、揺れの強さに影響を与える震源断層がどのように破壊されるのかといったことや、地震波が伝わる地下の詳細な構造までも評価の要素として取り込む「詳細法」と対比させている(図2.2-3 報告書 p.8、詳細法については、「震源断層を特定した地震動予測地図について(決定論的地震動予測地図)」参照のこと)。簡便法は地震動に影響を及ぼす詳細な情報は取り込めないが、比較的軽い計算量で、全体の傾向を把握できるという特徴があり、詳細法による予測手法を用いた評価を行うに先立って、震度6弱以上と予測される地域がもれないよう、評価の対象領域を決定する際にも使用している。

なお、最大速度距離減衰式は、もともと統計的な手法に基づいて平均的な地震動の伝わり方を示すものとして作成されたものである。したがって、震源断層から同じ距離にあったとしても、実際の地震動の値は、震源特性等の影響を受け、距離減衰式で求めたものからばらつくこととなる。確率論的地震動予測地図を作成するに当たっては、このばらつきを評価結果に取り入れる必要があるため、距離減衰式作成に用いた統計データを基に、確率的に評価ができるようにした。ばらつきが考慮される結果、例えば、ある地震について30年以内に3%の確率で発生するとの長期評価がなされた場合でも、その数値が、そのまま特定の地点における特定の揺れを示す確率にはならないことになる。この地震動の強さのばらつきの確率を用いた評価は、現時点では、統計的な手法に基づき作成された距離減衰式を用いる場合においてのみ取り入れることが可能となっている。

(3)それぞれの地震の評価結果を重ね合わせたの総合的な評価

以上のような手続きを重ね、対象地点に影響を及ぼす地震全てを考慮することによって、将来の強い揺れに見舞われる可能性を総合的に評価する。評価に当たっては、地点ごとに、将来発生する「時期」、「地震動の強さ」、「確率」のうち、「時期」と「地震動の強さ」、あるいは「時期」と「確率」の2つを固定して、残る1つの値を求め、その値の分布を地図上に示すこととなる。前述のように、地震動予測地図の現時点での分解能は、1km四方である。

対象地域に影響を及ぼす地震の規模や発生確率を予測する長期評価に当たっては、最新の調査に基づくデータを集め、その内容について検討を加えた。ただし、これらのデ

ータは幅を持った値である場合があり、それぞれの信頼度も必ずしも同じではない。このため、地震動予測地図作成に当たって用いられる地震の将来の発生確率の値も幅があったり、信頼度が異なったりする。このことを受け、発生確率の算定根拠となった平均活動間隔や最新活動時期で幅がある場合は、その中央値を用いることで発生確率を1つの値に決定し、それを基に地図を作成した。なお、調査委員会では、この数値の決め方が過去の地震の起こり方を最もうまく説明できると考えた。また、将来の発生確率の信頼度については、地図自体では表現されていないが、個々の長期評価の結果を見れば、それを知ることができる。

2 「確率論的地震動予測地図」をどう理解するか

(1) 確率論の持つ意味

確率論的地震動予測地図において極めて重要で中心的な「確率論的」という概念は、現在の地震学・地震工学のレベルでは、地震発生の時期、場所、規模、発生する地震動の大きさなどについて、決定論的解答が困難なことを踏まえ、こうした不確定性を定量的に評価するための手段として、導入したものである。

このような定量的な評価の手段をとることによって、強い揺れに見舞われる可能性を地域ごとに比較することができるようになる。地震防災対策を講じようとする場合、例えば、どの地域から対策を講じるかといった判断や、どれだけの資源を投入するかといった判断が必要となることが考えられるが、確率論的地震動予測地図は、その判断のための手がかりを与えてくれることとなる。

地震調査研究推進本部は、平成13年8月の「地震に関する基礎的調査観測計画の見直しと重点的な調査観測計画体制の整備について」において、強い揺れに見舞われる可能性が相対的に高いとされた地域における特定の地震を重点的な調査観測の対象とし、長期的な地震発生時期や地震規模の予測精度の向上、強震動の予測の精度向上、地殻活動の現状把握の高度化等地震発生前・後の状況把握、を図るとの方針を示したが、これは、確率を用いて定量的に評価された結果を生かす1つの例である。

(2) 確率論的地震動予測地図の課題

このように、一定の広がりを持つ地域を比較しながら、政策決定等を行おうとする場合における確率論的地震動予測地図の有用性は、比較的容易に理解できるが、その次の段階の課題は、個々の地域でこの地図をどう理解し、活用するかということである。

すなわち、確率論的地震動予測地図では、個々の地域で見れば、30年間で震度6弱以上の揺れに見舞われる確率は % というように1つの数値のみ(注; 確率の場合、実際の地図上では、 %以上 %未満といった幅で表示)が示されるが、確率の数値が何%になったらA、何%になったらBという防災対策を行わなければならないと、一義的に決まっている訳ではない。また、他地域との比較で、自分の地域の確率が高かったり、揺れが強かったりすれば、そのことで防災意識は高まることが期待できるが、逆に他地域に比べて確率が低いとか揺れが弱いとされた地域では、確率的地震動予測地図が安全・安心情報として誤って受け取られる恐れがある。これは、確率論的地震動予測地図を実際の防災対策等に活用するときに解決しなければならない大きな課題である。そこで、(3)以下

では、この課題を克服していくための手がかりを述べることにしたい。

なお、これまで、確率論を用いることによって強い揺れに見舞われる可能性を定量的に比較し、これを防災対策の優先度の決定等の参考にすることができると述べたが、ここで注意しなければならないのは、長期評価における発生確率の数値の持つ意味である。すなわち、この数値については、30年間といった一定の期間をとったとき、30%と評価された地震より、50%と評価された地震のほうが起こりやすいことをいっているだけであって、現実にはどちらの地震が先に発生するかを表現している訳ではない。この点は、例えば、30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる可能性を示した確率論的地震動予測地図の場合も同様である。50%と表示された地域のほうが、30%と表示された地域よりも、地震の発生する順序が必ずしも早いということにはならない。

(3)3パーセントは安全・安心情報が

今後30年以内に3%の発生確率であるということは、平均すれば、約1000年にそこで想定している揺れが1回発生するということを意味している。

地震動予測地図の報告書ではこれら確率で示された数値をより具体的なイメージによって理解するため、他の事故や災害に遭遇する確率との比較を行っている(自然災害・事故等の年発生確率に関する統計資料 報告書 p.21、22)。

この図でも見られるように、交通事故で死亡する30年確率は約0.2%、火事で罹災する30年確率は約2%、火事で死傷する確率は約0.2%である。30年3%という数値は、他の事故や災害等に比べて決して低いとはいえないことがわかる。

さらに、地震は、たとえその発生確率が低くても、いったん発生すれば、その人的・物的被害は、甚大なものとなる可能性がある。一般に、リスクは発生確率と被害の大きさの積に比例すると考えられるところであり、確率を受け止めるに当たっては、地震が発生した場合の被害の大きさを考え合わせることが不可欠である。

(4)活断層で発生する地震の発生確率

海溝型地震の平均発生間隔は、数十年から数百年であるのに対し、活断層で発生する地震の平均活動間隔は2桁程度長く、また、地震発生時期の予測に当たっては、地震の発生時期についてのばらつきが大きい。活断層で発生する地震と海溝型地震では、長期評価で用いられる今後30年といった期間の持つ意味が大きく異なる。すなわち、活断層で発生する地震については、30年といった数値が平均活動間隔に比べて極めて小さいため、30年間の発生確率を求めたとしても、確率の数値自体がそれほど大きくはならない。

例えば、長期評価の対象となった主要98断層帯で、糸魚川-静岡構造線断層帯(牛伏寺断層を含む区間)は、その平均活動間隔が1000年、最新の活動時期からは1200年経過、すなわち、平均活動間隔を既に経過しているという評価がなされている。しかしながら、これに基づき算出された現在から30年間の発生確率は14%である。なお、この数値は、平均活動間隔の4倍、すなわち、最新の活動時期から4000年経過のところで、23%となり、頭打ちになる。つまり、30年間という期間を考える限り、糸魚川-静岡構造線断層帯で発生する地震については、最新活動時期からいくら時間が経過しても、確率は23%

より上がらないのである。

地震発生確率というと、時間の経過の長短はあるとしてもその値が徐々に上昇し、やがては 100%に限りなく近づくといったイメージを持ちがちであるが、少なくとも、30 年間という間隔でとらえる限り、活断層で発生する地震に、そのイメージはあてはまらない。実際に、平成 7 年(1995 年)の兵庫県南部地震の主な震源断層である六甲・淡路島断層帯主部淡路島西岸区間(野島断層を含む区間)の地震発生直前の確率は、30 年で 0.02 ~ 8%という数値であった。一方、海溝型地震についても、宮城沖の地震の発生確率が 30 年 99%となるのは、この地震が 37.1 年という平均発生間隔(注 ; 長期評価では、海溝型地震について、「平均発生間隔」の用語を使用。)の評価を受けているからであり、平均発生間隔が長くなれば、その値は活断層よりはるかに高いとしても、やはり確率値の頭打ちという現象が生じる。例えば、海溝型地震で平均発生間隔が 200 年の場合、現在の計算方法では、70% ~ 80%程度の数値が上限である。

ここで、活断層での発生確率の議論に戻るが、糸魚川一静岡構造線断層帯で発生する地震の平均活動間隔が 1000 年という数値は、地震調査委員会が長期評価の対象とした主要 98 断層帯の中では、短いものに位置付けられる。そして、他の多くの断層帯については、これより平均活動間隔が長くなる分、確率の上限の数値も更に小さくなる。長期評価の対象となった断層帯の中には、平均活動間隔が 10000 年を超えるものもあるが、平均活動間隔が 10000 年の場合、最新活動から 10000 年が経過しても、今後 30 年間の発生確率は 1.1%で、この数値は、最終的に 2.6%で頭打ちとなる。このことから考えても、活断層で発生する地震については 30 年間、3%という発生確率の数値が決して低いとはいえないことが改めて理解できるであろう。

長期評価においては、人が将来を考える期間よりもいたずらに長い期間での確率の数値を示しても、その数値を実感できないことを踏まえ、30 年という期間を採用した。しかし、このことによって、特に、活断層で発生する地震の発生確率が抑えられ、地震動予測地図においても、その影響が明確に現れにくくなった。確率論的地震動予測地図がこのような構造の下で、作成されている点については、常に留意する必要がある。

(5)活断層についての詳細な情報提供

(4)では、活断層で発生する地震に関連して、長期評価やその結果を反映した確率論的地震動予測地図によって提供される情報の受け止め方についての留意点を述べた。しかし、一般的な感覚からすれば、30 年間で数%といった数値を提示しても、防災意識の向上を期待することは、なかなかむずかしい面がある。地域住民の意識啓発に当たっては、活断層で発生する地震の発生確率について、今後 30 年といった枠組みで考える限り、それほど高い数値はでてこないことの意味を的確に伝えることに加え、過去の事例も取り上げながら、いったん地震が発生すれば、被害が極めて大きくなる可能性を示すことも重要である。その際、個々の活断層について、震源断層を特定した地震動予測地図を示すことができれば、より有効な意識啓発の手段となろう。

また、長期評価の対象となった主要 98 断層帯については、評価において示された、最新活動時期から評価時点までの経過時間を平均活動間隔で割った値である「地震後経過率」(例えば、平均活動間隔が 1000 年で最新活動時期から 1000 年経過すれば、地震後

経過率は、1.0)や、 前回の地震発生から評価時点までに地震が発生しているはずの確率を示す「集積確率」(時間経過とともに100%に近づく。)、などの数値を適宜活用することも、当該活断層で発生する地震の切迫性のイメージを具体化することに役立つものと考えられる。

さらに、確率値の大小を示すことで、意識啓発を行うことがむずかしい面のある、活断層で発生する地震に関しては、活断層の位置や形状を示しておくことが意味あるものと考えられる。活断層の位置を示すものとしては、国土地理院が作成・公表を進めている都市圏活断層図があり、また、大学等の研究者も同様な取組を行っている。これらにおいては、主要98断層帯以外の断層もとらえられているところであり、活断層で発生する地震に対する防災意識を高める点でその活用が望まれる。

(6)活断層で発生する地震と海溝型地震の違い

活断層で発生する地震と海溝型地震については、先に述べた発生確率に加え、次のような差がある。

まず、活断層で発生する地震は、いったん発生すれば、たとえ地震の規模自体がそれほど大きくない場合でも、局所的に極めて強い揺れがもたらされる地域が生じる。このことは、マグニチュード6.8で震度7の揺れが生じた、平成16年(2004年)新潟県中越地震の例をみても明らかである。

これに対し、海溝型地震は、通常、揺れが広範囲に及ぶほか、その規模に加え、震源が陸域からどれくらい離れているかということが実際の被害の程度に大きく影響する。また、海溝型地震は、長周期の揺れ(ゆっくりとした揺れ)を伴うことが多いが、この揺れは、短周期のものに比べ、減衰しにくい特徴があり、また、通常、地下数kmに存在する堅固な地盤である地震基盤が深くなっている堆積平野等では、地震基盤と工学的基盤の間にあるいわゆる深い地盤構造がこの揺れを増幅しやすい性質を持つため、大きな揺れとなる。なお、このことについては、震源断層からの距離といわゆる浅い地盤構造の影響だけを基に揺れを予測する簡便法では、評価に反映されていない。

また、前述のように、確率論的地震動予測地図は、個々の地震の規模と将来の発生確率、及び強い揺れのばらつきを考慮した強震動予測結果を重ね合わせたものであるが、その結果、発生確率の相対的に高い地震の影響が強く現れ、発生確率の相対的に低い地震の影響がみえにくくなるという状況が生じる。しかし、それぞれの地震には特徴があり、地震に対する備えを考える上でも、この点を考慮することが不可欠である。そこで、確率論的地震動予測地図では、主要98断層帯の固有地震のみの影響を考慮した地図、海溝等のプレート境界やその近くで発生する地震の影響のみを考慮した地図、及び全体から前の2つのタイプの地震の影響を取り除いた地図についても、作成・提示している(図3.3.2-1(a)～図3.3.2-3(b) 報告書p.26～28)。

さらに、主要98断層帯については、長期評価において示された実際の発生確率は、ほぼ0%～13%といったように極めて幅のあるものが含まれている。最新活動時期と平均活動間隔のそれぞれ中央値を使って確率の値を決定することが、全体としてみれば、地震の発生状況を最もうまく説明できることになるが、個々の地震については、発生確率を過小評価している可能性もある。このことを踏まえ、主要98断層帯の固有地震のみの影

響を考慮した地図においては、発生確率がそれぞれ最大になる場合を想定したのも別途作成し、参考に提示している(参考図3.5-1(b) 報告書 p.46)。

震源断層を特定した地震動予測地図について(決定論的地震動予測地図)

(1) 震源断層を特定した地震動予測地図として示されるもの

今回、震源断層を特定した地震動予測地図として示されるものとしては、強震動予測手法の高度化検討の成果である、詳細法を用い作成されたものと、参考としての位置付けになるが、簡便法を用いて作成されたもの、が存在する。

前者については、糸魚川 静岡構造線断層帯を始め、10の断層帯の地震、及び宮城沖地震、三陸沖北部の地震を想定した過去の強震動評価の結果の概要が示される。なお、2000年鳥取県西部地震、2003年十勝沖地震の観測記録を利用した強震動予測手法の検証の各概要も併せ示されることである。

また、後者については、今回、主要98断層帯、及び海溝型で震源断層を特定できるものが示される。

(2) 強震動評価において用いられた強震動予測手法(詳細法)

地震調査委員会がこれまで、強震動予測手法の高度化を目指し、検討を進めてきた、詳細法においては、震源断層の中で特に強い地震波を生成する領域であるとされるアスペリティをどう設定するかといった震源モデルや震源断層における破壊がどこから開始し、どう進んでいくかという想定、地震動が伝播する途中の深い地盤構造等、揺れの強さに影響を与える要素を取り込んで、工学的基盤における地震波の計算波形を求め、そこから得られる最大速度を基に、それより浅い地盤構造の影響を考慮する形で地表の震度を決定するということが行われている。

この評価手法のうち、工学的基盤より上の浅い地盤構造の影響についての考慮の仕方や最大速度と震度との関係を示す経験式に基づき震度を求める手法については、現状では、簡便法、詳細法とも同じである。強震動予測手法として提示されている「レシピ」では、工学的基盤より上の浅い地盤構造について、ボーリング等によって、詳細な速度構造が得られている場合の扱いも記載しているが、実際には、そのようなデータが十分には、整備されていない。このため、詳細法においても、地表の微地形区分に基づいてそれぞれ一律の増幅率を与えるといった簡略なやり方を用いることとなる。もちろん、独自に浅い地盤構造のデータを揃えることができれば、より精度の高い予測結果が得られることである。

(3) 震源断層を特定した地震動予測地図の見方

強震動予測手法である簡便法においては、距離減衰式を用いることで、平均的な揺れの伝わり方が想定されることになるが、詳細法を用いた強震動評価においても、最も起こりやすいケースを想定することを基本としている。

しかしながら、現時点の知見では、震源断層モデルや震源断層における破壊がどこから進むかといったことを必ずしも特定できない場合がある。そのような場合には、防災上に生かすという観点も踏まえ、最大の揺れがもたらされる場合や、社会経済的な影響

が大きくなる場合を想定に含めておく必要も出てくる。こうした点も踏まえ、詳細法を用いた震源断層を特定した地震動予測地図の公表に当たっても、複数のケースを想定している場合がある。

このように、実際の地震発生については、必ずしも事前に想定されているような形でだけ起こるとは、言い切れず、また、詳細法を用いるのに必要な各種のパラメータも全て精度よく求められている訳ではない。このため、実際の揺れについては、評価値を上回ったり、下回ったりする場合が生じることが考えられる。

強震動評価の結果を防災に活かすという観点からすれば、複数のケースが想定されている場合、それらの結果を比較対照するとともに、実際には、それぞれのケースが想定するものよりも一階級上の震度となることがありうることを考慮し、備えるべき最も大きな揺れはどの程度になるかを考えるべきである。また、強震動評価における震度階級は、現段階の予測手法の精度から最高で震度6強以上という表記となっている。この表記は、震度区分の最上位に位置付けられる震度7も含むことがありうるという点にも注意する必要がある。

なお、長期評価の対象となったもので詳細法を用いた強震動予測の結果は得られていないものについても、今回参考として、簡便法を用いた予測を行うこととしたが、このことによって、一部の地震については、詳細法によるもの、簡便法によるもの双方の結果が存在することとなっている。一方、詳細法を用いた予測結果についても、地震調査委員会から強震動評価の結果が公表されて以降、改善された予測手法や得られたデータを用いることによって新たな予測結果が得られることが考えられる。これらの結果については、傾向として大きな差異はないものと考えられるが、簡便法よりは、詳細法を用いたものが、また、詳細法を用いたものの中でも最新のレシピやデータを用いたものがより正確な評価結果が得られるところと考える。

地震動予測地図の活用について

1 地震動予測地図の社会における活用の方法

(1)地震動予測地図の主な活用方法

地震動予測地図は、全国を概観して地域ごとの強い揺れに見舞われる可能性の高さを比較できる形で提示するためのものであるから、主要な活用策としては、まず、

地域住民の地震防災意識啓発のための基礎資料とすることが考えられる。

さらに、これに加えて、先に述べたように

重点的な調査観測の対象となる地震や地域の選定の検討材料とすること

全国、あるいは都道府県といった広域の単位で見た場合、どの地域から優先的に地震防災対策を講じるかの検討材料とすること

同様に、全国あるいは都道府県といった単位での重要施設の立地などの土地利用や、全国を大括りで区分する地震保険などの評価における基礎資料とすることが考えられる。

(2) 地域住民への意識啓発

このうち、 について言えば、一般に発生間隔が短いことから、地震発生確率が高く表示されることとなる海溝型地震の場合には、確率論的地震動予測地図にもその影響が強く出るため、この地図が地域住民の地震防災意識を啓発する資料になり得る可能性が高い。典型的なのは、30年以内の発生確率が現在99%と評価されている宮城県沖地震である。

このことに関連し、これは、長期評価そのものの結果についてであるが、平成15年(2003年)5月に発生した宮城県沖の地震(注;地震調査委員会が長期評価の対象とした宮城県沖地震とは異なる。)の後、東京大学社会情報研究所(当時)が実施した住民アンケート調査によれば、調査対象となった仙台市民の55%が、この地震の前から宮城県沖地震の発生確率(当時98%)を知っていたと回答しており、そのうちの43%がなんらかの防災対策をとっていた(東京大学社会情報研究所『2003年宮城県沖の地震等における住民の行動に関する調査』2003年より)。

また、少し古いですが、別の調査において、静岡県の市町村職員に対して、「現在を含む数百年以内に活断層が活動する可能性が高い」というような定性的表現と、「今後30年以内に活断層が活動する確率は10%である」というような定量的表現のどちらが防災対策をとりやすいかという質問に対して、約66%が定量的表現のほうがいいと回答しており、ではどのような対策をとることが可能かという質問に対しては、「何らかの対策をとりたいが、対策のとりようがない」との回答が約38%となっていたものの、「被害想定、土地利用規制などの対策をとるだろう」という回答もおおよそ35%あった(東京大学社会情報研究所『災害用語に関する調査』1999年)。

さらに、活断層で発生する地震についても、地震の規模が大きかったり、発生確率が高いと評価された、糸魚川 静岡構造線断層帯や神縄・国府津 松田断層帯などについては、長期評価結果が発表された後に、それぞれ関係する県等ではこれらの地震の被害想定を行っている。

なお、地震調査委員会が発表した活断層で発生する地震や海溝型地震の長期評価、あるいは強震動評価の結果をホームページ等で公開し、住民等への防災に係る意識啓発のために活用している地方自治体も少なくない。

これらを考え合わせれば、地震動予測地図は、将来の揺れに見舞われる可能性を具体的な数値も用いてわかりやすく示すことで、改めて地域住民の地震防災に対する関心を呼び起こすとともに、地方自治体の地震防災の取組を促すことにもつながると考える。

ただし前述のように、確率論的地震動予測地図については、そこで示される強い揺れに見舞われる確率が相対的に低かったりすると、かえって、安全・安心情報になってしまう恐れがあるという懸念がある。先に、30年3%という数値が、地震の発生確率としては決して低くないことを指摘したが、地震動予測地図の伝える情報が安全・安心情報として受け取られないような工夫が常に必要である。意識啓発の取組においても、我が国において、地震に対する何らかの備えをすることを考えなくてよい地域や場所はほとんど存在しないことが、まず基本的な認識となるべきである。

(3) 重点的な調査観測対象の選定

次に、 の地震動予測地図の活用方策である。地震動予測地図については、既に地震調査研究推進本部が推進しようとする重点的な調査観測の対象選定の材料となることを述べた。重点的な調査観測によって、将来発生する地震の予測精度を高めることで、より、効果的、効率的な防災対策に資することが期待される。

に関連しては、これに先行する形で、昭和45年以来、国土地理院長の私的諮問機関である地震予知連絡会が重点的に観測を強化する地域として特定観測地域、観測強化地域を指定してきた。地震予知連絡会の地域選定に当たっては、面積で全国の2割程度ということが1つの目安になったが、この2割程度という数値については、重点的な観測を行うとすれば、その地域はある程度限定されるべきとの判断がなされたことに基づくものである。

地震動予測地図に示される値は、本来連続するものであり、これらを段階を追って示すことで、例えば、投入できる物的・人的資源を考慮しながら、どこまでをまず、優先的に重点的な調査観測の対象とするかといった判断も可能になる。さらに、今回地震調査委員会から提示される地震動予測地図については、地震予知連絡会が地域選定をした後に得られた様々な知見も反映されていることもあり、地震予知連絡会の地域選定と同様な役割を、より多様な利用が可能となる形で果たすものとなることが想定される。

(4) 防災対策の優先順位等の決定

また、 に示したように、地震動予測地図は、比較的広域の単位で見ると、どの地域から優先的に地震防災対策を講じるかの検討材料にもなり得る。市町村単位ではなかなか差が出にくいことも考えられるが、少なくとも、都道府県単位では耐震補強等の防災対策の合理的な年次計画をたてることに役立つものとする。

(5) 地震保険の見直し等

さらに、 についてであるが、現在、我が国の地震保険は、損害保険料算出機構が、過去500年の地震発生状況を基に、保険料率を計算するとともに、全国の都道府県を4段階に区分し、地震保険の保険料率に格差を設ける仕組みをとっている。しかしながら、過去500年の地震発生状況を基礎にする場合、活動間隔の相対的に長い活断層の地震の発生可能性が適切に評価されないといった問題が生じるため、損害保険料算出機構は、地震動予測地図を保険料率や地域区分の見直しの際の検討材料とする予定になっている。

2 地震動予測地図の工学利用

地震動予測地図作成の取組は、地震学の最新成果に基づく知見を共通基盤として生かす可能性を追求するものともいえる。地震ハザードの評価に必要な基本パラメータについて、広く誰でも活用できる共通的な情報基盤が作成されたのはこれが初めてのことである。地震動予測地図に関する情報については、地震動予測地図そのものだけでなく、地図の作成に至る過程での震源モデル、地震動特性(波形・最大地動・応答スペクトル等)、及びそれらの不確定性に関する豊富なデータ等が公開されることとなっており、それらはいずれも工学的に有用と考えられる。地震ハザード評価を必要とする工学分野は、個

別構造物や個別システムを対象とする設計・耐震性検証から、地域のマクロな被害想定や構造物・施設群の評価を伴う防災目標の設定や保険の評価など多岐にわたる。これらの活動において、これまで個別目的別に行われてきたハザード評価から進んで、共通の情報基盤に基づくハザード評価の体系が成立すれば、社会の防災技術全体の向上に寄与するであろうことは明らかである。この意味で、地震動予測地図作成の取組の成果として公開される各種のデータは、工学分野における「地震ハザードの共通情報基盤」への大きな可能性を持つと期待される。

地震動予測地図が地震ハザードの共通情報基盤としての活用を目指し、工学的基盤における地震波の最大速度や応答スペクトルといった情報の提供に努めていることについて、関係者の意識啓発が図られるべきと考える。

さらに、工学利用に関しては、確率を考慮しながら、どこまでの強度を確保するための経費負担を行うかといった協議を関係者ができるような状況をつくったり、将来的には、強い揺れに見舞われる確率を考慮して、地域によって、建物の強度の基準を変えていくことも想定できる場所である。なお、このような利用可能性の広がりには、地震動予測地図の提供するデータの精度が密接に関わっていることについては、常に意識する必要がある。

なお、具体的な工学的二ズと利用例については、防災科学技術研究所地震動予測地図工学利用検討委員会報告書に、学校の耐震化等、いくつかの範疇ごとに記述がなされている。

3 地震動予測地図の高度化とそれを踏まえた活用

(1) 地震動予測地図の高度化

地震動予測地図は住民の防災意識を喚起し、必要な防災対策をとるよう促すことがその主たる目的として公表するものである。しかし、現時点の地震動予測地図は全国における強い揺れに見舞われる可能性の高さを概観することに主眼が置かれており、分解能も1km四方であるので、地域住民が、自分の住居とその周辺においてどのように強い揺れに見舞われる可能性があるかを実感するにはやや不十分な面がある。

したがって、現在の1km四方という分解能を更に高めることが必要となる場合がでてくる。また、このような精度を高める取組によって地震動予測地図の用途が拡大することが考えられる。例えば、市町村といった単位で学校等の公共施設の耐震化をどこから優先的に進めるかという判断や、より詳細な土地利用計画の策定、個々の施設・構造物の耐震設計において考慮すべき地震動の検討に当たっての基礎資料とすることが想定できよう。ライフラインの地震への耐性を高めるための取組についても同様であり、既に独自の地盤調査結果を基にした分解能の高い地図を作成しているところもある。

地図自体の精度を上げるに当たり、地表面での揺れの評価については、工学的基盤より上の浅い地盤構造の詳細な構造の影響が大きいことを踏まえ、既存のボーリング等で得られている速度構造のデータを反映させる手法がある。なお、1km四方の中の微地形区分が一様でない場合については、簡略な手法として、1km四方の区分を更に細分化し、それぞれに微地形区分を当てはめていくという手法も考えられよう。こうした浅い地盤構造の詳細な情報を取り入れた評価については、震源断層を特定した地震動予測地図の

みならず、地域を限定すれば、確率論的地震動予測地図にも取り入れていくことも想定できる。

地図の精度を上げるためのその次の段階の対応としては、長期評価や強震動予測の手法の一層の高度化を図るとともに、新たな調査等を行うことで、評価に用いるデータ自体の精度を向上させることが考えられる。ただし、例えば、強震動の予測に必要な詳細な地下構造データを充実させるためには、相当な費用もかかるところであり、この点については、利用法との関係での費用対効果の判断も必要となろう。

(2) 地方自治体における取組

具体的な取組例

地震動予測地図の作成手法を参考に、地域の状況を加味して、より詳細な地震動予測地図を作成することについては、地方自治体の役割が期待されており、既に先行する取組も存在する。

神奈川県横浜市では、平成 13 年、全国に先駆けて市民向けに「地震マップ」を公開した。この地図は、震源断層を特定した地震動予測地図に相当するものである。同地図では、高密度強震計ネットワークで観測された地震データの解析結果や地下構造調査の結果も考慮して、南関東地震(1923 年関東地震の再来型)や東海地震、横浜市直下の地震等、横浜市に影響を及ぼす地震が発生した場合の市内各地の震度分布がどのようになるかを、それぞれの地震ごとに 50m 四方の区分で示している。そして、この地震マップの公開は、横浜市が行政施策として進めている耐震診断 耐震改修補助とも申込者が、それ以前から倍増するという効果をもたらした。横浜市では、現在、住民に地域の詳細な情報(例 避難場所・木造建物倒壊危険区域 延焼危険区域 非難に適した道路など)を記入した防災マップを作成し、市民の災害危機意識の喚起、適切な防災行動の想定や、防災施策の促進に生かすこととしている。

横浜市が作成した地図は市独自のものであり、地震調査委員会の作成する地図との直接的なつながりはないが、強震動予測手法については、地震調査委員会がこれまで検討を進めてきた詳細法と同様の考えを採用しており、これに加え、更に浅い地盤構造地盤の影響を詳細に考慮する形となっている。

さらに、いずれも震源断層を特定した地震動予測地図に分類される例となるが、愛知県は、東海地震、東南海地震、及びそれらが同時に発生した場合の震度分布を液状化の危険性、急傾斜危険地の危険度と併せ、公表している。名古屋市も、東海地震、東海地震及び東南海地震が同時に発生した場合の震度・液状化の危険性を公表している。名古屋市のものは、ボーリングデータから表層地盤を詳細に分類し、50m 四方での予測結果である。さらに、滋賀県も琵琶湖西岸断層帯についての強震動予測を新たに収集したボーリング調査資料や反射法地震探査の結果を反映する形で実施し、その結果を公表しているところである。今回の地震動予測地図の公表を契機に、このような動きが一層進むことが期待される。

望まれる対応

一方、このように、いくつかの地方自治体によって地震動予測地図が公表される中で、今回、地震調査委員会から地震動予測地図が示されることについては、見かけ上、同一の地域を対象とした複数の地図が存在するという状況をもたらす可能性もでてくる。そ

の場合、地域住民からすれば、どの地図を防災対策の際の判断基準としたらよいかといった声も出てこよう。

このことを踏まえ、国、地方自治体双方とも、相互の地図の関係を丁寧に説明することが求められる。その際、各地方自治体においては、まず、地震動予測地図を作成した目的を明確にするとともに、その地図が、確率論的地震動予測地図の性格を持つものなのか、震源断層を特定した地震動予測地図の性格を持つものなのかを示し、地図作成の目的を踏まえて、地図作成上、どのような工夫や配慮を行ったかの説明を行うことが望まれる。

既述したとおり、地震調査委員会は、レシピとしては、強震動の予測において工学的基盤より上の浅い地盤構造の影響を詳細に取り入れる手法も示している。独自に得られたデータを基にこの手法を用い、また、その表示区分を1km四方より細分化すれば、地震調査委員会の示すものより更に精度の高い地図とすることができ、むしろ、このことが期待されているとも言える。

また、震源断層を特定した地震動予測地図については、どのような地震発生の過程を想定するかで、作成される地図の内容も変わる事となる。また、どのような揺れが最も起こりやすいということより、起きた場合の揺れの強さが、どの程度になるのかを示すことに重点が置かれる場合には、いくつかの想定の結果を重ね、それぞれの評価地点で最も揺れの強くなる想定での揺れの状況を示すという方法も考えられる。それぞれのようないを重視するかによって、作成される地図も異なることになるが、この点についての説明が求められる。

今後に向けて

地震動予測地図は、長期評価や強震動評価の成果等を踏まえたものであり、長期評価や強震動評価が抱えている課題は、そのまま地震動予測地図の課題にもなっている。例えば、将来の地震発生の確率を評価する長期評価においては、評価対象となった地震について、必ずしも同様な信頼度の高い評価結果が得られていないものがあることは、既に述べたとおりである。

また、強震動評価についても、そこで用いる予測手法自体が高度化を進めている段階であり、詳細な評価に必要な深い地盤構造や浅い地盤構造のデータについても、なお不足している状況にある。

さらに、確率的地震動予測地図を作成する過程では、強震動予測手法として簡便法を用いているが、その精度を高めるため、現時点では簡便法を用いた場合でしか考慮できていない揺れの強さのばらつきや、震源断層を特定できない地震をどう扱うかといった課題はあるものの、詳細法における要素を取り入れていくことが考えられる。

一方、震源断層を特定した地震動予測地図については、一定の震源断層の破壊過程を想定し、そのことによる最も生じやすい揺れを予測して作成しているが、今後、震源断層の破壊過程それぞれの起こりやすさや、地震が起きた際の揺れの強さのばらつきといった確率的な概念を同地図に取り込むことも考えられる。いわゆる確率論との融合の問題である。

地震動予測地図の今後の利用範囲をより拡大していこうとする場合、評価手法や予測

地図の作成手法の検討、より精度の高いデータの収集が必要となるのである。

一方、利用者の観点から見た今後の課題について述べると、地震動予測地図の高度化、精緻化は研究者や技術者がこれをデータとして活用し、研究用データ、及び構造物設計・建設のための基礎資料とする場合には欠かせないものであり、また地方自治体などの防災関係者が市民に対し意識啓発を図ったり、きめ細かな防災施策を講じたりするときにも、重要な役割を果たす。

しかし、そもそも地震動予測地図が防災対策に活用されるためには、その限界を含めた予測地図の意味が十分に理解されることが大前提である。研究者や技術者は、かなり複雑な説明や解説であっても理解可能であるが、一般市民はそうではない。この観点からすると、「全国を概観した地震動予測地図」という表現をはじめ、「確率論的地震動予測地図」、「最大速度増幅率の分布」、「震源断層を特定した地震動予測地図」、「深い地盤構造」、「浅い地盤構造」など、一般市民には相当に難解な学術的用語が随所に出てきており、理解することはかなり困難である。本部会でもこのことが議論され、学術的用語をわかりやすい言葉に言い換えるかどうか検討したが、そうした場合、誤解を招く恐れもあり、結局、地震動予測地図の報告書の中で、学術的用語のわかりやすい解説を付けることにした。ただ、既に何度も述べているように、地震動予測地図は、研究者、技術者、防災関係者、一般市民などさまざまな人たちに、それぞれの立場から活用されることを意図している。専門家あるいはそれに準じる人たちへの説明と、一般市民に対する説明を、それぞれ分けて実施し、その際には、その対象に応じて、わかりやすい言葉を考案、使用することも、今後の検討課題として残っていると考える。

(了)