

地震と共存する社会へ向けて

平成16年7月9日に開催した、JICE技術研究発表会の特別講演として、東京大学地震研究所の島崎邦彦教授に、地震と共存する社会に向けてと題しご講演を頂きました。

講演者

東京大学地震研究所教授
島崎 邦彦 氏

現職：東京大学地震研究所地球流動破壊部門教授
略歴：昭和21年3月東京生まれ、昭和43年東京大学理学部地球物理学科卒業、昭和45年東京大学理学系大学院地球物理学専攻修士課程修了、昭和45～55年東京大学地震研究所助手、昭和49年理学博士（東京大学）、昭和49～51年カリフォルニア工科大学研究員、昭和55～平成元年東京大学地震研究所助教授、平成元年～東京大学地震研究所教授



著書（共著，編著，分担執筆等）：「あした起きてもおかしくない大地震」（集英社）等著書多数
委員等：地震調査研究推進本部地震調査委員会委員、同長期評価部会部会長、同海溝型分科会主査、地震防災対策強化地域判定会委員、地震予知連絡会副会長、同強化地域部会部会長、日本地震学会監事、日本建築学会地震荷重小委員会委員、Pure and Applied Geophysics（Birkhauser 出版）編集委員

日本の国土と地震

「地震と共存する社会へ向けて」と一口にいいますが、実際には長いプロセスが必要だと思っています。最終的には、一般の方が特に考えることなく自然とそうなっているというような状態になるのが望ましく、そこにいくまではまだまだ道が遠い状況です。そうした現状がどうなっているのか、まず第一歩として、日本の国土がどのくらい地震の危険にさらされているのかということから述べてみたいと思います。ご存じのように、自然の動きがいにゆったりしているかということは今さら述べるまでもないのですが、どうしても人間というものはせつかちであり、恐らく今日大地震が起こることはないだろうと思います。明日も多分ないだろうと思います。それじゃあ、明後日は。これも多分ないだろうというわけで、多分1週間くらいはないかもしれないし、1ヵ月くらいもないか

もしれないし、ひょっとすると1年はないだろうと、とりあえず棚上げされているというのが実情です。

ですけれども、実際、起こると大変なことになるので、「低頻度巨大災害」の一つです。そうしょっちゅう起こることではないですが、起こると大変な地震、こういうものは非常に取り扱いにくい対象だと思います。

地震に遭う確率

低頻度災害への対処例は、おそらく火災保険だと思うのです。多くの方が火災保険に入り、実際お金を払われているわけですから、そのリスクを認識されているということになります。

自分の家が火災に遭う確率、これは何年に1回くらいだと考えられるのか。50年から100年くらいに1回か、数百年に1回か、そんなことはない、1,000年以上か。答えは1,500年に1回です。最近、30年確率というのを地震の場合時々出していますが、

30年の発生確率でいうと2%ということになります。それで、地震とは必ずしも直接比較できませんけれども、交通事故で負傷するのは20%、火災に遭うのが2%、交通事故で死亡するのが0.2%、火災で死亡する確率も0.2%、こういう確率です。考えてみますと、家を長くあけるときに、子どもに「火事に気をつけなさい」といいます。子どもが外に出かけるとき、「交通事故に気をつけなさい」というわけです。これは2%、あるいは20%、このぐらいのレベルを考えて、場合によっては0.2%はあるかもしれないということで気にしているわけです。実際、多くの方が、低頻度ではありますけれども、このぐらいは十分危ないということでお金を払われているわけです。

「地震保険に入っていますか」という質問をすると、「入っている」という方もいますし、「地震保険には入っていない」という方もいます。「地震保険に入っていないのはなぜですか」とい

the Content of a Lecture

う質問には、「地震保険は高い」という答えが返ってきます。実際、火災保険というのは何十年分を一度に払っても払えないことはないのですが、地震保険となると、東京の場合、木造の家などは非常に高いです。「えっ、こんな金額になるの」ということで、せいぜい5年ぐらいとか、そういう形で払うということになるのですが、考えてみると、なぜ地震保険は高いのか。保険屋さんが何かずるをしているということはないわけで、要するに、危険という面から考えれば、地震の方が火災より頻度が高いのです。だから、本当はまず地震保険に入って、余裕があったら火災保険に入る というわけにはいなくて、逆になっています。というのは、地震保険というのは保険としては物すごく扱にくいということです。

地震保険料の算定

もっと身近な例では台風がありますが、地震の損害も結構大きく、保険の資料として、実際、私どもの住宅とか家財、そういったものの損害額を、もし現在地震が起きたらという形で、過去500年間に起きた地震について計算しています。そうしたものを基準にして保険料が決まっています。500年で630兆円となり、1年当たりで1兆3,000億円ぐらい。これは私どもの住宅・家財のみです。ならずと結構なお金になって、10年で100兆を超えているようなときもありました。しかし、500年ぐらいならささいとい



けない。地震が起こると大変だけれども、全然起こらないときもあるという、地震保険は非常にやりづらい。実際は国が再保険をしている形になっていませうけれども。

台風と地震とを比較すると、地震の方が1桁から20倍大きい。最大級は関東大震災ですけれども、これは個人住宅・家財のみの損害額で大体50兆円。1年の税収ぐらいが吹っ飛んでしまうという形になります。かなりの額ですが、そうかといって、しょっちゅう起こるわけではない。これが非常に厄介なことなのです。

ちなみに、アメリカの場合は、後で述べますが、いわゆる確率論的地震動予測地図に基づいて、建物だけですけれども、すべての地震を考えた年間の被害額というのを出しています。トータルで5,000億円ぐらいだということで、かつては、トルネードだとかハリケーンだとか、そういった方の被害が1けたぐらい大きいのではないかと一般には考えられていたようすけれ

ども、それほどではなく、地震も結構コンパラの被害があるということがわかってはいるようです。日本ではまだこういった推定は行われておりませうけれども、将来、こういったものも考えていくことになるのではないかと思っています。

大地震のくり返し

過去200年間どのくらい地震があったかということでは、死者・行方不明が50人以上の災害をとると、陸の地震では大体10年に1回です。それから、現在、政府が進めています主要活断層帯、これは98箇所あり、そこで起きているのが半分ぐらいということになります。海の地震は大体20年に1回ということなのです。

私は、1,000人以上の場合は大震災と呼ぶにふさわしいのではないかと考えていますけれども、陸の場合ですと20年に1回。この場合、その7割が98の活断層帯で起きています。海

の地震は30年に1回ですから、こうやってみますと、1,000人以上の方が亡くなるような大震災というのは、この数字を使いますと大体12年に1回という、そんな形になります。一生の間に5回、6回ぐらい、そういった大震災に、自分は遭わないまでも、日本のどこかでそういった大震災を経験されているはずなのですが、多分これは非常に違和感を覚えると思います。年配の方に聞いても、そんなに起きているか。いや、そんなに起きてないよという答えが返ってくると思います。

実際、1995年、もう10年近く前になりますが、阪神・淡路大震災、あれは確かに大震災ですけれども、その前の大震災というのは、1948年の福井大震災です。ですから、約50年間あいているわけです。そこにほとんどの人生を過ごしてきた私みたいな人間にとって、大震災なんて、そんなに来ないよと。どうしてもそういうものが経験として身につけてしまっていますので、ついそう思いがちだし、周りの人にも何となくそういう雰囲気伝わってしまうのではないかと。あるいは、若い方も何となくそういうものが伝わっているのではないかと。思うのですが、平均すると、先ほどいいましたように12年に1回なのです。

集中して起きた過去の地震

だから、どこかでこれを取り戻さないといけないということになるのですが、1948年の福井大震災の前ですけれども、その前の6年間に5回、大

震災が固まって起きているのです。いわゆる東南海地震、南海地震と呼ばれる西日本の大物の地震、この地震の間及び前後、固まって、毎年のように大震災が繰り返されている。その後の50年間、経済成長の間、幸いなことに地震がなかった、そういうところを過ごした人間にとって、ちょっと想像しがたい状況です。次々起こる地震にどうやって手当てしていくのか。最初の地震でたくさん手当てしてしまうと、果たして最後の地震までもつのだろうか。しかも、将来のことはわかりませんから、大変であると思います。

実は、その100年前も同じようなことが繰り返されています。それは1854年の安政の東海地震と、その32時間後に起きた南海地震、この前後の状況で、このときは何と江戸でもいわゆる安政の江戸地震が翌年に起きて、たくさんの方が恐らく1万人以上の方が亡くなっているのではないかとされています。そういう地震が起きています。

このときは、その後に飛越地震というのが起きています。これは、死者の数は大したことはないのですけれども、いわゆる“暴れ常願寺”をつくった土砂災害、大鷲、小鷲の山崩れが起きた、そういう地震なわけで、こういったものが立て続けに日本を襲ったという現実があります。

次の東南海地震、あるいは南海地震は、恐らく今世紀の前半に起こると思われまので、若い世代は南海地震を、自分ではないにしろ必ず経験されると思います。そして、その前後には西日

本、場合によっては関東まで大地震が次々と襲ってくる、そういう経験をされるということを肝に銘じていただきたいと思います。

東海地震の震源域と震度分布の予想

それで、東海地震については、現在、いつ起こってもおかしくないということですが、これについて国はどのようなことをしているかといいますと、中央防災会議で新しい震源域を推定し、さらに、震度分布を予想しておりますし、その結果、建物の被害がどんな形になるかその分布も推定しています。少し離れたところでも被害があるというのが特徴です。

東海地震、東南海・南海地震の被害想定

先ほど申し上げました東南海・南海地震は、現在の時点で30年以内といえますと、それぞれ、60%、50%という確率になります。これらの地震が同時に起こった場合の建物の被害分布等も計算しています。その結果、例えば朝5時に起きた場合にはどうなるか。東海地震の場合、あるいは東南海地震、南海地震と一緒に起きた場合、死者はそれぞれ、7,900～9,200人、12,100～17,800人と推定されています。火災の場合などは風速によって異なりますので、阪神・淡路大震災から関東大震災ぐらいというように3メートルから15メートルというようなことでレンジを設けています。

それから、その他の被害とか、各地

the Content of a Lecture

域で対応できない重傷者の数とか、物資の不足、1週間後の避難生活者はこの程度とか、こういった推定をして、大綱をつくって、防災対策を進めるという形で進んでいます。また、ライフラインについても被害推定がされています。

経済的損害に関しては推定で、50兆円とか、そういった数字が出てきます。東海、東南海、南海がすべて一遍に起きた場合は53～81兆円です。これは、1707年の宝永の地震と呼ばれている地震に対応するわけです。現在は東海地震が今すぐ起きてもおかしくない状況だといわれていますが、これがしばらくすると、東南海地震や南海地震も同時に発生する可能性があります。ただ、現在はまず東海を考えるべきだと思います。どういう形にせよかなりの損害になりますので、今から備えて、少しでもこの損害を少なくするという対策が今後少しずつ進められていく。東海については随分進められているわけですが、ことだと思います。

地震の予知

次に、地震予知について、それがどんな形でわかってくるのかということについて述べたいと思います。

人々は、予知に対して高い期待をもたれていますけれども、実際の自然現象は非常に複雑で、なかなか思うようにいかないというのが現状です。

ご存じのように、世界はプレートと呼ばれる幾つかの板で覆われていて、

それが勝手な方向に進むために地震が起きています。日本は地震の中に埋もれているようなものです。日本付近には4つのプレートがあって、それがお互いに勝手な方向へ進んで、その境界で大地震が起こるといことです。

南海地震に関しては、歴史資料から9回の繰り返しが知られています。また、東海地震については、最後の地震が東南海地震という、これまでなかった中途半端な地震が起こり、浜名湖より西、潮岬より東の部分が壊れて、浜名湖より東の部分が残ってしまった。これが、東海地震が起こるとい根拠になっているわけです。

ちなみに、すべてが一晩に壊れる地震が宝永の地震です。歴史的に知られている南海地震の間隔には、一部長い期間がありますけれども、最近、地震考古学によって、あいだを埋める地震が起きているのではないかとされています。実際にはもう少し定期的に起きているのではないかと考えられます。

1944年、当時の東京帝国大学の教授である今村明恒先生が、そろそろ次の地震が来るかもしれないということで、地震の1ヵ月前ぐらいから、掛川から御前崎にかけての水準測量をしていた。その水準測量の結果から、東南海地震前に異常現象がみつかっています。

これはかなり大きな量で、700メートルぐらいで5mm程度の異常な傾斜だったと思いますが、現在、東海地域に、体積ひずみ計と呼ばれている計器を配置し、それによってわずかな土地の変化を調べて、予知できないかという体制が進められております。実際、

観測結果はすべて気象庁に送られて、24時間監視されています。私もポケベルを支給され、鳴ったら気象庁に駆けつけることになっています。

東海地震に対する観測状況

その東海地震に関して、国土地理院のGEONETといわれる、GPSを使った測量結果から、最近異常が見つかっています。97年から99年までの3年間の動きから、年間で数センチという、わずかな量ですけれども日本の陸地がフィリピン海プレートや太平洋プレートの沈み込みによって西北西の方向に動いていることがわかります。

2000年には、こういった地殻変動の観測についてはものすごく大きな事件である、三宅島の噴火がありました。新島と式根島の間が80センチも開くという事件が起こりました。2001年以降の動きは、97～99年の動きとどこも同じように運動しているのですが、東海地域だけは変わっているということがわかります。

東海地域は、平常では大体西北西の方向にプレートが押していることによって動いている。地震のときには急にそれが戻るわけですが、実は2001年のころから異常な動きがみえていて、プレートが引きずっているはずのものが引きずられてない、引きずられている分だけ戻っているという現象が起っています。

これは、各点の東西南北、上下成分で見ても、はっきりわかります。

2000年には、先ほどいいました

ように、6月の末から大きな動き、ちょうどステップみたいな動きがあります。これが三宅島付近の大きなマグマの貫入による動きです。その後遅くとも2001年から、動きが始まっていて、2002年でちょっと一休みしているようですが、2003年以後もほぼ同じように動いています。これはすべて国土地理院のホームページで公開されています。

すなわち、浜名湖を中心としている地域で、本来ですと、プレートの動きによって引きずられているところが、ほんのゆっくりですが、年間センチメートルのオーダーで、ゆっくりずれ始まっているということになります。

東南海地震の前の動きも、地震のときに大きく動く前に、ゆっくり、地震を起こさずにずれ始まったのだらうと考えられます。岩石実験等々でもそういった例が知られています。GPSでとらえられた動きは、センスとしてはまるっきり同じ動きです。ただ、速度は非常にゆっくりで、このような

GPSの観測網がなければ恐らくとらえられなかったと考えられます。先ほどの24時間監視している気象庁の体積ひずみ計では、余りにもゆっくりなので、ノイズに隠れて見えません。今の5倍ぐらいの速さにならないと、見え始まらない。現在はほとんど同じ状況が続いていますけれども、今後どういう形になっていくのか。これが加速していく状況ですと、そのまま東海地震に結びつくということが考えられます。場合によっては、突然、起こるのかもしれない。

これまでのゆっくりしたずれ（ゆっくり地震）が、マグニチュードにしてどのくらいになっているかという、現在、マグニチュードにして7くらいになっているという状況です。

準備行動ができる 地震情報へ

一方、東海地震に関しては、最近、情報の出し方が変わりました。ことしの1月からですけれども、これまで解

説情報、観測情報という形で出されていたものが、観測情報はそのままですが、特に問題がある場合は「注意情報」、そして最後には「予知情報」。予知情報は、警戒宣言とほぼ同時という形になります。というわけで、新たに黄色信号ともいわれる、注意情報というのを出すことになりました。このことによって、防災のいろいろな準備行動ができる。学校から生徒さんを早く帰すとか、避難に時間がかかる場合に先に避難を始めるとか、そういった対応がとれるということです。

実際に、浜名湖の付近で、ゆっくりずれ始まった場合、現在の気象庁の体積ひずみ計の点では、どのようにみえるのか。幾つかのレベルが設定されています。ノイズレベルを超えるところ、あるいはノイズレベルの2倍になるところで顕著な異常、その前の段階で、明らかにノイズではないことがわかるようなところというレベルが設定されています。1つの観測点で顕著な異常があって、ほかでも少し異常がみえている状況では、まず、観測情報が出ます。さらにもう1点でかなり明らかな異常が出た場合、ここで注意情報を出そうということを考えているわけです。シミュレーションの例では、従来の予知情報が出るよりもかなり早く行動がとれる場合があると考えられます。これは気象庁のホームページでも公開しています。従来は、予知情報の前には、いわゆる判定会の招集報というものを出すという形になっていました。現在ではもう少し早く出るようになります。



the Content of a Lecture

ただ、海の方でそういったものが起こると、必ずしもそのようにはいかないわけで、数時間ぐらいの余裕ということになります。さらにゆっくりずれの量が小さい場合は、ほとんど余裕がなく、恐らく情報が出ないうちに東海地震が突然起こってしまう状況になります。

現在までのところ、マグニチュード7ぐらいのゆっくり地震が既に起きているわけで、この後どういう形で発展するのか、今のところ注意深く見守っている状況です。東海地震はいつ起きてもおかしくない状況と思っています。

地震発生 of 統計的性質

これまで述べてきたような大きな地震は、まるっきりでたらめで起こるのではなく、ある程度規則性をもって起きています。そして、大体固有の規模をもってしています。一方、地震というのは、全体をみてしまいますと、個別の性質がよく見えなくなってしまいます。まずは群れて起こる、余震や群発地震が起こるとというのが特徴ですけれども、そういったものを除くと、事実上ランダムに起きているようにみえます。それから、規模は、マグニチュードが1つ減ると頻度は大体10倍になる、ゲーテンベルク リヒター式と呼んでいます。そういった経験式に従います。

一つひとつ地震が特定できる場合は、それぞれの地震の個別の性質を使った方が将来の予測がよくできるわけで

すけれども、特定できないものについては、やむを得ないので全体的な性質を使うという形の予測をするのが現在のやり方になっています。従来は、震源が特定できる地震の性質がよくわからなくて、全体的な性質だけを使っていたのですけれども、最近はそのところが新しくなったと思います。

地震の規則性から予測

実際の地震の繰り返しに関しては、現在、多くBPT分布というのが使われています。これはいわゆるブラウン運動に関連したものです。地震のときには、応力が一気に減少し、その後、例えばプレートの運動によって一定の速度で応力が蓄積していくわけですが、そこにいろいろな擾乱が入ってくる。実際には、周辺で地震が起きたりしますと、そのことによってさらに応力が高まったり、場合によっては応力が減少したりします。これは地震だけに限りません、先ほどのゆっくり地震みたいなものの影響が入ってきます。現在これは決定論的にはわかりませんので、一次元のブラウン運動という形でモデル化しています。将来、個々の擾乱の原因を突きとめていけば、もう少し精度が向上できるかと思います。現在は、このような形で、繰り返し間隔とばらつきと最後の地震から次を予測するというをしているわけです。

陸の地震の繰り返しは最短でも千年

ただ、陸の地震に関しては、かなり

間隔が長いので、単純には行きません。歴史時代に地震が起きたからここは危ないかという、逆に、歴史時代に起きてない方が実は危なかったりする。同じ震源から発生する地震の間隔が非常に長い。短くても1,000年。そういう状況ですので、ここでは、地質学的な、あるいは地形学的な調査を使って過去の地震活動を調べるということをしているわけです。それで、98の主要活断層に関しては、現在、ほぼ調査が終わって、評価も6割方進んでいます。今年度末には9割程度まで評価ができると思っています。

30年の発生確率は、評価の時点では東南海地震が50%で南海が40%、宮城県沖が98%になっています。宮城県沖地震は現在99%です。既に述べたように、現在東南海が60%、南海が50%です。近づくにつれて値が上がっていきます。それから十勝沖の60%、これは起きてしまったので現在は0.003~0.2%という小さな数になってしまいました。

陸の活断層で一番確率が高いのは、30年確率が14%の糸魚川 静岡構造線の断層帯です。東京の付近には、三浦半島の断層群というのがありまして、武山断層帯が6%から11%という、結構高い数字になっています。先ほどの火災あるいは交通事故等々と比べると、ある程度わかって頂けるかと思います。

ちなみに、阪神・淡路大震災が起きた淡路島にある野島断層を地震前に計算すると、これは暫定の値ですが0.4~8%程度でした。この程度でも地震

が起きてしまうことで、地震が起きてもおかしくない状況は、現在かなりあちこちにあるというわけです。繰り返しの間隔が長いということから、残念ながら、これだというように1つに絞ることができなくて、ある程度可能性のあるものの候補を上げられるというのが現在の学問の状況、あるいは調査の状況だというように考えられると思います。

というわけで、あらかじめ何々地震活断層であれば、その活断層で起きる地震という形で特定できる被害地震、これは50人以上の犠牲者を出す陸の地震の場合は半分ぐらい。大震災を起こすような場合は98のうちの7割。それぐらいは事前に特定ができるようになりました。このような被害地震に関しては、これまで全く、どこに起こるか分からない状況から、ずい分進歩しました。

しかし、それだけではなくて、特定できない被害地震があるわけで、陸では活断層以外で起こる地震もありますし、海でも、特定できるような大地震以外の地震で被害があることもしばしばです。それから、やや深い地震で、これは現状我々の方ではなかなか手がつかないのですが、それで地震災害が起こる。東京などは深さ30キロから80キロぐらいの深い地震で被害があることが結構多く、この辺はなかなか特定が難しいということになります。

それから、調査されていない活断層については、一応位置は特定できるのですが、調査ができておりませんので、かなり精度の低い値を使わざ

るを得ません。

実際地震が起こりますと、そのことによってどのように揺れるかが推定でき、東海地震や南海地震での震度分布が計算されています。どういう地震が起こるのか、どのように波が伝わって、地盤がどのくらい揺れるのかということにゆれ方がよるわけで、それぞれいろいろななばらつきの要素をもっているわけです。

2つの手法を合体する ハイブリッド法

現在よく行われている方法は、2つの手法を合体している方法で、合体するところは1ヘルツぐらいのところです。今はスパコンだとかいろいろありますので、実際に地球のモデルと、震源のモデルとをつくって、波動方程式をきちんと解くという形でシミュレーションをすることができます。周期の長い方はそれで可能です。ただ、周期の短い方になると、計算が大変だということもあるのですけれども、それだけではなくて、波長に見合うだけの細さで地球の構造がわかっているかという、わかっていない。あるいは震源の構造がわかっていないということで、そこが1つのネックになっています。

というわけで、振動数の高い方は、実際に起きた小地震の重ね合わせで大地震があらわされるはずだということで推定します。小地震の波形には、震源から伝わってくる経路の情報、地盤の情報まですべて含まれているわけであり、それを使い、この両方を合体した形で強振動の予測がされています。

このような予測をする場合には、震源で、どこが大きく滑って、どこが余り動かないとか、大きく滑るのはどのくらいの応力低下をもたらしているとか、そういった細かい震源の性質、それから、どこで破壊が始まってどっちに伝わっていくかとか、いろいろなことを知らないといけません。ただ、いろいろなことがわかれば、波形も良く予測ができるという状況に近づいております。

例として、先ほどの活断層で発生確率が一番高い糸魚川 静岡構造線の活断層帯での強震動評価などがあります。「アスペリティー」と最近呼んでいますけれども、震源で大きくずれる場所が、南の方はわかっているけれども北の方はわかりません。その位置を変えてみると、それに従って大きく揺れるところが増えてきます。恐らく、震源は松本市の南で、そこから破壊が始まって、北と南へ伝わっていくのだらうと考えられます。そういった詳細が変れば、実際の震度はかなり違ってきます。そのことによる被害とか、その後の対策とか、いろいろなところにかかわってくる。そういった不確定性をもっているわけです。

東京の近くでは、先ほどの武山断層帯、これはかなり高い確率ですけれども、三浦半島を横切っている活断層で、北東の方向に傾いていると思われま。それで、大きく滑るところが、少し深いところなのか、あるいは地表に近いのかによって震度分布が異なります。地表に近ければ、当然ですけれども震度6強以上の場所がかなり広くな

the Content of a Lecture

ります。そうでなければ大揺れはしませんが、三浦半島の南端は震度6強以上ではない。これは岩盤が出ていて、地盤はそんなに悪くないということなのですが、こういった違いがあらわれてきます。

確率論的な地震動予測地図

今まで、いわゆる想定地震というものを考えて、それに対してどのように揺れるのか、1枚の地図、あるいは場合によっては2枚の地図を示しました。実際には、さまざまな不確実性がありますが、それを見ないで1つ、あるいは2つであらわす形をとっています。

それに対して、確率論的な地震動予測地図というのは、確率を表示する。初めから不確実性があるということのある意味で開き直って示す、そういう形ですけれども、特定の地点に関して、あらゆる地震を想定して、どのくらい揺れるかということを考えるという形で問題を設定します。

ただ、個々の地震に関しては、いろいろな不確実性があるのですけれども、それを全部、先ほどのシミュレーションみたいな形で取り入れるわけにはいきませんので、今のところは簡便的な、いわゆる距離減衰式を使って、このばらつきを考えます。マグニチュード7の地震で、断層からの距離が100キロのところだと、60ガルぐらいの加速度になるのですが、実際には倍、半分近くばらつきます。同じ距離、同じマグニチュードの地震でも、

実際にはある確率である震度以上になる。そういった関係が得られます。もう一つは、実際にその地震が起こるかどうかという発生確率があります。その2つの確率によって、実際ある地点がその地震によりどういう確率でどのくらい揺れるかということが計算されます。

確率論的な地震動予測地図の作成

現在では、そういった確率論的な地震動予測地図を今年度中に作成するという形で作業が進められている状況です。それで、昨年3月に北日本の試作版を発表して、ことしの3月には西日本の試作版を発表したところです。こういった震源を考えているか。あらかじめ特定できる震源以外に、陸の浅いところ、あるいはプレートとの境界、プレートが沈み込んだ深いところ、そういったところで特定できない震源も考慮して地震動予測地図をつくるという形になります。

例えば、30年で3%の確率でどのくらいの震度になるかということを示したりします。98の活断層帯、あるいは海溝型の地震、それ以外の地震、そういうものの集まりによって、結果が得られます。

実際、昨年3月に公表し、その後、5月、7月、9月と、偶然だと思いますが地震が起こり、それらで震度6弱以上になった地点をプロットすると、大体、震度6弱以上をこうむる確率がかなり高いと思われていたところに当たっているということが出てきました。

確率論的予測地図の分解 仙台と山形の場合

ただ、確率論的予測地図だけでは具体的な地震のイメージをつかむことがなかなか難しい。例えば、確率論的予測地図で仙台とか山形とか、特定の地点が、一体どういう地震によって大きく揺れることになるのかということを見ることができます。予測地図の分解です。山形の場合は活断層帯の地震であることがわかります。仙台の場合は、海溝型の地震、すなわち宮城県沖地震です。

それでは、山形の場合は、山形盆地の断層帯によってどういう揺れになるのか。仙台の場合でいえば、宮城県沖地震によってどういう揺れになるのか。ハイブリッド法による想定地震の強震動予測地図が個別のシナリオ型の対策に役立ちます。実際には確率論的と想定地震の予測地図の両方を併用することによって、将来の対策に役立てることができると思っています。

実際に昨年起きた地震は、こういった地図をつくる過程でどのように考慮されていたのか。果たしてその考慮が十分かを射っていたかどうかということを見てみます。

震源が特定できない地震、これは5月の地震と7月の地震がそれに当たります。5月の地震に関しては、沈み込むプレートの中で起きた地震で、最大マグニチュード6.9と想定していました。実際7.1だったので、過小評価でした。昭和以降6.9が3回起きていまし

たので、もう少し高い数値を考えておくべきであったかと今は思っています。

それから、7月の宮城県北部の地震、これは陸域の浅い地震で、活断層による地震以外として、最大マグニチュード6.6と評価していました。実際には6.4という地震が起きました。

いずれにせよ、これらの地震は、30年で99%とされる宮城県沖地震との関連なしには考えられません。本来地震が起こるであろうところの周辺が少しずつ壊れ始めているという状況だと思うのです。そういった互いの関係、相互作用といいたいでしょうか、そういうものに関しては現在手つかずの状況です。ですから、そういったものが評価に入ってきますと、これらの地震ももう少し的確に予測ができるはずだと思っています。

十勝沖地震での評価

繰り返しになりますが、9月の十勝沖地震で震度6弱以上になった地点は、大体、震度6弱以上となる確率がかなり高いところで起きています。

この地震はマグニチュード8.1前後という形で評価されていた地震です。実際はマグニチュード8.0でした。震源域は、十勝沖だという評価に対して、実際十勝沖で起きて、30年以内に60%程度で起こるといった想定地震でした。地震後に、地震調査委員会では、確かに想定したような地震が起きたのであるというように一応結論づけています。

実際の地震の状況がどうだったかと

いいますと、1952年の地震で大きく滑ったところと、2003年の地震で大きく滑ったところはほぼ同じです。これまでもいわれていることですが、このように大きく滑るところが最後に残っていて、そこが滑ることによって大きな地震が起こると考えられていたことが、今度の地震でも起きたと考えられます。ただ、52年の地震波形は途中で振り切れていますので完全ではありませんけれども、大体同じようなことが繰り返し起きたと思われるのです。それから、細かいことですが、最大余震の位置とか本震の位置、それから前震の位置が1952年と2003年と大体同じであるということも特徴的なことです。

データの再検証の必要性

ただ、52年の場合は、津波から、厚岸沖の千島海溝に近い部分が大きく滑ったということがいわれていますが、今回の地震ではそこが滑ったという証拠はないのです。今回滑っていないことは確かなのですが、本当に52年のときにここが大きく滑ったのか、今いろいろ議論されているところです。52年のときに本当にそこが震源域であったとすると、そこは将来の震源域として残っているので、隣の根室沖と一緒に次の地震で破壊されるかもしれないという予想が成り立ちます。今のところ、52年のデータや解析結果がどのくらい確かなのかということに議論が集中しています。

一応30年以内に60%程度という

ような評価だったのですが、10年以内で考えると10~20%程度というような評価です。まるっきり偶然で起きたとしても10年で12%程度ですので、当たったというのは言い過ぎだという感じがします。一応、平均活動間隔は77年で、ばらつきが0.32というように考えていました。そうしますと、1で53年~102年ぐらいの繰り返し間隔で、実際は51年です。ちょっとから出ますけれども、まあそれほどおかしくないことが実際に起きているということになります。

実際どのようにここの繰り返しを考えていたかといえますと、十勝沖、根室沖、色丹島沖、エトロフ島沖では、それぞれ1952年、73年、69年、63年に大地震が発生しました。その1つ前は、1843年、1894年、1893年、1918年、という19世紀の後半、あるいは20世紀の初頭に起きています。これらの地震については、非常にデータが少なく、本当に同じ場所で起きているのか、その規模等々、かなり不確かです。いろいろ議論があって、ここはもうまとまらないのではないかと思った時期もあったのですが、最終的には、それぞれ繰り返しの間隔が違うのですが、これは実はばらつきであって、それらの平均値をとったものがすべてに対してよい近似になる、そういうかなり大胆な仮定を置いて実際には評価したというのが実情です。

十勝沖地震の評価

いろいろな議論がありました。それ

the Content of a Lecture

それぞれの地域で過去2回大地震がありま
すので、その間隔を平均間隔としたら
どうかという意見もあったのですけれ
ども、十勝沖の場合は平均間隔が
109年となり、まだ半ば過ぎです
から、地震が起こらないという評価にな
っていたと思われます。

それから、少し革新的な評価の提案
がありまして、十勝沖と根室沖とは一
まとめにして評価した方がよろしい
と。この場合は73年の地震を無視し
ないといけないという不都合があるの
ですけれども、平均間隔が54年になっ
て、現実はこちらに近かったのかもし
れません。実際に起きた地震を無視し
て、かつ、よくわからない地震を考慮
するほどのデータがなかったというのが
現状です。

というわけで、いろいろな確率が
出て、その数値がありますけれども、こ
れらには、信頼度が付いています。十
勝沖地震の場合ですと中程度ぐらいの
信頼度の評価であったというのが現状
です。

地震と共存し、豊かな 自然と共存する明日へ

最後に、日本の文化として、日常生活
の中で地震と共存するという形になっ
てほしいという点を述べたいと思いま
す。阪神・淡路大震災に関してはもう
繰り返し述べられていますので、繰り
返しませんけれども、なかなか住宅の
耐震化が進まないというのが現状であ
り、同じような地震が起これば、た
くさんの方が犠牲になるという状況
は、残念ながら10年近くたっても変

わっていないということです。最近の中
央防災会議では、税金の優遇策とか、
そういったインセンティブを考えたら
どうかというような意見が出ていると
伺っていますけれども、何らかの対策
が必要だと思えます。地震保険に関し
ては、耐震等級等によって保険料が安
くなるというインセンティブがづく
られています。もっと大きく割引した方
がいいのではないかという個人的な意
見はありますけれども、それでも少し
ずつそういった形でそちらの方向へ進
める努力がされています。皆様の御自
宅の耐震がまだ十分ではないよう
でしたら、ぜひこの機会に進めていただ
ければと思います。

地震というのは厄介なもので、日本
列島の活断層の分布図をみますと、多
くの活断層は盆地と山地の境にあっ
て、山を高めて盆地を低くする。逆
にいうと、現在の平らな土地をつくら
せている原因でもあります。広い新潟
平野も、水が豊富な米どころですけれ
ども、そういったものも結局は新潟
平野が沈降して、そこに土砂が堆積
して平らな土地ができたという、一
方では自然の恵みの中に我々が存在
して生活しているということも忘れ
ないでいたいと思っています。

名古屋の方では、東海地震の強化地
域に入りまして、いろいろな対策が
進んでいるそうです。NHK名古屋放
送局では公募して防災いろはかるた
をつくりました。7歳の伊藤麻結
ちゃんという方の「ほんとうは
“いざ”より“いま”のそなえだよ」
を締めくくりに言葉にしたいと思
います。