

地震防災講演会(千葉会場) 藤原先生講演内容

本日は「確率から見た千葉県の揺れの予測」という題で、今私がやっておりますプロジェクトで震度の予測地図の関係のお話をさせていただきます。その後で千葉県に今後発生する地震に関するお話をしていきたいと思っております。

まず最初に絵を示しましたが(スライドNo.2)、英語で恐縮ですが、これはもう10年以上前になりますが国連の方でまとめられた世界全体での地震ハザードマップです。これは日本人がまとめたものではないので日本は端の方にありますけれども、世界全体で赤く示されているのが地震の危険度が高い所で白い部分は地震の危険が少ない所です。これをご覧になっていただくと、日本列島はほぼ全域が真っ赤になっています。こういったことから我々と地震とは深い関係にあると言えます。

では、なぜ日本列島は地震がたくさん発生するのかというと、それはここ数十年間の様々な研究の蓄積からわかってきたのですけれども、地球はプレートと言われる岩盤に覆われております。プレートはじっと止まっているわけではなく、それぞれが交互にひしめき合っているのです、その境界で地震が起こってくるということがわかってきています(スライドNo.3)。日本列島はユーラシアプレートの下に太平洋プレートとフィリピン海プレートが潜り込んでいる構造になっています。千葉県の付近にはこの3つのプレートが交わる地点があるので非常に地震の多い地域に我々は住んでいるということになります。

これ(スライドNo.4)は最近1ヶ月の日本列島周辺で起きた地震活動をプロットしたものです。全国に満遍なく分布しています。ほとんどの地震が人体に感じない程度の地震になっていますけれども、たまに震度が3、4になる地震が発生しています。さらにたまにですが、被害を発生させる地震も発生しているという状況になっています。

1995年に起きた兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)で6,400名以上の方が亡くなられたことが非常に大きな教訓となりまして、その後日本列島全体での地震の観測網を強化して地震について認識を高めた上で対策を適切に進めていこうということになりました。この十数年間我々もお手伝いさせていただいた訳ですが、防災科学技術研究所は国立の研究機関としてこうした地震観測網の強化の受け皿として整備を行ってきました。こちらにあるような色々な種類の地震観測網がありますけれども、1,800ヵ所位の観測点をここ10年ちよつとで整備してきました(スライドNo.5)。それらのデータが研究所に集まってきて、気象庁に送られ、色々な地震対策に使われているということになります。

関東平野は非常に特殊な地形になっておりまして、厚い堆積層に覆われています(スライドNo.6)。千葉県や東京は数千mに及ぶ非常に厚い堆積層に覆われて

おります。そのために小さな地震を観測するには非常に深い穴を掘らなければならないということになります。一番深い穴はこの岩槻という所の 3,550m になり、千葉県ですと下総の 2,300m というのがあります。その他にも府中とか江東にもあります。その他 200m 位の穴などもありまして、日々観測を行っています。

また、小さな地震の観測だけではなくて大きな揺れが生じたときに、その揺れの記録を残して次の地震の備えに使うという観測も行われております。それを強震観測といいます。1995 年の兵庫県南部地震の後に整備されたものです。約 1,000 ケ所の観測点がこのようにあります(スライドNo.7)。これは K - NET と呼ばれるものです。地震が起こるとすぐにそれらのデータがインターネットで誰でも使える形になっています。これは過去 10 年間(1997~2006)の K - NET の観測点で観測された記録の統計になります(スライドNo.8)。震度 2 以上の点、黒い点でプロットしてあるのは同じ場所で 10 年間に 15 回以上揺れが観測された地点ですが、全国的に非常に多いことがわかります。震度 3 以上も少し黒い点がありますが、10 年間で日本列島のだいたい 99% で 1 回以上は地震観測している状態です。震度 4 以上になると、分布傾向は似ているのですけれども少しずつ隙間が出来てきます。長野県や岐阜県、富山県のあたりですね。後でご説明しますように、だいたい日本海側で隙間の広がっている地域というのは将来大きな地震が起こる可能性を秘めた地域ということになります。震度 5 弱以上になりますと、たまたまこの 10 年間で強い地震が内陸に起こっていますが、太平洋側等に限定されています。このような揺れについて本日は特に説明していきます。千葉県は日本の中で見ても、地震の頻度が高い地域です。それが全体的な状況になっています。

こういった地震はだいたいどの位起きてどの位の危険度になっているのか、というのを定量的に表していこうというプロジェクトの一つにこの地震動予測地図というのがあります(スライドNo.9)。これは 10 年以上前から始まっております。日本列島で将来起こる地震について確率を用いて予測したものになります。確率論的地震ハザード(スライドNo.10)というのは何をしようとしているのかというと、ある地点における地震動の強さとその強さを特定の期間内に超える確率(超過確率)の関係(ハザードカーブ)を算定することになります。地震が発生する確率とその地震が起きたときにある強さ、例えば震度 6 弱以上の揺れになる確率を掛け合わせたものを超過確率と呼びます(スライドNo.11)。自然現象を確率で表現するという意味では、天気予報の降水確率が同じものになります。超過確率が意味するものは天気予報に例えれば、雪が降る確率は 50% でそのうち 5cm 以上積もる確率はいくらか算出することと同じようなものです。つまり、地震ハザード評価は天気予報のような確率とは少し違って、もっと踏み込んだ予報をするものになっています。雪が降る確率だけではなくて、雪が何 cm 以上

積もるのかという確率を出すというものに相当します。地震が起きて、ある地点で例えば震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率を算出するものと思ってください。地震動の強さがどんどん強くなれば、超過確率も減っていくということになります(スライドNo.12)。

自分の住んでいる所が将来、ある強さ以上の地震に見舞われる確率を出すためには何を知らなければいけないのか。そういう揺れを起こす地震がいつどの位の確率で起こるのか知るとというのが最低限の条件です。我々は日本列島で今後将来どのような地震が起こるのかという調査をしてきました。兵庫県南部地震が内陸の活断層によって起こった地震ということで、まず活断層の調査をしようということで、およそ 100 ヶ所の主要な断層帯が選ばれました(スライドNo.13)。日本列島には活動していないものも含めると断層は 2,000 ヶ所以上あります。その中で非常に長くはっきりしていて、しかも活動性の高い断層が選ばれて、この 10 年くらいに研究されて一定の評価を行ってしてきました(スライドNo.14)。その結果いくつかの断層帯で、例えば三浦半島断層群などは地震の発生確率が高いのではないかという評価になっています。もう一つは、日本列島周辺の海域で起こる地震です。こちらの方が頻度は非常に高いです。宮城県沖地震はだいたい 40 年くらいの周期で起きているために、今後 30 年間で地震が起こる確率が非常に高いです。前の地震からすでに 30 年以上経っているので、今 99% 以上の確率が与えられています。また、東海地震、東南海地震、南海地震はおよそ 100 年周期で起きている、1707 年の宝永地震、1854 年の安政地震、1944 年の東南海地震と起こっていますので注意が必要です。日本列島は太平洋プレートからフィリピン海プレートに沿って非常にたくさんの海溝型地震が起こっています。我々が特に心配しているのは、関東地方の真下で起こる地震です。後で詳しく説明しますが、関東地震をはじめ、もう少し小さい地震も含めるとたくさんの地震が起こる可能性があります。こういった日本列島で起こる海域の地震と陸域の地震全てをざっくりと評価して、どの位の強さの地震がどの位の確率で起こるのかを求めて、地震ハザードマップが作られています。

地震ハザードマップを活用するために、評価を行った地震をいくつかに分類を行います(スライドNo.15)。まず、主要断層帯・海溝型地震とその他の地震というように分類します。主要断層帯・海溝型地震はある程度震源の断層が特定された地震(過去に起きた地震で〇〇地震のような固有名詞を持つ地震)のことを言います。もう一つ非常に扱いにくいものなのですが、震源がどこになるのかよくわからない地震というのがあります。太平洋プレートやフィリピン海プレートの活断層が無ければ、昔地震が起こった痕跡も無い部分に急に起こる地震を言います(スライドNo.16)。このような分類をしていきながら、モデルを作るということになります。これに対して、一つ一つの断層の地震の発生確率や規模

といったパラメータを与えることによって、地震の揺れの予測をしていきます。地震活動のモデル化で震源があらかじめわかる名前の付いた地震とそれ以外の地震を統計的に扱い、確率モデルという複雑なモデルを用いて日本列島周辺で起こる全ての地震をモデル化することを行っています。そのモデルで地震の発生確率を評価して、一つ一つの地震が起きた際に、ある揺れの強さを超える確率を計算して、ハザードカーブを一つ一つの地震についてまず計算した後に全地震の結果を統合して地震ハザード評価を行うという流れになっています(スライドNo.18)。

もう少し具体的に説明します。まず活断層の地震のモデル化です(スライドNo.19)。主要断層帯とその他の活断層ではどこで地震が起こるのかはだいたいわかっているなのでその部分の断層を一つ一つピックアップします。海溝型地震についても、南海トラフの地震や関東地震など名前の付いた地震をピックアップしていきます(スライドNo.20)。その他、どこが震源になるのかよくわからない地震はこうして領域を区切って、この領域のどこかで起こるといようにします(スライドNo.21)。これは学会でも色々な考え方があって、定まった考え方がまだ無いので、様々な手法を組み合わせることで表したものです。最後に揺れの予測のところで、表層地盤で揺れの強さが増幅されるという地盤の増幅特性を考慮します(スライドNo.22)。その結果、地表での地震の超過確率がこのように出てきます(スライドNo.23)。超過確率が高いと揺れの強さは比較的弱く、超過確率が低いと揺れは強くなるというような地図ができていくようになります。

全ての地震を統合して作った地図がよくポスターなどになっていますが、それらは実際にはいくつかの違ったタイプの地震のハザードを重ね合わせて作ったものになります(スライドNo.24)。全地震を考慮した今後30年以内で震度6弱以上の揺れに見舞われる確率を出した地図がこれです(スライドNo.25)。この地図ですと、南海トラフで起こる地震の影響が非常に強くて、自分の地域で起こる地震が見えづらくなってしまう場合があります。実際にそれぞれの地域でハザードマップを使ってシナリオ型の地震動評価を行いながら被害想定をして対応しようとする、本当に自分の地域で起こる地震がこういったタイプの地震なのかを分解する操作も必要になってきます。この操作で内陸の浅い地震のみを考慮した地図が右の図です(No.26 右図)。

次は確率の解釈について説明します(スライドNo.27)。先ほどの図で日本海側が地震発生確率が低くて太平洋側が高くなっているのは、南海トラフの地震や宮城県沖地震などの発生確率の高い地震が太平洋側に集中している影響で高くなっています。その陰に活断層による地震の発生確率も隠れています。活断層による地震の発生確率はこの30年間では計算上、平均活動間隔1,000年の活断層の場合ではせいぜい20%程度にしかならないことになります(No.27 内グラフ)。

これは平均活動間隔 1,000 年という非常に活動間隔の長い活断層に対して 30 年という非常に短い時間で計算した発生確率になっているためです。一方、100 年周期くらいで起こる頻度の高い海溝型地震ですと、30 年間の発生確率はこのように前の地震が起きてから 100 年くらい経つと 80%や 90%を超えるようになってしまいます。これらの地震の影響を全部合わせて一枚の地図にしたものだけでは、なかなか地震の状況が読み取れないということになってしまいます。そこを上手く説明する必要があります。南関東で千葉県は活断層の影響はあまり無いのでそのような伝え方の弊害は少ないと思いますが、全体として見ると弊害が起こりうるので少し解説を加えておきます。特にここ 10 年間では鳥取県西部の地震や新潟県中越沖地震といったような日本海側の活断層による地震が多く起こっている事情もあります。これ(スライドNo.28)は過去 200 年間くらいで起こった日本列島周辺の陸および海域で浅い地震、いわゆる活断層により発生した地震の震源をプロットしたものです。青色と赤色で塗っているものはかなり古い地震もありますが、死者が 50 名以上出た地震です。緑色のものは死者が 50 名に達してはいないですが、1885 年以降に起こったマグニチュード 6.8 以上の地震です。これを見ると、中部日本と日本海側に集中しているということがわかります。これは活断層の分布の密度ともだいたい整合しています。

そして、こういったことを強調するために先ほどの地震ハザードマップを「(1)海溝型の名前がはっきりしている地震」、「(2)海溝型の名前がはっきりしない地震」、「(3)内陸の活断層の地震」の 3 つに分解します(スライドNo.29)。これはそれぞれのタイプごとに影響度を相対的に評価して地図に表したものです。これ(スライドNo.30)がさらに 3 つの中でどのタイプの地震がそれぞれの地域で影響度が高いのかということを示した地図です。これを見ますと、(1)と(2)の海溝型の地震は太平洋側、(3)の内陸の浅い地震は日本海側でそれぞれ影響度が高くなっているのがわかります。日本海側の人は内陸の活断層の地震に特に注意しなければならないということです。青色の地域は約 100 年周期で起こっている非常に目立った地震なので、それに一番注意してその次に他の地震を警戒することになります。関東で茨城県や千葉県は緑色になっていまして、震源の特定されていない海溝型の地震を警戒しなければならないので、備えが難しい地域になっています。このようにして地図を分析して使います。

震度予測地図を内陸の浅い地震だけで作りますとこのようになります(スライドNo.31)。これを見ると、過去 200 年間で起きた活断層の地震のパターンをある程度反映したものになっていることがわかります。以上が日本列島全体を見て、概観的に日本で起こる地震のタイプとそれらに対してどの地域がどのタイプに影響を受けやすいのかということを説明しました。

今度は対象地域を関東地域に絞ってもう少し詳しく見ていきたいと思います

(スライドNo.32)。千葉県のあたりはどういった地域なのかということをもう一度ご説明します。フィリピン海プレート、太平洋プレート、ユーラシアプレートの3つがぶつかりあっていますが、この図(No.32 右図)はその断面図を表したものです。陸域のプレート(ユーラシアプレート)の下にフィリピン海プレートが潜り込んでいて、その下に太平洋プレートが潜り込んでいるという状態にあり、その真上に位置していることとなります。日本海側だと、だいたい陸域プレートの活断層による地震が多いのですが、関東地域では①だけではなく②、③、④、⑤の位置でも地震が起こります。つまり、①～⑤まで5種類の地震が起こる地域だということです。②はフィリピン海プレート上面、ユーラシアプレートとフィリピン海プレートの境界で起こります。④が太平洋プレートとユーラシアプレートあるいはフィリピン海プレートの境界で起こる地震です。普通の海溝型地震というと②や④を指すのですが、最近地震観測が進んで③と⑤のようなプレート内で起こる地震もあることがわかってきました。これらもある程度高い頻度で起こっています。千葉県のあたりでよく起こる震度3か4の地震は②～⑤のいずれかのタイプの地震になっています。

南関東の地震活動モデル(スライドNo.33)ですが、今後30年、50年でどういった地震が起こるのかを予測するという事で、これまでにどういったタイプの地震が起こったのかに基づいて予測が行われました。過去に起きた地震の代表例は関東地震ですが、1923年の大正の関東地震とその前の1703年の元禄の関東地震がありますけれども、この2つはタイプが若干違っています。大正の関東地震は震源域が限定されており、元禄の関東地震は海域まで伸びた大きな震源域になっています。元禄と大正の関東地震の間に約200年の間が空いていますので、周期が約200年かというとは必ずしもそうではありません。まだ過去の関東地震の起こり方が完全に解明できた状況ではないからです。ただし、100年周期で起こるようなものではなく、200年から数百年程度の周期で起きているものですので、1923年に起きてまだ85年程度しか経っていないので、今後30年間でマグニチュード8.0クラスの関東地震が起こる確率は0%かせいぜい1%程度と予測されています。南海・東南海地震・東海地震は60～70%と非常に高い確率で発生するとされています。この地震では、今回は詳しく説明できませんが長周期地震動が起こったりすると非常に大きな被害が出ることが予想されています。また、三浦半島などの活断層の地震も発生確率の高い地震とされています。一番問題なのは南関東M7程度の地震でして、これは素性が本当はよくわからない地震です。大正の関東地震の前後にはM7程度の地震が関東地域の色々な所で起きています。その後50年間くらいすごく静かだったのですが、1987年には千葉県東方沖地震が起きました。今後もどこかで起きるのではないかと思われます。また、約200年～数百年周期で起きている関東地震の前

後にこのような地震活動が活発になるのではないかという説もあります。まだ立証されたわけではないのですが、地震は単体で起こるよりも群れて起こるといった性質が色々な所で見られているので、今後注意が必要だと言われる地震です。その他、震源断層がわからないけれど色々な場所で起こる地震といったものも考えます。これらをもって今後の地震の発生モデルを作り、それに対する備えを我々は進めていかなければなりません。

南関東の M7 程度の地震というものが一番関心のあるところですが、これについて今どういう評価がなされているのかをご説明します。この評価が行われた過去 120 年間にこの地域で一体どういう地震が起きたのかということ进行调查すると、M6.7~7.2 の地震が 5 つくらい起きています。その程度の根拠しか今はまだ将来の地震の予測に使っていません。どのような地震かといいますと、千葉県東方沖地震・浦賀水道付近の地震・明治東京地震・茨城県霞ヶ浦や竜ヶ崎の地震です。こういった地震が過去 120 年の間に起きたということでだいたい頻度を出すと、約 20 数年周期で起きていることがわかります。他のマグニチュードが 4~6 の地震は頻度が高く起きていて、それらの地震の頻度をグーテンベルクリヒターの関係式で出すと、だいたいその延長線上の頻度と等しくなっています。この程度の頻度で M7 程度の地震がこの広い領域(No.34 赤い点線に囲まれた地域)のどこかで起こるということになっています。

それを確率論的なモデルとしてモデル化するために、このように(スライド No. 35)地震の発生する可能性のある領域があります。それに深度 30~80km の範囲に震源断層をほぼ一様な密度になるように配置してこのようにハザードマップは作られています(スライド No.36)。研究が進めば、特に地震が起きやすい場所、起きにくい場所はどこかもっと特定できるかもしれませんが、まだまだそこまで踏み込んだ評価は公式には成されていませんので、ここでは一様に震源断層が分布していると仮定して作っています。

その内訳をもう少しご説明します。これが関東地域全体のハザードマップ(No. 37 上図)です。これは全ての地震を考慮したときのハザードマップです。それを地震のタイプごとに 4 つに分解して、それぞれの寄与率を出します(No.37 下 4 つのグラフ)。まず海溝型と内陸型に大きく分類できますが、それをさらに震源の特定・不特定によって 4 つに分類します。海溝型・震源特定の地震には M8 クラスの大正の関東地震と東海地震といったものが含まれます。海溝型・震源不特定には南関東の M7 クラスの地震が含まれます。内陸の地震については三浦半島などの活断層がある地域が赤くなっています。千葉県に一番影響を与えているのはどれかという、海溝型・震源不特定の地震になります。南関東の M7 クラスの地震が 30 年間の地震ハザードのほとんどを占めていることがわかります。

それをさらに分解したものがこちらです(スライドNo.38)。千葉県に大きな影響を与える南関東の M7 程度の地震において、②～⑤のタイプに分解してそれぞれのハザードへの寄与率を調べたものです。だいたいどれも 1/4 ずつの発生確率なのですが、プレート内の地震は同じ規模の地震でも他のタイプと比べて揺れが若干強くなっています。これはプレート内では高周波の地震が発生しやすいという研究結果からこのような結果になっています。

また、地震の規模別に調べたものがこちら(スライドNo.39)になります。今後 30 年以内に深度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率に対する寄与率が高いのは何かというと、この M6.7 以上の大きな地震になります(No.39 上段図)。震度 5 弱以上の揺れに見舞われる確率を出すと、これが逆転します。これは頻度が違うためです。大きな地震が起これば強い揺れに見舞われるのは当たり前なのですが、大きな地震の方が小さな地震よりも発生頻度が低いです。M7 クラスの地震は M6 クラスの地震の 1/10 の発生数というデータもありますので、震度 5 弱というレベルで見るとその原因となる地震はいつも M6 クラスの地震になります。そういったものをまとめたのがこの地震ハザードカーブというものです(スライドNo.41)。千葉市のあたりですと、②・③・④の影響が強いということがわかります。地震を想定するときは、②・③・④の地震をモデル化して備えを進めていく必要があります。

これ(スライドNo.42)は内部情報に近いのですが、地震動の予測地図の高度化を現在行っておりまして、暫定的ではありますが新しい計算条件を基に 2009 年版の計算を行ったものです。ここで何が変わっているかということ、1km メッシュの増幅率を 250m メッシュに変え、地盤の揺れやすさに対する情報を更新したことが一番大きい変更点です。千葉県で見ますと、今まで出ていた超過確率が全体的に上がります。これは揺れやすい地域、地盤の悪い地域の確率が上がることになります。これ(No.42 右図)は 2008 年版と 2009 年版の確率の差を表したのですが、だいたい千葉県北部地域は確率が上がり、南部地域は地盤の強い所は下がっています。このような結果がおそらく今年の春に公表されることになると思います。そして、これ(スライドNo.43)は基となる増幅率のモデルです。これは全国を概観する、全国を一律で見るという基準に基づいて作られたメッシュモデルですので、先程の千葉県の被害想定でさらに綿密に作られたモデルに比べますとやや精度が足りないところもあります。それらはさらにより良いモデルに見直すということも考えられますが、このようなモデルを使って確率を出すことになります。実際には千葉県の被害想定の中にはより詳細な地盤の揺れやすさのモデルが出されており(スライドNo.44)、地震動予測地図が公開されてもそこに使われている地盤の増幅率に対して千葉県の増幅率はどうなっているのかということも一緒に比べてご覧になっていただければ、より理解が

深まるのではないかと思います。

今は確率論の話をしました。地震を予測するための色々な情報からそれぞれの地域が見舞われる地震の正体を引き出すお話をしました。では次に何をしなければいけないのかというと、それぞれの地域がどういったタイプの地震に見舞われる可能性があって、我々はどのように備えなければならないのかということがある程度明らかにするために、備えるべき相手(地震)をモデル化して、シナリオを作って、具体的な対策を練らなければいけないというお話を次にしたいと思います。その時に必要になるのが震度の予測や被害想定、それに対する対処法です。その第一歩は震度を予測することです。地震というのは断層運動で起こった揺れが地表に伝わっていく現象の全体を指しますが、特にこの地震動というのは揺れの部分を取り出した言葉で、震度を予測するためには震源のモデルと震源から揺れが伝播していく様子と、関東平野のような厚い堆積層による増幅の特性、あと表層地盤での増幅の特性という主に4つの影響を取り込んで震度を予測します(スライドNo.45)。こういった計算手法はここ10年ぐらいで非常に進歩しています。計算機やシミュレーション手法の進歩、地震記録がたくさん観測出来るようになり、実際の地震記録の検証が進んだことなどが要因です。どこでどういうタイプの地震が起きたときにどのように揺れるのかということについては非常に精度の高い計算が出来るようになってきています。実際に地震の揺れを地震計で観測してグラフにするとこのようなものになります(スライドNo.46 右グラフ)。これは時間が横軸で縦軸が揺れの強さですが、一つの地震動に違うタイプの揺れが含まれています。ガタガタした揺れとゆったりとした揺れが合わさって一つの地震動になっているということです(No.46 右下グラフ)。これは周波数の違う波が重なり合わさって実際の地震動が形作られています。これらを予測しようとする際、低周波成分は割と予測がしやすいです。一方で、高周波成分の揺れを完全に予測するのは非常に難しいです。そこで二つを別々の手法で予測して足し合わせるということをします(No.46 左図)。ゆっくりとした揺れ(低周波域)は先程の4つの要因に一つ一つ物理モデルでパラメータを与えてモデル化して、シミュレーションで大きな計算機を使えば、波形そのものの計算ができます。一方で、ガタガタした揺れ(高周波域)は揺れが細かくて一つ一つの揺れを予測することは不可能ですので、だいたいどの位の震幅があって、どの位の継続時間があるのかといった大雑把な情報を用いて予測します。そして、それら2つを重ね合わせて実際の地震を予測することが現在行われています。低周波域は数値計算による決定論的手法で、高周波域は経験的・統計的手法を用いて、その2つを重ね合わせて将来起こる地震を予測することになります。

そのために使われる要素的技術としては、発生が予想される地震の震源であ

る断層面でどのような「ずれ」が起こるのかをモデル化する必要があります。これらについても過去に起きた地震の震源モデルを分析することによって、統計的・経験的ではありますが、断層の中でだいたいどの位の不均質(デコボコ)があるのかということもある程度定量化されてきています。そういった平均的な断層モデルを用いて将来の地震を予測します。被害に直結する、周期 1 秒前後の周波数帯域での地震動をうまく評価するためのモデルとして特性化震源モデルがあります(スライドNo.47)。特性化震源モデルとは、非常に複雑な地震の震源破壊過程を抽象画のように単純化したものです。ただし、あまり情報を失わせてしまうと将来の地震予測モデルとしての能力がなくなるので、被害を出す地震動の性質を考慮しながら単純化されます。

その次に必要なのは地下の構造です(スライドNo.48)。震源で発生した地震波が地表に伝わる途中の様子というものが実際には各地点での揺れの予測に大変重要になってくるのでそのモデル化が必要になります。地震基盤より深い所は地震が起こる所のモデル化、それより浅い地震基盤から工学的基盤の間の厚い堆積層のモデル化、そしてさらに地表面近くの浅い地盤のモデル化をします。そこで 250m メッシュや一部地域では 50mメッシュ位の非常に細かなメッシュでそのモデルを作るということが現在行われています。深部の地盤では地質の情報あるいは物理探査の情報などここ数十年間で日本で行われた調査のデータを用いて、厚い堆積層のモデルができつつあります(スライドNo.49)。No.49 の青色になっている部分が特に厚い堆積層です。赤い部分は岩盤がほぼ地表まで露出しているような所になります。これを見ると、千葉県は厚い堆積層に覆われた地域ということがわかります。新潟県付近や宮崎県のあたりも非常に厚い堆積層に覆われています。北海道は十勝沖地震のあった室蘭のあたりもかなり厚い堆積層に覆われています。厚い堆積層が発達している地域には大都市が多いですが、大きな平野が発達しやすい条件が揃っているためです。これらを加味しながら、地震ハザードマップは作成されます。このような震源に関する情報や地下構造に関する情報を用いて、国や自治体等が地震被害想定などの将来の地震に対する備えを進めているところです。

これ(スライドNo.50)は中央防災会議による首都直下地震の被害想定です。いわゆる南関東 M7クラスの地震を対象とした被害予測です。特に発生が予測されているのがピンク色で示された部分です。この赤い丸がしてある領域が東京湾北部地震です。あとは茨城県南部地震などいくつか指定されています。他の領域は想定はされていても、相対的には色々な要因で地震が起こりにくくなっていると思われる地域です。東京湾北部地震は日本にとって最悪に近い評価をされています(スライドNo.51)。M7.3 となっています。地震調査研究推進本部のモデル化だと M6.7~7.2 となっていますけれども、それより少し大きめにマグニ

チュードの値をとった想定になっています。千葉県による被害想定も出されましたが(スライドNo.52)、ここでも東京湾北部地震はだいたい同じで M7.3 と想定されています。あと、実際に起きた千葉県東方沖地震や三浦半島断層群の地震が想定されています。これらについての震度分布(スライドNo.53)の詳細については、千葉県から公開されている報告書などを参照していただければよいと思います。

ここで、千葉県の被害想定で想定された地震がどのような位置付けにあるのかということを検討してみたいと思います。東京湾北部地震というのは名前が付いてはいますけれども、実際に起こったことはありません。M7.3 で非常に大きな地震です。これは本当に起こるのか、また我々が最悪のケースを想定してそれに対する備えを考えることは防災対策として非常に重要ですが、これは位置付けとしてはどのようなタイプの地震として考えればよいのかを検討していきたいと思います。

そのための材料として少しだけ作業をしました。これ(スライドNo.54)は南関東 M7 程度の地震ということで地震調査研究推進本部が出した地震の活動モデルですけれども、どこで M7 程度の地震が起こるかということが特定されていないので、一様に分布しています。この領域のどこかで今後 30 年間で 1 つ地震が起こる可能性が 70%であるということです。図中にたくさん分けてタイル張りしたものの一つ一つのどこかで地震が起こることになります。タイル一枚一枚の確率はもっと小さくなります。地震本部の長期評価では南関東 M7 程度の地震の発生確率は今後 30 年間で 70%とされていて、その正体というのはフィリピン海プレート、太平洋プレートのどこかで M6.7~7.2 の地震が発生するとしてそれを具体的にモデル化したものです(スライドNo.55)。ここでは M6.7~7.2 までの地震を全体で 921 ケースの断層モデル分けます。この全部の断層モデルのどれかで地震が起こる確率が 70%ということになるときに被害などの分布はどのようになるのかを考えます。内閣府の中央防災会議で用いられているものとだいたい同じ住宅倒壊数の計算方法をそれぞれのケースに適用して、それぞれがどのような位置付けになるかということを計算しました。その結果がこれ(スライドNo.56)です。千葉県(赤い太線)を見ると、60%位の確率ではあまり家も壊れないタイプの地震もあります、超過確率が地震の発生確率だと先程言いましたが、921 枚のタイルの中で一番被害をたくさん出す地震だと非常に低い確率になっていますけれども、真ん中辺りの地震だと全壊棟数が 100 程度に収まります。このように見ていただければ良いです。これが南関東 M7 程度の地震が今後 30 年で起こるとい地震の正体です。あまり被害が出ないかもしれないし、甚大な被害が出るかもしれない。発生確率 70%とはこのような意味も含んでいます。千葉県のハザードカーブと想定地震の位置付けについて見るとこの

ようになります(スライドNo.57)。図中に矢印や色線で示したものが想定地震の位置付けになります。中央防災会議などの被害想定では今後起こりうる色々なタイプの地震の中で最悪のケースを選んでいきます。これは一番悪い状況を示してそれに対して備えようという意図があります。この最悪のケースが70%の確率で起こるということではないということです。それはほんの数%の確率に過ぎません。ただし、地震の発生確率をどう捉えるかなんですけれども、兵庫県南部地震が起こる前の震源断層帯の地震発生確率はほぼ0%~8%程度だったので、1~2%程度のわずかな確率の活断層での地震に対しての備えも必要と言われる状況です。地表ギリギリの活断層の地震対策も必要であるということです。いずれにせよ東京湾北部地震はこのようなレベル(No.57 赤矢印)にあり、千葉県東方沖地震は平均的で黄矢印になります。三浦半島沖の地震は最悪な被害に近い位置にあります(オレンジ矢印)。被害想定で想定しようとする地震がどういう位置付けにあって、対策をどうすればいいのかを考えるとときはこの確率論的な考察をし、全体の中でシナリオどうすればいいのかという考察をするとういことです。

あと、我々はハザード、地質情報を情報提供する地震ハザードステーションというシステム(J-SHIS)の構築を進めております(スライドNo.60)。数年前からこのようにハザードマップを公開しているのですが、これはNo.60中にあるURLから見る事が出来ます(<http://www.j-shis.bosai.go.jp>)。こういったウェブページの更新を行っております(スライドNo.61)。これまでは1kmメッシュの地図を使ってきましたが、今後それらをより良いものにしていく予定です。過去数年のアクセス状況(スライドNo.62)はだいたい1日1000件くらいのアクセスをいただいております。地震が起こったりしますと、アクセス数が急激に増加するという状況になっています。これ(スライドNo.63)は日本全国の地域別で見たアクセス数ですが、千葉県のあたりは関心が高く多くのアクセスをいただいております。人口が集中している地域はたくさん見られていることがわかります。これ(スライドNo.64)は都道府県別人口とアクセス数の関係を示したものです。やはり大都市地域の方はブロードバンドの普及率が高いので多くなっており、過疎地域では少なくなっています。ここに過疎地域には情報が伝わりにくいという問題点を見ることが出来ます。そして、地震ハザードステーションの高度化も行っております(スライドNo.65)。

最後は今後の展望についてです。社会還元加速プロジェクト(スライドNo.66)というものがあまして、災害情報をみんなで共有して、それによりさらに災害に強い社会を作っていこうという取り組みです。我々の研究所も現在このプロジェクトに加わっております。これは国や自治体等が行ったハザード・リスク評価を共有していこうというものです(スライドNo.67~70)。これは地震だけでは

なく様々な災害のハザード・リスク情報を共有化も目指しています。今後千葉県とも一緒にこのようなプラットフォーム作りを進めていければと考えています。現在、全国版と地域版がある中で地域版の実証実験を行う必要があるということで、対象の場所を探しているところです。また、国や自治体等が単に情報を発信するだけではなく、現在はパソコン等の情報ツールも進歩してきているので、それらをうまく活用して地域の住民と一緒にこのシステムを利活用していける仕組みも進めたいと考えています。そして最後は「人」です。こういった情報を熱心に共有していただける「人と人との繋がり」がなければこういった仕組みも十分に機能しません。そうした部分にも今後取り組んでいきたいと思えます。

(終わり)