

## 地震防災講演会（船橋会場） 中井先生講演内容

本日は、「地震被害想定調査結果と地盤・建物」ということで、まず、地震災害のみならず自然災害一般において地盤の果たす役割及び地盤と被害の関わりについて述べた後、地震被害想定調査結果の概要を紹介したいと思います。

まず、地震被害がどういったところにどのように出るかを紹介します。ここ数年、日本のみならず世界中で大きな地震がたくさん起きています。国内で起きた主な地震の被害状況の写真をいくつか見てみます。ご覧いただいている写真（スライドNo. 4）は2004年の新潟県中越地震です。長岡市や山古志村の被害が大きかったことは記憶に新しいと思います。写真を見てお分かりのように、木造家屋がたくさん壊れました。これ（スライドNo. 4右上）は、ご記憶にあると思いますが、斜面が崩壊して道路が埋まり、車が閉じ込められて奇跡的に男の子が助けられた場所です。それ以外にもたくさん家が壊れましたが、ご覧いただくと特徴的な点が見えます。これ（スライドNo. 5）は、2007年の能登半島地震です。門前町というところで、やはり木造の古い建物がたくさん壊れた状況を表しています。それから、同じ2007年には新潟県中越沖地震が起きました。この写真（スライドNo. 6、7）でも木造の建物が軒並み倒壊しています。2008年には岩手・宮城内陸地震が起きました。この写真（スライドNo. 8）をご覧いただくと思い出されるかと思いますが、家屋の被害は幸いなことにそれほど多くはなかったのですが、内陸部ということもあり土砂災害が目立った地震でありました。この写真（スライドNo. 8右下）は建物のすぐそばの斜面崩壊であったため、ひとつ間違えば大惨事になっていた可能性もあります。このような被害の出方を平面的な分布として見たものがこの図（スライドNo. 9）になります。これは、2004年の新潟県中越地震での小千谷市内における建物被害の分布を表しています。左側が地図になっています。赤い四角がいくつかありますが、この辺が小千谷市の中心部です。この図は、約250m四方の1つ1つの四角の中に何件の家があり、そのうちの何割が全壊したかという全壊率を表しています。色の濃い四角ほどその率が高いということになります。壊れた家の数そのものは、家がたくさん建っている中心部がもちろん多いのですが、率にすると特徴的な分布が見られます。中心部よりもその周辺部で全壊率が高かったということになります。同じ地震で同じような地域であっても、少し位置が変わると被害の出方が大きく違うという現象は、阪神・淡路大震災など他の多くの地震でも見られます。今回、千葉県が行った地震被害想定調査で対象とした3つの地震の中の1つである東京湾北部地震による建物被害の分布の千葉市に当たる部分だけ取り出したものがこの図（スライドNo. 10）です。四角の1つ1つは250m四方で

あり、この四角の中で何件くらいの家が壊れると想定されるかを表しています。赤いところは250m四方で20件～100件くらいの家が全壊してしまうであろうということです。オレンジ、黄色、緑、青になるにしたがって、その数は低くなり、紫色のところでは250m四方で被害は出ないであろうという結果を説明しています。これを見ると地域差が非常に大きいということが分かります。たくさん被害が出るところはたくさん家が建っているということがその理由の1つです。今左に示している図（スライドNo. 11左）は、250m四方あたりにどれくらいの数の家が建っているかという図です。赤い四角のところは500～1000件の家が建っているということです。その中で数十件の家が全壊するというのが右側の図との関係になっています。千葉市内だけを見ますと、周辺部を除いて満遍なく家が建っていますが、被害の出方には地域差が顕著に見られます。その原因として、地震の時の揺れの程度が違うということが考えられます。これ（スライドNo. 12）は、被害想定を行った際の千葉市内の震度分布図です。オレンジ色の部分は、東京湾北部地震が起こったと仮定して、震度6強の揺れに見舞われる場所を表しています。黄色の部分は震度6弱です。緑の部分は震度5強です。先ほどのこの四角（スライドNo. 10左）が震源域で、この四角の範囲の断層がずれて地震が起こります。震源から近い所は当然揺れが大きくなりますので、海岸部の揺れが大きいというのはいずれもそうですが、よく見ると分布にばらつきがあるのが分かります。緑の部分に黄色が入り込んでいたり、黄色の部分にオレンジ色が入り込んでいたりします。この大きな原因の1つは地盤の影響ですが、地盤の話に行く前に、まず、それぞれの土地がどのような地形に分類されるかを見てみます。赤い線で囲まれているところは埋立地です。以前は干潟であった所に土地を造り出したところですが、このような地形は揺れが大きそうだということはお分かりいただけると思います。埋立地以外にも揺れの大きい部分が見られます。青い線で囲まれているところは低くなっている部分です。台地の中に低地が入り込んでいる特徴的な部分があります。よく見ると、このような所で震度が大きくなっているのがわかります。緑の部分に黄色が入り込んでいるところがありますが、これも低地です。つまり、震度と地形が密接に関係しているということがお分かりいただけると思います。

次に地形、地盤と地震の揺れの関係についてお話したいと思います。まず、建物には揺れに対する性質があります。（スライドNo. 14）硬い建物・軟らかい建物と書いてあります。硬い建物は地震の時にガタガタ揺れ、軟らかい建物はゆらゆら、ゆっくり揺れます。具体的な建物で言えば、硬い建物は比較的  
低層の鉄筋コンクリート造の建物や土蔵といったがっちりした建物です。軟らかい建物は超高層ビルが典型です。一般的な木造の建物も同じ範疇に入ります。

建物だけでなく地盤にも同じ性質があり、地盤で言うと硬い地盤と軟らかい地盤があります。(スライドNo. 15) はある都市の地盤の断面です。茶色の部分は硬い地盤、黄色の部分は軟らかい地盤です。A、B、Cの3つの地点にはそれぞれ地震計が設置されていて、ある地震の時の揺れの記録が上のグラフのようになっているという関係です。グラフの見方ですが、横軸は時間の経過、縦軸は揺れの程度で、ギザギザが大きいほど揺れが大きいことを表しています。硬い地盤のA地点では、揺れの程度はあまり大きくありませんが、軟らかい地盤のB、C地点では揺れの程度は大きいことが分かります。よく見ると揺れの性質も違っています。C地点の記録に顕著に現れていますが、ギザギザの目が粗いのに対し、A地点ではギザギザの目が細かく、これがガタガタ揺れるかゆらゆら揺れるかの差を表しています。これと地震の時の被害の出方との関係ですが、まず、これ(スライドNo. 16)が東京の断面図だと思ってください。山の手は一般的に地盤が固く、下町は軟らかい地盤が厚く堆積しています。関東地震の時に、東京の下町は出火だけでなく揺れそのものによる大きな被害が出ました。山の手では木造の建物の被害はあまり大きくなかったのですが、よく調べると土蔵の被害は山の手に集中していたという記録が残されています。硬い地盤はガタガタ揺れ、軟らかい地盤はゆらゆら揺れるのに対し、硬い建物はガタガタ揺れ、軟らかい建物はゆらゆら揺れます。つまり、足元の地盤とその上に建つ建物の揺れの性質が同じ場合、お互いに揺れの程度を強め合うという現象が起こります。

地盤にからんで地形の話をしていきます。(スライドNo. 17左) は地盤の断面図です。崖の突端の部分をもとに崖から離れた方向にグラフの横軸をとり、縦軸は揺れの程度を表しています。崖の突端は揺れやすく、崖から離れるとその程度は下がっていきます。(スライドNo. 17右) 赤い線は崖の上端で、青い線は斜面下端(法尻)です。横軸はガタガタした揺れ、ゆらゆらした揺れの程度を表していますが、どちらの揺れにしても、赤と青を比べると赤の方が一般的に数値が大きいことから、崖の上端は揺れやすく、法尻の揺れは小さくさうだということがわかります。具体的に見ていきますと、(スライドNo. 18上) は千葉市内のある地区の地盤の断面を表しています。赤で囲んだ部分を取り出して地震の時にどの程度の揺れになるかをシミュレーションした結果が(スライドNo. 18下) です。これを見ると、崖の上端部分と低地の部分が赤くなっており、揺れの程度が大きいことがわかります。この崖の上の部分、下の部分、低地の真ん中の部分の3ヶ所に地震計を設置して、ある地震の時の記録を示したのが(スライドNo. 19) です。横軸は時間の経過、縦軸は揺れの程度を表しています。斜面上部の揺れが大きいのに対し、斜面下部は小さく、低地の真ん中のあたりはまた大きいということが一目瞭然です。このよう

に、地形によっても揺れの性質が異なるということが分かります。

次に、埋立地を見てみます。埋立地は地形的には平らですが、平らといっても安心できるわけではありません。(スライドNo. 20)は千葉市美浜区のある場所で、○で示した地点での揺れの性質を調べたものです。黒い○はゆらゆら揺れる、白い○はガタガタ揺れることを意味しています。同じ平らな埋立地でも、○の色にばらつきがあるのが分かります。今は平らな地面ですが、2万年くらい前の氷河期の頃は海面が今よりずっと低く、現在の東京湾は陸地でした。その頃には東京湾に川が流れていて谷が刻まれており、その後、海面が上昇して土砂で埋まり現在に至ります。つまり、今の地形の下に大昔の地形が隠されているということになります。すると、ある部分では軟らかい地盤が厚く堆積し、ある部分ではそれほどでもないというような差に応じて地盤の揺れの性質も違ってきますので、現在の地形だけでなく、古い時期の地形も見る必要があります。

地形の見方についてお話します。～山地、～平野などを地形分類と呼びますが、地盤と地震の揺れの性質を調べるには、もう少し細かな微地形というものを見る必要があります。数百m～1kmくらいの間での地形変化が地震の時の揺れの性質、ひいては被害の出方に関係します。(スライドNo. 24)はどこにどのような地形があるのかを示した模式図です。千葉県を含む南関東は台地とその中に入り込んでいる低地に大別されます。台地は地盤が比較的しっかりしているのに対し、低地は一般的には地盤が軟らかいという性質があります。関東地方は具体的には(スライドNo. 25)のようになっています。大きな川の周りには低地になります。千葉県周辺の大きな川として江戸川と利根川がありますが、その間に挟まれた台地の中に細かい谷がたくさん入り込んでいます。千葉市について見たものが(スライドNo. 26)です。ベージュ色の部分は台地で、その中に黄緑色で示した谷が入り込んでいます。千葉県に昔から住んでいる方は谷津や谷津田という言葉聞いたことがあると思います。昔は水田に利用されていたような所はいわゆる軟らかい地盤の低地です。それ以外に海岸部分の埋立地があります。(スライドNo. 27)は、地形を鳥瞰図の形で見たものです。台地が広がっていてその中に谷が細長く入り込んでいる様子が分かります。極端ですが、写真で見ると(スライドNo. 28)のようになります。地形とその地形を形作る地盤を表にまとめたものが(スライドNo. 29)です。この中で、赤字で書かれた微地形は軟らかい地盤が厚く堆積した低地の軟弱地盤や極軟弱地盤です。微地形は古い地図から判断することができます。以前は水田が広がっていたところは、一般的に低地の軟弱地盤と判断できます。それに対し、畑や果樹園は水をそれほど必要としないので小高い所にあります。このような所は低地より地盤がしっかりしていると判断できます。(スライドNo.

○. 32) は明治30年代の千葉市の中心付近の地図です。そこから、水田、畑、森林などを抽出したのが(スライドNo. 35)です。濃い緑は森林、橙色は畑その他、薄い緑が水田です。青い所は東京湾です。水田がずっと入り込んでいるのがわかります。これがいわゆる谷津田です。ここからその土地の地盤がだいたい推測できます。明治時代の土地の利用のされ方と地形は概ね1対1の関係で対応しています。濃い緑と灰色の部分は台地、黄色の部分は造成された土地、薄い緑の部分は水田、赤い部分は盛土がされた土地です。宅地にするため、低地であった所に盛土をしたので、軟らかい地盤が隠されているということになります。これまでの話を総合して、地形・土地利用情報から地震の時に被害が大きいか、小さいかを短絡的に判断したものが(スライドNo. 36)です。千葉県東方沖地震の時の被害分布を重ねると、比較的危険度の高いピンクの所に点が集中しています。緑や黄色の部分もありますが、よく見ると地形が変わる部分です。つまり、崖地など地形が急激に変わっている部分は、地震の時の被害の出方が大きくなる可能性があります。

前半をまとめると、地震災害の危険度を理解するには、建物と地盤の揺れの性質、地形と地盤の関係等に関する知識が必要になります。また、建物、地盤の硬軟、新旧、地形の複雑さなどが被害の出方に影響を与えます。しかし、災害の危険度が他の地域より高いから悪いというわけではありません。どのような自然災害に対してどのようなリスクが有り得るかを普段から認識し、それに対する備えをすることが必要です。今回、千葉県が行った地震被害想定や、市町村単位のきめ細かな地震被害想定に対して敏感になっていただきたいと思えます。

後半の時間を使って、平成19年度に千葉県が行った地震被害想定の詳細を紹介します。前半でお話した観点を念頭に置きながら、どこの被害が大きくなりそうかという見方で被害の出方をご覧ください。まず、作業の全体フローを(スライドNo. 39)にまとめています。前提条件は、千葉県下の55市町村及び千葉市の6つの区全体に対して5つの地震を想定し、被害の出方を250m四方のモザイクで表現しています。千葉県全体の地盤がどうなっているかを知るために、データを収集・分析して詳細な地盤モデルを作成しました。このようなデータに基づいて、地震の時の揺れ、液状化、急傾斜地崩壊、津波の遡上等について予測し、そこに建物があるとどれくらいの被害が出るのか、どのくらいの方が亡くなるのか、ライフラインが途絶するののかといった被害を予測しました。これらを踏まえて、千葉県では減災目標を設定し、被害に備えることとなります。

次に、被害の数字的な全貌を紹介します。(スライドNo. 41)の左側の四

角は断層を表しています。この断層で岩盤が破壊され、その衝撃が四方に伝わっていきます。青い部分が岩盤で、岩盤の上に硬い地盤、硬い地盤の上に軟らかい地盤、その上に我々が住んでいる建物が乗っているという図です。現在の知見では、どこにどのくらいの規模の断層があって、その断層がずれたとすると、どの地点でどのくらいの揺れになるかを様々な仮定のもとで計算することができます。千葉県地震被害想定でも、こうした最先端の技術を用いて250m四方の各マスで、この地震が起こったとしたらこのくらいの揺れになるということを計算しています。想定された地震は東京湾北部地震、三浦半島断層群による地震、千葉県東方沖地震の3つです。(スライドNo. 41)の1番大きな四角は、東京湾北部地震の断層面でM7.3くらいになると想定されます。この地震による影響が千葉県では最も甚大になりますので、主にこの地震の数値を紹介します。東京湾北部地震がどのようなものかということ、プレートテクトニクスという話を聞いたことがあるかもしれませんが、地球の表面は硬い岩盤で覆われており、その岩盤がいくつかかにヒビ割れています。その1枚1枚の破片に相当するものがプレートです。日本付近はプレートとプレートが寄せ集まっているために地震が非常に多いわけですが、関東地方は3つのプレートが重なり合っており、とりわけ地震が多い所です。地震には、重なり合ったプレートがお互いに押したり引いたりした結果、岩盤がずれて地震を引き起こすタイプと、プレートそのものが破壊される活断層による地震の2つのタイプがあります。東京湾北部地震は、関東地震と同じように、フィリピン海プレートと北米プレートの境界で起こる地震の1つです。関東地震が心配される場所ですが、関東地震は200~300年くらいの間隔で繰り返し起こり、前回起きてからまだ100年くらいしか経っていませんので、関東地震の発生は100年以上先とされています。しかし、関東地震の発生から100年くらいすると、マグニチュード7クラスの直下での地震が起こることがある程度わかっています。したがって、関東地方で心配されるのは関東地震ではなく、直下での地震で、その中で最も確度が高いものが東京湾北部地震です。東京湾北部地震が起きたときの震度分布を千葉県全域で示したものが(スライドNo. 43)です。東京湾岸を中心に震度6強の地域が広範囲に広がります。ある条件下で予測すると震度7も出得るということになります。ですから、この結果はいくつか予測を出して、それを平均化したものと捉えてください。いずれにしても、震度6強はかなりの被害を覚悟しなければならない揺れと言えます。千葉市を拡大したものが(スライドNo. 44)、船橋市を拡大したものが(スライドNo. 45)です。海岸部は震度6強で、全般的には震度6弱、千葉ニュータウンあたりは5強という予測結果になっています。(スライドNo. 46)に示すように、千葉県東方沖地震、三浦半島断層群による地震による影響は限定的です。(ス

ライドNo. 47)の横軸は時間の経過、縦軸は揺れの程度を表します。これは、千葉市内のある地点での予測結果ですが、兵庫県南部地震で観測された最大の数値と同程度の大きさです。(ライドNo. 48)は、ある特定の地震ではなく、地盤の影響等を考慮した相対的な揺れやすさを表している図です。赤い部分は同じ地震でも他と比べて震度が1近く大きくなってしまふような所、青い部分は逆に揺れにくい所です。千葉県では、南部を除くと低地の部分に赤が目立ちます。次に、液状化についてですが、液状化とは地震の時に地盤が泥水のようになってしまふ現象です。液状化はどこでも起こるわけではなく、地面を掘るとすぐ地下水が湧き出てくるような場所、つまり低地で、かつ、砂地盤であるという条件が必要です。逆に言えば、粘土など砂地盤でないところでは液状化は起こりません。しかし、(ライドNo. 49)を見ると、海岸部や川沿いの低地の部分では液状化の危険性が高いことが分かります。次に、急傾斜地崩壊についてですが、南関東の地形の大きな特徴は台地、低地、埋立地です。台地及び低地は概ね平らですが、その境界部は急な斜面になっています。斜面地は地震の時に揺れが大きくなってしまふし、台風等によりがけ崩れなどの土砂災害の危険がありますので注意が必要です。

(ライドNo. 54)は地震の揺れによって壊れる家の数です。細かい数字に意味はなく、だいたいどれくらいの規模になるかをご覧下さい。東京湾北部地震が起こったとして、千葉県内では木造建物の全壊が約4万棟、鉄筋コンクリート、ブロックなど非木造建物の全壊が約4千棟の合わせて約4万3千棟の建物が全壊します。ですから、これから対策を進めてこの数字をできるだけ減らす努力が必要になります。(ライドNo. 55)に示すように、急傾斜地の崩壊により全壊する建物が約900棟です。それから、地震が起こると火災が発生する可能性が高くなります。火災の場合には季節、時間帯、風の吹き方によって予測結果が大きく変わります。(ライドNo. 56)に示すように、東京湾北部地震で一番大きな被害が出るのは、冬の夕方6時、風速9mの風が常に吹いていると仮定したときです。延焼して消火が間に合わずに24時間経つと、2万4千棟程度の家が焼失してしまうという結果になっています。揺れによる人的被害は、時間帯、つまり家の中に人がいるかどうかによって被害の出方が変わります。(ライドNo. 58上)に示すように、阪神・淡路大震災と同じ明け方5時の場合、1300名程度の方が亡くなり、負傷者は4万名程度という想定結果が出ています。(ライドNo. 58下)に示すように、火災による人的被害は、冬の夕方6時の場合、400名程度の死者、1700名程度の負傷者が出ます。

地震対策上、非常に大切なことの1つが屋内の家具の転倒防止です。この対策をしないと、地震で家は無事でも自分が大怪我をしてしまふのは困るわけで

す。(スライドNo. 60上)に示すように、揺れそのものはたいしたことなくても、屋内での家具の転倒等により千数百名の負傷者が出るという想定になっています。また、(スライドNo. 60下)に示すように、ブロック塀の転倒でも1800名程度の負傷者が出ます。

まとめに入ります。千葉県では、大きな影響を及ぼす可能性の高い地震として、東京湾北部地震、千葉県東方沖地震、三浦半島断層群による地震の3つの具体的な地震について、どこにどの程度の被害が予想されるかの想定を行いました。千葉県では、この結果を踏まえた施策を推進していきますので、みなさんもどこにどういう危険性が有り得るかを身近なものとして感じ取り、ぜひ家族の方々と話をしてください。また、これから自治体から出される色々な情報を基に、行政と一緒に頑張って対策を進めていただきたいと思います。