

地震防災講演会(千葉会場) 中井先生講演内容

本日の内容(スライドNo.2)ですが、まず地震の時に地形と地盤が地震被害とどのような関係にあるか、こういった地形あるいはこういった地盤の所で揺れの性質がどうなるかといったお話を先にさせていただきます。

それを頭に置いていただいた上で昨年度(19年度)の千葉県の地震被害想定結果を後半に紹介します。最後に、時間があればとありますが、被害想定結果を利用したシミュレーションもご紹介したいのですが、時間の関係でこちらは厳しいかもしれません。

まずは、地形・地盤と地震被害(スライドNo.3)の関係について、いくつかの例を用いて説明していきたいと思います。この写真(スライドNo.4)は2004年に起こった新潟県中越地震の被害写真です。たくさん家屋が壊れましたし、土砂災害も山古志村を中心としてたくさん発生しました。都市部の被害が集中したのが小千谷市でした。こちら(スライドNo.5)の左側の地図なんですけれども、ご覧いただいているように地図上に四角がありますが、これは400m四方の範囲でどの位の率で家が全壊したかと言う全壊率を表しています。濃い青の部分は7~8割を超えるような率で家屋が壊れたことを表しています。全壊率は壊れた家そのものの数ではなく、率を表したものです。これ(スライドNo.5左地図)を見ると、家屋がたくさん建っているのは中心付近なのですが、中心部およびその周辺部よりも少し離れた地点で全壊率が大きいことがわかります。同じ町で被害の出方がかなり違ってきます。これはもちろん地震の揺れの程度が違っていただけですが、その違いが生じた大きな理由は地形およびそれに密接に関係していると言われる地盤の性質ということが言えます。

千葉について見ますと、この鳥瞰図(スライドNo.6)は千葉北西部の地形を表しているのですが、標高の高い所は茶色に、低い所は緑色になっています。一見して、おおむね平らな部分(台地)が広がっているのがお分かりいただけると思います。そして、海岸付近に平野と埋立地があります。注意すべきなのは、台地の中に細長い谷が入り込んでいるということです。これは南関東に特有の地形でして、谷津・谷戸と言ったりもしますが、小高い部分と低い部分があります。これが実は足元の地盤の性質と大きく関係しています。

そういった地形および地盤が地震の被害の出方にどれだけ影響を与えるかということ、千葉市を例にとって計算したものをご紹介します。これ(スライドNo.7)は後半にお話しする19年度に千葉県が行った被害想定ではなくて、平成8年度版の仮定に対応したものです。これは平成8年度版で影響が最も大きいであろうと想定していた地図上の黄色の部分を実定の断層面とする関東地震(1703年の元禄地震)が再度起こった場合の震源域を仮定して計算しました。

最初にお話しした通り、足元の地盤と被害の出方は密接に関係しますが、それを知るためにはどの地点がどのような地盤なのかを見極める必要があります。ここ(スライドNo.8)ではいくつか色分けされておりますが、同じ色のところは同じ地盤を表しています。左側(No.8左図)は台地の標準的な地盤ですが、地表付近はロームの層になっていて地中に入るにつれて砂の層が出てくるようになっていきます。一方、こちら(No.8右図)は谷底平野の標準的な地盤ですが、20m位までは非常に軟弱な地盤が堆積しています。N値のグラフを見ると、台地の方は少し掘り進むとこの値が大きくなりますが、谷底平野はずっと0の状態が続くということから、非常に軟弱な地盤であることがわかります。これを踏まえると、先ほどの断層がずれて地震が起ると千葉市内でどの位の震度になるかある程度計算することが出来ます。

この計算(スライドNo.9)も県の行ったものではなく、私が別途に計算したものです。図中の黒い部分が震度7になっています。それに対して、千葉市内にどれだけ家が建っているかを表したのがこちら(スライドNo.10)です。これはどの地域にどれだけの家が建っているかを表した木造建物分布です。図中の黒い部分は1haあたり50~80件の家が建っていることとなります。だいたいどこに家が密集しているのかがわかると思います。スライドNo.10とNo.9を見比べて、この震度でその上にこれだけの家が建っているとどの位の被害が出るのかを計算することができます。これ(スライドNo.11)は例として稲毛区と美浜区の1haあたりの倒壊数を比較したものです。そして、これ(スライドNo.12)が地形別に被害率をグラフ化したものになります。このグラフは各地形名を横軸に、その地形に属している地域における平均的な木造家屋の全壊率を縦軸にとったものです。そうすると、地形ごとにバラつきがあって、今赤丸をつけた所が全壊率が高いことがわかります。谷底平野Iや海岸平野、あるいは埋立地で率が高くなっています。こういった地域では、軟弱な地盤が厚く堆積していることが全壊率の高さに関係していることとなります。(以下、スライドNo.13まとめ)つまり地震被害は地形・地盤と密接な関係にあります。千葉市のみならず、千葉県中央部より北は主に台地・平地・埋立地の3つに地形区分され、台地に比べて平地、埋立地の地震災害のリスクは一般的に高いということになります。こういった地形や地盤に関する詳細な知識を地震被害想定の際には収集、分析して被害想定を行うこととなります。

もう少し細かい話を紹介します。地形・地盤と地震の揺れが具体的にどの部分でどのくらい違うのかということを紹介します。まず地中の様子がどうなっているかを知る必要があります。これ(スライドNo.16)は表層地盤のモデル化と言います。後にご紹介します県の被害想定は県の全土を対象としており、データ量も膨大になるのですけれども、とりあえず千葉市の一部の地域を対象に私の

方で 50m 四方で地中の様子がどうなっているのかを、平成 19 年度に千葉県が行った被害想定で行った類似の方法で出してみましたのでご紹介します。これ(スライドNo.16 右上地図)は稲毛区です。図中の赤い点はボーリングと言いました、地中に穴を掘って地盤調査をした場所を表しています。1000 ヶ所弱くらいあります。そして、左(No.16 左図)が代表的な結果を示したものです。先ほど申しました通り、台地と低地では地中の構成が異なっています。No.16 の右下図のように上から順にこのように地層が堆積しています。台地の方では、関東ロームと呼ばれる富士山や箱根山が大昔に噴火した火山灰が降り積もって風化して土になったものがあり、その下に砂の層が出てきます。低地にはそれがありませんので腐植土と呼ばれる植物の腐ったもの、あるいはその下に粘土の層があります。この部分が台地との違いになってきます。それより下の層はおおむね同じになります。

ボーリングした地点は稲毛区には数百点あるのですが、それを一本一本線で結んで、地層境界がどこかを専門家がみます。そしてこのよう(No.16 左図)に区分けします。今左側(スライドNo.16 左下部)に出てきた「工学的基盤」という言葉ですが、これは建築基準法で使われている用語です。建築基準法では建物を建てる時に敷地の地中を調査して、しっかりした地盤がどこに出てくるかをまず明らかにしなさいと求めています。そのしっかりした地盤を「工学的基盤」と呼びます。建築基準法ではこの工学的基盤が出てきたら、全国津々浦々どこでも、これだけの強さの地震動がそこにやってくる、揺れると仮定してその上に立つ建物の安全性を検査しなさい、ということを求めています。ですので、この工学的基盤がどの深さに出てくるかが非常に重要なファクターになります。そして、その上に砂があつてロームがあつてということになります。

低地の方でも同様な層分けをします。それを一本一本並べると、こういう絵(スライドNo.17)が描けることになります。だいたいの区分けをしますので、その層の中でも性質がバラつくことになります。ですので、それをさらに細分して全ての層を10等分するということをします。まずそういったことをボーリング一本一本にしておきます。右側(スライドNo.18 右図)にありますのは 50m 四方の地図だと思ってください。その内の1つのマス目の中の地層がどのようになっているかをすでに得られている周りのボーリングの赤い点がありますが、これを元に推測します。そういったことを全てのマス目にしてみると、このような断面(スライドNo.19)が描けるようになります。これ(No.19 右上図)は別に専門家が手に入るボーリングデータから想定した地質断面ですが、こちら(No.19 右下図)は先ほど言った方法で作ったものです。おおむね対応するということがわかります。それに基づいて地面の揺れの性質あるいはどの位増幅するのか、先ほど工学的基盤と申しましたけれども、ここに全国津々浦々同じ大きさの地震がや

ってきたとすると、地表面でどの位動きが大きくなるかということ計算することが出来ます。その結果がこういったグラフ(スライドNo.20 右グラフ)になります。このグラフの一番高いところは最大増幅率ですね。ある地点から別の地点まで地震波が伝わってくる間に何倍くらい揺れが増幅されたのかを表現するのがグラフの山の高さになります。横軸は振動数と呼ばれるものなんですけれども、地震にはたくさんの成分が含まれていますが、ユラユラゆっくり揺れる成分からガタガタ速く揺れる成分などたくさんあります。そのどのくらいの速さで揺れるものが一番たくさん含まれているのか、それが大きく増幅されてしまうのかということを表します。つまり、どれだけ大きくなるか、どのような速さで揺れる揺れが大きくなるのかの2つのパラメータがいわゆる地盤の震動特性と言われるものになります。

その結果を稲毛区について見てみます。(スライドNo.21)緑色の部分は台地、赤色の部分は低地です。つまり稲毛区はほとんどが台地と低地でできていることになります。縦軸の増幅率(No.21 左図)で見ると、緑の部分は2倍程度増幅されますが、赤い部分は5~6倍以上大きくなってしまいますので、低地の部分はやはり地盤が軟弱であり、揺れも大きくなるということがわかります。横軸の振動数について見ると、台地は振動数が高いということでガタガタした揺れが大きくなりやすい、谷の部分は数字が小さいということでゆっくりした揺れが大きくなりやすいことを表します。同じ台地でも緑の色の濃さが違う部分がありますが、これは地盤の構成が違っているということです。柔らかい地盤が厚いとグラフの増幅率が高くなってしまふことになります(スライドNo.20A、B)。低地の部分も色にムラがありまして、腐植土の堆積量の違いで増幅率と振動数が違ってくるということがわかります(スライドNo.21C、D)。つまり、今言ったようなボーリングデータをたくさん集めて地中の様子を詳しくモデル化すると、それぞれの場所における地震のときの揺れの性質が詳しく求められるということになります。県の被害想定調査でも同様の方法で実施しています。

それからもう一つ地形に関する事で、崖地形というものがあります。最初の鳥瞰図(スライドNo.6)でもご覧いただいたのですが、台地の中に谷が入り込んでいるような地形は千葉県にはたくさんあります。そして、その台地と低地の境目が急な斜面になっておりまして、そこにも問題があるということをご紹介します。これ(スライドNo.25)は崖地形の断面を表しています。こういったところに地震計を置いて地震観測を行いますと、このような記録が取れます(No.25 内3つのグラフ)。このグラフは地震記録なんですけれども、横軸が時間で縦軸が揺れの程度を表しており、大きく振れていれば大きく揺れているということになります。つまり、台地・低地境界の斜面の上端では揺れが大きくなるということです(赤グラフ)。崖の上部の部分はこの位の揺れ(赤グラフ)、崖のふもとの部

分はこの位の揺れ(青グラフ)ですから、上端部分のほうが揺れが大きいこととなります。また、低地の真ん中部分(緑グラフ)も結構揺れが大きいです。これとこれ(赤グラフと緑グラフ)を比べてみますと揺れの大きさもさることながら、揺れの性質も違っているのがよくわかります。こちら(赤グラフ)はギザギザの目が詰まっていますが、それに比べてこちら(緑グラフ)は目が開いている、つまりゆっくり揺れているということになります。

また、斜面に関してですが、こちらの写真をご覧ください(スライドNo.26)。こちら(No.26 右上写真)は人の手の加わっていない自然斜面です。これ(No.26 右下写真)は人の手の加わっている切土斜面です。この2つの斜面では地震観測データに若干の違いがあります。先程のように横軸に振動数をとって、縦軸に揺れやすさをとったグラフを模式的に表すとこのようになります(スライドNo.27)。そして、これ(No.27 左上図)が斜面の断面ですが、肩から順番に揺れの計測を行った結果がこちら(No.27 左下グラフ)になります。それを真上から見て山の高さで色分けしたのが右のグラフです(No.27 右グラフ)。同じ計測をいくつかの斜面で行ったものがこちらです(スライドNo.28)。自然斜面は3つあります。右下は切土斜面です。これをどう見るかということ、赤い部分が山の高さが高い部分です。自然斜面では左側の距離ゼロというのが崖の法肩部分です。距離が右側に行くにしたがって台地の中央部に行くのですが、法肩では縦軸(振動数)の値が小さい、つまりゆっくりした揺れになっています。そして台地の中央に向かって振動数が大きくなります。つまり、速い揺れに変わっていくということです。いずれの自然斜面でもそのような結果になっています。それに対して切土斜面の方はそういった傾向はありません。崖の法肩でも台地側でも振動数の値に違いはありません。これはどういうことかと言いますと、自然斜面にはゆるんだ層が存在するためです。揺れ方を違う観点から見ますと、これ(スライドNo.29)が崖の断面ですが、下から地震がやって来た時にどの程度の揺れになるかというのを、あるところを基準に比率で表したもののなのですけれども、台地の中央に比べて崖の法肩部分はやはり大きくなり、崖の下の部分は小さくなります。もともと、その大きくなり方はたかだか3割程度となっています。ところが、ここ(No.29 下図中)にゆるみ層があると、その付近でかなり大きな揺れになります。それが先程の地震記録が斜面の肩の部分で非常に大きくなった理由ということになります。ですから、斜面の傍ではこういった点にも注意が必要だということになります。

もう一ヶ所埋立地について見てみます。ここ(スライドNo.31)は美浜区になります。埋立地が幅3 kmくらいに渡って続いています。このようにA~Fに区分けされているんですけども、それぞれの所で埋立地ですから今の地形を見ると平らになっています。ですが、足元が昔はそうじゃなかったということに對

応するのですが、揺れの性質が異なります。例えばこのように A～F のブロックに分けて、先程と同じように横軸に振動数、縦軸に揺れ方の特徴のようなものをもってあります(スライドNo.32)。グラフがいくつかありますけれども、横軸のある振動数の所で高い山が見られます。この振動数の所でその土地はよく揺れるということです。これを卓越振動数と言います。そうすると、この A～F のブロックで卓越振動数がそれぞれかなり違うということがわかります。これは地震観測で——先ほどの(スライドNo.32)は地震観測ではなく常時微動(人間には感じない微かな揺れを測って調べたもの)というのですけれども——地震計を置いて地震の時の揺れの性質を調べてもやはり同様のグラフが描け、高い山の出てくる位置が場所によって違うということになります(スライドNo.33)。それはその地点ごとの地盤の性質を直接反映しているということになります。一般的に現在の地面は平らな埋立地なのですが、少し場所が変わると実は揺れの性質がかなり変わってしまうということがわかります。昔は海や干潟だった訳ですから、海岸からだんだん沖に出ると軟らかい地盤が堆積している厚さが増えていくというのはもちろん想像できます。そして、それだけではなく、このグラフ(スライドNo.34)は旧海岸線、今の国道 14 号線の付近が旧海岸線なんですけれども、そこからの距離を横軸にとっており、縦軸にはどの振動数で最も揺れやすいかの値をとっています。そうすると、ある部分ではこのように距離に反比例するように揺れやすい振動数が変化しています(No.34 左図中青いライン)。海岸から離れるにしたがって、軟らかい層(埋め立てした土)が厚いということに対応します。ところが、ほとんど変化しないところがあります。それはどういうことかということ、約 2 万年くらい昔の最後の氷河期の最も勢いが強かった時期になりますけれども、その時には今よりも海面が 150m ぐらい低かったというように言われておりますが、東京湾が海ではなく陸地だったんです。ですから、この辺も川が流れていて谷が刻まれていたということです(スライドNo.35)。その谷が今の埋立地の下にずっと残っていて、その上に軟らかい層が堆積して、さらにその上を埋め立てしたというのが今の埋立地の地層ですので、古い時期の地形が地盤と今の揺れの性質を左右しているということになります。埋没谷の位置はある程度わかっているのですが、詳細な位置までは特定できていません(スライドNo.36)。

地震の際の地形の色々な性質を見る最後のトピックになりますが、切盛地盤について説明します(スライドNo.37)。切るというのは、削るということです。出っ張った部分を切り取って、へこんだ部分を埋める切盛りと言いますけれども、先程の埋立地と同様に現在の地形は平らなのですが、以前のデコボコが隠されているという所です。このことを図にするとこのようになります(スライドNo.38)。宅地造成では平らな土地が好まれますので、出っ張っている部分を切り取って、

谷になっている部分を埋めるということを行います。切り取った部分を切土地盤と言います。谷間を埋めて造られた地盤を盛土地盤と言います。一般的にこの盛土地盤は軟弱であることが多くて、揺れがかなり大きくなってしまいます。

これは千葉市のO(オー)地区という所の1979年当時の造成が始まる前の地形図です(スライドNo.40)。等高線などが書いてあるものです。そして、このように等高線を手で拾います(スライドNo.41)。高さを拾ってそれに基づいて、造成前の全体地域の地形がどうだったかを標高で表したのがこの図(スライドNo.42)になります。赤い部分は標高が高く、緑の部分は標高が低くなっています。2本の大きな谷津が入り込んでいるのがわかります。同じ手段で造成後の標高を拾って描いたものがこちらです(スライドNo.43)。標高差はまだあるのですが、全体的にのっぺりしています。図中の矢印部分が2本の谷津が入り込んでいた部分ですが、痕跡は残っていますがかなりなだらかになっていることがわかります。No.42が以前の地形、No.43が造成後の地形ですが、その差を取るとこのようになります(スライドNo.44)。差の最大値から約20m盛土されているのがわかります。実際には盛土をしますと、その重みで軟らかい地盤が沈下しますので、実際に盛った土の量はもっと多いことになります。以前に比べて10m~20mの盛土をされた部分が広がっており、全体としてはなだらかな地形に現在はなっていることになります。青い線(No.38 図中)の所で常時微動を測って、揺れの性質に差があるのかを見てみました。それがこの図です(スライドNo.45)。このグラフは横軸が距離です(No.45 上グラフ)。青い線に沿った距離とってください。縦軸は標高になっています。グラフ中の青い線は今の標高になっています。現在はほとんど標高に差が無いのがわかります。造成前はグラフ中の赤い線が標高になっています。ずいぶん標高に差があったことがわかります。a・b・cの3ヶ所の揺れの性質を見てみたのがこのグラフです(No.45 3つのグラフ)。横軸は周期となっていて右へ行くほどゆっくりした揺れで、左側は速い揺れです。これを見ればどの周期の揺れで揺れやすいのかということが端的にわかります。cの部分は多く盛土をされた地点なのですが、グラフ中に非常に高い山が見られます。bの地点も盛土されていますが、cほどは山が高くありません。切土と盛土の地点を見比べると、揺れの性質がずいぶん違うことがわかります。もっとたくさんの地点で見たものがこのグラフです(No.45 カラフルなグラフ)。赤い部分が山が高くなっている部分なんですけれども、やはり盛土された部分は赤い色が目立つということが判ります。それから、これ(スライドNo.46)は下から地震動が伝わってきたときに、工学的基盤から地表面に到達するまでにどの位地震動が増幅されるのかというのを縦軸に取ったものです。盛土のグラフには高い山がいくつか見られます。それに対して、切土のグラフには山はありますが、盛土に比べるとかなり低い山です。切土地盤では揺れはさほどではないで

すが、盛土の部分はかなり揺れてしまうことがわかります。

まとめますと、造成によって土地が平坦になっていても切った部分と盛った部分では揺れの性質がかなり違ってしまいます(スライドNo.47)。また、盛った地盤は固有周期が長い、つまりゆっくりした揺れになりますし、揺れそのもの(増幅率)は大きくなってしまふのだということがわかります。以上、地形と地盤に関わるどういったところに注意が必要なのかを千葉市を例にとって説明しました。こういった観点が含まれるのだということを頭に置いて頂いて、この後平成19年度に千葉県が実施しました地震被害想定の概要に関して、ポイントだけをご紹介しますと思います。詳しい内容に関しては、千葉県のホームページにアップされているようですのでご覧ください。

地震被害想定はどういうことをやったかということ、膨大な作業を行っています(スライドNo.49)。まず、地盤のデータなどの様々なデータを集めることから始まります。そして、地震の際に千葉県の各地の震度がどの位になるかを推定して、そこにどういう種類の家がどの位建っているのか、あるいはどういうライフラインが存在するかを事細かに調べて、それぞれのライフライン・構造物の脆弱性がどの位か、どの位の揺れでどの程度の確率で壊れるのかといったことを判定して、被害の総量を集計します。その結果を踏まえて県の防災計画を策定するという流れになります。

まず、どの地点でどの位の揺れになるかということについて、後ほど藤原先生からも詳しくお話があると思いますが、ここでは19年度に県が行った調査に関して紹介します。これは断層です(スライドNo.50)。青い部分は岩盤になります。③と④は地盤の部分になります。断層というのは岩盤に何らかの理由で力が加わって、岩盤がある面に沿って突然ずれるような破壊(せん断破壊)が起こることを言います。その衝撃が岩盤中をどんどん伝わって、岩盤から地盤に入って、さらに我々の足下の軟らかい地盤まで伝わって、その上に立っている我々が揺れを感じるようになります。この一連の過程を合わせて「地震」と言います。地面の揺れそのものは「地震動」と言います。地震と地震動はその意味では違うことになります。

この地震動を推定することが今の技術ではある程度可能になっていまして、どこの断層がどういう風にずれると、例えば千葉市だとどの位の程度の揺れに見舞われるか推定することが出来ます。その時に岩盤中を伝わる間は距離によって揺れの程度がだんだん小さくなります。非常に遠くで地震が起こっても、例えばスマトラ島で地震が起こっても日本ではほとんど揺れを感じないですね。ですから、岩盤中を伝わる間は距離によって徐々に揺れが小さくなっていくことになります。ところが、その上に岩に比べれば軟らかい土、表層に行けばさらに軟らかい土が堆積しています。そうすると硬い地層から軟らかい地層へ入

ると、逆に揺れが大きくなってしまいます。揺れの性質も変わるんですけども、揺れそのものも大きくなります。それが増幅と呼ばれます。その時に大切になるのは工学的基盤になります。建築基準法ではここ(工学的基盤)の揺れが日本全国どこでもこのような揺れであったときにさらに上の軟らかい地盤の上に建っている建物の安全性をちゃんとしなさいということを求めています。これ(No.50②)とこれ(No.50③)は違います。こっち(②)は岩盤です。ですから、これ(③)がどこにあるのかというのを調べないといけないということになります。

千葉県が行った地震被害想定は3つの地震について被害予測を行っています(スライドNo.51)。一つは、この大きな長方形を断層部分とする東京湾北部地震です。これはまだ起こっていません。マグニチュードは7.3です。二つ目は、千葉県東方沖地震です。これは一回起こっているものです。もう一回起こったらどうなるかを予測したものです。三つ目が三浦半島断層群による地震です。これもまだ起こっていないです。主な被害は神奈川県ですが、千葉県にも一部かかるので調査を行っています。見てわかる通り、東京湾北部地震が一番影響が大きいものですのでこの地震に対する被害予測結果をご紹介します。私の話の最初にありましたような同じような方法を使って、千葉県各地点の地中がどういう地盤になっているか、浅層地盤(浅い地盤)もつとえば工学的基盤よりも上の地盤がどういう地層になっているかというのを調べます(スライドNo.52)。250m×250mのメッシュで千葉県全土を覆いつくします。全部で8万個くらいになります。そして、浅層地盤モデルの設定を行います。ボーリングデータ(地盤調査結果)は3万点くらいあります(スライドNo.53)。千葉県北西部に偏っていますが、それ以外の方はそれほど多くないということになっています。そうやって求めた千葉県全土の工学的基盤の深度分布というのはこのようになっています(スライドNo.54)。南の方はいきなり工学的基盤が露出しているような形になりますけれども、北の方は20m～40m地面を掘っていくと工学的基盤というしっかりした地盤が出てくるというのがわかります。

次は被害の予測です。まずは震度分布です。先ほどの東京湾北部地震における千葉県下の震度分布が左です(スライドNo.56左図)。オレンジ色の所では震度6強です。黄色の部分は震度6弱です。緑が5強、水色は5弱となります。近年被害地震がたくさん起こっていますので、どの位の震度だとどの位の被害が出るのかというのはだいたい推測できるのですが、やはり震度6強だとそれなりの被害を覚悟しなければならないということになります。それから、断層を仮定すると断層がずれたときにどういう揺れになるのかということは計算できるのですが、もちろん誤差は含んでおりますので、計算の仕方によっては多少変動します。ある計算方法によれば赤い地点がポツポツ出てくることになります。赤は震度7を表します。ですから、少し運が悪いと震度7が出うような強さ

の地震なのだとご理解いただければよいと思います。被害の出方を推測するのは実は震度ではなくて、右のS I 値の方になります。地面の揺れの表し方にはいくつか指標があるのですけれども、震度とは別の指標を使って被害を推定しています。おおむね震度分布と同じになっていますが細かい部分で多少異なっています。震度を千葉市内で見るとこのようになります(スライドNo.57)。海岸部や内陸部の一部に震度 6 強が見られますが、これは先ほど申しましたように、低地の部分の中まで入り込んでいる部分になるので、そういう所では揺れが強くなることを示しています。ただし、これは 250mメッシュになっていますので、あまり細かな谷までは表現しにくくはなっています。内陸の緑の部分の中に黄色い部分がポツポツ見受けられるのも昔の谷津の名残になります。

ここからかなり専門的な話になってしまうのですが、千葉市のあるマス目を例にどの位の程度の揺れを想定しているのかを見てみたいと思います。これは千葉市内のある地点の 250mメッシュの東京湾北部地震が起こった際の揺れをグラフで書いたものです(スライドNo.58)。横軸は時間の経過、縦軸は揺れの強さを表しています。少し字が小さいのですが、ここに 109.8cm/s とあります。これは速度と呼ばれる指標で地面の揺れを表現したものなのですが、最大がこの値だということになります。数字そのものはともかくこれがどの位のものかと言うと、阪神淡路大震災のときに観測された記録と並ぶくらいの大さになります。ですから、かなり強い地震を覚悟しなければならないということになります。それからこれは少し違ったタイプのグラフ(No.58 右図)なんですけれども、横軸に固有周期とあります。ある程度の揺れで足下が揺らされたとき、その上に建物が建っていたとします。その建物の揺れの性質、建物自身も揺れるときの固有の周期をもっていますが、建物ごとの揺れやすさです。それを横軸にとってあります。縦軸がその地震動が建物の建っている足下に来たときの、その建物そのものの揺れの大きさになります。では、まずこの破線と黒い実線を見てください(No.58 図中)。黒い破線は、建築基準法が全国津々浦々こういう地震がやってきても建物が安全なようにと求めている値に相当します。工学的基盤に地震動がやってきたときの値がそれです。その上の軟らかい地盤で増幅が起こります。地表面に地震動が来るまでにはかなり大きくなります。それが2倍に増幅されたと仮定したものがグラフ中の黒い実線です。その強さで足下が揺れたとしたら、この固有周期を持っている建物はこの程度揺れる、というのを表す性質のグラフになります。建物の足下に揺れがやって来た時に実際に建物がどの程度揺れるのかを表したのは赤い実線です。建築基準法が定めている2倍の強さの値の場合によっては超えてしまっているところもあります。そのくらい強い地震を覚悟しなくてはならないということになります。

建物がどの程度の強さで揺れたときに壊れるのかを表したのが次のグラフで

す(スライドNo.59)。このグラフはさっきのグラフと同じ性質のグラフです。横軸は固有周期、縦軸は建物自体の揺れの大きさになっています。赤い線が先ほど言った東京湾北部地震が起こったときの千葉市内のある地点の揺れの大きさになります。いくつかこのように黒い線が引かれていますが、これは木造建物の性質です。縦軸は建物の揺れですから、どの位の揺れになったとしたらその木造建物はどの位ひしゃげるか、というものになります。うんとひしゃげたらその建物は壊れる、潰れるということです。少しひしゃげる程度なら壊れないということです。その指標がこれ(No.59 右表)なんですけれども、数字が大きいものほどひしゃげない、小さいものほどひしゃげてしまうと思ってください。赤い線が東京湾北部地震の揺れの性質になりますので、この線より下に建物の性質があるとかかなりひしゃげてしまうということになります。普通の建物はどの位の強さかというところの0.3~0.5位です。その数字だと大部分が赤い線の下側に入ってしまったので、通常の建物はかなりの被害を受けてしまうことになります。

これ(スライドNo.61)は千葉県全域の250mメッシュの中に何軒ぐらい家が建っているかを示したものです。赤い部分にたくさん建っています。それに対して、東京湾北部地震が起こるとこれ(No.61 図中)だけ壊れます。両方の図で赤い部分は被害が大きくなりますので、全壊建物はこの部分で起こってきます。また、低地の部分では液状化の危険があります。それにより壊れる建物の分布はこのような感じになります(スライドNo.62)。まとめるとこのようになります(スライドNo.63)。東京湾北部地震が起こると、約4万棟の建物が全壊するという想定になっています。半壊が約15万棟となっていますので、合わせて約20万棟が被害を受ける結果になっています。そして、急傾斜地についてですが、ランクの違う斜面の危険箇所がこのようなデータになっています(スライドNo.64)。千葉県北部は一見平らな地面なのですが、低地との境界に斜面がありますのでやはり斜面の影響からは不可避です。急傾斜地の崩壊によって、全壊が900棟弱、半壊が約2,000棟と推定されています(スライドNo.65)。火災被害については、季節・時間・風速などによって結果が大きく変化します。冬の夕方6時で風速9mと仮定して出した結果がこれです(スライドNo.66)。少し見にくいですが、この赤い印(No.66 左図中)の部分で250mあたり数十軒の家が焼失してしまうのではないかと想定されます。数値的にはこのようになっておりました(スライドNo.67)。冬の18時で風速9mですと、約2万4000棟が焼失してしまう推定です。それによる人的被害はこちらです(スライドNo.68)。揺れによる死者が約1,300名、負傷者が約45,000名という甚大な被害です。火災によっても数百の方が亡くなるのではないかとされています。急傾斜地でもやはり数十名の死者が出ます(スライドNo.69)。また家が潰れなくても家具が転倒することによる負傷にも注意し

なければならぬのですが、現状ではかなり怪我人が出てしまうことになりま
す(スライドNo.70)。これはぜひ対応をお願いしたいところです。

それからライフラインについて、橋梁の被害に関してはそれほどではなさそ
うだという想定結果です(スライドNo.72)。それから細かな路地で通れない所もこ
れだけ出る可能性があります(スライドNo.73)。そして、停電被害は約 20 万件に
なっています(スライドNo.74)。ガスが止まってしまうのは、約 28 万件となりま
す(スライドNo.75)。また、ご心配の方もいらっしゃると思いますが、東京湾岸に
石油コンビナートがあります。そこにある石油タンクに地震が来たときにタン
ク内の石油がどれだけ上下に揺すられるか(スロッシング)を試算したものがあ
ります(スライドNo.76)。千葉市内に 25m の高さで中に石油が 10m の水位のタン
クがあったとすると、3m 程上下に石油が揺すられるのではないかという試算で
す。ということで、時間が無くなりました。まとめますと(スライドNo.77)、3つ
の千葉県下に大きな影響を及ぼす地震についての検討が 19 年度に行われ、その
結果がまとめられました。この結果は県の防災対策の充実とこれからの自助力
向上にとって貴重な資料なので、有効に使っていかねばならないものです。
以上で私のお話を終わりとさせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

(終わり)