

北区まちづくり協議会「講演会」

講 演 録

日 時：平成24年2月15日（水）午後2時開会
場 所：札幌サンプラザ 高砂の間

重複した言葉遣いや、明らかな言い直しのあったものなどは、整理した上で作成しています。

こんにちは。ただいまご紹介いただきました笠原です。

今日は、「札幌市の地震環境と被害想定について」という題でお話しいたします。

札幌市は、石狩低地帯の西側に位置しているわけではありますが、豊平川がつくった扇状地の上に札幌のまちが発展し、拡大していきました。

地震環境を考える際、最も重要な問題として、この地形の成り立ちそのものがあります。自分たちの住んでいる足元の条件が、地震が起きた場合にいろいろな被害を引き起こす大きな原因でもあるわけです。地震はどこで起こるかという問題を考えたときに、生きている地球全体の営みが結果的にはそれぞれの場所に関係してくるので、そういうことを少しお話ししたいと思います。そして、北海道の位置が地球上のどういう場所にあるか、地球上のという意味は、現に動いている地球のジオダイナミクスの中でどういう場所に位置づけられているか、その中で札幌はどういう場所にあるかということを理解して、札幌で地震があるのかないのかということを考えなければいけないということになります。

今回のお話をいただいた後に、皆さんから、講演で聞きたい点を幾つかうかがいました。それらの質問に答える形で札幌に関連する話を続けていきたいと思います。

挙げられた要望の一つは、地震の種類にはどんなものがあって、札幌における地震発生のそれぞれのリスクはどうかということです。結論から言うと、札幌の直下で直下型地震という内陸の浅い地震が起こることを考えなければいけないということになります。

それから、液状化の問題を心配される方が多く、液状化の予測はどうかという話があります。これは、平野部の軟弱地盤では避けられない問題でして、先ほど言いました札幌の平野が形成される地学的な歴史と関係してくるわけですが、自分の足元の条件がわかれば、どんな地震動があったときに液状化があるか、ないかという予測は過去の経験則によって予測されております。

札幌では、幸いなことにこの100年の間、大きな地震を経験しているわけではありません。そのために、実際に体験しているほかの都市の例などを引き合いにして、実際に札幌で地震が起きた場合にどんなことが起こり得るかということを学ぶような事例を幾つか紹介したいと思います。

そして、最近いろいろ話題になっているように、都市の場合には高層建築物が増えているわけですが、そういった中高層建築物の問題点をお話ししたいと思います。

そのときに、幾つかの例を見ましても、結果的には、地震に対して安全であるためには、倒壊を防ぐということが第一になければいけません。それは、各建造物の耐震化をきちんととるということです。その次に、安全確保のための地震時の各自の行動を適切なものとするようにイメージしていくことが重要になるかと思います。

また、地震発生時の住民組織の取る行動はどんなことがあるのかという質問もあ

りました。これは、まさに共助に尽きることになります。

それから、最後に札幌、石狩に想定される津波被害はという質問もありましたが、これは、我々としても未知の部分があります。しかしながら、津波の場合は、海岸に押し寄せた海水が流れる現象で、水の流れは高きから低きに行くという大原則がありますので、自分の住んでいるところの標高、海面に対してどれだけの高さ、があるかということが絶対的な指標になります。それを考えてもらえれば、北区でどういう心配をする必要があるかということがわかるかと思います。

地震が起きたときに助かるか、あるいは安全であるかということは、まず、自分がそれに対して備えておく必要があるし、地震直後はどこからの手助けもないという意味で自助が最初にあります。そして、やや落ちついたときに自力で避難できない人に対する手助けとして共助があり、避難所に行った後によりやく公助の手が届くという時間の流れになりまして、早ければ早いほど実際に被災したときの生存率は上がるわけですから、まさに自助、共助までの時間の間で十分な行動がとれれば実際の被害を軽減することができるだろうと思います。

簡単に言えば、備えあれば憂いなしでありますし、そのためには敵を知り、己を知るということを心がけることが重要です。非常に当たり前のことですが、これ以上のこともありません。ですから、これ以外で自分を助けてもらう方法はないのでありまして、やはり、自分の段階から備えあれば憂いなしを心がけて、それが共助に広がって、ある地域が安全であるように持っていくことが非常に重要です。

札幌市の地震環境を説明します。地震は、なぜ、どこで起きるかということがわからなければいけません。地球上のいろいろなところで地震が起きますが、それを起こす全体の仕組みとしては、皆さんもよく聞くとありますが、プレートテクトニクスというものがあります。これは、1960年代に完成を見てきたのですが、最初にこの考えを持ち出したのはちょうど100年前の1912年の正月に、ヨーロッパの地質学会でドイツのアルフレッド・ウェーゲナーが、大陸が移動するのだという考えを提案したのに始まります。それからちょうど100年がたっているわけですが、彼の提案以降、60年ほどはなかなか十分な検証がされませんでした。

現在では、この地球が活着ている証で、地球表面に新しい物質をつけ加えて、それを消費する形で、日本列島のようなところで地球の中にまた物質を戻しているという大きな循環の中で地震が発生していることがわかりました。

そういうことが起こると、地球表面で物質にかかる力の不均衡が出てきます。そういう場ができますと、地震が発生します。地震というのは、そういう力の不均衡の結果として、地殻の一部の破壊に相当します。破壊を起こした場所、地球表面はゴムまりのように力に対応して伸びたり縮んだりできる弾性体という性質を持ちます。断層運動の結果を地震の波として伝搬させることができる性質を持っているのが地球の表面です。

ですから、ある場所でそういう破壊が起きたときには地震波として伝わってきま

すので、それが札幌に到着したときには地面が揺さぶられることになるわけです。

ところで、地震の本質は地殻の中での断層運動に尽きます。断層運動を起こすのは力のアンバランスで、その力のアンバランスをつくるシステムとして、地球の中から物がわき出し、ある場所で消費する大循環があるわけです。それがあがるゆえに、地球では地震が起きているわけです。

当然、地球も一つの惑星ですから、ほかの惑星ではどうかという問題があります。

例えば、月でも月振と呼ばれる地震動がありますが、これは地球とはかなり異なったメカニズムになりますし、今現在、月は冷えていまして、本当の意味での大循環は起きていません。そのために地球のような地震は起きていないわけです。木星のようなガスを主にするようなところだと、そういう地震は起きません。ですから、ちょうど地球の表面が膠結して、弾性帯という性質を持ち、地球の中は熱くて、大循環を起こして地球表面を新しくしては、ある部分を地球の中に戻すような運動を起こしているという、生きていく地球であるがゆえに地震があるということです。

そういう意味で、北海道周辺のプレート運動はどのようなのかということがその次に問題となってくるわけです。



実際には、地震の大きさは、地面が揺さぶられるという意味で、震度という言葉が一番身近に使われますし、聞いている言葉ではありません。すなわち、震度は、伝わってきた波がその場所でどれだけの揺れになるかということで、場所が変われば震度は変わります。しかし、それを起こした原因は、断層運動として、ある一つの絶対的な指標を持った

形で大きさが決められます。そして、マグニチュードが地震の原因そのものの大きさを決める指標として使われるわけです。

地震イコール断層運動ということになれば、断層は広がりどれだけずれたかという量を決めればその大きさは決まります。それによって決まる地震モーメントというエネルギーを決めれば、モーメントマグニチュードが決まります。これによって地震の大きさが決まります。

地面の揺れは、震源からの距離が非常に大きな要素となりますので、自分たちのいる場所からどれくらいの近さで地震が起こるかということが次に考える問題になるわけです。

もう一つ、震災度があります。これは、実際に起きた被害を地震の規模で割ったような値になります。小さな地震でも大きな被害になっている中近東の例でいきますと、建物自体が日干しレンガを使って積み重ねているだけです。その結果として、マグニチュード6ぐらいの地震でも、非常に大きな被害になって、犠牲者もふえま

もし十分な耐震化された都市があった場合に、その下で大きな地震が起きたとしても非常に小さな被害で済む場合は震災度は小さいと言えます。我々がなすべきことは震災度を小さくすることですから、そのために、まず、相手がどんなものであるかを知って、自分たちの環境を地震に強いものにする、それをやれば次の地震による被害は非常に小さくとどめることができると思います。

地震発生のメカニズム

- ・ 地殻内部の応力の不均衡
- ・ ずり破壊発生:破壊面生成→断層運動
- ・ 地震の規模/マグニチュード
- ・ 断層運動の大きさ=面積×滑り量
- ・ 震源域の地殻変動→海底・津波
- ・ 弾性波動の伝播:地震動→震度
- ・ 被害の大きさ《社会構造》震災度

地震発生のメカニズムは、地殻内部での力のアンバランスです。断層運動が起きれば、物が壊れますので、その場所では地殻変動が生じます。それが海底下であれば、海水の変動も同時に起きることになります。津波は、普通の波のような海面の上を伝わる波ではなくて、海底から海面までの全部の海水を一気に持ち上げて、その海水をもとに戻そうとし

て動き出した結果として生じるものです。ですから、そのときに関与した海水の量はすごく大きなものになります。

最も身近な震度は、地球の力学的な性質がなせるわざとして変形が伝わってきますので、表面でそれを受けたときに地面が揺れる程度ということの意味しています。

先ほど言いました被害の大きさという問題は、受ける側の社会の環境が関係してきて震災度が決まります。ですから、震災度を小さくする努力が必要になります。

地殻内部応力の不均衡の原因

- ・ 地球上での地震発生場所:分布
- ・ プレートテクトニクス
- 海底の年代分布/大陸のジグソーパズル
- 地震のメカニズム解析:断層運動の決定
- プレートの相対運動の実測:VLBI, GPS
- ・ プレート境界:地震帯として重要
- ・ 北海道周辺のプレート運動を決定すること

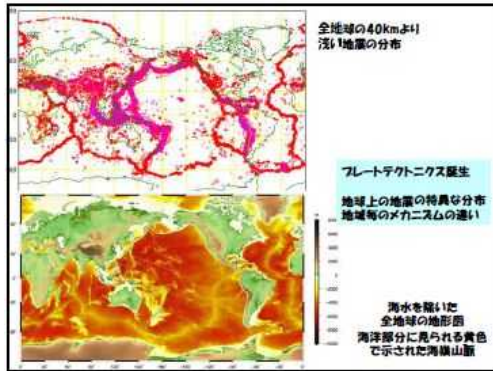
その応力のアンバランスを説明するのが、プレートテクトニクスです。プレートテクトニクスの考えを支えたのも、地球上のどんな場所で地震が発生するか、どんな形で起きているのかという解析から話が始まっていきます。しかし、最初の発端は、大陸のジグソーパズルで、大西洋を挟んで北米大陸とヨーロッパ、アフリカと南米大陸の間の海岸線が非常によく一致します。それに加えて、それをくっつけた場合に非常に古い時代の古生物の分布、あるいは氷河の分布がうまく説明がつくということで、実際には、地球上の大陸は、安定しているわけではなくて、時間をかけて壊れたり集合したりしているということがあるのだろうというのがこのプレートテクトニクスです。

これを決定づけるのが海底の年代分布で、これは後でお話しします。

それでも1980年代まで大陸が年間10センチ動くということを疑問視する人もいました。現在は、カーナビゲーション等に使われているGPSのシステム、その前にVLBIという地球外からの電波を受けて光の速度を物差しとして5,000

キロメートルや1万キロメートル離れた大陸間の動きを観測する技術もありまし

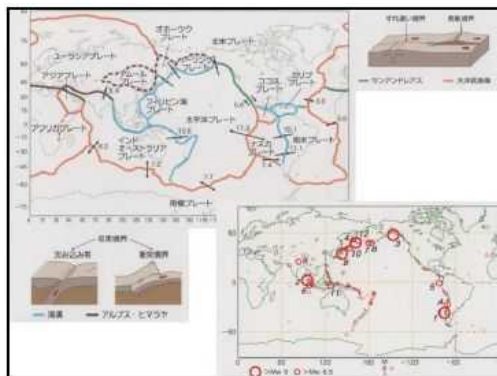
たが、それらの技術により、プレートの相對運動の実測ができるようになりました。今では、年間二、三ミリの變動は地球上の至るところで検知することができるようになっております。実際にそれぞれの場所の地震活動を考えるためには、この周辺のプレート運動をよく知ることが重要になります。



まず、上の図が全世界で発生している40キロメートルより浅い地震の分布です。こう見ますと、地震は地球表面に一様にあるわけではなく、非常に限られたところ、帯状に分布しているのが非常に明瞭に見てとれると思います。

40キロメートルまでの地震を20キロメートルごとに色分けしておりますが、20キロメートルより深い地震は環太平洋に広がります。

この大きな大洋の真ん中にずっと伸びていきます。例えば、大西洋は非常に明瞭ですが、大西洋の真ん中に地震帯が伸びていきます。その場所で、海水を全部とって海底の地形を見ますと、大西洋で見ますと非常に大きな高まりがあります。これが、海洋の真ん中にある大山脈でありまして、この場所で物が出てきて、海底を生産しています。

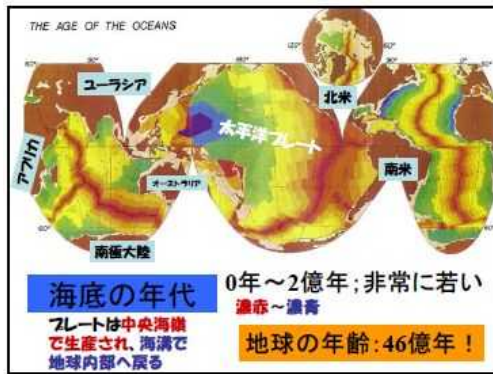


そして、それがどんどん海溝の方に行きますと、一つは、地球に潜り込む形で、海洋の真ん中で生まれた海底を地球の中に戻します。それから、ぶつかって空中に物を持ち上げていけば、物質のバランスがとれます。そういうものがアルプスやヒマラヤのような山脈をつくっているというのがプレートテクトニクスの考えで、先ほどの地震帯のところを結ん

だ形で、こういう幾つかのプレートを考えることができます。

次に、このプレートがどう動いているかということ、ここで発生する地震のメカニズム等を使って決めて一つのモデルを立てたわけです。

実際に地球上で3.11と同じような大きな地震を起こしているのは、大きな丸のところ、チリ、アラスカ、カムチャッカ、今回の東北、スマトラです。それらすべては、地球表面が潜り込んでいくという沈み込み帯という場所で起きています。沈み込み帯の場所は、巨大地震を起こす大きな力を持っている場所になります。日本列島は、そこにあるということですし、その一部である北海道も当然そういう場所に位置します。

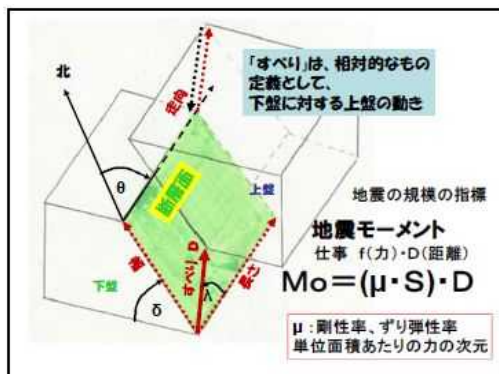


これは、プレートテクトニクスを考えをはっきりと示している絵です。

海底の年代を色分けして示しているわけですが、赤いほど若く、青くなるに従って古くなります。最初に驚くことは、地球の年齢は46億年あると言われておりますけれども、海底が地球の表面の70%を占めているにもかかわらず、そこで見つかる年代は2億年よりも新しいとい

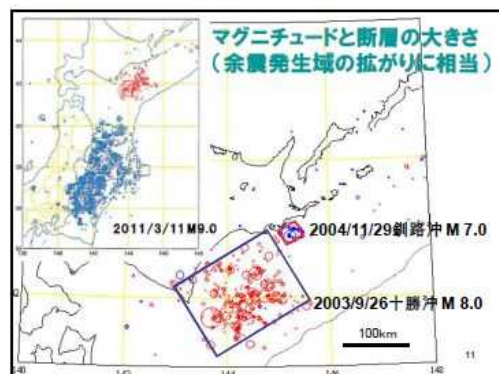
うことです。ですから、46億年の歴史の中で、海底は常に新しくなっている場所だということがわかったわけです。

そこで、先ほど言いました大洋の真ん中にある大山脈のところに非常に若い、今生まれたばかりの海底があって、そこから離れるに従って古くなります。つまり、ここから生産されたものがどんどん押し出されるように動いて行って、これが、二つの大陸を分裂させた原動力でもあり、現在、地球上のいろいろな場所で地震を起こしている原因でもあるということが決定的になったわけです。



以上が、今の地震を起こすための全体としての地球の仕組みになるわけですが、一個の地震に戻ってみると、地震は断層運動であります。断層というのは、相対する二つのブロックがずれたところ。そのときに問題になるのは、ずれた断層の広がりですから、長さや幅が決まれば面積は決まります。その面積をどれだけ動かしたかということで、動か

すために必要なエネルギーを決めてやれば、この断層を生成するのに必要だったエネルギーが決まります。そのエネルギーを指標にすれば、地震の絶対的な大きさが決まることになります。大きな地震が起きた後に余震が続くとよく言われています。



例えば、これが3.11の余震の広がりです。本震はこの辺で始まったのですけれども、全体としてこれだけの大きさの断層が動いたのが3.11の実態です。その結果として、その周囲で非常に不安定になってしまっていますから余震が起こります。これがマグニチュード9の断層の大きさで、それを見せてくれるのが余震域の広がりです。同時に、この

上に、赤い印で2003年の十勝沖地震のマグニチュード8の地震の余震域が書かれていますけれども、これがM9であり、これがM8の広がりだということを見て

いただければいいと思います。また、2004年の釧路沖のM7の余震域と、2003年十勝沖のM8の余震域の違いも見ていただきたいと思います。

マグニチュード1の違いはエネルギー的には約30倍の開きがあります。そして、断層の大きさにしても、このとおりの違いがあるのです。震度は、地面に働いた加速度の倍ごとに一つずつスケールが上がるようになっています。震度1と震度2を比べれば加速度が2倍です。それが作用したときには、同じ物体に2倍の力が掛かるとい開きしかないのですが、地震のマグニチュードの1の違いはエネルギーとしては30倍の違いになるということです。

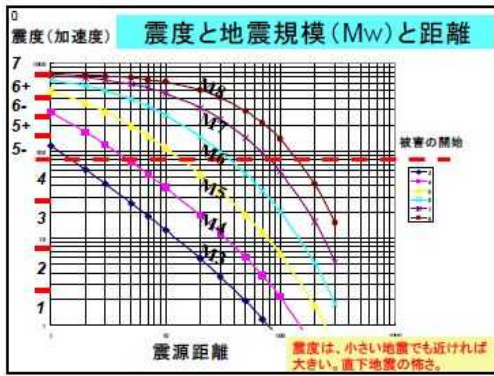


もっと具体的に見ていただきたいのがこの図です。

マグニチュード8の地震を、250万分の1の地図で札幌市を含むところに持って来ると、小樽から夕張山地までの長さがあります。このぐらいの広がり、約5メートルを1分ぐらいかけて生成されるのがマグニチュード8の地震です。この地図のスケールを1

00倍にして、2万5,000分の1の地図上に持っていきますと、マグニチュード4という地震は、これが丘珠空港場ですが、1キロメートル掛ける500メートルの領域が5センチずれる地震です。マグニチュード3の地震が発生しますと、その地震から数キロメートルの範囲は有感になります。人が感じるような地震動が出てきますけれども、その場合ですと、つどーむ二つぐらいの広がり地震になります。

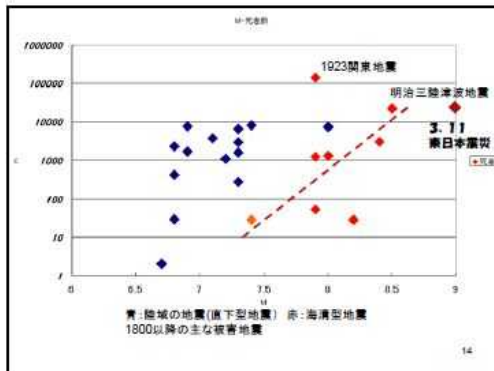
ここでもう一つ重要なことは、これらの断層は決して一瞬では動きません。この断層を拡大していくスピードは3キロメートル/秒ぐらいになります。ですから、100キロメートルを動かすためには30秒から40秒ぐらいをかけてこの大きさに成長します。マグニチュード7でしたら10秒で終わってしまいます。マグニチュード4ですと、この上にいる人はびっくりするほどの揺れになりますが、これは1キロメートルですから0.3秒という時間で終わってしまいます。ですから、揺れを感じたときに、その揺れがどのくらい続いたかということが大きさの推定に役立ちますし、今回の3.11の場合も、従来経験したよりも非常に長い時間の揺れが継続したということは、非常に大きな地震が起きていると実感されるはずですので、今後、地震があったときにどのくらいで揺れがおさまるかを見ていただければ参考になるとと思います。



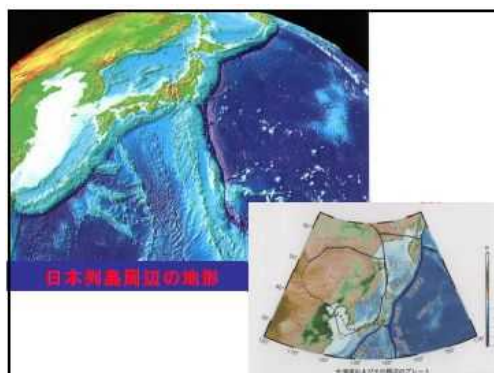
地震の規模はマグニチュードで表現して、マグニチュードが1違えばエネルギーは約30倍違うと言いましたけれども、そのときに地面がどう揺さぶられるかという絵をかきますと、震度を縦軸にとって、横軸に距離をとらなければいけません。震度の場合、どこでどれだけ揺れるかということになります。そうすると、この絵を見てわかることは、例えば、マグニチュード4でも、10キロメートルより近いところでは震度5弱の揺れにはなります。

そして、この赤の点線で示したあたりまでの揺れがあれば被害が出てきます。ですから、大きい地震は、決して最大震度を大きくするわけではなくて、最大震度の限界値が広がるだけです。ですから、震度に関しては近いか、遠いかが決定的にきいてきます。その意味で、直下型の地震を直下型と呼ぶのは、マグニチュード6であっても直下という意味ですから、非常に近いことになります。そうすると、10キロより近いところではマグニチュード6という地震でも6強の揺れになります。範囲は狭いけれども、真上にある場所では非常に大きな揺れになってしまうことを意味しているわけです。

これは、それを端的に示したものです。過去100年間に日本で犠牲者の出た地震を、マグニチュードと犠牲者の数の関係で示しています。青い印が直下型の地震と呼ばれる内陸で発生した地震で、赤は津波を伴った大きな地震です。当然、津波を伴う地震の場合は、大きな津波になるには大きな量の海水の変動を起こさなければいけませんので、大きな地震ほど大きな津波になります。その意味で、被害者数と地震の大きさは関係してくるわけですが、直下型の場合はM7以下の地震でも1万人に近い人が亡くなる例から、数人でおさまっている場合もあるというように、直下型の場合は、地震の規模よりも、それを受ける側の条件がどうだったかということが効いてくることを示しています。ですから、直下型の地震の怖さはこういうところにあるので、十分に相手を知ることが重要になります。



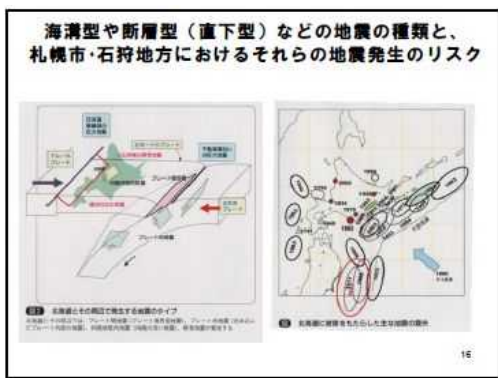
これは、地球の表面を地形と海水深で表現していますが、ここに非常に深い溝が走っています。これが千島海溝、日本海溝で、ここでプレートが潜り込んでいって、非常に大きな地震を起こしています。もう一つ、北海道で考えなければいけないことは、北海道から



これは、地球の表面を地形と海水深で表現していますが、ここに非常に深い溝が走っています。これが千島海溝、日本海溝で、ここでプレートが潜り込んでいって、非常に大きな地震を起こしています。もう一つ、北海道で考えなければいけないことは、北海道から

サハリンにつながっている地震帯がありまして、これは、一つのアムールプレートがバイカルのところから押し出されるように東に進んできている運動が重なっているということです。

北海道は、こういった成り立ちの中で地球の上に存在しているということです。



今までのことをまとめますと、北海道の場合、太平洋側では太平洋プレートが北海道にぶつかりながら沈み込んでいきます。また、日本海東縁部では、アムールプレートが東進してくるので、ぶつかります。その二つのプレートの東西の変動の間にあるのが北海道になります。そして、右の絵は、古いものもありますが、北海道に被害をもたらした地震の震央をプロットしま

すと、これと同じように海溝側に大きな地震が並びます。そして、日本海側も決して安全な場所ではなく、大きな地震が起きています。その間に挟まれた北海道の中でも、1834年の地震は札幌直下の地震だったことを後で紹介しますが、北海道の幾つかの場所では、最近の150年ぐらいの間にもそれなりの大きな地震が起きております。



こういう環境の中であって、現在、北海道で被害を想定すべき地震としては、太平洋側の海溝に沿って発生する海溝型の地震と、日本海東縁部のプレートの衝突に伴う地震です。そして、その二つに挟まれる北海道の内陸部では活断層が幾つか発達してしまっていて、それぞれの調査結果を見ますと、繰り返しが1,000年から5,000年という長さを持つのですが、過去

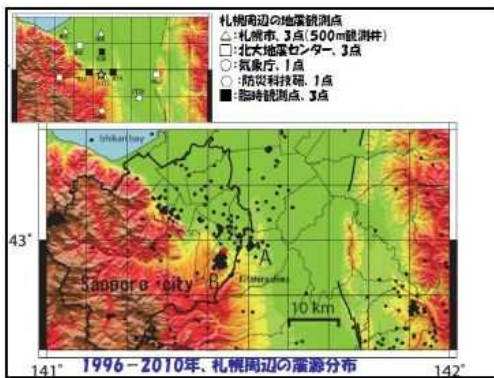
に繰り返し地震を起こしてきた証拠を示す活断層があります。活断層は、地表でいろいろな地層の変化として認められやすいものはいいいのですが、札幌の場合は、残念ながら、今の札幌の平野をつくる上で、長い時間をかけて豊平川の河川からのたい積物がありまして、地表でそれをダイレクトに見ることがなかなかできません。しかし、過去のいろいろな事例から、札幌市の下にはかなりの大きさの活断層を考えなければいけないという結論に達しております。

第3次 地震被害想定《概要》					
背景	第2次地震被害想定(10年)以降、地震に関する調査研究の進展や市域の地震環境に関する新たな知見が得られてきた。	札幌市第3次被害想定			
	地下構造調査の実施 (平成13~16年度)	石狩低地帯断層帯(活断層)の強度評価(平成16年)	地震防災対策に関する調査(平成17年)		
想定地震	■想定地震の考え方 過去の歴史地震、活断層の存在、現在の地震活動の有無等から検討 地震発生が可能な本域の地震履歴、本市の地下構造調査や地震観測データ等の新たな知見から本市への影響が大きい可能性の高い地震を想定	地震のタイプ	規模	発生頻度	被害想定
		主 観	プレート型 中規模(埋没) 深部型	活断層型 浅部型 深部型	活断層型 埋没型 深部型
		震源の深さ	震源の深さ	震源の深さ	震源の深さ
		震源の深さ	震源の深さ	震源の深さ	震源の深さ
		震源の深さ	震源の深さ	震源の深さ	震源の深さ
		震源の深さ	震源の深さ	震源の深さ	震源の深さ

そして、札幌の地震被害想定は、平成13年から地下構造調査を実施して、地下に眠っている断層の有無についての検討をしました。こうした平野部の地震被害想定をするためには、どういふ地盤の上に市街地があるかということが

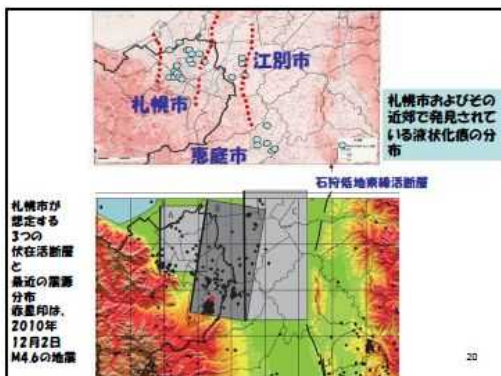
非常に重要な問題になります。そのために、表層の10メートル、20メートルという厚さではなくて、地下4キロメートルぐらいにわたる詳細な地下構造を知っておくことがその後の被害想定のためには重要ですから、4年間かけてそれをやりました。その結果、伏在活断層として西札幌、月寒、野幌の三つを想定せざるを得ないだろうということになりました。

そして、それぞれの断層サイズが決まれば、今度はどれだけ揺れるかという想定ができます。



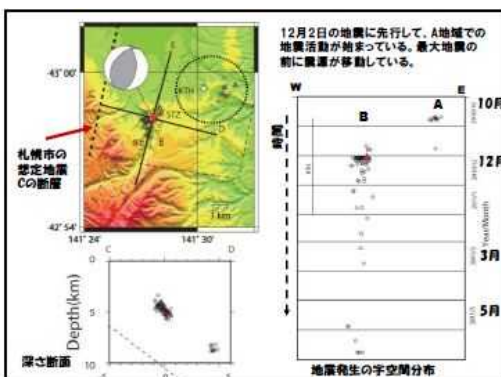
そう言われても、今は見えないですから、にわかには信じがたいかもしれませんが、地下構造の調査と同時に、札幌市では、前田と里塚と中沼に500メートルの地震観測のための井戸を掘りまして、観測を続けております。

今現在、札幌周辺では、11点の高感度地震観測点が動いております。それらが1997年から稼働しておりまして、札幌周辺で発生している地震をプロットしますと、黒い丸のようになります。決して山側などどこにもあるわけではなくて、札幌の下がこういった小さな地震を起こす状態になっていることもわかってきました。



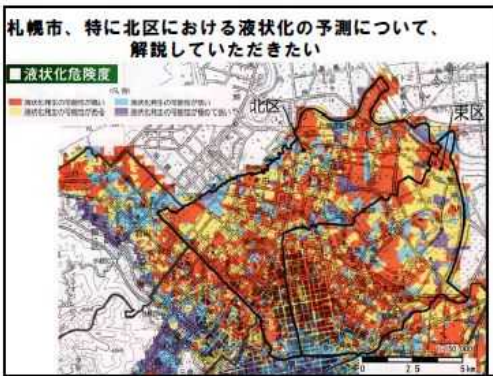
一昨年になりますけれども、12月2日に里塚の直下でマグニチュード4.6の地震が発生しました。これは、想定される三つの活断層のうちの一つの月寒断層の上に乗って発生していることがわかってきました。実際に、月寒断層の全部に破壊が広がればマグニチュード6.8ぐらいの地震になります。今回は、その一部を壊していますので、マグニチュード4.7とい

う大きさに済んでおりますが、実際には、現にこういった地震が起きていることがわかります。今では、非常に詳細な震源分布を得られるようになってきてまして、こういう走向を持っていて、斜めに傾いた断層面でこういう地震が起きていることもわかります。



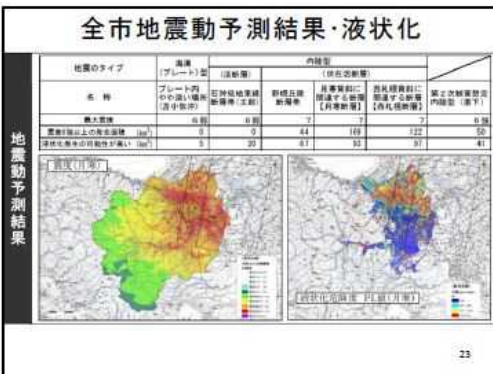
この地震が発生した結果、どういう方向に、どんな波が行ったかを解析しますと、東西方向に圧縮された結果、発生した逆断層であったことがわかりました。先ほど言いましたように、北海道は、基本的には日本海側から東進するアムールプレートで押され、太平洋側からは北西方向に進む太平洋プレートが押している、全体

としては東西に圧縮される場になっております。それがゆえに、札幌の下でもこういう地震が起きるし、そういった断層が過去にも何回か動いていただろうと示すのは、もう一つは液状化が発見されているということです。この液状化についても、また後でお話ししますが、これが今現在の札幌の地震環境として我々が描いているイメージです。



たのがこの絵になって、北区はこれです。北区の中でも非常にまばらになっていることがわかんと思います。これは、その場所ができてきた歴史が隠されていて、それに対応して、こういう状態になっております。液状化の可能性が高い赤いところは、場合によってはこういう場所に昔の川が流れているということがあって、このような差になっています。

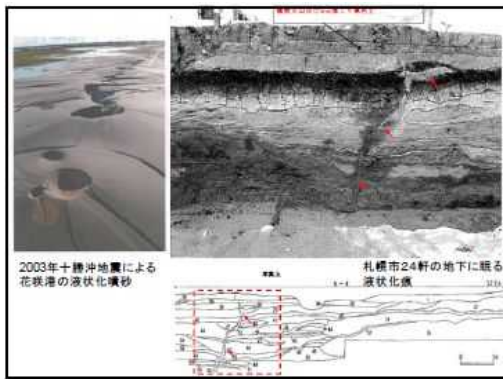
液状化はどのようなかという話がありましたが、液状化危険度は、札幌の多くの場所で建物を建てるためにボーリング調査などが行われていまして、非常に多くのデータがあります。そこで測定される地層の状態、地下水の位置等を決めていけば、過去の例に倣って、地面がある震度で揺さぶられたときに液状化が発生する程度についての計算ができます。それをプロットしたのがこの絵になって、北区はこれです。



全体の中では、旧市街地と呼ばれる部分は、液状化の発生の危険度が比較的低いという色分けになっていますが、これは、最初に札幌のまちをつくらうとしたときに、自然の状態では、そこが人が住みやすい条件だったということです。そこから拡大していった場所は、基本的には低湿地帯でなかなか人の住めるような状態ではありませんでしたが、その後、都市

が拡大するにつれて、どんどん拡張していったけれども、その背景にはこういった条件を含んでいるということを忘れないでほしいと思います。

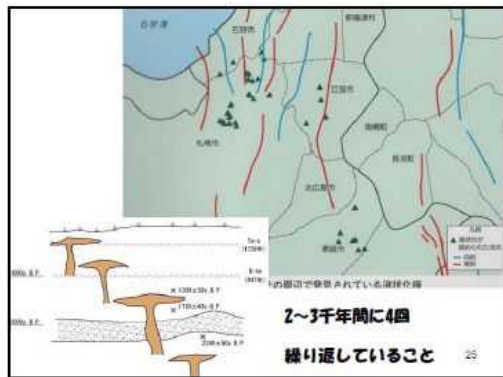
先ほどのように、札幌の地震環境と地下構造の調査と現在の地震活動等を勘案して、札幌の下の想定地震をつくることができましたから、その結果から、その地震が起きたときに震度が幾つになるかという絵をかくことができます。しかし、これが一色にならないのは、先ほど言いましたように、それぞれの地下構造が影響して、揺れやすい場所と揺れにくい場所があるということです。被害の想定の結果とマップに関しては、すべて札幌市で公開していますので、だれでも見ることもできるようになっております。これと同じように、液状化のマップですが、札幌の北には液状化しやすい場所が広がっております。



この左の絵は、2003年の十勝沖地震によって発生した液状化の噴砂です。地表面まで達して、こういった小さな丘をつくるような砂を噴出します。これが液状化です。液状化する土地の条件は、砂と水の混在した層があるということが条件です。この右の絵は、二十四軒の地下で見出された液状化の跡です。これは、地層を掘っていますから、上が新しく、下ほど古い

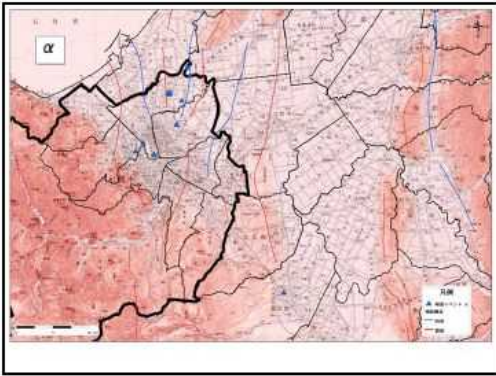
わけですが、このところに、小さな砂の山をつくった後に地面が新しくたい積しますから、ふたをかぶせますけれども、こういった液状化がこのふたをする前に発生していることがわかるわけです。

こういった幾つかの層に分かれますが、このときに火山灰が発見されますので、それが何年の噴火で飛んできているかがわかります。そうしますと、この地層の年代を決めていくことができ、どの時代に液状化が起きたかを決めていくこともできます。この液状化が発生するためには、少なくとも震度5強以上の強い揺れにならなければいけません。過去の海溝型で起きる大きな地震でも、札幌は十分に距離があるために、決して震度5強以上になることはありません。ですから、こういった液状化を起こす原因は足元に見出さなければいけないということになります。

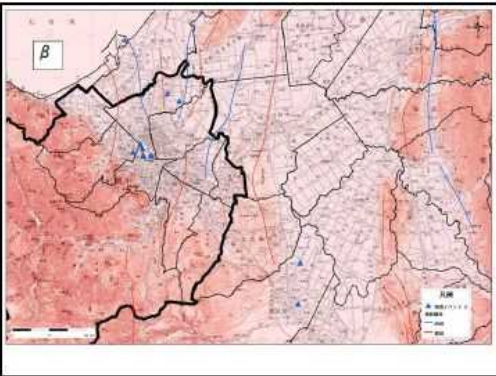


こちらの図は、札幌市周辺を含む液状化の発見された地点を三角の印で示しています。赤い線と青い線があるのは、地下に眠っている地面の凹凸です。基本的に地層は平らにたい積していくことになるわけで、その地層を変形させるものは何かということ、言ってみれば、一つの大きな力が作用しなければいけませんけれども、そういう力が作用すれば、地震になって、こう

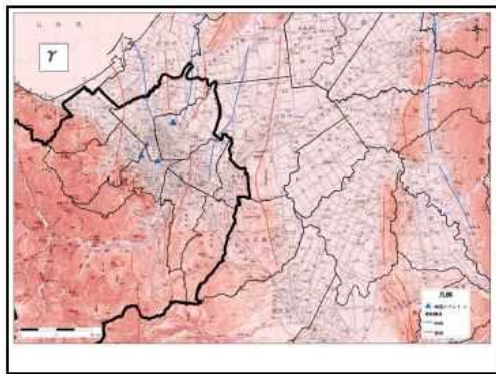
いう大きな段差ができてくることになります。そして、恵庭まで含めてあちこちで見つかるということは、この周辺、あるいは直下でそれなりの地震があったことを決定づけている証拠になるわけです。この年代を先ほど言ったような方法で追ってみますと、2,000年から3,000年という時間の間で四つ見つかるわけです。そういう時間の長さではあるけれども、繰り返し、こういう現象を起こす何かが起きたということです。液状化を起こすのは大きな地震動ですから、地震の発生があったと思います。実際は、ゆっくりゆっくり押していてもこういう現象は起きません。急激に地面が揺さぶられるためにこういう現象が起きるので、地震のようなイベントが起きなければいけないことになります。



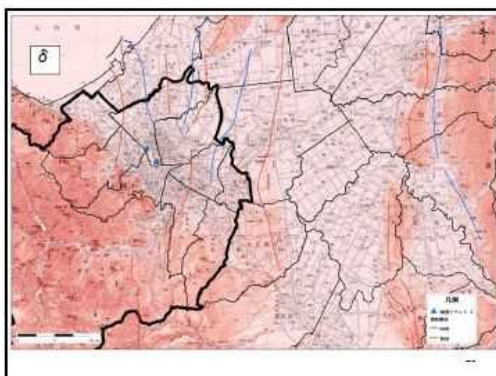
もう一回だけ見ますと、最初が一番新しい液状化が発見されたのは青印です。



その一つ前の液状化がこういうところです。



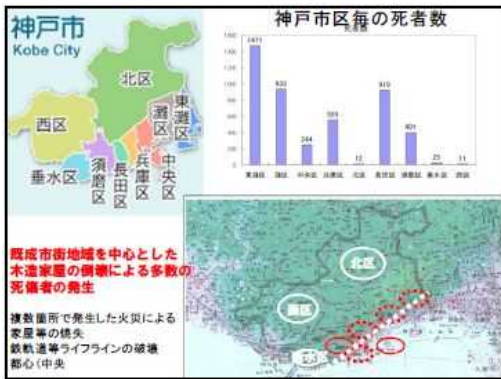
さらに、その前がこれです。



非常に古い時代になればなるほど、ある意味では深く掘らなければいけないので、発見地点が増えることにはなりませんけれども、今見たように、札幌の下では4回確実に数えることができるということが一つの事実としてあるわけです。

その次に、他都市における被災の例に関連してです。

高架道路、鉄道の安全性に関しては僕には荷が重過ぎるので、中高層建築物のことに絞って紹介したいと思います。



都市型の地震災害の一つの典型としては1995年の兵庫県南部地震が思い浮かぶと思います。これが神戸市の広がりです。山側に北区、西区とあって、海側の非常に狭い範囲に市街地があります。そして、この点線で示したところに断層があって、断層運動を起こしたわけですが、北区、西区だってそんな遠いところにあるわけではないのですけれども、区ごとの死者数

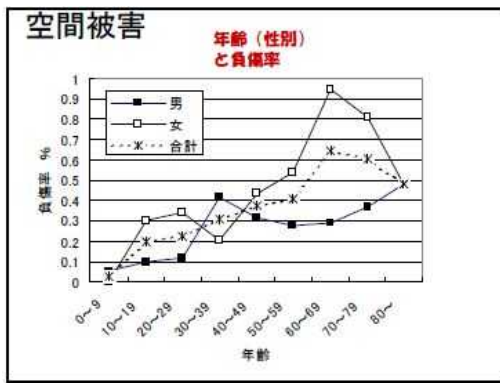
を見ると、歴然と山間地の、言ってみれば地盤の安定した場所での被害が非常に小さいです。海岸平野になっているのは、山側が隆起し、海側が沈降する逆断層運動の結果として、海側はどんどん沈下していきますから、その上に新しい地層が堆積して行って、やわらかい堆積層が厚くなります。そういう場所では、非常に強い揺れになるため、大きな差を生む結果になってしまうわけです。

都市の場合は、そういうことがどこにでもあって、基本的に日本の多くの平野、あるいは盆地も含めて、平らであるがゆえに多くの方が住んでいますが、平らな土地を形成するには、そこを沈下させる原因がなければいけません。そのため、どうしても平野にはやわらかい層が厚くたい積する結果になっているわけです。

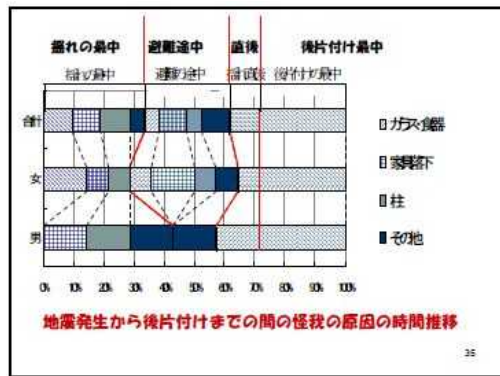
もっと身近な例として、2003年の十勝沖地震の場合に、釧路市で居住空間における空間被害を調査した北大工学部の結果があります。こういう被害が発生することが問題なわけです。これは浦河の例だと言っていました。

いずれにしろ、地震時に、建物は健全でも、中に置いた家具の状態によっては実際にはいろいろなことが起きると言っております。



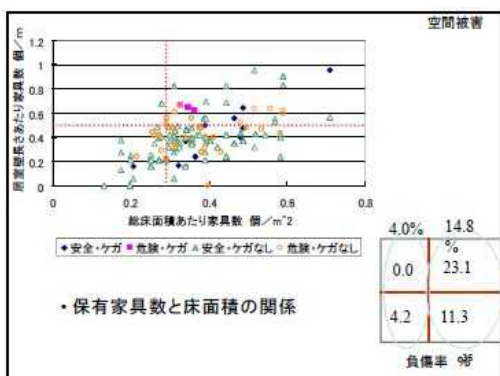


もう一つは、年齢と負傷率の関係は非常に明瞭にあらわれ、年寄りに過酷な結果を生むことになっております。また、男女の差もありますけれども、基本的にはこういう問題も出てくることとなります。

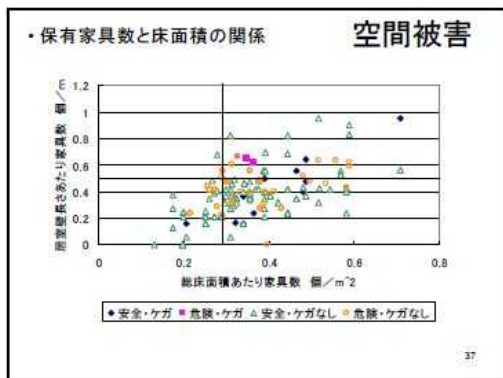


これは、地震発生から、時間経過とともに、どんな条件で負傷したかという変化の図です。揺れの最中はこの辺で、避難の途中がこの辺です。直後から、後片づけの最中にはこうなります。簡単にいけば、この色はガラスや食器による負傷だそうです。そうしますと、地震が終わってからの行動によってガラス、食器のたぐいでけがをさせてしまっているのです。もう一つは、

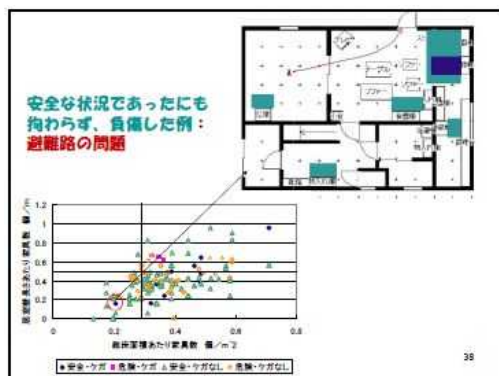
揺れが始まっている最中だと、建物にかなり大きな損傷を及ぼしていることになるわけですから、柱の倒壊による負傷の割合が当然出てくるわけです。このときには、人は動いていないわけですから、建物が壊れるか、壊れないかが一つの境目になります。また、もう一つの大きな要素を占めるもので家具の落下があります。ですから、耐震化されて、家具が固定されていれば、この部分は被害を受けなくて済むわけです。避難の途中になると、この柱の倒壊による負傷の割合は減っていきます。ただ、家具の落下がかなりの割合を占めてきます。終わってしまえば、散らかったところを不用意に歩いてしまうから、けがをすることになります。



実際に家の中をどう使っているかを見たものがこの絵ですが、総床面積当たりの家具数です。単位平米に何個の家具を所有しているかというのが横軸で、縦軸は、居室壁の長さあたりの家具数、壁に対して家具をどのくらい置いているかというものです。一般的に、壁の面積が大きくなれば、たくさん収容できます。ここで見ていただきたいのは、色のついたところがけがをした結果です。このままの絵ですと、余りよくわからないのですが、この赤線で区切って、その負傷率のパーセンテージを書けば一目瞭然で、家具数を抑えて、壁面にできるだけ家具を置かないような空間をつくれれば被害は小さく済み、たくさん詰め込み過ぎると危険になってくるということを示しております。

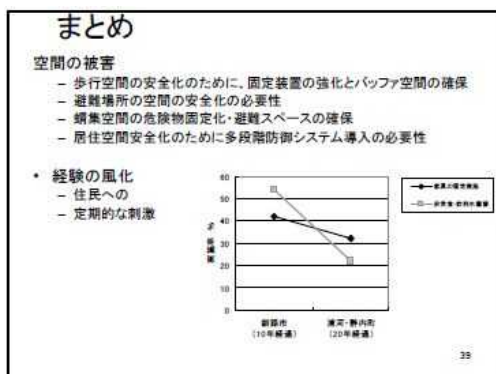


左下に一つだけありますが、本来ならそれほど危険ではないのにけがをした例があります。



それは何かといいますと、こういう間取りだそうです。この方は、寝室として仏壇しか置かない非常に安全な空間をつくっていたにもかかわらず、居間にこれだけのものがあり、その居間が危険な状況になってしまっていたことに気がついたか、あるいは動転してしまったか、とにかく逃げるといった行動に移ってしまい、そちらの部屋でけがをしてしまった

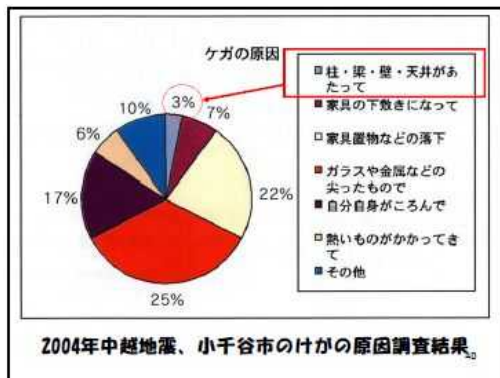
そうです。ですから、地震時の安全対策とその後の避難路の安全確保という問題が浮かび上がってきたとこの人は言っていました。



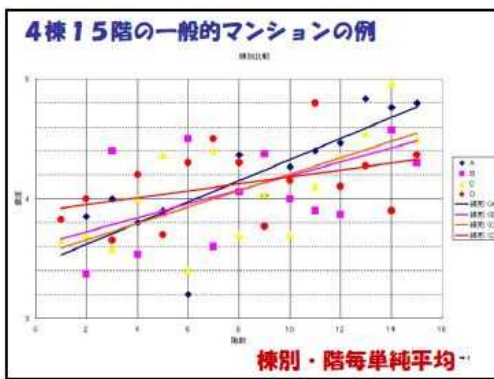
まとめれば、家具の固定の重要さと、避難場所の安全をとっておくことと、そこに移動するまでの間の十分な確保を考えなければいけません。

もう一点、災害経験の風化の問題があります。これは2003年の十勝沖地震のときの釧路市と浦河町の住民の意識調査の結果ですが、釧路市では、その10年前に1993年の釧路沖地震

震があつて、そのときの経験があるため、家具の固定、あるいは非常食、飲料水の備蓄をしていた人たちの割合はそれなりに高いのです。さらに、その10年前ですから、2003年の20年前に1982年の浦河沖地震が起きていた、浦河町、静内町では、この二つの率が大幅低下してありました。浦河は比較的全国の市町村のレベルで見ても、こういった地震への対策が高いところだと言われているのですがけれども、長い時間が経過すると、こういう結果になってきてしまっているのです。つまり、経験の風化があり、結局、忘れていくわけです。そして、すっかり忘れたところに次の被害に遭うという構図がずっとあるのではないかと考えております。



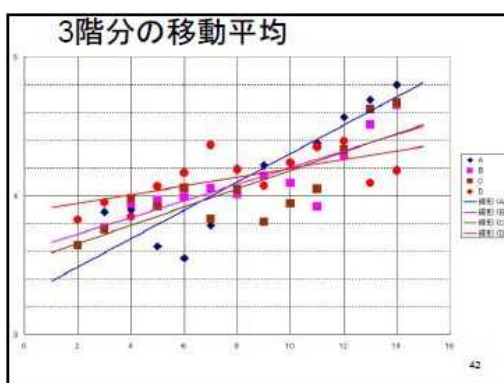
家具の下敷きになって、家具、置物などの落下、ガラスや金属、自分自身が転んで熱いものがかかってきてというように、圧倒的にけがの原因の多くは自分の非常に身近なところにあるものでけがをしているということを物語っているものの一つです。



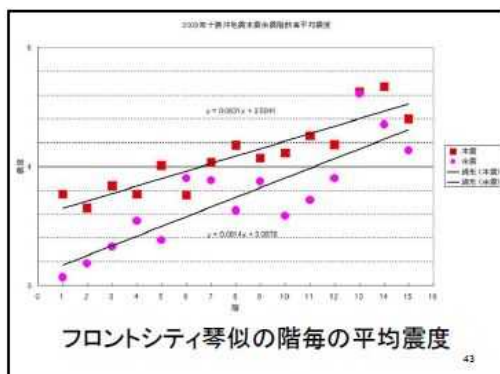
ていたということです。

もう一つの例は、2004年の中越地震ですが、札幌で想定する地震とほぼ同じ規模です。けがをした人の全体を見ると、柱や、はり、壁、天井が当たってというのは、かなり大きな建物に対する損傷があった場合ですが、どちらかという、都市と違って農村型ですから、建物の耐震性は高くなっていて、余り大きな被害はなかったことになっています。しかし、その後、

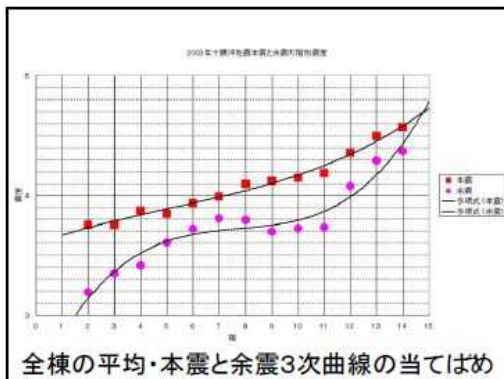
中高層ビルの揺れの問題で、身近な例を紹介します。実際に僕自身は15階建てのマンションの1階に住んでいるのですが、全体として4棟あります。2003年の十勝沖地震が起きた直後に住んでいる人にアンケート調査をして、各棟、各階の震度を求めてみたものです。そうしますと、点はばらばらになっているのですが、明らかに低い層より高い層の方が揺れて



それから、非常に狭いところにあるのですけれども、A、B、C、D棟の揺れの程度が違ってきています。これらは、そのときの揺れの方角と建物の建っている方向、あるいは、その直下の地盤のわずか100メートル、150メートルぐらいしか離れていないにもかかわらず、そういう結果が出てくる例だろうと思っています。結果的に、同じ場所でも震度3から5までの開きが出てきます。同時に、大きな揺れは高層階ほど揺れているということです。



もう一つは、1時間半後に最大余震が起きたのですが、そのときの揺れを見ると、少し様相を変えています。



それは、建物と地震動の周期との関係が非常に大きく関係してくる問題だろうと思います。現在、長周期地震動がいろいろ話題になっており、それは後で説明しますが、いずれにしろ、高層階ほど揺れます。たかだか15階の開きで、30メートルか50メートルほどですが、1階と上では震度で1は確実に違ってきます。

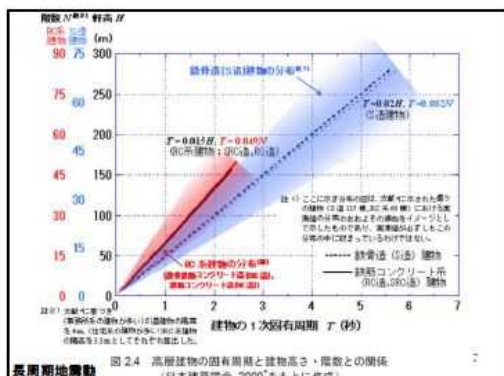
高層階、まず身の安全を

地震時火の始末でけがも 東京消防庁が調査

地震発生時の高層階では、火災発生による被害が深刻化している。東京消防庁は、高層階での火災発生時の被害状況を調査し、火災発生時の対応策をまとめた。調査によると、高層階での火災発生時の被害は、火災発生時の揺れによる家具の転倒や落下による被害が主である。また、高層階での火災発生時の被害は、火災発生時の揺れによるエレベーターの停止による被害も発生している。高層階での火災発生時の被害を減らすためには、高層階での火災発生時の揺れに対する対策が重要である。また、高層階での火災発生時の被害を減らすためには、高層階での火災発生時の揺れに対する対策が重要である。

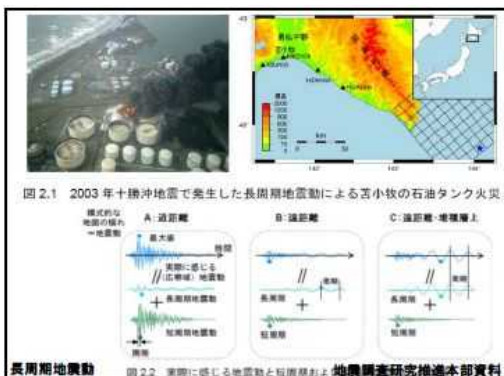
地震時の高層階の注意・新 朝日新聞_朝刊、2012年2月4日

ですから、先ほど見たように、高層階にいる人は、けがの原因の9割方は周辺にある家具の配置の状況によって決まってくることになります。



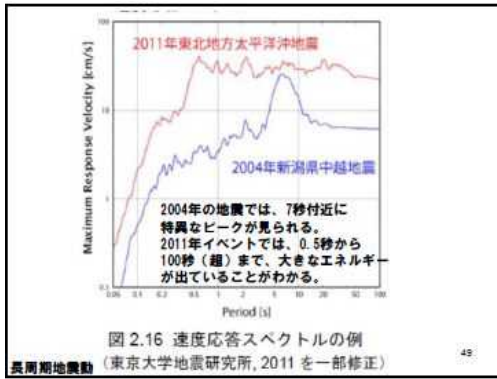
これが建物の高さ(縦軸)と建物の固有周期(横軸)との関係です。今まではそんなに高い建物がないために、基本的には1秒以下の強震動が建物を壊すか、壊さないかの指標になっていたわけですが、だんだん高い建物ができるくと、その周期と一致すれば、もっともっと大きな揺れになってしまうこと、共振現象、があります。こうした長周期の波は、

大きな地震ほど長い時間をかけて断層が生成されますので、大きい地震ほど非常に周期の長い波も発生させるので、超高層ビルに対しては大きな影響を与えることになります。そういう周期が長いほど減衰も小さくなってきて、遠くまで大きな振幅で伝わっていきます。



長周期地震波による被害のもうひとつの例としては、2003年十勝沖地震時の石油タンクの被害があります。地震で大きな波が出てきて、平野の非常に厚いたい積層でさらにその振幅が増大されて、こういう被害が生じるようになります。

図2.2 震源に感じる地震動と伝播経路

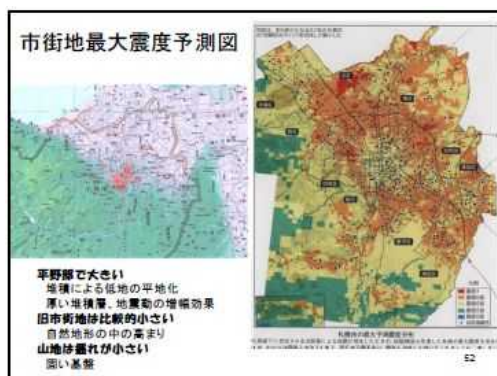


帯域でパワーを持続しているため、今度の3.11の場合は1秒から10秒ぐらいまで非常に強いパワーで、ほとんどの波を出してきていますから、どんなビルも大きく揺さぶられてしまうことになったのです。これが問題になっている長周期地震動です。

住民組織がとるべき行動についてという提案がありましたけれども、残念ながら、これはお話しするほどの知識は持っておりません。



ですから、神戸の場合も、平野部で極端な被害が出ました。札幌の場合も同じようなことが起きれば、平野部で大きな被害になってしまうということが地形的なことからわかります。



地震から出てきた波の周波数とどのくらいの力を持っていたかという関係を見ますと、2004年の新潟県中越沖地震では、ある周期に一つのピークがありましたけれども、結局、マグニチュード7弱の地震ですとこの程度のレベルでしかありません。しかし、3.11の場合は、ゆうにその10倍のパワーを持っていました。同時に、非常に広い周波数

ただ、これが先ほど見た神戸の地図です。これが札幌の地図で、同じスケールです。結局、先ほど見たように、地震による被害は、まず、その地面がどれだけ揺れるかが大きな決め手になります。大きく揺れる基準は、自分の住んでいるすぐ下がやわらかいか、硬いかになってきます。要するに、平野部が広いほど大きく揺れるのは当然です。

これは、札幌市の全市の震度予測図です。震度7から震度6強がオレンジ色ですが、それは、平野に相当しています。山側に来れば、震度が小さくなっていますが、これが断層から出てきたものです。平野部では、それを受けたそれぞれの場所の条件で、さらに増幅させているということが、都市の震度を増大させる原因になっているわけです。

被害想定方法

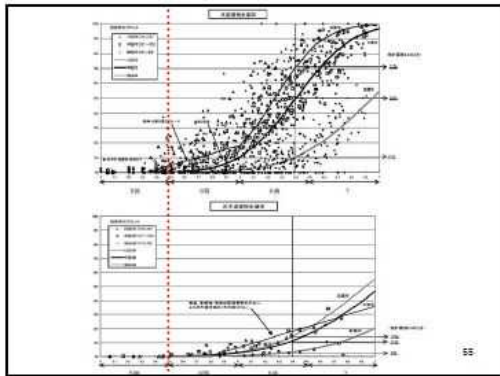
物理・人的被害予測
 ・想定される地震動・液状化等から、過去の地震災害事例(特に阪神・淡路大震災)に基づき経験的手法で想定
 ・従来の「物的被害」「人的被害」以外に、ライフライン被害から生じる市民生活への影響を、新たに「機能支援」で想定
 ・想定する季節・時間帯は、右図の被害せき基本
 条件は被害・季別の影響を考慮

被害想定結果(月寒)

◆物的、人的被害等

建物	(冬) 全壊 33,611棟	半壊 78,850棟
	(夏) 全壊 30,218棟	半壊 71,073棟
2次想定	(7,120棟)	(43,190棟)
死傷者(冬)	C1死者 2,637人	負傷者 33,809人
(5時)	C2死者 8,234人	負傷者 30,414人
(夏)	死者 1,789人	負傷者 30,623人
2次想定	(240人)	(13,230人)
大災(18時)	冬 314件 夏 70件 (2次想定130件)	
注) 閉じ込め者(冬:約6,100人)が		
C1発災後24時間生存 C2発災後2時間生存 ⁵⁴		

被害想定例で、今のように冬に発生したらどうなるかということも検討しました。しかしながら、本当の意味で具体的な数字に直せるだけのデータは実際にはないのです。寒さに対して使ったのは、冬山の遭難時の例で、22時間は何とか生き長らえるのではないかとということが一つの条件でした。ですから、冬場の地震時はどんなことになるかは実際にはよくわかりません。しかし、まずは自助が重要だということです。



もう一つの問題は、この上の絵は、兵庫県南部地震のときの受けた震度と、木造家屋のそれぞれの場所の損傷率です。三つの線がありますが、それぞれ、異なる耐震基準による建物の損傷率の平均を示しています。2つの高い損傷率の曲線は、古い時代、中間のときです。昭和58年の宮城県地震が起きた後に制定された一番新しい建築基準に基づくものがこの線で、それ

以前のものはこうなります。震度6強になると、古い建物はかなり壊れてしまうけれども、現在は、震度6強までであれば、ほとんど建物は損傷しないはずだということまで建築基準法は厳しくなっているわけです。そういう意味で、こういう古い建物の耐震化が進まないと、都市全体の耐震化は進まないという問題になります。



これは、古い基準で作った例ですが、想定される最大の地震では、崩壊してしまうものであるわけで、やってはいけない偽装です。地震時に建物が壊れないようにすることがまず第一です。次に、建物の中でけが、あるいは、損傷しないような工夫をする必要があります。

最後にあった質問の一つに、石狩地方の津波発生リスクというものがありました。なぜ津波になるかということ、先ほど言いましたように、地震が起きた真上にあつた海水が断層面積ぐらいの広がりで一気に持ち上がります。それだけの水が、もう一回、もとに戻るために水の塊として海底まで含む水が動いてくるのが津波です。普通の風で出てくる波は表層二、三メートルのところまで終わっていて、5メートルも潜ると何も動いていないわけです。そういうことではなくて、水そのものが動いてくるのです。

そして、動いてくる速度は海の深さで決まってしまう。浅くなると遅くなりますので、最初の波がここまで来ても、次の波がすぐに追いついてくるわけです。単なる波ではなくて、海水そのものを運んでくるわけですから、量がどんどんふえていくわけです。ですから、どうしても岸に近づくに従って津波は高くならなければいけないのです。沖合では2メートル、1メートルしか変化しなくても、陸に近づくると10メートルになってしまうということはそういう理屈です。

目の前で10メートルの水が一つの波ではなくて塊として来ているわけですから、そこから水が崩れ落ちてくるようなイメージを持っていただければいいと思います。そうすると、相手が10メートルあれば、こちら側の受ける側は低ければ低いほど大きな波になるのは当然で、ここにある四つの例は、3.11の地震より規模はやや小さく推定したのですが、500年前に起きたであろう地震を想定すると、色分けされたような形で浸水してきます。当然、海岸が一番高いわけです。標高がゼロですからね。近くても、厚岸の床潭の岬は60メートルの高さがありますから、決してここまでは上がりません。水は低いところへ、低いところへと入っていくわけですから、津波の場合は、まず、自分の場所の絶対的な標高が非常に重要な問題であることを認識していただきたいと思います。

石狩に関しては、日本海東縁部で起きる巨大地震の推定がまだわかりません。この絵に赤い印が幾つかついておりますが、これらは、その場所で先ほどの液状化と同じように、地層を切って調査してみますと、過去に津波で砂が運ばれたことがはっきりわかる場所が見つかります。ですから、ここまでは確実に津波が来ていることがわかっております。こういう調査が日本海側では余り十分にされていません。そのために未知の部分があるのです。北海道も調査を今年度、来年度と進める予定ですので、それによって実際にどうか考える必要がありますが、とにかく、海岸にいて、地震があった場合には、自分のいる高さが絶対的に重要です。ですから、それより安全な高所に移動することが決定的に重要です。今、札幌の場合は、こういうことにすぐ直面するかどうかわかりません。

それから、海岸からの距離があれば、当然ながら、地面との摩擦もあって、三陸のリアス式のような地形になればさらに高く上がりますが、平たんな場合には、周辺にどんどん流れていきますので、海岸から遠ければそう大きな危険性はないわけで、今後の調査を待たなければいけない点はあるかもしれませんが、そう大きな心配をすることはないだろうと思っております。

おわりに 自助→共助→公助
備えあれば憂いなし・敵を知り己を知る

- 地震の種類と札幌における発生のリスク
- 直下型地震の繰り返し発生・想定地震
- 液状化の予測
- 平野部の軟弱地盤・予測マップあり
- 他都市の例 自分(自分たち)の問題として
- 倒壊を防ぐ(耐震)・地震時の安全確保(家具の固定・思慮ある行動)犠牲者を0に!
- 地震発生時の住民組織のとるべき行動→共助

62

最後に、被害についてですが、最初は自分が助かれば全体としても非常に小さな被害で済みます。自助に関しては自分の周りに対する最初の配慮をすれば非常に高い確率で安全を確保することができます。

その次に、地震発生後ですね。例えば兵庫

県南部地震の場合も、直後に圧死した人の9割は明らかに建物の倒壊ですけれども、1割に達する600人の人は家具の転倒によって犠牲になっているという話ですので、ここが非常に重要です。

その次に、倒れた建物でいろいろな空間ができますから、すぐに命を落とさなかった人もたくさんいるわけで、そういった人たちをだれが助けたかという統計もあります。そうすると、80%は隣の人です。残りの20%だけがその後公助として来た自衛隊や消防隊員に助けられているのですけれども、8割の人は近くにいる人が素早い行動をとることによって助かっているのです。

ですから、まずは自助をやった上で、共助が地域の減災には非常に効果があるわけですから、この部分ではお互いが両方にいい影響し合うような関係が非常に重要な問題だろうと思います。

そういうわけで、札幌も決して完全に安心できる環境ではないということを考えていただきたいと思いますし、それに関連するいろいろな資料は札幌市にそろっているので、今後も相談した上で皆さんの活動に役立てていただければと思います。

それでは、これで終わります。

司会（木内市民部長）

笠原先生、ありがとうございました。

せっかくの機会ですので、ただいま講演がありました内容についてご質問を受けたいと思います。質問のある方は手を挙げていただけますでしょうか。

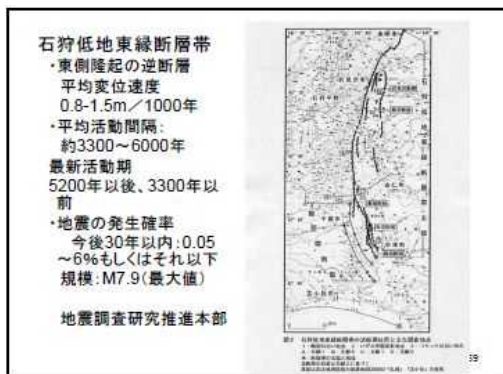
田口新琴似西連合町内会長

新琴似西の田口と申します。

地震の予知という部分について、これが何百年単位になるのか、何十年単位なのか、何万年単位になるのかわからないのですけれども、愚問で申しわけないのですが、教えていただければ勉強になるかと思っておりますので、よろしくお願ひいたします。

笠原教授

地震予知といいますか、予測には三つの要素があると常々言われています。それは、場所と大きさと時間です。時間に関しては、現在のところ、残念ながら、決定的な予測はできていません。



石狩低地東縁断層帯は、地表に出ているためにいろいろな調査がされています。調査された結果を見ますと、1,000年間で1メートル程度の変位を蓄積していきだろろうということです。実際に掘ってみると断層が動いた証拠が2回見つかっていますので、非常に粗いですが、平均的な活動間隔がわか

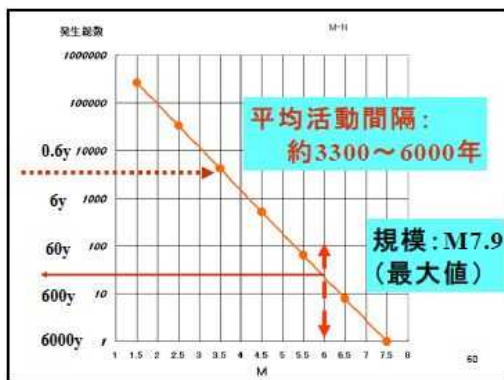
ります。一番新しいときにいつ起きたかという、それが5, 200年以後、3, 300年以前だということ、ぴったり何年というのは決まりにくいのですが、調査によってこういう結果は出てきます。

そうしますと、場所の問題として、先ほども地球上の地震の分布を見ていただいたように、どこでも起きるわけではないのですが、活断層は繰り返し起きたということも根拠にして、次も起きるといふ場所の想定はできます。そして次に、こういった時間的なデータがあれば、とりあえず、次はどうなるかということに関する話ができるわけです。もし3, 300年の間隔で起きるのだったら、もう起きてもおかしくないような状況に来ています。しかし、その時代が同定できないために幅を持たざるを得ないのです。そういうあいまいな時間の中、今後30年という時間をとると0.05%から6%という数字にしか今の段階ではなりません。

何をモニターしたら明日か、今日かということがわかるかと言われても、残念ながら、それもうまくいきません。ですから、時間に関しては、今のところはこの程度までしかわかりません。

次に、大きさです。大きさは、全部が一気に動けばどういう大きさになるかはわかります。全部が一気に動けばマグニチュード7.9になるということは、先ほど言いました断層の大きさが決まって、1回あたり何メートル動いたかということがわかりますから、その大きさを予想するところまではいくわけです。

ですから、場所と大きさまでは行きますが、その次の時間に関してはなかなか難しいことを理解していただきたいと思ひますし、直前予知はほとんど不可能だと思ひていただきたいと思ひます。この場所に近いところにいる人はその可能性は決して否定できないというところまでが、現在、我々の言えるところまでです。



もう一つ注意していただきたいのは、今回の3.11の地震の後に東京直下で地震活動が活発になった結果として、直下型地震が明日にでも来るような話が出てきますけれども、その根拠は、地震は大きいものから小さいものまでたくさんあるのですが、小さい地震ほどたくさん起きます。小さな地震の数と大きな地震の数の間には一つの関係が見つかるの

です。小さい地震の数が増えるということは、大きい地震が起きる確率が高くなるということが数式の教えることです。

今、それを細かく議論することが目的ではないですが、とりあえず、最大規模の地震が6, 000年に1回起きるといふことから出発して、この関係をずっと小さい地震まで結んでいくと、6, 000年間待って最大の地震が1回だけ起きてすべてが終わっているわけではないといふことが、こういう関係式の言っているところ

です。先ほど言いましたように、近い場所であれば、マグニチュード6、最大規模より

も二つほど規模の小さい地震がその100倍の頻度で起きて当然です。そのような状況でいろいろなことを見てみます。これは、60年に1回という時間まで短くなるのです。ですから、決して最大の地震をその場所で待っているのではなく、その地震が起きるまでの間にももう少し小ぶりなものはもっと起きますということに注意してほしいというのが僕の言いたいところです。そうすると、最大規模のものが起きたときには、被害の範囲は広がるけれども、小さな地震の場合は、被害範囲は狭い。しかし、震度としてはその近くにあったところは大きな被害を受けることになるので、そういうことまで勘案して、自分たちの今いる場所について、明日か、明後日かという短期予知だけを期待するのではなくて、どういう状況が起きても、先ほどからお見せしたように、まずは建物が倒れなければ大きな被害は生じないし、自分たちの居住空間をよくしておきさえすれば安全であるという二つを進めて対応していただきたいというのが私の考えです。