

平成 14 年度大阪平野地下構造調査結果説明会講演録

開催日時：平成 15 年 3 月 27 日（木） 10:00～12:00

開催場所：北河内府民センタービル 1 階 大会議室

講演者：三田村助教授（大阪市立大学） 堀家助教授（大阪工業大学）

出席者：一般市民（主に本年度調査対象地域市民）、防災関係者（府、市町ほか）

1．開会の挨拶

事務局より出席者への挨拶と説明会の次第について紹介。

2．今年度調査の結果概要報告

パンフレットに基づいて、今年度行われた大阪平野地下構造調査の目的、反射法探査から得られた枚方・高槻・茨木測線の結果、地震防災対策への活用、本年度調査の計画等について概要を説明。

3．テーマ1：大阪平野地下の地質と構造について（講演：三田村助教授）

大阪市立大学の三田村です。大阪府の方から概要説明がございましたが、もう一度同じような図を使いまして本日のテーマについて説明します。よろしくお願いします。この図は、お手元の資料の表紙にもありますが、人工衛星で撮られた大阪周辺の写真です。緑色のところが主に植生の生えている、主に山地で、ピンク色のところが市街地で、ほとんど草や木が生えていないところです。写真ですので平面的なのですが、国土地理院の標高データと合わせて、写真を立体的に見るとこのようになります。大阪平野は主に標高が0～10m くらいの高さの、非常に低平な地形です。ところが、生駒山地や北摂山地は、だいたい標高数百メートルの山地を形成しているわけです。ちょうどその境目となる、例えば生駒山地と大阪平野の境目になる部分は、高さの表現を強調しますので非常に明瞭にできていますが、このような低地と山地の境目が非常に直線的になっていることがわかります。それから、北摂山地と大阪平野との境界も非常に直線的だということが見て取れます。先程図面がありましたように、こういう場所にはいわゆる活断層と呼ばれる、低地側を沈降させ、山地側を隆起させる断層が走っています。これらの活断層が動いて、地震を起こし、山地側が隆起して、盆地側が沈むということを繰り返してきたということです。

この前の兵庫県南部地震の場合には、六甲山地の南縁にある活断層が六甲山の方を隆起させて、大阪湾の方を沈降させるという現象が生じています。もう一つ、よく見てもらいますと、大阪の場合、ちょうど大阪城のところだけ少し緑地が濃くなっていますが、若干、この大阪の上町台地のこの辺りが少し隆起したようなところがあります。やはり、この台地の西側にも断層があって、上町台地側が隆起している傾向があります。

さて、もう少しこのような地質や地形を構成している岩石や地層の分布状況を見てみましょう。これが、大阪平野を取り巻く周辺の地層や岩石をおおよそ表している図です。生駒山地、六甲山地、それから南側の金剛山地など、これらは基盤岩と呼んでいます。一般的には皆さんにイメージしてもらえるものとして、お墓の石に使われる御影石という石があります。よく使う硬い岩石なのですが、あの御影石は正式には花崗岩といってこれら

の山地を構成しています。北側の北摂山地の方はかなり古い時代の砂岩、泥岩などの堆積物が固まってできた岩石からなっています。やはり、ハンマーでたたくとカンカンというくらいの硬い岩石からできています。そういう山地を作る硬い岩盤を器にするようにして、そのへこんだ部分が盆地となっています。山地と盆地の間には、断層があって、盆地が沈み込んでいき、地盤はへこむこととなります。そして、周りから土砂が流れされてきて、そのへこんだ所を埋め立てていくということになりますので、盆地には、へこみを埋め立てた堆積物、砂であるとか、泥であるとか、礫であるとかがたまっているわけです。

それでは、そういう盆地を埋め立てたものがどのようなところで見られるのかといえますと、1つには丘陵地、例えば千里丘陵、この近くですと枚方、それから南側では泉南、泉北などの丘陵地などです。これらの丘陵地では、盆地を埋め立てていた土砂が地層となって残っているのを見ることができます。

それでは、この白く塗った部分、つまり大阪周辺の平野の部分はどうなっているのかと言いますと、実はこういう丘陵に露出している地層は、平野の方へ潜り込んでいって、そして平野の地下深くに非常に厚く、そして広く分布しています。ですから現在、丘陵に断片的に露出しているものというのは、一部にしかすぎないわけです。このような地層が分布する主要な地域であるのは、大阪平野の地下であるとか、あるいは大阪湾の海底下ということになります。

そして、六甲山や生駒山、あるいは北摂山地などの山地を作っている岩石がこの大阪湾や大阪平野の地下で、どのような形になっているのか、というのが非常に大きな問題なのです。先程、大阪府の方から紹介がありましたように、こういう堆積層をためている器の形状というのをしっかりと把握しないと、実は地震防災的な側面での予測ができないということになっています。ですから、それを目的にして今回の調査が行われてきたというふうにみていただきたいのです。

さて、そういう盆地の境界になるところ、たとえば生駒山地のちょうど西側のへりに沿うようにほぼ南北に赤い線で表したいくつもの断層があるということが、兵庫県南部地震以降の調査や、それよりも前の継続的に行われてきた地質調査からわかってきています。これを生駒断層系と呼んでいます。個々の1つ1つの断層にはいろいろな名前が付いていますが、全体として見た場合には、生駒山地の西側に沿ってほぼ南北に延びる傾向があります。この断層系は南側へも延びていく可能性がみてとれます。一方、北側に関してはどうかということですが、1つはこの生駒断層系をそのまま南北に延長した部分が枚方の丘陵のほぼ西側に沿うように、南北に延びて枚方撓曲となっているということがわかっています。それから、もう1つは、北東に方向を変えまして、やはりこの生駒山地のちょうど北西側の縁に沿うように延びていきます。

先程説明したように、盆地のへこみには厚い地層が覆っているわけです。そうしますと、地下ではそういう生駒山地を作っている岩盤が断層によって大きな段差ができています。ところが、その上にのっているのはちょうど、厚い毛布のようなものをイメージしてもらえば良いと思いますが、地下深部で岩石が絶たれていても、上の方はどうなるかと言うと、上は軟らかい毛布のような厚い地層がのっているわけですから、地層は撓むこととなります。その撓曲構造の「撓」という字は撓むですので、地層が撓んで曲がる構造を示します。このような地層の撓み構造が枚方のこの西側のところで確認できるものですから、枚方撓曲というように呼ばれています。撓曲構造の地下の岩盤が断層によって階段状に切

れていて、その上にのっている地層が急傾斜して撓んでいる構造が見られていて、それが確認されている。それがちょうど生駒断層の北側への延長である、というふうに考えられています。

ところが、それが枚方丘陵の地層が露出している所では、直接に撓曲構造が確認できるのですが、それから先、北側の淀川低地の方にどうのびていくかということが問題になります。なかなか地表で見えてもわからない、そういう側面があります。

あと、上町断層に関しても、生駒断層と同じように南北に泉南地域からずっとほぼ南北に大阪市内を横断して、千里の丘陵の方まで多分続いているようです。こういう一連の断層のつながりを上町断層系と言います。あとは有馬高槻構造帯と言っていますが、断層帯と呼んだりして、いくつもの断層が、今度は東西方向に北摂山地と南の大阪平野のちょうど境目となっています。先ほどの、立体的な写真で見てもらったとおりです。これも「系」と「帯」でちょっと使い方、呼び方が違いますが、同じようなものだということ考えてもらったら良いかと思えます。

今回はこういうように、盆地の形、すなわち器の形をしっかりと、正確に把握したいということが主目的になっていまして、従来、活断層調査ということで、こういう活断層の活動度が確認されていますが、この調査は活動度の評価をするという目的ではありません。主目的は地下の盆地構造、岩盤の構造、そしてその盆地を埋めている堆積物がどのように分布しているか、そして、その特性を把握することによって、地震予測、被害想定をするための基礎データを作ることです。

大阪平野の盆地構造を断面で表しますと、このような東西断面のようになります。これは、大阪港の辺りから生駒断層あたりまでの断面です。実は生駒山地に露出している花崗岩と呼ばれる岩石は地下深い所、大阪の西側では1500m前後の深さまで達しないと岩盤が出てこない。それから、東大阪の地域でもやはり一番深い所で1500m近い深い所までいかないと基盤岩が現れないことになっています。ただ、断面の真ん中に上町断層があって、西側では約1500m、東側では約600mぐらいの深さに岩盤がありまして、約1000m近い段差が生じている。ですから、地下に1つの大きな山脈が埋もれているというようなイメージをしてもらったら良いと思えます。ちょうど、今海側に立って六甲山を見上げるぐらいの、そういう山のような隆起帯が実は平野の地下に埋もれているということになります。同じように、生駒断層が生駒山地の西側にありまして、もしこの差をとると、生駒山地というのは、実は1500m級の山地が地下に埋もれていることになり、それぐらいの段差が実は生駒断層によって作られている、というようにイメージしていただきたいと思えます。

それでは、その中を埋め立てている地層について少し説明をします。こちらの右側の図ですが、これは大阪市の港区で掘られたボーリング調査の結果を示したものです。これは900mまで掘られたのですが、先程示しましたように大阪平野の西側では1500m付近までいかないと岩盤に到達しません。一方、大阪市内では温泉の掘削がたくさん行われましたが、実は温泉水を開発したというだけでなく、岩盤の深度がある程度直接的にわかることになりました。ちょうど大阪の西側で掘られた温泉のボーリング結果を見るとやはり1500mあります。この結果は後で紹介します探査の結果でも同じでして、この地域では1500mぐらい下にはいかないと岩盤がでてこない。ですから、900m掘っても、まだあと600mまで掘らないと岩盤にいき着かない。このボーリング調査はちょうど3

0～40年前だと思えますけど、地盤沈下のときに調査された結果です。このボーリングでは、下の方は礫や砂が主体で、川や湖あるいは沼地のような陸域の堆積物で構成されています。ところが、深度約700mぐらいから上の部分は、同じような陸域に溜まった砂や礫と、ここで黒く塗りつぶされた粘土からなる地層が挟まれています。この地層は、ちょうど現在の大阪湾と同じように浅い内湾の環境で堆積したものです。これは海の中で形成された粘土ということで「海成粘土」と呼ばれています。英語で言いますと、“Marine Clay”ですから、その“Marine”の“Ma”をとって、“Ma0”というように、下から順番に0、1、2、3・・・とし、上にいく程番号が大きくなっていく、そういう呼び方で番号が付けられています。つまり、上半部では海あるいは内陸型の環境変化に伴って交互に積み重なるような地層がある。また、下半部は主に陸域に堆積した地層でかかっています。丘陵地を作っている千里や泉南・泉北丘陵あるいは枚方の丘陵に露出している地層は、大阪層群と呼ばれるのですが、平野の地下の調査結果と、丘陵地で地質調査をして得られた結果の概要を見てやりますと、ほとんどこの二百数十メートル地下で、百五十メートルぐらいから、それより下の地層はいわゆる丘陵地に見られる地層と同じものが地下にも存在することになります。

いずれにしても、これらの地層というのは、山を作っている岩盤とは違まして、あまり固まっていない地層となっています。それをもう少し、他の深いボーリングをもとに横に並べてみます。断面では、大阪平野の西側が左側にあたり、右側が東側という様に、東西に並ぶようにボーリングを並べてみますと、このようになって、やはりここに濃いブルーで示した部分が海成粘土、ここに3と書いてありますが、これが同じ粘土層で、この3番目の粘土は“Ma3”と呼ばれているものですが、この粘土層がずっと横に同じように並んでいます。大阪平野は現在陸地ですけれども、各地でここにあるように、13回以上海が入ったり引いたりしたというようなことがこの地層から読みとれます。海が入ると大阪平野全域に海が広がり、その海の底には海成粘土層が溜まります。大阪平野西側の港の方では、この“Ma3”と呼ばれる約87万年前に入り込んだ海の堆積物は深度約400mぐらいのところにあります。ところが、上町断層がちょうどこの辺りでして、上町台地の所では、この同じMa3層は約40mの深さの所にあります。また、東大阪の方では西大阪の港の方と同じように約400mですので、沈み込んでいることになります。つまり、東大阪のこの盆地と西大阪の大阪湾岸が沈み込んで、上町断層を境にして上町台地が隆起している、ということになります。そして、OD-2と呼ばれる、これも地盤沈下の調査の1つとして行われたボーリングですが、これで深度700mぐらいのボーリングが掘削されまして、上町台地のところでは約650mの深さで、生駒山地に続いているいわゆる花崗岩に到達するということになります。このようにして、先程見せた断面図が描かれます。平野の地下に存在する地層は約1000m以上の層厚があり、海に堆積した粘土層と、陸域で堆積した砂礫層が横に積み重なっています。下半部は海で堆積した砂や泥、あるいは砂礫などの礫質なものから成っています。それから上町台地については、西大阪や東大阪より同じ地層がかなり浅いところに見られます。つまり、大阪湾がそういう地殻変動によって沈降してきたということがわかります。そして、先程大阪府の浜本さんから報告あったように、そういう地下の盆地の形状と、こういう震災の被害の状況というのは非常に関りがある、したがって、平野地下の盆地の形、つまり岩盤がどのように分布しているのか、あるいは、堆積層の中身、物理的な性質はどうなっているのかということをしかり

見極めてやるということが、防災の計画を立てる上で非常に大事になってくる。

それでは平野の地下を探る方法ですが、1つには直接的な方法と、間接的な方法があります。そして、工事現場のように、平野の地下に穴を掘っても地層が見られますが、こういうものは、ほとんど表層の状況しかわかりません。そこで、もう少し深い状況を見るためには穴を掘って、深層ボーリング調査を行って、そういうもので、より深い所まで穴を探ることが必要になってきます。

一方、間接的な方法としては、物理的な手法で地表から探査するということになりませんが、1つは今回実施された物理探査の方法、地表で振動を与えて、その振動が地下に伝播していった物理的な性質の違う境界で反射して返ってくる振動を、地表の地震計で受け止めて、それをもとに解析をして地下の状況を断面として描くということを行います。これが、実際の結果です。これは、皆さんのなじみのあるところで言いますと、いわゆる妊婦さんのお腹の赤ちゃんを探るのに超音波断層撮影というのがありますが、そこで使われている手法とほとんど変わらず、原理は同じです。これらは石油探査の技術から医学に応用されたものですが、そのようなものをイメージしていただければいいです。そのほか、重力探査があります。これは密度の小さい堆積物と密度の大きい岩盤が、このように厚さの差があるところでは、バネ秤をそれぞれの計る場所に持っていきますと、密度の小さい堆積物が厚いところでは、その地点の重力は小さくなりますから、バネの伸びは小さくなります。それに対して岩盤が浅いところにあり、密度の小さい堆積物が薄いと重力が大きくなりまして、バネ秤で同じ重さのものを計ってもバネ秤の伸びが大きくなる、という現象を利用します。つまり精度の高いバネ秤のようなものを持って行って、重力を測定します。そうすると岩盤の深度がわかる、ということになります。

最終的には、3次元の地質構造モデルを作って、その中に物性的な特徴を組み込んで、地震予測の解析をします。これについては、後の堀家先生からいろいろこの辺りの紹介があると思います。また、深層ボーリングでは、点のデータでしかありませんので、今回は、もう少し線的なデータでより広い地域の盆地の形状、地下の情報を得ようということで、P波反射法探査と呼ばれる大阪府から紹介された物理探査がおこなわれました。そして、それをもう少し3次元的に見るためにはこういう重力探査のデータも活用して、最終的に3次元構造を構築していくということになるかと思います。

重力探査のデータから大阪平野の岩盤の上面深度、つまり深さが、おおよそわかっています。ただ、重力探査では重力が大きなところでは岩盤が浅くて、重力の小さいところでは岩盤が深いという傾向があるのですけれど、如何せん、岩盤が同じような密度であればいいのですが、それが違いますと岩盤の深さの見積もりが狂ってくるということになります。例えば、大和川の少し南側の堺のあたり、重力探査から得られた結果ではここでは黄色で示されているように約700～800mぐらいの岩盤がある、というようにわかっていますが、振動を用いた探査結果では、岩盤はもうちょっと深い1000mぐらいの深さがあるということです。このように、重力探査で見積もられる岩盤の深さと、他の物理探査から得られた結果とは違う場合があります。だから、こういうものをもう少ししっかりと正確に、現実に即した形で見極めていく、ということが非常に大事になっていきます。

それでは、次に地震探査で地下を探る方法の、その結果を少し見てもらいます。これは、淀川で行われた探査結果です。上町断層を横切るような断面です。縞目が表れています。先程出てきた海成粘土層ですが、このような粘土層というのはどちらかというと、弾性波

速度のP波速度が遅くて密度の低い地層です。ところが、砂礫の層というのはそれに対して比較的P波速度が速かったり密度が高かったりしますので、そのような地層の境界で地震波というのは跳ね返ってくるという現象が起こります。それを地表でとらえてその過程を横に地震波の波形を処理して並べてあるのですけれども、ちょうど、上が軟らかい地層で地震波の少し遅い地層、そして下が地震波の少し速い地層ですが、そういう境界で地震波が跳ね返って、こういうふうに黒く示されている。つまり、この黒い層の部分というのは、そのような地層の境界を示すものと見てもらうと良いと思います。そうしますと、こういう場所はほとんど水平に、地層の境界が連続しているということがわかります。ところが、この場所では上町断層ですが、ここでは、地下の岩盤が断層でずれて、階段状にずれている。ところが、その上には厚い地層がのっているものですから、そこはちょうど先程のように撓みの構造が、こういうふうに反射法探査から得られる。ここでは西側が平坦で水平に溜まっていて、ずっと連続していて、ここから撓みの構造となります。つまり、東側が隆起して西側が沈んで段差構造となるということがわかります。先程のボーリングの調査から、ボーリングのデータとこういう反射断面を比べてみると、ちょうどこの黒い縞のところは、例えばこういう海成粘土層の下端にあたります。つまり上半部でよく連続する縞目模様というのは、それぞれこういう海成粘土層と砂礫層の境界を示していることになります。従って、こういう断面図を解釈すると、先程の地質調査の結果、つまり、ボーリングなどから類推される結果をあわせて、基盤岩の状態や岩盤の上にある厚い堆積層の分布がわかってきます。

これは全部反射法探査が行われた箇所を示します、大阪湾岸付近には、非常にたくさんの地震探査の調査結果があります。ところが、まだ大阪市内あるいは大阪平野の中央部にはほとんど反射法探査はあんまりない。京都側では、これまで文部科学省の予算で3年～4年ぐらいかけて、このように網の目状に探査データをとってかなり多くなりました。ところが、ちょうどこの北摂の茨木、高槻、あるいは枚方周辺は、この図から見てわかるように、あまりそういう広域の調査がありません。今回の反射法探査の測線はこういうふうに通っていますが、既存の地質図をこの上に重ねてみますと、先程見ましたように枚方の部分は丘陵地をずっと通っていますので、丘陵地というのは地層が分布している、その地層の分布している状況が過去に調べられ、おおよそ表層に地層がどのように分布しているかがわかる。そして、平野北側がよくわからないということで、1つは枚方沿いの非常に人工の密集しているところで、1号線沿いの地下構造を1つの主要な断面として見ようということで、その測線が計画されました。それから、この枚方撓曲が、もっと北まで高槻まで延びるのか、それを調べるために高槻の測線、それから、有馬高槻構造線、ちょうど北摂山地と大阪平野の境界にあたるころの地下の構造はどうなっているのかということで、茨木測線が南北に近い測線として計画されました。

断面の解釈をみてみましょう。これは枚方測線です。国道1号線沿いでこちら側は京都側で男山丘陵、こちらは枚方と寝屋川で西の外れ、これはずっと国道1号線です。そして、枚方断層、枚方撓曲があり、ここでは岩盤が隆起側では約300mの深さです。ところが、沈み込んでいるところでは800～900m前後の深さまで潜り込んでいる、つまり、ここに約600m近い段差が生じている。それから、断面中央に少し岩盤の段差が見られて、それの上でもやはり地層の撓みがあります。そして、男山の丘陵のところでは、ここに田口断層というのがありまして、その断層によって男山の丘陵のところでは、岩盤は浅いと

ころでは200～300mとなりますので、こういうのもやはり断層による変位と思われる。京都側について男山の東縁側にある断層ということで、やはり岩盤がずれているということがわかります。そして、今の測線を1対1に引き延ばした実際の断面図で見ます。先程の図は誇張されていますから、それを横に引き延ばして、実際の断面に近い形にしますと、ほとんどこういうふうに緩やかな撓みを持ったような感じになります。ただ、ここは断層にほぼ沿うような形になっていますが、実際にはここには、やはり数100mの段差がついていて、そのような断層があります。

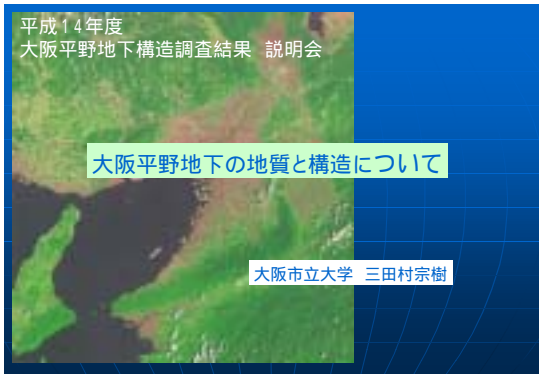
これが高槻測線です。これについてもやはり、枚方断層に相当する北への延長が確認されました。

先程の重力の結果をみますと、重力ではそれほど正確には解釈できない。これが重力探査から見積もれる岩盤の深さです。重力探査では明瞭ではないですが、今回得られた反射法探査の結果によって、非常に確実性のある深度分布が得られていることがわかります。だから、この深度分布を実際に反映させるようにして、もう一度この重力の結果を見直し、再解析をしていくとより正確な構造が描かれる。しかもこの断面の部分だけではなくてより広い範囲で、3次元的な結果を得ることができる。これは、もう少し広い範囲で見たものですが、京都側で行われた文部科学省の調査結果としてこういうふうに京都盆地の地層の分布、あるいは基盤岩の分布が描かれている。ちょうどこれは、国道1号線沿いですので、その延長部として男山から枚方の西側まで、今回の結果と併せて、広域の図が描けるようになるわけです。

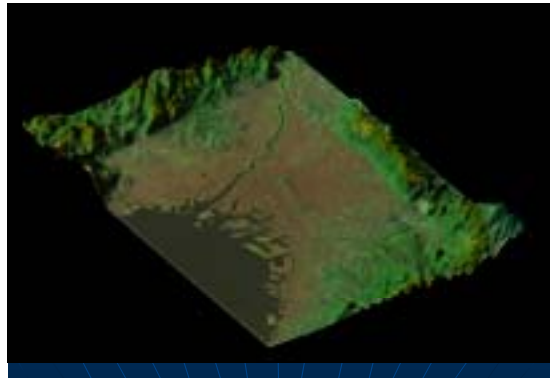
今回は、有馬高槻構造線沿いの構造がしっかりと確認できた。それから、枚方断層については、少なくとも高槻の測線までは、延びていることがわかった。それから、田口断層の構造も確認できた。枚方測線のちょうど真ん中付近の断層については、どのように延びるかというのは今後もう少し細かい検討が必要ですが、こういう断層があることも確認できた。そして、これまでの重力の解析結果をもう1回これを改訂して調べて、基盤構造がどのようになっているかということを今後検討する。そして、今後こういうものを用いてしっかりとした正確な地下の構造をだして、それから、次の段階として、これから後で堀家先生から紹介があると思いますが地震波の解析を行い、地震防災に活かしていくための大切な結果が得られたということになります。以上です。

講演資料 「大阪平野地下の地質と構造について」

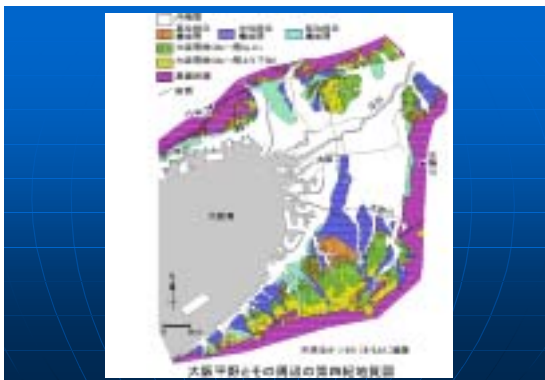
大阪市立大学 三田村宗樹助教授



1



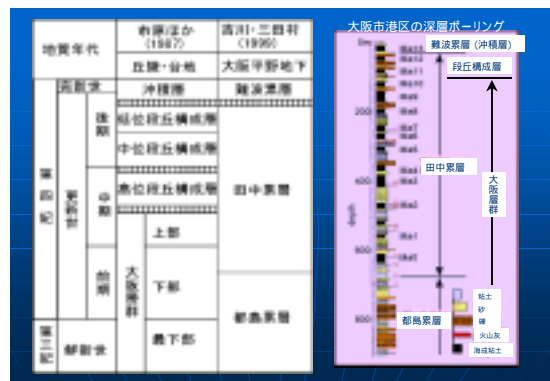
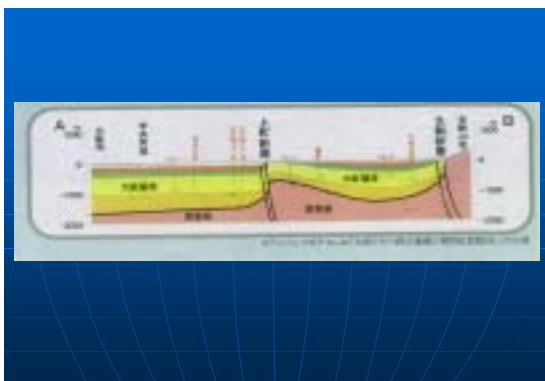
2

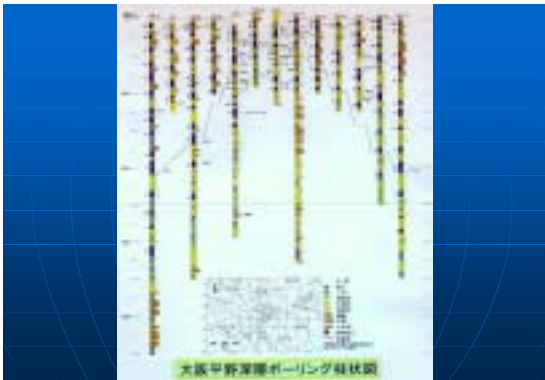


3



4





7

平野地下に存在する地層の特徴

- 1000m以上の厚さ
 - 上半部は、海に堆積した粘土層と陸域で堆積した砂礫層が交互に積み重なる。
 - 下半部は、陸域で堆積した地層からなる。
 - 上町台地付近では、西大阪や東大阪に比べて、同じ地層がより浅いところにある。
- 大阪盆地が地殻変動によって継続的に沈降してきた。

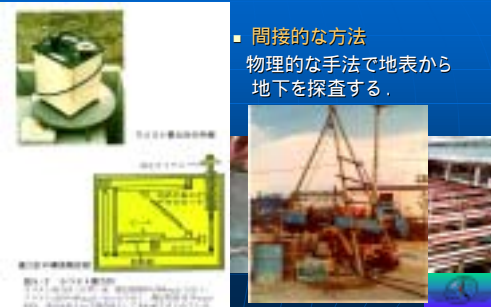
8



9

平野の地下を探るには

- **間接的な方法**
物理的な手法で地表から地下を探索する。

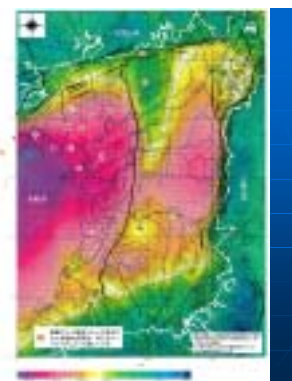


10

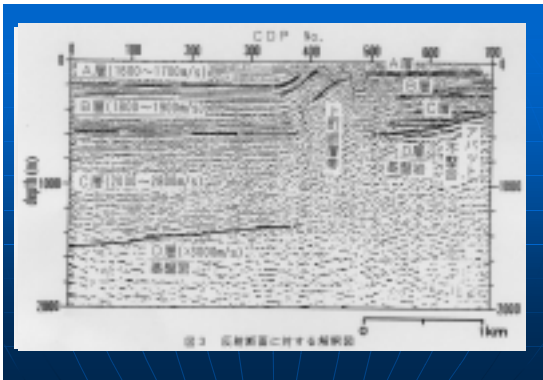


11

重力探査より推定される
大阪平野の基盤岩構造



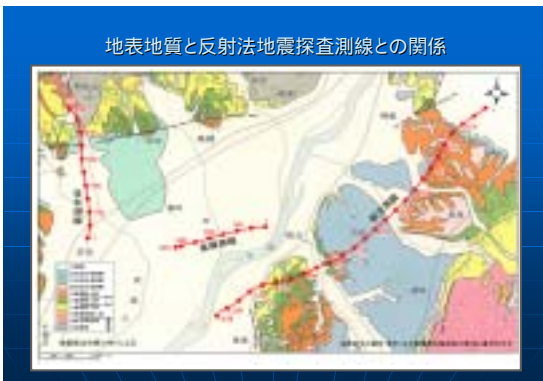
12



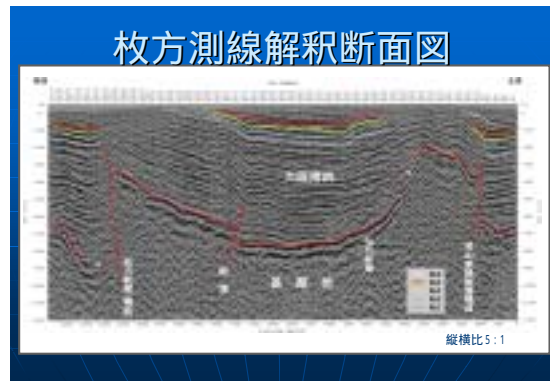
13



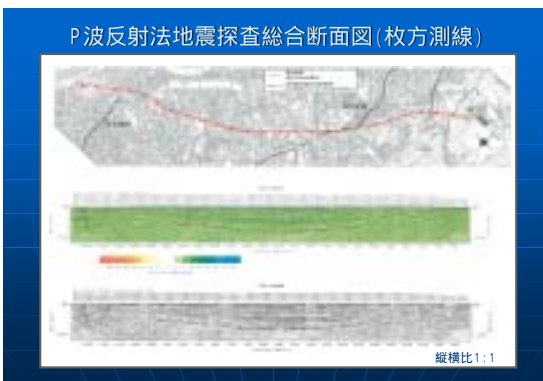
14



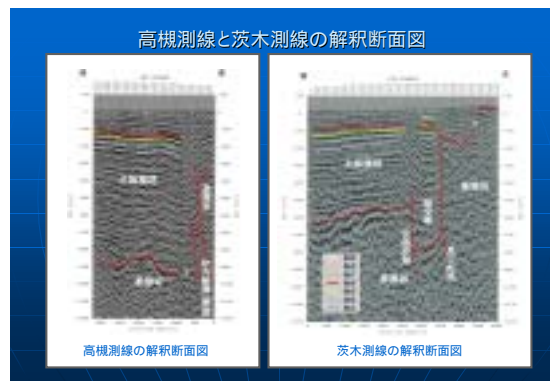
15



16

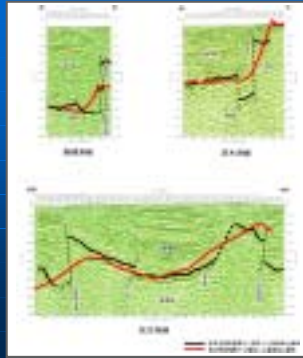


17



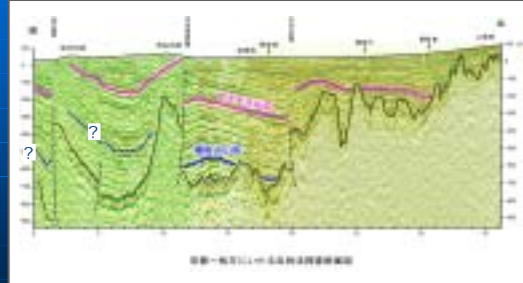
18

反射法探査結果と
重力探査より推定された
基盤岩深度構造



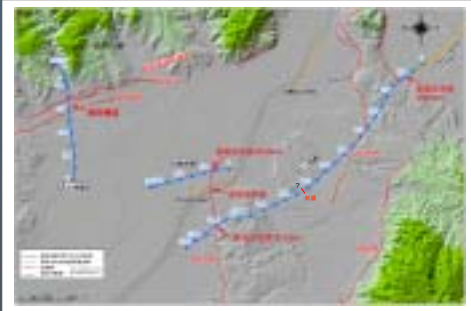
19

枚方～京都の反射法探査深度断面図



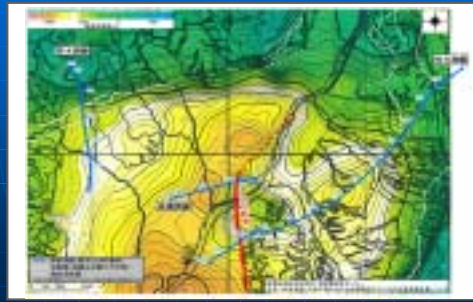
20

P波反射法地震探査測線と地質構造との位置関係

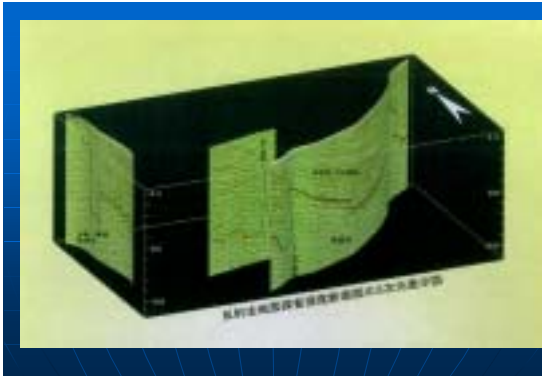


21

枚方断層の北部への延長と推定基盤岩深度分布



22



23

4. テーマ2：地下構造調査と地震防災対策への活用（講演：堀家助教授）

大阪工業大学の堀家です。これからは、地下構造調査の結果を、地震防災対策へ生かしていく方法についてお話しします。これは大阪府の防災パンフレットから抜き出してきたものですが、大阪府はですね、どこの府や県でも同じですが、法律によって、地域防災計画をたてないとだめ、ということなのです。その地域防災計画というのは何年かごとにいろんな知識が増えたり、状況が変わってきた場合には改訂しなさいということになります。この間、兵庫県南部地震が起きまして、いろんな調査が行われてきています。大阪府でも、先程、三田村先生がお話しましたように、活断層調査とか、今行われています。地下構造調査とか、それから研究面では断層のモデル化とか、地震が起こったときに、どのようにしたら現実的な断層になるかという、そういう研究も進んでいます。そういう意味では新たな防災計画の、そういう知識を入れ込んだ形の防災計画を作ると、より信頼性の高い防災計画になるだろうということです。その前に少し、防災計画とはいったいどういうことなのだろうということを説明します。防災計画というのは災害に強い街を作っていく、それから災害の時にどういう復旧対策を行ったらよいかという、備え、例えば、食料とか水とかそういうものをどれぐらいの量を、どこに蓄えておくのか、それから防災力の向上、地域の人達の自主防災とか、そういうことも考えてやらねばならない。それから、この一般的な防災システムと同時に、地震関係の防災、それと風水害の防災、それから大阪の場合ですと、近畿大学と京都大学の原子力関係の施設がありますので、そういうことを含めた全体的な防災計画を作る必要がある。私の話はそこまでは当然及びませんので、今日の話は、地震関係の防災ということで、中身は一体どういうことなのかというのをまず説明します。防災計画をたてる時、一番重要なのは、まずポイントとしては、被害を起こすような地震が起こる際、それによってどれくらい被害が起こるのかということ推定します。その後、先程お話ししましたように地域防災計画によって地震に強い街作りとか、そういうことを計画します。それから、できれば地域住民の皆様に、自主防災に関する意識の啓発、それからできれば、建物が壊れないように耐震改修して下さい、というこのような2つの目的について、地震被害想定を行います。この図は、私のところの学生が作ったものですが、地震被害想定をやる上でまず一番重要なのは、想定地震を決定することです。要するに大阪府に被害を起こすであろうという地震を、いろいろなこれまでの知識を使って想定します。それが使えますと、次は、地震動を予測します。そして、地震動を予測して、その地震動から液状化とか津波とか山くずれがどれくらい起こるのかということ計算しまして、この結果として、建物とか、人、何人被災して、何人死亡してとか、あるいはですね、緊急輸送道路、そういうもののどこが弱いのか。それから、ライフライン、このライフラインって最近よく使うと思いますけど、水道とか、ガス管とか、電気とか、道路とか、要するに都市を、都市らしく維持している基本的な社会基盤、インフラストラクチャーにどれくらい被害が起こるのかということ、それと大阪の場合考えられるというと、津波とか斜面被害、こういうものを全部カウントしまして、人間がどれくらい死ぬのか、あるいは病気の人がどれくらい出るのか、それから生活、家がつぶれて仮の家に住まねばならない方が何人ぐらい出るのか、そういうことをちゃんと計算します。こういうことを予測して、はじめて、府とかの具体的な対応とかそれに対する財政的なことが決定されていくわけです。そして、被災者に対して、今いったようなことが行われていきます。そのときのキーポイントになることは、どれくらい地震動が正確に予測された

のかということが、正確にわかってないと、こういうことがみんな、でたらめになってしまう。でたらめをもとにして、対応計画をたてると、実際に地震が起きて、被害が起きて、対応が全く無駄な対応になってくる。今言いましたように、そうすると、一番キーになることは、地震動をどういうふうに正確に予測していくかということがポイントとなる。そして、地震動を正確に予測していくときに一番ポイントになることは、1つは神戸の地震でもわかりますように、断層のモデル化です。断層のモデル化というのは地質学的な意味ではなくて、どこでどれくらいの強い地震動をだすところが存在するのかということと、地下構造が、どれくらい正確にわかっているのかということ、それが決定的なポイントとなります。断層モデルの話は後でまたしたいと思います。大阪府の場合、要するに一応5つの被害想定に使う地震があります。これは、生駒断層、それから有馬高槻構造線、それから上町断層、南海トラフ、これは今新聞等で騒がしています、あの東南海南海地震、それも含めてやっています。それから、中央構造線というのは、和歌山の紀ノ川のところにある断層、だいたいこの5つぐらいを、想定地震としてやっています。先程から話ありますように、一応できているから、いいじゃないかと思うかもしれませんが、実際には、地下構造というのは正直に言いますと、この辺は正確だと思いますけど、あとは類推等非常に荒っぽい近似で計算されています。それから断層モデルに関しても、正直に言いますと、神戸の断層モデルなどを、知識をそのまま延長した形で使っています。そして、これがこの時点、つまり平成9年の時点のその知識としては、最先端でしたけれど、兵庫県南部地震以降、圧倒的にそういう地震動を予測する知識というのは増えてきています。そういう意味では、これをさらに信頼性のあるものに改訂していく必要が生じてきています。例えば、平成9年ですと、上町断層系から南海トラフまでの地震の大きさ、それからこれは、倒壊家屋、出火件数、死者数、こういうものをちゃんと計算されて、ここは、これに従って相対傾向をだしたり、防災関係の予算を作っているということです。それから、もう少し細かい情報では、これは大都市だけの現象ですけど、滞留人口、普通はあまりこういう言葉はよくないですが、いわゆる帰宅難民といわれているものです。そういうのがどれぐらい存在するのか、とういうことをカウントして、それに対する対応も行政は考えている。それから、これは病院関係の対応ですね、それから、先程言いましたように、地震が起きたときには、とにかく必要なものを輸送することが必要なわけです。そういう意味では絶対に壊れてはならない情報というのを作っておかないと、大阪府の場合、先程三田村先生の図にもあったように実際、全域に住民が住まれている、都市化しているわけです。ですから、どこにでも行けるように絶対壊れてはならないところを、道路でも作っていきます。そこで一番キーポイントになるところが橋です。橋を壊れないようにする。だから、橋の耐震性がちゃんとできているのか、例えば淀川を越える橋、この橋が壊れてしまうと北から南へ移動できなくなりますから、緊急物資が行かないということで、被災者がいるのにどうにもならないという状況が起こりますので、こういう橋とかの点検をちゃんと行うということです。それからもっと基本的な、備蓄米とか、赤ちゃん用のミルクとか、高齢者用の食料とか、こういう日常生活を維持するこういうものも考えておかねばならない。実際にはもっとたくさんあります。やらなければならないことはたくさんあります。それで、今言ったようなことを、より確かに、これが一番いい予測で、被災者をちゃんと助けたり、あるいは復旧に一番いい方針をとれるんだという防災計画をたてようすると、さっき言いましたように、地震動を正確に予測することが決定的なポイントになり

ます。そこで、先程話しましたように、地震動を計算する方法というのは、1980年以降圧倒的に進歩してきました。それから、地震の断層モデルですが、これも兵庫県南部地震以降、それなりに発展してきています。ところが、大阪平野に関しては、ほとんど、これからの大阪に住まわれる、例えば、三田村先生のように大阪市立大学の先生とか、そういう方によって、それ自身研究として重要ですけど、ほとんどそういう方達だけの努力で前進してきているという状況です。そういう意味では、信頼できる強振動予測に使える地下構造モデルには、まだまだなっていません。最近、兵庫県南部地震以降、地下構造の重要性が認識されまして、国の方から、ちゃんと国のお金で、組織的に地下構造を調べてあげますよ、ということになりましたので、京都市では、平成10年から行われていますけれど、大阪府も今年度から始めて、それによって信頼性の高い地下構造モデルを作ることによって、もっと信頼性の高い強震動予測を実施して、もっと信頼性の高い防災計画を作成したい、というのが基本的な考え方です。

今日のポイントはそういう全体的な話ではなくて、地下構造モデルが必要です、という話がポイントになってきます。そこで、私が今、勝手に地下構造モデルが重要だと言っていますけれど、どれくらい重要なのかということをお話したいと思います。これが2000年の鳥取県西部地震の震源です。鳥取県西部地震のときに、例えば大阪の超高層ビルの上の方におられた方は非常に長い時間、振動が、例えば、3分とか5分とか、非常に大きい振動を感じられた方、経験された方がいると思いますけれど、あの例の地震です。あのときにはスカイビルで、スカイビルというのは、200mぐらい梅田の駅からちょっと西に行ったところに、繋がったビルがありますけれど、そののちょっと上の方にあるものが落ちてきたという話がある、その地震です。その地震の記録はこの前、大阪で計測していたところでした。それから、生駒山地、太子町で地震観測が行われていますが、その付近の地震観測です。ここには2500mぐらいのボーリングが掘られています。その地表と、深さ2500mの地中で地震記録が録られています。その記録の比較をちょっとやってみます。これは、此花区舞洲の基盤岩での記録です。先程、三田村先生が言っていた花崗岩の中にある地震計の記録で、これが地表の記録です。この横軸は加速度で表されています。単位はガルですけど、此花ですとここがP波、ここがS波、太子町の記録では、だいたいここがP波、ここがS波、そして、此花の地表のここがP波で、ここがS波です。これを比較していただくと、誰にでもわかると思うのですが、S波の部分ですが、これで1ガルぐらい、1ガルというのは震度1ぐらいと理解していただければと思います。そして、岩盤の中で震度1ぐらいですけど、地表ですと、だいたい20ガルぐらいの大きさになります。20ガルというのは、震度では3か4ぐらいの大きさです。ですから、普通の人が歩いていても感じるぐらいの大きさに変わってしまうということです。それでは、これらが実際に何が違うかというと、先程から話されているように、1000mぐらいの軟らかい土がのっているからです。ですから、その軟らかい土によって、このS波の部分が10倍ぐらい増幅されてしまいます。それからもう一つの特徴は、ここで40秒ぐらい、ここ60秒、ここ80秒です。此花の岩盤での記録というのは、ここが40秒ですから、だいたい20秒ぐらいで、40秒から60秒ぐらいで終わってしまうということです。これは、ほとんど断層が破壊する時間とほとんど変わりません。だいたい、鳥取県西部地震の30キロぐらい、まあ10秒ぐらいです。断層の破壊時間10秒ぐらいで、2倍ぐらいになっていますけれど、だいたいそれぐらいです。そして、これではここ

で40秒、ここで60秒ぐらいですから、だいたいここで、もし、S波の増幅だけに限ったら、ここで終わった。ところが、その後ろにこういう部分、前の方と比べて非常に周期の長い波が延々と続くわけです。こういう場合、120秒ですから、2分ですけれど、これはもっと後ろに続くだろうということがわかります。梅田スカイビルにおられた方はここで恐怖を感じたわけです。そして、この部分はだいたい20秒ぐらいで終わった、この40秒から60秒ぐらいの、この比較的周期が短いS波に続いて、その後ろの周期の長い、ヌタヌタヌタヌタと続く部分を表面波と言います。最近の地学で教えてないかもしれませんが、これが表面波です。堆積層の地震動の特徴をまとめますと、1つはS波部分が10倍ぐらい増幅されることと、それから、その後ろに非常に長周期の波が生成される、ということです。兵庫県南部地震の震災の帯というのは、S波部分と表面波の部分が重なって、非常に大きくなってしまって、被害が生じた、というふうに説明されています。同じことですが、太子町ですと、基盤岩でこれぐらいで、地表でも岩盤ですからこのように大きくなります。つまり、S波部分が増幅されて10倍も大きくなったり、表面波が生成されるのは、実は、堆積盆地の中だけの現象です。そこへいくと、そういうことが起こります。同じことですが、こういう太子町地表とはこれぐらい違います、ということで、堆積盆地の中だけの現象ですということです。これを模式的に説明しますと、ということです。震源から地震波が起こるのか、青い矢印で書いているような波が返ってきます。比較的平らなところだと、こういう黄色い線のようにS波として増幅します。ところが、この境界がもし曲がった状態のところこういうS波が返ってきますと、こちらで返ってきた波の一部は、表面波という非常に周期の長い波に変わります。この表面波の特徴というのは、S波と比べて伝播速度が非常にゆっくりしています。ですから、見かけ上、S波の後に、長周期の波がユタユタユタユタと続くわけです。そして、たまたま、端のところだと、S波とこういう表面波が重なりますので、非常に振幅が大きくなるという現象が起こるわけです。今回の被害の1つの原因は、そういうことであろうと説明されます。そこで、これまでに地震動からわかったことを、少し強引ですが、まとめますと、まず地震動を予測するポイントになることは、軟らかいものが必ずある盆地と岩盤の境界の形がどのようになっているか、これを知ることです。これによって生成される表面波の量が計算できるわけです。これがわからないと、表面波の量、つまりどういう表面波が発生するかわかりません。それから、盆地内のS波速度です。これはS波の部分が何倍ぐらい増幅されるかということが、これでわかります。つまり、地下構造を決めるということは、はっきり言いますと、盆地と岩盤の境界の形を決めることと、盆地内のS波速度を決める、これが決定的なポイントです。もちろん、それ以外のことで影響はしますが、この2つがわかると圧倒的に精度が上がります。それで、大阪平野の場合、この図は先程から何度か出てきている図ですが、この白っぽいところが沖積層です。荒っぽい言い方をしますと、この沖積層のところは、比較的、それほど複雑ではありません。ところが、古い堆積層になると、とくに盆地の周辺部が複雑な形をしているというように予想されます。ですから、地震動を予測するという意味から言いますと、上町断層のような断層のエッジや、岩盤と堆積層の境界の形がどのようになっているかということをちゃんとつかまえておくということが重要なポイントです。今回、行われたのがここですから、地震動を予測するという意味では非常に重要なポイントになっているということが理解されると思います。とにかく、地震防災の精度を上げるためには、まずひとつのポイントで

地下構造が重要でして、その地下構造のポイントというのは、境界の形とS波速度であることをいいましたけれど、その境界の形とS波速度を求めるにはどのようにしたらいいのか。これは、先程から三田村先生も少し話していますが、一番重要な手法は、境界を見つけるという点で決定的な手法はこの反射法探査だということです。先程、三田村先生がバイブレーターのことを紹介されましたが、この方法はまず今、信頼性が一番高いということです。また、S波速度については、S波の反射法探査とか、微動のアレイとかで行っています。実際には、こういう深層ボーリングとかP波の反射法とか重力とか、先程話したような方法を使って、境界の形状を決めて、それからS波速度値がどういう関係かということを決める手続きを行います。先程言いましたように、京都市の場合、平成10年度からやっていますので、京都市がどれくらいのモデルができているのか、ということをお話して、大阪でも多分5年後かそういう頃には、同じレベルに達してほしい、という期待をもっているのですが、京都市の場合を説明したいと思います。これは最初にありましたような重力の測定図です。京都市の場合、これだけの重力の測定点がありますが、これで大局的な地下構造、つまり地下形状の推定に使われています。それから、これが反射法探査の測線です。京都市の場合、まず真ん中を平成10年にこういうふうに20キロぐらいですが、京都駅が多分この辺だと思えますが、だいたい京都駅を中心にして20キロぐらいの測線でまず探査を行いました。それから、北の方ですと、4、5キロ間隔でこういう測線を設けて反射法探査を行った。この測線は、先程三田村先生が最後の方にお話された、大阪府につながる測線です。京都市の場合、これだけ非常に密に反射法探査を行っています。日本の中で、これだけ密に反射法探査をやって地下構造を決めているところは、おそらくないと思います。こういうことができたのも、兵庫県南部地震で地下構造の重要性が認識され、国もそれなりに対応する必要に迫られたという前提があります。そして、基本的には京都盆地も大阪平野も形成のプロセスというのは一緒ですので、こういう“Ma”という海成粘土層を基準にして、4層ぐらいの3次元の地下構造モデルを作っています。これは大阪側からみた図です。こういうところに境界を設けて、これが比叡山ですから、南から見ている図です。つまり、反射法探査をすれば、こういう形で3次元のモデルができるということです。京都市の場合、これは少し被害予測に関係しますけれど、被害予測をする場合はメッシュ、大阪平野でしたら、例えば500×500mの間隔でエリアに分けます。そのエリアのことをメッシュと呼びます。そのメッシュサイズが小さければ小さい程、細かい情報をとれるということですが、京都市の場合は100×100mのメッシュを作っています。これまでですと、普通メッシュサイズというのはだいたい500×500mとか1km×1kmでしたが、このような地下構造探査をすることによって、メッシュサイズの非常に小さい地下構造モデルを作ることができます。ここに書いているのは、地震動を計算することに必要なP波速度、S波速度、密度で、これが減衰定数と呼ばれる値を示した表です。ですから100×100mメッシュですから、だいたい京都の場合は、東西方向に10～15kmぐらいですから、横方向に150～200ぐらいで、南の方に40kmぐらいですから400、つまり200×400メッシュで10万近いメッシュを作成できます。神戸で被害を受けられた方はわかると思いますが、例えば100m違うと、被害の様子は変わりますが、そういうことが地下構造調査をすることによって、非常に細かい被害予測も可能になる、ということです。

京都市で被害を予測するために、地震動を予測した結果をお見せします。京都の場合は、これが花折断層、それから桃山断層というのがあり、ここら辺の西山にも断層がありますが、今日説明するのは花折断層と桃山断層の強震動予測の結果と、その構造物の被害に関するものです。花折断層をはじめ、断層モデルに関する研究は進んでいます。これは断層に使った数量、それからこれはどこで、どれくらい断層のすべりがあるかということを表しています。そして、これが予測した速度です。地震動の場合は、いろいろな知識が絡みます、その地震動の生成の特徴、一番わかりやすいのは、波形そのものですが、波形そのものでは被害への対応は非常に難しい場合がありますので、最大速度とか、最大加速度とか、他に5つぐらいの手法があります。今、被害へ一番リンクがいいであろう、つまり、単独の指標で一番いいであろうと言われているのは速度です。ここに、速度をお見せします。今までここに書いているように、120カインとか、20~40カイン、カインというのは、“cm/sec”ですから、100カインというのは、速度が毎秒1mで揺れるということです。ですから、兵庫県南部地震の時の最大で、だいたい100カインぐらいですから、100カインを超えるということは、兵庫県南部地震の地震動と、そう遠からず、それ以上になるわけです。これで計算した結果、この辺では、もう100カインを超えています。この黄色いところでも、60カインぐらいでおさえられます。これが、今までの被害予測とどのように違うかといいますと、今までの被害予測というのは、地下構造とかそういうものが、きちりと入っていませんでした。ですから、ここに断層があると、断層とのほとんど距離だけで決まっていた。つまり、楕円型の地震動分布になってしまっていました。ところが、これまでのいろいろな手法の新しい知識を入れることによって、実際の被害に近い、つまり、断層がこのように破壊していきまると、当然こちら側に被害が延びるので、そういうことがきちりと再現されるような地震動分布が得られます。そこが、1つ、これまでの被害予測図が決定的に違うということです。同じように、これは桃山断層ですけど、桃山断層が南から北に破壊が進んでいった場合、それから、北から南にすべった時の、地表の最大速度分布が得られます。この場合も、中心部では100カイン近い大きさの、兵庫県南部地震に近いが、それ以上の場合ですけど、こういう形で被害が予測されます。

今度は被害の予測です。普通、一番重要なものは木造です。木造がどのように、つまり、全壊率がどれくらいか、先程説明しましたように、100m×100mの中の木造建物が何パーセント、例えば、100軒の木造があると、この部分では80軒~95軒が壊れるということです。これは、1961年から1970年、要するに30年以上も前に建てられた木造ですと、かなりひどい被害が起こるであろうということです。例えば、この辺りです。ところが、1981年以降の新しい建物になりますと、あまり被害が起こりません。そういう意味では、こういうものを見ていただいて、耐震改造とかそういうこと、もちろん耐震改造はお金がかかりますから、やりなさいというのは言い過ぎですけど、特に京都の場合は、戦前からの木造がたくさん残っていますので、このような結果を考えて、耐震改修をした方がいいな、ということになれば、耐震改修の動機付けになる、ということです。

これはコンクリートのRC建物の被害です。このような形で予測されています。このように、建物の被害が予測されますと、例えば、死者がどれくらいいるのか、負傷者が何人、重症患者がどれくらいなのか、これは京都市の区別に表示していますが、このようなこと

ができるわけです。これは100mメッシュの間隔です。そうすると、皆さんが道を歩く時によく見てもらおうと、この地域の避難場所はどこかということが早くわかるようにしています。あれは、このような、何人ぐらいの被災者がでるかとか、病人が何人ぐらいで、この地域はここが病院です、というような表示があります。これは、このような計算結果をもとにして、京都府や大阪府がやっているのです。そういう意味では、これ以外にも、火事がどこで起こるから、その延焼を止めるにはこのような市街化計画をした方がいいですとか、そのような提案も大阪府はやっています。ですから、震災をできるだけ小さくするための方針と、起こったときの緊急対策と復旧ということに、このような知識が使われていくということです。そのベースになるのは、地震動予測です。そして、地震動予測の方法というのは、地下構造とか断層系などに基づいていますので、そのような知識がだんだん正確になると、何年かごとに改訂していくことによって、だんだん信頼できる防災対策となっていきます。今回はその一環として地下構造調査を実施しております。1つの重要なポイントとなります、地下構造調査をやり始めて、成果を出したという話でした。私の話はこれで終わります。

講演資料 「地下構造調査と地震防災対策への活用」

大阪工業大学 堀家正則助教授

地下構造調査と地震防災対策への活用

大阪工業大学
堀家 正則

1

2

3

地震被害想定とその目的

想定した断層を震源とした場合、どこで、どれだけの被害がでるか予測する。

(1) 地域防災計画や都市防災計画の改良

(2) 地域住民の地震防災の啓発と耐震改修

4

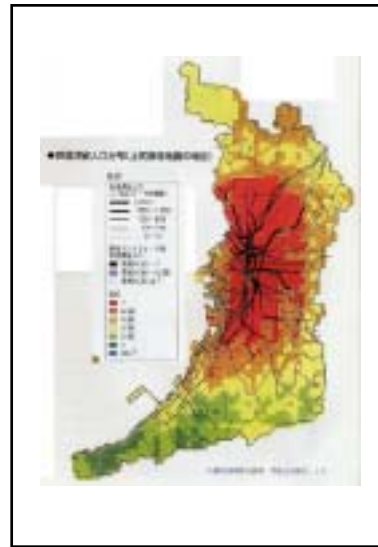
地震被害想定のプロフロー

5

6

項目	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年
人口	2,700,000	2,750,000	2,800,000	2,850,000	2,900,000
人口密度	1,200	1,250	1,300	1,350	1,400
人口増加率	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
人口増加数	54,000	55,000	56,000	57,000	58,000
人口増加率(%)	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
人口増加数(人)	54,000	55,000	56,000	57,000	58,000
人口増加率(%)	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
人口増加数(人)	54,000	55,000	56,000	57,000	58,000

7



8



9



10

重要地域人口密度

項目	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年
人口	2,700,000	2,750,000	2,800,000	2,850,000	2,900,000
人口密度	1,200	1,250	1,300	1,350	1,400
人口増加率	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
人口増加数	54,000	55,000	56,000	57,000	58,000
人口増加率(%)	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%
人口増加数(人)	54,000	55,000	56,000	57,000	58,000

11

地震防災計画改定に向けての問題点

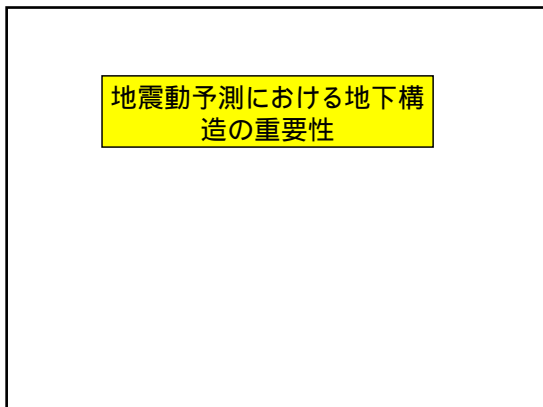
- 予測計算手法の発達、断層モデル化の発達に比較して、大阪平野地下構造モデルは不十分。

↓

- 地盤調査による信頼性の高い大阪平野の地下構造モデルの作成

12

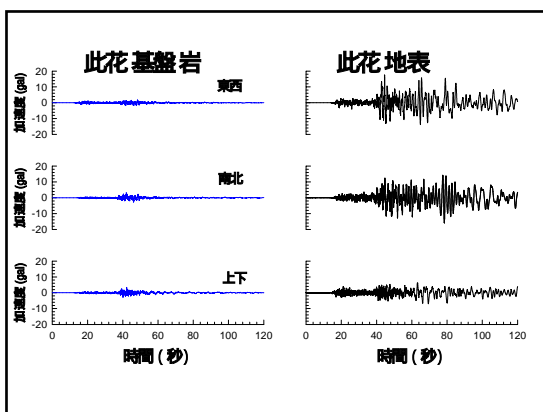
(地震動予測における地下構造の重要性)



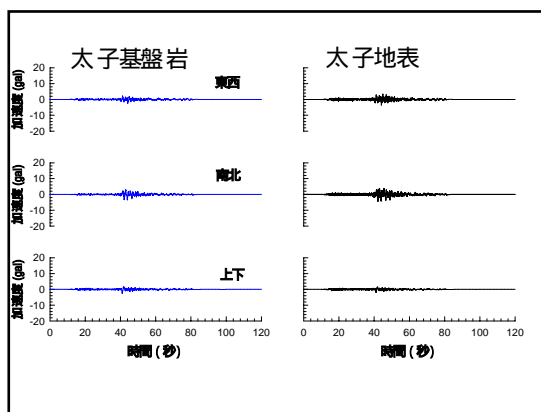
13



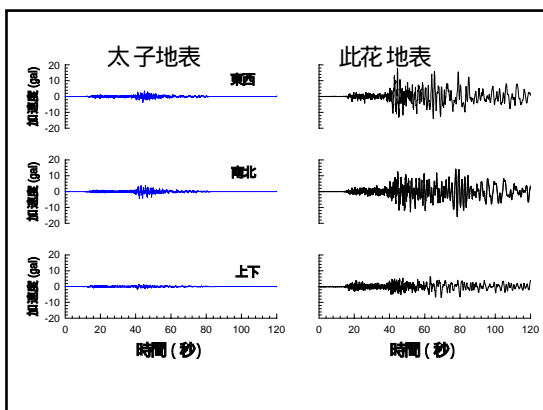
14



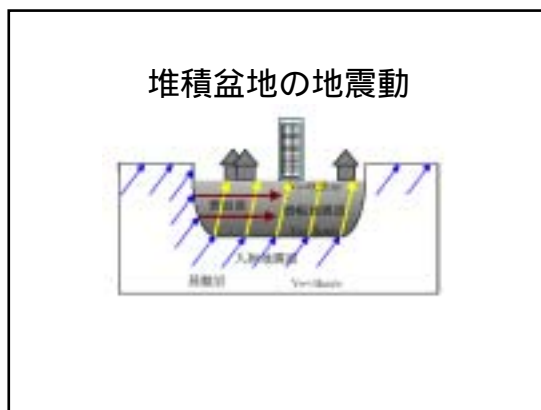
15



16



17



18

地震記録の比較から分かったこと

- (1) 盆地と岩盤の境界の形を知ること
- (2) 盆地内のS波速度を知ること

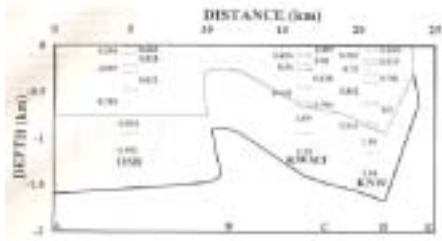
19

大阪平野の表層地質



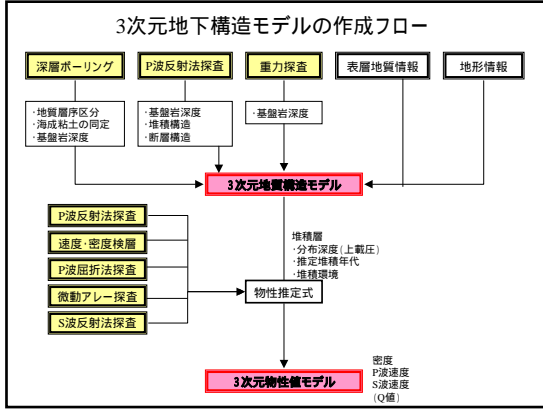
20

大阪平野中央部の東西断面



21

(3次元地下構造モデルの作成)



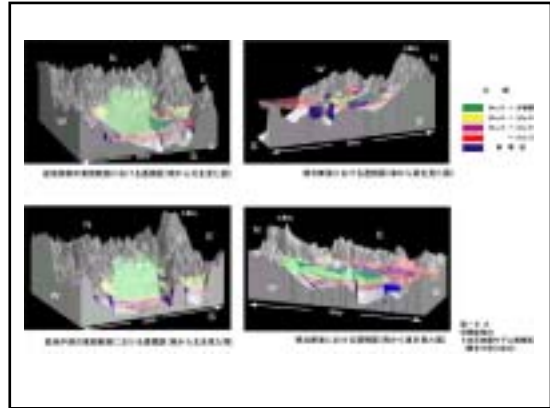
22



23



24



25

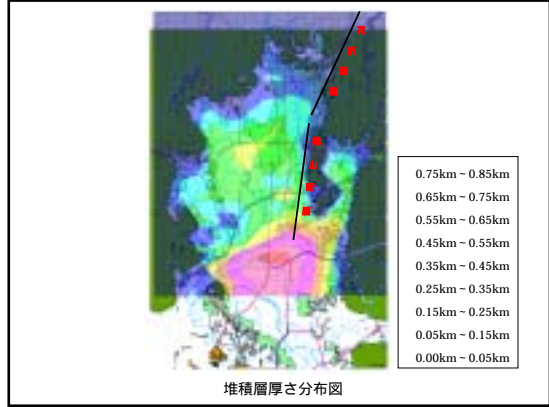
::ix= 118						
11	0.60	-120.10	-21.30	34.9172	135.7669	
1.57	0.36	1.70	60.	24.	0.05	
1.66	0.40	1.87	68.	27.	0.05	
1.76	0.47	1.97	78.	31.	0.05	
1.86	0.54	2.05	90.	36.	0.05	
1.94	0.61	2.08	100.	40.	0.05	
2.00	0.67	2.09	112.	45.	0.05	
2.07	0.74	2.08	122.	49.	0.05	
2.13	0.77	2.12	130.	52.	0.05	
2.20	0.81	2.17	135.	54.	0.10	
2.30	0.89	2.18	148.	59.	0.10	
4.29	1.89	2.55	315.	126.	1.00	
V_p	V_s	ρ	Q_p	Q_s	H	
(km/s)	(km)	(g/cm ³)			(km)	

26

(京都盆地における内陸地震断層のモデル化と強震動予測)

京都盆地における内陸地震断層の
モデル化と強震動予測

27

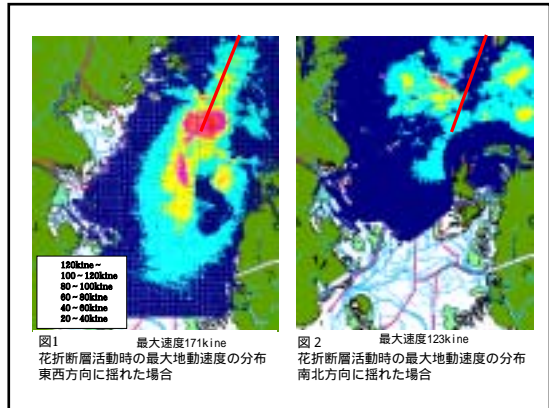


28

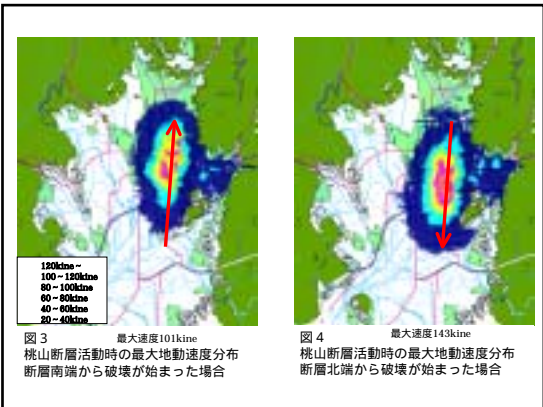
表1 花折断層南部の幾何学的情報と断層パラメータ

	花折断層南端	備考
断層幅 W(km)	21.1	
断層長さ L(km)	18.5	
断層面積 S(km ²)	348.15	
何	断層幅厚積 St(km ³)	1003.9
学	走向 (°)	30
約	傾斜角 (°)	90
断	すべり角 (°)	175
境	傾度 (°)	35.016
	傾度 (°)	135.739
全てが固(場合の場面モーメント)		
Mot (dyn*cm)	4.50E+25	$S=223 \times 10^{15} \times M_0^{2/3}$ より $M_{ot} = (\frac{1}{2.23} \times 10^{15} \times S_T)^{3/2}$
平均すべり量 D(cm)	98.1	$M_{ot} = \mu \times D \times S$
断層	アスペリティ幅 Basp(km)	192
	アスペリティ幅幅モーメント Mossap (dyn*cm)	1.51E+28
ラ	アスペリティ幅幅モーメント Moh (dyn*cm)	1.93E+29
ス	アスペリティ幅幅モーメント Mosp (dyn*cm)	64
	アスペリティ幅幅モーメント Mosp (dyn*cm)	284.15
ラ	断層モーメント 平均	2.33E+28
	断層モーメント 平均	1.03E+29
	断層モーメント 平均	1.34E+28
	断層モーメント 平均	223
	断層モーメント 平均	80
	断層モーメント 平均	7 / 16 x (μ D/R) R:半径
	断層モーメント 平均	23
	断層モーメント 平均	148
	断層モーメント 平均	28

29



30

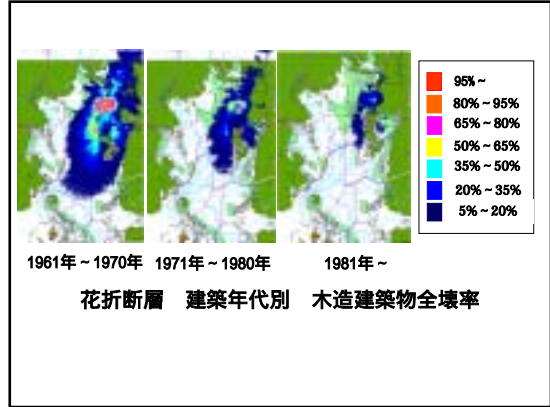


31

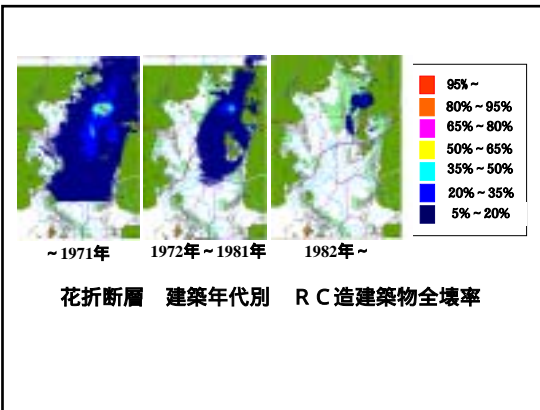
(京都盆地における内陸地震による建物被害想定)

京都盆地における内陸地震による建物被害想定

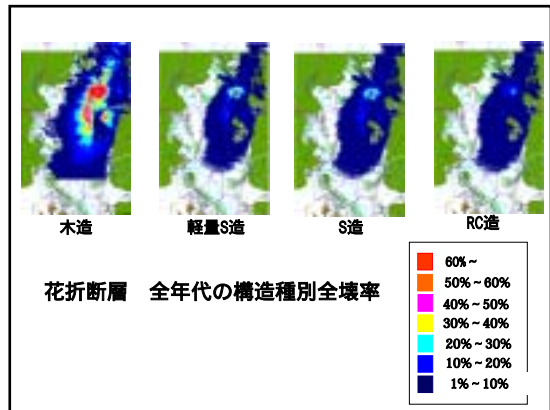
32



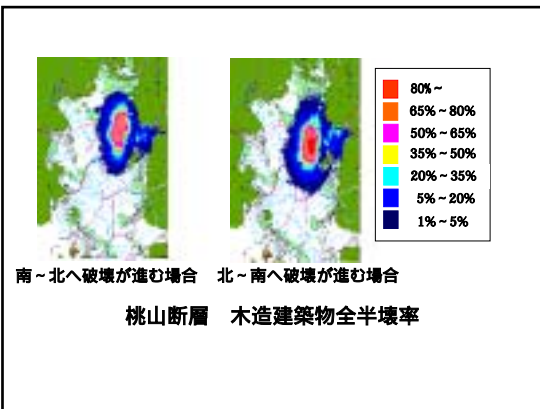
33



34



35

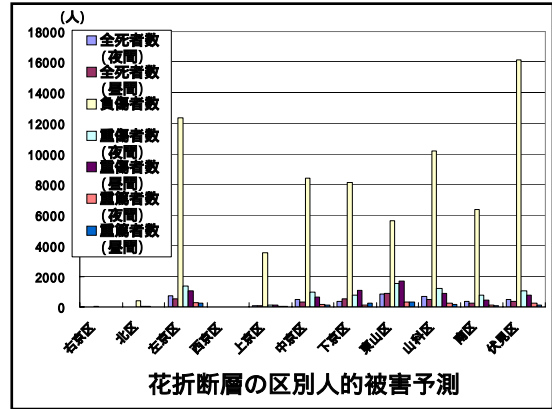


36

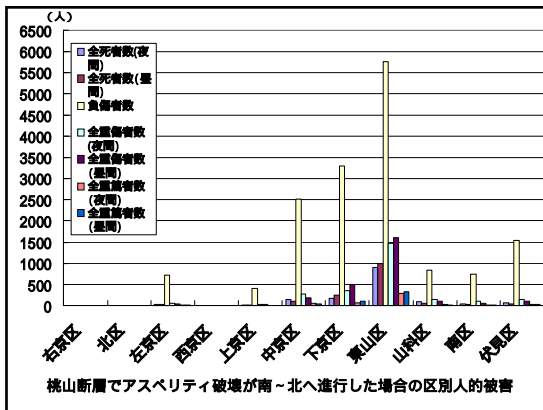
(京都盆地における内陸地震による人的被害想定)

京都盆地における内陸地震による人的被害想定

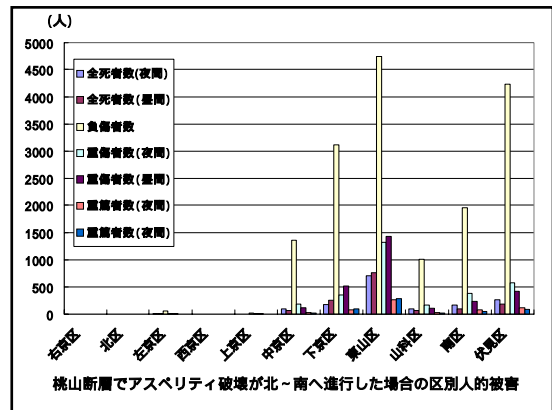
37



38



39



40

5. 質疑応答

Q1 (一般市民)

田口断層はどの程度の規模か、あるいは、もしこれが動いたときには、どの辺と連動して動くのか、そして、どれくらいの大さの震度となって伝わってくるか、というようなことを、具体的に、我々が推し量れるような情報をいただきたい。このように思いますが、どうぞ宜しくお願いします。

A1 (三田村助教授)

実は、今回、初めて田口断層という断層がわかったというわけでは決してありません。もう既に昔から、この断層が存在するという事はわかっておりました。ただ、地下で岩盤がどのようにずれているのかというようなことに関しては、地表のデータだけでは、なかなか推し量ることができなかつたものですから、今回はじめて、このようにして、田口断層周辺の岩盤のずれがおおよそわかってきた、ということになります。ですから、今後、こういうものを、もう少し、しっかりと解釈して断層の状況をつかみ、そして、この周辺でどのような地震動が地表で起こるのかということについて、いろいろ詳しいデータを取り続けて、今後、より正確なものにさせていくということになるう。

Q2 (一般市民)

田口断層、枚方断層など、それぞれの断層が国道1号線のどの辺に位置するのかを教えてください。

A2 (三田村助教授)

具体的に正確な位置というのは、この断面に現れている範囲で見ただけしか、とりあえず、今のところないと思います。ただ、皆さんは、よく、いろいろな断層の図面、多分、兵庫県南部地震以降、見られていると思います。地質図に描かれている断層であるとか、あるいは活断層図という25000分の1の図面も出版されています。しかし、これらを全部重ね合わせてみますと、断層の線が図面によって位置が違っていることがあります。つまり、断層というのは、1本の線で決まるというものではありません。だから、かなり幅の広い、だいたい数100m、まあ200mとか、500m内外の幅を持ったゾーンで、その辺りに断層の構造が地下に埋もれて存在する、というふうに見てもらった方がいいと思います。そういうことでいきますと、枚方断層、枚方撓曲は枚方丘陵の縁に沿うように、やはり数100mぐらいのゾーンを、その断層の1つのゾーンだ、というようにとらえていただくということが大事です。ここでは、断層を、そこで地震が起こることによって段差ができる、ということを探るのではなく、むしろ、それによって地震動がどのように伝わって、地表に到達して、どこが非常に被害を受けやすいのか、地震動による被害を受けやすいのか、ということを探って調べていく、というための地層データが得られる。そして、実際に、地下で岩盤がずれている場所が、わりと正確にわかってきましたので、こういうものを、実際に解析しているということになります。ですから、断層の調査だけではないということをご理解いただいて、非常に規模に関してですね、3次元的なモデルを作って、いま、堀家先生が紹介されたようなそういう振動の、被害予測をより正確にですね、やっていきたい、信頼性のあるものにしたい、いうことを目標として、今回の調査が行われています。

Q3（一般市民）

私は枚方と淀川の川岸内の地域にありますけれど、この地域は枚方断層になるのでしょうか。それともう一つ、枚方市では最近温泉を掘って、工事規制をしていますが、現在進めている調査に応用しているかどうか、あるいは、温泉を掘っているだけか。それを教えてください。

A3（三田村助教授）

詳しい地理がわからないのですが、多分、枚方丘陵の西側にちょうど沿う縁のところに、枚方撓曲と呼ばれる、断層によって撓んだ構造があります。そこでは、だいたい200mとか、500mぐらいの幅で地表に地層の撓みが確認できます。ですから、そういう幅のゾーンでの構造が枚方断層にあたり、大きく落ち込んでいますが、おそらく、ちょうど盆地の縁にあたるところになるかと思われま。

温泉ボーリングの話ですが、先程紹介しました大阪平野のいろいろな断面図の中で、基盤岩、つまり岩盤の深度を具体的に決めているのは、実は温泉ボーリングの結果です。これらは温泉の利用だけではなく、そのようなデータがだんだんできてきていて、枚方でも温泉開発がされるかも知れませんが、このように温泉が掘削されたときに、どの深さに岩盤があったというようなことが、その温泉ボーリングのデータからもわかりますので、当然、このような情報は組み込んでいける貴重なデータだと思います。

Q4（一般市民）

地震の被害予測につきましてですが、兵庫県南部地震の時に私が感じたこととしては、特にこの近くでも、枚方市出口地域とか、京都府八幡市付近でかなりの川が破損したなど、大きな被害がでたように私は記憶しています。それは淀川の氾濫による、例えば、沖積地層というようなものが、今の大阪平野の沖積とは別にあって、それが非常に軟弱で被害を大きくしているのではないかと、というように、私は思っています。そうしますと、河川沿いの地域というのは、昔から歴史的にその氾濫を繰り返して、地層が付近とは違っているかもしれない。そうしますと、河川沿いの地域というのは被害が大きくなるのが予想されます。そのようなことは、地震の被害想定にも盛り込まれているのでしょうか。

A4（堀家助教授）

今までの被害想定というのは、どちらかというと、今おっしゃったように、浅いところ、例えば、20mぐらい、この情報は建物を建てる時のボーリングなどで、それなりにあります。そして、完璧ではないですけど、これまでも、その効果を導入したような地震動計算になっています。むしろ、今までなかったのは、深い所がありませんでした。ですから、完璧かどうかわかりませんが、例えば、川沿いとか、昔池であったところとか、そのようなところの情報というのは、これまでの被害予測に原理的には入っています。私は、去年、大阪府には関係していませんでしたので、どこまで入っているのか正確には知りませんが、これまでの被害予測はどちらかというと、きっちりとするようなやり方をされていた。むしろ、深い所の情報がないので、深い所にウエイトをおいた形のモデリングをしようというのが基本的な考えです。

それともう一つ、枚方とか京都の地震の被害が大きかったというのは、もちろん、今おっしゃられたように、川沿いであるという点はあると思います。それともう一つは、兵庫県南部地震の場合、断層の割れ方が淡路島から大阪の方に向かって割れました。そうします

と、電車のドップラー効果と同じで、電車が近づいてくると音が大きく聞こえます。それと同じことが地震波の場合でも起こっているのです。ですから、破壊がどちらに進んでいくかということも、実は重要なのですけれど、そういうことにも、今回の反射法探査とかを使いますと、将来、地震がどちらからきて、どちら向いて破壊をしていくのか、という検討にも、もちろん、完全に予測できるかどうかわかりませんが、こういうことにも使えていくということで、いろいろな意味で精度が上がっていきます。