

平成 29 年度秋季建築物防災週間関連行事

建築物防災講演会

講演記録

テーマ : 内陸地震はなぜ起こるのか？

講師 : 京都大学 防災研究所
地震予知研究センター 教授 飯尾能久氏

日時 : 平成 29 年 9 月 4 日 (月)

午後 1 時 30 分 ~ 4 時 00 分

場所 : 建設交流館 グリーンホール

主催 : 一般財団法人大阪建築防災センター

平成29年度秋季建築物防災週間関連行事

建築物防災講演会

テーマ： 内陸地震はなぜ起こるのか？

講師： 京都大学 防災研究所

地震予知研究センター 教授 飯尾能久氏

日時： 平成29年9月4日(月)午後1時30分～4時00分

今日は、こういう機会を与えていただきまして、ありがとうございます。ちょっと小難しい話に聞こえると思いますが、そういう話に2時間もの間おつき合い頂くこと、本当にありがとうございます。

御紹介いただきましたが、私は京都大学を卒業しましたが、生まれは兵庫県の明石です。卒業した、明石高校というのは明石海峡を望む高台の上にあり、ちょうど対岸に淡路島があります。私、高校時代は全く知らなかったのですが、野島断層が見えていたはずですが、阪神・淡路大震災を起こした野島断層を見ながら育つたにもかかわらず、そこで大地震が迫っているということを夢にも思わなかった。と、うとちょっと言い過ぎですが、阪神・淡路大震災が発生したときはそういう状況でした。それまではちょっとかなりマニアックな研究をやっていたのですが、今もマニアックかもわかりませんが、そのあとは主にタイトルにあります、内陸地震はどうして起こるのかということを中心にいろいろな研究を進めております。

内容については折々御紹介するとして、ちょっとこういう話から始めさせていただきたいと思っています。

我々の生活は自然現象と深く関係しており、例えば今日でしたら、暑い日が続いて、このところちょっと涼しくなってきた、朝晩はちょっと寒いので、天気予報でも着るものに注意してくださいと、そんなアナウンスも朝にあったと思います。それから現在のところ、天気予報が少なくとも、今日、明日の予想にはかなり確度が上がってきましたので、情報をもとに備えができるようになってきたと思います。ただ、昔はどうだったか、今年は、関東、東北ちょっと日照が足りないようですけど、こういうものが来るとなかなか大変だったわけです。昔はどうしていたか、今でもよく耳にしますけど、こっちの村とこっちの村が綱引きをして、こっちの村が勝ったら今年は大丈夫とかそんな占いのようなことで今年はどうなるかというようなことをちょっと予測みたいなことをされていた。いよいよ雨が降らなくなると、神頼みをやられたかもしれない。もって困ってくると、ちょっと悲しい話になりますが、自己犠牲をして、神様に何とかしてくださいみたいなことをやられていたのだと思います。なかなか先のことが予測できなかったのも、そういう時代だったと思います。

これは気象とかそういう面ですが、地震や火山の噴火についてはどうだったのか。残念ながら現在のところ地震の予知、警報が出せるような短期的予測っていうのは非常に難しいですし、将来的にも極めて困難であると思います。一方、火山の噴火に関しては、少なくとも予知をして、避難をして助かったという例はそれなりにはあるわけです。今いろんな科学的な分析が進んで、そういうことは可能になってきています。昔はどうだったか、突然平らだった地面が割れて段差ができる。ふだん静かだったのに、山が突然火を噴く。こういうものはめったに起きませんので、突然全く予測もできなかつたような現象が起こるわけです。

恐らくこれ本当に心底恐ろしい、そういう現象だったと思います。そういう場合に、昔の方がどういうことをされたか。やっぱりもうどうしようもないわけですね。土地の平穏を神様に祈るしかない。ただこれだけではちょっと悲しいので、こういうことが起こるといことがわかっていれば、なかなかそれに備えるということは難しいけども、起こったときに全く予期してなくてパニックに陥るとかそういうことは、多少は軽減されるのかもわからないので、お年寄りの言い伝え、また、神話とか伝説のように、こういう自然現象、めったに起こらないものを何とか後世の人に伝えようという、そういうことを意図されたとも言われています。

太平洋の真ん中の島で撮られた写真です。これはマグマの先端で、多分こっちのほうから流れてきて、灰色のところはちょっと切れて固

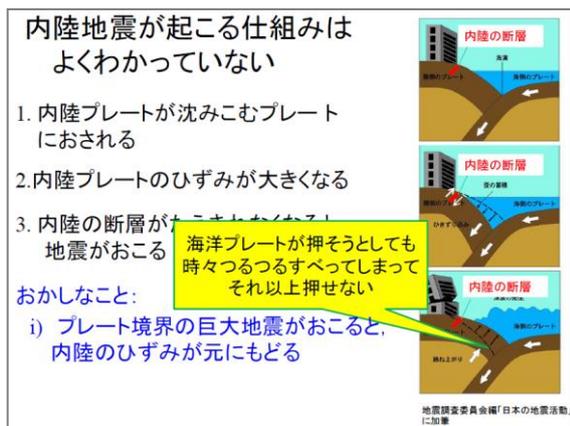
まっているのですが、ちよろちよろとちよつと赤っぽいところは、これは切れたところがまた割れて、下のどろどろに、溶けているところが見えている溶岩。ヤマタノオロチはこういうものをあらわしているのだと、そんなふうにする方もおられます。こういうものが起こるのだということを後世の人に伝えようと、天岩戸とかああいうものも、例えば阿蘇山、阿蘇カルデラに関係した、そういうことを伝えようとしたのではないかと、そういうような話もあるようです。

現在のところ、ほとんどの自然現象、台風や高波、そういうものは少なくとも仕組みは解明され、必ずしも恐れる必要はなくなった、非常にありがたいことなのですが、ここでまた地震の話になりますが、内陸地震というのは、残念ながら最も解明がおくれている現象だと思っています。地震が起こったときにどういう断層がどれぐらいの何メートル滑るとか、そういうことはある程度はわかってきましたけど、どうして起こるのかということは残念ながらよくはわかっていない状態です。

このスライド、実は小学生とか中学、高校生、そういう若い人に科学ではこれからどういう課題があるのか。どういうところがフロンティアという、そういうことをなるべくアピールしたいと思ってつくったスライドです。

内陸地震に関する研究の現状としては、こういう流れとなっているということをイントロとしてお伝えしたという図となっています。

それでは本題に入りますが、こういう図がよくホームページにも出ていました。



内陸地震はなぜ起こるのかということですが、太平洋の海底が日本列島の内陸のプレートの下へ沈み込んできて、内陸のプレートを引きずり込む。下向きと同時に、このプレートを、太平洋プレートは日本列島の辺では西から西北向きに沈み込んでいますので、ぐいっと左側に押されるわけですが、そうやって押されたときに内陸のプレートにひずみがたまって、それで内陸地震が起こるのだと、よく言われていました。現在でも、こういう図が出ているホームページが多いです。完全に間違っているわけではないのですが、非常に気になることが一つあります。海洋プレートが沈み込むによって、内陸側のプレートにひずみが大きくなって、耐え切れなくなると内陸の地震が起こるのですが、大抵の場合、この内陸の地震が起こる前に、ここに書かれていますが、ここでプレート境界の地震が発生します。2017年の3.11ですね。東北地方太平洋沖地震も東北地方のほうで海洋プレートが東北地方の内陸のプレートを引きずり込んでいたのですが、それが耐え切れなくなるとはね上がって、地震の波と大きな津波を起こしたという、これはプレート境界型地震、海溝型地震の発生の

仕組みとしてはよくごらんになっていると思うのですが、基本的な仕組みはこれで正しいと考えられています。

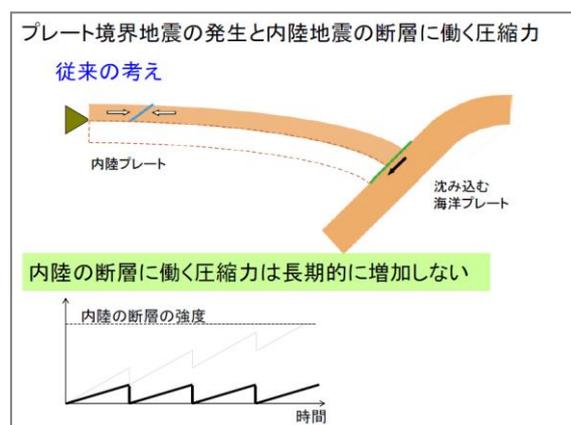
関西地方でも懸念されています南海トラフの巨大地震ですが、このプレートはこの辺ではフィリピン海プレートという、ちょっと違う名前がついていますが、基本的な仕組みはこれで同じだと考えられています。ただ、この内陸の地震との兼ね合いですけど、プレート境界型の地震は、例えば南海トラフ、紀伊半島沖、四国沖では、100年とか150年とか、それぐらいに1回だと言われています。それは古文書とかに記録が残っていますので、非常に確かな話です。東北沖地震になりますと、ちょっとわからないところがあるのですが、500年に1回とか、千年に1回とか言われています。それに対して、この内陸の地震は、個々の断層ですね。この近くでは上町断層というのが大阪城のところにありますけども、そういう個々の断層では数千年、または数万年に1回、少なくとも千年以上のものがほとんど全てでして、その個々の断層について見てみると、発生間隔はプレート境界地震に比べてずっと長いと言われています。上町断層は1万年に1回ぐらいかというふうに、現在評価されています。近畿地方ではもっと長いものが知られておりまして、例えば鈴鹿山地の西側の断層は数万年、二、三万年に1回だと言われています。個々の断層ではめったには起こらないわけです。

こちらは、100年、150年、500年、ずっと頻度が高いわけで、何がおかしいかというと、まさにこの図に描かれているとおりで、100年、150

年、仮に500年はこのひずみはふえ続けると考えられるのですが、100年、数百年に1回はふえたひずみはもとへ戻ってしまうということがあります。

ただ、先程申し上げましたとおり、例えば上町断層、内陸断層は数千年とか数万年に1回しか地震を起こしませんので、数千年かかり、徐々にエネルギーがたまっていつ耐え切れなくなったときに起こると、そんなふうと考えられるわけで、その間にこちらではエネルギーを、時々、時々といいますが100年、150年、500年ですが、数百年に1回、開放してももとへ戻ってしまうわけです。今の話、ちょっと海溝の海側のプレートの気持ちになって考えると、わかっているかと思いますが、この海洋プレートが非常に悪いやつで、日本の内陸のプレートをぐいぐい押し、そこで地震を起こしてやろうと、そういう悪いやつだと思っていただくと、ちょっと理解がしやすいかなと思います。この状況は、ぐいぐい海側のプレートが内陸のプレートを押しやろうとするのですが、時々つるつる滑ってしまっていて、時々って言っても100年、150年、500年に1回ですが、つるつる滑ってしまっていて、数千年、数万年にわたってぐいぐい押し続けられないという、そういう状況になっていると思います。なので、この単純な仕組みだけでは内陸の地震は起こらなくてもいいはずですが、現実には、阪神・淡路大震災が起きましたし、熊本の地震も起きましたので、内陸の地震は現実には起こっているわけですし、この単純な仕組みでは抜けていることがあるということが言えると思います。同じ図ですが、沈

み込むプレートが内陸のプレートを引きずり込む。ぐいぐいと引きずり込んだときには、この内陸の断層にかかる力がだんだんふえてきますので、その間は地震発生に向かってどんどんひずみのエネルギーをためていると考えられるのですが、先程申し上げましたとおり、数百年ぐらいに1回もとへ戻ってしまう。だから100年、150年、数百年かかり、ここにエネルギーがたまっているのですが、それがこの発生でもとへ戻っていくわけです。また何百年たまるのですが、時々地震が起こりまして、いつまでたっても例えばここまでたまる地震が起こるといって、時々つるつる滑ってしまうので、その内陸地震が起こるところまでなかなか力がふえていかない。ひずみがたまっていかないという、そういう状況になっていると思います。内陸の断層に加わる、働く力は長期的に、数千年、数万年にわたって、この仕組みではふえていかない。ではどういふふうにかえたらいいのかということで、こういうことを考えたいと思います。



これは、こういう岩石サンプルを上下から力をかけて潰したという、実験の結果として、こちらのほうは割れ目ができている。この岩石がある程度の力が加わると耐え切れなくなって割

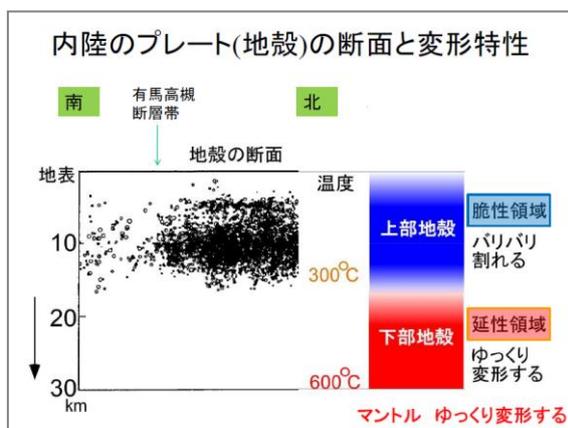
れてしまっています。ただ、こっちの右のほうへいきますと、岩石は割れずにちよつとだるま的に、ぶよつと伸びてしまっているわけで、同じ岩石ですけど割れる場合もあれば、割れずに全体が、じわつと変形する、そういうことが状況によってはあり得るわけです。こういうものを専門用語ではクリープと呼ぶ場合がありますが、例えばこういうものは身近にあるものでしたら、下敷きとか、スーパーボールはなかなか割れませんけども、そういう変形と破壊現象などに対して、こういうもの、粘土ですね、力をかけるとじわつと変形する。岩石といえども、そういうふうに変形する可能性があるということが知られています。それで、こちらのほうでは、もし割れてない場合には、力を抜くと下敷きですけど、力をかけても、割れてない場合は力を抜くともとへ戻るといふ、そういう性質です。一方、粘土の変形は力を入れて変形してしまつて、力を抜いたところでもとに戻ったりはしません。そういう変形があつて、こちらのほうちよつと難しい言葉で申し上げると、弾性体、弾性というのはゴムの弾性みたいなので、バネみたいな性質だといふふうに考えられています。極端に言いますと、地震の発生についてはこちらのことしか考えられていませんでした。地震というのは、弾性体と見なせる非常に強度の高い岩に大きな力が加わつて、その力が岩の強度を超える、その岩が耐え切れなくなると、こつと割れ目ができて地震を起こすのだと。それはまさにこういう岩石の破壊実験からのイメージだと思つてのですが、地震とはこういうものだと考えられていまして、先ほどのプレートのモデル、プレート境界によるひずみ

がたまつて、そのひずみで内陸地震が起こるといふ、そういう見方もこちらの見方に基づいたものであらうと思つてられます。ただ、岩石には、ある条件のもとではこういう変形が起こるといふことが知られており、こういうものを考慮する必要があるらうといふのが我々の考え方です。



これは現実のデータですけど、この近くの大阪北摂のほうの、実は微小地震の震源を断面にして描いたものです。ここが地表で、深さ10キロ、20キロ、30キロ、この辺が地殻と言われている地球の最上層の岩石でできている、少しかたい岩石でできているといわれているところです。このあたりが有馬高槻断層帯の位置で、右が北で、左側が南、こちらが大阪側、大阪平野側ですが、その北摂山地の付近で、どういふ深さで小さな地震が起こつていふことを示した図でして、地表から深さ5キロぐらいから15キロぐらいまでで小さな地震がたくさん起こつていふことが知られています。ここはまさに地震が起こりますので、先ほどの岩がバリバリ割れるといふことで、脆性領域といわれているのに対して、この地殻の厚さ30キロぐらいの下半分では、微小地震は起こりませんので、岩石はバリバリ割れるのではなく、こ

ちらの粘土みたいな、延性変形という字が出ていましたが、粘土のようにゆっくり変形する領域だということがこういうデータから推定されているわけです。もっと深いところは、この下がマントルと呼ばれているところで、マントル対流という言葉をお聞きになられたことがあるかと思いますが、マントルはこういう流動してまして、それによってプレート、プレートテクトニクスと呼ばれている、プレート運動が関係していると言われています。この地殻の下半分もそういう変形をするのではないかということがこの図からは推定されています。その原因としては、地面の中は深いところへ行けば行くほど温度が上がってきて、温泉なんかでも深いボーリングを掘ると、もし地下水があれば、深く掘れば掘るほど地下水の温度が上がるわけで、このあたりでは大体15キロぐらいで300度ぐらい上がるのではないかとされています。それから、下部地殻と呼ばれている、これは非常に高温になり、そのためにゆっくり変形するのだろうと、そんなふうにならわれているわけです。これのメカニズムについてはあとのほうで少しだけ触れたいと思います。

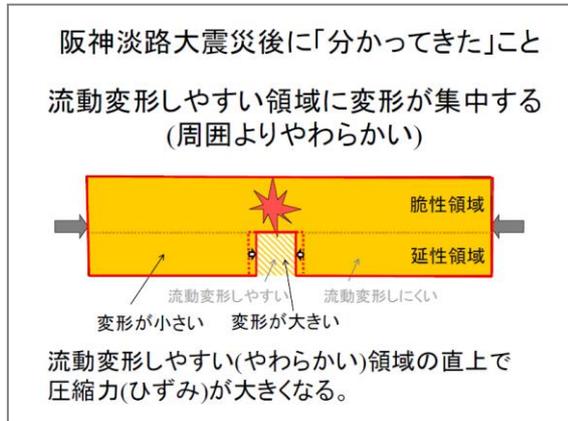


それで、かつて地震はこの上半分にしか起こらないと、下半分は起こらないと。ということであ

れば、こっちが非常にかたい。下は地震が起こらないから、非常に弱くて、プレートから押されているのですが、下側は非常に弱くて、プレートから、沈み込むプレートから押されて、押されている力、下のほうでは支えていない。この下半分は無視してよい。上のことだけで考えましょうという、こういう立場が非常に標準的でした。こういう枠組みの中で、内陸地震はどうして発生するのかということを調べていたわけで、先程の図で、この下半分が点々になって書いてないですけど、この下半分を無視している、そういうことと対応をする。ただ、この下半分は、確かに小さな地震は起こさないが、ここに存在していることは確かです、そこを無視してはいけないというのが我々の考えです。上半分、それから下半分がありまして、上半分は地震を起こすところですけど、下半分は地震を起こさないけども無視してはいけないと。粘土のように、そこはじわっと変形するのですが、変形しやすいところと変形しにくいところがあるのだろうと。もしこういう状態になったときには、この変形しやすいところで、このプレート、沈み込むプレートによって、押されたときに変形しやすいところは大きく変形して、それによって二次的、それが本質だと思うんですけど、この変形が大きいために、それによる二次的なひずみが上にたまりまして、ここで圧縮力、地面に加わっている力が大きくなる。そういうところで地震が起こるのではないかと考えてみたわけです。

この下側も白抜きで無視してしまっていたけど、そうじゃなくてちゃんと考える。変形しや

すいところと変形しにくい。変形しやすいのをやわらかいと言っていますが、そういうところがあるのだろうと、そういうふうを考えてみたわけです。



この図は、全体こう斜めに書いていますが、実際には地面平らですから、本当に傾いていますのは南海トラフとか日本海溝とか、そういうところは海が深いので、実際にこの引きずり込み効果ですけど、それによって海が深くなっている、この辺は実は平らですけど、この横向きに押されて縮んでいるというのはなかなか図にあらわしにくいものですから、便宜的に押されているというのを下向きに引きずり込まれるという、そのようなイメージで書いていますが、現実には斜めにはなってない。この辺にもう圧縮の力がかかっているということを書いたということになっています。それで、こういう下がっているものが同じように太平洋の海底が沈み込んできて、ぐいっと引きずり込まれる。この間、このぐいっと引きずり込まれた分と、この部分が粘土みたいなものですから、少しずつ変形していくと考えられます。その二つの効果によって内陸の断層に加わる力がだんだんふえていく。

この場合でも、やはりこの大太平洋の海底、海

溝型の巨大地震が起こりますと、この分ですね、この地震間に蓄えられた分は抜けてしまいますので、ちょっと戻ってしまいますけども、そういうときでも、この下の部分には変わらず、この圧縮力がかかっているならば、このやわらかいところは地震時にぐっと引きずり込まれたときも、ちょっと戻ったときも、変わらず変形を続けると考えられます。こういう状態になったときには、こういう状態よりも多少ここに掛かっている力が小さくなりますので、粘土にしてみたら変形速度はちょっと鈍るのかもわからないですけども、ここに逆向きに引っ張りの力がかからない限り、粘土は変形を続けて、次のときずっと、こういうときには多少変形は鈍るかも知れないのですが、ここに圧縮力がかかっている限り、粘土は変形を続けて、ここが変形することによって上側に、二次的ではありますが、ひずみ力が加わって、上の断層に加わる力がだんだん上がって、ついにはもし限界に達すると、ここで地震が起こって、もとの状態に戻ると。こういうことがこの内陸地震がなぜ起こるのか。プレート境界で時々地震が起こって、それだけ分は戻ってしまうんですけど、ずっとここは変形し続けるので、この圧縮力が増加する。時々減るのですが、長期間にわたって大局的に見たら増加している。こういうことが、内陸地震がどうして起こるかということの基本的なプロセスではないかと考えています。それで、何かこうぼこつとしたやわらかい領域があつて、そこで変形しやすいという、非常にちょっと曖昧な言い方をしましたけども、このやわらかい領域の変形の実態はどういうものかということが重要になっ

ものが深くにあったものが、今、地表に出てきているというところが日本でも数カ所知られています。

これがそのマップでして、これは東北地方の太平洋沿岸で、岩城、仙台にかけてのところで、ここに畑川破碎帯と呼ばれている、今は活動していないのですが、断層帯がありまして、このあたり、これが2キロですけど、20キロぐらいのところの平面図、地図上にそれぞれのところでどんな岩が出ているかということを示したものです。この白いところは、先程こっち側に出ていました墓石と同じ花崗岩ですけど、ちょっと色がついているピンクと水色のところはちょっと先程より見た目はちょっと違いますけども、しましまの御影石がじわっと引き回されたというものが出ておりまして、それがずっと続いているわけです。ただ、幅はせいぜい2キロぐらいでして、そこから離れるとほとんど変形していない。未変形と見える花崗岩というものが周りには出ている。このあるところだけ非常にやわらかくて、変形しやすく、その周りはほとんど変形が見られないという、そういう状況になっています。

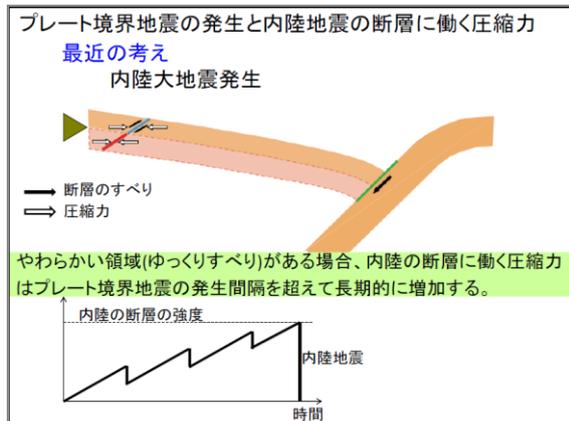
こういうところ、どこにもあるわけじゃなくて、ここがよく見えておりますのは、これは上側に地震を起こす断層がありまして、その下部延長にありますので、実はそれが普通上がってくるときには、下のほうではじわっと滑っているのですが、上がってきますと、そこでは地震を起こしましてバリバリに割れてしまいます。大抵のところは浅いところに来ると、そこで割れてバリバリに割れて、こういう痕跡が見えにくくなってしまいますが、ここがたまたま、この横に双葉断層という

活断層があつて、浅いところでは活断層運動がそちらへ移りましたので、幸いにして残っているという状況になっています。ただ、残念なことに、残ってはいるのですが、原発の事故で、今は立入禁止になってしまいました。

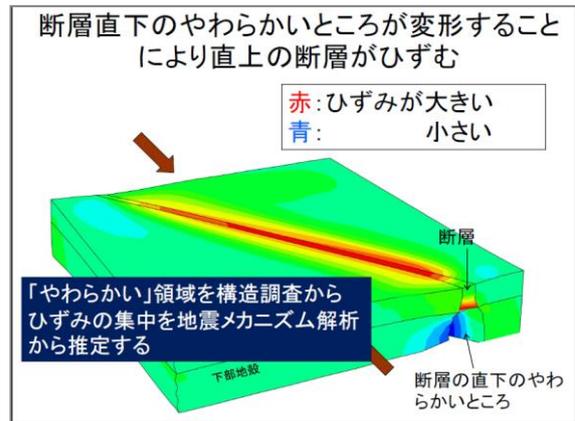
そういうものがこの地震を起こすところの尾ひれですね、下部延長にありますと、先ほどもずっと同じですけども、プレート境界でぐいと引きずり込まれる。それによってこの圧縮力がたまると同時に、ここにも力がかかっていますので、年間1ミリとか数ミリとか0.1ミリとか、非常にゆっくりなんですけども、じわっとじわっとずれる。その両方で、この内陸の断層に加わる、この力がふえていきます。ここを若干もとへ戻りますが、下側には引き続き力がかかっていますので、これはこういう状況になるとちょっとずれの速度が鈍るかもわからないのですが、引き続きずれ続きまして、だんだんだんだんと上がっていく。下がずれ続けて、この変位がだんだん大きくなっていくように、だんだんだんだんずれが大きくなってまして、それに伴って、上側にかかっている力がだんだんふえていく。

今ちょっとこの上側が減らなかったかもわかりませんが、どこかでついに限界に達すると、そこで地震が起こって、上側の力は減る。減った分は下へ、結局こういうやりとりをしているのですが、上側で減った分は、今度は下側が支えて、またこの状態になって、またここからだんだんだん滑って行って、上側の力がかかって行って、耐え切れなくなって起こるという、そういうプロセスが内陸地震の基本的なプロセスであろうと考えています。

これだと、プレート境界の地震の発生間隔を超えて、長期的に圧縮力が増加していると。長期的にひずみエネルギーが増加していきけるわけです。

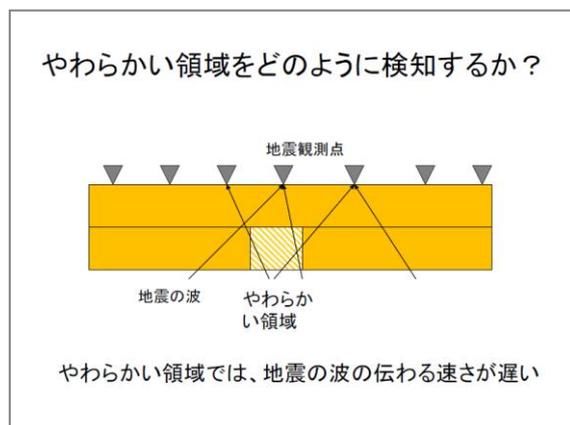


この図は、建築なんかでもよく使われると思いますが、有限要素法で計算したものです。何をやったかといいますと、上側の上部地殻、下側、下部地殻が延性領域と言われているところですけども、下部地殻に、ここに上部地殻に断層があると、断層の直下だけやわらかいところがある、変形しやすいという状況をつくりまして、こちらからプレート境界からぎゅつと押されているのを模式的にして、こういう方向に押してみたと。こういう状況でこちらから押してみますと、このやわらかいところに変形が集中しまして、そこが変形すると、それによる二次的なひずみはその直上にたまります。色づけしているのは、このずれのひずみですね。剪断ひずみと言いますが、どれだけずれているかという、ずれのひずみが大きいほどちょっと色濃くしてありますけども、こういうことが内陸に起こっている基本的なプロセスではないかと考えています。



もし、これが正しいとしますと、やわらかいところはごく一部にしかないとしますと、どうやって内陸地震をどこで起こるかということを長期的に予測できるのかといいますと、もしこれがこういう単純な経緯が正しいのであれば、やるべきことは明解でして、どこにやわらかいものがあるかを調べればいいと。このやわらかいものの変形によって、上側にたまる二次的なひずみですね、このひずみの集中を検知すればいいと。そういうことが課題となってきます。ただ、残念ながら、どちらも大変な量のデータを必要としまして、例えばやわらかい領域をどのように検知するかと。こういうところにやわらかい領域があるとしますと、地震の波はかたいものは地震の波の進む速度が速くて、やわらかいところは地震の波の進む速度が遅くなりますので、地表で観測点がありまして、地下から地震波がやってくると、やわらかいところを通過してきたものはちょっとおくれる。ちょっとかすめてきたものはちょっとだけおくれる。こういうものは全然おれないということで、このどこにやわらかいものがあるかということはこういう指標で推定することができます。これはトモグラフィーと言われていいるお医者さんがCTスキャン、CTスキャンとい

うのはコンピューターライズドトモグラフィーです。特に年配の方なんかは健康診断でひっかかって精密検査とかいきますと、X線やCTとか超音波エコーとか、超音波エコーでしたら超音波を体の中に通しまして、その超音波の速度の違いですね、そういうことから体の中のことがよく画像として出てきますけども、あれ断層写真と言ったりしますが、それと同じ技術でして、こういことで地面の中のやわらかい領域を捉えることが可能です。ただ、これがもっと小さいと、これぐらいの観測もなかなか検知が難しいものですから、もっとぎっしりと観測することによって捉えられるだろう。そんなふう考えられます。お医者さん行きましたら、X線CTとかは、こんな大きな丸い空洞の中に体が入っていきますけども、あれこうぐるぐる回っていますよね。X線のこの発信点と受信点をぐるぐる回すことによって、いろんなところから発信して、いろんなところで受信しますので、見かけ上、こういういっぱいこういう波が体の中を通っていると、そういう状況をぐるぐる回すことによって実現しているわけです。我々は地震計をやたらめったら動かすわけにはいきませんので、びっしりと設置するということが必要となっています。



それで、満点計画というものを始めました。

満点計画 地震観測点を万点(満点)へ

阿武山観測所が基地機能を果たす

機器の検定風景

低消費電力記録装置 EDR-X7000

- 平成15年度国土院発注数量経費で開発
- 特許取得 2012年3月
- 世界最優性能 (オフライン地震観測用データロガーの中で)
- エコ 大記録容量 遅延検知 高耐熱耐震
- ※地震発生1分以内(約)に200点のデータを10分間連続記録可能
- 既製の最も優れたもの約1/3の低消費電力

小型軽量地震計 KXS-300

- 平成19年度防災研究所特別事業費で開発
- 特許取得 2011年11月
- 世界最小・最軽量 (200点の観測点から地震計の中で)
- 外形寸法 11×10×15cm 重量 約1.5kg

それは先ほどの図のように、地震の観測点を設置して、その地面の中の様子とかそういうことを詳しく調べようという計画です。

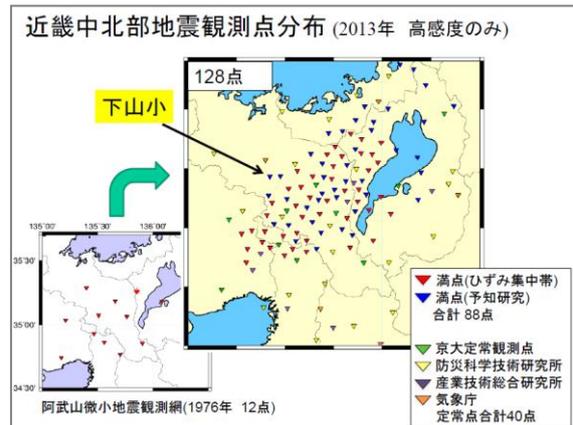
大体1キロおきぐらいを目標としていますが、1キロおきに地震計を置きますと、大体これぐらいが100キロ掛ける100キロで、1キロおきですと、100点ですから1万点ぐらいになって、これぐらいやるとかなり満点に近いということで、これぐらいを目標に満点計画というものを始めています。この図の赤丸が従来の観測点、定常観測点です。この赤丸自体も阪神・淡路大震災の後に、国が力を入れて、日本じゅうに地震の観測点をふやしたことによってふえたものですが、内陸の地震がどうして起こるか、どこがやわらかいか、どこにひずみがたまっているかということ測定するには、この1キロおきぐらいの観測網が必要であると。そのために、この赤い印ぐらいであれば道路のあるところへ地震計を置けばいいと思いますが、1キロぐらいになると道路がない。人が住んでない。山の中まで地震計を置く必要があります。そうなってくると関西電力に頼るわけにはいかない。山の中なので、車で持って行けないかもしれないというこ

とで、小型軽量で、しかも消費電力の非常に低いものを新たに開発しました。地震計もできるだけ小さいのを開発しまして、両方とも特許もっており、そういう新たなものを開発して、現在観測をしています。

例えば、地震計、1976年ごろで、もう40年ぐらい前ですが、このあたり12点ぐらい、これ実は私が現在います阿武山の微小地震観測網というもので、12点ぐらいだったのが、先ほどの定常点も入れまして、この範囲内で128点、10倍ぐらいにふえています。あと近畿以外には、長野県西部、御嶽山が最近噴火しましたが、1984年に長野県西部地震というのが起こり、この6月にも、マグニチュード5.6という地震がありました。そこでも展開しています。それから、鳥取では2000年に鳥取県西部地震というのが起こりましたが、この図で141点、それからことしの3月から、この西部地震の余震域に限って、1,000点、ちょっと簡易型のものを増強しています。この地域については後ほどちょっと詳しく、実際のデータをお見せしたいと思います。それから、ニュージーランドでは2011年にはクライストチャーチ付近でちょっと大きな地震が起こりまして、日本からの留学生の方も亡くなりましたが、この南島の北部にこれらの観測点を展開していて、被害はそれほどひどくなかったのですが、去年、ここで海溝型地震という、マグニチュード7.8の非常に大きな地震が起こりました。我々はその何年も前から観測網を展開しております。

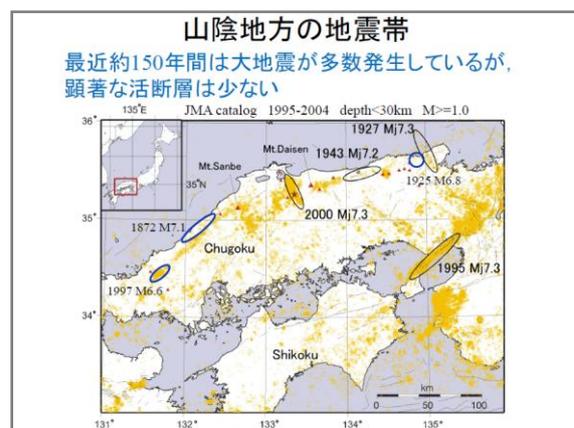
それから言い忘れてましたが、鳥取県中部地震というのは、倉吉、三朝です、このあたり

におきまして、残念ながら我々の観測網がない、観測網内ではなかったのですが、そのすぐ隣接する領域で起こった地震であるということになります。今現在はこういうところで観測網を設置して、観測を続けていると、そういう状況になっています。



ここまでは内陸地震がどうして起こるのかという、その概要についてお話ししましたが、ここからちょっと観測データの話に入っていきます。

前半では、枠組みの話をさせていただきただけでも、後半では実際のデータをもとに、現実になにが起こっているのか、どこまでわかっているのかということ、簡単にお話したいと思います。



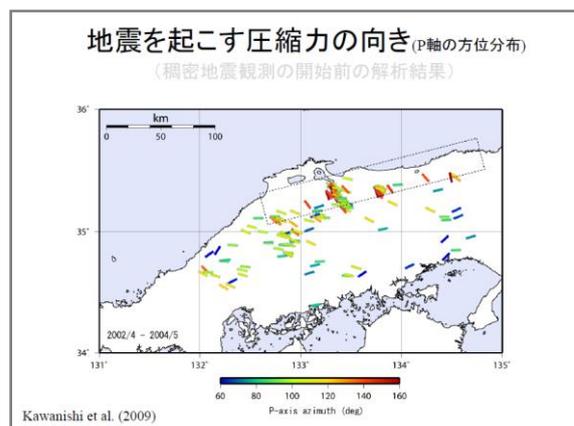
この例として使いますのは、この山陰地方の地震帯と呼ばれているものです。これは日本

海沿岸の近くにあるのですが、この図の黄色が、この20年ぐらいの間に、西南日本のどこで小さな地震が起こったのかという、これ気象庁のカタログによるデータですが、先程、話が出ました、有馬高槻断層帯、北摂山地の下ってというのは、こういうふうにかなり小さな地震がたくさん起こっています。こういう期間ですので、兵庫県南部地震の余震が六甲から淡路にかけて多いです。関西ではニュースでも時々出ますけども、和歌山付近で小さな地震が非常に多いです。この辺が多いのですが、この日本海べりに沿って、ここでちょっと、かくつとになっていますけども、線上に地震が連なっているところがありまして、これは山陰地方の地震帯というふうに呼ばれています。

ここでは1943年の鳥取地震、その前に1927年の北丹後地震、それから、2000年の鳥取県西部地震という大地震がここ百年ぐらいの間、あちこちで起こっています。一回りぐらい小さいのも含めると、但馬地震ですね、山口県北部、それから浜田地震って、こういう時代でちょっと場所が定かではないですけども、このあたりで起こっているということで、この山陰地方の地震帯では小さな地震だけではなくて、大きな地震もここ百年ぐらいの間には頻発しています。ただし、活断層は非常に限定されたところにしか知られていません。それは近畿地方なんかとは全然違うわけです。その理由は実はよくわかってはいません。ここに赤い三角がありますが、これは第四紀火山と呼ばれているもの。大山とか氷ノ山とか神鍋山とか、そういうものが実はこの地震帯と似たようなこ

うトレンドを持って分布しています。こういうところにもちよつとあります。これがどうしてかということとはちよつと最後のほうで触れたいと思います。

それで、この辺に現在、その満点の観測点を141ぐらいで展開していて、特にこの付近には今年から1,000点ぐらい、簡易型のを増強しています。このあたり、どんな力がかかっているのかということが問題なのですが、この図はこの付近で、これそれぞれ地震が起こったところで、そこでどのような力がかかっているかという、その指標になるようなものです。だからこの線ですと、この点ではこういう向きに圧縮力がかかっている可能性がある、ここだったらこの向きで、この線の向きにその点で力がかかっている可能性があるという。



北側に近いほど緑から青になって、そういうことになっています。だからこの図で見ますと、この辺に赤っぽいのが多い。赤っぽいというのは南北に近くて、この南のほう、線の向き見ていただいてもそうなのですが、東西っぽいのが多いという、そういうことがわかってきました。これは実はここだけではなくて、近畿地方、四国全体にも実は東西に圧縮力が働いているということがわかっています。その原因は完全に

よくわかったわけではないですが、今言われていますのがこの向きですね。この向きは南海トラフで太平洋の海底、フィリピン海プレートが沈み込む向きじゃなくて、この東北地方ですね。太平洋沖で、太平洋の海底が日本の下に沈み込む向きにむしろ近くて、この全体では東西の向きに力がかかかわってまして、それは近畿地方から四国全体ですが、この日本海べりだけ、ちょっとその力の向きがねじ曲がっているということがわかってきました。

これは実はその指標でして、これらのデータから、本当にこの辺でどういう向きに力がかかっているかということをちょっと分析する指標があります。その詳細はちょっと省略させていただきますけども、こういう領域にどういう力がかかっているかということ。これはこういう分布で、こっち向きにかかっていたら南北で、こっち向きにかかっていたら東西ですけども、こういう向きに力がかかっているというのは、これはデータの分析からわかりました。

中国地方広域、近畿とか四国でもですけど、そこでは東西に近い向きに圧縮力が働いているということが分析から推定されています。これはどうしてかということなのですが、先程のその深いところ、下部地殻に深部の延長がありまして、それがゆっくりゆっくり滑ることによって、この付近でこの力の向きがねじ曲げられたんだと、そんなふうを考えています。これはなかなか直感的にはあれですけど、ちょっとしつこいですが、前半で出ました、これは有限要素の結果ですけど、これを使ってちょっと今のこの力の向きがねじ曲がったということをちょっと説明

させていただきます。この上が上部地殻、下側が下部地殻で、このやわらかいところがまだ変形してないときの状態を考えますと、プレートから押されている。

これはどうも太平洋プレートから押されているようですけれど、プレートから押されると、この黒い向き、この押されている向きにこういう圧縮力が全体に働くわけですね。これは基本的な状態だと考えられます。ここに断層があつて、その下がやわらかくて、そこが変形して、上側にひずみがたまつた状態ですけど、ここちょっと変形のことを書いていないのですが、ここが変形して、上側にひずみがたまると、この赤い印は剪断ひずみ、ずれのひずみでしたけども、それと同時に、この圧縮力の向きを見ますと、ここが変形してないので、上側にひずみがたまつてない状態と比べて、上側にずれのひずみがたまると、この力の向きがこれによってちょっと回転するということが考えられます。

しつこいですが、どうということかといいますと、これは完全に上側から見て、下部地殻で、ここはそのやわらかいところで、これ下部地殻側で、それが遠くから力を受けてずれました。この図で、これは左ずれっていうんですけど、これだけ分ずれたとします。下側でそれだけ分ずれたとしますと、その直上ではどんな力がかかるかといいますと、下側で、下側の下部地殻でこうずれています。上側はしっかりした弾性体ですから、これだけずれないのですが、下側でこうずれますから、上側の上部地殻では同じ向きのこんな風な、ここが断層だとすると、断層左、これ右横ずれですね、右横ずれに、

難しい言葉で剪断って言いますが、断層にずれを起こすような、そういう力が上側にかかってくるのは何となく理解いただけるかと思います。上側にはこんなふうな、難しい言葉でずれ応力とか、剪断応力とかいうのですが、そういうものがかかります。これ、このずれ応力、ずれ力というのを、圧縮力で書きますと、ここでこうずれせる力というのは、実はこっちから圧縮して、こっちから引っ張るという、このずれ応力という、この青の力はこの圧縮力と、こちらは引っ張り力、マイナスの圧縮力ですけども、それで書き直してみると、この青のずれ力はこの黒の四つの力によって言い換えることができます。下側でこういうずれが起きますと、上側に45度の方向に圧縮力が加わるということがわかります。この下側でずれが起こるので、今度斜めに、この45度の方向に圧縮力が加わりまして、それでここでひん曲がるのだと、そういうことが推定されるわけで、ちょっと説明が長くなりましたけれども、この下側でずれが起こることによって、上側で45度に圧縮してひん曲がるのだらうと、そんなふうに考えられるわけです。なので、山陰地方の地震帯の直下には、こういうやわらかいものがあるということが推定されるわけです。

それで、じゃあ問題はということかといいますが、この赤いところ、どこで赤くなっているか。こっちの図でいきましたら、こういう状態だったらまだエネルギーがたまってないのですが、こういう真っ赤になったときにはここでエネルギーがたまっているわけで、山陰地方の地震帯だったらどこが真っ赤になっていて、どこがまだ青色

かという、そういうことがわかってくると一番いいわけですね。

このやわらかいところの上で地震が起こる。これ単純な場合ですと、このやわらかいところの上で、どこかで地震が起こるという可能性が極めて高いのですが、じゃあこの中で、どこで次に起こるのか。それは非常に難しいのですが、どこでより起こりやすく、どこで起こりにくいかと、そういうことが一番皆さん、特に地元の方々は知りたいことだし、我々は何とかなりたいのですが、じゃあこのひずみエネルギーの大小、圧縮力の大きい小さいということを何とか調べる、推定できたらということが今非常に重要な課題となっています。

ただ、この地震というものがこういう、これが基準的な状態で、どこもずっと赤い。仮にどこか、例えば鳥取地震がこの辺で起こったと。鳥取地震は起こったけども、その地震によって、地震が起こるとそこではエネルギーが解放されて、そこでの力はちょっと小さくなるのですが、これがごく微々たるものだったら、これぐらい力がかかっている状態で、地震が起こってもちょっとしか変わらないのだったら、赤とちょっと薄い赤ぐらいの差でして、なかなかどこで地震が起こって、地震が起こった直後でも橙赤ぐらいですので、この真っ赤とあんまり変わらなくて、地震が終わった直後と、これからまさに起こらんとするところで、あんまり色の差がない。差がなくて、そういう状態ではどこで次に起こるかということはなかなか言いづらいわけです。地殻の中は長年そういうことじゃないかというふうに言われてきました。力は、地面の中

で大きな力がかかっている、地震によってもそのごく一部がちょっと減るだけで、だから高値安定して、先程のギザギザでしたら、高いほうでちょっとでこぼこしているだけで、違いは少ないのだと、そんなふうなことをよく言われていました。それだとめちゃくちゃこの精度を上げないと、その赤いところと橙のところの差は検知できないのですが、最近、幸いなことに、この赤いところの中で、どこでどう違うかという、これちょっと模式的な図なのですが、全体に斜めにかかっていた。

地震が起きますと、ここで鳥取県西部地震なり地震が起きますと、その特に先端で地震が起きる。2メートルとか滑りますと、その端は滑っていませんので、その端でひずみがまたここで二次的にたまる。この黒の向きがその圧縮力の大きさなのですが、こういう端で乱れが生じます。ただ、地震前のことはなかなかわからないのですが、あちこちのデータを総合しますと、割合地震前では乱れてないという例が多いです。こういうものが見えるということは、地震が起こりましてもちょっとしか変わらないのでしたら、もともと大きく変わってしまっていて、地震が起こってもちょっとしか変わらないのであれば、こういう状況にはなかなかかなりにくい。だから地震が起こりまして変化が見えるということは、ちょっと変わるのではなくて、実は地震が起こると、これ大々的に力が変わるというようなことが現在推定されてきていて、これ鳥取県西部地震、こういうところで断層が滑ったのですが、その南端ですね、端あたり、先程の図でこういうところになるのですが、この断層の右側では

実は力の向きがこっち向きでして、ちょっとこの橙の線がこの白い向きと平行なのかちょっと見ていただけたら、断層の境にこんな向きに力がかかっているようですね、それがこの状況と非常によく似ています。なので、どうも地震後と地震前はかなり力の状況が違うという、こういったのがかなりどんと下がっているということで、もしこれが本当であれば、こういうふうになっているところは地震の直後ですね。地震が起こってからあんまり時間がたっていない。それがだんだんだんだん地震に近づいてくるにつれて、こういう状態に近づくと可能性があるので、先程のこの全面が赤い場合に、それぞれ濃淡がある可能性がありまして、現在、そういうことを詳しく調べようとしています。ただ、CTスキャンで、ぐるぐる回すぐらい観測点がたくさん必要ですということを最初に申し上げましたけども、この力の向きを出すというのは、実はそれ以上に大変でして、めちゃくちゃ大量のデータを必要としていて、それで数百点とか千点とか、そういうことを現在展開して、分析を始めるといって、そういう状況になっています。

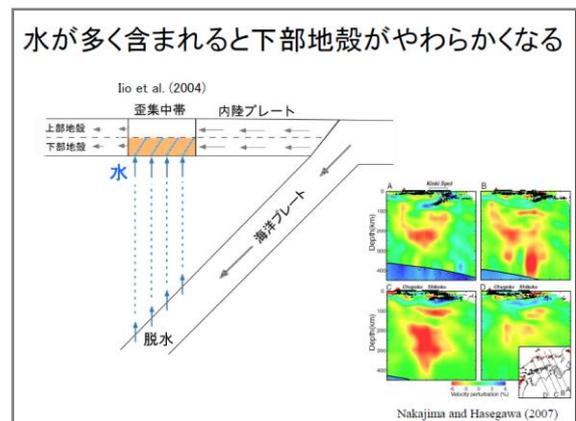
それから、今の話がやわらかいところが変形して、その上に二次的なひずみ、圧縮力が加わるという話でしたけども、やわらかいほうの話ですね。これが下部地殻の下半分ですね。その地震や速度、縦波速度ですけども、ちょっと余計な線が入っていますが、茶色いところが遅いほう、この緑青っぽいところが早いほうでして、山陰地方の地震帯だけではなくて、ちょっと幅広ですけども、深さ25キロではこの地震帯に沿って速度が遅いようです。

ということで、この辺がやわらかいということが言えるのではないかと思います。これがもうちょっと浅くなるとどうなるかというところがなかなか難しいのですが、それが狭まって行って、こういう断層につながるのではないかと考えています、現在のところはまだそこまではよくは見てないです。こういうところは周囲よりも水が多いとか温度が高いという、そういう可能性が岩石実験の結果とかから推定されています。

それから、より直接的には、これ山陰地方にひずみ集中帯があるって話があるのですが、これはうちの西村さんの結果で、NHKニュースでも取り上げていただきました。

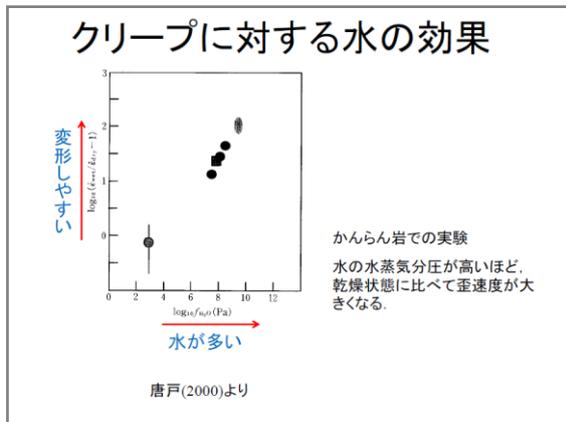
GPSでこの4年間の動きですけども、このでっかいのは、そのフィリピン海プレートが日本列島に潜り込んできていて、それをぎゅっと北西に押し込んでいるということですけど、ここを基準点にとりますと、これに対して山陰地方の地震、山陰地方の海岸ベリが、この内陸に比べて右側にちょっと、ちょっとですけど、年間数ミリぐらい、これだけが年間1センチですか、年間5ミリとか3ミリとかですけども、ずれているのがわかります。これまさにこの下に下部延長がありまして、それが年間数ミリずつ動いているということを地表で見えているのではないかと、そういうことのかなり直接的な兆候ではないかと考えています。じゃあどうしてそんなことが起こるのだろうと。山陰地方の地震帯だけが、そこだけ変形しやすいのか、やわらかいのかということなのですが、それは先程、ちらっと出しましたが、水のせいだろう、そんなふうに考えられています。

結局はこの海洋プレートからが悪さと言えば悪さですけども、太平洋の海底を延々と旅してきますので、水、海水を含んでいます。それは深くなりますと、温度と圧力が高くなってきて、雑巾を絞るようにとちょっと直感的過ぎますけども、高温高圧になると、含んでいた水を保持できなくなって、それをマントルの中に吐き出します。それを洗濯機と同じです。脱水というのですけども、そいつが回り回って下部地殻まで達してきて、これによって下部地殻が局部的にやわらかくなる。この辺には上がってこない。ここだけ上がってくるのでやわらかくなるというふうに考えています。



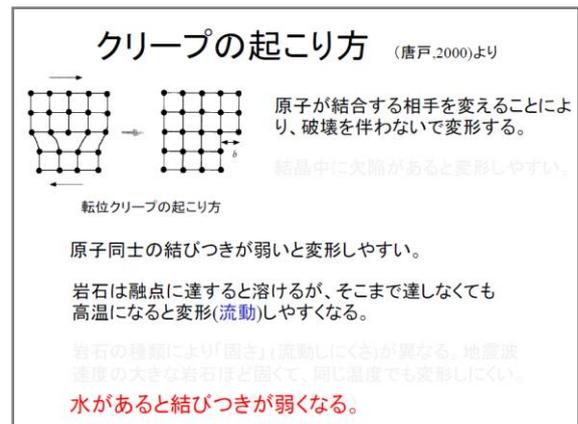
このやわらかくなるということなのですが、こういう図、条件が整うと、岩石といえどもじわっと変形するということを申し上げましたけども、このクリープと水との関係を調べた人がいます。唐戸さんという、今、アメリカにいる有名な実験学者ですけども、ちょっとこのグラフはいろいろもじゃもじゃと難しいパラメーター書いていますけども、右側ほど岩石サンプルに水が多い。上ほど変形しやすいということで、かんらん岩って、これはマントルの岩石ですけども、水が多ければ多いほど変形しやすいということが、この

岩石の高温高压の変形実験からわかっています。



ちょっとだけ難しいことを言わせていただきますと、このクリープどんなふうにして起こるかといいますと、断層運動、破壊というのは岩石がぱりっと割れてしまうのですが、これは金属の変形と同じですが、金属というのは破断する場合もありますけど、金とか銀とか銅とかって、まさにあれ延性っていうのですが、金箔がうわっと薄く延ばせるというのは破断せずに変形できるという、延性という、これは延びやすいわけですね。そういう性質ですけども、それがどういうプロセスで起こっているかということは金箔をつくったり、生活に大事ですので、詳しく調べられていまして、ぱちんと切れずに、こういう金属原子の結びつきが、こう結びついていたのがパートナーを隣へかえる。

その年配の方やと、体育祭でフォークダンスして、パートナーを隣へ移りかえるとかそういうことがありますけども、そういう状態でてけてけて、隣のパートナーをかえまして、かえるところ、1原子距離分だけずれるわけですね。そういうことで変形が起こることが知られています。



こういう原子の結びつきですけども、それは温度に依存してまして、温度が高くなればなるほど結びつきは弱くなる。めちゃくちゃ弱くなると、それが溶けるって状況ですけども、溶けてしまって自由に動き出したのが液体、さらにもっと自由に動き出すと気体ですけども、溶けるとどろどろですけども、溶けるまでいかななくても、その半分ぐらいになると変形しやすいと言われていまして、こういうものが、水が入ると変形しやすい。ということは、実は水が入ると溶けやすい。水が岩石の融点を下げることが知られていまして、それがまさに山陰地方の大山とか三瓶山とか鉢伏山、山陰地方の地震帯にも火山がありましたけども、それは水が脱水することによって岩石が溶けやすくなって、このプロセスはいろいろあるみたいですけども、ついには噴火したのがマグマであると。そこまでいかななくても融点の半分ぐらいになるとやわらかくなりまして、それによって下部地殻がやわらかくなって、その上に変形がたまるのが地震である。環太平洋地震帯とか、環太平洋火山帯という言葉が昔ありましたけれども、カムチャッカ半島であるとか、アリューシャンとか、あの巨大地震がある、海洋プレートが沈み込んでい

四国のほうから延々来た、非常に巨大な地震だったと言われています。これが1596年。その10年後に、南海トラフの巨大地震、これは二つに分かれて起こったと言われています。それから、1662年、寛文の滋賀・京都、県境の地震、これも非常に大きな地震で、マグニチュードが7.6ですかね。琵琶湖沿いでコメの石高が著しく下がったということで、かつては琵琶湖沿岸の地震かと言われていましたが、花折断層から三方断層の地震だと言われています。宝永の地震、これはこの南海トラフの地震もみんな同じぐらいの大きさじゃなくて、大きい小さいがあるのですが、この一連の中では最大だと言われています。

1819年、ちょっと、得体の知れない地震がありまして、断層が出たとか、そういうことは記述されてなく、広域に被害がありまして、これよくわかってないのですけども、フィリピン海プレート内の深い地震があったというふうに言われています。そのあと、伊賀上野の地震がありまして、安政の東南海、南海、これは二つに分かれておりました。その後、濃尾地震、これ有名ですね。内陸では最大級と言われますけど、この慶長の伏見地震、慶長地震のほうがずっと大きい。その後、これが昭和の南海トラフの巨大地震の前後の活動ですが、北丹後、鳥取、東南海がありまして、今度三河地震というのを挟んで、南海、昭和南海、福井地震。この昭和の南海地震の前後、内陸の地震が非常に活発であるということがよくおわかりになると思います。この昭和の南海地震は、この最後の三つですね、宝永以降では

一番小さく、この二つの南海トラフの巨大地震で亡くなられた方に比べて、この北丹後とか鳥取、三河、福井と、四つもありますけども、内陸の地震で亡くなられた方のほうがずっと多いのです。なので、南海トラフの大地震の前後の内陸地震というのも非常に要注意であると思います。このあと、しばらく静かなときが続きまして、それは南海トラフの巨大地震の前50年、あと10年に活発になって、それ以外の期間は静穏化すると言われていますが、その時代がありまして、兵庫県南部地震、50年近くあいていますけど、それは非常に静かな時代だった。そのあとは鳥取県西部とか、日本列島全体に広がっていますけども、活発な時代になってきます。

この図で、今からの三次元という話で注目していただきたいのは、こういう地震が一般的には、ここで見てもそうなのですが、内陸地震は一般的にも単発であって、引き続き隣接領域で大地震が起こることはまれであるという、そういうことが完全にそうじゃないのですけど、多くはそうであるということが、これまでのデータでは知られています。

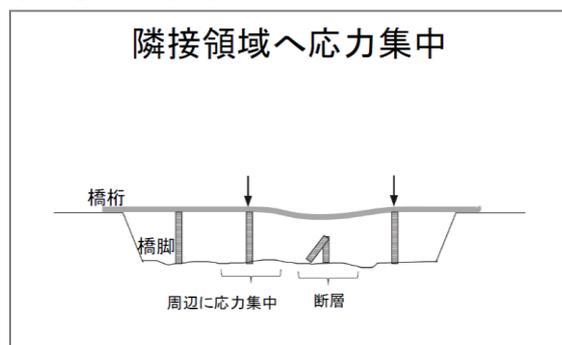
例えばここですね。ここは濃尾地震が起こりまして、福井地震が起こったのですけども、その間はこの100年ぐらいでは地震すべりを起こしてないということは明解です。あと、活断層も知られていませんので、恐らくその間はそういう断層による滑りは起こってないのだろうと思われれます。これはちょっと変な話でして、先程、端にひずみがたまるという話をしましたけども、この黄色いところは今現在決定的にひずみがた

まっているはずなのですが、どうも大地震が今にも起こる様子ではなさそうであって、それは起こってないから言っているだけかも知らないのですが、そういうことが言えます。

隣接領域で引き続き起こることはまれなのですが、まれに起こる例がありまして、カリフォルニアのランダース地震、それからクライストチャーチ地震、その前、半年ぐらい前に、その西側で、ダーフィールド地震って、クライストチャーチ地震よりももっと大きな地震が起こりました。その隣で引き続き起こることはまれなので、それほどは注意されてなかったのですが、そういうものがあります。

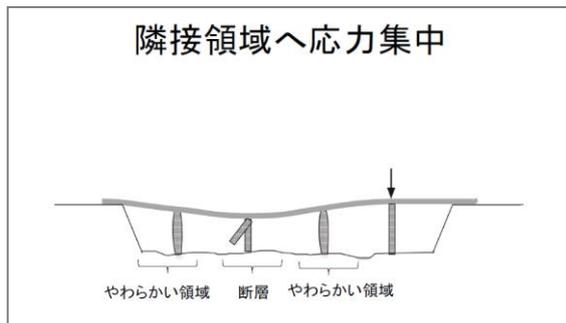
慶長の地震は、実はその数少ない例外でして、熊本の地震もそうかもしれません。隣でまれにあるものとそうじゃないものがある。何が違うかということは、実はほとんどわかってはいません。慶長の大地震の話をちょっと申し上げますと、まだわかってないところが非常に多いです。この日付はちょっと曖昧です、1596年の9月に、どうも大分県豊後の辺で大地震が起きたようです。これは津波が起こっていますので、あったことは確実です。最近の調査では豊後が先で伊予が後だったとかというような話もあった。この辺はちょっと曖昧なのですが、その1日後に四国から始まり、次々といつて、とうとう伏見まで達しました。四国ではあぜ道かな、7メートルぐらいずれている、淡路島東岸でも何メートルかずれていまして、有馬高槻でもあぜ道に3メートルぐらいのずれがあるということは知られていまして、これ非常に大きな地震です。しかも最初の地震は一旦どうも、

とまっているようでして、これ隣接領域で次々と起こっていったという、割と少ない例となっています。では、どうしてこういうものが起こるのか。どうしてほかのやつは起こらないのかということなのですが、ちょっと下手くそなまた漫画で申しわけない。端と橋脚の例を例にして挙げてみました。不幸にして、どこか折れちゃったとなりますと、両脇に物すごいしわ寄せがいきます。どこかの断層で地震が起こると、ちょっと難しい言葉、ひずみが集中、ちょっと難しい言葉で応力と書いていますけども、しわ寄せが両端にいくはずでして、両端で大変なことになる。どこかで地震が起きますと、両端で一番地震が起こりやすいはずなのですが、必ずしもそうじゃない。地震が起こったらそうなのですが、例の延性ですね。これだるま型に、じわっといってもだんだんだんだんいきますのであれなのですけども、両端にひずみがかかるという意味では同じことになります。



例えば両端で、こういうものが、じわっとだるまになっているところがある。ある橋脚の二つだったとなると、この間に残っているところはなかなか大変なことになりまして、そこはもうエネルギーが、がっとたまるわけですね。そこで地震が発生すると、全体的にある程度なだらかになって、これで局所的にえらいひずみがたまっています

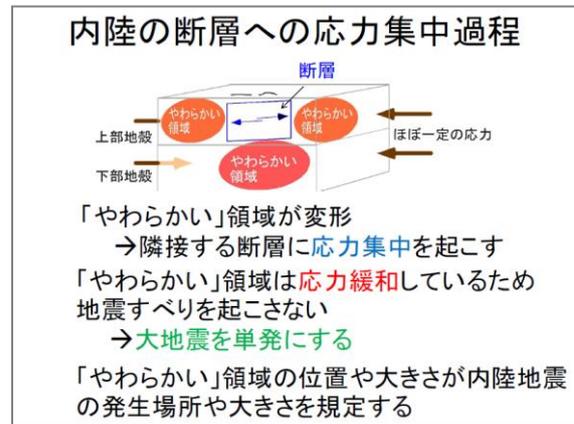
るので、ちょっと一見落着くかもしれない。



今、我々、見ているのは、こういうことかもしれないということが、このいろんなデータを総合的に説明するためには、一つあり得る話かなと思います。

だから前半の話では、この下ばかり注目していて、上下の二次元しか物事を見ていませんでした。下部にやわらかいところがありまして、それによって上側にひずみがたまるという、そういう話だったのですが、実はこの両端、近くに断層があり、そこは、ばちつとして頑張っているのですが、その近くにやわらかいところがあるというところが本質的でして、それは横でも縦でも下でも、上にはないですけども、同じことではありまして、そういうものがあることによって、遠くから力がかかりますと、そういうものが先に變形して、それによる二次的ではあるのですが、それによって力が加わるというのが本質的なプロセスかもしれない。もし、こういうことが起きているとして、この両端はやわらかくて、ある程度エネルギーを、じわっと出していますので、地震滑りは起こらない可能性が高い。となりと、先程の二つの橋脚がだるまになっていて、その間で起こって、ある程度スムーズになった。そういうことで単発にする可能性が考えられると思います。ということになると、下側のやわら

かいところを探そうとしていましたけど、両側のやわらかいところを探してやるのが非常に本質的となると思われます。



ただ、この話は、この話自体もかなり本当かどうかあやふやな話ですけども、両端のやわらかいところというのはなかなか難しい話でして、今現在、余りデータはないのですが、それを示唆するようなデータは幾つかあります。

これがその一つで、これは最近起こりました鳥取県西部地震とか、そのあとの内陸に起こった地震の余震分布の断面図です。上が地表で、下が深さ15キロぐらい、15キロぐらいで、下は延性領域、それより深部は、地震は起こらないのですが、この上の三つは共通の特徴があり、というか、この上の二つ、これ違う地震ですけども、全体的にもよく似ていますが、中越地震も含めて、この丸くなっている。

おわん型の地震分布と、我々呼んでいます。これは何か中華鍋みたいですけども、これがどうしてこうなるかというところは実はよくわかっていません。我々の見立ては、深部にやわらかいところがあると同時に、この抜けとるところですね、そこは最初から力が抜けていまして、そこで地震が起こらないのではないかと、こういう状況を反

映しているのではないかと考えています。

一番下が実は兵庫県南部地震です、東半分は微妙ですが、淡路島側は実はおわん型に見えません。こういうやつはこれがないのかもしれない。このやわらかい領域が、べたっと拵がっているということで、隣も大地震を起こす可能性がある。実際に慶長のときには四国から始まったからずっと有馬高槻を通過して、伏見までできましたけども、じゃあこれ隣で起こるのかと言われるとなかなか難しい問題ではあるのですが、そういうことが隣の問題を何とかしなければならぬということが重要な課題となっています。

実際に、淡路島でマグニチュード6.3という地震が起こりました。たけども、そういう地震活動も起こっています。それでじゃあもつとわからないのかと。やわらかいのだったら、地震の波が伝わる速度が遅いのではないかということがちよつと皆さん気づかれたと思うのですが、山陰地方の地震帯で、鳥取県中部がここですね。これ赤っぽい茶色っぽいところが、速度が遅い。上が縦波、下が横波ですけども、青っぽいところが速いところでして、ここは鳥取県中部地震、これちよつと古いのですが、三瓶山の地震という、あとこれこの地震の2週間ぐらいに起こった地震、ちよつと小ぶりではありますが、どうもそのこの余震域の両端に遅いところがあるようにも見えます。これが本当だと、両端にやわらかいところがあるという可能性がありまして、現在、この速度構造の話と、あとこのやわらかいところが変形することによって、力の向きがねじ曲がる可能性がありますので、

そういうことを詳しく調べてみる状況となっています。

もうこれで最後ですけども、去年、熊本の地震が起こりました。非常にややこしい話なので、もうとりあえずエッセンスだけちよつとお話したいのですが、これ余震分布ですけども、平面図と断面図、これ地表ですね。深さ15キロ、これ地表で深さ10キロ、15キロですけども、赤が本震7.3ですけど、それ以前に6.4と6.3というのが二つ起こりました。7.3が本震で、青が本震までですね。この赤がその途中の6.4までですので、赤はこういうところですね。青もこの一番大きな地震の前までですけど、こういうところで起こっているのですけども、赤や青はおわん型のように見えなくないです。なかなか微妙です。ただ、我々の話が正しければ、この深部では深いところまであって、その以外では深いところにはないのですけども、実はこの青いやつはこの辺でもありますけど、こういうところにあるのですね。これ断面図ですけども、通常でしたらこの直下の最深部にしかないのですけども、こういう地震、ここからちよつと離れたところに深い地震がありまして、これはこういう話からすれば、断層の真ん中の一番深いところにしか深いのはないはずなのですけども、これはこういう活動はこれまでから見たら、特異です。

ここからは想像でしか過ぎないのですけども、この地震はここでこういうところで本震の滑りが始まったのですが、どうもこの深部延長があったようです。だから前震の深部延長がここにあると思うのですけど、2列あったために、こういう複雑な現象が起こったという可能性がありまし

て、またこれは今データ解析の途中ですが、
いずれにしてもこの深部の話と、この両端
のことを詳しく調べると。それによる応力の集
中があるということがちょっと知られてきて、
そういうことを利用して、かなり大地震に近いと
ころとまだまだというところを何とか区別できたら
など考えております。

以上、長い間御清聴いただきまして、ありが
とうございました。

—了—

～好きやねん この街この家！ 守ろう安全 築こう安心～

発行 一般財団法人大阪建築防災センター

〒540-0012 大阪市中央区谷町3丁目1番17号

TEL. 06-6943-7253 FAX. 06-6943-6740

<http://www.okbc.or.jp>