

2011年度教養文化研究所第2回公開講演会報告

教養文化研究所長 竹中彌生

第2回教養文化研究所公開講演会は現代文化学部、学部デーの行事の一環として、教養文化研究所と現代文化学部の共催で11月22日13時20分より東京大学名誉教授島崎邦彦氏を迎えて開催された。「東日本大震災後の地震に備える」という時宜を得たテーマに加え、地震予知連絡会会長という立場からテレビのニュースなどにも度々登場しておられる島崎名誉教授の知名度もあってであろう、会場の3103教室は満席であった。

島崎氏は1946年生まれ。理学博士。東京大学理学部卒、同大学院地球物理学専攻修士課程修了。修了後、同大学地震研究所に入所し助手、助教授、教授を歴任なさり、現在は東京大学名誉教授。地震予知連絡会会長、日本活断層学会会長等を務めておられる。

『地震と断層』、『古地震をさぐる』、『活断層とは何か』、『あした起きてもおかしくない大地震』等、現在、多くの人々が大変興味を抱いている地震に関しての著書が多数ある。

島崎氏は、穏やかな口調の中にも、ユーモアたっぷりに、そして具体的に大変分かりやすく、地震や津波が起きる仕組み、過去に日本で起きた様々な地震、地震予知の難しさ、特に、必ず来ると分かっている、その来る時期を明確に予知はできないことなどを説明なさった。

来るには違いないが、何時と特定できない地震に備えるのは非常に難しく、又本当に起きてしまった時、全てを守ることは不可能である。だから、とにかく何が大切なのか、何を守るのか、それを決めて、その後は知恵を働かせて、何とかそれだけは守るようにするのがよいのではないかと言われたのが、大変印象的であった。

お話の後では5分ほどしか時間がなかったが、多くの興味深い質問が出て、時間が足りないのが実に残念であった。

竹中 教養文化研究所の竹中でございます。いつも大勢お集まりいただき、今日もまた、こんなに外はいいお天気の日ですので、こういう部屋の中にお忙しい中を大勢お集まりいただき、ありがとうございます。

教文研の講演会には、いつも皆様、来ていただいておりますが、本日は本学の現代文化学部では、「学部 DAY」ということで、この講演会を2年生以上の学生のために用意いたしました。ですから、本日は現代文化学部と教養文化研究所が共催で行なっている講演会でございます。

大勢お集まりいただいたのも、当然のことでございます。今日の会場の皆様、大変興味を持ってお越しくくださったと思います。「東日本大震災後の地震に備える」という題で、東京大学名誉教授で、地震予知連絡会会長をお務めの島崎邦彦先生に講師として来ていただいております。島崎先生をご紹介させていただきます。

先生は理学博士で、東京大学理学部をご卒業なさって、その後、同大学院で地球物理学を専攻なさり、修士課程を修了なさいました。修了後、東京大学の地震研究所に入所なさり、助手、助教授、教授を歴任していらっしゃいます。現在は東京大学名誉教授、地震予知連絡会会長、さらに日本活断層学会会長などを務めておられます。著書には、『地震と断層』『古地震をさぐる』『活断層とは何か』『あした起きてもおかしくない大地震』など、今わたしたちが大変、興味を抱いている地震に関する著書がたくさんおありになる先生です。きっと、大変興味深いお話を伺うことができると思います。

それでは島崎先生、よろしく願いいたします。

島崎 ご紹介、どうもありがとうございました。島崎でございます。1時間ちょっとお話をし、最後に10分ぐらい質問の時間を設けたいと思いますので、よろしく願いします。今日は本当にいい天気の中、多数お集り頂き、ありがとうございます。

東日本大震災は大変大きな災害でございました。たくさんの方が津波で亡くなられ、あるいは建物の損壊だとか、液状化だとか、さまざまな被害がございました。ここにいらっしゃる皆様の中にも、あるいはお知り合いの方に、被災された方がいらっしゃるかもしれません。被災された方々にお見舞い申し上げるとともに、亡くなられた方のご冥福をお祈りしたいと思います。

地震という現象

地震がどういうことで起きるのかは、地震学では最大の課題というか、なぞでした。

非常に簡単な仕掛けで地震が起こるとというのが分かったのが、50年ほど前のことです。

では、ちょっと暗いので、皆さん、想像力を働かせていただいて、地下に閉じ込められているというふうに考えて下さい。この上のほうに地面があるんですね。皆さん、岩盤に閉じ込められていらっしゃるということですね。私も岩盤の中にいる。まあ、そういう想定で、皆様方と私の間に見えないカーテンがあります。このカーテンを境にして、皆様方の岩盤に対して、私のほうの岩盤が、ちょうど歩くぐらいの速さでずれる（実際に歩いてみせる）……今、横にずれましたけど。そういうふうにずれますと、岩盤と岩盤がずれる。そうすると、そこから波が出るのです。地震波という波が出て、それが伝わって行って、皆様の足元を揺らして、あるいは家を揺らして。人々が揺れを感じる。単に、ある所を境にして岩盤がずれるという、それだけのこと。そんな簡単なことですが、それがわかるまでなかなか大変で、いろいろ論争があったりしたのです。

ずれるといっても、元々はくっ付いているものが、ずれるわけですから、壊れるわけです。壊れて、ずれる。それで、今こんなふうに歩きましたけれども、もしもゆっくり、それこそカタツムリか何かみたいにゆっくりゆっくりずれると、実は波（地震波）は出ません。それを最近では、「ゆっくり地震」だとか「スロースリップ」だとか、いろんな呼び方をします。ゆっくりずれちゃうと地震は起きない。だけど、速くずれると、ここから地震の波が出るということなのです。それで、こう、ずれますが、横にずれると横ずれ、縦にずれるのはちょっとやるのが難しいのでやりませんけれども、縦ずれと呼ぶ。横ずれっていうのは水平方向にずれるということ。縦ずれは、今お示した方向に垂直な方向のずれです。

それで、今度の地震はものすごい地震だった。16年、17年ぐらい前（1995年＝平成7年）に阪神淡路大震災というものがあって、皆さんもご記憶あると思いますが、若い方はご存じないかもしれません。神戸の町が大変な被害に遭いまして、あの時は大体1メートルから2メートルぐらい横にずれた。

今、見えないカーテンって言いましたように、ずれる場所ですね。ずれる所ですね。これが実は非常に大きくて、横方向は、大体四、五十キロの差し渡しがあって、縦の方向には十数キロ。結構広いですね。これを、ぱかっと倒して、地図に書きちゃうと、対馬っていう島がありますけど、あれぐらいあるんですよ。あれぐらい広い所が、「えいや」と1、2メートルずれるわけです。

あれは午前5時46分、そんな早朝の時間だと思えますけれども、みんなこう時計を持って、46分になったから1、2の3とずれる。そのように、ずれることはないわけです。実際はどうだったか。ずれるのは地下に無理な力がかかっているから、破壊してずれる

わけです。ずれる場所の中で、一番弱い所があるんですね。そこがついに耐え切れなくなつて壊れて、ずっとずれる。そのように、ずっとずれると、その周りで頑張ってる所が余計に力がかかりますから、ずれる。綱引きをやっている、弱い人がずっとずれちゃうと、周りの人が、それにつれてずつ、ずつと次から次へとずれてしまう。同じように、どこか1箇所が壊れると、その周り、その周り、その周り、その周りっていう形で、わつとずれる所が広まっていきます。非常に速く伝わる。1秒間に2キロだとか、わつといきます。

神戸の場合は、最初に壊れた所が明石海峡の地下の深さ16キロという場所ですね。それで、最初にそこが壊れてずれましたので、最初の地震の波はそこから出ます。それを気象庁の観測点が捉えて、震源を決めるのです。ですから、震源というのは、単に、最初に壊れた場所です。それを気象庁では震源と呼んでいます。一般的な感覚からすれば、震源というのは、波(地震波)が出た場所だと思うでしょう。それは非常に広い所です。先ほど見えないカーテンって言いましたけれども、差し渡しが四、五十キロあって、深さ方向に十数キロ。対馬ぐらいの面積があります。それが全部震源です。全部波を出す場所です。その広さを考えて、「震源域」と呼ぶのが本当だろうと思います。

マグニチュードと震度

最初に申し上げたいことは、大きい地震というのは、地震の波を出す震源が点ではなくて、非常に広いということ。この広さが広ければ広いほど、マグニチュードという数字が大きい。で、狭いほどマグニチュードが小さい。

次に震度、すなわち、揺れの強さを説明します。最近では震度計という一種の地震計で、数字が出てきて、それで震度が測れます。普通に地震だと感じる揺れは、震度3ぐらいですね。でも、今回随分地震が起きましたので、震度4でも「ああ、また震度4か」と驚かなくなりました。けれども震度4というのは、やっぱりちょっと怖くなるぐらいの揺れですね。最近では、5弱だとか5強だとか、自分では感じなくても日本のどこかで、そのぐらい揺れている。そんな状況になってしまいました。

特に重要なのは震度6。これで耐震性の弱い建物は倒れる。特に震度6強といいますが、たくさんの建物が倒れます。昭和56年、1981年に、建築基準法の耐震規定が変わりまして、以後の建物は地震に強くなりました。それより古い建物は、かなりの建物が実は地震に弱い。耐震性が低い。ですから震度6強になると、その建物は多く倒れます。

地震というと一般には揺れを指します。「きのうの地震、大きかったね」という感じで、地震の揺れが大きかったというふうに言われますね。私ども専門家は、地震という

と何を指しているかという点、実は揺れではなくて、揺れの元になつて震源のことを地震と呼びます。ちょっと食い違うのです。専門家は「揺れていうのは地震じゃなくて、地震動なんだ」って、何か余計な言葉を作っていますけれども。実際には揺れは、皆さん、地震と呼んでいます。その原因になつてるもの、それを専門家は地震と呼んでいるので、ちょっと混乱することがあります。

で、震度のほうは、揺れの強さの目安です。いわば、地震という現象の結果みたいなものですね。それは皆さん、自分でも感じますし、数字がTVで出てきますので、ご存じかと思えます。一方、その元の震源のほう、波を出すほう、そちらの方の大きさはマグニチュードと呼ばれます。この言葉はご存知かもしれませんが、実は何なのか、あまりご存じない方が多いと思えます。先ほどちょっとお話しましたけれども。それで、震源からの距離と震度の関係をお話します。普通の方は、マグニチュードが大きければ大きいほど、震源に近い所は大きく揺れる。そう思っています。これは、震源が点だと思っているからですね。実際には震源は点ではなくて、広い。

マグニチュードが大きくなると、非常に強い揺れの範囲がどんどん、広くなる。これがマグニチュードの大きな地震ということです。マグニチュードが大きいつていうことは、揺れが大きくなるということではありません。揺れの強い所が、どんどん広がる。こういうことなんです。マグニチュードが大きいつてことは、揺れの強い所が広いということですから、大変なことになるんです。揺れの強い所が狭ければ、みんながわっと救援に行つて助けられる。揺れの強い所が広いと、どこ行つたらいいかわからない。どこもみんな被害がある。まさに今回は、そういう状況だった。

ですから、マグニチュードが大きいほど被災地が広い。マグニチュード9つていうと、一地方が全部被災地になる。今回は東北地方ですね。8ぐらいですと、震源域、波を出している源が複数の県。一つじゃなくて二つにまたがるぐらいです。有名な地震は、濃尾地震という地震です。マグニチュード8で、皆さんご存じないかと思えますけれども、明治24年、1891年の10月28日に発生した地震で、つい先月末には120周年の記念シンポジウムを開きました。そんな地震ですけれども。これはマグニチュード8。「濃尾」というのは美濃の濃と尾張の尾ですね。濃尾地震で、岐阜県・愛知県、二つの県にまたがる震源域でした。この濃尾地震、当時の新聞は、おやじギャグですけれども「これが本当の、身の終わり（美濃・尾張）地震」と。たくさんの方が亡くなられたということです。

マグニチュードが7になると、ちょっと小さいので一つの県におさまるんですね。あの阪神淡路大震災を起こした兵庫県南部地震。地震のことは「兵庫県南部地震」、震災とは別の名前を使います。地震っていうのは自然現象で、震災は社会現象というわけで、

まあ「神戸の地震」でいいかと思えますけども。あの地震は兵庫県南部地震というわけで、兵庫県の南部におさまったぐらいの、それぐらいの震源域だったということですね。

さらに小さくなると、一つの町ぐらい。最近、町っていっても、随分広くなりましたけれども、結構狭い所が震源域です。

震源域とその周辺が被災地です。被災地が広ければ広いほど、救援・救助に行くのが非常に大変になる。一体どこに行ったらいいのか分からないということになる。

プレートの動き

今日は、津波のお話から始めたいと思います。今回地震が起きたのは、日本海溝という太平洋のプレートが日本列島の下に沈み込んでいる場所の付近ですね。東北地方の東にあたります。太平洋のプレートはほぼ真西の方向に、正確に言うと真西から10度北の方向なのですが、その方向へ、年々動いています。ちょうど皆さんの爪が伸びるぐらいの速度ですね。年間8センチ、9センチ。生まれてから、ずっと爪を切らなかった人の写真を見たことがありますけど、こんなになって、爪が大変ですね。一年間では大したことないけど、これが10年、100年、1,000年となると、大変なことになる。どこかで耐え切れなくなって、地震が発生する。これが、今回の地震です。それ以外にも南海トラフという海溝が西日本の南にあって、そこからフィリピン海プレートが沈み込んできて、ここでも地震が起こる。

東京の地下は非常に複雑です。相模湾ではフィリピン海プレートが沈み込んでいます。一方、茨城県や千葉県の太平洋沖にある日本海溝では、東北地方と同じように太平洋プレートが沈み込んでいます。今日は詳しい話をする時間はありませんが、複雑な地下の上に住んでいることだけは憶えておいて下さい。

まず、プレートの動きと地震の関係について。海のプレートは地下に沈み込んでいきます。陸のプレートとの境目がありますけれども、境目は普通はくっ付いているんですね。それで海のプレートが沈み込んでくると、陸のプレートが引きずられて、年間わずかですけども沈み込む。それと同時に陸のプレートが曲げられます、下敷きなんかを曲げると分かります。日本海溝では沈むのですけれども、陸の方では、ちょっと上がる場所がでてきます。東京の近くで言えば、三浦半島の先端だとか、房総半島の先端だとか、実は年々5ミリだとか、7ミリだとか、だんだん沈んでいるんですよ。

それで、あるところまで行くと、ついに我慢できなくなって、境目が壊れます。元へぼんと戻るわけです。海のプレートと陸のプレートとの境目が壊れて、ずれる。すなわち、大地震が発生する。関東大地震の場合には、三浦半島でいうと三崎だとか、房総半

島でいうと野島崎だとか、ああいう所がいつぺんに1メートルだとか、2メートルとか、急に上がってしまう。

地震の後、また境目がくっついて、また、陸のプレートが下がっていく。で、長いこと経つと、ついに耐え切れなくて、また、がっと戻る。これを繰り返し、繰り返しやってるわけです。というわけで地震が繰り返し、繰り返し、起こるわけですね。

要するに、海のプレートと陸のプレートとの境目は、くっついてるんだけど、だんだんだん時間が経つにつれて、力が加わってきて、最後に壊れて、ぱっと戻る。その時に地震が起きるんですね。だけど、また直ってくっついて、また、だんだん、だんだん、力が加わってくる。最後には耐え切れなくて、また地震が。これを繰り返し、繰り返し、起こしている。これは止めるわけにいかないですね。地球の動きです。ですから、どうやって付き合っていくかという、そういう問題です。

津波という現象

で、津波は何かというと、要するに、ぼんと陸のプレートが上がると、海底の広い所がわっと上がるわけです。陸に近いところで沈む所もあるんですが、それは後にして。話を簡単にしましょう。わっと上がりますね。お風呂の中なんかで、ちょっと手を上げたって、水はすっと逃げちゃうから何も起こらない。だけど板みたいなものを持ってきてぐっと上げると、上にある水は逃げられませんか、がぱっと上がっちゃいますね。そうすると、上がった水は、そのままではいられないから、周りに大きな波になって伝わっていく。それと同じで、海底で地震が起きると、わっと上がりますね。それが広いと、水はさっと逃げられないから、水の表面もわっと上がるわけです。こんな状況でいられるわけではないですから、それが波になって、わあ、わあと押し寄せる。というわけで、津波が生まれる。

深さが深いと、速く伝わる。沖合では新幹線ぐらい。もっと沖合ではジェット機ぐらいですね。すごい。だけど陸に来ると、浅くなります。すると、だんだん遅くなる。それでも、今回は10メートル超えるような津波でした。10メートルの津波だと、大体毎秒10メートルの速さです。ということは、100メートル10秒ですから、オリンピック選手ですね。到底逃げられませんか。そんなに高い津波でなくても、膝ぐらいに来ちゃうと、もう逃げられない。膝まで水が来てる時に逃げようと思ったって、そんなに駆けられないですね。まっすぐ道があるわけじゃないし。というわけで、津波はとにかく早く逃げるっていうことが非常に重要です。

それから、津波が岸に近づいてゆっくり伝わるようになりますと、それだけ実は津波

が高くなるんです。ちょっと例えは悪いですけども、自動車に乗っていて、高速道路から一般道路になると、急に車が渋滞しますね。それと同じように、津波も速いスピードで来て、陸に近づいて遅くなると、そこにたまっちゃうわけで、その分、高さが上がる。だから沖合ではちょっと見えてるものが、それがだんだん岸に近づくにつれて、どんどんどんどん高くなる。こういう恐ろしいものです。

それから、何度も何度も来ます。1回来て……押し寄せてくるわけですね。その後、引きますね。どんどん引きますね。どんどんどんどん引いていくんですよ。港がみんな干上がっちゃって、ずーっと引いて行っちゃう。しばらくすると今度は逆に、ひたひた、ひたひた、ひたひたって、何十分もかかって、わーっとまた来る。で、このあとずーっと引いて、あらゆるものを根こそぎ抜きさって、海へと持ってっちゃうんですね。それで終わらない。また来る。最初の津波が一番高いとは限らないんですね。2番目。あるいは3番目。場合によっては4番目。だから、地震が起きてからもう5時間後とか、6時間後とか、そこら辺のほうが大きい。そういうこともあります。ですから、いったん避難したら、しばらくは帰れない。半日、大きい津波だったら1日ぐらい帰れない。そういう現象です。

あと、津波というと、何か「波だ」ということが頭にあると思うんですけど、波じゃない。水の塊が押し寄せてくるんです。あるいは、洪水といったほうがいい。あるいは非常に高い潮の満ち引き。全然、波ではありませんので。波っていうのはチャポチャポして、来たと思うとざっと引いて、来たと思うとざっと引いてくれる。一方、津波はザーッと来たら、来るまま、もうどんどん来る。これが、10分、20分来て、それからゆっくり下がってくる。全然、時間が違うんですね。それで波の高さも、普通の波の場合、波浪警報などでいう高さは谷から山までの高さですけども、津波の場合は平均からの高さなんですね。倍違うんです。同じ5メートルといっても、平均の海面からの高さですから、全然高いわけです。場合によっては、水の壁が来ることがあります。普通の波だったらバシッと来て、じゅーっと引いちゃうんですけども、バシッと引かない。その後、ずーっとずーっと水が来るんですね。水の壁の向こうは、その高さでずーっと水が続いているのです。引いてくれません。

3.11巨大津波

今回の津波は、空港港湾技術研究所の波浪計などによって見事に捉えられています。たとえば、釜石の沖合20キロにある波浪計では、高さ6から7mの津波をみることが出来ます。これは沖合ですから、実際海岸に来ると、この2、3倍の高さ。20メートルくらい

ですね。海岸ではものすごい高さです。

今回の津波には二つの特徴があります。一つは、非常に長い時間、高い水位が持続していたこと。釜石沖の例で言うとも20分ぐらいですけれども、結構高い水位が続いている。沖で2メートルくらいの高さですから、海岸付近では4から6メートルといえば結構高いですね。これだけの水が長いこと押し寄せてきます。長いこと続くとどうなるか。だんだん水かさが増して、堤防よりもちょっとでも高くなれば、水がジャージャーと入ってくるわけですね。それが20分も入ってくる。そうすれば、入ってきた水が、どぼどぼと陸の中に入って、流れてきます。今回は海岸から5キロも入ってきたところがありました。非常に浸水域が広がった。これが今回の津波の特徴の一つです。

それだけではなくて、もう一つの特徴。ものすごく高いピークの津波がやってきたこと。比較的短い時間に集中していて、エネルギーがそこにたまってます。沖合でもう7メートル近くですから、その3倍ですから、海岸で20メートルですね。ものすごい高さ。これはすごく破壊的なエネルギーを持っていて、あらゆるものを壊してしまっただけでなく、非常に浸水域が広い津波と、非常に高い津波。この二つが両方来た。これが今回の津波の特徴です。

それで、この広い浸水域は、実は西暦869年、貞観の時代、平安時代ですけども、そのときにあった津波によく似た特徴を持つ。これは一応「貞観型」と呼んでおきます。それからもう一つ、高い津波です。実は1896年、明治三陸津波と呼ばれる高い津波がありました。非常に高い津波が岩手県を襲った。「明治三陸型」と呼びます。これは特殊なタイプの地震、津波地震と呼びますけれども、そのような地震による津波です。揺れはたいしたことないのに、ものすごく高い津波が来るので、特別な地震ということで津波地震と名が付いています。「貞観型」と「明治三陸型」、今回この二つがいっぺんに来ました。これが今回の巨大津波の特徴です。

そのような津波はどういう仕組みでできるか。先ほどプレートの境目があるって言いましたけれども、非常に高い津波は、実はこの海溝付近の境目がずれることによって発生します。日本海溝は、東北日本の沖合にある、海の溝。深いですね。1万メートルくらい深い。ここが陸と海のプレートの境にあたります。海のプレートは、ここから陸のプレートの下に沈み込みます。ですから、陸と海のプレートの境界面は、日本海溝から、陸の方に傾いていて、海岸付近では、深さ50キロくらいの地下にあります。日本海溝は、いわば入り口ですね。ここから、海のプレートが地下へと入って行く。この海溝の付近、海と陸のプレートとの境界面で言えば、一番浅いところがずれて、津波地震が発生し、高い津波が生まれます。それからもう一つの、貞観型と言いましたけれども、広い浸水

域をつくる津波はどのようにしてできるのか。それはプレートの境界面の非常に広い所がいっぺんに壊れることによってつくられます。ですから、プレートの境界面の最も浅いところ、海溝ですね、ここから深い所まで、海岸の近くでは深さ50キロくらい、まで、さしわたして200キロを超える広い地域が、いっぺんに壊れてずれると、この両方の津波が生まれる。そういう仕組みです。

海底が50メートルも動いた

これまでもマグニチュード9の地震というのは、チリだとか、スマトラだとかで起きましたが、詳しいことはわかっていません。日本の海底観測技術は非常に優れていて、初めてこういうマグニチュード9の大地震が一体、どのように起きているのか、本当に目の当たりにすることができました。それは、どのような観測技術によるのか、簡単に説明しましょう。

皆さん、カーナビってご存じだと思いますけれども、カーナビっていうのはGPSの人工衛星が世界中の空の上にあるから、車がどこを走っているかわかるのです。地球から2万キロの高さで回っていて、その衛星から来る電波を受けて、自分の位置を決めます。それで、日本列島に、阪神淡路大震災から後ですけれども、1,200点もの観測点がありました。カーナビよりももっと精密に場所が分かるシステムで、数ヶ月のうちに5ミリ程度の水平方向の動きを捉えることができます。国土地理院という地図をつくるお役所が運営しています。日本の陸地がどのように形を変えて行くかわかるのです。海のプレートが沈み込むために、陸地は押され、東北地方では太平洋側の海岸が年に数ミリ程度、西に動いていました。これが3.11地震前の動きです。地震の時には、牡鹿半島の先端が一挙に5メートル東へ動きました。5メートルですよ。すごく大きな距離ですよ。それだけではなくて、海底も動いたのです。

残念ながら、海底では、GPSが使えない。でも日本の技術が進んでいるので、海底の動きを捉えることができます。船の上にGPSの計器を置いて、船の位置を決めて、船からは電波が届かないので、音波、すなわち音を出して、海底局の位置を決める。これが現在数センチぐらいの精度で何とか決まる。大変な苦労があったんですけれども、やっと実用化ができました。

その結果、何が分かったかっていうと、牡鹿半島の沖合100キロの所が、15メートル東へ動きました。日本海溝の方へ近づいたのです。さらに50キロ沖合の所では、24メートル。さらに沖合の日本海溝付近は、何と50メートル動いた。50メートルですよ！

これまでチリ、アラスカ、スマトラなどでマグニチュード9の大きな地震が起きまし

たが、本当に何が起きているのかは分からなかった。今回、日本の海底観測技術によって、50メートルも海底が動くことが分かった。それは日本海溝を横切って海底地形を調べて行って、地震前に観測した海底と地震後の海底を比べてわかったのです。海底にはでこぼこがありますね。それを比べると、海溝よりも向こう側はぴったりあう。ぴったりなんです。そのまま合わせようとする、海溝から陸側は合わない。合わせるためには、陸側の地震後の海底を海溝のほうに50メートル寄せてやって、かつ10メートル上げないと、合わない。地震の時に、海底が50メートル動いた。大変なことなんです。それが今回の地震です。

貞観地震

それに対して、どういう予測ができていたか。先ほどちょっと申し上げました貞観の地震についてお話しします。この地震は日本三代実録という歴史書、日本の古代国家がつくった国史に描かれています。869年に陸奥の国で大地震があった。多賀城だと思われまますけれども、その城郭が壊れて、城下では1,000人ばかり溺死したというふうに書かれています。この時の津波で運ばれた砂（津波堆積物）がかなり前から、知られていた。女川の原子力発電所を造る技術者の方が仙台平野で調査をされ、津波堆積物を見つけたんです。どうやら、貞観の地震らしいというのが分かって、さらにそれだけではなくて、それよりも古いものが、2回分ぐらい見つかった。それを1990年に女川原子力発電所の方たちが論文に書かれました。津波の研究としては先駆的な研究です。実際には東北大学の箕浦先生という専門家の方がいらっしやいまして、その方のご指導ができてきた研究のようです。その箕浦さんたちが、相馬のほうでも同じ時代の津波堆積物を見つけました。仙台と相馬が大きな津波に襲われるような結構大きな地震があったということが分かったんですね。けれども、その後あまり調査が進んでいなかった。

それで、実は2005年から大きな進展がありました。この年に宮城県沖の地震という……発生が予測されていた地震よりは、ちょっと小さめの地震、それが起こりました。宮城県沖では、もう少し大きな地震が起こるはずだと思われていましたので、文部科学省のほうから調査の予算が出るようになりました。5カ年の重点観測計画の対象となって、いろんな調査が行われました。その中で当然、この貞観地震についても「もっと調べよう」ってことになって、系統的な調査が産業技術総合研究所、あるいは東北大学、大阪市立大学など……わたしも一部お手伝いをして、行われました。その結果、貞観地震の津波堆積物がどのように分布しているかを、明らかにしたんですね。例えば仙台平野の例ですと、海岸近くから始まって、直線上に調査がされる。これが何カ所も行われまし

た。どこまで貞観津波の堆積物が見つかるか、どこから見つからなくなるか、が調べられました。

それに対し、どんな津波が来たんだろうという、いろんな計算が行われました。貞観のときはどのぐらいの浸水があったか、津波堆積物の調査でわかる。それだけの浸水を起こすには、プレートの境目のどの部分が、どれくらいずれる必要があるのか、これがわかります。

仙台平野ばかりでなく、北の石巻平野でも同様な津波堆積物の調査がされ、さらに南の方は浪江町といいますけれども、福島第一原発の北で避難区域となったところですが、ここでも調査がされました。その見つかった津波堆積物をうまく説明するような津波はどのような津波か、これがわかってきたのです。

貞観の津波の浸水域と今回の津波の浸水域とを比べるとよくあっていることがわかります。ただ、ちょっと複雑なことがあります。実はこの貞観の時代には、海岸線が今より1キロ中に入っているのです。一方、今回の津波の浸水域、これは水に浸かったところ。貞観時代の浸水域は、砂が見つかったところ。実は、水はもっと内陸まで達していたはずなのです。砂が残る、その先には砂は残らないが泥が残る、さらにその先には水に浸かっただけで、砂も泥も残らない所がある。ですから、ちょっと違うんですね。海岸線の位置と浸水域の範囲、両方、違うんですが、それを考えると、実は非常によく似ているということになります。ひょっとしたら貞観地震の再来っていうか、繰り返してきたものが今回の地震かなと思います。

貞観の地震については、先ほど申し上げましたように、調査が5カ年計画で行われました。調査が終わって、2010年の春に報告書が出て、それからこの結果を、いわゆる長期評価と呼びますが、皆さんにどのように伝えるかを、宮城県沖の地震の問題とともに審議をしていました。今年の1月に大体形がまとまって、親委員会である地震調査委員会で2月・3月、審議して公表することになっていました。ただ3月は非常に議題が多いので、事務局の人が「4月に回してください」って言われたので、「まあ、いいですよ」って……。つい「いいですよ」って言った。そういうことで、地震発生前には公表できなかった。そういう残念な現実がある。

ただ、津波堆積物の調査の様子は実際、仙台など地元では報道されたため、ご存じの方もいらっしゃる、その人たちは避難について検討されていた。これは大変な津波なんで、どこに逃げたらと。ずっと平らな場所が続いていて高台はありません。仙台に東部道路っていう高速道路があるんですけど、高くなっていて、そこを避難所にしたらいけないかってことで、そういう申し入れをされていたようです。「道路は車の通る

所なので、避難所になりません」と断られてしまったそうです。それでも、そういうふうに認識を持たれて、250人を超える方は、そこに避難して助かったと聞いています。津波堆積物調査は、ある程度は役に立ったと思います。ただ、残念ながら広く一般の人に知らせるまでには至りませんでした。

3.11地震の仕組みと津波地震

今度の地震が、どんなふうに壊れてマグニチュード9の地震となったか。最初に壊れたのは、宮城県沖と呼ばれる海域のさらに沖合。三陸沖南部海溝寄りと呼ばれた海域です。ここでは、100年に一度くらいマグニチュード8程度の地震が起こればと考えられていました。前の地震が1897年なので、次の地震がそろそろ起こればと予測されていた場所です。

最初は三陸沖南部海溝寄りが壊れ、時間とともに壊れた所が広がって行って、牡鹿半島に達しています。ここは宮城県沖の地震が発生する場所です。30年発生確率99%と予測されていました。すなわち宮城県沖とその沖合。この両方で地震がそろそろ起こればと予測されており、同時に地震が起こればと予測されていました。だから、この辺まではまさに予測されたとおりのことが起こったと言っていいんです。その後、日本海溝付近が壊れだして、予測からまるっきり違うものになっていきました。海溝付近で津波地震が起こればと予測されていたのですが、宮城県沖とその沖合で発生した地震が、さらに津波地震をも発生させるとは考えられていませんでした。今回の地震は、全体で3分ぐらいかかっています。そのうちの最初の四、五十秒ですけども、全く予測どおりであった。その後、日本海溝付近が非常に大きく、ずれる。ここが大きくずれたために、その北の方も南の方も、それにつられてずれていったというのが、今回の地震の真相です。

あるところまでは予測どおりだった。その後、海溝付近で50メートルもずれるなんて、われわれ考えなかったのが、予測を外してしまった。しかし、海溝付近で津波地震が起こればという事は予測されていて、それはそれなりに正しかった。それについてちょっとお話をしたいと思います。

実は、東北地方の太平洋岸でたくさんの方が亡くなるのは、こういう津波地震と言われている地震が原因なんです。津波地震というのは、先ほども申し上げましたけれども、揺れはたいしたことはないが、すごい津波が来る特殊な地震です。特に明治三陸地震、この津波で2万2,000の方が亡くなられました。西暦で1896年のことです。日本は明治以降、かなり早くからいろんな観測をしています。験潮儀という潮の満ち干を測る

器械、それに津波がどういうふうに来たか、波が記録されているんです。その記録に基づいて、一体どういう地震だったのか、津波の源、すなわち波源を調べると、この明治三陸地震は、海溝に非常に近い所で起こったことが分かりました。

それから、慶長の津波地震。これは記録が十分ではないんですけども、江戸時代の初め——伊達政宗の時代です。西暦1611年。十分な記録があるのではないんですけども、かなり広い範囲で、南は相馬ぐらいまで被害があつて、特に宮城県に大きな津波が来たんです。北の方は北海道の東部でも溺死者がいる。どこで起こったのか、よく分からない地震で、なぞが多い。それにしても、調べると、やっぱり日本海溝付近で起きたということが計算上推定されます。

もう一つ、江戸時代に延宝地震というのがあつて、これは房総半島から岩沼あたりまででしょうか、宮城県の南部ぐらいまでが被害に遭っています。西暦で1677年11月のことです。これは今お話しした二つの津波地震と違って、日本海溝の南の方でおこりました。これはあまり位置が正確には分かっていません。被害地域が広いので、沖合の遠いところで起こったと思われます。二つの津波地震が海溝に近い所で起きているので、恐らく延宝も日本海溝の南の方で起きたんだろうというふうに考えられます。

津波地震の予測

先ほど申し上げましたね。宮城県沖では30年、40年くらいの間隔で地震が起こっている。海溝寄りの所では100年くらいの間隔で起こっている。両者のタイミングが合っているので、今回はこの二つが一緒になって、マグニチュード8くらいの地震が起こるという予測がされてきました。今回はそれ以上のことが起こった。津波地震が起こることは、別に予測がされていたのですが、これも同時に発生してしまった。宮城県沖と海溝寄りの所がいっぺんに壊れるという予測ですが、実は1793年にはいっぺんに壊れてるんですね。その次の1897年には、宮城県沖が2月に壊れて、その海溝寄りが8月に壊れる。別々に壊れました。今度は恐らくいっぺんに壊れるだろうと思ったが、それだけではなくて、もっと大きな地震が起こりました。

政府の地震調査委員会では、それぞれの海域で地震が起こる状況、マグニチュードや今後30年の発生確率等を公表しています。詳しい議論は、地震調査委員会の下に長期評価部会があり、そこで行われます。私は長期評価部会の部会長として、ずっとこの仕事をしてきたわけです。

それで、この海域については2002年に長期的な予測が初めて発表されました。7月31日のことです。このとき、今お話しした過去の地震に基づいて、今後どのような地震が起

こるかを予測したのです。江戸時代より前は東北地方はあまり記録が残っていません。江戸時代以降は、欠けることなく大地震の記録が残っていると思われます。過去400年間に3回、海溝付近の幅100キロくらいの帯状の地域で津波地震が起こっている。今後もそういう起こり方をするだろうと推定できます。今後も、場所は北の方だったり南の方だったり、あるいは、真ん中だったりするでしょうが、今後も起こるだろうと、そういう予測をしたのです。

土木学会の津波予測

今回、原子力発電所の被害があって、明らかになったことがあります。原子力発電所がどの程度の津波の高さに備えたら良いかという基準は、土木学会で作られていました。土木学会の下に原子力土木委員会があるんですね。さらにその下に津波評価部会があるんです。私、よく知らなくて、今回原発の問題で土木学会の津波評価部会がマスコミから批判されました。部会に「電力関係者がたくさん入ってる」。そこでお手盛りの基準を決めているのではないか。新聞がたたいたので初めて知って、「なんで福島第一では5.7メートルという津波を考えていたんだろうか」と思っ、よくよく見たんですね。

その部会の報告書が、今は土木学会のホームページに公表されています。あまりメディアに言われたので、土木学会はもうホームページに出して、「みんな、見てください」ということになったようです。それで、私も見たんです。一番驚いたのは、報告書の日付です。これ、2002年2月なんです。そんなこと知らずに、同じ年の7月に日本海溝の地震活動の長期予測を公表したのです。そのときは、土木学会の報告書は全然知らなかった。だから、原発を作る側の立場で物事を、わたし自身考えたことがなかった。今度の地震の後で、これが公表されて、「あれ、土木学会が先だったんじゃないか」と思っ、て。先に報告書を出した、原発を作る立場で考えたら、どう……かなって、やっぱり思わざるをえなかったんですね。

津波評価部会の報告書の内容は何かっていうと、基本は、それぞれの海域で過去に起こった最大のものを考えて、これに対して備えようという、そういう方針です。それなりに筋が通ったものだと思うんです。そうすると、福島県沖ではたいして大きな地震は起きていないんですね。日本海溝に沿っては、北部で確かに大きな津波地震が起こっている。南部でも、先ほど言いました、延宝の地震が起こった。福島県沖は起きてないわけですよ。それで、この方針に従うと、「ここはこれまで起きてないから、今後も起きない」という、そういう結論を出したわけですね。

一方、政府の地震調査委員会は、「日本海溝に沿ってどこでも起こります」と言っ

ている。福島県沖はこれまで起きてないけれども、ここでも地震が起こると言えるのはなぜか。先ほど言いましたように、プレートが沈み込んで津波地震が起こるから、南で起こって、北で起こって、真ん中の福島県沖で起こらない理由はないでしょう、どこでも起こりますよ、というのが地震調査委員会の長期予測の7月の報告書だった。ところが、それよりも前の2月に、こっちでは、「ここはもう起こらない」としていたんですね。わたし、知りませんでした。

原発を作る立場の人たちから考えると、われわれはとんでもないことをした。福島県沖は、「起こらない」って言ったのに、何カ月か後に「起こる」って言う人が出てきたわけです。これは困っただろうと思いますね。ある意味、目の上のたんこぶと言いましょうか、そういう存在であったらろうと、今になって思います。

そのようなことが知らぬ間にあったのですね。7月31日公表した前後に、急に何か、私にとってみれば騒がしくなって、津波地震の予測に対して批判する人が急に増えた。「不思議だなあ」と思ったけど、そのときは全然分かりません。しかもその後で、こういった長期予測について、「それがどのぐらい信頼度があるのか、それを示しなさい」ということになりました。そういう仕事をして、それで2003年になって信頼度をつけたんです。信頼度A B C DでDが一番低い。先ほどの津波地震は、規模がAで地域がCで確率がCという、そういう信頼度をつけました。原発のことは何も知らずにつけたということです。データはあんまりないけれど、一応ある程度は信頼できる。決して信頼度Dという最低ランクではなかったんですね。それが2003年の3月です。

中央防災会議

そして、2003年7月に中央防災会議で、「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の設置が決まりました。中央防災会議というのは、内閣総理大臣が議長をつとめる日本の防災対策の元締めです。それぞれの課題について専門調査会をつくり、そこで細かな審議を行いなす。それで審議が始まったのは2003年の暮れからでした。私も専門委員として参加しました。

要するに、津波地震を予測したわたしどもは、知らずに虎の尾を踏んだのだと、私は思ってます。何とかこの津波地震の予測をつぶさないと困る人達がいたわけです。福島第一の津波の高さは5.7メートルではすまないという予測を出してしまったのですから。土木学会の津波評価では地震が起きないとされている場所に、われわれは「起きる」って言ったわけです。起きるとすると、福島第一の津波の高さは15メートルになっちゃうわけですね。

それで……かどうか知りませんが、これは偶然かもしれないけども、中央防災会議でわざわざ「日本海溝・千島海溝」をやりましょうということになった。それで、結局は原発の考え、土木学会の津波評価のやり方を取り入れる、そういう結論になるわけです。そんなふうになんて、わたしは全然思ってもいませんでした。長期評価部会でやったことを防災に生かす、これはいいチャンスだと思って、何も知らずに……。何も知らないっていうか、長期予測が防災に生かされるのは当然だと思って参加したわけです。実際は全然逆だったので、もうびっくりしたんです。2004年2月の第二回のことです。こっちは全く考えてないから、筋の通った反論もなかなかできないんですね。何回か反論はしましたが、まあ、うまくいかなかった。結局は押し切られました。

「これまで繰り返し起きていたようなはっきりした地震に対して、津波の被害想定を行う」これが結論です。結果的に、土木学会の津波評価、すなわち原発と同じような考えを取るようになりました。

私は、大臣だとか事務局の人だとかは、あんまり地震のことを知らないだろうと思って一生懸命、説明を試みました。津波地震とは別の地震ですが、その例の方がわかりやすいと考えました。海溝では津波地震のほか、沈み込んでくる海のプレートがポキッと割れる地震も起こります。最近ではアウターライズの地震と呼ばれることもあります。このような地震は1933年に起きて、昭和三陸津波を起こしました。「ポキッと折れる地震が起きたら、これが、もう一回ポキッと折れるよりかは、その隣が次にポキッと折れるほうが折れやすいんじゃないですか」という、そういう論理を説明しました。地震学の常識です。津波地震も同じだから、「ここ起きたら次はこっちですよ」ってことを考えなければいけない。明治三陸地震が同じ場所で起こることを考えるより、同じタイプの地震が明治三陸が起こった場所の南に起こると考えるべきだと言ったんですが、全然だめでした。とにかくだめでした。

それで、中央防災会議の専門調査会で、結論としてどうなったかという、過去に繰り返し起きた地震に対して対策をたてる。ですから、日本海溝では三つの地震を考えることとなった。一つは、明治三陸の地震ですね。1896年。それから、三陸沖北部の地震と、あとは宮城県沖の地震。この三つを考えればいいと。それで、日本海溝の南は考えなくて良いことになりました。福島は守られた。これが日本の防災体制です。政府が政策判断として、北を対策する。南はまだしなくて良い。で、その南に福島第一原発がある。

3.11津波の犠牲者

今回の津波の高さはどうだったか。一つは、津波が、わーっと陸に駆け上がって、非常に高い所まで来る。これは、遡上高と呼ばれます。それから、海岸でどの高さまで水に浸かったか。これは浸水高と言います。遡上高は岩手県の久慈から大船渡までが高く、30m を超える地点が何カ所かあります。浸水高も25m を超える個所があります。岩手県の陸前高田市から宮城県の海岸をとって福島県原町市までは、それより低く、遡上高や浸水高は最高で22m 程度です。宮城県の松島湾などでは、ずっと低くなっています。

一方、中央防災会議が予測した津波の高さはどうだったか。ずっと低いですね。津波の被害を想定するために中央防災会議で計算したのは、1896年明治三陸地震、三陸北部の地震、宮城県沖地震の三つです。三陸北部と宮城県沖の地震による津波は、それほど高くありません。ほとんどの地域で明治三陸地震の津波が最も高くなっています。明治三陸ではほぼ決まっていると言って良い。これに対して、被害がどうなるかを想定しました。その想定された被害を小さくするように備えましょう、中央防災会議ではそう決定して、地方がそれに従ったのです。想定された津波の高さは宮城県石巻市の中部くらいから南では、高々6m です。3.11津波は今お話ししたように、遡上高、浸水高とも最高で22m ですから、全く想像もつかない津波であったらろうと思われま。

東北から関東の太平洋岸のどこを政府が守ろうとしていたかというのは、堤防を見ると非常に明らかです。北から宮城県の牡鹿半島の先端までは津波用の堤防なんです。それから南は高潮用の堤防。元々、南は備えていないんです。そこを津波が襲った。

中央防災会議で想定した津波の高さと、3.11津波の高さを比べると、青森県とか岩手県北部などは結構、まあまあ合っているわけです。南へ行くと、全く合わないんです。大体、久慈から大船渡辺りまでが最も3.11津波が高かった。そこでは、想定されていた明治三陸津波の高さとほぼ同じか、1.5倍ぐらいの高さの津波が今回来ています。ただ、この中で大槌だけは例外で、大槌は想定していた2倍の津波が実は来た。久慈から大船渡までが一番津波が高かったのが、犠牲者の多くがこの海岸で遭難したと思われるかもしれません。ところが、ここで亡くなられた方、行方不明になられた方は全体の22%に過ぎないのです。

その南の陸前高田より南では、3.11津波の高さは低くなります。ただ、想定していた津波の高さの2倍以上の高さの津波に襲われました。皆さん、死亡および行方不明の方の78%は、ここで遭難されているのです。要するに、津波の高さが高いところではなく、中央防災会議の想定よりも倍以上の高さの津波が来た所。そこで、たくさんの方が亡くなった。だから、元々の想定が間違っていた。これがたくさんの方が犠牲になった一つの原因であると思います。ちなみに、それより北の海岸での例外であった大槌では、

実はたくさんの方が亡くなっています。浸水域の人口に比べると、犠牲者の数が15%近いという、最高の値が記録された場所なんです。

こういうことを考えると、日本海溝のどこでも明治三陸ぐらいの津波が来るというふうにわれわれ考え、そのように政府の地震調査委員会が発表した。もしそのままそれを採用していたならば、今回はかなり被害が軽減できたはずだと思います。福島第一原発も少なくとも津波による電源喪失ということは、起こらなかったに違いない。もし明治三陸と同じぐらいの津波が来るとすると、太平洋岸で予想される平均の浸水高は11mぐらいです。それから、陸に駆け上がった高さ（遡上高）の平均は15m少々です。浸水高の最大は22mで、遡上高の最大は31mということになりますので、岩手、宮城、福島のどの地域でもほぼ予測どおりに3.11津波がきたことが分かります。

予測された津波が、被害想定に含まれなかった

それだけではなく、新聞やテレビの報道でびっくりしたんですけども、実際、東京電力は先ほどの津波地震の長期予測に基づいて津波の計算を行っていたんです。そして15メートルになることを知っていた。それが2008年です。副社長まで知っていた。驚きました。

実は、もっと前からわかっていたのですね。2006年の段階では、ほぼ同じ内容のことをアメリカの学会で、東電の研究者たちが発表してるんですね。確率予測といって、様々なケースを考えて計算していますが、その一つが、福島沖に津波地震を考えるケースです。だから、かなり早い段階から、この長期予測どおりにいったら、福島第一原発は15メートルになることを知っていたに違いないと思います。

「それはないだろう」と思ったのは、対策をしなかった言い訳です。これは新聞報道ですから、どのぐらい正確か分かりませんが、「試算は試算」だ。「あくまで仮定」だ。「無理な仮定」だ。「あくまで試算」だ。「運用の変更は学説や試算ではなく固まった評価基準で行われるべきだ」。こういうふうと言ったと伝えられているんですね。そもそも、それじゃあ、先ほどの「日本海溝に沿ってどこでも明治三陸地震級の津波地震が起こりますよ」と言った、その元は何かと言うと、政府の地震調査委員会です。その地震調査委員会っていうのは、いつできたかっていうと、阪神淡路大震災の後に作られたんです。なぜかっていうと、阪神淡路大震災では六甲の断層が動いたんですね。あれは前から、動く活断層だって分かっていたけれども、十分それが伝えられてなかった。地震の調査研究の成果が一般の方や防災によく伝わってなかった。その反省から、地震調査委員会を作って、そこで調べた結果を公表するようにしたんです。それなのに、情

報が防災に伝わらなかった。大変残念です。正確に言えば、防災や東電が情報を受け取らなかった。

今回の地震と津波の特徴は、まず、高い津波ですね。これに関しては、先ほど言ったようなとおりです。情報は発信された。しかし、中央防災会議では津波の被害予測に取り入れなかった。東電も無視した。次に、広い浸水域。これは情報の発信が間に合わなかった。最後の特徴は、高い津波と広い浸水域の津波とが同時に発生。これは、予測ができていなかった。これはちょっと学問的な話です。陸のプレートと海のプレートとの境い目についてです。海のプレートが陸のプレートの下に沈み込む。日本海溝がその一例ですけど、世界中にはいろんな海溝があって、境い目のくっ付き方によって、大きな地震の起こり方が決まる。マグニチュード9の地震が起こったり起こらなかったりすることも、それで説明できるという学説がありました。実は、その学説は誤っていたのですね。それによると日本海溝のプレートは1億年以上も前に生まれた古いプレートで、長期間冷やされて冷たく重いので、境い目が十分くっ付いていない。だから、あまり大きな地震は発生しないという学説でした。このため、日本海溝で、マグニチュード9の地震は考えられなかった。

一番目の高い津波については、分かっていた。被害を減らすには十分な情報だったと思います。二番目の広い浸水域の津波、さらにこれが分かっていたら、被害はさらに減らせたに違いないですが、これは間に合わなかった。三番目の高い津波と広い浸水域の同時発生は分かっていた。ただ、被害の面からいうと、あまり問題ではなくて、むしろ学問的な問題だということになります。この点に関しては岩波書店の『科学』の5月号に書きましたので省略します。

それから、先ほど言った中央防災会議の問題、被害予測にとりあげなかったことによって、多数の津波の犠牲者が出たこと。これに関しては、NHKの「視点・論点」で申し上げました。ご覧になった方はほとんどいらっしやらないと思います。深夜放送みたいなもので6月13日放送でした。「大震災から3か月 巨大地震のメカニズム」という題です。そこで10分ほど時間をいただいて、これは個人の意見なんで、NHKは編集しないというので言いたいことを言わせていただきました。NHKの解説委員室のホームページに言ったことが残っています。

それから、先ほどの長期予測ができた段階からいろんな批判が急に増えた。そこら辺の経緯。このようなことは二度と起こらないようにということで、岩波の『科学』10月号の「予測されたにもかかわらず、被害想定から外された巨大津波」に書いてあります。

今後の地震活動

さて、今後のことです。まず、余震がいつまで続くか。最近、「この1カ月でマグニチュード7以上の余震が発生する確率が15%」という新聞報道がありました。本震がマグニチュード9とすると、1小さいのが最大余震ですから、マグニチュード8までの余震があってもおかしくない。今のところ最大が7.6です。これは8に近いので、これが最大だとすれば、もうこれ以上大きいのは起こらないかもしれません。ただし、まだチャンスは残っているという感じです。海の地震でマグニチュード7を超えますと、津波の被害が出てくるようになります。今は特に堤防が壊れたままの所がありますので、注意が必要です。

実は余震について、皆さん、多分非常に誤解されていると思います。実は、非常に長く余震は続きます。先ほど、1891年の濃尾地震のお話をしました。明治24年ですので、今年、120周年のシンポジウムが開かれました。この地震の余震は、今も起こっている。120年経っても。実は、濃尾地震の余震の減り方から、明治時代に大森房吉先生が、余震がどういうふうに減るかを示す公式を作られました。大雑把に言うと、総数は本震後の時間の対数に比例します。簡単に言うと今回の場合、3.6日以内には3回起こっています、マグニチュード7以上の余震が。それ以後、36日以内には2回。だから、それ以後360日以内には、2、3回起こるとというのが大体の予想です。これが1年ですね。で、1年以後、10年までに起こるのは、また2、3回。それから100年後までにさらに2、3回起こる。そういう形でいきますので、随分数は減りますけれども、まだまだ起きます。

地震前と地震後の日本の地震活動を比べると、地震後に大変活発になったことがわかります。震源域って言いましたけども、地震の時、壊れてずれた地域、或いは、その極く周辺は、余震が起こる場所です。それから離れた地域、地震の時に壊れた場所じゃない地域ですね。そこで起こるのは余震ではありません。誘発地震と呼ばれる地震です。茨城県から福島県にかけての海岸沿いの浅い地震を、気象庁は余震と呼んでますが、科学的に厳密に言えば、誘発地震です。今回の地震で大きな動きがありましたので、そのことによって、周辺の岩盤が力を受けます。その力によって地震が起こりやすくなる。それを誘発地震と呼びます。誘われて発生する。富士山の下とか、新潟県と長野県の県境だとか、それから茨城県の北部から福島県の南部などで、マグニチュード6を超える地震が発生しました。この誘発地震はすぐにやむわけではなく、恐らく少なくとも5年は続いておかしくない。ひょっとすると10年ぐらい、そのまま続くでしょう。

ですから、震災はまだ終わってない。まだ、続く可能性がある。残念ながら。気になるのは東京直下なんです。東京直下でこれまで起こっている地震を調べてみた。3.11地

震で起こりやすくなるか、起こりにくくなるかという、かなりの部分が起こりやすくなるのが分かる。ですから、地震が起こりやすくなるだろうと思っていたんですが、本当に地震の数が増えた。大体予想したとおりにになりました。

もう一つ重要なことは、地震の後の動きです。ゆっくりゆっくりですけれども、地震の後もプレートの境目がずれているんです。地震のときにずれた所と比べると、それより深いプレートの境界ですね。そこが地震の後、半年以上かけてゆっくりゆっくりずれている。だんだん動きは小さくはなっているんですけど、今も動いています。一番たくさんずれている所は、東北地方太平洋岸のちょうど海岸線の地下50キロくらいの深さの所です。地震後、半年ぐらいで最大2メートルぐらいずれている。

それから、われわれが気にしているのは、銚子付近です。銚子付近の地下のプレート境界で、地震後80センチぐらいずれた。この場所は、長期的にみると平均して年に大体6センチぐらいずれる場所ですね。それが半年で80センチずれちゃった。ですから、十何年分かが、半年で動いちゃった。止まってくれればいいと思います。もしも動きがだんだん深いほうに伝わっていくと、千葉県中部だとか、東京湾の地下だとか、だんだん我々の真下に来る。これが今非常に、気になっているんです。

こういった地震が恐らく5年、10年続くんじゃないかと思います。でもそれだけではないのです。3.11の地震の前、われわれが非常に問題にしていたのは、西日本の地震です。東海地震も含めて、東南海・南海地震。30年以内に発生する確率が南海地震は60%、紀伊半島の潮岬沖から西、四国沖の地震です。東南海地震では70%、潮岬沖から東へ、浜名湖沖くらいまでで起こる地震です。さらに東の東海地震はいつ起こってもおかしくない。時間が経つにつれて、南海地震、東南海地震の確率もだんだんだんだん高くなってきました。今世紀の前半には恐らく起こる。ですから、東日本のほうがなんとか終わったぐらいになると、今度は西日本の方が問題になる。そういう状況です。

日本の地震活動

結構、皆さんご存じないことがあります。それは何か。今日いらっしゃっている方は、地震に関して言えば、比較的平和な時代にこれまで過ごされている方です。わたしもそうです。それで、それより若い方は、それらの方のお子さんです。だから大震災……ここでは1,000人以上の方が亡くなる震災を大震災と言います。大震災なんていうのは、一生に1回か2回ぐらいだと思うわけです。1995年の阪神・淡路大震災と2011年の東日本大震災で2回ですね。ところが過去200年間で平均すると、12年に1回起きています。それは皆さんの経験と違います。なぜ経験と違うかっていうと、戦後1948年の福井の大

震災の後、ずっと大震災がなかったからです。阪神淡路大震災までの50年間なかったんです。じゃあ、前はどうかって言うと、実は平和な期間を取り戻すっていいでしょうか、大震災が固め打ちしてるわけです。

それで、1943年の鳥取大震災から、ほとんど毎年のように大震災が起きている。1944年の東南海大震災、1945年の三河大震災、1946年の南海大震災、1948年の福井大震災です。これらは戦前・戦中・戦後の混乱時期におこりました。特に戦中の1944年と45年の大震災。これは軍事機密です。すごい被害があった。名古屋に飛行機を造る工場があります。結構被害があった。調査に行つて写真を撮ると、若い人は分からないと思いますけれども、写真を撮ると、それはスパイ行為です。憲兵隊がいてですね、憲兵が来て、捕まえる。写真はもちろん取り上げられて。そういう時代だった。新聞記事も、地震が起きてもちょこんと小さく記事が載っただけ。そういう時代に、実は二つの地震が起きている。だから誰も知らない。それから、戦後。日本人の生活が大変苦しかった時代です。震災よりも戦災のほうがもっとひどかった。だから震災の記憶はほとんどない、忘れられているんです。

こういう地震の固め打ちは、南海地震の前後に起こります。一つ前の、安政の時代はどうか。起こり方はちょっと違うけれども、やっぱり固めて地震が起こっている。で、今回の東北地方太平洋沖地震も恐らくそうだろうと思うんです。既にもういくつか地震が起こっています。あと5-10年ぐらいの間、まだ起こる可能性があるんですね。それが何とか治まると、今度は西日本で、次の南海地震の前の活動が始まる。これまでは、平和な時代でよかったんですけれども、これからはその逆になる。平均して12年に1回起こっているのに、これまでの50年間余り大震災はなかった。戦後の、復興して経済成長して繁栄していく、あのいい時代にはたまたま大震災がなかった。で、バブルがはじけて大変になって大震災が起こる、こういうことです。

例えば、安政東海地震と、安政南海地震——これは続けて、約30時間をあけて起こってるわけですが、1年以内に江戸地震も起こっています。中央防災会議が、もし今起きたとして推定すると、被害総額は計206兆円です。実質的な国家予算が、ぱっとなくなってしまう。ごめんなさい、余計なことですが、復興債の償還期間が25年に決まりましたね。25年で借りたお金を返すということですが、25年大地震が来ないって、思っているんでしょうか。大震災は、平均して12年に1回起こっています。25年のうちには、大震災が2回起こってもおかしくない。これは二重ローン、三重ローンになりますよ、間違いなく。

南海地震は、繰り返して起きていて、実は非常に大きな1361年の地震と——中くらいの

1498年の地震、1605年の小さい地震、このように過去に起こっています。ここで、中くらいとか、小さいとか言いましたが、「南海地震のうちでは」という意味で、いずれも大きな地震です。1707年に非常に大きな地震（南海・東海地震）が起こり、1854年の南海地震が中くらいの地震で、1946年の南海地震は小さい地震でした。恐らく次は非常に大きな地震となるだろうと思っております。

立川断層

それだけではなくて、実は活断層の地震など、さっき言ったように力のかかり具合によって、起こりやすくなっている地震があります。その一つが立川断層です。地震によって、東北地方は、大体東西に引っぱられるようになりました。東京付近ですと北東-南西の方向に引っ張られています。

これに対して、立川断層はどのような向きにあるかと言えば、立川断層は北西-南東の方向に延びているのです。ほぼ垂直な断層と考えられています。そうすると、断層面を押さえつける力は、北東-南西方向の力ですね。北東-南西方向の力で、断層面を押さえつけると、摩擦でずれないわけです。その摩擦の力を弱める、すなわち北東-南西方向に引っばってやれば、摩擦力は小さくなりますので、ずれやすくなります。地震が起こりやすくなる。それが立川断層。

立川断層はどこを通るかという、今やネットで都市圏活断層図の「青梅」を見るとわかります。大きい本屋さんに行くと、都市圏活断層図は1,000円ぐらいで買えます。ネットではただで見ることができます。ネットで見て最初の画面から、一度右へ移動すると、駿河台大学が見える画面になります。試みて下さい。立川断層の一部が見えます。距離は2キロぐらいでしょうか。

それで、立川断層で大地震が起こったら、どれぐらい揺れるか。ネットで調べることができます。ネットで検索して下さい。J-SHIS、または地震ハザードステーションです。スタートを押すと地図を見ることができます。拡大し、移動し、必要な場所に、たとえば駿河台大学付近の地図にしてみてください。そして条件付き確率を選び震度6強を指定します。また、立川断層をクリックして選択します。たとえば震度6強。耐震性の低い、1981年以前の建物の多くが倒れるぐらいの揺れです。この震度6強以上になる可能性が、大体、四五十%ですね。かなり高い確率です。全体を見ると、立川断層の周辺では震度6強以上となる可能性が高いことがわかります。少し離れた荒川沿いでも地盤が悪く、確率が高くなっていることがわかります。立川断層は大体1万年ぐらいの間隔で地震を起こしていて、前の地震からもう恐らく1万年を超えているだろうと思われれます。ただ、

起こるかどうかは分かりません。

こういうお話をするとき、よく申し上げるんですけども、例えばカゲロウ。カゲロウっていうのは寿命が1週間らしいです。それから……1万年ではないですけども、一応「亀は万年」というので、亀の寿命が1万年だとしましょう。カゲロウが、生まれてから今日がちょうど7日目。カメが生まれてから、ちょうど1万年目の今日。どっちが今日死ぬかっていったら、多分カゲロウですね。カメは、ひよっとしたら百年ぐらい後まで生きているかもしれない。というわけで、立川断層でいつ地震が発生するかは分かりません。可能性としてはある。だから立川断層で地震が起こっても、「ああ、起こりましたね」と言うしかない。

先ほどお話しした南海地震とか、あるいは今回の地震もそうですけれども、繰り返し繰り返しちゃんと起こる。南海地震は、100年とか150年とか、繰り返しの間隔は一定ではありません。でも今から、10年、20年の間に必ず来る。そういう地震に関しては、きちんとした対応が必要ですね。一方、立川断層の地震みたいに、起こるのかどうか分からないという地震があります。本当にもう起こりそうになってる、もうほとんど起こりそうな所に、ほんのちょっと力が加わってぱっと起こる。だけど、まだまだ全然起こりそうもない所にちょっと力がかかっても、びくともしない。起こらないですね。だから、どのぐらいの状態になっているかが重要なのです。これが分からない。ほんのちょっとの力が加わったことはわかりますが、これが原因となって地震が起こるのか起こらないのか、本当に分かりません。でも、起こったら大変なんです。

万々に備える

これまでは「30年で2%の確率です」って言うと、多くの人は「まあ、それは起こらないでしょう」とね。「起こらないでしょう」「忘れましょう」「なかったことにしましょう」なんですよ。でも、3.11東日本大震災のような災害を見ると、本当にそれでいいのかということですね。地震の一番の怖いところは、そうしょっちゅう起こらない。でも、起こると大変なことが起こる。これが震災のポイントです。だから備えるのが難しい。しょっちゅう起これば、当然きちんとした対策をとれます。だけど、しょっちゅうは起こらない。そうすると、地震の対処が進まなくなってしまう。あれだけのすごいことが起こるけれど、起こる前に対策を立てるのは、非常に難しい。

今、「防災から減災へ」ということが言われているわけです。これはある意味、敗戦を終戦というような感じで、ちょっとオブラートにくるまった言い方です。「減災」っていうことは減らすだけですから、ゼロにならないってことですね。逆に言えば、災害

を受けるっていうことです。「被災」するっていうこと。あきらめなくちゃいけないところがある。じゃ、どこをあきらめるのか。どこが大切なのか、守るのか。やはり万一でも起こる可能性があるのであれば、考えないといけない。どうしても守らなくちゃならないものがあるはずですよ。それは何なのか。どこから先はしょうがない、あきらめる。そこを考えていただきたいのです。それを考えないで、「まあ、どうせ起こらないや」と言ってしまうと、それっきりです。大切なもの、それほどでもないもの、区別なしに皆なくなってしまう。地震が起きたときに何も守れない。だから、起こるかどうかわからなくても、万一をやはり考えて、どうしてもこれだけは守りたいというものは守っていただくように考えてほしい。そういうふうに思います。

津波てんでんこ

今回「津波てんでんこ」という言葉を聞かれた方がいらっしゃるかと思うんですが、「てんでんこ」っていうのは、「てんでんばらばらに逃げる」という意味ですね。これは非常に厳しい話です。実際、津波に遭われた……今回の津波ではなくて、1933年、昭和三陸津波に遭われた方のお話を直接聞いたのです。その方はおばあさんを、それよりも一つ前の津波、1896年明治三陸津波ですね、津波で亡くされています。ですから、その方のお父さんのお母さんが、明治の津波で亡くなられた。で、昭和の津波が来た。浜の人が「津波だ」と叫んだんです。夜中ですよ。冬。寒い。「津波だ」という声を聞いて、どうなったか。その方は、まだそのときは少年ですね。子供なんです。「津波だ」っていう声を聞いて、どうなったか。お父さんが真っ先に逃げました。普通だったら「おまえ、起きろよ。一緒に逃げよう」……何にもなし。「津波だ」と声を聞いたとき、お父さんは、ばあっと逃げちゃった。子供はびっくりして「ええっ、こんなのあり？」って言ったかどうか知らないけれど、本当に、「こんなのあり？」ですよ。とにかく、もうお父さんに追いつく。もう靴も履かないで、はだしのまんま。冷たいのに。とにかく、とにかく逃げた。その方はもうご高齢ですけども、本当にやっぱり一分一秒を争うんですね。これが「津波てんでんこ」です。てんでんばらばら。家族の中でも、てんでんばらばら。ある意味、非常にひどい話ですね。

これから後は私の勝手な考えですけども、これは集落の知恵だと思います。それぞれの集落は、その構成員、すなわち「家」によってつくられています。だから家を大事にします。ひどい被害にあつて、家の人が皆死んでしまった。だれも残らなかった。そのように継ぐ人がいないと、親戚を呼び寄せて家を継がせる。そういう形で集落を守る。そういうことをずっとやっています。集落として守るのは、一番守らなくちゃいけない

のは「家」だと。それを達成するにはどうしたらいいか。「津波てんでんこ」です。一人でもいいから、それぞれの家から助かる人を出す。そうすれば集落は続いていく。そういう考えではなからうか。私の勝手な考えですけど。家族で大切なものは何か。家族によっては「みんなで一緒に助かろうね。だめな時はみんなで一緒に死のうね」、こういう人がいてもおかしくない。これに対して「津波てんでんこ」というのは、ある意味、非情な考えですね。だけど、そうすれば、必ず集落が存続できるという知恵じゃないかと私は勝手に思っています。

とにかく何が大切なのか。組織により違うし、ご家族によっても違うし、一人一人の個人によっても違うと思います。でも、万一地震が来たらどうするのか。何を守るのか。それを決めていただいて、その後は知恵を働かせていただいて、何とか守るようにしていったらいいんじゃないか。少なくとも集落の、「津波てんでんこ」という知恵。この知恵は、料金ゼロ、予算ゼロです。お金は何もかからない。まさに知恵そのものですね。まあ実際に対策を立てるとなれば、普通は多少のお金が必要だと思いますけれども。「本当に大切なものだけは、何が起きてでも守る」——それぞれに心がけていただきたいと思います。

今日はどうもありがとうございました。

会場からの質問

竹中 島崎先生、大変興味深いお話を、ありがとうございました。

実は3時からもう一つ別の講演会を控えておりますので、あまり時間がございませんが、皆様、ものすごく質問をなさりたいと思っていらっしゃる方、いらっしゃるのではないかと思いますので、先生、5分ぐらいお願いしてもよろしいでしょうか。

島崎 はい、どうぞ。

○ 恐れ入ります。地震予知のための自然界の前兆現象と申しますか、これの、何かこう顕著なものがあつたら、ちょっと教えていただきたいと思いますが。

島崎 かつては新聞報道でありました。今でも週刊誌なんかに、載っていることがあります。これまで、多数の方がいろんな試みをされています。

残念ながら、「これだったら、いける」という前兆現象はありません。大体うまくいってるかと思うと、その次はだめ。大体そんなもんです。ですから、今言われてる前兆現象も、本当に前兆現象であればいいと思うんですけども、どうか分からない。

○ 先生、わたし、ちょっとお聞きしたかったのは、実はわたしも阪神淡路大震災と、鳥取県西部地震を体験しまして、たまたま漁師の人を……わたしは鳥取県西部地震、郷里ですので、漁師の人に何人か聞いたら、沖に出て漁業をやっていたら、魚が船にもういっぱい飛び込んできたと言うんですね。「今日は何だろう、網も投げてないのに。魚がなんで自分から飛び込んでくるんだろう」って思ったら、鳥取県西部地震が起きたと。

それで本を読みましても、関東大震災のとき多摩川土手でナマズやコイやフナがいっぱいにいっぱい揚がってきたと。やっぱり動物とかいうのは、人間よりも、そういうセンサーといいますか、より判断がいいかっていうようなことが……。

島崎 そういう話は、たくさん実はあるんです。そこで、世界各国でいろんなものを飼って、何年間も調べてみたんですけども、残念ながら、いい結果は出ない。非常に難しいですね。

竹中 ほかに、どなたかいらっしゃいますか。

○ 東京大学および東北大学の先生たちは、行政府にもっと強い意見って言えないですか。何となく情けなさを、先生の発表で感じるんです。行政府だとか、研究所だとか、いろんな土木事務所だとか行って「おまえ、何を考えてるんだ」って、強く言えば良かったと思うんだけど、どうなのでしょう。

東北大学なんかの先生も、そういうふうには思ってるんですけど。

島崎 防災を受け持っている方々が、情報を真剣に受け止めてくれれば良かったと思います。強く言えば防災側が動くかという、そんなに簡単ではありません。対策が大変なことは、できるだけ避けようという傾向が強い。防災の努力は、災害が起こって初めて報われるわけです。それまでは、無駄のように見える。だから、やりたくないでしょう。

今回の地震は非常に大きかったので、そのことにやはり地震学者はショックを受けているんですね。反省は当然、必要ですが、自信をなくして黙ってしまっはいけないと

思います。今こそ、この次に何が起こるかということ伝えるべきです。

○ 四川省で地震ありましたね、中国の。あの四川省で地震が起こる前に、「三峡ダムを造ると、ああいう大地震が起こるんだ」と、アメリカなんかでも言っていましたね。それでも作っちゃたわけですから、何かみんな知っていながら造り続けているような感じもしたんですけど。

島崎 四川の地震は、原因はダムではないと思います。でも、ダムがあると確かに地震が起こりやすくなります。ダム周辺の比較的狭い地域ですが、小さい地震の数が増えることが多く、世界各地で観測されています。ダムが作られたために起こる地震は、小さい地震が多いですが、中には死者がでた例があります。1967年にインドで起こった地震で、マグニチュード6.5、死者180人と伝えられています。日本みたいに、もともと非常に地震が多い所では、ダムが原因で大きな地震が起こったことはありません。インドの地震は、地震がほとんどない場所で起こりました。

竹中 先生、今日は本当にありがとうございました。まだまだ、たくさん質問がおありと思いますが、時間になりましたので、残念ですが、これで終わりにさせていただきます。先生、今日は本当にありがとうございました。