

講演3；「南海トラフ巨大地震の予測と防災」

山岡 耕春

名古屋大学 大学院 環境学研究科 地震火山研究センター 教授

本原稿は、2018年7月12日に東京都港区においてアドバンスソフト主催で実施した「防災シミュレーション講演会－自然災害を科学する－」において、山岡耕春教授にご講演いただいた内容を、アドバンスソフトが書き起こした内容です。また、章立てに関する情報もアドバンスソフトで付加したものです。

1. はじめに

皆さん、こんにちは。名古屋大学の山岡と申します。今日は南海トラフの地震の話をさせていただこうと思います。シミュレーションを手段として研究しているわけではないので、南海トラフの巨大地震を地震の研究者がどのように考えているかというお話をさせていただくとともに、最近ここ何年かで東海地震の予知は諦めて「南海トラフで何か心配な現象があったら情報を出しましょう」というかたちに国の方針も変わりましたので、そのあたりの話も組み合わせてお話をさせていただければというふうに思います。



図 1 山岡教授ご講演風景（その1）

2. 南海トラフのすべり

2.1. 南海トラフとは

南海トラフというのは日本地図でいうと、南岸・伊豆半島から四国沖にかけた領域です。この

絵でいうと水色のところと青いところの境界あたりから、沈み込むプレートによって引き起こされる巨大地震です。東北の地震も規模が大きかったのですが、南海トラフで起きる地震も、最大規模になると、おそらく東北の地震に匹敵するくらいのものが起きるだろうというふうに思われています。そのあたりの話をしていきたいと思います。

2.2. すべりに関する共通認識

最初に、南海トラフの「すべりに関する共通認識」からお話しをします。

地震学者がいうと「すべり」というのですが、一般には「ずれ」「プレート境界のずれ動き」という表現の方がたぶん正しいのかなというふうに思います。「すべり」というとうちの環境学研究科の建築の先生が滑り台で“ずるっとすべる”みたいな感覚を覚えるという、それでよく分からなかったというお話をされていますが、プレート境界がずれ動く、英語でいうと **dislocation** という言い方をします。なかなか複雑ではあるのですが、この分野ですべりを中心に研究されてきた小原先生らの絵をそのまま持ってきました。南海トラフと、スロースリップという現象があった房総沖・日向灘のあたりを全体として眺めるとどうみえるかということです。浅い方からいうと、浅部の超低周波地震発生域。ここが1つ重要です。浅いところでゆっくりとずれ動く現象が普段からみられています。もうちょっと深いところに行くと、地震を起こす固着域というものがあります。普段はずれ動かずにくっついていて100年とかに

1 回、急激に動いて地震を起こす領域。さらに深いところに行くと、スロースリップというところ。これも浅いところと動きは似ているのですけれども、深いところでも時々ゆっくりずれ動くという領域があります。いろんなパターンのずれ動きがあって、またさらに深いところに行くと「定常すべり」という定常的にずれ動いている領域があるというふうに考えられています。つまりプレートが沈み込んでいくときには深いところは特に地震を起こさないで、普段からプレートの動きに従ってずれ動くという領域があるというふうに思っているわけです。こういう場においてどのようにエネルギーが伝わっていった蓄積されていった地震が起きるかというのが地震の起き方の研究の一番大きなテーマにもなりますし、それをもとに正確な予知はできないにしても「どのくらいエネルギーがたまっている」ということがもし分かれば規模の確率的な予測にもつながるであろうということになるわけです。基本的にはこういうイメージがここ 15 年くらい、21 世紀に入ってから徐々にできあがってきました。それより前は「普段は何事もなくいきなり地震が起きて、それでまた何もなくて 100 年すぎる」というように思われてきました。それがかなり普段からいろんな現象が起きていることが分かってきた、というのが最近の状況です。

2.3. 低周波地震微動

少し歴史的に思い返してみると 21 世紀の初め頃「低周波地震微動」というものが発見されました。これは南海トラフで発見されたのですが、世界で初めて発見された最大の要因は Hi-net と呼ばれる非常に高密度の地震観測網が日本にできたからです。阪神・淡路の後に国の主導で 700 点とか 800 点くらいの地震観測網が 10km に 1 カ所ぐらいの地震計が日本全国に置かれました。無駄なのか無駄でないのかいろんな議論がありますが、少なくとも全く今まで知られていなかった現象が見つかったという意味では Hi-net というのは非常に役立っています。講演資料の左側が地震の波形です。この 1 本 1 本が地震の波形で、こ

ちら方向にちょうど 1 時間分書いてあります。つまり 1 本が 1 分ぶんです。ずっとみていくとこのへんにちょっと濃いところがあります。それでまた、こう、なくなっていくます。20 世紀の時代はこういうものをノイズだと思っていました。何か知らないけれども風が吹いたかなんか知らないけどノイズで関係ないと思っていたのですが、地震計がたくさんあると隣の観測点あるいは離れた観測点も同じタイミングで同じようなシグナルがみえているということが分かって、これはノイズ、つまり風とかそういうものではなくてより深い地下に原因があるものだということが確実に分かってきたわけです。時間とともにいろんな観測点で振幅が増えてきたということがみえてきて、その震源を決めるという努力をすると、こういうところに沿って震源が分布しているということが分かって参りました。沈み込んでいくプレートの等深線のちょうど 30km くらいのところに沿って並んでいるというのが非常に重要で、ここまで並べばプレートが沈み込むプロセスに非常に関係しているということが明快になるわけです。当時の知見でいうと、これよりも浅いところで巨大地震が起きると思っていた、そしてさらに深いところに定常すべりがあることも分かっていたので、そことの中間で何かが起きているということが分かってきたわけです。これが 1 つ目の発見です。

これと並行してというか独立してなのか、海の反対側で 2003 年にこの微動の発生に伴って地殻変動が観測されたということがありました。横軸に年代をとって、カスケードといって北米の西海岸です。これが地殻変動だと思っていただければ、プレートが沈み込むに従って地殻変動が進行しますが、微動が起これと反対側に動きます。普段の動きと反対側に微動が起きているときに発生するということが分かりました。微動というのは単なる振動ではなくて地殻変動、つまりプレートが沈み込むという現象に非常によく関係しているのではないかとということが海の向こう側で発表されたのです。そういう目で、もう 1 回日本に

返ってみてみると、先ほどの低周波微動に伴って傾斜計が動くということが分かってきました。傾斜計によって地殻変動がみえたということが分かってきて、結局、日本でも微動というのは傾斜を伴う、つまり地殻変動ということが分かって参りました。もう少し研究が進むと、この南海トラフ沿いに、縦軸に距離をとって横軸に時間をとると微動の震源も動いていきます。だいたい1週間くらいかけて何百 km 動くということ。これをきっかけにしてプレート境界の現象がかなり分かってきました。

この微動はだいたい年に2回くらい起きていて、ほかにも定常的に監視されることによって、いろんなスロースリップが起きていることも分かってきました。最近でいうと、だいたい起こり始めると数年間続くようなスロースリップが起きています。房総半島で起きているスロースリップと基本的には同じものです。東海でいうと2000年から2006年と、その後2013年から2016年。豊後水道付近でいうと過去5回くらい、それから紀伊水道でも起きているということが分かって参りました。

21世紀になってからのもう1つの重要なデータは、日本列島1300か所にGPSという観測点ができて地殻変動が分かるようになったことです。東海付近の様子に普段とスロースリップが起きているときとで全く違う地殻変動がみえてきています。今まで北西側に押されていたものが全く押されないというような状況になってきたということで、いろんなスロースリップが南海トラフでみえるようになったのです。その後さらにさまざまな研究が進んで、今度はプレートの浅い方、つまり海溝に近い方でやはり低周波微動と振動が起きていることが分かってきました。ここが赤いものが全部振動の震源なのですが、そういうものがこういったプレート境界沿いに起きていることが分かって参りました。これは縦軸を緯度にして北緯30度くらいから40何度くらいまでで時間とともに示していますが日本全国のプレート境界で起きています。例えば日向灘とか南海ト

ラフの紀伊半島沖あたり、あとは北海道の十勝沖とかです。そういうところで起きてくることが分かって参りました。こういうものがプレート境界のゆっくりとしたすべりであるということも地殻変動で分かってきたのですね。つまり、プレート境界というのは巨大地震の時にだけずれ動くのではなくて普段からあちらこちらがずれ動いていて、ずれ動くことによっていろんな現象を引き起こしています。

2.4. 近年の観測の成果

最近のわれわれの業界ではエポックメイキングなわけですがけれども、海底の地殻変動の成果が10年分くらい蓄積してきて、海底のどこが固着つまり普段からくっついていて場所かというマッピングができるようになってきました。これが本当に正しいかどうかはまだ検証が必要なのですが、こんな図ができてきました。データはこちらにございますけれども、手法そのものは海底にトランスポンダーという受けた音波をそのまま返す装置を3台か4台まとめて入れておいて、時々船で行って海上から音を出して返ってくる音波を拾って、距離を測る。何回も何回も船がぐるぐる動きながら距離を測っていくと、船に対して海底の局の位置が分かります。さらに船の位置はGPSを使って分かるので、GPSを基準にして海底の局の位置が分かるという技術が発達されてきました。何で海底にGPSを置かないのかと思うかも知れませんが、海水は電波を通さないなので使えないのですね。だから音波を使うしかない。音波を使うといろいろ困難があって、音波が一番影響を受けるのは海水温ですから海水温の補正とかいろんな苦労話があったりするので、一応10年くらいやると矢印がみえてきて南東から北西に向けて全体として動いているのが分かって参りました。これは2~3年で分かるのですがけれども、10年やるとその矢印の長さの違いがみえてくるのですね。それを解析していくと、固着をしているところ、そうでないところというのがみえてきました。例えば東海沖・四国沖辺りに大きな固着域がある、つまり巨大地震を

起こすような一気にすべるようなものがこういった場所にあるということがみえてきたわけです。これもまたデータがだんだんと蓄積されるともうちょっと正確にみえてくるのだらうと思います。

3. 東日本大震災からの知見

一方、東北の 2011 年の地震で地震学者はあんな地震が起きるのかとって打ちのめされたという事実はありましたけれども、打ちのめされつつもただでは起きないということで改めて気づいたことというのはいくつかあります。「海溝軸付近が大きくすべる」これ自体は津波地震として今までも調べられていたのですが、私の目からみて改めて気づいたことというのは「海溝軸付近が大きくすべると巨大地震になるのではないか」ということ。これは逆（巨大地震は海溝軸付近が大きくすべる）でもいいのですけれど、そういうことに改めて気づいた・気づかされたというのが東北の地震の非常に大きなことだったというふうに思います。最近の技術でいうと、東北地方で東西 200km 南北 500km の震源域のすべりの量の分布というのがいろんな手法で得られることが分かってきて、これ（資料 42p 上段）が Total の量の分布です。海溝付近、つまり東側の浅い方のすべりが大きくて、深い方に行くとすべりが小さいという状況がみえてきたのです。それが時間とともにどう発展しているかということも技術ができてきて、震源付近からすべりが広がってきて、海溝付近にすべりが到達した瞬間に非常に大きなすべりになって発達していききました。これは時間がこういうふうに動いていくわけですが、こんなこともみえてきたわけです。

これと同様のことは独立に津波の解析からも分かっていて、佐竹先生たちが行った津波の解析ですけれども、プレート境界面で、この濃い部分が非常に大きくずれ動いた場所です。やはり海溝沿いが大きくずれ動きました。先ほどの地震の波形の解析とちょっとだけが違うところがあって、この部分が地震の解析ではあまり大きく出ま

せんでしたけれども、津波の解析ではここが非常に大きく出ています。つまり東北の地震というのはここを中心とした大きなすべりがあると同時に、明治の三陸津波の震源でもやはり大きく動いたということが分かって参りました。明治の三陸地震というのは、この場所が動いたので津波地震（振動はあまり大きく出さないけれども津波を大きく出す地震）ということで知られていますが、それも引き起こしてしまったということも分かって参りました。ですから大きな津波を起こすというのは海溝沿いが非常に大きくずれ動くということが重要であるということが改めて分かったわけです。改めてというのは、津波地震というのは知っていたので、考えればそこまで到達することはできたのですけれども、あまり考えていなかったということがはっきりしてしまいました。あまり考えていなかったというのは普段の状態はこうであって、ここ（通常のすべり域）だけがずれると思っていたのが、ここ（通常の固着域）までずれてしまったので大きくずれていったということでした。

4. 簡単なシミュレーションモデル

それでシミュレーションではないのですけれども、じゃあ一体その海溝沿いが大きく動くというのはどういうふうに考えたらいいかということを、個人的に簡単なモデルで再現しようと努力をしてみました。プレート境界ってどういうものかというプレートが沈み込んでいって奥の方で定常すべりがあってここは普段はくっついていてというのがプレートの簡単なモデルです。ここは弾性体で表現できます。こちらはでっかいのですけれども、こちらはこのモデルでは扱いづらいのですがせいぜい 10km~30km なので、非常に薄くて多くはこちら側が変形するというようなかたちになります。簡単なイメージで書くと、思考実験のためのモデルを作るとこんな感じになって、一定で動く板の上にバネとブロックが直列で繋がっているようなものを考えればよろしいということになります。プレートが沈み込んでいくということはこの板が動くので、そうすると

何が起こるのかという最初はこの部分にエネルギーが蓄えられます。これは相対的に動かないのでここに蓄えられます。(プレートが)沈み込むのは位置エネルギーの解放で沈み込むわけですが、そのエネルギーが最初に歪エネルギーとして蓄えられるのはこのあたりであるということがいえるわけです。それで、こいつを動かしていくと何が起こるかという簡単なシミュレーションをやります。摩擦が限界になると、ある応力効果分だけブロックごとにすべるというようなことをやります。それだけの単純な約束でやると、それぞれのブロックがガタガタと動きます。縦軸を時間にするとこういう動きをします。当然のことながら一番左のブロックというのはガタガタガタガタと非常に細かく動きますが、一番右の方はたまにしか動きません。ずれ動きというのは一番右を除く部分までずれて動いていますが、一番右が動くときと一番右が動かないときを比べると全体のずれ動きというのはエネルギーとしては桁で違うくらい変わります。つまり、最大の地震とちょっと小さめの地震は、横綱と幕下、幕下とはいわないけれども幕内くらいのエネルギーの違いがあるということが分かってくるわけです。つまり、海溝軸が大きくすべるということが、巨大な地震を起こすということがいえるのだろうということがイメージとして分かって参りました。南海トラフにおいても、海溝沿いが動くことで海溝軸が大きくずれて大きな津波が発生するという可能性が出てきました。それで東北の地震の後に南海トラフでの津波の見直しがあって、黒潮町で何十メートルという数字になるというような、そういう流れになります。

物理的にはエネルギーの流れだというふうに思えばいいわけです。ここに最初に歪エネルギーが生産されて、そのちょっと浅いところで時々ゆっくりすべりを起こしています。最初にお話したように南海トラフではここでゆっくりすべり(スロースリップ)が起きています。スロースリップが起きると、そこで摩擦による熱の解放がありますけれども、それと同時にエネルギーが浅いところ

ろに運搬されます。ここで時々ゆっくりすべりを起こすと、ここで摩擦によるエネルギーの散逸もありますけれども、歪エネルギーがまた浅いところに運搬されます。エネルギー運搬で考えるとこんな感じになっていって、この固着しているところの周りにどんどんどんエネルギーが溜まっていくというプロセスが普段から起きているわけです。これが南海トラフでのエネルギーの溜まり方です。(同 p 下段)じゃあ地震はどう起こるかというこれは一筋縄ではいきません。ある場合にはこいつ(突然すべり 1)だけがずれ動くこともあるし、ある場合にはこいつ(突然すべり 2)だけがずれ動くこともあるし、ある場合にはこういうこと(突然すべり 1・2 同時)もあるし、ある場合にはもう少しまとめて(浅いところ全体が)動くようなこともあります。というのでここ(最後の部分)がよく分からないのですけれども、固着域の相互作用によって最終的にどこまでずれが広がるかということはなかなか難しい問題であらうというふうに思っています。ここは本当によく分からないのですけれども、どの程度エネルギーが溜まっていればということがもし分かれば可能性としてどこまでずれるかということは分かりそうなものですが、それは今現在知る手段がありません。たぶん次に 1 回~2 回地震を起こしてくれて、その影響をずっと追いかけていくとエネルギーの計算ができると思うのですけれども、とにかく今のところ初期値が分からないので計算ができないという状況が生じているというふうに私は思っています。

5. 東北地方の日本海溝沿い

東北は不思議なことに低周波地震や低周波微動が起きていないのですね。じゃあ、お手上げかという東北は東北で別の手段があるということが実は東北の地震の前から、これも 21 世紀に入ってからですけれども分かっていたのです。ちょっと小さめの地震が頻繁に起きるという現象がありました。こういうのは相似地震とか繰り返し地震と呼ばれているのですが、何故「相似地震」と呼んでいるか。違う時期に同じ場所で起きた地

震の波形ですがみんなよく似ているのですね。波形が似ているので相似であるという表現をしています。これは釜石沖なのですが、松澤さんという僕と同じ年の先生が相似地震を見つけたという大騒ぎをしていて、この時に「5年置きくらいに起きていたので次も起きるぞ」といったら、だいたいそのタイミングで起きました。相似地震は何かというと、地震の震源の位置が同じで地震のすべりが同じであると波形が同じになります。何故こういう地震が定期的に起きるかという、固着域がすごく小さくて周りが全てスロースリップ域であるという場合には相似地震が起きます。周りがスロースリップでゆっくりすべると、その小さな固着域が時折つるっとすべるので相似地震を起こすということが分かります。そういうのが東北地方それから北海道もたくさん見つかっています。東北大の青葉先生の資料なのですが、場所によってどういうふうにするべりが進行しているかということも分かって参りました。だから東北とか北海道はすべりがモニタリングできることに今はなっています。全体にどのくらいの相似地震があるかというのを日本中で調べるとけっこう相似地震があるのですが逆に南海トラフはほとんどないのですね。東北と琉球はあるのですが、南海トラフはないというので、この何というか相補性が神様のいたずらではないか、というくらい面白いところではあります。

固着域があると、相似地震が起きているか起きていないかで、固着の強い・弱いというのでも分かってきます。その結果がこれです。青い方は固着が強くて、薄い方は固着が弱いのですね。だから例えば、福島沖って固着が弱いところなのですね。宮城県沖は固着が強いところ、それから岩手の深い方は固着が弱くって浅い方は強いとか、そんなことがだいぶみえてきています。この様子というのは、過去に起きている M7 とか M8 クラスの地震の震源とだいたいよく一致していて、やはり固着の強いところではぽこぽこっと起きるということが分かっています。それを予測・想定できなかった理由は、これらの相互作用というところを

きちんと評価できていませんでした。それぞれのところで起きながら全体としてエネルギーをためていってしまったので、あるときに全体がバタバタとずれてしまったということが事実だと思います。それは固着域の相互作用をきちんと研究できてなかったというのが最大の問題だったというふうに科学的には思えるのです。

6. 南海トラフに関する情報

では、南海トラフに関する情報って一体どういうふう、今までどうで、今後どうなるかという話を簡単にしたいと思います。今までどういうイメージだったか。東海地震の情報というのは「調査情報・注意情報・予知情報」という感じで説明されています。これを漠然と感じると、だんだん時間とともに切迫性が増していくというイメージで捉えられていました。つまり、台風がだんだんやってきて、緊張感が高まって、嵐が来るぞ、みたいなイメージで捉えられていたのですけれども、地震はやはりそうではないということがだんだんみえてきました。今後の南海トラフはどうしているかという、何かがあったときに直後に最大の切迫性がある、その後ゆっくりと切迫性が時間とともに低下していくという考え方に変わりつつあります。この違いというのはまだあまり理解されていないのですが、一般には、今までこうだったものがもうちょっといい加減になったとしか思っていないようなのですけれども、実は切迫性の上がり方が今までとは全く逆方向になったということが非常に重要なことではあります。



図 2 山岡教授ご講演風景（その 2）

異常現象の検知というのがあって、この異常現象が何かは後でお話をしたいと思います。内閣府の作業部会でどう決めたか。講演資料に書いてありますが、一応、私は座長をやっているけれども、こんな顛末で東海地震の予知を葬り去ったというようなことになりません。簡単にいうところの 2 点ですね。① 地震を精度よく予測する、つまり「地震予知は難しい」ということを改めていきました。地震は突発的に発生することを前提に対策をとってくださいという当たり前のことが結論になるわけです。地震を精度よく予測することは難しいというのはどういうことか。これが典型的な研究成果で、横軸に時間をとって 1/100 秒、1/10 秒、1 秒という風に地震の発生からの時間を LOG でとります。縦軸にモーメントといってエネルギーのようなものをとってやると、地震が成長していく様子がみえるのです。マグニチュードの小さい地震というのは、こうやって成長していくって、大きな地震はこうやって成長するというのが分かります。地震の成長していくときは大きな地震も小さな地震も変わらなくて、止まるときにマグニチュードが決まります。それが地震であるということが改めて分かりました。これを認めると何か異常があっても、地震が起きて、どこまで成長するかということとは分かりません。分からないので、M8 なのか M6 なのか M4 なのか分からないので、つまり正確に予測することは難しだろうということです。② ですが、日本の地震学が始まって百何十年経って「誘発される地震、つまり余震等の頻度というのは統計則（大森則）に従う」ということは揺るぎない事実なのです。この大森房吉という人は明治から大正期の人ですから、平成になってもまだそんなことをいっているのかといわれそうですけれども、これはもう 100 年間揺るぎない、誰がみても事実でこれを否定する人は誰もいない、そんなようなことです。ただ、この法則は未だなぜこの法則に従うかは必ずしもよく分かっていないという物理学の割と重要なネタになっています。これに従えば、地震発生は確率的に予測することは可能です。だからそれを使おうじゃ

ないかということになりました。

大森則って何かというと式でいうとこの式で、大森房吉というのがこの方なのですね。正確にいうとこれは「大森・宇津公式」といいます。宇津先生は昭和の時代の先生で、宇津先生が大森房吉の式を少し改変し、先生は「改良・大森公式」といつてらっしゃいました。だけど先生が亡くなって、その弟子たちがもういいだろうということで「大森・宇津公式」というふうに最近と呼ぶようになりました。（この式は）どういうことかという、このように余震が低下していくということです。余震の数というのは冪で、 p はだいたい 1 になりますから時間の逆数でだんだん減っていく。そういう法則があることが分かってきました。これもちょっと凝った式で統計則にのっとるために尾形先生という統数研の統計の、大家の先生がこういう式を提案しました。大森式を足し算したものが実際のものですよ。図で描くとこんな感じで地震が起きると余震が起きますよと。大きな地震が起これば、余震がたくさん起きますよと。こういうシークエンスで地震が起これば、分かってきたわけですね。これを簡単にいうと、一旦地震が起きると周辺の地震を誘発するという現象です。一旦地震が起きるとことは、*dislocation*, すべりが急激に起きるわけですので、すべりが急激ではなくても周辺の地震を誘発しますから、当然スロースリップも周辺の地震を誘発するということをいっているわけです。その時の誘発の確率は直後が最大であるということを行っています。さらに時間の逆数に比例するので最初の現象が起きる前よりも地震活動が活発な状態は非常に長い間続くというこの 3 つのことをいっています。これはもう地震学を 100 年やってきて地震学者は誰も反対しない知見ですので、これを積極的に使いましょうというのが今の考えです。つまり地震が地震を誘発する法則を使いましょう。なので、じゃあ最初の地震はどうするかというと、最初の地震がどうやって起きるかというのはやっぱり分からないのですけども、一旦何か起きてしまえばそれが誘発すること

が分かるのでそれを使いましょうということですね。スロースリップなのか、地震はファーストスリップなのですけれども、それが周辺の地震を誘発する現象があるだろうということで、これを使っていこうという考え方ですね。

7. 防災の観点から

ここまでは地震学者の考えなのですが、防災の方に行くといく具体的に頭の痛い4つのケースが出てくるのです。① 南海トラフの地震だと、だいたい過去、紀伊半島を挟んで片側ずつ起きる、あるいは同時か誘発ということが分かっていました。じゃあ片側だけ起きたときにもう片方の人ってどうしたらいいかという問題が出て参ります。先ほどの大森式でいうと直後に反対側で同じクラスの地震が発生する可能性というのは、だいたい1週間で10%くらいかなというような感じを持っています。② もうちょっと小さい地震が発生したらどうか、これも頭の痛い問題ですね。M7.5であまり大きくないけど何か心配ですよ、ということがあります。これはだいたい1週間で1桁%ぐらいの確率で大きな地震が発生するのだろうということが世界中のものを調べるとだいたいいえていますね。③ さらに、いろんな異常現象が観測される場合といわれたのですが、これは直前予知には貢献しないと結論して今後研究してくださいということで今は使わないということにしました。④ それから規模の大きいスロースリップが発生した場合、これも地震を誘発する可能性があります、心配であることは分かります。ただ、経験もないので定量的な予測は不可能。これ(①②)だったら経験があるのでこのくらいの割合かなというのですがここはよく分からないというのが現状です。大きいかもしれないけど小さいかもしれない。ただ、地震学者はみんな心配することだけは間違いないというようなことです。それで、片側だけ震源域になったらどうするか。例えば、西側で地震が起きて、こういう揺れが起きたらどうするか？東側はあまり揺れない。そうすると今までだったら日本中の人達がここへ助けにいきますね。愛知県、静岡県の人

けにいきます。だけど助けにいつている最中に、ここで地震が起きたらどうするか？という問題があります。現在はたぶんこのへんの人は助けにいかないという判断をしているようです。つまり、支援に行くのか、いかないのかと。

もう1つ重要なのは、いつまで支援を見合わせるのかということも問題なのです。いつ解除するかという問題。それから南海トラフ。これは世界中の、隣接する地域で地震が発生したデータで例というのはこのくらいしかありません。縦軸のこのへんが10ですから、この数を積算していくとこんな青い図になって、これを大森式でフィッティングするとこうなります。大森式というのは理論的にあり得るものなので、これでフィッティングするのは科学的には妥当だと思うのです。人によっては、これはアバウトなんじゃないかといいますが科学はこれでいけるというのがだいたい合意なので大森式でフィッティングするのは正しいだろうということがいえます。フィッティングしてみると、1週間でM8だと10%で、M7.5だと数%くらいというのが、だいたいの相場になりそうです。

気象庁は今のところは「普段より地震発生の可能性が高まった」という情報を出しますが、これは相場感でいうと今後1週間の発生確率としてもせいぜい10%程度の情報であるということです。なぜ1週間かというと、社会が耐えられる限界の期間がそれくらい。10%というのは「無視はできないけれど、どうしようかな」みたいなそんな数字だと私は思います。それが1つ。もう1つは解除の問題があります。解除はできるかと聞かれるのですが、先ほどの大森式に従うと科学的に解除は不可能である、科学的には不可能で判断はできない。余震はいつまで続きますか？という質問に答えられないことと同じです。時間に反比例して減っていくものに対して、いつゼロになりますか？と聞くのと同じですからこれは数学では答えられません。なので、これはできません。どうするかというと一定期間後に自動解除するしか方法はない。つまり1週間経ったらとりあえず解

除しましょうと。けれども「解除＝安全」ではないよということを1ついっておかなければいけないという情報だということがいえます。

8. 情報の受け手の課題

受け手はどうするかという問題なのですが、10%なので何をしたらいいかよく分からないと。苦し紛れに、今は「普段からしておくべき対策をその期間に再確認してください」といういい方になっています。普段から筆筭は固定しましょうとっているのですから固定していない人は今固定しておいてねという、そんな話です。ただ、もうちょっと整理すると、公助と自助では違うのではないかと思うのです。公助は例えば、自治体とか警察・消防・自衛隊も皆同じですけれども、突然地震が発生した場合に比べて被害が減るような対応をするというのがたぶん正しい対応。被害というのは犠牲者数とか被害額のことです。例えば出勤までの時間を1時間短くすると救える命が増えるので、それだけでもメリットはあります。つまり、シフトを変えるとか、そういうことをすればいいかなと思っています。ただし10回に9回は地震が起きないのだから、それでも批判に耐えられる対応をしないとイケません。だから、あまりお金をたくさん使うような対応はたぶんできないだろうと思います。

自助の部分は、これはもう自分が生きるか死ぬかですので、10%生きるなんてことはあり得ませんから、もう自分で判断して決めるしかありません。そのためには、情報が提供される必要があります。判断する情報は、ちゃんと提供する。ただ、同時に情報を理解する能力も必要であるので、情報を理解する能力の高い人ほど、生き残る可能性が高いということになるのだらうと私は思っています。なので、自分の命をお上任せにしないというのが、自助ではとても大事です。公助としては、とにかく数としての犠牲者を減らす。自助では、自分が「生きるか・いつ死ぬか」は自分で判断するというのが基本的な考え方かなと最近思っています。以上でおしまいです。ご清聴ありがとうございました。

※ 当原稿は、山岡耕春教授のご講演をもとに、アドバンスソフトが構成したものです。写真は、ご講演当日の写真です。

※ スライド資料をアドバンスソフトのHPシミュレーション図書館に公開しております。本稿とスライドは、ひとつの段落がひとつのスライドに対応しておりますので、ダウンロードの上、本稿をみていただければより詳細な情報となります。

http://www.advancesoft.jp/support/download/28simlib_seminar_20180712_all.html