

地震に方程式はない

予知は本当に可能なのか？

日本の地震予知計画はすでに約四十年続いているが、実際に予知は可能なのか。地震研究の歴史を踏まえつつ、予知体制の問題点を明らかにする。

隠された活断層

島村 理系の大学にお勤めですね。橋爪 はい。でも専門は社会学で理系は素人ですが、中学から高校一年ぐらいいままで、地質部にいました。地震といえは断層ですが、学校（東京）の近くでは観察できませんでした。島村 関東ローーム層が三キロか四キロ覆っておりますので、活断層があっても見えないのです。阪神大震災で活断層が地震を起こしたと言われてか

ら、「活断層図」がたくさん売れました。三万円もする、いわば学者向けの本が、一万部を超えるくらい売れたそうです。それを買ったのは、地方自治体の方とか、地震に特別に関心を持った方たちでした。うちの近くに活断層があるかないかを見て、安心なさったり、心配なさったりしたのですが、私どもの立場から言うと、それは間違っています。

東京工業大学教授(社会学)
橋爪 大三郎

(はしづめ だいさぶろう)

1948年神奈川県生まれ。東京大学文学部卒業、同大学院社会学研究科博士課程修了。フリーで執筆活動を続けた後、89年東工大助教授、のち教授(社会学研究科副値システム専攻)。著書に『言語/性/権力—橋爪大三郎社会学論集』等。



北海道大学理学研究科教授

島村 英紀

(しまむら ひでき)

1941年東京都生まれ。東京大学理学部卒業、同大学院理学系研究科博士課程修了。理学博士。東大助手、北大地震、北大海底地震観測施設長を経て、現職。著書に『公認「地震予知」を疑う』等。



橋爪 活断層が注目されたのは最近、つまり阪神淡路大震災（一九九五年）以降です。島村 特に力を入れたのは最近ですが、研究としては二十年以上前からやっています。

橋爪 活断層は、やはり地震の原因なので。そして、地震は必ず活断層によって起るのでしょうか。断層というのは活断層だけですか。

島村 活断層には定義がありません。活断層とは、地震のときに動いた断層が、地面の上に断層として見えているもの。ですから活断層は地震を起こすのですが、地震のすべてが活断層によって起こされるわけではありません。橋爪 それでは、活火山の「活」とは違うのですか。活火山というのは、

対話

かたないのです。端的に言うと、二つのコップを床に落とすとき割れ方が違うように、物が壊れるメカニズムは非常に複雑で曖昧です。破壊を予測することは、現代の物理学ではほとんど不可能なことです。ですから、活断層を調べて、例えば平均一千年間隔で地震が起こったことがわかって、さらに一番最近の地震から九百五十年経っていたことがわかったとしても、引き算して五十年後に起きるかと言うと、決してその通りに起きるわけではありません。もしかしから二十年後かもしれないし、四百年後かもしれないというくらい曖昧さがあります。

阪神大震災が起きたことで、政府も専門家もあるいは一般の方も大変な衝撃を受けました。それで、政府は方針転換を図りました。それまでは地震予知が可能なという前提でいろいろな施策を立てていたのですが、「地震予知」という看板を突然下ろして「地震調査研究」に掛け替えました。そして、年六十億円ぐらい使っていた予算は、地震調査研究に振り替えました。具体的に言うと、活断層の調査・研究を一つの柱に据えたのです。

もちろんそれをやることは悪いことではないんですが、批判的立場から言うと、活断層を調査しても一般の人が期待するような地震予知に貢献することとはほとんどありません。皆さんが必要とするような地震予知というには曖昧さが大きく、わかっていない二千の活断層のうちでも、調べていないものが非常に多くあるからです。そのうえ、まだわかっていない活断層は、はるかに多いのです。悪く言えば、一種のまやかしの近いと思います。

つまり地震予知というのは、地震が起きる前に「いつどこが危ない」とことを予測することなのですが、活断層から地震を予測できる段階まで達していないと思います。それが現在の地震予知の、阪神大震災以後の最大の課題点ですね。

橋爪 なぜ阪神大震災以前は「地震

起こす「地震断層」と、それ以外に分けています。地震断層は、地震を起こす、あるいは起こした断層のことです。

島村 近頃はちょっと定義が広がりまして、有史以前でも活動したことが知られている火山です。橋爪 活断層の「活」というのは、別な意味ですか。

島村 静的なものではなくて活動的だという意味では同じですが、もう少し狭い定義で、地震を起こしたに違いない断層という意味で使っています。

橋爪 その地震は、われわれが記録しているという意味ですか。一億年前の断層も、活断層ですか。

島村 一億年となるとちょっと古過ぎますが、数万年前ぐらいの活断層まで追えます。つまり、掘ってみて遺跡が分断されているとか、木が倒れていたら、C14という炭素の同位体で年代を調べることが出来ます。

橋爪 活断層でない断層は、何というのですか。

島村 いろいろな言い方がありますが、地震学者は活断層のような地震を

外された「地震予知」の看板

橋爪 活断層の調査は、地震予知には結びつかないのですか。

島村 仮に一つの活断層の過去の履歴

なので。島村 地上で見えるものが、活断層です。活断層を掘って調べる——トレンチ法では、土木機械で数十メートル四方の穴を十数メートル掘り下げます。過去に活断層が活動していれば、地下の地層が食い違っているわけですね。例えば、遺跡が断ち切られていれば、その遺跡ができた後に活断層が地震を起こしたということがわかります。

ただし、この調査には大変な手間がかかるので、日本の二千の活断層のうち、まだ百くらいしか手がついていない状態です。ですから、活断層があるところでも、それを調べることが非常に難しいのです。

歴がわかったとしても、日蝕のように周期があるわけではありません。周期があるとしても、非常に曖昧な周期

予知」の看板を掲げていたのですか。島村 地震予知計画はすでに四十年近く続けたのですが、その最初の頃はかなりバラ色の未来が見えていました。つまり、こういうことをやれば前兆が見つかり予知が可能なのではないかということが、世界中でデータとして報告されていたのです。そういったデータは日本でも信じられたし、追試したらデータに近いことがあったという論文がたくさん出されました。

そういう意味で、地震予知の将来が明るく見えた時代があります。一九七五年、中国の遼寧省で起きた「海城地震」では、前兆を察知して人々を避難させたあとに大地震が起きて、多くの人命を救ったと報じられました。それ以来、約四十年経ちますが、いまだに世界の地震予知の最大の成功例と言われています。

当時の中国は「四人組」の時代でしたが、大衆観測——豚が堀に駆け上ったとか、二月の地震だったので冬眠してははずのヘビが出てきたといった話

きてしまったのです。

橋爪 そういうあやふやな状態でありながら、毎年巨額の前算を使ってきた。観測装置には、そんなにお金がかかるんですか。

島村 例えば、地震計を設置する場所は、どこでもいいわけではありませんが、地震計を、ただ地面の上に置いただけでは、雨が降る、風が吹く、周りを人が歩く――すべてに影響されます。通常の地震計は、百メートル先を人が歩いて十分感じるほどの感度を持っていきますので、山の中へ分け入って、雨も風の影響も受けない横穴を掘ります。例えば、硬い岩に横穴を四十メートル掘ると、すぐ四千万円とか五千万円かかります。

橋爪 そうすると、一カ所で一億円ぐらいかかりますね。

島村 すぐかかります。しかもそこで記録したデータを中央まで持ってこなくてはなりません。

橋爪 昔は携帯電話がなかったから、電話線を結ぶのですか。

島村 電電公社に電信柱を立ててもらいました。それに、いつ地震があるかわかりませんが、電話はかけっぱなしです。当時はかけっぱなしの値段を取られましたから、例えば北海道内に二十ほどの観測点を持つ北海道大学だけでも、年額四千万円も電話代を払

っていました。それが全国で千カ所あるとすると、どのくらいのお金になるか、想像できると思います。

「地震予知先進国」日本の実状

橋爪 そんなにお金がかかる観測ができるのは、先進国だけです。

島村 そうです。ただ、地震が頻発して大被害が予想される先進国は、意外と少ないのです。ヨーロッパの国はほとんど地震が起きません。

橋爪 そうすると、地震予知をやっているのは日本だけですか。

島村 そういう意味では、日本が最先端を行っていると思えます。

橋爪 それだけお金をかけて、理論もできなかったし、直前予報みたいなこともできなかった。

橋爪 できるつもりだったのが、観測を続けられなくなるほど難しくなってきた。ですから、前兆と思つたものが、実はたまたまその地震の前に起きていた偶然の産物であつたり、あるいは別の要因からきたものではないかという疑いまで生じるに至りました。

橋爪 地震一般ではなくて、東京に被害の及ぶ地震に限定的な方法もあつたと思うんですけれど、そういうことは考えたのですか。

島村 それはすでにやつたと思います。日本の地震予知計画では、地震に

つことです。深さは、一番深いところで六十キロ、浅いところで二、三十キロと比較的浅い。一方、東京直下型の地震の震源は、文字通りの東京直下で、隅田川の河口などを震源にした地震が昔から繰り返して起きています。

島村 東京を襲う地震には、直下型地震とやや遠い巨大地震との二つがあり、両方ともそれぞれ非常に厄介だと思えます。東京直下型では、一万人以上亡くなったと言われる安政江戸地震（一八五五年）があり、明治にもかなり大きい地震がありました。安政江戸地震のマグニチュードは阪神淡路大震災を起こした兵庫東部地震なみで、地震としては決して特大級の地震ではありません。一方、関東大震災を起こした関東地震はプレート境界型の巨大地震で、震源の半分は三浦半島の下、もう半分は相模湾です。

橋爪 岩の強さから考えて、冷蔵庫の大きさの岩盤にマグニチュード八の巨大なエネルギーを溜められませんか。つまり震源には、かなりの体積が必要なのですか。

橋爪 地震の震源には、広がりがあるのです。

島村 その広がり、三浦半島から大磯、小田原の先まで及んでいたとい

うことですか。深さは、一番深いところで六十キロ、浅いところで二、三十キロと比較的浅い。一方、東京直下型の地震の震源は、文字通りの東京直下で、隅田川の河口などを震源にした地震が昔から繰り返して起きています。

はマグニチュード七の地震に襲われただけで、もしかしたら阪神淡路より大被害を被る可能性が十分あります。そして、さきほど説明したように活断層は関東ローム層のせいで見えないので、活断層はないことになってしま

す。だけど、地震を起こす地震断層は、あきらかに地下に潜んでいるわけで、それが繰り返して地震を起こしてきたことも確かです。そのうえ、マグニ

超高層ビルを狙い撃ちする地震波

島村 高層ビルが林立するようになってきたことで心配しているのは、いままで人類が体験したことのない、超高層ビルだけを狙い撃ちする地震波がくるのではないかということですか。

橋爪 そういふことですか。

島村 地震の波には地球の中を通り抜ける「実体波」と地球の表面だけを伝わる「表面波」があります。表面波

は二次元で広がっていく、実体波は三次元で広がっていくから、実体波は三倍離れると二十七分の一になるが、表面波は九分の一にしかならない。表面波は、やや遠くで震源の浅い大きな地震が起きたときに伝わってきます。表面波の減衰率は、普通の地震波である実体波と比べると、桁が違ふほど小さく、周期が非常に長いという二つの特徴があります。

橋爪 その周期がどんな影響を与えるのですか。

島村 地震の断層が動く周期は、普通の小さな地震では数サイクル、せいぜい一、二秒ですが、ちよつと大きな地震だと、五秒、十秒、十五秒、二十秒という周期で地震の波が出ます。それが東京の高層ビル群にくると、一種の「共鳴現象」を起こします。

橋爪 地震の周期数にはいろいろあつて、共鳴する場が危ないということですか。

島村 共鳴というのは非常に恐ろしい現象で、大きなビルを予想外に揺らすことがあり得ます。実は、そのことをビルを造る方たちはほとんど考えてないのです。

橋爪 考えていることになっていないんです。高層ビルの免震構造とかをよく聞きますよ。

島村 いえ、それは普通の地震波に対しての免震ということなのです。ビルの耐震構造を設計するのは耐震工学ということで、大きなビルを造るとき

は、必ず揺らすシミュレーションをします。その揺らすデータの中に、表面波についてのデータが世界中でまだないのです。

橋爪 地震で倒れないようにするために、高層ビルは柔構造を採用しているはずですが、それが想定している地震の揺れの周波数は、何のデータを使っているんですか。

島村 実に驚くべきことに、五十年前のアメリカのデータなんです。地震のデータを取るといふのは意外と大変で、いままでお話しした日本に千台もあるという地震計というのは、感度をなるべく上げようとするから、大きな地震のときには振り切れてしま

う。振り切れてしまつたら肝心の最大の揺れのデータが取れません。ですから、地震の完全なデータを取るには、「強震計」という大きな地震でも振り切れない地震計でデータを取らなければならぬのです。

かつて強震計は、世界的にほとんど設置されていなかったのですが、五十年

前にアメリカのデータを取るといふのは意外と大変で、いままでお話しした日本に千台もあるという地震計というのは、感度をなるべく上げようとするから、大きな地震のときには振り切れてしま

う。振り切れてしまつたら肝心の最大の揺れのデータが取れません。ですから、地震の完全なデータを取るには、「強震計」という大きな地震でも振り切れない地震計でデータを取らなければならぬのです。

島村 飛行機や新幹線には流体力学とか設計の基礎になる方程式があると思う。でも、地震の周波数は全然別ではないのですか。

島村 いや、走ったり飛んだりしていることそのものではなくて、金属疲

勞という意味です。金属疲労と地震は同じ破壊現象ですから、本当は物理学的には解けないわけですね。だけど、彼らは安全係数を掛けて設計しているのです。

橋爪 安全係数を掛けてあつても、共鳴現象は安全係数なんか飛び越すぐらいの破壊力を及ぼすわけだから、ダメですよ。

東海地震などの遠方型と、関東大震災のような直下型と二つあると思います。そのどちらかをターゲットにするか、また難しい問題ですね。

橋爪 観測をすれば予知ができるということが確実にわかれば、金をかけても東京で深い穴を掘って観測器を設置する。しかし、ちよつと、地震の因果関係、すら怪しくなつてきた時期で、南関東の観測計画だけに特化する難しさもあつたものから……。

橋爪 東京に被害が及ぶ地震には、東海地震などの遠方型と、関東大震災のような直下型と二つあると思います。そのどちらかをターゲットにするか、また難しい問題ですね。

は、必ず揺らすシミュレーションをします。その揺らすデータの中に、表面波についてのデータが世界中でまだないのです。

橋爪 地震で倒れないようにするために、高層ビルは柔構造を採用しているはずですが、それが想定している地震の揺れの周波数は、何のデータを使っているんですか。

島村 飛行機や新幹線には流体力学とか設計の基礎になる方程式があると思う。でも、地震の周波数は全然別ではないのですか。

思議ではありません。倒れるかもしれないし、安全係数のおかげで助かるかもしれない。安全係数のおかげで助かるかもしれない。

実は阪神淡路大震災のときに、高層ビルの神戸オリエンタルホテルは平気で揺れた。それで胸をなでおろしているとしたら間違いで、そもそも直下型の地震でマグニチュードは七程度だったし、震源からも近かったので長い周期の波と表面波の影響は出なかったと思います。

橋爪 心配しないといけないのは、直下型ではなく少し遠いやつですね。島村 房総沖、相模湾あたりの震源は要注意で、東海地震は想定されているとおりましたら、東京から百二十キロ以上離れているから、多分大丈夫だと思います。

橋爪 ではどうしたらいいのですか。もう建てているビルは仕方がないとして、もう建てないのが一番いいわけですが、これから建てるときに何か対策がありますか。

島村 相手がわからないわけですか。理大臣が判断するんですか。島村 その一番の問題だと思えますが、どこが判断するのでしょうか。「地震予知連絡会」と、東海地震に責任を持つている「東海地震判定会」とは別の組織です。その点も僕の本で指摘していますが、地震予知に関する組織が三つも四つもあって、お互いに同じことを議論していて滑稽だし、国費のムダだと思います。

地震予報の社会的影響

橋爪 地震学は、どういうふううに地震が起るかを主に研究されるようになっています。島村 法律があるのですか。橋爪 「大規模地震対策特別措置法（大震法）」が一九七八年につくられました。東海地方限定ですが、新幹線は閉鎖し、一般自家用車の運転を禁止するというのが法律にありますが、総理大臣の裁量なわけです。

か、です。高層ビル以外にも、壊れそうなものはいっぱいあるじゃないですか。いまは地震予知ができていないから、いいようなものがない。

橋爪 よくはありません（笑）。地震予知の目的は被害を少なくすることですが、地震予報が出るのと社会的影響が大きく、予報の空振りという問題もあります。いまはまだ予報ができる段階ではないようですが、そういう問題は真剣に検討されているのですか。

島村 そうですね。大事だということも認識しておりますが、それはもう地震学の、あるいは理学系の先生の考える範囲の外です。橋爪 地震予知連絡会などが、政府に報告することになっているじゃないですか。

島村 それは、あくまで学者としての判断をするだけで、そこから先はほかの人が考える。ただ、考える組織もシステムもないですね。橋爪 それは内閣に報告されて、総

理大臣が判断するんですか。島村 その一番の問題だと思えますが、どこが判断するのでしょうか。「地震予知連絡会」と、東海地震に責任を持つている「東海地震判定会」とは別の組織です。その点も僕の本で指摘していますが、地震予知に関する組織が三つも四つもあって、お互いに同じことを議論していて滑稽だし、国費のムダだと思います。

も、駿河湾を震源に東海地震が起きるかもしれない」と地震予知連絡会で発表して、国中大騒ぎになったことがあります。それで大震法が慌ててつくられました。

橋爪 二、三日経って地震も何も起らなかったら、「ほんくらな学者どもは何をやっているのか。さつさと予報を取り消せ」と世論は騒ぎ始めると思いますよ。

島村 もちろんそうだと思います。ただし、その判断は非常に難しいでしょうね。取り消して、四日後に大地震

大震法と地震予知体制の見直し

橋爪 少なうとも、いまの法律は不備がありますね。一種の強権を発動するメカニズムに、政治責任がはっきりしていないし、解除する規定もない。島村 日本の大震法には解除規定がありません。アメリカには七十二時間経つと

橋爪 少なうとも、いまの法律は不備がありますね。一種の強権を発動するメカニズムに、政治責任がはっきりしていないし、解除する規定もない。島村 日本の大震法には解除規定がありません。アメリカには七十二時間経つと

が起きたとしたらどうなりますか。それはもう政府の大失態になりますよ。橋爪 でも、その判断を下す専門家たちが世論の非難にさらされたら、「地震は起らないかもしれない」と思い始めるじゃないですか。島村 思うかもしれませんが、もとも確たる基準がないわけですよ。データーは毎日上がってきませんが、それを方程式に当てはめて「大丈夫になった」「まだ危ない」とかいう客観的な解答は、正直なところ誰も出せないのが現状です。

すぎたのだと思います。結果的には愚かです。その責任を地震学者はかなり負わなくてはならないと思います。橋爪 大震法は放置しておけないですね。幸いなことに、地震予知ができないから、法律の欠陥が目立たないだけだ。予知ができないのに法律があること自身もそもそもの欠陥です。島村 これは学者の領分を超えていますが、日本のお役人というのは、一度走り出したら「自分たちが間違っている」とは非常に言いにくいのではないのでしょうか。あるいは言わない仕組みになっていると思います。ですから、現行の体制のまま方針転換をし、いろいろな組織から「地震予知」という看板を下ろして、「地震調査研究」にしたのです。

橋爪 もし予知ができないと考えたのなら、その法律も変えないといけないですね。島村 当然そうだと思います。しかし、そうするとあまりにも影響が大きいのではないか、役人が誤りを自分で認め

橋爪 少なうとも、いまの法律は不備がありますね。一種の強権を発動するメカニズムに、政治責任がはっきりしていないし、解除する規定もない。島村 日本の大震法には解除規定がありません。アメリカには七十二時間経つと

たことになるとか、学者のほうもいままでらってきた多額の予算を失うとか、いろいろな意味の心配を総合して、寝た子を起ささないようにしたのではないかと思えます。橋爪 いずれにしても、東京は地震に脆弱な都市なのに、ますます脆弱になる方向に都市建設をしている。そのこと自体も大変問題だと思います。島村 お話を伺って、どうも日本人の悪い癖が、地震を予知する側にも、政治の側にも、国民の側にもあるような気がしました。島村 文明が進歩するということ、は、災害に弱くなるということなんです。橋爪 現在の地震予知体制を今後も続けていくべきなのでしょうか。島村 それは難しい問いかけです。地震観測体制——これまで設置してきた観測器が日夜動いていることは確かです。それが、前兆をつかまえる可能性は決してゼロではないので必要だと思えます。ただ、それだけに頼