

巨大災害を知り この美しい日本列島に生きる

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 山岡 耕春

日本列島に地震、噴火、水害が多い理由

防災に関するセミナーのスタートとして巨大災害を知り、この美しい日本列島に住む、生きるための話をさせていただきたいと思います。

私の専門は地震学、火山学で、研究対象が地震、火山なので防災にもかなり関係しています。最近防災に関する話もずいぶんしています。今日は、なぜ日本は災害が多いか、日本列島はどうしてできたかという話と組み合わせてお話できればと思います。

日本列島の起源を知るには陸上地形だけでは全く不十分で、海を知らないといけません。

日本海は非常に深い海です。それは日本列島が今から2000万年ぐらい前に大陸から離れ、今の場所まで1年に1センチとか数センチぐらいじわじわ動いて、その間に深い海ができ、今から1500万年ぐらい前に広がりが止まりました。

東シナ海は陸地と全く同じ構造で、単に海に薄く沈んでいるだけです。沖縄の大陸側に沖縄トラフという狭い地形があり、この沖縄トラフが広がることで、沖縄は現在、中国大陆から離れるように動いています。

このように日本列島は太古の昔からよく動きました。その最大の原因は海溝にあります。海溝に沿って太平洋の海底が日本列島の下に沈み込んだり、フィリピン海の海底が南海トラフに沿って日本列島の下に沈み込んでいます。

海底が日本列島の下に沈み込む時、地震が起き火山が噴火します。日本列島に沈み込む海底は1万キロぐらいの彼方で生まれ、1億年ぐらいかけて

日本にやってきました。途中の火山島や、そのまわりのサンゴ礁や、海底のプランクトンや泥が全部日本にやってきてたまり、日本列島にくっつきます。

沈み込んだプレートが深さ100キロメートルくらいまで進むと下からマグマが浮き上がり日本列島に入り込みます。マグマは全てが噴火するわけではなく、5%しか噴火しません。95%は日本列島の地下で固まります。プレートの沈み込みとマグマの浮き上がりでどんどん隆起します。これが私たちが住んでいる日本列島ができたプロセスです。

人は過去の災害の跡を利用して住んでいる

災害は私たちの敵ではなく、その現象がないと私たちの住む場所がないという、表裏一体の関係があります。

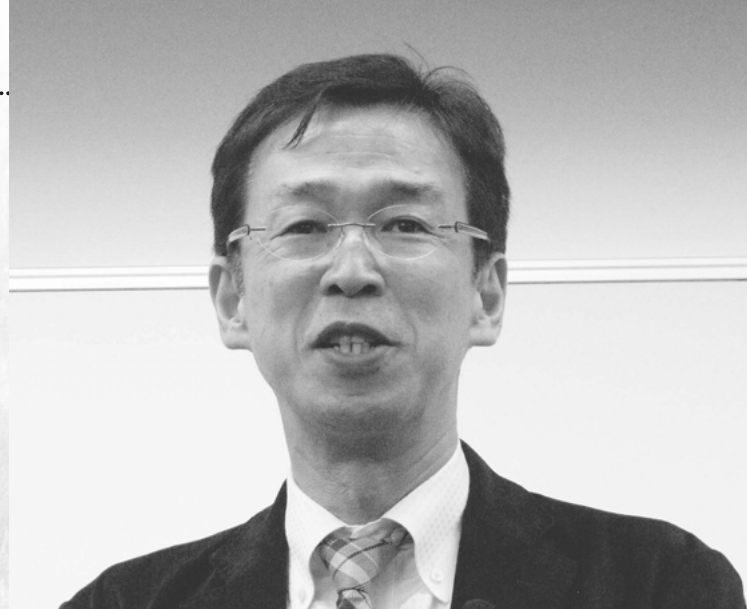
火山島の伊豆大島で2013年10月、大規模な斜面崩壊が起き、何十人もの人が亡くなりました。溶岩が流れ、その上に火山灰が積もってできる火山島は、噴火することで人が住めるようになります。大島の被災地は1338年の大噴火で噴火口から溶岩が流れ出してできた土地で、まず赤いマグマが斜面を下って溶岩の平地をつくり、以降の5回の大噴火による火山灰がたまって、ふかふかの大地ができました。そこは農業ができ、家も建てやすいので人が住みやすくなったという歴史があります。大島も、三宅島もそうでした。しかし御蔵島は噴火をやめたので海の波で平地がどんどん削られ、四方が断崖絶壁で囲まれ人が住みにくくなりました。今、大島の人口は約8000人、三宅島は約2000人ですが、御蔵島は200人から300人ぐらいです。災害をもたらす噴火があったことで、人は島に住みやすくなった

略歴

1981年 名古屋大学理学部地球科学卒業
 1986年 名古屋大学大学院理学研究科地球科学専攻博士課程修了
 1986年 東京大学助手 地震研究所 伊豆大島火山観測所
 1991年 名古屋大学助教授 理学部 地震火山観測地域センター
 2000年 名古屋大学助教授 大学院理学研究科 地震火山観測研究センター
 2002年 名古屋大学助教授 大学院環境学研究科 地震火山観測研究センター
 2003年 名古屋大学教授 大学院環境学研究科 地震火山・防災研究センター
 2004年 東京大学教授 地震研究所
 2007年 名古屋大学教授 大学院環境学研究科 地震火山・防災研究センター
 2008年 名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センターセンター長
 2012年 名古屋大学教授 大学院環境学研究科 地震火山研究センター
 2017年 名古屋大学大学院環境学研究科副研究科長

主な著書

『南海トラフ地震』（岩波書店 2016年）、『地震・津波と火山の事典』（共著 丸善 2008年）、『Q&A日本は沈む??地震・火山と防災?』（理工図書 2007年）、『地震予知の科学』（共著 東京大学出版会 2007年）、『東海地震がわかる本』（共著 東京新聞出版局 2003年）



のです。

同じことが広島のと砂災害にも言えます。土石流で多くの方が亡くなりましたが、ここは「扇状地」という住みやすい土地です。沢から土砂が流れ出て比較的なだらかな土地ができるので、山の中より住みやすいのです。

扇状地は土石流でできた土地で、人は土石流が時々あると認識して扇状地に住まなければいけません。川のほうに住むと今度は洪水が怖いですから、結局どこに住むかは選択の問題です。私たちは災害をもたらすような自然現象がつくった土地に住んでいますから、どこに住むかという選択は難しいと思います。

熊本地震は200人ぐらいの方が亡くなる大きな被害をもたらしました。阿蘇火山のカルデラと熊本市の間に地震を起こした活断層があります。地震で横にずれた断層の動きで、熊本市側が少し沈み、阿蘇側が隆起しました。活断層の両側で標高の高さなど地形の特徴が違いますが、これだけ地形の差がはっきりするのは、地震が1回でなく過去に何回も繰り返し起きたことを示しています。最近の科学技術では1回でどれほど沈んだか、どれほど隆起をしたかわかるようになっていきます。

東京の地形は、隅田川、荒川をはさんで西側に富士山の噴火などで火山灰が積もった台地、東側に標高の低い土地があります。噴火や洪水がつくった地形です。昔の災害でできた地形の上に住んでいても、「富士山が噴火して火山灰が降ったら大変だ」と言います。

私たちは過去の災害の跡に住んでいます。自然を完全に制御することはできず、そのしくみを知り、対応することしかできません。

大規模な災害は まれにしか起こらないが

次は、大規模な災害ほどめったに起こらないというお話です。当たり前ですが重要なことです。100年に1回しか起きない現象よりも1000年に1回しか起きない現象のほうが規模が大きいと言えます。

地震も火山の噴火も、大規模な現象ほどまれにしか起こりません。それは地震に顕著にあらわれます。2001年から2010年まで10年間に起きた地震をマグニチュード別に整理すると、マグニチュード(M) 2を超える地震は20万回ぐらい起きましたが、マグニチュードの数値が大きくなればなるほど発生数は減ります。M4は2000回ぐらいで、M6は100回ぐらい、M7は10回ぐらいです。日本ではマグニチュード7を超える地震は10年に10回、1年に1回ぐらい、どこかで起きています。それがたまたま陸上で起きると、熊本地震のような大きな災害になります。

M8は10年に1回ぐらい、M9は100年に1回ぐらいの頻度です。私たちは小規模で高頻度の現象への防災対策は通常きちんと行います。毎年起きる地震で家が壊れてはたまりませんから、壊れないようにします。しかし1000年に1回ぐらいの現象は無視します。それでも発生することはあります。

1000年に1回の現象でも絶対に壊れないようにする対策にはお金がかかります。例えば、その対策で自分の家に1億円かけるよりは、「1000年に1回なら関係ない」と思い、別のことに使ったほうがいいと思う人は大勢います。どこで線を引くかという想定の問題で、「これから先、想定を超えることが起きるかもしれないが、それはめったに起きないか

ら無視しよう」です。国も地方自治体も、「防災にはここまでお金をかけるが、それ以上かけるよりは別のことに使おう」という、ある種の「線」があります。

これは自然現象の宿命です。小さい現象は対策を立てるが、大きい現象はどうしても対策が立てられず対処不能ということは常にあります。私もそれはしかたないと思います。どこかで線を引かなければなりません。

防災白書による戦後から最近までの自然災害による犠牲者の推移を見るとわかりやすいでしょう。戦後すぐの頃はけっこう多くの人が自然災害で亡くなりました。ピークは伊勢湾台風で、災害対策基本法ができ、それを境に亡くなる人の数はずっと減ってきました。比較的小さな災害を防止できるようになったからです。ところが阪神・淡路大震災と東日本大震災で数がはね上がっています。大災害を防ぐことが難しいことを意味しています。

巨大噴火は 日本の文明を滅ぼしかねない

次は、大規模災害はいったいどこまで大規模になるのかというお話です。

まずは地震です。岩盤に力がかかり、壊れてずれて動く現象が地震ですが、断層がずれて動く範囲が広いと、強く、広い範囲で揺れる「巨大地震」になります。

例えば、熊本地震のようなマグニチュード7クラスの地震は、平均して30キロ×30キロぐらいの範囲の岩盤が1メートル半ぐらいずれます。8になると100キロ四方ぐらいです。南海トラフ地震はそれよりもう少し大きいぐらいです。2011年の東日本大震災は9で、東西200キロ、南北500キロの岩盤が一度に、最大で50メートルぐらい動きました。非常に規模が大きい巨大地震です。断層の面全体で強い揺れが起こり、北は青森県、岩手県から、南は茨城県、千葉県あたりまで、非常に強く揺れました。

巨大地震は範囲が広く、現在、記録上世界最大の地震はマグニチュード9.5の1960年のチリ地震で、その範囲は南北500キロから1000キロぐらいありました。

次は火山の噴火です。火山爆発指数（VEI）で、噴出する火山灰の体積で規模を測ります。1立方キロでVEI 5ぐらいです。火山灰の体積のケタが増

えると6、7、8と数字が増えます。逆に小さくなると、例えば0.1立方キロだと4、0.01立方キロだと3になります。

日本の過去100年間では、雲仙、大正時代の桜島、北海道の駒ヶ岳の噴火が大きいですが、どれも1立方キロに満たないレベルです。そのため日本にはあまり大きな噴火はないと思うかもしれませんが、統計は過去100年分ぐらいしかありません。時代をさかのぼれば、2万9000年前に起きた桜島の北にある始良カルデラの噴火は、なんと450立方キロというとんでもない噴出量でした。

それがもし今起きたら、1回の噴火で火砕流が流れて火山灰が何十メートルもの高さにどんと積もります。温度は何百度ですから生物は全く生き残れません。とんでもない大災害になります。

巨大噴火はどれくらいの頻度で起きるかという点、阿蘇では過去4回知られ、最新で9万年ぐらい前です。最後の巨大噴火は7300年前の鬼界カルデラで、九州の南の海底で噴火し九州の縄文文化が滅びました。巨大噴火で一つの文明が滅びることもあります。

自助による再建も加えた 「しなやかな防災」

私は、防災はハードでガチガチに守るだけがないせつではなく、しなやかな対応も重要だと思います。しなやかを英語で言うとフレキシブルですが、柔軟な発想、応用力に富むという意味もあります。例えば命を守りながら生活をすみやかに回復するようなことです。最近「レジリエンス」「国土強靱化」という言葉がはやっていますが、それとちょっとイメージの違うものも必要かと思います。

その「しなやか防災」を考える場所が三重県尾鷲市の賀田にあります。ここは100年に1回の南海トラフの巨大地震で津波被害を繰り返し受けた歴史がある場所です。電信柱には1940年の昭和の東南海地震の津波はここまできた、江戸時代の安政地震の津波はここまできたとあります。もし津波がきたら高台に逃げれば命は守れると住人は言っています。しかし津波から逃げて命を守っても家が流されたらどうするのだろうと思います。津波が100年に1回くるとわかっていると、それを人生設計に組み込むことができるはずで

例えば自助として再建費用を毎年10万円ずつ積

み立てると、10年で100万円、20年で200万円ですが、自分が死んだら息子が積み立て、息子が生きている間に地震が起きなければ今度は孫が積み立てる。いざ地震が起きたら、孫はそのお金で家を建て直せば生活は元に戻るという考えです。私はこういうものが「しなやかな防災」だと思います。

税金で仮設住宅を建てると1軒あたり500万円ぐらいかかりますが、命を守ることが大前提ですが自助のほうが「しなやか」です。

熊本の大地震は大きな被害が出ました。テレビは壊れた家ばかり映しましたが、行ってみると壊れた家と壊れていない家が混在していました。建築が専門の先生に聞くと、壁で力を支え、そもそも全体が軽いので、あまり力がかからず壊れないのだそうです。

たくさん見れば、壊れそうな家とそうでない家が感覚的にわかります。できれば地震災害の現地を見るといいと思います。たくさん見ればどんな家が強く、どんな家が強くないかわかります。自分の家と見比べれば耐震改修のモチベーションになると思います。理屈より実物を見ることが大事だと思います。

活断層がそばを走っていればみんな壊れるとは言えません。頑丈につくっている家、軽くつくっている家、平屋で壁構造の家はあまり壊れていません。断層のそばならお手上げでなく、壊れないものは壊れません。

日本の耐震基準は福井地震の後、1950年に建築基準法で定められ、この時に耐震という概念が初めて法律に入りました。福井地震ではもたないレベルでしたが、強くつくるよりたくさんつくることが優先された時代だったので、多くの建物がそれでできてしまいました。

その後、十勝沖地震や宮城県沖地震で、この基準ではダメとわかり1981年に建築基準法が改正されてほぼ現在の耐震基準で建てられるようになり、1995年の阪神・淡路大震災後の2000年にも改定されました。2016年の熊本地震は2000年改正の建築基準法がどれほど役に立ったかというテストになりましたが、被害率を見ると、新基準は旧基準よりも圧倒的に丈夫だったことがわかりました。

ただし、新基準で平均的に壊れにくくても、それでも壊れた建物はありました。新基準に上乘せして、より壊れにくい家をつくらねばならないという教訓になりました。

「ハザードマップ」は、 何のためにある

全国どこでも「ハザードマップ」をつくっていますが、これは予測に基づき「自然災害でこれぐらい被害が出るだろう」という想定でつくられています。

地震のゆれを想定したハザードマップは、個人には、あまり役に立ちません。日本中どこに住んでも、一定レベル以上の強い家をつくるべきだからです。むしろ自治体の行政で、実際に地震が起きたらどこがどれくらい揺れるか、それにはどんな応急対策をとればいいのかという、災害応急対策の策定に利用できます。

ハザードマップには、震源を決めず深さ5キロでマグニチュード6.8の地震が起きたらどこがどれくらい揺れるかを示した地図もあります。地盤によって揺れやすいか、揺れにくいかわかり、それを日本列島全体に拡大した地図もあります。一般に平野部ほど揺れやすいのですが、自分が住む町はどうなのか知ったり、企業が工場を建てる場所を決める時に使ったりします。

津波による浸水のハザードマップもあり、もし関東大震災クラスの地震が発生したら、どんな津波がきて、関東地方でどこが浸水するか示した地図もあります。それは地震の揺れで堤防や水門が機能しなくなっていると想定しています。

ハザードマップは、地震や津波が来たらこの通りになるとは言いません。最悪こうなるかもしれないと言っています。そこが非常に重要で、個人は避難するために使います。

はっきり言って地震や津波は起きてみないと、どうなるかわかりません。しかし、起きた時に、どのような地震や津波かは、すぐに判断できません。多くの方は地震が起きたらテレビをつけて情報を集めようとしますが、非常に大きな地震だと停電したりして情報収集に時間がかかります。その間、もし堤防や水門が機能しなかったら、津波でどんどん水がやってくる。情報を集められる時点で、その人はすでに生きていなかった、ということもあります。

ですからハザードマップを見て最悪のケースを頭に入れ、まず避難します。避難した後で情報収集に努めます。もしハザードマップ通りだったら「先に避難してよかった」で、もしそうならなかつ

たら「そうならなくてよかった」と安心して戻ればいいのです。

台風でもひどい被害が起きるかもしれないと、ハザードマップを見ながらいろいろ対策をとります。幸い被害がなければ「何もなくよかった」と思えばいいのです。

命を守るには、どこであろうと耐震性の高い家に住む必要がありますが、そうするかどうかは個人の判断です。ハザードマップは、生活を守るためにどこに住むか、自宅に保険をかけるか、かけないかという判断の材料には使えるかもしれませんが、命を守るためというより、生活を守るために使うものです。

最近、台風はかなり予測できるようになりましたが、自然現象を正確に予測するのはなかなか難しいです。「これは絶対」という情報はありません。ですから判断はあまり他人に任せず、ある程度、最終的な行動は自己責任で行うことが必要だと思います。

それが一番よくわかるのが火山です。日本は活火山が111あります。活火山はおおむね1万年以内に噴火した火山で、活発な活火山は気象庁が「常時観測火山」に指定し365日24時間監視しています。最近噴火した火山は基本的に全て常時観測火山です。

常時観測火山では1から5までの「噴火警戒レベル」が設定されます。2や3は「危ないから火山に近づかないでください」で、4や5は周辺住民に避難準備または避難勧告をします。メリットは防災報道に対応して非常にわかりやすいことですが、これには人間の都合に合わせて火山活動を評価するという重大な欠陥があります。

法律もできた

「東海地震予知」が消えた理由

地震予知の問題についてお話しします。昔は「東海地震は予知できる」と言っていたのに、最近は「予知できない」と言っています。

日本の地震災害対策は、発生前にハード面もソフト面でもさまざまな対策を行い、準備します。地震が発生しても、ゆれて災害が発生するまでに少しだけ時間があります。地震発生と災害発生の上に緊急地震速報や津波情報が伝えられます。発生後は応急対策を行い、復旧、復興につなげるというのが今の流れです。地震予知はほとんどできず、

基本的に地震はいきなり発生することを前提にしています。

災害に関する法律は、伊勢湾台風の後には「災害対策基本法」が、阪神・淡路大震災の後には「地震災害防災対策特別措置法」ができ、東日本大震災の後には津波防災に関する法律ができました。どれも自然災害で痛い目にあった後に法律ができていますが、「東海地震」については災害が発生する前に法律をつくったという意味で、非常に画期的でした。

まず地震学者が地震予知の研究をするために1969年に「地震予知連絡会」ができました。1976年に石橋先生が「駿河湾地震説」いわゆる「東海地震説」を発表すると、「判定会」で何か異常があれば情報を出すことになりました。国は「地震予知推進本部」をつくって観測を強化しはじめました。1978年には「大規模地震対策特別措置法」という法律ができました。

70年代当時は東海地震の前兆把握や短期予知ができる可能性があると言われていたので、研究者が予知を出した時に行政が何をするかを定めるために法律ができました。東海地震の対象地域を決め、切迫性が高まるにしたがい「調査情報」「注意情報」「位置情報」を出し、「予知情報」が出たら内閣総理大臣が「警戒宣言」を出すスキームができました。しかし今年、気象庁は予知情報は出さないと決め、警戒宣言は事実上出なくなりました。

なぜなら内閣府の調査部会が地震予知は困難だという結論を出したからです。座長は私でしたが、2013年に最初の答申を出し、最近の答申でそれを補強しました。結論は「地震を精度よく予測することはできない」でした。「確率50%で起きます」「60%で起きます」などと精度よく決め打ちで予知するのは非常に難しく、事実上できません。

防災の観点ではそれは当たり前で、全国どこでも地震は突発的に発生する前提で対策をとっています。いまさら地震予知ができなくなっても、別に誰も困りません。

それでもある統計則にしたがって地震は発生し、地震の発生を確率的に予測するのは可能です。その確率とは、例えば1週間以内に5%とか10%で、1週間以内に絶対地震が起きるとは言えないが、ふだんより起きやすく、1割ぐらいの確率で起きるかもしれないという予測です。それに対し、10%なら使わないという判断もできますし、10%でも積極的

に利用するという判断もできます。

南海トラフ地震が 連続して起きたらどうする

内閣府は、特に南海トラフ地震では頭の痛い問題があることを認識しています。

もし紀伊半島の西側だけで震度6強とか7となる地震が起きたらどうなるか。通常なら国を挙げて救援に入ります。自衛隊も行きます。静岡県や愛知県からも救援が送られます。ところが地震学的な知識で言えば1週間以内に東の静岡や愛知のほうでも大地震が起きる可能性が、1、2割ぐらいあるのです。

自治体や消防が救援に行っている間、東のほうでも地震が起きたら大変です。交通が混乱する中を1、2日かかって戻り、建物に閉じ込められている人を救援するのに時間がかかるなど、いろいろ頭の痛い問題が起きます。

世界で起きた地震で、1か所で地震があった後、その周辺で同程度の地震が続けて起きる可能性はどれぐらいあるのでしょうか。

統計によると、直後から1週間後ぐらいまでに起きる可能性が一番高く、時間とともに減っていく性質があります。数か月やそれ以上の長い時間をかけて頻度は減っていきませんが、昭和の南海トラフ地震は、紀伊半島の東側で地震が起きた2年後に西側でも起きました。江戸時代の安政の南海トラフ地震は、東側で起きた30時間後に西側でも起きました。どのタイミングで起きるかは、実際に起きてみないとわからないのです。

地震の発生はそういう性質があることを頭に入れても、もし南海トラフの半分で地震が起きた時に救援に行くべきか、行かざるべきか。自衛隊は半分だけ送るのか、全部送るのか。どんな対策をとるかなどを判断しなければなりません。

多くのケースでは最初の地震よりその後に起きる地震のほうが規模は小さいですが、5%とか、場所によっては2割ぐらいは大きな地震が起きることもある。それが大事です。

地震は結局、確率でしか表現できません。行政の方は「やるか、やらないかで、30%やるなんてできません」と確率を嫌がります。しかし確率は原理的に、企業とか行政のように対象の数が大きければ非常に役立ちます。例えば何もしないと犠牲者

が1万人出る場合でも、対策を実施すれば改善の可能性が1%あるなら、1%で100人の命が救われます。1万人を9900人に減らせれば、その対策は行う価値があると言える場合もあります。

行政は犠牲者や被害をどれぐらい減らせるか数字を示せますから、確率は役に立つはずですが。しかし個人レベルでは確率はほとんど意味がなくなります。自分が生きるか死ぬか、家が壊れるか壊れないかの2つに1つですから、確率によらず自己判断で行動するしかないのです。

災害は多様なので 自分の経験だけに頼らない

最後に、災害の被害は多様で、自分の経験だけに頼るのは危ないという話をします。

過去に発生した大きな地震の犠牲者の原因別内訳を見ると、関東大震災は火災、阪神・淡路大震災は建物の下敷き、東日本大震災は津波が最多でした。

阪神・淡路大震災の後には、耐震化、耐震化とずっと言われ続けています。それはまだ道半ばで、現在の全国の耐震化率は8割から8割5分ぐらいで、まだまだ残っています。東日本大震災の後にはそれに津波対策が加わり、耐震化と並行して行われています。

つまり、同じ地震という現象でも、目の前の被害はずいぶんと異なっていたのです。次の地震はどうか、わかりません。

日本の災害対策は痛い目にあったら、次はその目にあわないように対策をとるのが主流です。こうなるかもしれないという予測に基づく対策は、ほとんどとられません。理由は非常に単純で、説得力が違うからです。こんな被害を受けましたと言えば、その対策にお金がかかります。説得力があります。しかし、こんな被害が起きるかもしれませんと言っても「それはあなたの説ですよ」と言われ、だいたい退けられます。災害対策は、痛い目にあわないとお金につかない世界なのです。

次は、今まで起きたことがない災害が起きるかもしれません。でも、そんなことが起こった歴史がないと、対策をとりにくい流れがあります。

頭を柔軟にして、それぞれの場所で次に何が起きる可能性があるか、それに対しどんな対策をとるか、ぜひ考えていただきたいと思います。