

特集

1

JA共済総研セミナー『巨大自然災害と地域社会の防災・減災～巨大災害の世紀における自助・共助・公助～』（2013年3月6日開催）報告①

巨大災害の世紀と自立・自律の意識 ～地震・噴火等、次に来る自然災害～

京都大学大学院 教授
鎌田 浩毅

講演要旨

2011年3月11日に起きた東日本大震災は、まだ終わってはいない。むしろ私たち地球科学者は、3.11をきっかけとして1000年ぶりの大地動乱が始まったと捉えている。私たちはこの先、「海の地震」「陸の地震」「火山の噴火」、そして西暦2030年代に起こるであろうと予測されている「西日本大震災」を視野に入れた対策・準備を行っていく必要がある。

地球科学における「長尺の目」で見ると、自然災害は私たちに大きな被害をもたらす一方で、多くの恵みを与えてもくれている。そして100年、1000年おきに繰り返される自然災害に遭いながらも、私たちの祖先は絶滅することなく生き延びてきたという長い歴史がある。大切なことは、日本列島の住人としては、自然災害を当たり前のこととして受け止めること。そのうえで、「いかに自分たちの身を自分たちで守っていくか」を考えていくことだろう。

1. はじめに

今後の巨大自然災害を予測する際には、4つのポイントがあります。1つは、「海の地震」です。海ではまだまだ地震が起きます。2つ目に、「陸の地震」です。今も東京は揺れていますし、宮城、福島、茨城、岩手では震度3～4クラスの地震が3日と空けずに起きています。3つ目が、私の専門である「火山の噴火」です。そして最後に、「西日本大震災」です。今日はこの4つをテーマに、巨大自然災害についてお話ししたいと思います。

2. 大地動乱の時代が始まった

実は、2011年3月11日に起きた東日本大震災はまだ終わっていません。むしろ、私たち地球科学者は、「3.11以降、1000年ぶりの大地動乱の時代が始まってしまった」という見方をしています。



今の時代は9世紀の平安時代と似ています。869年に貞観地震という東日本大震災と同じような規模の海の地震が東北地方で起こり、大津波が来ました。その5年前の864年には富士山が噴火しています。つまり、3.11をきっかけに、9世紀と同じような動乱の時代が始まってしまったと考えているのです。

3. 海で起きる地震

海で起きる地震にも、まだしばらく終わりは来ません。

そもそもなぜ地震が起きるのかというと、太平洋の海の底には分厚い岩板（プレート）があり、それが押し寄せて、日本列島にぶつからずに斜め下にもぐり込み、そこで蓄積された歪みが限界に達すると、プレートがボンと跳ね返って地震が起きます。3.11は、海の中のちょうどプレートが沈み込むところで岩石が割れて地震が起こりました。

しかし、まだ割れ残りがあります。その割れ残りが引き起こすのが余震です。本震よりもマグニチュードは小さいけれども、ずっと続きます。おそらく10～20年は続くだろうと思います。それが、1000年ぶりの巨大地震の怖いところです。しかも、余震とともに津波を起こします。3.11では20mを超える津波が来ましたが、今後の余震でも5～8mの津波が来る可能性はあります。

4. 陸で起きる地震（直下型地震）

3.11前の日本列島はずっとプレートに押されている状態でした。それが3.11によって今度はプレートが引っ張られ、日本列島全体の力関係が変わってしまいました。つまり、日本列島がアメリカ寄りに5mくらい動いてしまった結果、陸で起きる「直下型地震」が起きやすくなったということです。

陸の地震は活断層によって起こります。活断層とは何かというと、地面に力が加わると地下30～50kmのところでは岩石が耐えきれなくなって割れ、そこに断層ができます。その地下でできた断層のずれが、1000年あるいは1万年おきに繰り返される地震によって地表まで伸びているものが活断層です。地震予測は、その地形を見て「地下で地震が起きたかどう

か」を推定して行いますが、3.11によって地面が引っ張られたことで、直下型地震の発生確率も高まりました。その前後と比較すると、約3倍も発生確率が増えてしまったのです。

5. 火山の噴火

地面が引っ張られるということは、マグマにも影響を与えます。

火山には深さ約10～20kmの地下に「マグマだまり」があり、そこからマグマが地上に出てくると「噴火」です。どういう時に噴火するかというと、1つはマグマの圧力が上がった時です。マグマだまりが横から押されると圧力が上がり、噴火します。もう1つは、マグマだまりの周囲が引っ張られることによって割れ目ができ、それにより圧力が下がってマグマの体積が増え、押し出されるように噴火が起きます。つまり、地面が押されたり引っ張られたりすることでマグマだまりが動き、それによって噴火が起こるというメカニズムです。

噴火の前には火山の地下で地震が起きます。マグマが「火道」という通路を上がってくる時に地震を起こすため、その地震が起きていることが噴火の前兆現象となります。実は3.11以降、日本列島にある110の活火山のうち、約2割の火山の下で地震が起き始めました。日本列島がアメリカ寄りに約5mずれたことによってマグマが揺すられ、少し動き出したということです。今は噴火スタンバイ状態です。富士山を含め、そんな状態の火山が20個もあります。

つまり、東日本大震災から「海の地震」「陸の地震」「火山の噴火」のすべてが始まったということです。それは、日本列島の「巨大自然災害の世紀」が始まってしまったことを意味しています。



6. 西日本大震災

(1) 西日本大震災が起きる時期

地球科学には、「過去は未来を解くカギ」という考え方があります。なぜなら、過去を見て未来を予測することで、地震が発生する年代をある程度予測できるからです。そうやって、これまでだいたい100年おきに発生していた過去の地震から予測した結果、今度は2030年代に巨大地震が起きるであろうと考えられています。もっと具体的に言えば、1995年の阪神・淡路大震災から日本列島は陸の地震の活動期に入り、2030年代に海の巨大地震が起きて終止符を打つだろうと考えられています。その海の巨大地震のもたらす大災害を、「西日本大震災」と呼んでいます。

西日本、つまり東京から九州の海寄りには、「南海トラフ」という地震の巣があります。トラフとは凹んだ海の盆地のことです。なぜ凹んでいるかというと、太平洋沖のプレートが日本列島に斜めに沈み込む時に、大陸側のプレートを引きずり込んでいるからです。そしてその場所では、100年に1回くらいの間隔で地震が起きています。それが皆さんもご存じの通り、「南海地震」と「東南海地震」「東海地震」の3つの地震が、それぞれ四国沖、名古屋沖、静岡沖で発生するのではないかとされている理由です。

しかも過去の歴史を見ると、おおよそ3回に1回はこの3つの地震が連動して起きています。そのことから、次の2030年代にはこの3つの地震が連動して一緒に動く「三連動地震」が起きると考えられているのです。

(2) 地震の規模

三連動地震が起きた場合、東日本大震災と同じような最大震度7レベルの揺れが来ます。そして、内閣府の計算では最大34mの津

波が来ると予測されています。3.11の津波は20mぐらいでしたから、それよりもかなり大きな津波が襲ってくるということです。津波の到達時間も早く、一番近い紀伊半島先端では2分、大阪湾でも1～2時間で津波が到達すると予測されています。

では、地震の規模はどれぐらいなのか。それを評価する時、我々は「マグニチュード(M)」で表します。「震度」とは地面がどれぐらい揺れるかを表したのですが、「マグニチュード」は地下でどれぐらいのエネルギーが解放されたかを評価します。

ちなみに、私たちは今までM8.0くらいまでしか地震の規模を想定していませんでした。しかし、3.11ではそれを上回るM9.0の地震が起きてしまいました。数字の上では“1”しか違いませんが、これは対数スケールを用いた数字ですので、実際には32倍も違います。つまり、これまでは約30分の1の過小評価をしていたわけです。しかし、次に起こるとされている西日本大震災では、M9.1が想定されています。つまり、東日本大震災とほぼ同じか、あるいは少し大きいぐらいの地震が、今度は西日本で起きるといことなのです。

(3) 人的・経済的被害の試算

西日本大震災では、首都圏から九州までという日本の経済・産業活動の大きな地域が直撃を受けます。しかも三連動地震ですから、その領域に地震と津波がほぼ同時に来ます。

この地域は人口密度も高いため、人的被害の試算は最大32万人です。すなわち、東日本大震災の15倍以上の犠牲者が出る想定です。

また、被害想定額は200～300兆円と試算されています。東日本大震災は原子力災害を除いて約20兆円の被害ですから、その10倍以上の被害額が想定されています。つまり、揺れ

方や津波は東日本大震災と同じようなものであっても、今度は日本にとって最大の人的・経済被害を及ぼします。

(4) 今日から西日本大震災への備えを

では、約20年後にほぼ確実に起こるであろう西日本大震災にどう備えるか。皆さんには、そのことを今日から考えていきたきたいのです。家族、仕事、企業、コミュニティ、その皆さんの人生すべての中に、2030年代に起こる西日本大震災を組み込んでください。そのうえで、日本人全員で災害に立ち向かっていくことが重要だと思っています。

7. 直下型地震への備え

(1) 揺れても安全な場所をつくる

3.11以降、講演会のたびに「じゃあ、どこが日本の中で安全なのでしょうかね？」「どこで暮らしたらいいのでしょうか？」「うちの工場は移転した方がいいのでしょうか？」という質問を多く受けるようになりました。それに対して私は、「どこにいても日本には地震があり、噴火による火山灰が降ってきます」とお話ししています。実際、狭い日本列島の中に2,000本の活断層があり、そのうち100本ぐらいが良く動くので、逃げ場がありません。残念ながら、質問を受けるたびに私はそうお答えしてきました。

ただ、その答えでは皆さんが途方に暮れるだけです。私自身もどうすべきかを考えてみました。その結果、「揺れる」と「生命の安全」は別に考えた方がいいだろうという思いに行き着きました。つまり、地面が揺れても安全な場所はある、ということです。もしくは、揺れても安全な場所を自分たちでつくることが大切だと思っています。

(2) 家を倒壊させない

例えば、東京では首都直下型地震がいつ起きるか分かりません。明日かもしれないし、10年後かもしれません。その場合の準備としては、まず家が壊れないことが大切です。阪神・淡路大震災では、家が潰れて圧死した方が約7割いらっしゃいましたが、そこからの教訓を活かさなければなりません。1981年の建築基準法改正以前に建てられた家は、震度7の地震で約6割が倒壊すると言われていません。ですから、古い家の場合にはすぐに耐震工事を入れていただくことが大切です。

もう1つ重要なのは、火災を防ぐことです。1923年の関東大震災では10万人の人が亡くなりましたし、阪神・淡路大震災でも火災によってたくさんの方が亡くなりました。それを防ぐためには、家を倒壊させないことが一番です。もし家が倒壊し、そこにちょっとでも火がついたらもう消すことはできません。広域の災害時には消防車も駆けつけることは無理ですから、火は瞬く間に燃え広がるでしょう。つまり、関東大震災はけっして過去のものではなく、同じようなことがこれからも起こり得るということです。

ただ、倒壊する家が少なければ、たとえ火が出ても助かった人たちが、今度はその火を消すことができます。そういう意味では、家を倒壊させないように補強すること。それが、都会における震災被害の拡大を防ぐ最大のポイントになるだろうと思っています。

(3) 寝ている間の圧死を防ぐ

個人的な備えとしてもう1つ大切なことは、倒れる可能性のある家具を寝室に置かないことです。例えば、本棚やテレビ、パソコンなどを寝室に置いていらっしゃらないでしょうか。子ども部屋の場合は、イスや本棚が

危険です。

阪神・淡路大震災は朝の5時46分に起きたため、寝ている時に家具が倒れて亡くなった方や大けがをした方がたくさんいらっしゃいました。人間は寝ている間が一番弱いわけですから、とにかく寝室には家具を置かないこと。もしくは家具を固定することが大切です。

実は、私自身もかつては自宅の廊下にまで本棚を並べていました。でも、ある時決意をして、すべての本を自宅の外で保管することにしました。寝室からすべての家具を出し、落ちてくるのはぬいぐるみだけという状況にしました。これが命を守る最大のポイントだと私自身が思うからです。まずはこの「寝ている時の命を守る」ということを、家族の方や会社の方、友人・知人の皆さんに広めてください。

寝ている間の圧死を防ぐこと、そして火災を起こさないようにすることが、直下型地震から命を守るための最大の防御になると私は思っています。

8. 地域別にみる対策

(1) 太平洋側地域

太平洋側地域において最も怖いのは、「首都直下地震」です。首都圏には日本の全人口の約3分の1にあたる約3,500万人が住んでいます。災害時には多くの「帰宅困難者」が発生しますので、その対策が必要です。

災害時、都心で働いている人たちが家に歩いて帰るにはおそらく3～7日を要するでしょう。帰る途中でへばってしまうはずですから、直下型地震が起きた時にはまず「帰らない」という選択をすることが大切です。

もう1つ大切なことは、「大きな地震が起きたら家に帰らず、数日は会社にいるよ」ということを家族と申し合わせておくことで

す。このことが、都市の安全をつくり出すという意味では一番のポイントだと思います。個人のロッカーには、例えば靴や軍手や防寒具などを置いておきましょう。また会社としては、「社員×3日分+α」の飲食料を用意しておきましょう。そうすれば、地震が起きても都会のビルはまず倒れることはありませんから、そこで生き残ることができます。

都市は人口過密による脆弱さがありますが、一方で、生き残ることができればその人たち全員が救助に回れる可能性も秘めています。そのためにも家族で「すぐには帰らない」ことを申し合わせておくことが、太平洋側地域においてはとても大切だと思います。

(2) 日本海側地域

西日本大震災は太平洋側で起きますから、日本海側地域の揺れは比較的小さいと思われる。また、人口密度も低いですから、生き残る人も多いでしょう。その時に重要なのは、太平洋側の人たちに対して日本海側からいかに援助ができるか、ということです。

おそらく西日本大震災が起きたら、被災地域では半年から数年はマヒ状態が続くと思われる。少なくとも1週間は物流が途絶えるでしょう。その時、日本海側地域は食料と物流、救助の拠点になります。その時に日本を支えるのは、日本海側地域だと思っています。

(3) 東日本と西日本を分けて考える

先ほどから申し上げている通り、東日本では「海の地震」「陸の地震」「火山噴火」が続くことが予測されます。規模は小さいかもしれませんが、10～20年は油断できません。一方、西日本側は20～30年後に西日本大震災が起こります。そういう意味では、東日本と西日本を分けて考えて対処することが大切です。

当分は、東日本大震災のまだ終わっていない余震や火山の噴火に対して備え、リスクを分散しておきます。例えば、首都東京には政治・経済・文化のすべての機能が集中していますから、それを今のうちに分散しておくことが重要です。一方で、西日本大震災発生時には東京から九州までが被害に遭うでしょうから、予めリスクを分散しておくことで、どこかが生き残ることができるはずで

9. 地球科学が教えること

(1) 自然災害は当たり前現象

地震や火山噴火といった地学の現象は、「100年に1回」あるいは「1000年に1回」などと言われていますが、地球科学の視点では100年、1000年は当たり前であり、時には1億年という長い尺度で現象を捉えます。

そもそも考えてみてください。約50億年前に太陽系ができて、水星、金星、地球、火星、木星ができました。地球は46億年前に誕生しましたが、その頃は「火の玉」です。それがだんだん冷えて、約40億年前に海ができました。そして、生命を育ててきたのです。38億年前には生命の痕跡があります。最初は原始的な細胞だったのがだんだん進化をして魚になり、恐竜になり、哺乳類になり、我々人類まで続いています。そういう長い尺度で見ると、日本列島で100年に1回、1000年に1回地震が起きることは当たり前の現象だと考えることはできないでしょうか。大切なのは、その当たり前の現象の中でどうやって生き延びるか、ということなのです。

(2) 人は変化を乗り越えてきた

例えば、日本人は約10万年間この土地に住んでいます。その間、繰り返し地震は起きていましたが、今も日本民族は絶滅していません。

ん。我々の祖先は生き延びてきたわけですから。

火山の噴火も同じです。日本列島は約1万年に1回、灰まみれになっています。例えば阿蘇山が噴火した際には、九州の北半分全部が焼け野原になりました。800℃の火砕流と言われるものが全域を覆ったのです。そして、そこから出た火山灰は北海道まで飛びました。北海道で10cmも積もりましたから、それは日本列島すべてが灰まみれになったことを意味しています。そういう災害が約1万年に1回起きている中で、日本民族は死に絶えることなく、この大地で作物などを育てながら暮らし、上手に生きてきたのです。

そうした歴史を踏まえると、私たち日本人には揺れる大地、変化する大地で生き延びるDNAがあるのではないかと、またそのDNAを継承すべきではないかと私は考えるのです。

地球科学的な視点で見れば、日本列島で大変なことが起きるのは当たり前のことです。それを受け入れたうえで、「その変化を我々は乗り切ることができるはずだ」と私は考えたいですし、それが地球科学からのメッセージなのではないかと思っています。

(3) 農業を守るということ

地球科学的視点で「農業」についても考えてみましょう。農業は人類が約1万年前に発明しました。現生種の小麦や米を収穫し、植えたら次の年にきちんと育つ、きちんと育てると収穫量が増えることを人類は知ったのです。約2万年前は氷河期の時代ですから、温暖化によってだんだん暖かくなり、気候が安定し始めた。それがちょうど1万年前くらいです。この温暖化と気候の安定によって、人類は農業を発明することができたと言えるでしょう。

さらに、人々はそれを蓄積していきました。

例えば採れたものをそのまま全部食べてしまうのではなく、翌年に冷害や日照りが起きた時のためにきちんと蓄積をし、それによって生き延びる道を増やしていったのです。こうして生き抜いてきた人類の知恵を、私たちはこれからも守っていかなければなりません。

先日、イギリスに出張に行きましたが、首都ロンドンから少し離れたら、そこは全部が穀倉地帯でした。聞いてみると、イギリスは食料自給率が100%に近いそうです。つまり、戦略的に自国の生き延びる道をきちんと確保しているわけです。グローバル化が進み、世の中がどんどん変化する中で、農業を基盤に「自分たちの身は自分たちで守る」という政策をイギリスはとっている。その辺は日本も学ぶべきだろうと思いました。

特に日本の場合は、日本列島自体が揺れる大地であり、火山の噴火が当たり前の場所に私たちは住んでいます。「この地でいかに自分たちの身を自分たちで守っていくか」を考えること。それが地球科学の教えであり、日本人が生き延びていくための最大のポイントではないかと思っています。

(4) 長い尺度で見る

巨大災害から生き延びるために、我々は何をしなければならないか。それを考える際に皆さんに意識してほしいことは、「長い尺度で見る」ということです。今の世の中は、今



週・来週、長くてもせいぜい1カ月先のことを考えて動いています。しかし、巨大災害を考える時は、地球科学の視点で100年、1000年、1万年、時には1億年というスケールで考える。そうすれば、巨大災害がいつ起きても不思議ではないと思えるようになります。

もう1つ、地球科学では「空間的な尺度」で物事を見えています。例えば、金星や火星など、遠い星の話も考えに入れるわけです。そうすると、地球だけに生命が誕生し、今でもこうやって進化を続けていることが分かります。それは、氷、水、水蒸気という3つの状態を持っているのが地球だけだからです。これによって海ができ、生物は進化してきました。つまり、海は我々の生命にとってゆりかごであり、母なる場なのです。

もちろん、過去には地球全体が凍ってしまった時期もあります。そうした中でも海底で生物は生き残り、氷が解けたあとで爆発的に進化してきました。そういう意味では、人間にとっても氷河期は必要です。氷河期のあとの温暖化によって人類が農業を発明したように、人類の次へのステップのためには、「冬の時代」も必要なのかもしれません。

(5) 循環の思想

人間は作物を育て、それを食べます。そして寿命が来て、また土に還ります。つまり、私たち人類は地球の大地から食料や栄養分をいただいて生きています。でももらって放しではなく、最後には大地に還すわけです。これが、「循環の思想」であり、「レンタル」と言ってもいいのかもしれません。つまり、我々の生命自体がレンタルしたものであり、土地や土壌、食料すべてが大切な循環の一形態です。その循環を私たちが大地の上で上手に回していくことが大切なのです。

今の世界はグローバリズムで、すべてをお金に換算して考える傾向があると思います。しかし一方で、「借りているものを上手に還す」という循環の思想で物事を考えることが大切ではないでしょうか。その循環の中には、農業も当然含まれます。我々はこの循環の中で日本民族というものを長く保ち続けてきた。そのことを忘れてはいけないと思います。

10. 長尺の目で災害を考えると

(1) 平野はどうやってできたのか

実は、災害には恵みの面もあります。

日本列島は山が約85%を占める山国です。日本列島にプレートが押し寄せて山を盛り上げ、その隆起によって日本という島国ができました。その隆起が続いていると山だけになってしまいますが、時々、地震が起きる。そうすると、山からいろいろなものが崩れてきて、それが土砂となり、平地をつくります。関東平野や濃尾平野、大阪平野、松本盆地などはそうやってできました。ですから、平野や盆地と言われるところには、必ずその縁に活断層があります。その断層が1000年、1万年おきに動くことによって大地を平らにし、我々が住んだり、農業を営んだり、都市をつくったりできる平地をつくり上げてきました。

つまり、ある意味では地震が起き、活断層ができたからこそ、私たちの住む平野ができたということになります。そういう意味では、地震にも恵みの面はあるのです。「長尺の目」で日本列島の歴史を考えると、日本人がこうして今、農業をしながら暮らせるのは、また東京という大都市がつかれるのは、ある意味では1000年に1回起きる地殻変動、大地動乱のおかげなのです。そういうふうを考えていくと、災害に対する考え方も少しポジティブになれるのではないのでしょうか。

(2) 短い災害と長い恵み

火山は噴火をすると大変な災害を起こします。かつては、日本列島が灰まみれになって住めないこともありました。火山灰はガラスの欠片なので、喉や目に入ったら炎症を起こしますし、下水に入ると詰まってしまいます。固まってしまうので、スコップで取り出して、袋に詰めて外へ運ぶしかありません。もし今、そうした火山灰が東京で5cm積もったら、おそらく都市機能は止まってしまうでしょう。

しかし、火山はずっと噴火しているわけはありません。富士山の場合は約300年に1回の割合で噴火してきましたが、逆に言うと噴火をしていない300年間は、私たちは火山の恵みを受けています。富士山の麓には広大な農業・酪農の土地があります。そして何よりも、美しい景色を私たちに見せてくれています。実は日本の国立公園の9割は火山地域だというくらい、その景観は素晴らしいものです。また、マグマの熱によって日本人の大好きな温泉も湧きます。

つまり、私たちは火山が噴火した時には災害に遭いますが、それ以外の時はこうしたさまざまな恵みを火山から受けています。それを地球科学では、「短い災害と長い恵み」と表現しています。

しかも、災害は科学の力で防ぐことができます。例えば火山の噴火も予知ができます。マグマが上がってくる時に起きる地震をつかまえることで、マグマが出てくる前に避難ができます。短い災害は科学の力で防げるということ。そして、その後の火山は、農業・酪農をはじめ日本人の長い恵みのために寄与しているということも、覚えておいていただきたいと思います。ありがとうございました。

(文責：調査研究部)