

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT FUNDING AND RESEARCH CENTER TOPICS

2022.6.NO.142

目次

センターの活動状況	①
「大地変動の時代」に役立つ地球科学としなやかな生き方	③

センターの活動状況

I 運営状況

第 37 回理事会の開催

2022年6月7日、Web会議システム・対面の併用により開催の第37回理事会において、下記の事項について審議し、それぞれ原案のとおり可決されました。

1. 2021年度事業報告の承認について
2. 2021年度決算の承認について
3. 第27回評議員会（定時）の招集について

第 27 回評議員会（定時）の開催

2022年6月22日、Web会議システム・対面の併用により開催の第27回評議員会（定時）において、下記の事項について審議し、それぞれ原案のとおり可決・了承されました。

1. 2021年度事業報告について（報告）
2. 2021年度決算について（報告）
3. 理事の選任について

今回の理事の選任により、次の方が交代されました。

（敬称略）

区 分	退 任 者	新 任 者	新任者所属・役職
理事（非常勤）	清水 成信	佐々木 敏春	電気事業連合会 副会長
理事（非常勤）	成合 英樹	西垣 誠	岡山大学 名誉教授

Ⅱ 成果等普及活動の実施状況

2022 年度 原環センター視察会の開催

賛助会員を対象とした原環センター視察会については、新型コロナウイルス感染症まん延のため、2020 年度及び 2021 年度は中止しましたが、2022 年度は以下のとおり開催しました。

開催日時：2022 年 5 月 19 日（木）～ 20 日（金）

視察場所：日本原子力研究開発機構（JAEA）楢葉遠隔技術開発センター、東京電力廃炉資料館・東京電力福島第一原子力発電所、東日本大震災・原子力災害伝承館など

参加者：15 名



JAEA 楢葉遠隔技術開発センター



東京電力福島第一原子力発電所

2022 年度 第 1 回原環センターセミナーの開催

放射性廃棄物処分の安全評価から処分の全体像を把握する第一歩として、安全評価の基礎知識を身につけたい技術者・研究者を対象とした、第 1 回原環センターセミナー「放射性廃棄物処分の安全評価の基礎Ⅰ」を以下のとおり開催しました。講義後の総合討論では、講義への質疑応答を通じて、理解を深めていただきました。

開催日時：2022 年 5 月 26 日（木）10：00～18：00

開催会場：京都アカデミアフォーラム in 丸の内

講師：公益財団法人原子力安全研究協会

技術顧問 朽山 修 氏

プログラム：

講義 1：放射性廃棄物処分の現状と課題

講義 2：放射性廃棄物の発生と放射線の健康影響

講義 3：放射性廃棄物処分の基本戦略

総合討論



「大地変動の時代」に役立つ地球科学としなやかな生き方

京都大学名誉教授・京都大学レジリエンス実践ユニット特任教授・理学博士
鎌田 浩毅

日本全国で毎月のように震度3以上の地震が発生しているため、市民に不安が広がっている。地震が特に多くなったのは11年前の2011年に起きた東日本大震災からである。今回は私が専門とする地球科学の観点から、地震活動のメカニズムと将来予測について分かりやすく解説しよう。

現在の日本列島は「大地変動の時代」にある。近い将来「南海トラフ巨大地震」「富士山噴火」「首都直下地震」が起き、地震と噴火は少なくとも今後20年は止まないだろう。すなわち、2035年±5年には南海トラフ巨大地震が予想され、全人口の半数6000万人が被災する(拙著『地震はなぜ起きる?』岩波ジュニアスタートボックスを参照)。

これは東日本大震災の10倍の被害をもたらす「西日本大震災」だが、早急に準備が必要である。さらに昨今、地球温暖化で気象災害が激化しているが、脱炭素とカーボンニュートラルの政策は大噴火をもたらす地球寒冷化で大転換する可能性もある。

「京大人気No.1教授」を24年間続けた「科学の伝道師」が、最先端の地球科学が示す災害予測と減災対策、そしてしなやかに生き延びる知恵についてくわしく述べよう。

1. 東日本大震災は終わっていない

東日本大震災に起きた巨大地震は、予想をはるかに超える震動と津波の甚大な被害をもたらした。直ちに地震情報を管轄する気象庁によって「2011年東北地方太平洋沖地震」と命名され、震災は全国を対象とする激甚災害に指定された。政府は4月に地震と津波にともなう災害に対して「東日本大震災」と呼称することを閣議決定した。

なお、マスコミ報道で2つの名称が使われるために混乱している方も少なくなかったようだが、自然現象としての「地震」と人が被害に遭う「震災」とで、呼び方を変えることが慣例となっている。激甚災害に指定された結果、公共施設・農業・水産業などの復旧のため、その直後から国からの財政支援が続々と始まった。

3月11日午後2時46分から発生した三陸沖を震源とする地震の規模は、日本の観測史上最大規模であるだけでなく、世界的に見ても歴代4位という超弩(ちょうど)級の地震だった。起こってみると、

過去1000年に1回発生するかどうかという非常にまれな巨大地震だったのである。

地下で起きた地震の規模を示すマグニチュード(Mと略記)は9.0に達し、20世紀以降に起きた地震では、1960年のチリ地震(M9.5)、1964年のアラスカ地震(M9.2)、2004年のスマトラ島沖地震(M9.1)に次ぐ。

ここで地震の規模を示すマグニチュードとエネルギーの関係を見てみよう。マグニチュードは数字が1大きくなると放出するエネルギーは32倍ほど増加する。したがって、放出エネルギーで見ると、1923年の関東大震災の約50倍、また1995年の阪神・淡路大震災の約1400倍にもなる。

東日本大震災は、地球科学の基本理論であるプレート(岩板)・テクトニクスで説明できる。太平洋を広く覆う海のプレート(太平洋プレート)が、東北地方を乗せた陸のプレート(北米プレート)の下へもぐり込むことによって発生した(図-1)。太平洋プレートは200キロ沖合にある日本海溝から東北・関東地方の直下へゆっくりと沈み込んでいる。ここで蓄積された歪みが限界に達すると、北米プレートが跳ね返って巨大地震が発生するのだ。

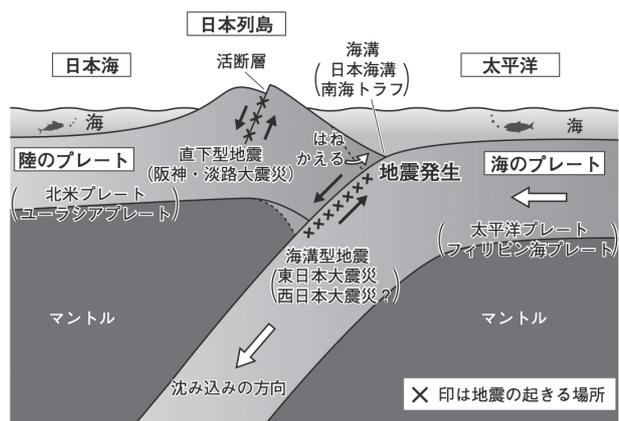


図-1 プレート沈み込みによる海溝型地震と直下型地震の発生。鎌田浩毅著『日本の地下で何が起きているのか』(岩波科学ライブラリー)による。

東日本大震災では海底が広い範囲にわたって隆起し、大量の海水を持ち上げた。これが沿岸部に到達すると岩手県大船渡市では最大高16.7メートルの津波となり、陸地を駆け上がった津波は最大43.3メー

トルの高さまで津波が遡上（そじょう）し、内陸部に甚大な被害を与えた。

歴史的にも東北地方の太平洋側はしばしば大津波に見舞われてきたが、今回の津波はその中でも最大級であった。類似の例として1100年前の869年に発生した貞観（じょうがん）地震がある。地震にともなう大津波によって1000人の死者を出した。文字どおり有史以来の巨大地震が起きたといっても過言ではない。

地震の規模は、プレートの跳ね返りによって滑った岩盤の面積から読み取ることができる。これは「震源域」と呼ばれるが、大地震の後に規模の小さな余震が数多く発生する領域でもある。今回の震源域は長さ500キロメートル、幅200キロメートルという巨大なものであり、地震に伴う断層のずれは宮城県沖で最大50メートル以上、また震源域全体の平均でも20メートルに達した（図-2）。

これまでの想定をはるかに上回る規模となった理由は、複数の地震が短時間に連動して巨大な震源域を形成したからである。実は、今回のような巨大な震源域をつくる例は珍しく、2004年12月にインド洋で発生し30万人以上の犠牲者を出したスマトラ島沖地震はこのタイプだったが、先進国でこの規模の巨大地震を経験したのは初めてだった。

2. 東北沖の震源域が拡大する可能性

東日本大震災の特徴は、異常と見えるほど「余震」活動が激しいことである。一般に、余震は最初に最大の揺れをもたらす「本震」よりも小さく、かつ数が次第に減ってゆくものである。今回の本震はM9.0という巨大なものであったため、余震でもM7.0以上の大地震が次々と発生した。

通常はおおむね1週間ぐらいで余震の数が急速に減少するものだが、今回は何週間も継続し4月7日に発生したM7.1の地震は震度6強という激しい揺れをもたらした。

いったんM9クラスの巨大地震が発生すると、今後もM8クラスというきわめて大きな余震が起きても不思議ではない。地球科学には「過去は未来を知る鍵」という言葉があるが、東日本大震災と酷似する2004年スマトラ島沖地震と比較すると、太平洋プレートの上面で別の地域の地震を誘発される可能性がある。

具体的には、震源域のすぐ南側に当たる房総半島沖での地震が心配されている。実際、この海域では1677年にM8.0の延宝（えんぼう）房総沖地震が大津波をともなって発生し、400人を超える犠牲者が出た。津波堆積物の調査からは、千葉県のパシフィック岸に最大8～19メートルの高さの津波が押し寄せたことも分かっている。

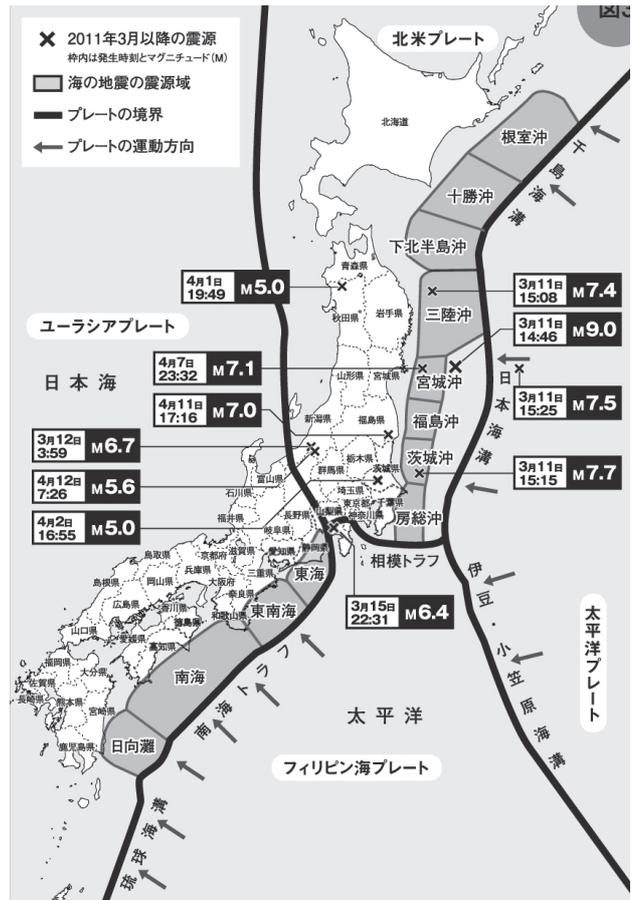


図-2 日本列島の震源域と東日本大震災直後の地震。鎌田浩毅著『京大人気講義 生き抜くための地震学』（ちくま新書）による。

なお、震源域の拡大は南方だけとは限らず、北方の三陸沖北部へ広がる可能性もないわけではない。いずれにせよ今後もM8クラスの地震が沖合で新たに発生すれば、地震動と津波の両方の大災害が再発する恐れがある。すなわち、東日本大震災はまだ終わっていないのである。

3. 内陸直下型地震を誘発

東日本大震災の直後から、震源域から何百キロメートルも離れた内陸部で規模の大きな地震が発生した。たとえば、3月12日に長野県北部でM6.7の地震が起きた（図-2）。震源の深さ8キロメートルという浅い地震で、長野県栄村で震度6強を記録し、東北から関西にかけての広い範囲で大きな揺れを観測した。また、3月15日には静岡県東部でM6.4の地震があり、最大震度6強を観測した。

これらは典型的な内陸型の直下型地震であり、2004年の新潟県中越地震や2007年の新潟県中越沖地震や2018年の大阪北部地震と同じタイプである。直下型地震は震源が比較的浅く、また発生直後から大きな揺れが襲ってくるために逃げる暇がほとんどない。

よって、地震の揺れが到着する前にテレビなどで

地震発生を知らせる「緊急地震速報」も間に合わない。特に、阪神・淡路大震災のように、都市の近傍で発生すると建造物の倒壊など、人命を奪う大災害をもたらす。

こうした直下型地震は、陸上の活断層の地下部分で起きる（図-1）。陸のプレートに対して海側から加わる巨大な力が、地下の弱い部分の岩盤をずらして断層を作り、このずれが地表まで達すると活断層ができる。

海域で巨大地震が発生した後、遠く離れた内陸部の活断層が活発化しM7クラスの直下型地震を誘発した例は、過去にも多数報告されている。たとえば、1944年に名古屋沖で南海地震（M7.9）が起きた1か月後に、愛知県の内陸で三河地震（M6.8）が発生した。また、1896年に三陸沖で起きた明治三陸地震（M8.5）の2か月半後には、秋田県で陸羽地震（M7.2）が発生した。

このタイプの地震は、海の震源域の内部で発生した余震ではなく、新しく別の場所で「誘発」されたものである。東北・関東地方の広範囲にわたり、こうした直下型の誘発地震への警戒は今後も必要である。

さて、東日本大震災は、東日本が乗っている北米プレート上の地盤の歪み状態を変えてしまった。実際、地震の後に日本列島は5.3メートルも海側に移動し、また太平洋岸に面する地域は地盤が1.2メートルも沈降した。

巨視的に見ると、東北地方全体が東西方向に伸張し、一部の地域が沈降したのである。これは海の巨大地震が起きたあとに必ず見られる現象である。何年かかけて徐々に元に戻るのだが、その間には数十年間にわたり地下の歪みを解消するように直下型地震が断続的に発生する。

こうした内陸型の直下型地震は、今後も時間をおいて突発的に起きる可能性がある。その結果、東北地方、関東地方、中部地方では、今後も震度6強に至る揺れが予想される。

首都圏でも直下型地震を誘発するかどうかが懸念されている。結論から言うと、首都圏も東北地方と同じ北米プレート上にあるため、活発化した内陸型地震の例外ではない。かつて東京湾北部で1855年に安政江戸地震（M6.9）が発生し、4000人を超える死者が出た。

地震調査委員会は今後30年以内に首都圏でM7クラスの地震が起きる確率を70%と予測しているが、東日本大震災によって東日本の内陸部では首都圏も含めて直下型地震が起きる確率が高まったと考えた方がよい。

4. 首都直下地震の脅威

最も懸念されるのが首都圏に暮らす約3000万人を

襲う「首都直下地震」である。首都圏の地下には「プレート」と呼ばれる厚い岩板が4枚もひしめいている（図-3）。東日本大震災によってプレートのあちこちに歪みが生じ、それを解消しようと地震が頻発している。震災前に比べ内陸地震は約5～3倍に増えており、我が国は言わば「大地変動の時代」に入ってしまった。

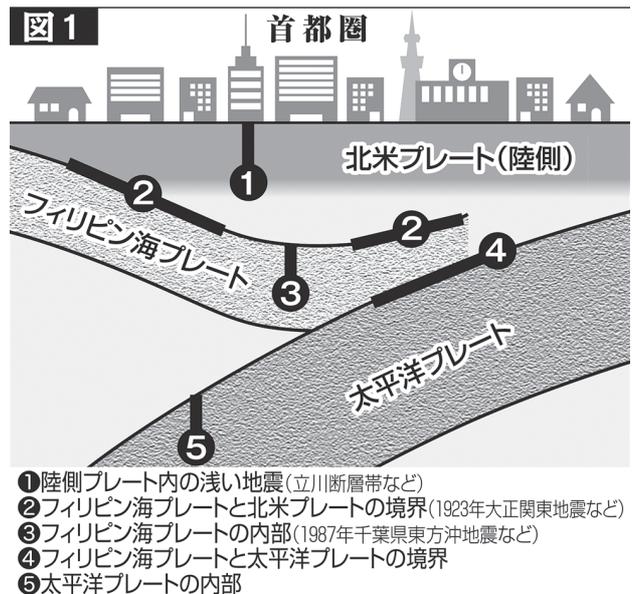


図-3 首都圏の地下にあるプレート。鎌田浩毅著『地球とは何か』（サイエンス・アイ新書）による。

現代と同じ地殻変動は1100年ほど前の平安時代にも訪れたことがある。869年に貞観地震が起きた9年後の878年にはM7.4の内陸直下型地震（相模・武蔵地震）が起きた。これを現代に置き換えると首都直下地震になるが、いつ起きても不思議ではないことは確かである。

国の中央防災会議は今後30年以内に70%という高い確率で起きると予測しているが、その日時を前もって予知するのは不可能だ。ちまたには年月日を特定した地震予知ビジネスがあるが、地震学会は「科学的ではない」と明言している。よって、首都直下地震は不意打ちに遭うことを覚悟しなければならない。

中央防災会議は首都直下地震が起きる場所を19か所特定しているが、その代表は「東京湾北部地震」で、M7.3の直下型地震が起きると予想されている。なおMは地震の規模を表す単位で、これは1995年に6434人の犠牲者を出した阪神・淡路大震災と同じ大きさである。

東京湾北部地震は東京の下町付近の直下で発生し、東京23区の東部を中心に震度7の極めて激しい揺れをもたらす。テレビや家具が壁に激突して人を傷つけるだけでなく、1981年の建築基準法改正以前に建てられた木造住宅の多くは、数十秒で倒壊する恐れ

がある。

ちなみに、東京湾北部地震は江戸時代にも起きたことがある。幕末の1855年に安政江戸地震（M7.0）が発生し、4000人を超える犠牲者を出した（図-4）。

こうした甚大災害に対しては、事前に予知できなくても「減災」の発想で被害を最小限に抑える準備を行う必要がある（拙著『首都直下地震と南海トラフ』MdN新書を参照）。

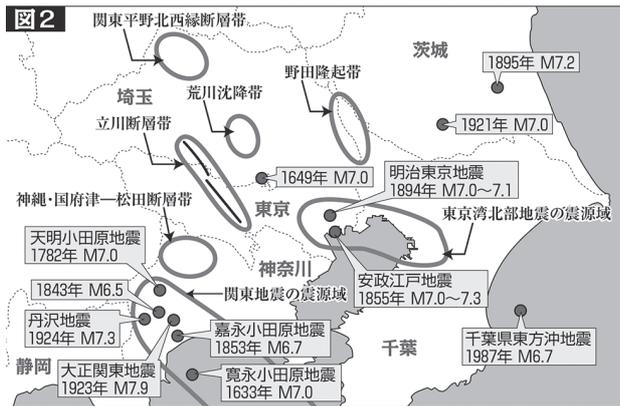


図-4 首都圏周辺の震源域と活断層。鎌田浩毅著『首都直下地震と南海トラフ』（MdN新書）による。

5. 首都直下地震の災害予測

政府は冬の夕方6時に都心南部を震源として発生する場合を最悪のケースと考え、首都直下地震の被害想定を行った。それによれば犠牲者2万3千人、全壊・焼失建物61万棟、経済被害95兆円とされている。また、死者総数の7割に当たる1万6千人は火災が原因で死亡する。

また、約720万人が避難し、そのうち460万人が避難所生活を余儀なくされる。ちなみに、東日本大震災時に震度5強を被った東京周辺では、515万人の帰宅困難者が発生したが、震度7でどれほど過酷な事態に至るかは想像もつかない。

地震が収まった後のライフラインや交通への影響も甚大である。上下水道や電気の停止が長期化し、一般道では激しい交通渋滞が数週間ほど継続する。鉄道は1週間から1か月程度にわたり運行できないだろう。加えて食料や水などの生活物資とガソリンや灯油などが不足した非常時が続くと想定される。

特に、震度7がどういう状況をもたらすかが余り知られていないのは、非常に危険である。震度の階級では7が最大であるが、その揺れは震度6強とは大きく異なる。震度6強では固定していない家具が転倒するが、震度7ではピアノやテレビが空中を飛んで壁に激突する。人は震度7の中ではまったく動くこともできず、ただうずくまっているだけである。

震度7が来ると耐震補強のない木造住宅の多くは、10秒ほどで倒壊する。震度6強と比べると倒壊する

建物は約5倍に増えるが、特に1981年の建築基準法が改正される前に造られた建物が危ない。

1981年以後にできた建物は阪神・淡路大震災や東日本大震災でもほとんど倒壊しなかった。そして震度7では倒壊率は急上昇するのだ。具体的には、1981年以前に建てられた建物の6割以上、また1961年以前に建てられた建物の8割以上が震度7で全壊すると試算されている。

6. 埋もれた活断層による直下型地震

首都圏を襲う直下型地震で2番目に懸念される地震のタイプは、関東平野の陸上にある「活断層」が動くものである。東京都府中市から埼玉県飯能市にかけて、長さ33キロメートルの「立川断層帯」がある（図-4）。ここで予想される地震の規模はM7.4で、東京西部の人口密集地帯を大揺れが襲うと6300人の死者が出ると予想されている。

立川断層帯で今後30年以内に地震が発生する確率は0.5～2パーセントである。これは、一生のうちに台風（0.5パーセント）や火災（2パーセント）で被害を受ける確率と近い。

また、立川断層帯は1万5千年から1万年の周期で動いてきたが、最後に動いた時期は2万年前から1万3千年前である。地質学者が懸命に調べても、地下の現象はこうした誤差を含んだ状態でしか分からないものである。

立川断層帯は最後に大地震を起こしてから一サイクルの周期が過ぎてているように見える。銀行預金に例えれば、「満期」に近い状態で、いつでも下ろせる状態なのである。

東日本大震災以来、内陸にある活断層の活動度が高まっている。というのは、日本列島全体の地盤が東西方向へ引っ張られるようになったからだ。つまり、以前とは異なる余分な力が地面にかかるようになったため、首都圏の活断層も動きやすくなったのである。

首都圏では活動が高まった活断層は他にもある。神奈川県横須賀市にある「三浦半島断層群」は、30年以内の地震発生確率が6～11パーセントになった。ガンで死亡（6.8パーセント）や交通事故で負傷（24パーセント）する確率と比べると、どのくらいのものか見当がつくだろう。

三浦半島断層群の中にある武山断層帯は、1600年～1900年の周期で動いてきたが、最後に動いた時期は2300年前～1900年前である。すなわち、立川断層帯と同様に、こちらも「満期」の状態とみなしても差つかえない。

この他にも、「都心東部直下地震」、「千葉市直下地震」、「さいたま市直下地震」、「横浜市直下地震」（いずれもM6.9）など19パターンの地震が首都圏で想

定されている。

さらに、首都圏北部の地下で新しく活断層が発見された。埼玉県南部の「荒川沈降帯」では長さ10キロメートルの断層が、また千葉と埼玉の県境にある「野田隆起帯」でも同規模の断層が埋もれている調査結果が出た(図-4)。

いずれも8万年前以後に活動したもので、首都直下地震の要因の一つになりうる。これらは地震波を使って地下の状態をくわしく調べた結果判明したもので、沖積層という軟らかい地層に広く覆われている首都圏は、調査をすればするほど埋もれた未知の活断層が見つかってくる。

大事なポイントは、こうした活断層が動く日時を前もって予知することは、現在の地震学ではまったく不可能だということである。つまり「ロシアン・ルール」の状況にあるのだが、不意打ちにあっても不思議はないと覚悟して首都圏に住まなければならない。

7. 火山噴火の誘発

海域で巨大地震が発生すると、数か月から数年以内に活火山の噴火を誘発することがある。地盤にかかっている力が変化した結果、マグマの動きを活発化させるのだ。

スマトラ島沖で起きた2つの巨大地震(2004年12月のM9.1と2005年3月のM8.6)のあと、2005年4月から複数の火山が次々と活動を開始した。その結果、スマトラ島のタラン山は火山灰を噴き出し、4万人を超える住民が避難した。

また、東どなりのジャワ島にあるタンクバン・ブラフ山や火山島アナク・クラカトアの地下では火山性の地震が起きはじめた。さらに、2006年5月からジャワ島にあるムラピ山が噴火を開始し、火砕流によって300人を超える犠牲者を出した。

インドネシアは日本と同じく、海のプレートの沈み込みによって火山の噴火が起きる世界有数の変動帯にある。インドネシア国内に存在する活火山の総数129個は、日本の111個とほぼ同規模で、両者は地下の条件が非常によく似ている。したがって、スマトラ島沖地震の後にインドネシア国内の噴火が誘発されたように同様の懸念がある。

東日本には近代以後に規模の大きな噴火を起こした活火山がある。たとえば、磐梯山は1888年に山体崩壊を起こし、また北海道駒ヶ岳は1929年に火砕流を噴出し、いずれも死傷者を出した。最近でも安達太良山が1997年に水蒸気爆発を起こし犠牲者が出た。その他にも、アカンダナ山、八甲田山などの活火山では、水蒸気爆発や火山ガスの噴出などの小規模な噴火を1995年以後に起こしている。

東日本大震災以後に地下で地震が増加した活火山

がある。たとえば、日光白根山、焼岳、乗鞍岳、箱根山など20個の活火山の地下では東日本大震災の本震の発生直後から小規模の地震が急増した。

噴火を誘発する可能性としては、活火山の富士山も例外ではない。2011年3月15日には富士山頂の南でM6.4の地震が発生した(図-2)。最大震度6強という強い揺れがあり、また震源は深さ14キロメートルだったため、富士山のマグマだまりに何らかの影響を与えたのではないかと我々火山学者は緊張した。

幸い今のところ、富士山噴火の可能性が高まったことを示す観測データは得られていないが、噴火の影響力を考えると常時監視すべき火山であることには変わらない。

富士山周辺のGPS(全地球測位システム)の測定結果は、東日本大震災の発生後に富士山の周辺が東西方向へ伸張していることを示している。現在、富士山の地下約20キロメートルには岩石が溶融したマグマだまりがあり、その直上の15キロメートル付近では、マグマの動きに関連するユラユラ揺れる地震(低周波地震)がときどき発生している。

こうした場所で地面が広がると、地下深部のマグマが地上へ出やすくなる可能性と、広がった地盤の中にマグマが滞留したため出にくくなる可能性の2つがある。このどちらへ進むのか、今後の注視が必要である。

なお、江戸時代には海域で巨大地震が発生したあとで富士山が大噴火を起こした例がある。1703年の元禄関東地震(M8.2)の35日後に、富士山が鳴動を始めた。その4年後の1707年に、宝永地震(M9クラス)が発生した。

さらに、宝永地震の49日後に富士山は南東斜面からマグマを噴出し、江戸の街に大量の火山灰を降らせたのである。宝永噴火と呼ばれるもので、富士山では最大級の噴火であった。

この宝永噴火では、直前の2つの巨大地震が富士山のマグマだまりに何らかの影響を与えて噴火を誘発したと考えられている。たとえば、巨大地震によってマグマだまりの周囲に割れ目ができ、マグマに含まれる水分が水蒸気となって体積が急増し、外に出ようとして噴火を引き起こしたと考えられる。

なお、2009年には、富士山が北東-南西方向に1年当たり2センチメートルほど伸張したことが観測された。この現象は、地下で東京ドーム8杯分の量のマグマが増加したと解釈されている。その後、こうした地盤の伸びは鈍化しているが、もし今後富士山の地下で低周波地震や火山性微動が始まると、噴火の準備段階へ移行しつつあると判断される(拙著『富士山噴火と南海トラフ』講談社ブルーバックスを参照)。

しかし、富士山は地震計や傾斜計など日本でも最

も観測網が充実している活火山の一つなので、突然マグマが噴出する心配はない(図-5)。噴火の始まる数週間から1か月ほど前から、前兆となる地震や地殻変動が観測され、直ちに気象庁から各種マスコミやインターネットを通じて情報が伝えられる。このように活火山の噴火では、地震のように準備期間がゼロというわけではないのである。

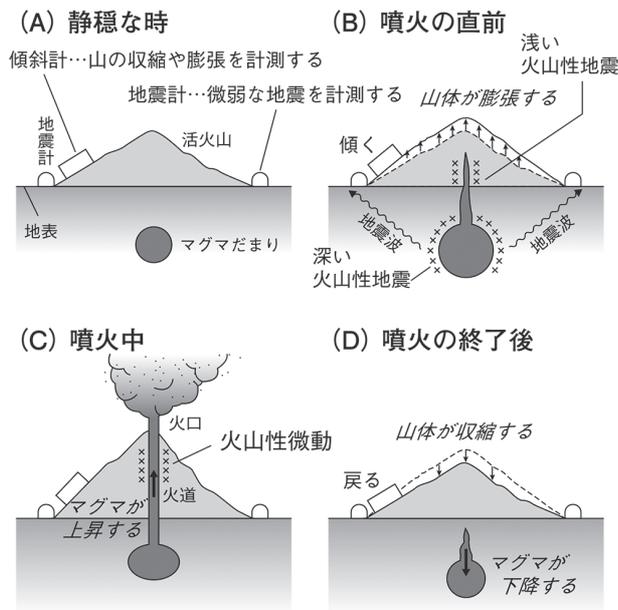


図-5 活火山の噴火前に起きる現象。鎌田浩毅著『火山噴火』(岩波新書)による。

8. 必ず起きる南海トラフ巨大地震

東日本大震災は東日本に甚大な被害を与えたが、我々がもっとも心配しているのは、西日本の太平洋沿岸で必ず起きると予想される巨大地震である。西日本の沿岸に沿った海底には、南海トラフと呼ばれる総延長800キロメートルも続く細長い窪地がある。ここにはフィリピン海プレートと呼ばれるプレートが沈み込んでおり、3つの区間に分かれた巨大地震の震源域がある。これらは東海地震・東南海地震・南海地震にそれぞれ対応しており、首都圏から九州までの広範囲に地震と津波の大災害をもたらすと予想されている。

南海トラフ沿いの巨大地震の発生は、90～150年おきという周期性があることが過去の例から判明している。約100年間隔で起きる巨大地震の中でも、3回に1回は超弩級の地震が発生した歴史がある。

古文書に残された地震の記録からは、887年の仁和(にんな)地震、1361年の正平地震、1707年の宝永地震が知られており、300～500年間隔で起きたことが分かっている。次回、南海トラフ沿いで起きる巨大地震は、この3回に1回の番に当たる。南海トラフの全域にわたって動き、東海・東南海・南海

の3つが同時発生する「連動型地震」という最悪のシナリオである。

こうした同時発生は、今から300年ほど前に江戸時代にも起きた。1707(宝永4)年10月に起きた宝永地震では、津波が太平洋の沿岸を襲って2万人以上の犠牲者を出した。宝永地震の規模はM8.6だったが、これから起きる連動型地震はM9.1と予測されている。

ここで三連動の起き方について、具体的に過去の事例を見てみよう。今回は東南海地震(1944年)と南海地震(1946年)が2年の時間差で発生した。また、前々回の1854年(安政元年)には、32時間の時間差で活動した。さらに3回前の1707年(宝永4年)では、3つの場所が数十秒のうちに活動した。

3つの地震は比較的短い間に活動するが、時間差がある場合には、名古屋沖の東南海地震→静岡沖の東海地震→四国沖の南海地震という順番で起きる規則性がある(図-6)。

こうした巨大地震の起きる時期を、年月日までのレベルで正確に予測することは、今の技術では不可能だ。しかし、過去の経験則やシミュレーションの結果を総合判断して、地震学者たちは2030年代には必ず起きると予測している。

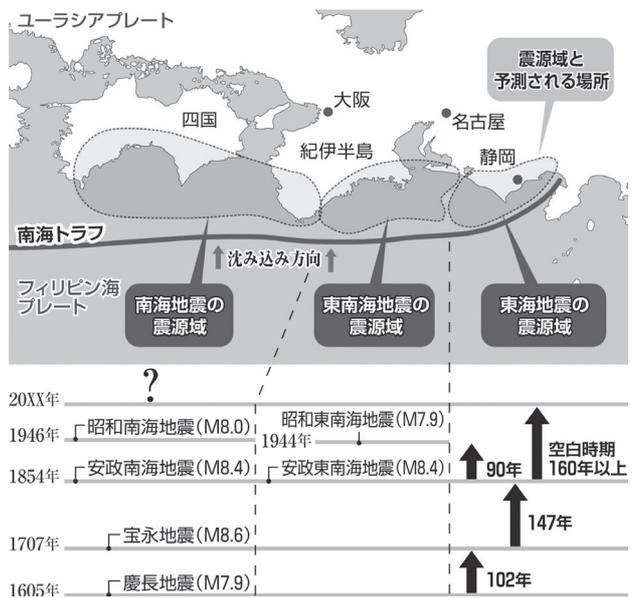


図-6 南海トラフ巨大地震の震源域と発生の歴史。鎌田浩毅著『地学のツボ』(ちくまプリマー新書)による。

9. 南海トラフ巨大地震の発生時期

2030年代に起きる予測は以下の事実から推定されている。まず、南海地震が起きると地盤が規則的に上下するという現象に注目する。南海地震の前後で土地の上下変動の大きさを調べてみると、1回の地震で大きく隆起するほど、そこでの次の地震までの時間が長くなる、という規則性がある。これを利用

すれば、次に南海地震が起きる時期を予想できる。
 具体的には高知県・室戸岬の北西にある室津港のデータを解析する(図-7)。地震前後の地盤の上下変位量を見ると、1707年の地震では1.8メートル、1854年の地震では1.2メートル、1946年の地震では1.15メートルそれぞれ隆起した(図-7)。

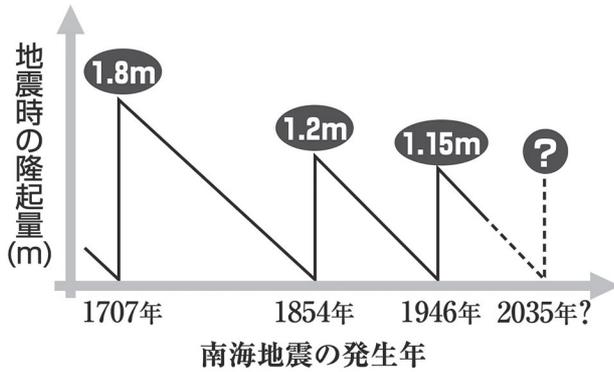


図-7 室津港で観測された南海地震の発生年と地震時の隆起量。鎌田浩毅著『地震はなぜ起きる?』(岩波ジュニアスタートブックス)による。

すなわち、室津港は南海地震のあとでゆっくりと地盤沈下が始まって、港は次第に深くなってゆく。そして、南海地震が発生すると、今度は大きく隆起する。このようなデータは、海溝型地震による地盤沈下からの「リバウンド隆起」とも呼ばれている。

直近の1946年に発生した南海トラフ巨大地震のリバウンド隆起は1.15メートルだった。今後も等速度で沈降するので、次に南海地震が起きるのは2035年頃と予測される(図-7)。

ちなみに、先に述べた三陸沖の貞観地震(869年に発生)の18年後には、南海トラフ沿いで仁和地震と呼ばれる巨大地震が起きている。こうした事実から、私も2040年までには次の三連動地震が南海トラフ沿いで確実に起きると考えている。タイムリミットの期限が今から約8年後に始まるのである。

もし三連動地震が起きれば、太平洋ベルト地帯の経済活動を直撃することは免れない。中央防災会議による被害想定では、九州から関東まで広い範囲に震度6弱以上の大揺れをもたらし、震度7を被る地域が10県にわたる(図-8)。その結果、犠牲者の総数32万人超、全壊する建物238万棟超、津波で浸水する面積は1000平方キロメートルに及ぶ。

南海トラフ巨大地震が太平洋ベルト地帯を直撃することは確実で、被災地域が産業経済の中心であることを考えると、東日本大震災よりも一桁大きい災害になる。具体的には、経済被害に関しては220兆円を超えると試算されている。

東日本大震災の被害総額は約20兆円だが、南海ト

ラフ巨大地震の被害予想が10倍以上になることは確実だ。ちなみに、220兆円は政府の1年間の租税収入の4倍を超える額に当たる。

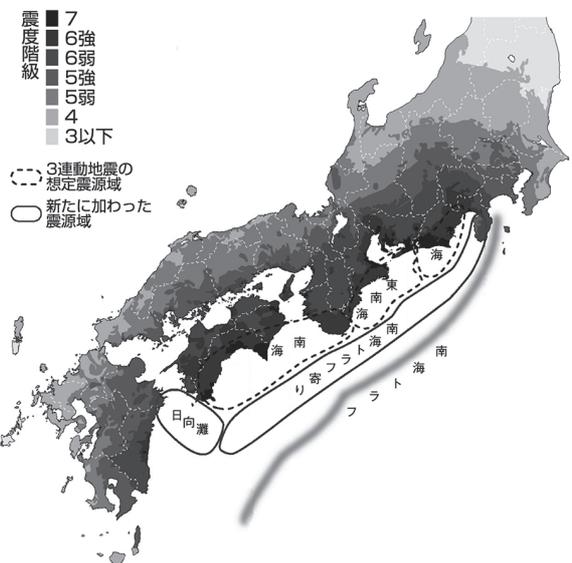
特に、東南海地震のあと短時間で東海地震が首都圏を直撃した場合には、国家機能が麻痺する恐れもある。東日本大震災と同様、非常に広範囲で災害が起きると、周辺地域からの救援や支援は甚だしく遅れざるをえない。

南海トラフ巨大地震は、東海から九州にかけて巨大津波をもたらす可能性があるため、首都圏にどのような影響があるのか見ておこう。東京湾は入口が狭く奥で広まる地形なので、高さ2メートル以下の津波が来ると予想されている。湾内には高さ3メートルまで防ぐ防潮堤などがあるため、首都圏は基本的には心配ないとされている。

むしろ、ウォーターフロント地域で起きる地盤の液状化が大きな被害をもたらす恐れがある。東日本大震災でも、海浜に近い千葉県浦安市では4分の3に相当する埋め立て地で激しい液状化が起きた。また、利根川など河川沿いの造成地でも液状化の被害が続出した。地盤が比較的悪い地域の液状化対策も、今後の大きな課題である。

予測される最大震度と津波

内閣府の資料による



都道府県別の想定津波高

各都府県内で津波高が最大になる市町村の数値

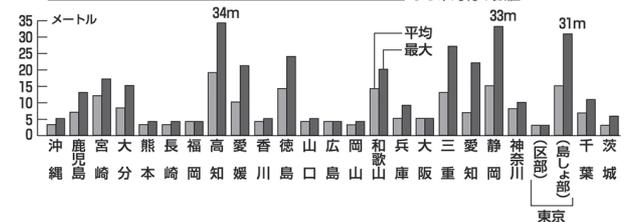


図-8 南海トラフ巨大地震で予想される最大震度と津波。『京大人気講義 生き抜くための地震学』(ちくま新書) 鎌田浩毅著による。

10. 巨大地震の伝え方、地震発生時にすべきこと

残念なことに巨大地震の発生する「日時」を正確に予知することは、地球科学ではまったく不可能だ。そこで政府の地震調査委員会は地震の発生確率を公表しており、南海トラフ巨大地震については今後30年以内に発生する確率を「70～80%」としている。

ここに大きな問題がある。というのは、こうした地震発生確率で示したのでは緊急性が伝わらないからだ。これは一般市民だけでなく我々地球科学の専門家も全く同じである。

私はあることに気がついた。人は実際の社会では「納期」と「納品量」で仕事をしている。つまり、いつまでに（納期）、何個を用意（納品量）という表現で言われなければ、誰も主体的に動けないのではないか。

そのため、私は2項目に絞って伝えている。①南海トラフ巨大地震は約10年後に襲ってくる（2035年±5年）、②その災害規模は東日本大震災より一桁大きい。

もし人々が自発的に避難すれば津波の犠牲者を最大8割まで減らすことができ、また建物の耐震化率を引き上げれば全壊も4割まで減らせる試算もある（拙著『首都直下地震と南海トラフ』Mdn新書を参照）。東日本大震災で大きな問題となった「想定外」をなくすには、まず日常感覚に訴える防災から始めなければならない。

地震発生時にすべきことは、とにかく自分の身を守ることである。地震の直後に発せられる「緊急地震速報」が入ってから大きなゆれがくるまでは、数秒～数十秒の余裕がある。この間に激しいゆれに備えて、身を守る場所に移動する。

その後、ゆれが収まったら、津波警報が出ている場合はいち早く安全な場所へ移動する。そうでない場合は、台所などの火の始末をしてから、家族やまわり人の安否を確認する。ただし、大きなゆれが収まってもその後から余震がくるので油断してはいけない。

大きな揺れがおさまり、家族の安否なども確認できた後は、次の三つのどれかに当たる場合は、速やかに安全な避難場所へ移動する。1. 火災が発生した、2. 家屋が倒壊しそうだ、3. 避難指示や避難勧告が出ている。避難する際は非常持ち出し袋を携行し、隣近所の安否を確認してから移動する。

上記の三つ以外の場合には、家屋に被害がない場合は自宅に留まる。避難の途中で助けを求める人がいたり、火災が起きていたりした場合は、協力して消火活動や救助活動をする。南海トラフ巨大地震は広域に災害が発生するので、救助はなかなかやっこないだろう。したがって被災時は、住民同士で助け合うことが極めて重要になる。

直ちに対策に取り組んでほしいことを三つだけ述

べる。まず寝室や居間に倒れてくる家具や置物はないかをチェックし、壁や天井に固定する。次に、飲み水を人数の3日分で良いので備蓄する（本当は7日分欲しい）。三つ目に、建物の倒潰と火事を起こさないため早めに耐震補強する。

巨大地震の被害想定における死者の多くは、建物倒壊に伴う圧死と、それに付随して発生する火災が原因とされている。よって、国や自治体だけでなく個人にも準備が肝要である。

一般に自然災害ではリスクが巨大になればなるほど、人は思考停止に陥りやすくなる。よって、「不意打ちを食らわないこと」が大切で、そのためには平時から備えるしかない。

そしてゼロリスクを求めることは不可能であるが、「減災」はできる。よって「防災完璧主義」に陥らないようにして、できるところから一人ひとりが柔軟な姿勢で準備を始めていただきたいと願っている。

11. 大震災からの復興事例

南海トラフ巨大地震、富士山噴火、首都直下地震によって将来の日本は様々な面で大きな転換を強いられるだろう。こうした際に参考になるのは、過去の大災害から復興した例である。

たとえば、18世紀のポルトガルの首都リスボンは甚大な地震と津波の災害を被り、その後の国家の運命を変えてしまった。1755年に起きたリスボン大地震と呼ばれる破局的な災害で、6万以上の犠牲者をもたらした。今後の我が国の復興を考える上でも示唆されると思われるので紹介しておきたい（拙著『日本の地下で何が起きているのか』岩波科学ライブラリーを参照）。

1755年11月1日の午前9時40分から3つの大地震が発生し、ヨーロッパ西部のポルトガル、スペイン、イタリア、フランスと、アフリカ北部のモロッコなどが大きな振動に襲われた。

リスボンでは9割近い建造物が倒壊して、2万人が建物の下敷きになり死亡したとされている。地震によって市内には大きな亀裂が何か所にもできた。11月1日はキリスト教の「万聖節」であり、多くの市民が教会に集まり祈りの最中であつたが、その教会自体が倒壊したため予想外に多い犠牲者が出たのである。

建物の倒壊からまぬがれた市民たちは、港の周辺にある空き地に集まってきた。ところが、その直後に海は沖へ引いていき、やがて高さ15メートルに達する津波がやってきた。

津波はリスボン市内を押し流し、川をさかのぼっていった。こうした地震直後の津波によって1万人の犠牲者が出たとされている。地震と津波のあとには市内の各所で火事が起き、消防機能を失ったリス

ボンでは1週間も鎮火することがなく広範囲を焼き尽くしてしまった。地震の規模が大きかったため、首都リスボン以外にもポルトガルの全土が甚大な被害を被った(図-9)。



図-9 1755年に発生したリスボン大地震の被災状況を描いた版画。ウィキメディア・コモンズによる。

<http://ja.wikipedia.org/wiki/>

ファイル:Lisbon1755hanging.jpg

リスボン大地震の大きさは、M8.5と推定されている。この地震は、ヨーロッパとアフリカが最接近したジブラルタル海峡の西方の海底にある活断層がうごいたことによって発生した。

その原動力は、アフリカプレートがユーラシアプレートに衝突する巨大な力によるものである。津波の規模がきわめて大きく、ポルトガルの南西部では30メートル、また北アフリカ沿岸では20メートルの津波が襲来し、遠く離れたイギリスにも3メートルの津波が記録されている。

12. 思想が変わった

この地震はヨーロッパ近世最大の地震災害をもたらしたのみならず、当時の西欧人の考え方に大きな影響を与えた。まず、地震発生の日がキリスト教の祭日であり、教会に集合した人たちが建物の倒壊によって多数犠牲となったことから、神学的な世界観に疑問が出される契機となった。

たとえば、それまでの考え方では、この世は神が創造した最善の世界であるという考え方が主流であった。これは「弁神論」とよばれるもので、ドイツの哲学者ライプニッツなどによって確立された楽観的な世界観であった。

これに対して、フランスの啓蒙思想家ヴォルテールは、最も敬虔な人たちが災害に遭遇したことに対して、神は最善の世界を造ってはいないのではないかと疑問を投げかけた。彼は小説『カンディード』に当時の状況を風刺的に描き、ライプニッツの弁神論を否定する論調を広めた。

また、フランスの思想家ルソーは、過密な都市に居住すること自体が大災害の原因を招いたと考え、

ヴォルテール宛てに公開書簡を出した。ルソーは、自然界が人間に対してもたらす災害よりも、人間が自分たちで引き起こす災害のほうが大きいのではないかと論を進め、「自然に還れ」という主張を展開している。

一方、ドイツの哲学者カントは、リスボン大地震を契機に地震の成因について思索を巡らし、大地震は神が起こしたのではなく、地下深部の何らかの現象によって起きたものであるという説を出した。彼は地震について3編の論文を書き、ここから近代地震学が誕生したとも言われている。

さらにカントは大地震の経験から、巨大な力をもつ自然に対する人間の能力に関する考察を進めた。すなわち、自然は人がまったく手を出すことができないような荒れ狂う力を持っているが、その自然に対して人間は冷静に観察する理性を持っている。津波など破壊的な現象に対しても、単に恐れを持つだけでなく、理性を行使することによって災害から逃れることが可能である、と考えた。

すなわちカントは、神学的な世界観が近代科学に基づく合理的な世界観で置き換えられてゆく萌芽を作り、人間の持つ能力に依拠する価値観が次第に広まっていった。他にもドイツの文豪ゲーテが『詩と自然』の中で言及しており、リスボン大地震は18世紀の思想界に大きな影響を与えたのである。

大地震により18世紀半ば以降のポルトガルの国力は一気に低下していった。それまでの大航海時代にスペインとともに海の貿易を支配し全盛を極めたポルトガルは、地震後に凋落しはじめ、やがてオランダとイギリスに覇者の座を奪われた。

実際には、リスボン大地震が起きる前から地盤沈下しつつあった最中に、大震災が凋落を加速してしまっただが、こうした状況を東日本大震災を受けた日本と重ね合わせて論じる歴史学者がいる。

日本も世界経済第2位のステータスを中国に奪われ、後ろから韓国などの激しい追い上げを受け、国の借金が増え続ける後退気味のさなかに大震災に襲われたからである。論点は日本もポルトガルと同様の道をたどるのかどうか、である。

一方、リスボン大地震後のポルトガルでは国のスタイルが変化した。まず国王ジョゼ1世が復興と再建を宰相のボンバル侯爵に託したのだが、彼はすぐさま火災を鎮火し、疫病が蔓延する前に遺体を運び出し、廃墟の撤去を開始した。その後、ボンバル侯爵はリスボン市内の街路を拡張し、当時の最高技術を用いて耐震建造物を再建した。さらに既得権を手放そうとしない貴族たちを追放し、啓蒙主義的な専制政治によって復興を成し遂げた。

その後のポルトガルは、もはや世界の覇者を目指すことはなかったが、国民の生活は次第に安定し、

世界遺産を多数有するヨーロッパ有数の歴史国となっている。こうした点でもリスボン大地震の事例から学ぶことが多いのではないかと私は考えている。

13. ストック型文明からフロー型文明へ

東日本大震災は我が国にとって戦後最大の試練と言われている。地球科学的に見ると、実は戦後の復興期は地震も少なかった時期という幸運に恵まれていたのである。こうした地震の少ない恵まれた時代が終わったのが、1995年の阪神・淡路大震災なのである。

日本の復興期と高度経済成長期に地震がなかったのは、ラッキー以外の何ものでもない。言わば、パクス・ロマーナ、パクス・アメリカーナに続くパクス・ジャポニカだったと言えるかもしれない。

それが20世紀末の1995年で終了し、その後の世界はアメリカの「9・11」から21世紀の動乱が始まった。「9・11」が世界を変えたのと同様に、東日本大震災も日本とアジアを根本から変えると思われる。日本人はこれからどうやって生きていくべきかについて、もう一度考え直すきっかけを大きな犠牲と供に与えられたのである。

地球科学の観点では、これほどの被害が起きたのは人類が物質を溜め込むようになったことに原因が求められる。経済学の用語ストックを援用して「ストック社会」と呼ばれるが、そうした社会では溜め込んだものが大きいほど自然災害によって失うものも大きくなる。

人類がこうしたストック社会を始めたのは、わずか1万年前からである（拙著『地球の歴史』中公新書を参照）。それ以前は、日本でいえば縄文時代の狩猟採取をしていた時期で、経済用語でいえば「フロー社会」の中にあっただ。

ところが、1万年ぐらい前に人類が農業と牧畜を「発明」してから、毎年作物が採れるようになり、余った農産物などは貯めておけるようになった。ここから富の集積が始まり、さらに富を独占する権力者が出てきて、国家が誕生していった。このように人間の社会はフロー社会からストック社会へ移行していった、というのが我々の見方である。

その行き着く先が18世紀から19世紀にかけて起きた産業革命であり、石炭を燃やすことで得られるエネルギーを使用し始めた（図-10）。次に、石炭よりも利用しやすい石油を使うようになり、モータリゼーションの社会が到来した。石炭や石油などの化石燃料は、いずれも地球上の生物がストックしてきたエネルギー資源である。

使用してきた燃料がどのくらいの時間で出来上がったものかを振り返ると、たとえば石油は1000万年ぐらい、ウランは1億年ぐらいかけて形成された

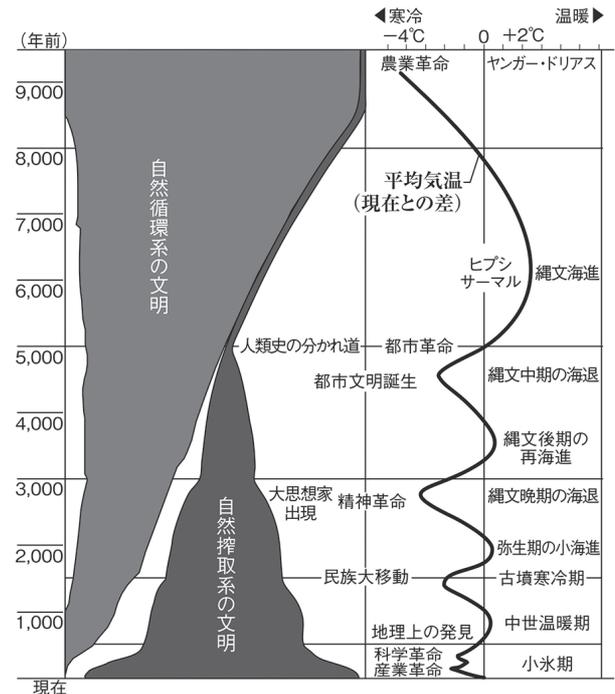


図-10 1万年前以降の気候変化と文明の盛衰。安田喜憲原図、鎌田浩毅著『資源がわかればエネルギー問題が見える』（PHP新書）による。

ものである。地球が途方もない時間をかけて作った資源を、人類はここ200年ほどで燃やし尽くそうとしているわけである。これはストック社会の末路でもある。

実は、人類がフロー社会から1万年前にストック社会に移行できたのは、地球環境の変化が大きな要因となっていた。それ以前は寒暖の差など気候変動が激しく、農作物の種を播いても実がならなかった。それが約1万年前以降に暖かくなり、さらに気候が安定したため農業ができるようになった。氷期が終わって温暖な間氷期に、人間はストック社会という生き方を確立したのである。

ところが、現在は再びゆるやかに氷河期に向かいつつある時期にある。人類史的に考えると、温暖化よりも寒冷化の方が生物には打撃が大きい。たとえば、もし気温が下がり続けて北半球の多くが氷河に覆われるようになると、穀物生産が激減し食糧危機が到来する恐れがある。

さらに、大気中の二酸化炭素が減ると光合成が抑さえられ、植物の生産量そのものが減少するという現象も起きる。現在は長期的には寒冷化している途上にあるのだが、寒くなりつつあるさなかの温暖化現象なのである。すなわち、数十年ではなく数万年という地球科学の扱う時間軸で捉えなければならないのである。

我々が学ぶべき教訓は、人類が1万年ものあいだ継続してきたストック社会を昔のフロー社会に変える時期が来た、ということではないだろうか。たと

えば、近世にフロー社会が実現していた日本の江戸時代は、鎖国をしていたために低エネルギー消費の自給自足の社会が可能であった。

衣食住の材料はすべて国内で生産されたものであり、人体から出たものを堆肥にして資源を循環させていた。夜になったら菜種油を灯（とも）す程度の消費エネルギーで生活していたのだ。低エネルギーにも関わらず、250年以上もの長期間のあいだにオリジナルな文化を創り上げたことは注目に値しよう。

現在でも社会全体で節電に努めれば、使用電力を15パーセント減らすこと可能である。ストック社会があたりまえの現代に生きる我々は、明らかにエネルギーを使いすぎており、江戸時代のライフスタイルからはもっと学ぶことがある。

14. 「長尺の目」で考える

地球のストックを大量消費する「ストック型文明」を「フロー型文明」に変えるには、たとえば自然エネルギー資源の活用が考えられる。私自身41歳で京都大学へ移籍する前は、通産省（現・経産省）で地熱資源の探査を行っていた。

地熱・太陽・風力などの発電は、すべてストックに頼らないフローによるエネルギー活用である。もし原子力が不調ならば再び石油と石炭を大量に買い込んで発電するというのではなく、できる範囲でフローによるエネルギー開発を行なう。それで電気が足りなければ、全体の消費量を減らす政策を継続する。

令和の現代人には江戸時代の生活に戻すことはもはや無理だが、少しでもこの方向へシフトすることを本気で立案しなければならない。膨大なストックを買い込み消費するシステムから脱却し、効率よく小さく使うシステムを確立することが肝要なのである。

ここでは科学技術の新展開というだけでなく、ストック社会に依拠する生き方そのものを変える必要がある。システムを変えるためには、文化とライフスタイルを変える人文科学領域の戦略も必要となる。

地球科学では「長尺の目」と呼んでいるが、100年とか1000年とか長い目で見るのが生き方や文化を変えることにつながる。たとえば、2030年代の発生が確実視されている南海地震は100年に1回の頻度で起きてきた。また、東日本大震災を起こしたマグニチュード9の地震は1000年に1回であった。

このように日常生活では考えもしない時間軸で動く日本列島に、我々は住んでいるのである。こうした事実を目を背けることなく、100年や1000年のスケールでものを見てじっくりと考える文化をこれから創出しなければならない。こうして初めて世界屈指の変動帯の生活を持続できるのである。

実は、日本人にはこうした「長尺の目」で考える遺伝子が組み込まれているのではないかと私は考

えている。いま火山の巨大噴火の歴史を見てみよう。今から7000年ほど前、日本列島の大部分が噴火による火山灰で覆われたことがある。カルデラ型の巨大噴火であり、大規模火砕流に襲われた縄文人が絶滅してしまったのである（拙著『地学ノススメ』講談社ブルーバックスを参照）。

そのひとつ前の巨大噴火が2万9000年前であり、日本では12万年に18回ほどこうした激甚火山災害が起きている。すなわち1000年に一度の大地震だけでなく、1万年に1回の大噴火でさえいつ来ても不思議ではないのである。

すなわち、そのような日本列島に暮らしていても、日本民族は死に絶えることなく現在まで発展を続けてきた。巨大地震と巨大噴火が起きる中で何とか生き延びてきたDNAを我々は持っている（拙著『武器としての教養』MdN新書を参照）。よって、あまりうろたえることなく「長尺の目」と科学の力によって1000年や1万年の時間単位で起きる地球イベントを上手にかわそうというのが、地球科学者からのメッセージなのである。

その結果、ストック型文明から首尾良く脱出し、フロー型文明へ軟着陸することを我国の次の目標としたい。その知恵と技術を、先進国に追いつくために膨大なストックを消費しようとしているインドと中国へ移転することが、地球規模の環境とエネルギー資源の問題を解決する一つの解決策ではないかと私は考えている（拙著『一生モノの超・自己啓発—京大・鎌田流「想定外」を生きる』朝日新聞出版を参照）。

なお、本稿のテーマ「地球科学としなやかな生き方」については、2021年3月の京都大学定年退職に際して行ったYouTube「京都大学最終講義」をご覧いただけたら幸いである（URLは下記 = <https://www.youtube.com/watch?v=PaznAeYwQD0>）。

また最新の知見と、講演・執筆・シンポジウム・出演・監修・技術指導に関しては、京都大学レジリエンス実践ユニットにある、下記のホームページを参照していただきたい。

▶<http://trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp/resilience/~kamata/>

参考文献

鎌田浩毅著『京大人気講義 生き抜くための地震学』（ちくま新書）

鎌田浩毅著『首都直下地震と南海トラフ』（MdN新書）

鎌田浩毅著『富士山噴火と南海トラフ』（講談社ブルーバックス）

鎌田浩毅著『地球の歴史』（中公新書、上中下 全3巻）

鎌田浩毅著『地震はなぜ起きる？』（岩波ジュニアスタートブックス）

鎌田浩毅著『火山噴火』（岩波新書）

鎌田浩毅著『西日本大震災に備えよ』（PHP 新書）
 鎌田浩毅著『地球とは何か』（サイエンス・アイ新書）
 鎌田浩毅著『地学のツボ』（ちくまプリマー新書）
 鎌田浩毅著『マグマの地球科学』（中公新書）
 鎌田浩毅著『やりなおし高校地学』（ちくま新書）
 鎌田浩毅著『地学ノススメ』（講談社ブルーバックス）
 鎌田浩毅著『日本の地下で何が起きているのか』（岩波科学ライブラリー）
 鎌田浩毅著『一生モノの物理学』（祥伝社）
 鎌田浩毅著『日本列島のしくみ見るだけノート』（宝島社）

鎌田浩毅著『知的生産な生き方』（東洋経済新報社）
 鎌田浩毅著『一生モノの超・自己啓発』（朝日新聞出版）
 鎌田浩毅著『世界がわかる理系の名著』（文春新書）
 鎌田浩毅著『座右の古典』（東洋経済新報社）

（本稿は、2022年3月18日に開催した「2021年度第3回原環センター講演会」の講演「[大地変動の時代]に役立つ地球科学としなやかな生き方」に基づき作成しました。）

「原環センタートピックス 2022.3.No.141」の記載の訂正

「原環センタートピックス 2022.3.No.141」の記載に誤りがありました。お詫び申し上げますとともに、以下のとおり訂正させていただきます。

番号	訂正箇所	誤	正
1	5ページ 右欄 「創造性にはパターンが存在する？」 第二段落	石器時代をいつ超えたかというと、大体5万年ぐらい前に超えています。	石器時代をいつ超えたかというと、大体5千年ぐらい前に超えています。



編集発行

公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター
〒104-0044 東京都中央区明石町6番4号（ニチレイ明石町ビル12階）
TEL 03-6264-2111（代表） FAX 03-5550-9116
ホームページ <https://www.rwmc.or.jp/>