

トピック

原子力発電所と活断層

三澤 友子 (CASA 理事)

東日本大震災を起こした「東北地方太平洋沖地震」以降、地震予知の観点からプレート*¹の動きや活断層の有無が日常的に話題に上るようになってきました。また福島第一原子力発電所事故によって、地震に対する原子力発電所の安全性が今大きな問題となっています。今回のトピックでは、まずはその地震について、そして地震列島日本といわれるその実態、さらには活断層と原子力発電所について考えたいと思います。

【地震について】

地震とは地下の岩盤に力が加わり、ある面を境にずれる現象のことです。私たちはこの岩盤のずれによって生じる振動が地表に伝わり地面が「揺れる」ことで地震を感じています。地球は10数枚のプレートが地球表面を覆っていてそれぞれ独自の動きをしていて、これらプレート同士の境界面での動きが、地震を生み出す力となっています。そしてこの地震の際に生じた岩盤のずれを断層といい、生じた断層の中でも、地質学的に今後も断層のずれを引き起こす可能性のあるものを活断層といいます。

地震については、一般的には「マグニチュード(M)」と「震度」の2つの指標が用いられています。「マグニチュード」は地震そのものが持つエネルギーの大きさを表す尺度です。この値は対数の関数*²となっているためマグニチュードの数値が1大きくなるとエネルギー量は32倍、2大きくなると1000倍にもなります。例えばM9の地震はM7の地震1000個分のエネルギーを持っています。

これに対して「震度」は自分のいるところがどれだけ揺れたかを示す尺度で、これまでは人

が体で感じた揺れ方や、物の転倒、建物の倒壊など、室内の様子や周囲の状況など、人間的な尺度で測られていました。しかし1995年の兵庫県南部地震(阪神大震災)を契機に、1996年からは震度計による計器測定となり、階級もこれまでの震度0～7に加え、震度5と6はそれぞれ強と弱に2分されて、現在では10段階となっています*³。

プレートもがり込みによる海溝型大地震の発生

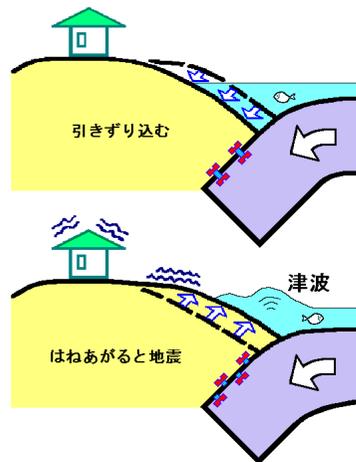


図1 プレートもがり込みによる海溝型地震の発生
出所：防災科学研究所

*1 地球の表面は厚さ数10～200km、幅1000km規模の岩石で覆われており、この岩石層が全体として板のような状態に見えるためプレートと呼ばれています。

*2 地震学会：http://www.zisin.jp/modules/pico/index.php?content_id=403

*3 震度の決め方は国により異なり、欧米では主に12階級のものを使っています。

また地震の種類については大きく分けて、海溝型地震と内陸型地震があります。

海溝型地震は海溝部*4を震源とする地震で図1にあるように、海洋プレートが海溝部で陸側のプレートに沈み込むことによって陸側が引きずり込まれ、その境界部分で歪エネルギーが蓄えられます。この歪エネルギーが摩擦力を超えたところで、元に戻ろうとする反発力が働き、陸地が跳ね上がって地震となります。このとき断層運動による海底の隆起が起こり、海水が持ち上げられ、それが津波となって陸地に押し寄せます。海溝型地震の中でもM8レベルの巨大地震は100～200年の間隔で起こっています。

一方内陸型地震は図2にあるようにプレート同士の圧縮力によって、陸側プレート内の浅いところに力が蓄積されます。

この力が岩盤の強度を超えると岩盤にずれを

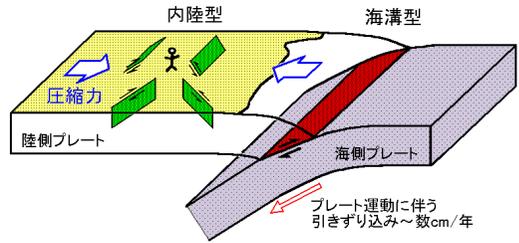


図2 海溝型地震と内陸型地震
出所：防災科学研究所

生じさせる断層運動、すなわち地震の発生となります。さらに内陸型地震の規模は海溝型に比べて小さく、通常はM7レベルくらいまでで、力の蓄積も遅いため、地震の繰り返し周期も数千～数万年といわれています。しかし陸地の浅いところで発生するため、規模が小さくても大きな被害を伴うことがあります。

【日本の地震の特徴】

日本列島は図3にあるように、海側に太平洋

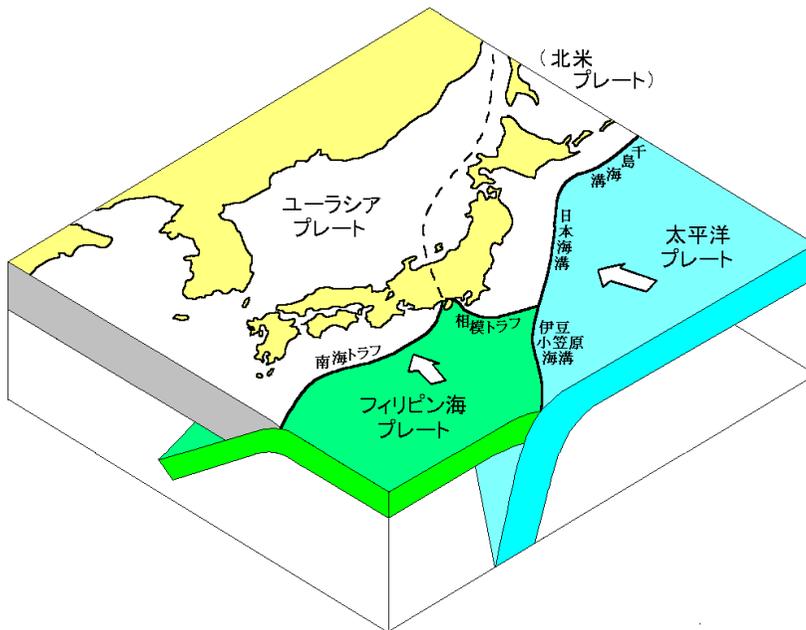


図3 日本列島周辺のプレート構造
出所：防災科学研究所

*4 海溝とは深さ 6000m 以上の細長い溝状になっている所で、海洋プレートが他のプレートに沈み込む場所とされています。また 6000m よりも浅いものをトラフといいます。

プレートとフィリピン海プレート、陸側に北米プレートとユーラシアプレートと、4つものプレートが集まったところに位置しています。太平洋プレートは、ハワイ諸島も載せた巨大なプレートで、年間約8cmの速度で西北西に進んでおり、千島海溝、日本海溝、伊豆・小笠原海溝を結ぶ位置で陸側の北米プレートの下に沈み込んでいます。東北地方太平洋沖地震は、日本海溝の西側にある太平洋プレートと北米プレートの境界面で起こった地震でした。

またフィリピン海プレートは年間約4cmの速度で北西に進んでおり、相模トラフ、駿河トラフ、南海トラフ、南西諸島海溝を結ぶ位置で陸側のユーラシアプレートの下に沈み込んでいます。中でも今最も懸念されている、東海、東南海、南海地震を引き起こすとされる南海トラフの活断層は、1000年あたり10m以上の速さですれを生じていることから、すでに多くのエネルギーを蓄積していると考えられています

一方内陸型地震については、1995年の兵庫県南部地震、2004年の新潟県中越地震などがあり、これらは全て活断層が起こしたものです。その中でも兵庫県南部地震は、淡路島北部から伊丹市にかけて約50km、深さ5～18kmの六甲-淡路断層帯で起こったもので、M7.3、震源の深さ16kmと浅く、この地震によって淡路島北部の野島断層が動き、1.5～2mものずれが地表にまで現れました。このようにほとんど全ての地震は震源での断層運動によって引き起こされていることから、断層の中でも活断層の調査は、今後の内陸性地震の予測の重要な手がかりになります。

【活断層について】

日本では、断層はいくつもの地質時代を経て作られてきました。その中でも最近の地質時代において地震を繰り返し発生させた断層は、今後も活動する可能性が高いとして活断層といわれています。この最近の地質時代というのは第四紀(200万年～現在)で、研究者のあいだではこのうちの第四紀後半(数十万年～現在)を活断層の定義とするのが一般的になっています。そして現在見ついているものだけでも、日本の陸地には大小2000以上の活断層があります*5。

さらに活断層の規模(長さなど)は、そこで起こる地震の大きさ(M)と比例関係にあることがわかってきており、個々の活断層からどのような規模の地震が起こるかも想定できるようになってきています。

その活断層の調査方法としては、まずは空中写真で判読し、その後野外調査に基づいて判定を行っています。また断層そのものを掘削して直接調べる発掘調査(トレンチ調査)やボーリング調査、振動を用いた反射法地震探査などの方法が用いられています。

しかし活断層と判定されるのは、地表に現れている地形や地盤のデータが示されたもの、あるいは断層面の先端が地表近くに存在しているものだけです。したがって地下深部や海底の見えない断層について活断層であるかどうかの判定は難しく、現在見ついている活断層の数は非常に限定的なものだといえます*6。

*5 詳細な活断層の分布については(独)産業技術総合研究所の活断層データベースのサイトから見る事ができます。

http://riodb02.ibase.aist.go.jp/activefault/cgi-bin/search.cgi?search_no=j024&version_no=1&search_mode=0

*6 日本列島を覆う岩石は侵食されやすいため断層地形は消えやすく、一方平野部などでは堆積物によって断層が隠されるため、地表に出ているものでも発見が難しいといわれています。

【原子力発電所と活断層の判断基準】

1978年に、政府の原子力委員会が策定した「発電用原子炉施設に関する耐震設計指針」の中に、初めて耐震設計に際しての活断層への配慮の必要性が明記されました。この時の「原則として重要施設が直上にあることを禁じる」とされる活断層の基準は、5万年前以降に活動したものとされ、その後2006年に13～12万年前以降に変更されました。また原子力発電所の耐震安全審査は、電力会社などが独自に調査を行い、その結果を国に報告するという形をとってきたため、地震学者や活断層の専門家からその結果に疑問の声もありました。

そして東北地方太平洋沖地震後、新たに設置された原子力規制委員会で、地震と津波に関する新しい安全基準を決め、2013年の7月から施行し、この導入後再稼働の審査を始める計画になっています。この審議においては、活断層の定義についても、従来の「12万～13万年前以降」を「40万年前以降」に広げて評価するとしました*7。

ただ現在出されている新規制基準骨子案では、「13万～12万年前以降」とする従来指針のまま、地層がわかりにくいなど判断がつきにくい場合に限り40万年前まで遡って検討すると、限定的なものになっています。

【各原発の断層調査】

原子力規制委員会は、現在6つの原発で、敷地内にある地層のずれが、活断層であるかどうかの調査を進めています。対象になっているのは敦賀原発(福井県)、東通原発(青森県)、大飯原発(福井県)、志賀原発(石川県)、美浜原発(福井県)、高速増殖炉もんじゅ(福井県)で、専門家による調査団を作って現地調査を始めています。

・敦賀原発

敦賀原発2号機の原子炉建屋の真下を走る断層の一種の「D-1 破碎帯」について5月15日調査団は「活断層」という最終的な報告書を出しました。国の指針では、原子炉の真下に活断層があることを認めていないため、このままいくと廃炉になる可能性が強まっています。

・東通原発

東北電力は敷地内の断層は粘土が水を吸った膨潤によるもので、活断層ではないとの主張をしていましたが、専門家からはこのような解釈では地層全体の説明ができないとし、13万～12万年前以降に活動した活断層の可能性が高いとする報告書案を出しました。

・大飯原発

現在唯一稼働している大飯原発については、専門家のあいだで活断層か地すべりかで意見が別れ、結論が出ないまま、関西電力の追加調査を待つ今年春以降に最終判断をするとの見通しになっています。

志賀原発については、北陸電力の掘削調査が大幅に遅れているため、規制委員会の現地調査も止まった状態にあります。ただ今年1月に新潟大学の立石雅昭名誉教授(地質学)らが行った現地調査では「活断層と考える以外に説明しようがない」とする結果が出されています。

さらにまだ調査が入っていない美浜原発と高速増殖炉もんじゅについても、2012年7月に、当時の原子力安全・保安院が、「それぞれの破碎帯が、近くの白木-丹生断層と連動して動く可能性がある」として、関西電力と日本原子力研究開発機構に現地調査を求めています。

また今回調査を行う6原発意外にも、東通原発の調査で活断層とされたもののうちF-3破碎帯は、北側に隣接する東京電力東通原発の敷地まで伸びており、その影響も今後問題になると考えられます。また規制委員会が下北半島太平

*7 概ね40万年前以降、ほぼ同じ力が日本列島にかかっているとしてこの基準が示されました。

洋沖に、もしこの活断層が動いた場合 M8 クラスの大地震になるとされる長さ約 100km に渡る「大陸棚外縁断層」の存在を指摘しています。この下北半島には、日本原燃の**六カ所村核燃料再処理工場**と電源開発が建設を再開したばかりの**大間原発**があり、これまでも産業技術総合研究所や複数の専門家が、この海底活断層が原発付近に延長している可能性を指摘してきました。今回規制委員会はこの大間原発の調査を新たに加える考えを示し、六カ所村については、日本原燃と東北電力がさらに音波調査を実施し今年秋までに結果をまとめるとしています。また**柏崎刈羽原発 1、2 号機**の原子炉建屋直下にある断層については 40 万年前の基準とした場合、活断層と判断される可能性があります。同様に北海道**泊原発**でも、確認されている 11 本の断層のうち 3 本が活断層と判断される可能性が出てきています。さらに運転開始後、近くに活断層が見つかったとして、住民が中国電力に運転差し止めを求めた**島根原発 1、2 号機**の訴訟は、2010 年に差し止めが認められない判決がおりましたが、今回の敦賀原発の判断を受け、専門家からは再調査を求める声が上がっています。

このように活断層の調査は少しずつ始まっていますが、その中でも大きな問題点となっているのが、現地の地質調査や評価が原発を動かしている電力会社で行われている点です。

例えば東京電力は 1981 年の柏崎刈羽原発設置許可申請の際、活断層の長さを 8 km と評価し、予想される地震に対する耐震設計もそれに基づいてされました。しかし 2007 年の新潟県中越地震 (M6.8) では、想定の上を 2 倍を超える地震動^{*8}が観測されました。ところが地震の後、

専門家が 8 km と評価した東京電力の海底音波探査記録を検討したところ、そのデータから柏崎沖に長さ 20 km 以上の活断層が複数存在することが確認できるとしました。(地震後に東京電力は活断層の長さを 23 km に修正しました。)

島根原発でも、建設当初中国電力は「活断層はない」としながら、その後原発から 2.5 km に長さ 8 km の「宍道湖断層」があることを認め、その長さを 2004 年に 10 km、2008 年に 22 km に延長しています。今回の大飯原発の調査の場合でも、関西電力の資料の出し方や過去に行った調査の信憑性について疑問視する声が多く出されています。このように原発の建築基準、耐震基準を決める大きな要因となる活断層調査やその評価を、原発を動かす電力会社に委ねている点には大きな問題があり、正しい評価を行うためには、少なくとも中立性が保たれた第三者による調査や評価が必要だと考えられます。

さらに 7 月に与えられる新規規制基準に則って再稼働の検討が進められることになっていますが、100% 解明が難しい活断層のデータや津波の予測をもとに規制基準を決め、それをクリアすれば直ちに再稼働してよいかという問題があります。つまり事故の確率を決してゼロにできない原発をそもそも再稼働すべきかどうかの議論がされないまま、再稼働に向けての検討が進んでいます。原発事故からの完全回避は、原発を止めることでしかできないことを、私たちは福島原発事故で学びました。新しい規制基準を議論する前に、まずは福島の教訓に基づいて再稼働するかどうかの議論が必要です。

*8 観測点での地震の大きさを加速度で表したもので、1 ガル (G) = 1 cm / 秒² で表されます (重力加速度 9.8m / 秒² は 980 ガルに相当)。刈羽原発 3 号機タービン建屋 1 階では 2058G (想定 834G) でした。「東北地方太平洋沖地震」では約 200 km 離れた地点で 2399G が観測されました。現在の国の原発の耐震基準は 800G となっています。