

日本の活断層－地学的記載と災害論的考察－

鈴木康弘（名古屋大学減災連携研究センター教授）

1. はじめに －今なぜ活断層が問題になるか？－

東日本大震災は、少なくとも数百年間ぶりの巨大地震による「低頻度巨大災害」である。多くの人命が奪われ、原発の重大事故も発生して国難に至ったことから、今後の災害対策が、社会構造のあり方も含めて根本的に見直されている。津波や地震を過小評価してきたことを反省すると同時に、自然現象そのものの理解や、災害が起きる具体的なイメージが不足していたことも痛感する。今後の課題として、自然の脅威と社会の脆弱性を理解し、災害を「正しく畏れる」ことの重要性が強調されよう 1)。

海溝型地震については発生メカニズムの理解度も高く、十分予測できると考えられていた 2)にも関わらず、期待通りにならなかった。不明な点が多いと評される活断層について不安感が高まるのは当然である。震災以降、内陸地震が多発し、2011年4月11日の福島県浜通りの地震 (M7.0) は、今日的な圧縮応力場では活動しないとされる正断層が震源となり、衝撃を与えた。福島第一原発の事故により、原発の耐震性にも疑問が生じ、今一度、足元の活断層を見直す必要性が高まっている。活断層が起こす地震もまた「低頻度巨大災害」の典型である。その対策においては、活断層の性状を理解した上で「正しく畏れる」ことが重要であり 3)、社会的要請の中で活断層に注目が集まっている。

変動地形学を専門とする筆者は、理学的見地から活断層の理解を深めることに一義的な責任があるが、同時にそれが今後の防災・減災対策や社会のあり方を考える重要な基礎であるとすれば、その議論の方向性にも責任を負っていると考える。原発耐震においては、「現実の社会における技術に関する学問体系」4)である工学が重要であるが、ハザード情報も多様な不確実性が問題になるとすれば、理学研究者にも重い説明責任があり、如何に合理的に扱うべきかの議論にも参加する必要がある。

本稿はこうした社会情勢に鑑みて、活断層とは何かを地学的な見地から解説した上で、防災上の課題についても筆者の限られた視点から考察を加えたい。

2. 活断層とは －その定義をめぐって－

1927年に地形学者多田文男は、活断層を「極めて近き時代迄地殻変動を繰り返した断層であり、今後も尚活動すべき可能性の大いなる断層」と定義した 5)。「極めて近き時代」とは、力学的に現在と同様な過去であり、最近では概ね数十万年間に限定することが多い。定義の前半は認定方法、後半は概念を示しており、防災を強く意識している。

活断層認定にあたっては、最近の活動履歴を確認することが必要で、歴史資料調査や地質学、変動地形学的調査が有効である。いずれも地表付近の観察が主となり、地下深部の

震源断層の情報が直接得られるわけではない。そのため地表付近を活断層と呼び、深部をその深部延長と表現すべきという意見もある。

しかし多くの地震の際、地表付近と深部において概ね同じ傾向の断層運動が確認されることも多い。また、地表の断層運動の累積が、山地・盆地規模の地形形成をもたらすため、断層は決して地表付近に限定されるものではあり得ず、浅部と深部を一体的に「活断層」と呼ぶことも多い。これは主に変動地形学的な考察であり、1980年の「日本の活断層」（東京大学出版会）刊行以後は主流となり、90年代以降、掘削調査や地下探査により実証されつつある。

研究分野によって活断層の定義に幅があるが、事実解明と防災への適用の双方において有意義な定義こそが重要である。

3. 日本の活断層 —変動地形学的理解—

変動地形学は自然地理学の一部であり、「なぜその地形が今そこにあるか？」という基本課題を設定して、地形形成過程と要因を考究する。日本列島の様々な地形が断層運動の影響を受けていることは、近代地理学の黎明期である明治末期より考察され、70年代以降に実証的研究が開花した。

対象地域の地形発達史を編む中で、通常の浸食・堆積作用では形成され得ない、断層運動特有の地形を検出する。地形は、時代ごとに規則的に形成された「地形面」から構成され、同一の地形面の高度不連続や変形は断層運動の証拠と言える、という論理をとる⁶⁾。地形編年により活断層の活動性や連続性に関する情報も得られる。断層崖や撓曲崖にも注目するが、その直線性や連続性などの形態的特徴を重視するわけではない。米国伝来のリニアメント（線状地形）調査とは別物であり、日本で独自に進歩した学問体系である。

日本には陸上だけで約2千の活断層がリストアップされている。海域を含めれば数倍になる。それらの起源は、①第四紀（後期）に新たに発生したもの、②新第三紀以前に形成された古い断層が、第四紀後期以降の応力場に応じて再活動したもの、③プレート境界断層から派生したものなど多様である。いずれもプレート運動に伴う応力場に応じて、間欠的に地震を伴う活動を繰り返している。

1995年の阪神・淡路大震災後に発足した政府の地震調査研究推進本部は、全国110の主要活断層について調査結果をまとめ、地震規模とずれ量および切迫性（今後30年以内の確率）を評価し、情報公開している。さらに、揺れについても、確率論的地震動予測地図とシナリオ型地図を示し、地震防災の基礎資料としている。活断層の詳細な位置と認定根拠を示す活断層基本図（仮称）作成計画も進んでいる。

しかしながら、2004年中越地震、2007年中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震等は予測情報と整合せず、活断層の一部だけが活動したり、未確認の活断層で起きたりした。そのため活断層評価の方法論も再検討されている。また、再来間隔の長い地震に関する今後30年の発生確率は原理的に小さくなり、防災意識向上につながりにくいという問題も残

されている 3)。

4. 活断層防災の課題

1995 年阪神・淡路大震災は、淡路島から神戸へ延びる六甲断層の活動により引き起こされた。六甲断層は「要注意断層」とされていた 7)が、周知されることなく「想定外」を招いた。さらに都市の脆弱性が露見し「安全神話の崩壊」も問題となった。その後、活断層の情報公開が一気に進み、耐震設計の見直しも進んだが、局地的な大災害に備えるためのいわゆる活断層防災は十分に進められていない。

その最大の理由は、「低頻度巨大災害」の難しさにある。活断層は日頃は悪影響を及ぼさず、火山のような存在感もないため、その情報は往々にして社会・経済活動にとっては不都合であり、歓迎されない。活断層の位置は十分特定可能なため、直上の土地利用規制は必要であり、とくに病院・学校等の公共施設の建設は禁止すべきだとの意見も根強い。しかしながら災害発生が極めて低頻度であるため、合意形成が遅れている。

問題は原発耐震にも及ぶ。かねてから政府は活断層対策を規定し、詳細な調査を義務付けてきたが、近年、全国各地の原発で活断層の過小評価が問題となった。その背景には、原発開発が活断層研究の発展以前から始まっていたことや、変動地形学の急速な進歩が反映できなかったという問題がある。低頻度であるがゆえに活断層を重視しづらかったことも否めない。2006 年の耐震設計指針改定の際には、従来のリニアメント調査が変動地形学的調査に改められ、さらに調査限界に鑑みて「可能性の否定できないものは考慮せよ」とされた。2008 年には「活断層等の審査に関する手引き」が策定され、変動地形学・地質学・地球物理学の各手法により結果が異なる場合には、「安全側の判断」が求められた。その後、活断層評価はかなり改善したものの、必ずしも抜本的な改革には至らず、未だに学界の指摘が十分反映されていない例もある 8)。

重要構造物の設計論においては、災害予見の不確実性も考慮すべきで、「想定外」はあってはならないとされる 9)。しかし、福島原発はこれに反し、信頼を失墜した。信頼回復のためには、活断層評価の厳格化が必須である。従来は活断層を積極的に認定しなくとも、総合的判断の中で十分な耐震性を確保できるという認識が設計者側に強く、活断層の存否はさほど重要でないとする雰囲気もあった。そのため確実な証拠が見つかった場合のみ活断層を認定してきたが、今後は指針を遵守することが求められる。

また、活断層調査は調査設計自体が成否を決める。専門家不在の事業者に調査を委ねるのではなく、今後は原子力規制庁に専門官を配置して、調査設計を管理し、自ら評価の取り纏めを行うべきである。その時点の最先端の知見が確実に反映されるよう、学界推薦による第三者委員会にも検討を委ねる必要がある。政府が重責を担って初めて、専門性・中立性・透明性が実質的に確保され、信頼回復の第一歩となり得る。

低頻度巨大災害に対してすべてを守りきることは困難である。守るべきものを決め、目標とする防災水準を個々に決める。阪神・淡路大震災後にも必要性が指摘された「防災水

準の社会的合意形成」10)に向けた取り組みを、原子力施設やライフライン、病院・学校等の公共施設を端緒として、ひとつひとつ確実に実施していくことが今後の課題であろう。

文献および注

- 1)鈴木康弘,2012, 学術の動向, 8月号, 20-24.
- 2)日本地震学会地震予知検討委員会, 2007, 『地震予知の科学』 東京大学出版会.
- 3)鈴木康弘, 2001, 『活断層大地震に備える』 ちくま新書.
- 4)松尾 稔ほか,1991, 『未来を拓く工学教育』 8 大学工学部長懇談会.
- 5)多田文男, 1927, 地理学評論, 3, 980-983.
- 6)貝塚爽平, 1998, 『発達史地形学』 東京大学出版会. 渡辺満久・鈴木康弘, 1999, 『活断層写真判読』 古今書院.
- 7)Matsuda, T., 1981, M.Ewing Ser. 4, Amer. Geophys- Union, 279-289.
- 8)例えば、中田 高, 2009, 科学, 79, 167-198. 渡辺満久ほか, 2012, 活断層研究, 36, 1-10.
- 9)松尾 稔, 2012, IDE－現代の高等教育, 538, 巻頭言
- 10)松尾 稔, 1997, 土木学会安全問題討論会'97 研究論文集, 61-64