

7. 今後の調査研究課題について

7. 1 活断層調査・研究の課題

現在、活断層調査を専門とする研究者や技術者の絶対数は、我国においては極めて少ない。これは、これまで活断層調査が大学でも地質コンサルタント会社でも極めてマイナーな取扱いだったためと、野外調査のできる研究者や技術者が減少しつつあることにその原因があると推測される。

すなわち、大学における地質学の研究者では、活断層の専門家は極めて少数である。これは、活断層の研究が地形学者がリードし、地質学者の関心が低かったこと、また地質学部門のある理学部の研究は真理の探求を重視するあまり、社会的なニーズには関心が低かったことが大きいと思われる。また、社会に目を向けた場合の多くは、建設反対運動が中心で、建設的な提言によって、社会をリードするには至らなかったことも一因であろう。更に、最近の地球科学の研究傾向として、野外調査を伴わなくても可能なものが増えてきていることも、地質学の社会離れを助長している。

一方、民間の地質コンサルタントでは、原子力発電所建設予定地や最近ではダム建設予定地を除くと、活断層の調査研究の業務はほとんどなかった。したがって、民間では活断層調査技術の蓄積が少なく、大学の研究者と互角に調査できる技術者は数えるしかない。これは、活断層調査の業務は特殊なケースであったことと、空中写真判読調査や地表地質踏査等のソフトを主体とする業務は、積算上の評価が低いため、ボーリング調査や物理探査に比べて企業としての利益に繋がらなかったためと考えられる。

しかし、1995年に発生した兵庫県南部地震以降、内陸や海域の活断層調査が急進展している。科学技術庁は、平成7年度補正予算に約25億円を計上し、地方自治体による26断層の調査を実施した。そして、平成8年度は、地方自治体による活断層の調査に約10億円を計上し、四国では香川県の長尾断層や愛媛県の伊予断層、高知県の仏像構造線等を対象に平成8年度にトレンチ調査や物理探査等が実施された。また、平成9年度には愛媛県と徳島県によって、中央構造線活断層系の調査が実施された。これらは、大学などの活断層や地形、地質、土木等の専門家の指導のもと、民間の地質コンサルタント業者が各種の調査を実施したものである。

一方、通商産業省工業技術院地質調査所では、全国の主要な活断層の詳細な調査を計画しており、平成7年度には淡路島、有馬一高槻構造線等の活断層のトレンチ調査を実施し、平成8年度は生駒断層や金剛断層、和歌山県内の中央構造線活断層系等の調査を実施している。四国の中央構造線活断層系については、平成10年度以降を予定しているようである。しかしながら、これらの調査を高度に遂行できる技術者は限られるため、活断層専門家の指導を受けるにしても、果たして投資に見合う結果が得られるかについて、懸念も生じている。一方、これまでの活断層研究の柱であった大学の活断層調査研究費は伸びず、官と学の活断層調査費の格差は著しく拡大している。

このような活断層の調査費や調査能力のアンバランスを是正し、最大の投資効果を上げるためには、産官学共同による活断層調査の推進が不可欠であろう。これには、行政が実施する調査を直接、間接的に大学へ（再）委託し、民間の技術力をカバーすることも一案であろう。

活断層の調査は、一時期で解決するものではない。特に、各種工事によって新たに出現した断層露頭は、研究者の目に触れないうちに、消滅していることが多いと想像される。これでは、重要な活断層に関する情報が永久に失われ、考古学的遺跡の破壊以上に将来へ大きな禍根を残す。これを避けるためには、

- ①活断層図を行政や工事関係者に周知し、活断層と関係しそうな箇所を事前に把握できるようにする、
- ②活断層研究者は、行政や工事関係者からの連絡によって、工事に伴う地質状況を観察し、活断層の有無についての情報を提供する、
- ③このための、ネットワークの実現を図る、

ことが必要ではなからうか。

7. 2 活断層から地震動を予測する研究の現状と課題

(1) 地震の発生場所の推定

活断層は大地震の発生源である震源断層の地表トレースである。したがって、活断層の位置を明らかにすることは、

- ①将来大地震を発生する震源域の予測、
 - ②断層近傍の強い地震を受ける地域の予測、
 - ③地表にずれが生じる場所の予測、
- の上で重要である。

活断層の位置を把握することは、耐震設計、防災計画の基本事項である。現在のところ、全国を網羅する活断層図としては、活断層研究会(1991)『新編日本の活断層』が利用されている。これは、地域の活断層に関する基本的な情報源ではあるが、利用に当たっては以下の問題点がある。

- ①活断層であることが確実であるものと、そうでないものが混在している。
- ②平野部および海域のデータが不足している。
- ③原図縮尺が20万分の1のため、正確な位置が判らない。

したがって、四国の地震防災を考えるためには、陸域および海域の活断層を現地調査によって確認し、しかるべき縮尺の活断層図として、公表する必要がある。研究者のデータは、防災を直接意図して作製されたものではない。このため、できれば公的機関が縮尺1/10,000程度の活断層分布図を作製し、その内容と精度を示した上で公表・周知することも今後検討する必要があるだろう。

四国では、地質調査所(1993)によって『中央構造線活断層系(四国地域)ストリップマップ』が公表されている。これは、中央構造線活断層系のリニアメント、断層露頭、地形面等を、1~2kmの幅で、縮尺25,000分の1の地形図に図示したもので、活断層の位置、断層付近の地盤状況等を把握することができる。また、兵庫県南部地震を契機に、国土地理院が大都市部の縮尺1/25,000の活断層図を作成中である。今後は、これらの活断層図の信頼度を高めると共に、四国内の活断層図の整備が望まれる。

(2) 地震の規模の推定

地震の規模を示す指標である、地震モーメントは、次の式で表される。

$$M_0 = \mu u L W \quad (\mu : \text{剛性率}, u : \text{断層の変位量}, L : \text{断層の長さ}, W : \text{断層の幅})$$

しかし、活断層の調査からこれらのパラメーターを全て知ることはできない。このため、活断層から発生する地震の規模については、松田(1975)による地震の規模 M (マグニチュード)と地震断層の長さ L (km)と変位量 D (m)との関係(松田式)から推定するのが一般的である。松田式の元となった相関図にはバラツキも大きいものの、以下の式に基づき、地表活断層の長さ L (km)あるいは一回当たりの変位量 D (m)から地震の規模 M が推定されている。

$$\log L = 0.6 M_i - 2.9$$

$$\log D = 0.6 M_0 - 4.0$$

一般には、一回当たりの変位量 D (m)は不明な場合が多いので、活断層の長さ L (km)から推定することが多い。ただし、中央構造線活断層系のように四国だけでも延長165kmに達する長大活断層は、いくつかに分割して地震を発生させる可能性が高いと考えられている。しかし、一度に活動する区間(セグメント)の認定は、現在活断層研究の第一級の研究課題となっており、確定していない。

一方、地表において断続する延長の短い活断層が連動して発生させる地震の評価は、グルーピング問題と呼ばれ、これも重要な問題となっている。

セグメンテーションおよびグルーピング問題解決の手がかりとしては、

- ①地表活断層の詳細な分布形態を把握する。

- ②地表活断層の地下構造を把握する。
- ③トレンチ調査などによって活断層毎の詳細な活動履歴を解明する。
- ④古文書などの地震記録によって検証する。

等が今後の調査研究課題である。

(3) 地震の発生時期の推定

活断層から地震がいつ発生するかを予知することは、現在までの知見では困難な状況である。しかし、活断層の詳しい活動履歴がわかると、この活断層に近い将来大地震を発生させる可能性が大きい要注意活断層かどうかを判断することができると考えられている（図1-5-1）。

しかしながら、現在の調査の精度からは、最も活動度の高い中央構造線活断層系ですら、その誤差は数百年程度ある。また、せつかくの調査にも係わらず詳細な活動履歴の解明できない場合もある。したがって、現在のところ「要注意活断層」および「安心断層」も大まかな目安として、考えておくべきであろう。

地震防災および耐震設計の基本はいつ地震が起こるかではなく、どこでどれくらいの規模の地震が、発生するかを予測し、その対策を実施することにある。

7. 3 地盤構造・地盤特性の解明

兵庫県南部地震では、六甲山地の山麓平野および淡路島の低地部に震度7の地域が出現した。震度7の区域は、神戸側では六甲山南麓に広がる平野のほぼ中央部を東西に走るいわゆる『震災の帯』の他に六甲山地東縁の西宮・宝塚地域、淡路島では富島～郡家地区および志築地区などの低地部である。『震災の帯』は、新たな地震断層の出現によるものではなく、活断層が形成する特殊な地下構造が地震波のフォーカシング現象等を発生させた結果、地震動が増幅されたと考えられている。類似の埋没地形がある箇所では、フォーカシング現象等による激甚災害を発生させる恐れがある。基盤岩の構造の特殊性による地震災害を軽減するためには、

- ①活断層（直下型地震の震源域）の把握
- ②活断層近傍の地下構造の把握
- ③平野の地盤構造・地盤特性の把握

等をもとにした地震動の予測が重要である。このため、

- ①物理探査（反射法地震探査など）による平野部の基盤構造の把握
- ②深いボーリングによる活断層近傍の地下構造の解明
- ③既存のボーリング調査資料に基づく平野部の地盤図の整備
- ④既存の地形図による古地理図の整備
- ⑤地盤の動的特性、地震波の増幅特性の把握

が急務と考えられる。

一方、四国に特有な問題点として、山地が多く、地すべり・斜面崩壊・落石、など土砂災害の危険地域が多く、有数の多雨地域でもある。山地部が過疎と高齢化という深刻な問題を抱えていることも加わって、災害救援上極めて重い課題を投げかけている。

地すべり危険地域、急傾斜地崩壊危険地域、落石危険地域の中には、地震時の安定性に問題があるものも少なくない。また、古い擁壁には、直下型地震のような強震動を想定していないものも多い。

四国の急傾斜斜面には、不安定な落石源物質を多数抱えた長大斜面、厚い崩積土で覆われた斜面が少なくない。このような斜面が、主要地方道路や生活関連道路の沿線に多数分布している。

既往の大地震では、プレート境界型巨大地震、内陸直下型地震のいずれのタイプの地震でも、山地斜面の落石・崩壊・地すべりが多数発生している。四国山地では、これらの斜面災害により、建築物、道路そ

の他に重大な被害を受ける恐れがあり、寸断された道路網のため救援も困難である。

このため、地すべり危険箇所や急傾斜地崩壊危険箇所では、

- ①土砂災害危険区域において、災害発生地区の把握
- ②崩土等の到達危険地区の把握
- ③危険土塊・岩塊の地震時挙動の解明

が急務と考えられる。

四国においては、都市地盤調査報告書第7巻（徳島県臨海地帯, 1964）・第8巻（愛媛県東予地区, 1965）の地盤図の他に、高知地盤図編集委員会(1992)『高知地盤図』、中国地方基礎地盤研究会(1994)『四国臨界平野地盤図』などが公表されている。これらの地盤図は、土木建築構造物の基礎地盤に関する資料を集約したものであり、洪積層の上部を確認して終わっているボーリングデータが大半である。今後は、学会が中心になって、洪積世～沖積世の地形形成過程、自然環境の変遷も視野に含めた、精度の高く、密度の濃い地盤図を整備すること、山地地域の土地保全図の作成と公開が望まれる。また、四国では地震災害だけでなく、水害、土砂災害の多発地域であり、災害に対する日常的な備えを啓発するためにも、各種自然災害に対する災害実績図を作成・公表して、地域住民に自主防災・生活環境整備を呼びかけることが今後の課題であろう。

【参考文献】

地質調査所(1993)：中央構造線活断層系(四国地域)ストリップマップ。

中国地方基礎地盤研究会(1994)：四国臨界平野地盤図。

活断層研究会(1991)：新編日本の活断層，東京大学出版会，437p。

高知地盤図編集委員会(1992)：高知地盤図。

松田時彦(1975)：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震，Vol. 28，p. 269-283。

松田時彦(1990)：最大地震規模による日本列島の地震分帯図，地震研究所彙報，Vol. 65，p. 289-319。

松田時彦(1992)：活断層の活動予測，地学雑誌，Vol. 101，p. 442-452。

岡村真(1995)：中央構造線活断層系のイメージング。月刊地球。Vol. 17，p. 536-540。