ナショナルセンターを目指した活断層研究センターの試み

佃 栄 吉*

Newly Established Active Fault Research Center will Endeavor to Become the National Center for Active Faults in Japan

Eikichi TSUKUDA *

Abstract

Active Fault Research Center (AFRC) was launched in April 2001 as one of major research units for the new Geological Survey of Japan (GSJ), according to the establishment of the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST). AFRC is one of the responsible organizations for active fault studies in Japan under the Japanese government Headquarters for Earthquake Research Promotion (HQERP). AFRC conducts the following researches that is closely related to active faults.

Study of active faults: HQERP has selected 98 active faults that are subject to prompt survey. These major active faults will be surveyed using various methods such as geological mapping, trenching and boring, in order to reveal the distribution and extent of each fault, timing of the last rupture event and recurrence intervals. On the basis of such paleoseismological data, the AFRC evaluates the possibility of future rupture and earthquake magnitude for each fault.

Study of fault segmentation: A long active fault consists of several segments which can produce both single- and multiple-segment earthquakes. The important factors for segmentation study are the geometry, length, displacement and paleoseismicity of the surface faults of recent earthquakes to reveal the characteristics of fault segments. Modeling a faulting behavior using seismological and geodetic data for the evaluating future earthquakes on long active faults is also an essential part of this study. The North Anatolian fault in Turkey and the San Andreas fault in California, USA are two major on going international studies field being undertaken with the cooperation of the MTA-Turkey and the US Geological Survey, respectively.

Studies in earthquake hazard assessment: On the basis of active fault study and fault modeling, AFRC estimates ground shaking from earthquakes. Earthquake ground shaking and damage is strongly dependent upon the epicentral distance, the way rupture propagates in a fault, and the characteristics of the subsurface structure. Considering these factors, simulation of the generation and propagation of seismic waves will be studied.

Maintenance of an active fault database: AFRC publishes Annual Reports on Active Fault and Paleoequake Researches, and also publishes active fault strip maps and 1: 500,000-scale seismotectonic maps. There are plans to publish maps showing possible hazards from

* 産業技術総合研究所活断層研究センター

* Active Fault Research Center, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

future earthquakes, in addition to maps showing rupture probabilities of major active faults in Japan. The AFRC will collect as much existing geological data as possible that is related to active faults and their activities. The AFRC will also create and maintain a database for long-term evaluation dataset and survey results of major active faults. All literature and databases will be open to the public and researchers.

The author sincerely hopes that the new AFRC will become a key research institutes for earthquake hazard mitigation in Japan and play an important role as the national center for active faults in Japan.

Key words : active fault, paleoseismology, seismic hazard, recurrence interval, long-term evaluation, strip map, seismotectonic map, GIS

キーワード : 活断層, 古地震, 地震災害, 活動間隔, 長期評価, ストリップマップ, 活構造図, 地理情報システム

I. はじめに

多くの犠牲者を出した阪神淡路大震災を経験し、改めて活断層研究の重要性が指摘される中、1995年に新たな法律「地震防災特別措置法」が作られ、それに基づき総理府に地震調査研究推進本部（以下、「推進本部」とする）が設立された。これにより、国として、地震被害軽減のための地震調査研究について、大学および国の各機関が連携して総合的に研究を実施する体制が整った（地震調査研究推進本部、1997a）。この推進本部の体制のもと、活断層調査およびその評価について、積極的な研究の推進が図られてきた。

推進本部は平成9年8月に公表した「地震に関する基盤的調査観測計画」（以下、「基盤的調査観測計画」とする；地震調査研究推進本部、1997b）において、基盤的調査観測項目の一つとして、陸域および沿岸域における活断層調査を位置づけた。その上で、2000以上ともいわれる日本列島に存在する活断層の中から、その活動が社会的、経済的に大きな影響を与える可能性を考慮して、一定の基準により基盤的調査観測の対象断層として98の主要活断層を選定し、それらの調査研究を国家的事業として優先的に進めることとした。この方針のもとで、科学技術庁（現在は文部科学省）地震関係基礎調査交付金によって地方自治体におい

て活断層調査が実施されている。また、それらと分担・連携して工業技術院地質調査所がこの活断層調査事業の推進に組織として主要な役割を果たしてきた。さらに、推進本部は平成11年4月に「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策」（以下、「総合的かつ基本的な施策」とする）を発表し、地震調査研究の成果が、「国民一般や防災関係機関等の具体的な対策や行動に結び付く情報として整備されなければならない」との観点から、10年程度を目処とした当面推進すべき地震調査研究の第1として、「活断層調査、地震の発生可能性の長期評価、強震動予測等を総合した地震動予測図の作成」を挙げた。この地震動予測図については平成16年度までの作成を目指しており、そのためには98の活断層調査およびその評価を早期に終了することが求められている。

本論では上記の状況をふまえ、平成13年4月に設立された産業技術総合研究所活断層研究センター（佃、2001参照）が、今後の日本の活断層調査研究において果たすべき役割について紹介したい。

II. 活断層研究センターの設立

国の行政改革の一環として国立研究所の多くが独立行政法人とされる中、国の機関として活断層調査研究を分担・実施していた地質調査所は工業

技術院の他の 14 の研究所とともに独立行政法人産業技術総合研究所（以下、「産総研」とする）として統合された。旧工業技術院では独立行政法人化にあたり、将来の科学技術の動向を念頭にした真剣な議論を通して、国設の研究機関である産総研が自ら取り組むべき課題として活断層調査研究を位置づけ、社会に直接役立つ成果を期待する研究ユニットとして活断層研究センターを設立させた。したがって、活断層研究センターは、旧地質調査所が国の主たる実施機関として組織的に取り組んできた活断層調査事業（杉山、1996）を継承して引き続き責任を持って行うことともに、活断層調査研究の一層の発展・拡充によって社会的貢献を念頭に、より機動的・組織的な研究を実施することが期待されている。

III. 活断層研究センターの研究内容

活断層研究センターは推進本部の「総合的かつ基本的施策」に基づくとともに、より社会に貢献することを目指して活断層に関する当面の重点研究課題として、おおよそ以下の内容を行うことにしている。

1) 全国主要活断層等の調査および評価の研究

全国主要活断層 98 断層帯の調査については、地方自治体と地質調査所により、平成 13 年度までに 91 断層の調査が着手され、その多くが調査を完了している。（図 1 参照）。残りの断層についても自治体と分担あるいは連携して早期に調査を着手・完了することにしていく。調査結果については引き続き「活断層・古地震研究報告」として迅速に公表を行うとともに、インターネットを通じて公開する。また、これと並行して、それぞれの断層の危険度評価・長期評価を独自に行い、全国主要活断層については一旦研究を完結する予定である。この総括的な評価作業により、データが不足している活断層が浮き彫りになる。今後はそれらの活断層について必要なデータを取得するための調査を大学等と連携して、より高度かつ総合的な調査を実施し、新たなデータを追加するための調査に集中することが必要である。これにより評価精度の向上が図られる。

長期的研究課題としては、より研究リスクの多い、すなわち、実施しても成果の出にくい、したがって公的研究機関が継続的に行うべき困難な課題にも取り組む必要がある。また、活断層の直接的研究の他に、活断層の活動時期を正確に求めるため、その活動により引き起こされた大規模な地すべりや液状化および津波が発生する地域を予測し、それらの痕跡調査を含む古地震調査を実施することも重要な役割である。

さらに、活断層による地表変位と地震規模評価の精密化に関する研究として、活断層の 1 回の活動による変位量を正確に求め、地震規模評価の精密化を図るため、活断層の最大変位量と出現範囲の予測手法に関する研究を行うことも重要である。そのため、横ずれ断層、逆断層、正断層のそれぞれのタイプの断層（特に低角逆断層の問題）について、その評価指針を明らかにすることが必要である。これについては現在、台湾中央地質調査所と行っている、1999 年に発生した集集地震の際に地震断層として現れた車籠埔断層に関する共同研究が大いに参考になるものと考えている。また、大都市が立地する盆地周辺の伏在する逆断層の評価精度を上げることも重要な研究課題と位置づけている。

低確率であるが大規模な地震を発生させる活断層の研究として、いわゆる C 級活断層の問題への取り組みが必要である。すなわち、研究成果のあげにくさから、研究として敬遠されている断層を取り上げ、具体的な調査を実施し、その危険度評価を行う。これにより非常に頻度は低い活動すれば社会的影響が大きい活断層の特徴とその評価の指針を明らかにしたい。

2) 活断層系のセグメンテーションの研究

大規模な横ずれ断層についての活動セグメント区分・多重セグメント地震に関する経験則の解明を目指している。そのために、トルコ鉱物資源開発総局（MTA）との共同研究として、1999 年の 8 月と 11 月の地震の際に地震断層が現れた北アナトリア断層西部のセグメンテーション研究を行っている（図 2 参照：栗田ほか、2001）。また、米国地質調査所との共同研究としてサンアンドレア

図 1 全国主要活断層 98 断層の調査状況。
数字は各断層番号を表す。それぞれの断層名については、地震調査研究推進本部（1997b）参照。

Fig. 1 Recent progress in active fault surveying in Japan.
The names of active faults can be found in the Headquarters for Earthquake Research Promotion (1997).

ス断層のセグメンテーション研究も重点研究として位置づけている。これらの研究により国内の中央構造線活断層系や糸魚川-静岡構造線活断層系などの長大な活断層系のセグメンテーションについて研究の進展を図っていきたい。

長期的には、断層活動モデルの予測技術の一般化と高度化とを図る必要があると考えている。す

なわち、活断層のセグメント区分に関する統一基準の研究として、研究対象を世界に求め、断層タイプ・テクトニックセッティングの異なる活断層について、セグメント区分・多重セグメント地震の発生様式の解明を試みることにしている。これによって、セグメント区分に関する世界的な統一基準の確立を目指したい。

図 2 北アナトリア断層帯北西部における 1999 年 Izmit 地震および 1999 年 Duzce 地震の地震断層(栗田ほか, 2001 より)。

太い実線は 1999 年 Izmit 地震の地震断層, 太い破線は 1999 年 Duzce 地震の地震断層をそれぞれ表す。ケハは上下変位の低下側を示す。参考のために 1967 年 Mudurnu 地震, 1957 年 Abant 地震および 1944 年 Bolu-Gerede 地震の地震断層も併せて示している。活断層研究センターではトルコ鉱物資源開発総局との共同研究として、この地域のセグメンテーションの研究を実施している。

Fig. 2 Surface ruptures along the northwestern part of the North Anatolian fault system from 1944 to 1999 (from Awata, *et al.*, 2001).

Thick line: 1999 Izmit surface fault. Thick broken line : 1999 Duzce surface fault.

Surface faults of the 1967 Mudurnu valley earthquake, the 1957 Abant lake earthquake and the 1944 Bolu-Gerede earthquake are also shown. AFRC is studying this area under International cooperation with the General Directorate of Mineral Resource and Development in Turkey.

また、断層活動の伝搬に関する確率論的予測技術の研究として、過去の地震時における断層破壊モデルをもとに、多重セグメントの連動性と地震発生 の連鎖性について、長期的および中・短期的な観点から検討し、断層活動の伝搬に関する予測手法の高度化を図る。具体的には、高精度の断層モデルに基づいた破壊伝搬過程のシミュレーションを行い、断層活動における破壊伝搬・停止条件の確率論的評価手法を開発するとともに、適切な事例研究により、断層活動時期のゆらぎに関する評価手法の開発を行いたい。

さらに、地震発生の前後における断層活動モデルの研究として、事例研究・理論研究により断層活動の 1 サイクル、特に地震発生前後における歪み蓄積・解放過程の地震地質学的メカニズムを解明し、地震発生の中・短期的予測に貢献することを目指したい。

3) 地震被害予測高度化の研究

活断層に関する最新情報をもとに、内陸の活断層の活動により発生する地震について、地質構造

を考慮した断層破壊過程の研究および 3 次元地下構造・表層地質を考慮した地震波伝播・強震動計算手法の開発研究を行い、これらを基礎として長期的地震発生予測の研究の成果として、地震被害予測図を作成することを目指している。近畿地域の上町断層周辺地域を例に研究を進める予定である。

より長期的の先端的研究の視点では、地震破壊過程を考慮した地震被害予測の高度化の研究として、地質学的情報(形状・地下構造)を考慮した活断層の破壊過程、将来の地震の破壊過程(開始位置、伝播方向、アスペリティ)の予測へ向けた基礎的研究を行うことにしている。幾つかの重点地域について震源断層モデル・地下構造モデルを構築し、表層・地下地質構造を反映した高精度の大縮尺地震被害予測図を作成することになっている。

4) 活断層データベース・活断層図等の研究

関係機関の協力を得て、論文に限らず、活断層および関連文献資料を網羅的に整備することになっている。収集された資料については、産総研つく

ばセンターにおいて公開・閲覧できる体制を平成14年度中に整えるべく準備を進めている。

全国主要活断層を中心にその評価に関する技術資料を作成し、国の活断層長期評価に貢献することになっている。この技術資料については、インターネット等で公開し、データ流通センターの機能を担えるよう体制を整備したい。平成16年度を目指した国の地震動予測地図作製事業に貢献できるように、平成15年度には主要活断層評価の技術資料の作成を終了し、そのデータベース化を完了することを目指している。

また、新資料の収集は継続的に行い、評価の見直しを速やかに行うことも重要である。最新の情報でメンテナンスされたデータベースであるべきであると考えている。これらのデータベースをもとにした主要活断層の危険度評価結果を列島規模で比較できる地図を先に公表した近畿地域の例(図3:地質調査所活断層調査研究グループ, 2000)にならって、適宜作成する予定である。

活断層の分布情報については、重要活断層に関して2.5万分の1スケールの活断層ストリップマップの出版を引き続き進める。すでに日本列島をカバーしている50万分の1活構造図については、平成16年度までに活断層の密集している本州中央部の図幅の改訂刊行を行うことにしている。改訂においては高次の活断層情報と地震情報や地球物理情報も含めたよりインテグレートされたマップとするとともに、より利用価値を高めるためGISデータとして整備し、図幅間のシームレス化を図りたい。

また、期待されている詳細活断層分布情報や関連地質情報のGIS化については既存の様々な研究手法で作成された情報を網羅的に表現できるように、今後の重要課題として取り組むことにしている。

IV. 全国主要活断層の国の長期評価と 活断層研究センターの役割

先に述べたように、地震動予測地図の作製に向けて、主要活断層については、その評価の早急な完了が求められている。国の活断層長期評価については推進本部地震調査委員会長期評価部会の下

におかれた北日本、中日本および西日本の各活断層分科会において慎重に審議され、地震調査委員会からその結果が公表されている。活断層研究センターはこの審議の進捗に貢献するため、上述の技術資料を迅速に作成することになっている。万が一、国の評価が遅れた場合でも、とりあえずセンターの技術資料が活用してもらえるように準備を進めるつもりである。また、国の評価にクリティカルに影響を与える新資料については迅速に推進本部事務局へ伝えることも重要な役割の一つと位置づけている。

V. 活断層のナショナルセンター

活断層情報のデータベースについては、活断層研究会が重要な役割を果たし、所属する活断層研究者がその総合力を発揮してまとめられた成果は20万分の1に表現された活断層の分布図と資料(活断層研究会, 1980, 1991)として、日本の全国土をカバーしている。これは世界的にも非常に高く評価される活断層データベースとして、広く活用されてきた。先駆的活断層研究者によってリードされ、組織的に取り組まれた日本の活断層研究の高いレベルを示す、まさにモニュメンタルな研究成果である。今後も兵庫県南部地震以後蓄積された膨大な新資料が追加された新版が出されることが期待される場所であるが、隈元ほか(2000)が指摘するように、より精度の高い情報が求められる現状と地震工学など他分野の人が利用可能な情報とするためには地理情報データベース(GIS)として高度化されることが必要である。

現在、活断層の詳細な分布を示す地図に関しては、国土地理院の1:25,000都市圏活断層図、活断層マップワーキングにより地理情報データベース化が取り組まれている「詳細活断層GISマップ」(中田ほか, 1999;隈元ほか, 2000)、旧地質調査所および活断層研究センターの25,000分の1活断層ストリップマップ、さらに地震関係基礎調査交付金により地方自治体の活断層調査の成果報告書に添付されている活断層図などがある。これらの活断層図に表現されている活断層の分布の詳細位置は関わった研究者の経験や判断基準の違いなど

図 3 地震危険度マップの例。

近畿三角帯の起震断層・活動セグメントと各活動セグメントの今後 100 年間の最大地震発生確率を示す（地質調査所活断層研究グループ、2000 より）。

Fig. 3 Seismogenic faults and behavioral segments in the Kinki Triangle area and the maximum 100-year earthquake probability of each segment (from the Active Fault Research Group of the Geological Survey of Japan, 2000).

から、必ずしも一致していない。また、それに付随する情報量も違っている。それぞれの作成者や専門家はその限界を知っているが、一般の情報ユーザーからすると困惑させられるものであろう。

以上の現状認識から、活断層研究センターでは当面、既存のデータを GIS 化して網羅的に示すことのできるデータベースの構築を考えている。これにより、それぞれの違いが明確になると思われ、データの適切な活用が期待できる。データベースが利用されるためには、常に最新情報により継続的かつ速やかに更新・整備されていることが重要

である。このルーチンの作業は組織的対応ができれば、GIS データベース機能の活用により効率的作業が可能である。

地震情報や GPS 地殻変動情報に関してはすでにデータ流通センター機能が構築され、広く活用されている。活断層についても、上記の GIS データベースと論文等の文献情報を合わせて、一元的に管理され、それを必要とする人が容易に利用できるデータ流通センター機能が推進本部から求められている。活断層研究センターは国設の研究機関の役割の一つとして、これを担うべきであると

考えている。

活断層研究センターが自らの研究テーマとして活断層の長期評価の技術情報を整備する目的の一つは、長期評価に影響を与えると思われる資料を的確に把握することにある。これにはそのことを判断できる高い研究ポテンシャルが必要である。活断層研究センターはデータ流通センターにとどまることなく、先導的研究活動を通して世界的にもトップレベルの研究を行うことにより、ナショナルセンターとしての位置づけられるようになるべきと考えている。

地震のような低頻度の自然災害の研究を発展させるためには、国際的協力により地震・活断層情報の蓄積・発掘が不可欠である。活断層研究において国際共同研究はきわめて重要な位置づけを持つ。そのために活断層研究センターは海外の研究機関との連携の窓口機能を果たしたいと考えている。

VI. おわりに

本小論では活断層研究センターで行う活断層に密接な研究に焦点を絞って述べたので、活断層研究センターの特徴的研究の一つである津波被害予測研究については触れられなかった。これについては別の機会に紹介したい。本論では触れていない研究の進展に不可欠な調査・解析技術については大学・民間地質調査コンサルタント等との積極的な交流で新技術を導入していく必要がある。

活断層研究センターは日本および世界の活断層研究の一つの核となって、地震災害軽減のためより安全・安心な社会生活のために一層貢献できることを目指している。そのためには、組織的な運営によって、ある意味で研究者にとって魅力が乏しいともいえる業務的な研究をこなしつつ、先端的・先導的な研究に取り組み、内外の活断層研究者および推進本部事務局（文部科学省研究開発局地震調査研究課）との連携を図っていく必要がある。また、新たな研究成果についても、地震被害予測専門家にそれがすぐに活用されるように、早急に整理された情報資料として整備を行う必要があろう。データが有効に活用されるためには、大学を含めた日本の各地域の活断層・地震調査研究

拠点とのネットワークづくり、専門家の養成も大きな課題である。本論で述べた研究を実施する過程で、国内の活断層研究者および関係組織・機関の支援を受けることができれば、「活断層」の名を冠したこの世界的にもユニークな研究センターがナショナルセンターとしての地位を名実ともに得ることができると信じている。

謝 辞

東京大学地震研究所の佐藤比呂志氏には発表の機会を与えていただくとともに投稿への忍耐強い激励もいただいた。また、産総研活断層研究センターの運営を担当している杉山雄一、下川浩一、栗田泰夫、佐竹健治の各氏との日頃の議論により、本小論をとりまとめることができた。以上の方々にここに記して心より感謝いたします。

文 献

- 栗田泰夫・吉岡敏和・佃 栄吉・Omer, Emre・Tamer, Y. Duman・Ahmet, Dogan (2001): 北アナトリア断層系 1999 年 Izmit 地震に伴う地震断層のセグメント構造。活断層・古地震研究報告, **1**, 325-338.
- 地質調査所活断層研究グループ (2000): 近畿三角帯における活断層調査—主要活断層の活動履歴と地震危険度一。第四紀研究, **39**, 289-301.
- 地震調査研究推進本部 (1997a): 地震調査研究便覧・1997 年版。地震予知総合研究振興会地震調査研究センター, 387p.
- 地震調査研究推進本部 (1997b): 地震に関する基盤的調査観測計画 (平成 9 年 8 月 29 日), 38p.
- 地震調査研究推進本部 (1999): 地震調査研究の推進について—地震に関する観測, 測量, 調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策— (平成 11 年 4 月 23 日), 20p.
- 活断層研究会 (1980): 日本の活断層—分布図と資料—。東京大学出版会, 359p.
- 活断層研究会 (1991): 新編日本の活断層—分布図と資料—。東京大学出版会, 437p.
- 隈元 崇・奥村晃史・活断層マップワーキンググループ (2000): 日本の活断層の縮尺 1/25,000 での新規判読・図化と地理情報データベース化—特に技術的側面を中心とした報告。活断層研究, **19**, 13-22.
- 中田 高・隈元 崇・活断層マップワーキンググループ (1999): 日本の活断層詳細 GIS マップからわかること。月刊地球, **21**, 236-245.
- 杉山雄一 (1996): 地質調査所の活断層調査・研究方針と大学の活断層研究に望むもの。活断層研究, **15**, 106-108.
- 佃 栄吉 (2001): 「活断層研究センター」の紹介。なるふる (地震学会), **26**, 6-7.

(2001 年 11 月 2 日受付, 2001 年 11 月 15 日受理)