

12-1 第206回地震予知連絡会重点検討課題「兵庫県南部地震から20年 活断層研究の進展と課題」概要

Summary of the intensive discussion subject “20 years since the Hyogo-Ken-Nanbu Earthquake –progresses and issues of active fault research”

宍倉正展（産業技術総合研究所）

Masanobu Shishikura (Geological Survey of Japan, AIST)

1. はじめに

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震は、6434名の死者を出し、10万棟を超える建物が全壊した。この地震は内陸直下を震源とし、淡路島では野島断層と呼ばれる既知の活断層に沿って地表地震断層が現れた。このため「活断層」が注目を浴びるようになり、その位置・形状や履歴を調べることが、内陸直下の地震の評価に有効であると認識されるようになった。この地震を契機に設置された地震調査研究推進本部では、全国で98の主要活断層を認定し（後に110まで拡大）、国からの交付金によって、それらの性状を調べるためのトレンチ調査や地下構造探査などが各地で行われ、断層毎に長期評価が公表されてきた。

兵庫県南部地震から20年を経て、主要活断層はひとつおき調査が済み（現在も補完調査が進められている）、活断層に関する知見はそれ以前と比べて飛躍的に増えたと言える。一方で、この間に起きた内陸被害地震の多くは、それまで活断層が想定されていなかった場所で起きており、従来の地形判読に頼った活断層の検出やトレンチ調査等による履歴調査だけでは、内陸地震の評価が難しいこともわかってきた。また2014年長野県北部の地震では、既知の神代断層が活動したものの、想定された規模よりも小さく、糸魚川-静岡構造線沿いのような長大活断層系における連動性の評価が改めて課題として浮き彫りになってきている。これらを踏まえ、第206回地震予知連絡会における重点検討課題では、兵庫県南部地震以降20年間における活断層研究の進展と、明るみになった課題について、以下に示す5つのテーマで取り上げ、それぞれ専門家から紹介いただき、今後の内陸地震の評価に向けた議論を進めた。

2. 研究紹介と議論の概要

2-1. 近年出現した地表地震断層の履歴調査からみた活動の多様性

産業技術総合研究所の丸山正氏より、まず2004年中越地震や2008年岩手宮城内陸地震において出現した地表地震断層でのトレンチ調査結果が示された。これらの地震での変位量は10～数10cmと比較的小さかったにも関わらず、過去には1～1.5m程度の変位を伴う活動が複数回分検出され、活動の多様性が認められると同時に、2004年や2008年のような規模の活動は、事前にトレンチ調査から検出することが難しいことも明らかになった。同様に2014年長野県北部の地震についても、事前に想定される規模より小さい変位だったことが示された。一方で、これらの例とは逆に過去のイベントよりも大きい変位を伴った例として、2011年福島県浜通りの地震の調査結果が紹介され、仮に事前にトレンチ調査を実施していても、規模を過小評価するおそれがあることも示された。これらの課題を解決していくには、高密度なトレンチ調査や隣接する活断層との連動性評価、地下構造探査、断層発達史の解明など多面的な調査研究が必要である。

2-2. 長大活断層系の連動性評価と課題

産業技術総合研究所の近藤久雄氏より、まずトルコの北アナトリア断層系を例に、過去の地震における活断層の連動性について説明があった。同断層系に沿って、過去の地震で地表に変位の生じた範囲の時空分布を示すと、1668年の地震による破壊域が、1942年および1944年の地震の破壊域を含んだ連動型巨大地震であったことがわかる。1942年地震断層のセグメント境界付近で行ったトレンチ調査では、連動時と非連動時で変位量が増減し、固有地震モデルと不調和であることが示された。これを踏まえ、糸魚川-静岡

構造線活断層系での連動性評価を行うと、松本盆地で連動時のみ活動する断層の存在や諏訪湖セグメント境界での非連動イベント、2014年長野県北部の地震で活動した神城断層とその南の松本盆地東縁断層との過去の活動における連動性なども見えてくる。今後の長大活断層系の連動性評価においては、変位履歴調査やそれに基づく震源モデルの設定などが重要となってくる。

2-3. 地下構造探査による活断層-震源断層システムのイメージング

東京大学地震研究所の佐藤比呂志委員より、過去20年間における各地の地下構造探査の結果から得られた知見と課題についてレビューがあった。まず2007年能登半島地震の震源断層や中央構造線沿いの地下構造のイメージングから、既存の古い断層が再活動して活断層となっている例が紹介され、元々の断層の傾斜角と現在の地震時における変位の向きが非調和であることが、2013年パキスタン・アワーレン地震の例も交えて示された。また南関東では国府津-松田断層や三浦半島活断層群が、相模トラフ沿いのメガスラストから分岐した断層としてイメージングされ、プレート間地震と時折連動して活動している可能性が示された。越後山地から新潟平野を経て佐渡ヶ島までの海陸統合地下構造探査の結果からは、地表では捉えられない地下の複雑な褶曲構造や Wedge-thrust システムなどが明らかになり、震源となりうる地下の断層のマッピングの重要性が示された。

2-4. 「孤立した短い活断層」から発生する地震の規模評価について

産業技術総合研究所の吾妻崇氏より、孤立した短い活断層の成因について、(1)地震の規模が小さいために地表に明瞭な断層が現れない、(2)地震発生時には地表地震断層が発生したが、その後消失(侵食・埋積)してしまう、などのケースがあることが説明された。次に既知の活断層の中から、長さ15 km以下で、かつ周辺の活断層から5 km以上離れているものについて抽出し、変動地形の検知能力を上げて地下構造との対応を試みた。空中写真判読と詳細DEM解析によって、98断層のうち47断層で既存のデータより断層長が長くなる傾向が見られ、その延長率は平均1.64であった。また地下構造との関係では、変位地形からみた断層長に対して、地質断層や重力異常の変化を追うことで断層長が長くなる例が紹介された。地質断層との関連性は33断層、重力との関連性は36断層で認められ、延長率の平均はそれぞれ1.69と2.01であった。これらの関係について、今後検討を進めていけば、孤立した短い活断層のより正確な断層長を見積もることができ、規模の評価へつながると期待される。

2-5. 中規模内陸地震(M5-6クラス)による地表変位の検出

電力中央研究所の青柳恭平氏より、InSARを用いた中規模内陸地震による地表変位の検出例について紹介された。1996年から2013年間で発生したMw 5.0~6.9の内陸地震について、17の地震を対象に解析を行ったところ、2011年3月19日茨城県北部の地震(Mw 5.8)では、長さ13.9 kmにわたって地表地震断層のような直線状のシャープな変位が検出された。最大で55 cmの落差が認められたが、おおよそ100 mの幅を持った撓曲状の変形と推定され、現地調査で明瞭な崖地形は認められなかった。また2011年6月30日長野県中部の地震(Mj 5.4)では、長さ9.8 km、最大上下変位9 cmの地表変形が検出された。変位量に関しては衛星の視線方向で検出されたものであるが、断層長と最大変位量との間には正の相関があるように見える。発震機構に基づいて推定した実変位で検証しても同様の相関があり、中規模地震でもスケールリング則が成り立っているように見える。

3. まとめ

この20年で活断層の調査・研究が進み、詳細DEMやInSARの解析による地表変位の検出と各地の地下構造探査によって、従来見えなかった活断層の位置・形状が少しずつ捉えられるようになってきた。一方で、当初は固有地震の考えを基本に、明瞭な活断層のみを対象に行われてきた活動性評価では、内陸地震の予測が難しいことも顕在化してきた。多様性を踏まえた規模の評価は今後の重要な課題となっており、各地の調査でのデータ集積を継続するとともに、新たな評価手法の提案が求められている。