

4. 全体成果概要

中央構造線断層帯は、近畿地方の金剛山地の東縁から、和泉山脈の南縁、淡路島南部の海域を経て、四国北部を東西に横断し、伊予灘に達する全体では約 360 km の長大な断層帯である。この大規模な断層帯では、様々な調査がなされてきているが、このうち金剛山地東縁－和泉山脈南縁区間は、奈良県香芝市から五條市を経て和歌山県和歌山市に至る断層帯で、この区間が活動した場合、和歌山県、奈良県、そして大阪府に甚大な影響を及ぼす断層帯であることがわかっている。地震調査委員会の評価や、内閣府の地震被害想定では、最大マグニチュード 7.8 のイベントが想定され、和歌山市や大阪府南部をはじめとして震度 6 強の範囲が広範に広がり、震度 7 となる地域も想定される。また、内閣府による地震被害想定では、建物倒壊・消失棟数は約 28 万棟、死者約 11 千人が見積もられている。

この活断層が活動した場合の社会的インパクトの高さに加えて、この断層帯調査の必要性は以下のようなポイントが挙げられる。これまでの地震調査研究推進本部の長期評価では、今後 30 年以内の地震発生確率は、金剛山地東縁区間でほぼ 0%～5%、和泉山脈南縁区間では 0.06%～14%と発生確率に幅があり、それらの最大値をとると、これらの区間は、今後 30 年の間に地震が発生する可能性が我が国の主な活断層の中では高いグループに属することになる。発生確率の幅があることから、発生確率の推定精度を上げることが必要である。次に震源断層形状について、これまでの調査では和泉山脈南縁区間は地質構造境界にあっており、その構造境界の傾斜角は低角度と推定されている。一方、力学的見地からは活動度の高い横ずれ断層の傾斜角は高角度と考えられることから、これらの点についての検討が必要である。さらに、最初に述べたような、活動時の社会的インパクトに基づいて、防災計画策定に活用できる情報に資する、地震時の強震動予測の精度を向上する必要がある。

これらの課題に取り組むために、1)活断層の活動区間を正確に把握するための詳細位置・形状等の調査及び断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測、2)断層帯の三次元的形状・断層帯周辺の地殻構造解明のための調査観測、3)断層帯周辺における強震動予測の高度化のための研究、についての調査観測、研究を平成 25 年度から 3 カ年計画で進めてきた。各研究テーマにおいてこの 3 カ年で行われてきた調査観測成果を以下にまとめる。

1)活断層の活動区間を正確に把握するための詳細位置・形状等の調査及び断層活動履歴や平均変位速度の解明のための調査観測においては、中央構造線断層帯（金剛山地東縁－和泉山脈南縁）を構成する断層（根来断層・根来南断層・五条谷断層・金剛断層帯）の詳細位置と変位地形を示した縮尺 1:25,000 活断層図を作成した。第四紀後期の段丘面を変位基準として、根来断層の横ずれ変位速度と根来南断層の縦ずれ変位速度を算出した。各断層の活動履歴を明らかにするために、トレンチ掘削調査・ボーリング調査・地中レーダ探査・地形面の編年のためのピット掘削調査を行い、本研究の調査結果と既存の調査結果を総合して、各断層の最新および過去複数回の活動時期を明らかにした。根来断層については、上野地区での 2 回のトレンチ掘削調査によって、過去 4 回の活動履歴が明らかとなった。この結果、過去 4 回の活動の平均活動間隔は約 2500～3000 年と求められた。最新イベントの時期は、枇杷谷地区で得た既往研究結果と調和的であった。

根来南断層については、BC795～545 年の年代値が得られた地形面が変位していることか

ら、その年代以降に最新活動があったと考えられる。この結果は、根来南断層の最新活動が根来断層の最新活動と同時であった可能性を示唆するが、根来南断層の古地震調査は変位を受けた地形面の編年によるものであり、通常のトレンチ掘削調査とは異なるので、結果の信頼性は相対的に低い。

五条谷断層については、既往研究が行われた竹尾地区で補完的な調査を行った。その結果、最新活動時期として、BC150～AD625年に絞り込むことができた。これにより、根来断層と五条谷断層の最新活動時期は重ならないことが判明した。不確かさは残るものの、五条谷断層の活動間隔は根来断層よりも長いと考えられる。また、柱本地区で明らかとなった最新活動時期は、竹尾地区で得られた結果と矛盾しなかった。

金剛断層帯については、数条の並走するトレースのうち最も盆地側に位置し、低位段丘面を連続的に変位させる山田断層の古地震調査を行った。トレンチ壁面には断層は露出しなかったが、ボーリングや地中レーダ探査を併用して明らかとなった地層の変形の差から、2回の断層活動を解説した。最新活動の時期は、既往研究結果と矛盾しない。またこの最新活動時期は、五条谷断層の最新活動時期と重なる。最新活動に先行するイベントの時期は、BC7295～5985年と求められた。イベント1と2の間隔は6000年以上となることがわかった。

2)断層帯の三次元的形状・断層帯周辺の地殻構造解明のための調査観測においては、この3カ年を通して、InSAR 解析による地盤変動の推定、比抵抗構造探査、P波反射法地震探査及び既存探査の再解析、ボーリング調査及び、震源断層モデル設定のための微小地震のメカニズム解の推定や中央構造線（根来断層及び根来南断層地域）周辺の地質構造調査と震源断層モデルシミュレーションを行って震源断層モデル設定を行った。

InSAR 解析では、和歌山平野・大阪平野南部および奈良盆地南部をカバーするALOS/PALSAR 画像を解析し、地盤変動図を作成し、これらの地域の平均的な地盤変動図を作成した。また、異なる期間の他の衛星画像から地盤変動を抽出し、時間的な安定性を確認した。

和泉山脈南縁セグメントに直交する2本の測線と金剛山地東縁セグメントに直交する1本の測線を設定し広帯域 MT 観測を実施した。人工ノイズが低下する夜間の時間帯を選択し、2次元構造解析により深度約5 km までの比抵抗構造を解明した。和泉山脈南縁では、和泉層群と三波川帯の構造境界に対応すると考えられる緩やかな北傾斜の比抵抗コントラストの存在が明らかになった。この比抵抗コントラストは2測線で傾斜角が異なる（西側測線でやや高角）可能性を指摘した。金剛山地東縁セグメントにおいては、コントラストの程度は低いものの、断層周辺において不均質構造の存在が明らかになった。

中央構造線を横切る和歌山北測線（和歌山市域）、岩出測線（岩出市域）と、和歌山平野内で中央構造線に平行な測線（和歌山市域等）でのP波反射法地震探査を行い、断層形状と断層帯周辺の地殻構造解明を行った。岩出測線沿いで菖蒲谷層群を貫く300mのボーリング掘削を行い、堆積層部分のコア分析及びP波、及びS波地震波速度構造情報を得るためVSP探査を行った。既往反射断面も含めて、本地域のより詳細な地下構造情報を得ることができた。

和泉山地周辺の和泉層群や菖蒲谷層群の地質構造や変形構造の抽出を目的として、広域テクトニクスに基づく鮮新世以降の広域応力場の変遷をまとめた上で、根来断層と根来南

断層に挟まれた地域周辺での、詳細地質構造調査を実施し、この地域の高角横ずれ断層運動の特徴をまとめた。これまでの調査観測研究や最近の研究成果に基づいて、断層形状モデルを設定した。和泉山脈南縁部の震源断層は、従来通りの三波川帯と和泉層群の地質構造境界を震源断層とする北傾斜低角の場合と、詳細な地質構造調査で得られた高角な横ずれ運動を踏まえ、構造境界ではなく高角な震源断層を想定した断層形状モデルを提案した。

3)断層帯周辺における強震動予測の高度化のための研究としては、和歌山平野及び奈良盆地の3次元地下構造モデルの作成と強震動予測を行った。

和歌山平野については、既存の各種探査情報を収集するとともに、項目2)での成果を含めて反射法探査の実施・分析及び重力探査データに基づいて、地下構造モデルの構築を行った。単点微動探査、微動アレイ探査による結果を用いて、作成したモデルの検証と更新を行った。自治体などから収集した強震動記録に加え、独自に設置した強震計による小地震記録の分析を行った。奈良盆地のモデル作成については、既存の各種探査情報を収集・分析し、地下構造モデルを構築した。このモデル及び既往の地下構造モデルに対して、自治体震度計観測網や強震観測網で得られた小地震の波形記録のシミュレーションを行い、本観測研究で構築された地下速度構造モデルが、既往のモデルに比べて、多くの観測点における地震動再現能力が改善されたことを確認した。

強震動予測は、地震本部の強震動予測レシピを参考に、サブテーマ1及び同2による成果を踏まえた震源断層モデルを設定した。具体的には、和泉山脈南縁部と金剛山地東縁部の震源断層モデルを設定し、和泉山脈南縁部は、北傾斜低角及び高角モデルを設定した。それぞれの震源断層モデルに対して破壊開始点を変えた2ケースを設定した。波動計算は統計的グリーン関数と差分法によるハイブリッド法により行った。和歌山平野と大阪平野は、沖積層が比較的厚く分布する範囲が存在することから、浅い地盤については浅い地盤構造モデルを構築して、等価線形解析法を用いて地震動の計算を行った。和泉山脈南縁区間の震源断層モデルに対する強震動評価結果としては、和歌山平野では、震度6強もしくは震度7に達する揺れとなる範囲が見られるとともに、湾岸域では浅い地盤の非線形応答による震度低減の可能性が示された。

引用文献

地震調査研究推進本部，中央構造線断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）の長期評価（一部改訂）について，http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11feb_chuokozo/index.htm（2016年4月25日参照），2011.

内閣府中央防災会議，中部圏・近畿圏直下地震対策，

http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/tounankai_nankaijishin/index_chukin.html（2016年4月25日参照），2008.