

6. むすび

本研究課題では、我が国の主要活断層帯で最も長大な活断層である中央構造線断層帯を対象として、特に四国陸域で生じ得る連動型巨大地震を評価するため、これまで未解明であった連動型地震の発生確率の算出や連動条件の検討、を目的とした調査研究を3カ年の計画で実施する。最終的な成果は、連動型地震に関する新たな評価手法や高度化した手法を地震調査研究推進本部に提案することを目標とし、「活断層の長期評価手法（暫定版）」や全国地震動予測地図に反映されることを目指すものである。

中央構造線断層帯は、我が国で最も長大で活動度が高い主要活断層帯の1つであり、これまでも様々な研究機関で活断層調査や重点的な調査観測、前回事業である「連動型地震の発生予測のための活断層調査研究（令和2～4年度）」が実施されてきた。これらの既往調査研究成果に加え、本研究課題では新たなテーマを加えた5つのサブテーマで成果の共有や連携を図りつつ、連動型巨大地震の評価手法を開発・改良するための調査研究を実施した。

1-1) 複数回の変位履歴を復元するための活断層調査では、過年度事業の成果を踏まえて、石鎚山脈北縁西部区間と石鎚山脈北縁区間で変位履歴調査等を実施した。その結果、1596年文禄伊予地震に対応される最新活動では、岡村断層の西端部で上下変位1.5mを生じ、石鎚山脈北縁西部区間と石鎚山脈北縁区間が連動した可能性が追認された。また、先行する2回の活動を含めた連動間隔が11200～18200年程度と推定された。さらに、調査地域に分布する主に3条の活断層について、岡村断層の平均変位速度を0.9 mm/yr（横ずれ）、北側を分岐して延びる正断層上で0.06 mm/yr（上下）、トレンチを掘削した最も北側の正断層で0.2 mm/yr（上下）の平均変位速度を推定した。これらによって、横ずれ断層端部で生じる上下変位に基づく変位履歴から過去の連動型イベントを判別可能であることが示された。引き続き調査手法の改良をおこない、より多地点で効率的に多数回の変位履歴を復元していく必要がある。

1-2) 歴史文書の収集分析に基づく地震活動の検討では、次の新たな知見を得た。1841年11月3日に伊予灘付近を震央とする地震が発生し、九州や西瀬戸内海地域で広く感知されているが、多度津でも感知されていたことを確認した。1853年3月28日に発生した地震は伊予吉田で家屋被害を生じさせており、中央構造線に属する断層が関連する可能性について調査を続ける必要がある。1703年12月31日に発生した地震は、元禄関東地震と同日のほぼ同時刻に発生し、大分県由布院付近で死者と多くの家屋被害を出している。一方で、被害の大きさに反して被害地域は局所的で、中央構造線断層帯・豊予海峡一由布院区間の由布院断周辺で発生した地震である可能性が高い。1703年に先行する5年間には宇和島では頻繁に地震が記録されており、それぞれがどのような地震であったか、周辺地域に対象史料を広げて検討することが今後の課題である。

2) 地殻応力場と震源断層形状推定のための微小地震解析では、主に既往の日本全国内陸部ストレスマップに基づいて、紀伊半島の中央構造線断層帯周辺の応力場を検討した。当該断層帯周辺では、概ね東西方向に圧縮軸を持つ応力場が卓越し、横ずれ成分を含む東西圧縮の逆断層場として特徴付けられることがわかった。東西圧縮の逆断層場は逆断層型の断層をすべりやすくするセンスに作用し、特に南北走向の金剛山地東縁区間では断層が非常にすべりやすいことがわかった。また、根来区間及び五条谷区間では、応力場の深さ変化が報告されており、上部地殻浅部で東西圧縮の横ずれ断層型の応力場が支配的になることで鉛直な断層においてもすべりが生じやすくなっている可能性がある。

3) 活動履歴を考慮した動的破壊シミュレーションによる連動性評価では、四国陸域の中央構造線断層帯の4区間を対象として、活動履歴の情報を基に、最新活動直前の応力場を推定し、これを反映した動的破壊シミュレーションにより、最新活動で起こり得た連動のパターンを整理した。その結果、破壊開始点の位置と各区間の最新活動直前の地震後経過率によって、5つの連動パターンが得られた。そのうち、変位履歴と調和的なパターンとして、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するパターン、および、石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するパターンが得られた。次年度以降、本年度成果で得られた最新活動の連動パターンが変位履歴と調和的となる震源モデルについて、最新活動における4区間全体の活動を確認するとともに、次の活動における地震後経過率を反映した応力場モデルを作成し、エネルギー収支による連動可能性のスクリーニングと動的破壊シミュレーションにより、震源のプロトタイプを検討する。

4) 長大な活断層帯における強震動予測手法の高度化では、中央構造線断層帯全体が同時に活動する地震を対象として、地震動予測地図で用いられている地震発生層内の矩形断層と地表断層トレス形状を接続する震源断層モデルを作成した。このとき、地表断層形状をできるだけ詳細にモデル化した。矩形断層を地表までそのまま延長した震源断層モデルとあわせて、地震動予測式に基づく強震動計算と結果の比較を行った。地震動予測式に考慮されている地表断層近傍における振幅の頭打ちによって震源断層モデルによる地震動強さの違いはほとんど見られなかったが、地表断層位置が乖離している周辺ではやや遠方(数10km)において違いが見られた。また、2016年11月13日にニュージーランドで発生したKaikoura地震(Mw7.8)、2023年2月6日に発生したKahramanmaras地震(Mw7.8)とElbistan地震(Mw7.5)の計3つの地震の主に震源インバージョン解析結果を収集するとともに震源パラメータ等の整理を行った。今後、これらの3つの地震を対象にスケールリング則の比較検討を行うためには、震源インバージョン解析で得られた断層面のすべり分布に基づいてSomerville et al. (1999)の規範に従ってトリミング操作を実施して震源断層面積を抽出することが必要となる。また、2024年1月1日に発生した能登半島地震(Mw7.5)も長大断層で発生した地震である。この地震に関する震源インバージョン解析等も進められており、今後、それらの結果についても収集して検討に加える必要がある。

以上のように、初年度にあたる令和5年度は、各サブテーマの調査研究成果で多数の新たな知見が得られた。次年度以降も引き続き、調査研究計画に沿って連動型地震の新たな手法の開発や改良に取り組んでいく。