

4. 全体成果概要

平成28年熊本地震を踏まえ、同地震発生域を含む布田川断層帯および日奈久断層帯において、平成28年度は、「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」、「断層帯の三次元的形状・断層帯周辺の地殻構造の解明のための調査観測」、および「断層帯周辺における強震動予測の高度化のための研究」を実施して、平成28年熊本地震の地表地震断層や地下の震源断層などの同地震発生の諸特徴や背景をまとめるとともに、布田川断層帯および日奈久断層帯の断層の位置・形状や活動度、地下構造などに関して重要な知見が得られた。また、「関係自治体との連携による調査成果の普及と活用の実践的研究」を実施して、関係自治体と密接に連携しながら、適切かつ効果的な調査を行うとともに、本調査研究を関係自治体や地域住民の防災・減災に役立てるための啓発活動に取り組んだ。

「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」に関しては、まず「布田川断層帯及び日奈久断層帯に関する既往研究の整理」を行った。その結果、布田川断層帯について、布田川区間の平均変位速度（右横ずれ成分：0.2 m/千年程度、上下成分：0.1-0.3 m/千年程度）と活動履歴（約 23000～28000 年前以降、2 回のイベント）、および宇土区間の平均変位速度（上下成分：0.2 ～0.5 m/千年程度）が確認された。一方、日奈久断層帯については、高野-白旗区間の活動履歴（最新活動時期：約 1600-1200 年前）と日奈久区間の活動履歴（最新活動時期：8400-2000 年前、活動間隔：11000-3600 年、3 回のイベント）がそれぞれ確認された。さらに、八代海区間では4地点のボーリングから、過去約 7300 年間に2回のイベントと平均変位速度（上下成分：最大で 0.5 m/千年）が推定された。しかし、これらの調査結果は、活動間隔や最新活動時期の年代に大きな誤差が含まれていると考えられることから、これら既往の研究結果を踏まえて陸域の調査と海域の調査を実施した。

陸域については、「平成 28 年熊本地震に伴う地表変状情報の統合」および「日奈久断層帯におけるトレンチ調査」が実施された。熊本地震に伴う地表変状情報を統合した結果、平成 28 年年熊本地震の主要な地震断層は、総延長約 31-33 km、幅 2-3 km の断層帯を形成しており、断層帯全体での最大変位量は右横ずれ 2.5 m 程度、南側隆起 2 m 程度、水平伸長 1.5 m 程度であることが明らかになった。また、主要な地震断層の周辺には、変位量が 0.1-0.2 m 程度以下の副次的な地震断層が多数確認された。一方、阿蘇谷西部の黒川沿いの低地に出現した幅狭い地溝を伴う断裂群は地震断層ではなく、大規模な側方流動に伴うものと判断した。日奈久断層帯におけるトレンチ調査は、上益城郡甲佐町白旗山出（高野-白旗区間）と宇城市小川町南部田（日奈久区間）の2地点で実施され、活動履歴について以下の情報が得られた。山出トレンチの結果、これまで活動履歴がよくわかっていなかった高野-白旗区間では、15000 年前以降 5 回の断層活動イベントが生じていたことが明らかとなった。また、最新活動時期が 1400～800 年前、平均活動間隔が約 3800～2600 年と推定された。日奈久区間の南部田トレンチでは、最新活動時期は約 1900～1100 年前と見積もられた。これは日奈久区間の既存の調査である柵 1 トレンチの活動時期（約 19000 年前以降、約 1500 年前以前の間複数回）および柵 2 地点の最新活動時期（約 8400 年前以降、

約 2000 年前以前) と重なる可能性がある。

海域については、「八代海（八代海区間）における活動履歴」と「日奈久断層帯八代海区間の構造と活動区間」の解明のための調査を実施した。このうち、活動履歴調査については、八代海の北東部で音波探査記録に基づいてボーリングを実施し、断層変位が明瞭な断層の両側で、約 1 万年前の侵食面を覆う厚さ 20m 以上の堆積物を取得した。断層を挟んだ反射面の上下変位の累積性とボーリングコア試料の年代分析により、当該断層は過去約一万年間に 4 回もしくはそれ以上活動していたことが明らかになった。八代海区間の構造と活動区間に関しては、八代海とその周辺の地質構造データを再解析して、八代海区間の北端とされている御立岬沖では、断層が連続的に発達している可能性が高いことを示した。また、八代海の北東部では断層の走向が、日奈久断層帯の全体走向より時計回りにやや回転しており、八代付近の南西側でも断層走向が時計回りに回転していることが明らかになった。このような断層の走向の変化は、臼杵-八代構造線と日奈久断層帯の合流地点でも起きており、その付近で平成 28 年熊本地震の余震の活動度が急変している。このような地質構造と地震活動の特徴から類推すると、日奈久断層帯においては八代市付近が活動区間の境界である可能性が考えられる。

「断層帯の三次元的形状・断層帯周辺の地殻構造の解明のための調査観測」に関しては、「地殻構造の解明のための地震、電磁気等による調査観測」と「地殻変動調査観測」が実施された。このうち、「地殻構造の解明のための地震、電磁気等による調査観測」については、平成 28 年熊本地震の活動に関して、その地震学的背景についてまとめ、熊本地震の複雑な活動は起震応力場が一軸伸張に近いことが一因と考えられることを示した。また、熊本地震は過去の地震活動による非弾性ひずみの大きな領域の端付近で発生したこと、地震波速度の高速度域で発生したこと、本震の破壊開始点は低速度域直上に位置していること、主に低比抵抗体の周辺で発生していること、などの諸特徴がまとめられた。平成 28 年熊本地震の震源断層に関しては、高精度震源決定により、断層構造が推定された。活動域の南西側では、日奈久断層に対応する北西側に傾斜した面に分布する震源が明瞭に認められるが、活動域の北東側では地震活動が低く、布田川断層に対応する面状の震源分布は認識できない。4 月 14 日の前震や 16 日の本震の破壊開始点が位置する布田川断層帯と日奈久断層帯の接合領域では、複数の面状震源分布が混在し、複雑な断層構造をしていることが明らかになった。これらの調査に加え、熊本平野において反射法地震探査を実施して、同平野南部に伏在が推定される布田川断層帯宇土区間（宇土断層）の断層位置・形状と深さ 1000m 程度までの地下構造について調査した。その結果、熊本平野の基盤の盆状構造が明らかになり、基盤より上部の堆積層には、複数の正断層が認められた。これらの正断層の位置は、宇土断層が通っていると推定されている地点に近く、それぞれの断層の鉛直変位は、阿蘇火砕流堆積物で数 10m 程度と推定され、宇土断層に対応する可能性がある。

「地殻変動調査観測」については、日奈久断層帯南部（八代区間）の地殻変動を観測するため新たに GNSS 連続観測点を設置して観測を開始するとともに、平成 28 年熊本地震の地震時変動を解析した。地震時変動を説明する震源断層の形状や断層変位を布田川断層帯・日奈久断層帯にそれぞれ 1 枚の矩形断層を仮定して推定した結果、地震時変動は主に布田川断層により引き起こされたことを確認した。また、国立大学法人の GNSS グループが行っている余効

変動観測の情報を収集し、日奈久断層帯の南西側にある観測点では比較的大きな余効変動が観測されているのに対し、日奈久断層帯北西側の観測点では、余効変動が南西側に比べて小さいことを明らかにした。

「断層帯周辺における強震動予測の高度化のための研究」に関しては、熊本平野や八代平野など強震動予測の対象地域における地下構造モデルの高度化に資する資料を得るため、「対象地域の関連研究成果の収集」、「自治体震度計波形データの収集と整理」、「強震観測点周辺における微動アレイ調査」、「熊本平野西部及び八代平野における単点微動調査」、および「深いボーリング情報の収集」を実施した。このうち、「対象地域の関連研究成果の収集」に関しては、科学研究費補助金特別研究促進費「2016年熊本地震と関連する活動に関する総合調査」で行われた余震（強震）観測、地盤震動観測情報の収集と、内閣府SIP「レジリエントな防災・減災機能の強化」において実施されている熊本平野の浅部・深部統合地盤モデル作成の情報収集を行った。また、「自治体震度計波形データの収集と整理」では、熊本県震度情報ネットワークシステム（熊本県内74地点）で記録された強震波形データ及び関連資料の収集を行った。本研究においては、対象地域の地盤震動特性を広域に把握するため、上記のデータ収集に加えて、熊本平野中心部～西部における強震観測を開始した。また、「強震観測点周辺における微動アレイ調査」および「熊本平野西部及び八代平野における単点微動調査」も実施し、これらの観測によって得られた地震データ及び微動データを用いて、当該サイトの地盤震動特性と地震基盤までのS波速度構造の解析を開始した。特に、微動アレイ調査においては、観測された位相速度を既存の地下構造モデルで説明できるか検討したところ、ほとんどの観測点で、既存モデルより遅いS波速度構造を考える必要があることが明らかになった。これらの解析と「深いボーリング情報の収集」を合わせて検討することにより、今後、地下構造モデルを作成する。

「関係自治体との連携による調査成果の普及と活用の実践的研究」に関しては、大規模な被害地震後の活断層の総合的な調査研究を遂行するにあたり、調査段階及び調査終了後において関係自治体とのより密接な連携を行うことで、調査研究の円滑な推進を図るとともに、防災教育や調査研究成果等の多方面への実践的な活用方策を研究・検討した。このため、熊本県内における防災・減災に関わる関係機関への事業説明並びに連携強化を、熊本県、熊本市、益城町並びに八代市の危機管理部署および教育委員会に対し実施した。特に八代市については、平成28年度の防災教育等の取り組み事例を基に説明を行い、平成29年度以降の協力を依頼した。また、サブテーマ1、2、3の成果を利用した防災・減災教育として、甲佐町立白旗小学校の児童67名を対象にサブテーマ1で掘削されたトレンチ壁面と断層実験・振動実験を併せて3時間の授業を構築し実施した。