

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29年度は平成28年度に引き続き、「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分布・形状の推定精度を向上させるとともに、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知見を得た。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、調査領域を陸域と海域に分けて調査を実施した。

陸域では、平成28年熊本地震によって生じた地表変形に関する情報収集を引き続き実施し、地震断層の変位量分布と断層の走向に直交する伸張量の解明を行い、国土交通省や国土地理院が実施した調査との整合性を確認した。この調査により、布田川断層帯では右横ずれ2.5m程度、南東側隆起2m程度、水平伸長1.5m程度の変動が生じたことを明らかにした。また、日奈久断層帯の高野-白旗区間では横ずれ0.7m、北西側隆起0.2m、水平伸長0.3mの変位が生じたことを明らかにした。さらに、変位量が0.2m以下の副次的な地震断層がおおよそ35km四方の範囲に生じたことを確認するなど、平成28年熊本地震にともなう断層変位の全容を明らかにして整理した。

阿蘇カルデラ内に出現した地震断層のうち、濁川左岸に沿って伸びる地溝・亀裂群を対象として、地形地質調査、地中レーダーによる地下構造探査、ボーリング調査、およびトレンチ調査を実施した。トレンチ調査の結果、少なくとも約3.1万年前までの地層が確認され、それらが地表地震断層へとつながる正断層によって変形・切断されていることが確認された。詳細な観察と年代測定の結果、1800～1300年前の最新活動を含め少なくとも5回のイベントが確認され、平均活動間隔は2600～1700年と見積もられた。これまでの布田川断層帯の活動履歴と比較すると明らかに短く、想定より頻繁に活動している可能性が示唆された。

上益城郡益城町島田地区（布田川断層帯宇土区間北甘木断層）において2016年熊本地震に伴い出現した地震断層を横断するトレンチ調査の結果、熊本地震の痕跡の可能性のある開口割れ目が認められたものの明瞭な地層の変形は認められなかった。一方、熊本地震とは異なり地層に明瞭な変形を伴う断層活動イベントが認定され、その時期は約15,760年前以降で約2,750年前以前あるいは約9,550年前以前と推定された。

日奈久断層帯日奈久区間の南部の活動履歴を明らかにするため、八代市川田町においてトレンチ調査を行った。事前ボーリングでは断層の存在が想定されたが、掘削範囲が人工構造物によって制限されていたことや、堆積物が厚かったため、活断層そのものはトレン

チ壁に出現しなかったが、地層の傾動を確認した。年代測定の結果、少なくとも約 6,700-7,000 年前以降に地層の傾動が生じたことが明らかになった。

海域では、八代海の海上ボーリング調査で得られた堆積物コア試料の分析と、稠密に取得した高分解能音波探査記録にもとづく評価対象断層の形状を把握するための解析を実施した。堆積物コア試料について、堆積年代の精度を向上させ、塊状の内湾泥底堆積物における鉛直方向の物性変化を明らかにした。以上にもとづき、最近 10,000 年間に少なくとも 4 回の上下変位を確認し、高分解能音波探査記録の解析により、評価対象断層の形状および断層周辺の地質構造を三次元的に捉えた。

「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年熊本地震の活動域を含む布田川・日奈久断層帯周辺域において、平成28年度に引き続き自然地震観測を継続するとともに、解析結果を総合して、熊本地震の震源構造と震源域の地殻構造、および起震応力の時間的空間的变化の特徴をまとめた。その結果、最大前震および本震の破壊開始点付近の複雑な断層構造が明らかになった。最大前震や本震は、布田川・日奈久断層帯の傾斜方向とは逆の東南東傾斜の断層面で破壊が開始し、それが日奈久断層帯や布田川断層帯に乗り移って大きなすべりが発生したと推定される。布田川・日奈久断層帯周辺の3次元地震波速度構造および3次元比抵抗構造と震源分布の比較から、地震は低速度域を避けて発生していることや、規模の大きな地震は低比抵抗領域の縁で発生していることが明らかになった。また、熊本地震発生前の背景の地震活動の深さの下限 (D95) から本震の震源断層の幅が推定可能であることが確認された。さらに、起震応力の解析から、熊本地震の発生により断層帯近傍のせん断応力が減少したことや、熊本地震発生前の背景の地震活動から推定した応力場で本震時のすべり方向を予測できる可能性が示された。さらに、日奈久断層帯・高野-白旗区間を横切る測線における繰り返しGNSS観測の結果、震源断層南西端近傍の地殻変動の推移が高い空間分解能で明らかになり、高野-白旗区間の断層すべりは、GNSS測線の北側に留まっていることが示された。

MT法比抵抗探査については、これまでさまざまな機関により蓄積されてきた広帯域MTデータを再解析し、周期0.01~2000秒の周波数応答関数をコンパイルした。熊本地震震源域においてはWSINV3DMTインバージョンコード (Siripunvaraporn and Egbert, 2009) を使用し、80観測点のデータを入力とした3次元解析を行った。平成30年度に予定している日奈久断層および宇土半島周辺での広帯域MT調査のため、その周辺地域において予備調査を行い、3次元解析の結果と併せて平成30年度の探査計画を策定した。

一方、「地殻変動調査観測」については、平成28年熊本地震発生直後に設置したGNSS観測点での観測を、長期的な余効変動を明らかにする目的で継続した。日奈久断層帯八代海区间付近の地殻変動を明らかにするために鹿児島県獅子島に設置したGNSS観測点での観測についても継続した。それらの観測データの解析の結果、約2年間の余効変動の推移が明らかになり、日奈久断層帯東側の特に南北成分で大きな余効変動が生じていること、地震発生後の1年間よりも、2年目では余効変動としては鈍化していることも明らかになった。また、九州大学、京都大学、鹿児島大学で設置したGNSS観測点、国土地理院によるGEONET観測点のデータを解析し、ひずみ速度を求めた。布田川断層帯付近では最大せん断

ひずみ速度の方向は断層帯の走向に一致している。日奈久断層帯・高野一白旗区間でも最大せん断ひずみ速度の方向が断層帯の走向に一致しているが、南に行くにしたがって断層帯の走向と斜交していることが明らかとなった。これらのことから、布田川・日奈久断層帯のうち、平成 28 年熊本地震の際に活動したと考えられる区間では、断層上でせん断ひずみが最大になっていたことがわかった。

「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、布田川・日奈久断層帯が活動した場合に強い揺れに見舞われる可能性が高い、八代平野およびその周辺域においての調査観測を重点的に進めた。具体的には、八代平野における反射法地震探査、八代平野における微動アレイ観測、八代平野と熊本平野の接合部での微動観測、熊本県震度情報ネットワーク観測点等における微動アレイ観測、八代平野を中心とした余震・微動アレイ観測、熊本県震度情報ネットワークシステム波形データを用いた観測点サイト特性評価、深井戸ボーリング情報の収集などを実施した。その結果、八代平野における堆積層基盤面までの反射地震断面による構造情報や、堆積層内および基盤における S 波速度に関する基礎情報が得られた。また、八代平野と熊本平野の接合部や天草諸島、葦北地域及び人吉盆地地域についても S 波速度構造及び堆積層厚に関する情報が得られた。これらの情報に加え、八代平野をはじめ断層帯近傍の観測点サイト特性評価や深井戸の地質柱状図などの資料も踏まえ、対象地域の三次元地下速度構造モデルの高度化の方針についてまとめた。

「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」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・検討している。平成 29 年度は、熊本県の市町村防災担当者の研修プログラム等を活用した本調査研究の周知と連携の強化や、トレンチ壁面観察や地震火山こどもサマースクールの共催などの防災教育に加え、防災行政と教育行政を対象にヒアリング調査を実施して、調査成果の普及と活用について行政のニーズと課題を検討した。

熊本県内 45 市町村の地域防災計画のうち 29 市町村の地域防災計画(地震災害編)の資料調査から、地震災害の最大想定規模の根拠資料に「内閣府中央防災会議資料」、「地震調査研究推進本部資料」、平成 24 年に熊本県が実施した「地震・津波被害想定調査結果」が使用されていること、地域防災計画の作成は毎年実施されておらず、国の防災基本計画の改定を受けて 1 年後に都道府県の地域防災計画が改定され、さらにそれを受けて 1 年後に地域防災計画が改定される流れが一般的であること、様々な調査結果が「内閣府中央防災会議資料」や「地震調査研究推進本部資料」に反映されるには年単位の時間を要することから、現在進められている詳細な活断層調査の結果が市町村の地域防災計画に反映されるには 5-6 年の時間がかかることが明らかになった。

また、熊本県知事公室危機管理防災課へのヒアリング調査から、熊本県庁には熊本地震後活断層に関する問い合わせが住民から多く寄せられていること、これは市町村行政も同様であること、住民向け出前講座の要請や防災教育の要請が多く発生していること、次の防災・減災を実現するために活断層を避けて役場等の公共施設の建設を行うことが必要であること、地域防災計画の策定根拠資料として活断層に関わるデータを一元化する場を求めていること

が明らかになった。

さらに、熊本地震で被災した教育施設17箇所のヒアリング調査から、災害後の学校は校内点検や安否確認などの「緊急時対応」、避難者や支援者・支援物資の受入れなどの「避難所対応」、通学路の確認や教室準備などの「学校再開準備」の3つの内容に取り組むこと、学校再開後は、児童・生徒の心のケア、余震による二次災害対策などが大きな課題であること、特に心のケアには地震に対する知識等の不足に起因する恐怖感の払拭が必要であり、その教材が不足していることが明らかになった。