

# 干渉 SAR により検出した地震に伴うノンテクトニック変動のメカニズム解明 (第3年次)

実施期間 平成 29 年度～令和元年度  
地理地殻活動研究センター  
地理情報解析研究室 中埜 貴元

## 1. はじめに

本研究は、JSPS 科研費 17K01234 (研究代表者：佐藤浩日本大学准教授) の助成を受けて実施したもので、平成 28 年 (2016 年) 熊本地震 (以下「熊本地震」という.) に伴って生じたノンテクトニック (いわゆる「お付き合い」、「副次的」、「根無し」) 断層の活動の様態や特徴を、現地地形・地質調査や浅部地下構造調査を通じて明らかにすることを目的としている。干渉 SAR で検出されたノンテクトニックな変位と考えられる多数の線状の地表変位 (Fujiwara et al., 2016) のうち、阿蘇外輪山北西部において既知の活断層 (的石牧場 I 断層：鈴木ほか, 2017) に沿って現れた箇所を対象地区とし、その成因や既往活断層との関係、活動履歴等の解明に向けた詳細な地形・地質調査を実施した。

## 2. 研究内容

令和元年度は、これまでに実施したトレンチ調査結果の解釈の取りまとめと、熊本地震後に地表地震断層が出現した 4 地点において、浅部地下構造を把握するための地中レーダ (GPR) 探査を実施した。

トレンチ調査の結果の概要は宇根ほか (2019) などで報告されてきたが、そのより詳細な解釈を行い、活断層の活動履歴を取りまとめた。地表地震断層における GPR 探査は図-1 に示す 4 地点において、2020 年 2 月 17～18 日に実施した。図-1 の調査地点①では渡辺ほか (2016) などにより地表地震断層の出現が報告され、鈴木ほか (2017) にも地震断層として図示されているが、渡辺ほか (2019) によるトレンチ調査では地表地震断層と考えられる地表変位は人工的な埋土と地山の境界で発生しており、埋土の移動によって形成された可能性も示唆されている。調査地点② (旧矢護山ゴルフ場駐車場)、③ (日の原キャンプ場内道路)、④ (大津町真木地区の道路) は宇根ほか (2016) などで地表地震断層が確認された地点で、今回の調査時点でもその地表変位は残っていた。GPR 探査の測線は地表地震断層に直交する方向に設置した。GPR 探査装置は Sensors & Software 社製 Noggin Plus (アンテナ中心周波数 250MHz) を用いた。本稿ではそれぞれの成果の概略を報告する。ただし、トレンチ調査結果の詳細な解釈及び活断層の活動履歴については、現時点で論文投稿中のため、ここでの記載は限定

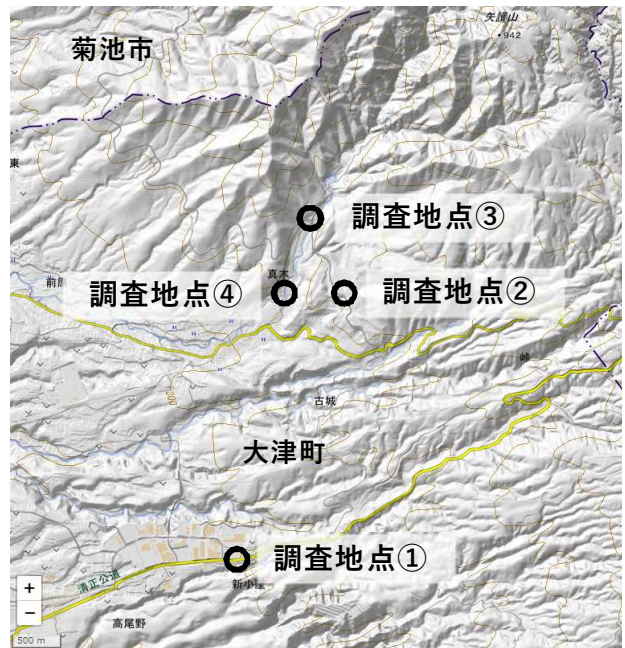


図-1 調査地点図

的とする。

### 3. 得られた成果

#### 3.1 トレンチ調査結果の解釈に基づく活断層の活動履歴

トレンチ調査の結果、確実度の低いものも含め2回のイベントによる変位の累積性が確認された。そのうち確実度の高いイベントはおよそ3,500年前に発生したと推定することができた。このイベントの年代は、遠田ほか(2019)により本調査地域に最も近い南阿蘇村黒川地区において実施された布田川断層のトレンチ調査に基づき推定された複数の先行イベントの年代と必ずしも一致しないが、遠田ほか(2019)が示した4,237~4,100年前に発生したイベントに対応する可能性もある。また、火山活動(火山性地震や地殻変動)に伴い既存の断層が副次的に変位することが知られており(Civico et al., 2019; 防災科学技術研究所, 2019など)、約3,600年前に発生したとされる往生岳の噴火イベント(気象庁, 2020)時の副次的な変位を示している可能性も考えられる。この確実度の高いイベントと2016年の熊本地震の間にも、信頼度は低いものの、およそ3,166年前以降にさらに別のイベントが発生した可能性が示唆された。これらの先行イベントがどのような現象であり、どのような時間間隔で生じたのかを明確に示す材料は今のところないが、変位量、変位の向きなどから、今回の熊本地震に伴って発生した断層運動と同様の現象、すなわち近傍の断層の活動に伴うお付き合い地震断層であったと仮定することに大きな矛盾はないと考える。

的石牧場I断層は、今回のトレンチ掘削地点付近で、比高約10mの断層崖を形成している。この断層崖が約9万年前のAso-4火砕流堆積物の堆積後に形成されたと仮定すると、断層崖の侵食や埋積の影響を考慮する必要はあるが、1回当たり20cm程度の上下変位が約2,000年間隔で発生することで形成され得る。この1回当たりの上下変位量は、Fujiwara et al. (2016)などで推定された熊本地震による上下変位量10~15cm程度に近い値であり、2,000年間隔の発生は上記で推定したイベント間隔や遠田ほか(2019)が示す布田川断層の活動間隔と大きな齟齬はない。他の震源断層の活動に伴うお付き合い地震断層の変位の累積が断層の変位地形を形成し得ること、活断層の地形形成プロセスが多様であることを示す事例と言える。

#### 3.2 GPR 探査により推定された地表地震断層部の浅部地下構造(概略)

図-1の調査地点①では、主に渡辺ほか(2019)で指摘された埋土構造の分布の把握を試みた。地表地震断層と考えられた地表変位(断裂)の発生地点付近からその北側の現清正公道の道路縁までの範囲において、不明瞭ではあるものの、U字型の溝の断面形を呈するような反射構造が確認できた。これが渡辺ほか(2019)で指摘された埋土前の原地形の可能性もある。調査地点②、③、④では地表地震断層の前後で層構造を示す反射が見られたものの、断層の位置では特に変位を示す反射構造は得られなかった。これらの地点では断層変位の累積によって形成された断層変位地形が見られないことから、地下浅部においても累積変位が存在しないことを示している可能性もある。

### 4. 結論

熊本地震に伴って発生したお付き合い地震断層の様態や特徴を明らかにするため、阿蘇外輪山北西部において様々な調査を実施してきた。その結果、的石牧場I断層は過去にも複数回活動(変位)した可能性があること、その活動間隔は布田川断層の活動間隔と大きな矛盾がないことが分かり、その変位量等から今回の熊本地震に伴う変位と同様の副次的な変位でも現在の断層変位地形が形成され得ることが示された。すなわち、活断層の変位様式は多様であり、その活動履歴から活断層評価を行う際には、この多様性も考慮する必要があると考えられる。

## 謝辞

本研究の調査は、研究代表者である日本大学の佐藤浩准教授ら研究メンバーと共同で実施したものです。トレンチ調査結果の解釈においては、(財)電力中央研究所の小村慶太郎研究員に多大なる協力を賜りました。本研究で使用した GPR 探査装置は、名古屋大学の鈴木康弘教授よりお借りしました。ここに記して感謝申し上げます。

## 参考文献

- 防災科学技術研究所(2019):小笠原硫黄島の活動的火山口や地表断層の状況,火山噴火予知連絡会会報, 131, 250-257.
- Civico, R., S. Pucci, R. Nappi, R. Azzaro, F. Villani, D. Pantosti, F.R. Cinti, L. Pizzimenti, S. Branca, C.A. Brunori, M. Caciagli, M. Cantarero, L. Cucci, S. D'Amico, E.D. Beni, P.M.D. Martini, M.T. Mariucci, P. Montone, R. Nave, T. Ricci, V. Sapia, A. Smedile, G. Tarabusi, R. Vallone and A. Venuti (2019): Surface ruptures following the 26 December 2018, Mw 4.9, Mt. Etna earthquake, Sicily (Italy), *Journal of Maps*, 15(2), 831-837.
- Fujiwara, S., H. Yurai, T. Kobayashi, Y. Morishita, T. Nakano, B. Miyahara, H. Nakai, Y. Miura, H. Ueshiba, Y. Kakiage and H. Une(2016): Small-displacement linear surface ruptures of the 2016 Kumamoto earthquake sequence detected by ALOS-2 SAR interferometry, *Earth, Planets and Space*, 68, 160.
- 気象庁 (2020) : 全国の活火山の活動履歴等, 九州地方の活火山, 阿蘇山, [https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/fukuoka/503\\_Asosan/503\\_index.html](https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/fukuoka/503_Asosan/503_index.html) (accessed 5 Mar. 2020).
- 鈴木康弘, 石村大輔, 熊木洋太, 熊原康博, 千田昇, 中田高, 中埜貴元 (2017) : 1:25,000 活断層図 布田川・日奈久断層帯とその周辺「阿蘇」, 国土地理院.
- 遠田晋次, 鳥井真之, 奥野充, 今野明咲香, 小野大輝, 高橋直也 (2019) : 熊本地震地表地震断層の阿蘇カルデラ内の完新世活動履歴—南阿蘇村黒川地区トレンチ調査—, *活断層研究*, 51, 13-25.
- 宇根寛, 中埜貴元, 藤原智, 小林知勝, 森下遊, 佐藤浩, 八木浩司 (2016) : 平成 28 年熊本地震に伴い阿蘇外輪山北西部に現れた多数の地表変位について, *日本活断層学会 2016 年度秋季学術大会講演予稿集*, 21-22.
- 宇根寛, 中埜貴元, 佐藤浩, 八木浩司, 小村慶太郎 (2019) : 阿蘇外輪山北西部の「お付き合い断層」の掘削調査結果と地形変位からみた活動履歴, *日本地球惑星科学連合 2019 年大会予稿集*, SSS15-P20.
- 渡辺満久, 中田高, 後藤秀昭, 田中圭, 鈴木康弘, 高田圭太 (2016) : 2016 年熊本地震時に「清正公道」に沿って出現した地震断層, *日本活断層学会 2016 年度秋季学術大会講演予稿集*, 38-39.