SAR 干渉解析により明らかになった
非起震性地表変動による地形形成プロセスの解明（第 2 年次）

実施期間　　令和 2 年度～令和 4 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 20K01141（研究代表者：お茶の水女子大学・宇根寛研究協力員）の助成を受けて実施しているもので，非起震性地表変動（近傍の地震活動に誘発されて，地震観測で捉えられるような地震動を発生させることなく生じた地表の変位）の累積が活断層地形を形成し得るのかを明らかにし，活断層の活動性の評価方法及びそれに基づく活断層の防災対策のあり方について提案することを目的とする．この目的を達成するため，平成 28 年（2016 年）熊本地震で発生した非起震性地表変動のうち，地形的に変位地形が認識されていない地点に現れたものを中心に，SAR 干渉画像の再確認や地震前後の航空レーザ計測データの確認及び現地調査等により地震時の変動の詳細を明らかにするとともに，トレンチ調査や簡易ボーリング，GPR（地中レーダ）探査により，浅部地下構造を把握しつつ，過去の活動履歴と断層変位地形との関係及びその地形形成プロセスを明らかにする．

2. 研究内容

令和 3 年度は，前年度に調査サイトとして選定した象ケ鼻サイト（図-1）にて，道路脇の壁面露頭（写真-1）の整形と観察，浅部地下構造を推定するための GPR 探査を中心に実施した．同サイトでは，平成 28 年（2016 年）熊本地震後の現地調査で，道路を横断する地表地震断層が確認されており（中埜ほか，2018），また，昨年度の調査でその延長上の牧草地内で多くの開口段差亀裂（地表地震断層）

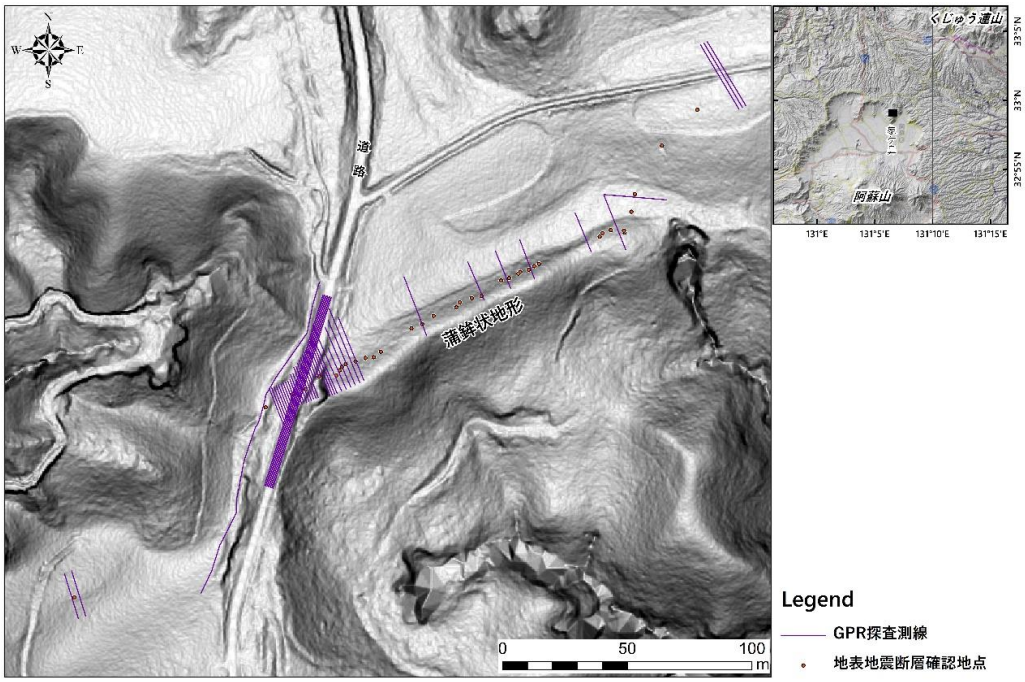

図-1　調査地点及び GPR 探査測線配置図．背景は地震後の航空レーザ DEM による陰影起伏図．

を確認していた（中埜，2021）．国土地理院の活断層図「阿蘇」（鈴木ほか，2017）では，この地点には活断層は取得されていないが，南北方向の道路の東側には蒲鉾状の地形があり，地表地震断層の開口段差亀裂はこの蒲鉾状地形の北側斜面に沿って現れている（図-1）．また，道路脇の壁面露頭において，1997 年に一の宮町（現・阿蘇市）教育委員会により実施された象ケ鼻 D 遺跡第 1 次発掘調査概要報告書（一の宮町教育委員会，1998）において，北東−南西方向に走る北落ちの断層として取得されており，約 7,300 年前の鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah）や約 29,000 年前の姶良 Tn 火山灰（AT）などを含む火山灰層を累積的に変位させている活断層であることが指摘されていた．これらのことから，当初は地形的に変位地形が認識されていない地点を想定していたが，実際には不明瞭な活断層が存在する場所での調査となった．

写真-1　道路脇の壁面露頭全景

現地調査は，研究全体としては 2021 年 4 月 28 日～5 月 3 日，同年 9 月 29 日～10 月 2 日，同年 11 月 24 日～28 日，2022 年 2 月 24～27 日の 4 回実施され，筆者はそのうちの 1 回目と 3 回目の 2 回参画した．1 回目の調査では GPR 探査を，3 回目の調査では露頭の観察を中心に実施した．GPR 探査では，図-1 に示す 57 測線で探査を実施し，その後それらのデータを解析した．壁面露頭の観察は，通常の活断層のトレンチ調査で実施される壁面観察と同様の手法で行い，他の調査メンバーが中心となって実施したスケッチを補足する形で行った．また，壁面露頭の写真を多数撮影して，SfM ステレオ写真測量技術を用いて，露頭の 3D モデルを作成した（図-2）．この壁面露頭観察では，蒲鉾状地形上の開口段差亀裂とつながるような新鮮な開口亀裂が多数確認でき，平成 28 年（2016 年）熊本地震時に生じた開口亀裂と考えられた．これらの詳細は宇根ほか（2022）で報告されていることから，本稿では GPR 探査の結果を中心に概要を報告する．

図-2　壁面露頭の 3D モデル

3. 得られた成果

地表地震断層が横断する南北方向の道路上での GPR 探査プロファイルを図-3 に示す．この探査プロファイルでは地下 5m 付近まで反射が得られており，構造を識別することが可能である．この測線は，水平距離 40m 地点付近で地表地震断層と交差するが，その付近から北に向かって傾き下がる明瞭な反射面が確認できる（図-3 橙色線）．この探査プロファイルと壁面露頭のスケッチ及び別途実施された簡易ボーリングの結果との対比は十分にできていないが，予察的な比較では，この北に向かって傾き下がる明瞭な反射面は，特定の火山灰層を捉えたものと考えられる．この火山灰層は，断層変位によって形成された蒲鉾状の地形の断面の基部に相当するが，この変位が地下 3m 程度の層準まで及んでおり，大きな変位の累積があることが伺える．その他の測線でも部分的に明瞭な反射面が得られたが，地表に笹が繁茂していた部分は探査条件が悪く，明確な構造が得られていないため，上記以外の解釈には至っていない．

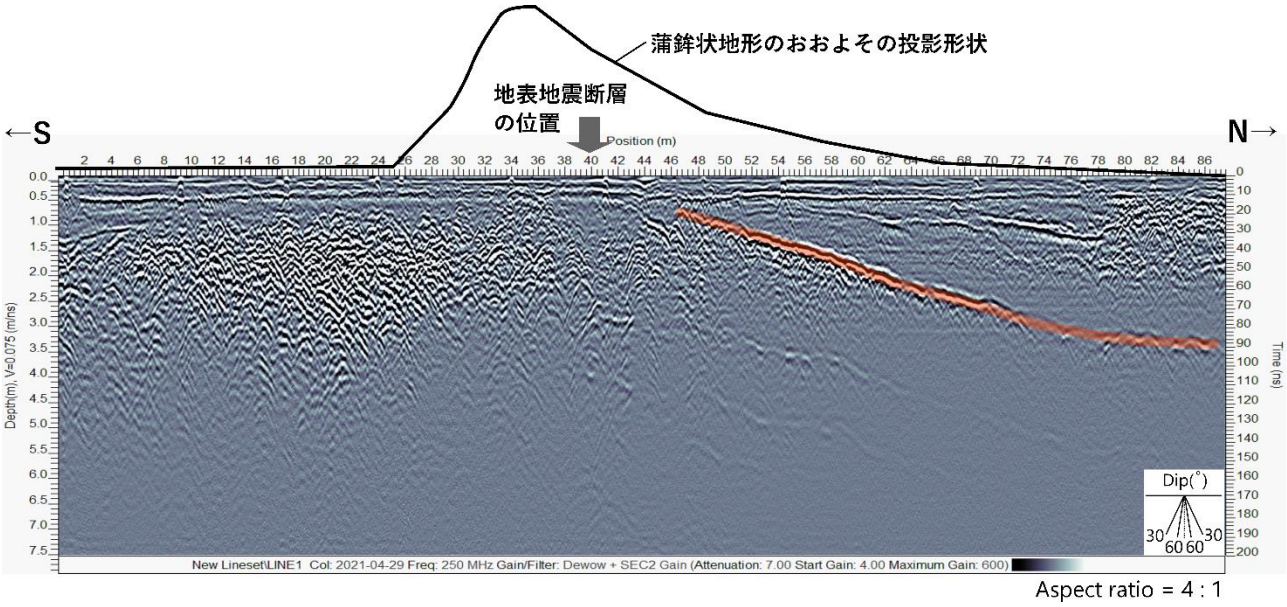

図-3　南北方向道路上の GPR 探査プロファイル

4. 結論

平成 28 年（2016 年）熊本地震に伴う非起震性地表変動のうち，象ケ鼻サイトにおいて GPR 探査や壁面露頭観察等の現地調査を実施した．GPR 探査では地下 5m 程度までの浅部地下構造を捉えることができ，断層変位が地下 3m 程度の層準まで及んでいることが確認できた．今後は，多数取得した GPR 探査プロファイルを結合することで，3 次元的な構造の可視化を行う予定である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K01141 の助成を受けたものである．本研究の調査は，研究代表者であるお茶の水女子大学の宇根寛研究協力員，研究分担者である山形大学の八木浩司教授，日本大学の佐藤浩教授，（財）電力中央研究所の小村慶太朗研究員と共同で実施した．

参考文献

一の宮町教育委員会（1998）：象ケ鼻 D 遺跡第 1 次発掘調査概要報告書.

中埜貴元（2021）：SAR 干渉解析により明らかになった非起震性地表変動による地形形成プロセスの解明（第 1 年次），国土地理院令和 2 年度調査研究年報，220-223.

中埜貴元，宇根寛，藤原智，遠藤涼，出戸雅敏，佐藤浩（2018）：SAR 干渉画像に基づき阿蘇外輪山で確認した新たな地表地震断層，日本活断層学会 2018 年度秋季学術大会講演予稿集，P-6.

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「阿蘇」，国土地理院.

宇根寛，八木浩司，佐藤浩，中埜貴元，小村慶太朗（2022）：阿蘇外輪山・象ケ鼻断層における 2016 年熊本地震前後の断層変位，日本地球惑星科学連合 2022 年大会.