

8. 2016年熊本地震で発生した立野地区の斜面崩壊と、 宇土・御船地区の盛土地すべり

Shallow landslides at Tateno area and landslides in residential slopes at Uto and Mifune
area caused by the 2016 Kumamoto earthquake

○西山賢一（徳島大学）・横田修一郎（島根大学名誉教授）

1. はじめに

2016年4月の熊本地震（ $M_j=7.3$ ）は、その後の余震を含めてNE-SWに細長く伸びた広大な地域に発生したため、阿蘇火山周辺の急斜面だけでなく、熊本平野周辺の丘陵など、様々な地形・地質地帯で地震動に起因した斜面変動が発生した。とくに后者では、丘陵を大規模に地形改変した宅地造成地で谷埋め盛土の地すべりが発生した。本報告では、南阿蘇村立野地区で発生した斜面崩壊、ならびに熊本平野周辺の宇土市・御船町の丘陵を改変した宅地造成地で発生した地すべりに関する調査結果を報告する。

2. 対象地区周辺の地形・地質概要

対象地区の位置関係を図1に示す。立野地区は阿蘇カルデラの西端に位置し、カルデラの地形的な切れ目の谷壁斜面にあたり、活断層とされている北向山断層の近傍の斜面である。谷壁斜面は急崖をなし、主として阿蘇火砕流噴出前の先阿蘇火山岩類の溶岩・凝灰角礫岩の互層よりなる。

宇土・御船地区の丘陵は、阿蘇カルデラ西方に広がる熊本平野の周辺部に位置しており、平野内に広く分布する阿蘇火砕流堆積物、ならびに段丘堆積物の基盤に当たる白亜系陸棚堆積岩類（御船層群・姫浦層群）が分布する。御船地区は、今回の熊本地震の震源断層の一つである日奈久断層が近傍に位置しており、宇土地区は日奈久断層から5km程度離れている。

3. 立野地区で発生した斜面崩壊

2012年7月豪雨で斜面崩壊起源の土石流による被害が発生した南阿蘇村立野新所地区（西山ほか、2014；2016）では、2016年熊本地震により、2012年崩壊斜面のすぐ東隣で複数の斜面崩壊が発生した。この斜面崩壊により、九州電力株式会社の黒川第一発電所施設が大破するとともに、濁流を含んだ土砂が集落へ流下し、犠牲者を出した（図2）。黒川第一発電所近傍では、先阿蘇火山岩類（凝灰角礫岩）からなる斜面で2箇所の崩壊が発生しており、以後、上部崩壊と下部崩壊と呼ぶ。上部崩壊の土砂は溪流の途中で停止しており、集落に達していない。下部崩壊の南側では、やせ尾根上に位置していた黒川第一発電所のヘッドタンク（水槽、42.4m×13.2m）が大破した（写真1）。

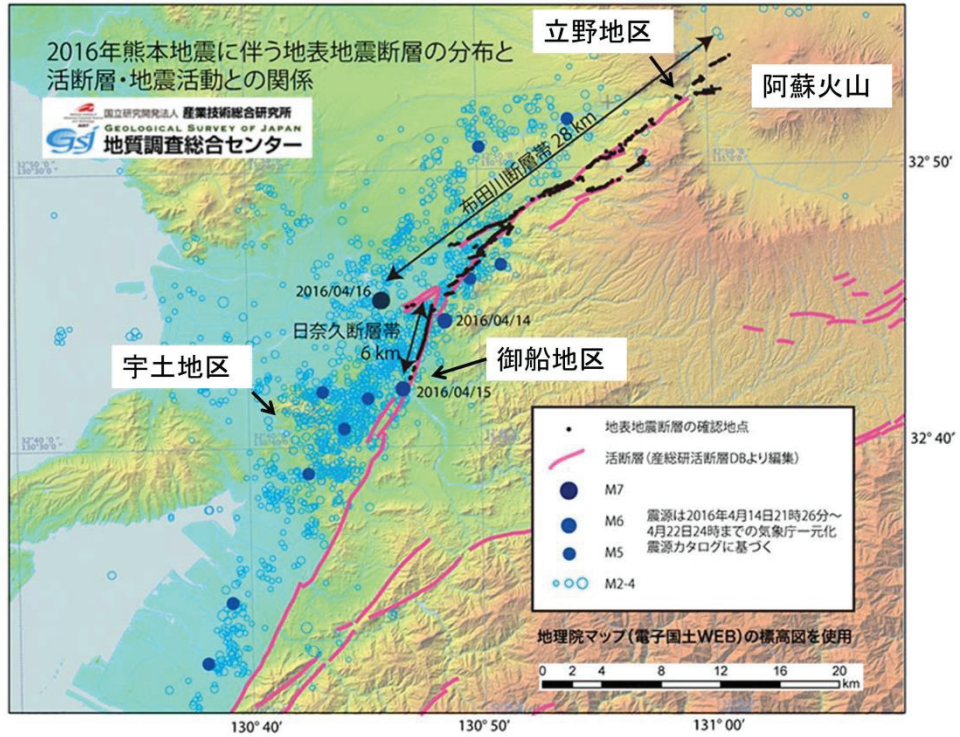


図1 対象地区の位置図 (産総研, 2016 に対象地区を加筆)

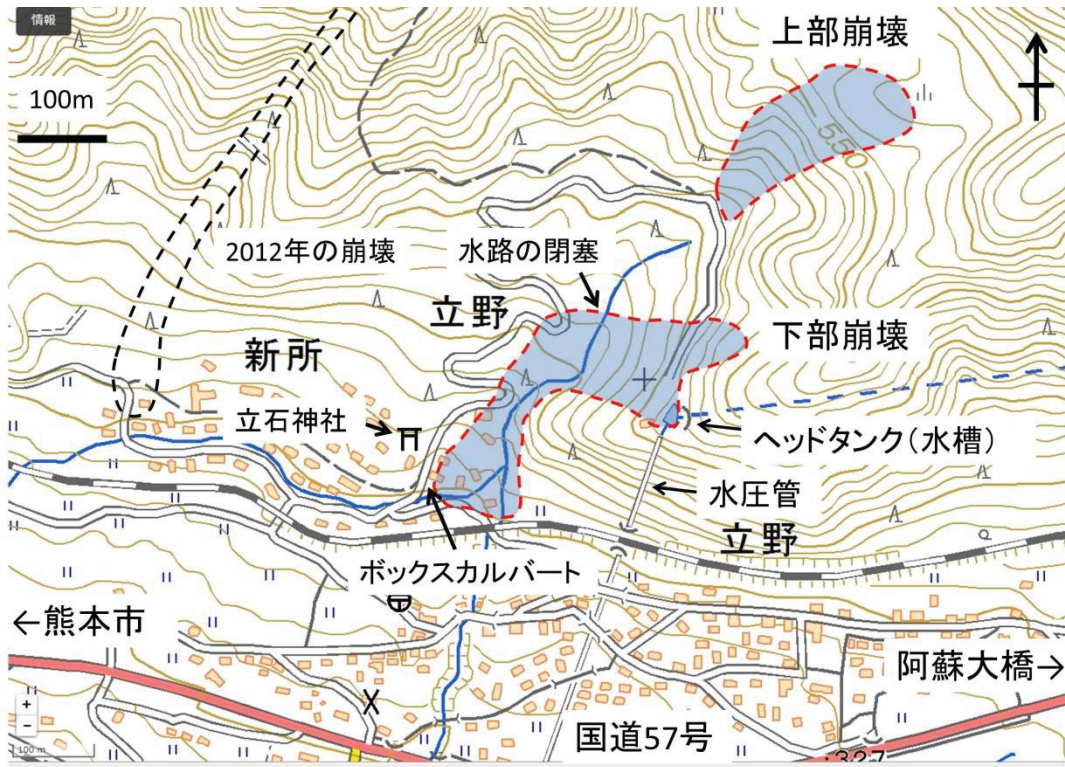


図2 立野地区の崩壊分布図

ヘッドタンクの下斜面では、崩壊土砂によって水路が閉塞されるとともに、複数の住宅が大破した。4月23日に実施した現地調査では、被災した住宅とその周辺のボックスカルバート、樹木などには泥が付着し、樹木では上流側に樹皮の剥がれが認められた（写真2～4）。泥の付着と樹皮の剥がれは、移動体下端に近いボックスカルバート付近では、地表からの高さが2m以上までに及んでいた。このことは、下部崩壊からの崩壊土砂に多量の水が含まれていたことを示し、崩壊土砂が多量の水を含む土石流として集落に流下したと判断される。筆者らの調査後に行われた九州電力株式会社による技術検討会でも、施設の破壊後、ヘッドタンクへ流入する水路が閉鎖されたものの、ヘッドタンクおよび水路に残存していた約1万m³の発電用水が流下したと見積もられており、この水が崩壊土砂と混合し、集落へ流下したと推定されている（九州電力株式会社、2016）。

4月23日午前に実施した住民への聞き取りは以下の通りである。4月16日1:25の本震直後、転倒したテレビを立て、他の片付けをしようとしていたところ、濁水を含む土砂が家屋に流入してきたため、水位がやや低下するまでしばらく待った後に、流れる水を突破して高台にある立石神社に避難した。避難時に家屋は倒壊しておらず、その後の不明者捜索の際に重機で家屋が破壊された。正確な時間は分からないが、地震動が収まったあと、集落に土砂・濁水が流入するまでの間には、若干の時間があつた。

AMeDAS 南阿蘇（南阿蘇村河陰）では、本震の9日前の4/7に103.5mm/日のまとまった雨を記録した後は、4/13に5.5mm/日の降水があっただけであり、崩壊時には、9日前の降雨に由来する多量の地下水が、崩壊斜面の地表直下に貯留されていたとは考えにくい。このことから、集落を襲った水を多く含んだ土石流の水は、ヘッドタンク由来と考えられる。

水力発電所に限らず、農業用ダム・ため池・用水路などの水路施設が、集落より高標高部にある事例は全国的に多い。この種の用水施設が損傷すると、下流の集落に甚大な影響を及ぼしうることから、施設そのものの耐震性を高めることに加え、周辺の自然斜面の崩壊危険性の評価と対策が急務といえる。



写真1 破壊されたヘッドタンク



写真2 倒壊家屋と樹木。上流は左側



写真3 ボックスカルバートに付着した泥



写真4 崩壊土砂による水路の閉塞

4. 宅地造成地で発生した地すべり

熊本平野周辺部の丘陵地域では、地形改変による宅地造成地が点在している。それらのうち、宇土市の花園台団地（図3、姫浦層群）や、御船町妙見坂の中原団地（図4、御船層群）では、主として谷埋め盛土に顕著な地すべり変状が現れた（釜井ほか、2016）。中原団地では、盛土の地形に対応して、盛土頂部には引っ張り亀裂、盛土中～末端部では圧縮亀裂が、それぞれ卓越している。花園台団地では、谷底に施工された貯水池に面する盛土の末端斜面と、それに隣接する住宅敷地に顕著な変形が現れている。両地区ともに、盛土末端付近の擁壁にも、種々の亀裂や変形が発生しているのが確認できる。地すべりに伴う変状の写真を写真5～8に示す。

中原団地周辺には強風化した御船層群の砂岩・泥岩が、花園台団地周辺には強風化した姫浦層群の泥岩が、それぞれ露出している。これらの白亜系陸棚堆積岩の泥岩は、顕著なスレーキングを起こすことが知られており、姫浦層群が分布する熊本県宇土半島の石打ダムでは、施工時の掘削面のスレーキングを防止するため、岩盤表面への散水が行われた（建部ほか、1996）。花園台・中原両団地の盛土材は、スレーキングを起こしやすい姫浦層群ならびに御船層群が使用されていると考えられ、施工からいずれも数10年が経過しているため、盛土材のスレーキングによる碎片化・強度低下が進行している可能性がある。一般に、施工後の盛土材の風化程度を観察できる機会は限られるものの、2011年東北地方太平洋沖地震で発生した仙台市太白区緑ヶ丘団地の地すべりの例では、施工後の盛土材の急速な風化の進行が示唆された（西山ほか、2013）。

谷埋め盛土の地すべりを検討するにあたって、盛土施工前の旧地形に基づいた滑動危険性の簡易評価（釜井・守随、2002）が行われている。この方法に加えて、特に施工後の数10年オーダーで急速に盛土材の碎片化・強度低下が生じやすい地質の場合、このことを考慮した安定性評価や対策の検討が必要になると考えられる。



図3 宇土市花園台団地の位置と変状

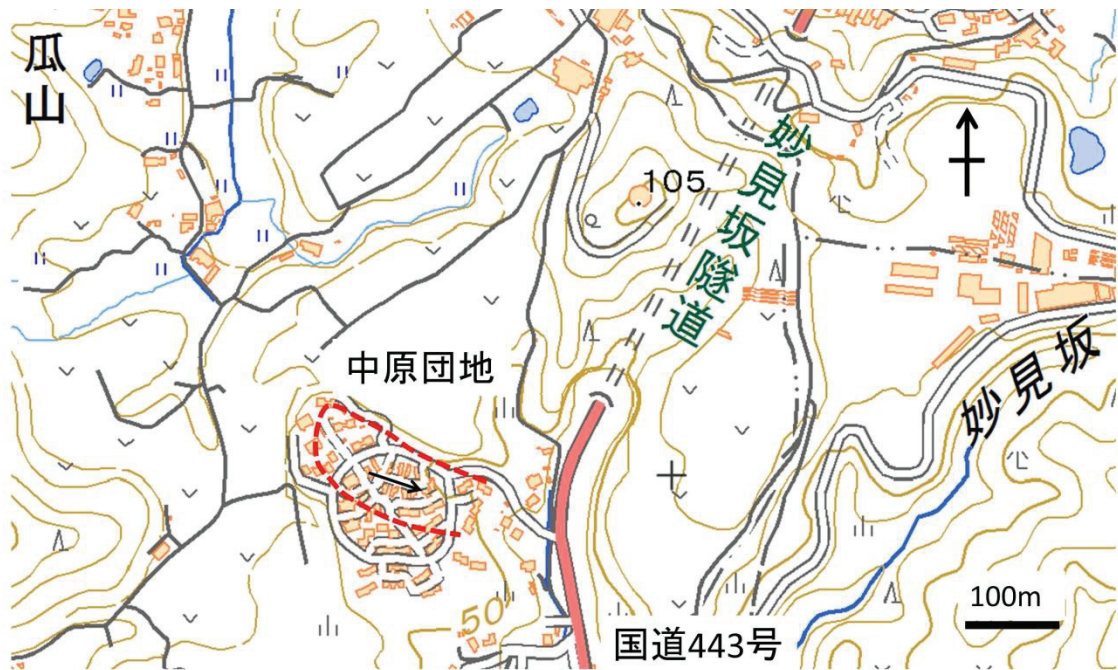


図4 御船町中原団地の位置と変状



写真5 宇土市花園団地の盛土地すべり



写真7 御船町中原団地の盛土地すべり



写真6 花園団地内のブロック塀の開口亀裂



写真8 中原団地の盛土末端の圧縮亀裂

謝辞 熊本大学減災型社会システム実践研究教育センターの鳥井真之准教授には、一部の現場に御同行いただき、貴重なご意見をいただいた。記して謝意を表します。

文献

建部ほか（1996）ダム工学，23，51-60.

釜井・守随（2002）斜面防災都市．理工図書.

西山ほか（2013）日本応用地質学会中国四国支部設立20周年記念行事発表論文集，31-34.

西山ほか（2014）日本応用地質学会中国四国支部平成26年度研究発表会発表論文集，51-56.

西山ほか（2016）国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集，83-90.

釜井ほか（2016）谷埋め盛土における被災状況．<http://landslide.dpri.kyoto-u.ac.jp/morido2.pdf>

九州電力株式会社（2016）黒川第一発電所設備損壊事象に係る技術検討会資料（概要版）.

http://www.kyuden.co.jp/company_outline_branch_kumamoto_notice_160822.html