

○齊藤隆志

○Takashi SAITO

A new method is applied to detect the surficial displacements triggered by the 2016 Kumamoto earthquake. This method gives illustrations that one can easily recognize the geomorphic features. Gradient of erosional quantity calculated by 1m-LiDAR DEMs are illustrated in Fig. 1A, B (Rice fields around Kario area, Aso Caldera, Kumamoto). Comparison, difference, Particle Image Velocimetry using two figures of pre-EQ and post-EQ make it possible to trace the particles (for example, edges of roads, rice fields or other quantities) in three dimensions. The initiation mechanism of landslides and slope failures triggered by Kumamoto EQ are examined using this method.

1. はじめに

地震によって引き起こされる地表変位は、地盤変状、地すべり、斜面崩壊など様々な形態・形式をとる。地震の規模が大きい場合、その地表変位は、深刻な土砂災害となる。地震を予測することは極めて困難であるが、土砂災害の予測をすることは、最近の地震では、地震前後の地形変化を詳細な測量でとらえ、その地形の前後比較から、地形変化のメカニズムを定量的に推測することが可能と考えられる。本研究では、2016年熊本地震の地震後に出現した地表変位の事例で、地震前の詳細数値地形図(1m-LiDAR DEM)と地震後に得られた詳細数値地形図を比較することなどで、地表変位の出現メカニズムの考察をおこなった。

2. 用いた手法

地震前後の地形の特徴を示す図を作成し、その比較、差分、PIV手法を用い粒子追跡を三次元的に行った。図の作成手法は、筆者が特許出願した技術の一部ですでに公開済みである。(特開2019-127818(P2019-127818A))

手法の簡単な説明: 詳細地形図の標高値を用いる。ウィンドウを設定しその中で標高の平均化を繰り返して平均化した面を作成する。各位置の標高と平均化した面の差分を計算する。その差分量の傾斜を計算して濃淡で示す。得られる図からは、特徴的な地形の特徴を視覚的に容易に把握することが可能である。

3. 手法の検証

熊本地震によって出現した地表変位で、阿蘇カル

デラ内狩尾地区の田んぼに出現した亀裂は、向山他(2016)、黒木他(2016)、Fujiwara et al(2016)、Fujiwara et al(2017)で、亀裂や周辺の変位量の報告がされている。本研究の手法で検出された変位量などは狩尾地区で、これらの報告と一致している。(図1A, B, C, Dに、狩尾地区周辺の亀裂や変位の様式を示す。A:地震前の地形, B:地震後の地形, C:図Aと図Bの差分, たとえば、赤い線は、地震前の田んぼのあぜの端、青は地震後の田んぼのあぜの位置を示す。約3メートル北北西に変位していることがわかる。Dは、標高値の差分で赤は沈降、青は隆起を示す。図2には、Fujiwara et al(2017)から狩尾地区で得られたKik-net観測点のParticle motionを示す)。地表亀裂の拡大方向とparticle motionは直交、亀裂幅は黒木ほか(2016)とほぼ一致している。この地点より南では、向山ほか(2016)、Fujiwara et al(2017)の変位量は、小さい値となるが、本解析ではその傾向がなく、変位方向に東向き成分が大きい傾向がみられる。画像マッチングでは、傾斜量図を使用することは、地震前後に同じ点と同じ傾斜であるという仮定が成り立たないため、問題が生じる。また、InSAR解析結果との詳細な比較も次の検討課題である。紙面の都合で以下の項目は割愛するが、講演時に結果を示す。

4. 斜面崩壊、地すべり現象への適用

この手法で阿蘇カルデラ周辺ほぼ全域の顕著な変位を検出した。特に阿蘇大橋を破壊した斜面崩壊、京大火山研究センター周辺の斜面崩壊、同地区の

地表に出現した断層の追跡, 立野地区の地すべり, 北向山断層の延長での断層の検出などを実施した.

5. 斜面崩壊, 地すべりの初期移動メカニズムの推定 割愛

6. 謝辞

使用した詳細数値地形図は, 熊本県砂防部より提供されたものである. 記して, 謝意を表す. 本研究は, 東京大学地震研究所・京都大学防災研究所, 拠点間連携共同研究 プログラムの援助を受けました. 記して, 謝意を表す.

参考文献:

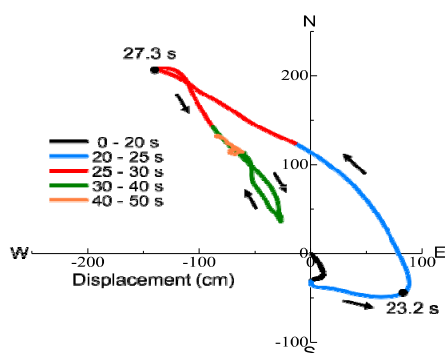
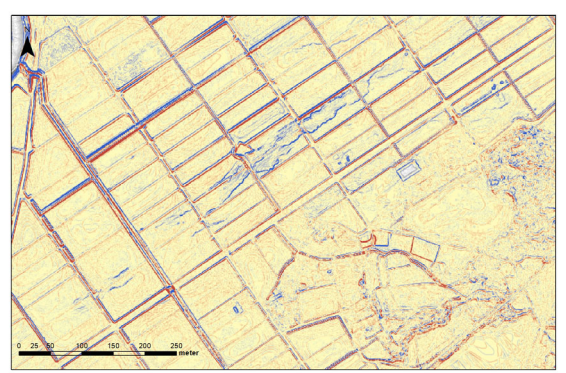
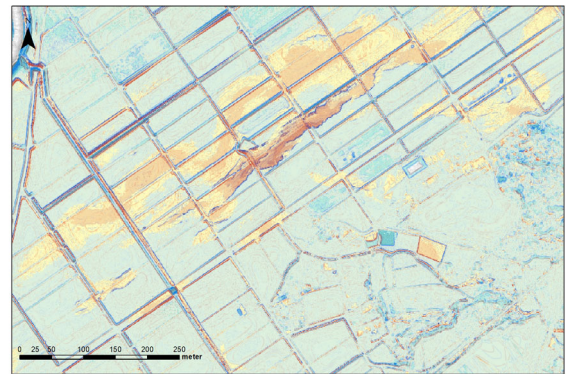
黒木ほか (2016), 日本応用地質学会 2016 年熊本・大分地震災害調査団 陥没性亀裂調査班, 阿蘇カルデラ内に出現した陥没性断裂とその周辺の地形変位 日本応用地質学会 熊本・大分地震災害

調査団 調査報告速報版 その 1

向山ほか(2016), 2 時期の航空レーザ計測地形データ解析による平成 28 年(2016 年)熊本地震前後の阿蘇カルデラ地域における地表変位, 日本応用地質学会 熊本・大分地震災害調査団 調査報告版 その 2.

Fujiwara *et al* (2016), Small-displacement linear surface ruptures of the 2016 Kumamoto earthquake sequence detected by ALOS-2 SAR interferometry, *Earth, Planetary and Space* (2016),68:160.

Fujiwara *et al* (2017), Non-tectonic liquefaction-induced large surface displacements in the Aso valley, Japan, caused by the 2016 Kumamoto earthquake, revealed by ALOS-2 SAR, *Earth and Planetary Science Letters* 474(2017), 457-465.



上: 図 1. 左上から反時計回りに A, B, C, D (狩尾地区)

図 1 C では, 道路や田んぼの畔の端は, 地震前の位置は赤 (負) で, 地震後は, 青 (正) で示されている.

左: 図 2. 狩尾地区近傍の Kik-net 観測点の Particle motion