

本震前後の2時期航空レーザ計測差分および空中写真による2016年熊本地震による変状解析（速報）
Deformation analysys of Pre- and post earthquake DATA set of airborne LiDAR 50cm DSM ,
Kumamoto 2016 earthquake.

*千葉 達朗¹、織田 和夫¹、高遠 陶子¹、荒井 健一¹、藤田 浩司¹、船越 和也¹、柏原 佳明¹、小川 直樹¹、ハスバートル¹、附田 園郁¹

*Tatsuro Chiba¹, Kazuo Oda¹, TOKO TAKAYAMA TAKATO¹, Kenichi Arai¹, Koji Fujita¹, Kazuya Funakoshi¹, Yoshiaki Kashiwabara¹, Naoki Ogawa¹, Baator Has¹, sonoka tsukuda¹

1. アジア航測株式会社

1. Asia Air Survey Co., Ltd.

1. はじめに

平成28年（2016年）熊本地震では、4月14日（前震と呼ぶ）と4月16日（本震と呼ぶ）の2回、最大震度7（M 6.5、M 7.3）の地震が続けて発生し、その後もM5～6クラスの地震活動が継続している。また、16日の本震に伴い、阿蘇市から御船町にかけて断続的に地表地震断層が出現した。地表地震断層やその周辺の変状把握はメカニズムの理解や防災対策にとって重要である。このような変動や変位把握手法としてIn-SARは広域の変動を精緻にとらえられるが、断層近傍は変状が大きく不明瞭となりがちである。また、現地調査での変位量の認定は、道路や畔などの既往直線構造がある場合に限られ、地割れやずれをとみなわない撓曲変形の認定は困難である。地震の前後の航空レーザ計測の比較や差分は、これらの断層近傍の詳細変形を明らかにするうえで有効な方法である。これまでもメキシコ(Oskin et al., 2012)や岩手・宮城や福島(Nissen et al., 2014)などで試みられており、大きな成果が得られている。

2. 測定

アジア航測では、2016年熊本地震による地表地震断層やその周辺の変形を解明するために、本震直前（4月15日）と直後（4月23日）の2時期に航空レーザ計測を行い、比較検討をおこなった。データの取得範囲は、嘉島町から西原村までで、取得密度は地震前が1点/m²、発生後は4点/m²である。差分誤差を減らすために、地震後の計測では地震前の計測と同一コース、同一機材/計測システムで、同一のソフトによる処理を行った。得られた点群データから、50cmメッシュのDSMを作成し、赤色立体地図を作製した。さらに、DSMの単純垂直差分と、赤色立体地図による移動判読、ICPによるベクトル解析、さらに空中写真判読をおこなった。これらの結果をもとに、断層の位置や変形の性質と広がりを推定したので報告する。

3. 差分解析

本震前後の50cmメッシュの数値表層モデル（Digital Surface Model、以下DSM）を用いて標高差分図を作成した。最大の沈降量は、西原町の布田地区で、-2.3mを示した。また、建物の屋根や道路の法面など斜面は水平変位によるみかけの垂直変位を示すことがあり、周辺の水平面での垂直変位を考慮することで水平変位方向やその長さの推定が可能であった。

4. 赤色立体地図と写真判読による水平変位検討

本震後の赤色立体地図の判読および、本震前の赤色立体地図との比較より地表地震断層の抽出を行った。一例として、木山川低地の南北端に沿う2本の右横ずれ断層と、それに斜めに交わる左横ずれ断層を示す（図1）。また、断層から離れた地点の水平変位を検討するために、それぞれの赤色立体地図上で畦の交点等の特徴点を抽出し、本震前後での水平移動方向と量を判読した。また、25cmメッシュのオルソフォトでも比較検討も行った。作成したベクトル図は断片的であったが、断層から離れた地点の動きを推定可能であった。ただし、この判読作業は個人差が避けられないので、客観性に課題があった。

5. ICPによるベクトル計算

そこで、CCICP(Classification and Combined Iterative Closest Point)手法による、点群データの自動変位

量抽出を試みた。これは指定した点周囲の移動前の点群について移動後の点群から点の周辺分布状況（線状・面状・3次元状）が同じ最近傍点を探索するステップと、これらの対応点の間の剛体変換の算出を繰り返し行い、2つの点群間の移動量を計算するものである。1m²に4点程度の点密度の点群を用いて計算し、断層周辺で垂直移動と平行移動を精度よくとらえることができた。

6. まとめ

2016年熊本地震の表層地震断層の分布域について、断層運動前後の航空レーザ差分解析を行い、精度の良い結果が得られた。最大変化地点では-2.3mに達した。これはInSARによる推定位置と一致しているが、値はより大きい。

文献

Oskin, M. E., et al. (2012), Near-field deformation from El MayorCucapah earthquake revealed by differential LIDAR, *Sciences*, 335, 702-705

Nissen et al. (2014), Coseismic fault zone deformation revealed with differential Lidar: examples from Japanese Mw~8 intraplate earthquakes, *Earth and Planetary Science Letters*, 405, 244-256.

キーワード：航空レーザ計測、空中写真、地表地震断層、差分解析

Keywords: Airbone LiDAR, Aerial photograph, earthquake fault, defferencing of DEM

