

航空レーザーデータを用いた2016年熊本地震における 地殻変動と地盤変状の抽出

13T0272W 佐川 由季
指導教員：山崎 文雄，劉 ウェン

1. はじめに

2016年4月14日21時26分に、熊本県熊本地方の深さ約10kmを震源としてマグニチュード(M)6.5の地震が発生した。また、4月16日1時25分に同地方にて深さ約10kmでM7.3の地震が発生し、震央に近い熊本県益城町では地表面が最大約2mも横ずれを起こす地震断層が出現した。また建物やインフラ施設に大きな被害が出た。一連の熊本地震は、4月14日の前震が日奈久断層、4月16日の本震が布田川断層の活動によって発生したもので、ともに右横ずれ断層型である¹⁾。しかし、このような地震による地殻変動は現地調査などでは分布予測や把握が極めて難しく、発生後の早期被害把握と迅速な緊急対応が重要となる。この場合には、リモートセンシング技術を用いるのが有効である。熊本地震の発生直後から国土地理院や航測会社などにより、航空写真撮影、航空レーザー測量、ドローン空撮などが多数実施されている。また、日本の陸域観測衛星ALOS-2(だいち2号)や各国の人工衛星が被災地域を観測している²⁾。

本研究では、熊本地震の前震と本震前後で航空レーザー計測によって得られたデータを用いて地殻変動と地盤変状の抽出を試みる。前震と本震前後で比較を行うために、航空レーザーデータを空間補間して作成した数値表層モデル(DSM)から、被害の大きかった益城町を対象に地殻変動を把握・計算する。

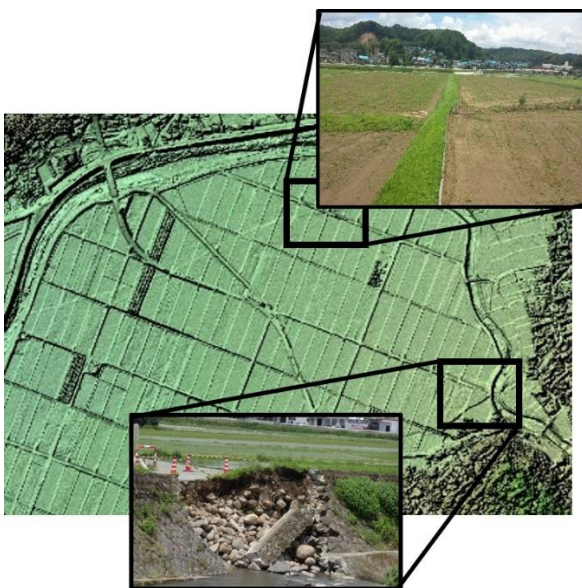


図-1 上陣・下陣のDSMと現地写真
(陰影起伏図)

2. 使用データと対象地域

本研究において使用したのは、航空レーザー測量によって得られたレーザーデータを空間補間して作成した数値表層モデル(DSM)である。対象地は地震による被害の大きかった熊本県益城町周辺であり、2016年4月15日、4月23日の2時期のデータを使用する。レーザーデータは2016年4月15日と23日にアジア航測株式会社が測量したもので、50cmメッシュのDSMの精度である³⁾。これらのデータはすべて日本平面直角座標系に指定されている。そして、レーザーデータと比較を行うために上記に記載した年月日の航空写真も使用した。なお、研究で地殻変動を抽出するうえで、2016年4月15日と23日の航空レーザー測量による収集領域はそれぞれ異なるため、ここではそれらの共通する領域のみを研究対象としている。

3. 地表面の変動抽出

まずDSMを用いて熊本地震で地震断層によるずれの被害が大きかった益城町の上陣・下陣・堂園地区周辺を中心に目視による地表面の変化を読み取った。DSMを陰影起伏図にして比較した結果、2016年4月15日時点ではとくに地表面に変化は見られなかったが、2016年4月23日では田畑に大きく亀裂がはつきりと現れているのが確認できた(図-1)。この亀裂は堂園地区から上陣・下陣地区へとつながっており、この地表面の亀裂はただの地盤変状などではなく、断層のずれによる地表地震断層だということが読み取れた。よって、DSMから詳細な地震断層による地表面の変動の様子を抽出することは可能である。

4. DSMと三角点の変動量比較

2016年4月15日と23日の2時期のDSMの水平・鉛直成分の差分データから地殻変動量を算出した⁴⁾。国土地理院が地震後に三角点の水平移動量を観測したデータ⁴⁾とこの2時期DSMの比較による3次元地殻変動量を図-2に比較して示す。黒い矢印は水平変位を示し、DSMの色の濃淡は鉛直方向の変位である⁵⁾。水色の矢印は、三角点における測量結果を示す。ここで示す三角点は、4月23日のDSMの範囲内に位

置する点のうち、国土地理院が新たに測量しなおした37か所の変動量である。変位方向の一致を確認するために、図-2では水準点の矢印はDSMの水平成分より大きく表示している。益城町の中心を通る断層線を境界として北側は北東に、南側は南西に向かって地表が変動している。そして、DSMの差分方向と水準点の変動方向も概ね一致した

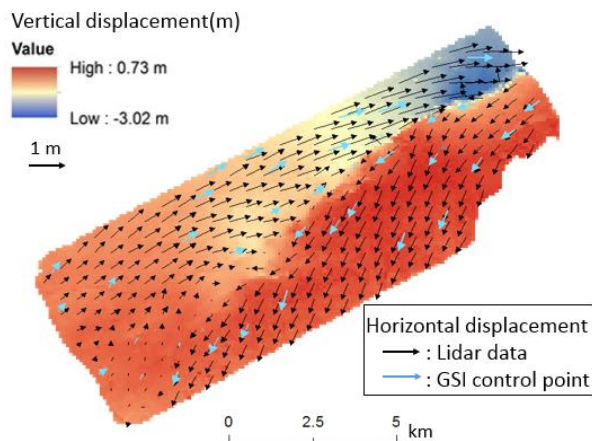


図-2 DSMと三角点位置の水平変位での比較

5. 2時期DSMの高さ差分による変化抽出

2時期のDSMを用いて、航空写真とDSMの水平並びに鉛直移動量を除去した高さ差分データを用いて、対象場所や対象物を定めて比較して変化抽出を行った。ここでは、比較を行った対象の一つである益城町の秋津川河床の地盤変状に着目する。益城町の中心部を流れている秋津川周辺は地震によって地割れや液状化が発生しており、建物も大きな被害を受けている。秋津川の河床では図-3に示す航空写真に見られるように4月16日前後で大きな盛り上がりが見られた⁴⁾。図-4のDSM高さ差分データにおいて、赤色の範囲は4月15日に比べて23日の方は高さが高く、青色は低いことを表している。橋梁東側の河床に焦点を当てて差分をみると、航空写真からわかる通り盛り上がりしていることが読み取れる。そして北側の川沿いの道路は、一部沈下している。報告⁶⁾にも書かれているように、川沿いの地盤は川の方に向かって側方流動していると考えられる。

6. まとめ

本研究では、2016年熊本地震で生じた地殻変動と地盤変状に着目し、2016年4月16日の前後で航空レーザーデータを用いて熊本県益城町を対象に変動量や地盤変化の抽出を行った。



(a) 2016年4月15日 (b) 2016年4月29日

図-3 秋津川周辺の航空写真による河床変化の様子

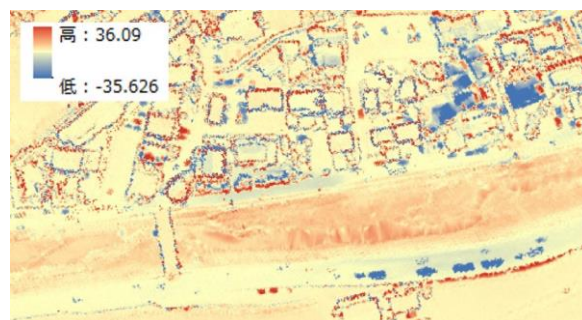


図-4 秋津川周辺のDSM差分

地表面の変動を2時期のDSMを陰影起伏図にして比較を行った結果、本震が発生した2016年4月16日後において地震断層による亀裂を確認することができた。三角点の再測量による変動量と2016年4月15日と23日の2時期のDSMの差分から抽出した地殻変動量がおおよそ一致した。そして、2時期のDSMの水平並びに鉛直移動量を除去した高さ差分データから川沿いの側方流動を航空写真と比較した結果、川沿いの地盤変状が確認できた。

参考文献

- 1) 気象庁：平成28年（2016年）熊本地震の関連情報
http://www.jma.go.jp/jma/menu/h28_kumamoto_jishin_menu.html
- 2) F. Yamazaki, W. Liu, Remote sensing technologies for post-earthquake damage assessment: A case study on the 2016 Kumamoto earthquake, 6th Asia Conference on Earthquake Engineering, 13p, 2016.
- 3) アジア航測株式会社：「平成28年熊本地震」災害状況 第二報
<http://www.ajiko.co.jp/article/detail/ID56JI45Y2D/> (2016/11/11 閲覧)
- 4) 国土地理院：熊本地震で変動した基準点の新しい成果を公表。
<http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun60019.html> (2016/11/11 閲覧)
- 5) L. Moya, F. Yamazaki, W. Liu, T. Chiba, Calculation of coseismic displacement from Lidar data in the 2016 Kumamoto, Japan, earthquake, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., doi:10.5194/nhess-2016-315, 2016.
- 6) 株式会社エイト日本技術開発 災害リスクセンター：2016年熊本地震被害調査報告, pp.18-26, 2016.