

LiDAR差分解析による2014年長野県北部地震の地表地震断層と変位量分布

Surface rupture and coseismic deformation associated with the 2014 Nagano-ken-hokubu earthquake revealed from differential LiDAR analysis

*石村 大輔¹、遠田 晋次¹、向山 栄²、本間 信一²

*Daisuke Ishimura¹, Shinji Toda¹, Sakae Mukoyama², Shinichi Homma²

1.東北大学災害科学国際研究所災害理学研究部門、2.国際航業株式会社

1.Disaster Science Division, International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 2.KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

2014年11月22日長野県北部の地震 (Mw 6.2) に伴って糸魚川-静岡構造線活断層系の神城断層沿いに地表地震断層が出現した。東北大学では地震発生直後から緊急調査を実施し、長さ9.2 kmの地表地震断層が概ね神城断層沿いに出現したことを報告した (Okada et al., 2015; 石村ほか, 2015)。主断層沿いではおもに東上がりの上下変位 (最大80 cm)、一部のバックスラスト沿いでは西上がりの上下変位 (最大80 cm) を確認した。ただし、地震発生2週間後の降雪により調査期間が限られ、地表地震断層か否かの検証、変位量の正確な把握等が不十分であった。そこで、本研究では地震前後に計測された高精度LiDARによる数値地形モデル (DTM, Digital Terrain Model) に基づき、地震時変位の抽出を試みた。加えて、地震直後に調査が不十分であった地点に関してあらためて現地調査を実施し、地震断層の確認とLiDAR解析結果との比較のための簡易測量を実施した。本研究は平成27年度文部科学省委託研究「糸魚川-静岡構造線断層帯における重点的な調査観測 (追加調査)」によって実施されたものである。

多時期のLiDAR計測地形に基づく地震時変位量の推定には数値地形画像マッチング (Mukoyama, 2011) を用いた。使用したLiDAR計測地形データは2009年、2014年 (地震直後)、2015年10月に撮影された1 mDTMである。手法の誤差は0.1 mである。現地簡易測量に関しては、レーザー距離計を用いて地形を測定した。

解析の結果、Okada et al. (2015) で認められていた地表変状とほぼ一致する結果が得られた。有意な変位量と思われる約0.2 m以上の連続的な上下変位を示す地点は、塩島~堀之内であった。一方、水平変位に関しては、上下変位が認められる領域の南北延長部でも認められた。水平変位が変化する点は、北側は姫川に沿って千国あたりまで、南側は青木湖まで連続的に確認された。これらのことから、上下変位は塩島~堀之内であり地表踏査による地震断層出現区間と一致し、上下変位を伴わないものの東西短縮変形が及ぶ範囲は地震断層出現区間を大幅に超え、千国~青木湖の南北約20 kmにおよぶ。これら短縮変形が認められる区間は、干渉SARの結果や地震波インバージョン・余震分布による震源断層域とも一致している。また本手法では、鉛直方向と水平方向に分離できることで、より詳細な地震時変位の特徴を捉えることができた。

地震直後の調査が不十分であった地点では、今回の解析と現地踏査により地表地震断層の連続性が改善された。山間部のためLiDAR解析のみでは不確かだった地点については、現地調査により新鮮な崖地形が見出された。この崖地形は、新期の地すべり堆積物上や谷内部の堆積物上など異なる地形間に連続的に分布していた。したがって、これら山間部の地表変状は地すべりに起因するものではなく、断層運動に伴うものと判断した。一部では、崖地形の背後に地すべり性の開口亀裂も生じていたが、これは上盤側の副次的な現象と考えられる。

地震時変位量に関しては、Okada et al. (2015) や石村ほか (2015) などの実測値と同等もしくは、より大きな値が得られた。その結果、地震断層出現区間では、上下変位量が0.5-1.0 mとなった。この原因に関しては、現地調査での見落としと幅広い撓曲変形が考えられる。例えば、大出地点では、幅数10 mの撓曲変形や地表地震断層の分岐が認められ、全体としての上下変位量を顕著に過小評価していたことがわかった。

本研究結果から、地震前後のLiDAR地形計測データは、現地調査で不十分だった地点の検証および再調査の際の基礎データとしてきわめて有用であった。同時に解析結果は、地表地震断層位置や端点の把握や変位量分布の推定に十分な情報を示した。解析結果の精度・確度に関しては今後さらなる検証が必要であるが、少なくとも目視と簡易測量による調査結果とは概ね整合しており、今後の地表地震断層のマッピング・変位量の把握に役立つと考えられる。

キーワード：2014年11月22日長野県北部の地震、糸魚川-静岡構造線、神城断層、地表地震断層、LiDAR
Keywords: the 22 November 2014 Nagano-ken-hokubu earthquake, Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line,
Kamishiro fault, surface rupture, LiDAR