

地上型 LiDAR を用いた地震断層の詳細マッピング: 2008 年岩手・宮城内陸地震に伴う荒砥沢ダム北方の地震断層

Mapping of surface rupture associated with the Mw 6.9 2008 Iwate-Miyagi Nairiku, Japan, earthquake, using ground-based LiDAR

丸山 正 [1]; 遠田 晋次 [2]; 吉見 雅行 [3]; 小俣 雅志 [4]; 郡谷 順英 [5]; 二瓶 忠宏 [6]; 福嶋 忍 [6]

Tadashi Maruyama[1]; Shinji Toda[2]; Masayuki Yoshimi[3]; Masashi Omata[4]; Yorihide Kohriya[5]; Tadahiro Nihei[6]; Shinobu Fukushima[6]

[1] 産総研・活断層研究センター; [2] 産総研 活断層研究センター; [3] 産総研 活断層研究センター; [4] アイ・エヌ・エー; [5] INA; [6] (株) タナカコンサルタント

[1] Active Fault Research Center, GSJ/AIST; [2] Active Fault Research Center, GSJ/AIST; [3] Active Fault Research Center, AIST, GSJ; [4] INA Co.; [5] INA; [6] Tanaka Consultant Co.,Ltd.

地震断層の平面形状、変位分布の詳細な情報は、震源断層との関係や活断層の発達過程を解明する上で基礎となる。こうした情報は地震断層沿いの微地形から取得されるが、微地形は地震後の浸食・埋積などに加え、災害復旧などの人間活動によって、時間とともに不明瞭になる。したがって、地震直後の新鮮な産状を早急かつ高精度で計測することが求められる。こうした地震断層のマッピングには、これまでトータルステーションや GPS が使用されてきた。しかし、トータルステーションは広範囲の計測を行う上で多大な時間を要し、GPS は上空が遮られた環境での使用が困難などの課題があった。今回我々は、国内で初めて地震断層のマッピングに地上型 LiDAR を導入し、地震直後の新鮮な断層変位や周辺の地表変状を高精度・高分解能に、かつ短期間に計測・記録することができた。地震断層の詳細マッピングを行う上で非常に有効な計測技術であることを確認した。

2008 年 6 月 14 日に発生した 2008 年岩手・宮城内陸地震に伴い岩手県奥州市から宮城県栗原市にかけて全長約 20 km の地震断層が確認された。このうち、栗原市荒砥沢ダム北方では、植生が密集する山地斜面を横切ってメートルオーダーのずれを伴う地震断層が 700 m 以上にわたって確認された。当地点の地震断層は、樹高の高い樹林が密集する山地斜面に生じた。また、地震発生時期がちょうど樹木の繁茂する季節であったこともあり、メートルオーダーのずれとはいえ地震直後に撮影された空中写真から地震断層を検出することはできず、航空 LiDAR から詳細な地震断層形状は確認できない。さらに、現地では密集する樹木により日射が遮られるうえに視界が狭いため、地震断層の連続性を見通すことが容易ではない。そのため、トータルステーションや GPS を用いた計測は困難であった。

このような環境にある地震断層の分布・幾何形状を正確かつ早急にマッピングするために、地上型 LiDAR を導入した地形測量を実施した。地上型 LiDAR は三脚上に設置したレーザスキャナから周辺に向けて発射され、地表面や地物で反射して戻ってきた膨大なレーザパルスによって、高密度かつ高精度の三次元デジタルデータを短時間で取得する測量技術である。装置の移動が容易なため、異なる方角から対象物をスキャンすることで、計測の死角を減らし、またデータ密度を高めることができる。さらに異なる方角からスキャンしたデータを統合することにより、地表のみならず樹木など地物の 3 次元形状が把握できる。

計測は、地震発生約 1ヶ月後の 7 月 25 日~8 月 3 日と約 5ヶ月後の 11 月 18 日~11 月 28 日に実施した(計測範囲: 長さ約 650 m, 幅約 50~200 m; 計測装置: Leica HDS3000)。計測に際しては、地震断層沿いの微地形が十分表現されるように、地震断層沿いを中心に計 113 地点からスキャンを行い、データ密度を高めるように努めた。こうして取得した細密点群データに対してフィルタリング処理を施し、データを地表、草地、樹木に区分した。データ解析には、地表データから生成した細密 DEM をもとに 3 次元地形モデルソフトによる等高線図、陰影図の判読とともに、点群ビューソフトを用いた地表および樹木を含む表層の可視化を行った。

細密 DEM データから作成した地形イメージには、地震断層沿いの平面分布や幾何形状が子細に表現されている。特に陰影図からは、右横ずれ区間でのモルトトラックやアスファルト舗装道路、林道、洩れ沢の系統的な右ずれが明瞭に検出できる。一方、逆断層区間では、点群データの可視化により、地表の撓みだけでなく、上盤側の樹木が撓曲変形により倒れ込んでいる様子から変形パターンを読み取ることができる。また、陰影図のカラーや光源の方位、角度の調整、イメージの回転、鉛直倍率の強調などを行うことで、現地では認定、追跡が困難な比高数 cm の低崖や長さ数 m のプレッシャーリッジなどの微細地形も認定できる。さらに、地震断層沿いに分布する重力性のマスマーブメントとみられる連続性に乏しい円弧状、馬蹄形の崖と地震断層との区別も可能である。