熊本県阿蘇地域における多時期の高密度点群データを用いた斜面崩壊の地形解析

羽田　康孝[1], 小口　高[2], 早川　裕弐[2], 齋藤　仁[3]
[1]東京大学大学院　新領域創成科学研究科, [2]東京大学　空間情報科学研究センター, [3]関東学院大学　経済学部
連絡先: <yhaneda@csis.u-tokyo.ac.jp>

(1) 動機: 2016 年熊本地震に伴い, 阿蘇山のカルデラ壁や中央火口丘群の斜面において, 多くの崩壊が発生した. これらの斜面では, 過去にも豪雨を原因とする崩壊が多発し, 地形変化が速い地域として知られる. 本地域で地震や豪雨による地形変化を明らかにすることは, 今後の防災対策において重要である. しかし, 従来の衛星画像や航空写真は, 空間解像度や地形データの取得頻度の面で斜面崩壊の詳細な観測には不十分であった. そこで, 本調査では地上レーザ測量(TLS)を用いて斜面崩壊の地形を計測した. 地上からレーザを照射して高密度の点群データを作成する TLS は, 高解像度地形を容易に取得できる利点を持つ.

(2) 方法: 熊本県阿蘇市に位置し, 2012 年 7 月九州北部豪雨と 2016 年熊本地震に伴い多数の斜面崩壊が発生した仙酔峡上流部の草地斜面を対象地域とした(図 1). 地震以前の 2014 年 10 月, 2015 年 9 月と地震後の 2016 年 5 月, 2016 年 10 月に TLS と GNSS による測量を行った. 測量後にレジストレーションや地理座標系上への投影を行い, 得られた点群からデータセットを作成した. データセットに含まれる植生を分離したのち, 崩壊斜面の断面図やデジタル標高モデル(DEM)を作成した.

(3) 結果: 1 m^2 あたり 10^2 個程度の点を含む点群から, 3 測線の断面図および 0.3 m 解像度の DEM が得られた. 地震前後にあたる 2015 年 9 月と 2016 年 5 月の DEM を比較すると, 扇形の斜面崩壊がみられた(図 2). 崩壊深は最大で 5 m 以上におよび, 斜面の凸部で崩壊したことが明らかとなった. また, 地震による崩壊斜面の断面図は, 過去の豪雨によるそれとは異なる形状を示していた. 地震後の 2016 年 5 月から 2016 年 10 月の DEM と断面図を比較したところ, 斜面中部と尾根付近で標高低下がみられた(図 3). この理由として, 2016 年 6 月に最大 24 時間雨量が 205 mm という強い降雨による崩壊残土の流出が考えられる. 崩壊残土の体積の合計は 1.1×10^3 m^3 であった. これは地震による崩壊土砂の体積(3.1×10^3 m^3)の約 3 分の 1 に及び, 二次的な土砂移動も無視できない規模であることが示された. 今後は, TLS による計測で土砂移動のモニタリングを継続する一方, より広い地域で地震が土砂生産に及ぼした影響を評価するため, UAV を用いた空中写真測量と組み合わせることが必要となる.

(4) 使用した機材およびソフトウェア:
機材: GLS-1500(トプコン), Trimble GeoExplorer 6000XH(ニコン・トリンブル)
ソフトウェア: Trimble Realworks 8.1(ニコン・トリンブル), CloudCompare 2.7 (フリーソフトウェア), ArcGIS 10.4 (Esri)

(5) 謝辞: 本研究は, 科学研究費補助金(25702014, 15K16287, 17H02031)の助成を受けた.

図 1: 地震直後の仙酔峡上流の東向き斜面の写真(青は主に2012年7月九州北部豪雨による, 赤は主に2016年熊本地震による斜面崩壊)

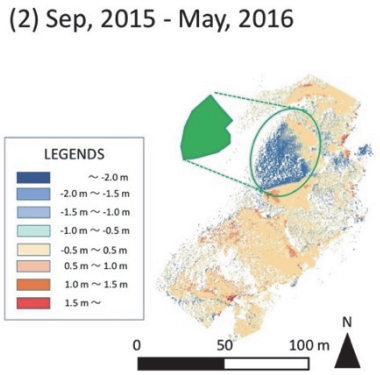

図 2: 仙酔峡上流の東向き斜面における, 2015 年 9 月と 2016 年 5 月の DEM の差分. 青は標高の低下, 赤は上昇を示す. 緑は崩壊地の領域の平面形状(図 1 の赤線に対応する).

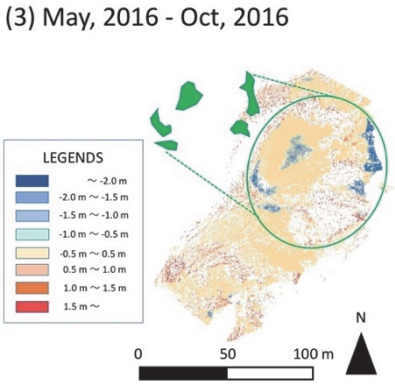

図 3: 仙酔峡上流の斜面における, 2016 年 5 月と 2016 年 10 月の DEM の差分