

平成 28 年 12 月の茨城県北部を震源とする地震に伴う  
表層崩壊と亀裂の現地調査

Field survey on slope failures and cracks triggered by  
Dec 2016 North Ibaraki Prefecture Earthquake

佐藤 浩 (日本大)・八反地 剛 (筑波大)  
Hiroshi P. SATO (Nihon Univ.), Tsuyoshi HATTANJI

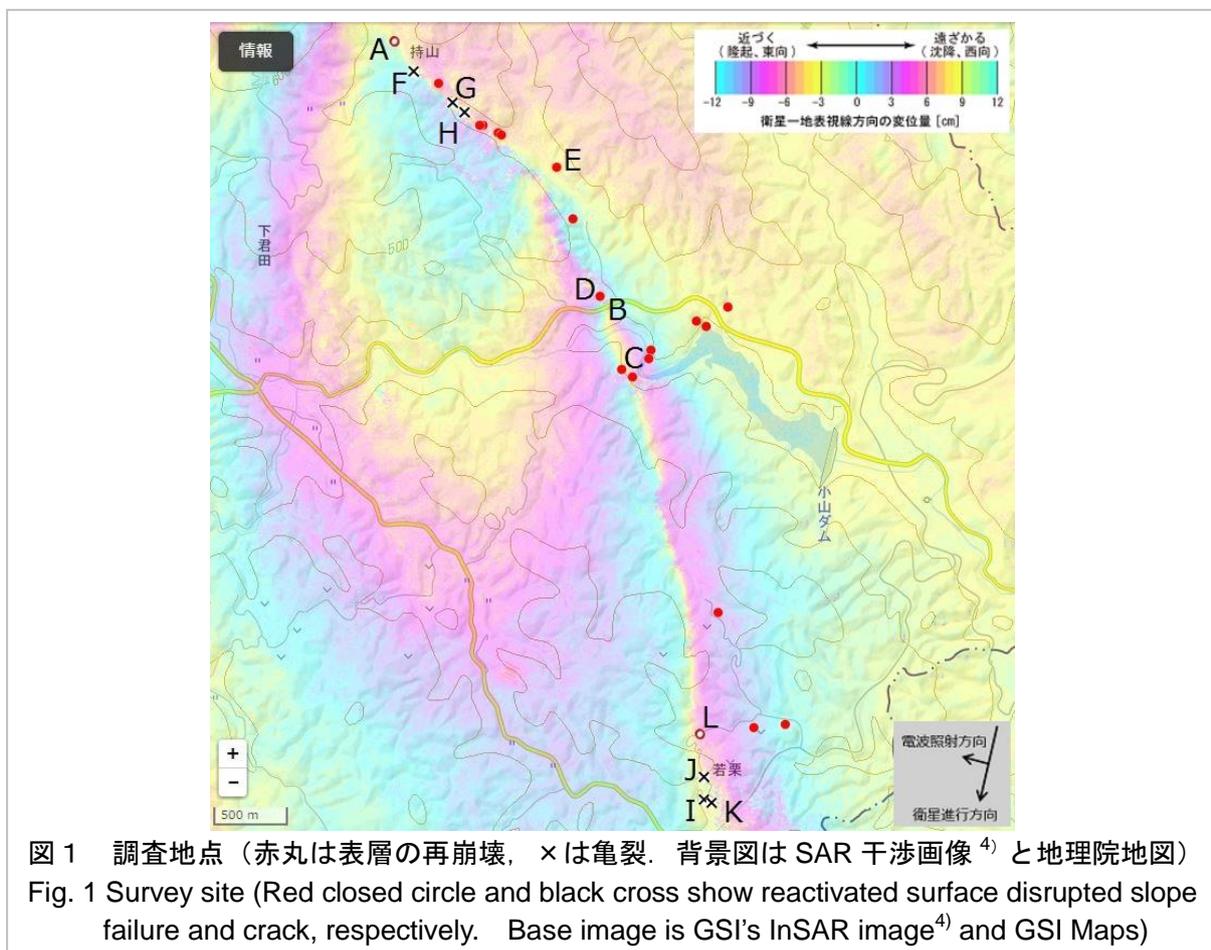
平成 28 年 12 月 28 日 21 時 38 分に、茨城県北部の深さ 11km を震源とする M<sub>j</sub>6.3 (暫定値) の地震 (以下、本地震) が発生した。発震機構は東北東-西南西方向に張力軸を持つ正断層型であった<sup>1)</sup>。震央は 36.7° N, 140.6° E であり、高萩市下手綱で震度 6 弱を、日立市十王町友部で震度 5 強を観測した<sup>2)</sup>。K-NET・KiK-net で記録された最大加速度は、KiK-net 高萩観測点の 887gal (三成分合成値) だった<sup>3)</sup>。平成 28 年 11 月 17 日~平成 28 年 12 月 29 日の ALOS-2/PALSAR-2 データによる国土地理院が解析した SAR 干渉画像では、位相の不連続線より南西側では最大約 27cm (暫定値) の沈降または西向きの変動、北東側では、最大約 6cm (暫定値) の隆起または東向きの変動が見られた<sup>4)</sup>。図 1 に現地調査 (平成 28 年 12 月 30 日) 地点を白抜きの赤丸で示した。特に中を塗りつぶした赤丸が、本地震による斜面表層の再崩壊を現地で認めた地点、×印が本地震による亀裂である。

1) <http://www.jma.go.jp/jma/press/1612/28a/kaisetsu201612282345.pdf>

2) <http://www.jma.go.jp/jp/quake/20161228214249395-282138.html>

3) [http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html20161228213837/main\\_20161228213837.html](http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html20161228213837/main_20161228213837.html)

4) <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H28-ibaraki-earthquake-index.html>



国土地理院が12月29日に撮影した斜め空中写真を判読すると、図1の地点AとBを結ぶ区間から南西側よりも北東側で斜面崩壊が多く発生しているようである。ところが、そのほとんどが、本地震の前のGoogle Earthの画像や本地震前の観察から、平成23年東北地方太平洋沖地震やその余震(以下、平成23年の地震という)で発生していることが分かっていたので、本地震による再崩壊が認められるか、国土地理院のSAR干渉画像の位相の不連続線を中心に現地で検討した。



図2 本地震による表層崩壊(場所は図1のC地点を参照)

Fig. 2 The earthquake-induced slope failures (refer to location C in Fig. 1)

図2は新小山橋(図1のB地点)から南向きに撮影した写真であり、4ヶ所(図中に白矢印で示す)の表層崩壊が見られる。いずれも平成23年の地震による崩壊箇所である。遠望した限りでは、植生が剥げ落ちて基部に崩積土があるか認め難かったが、図5で後述するように崩壊面自体がほぼ全面に渡って白色がかって写っていることから、本地震で再崩壊した可能性がある。これら4ヶ所の崩壊は、国土地理院のSAR干渉画像の位相の不連続線に近く、地殻変動性の地表変動の影響を強く受けたと考えられる。



図3 新小山橋(場所は図1のBを参照)の東側の変動

Fig. 3 Deformation at the east side of Shin-koyama bridge (refer to location B in Fig. 1)

図3aは新小山橋の橋桁の東端、南側の欄干を北から南に向かって撮影した写真である。図中の白丸を拡大したのがbである。欄干が西に向かって6cm伸長したような擦痕があり、それほど時間が経過していない痕跡のようである。橋台の局所的な変動を反映している可能性もあるが、地殻変動性の西向き地表変動と調和的である。上下変位は認められなかった。

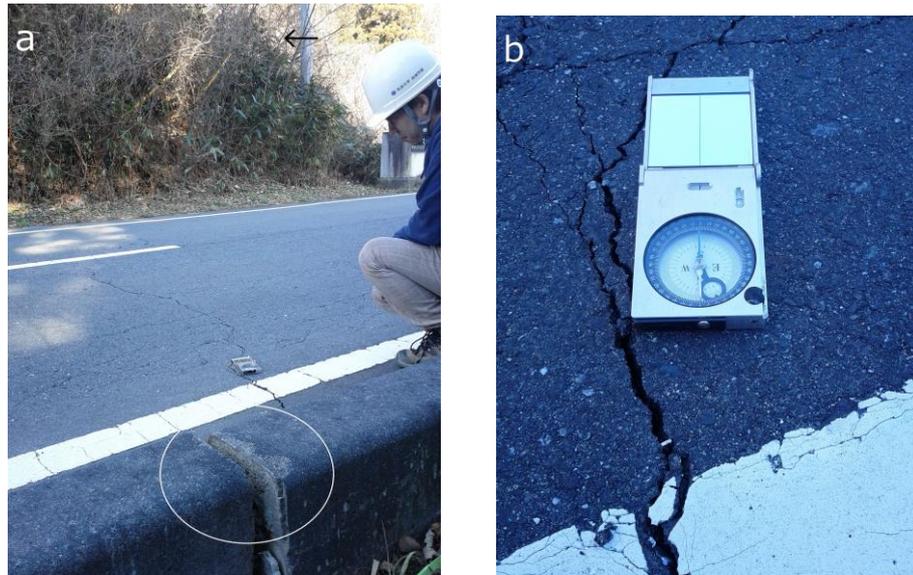


図 4 新小山橋の西側の変動

Fig. 4 Deformation at the west side of Shin-koyama bridge

図 4 a は新小山橋の西端を南から北に向かって撮影した写真であり、路面を拡大した b に示すように、破断面が鮮やかな開口幅 5mm~1cm、走向 NS の亀裂が認められた。周囲の路面には短縮変形は無く、橋桁が東から西向きに移動したような局所的な変形の痕跡は認められなかった。地殻変動性の西向きの地表変動と調和的である。図 4 a の白丸で示した縁石は 2cm の右横ずれを示し、上下成分の変動は認められなかった。縁石の直下基部のコンクリート面に破断は認められなかった。図 4 a の道路の向こう側、黒矢印で示したのは正面に見える道路法面に直交する東向き斜面であるが、それを撮影したのが次の図 5 である。

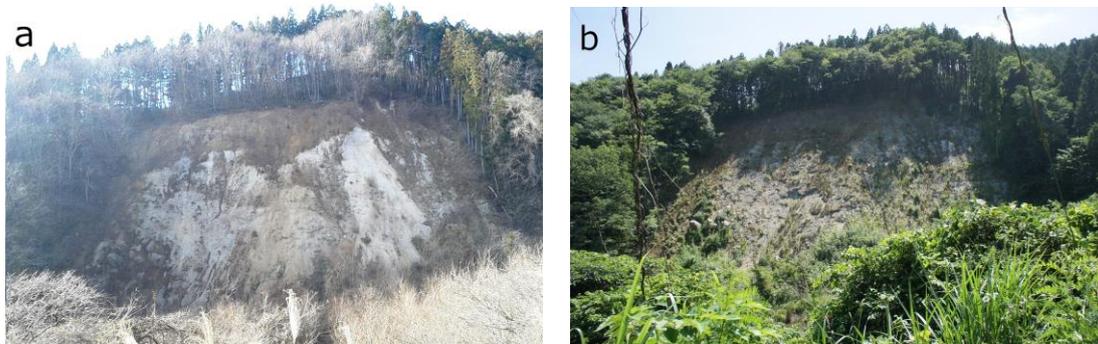


図 5 本地震による表層の再崩壊（場所は図 1 の D を参照）

Fig. 5 The earthquake-induced reactivated shallow disrupted slope failures (refer to location D in Fig. 1, Fig5a, taken on 30 Dec 2016; b, taken on 8 Jul 2014)

図 5 a は、図 4 a の道路法面に直交する東向き斜面を西向きに撮影した写真である。この場所は、平成 23 年の地震でも崩壊した斜面である。尾根から斜面に沿って 5m 下方までは茶色に風化した面が見られる。しかし、それより斜面下方では表層が基部までずれ落ち、白色がかった崩壊面がむき出しとなっていたほか、植生も残っていなかった。図 5 b は、同じ斜面を平成 26 年 7 月 8 日に撮影した写真である。平成 23 年から 3 年経過すると貧弱ながら植生が回復している。撮影した季節は異なるものの、図 5 b と比較して図 5 a は斜面が全体的に白色がかったことから、本地震で再崩壊したと考えられる。

図 1 の地点 E は持山地区へ通じる市道の法面の表層崩壊<sup>5)</sup>であり、崩れた土砂は約 50 トンと報じられている<sup>6)</sup>。ブルーシートで覆われていたため崩壊面の観察はできなかったが、側方崖をみると崩壊深は高々 1m 程度だった。道路を被覆してさらに下部の谷壁に残る崩積土から判断すると、マサ土

の表層崩壊と判断される。これも、平成 23 年の地震による崩壊の再崩壊である。現地の復旧担当者によれば、雨でも繰り返し崩壊が発生してきたそうである。

現地での検討によれば、本地震では新規崩壊は認められず、平成 23 年の地震の斜面崩壊の表層の再崩壊がほとんどであり、崩壊深が数 m 以上のものは認められなかった。

5) <http://www.gsi.go.jp/common/000150507.pdf>

6) 朝日新聞平成 28 年 12 月 30 日朝刊 23 面（茨城版）



図 6 持山地区の南の路面の亀裂（図 6 a, b の場所は図 1 の F, G を参照）

Fig. 6 The earthquake-induced cracks on the road, S of Mochiyama area (for Fig. 6a and 6b, refer to location F and G in Fig. 1)

持山地区の南では図 6 a のように、市道の舗装を横切って開口幅 5cm、走向  $N20^{\circ} W$ 、深さ 20cm の亀裂を見出した<sup>7)</sup>。上下成分の変動は認められなかった。市道の両側の林地からなる緩斜面の延長上に亀裂を追跡することはできなかった。図 1 の地点 A 付近では根から東向きに倒れた 3 本の立木を認めたほか亀裂は見いだせず、図 6 a を地表地震断層と言うには無理がありそうである。図 6 a の北へ約 2m 程度にも同様な亀裂が認められたが、平成 27 年 10 月撮影のストリートビューによれば本地震の前から存在していた。

図 6 b は路肩が河岸に向かって局所的にずれた変動と考えたが、図 1 の地点 G と H の間に路肩の亀裂が断続的に続いていたため、地点 G と H を含む斜面が一体的に河岸へ、すなわち東向きに移動した地すべり性地表変動を反映している可能性がある。

そのほか、図 1 の地点 I と J でも走向ほぼ南北の亀裂を見出し、国土地理院の SAR 干渉画像の位相の不連続線の方角と調和的だった。特に地点 J の亀裂は南西向き斜面の尾根近く、遷急線の直上付近に存在していた。地点 K の亀裂の走向は東西だった。この亀裂の連続性は地点 L では追跡できなかった。これらの亀裂も地表地震断層というよりは、地点 I~K を含む南西向き斜面の局所の一体的な地すべり性地表変動を反映している可能性がある。

これらの地すべり性地表変動も、国土地理院の SAR 干渉画像の位相の不連続線に近く、地殻変動性の地表変動の影響を強く受けたと考えられる。

7) 図 6 a の場所については、(株)パスコの小俣雅志部長に現地で教えていただいた。