

2009 年スマトラ島沖地震による斜面崩壊の検出結果と現地調査による検証

豊橋技術科学大学	正会員	○辻子裕二
豊橋技術科学大学	正会員	河邑 眞
福井工業高等専門学校	正会員	辻野和彦
Andaras University		Jafril Tanjung

1. はじめに

有事の際の早期災害対応ならびに二次災害の軽減を目的として、筆者らは人工衛星画像を用いた広域被害検出の可能性について検討を行っている。中でも、降雨の影響の少ない合成開口レーダ（SAR）に期待する部分は大きく、特に解像度の高い TerraSAR-X（TSX）の利用に着目している。TSX は X バンドであるため詳細な地物の形状が得られる一方で、入射角や撮影の向きによって散乱特性が異なる。このため、これらのパラメータが異なる状況下で単純にその変化から被災域を推定することは困難な状況である。

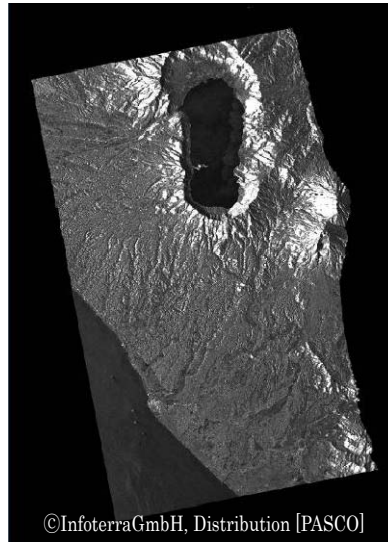


図 1 解析に用いた TSX 画像（左が地震前，右が地震後）

以上を踏まえて、本研究では入射角ならびに衛星の撮影方向等がほぼ同じである理想的な条件下で、地震前後の地形変化に対する TSX 強度画像の反応を現地調査結果と比較して考察する。なお、解析対象は 2009 年スマトラ島沖地震により甚大な被害を受けた Padang 北部，Pariaman の東部に位置する G.Tigo 周辺とした。

2. 地震前後の TSX 強度画像における特徴的な変化

解析においては、図 1 に示す地震前（2009 年 2 月 8 日観測）と地震後（2009 年 10 月 8 日観測）の二時期の TSX 強度画像を用いた。いずれも観測モード（Strip Map）、偏波（VV）、軌道（Ascending）が同じであり、入射角は 25 度付近である。図 2 は同画像を用いてカラー合成（R：被災後，G：被災前，B：被災前）したものである。同図中に示す○の中には、いずれも青い面状の画素とそれを囲むように配される赤い線状の画素が確認できる。

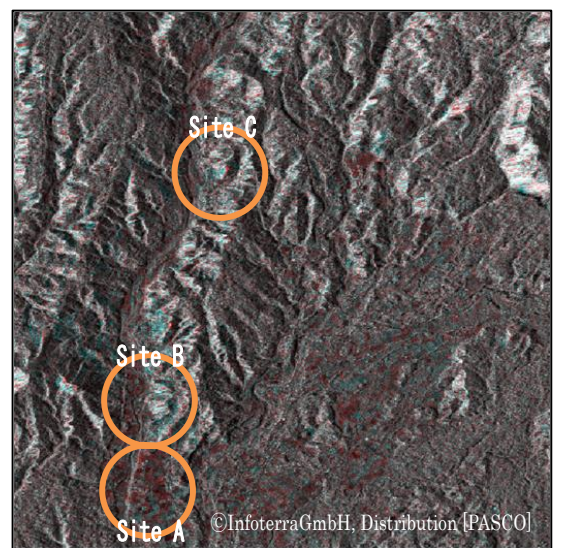


図 2 地震前後の TSX 合成画像

3. TSX 強度画像における特徴的な変化地点についての現地調査による検証

図 2 において特徴的な変化が見られた地点を中心に 2010 年 1 月に現地にて調査を実施した。紙面の都合上、以下では現地調査を実施した地点の内、この 3 地点について報告する。

Site A の崩壊は円弧すべりであり、崩壊は数か所に分かれて確認された。最も大きな崩壊面の幅は約 200m、その南側に土石流のあとが 1 箇所ある。崩壊面は急傾斜部と緩傾斜部（すべり頭部を含む堆積地、図中平坦部で記載）から成る。緩傾斜部は 2 段で構成され、緩傾斜部上段の舌端部から滑落崖までは約 52m、緩傾斜部の崩壊方向の長さは 86m、下段の緩傾斜部は河川まで続いている。急傾斜面の勾配は約 36°、長さは水平距離で

キーワード 衛星画像，TerraSAR-X，2009 年スマトラ島沖地震，斜面崩壊，現地調査

連絡先 〒441-8608 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 豊橋技術科学大学 TEL 0532-44-6346

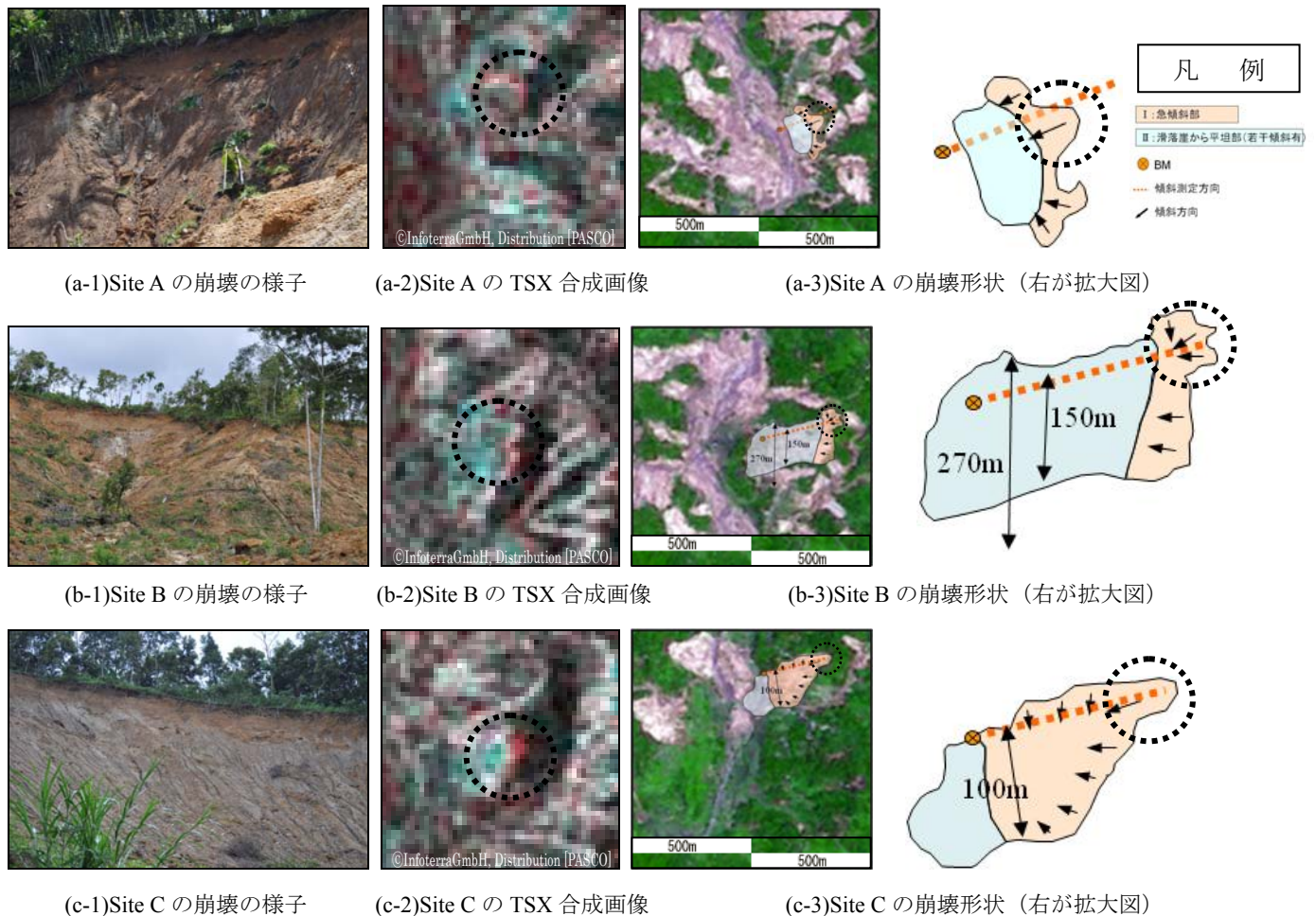


図3 現地調査結果と対応する地震前後の TSX 合成画像の比較 (○が対応)

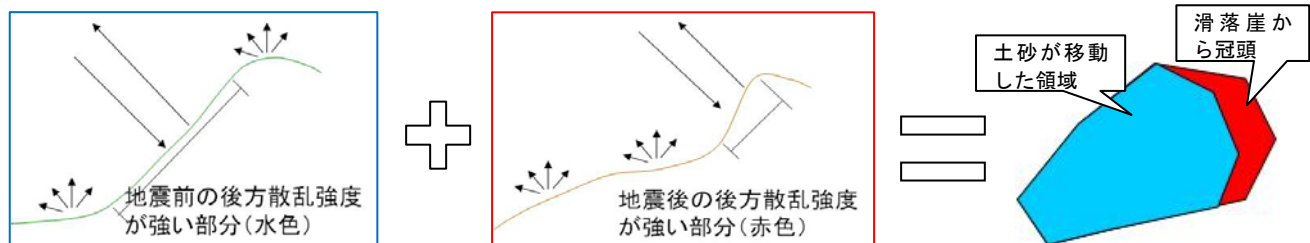


図4 地震前後の TSX 合成画像に特徴が見られる理由

56m, 高低差で41mである。崩壊の幅は全体で約400mであった。崩壊部分では主に脆い石灰岩が多く確認された。Site Bの崩壊幅は約270mであり、中央部の崩壊部分の幅は150mである。Site Aと同様に急傾斜部と緩傾斜部に分かれている。急傾斜部の傾斜は 26° 、緩傾斜部の傾斜は $8^{\circ}30'$ である。急傾斜部の高さは35m、急傾斜面における崩壊方向の長さは72mである。Site Cの崩壊は他と同様、緩傾斜部と急傾斜部に分割できる。崩壊の幅は約150mであり、急傾斜部の傾斜角は 30° 程度である。

以上の結果より、TSX 合成画像において青い面状を呈す画素は崩壊土砂が移動した領域と考えられる。同様に、赤い線状を呈す画素は滑落崖からその上部に位置する冠頭と考えられる。図4はこの特徴抽出原理を概念的に示したものである。TSX 軌道の方位角(HeadingAngle)が 351.6° であることから、特徴的な変化が見られた上記調査地点は全て SAR の入射方向と崩壊の方向がほぼ一致することになる。このように、SAR の入射方向と崩壊方向がほぼ同じ場所から優先的に変化抽出を行うことで、より効率的な災害検知が可能となると考えられる。

謝辞 本研究の一部は平成21年度 SAR 技術応用研究会の研究助成を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表する。