

LANDSAT-8 衛星データによる米国ワシントン州の大規模地滑り災害調査 (速報) について

広島工業大学 正会員 ○菅 雄三
日本キャディック 正会員 小西 智久

1. はじめに

平成 26 年 3 月 22 日, 米国ワシントン州スノホミッシュ郡の山あいの町オソで大規模地滑りが発生した¹⁾. 本研究では, LANDSAT-8 画像を用いて上記災害の被災状況の即時調査を実施した. 被災地域の検出と災害分析に際して迅速かつ簡易に利用できる衛星画像分析用の 3 次元ビューアーの開発を試み, 災害発生時における即時的な被災状況の把握に対する衛星画像データの利用可能性について検討を行った.

2. 使用データ

本研究で使用した衛星データは, 被災前(2013 年 10 月 14 日)と被災後(2014 年 3 月 23 日)の LANDSAT-8 データ(パス 47, ロウ 26)である. LANDSAT-8 衛星は, 高度 705km, 回帰日数 16 日で太陽同期軌道であり, OLI (Operational Land Imager)と TIRS (Thermal Infrared Sensor)センサを搭載している. OLI は, 空間分解能 30m のマルチスペクトルデータ(バンド 1~7, 9)と空間分解能 15m のパンクロマチックデータ(バンド 8)を有し, TIRS は, 空間分解能 100m の熱近赤外バンドデータ(バンド 10, 11)を有し, それぞれ, 観測範囲は 185×185km である. LANDSAT-8 データは, 米国地質調査所(USGS)からダウンロードした Level-1T(Terrain Corrected)処理のものを使用した. 図-1 に解析対象地域を示す. 図の実線の範囲(3870×2760m)について解析を行った. 図-2, 3 に解析範囲の被災前後の LANDSAT-8 画像を示す.

3. 被災状況の分析

被災状況を把握するため, LANDSAT-8/OLI のマルチスペクトルデータとパンクロマチックデータを用いてパンシャープニング処理を行った. 図-4 に被災後のパンシャープニング画像を示す. パンシャープニング処理により, 図-3 の画像よりも画像が鮮明になり, 地表の状況を細かく判読する事ができる. 図-4 の画像中央部が地滑り現場であり, 北側から南側に向けて土砂が崩落している. それに伴い東側から西側に流れる河川が堰き止められ河道閉塞が発生しているものと考えられる.

次に, NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)画像の作成を行った. NDVI は植生の分布状況などを示す指標であり, 地滑りにより土地被覆が植生から土や泥, 氾濫域等に変化した場合には NDVI は低下する. 雲は LANDSAT-8 の QA(Quality Assessment Band)²⁾データの Cloud または Cirrus(巻雲)が 34%以上の信頼性である領域を雲領域とした. 図-5 は被災前後の NDVI を合成した画像であり, 赤色の領域は NDVI が

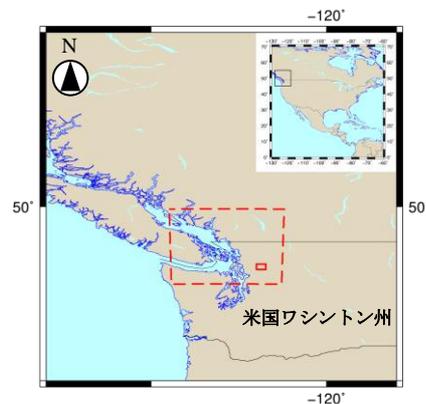


図-1 解析対象地域
(実線: 解析範囲, 破線: 衛星観測範囲)



図-2 被災前の LANDSAT-8 画像

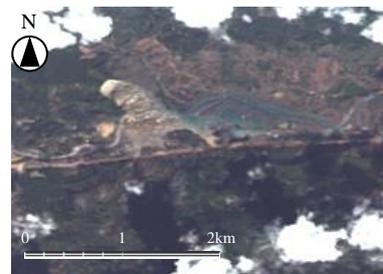


図-3 被災後の LANDSAT-8 画像

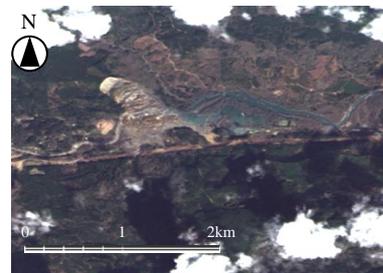


図-4 被災後の LANDSAT-8
パンシャープニング画像

キーワード LANDSAT-8, 地滑り災害, NDVI, 3次元画像

連絡先 〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅 2-1-1 広島工業大学 TEL 082-921-3121

低下した領域を示している。図-6 は、図-5 の破線領域を切り出し、NDVI の差に対して閾値 (0.3 以上) を設定して、被災地域の抽出 (黄色) を行った画像である。これにより抽出した被災面積は、約 2.52 km²であった。ただし、崩壊土砂が植生で覆われている地域や被災前に水域であった領域は NDVI の変化が小さいため、この被災面積には含まれていない。

次に、災害分析に際して衛星データを迅速かつ簡易に利用するための 3 次元ビューアーシステムの開発を行った。この 3 次元ビューアーは、数値標高モデルと衛星データを用いて 3 次元表示を行い、距離および標高値等の地形計測をビューアー上で会話形式により行うことができる。数値標高モデルは、SRTM(Shuttle Radar Topography Mission)の 1 arc second(30m 分解能)データ(n48w122.hgt)を使用した。図-7 に被災後の 3 月 23 日に観測された LANDSAT-8 データによる被災地域の 3 次元衛星画像を示す。この画像データから 3 次元ビューアーを用いて地形計測を行った結果、地滑りの源頭部の標高は約 275m、河川の標高は約 80m であり、標高差が約 200m 上方の山腹から土砂崩落が発生していた。斜面の傾斜度は約 20.5° であり、地滑りの規模は、幅約 700m、長さ約 1,600m、Guzzetti の経験式による崩壊土砂量は、約 750 万 m³と推定された。なお、当該被災地は過去にも地滑り災害が多発している地域でもある。現時点では、今回の災害に関する詳細な実測データが得られていないため、継続して検証を行う予定である。

4. 災害対応の可能性

災害発生時には衛星データから被災状況を迅速に把握し、その情報を提供することが期待されている。

LANDSAT-8 衛星は、ポインティング観測が無く、回帰日数が 16 日であり、発災と衛星観測のタイミングや雲量などについて考慮が必要であるが、今回の事例では発災翌日に衛星観測が行われ、発災から 3 日後に衛星データを入手し、被災状況の解析を行った。

本研究での所要時間をまとめると、衛星データの取得に 30 分、画像を表示して確認するまでに 10 分、パンシャープニング処理に 20 分、NDVI による解析に 60 分、3 次元画像作成に 60 分の合計 180 分程度であった。

5. まとめ

LANDSAT-8 データを用いて米国ワシントン州の大規模地滑り災害の解析を行った。本研究では、パンシャープニング画像を作成し、地滑り地域の把握を行い、NDVI の変化を利用して被災地域を特定した。さらに、3 次元ビューアーの開発を行い、被災地域の規模 (地形や崩壊土砂量) などを計測・推定することができた。これにより、上述の衛星観測条件および解析処理手順に沿ったタイムラインに基づき、比較的迅速かつ簡易に被災状況等を定性的・定量的に分析できることが実証された。

今回の報告は、速報的な分析に主眼をおいたものであり、今後は衛星データの特徴 (空間分解能や幾何学的および放射量的特性等) についてさらに詳細に分析を行い、災害時の初動体制における衛星データの利活用について検討をしたい。

参考文献

- 1) AFP : 米ワシントン州で地滑り, <http://www.afpbb.com/articles/-/3010920> (閲覧日 : 2014 年 3 月 25 日) .
- 2) USGS : Landsat 8 Quality Assessment Band, <https://landsat.usgs.gov/L8QualityAssessmentBand.php> (閲覧日 : 2014 年 3 月 27 日) .

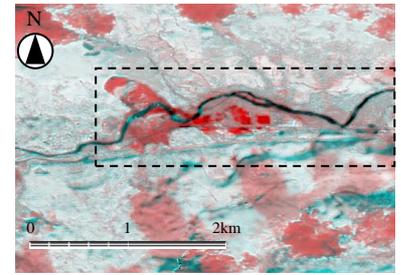


図-5 NDVI 合成画像
(R: 被災前, G&B: 被災後)

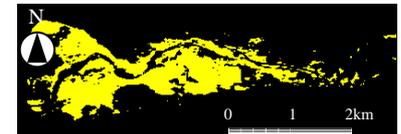


図-6 被災地抽出画像
(黄: 被災地)



図-7 被災地の 3 次元画像