

リモートセンシング技術を活用した急傾斜地における土砂災害検出の試み

中央復建コンサルタンツ株式会社 ○金村 和生、木山 修、堀川 泰寛、川原 知也、菊地 佑
一般財団法人 リモート・センシング技術センター 古田 竜一

1. はじめに

リモートセンシング技術を駆使した土砂災害等の判読は、近年成果を上げており、幅広く利用されている。一方で、解析手法によって、検出できる土砂災害のスケールは異なっており、最適な解析手法の選定が課題である。そこで、令和4年8月豪雨で発生した小～大規模の土石流を対象に、干渉 SAR 解析、RGB カラー合成 SAR 画像解析、光学衛星画像解析の3つの解析手法を用いて災害状況の検出を試みた。検出結果より、小～大規模の土砂災害の判読に適した解析手法、データ解像度及び精度等について考察した。

2. リモートセンシング手法の概要

解析手法の概要を表1に記す。SAR 解析については、干渉 SAR 解析と SAR 画像を RGB でカラー合成した画像を用いた解析の2種類を行い、光学衛星画像(解像度10m)を用いて、土砂の移動範囲を判読した。

表1 比較した解析手法についての概要

| 解析手法 | 画像解像度 | 画像解釈の特徴 | 画像取得時期 |
|----------------------------------|----------|------------------------|--------------------------|
| 干渉 SAR 解析 ^{※1} | 1ピクセル3m | 専門的な知識が必要。地形条件の影響を受ける。 | 2022/07/17 |
| RGB カラー合成 SAR 画像解析 ^{※1} | 1ピクセル3m | | 2022/08/28 |
| 光学衛星画像解析 ^{※2} | 1ピクセル10m | 一般の写真と同様に解釈が容易。 | 2022/07/24 2022/08/23 |

※1: ALOS/PALSAR2 南行軌道西向きLバンド

※2: S2A/S2MSIIC Copernicus Open Access Hub より入手

3. 対象土砂災害

対象土砂災害は福井県南西部に位置する主要幹線道路(国道8号、北陸自動車道)で発生した土石流である(写真1及び図1)。この土石流は令和4年8月の豪雨時に発生したものであり、両幹線道路が寸断される事態となった。

土石流の傾向として、北陸自動車道では溪流の流域面積が大きく、被災箇所は相対的に傾斜が緩い場所にあった(土石流A)。国道8号の土石流は流域面積が小さく、最大傾斜約40度の急峻な斜面で発生していた(土石流①～③)。



図1 発生土石流位置図(地理院地図に加筆)

4. 結果

表2にそれぞれの土石流の検出結果を示し、4.1及び4.2で検出結果について詳述する。

表2 土石流の検出結果

| 解析手法 | 北陸自動車道 | 国道8号 |
|--------------------|--------|------|
| 干渉 SAR 解析 | × | × |
| RGB カラー合成 SAR 画像解析 | ○ | × |
| 光学衛星画像解析 | ○ | × |

4.1 北陸自動車道の土石流(土石流A)の検出結果

図2に土石流Aの検出結果を示す。

干渉 SAR 解析では、土石流によって標高変化があった沢筋や道路の堆積部に変状縞が認められず、土砂移動による地形変化は検出されなかった。

RGB カラー合成 SAR 画像解析では、土石流の発生した沢筋に赤色の変色箇所と、堆積した箇所には青系の変色箇所が認められた。

光学衛星画像では、土砂移動のあった箇所が断続的な線状に反映され、土砂の移動範囲を特定することが可能である。

4.2 国道8号の土石流(土石流①～③)の検出結果

図3に国道8号上での土石流①～③を代表として土石流③の抽出結果を示す。国道8号上では、干渉 SAR 解析、RGB カラー合成 SAR 画像解析、及び光学衛星画像解析では土砂移動の検出は不可能であった。

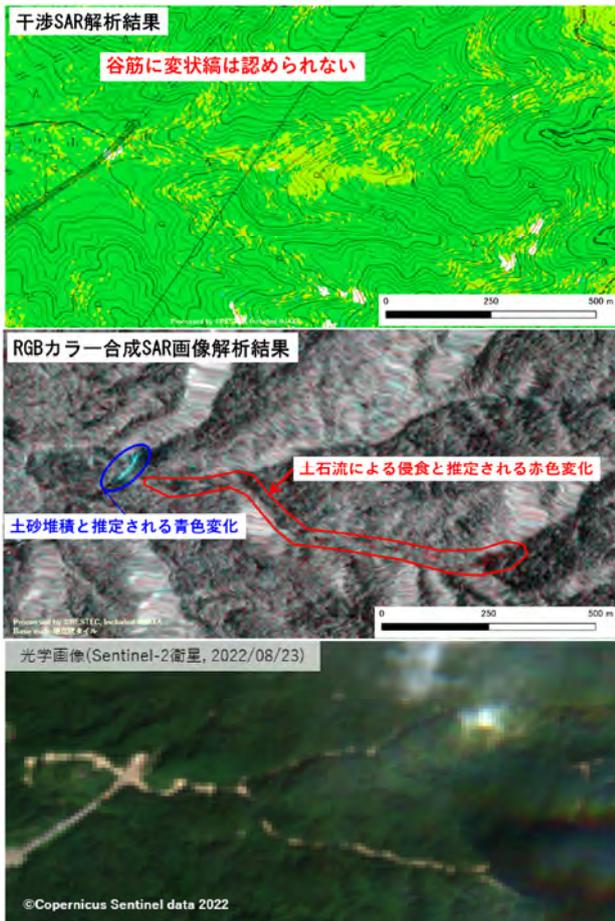


図2 北陸自動車道土石流Aの検出結果

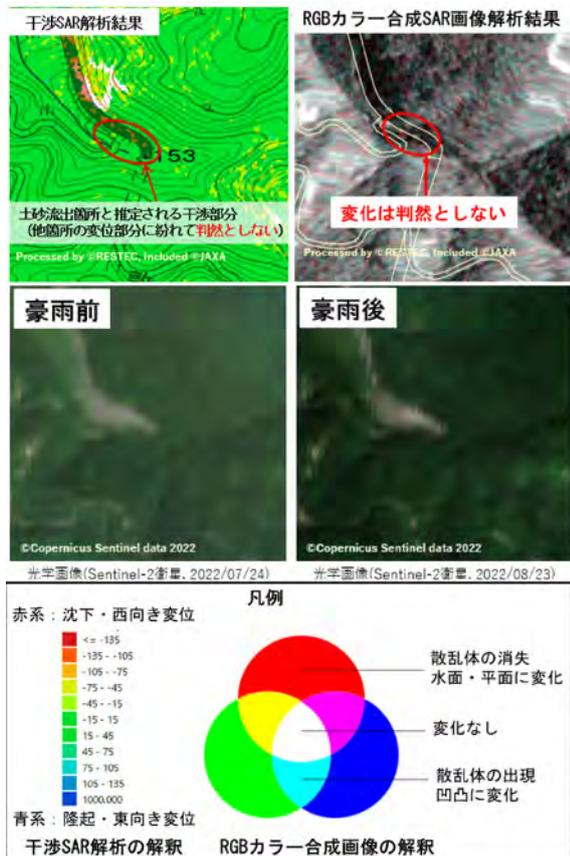


図3 国道8号土石流③の検出結果

5. 考察

北陸自動車道の土石流Aに関しては、RGB カラー合成 SAR 画像解析及び光学衛星画像解析で判読が可能である。干渉 SAR 解析で土石流Aが検出されず、RGB カラー合成 SAR 画像解析で土石流が観測された理由としては、データ処理方法の違いがあると考えられる。干渉 SAR 解析では差分処理やフィルター処理などのデータ処理工程が多く、地形変化が認められる場所でも、ノイズとして平準化されてしまったことが考えられる。一方で、RGB カラー合成 SAR 画像解析は、2 時期の着色画像を重ねるだけで特に複雑な処理をしていないため、地形変化をとらえることができたと考えられる。また、土石流の発生場と堆積場がある程度開けた場所にあったことも、国道 8 号に比べて電波が反射しやすく、地形変化の検出が可能だったことの要因として考えられる。

国道 8 号区間では、土石流による土砂移動が検出されなかった。国道 8 号区間のような狭く急峻な地域では、SAR 観測の特徴上、レーダシャドウ等の幾何的な歪や植生等の影響により、土石流を検出することができなかったと考えられる。また、光学衛星画像でも 1 ピクセルが 10m であるため、範囲が小さい地形変化や土砂流出は、解像度上視認することが難しい。SAR 解析及び光学衛星画像では、国道 8 号区間のような急峻で微小な土砂移動を視認することが困難な地形条件・規模であったと考えられる。

6. おわりに

解析の結果、やや開けた地形での規模が相対的に大きな土砂移動の検出は、データ処理手順の少ない RGB カラー合成 SAR 画像解析と光学衛星画像で検出可能であった。一方で、急峻な地形で発生する中小規模の土砂災害の検出は、人工衛星によるリモートセンシングでは総じて検出困難であった。今回試みた人工衛星によるリモートセンシングでは、狭く急峻な地形で発生した土石流の検出は難しかったことから、今後は空中写真判読や航空レーザー測量などの他の調査手法との組み合わせた評価が必要と考える。

参考文献

- 福井県(2022)：令和4年8月の大雨被害について
- 国総研(2020)：国総研資料 第1110号
- 崎山など(2019)：干渉 SAR 解析による崩壊危険斜面抽出手法とその適用範囲について、河川技術論文集。
- JAXA(2018)：災害時の人工衛星活用ガイドブック土砂災害版