

衛星画像を用いた令和6年能登半島地震の復興状況の評価

日大生産工（院）
日大生産工（非常勤）

○黒田 伊万利
杉村 俊郎

日大生産工 朝香 智仁
日大生産工 野中 崇志

1. はじめに

発災時における被災地域を対象とした復旧・復興状況の継続的な把握は、都市インフラの機能回復および新たに更新された都市機能を評価する上で重要である。市町村における災害復旧事業の円滑な実施のためのガイドライン¹⁾では、地方公共団体自らが管理するインフラの復旧に主体的に取り組むことが求められている。復興状況の把握には長期的なモニタリングと広範囲の調査が必要だが、技術職員の不足に加え、地上踏査は時間がかかること、また、危険への立ち入りが困難であるといった課題がある。そこで、周期性と広域性に優れたリモートセンシング技術が活用されている。

本研究では、衛星画像の光学センサによる解析を通じて、2024年1月1日に発生した令和6年能登半島地震の復旧・復興状況の継続的な状況を定量的に把握することを目的とし、特に被害が甚大であった地域における被災状況、および復興状況との関連について評価を行った。

2. 研究手法

Sentinel-2は、ESA(欧州宇宙機関)が運用する地球観測衛星で、13の観測波長帯を持つ光学センサが搭載されている。地上分解能は可視光域で10m、近赤外波長域で20m、短波長赤外域で60mである。本研究では、(1)式に示す正規化都市化指数(NDBI)、(2)式に示す正規化植生指数(NDVI)から被災箇所における発災の前後のモニタリングを行うこととした。

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \quad (1)$$

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (2)$$

ここで、Red：可視赤波長帯、NIR：近赤外波長帯、SWIR：短波長赤外波長帯である。本研究では、それぞれの波長帯について、RedにSentinel-2/Band4、NIRにSentinel-2/Band8、SWIRにSentinel-2/Band12を使用した。また、地上分解能についてBand4は10m、Band8は10m、Band12は20mである。

研究対象地は、国土交通省の報告書²⁾をもとに図1に示す2地点を選定した。(A)：朝市通りは震災による火災によって約5万平方メートルが焼失した地点であり、(B)：河原田川は土砂崩れで河川河道埋塞が発生した地点である。検証データとして、被災箇所の空中写真やGISデータは、令和6年能登半島地震に関する情報³⁾より取得した。

表1は、本研究で使用了衛星画像の観測年月日である。2023年の4月～8月は平常時の参照データとして、2024年の4月～8月は震災後の復興過程をモニタリングするデータと仮定した。



図1 研究対象地

表1 Sentinel-2 観測年月日

| | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 2023/4/10 | 2023/5/10 | 2023/6/19 | 2023/7/24 | 2023/8/3 |
| 2024/4/14 | 2024/5/4 | 2024/6/13 | 2024/7/13 | 2024/8/2 |

3. 結果と考察

図2および図3は、(A)：朝市通りにおける4月と7月の、NDBIおよびNDVI画像を示したものである。図4および図5は、(B)：河原田川における4月と7月の、NDBIおよびNDVI画像を示したものである。なお、図中の黒枠は、NDBIおよびNDVI画像から数値を抽出する関心領域である。また、表2は本研究で使用了衛星画像の関心領域から抽出した情報から計算した平均値を、時系列でまとめたものである。斜線部分は、被雲により関心領域の数値が抽出できなかった部分である。

(A)：朝市通りでは、震災後、関心領域内のNDBIの分布が大きく低下していることが視認できる一方、NDVIはNDBIの変化ほど明瞭

Evaluation of the Recovery Status of the 2024 Noto Peninsula Earthquake
Using Satellite Imagery

IMARI Kuroda, TOMOHITO Asaka, TOSHIRO Sugimura and TAKASHI Nonaka

表2 NDBI・NDVI平均値の比較

| | | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 |
|---|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A | NDBI | 2023 | 0.219 | 0.229 | 0.234 | 0.209 | 0.294 |
| | | 2024 | 0.044 | 0.029 | | 0.036 | |
| | NDVI | 2023 | 0.167 | 0.207 | 0.204 | 0.196 | 0.169 |
| | | 2024 | 0.077 | 0.100 | | 0.122 | |
| B | NDBI | 2023 | -0.299 | -0.516 | -0.564 | -0.541 | -0.530 |
| | | 2024 | -0.138 | -0.145 | -0.138 | -0.115 | |
| | NDVI | 2023 | 0.544 | 0.730 | 0.796 | 0.756 | 0.797 |
| | | 2024 | 0.096 | 0.171 | 0.170 | 0.145 | |

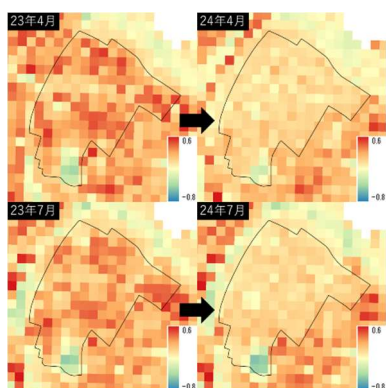


図2 地点(A)の4月・7月のNDBI画像

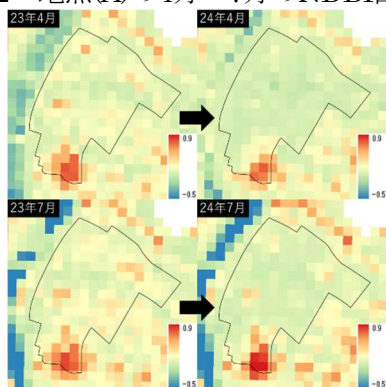


図3 地点(A)の4月・7月のNDVI画像

に変化が確認することが出来ないことがわかった。(A)は構造物が多く植生の少ない市街地であったため、植生の明確な変化を捉えることが出来ず、構造物の倒壊・消失がより顕著に結果に反映されたと考えられる。

(B)：河原田川では、震災後、関心領域内のNDBIの分布が7月になると変化が視認でき、NDVIの分布は4月、7月とも変化が視認できることがわかった。(B)は樹木の多い斜面であったため、崩壊により裸地となったことで都市化指数が上昇し、森林域の消失により植生の減少が顕著に反映されたと考えられる。

また、表2より、どの月での比較においても(A)はNDBI、(B)はNDVIの減少幅がそれぞれ大きく結果に表れていることが分かる。これは4月と7月の比較と同じく、市街地と山間部の土地被覆の特色によるものだと考えられる。

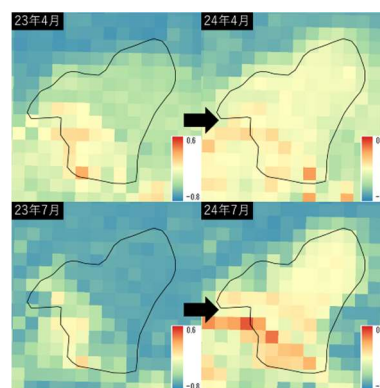


図4 地点(B)の4月・7月のNDBI画像

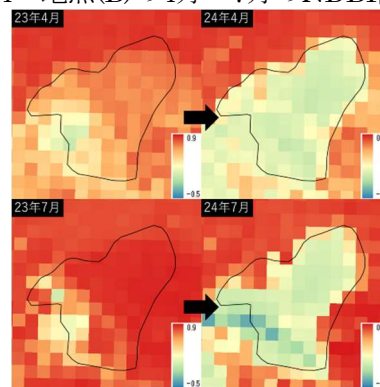


図5 地点(B)の4月・7月のNDVI画像

4. まとめ

本研究では、災害前後においてSentinel-2のNDBIおよびNDVIの統計量に違いが表れることが分かった。特に市街地ではNDBI、山間部ではNDVIを指標として比較を行うと効果的に復興過程をモニタリングできる可能性を見出すことができた。光学センサから復興状況を評価することは、被雲の影響を受けるため緊急性が伴う用途では利用が難しいが、Sentinel-2により広域にわたるモニタリングは可能であるため、土地被覆モニタリング等、用途により有用なデータが抽出できると思われる。

参考文献

- 1) 市町村における災害復旧事業の円滑な実施のためのガイドライン
https://www.mlit.go.jp/river/bousai/hukkyu/pdf/saigaihukkyu_guideline.pdf
- 2) 国土交通省：令和6年能登半島地震における被害と対応
<https://www.mlit.go.jp/common/001732467.pdf>
- 3) 国土地理院：令和6年(2024年)能登半島地震に関する情報
https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html