

## 衛星データを用いた能登半島地震による農地への影響評価

Assessment of the impact of the Noto Peninsula Earthquake on agricultural land using satellite data

○藤原洋一<sup>1</sup>・星川圭介<sup>2</sup>・一恩英二<sup>1</sup>・森丈久<sup>1</sup>・長野峻介<sup>1</sup>

○Y. Fujihara<sup>1</sup>, K. Hoshikawa<sup>2</sup>, E. Ichion<sup>1</sup>, T. Mori<sup>1</sup>, and S. Chono<sup>1</sup>

**1. はじめに** 令和6年能登半島地震は、最大震度7、マグニチュード7.6を記録する大地震であり、珠洲市や輪島市を中心に甚大な被害が発生した。広範囲な被害を迅速に検出するための手段として衛星データが注目されており、市街地や建物の被害、地殻変動などの状況把握に活用されている。一方、農地や農業用施設への被害調査は主に人海戦術に依存しており、農地の被害や水稻の作付け状況の把握にはかなりの時間を要した。そこで、本研究では、各種の衛星データを活用して、能登半島地震による「農地被害の検出」や「水稻の作付け状況」の解析を試みた。

### 2. 合成開口レーダーによる農地被害検出<sup>1)</sup>

天候に関係なく観測できる合成開口レーダー(SAR)は、地震などによる地表面の変化を広範囲に検出する手法として広く利用されている。宇宙航空研究開発機構(JAXA)のALOS-2衛星がよく使われるが、能登半島地震に関しては地震発生前の観測データが少なく、観測間隔が大きく空いている。一方、欧州宇宙機構(ESA)のSentinel-1は、能登半島周辺では12日間隔で観測を行っており、地震発生時が非かんがい期であったことから、Sentinel-1により農地地盤の変形を検出できる可能性があると考えた。SARデータから得られるコヒーレンスを利用して被害検出を行うが、コヒーレンスは1に近づくほど干渉性が良好で、0に近づくほど干渉性が悪いことを示す。つまり、地震を挟んだ2時点間でコヒーレンスが地震前よりも低下した地域では、地盤や地形の変形が発生したことを意味する。コヒーレンスの低下量を求めるには、地震前および地震前後の干渉性を調べる必要がある。地震前は2023年12月7日と19日のデータを、地震前後は12月31日と2024年1月12日のデータを使用した。

地震前と地震前後のコヒーレンスの変化(Fig.1)を見ると、輪島市、志賀町、七尾市などで数値の低下が顕著であることが分かる。これらの場所では、家屋の倒壊や火災による建物消失などが報告されている。一方、震源域から離れた地域でも、列状やスポット的にコヒーレンスが低下している箇所が見られる。とくに、農地が広がる羽咋市や中能登町の邑知潟干拓地での低下が顕著であり、2024年2月に現地調査を行ったところ、パイプラインの漏水による農道の冠水や水田の噴砂などが実際に確認された。

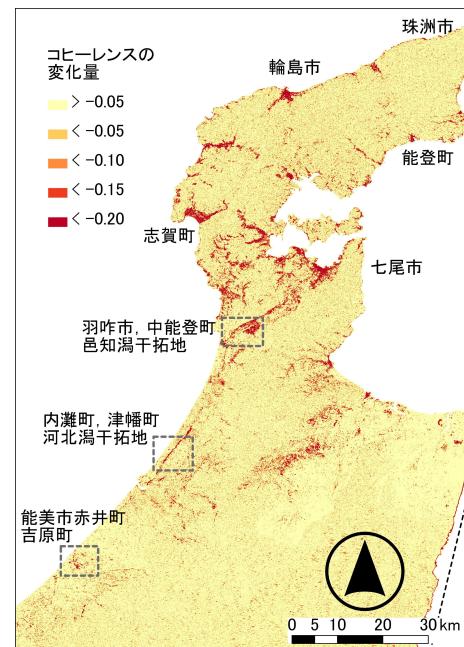


Fig.1 Amount of change in coherence

1 石川県立大学 Ishikawa Prefectural University

2 富山県立大学 Toyama Prefectural University

キーワード：令和6年能登半島地震、農地・農業用施設、衛星、生成AI、スクリプト

**3. 光学衛星による地震後の水稻作付け状況解析<sup>2)</sup>** Google Earth Pro を使用して、地震前年の 2023 年に能登地方で確認できるエリアについて、目視により水田、森林、都市、水域、その他の地上参照データを作成した。衛星画像の解析には、比較的高解像度かつ高頻度な Sentinel-2 を利用した。Sentinel-2 の可視光解像度は 10m、回帰日数は 10 日であるが、2 機の衛星が運用されているため実質的に 5 日間隔である。衛星データの解析には、Google Earth Engine (GEE) を使用した。GEE は、大量の測衛星データの検索・分析が可能なクラウドベースの地理空間データ解析プラットフォームである。通常、衛星データを用いて土地利用分類を行う際には、正規化植生指数などの指標を適切に選択する必要があるが、ここでは用いる指標の特定は行わず生成 AI (ChatGPT-4) でスクリプトを生成した。

生成されたスクリプトで GEE を実行したところ、グランドトゥルースデータの名前を変更する必要はあったが、これら以外に修正する必要はなかった。また、スクリプトを一つ一つ確認もしたが誤りはなかった。さらに、学習データと検証データをランダムに分割して精度を評価したところ、何割が正しく分類されたかを示す総合精度は 0.89 となっており、分類精度は非常に高かった。さらに、石川県内 19 市町における 2023 年度の栽培面積と Sentinel-2 による土地利用分類および筆ポリゴンとの重ね合わせによって得られた推定面積の比較を (Fig.2) に示す。これを見ると、決定係数は 0.98、切片も小さく傾きもほぼ 1 であり、面積も非常に正確であることが分かる。

衛星によって 2024 年に水稻作付けを断念したと判定された地域を (Fig.3) に示す。これを見ると珠洲市、輪島市において、作付けを断念した地域が多いこと、断念した地域が多い支流と少ない支流があることが分かる。2024 年 6 月に輪島市、珠洲市で現地調査を行ったところ、衛星解析の通り、作付けを断念した農地が広がっており、光学衛星による水稻作付け状況の把握が効率的に行えることが確認された。

**4. まとめ** 合成開口レーダーおよび光学衛星を用いて、農地および農業用施設の被害状況を把握することを試みた。発災直後、行政機関は対応に追われており、研究機関が被害状況を問い合わせたり、データ提供を依頼することは容易ではない。われわれは、衛星データによって被害が起きているであろう場所をある程度絞りめたことにより、調査地点の目星を付けることができた。今後は、クラウドプラットフォームとの連携や、行政機関との情報共有体制の整備を通じて、衛星データの実運用化が一層進展することが期待される。

**引用文献** 1) 藤原・星川・一恩・森・長野：干渉 SAR 解析を活用した令和 6 年能登半島地震の農地被害検出、水土の知、92 (9)、2024. 2) 藤原・星川・一恩・森・長野：水稻作付け状況解析における生成 AI 利用の有効性、水土の知、93 (1)、2025.

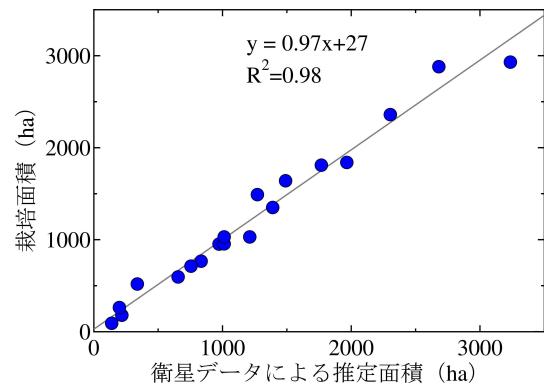


Fig.2 Comparison of satellite data estimates and actual cultivated area

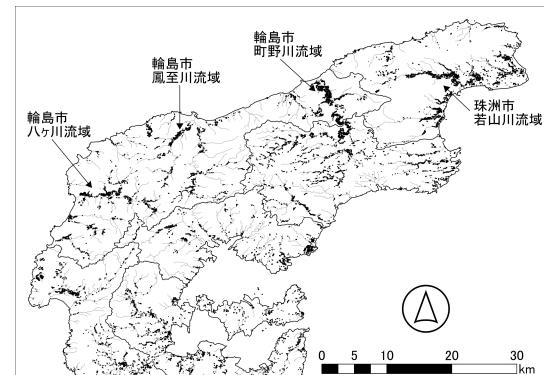


Fig.3 Abandoned rice planting area in 2024

衛星解析の通り、作付けを断念した農地が広がっており、光学衛星による水稻作付け状況の把握が効率的に行えることが確認された。