

衛星データを用いた能登半島地震による 農地への影響評価と圃場の排水性評価

■研究者のプロフィール

石川県立大学 生物資源環境学部 環境科学科
准教授 博士(農学)

ふじはら よういち
藤原 洋一

TEL : 076-227-7479

E-mail : yfuji@ishikawa-pu.ac.jp

URL : <https://sites.google.com/view/fujiharalabo/>



研究シーズの概要

能登半島地震と農地・農業用施設

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。また、震源域から100km以上離れた内灘町でも液状化の被害が報告されている。

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、農地の被害や水稲の作付け状況の把握にはかなりの時間を要した。

そこでわれわれは、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「水稲の作付け状況」の解析を試みた。さらに、水田農業の高収益化に重要となる「農地の排水性」を衛星データで評価することも試みている。

合成開口レーダーによる農地被害検出

天候に関係なく観測できる合成開口レーダー(SAR)^{※1}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^{※2}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^{※3}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(類似性が高い)で、0に近づくほど干渉性が悪い(類似性が低い)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。ただし、この方法は森林における地形変化は検出できないことに注意していただきたい。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わかる(図1)。これらの場所では、家屋の倒壊や火災により建物消失など

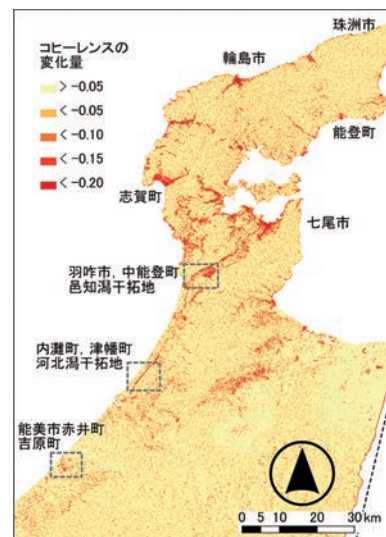


図1 コヒーレンスの変化量

※1 Synthetic Aperture Radar: 人工衛星からマイクロ波を発射し、観測対象物から反射された複数のマイクロ波を重ね合わせることで地表面を調べる技術

※2 かんがい用水からの通水がなく農地に水が少ない時期

※3 同じ場所を観測した複数のSAR画像間で、電波がどれだけ類似しているかを示す指標。可干渉性、干渉性ともいう

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。特に、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る。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ている。

光学衛星による地震後の水稲作付け状況解析

まず、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。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数を適切に選択する必要があるが、ここでは用いる指数の特定は行わず生成AI (ChatGPT-4) でスクリプトを生成した。このスクリプトを用いて

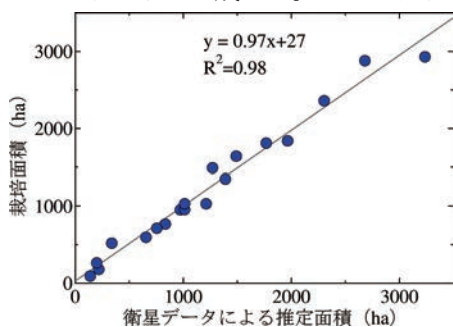


図2 衛星データによる推定面積

GEEで解析を実行した結果、分類の正確さを示す総合精度は0.89となり、分類精度は非常に

高いことが確認された。

次に、2023年度における石川県内19市町の栽培面積と、Sentinel-2による土地利用分類結果を集計した面積の比較を図2に示す。この図を見ると、決定係数は0.98であり、面積が非常に正確に推定されていることが分かる。さらに、2024年に水稲作付けを断念した地域を抽出し、2024年6月に輪島市および珠洲市で現地調査を行ったところ、衛星解析のとおり、作付けを断念した農地が広がっており、光学衛星による水稲作付け状況の把握が効率的に行えることが確認された。

衛星データによる圃場の排水性評価

地震の影響により、長期的には農業の担い手へ農地の集約が進む可能性が高く、農業経営者や生産法人は水田農業の高収益化を図るため、裏作として麦などを導入することも考えられる。しかし、水田で畑作物を栽培する場合、圃場の排水不良が農作物の湿害を引き起こすが、現場で多地点の排水性評価を行うことは難しい。そこでわれわれは、実際の圃場で排水性の定量評価を行い、さまざまな衛星データと比較することで、圃場の排水性を定量的かつ広範囲に評価する取り組みを行っている



図3 土壌水分の観測の様子

(図3)。現時点では、Sentinel-2などの光学衛星による排水性評価が実測値に近いことが分かっているが、降雨や雲の多い北陸地方では運用が難しいという課題もある。今後、天候に左右されない合成開口レーダーも活用し、汎用性の高い排水性評価手法の開発を目指している。

研究キーワード

- ◎ 衛星データ
- ◎ 災害被害検出
- ◎ 農地・農業用施設
- ◎ 水稲、麦

利用が見込まれる分野

- ◎ 衛星データ解析・分析・情報提供サービス
- ◎ 農業のデジタルトランスフォーメーション

産業界へのメッセージ

圃場の排水性評価については、土壌水分データの数を増やし、汎用性の高い手法の検討を本格的に開始しました。また、能登地方に多い、ため池の水位モニタリングに関する研究にも新たに着手しています。近年、衛星データの利用は敷居がかなり低くなり、異分野からの参入も容易になってきたと感じています。実際、私の専門分野は農業水利学です。ご興味のある方はぜひご連絡ください。

産学連携をお考えの方は上記または次の担当部署までお問い合わせください。

- ◎北陸経済研究所 地域開発調査部
- ◎北陸銀行 コンサルティング営業部 地域創生室

前田 TEL: 076-433-1134
水上 TEL: 076-423-7180