

# 干渉 SAR 時系列解析による地すべり活動の把握

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 ○吉田 美月, 吉川 猛

## 1. はじめに

合成開口レーダ (SAR : Synthetic Aperture Radar, 以下 SAR) を利用した干渉 SAR 解析では、複数時期の SAR データの位相差から地表面の変動を推定することができる。本稿では、長野県の I トンネル坑口上部で発生した地すべりを例に、干渉 SAR 解析による地すべり活動の把握について検討する。

## 2. 干渉 SAR 解析について

### (1) 干渉 SAR 解析の原理

干渉 SAR 解析では、複数時期の SAR データを干渉処理することにより位相差を算出し、この位相差を基に衛星-地表間の距離変化を変位量として推定する (図-1)。なお、地表面の被

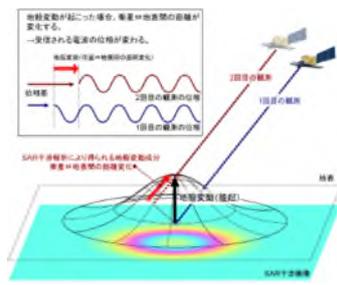


図-1 干渉 SAR 解析の概念図<sup>1)</sup>

覆状況が大きく変化した場合には干渉性が低下し、解析結果が得られない場合がある。

### (2) 干渉 SAR 解析の解析手法

干渉 SAR 解析は二時期のデータを用いる差分干渉 SAR 解析と、複数時期のデータを用いる干渉 SAR 時系列解析 (以下、時系列解析) の大きく2つに分けられる。時系列解析では、各データ間の時間間隔や軌道のズレを閾値として多数のペアで干渉画像を作成し、これをインバージョン解析することによって変位量を決定する。二時期間の変位量のみを求める差分干渉 SAR 解析に対して、時系列解析では各時期の変位量のほか、解析期間全体を通しての変位速度が算出される。時系列解析には、面的に計算を行う SBAS (Small BAseline Subsets method) 解析と、ピクセルごとに計算を行う PSInSAR 解析がある。

## 3. 解析条件

解析対象とした I トンネルでは、坑口上部において2021年7月に地すべりが発生した (図-2)。本稿では、2015年~2020年までの15シーンのデータを用いて SBAS 解析を実施した。表-1に解析条件を、図-3に解析範囲を示す。



図-2 発災状況<sup>2)</sup>

表-1 解析条件

解析範囲	図-3 <sup>3)</sup> に示す
解析期間	2015/9/29~2020/11/17 (15 シーン)
利用衛星	ALOS-2/PALSAR-2
解析グリッド	10m×10m
ペア間隔上限	365 日



図-3 解析範囲<sup>3)</sup>

## 4. 解析結果

SBAS 解析による対象地周辺の変位速度分布図および防災科研の地すべりブロック<sup>4)</sup>、発災後の航空写真より判読した災害範囲 (赤線) を図-4 に示す。解析結果における負の変位 (図中、青) は衛星から遠ざかる変位、正の変位 (図中、赤) は衛星に近づく変位を示す。図-4 より、防災科研の地すべりブロック内部に、局所的に大きな負の変位を示す領域が認められた。この変位の発生範囲は航空写真から判読した災害範囲の上部に当たる。変位速度は最大で-33mm/年程度となった。

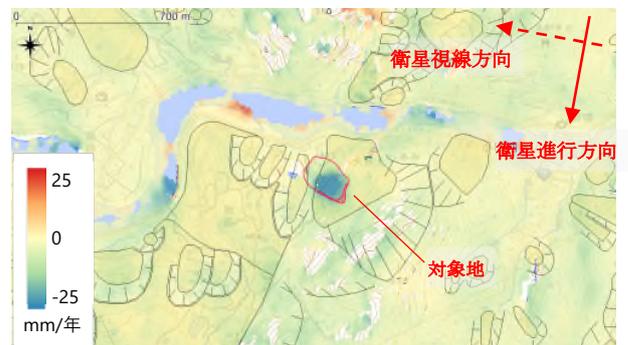


図-4 変位速度分布図および地すべりブロック<sup>3) 4)</sup>

## 5. 時系列変位履歴

図-4で確認された変位の発生範囲について、図-5に示す通り計48点の抽出点を設定し、累積変位量の時系列の推移を調べた。なお、図-5に示す変位分布図は2020年11月17日における累積変位量で、解析開始日の2015年9月29

日を0としている。全点の累積変位量の平均から作成した時系列グラフを図-6に示す。ブロック全体ではゆるやかに変状が進行し続けており、特に2016年後半から変位速度が上昇している。また、2015年12月22日（解析データセット中2データ目）を基準としたときの2017年～2020年の11月データにおける各点の変位量のグラフを図-7に示す。各点の変位進行状況について着目すると、もともと変位量の大きい3、4段目では2019年までに変位が大きく進行し、2019～2020年間では変位速度が低下している。一方、1段目や2段目の東側では2019～2020年間にも25mm以上の変位が生じており、時期によって活発に変位する位置が変化していった可能性がある。航空写真より判読した発災範囲は1段目よりさらに斜面下部にまで及んでいることから、地すべり活動が斜面下方へ進行・拡大していったものと考えられる。

## 6. まとめ

今回は、干渉 SAR 時系列解析を利用して地すべり活動の把握を試みた。この結果、解析結果において認められた変位の発生範囲と実際の災害範囲がよく一致した。また、任意の点における累積変位量の時系列グラフを作成したところ、対象地は発災以前より連続的に変位が進行していたことがわかった。さらに、変位の発生範囲における変位速度は一律ではなく、時期や地点によって異なる可能性が示された。定期的な SAR 解析の実施による地すべり活動およびその懸念箇所の事前の検知や、対策の検討等への解析結果の積極的な活用が期待される。

### 《引用・参考文献》

- 1) 干渉 SAR の基本：国土地理院（最終閲覧日2023年5月23日），  
[https://www.gsi.go.jp/uchusokuchi/sar\\_mechanism.html](https://www.gsi.go.jp/uchusokuchi/sar_mechanism.html)
- 2) 国道19号長野市篠ノ井小松原地先の災害：長野国道事務所ホームページ，（最終閲覧日2023年5月23日），  
<https://www.ktr.mlit.go.jp/nagano/nagano00293.html>
- 3) 国土地理院淡色地図（に加筆），（最終閲覧日2023年5月23日），  
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- 4) 地すべり地形 GIS データ：国立研究開発法人 防災科学技術研究所 地すべり地形分布図

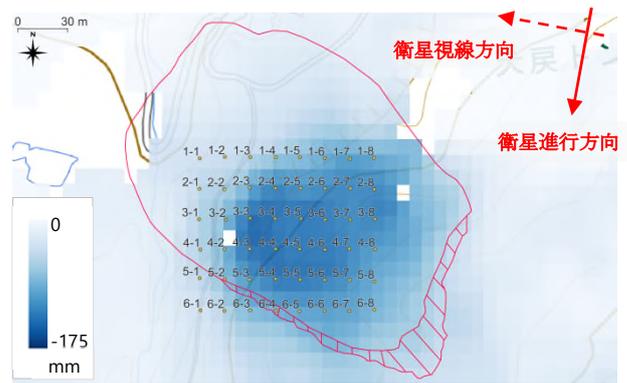


図-5 抽出点設定状況<sup>3)</sup>



図-6 全点の累積変位量の平均

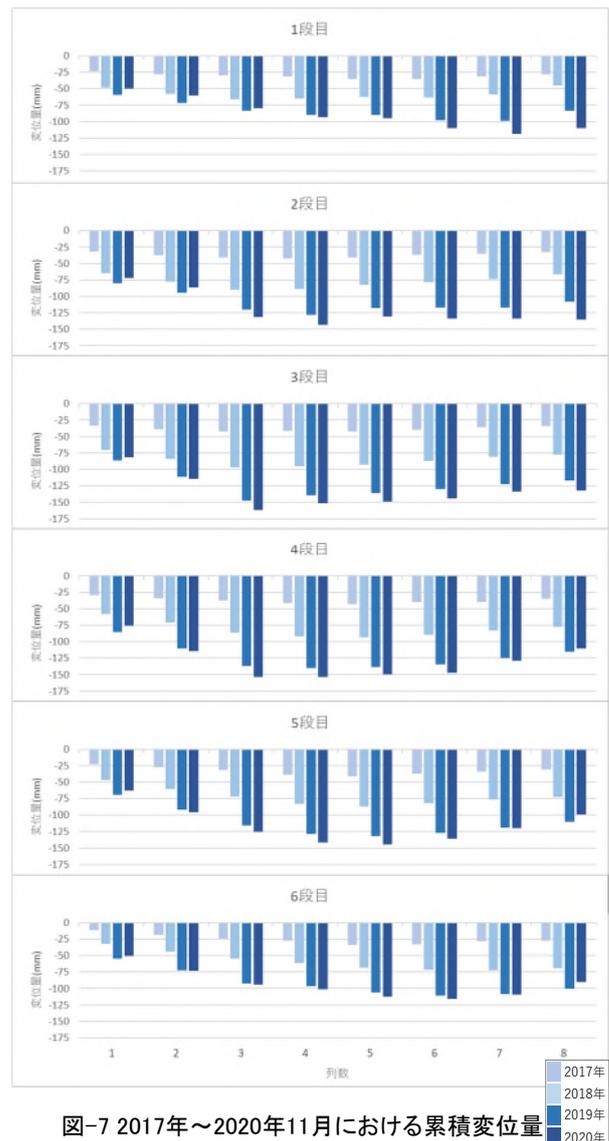


図-7 2017年～2020年11月における累積変位量