

# 災害の現象解明と将来のリスク把握に向けた研究（第1年次）

実施期間	令和元年度～令和5年度		
地理地殻活動研究センター			
地理情報解析研究室	中埜 貴元	白石 喬久	
地理地殻活動研究センター	藤原 智		

## 1. はじめに

地震に伴う地盤災害や降雨に伴う土砂災害等が発生した際に、なぜそのような災害がその場で発生したのかを知ることは、将来の災害リスクを検討するうえで重要である。本研究は、地震災害や土砂災害等が発生した際に、その被害分布や性状をリモートセンシングや現地調査等により把握するとともに、地形や土地被覆、地盤情報などとの関係性解析により、現象解明や将来のリスク把握手法を検討するものである。また、干渉 SAR による平常時の斜面変動も研究対象とする。

## 2. 研究内容

令和元年度は、平成30年北海道胆振東部地震及び平成31年2月21日21時22分頃の胆振地方中東部の地震に伴い発生した地盤災害等を対象に現地調査を実施した。同地震では、測地部宇宙測地課によるALOS-2データを用いたSAR干渉解析により地表変位を示す多数の位相変化が確認されており、液状化、盛土変動、斜面変動による地表変位を捉えたものと推察されていたが、その性状や成因は十分に明らかにされておらず、現地調査によりそれらの解明を試みた。なお、一部の液状化発生地点及び盛土変動については、他機関による現地調査により実際に被害が報告されていた箇所である。また、Fujiwara et al. (2019)におけるSAR干渉解析により検出された線状地表変位（Linear Surface Displacement; LSD）の箇所についても補足的に調査を実施した。

現地調査は令和元年7月2～4日に実施した。現地調査地点を図-1に示す。赤字で示した地点（地点2, 5, 6）が斜面変動と考えられる箇所、黒字で示した地点（地点3, 4, 7）が盛土変動発生箇所、青字で示した地点（地点1）が液状化発生箇所、灰色文字で示した地点（補地点1, 補地点2）はLSDが確認された箇所である。斜面変動を示す地点2（厚真町豊沢地区）では、2019年2月の北海道胆振地方中東部の地震に伴い、SAR干渉画像において丘陵斜面等で位相変化が検出されており、2019年2月末に測地部により現地調査が実施され、積雪面の亀裂等が確認されていたが、地盤の変動やその変動量・向き等が不明であったため、追加調査を実施した。地点5及び6においては、既往研究（宇根ほか、2008；Nakano et al., 2016など）で指摘されているような地すべり土塊部の変動を示す位相変化が平成30年北海道胆振東部地震を挟むペアのSAR干渉画像で検出されており、地表の変形の有無を確認した。地点3, 4, 7は飯場・永井（2018）や地盤工学会・土木学会（2018）、青山（2018）などにより宅地盛土（谷埋め盛土）の変動が確認されていた地点で、簡易的に作成した盛土分布図を参照しながら、被害発生箇所を調査した。地点7についてはSAR干渉画像において盛土部のわずかな変位（沈降）が確認されており（Fujiwara et al., 2019）、その地点での地表変位の有無も調査した。地点1の一部では飯場・永井（2018）などにより液状化被害が確認されており、また、Fujiwara et al. (2019)により液状化に伴うと考えられる地盤の側方移動が検出されていた箇所であり、それらの検出地点での地表変位の有無や変位量等を調査した。



図-1 現地調査地点図

### 3. 得られた成果

調査結果について、地表変位の種類別に報告する。

#### 3.1 斜面変動

地点 2 では、アスファルト面や石段、擁壁、水田等に亀裂や変形が見られたものの、 SAR 干渉画像で見られた変位とは性状が必ずしも一致せず、関係性は不明であった。2019 年 2 月の北海道胆振地方中東部の地震に伴い、特定の場所でのみ検出されていること、西向き斜面にのみ現れている傾向があること、またそれらの場所は現地ではほとんどが柵で囲まれた雑木混じりの植林地であることなどから、落葉時の土地被覆状態が影響した可能性も考えられる。

地点 5 は明瞭な地すべり地形の移動土塊部に位置し、複数時期の SAR 干渉画像において衛星から遠ざかる（沈降または西向き）位相変化が検出されていたが、アスファルトや側溝等の人工物がないこともあり、位相変化の縁辺部において地表変位は確認できなかった。

地点 6 は細長い地すべり地形の移動土塊部に位置し、複数時期の SAR 干渉画像において衛星から遠ざかる（沈降または西向き）顕著な位相変化が検出されていた。位相変化の上部では特に地表変位は確認できなかったが、位相変化最下部において林道の右横ずれ及び段差が確認でき、林道縁及び轍の中央部に生えた植生（雑草）もずれているため、新しい変位（今回の地震に伴う変位）と推察できた（図-2）。すなわち、干渉 SAR で検出された位相変化は斜面変動を捉えたものと考えられる。

#### 3.2 盛土変動

地点 3 及び地点 4 においては、簡易的に作成した盛土分布図の盛土・切土境界部において、盛土部が滑動的に変動したことによる明瞭な変位が確認できた。地点 7 においては、ニュース等でも大々的に報道された札幌市清田区の盛土造成地において、大規模な地形変化を確認するとともに、SAR 干渉画像において衛星から遠ざかるわずかな位相変化が確認されていた箇所では、盛土部の沈下や滑動的変動に伴うと考えられるアスファルト道路のわずかな亀裂やその補修痕等を確認した。被害が大きい

(地表変形量が大きい)ほど, SAR 干渉画像においてコヒーレンスが低下している(ノイズ状の位相変化を呈する)傾向も確認できた。

### 3.3 液状化

地点1では, SAR 干渉画像において地盤の側方移動を示す目玉状の位相変化の縁辺部において, 干渉 SAR により推定される変位と調和的な地表変形を確認した(図-3)。これらの変形箇所では液状化に伴う噴砂や建物の浮き上がりが確認でき, 干渉 SAR で液状化による地盤変動を捉えたと考えられる。

### 3.4 線状地表変位 (LSD)

LSD の箇所ではいずれも明瞭な地表変位は確認できなかった。これは, 現地で地表変位が発生していないということではなく, SAR は現地では確認できないようなブロードな地表変位も検出可能であることを示していると考えられる。

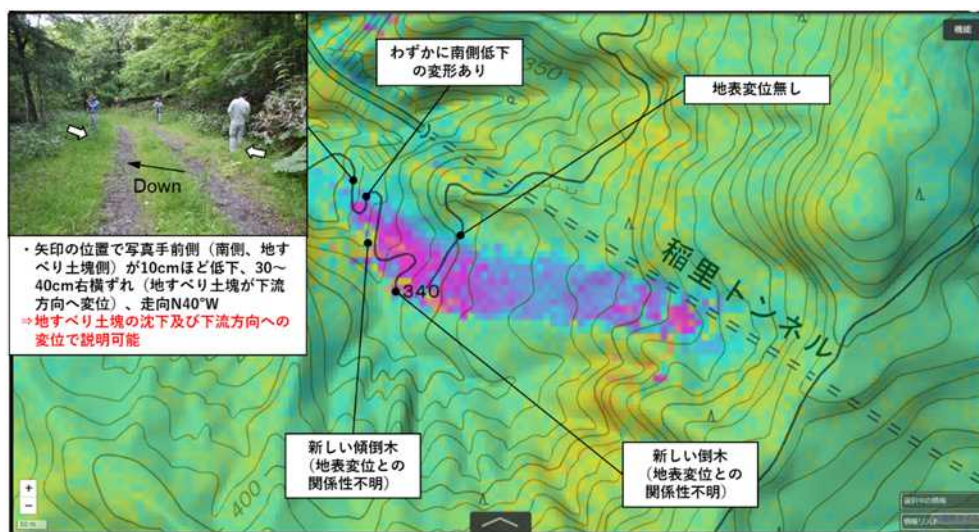


図-2 地点6で確認された斜面変動に伴う地表変位

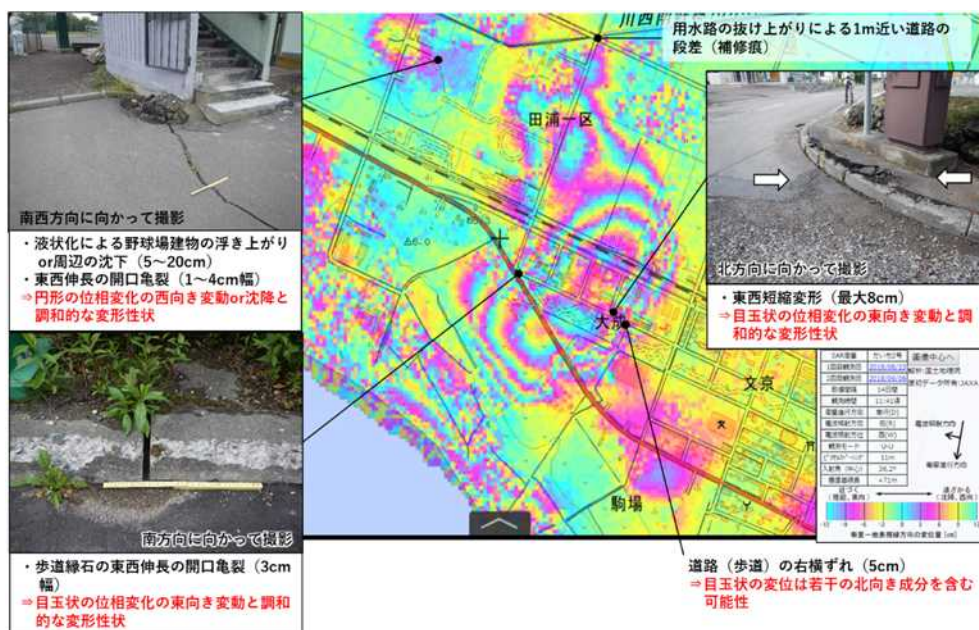


図-3 地点1で確認された液状化に伴う地表変位

#### 4. 結論

平成 30 年北海道胆振東部地震に関連した地盤変動箇所を中心に現地調査を実施し、干渉 SAR 等で検出されたシグナルと調和的な地表変位を現地にて確認した。一方で、干渉 SAR 等で変位が検出された箇所に道路や側溝等の人工構造物がない場合には、現地での地表変位の確認が困難なケースも見られた。これは従来の研究での傾向と変わらず、SAR による検出能力の高さを示唆するものであるが、結果の信頼性向上のためには、別のセンサーによる変位の検出等も検討する必要がある。

#### 謝辞

現地調査においては測地部宇宙測地課の桑原將旗係員の協力を得た。

#### 参考文献

- 青山雅史 (2018) : 平成 30 年北海道胆振東部地震による札幌市清田区の宅地地盤被害, [http://www.ajg.or.jp/disaster/files/201809\\_HokkaidoEq003.pdf](http://www.ajg.or.jp/disaster/files/201809_HokkaidoEq003.pdf) (accessed 17 Mar. 2020).
- Fujiwara, S., T. Nakano, Y. Morishita, T. Kobayashi, H. Yurai, H. Une and K. Hayashi (2019) : Detection and interpretation of local surface deformation from the 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake using ALOS-2 SAR data, *Earth, Planets and Space*, 71, 64.
- 飯場正紀, 永井宏 (2018) : 北海道胆振東部地震の被害調査報告書 (速報) 基礎地盤関連, [http://saigai.aij.or.jp/saigai\\_info/20180906\\_hokkaido/20181001\\_iburi\\_EQ\\_Soil\\_hokkaidoB.pdf](http://saigai.aij.or.jp/saigai_info/20180906_hokkaido/20181001_iburi_EQ_Soil_hokkaidoB.pdf) (accessed 17 Mar. 2020).
- 地盤工学会・土木学会 (2018) : 北海道胆振東部地震による液状化被害, 2018 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震の被害調査速報会資料, [http://committees.jsce.or.jp/eec2/system/files/%E5%A0%B1%E5%91%8A%E4%BC%9A20180921%E7%9F%B3%E5%B7%9D%E4%BF%AE%E6%AD%A3%E7%89%88\\_0.pdf](http://committees.jsce.or.jp/eec2/system/files/%E5%A0%B1%E5%91%8A%E4%BC%9A20180921%E7%9F%B3%E5%B7%9D%E4%BF%AE%E6%AD%A3%E7%89%88_0.pdf) (accessed 17 Mar. 2020).
- Nakano, T., K. Wada, M. Yamanaka, I. Kamiya and H. Nakajima (2016): Precursory Slope Deformation Around Landslide Area Detected By InSAR Throughout Japan, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XLI-B1, 1201-1205.
- 宇根寛, 佐藤浩, 矢来博司, 飛田幹男 (2008) : SAR 干渉画像を用いた能登半島地震及び中越沖地震に伴う地表変動の解析, *日本地すべり学会誌*, 45 (2), 125-131.