

SAR が見えたもの見えなかったもの：大阪北部地震と北海道胆振東部地震 What SAR Could See and Could Not See: Northern Osaka and Eastern Iburi, Hokkaido Earthquakes

○橋本 学

○Manabu HASHIMOTO

We processed Sentinel-1 and ALOS-2 SAR images acquired before and after the Northern Osaka and Eastern Iburi, Hokkaido earthquakes to detect coseismic surface deformations. Because of its relatively small size and deep focus, we could not obtain coseismic deformation of the Northern Osaka earthquake. ALOS-2 detected possible small-scale landslide in the Takatsuki city. We identified an elliptic area of uplift by ~ 8 cm near the Atsuma town by ALOS-2. This uplift may be caused by faulting of the Eastern Iburi, Hokkaido earthquake. We also found enormous number of belts of intensity changes that may be correlated to landslides in its adjacent area. Coherence and line-of-sight changes were observed at sites of severe liquefaction in the Kiyota ward, Sapporo city. We show the details of the observed surface changes and discuss capability of SAR.

1. はじめに

2018年に発生した2つの中規模地震に際して、ALOS-2あるいはSentinel-1のSAR観測データを解析した。これらの結果をまとめて報告する。

2. 6月18日大阪府北部地震

この地震に際しては、主としてSentinel-1のIW (Interferometric Wide-Swath) モードの画像を用いた。DEMには、飛田幹男氏・小澤拓氏によるSRTM4のDigital Ellipsoidal Height Modelを用いた。Gamma®を用いて干渉処理を行った。Flatteningや大気遅延補正等の処理は施していない。

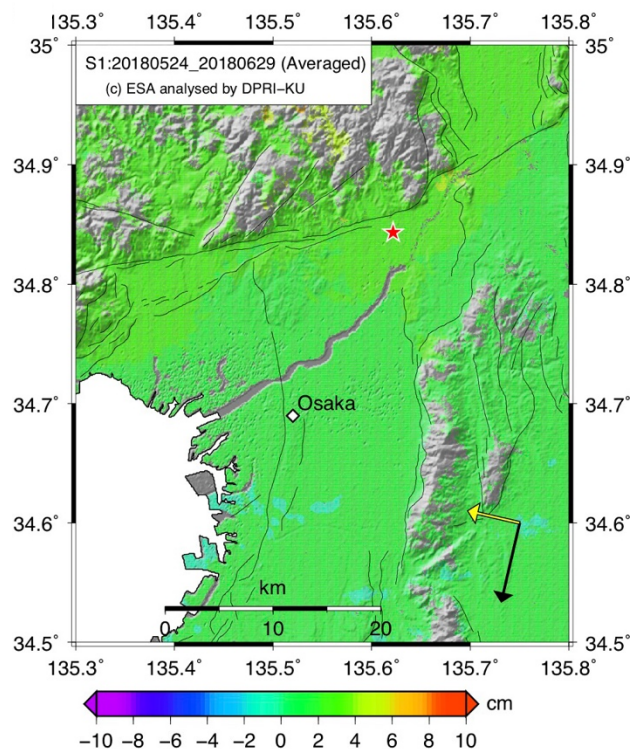
地震後6月末までに南北両軌道から2回以上の観測がなされ、地震前の複数の画像と各2つの独立ペアを構成することができる。ここでは、地震直近の5月末から6月末までの画像を利用した。

5月30日と6月23日のペアとの干渉6月11日と29日のペアの干渉画像をそれぞれアンラップ処理し、その平均を計算した(第1図)。視線距離変化は0~+4 cmの範囲に収まっている。北行軌道の干渉画像でも-4~+2 cmの変化が検出された。しかしながら、震央周辺には地震性地殻変動と考えられる視線距離変化のパターンは認められない。今回の地震は震源が深く、規模も小さいため、SARでの地表変位の検出は困難であったと考える。

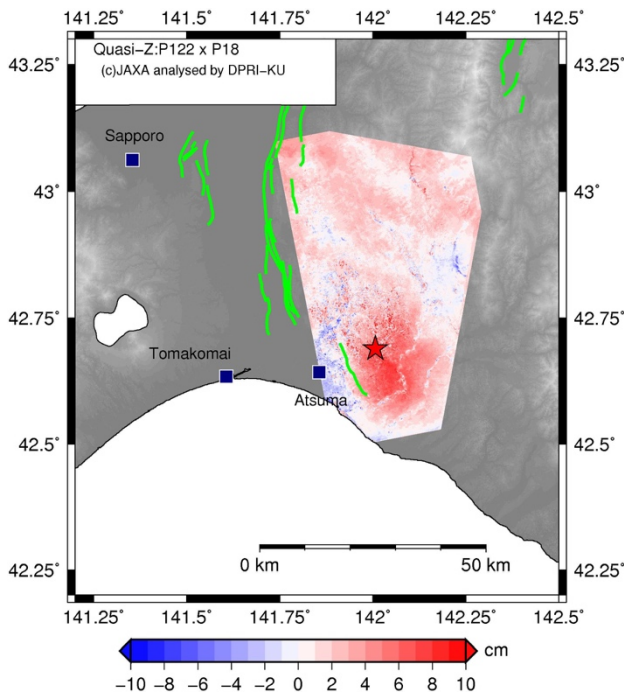
ALOS-2のデータも解析したが、高槻市北部に地すべりと思われる変動が見られた以外、断層運動に伴う変位とみられる変化は検出されなかった。

3. 9月6日北海道胆振東部地震

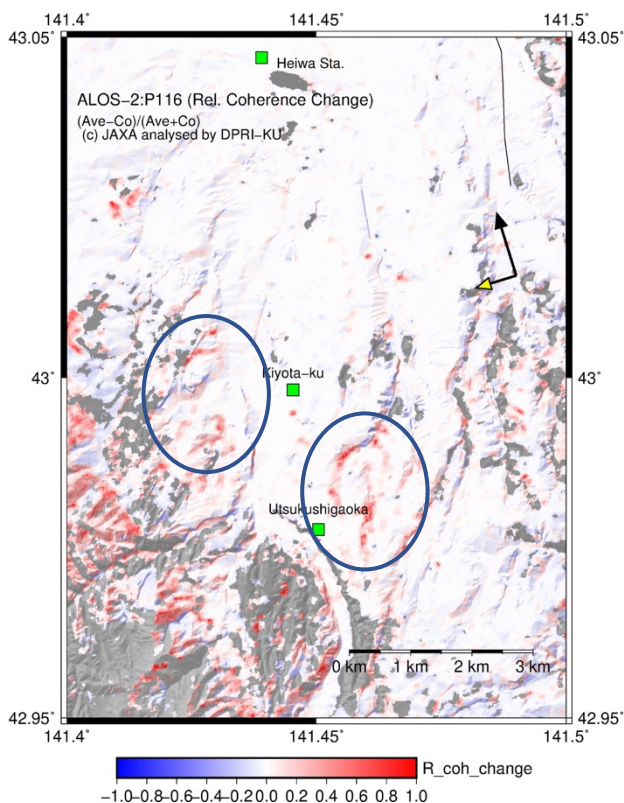
北海道胆振東部地震については主としてALOS-2データの解析を行った。Sentinel-1データも解析したが、コヒーレンスが低く明瞭な干渉縞を得られなかった。



第1図. 大阪府北部の Sentinel-1 の2つの独立のペアのアンラップ干渉画像の平均。南行軌道の干渉画像。負の値は視線距離伸長を示す。星印は、気象庁による震央を示す。



第2図. ALOS-2の2方向の干渉画像を合成して得られる上下変位. 星印は気象庁による震央.



第3図. ALOS-2の北行軌道の干渉画像から得られるコヒーレンス変化の分布

ALOS-2の観測は、南行軌道で1回、北行軌道で3回の観測がなされた。それぞれGamma®と飛田氏・小澤氏による国土地理院10mメッシュのDigital Ellipsoidal Height Modelを用いて干渉処理

を行なった。干渉画像はFlattening処理を行い、アンラップした後、2方向からの画像を用いて、東西および上下成分に変換した。

第2図は、南行軌道8月23日と9月6日のペアと北行軌道8月25日と9月8日のペアの干渉画像から作成した上下変動図である。厚真町の東側、震央のすぐ南を中心に楕円形の隆起域が認められる。最大隆起量は約8cmである。石狩低地東縁断層帯の南部を境に、西側が沈降しているが、この地域の軟弱な地盤の影響も考えられる。東西成分については、震央の東側に東向き、西側に西向きの変位が見られる。これらの変位は、北北西-南南東方向の逆断層により説明可能である。

この地震に伴って、厚真町での地すべりと札幌市清田区における液状化など深刻な地盤災害が発生した。SARはこのような地盤災害の面的な分布を得るために最適のツールである。この目的には、反射レーダー強度の変化と反射波の位相のコヒーレンスの変化が主として用いられる。

レーダー反射波強度の変化からは、厚真町の土砂災害がマップされる。厚真川中流域兩岸の約200km²にわたって、山地の尾根部に顕著な強度変化が見られる。

第3図は、地震前の2期間のペアの干渉画像から得られる平常時のコヒーレンスと地震を挟むペアのコヒーレンスから作成したコヒーレンス変化の分布である。地震前のコヒーレンスの平均を γ_{ave} 、地震時のコヒーレンス変化を γ_{co} とすると、

$$\frac{\gamma_{ave} - \gamma_{co}}{\gamma_{ave} + \gamma_{co}}$$

を図示したものである。2つの楕円内で囲まれた部分が、液状化被害が顕著だった地域である。地形に沿った赤い帯が認められ、液状化の発生と地形に相関があることが示唆される。ただし、山地や緑地にもコヒーレンスの低下が見られ、これらと実際に液状化被害が生じたところとの判別について課題が残る。

本研究で使用したALOS-2/PALSAR-2画像は、JAXA「陸域観測技術衛星の防災利用実証実験」地震SAR解析WG(事務局:国土地理院)の活動の一環として提供されました。Digital Ellipsoidal Height Modelは、東京大学地震研究所共同利用特定共同研究「SARを用いた多角的な地殻・地表変動研究」(課題番号2018-B-02, 研究代表者:高田陽一郎)において提供されました。