

ALOS/PALSARとALOS-2/PALSAR-2で見た関東および大阪平野の地盤変動

Ground Deformations in the Kanto and Osaka Plains Observed by ALOS/PALSAR and ALOS-2/PALSAR-2

*橋本 学¹*Manabu Hashimoto¹

1. 京都大学防災研究所

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

沖積平野の地盤変動の空間分布が伏在する活断層等の地下の基盤形状を反映するとする仮説 (Bell et al., 2002) に基づいて、日本の代表的な沖積平野である関東、京都・大阪の2地域の変動を、SARにより面的に捉え、活断層との関係を調べている。それぞれの地域において、ALOS/PALSAR画像のInSAR時系列解析とALOS-2/PALSAR-2画像の干渉解析を行った結果を報告する。

用いたデータは、ALOS/PALSARおよびALOS-2/PALSAR-2画像である。観測期間は、ALOS/PALSARについては2006年5月から2011年4月まで、ALOS-2/PALSAR-2については2014年8月から2015年12月までのデータを、それぞれ解析した。

ALOS/PALSAR画像は、各地域で3年以上かつ15回以上の観測がなされているので、Stanford大で開発されたStaMPS (Hooper et al., 2004) により、時系列解析の一種であるPersistent Scatterer InSAR (PS-InSAR) を実施した。

ALOS-2/PALSAR-2は、観測期間が長くても1年4ヶ月程度である。さらに、2014年から2015年にかけては、同じ地域の同じ入射角での観測回数が少なく、最大でも関東の一部地域の6回である。このため、今回は差分干渉法 (一部スタッキング) にとどめた。使用したソフトウェアは、Gamma®である。

いずれの解析においても、地形縞の計算とジオコードのための位置合わせには、ASTER-GDEM ver.2 (Tachikawa et al., 2011) を用いた。

関東平野のALOS/PALSAR画像 (Path 406 Frame 710) のPS-InSAR解析により、埼玉市と東京北東部に、最大10 mm/yrに達する衛星から遠ざかる変動が検出された。地盤沈下が継続しているものと考えられる。また、利根川に沿っても沈降が認められる。一方、立川市を横切る立川断層に沿って、5 mm/yrを越える衛星に近づく変動が認められる。

関東北部古河市を中心とする地域のALOS-2/PALSAR-2干渉画像 (Path 119 Frame 750) のスタッキングでは、画像南部の埼玉市付近に視線距離伸長の変動が認められた。しかし、この変動を除き、必ずしもALOS/PALSARの結果と整合しない。今後のデータ蓄積が不可欠である。なお、西側のシーン (Path 120 Frame 740) では、夏の画像を含むペアにおいて、秩父盆地に大きい視線距離変化が得られている。局所的な大気の変動によるものと考えられる。

大阪平野・京都盆地では、ALOS/PALSAR画像 (Path 414 Frame 680とPath 65 Frame 2920) の解析から、有馬・高槻構造線に沿った沈降と京都盆地南部の隆起が検出されている (橋本, 2014)。

しかし、ALOS-2/PALSAR-2の2014年10月から2015年12月の画像 (Path 21 Frame 2910, Path 26 Frame 2920, Path 127 Frame 680等) の解析結果では、これらの変動が認められない。変動が誤差を越えるほど大きくないためと考えられるが、他衛星のデータを用いて2011年以降変動が終息した可能性も検討する必要がある。

ALOS/PALSARおよびALOS-2/PALSAR-2画像は、ALOS-2 RA-4 (#1178, PI: 橋本学) により提供、または「上町断層帯における重点的な調査観測」により取得されたものです。ALOS/PALSAR画像の著作権・所有権は経済産業省および宇宙航空研究開発機構、ALOS-2/PALSAR-2画像の著作権・所有権は宇宙航空研究開発機構にあります。

キーワード: 合成開口レーダー、地盤変動、ALOS/PALSAR、ALOS-2/PALSAR-2、関東平野、大阪平野

Keywords: Synthetic Aperture Radar, ground deformation, ALOS/PALSAR, ALOS-2/PALSAR-2, Kanto Plain, Osaka Plain

航空機SAR Pi-SAR2による剣岳東斜面の二つの山岳氷河の観測とその解釈

Observations and Interpretations of Two Mountain Glaciers on the Eastern slope of Mt. Tsurugi by Pi-SAR2 airborne SAR

*古屋 正人¹、福井 幸太郎²、児島 正一郎³、松岡 建志³

*Masato Furuya¹, Kotaro FUKUI², Shoichiro Kojima³, Takeshi Matsuoka³

1.北海道大学大学院理学研究院自然史科学部門、2.立山カルデラ砂防博物館、3.情報通信研究機構

1.Department of Natural History Sciences Hokkaido University, 2.Tateyama Caldera Sabo Museum,

3.National Institute of Information and Communications Technology

福井・飯田(2012)は、立山、剣岳周辺で日本にも氷河が現存していることをGPSを用いた流動速度観測とアイスレーダーを用いた氷厚観測から示した。一方、氷河の観測は一般に現地での観測が困難であり、世界的には様々な衛星あるいは航空機を用いたリモートセンシング技術が用いられてきた。日本の北アルプスの場合は、世界の山岳氷河に比べて規模が小さく、また勾配も急であること等の問題で、現業的に行われている衛星リモートセンシング技術の適用は必ずしも容易ではない。われわれは、NICTとの共同研究として、航空機SARを用いた観測を2013年以降3回行って、各時期の数値地形図を作成するとともに多偏波観測を行った。それらの結果について紹介する。

キーワード：剣岳、三の窓氷河、小窓氷河、Pi-SAR2、偏波SAR

Keywords: Mt. Tsurugi, Sannomado glacier, Komado glacier, Pi-SAR2, Polarimetric SAR

ALOS-2 PALSAR-2 SAR 干渉処理により検知された西之島の変動

Line-of-Sight displacements in Nishinoshima detected by ALOS-2 PALSAR-2 SAR interferometry

*夏秋 嶺¹、渡辺 学¹、大木 真人¹、島田 政信²、鈴木 新一¹*Ryo Natsuaki¹, Manabu Watanabe¹, Masato Ohki¹, Masanobu Shimada², Sinichi Suzuki¹

1.宇宙航空研究開発機構、2.東京電機大学

1.Japan Aerospace Exploration Agency, 2.Tokyo Denki University

Nishinoshima island in the Pacific Ocean has been erupting since November 2013. At first, it created a small new island located in south-east off shore of the pre-existing island. Nowadays the new island has rapidly expanded the land with its lava flow and almost absorbed the pre-existing island. According to the current record, the pre-existing island had 760(North-South) x 600(East-West) meter land while the new one had 1960 x 1960 m as of February 3, 2016 [1]. The state-of-the-art L-band Synthetic Aperture Radar (SAR), Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar-2 (PALSAR-2) aboard Advanced Land Observation Satellite-2 (ALOS-2) has been continuously observing the island since its launch. It has 3m spatial resolution with 50km swath in ultra-fine mode [2].

As Nishinoshima is an active volcano, it has been analyzed with mainly photogrammetric approach [3]. In this paper, we performed interferometric analysis and found line-of-sight displacements, which indicates ground subsidence toward the lava flow. The ratio was approximately 20 - 30cm in 2 months. Because of the discrete timing of ascending and descending observations, and unsteady volcanic activities, the precise speed of subsidence has not been determined. At the same time, we found that the lava flow hidden by the coagulated rocks shows very low temporal coherency. That is, we can evaluate the activeness of the volcano by interferometric analysis which cannot be seen by the simple photographic analysis. On the other hand, no significant deformation was found in the interferograms acquired after October, 2015.

References

[1] Japan Coast Guard website "Nishinoshima Volcano" 9 Feb. 2016.

<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/kaiyo18-e1.htm>

[2] Kankaku Y. et al., "PALSAR-2 Launch and Early Orbit Status" IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium 2014, pp. 3410 - 3412.

[3] Ohno Y. et al., "The change of the Nishinoshima volcanic activity to catch with the image of various sensors," Journal of the Japan Society of Photogrammetry Vol. 54(1), PP. 46-51, 2015

キーワード：ALOS-2、PALSAR-2、干渉SAR、西之島

Keywords: ALOS-2, PALSAR-2, SAR interferometry, Nishinoshima

だいち2号を用いた全国SAR干渉解析

InSAR analysis all over Japan by ALOS-2 (Daichi-2) / PALSAR-2 data

*三浦 優司¹、山中 雅之¹、山田 晋也¹、攪上 泰亮¹、仲井 博之¹、和田 弘人¹、森下 遊¹*Yuji Miura¹, Masayuki Yamanaka¹, Shinya Yamada¹, yasuaki kakiage¹, Hiroyuki Nakai¹, Kozin Wada¹, Yu Morishita¹

1. 国土地理院

1. GSI of Japan

国土地理院では、だいち2号に搭載された合成開口レーダー（SAR）のデータを使用して、特定の地域を限定せず、日本全国を網羅的にSAR干渉解析し、地震・火山・地盤沈下・斜面変動をはじめとした様々な変動を抽出することに取り組んでいる。具体的には、日本全国の網羅的なSAR干渉解析を、分解能3m・観測幅50kmの高分解能モード、分解能100m・観測幅350kmの広域観測モードについて北行・南行のそれぞれの回帰について継続的に実施する。

これまでに全国をくまなく解析した結果、地震や火山活動にともなう地殻変動をはじめ、地下水のくみ上げによる地盤沈下、消雪による積雪地域での年周変動、埋立地での沈降、斜面変動と考えられる位相変化を多数検出した。また、北行軌道の夏季の期間を含む解析結果では、まとまった非干渉の領域が現れた。原因を調査した結果、マスター画像とスレーブ画像に不規則なずれが生じており、電離層の活動と関連している可能性がある。

SAR干渉解析結果は、ウェブ地図である地理院地図を通して閲覧できるタイルデータの形式で整備している。地理院地図は、国土地理院が提供する地図・空中写真・火山土地条件図等と重ね合わせることができ、干渉SARで検出された変動を地形・地質等の情報と併せて解釈することが可能である。

本発表では、全国を網羅的に実施したSAR干渉解析の結果と今後の課題について報告する。

キーワード：干渉SAR、だいち2号、地理院地図、火山、地震、地盤沈下

Keywords: InSAR, ALOS-2, GSI Maps, volcano, earthquake, subsidence

SARと光学画像によるカナダ・ユーコン地域におけるサージ型氷河の動態

Dynamics of surge-type glaciers in Yukon, Canada, inferred from SAR and optical images

*阿部 隆博¹、古屋 正人²*Takahiro Abe¹, Masato Furuya²

1.北海道大学大学院理学院、2.北海道大学大学院理学研究院

1.Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, 2.Department of Earth and Planetary Sciences, Hokkaido University

Ice flow speed is one of the essential components to know glacier variations. Short-term speed-up events such as seasonal fluctuations and glacier surging are attributed to enhanced basal sliding, which can be influenced by evolution of subglacial drainage system and effective water pressure (ice overburden pressure minus basal water pressure). Due to logistic problems, the mechanism has not been fully understood.

Recent advances in space geodetic technique have enabled us to reveal the spatial and temporal changes in ice speed over entire ice sheet and mountain glaciers. We first revealed the spatial and temporal speed changes at surge-type glaciers in Yukon, Canada, using ALOS/PALSAR radar images between 2007 and 2011, and we found winter speed-up at their quiescent phases (Abe and Furuya, 2015). In the absence of surface meltwater input in winter, we suggested the importance of englacial water storage in basal crevasses, and extracted water with high water pressure may enhance the basal sliding.

In 2014, two new SAR satellites were successfully launched, one of which is ALOS-2 with L-band SAR sensor PALSAR-2 operated by JAXA and the other is Sentinel-1 with C-band sensor operated by ESA. They can acquire higher resolution images with shorter intervals, which will reveal more detail information about basal condition, where it is extremely difficult to observe directly.

Landsat optical images have been also used for glaciological research for a long time. Recently, Landsat 8, which was launched in 2013, has given significant impacts on glacier velocity mapping of ice sheets and mountain glaciers (e.g., Fahnestock et al., 2015). Thus, we have also derived the spatial and temporal speed changes near the border of Alaska and the Yukon, using similar feature tracking program (Abe et al., 2015), and we found three ongoing surging events (Klutlan, Steele, and Walsh). Each glacier has the different pattern of spatial and temporal velocity changes associated with the surging event, which is reflected in the meteorological condition and the thermal structure at each glacier.

In our presentation, we will report some new findings derived from satellite images, and discuss future prospects in order to better understand glacier dynamics focusing on the differences between the radar and optical images.

キーワード：サージ型氷河、ユーコン、合成開口レーダー、ランドサット、フィーチャートラッキング

Keywords: Surge-type glaciers, Yukon, SAR, Landsat, Feature tracking

DInSAR観測により検出された北海道十勝岳の地殻変動

Volcanic deformation in Tokachi-dake volcano, Hokkaido, detected by DInSAR observations

*宮城 洋介¹、川口 亮平¹、小澤 拓¹、高橋 浩晃²*Yosuke Miyagi¹, Ryohei Kawaguchi¹, Taku Ozawa¹, Hiroaki Takahashi²

1.防災科学技術研究所、2.北海道大学地震火山研究観測センター

1.National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, 2.Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University

北海道中央部に位置する十勝岳は、十勝岳火山群の中で現在最も活発に活動している火山である。20世紀には1926年、1962年、そして1988-89年に小、中規模のマグマ噴火が発生しており、その間にも水蒸気爆発を繰り返してきた。1988-89年の噴火以降も度々火山性微動や地震活動の活発化が観測され、現在でも大正火口や62-2火口からは活発な噴気活動が続いている。

北海道立地質研究所が山頂近傍で行っているGNSS連続観測により、2006年8月以降62-2火口のすぐ西側、前十勝を中心とする局所的な地殻変動が検出され、山頂付近が膨張していることが明らかとなった。この膨張は2015年まで続いたが、2015年5月に変動パターンは同じで変動レートが大きくなった。同時期にL-band SAR衛星・ALOS-2/PALSAR-2とX-band SAR衛星・TanDEM-Xによる観測が行われ、2015年5月-7月期間の山頂近傍の局所的な膨張の地殻変動が検出された。変動の中心は前十勝で、同じ地殻変動を見ていると思われる。二つのSAR衛星はそれぞれ西と東から観測していることから、本研究では得られた地殻変動を東西と準上下成分に分解し、より詳細な変動パターンを得る。こうして得た地殻変動の変動源を推定すべく、Mogiモデル[Mogi, 1958]を使ったモデリングと境界要素法を用いた地形を考慮したモデリング[川口他, 本学会, 2016]の結果を比較した。その結果、地形を考慮した方が、より観測値を説明できることが分かった。

キーワード：合成開口レーダ、地殻変動、十勝岳

Keywords: SAR, Deformation, Tokachi-dake Volcano