

Daichi/PALSAR の干渉解析によって検出された硫黄島の地殻変動*

Crustal Deformation in Iwojima Detected by SAR Interferometry of Daichi/PALSAR

防災科学技術研究所**

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

1. はじめに

2006年8月の初めに、硫黄島に設置されている国土地理院の電子基準点“硫黄島1”において、従来からの沈降から隆起への変化が観測された(第1図)。これに関してより詳しい火山活動情報を得ることを目的として、地球観測衛星「だいち」の観測データを用いた防災利用実証実験の枠組みを利用した合成開口レーダによる緊急観測が行われた。本報告においては、この緊急観測に関して提供されたPALSARデータを解析した結果について報告する。また、比較のために、1990年代に観測されたJERS-1データと2002年に観測されたRADARSATデータから得られた地殻変動も示す。

2. SAR データ

本解析で用いた干渉ペアの諸元を以下に示す。

Daichi/PALSAR (パス:410, フレーム: 470, アセンディング, モード:FBS(HH), オフナディア角:41.5°)

ペア1: Master: 2006/6/16 - Slave: 2006/8/1, 観測間隔:46日, 軌道間距離(B_{PERP}):-1463m

ペア2: Master: 2006/6/16 - Slave: 2006/11/1, 観測間隔:138日, 軌道間距離(B_{PERP}):1554m

RADARSAT (パス:142, アセンディング, モード:FIN)

ペア3: Master: 2002/8/27 - Slave: 2002/9/20, 観測間隔:24日, 軌道間距離(B_{PERP}):-11m

ペア4: Master: 2002/9/20 - Slave: 2002/11/7, 観測間隔:48日, 軌道間距離(B_{PERP}):-159m

JERS-1/SAR (パス:56, ロウ:259, ディセンディング)

ペア5: Master: 1995/7/16 - Slave: 1996/8/15, 観測間隔:396日, 軌道間距離(B_{PERP}):821m

ペア6: Master: 1997/8/2 - Slave: 1998/4/23, 観測間隔:264日, 軌道間距離(B_{PERP}):203m

3. 結果

第2図に示す干渉画像はペア1およびペア2に関するPALSARの干渉画像である。これらは観測期間に生じた地殻変動によって生じた衛星と地表との距離(スラントレンジ)の変化を示し、国土地理院の電子基準点の”硫黄島1”(図中青星印)を変位量0として表したものである。図中のコンターは1cm毎のスラントレンジ変化を示し、正の値はスラントレンジの伸張を示す。このコンターラインは干渉画像をアンラッピングした後に、2kmのウィンドウサイズでGaussian filterをかけた結果に基づいて描画した。

これらの干渉ペアに関する軌道間距離(B_{PERP})は約1500mと長く、SAR干渉法への適用条件として

* 2007年1月23日受付

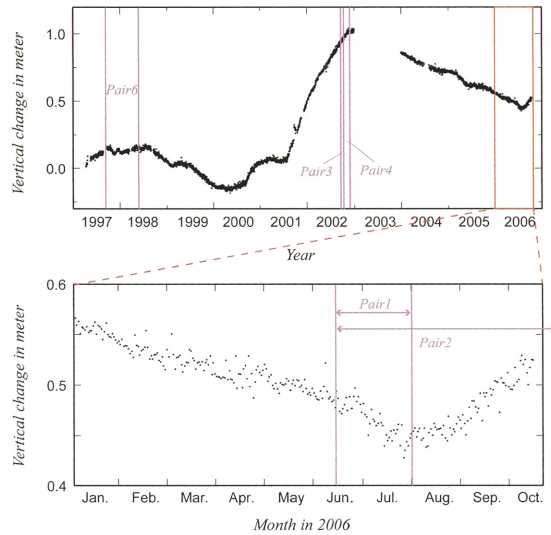
** 小澤 拓

は良くない。これに起因して干渉性が劣化し、干渉縞の連続性が失われるため、約80mの範囲で平均化を行った。また、PALSARの干渉解析においては、データに格納されている高精度軌道情報を用いて地形縞成分と軌道縞成分を除去したが、軌道決定精度内の誤差によっても若干の残軌道・地形縞成分が含まれる可能性がある。ただし、比較的平坦な干渉縞パターンが得られていることや、地形に相関するようなパターンは顕著ではないことから、これらの影響は小さいと考えられる。特に、解析範囲はフルシーンと比べて狭いので、残軌道縞による誤差は島全体の傾動として現われ、島内で地殻変動コンターがクローズするようなパターンは生じにくいと考えられる。

電子基準点「硫黄島1」が隆起に転じるより以前の2006年6月16日から2006年8月1日の期間においては、特に顕著な地殻変動パターンは見られない(第2図(a))。北東海岸周辺域に2cm程度のスラントレンジ短縮を示す地殻変動パターンが見られるが、それがノイズではなく地殻変動のシグナルであるかどうかはより多くの情報とあわせて解釈する必要がある。一方、硫黄島1が隆起している期間を多く含む2006年6月16日から2006年11月1日までにおいては、元山地区を中心とするスラントレンジ伸張を示す地殻変動が見られる(第2図(b))。これと同様の地殻変動パターンは、1990年代に観測されたJERS-1や2002年に観測されたRADARSATの干渉解析から得られた地殻変動にも見られる(第3図、第4図)。これは元山地区直下に位置する力源の収縮によって説明することが可能である。さらに、東海岸付近に顕著なスラントレンジ短縮パターンが見られるが、これが実際の地殻変動であるとする、一つの解釈として、硫黄島東方沖に位置する力源の膨張による可能性が考えられる。ただし、島内でコンターがクローズするような地殻変動パターンでは無いため、残軌道縞による誤差である可能性も考える必要がある。

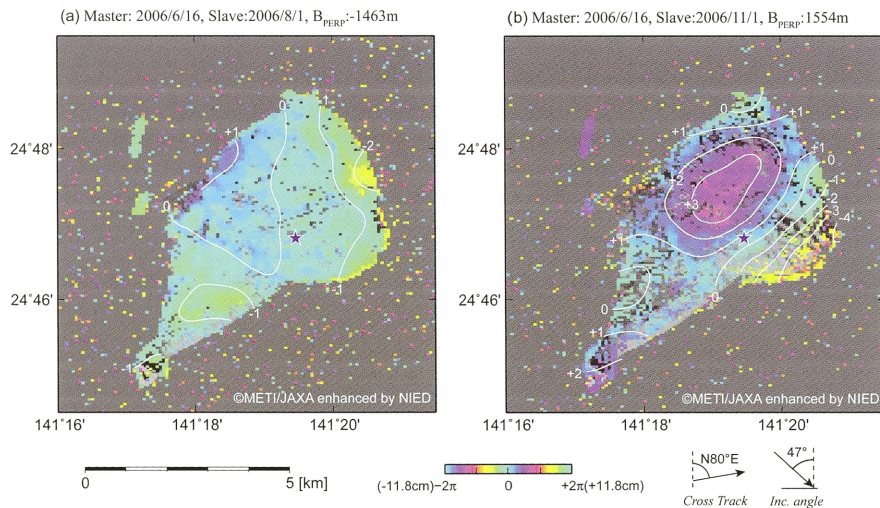
謝辞

本解析で用いた「だいち」のPALSARデータは、火山噴火予知連絡会の防災利用実証実験の枠組みの中で、宇宙航空研究開発機構との共同によって観測・提供されたものである。また、PALSARとJERS-1のデータに関する所有権は経済産業省および宇宙航空研究開発機構が所有するものである。さらに、RADARSATデータはCSAとCCRSによって運用・受信されたものであり、RSIによって処理・配布されたものである。図1の作成においては、国土地理院GEONET F2解析値を使用させていただいた。関係各位に感謝の意を表す。



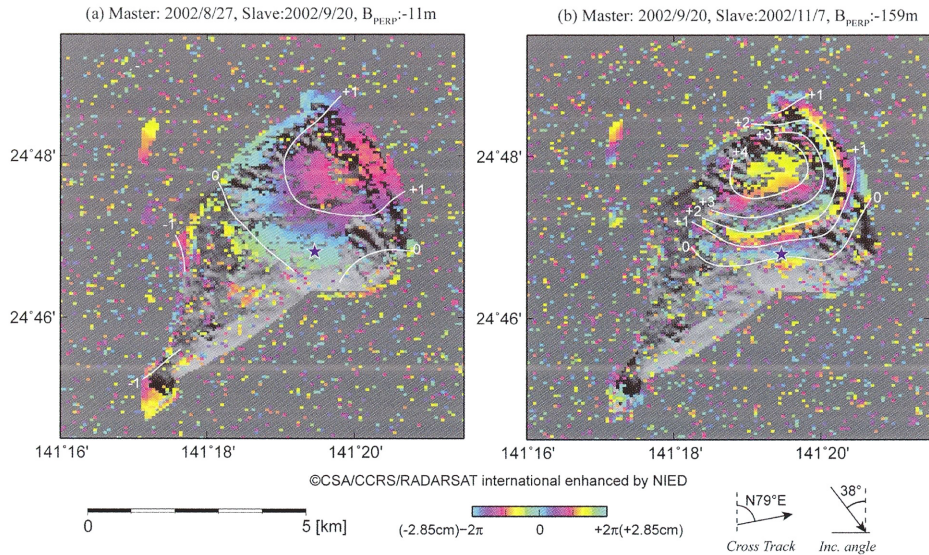
第1図 国土地理院による日本全国GPS観測網の電子基準点“硫黄島1”(960604)において観測された母島(960603)に対する上下変位(F2解析値)。紫線は、本報告で示す干渉画像の作成に用いたデータの観測日を示す。

Fig. 1 It shows the time series of vertical displacement of GEONET site “Iwojima1” (960604) relative to “Hahajima” (960603). Its data was provided from Geographical Survey Institute. Purple lines indicate acquisition dates of SAR data that used in this analysis.



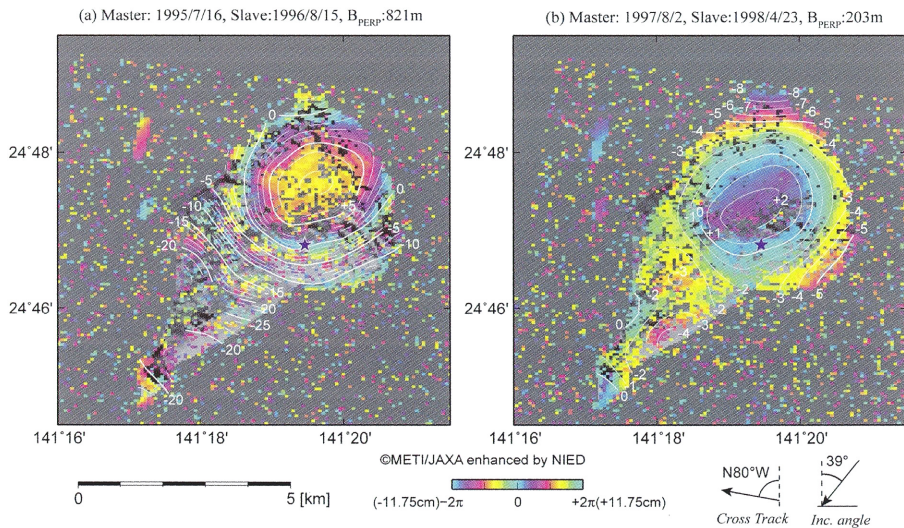
第2図 Daichi/PALSARの干渉解析により得られた地殻変動。コンターラインは1cm毎のスラントレンジ変化量を示す。青星印は変化量の基準点としたGEONET“硫黄島1”の位置を示す。(a)2006/6/16と2006/8/1の干渉ペアから得られた干渉画像。(b)2006/6/16と2006/11/1の干渉ペアから得られた干渉画像。

Fig. 2 Crustal deformation in Iwojima detected from InSAR of Daichi/PALSAR. Blue star shows the location of GEONET site “Iwojima1” which is a reference point of displacement data. Contour lines show a slant range change every 1cm. (a) Interferogram generated from SAR data acquired on 16 Jun. 2006 and 1 Aug. 2006. (b) Interferogram generated from SAR data acquired on 16 Jun. 2006 and 1 Nov. 2006.



第3図 RADARSAT の干渉解析により得られた地殻変動。コンターラインは1 cm 毎のスラントレンジ変化量を示す。青星印は変化量の基準点とした GEONET“硫黄島1”の位置を示す。(a) 2002/8/27 と 2002/9/20 の干渉ペアから得られた干渉画像。(b) 2002/9/20 と 2002/11/7 の干渉ペアから得られた干渉画像。

Fig. 3 Crustal deformation in Iwojima detected from RADARSAT/InSAR. Blue star shows the location of GEONET site “Iwojima1” which is a reference point of displacement data. Contour lines show a slant range change every 1cm. (a) Interferogram generated from SAR data acquired on 27 Aug. 2002 and 20 Sep. 2002. (b) Interferogram generated from SAR data acquired on 20 Sep. 2002 and 7 Nov. 2002.



第4図 JERS-1 の干渉解析により得られた地殻変動。コンターラインは1 cm 毎のスラントレンジ変化量を示す。青星印は変化量の基準点とした GEONET “硫黄島1” の位置を示す。(a) 1995/7/16 と 1996/8/15 の干渉ペアから得られた干渉画像。(b) 1997/8/2 と 1998/4/23 の干渉ペアから得られた干渉画像。

Fig. 4 Crustal deformation in Iwojima detected from JERS-1/InSAR. Blue star shows the location of GEONET site “Iwojima1” which is a reference point of displacement data. Contour lines show a slant range change every 1cm. (a) Interferogram generated from SAR data acquired on 16 Jul. 1995 and 15 Aug. 1996. (b) Interferogram generated from SAR data acquired on 2 Aug. 1997 and 23 Apr. 1998.