

ALOS-2 画像を用いた 2018 年ハワイ島キラウエア火山噴火による地殻変動の検出

Estimation of the deformation due to the 2018 Hawaii's Kilauea eruption using ALOS-2 images

○リュウ・ウェン¹・山崎文雄¹
Wen Liu and Fumio Yamazaki

Abstract : A large eruption occurred on Kilauea volcano's East Rift Zone from May 3, 2018. Due to the outbreaks of lava flows and volcanic gas in the Leilani Estates and Lanipuna Gardens districts, more than 40 houses and other structures destroyed. In this study, six pre- and co-event ALOS-2 PALSAR-2 images were used to estimate the deformation caused by the eruption and its related earthquakes. According to the InSAR results, the Halemaumau crater and the East Rift Zone around the Pu'u'Ō'ō crater moved more than 1.0-m away, whereas the region around the Leilani Estates moved 0.8-m close to the sensor direction.

Keywords : PALSAR-2, deformation, InSAR analysis, volcano crater

1. はじめに

キラウエア火山はアメリカ・ハワイ島を構成する 5 つの火山の 1 つである。1983 年からほぼ連続的に噴火し続けている。現在では、山頂付近の大きなカルデラ(Halemaumau 火口)と東に延びる東リフト帯(Pu'u'Ō'ō 火口)を中心に活発な火山活動が起きている。2018 年 4 月 30 日に Pu'u'Ō'ō 火口の底部破壊が始まり、Puna 地区で火山性地震が連続的に発生し、5 月 3 日からキラウエア火山が噴火し始めた。8 月上旬まで続いた噴火活動により、東リフト帯に位置する Leilani Estates と Lanipuna Gardens 住宅地の地表の割れ目から溶岩が流れ出し、有毒ガスが 90m の高さまで噴き上げ、2000 人ほどの住民が避難した。

本研究では、キラウエア火山の噴火開始前後に撮影された ALOS-2 PALSAR-2 画像を用いて、噴火による地殻変動の観測を行った。

2. 対象地域と画像データ

本研究では、Fig. 1 に示すハワイ島東部を撮影した 2018 年噴火前後の 6 枚の ALOS-2 画像を用いた。6 枚の画像はすべて 89 番パスで観測された。ビーム No. U2-6 の西側の画像は StripMap モード 1 で撮影された HH 単偏波画像、ビーム No. F2-6 の東側の画像は StripMap モード 3 で撮影された HH と HV の 2 偏波画像である。撮影条件を Table 1 に示す。西側の画像に Halemaumau 火口と Pu'u'Ō'ō 火口、東側の画像に Leilani Estates と Lanipuna Gardens 住宅地が撮影されている。

使用した画像は振幅と位相情報を含む Lv. 1.1 の複数データである。解析ソフト ENVI SARscape を用いて、干渉処理と強度画像の作成を行った。2 つのビームをモザイクした噴火前後のカラー合成強度画像を Fig. 1 に示す。Halemaumau 火口と Pu'u'Ō'ō 火口において、ともに後方散乱係数の低下が見られ



(b)

Fig. 1 The mosaicked color composite of the pre- and co-event intensity images overlapping on Google Earth.

Table 1. The acquisition conditions of the six PALSAR-2 images used in this study.

Date	2017/ 12/19	2018/ 06/05	2018/ 02/27	2018/ 05/08	2018/ 05/22	2018/ 06/19
Beam No.	U2-6		F2-6			
Polarization	HH		HH+HV			
Heading [°]	344		344			
Look direction	right		right			
Incident angle[°]	32.4		36.3			
Resolution [m] (R×A)	1.45×1.74		4.29×3.62			

た。Halemaumau 火口では頂上噴出口の拡大、Pu'u'Ō'ō 火口では底部破壊による火口の崩落が原因である。

3. 地殻変動の検出

西側のビームにおいて、2017 年 12 月 19 日に撮影された画像をマスターとし、2018 年 6 月 5 日の画像との干渉縞を Fig. 2(a)に示す。Halemaumau 火口、Pu'u'Ō'ō 火口と Leilani Estates を中心に、ハワイ島の東南部で広域の地殻変動が見られた。

¹正会員 千葉大学 大学院工学研究院
(所在地 〒1263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33)
(連絡先 Tel:043-290-3528; E-mail: wen.liu@chiba-u.jp)

Halemaumau 火口では最大 1.9m, Pu'u'Ō'ō 火口付近の東リフト帯では 1.5m の遠ざかりが検出された。一方、溶岩の流出が観測された Leilani Estates 周辺では地面に露出した溶岩により、コヒーレンスが低下し、干渉縞の乱れが見られた。Leilani Estates の北側で観測方向への 0.8m の変動が検出された。キラウエア火山の地下溶岩が西の Halemaumau 火口と Pu'u'Ō'ō 火口から東へ移動したと考えられる。

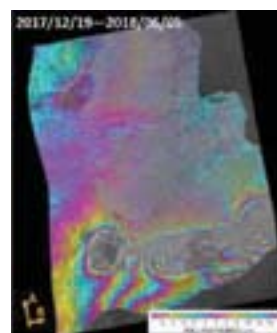
東側のビームにおいて、噴火前の 2018 年 2 月 17 日に撮影された画像をマスターとし、噴火開始後の 3 時期の干渉縞を Fig. 2(b) に示す。5 月 8 日では、地表面へ流出した溶岩が少ないため、干渉縞の中心部を含む 6 本の干渉縞がはっきり見られた。一方、5 月 22 日と 6 月 19 日の画像では、流出した溶岩によりコヒーレントが低下し、Leilani Estates から東部の沿岸まで干渉縞が見られなくなった。また、5 月 8 日と 22 日の結果を比べると、変動量が大きく増加したが、5 月 22 日から 6 月 19 日まででは変動量がほとんど変わらなかった。この期間において、噴火活動が一時的に安定したと考えられる。

6 月 19 日の干渉画像で見られた後方散乱係数の低い溶岩流の範囲は、U.S. Geological Survey (USGS) が作成した同日午後 1 時の溶岩流マップより小さいが、同日午前 6 時に撮影したサーマルマップにおける温度がもっとも高い部分とほぼ一致している。そのため、L バンドの SAR 強度画像では液状の溶岩流を識別できるが、冷却・固化した岩体と裸地の区別ができない。

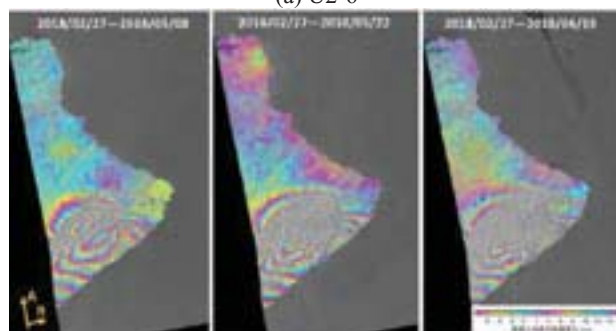
5 月 22 日から 6 月 19 日まで地殻変動が少なかったため、6 月 5 日(U2-6)と 5 月 22 日(F2-6)に検出された変動量をモザイクし、キラウエア火山周辺を拡大したものを Fig. 3 に示す。Halemaumau 火口に設置された GPS 観測点 UWEV²⁾では、2017 年 12 月から 2018 年 6 月まで東へ 0.38m, 南へ 0.50m の水平移動と 0.25m の沈下が観測された。スランドレンジ方向に変換すると 0.43m の遠ざかりになる。一方、干渉結果から 0.47m の遠ざかりが得られた。Pu'u'Ō'ō 火口に設置した NPOC 観測点では、同じ期間で東へ 0.45m, 南へ 0.52m の水平移動と 0.82m の沈下が観測された。スランドレンジ方向に変換すると 0.85m の遠ざかりになる。一方、干渉結果から 0.87m の遠ざかりが検出された。干渉処理で得られた地殻変動量は概ね GPS 観測点と一致している。

4. まとめ

本研究では、2018 年キラウエア火山噴火前後に撮影された 2 ビームの 6 枚の ALOS-2 PALSAR-2 画像を用いて、噴火に伴う地殻変動量の検出を行った。Halemaumau 火口と Pu'u'Ō'ō 火口周辺では衛星の逆方向への移動量が観測されたが、溶岩流が発生した



(a) U2-6



(b) F2-6

Fig. 2 Obtained interferograms from the date set in the beam No. U2-6 (a) and the beam No. F2-6 (b) respectively, overlapping on the co-event intensity images.

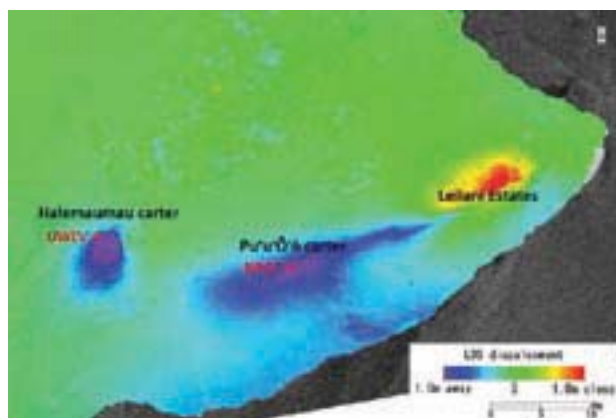


Fig. 3 Mosaicked line-of-sight (LOS) displacement in the region of Kilauea volcano, overlapping on the latest co-event intensity images.

Leilani Estates 周辺では衛星方向への移動が検出された。USGS が設置した GPS 観測点の記録と比較して、概ね一致している。

謝辞

PALSAR-2 データは JAXA に所有権があり、ALOS-2 研究公募(RA-6)に基づく研究 (PI No. 3243)を通じて貸与されたものである。

【参考文献】

- 1) USGS Volcano Hazards Program: <https://volcanoes.usgs.gov/volcanoes/kilauea/>
- 2) USGS Hawaiian Volcano Observatory (HVO): Hawaiian Volcano Observatory Network, International Federation of Digital Seismograph Networks, 1956.