

西之島における流動中の溶岩流の精密測量

—無人機による超低空撮影から何がわかったのか—

Precision surveying of the lava flow in Nishinoshima volcano -What has been found from the ultra- low-altitude imaging by the UAV? -

*千葉 達朗¹、佐々木 寿¹、附田 園都¹、野上 健治²

*Tatsuro Chiba¹, Hisashi Sasaki¹, sonoka tsukuda¹, Kenji Nogami²

1.アジア航測株式会社、2.東京工業大学

1.Asia Air Survey Co., Ltd., 2.Tokyo Tech University

1. はじめに

小笠原諸島の西之島は、2013年11月に噴火を再開した。火口は1974年噴火とほぼ同じ地点で、2015年末まで2年間、ほぼ連続的に噴火を継続した。火口の周囲には火砕丘が形成され、直径2kmの楕円形の島に成長した。この間、海上保安庁や国土地理院などによって繰り返し観測や測量が行われてきた。しかし、火口からおおむね4kmの範囲は危険で、上陸調査はもちろん、有人機による至近距離からの撮影も不可能であった。西之島は離島であるため測量間隔も数週間から数ヶ月と長く、またUAVから作成したDEMの解像度も2.5m(一部1.0m)であることなどから、地形の変化はわかっていても溶岩の流動状況の詳細な観察は困難であった。

2. 撮影

日本放送協会(以下、NHK)は2015年5月、6月、7月に当時、活発な火山活動 を行っていた西之島を撮影した(表1)。2015年5月9日と12日の2日間の撮影では、小笠原諸島の父島から無人航空機を飛ばし、デジタル一眼レフカメラを用いて西之島を撮影した。5月の撮影は6月末から行われる大規模プロジェクト「西之島を目指す科学調査プロジェクト」の検証のために撮影されたデータである。

2015年6月28日~7月3日の間、NHKは西之島の中心火口から4kmの地点に停泊した船舶から無人ヘリを飛行させ、噴火中の火口や流動中の 溶岩の撮影を行った。そのデータは、無人ヘリを使用したことにより、対地高度120mという低空からの撮影を可能にした。得られたデータは低空からの撮影により高解像度かつ高画質画像であった(一部4K動画を含む)。このプロジェクトにより、西之島が活発に噴火をしている時期の膨大なデータが収集された。これほど の短期間に繰り返しデータが収集されたことはなく、世界的に見ても噴火している火口や流れている溶岩にこれほど近づいて詳細に撮影されたことはない。

3. 3次元データの作成

これらのデータを元にSfM (Structure from Motion)技術を持ったソフトを用いて3次元モデルを構築した。さらに、3次元モデルを元に地形モデル(Digital Elevation Model, DEM)を作成した。5月に撮影されたデータからは25cmDEM、6月、7月に撮影されたデータからは5cmDEMを作成することができた。5cmの精度を持つDEMは溶岩流表面に生じた亀裂の幅やその変化を把握するのに十分な精度を持っていた。

4. 溶岩流動状況の観察と測定

5cmDEMおよび25cmDEMから赤色立体地図を作成し、高解像度の写真とあわせて判読を行った(図1)。火砕丘については、噴火口や陥没地形やホルニト、火山弾が判読できた。西之島の溶岩流は、火口近くの高い位置にある、幅広いアア溶岩とやや離れた位置から海岸線にかけてのトンネル流動タイプにわけられる。表面流下タイプは表面に溶岩じわや溶岩堤防が発達する。トンネル流動タイプは、枝分かれと伸長方向に平行な亀裂で特徴づけられる。4日間の変化の観察から、枝分かれの先端がほぼ同時に流動し、先端が海に接し水蒸気を上げている部分で、枝の上面の亀裂も同時に拡大していることが確認された。このことは、亀裂下には溶岩で飽和したトンネル構造があることを示唆する。このような地形は、これまで、伊豆の城ヶ崎海岸や、桜島大正噴火の二次溶岩、富士山青木ヶ原溶岩流の本栖湖湖畔などで観察されていたものと共通している。流速は、アア溶岩が圧倒的に早い。

謝辞

本稿は日本放送協会(NHK)との共同研究成果の一部です。NHKがデジタル一眼レフカメラで撮影した画像を使用させていただいたことに感謝いたします。

表1 撮影諸元

撮影日 ___|_5月9日, 12日 ___6月28日 _____6月29日_____ 7月3日
基地と機体_|_父島から無人機 __船から無人ヘリ_____ // _____//
カメラ ___|_NIKON D810___ SONY α7s(4動画)___SONY ILCE-6000 __//
DEMサイズ |_25 c m_____ 1m _____5 c m_____ //
撮影範囲___|_噴煙を除く全島___ 南半分_____ 南の一部 _____//

キーワード：写真測量、UAV、溶岩膨張

Keywords: photogrammetry, UAV, lava inflation

