

阿蘇山噴火後のドローン撮影による 三次元モデル作成

UAV撮影による阿蘇山2016年10月8日の噴火の状況把握

先端技術研究所 千葉 達朗
システム開発部 佐野 実可子
国土保全技術部 佐々木 寿・荒井 健一

はじめに

火山噴火予知や火山防災において、火山活動中の火口付近の状況把握は、火口の位置や噴出量から活動の評価を行うためきわめて重要です。しかし、噴火直後の火口付近の現地調査は危険であり、上空からの撮影も、遠距離からの斜め撮影にならざるを得ません。人工衛星による直下撮影も、雲や噴煙による障害が考えられます。

これらの問題を解決するのは、UAVの利用です。UAVは、危険な火口上空の低空飛行が可能であり、様々な角度から高解像度の写真を撮影し、さらにその画像から三次元モデルやオルソフォトを作成することが可能です¹⁾。

阿蘇山2016年10月8日噴火と撮影

阿蘇山から噴出された火山灰は上空11000mに到達し、四国方面まで拡散しました^{2) 3) 4)}。火口付近では火山灰が厚く堆積し、火口縁には火山弾もみられます。ロープウェイの駅舎（火口西駅）の屋根にも大きな穴があるようですが、ヘリからの映像では被害状況の詳細は不明でした。我々はUAVによる撮影から、三次元モデルの作成や被害状況の把握を試みました。UAVはTAROT

データの処理

Bentley社のSfMソフト「ContextCapture」を用いて、2秒インターバル撮影で直下を撮影した写真のうちの500枚から、三次元モデルの作成を行いました（図1）。ContextCaptureの同時調整処理はデフォルト設定で処理を行いました。噴火前の地形と比較し、層厚を計測するためには、GCPをできるだけ多く計測しなければなりません。しかし、危険なため、現地測量は実施できず、ロープウェイ駅の駐車場ほか平坦部4点を選択しました。

2017年、文部科学省では、次世代の人材の育成および新たな火山観測システムの研究を、10年計画で始めました。アジア航測は、そのプロジェクトのUAVによる火山噴火の監視システムの開発を担っています。ちょうどプロジェクトの開始のタイミングで、2016年10月8日未明、阿蘇山が噴火しました。そこで、直ちにUAVによる撮影を計画しましたが、さまざまな許認可等の手続きに時間を要し、実際の撮影はちょうど2か月後の、12月8日になりました。ここでは低空飛行のUAVによる画像と3Dモデルとそれらを用いた解析について報告します。

社製のTAROT-X6を使用し、CanonのEOS 6Dに24mmレンズを装着し、直下視インターバル撮影を行いました。UAVの飛行時間は15分/回であるため、阿蘇山ロープウェイ駅（阿蘇山西駅）の駐車場を離着地点とし、火口を中心とした2km四方、ラップ率80%の撮影コースを設定しました。



図1 三次元モデルの鳥瞰表示（オーバーハングも表示）

成果

図1はSfMによる三次元モデルです。オーバーハングも明瞭で、欠損部も見えません。図2はDSMから作成した赤色立体地図⁵⁾にオルソ画像を合成したモデルです。

地形の起伏がより明瞭に理解できます。拡大することにより、ロープウェイの駅舎の屋根の穴や降灰など、噴火による建物の被害状況を把握することができました。

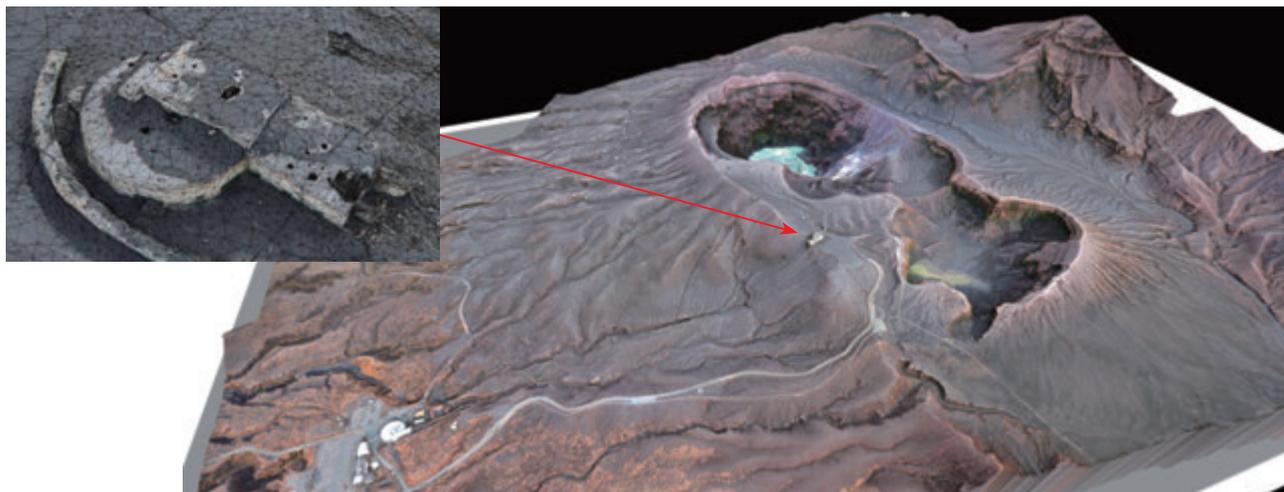


図2 オルソ+赤色立体地図合成 鳥瞰表示 (拡大部はロープウェイの駅舎)

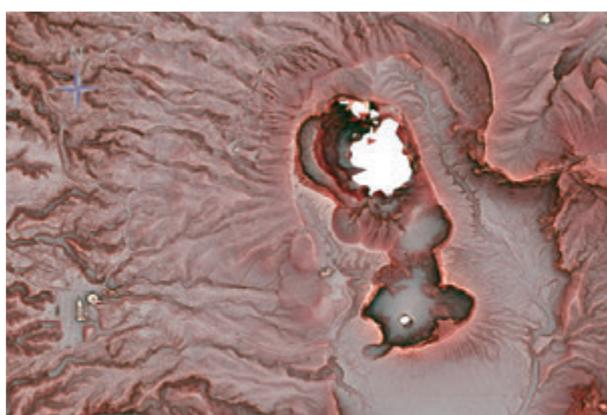


図3 噴火前DMC撮影3Dモデル赤色立体地図

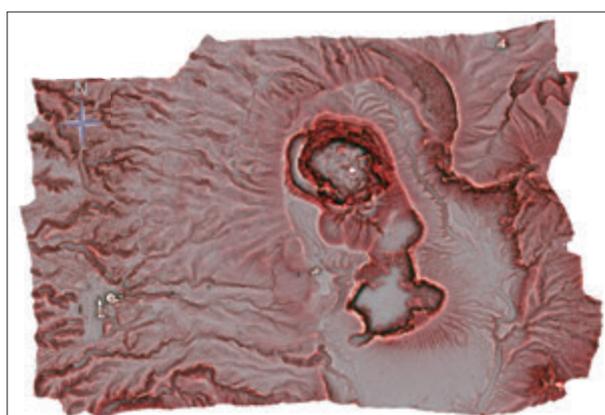


図4 噴火後UAV撮影3Dモデル赤色立体地図

噴火前に、有人固定翼 DMC 撮影画像から作成した阿蘇山の地形モデルでは、噴煙の影響から火口付近が欠損しています (図3)。このような噴煙は、UAV 撮影時にもありましたが、低空で斜め方向から数多く撮影することにより、除去することができました (図4)。

作成したオルソフォトから、活動中の火口内部の状況を把握することができました。西側と東側の火口壁が崩壊し、円形の湯だまりの一部が埋め立てられ、ひょうたん型に変化したことがわかりました (図5)。



図5 火口付近の高解像度オルソ画像

おわりに

阿蘇山噴火の2ヶ月後に UAV による撮影を行い、三次元モデルを作成しました。噴煙を取り除き、火口付近の詳細な形状を明らかにし、噴火による被害状況を把握することができました。噴火の直後に安全な警戒区域の

外側から撮影するには、現状の UAV の飛行時間では不十分でした。今後、噴火継続中の火口付近の状況をリアルタイムに把握するという目標実現のために、さらに研究を進めていきます。

京都大学火山研究センター、気象庁、阿蘇火山防災会議協議会から協力と支援を頂きました。本研究は、文部科学省の次世代火山研究・人材育成総合プロジェクトの一環で行ったものです。

参考文献

- 1) 内山他(2014): SfM を用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究,防災科学技術研究所研究報告,81,37-60
- 2) http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/activity_info/503.html
- 3) http://vivaweb2.bosai.go.jp/viva/v_datalist_asos.html
- 4) <http://www.ajiko.co.jp/>
- 5) 千葉他(2007):航空レーザ計測にもとづく青木ヶ原溶岩の微地形解析,富士火山,349-383