

# UAV撮影による 火口の三次元モデル作成

伊豆大島三原山の噴火に備える



先端技術研究所 千葉 達朗・浦山 利博  
システム開発部 望月 拓実  
国土保全技術部 三浦 俊介・成毛 志乃

## はじめに

アジア航測では、2016年から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に参画し、UAVを活用した噴火直後の火山の情報収集・解析技術の研究開発を担当しています。近年、噴火中や噴火直後の火口近傍は立ち入りが規制され、上空からの航空撮影もより遠方や、より高高度からの撮影に限定される傾向にあります。そこで、UAVによる近距離撮影画像から、噴火の状況を詳細に把握する手法を開発するものです。

撮影した画像から、亀裂や火口あるいは噴出物の有無を観察するとともに、SfM/MVS技術を応用して、3Dモデルを作成し、地形変化をとらえることを検討しています。

ここでは、伊豆大島の三原山での試験的な計測を紹介いたします。噴火が発生した際に備えて、火口の事前の計測をUAV撮影で行ったものです。UAVには、噴火時の危険性を回避できる以外に、狭い火口内を飛行して撮影できるという利点があり、それを生かしたものです。

## 伊豆大島1986年噴火の経緯

伊豆大島1986年噴火は11月15日に開始しました。マグマは三原山の中央火口の縁に生じた割れ目から噴出し、徐々に中央火口を埋め立てていきました(図1, 2)。この経緯は1950年噴火も同様であったので、今後も繰り返す可能性が高いと考えられます。中央火口を埋め立てたマグマ(溶岩)は、18日には周辺に広がり始め、19日にはついに三原山の斜面を流れ下ってカルデラ床に達しました(図3)。このタイミングを知ることが防災上重要です。1986年の際には、火山学者が三原山の火口周辺で観測し、19日の溶岩流出を予測することに成功しました。現代では、このような危険な調査は不可能と思われる。



図1 11月17日の連続噴泉 図2 11月21日の爆発的噴火



図3 三原山からカルデラ床への溶岩流(11月19日流下)

## UAVによる中央火口内部撮影

溶岩溢流のタイミング予測のためには、器である三原山の中央火口の形状を把握することが必要です。これまでに航空レーザ計測も行われましたが、オーバーハング部の計測が困難で課題となっていました。そこで、UAVを中央火口上空および火口内部に飛行させ、火口壁の撮影を試みました。飛行コースと撮影方向を図4に示します。離陸地点は火口展望台で、内部ホバリング旋回撮影は、相対高度10m・-15m・-40mと3段階で行いました。

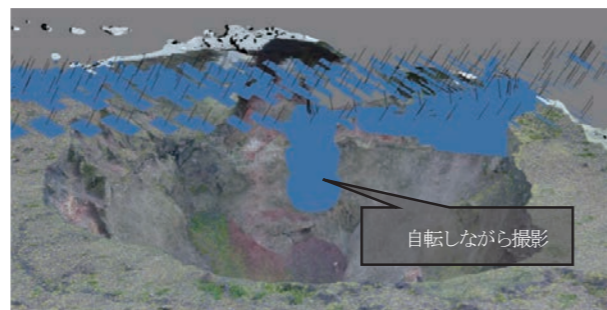


図4 UAVによる三原山中央火口内部と周辺の撮影

## 計測結果

撮影は、2017年9月14日、DJIのInspire2を使用し、カメラはZENMUSE X4S(4K)で2秒間隔のインターバル撮影で実施しました。モデル作成に使用した写真の総枚数は約1000枚、計算時間は、速報概要版で1時間、詳細版で約400時間です。なお、詳細版では最深部の一部がモデル作成に失敗したので、中解像度版で補填しています。

既往のレーザ計測成果を参照し位置補正を行い、完成した3Dモデルから10cmメッシュのDSMを出力し、赤色立体地図を作成しました(図5)。この図と写真を判読した結果、三原山中央火口底は、北部と南部に区別され、南部には1986-7年当時の溶岩湖の痕跡があること。北部に溶岩湖の痕跡はなくより深く、現在の火口壁の崩壊物で埋め立てられていること。また、オーバーハング部は南南東側のA火口直下と北西側の1986-7年溶岩湖壁裏側にあることがわかりました。

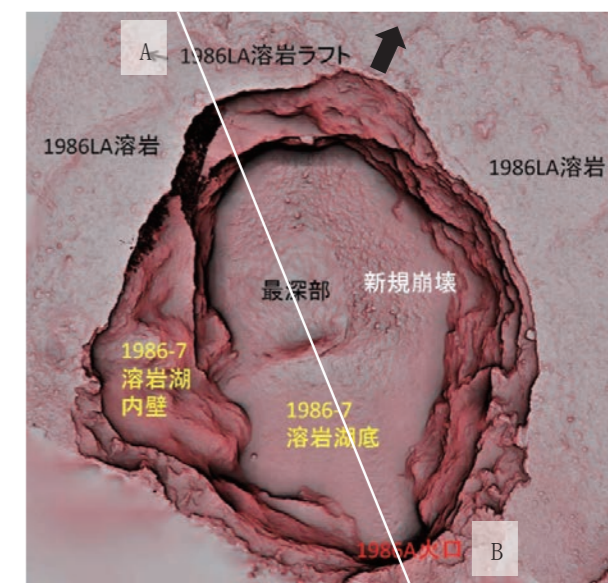


図5 10cmDSMから作成した三原山中央火口赤色立体地図  
黒矢印は想定溢流方向

## 3Dモデルによる溶岩湖溢流検討

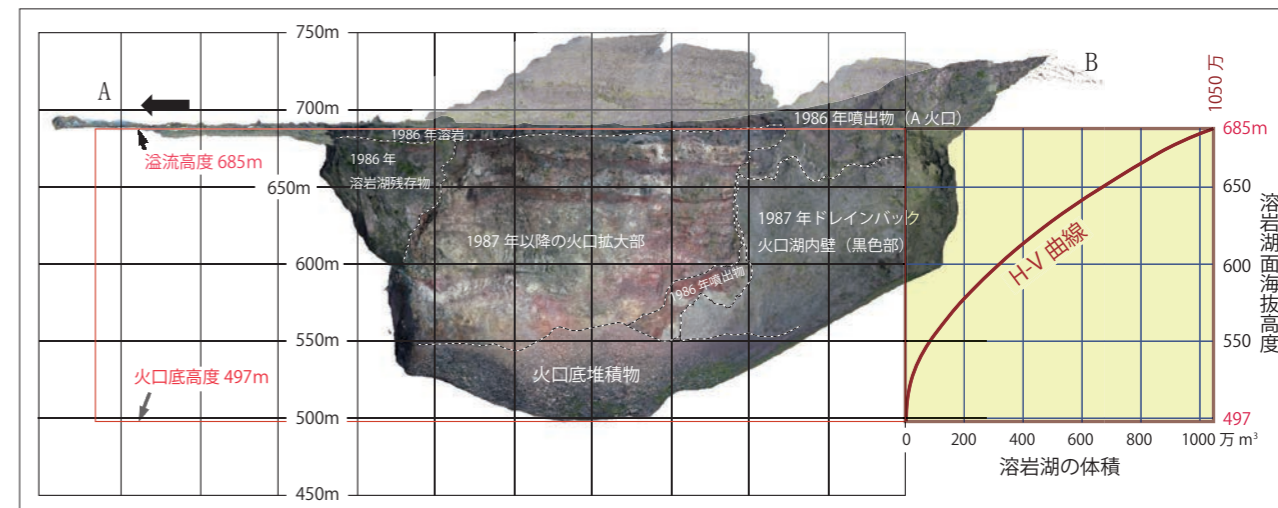


図6 三原山中央火口 東壁投影断面とH-V曲線

3Dモデルから作成した、中央火口内壁のオルソ画像を図6に示します。図5中のA-B断面に投影したもので、火口壁の東側部分を西の無限遠方から見た画像になります。画像に重ねたメッシュの大きさは縦横50mです。火口底の最深部は497m、おおむねスリパチ型で、浅くなるに従い火口サイズは大きくなります。

また、3Dモデルから高度面積曲線を作成し、積分してH-V曲線を作成、溢流解析を行いました。このグラフから、溶岩湖の湖面が685mに達すると、中央火口の器は満杯となり、溢れることがわかります。

また、その時の溶岩湖の容積は1050万m³となります。この解析結果を使用することにより、噴火の際に、溶岩湖の斜め写真を撮影し、火口壁の模様と比較するだけで、おおよその体積を素早く求めることができます。また、複数の時期の計測から、体積の増加傾向を把握すれば、溶岩流出時期を予測できることになります。三原山の火口を、巨大な計量カップにする試み、というわけです。(噴火中の火口や溶岩湖の表面は、動きや噴煙・噴泉により、3Dモデル作成が困難な場合を考慮したものです。)

## 謝辞

この成果は、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として実施したものです。