

# 桜島火山砂防における土砂変動に関する一考察

国土交通省九州地方整備局大隅河川国道事務所 武士俊也 鶴本慎治郎 下窪和洋 阿蘇修一  
 中電技術コンサルタント株式会社 荒木義則 小宮山賢太郎 田川良 田中達也 末次一成

## 1. はじめに

桜島は、主に昭和火口の火山活動が活発化しており、昨年1年間(H21.3~H22.2)の噴火回数1,013回、爆発的噴火782回を記録するなど、噴火に伴う地形変動やその後の降雨に伴う土石流の発生等、土砂変動が著しい状況下にある。本検討では、桜島全島約27km<sup>2</sup>に対して有人ヘリコプターによる3Dレーザー計測、南岳周辺や黒神川導流堤周辺における各約0.1km<sup>2</sup>の実証実験エリアに対して無人ヘリコプターによる3Dレーザー計測を行い、地表面変動量解析について基礎的な検討を行ったので報告する。

## 2. 3Dレーザー計測

桜島における3Dレーザー計測は、従来、セスナ機によるレーザー計測が行われていた。本検討では、火口部や急峻な大崩壊地の三次元地形をより精密に計測することを目的として有人ヘリコプターによる3Dレーザー計測を行った。また、火山活動が活発化している中、安全確保の観点から、

表-1 計測機諸元一覧

計測諸元	有人ヘリ	無人ヘリ
レーザー発射周波数	8,000Hz	12,000Hz
スキャニング角度	80°	全方位 (利用範囲:170°)
ビーム径	0.25mrad	3.0mrad
姿勢計測	GPS+IMU	GPS+IMU
対地高度	約300~1,000m	約60~70m
精度	水平誤差±0.3m以内 垂直誤差±0.15m以内	水平誤差±0.1m以内 垂直誤差±0.1m以内

無人ヘリコプターによる同様の3Dレーザー計測の実証実験を行い、両者の比較による有効性について検討した。表-1に3Dレーザー計測機の諸元一覧を示す。計測では、特に急斜面にレーザーを照射するような最適な飛行計画(山腹地形に沿ったフライト)を検討しデータ取得を行った。

## 3. 地表面変動量解析

### 3.1 長谷川の特徴

長谷川は、北岳火口部のガリー侵食および山腹斜面の表層崩壊が主な土砂供給源となっており、生産された土砂は、中流部にある治山えん堤付近にその多くが堆積している。特に、北岳のガリー侵食は、図-1に示すように5つの支溪に細かなガリー侵食が進行しており葉脈状の形状をしている。一方、縦断的な変化は、図-2に示すようにH18.11、H20.2、H20.11、H21.11の各時期において、主溪流の河床侵食距離は、H18.11を初期値とすると31m、75m、104mと進行しているものの、その進行速度は前年に比べてやや遅くなっている。一方、河床低下はあまり見られない。また、北岳のガリー侵食に伴う侵食量は、約0.6万m<sup>3</sup>/年であった。



図-1 北岳火口部3Dモデル

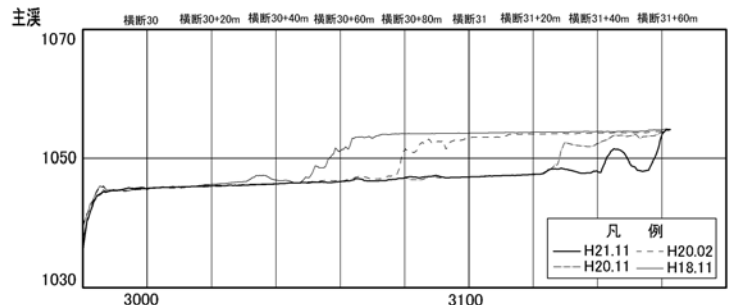


図-2 北岳ガリー侵食縦断図

### 3.2 野尻川の特徴

野尻川は、源頭部の崩壊が進み大崩壊地を形成しており、土石流の発生回数が多い溪流である。また、地表面変動量解析より、崩壊地からの生産土砂の多くは、中流域の溪床にその大部分が堆積しており、侵食区域と堆積区域は蛇行しながら交互にその分布域が見られる。

南岳火口周辺（野尻川源頭部：標高 1,100m）において、無人ヘリによる3Dレーザー計測の実証実験を行った。無人ヘリは、計測目標地点から3km離れた所に基地局を設け、プログラム飛行による自動計測とした。飛行コースや飛行高度等は、既存の3次元地形モデルを用いて、予めプログラミングすることで迅速な計測が実現できた。計測結果の3次元地形モデルを図-3に示す。計測データの点群密度は、有人ヘリ約1~2点/m<sup>2</sup>であるのに対して、無人ヘリ約6~9点/m<sup>2</sup>となり、有人ヘリに比べてより詳細な地形が計測できた。

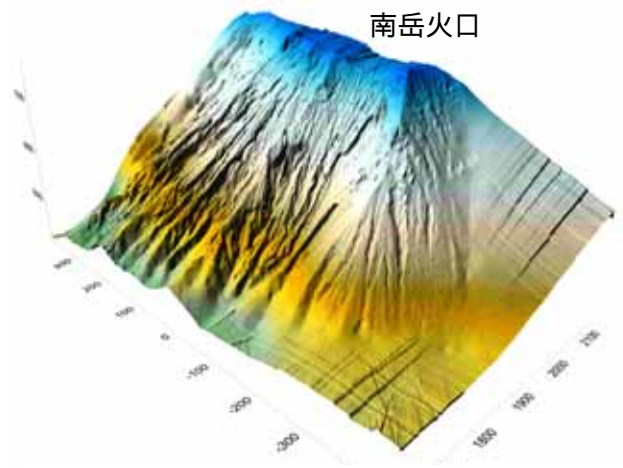


図-3 南岳火口周辺3Dモデル（無人ヘリ）

### 3.3 昭和火口周辺の特徴（有村川・黒神川）

昭和火口は、昨年1年間で約1,000回の噴火があり、昭和火口周辺の地表面変動が顕著となっている。図-4より、昭和火口（口径）は直径約200m程度と拡大している。また、昭和火口周辺の侵食・堆積は顕著であり侵食深・堆積深が3m以上の箇所が周囲500m以内に多く存在している。これらは、黒神川や有村川の源頭部に位置するため、今後の降雨等により土砂流出が多くなることが想定される。

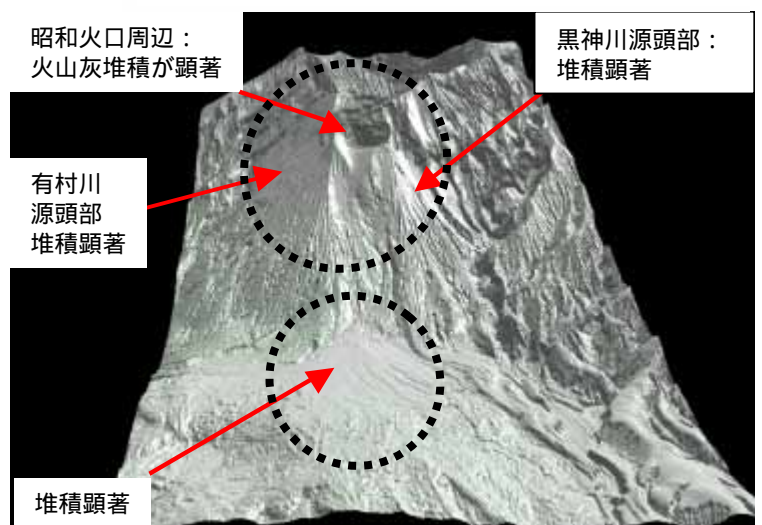


図-4 昭和火口周辺の3D地形モデル（H20.11-H21.11:差分解析）

黒神川の下流（地獄河原）では、特に第一黒神川の谷出口部において土砂堆積が進んでおり、H20.11~H21.11（約1年間）で谷出口周辺に約9万m<sup>3</sup>の土砂が堆積している。これは、H18.11~H20.11（約2年間）で約10万m<sup>3</sup>の土砂が堆積した結果と比べて堆積量が増加している。

図-5は、第1黒神川谷出口部（導流堤）付近の無人ヘリによる3Dモデルであり、計測時間約30分で約89万ポイントの座標データを取得した。GPS計測方法は、地上基準点を使ったRTK方式を使うことで計測から解析までの処理時間を約1時間程度に短縮することができた。

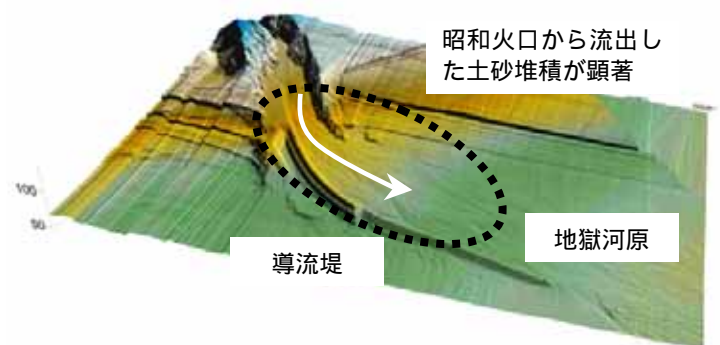


図-5 黒神川（導流堤）周辺3Dモデル（無人ヘリ）

## 4. おわりに

桜島は、昭和火口の火山活動が活発化している現在、火山活動の影響を迅速に把握する手法を準備しておく必要がある。本検討では、有人ヘリにより桜島全島の計測、安全上の問題から通常のLP計測が困難な場合の代替手段の一つとして無人ヘリの適用性（実証実験）を検討した。その結果、無人ヘリの計測は、1回の計測エリアは限定されるものの、有人ヘリよりも精度面で高いことが確認できたことから、今後の有効な代替手段になり得ると考えられる。

**参考文献：**1) 桜島火山砂防における土砂変動要因に関する一考察,砂防学会全国大会（広島）,H21.5.