

航空レーザーデータの差分解析による雲仙岳溶岩ドームの中長期変動

朝日航洋株式会社 ○櫻井由起子, 山村祥子, 安海高明, 藤本拓史, 江藤稚佳子

国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所 光武久修^{※1}, 田中聡, 田中宏和^{※2}

※1 (現) 長崎県建設企画課, ※2 (現) 国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所日田出張所

1. はじめに

雲仙岳は、平成噴火（平成2年11月～平成8年5月）により大量の火山噴出物を生産するとともに、地殻変動に伴い山頂付近には不安定な形状で溶岩ドームを形成した。雲仙復興事務所では、事務所開設当時から航空写真撮影や航空レーザー計測を行い、崩落の危険性がある溶岩ドームの監視・観測の基礎資料となる地形データを蓄積してきた。今後の対策検討のためには、これらのデータを活用し、溶岩ドームの中長期での地形変化を面的に把握することが有効と考えられる。

そこで本稿では、平成噴火終息以降の約 20 年間にわたる雲仙岳溶岩ドームの地形変化を航空レーザーデータ等の差分解析により検討した結果を報告する。

2. 使用データと解析方法

2.1 差分解析年度の設定

雲仙岳では平成 15 年に初めて航空レーザー計測が開始されたため、それ以前の地形データは航空写真に基づく他ない。そこで、平成 9 年に撮影された航空写真と、平成 21 年度、平成 25 年度、平成 29 年度に計測された航空レーザーデータの計 4 時期を用いた（表 1）。航空レーザーデータは既往成果のうち、溶岩ドームのグラウンド点密度や地形再現性を比較し、より条件の良い時期を選定した。

2.2 平成 9 年地形データの作成

平成 9 年の三次元地形モデリングには、Acute3D 社の Smart3D Capture を使用し、写真測量技術を応用した SfM (Structure from Motion) /MVS (Multi View Stereo) 解析により実施した。この解析は、ステレオ撮影された複数の画像から自動で対応点を取得し、高密度な点群地形モデルを構築する手法である。櫻井他 (2017) ^{※1} では、同解析によって雲仙岳平成噴火前の昭和 62 年航空写真から作成した地形モデルは、地形変化を把握するに十分なデータ精度を有していることを確認した。

使用した航空写真は、当時数ヶ月置きに撮影されていた写真を比較し、溶岩ドーム部に影が少ない、白とびが少ないなどの条件が最も良好であった平成 9 年 7 月 23 日撮影写真に選定した（表 2）。

自動作成した地形モデルには、写真に映り込んでいる対空標識を地上基準点として座標(位置と高さ)を付与した(図 1)。なお、当時植生の覆っていた範囲は植生を含んだ DSM であるが、溶岩ドームは全面裸地であるため DTM に相当する(図 2)。

表 1 使用した航空レーザーデータの諸元

計測年度	平成21年度	平成25年度	平成29年度
計測日	平成21年4月19日	平成26年2月20日、24日	平成29年11月7～11日
メッシュサイズ	1m	1m	1m
機体	固定翼	固定翼	回転翼
対地高度	1,981m	1,828m	700m
照射密度	1点以上/m ²	0.75m四方に1点	10.2点/m ² (溶岩ドーム部のみ)
飛行速度	110kts(203.7km/h)	110kts(203.7km/h)	126km/h
パルス頻度	47,790Hz	57,000Hz	100,000Hz
スキャン角	20° (±10°)	20°	44°
スキャン頻度	35Hz	37.8Hz	40Hz
ビーム径	0.347mrad (≒0.687m)	0.22mrad (≒0.40m)	0.19m

表 2 使用した空中写真の諸元

撮影計画機関	雲仙復興事務所
撮影年月日	平成9年(1997年)7月23日
コース番号	C1～C4
撮影高度	1,974m
撮影縮尺	1:8,000
カメラ	RC20
焦点距離	152.72mm
写真枚数	76枚

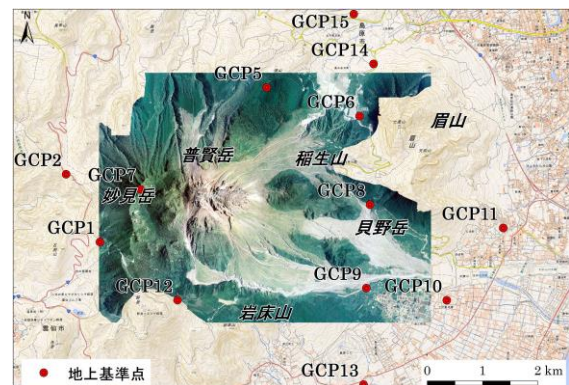


図 1 平成 9 年地上基準点位置図
(背景図には国土地理院の標準地図を使用)

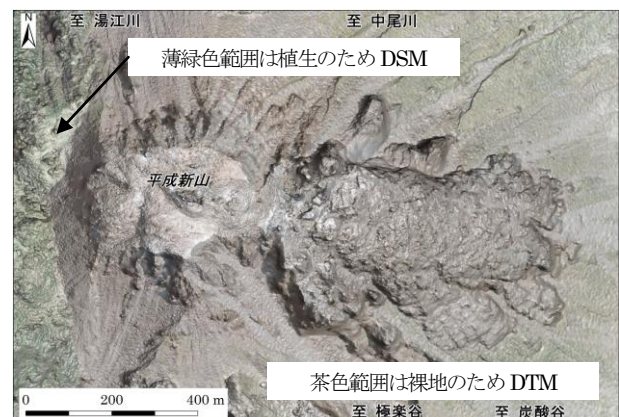


図 2 溶岩ドーム部の平成 9 年陰影図
背景にオルソ画像を透過表示。茶色範囲は裸地のため DTM 相当。

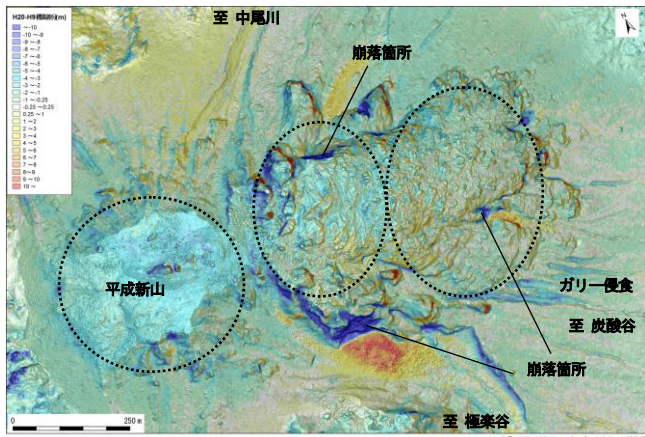


図3 平成21年度ー平成9年度標高差分図

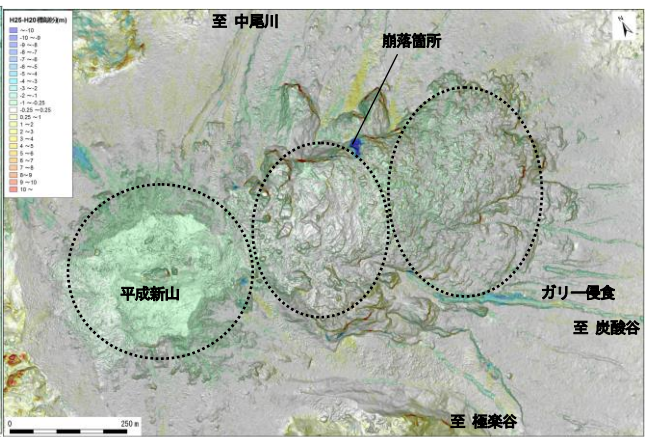


図4 平成25年度ー平成21年度標高差分図

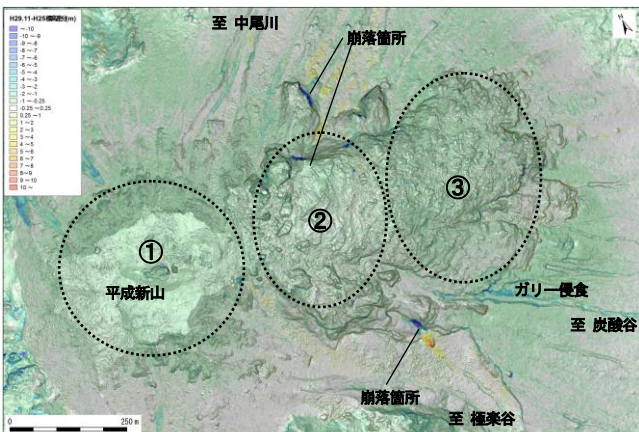


図5 平成29年度ー平成25年度標高差分図

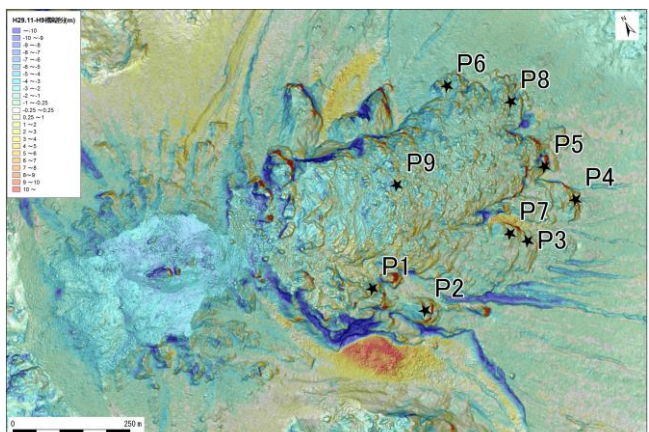


図6 平成29年度ー平成9年度標高差分図とプリズム設置位置

3. 溶岩ドームの標高差分析

溶岩ドーム部における中長期の地形変化を把握するため、4時期の地形データを用いて標高差分析（1m メッシュ）を実施した。データ誤差を考慮し、差分値が $-0.25 \sim +0.25\text{m}$ の範囲は非表示とした（図3～5）。なお、平成9年度地形データは、SfM解析によるため、その他の航空レーザーデータと同じ扱いはできないものの、メートルオーダーでの大まかな変化について結果を整理した。

平成新山山頂部（図5中の①）は、全時期を通して、顕著な沈降傾向が卓越している。なかでも平成9年度～平成21年度に2～5mの大きな沈下が認められ、その後は1m未満の沈下量にとどまる。

岩塔の発達する第11Bロープ上部（図5中の②）では、平成9年度～平成21年度は1～3mの沈下傾向にあるが、平成21年度～平成25年度はほとんど変化が認められなくなる。その後、平成25年度～平成29年度には、1m未満の沈下が認められるが、その他の範囲に比べて変化量は小さい。

第11Bロープ下部（図5中の③）では、平成9年度～平成21年度は1m前後の沈下傾向が認められ、その後は1m未満の沈下傾向が卓越する。

以上のことより、噴火終息以降の約20年間のうち、前半期の方が後半期に比べて沈下速度が大きい

可能性があること、斜面上部ほど沈下量が多い傾向があることが明らかとなった。

溶岩ドーム縁辺部については、全時期を通して、北側ないし南側の急崖部で複数の崩落箇所が確認できることや、炭酸谷や極楽谷へつながるガリーでは侵食が今なお進んでいることなど、土砂移動状況も差分結果から明らかとなった（図3～図5）。

4. 溶岩ドームの水平変化傾向

溶岩ドームの挙動把握を目的として、溶岩ドーム上には光波測距プリズムが計9基設置されており、大野木場砂防みらい館と天狗山の2地点から斜距離が毎日観測されている。最初に設置されたプリズムP8は、観測開始の平成9年5月から平成30年2月までに累積変化量は約 -1.27m とされている。

上記4時期の地形点群データを用いて、水平方向の変化傾向についても解析を行い、プリズムの観測結果との比較を行った。この結果についても、ポスター発表にて報告する。

<参考文献>

- 1) 櫻井由起子ほか（2017）：雲仙普賢岳の平成噴火による地殻変動と熊本地震による崩落，平成29年度砂防学会研究発表会概要集A，p596-597