

斜め写真測量を用いた火山噴火時の緊急調査

アジア航測株式会社 ○佐々木寿・荒井健一・藤巻重則・山口由美子・真屋 学

1. はじめに

火山噴火は爆発的噴火や溶岩の流出などにより、多くの地形変化をもたらす。噴火とともに時々刻々と変化する地形をリアルタイムに把握することは防災上極めて重要であるが、噴火時には航空機が火口上空を飛行することができないため、航空レーザ計測や垂直写真を用いた計測が実施できない場合が多い。

新燃岳2011年噴火では航空レーザ計測が実施できなかったため、斜め写真を用いた計測が実施された(佐々木・他, 2011)。佐々木・他(2011)の手法では立体視可能な2枚の写真が必要であるが、1枚の写真(単写真)を用いた計測システムも開発されており(佐々木・他, 2012)、迅速な斜め写真計測が可能になりつつある。

本研究では複数の斜め写真画像から3次元モデルを作成し、地形再現性と火山噴火時の緊急調査における活用について検討した。

2. 使用データおよび解析手法

2. 1 使用データ

本研究では、新燃岳2011年噴火の際に民生用カメラを用いて撮影された写真36枚を使用した(図-1)。

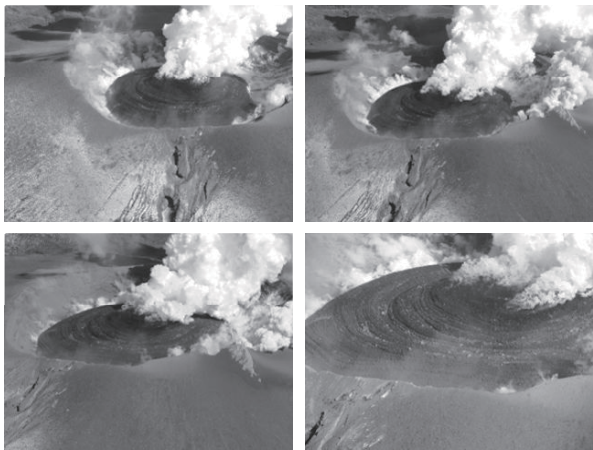


図-1 3次元モデル作成に使用した写真の例

2. 2 解析方法と生成データ

本研究で用いたシステムは、あるエリアを対象として撮影された大量の斜め写真から画像相関により3次元モデルを作成する。データは3次元のランダム点群か

らなり、OBJ等の汎用フォーマットに出力できる。また、ランダム点群から数値標高モデル(DEM)を作成することもできる。斜め写真から生成されるDEMは、従来の手法とは異なるため、ここではDEMOP (Digital Elevation Model from Oblique Photo : デモっぷ)と呼ぶこととする。

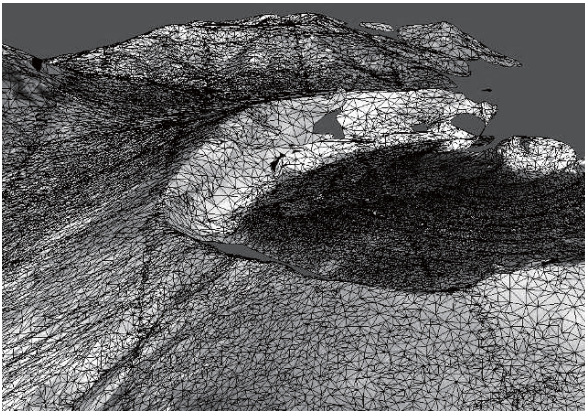


図-2 斜め写真から作成した3次元モデル

3. 解析結果

3. 1 既往研究との比較

得られた3次元モデルを用いて火口内容岩の最高地点の標高を計測したところ、1366 mという値が得られた。また、佐々木・他(2012)の手法に基づき単写真測量から得られた値は1355 mであった。これらは写真測量や航空機SARなどの解析により推定された値と矛盾のない結果である(表-1)。

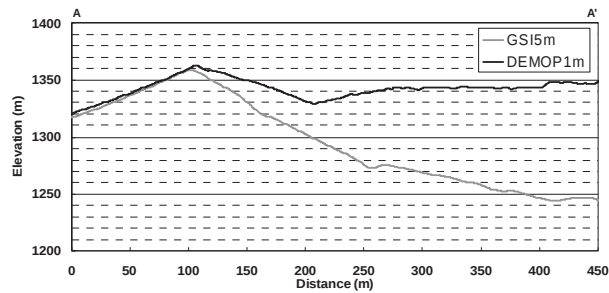
表-1 既往研究との比較

出典	手法	最高標高
本研究	DEMOP	1366 m
	単写真測量	1355 m
佐々木・他 (2011)	写真測量	1360 m
下野・他 (2011)	航空機SAR	1350 m

3. 2 断面図の作成

噴火前後のDEMを用いて断面図を作成した(図-3)。噴火前のDEMは基盤地図情報(数値標高モデル)5mメッシュ(標高)を補間し、1mメッシュのDEMを作成した。噴火後は、2011年1月31日の写真から生成されたDEMOP(1mメッシュ)を用いた。断面図を見ると、火口内に溶岩が溜まったことにより、火口底の標高が100~110m

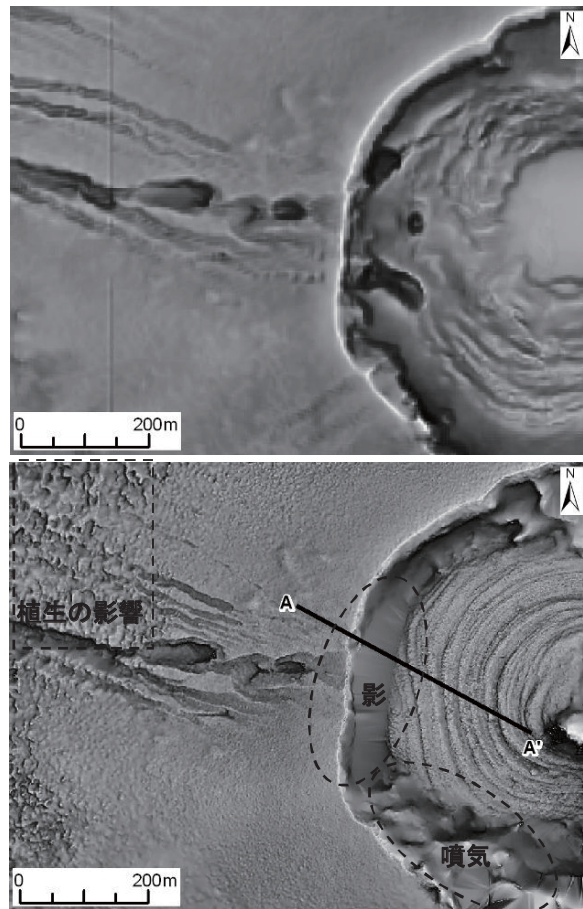
上昇していることがわかる。これは航空機SARで得られた値(下野・他, 2011)と同じである。



図－3 断面図の比較(断面位置は図-4に示す)

3. 3 赤色立体地図の作成

断面図作成に用いた噴火前後のDEMから赤色立体地図(千葉・鈴木, 2004)を作成した(図－4)。DEMOPから作成した赤色立体地図では、溶岩表面に形成された“年輪状のしわ”が綺麗に表現されている。山麓部では植生があるため、DSM(Digital Surface Model)となっている部分もある(図－4の破線四角など)。また、図－4の破線円内は、地形的な影または噴気の影響によりデータの精度が低い範囲である。



図－4 噴火前後の赤色立体地図
(上：基盤地図情報 下：DEMOP)

4. 火山噴火時の緊急調査における利用

斜め写真を用いた単写真計測およびDEMOPから得られる情報を表－2にまとめた。新火口や噴気孔の位置座標の取得や、降下火山灰や火砕流など“面的に分布”する事象の到達範囲や厚さの把握が可能である。また、噴火の影響で山頂付近の流域界が大きく変わった場合、山頂域のDEMOPを作成し、既存のDEMと合成することで、地形変化に応じた数値シミュレーションを実施することができる。写真を使用するメリットは、過去にさかのぼることが可能ということである。火山噴火で消滅した地形があっても、多方向から撮影した写真さえあれば、3次元モデルを生成することができる。ただし、地形の影になる場所や噴気や雲で覆われた部分はデータが生成できないため、写真撮影の方法に工夫が必要である。

表－2 計測対象と計測可能項目の例

計測対象	計測可能項目例
新火口、噴気孔	位置、大きさ
噴石	到達範囲、着弾痕直径
降下火砕物	到達範囲、厚さ
火砕流	到達範囲、厚さ
溶岩流	到達範囲、厚さ
土石流・泥流	到達範囲、厚さ、ガリーの成長
崩壊	到達範囲、崩壊深
地殻変動	位置、亀裂長

5. おわりに

火山噴火では、初期に形成された地形が後の活動により覆われて消滅することがあるが、これらの地形変化を航空レーザ計測や航空機SARなどで常時モニタリングするのは困難である。民生用カメラで撮影した画像から3次元データを作成する本手法は、安価で迅速に大量の地形データが作成できるため、火山噴火時の地形変化をリアルタイムに把握できる可能性がある。例えば、溶岩ドームが形成される噴火では、上空から毎日写真を撮ることで、成長速度や形態変化を把握することが可能であり、防災のみならず火山学的にも有益な情報を得ることが期待される。

謝辞

本研究で用いた写真は、鹿児島大学の小林哲夫教授から提供された。記して感謝いたします。

引用文献

千葉達朗・鈴木雄介 (2004) 応用測量論文集, 15, 81-89; 佐々木寿・他 (2011) 日本火山学会講演予稿集, 13; 佐々木寿・他 (2012) 日本火山学会講演予稿集, 85; 下野隆洋・他(2011) 国土地理院時報, 121, 189-194.