

自律型無人ヘリにより撮影した新燃岳の火口およびその周辺域

金子隆之*・大湊隆雄*・小山崇夫*・武尾 実*・渡邊篤志*・嶋野岳人**・
柳澤孝寿***・青木陽介*・安田 敦*・本多嘉明****

The Summit Crater of Mt Shinmoe and the Adjacent Areas,
Taken from Unmanned Autonomous Helicopter

Takayuki KANEKO*, Takao OHMINATO*, Takao KOYAMA*, Minoru TAKEO*,
Atsushi WATANABE*, Taketo SHIMANO**, Takatoshi YANAGISAWA***,
Yosuke AOKI*, Atsushi YASUDA* and Yoshiaki HONDA****

1. はじめに

2011年1月霧島新燃岳で噴火が始まった。翌月上旬に、巨大な放出岩塊が火口から3kmを超える地点まで飛来したことを受け、火口から半径4kmの地域(4月以降3km)が立入規制区域に指定された。このような状況の中、文部科学省科学技術振興調整費「平成23年霧島山新燃岳噴火に関する緊急調査研究」が立ち上げられ、この一環として、無人ヘリによる火口近傍への機器設置・観測計画が実施されることとなった。ここでは、この無人ヘリにより撮影した新燃岳火口およびその周辺域の様子を紹介する。

2. 無人ヘリによる火山観測システム

無人ヘリによる火山観測システムは、東京大学地震研究所が中心となって開発を進めているもので、火口近傍への地震計およびGPS設置(回収も可能)、空中磁気測量、可視・赤外画像撮影、試料採取、地形計測等、多様な内容を含み、アクセス困難な火口近傍での観測を“観測パッケージ”としてトータルに実現しようとするものである。観測に使用する無人ヘリはヤマハ発動機(株)の

自律型無人ヘリ RMAX-G1 で、GPS とリンクした自律型航行システムが搭載されており、基地局のコンピュータ上で設定した飛行経路を、約1mの精度で自律航行することができる。機体と基地局は常時通信を行っており、飛行経路の変更や機体搭載機器の遠隔操作、機体カメラのリアルタイム映像の確認等が随時可能な仕様となっている。ペイロードは約10kg、行動半径は約5kmで、これまでの最高到達高度は1,638m(今回の新燃岳観測で記録)、一回のフライト時間は、燃料搭載量にもよるが、通常30~40分程度である。無人ヘリに関する詳しい内容は Kaneko *et al.* (2011) に記されている。利用する観測機器や装置のほとんどは、無人ヘリ専用に独自に開発・改造が行われたものである一例えば、地震計およびGPSは、センサー、ロガー、電源、伝送システムが一体化され、筐体を含め5kgの重量に収まるように設計されている。

無人ヘリからの撮影は、専用の防振雲台を介して機体底面にカメラ機材を装着して行う。このため、他の観測機材と異なり、市販の製品をそのままの形で利用することもできる。無人ヘリを利用することにより、危険な場

* 〒113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1

東京大学地震研究所

Earthquake Research Institute, University of Tokyo,

1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0032, Japan

** 〒417-0801 静岡県富士市大淵 325

富士常葉大学

Fuji-Tokoha University, 325 Obuchi, Fuji-Shi, Shizuoka

417-0801, Japan

*** 〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

海洋研究開発機構

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2-15 Natsushima-cho, Yokosuka-shi, Kanagawa 237-0061, Japan

**** 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学環境リモートセンシング研究センター

Center for Environmental Remote Sensing, Chiba

University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba

263-8522, Japan

Corresponding author: Takayuki Kaneko

e-mail: kaneko@eri.u-tokyo.ac.jp

所であっても、観察対象に至近距離まで近づき撮影ができるため、火口域や噴出物の状況を詳しく知ることが可能となる。

3. 新燃岳の観測

今回の新燃岳の観測は2011年3月と5月の2期に分けて行った。作業内容は地震計とGPS設置が中心であったが、空中磁気測量、映像撮影も実施した。映像撮影用のフライトは5月22日、27日、30日に、延べ5回行い、静止画、HDビデオ、赤外画像の撮影を行った。5月の観測では、無人ヘリの離発着場所および基地局を、新燃岳から西南西約3kmにある「新湯林道バス停」近くに置いた。ここで紹介するのは、この際得られた静止画である。静止画の撮影は、機体にデジタルカメラEOS KISS X3(約1510万画素、35mm固定焦点レンズ使用)を装着し、インターバルタイマーでコントロールすることにより行った。撮影高度は新燃岳火口上空で標高1,500~1,600m程度とした。以下(写真4-16)に示すものは、その代表的な画像である。各写真のおよその撮影位置を図1に示す。

口絵写真説明

- 写真1.** 無人ヘリYAMAHA RMAX-G1(全長約3.6m, 重量約84kg)。左の車両はトランスポーター兼基地局。
- 写真2.** 基地局の内部。
- 写真3.** 離陸した無人ヘリ。設置用の地震計を吊り下げている。右下に地震計の近接写真を示す。
- 写真4.** 火口南西部。火口縁南西部にある「うさぎの耳」が下中央に見える。火口内の黄白色に見える部分は、表面に昇華物(硫黄?)が生成している場所。火口内西縁部(画面中央やや左)と北縁部(画面右上)付近に噴煙が認められる。写真中の丸数字は拡大写真の写真番号を示す。画面中央の横幅相当域は地上距離およそ300~400m。(5月30日)
- 写真5.** 火口内溶岩主要部。南から北方を見る。画面最上部に、火口内溶岩の縁に沿って分布する噴気域の北側部分が見える。画面最下部は、火口内溶岩の南縁に近い部分(南北両縁の距離は約600m)。写真中の丸数字は拡大写真の写真番号を示す。画面中央の横幅相当域は地上距離およそ300~400m。(5月22日)
- 写真6.** 火口内東部。南から北方を見る。右端中央は規模の大きい火口。写真中の丸数字は拡大写真の写真番号を示す。画面中央の横幅相当域は地上

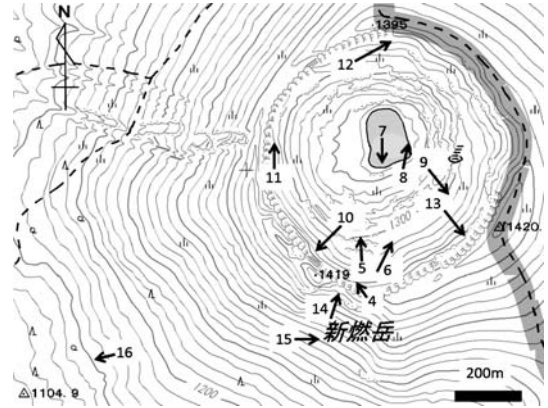


図1. 各写真のおよその撮影位置。

距離およそ300~400m。(5月22日)

- 写真7.** 火口中央付近(火口内容岩の中央やや南東寄り)にある溶岩噴出域と思われる場所(画面上が南。写真5の⑦)。緻密な溶岩が円形の領域に露出しており、一部に絞り出されたような構造が見られる。2月22日に撮影されたレーダー画像((独)情報通信研究機構)では、この領域は北東-南西方向の割れ目を中心に一帯がわずかに凹んだ地形をなしているように見えるが、今回の画像では全体が周囲とほぼ同レベルのフラットな面となっている。画面中央の横幅相当域は地上距離およそ100~150m。(5月30日)
- 写真8.** 火口内容岩の中央やや東側にあるしわ構造の一部(写真6の⑧)。しわは全体として溝地形(幅は10数m程度か)となっており、火口あるいは陥没孔と思われる穴が何ヶ所かで開いているのが認められる。この場所での爆発によって吹き飛ばされたと思われる岩塊が周囲に積重なっているようにも見える。前回のレーダー画像ではこのしわは写っておらず、2月22日以降に形成されたと考えられる。画面中央の横幅相当域は地上距離およそ50~60m。(5月30日)
- 写真9.** 火口内南東縁にある規模の大きい火口(写真6の⑨)。直径は100m程度と推定される。(5月30日)
- 写真10.** 南西部の火口内壁。「うさぎの耳」の西側。火口壁の状況から、2011年噴出物の厚さは、数10cm~1m前後と推定される。画面左上角-右下角の幅相当域は地上距離およそ100~150m。(5月30日)
- 写真11.** 西部の火口内壁。2011年の堆積物は薄く、左手

側の斜面で、2011年堆積物の間から茶色の地肌が広く露出している(写真4の⑩)。中央の巨大岩塊は今回の噴火による放出物(長径は数10m程度)で、火口内溶岩の縁に載っている。この放出岩塊は、写真4で矢印の先に写っているものと同じ。画面中央の横幅相当域は地上距離およそ50~60m。(5月30日)

写真12. 北部の火口内壁。2011年の堆積物は薄い。内壁を覆う堆積物(画面右上)は、2011年の噴火以前から存在している。画面中央の横幅相当域は地上距離およそ100~150m。(5月30日)

写真13. 南東部の火口内壁。2011年の噴出物が厚く堆積しているように見える。厚さは数~10m前後と思われるが、正確な見積りには、元の地形を含めた堆積構造の検討が必要である。画面中央の横幅相当域は地上距離およそ50~100m。(5月22日)

写真14. 火口の南側斜面。南斜面を流下した泥流の発生域にあたる。赤っぽい地肌が所々露出しているのは、2011年堆積物の大半が崩れ、流下したためと推定される。画面中央の横幅相当域は地上距離およそ100~150m。(5月22日)

写真15. 南斜面を流れ下った泥流堆積物の末端部付近(黒っぽい部分)。流れの末端部に沿って、岩塊が分布している。画面下部の横幅相当域は地上距離およそ100~150m。(5月22日)

写真16. 南西側斜面山麓部に分布する火砕流堆積物の末端部(標高1,150m付近)。樹木は下流側に向かって倒壊し、その根本部分が炭化している(拡大写真。長さは4~5m程度)。これらの樹木は、火砕流に根本が埋積され、その熱により炭化し倒壊したと考えられる。右手下には無人ヘリにより設置したGPS(右)と地震計(左)が見える(脚部を含む幅は約1m)。(5月27日)

上記の画像から推定される点は、以下にまとめられる。

- 火口近傍の2011年堆積物は、南~西~北部で薄く(数10cm~1m前後?)、東~南東部で局所的に厚くなっている(数~10m前後?)と推定される。
- 火口内の状況は、2月下旬から大きな変化は見られない。ただし、新たなしわの形成や、溶岩噴出域と思われる場所が周囲と同レベルまで盛上っていること等の違いも見られる。
- 噴気活動は、火口内溶岩の周辺部から発生しており、2011年5月末現在、溶岩表面からはほとんど見られない。火口内南東縁部に大きな火口(直径約100m)があり、これを含め、東~南東部からの噴気活動が最も活発となっている。
- 南西部斜面に見られる火砕流様堆積物は、先端部付近に一部炭化した樹木が散在していることから、火砕流であることが確認された。この火砕流は、流走距離が火口中心から約1,100~1,200m、火口縁より約800m程度であり、1月26日の準ブリーチ式噴煙の一部が崩壊することによって発生したものと推定される。

謝 辞

本研究を実施するにあたって、防災科学技術研究所鶴川元雄博士、文部科学省高木朗充博士、ヤマハ発動機(株)スカイ事業推進部、霧島市霧島総合支所、霧島山(新燃岳)総合観測班現地事務所には、一方ならぬご協力を頂いた。記して感謝申し上げます。本研究は、文部科学省科学技術振興調整費「平成23年霧島山新燃岳噴火に関する緊急調査研究」によって行われた。

参 考 文 献

- Kaneko, T., Koyama, T., Yasuda, A., Takeo, M., Yanagisawa, T., Kajiwara, K. and Honda, Y. (2011) Low-altitude remote sensing of volcanoes using an unmanned autonomous helicopter: an example of aeromagnetic observation at Izu-Oshima volcano, JAPAN, *Inter. Jour. Remote Sensing*, **32**, 1491-1504.

