

霧島山新燃岳における無人航空機を活用した計測

パシフィックコンサルタンツ(株) ○坂島俊彦、皆川 淳、青柳泰夫、菊地圭介
(株)情報科学テクノシステム 宇佐美昌樹、福田 正、浅野俊彦
鹿児島県土木部砂防課（現 国土交通省 中部地方整備局 多治見砂防国道事務所）伊藤仁志
（現 大隈地域振興局 建設部 河川港湾課）小川和久
（現 大隈地域振興局 建設部 土木建築課）北菌哲也
稲 卓郎

1. はじめに

2011 年 1 月の噴火に伴い、新燃岳（標高 1,421m）では火口周辺警報（噴火警戒レベル 3）が発表され、3km 圏内
が立ち入り規制されている。航空自衛隊のヘリコプターに搭載した赤外熱映像装置では、火口内の直径約 600m の
溶岩縁辺部が高温状態であることが確認されている（気象庁）。また、国土地理院の GPS 観測による基線変化は、
マグマ供給と関係があるとされる地盤の伸びを示している（気象庁）。噴火が継続している新燃岳の鹿児島県側の火
口上空および火口周辺の荒廃状況および降灰状況を把握する目的で、自律型の無人航空機を利用した現況把握を行
った。機体には民生用デジタルカメラおよび GPS 受信機を搭載し、撮影した空中写真と GPS データからオルソ画
像および DSM（数値標高モデル）を作成した。

2. 無人航空機による計測概要

2.1 無人航空機の概要

無人航空機の全景写真を図-1、主要諸言を表-1 に示す。



図-1 無人航空機（Eagle-PARS）の全景

表-1 無人航空機の主要諸言

寸法	全長 2,570mm、全幅 3,200mm、全高 795mm
重量	機体 20kg(トライ)、ペイロード 約 6kg
燃料	7.4 リットル、レギュラーガソリン・オイル混合 (100:1)
速度	180km/h(最高)、120～130 km/h（巡航）

2.2 新燃岳における飛行概要

撮影は 2011 年 7 月 25～28 日及び 10 月 10～12 日の計 7 日間実施した。新燃岳山頂付近は南側および東側の湿
った空気による低層雲が発生しやすい地理・地形的な特徴をもっており、7 月の撮影は雲の影響により良好な画像が
取得できず 10 月に再撮影を実施、10 月 12 日に概ね雲のない画像（鹿児島県側）を取得することができた。図-2
に 10 月 12 日の飛行航跡と飛行高度プロファイルを示す。新燃岳より北西に約 15km に位置する学校グラウンドを
離発着場として利用し、新燃岳火口を中心とした約 25km²（4 km×4 km）を撮影した。撮影範囲における飛行高度は

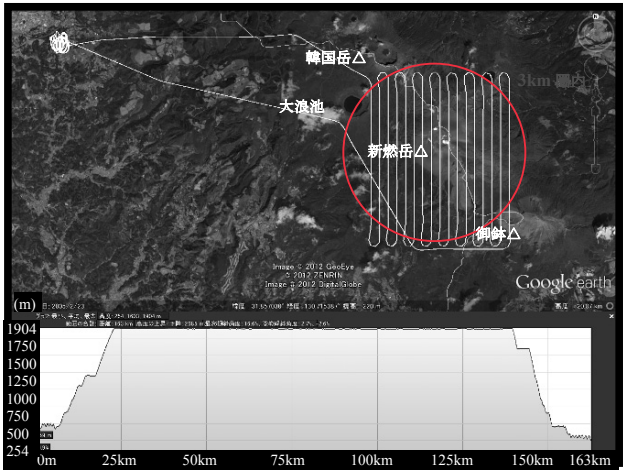


図-2 飛行航跡と飛行高度プロファイル

約 1900m、山岳地帯特有の乱気流の影響及び撮影範囲の北
側にある韓国岳（標高 1700m）を考慮し高めに設定した。
尚、図-2 の飛行航跡と飛行高度プロファイルは飛行計画の
ルートとほぼ一致（全ての飛行）しており、無人自律航空
機の飛行性能の高さを示した。

表-2 撮影諸言

カメラ	Canon EOS 5D Mark II（2110 万画）
レンズ	焦点距離 35mm
飛行高度	250m～1904m（撮影高度 約 1900m）
地上分解能	9cm～20cm（対地高度 485m～1120m）

3. 処理結果

3.1 画像判読

森林域の噴火前後（2002 年と 2011 年 10 月）の写真と比較すると森林の枯死やインパクトクレータが確認できる（図 3）。また、火口縁南側の裸地における噴火後の 2011 年 7 月 25 日と 10 月 12 日の写真を比較した結果、リルの溝が深くなっている箇所が南西側斜面で確認された（図 4）。

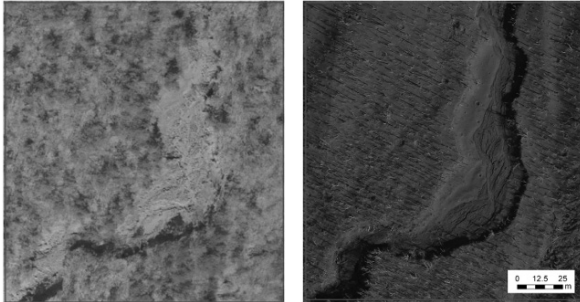


図-3 噴火前後の空中写真（単画像）の比較



図-4 噴火後の 2 時期のリルの状態（左:7 月、右:10 月）

3.2 デジタル航空写真測量

10 月 12 日に撮影した概ね雲のない鹿児島県側の 490 枚の空中写真（撮影は約 2000 枚）と撮影時の位置情報（GPS データ）を用いて、DSM 及びオルソ画像を作成した。結果を図-5 に示す。DSM 及びオルソ画像の処理は独自の写真測量の手法により地上基準点（GCP）なしで実施。電子基準点を必要としない手法は今回のような立ち入り規制箇所において威力を発揮する。

処理結果は概ね問題ないが、火口からの水蒸気雲の影響により火口周辺においては DSM 及びオルソ画像の精度が低下する箇所が幾つか見られた。

3.3 航空レーザー（LP）との比較

噴火前の航空レーザーによる DEM（数値地形モデル）と噴火後の無人航空機 DSM の差分を航空レーザーの DEM を基準として求めた。結果を図-6 に示す。図-6 の航空レーザーとの差分は濃淡の濃いほど大きく、最大は 10m 以上 DSM が高い。火口縁の南側近辺の裸地域は 7~10m DSM が高くなっており、この差分が火山灰等の堆積と考えられる。

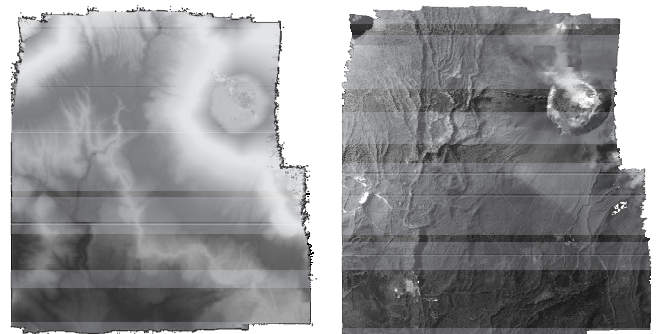


図-5 DSM（左上）・オルソ画像（右上）・鳥瞰図

4 まとめと今後の課題

無人航空機は機動性が高く、安全管理が重視される火山地帯には効果的な手法である。また無人航空機において写真撮影のみならずオルソ画像・DSM を作成できたことで、無人航空機の適用範囲拡大の可能性を示すことができた。但し、光学系のカメラだけでは、山岳地域の気象条件を考慮すると撮影機会を逸する可能性が高く、他のセンサーとの併用を検討する必要がある。

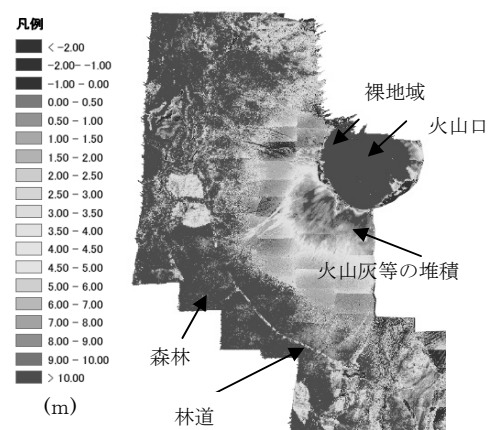


図-6 航空レーザーとの差分（DSM－DEM）