

# 小型 UAV による空撮映像を用いた南硫黄島の植物分布・植生図作成の試み

加藤英寿<sup>1\*</sup>、朱宮丈晴<sup>2</sup>、山崎敦基<sup>3</sup>

## An attempt to map vegetation and plant distribution on Minami-Iwo-To Island using unmanned aerial vehicle (UAV) imagery

Hidetoshi KATO<sup>1\*</sup>, Takeharu SYUMIYA<sup>2</sup> & Atsuki YAMAZAKI<sup>3</sup>

1. 首都大学東京・牧野標本館（〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1）  
Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University, Minamiohsawa, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan
2. 日本自然保護協会（〒104-0033 東京都中央区新川 1-16-10）  
The Nature Conservation Society of Japan, Mitoyobiru2F Shinkawa, Chuo-ku, Tokyo 104-0033, Japan
3. 日本放送協会（〒150-8001 東京都渋谷区神南 2-2-1）  
Japan Broadcasting Corporation, Jinnan, Shibuya-ku, Tokyo 150-8001, Japan

\* katohide@tmu.ac.jp (author for correspondence)

### 要旨

2017 年南硫黄島現地調査においてドローンで撮影された空撮映像から、植物分布図の作成を試みた。本調査で得られた映像には地理情報が無いため、目視でオルソ画像と地形図を見比べて、GCP を設定し幾何補正を行った。そのため画像の位置情報の誤差が大きく、現時点では比較的平坦な海岸部を除き、南硫黄島全域の正確な植生図の作成や空間分布等の解析は困難と思われる。しかし、次回の現地調査における空撮の際に、地上に多くの GCP を設置するか、UAV 搭載の GNSS から取得した GeoTag を用いることにより、より詳細かつ正確な植物分布図や植生図の作成が可能となり、植生の空間パターン分析や本調査の映像との比較によるモニタリングも期待される。

### キーワード

ドローン、空中映像、オルソ画像、幾何補正、分布図

### 1. はじめに

近年、小型 UAV (Unmanned Aerial Vehicle : 小型無人航空機、通称ドローン) の急速な普及により、容易に高解像度の空撮映像を得ることが可能となり、生物多様性分野においても植

物の分布調査や植生図の作成などに活用されるようになってきた (Kaneko & Nohara, 2014)。また、空撮で得られた多視点画像から SfM (Structure from Motion) 技術を用いることで、専門外の研究者でも対象物の 3 次元形状データを得て、測量に用いること出来るようになった (小花和ほか, 2014 ; 早川ら, 2016)。とりわけ南硫黄島のように、上陸調査が困難な上に、急傾斜地のため航空写真による植物・植生の識別が困難な場所では、ドローンによる低空かつ多視点の高解像度画像が非常に有用と思われる。

そこで本研究では、今回の現地調査において撮影された空撮映像の画像処理や GIS 化を試みた結果をもとに、南硫黄島の植物分布図や植生図の作成と今後の課題について検討した。

## 2. 材料と方法

2017 年 6 月 14 日～27 日の現地調査期間中に、天候などの諸条件を考慮してドローンによる空撮が行われた。使用された機体は Inspire2 (DJI 社) で、(株)ヘキサメディアの熟練したドローンパイロットが操縦を行った。最終的に得られた映像は解像度 4K (3840×2160 pixels) の動画 95 本で、南硫黄島のほぼ全域をカバーしていると思われる。ここでは、海岸から山頂にいたる登攀ルートに沿って撮影された 2 つの空撮動画を試験的に用いた。海岸から中間地点のコルまでの動画を「ルート下部」、コルから山頂までの動画を「ルート上部」とした (図 1)。

空撮動画は以下の流れで処理を行った。まず、動画から静止画像の切り出しは、フリーウェアの Frame Grab2.2 を用い、画像の重複率が 80%以上になるように 2～5 秒間隔で切り出しを行った。次に切り出された多数の静止画像から、SfM ソフトウェア (Agisoft 社、PhotoScan Professional 1.3.4) を用いて、オルソ画像を作成した。そして、画像における識別が比較的容易なヘゴ類 (ムニンエダウチヘゴとマルハチの 2 種を含む) とセンダンを対象として、Photoshop (Adobe 社) を用いてオルソ画像上に点または塗りつぶしにより各種の分布を示した。生成されたオルソ画像には地理的な位置情報が無いため、GIS ソフトウェア (QGIS 2.14) を用いて、画像上の地形と地理院地図 (国土地理院) の地形をパソコンのモニタ上で見ながら、GCP (Ground Control Point : 評定点) を 1 枚のオルソ画像に 4 箇所付加して幾何補正を行い、地図上への重ね合わせを試みた。

なお、南硫黄島のように地形の起伏が大きな場所では、地理座標系への幾何補正は、オルソ画像よりも 3D モデルの方が適していると考えられる。しかし 3D モデルの扱いには時間を要するため、今回は試験な段階としてオルソ画像を用いた。

## 3. 結果

空撮動画から切り出した静止画像はルート下部 90 枚、ルート上部 80 枚で、画像サイズはそれぞれ 3840×2160 pixels、解像度は 72ppi であった。2 つの動画はコル付近で部分的に重なっていたが、両者から得られた静止画像を組み合わせると SfM ソフトウェアで処理しても、海岸から山頂まで連続した 1 枚のオルソ画像を自動生成することはできなかった。そのため、

ルート下部とルート上部の動画からそれぞれオルソ画像を生成し、ルート下部のみに出現するセンダンは、群落が面的に広がっていたため塗りつぶし、ルート上部のみに出現するヘゴ類（エダウチヘゴとマルハチ）は、主軸が樹冠部に達していたものを点で画像上に示した（図2）。これら2枚のオルソ画像を、QGISを用いた幾何補正によって地理院地図上に重ね合わせたものを、図3に示した。

#### 4. 考察

今回の調査で目標としていた南硫黄島全体の植物分布図や植生図の作成は、現時点ではかなり困難と思われる。その理由として、まずパソコンのモニタ上で地形図と画像を対比させてGCPを設定したが、1/25000の地形図では位置の誤差が極めて大きくて地形描写も粗いため、この方法では正確なGCPを視認することはほぼ不可能であった。一般的には地上に位置を測定したGCPを設置して撮影を行うため、画像上のGCPの座標位置の誤差を相互に比較して、幾何補正の精度を検証することができるが、今回はそれが出来ない。ドローンを使った計測や測量は一般的に高い精度が期待されており、植生面積の測定や動植物の生息適地などの空間パターン分析を行うのであれば、位置情報の精度を検証する必要がある。今後、オルソ画像または3Dモデル上で視認できる植生調査地点や標本採集地点などのGPSデータを用いて幾何補正を再度行う予定だが、GPSデータは登攀ルートに沿った直線的な範囲に止まり、水平方向のポイントがほとんど無いため、精度の向上には限界があるだろう。

ドローンによる空撮映像を測量等に利用する場合は、動画よりも高解像度である静止画が利用されるのが一般的である。また、ドローンに搭載されたGNSS（Global Navigation Satellite System：全球測位衛星システム）から取得したGeoTagを静止画に付加することができるため、その後の幾何補正も容易である。南硫黄島は踏査できる場所が非常に限られるため、数多くのGCPを設置して位置情報を取得することはほとんど不可能であることから、島内全域の植物・植生分布を調べるためには、ドローンのGNSSを用いる方法が最も現実的と思われる。

一方、動画は限られた期間内に網羅的に撮影することが可能であり、ドローンパイロットが操縦に集中できるため、墜落などの事故も生じにくいと考えられる（田中ほか、2017）。南硫黄島のように撮影条件が非常に厳しい場所では、状況によっては動画撮影を選択せざるを得ない可能性もある。その場合、可能な限り多くのGCPを地上に設置して、各GCPの位置情報をGPSで記録し、空撮画像上のGCPに正確な位置座標を与える必要があるが、GCPの設置は踏査可能な海岸や登攀ルートの一部に限られるため、幾何補正後の誤差が大きくなる恐れがある。現時点では、上記のGNSSを用いる方法とGCPを設置する方法を組み合わせ、空撮を実施することが望ましいと思われる。

なお、今回得られた空撮動画は南硫黄島全域を広くカバーしているものの、隣接する撮影コースの画像間の重複率が低く、別の日に撮影された映像は光条件の違いによって、画像の色調が異なっていた。そのため、隣接する映像間で共通する特異点を、SiMソフトウェアが

認識することができず、複数の映像を組み合わせたオルソ画像や 3D モデルの作成がほとんどできなかった。また、空撮コースが直線的で撮影視点が限られていたため、映像の端に近い部分や谷などの急傾斜地は、オルソ画像が不鮮明または部分的な欠如が見られたため（特に図 2 の右図）、画像上で植物を判別出来ないことも多かった。一般的には高精度のオルソ画像や 3D モデルを生成するための基準として、同一コースの隣接空中写真との重複率が 90%以上、隣接コースの空中写真との重複率は 60%以上となるように撮影コースを定め（国土交通省国土地理院、2017）、光条件を揃えるためにできる限り同日中に連続して、面的に撮影することが求められている。

今後は断片的な 3D モデル上で視認できる植物種の分布を重ね合わせた上で幾何補正を行い、南硫黄島の植生分布の概要を報告したいと考えている。また将来、技術の向上によって、より正確な位置情報を空撮画像に容易に付加することが出来るようになれば、今回得られた映像と共通の特異点（目立つ樹木や岩など）を用いて、両者の比較によるモニタリングにも役立てることが期待される。

## 5. 謝辞

本研究を行うにあたり、大澤剛土氏と岩崎亘典氏には、空撮映像の活用方法について有益なご助言をいただきました。なお、本調査の一部は首都大学東京の助成を受けて行われました。

## 6. 引用文献

- 早川裕弐・小花和宏之・齋藤 仁・内山庄一郎（2016） SfM 多視点ステレオ写真測量の地形学的応用. 地形, 37: 321-343.
- Kaneko K, Nohara S (2014) Review of effective vegetation mapping using the UAV (Unmanned Aerial Vehicle) method. Journal of Geographic Information System, 6: 733-742.
- 国土交通省国土地理院（2017） UAV を用いた公共測量マニュアル（案）. <http://www.gsi.go.jp/common/000186712.pdf>
- 小花和宏之・早川裕弐・齋藤 仁・ゴメスクリストファー（2014） UAV-SfM 手法と地上レーザー測量により得られた DSM の比較:写真測量とリモートセンシング, 53: 67-74.
- 田中龍児・岡林巧・外山泉・山本健太郎（2017） ドローン空撮による写真測量に関する研究. 第一工業大学研究報告, 29: 51-56.

## SUMMARY

### An attempt to map vegetation and plant distribution on Minami-Iwo-To Island using unmanned aerial vehicle (UAV) imagery

Hidetoshi KATO<sup>1\*</sup>, Takeharu SYUMIYA<sup>2</sup> & Atsuki YAMAZAKI<sup>3</sup>

1. Makino Herbarium, Tokyo Metropolitan University, Minamiohsawa, Hachioji, Tokyo 192-0397, Japan.
  2. The Nature Conservation Society of Japan, Mitoyobiru2F Shinkawa, Chuo-ku, Tokyo 104-0033, Japan
  3. Japan Broadcasting Corporation, Jinnan, Shibuya-ku, Tokyo 150-8001, Japan
- \* katohide@tmu.ac.jp (author for correspondence)

We attempted to develop a map of plant distribution on Minami-Iwo-To Island from aerial videos taken by a drone on June 14–17, 2017. Ground control points (GCPs) were added to the orthophotos by visually checking the image. Mapping of GCPs was approximate, due to the lack of necessary geographical information. It may be difficult to use these data to develop accurate maps for analyzing the spatial distribution of plant and vegetation, because there may be considerable errors in the geographical positions indicated in the orthophotos. However, these maps will provide a good basis for comparison with aerial photos generated by the next expedition to this island, allowing an analysis of changes in spatial vegetation patterns. The next expedition is also expected to be able to document the position of the GCPs on the ground and/or use a drone mounted GNSS (Global Navigation Satellite System).

#### Key words

Aerial image, Distribution map, Drone, Geometric correction, Orthophoto.

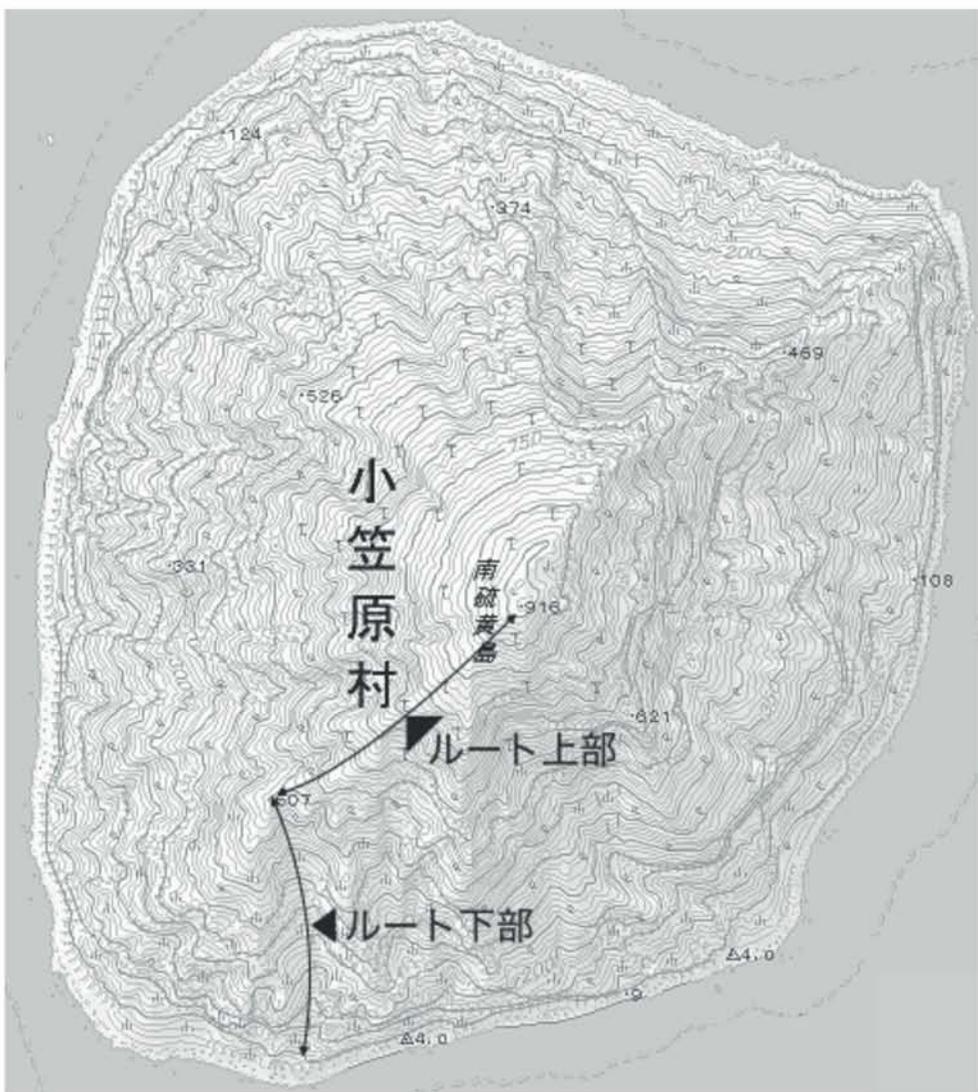


図1. ドローンの飛行・撮影ルート

Figure 1. Flight path of drone.



図2. オルソ画像上に示したセンダン (左) とヘゴ類 (右) の分布  
Figure 2. The distribution of *Melia azedarach* (left) and *Cyathea* (right) showing  
on orthophotos.



図3. 2枚のオルソ画像（図2）を幾何補正して、地理院地図上に重ね合わせた図  
Figure 3. The merged image of geometrically corrected the orthophotos (figure 2) with the Digital Map 25000.