

# 里山研究フィールドにおける UAV による植生観測状況と 公開データについて

村井 亮介<sup>1\*</sup> 高木 方隆<sup>2</sup>

(受領日：2021 年 5 月 28 日)

<sup>1</sup> 高知工科大学地域連携機構  
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

<sup>2</sup> 高知工科大学システム工学群  
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185

\* E-mail: murai.ryosuke@kochi-tech.ac.jp

要約：里山研究フィールドでは2019年4月より、UAVによる植生観測を月に2~4回の頻度で継続的に行っており、これまで118回の観測を行ってきた。UAVによる植生観測は地上観測よりも観測域が広く、航空機よりも観測コストが低く、さらに高解像度・高頻度で行えるメリットがある。そのため、気象や昆虫・鳥類といった異なる事象や種との関係性を知る上で有用な観測データになる可能性がある。そこで筆者等は、2019年4月から里山研究フィールドの植生を観測したデータを里山工学のホームページから一般公開している。公開している観測データは、観測シーン毎に観測日、天候、観測開始時刻、観測終了時刻、観測中央時刻、観測中央時刻時の太陽高度と太陽方位を公開している。さらに、地上分解能20cmのオルソ画像（正射投影画像）をダウンロードできる。今後、里山研究フィールドにおける横断研究による新しい知見の発見に発展していくことを期待し、公開データに関する観測エリアや観測機材、幾何補正等について解説する。

## 1. はじめに

2019年4月から筆者らは里山研究フィールドを使って、UAV（ドローン/Unmanned Aerial Vehicle）を用いた植生観測を月に2~4回の頻度で行っている。そして、筆者らの研究では、観測した植生データを用いて植生の生物季節を観測するための画像校正手法を開発しており、すでに2つの手法を発表している<sup>1)</sup>。植物の生物季節観測とは、季節に応じて変化する植物の開花や展葉、紅葉といった植物イベントを継続的に観測するもので、生物多様性の評価や、気候変動の影響評価などの基礎データとして近年注目されている。日本では気象庁が1953年から継続して行っており、2021年3月には生物季節観測の発展的活用に向けて環境省や国立環境研究所と連携した新たな試行調査を開始する声明を発表した。一方で、現在は目視による観測手法を用い

ており、観測者の熟練度によって影響をうける問題や、観測者の高齢化、担い手の不足など課題も抱えているため、新たな手法開発が求められている。

現在、植生観測のために一般的に利用されている観測プラットフォームには、地上・航空機・人工衛星があり、航空機や人工衛星による植生の観測データは無料で公開されているものも少なくない。一方でUAVは地上観測よりも観測域が広く、航空機よりも観測コストが低く、さらに高解像度・高頻度で植生観測が行えるため、気象や昆虫・鳥類といった異なる事象や種との関係性を知る上で有用な観測データになる可能性がある。しかしUAVは2010年代から普及し始めた比較的新しい観測プラットフォームであり、植生の観測データは公開されているものが無く、自身で取得する以外に一般に入手することができない。

そこで筆者等は、2019年4月から里山研究フィー

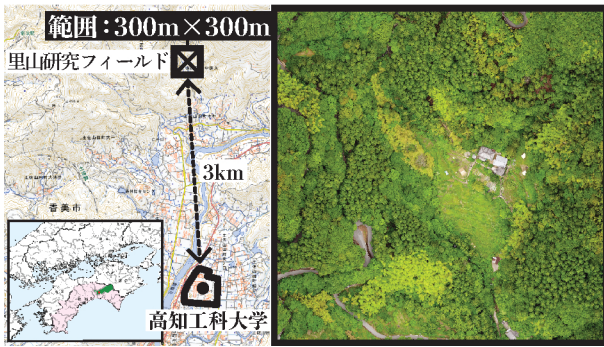


図1. 観測エリア

ルドの植生を観測したデータを里山工学のホームページから一般公開している<sup>2)</sup>。現在は2021年5月末の時点で約100観測シーン分のオルソ画像をダウンロードできるようにしている。本稿では公開している観測データについて、観測エリアや観測機材、幾何補正等について解説する。

## 2. 観測エリアとデータについて

### 2.1 観測エリア

観測対象エリアは、本学香美キャンパスから直線で約3kmの距離にある里山研究フィールドの内300m×300mの範囲である(図1)<sup>3)</sup>。観測エリアは谷地形で起伏に富んだ環境となっており、図上部の北から南にかけて川が流れる谷筋がある。周辺の植生は、人工林のスギ、ヒノキが最も多く、常緑広葉樹、落葉針葉樹、落葉広葉樹、竹林や草地といった豊富な植生も見られる。

### 2.2 主な撮影機材とカメラ設定

植生観測にはこれまで2台の回転翼型のUAVを用いている。図2に使用したUAVの写真を示す。主にDJI社Inspire2を用いており、2020年11月から12月初旬までは、諸事情により同メーカーのInspire1を用いた。UAVに搭載するカメラの諸元と設定を表1に示す。

UAVの撮影と操縦はメーカーが提供するオペレーションアプリ「DJI GS Pro」を用いた自動飛行によって行った。撮影設定では、カメラを垂直下に向けた等距離間隔撮影を設定しており、Inspire2における撮影コース上のオーバーラップ率は90%、コース間のサイドラップ率は75%とした。Inspire1の場合は視野角が広いこと、撮影コース上のオーバーラップ率は90%、コース間のサイドラップ率は85%となった。対地高度は、離発着地点で135m固定で設定した。その結果離発着地点における地上分解能



図2. 左: Inspire2, 右: Inspire1

表1. カメラ諸元と設定

UAV	Inspire2	Inspire1
カメラ	ZenmuseX5S	ZenmuseX3S
センサー	CMOS	
解像度	3,956 × 5,280	4,000 × 3,000
有効画素数	2,080 万画素	1,200 万画素
レンズ	15 mm Lens	20 mm Lens
視野角	72°	94°
色温度	6,500K	
レンズ絞り	2.8~10	
ISO	100~800	
シャッター速度	1/400 ~ 1/60 秒	
画像形式	JPEG	

は、Inspire2が約3cm、Inspire1が約6cmであった。しかし、観測フィールドは谷地形で高低差がおおよそ80mあるうえに、植生の樹高は様々であるため、地上分解能は一律ではない。

### 2.3 観測データ

2019年4月5日から2021年5月22日まで118回の植生観測を行っており、そのうち18シーンは撮影中の天候の変化や、突風による対空標識のずれなどの理由により利用できない観測シーンとなっている。これまでの観測シーンの内、利用可能な観測シーンを表2に示す。観測エリアにおける観測時間は撮影開始から終了まで約10分かかり、撮影枚数は約220枚である。2021年5月まで行った観測は82日分になり、使用できる観測シーンは合計100シーンとなった。内訳は晴れの日が59シーン、曇りの日が41シーンである。なお、本研究では晴れの日を「観測中に太陽が常に出ており、地上に影がある観測シーン」、曇りの日を「目視による雲量9以上(日本式天気記号)かつ観測中太陽が常に雲に隠れ、地上に影が無い観測シーン」と定義している。

表 2. 観測データ

年	月	日数	シーン数	晴れ	曇り	
'19	4	4	6	5	1	
	5	2	2	1	1	
	6	2	2	1	1	
	7	1	2	1	1	
	8	3	3	2	1	
	9	2	2	0	2	
	10	3	4	3	1	
	11	5	5	3	2	
	12	3	3	0	3	
	'20	1	2	2	1	1
		2	3	3	2	1
		3	4	10	6	4
4		5	5	4	1	
5		3	3	2	1	
6		4	5	3	2	
7		4	6	4	2	
8		3	3	3	0	
9		3	3	2	1	
10		3	3	1	2	
11		3	3	1	2	
12		5	7	4	3	
'21	1	2	2	1	1	
	2	4	4	3	1	
	3	4	5	3	2	
	4	4	4	2	2	
	5	3	3	1	2	
計		82	100	59	41	

## 2.4 幾何補正と使用データ作成

観測シーンは地図上に重ね合わせられるように、地上基準点を用いて幾何補正を施している。図3に幾何補正に使用した地上基準点を示す。観測エリアには地上基準点Pを8点、幾何補正の精度検証のための検証点Vを1点設けている。観測エリアは標高差が大きいため、UAVの離発着地点(P1付近)周辺(P1, P2, V1, P3)や周辺道路沿いの低地から高地にかけて(P4, P8, P7, P6, P5)配置している。基準点を用いての幾何補正は、Agisoft社の写真測量ソフトウェアMetashapeを用いたSfM(Structure from Motion/三次元復元技術)による点群作成時に行った。表3に幾何補正の精度を、各シーン毎の地上基準点P計8点の誤差の平均値と検証点Vとの誤差から求めた全シーン平均値と標準偏差を示す。SfMで

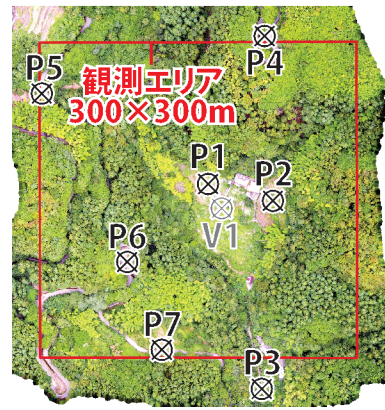


図 3. 基準点

表 3. 幾何補正の精度

	地上基準点 P	検証点 V
Average	2.9 cm	3.3 cm
Std Dev	2.5 cm	1.3 cm

得られたランダムな点群データは等間隔に再配列することで、樹種分類に用いるオルソ画像やDSM(Digital Surface Model/数値標高モデル)画像の作成に利用した。この時点で作成されたDSM画像とオルソ画像の地上分解能は、幾何補正精度結果から20cmにダウンスケールすることで、幾何補正精度による誤分類の影響を緩和した。

## 3. 公開している観測データ

現在里山工学のホームページ<sup>2)</sup>では、観測シーン毎に観測日、天候、観測開始時刻、観測終了時刻、観測中央時刻、観測中央時刻時の太陽高度と太陽方位を公開している。そして、オルソ画像はダウンロードできるように公開している。オルソ画像の例を図4に示す。地上分解能は20cmである。オルソ画像は曇りの観測シーンの方が、日影が無く、光源が雲の散乱光に絞られているため見やすい。さらに、観測シーンごとの幾何補正精度についても公開している。オルソ画像はGeoTiff形式で保存されており、QGIS等のGIS(Geographic Information System/地理情報システム)ソフトウェアを用いて重ね合わせられる。地図の投影に用いる座標系は、日本国内を測量するために策定された平面直角座標系の四国区域(区域番号IV)を用いている。

## 4. おわりに

本稿では、2019年4月から里山研究フィールドを



図4. オルソ画像（左：晴れ, 右：曇り）

用いて行なっている UAV を用いた植生観測データについて解説した。植生観測データは本学の里山研究フィールドのホームページに公開しており、オルソ画像をダウンロードすることが可能である。筆者らは今後同フィールド内ですすめている林内の植生観測データについても同様に公開することを予定している。里山研究フィールドではそのほかにも気象データや雨量データ、野鳥の音声データなど、いくつかの観測も同時に行われている。これらの観測データが今後、里山研究フィールドにおける横断研究による新しい知見の発見に発展していくことを期待している。

## 文献

- 1) 村井亮介, 高木方隆, “UAV 画像における植生観測のためのカゲ補正手法”, 写真測量とリモートセンシング, Vol. 59, No. 5, pp. 202–213, 2020.
- 2) 里山工学: UAV を用いた植生観測, <https://satoyama.kochi-tech.ac.jp/data/VegetationObservationUAV>, (2021年5月24日確認).
- 3) 出典: 国土地理院地図(標準地図, 白地図)を加工して作成(最終閲覧日: 2020年6月3日, <https://maps.gsi.go.jp/>).

# Status of Vegetation Observation Using UAV in SATOYAMA Research Field

Ryosuke Murai<sup>1\*</sup> Masataka Takagi<sup>2</sup>

(Received: May 28th, 2021)

<sup>1</sup>Research Organization for Regional Alliances, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

<sup>2</sup>School of Engineering, Kochi University of Technology  
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

\* E-mail: [murai.ryosuke@kochi-tech.ac.jp](mailto:murai.ryosuke@kochi-tech.ac.jp)

**Abstract:** Since April 2019, the Satoyama Research Field has been conducting vegetation observations by unmanned aerial vehicles (UAV) 2 to 4 times a month, and 118 observations have been made so far. Vegetation observations by UAV have the advantage of the observation range being wider than ground observation, the observation cost is lower than that of aircraft, and they can be carried out using high resolution and high frequency. Therefore, the observation data may be useful for understanding the relationship between different events and species such as weather, insects and birds. Since April 2019, the authors have released the data obtained by observing the vegetation in the Satoyama Research Field using UAV from the Satoyama Engineering website. This report describes the observation area, observation equipment, geometric correction, etceteras related to public data. The published observation data discloses the observation date, weather, observation start time, end time, and central time, as well as solar altitude and solar azimuth at the observation central time for each observation scene. In addition, ortho images with a ground resolution of 20 cm are available for download. In the future, we hope that this will develop into the discovery of new findings through cross-sectional research in the Satoyama research field.