

UAV を用いた葛尾村におけるイノシシの生態調査

古川竜也[†] 中村和樹^{††}

本研究では、福島県葛尾村に生息するイノシシを人間の生活域に立ち入れさせないために、UAV のフライトによって取得されたカメラ画像の解析からイノシシの生態調査および草刈り場所選定のための植生調査を実施した。取得された熱赤外画像を元にカーネル密度推定法からイノシシの出没頻度をヒートマップにより可視化した。ヒートマップから、出没頻度が高い牧草地北西部においてイノシシが身を隠す場所となる地物を検出するために、2019年7月3日に取得したオルソモザイク画像を ISODATA 法による教師なし分類を行い、土地被覆分類図を作成した。この結果から牧草地北西部において、森林、牧草地、草本の解釈ができた。以上のヒートマップおよび土地被覆分類図から牧草地北西部において草本と解釈された領域を草刈り場所として選定した。さらに、選定した草刈り場所を2019年11月3日に草本の刈り取りを実施した。

Wild boar monitoring in Katsurao village, Fukushima using Unmanned Aerial Vehicle

Tatsuya Furukawa[†] and Kazuki Nakamura^{††}

This study presents the biological monitoring for wild boar and the land cover clustering of its environment in Katsurao, Fukushima using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) imagery. Since we first investigate the high-frequency area of Katsurao's wild boar, a kernel density estimation applied to which we have acquired the UAV images with infrared band, that is known to a thermal image, since 2017. The density of frequency was visualized as a heat map which was found that the wild boar frequently came into the northwest of herbage farm. Next, we classified the land cover around the grass farm based on a result from the frequency estimation of wild boars using ISODATA clustering algorithm applied to the UAV image acquired on July 2019. As a result, forest, herbage and grass around the northwest of herbage farm were able to interpret from the clustered UAV image. Therefore, we propose to cut the grass region due to prevent a wild boar coming derived from our results of the heat map and clustered image. In the future, the wild boar will be needed to monitor continuously after cutting grasses were carried out on November 2019.

1. はじめに 福島県葛尾村では、東日本大震災時に発生した福島第一原子力発電所の事故により、全村民が一時村外へ避難することを余儀なくされた。村民が不在の間に野生鳥獣の生息域が人間の生活域へ拡大する結果、現在では農作物の被害が多くなっている。野生鳥獣による被害の抑制には、それらの生態調査が必要である。とくに、葛尾村ではイノシシによる生息域の拡大が懸念されており、その拡大を抑制するための一つの方法として、イノシシが身を隠す場所を草刈りにより排除することが有効であると考えられる。このようなイノシシの生態調査や草刈り場所の選定のような植生調査には、リモートセンシング技術の応用が有効であると考えられる。

人工衛星をプラットフォームとするリモートセンシングでは、地表分解能は0.5~30 m 程度であり、獣道や川幅の狭い対象を検出するのは困難である。一方、無人航空機 (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) では、高度に依存するが地表分解能は数 cm であることから人工衛星と比較して高分解能であり、野生鳥獣の生態調査に好適である。本研究では、イノシシを人間の生活域に立ち入れさせないために、UAV によって取得されたカメラ画像の解析から、イノシシの生態調査および草刈り場所選定のための植生調査を実施した結果を示す。

2. 使用データ

イノシシの生態調査は UAV を用いて夜間の熱赤外画像を取得することにより実施した。熱赤外画像は DJI 社 Zenmuse XT を使用し、夜間 (20時~24時) における UAV のフライトを2017年12月26日から2019年9月20日までに計13回実施して取得した。図1に2019年2月27日の夜間に取得された熱赤外画像の例を示す。

草刈り場所選定のための植生調査は、2019年7月3日の日中に取得したカメラ画像を使用した。なお、カメラ画像は DJI 社 FC6310 により取得し、取得画像はオルソモザイク処理により画像再構成した。

3. 解析方法

3.1 イノシシの生態調査

一般に、夜間は周囲の地表の温度と比較してイノシシの体温が高いことから、熱赤外画像を取得することにより、その温度差からイノシシを検出することが可能である。このことから、イノシシの生態調査のため夜間における UAV のフライトにより熱赤外画像の取得を実施した結果、561 画像からイノシシを検出することができた。さらに、

[†] 日本大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Nihon University

^{††} 日本大学工学部
College of Engineering, Nihon University



図 1 熱赤外面像例



図 2 イノシシの出没頻度ヒートマップ(青色囲み枠はイノシシの糞が見られた場所)

これらの熱赤外面像から画像取得時に記録された緯度および経度を抽出して、イノシシの生態調査結果を地理空間システム (Geographical Information System: GIS) にプロットした。

イノシシの検出結果を GIS へプロットした結果から、地理空間上におけるイノシシの出没頻度をカーネル密度推定法¹⁾により調べた。カーネル密度推定法は、データの標本に対し外挿を行う推定手法であり、他の推定手法と比較して対象領域内を連続値として補間することが可能である。カーネル密度は式 (1) で求めた。

$$\rho(x) = \frac{1}{n \cdot h} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{\|x - x_i\|}{h}\right) \quad (1)$$

ここで、 n は標本数、 h は探索半径、 $\|x - x_i\|$ はベクトル間の距離を表す。カーネル密度推定法の適用にあたり、標本数は 561、探索半径を 100 m に設定した。式 (1) で求められる結果を出没密度として、地理空間上でヒートマップ²⁾として可視化した。

3.2 草刈り場所選定のための植生調査

イノシシが身を隠す場所となる地物を調査するため、日中における UAV のフライトにより取得したカメラ画像に対して教師なし分類を適用することにより、土地被覆分類を実施した。本研究では、教師なし分類に ISODATA 法³⁾を採用した。ISODATA 法はクラスタ中心間の距離とクラスタ内の分散を用いて、クラスタの結合と分割を反復計算し、最終的なクラスタ分割を行う方法である。ISODATA 法の適用にあたり、クラスタの分割数は 5 とし、収束率は 100% と設定した。この分類結果と 3.1 節で導出したヒートマップにおいてイノシシの出没頻度が高い領域から、イノシシが身を隠す草本領域を抽出して草刈り場所を選定した。

4. 解析結果

4.1 イノシシの生態調査

2017 年 12 月 26 日から 2019 年 9 月 20 日までに取得された熱赤外面像を基にしたイノシシの出没頻度をカーネル密度推定により求め、Google Earth にヒートマップとしてオーバーレイ表示した結果を図 2 に示す。この図において、赤色が強いほどイノシシの出没頻度が高いことを意味しており、葛尾村野川町における牧草地の北西部においてイノシシの出没頻度が高いことが判明した。

4.2 草刈り場所選定のための植生調査

土地被覆分類図からイノシシが身を隠す地物となる場所を検出するため、UAV によって撮影された昼間のリモートセンシングデータから葛尾村野川町周辺の画像に ENVI を用いて ISODATA 法による教師なし分類を行い、分類結果から草本、道路、森林、牧草地、水域の意味解釈を試みた。

図3は、2019年7月3日のオルソモザイク画像に教師なし分類を実施した結果である。この図の牧草地北西部において、クラスタ5（紫色）が森林、クラスタ1（緑色）が牧草地、それら境界にクラスタ3（橙色）で示される草本があると解釈できた。

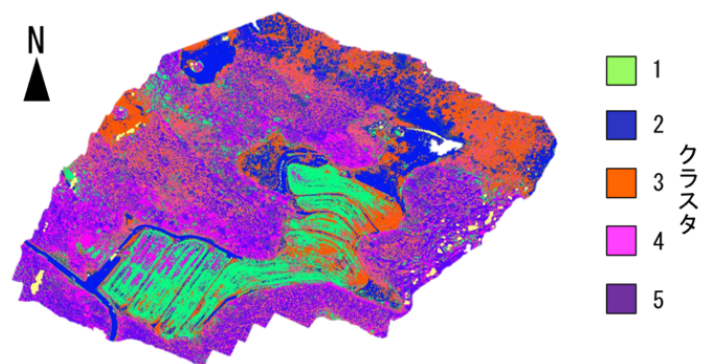


図3 ISODATA法による教師なし分類結果

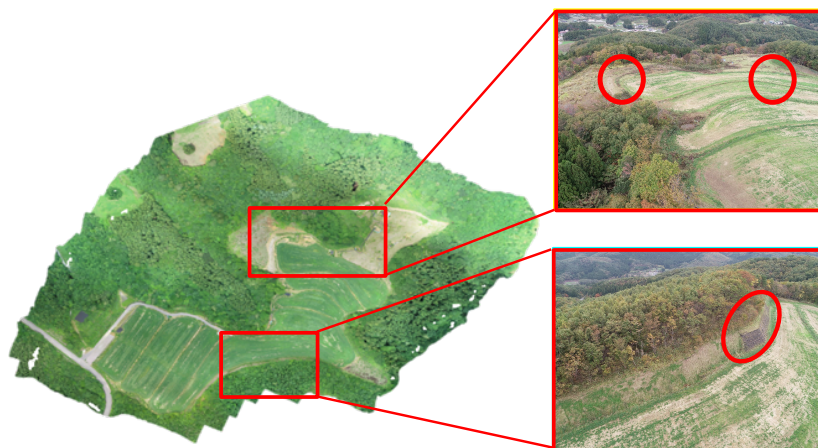


図4 草本の刈り取り実施領域（刈り取り場所を赤色囲み枠内の楕円で示した）

5. 考察

4章におけるイノシシの生態調査結果を確認するため、2019年9月21日に葛尾村野川町の牧草地を中心とする領域において、マタギの同行を伴う踏査による現地調査を実施した。この現地調査結果から、牧草地を中心とする周辺領域において、イノシシが食物を摂取した痕跡を確認した他、猪道（ししみち）を確認した。さらに、図2の青色囲み枠の3箇所においてイノシシの糞を多く見付けることができた他、この箇所から北西のカラマツ林との間を結んで猪道となっていることが分かった。以上から、図2の青色枠周辺において、図3の草本と解釈された領域を草刈り場所として選定した。図4は草刈り場所として選定した領域に対し、2019年11月3日に草本の刈り取りを実施した領域を示した。

6. まとめ

本研究では、福島県葛尾村に生息するイノシシを人間の生活域に立ち入れさせないために、UAVのフライトによって取得されたカメラ画像の解析からイノシシの生態調査を行った。2017年12月26日から2019年9月20日までに取得された熱赤外画像を元にカーネル密度推定法からイノシシの出没頻度をヒートマップに示した。この結果から、イノシシが身を隠す場所となる地物を検出するために、2019年7月3日の取得結果をISODATA法により教師なし分類を行うことにより土地被覆分類図を作成した。この図から、牧草地と森林の境界線に草本が見られたことから、この領域に対して2019年11月3日に草本の刈り取りを実施した。今後、刈り取りの効果を確認するために、イノシシの動態を注視する必要がある。

謝辞

本研究は、公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構の2019年度学術研究活動支援事業（大学等の復興知を活用した福島イノベーション・コースト構想促進事業）の助成を受けた。また、株式会社アルサにはUAVによる画像取得の支援を受けた。ここに記し謝意を示す。

参考文献

- 1) Lampe, H. Hauser, "Interactive visualization of streaming data with kernel density estimation," Pacific Visualization Symposium, 2011.
- 2) R. Maciejewski, S. Rudolph, R. Hafen, "A Visual Analytics Approach to Understanding Spatiotemporal Hotspots," Purdue University, 2010.
- 3) 高木幹雄, 下田陽久: 画像解析ハンドブック, pp.648-651, 1991.