

ドローンにより収集した熱赤外画像と可視光画像を用いた 空き家分布推定手法の基礎的研究

秋山祐樹・飯塚浩太郎・谷内田修・杉田暁

Fundamental Study on Estimation Method of Vacant House Distribution Using Thermal Infrared Image and Visible Light Image Taken by Drone Yuki AKIYAMA, Kotaro IIZUKA, Osamu YACHIDA and Satoru SUGITA

Abstract: The aim of this study is to support the continuous monitoring of the spatial distribution of vacant houses which has become a problem in recent years in local governments throughout Japan. By developing a device that combines a drone and a thermal infrared camera, we have clarified the feasibility and problems of a method for quickly and inexpensively investigating the distribution of vacant houses using the device. Results of this study showed that the vacant house determination for each building is possible to some extent by combining the thermal infrared and the visible light images taken with drones. In addition, we found that shooting at night time when the influence of heat from sunlight are little and during winter when the temperature difference between indoor and outdoor is large are advantageous.

Keywords: 空き家 (vacant house), 分布推定 (estimation of spatial distribution), ドローン (drone), 熱赤外画像 (thermal infrared image), 可視光画像 (visible light image)

1. はじめに

近年、日本では全国的に空き家が増加し続けており、今後も空き家が増加し続けるものと推定されている(今井ほか, 2015)。空き家の増加は、空き家そのものが防災・防犯上のリスクになることや、景観への悪影響となること、また地域全体の魅力・活力の低下につながるなど、近隣住民のみならず地域全体に影響が波及していくリスクをはらんでいるとされている(浅見, 2014)。

こうした背景を受けて、我が国では平成 27 年 5 月から「空家等対策の推進に関する特別措置法」が全面施行され、自治体は同法に基づいて空き家

対策の取り組みを進めている。同法では自治体全域を対象とした空き家の分布状況に関する情報の把握と、データベースの整備が自治体の努力義務として定められている。しかし空き家の空間的分布の把握手法は、現状では 1 棟 1 棟を個別に訪問し(現地調査)、外観を見て判断する戸別目視が中心であるため、広域の空き家分布を把握するためには多大な労力と時間、そして費用を要している。そのため自治体において空き家対策の取り組みを進めていく上で大きな障壁となっている。

先行研究においても同課題の解決に資する空き家の分布把握の試みは数多く見られる(石川・赤川, 2014; 久保・益田, 2015 など)。しかしその手法の多くは現地調査やアンケート調査が中心である上に、対象地域はある地区や住宅団地といった限られた範囲を対象とする場合が殆どであ

秋山祐樹 〒277-8568 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

東京大学柏キャンパス総合研究棟 4 階 404 号室

Phone: 04-7136-4297

E-mail: aki@ccsis.u-tokyo.ac.jp

り、前述の課題への対応は困難である。また住民基本台帳や水道使用量など自治体保有の公共データを活用して広域における空き家分布を把握・推定した研究も見られるが(山下・森本, 2015; Akiyama et al. 2020 など), 複数の公共データを自治体の様々な担当課を跨りながら, また個人情報の保護も考慮しながら収集することは, 自治体によっては実施することが困難な場合がある。

そこで本研究ではドローンと熱赤外カメラを組み合わせることで, 迅速かつ安価に空き家の現地調査を実施する手法を検討し, 上述する課題の解決に資する成果を得ることを目的とする。具体的にはドローンに搭載した熱赤外カメラと可視光カメラを用いて, 対象となる建物の熱と光の分布を撮影することで, 建物単位で居住者の生活に由来する熱と光の発生を把握し, 空き家か否かの判定を行う。また本研究では戸建て住宅の空き家判定を目的とする。これは戸建て住宅と集合住宅とでは, 空き家判定の手法をはじめ多くの点で相違があると考えられる上に, 前述した都市の管理上, 問題となる空き家の多くは戸建て住宅の空き家であるためである。なお本稿は 2018 年度に群馬県前橋市を対象に実施した研究成果に関する既発表報告書(秋山ほか, 2018)を加筆修正した上で報告を行うものである。

2. 手法

本研究は以下の流れで実施した。なお本研究の対象地域は, 自治体からの協力を得ることができた群馬県前橋市(以下, 前橋市)とした。

2.1 空き家の分布把握と撮影フィールドの設定

まず前橋市全域の空き家分布データを作成した。同データは前橋市の現地調査によって整備されており, 空き家となっている建物の重心座標を記録しているため, 容易にポイントデータ化が可能である。続いて同データを用いて本研究を実施するフィールドを決定した。ドローンによる撮影が可能でフィールドの条件は, ある程度の数の空

き家と非空き家の住宅が空間的に集積して分布しており, 同時にドローンの飛行や周囲の状況に関して安全性が担保される必要がある。その結果, 図-1 に示す地点 1～4 を候補地とした上で現地調査を実施し, 撮影フィールドを図-1 中のフィールド 1 (=候補地 1) および, フィールド 2 (=候補地 2) とした。フィールド 1 (前橋市高花台付近) は 1970 年代に造成された前橋市近郊の住宅団地であり, ドローンの飛行が可能な公共空地(公園)が存在する。またフィールド 2 (前橋市粕川町月田付近) は典型的な農村集落と新興住宅地が混在する地区である。

2.2 撮影機器の開発

本研究では撮影用のドローンとして手法の汎用性・簡便性の確保と低コストを実現するために, 広く市販されている DJI 社のドローン(Phantom4 Pro)を用いた。同機は類似する機体と比較してフライト時間および, 各種センサー類や伝送環境のパフォーマンスが良く, 初心者にも扱いやすい機体である。また熱赤外画像の撮影はドローンと同様に低価格で市販されている機器である Flir Systems 社の小型のサーマルカメラである Flir One Pro を用いた。さらに撮影データを保存はアップル社の ipod touch を用いた。加えて 3D プリンタを用いて独自に開発したパーツを組み合わせることで, 以上の撮影用機器をドローンに安全に設置することが可能になった(図-2)。

2.3 撮影フィールドにおける撮影の実施

2.2 で開発した機器を用いて 2.1 で設定した撮影フィールドにおいて撮影を行った。タイムラプス機能を用いて上空約 30m から約 5 度の角度で斜め撮影を行った。第 1 回目の撮影(2018 年 9 月 28 日 10～17 時頃撮影)により, 建物の屋内と屋外の温度差が大きくなる季節や時間帯に撮影を行ったほうが, 熱赤外画像による空き家か否かの判定が行いやすいことが明らかになった。そのため第 2 回目の撮影を冬季の夕方から夜間(2019 年 2 月 24 日 15～19 時)にかけて実施した。

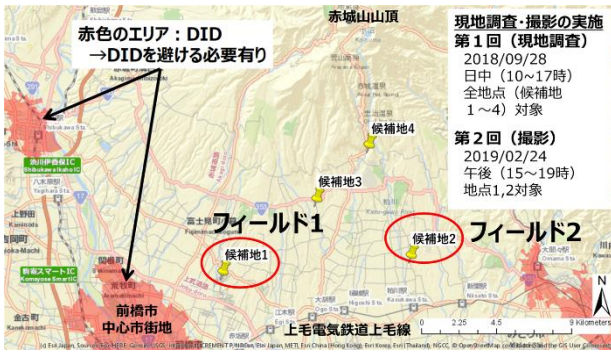


図-1 前橋市における撮影フィールド

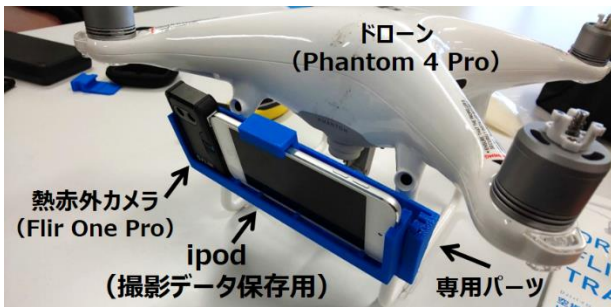


図-2 本研究で開発した撮影機器

3. 結果

3.1 地上からの熱赤外面像の撮影結果

まず熱赤外カメラを用いて地上から空き家と非空き家を撮影し、空き家と非空き家の特徴を把握した(図-3)。図-3左は非空き家であり熱赤外面像からも確実に非空き家と分かる例である。1階のある一室から周辺と比較して大きな熱放射(約7.5℃)が、排気口と考えられる場所から局所的に大きな熱放射(約15℃)が確認された。このように周辺と比較して局所的に大きな熱放射が見られる住宅で非空き家となる例が数多く見られた。

一方、図-3右は熱分布だけでは空き家か否かの判定が困難な例である。この画像は日没直前に太陽の逆側の壁面を撮影した例である。図-3左と同様に、1階の方が2階よりも暖かいが、この程度の温度差では1階が太陽光で温められた可能性も考えられる。また建物の構造によっては2階の部屋は他の部屋から隔離された間取りとなっており、熱が届いていない可能性もある。すなわち図-3左に見られるような大きな熱放射が確実に確認され

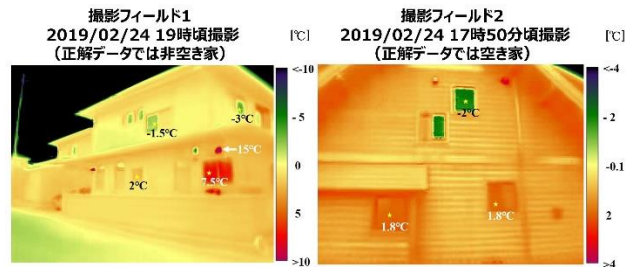


図-3 熱赤外カメラにより空き家と非空き家を地上から撮影した例

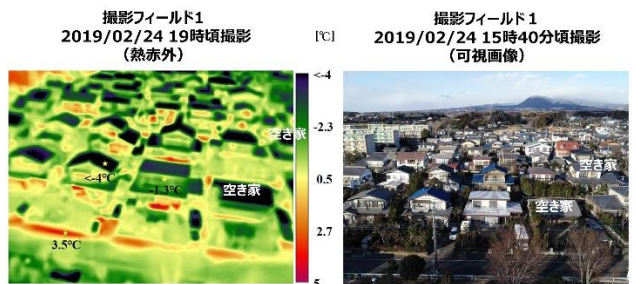


図-4 熱赤外カメラにより空き家と非空き家を空中から撮影した例

た建物は非空き家と判定して良いと考えられる。

3.2 空中からの熱赤外面像の撮影結果

続いて空中から撮影した熱赤外面像と空き家および非空き家の分布を比較した。図-4はフィールド1において熱赤外および可視光で同一の場所を撮影した例である。空中からの熱赤外面像により、広域的な温度分布の俯瞰が可能であることが分かった。また日中は太陽光による熱の影響で熱分布が一樣となり、空き家と非空き家の熱分布の違いが分かりにくくなることも分かった。ただし3.1に見られた局所的な排熱の把握は、本研究で使用したカメラでは解像度が不足しており(本研究で用いたカメラの解像度は160×120である)、空き家か否かの特徴を十分に把握することは困難であった。一方、可視画像から空き家の特徴と考えられる数多くの情報を得られることも分かった(例:カーテンの有無、洗濯物の有無など)。夜間に撮影した熱画像と昼間に撮影した可視画像から得られる特徴を組み合わせることで、空き家、あるいは非空き家の判定精度の向上が期待される。

撮影フィールド1 2019/02/24 18時40分頃撮影 (可視画像)



図-5 可視光カメラにより空き家と非空き家を夜間に空中から撮影した例

3.3 空中からの夜間光画像の撮影結果

図-5 は可視光カメラにより夜間に空き家と非空き家を空中から撮影した例である。少なくとも夜間光が観測される住宅は非空き家である可能性が高いことが分かった。この結果から夜間光画像も併用することで、建物ごとの空き家判定の精度向上の可能性があることが分かった。今後、従来の空中撮影と3次元マッピングが夜間でも可能になれば、夜間光は空き家判定を行う上で大きな情報源となるものと期待される。

4. おわりに

本研究ではドローンと熱赤外カメラを組み合わせることで、迅速かつ安価に空き家の現地調査を実施する手法を検討した。その結果、ドローンにより収集した熱赤外画像と可視光画像を用いることで、建物単位の空き家判定を行うことができる可能性を示すことができた。ただし熱赤外画像の撮影結果は季節や気象条件に大きく影響を受ける事も明らかとなった。

今後は本研究で用いたものよりもさらに高性能なドローンおよび熱赤外カメラを用いて、高解像度な撮影結果を得ることで建物ごとの空き家判定の精度向上を目指す。また今回は各撮影フィールドにおいてある1日のみの撮影となったが、

今後は複数回の熱赤外・可視光画像の撮影を行い、それらの結果を組み合わせることで精度向上の可能性を検討したい。

謝辞

本研究は2018年度中部大学国際GISセンター共同研究特定課題研究(1-4:ビッグデータ解析)(採択課題番号:IDEAS201808)の助成を受けた。また本研究は群馬県前橋市から空き家調査データの提供を受けることで実現した。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

- 秋山祐樹, 飯塚浩太郎, 大野誠司, 谷内田修, 杉田暁, 2019. ドローンにより収集した熱赤外画像を用いた空き家分布推定手法の基礎的研究, 2018年度中部大学国際GISセンター共同研究特定課題研究報告書(採択課題番号:IDEAS201808).
- 浅見泰司, 2014. 「都市の空地・空き家を考える」, プロGRESS.
- 石川大貴, 赤川貴雄, 2014. 現地視察による空き家の判定に関する研究 -北九州市門司区におけるケーススタディ-, 日本建築学会九州支部研究報告, 53, 393-396.
- 今井絢, 杉本慎弥, 榊原渡, 水石仁, 2015. 空き家問題の今後と中古住宅の活用可能性, 知的資産創造, 23(8), 20-37.
- 久保倫子, 益田理広, 2015. 岐阜市中心部における空き家増加の実態, 日本地理学会発表要旨集 2015年度日本地理学会春季学術大会, 247.
- 山下伸, 森本章倫, 2015. 地方中核都市における空き家の発生パターンに関する研究, 都市計画論文集, 50(3), 932-937.
- Akiyama, Y., Ueda, A., Ouchi, K., Ito, N., Ono, Y., Takaoka, H. and Hisadomi, K., 2020. Estimating the Spatial Distribution of Vacant Houses using Public Municipal Data. *Geospatial Technologies for Local and Regional Development*, 165-183.