

熊本城天守閣周辺を飛翔するオヒキコウモリ *Tadarida insignis* の活動状況

坂田拓司^{1,2}, 安田雅俊^{1,3}, 坂本真理子^{1,4},
天野守哉^{1,5}, 田上弘隆^{1,6}

¹熊本野生生物研究会, ²文徳高等学校, ³森林総合研究所九州支所,
⁴くまもと里と山研究所, ⁵熊本県立熊本工業高等学校, ⁶開新高等学校

Seasonal activity of Oriental free-tailed bat *Tadarida insignis* flying in the vicinity of Kumamoto Castle, Japan

Takuji Sakata^{1,2}, Masatoshi Yasuda^{1,3}, Mariko Sakamoto^{1,4},
Moriya Amano^{1,5}, Hirotaka Tanoueo^{1,6}

¹Kumamoto Wildlife Society, ²Buntoku Senior High School, ³Kyushu Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, ⁴Kumamoto Village and Mountain Research Institute,
⁵Prefectural Kumamoto Technical High School, ⁶Kaishin High School

キーワード: オヒキコウモリ, *Tadarida insignis*, 熊本城, エコーロケーション, ねぐら, 日周期活動, 季節的变化

摘要

- 1 オヒキコウモリ *Tadarida insignis* の夜間における活動状況を目視や動画撮影, 音声録音により把握した. 調査地は熊本県熊本市中央区の熊本城天守閣である. 調査期間は 2013 年 3 月から 2016 年 3 月で, 期間中は年間を通して日没~23:00 の間, ライトアップされていた.
- 2 春季は城の石垣をねぐらとして利用しているが, 他の季節は別の場所に移動している可能性が高かった.
- 3 ライトアップされた場所は昆虫が集まるため, オヒキコウモリは餌場として選択していた. また, 上空を巡回しながら探索音を発し, 急降下して大型飛翔性昆虫を追いかける行動が見られた.
- 4 日没後 1 時間以内に最初の音声記録されることが多く, 最も早い記録は日没 12 分後であった. 最終の音声は日出前 30~44 分に記録されることが多く, 最も遅いのは日出 16 分前であった. 6~9 月は音声記録数が減り, 初回記録時刻も遅くなる傾向が見られた. また, 冬季は頻度が下がるものの音声は断続的に記録された.
- 5 オヒキコウモリの生息の有無を判断するには, 少なくとも 1 年間の各季に 1 週間程度にわたり, 夜間に音声を連続記録する調査が必要である.

- 1 The nocturnal activity of the Oriental free-tailed bat (*Tadarida insignis*) was determined by visual observation, video recording and echolocation call recordings. The study site was the castle tower of Kumamoto Castle in Kumamoto City, Kumamoto Prefecture. The study period was from March 2013 to March 2016, it was when the castle was illuminated from sunset to 23:00 throughout the year.
- 2 The stone walls of the castle were used as a roosting site for *T. insignis* in spring, but it was highly likely that they moved to other locations during other seasons.
- 3 Illuminated areas attract insects, which are selected as a feeding ground by *T. insignis*. The bat made searching noises while circling in the sky and swooped down to pursue large flying insects.
- 4 The first echolocation call was often recorded within an hour after sunset, and the earliest was 12 minutes after sunset. The last sound was often recorded between 30 to 44 minutes before sunrise, and the latest was 16 minutes before sunrise. However, from June to September, the number of echolocation calls decreased and the time of first recordings tended to be later. In winter, calls were recorded intermittently,

although the frequency decreased.

5 Continuous nighttime sound recordings for at least one week per season for at least one year are necessary to determine if *T. insignis* is present.

はじめに

オヒキコウモリ *Tadarida insignis* はオヒキコウモリ科オヒキコウモリ属に属し、中国やロシア極東部、朝鮮半島、台湾などの東アジア地域に分布している。我が国では北海道から九州にかけて生息情報が得られている(船越 2023)。本種は無人島などの岩盤の割れ目や建築物の隙間をねぐらに利用しており、夜間の活動や繁殖、集団構成の変遷、食性、越冬場所などが報告されている(船越ほか 1999; 船越・山本 2001; 寺山 2002; 船越ほか 2020)。これらのうち、夜間の活動に関する研究では出巢や帰巢状況についての詳細は明らかにされているが、本種の採餌場における出現状況の季節的变化、活動時間の日周的变化等についての知見は乏しい。

環境省は本種を絶滅危惧Ⅱ類に (<https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>; 2023年7月15日確認)、熊本県は絶滅危惧ⅠBに選定している(熊本県希少野生動物植物検討委員会 2019)。近年、風力発電所の建設が各地ですすめられているが、コウモリ類の事故問題が顕在化してきている(Rodrigues et al. 2015)。本種の保全を図るには、詳細な活動状況の把握が必要である。

熊本県では1964年に熊本城に隣接する中学校(吉倉 1969)と熊本城の石垣(今泉・吉行 1965)、及び1981年に阿蘇郡南阿蘇村(当時は長陽村)(吉倉 1982)における採集記録がある。これら20世紀に採集された熊本県産オヒキコウモリ3標本の詳細については安田ほか(2024)が整理した。近年、熊本県内において九州新幹線高架の隙間に休息している本種が捕獲によって確認された(船越ほか 2020)。また、超音波録音装置によって天草西海岸の岩礁地帯(船越・前田 2020)をはじめ、県内各地(坂田ほか 2022)で音声を確認されている。

筆者らは2004年12月12日に実施された熊本城でのムササビ *Petaurista leucogenys* の生息確認調査において、可聴域の音声を発しながら天守閣を周回するコウモリに気づいた。種同定のための観察や捕獲調査を2004年12月14日から断続的に行っている中、音声分析によるコウモリの種判別が可能となってきた(船越 2010)。

本研究では、本種の効果的な保全を行っていくうえでの生態的な基礎データを得ることを目的に、2013年から目視調査の頻度を高め、2014年からは動画撮影や、活動

量の把握において効率的で精度の高いデータを得ることができる音声調査(福井 2023)を実施した。調査項目は種の判定とねぐらの確認、夜間の活動状況(行動、気象の影響、活動時間とその季節的变化など)の把握である。

本稿における和名と学名は世界哺乳類標準和名リスト2021年度版(川田伸一郎・岩佐真宏・福井 大・新宅勇太・天野雅男・下稲葉さやか・樽 創・姉崎智子・鈴木聡・押田龍夫・横畑泰志。 <https://www.mammalogy.jp/list/index.html>; 2023年10月1日確認)に従った。

調査地

調査地は熊本県熊本市中央区の熊本城天守閣(N32.80603,E130.70582)周辺である(図1)。オヒキコウモリの出現や飛翔の目視調査は、主に熊本城天守閣の東と西に位置する広場や西に位置する宇土櫓石垣の対岸、北西の加藤神社境内で行った。音声録音装置は熊本市立千原台高等学校校舎の屋上(図1a Site A)、天守閣間北側の空堀(図1b Site B)、頬当御門脇(図1b Site C)、天守閣南側休憩所脇(図1b Site D)の4ヶ所に設置した。Site Aはその近隣に在住していた熊本野生生物研究会会員よりオヒキコウモリの音声情報を得たことをきっかけに設定した。Site BとSite Cは天守閣を挟みこむ場所として、Site Dは天守閣により近い場所として設定した。また、補助的に熊本城全域や熊本市の市街地、郊外でも音声確認調査を行った。

方法

1 種の判定

2014年3月31日、バットディテクター(D1000X bat detector, Pettersson 社製)による音声の記録と目視による観察をおこなった。録音された音声の解析はBat Sound 4.14 software (Pettersson 社製)を用いた。また、この調査に同行した熊本県民テレビ(以下、KKT)が撮影した動画や熊本野生生物研究会会員が撮影した静止画による画像も確認した。

2 ねぐら探索

2012年までの観察から日没約30分後に飛翔が始まることを確認しており、目視および実聞とバットディテクター(D240X, Pettersson 社製およびMINI-3, Ultra Sound Advice 社製)による音声確認で熊本城天守閣周辺の石垣でねぐら探索を行った。その後、ねぐらの可能性が高いと推定された石垣に向けて、一眼レフカメラ(EOS

の音声)のPF値は13.5~15.3(平均14.2)kHzである(船越2010)。この周波数帯はコウモリ専用録音機能付きバットディテクターを用いずとも、高性能のボイスレコーダーで録音可能である。そこで「Voice-Trek DS-901」(OLYMPUS社製)を録音装置として用いた。内蔵ステレオマイク録音時、MP3形式、ビットレート256kbpsにおいて70Hz~22kHz,最大2時間の録音が可能である。2台の録音装置を用い、この設定による録音をタイマー機能で交互に繰り返すことで、18:00~翌朝6:00までの12時間を切れ目なく録音した。この方法により、内蔵バッテリーのみで連続7晩の録音データが得られた。防水対策として本体を金網で覆いその上からチャック付きビニール袋をかぶせ、袋内に除湿剤(シリカゲル)を入れた。なお、防水対策をした録音装置としなかった録音装置を並べて設置して音声記録状況を確認したが、差は認められなかった。

録音した音声は音声編集ソフトWave pad(NCHソフトウェア社製)を用いて長さ15分間のWAV形式に変換・細分化したあと、音声分析ソフトKaleidoscope Pro(WILDLIFE社製)を用いてヨーロッパオヒキコウモリ*Tadarida teniotis*の音声としてスキャンし、15分間当たりの音声数を計測した。ヨーロッパオヒキコウモリの音声は9~14kHz,PF値は約10kHz(<https://batslife.eu/item/tadarida-teniotis/>;2023年7月15日確認)で、オヒキコウモリとほぼ同じ値であることから検出種として利用できた。なお、昆虫や鳥類の音声や雨音などを極力排除するために、検出周波数は10~16kHzの範囲内とした。なお、音圧が低い場合は検出しなかったり、コウモリ音声以外を検出することもあり、モニター上で波形を確認したり、8倍スローで音声を再生して記録の修正を行った。

設置地点ごとの音声録音の期日と時間帯は以下のように設定した。Site A:2014年8月4日から2015年8月13日にかけては22:00から2時間,Site BとSite C:2014年6月6日から2015年3月31日にかけては17:30~18:30開始の2時間(日没時刻の変化に合わせて開始時刻を調節),Site D:2015年4月4日から9月2日にかけては18:00~翌朝6:00までの12時間であった。なお,Site BとCの音声確認時刻はほぼ同時であったので、片方が電池切れで停止した場合は稼働している方の記録を用いた。

得られた音声データより活動開始時刻や終了時刻を把握し、15分間の音声記録数を活動量の目安として日周期活動やその季節的变化の把握に用いた。

熊本市における調査期間中の天候や気温、風速等は熊本城から南南西約2.5kmに位置する熊本气象台(標高37.7m)における観測記録(https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=86&block_no=47819;2022年6月30日確認)を使用した。

結果

1 種の判定

音声分析では13kHz前後に強い周波数(ピーク周波数:PF,peak frequency)のFM/GCF型の音声を確認された。また、目視や撮影された画像により、大型のコウモリであること、大きい耳介と狭長型の翼を確認した。以上からオヒキコウモリと判定された。

図2aは2014年4月6日に夜空を背景にライトアップに照射されて飛行している写真である。図2bは2014年3月30日の調査に同行したKKT取材班が撮影した動画から切り取った画像で、天守閣を背景に周回飛行し

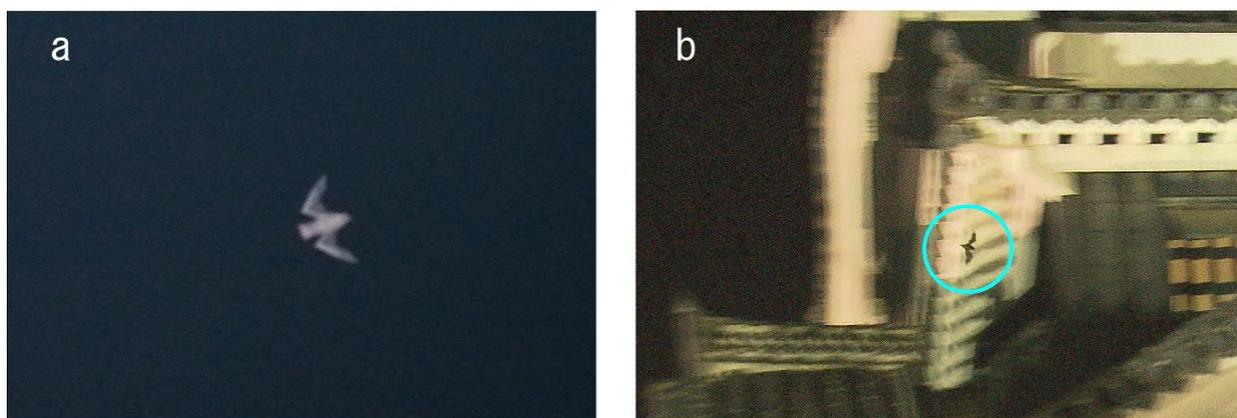


図2 ライトアップされた熊本城天守閣周辺を飛行するオヒキコウモリ。a:夜空を背景にストロボ使用(2014年4月6日 田畑清霧氏撮影,機材:オリンパス社製EM-5,絞りf/6.1,露出1/60秒,ISO 6400,露出補正-1.7ステップ,焦点距離194mm(35mm換算で388mm),絞り4.5)。b:背景は熊本城天守閣南東部(2014年3月31日KKT撮影動画より)。

ている。

2 ねぐら

宇土櫓から頬当御門の間の石垣において、日没後に本種の飛び立つ姿が観察された。動画撮影では2014年4月14日、18日、22日、2015年4月2日、8日、13日、21日に巣直後の映像または音声が確認された。このことから、2014年と2015年の4月は確実に石垣をねぐらとして利用していた。このうち2014年4月14日の映像では巣している石垣の位置が特定された(図1b▲地点)。2014年6月8日及び2015年6月7日の昼間、石垣清掃に同行して巣した石垣の間隙を目視で確認したが、コウモリの姿は確認できなかった。2粒のコウモリらしき古い糞を確認したが、オヒキコウモリと特定することはできなかった。

3 目視による活動状況の把握

ライトアップされた範囲では地上20~40mの高度で大天守閣や小天守閣を周回するように飛翔する場面が観察された。ライトアップの範囲外ではその姿を捉えることは全くできなかった。また、日没後や日出前の薄明かりにおいても高速で飛翔する姿の観察は困難であった。

のべ74日の観察のうち、目視や音声によって本種が確認されたのは31日であった。月別内訳は2月に3回/3、3月に12回/22、4月に14回/35、5月に2回/9、7月に0回/2、10月に0回/3であった。確認頭数は1頭が21日、2頭が8日、3頭と4頭が各1日であった。天守閣を周回飛翔する姿が最も多く観察されたが、急降下して比較的大型の飛翔性昆虫を追いかける採餌行動や、複数のコウモリが平行に並んだり、交差したり、追いかけるような場面もあった。

4 記録された音声の特徴

録音されたオヒキコウモリ音声の波形を図3に示す。図3aは1頭が天守閣を周回する際の探索音で、140sで4周している。なお音声分析ソフトは音圧の高いスペクトル(図3a→で示した部分)をコウモリの音声と認識し、音圧が低い場合は検出しないため計測数は実質より過少である。

オヒキコウモリの音声は単独で飛翔している場合は図3bのような探索音が記録され、バットディテクターを介すると、「ピョッ ピョッ ピョッ・・・」と聞こえた。ときどき、餌となる大型飛翔性昆虫に対して近接して捕食する様子が観察されるが、その際は精査音→近接音→バズ音(図3c)が記録され、バットディテクターを介す

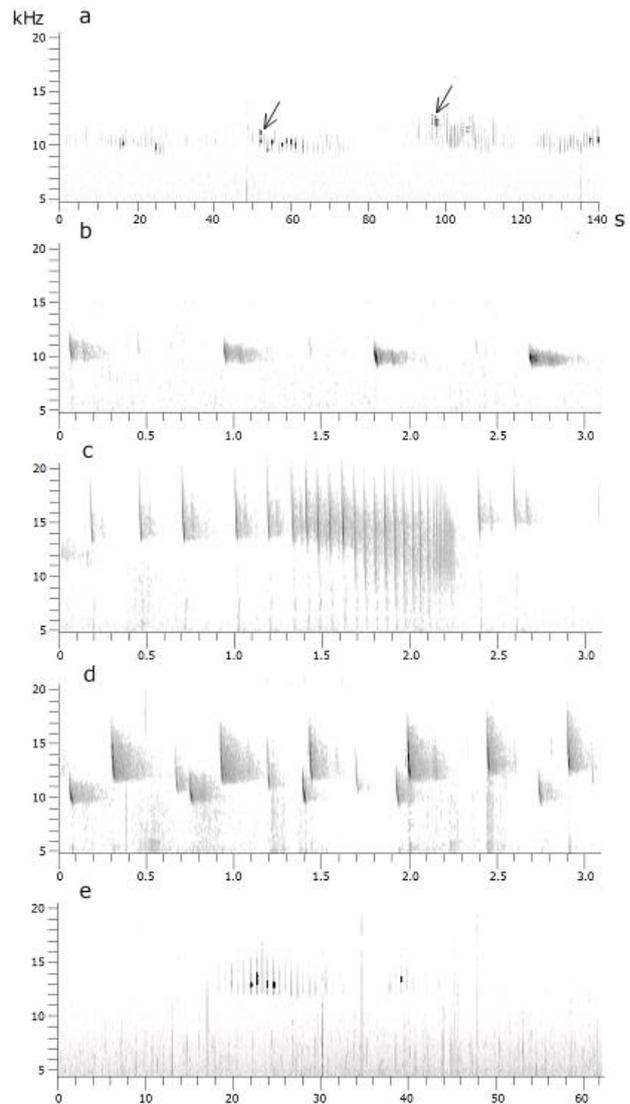


図3 オヒキコウモリのエコーロケーションパルス。a: 1頭が天守閣を周回する際のパルス(探索音)。140sで4周している。音声ソフトは矢印で示した黒い部分をコウモリの音声と認識した。b: 探索音。c: 精査音→近接音→バズ音。d: 複数が同時に発している探索音。e: 小雨時の精査音(10kHzまでの細かい雨粒音に時々高い周波数までの雨粒音が入っている)。

ると「ピョッ ピョッ →ビュビュビュ、ジュルジュル→ジジジ・・・」と聞こえた。また、複数個体が同時に飛翔している場合は周波数帯を若干違えた波形が記録された(図3d)。

小雨時は雨粒が記録装置の防水カバーをたたく音が記録されるが、オヒキコウモリの音声とは明確に区別できた(図3e)。この例も含め、小雨における本種の音声記録は雨天以外と変わらなかった。しかし、強い雨やそれに強風が加わった時間帯にはそれらの音が強く影響して解析不能で、音声記録は得られなかった(図4)。

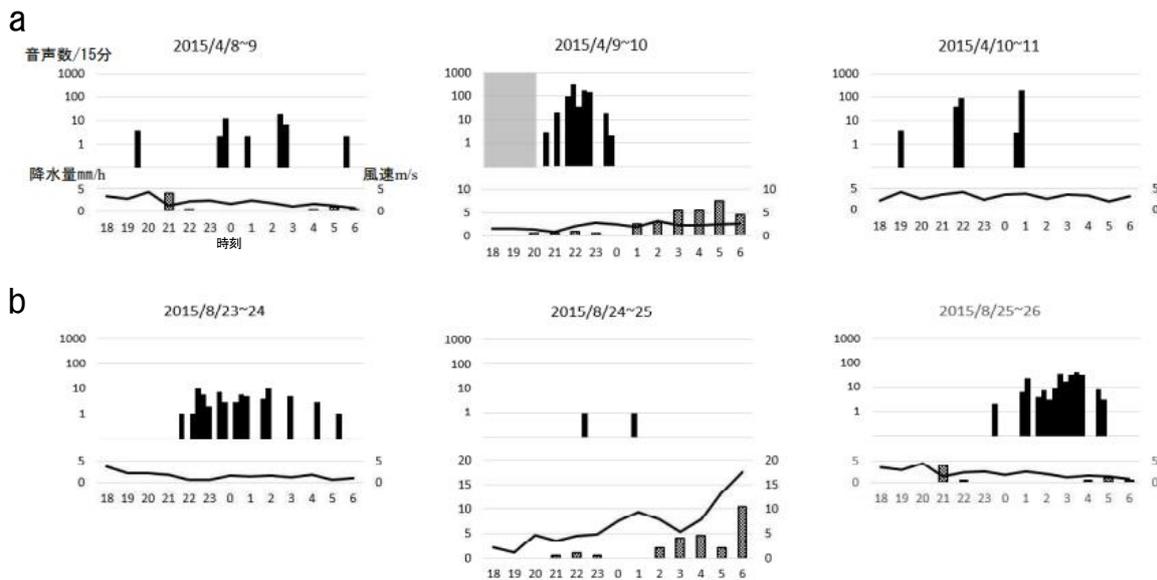


図4 天候変化に伴うエコーロケーションコールの変化（灰色部分はデータなし）。各グラフの上段は15分当たりの音声数、下段は1時間の降水量（棒）と平均風速気温（折れ線）。 a：2015年4月8日～10日。4月10日未明の降雨時は音声記録なし。 b：2015年8月23日～25日。8月24日深夜の小雨時は2回の確認、8/25未明の強風・豪雨時は音声記録なし。

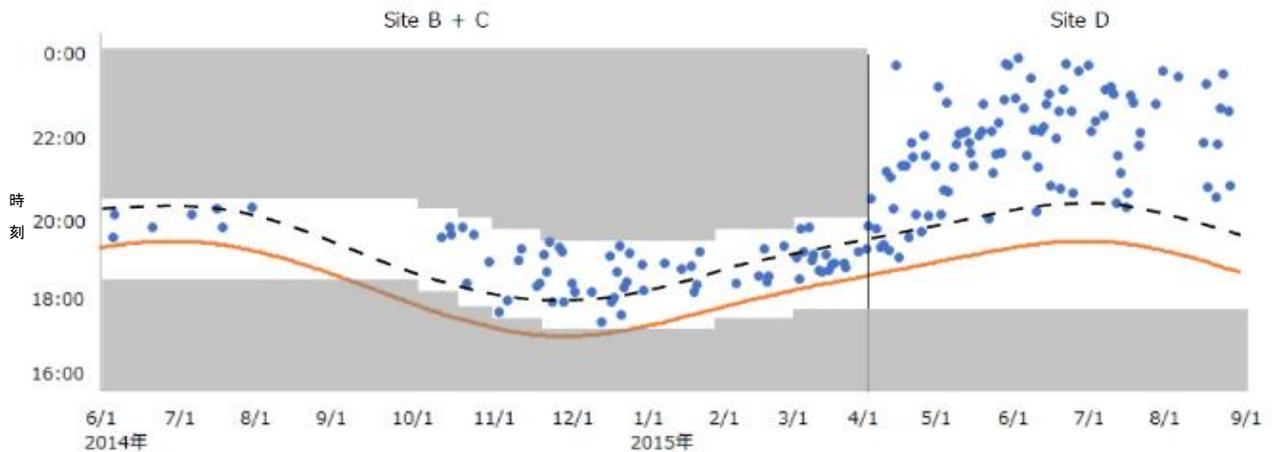


図5 日没後の初回音声時刻。オレンジ実線：日没時刻，黒破線：日没1時間後，背景が灰色の時間帯は録音未設定。

5 日周期活動

1) 日没後の初回音声時刻

Site B～D において記録された最初の音声時刻を示す（図5）。Site B と C は録音設定が2時間のため音声が記録できなかった日も多かった（調査期間：2014年6月6日から2015年4月1日）。Site D は18:00～翌朝6:00までの連続録音から、初回音声が午前0時までに記録されたデータを使用した（調査期間：2015年4月4日から8月28日）。

Site B と Site C では2014年6月6日の日没12分後が最も早かった。調査期間のべ300日のうち音声が記録された日が60日、うち29日が日没後1時間未満に初回が記録された。また、8月2日から10月16日までの72

日間のうち、64日の稼働日全てで音声の記録が得られなかった。Site D では2015年4月17日の日没18分後が最も早い記録であり、のべ59日のうち8日が日没後1時間未満に初回が記録された。7月22日以後は初回音声が全て日没後1時間以降であった。

2) 日出前の最終音声時刻

Site D における日出前の最終音声確認時刻を図6に示す。最終音声が午前0時以降に記録されたデータを使用した。最終音声が全て日出時刻前に記録され、季節的な日出時刻の時間に連動して変化した。最も遅かったのは2015年6月25日の日出16分前であった。最終音声が記録された112日間において日出前時刻を15分ごとに

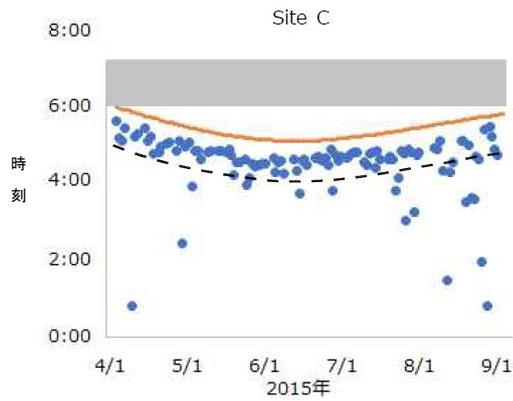


図 6 日出前の最終音声時刻. 実線：日出時刻, 点線：日出 1 時間前, 背景が灰色の時間帯は録音未設定.

整理すると, 日出から 15~29 分前が 25%, 30~44 分前が 44%, 45~59 分前が 10%, 1 時間以上前が 21% であった.

3) 季節的变化

Site D において 18:00~翌朝 6:00 までの連続録音を実施した. この時間帯を 15 分間ごとに区切り, オヒキコウモリの音声確認頻度を 4 段階 (0, 1~10, 11~100, 101~) に分類して示した (図 7).

4 月から 5 月にかけて, 雨天時を除くと断続的に一晩中音声記録される日が多かった. 6 月は雨天が増え, コウモリの音声記録時間帯がない日が目立つようになった. しかし, 雨天ではない日は断続的に一晩中音声記録される日が多かった. 6 月下旬からは日没後から夜半までの音声の記録が少なくなり, 活動が午前 0 時以降にシフトする傾向がみられた. 7 月下旬から 8 月中旬は音声記録が極端に少なくなり, 雨天でなくても全く音声が記録できない日があった. 8 月中旬以降は初出時間帯がやや遅いものの音声記録時間帯が増えた.

Site A~D において録音された音声をを用い, 月ごとの季節的な音声確認頻度 (録音機が稼働した有効調査日のうちオヒキコウモリの音声が確認された日数の割合) の変化を図 8 に示す. Site A は 20:00~22:00 の 2 時間, Site B~D は日没前後から 2 時間の結果である. Site B と C, D は比較的近隣に位置しているの同一グラフ上に示した.

熊本城から離れた場所である Site A では秋季 (10, 11

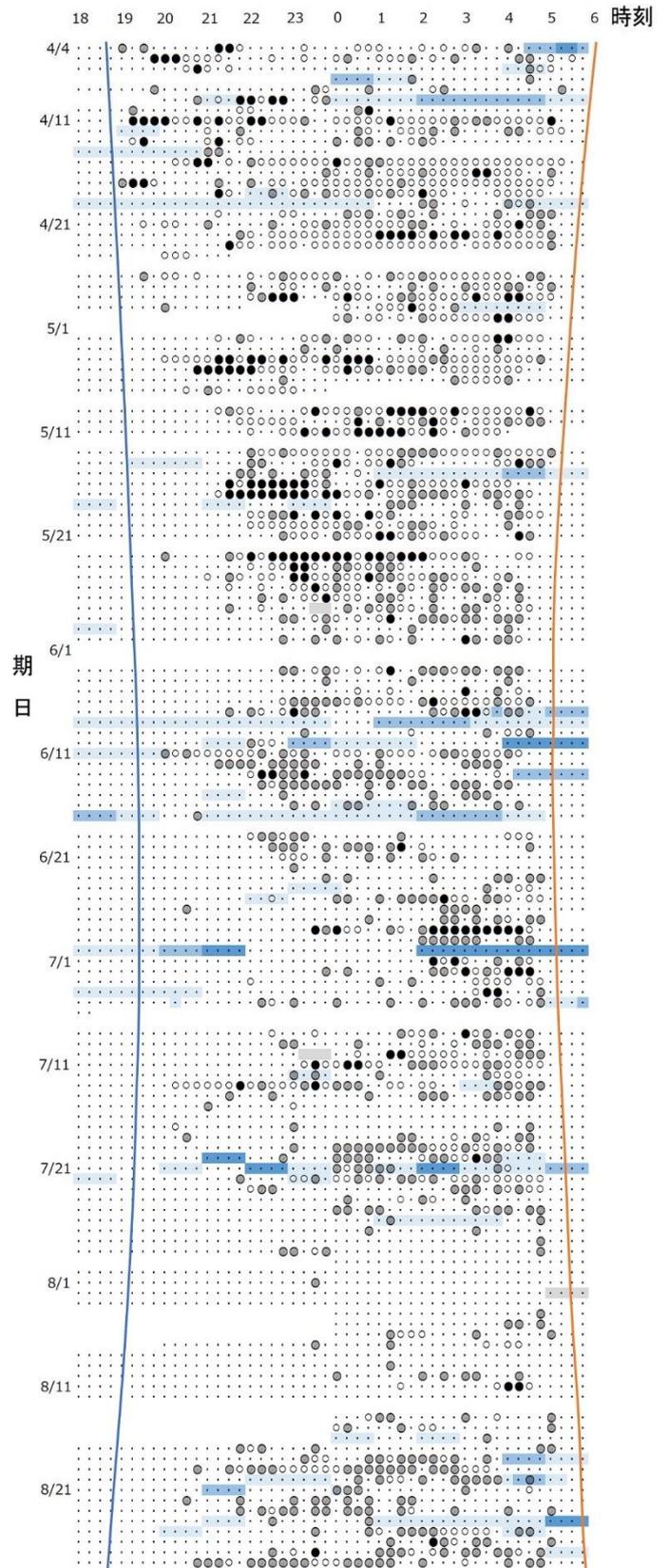


図 7 熊本城天守閣周辺に出現するオヒキコウモリの音声確認頻度. 2015 年 4 月 4 日~8 月 28 日 18:00~翌朝 6:00 の連続録音データを 15 分ごとに区切り, そこに記録された音声の数を 4 段階で示した. ・: 0, ○: 1~10, ◎: 11~100, ●: 101~, 空欄: 電池切れ等による録音機器未作動. 縦線: 青...日没時刻, オレンジ...日出時刻. 1 時間雨量mm: 白...~0.5, 薄い青...1~5, 青, 5.5~10, 濃い青...10.5~.

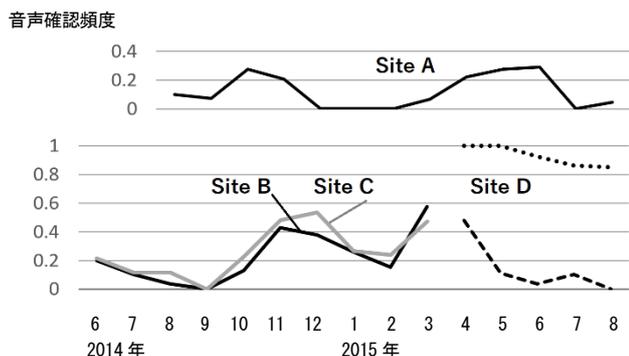


図8 調査地4ヶ所 (Site A, B, C, D) の音声確認頻度 (音声確認日/調査日)。Site A: 20:00~22:00 の記録。Site B (黒), C (灰), D (破線): 日没前後2時間の記録, Site D (点線): 一晩(18:00~6:00)の記録。

月) 及び春季 (4, 5, 6月) におけるオヒキコウモリの音声確認頻度は比較的高かったが, 夏季 (7, 8, 9月) 及び冬季 (12, 1, 2月) は比較的少なかった。特に冬季の3ヶ月間は全く音声が記録されなかった。最も高かったのは2015年6月で, 有効調査日数25日のうち出現確認は7日 (音声確認頻度0.26) であった。

熊本城天守閣周辺に設置した Site B と C において, 日没前後から2時間における音声確認頻度はほぼ同様であった。2014年6~8月は低く, 9月は日没前後から2時間における音声が全く記録されなかった。10月に上昇し, 11, 12月に約0.5となったあと再度減少し, 1, 2月に0.2~0.3となった。その後3月は約0.5まで上昇した。

Site D では18:00~翌朝6:00までの連続録音のうち, 日没前後から2時間に限った音声確認頻度を示した。4月は比較的高かった (約0.5) が, 5~7月には低下し, 8月には全く記録されなかった。一方, 一晩を通しての音声確認頻度 (点線) は極めて高い値を示した。すなわち, 2015年4月と5月は1.0, その後は若干低下し, 8月に0.8であった。

考察

1 ねぐら

本研究のビデオ撮影の結果から, オヒキコウモリは熊本城の石垣をねぐらとして利用していることが明らかになった。本種は島嶼や海岸岩場の割れ目 (船越ほか1999; 船越・山本2001; 佐藤ほか2011; 船越・前田2020) を自然のねぐらとして利用するものの, コンクリート建築物の継目 (寺山2002) や新幹線高架橋のスリット (船越ほか2016, 2020; 坂田ほか2022) のような人工的な環境もねぐらとして利用する。熊本城の石垣から1964年

4月に採集されていることから (今泉・吉行1965), 当地はねぐらとして60年近く利用され続けている可能性が高い。

しかしながら, 本研究において熊本城の石垣がねぐらとして利用したことを確認できたのは4月のみであり, 6月には利用が確認できなかった。本種は, 島嶼環境においてコロニー構成メンバーの交替やねぐら移動を頻繁に行っている可能性が示唆されている (船越ほか1999; 船越・山本2001)。また, 新幹線高架の事例では繁殖場所と越冬場所を使い分けていることが示唆されている (船越ほか2020)。したがって, 熊本城の石垣を春季にねぐらとしていたオヒキコウモリも, 季節的に移動している可能性がある。

熊本城は2016年4月14日と16日に発生した「平成28年熊本地震」によって, 建造物や石垣に大きな被害を受けた。調査も中断を余儀なくされたが, 2016年の夏季に本種の音声が熊本城近隣で確認された。その後, 石垣も含めた修復作業が続いているが, 毎年継続して飛翔する姿と音声が春季に確認されており, 引き続き本種の生息域となっている。

2 採餌場の選択と採餌活動

本調査によって, オヒキコウモリがライトアップされた中で比較的大型の飛翔性昆虫を追いかける行動が観察され, 年間を通じて接近音やバズ音も記録された。本種の採餌対象は鱗翅目成虫を中心に小型から大型の昆虫である (船越ほか2020)。また, コウモリ類の接近音やバズ音は採餌の際に発される (福井2017b)。これらのことから, 本種はライトアップされた熊本城の天守閣周辺を採餌場として利用していることが明らかになった。

本種は, ライトアップされた市街地の城郭や郊外のゴルフ場の樹木, ゴルフ場駐車場の街灯周辺を採餌場として利用することがある (野呂2019, 2021)。また, 近縁種のヨーロッパオヒキコウモリは照明のある市街地など, 様々な環境を利用する (Arlettaz 1990; Russo and Jones 2003)。メキシコオヒキコウモリ *Tadarida brasiliensis* も耕地や牧草地よりも水銀灯でライトアップされた市中において高い採餌活動を行っている (Lee and McCracken 2002)。一般的に, 多くの鱗翅目昆虫は正の走光性を示すことから (弘中・針山2014), ライトアップされた環境に集まりやすい。このことによって熊本城の天守閣周辺が採餌場となっているのであろう。

一方, 熊本城から西へ1.8 km離れた Site A の音声記録には接近音やバズ音は記録されず, 弱→強→弱となる15回程度の音声が単発で記録されることがほとんどだった。

したがって、Site A は採餌場ではなく、上空を移動するルートと考えられる。同様の単発の音声は西北西 6.5 km の金峰山山頂付近や北西 2.8 km の天狗山（坂田未発表）、南東 4.9 km の熊本市東区湖東（坂田江津子私信）の記録がある。近縁種のヨーロッパオヒキコウモリは採餌場を見つけるために、ねぐらから 36km 離れた地点まで飛ぶこと（Marques et al. 2004）や、一晩で最大 160km を飛翔する（McCracken et al. 2016）ことが知られている。本種も広い範囲を飛翔して餌場を探索し、その際の音声各地で確認されている可能性がある。

本種の採餌行動を直接観察された例はこれまでに知られていない。本研究において、天守閣上空で探索飛翔していた本種が地上近くの大型の飛翔性昆虫めがけて急降下し、接近音からバズ音を発しながら追い回す行動が確認された。捕獲する場面の詳細は観察できていないが、その後再び上空の旋回飛翔を始めた。このような捕食行動はユビナガコウモリなどで見られる飛びながら捕食する方法（船越 2020）とほぼ同様であるが、キクガシラコウモリなどで見られる待機して獲物を捕らえ、止まり場に運んで摂食する要素も含まれ、特徴ある行動の可能性が高い。

天候が採餌活動に与える影響について、強風強雨では本種の音声は得られなかったが、少雨時は雨天以外とほぼ変わらない音声記録が得られた。庫本（1999）は「コウモリの採餌飛行は台風のように強い風が吹く際には中止されるが、冬眠明けは強風でも採餌に出る」と述べている。冬眠明けのデータは当研究では得られなかったが、ほぼ同様の活動状況が伺えた。

3 日周期活動とその季節的变化

本研究において確実にねぐらとして利用していた 4 月では、天守閣周辺の SiteB~D における最初の音声記録の半数が日没 1 時間以内であった。本種の活動期（4~11 月）において、直接観察によるねぐらからの出巢時刻のピークは日没後 40~50 分（船越ほか 1999）、平均 43 分（船越ほか 2016）、平均 36 分（船越ほか 2020）の記録があり、ほぼ同様の結果となった。しかし残る半数は 1 時間以後で、このことは天守閣周辺に現れる時間帯は必ずしも出巢直後とは限らないことを示唆している。実際、日没後ねぐらから出巢した個体がいったん天守閣から遠ざかる方向に飛翔している観察例もある。このことは他の時期においても当てはまると考えられる。なお、ねぐらを移動したと推定される 6 月以降は日没後 1 時間以内における音声の記録は少なくなり、7 月下旬から 8 月上旬は記録されなかった。

日出前の最終音声の記録時刻は、4~8 月において季節的な差はほとんど見られず、日出 40~21 分前に明確なピークがあり、最短が 16 分前であった。日出前の最終音声時刻が帰巢時刻を示すわけではないため、実際の帰巢は上記よりもやや遅い時刻と推定される。直接観察による帰巢時刻は日出 2 時間前頃から始まり約 39 分前に終了する報告がある（船越ほか 1999）。したがって熊本城に出現するオヒキコウモリは先行研究の報告よりもやや遅い時刻に帰巢している可能性がある。

音声記録によるオヒキコウモリの一晩の活動状況は、4~5 月は夜間を通して断続的に飛翔しているが、6 月に入ると活動開始が遅れるとともに途切れる時間帯が目立ってくる。特に 7 月下旬~8 月上旬は音声記録が極端に少なくなった。6 月以降の音声記録の時間帯変化や減少は、ねぐら移動による採餌場所のシフトや出産保育による活動状況の変化が要因と推定されるが、詳細は不明である。

秋季と冬季における一晩を通した音声記録は得られていないが、日没後 2 時間以内に熊本城天守閣に出現する日数の割合は、1~2 月の厳冬季に 20~30%であった。これは春季や秋季の 40~60%より低いが、夏場よりも高かった。多くの暖温帯に生息する食虫性コウモリは冬季の活動は低下し冬眠に入る（船越 2020）。ユビナガコウモリ *Miniopterus fuliginosus* やコキクガシラコウモリ *Rhinolophus cornutus* は冬季も頻繁に覚醒して採食活動をすることが知られている（Funakoshi and Uchida 1978, 1980）。スイスのアルプス地域に生息するヨーロッパオヒキコウモリは 1 月に平均 3.4 日覚醒して活動しており（Arlettaz et al. 2000）、本種も同様に冬季も頻繁に覚醒し採餌活動を行っているのであろう。ただし、20:00~24:00 の間、熊本城から離れた地点では音声は全く記録されていないことから、厳冬季は採餌時間帯と採餌範囲を縮小している可能性がある。

このように、熊本城天守閣における本種の出没時刻は日出没時刻の季節的变化に対応している。また、出現頻度は季節によって大きく変化しており、その要因は出産・哺育や冬眠等の 1 年間の生活サイクルや餌昆虫の出現状況に応じていると考えられるが、本研究ではこの点の解明には至っていない。

4 調査の有効性

本研究結果は本種のみより詳細な生態を明らかにする研究手法として、熊本城天守閣のように照明された環境における、直接観察と高性能動画撮影装置及び音声記録を連動させる方法の有効性を示している。また、行動圏の

把握などには小型 GPS データロガーの利用 (Martinez et al. 2018) も有効と思われる。

近年、風力発電事業の推進に伴い、環境アセスメント等においてコウモリ類の生息状況把握が重要な項目になっている (http://assess.env.go.jp/files/0_db/seika/0032_01/file1.pdf; 2023年12月15日確認)。オヒキコウモリは飛行能力が高く広範囲を活動する種であるが、音声による確実な生息記録の取得が可能である。一方、温帯地域のコウモリ類は年間の繁殖スケジュールに応じてねぐら場所を移動する種が多く (福井 2007a), 本種も同様である。ある地域において本種の生息の有無を判断する場合、短期間の限られた時間帯での音声確認調査では見落とす可能性が高い。本研究から、少なくとも1年間の各季1週間程度の夜間連続音声記録調査が必要と考えられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、オヒキコウモリの判定や論文提供、考察検討において鹿児島国際大学名誉教授の船越公威博士には多くのご助言を頂いた。査読者のお二人には論文構成や考察の視点等で貴重なご意見を伺った。また、熊本市熊本城管理事務所、加藤神社、熊本市立千原台高等学校には夜間調査のための入場許可や調査機器設置について便宜を図っていただいた。さらに、熊本野生生物研究会には調査機器の購入、会員諸氏には調査への多大なる協力を、熊本県民テレビ (KKT) や田畑清霧氏には映像の提供を、クレッテル・カメラードのみなさまには石垣清掃ボランティア活動時のねぐら探索にご協力いただいた。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

Arlettaz, R. 1990. Contribution à l'éco-éthologie du Molosse de Cestoni, *Tadarida teniotis* (Chiroptera), dans les Alpes valaisannes (sud-ouest de la Suisse). *Zeitschrift für Säugetierkunde* 55: 28-42.

Arlettaz, R. Ruchet, C. Aeschimann, J. Brun, E. Genoud, M and Vogel, P. 2000. Physiological traits affecting the distribution and Wintering strategy of the bat *Tadarida teniotis*. *Ecology* 81(4): 1004-1014.

福井 大. 2007a. コウモリの日常生活. コウモリの不思議—逆さなのにも理由がある—. 55-79. 技術評論社. 東京.

福井 大. 2007b. エコーロケーションの不思議. コウモ

リの不思議—逆さなのにも理由がある—. 81-115. 技術評論社. 東京.

福井 大. 2023. エコーロケーションコールとバットディテクターの活用. 識別図鑑日本のコウモリ. 174-177. 文一総合出版. 東京.

船越公威. 2010. 九州産食虫性コウモリ類の超音波音声による種判別の試み. *哺乳類科学* 50: 165-175.

船越公威. 2020. コウモリ学 適応と進化. 東京大学出版会. 東京. 299pp.

船越公威. 2023. オヒキコウモリ. 識別図鑑 日本のコウモリ: 66-69.

Funakoshi, K. and Uchida, T. A. 1978. Studies on the physiological and ecological adaptation of temperate insectivorous bats. II. Hibernation and winter activity in some cave-dwelling bats. *Japanese Journal of Ecology* 28: 237-261.

Funakoshi, K. and Uchida, T. A. 1980. Feeding activity of the Japanese lesser horseshoe bat, *Rhinolophus cornutus cornutus*, during the hibernation period. *Journal of Mammalogy* 61: 119-121.

船越公威・前田史和・佐藤美穂子・小野宏治. 1999. 宮崎県枇榔島に生息するオヒキコウモリ *Tadarida insignis* のねぐら場所, 個体群構成および活動について. *哺乳類科学* 39:23-33.

船越公威・山本貴仁. 2001. 高知県蒲葵島からのオヒキコウモリ *Tadarida insignis* 生息地の新記録. *哺乳類科学* 41: 87-92.

船越公威・佐藤顕義・大沢夕志・大沢啓子・佐伯綾香. 2016. 鹿児島県の新幹線高架橋で発見されたオヒキコウモリ *Tadarida insignis* の生息状況. *Nature of Kagoshima* 42: 5-11.

船越公威・前田史和. 2020. 天草市大江沖合の岩礁「大ヶ瀬」に生息するオヒキコウモリ *Tadarida insignis* の初記録と同市大江向の「伏魔洞」に生息するコウモリ類の若干の知見. *熊本野生生物研究会誌* 10: 13-17.

船越公威・大澤達也・永山 翼・佐藤顕義・勝田節子・大沢夕志・大沢啓子. 2020. 九州新幹線高架橋で発見されたコウモリ類の生態, 特にオヒキコウモリ *Tadarida insignis* の人工ねぐらの利用と食性について. *哺乳類科学* 60(1): 15-31.

弘中満太郎・針山孝彦. 2014. 昆虫が光に集まる多様なメカニズム. *日本応用動物昆虫学会誌* 58(2): 93-109.

今泉吉典・吉行端子. 1965. 日本産オヒキコウモリの分類学的考察. *哺乳動物学雑誌* 2(4): 105-108.

熊本県希少野生動物植物検討委員会. 2019. レッドデータ

- ブックくまもと 2019. 熊本県環境生活部自然保護課. 熊本. 632pp.
- 庫本 正. 1999. コウモリの進化と生態. 日本航空宇宙学会誌 47 (551) : 264-271.
- Lee, Y-F. and McCracken, G. F. 2002. Foraging activity and food resource use of Brazilian free-tailed bats, *Tadarida brasiliensis* (Molossidae). *Écoscience* 9(3): 306-313.
- Martinez, J. Flores, J. Valdés, A. T. Johnston, D. S. Eitan, O. Borissov, I. Shipley, J. R. Medellin, R. A. Wilkinson, G. S. Goerlitz, H. R. and Yovel, Y. 2018. Resource Ephemerality Drives Social Foraging in Bats. *Current Biology* 28: 1-7.
- Marques, J. T. Rainho, A. Carapuco, M. Oliveira, P. and Palmeirim, J. M. 2004. Foraging behavior and habitat use by the European free-tailed bat *Tadarida teniotis*. *Acta Chiropterologica* 6: 99-110.
- McCracken, G. F. Safi, K. Kunz, T. H. Dechmann, D. K. N. Swartz, S. M. and Wikelski, Martin. 2016. Airplane tracking documents the fastest flight speeds recorded for bats. *Royal Society Open Science* 3: 160398.
- 野呂達哉. 2019. 名古屋城におけるオヒキコウモリ *Tadarida insignis* のエコーロケーションコールによる確認. *なごやの生物多様性* 6 : 67-72.
- 野呂達哉. 2021. 愛知県森林公園におけるオヒキコウモリ *Tadarida insignis* (Blyth, 1861) の記録. *なごやの生物多様性* 8 : 101-107.
- Rodrigues, L. Bach, L. Dubourg-Savage, M.-J. Karapandža, B. Kovač, D. Kervyn, T. Dekker, J. Koppel, A. Bach, P. Collins, J. Harbusch, C. Park, K. Micevski, B. and Minderman, J. 2015. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects Revision 2014. EUROBATS. Publication Series No.6. pp133.
- Russo, D. and Jones, G. 2003. Use of foraging habitats by bats (Mammalia: Chiroptera) in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography* 26: 197-209.
- 坂田拓司. 坂田拓司・坂本真理子・前田史和・天野守哉. 2022. 熊本県におけるコウモリ類に関する生息調査報告 (Ⅲ). *熊本野生生物研究会誌* 11 : 25-39.
- 佐藤顕義・三宅 隆・山本輝正・大場孝裕・中川雄三・大沢夕志・大沢啓子・山口喜盛・山口尚子・吉倉智子・高山壽彦・勝田節子. 2011. 静岡県伊東市城ヶ崎海岸燕黒岩におけるオヒキコウモリの集団ねぐら. *コウモリ通信* 18 : 2-4.
- 寺山美穂子. 2002. 続・オヒキコウモリ観察記 修道に棲息するオヒキコウモリ *Tadarida insignis* の集団に関して. *修道中・高等学校紀要* 18 : 1-41.
- 安田雅俊・安田晶子・川田伸一郎. 2024. 20世紀に採集された熊本県産オヒキコウモリ標本について. *熊本野生生物研究会誌* 12 : 48-52.
- 吉倉 眞. 1969. 注目すべき県産小獣. *自然と文化を愛する会会報* 1969 : 10-12.
- 吉倉 眞. 1982. 熊本の野生動物. 放送による熊本大学公開講座 熊本の自然 (熊本大学学生部, 編). 151-164. 熊本大学学生部, 熊本.

受付日 : 2023 年 12 月 25 日

受理日 : 2024 年 5 月 6 日

連絡先 : 坂田拓司 〒862-0909 熊本県熊本市東区湖東 3-21-27 ✉alicechan@mtj.biglobe.ne.jp