

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

野呂 達哉

なごや生物多様性センター 〒468-0066 名古屋市天白区元八事5-230

Using echolocation calls to confirm Oriental free-tailed bat *Tadarida insignis* in habitats around the Nagoya castle site, Aichi, Japan

Tatsuya NORO

Nagoya Biodiversity Center, 5-230, Motoyagoto, Tempaku-ku, Nagoya, Aichi Prefecture, 468-0066, Japan

Correspondence:

Tatsuya NORO E-mail: shrew-mole@ace.ocn.ne.jp

要旨

2013年6月に名古屋城敷地内において飛翔するコウモリ類が発したと推測される音声を確認された。オヒキコウモリは人の可聴域の音声を発することから、この時確認された音声はオヒキコウモリが発声した可能性が高いと考えられた。そこで2014年5月に、名古屋城敷地内でコウモリ類のエコーロケーションコールを録音し、音声解析を実施した。その結果、名古屋城においては最低でも3種類のコウモリ類が活動していると推測された。この内、10 kHz台の周波数を発するコウモリ類については、既存の研究との比較からオヒキコウモリと同定した。さらに、10 kHz台の周波数については、接近音やバズ音も確認されたことから、オヒキコウモリは名古屋城敷地内で採餌活動をしていると考えられた。

はじめに

2011年10月に愛知県名古屋市中区丸の内ビル8階において、1個体のオヒキコウモリ *Tadarida insignis* が発見された(野呂, 2014)。この個体はビル内に偶然迷い込んだ可能性が高く、周辺でねぐらを確認することはできなかった。その後、2013年6月に、発見場所である中区丸の内から1.5 kmほど離れた名古屋城敷地内で、飛翔するコウモリ類が発したと推測される可聴域の音声が多数確認された(宇地原, 私信)。オヒキコウモリは人の可聴域のエコーロケーションコールを発することから、この時確認された音声はオヒキコウモリが発声した可能性が極めて高いと考えられた。そこで2014年5月に、名古屋城敷地内でコウモリ類のエコーロケーションコールを録音し、音声解析を実施した。その結果、名

古屋城敷地内でオヒキコウモリが活動していると考えられたので報告する。

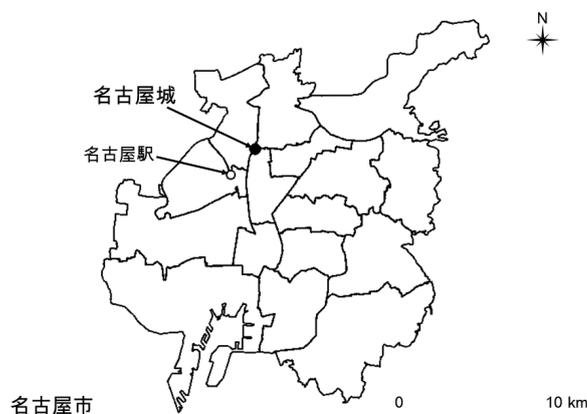


図1. 名古屋城の位置図。

査地および調査方法

a. 調査地および調査期間

調査は2014年5月18日の23時30分から5月19日の0時30分にかけて、名古屋城(図1)の敷地内で行った。なお、今回の調査は、名古屋城総合事務所の許可を得て行われたヒメボタルの夜間調査に同行する形で実施した。

b. エコーロケーションコールの確認

ピーターソン (Pettersson Elektronik) のバットディテクター (D200 Ultrasound Detector) にイヤホンを接続し、音声を聴きながら名古屋城敷地内を歩行した。バットディテクターの受信する周波数をオヒキコウモリの発する10 kHz前後からアブラコウモリの発する45 kHzまでの帯域で変化させ、遊歩道を移動した。バットディテクターからの音声またはコウモリ類が発したと考えられる可聴域の音声が聞こえた場合、以下の方法でエコーロケーションコールの録音を行った。

c. エコーロケーションコールの録音

エコーロケーションコールの録音にはラップトップコンピュータにUSB接続可能なUltraMic250k (Dodotronic) とフリーソフトであるSeaWave 2.0 software (CIBRA and AEST) を使用した。この方法は、125 kHzまでの超音波のリアルタイム録音が可能であり、ソナグラムをラップトップコンピュータの画面に表示できるため、様々な帯域のエコーロケーションコールをリアルタイムで視覚的に確認できる利点がある。録音した音声はwaveファイルとしてラップトップコンピュータに保存し、以下に述べる方法で分析した。

d. 音声分析

保存したwaveファイルは、BatSound Standard 3.31 software (Pettersson Elektronik AB) によって分析した。コウモリ類は、周囲の環境や探索時、採餌時といった飛翔状況の違いによって、同一個体でも様々なタイプのエコーロケーションコールを発する。今回は、コウモリ類が発したエコーロケーションコールから、録音時に一番多く確認することのできたFM/QCF型(周波数変調/準一定周波数)の探索音(search phase call)からなるパルス进行分析に使用した。採餌対象への接近時に発

する接近音(approach phase call)や採餌時に発するバズ音(buzz call)は、探索音と比較してパルスの持続時間(Pulse duration)、パルスの周波数幅(Width of frequency)、パルス間幅(inter-pulse interval)が急激に変化するため、分析には使用しなかった。また、同時に複数の個体が飛翔している場合、互いの干渉を避けるために周波数を大きく変化させることがあるため、これらのパルスも分析に使用しなかった。今回は、単独で飛翔していると考えられる例についてのみ分析を行った。

分析の第一段階として、確認されたソナグラムを周波数の帯域ごとに分類し、同一の個体が発した連続する探索音のパルスを5~10個選択した。次いで、選択した各パルスについて、始部周波数(Start frequency)、終部周波数(End frequency)、ピーク周波数(Peak frequency)、パルスの持続時間(Pulse duration)、パルスの周波数幅(Width of frequency)、パルス間幅(inter-pulse interval)を計測し、各変数の最小値、最大値、平均値および標準偏差、変動係数を算出した。ピーク周波数が10 kHz台をType A、20 kHz台をType B、40 kHz台をType Cとした。

さらに種を推測するために、終部周波数の最低値と最高値、平均値、ピーク周波数の最低値と最高値、平均値を変数としてクラスター分析(ウォード法)を行った。変動係数が10%以上あった変数(パルスの持続時間、パルスの周波数幅、パルス間幅)についてはバラツキが大きいと考え、分析から除いた。また、パルスの始部周波数については、一部変動係数が10%以上あったため、分析から除いた。

比較のために、Fukui (2004) の北海道産コウモリ類と船越 (2010) の九州産コウモリ類の結果を一部分析に加えた。分析に使用したデータについては、今回、名古屋城敷地内で録音したエコーロケーションコールから、Type A (10 kHz台) を5例 (Type A-1~5)、Type B (20 kHz台) を1例 (Type B-1)、Type C (40 kHz台) を3例 (Type C-1~3) とFukui (2004) および船越 (2010) の先行研究から、アブラコウモリ *Pipistrellus abramus* (船越, 2010)、ヒナコウモリ *Vespertilio sinensis* (Fukui, 2004; 船越, 2010)、ヤマコウモリ *Nyctalus aviator* (Fukui, 2004; 船越, 2010)、オヒキコウモリ (船越, 2010) の結果を加えた。オヒキコウモリとアブラコウモリ、ヒナ

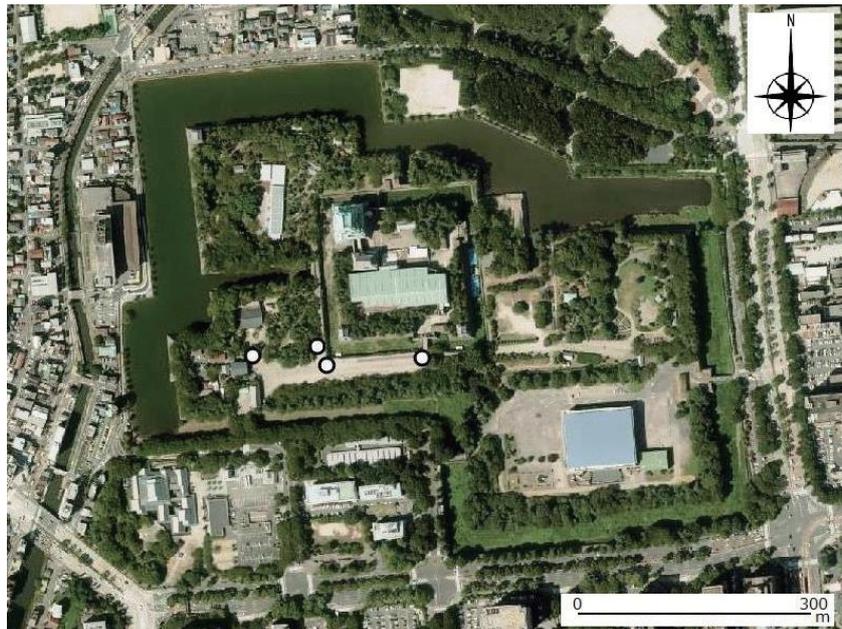


図2. 名古屋城敷地内における可聴域のエコーロケーションコールの確認位置 (○).

コウモリは調査地周辺で生体が拾得されていること、ヤマコウモリは名古屋市内での記録はないものの、20 kHz 台のエコーロケーションを発する種として愛知県内に分布していることから、これらの種を選択した。

クラスター分析 (ウォード法) には統計解析ソフト R を使用した。

結果

2014年5月18日, 19日 (18日の23時30分から5月19日の0時30分) の調査では, 可聴域のエコーロケーションコールを名古屋城敷地内の4地点で確認した (図2)。これら4地点で録音したエコーロケーションコールのパルスを分析したところ, 周波数は10 kHz 台で, 主に周

波数変調と準一定周波数からなる FM/QCF 型の探索音 (search phase call) であった (図3)。また, 採餌の際の接近音 (approach phase call) やバズ音 (buzz call) も確認された (図4)。その他, 20 kHz 台 (図5) と 40 kHz 台 (図6) のエコーロケーションコールが確認された。

表1に10 kHz 台 (Type A) 5例 (Type A-1 ~ 5), 20 kHz 台 (Type B) 1例 (Type B-1), 40 kHz 台 (Type C) 3例 (Type C-1 ~ 3) について, 始部周波数 (Start frequency), 終部周波数 (End frequency), ピーク周波数 (Peak frequency), パルスの持続時間 (Pulse duration), パルスの周波数幅 (Width of frequency), パルス間幅 (inter-pulse interval) の最小値, 最大値, 平均値および標準偏差を示した。

表1. 名古屋城で録音したエコーロケーションコールの各パルスの測定値。

No.	Call structure	n	Start freq. (kHz)				End freq. (kHz)				Peak freq. (kHz)				Width of freq. (kHz)				Pulse duration. (ms)				Inter-pulse interval. (ms)			
			Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max
TypeA-1	FM/QCF	10	15.3	0.6	14.0	16.3	10.3	0.2	10.1	10.9	12.6	0.7	11.0	13.4	5.0	0.6	3.7	5.8	22.0	3.0	17.0	28.0	442.3	73.8	273.0	518.0
TypeA-2	FM/QCF	10	15.1	0.9	13.6	16.8	11.0	0.6	10.1	12.4	12.6	0.7	11.0	13.4	4.6	0.7	3.5	5.7	23.7	3.9	15.0	31.0	598.4	125.5	426.0	802.0
TypeA-3	FM/QCF	10	14.0	0.8	12.8	15.5	10.4	0.3	9.6	10.7	12.1	1.0	11.0	13.4	3.7	0.6	2.9	5.0	20.7	1.8	17.0	24.0	597.0	129.9	483.0	917.0
TypeA-4	FM/QCF	10	13.4	0.5	12.6	14.2	10.3	0.2	9.8	10.5	11.6	0.4	11.0	12.2	3.2	0.5	2.3	3.9	18.1	1.8	17.0	22.0	696.3	59.8	620.0	801.0
TypeA-5	FM/QCF	10	16.5	2.1	14.0	22.4	10.2	0.6	9.8	11.7	12.9	0.7	12.0	13.7	6.3	1.6	4.2	10.7	17.2	1.7	15.0	20.0	267.1	61.8	133.0	406.0
TypeB-1	FM/QCF	5	22.8	1.4	20.7	23.9	20.8	0.9	19.5	21.6	21.8	1.0	20.4	22.5	2.1	0.6	1.2	2.8	14.4	4.4	10.0	20.0	684.8	272.7	354.0	1072.0
TypeC-1	FM/QCF	10	51.2	2.5	46.7	55.3	43.5	0.7	42.1	44.4	44.9	1.0	43.5	46.2	8.0	2.1	4.6	12.0	12.7	2.3	10.0	17.0	115.2	21.5	103.0	179.0
TypeC-2	FM/QCF	10	50.1	2.0	47.5	55.1	45.0	0.6	44.2	46.1	45.4	0.2	44.9	45.8	5.7	2.0	3.3	10.5	10.8	1.2	9.0	13.0	154.9	43.0	109.0	205.0
TypeC-3	FM/QCF	10	53.6	2.9	49.6	58.2	44.2	0.7	42.9	45.2	45.3	0.8	43.5	46.3	10.5	2.5	6.9	14.1	10.4	0.7	9.0	11.0	121.1	32.6	89.0	186.0

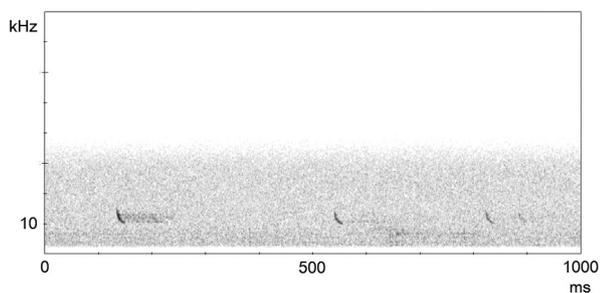


図3. 名古屋城で録音された10 kHz台 (Type A) のエコーロケーションコール.

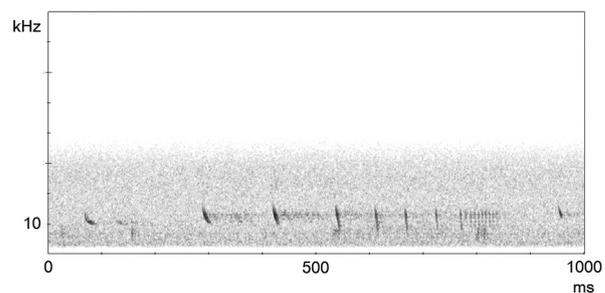


図4. 名古屋城で録音された10 kHz台 (Type A) のエコーロケーションコール. 採餌時の接近音 (approach phase call) とバズ音 (buzz call) を含む.

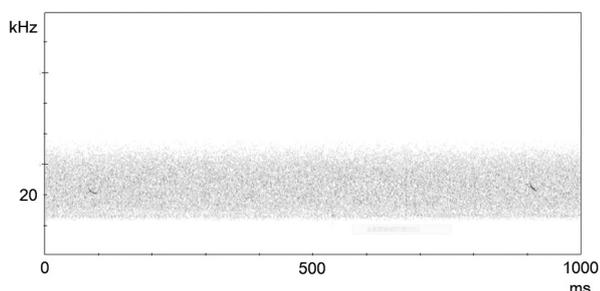


図5. 名古屋城で録音された20 kHz台 (Type B) のエコーロケーションコール.

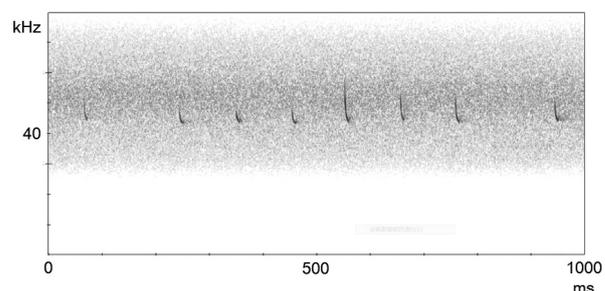


図6. 名古屋城で録音された40 kHz台 (Type C) のエコーロケーションコール.

図7には、終部周波数の最低値と最高値、平均値、ピーク周波数の最低値と最高値、平均値を変数としたクラスター分析 (ウォード法) のデンドログラムを示した。Type Aの5例については、オヒキコウモリとクラスターを形成した。Type Bの1例はヒナコウモリ、ヤマコウモリとクラスターを形成したが、より距離が近いのはヤマコウモリであった。Type Cの3例についてはアブラコウモリとクラスターを形成した。

考察

今回の調査から、名古屋城においては最低でも3種類のコウモリ類が活動していると考えられた。

40 kHz台 (Type C) の周波数を発する個体はアブラコウモリと考えられた。アブラコウモリについては、名古屋城や周辺地域で普通に活動しており、拾得個体も得られている。また、後日実施した調査でも、ライトアップされた名古屋城では、低空を飛翔しているアブラコウモリの姿が直接観察できた。

一方、20 kHz台 (Type B) の周波数を発するコウモリ類については、ヒナコウモリあるいはヤマコウモリの

可能性があると考えられるが、クラスター分析では明確に分けることができず、どちらかの種に判別することはできなかった。後日に行われた調査でも名古屋城において20 kHz台の音声は確認されているが、ヒナコウモリかヤマコウモリかの判別はできていない。最近になって、名古屋城から2 kmほど離れた中区栄においてヒナコウモリが拾得されていることから (野呂, 2017)、名古屋城で確認された20 kHz台の音声を発するコウモリ類はヒナコウモリの可能性が高いと考えられる。もちろん、どちらか一方の種だけではなく、両種が活動している可能性も否定できない。今後、音声調査だけではなく、ねぐらや越冬場所の探索といったより多角的な調査が必要であろう。

10 kHz台 (Type A) の周波数を発するコウモリについては、本州においてオヒキコウモリの他に、このような低い周波数帯の音声を発する種がないこと、名古屋城から1.5 km程しか離れていない中区丸の内でおヒキコウモリが拾得されていること (野呂, 2014)、今回の音声分析の結果、船越 (2010) の調査したオヒキコウモリの周波数と同じクラスターに分類されたことから、名

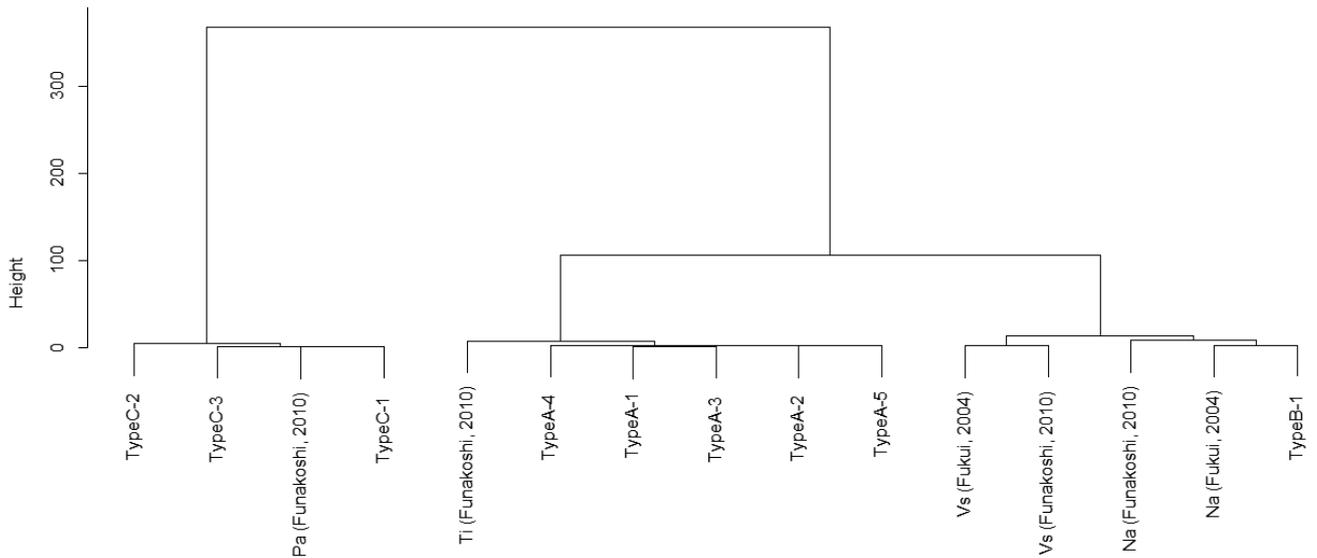


図7. クラスタ分析によるエコーロケーションコールの分類. 名古屋城で実施した計測結果に, Fukui (2004) によるヒナコウモリ, ヤマコウモリの計測結果および船越 (2010) によるオヒキコウモリ, ヒナコウモリ, ヤマコウモリ, アブラコウモリの計測結果を加えて作成した (Type A : 10 kHz 台, Type B : 20 kHz 台, Type C : 40 kHz 台, Ti : オヒキコウモリ, Vs : ヒナコウモリ, Na : ヤマコウモリ, Pa : アブラコウモリを示す).

名古屋城で確認された10 kHz台 (Type A) の周波数を発するコウモリ類については, オヒキコウモリと判別した. ただし, ピーク周波数の平均値は, 船越 (2010) の示した事例よりも若干低かった. 最近, 鹿児島県の新幹線高架下でオヒキコウモリの営巣地が発見されたが (船越ほか, 2016), この場所におけるオヒキコウモリのピーク周波数は, 船越 (2010) が宮崎県で録音した音声と比較して低かったとされる. 地域によってはオヒキコウモリの発する周波数帯に若干の違いがあるのかもしれない.

名古屋城で確認された10 kHz台の音声の中には, 採餌の際の接近音 (approach phase call) やバズ音 (buzz call) も含まれていた (図4). このことから, オヒキコウモリが名古屋城で採餌活動をしていることは確実であろう. 名古屋城は通常夜間23時までライトアップされる. このことにより多数のガ類が名古屋城に誘引される. 2014年9月に行われた灯火採集による昆虫調査では, 名古屋城敷地内で69種類ものガ類が確認されている (なごや生物多様性保全活動協議会, 2015). このように, 餌となる飛翔昆虫が豊富で, ライトアップによって飛翔昆虫が多数集中することが, オヒキコウモリを名古屋城

に引き寄せている要因なのかもしれない.

今回, エコーロケーションコールの分析によりオヒキコウモリの確認を試みたが, 名古屋城では, ヒナコウモリやヤマコウモリのように, 類似した音声を発するために音声による判別が難しい種も存在することが示唆された. また, 周辺環境や状況によって, 同種でも音声周波数に多様性が認められるため, 音声での種同定と判別については, 細心の注意をはらって分析する必要があるだろう. 安易な判定は誤同定に導いてしまう可能性もある. 今回の調査では, 分析に使用した音声を探索音 (search phase call) に限定し, また, バラツキの大きい変数を除いたことで, 分析したパルス特性の変異を小さく抑えている. さらに, 可聴域の音がしたからといって必ずしもオヒキコウモリの音声であると断定することもできない. 例えば, 他のコウモリ類においても, ねぐら内やねぐら周辺にいる時, 種内間のコミュニケーション手段であるソーシャルコールを発する時など, 人の可聴域の音声を発することがある. また, 20 kHz前後の周波数を発するコウモリ類が飛翔していた場合も, 人の可聴域であるため, コウモリ類の発声した音声が人の耳に聴こえ

ることがある。そのため、オヒキコウモリの分布等を音声によって調査する際は、音声録音を実施してwaveファイル等を保存し、音声を分析、その後、20 kHz前後の周波数を発するヒナコウモリやヤマコウモリとは区別してからオヒキコウモリと判別する必要があるだろう。

捕獲による確認や拾得された標本のみをコウモリ類の生息分布の根拠とすることは、現実性という意味では非常に信頼性が高い。しかし、限られたポイントデータのみでの確認となってしまうため、広範囲の生息分布状況明らかにするためには捕獲場所を増やすなど、多大な労力が必要であろう。しかし、今後、日本においても音声を使った種の同定方法が確立されれば、現在よりもさらに多くの生息分布情報を得ることができる。現在、音声による同定が難しい種があったとしても、今後、分析方法が確立されれば、同定が可能になることがあるかもしれない。今後、後々の分析のために、録音した音声を音声標本といった形で残していくことも重要となるだろう。

謝辞

名古屋城でのコウモリが発した可聴域の音声確認をいち早く知らせてくれた宇地原永吉氏とヒメボタルの調査への同行を快く了解して下さった「名古屋城外堀ヒメボタルを受け継ぐ者たち」の安田和代氏にはこの場を借りて深く感謝いたします。

引用文献

- Fukui, D., N. Agetsuma, and D.A. Hill. 2004. Acoustic identification of eight species of bat (Mammalia: Chiroptera) inhabiting forests of southern Hokkaido, Japan: Potential for conservation monitoring. *Zoological Science*, 21: 947-955.
- 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・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.
- なごや生物多様性保全活動協議会. 2015. 平成26年度なごや生物多様性保全活動協議会活動報告書. なごや生物多様性保全活動協議会, 名古屋. 219 pp.
- 野呂達哉. 2014. 愛知県名古屋市におけるオヒキコウモリ *Tadarida insignis* の初記録. *なごやの生物多様性* 1: 65-69.
- 野呂達哉. 2017. 名古屋市におけるヒナコウモリ *Vespertilio sinensis* (Peters, 1880) の初記録. *なごやの生物多様性*, 4: 109-112.