



Title	北海道大学和歌山研究林のコウモリ類
Author(s)	福井, 大; 揚妻, 直樹; Hill, David A; 原田, 正史
Citation	北海道大学演習林研究報告, 67(1), 13-23
Issue Date	2010
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/44444">http://hdl.handle.net/2115/44444</a>
Type	bulletin (article)
File Information	67-1-3.pdf



[Instructions for use](#)

## 北海道大学和歌山研究林のコウモリ類

福井 大<sup>1\*</sup>, 揚妻 直樹<sup>2</sup>, Hill David A.<sup>3</sup>, 原田 正史<sup>4</sup>

Bats in the Wakayama Experimental Forest, Hokkaido University

by

FUKUI, Dai<sup>1\*</sup>, AGETSUMA Naoki<sup>2</sup>, HILL David A.<sup>3</sup> and HARADA Masashi<sup>4</sup>

## 要 旨

北海道大学和歌山研究林周辺において、コウモリ類の捕獲調査および既存標本の確認をおこなった。捕獲の際には、カスミ網、ハーブトラップ、Autobat を使用した。その結果、2 科 2 属 4 種（キクガシラコウモリ *Rhinolophus ferrumequinum*・コキクガシラコウモリ *Rhinolophus cornutus*・モモジロコウモリ *Myotis macrodactylus*・ノレンコウモリ *Myotis nattereri*）のコウモリ類を捕獲した。これらのコウモリについてはその音声構造も記録した。さらに、研究林庁舎の標本室に保管されていた 2 科 2 属 2 種（コキクガシラコウモリ・モモジロコウモリ）の標本を確認した。このほか、確認した種とは明らかに異なる構造のエコーロケーションコールを調査中に確認したことから、調査地域には少なくとも 5 種のコウモリが生息すると考えられる。

キーワード：翼手目, 和歌山, 分布, 音声

---

2010 年 2 月 9 日受付, Received February 9, 2010

2010 年 8 月 3 日受理, Accepted August 3, 2010

1. 森林総合研究所北海道支所 \* daif@affrc.go.jp Forestry and Forest Products Research Institute

2. 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター和歌山研究林

Wakayama Experimental Forest, Hokkaido University

3. School of Life Sciences, University of Sussex

現所属：京都大学霊長類研究所 Primate Research Institute, Kyoto University

4. 大阪市立大学医学研究科 Laboratory of Animal Center, Graduate School of Medicine, Osaka City University

## はじめに

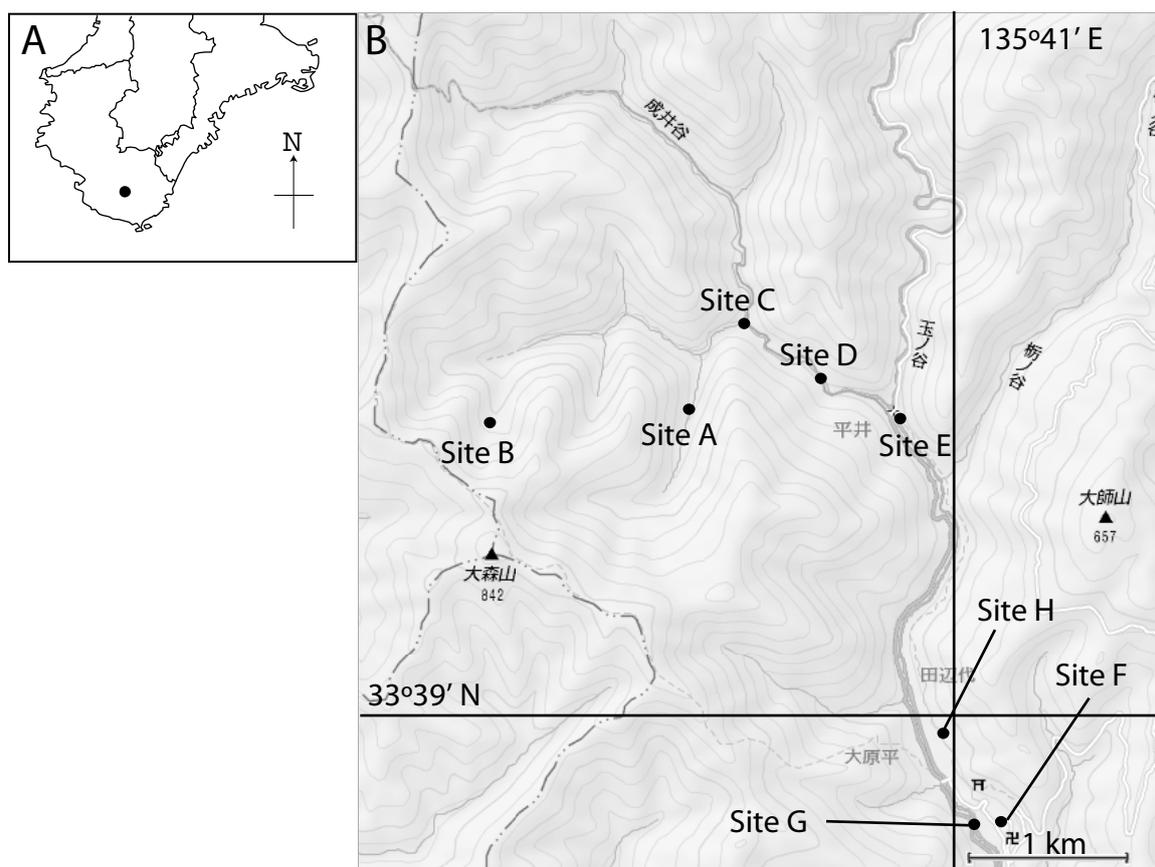
コウモリ類 (翼手目: Order Chiroptera) は、哺乳類の中でも豊富な種数・個体数と広大な分布域を擁し (Simmons 2005)、送粉者や昆虫の捕食者としての高い生態系機能や、環境変動に対する特異的な応答が指摘されている (例えば Fujita and Tuttle 1991, Clarke *et al.* 2005, Kalka *et al.* 2008, Williams-Guillén *et al.* 2008)。こうした生態的特性に加え、1990 年代以降の調査機材 (バットディテクターや電波発信機など) の急速な発達もあいまって、様々な空間スケールでの環境変動に対する指標生物群としての注目が高まっている (Jones *et al.* 2009)。特に、バットディテクターを用いた音声モニタリングは、時空間的に広範囲でのモニタリングが容易におこなえることから、コウモリ類の研究に様々な革新をもたらした (例えば Parsons and Jones 2000, Russo and Jones 2002, Gehrt and Chelvig 2003)。しかし、こうしたモニタリングをおこなう際には、事前に、捕獲調査による生息情報と、十分な数の音声データの収集が必要である。残念ながら日本国内では、環境変動に対するコウモリ類の応答をモニタリングするための十分な基盤情報を備えている地域はほとんどない。

大学研究林は、森林生態系や生物多様性のモニタリング拠点としての役割の重要性が指摘されており (本間・日浦 2006)、生物インベントリーの整備が基盤要件の一つとしてあげられる。北海道大学和歌山研究林がある和歌山県では、これまでに 2 科 7 属 10 種のコウモリ類 (翼手目) の記録が公表されている (Sawada 1982/1983, Kifune and Sawada 1984, 前田ほか 1985/2007, Harada *et al.* 1987, Yoshiyuki 1989, 前田・青井 2001, 井上ほか 2004, 徐ほか 2005) が、大部分の種の記録は散発的なものであり、研究林の位置する古座川町内での記録はみられない。そこで、本研究では、和歌山研究林のインベントリー整備の一環として、和歌山研究林周辺のコウモリ類の生息状況把握および、音声データ収集を目的とした。

## 調査地および方法

本研究では、捕獲による調査と、研究林庁舎の標本室に残されていた既存標本の記録をおこなった。捕獲調査は、2009 年 6 月 19, 21, 22, 24, 25

日の 5 日間にわたっておこなった。捕獲調査地は北海道大学和歌山研究林周辺の平井川流域の Site A, B, C, D, E である (Figure 1)。各 Site の特徴は、Site A・C・D・E はスギ・ヒノキ人工林に周囲を囲まれた河川沿いであるが、ウツギやノリウツギといった広葉樹も比較的多い。このうち、Site E 周辺には小規模ながら広葉樹林も存在する。また、Site B はクスノキ科・ブナ科を主体とする照葉樹林 (大森山保存林) である。期間中、夜間にカスミ網 (36 メッシュ、幅 6 ないし 9 m、高さ 5 m; 東京戸張、東京) 2-3 張りおよびハーブトラップ (2 Bank Austbat Harp Trap, Faunatech Austbat, Australia) 2 台を用いた捕獲をおこなった。この際、捕獲効率向上のために、コウモリ類のソーシャルコールを基に作成した人工音声を再生してコウモリを誘引する装置 (Sussex Autobat, UK.) を併用した (Hill and Greenaway 2005)。設置時間は日没時からとし、0 時前後に撤収した。捕獲した個体は、阿部ほか (2005) を参考に種を同定し、性、齢、繁殖状況を確認した。齢査定の際、その年に生まれた個体を幼獣 (young) として扱った。さらに体重計 (Handy-mini-1476, TANITA Co., Tokyo) とノギス (CD-20B, Mitsutoyo Co., Kanagawa) を用いて体重 (BW) と前腕長 (FAL) を測定し、個体識別用のバンド (Lambournes Ltd., UK.) を前腕部に装着した後に放逐した。放逐の際には、バットディテクター (D-240X, Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden) と接続したリニア PCM レコーダー (R-09, Roland, Shizuoka) を用いてコウモリ類の音声の録音をおこなった。録音された音声は、音声解析ソフト Bat Sound 3.1 (Pettersson Elektronik AB, Uppsala, Sweden) によってスペクトログラム化し、各個体 10 パルスに関して (10 パルス確保できなかったものに関しては、計測可能な数だけ)、Fukui *et al.* (2004) に基づき、パルス開始時周波数 (SF)・最高音圧時周波数 (PF)・パルス終了時周波数 (EF)・中間周波数 (MF)・パルス長 (D) を測定した。和名および学名は Ohdachi *et al.* (2009) にしたがった。本調査は環境省から鳥獣捕獲許可証の交付を得て実施した (第 7-3 号~第 7-5 号)。



**Figure 1.** A: Map of Kii Peninsula. The filled circle shows the location of our research area. B: Detailed map of the research area. Sites A–E show mist-netting and harp-trapping sites. Sites F–G show localities where preserved specimens were collected.

## 結果および考察

本調査によって、3 個所で 2 科 4 種 5 個体のコウモリ類を捕獲し、音声を録音・解析することができた (Table 1)。また、研究林に保管されていた 2 科 2 種の標本を確認した (Table 1)。さらに、コウモリが捕獲されなかった地点も含めた複数の調査地点で、捕獲された種とは明らかに異なる音声構造をもったコウモリの飛翔を確認した。

### 1. キクガシラコウモリ *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)

1 個所で 1 個体を捕獲した (Table 1)。本種は北海道からトカラ列島にかけて分布しており、紀伊半島にも広く分布している (Ohdachi *et al.* 2009)。洞穴や家屋をねぐらとしており、本調査地周辺にもねぐらとなるような環境が存在すると考えられる。本個体は、腹部のふくらみから妊娠していると思われる、調査地域に出産哺育ねぐらが存

在すると思われる。本種のエコロジーコンコールのピーク周波数には地理的変異が見られるが (松村 2005)、本調査で得られた個体の発する音声の平均ピーク周波数は 65.2 kHz であった (Table 2, Figure 2)。これは、北海道産や本州北部産 (それぞれ、65.0 kHz と 65.5 kHz : Fukui *et al.* 2004, Taniguchi 1985) と差がない一方で、山口県秋吉産 (68–70 kHz : 松村 2005) や九州産 (69.2 kHz : 船越 2004) とは大きく異なっていた。また、これまでの和歌山産の記録 (67–68 kHz,  $n = 2$  : 松村 2005) とも差があったが、和歌山県内でのサンプル数が少ないことと、キクガシラコウモリの発する音声の周波数に関しては同一集団内でも 3 kHz 程度の個体差があることから (例えば Fukui *et al.* 2004)、今回見られた差が個体差によるものなのか、あるいは同一地域内でも集団による差が生じているのかについては今後の研究が待たれる。

**Table 1.** Details of captured individuals and repositied specimen. Sites correspond to Figure 1. FA: forearm length, BW: body weight, m: male, f: female, a: adult, y: young.

Month/ Day/ Year	Site	Sp.	Band number	sex	age	FA(mm)	BW(g)	Notes
062109	B	<i>M. nattereri</i>	TO1743	f	a	42.1	7.7	Lactating
062209	C	<i>R. cornutus</i>	TO1742	f	a	38.9	5.1	
062209	C	<i>R. cornutus</i>	TO1741	f	a	39.2	7.3	Pregnant
062509	D	<i>R. ferrumequinum</i>	HO0833	f	a	62.1	27.0	Pregnant
062509	D	<i>M. macrodactylus</i>	TO1735	m	a	36.8	7.7	
090790	F	<i>M. macrodactylus</i>	-	f	-	34.0	-	Preserved in alcohol
072192	G	<i>M. macrodactylus</i>	-	-	-	-	-	Skin specimen
030794	H	<i>R. cornutus</i>	-	m	-	37.0	-	Preserved in alcohol

**Table 2.** Descriptive statistics for time and frequency parameters of echolocation calls of 5 captured bats. Table shows mean±SD. N: number of pulses we measured, SF: start frequency, PF: frequency of maximum energy, EF: end frequency, MF: middle frequency, D: duration.

Band number	N	SF (kHz)	PF (kHz)	EF (kHz)	MF (kHz)	D (ms)
<i>R. ferrumequinum</i>	HO0833	10	56.7±2.8	65.2±0.4	55.5±1.3	65.2±0.4
<i>R. cornutus</i>	TO1741	10	94.1±0.8	106.5±0.4	87.9±3.0	106.5±0.4
<i>R. cornutus</i>	TO1742	8	96.7±5.9	106.0±0.4	94.9±7.7	106.0±0.4
<i>M. macrodactylus</i>	TO1735	10	101.2±8.1	60.3±1.3	37.4±1.5	62.0±2.4
<i>M. nattereri</i>	TO1743	10	131.1±5.6	60.2±1.6	28.2±0.6	79.0±6.7

## 2. コキクガシラコウモリ *Rhinolophus cornutus* (Temminck, 1935)

1 個所で 2 個体を捕獲した (Table 1)。また、1994 年 3 月 7 日に平井地区・前田順子宅 (Site H; Figure 1) にて捕獲したと記録されている液浸標本 1 個体を確認した。本種もキクガシラコウモリ同様、北海道から沖永良部島にかけて広く分布しており、紀伊半島にも記録が見られる (Ohdachi *et al.* 2009)。洞穴や家屋をねぐらとしており、本調査地周辺にもねぐらとなるような環境が存在すると考えられる。捕獲された 2 個体のうち 1 個体は妊娠しており、調査地周辺で出産哺育していると思われる。本種のエコロケーションコールのピーク周波数には、北から南に向かって高くなるという地理的クラインが見られるが (104 kHz-109 kHz: 松村 2005)、本調査で得られた個体の発する音声の平均ピーク周波数は 106.5 kHz および 106.0 kHz であった (Table 2, Figure 2)。青森県産および石川県産が 104 kHz、山口県産と屋久島産がそれぞれ 106 kHz、109 kHz であり (松村 2005)、本調査地域の個体のピーク周波数も地理的クライン上にあるものと考えられる。

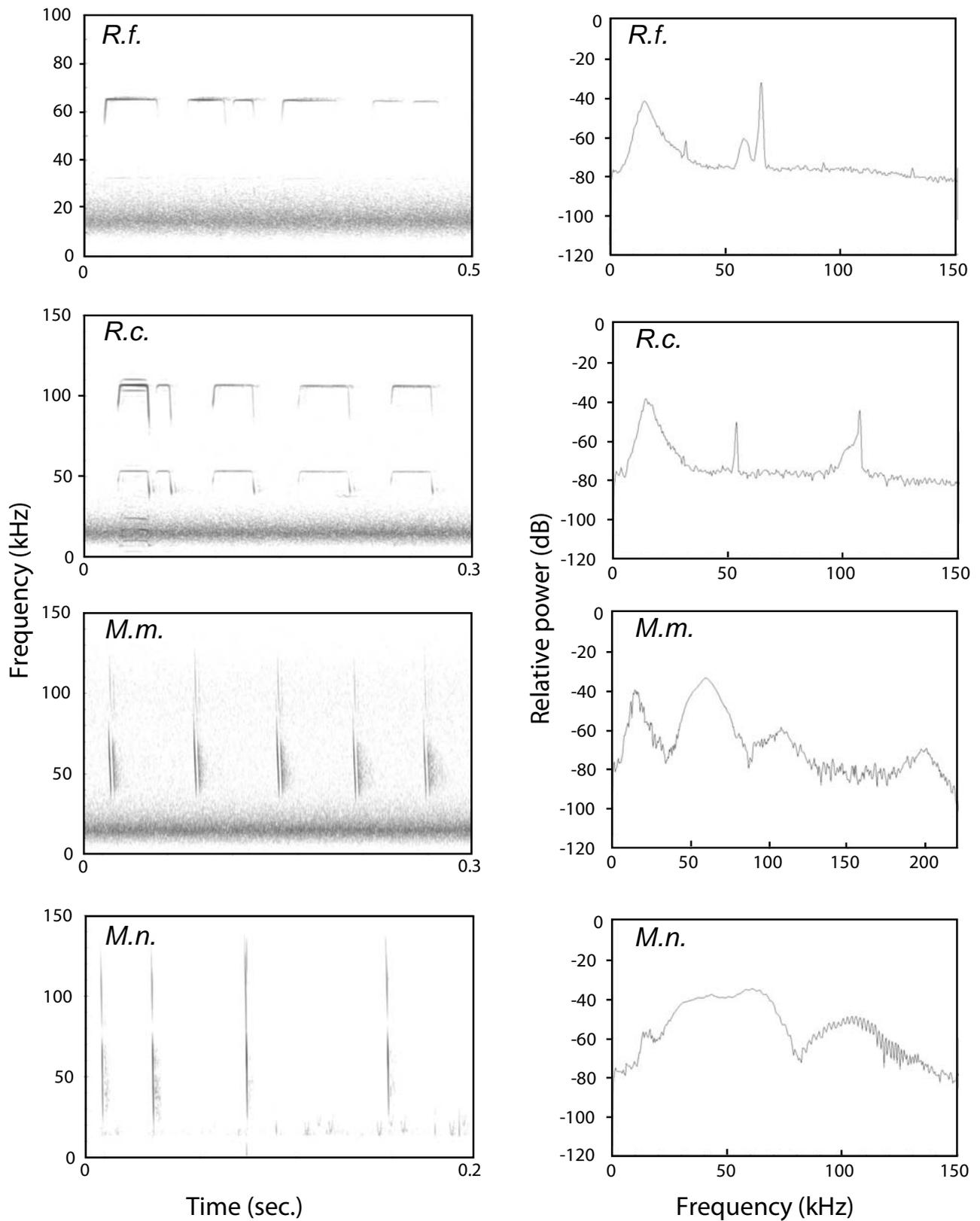
## 3. モモジロコウモリ *Myotis macrodactylus* (Temminck, 1840)

1 箇所ですべて 1 個体を捕獲した (Table 1)。また、1990 年 9 月 7 日に研究林 (当時、演習林) 庁舎敷地内 (Site F; Figure 1) で拾得されたと記録のある液浸標本および、1992 年 7 月 21 日に平井地区・平井川 (Site G; Figure 1) で、著者の一人である原田によって捕獲された 1 個体の仮剥製 (頭骨は行方不明) 1 個体を確認した。本種は、北海道から奄美諸島にかけて広く分布しており、和歌山県内にも記録が見られる (Ohdachi *et al.* 2009)。洞穴や家屋、橋桁などをねぐらとして利用しており、本調査地周辺にもねぐらとなるような環境が存在すると思われる。本種の音声については、北海道産 (Fukui *et al.* 2004) と九州産 (船越 2004, 2007) 個体について報告がある。本調査で得られた個体の音声構造は典型的な FM (Frequency modulated) 型で (Table 2, Figure 2)、パルス終了時周波数 (EF)・やパルス長 (D) に関してはこれまでの報告と違いはなかった。しかし、北海道、

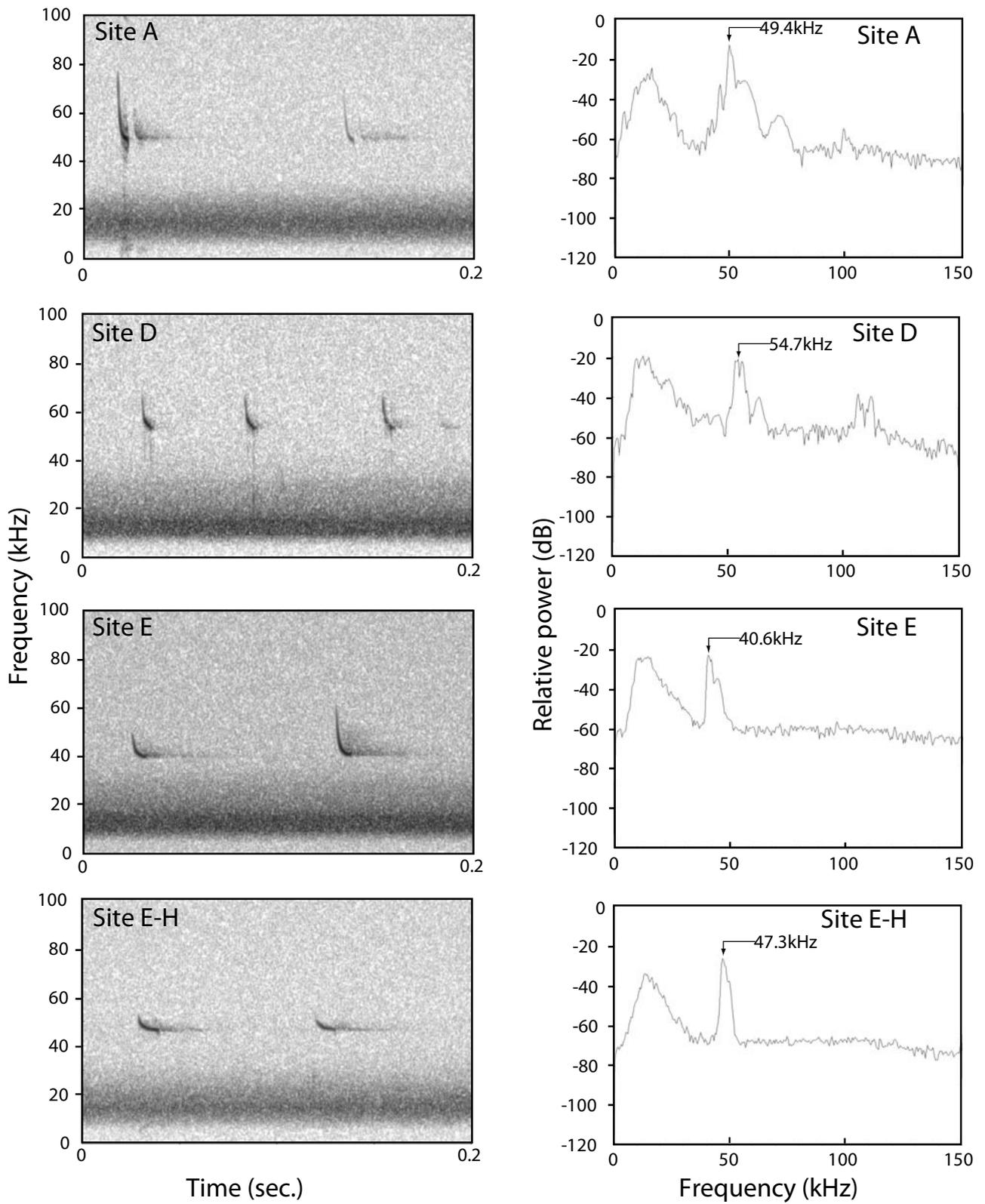
九州産共にピーク周波数 (PF) は 50 kHz 前後であったのに対して、本調査で得られた音声のピーク周波数は 60.3 kHz と、10 kHz の差が見られた。モモジロコウモリの音声構造の種内変異についての研究はないが、他種では FM 型音声の種内変異は多く見られ (例えば Brigham *et al.* 1989, Obrist 1995, Murray *et al.* 2001)、その要因としては、性・齢によるもの (Buchler 1980, Heller and Helverson 1989, Jones *et al.* 1992)、録音時にコウモリが置かれている状況 (マイクロロビタットのタイプや同種他個体の有無など: Jacobs 1999, Jensen and Miller 1999, Rydell 1990/1993)、地理的なもの (Barclay 1999, Parsons 1997, Thomas *et al.* 1987) が挙げられる。今回は一個体分の音声しか得られていないため、要因を特定することは出来ず、今後、サンプル数を増やして、今回得られた変異の要因を探る必要がある。

## 4. ノレンコウモリ *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817)

1 箇所ですべて 1 個体を捕獲した (Table 1)。本種は北海道から屋久島にかけて記録があるが、特定の地域で局所的に記録されているほかは散発的である (Ohdachi *et al.* 2009)。和歌山県では、Sawada (1983) に記録が見られるだけである。その他、近隣県では三重県で 2 例 (佐野 2003, 清水 2007)、奈良県で 1 例 (環境省自然環境局生物多様性センター 2004) の記録が見られる。環境省レッドデータブックにおけるランクは VU である (環境省 2002)。捕獲個体は、乳頭の発達具合から授乳中であると思われる。調査地域周辺で出産哺育をおこなっていると思われる。日本国内では、ねぐらとして主に洞穴や人工構造物を利用することが知られているが、樹洞を利用していた例も一例ではあるが見られる (上山ほか 2007)。海外における樹洞の利用例は比較的多く知られており (例えば Kañuch 2005, Smith and Racey 2005; ただし、日本産が別種であるとの指摘もある: Kawai *et al.* 2003)、今後、調査地内での出産哺育ねぐらの解明が待たれる。本調査で得られた個体の音声構造はパルス長 (D) の短い FM 型で (Table 2, Figure 2)、パルス終了時周波数 (EF)・やパルス長 (D) に関しては日本におけるこれまでの報告 (船越 2004/2007) と違いはなかった。しかし、SF (本



**Figure 2.** Release calls of captured bats. Left: spectrograms, right: power spectra. The '0 dB' value on power spectra is an arbitrary reference level, corresponding to the maximum allowable signal level that can be represented in given digitisation format. *R.f.*: *Rhinolophus ferrumequinum*, *R.c.*: *Rhinolophus cornutus*, *M.m.*: *Myotis macrodactylus*, *M.n.*: *Myotis nattereri*.



**Figure 3.** Spectrograms (left) and power spectra (right) of echolocation calls of unknown species that were recorded flying at our survey sites. Arrows indicate peak frequency.

報告：131.1 kHz, 九州産：71.3 kHz) と PF (本報告：60.2 kHz, 九州産：36.4 kHz) に関しては大きな違いが見られた。ヨーロッパ産の本種についても、報告によって周波数に大きな違いが見られる (SF: 108.6-155.0 kHz, PF: 35.6-75.0 kHz; Waters and Jones 1995, Obrist *et al.* 2004, Siemers and Schnitzler 2004)。この変異について、Waters & Jones (1995) は、音声を録音しようとするコウモリが飛翔する空間の状況が影響しているのではないかと推測している。本種の音声のワースペクトルを見ると、30 kHz から 70 kHz 付近にかけて音圧の高い状態が続いている (Figure 2)。つまり明瞭な周波数のピークが見られないことが分かる。こうした特徴は、ヨーロッパ産ノレンコウモリにおいても見られ (Waters and Jones 1995)、わずかな環境の違いでピーク周波数が大きく変動する要因になっているものと思われる。今後、本種が生息する地域で音声センサスを取り入れるためには、変異パターンの解明が必要であろう。

## 5. 不明種

調査中に、前述の 4 種とは明らかに異なる構造の音声を Site A, D, E および平井川沿い (Site E と H の間) で複数回確認している。これらの音声をいずれもピーク周波数が 40-50 kHz 台の FM-QCF (frequency modulated - quasi constant frequency) 構造を示していた (Figure 3)。日本産コウモリ類の中で、類似した音声構造を持つ種としてはユビナガコウモリ属 *Miniopterus* とアブラコウモリ属 *Pipistrellus* が挙げられる (福井ほか 2003, 船越 2004/2005/2007)。このうち、ユビナガコウモリ *Miniopterus fuliginosus* のピーク周波数は 47.1-56.5 kHz (九州産：船越 2005/2007)、アブラコウモリ *Pipistrellus abramus* のピーク周波数は九州産で 43.3-46.9 kHz (船越 2005/2007)、神奈川産で平均 42.9 kHz (福井ほか 2003) であることが知られている。この他にも、生息の可能性があり、FM-QCF 型音声を発すると思われる種としてモリアブラコウモリ *Pipistrellus endoi* が挙げられるが、音声構造の記録はない。本調査中に録音した FM-QCF 型音声のピーク周波数は低いもので 40.6 kHz、高いもので 54.7 kHz であり

(Figure 3)、複数種の存在の可能性も考えられるが、地理的変異や音声構造未記載種の存在から、これらの音声を発していた種が何であるかは判定できない。ただ、今回の捕獲や標本調査で確認できなかったコウモリが少なくとも 1 種、調査地域に生息していることは確実である。

## まとめ

本調査によって、研究林周辺での少なくとも 2 科 5 種の生息を確認した。そのうち、捕獲および標本調査で確認された種は、すべて洞穴や人工構造物を主なねぐらとする種であった。つまり、これらの種は「ねぐら資源」という観点から見ると、必ずしも森林の質に影響されるとは限らない可能性がある。一方で、地理的に分布していてもおかしくない種で、樹洞など、森林の質に影響されるようなねぐらを利用する種は確認されなかった。本調査地域は、森林率は極めて高いが、同時に人工林比率も高い (和歌山研究林の人工林比率は 76% : 和歌山研究林 2007)。こうしたハビタット特性が、調査地域のコウモリ類の種組成に影響している可能性がある。本調査は 5 日間という短い期間でしかおこなわれなかったため、すべての生息種を把握している可能性は低い。今後、調査地点や回数を増やしながら継続的におこなうことによって、より詳細な種組成が明らかになり、森林環境との関連性も見えてくるであろう。

## 謝辞

本調査の実施にあたり、フィールド調査を手伝っていただいた、前田純氏と揚妻・柳原芳美氏に厚く御礼申し上げます。また、鳥獣捕獲許可証の交付等でお世話をいただいた環境省自然環境局の関係各位に深く感謝申し上げます。本調査の一部は科研費 (特別研究員奨励費 PD6525) の助成を受けたものである。本研究は、和歌山研究林の試験課題「野生動物の生息状況と森林の相互作用に関する調査」の一環として行った。

## 参考文献

阿部 永・石井信夫・伊藤徹魯・金子之史・前田喜四雄・三浦慎吾・米田政明 (2005) 日本の哺乳類 [改訂版], 東海大学出版会, pp. 206.

- Barclay, R.M.R. (1999) Bats are not birds: a cautionary note on using echolocation calls to identify bats. *J Mammal.*, 80: 290-296.
- 環境省自然環境局生物多様性センター (2004) 生物多様性調査 種の多様性調査 (奈良県) 報告書, 環境省自然環境局生物多様性センター, 富士吉田, pp. 37.
- Buchler, E.R. (1980) The development of flight, foraging, and echolocation in the little brown bat (*Myotis lucifugus*). *Behav Ecol Sociobiol.*, 6: 211-218.
- Brigham, R.M., Cebek, J.E. and Hickey, M.B.C. (1989) Intraspecific variation in the echolocation calls of two species of insectivorous bats. *J Mammal.*, 70: 426-428.
- Clarke, F.M., Rostant, L.V. and Racey, P.A. (2005) Life after logging: post-logging recovery of a neotropical bat community. *J Appl Ecol.*, 42: 409-420.
- Fujita, M.S. and Tuttle, M.D. (1991) Flying foxes (Chiroptera: Pteropodidae): threatened animals of key economic importance. *Conserv Biol.*, 5: 455-463.
- Fukui, D., Agetsuma, N. and Hill, D.A. (2004) Acoustic identification of eight species of bat (Mammalia: Chiroptera) inhabiting forests of southern Hokkaido, Japan: potential for conservation monitoring. *Zool Sci.*, 21: 947-955.
- 福井 大・前田喜四雄・佐藤雅彦・河合久仁子 (2003) 北海道におけるアブラコウモリ *Pipistrellus abramus* の初記録. *哺乳類科学*, 43: 39-43.
- 船越公威 (2004) 九州産食虫性コウモリ類における超音波音声の解析と検索方法. *鹿児島国際大学情報処理センター研究年報*, 10: 1-14.
- 船越公威 (2005) 九州産食虫性コウモリ類における超音波音声の追加と同定の再検討. *鹿児島国際大学情報処理センター研究年報*, 11: 1-16.
- 船越公威 (2007) 九州産食虫性コウモリ類における超音波音声の追加と同定の確立. *鹿児島国際大学情報処理センター研究年報*, 13: 1-11.
- Gehrt, S.D. and Chelshvig, J.E. (2003) Bat activity in an urban landscape: patterns at the landscape and microhabitat scale. *Ecol Appl.*, 13: 939-950.
- Harada, M., Ando, K., Uchida, T.A. and Takada, S. (1987) Karyotypic evolution of two Japanese *Vespertilio* species and its taxonomic implications (Chiroptera: Mammalia). *Caryologia*, 40: 175-184.
- Heller, K.G. and von Helversen, O. (1989) Resource partitioning of sonar frequency bands in rhinolophoid bats. *Oecologia*, 80: 178-186.
- Hill, D.A. and Greenaway, F. (2005) Effectiveness of an acoustic lure for surveying bats in British woodlands. *Mammal Rev.*, 35: 116-122.
- 本間航介・日浦 勉 (2006) 日本型の LTER を目指して. (所収): 正木 隆・田中 浩・柴田鏡江 (編著), *森林の生態学—長期大規模研究から見えるもの—*, 文一総合出版, 東京, 279-289.
- 井上龍一・前田喜四雄・徐華・津村真由美・鈴木和男 (2004) 奈良県吉野郡下北山村に見られるユビナガコウモリ (*Miniopterus fuliginosus*) 冬眠群の移動: (1) 出産・子育て場所. *奈良教育大学自然環境教育センター紀要*, 6: 1-5.
- Jacobs, D.S. (1999) Intraspecific variation in wingspan and echolocation call flexibility might explain the use of different habitats by the insectivorous bat, *Miniopterus schreibersii* (Vespertilionidae: Miniopterinae). *Acta Chiropterol.*, 1: 93-103.
- Jensen, M.E. and Miller, L.A. (1999) Echolocation signals of the bat *Eptesicus serotinus* recorded using a vertical microphone array: effect of flight altitude on searching signals. *Behav Ecol Sociobiol.*, 47: 60-69.
- Jones, G., Gordon, T. and Nightingale, J. (1992) Sex and age differences in the echolocation calls of the lesser horseshoe bat, *Rhinolophus hipposideros*. *Mammalia*, 56: 189-193.
- Jones, G., Jacobs, D.S., Kunz, T.H., Willig, M.R. and Racey, P.A. (2009) Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endang Species Res.*, 8: 93-115.
- Kalka, M.B., Smith, A.R. and Kalko, E.K.V. (2008) Bats limit arthropods and herbivory in a tropical forest. *Science*, 320: 71.

- Kañuch, P. (2005) Roosting and population ecology of three syntopic tree-dwelling bat species (*Myotis nattereri*, *M. daubentonii* and *Nyctalus noctula*). *Biologia*, 60: 579-587.
- Kawai, K., Nikaido, M., Harada, M., Matsumura, S., Lin, L-K., Wu, Y., Hasegawa, M. and Okada, N. (2003) The status of the Japanese and East Asian bats of the genus *Myotis* (Vespertilionidae) based on mitochondrial sequences. *Mol Phylogenet Evol.*, 28: 297-307.
- Kifune, T. and Sawada, I. (1984) Helminth fauna of bats in Japan XXX. *Med Bull Fukuoka Univ.*, 11: 95-111.
- 環境省 (2002) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—1 哺乳類, 自然環境研究センター, pp. 177.
- 前田喜四雄・青井俊樹 (2001) 和歌山県からのテングコウモリの新記録. *紀伊半島の野生動物*, 6: 13-14.
- 前田喜四雄・有本 智・若林 良 (1985) 和歌山県におけるウサギコウモリの記録. *動物と自然*, 15: 26-28.
- 前田喜四雄・奥村一枝・関根由起子・関根義夫 (2007) 紀伊半島におけるクロホオホゲコウモリ *Myotis pruinus* Yoshiyuki, 1971 の新記録地. *紀伊半島の野生動物*, 9: 15.
- 松村澄子 (2005) 小コウモリ類超音波の地理的変異. (所収): 増田隆一・阿部永 (編著), *動物地理の自然史—分布と多様性の進化学—*, 北海道大学出版会, 札幌, 225-241.
- Murray, K.L., Britzke, E.R. and Robbins, L.W. (2001) Variation in search-phase calls of bats. *J Mammal.*, 82: 728-737.
- Obrist, M.K. (1995) Flexible bat echolocation: the influence of individual, habitat and conspecifics on sonar signal design. *Behav Ecol Sociobiol.*, 36: 207-219.
- Obrist, M.K., Boesch, R. and Flückiger, P.F. (2004) Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia*, 68: 307-322.
- Ohdachi, S.D., Ishibashi, Y., Iwasa, M.A. and Saitoh, T. (2009) *The Wild Mammals of Japan*. Shoukado, Kyoto, pp. 544.
- Parsons, S. (1997) Search-phase echolocation calls of the New Zealand short-tailed bat (*Mystacina tuberculata*) and long-tailed bat (*Chalinolobus tuberculatus*). *Can J Zool.*, 75: 1487-1494.
- Parsons, S. and Jones, G. (2000) Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *J Exp Biol.*, 203: 2641-2656.
- Russo, D. and Jones, G. (2002) Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *J Zool.*, 258: 91-103.
- Rydell, J. (1990) Behavioural variation in echolocation pulses of the northern bat, *Eptesicus nilssonii*. *Ethology*, 85: 103-113.
- Rydell, J. (1993) Variation in the sonar of an aerial-hawking bat (*Eptesicus nilssonii*). *Ethology*, 93: 275-284.
- 佐野 明 (2003) 三重県におけるノレンコウモリの初記録. *紀伊半島の野生動物*, 7: 20.
- Sawada, I. (1982) Helminth fauna of bats in Japan XXVII. *Bull Nara Univ of Edu, Nat Sci.*, 31: 39-46.
- Sawada, I. (1983) Helminth fauna of bats in Japan XXIX. *Annot Zool Japonenses.*, 56, 209-220.
- 清水善吉 (2007) 紀北町のノレンコウモリを記録. *三重自然誌*, 11: 128.
- Siemers, B.M. and Schnitzler, H-U. (2004) Echolocation signals reflect niche differentiation in five sympatric congeneric bat species. *Nature*, 429: 657-661.
- Simmons, N.B. (2005) Order Chiroptera. In: Wilson D.E. and Reeder, D.M. (eds.) *Mammal Species of the World: A taxonomic and Geographic Reference*, 3rd ed. John Hopkins University Press, Baltimore, 312-529.

- Smith, P.G. and Racey, P.A. (2005) The itinerant Natterer: physical and thermal characteristics of summer roosts of *Myotis nattereri* (Mammalia: Chiroptera). *J Zool.*, 266: 171-180.
- Taniguchi, I. (1985) Echolocation sounds and hearing of the greater Japanese horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum nippon*). *J Comp Physiol, A.*, 156: 185-188.
- Thomas, D.W., Bell, G.P. and Fenton, M.B. (1987) Variation in the echolocation call frequencies recorded from North American vespertilionid bats: a cautionary note. *J Mammal.*, 68: 842-847.
- 上山剛司・林田光祐・向山 満 (2007) ノレンコウモリ *Myotis nattereri* による樹洞利用の初記録. 東北のコウモリ, 1: 2-4.
- 和歌山研究林 (2007) 国立大学法人 北方生物圏フィールド科学センター 森林圏ステーション 和歌山研究林. 和歌山研究林, 和歌山, pp. 6.
- Waters, D.A. and Jones, G. (1995) Echolocation call structure and intensity in five species of insectivorous bats. *J Exp Biol.*, 198: 475-489.
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I. and Vandermeer, J. (2008) Bats limit insects in a Neotropical agroforestry ecosystem. *Science*, 320: 70.
- 徐華・前田喜四雄・井上龍一・鈴木和男・佐野 明・津村真由美・橋本 肇・寺西敏夫・奥村一枝・阿部勇治 (2005) 和歌山県白浜町で出生したユビナガコウモリ, *Miniopterus fuliginosus* の移動 (1) 2003, 2004 年, 奈良教育大学自然環境教育センター紀要 7: 31-37.
- Yoshiyuki, M. (1989) A systematic study of the Japanese Chiroptera. *Nat. Sci. Mus. Tokyo*, pp. 242.

### Summary

Bat fauna was surveyed around the Wakayama Experimental Forest of Hokkaido University in June 2009. Mist nets, harp traps and Autobat acoustic lure systems were used for capturing bats. In total, four species (*Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus cornutus*, *Myotis macrodactylus*, *Myotis nattereri*) of bats were captured, and their echolocation calls were recorded on release. Moreover, specimens of two species (*Rhinolophus cornutus*, *Myotis macrodactylus*) preserved in the specimen room of the Experimental Forest were confirmed. During the survey, we recorded echolocation calls that were distinctly different from those of species confirmed by capture. Therefore, it is likely that there are at least 5 bat species inhabiting our study area.

Keywords: Chiroptera, Wakayama, distribution, echolocation call