

# ユビナガコウモリに外部寄生する ケブカクモバエの宿主識別行動

小林朋道\*

Discrimination of natural host bat by *Penicillidia jenynsii*. KOBAYASHI Tomomichi (Department of Environmental Studies, Faculty of Environmental Studies, Tottori University of Environmental Studies, 1-1-1 Wakabadai-kita, Tottori City, Tottori Prefecture, 689-1111 Japan)

Ectoparasitic organisms have specific traits biologically adapted to their natural hosts to acquire an environment and food necessary for their survival. It is disadvantageous for them to infect non-host animals. Previous studies have shown that a bat *Miniopterus fuliginous* is the only natural host for a bat fly *Penicillidia jenynsii*. Therefore it is possible that *P. jenynsii* has some mechanism to discern *M. fuliginous* from and/or avoid other bat species. However no research has been conducted to examine such a mechanism. In the present study, pieces of fur cut from *M. fuliginous*, *M. macrodactylus*, the Japanese large-footed bat, and *R. ferrumequinum*, a greater horseshoe bat, all of which inhabit caves and occasionally rest together in the same cave, were prepared, and behavior of *P. jenynsii* was examined. The results showed that *P. jenynsii* tried to burrow into the fur pieces of *M. fuliginous* much more eagerly than into those of the other bat species.

## Keywords

Cave bats, eastern bent-winged bat, ectoparasite, host discrimination, bat fly  
洞窟性コウモリ, ユビナガコウモリ, 外部寄生虫, 宿主識別, ケブカクモバエ

## 1 はじめに

ケブカクモバエ *Penicillidia jenynsii* は, ユビナガコウモリ *Miniopterus fuliginous* を宿主とする体長6-8mmの外部寄生虫である<sup>1)</sup>. 日本のコウモリ類で確認された外部寄生虫に関するこれまでの報告<sup>1-9)</sup>によれば, それらの報告の中であげられている総数1686個体のケブカクモバエのうち, 1679個体はユビナガコウモリで確認されており, その他, モモジロコウモリ *Myotis macrodactylus* で3個体, キクガシラコウモリ *Rhinolophus ferrumequinum* で2個体, コキクガシラコウモリ *Rhinolophus cornutus* で1個体, ニホンウサギコウモリ *Plecotus sacrimontis* で1個確認されている. これらの結果は, ケブカクモバエの自然宿主がユビナガコウモリに限定されることを強く示唆している.

ケブカクモバエは, ユビナガコウモリの毛の中から

体の表面に出て移動することもある<sup>1)</sup>. また, ユビナガコウモリの生息する洞窟の内壁に産みつけられた前蛹が成虫になり, 内壁から移動してユビナガコウモリの体毛にもぐり込むという生活史も明らかにされている<sup>1)</sup>.

一方, これまでの洞穴内での四季を通しての調査では, ユビナガコウモリは, キクガシラコウモリやコキクガシラコウモリの群塊の中に数頭で混じっている場合があることが確認されており, 時にはその群塊にモモジロコウモリも数頭混じっている場合もあるという<sup>10)</sup>.

ケブカクモバエがユビナガコウモリの体表に出ることがあり, かつ, ユビナガコウモリは他種のコウモリと体を密着させることがあるにもかかわらず, ケブカクモバエはユビナガコウモリ以外の種から見つかることが極めてまれであることは, ケブカクモバエがユビナガコウモリの体毛に選択的にもぐり込むような何らかの仕組みが存在する可能性を示唆している. また前蛹から成虫になったケブカクモバエが洞窟の内壁を移

\*〒689-1111 鳥取県鳥取市若葉台北1-1-1 鳥取環境大学 環境学部環境学科

動してユビナガコウモリの体毛にもぐり込むためにも、そのような仕組みは必要だと思われる。しかし、これまでその仕組みについて言及した、あるいは実験的に調べた研究はない。

本研究では、ケブカクモバエの宿主識別能力の有無について調べるため、洞窟性コウモリ類3種（ユビナガコウモリ、キクガシラコウモリ、モモジロコウモリ）の体毛をケブカクモバエに提示し、それらに対する本種の行動を比較した。

## 2 方法

### 2・1 動物

2014年11月、ユビナガコウモリ(16g♂, 13g♀)、キクガシラコウモリ(23g♂, 28g♀)、モモジロコウモリ(8g♂, 10g♀)を、鳥取県八頭郡智頭町の廃坑で捕獲した(捕獲許可番号第201400124461号)。捕獲したユビナガコウモリの体毛には多数のケブカクモバエが確認された。キクガシラコウモリとモモジロコウモリの体毛中には本種は見られなかった。

実験に使ったケブカクモバエは、捕獲したユビナガコウモリから採取した。ユビナガコウモリの背中から体表に出た本種を、素手あるいはピンセットでつまみ容器に入れた。どのユビナガコウモリ個体から採取したケブカクモバエかがわかるようにしておき、実験では、各々のケブカクモバエは、それを採取したユビナガコウモリ個体の体毛には出合わないよう配慮して組み合わせが決められた。尚、本論文におけるコウモリの和名、学名は阿部ら<sup>11)</sup>に従った。

### 2・2 手順

2・2・1 生体の体表での行動 腹部を包み込むように軽く握ってほとんど動けない状態にしたユビナガコウモリとキクガシラコウモリ、モモジロコウモリのそれぞれの背中に、ケブカクモバエを1個体、ピンセットでつまんで乗せ、直後から、ケブカクモバエの行動をデジタルカメラ(Cannon 16.0 MEGAPIXIS)で2分間記録した。

3匹のケブカクモバエが使われ、1匹について、それぞれのコウモリで3回の試行が行われた。使用したケブカクモバエの雌雄については確認しなかった。

同一個体のケブカクモバエについては、試行の間に、10分以上の間隔をあけた。

2・2・2 切り取った体毛に対する行動 ユビナガコウモリ、キクガシラコウモリ、モモジロコウモリの

ウモリの背中のほぼ中央から、約1.5cm×1.0cm×厚さ0.5cmの体毛を切り取り、実験に使う体毛標本とした。3種のコウモリの体毛標本から2種類の標本を選び、それらを、直径7.5cm、高さ8.7cmの透明プラスチック容器の底面の中央部に、互いに数mm離して置いた(図1)。その後、容器の中に、ケブカクモバエを1個体、容器の底面の隅にピンセットでつまんで放し、体毛標本に対する行動を調べた。ケブカクモバエの行動は、容器の上部に設置したデジタルカメラで3分間記録した。デジタルカメラは容器底面のほぼ全体を映し、体毛標本に対するケブカクモバエの行動が真上から記録できた。

3匹のケブカクモバエが使われ、1匹について、ユビナガコウモリ対キクガシラコウモリ、ユビナガコウモリ対キクガシラコウモリ、キクガシラコウモリ対モモジロコウモリの3種類の組み合わせで、それぞれ2回の試行を行った。同一個体のケブカクモバエについては、試行の間に10分以上の間隔をあけた。

### 2・3 データ解析

生体の体表での行動については、行動を記録した映像を再生し、ケブカクモバエがコウモリの背中の体毛にもぐり込んだ状態が、累積でどれくらいの時間見られるかを調べた。体毛にもぐり込んでいる状態は2種類あり、一方は、外側からケブカクモバエの体の一部が見えている状態、もう一方は、体が、完全に体毛の中に入っている状態であった。いずれの場合も、ケブカクモバエが体毛の間に体を埋めじっとしている動作が認められ、「体毛にもぐり込んでいる」状態とみな

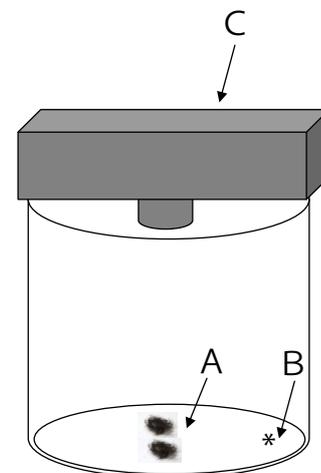


図1 コウモリの体毛に対するケブカクモバエの反応を調べる実験の器具設定。

A:異なる種のコウモリの体毛, B:ケブカクモバエを放した場所, C:デジタルカメラ。

表1 コウモリの生体体表に置かれたケブカクモバエが体毛内にもぐっていた時間の合計 (秒)

	ケブカクモバエ									平均 (S D)
	A			B			C			
ユビナガコウモリ	110	102	107	113	115	109	109	115	116	110.7(4.56)
キクガシラコウモリ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
モモジロコウモリ	62	50	81	40	51	62	57	81	73	61.9 (14.2)

A-C は別々のケブカクモバエを示す。

表2 コウモリの体毛に対するケブカクモバエの接触時間 (秒)

	提示体毛				提示体毛				提示体毛			
	ユビナガコウモリ 対		キクガシラコウモリ		ユビナガコウモリ 対		モモジロコウモリ		キクガシラコウモリ 対		モモジロコウモリ	
a	146	102	1	0	135	101	23	41	2	1	66	93
b	96	121	3	2	77	118	12	28	0	1	55	91
c	82	134	1	3	121	76	14	31	1	2	38	43
平均 (S D)	113.5 (24.4)		1.7 (1.2)		92 (24.3)		24.8 (10.3)		1.5 (0.7)		64.2 (23.5)	

a - c は、別々のケブカクモバエを示す。

した。

切り取った体毛に対する行動については以下のような解析を行った。ケブカクモバエの行動は、真上から映された映像を再生し、ケブカクモバエの体の少なくとも一部が、それぞれの体毛標本に接触している時間を測ることによって解析された。体が、複数の体毛標本に接触している場合は、接触している部分が多い体毛標本への接触とみなした。

### 3 結果

#### 3・1 生体の体表での行動

試行を行った3匹のケブカクモバエは、ユビナガコウモリの体表上で、それぞれ放虫後、平均 13.7 秒間、7.6 秒間、10.0 秒間歩き回った後、体毛にもぐり込み、その後、体表の上に出てくることはなかった (表1)。もぐり込んでいる間のほとんどは、ケブカクモバエの体は外からは見えなかった。

キクガシラコウモリの体表上では、3匹のケブカクモバエすべてについて、体毛にもぐり込もうとする動作は見られず、試行の間、体表上を歩き回っていた。

モモジロコウモリの体表上では、3匹のケブカクモバエは、それぞれ放虫後、平均 37.7 秒間、40.7 秒間、37.3 秒間歩き回った後、体毛にもぐり込んだ。ただし、もぐり込んだ後もしばしば、体毛から体表上に出てくる行動が見られ、体毛内にもぐっていた時間の合計は、ユビナガコウモリの体毛内にもぐっていた時間の合計の半分程度であった ( $p < 0.01 \chi^2$  検定)。

#### 3・2 切り取った体毛に対する行動

結果を示したのが表2である。

ケブカクモバエは、キクガシラコウモリの体毛およびモモジロコウモリの体毛のいずれよりも自然宿主であるユビナガコウモリの体毛に接触する時間が有意に長かった (ユビナガコウモリ対キクガシラコウモリ： $p < 0.01 \chi^2$  検定、ユビナガコウモリ対モモジロコウモリ： $p < 0.01 \chi^2$  検定)。キクガシラコウモリとモモジロコウモリの体毛が提示された場合、ケブカクモバエは、モモジロコウモリの体毛に接触する時間のほうが有意に長かった ( $p < 0.01 \chi^2$  検定)。

ユビナガコウモリの体毛標本に接触したケブカクモバエは、体毛標本に入った後、下へ下へともぐり込もうとする行動を示した。その結果、頻繁に接触される



図2 ケブカクモバエによる2種のコウモリの体毛に対する反応を調べた実験後の体毛の状態。

a: キクガシラコウモリの体毛, b: ユビナガコウモリの体毛. ケブカクモバエは下へもぐり込もうとして体毛を掻き分けるため、頻繁に接触される体毛標本はばらばらになって実験容器の底面で薄く散在した状態になり、一方、接触の頻度が低い体毛標本は断片のままの状態を保った。

体毛標本はばらばらになって実験容器の底面で薄く散在した状態になり、一方、接触がほとんど行われなかったキクガシラコウモリ体毛標本は断片のままの状態を保っていた (図 2)。

#### 4 考察

得られた結果は、ケブカクモバエは自然宿主であるユビナガコウモリの体毛を、キクガシラコウモリやモモジロコウモリの体毛と区別していることを示している。切り取られて提示された体毛に対して識別行動が見られたことから、ユビナガコウモリの認知には体毛の特性が強く関係していることが推察された。

Marshall<sup>12)</sup> は著書の中で Overal<sup>13)</sup> による次のような研究結果を記している。コウモリに寄生するコウモリバエ科 (Streblidae) の 3 種のハエ *Trichobius corynorhini*, *T. major*, *T. sphaeronotus* に、それぞれが特異的に寄生するコウモリ *Plecotus townsendii*, *Myotis velifer*, *Tadarida brasiliensis* の 1 種ごとの体の臭いをこすりつけた布切れを同時に提示しどの布切れに近づくかを調べた結果、それぞれのハエは、本来の宿主の臭いがついた布切れに近づくことが示された (Overal<sup>13)</sup> の論文は未出版の博士論文であり閲覧できなかった)。また Overal<sup>14)</sup> は、コウモリバエ科の *Megistopoda aranea* が、その宿主であるコウモリ *Artibeus jamaicensis* から離されたとき、脚をもちあげて空中で揺らすような動作をすることを発見し、それが宿主の臭いを探索する行動ではないかと推察している。

ケブカクモバエでは、*M. aranea* で見られたような離れた場所からの臭い検出行動と推察されるような動作は観察されなかった。ほとんどの事例は、実験容器の中を歩き回っている途中で偶然ユビナガコウモリの体毛標本に接触し、はじめて認知して体毛にもぐり込んでいるように見えるものであった。

ケブカクモバエによるキクガシラコウモリとモモジロコウモリの体毛標本への反応の違いがどのような生物学的な意味をもつのかは明らかではない。キクガシラコウモリの体毛標本に対しては、前肢で軽く触れた後素早く遠ざかる場合もしばしば観察され、その体毛がケブカクモバエの忌避反応を引き起こす性質を有する可能性もある。モモジロコウモリの体毛標本に対しては、ユビナガコウモリの体毛標本への嗜好性よりは明らかに低い、体毛に接触後、内部へもぐり込む行

動もしばしば観察された。ただし、ユビナガコウモリの体毛標本に対して見られたような下方へより深くもぐり込もうとする行動はほとんど見られなかった。

系統的にはモモジロコウモリはキクガシラコウモリよりユビナガコウモリに近縁であることが DNA の分析によっても明らかになっている<sup>4)</sup>。従って、モモジロコウモリの体毛はキクガシラコウモリの体毛に比べ、その生物学的特性がユビナガコウモリの体毛に類似している可能性がある。それがケブカクモバエが後者より前者の体毛に、より強い親和性を示す理由かもしれない。

#### 引用文献

- 1) 船越公威: 日生態会誌, 27, 125-140 (1977).
- 2) Maa, T.C.: Pacific Insects, 9, 1727-760 (1967).
- 3) Mogi, M., Mano, T., & Sawada, I.: Med. Entomol. Zool., 53 (Suppl. 2), 141-165 (2002).
- 4) Nikoh, N., Satô, M., Kondo, N., & Fukatsu T.: Med. Entomol. Zool., 62, 185-195 (2011).
- 5) Satô, M. & Mogi, M.: Rishiri Studies, 27, 41-48 (2008).
- 6) 山内健生: 比和科学博物館研究報告, 51, 249-254 (2010).
- 7) 山内健生: はなあぶ, 29, 35-36 (2010).
- 8) 山内健生, 山本貴仁: はなあぶ, 27, 21-23 (2009).
- 9) 山内健生, 宮本大右, 大島康宏, 山田 勝, 揚妻直樹: 倉敷市立自然史博物館研究報告, 29, 45-46 (2014).
- 10) 船越公威: “日本本動物大百科 第 1 巻 哺乳類 I ” (川道武男編), 40-41 (1996), (平凡社).
- 11) 阿部 永, 石井信夫, 伊藤徹魯, 金子之史, 前田喜四雄, 三浦慎悟, 米田政明: “日本の哺乳類” 改訂 2 版 (2008), (東海大学出版会).
- 12) Marshall, A.G.: “The ecology of ectoparasitic insects”(1981), (Academic Press, London).
- 13) Overal, W.L.: “Biology and behavior of North American *Trichobius* batflies (Diptera: Streblidae)” (1980), (Unpublished doctoral dissertation, University of Kansas) (未読) .
- 14) Overal, W.L.: Univ. Kansas. Sci. Bull. 52, 1-20 (1980).  
(2015 年 4 月 24 日受付, 2015 年 10 月 20 日受理)