

北海道産翼手目に関する研究

第2報 食虫性翼手目の飼養

Studies on the Chiroptera in Hokkaido.

II. Keeping insectivorous bats in the laboratory.

服 部 畦 作

Keisaku Hattori

緒 言

野生動物の研究において、その動物を人工飼育する試みはしばしば必要であり、不可欠というべき場合も少なくない。哺乳類でありながら、自由に空中を飛ぶ能力をもつ点で人類の興味をひいていた翼手目を、愛がん動物として飼育しようとする試みは古くから行なわれていたようで、White (1767)は飼育されてよく人になれた小さいコウモリの示すいろいろな行動を観察記録している。Allen (1939)¹⁾によるとDaniel (1834)も飼育かこの中に肉を下げ、ハエを誘引してコウモリ類のえさとする方法を考案したという。しかしこれらはいずれもわずか1、2頭を数週間もしくは1ヶ月間ばかり、飼養するのに成功したという程度であり、生きた昆虫を捕え、えさとしているため、翼手目の飼育期も春から夏に限られていた。長期間の飼育、展示を主とする動物園関係者の間では、食虫性翼手目は最も飼育困難な動物の一つとされていた。

しかし科学研究者の間では翼手目の飼育法完成に対する要望は近年ことに高い。哺乳動物でありながら、変温するという特殊な生理機構をもつことにより、生理学のみならず細胞学、組織学、解剖学などの分野でもしばしば研究の対象となり、特にその冬眠、生殖などの経過を明らかにするために、その人工飼育法が追求されてきた。また近年、病原ウィルス学上人類と密接な関係にあることが知られたため、医学の分野でも実験動物として用いたいという要求が高まりつつある。

Ryberg (1947)²⁾は15種のコウモリ類を数年間飼育して、その生活行動につきくわしい観察を行なった。えさとして彼はチャイロコメノゴミムシダマシ *Tenebrio molitor* の幼虫を用い、常に1頭づつ手でえさを与えた。彼の飼育の結果に関する詳細は明らかではないが、このような方法では多数の個体を飼育する場合、

多くの人手を要する。動物各個体の行動観察にはもちろん飼育者との密接な接触が必要であろうが、医学研究などの実験動物として使用する際には(1)長期間、(2)良好かつ均一な生理状態で、(3)多数個体を、(4)四季を通じて、(5)なるべく手数をかけずに、飼育する方法が確立されなければならない。

このような見地から、Gates (1936, 1938)^{3) 4)}の考案した人工飼料の価値は高い。現在欧米諸国で広く行なわれている食虫性翼手目の人工飼育法ではほとんどGatesの方法がその基本となっている。しかしGates自身も指摘したように、人工飼料のみによる飼育では、やはり良好な結果が得られない。そのため適宜昆虫を与えなければならないといい、そこに問題点が残されていた。昆虫の使用が不可欠であるならば、むしろその食性上昆虫のみを飼料とすることがよいのではなからうか。このような見地から飼料として適当な昆虫の開発が行なわれ、現在最も普通に用いられているのが前述のチャイロコメノゴミムシダマシの幼虫である。この虫は飼育管理が比較的容易なこと、および翼手目の好みに合うことなどの理由から、広く用いられているようであるが、同時に次のような欠点をもっている。すなわち(1)1世代が比較的長くて(2ヶ月から2年)、生産能率が低く、(2)幼虫期は秋から冬にかけての6~9ヶ月間であるが、春からさなぎ期、成虫期に入るので、このときは別のえさを用意しなければならず、作業に画一性を欠く。(3)幼虫を利用するため保存に不便である。(4)生産に当っては容器(径1m、深さ45cm……内田、1955)⁵⁾その他、につき前もってかなり大がかりな準備を必要とする。

これらの不便を軽減するために、著者はRamage (1947)⁶⁾を参考にして、入手容易なイエバエに着目した。イエバエは(1)25~28℃で飼育すると1世代の長さが約20日間にすぎなくなる。(2)定温設備をすることにより、周年生産が可能で、計画的に生産することも容易である。(3)さなぎが利用されるために、えさとし

本篇は北海道大学審査学位論文の一部である。

て与えられても逃亡する心配がなく、(5) 2～5℃で冷蔵することにより、生体のまま3～4ヶ月間保存可能である。(6)飼育容器がチャイロコメノゴミムシダマシの場合よりはるかに小型でよい。(7)しかもホオヒゲコウモリ属のごとき小型種にもさなぎの大きさは適当であり、その味もコウモリにきらわれないことである。

イエバエのさなぎによる飼育の結果は良好であり、これを用いて著者は後記のごとく6種のコウモリの比較的長期間の飼養に成功した。本法による翼手目の飼育は前述の実験動物としての5条件をおおむね満足させるものと考えられる。よって以下に従来の飼育法と比較しつつ、この方法とその結果につき要点を述べてみたい。

Gates (1936, 1938)^{3) 4)} は翼手目の飼料として昆虫のみを利用するのは飼育時期、供給量の確保および栄養の面から難点があるとして、人工飼料の作製を試みた。身近かにある入手容易な各種の食品を試験的にコウモリに与えて、好んで食するものを見だし、それらを混合して標準食を定めた。パン又はクラッカー固ゆで卵またはミルク、ひき肉、野菜、バナナ、酵母、ナッツを粉碎した上混合し、コウモリ類の口に合う大きさに切って、乾燥させぬよう注意しながら与えた。しかし下痢をする個体が多いので昆虫体のキチン質がそれを防ぐものと考え、ミツバチを小さく切って与えたところ、通常の排便を見るようになったという。そのため人工飼料に加えて必ずハエまたはミツバチを1個体のコウモリに対し1日2、3匹ずつ与えなければならぬとした。この方法で彼はアメリカ産コウモリ9種を飼育し、5～6ヶ月間生存させて、冬眠、生殖などを観察した。また生後2週間以後の幼獣ならば、本法により成獣にまで飼育可能であると報告した。

伊藤・斉藤 (1952)⁷⁾ は日本脳炎病毒との関係を研究するに当って、アブラコウモリの飼育を試みた。従来日本で食虫性鳥類の飼育に用いられているすりえに着目し、カイコのさなぎを乾燥の上、粉末にしたものを主材として、イナゴの乾燥粉末に少量のキャベツ、時にはリンゴを混ぜてすりえを作った。そしてそのすりえにより、平均生存日数は101日以上、生存率は1ヶ月目100%、2ヶ月目50%、7ヶ月目25%の成績を得た。その後、斉藤 (1956)⁸⁾ はハエの成虫のみによる飼育を試み、前法のすりえよりも好結果を得たとしているが、ハエは野外で夏季に採集したため、コウモリには冬眠を行なわせて、冬期間のえさの補給を行なわなかった。

Constantine (1952)⁹⁾ はチャイロコメノゴミムシダマシの幼虫のみをえさとして、従来困難とされていた

オヒキコウモリの飼育を可能にした。

内田 (1955)⁵⁾ はチャイロコメノゴミムシダマシの幼虫のほか、夏季にはシギゾウムシの1種の幼虫を用い、さらに総合ビタミン剤の粉末を与えて、22頭のアブラコウモリを飼育し、平均生存日数213日(約4ヶ月間の冬眠期間を加えて)の成績を得ている。

Orr (1958)¹⁰⁾ もチャイロコメノゴミムシダマシの幼虫を用いているが、生きたままではなく、投与直前に熱湯で殺し、逃げ出すのを防いだ。さらに総合ビタミン剤溶液をピペットで各個体ごとに与えた。この方法で12種のコウモリ類を飼育し、そのうちの6種については、成獣で捕獲後8年、7年、6年、4年間各1頭、3年間5頭、2年間5頭、1年間3頭という驚くべき長期間の飼育に成功した。

Ramage (1947)⁶⁾ はキンバエのさなぎをえさとしてを考案した。すなわちキンバエにネズミの死体または適当な肉を与えてこれに産卵させ、砂を入れた大きな容器の中で飼うと、完熟した幼虫はさなぎ化するために砂の中へはいる。さなぎは砂からふるい分けてコウモリのえさとするのである。この方法で彼は4種のコウモリを8～10ヶ月間飼養した。本法の欠点としてはキンバエの産卵数が多くないこと、幼虫のえさとなる肉の量と産卵数の関係がやや不定で、さなぎの大きさと生産量が一定化され難いこと、および肉が腐敗するためにはなほだしい悪臭を放つことなどがあげられる。しかしさなぎを飼料とする考え方は独特のものであった。

Krutzsch & Sulkin (1958)¹¹⁾ は医学用実験動物としてオヒキコウモリを使用するために、より効果的な飼育法を考案した。すなわち発酵チーズ約1ポンド、大きいバナナ1本、肝油1オンスに150頭のチャイロコメノゴミムシダマシの幼虫を加えて混合粉碎し、えさとして用い、好結果をあげた。

さらにMohos (1961)¹²⁾ はGatesの人工飼料を改良したW kerの飼料を用いている。すなわち固ゆで卵黄、乾燥発酵チーズ、熟したバナナを各等量混合し、生きたチャイロコメノゴミムシダマシの幼虫を別に与えた。本法により15種のコウモリを2年間で約800頭飼育し、実験に供したという。

実験方法

コウモリ類の飼育に当っては、与えるえさがその好みに合い、生理状態を良好に保ちうることはもちろん、多数の個体をなるべく長期間飼育することが可能のように工夫し、管理の単純化にも重点をおいた。このような見地から著者のとった方法は次のごとくである。

まず味の好みを調べるために、入手容易な諸種のハ

エの成虫、幼虫、さなぎ、チャバネゴキブリの成虫などを与えてみたが、特に顕著な差はそれらの間に見られなかった。しいて言えば、ハエの幼虫は表皮がかみ切れず食べにくいようであった。成虫、幼虫を生きのまま与えるには麻酔などの方法で運動を押さえ、逃亡を防がなければならない。この手間を省くためには非運動性のさなぎの利用が適当と考えて、既に述べたような理由から、イエバエのさなぎを用いることとした。

(1) イエバエのさなぎの量産法

飼育には成虫、幼虫とも25℃が適温である。40×40×40cmの手製の金網かごに約300頭のイエバエを入れ、えさとして粉乳と水を与える。飼育かごの大きさに厳密にこだわる必要はないが、その大きさと飼育数の関係には配慮が必要である。イエバエは羽化後約7日で産卵を始めるから、直径9cm内外、深さ5cm内外の小容器に、マウス・ラット用の粉末飼料^(注)をほぼ等量の水で練って入れ、この小容器をかごの中に24時間放置して、えさに産卵させる。これ以上の時間を経過させると発育が不揃いになり、後の作業に不便であるから、24時間後に小容器をかごの中から取り出し、霧をふいて湿気を与え、やや厚手の布でかたく小容器をおおい(他のハエに産卵させないため)さらに24時間おくと、1齢幼虫が現われる。幼虫の飼育容器は別に用意するが、それには深さ10cm内外、直径30cm内外の、浅くても広い、おけのようなものがよい。幼虫の飼料は産卵させるのに用いたものと同じでよいが、その量は容器の底面積によって変わる。等重量の水で練った飼料が容器内で約3cmの厚さになるくらいが適当である。飼料を練る水の量が多すぎると幼虫が容器の外へはい出し、少ないと発育が悪くなる。著者の用いた幼虫の飼育容器は内径30cm、深さ13cm、プラスチックまたは金属製の洗いおけであって、粉末飼料500gを水500mlで練れば適量となった。この中へ前記産卵用小容器中の1齢幼虫を、産卵に用いた飼料もろとも加える。外部からのハエの産卵および寄生蜂の侵入を防ぐため、おけは厚い布でしっかりおおい、まわりを固くしばっておく。ふ化後約7日間経過すると、飼料の表面は乾いて砂状になるので、完熟した幼虫はそこへ集ってさなぎとなる。それから約2日後にはさなぎの体内に気室が形成されるから、このときおけに八分目くらいまで水を満たす。しばらくおいて、乾燥していた飼料が水を十分に含んだとき、おけの中をかきまわすときさなぎだけが浮かび、飼料の大部分は沈む。さなぎをこし網ですくい取って一度水洗した後、紙の上に広げて約半日間自然乾燥する。すぐに使用しないさなぎは約2℃の冷蔵庫で貯蔵すると、3、4ヶ月は生きて

いる。しかし、継代繁殖用のさなぎは長期間冷蔵しない方が羽化率は高く、また奇形を生ずることが少ない。幼虫の飼料としては安価な豆腐粕、ふすま、米ぬかなどを用いてもよいが、豆腐粕は減菌後使用しないとかびが発生しやすく、さなぎ化させにくい。またふすまあるいは米ぬかは発酵熱で培地の温度が高まり、幼虫が容器外へはい出すようになり、またさなぎを分離するために水を注ぐと飼料も共に浮き上るので、さなぎの分離が困難となる。このような点から、やや高価につくが、前記の粉末飼料が最適である。

所要日数は飼育温度が一定であればほとんど一定で、産卵後10日目にはえさとしてのさなぎが得られることになる。したがってさなぎの生産は計画的に、作業もすこぶる容易に行なわれる。

次に実際の生産例を表1に示す。

産卵は毎日行なわせるよりも、1～2日おきの方が効率がよい。1ヶ月間に13回ないし15回は採卵可能であるが、生産量からみて効率のよいのは10回目くらいまでであるから、そこで打ち切って次の代を用いる方がよい。

(注) オリエンタル酵母工業株式会社からマウス・ラット用として発売されている固型飼料をその内容を変えず、粉状に特製したもので、水分7%粗蛋白25.8%、粗脂肪5.2%、粗灰分6.2%、粗繊維4.4%、窒素量51.4%からなる。

(2) え付け

コウモリ類の取り扱いに当って、取り扱い者は伝染性疾患の感染を防ぐため、必ず手袋を着用して、かみつかれるのを防ぐべきである。捕獲後1日間は飼育かごに入れてそのまま放置する。コウモリをかごから出して手で軽く握り、ピペットで薄めたミルクか水を与えると、多くの個体はのどが乾いているので、進んで飲む。次にさなぎをピンセットで1個とり、口の中へ押し込んでつぶすか、つぶして内容物を口のまわりに塗りつけると、その味を覚えるようになる。中にはこのようなえ付けに時間の多くかかる個体もあるが、普通は3回くらいこのやり方をくり返すと、以後は口に入れてやりさえすれば、自らかみ砕いて食べる。かごへもどして、皿状の容器にさなぎを入れておくと、早いものはその夜から摂食する。摂食しない個体は自分で食べることを覚えるまで前述の給食を続けなければならない。そのためには1頭につき0.5～1時間を要する。

(3) 飼養管理

飼養かごとして著者は直径18cm、高さ22cmのマウス用円筒形のかごを応用した。この場合、かごの外へ糞を落すことが多いので、直径約22cm、深さ約5cmの受

表1 イエバエのさなぎの生産例 (NAIDM系, 300頭1群)

産卵回数								
	産卵月日	採取月日	さなぎ重量	さなぎ概数	産卵月日	採取月日	さなぎ重量	さなぎ概数
1	XI-6	XI-15	107	7,600	XI-6	XI-15	42	2,100
2	XI-9	XI-19	85	7,300	XI-9	XI-19	86	8,200
3	XI-11	XI-20	122	6,200	XI-11	XI-20	115	6,500
4	XI-13	XI-22	114	6,600	XI-13	XI-22	116	7,500
5	XI-16	XI-24	115	7,900	XI-16	XI-24	140	8,700
6	XI-18	XI-26	155	7,900	XI-18	XI-26	103	8,700
7	XI-20	XI-29	101	5,500	XI-20	XI-29	106	4,150
8	XI-24	XII-2	159	7,100	XI-24	XII-2	174	7,900
9	XI-25	XII-3	129	5,800	XI-25	XII-3	129	5,800
10	XI-27	XII-6	42	1,980	XI-27	XII-6	28	1,160
11	XI-30	XII-7	72	2,800	XI-30	XII-7	72	2,700
12	XII-2	XII-13	28	1,140	XII-2	XII-13	29	1,160
13	XII-4	XII-15	50	2,800	XII-4	XII-15	19	700
14	XII-7	XII-17	31	1,230	打切り	-		
15	XII-9	XII-18	19	700				
計			1,327	72,550	計		1,159	62,570

け皿を作製使用するとよい。種類によっては摂食時に激しく争うので、個別に飼う方がよい。さなぎをえさとして1日1回6gずつ与える。これはコウモリの種類に関係なく1日に食べ切る量であり、生理的にも充分な量のようなのである。残されたり、器の外へ落されたりしたさなぎは羽化するのを防ぐため、毎日取り除いておく必要がある。著者はさなぎと水を別別に径6cm、深さ1.5cmのペトリ皿に入れて与えた。飼養かごは周年15~23℃の実験室内におき、冬眠はさせなかった。

実験結果

上記の方法により北海道産6種の食虫性コウモリ類の飼養を行ない表のような成績を得た。

表にあげたもののほか、飼養の最も困難だったのはニホンコキクガシラコウモリである。本種は輸送の途中死亡するものが多く、え付けには成功しても引き続き飼養することはできなかった。飼料の適否よりも、おそらく環境条件の変化が生存に大きく影響するものではないかと思われる。ニホンコキクガシラコウモリの方はえ付けは容易であって、さなぎも好んで食べたが、体の構造上自力で皿より摂食することがなかった。そのため人工給食を続けてみたが、コウモリの生理的の必要量に基づく摂食意欲と給食作業との調節がむづかしく、結局飢餓が原因で死亡したようである。1日1回ではなく、給食回数の増加が労力的に許されるならば、この種を長期間飼養することも不可能ではあるまい。

しかしヒナコウモリ科の4種はいずれも飼養することが容易である。特にヒナコウモリは長時間の輸送に

表2 ヒナコウモリの飼養成績

採集地	性	採集年月日	死亡年月日	飼養日数
女満別	♀	1964-7-9	1968-2-26	1327
	♀	1965-9-6	1968-5-9	977
	♀	1965-9-6	1968-4-30	968
	♀	1965-9-6	1967-2-8	520
	♀	1965-9-6	1967-1-10	491
	♀	1965-9-6	1968-3-7	913
	♀	1965-9-6	1967-12-10	825
	♀	1965-9-6	1966-1-15	131
	♀	1965-9-6	1968-2-26	903
	♀	1965-9-6	1967-12-15	831
	♀	1965-9-6	1968-2-5	882
	♀	1965-9-6	1968-1-25	871
	♀	1965-9-6	1968-1-18	864
北見	♀	1965-9-4	1966-11-12	373
士別	♀	1966-12-19	1966-7-10	181

も耐え、適応力も強く、体の大きさも取り扱いに適當であるから、実験動物としては最も適した種類の一つであろう。女満別および北見で1965年9月に採集し、飼養した13頭についての平均生存日数は735日、生存率は4ヶ月目100%、1年目92%、2年69%であった。

考察

飼養に当って著者は長期間、多数飼養できることを主眼としたため、飼養管理にはなるべく手数のかからぬように工夫し、実験室内の温、湿度の調整はもとよ

表3 コウモリ類の飼養成績

コウモリ	性	採集地	採集年月日	死亡年月日	飼養日数
ニホンキクガシラコウモリ	♂	岩内 岩内	1965-5-7	1965-5-19	13
	♀		1965-5-7	1965-5-24	18
モモジロコウモリ	♂	千歳 千歳 千歳	1965-4-16	1965-11-22	221
	♂		1965-4-16	1965-11-19	218
	♀		1965-5-26	1965-12-8	197
カグヤコウモリ	♂	置戸 西女満別	1969-7-9	1968-9-6	54
	♀		1967-7-18	1968-7-24	372
ニホンウサギコウモリ	♀	根室 糠平 釧路	1964-9-15	1965-12-8	449
	♂		1967-6-7	1967-12-26	202
	♀		1967-10-10	1967-12-9	60
ニホンコテングコウモリ	♀	札幌 天塩	1964-4-29	1964-5-25	27
	♀		1968-8-25	1968-9-18	177

り、作業も最低限の必要を満たす程度にとどめた。したがって前述の飼養成績は最低の飼養条件による結果であり、従来の報告者が記したような細心の管理が労力その他の点で可能なときは、本法による飼養成績はさらに向上するはずである。

Ramage (1947)⁷⁾、Mohos (1961)¹³⁾などはコウモリ類が飛行できるくらいの飼養かごあるいは飼養室が必要であるとして、その大きさを指定し、飛行が生存率を高めると報告している。齊藤 (1956)⁹⁾は外部寄生性ダニ類の吸血が死因の大なるものであるとして、DDTの毒性を避け、ピンセットなどでダニを除去すべきであると説き、Orr (1948)¹¹⁾、Mohos (1961)¹³⁾は寄生がはなはだしいときは、薬湯または微温湯浴が有効であり、ピレトリンの散布もよいと述べている。また内田 (1955)、Orr (1948)¹¹⁾は総合ビタミン剤がコウモリ類の体調を良好に保つといい、これを投与している。これらはいずれも確かに有効であって用いるにこしたことはない。Constantine (1952)⁹⁾はオヒキコウモリ *Tadarida mexicana* を1ポイントサイズのアイスクリーム箱を使って個別飼養したが、このような小容積の空間内での飼養がもし支障ないとすれば、この方法は個別大量飼養を成功させる上に重要な意義をもつものと思われる。養鶏で見られるバッテリー・ケージの開発も飼養管理の省力化には大きく役立つことであろう。

結 語

食虫性翼手目の実験室内飼養を容易化する目的で従来の方法を検討し、イエバエのさなぎを利用することを考案した。さなぎは運動性がないので、簡単なえ付

けにより鳥の粒えのように取り扱える。また冷蔵により3、4ヶ月は生体保存が可能であるため、コウモリの給食状況とは無関係に計画生産して、保存しておく利点がある。

本法により北海道産6種のコウモリ類を飼養し、13~1327日間という成績を得た。ヒナコウモリは取り扱い上適当な大きさであり、強健なため実験動物として利用可能であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) Allen, G.M.: Bats, Harvard Univ. Press, N.Y. (1939)
- 2) Ryberg, O.: Studies on bats and bat parasites. Stockholm (1947)
- 3) Gates, W.H.: J. Mammal., **17**, 268 (1936)
- 4) Gates, W.H.: J. Mammal., **19**, 461 (1938)
- 5) 内田照章: 実験動物彙, **4**, 6, 67 (1955)
- 6) Ramage, M.C.: J. Mammal., **28**, 1, 60 (1947)
- 7) 伊藤泰一他: 衛生動物, **3**, 3/4, 72 (1952)
- 8) 齊藤豊: 衛生動物, **7**, 3/4, 179 (1956)
- 9) Constantine, D.G.: J. Mammal., **37**, 1, 395 (1952)
- 10) Orr, R.T.: J. Mammal., **39**, 3, 339 (1958)
- 11) Krutzsch, P.H. et al.: J. Mammal., **39**, 2, 262 (1958)
- 12) Mohos, S.C.: Anat. Rec., **3**, 369 (1961)

Studies on the Chiroptera in Hokkaido.

II. Keeping insectivorous bats in the laboratory.

Keisaku Hattori

(Hokkaido Institute of Public Health)

The method of keeping insectivorous bats alive in the laboratory for the research was successful, 6 species of them having been kept for the period from 13 to 1327 days in the laboratory. Housefly pupae were palatable for the bats and were able to keep them in good health. After several trials a method was invented by the author to produce housefly pupae in large numbers under laboratory conditions, having employed a constant-temperature insectarium and supplied a special powdered compound food. The ingredients of the food is the same with those of the food pellets NM (good for breeding laboratory mice) manufactured by the Orientel Yeast

Industry Co., Ltd.

The pupae are obtained about 10 days after hatching of larvae kept at 25 C. The pupae are able to be preserved fresh for about 3 months in a refrigerator regulated at about 2 C.

Among 6 species of bats hitherto kept alive, *Vespertilio superans* appeared to be best suited for laboratory purpose showing excellent viability and appropriate size for handling : 13 individuals of this species were kept on the above-mentioned diet without any special care and their life span was 737 days on the average. The survivors were 100 % at the end of initial 4 months after capture, 92% at the end of year and 69% at the end of 2 years. The result suggests the possibility of keeping some other species of insectivorous bats also on housefly pupae for sufficiently long period for experimental work under laboratory conditions.