

# 異溫動物---蝙蝠

張永達\* 陳立琇\* 陳昭君\*\*  
\*國立臺灣師範大學 生物學系  
\*\*高雄市立和平國民中學

## 一、前言

動物以其對體溫的調節方式，可分為外溫動物（ectothermy）又可稱為變溫動物（poikilotherm）、內溫動物（Endothermy）又可稱為恆溫動物（homeotherm, warm-blooded）以及異溫動物（heterotherm）三類。

一般無脊椎動物如昆蟲及魚類、兩棲類、爬蟲類等生物的身體體溫隨外界環境改變而改變，氣溫過低時即以生活史中的某一種形態如卵、蛹等渡過惡劣環境或者進行冬眠（hibernation）以過冬，此類動物即為外溫動物。鳥類、哺乳類動物身體體溫可以維持在某一個特定的範圍，體溫過低時即消耗體內積存的糖類、脂肪等轉換為熱量以維持體溫的恆定性，體溫過高則以流汗等方式排出多餘的熱量，此類生物即為內溫動物。另外如蝙蝠、蜂鳥（honey-bee）等生物，在活動時，是屬於恆溫動物，但是當他們在休息時，為了降低維持體溫代謝能量的需求，身體溫度的調節會改為類似變溫動物的方式，身體的溫度會隨外界的溫度而改變，這種體溫調節的方式特歸類為異溫動物。本文主要在探討蝙蝠的能量獲得及其特殊的體溫調節方式。

## 二、台灣的蝙蝠

全世界的蝙蝠將近有一千種，數量之多是哺乳類第二大目（動物種類最多的一目是嚙齒目）。其分類地位如下：

界-動物界

門-脊索動物門

綱-哺乳綱

目-翼手目

翼手目又可分兩個亞目：大翼手亞目及小翼手亞目。大翼手亞目只有一科，即狐蝠科，其最大的特徵就是有雙大眼睛，小翼手亞目的蝙蝠眼睛都很小。小翼手亞目的種類較多，共有十七科。台灣目前為止發現有 23 種蝙蝠，大翼手亞目狐蝠科僅 1 種，小翼手亞目的蝙蝠則共有 22 種。其分類如下：

大翼手亞目

大蝙蝠科

臺灣狐蝠

小翼手亞目

蹄鼻蝠科

臺灣大蹄鼻蝠

臺灣小蹄鼻蝠

葉鼻蝠科

無尾葉鼻蝠

臺灣葉鼻蝠

蝙蝠科

臺灣寬耳蝠	堀川氏棕蝠
毛管大鼻蝠	摺翅蝠
臺灣管鼻蝠	高山管鼻蝠
渡瀨氏鼠耳蝠	寬吻鼠耳蝠
高山鼠耳蝠	夜蝠
東亞家蝠	臺灣長耳蝠
黃喉家蝠	高頭蝠
霜毛蝠	高山家蝠

皺鼻蝠科

皺鼻蝠

臺灣狐蝠是大蝙蝠中最漂亮的，喜歡吃漿果類的水果，最先是在琉球東南方的小島上發現，之後又陸續在高雄、花蓮、蘭嶼、綠島也有發現，因果農大量捕殺現已被公告為瀕臨絕種動物，目前僅綠島、花蓮縣、宜蘭縣偶有發現；除此之外，小翼手亞目中僅有 4 種(臺灣小蹄鼻蝠、臺灣葉鼻蝠、摺翅蝠及東亞家蝠)數量較多外，其他種類所觀察記錄到的數量都很少。台灣因人口增加，許多森地山坡地都被開墾蓋建築物，使得蝙蝠棲地減少，蝙蝠數量因而減少，不易見，再加上蝙蝠是夜行性動物觀察不易，所以有關本土蝙蝠還有待進一步的研究。

### 三、蝙蝠的攝食及其回音定位

神秘的蝙蝠吃什麼？大翼手亞目的狐蝠最喜歡吃果實，因此又稱為果蝠，圖一中果蝠正趴著在享受最愛之一：芭蕉，不過，有些種類也吃花粉、花蜜等。

小翼手亞目的蝙蝠差不多有 70% 的種

類是吃昆蟲，像飛蛾、蚊子、蒼蠅、蝗蟲或地上的大型昆蟲，蠍子、蜘蛛等也吃；少數吃花粉、花蜜；也有幾種吃蜥蜴、小型嚙齒類、樹蛙、小鳥、魚(圖二)甚至吃其他種類的蝙蝠，這一類是食肉性的蝙蝠。



圖一、台灣狐蝠正在享受牠的最愛之一：芭蕉



圖二、吃魚的食魚蝠

而讓人聞之喪膽的吸血蝙蝠，全世界也只有 3 種而已，而且只分布在中南美洲，也就是說在臺灣並沒有吸血蝙蝠。牠喜歡吸食哺乳動物的血，如狗、豬、牛、馬，特別是牛或馬等大型哺乳動物，至於人類的血卻是很少吸食的。

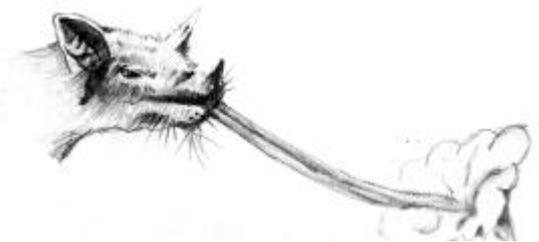
不過吸血蝙蝠身上常帶有病毒，特別是狂犬病病毒，被咬到的動物即容易受到感染。根據美國、加拿大的統計，1950~1984 將近 35 年間由蝙蝠將狂犬病傳給人的例子僅 10 例，而且這多半是人們誤拾起生病的蝙蝠，蝙蝠因自衛而將人咬傷，所以只要不任意捕捉或撿拾蝙蝠，被傷害的機會是很小的。

蝙蝠有各種不同的特化構造以攝取不同食物。例如，吃小飛蟲的蝙蝠利用腳間的膜或翅膀作捕蟲網捕捉小飛蟲(圖三)，再用嘴巴咬，可以一邊飛一邊吃；若捕捉到大型昆蟲，蝙蝠會將其帶到樹上，然後去掉獵物的頭、腿及翅膀再慢慢享用；吃花蜜的蝙蝠嘴鼻部與舌頭都比較長(圖四)，舔食花蜜就很容易；吃魚或其他小型脊椎動物的蝙蝠，腳特別有力，爪非常銳利，如此方便捕捉獵物(圖五)；吸血蝙蝠咽喉狹窄，只容液體食物通過，上顎有門齒及犬齒(圖六)，臼齒的數目則減少。門齒銳利如同剃刀，可輕易切開獵物皮膚柔軟的地方，然後以舌頭舔食流出的血液(圖七)，一次大概可吸食 20 分鐘。吸血蝙蝠通常靜悄悄的走近獵物，待其熟睡後才前進吸食，而被吸食的動物通常沒有感覺。如果蝙蝠吸太多血了，體重變重就飛不起來了，那牠就會用走的，搖搖晃晃的。

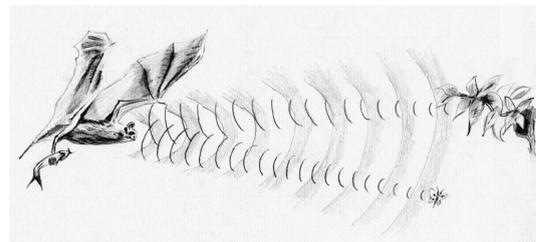
蝙蝠所吃的食物中含有水份，所以牠們不會特別去喝水，但若仍覺不足則會低飛掠過水面，以口攝取所需的水份，若不小心掉落水中，蝙蝠會浮在水面，並利用翅膀當槳一般在水中划動(圖八)。



圖三、蝙蝠利用腳間的膜或翅膀作捕蟲網捕捉小飛蟲



圖四、吃花蜜的蝙蝠嘴鼻部與舌頭都比較長，以利攝食



圖五、(1) 蝙蝠的回音定位 (2) 有些蝙蝠的腳非常有力，爪可抓物



圖六、吸血蝙蝠具有銳利的門齒及犬齒



圖七、吸血蝙蝠正在舔食牛血



圖八、不小心掉落水中的蝙蝠，會浮在水面，並利用翅膀當槳一般在水中划動



圖九、狐蝠具有一雙大眼睛，這隻狐蝠正在享受水果

蝙蝠是如何找到食物的呢？大翼手亞目的果蝠(圖九)，有水汪汪的大眼睛，視覺當然很好，所以這類蝙蝠絕大部分就是靠眼睛及嗅覺來尋找食物。

小翼手亞目的蝙蝠則均靠聲波。人耳僅能聽到頻率 20 千赫 (kHz) 以內的聲音，頻率 20 千赫以上的聲音聽不到，故稱超音波。蝙蝠喉部可以產生超音波，經由鼻子或嘴發

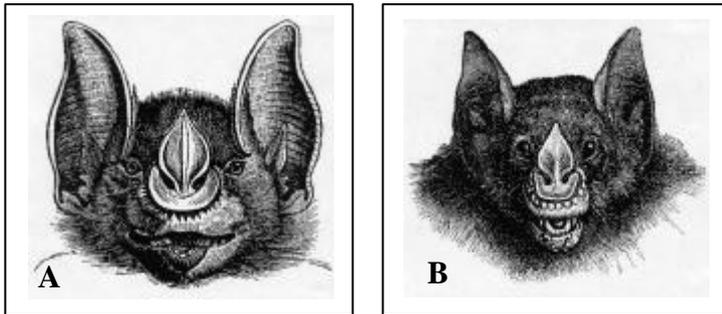
射出去，發出的聲波頻率在 20~120 千赫之間，屬超音波範圍，經由鼻子或嘴發射出去的超音波，碰到物體時會反射回來，再由耳朵接受回波(圖五)，以此分辨週遭環境、獵物方向、位置及形狀，以作正確反應，這種方法稱為回音定位。回音定位的有效距離雖只有一公尺多，但因蝙蝠的反應極為迅速，所以這距離已足夠了。

蝙蝠的回音定位非常精準，舉例來說：比蚊子還小的物體、甚至是比頭髮還細的物體，如蟲體表面的細部構造都可以偵測出來。科學家對一些蝙蝠做研究，發現這些蝙蝠可在 5 公尺內定位出直徑僅有 19 毫釐(mm)的球，與其體型相較，這球僅為牠本身大小的 16% 而已。

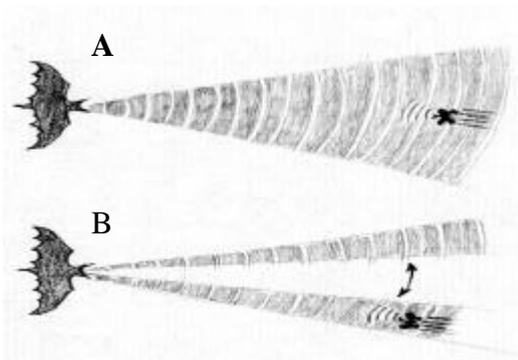
使用鼻子發射超音波的蝙蝠，具有相當奇特外型，構造複雜的鼻子，稱為鼻葉(圖十 A、B)，這類蝙蝠發出的超音波的有效範圍較小，蝙蝠像使用探照燈一樣，來回掃射尋找食物；另有一些蝙蝠使用嘴發出超音波，這種超音波的有效範圍就較廣了(圖十一)。常見的蝙蝠大都是家蝠，家蝠就是屬後面這種。

小翼手亞目的蝙蝠耳朵非常突出以利接收回波，此外還有迎珠和耳珠(圖十二)等特殊構造，更加強了接收回波的效果。當然，不同種類的蝙蝠所發出的超音波頻率各異，與獵物大小有關，也就是說，即或是不同種的蝙蝠，若獵物體積相仿，蝙蝠所發出的超音波頻率會很相近。

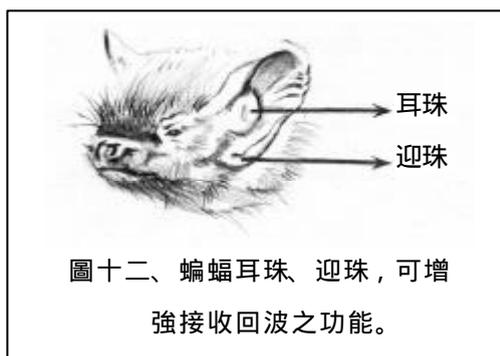
蝙蝠覓食時使用的超音波可分成三個階段：還沒發現目標前，發出超音波的頻率較



圖十、由鼻子發射超音波的蝙蝠，有不同形的鼻葉 A、B。



圖十一：A 家蝠使用嘴發出超音波，這種超音波的有效範圍就較廣了；B 蝙蝠由鼻子發出的超音波的有效範圍較小，音波像探照燈一樣，來回掃射尋找食物



圖十二、蝙蝠耳珠、迎珠，可增強接收回波之功能。

低，每秒約有 10 個音波稱為尋找期；一旦發現了獵物，發出超音波的頻率就會提高，大概每秒有 120-200 次，如此可隨時掌握獵物移動的方向與位置，稱為逼近期；最後階

段是從蝙蝠距離獵物前半公尺，到捕獲獵物或被獵物逃逸，此時發出之音波甚為密集，稱為終止期。

小翼手亞目的蝙蝠為何不是用眼睛而是使用超音波找尋食物？是不是因為眼睛功能差呢？不是！這類蝙蝠的眼睛雖小，但視力很好，只是牠們住在黝黑的

洞穴中而又是夜行性動物，在這種情況下，眼睛是派不上用場的，如何在漆黑的洞穴中飛行不會撞到石壁？如何在光線微弱的情況下有效捕食獵物？超音波是個有效的方法，研究也指出，蝙蝠使用超音波定位所花的能量並不多。

不過使用超音波也有一些麻煩，如果空氣中的水蒸氣或霧氣太大，超音波定位功能可能就會減弱；此外一些像蛾、蟋蟀及螳螂等昆蟲也具有能偵測出蝙蝠超音波的能力，有時會在蝙蝠逼近前就逃掉。蝙蝠的天敵---鷹類以及夜行性猛禽鴟鵂，牠們也能聽見超音波，蝙蝠發出超音波尋找獵物的同時也暴露了自己的位置，正所謂「螳螂捕蟬，黃雀在後」。特別是鴟鵂，具有銳利的聽覺及視覺，常常就駐足在樹梢上，捕食迎面飛來的蝙蝠，此外蛇也會盤據洞口，待蝙蝠成群飛出時捕食；鼯也是蝙蝠的天敵。

什麼時候人們發現蝙蝠使用超音波之音定位系統呢？約在 1700 年代，義大利科學家 Lazzaro Spallanzani 對蝙蝠作了一項實驗：在一間無任何光線透入的暗室，他用線將房間繞幾圈，然後讓蝙蝠在其中飛行，他

觀察到每一隻蝙蝠都沒有碰到線。之後，他將蝙蝠眼睛矇起來做同樣的實驗，他驚訝的發現：居然沒有一隻蝙蝠會碰到線。之後，Spallanzani 用蠟將蝙蝠的耳朵塞住，卻看到蝙蝠互相衝撞，甚至纏在線上，於是他下了一個結論：蝙蝠是靠耳朵辨識方向而不是眼睛。但當時 Spallanzani 的實驗結果並未被重視，直到多年以後，一位荷蘭人和一位美國人用他們當代先進的技術進行實驗，他們發現：蝙蝠飛翔時常用嘴發出一種人耳聽不見的高頻率聲音。1941 年兩位美國人重複 Spallanzani 的實驗，並使用最現代化的電子儀器，當蝙蝠飛翔時電子儀器接收到了超短波。他們繼續進行另一項新的實驗：他們將蝙蝠的嘴巴封起來放進同樣的房間飛行，果然所有蝙蝠都纏在線上，沒有導航的聲波，這些蝙蝠都失去了方向，自此，人們才確定了蝙蝠利用超音波定位。在動物界中除蝙蝠外，海豚、鯨魚、食蟲目動物以及一些老鼠和有袋類等哺乳動物也會利用超音波來彼此溝通。

蝙蝠發出超音波作為定位用，稱為定位聲；此外，蝙蝠亦能發出另一種頻率較低的聲音作為彼此間溝通或表達情緒之用，稱為聯繫聲，蝙蝠若受到干擾亦會發出這種聲音，蝙蝠的聯繫聲人的耳朵是可以聽得到的。

#### 四、蝙蝠體溫的調節

蝙蝠夜晚飛行時活動量很大，所以一個晚上幾乎要吃掉的食物可達其體重的一半，而白天休息時為了減少能量的消耗會進入睡眠狀態，但此時並非全無意識，而是呈半知

覺狀態，休息時代謝率為活動時的 1/10。

溫帶地區氣候屬冬寒夏熱。冬天，萬物蟄伏，蝙蝠食物因而減少，因此居住在這裡的蝙蝠每到冬天就會成群遷移到氣候較溫暖、食物較豐富的地方；不遷移的種類，則會進行冬眠以渡過缺乏食物的冬天。

冬眠的蝙蝠會在秋天便開始大吃特吃，將多餘的能量變成脂肪儲存起來作為冬眠之用，整個冬天不吃東西，就靠這些儲存的能量，直到春天的來臨。當然牠們有因應的辦法：蝙蝠會成群的擁擠在一起取暖；另外牠們能將體溫降到與周遭環境相同。蝙蝠雖是哺乳動物，但卻能調整體溫的高低，這樣牠們就不會浪費太多能量在維持體溫上；而且冬眠時，每隔幾天或幾星期就會醒來，按當時洞內空氣中的溫度、溼度調整最佳位置；此皆為蝙蝠渡冬的調節方式。蝙蝠冬眠時，體溫的代謝降為活動時的 1/100。

由上可知，溫帶地區的蝙蝠冬天和夏天的棲所並不相同，兩棲所間的距離有時會相距很遠，一但蝙蝠擇定棲所後，冬天、夏天分別有固定棲息地方，而且會沿用甚至達數百年之久；熱帶地區的蝙蝠雖不冬眠，但仍有移棲行為，原因至今不清楚。

因為冬天食物較少，而冬眠的蝙蝠所儲存的能量有限，所以對於正在渡冬或冬眠的蝙蝠而言，是處在生理狀態緊迫的狀態。人們若任意進出洞穴，造成噪音、空氣流動與溫濕度的改變，都會驚醒牠們，甦醒時消耗額外的能量，如果又沒有得到食物補充，常使蝙蝠無法捱過冬天而死亡，因此冬眠時期是牠們易受傷害的時刻。如果時常受到干擾，蝙蝠會感受到相當程度的壓迫，最終將會造成蝙蝠成群離洞。