



圖 1：蜜蜂(*Apis mellifera*)

## 蜜蜂

「蜜蜂或不是蜜蜂？」現代的孩子，只有在很少數的情況下才回答得了這個問題。提到蜂類，人們一般指的都是蜜蜂，而忽略了其他的蜂類。人類與蜂類的關係相當矛盾：人類大都喜歡勤勞的蜜蜂，且蜜蜂的授粉功能對於植物的果實、花朵具有重要的意義；有的人卻相當害怕蜜蜂尾部的螫針。

本章的內容大致分為兩個部分：

**第一部分：蜜蜂及胡蜂－蜜蜂的野外親戚。**在這個部分可以發現，學生們普遍對於蜂類的認識相當不足，甚至有許多的誤解。在本章節中會特別著重於物種知識的介紹。

**第二部分：蜜蜂。**本章節主要介紹為人熟知的蜜蜂(*Apis mellifera* Linnaeus, 1758)，蜜蜂是所有動物中之於人類排名第三的有用動物(僅次於牛和豬)，特別是蜜蜂對於經濟作物的授粉具有重要的功能意義。

### 主題活動的基本目的

- 介紹野生蜂類，如花蜂，並認識瞭解如何幫助這類受保育動物生存。
- 以黃蜂作為膜翅目昆蟲的代表，認識了解其生態結構。
- 了解並承擔人類對於自然保育的責任。
- 以蜜蜂為例，認識了解群體生活的動物。
- 認識蜜蜂之於人類的重要用處。
- 介紹現代人工養殖蜜蜂的方式。

## 第一部分：蜜蜂及胡蜂－蜜蜂的野外親戚。

### 1.1 蜜蜂及胡蜂相關的知識

#### 生物學

屬於膜翅目(*Hymenoptera*)昆蟲的蜜蜂及胡蜂，具有典型的兩雙透明的翅膀及纖細的「蜂腰」，而翅膀上可見清楚的格紋。在初見到一列蜜蜂時，很容易會跟蒼蠅搞混，但蒼蠅其實只有一雙翅膀。另外，作為防衛作用的尾部螫針(*Aculeaten*)也是膜翅目昆蟲重要的特徵，事實上也並非所有的蜂類都帶有毒性，姬蜂與葉蜂產卵用的螫針就是無毒的。

蜜蜂及胡蜂屬於完全變態的昆蟲，幼蟲從卵孵出，在吸收養分後很快地成蛹，在同一年或最遲隔年內就發育為成蟲(成蜂)。由於幼蟲及成蟲的營養(食物)來源不同，觀察幼蟲及成蟲的時機因此而不同。在不同種類的蜜蜂及胡蜂當中，有的是獨居，有的是群居，不同種類的群體結構也不盡相同。螞蟻及白蟻則可與蜂類作為發展方面的比較。



圖 2：葉蜂(*Megachile pilidens*)，帶有鋸齒的口器使得葉蜂能夠輕易地咬取樹葉。

#### 蜜蜂(*Apidae*)

在巴伐利亞地區約有近 500 種的蜂類，蜂類通常被稱為花蜂，這是因為蜂類多半以花蜜為食。而在所有的昆蟲當中，沒有一種像蜂類一般對於授粉有如此大的重要性。這也是花蜂與黃蜂最大的不同，黃蜂並不採食植物的汁液(花蜜)，而是以獵取其他昆蟲來作為食物來源並餵養幼蟲。

蜂類採集花蜜時會沾上花粉，在尋找花蜜而在花叢中穿梭時便將花粉四處傳播，不自覺地授粉。花與蜜蜂為共同演化的生物，藉由共同演化來適應環境。由於蜜蜂的授粉，而對於花類植物的多樣化有很大的貢獻。

蜜蜂也以花來餵養幼蟲，藉由特殊的器官來收集富含蛋白質的花粉，並儲存於蜜蜂自己挖出的洞穴或是現成的凹洞裡。為避免儲存的花粉遭受真菌或細菌感染，蜜蜂會以分泌物包覆，並再覆蓋上具有殺菌物質的樹葉來保護。

蜜蜂會在儲存花粉處產卵，由卵孵出的幼蟲便可食用花粉並迅速成蛹。某些蜂類甚至會在儲存有花粉的洞穴裡待到隔年已完全成蟲時。

在野生蜂類當中，**大黃蜂**佔有特殊的地位。大黃蜂具有群體社會結構，蜂后通常在春季建立群體，地點通常是現成的洞穴，蜂后會在洞穴中以蜂蠟來建造具有許多巢室的蜂巢，接著會在巢室內填滿花粉，蜂后會在每個巢室裡產下雌性的卵，這些卵之後則發育成工



圖 3：熊蜂(*Bombus lapidarius*)

蜂，協助並支持蜂后來運作整個群體。然後工蜂會繼續以花蜜及花粉填滿所有的巢室，這與蜜蜂的情況大致類似，接下來的章節會再加以詳述。當蜂巢建構完整後，蜂后也會產下雄性的卵，於此同時，先前產的雌卵中能安全度過冬季者則發育成蜂后。與其他蜂類不同的是，大黃蜂帶有厚實的絨毛，因此也較其他蜂類更能抵擋濕冷的氣候，在氣候嚴峻的季節裡，或是溫度較低的森林邊緣及山區，必須依靠大黃蜂來維持植物間的授粉。

### 胡蜂

胡蜂也有相當多不同的種類，但較鮮為人知，一般所稱的胡蜂通常指胡蜂科(*Vespidae*)，因為胡蜂在夏季後期四處成群覓食的侵擾，也使其經常是令人厭惡的。胡蜂的特徵是鮮明的保護色：通常是黑黃相間，也有紅色的物種。這樣的保護色也經常可見於其他昆蟲種類(擬態)。

大部分的胡蜂都會產卵於肉類食物來源的周



圖 6：蜂巢上的馬蜂(*Polistes nimpha*)



圖 4：德國胡蜂(*Vespula germanica*)



圖 5：大黃蜂(*Vespa crabro*)



圖 7：獵捕到飛蛾幼蟲的沙蜂



圖 8：蛛蜂(*Episyron albonotatum*)，以及其獵捕到的下肢以癱瘓的蜘蛛



圖 9：青蜂  
(*Chrysis ignita*)



圖 10：寡毛土蜂  
(*Sapyga clavicornis*)

圍，如昆蟲，也因此胡蜂發展出相當強壯的大顎而舌頭較短，相較之下，吸取花蜜的蜜蜂的口器則功能性較弱，發育程度較低。如同蜜蜂一般，胡蜂的種類中有獨居也有群居者，群居為主的胡蜂種類則以普通黃胡蜂(*Vespula vulgaris*)及德國胡蜂(*Vespula germanica*)為代表，德國胡蜂在夏季的粗魯表現則讓牠在歐洲相當地惡名昭彰。另一種同樣惡名昭彰的是大黃蜂(*Vespa crabro*)，而大黃蜂已是受保育的物種，也因為過去多年來的保育成效，使得今日的人們能觀察到大黃蜂。

撇開胡蜂惱人的嗡嗡聲，其對於生態環境的意義相當重大：為了餵養幼蟲，單一個胡蜂群體每天會獵取大約 500 公克的蒼蠅、蚊子及毛蟲，遠勝於單一個山雀家族每天獵取的量。

同樣也吸取花蜜卻較少為人知的，是馬蜂(*Polistinae*)，馬蜂巢通常緊緊的黏附在植物的莖上。由於這樣獨特的建造方式，在自然環境當中其實很容易能觀察到馬蜂。

在胡蜂家族中還有泥蜂(*Sphecidae*)、蛛蜂(*Pompilidae*)、青蜂(*Chrysididae*)、寡毛土蜂(*Sapygidae*)及窄腹胡蜂(*Gasteruptionidae*)等等。泥蜂屬於較原始的物種，多半為獨居，偶有群聚的現象，其幼蟲多半可在肉類食物來源的周遭發現。獵捕其他昆蟲時多半會使獵物癱瘓，以保持食物的新鮮度。即便是獨居者仍會照護幼蟲，而昆蟲當中小至蚜蟲，大至蝴蝶都是胡蜂的獵食對象。

以蜘蛛為食的蛛蜂多半為獨行的生活方式；青蜂(*Chrysididae*)則以微小的體型及金屬般的顏色而聞名。青蜂、寡毛土蜂及窄腹胡蜂都是以寄生的方式來獲取養分。

### 體型構造及授粉

在物種演化的歷史過程中，蜜蜂與開花植物以特別的方式共同發展演化且相互支持，而在蜜蜂穿梭在花叢中傳遞花粉的同時，也提高了蜜蜂本身的繁殖機會。植物在演化史中發展出含糖分的汁液，就是為了吸引動物靠近，而蜜蜂與植物也能更佳的共同演化：

- 植物演化出花朵，包含了能蘊藏花蜜的花萼及花蕊，有助於繁殖。
- 蜜蜂演化出的長型嘴喙能方便深入花萼吸取花蜜，身體表面的細毛也有助於傳遞花粉。



圖 11：分舌花蜂(*Colletes daviesanus*)，正在艾菊花上採蜜。其特徵是將成塊的花粉攢積於後腿上。

馬蜂由於其掠奪性及肉食的生活方式，則演化出強而有力的大顎，其嘴喙相對來說較短，只能稍微接觸到花蜜。

### 螫針及毒性

非肉食性的胡蜂藉由尾部螫針戳刺植物以產卵；如姬蜂便會以螫針戳刺寄生的宿主來產卵。螫針的構造功能因種類及目的性各有不同：在獵食其他昆蟲時，螫針可輸送毒液使獵物癱瘓，再將獵物作為幼蟲餵養之用。蜜蜂的螫針則純粹只有防禦功能，具有毒性，但在演化史的角度來說，螫針最原始的功能其實是產卵，因此不論胡蜂或是蜜蜂都只有**雌蜂**才有螫針。



圖 14：正在螫人的蜜蜂，帶倒鉤的螫針裝載有滿滿的毒液，螫針會由蜜蜂的尾部脫離而留在被螫的動物身上，螫針會持續地將毒液灌入被螫者的體內。



圖 15：胡蜂的螫針表面光滑，且不帶倒鉤。



圖 12：馬蜂(*Polistes nimpha*)及其引人注目的保護色



圖 13：姬蜂

有一句流傳至今的俗語：「七隻大黃蜂就能殺死一匹馬，三隻就能殺死成人，而兩隻就能殺死小孩。」大黃蜂一直被誤解為毒性極高，但其實蜜蜂螫針的毒性是大黃蜂的 3.8-15 倍，這也是為了防禦其他動物因蜂蜜受到引誘而侵襲，如獾、熊及人類，而不得不發展出的防禦方式。相較之下，黃蜂、胡蜂及大黃蜂不以群體生活為主，也不需要為了過冬而將食物儲存於固定的巢穴中。當蜜蜂螫了其他動物後，螫針的倒鉤會使得螫針脫離蜜蜂而留在被螫的動物身上，螫針會持續地將所有的毒液輸送到被螫的動物體內，但這樣的情況卻會使蜜蜂死亡。

以大黃蜂來比較說明，其螫針的防禦功能則因其狩獵本能而與蜜蜂不同。大黃

蜂的螫針幾乎是沒有毒性的，但帶有能導致劇痛的物質，如醋膽素。但大黃蜂的螫針較長，能深深地刺入獵物的身體，一般來說被大黃蜂螫到比蜜蜂或胡蜂螫的痛感較高。若要使成人致死，需要百隻以上的大黃蜂才有可能。

## 瀕危情況

目前大多數膜翅目昆蟲的瀕危程度極高：在巴伐利亞地區大約是青蜂 61%，胡蜂 53%，蛛蜂 65%，泥蜂 48%，蜜蜂 54%。(資料來源為 2003 年國際自然保護聯盟瀕危物種紅色名單)

在以上提到的族群當中，某些特殊種類的瀕危情況更是嚴重。導致瀕危的原因有幾個，大多數花園景觀都以綠化為主，即便有開花植物花期也很短，農田種植單一作物降低了植物環境的多樣性，如上種種大大減少了蜂類的食物來源。一般的農場每年大約收割 5-7 次，這樣的使用頻率卻造成了蜜蜂食物來源及繁殖機會大幅將低。許多巴伐利亞地區特殊的種類，目前已經完全絕種。

## 參考資料來源

### 圖鑑書籍

Bellmann, Heiko (2005):

**蜜蜂、胡蜂及螞蟻**，第二版，Franckh-kosmos 出版社，Stuttgart

*適合入門者，其中介紹了超過 130 種的蜜蜂、胡蜂及螞蟻，並帶有豐富的圖片以及觀察上的建議。*

Andreas Muller, Albert Krebs und Felix Amiet (1997):

**蜜蜂：中歐地區的種類、生活方式、觀察**，Naturbuchverlag 出版，München.

*以文字及圖片介紹所有中歐的物種。*

Hintermeier, Helmut u. Margit (1984):

**花園及原野中的蜜蜂、黃蜂及胡蜂**，Obst- und Gartenbauverlag 出版，München

Witt, Rolf (2001):

**觀察及辨別胡蜂**，Naturbuch-Verlag 出版，Augsburg

*相當傑出的胡蜂專業書籍，甚至包含了古文明的介紹。*

### 專業書籍

生物學教學期刊，174 期 (1992):

**黃蜂及胡蜂**，Fachzeitschrift Erhard Friedrich 出版

*僅有舊版，適合中學教育。在花園裡的大黃蜂/辨識大黃蜂—變得容易/黃蜂—從大黃蜂的生活看最好的昆蟲群/大黃蜂和黃蜂的妙計/補充：膜翅目。*

Westrich, Paul (1989/1990):

**巴登-符騰堡的野生蜂類**，共兩冊。Ulmer 出版社，Stuttgart

針對想要深入野外養蜂的人。關於生物學、棲息地、保護的詳細訊息。德國（舊聯邦共和國）的每一種蜜蜂都有單獨章節介紹。

Ripberger, R. & C.-P. Hutter (1997):  
保護大黃蜂。Weitbrecht 出版社，Stuttgart

關於黃蜂及其保護的優良插圖書。

Günzel, W. R. (2007):  
昆蟲旅館，體驗自然保育，建造指南－昆蟲種類描述－花園相關建議，第三版，Pala 出版社

Mauss, Volker & Matthias Schindler (2002):  
本地的蜜蜂與黃蜂，區域性物種保育計畫的入門指南。Martina Galunder 出版社，Nümbrecht.

Berenbaum, May R. (1997):  
水蛭、群體創建者、絲綢工廠。Spektrum Akademischer 出版社，Heidelberg.

描述了人類與昆蟲間矛盾的關係。

## 相關網站

[www.wildbienen.de](http://www.wildbienen.de)

關於超過 80 種野生蜂類的廣泛介紹。

[www.hymis.de](http://www.hymis.de)

關於德國境內蜜蜂及胡蜂的豐富介紹，含有大量的圖庫以及詳細的索引介紹及資料研究引介。

[www.vespa-crabro.de](http://www.vespa-crabro.de)

關於大黃蜂的傑出網站，有廣泛的介紹

[www.hornissenschutz.de](http://www.hornissenschutz.de)

不要怕大黃蜂！關於大黃蜂的基本重要資訊。

[www.hornissen-info.de](http://www.hornissen-info.de)

關於黃蜂、大黃蜂及胡蜂的諮詢及索引資料。

[www.biologie-von-wespen-und-bienen.de](http://www.biologie-von-wespen-und-bienen.de)

關於胡蜂及蜜蜂的資訊，以及人工飼養的建議。

[www.bienenhotel.de](http://www.bienenhotel.de)

描述關於野生蜜蜂及胡蜂的人類幫助機制，特別在覓食及授粉方面。

[www.buw-bayern.de](http://www.buw-bayern.de)

巴伐利亞地區由古至今的膜翅目昆蟲及其分布地區。

[www.hobos-online.de](http://www.hobos-online.de)

HOBOS(蜜蜂網路研究)是Julius-Maximilians 大學生物中心的教授Jurgen Tautz 帶領的專案，也是聯合國教科文組織 2009/2070 的官方計畫，對於永續發展的環境教育有很大的貢獻。

蜜蜂群體的生活和活動可以透過網路進行追蹤和研究。HOBOS 發展出的技術對於觀察蜜蜂有相當大的幫助，能夠觀察整個蜂群、較小的蜜蜂群和每隻蜜蜂，無論是簡單的觀察或是專精的學術研究都可於此網站找尋到適合的輔助資料。

## 有關單位

在巴伐利亞地區有許多的大黃蜂及胡蜂專家，可向專家諮詢在校園或野外關於大黃蜂或是胡蜂的觀察或處理建議。聯絡方式可洽詢自然保育局的地方辦事處。

## 1.2 與蜜蜂及黃蜂接觸相關的法律建議

所有的**野生蜜蜂、胡蜂及黃蜂**都是受到聯邦物種保護規定的物種。黃蜂屬的**大黃蜂(Vespa crabro)**，泥蜂屬相當稀少的**圓頭黃蜂(Bembix rostrata)**、及**葉蜂(Cimbex spp.)**也都是高度保育的物種。其他的物種則除外。

根據聯邦物種保護規定第 44 章第一款第一節「受到保護的特定野生動物物種是禁止捕捉、傷害或獵殺的.....」。如前段提到的膜翅目昆蟲都受到這條法規的保護。

而法規第三章的例外規定則清楚標明了，以**課程教育為目的**的有限情況下，可允許保育動物或植物的取用或捕捉，但這並不適用於瀕臨絕種的物種。

若是由於教育目的需捕捉受保育的物種，則須向自然保育局提出申請，相關聯絡資訊可由附錄 B 和 C 查詢到。

### 如何與蜜蜂及胡蜂接觸

雖然人類通常會盡量遠離蜂窩，但蜜蜂與胡蜂其實是相當溫和的昆蟲。大黃蜂的飛行方式相當具有特色而令人印象深刻，而無論哪種蜂類，都應小心謹慎地對待。

在任何活動前，都應與學生事先溝通如下的注意事項：

- 為避免**對蜜蜂或胡蜂螫到的過敏現象**，活動時必須穿著全身的防護衣，絕對不能有任何未遮蔽的部位，即使是鞋子的部分也要全面包覆。學生在活動時必須有教師在一旁監護。
- 在接近蜂類時，**不要隨便揮動雙手**，大部分的昆蟲都是溫和的，會發生螫人的情況都是有原因的。
- 盡可能地**放慢動作**！蜜蜂與胡蜂對於快速的動作容易感到受威脅而產生警戒與防衛，甚至攻擊。放置在手心的昆蟲通常不會螫人，在這樣的情況應靜待昆蟲自己飛走。

- 若是不小心地對蜜蜂或黃蜂揮動雙手或是擠壓，可能會發生輕微的螫傷，造成輕微疼痛的腫脹。此時應冷靜不要慌張，立刻小心地用指甲將蜂刺往螫傷的相反方向從皮膚上刮除(千萬不可擠壓蜂刺，會使得更多的毒液由傷口灌入體內)。在家中也有可運用的物品，可用切開的洋蔥，或是用口水加上食鹽塗抹傷口，再以冰敷減緩傷口的發炎或腫脹。如果有更嚴重的情況，可使用鈣發泡錠來幫助傷口的情況。

### 1.3 關於蜜蜂與黃蜂的主題活動

#### 主題活動的基本目的

- 認識野生蜜蜂(特別是花蜂)，以及受保育動物的生存救援機會。
- 胡蜂之於生態環境結構的特性與重要性。
- 培養自然保育的責任意識。

#### 關於蜜蜂與黃蜂的主題活動

- A 1 蜜蜂與胡蜂的多樣性  
物種知識，開花植物的生態
- A 2 幫助膜翅目昆蟲築巢  
生活空間的必需條件，輔助措施
  - A 2.1 以圓木築巢
  - A 2.2 以方木築巢
  - A 2.3 人工造牆築巢
  - A 2.4 朽木，如腐朽的蘋果樹
  - A 2.5 蝸牛殼
  - A 2.6 開放地面，如沙地
  - A 2.7 乾石牆
  - A 2.8 蜂巢箱
- A 3 蜜蜂及胡蜂如何照顧幼蟲  
幼蟲(幼蜂)發育及生活方式
- A 4 蜜蜂與胡蜂如何幫助開花植物的多樣性  
花蜜來源，輔助措施
  - A 4.1 觀察花園植物間的蜜蜂與胡蜂
  - A 4.2 觀察房屋或田地周遭雜草間的蜜蜂與胡蜂
- A 9 蜜蜂—重要的授粉者的危機  
蜜蜂對於人類的價值
- A 10 蜜蜂之友—對蜜蜂友善的學校花園  
建置對蜜蜂友善的學校花園

#### 附錄

- A 1\_1 圖鑑講義：常見的蜜蜂與胡蜂 I
- A 1\_2 圖鑑講義：常見的蜜蜂與胡蜂 II

- A 2\_1 圖鑑講義：常見的蜜蜂與胡蜂的築巢協助
- A 2\_2 圖鑑講義：經常以蝸牛殼築巢的蜜蜂
- A 2\_3 圖鑑講義：經常在地面或乾石牆築巢的蜜蜂
- A 2\_4 人工黃蜂巢箱的建造指南
- A 9\_1 教師資訊：蜜蜂的價值
- A 9\_2 教學建議：在草地上討論蜜蜂的價值
- A 9\_3 教學遊戲「生態系統中的蜜蜂」遊戲指南及輔助教具範本
- A 9\_4 偵探遊戲「消失不見的蜜蜂」遊戲指南及輔助教具範本
- A 9\_5 數學相關的講義
- A 10\_1 資料索引：對蜜蜂友善的校園/花園
- A 10\_2 野生蜜蜂的相關講義

## 主題活動 1

### 蜜蜂與胡蜂的多樣性

#### 本活動的專業知識

在觀察物種多樣性時，可發現開花植物的種類與授粉者之間的關聯性相當有趣。蜜蜂、胡蜂以及蝴蝶長長的嘴喙，其實是對應於長長的花冠。如柳葉草屬植物特別長的花冠，就只有嘴喙特別長的蝴蝶才能吸取到花蜜。繖型花科的花冠較短，因此周圍除了胡蜂以外還可見食蚜蠅及甲蟲以短短的嘴喙吸取花蜜。

本活動還可與主題活動 2「幫助膜翅目昆蟲築巢」與主題活動 4「蜜蜂與胡蜂如何幫助開花植物的多樣性」共同探討前段提及的關聯性。在不同的花園或環境中，也可運用主題活動的訣竅觀察其他種類的膜翅目昆蟲。

#### 活動執行

- 選擇五月至八月開花植物種類較多的花園，如紫菀、土木香等菊科植物甚至到了九月都還會開花，較理想者則是會開花的香料植物，如薰衣草、鼠尾草、野生墨角蘭、百里香以及薄荷，十字花科也是理想的選項。
- 必要時應先尋求花園主人的同意才捕捉昆蟲。
- 建議選擇溫暖、乾燥、無風的上午。
- 建議學生以小組方式，放慢動作接近花叢，影子也會嚇跑昆蟲，此時應靜待昆蟲自己出現。
- 建議學生與昆蟲保持適當距離來進行觀察
- 大部分的膜翅目昆蟲都可以在植物上觀察到而不需捕捉，少部分的可以觀察罐收集，但觀察活動後應盡快放生。
- 讓學生選定花的種類，如薄荷花或是繖型花科，仔細觀察並記錄數量。
- 最後討論：那些種類的蜜蜂或胡蜂會飛往或停留在哪些種類的花上面？

季節：9月、5-8月

級別：小學、國中

執行：容易

#### 活動目的

- 認識常見的本地膜翅目昆蟲
- 膜翅目昆蟲的生物學知識
- 了解授粉者與開花植物間的關聯性
- 觀察成果
- 練習運用圖鑑索引

#### 活動材料

- 觀察罐
- 準備紙筆以記錄觀察活動
- 附錄 A1\_1 及 A1\_2 常見的蜜蜂與胡蜂 I & II。  
建議也可搭配使用常見蝴蝶圖鑑(蝴蝶章節的附錄 A 2\_1 至 A 2\_3)

## 幫助蜜蜂與胡蜂築巢

### 主題活動 2.1—以圓木築巢

#### 本活動的專業知識

一些野生的膜翅目昆蟲經常以木頭上的孔洞來築巢，這些孔洞可能是由於甲蟲幼蟲在朽木上的啃食形成的。

但由於人類熱愛秩序，森林裡的朽木被清除而造成膜翅目昆蟲能築巢的可能地點變少，而逼得昆蟲不得不找其他的替代地點來築巢。透過簡單的方法可以開發出為某些物種提供服務的結構，以替代失去的生存空間。

#### 活動執行

- 將硬木裁切 15 cm 的長條。
- 每條硬木由對角線從中鋸開，鋸開的三角木塊在對角線的兩側分別為 5 cm 長及 10 cm 長。
- 在斜面處鑽出數個直徑較大的孔，在較短的一側則鑽出直徑較小的孔，但要注意孔洞不能鑽的太深，切勿鑽穿木塊。
- 為了製作人工的蜂巢，前述的硬木塊應以螺絲及螺絲起子固定住。
- 選擇面南且不會被雨淋到的牆面，在眼睛的高度釘入釘子，之後會將人工蜂巢懸掛於此。

#### 野生蜜蜂的觀察訣竅

##### 紅色梅森蜜蜂 (*Osmia bicornis*)

- 在三月至五月可觀察到紅色梅森蜜蜂的雌蜂，此時的雌蜂正四處尋找適合築巢的地點。由於其體型較大，傾向於尋找較大的孔洞來築巢。觀察時可藉由其特徵來辨別，即是雌蜂的下半身腹部朝下的一面長有紅色的鬃毛。
- 蜂巢的清潔：在前一年已被築巢的木頭上，可觀察到正在清潔蜂巢的雌蜂，雌蜂會將前一年積累在蜂巢內的花粉殘餘給清除乾淨。
- 交配：雄蜂與雌蜂的交配極為快速，雄蜂體型通常較小，觸角較長但沒有鬃毛。當雄蜂

季節：1-5 月

級別：小學、國中

執行：容易

#### 活動目的

- 學習膜翅目昆蟲的生態知識
- 了解膜翅目昆蟲的生活空間需求
- 認識實用的自然保育方法
- 喚醒對於野生動物自然保育的責任意識
- 學習有用的手工或專業能力

#### 活動材料

- 事先徵得林務局許可，準備直徑 10 cm 大小的硬木，約 1.5 m 長的硬木可製作出 20 個人工蜂巢。
- 鋸子
- 可鑽出 2-6 mm 大小的可固定式鑽孔工具
- 足夠數量的螺絲
- 足夠數量的 5 cm 長鐵釘
- A 2\_1 常見的蜜蜂與胡蜂的築巢協助
- 鐵鎚與螺絲起子



圖 16：圓木的切片



圖 17：紅色梅森蜜蜂(*Osmia bicornis*)

在蜂巢的孔洞中被孵出後便會靜待雌蜂被孵出，而後立刻進行交配。

- 蜂巢設置：雌蜂會選擇適當的孔洞，在腹部採集花粉後飛入蜂巢。而後蜜蜂會巡視蜂巢內的各個孔洞，在確定蜂巢中沒有其他動物後，就會隱入蜂巢當中。在蜂巢內部陰暗的深處，蜜蜂會卸除身上的花粉，並將花粉踩碎囤積在孔洞裡。當蜜蜂從蜂巢再次出現時，身上的花粉已經清除乾淨。之後，雌蜂會在內部囤積的花粉堆上產卵，隨後再重複上述的動作，而後再用其他物質混和唾液做成蓋子將蜂巢的孔洞關上，保護蜂巢免受天氣的影響或是侵略者的侵襲。

- 空中散步的花粉量：在一定的時間之後，便能確定蜜蜂為了收集花粉而飛往的方向。

- 孵化幼蜂：從前一年已經建置好的蜂巢當中，便可觀察到孵化的幼蜂。若有數個蜂巢共同建置在一起，便能觀察到許多孵化的雄蜂成群嗡嗡地飛出。

**切葉蜂** (*Osmia florissomnis*, *Osmia rapunculi*, *Osmia cantabrica*, *Osmia campanularum*, *Osmia truncorum*)

- 在四月至六月的時候，能觀察到體型較小黑色的蜜蜂，多半存在於直徑較小孔洞的蜂巢。
- 在五月至七月可觀察到體型更小的黑色蜜蜂，出現在更小的孔洞。

**面花蜂** (*Hylaeus spec.*)

- 在六月至七月的時候能在更小孔洞的蜂巢觀察到體型更小的黑色的面花蜂。

針對其他種類蜜蜂的代表，如泥蜂、胡蜂、青蜂、寡毛土蜂、窄腹胡蜂等等，有不同的觀察方式及可能性。



圖 18：在 Ebern 的 Friedrich-Rueckert 高中製作的以朽木製作的人工蜂巢示意圖。

#### 活動材料

- 預先準備 5x10x20 公分大小的由硬木裁切的方木塊，可找工匠或鋸木廠協助取得。
- 可鑽出 2-6 公釐大小的可固定式鑽孔工具
- 足夠數量的螺絲
- 足夠數量的 5 公分長鐵釘
- 鐵鎚與螺絲起子
- 附錄 A 2\_1 常見的蜜蜂與胡蜂的築巢協助



圖 19：蜂牆

## 主題活動 2.2—以方木築巢

方形的木頭也相當適合作為膜翅目昆蟲棲息生活的巢穴。方木甚至能提供昆蟲生活空間更高更佳的可塑性。

### 活動執行

- 在較寬的一面鑽出直徑大小不同的孔洞，一樣要注意孔洞的深度，不能鑽穿木頭；使用愈銳利的鑽孔工具便能使得鑽出的孔洞內面愈光滑，對於昆蟲前往居住棲息也更具有吸引力。
- 以鑽孔時的相同方向將孔洞的邊緣磨光，須注意孔洞內外不能有任何粗糙處或是木屑突出。
- 藉由螺絲及螺絲起子將人工蜂巢固定住。
- 選擇面南且不會被雨淋到的牆面，在眼睛的高度釘入釘子，之後會將人工蜂巢懸掛於此。

### 觀察訣竅

見活動 2.1 以圓木築巢

### 活動材料

- 大塊的方木料、木條用以做木架，磚瓦用來做屋頂。
- 不同種類樹木的橫木，如接骨木，黑莓樹或竹子。
- 黃土、黏土、稻草及數個表面粗糙的石頭。
- 工具
- 附錄 A 2\_1 常見的蜜蜂與胡蜂的築巢協助

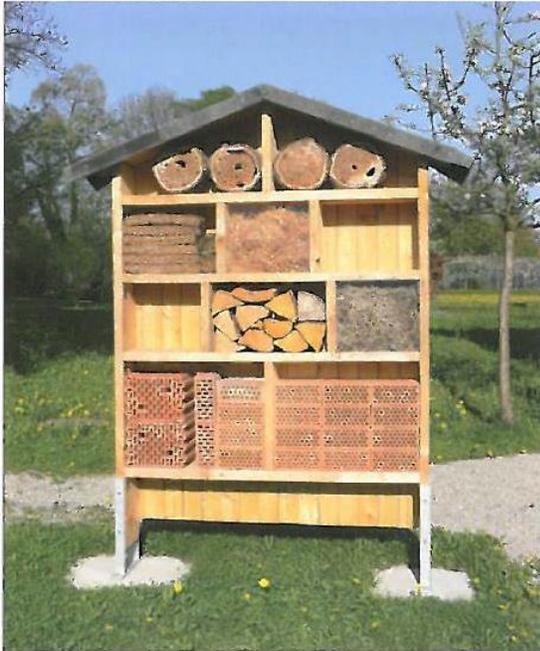


圖 20：ANL 教育中心製作的野生蜜蜂旅館

### 主題活動 2.3－人工造牆築巢

藉由人工製作的蜂巢牆能讓蜜蜂的生活空間有更多不同的構造可能，在大自然界形成的孔洞有各種不同的成因，而不同種類的蜜蜂或昆蟲也偏好使用不同型態的孔洞，因此有的蜂巢是建造在朽木上，有的也可能建造在峭壁上。以木頭建置的人工蜂巢可劃分為兩個部分，一側可以空心的木頭來製作，表面有許多昆蟲啃咬出的小洞；另一側則是木頭本身腐朽造成的洞。峭壁上的蜂巢也相當有趣，蜜蜂會利用黏土等物質來做出蜂巢的進出通道。

#### 活動執行

- 以方木料及木條建造出木架，上面以磚瓦做屋頂來遮風避雨。
- 在木架上劃分出不同物質的不同區域。
- 小心的建置各個區域。
- 將沾濕的沙與黏土混和放進箱子，壓緊並放乾。之後，將箱內乾燥後的黏土鑽孔，以此模擬峭壁上的築巢環境。

#### 觀察訣竅

除了前述以圓木築巢的主題活動提及的觀察訣竅，還有如下：

- 在蜜蜂當中毛蜂相當喜歡在土牆築巢，因此若有適當孔洞大小的土牆並以垂直的方式建置，對於毛蜂來說有很大的吸引力。
- 自然風乾的黏土是泥土蜂相當喜愛築巢的地點。雌蜂在築巢時建造地相當有藝術感，包括如煙囪般的出入通道。

## 主題活動 2.4—以朽木或腐朽的蘋果樹築巢

德國本地最常見的野生蜜蜂，黑紫色的木蜂 (*Xylocopa violacea*)，喜歡在腐朽的果樹築巢。無論是堆放在果園內腐朽的果樹木，或是因為風暴而倒下的樹木，都為木蜂提供了理想的築巢環境。

### 活動執行

- 在花園中選擇日照充足的地點，且選擇已經腐朽多年的蘋果樹。
- 將朽木底部深埋入土中，必須能抵擋風暴再次的吹襲，而能讓木蜂有足夠的時間在朽木上築巢棲息。
- 可在暴風雨後收集吹落的朽木料來建置蜂巢，通常在照得到太陽的森林邊緣或是小山坡的斜面上可找到堆起的朽木料。

### 觀察訣竅

- 黑紫色的木蜂 (*Xylocopa violacea*) 可謂為蜜蜂界的工匠，無論是腐朽到什麼程度的木頭都有辦法築成蜂巢，木蜂築出的蜂巢相當引人注目，若是周圍有足夠的食物來源，木蜂的蜂巢及生活習性是相當好的觀察對象。

### 活動材料

- 腐朽的蘋果樹，朽木料。
- 附錄 A 2\_1 常見的蜜蜂與胡蜂的築巢協助



圖 21：堆積的朽木看來不太美觀，但卻為野生蜜蜂提供了極佳的築巢環境。



圖 22：黑紫色的木蜂 (*Xylocopa violacea*)

### 活動材料

- 空的蝸牛殼
- A2\_2 圖鑑講義：經常以蝸牛殼築巢的蜜蜂



圖 23：蝸牛殼上的蝸牛蜂(*Osmia aurulenta*)

### 活動材料

- 將沙子混和其他材質更細的物質，如經過洗砂機的礦石碎屑
- 為磨光的粗糙礫石，可由石灰岩或玄武岩礦場取得
- 石灰石及玄武石
- 工具
- 附錄 A 2\_3 經常在地面或乾石牆築巢的蜜蜂

### 觀察訣竅

- 所有種類的沙蜂(*Andrena* 如 *A. flavipes*)都喜好在開放地面挖土並築巢。在較溫暖的地區甚至能見到稀有的黑白相間的沙蜂(*Andrena agilissima*)在開放地面築巢棲息，且會以粗糙的碎石混和沙土來設置蜂巢的出入通道。
- 隧蜂(*Halictus, Lasioglossum*)是最常被見到於開放地面築巢棲息的蜜蜂種類，這種蜜蜂的背部特徵，是表面光滑但周圍長著毛髮呈皺紋狀。

## 主題活動 2.5—以蝸牛殼築巢的蜜蜂

### 活動執行

- 選擇花園內日照充足但植被較少的地點，可找到不同大小的羅馬蝸牛(*Helix pomatia*)或是果樹蝸牛(*Cepaea spec.*)的空殼。

### 觀察訣竅

- 有三種蝸牛經常使用空置的蝸牛殼來築巢：金色的蝸牛蜂(*Osmia aurulenta*)，紅色蝸牛蜂(*Osmia bicolor*)，紅色帶鬚毛的蝸牛蜂(*Osmia rufohirta*)。蝸牛蜂會將蝸牛殼黏在帶有植物的泥土牆或泥土堆，紅色蝸牛蜂甚至會將蝸牛殼藏在麥桿堆當中。

## 主題活動 2.6—開放地面，如沙地

### 活動執行

- 選擇花園裡適當的地點，必須是白天大部分時間都有日照的地方，建議是地勢較高處以避免積水產生，面南且範圍較大，短時間不易雜草叢生。
- 選定的區域盡量不要有植物生長。
- 將準備好的材料大範圍地並排鋪設，要注意上下層的排列。
- 在活動的初期應注意隨時清除長出的雜草。
- 最後將沙子及石頭混和鋪設在整個區域。

- 梅森蜜蜂習於在石頭上築巢。

若是較為潮濕含水的沙地，常可見到泥蜂(*Ammophila*)的蜂巢，有三種德國本地種的泥蜂一生當中不只一次會挖土築巢，而泥蜂通常以飛蛾的幼蟲為食，並會在捕獲的飛蛾幼蟲上產卵。泥蜂會一再地飛回蜂巢查看，確保其幼蟲有足夠的食物。

- 訣竅：泥蜂會在自己的蜂巢上做記號用以辨認，觀察時可實驗性地放上人造的記號並變換，會發現泥蜂總是能由不同位置的記號辨認出蜂巢。也可以用光來做實驗，觀察泥蜂飛行的方向性以及本能習性。

## 主題活動 2.7—乾石牆

乾石牆提供了蜂巢建造的垂直及水平結構，特別是牆的接縫處可遮蔽風雨，經常是蜜蜂選擇築巢的位置。

### 活動執行

- 在花園內選擇適當的地點，可讓乾石牆倚靠著斜坡建造。
- 乾石牆的地點應有足夠的日照。
- 乾石牆上的石頭之間應有落差，能提供良好的排水。

### 觀察訣竅

- 在石牆的接縫處能遮蔽風雨，可觀察到毛蜂(*Anthophora plumipes*)在此試著築巢的地點。
- 黃蜂也喜於石牆接縫或凹洞處築巢。
- 切葉蜂(*Megachile willughbiella*)也能在乾石牆觀察到，切葉蜂會以小塊的樹葉葉片填補在石牆接縫或凹洞處築巢，這樣的做法能避免蜂巢遭受細菌或真菌感染。

### 活動材料

- 小塊的石頭或碎石
- 黏性的沙土添補在石牆的接縫
- 其他的小石頭來輔助蜜蜂築巢
- 工具
- 附錄 A 2\_3 經常在地面或乾石牆築巢的蜜蜂



圖 24：乾石牆不只是適合乾性開花植物的環境，也是野生蜜蜂理想的築巢地點。



圖 25：毛蜂(*Anthophora plumipes*)

## 主題活動 2.8—黃蜂的蜂巢箱

### 活動材料

- 附錄 A 2\_4 人工黃蜂巢箱的建造指南
- 蜂巢箱建造指南可參考如下網址：  
<http://bienenhotel.de/html/bausatz.html>
- 以塑料箱建造黃蜂的人工蜂巢箱可參考如下網址：  
<http://www.nisthabitate.info/index.php/nuigkeiten/53-nisthilfen-fuer-hummeln-selbst-gebaut>

### 活動執行

- 建議參考相關網站  
<http://bienenhotel.de/html/bausatz.html>：  
先將木材裁切成適當的大小，並鑽好必要的孔洞。側邊的箱版應裝設通風格柵，準備不同強度的釘子及螺絲，防水的木材黏合膠，屋頂接合釘、裝設箱蓋用的金屬絞鍊。建議用白楊木膠合板來做為蜂巢箱的材質，並以防水的黏合膠來黏合。蜂巢箱的外部則使用環保的透明塗層。

### 觀察訣竅

- 每個黃蜂族群都是由蜂后建立，蜂后的體型會比眾多的工蜂及雄蜂大得多。蜂后通常會在初夏時孵出，在度過冬天後成為新族群的建立者。
- 可觀察到蜂后獨自採集花粉，用以照顧第一批孵化的幼蜂。
- 第一批孵出的幼蜂都是雌蜂，體型比蜂后小得多，這是因為餵養的營養有限。因此，幼蜂的大小依蜂后能提供的食物數量而有不同。
- 觀察活動最有趣的部份，便是黃蜂成長的年份與體型大小的變化。有的黃蜂體型之小，跟家蠅差不多。
- 雄蜂的特徵很容易辨認，觸角較長但後腿沒有用以採集花粉的絨毛。雄蜂較喜歡飛往薊類植物，且因為雄蜂並沒有螫針，觀察時可以將雄蜂放置在手中。建議可讓學生與雄蜂接觸，雄蜂會振動翅膀，對於學生來說是相當有趣且刺激的嘗試與體驗。

### 主題活動 3

## 蜜蜂及胡蜂如何照顧幼蟲

### 活動執行

- 在蜂巢箱的正面鑽出適當大小的孔洞來裝置透明塑膠管。
- 將透明塑膠管裝入孔洞並固定好。
- 將背面的塑膠管開口用棉花或是泡沫塑料填塞，以維持塑膠管內的清潔。但要注意不能完全封住，以避免幼蟲及蜂卵遭受真菌感染。要避免使用玻璃管。
- 在箱子的前側裝設適當的不透光的檔板。

### 觀察訣竅

除了在前面幾個活動描述過的觀察訣竅，在此活動更能觀察到幼卵及幼蟲的孵化及生長現象...

季節：3-8 月

級別：小學、國中

執行：容易

### 活動宗旨

- 認識膜翅目昆蟲的生物學知識
- 學習實用的自然保育方法

### 活動材料

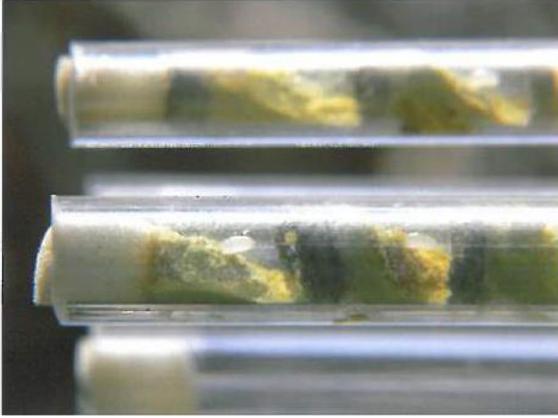
- 帶有可拆卸面板的木箱
- 透明塑膠管(不可使用玻璃管)
- 附錄 A 2\_1 常見的蜜蜂與胡蜂的築巢協助



圖 26：帶有可拆卸面板的野生蜂巢箱，注意透明塑膠管的裝設及封口方式。



圖 27：蜂巢箱的正面，裝有透明塑膠管。



**圖 28：**在透明塑膠管內生長的野生蜜蜂幼蟲。可看見白色的蜂卵在黃色的花粉堆上，除了提供營養也能避免蜂卵受到其他動物或昆蟲的侵擾。

- ...此外，還可觀察到蜜蜂築巢的階段及成果。
- ...某些情況下，也能觀察到其他生物的寄生現象。
- ...記錄寄生的情況。
- ...紀錄幼卵孵化及幼蟲生長的情況。



圖 29：開花的桔梗

## 蜜蜂與胡蜂如何幫助 開花植物的多樣性

### 主題活動 4.1—觀察花園植物間的 蜜蜂與胡蜂

開花植物的多樣性對於野生蜜蜂(花蜂)有雙重的意義，其一是如同其他的有翅亞綱昆蟲以花蜜為能量來源，其二是採集不同植物的花粉做為蛋白質營養儲存用以餵養幼蟲。因此，若要進行蜜蜂的觀察活動，開花植物是最理想的選擇，而植物種類較多且花蜜含量較高的環境，更能吸引不同種類的蜜蜂。

#### 活動執行

- 若希望在短時間內能觀察到蜜蜂，建議選用開花植物的幼苗或細枝，或是已經含苞準備開花的植物。
- 將上述準備的植物或幼苗栽種在日照充足的地點。

#### 觀察訣竅

- 在山毛柳的附近初春時便能觀察到蜜蜂，特別是**紅色梅森蜜蜂**(*Osmia bicornis*)。
- 花園豌豆(*Lathyrus latifolia*)的附近最有可能觀察到的是**切葉蜂**(*Megachile ericetorum*)，當切葉蜂從花園豌豆採集花粉的同時，也會飛往其他植物摘取樹葉並切成小塊，並將樹

季節：3-8月

級別：小學、國中

執行：容易

#### 活動宗旨

- 認識膜翅目昆蟲的生物學知識
- 認識膜翅目昆蟲的生活環境需求
- 學習實用的自然保育方法
- 培養學生對於野生動物保育的責任感

#### 活動材料

建議如下的植物的幼苗：

- 花園豌豆(*Lathyrus latifolia*)及香豌豆(*Lathyrus odoratus*)
- 菊科植物，如戴爾斯甘菊(*Anthemis tinctoria*)
- 山毛柳(*Salix caprea*)
- 藍薊(*Echium vulgare*)
- 紫藤(*Wisteria sinensis*)
- 桔梗(*Campanula spec.*)
- 鼠尾草(*Salvia officinalis*)
- 大星芹(*Astrantia major*)
- 葫蘆(*Bryonia dioica*)
- 附錄 A 1\_1 及 A 1\_2 常見的蜜蜂與胡蜂

葉鋪在蜂巢的內部，避免儲存在蜂巢內的花粉塊受到真菌或細菌感染。因此除了切葉蜂本身，其對於樹葉的應用也是很好的觀察點。

- 菊科植物附近通常能觀察到被稱為木材追蹤者的 *Osmia trunctorum*，還可以觀察到**梅森蜜蜂**(*Osmia spinulosa*)及**分舌花蜂**(*Colletes daviesanus*)。
- 紫藤及香豌豆的附近通常能觀察到黑紫色的**木蜂**(*Xylocopa violacea*)。
- 藍薊(*Echium vulgare*)的附近很容易能觀察到藍薊梅森蜜蜂(*Osmia adunca*)。
- 鼠尾草的附近常能觀察到歐洲羊毛梳養蜂 *Anthidium manicatum* 的雄蜂棲息，雄蜂通常會在棲息區域巡視並驅趕其他的昆蟲，但其尾部的螫針沒有毒性。

## 主題活動 4.2—觀察房屋或田地周遭 雜草間的蜜蜂與胡蜂

由於土地過度的耕種，使得野生植物的生長機會大幅降低，因此產生了田野邊緣帶計畫來增進野生植物的生長。藉由粗放的方式以及邊坡持續的整地，田野邊緣很快地便被五彩繽紛的開花植物蔓延，包含了紅色的罌粟花、藍色的矢車菊以及白色的甘菊。這幾種開花植物在一般的花園中也都相當容易種植。

### 活動執行

- 建議在春季，選擇花園內日照充足的區域並事先將區域內的雜草拔除，範圍只需要幾平方公尺。
- 將土壤翻鬆，在栽種區域放入顆粒細小的沙子及碎石混和物。
- 播種的區域不可裝設定時照明裝置。
- 在秋季時清除所有的植物，並將土壤再次翻鬆以準備來年的播種。

### 觀察訣竅

- 除了先前提及開放地面區域可觀察到的蜜蜂種類，在此也能觀察到體型較小的**隧蜂**。
- 在如弗蘭肯這樣氣候較溫暖的區域，甚至能觀察到正在啃咬罌粟葉的**罌粟蜂**，罌粟蜂通常在凝固的沙地築巢，並以罌粟葉鋪設在蜂巢內部。由於罌粟葉的顏色鮮艷，也使得罌粟蜂的蜂巢別具特色。

### 活動材料

#### 種子

- 罌粟 (*Papaver rhoeas*)
- 矢車菊 (*Centaurea cyanus*)
- 甘菊 (*Matricaria chamomilla*)
- 附錄 A 1\_1 及 A 1\_2 常見的蜜蜂與胡蜂



圖 30：在田野邊緣盛開的罌粟花及甘菊花



圖 31：正在啃咬罌粟葉的罌粟蜂(*Osmia papaveris*)

## 第二部分：蜜蜂

### II.1 關於蜜蜂的專業知識

許多學生對於蜜蜂的認識都是蜂蜜的生產提供者，除此之外的知識並不了解。特別是對於蜜蜂的組織及蜂群的生命週期所知甚少。學生們通常誤認蜜蜂是愛螫人的昆蟲，其實是與在八九月以熟透落地的水果及飲料瓶裡的殘餘飲料為食的黃蜂搞混了。

#### 每年的生命週期

對於養蜂人來說，蜜蜂的生命週期始於每年的八月，此時蜜蜂開始為下一季做準備。以月分時節來介紹，能讓學生對於蜜蜂的生命週期有更好的認識與了解。

#### 一月

冬眠期：此時雖然是冬眠期，但仍能發現蜜蜂活動。從  $-20^{\circ}\text{C}$  到高溫  $28^{\circ}\text{C}$  的蜂群中心點裡都能找到從冬眠期甦醒而活躍的蜜蜂。此時的地面溫度會維持在  $8^{\circ}\text{C}$  左右，不會再繼續降溫，甦醒的蜜蜂會漸漸地聚集活動。此時蜜蜂的翅膀漸漸地能恢復動力，但還不完全能順利飛行。

蜂巢的外圍在這個時節仍過於寒冷，因此蜜蜂會往內部移動，使自己暖活起來。

胡蜂及熊蜂只有幼年的蜂后能夠安然存活過冬天，準備在來年築巢建立新的蜂群。

#### 二月

蜂后開始產卵，在蜂群的中心區域能發現蜂巢的巢室，而這裡的氣溫通常能保持在  $35^{\circ}\text{C}$  左右。蜂群的外圍溫度此時開始上升到超過  $8^{\circ}\text{C}$ ，蜜蜂進行清潔目的的飛行：藉此清空腸胃裡的囤積物。接著便會飛向較早開花的植物來採集花粉，如榛子或是莧葵。

#### 三月

隨著外界氣溫的變化(上升)以及食物的增加(榛子、柳樹及赤楊)，幼蟲的活動程度也逐漸提高。

#### 四月

蜜蜂在每次的飛行中，都會盡可能地找尋花朵並採集花粉花蜜(實際情況依地區的氣候情況有所不同，因植物環境的生長受到氣候的直接影響，如楓樹、蘋果、梨、櫻桃及蒲公英)。幼蟲的活動範圍擴大，接著會有更多的幼蜂孵化，而較老的蜜蜂死去而減少，蜂群開始快速成長，此時也能開始觀察到雄蜂的出現。



圖 32：蜜蜂



圖 33：一窺蜂窩裡的生活：充滿閃閃發亮的蜂蜜，白色的幼蟲以及許多的工蜂。



圖 34：由於蜂群的需求所致，工蜂發展出特殊的腺體，會分泌噴射出蠟狀的物質。

## 五月

蜂群的數量在此時開始從 10,000 隻快速增加至 15,000 隻，直至冬季會有總共約 50,000 隻。每隻從蜂巢的巢室裡孵化的幼蜂會需要三個巢室的空間，因此從五月初開始，養蜂人必須開始考量蜂巢的空間是否足夠。在這一週內孵化出的都是工蜂，壽命約為 6-7 週，在這短短的生命裡都是忙於採集花粉花蜜。為了大量地採集收成的花粉花蜜，如油菜籽花，經常可見大量蜜蜂聚集(蜂擁)的情景。此時蜂巢邊緣的巢室，將會在 16 天後孵化出蜂后。第一批的蜂蜜約在五月中至五月底產出，呈現的顏色為亮黃色且在一週內會快速結晶。

## 六月

就在蜂群即將成群飛出之前，大約在夏至(6/21)時分蜂群的數量及強度會達高峰。勤勞的蜂后每天約會產下 2,000 顆卵。除了大約 100 隻的雄蜂，龐大的蜂群裡有大約 60,000-80,000 隻的工蜂。

就在下一代的蜂后孵出之前，蜂后会勤奮地每天準時產卵，因而積累成龐大的蜂群。接著，蜂后的體重逐漸減輕，才能再次飛行。當蜂后的巢室關閉時，在天氣溫和的中午時分帶著一大群蜜蜂飛出蜂巢。蜂群可能會遷徙到數公里遠的地方，或是停留在鄰近區域的樹枝。偵察蜂會四處找尋適合築巢的新地點，藉由飛舞的方式帶領整個蜂群遷往新的住處。

新孵化的蜂后群接著會互相爭鬥，已獲得蜂群新的統治權力。最先孵出的蜂后会試著盡可能咬死後來孵化的其他蜂后，然後就會出現新的蜂群。新的蜂群通常在三天後形成，這可能導致舊蜂群的瓦解。

領導的蜂后以及其他倖存的同期孵化的蜂后將在孵化後的 3-10 天內完成交配飛行(婚飛)。在飛行之中，每隻蜂后会與數隻雄蜂交配，交配後雄蜂的下腹節會破裂脫落而死亡。新蜂后若未能完成交配，工蜂將會認定無領導者可跟從，將導致整個蜂群的毀滅。

## 七月

蜂擁期通常可能延續到七月，其他未隨之飛出的蜜蜂在蜂巢內便會生產出蜂蜜。幼蟲的活動力在七月中會大幅減弱，在七月後期，雄蜂的數量會由於工蜂的鬥爭而銳減。工蜂於此時將不再餵食雄蜂，雄蜂很快地就會死亡。一般來說，蜂群裡的雄蜂最多只能存活到八月底。

最後一批蜂蜜將在七月底被提取出，在這個部分可讓學生學習辨別不同種類的蜂蜜。辨別的特徵包含了生產出的季節以及結晶的速度與狀態，而不同種類的蜂蜜也有不同的顏色變化，通常在亮黃色與褐色之間。春季產出的花蜜口味溫和而香甜，顏色呈亮黃色(油菜花蜜甚至接近白色)，葉蜜(或呈林蜜)則呈褐色。結晶的狀況也有所不同，花蜜有高含量的葡萄糖而能較快結晶，如油菜花蜜通常在一周內結晶，而果糖含量較高者如葉蜜，以及刺槐(*Robinia pseudoacacia*)蜜，結晶的速度就慢得多。

## 八月

當生產出的蜂蜜被隔離儲存，蜂后產卵的量會日漸減少，轉而花更多的精力照顧幼蟲，其他蜜蜂也發育成長，而能存活到隔年的四月。這個時候的養蜂人必須更加認真的照護蜂群，必須為蜂群準備好過冬的糧食，如糖水及糖塊，放置到原本存放蜂蜜的位置(巢室)，代替蜂蜜讓蜂群在冬季食用。養蜂人準備的糧食若是不夠，蜂群會受到威脅。除了糧食，養蜂人還需要清除蜂巢內的瓦蟎。這些寄生害蟲會在蜂巢的遮蓋下咬傷並吸取幼蟲的體液，被瓦蟎侵入的巢室裡提早孵出的幼蜂體質虛弱而無法存活。一旦有瓦蟎侵害，整個蜂群會漸漸地瓦解，就連養蜂人也無法阻擋。

## 九月、十月、十一月

在宜人的秋季裡，蜜蜂仍會飛出蜂巢並採集花粉，幼蟲的活動力則銳減，一直維持到十月底。已經在夏季勤奮工作的蜜蜂將逐漸飛散，剩下的蜜蜂則組成冬季蜂群。

## 十二月

目前的蜂群都是成蜂，而冬季蜂群群聚時的聲音較小，也較為單調。

## 蜜蜂在生態系統中的意義

蜜蜂之於生態系統的意義，可以用愛因斯坦的名言來表達「當蜜蜂從地球消失時，人類將活不過四年。」這並不只是指蜜蜂的授粉，更包含了牠們的生存策略。

能存活過冬的蜂群包含了約 10,000 隻蜜蜂，當冬季末期氣溫開始攀升到超過 8°C 時，每個蜂群將有超過千隻的工蜂飛出蜂巢採集花粉，每天能為超過十萬朵花授粉。

熊蜂及其他具有授粉作用的昆蟲在此時並不見得成群，熊蜂會在夏季以數百隻的數量組成蜂群，存活過冬天的新一代蜂后在三四月時則較少飛出採蜜。



圖 35：蜜蜂的毛髮對於採集花粉及授粉扮演了重要角色。

蜜蜂的採集策略也是相當有價值的一件事，每隻工蜂一旦開始找尋到要採集花蜜的植物，便會忠實地待在那株植物上一整天，並能有效地將花粉傳送到正確的花上。其他大部分的授粉昆蟲主要對於野生植物較有意義，對於農作物來說，則完全仰賴蜜蜂來達到授粉的作用。

### 蜜蜂為人類運用的歷史

到底人類是在什麼時候嚐到了香甜的蜂蜜而開始從蜜蜂的蜂窩掠奪了這樣的美味，已經不可考。隨著歷史演進，取得蜂蜜的方式也有所變化而不同，某些古老的作法在非洲及亞洲的某些地方還看得到。

當蜂后被殺死後，蜂群會嚴重地被打擊甚至摧毀，這是人類最初的掠奪方式。發展至現代，可見人工授精以及人工製造出的蜂箱。在這個部分，巴伐利亞的養蜂業歷史有些有趣之處可探究。

### 蜂蠟與教堂

蜂蠟對於中世紀的教堂與修道院有重大的意義，對於天主教來說，蜂蜜代表了純淨與貞潔(當時的人們還不了解蜂后的交配方式)。在祭壇上與教堂裡，只有燃燒蜂蠟來作為照明才顯得夠莊重，因此，修道院普遍且大量地養蜂，也是第一線的蠟燭生產者。

在現代社會中，蜂蠟對於養蜂人的經濟價值卻不如以前來得高。自從 19 世紀的工業革命後，新興的製蠟工業取代了舊有的方式，也不會影響蜂蜜的取得，使得蜂蠟的產量大幅減少。這也使得蜂蠟的價格上漲，不過在這之前已經出現了燈泡及油燈來作為照明方式。

現代社會中，大多使用較便宜的進口蠟來製作產品。少數仍然存留的本地蜂蠟製造者，主要是以製作藝術蠟燭為主。

### 中世紀的養蜂業

蜂蜜是中世紀最為重要的添加甜味的調味品，因此許多君主都對養蜂立下了嚴格的規定及法律。例如神聖羅馬帝國的卡爾大帝，便對帝國內的所有農莊立下了嚴謹的規範，當時的模範莊園便有如現今的國營農場(企業)，而養蜂業者的地位及社會階級是和教師階級一樣的。蜂蜜稅的徵收也代表著養蜂業的收入不菲，某些有養蜂的農村家庭甚至是能夠自給自足的。

當時專業的養蜂戶大都集中在紐倫堡的帝國森林區一帶，養蜂的目的單純只為了取得蜂蜜，不過此時的蜂蜜獲取方式已經是有計畫的。養蜂人在大樹上構築蜂巢，並設置了出入口以

及小窗口，在固定時間養蜂人會從小窗口取出部分的蜂巢巢室，盡量不影響巢內的蜜蜂及幼蟲。

## 現代養蜂業的觀點

直至 19 世紀工業革命以前，養蜂業在取用蜂蜜時卻對於蜂巢仍有一定程度的干擾。決定性的改革是小框架的使用，類似於畫框的木框將蜂巢的巢室固定住，以木框取出巢室時便不會破壞蜂巢的內牆。為了能使蜂群能繼續發展，便將帶有巢室的木框懸掛於他處，讓蜜蜂仍能飛出。木框可堆疊，可方便儲存以及計量，也使得蜂巢內有足夠的空間讓蜂群成長，進而增加了蜂蜜的產量，另外也能避免蜂巢內的熱功率提高，也使蜂巢能防潮防霉，保護蜂巢不遭受老鼠或其他害蟲啃咬。

## 蜜蜂的種類

德國最早的蜜蜂種類為「深色歐洲蜜蜂」(*Apis mellifera mellifera* Linnaeus, 1758)，需要較長的時間發育成長，主要採集時節較晚開花的花蜜，蜂群數量的成長有限，因此蜂蜜的產量也有限。因此，自 20 世紀初至 50 年代，開始出現大量非計畫的野生混種，而衍生出了蜂群數量成長速度驚人的本地蜜蜂種。

自 19 世紀 60 年代左右，從奧地利的克恩頓出口了卡尼鄂拉蜂(*Apis mellifera carnica* Pollmann, 1879)至歐洲及美洲各地且迅速散布開來。這種蜜蜂只需要相當小的蜂箱，但蜂群的數量可成長到很龐大的程度。這種深灰色的物種是從中歐的東部開始發展的，主要特點是蜂群數量在春天能快速成長。

從此時起，養蜂人也開始進行目的性的育種，就蜂巢的穩定性，蜂群的發展傾向，以及溫順的性情，希望能培育出最受歡迎的物種。

在此期間，由於政治的變革以及病蟲害(蟻蟲)導致了卡尼鄂拉蜂地位的下降。Guido Sklenar (1875-1953，克羅埃西亞的教師，專精於養蜂)仍然認為卡尼鄂拉蜂有其優點，但由於大環境的變革以及對於經濟效益的追求，導致了卡尼鄂拉蜂被淘汰的命運，而被其他人工培育的物種取代。後來的變博物種，比起卡尼鄂拉蜂更為溫順也更為勤奮，這樣的物種是現今德國養蜂業的主流物種，特別在巴伐利亞地區更是專精於對此蜜蜂物種持續的改進。

自過去 20 年來，透過育種產生的巴克法斯蜜蜂在歐洲散布開來。在英國當蜜蜂育種由於疾病而失敗後，天主教本篤會的修士巴克法斯在德國籍的修士亞當的帶領之下，孕育出這個蜜蜂種類。這種蜜蜂是由黃色的義大利蜜蜂(*Apis mellifera lingustica* Spinola, 1806)與許多其他種類交叉混種而成，其經濟效益相當高，各種特徵特性也較受人歡迎。在現今的德國養蜂業，這種蜜蜂仍然非常常見，外觀特徵在於前腹節上黃色的環狀花紋。

## 參考書目

Tautz, Jürgen (2007) :

蜜蜂現象。Spektrum 出版，Elsevier，慕尼黑

相當出色的專業書籍，包含許多引人入勝的照片圖片。作者表達了目前的教學與研究狀

況，內容範圍從一般的生物學課程到養蜂業的專業知識。本書也適合高年級教師與課程輔助使用，也相當適合對於生物學有興趣的中二以上學生使用。

Diemer, Irmgard (2002) :

**業餘養蜂**。Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co 出版社，Stuttgart.

本書介紹了包羅萬象的科學知識，包括蜜蜂本身，以及養蜂業的專業知識。也提到了蜜蜂瀕危的情況與根本原因。本書適合入門者使用，也可讓教師在相關主題課程輔助使用。書中圖片資訊並不多，但都相當精美且品質極佳。

Tarqui (2008) :

**我的動物圖書館：蜜蜂**。Esslinger Verlag J.F. Schreiber 出版社，Esslingen

本書富含圖片照片，文字描述簡潔，但在專業知識方面並不見得精確。圖片中有許多為鉛筆素描，本書較適合小學學生使用。

Hedelin, Pascale (2008) :

**關於蜜蜂的一切**。Esslinger Verlag J.F. Schreiber 出版社，Esslingen

本書富含圖片，可引領學生認識蜜蜂，但較不適合教師作為課程準備使用，建議作為學生的閱讀書目。

Ruttner, Friedrich (1992) :

**蜜蜂的自然歷史**。Ehrenwirth Verlag 出版社，München

本書包含了對於德國蜜蜂的全貌概況，也介紹了生物學方面的相關基礎知識，內容豐富但淺顯易懂。

生物學專業期刊，第 283 冊，(2003) :

**蜜蜂**。Erhard Friedrich Verlag 出版社

生物學/蜜蜂的一年/瓦蟻/蜜蜂看見什麼?/蜜蜂在蜂箱內的生活。

巴伐利亞邦養蜂協會 (2008) :

**養蜂入門**

小而精美的手冊，包含相關圖片以及對於養蜂入門的重要建議。

北萊茵-威斯特法倫邦農業協會 (2008) :

**衛生入門**

這本手冊對於業餘及專業的養蜂人同樣適合，另外還特別提供了在校園養蜂的種種建議及作法。

## 相關網站

[www.deutscherimkerbund.de](http://www.deutscherimkerbund.de) = 德國養蜂協會 (DIB)

德國養蜂業的網路資訊，包含許多即時的報導及會議。

[www.lvbi.de](http://www.lvbi.de) = 巴伐利亞養蜂協會 (LVBI)

巴伐利亞養蜂業的網路資訊，包含許多即時的報導及會議，相關單位聯絡資訊。

[www.lwg.bayern.de](http://www.lwg.bayern.de) = 巴伐利亞邦葡萄種植及花園研究院；蜜蜂專業研究中心

包含適合在學校課程使用的蜜蜂相關資訊。

[www.uni-hohenheim.de/bienenkunde](http://www.uni-hohenheim.de/bienenkunde) = Mellifera 蜜蜂協會的入口網站

本網站的資訊適合教學者使用於蜜蜂相關課程，也適合對於生態學有興趣的青年學子參考查詢，其中包含了許多對於針對養蜂業生態永續的重要建議。

[www.hobos-online-de](http://www.hobos-online-de)

HOBOS(蜜蜂網路研究)是 Julius-Maximilians 大學生物中心的教授 Jurgen Tautz 帶領的專案，也是聯合國教科文組織 2009/2070 的官方計畫，對於永續發展的環境教育有很大的貢獻。

蜜蜂群體的生活和活動可以透過網路進行追蹤和研究。HOBOS 發展出的技術對於觀察蜜蜂有相當大的幫助，能夠觀察整個蜂群、較小的蜜蜂群和每隻蜜蜂，無論是簡單的觀察或是專精的學術研究都可於此網站找尋到適合的輔助資料。

## 有關單位

探訪專業的養蜂人對課程極具意義，可洽詢有關協會或政府相關單位，如下資訊：

巴伐利亞養蜂協會 – Geschäftsstelle, GeorgßStrobelßStr. 48 90489 Nürnberg 電話 09 11/55 80 94，傳真：09 11/5 81 95 56

各地區的專業諮詢：

下弗蘭肯及中弗蘭肯地區

菲爾特森林與農業局針對養蜂的國家及專業諮詢，Universitätsstraße 38, 91054 Erlangen 電話 0 91 31/88 49-26

上弗蘭肯地區

拜羅特森林與農業局，Adolf-Wächter-Str. 10-12 95447 Bayreuth 電話 09 21/59 13 91

上普法茲地區

安博格森林與農業局，Hockermühlstraße 53 92224 Amberg 電話 0 96 21/60 24-101

下巴伐利亞地區

森林與農業局，Graflinger Str. 81, 94469 Deggendorf 電話 09 91/208-159

上巴伐利亞地區

上巴伐利亞地區行政處，Prinzregentenstr. 14, 80535 München 電話 089/21 98-10 60 或 - 10 61

## 施瓦本地區

考夫博恩農業局，Otto-Müller-Str. 1, 87600 Kaufbeuren 電話 0 83 41/93 94-25

在巴伐利亞地區有巴伐利亞邦養蜂協會(LVBI)以及巴伐利亞蜜蜂育種協會(VBB, [www.v-b-b.net](http://www.v-b-b.net))以及巴伐利亞聯合會(BIV, [www.bayerische-imker.de](http://www.bayerische-imker.de))，這兩個協會都不是全國組織，也沒有辦公室。

## II.2 法律相關的建議以及與蜜蜂如何相處

針對對於**蜜蜂過敏**的學生，必須採取特別小心的措施(全身的防護措施)，必要時應退出活動。

針對學生活動，建議選用性情溫和的卡尼鄂拉蜂。

更多的法律建議主要針對設置觀察箱實際觀察蜜蜂或是與養蜂戶接觸配合活動時的注意事項。

## II.3 針對蜜蜂的主題活動

### 主題活動的基本目的

- 認識蜜蜂的群居性特質。
- 認識蜜蜂作為益蟲的重要意義。
- 現代養蜂業的概貌。

### 主題活動

- A 5 授粉者蜜蜂  
授粉作用
- A 6 教室裡的蜜蜂  
作為益蟲的蜜蜂，養蜂業
- A 7 拜訪養蜂人  
作為益蟲的蜜蜂，養蜂業
- A 8 校園裡的蜂群  
觀察蜂群內部的生活情況

## 主題活動 5

### 授粉者蜜蜂

#### 專業背景知識

蜜蜂採集花粉花蜜與授粉作用的關聯性，最早是由德國的自然學家 Christian-Konrad Sprengel (1750-1816)發現的。所有的野生植物當中，約有四分之三仰賴蜜蜂授粉來繁殖。而蜜蜂的授粉對於人類的食物營養來源也同樣重要。每年在德國有無數的蜂群在四處採集花粉花蜜及授粉，由 Bodensee 周圍的果園地區，往漢堡及布蘭登堡散布開來。在短短數天之內，蜜蜂便為無數的植物花朵授粉。在花季結束後，蜂群會再次遷徙。在德國其他區域的蜜蜂遷移情況並不這麼明顯，是因為各地區有當地的蜜蜂物種的蜂群來進行授粉。在大都市裡，也能在房屋的後院或是有頂陽台找得到蜜蜂的蹤跡。

對於種子量較多的植物，如蘋果和梨，是完全仰賴蜜蜂授粉而能生長出豐盛的果實。

熊蜂特別喜歡啃咬蘋果花的側邊，在授粉時也只接觸到花的一部分，因此長出的果實形狀較不規則。

#### 活動執行

- 櫻桃花的花季依種類及地區性而相當不同，可以向園藝協會諮詢，同時也可尋求建議適合執行活動的櫻桃樹地點。
- 在花季開始之前，選定櫻桃樹上兩根相鄰的樹枝，兩根樹枝上須長有相似的花苞，然後將樹枝綁上塑膠繩來標記。
- 將其中一根樹枝用紗網鬆鬆地覆蓋住，但要用繩子綁好固定。(必須留有足夠的空間讓花及樹葉生長)
- 在花朵凋謝後小心地將紗網解開，注意不可破壞樹葉或樹枝而影響生長。
- 在櫻桃開始成熟時，比較兩個分枝。
- 選擇適當的樹木：櫻桃樹的優點：櫻桃樹的花朵及果實數量多，而且果實成熟時正好會在暑假前；蘋果樹或梨樹的缺點：這兩種樹的載重區域多半授粉現象較不明顯，而果實數量也不如櫻桃樹來得多，果實成熟在秋季，會與下一學年開學撞期。

季節：3-6 月

級別：小學、國中

執行：中等

#### 活動目的

- 認識花的構造
- 認識花粉、胚珠及花粉傳播的意義
- 認識蜜蜂作為花粉傳播者的意義
- 花蜜的意義－蜜蜂辛勤工作的報酬(必要時可介紹共生學的概念)

#### 活動材料

- 選定在蜂群活動半徑範圍內的櫻桃樹，建議可事先尋求當地養蜂人的建議
- 防蠅網或是材質薄而堅固的窗紗
- 線
- 隔絕繩或是彩色的塑膠繩
- 人字梯
- 花的模型
- 放大鏡、鑷子、園藝剪刀

## 觀察訣竅

- 教室裡：在寒假的最後研究做了記號的其中一根樹枝，以放大鏡及鑷子來觀察。藉此可認識花朵的構造，如花苞、花瓣等等。
- 實地探訪：找出先前做了記號的樹枝，仔細觀察被紗網蓋住的部分，紀錄樹枝的生長狀況。
- 教室裡：以放大鏡及鑷子仔細觀察研究已盛開的櫻桃花，帶著花朵的模型來相比較，辨認出花萼、花瓣裡的雄蕊、花冠和雌蕊。
- 在適合的天氣下探訪盛開的櫻桃樹(建議是氣溫 10°C，晴朗無風的天氣)：已經能看到一些蜜蜂在櫻桃花從中採集花粉花蜜，藉以觀察認識授粉作用。
- 探訪凋謝的花朵：將樹枝的紗網揭開，與先前的情況做比較。
- 在櫻桃開始成熟時：比較兩根做了記號的樹枝，記錄長出的果實數量。

**建議：**這個活動的觀察結果是無法完全事先預料的，在教師與學生活動前的說明討論時，可以先做個簡單的相關主題研究。以下兩個可能情況需要特別注意：

- 兩根樹枝上都沒有結出果實(甚至是整棵樹)：在花期後如果出現結霜的情況，很可能會破壞果實的生長。也有可能，在整個花期都沒有昆蟲到訪達成授粉作用。
- 在第二根樹枝上有較多或較少的果實：這樣的情況可能是因為樹枝上的紗網沒有覆蓋好，使得蜜蜂或是體型更小的昆蟲能夠鑽進紗網為樹枝上的花朵進行授粉。

## 主題活動 6

### 教室裡的蜜蜂

#### 專業背景知識

自從 50 年代以來，養蜂戶的數量銳減了超過一半以上，養蜂已經不再像從前一樣是必須的副業(以前有許多的農村教師、牧師、小農都以養蜂作為副業)。在現今許多農村地區，甚至完全找不到養蜂戶，城市裡的養蜂人更是非常少見。有鑑於蜜蜂授粉作用的重要意義，應讓學生認識養蜂人的工作。

#### 活動執行

- 本活動可以單獨進行也可與主題活動 5(授粉者蜜蜂)結合，但不見得需要與主題活動 7(拜訪養蜂戶)連接著進行。
- 建議在五至六月拜訪養蜂人最為適合，此時的蜂群數量較少，蜂巢的巢室也都剛建置好，但原則上來說整年都可以拜訪養蜂人進行活動。
- 可諮詢各地區相關協會來選擇適合的養蜂戶作拜訪。進行活動的養蜂戶應有現代的養蜂配備，與相關解說用材料，以能提升學生的參與感。
- 活動前事先與養蜂戶會談：詳細說明活動目的以及執行方式與內容，與養蜂人討論如何向學生講授養蜂的專業知識。
- 學生的準備：在課堂上先說明蜜蜂的特徵與意義，先行討論寫下拜訪養蜂戶時的問題目錄：
  - 蜜蜂生命週期與養蜂日常事務的相關性。
  - 新的蜂群的興起：自然發展或是養蜂技術。
  - 現代的蜜蜂棲息居所。
  - 養蜂業的發展歷史。
  - 職業訓練機會：作為嗜好或是專業。
  - 關於「蜂蜜」的相關問題。

季節：5-7 月

級別：小學、國中

執行：中等

#### 活動目的

- 認識養蜂業
- 認識蜜蜂作為重要的益蟲(蜂蜜及授粉)
- 了解蜜蜂整年的生命週期
- 了解養蜂人的工作
- 認識蜜蜂社群的「超級組織」的迷人之處

#### 活動材料

- 事先請養蜂戶準備如下的材料：
  - 以木框固定拿出蜂巢的內牆、未孵化的巢室、已孵化的巢室、中心巢室(雄蜂巢室)
  - 滿是蜂蜜的巢室，最好是未孵化的自然巢室，可供活動時食用
  - 乾淨的空蜂箱，包含有底板、屋頂以及防護格柵
  - 選取數量最少的蜂群裝進觀察箱；觀察箱不應裝得太滿，才能容易觀察到蜂后、數個雄蜂以及幼蟲和蓋住的幼卵
  - 選用適合的工具(噴煙器、割蜜刀、吸蜜器)以及防護衣
  - 蜜蜂產品：液狀或膏狀的蜂蜜，最好能有不同種類的蜂蜜供學生品嚐，塊狀的蜂蠟如蠟燭、花粉，含有鬆動花粉的巢室，相關副產品如化妝品、蜂蜜酒、小熊軟糖
- 照相機或是攝影機、投影機
- 讓學生自行攜帶湯匙、麵包及奶油刀
- 向巴伐利亞邦養蜂協會事先索取小冊子(如入門手冊)

## 主題活動 7

### 拜訪養蜂戶

#### 專業背景知識

在過去，由於所有村莊和小城鎮都有大量的休閒和兼職養蜂戶(農村教師、牧師、小農)，孩子們仍然有機會看到他們的祖父、叔叔或鄰居的養蜂業，如今這些可能性嚴重受限。自 20 世紀 50 年代以來，養蜂戶的數量減少了一半，許多村莊不再有養蜂戶，城市養蜂戶更是少見，現代專業化的小型養蜂戶也大多取代了定居的蜂群，養蜂戶現在只見於市場。為了傳達蜜蜂作為許多野生和有用植物的傳粉者的重要性，以及養蜂的生物學基礎，應讓學生認識養蜂戶的工作。

#### 活動執行

事前先與養蜂戶會面討論，根據活動的目的及內容，就準備好的相關材料向學生演示介紹：

- 用木框展示蜂巢的內牆與巢室
- 未孵化的巢室，以及包含各個階段或狀態的巢室(卵、幼蟲、遮蓋住的巢室、花粉堆)
- 用木框展示雄蜂的巢室
- 蜂后幼卵/幼蟲的巢室(休憩巢室、通風巢室、蓋住的巢室/孵化巢室)或者是撫育幼蟲的巢室
- 完整並含有大量蜂蜜的部分蜂巢巢室，演示如何以離心作用取出蜂蜜
- 合金製離心機、割蜜刀或匙、濾蜜器、蜜桶
- 乾淨的空蜂箱，包含有底板、屋頂及防護格柵
- 可供蜂巢出入口觀察的完整蜂群，在活動之前應盡量不打擾蜂群，使蜂群保持平靜
- 在觀察箱中的蜂群；選取數量適當的蜂群裝進觀察箱；觀察箱不應裝得太滿，才能容易觀察到蜂后、數個雄蜂以及幼蟲和蓋住的幼卵
- 適合的工具(噴煙器、割蜜刀、吸蜜器)以及防護衣
- 蜂蠟煉製器，蜂蠟，以及幼蟲蛻下的外殼
- 事先準備防護衣，但只在需要時使用(防護衣相當悶熱，容易流汗，但過敏體質者建議必須穿著)

季節：5-7 月

級別：小學、國中

執行：中等

#### 活動目的

- 以業餘嗜好的角度來認識養蜂業
- 認識蜜蜂對於人類重要的用處(生產蜂蜜以及授粉)
- 讓學生不再害怕蜜蜂，認識蜜蜂的迷人之處
- 了解蜜蜂一年的生命週期概貌
- 簡單認識養蜂人的工作與相關器材
- 認識蜜蜂社群的「超級組織」



圖 36：帶有香甜蜂蜜的蜂巢總是很引人注意

- 選擇蜜蜂相關產品：
  - 液狀或膏狀的蜂蜜，最好能有不同種類的蜂蜜供學生品嚐
  - 塊狀的蜂蠟如蠟燭
  - 花粉



圖 37：大部分的學生都相信，蜜蜂是性情溫和的。

### 活動執行

- 可以遠足的方式進行本活動，需先準備好必要物品 (家長注意事項、路線圖、急救箱等等)。
- 另外可與養蜂戶事先安排品嚐蜂蜜的活動：學生應自行攜帶餐刀及麵包。
- 本活動可單獨進行，也可與主題活動 5「授粉者蜜蜂」結合，但不適合與主題活動 6「教室裡的蜜蜂」一同進行。
- 建議在五月中至六月中晴朗的天氣時進行，此時開始有蜂蜜產出。

- 可諮詢各地區相關協會來選擇適合的養蜂戶作拜訪。進行活動的養蜂戶應有現代的養蜂配備，與相關解說用材料，以提升學生的參與感。
- 學生的行前準備：簡單認識蜜蜂的行為模式，並事先與養蜂戶討論這個部分的内容。
- 除了一般遠足的基本行前準備，必須考量與蜜蜂接觸的必要措施及裝備。
- 告知家長蜜蜂可能引起的過敏症。
- 將學生劃分為人數較少的小組來參與各項活動，包括觀察戶外或是觀察箱中的蜂群、學習如何由蜂巢取得蜂蜜。

### 觀察訣竅 (詳細描述請參考主題活動 8「校園裡的蜂群」的說明)

- 觀察蜂巢的出入口
  - 蜜蜂起飛時的行為表現
  - 蜜蜂降落時的行為表現
  - 後腿帶有花粉塊的蜜蜂數量
  - 負責守衛的蜜蜂
  - 負責通風的蜜蜂
  - 雄蜂的飛行
- 觀察正在採蜜時的蜜蜂
- 觀察箱內的蜜蜂
  - 蜜蜂的飛舞

- 蜂后面對臣民們的姿態，產卵
- 對幼蟲的照護
- 蜂巢內所有蜜蜂，包括各個階段的幼蟲的糧食分配(蜂蜜、花粉)
- 負責通風的蜜蜂
- 由上方觀察蜂群的樣貌
  - 即便有干擾，蜂群仍然保持平靜
  - 煙霧對於蜂群方向性的影響
  - 如何使用機械裝置輕易地取出蜂巢
  - 即使有部分的蜂巢被取走，蜜蜂也不會離開蜂巢
  - 蜂群之間如何分配糧食(蜂蜜及花粉)
  - 某一部分的蜂巢內的蜜蜂如何分配糧食
  - 在同一區塊內的不同階段幼蟲如何分配糧食

## 主題活動 8

### 校園裡的蜂群

#### 專業背景知識

即便是使用觀察箱來進行活動，也能一窺蜜蜂的生命歷程。而蜜蜂的飛舞、對幼蟲的撫育、蜂巢的建造、蜂后的姿態等等，都能讓學生獲得更多的資訊。特別對於糧食的儲存及蜂巢出入口的蜜蜂活動，在使用觀察箱來進行觀察能獲得更完整的資訊。

而蜂巢的構造－蜂蜜在上、幼卵在下，其中是採集回來的花粉－以數量較少的蜂群作為觀察對象更是一目了然且容易辨別。觀察箱式的活動教學更能清楚地向學生演示。

另外，使用觀察箱對於學生來說幾乎是沒有危險性的，活動前需要的準備也較少。不會受到氣候條件的限制，也能完整地向學生演示蜜蜂的生活。建議也可選擇幾個觀察主題讓學生以小組方式進行，如蜜蜂飛舞及幼蟲生長階段，飛行嘗試。

建議本活動在五月至八月間進行，觀察箱內包含 2 個蜂巢，少於 100 隻的蜜蜂。這樣的條件能使活動進行數天至數星期。對蜂箱的照護可諮詢有經驗的養蜂戶。(見相關單位的附錄)

#### 活動執行

- 與提供蜜蜂的**專業養蜂人**一同計畫選定適合的時間。
- 建議的時間為**四月中至四月底**，在育種季節前的年輕蜂后及蜂群通常活動力較差，但這樣的情況通常到了春季就會改善。即使是蜂后，也很能適應觀察箱內的生活。(育種出的蜂后通常在五月底產卵)
- 觀察箱的內容物：填滿的部分蜂巢以及新孵化的幼蜂，也需要有負責照護的工蜂以及供給足夠的蜂巢。
- 觀察初期應準備糧食餵食箱內的蜜蜂，如糖塊。當箱內的蜜蜂數量增加到充滿整個觀察箱時，建議應取出一塊蜂巢，使箱內有足夠的空間讓蜂群繼續成長發展。
- 清空觀察箱：這樣的小蜂群是無法存活過冬季的，在學期末必須將蜂箱清空。

#### 觀察訣竅

- 觀察蜂巢出入口

季節：5-7 月

級別：小學、國中

執行：中等

#### 活動目的

- 讓學生不再害怕蜜蜂，認識蜜蜂的迷人之處
- 認識蜂群的「超級組織」
- 辨認出蜂群的組織結構

#### 活動材料

- 絕緣材質的觀察箱 (可向養蜂協會租借)
- 觀察箱的內容物：
  - 含有幼卵的巢室、空的巢室、有標記的蜂后以及負責照護的工蜂
  - 糧食(糖塊)
- 將多餘的巢室或是幼卵幼蟲交還給養蜂戶

- 蜜蜂起飛時的行為表現：有經驗較年長的蜜蜂，在起飛後很快地便會往熟悉的方向飛去以採集花蜜花粉，年輕的蜜蜂方向性則較差，需要一些時間確定目的地的方向。
- 蜜蜂降落時的行為表現：方向性確定，對著蜂巢的出入口小心地以最短路徑降落。
- 後腿帶著大量花粉塊的蜜蜂：蜂群需要大量的蛋白質營養來餵養幼蟲。
- 負責守衛的蜜蜂：每個前往蜂巢的蜜蜂都會受到檢視，守衛會確認是否屬於蜂群；胡蜂及大黃蜂的來臨一定會被攻擊，這樣的情況在夏季後期能觀察得到。
- 負責通風的蜜蜂：當蜂巢內的溫度過高時，會有蜜蜂在蜂巢的出入口用力地拍打翅膀，降溫的同時也將新鮮的空氣帶入蜂巢。
- 雄蜂飛行：當天氣狀況佳且附近有許多的蜂后準備交配時，雄蜂也會飛來尋求交配。
- 觀察正在採蜜的蜜蜂：可觀察到蜜蜂如何採集花蜜以及如何將花粉帶走。
- 觀察箱內的蜜蜂
  - 蜂巢附近的蜜蜂飛舞：由外面飛回蜂巢的蜜蜂會以飛舞的方式，向其他蜜蜂展示帶回來的糧食。
  - 蜂后的姿態：當蜂群沒有受到打擾時，可觀察到蜂后如何檢查蜂巢的巢室，找到適合的巢室產卵，並卸下後腹節以減輕體重。工蜂會餵食及清潔蜂后，也從蜂后獲得費洛蒙。
  - 對幼蟲的照護：負責照護的工蜂會以自己身上的腺體分泌出含有糧食的液體來進行餵食，同時也能保持蜂巢的清潔。
  - 蜂巢內所有蜜蜂，包括各個階段的幼蟲的糧食分配(蜂蜜、花粉)：在中間偏下的蜂巢巢室，可找到被遮蓋的幼蟲幼卵，花粉通常會被放置在這周圍以供幼蟲食用。蜂蜜會被放置在較高的區域，而放置了蜂蜜的巢室會被蓋住。
  - 負責通風的蜜蜂：除了在蜂巢的出入口，在蜂巢內部都有負責通風的蜜蜂。這些蜜蜂通常會不停地用力振動翅膀，以降低蜂巢內的溫度並流通新鮮空氣。
- 由上方觀察蜂群的樣貌
  - 即便有干擾，蜂群仍然保持平靜：蜜蜂不會立刻飛走，反而會停留在蜂巢。
  - 煙霧對於蜂群方向性的影響：蜜蜂會飛往煙霧的來源處，可能會有一小群的蜜蜂受到威脅而快速食用許多的蜂蜜。
  - 如何使用機械裝置輕易地取出蜂巢：使用機械裝置能讓養蜂人在每次打開蜂巢時輕易地取出巢室，卻不會破壞蜂巢結構以及蜜蜂的活動。
  - 即使有部分的蜂巢被取走，蜜蜂也不會離開蜂巢：為了維持蜂巢的穩定性，蜜蜂大部分會停留在蜂巢內。
  - 蜂群之間如何分配糧食(蜂蜜及花粉)：幼卵幼蟲在下層，周圍有花粉，蜂蜜放置在上層。

- 某一部分的蜂巢內的蜜蜂如何分配糧食：幼卵幼蟲位於中間或下層，蜂蜜在上層，中間是花粉。
- 在同一區塊內的不同階段幼蟲如何分配糧食：蜂后通常從蜂巢的中間開始產卵，而後每天向外於每個巢室產卵。因此，在最外圈的巢室能發現最新鮮產下的卵，當這些卵孵化後，蜂后会再繼續產卵，因此在已孵化的巢室周圍也能發現新鮮產下的卵。

## 主題活動 9

### 蜜蜂—重要授粉者的危機



**圖 38：**蜜蜂在植物間授粉，使人類有果實可收成取用。

#### 本活動專業背景知識

無論是什麼種類的蜜蜂，對於人類都有很高的價值。如果沒有蜜蜂，很多的經濟作物都無法生長，更不可能有得收成。人類的食用作物高度仰賴蜜蜂及其他具授粉作用的昆蟲。許多其他種類動植物的生存也高度仰賴蜜蜂的授粉，因此蜜蜂的授粉之於生物多樣性有極高的重要性。然而，由於人類的關係，蜜蜂的生存目前正處於險境。

#### 活動執行

- 與動物的直接接觸對學生來說相當重要而且很有啟發，因此在入門階段建議可先進行主題活動 6、7、8。
- 教師應於活動前在生物課上詳細解說授粉的知識與意義。

#### 步驟 1：

帶領學生前往學校或是其他公共開放的花園。

#### 步驟 2：

讓學生自己尋找蜜蜂進行觀察並依照下列的指示來做觀察紀錄：

季節：9月、3-8月

級別：國中

執行：中等

#### 活動目的

- 使學生注意到生物多樣性對人類的意義與價值
- 理解生態系統中的關聯性
- 認知人類對生物多樣性的影響
- 啟發有益於生態及生物多樣性的永續的行為
- 激起對於野生動物保育的責任感
- 支持學生獨立作業
- 跨學科思維的啟發

#### 所需時間

- 約 5 堂課

#### 與其他學科的結合

- 地理、德文、道德、藝術、數學

#### 活動材料

- 附錄 A 1\_1 及 A 1\_2 圖鑑講義
- 附錄 A 9\_1 教師資訊：蜜蜂的價值
- 附錄 A 9\_2 教學建議：在草地上討論蜜蜂的價值
- 附錄 A 9\_3 教學遊戲「生態系統中的蜜蜂」遊戲指南及輔助教具範本
- 附錄 A 9\_4 偵探遊戲「消失不見的蜜蜂」遊戲指南及輔助教具範本
- 附錄 A 9\_5 數學相關的講義
- 海報紙/活動掛圖/小卡、紙、筆和尺
- 碼表

- 這是哪一種蜜蜂？(附錄 A 1\_1 及 A 1\_2 圖鑑講義)
- 以碼表計時，數一數在時間內蜜蜂曾停留在幾朵花上。(建議 1-5 分鐘或由教師與學生討論決定)
- 同一種蜜蜂會飛往不同種的花朵嗎？通常都會停留在那些(種)花朵上？
- 最後由全部的學生共同討論觀察結果。

### **步驟 3：蜜蜂對於人類的價值**

由教師向學生講授蜜蜂對於人類有什麼樣的價值，而當沒有蜜蜂的時候，人類的生活會缺少什麼東西。(可參考附錄 A 9\_1) 讓學生進行思考，如果沒有蜜蜂，生活會有什麼樣的變化。每個學生以關鍵字寫下前述問題的答案並提出幾個例子。

### **步驟 4：討論草地的價值**

與教師一同自由討論蜜蜂與大自然的價值。(見附錄 A 9\_2 參考對教師的建議)

### **步驟 5：蜜蜂的價值**

遊戲「生態系統中的蜜蜂」(附錄 A 9\_3)

### **步驟 6：蜜蜂消失事件**

偵探遊戲(附錄 A 9\_4)

### **步驟 7：**

在課堂或小組中討論可能的遊戲情節，以及人類能夠如何對於蜜蜂保育做出貢獻；將討論結果以關鍵字記錄在海報、活動掛報或是小卡上。

- 在討論過後可實地進行蜜蜂保育的活動，例如種植(播種)開花植物(見活動 2 至 4)，並與學生一同討論，社會大眾有什麼能夠貢獻於蜜蜂保育的實際措施。

### **額外的藝術性活動**

讓學生觀察一隻蜜蜂，畫下蜜蜂的樣子並描述蜜蜂對於他個人來說有什麼特殊價值。此活動建議可在前述的步驟 4 及步驟 5 之間進行。

### **額外的數學方面教材**

見附錄 A 9\_5 關於蜜蜂主題的數學科講義，講義的第一部份建議在所述的步驟 2、3 時使用，第二部分則建議在步驟 6、7 時使用。在之後的數學課也可再次運用，以加深對於蜜蜂主題活動的印象與探討。

## 主題活動 10

### 蜜蜂之友－對蜜蜂友善的學校花園

本活動的主要目的，是讓學生研究學校的花園並討論出能使得花園環境變得對蜜蜂更加友善的想法。讓學生們以偵探遊戲的方式進行，並從蜜蜂的角度來思考。

#### 本活動的專業知識背景

許多野生蜜蜂的生活空間都已經消失，這是因為有許多重要的自然環境結構都因為農牧業的過度發展及土地的過度開發而大幅減少，如花間帶、樹籬及自然形成的石牆等等。許多的農地在植物開發之前就已經收割，而大部分的農地都是單一作物種植，即便是開花的時節，也無法提供某些野生蜜蜂物種所需的營養。某些特定的環境特質嚴重缺乏，如腐朽的木頭及平坦的沙地，自然地形因為經濟作物的種植而被改變並侷限。花園也基本上都是人類設計整理的樣子，而與真正的自然環境相距甚遠。許多野生蜜蜂築巢的必要植物越來越少，人造的綠地對於蜜蜂來說，無疑是一片綠色的荒漠。花園內種植的景觀開花植物對於蜜蜂來說無法提供任何必需的營養，即便是花粉量極高的向日葵也是如此。由於農地種植型態的單一化，蜜蜂無法在環境中獲得所需的營養而日漸減少。

那麼，學校的花園又是什麼樣的景象？是否如上述所說的那樣，或是有些什麼不同處呢？

#### 活動執行

- 與動物的直接接觸對學生來說相當重要而且很有啟發，因此在入門階段建議可先進行主題活動 6、7、8。
- 發給學生附錄 A 10\_2 野生蜜蜂知識講義。
- 可以以個人或小組方式研究學校花園目前的環境及狀態，探討是否為對蜜蜂友善的環境。每個學生或小組在小卡上簡單畫出學校花園的特徵及狀態(或是由教師提供繪製好的學校花園簡圖)，並思考自己認為的友善花園型態。將所有找到對於蜜蜂友善的地點標註在小卡上的簡圖，建議同時使用附錄 A 1 及 A 2 的圖鑑講義來辨認蜜蜂的種類。

季節：9月、3-8月

級別：國中

執行：容易

#### 活動目的

- 讓學生們注意到蜜蜂的生活環境
- 認識蜜蜂種類
- 了解人類對於生物多樣性的影響
- 啟發有助於生態永續性的行為
- 激起對於野生動物保育的責任感
- 支持學生獨立作業

#### 所需時間

- 約 2 堂課

#### 活動材料

- 附錄 A 1\_1、A 1\_2、A 2\_1、A 2\_2、A 2\_3 的圖鑑講義。
- 附錄 A 10\_2 知識講義**野生蜜蜂**
- 紙、筆和尺

最後讓學生們共同討論觀察研究後的結果：看到了幾種蜜蜂？學校的花園內有幾處適合蜜蜂生活的地方？那些地方能提供蜜蜂食物？目前的學校花園是否已經是對蜜蜂友善的環境，或是還能夠改進那些地方？

### 進一步的活動

讓我們把學校的花園變得對蜜蜂更友善！

建議能進行實際的蜜蜂友善行動，可在學校花園內設置屬於野生蜜蜂的角落：例如種植開花植物，增加可讓蜜蜂築巢的環境因素(如腐朽的木頭、石牆等等)(見活動 2 至 4)。也可在學校花園內種植香草植物、蔬菜或果樹。

#### 學校花園裡的蜜蜂

在校園內種植蔬菜及果樹對於增進蜜蜂的生活環境相當有幫助，在開花時能讓學生觀察到蜜蜂，而這些種植也能讓學校有蔬菜和水果可收成。若在校內設置蜂箱，能帶來更多的附加價值(見主題活動 8)，除了蔬菜水果，還能夠製造出自己的蜂蜜，甚至還可能有其他的收穫。

勞芬的 Rottmayr 中學便是一個最好的例子，在此學生們舉行相關的研討會並實踐許多相關的計畫，學生們會在學校的園遊會或是校內的福利社在同學間販賣校內或是校外的生態農場種植並收成的蔬菜水果或是香菜植物，校內也設置了蜂箱，蜜蜂族群不但能貢獻於校內植物間的授粉，也提供了蜂蜜。

這樣的活動計畫不只讓學生們學習如何對待蜜蜂及種植作物，也能體驗到小型的生態永續農場如何運作經營。

關於上述學校花園的資料來源詳見附錄 A 10\_1。

附錄 A1\_1

常見的蜜蜂與胡蜂 I



**實際大小**  
觀察成體的平均值  
(由頭量測到尾部的長度，  
不包括觸鬚、翅膀與螫針)

土蜂  
15 mm

田蜂  
15 mm

草蜂  
15 mm

石蜂  
15 mm

林蜂  
15 mm

樹蜂  
15 mm

花園熊蜂  
15 mm

馬蜂  
25 mm

德國胡蜂或普通胡蜂  
15 mm

馬蜂亞科  
15 mm

類黃蜂食蚜蠅  
15 mm

蜜蜂(工蜂)  
15 mm

連溝蜂  
10 mm

桔梗切葉蜂  
10 mm

類熊蜂食蚜蠅  
15 mm

守衛溝蜂  
9 mm

雙色沙蜂  
7.5 mm

灰皮沙蜂  
7.5 mm

前頁圖片的相關補充說明

種類名稱	明顯的特徵	活躍季節	附註
深色土蜂 <i>Bombus terrestris</i>	兩腹節連結處呈深黃色，以及後腹尾端呈白色	春季-秋季	群居性
淺色土蜂 <i>Bombus lucorum</i>	兩腹節連結處呈亮黃色，以及後腹尾端呈白色	春季-秋季	群居性
田蜂 <i>Bombus pascuorum</i>	中腹部呈橘棕色，下腹部長有灰色絨毛，在尾端有環狀的棕色絨毛	春季-秋季	群居性
草蜂 <i>Bombus pratorum</i>	腹節連結處呈檸檬黃色，後腹尾端呈紅色	春季-秋季	群居性
石蜂 <i>Bombus lapidarius</i>	長有黑色的絨毛，下腹尾端呈紅色	春季-秋季	群居性
林蜂 <i>Bombus sylvarum</i>	中段腹節連結處呈黑色，後段腹節連結處呈細細的白線，下腹尾端呈紅色	春季-秋季	群居性
樹蜂 <i>Bombus hypnorum</i>	中段腹部呈棕色，下腹尾端呈白色	春季-秋季	群居性
花園熊蜂 <i>Bombus hortorum</i>	頸部連結及兩處腹節連結都呈黃色，下腹尾端呈白色	春季-秋季	群居性
馬蜂 <i>Vespa crabro</i>	德國本地體型最大的膜翅目昆蟲	春季-秋季	群居性
普通胡蜂 <i>Vespula vulgaris</i> 德國胡蜂 <i>Vespula germanica</i>	最常見的兩種胡蜂，特徵極為相似而難以分辨	春季-秋季	群居性
類胡蜂食蚜蠅 <i>Temnostoma vespiforme</i>	體型特徵與胡蜂相似，非膜翅目昆蟲(!)，只有一對翅膀		尾部沒有螫針，非屬膜翅物昆蟲
馬蜂亞科 <i>Polistes nimpha</i>			群居性
蜜蜂 <i>Apis mellifera</i>		春季-秋季	群居性
類熊蜂食蚜蠅 <i>Volucella bombylans</i>	體型特徵與熊蜂相似，非膜翅目昆蟲(!)，只有一對翅膀		尾部沒有螫針，非屬膜翅物昆蟲

守衛溝蜂 <i>Lasioglossum malachurum</i>	下腹節表面呈皺紋狀(溝狀)並長有絨毛	春季-秋季	原始的社會化生活方式
連溝蜂 <i>Halictus rubicundus</i>	中段腹節長有紅棕色絨毛，腿部為橘紅色	春季-秋季	棲息領地範圍較小，習於地勢較高處
桔梗切葉蜂 <i>Osmia rapunculus</i>	大顎較短，沒有其他蜂類頭盾兩側的瓣褶	夏季初期-整個夏季	非群居，以現成的空穴築巢，主要以桔梗採集花蜜及授粉
雙色沙蜂 <i>Andrena bicolor</i>	中段腹節長有紅棕色絨毛，臉部至腹部兩側長有黑色的絨毛，腹節連結處呈淺色，長有黃色的粗刷毛	春季-夏季	非群居，在地面築巢
灰皮沙蜂 <i>Andrena pandellei</i>	腹部呈深棕色且似鱗片	夏季初期	非群居，在地面築巢，主要以較早開花的桔梗花粉為食

## 附錄 A1\_2

### 常見的蜜蜂與胡蜂 II



泥蜂  
10 mm



切葉蜂  
7,5 mm



朽木切葉蜂  
10 mm



青蘆蜂  
5 mm



長角長鬚蜂  
10 mm



葫蘆沙蜂  
10 mm



輪蜂菊沙蜂  
10 mm



藍薊梅森蜜蜂  
10 mm



紅色梅森蜜蜂  
10 mm



普通沙蜂  
10 mm



羊毛梳養蜂  
15 mm



面花蜂  
5 mm



普通穴蜂  
5 mm



分舌花蜂  
5 mm



錐形蜂  
7,5 mm



艷花蜂  
7,5 mm



毛氈蜂  
5 mm

### 實際大小

觀察成體的平均值  
(由頭量測到尾部的長度，  
不包括觸鬚、翅膀與螫針)

前頁圖片的相關補充說明

種類名稱	明顯的特徵	活躍季節	附註
泥蜂 <i>Megachile ericetorum</i>	與蜜蜂相似，下腹節有明顯的淺色連結線	夏季	非群居動物，以蝶形花為食及授粉，築巢於陡壁或石牆的裂縫
切葉蜂 <i>Megachile pilidens</i>	腹部有白色粗刷毛	夏季-夏末	非群居動物，以樹葉碎片鋪設在蜂巢內
朽木切葉蜂 <i>Megachile willughbiella</i>	與蜜蜂相似，雌蜂腹部有橘紅色的粗刷毛	夏季-夏末	非群居動物
青蘆蜂 <i>Ceratina cyanea</i>	帶有金屬光澤的藍綠色	春季-夏末	非群居動物，築巢於植物的粗莖上
長角長鬚蜂 <i>Eucera longicornis</i>	雄蜂的觸角較長	春季-夏季	非群居動物
葫蘆沙蜂 <i>Andrena florea</i>	下腹部為黑棕色，並帶有亮紅色的斑點	夏季初期	非群居動物，在地面築巢
輪蜂菊沙蜂 <i>Andrena hattorfiana</i>	下腹部呈亮黑色並帶有部分的紅色	夏季初期-夏季	非群居動物，以松蟲草的花為食及授粉
普通沙蜂 <i>Andrena flavipes</i>	明顯的亮棕色腹節連結	夏季-夏季	非群居動物，在地面築巢，通常有數量相當多的蜂巢出現在同一區域
藍薊梅森蜜蜂 <i>Osmia adunca</i>	雄蜂的腹部長有棕色的絨毛，綠色眼睛	夏季	非群居動物，以藍薊花為食及授粉
紅色梅森蜜蜂 <i>Osmia bicornis</i>	雌蜂腹部長有紅黃色的粗刷毛，中腹部的絨毛呈紅棕色，下腹部呈棕色，尾端呈黑色，較小隻的雄蜂面部長有白色的絨毛	春季-夏季初期	非群居動物，築巢於現成的空穴
羊毛梳養蜂 <i>Anthidium manicatum</i>	黑色身體，下腹部有黃色的斑點，雄蜂尾部呈三叉型	夏季-夏末	非群居動物，雄蜂常出現區域性行為模式
面花蜂 <i>Hylaeus sinuatus</i>	面部如白色面具	春季-秋季	非群居動物
普通穴蜂 <i>Osmia truncorum</i>	黑色，長有些許的絨毛	夏季-秋季	非群居動物，以菊科植物的花為食及授粉

分舌花蜂 <i>Colletes daviesanus</i>	腹節連接處為灰白色並長有絨毛	夏季初期- 夏季	非群居動物，在陡壁築巢，通常有數量相當多的蜂巢出現在同一區域
錐形蜂 <i>Coelioxys conica</i> ♂	下腹部呈明顯的錐形	夏季初期- 夏季	寄生於切葉蜂的蜂巢
艷花蜂 <i>Nomada flava</i> ♀	第一腹節連結處呈黑紅色，第二處至最後則呈黑黃色，腹部中段有紅色的圖案	春季-夏季	寄生於沙蜂的蜂巢
毛氈蜂 <i>Epeolus variegatus</i> ♀	黑色底色加上白色的毛氈狀斑點	夏季-夏末	寄生於分舌花蜂的蜂巢

## 附錄 A2\_1

### 圖鑑講義：常見的蜜蜂與胡蜂的築巢協助



紅色梅森蜜蜂的  
蜂巢封口處



毛茛切葉蜂  
7,5 mm



桔梗切葉蜂  
7,5 mm



普通穴蜂  
5 mm



切葉蜂屬  
5 mm



面花蜂  
5 mm



交配的泥蜂  
5 mm



泥蜂屬  
5 mm



交配的胡蜂  
10 mm



黏土蜂  
10 mm



### 寄生的蜜蜂與胡蜂



青蜂  
5 mm



寡毛土蜂  
5 mm



窄腹胡蜂  
10 mm



寄生蜂  
15 mm



蜂蜜蛾 (甲蟲及幼蟲)  
10 mm



### 實際大小

觀察成體的平均值  
(由頭量測到尾部的長度，  
不包括觸鬚、翅膀與螫針)

前頁圖片的相關補充說明

種類名稱	明顯的特徵	活躍季節	附註
紅色梅森蜜蜂 <i>Osmia bicornis</i>	雌蜂腹部長有紅黃色的粗刷毛，中腹部的長有紅棕色絨毛，下腹部呈棕色，尾端呈黑色。小隻的雄蜂面部長有白色絨毛	春季-夏初	在大型洞穴常見的野生蜂類
毛茛切葉蜂 <i>Osmia florissomnis</i>	剪刀型的大顎，下腹節連結處呈白色，額頭長有帶腺體的瓣褶	春季-夏初	以毛茛為食及授粉
桔梗切葉蜂 <i>Osmia rapunculi</i>	大顎較短，沒有其他蜂類頭盾兩側的瓣褶	夏初-夏季	非群居動物，在現成的空穴築巢，以桔梗花為食及授粉
普通穴蜂 <i>Osmia truncorum</i>	黑色並長有少許絨毛	夏季-秋季	非群居動物，以菊科植物的花為食及授粉
切葉蜂屬 <i>Osmia cantabrica</i>			
面花蜂 <i>Hylaeus sinuatus</i>	臉部如白色的面具，雄蜂比雌蜂更為明顯	春季-秋季	非群居動物
交配的泥蜂 <i>Pemphredon lugens</i>	下腹有柄節		
泥蜂 <i>Passaloecus corniger</i>		夏初-夏季	
交配的胡蜂 <i>Ancistrocerus nigricornis</i>		春季-夏季	
黏土蜂 <i>Odynerus spinipes</i>	蜂巢的出入口以黏土建造呈煙囪狀	夏初-夏季	

寄生的蜜蜂與胡蜂			
青蜂 <i>Chrysis ignita</i>	頭部及胸部呈閃亮的藍色及綠色，下腹部為紅色	夏初-秋季	寄生
寡毛土蜂 <i>Sapyga clavicornis</i>			寄生

窄腹胡蜂 <i>Gasteruption assectator</i>			寄生
寄生蜂 <i>Ichneumonidae</i>			寄生
蜂蜜蛾 <i>Trichodes apiarius</i>	甲蟲的顏色鮮艷。		幼蟲寄生於蜂 巢

附錄 A2\_2

圖鑑講義：經常以蝸牛殼築巢的蜜蜂



腹藏蜂

10 mm



雙色蝸牛蜂

10 mm



雙色蝸牛蜂



雙色蝸牛蜂



雙色蝸牛蜂



蝸牛殼與  
腐朽的植物



正在啃咬樹葉的  
雙色蝸牛蜂



紅鬃毛蝸牛蜂

7,5 mm



梅森蜜蜂

7,5 mm

實際大小

觀察成體的平均值  
(由頭量測到尾部的長度，  
不包括觸鬚、翅膀與螫針)

前頁圖片的相關補充說明

種類名稱	明顯的特徵	活躍季節	附註
腹藏蜂 <i>Osmia aurulenta</i>	中段腹節長有紅棕色的絨毛， 下腹節的連結處也呈紅棕色	春季-夏季	中型至大型的蝸牛蜂
雙色蝸牛蜂 <i>Osmia bicolor</i>	中段腹節長有黑色絨毛，腹部 長有亮紅色的粗刷毛	春季-初夏	中型的蝸牛蜂，多半將其為巢的蝸牛殼藏在植物的莖桿裡，並以腐朽的植物來封住蜂巢
紅鬃毛蝸牛蜂 <i>Osmia rufohirta</i>		初夏-夏季	小型的蝸牛蜂
梅森蜜蜂 <i>Osmia spinolosa</i>	細窄呈白色的下腹節連結	夏季	以菊科植物的花為食及授粉的小型蝸牛蜂

附錄 A 2\_3

圖鑑講義：經常在地面築巢的蜜蜂



普通沙蜂  
*Andrena flavipes*  
10 mm



雙色沙蜂  
*Andrena bicolor*  
7,5 mm



沙蜂  
*Andrena minutula*  
5 mm



沙蜂 *Andrena agilissima*  
10 mm



沙蜂蜂巢  
*Andrena agilissima*



溝蜂  
*Halictus scabiosae*  
15 mm



守衛溝蜂  
*Lasioglossum malachurum*  
9 mm



守衛溝蜂的蜂巢



溝蜂  
*Halictus tumulorum*  
5 mm

寄生於沙蜂的種類



艷花蜂  
*Nomada flava*  
7,5 mm

寄生於溝蜂的種類



血蜂  
*Sphecodes ferruginatus*  
7,5 mm

經常於乾石牆築巢的蜜蜂



毛蜂  
*Anthophora plumipes*  
15 mm



切葉蜂  
*Megachile willughbiella*  
10 mm

實際大小

觀察成體的平均值  
(由頭量測到尾部的長度，  
不包括觸鬚、翅膀與螫針)

前頁圖片的相關補充說明

經常在地面築巢的蜜蜂

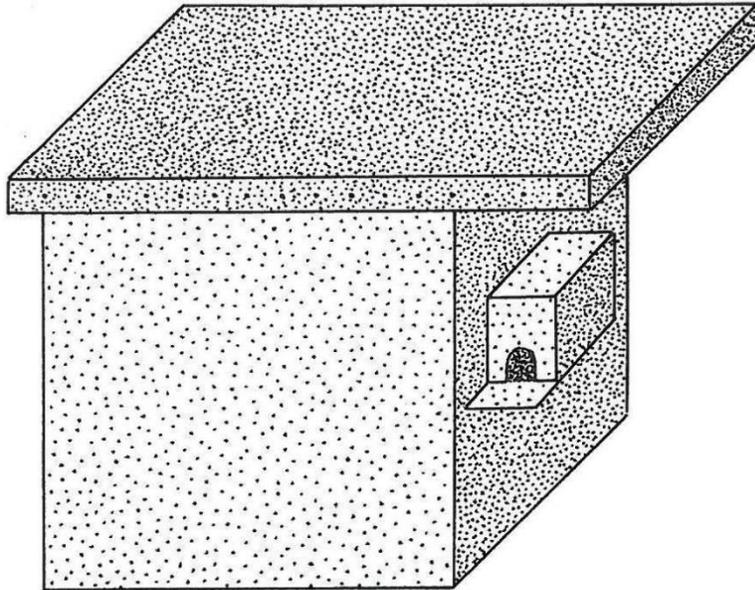
種類名稱	明顯的特徵	活躍季節	附註
沙蜂 <i>Andrena flavipes</i>	亮黃色的後腹節連結	春季-夏季	非群居動物，在地面築巢，為最常見的沙蜂，經常可見大量的蜂巢群聚於同一區域內
雙色沙蜂 <i>Andrena bicolor</i>	中段腹節長有紅棕色絨毛，兩側及面部長有黑色絨毛，下腹節連結處呈淺色，腿部有黃色的粗刷毛	春季-夏季	非群居動物，在地面築巢
沙蜂 <i>Andrena minutula/ minutuloides/subopaca</i>	黑色，有少許絨毛	春季-夏季	在地面築巢
沙蜂 <i>Andrena angilissima</i>	體型較大，下腹節絨毛呈白色斑點狀，翅膀顏色較深	夏初	在地面築巢，部分種類有社會性行為
艷花蜂 <i>Nomada flave</i>	下腹節的第一環呈黑紅色，第二環至第五呈黑黃色，中段腹節有紅色的圖案	春季-夏季	寄生於沙蜂蜂巢
杜鵑蜜蜂 <i>Nomada fabriciana</i>	下腹節為紅色	春季-夏季	寄生於沙蜂蜂巢
艷花蜂 <i>Nomada flavoguttata</i>	身體有黃色及棕色交替的圖案	春季-夏季	寄生於沙蜂蜂巢
黃條溝蜂 <i>Halictus scabiosae</i>	下腹節連接處呈棕黃色，所有種類的溝蜂在最後一腹節周圍有溝狀紋路並長有絨毛	春季-秋季	體型最大的溝蜂
溝蜂 <i>Halictus tumulorum</i>	體型小，呈金屬光澤的綠色，下腹節較軟	春季-夏季	
守衛溝蜂 <i>Lasioglossum malachurum</i>	最後一腹節周圍有溝狀紋路並長有絨毛	春季-秋季	原始的生活型態
血蜂 <i>Sphecodes ferruginatus</i>	下腹節呈紅色且尾端顏色較深		寄生於溝蜂的蜂巢

經常於乾石牆築巢的蜜蜂

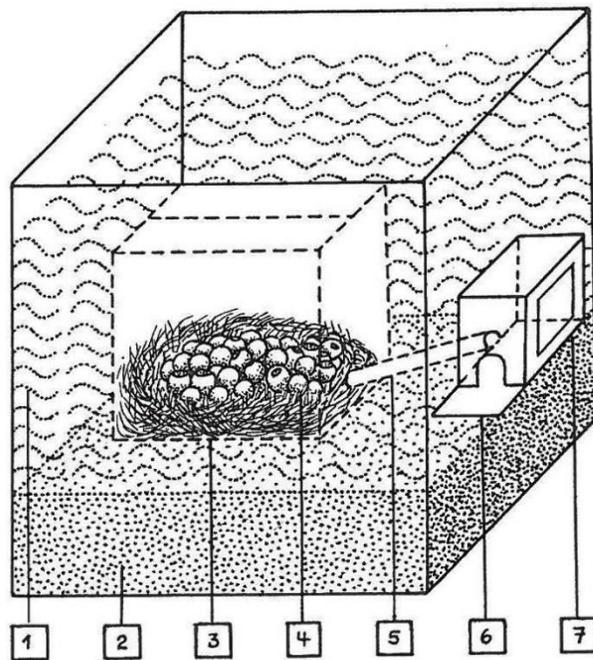
種類名稱	明顯的特徵	活躍季節	附註
毛蜂 <i>Anthophora plumipes</i>	胸節處長有硬毛，下腹節連結處也長有絨毛，腿部長有亮色的粗刷毛	春季-夏初	築巢於石牆 注意：毛蜂螫會帶來劇痛
切葉蜂 <i>Megachile willughbiella</i>			以樹葉碎片鋪設在蜂巢內

## 附錄 A2\_4

### 人工黃蜂巢箱的建造指南



外觀：帶有前廳及突出的屋頂的木箱。



#### 內部構造：

- 1 木棉
- 2 木屑
- 3 羊毛
- 4 紙筒
- 5 紙筒
- 6 底座平台
- 7 前廳

#### 尺寸：

木箱：40 x 40 x 40 cm；

蜂巢箱：30 x 20 x 23 cm

(圖片來源：Helmut Hintermeier)

### 人工黃蜂巢箱的簡圖

尺寸：木箱：40 x 40 x 40 cm；蜂巢箱：30 x 20 x 23 cm

(圖片來源：Helmut Hintermeier)

## 附錄 A9\_1

### 教師資訊：蜜蜂的價值

蜜蜂對於人類來說有極高的價值，並非只是因為蜂蜜或是其他蜂群製造出的高價產品，蜜蜂最大的價值在於植物的授粉，而許多的植物都是人類生活飲食不可缺少的。在歐盟農業部紀錄的 260 種重要作物當中，84%的種類都仰賴蜜蜂的授粉來繁殖。每年的食物產值仰賴蜜蜂授粉者，在德國估計約達 250 億歐元，全世界則高達 1530 億歐元<sup>1</sup>。除了蜜蜂，許多其他種類的野生蜂類對於農作物的授粉都扮演了相當重要的角色<sup>2</sup>。

如果沒有了蜜蜂，人類現在日常的食物都會隨之大量減少。尤其是水果、蔬菜以及含油植物，這幾種作物都特別仰賴蜂類的授粉來繁殖。即便這些作物能夠自體受精繁殖，沒有了蜂類或是藉由風來傳粉授粉，作物的收成會大幅減少。以蘋果樹為例，在有蜜蜂授粉的情況下，收成比沒有授粉的情況多達 63%<sup>3</sup>。換句話說，如果沒有蜜蜂為農作物授粉，全世界的糧食一定會大幅漲價。

蜂類對於人類的重要性不只在於糧食方面，對於人類的健康也是，許多種具有療效或是含有重要維生素的植物，也都仰賴蜂類的授粉以繁殖。另外，除了蜂蜜之外，蜜蜂製造出的蜂蠟、蜂膠以及蜂王漿都是醫藥或是化妝品的重要原料。

### 瀕危情況

在世界上的某些地方，蜂類已經完全滅絕。在中國，由於農藥的濫用導致蜜蜂無法生存，蘋果樹的生長繁殖必須仰賴人工授粉<sup>4</sup>。在美國及歐洲都相繼發生了蜂群大量死亡的事件，蜜蜂甚至是從蜂箱內毫無痕跡的大量消失(蜂群崩壞症候群)，至今都仍無法找到合理的解釋<sup>5</sup>。在德國，過去的幾年內蜂群的數量急遽地減少<sup>6</sup>，約有 54%的野生蜜蜂種類都已經嚴重地瀕臨滅絕<sup>7</sup>。

<sup>1</sup> 來自德國自然章節－TEEB DE (2012)：大自然對於人類經濟與社會的價值－引言。- ifuplan, München; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ, Leipzig；伯恩自然保護局，第 31 頁。

<sup>2</sup> [www.welg.de/wissenschaft/umwelt/article114029771/wilde-Insekten-muessen-Honigbienen-unterstuetzen.html](http://www.welg.de/wissenschaft/umwelt/article114029771/wilde-Insekten-muessen-Honigbienen-unterstuetzen.html)

<sup>3</sup> [www.deutscherimkerbund.de/165-Der\\_DIB\\_Bestaeubungsrechner](http://www.deutscherimkerbund.de/165-Der_DIB_Bestaeubungsrechner)

<sup>4</sup> Markus Imhoof & Claus-Peter Lieckfeld (2013)：不只是蜂蜜－蜜蜂的生活與生存。- orange-press, Freiburg：第 129 頁 ff

<sup>5</sup> Markus Imhoof & Claus-Peter Lieckfeld (2013)：不只是蜂蜜－蜜蜂的生活與生存。- orange-press, Freiburg：第 25 頁 ff

<sup>6</sup> [www.deutscherimkerbund.de/161-Imkerei\\_in\\_Deutschland\\_Zahlen\\_Daten\\_Fakten](http://www.deutscherimkerbund.de/161-Imkerei_in_Deutschland_Zahlen_Daten_Fakten)

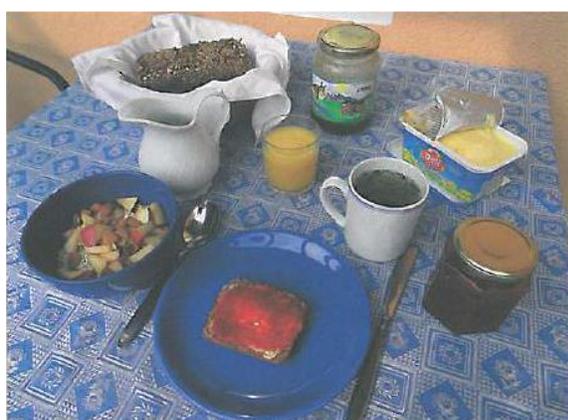
<sup>7</sup> Klaus Mandery et al. (2003)：紅色瀕危名單上的蜜蜂(*Hymenoptera: Apidae*)。Bayerns.-  
[www.lfu.bayern.de/natur/rote\\_liste\\_tiere\\_daten/sox/riwew/PISw.pdf](http://www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_tiere_daten/sox/riwew/PISw.pdf)

**任務：**讓學生思考，如果蜜蜂突然間消失了，我們的日常生活會有什麼樣的變化？例如：

- 如果沒有了蜜蜂，我們的早餐會變成什麼樣子？
- 如果沒有了蜜蜂，我們在學校還會有點心可以吃嗎？
- 如果沒有了蜜蜂，我還能吃到我最喜愛的食物嗎？
- ....？

如下的例子也相當適合入門活動使用：

### 早餐(有蜜蜂的世界)



**圖 39：**這是陽光普照的一天，早晨時我們在窗外的許多種的鳥叫聲中醒來，帶著滿滿的精力來到餐桌旁，桌上的食物豐富多彩：加了杏仁和水果的麥片粥，柳橙汁，香草茶，向日葵籽麵包搭配乳瑪琳、草莓果醬及蜂蜜。我們理所當然地享受著早餐，卻沒有意識到這豐盛的早餐都要歸功於小昆蟲為農作物的授粉。

### 早餐(沒有蜜蜂的世界)



**圖 40：**同樣是陽光普照的一天，起床時只聽得到一種鳥的叫聲，自從蜂蜜絕跡後，鳥類的種類也越來越少，這是因為缺乏了蜜蜂的授粉，鳥類仰賴為食的果實也越來越少。起床後走向餐桌，但餐桌上乏善可陳：只有一小碗的牛奶加燕麥片。

**說明：**如果沒有蜜蜂，麥片粥裡的新鮮水果和杏仁都會變成稀有食物。柳橙及香草也都是仰賴蜜蜂授粉的作物，葵花籽及油菜籽的產量也都大幅減少，而乳瑪琳也因此而價格高昂。草莓也同樣依賴蜜蜂的授粉，才能長出甜美可口的果實。穀物及乳製品也都受到影響，由於沒有蜜蜂的授粉，作為飼料原料的苜蓿及大豆大量減產，而牛隻也因為飼料缺少多樣性而營養不均衡容易生病。

藉由圖片中的食物，可以讓學生猜測，那些食物(作物)依賴蜜蜂或其他昆蟲的授粉。

## 附錄 A9\_2

### 教學建議：在草地上討論蜜蜂的價值

在歐盟農業部紀錄的 260 種重要作物當中，84% 的種類都仰賴蜜蜂的授粉來繁殖。在每年的食物產值當中，完全仰賴蜜蜂授粉的作物就高達了 1530 億歐元<sup>1</sup>。

這樣的金錢價值只是粗略的估計，事實上蜜蜂對於人類的重要性是難以精確量化的，大自然也是如此。我們從大自然中取得所有所需的東西：食物、水、衣服、能量、醫藥以及許多其他的東西。就連許多的科學技術及成就都是根源於某些植物或動物的特徵(仿生學)。任何人都難以預料，某一種植物或動物可能在未來成為重要而不可或缺的物種，它有可能會是某種重要的藥材的原料，它又或者扮演了維持生態系統平衡的重要且唯一的角色。人類總是要在某個物種(瀕臨)滅絕時，才體認到缺乏該物種帶來的後果。對於人類來說，維持生態多樣性極為重要，這包括了生活環境、物種以及基因源的多樣性。許多物種都經常且直接為人類所運用，而有些也許在未來會變得重要。

我們也許可以就蜜蜂授粉作用的部分對於經濟方面的影響作出估算，但就蜜蜂整體而言對於整個環境的重要性是不可能估計的，畢竟，並非一切都能以金錢來衡量。比如說，我們該如何衡量花海及草原的價值呢？能在豐富的大自然中散步又值多少錢呢？諸如此類的種種都是我們無法以金錢來衡量的。

#### 問題與討論：

- 大自然對於人類來說有什麼意義與價值？
- 對於人類的運用與使用方面，大自然有什麼樣的價值？
- 身為人類的我們有權利決定其他物種的生存與否嗎？

<sup>1</sup> 來自德國自然章節－TEEB DE (2012)：大自然對於人類經濟與社會的價值－引言。- ifuplan, München; Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung-UFZ, Leipzig；伯恩自然保護局，第 31 頁。

### 附錄 A9\_3

## 教學遊戲「生態系統中的蜜蜂」遊戲指南及輔助教具範本 (範本 1)

請使用硬紙雙面影印本附錄的教具範本。

發給每個學生一張小卡，卡片上某種蜜蜂、植物或是動物的照片及簡短說明，依照圖卡上的說明去尋找配對另一種相關的植物或動物，藉此學生們相互連結發展出生物圈或生物網，最後讓學生們依照說明再次說出自己拿的卡片是什麼動物或植物以及與另一物種的關聯性。教師可以圖卡上的物種與人類的關係作為討論主題。

人類對許多物種的生態多樣性有所貢獻(如蘋果、七葉樹、向日葵、油菜籽、蜜蜂)，也同樣相當依賴這些物種(如蘋果、向日葵、油菜籽、草莓、黑莓、以及作為授粉者的蜜蜂)。除此之外，人類的力量也在不自覺的情況下導致了某些物種的滅絕，例如化學合成物的使用造成的環境汙染及干擾，全球氣候暖化，過度的捕獵動物，以及交通高度發達而造成小動物的死亡率提高。

如果人類無法再養殖蜜蜂，而野生蜂類的生活環境也遭到人類的破壞，會發生什麼事呢？

現在讓拿有蜜蜂卡片的學生離開，將會在生物圈或生物網留下空洞，學生們此時討論蜜蜂離開造成的影響，那些其他的物種會因為蜜蜂的消失而同樣消失？這些物種的消失對於生態系統又有什麼樣的影響？是否會有新的生態系統產生，有其他的物種填補那些空洞呢？

依照參與學生的數量可增減或變換動植物的種類，前提是必須合乎邏輯性及生物關聯性。也可以不使用卡片上的說明，讓學生自己思考拿到的動物或植物之間有何關聯性。

刺蝟



灰色沙蜂



**灰色沙蜂 (*Andrena cineraria*)**

雌蜂經常收集樹莓及油菜籽花的花粉，通常會帶回蜂巢儲存，而後產卵在巢室內的花粉塊上。

**刺蝟 (*Erinaceus europaeus*)**

以昆蟲、蝸牛、蚯蚓、莓果及水果為食。如果樹蝸牛及樹莓都是刺蝟經常吃的食物。

(範本 2)

樹莓



紅毛沙蜂



蘋果



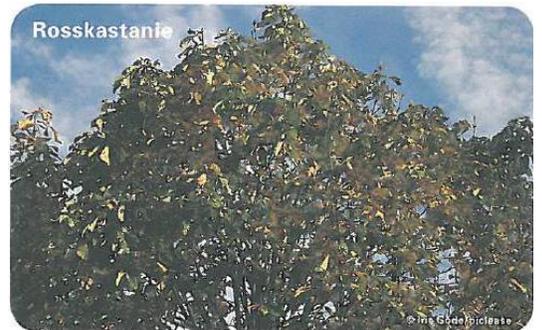
山梨



野豬



七葉樹



土蜂



藍山雀



<p><b>紅毛沙蜂 (<i>Andrena fulva</i>)</b></p> <p>多種的果樹都仰賴其授粉，如蘋果樹。除了人類之外，這樣的野生蜂類也有大自然的天敵，例如藍山雀等的鳥類。</p>	<p><b>樹莓 (<i>Fragaria vesca</i>)</b></p> <p>可口的樹莓不只是人類喜愛，也是許多野生動物的食物，如刺蝟。通常是由灰色沙蜂來進行授粉。</p>
<p><b>山梨 (<i>Sorbus aucuparia</i>)</b></p> <p>白色的山梨花通常在春季由蜜蜂進行授粉。鳥類在秋冬非常喜愛山梨結出的紅色果實，如烏鴉，因此也被稱為鳥果。</p>	<p><b>蘋果 (<i>Malus domestica</i>)</b></p> <p>經由蜜蜂授粉之後，蘋果樹能結出相當多的果實(蘋果)。許多種類的蜜蜂都喜愛以蘋果花為食，如紅毛沙蜂。蘋果在冬天時為動物重要的營養來源，如睡鼠。</p>
<p><b>七葉樹 (<i>Aesculus hippocastanum</i>)</b></p> <p>仰賴土蜂等的昆蟲進行授粉，才能結出果實。許多動物都喜愛食用七葉樹在秋季傑出的果實，如野豬。</p>	<p><b>野豬 (<i>Sus scrofa</i>)</b></p> <p>野豬喜愛在森林的地面挖找樹根，而在人類建立的農田，野豬也喜愛以七葉樹及油菜籽果實為食。</p>
<p><b>藍山雀 (<i>Parus caeruleus</i>)</b></p> <p>主要以昆蟲為食，例如紅毛沙蜂。被人類豢養在籠子裡的藍山雀，也很喜愛食用葵花籽。</p>	<p><b>土蜂 (<i>Bombus terrestris</i>)</b></p> <p>野生蜂類，與蜜蜂同為群居動物，蜂群中只有蜂后能度過冬天。採集多種不同植物的花粉及花蜜，如七葉樹及向日葵。</p>

(範本 3)

油菜花



向日葵



睡鼠



蜜蜂



黑莓



冬菩提



鼠尾草



玫瑰果



<p><b>向日葵 (<i>Helianthus annuus</i>)</b></p> <p>來源於美洲，而現在也普遍種植於歐洲，通常依賴昆蟲(如土蜂)進行授粉。許多鳥類都喜愛食用向日葵富含油脂的種子，如藍山雀。</p>	<p><b>油菜花 (<i>Brassica napus</i>)</b></p> <p>當油菜籽經由蜂類的授粉後(如灰色沙蜂)，其收成會更多。這不只是農人的豐收，也增加了野豬的食物來源。</p>
<p><b>蜜蜂 (<i>Apis mellifera</i>)</b></p> <p>蜜蜂現今普遍為人類養殖，為農作物及野生植物採集花粉花蜜及授粉。特別是為葉榿及山梨的授粉，提供了動物冬天重要的食物來源。</p>	<p><b>睡鼠 (<i>Glis glis</i>)</b></p> <p>冬眠為時極長，通常是九月末至五月初，睡鼠必須冬季進食富含油脂的植物種子來囤積體內的脂肪好過冬，通常喜愛吃菩提樹的種子或是蘋果。</p>
<p><b>冬菩提 (<i>Tilia cordata</i>)</b></p> <p>冬菩提花具有濃郁的花蜜香味，相當受到昆蟲的喜愛，如蜜蜂。葉榿的種子被風吹散到各地，而成為動物的食物，如睡鼠。</p>	<p><b>黑莓 (<i>Rubus fruticosus</i>)</b></p> <p>依賴昆蟲的授粉，如樹蜂。不只人類喜愛黑莓，也是紅狐的食物來源。</p>
<p><b>玫瑰果 (<i>Rosa canina</i>)</b></p> <p>經常在夏季由蜂類授粉，如紅色梅森蜜蜂。冬天結出的紅色果實，是鳥類動物的重要食物來源，如烏鴉。</p>	<p><b>鼠尾草 (<i>Salvia pratensis</i>)</b></p> <p>鼠尾草屬唇形花科，只有嘴喙較長的昆蟲才能吸取到鼠尾草花的花蜜，如樹蜂。紅色梅森蜜蜂也經常以鼠尾草花為食。</p>

(範本 4)

烏鴉



紅狐



紅色梅森蜜蜂



田鼠



雙色蝸牛蜂



紅三葉草



樹蜂



斑點果樹蝸牛



<p><b>紅狐 (<i>Vulpes vulpes</i>)</b></p> <p>具有敏捷的狩獵本能，主要獵物有田鼠等等。除了肉類及獵物的腐屍，紅狐也喜愛食用莓果，如黑莓。</p>	<p><b>烏鴉 (<i>Turdus merula</i>)</b></p> <p>烏鴉在春夏季主要以昆蟲及蚯蚓為食，冬季則喜愛食用紅色的果實，如山梨果及玫瑰果。</p>
<p><b>田鼠 (<i>Microtus arvalis</i>)</b></p> <p>主要的食物來源為香草植物、青草及穀物。天敵為紅狐。</p>	<p><b>紅色梅森蜜蜂 (<i>Osmia bicornis</i>)</b></p> <p>德國境內最常見的野生蜂類，為了餵養後代，會採集不同種類植物的花粉及花蜜，如玫瑰果及鼠尾草。</p>
<p><b>紅三葉草 (<i>Trifolium pratense</i>)</b></p> <p>無論是家畜或是野生動物都相當喜愛紅三葉草的果實，如田鼠。通常由雙色蝸牛蜂進行授粉。</p>	<p><b>雙色蝸牛蜂 (<i>Osmia bicolor</i>)</b></p> <p>雌蜂為了餵養後代而採集花蜜，如紅三葉草的花。(通常以果樹蝸牛的空殼為巢)</p>
<p><b>斑點果樹蝸牛 (<i>Arianta arbustorum</i>)</b></p> <p>刺蝟是斑點果樹蝸牛的天敵，其空殼經常被某些種類的野生蜜蜂作為蜂巢使用，如雙色蝸牛蜂。</p>	<p><b>樹蜂 (<i>Bombus hypnorum</i>)</b></p> <p>樹蜂的蜂群是大家族，工蜂負責為了整個蜂群及後代採集不同種類植物的花粉花蜜，如鼠尾草及黑莓。</p>

## 附錄 A9\_4

# 偵探遊戲「消失不見的蜜蜂」遊戲指南及輔助教具範本

## 引言

在一個初夏的早晨，Immen 市集的養蜂人 Max Mustermann 正在查看他的蜂箱，卻發現幾乎所有的蜜蜂都消失了，箱內只剩下幾隻剛孵化卻發育不全的幼蜂。到底發生了什麼事？蜜蜂都去哪了？請大家一同思考，找出蜜蜂的去向！

可將學生劃分為五個小組，每個小組都會拿到一張關於消失的蜜蜂的線索。小組中由一位成員留守，而其他成員則向其他小組收集線索。最後，每個小組集合收集到的所有線索，共同思考討論來解出這個謎題。

### 線索 1

高度發展的農業在過去幾年內大幅地改變了 Immen 市集附近的自然環境，許多的農地都只種植單一作物，如油菜籽或是玉米。開花植物的數量隨之大幅減少，花間帶及樹叢幾乎已不可見。而農地每年收割七次，這樣高的頻率根本等不及農作物開花。而綠化地區因為人工的維護，植物都被修剪得極短。

由於缺少了花朵，蜜蜂越來越難找到食物，更不可能儲藏花蜜在蜂巢中。由於植物多樣性的降低，也造成了蜜蜂免疫系統下降而體質虛弱。

### 線索 2

此地區的農民普遍使用化學藥劑來噴灑農田，雜草及害蟲都因藥劑中毒而無法存活，使得農作物有更好的收成。但化學藥劑的成分同樣也對蜜蜂之類的益蟲有害，如菸鹼類的殺蟲劑就會嚴重地破壞蜜蜂的方向感，使得外出採蜜的蜂群回不了家。

### 線索 3

氣候的變化在 Immen 市集地區相當明顯，過去幾年的冬天都較為溫暖，卻也使得糧食作物的生長及收成時間推遲了許多。上週是多雨的天氣，蜜蜂因此無法飛離蜂巢採蜜，但巢內的花蜜及花粉儲存越來越少，蜂群變得越來越虛弱。過去幾年來的平均氣溫逐漸升高，這使得許多的疾病及寄生蟲在蜂群之中擴散且增加。

### 線索 4

Max 的蜜蜂是從一個專業的養殖戶買來的，那裏養出的蜜蜂性情都相當溫和。今年以來，Max 在照顧蜂群時從沒有被蜜蜂螫過；另外，這些蜜蜂在去年度的蜂蜜產量相當的高。然而，這個養殖戶養出的蜜蜂體質卻不是太好，並不健壯。

### 線索 5

這樣體質較差的蜜蜂對於真菌、病毒及寄生蟲的抵抗力也相當的差，其中最常見的一種寄生蟲就是瓦蟎，瓦蟎以蜜蜂的體液為食，在咬傷蜜蜂之後便能快速地以病毒侵襲蜜蜂。若是蜜蜂的幼蟲感染到瓦蟎，孵出的幼蜂通常是發育不全的，翅膀通常是畸形的。

根據上述線索，在活動的最後讓學生一同討論結果。

## 給教師的說明

蜜蜂群體消失的現象，最初是在美國最常被觀察到(蜂群崩壞症候群)。確切的原因至今仍無法得知，可以確定的是，有多個因素在其中扮演了重要角色。上述線索提到的每個原因，在不同層面上都可能直接或間接造成了蜜蜂的死亡。但各個原因間的關聯性，或是如何互相影響，仍無法明確辨別。本活動的偵探遊戲能讓學生了解，是種種不同的因素共同作用造成了這樣的結果。

本活動是以蜜蜂為討論重點，也可替換以野生蜂類為主角來進行，著重的部分則會是生活環境與食物來源的喪失進而造成的危機。

## 附錄 A9\_5

### 數學相關的講義

#### 第一部分：授粉的意義與價值

##### 1) 配合觀察活動：

- 這是什麼種類的蜜蜂？
- 以碼表計時，在限定時間內追蹤蜜蜂，數一數這些蜜蜂在幾朵花上面停留過。
- 蜜蜂會變換不同的植物嗎？通常都飛往哪種植物？

a) 計算一下，所觀察的蜜蜂在一分鐘之內為幾朵花進行了授粉。

b) 寫下每位學生的觀察紀錄，預估一下每種蜜蜂的平均授粉花朵數量。

##### 2) 要能生產出一杯 250 g 的蜂蜜，一個蜂群必須採集 6,000,000 朵花的花蜜。

a) 1 g 的蜂蜜需要幾朵花呢？

b) 蜂群需要花費幾個小時才能產出 1 g 的蜂蜜？（可運用上面算出的平均數）

##### 3) 一個蜜蜂的蜂群每天會從蜂巢飛出去 9 次，每次大約會採集 250 朵花的花蜜。一個毛蜂的蜂群每天大約會採集總共 8,800 朵花的花蜜。哪種蜜蜂採集的花蜜較多？

##### 4) 德國每年約可產出 25,000 噸的蜂蜜，每個德國人平均食用 1.1 kg 的蜂蜜。德國人口約為 8100 萬人。

a) 德國人每年消耗的蜂蜜，約佔生產總量的百分之幾？

b) 1 公斤蜂蜜的價格大約是 9.5 歐元，那麼德國蜂蜜生產的經濟總產值大約是多少呢？

c) 需依賴昆蟲授粉而生長並收成的農作物及相關產品在德國的年產值約為 2,500 萬歐元，蜂蜜在這個部分又佔了多少比重？

##### 5) 有研究發現，經由蜜蜂授粉的向日葵每朵花約可產出 503 顆的葵花籽，沒有蜜蜂授粉的則只有 81 顆。那麼蜜蜂授粉能帶來多少倍的收成？

##### 6) Meier 先生的果園去年總共收成了 40 kg 的蘋果、30 kg 的梨和 20 kg 的櫻桃。在沒有蜜蜂進行授粉之後，收成量銳減，只有 14.8 kg 的蘋果、3.3 kg 的梨和 7.6 kg 的櫻桃。

a) 因為蜜蜂能帶來百分之幾的收成量？

b) 哪種水果因為蜜蜂的授粉能有最好的收成量？

## 第二部分：蜜蜂的減少

7) 2014 年在巴伐利亞地區約有 166,370 個蜂群，雖然近幾年的蜂群數量略有增加，但比較 2004 年時的紀錄卻明顯的減少。

a) 運用如下的數據，計算出自 2004 年到 2013 年的蜂群數量！

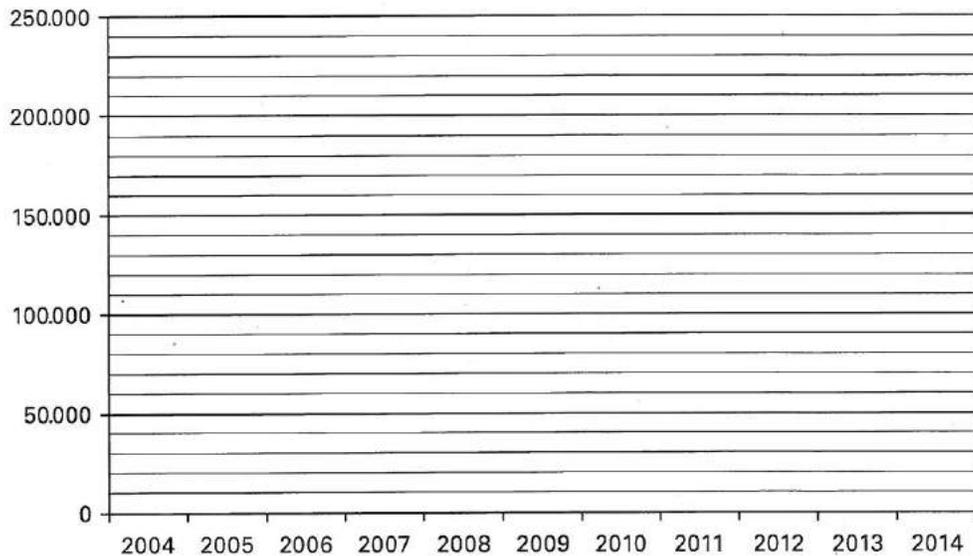
蜂群數量的變化

(與前一年蜂群數量的比較，增加或減少<sup>1</sup>：

2005 = -19,381,      2006 = -22,963,      2007 = -11,141,      2008 = -21,788,  
2009 = -2,718,      2010 = -806,      2011 = +1,493,      2012 = -8,489,  
2013 = +3,466,      2014 = +7,784

年份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
蜂群數量											166,370

b) 在如下的圖表上將上列算出的數據以圓柱圖畫出。



c) 將前述做出的圖表與圖 41 的圖表相比較，巴伐利亞地區的圖表趨勢與德國全國的是否相似？在哪一年德國的蜂群數目最多？

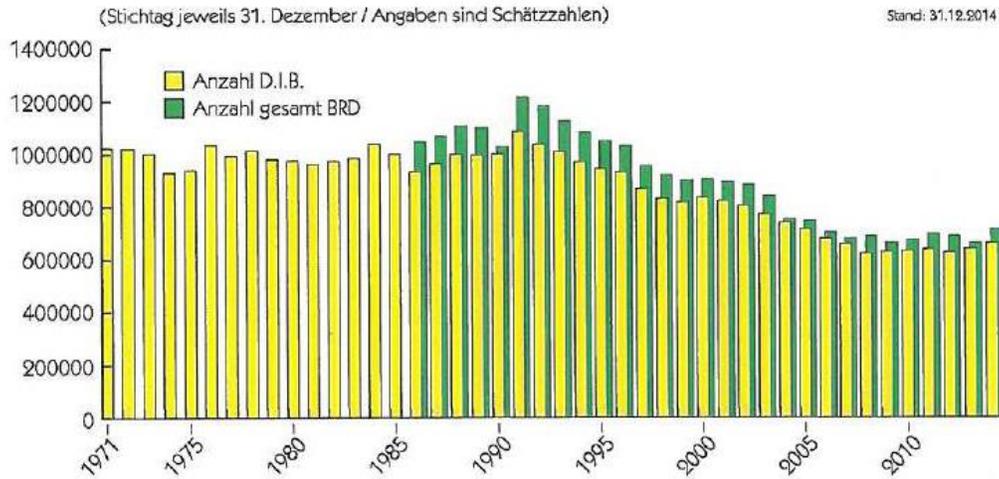


圖 41：德國的蜂群數量 (圖表來源：德國養蜂協會 DIB；  
[http://www.deutscherimkerbund.de/161-Imkerei\\_inDeutschland\\_Zahlen\\_Daten\\_Fakten](http://www.deutscherimkerbund.de/161-Imkerei_inDeutschland_Zahlen_Daten_Fakten).)

<sup>1</sup> Datenquelle: Deutscher Imkerbund 2014

## 附錄 A 10\_1

### 資料索引

#### 對蜜蜂友善的校園/花園

Birkenbeil, Helmut (Hrsg., 1999):  
學校花園，Eugen Ulmer 出版社

Dillingen/Bayern 教師進修學院(1994)：  
校園環境建置的 101 個想法。

食品營養、農業及消費者保護協會的訊息協助服務(2012)：  
學校花園作為學習場所－實地演練的專案構思；

<http://shop.aid.de/3910/lernort-schulgarten-projekten-projektideen-aus-der-praxis>

巴伐利亞邦政府(2015)：

盛開的學校花園！－享受校園附近的自然環境。

[www.lwg.bayern.de/mam/cms06/gartenakademie/dateien/schulgartenbroschuere\\_2015.pdf](http://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/gartenakademie/dateien/schulgartenbroschuere_2015.pdf)

Lippe 生態站：

花園成就了校園－OGS(公立學校)手冊；

[www.biologischestationlippe.de/fileadmin/user\\_upload/Sammlung/Download/Schulgartenhandbuch\\_Internetversion\\_1\\_.pdf](http://www.biologischestationlippe.de/fileadmin/user_upload/Sammlung/Download/Schulgartenhandbuch_Internetversion_1_.pdf)

農業環境及消費者保護部會以及文化、青年及運動部會(BW) (2011)：  
環保教育及永續性 -與學科結合的花園活動專案，中年級，第二冊。

[www.ernaehrung-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Nachhaltigkeit/Lernort+Schulgarten/?LISTPAGE=653156](http://www.ernaehrung-bw.de/pb/,Lde/Startseite/Nachhaltigkeit/Lernort+Schulgarten/?LISTPAGE=653156)

北萊茵-威斯特法倫邦自然與環境保護學院(2004)：

給在自然區域的校園的建議文件檔；

[www.nua.nrw.de/uploads/tx\\_ttproducts/datasheet/mappe-schulgelaende.pdf](http://www.nua.nrw.de/uploads/tx_ttproducts/datasheet/mappe-schulgelaende.pdf)

生態農業與其他形式的永續農業以及食品營養、農業及消費者保護協會的訊息協助服務(2012)：校園裡的有機企業；

[www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Umstrukturierung2012/Allgemein\\_bildende\\_Schulen/Sekundarstufe\\_1/as\\_sek\\_biounternehmer\\_1\\_ua.pdf](http://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/dokumente/lehrer/Umstrukturierung2012/Allgemein_bildende_Schulen/Sekundarstufe_1/as_sek_biounternehmer_1_ua.pdf)

#### 已執行相關活動的學校實例

Laufen 的 Rottmayr 中學：學校花園、蜜蜂、販售；

<http://www.rottmayr-gymnasium.de/unsere-schule/laufende-projekte/fair-trade-school/fairstand/>

Bad Nauham 的森林女子學校：學校花園、蜜蜂、販售；

<http://www.fraenwaldschule.de/?schulgarten,221>

慕尼黑的 Adolf-Weber 中學：學校花園與蜜蜂；

<http://www.awg.musin.de/projekte-ags/schulgarten.html>

Philippsburg 的 Copernicus 中學：學校花園、蜜蜂、販售；

[http://www.copernicus-gymnasium.de/?page\\_id=971](http://www.copernicus-gymnasium.de/?page_id=971)

Boschum 的 Köllerholz 學校：學校花園與蜜蜂；

[http://www.koellerholzschule.de/01\\_erwachsene/13\\_schulkonzept/08\\_50%20Lernstationen/50%20Lernstationen.html](http://www.koellerholzschule.de/01_erwachsene/13_schulkonzept/08_50%20Lernstationen/50%20Lernstationen.html)

Kirchzarten 的瑪莉-居禮中學：學校花園與蜜蜂；

<http://mcg-kirchzarten.de/mcg/index.php/arbeitsgemeinschaften/schulgarten>

Neustadt-Glewe 的 Karl-Scharfenberg 學校：學校花園與學生電影；

<http://www.karl-scharfenberg-schule.de/bio-top.html>

### 花園有關項目的相關諮詢單位

學校花園項目的聯邦工作團體 ([www.bag-schulgarten.de](http://www.bag-schulgarten.de))，

地區性的果園及花園協會，

各地區政府的花園建造諮詢處，

花園建造協會，如巴伐利亞邦花園建造及景觀維護協會

(<http://www.gartenbauvereine.org/>)。

## 附錄 A 10\_2

### 野生蜜蜂的相關講義

請仔細閱讀如下的文章並在最後回答問題。

#### 蜂

德國約有 560 種的蜂類，最為人所知的是蜜蜂，也是人類廣泛應用的昆蟲，而蜜蜂以外的其他蜂類統稱為野生蜂。

#### 非群居動物 v.s. 蜂群

相對於蜜蜂，大部分的野生蜂類大都不是群居動物，這些蜂類並不像蜜蜂那樣建立龐大的蜜蜂社群且有蜂后的領導及工蜂的組織結構，而是獨自築巢並照護幼蟲。野生蜂類並沒有分工制度，也不會在蜂巢內儲存花蜜花粉。雌蜂通常在與雄蜂交配後便會建造出具有 4-30 個巢室的蜂巢，每個巢室中都會放置花粉及花蜜的混和物作為日後幼蟲的糧食，而後便會在花粉塊上產卵。卵通常在 3-4 周會發育成幼蟲，在幼蟲把存糧吃完後便會成蛹。最後，發育完成的幼蜂會從蛹孵出。獨居的野生蜂類的幼蜂通常在交配築巢的隔年後孵出，可能一年會孵化出一批幼蟲，也可能是兩批，分別在春季和夏季。

除了獨居的習性，也有些種類的野生蜂屬於社群性的型態，2-3 之的野生蜂會共同築巢。

蜜蜂以及少數的野生蜂種類，如熊蜂，其蜂群相當地社會化，屬於群居動物。蜜蜂與熊蜂的蜂群團體數量眾多，有分工機制以及棲息領地範圍，在其中產卵並採集花粉花蜜，照護後代以及守衛蜂巢。

除此之外，還有寄生型的蜂類，也被稱為杜鵑蜜蜂，這類野生蜂會產卵在其他種類的蜂巢裡。

#### 花蜜香甜的花朵

蜂類以花蜜及花粉為食，周遭環境的開花植物多樣性是蜂類的生活必需條件。雌蜂為了照料後代，必須出外採集花粉花蜜並帶回蜂巢。對於幼蟲來說，花粉是最重要的營養來



圖 42：大與小—各種蜂類的外觀看起來相當不同，圖中為熊蜂及面花蜂。



圖 43：獨居動物的沙蜂。



圖 44：花園熊蜂屬於群居動物，但蜂群中只有蜂后能度過冬天。



朽木堆及乾石牆，都是野生蜂類的生活空間。

### 閱讀測驗(讀後作業)

1. 蜂類有幾種不同的社會型態？
2. 蜂類以什麼為食？
3. 蜂類都在那裡築巢？
4. 在學校中有發現過蜜蜂覓食的植物或是築巢的可能地點嗎？請畫下校園環境的簡圖，並搜尋校園中的蜂類以及牠們的生活區域。
5. 你的校園是否為對蜂類友善的環境？請學生們一同討論。

源，少數種類的野生蜂只會採集某幾種特殊種類植物的花粉，因此這些蜂類的生存與那幾種特殊植物息息相關。

蜂類仰賴開花植物為食，開花植物也同樣仰賴蜂類的授粉以繁殖。開花植物必須能讓雄蕊產生的花粉傳送到雌蕊的柱頭，才能結出果實及種子。有些植物是依靠風來進行授粉，大部分的植物則仰賴昆蟲來授粉。某些蜂類只以特定的植物花蜜為食，反之亦然，這些植物也只能依靠這些特定的蜂類來達到授粉繁殖的目的，這方面與植物長出的花的型態有關。

蜜蜂大都只在晴朗溫和的天氣才會飛出蜂巢採集花粉花蜜而授粉，但某些野生蜂類即便在嚴峻的天氣或是低溫的情況也會外出採集花粉花蜜而授粉，正因為如此我們才有幸能見到開在峭壁陰影下的美麗花朵。野生蜂類與蜜蜂一樣，對於植物的授粉扮演了非常重要的角色。

### 住在蝸牛殼的蜂類

不同的蜂類在不同的環境、地點築巢，有些會在地面挖洞築巢，有些會在植物的莖上或是朽木挖洞築巢，有些則會利用地面及樹木上現成的空洞或是裂縫築巢。也有些蜂類會以空置的蝸牛殼為巢。

許多種蜂類都會以自體的分泌物來鋪設在蜂巢內，這些分泌物就是我們熟知的蜂蠟。其他蜂類則會以黏土、沙子或是碎石、樹葉碎片(植物碎屑)來鋪設在蜂巢內。