

認識身旁的小傢伙（二）

美洲蟑螂外部型態與內部器官的初步觀察

蔡任圃

臺北市立中山女子高級中學

壹、蟑螂外部型態觀察

一隻成蟲蟑螂，具有昆蟲最標準的特徵，包含一對觸角、兩對翅膀、三對步足，且美洲蟑螂(American cockroach，學名：*Periplaneta americana*)的體型較大，是觀察昆蟲外部型態的最佳昆蟲。

一、麻醉與固定方法

蟑螂的活動力很大，所以要仔細觀察牠，必須先進行麻醉。一般在學校實驗室常使用的簡易麻醉方法，是將蟑螂放入冷凍庫或是冰塊中，利用低溫將蟑螂的活動力降低，低溫持續一陣子後，蟑螂就會陷入昏迷，低溫處理的時間從三分鐘到十分鐘不等，依冷凍庫的溫度而定，麻醉的蟑螂約五至十分鐘後會逐漸甦醒，此時可再行低溫麻醉，但麻醉次數過多對蟲體亦是傷害，故最好是趁蟑螂昏迷時將其固定完成，或放入小型的培養皿中，以方便進一步的觀察。

另一種方便的麻醉方式，是將蟑螂連同籠子一同浸於水中，一陣子後蟑螂會因缺氧及二氧化碳累積體內而麻醉，溺水時間需 270.74 ± 18.66 秒($n = 29$ 。蔡等，民 93)可達麻醉效果，此時可將蟲體取出擦乾，進行固定或其他操作。蟲體約於 $1787.37 \pm$

117.26 秒($n = 29$ 。蔡等，民 93)後會逐漸甦醒。無論是低溫麻醉或溺水麻醉，時間皆不宜過久，以免蟲體死亡。

固定蟲體的方式可用燒熔的蠟(不要太熱)將蟑螂的六隻腳黏在一片玻璃版上，可用黏土再加以固定加強，觀察時可透過玻璃看清楚蟑螂的腹面。或是先剪去蟲體的六肢，再利用大頭針將蟲體固定於蠟盤上。

二、蟑螂外型的觀察

蟑螂的前翅較為革質化，稱為翅覆，具有部分的保護功能，後翅平時折疊，藏於翅覆之下，飛行時張開揮動。蟑螂並不善飛，但善跑，蟑螂的六隻足有力且運動速度快。蟑螂的一對觸角約比身體長，具有觸覺、嗅覺、味覺之功能。蟑螂屬於不完全變態，蟑螂若蟲不具翅膀，與成蟲容易分辨。

昆蟲的六肢由胸部發出，分別為前胸(前足)、中胸(中足)、後胸(後足)，而前翅發於中胸，後翅發於後胸。蟑螂的前胸背面形成一扁平的大型骨片，稱為前胸背板，背面具環狀花紋，故美洲蟑螂又名環紋蜚蠊。

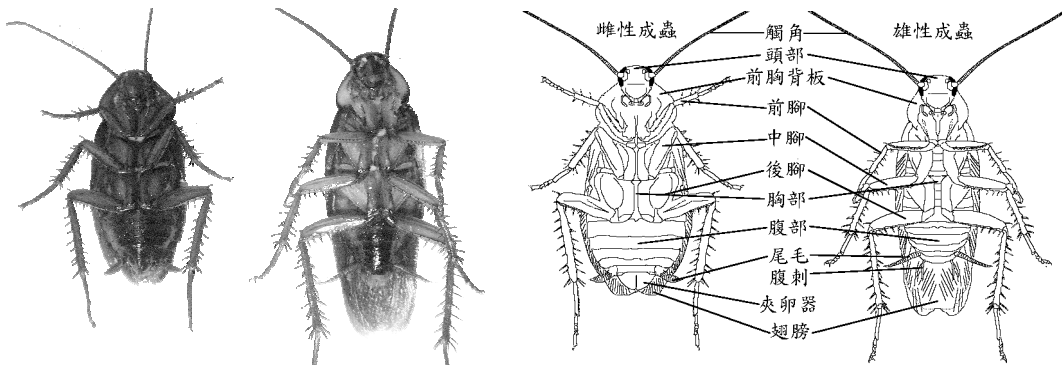
蟑螂尾部兩側具有一對明顯的尾毛

(圖一)，負責感應氣流的狀態，當補食者接近或發出攻擊時所產生的氣流變化，蟑螂可由尾毛感測，進而引發逃亡行為。雄蟲與雌蟲的外型不同，雄蟲成蟲體型一般較為細長、扁瘦，前翅的長度超過腹部末端，而雌性成蟲的身軀較為短胖，前翅的長度約與腹部末端切齊。因此可由體型作雌雄區分的初步判斷。但較為可靠的辨別方式，為雄性成蟲的尾部末端具有一對腹刺(亦名性毛。林，民 90)，腹刺較尾毛細，負責交配相關的功能。雌性成蟲的尾部不具腹刺，尾部中央腹側具有左右兩片夾卵器，可於形成卵鞘時銜住卵鞘，美洲蟑螂的卵鞘內約含 16 至 20 個卵。

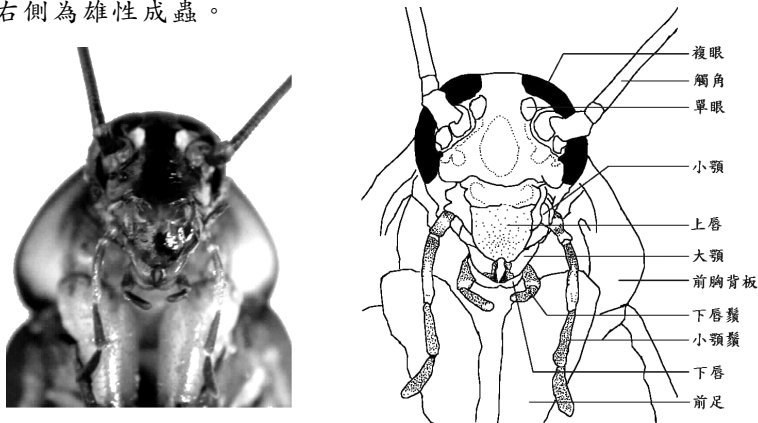
三、蟑螂口器與視覺器官的觀察

蟑螂的口器亦為昆蟲中的模範，屬於咀嚼式口器的標準形式，具有組成口器應具有的所有骨片，包含一個上唇、一對大顎、一對小顎、一個下唇，共六個部分(圖三)，其中小顎與下唇又具有附肢狀的構造，各稱為小顎鬚(一對)及下唇鬚(一對)。

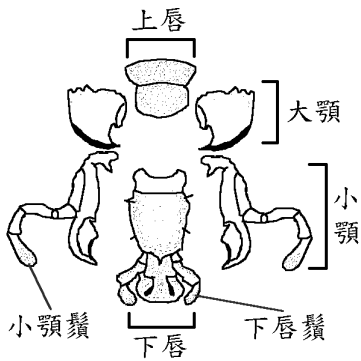
蟑螂的視覺器官有兩種：單眼與複眼，單眼位於觸角基部的內側偏上處，為白色構造。複眼位於頭頂，大部分朝向前方與側面，為黑色構造，由兩千至三千個小眼構成。



圖一、美洲蟑螂的外型態觀察。左二圖為實際照片，右二圖為手繪圖，皆以左側為雌性成蟲，右側為雄性成蟲。



圖二、美洲蟑螂的頭部觀察，可觀察其觸角、視覺器官與口器的結構。



圖三、美洲蟑螂的口器各元件，含有一個上唇、一對大顎、一對小顎、一個下唇，共六個部分。

貳、蟑螂內部解剖觀察

一、蟑螂的解剖方法

將蟑螂麻醉後，以燒熔的蠟固定六隻步足與翅膀於蠟盤中，腹面朝上，或是剪去六足，利用大頭針固定前胸背板。蟑螂解剖的步驟如圖四。利用小剪刀延著腹部兩側剪開表皮，利用兩個小鑷子，一副夾住腹部一節骨片，另一副夾住緊連的另一節骨片，利用固定一邊，另一側用鑷子拉開表皮並拉扯掉腹面的體壁。當腹部腹面的體壁骨片皆剝離後，可發現在外露的器官與組織中有許多白色的組織與細絲(圖四 c)，前者是脂肪體，後者是細小的氣管，此時器官埋於這些組織中，形狀無法辨識(圖四 d)，需用鑷子小心地慢慢將器官撥出(圖五)。

二、蟑螂的消化系統與排泄器官

蟑螂體內最明顯也最大的器官，就是牠的消化系統(圖五)。蟑螂的消化系統可粗分為三個部分，即前腸、中腸、後腸，

分別以砂囊、馬氏管為界，即砂囊前為前腸，馬氏管後為後腸，之間的區域為中腸。前腸的主要功能為儲存、磨碎食物，中腸的主要功能為消化食物、吸收養分，後腸的主要功能為吸收水分、無機鹽類、儲存糞便。從口部一直到胸部附近可以找到許多腺體，就是唾腺。在前腸與中腸之間可找到砂囊，又名前胃，負責磨碎食物，它看起來有點厚實，顏色較深。附近可看到胃盲囊，為吸收養分的場所之一。中腸與後腸之間以許多細絲狀的構造，呈現淡黃色，它們就是馬氏管，是蟑螂的排泄器官，其功能為將體液中代謝後的物質(如尿酸)排泄至腸中，最後隨著糞便排出體外。

三、蟑螂的生殖器官

雄蟲與雌蟲的生殖器官皆靠近尾部，雄蟲的生殖器官為葷狀腺(圖六，見封底)，雌蟲的生殖器官為卵巢、輸卵管(圖七，見封底)與膠質腺等器官(圖八，見封底)，膠質腺負責分泌卵鞘的外殼物質成分，將卵包裹，形成卵鞘。偶而可發現雌蟲體內有正在發育的卵，呈淡黃色的長橢圓形。

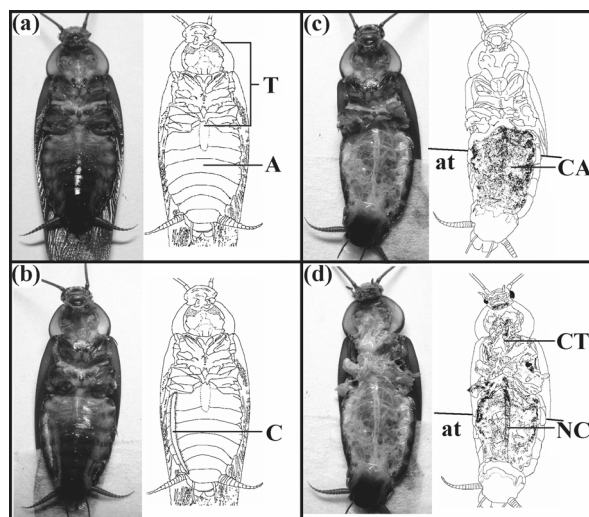
四、蟑螂的心臟與氣管

蟑螂屬於具開放式循環系統的昆蟲，除了心臟(或稱背血管)，沒有其他血管構造。蟑螂的心臟位於背側，解剖時若由腹側開始觀察，可把所有器官移除後，觀察背側中間的縱向半透明黑線(心臟本身為透明無色，因旁邊分佈白色脂肪體與

氣管，故心臟相對顯現較暗之色澤)，那就是心臟(圖九)。如果解剖操作的技巧佳且過程順利，可觀察到心臟跳動的情形，因為蟑螂的心臟非常脆弱，常常在解剖過程中因遭受機械性破壞而停止跳動，所以心臟的搏動情形可作為解剖成效與技巧的考

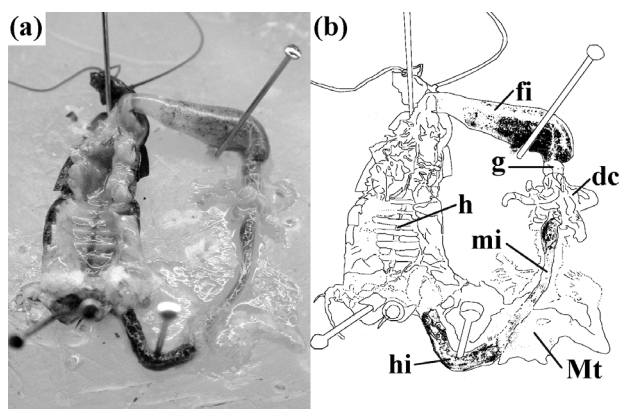
驗。蟑螂心臟活動的觀察方法，可詳見蔡(民 92b)。

蟑螂體壁、器官表面與組織間常具有銀白色的細絲構造，即為昆蟲的氣管系統的末稍分枝。



圖四、解剖蟑螂的步驟：

- 將蟲體的六肢步足剪去。A：蟲體腹部；T：蟲體胸部。
- 將腹部腹面兩側的體壁小心剪開(圖中為剪開蟲體右側體壁)。C：切開的體壁傷口。
- 將腹部腹面的體壁骨片逐漸剝離，露出腹部器官。at：固定翅膀的透氣膠帶；CA：腹部露出的組織器官。
- 逐漸慢慢剝離胸部的體壁骨片與肌肉(主要為步足的肌肉)，此時可看見體內器官與組織。CT：胸部露出的組織器官；NC：腹神經索。



圖五、美洲蟑螂的消化器官與排泄器官。dc：胃盲囊；fi：前腸；g：砂囊；h：心臟；hi：後腸；mi：中腸；Mt：馬氏管。

而在蟑螂頸部與身體兩側、背側體壁可找到較粗的銀白色氣管，這些位置的氣管系統較為明顯而適合觀察，因此可於所有消化器官、生殖器官觀察結束而移除後，再仔細觀察背側體壁的氣管系統與心臟(圖九，見封底)。蟑螂並無肺或鰓等呼吸器官，而是藉由氣孔、氣管，使外界的空氣可以直接進入組織，與組織液直接進行氣體交換。

五、脂肪體

當蟑螂的體壁被剪刀切開傷口之後，常常有體內的白色組織外露，即一般打、壓死蟑螂後，從體腔內擠出的白色組織，這些白色組織充塞於器官之間，主要位於蟑螂的腹部體腔，以雌蟲的含量較多，這些組織稱為脂肪體。脂肪體的功能為貯存營養物質與進行物質代謝和解毒作用，脂肪體能迅速供應糖類(Matthews and Downer, 1974)與脂質(Orchard, 1982)進行生化合成、轉化反應與運動之用等。因此蟑螂的脂肪體相當於人類的肝臟，甚至連增加血糖的生理機制也與人類相似(詳見蔡，民92a)

參、教學心得與建議

在本課程中，蟑螂解剖的操作可由學生親自操作，或是由教師示範操作，後者可利用攝影機(或DV)搭配單槍投影機，使每位同學都可以觀察解剖的詳細過程。筆者曾於教室內進行蟑螂的解剖示範，由於蟑螂體型較其他動物小，解剖操作所需的空間限制較小，教室講台的空間已足夠。在課堂課程中，蟑螂器官的介紹，對引起學習興趣有很大的助益，例如於消化系統、循環系統、生殖系統等章節。

解剖結束的蟲體需立即處理，不然易招致螞蟻侵襲，所以建議可於一小塊厚紙板或寶麗龍板(約8cm × 10cm)進行解剖操作，解剖結束後蟲體可連同板子與固定用的大頭針一同丟棄，增加方便性。活動結束後需叮嚀學生，於操作後需洗淨手部與器械，建立良好習慣。

若需觀察雌蟲的生殖器官，建議找尋卵鞘正在形成時的蟲體，此時雌蟲的卵巢與卵較為發達而明顯，且膠質腺亦較發達清楚。若為未發育卵鞘的蟲體，其卵巢常常不發達而難以觀察，且不易尋找到卵與膠質腺。雄蟲較無生殖週期的限制，幾乎皆能觀察到生殖器官，但仍須找尋健康、翅膀完整無破缺、體色亮麗、活動力強、較大的個體為佳。

肆、參考資料

- 林金盾。民90。蟑螂求偶行為與性費洛蒙的實驗和觀察方法---只要有心，一定能做的實驗（五）。科學教育月刊 245:22-30。
- 蔡任圃。民92a。章魚涎胺。科學月刊 407: 971-971。
- 蔡任圃。民92b。蟑螂心臟活動的觀察方法。科學教育月刊 257: 31-37。
- 蔡任圃、張凱淳、李彥翰、陳柏妮、陳暉瀚與林金盾。民93。缺氧對美洲蟑螂代謝的影響。師大生物學報 39: 41-48。
- Matthews, J. R. and Downer, R. G. H. 1974. Origin of stress induced hyperglycaemia in the American cockroach, *Periplaneta americana*. *Can. J. Zool.* 52: 1005-1010.
- Orchard, I. 1982. Octopamine in insects: neurotransmitter, neurohormone, and neuromodulator. *Can. J. Zool.* 60: 659-669.