

蟑螂附肢的再生實驗和觀察方法

— 只要有心，一定能做的實驗（四） —

林金盾

國立臺灣師範大學 生物學系

前言：

大學教授除學術研究和教學授課外，也要參與社會服務工作。雖然國內現階段已是開放式師資培育制度，師大並不必要對中等教育負完全的責任，但是站在第一線的教育工作者，絕大多數是師大的子弟，我們仍然有責任分擔這些服務性的工作。到中等學校去參加科展評審、教學輔導或教學研習會，也是我們例行的服務工作之一。因此，有機會聽到有些生物老師告訴我說：「同一本教科書教久了就想做點新鮮事，來增加自己的成就感。可是，做實驗嘛，沒有儀器，到野外做調查嘛，很不方便。希望能介紹一些用現在中等學校的設備就能夠做的實驗，讓有心的生物老師可以指導學生或自己動手做，以增加一點教學樂趣和成就感。」這個問題讓我想起了，家家都有，人人能捉，取之不絕，用之不盡的實驗好材料—美洲蟑螂（*Periplaneta americana*），這種昆蟲，又大又容易養。所以，我非常樂意利用研究、教學與服務之剩餘時間，介紹一些用美洲蟑螂為實驗材料，而有趣且確實可行的實驗方法，讓有心的生物老師參考（林，1992a,b; 1995）。

生物組織的再生是一種極為重要而且有趣的

現象。對弱小的動物而言，更具有特殊的生存意義，因為再生功能可以迅速補充為拯救大我而不得不犧牲的小我，像蜥蜴斷尾、昆蟲斷腿等等都是常見的例子。可是，到底是如何引起再生的呢？控制再生的真正機制（mechanism）又如何呢？到目前為止，科學家都還是不清楚。

提起再生實驗大家都直覺的想到渦蟲。其實，蟑螂也是再生實驗的理想材料，不同的是蟑螂屬於昆蟲，具有外骨骼只有在蛻皮之後才可能再生長，所以，再生實驗的結果必須等下一次蛻皮之後才能觀察到。因此，想作好蟑螂的再生實驗，開刀的技術固然重要，手術後的照顧讓蟑螂能健康地活下去的技術，就顯得更重要了。如果手術後的蟑螂都死光的話，就永遠觀察不到再生實驗的結果。

器材：

解剖顯微鏡，解剖盤，雙面刮鬚刀片，鑷子，小剪刀，透明飼養箱（例如舊的養魚用玻璃缸或透明的塑膠瓶、海苔罐等），M型紙片，冷凍庫或冰塊等低溫麻醉裝置，快乾膠。

方法：

一、飼養蟑螂的方法

裝海苔用的透明塑膠罐是飼養蟑螂的好場所，先用電鑽（或燒紅的鐵釘）在空的透明塑膠罐四周各鑽幾個小洞（直徑約 2mm 左右即可），讓空氣能流通（如果用魚缸的話，上面用鐵絲網蓋住即可），再放些 M 型紙片（或波浪型紙板）讓蟑螂能躲起來，就完成了一個簡單的飼養箱。至於一個箱子要養幾隻呢？那必須看箱子的大小而定。一般說來，以不要太擁擠為原則。

蟑螂是雜食性的昆蟲，什麼都吃。所以，很好養。但是，為了清潔並避免引起蚊蠅或螞蟻的干擾起見，最好餵食乾燥的顆粒狀飼料（養雞用的飼料亦可）。另外用一個矮塑膠瓶（或空的塑膠牛奶瓶切掉一部份即可），放入一些棉花再加些清潔的水，供蟑螂飲水之用。

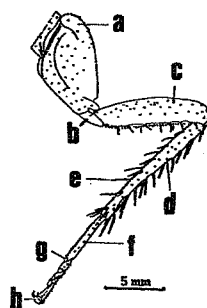
二、蟑螂的麻醉方法

用一個透明的小瓶子裝一隻蟑螂，再連瓶子一起放入冷凍庫（或埋在冰塊下）約 2-5 分鐘，當蟑螂因溫度下降而不動的時候，立刻把蟑螂從瓶子裡倒到解剖盤中，在解剖顯微鏡下即可進行再生實驗的手術。

三、附肢的觀察

蟑螂屬於節肢動物門昆蟲綱的動物，共有六支腳。每一支腳都有五節，由上而下依序稱為基節、轉節、腿節、脛節和跗節，其中跗節又可分為五節（圖一），很容易辨識。基節粗短，連到身體；轉節很小，僅供旋轉

之用；腿節的外側光滑，內側長有細小的針狀棘；脛節的四周都長滿粗長的針狀棘；跗節則僅有細小的突起，有五個節盤，最後一個稱為爪間盤，兩側各長出一支弧形的鉤子，有利於攀爬時鉤著物體。



圖一：美洲蟑螂的附肢構造圖。a.基節；b.轉節；c.腿節；d.脛節；e.針狀棘；f.跗節；g.跗節盤；h.爪間盤。

四、再生實驗和觀察方法

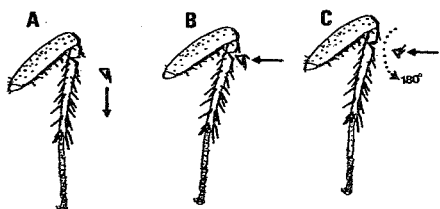
(一)再生後的附肢，其節數一樣嗎？總長度一樣嗎？

選擇較年輕（尚未長出翅）健康的個體，先低溫麻醉然後在解剖顯微鏡下，用雙面刮鬚刀片製成的小刀（林, 1992a）進行切割手術，再立刻將傷口用快乾膠（接著劑）封住，以免體液滲出太多，造成死亡。可以選擇不同的腳作手術，但必須每次只切一支腳，而且要分別作標記或分開養，否則蛻皮再生之後，將無法比較。

如果在不同部位（腿節中央、脛節中央或從脛跗節之交接處切斷）剪斷腳，再生的結果一樣嗎？注意比較跗節的節數。再生腳的長度與正常腳的長度一樣嗎？如果多等幾次蛻皮之後再比較又如何呢？

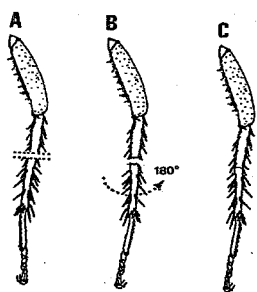
(二)再生有一定的方向嗎？

- 在脛節切一個 V 形缺口，把切下的組織丟掉，然後傷口再用快乾膠封住（圖二 A）。
- 在脛節切一個 V 形缺口，把切下的組織，同方向再接回去，然後傷口用快乾膠封住（圖二 B）。
- 在脛節切一個 V 形缺口，把切下的組織，反方向（轉 180°）再接回去，然後傷口用快乾膠封住（圖二 C）。



圖二：局部組織方向性的再生手術圖。A.切下組織並丟掉。B.切下組織同方向接回。C.切下組織反方向接回。

- 將脛節完全切斷，把切下的組織，反方向（轉 180°）再接回去，然後傷口用快乾膠劑封住（圖三）。



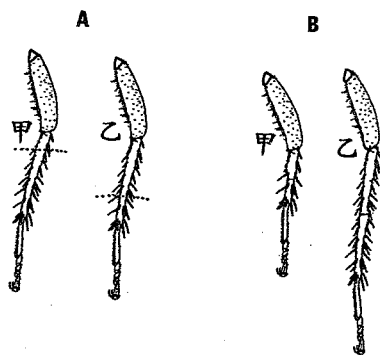
圖三：附肢方向性的再生手術圖。A.切斷脛節。B.反方向（180°）旋轉。C.反方向接上去。

依照 a~d 不同的情況，各手術十隻較年輕的蟑螂，並分別飼養在不同的飼養箱裡，箱上加標籤註明實驗日期與內容，細心照顧

- 。待蛻皮之後觀察結果並想一想下列問題：
- (1)再生的組織是否只用於修補所失去的缺口而已？
 - (2)把切下的組織，丟掉或同方向或反方向再接回去的話，對再生的結果有影響嗎？
 - (3)由結果能否推理出來，觸發組織再生的可能因素是什麼呢？

(三)不同個體間的移植與再生有關係嗎？

用兩隻蟑螂中腳的脛節當移植對象，從甲蟑螂的脛節上端 1/3 處切斷，從乙蟑螂的脛節下端 1/3 處切斷（圖四 A），將甲蟑螂切下的脛節（有 2/3 長），接到乙蟑螂的脛節（有 2/3 長）上。同法，將乙蟑螂切下的脛節（有 1/3 長），接到甲蟑螂的脛節上（有 1/3 長），迅速用快乾膠接妥後，甲蟑螂的脛節少了 1/3，所以看起來短了些（圖四 B）而乙蟑螂的脛節多了 1/3，看起來長了些。按照這種方式各作十對，再分別放入飼養箱中細心照顧，等待蛻皮並觀察結果。



圖四：不同個體間的移植實驗手術圖。

- 甲蟑螂在脛節上 1/3 處切斷，乙蟑螂在下 1/3 處切斷。
- 甲蟑螂切下的 2/3 脛節接到乙蟑螂；乙蟑螂切下的 1/3 脛節接到甲蟑螂。

注意比較再生後，脛節的長度及小刺的方向有何不同呢？這個實驗的手術較難，可能要多練習幾次，成功的機會才會高。

(四)不同種類個體間的移植與再生有關係嗎？

用兩種體色不同的蟑螂當移植對象，重複「3」實驗的過程，並觀察結果。注意比較再生後脛節的顏色，那一種具再生的優勢呢？如何解釋這種現象呢？

成果：

保留實驗結果是很重要的工作，不但證明所做的實驗已經成功了，而且未來可以“秀 (show)”給別人看，增加自己的成就感，並可用以經常思考或和別人討論再生的原理。很好的實驗結果或有特殊的發現時，更可以發表於學術雜誌上，公諸於世。蟑螂的外骨骼不易腐爛，只要風乾製成標本放入透明的盒子裡，避免螞蟻偷吃就可以了。如果不放心的話，先用顯微鏡照像設備拍下照片

，更易保管。

第一個實驗很容易成功，可當做練習的步驟，第二個實驗的成功機率約七成，結果變化很大，很有意思，最後兩個實驗成功機率最多為五成，可以當做科展的題目去嘗試，作長期研究用。有意見歡迎來討論 (t4300-4@cc.ntnu.edu.tw)。

參考資料：

- 1.林金盾(1992a) 昆蟲單極神經原之細胞體的染色和觀察方法—只要有心，一定能做的實驗。中等教育(生物教育專刊)，43(2)：31-35。
- 2.林金盾(1992b) 蟑螂胸部神經節的神經細胞體之染色和觀察方法—只要有心，一定能做的實驗(二)。菁莪季刊，14：18-26。
- 3.林金盾(1995) 蟑螂的空間偏好—只要有心，一定能做的實驗(三)。中等教育(生物教育專刊)，46(5)：37-41。