

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，開刀的技术固然重要，手術後的照顧讓蟑螂能健康地活下去的技术，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。

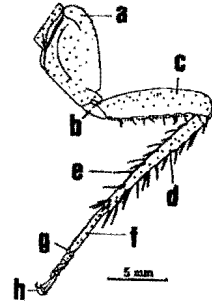
二、蟑螂的麻醉方法

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

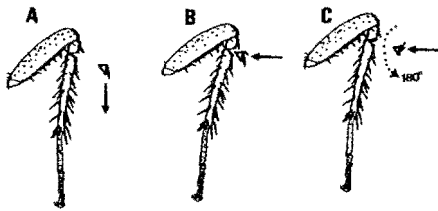
(一)再生後的附肢，其節數一樣嗎？總長度一樣嗎？

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？

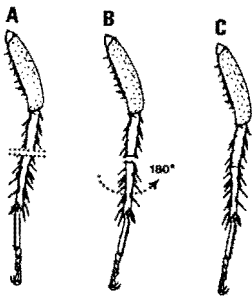
(二)再生有一定的方向嗎？

- 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）。

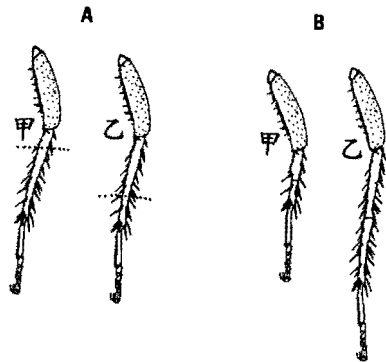


圖三：附肢方向性的再生手術圖。A. 切斷脛節。B. 反方向（ 180° ）旋轉。C. 反方向接上去。

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。