

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生物科

030314

我不『娘』—大紅娘華的型態觀察與行為探索

學校名稱：臺南市私立長榮高級中學(附設國中)

作者：  國三 陳佳瑜  國三 吳冠穎  國三 侯斯揚	指導老師：  卓猛暉  黃怡倩
---	-----------------------------

關鍵詞：紅娘華、型態、動物行為

## 摘要

大紅娘華 (*Laccotrephes robustus*) 是水質乾淨的指標生物，分布在平地或低海拔的靜止水域。飼養須考慮蛻皮與產卵需求。前足腿節的突起形狀可用來分類紅娘華種類。頭小，複眼大，觸角短，第一對步足為捕捉足。腹部末端的形狀可分公母，雄蟲圓鈍，雌蟲尖銳。以機械式交尾可達一小時，母蟲較雄蟲多，可產 2~3 個卵塊。若蟲有五齡，呼吸管無法像成蟲分成兩條。一齡剛出生為紅色，齡期愈大，體長愈長。三齡有芽翅，成蟲有翅膀。屬於幼年初期高死亡型， $\boxed{\text{若蟲齡數} = \text{體長(含呼吸管)cm} + 1}$ 。有共食行為，有時會自相殘殺。無偏好的獵物，常捕食前方來的獵物，刺吸式口器會一吐一吸來攝食獵物。受驚嚇時，會假死、呈現防衛姿勢或排出排泄液。夜行性，正趨光性，對深色光較有興趣。

## 壹、研究動機

因為一次的上網，我們無意間發現紅娘華這種特別的昆蟲，我們對紅娘華深感興趣，但是書籍和網站的文獻資料對紅娘華都只有粗淺的描述，很少有紅娘華這種水生昆蟲的生態資料。紅娘華並不會結蛹，一年級生物課本有提到不會結蛹的昆蟲是屬於不完全變態，我們對紅娘華的動物行為也想更深入的認識，於是老師帶我們到野外尋找紅娘華，大家在野外山邊清澈的淺水池裡發現了許多大紅娘華，我們採集許多成蟲並帶回學校飼養，每天進行觀察紀錄，希望能找到有關紅娘華的秘密，並了解紅娘華的型態與動物行為。

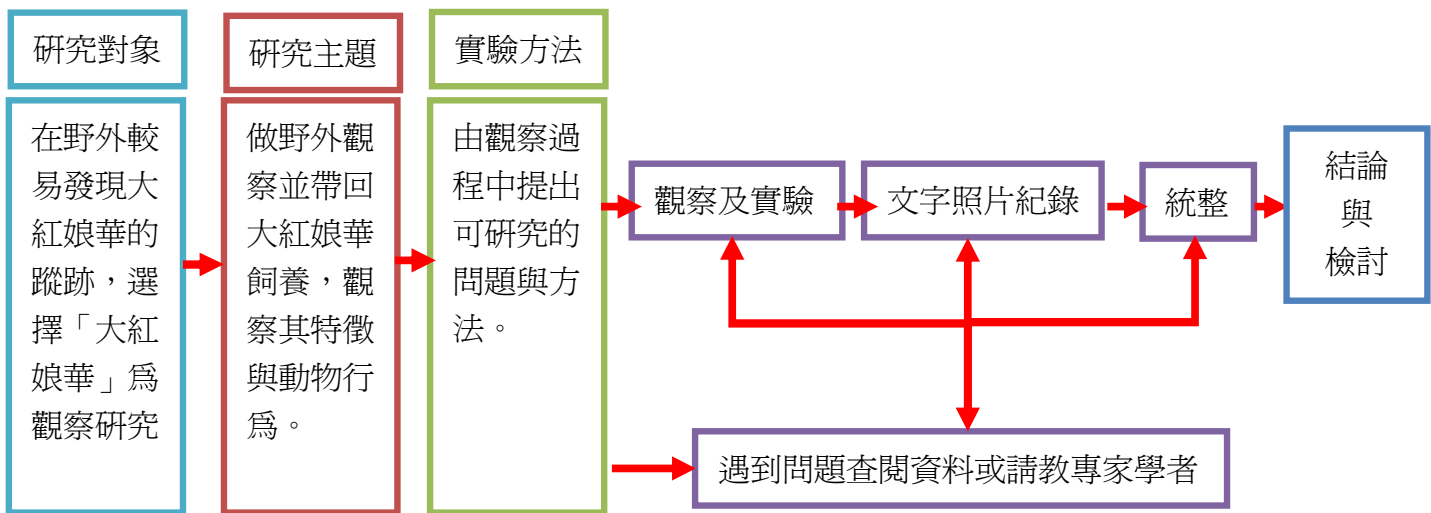
## 貳、研究目的

- 研究一、紀錄大紅娘華的棲息環境及分布區域
- 研究二、了解大紅娘華的型態與分類
- 研究三、大紅娘華生命週期的觀察
- 研究四、大紅娘華重要器官觀察
- 研究五、大紅娘華的動物行為觀察與實驗

## 參、研究設備及器材

- 一、實驗用具：培養皿、各種大小型透明飼養箱、鑷子、尺。
- 二、實驗用食物：麵包蟲、飼料魚、蝌蚪。
- 三、觀察設備：數位相機 (Canon IXUS210、Canon IXUS110)、解剖顯微鏡。

## 肆、研究過程或方法



## 伍、研究結果

### 研究一、紀錄大紅娘華的棲息環境及分布區域

#### (一) 大紅娘華的棲息與飼養環境

##### 1.採集方法：

小組進行田野觀察，了解觀察大紅娘華棲息環境的分布(時間：2009年2月開始，地點：南部平地與山區)。採集各種紅娘華的成蟲並帶回學校飼養箱進行飼養觀察，並紀錄大紅娘華棲息環境等相關生態資料。觀察紀錄顯示：大紅娘華主要棲息於台灣低海拔山區或平地溝渠、池塘或沼澤等乾淨不受污染的靜止水域，如蓮花池、沼澤等，喜愛棲息在水草之間。有一次採集時發現野生的大紅娘華背上出現青苔，推測與其生活環境的水域較淺有關。

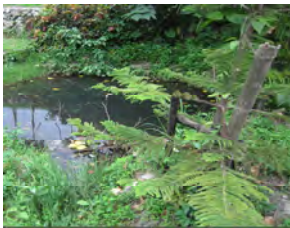


圖1-1 池塘靜止水域



圖1-2 野外棲息的乾淨水域



圖1-3 水中落葉堆發現成蟲



圖1-4 到野外採集紅娘華



圖1-5 野生的大紅娘華背上出現青苔










圖1-6 佈置飼養環境

##### 2.飼養方式：

(1) 飼養材料的準備：飼養的環境必須考慮大紅娘華的適應能力與蛻皮需求，所以採用大小適中的飼養箱。先鋪上濾水板讓水可以對流可以讓水中雜質沉積，再鋪上細沙與細石頭提供大紅娘華躲避的場所。細沙上鋪上些許大石頭，做成有坡度的土堆讓大紅娘華可以

上岸休息或產卵，較高坡度的土堆可鋪上青苔，維持陸地的濕潤度。

飼養材料	透明飼養箱數個	泥沼沙質土或具有植被的岸邊	水草、水藻	隔夜水、石頭
功能	分齡數來進行飼養，以防止紅娘華互相捕食	沙質土較軟，方便紅娘華產卵	方便紅娘華躲藏、棲息、淨化水質	模擬野外環境
圖示				
補充				
	圖1-7透明飼養箱方便觀察	圖1-8分齡期分開飼養	圖1-9飼養箱加蓋防止飛走	

(2) 飼養大紅娘華的食物：麵包蟲(較常使用)、飼料魚、蝌蚪、青蛙、麥皮蟲、負子蟲、蝦子等。成蟲通常可以自行捕食，但是，因若蟲較不適應自行捕食，常常會躲避我們所餵的食物，所以我們以棉線綁食物(如：麵包蟲)，利用『釣魚式』來餵食，以利若蟲食用，也可避免食物污染水質。飼養環境的水質酸鹼值是 pH 值 6~8。

(3) 標準化的飼養環境：作為做實驗的對照組，控制可操縱變因，讓實驗的數據更準確

- 以鋁箔紙包覆飼養箱的周圍，隔絕外在的光線（做實驗時，當作對照組）
- 天冷時加裝加溫器固定水溫（25℃）
- 加裝檯燈增加照明（必要時使用）
- 加裝氣泡石讓水有流動，使水溫均勻



圖 1-10 以鋁箔紙包覆箱子的周圍



圖 1-11 加裝檯燈、氣泡石



圖 1-12 水中放一些水苔

## (二) 大紅娘華分布的區域

1. 研究方法：在南部山區，調查水域內大紅娘華的分布環境、分布的海拔高度，紀錄觀察到若蟲和成蟲數量。

2. 結果：台灣低海拔山區、平地皆有大紅娘華分布。大紅娘華棲息在平地的蓮花池、沼澤或相似類型的池沼。以南部山區為例，我們發現大紅娘華主要棲息於海拔 500 公尺以下的平地或山區溝渠、池塘等乾淨不受污染的靜止水域中。



水域環境 海拔高度	靜止池塘 (天然池塘)	靜止溝渠 (人工溝渠)	流動溪流 (天然溪流)	流動水溝 (人工水溝)
0—100 公尺	19 (成蟲) 10(若蟲)	3 (成蟲) 4(若蟲)	0	3 (成蟲)
100—200 公尺	8 (成蟲) 14(若蟲)	5 (成蟲) 3(若蟲)	0	2 (成蟲)
200—300 公尺	25 (成蟲) 9(若蟲)	15 (成蟲) 8(若蟲)	0	0
300—400 公尺	15 (成蟲) 6(若蟲)	16 (成蟲) 10(若蟲)	0	0
400—500 公尺	6 (成蟲) 3(若蟲)	3 (成蟲) 6(若蟲)	0	0
500—600 公尺	2 (成蟲) 3(若蟲)	1 (成蟲) 4(若蟲)	0	0
600—700 公尺	3 (成蟲) 0(若蟲)	0 (成蟲) 2(若蟲)	0	0
700—800 公尺	1 (成蟲) 2(若蟲)	2 (成蟲) 1(若蟲)	0	0
800—900 公尺	2 (成蟲) 1(若蟲)	3 (成蟲) 0(若蟲)	0	0
900—1000 公尺	0 (成蟲) 1(若蟲)	0 (成蟲) 0(若蟲)	0	0
1000 公尺以上	1 (成蟲) 0(若蟲)	0 (成蟲) 0(若蟲)	0	0

討論：

- (1)因為大紅娘華是以呼吸管來呼吸，夜晚時會集中在靠近水面的地方伺機而動，等待獵物上門，我們推測大紅娘華為夜行性昆蟲。我們利用夜晚時，以手電筒照明水面可輕易的發現大紅娘華的呼吸管，來採集大紅娘華。
- (2)我們在海拔 1000 公尺以上（低溫）山區也曾發現過大紅娘華。紀錄發現大紅娘華是紅娘華種類中對低溫的適應能力較高的一種。山區水流較緩慢的水溝發現過幾隻大紅娘華。
- (3)我們到野外採集時皆有發現成蟲和若蟲，但是我們基於保育的觀念，只採集五齡若蟲及六齡成蟲帶回觀察，其他齡數較小的若蟲我們採野生觀察紀錄。
- (4)紅娘華除了分布在台灣外，還分布在非洲北部、歐洲和東南亞等副熱帶、溫帶地區。
- (5)除了大紅娘華之外，我們在採集的過程中也有發現台灣紅娘華並帶回觀察飼養。

## 研究二、了解大紅娘華的型態與分類

### (一)觀察大紅娘華的身體構造並探討紅娘華的分類

1.研究方法：

- (1)利用數位相機拍攝大紅娘華的影像，影像放大後觀察大紅娘華，並畫下身體各部位構造。
- (2)從書本、文獻和網路上，了解大紅娘華的生物分類及相關知識。

2.觀察結果：

- (1)大紅娘華外型分為頭、胸、腹三部分。頭部小位於前胸下方，複眼大，無單眼。頭、胸、腹皆為黑褐色，腹部的尾端有呼吸管(由尾毛特化而成)，有三對步足，其中第一對步足則特化成捕捉足，當紅娘華遇到刺激的時候，便會呈現假死狀態。

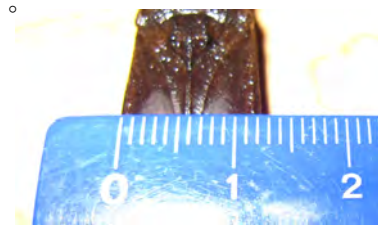
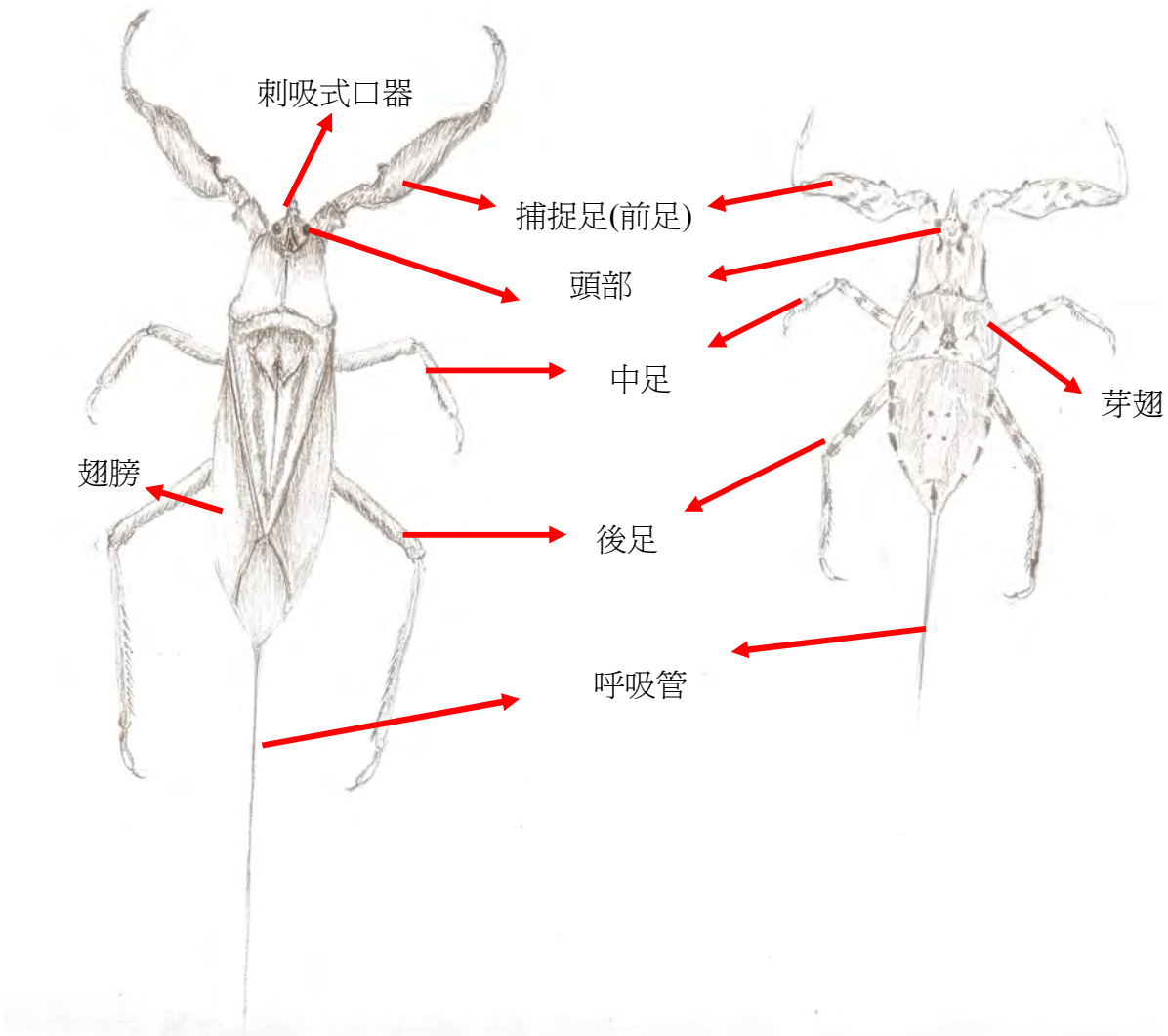


圖 2-1 紅娘華正面照(8.5cm)

圖 2-2 大紅娘華背面照(8.5cm)

圖 2-3 大紅娘華的體寬(1.2cm)

※大紅娘華成蟲與若蟲(四齡)的手繪圖：身體各部位的構造名稱



(2)查詢結果：我們從書籍與網路上得知大紅娘華學名為 *Laccotrephes robustus*，我們採集到的大紅娘華經專家鑑定也無誤。

<表一 大紅娘華的生物分類階層>







界	門	綱	目	科	屬	種
動物界 Animalia	節肢動物門 Arthropoda	昆蟲綱 Insecta	半翅目 Hemiptera	蠍椿科 (紅娘華科) Nepidae	紅娘華屬 Laccotrephes	大紅娘華種 robustus (種小名)

1. 目前蠍椿科共分為 2 亞科 5 族 14 屬，231 種。台灣的蠍椿科有 3 屬，11 種。台灣目前發現有 6 種紅娘華，野外較常見的有大紅娘華、台灣紅娘華、日本紅娘華(網路上所查的日本紅娘華幾乎其實都是台灣紅娘華)、小紅娘華等。小紅娘華體型只有比大拇指指甲大一點點而已，很小隻很好區分。但我們在野外只有發現並採集到大紅娘華、台灣紅娘華這兩種，其他種的紅娘華只能利用查詢文獻資料來進行區分種類的研究。

2. 台灣紅娘華與大紅娘華屬於有翅亞綱( Subclass Pterygota )中的外生翅群( Division Exopterygota )，半翅目( Hemiptera )隱角椿象亞目( Nepomorpha )紅娘華總科( Nepoidea )蠍椿科( Nepidae )紅娘華亞科( Nepinae )紅娘華族( Nepini )紅娘華屬( Laccotrephes )。所以，我們在野外採集到的台灣紅娘華 (*Laccotrephes gossus*)與大紅娘華 (*Laccotrephes*

*robustus*) 為同屬不同種。

※大紅娘華、台灣紅娘華的比較：

紅娘華種類 部位差異	台灣紅娘華	大紅娘華 (母)	大紅娘華 (公)
學名	<i>Laccotrephes grossus</i>	<i>Laccotrephes robustus</i>	<i>Laccotrephes robustus</i>
腹部第三節形狀 的比較	呈菱形	呈六角形	呈八角形
			
			
生活環境	靜止或緩流水域	靜止水域	靜止水域
重量	1.0±0.1g <樣本數 17>	1.7±0.1g <樣本數 13>	1.3±0.1g <樣本數 8>

體長比較：大紅娘華 (母) > 大紅娘華 (公) > 台灣紅娘華

前足腿節基部的突起形狀 (紅娘華種類的主要分類特徵)		
	前足腿節基部的突起圓鈍	前足腿節基部的突起較窄且向右彎曲

台灣紅娘華與大紅娘華的卵、若蟲與成蟲在體型大小上皆有明顯的差異，很容易區分。



台灣紅娘華



大紅娘華



(二) 大紅娘華的公母比較

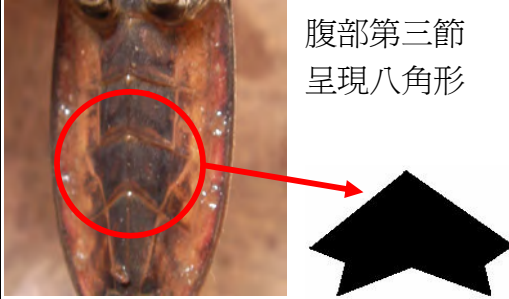

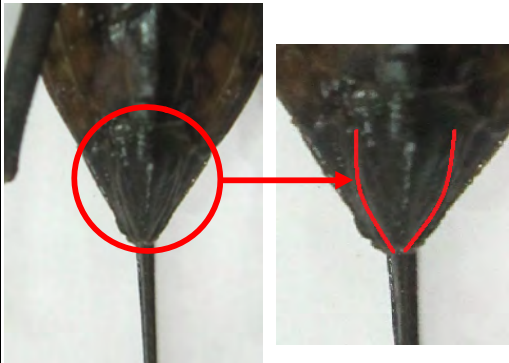
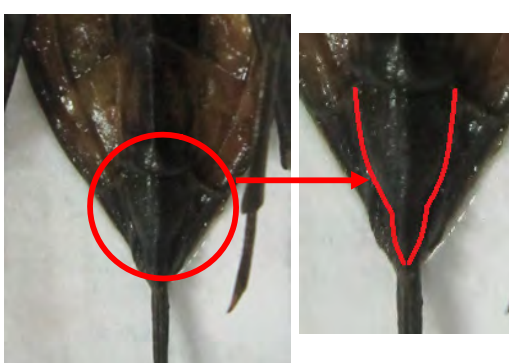

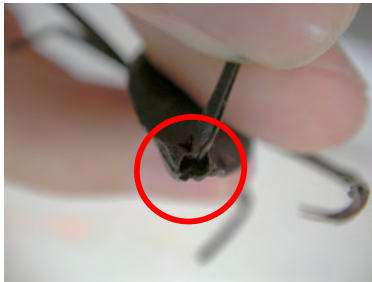
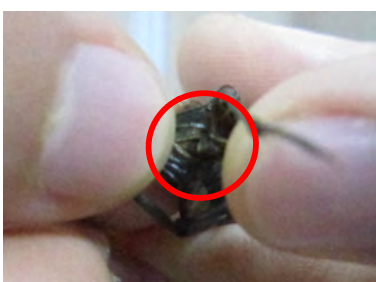
1. 研究方法：

(1) 利用數位相機拍攝，依據腹部末端腹面亞生殖板片的形狀來區分公母。

(2) 觀察腹部尾端與呼吸管的交接處，輕輕拉起呼吸管，觀察比較其特殊構造，來分辨公母。

2. 結果：

<表二 大紅娘華的公母比較>

	公紅娘華	母紅娘華
腹部第三節的形狀比較	 <p>腹部第三節呈現八角形</p>	 <p>腹部第三節呈現六角形</p>
腹部末端腹面亞生殖板片的形狀比較		
腹部尾端與呼吸管交接處的皺摺構造比較	 <p>腹部尾端交接處呈現一個皺摺</p>	 <p>腹部尾端交接處呈現多個皺摺</p>
腹部尾端與呼吸管交接處有無洞的構造	 <p>腹部尾端交接處呈現一個洞</p>	 <p>腹部尾端交接處沒有洞的構造</p>
重量	1.7±0.1g<樣本數 10>	1.8±0.1g<樣本數 10>
<p>(1)成蟲可依據腹部末端腹面亞生殖板片的形狀來區分，雄蟲較為圓鈍，雌蟲較為尖銳。若蟲較不易分辨公母。</p>		



- (2)拉起呼吸管，觀察比較腹部尾端與呼吸管的交接處，來分辦公母，因為母蟲腹部末端有產卵的構造，呈現多個皺摺。
- (3)雌蟲的體長大部分會比雄蟲大，但是也是會受到生長環境與營養的影響。
- (4)我們野外採集的大紅娘華公母成蟲的比例大約為 1:2。野外發現母成蟲的比例較高。

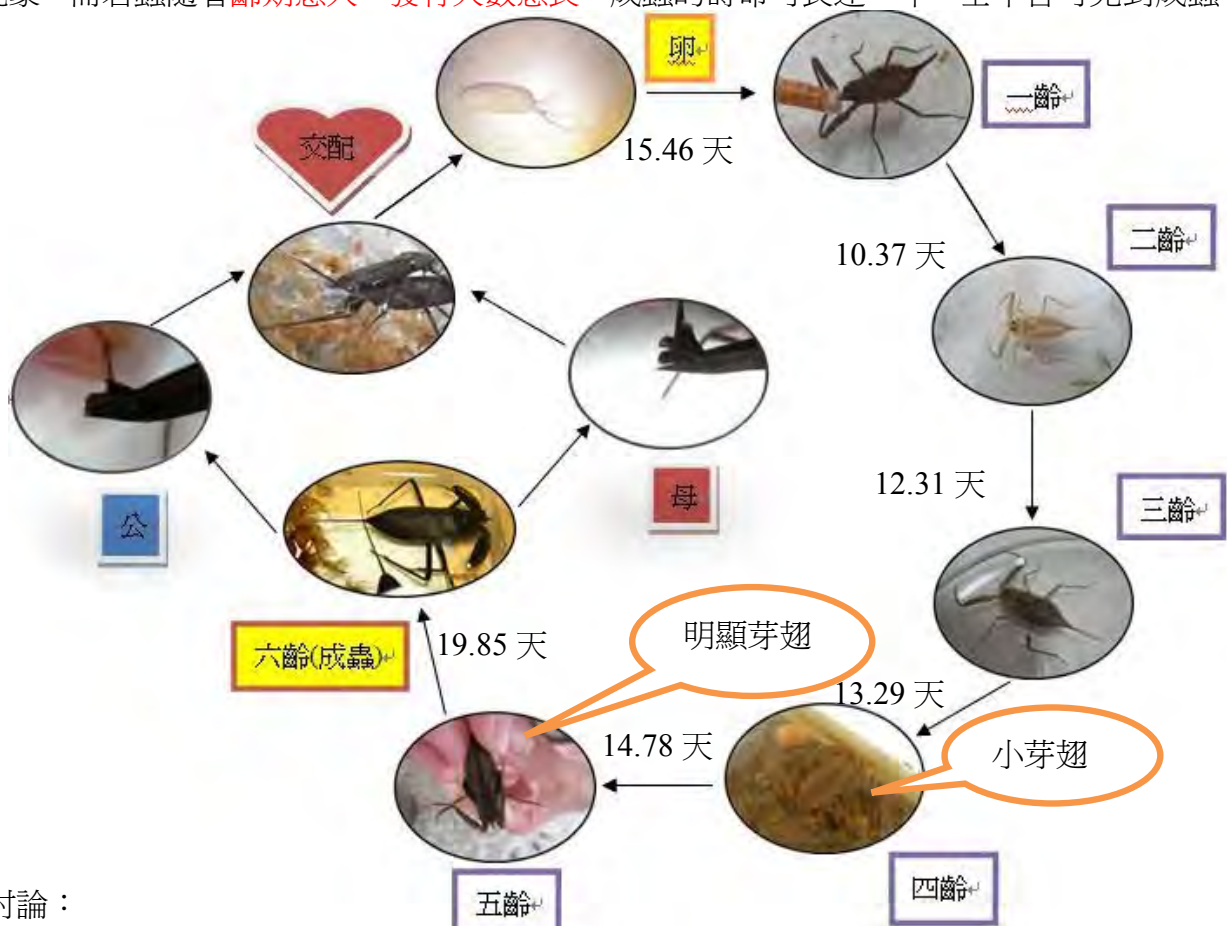
### 研究三、大紅娘華生命週期的觀察

研究方法：紀錄卵、若蟲、成蟲的完整生活史並觀察飼養的大紅娘華各齡期的構造特徵。  
結 果：

#### (一) 大紅娘華的生命週期

1.人工飼養的生活史紀錄：<樣本數 30>

大紅娘華屬於漸進變態，若蟲共有五齡，在  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  的恆溫條件下，卵的平均發育天數為 15.46 天，若蟲第 1-5 齡的平均發育天數分別為 10.37、12.31、13.29、14.78、19.85 天；卵有越冬的現象，而若蟲隨著齡期愈大，發育天數愈長。成蟲的壽命可長達一年，全年皆可見到成蟲。



2.討論：

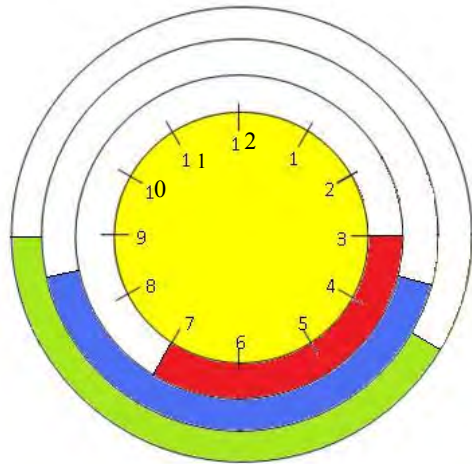
- (1)紅娘華是不完全變態的昆蟲，沒有經過蛹期。
- (2)春、夏常為卵的孵化季節。卵的孵化期約 15 天，但卵的孵化時間與溫度有關，溫度較高時 ( $25^{\circ}\text{C}$  以上) 孵化時間可縮短為 10~12 天。
- (3)蛻皮：紅娘華每蛻皮一次，就增加一個齡數。蟲體所獲得的營養愈充足、飼養環境溫度愈高，進入下一齡期所需的時間會縮短一些。

#### (二) 卵( $0.5\pm 0.1\text{cm}$ )

### 1.產卵的方式及地點：

雌紅娘華在岸邊濕潤的土上，選擇高於水面的岸邊產卵，才不容易使卵因水平面的升高而淹沒，但卵的孵化還是需要潮濕的環境，所以無法完全遠離岸邊來產卵。雌蟲將卵產在距離土表約 0.3 公分的土中，而卵的呼吸毛完全露出土表。呼吸毛不具有交換空氣的功能，主要的功能為保護卵頂的呼吸孔不被雜質堵塞。

### 2.一年中交配、產卵及孵化的時期：下面圖表為人工飼養情形下的紀錄

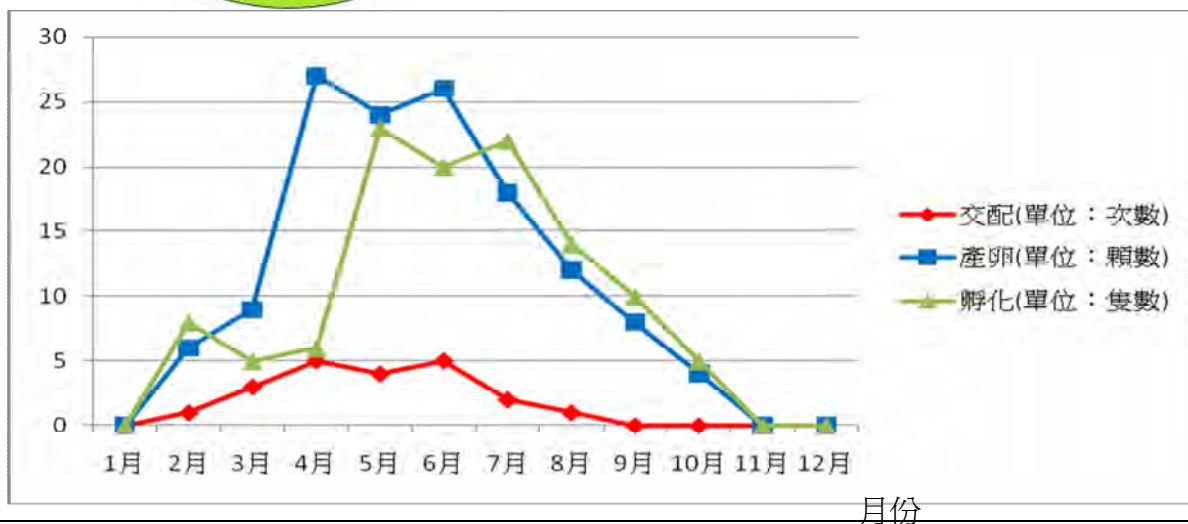


數字代表月份

■ 代表人工飼養大紅娘華的交配期

■ 代表人工飼養大紅娘華的產卵期

■ 代表人工飼養大紅娘華的孵化期



※補充：

- (1)在 9 月~12 月時會比較少看到若蟲是因為在這期間大部分的若蟲都已變成蟲。
- (2)人工飼養的大紅娘華交配、產卵及孵化的高峰期皆在春、夏季。野外觀察紀錄發現四月為大紅娘華的大發生期。大紅娘華可以成蟲及卵的型態越冬。
- (3)我們發現少部分大紅娘華的卵會有越冬的情形，因此在 2 月剛孵化出來的若蟲有可能是前一年冬天所產的卵。
- (4)冬天較寒冷，大紅娘華會躲在石頭下或水邊植物下渡冬。

3.產卵及數量：大紅娘華會在每年的春、夏季產卵，每一次可產 2~3 個卵塊，每一個卵塊大約有 5~13 顆的卵。

4.卵的型態：大紅娘華的卵全長為 0.5 公分，呼吸毛為 0.2 公分，卵粒呈米白色，頂端有 8~9 根的呼吸毛。卵上的呼吸毛(呼吸角)會因為紅娘華種類不同而數量和長短也會略有不同。台灣紅娘華的卵具有 5~8 根的呼吸毛。

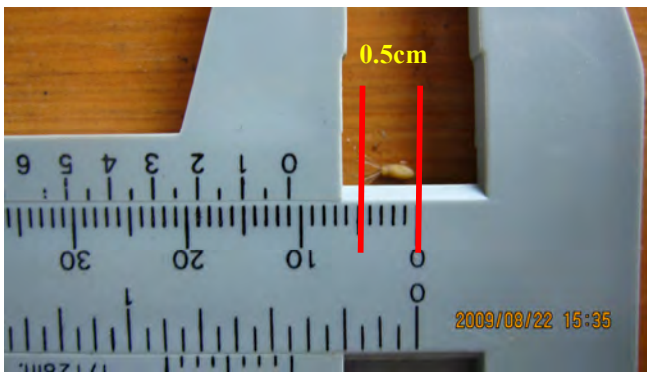


圖 3-1 卵的長度(全長)0.5cm

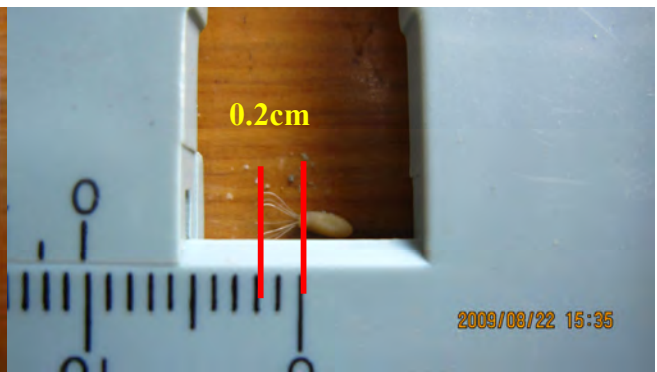
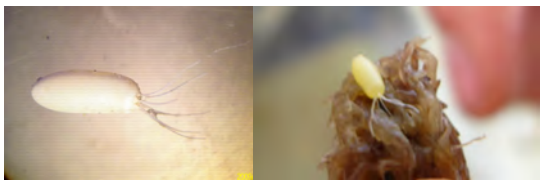
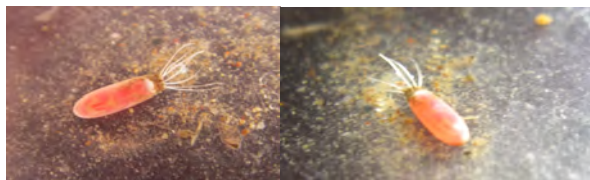
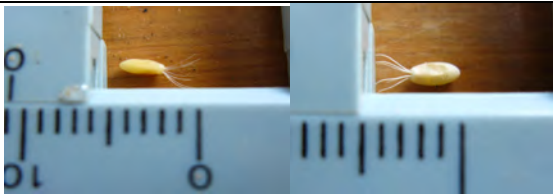
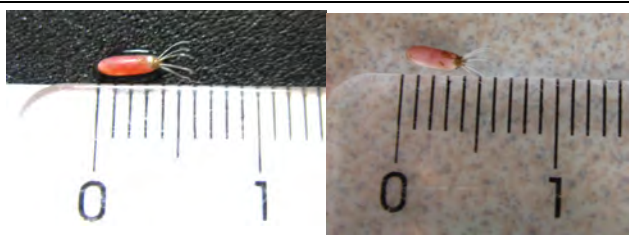



圖 3-2 呼吸毛的長度 0.2cm

<表三 卵期的變化比較>

特徵	剛產出的卵	快孵化的卵
顏色	米白色 	鮮紅色 
長度	 0.5cm<樣本數 10>	 0.5cm<樣本數 10>
<p>※快孵化的卵會有兩個特徵：</p> <p>(1)卵的橢圓形部分會由米白色變成鮮紅色。</p> <p>(2)卵周圍的土會開始龜裂。</p> <p>※產卵行為多為夜晚發生，但也有白天產卵的情形。若飼養環境不提供雌蟲上岸來產卵，則雌蟲會直接將卵產於水中。卵粒沉在水底數天後，卵粒會變黑，無法孵化。</p>		 <p>卵期愈接近孵化，顏色逐漸變深 (米白色→深黃色→鮮紅色)</p>

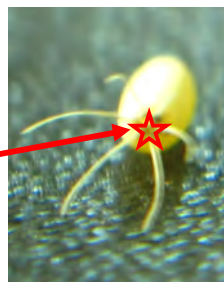


圖 3-3 垂直看卵毛生長處成星形



圖 3-4 部分卵蓋被若蟲頂開

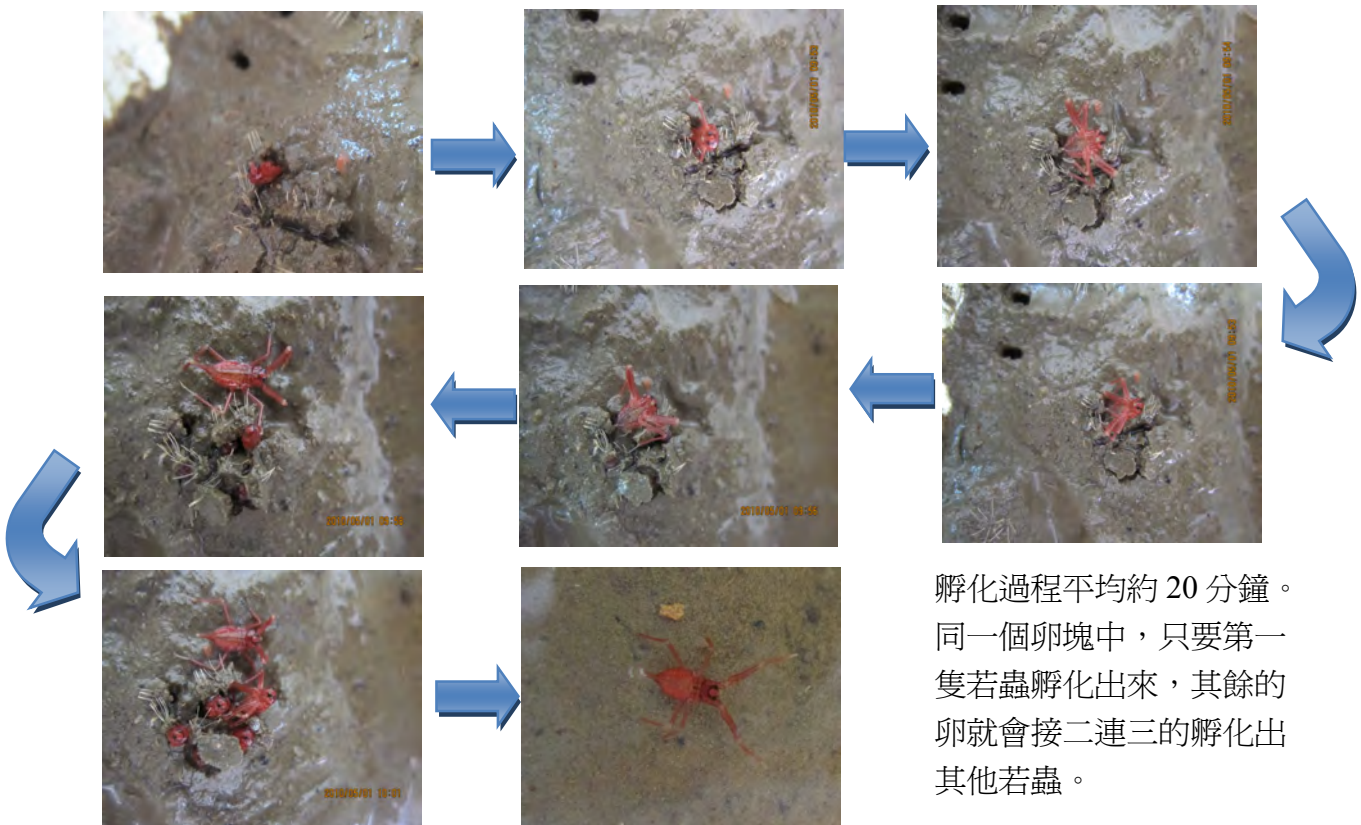




圖 3-5 破掉的卵無法孵化 圖 3-6 在土中的卵只露出呼吸毛 圖 3-7 快孵化的卵周圍的土會龜裂



圖 3-8 死掉的母成蟲腹中的卵 圖 3-9 掉進水裡的卵無法孵化 圖 3-10 一個卵塊有 5~13 顆卵  
5. 卵的孵化連續圖：



**(三) 若蟲**

研究方法：觀察記錄野生和飼養的大紅娘華若蟲

結果：

一齡到五齡為若蟲，三齡若蟲開始有小芽翅，五齡開始有明顯的芽翅，若蟲呼吸管無法像成蟲分成兩半。

1. 若蟲的形態與行為模式：



生活環境	野生的小湖泊或埤塘的淺水處，相較於成蟲，若蟲會生活在較靠近岸邊的水域，水深較淺的地方。	
外型	剛從卵孵化出來的若蟲全身皆為紅色，因此名為“紅”娘華，長度約 0.8cm(含呼吸管)，但步足與呼吸管的末端為白色，若蟲體長會隨著齡數的增加而有所增長。	
	剛孵化出來的一齡若蟲體色為紅色	約一小時後，體色由紅色轉為褐色
		
呼吸管	若蟲呼吸管呈現棒狀，較有彈性不易斷裂，但無法分開成兩根。	
蛻皮	<p>(1) 若蟲一生蛻皮 5 次，六齡即是成蟲，不會結蛹，屬於不完全變態。</p> <p>(2) 蛻皮時，若蟲會從頭部後面裂開約 0.5 公分的裂縫，並從中胸背板中線裂縫處開始慢慢爬出來。</p> <p>(3) 我們發現若蟲在蛻皮後，在頭部後方的裂開處會有白色的細絲殘留在皮上。蛻皮後的若蟲體色顏色很淡，過一小時後顏色才會加深為褐色。</p>	
		
	蛻皮後的若蟲體色顏色淡	五齡若蟲蛻皮完的皮
		中胸背板中線的裂縫處
蛻皮失敗		
	五齡若蟲蛻皮失敗的呼吸管	蛻皮失敗的五齡若蟲

<表四 若蟲與成蟲的比較>

	一齡	二齡	三齡	四齡	五齡	六齡(成蟲)
長度 (含呼吸管)	0.8±0.1cm 	1.4±0.1cm 	2.4±0.1cm 	3.4±0.1 cm 	4.8±0.1 cm 	8.5±0.1 cm 
呼吸管				若蟲呼吸管無法分開，呈棒狀，較有彈性，不容易斷裂		 呼吸管可分成兩個半圓，較容易斷裂

<p>芽翅</p>	<p>一到二齡的若蟲沒有芽翅</p> 	<p>三齡出現翅芽，四齡、五齡芽翅漸增長</p> 	<p>六齡成蟲出現翅膀</p> 
<p>潛入土中</p>	<p>一到四齡的若蟲會<b>站立</b>在較靠岸邊的土上，且會利用後足將土撥到身上形成保護色。</p> 	<p>五齡若蟲、成蟲會先<b>趴</b>在水底的土上，再利用後足將土撥到身上來躲避天敵、方便捕食獵物。</p> 	
<p>討論：在利用後足將土撥到身上前，大紅娘華會先進行清潔後足的動作。藉由<b>兩隻後足的摩擦</b>，時間約為 1~2 秒，來達到清潔後足上的泥土。</p> <p>觀察過程中，我們也曾發現大紅娘華有<b>利用捕捉足清潔頭部</b>或<b>捕捉足</b>的行為。</p> 			
<p>各齡所蛻的皮</p>			<p>我們將大紅娘華各齡期所蛻的皮收集起來，製成標本。方便比較各齡期體型構造的變化。</p>
<p>生活環境深度</p>	 <p>若蟲會因為體長不同而影響牠生活環境的深度。<b>隨著齡數的增加，若蟲可生活的水深深度也會增加</b>。如果水的深度較深，水面上有藻類，若蟲也會攀附在藻類上面，以利呼吸。</p>		



若蟲齡數公式： $\text{齡數} = \text{體長(含呼吸管)} \text{【小數點無條件捨去】} \text{cm} + 1$

蛻皮連續圖：蛻皮全程共約 10 分鐘



找一個支撐點，頭部先出來



身體前後搖晃，前足、中足、後足依序出來



蛻到只剩呼吸管在舊皮內



漸漸伸展其步足、捕捉足



會先停止動作約 30 秒



將頭部抬起



再停止動作約 10 秒



用步足力量將外皮蛻去



呼吸管離開舊皮完成蛻皮

※剛蛻完皮的若蟲身體顏色呈現淡橘黃色，腹部呈淡粉紅色。蛻皮後的若蟲需經過約 2 小時後，身體顏色才會轉為褐色。

2. 若蟲快蛻皮時的特徵：

- (1) 會停止捕食獵物，活動力下降，不吃不動
- (2) 腹部抬高，將呼吸管露出水面，身體顏色變的比較深，身體腫大
- (3) 捕捉足合起來，中後足分別伸展出去，會找一個支撐點(例如：食物、水草..等)，方便其蛻皮

#### (四) 成蟲

研究方法：觀察記錄野生和飼養的大紅娘華成蟲

結果：

1. 成蟲的形態：

- (1) 成蟲與若蟲最大的差別在於— (A) 成蟲具有飛行能力的完整翅膀，可覆蓋整個腹部 (B) 成蟲具有生殖能力 (C) 成蟲呼吸管可分成兩半。
- (2) 身體扁平，形狀為長的橢圓形，體色呈現褐色，頭部小但複眼大，觸角位於複眼下方，有刺吸式的口器。前胸背板發達，較頭部寬。中胸腹板呈現方形。

				
中胸腹板呈現方形	頭部小但複眼大	刺吸式口器	母蟲的生殖系統(卵巢、輸卵管)	
			翅膀附於中胸上，有前翅和後翅，後翅膜質為透明網狀，前翅革質為黑褐色。	

## 2.成蟲的行爲模式：

- (1) 捕食獵物行爲較若蟲厲害，獵食成功機率高，捕食獵物屬於守株待兔型，靜靜等待獵物上門，進入自己的捕食範圍內，伸出捕捉足獵食。較少主動攻擊獵物，除非真的很餓。成蟲耐飢餓的程度較若蟲高，曾經有觀察過成蟲二個月未攝食仍存活的紀錄。
- (2) 成蟲因為生殖系統功能成熟，具有生殖能力。公成蟲通常在水中與母成蟲進行交尾，母成蟲將卵產在岸邊軟土中或水草、苔蘚上。母成蟲有時產的卵可能是未受精的卵，所以無法發育出若蟲。

### (四)大紅娘華的生存曲線

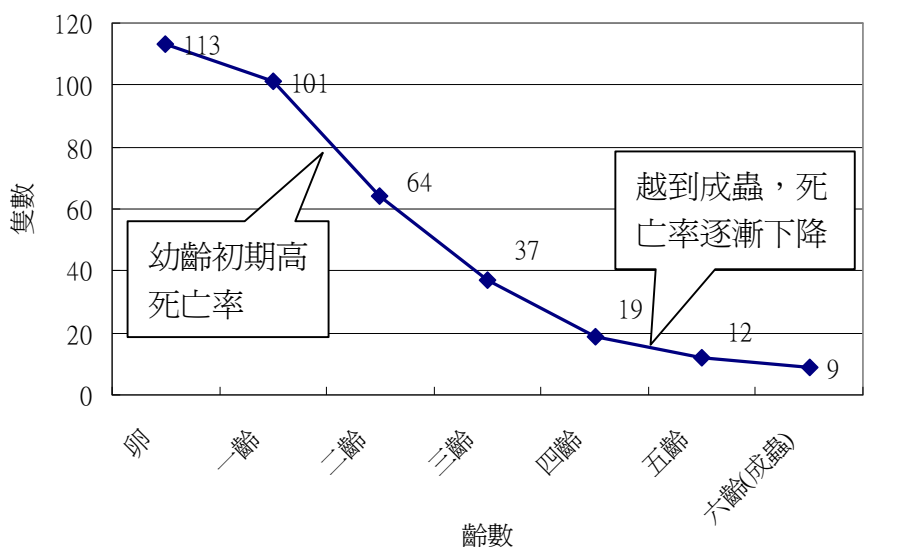
1.研究方法：紀錄大紅娘華生活史中各齡期存活的數量，並紀錄各階段剩下的存活隻數並計算死亡率與存活率。

生存曲線可顯示生物每一齡階段的存活率，曲線的變動分為三型：(1)幼年低死亡率型(凸型)(2)平均死亡率(對角線型)(3)幼年高死亡率型(凹型)。

2.結果：大紅娘華屬於幼年初期高死亡率型。

	孵出總隻數 (一齡)	二齡	三齡	四齡	五齡	六齡
存活數(隻)	101	64	37	19	12	9
死亡率	37%	27%	18%	7%	3%	

大紅娘華各齡期存活個體數的變化





### 3. 討 論

- (1)由 1~4 齡的曲線顯示：大紅娘華的幼齡屬於「高死亡率」。大紅娘華的卵孵化後，一齡若蟲死亡率很高(37%)（大多是起因於一隻受到黴菌感染而水質汙染導致集體死亡），存活的大紅娘華每經過一次蛻皮，死亡率就會降低，然而在適當的環境中，只有約 10%的個體活到最高齡(成蟲)。
- (2)從四齡到六齡的曲線可得知，大紅娘華過了四齡後數量並沒有太大的增減。
- (3)圖表為人工飼養的情況，許多條件與自然情況不相符(如：環境變因較小等因素)，但觀察過野外的大紅娘華，幼齡死亡率也是偏高的。

#### (五)人工飼養情況下，大紅娘華的死亡原因

1.研究方法：觀察紀錄大紅娘華死亡的原因

2.結 果：

黴菌感染	因人工飼養的水是靜止的，有部分飼養箱的水沒有流動，大紅娘華容易導致黴菌滋生造成感染		食物缺乏	若食物來源不足時，會出現高齡若蟲捕食低齡若蟲，或是同齡若蟲互相捕食	
水質污染	因食物腐敗導致水質汙染		缺乏水分	身體過於乾燥導致水分流失而死亡	
蛻皮失敗	容易導致若蟲蛻皮失敗有兩個原因： (1)空間太小 (2)人為干擾		自然死亡	蛻皮過程相當脆弱，容易受到干擾。如果各齡期的若蟲混合飼養在同一個飼養箱中，也容易遭受捕食。	
翅膀感染	翅膀遭受水中不明生物感染，導致翅膀受損，露出原本紅色體色，通常過一星期後即會死亡			大紅娘華的壽命約為一年到一年半	

#### 研究四、大紅娘華重要器官觀察

研究方法：利用解剖顯微鏡或數位相機觀察所飼養的大紅娘華各個重要器官

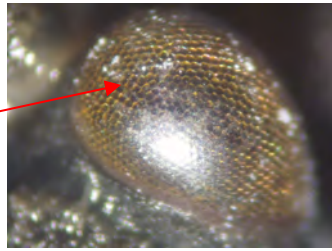
結 果：

##### (一)頭部

1.頭部為黑褐色，頭小，頭兩側與前胸前緣狹窄，有一對大的複眼。大紅娘華的複眼是位在頭部的兩側，使得視力範圍很廣，複眼皆位於頭部前方具有雙眼視覺，又發現大紅娘華在獵捕昆蟲時會在適當的距離作出攻擊。



圖 4-1 頭部特寫



複眼發達



圖 4-2 位於頭部複眼下的觸角

2.一對觸角：

大紅娘華的觸角極短，分為三節，鞭節呈鉗狀，隱蔽於複眼下方，不容易發現。

3.刺吸式口器：短短的口器分為三節，內含有一個類似針狀的構造，可伸縮，只有在攝食時才會伸出針狀構造。

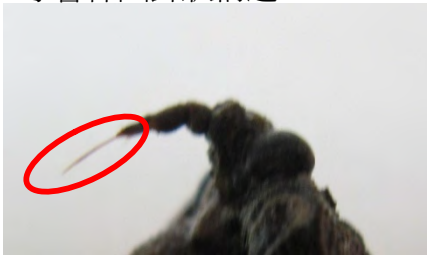


圖 4-3 大紅娘華口器內的針狀構造

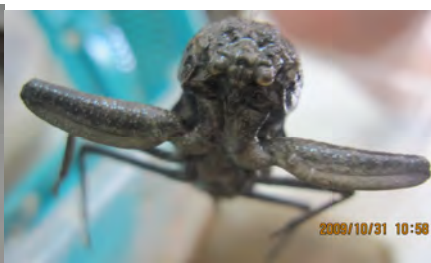
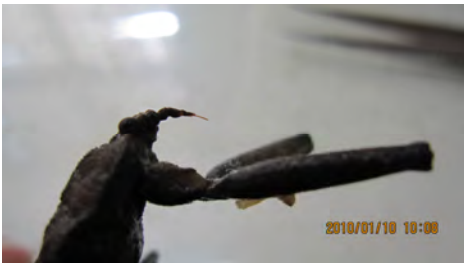


圖 4-4 大紅娘華的口器有三節



圖 4-5 口器很短

4.我們發現大紅娘華的頭會隨著手電筒的光源而轉動



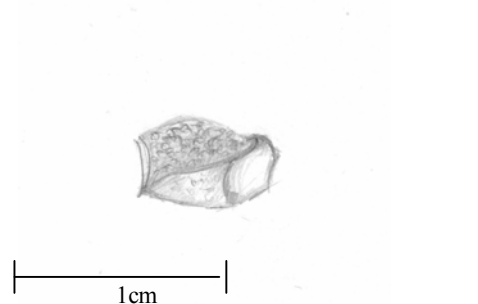
## (二)胸部

共三節(前胸、中胸、後胸)含：

1.翅膀：附於中胸上，有前翅和後翅，後翅膜質為透明網狀，前翅革質為黑褐色。我們在夜晚採集大紅娘華時，曾經發現正在飛行的大紅娘華，雖然牠有翅膀但很少用於飛行，只有在水域環境不適合生存下，才會飛離原本的水域環境，重新尋找適合地點棲息，所以在研究過程中較難拍攝到正在飛行的照片。



2.足：大紅娘華具有三對足，前足特化成捕捉足，用於捕食獵物，中後足較細長，為步行足，腿節及脛節上有細小成排的細毛，末端有一對鉤爪。每種紅娘華腿節幾乎都有突起。

	特徵	長度	圖片	手繪圖
前足 (特化成捕捉足)	分為五節，強而有力，可用於捕食獵物。	3.5 ± 0.1 cm		
(1) 基節	捕捉時可加大範圍，為特化出的構造。基節具有發音的構造。	0.5 ± 0.1 cm		
(2) 轉節	類似關節的構造，可轉動。	0.2 ± 0.1 cm		
(3) 腿節	加長紅娘華的獵食範圍，為特化出的構造。成蟲、幼蟲的前足腿節基部有一突起。	1.5 ± 0.1 cm	 突起較窄且向右彎曲	



(4) 脛節	加長紅娘華的獵食範圍，為特化出的構造。前足脛節內側無長刺突。	1.2 ± 0.1 cm		
(5) 跗節	有勾住獵物的功能，為特化出的構造。	0.2 ± 0.1 cm		
中足	分為五節，可用於在水中移動或是在地面爬行。	2.4 ± 0.1 cm		
後足	分為五節，可用於在水中移動或是在地面爬行。	3.7 ± 0.1 cm		

<表五 大紅娘華的前、中、後足的構造比較>



圖 4-6 成蟲的前、後翅

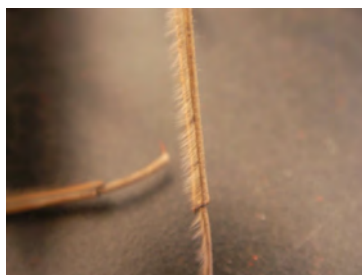


圖 4-7 腿上的細毛



圖 4-8 後足的尾部有勾狀的構造



### (三)腹部

#### 1.特徵：

- (1)依據腹部末端腹面亞生殖板片的形狀來區分，雄蟲較為圓鈍，雌蟲較為尖銳。另外，腹部與呼吸管的交接處也可分辨大紅娘華的公母。
- (2)腹部下方有呼吸管，是由尾毛特化而成的，呼吸管與軀體大約等長，長長的呼吸管可伸出水面使大紅娘華在水中活動並呼吸，而不必無時無刻停在水面上呼吸。
- (3)呼吸管的長度約與體長相等。大紅娘華變為成蟲後，原本單支棒狀的呼吸管分成為兩個半圓管狀，藉由兩根呼吸管的摩擦，可將異物排除，用來解決卡異物的問題。
- (4)呼吸管斷掉並不會導致大紅娘華死亡，只會使其轉移到水深較淺的地方生活(由於呼吸管變短，無法在較深的水域生活)。



圖 4-9 大紅娘華的呼吸管 圖 4-10 呼吸管可分開成兩個半圓 圖 4-11 下水前呼吸管翹高

### 研究五、大紅娘華的動物行為實驗與觀察

研究方法：觀察大紅娘華的習性並進行動物行為的實驗

結 果：

#### (一)大紅娘華成蟲交尾方式、時間及次數

1. 交尾方式：交尾前會進行求偶，雄蟲發現雌蟲時，雄蟲會慢慢靠近雌蟲，利用前足與中足抓住雌蟲的前足或胸部，雄蟲位在上方，以「機械式」方式抱住雌蟲，利用身體振動或後足摩擦雌蟲身體來刺激雌蟲，再將腹部向下翻折，伸出生殖器，插入雌大紅娘華腹部下方的生殖器中，並開啓腹部末端的生殖板，伸出陽具與雌蟲交尾。觀察發現雄大紅娘華會有爭奪配偶的行為。
2. 交配持續時間及次數：交配時雄蟲呼吸管會分開，只有成蟲才具有生殖能力，一次交配大約五到十分鐘，進行三到五次，總共時間大約為半小時至一小時。雌蟲可以多次交配，未交配的雌蟲也會產卵，但所產卵為未受精的卵，故不會發育。

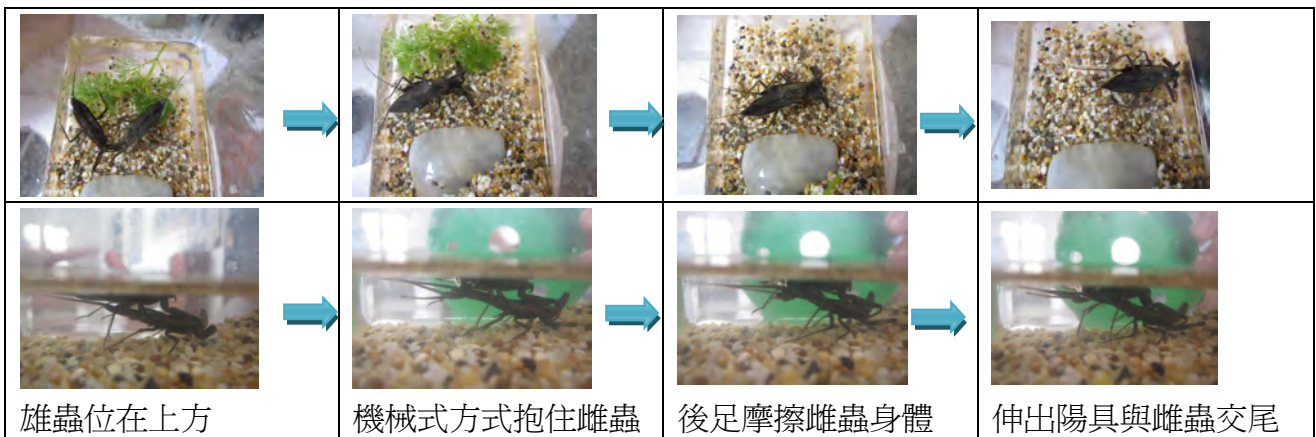




圖 5-1 大紅娘華交尾方式：機械式

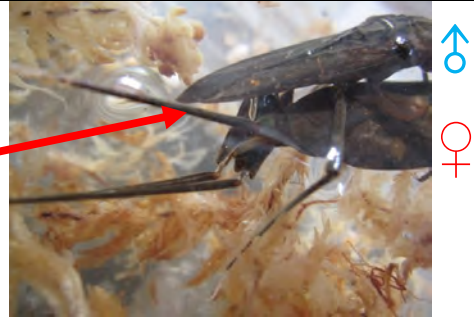
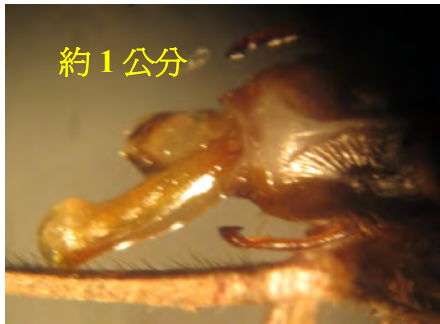


圖 5-2 交尾時局部特寫

圖 5-3 大紅娘華雄性生殖器長約 1 公分





大紅娘華交尾時，兩根呼吸管會分開。一次交配大約五到十分鐘，進行三到五次。

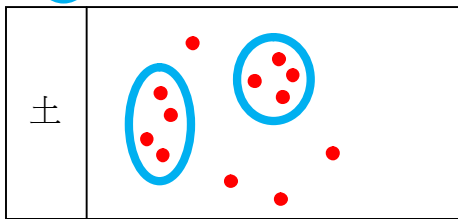
## (二)人工飼養大紅娘華的群居觀察

研究方法：觀察混合飼養的飼養箱內大紅娘華每天早、中、晚的分布情形，紀錄時間為兩個月。

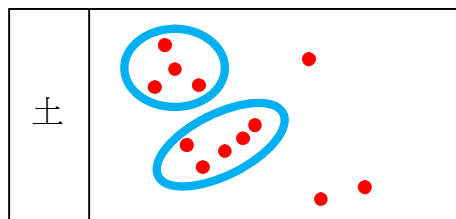
結果：經長期觀察發現大紅娘華會形成幾群的小團體。

※下面的圖示，我們以 2010 年 10 月 29 日來作為分布情形觀察的例子。

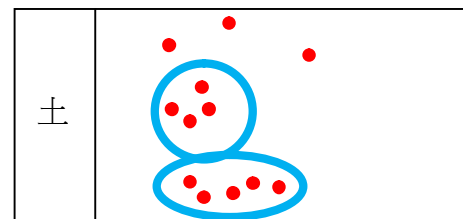
※  代表一個群體  代表一隻紅娘華



早上 8:00



中午 12:00



晚上 20:00

1. 大紅娘華不會分工合作捕食獵物，但群居會有機會捕食大的獵物。
2. 一隻大紅娘華發現食物後，開始攝食過幾分鐘後，其他大紅娘華也會開始前往攝食，共同取食，出現**共食行爲**。
3. 人工飼養食物不足時，大紅娘華有時會出現互相捕食、自相殘殺的行爲。
4. 大紅娘華在白天時，常擬態成落葉不動，晚上的活動力明顯增加。
5. 大紅娘華注入消化液後吸食獵物的體液，留下獵物剩下的堅硬外殼，並不會取食。

兩隻大紅娘華共同取食



### (三)觀察大紅娘華吸食獵物的情形

1.研究方法：將麵包蟲的肉(蛋白質)擠出來裝在小罐子裡面，上面用 PARAFILM 膜將瓶口封住，觀察大紅娘華如何利用刺吸式口器來進行攝食與消化麵包蟲的蛋白質。





圖 5-4 小罐子和 PARAFILM 膜



圖 5-5 包膜的小罐子

2.結果：我們發現大紅娘華會先分泌一點消化液，再吸食一點麵包蟲的蛋白質，一吐一吸反覆進行，來攝食獵物。

<p>將口器插入裝有麵包蟲肉的罐子</p> 	<p>等到口器內的針狀構造伸出</p> 	<p>緩緩的將口器拔出</p> 
<p>可清楚的看到針狀構造</p> 	<p>將口器外殼剝除可看到針狀構造長約 0.5 公分</p> 	<p>我們發現大紅娘華在吸食獵物時，若口器上有殘餘的碎屑，會藉由口器裡的針狀構造來回前後摩擦，以達到清理口器的效果。</p>

### (四)大紅娘華的食性

1.野外：小型魚類（大肚魚）、（蜻蜓的幼蟲）水蠶、蝌蚪、小型青蛙、蚊子的幼蟲（孑孓）、掉進水中的昆蟲(例如：蜻蜓、蛾...)

2.人工飼養：麵包蟲（最方便取得的餌料）、蝌蚪、飼料魚、負子蟲。

※由於若蟲的捕捉足較小，無法捕食體型較大的麵包蟲，使我們剛開始有餵食上的困難，經學長的提議，使我們想出『釣魚式』餵法，讓若蟲可順利去捕捉獵食。

3.釣魚式餵法：

(1) 材料：棉線、鑷子、麵包蟲、小樹枝。

(2) 作法：將麵包蟲用棉線綁好，線的另一端綁在小樹枝，置於水中等待若蟲捕食。

(3) 優點：A、成功的讓若蟲自動捕食。

B、捕食後所剩下的麵包蟲外皮可輕易的取出，防止水質被污染。

4.對各種食物的喜好程度：我們發現大紅娘華沒有特別偏好的食物，但是獵物（食物）的體








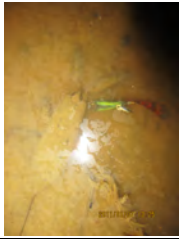
圖 5-6 使用釣魚式餵法來餵食若蟲，讓若蟲可以順利捕捉獵食

麵包蟲		負子蟲	
飼料魚		蝌蚪	

<表六 人工飼養時，大紅娘華的各種獵物>

(五)觀察來自不同方向的獵物被大紅娘華的捕食機率

研究方法：以魚作為獵物，觀察來自不同方向的魚，被大紅娘華捕食的機率。

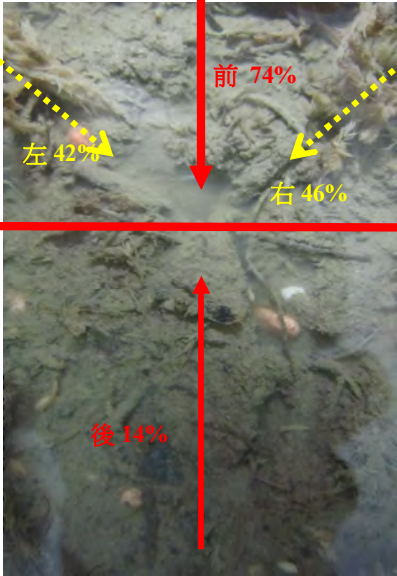
	前	後	左	右
圖示				
實驗次數	50	50	50	50
成功捕食次數	37	7	21	23
成功捕食機率	74%	14%	42%	46%

結論

1.我們發現從前方來的獵物較容易被大紅娘華捕食，雖然大紅娘華的複眼視野可以看到左邊和右邊，但是當獵物從左方和右方來的時候，捕捉足無法完全抓住獵物，所以被捕食機率便會減少。

2.各方位捕食機率比較：  
前方>右方≧左方>後方

3.由此實驗我們推測大紅娘華的可見的視野可能為 180 度。



前 74%  
左 42%  
右 46%  
後 14%

圖 5-7 大紅娘華的捕食機率示意圖

**(六)觀察大紅娘華受驚嚇時的防禦機制**

1.研究方法：我們發現當大紅娘華受到驚嚇的時候，它會出現一些較特別的反應，因此利用數位相機拍攝，觀察並紀錄大紅娘華的各種反應。

2.結果：

<p><b>(1)假死</b></p>	<p>當大紅娘華被迫離開水面，或是在水中受到驚嚇時，便會呈現假死狀態，全身形成棒狀，捕捉足的脛節與腿節併攏，偽裝成水中的落葉。在陸地上，假死全程可長達30~60分鐘。</p>	 <p>圖 5-8 五齡若蟲假死身體呈現棒狀</p>
	<p>將假死的紅娘華放入水中，並不會馬上就恢復活動，我們觀察約過2~3分鐘才會恢復正常活動。觀察發現大紅娘華在陸地上較缺乏安全感。</p>	
<p><b>(2)快速收起捕捉足，呈現水中防衛姿勢</b></p>	<p>當大紅娘華受到強烈的刺激時，例如：物體突然快速從前方經過等，它會將捕捉足快速收起於頭部兩側。</p>	 <p>圖 5-9 五齡若蟲呈現防禦狀態</p>
<p><b>(3)噴出排泄液體</b></p>	<p>在抓大紅娘華時，常常會發現自己的手有一股怪怪的味道，因此我們觀察發現從呼吸管與腹部之間所噴出的液體具有臭味，臭味類似臭掉的起司，液體呈中性。排遺是由洩殖孔排出，不一定要在水中，通常會有點顏色與臭味，排遺的成分跟一般昆蟲的雷同，因為是取食液體所以也是排出液體的。此液體為大紅娘華受到驚嚇時，所排出的排泄物。在昆蟲中，部分金龜子遇到驚嚇也有排出排泄物的反應。</p>  <p>圖 5-10 大紅娘華受驚嚇時噴出排泄物的連續圖</p>	

<表七 大紅娘華的各種防禦機制>

### (七)觀察大紅娘華對環境明暗的反應

- 研究方法：(1) 各放一隻雄、雌大紅娘華在四周包黑布的飼養箱中。  
(2) 各放一隻雄、雌大紅娘華在四周透光的飼養箱中。  
(3) 分別觀察比較兩個飼養箱內大紅娘華的行為。
- 結果：(1) 在四周包黑布飼養箱中的兩隻大紅娘華，不會潛在土裡面，會在水中活動。  
(2) 在四周透光的飼養箱中的兩隻大紅娘華，會潛在土裡面，形成保護色。
- 結論：大紅娘華在包有黑布的飼養箱不會潛在土裡的原因，有可能是因為外在的環境比較暗，大紅娘華因而有了安全感，所以不會潛在土裡。因此推論，大紅娘華為夜行性昆蟲。



飼養箱四周包黑布，模擬黑暗



四周透光的飼養箱



暗箱中大紅娘華不會潛入土中

### (八)觀察大紅娘華對光的反應

研究方法：

- 實驗器材：1.5L 大寶特瓶、600ML 小寶特瓶、黑布、手電筒、照相機
- 實驗裝置：先將兩個大寶特瓶的底部裁開，並相連接在一起，在瓶身中央挖一個洞接上小的寶特瓶，自製一個 T 型實驗管。用黑布覆蓋 T 型管，使管內呈現黑暗狀態，用手電筒照亮 T 型管的其中一邊。將大紅娘華成蟲從小寶特瓶的管口處放入，觀察其行進的方向。再將手電筒移到管子的另一邊，並觀察紀錄成蟲的行進方向。每隻成蟲進行 10 次的實驗。
- 結果：



	成蟲 1	成蟲 2	成蟲 3	成蟲 4	成蟲 5	成蟲 6	成蟲 7	成蟲 8	成蟲 9	成蟲 10
趨光	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10
不趨光	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

<實驗樣本數 10>



實驗結果：成蟲在 T 型路口停下來約 5~10 秒後，緩慢的朝向有光的管子前進。手電筒移到管子的另一端，成蟲仍會朝向光的方向前進，我們反覆做過好幾次，證實大紅娘華成蟲具有正趨光性。




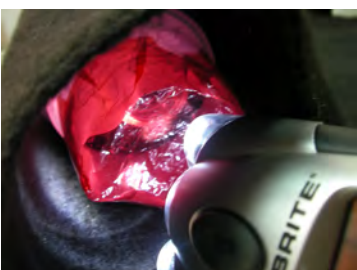

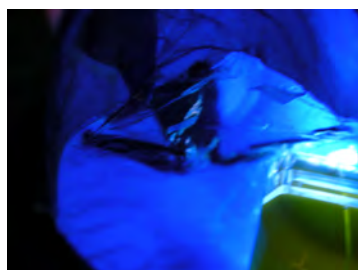


※ 補充：大紅娘華、台灣紅娘華，皆做過此實驗，皆有**正趨光性**。  
我們到野外採集紅娘華便是利用其具有正趨光性的特性。

### (九)大紅娘華對各種色光的喜好

研究方法：

- 1.實驗器材：1.5L 大寶特瓶、600ML 小寶特瓶、黑布、手電筒、照相機、各種顏色的玻璃紙
- 2.實驗方法：利用黃色、紅色、綠色、藍色、紫色共五種不同的色光進行實驗。將一隻大紅娘華成蟲放入 T 型的寶特瓶，T 型管兩側分別照不同色光，紀錄大紅娘華走五次所選擇的顏色，再將 T 型的寶特瓶換邊，再紀錄五次所選擇的顏色。每隻成蟲進行 10 次的實驗，實驗總樣本數為 10 隻成蟲。實驗統計表格如下表。
- 3.結 果：大紅娘華對淺色的光（黃色、綠色）較沒有興趣，**對較深色的光比較有興趣**，尤其對**藍色**最具強烈趨光性、其次為紫色。

					
自製實驗用 T 型的寶特瓶	實驗用的各種顏色玻璃紙	黃、紅、綠、藍、紫色五種			
					
對紅色光的喜好程度 18%	對紫色光的喜好程度 27%	對藍色光最具強烈趨光性			
每隻成蟲進行 10 次的實驗，實驗總樣本數為 10 隻成蟲。下表為實驗統計結果：					
T 型管右側 T 型管左側	黃色	紅色	綠色	藍色	紫色
黃色		紅：4 黃：1	綠：3 黃：2	藍：4 黃：1	紫：4 黃：1
紅色	黃：1 紅：4		綠：2 紅：3	藍：5 紅：0	紫：3 紅：2
綠色	黃：2 綠：3	紅：3 綠：2		藍：4 綠：1	紫：4 綠：1
藍色	黃：1 藍：4	紅：0 藍：5	綠：1 藍：4		紫：2 藍：3
紫色	黃：1 紫：4	紅：2 紫：3	綠：1 紫：4	藍：2 紫：3	



## 陸、討論

### (一)大紅娘華與其他昆蟲類似的構造比較

大紅娘華	<p><b>捕捉足</b> (大紅娘華 v.s 螳螂)</p>	<p>大紅娘華：捕捉足較平順，有小突起。 螳螂：捕捉足的腿、脛節有刺，末端有勾爪。</p>
	 <p>大紅娘華的捕捉足</p>	 <p>螳螂的捕捉足</p>
	<p><b>刺吸式口器</b> (大紅娘華 v.s 蚊子)</p>	<p>大紅娘華：口器可以吐出消化液並吸食，藉以消化獵物。 蚊子：口器適合刺吸血液。</p>
 <p>大紅娘華的口器</p>	 <p>蚊子的口器</p>	
<p><b>呼吸管</b> (大紅娘華 v.s 田鱉)</p>	<p>大紅娘華：呼吸管較長，可分成兩個半圓。 田鱉：呼吸管較短，可分成二根。</p>	
 <p>大紅娘華的呼吸管</p>	 <p>田鱉的呼吸管</p>	

### (二)觀察與實驗過程中所遇到的困難

- 1.目前台灣對大紅娘華等水棲昆蟲的生態研究極少，所以能找到的文獻資料與網路資料並不多。我們缺少可以印證觀察研究結果的生態習性資料。
- 2.成蟲能夠利用上述的方式分辨公母，但是若蟲用這種方式分辨公母則不易。
- 3.野外採集大紅娘華不易：文獻顯示大紅娘華早年普遍存在於低海拔的淡水水域，如農田、池沼等。棲地的破壞對於紅娘華物種造成極嚴重的傷害。紅娘華的若蟲是病媒蚊幼蟲的天敵，所以紅娘華對人類算是**益蟲**的一種。紅娘華等水生昆蟲是靜止水域水質是否優良的**參考指標生物**。不當的農藥使用或水源的污染而使紅娘華族群受到壓迫，使得大紅娘華族群大量消失，並顯示臺灣的靜止水域棲地受到污染及破壞的嚴重性。



## 柒、結論

### 一、紀錄大紅娘華的棲息環境及分布區域：

- (一)大紅娘華主要分布在平地或低海拔山區乾淨不受污染的靜止水域，包括平地的蓮花池、沼澤，山區溝渠、池塘等。紅娘華可以當作水質乾淨的指標生物。利用夜晚時，以手電筒照明水面可輕易的發現大紅娘華的呼吸管，來採集大紅娘華。
- (二)飼養環境必須考慮大紅娘華的適應能力與蛻皮需求。有坡度的土堆讓大紅娘華可以上岸休息或產卵。我們利用『釣魚式』來餵食，以利若蟲食用，也可避免食物污染水質。

### 二、了解大紅娘華的型態與分類：

- (一)大紅娘華學名為 *Laccotrepes robustus* 屬於動物界→節肢動物門→昆蟲綱→半翅目→紅娘華科→紅娘華屬→大紅娘華種
- (二)台灣紅娘華與大紅娘華的前足腿節基部的突起形狀不相同，為紅娘華主要分類特徵，台灣紅娘華的突起圓鈍，大紅娘華的突起較窄且向右彎曲。大紅娘華的體型大於台灣紅娘華。
- (三)頭、胸、腹皆為黑褐色，頭部小位於前胸下方，複眼大，腹部的末端有呼吸管，第一對步足特化為捕捉足，中足與後足為步行足。大紅娘華可依據腹部末端腹面亞生殖板片的形狀來區分公母，雄蟲較為圓鈍，雌蟲較為尖銳。若蟲則較不易分辨公母。野外發現母成蟲的比例較高。

### 三、大紅娘華生命週期的觀察：

- (一)大紅娘華是不完全變態的漸進變態，若蟲共有五齡，由卵→若蟲→成蟲。卵有越冬的現象，卵的孵化時間與溫度有關。而若蟲隨著齡期愈大，發育天數愈長。
- (二)卵：選擇高於水面的潮濕岸邊產卵，通常在夜晚，每次可產 2~3 個卵塊，每個卵塊大約有 5~13 顆的卵。卵粒呈米白色，頂端有 8~9 根的呼吸毛。卵期愈接近孵化，顏色逐漸變紅色。
- (三)若蟲：一齡到五齡為若蟲，三齡若蟲開始有小芽翅，五齡開始有明顯的芽翅，若蟲呼吸管無法像成蟲分成兩半。剛孵化出來的一齡若蟲全身皆為紅色，若蟲體長會隨著齡數的增加而增長，可生活的水深深度也會增加。

**若蟲齡數公式：齡數 = 體長(含呼吸管)【小數點無條件捨去】cm + 1**

- (四)成蟲：具有飛行能力的完整翅膀、具有生殖能力、呼吸管可分成兩半。
- (五)大紅娘華屬於幼年初期高死亡型。食物不足時，會出現高齡若蟲捕食低齡若蟲，或是同齡若蟲互相捕食。空間太小或人為干擾也蛻皮失敗

### 四、大紅娘華重要器官的觀察：

- (一)頭部很小為黑褐色，含一對複眼、一對觸角、刺吸式口器，口器分為三節。
- (二)胸部分為前胸、中胸、後胸，中胸有前翅和後翅，後翅膜質為透明網狀，前翅革質為黑褐色。具有三對足，前足為捕捉足，用於捕食獵物，中後足較細長，為步行足。
- (三)腹部的呼吸管是由兩個尾毛特化而成，呼吸管與軀體大約等長，呼吸管可伸出水面呼吸。藉由兩根呼吸管的摩擦也可將異物排除。呼吸管斷掉並不會導致大紅娘華死亡。

### 五、大紅娘華的動物行為觀察與實驗：

- (一)交尾：雄蟲在上方，以「機械式」抱住雌蟲，利用身體振動或後足摩擦雌蟲身體來刺激雌蟲再將腹部向下翻折，伸出生殖器，插入雌蟲的生殖器中。雄蟲會有爭奪配偶的行為。

一次交尾大約五到十分鐘，進行三到五次，總共時間為半小時至一小時。雌蟲可以進行多次交尾。

(二)群居：大紅娘華會形成幾群的小群體，有共食行爲。

(三)吸食獵物：刺吸式口器會先分泌消化液，再吸食獵物的蛋白質。一吐一吸反覆進行，來攝食獵物。也可藉由口器裡的針狀構造來回前後摩擦，以達到清理口器的效果。

(四)食性：人工飼養以麵包蟲、蝌蚪、飼料魚、負子蟲等做為飼餌。發現大紅娘華沒有特別偏好的食物。若蟲的捕捉足較小，我們發明了『釣魚式』餵法，使若蟲可順利去攝食獵食。實驗發現從前方來的獵物較容易被大紅娘華捕食。

(五)防禦：受驚嚇時，呈現假死狀態，全身形成棒狀，捕捉足的脛節與腿節併攏，偽裝成水中的落葉。在水中受驚擾時，會快速收起捕捉足，呈現水中防衛姿勢。受到驚嚇時，有時會排出體內很臭的排泄液。

(六)趨光：大紅娘華為夜行性昆蟲。黑暗環境下，大紅娘華較有安全感，不會潛入土裡。有正趨光性，對較深色的光比較有興趣，尤其對藍色最具強烈趨光性。

(七)聽覺：實驗發現大紅娘華的聽覺並不敏銳。

## 捌、參考資料及其他

- 一、喬治·麥葛文(民 89) 昆蟲圖鑑 貓頭鷹出版 p.91、73、87、139
- 二、張永仁(民 90) 昆蟲圖鑑 2 遠流出版 p.80
- 三、廖智安、潘建宏(民 96) 台灣昆蟲記 天下文化出版 p.151、275
- 四、盧耽(民 97) 圖解昆蟲學 商周出版 p.178、239
- 五、行政院農業委員會林業試驗所(民 89) 台北植物園自然教育解說手冊昆蟲篇 范義彬、楊平世 p.132

## 【評語】 030314

研究者利用田間常見的水生昆蟲，仔細觀察他們的外部型態，紀錄生活史及行為，文獻收集豐富，資料收集不少，然要問及解決的問題不夠明確。