

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生物科

佳作

080311

變裝舞會-紅后負蝗改變體色及求偶行為之探討

學校名稱：高雄市左營區新莊國民小學

作者：  小五 陳泓翰  小五 黃彥齊  小五 蘇宥溱	指導老師：  陳嘉雯  曾健評
---	-----------------------------

關鍵詞：紅后負蝗、體色、求偶行為

## 摘要

紅后負蝗是菜園常見昆蟲，調查體色主要為綠色，少數褐色及綠紅色。棲息於地瓜葉、萵苣等，吃食菜葉。氣溫愈低，負蝗數量愈少。研究發現：一、相對濕度較低，會影響若蟲蛻皮時、及若蟲蛻皮為雌、雄成蟲，改變體色為褐色。環境顏色也會影響若蟲蛻皮為雌成蟲時改變體色。二、改變體色的步驟，從觸角、頭、胸、背、腳、腹面，依序變為褐色。三、綠雄蝗對綠雌蝗的交配次數高於褐雌蝗，綠負蝗交配總次數也多於褐負蝗；負蝗體色可能影響求偶行為與繁殖。四、雄蝗求偶步驟：看見雌蝗→靠近雌蝗→用腳碰觸雌蝗→跳到雌蝗背上→交配，而雌蝗身體晃動是達成交配重要因素。五、雌蝗交配數次才產卵，約 20 幾顆卵被卵泡包圍，一段時間後陸續孵化綠色小若蟲。

## 壹、研究動機

樂齡菜園裡有紅后負蝗，把地瓜葉、空心菜等葉菜類的葉片啃食得坑坑洞洞的，而且跳來跳去的不容易捕捉。我們把菜園裡的綠色紅后負蝗捉回來飼養，發現綠色網袋內飼養的負蝗體色有綠色，有的卻變成褐色了，生物老師說紅后負蝗有 2 種顏色，綠草地上褐蝗蟲會被吃掉剩綠色蟲，褐草地上綠蝗蟲會被吃掉剩褐色蟲，在五下第三單元「動物世界面面觀」有介紹動物的防禦及繁殖行為等，紅后負蝗在綠色網袋內改變體色是保護色的影響嗎？且我們也常發現雌雄蟲交配與產卵的有趣現象，這些都令我們很好奇想探究，希望透過研究能對紅后負蝗的知識及行為有更多瞭解，並對防治紅后負蝗為害農作物提供參考。

## 貳、研究目的

- 一、瞭解紅后負蝗的形態與生長
- 二、探討紅后負蝗的改變體色情形
- 三、探討影響紅后負蝗改變體色的因素
- 四、探討紅后負蝗體色與求偶行為的相關
- 五、探討紅后負蝗的求偶行為與繁殖

### 叁、文獻探討

#### (一) 紅后負蝗的認識

紅后負蝗俗稱尖頭蚱蜢、錐頭蝗，又稱中華負蝗、短額負蝗、中華短額負蝗，普遍分布於平地至低海拔山區(林義祥，2001.08.28)。

體色綠色或黃褐色，頭部尖，觸角短位於頭頂尖端，頭部側緣具顆粒狀斑點，後腳腿節較粗，後翅基部紅色，成蟲翅狹長超過腹端。(林義祥，2001.08.28；黃文伯、張原謀、莊榮州，2016.11.24)。

棲息草叢，取食各種植物，以植物莖葉為食，習性機敏，擅於跳躍，保護色良好(林義祥，2001.08.28；黃文伯、張原謀、莊榮州，2016.11.24)。成蟲全年可見，是台灣最常見的負蝗(張永仁，1998)。

#### (二) 紅后負蝗的相關研究

我們蒐集紅后負蝗的相關研究有：盲目的綠精靈--紅后負蝗的視覺感官之研究(陳曦，2007)，相關結論如下：

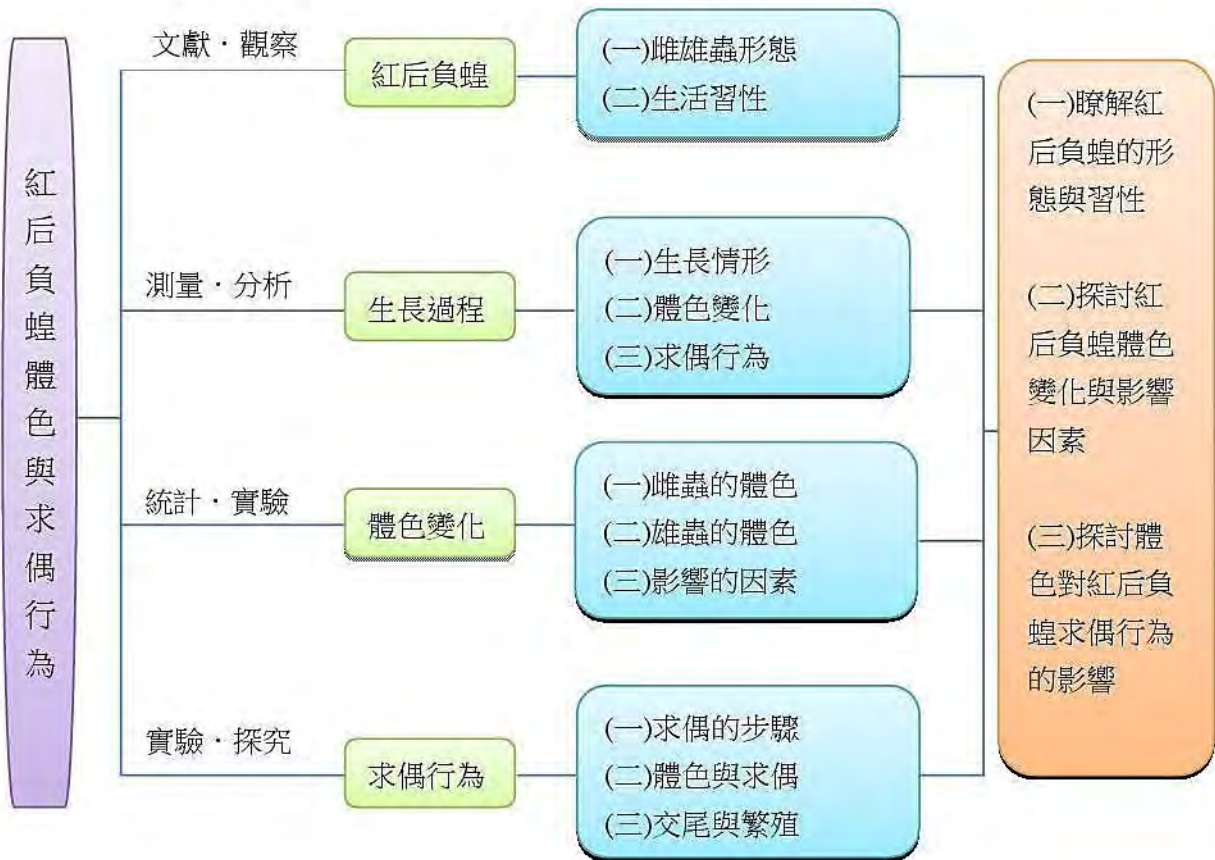
- 1.雄負蝗喜歡藍色，33 公釐，具有觸角，擺在右前方 5 公分的誘餌。
- 2.面對活雌蟲和誘餌時，比較喜愛誘餌，選擇活雌蟲的雄蟲比較表現要交配的樣子。
- 3.紅后負蝗對紅光較有反應，偏右邊跳。

### 肆、研究設備與器材

飼養器材	綠色網袋、塑膠袋、昆蟲箱、昆蟲罐、菜葉、巴西地毯草
記錄器材	錄影機、電腦、平板電腦、數位相機、腳架
觀察器材	放大鏡、解剖顯微鏡
測量統計	量尺、溫溼度偵測器、筆電、溫溼度計、碼表、excel 軟體
實驗器材	自製實驗箱、綠色網袋、塑膠袋、昆蟲箱、昆蟲罐
其他	剪刀、美工刀、切割墊、標籤貼紙、雲彩紙、色紙、紙箱、細繩等

## 伍、研究方法

### 一、研究架構圖



### 二、研究過程與步驟

#### (一) 飼養觀察

1. 從菜園捕捉紅后負蝗飼養觀察記錄形態，查圖鑑以確定紅后負蝗的類別。
2. 教室內以綠色網袋、透明塑膠袋及昆蟲箱，飼養紅后負蝗，並編號記錄，定時觀察記錄生長、體色及繁殖行為等習性。





## (二) 戶外觀察

我們從 106.09~107.06 觀察前鎮區樂齡菜園裡的紅后負蝗，每週定期紀錄 2 區(每區 5.4 平方公尺)地瓜葉種植區的紅后負蝗數量變化、體色、吃食葉菜種類，及繁殖行為等。

		
紅后負蝗體色	吃食葉菜種類	繁殖行為



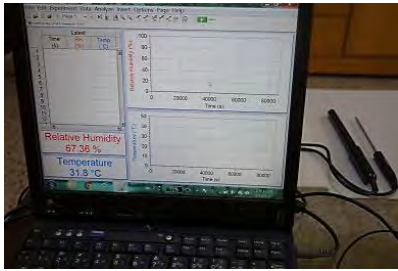
## (三) 測量統計

- 1.每天定時測量記錄紅后負蝗的體長，並統計分析。
- 2.更換不同飼養裝置，測量記錄溫、濕度，觀察改變體色情形，並記錄及拍照。
- 3.記錄及拍攝紅后負蝗的求偶與繁殖行為，運用 excel 作統計分析。

## (四) 實驗分析

### 1.相對濕度改變體色實驗

將綠色若蟲分為 2 組環境飼養，控制組為綠色網袋飼養，實驗組為綠色網袋內放透明塑膠袋飼養，兩組都餵食地瓜葉，測量 2 組飼養環境，僅相對濕度有明顯差異。

		
綠色網袋飼養	綠色網袋內透明塑膠袋飼養	運用溫濕度偵測器紀錄數據

### 2.環境顏色改變體色實驗

(1)將菜園抓回的紅后負蝗飼養於綠色網袋，再將不同體色與性別的蝗蟲分別飼養於無色透明塑膠袋，觀察記錄改變體色。

(2) 將 4 隻 1.5cm 綠色若蟲分為 4 組，分別飼養於圍著不同顏色紙張的昆蟲罐內 (控制組-透明、實驗組-綠、實驗組-褐、實驗組-白)，放置 7 天後，記錄改變體色情形。

(3) 將剛蛻皮變色的褐色雌若蟲，改為飼養於黑色昆蟲罐內，觀察記錄改變體色情形。


### 3.不同體色成蟲求偶與繁殖試驗

(1)將不同體色的成蟲，1 隻綠雄蝗、1 隻綠雌蝗及 1 隻褐雌蝗放在同一透明塑膠袋，觀察記錄體色對求偶行為是否有影響。

(2)將不同體色的成蟲，2 隻雄蝗(綠、褐)、2 隻雌蝗(綠、褐)，放在同一透明塑膠袋，觀察記錄體色對求偶行為是否有影響。

### 4.誘餌釣蝗試驗

根據實際雌蝗身形比例，列印製作四個不同顏色(綠、褐、藍、紅)雌蝗圖形的誘餌，放入實驗觀察箱，觀察記錄雄蝗跳上不同誘餌的次數。

		
改變體色實驗	不同體色成蟲求偶與繁殖	誘餌釣蝗試驗

## 陸、研究結果

### 一、紅后負蝗的形態與生長

紅后負蝗的學名為 *Atractomorpha sinensis*，分類於動物界/節肢動物門/昆蟲綱/直翅目/負蝗科。

#### (一)雌蝗與雄蝗的體色

我們在菜園發現的紅后負蝗有雌、雄成蟲，也有若蟲，體色主要為綠色，另有少數是淺褐色。多數菜園雌蟲全身綠色，飼養後有部分漸漸變色為褐色有部分深褐色斑點；雄蟲有全身綠色，飼養後有部分漸漸變色為褐色，有少數為背部中間及腳為紅色的綠紅色蟲體。

		
綠色雄蟲	褐色雄蟲	綠色+部分紅色的雄蟲
		
綠色雌蟲	褐色雌蟲	

## (二)紅后負蝗的體長

紅后負蝗的成蟲，雌蝗明顯大於雄蝗，我們測量菜園捕捉及飼養長大的，雌蝗與雄蝗各 10 隻的體長(從頭頂到腹部尾端)，雌蝗體長平均 3.11cm，雄蝗體長平均 1.98 cm，比文獻提到雄蝗體長 2.0~2.5cm，雌蝗體長 3.4~4.2cm (張永仁，1998)的體長較短，可能成長環境不同影響。

雌蝗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
體長 (cm)	3.2	3.3	2.8	3.2	3.1	3.2	3.2	2.8	3.2	3.1	3.11

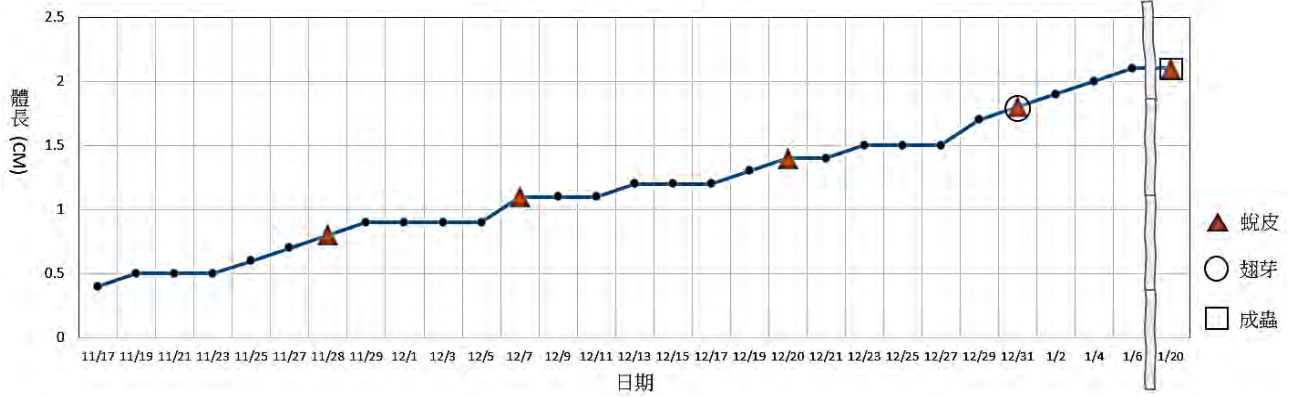
雄蝗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
體長 (cm)	1.9	2	2.2	1.9	1.9	2	1.9	1.9	2	2.1	1.98

## (三) 飼養成長過程

初孵化若蟲約 0.4cm，我們飼養雄蝗蟲成長過程，如下圖：



雄負蝗成長曲線圖



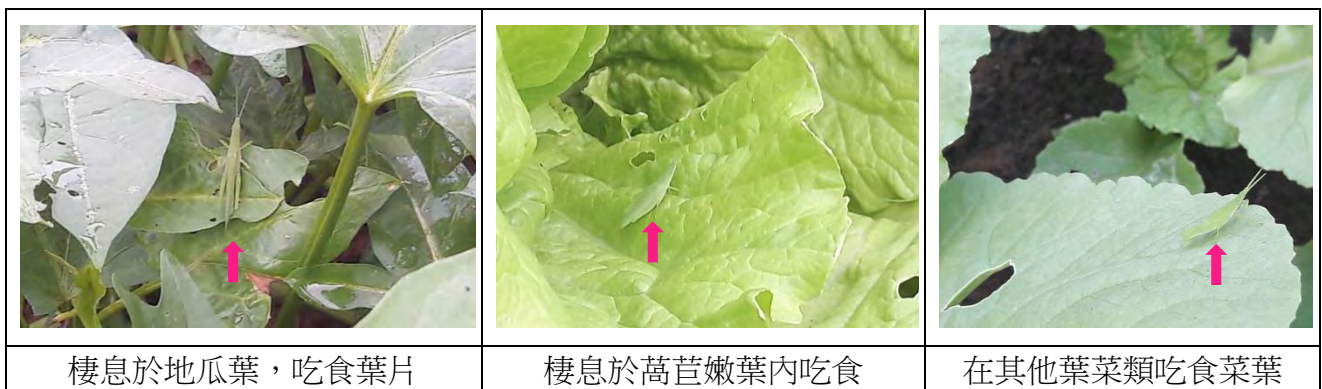
結果：雄蝗蟲從 11/17 日孵化 0.4cm 經過 65 天，5 次蛻皮後，隔年 1/20 日成為體長 2.1cm 的成蟲。



#### (四)菜園裡的紅后負蝗

##### 1.菜園裡的紅后負蝗棲息、覓食情形

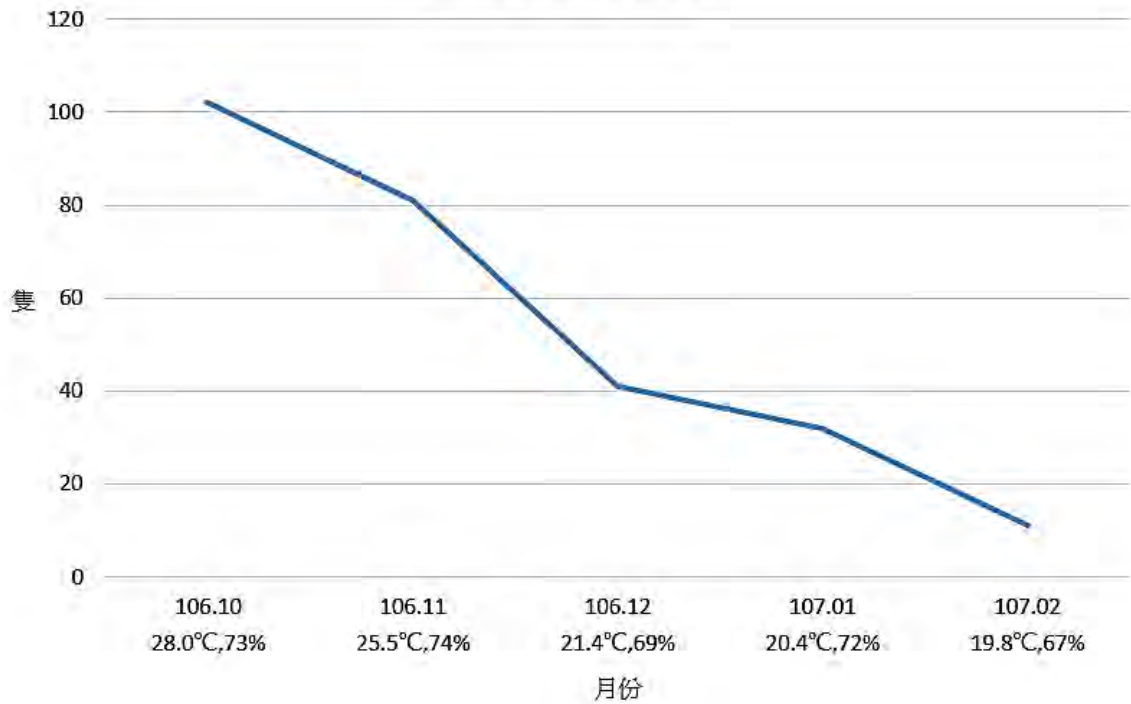
菜園裡的紅后負蝗主要棲息葉菜類下層，以地瓜葉最多，還有萵苣及其他葉菜類，吃食棲息處的菜葉，體色綠色不容易辨認，保護色良好。



2.106.10~107.02 五個月，每週定期紀錄 2 區地瓜葉種植區的紅后負蝗數量如下圖表：

月份	106.10	106.11	106.12	107.01	107.02	總計
抓到蝗蟲數(隻)	102	81	41	32	11	267

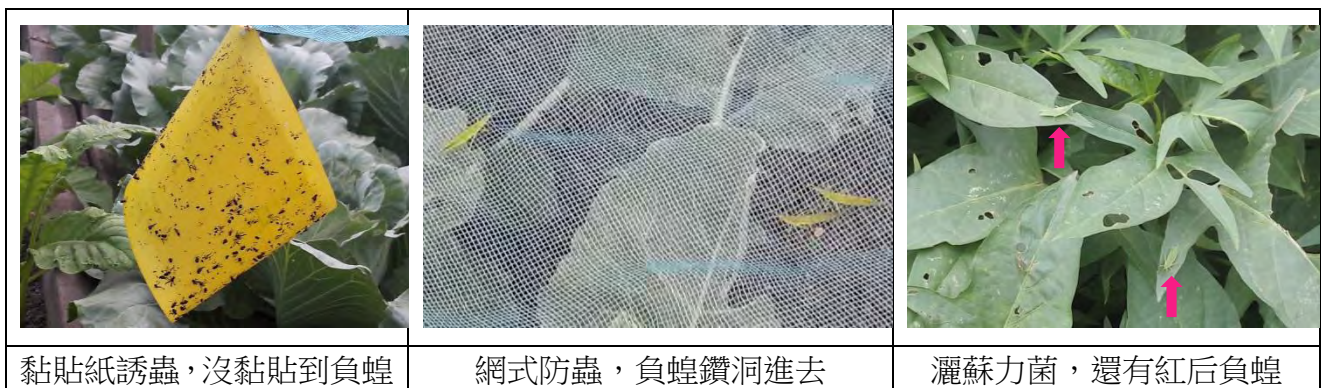
紅后負蝗數量圖



結果：106.10~107.02 期間，菜園 2 個地瓜葉區共抓到 267 隻，以 106.10 月數量最多，107.02 數量最少；氣溫愈低，抓到負蝗數量愈少；107.02.03 日氣溫 15 度，菜園裡沒有看到紅后負蝗。(溫溼度資料來源:中央氣象局)

### 3.此菜園目前對害蟲的防治方法

此菜園為市府的樂齡菜園，主要提供 65 歲以上市民耕植蔬果，生產作物大多是農家自家食用，因此大都採用安全無害的防治害蟲方式，主要包括使用黏貼紙誘蟲、網室防蟲及蘇力菌防治等。但目前這三種方式對於防治紅后負蝗效果不佳。

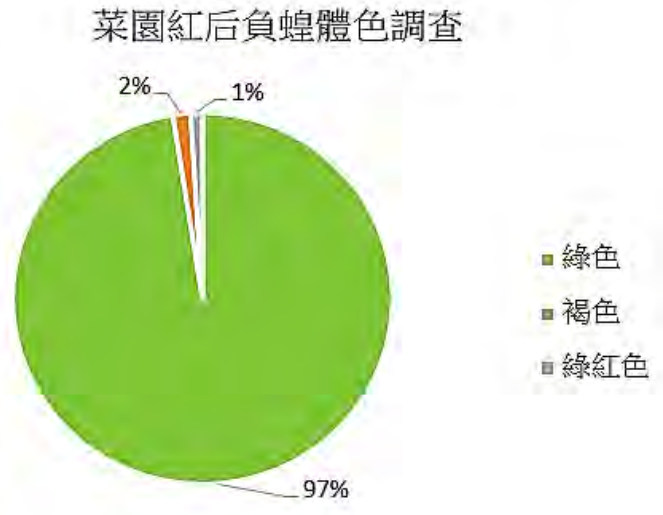


## 二、紅后負蝗的體色變化

### (一)菜園的紅后負蝗體色調查

於菜園的地瓜葉區從 10/22-3/5 日合計採集 18 次，共紀錄 200 隻紅后負蝗的體色，結果如下圖表：

體色	綠色	褐色	綠紅色	總計
隻	195	3	2	200
性別	雌、雄	雌	雄	



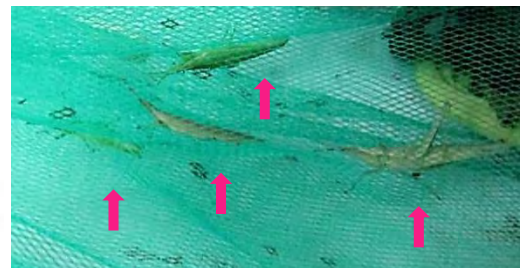
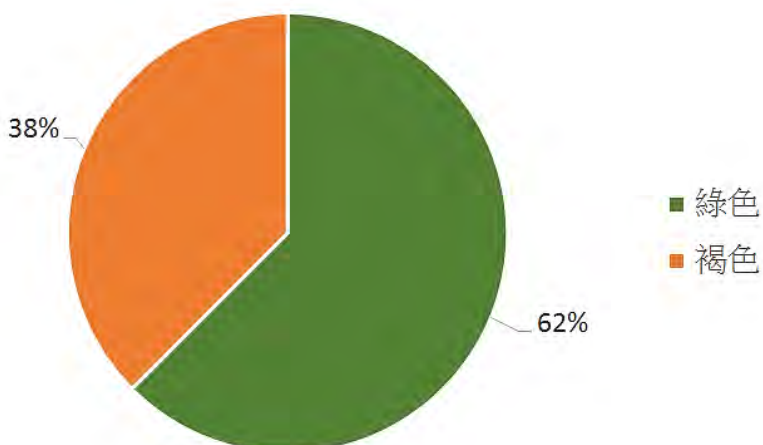
結果：在綠色地瓜葉區，有 97%紅后負蝗體色為綠色，雌、雄都有；2%是褐色，皆為雌蟲；1%是綠紅色，皆為雄蟲。

討論：地瓜葉區環境為綠色，紅后負蝗體色大多是綠色，符合與環境相似的保護色，但少數的褐色及綠紅色，是否其他因素影響體色，希望再探討。

### (二)綠色網袋紅后負蝗改變體色的比例

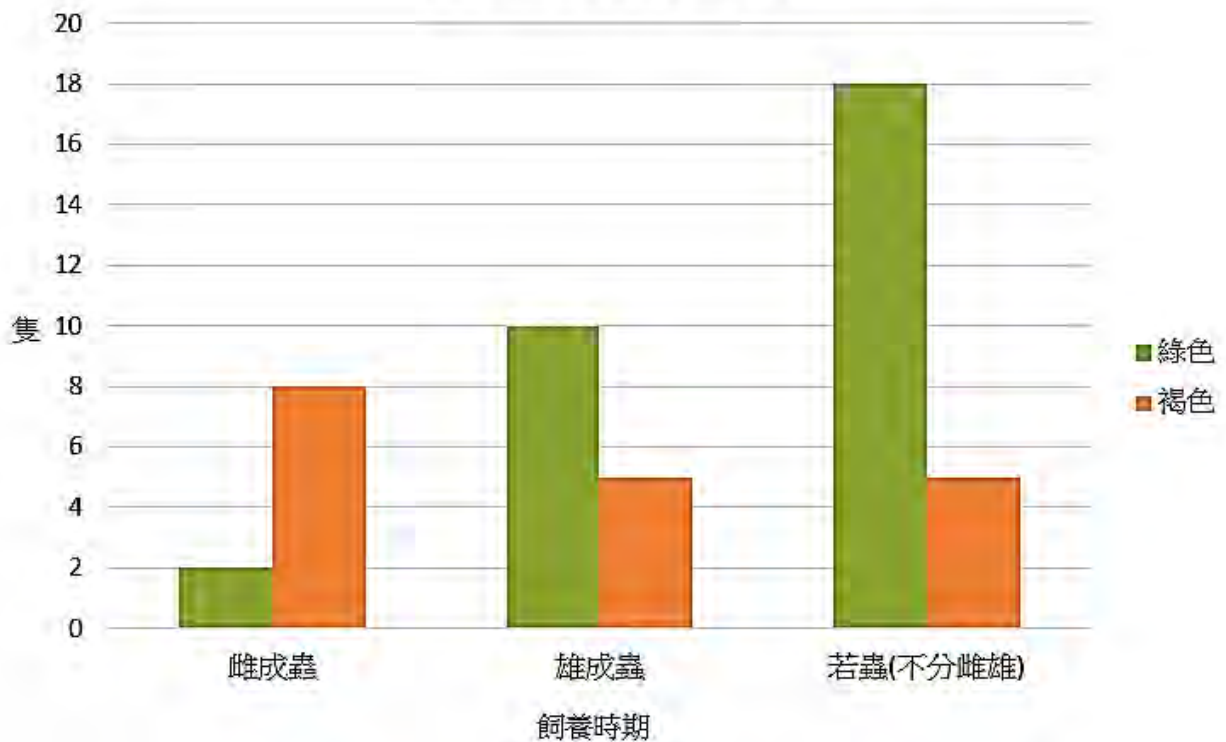
記錄 48 隻紅后負蝗，原皆為綠色，放置綠色網袋，15 天後，改變體色情形如下圖：

#### 綠色網袋飼養體色變化





## 綠色網袋飼養體色



- 結果：1.雌成蟲有 10 隻，綠色 2 隻與褐色 8 隻的比例為 1：4，褐色雌成蟲的比例較高。
- 2.雄成蟲有 15 隻，綠色 10 隻與褐色 5 隻的比例為 2：1，綠色雄成蟲的比例較高。
- 3.若蟲有 23 隻，綠色與褐色的比例為 18：5，綠色若蟲的比例較高。
- 4.綠色變成褐色有 18 隻，褐色變成綠色有 0 隻，沒有從褐色變為綠色，改變體色有無可逆性，希望再探究。

討論：在綠色網袋中，紅后負蝗改變體色有 38%，雌成蝗比雄成蝗體色褐色的比例較高，影響改變體色的因素，值得再進一步探討。

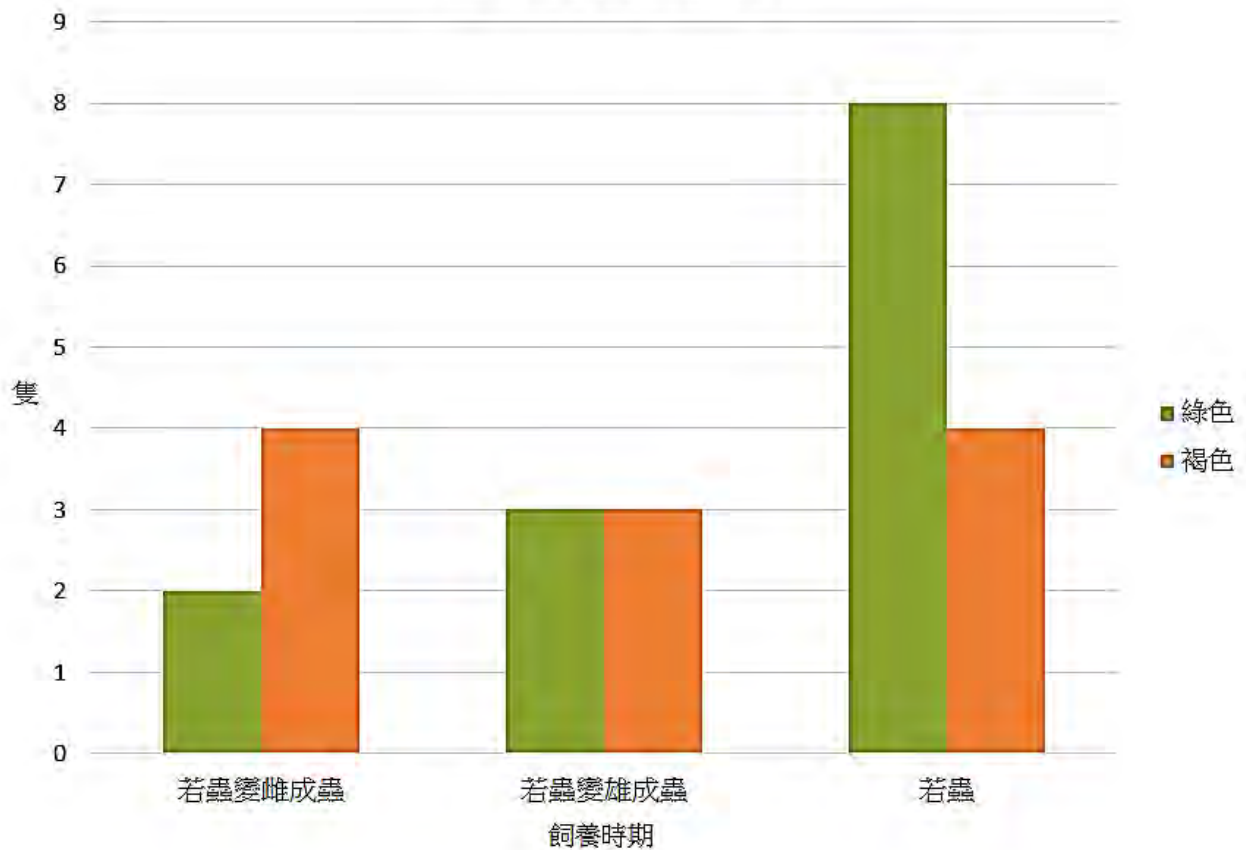
### (三)紅后負蝗改變體色的時期

統計 31 隻綠色紅后負蝗，於綠色網袋飼養 15 天後，改變體色情形如下表：

改變體色 (隻)	後	雌蝗成蟲	雄蝗成蟲	若蟲
	前			
有變色 (綠→褐)	若蟲	4	3	4
	成蟲	0	0	
無變色 (綠→綠)	若蟲	2	3	8
	成蟲	4	3	



## 綠色網袋飼養體色



結果：

- 1.若蟲蛻皮為雌成蟲有 6 隻，體色綠色 2 隻與褐色 4 隻，比例為 1：2，蛻皮為褐色雌成蟲的比例較高。
- 2.若蟲蛻皮為雄成蟲有 6 隻，體色綠色 3 隻與褐色 3 隻，比例為 1：1，蛻皮為褐色和綠色成蟲的比例一樣。
- 3.雌、雄成蟲的體色沒有變化。

雌蟲、雄蟲大多會在若蟲蛻皮為成蟲時變成褐色；若蟲時期也會改變體色為褐色。

### 三、紅后負蝗改變體色的影響因素

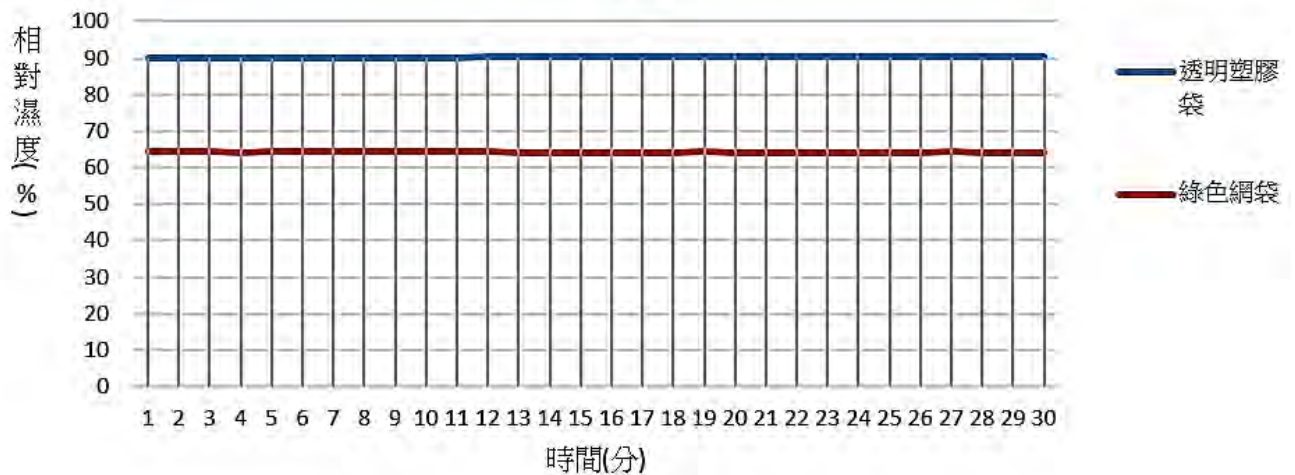
#### (一)綠色網袋、透明塑膠袋與菜園生活環境比較

從菜園捉回來的紅后負蝗大多是綠色，飼養於綠色網袋，部分變為褐色，飼養於透明塑膠袋顏色沒有變化，我們比較三種飼養環境的各項因素差異，如下表：

5/26	綠色網袋	透明塑膠袋	菜園	明顯差異
吃食食物	地瓜葉	地瓜葉	地瓜葉為主綠色	無

			菜葉	
環境顏色	綠色網狀	無色透明	綠色	✓
空間(袋面積)cm	22.5 x 37	24 x 37	無邊界	無
溫度(攝氏)	31.55 度	31.64 度	19-31 度	無
相對濕度	64.23%	90.25%	89-92%	✓
綠色變褐色	38%	0%	2%	✓

### 濕度



結果：環境顏色及相對濕度，兩項因素有較明顯的差異。

討論：綠色網袋的相對濕度明顯較低，因此我們設計實驗觀察。



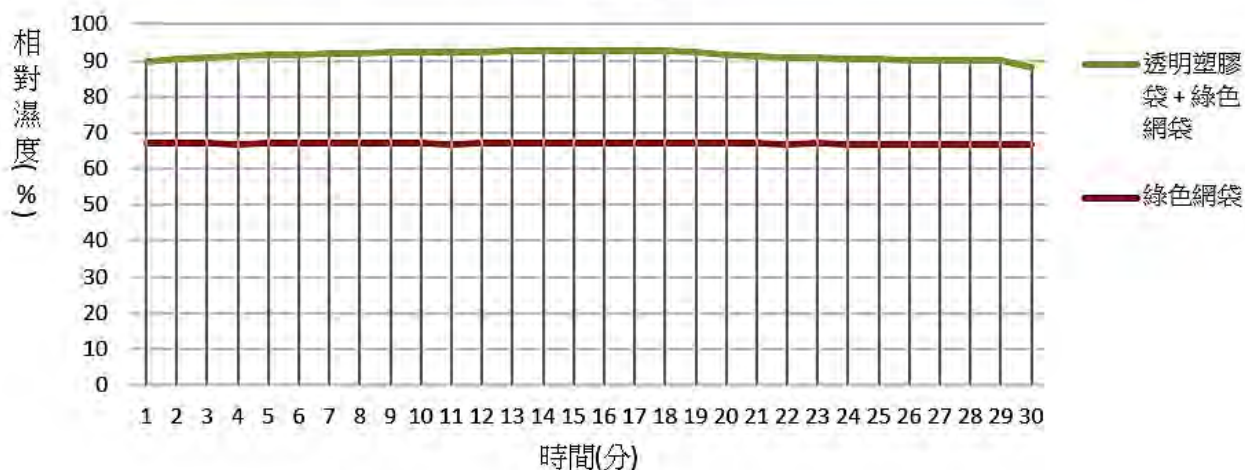
### (二)相對溼度的因素探討

將綠色若蟲，分別各放入綠色網袋及綠色網袋+透明塑膠袋，飼養 15 天後，各自

蛻皮為雌成蟲，結果如下表：

5/27	袋內相對濕度	袋內溫度(攝氏)	改變體色	紀錄時期
綠色網袋	66.91%	31.91 度	綠色→褐色	蛻皮前後
綠色網袋+透明塑膠袋	91.34%	31.88 度	綠色→綠色	蛻皮前後

濕度



結果：1.綠色網袋相對濕度明顯較低，溫度差異微小。

2.綠色若蟲蛻皮後變為雌成蟲，綠色網袋改變體色為褐色；綠色網袋+透明塑膠袋內紅后負蝗體色沒有變化。

討論：飼養環境的相對濕度較低時，會影響綠色雌若蟲蛻皮變為褐色雌成蟲。

### (三)環境顏色的因素探討

將四隻綠色若蟲，分別放置四個不同背景顏色(綠、褐、白、透明)的罐子飼養 7 天，

改變體色情形如下表：

罐子顏色	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天
綠色	綠	綠	綠	綠	綠	綠	綠
褐色	綠	綠	綠	綠(蛻皮)	角頭翅芽-褐	角頭翅芽背-褐	褐
白色	綠	綠	綠	綠	綠	綠	綠
透明	綠	綠	綠	綠	綠	綠	綠

結果：

1.以褐色飼養罐飼養的雌若蟲，7 天後體色變褐色，其他顏色罐子的若蟲沒有變色。

2.變色過程是蛻皮後開始，由①觸角②頭胸③背④腳⑤腹部，依序逐漸改變體色。

環境顏色會影響綠色雌若蟲的體色改變為褐色。

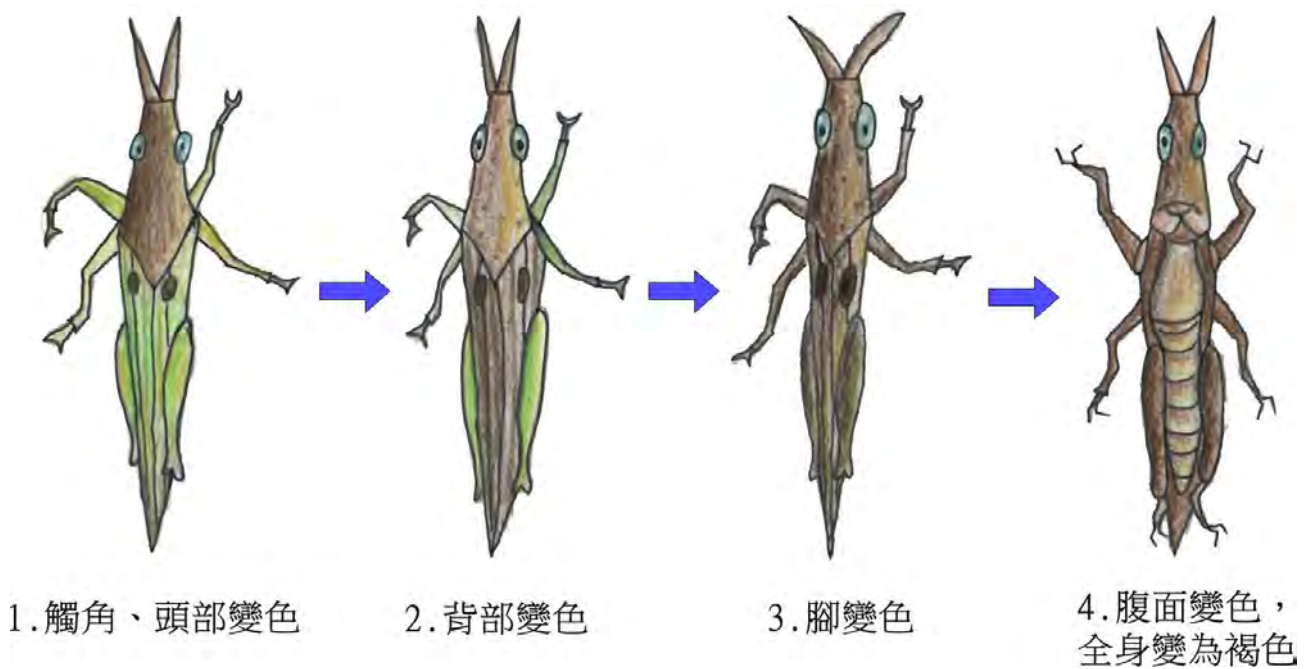


		
<p>褐罐原是綠色若蟲</p>	<p>褐罐若蟲體色變為褐色</p>	<p>綠罐若蟲體色還是綠色</p>

(四)紅后負蝗改變體色的過程

飼養發現，部分紅后負蝗蛻皮後體色會改變，從綠色變為褐色，改變體色是漸進的方式，先從觸角變色，然後頭、胸、背、腳、腹面，依序變色，全身體色變為褐色。

		
<p>從頭、胸部開始變色</p>	<p>接著腳變色</p>	<p>最後為腹面變色</p>



		
<p>一齡若蟲體色為綠色</p>	<p>有綠色、半褐及全褐色若蟲</p>	<p>頭胸背已漸變褐，腳和腹面綠色的雌成蟲</p>

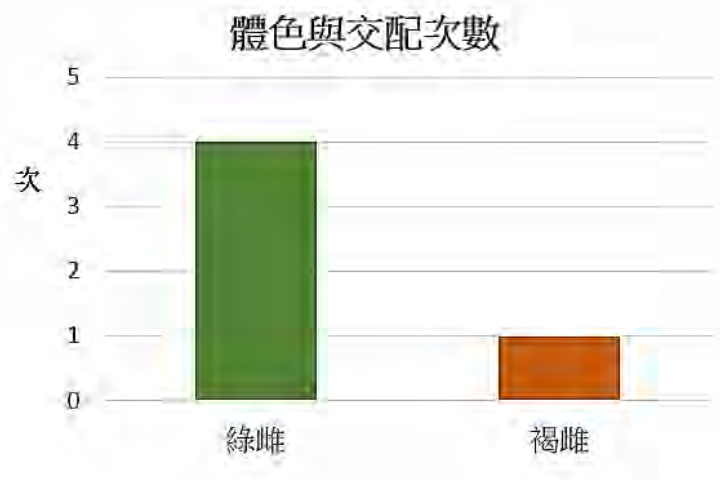
#### 四、紅后負蝗體色與求偶行為的相關

飼養過程發現，不同體色蝗蟲的求偶與交配的比例有明顯差異，因此，設計不同配對飼養觀察，紅后負蝗的體色是否會影響求偶交配的選擇性。

##### (一)雄蝗無競爭性選擇

於透明袋中，放入一隻綠雄蝗、一隻綠雌蝗、一隻褐雌蝗，飼養 14 日，觀察不同體色紅后負蝗的交配情形，結果如下圖表：

綠色雄	綠雌	褐雌	總計
交配次數	4	1	5



結果：總共交配 5 次，綠雄蝗與綠雌蝗次數 4 次，多於褐雌蝗的 1 次。

討論：1.綠雄蝗對綠雌蝗的求偶與交配次數高於褐雌蝗，是體色影響視覺效果或是選擇配偶的因素影響，希望再探討。

2.我們再試驗觀察一隻褐雄蝗、一隻綠雌蝗及一隻褐雌蝗的求偶與交配情形，也發現褐雄蝗先與綠雌蝗交配。

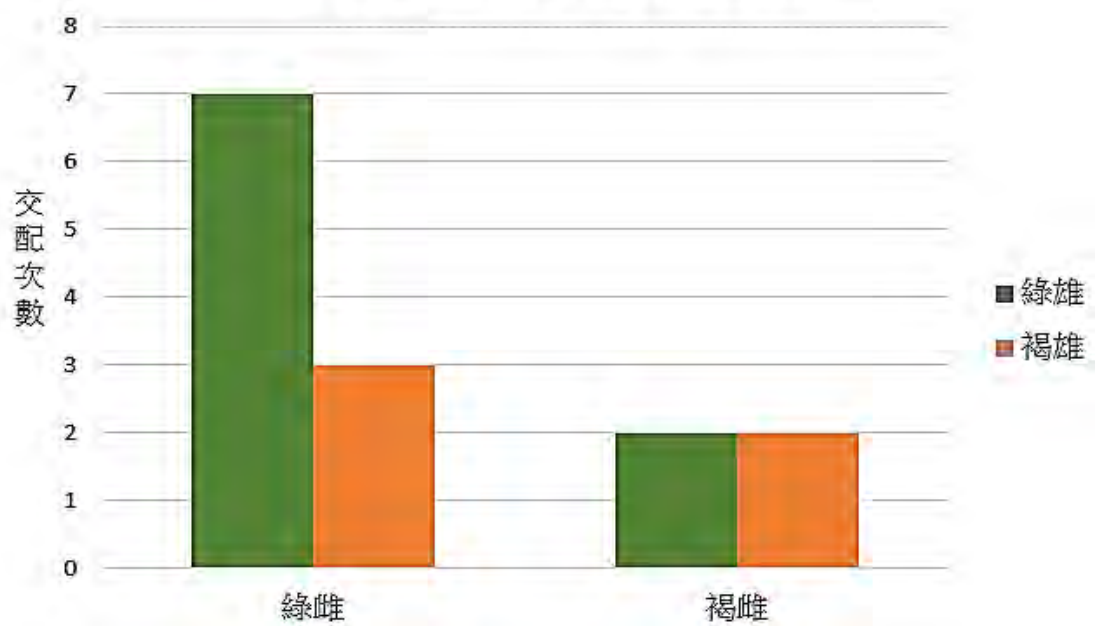


## (二)不同體色雄蝗有競爭性選擇

於透明袋(A)中，放入二雄(綠、褐)蝗和二雌(綠、褐)蝗，飼養觀察 14 日，體色與交配情形如下圖表：

	與綠雌交配(次)	與褐雌交配(次)	合計(次)
綠雄	7	2	9
褐雄	3	2	5
合計(次)	10	4	14

不同體色雄雌蝗交配情形



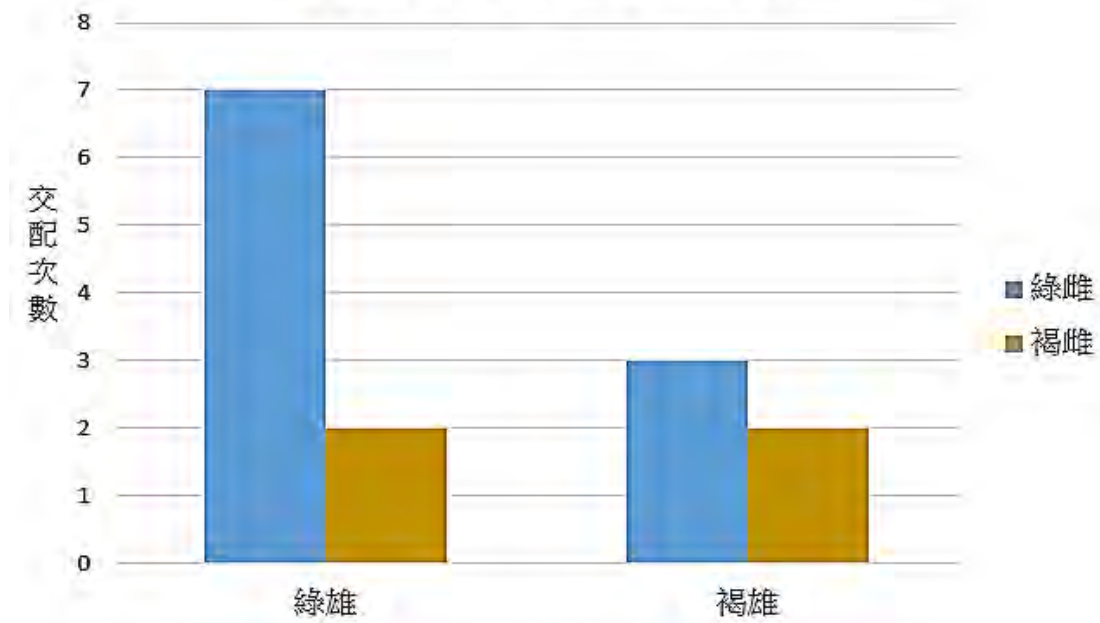
結果：1.總共交配 14 次，綠雌蝗與綠雄蝗 7 次比例最高。

2.綠雌蝗的交配次數共 10 次，多於褐雌蝗的 4 次。

3.綠雌蝗與綠雄對褐雄的交配比例為 7:3；褐雌蝗與綠雄對褐雄的交配比例為 1:1。



## 不同體色雄雌蝗交配情形

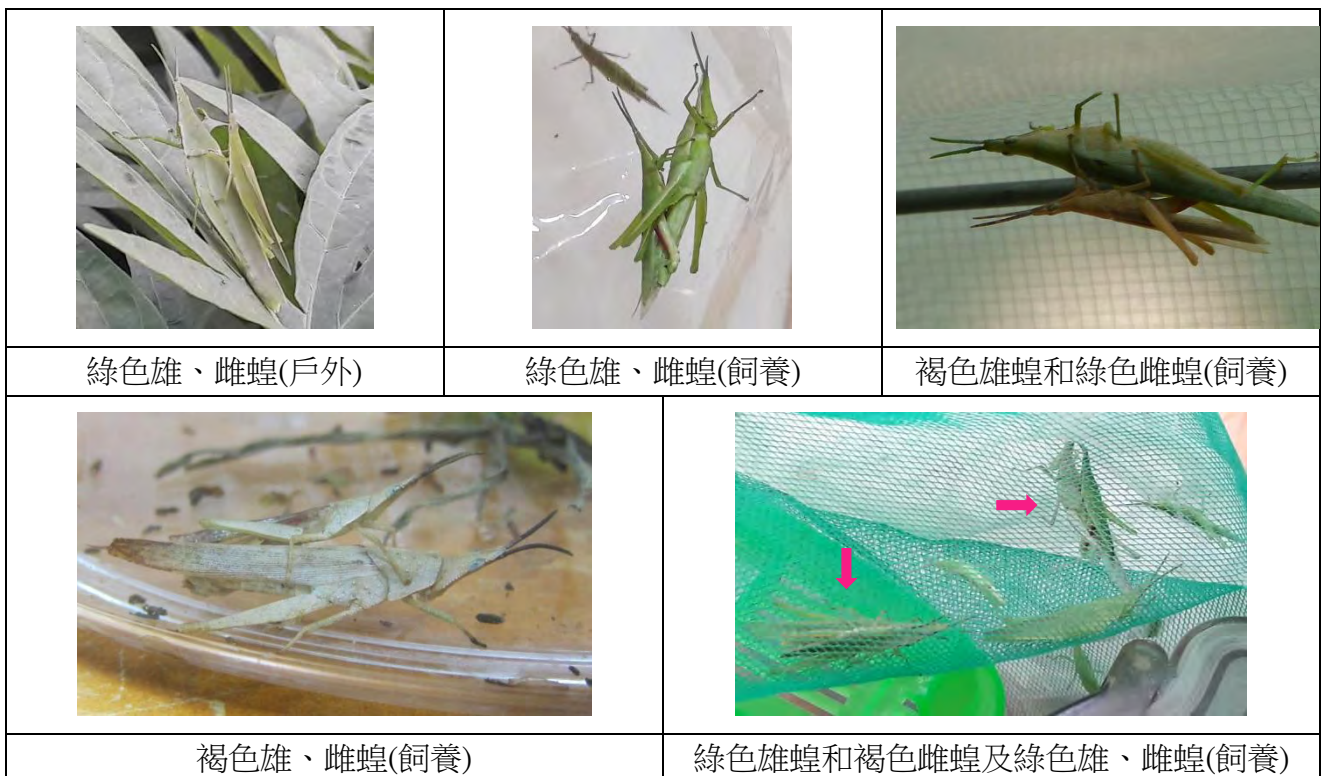


結果：1.綠雄蝗的交配次數共 9 次，多於褐雄蝗的 5 次。

2.綠雄蝗與綠雌對褐雌的交配比例為 7:2；褐雄蝗與綠雌對褐雌的交配比例為 3:2。

討論：我們觀察發現綠色雌、雄蝗的交配次數，都多於褐雌、雄蝗。文獻提到型態上或行為上的某些特徵，常常可以使動物在獲得配偶方面比同性其他個體佔有明顯優勢(尚玉昌編，2003)。我們推測是紅后負蝗的體色影響了性選擇或是視覺的結果。

綠色體色的紅后負蝗在求偶行為上，有比較大的優勢。





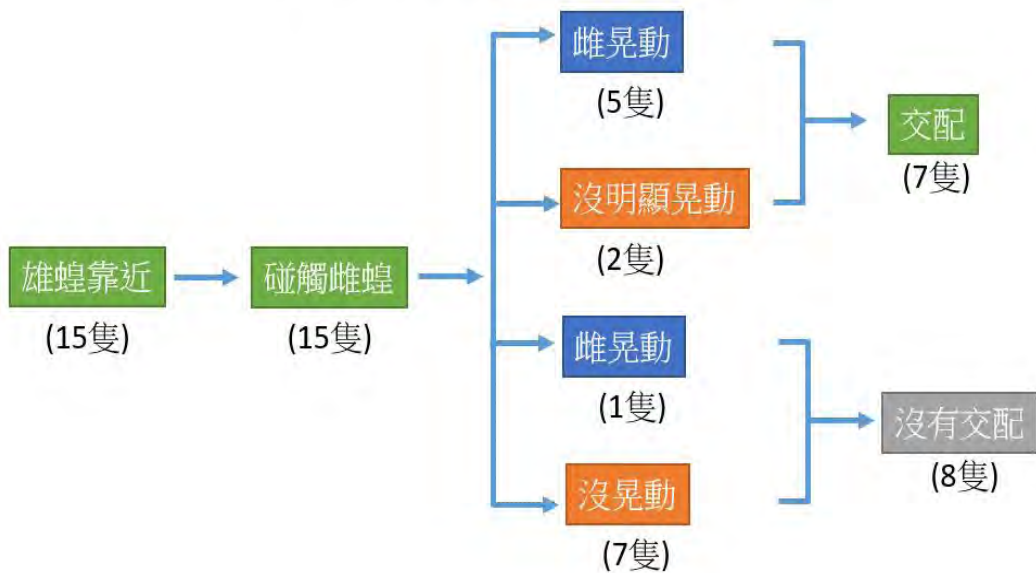
## 五、紅后負蝗的求偶行為與繁殖

### (一)求偶行為

#### 1.求偶與交配

觀察飼養的 15 隻雄蝗蟲的求偶與交配情形，發現飼養箱或塑膠袋內的雄蝗求偶動作，是先靠近雌蝗，再用腳或觸角碰觸雌蝗，雌蝗晃動身體，然後跳到雌蝗背上，再進行交配。求偶與交配情形，整理如下圖：

### 15隻雄蝗靠近雌蝗情形



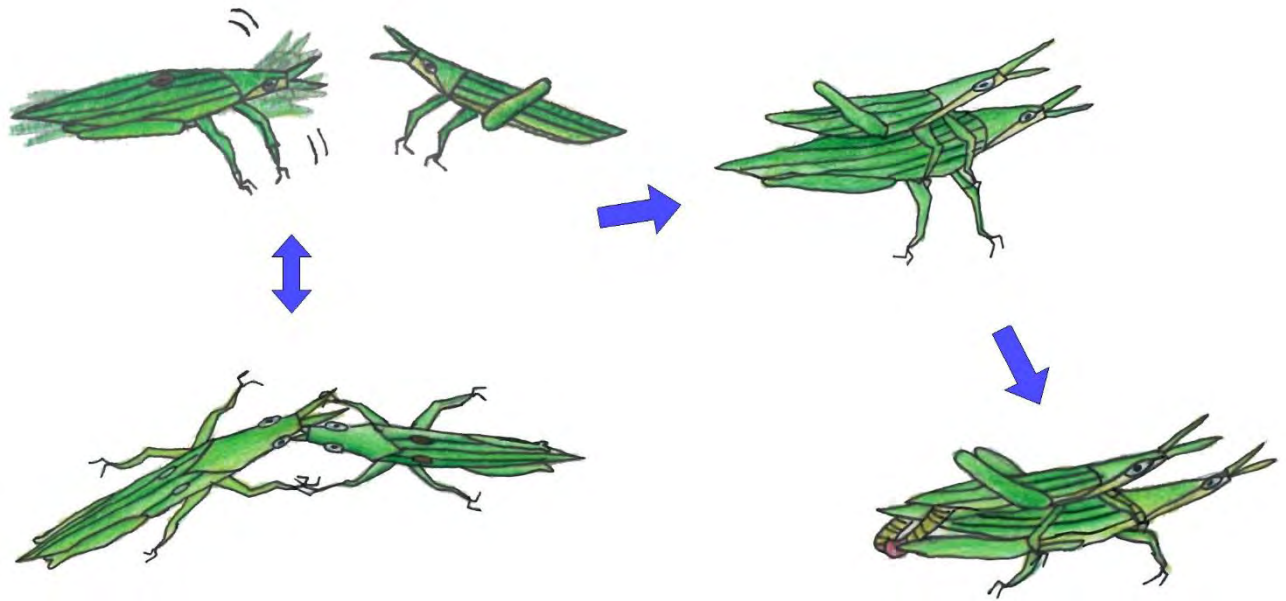
結果：15 隻雄蝗有靠近及碰觸的求偶動作，有 7 隻有成功交配，8 隻沒有交配。主要差異在於雌蝗蟲有沒有晃動身體，我們推測**雌蝗蟲的身體晃動**，是求偶行為是否達成交配的重要因素之一。

討論：我們的觀察發現包括雄蝗碰觸雌蝗、雌蝗晃動回應及雄蝗求偶動作後不一定有交配。

與文獻提到雄蝗的尋偶行為歷經了四個階段：認知雌蝗→接近雌蝗→跳到雌蝗背上→交配 (朱耀沂，2006)的描述有差異。

#### 2.求偶步驟

我們觀察發現，雌、雄蝗共處時，多數是由雄蝗先進行求偶行為；也有較少數情形是雌蝗會到雄蝗附近，先表現晃動身體的求偶行為，繪圖說明如下：



說明：(1)雄蝗：看見雌蝗(晃動)→靠近雌蝗→用腳碰觸雌蝗→跳到雌蝗背上→交配

(2)雌蝗：看見雄蝗在附近→上下晃動身體→讓雄蝗跳到背上→交配

討論：觀察發現有部分雄蝗跳上雌蝗背上卻被趕下來，**觀察有數次褐色雄蝗被趕下來**，有時是雌蟲準備產卵或其他因素。文獻提到大多數昆蟲的尋偶，並不是單靠一種感覺系統，而是依賴數種感覺系統，經過逐次確認後才進入最後的交配階段(朱耀沂,2006)因此歸納紅后負蝗的求偶行為運用視覺及觸覺確認與溝通的步驟，才能順利交配。

## (二)交配與產卵

### 1.交配時間

觀察記錄 14 對紅后負蝗交配時間，每 10 分鐘觀察一次，結果如下表：

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
開始	15:50	14:40	9:00	19:30	17:30	<b>9:00</b>	16:20	22:40	16:00	<b>12:20</b>	9:00	15:30	16:00	15:30
結束	17:40	15:20	9:40	20:30	21:30	<b>23:00</b>	20:20	24:10	21:50	<b>12:50</b>	12:00	16:00	22:20	20:20
時間 (分)	110	40	40	60	240	<b>840</b>	240	90	350	<b>30</b>	180	30	380	290

結果：(1)交配時段在上午、下午及晚上都有。

(2)交配時間最短 30 分鐘，最長 840 分鐘(14 小時)。




討論：我們觀察雌負蝗背負雄蝗的時間多，但有時是更換不同隻的雄負蝗，有時只有背負雄蝗但沒有交配。文獻提到多數雌負蝗 2 天以上背著雄蝗，一般蝗蟲交配時間是半小時到 48 小時，負蝗背著雄蝗比其他蝗蟲時間長(朱耀沂，2002)。這些行為令我們好奇希望再探討。

## 2.交配與產卵次數

觀察飼養的雌成蟲，發現雌成蟲會在交配數次後才產卵，觀察紀錄 26 日，於 3 個飼養環境各 1 隻雌蝗的交配與產卵情形，如下表：

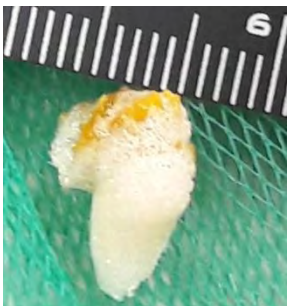


雌蟲繁殖情形	褐盒 A	褐盒 B	透明袋 B
交配次數	14	11	12
產卵次數	1	2	1

結果：觀察三隻雌蝗在交配 10 次以上才產卵 1 次，褐盒 B 在第 11 次交配後又第二次產卵。

		
綠雄綠雌交配	綠雌產卵	褐雌產卵




## 3.卵的形態

初產下一團橘色卵，然後產出白色卵泡，約有二十幾顆卵，被卵泡包圍，一段時間後變成褐色卵團，有時會在短時間內產下另一個卵團，共約 40-50 顆卵。

		
初產下為橘色卵，白色卵泡	變成褐色卵及卵泡	黑色透明昆蟲箱上的卵團

#### 4. 孵化小若蟲

去年 10 月初開始飼養於昆蟲箱的一隻雌成蟲產卵，11/10 日孵化 5 隻小若蟲，11/3 日又發現 3 隻初孵化的小若蟲，8 隻皆為綠色，腳是紅綠色，各約 0.4cm，第一次蛻皮後 8 隻體色為全身綠色。今年 5 月初時昆蟲箱飼養的褐色雌蟲產卵，孵化出 2 隻綠色小若蟲。

		
褐色的雌蟲產卵，孵化 2 隻綠色的小若蟲	1 齡小若蟲的腳紅綠色	菜園裡的小若蟲

#### 柒、研究討論

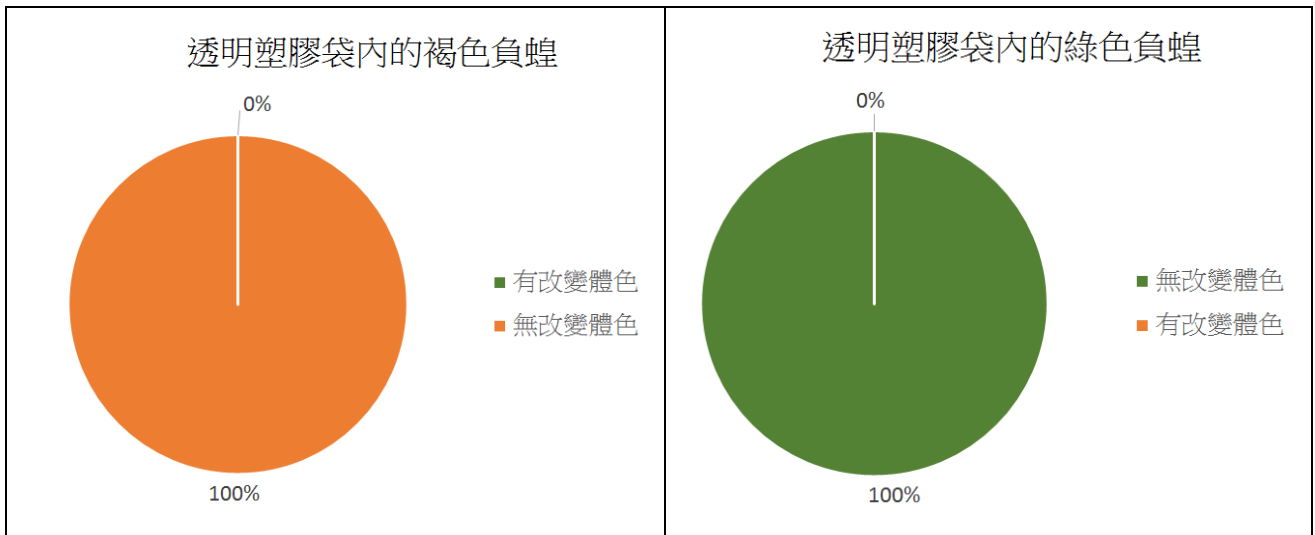
##### 一、紅后負蝗改變體色有無可逆性

##### (一) 相對濕度的影響

觀察透明塑膠袋內改變體色情形，將原綠色網袋的 30 隻紅后負蝗(綠色 11 隻，褐色 19 隻)，分別放入透明塑膠袋，用綠色草飼養，15 日後觀察體色改變情形，如下表：

改變體色 (隻)	後		雌蝗成蟲	雄蝗成蟲	若蟲
	前				
有變色 (綠→褐)	若蟲	0	0	0	
	成蟲	0	0	0	
無變色 (綠→綠) (褐→褐)	若蟲	1	2	8	
	成蟲	9	10		





結果：(1) 30 隻紅后負蝗放置於透明袋飼養 15 天，綠色及褐色的體色都沒有改變。




(2) 綠色若蟲蛻皮為綠色成蟲，褐色若蟲蛻皮為褐色成蟲，若蟲蛻皮後也沒有變色。

在透明袋內，相對溼度 90%，褐色紅后負蝗的體色，都沒有因為相對濕度提高而變回綠色。



## (二) 環境顏色的影響

將剛蛻皮後變成 2.4cm 褐色雌若蟲，放入綠色塑膠罐(相對濕度約 74%)，12 天後，身體大部分還是褐色，但觸角、後腿脛節，及腹面和背面銜接處有部分漸變綠色，沒有蛻皮生長，再經過 8 天後死掉，死亡時全身是褐色，是否不適應環境顏色對生長也有影響希望再觀察。我們推測在綠色環境飼養，對褐色紅后負蝗的改變體色，沒有明顯的可逆性。

		
1.剛蛻皮完漸變成褐色	2.觸角、後腿脛節有漸變褐色	3.放入綠色紙鋪的昆蟲罐
		
4.僅有觸角、後腿脛節有漸變綠色，其他部位褐色	5.僅有腹面和背面銜接處有部分漸變綠色，其他部位褐色	6.不久後死亡，全身褐色

## 二、環境顏色對改變體色的影響

將 5 隻原本體色都是綠色的若蟲，飼養於黑色透明昆蟲箱 15 天後，改變體色情形如下表：（測量黑色透明昆蟲箱相對濕度約 75%）

改變體色 (隻)	後	雌成蟲	雄成蟲	若蟲
	前			
有變色 (綠→褐)	若蟲	2		
	成蟲			
無變色 (綠→綠)	若蟲		1	
	成蟲	1	1	

結果：

- 1.兩隻若蟲蛻皮為雌成蟲，都有變為褐色；1 隻若蟲蛻皮為雄成蟲，沒有變為褐色。
- 2.雌成蟲及雄成蟲，都沒有變為褐色。

討論：黑色透明昆蟲箱內，若蟲蛻皮為雌成蟲都有變為褐色，但若蟲蛻皮為雄成蟲沒有變為褐色。文獻提到剛孵化的一齡若蟲都是綠色，在黑色紙養蟲箱飼養，雌蝗會變成褐色保護色，大部分雄蝗還是綠色(朱耀沂，2002)。

雌若蟲蛻皮時改變體色，受到環境顏色影響；雄若蟲沒有受到環境顏色影響。

### 三、不同體色雄蝗佔據雌蝗行為

將 1 隻綠雌蝗與 5 隻雄蝗飼養於透明塑膠袋中，牠們的體長與體色紀錄如下表：

	雌蝗	雄蝗 A	雄蝗 B	雄蝗 C	雄蝗 D	雄蝗 E
體長(cm)	3.4	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0
體色	綠	綠	綠	綠	綠	綠紅

觀察 15 天發現每天雌蝗身上都有背著雄蝗。但是其中有 4 天，都是綠紅雄蝗 E 都在雌蝗背上，只有 1 天有交配，其他時間綠紅雄蝗 E 都是整天在雌蝗背上。文獻提到負蝗雖長時間留在雌蟲背上，但未看到監視雌蟲產卵的現象(朱耀沂，2002)。其他 4 隻雄蝗並沒有此行為，推測可能是雄蝗 E 的體色不同，在雌蝗選擇配偶時可能相對較弱勢，所以有此佔據動作。

紅后負蝗的體型是雌大雄小，我們發現當雄蝗在雌蝗背的正上方，用前 2 對腳抱住雌蝗時，雌蝗不容易將雄蝗趕下。另觀察發現綠雌蝗有跳遠離綠紅雄蝗的動作，並且當有其他綠色雄蝗要搶奪交配時，綠雌成蝗也會用後腿將綠紅雄蝗踢開，我們推測綠紅雄蝗的體色可能是綠雌蝗性選擇時，較弱勢的因素。

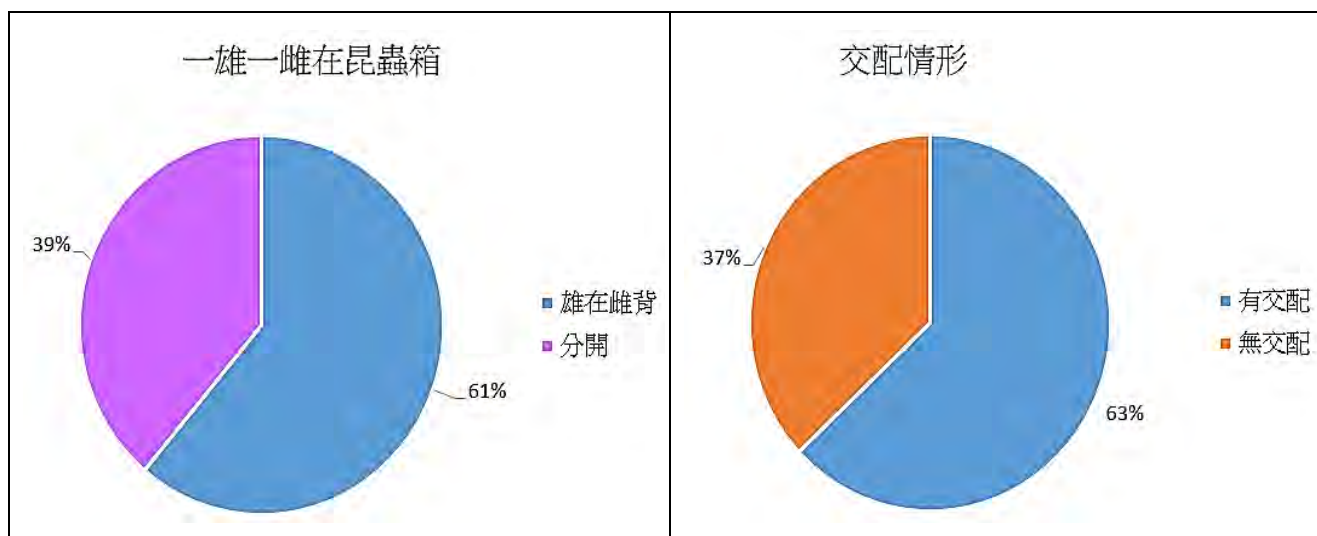
		
綠紅雄蝗與綠雌蝗交配	綠紅雄蝗在雌蝗背上無交配	綠雄蝗搶奪交配時，雌蝗用後腿踢趕綠紅雄蝗

### 四、雄蝗與雌蝗的背負與交配

飼養過程發現，雌蝗常背負雄蝗，卻不一定每次都有交配，我們觀察記錄一對綠色雌、雄蝗單獨飼養 36 天，其中有 22 天雄蝗在雌蝗背上。共紀錄有 27 次背負，其中



有 17 次有交配；有 10 次無交配。雄蝗在雌蝗背上的天數有 61%，而無交配的情形也有 37%，並不是每次背負都有交配。另外也發現在雌蝗產卵後，比較常發現雌蝗背負雄蝗而無交配的情形，此時期的背負動作，可能與求偶行為意義不同。



## 五、誘捕雄蝗試驗

我們希望將紅后負蝗體色與求偶交配的研究結果，應用於實際誘捕蝗蟲，文獻提到負蝗的交配行為，初步的觀察結果，當雄蟲發現雌蟲，馬上跳上雌蟲背上開始進行交配(朱耀沂，2002)。因此，設計不同顏色假雌蝗的誘餌試驗。

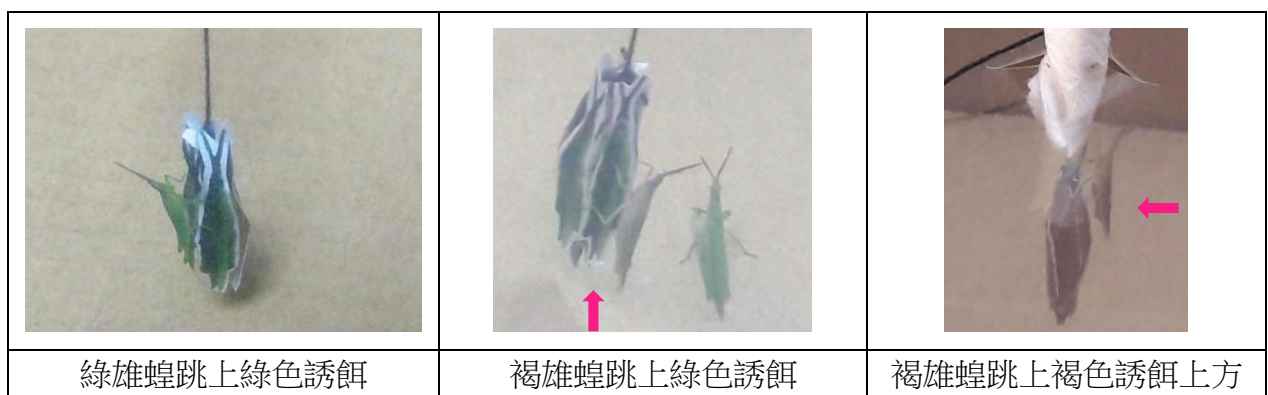
參考文獻提到雄負蝗偏愛藍色誘餌(陳曦，2007)，另文獻提到蝗蟲較喜歡紅色光(陳曦，2007；劉宇陽等，1988)，因此我們也加上藍、紅色誘餌，並以雌蝗平均體長及胸寬，製作列印不同雌負蝗體色(綠、褐、藍、紅色)的誘餌。試驗時於箱內放入綠、褐色雄成蝗各一隻，用各顏色誘餌輪流各試驗 24 小時後，結果如下表：

綠、褐雄蝗	綠雌蝗圖樣	褐雌蝗圖樣	藍雌蝗圖樣	紅雌蝗圖樣
跳上次數	2	1	0	0

討論：1.綠雌蝗誘餌，誘捕綠、褐雄蝗各 1 次，共 2 次；褐雌蝗誘餌，誘捕褐雄蝗 1 次；藍、紅色誘餌誘捕結果都是 0 次。

2.綠雌蝗誘餌誘捕效果較佳，可能是顏色較接近綠雌蝗。

3.我們研究結果與文獻提到雄負蝗偏愛藍色誘餌(陳曦,2007),的研究結果不同。我們研究發現**雄蝗碰觸雌蝗及雌蝗晃動**，是紅后負蝗是否跳上與交配成功的重要因素，推論**這些誘餌沒有具備此 2 項條件所以誘捕效果不好**。



## 捌、研究結論

### 一、紅后負蝗的形態與生長

#### (一) 雌蝗與雄蝗的體色與體長

雌、雄紅后負蝗的體色有綠色、褐色及綠加紅色。雌蝗的成蟲明顯大於雄蝗，雌蝗成蟲體長平均 3.11cm，雄蝗成蟲體長平均 1.98 cm，都比文獻紀錄較短。

#### (二) 飼養生長過程

初孵化若蟲約 0.4cm，我們飼養雄蝗蟲從 11/17 日經過 5 次蛻皮後，隔年 1/20 日共 65 天，成為體長 2.1cm 的成蟲。

#### (三) 菜園裡的紅后負蝗

菜園裡的紅后負蝗主要棲息葉菜類下層，以地瓜葉最多，還有萵苣及其他葉菜類，吃食棲息處的菜葉，體色綠色不容易辨認，保護色良好。

106.10~107.02 期間，菜園 2 個地瓜葉區共抓到 267 隻，以 106.10 月數量最多，

107.02 數量最少；氣溫愈低，抓到負蝗數量愈少。

## 二、紅后負蝗的改變體色情形

### (一) 菜園的紅后負蝗體色調查

我們在菜園發現的，在綠色地瓜葉區，有 97%紅后負蝗體色為綠色，2%是褐色，1%是綠紅色，大多符合與環境相似的保護色。

### (二) 綠色網袋內飼養紅后負蝗的改變體色

在綠色網袋相同飼養環境，紅后負蝗體色卻不同。若蟲蛻皮為褐色雌成蟲的比例較高；綠色若蟲的比例較高。雌蟲、雄蟲大多會在若蟲蛻皮為成蟲時變成褐色；若蟲時期也會改變體色；雌、雄成蟲的體色沒有變化。將綠色和褐色紅后負蝗放置於透明袋飼養 15 天，體色都沒有改變。

## 三、紅后負蝗改變體色的影響因素

### (一) 影響紅后負蝗改變體色的因素

綠色網袋、透明塑膠袋與菜園生活環境比較發現，相對濕度及環境顏色，兩項因素有較明顯的差異。觀察與實驗發現：

- 1.綠色若蟲蛻皮後變為雌成蟲，綠色網袋改變體色為褐色；綠色網袋+透明塑膠袋內紅后負蝗體色沒有變化，推測飼養環境的相對濕度較低時，會影響雌若蟲蛻皮變為成蟲時體色為褐色。
- 2.以褐色飼養罐飼養的雌若蟲，7 天後變褐色雌若蟲，綠色、白色及透明罐子的若蟲沒有變色。推測飼養環境的顏色，會影響雌若蟲蛻皮後的體色。
- 3.我們統計發現**相對濕度和環境顏色會影響雌蟲改變體色；相對濕度會影響雄蟲改變體色。**

### (二) 紅后負蝗改變體色的過程

觀察發現紅后負蝗改變體色大多在蛻皮後，從綠色變為褐色，過程是漸進的方式，先從觸角變色，然後頭部、胸部，再來是背部，接著是腳，最後腹面變色，整隻體色變為褐色。體色變為褐色的紅后負蝗，目前沒有發現變回綠色體色。

#### 四、紅后負蝗體色與求偶行為的相關

觀察發現綠、褐雄蝗對綠雌蝗的求偶與交配次數都高於對褐雌蝗；綠雌蝗與綠雄，相對於與褐雄蝗的交配比例較高；綠色雌、雄蝗蟲交配的總次數也多於褐色蝗蟲。我們推測綠色體色的紅后負蝗在求偶行為上，有比較大的優勢。

#### 五、紅后負蝗的求偶行為與繁殖

##### (一) 求偶行為

雄蝗有靠近及碰觸的求偶動作，觀察發現雌蝗蟲的身體有晃動，是達成交配的重要因素之一。雌雄蝗共處時，多數是由雄蝗先求偶行為；也有較少數情形是雌蝗先表現晃動身體的求偶動作。雄蝗的求偶步驟是，看見雌蝗(晃動)→靠近雌蝗→用腳碰觸雌蝗→跳到雌蝗背上→交配。觀察歸納，紅后負蝗的求偶行為包括視覺及觸覺確認與溝通的步驟，才能順利交配。

##### (二) 交配與繁殖

紅后負蝗交配時段在上午、下午及晚上都有，交配時間有 0.5 小時至 14 小時。雌負蝗背負雄蝗的時間多，但有時是更換不同隻的雄負蝗，有時只有背負雄蝗但沒有交配。雌負蝗會在交配數次後才產卵。初產下一團橘色卵，然後產出白色卵泡，變成褐色卵團，一個卵團約有二十幾顆卵。一段時間後陸續孵化綠色小若蟲。

#### 玖、未來展望與建議

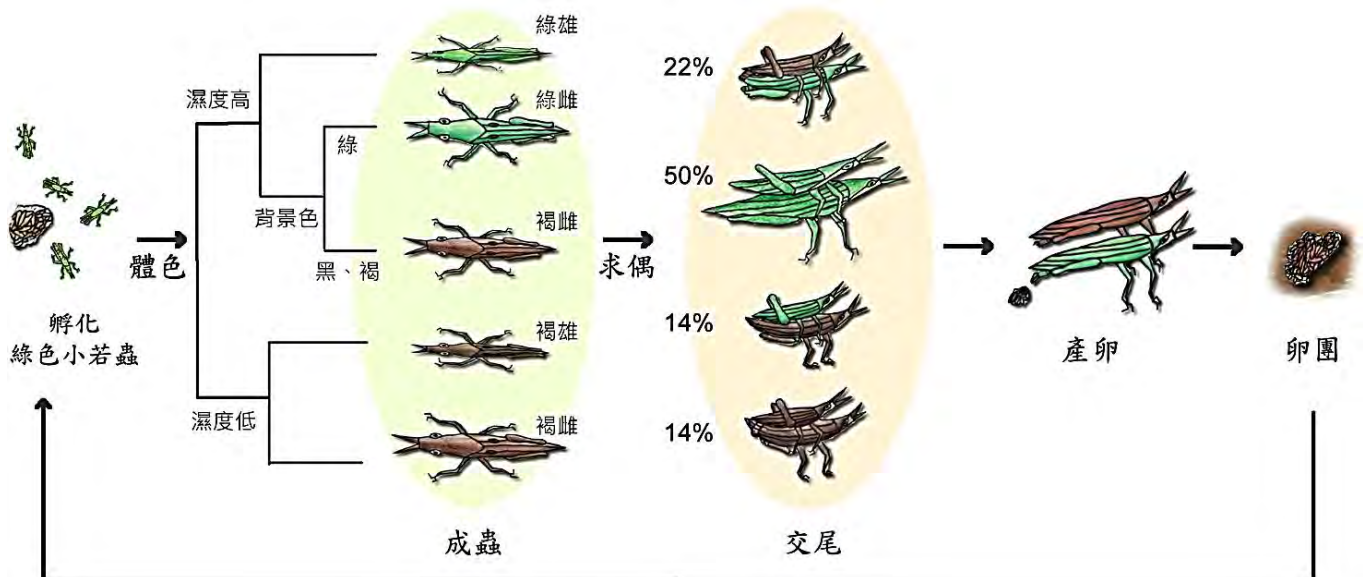
一、多數資料介紹紅后負蝗有綠色和褐色二種或二型，但是我們研究發現紅后負蝗初孵化綠色小若蟲，受到生長環境影響改變體色，相對濕度是重要影響因素，目前尚未查到此相關文獻，希望未來能更詳細探究所有影響因素，包括相對濕度影響改變體色的臨界點，及濕度影響改變體色的關鍵時期等。

二、紅后負蝗的求偶與繁殖行為，發現許多有趣的現象，例如體色對求偶行為的影響、

交配幾次才產卵，及有背負卻沒有交配等，在和文獻內容相聯結時，能更生動的感受負蝗的行為意義，希望能再增加研究數量與時間作更完整的研究。

三、紅后負蝗在菜園裡有良好的保護色不易被發現，求偶與繁殖行為頻繁，而目前菜園的防治方式對紅后負蝗沒有明顯效果，我們希望能發揮創客的精神，思考應用手作器材，加上資訊科技的運用，設計符合誘捕紅后負蝗的誘餌，期望能提高誘捕效果，以提供菜園防治紅后負蝗的參考。

### 紅后負蝗體色、求偶與繁殖



### 拾、參考資料

王純姬等(2014)。國小自然與生活科技第六冊-第三單元動物世界面面觀。新北市：康軒。

朱耀沂(2002)。午茶昆蟲學。台北市：玉山社。

朱耀沂(2006)。情色昆蟲記。台北市：商周。

尚玉昌編(2003)。行為生態學。台北市：五南。

林惠雯(2016.09)。在草叢裡跳躍的蝗蟲。少年牛頓，144期，p.14-29。

林義祥(2001.08.28)。嘎嘎昆蟲網-紅后負蝗。2017.09.15 檢索自:

<http://gaga.biodiv.tw/new23/9311/k54.htm>

張永仁(1998)。昆蟲圖鑑。台北市：遠流。

陳曦(2007)。盲目的綠精靈--紅后負蝗的視覺感官之研究。第47屆全國中小學科學展覽會。

2017.09.12 檢索自: <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/high/031718.pdf>

黃文伯、張原謀、莊榮州(2016.11.24)。台灣生命大百科-臺灣負蝗。2017.09.16 檢索自:

<http://taieol.tw/pages/212387>

劉宇陽等(1988)。荒野大鏢客--蝗蟲。第28屆全國中小學科學展覽會。2017.10.12 檢索自:

<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/28/pdf/28m/094.pdf>

## 【評語】 080311

本篇探討紅后負蝗改變體色的成因、及有趣的求偶行為。從飼育觀察的過程中檢證環境溫溼度與體色變化間的關係，也仔細觀察其求偶行為與昆蟲體色的關聯性；從觀察與實驗中發現濕度與環境色是造成體色改變的主因、體色與是否傳遞交配訊息影響交配的成功率。研究過程記錄詳實，學生參與度高。研究發現對於未來研究紅后負蝗頗具價值，建議可繼續往下深入探討體色差異對紅后負蝗的影響。



## 摘要

紅后負蝗是菜園常見昆蟲，調查體色主要為綠色，少數褐色及綠紅色。棲息於地瓜葉、萵苣等，吃食菜葉。氣溫愈低，負蝗數量愈少。研究發現：一、相對濕度較低，會影響若蟲蛻皮時、及若蟲蛻皮為雌、雄成蟲，改變體色為褐色。環境顏色也會影響若蟲蛻皮為雌成蟲時改變體色。二、改變體色的步驟，從觸角、頭、胸、背、腳、腹部，依序變為褐色。三、綠雌蝗對綠雌蝗的交配次數高於褐雌蝗，綠雌蝗交配總次數也多於褐雌蝗；負蝗體色可能影響求偶行為與繁殖。四、雌蝗求偶步驟：看見雌蝗→靠近雌蝗→用腳碰觸雌蝗→跳到雌蝗背上→交配，而雌蝗身體晃動是達成交配重要因素。五、雌蝗交配數次才產卵，約 20 幾顆卵被卵泡包圍，一段時間後陸續孵化綠色小若蟲。

## 壹、研究動機

樂齡菜園裡有紅后負蝗，把地瓜葉、空心菜等葉菜類的葉片啃食得坑坑洞洞的，而且跳來跳去的不容易捕捉。我們把菜園裡的綠色紅后負蝗捉回來飼養，發現綠色網袋內飼養的負蝗體色有綠色，有的卻變成褐色了，生物老師說紅后負蝗有 2 種顏色，綠草地上褐雌蝗會被吃掉剩綠色蟲，褐草地上綠雌蝗會被吃掉剩褐色蟲，在五下第三單元「動物世界面面觀」有介紹動物的防禦及繁殖行為等，紅后負蝗在綠色網袋內改變體色是保護色的影響嗎？且我們也常發現雌雄交配與產卵的有趣現象，這些都令我們很好奇想探究，希望透過研究能對紅后負蝗的知識及行為有更多瞭解，並對防治紅后負蝗為害農作物提供參考。

## 貳、研究目的

- 一、瞭解紅后負蝗的形態與生長
- 二、探討紅后負蝗的改變體色情形
- 三、探討影響紅后負蝗改變體色的因素
- 四、探討紅后負蝗體色與求偶行為的相關
- 五、探討紅后負蝗的求偶行為與繁殖

## 參、文獻探討

### (一) 紅后負蝗的認識

紅后負蝗俗稱尖頭蚱蜢、錐頭蝗，又稱中華負蝗、短額負蝗、中華短額負蝗，普遍分布於平地至低海拔山區（林義祥，2001.08.28）。

體色綠色或黃褐色，頭部尖，觸角短位於頭頂尖端，頭部側緣具顆粒狀斑點，後腳腿節較粗，後翅基部紅色，成蟲翅狹長超過腹部。（林義祥，2001.08.28；黃文伯、張原謀、莊榮州，2016.11.24）。

棲息草叢，取食各種植物，以植物莖葉為食，習性機敏，擅於跳躍，保護色良好（林義祥，2001.08.28；黃文伯、張原謀、莊榮州，2016.11.24）。成蟲全年可見，是台灣最常見的負蝗（張永仁，1998）。

### (二) 紅后負蝗的相關研究

我們蒐集紅后負蝗的相關研究有：盲目的綠精靈--紅后負蝗的視覺感官之研究（陳曦，2007），相關結論如下：

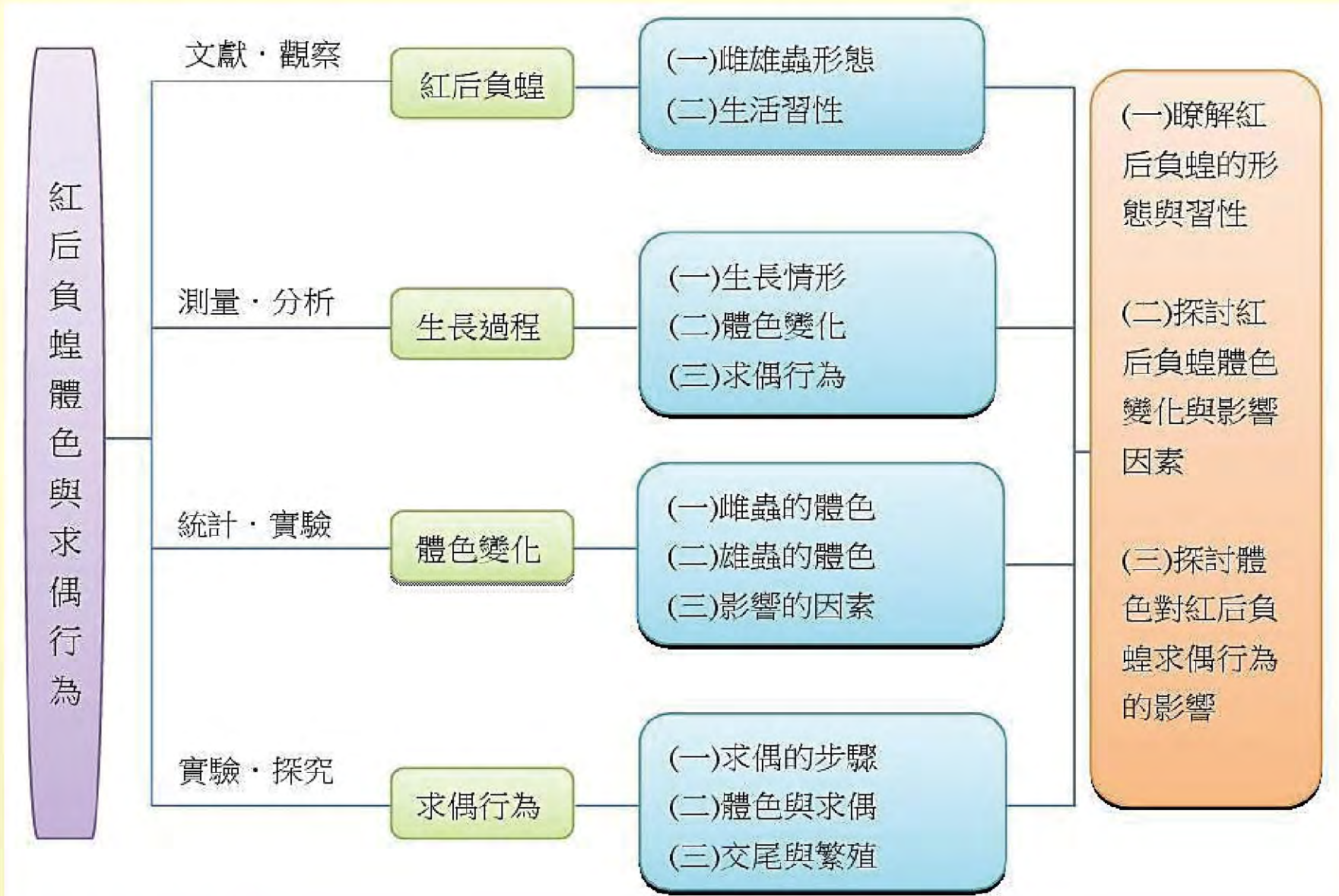
1. 雄負蝗喜歡藍色，33 公釐，具有觸角，擺在右前方 5 公分的誘餌。
2. 面對活雌蟲和誘餌時，比較喜愛誘餌，選擇活雌蟲的雄蟲比較表現要交配的樣子。
3. 紅后負蝗對紅光較有反應，偏右邊跳。

## 肆、研究設備與器材

飼養器材	綠色網袋、塑膠袋、昆蟲箱、昆蟲罐、菜葉、巴西地毯草
記錄器材	錄影機、電腦、平板電腦、數位相機、腳架
觀察器材	放大鏡、解剖顯微鏡
測量統計	量尺、溫溼度偵測器、筆電、溫溼度計、碼表、excel 軟體
實驗器材	自製實驗箱、綠色網袋、塑膠袋、昆蟲箱、昆蟲罐
其他	剪刀、美工刀、切割墊、標籤貼紙、雲彩紙、色紙、紙箱、細繩等

## 伍、研究方法

### 一、研究架構圖



### 二、研究過程與步驟

#### (一) 飼養觀察

1. 從菜園捕捉紅后負蝗飼養觀察記錄形態，查圖鑑以確定紅后負蝗的類別。
2. 教室內以綠色網袋、透明塑膠袋及昆蟲箱，飼養紅后負蝗，並編號記錄，定時觀察記錄生長、體色及繁殖行為等習性。



#### (二) 戶外觀察

我們從 106.09-107.06 觀察前鎮區樂齡菜園裡的紅后負蝗，每週定期紀錄 2 區（每區 5.4 平方公尺）地瓜葉種植區的紅后負蝗數量變化、體色、吃食菜葉種類，及繁殖行為等。

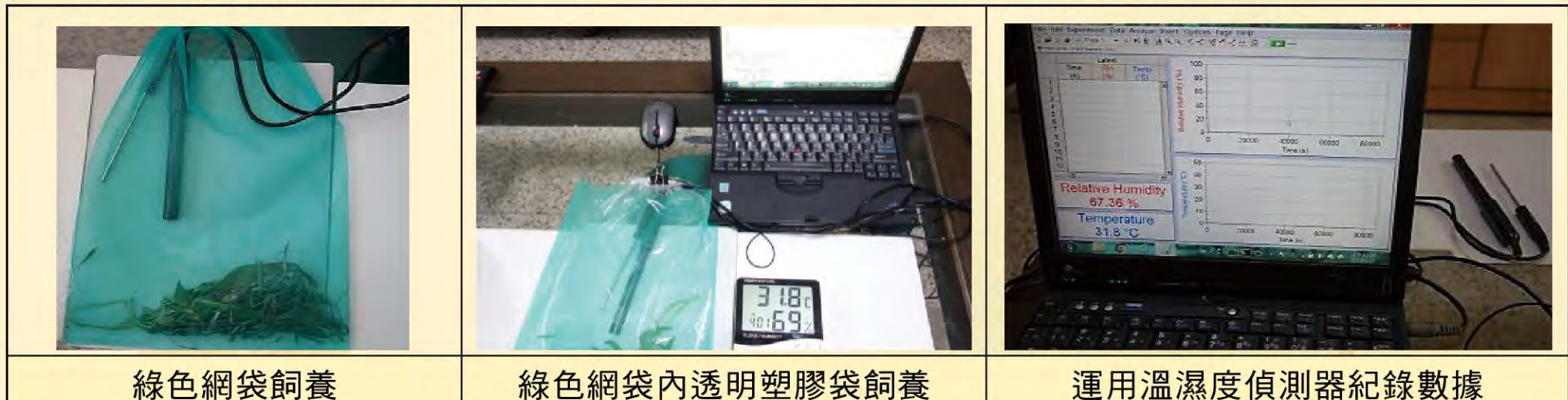


#### (三) 測量統計

1. 每天定時測量記錄紅后負蝗的體長，並統計分析。
2. 更換不同飼養裝置，測量記錄溫、濕度，觀察改變體色情形，並記錄及拍照。
3. 記錄及拍攝紅后負蝗的求偶與繁殖行為，運用 excel 作統計分析。

#### (四) 實驗分析

1. 相對濕度改變體色實驗  
將綠色若蟲分為 2 組環境飼養，控制組為綠色網袋飼養，實驗組為綠色網袋內放透明塑膠袋飼養，兩組都餵食地瓜葉，測量 2 組飼養環境，僅相對濕度有明顯差異。



#### 2. 環境顏色改變體色實驗

- (1) 將菜園抓回的紅后負蝗飼養於綠色網袋，再將不同體色與性別的蝗蟲分別飼養於無色透明塑膠袋，觀察記錄改變體色。
  - (2) 將 4 隻 1.5cm 綠色若蟲分為 4 組，分別飼養於圍著不同顏色紙張的昆蟲罐內（控制組-透明、實驗組-綠、實驗組-褐、實驗組-白），放置 7 天後，記錄改變體色情形。
  - (3) 將剛蛻皮變色的褐色雌若蟲，改為飼養於黑色昆蟲罐內，觀察記錄改變體色情形。
3. 不同體色成蟲求偶與繁殖試驗  
(1) 將不同體色的成蟲，1 隻綠雌蝗及 1 隻綠雌蝗及 1 隻褐雌蝗放在同一透明塑膠袋，觀察記錄體色對求偶行為是否有影響。
  - (2) 將不同體色的成蟲，2 隻雄蝗（綠、褐）、2 隻雌蝗（綠、褐），放在同一透明塑膠袋，觀察記錄體色對求偶行為是否有影響。

#### 4. 誘餌釣蝗試驗

根據實際雌蝗身形比例，列印製作四個不同顏色（綠、褐、藍、紅）雌蝗圖形的誘餌，放入實驗觀察箱，觀察記錄雄蝗跳上不同誘餌的次數。



## 陸、研究結果

### 一、紅后負蝗的形態與生長

紅后負蝗的學名為 *Atractomorpha sinensis*，分類於動物界 / 節肢動物門 / 昆蟲綱 / 直翅目 / 負蝗科。

#### (一) 雌蝗與雄蝗的體色

我們在菜園發現的紅后負蝗有雌、雄成蟲，也有若蟲，體色主要為綠色，另有少數是淺褐色。多數菜園雌蟲全身綠色，飼養後有部分漸漸變色為褐色有部分深褐色斑點；雄蟲有全身綠色，飼養後有部分漸漸變色為褐色，有少數為背部中間及腳為紅色的綠紅色蟲體。



#### (二) 紅后負蝗的體長

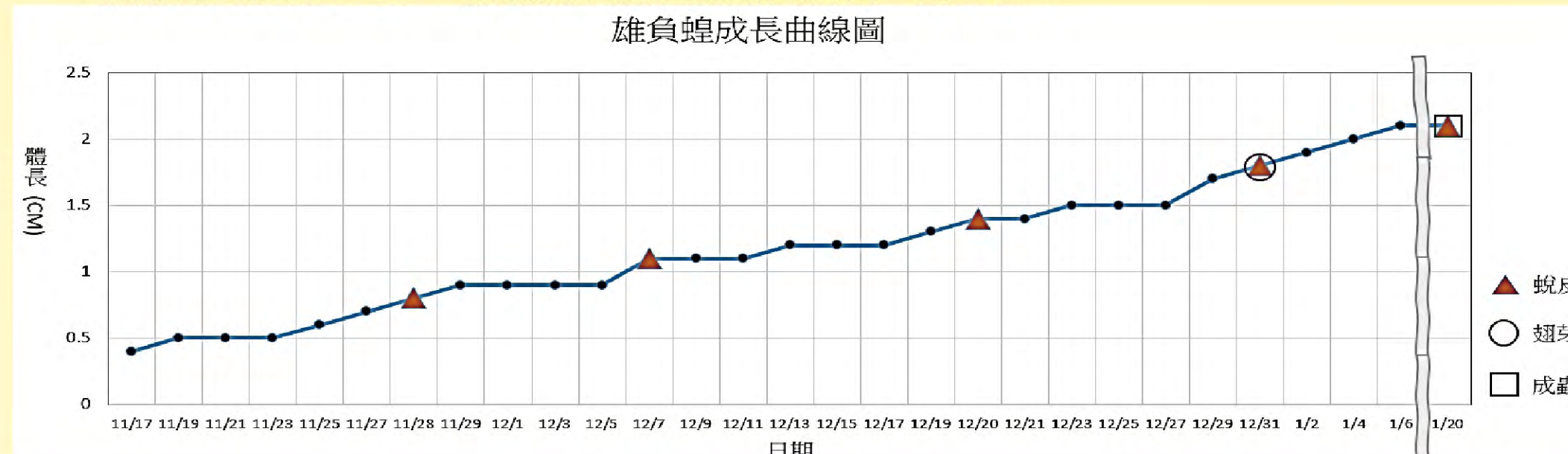
紅后負蝗的成蟲，雌蝗明顯大於雄蝗，我們測量菜園捕捉及飼養長大的，雌蝗與雄蝗各 10 隻的體長（從頭頂到腹部尾端），雌蝗體長平均 3.11cm，雄蝗體長平均 1.98 cm，比文獻提到雌蝗體長 2.0-2.5cm，雌蝗體長 3.4-4.2cm（張永仁，1998）的體長較短，可能成長環境不同影響。

雌蝗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
體長 (cm)	3.2	3.3	2.8	3.2	3.1	3.2	3.2	2.8	3.2	3.1	3.11

雄蝗	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
體長 (cm)	1.9	2	2.2	1.9	1.9	2	1.9	1.9	2	2.1	1.98

#### (三) 飼養成長過程

初孵化若蟲約 0.4cm，我們飼養雄蝗成長過程，如下圖：



結果：雄蝗蟲從 11/17 日孵化 0.4cm 經過 65 天，5 次蛻皮後，隔年 1/20 日成為體長 2.1cm 的成蟲。



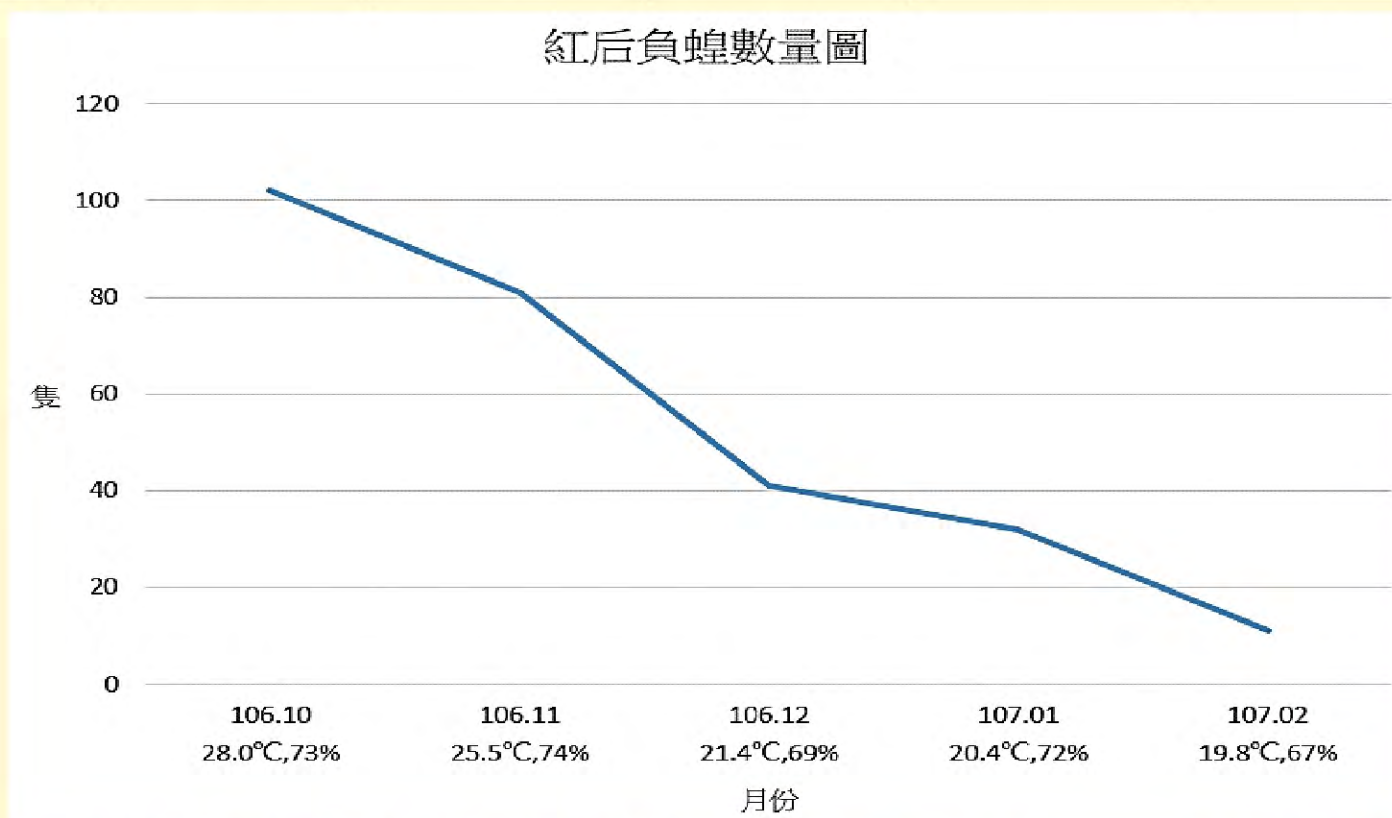
#### (四) 菜園裡的紅后負蝗

1. 菜園裡的紅后負蝗棲息、覓食情形  
菜園裡的紅后負蝗主要棲息葉菜類下層，以地瓜葉最多，還有萵苣及其他葉菜類，吃食棲息處的菜葉，體色綠色不容易辨認，保護色良好。



2. 106.10-107.02 五個月，每週定期紀錄 2 區地瓜葉種植區的紅后負蝗數量如下圖表：

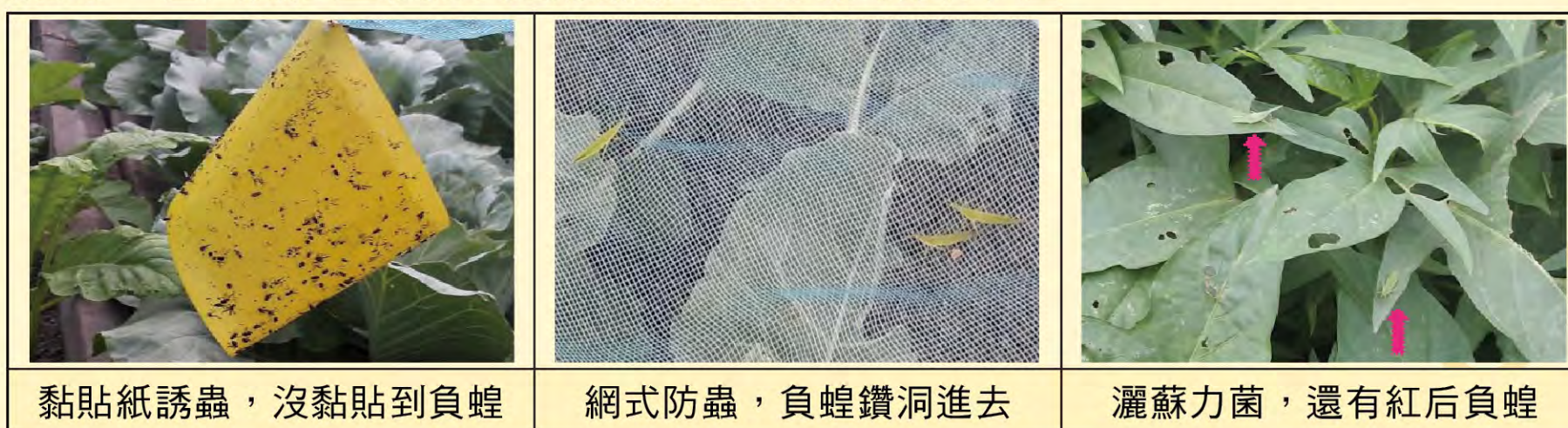
月份	106.10	106.11	106.12	107.01	107.02	總計
抓到蝗蟲數(隻)	102	81	41	32	11	267



結果：106.10-107.02 期間，菜園 2 個地瓜葉區共抓到 267 隻，以 106.10 月數量最多，107.02 數量最少；氣溫愈低，抓到負蝗數量愈少；107.02.03 日氣溫 15 度，菜園裡沒有看到紅后負蝗。（溫溼度資料來源：中央氣象局）

#### 3. 此菜園目前對害蟲的防治方法

此菜園為市府的樂齡菜園，主要提供 65 歲以上市民耕種蔬果，生產作物大多是農家自家食用，因此大都採用安全無害的防治害蟲方式，主要包括使用黏貼紙誘蟲、網室防蟲及蘇力菌防治等。但目前這三種方式對於防治紅后負蝗效果不佳。



### 二、紅后負蝗的體色變化

#### (一) 菜園的紅后負蝗體色調查

於菜園的地瓜葉區從 10/22-3/5 日合計採集 18 次，共記錄 200 隻紅后負蝗的體色，結果如下圖表：

體色	綠色	褐色	綠紅色	總計
隻	195	3	2	200
性別	雌、雄	雌	雄	

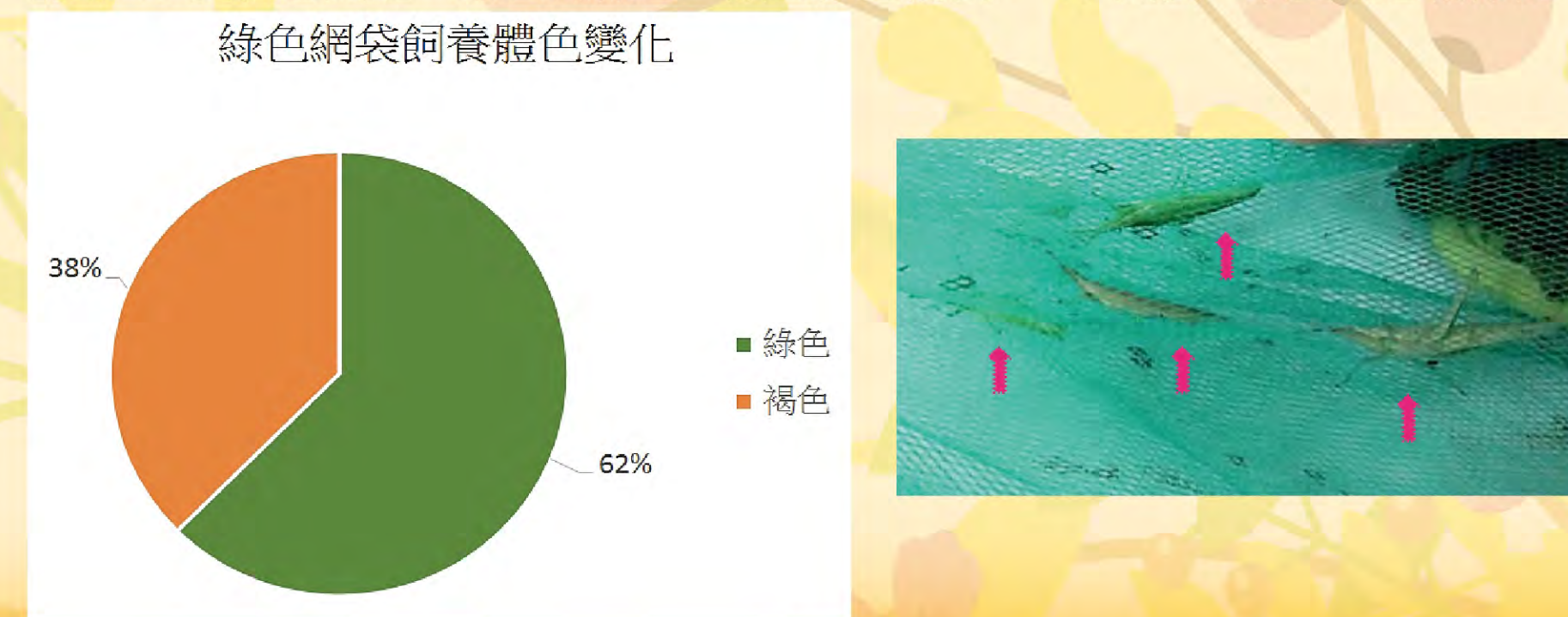


結果：在綠色地瓜葉區，有 97% 紅后負蝗體色為綠色，雌、雄都有；2% 是褐色，皆為雌蟲；1% 是綠紅色，皆為雄蟲。

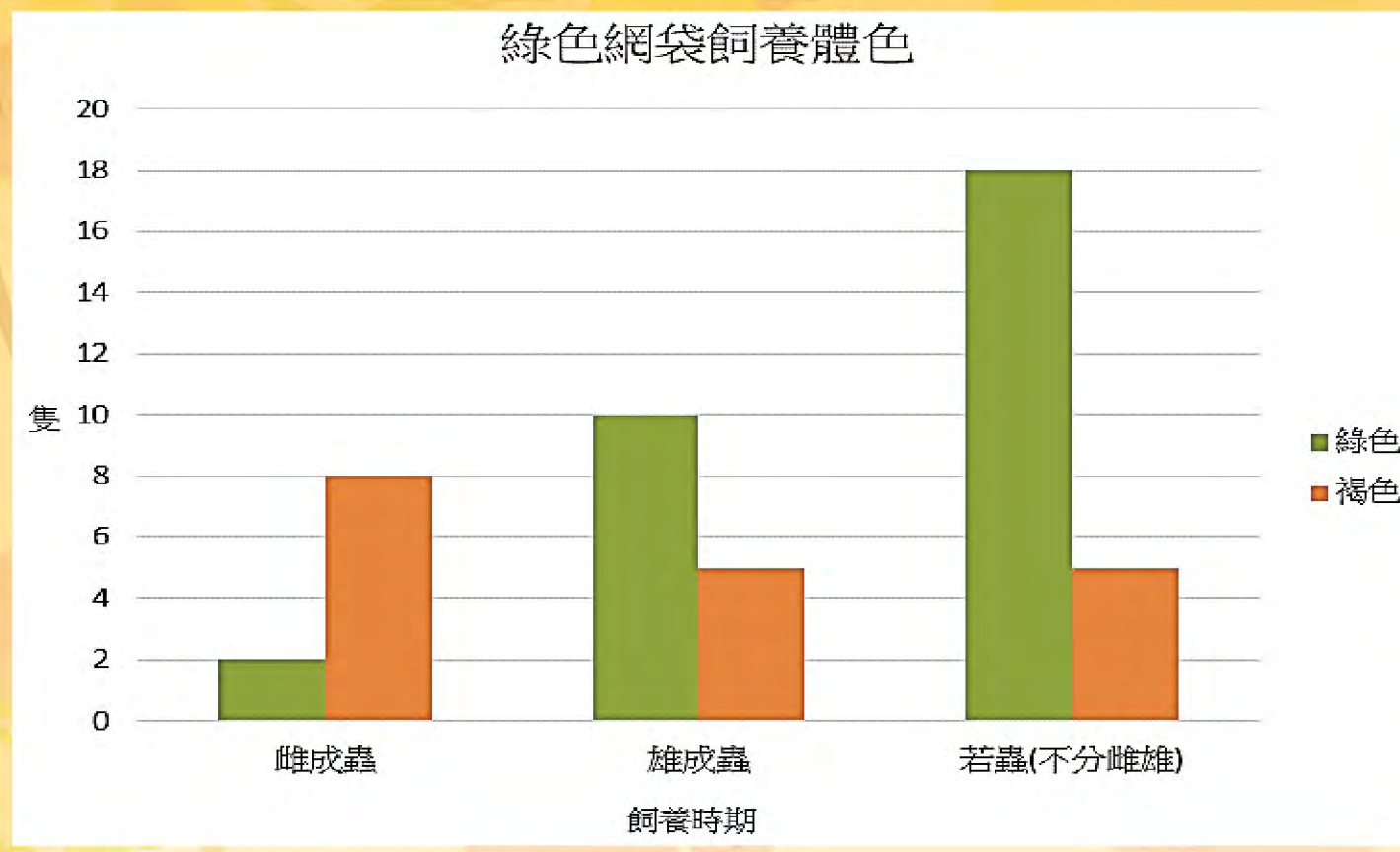
討論：地瓜葉區環境為綠色，紅后負蝗體色大多是綠色，符合與環境相似的保護色，但少數的褐色及綠紅色，是否其他因素影響體色，希望再探討。

#### (二) 綠色網袋紅后負蝗改變體色的比例

記錄 48 隻紅后負蝗，原皆為綠色，放置綠色網袋，15 天後，改變體色情形如下圖：







**結果：**

- 雌成蟲有 10 隻，綠色 2 隻與褐色 8 隻的比例為 1：4，褐色雌成蟲的比例較高。
- 雄成蟲有 15 隻，綠色 10 隻與褐色 5 隻的比例為 2：1，綠色雄成蟲的比例較高。
- 若蟲有 23 隻，綠色與褐色的比例為 18：5，綠色若蟲的比例較高。
- 綠色變成褐色有 18 隻，褐色變成綠色有 0 隻，沒有從褐色變為綠色，改變體色有無可逆性，希望再探究。

**討論：**在綠色網袋中，紅后負蝗改變體色有 38%，雌成蟲比雄成蟲體色褐色的比例較高，影響改變體色的因素，值得再進一步探討。

**(三) 紅后負蝗改變體色的時期**

統計 31 隻綠色紅后負蝗，於綠色網袋飼養 15 天後，改變體色情形如下表：

改變體色 (隻)	前	後		
		雌成蟲	雄成蟲	若蟲
有變色 (綠→褐)	若蟲	4	3	4
	成蟲	0	0	
無變色 (綠→綠)	若蟲	2	3	8
	成蟲	4	3	

**結果：**

- 若蟲蛻皮為雌成蟲有 6 隻，體色綠色 2 隻與褐色 4 隻，比例為 1：2，蛻皮為褐色雌成蟲的比例較高。
- 若蟲蛻皮為雄成蟲有 6 隻，體色綠色 3 隻與褐色 3 隻，比例為 1：1，蛻皮為褐色和綠色成蟲的比例一樣。
- 雌、雄成蟲的體色沒有變化。

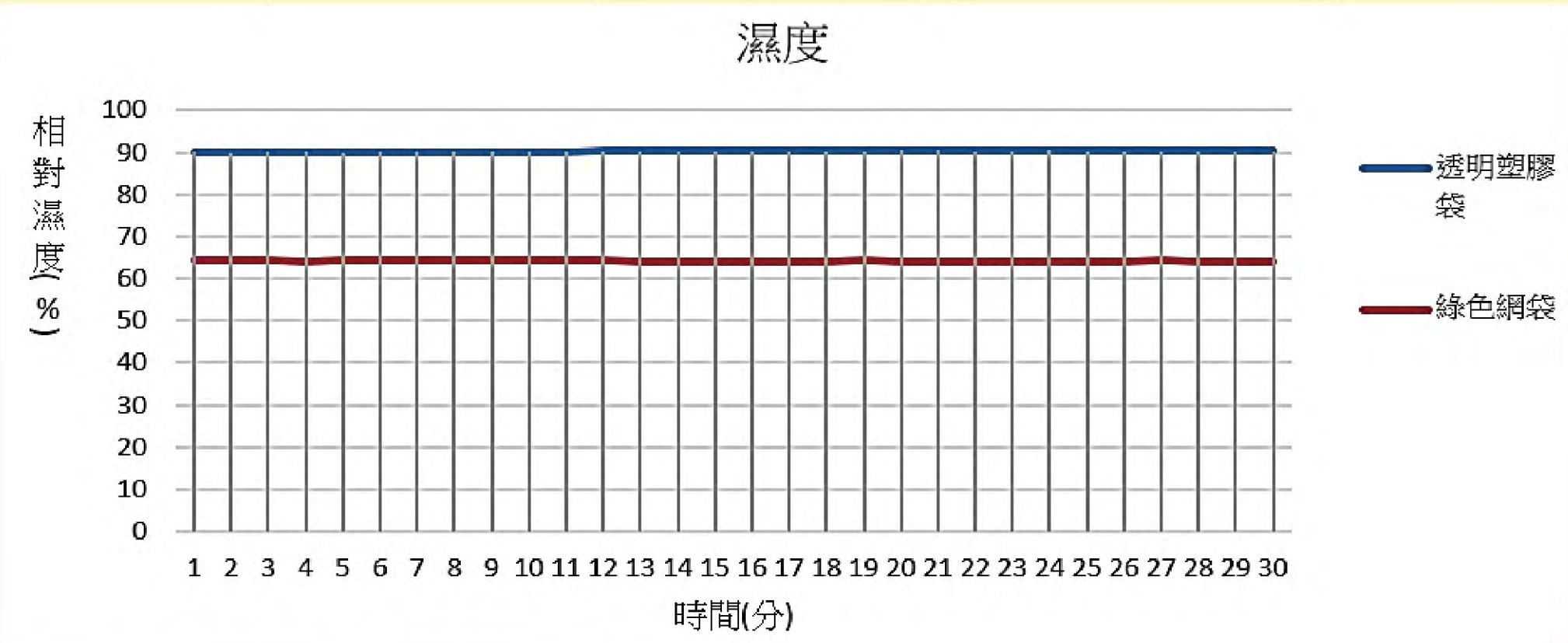
**雌蟲、雄蟲大多會在若蟲蛻皮為成蟲時變成褐色；若蟲時期也會改變體色為褐色。**

**三、紅后負蝗改變體色的影響因素**

**(一) 綠色網袋、透明塑膠袋與菜園生活環境比較**

從菜園捉回來的紅后負蝗大多是綠色，飼養於綠色網袋，部分變為褐色，飼養於透明塑膠袋顏色沒有變化，我們比較三種飼養環境的各項因素差異，如下表：

5/26	綠色網袋	透明塑膠袋	菜園	明顯差異
吃食食物	地瓜葉	地瓜葉	地瓜葉為主綠色菜葉	無
環境顏色	綠色網狀	無色透明	綠色	✓
空間 (袋面積)cm	22.5 x 37	24 x 37	無邊界	無
溫度 (攝氏)	31.55 度	31.64 度	19-31 度	無
相對濕度	64.23%	90.25%	89-92%	✓
綠色變褐色	38%	0%	2%	✓



**結果：**環境顏色及相對濕度，兩項因素有較明顯的差異。

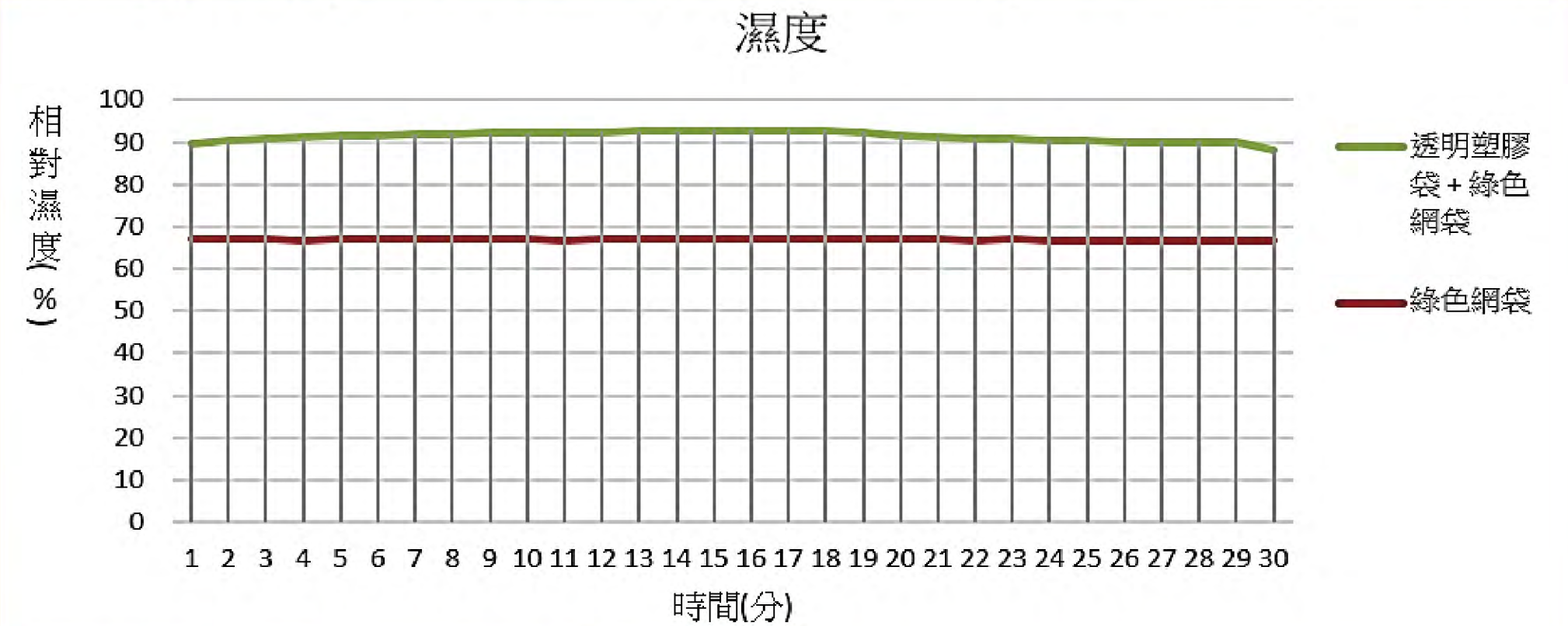
**討論：**綠色網袋的相對濕度明顯較低，因此我們設計實驗觀察。



**(二) 相對溼度的因素探討**

將綠色若蟲，分別各放入綠色網袋及綠色網袋+透明塑膠袋，飼養 15 天後，各自蛻皮為雌成蟲，結果如下表：

5/27	袋內相對濕度	袋內溫度 (攝氏)	體色變化	紀錄時期
綠色網袋	66.91%	31.91 度	綠色→褐色	蛻皮前後
綠色網袋+透明塑膠袋	91.34%	31.88 度	綠色→綠色	蛻皮前後



**說明：**1. 綠色網袋相對濕度明顯較低，溫度差異微小。

2. 綠色若蟲蛻皮後變為雌成蟲，綠色網袋改變體色為褐色；綠色網袋+透明塑膠袋內紅后負蝗體色沒有變化。

**討論：**飼養環境的相對濕度較低時，會影響綠色雌若蟲蛻皮變為褐色雌成蟲。

**(三) 環境顏色的因素探討**

將四隻綠色若蟲，分別放置四個不同背景顏色 (綠、褐、白、透明) 的罐子飼養 7 天，改變體色情形如下表：

罐子顏色	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天
綠色	綠	綠	綠	綠	綠	綠	綠
褐色	綠	綠	綠	綠 (蛻皮)	角頭翅芽-褐	角頭翅芽-褐	褐
白色	綠	綠	綠	綠	綠	綠	綠
透明	綠	綠	綠	綠	綠	綠	綠

**結果：**1. 以褐色飼養罐飼養的雌若蟲，7 天後體色變褐色，其他顏色罐子的若蟲沒有變色。

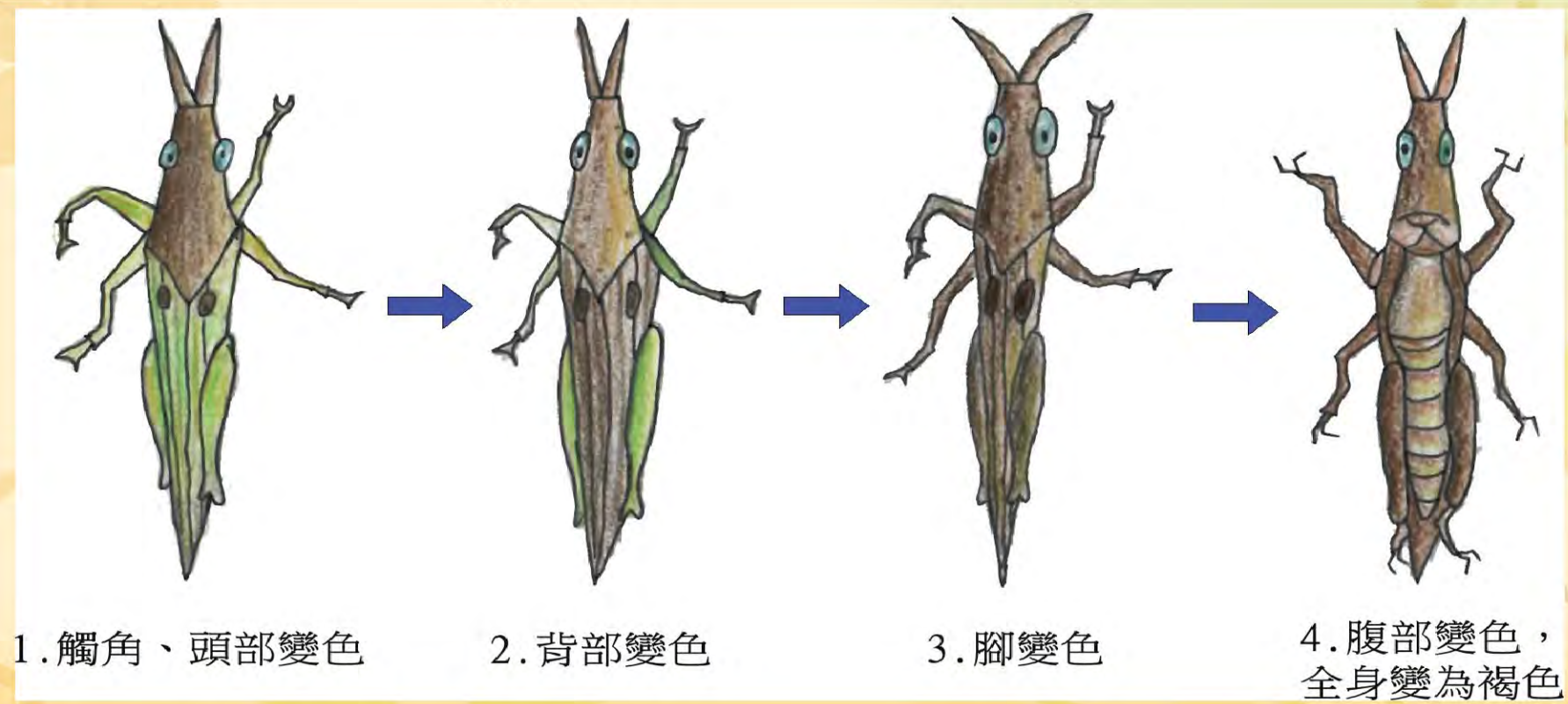
2. 變色過程是蛻皮後開始，由①觸角②頭胸③背④腳⑤腹部，依序逐漸改變體色。

**環境顏色會影響綠色雌若蟲的體色改變為褐色。**



**(四) 紅后負蝗改變體色的過程**

飼養發現，部分紅后負蝗蛻皮後體色會改變，從綠色變為褐色，改變體色是漸進的方式，先從觸角變色，然後頭、胸、背、腳、腹部，依序變色，全身體色變為褐色。



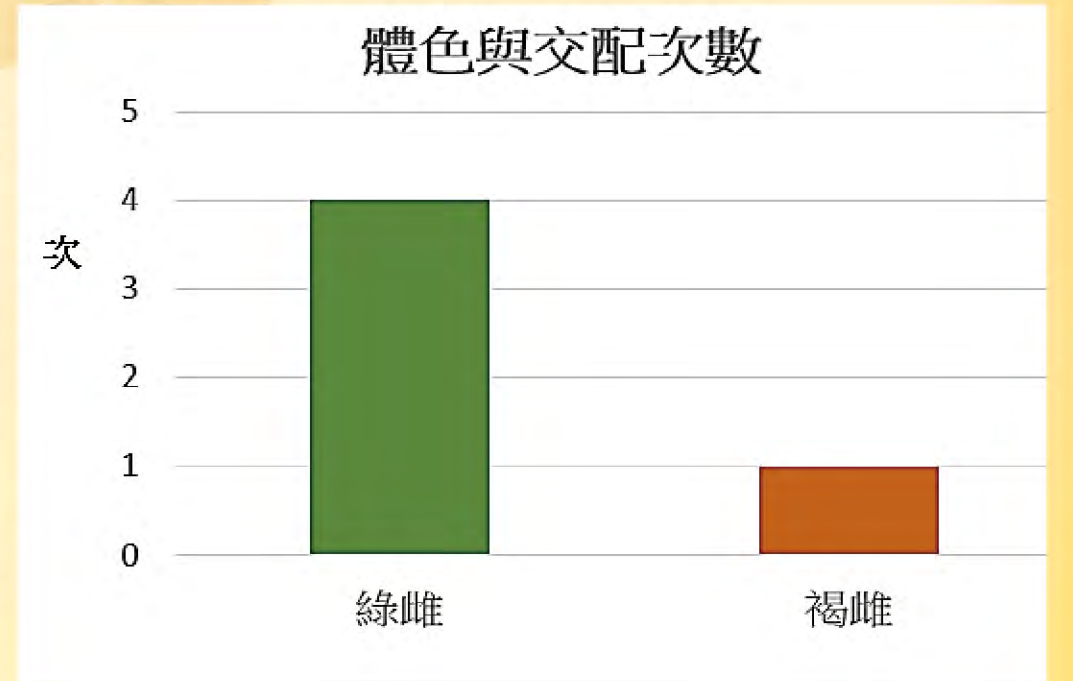
**四、紅后負蝗體色與求偶行為的相關**

飼養過程發現，不同體色雌蟲的求偶與交配的比例有明顯差異，因此，設計不同配對飼養觀察，紅后負蝗的體色是否會影響求偶交配的選擇性。

**(一) 雄蝗無競爭性選擇**

於透明袋中，放入一隻綠雄蝗、一隻綠雌蝗、一隻褐雌蝗，飼養 14 日，觀察不同體色紅后負蝗的交配情形，結果如下圖表：

綠色雄	綠雌	褐雌	總計
交配次數	4	1	5



**結果：**總共交配 5 次，綠雄蝗與綠雌蝗交配 4 次，多於褐雌蝗的 1 次。

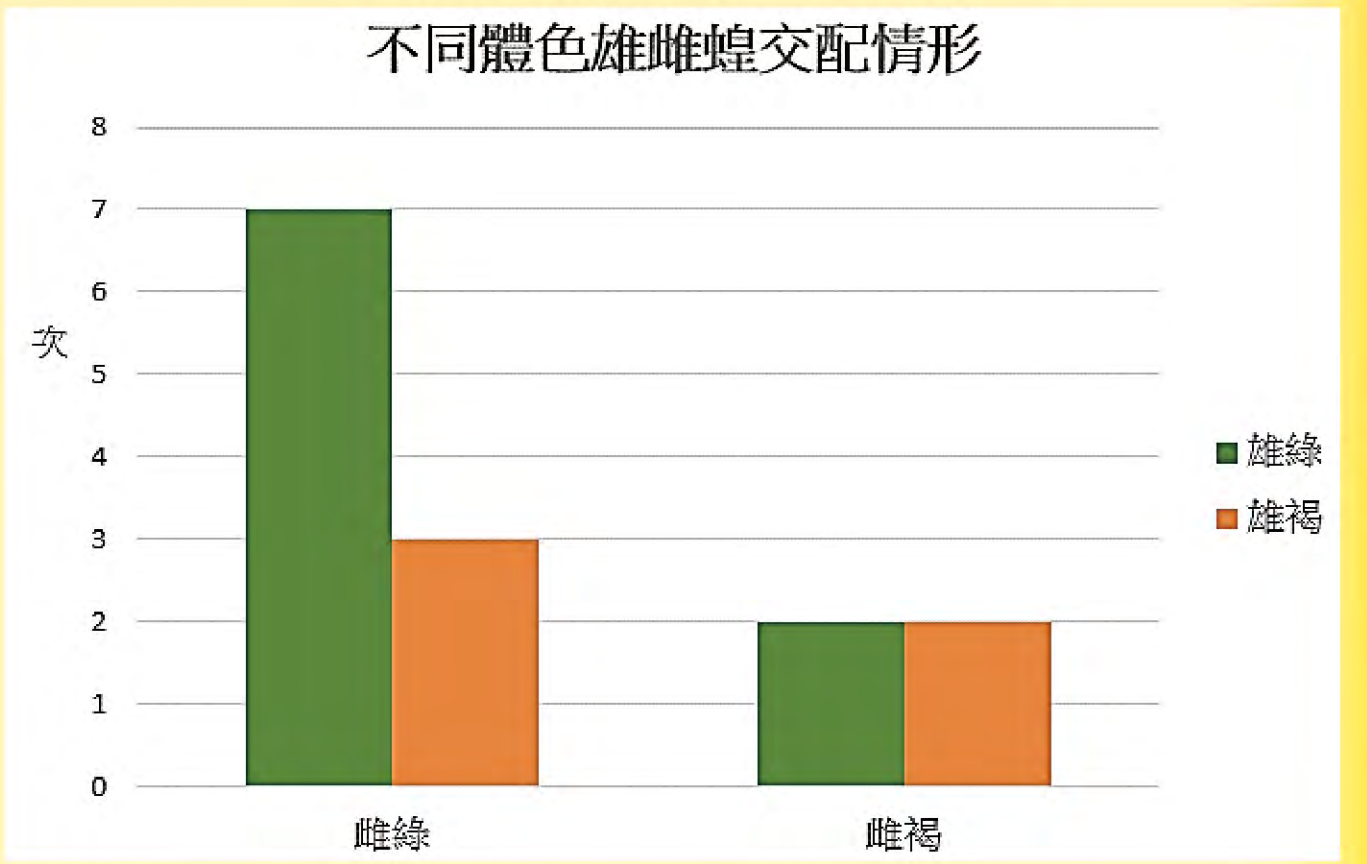
**討論：**1. 綠雄蝗對綠雌蝗的求偶與交配次數高於褐雌蝗，是體色影響視覺效果或是選擇配偶的因素影響，希望再探討。  
2. 我們再試驗觀察一隻褐雄蝗、一隻綠雌蝗及一隻褐雌蝗的求偶與交配情形，也發現褐雄蝗先與綠雌蝗交配。



**(二) 不同體色雄蝗有競爭性選擇**

於透明袋 (A) 中，放入二雄 (綠、褐) 蝗和二雌 (綠、褐) 蝗，飼養觀察 14 日，體色與交配情形如下圖表：

	與綠雌交配 (次)	與褐雌交配 (次)	合計 (次)
綠雄	7	2	9
褐雄	3	2	5
合計 (次)	10	4	14

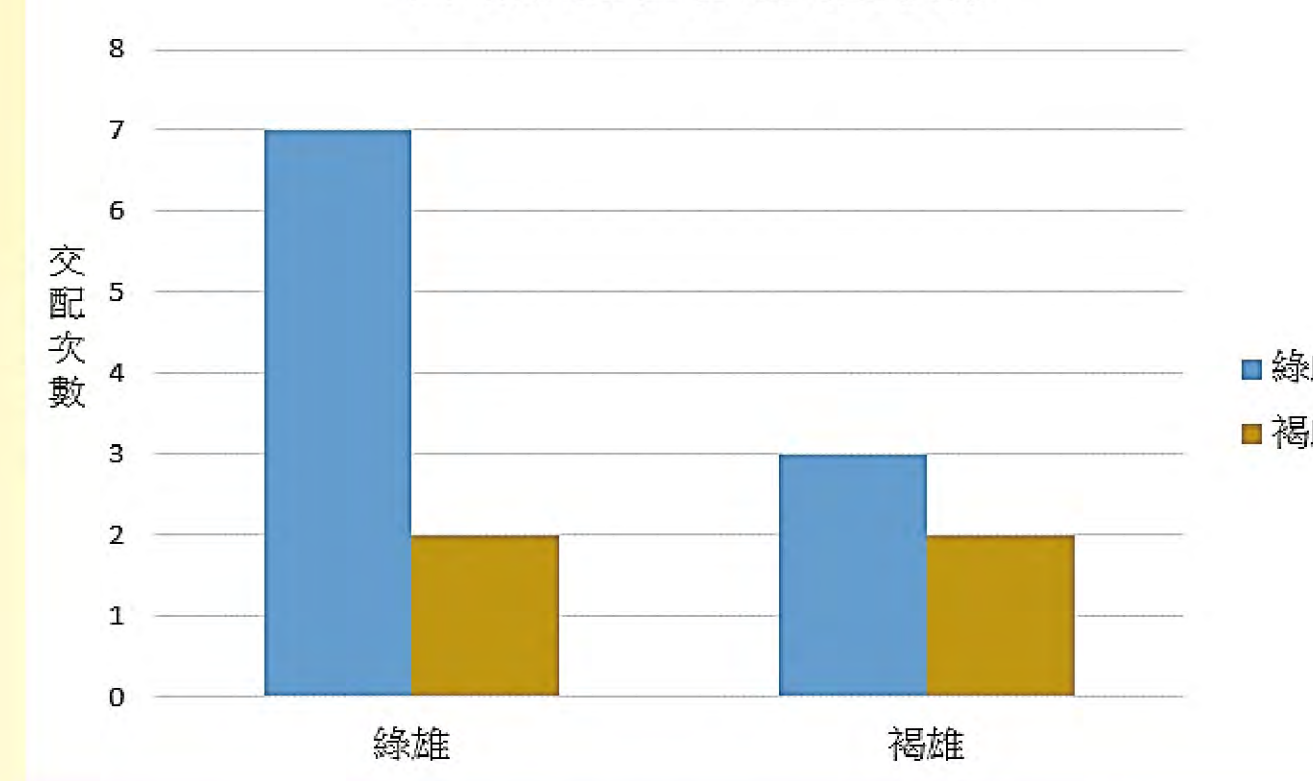


**結果：**1. 總共交配 14 次，綠雌蝗與綠雄蝗 7 次比例最高。

2. 綠雌蝗的交配次數共 10 次，多於褐雌蝗的 4 次。

3. 綠雌蝗與綠雄對褐雄的交配比例為 7：3；褐雌蝗與綠雄對褐雄的交配比例為 1：1。

**不同體色雄雌蝗交配情形**



**結果：**1. 綠雄蝗的交配次數共 9 次，多於褐雄蝗的 5 次。  
2. 綠雄蝗與綠雌對褐雌的交配比例為 7：2；褐雄蝗與綠雌對褐雌的交配比例為 3：2。

**討論：**我們觀察發現綠色雌、雄蝗的交配次數，都多於褐雌、雄蝗。文獻提到型態上或行為上的某些特徵，常常可以使動物在獲得配偶方面比同性其他個體佔有明顯優勢 (尚玉昌編, 2003)。我們推測是紅后負蝗的體色影響了性選擇或是視覺的結果。

**綠色體色的紅后負蝗在求偶行為上，有比較大的優勢。**



**五、紅后負蝗的求偶行為與繁殖**

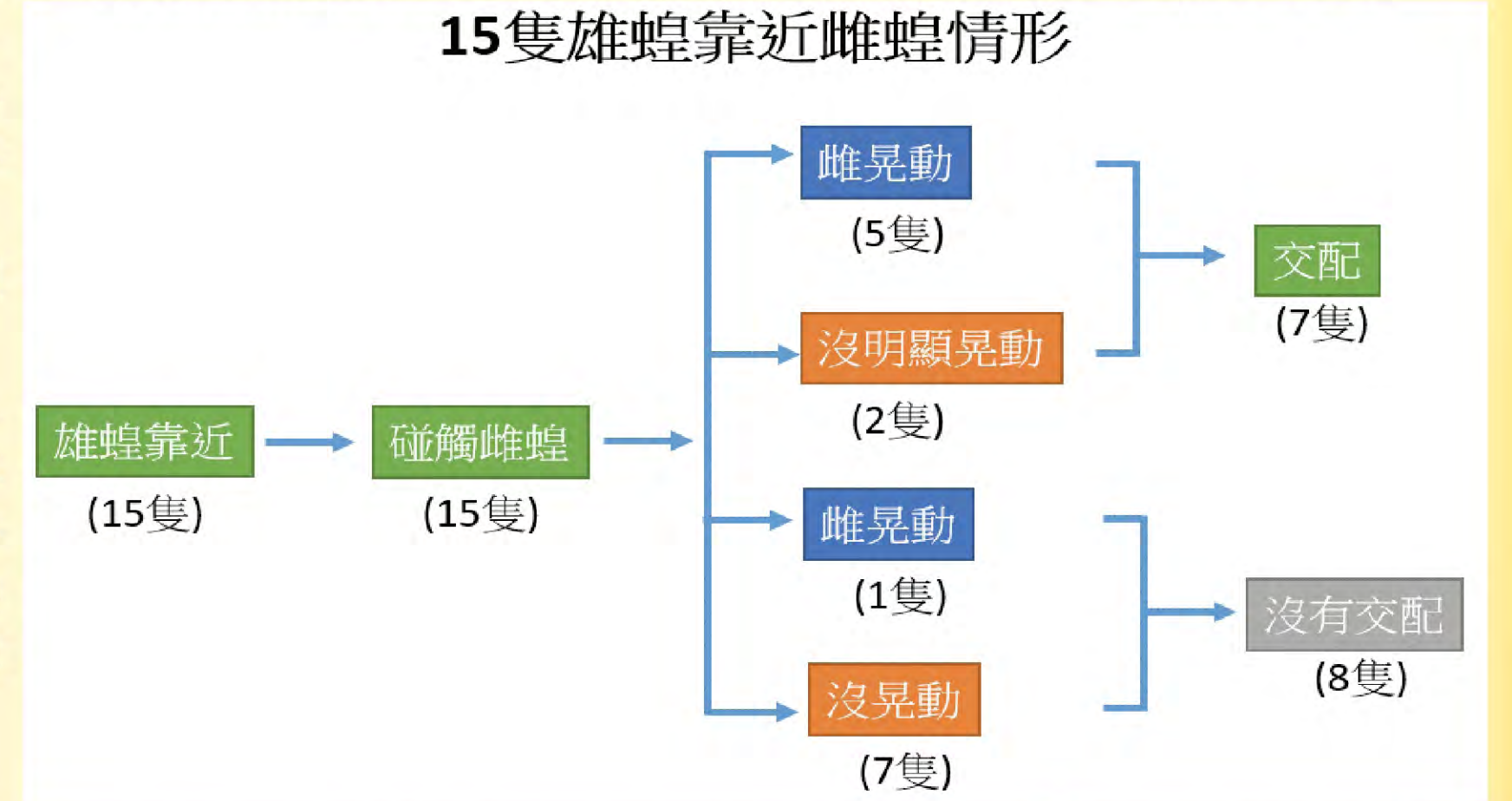
**(一) 求偶行為**

**1. 求偶與交配**

觀察飼養的 15 隻雄蝗蟲的求偶與交配情形，發現飼養箱或塑膠袋內的雄蝗求偶動作，是先靠近雌蝗，再用腳或觸角碰觸雌蝗，雌蝗晃動身體，然後跳到雌蝗背上，再進行交配。求偶與交配情形，整理如下圖：

**結果：**15 隻雄蝗有靠近及碰觸的求偶動作，有 7 隻有成功交配，8 隻沒有交配。主要差異在於雌蝗蟲有沒有晃動身體，我們推測雌蝗蟲的身體晃動，是求偶行為是否達成交配的重要因素之一。

**討論：**我們的觀察發現包括雄蝗碰觸雌蝗、雌蝗晃動回應及雄蝗求偶動作後不一定有交配。與文獻提到雄蝗的尋偶行為為歷經了四個階段：認知雌蝗→接近雌蝗→跳到雌蝗背上→交配 (朱耀沂, 2006) 的描述有差異。

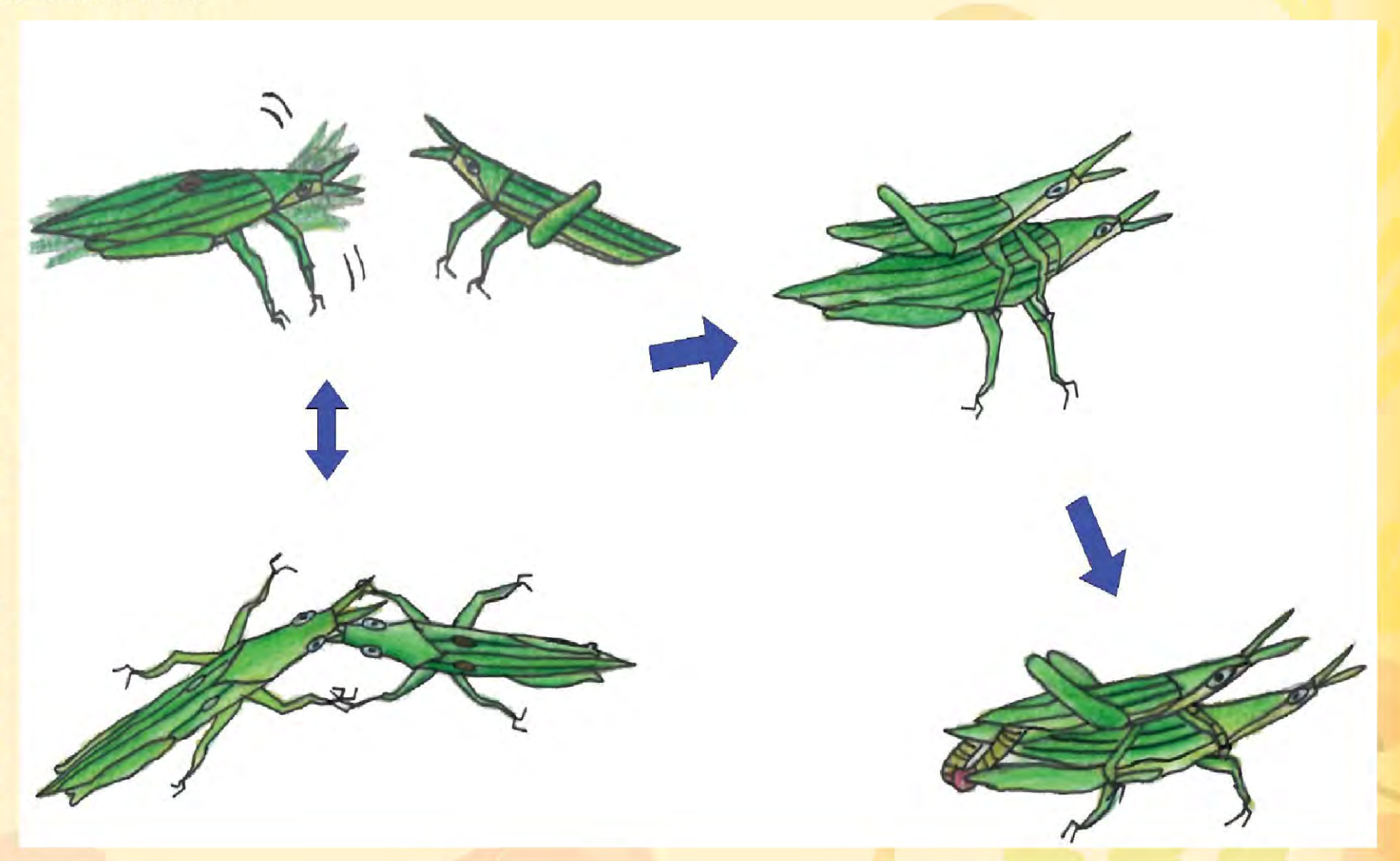


**2. 求偶步驟**

我們觀察發現，雌、雄蝗共處時，多數是由雄蝗先進行求偶行為；也有較少數情形是雌蝗會到雄蝗附近，先表現晃動身體的求偶行為，繪圖說明如下：

**說明：**(1) 雄蝗：看見雌蝗 (晃動)→靠近雌蝗→用腳碰觸雌蝗→跳到雌蝗背上→交配  
(2) 雌蝗：看見雄蝗在附近→上下晃動身體→讓雄蝗跳到背上→交配

**討論：**觀察發現有部分雄蝗跳上雌蝗背上卻被趕下來，觀察有數次褐色雄蝗被趕下來，有時是雌蟲準備產卵或其他因素。文獻提到大多數昆蟲的尋偶，並不是單靠一種感覺系統，而是依賴多種感覺系統，經過逐次確認後才進入最後的交配階段 (朱耀沂, 2006) 因此歸納紅后負蝗的求偶行為運用視覺及觸覺確認與溝通的步驟，才能順利交配。



**(一) 交配與產卵**

**1. 交配時間**

觀察記錄 14 對紅后負蝗交配時間，每 10 分鐘觀察一次，結果如下表：

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
開始	15:50	14:40	9:00	19:30	17:30	9:00	16:20	22:40	16:00	12:20	9:00	15:30	16:00	15:30
結束	17:40	15:20	9:40	20:30	21:30	23:00	20:20	24:10	21:50	12:50	12:00	16:00	22:20	20:20
時間 (分)	110	40	40	60	240	840	240	90	350	30	180	30	380	290

**結果：**(1) 交配時段在上午、下午及晚上都有。

(2) 交配時間最短 30 分鐘，最長 840 分鐘 (14 小時)。

**討論：**我們觀察雌負蝗背負雄蝗的時間多，但有時是更換不同隻的雄負蝗，有時只有背負雄蝗但沒有交配。文獻提到多數雌負蝗 2 天以上撐著雄蝗，一般雌蟲交配時間是半小時到 48 小時，負蝗撐著雄蝗比其他雌蟲時間長 (朱耀沂, 2002)。這些行為令我們好奇希望再探討。

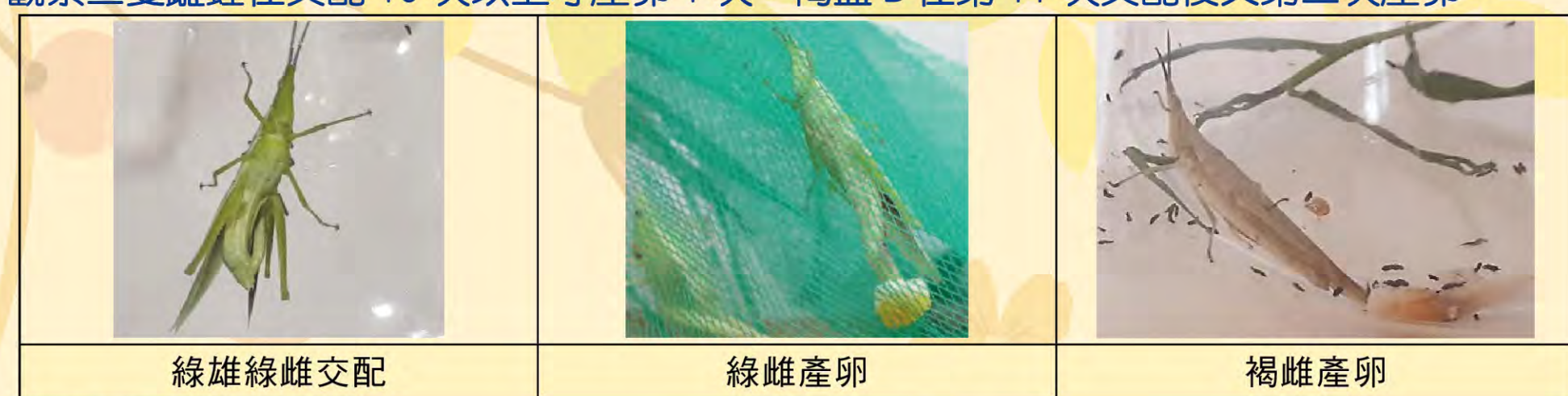


## 2. 交配與產卵次數

觀察飼養的雌成蟲，發現雌成蟲會在交配數次後才產卵，觀察紀錄 26 日，於 3 個飼養環境各 1 隻雌蝗的交配與產卵情形，如下表：

雌蟲繁殖情形	褐盒 A	褐盒 B	透明袋 B
交配次數	14	11	12
產卵次數	1	2	1

結果：觀察三隻雌蝗在交配 10 次以上才產卵 1 次，褐盒 B 在第 11 次交配後又第二次產卵。



綠雌綠雌交配

綠雌產卵

褐雌產卵

## 3. 卵的形態

初產下一團橘色卵，然後產出白色卵泡，約有二十幾顆卵，被卵泡包圍，一段時間後變成褐色卵團，有時會在短時間內產下另一個卵團，共約 40-50 顆卵。



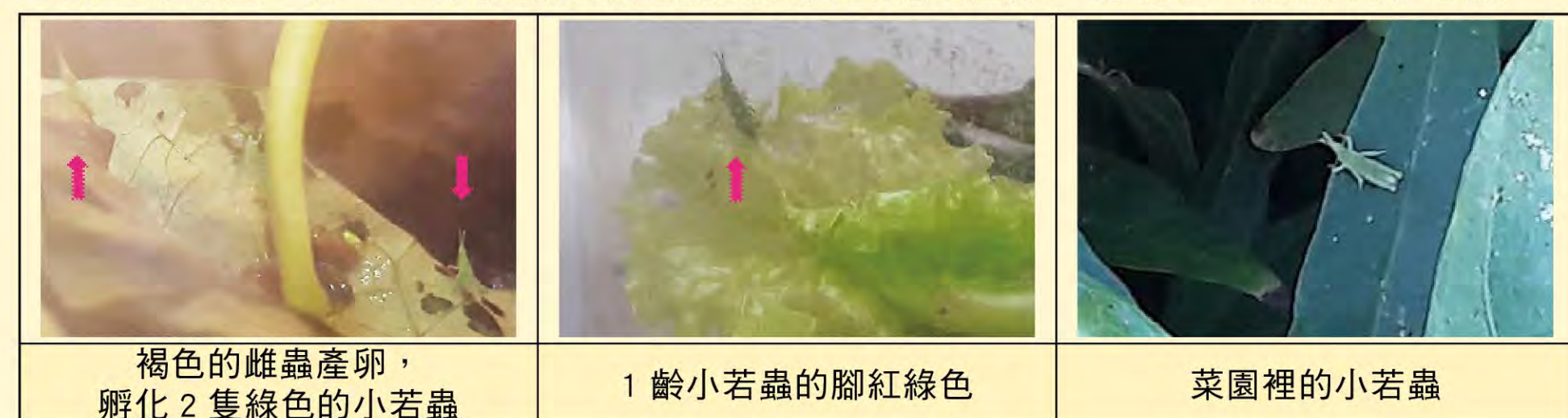
初產下為橘色卵，白色卵泡

變成褐色卵及卵泡

黑色透明昆蟲箱上的卵團

## 4. 孵化小若蟲

去年 10 月初開始飼養於昆蟲箱的一隻雌成蟲產卵，11/10 日孵化 5 隻小若蟲，11/3 日又發現 3 隻初孵化的小若蟲，8 隻皆為綠色，腳是紅綠色，各約 0.4cm，第一次蛻皮後 8 隻體色為全身綠色。今年 5 月初時昆蟲箱飼養的褐色雌蟲產卵，孵化出 2 隻綠色小若蟲。



褐色的雌蟲產卵，孵化 2 隻綠色的小若蟲

1 齡小若蟲的腳紅綠色

菜園裡的小若蟲

## 柒、研究討論

### 一、紅后負蝗改變體色有無可逆性

#### 一、紅后負蝗改變體色有無可逆性

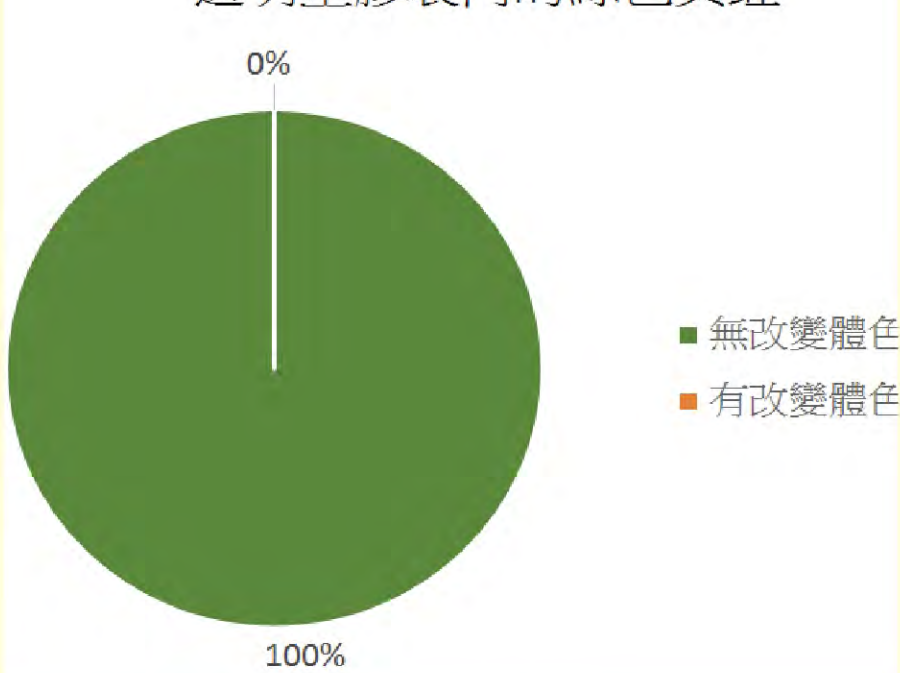
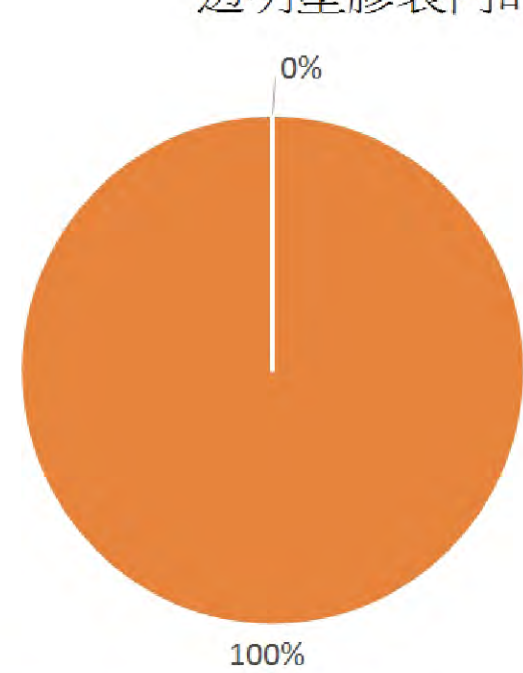
##### (一) 相對濕度的影響

觀察透明塑膠袋內改變體色情形，將原綠色網袋的 30 隻紅后負蝗（綠色 11 隻，褐色 19 隻），分別放入透明塑膠袋，用綠色草飼養，15 日後觀察體色改變情形，如下表：

改變體色 (隻)	後		雌蝗成蟲	雄蝗成蟲	若蟲
	前	後			
有變色 (綠→褐)	若蟲	0	0	0	0
	成蟲	0	0	0	0
無變色 (綠→綠)	若蟲	1	2	8	8
	成蟲	9	10	10	10

透明塑膠袋內的褐色負蝗

透明塑膠袋內的綠色負蝗



結果：(1) 30 隻紅后負蝗放置於透明袋飼養 15 天，綠色及褐色的體色都沒有改變。

(2) 綠色若蟲蛻皮為綠色成蟲，褐色若蟲蛻皮為褐色成蟲，若蟲蛻皮後也沒有變色。

在透明袋內，相對濕度 90%，褐色紅后負蝗的體色，都沒有因為相對濕度提高而變回綠色。



褐色雄蟲

褐色雌蟲

綠色雌蟲，一隻頭胸背漸變褐色

##### (二) 環境顏色的影響

將剛蛻皮後變成 2.4cm 褐色雌若蟲，放入綠色塑膠罐（相對濕度約 74%），12 天後，身體大部分還是褐色，但觸角、後腿脛節，及腹面和背面銜接處有部分漸變綠色，沒有蛻皮生長，再經過 8 天後死掉，死亡時全身是褐色，是否不適應環境顏色對生長也有影響希望再觀察。我們推測在綠色環境飼養，對褐色紅后負蝗的改變體色，沒有明顯的可逆性。



### 二、環境顏色對改變體色的影響

將 5 隻原本體色都是綠色的若蟲，飼養於黑色透明昆蟲箱 15 天後，改變體色情形如下表：（測量黑色透明昆蟲箱相對濕度約 75%）

改變體色 (隻)	後		雌蝗成蟲	雄蝗成蟲	若蟲
	前	後			
有變色 (綠→褐)	若蟲	2			
	成蟲				
無變色 (綠→綠)	若蟲	1		1	
	成蟲		1	1	

結果：1. 兩隻若蟲蛻皮為雌成蟲，都有變為褐色；1 隻若蟲蛻皮為雄成蟲，沒有變為褐色。

2. 雌成蟲及雄成蟲，都沒有變為褐色。

討論：黑色透明昆蟲箱內，若蟲蛻皮為雌成蟲都有變為褐色，但若蟲蛻皮為雄成蟲沒有變為褐色。文獻提到剛孵化的一齡若蟲都是綠色，在黑色紙養蟲箱飼養，雌蝗會變成褐色保護色，大部分雄蝗還是綠色（朱耀沂，2002）。雌若蟲蛻皮時改變體色，受到環境顏色影響；雄若蟲沒有受到環境顏色影響。

### 三、不同體色雄蝗佔據雌蝗行為

將 1 隻綠雌蝗與 5 隻雄蝗飼養於透明塑膠袋中，牠們的體長與體色紀錄如下表：

	雌蝗	雄蝗 A	雄蝗 B	雄蝗 C	雄蝗 D	雄蝗 E
體長 (cm)	3.4	2.2	2.1	2.1	2.1	2.0
體色	綠	綠	綠	綠	綠	綠紅

觀察 15 天發現每天雌蝗身上都有背著雄蝗。但是其中有 4 天，都是綠紅雄蝗 E 都在雌蝗背上，只有 1 天有交配，其他時間綠紅雄蝗 E 都是整天在雌蝗背上。文獻提到負蝗雌蝗長時間留在雌蝗背上，但未看到監視雌蝗產卵的現象（朱耀沂，2002）。其他 4 隻雄蝗並沒有此行為，推測可能是雄蝗 E 的體色不同，在雌蝗選擇配偶時可能相對較弱勢，所以有此佔據動作。

紅后負蝗的體型是雌大雄小，我們發現當雄蝗在雌蝗背的正上方，用前 2 對腳抱住雌蝗時，雌蝗不容易將雄蝗趕下。另觀察發現綠雌蝗有跳遠離綠紅雄蝗的動作，並且當有其他綠色雄蝗要搶奪交配時，綠雌蝗也會用後腿將綠紅雄蝗踢開，我們推測綠紅雄蝗的體色可能是綠雌蝗性選擇時，較弱勢的因素。



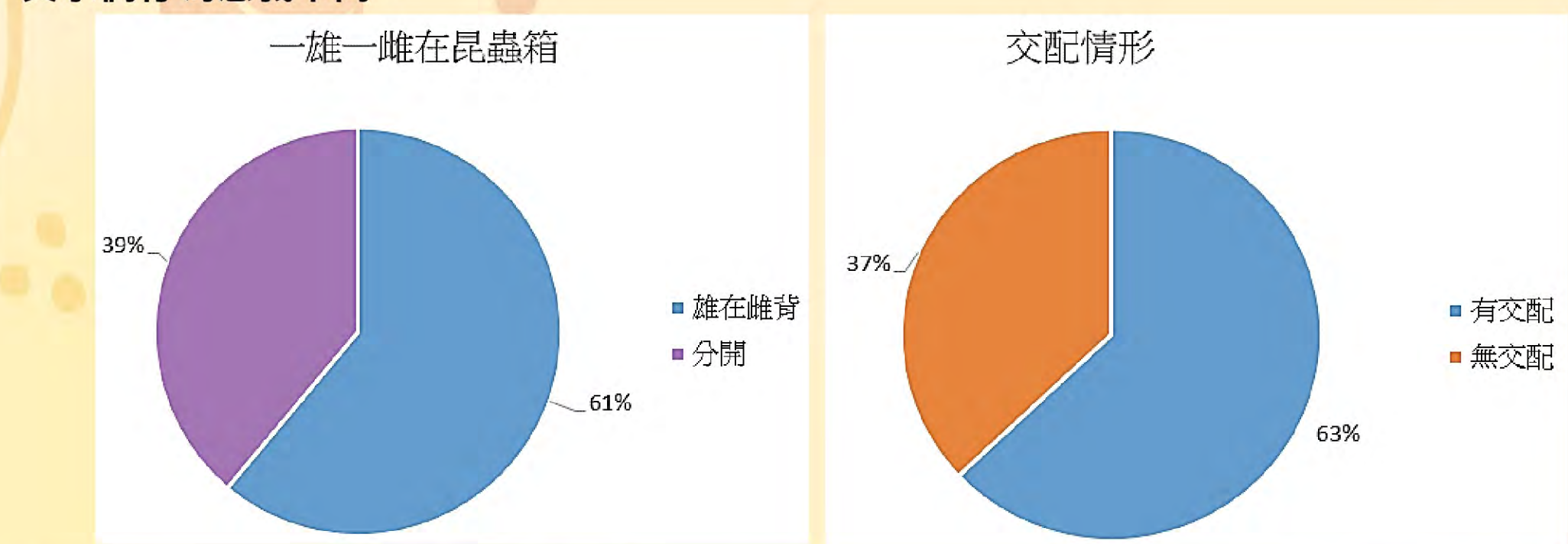
綠紅雄蝗與綠雌蝗交配

綠紅雄蝗在雌蝗背上無交配

綠雌蝗搶奪交配時，雌蝗用後腿踢綠紅雄蝗

## 四、雄蝗與雌蝗的背負與交配

飼養過程發現，雌蝗常背負雄蝗，卻不一定每次都有交配，我們觀察紀錄一對綠色雌、雄蝗單獨飼養 36 天，其中有 22 天雄蝗在雌蝗背上。共紀錄有 27 次背負，其中有 17 次有交配；有 10 次無交配。雄蝗在雌蝗背上的天數有 61%，而無交配的情形也有 37%，並不是每次背負都有交配。另外也發現在雌蝗產卵後，比較常發現雌蝗背負雄蝗而無交配的情形，此時期的背負動作，可能與求偶行為意義不同。



側身交配

背負無交配

背負無交配

## 五、誘捕雄蝗試驗

我們希望將紅后負蝗體色與求偶交配的研究結果，應用於實際誘捕蝗蟲，文獻提到負蝗的交配行為，初步的觀察結果，當雄蝗發現雌蟲，馬上跳上雌蟲背上開始進行交配（朱耀沂，2002）。因此，設計不同顏色假雌蝗的誘餌試驗。

參考文獻提到雄蝗偏愛藍色誘餌（陳曦，2007），另文獻提到雌蝗較喜歡紅色光（陳曦，2007；劉宇陽等，1988），因此我們也加上藍、紅色誘餌，並以雌蝗平均體長及胸寬，製作列印不同雌負蝗體色（綠、褐、藍、紅色）的誘餌。試驗時於箱內放入綠、褐色雄成蝗各一隻，用各顏色誘餌輪流各試驗 24 小時後，結果如下表：

綠、褐雄蝗	綠雌蝗圖樣	褐雌蝗圖樣	藍雌蝗圖樣	紅雌蝗圖樣
跳上次數	2	1	0	0

討論：1. 綠雌蝗誘餌，誘捕綠、褐雄蝗各 1 次，共 2 次；褐雌蝗誘餌，誘捕褐雄蝗 1 次；藍、紅色誘餌誘捕結果都是 0 次。

2. 綠雌蝗誘餌誘捕效果較佳，可能是顏色較接近綠雌蝗。

3. 我們研究結果與文獻提到雄蝗偏愛藍色誘餌（陳曦，2007），的研究結果不同。

我們研究發現雄蝗碰觸雌蝗及雌蝗晃動，是紅后負蝗是否跳上與交配成功的重要因素，推論這些誘餌沒有具備此 2 項條件所以誘捕效果不好。



綠雄蝗跳上綠色誘餌

褐雄蝗跳上綠色誘餌

褐雄蝗跳上褐色誘餌上方

## 捌、研究結論

### 一、紅后負蝗的形態與生長

#### (一) 雌蝗與雄蝗的體色與體長

雌、雄紅后負蝗的體色有綠色、褐色及綠加紅色。雌蝗的成蟲明顯大於雄蝗，雌蝗成蟲體長平均 3.11cm，雄蝗成蟲體長平均 1.98 cm，都比文獻紀錄較短。

#### (二) 飼養生長過程

初孵化若蟲約 0.4cm，我們飼養雄蝗蟲從 11/17 日經過 5 次蛻皮後，隔年 1/20 日共 65 天，成為體長 2.1cm 的成蟲。

#### (三) 菜園裡的紅后負蝗

菜園裡的紅后負蝗主要棲息葉菜類下層，以地瓜葉最多，還有高苜及其他葉菜類，吃食棲息處的菜葉，體色綠色不容易辨認，保護色良好。106.10-107.02 期間，菜園 2 個地瓜葉區共抓到 267 隻，以 106.10 月數量最多，107.02 數量最少；氣溫愈低，抓到負蝗數量愈少。

### 二、紅后負蝗的改變體色情形

#### (一) 菜園的紅后負蝗體色調查

我們在菜園發現的，在綠色地瓜葉區，有 97% 紅后負蝗體色為綠色，2% 是褐色，1% 是綠紅色，大多符合與環境相似的保護色。

#### (二) 綠色網袋內飼養紅后負蝗的改變體色

在綠色網袋相同飼養環境，紅后負蝗體色卻不同。若蟲蛻皮為褐色雌成蟲的比例較高；綠色若蟲的比例較高。雌蟲、雄蟲大多會在若蟲蛻皮為成蟲時變成褐色；若蟲時期也會改變體色；雌、雄成蟲的體色沒有變化。將綠色和褐色紅后負蝗放置於透明袋飼養 15 天，體色都沒有改變。

### 三、紅后負蝗改變體色的影響因素

#### (一) 影響紅后負蝗改變體色的因素

綠色網袋、透明塑膠袋與菜園生活環境比較發現，相對濕度及環境顏色，兩項因素有較明顯的差異。觀察與實驗發現：

- 綠色若蟲蛻皮後變為雌成蟲，綠色網袋改變體色為褐色；綠色網袋 + 透明塑膠袋內紅后負蝗體色沒有變化，推測飼養環境的相對濕度較低時，會影響雌若蟲蛻皮變為成蟲時體色為褐色。
- 以褐色飼養籠飼養的雌若蟲，7 天後變褐色雌若蟲，綠色、白色及透明籠子的若蟲沒有變色。推測飼養環境的顏色，會影響雌若蟲蛻皮後的體色。
- 我們統計發現相對濕度和環境顏色會影響雌蟲改變體色；相對濕度會影響雄蟲改變體色。

#### (二) 紅后負蝗改變體色的過程

觀察發現紅后負蝗改變體色大多在蛻皮後，從綠色變為褐色，過程是漸進的方式，先從觸角變色，然後頭部、胸部，再來是背部，接著是腳，最後腹面變色，整隻體色變為褐色。體色變為褐色的紅后負蝗，目前沒有發現變回綠色體色。

### 四、紅后負蝗體色與求偶行為的相關

觀察發現綠、褐雄蝗對綠雌蝗的求偶與交配次數都高於對褐雌蝗；綠雌蝗與綠雄蝗，相對於與褐雌蝗的交配比例較高；綠色雌、雄蝗交配的總次數也多於褐色雌蝗。我們推測綠色體色的紅后負蝗在求偶行為上，有比較大的優勢。

### 五、紅后負蝗的求偶行為與繁殖

#### (一) 求偶行為

雄蝗有靠近及碰觸的求偶動作，觀察發現雌蝗蟲的身體有晃動，是達成交配的重要因素之一。雌雄蝗共處時，多數是由雄蝗先求偶行為；也有較少數情形是雌蝗先表現晃動身體的求偶動作。雄蝗的求偶步驟是，看見雌蝗（晃動）→靠近雌蝗→用腳碰觸雌蝗→跳到雌蝗背上→交配。觀察歸納，紅后負蝗的求偶行為包括視覺及觸覺確認與溝通的步驟，才能順利交配。

#### (二) 交配與繁殖

紅后負蝗交配時段在上午、下午及晚上都有，交配時間有 0.5 小時至 14 小時。雌負蝗背負雄蝗的時間多，但有時是更換不同隻的雄負蝗，有時只有背負雄蝗但沒有交配。雌負蝗會在交配數次後才產卵。初產下一團橘色卵，然後產出白色卵泡，變成褐色卵團，一個卵團約有二十幾顆卵。一段時間後陸續孵化綠色小若蟲。

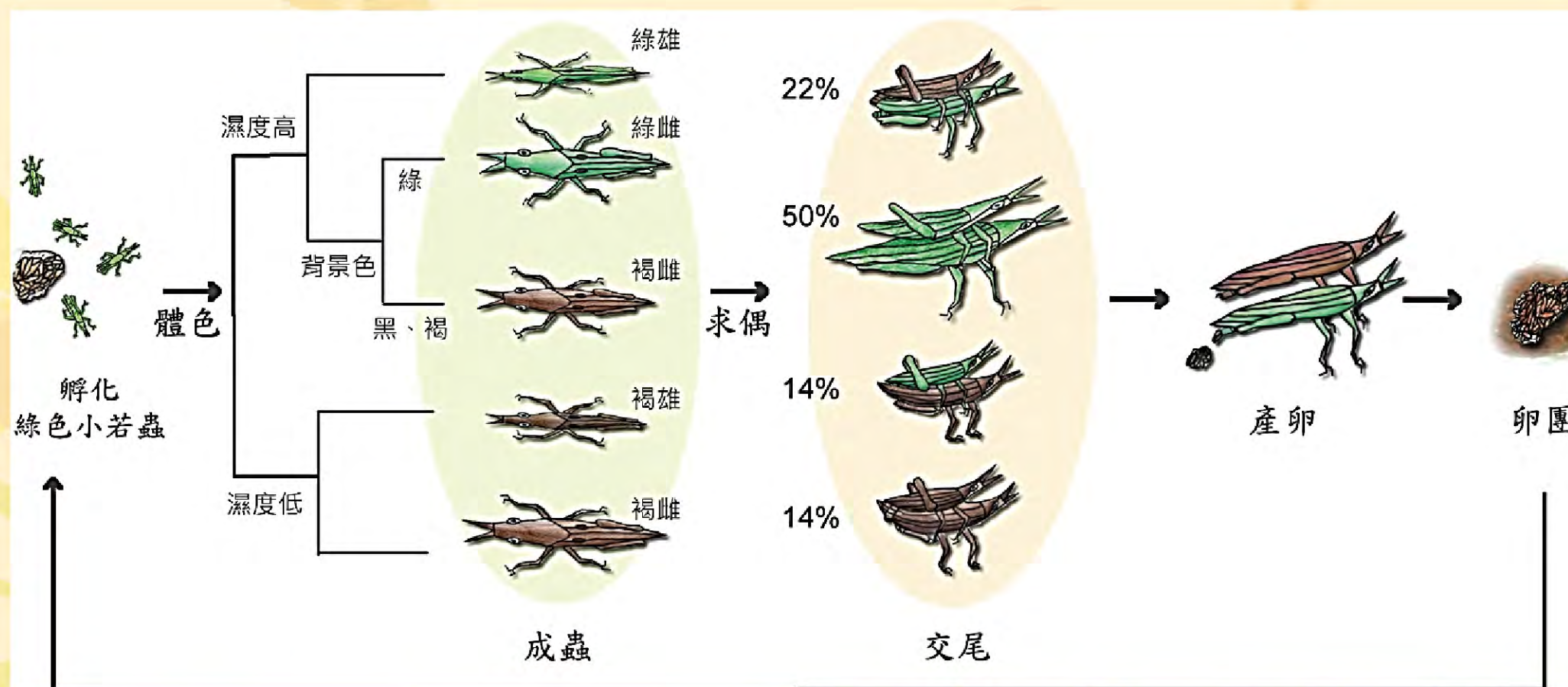
## 玖、未來展望與建議

一、多數資料介紹紅后負蝗有綠色和褐色二種或二型，但是我們研究發現紅后負蝗初孵化綠色小若蟲，受到生長環境影響改變體色，相對濕度是重要影響因素，目前尚未查到此相關文獻，希望未來能更詳細探究所有影響因素，包括相對濕度影響改變體色的臨界點，及濕度影響改變體色的關鍵時期等。

二、紅后負蝗的求偶與繁殖行為，發現許多有趣的現象，例如體色對求偶行為的影響、交配幾次才產卵，及有背負卻沒有交配等，在和文獻內容相連結時，能更生動的感受負蝗的行為意義，希望能再增加研究數量與時間作更完整的研究。

三、紅后負蝗在菜園裡有良好的保護色不易被發現，求偶與繁殖行為頻繁，而目前菜園的防治方式對紅后負蝗沒有明顯效果，我們希望能發揮創客的精神，思考應用手作器材，加上資訊科技的運用，設計符合誘捕紅后負蝗的誘餌，期望能提高誘捕效果，以提供菜園防治紅后負蝗的參考。

### 紅后負蝗體色、求偶與繁殖



## 拾、參考資料 (略)