中華民國第55屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　生物科

第三名

080318

有蟲在嗎-棉野螟蛾幼蟲捲葉及相關行為探討

學校名稱：高雄市左營區新莊國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳翰琨	陳嘉雯
小六 彭莉棋	曾健評

關鍵詞：棉野螟蛾、捲葉、防禦行為

摘要

棉螟幼蟲會在朱槿等植物作捲葉與覓食，影響植物生長及觀賞價值。我們想探討捲葉相關行為及防治方法，於是進行調查與實驗。發現幼蟲喜歡在有遮陰的朱槿上層作捲葉，開口會有絲和糞便。初孵化幼蟲群聚啃食葉背，較大幼蟲會作捲葉藏身其中，**部分捲葉有幼蟲群居**；幼蟲捲葉步驟類似，有換巢情形；社區朱槿捲葉及幼蟲數量隨月份有變化；作捲葉穴居是主要的防禦行為，遇天敵時，常縮回捲葉及運用絲線逃離捲葉。我們發現**化蛹情形與文獻在捲葉內化蛹不同，多數幼蟲會離開捲葉找隱蔽暗處夾縫中化蛹**；實驗發現光照及夾縫會影響化蛹。我們建議物理防治方法，特別是**製作誘捕幼蟲化蛹的暗盒或黑袋**，可**減少大量繁殖幼蟲的數量**，以達到有效減少幼蟲為害植栽。

壹、研究動機

我在公園觀察生態時，發現朱槿樹叢上有許多捲葉，有將開口封起來的、也有兩個捲葉相連在一起的，有的捲葉有破洞。從捲葉口看進去，有許多糞便和絲線幾乎堵住了開口，打開捲葉後看到了一隻綠綠的大肥蟲，但有時打開捲葉裡卻沒有蟲。查詢資料知道這是棉野螟蛾的幼蟲，但圖書館的昆蟲書籍找不到對棉野螟蛾的介紹，六下的「生物與環境」有認識生活周遭的生物與生存環境，我們想認識這個常見的小動物，瞭解牠們的築巢行為及生存策略，探討如何防治牠們對植物的為害。

貳、研究目的

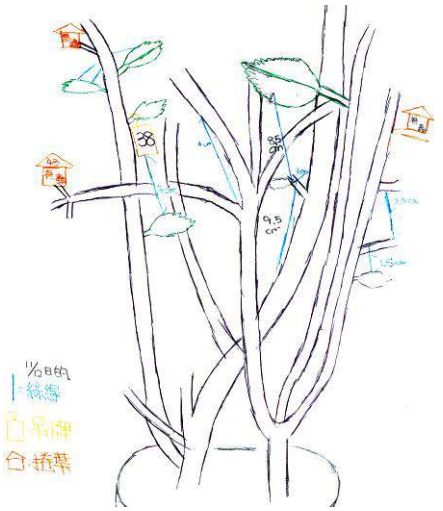
一、認識棉野螟蛾及幼蟲的生長與形態

二、瞭解棉野螟蛾幼蟲的築巢及覓食行為

三、調查戶外朱槿有棉野螟蛾幼蟲捲葉的環境特性

四、探討棉野螟蛾幼蟲如何運用捲葉防禦天敵

五、探討棉野螟蛾幼蟲準備化蛹的行為習性



叁、文獻探討

關於棉野螟蛾的介紹，主要來自於花木及農業病蟲害防治的文章，名稱有棉野螟蛾、棉捲葉野螟及棉大捲葉螟等，台灣的文獻多數稱為棉野螟蛾，學名為 *Sylepta derogata* Fabricius，又稱棉螟，屬昆蟲綱，鱗翅目，草螟蛾科，野螟蛾亞科。

（一）為害習性

棉螟主要為害的植物包括棉花、朱槿、蜀葵、木芙蓉及梧桐等植物(互動百科，2014；安徽省農業科學院情報研究所，2010)。幼蟲從葉片邊緣向內咬割一個裂口，然後捲曲靠近葉梗的一半葉片，捲葉呈圓筒狀，蟲體躲藏在捲葉內，並取食葉肉。初齡時可能數隻居於同一葉內，**較大幼蟲則一葉只有一隻**(王清玲、林鳳琪，1997；作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟，2014；溫宏治、吳文哲，2014.03)。**化蛹在葉片捲筒內**(王清玲、林鳳琪，1997；安徽省農業科學院情報研究所，2010；作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟，2014；溫宏治、吳文哲，2014.03)。盛發時樹上形成大量捲葉，後期把葉子吃成掃帚狀，既影響植物生長，又破壞觀賞(互動百科，2014；張清泉、張雪麗、陸温，2011)。

（二）防治方法

文獻中提到棉螟幼蟲的防治方法，主要包括摘除捲葉、修剪枝葉、噴灑農藥(互動百科，2014；王清玲、林鳳琪，1997；安徽省農業科學院情報研究所，2010 溫宏治、吳文哲，2014.03)；多數文獻提到發現害蟲時，及早噴灑藥劑，以避免幼蟲捲葉後藥劑防治困難。

國內關於棉野螟蛾介紹的書籍與研究不多，我們透過田野調查及飼養觀察，瞭解棉螟幼蟲的行為習性，進而探討牠們捲葉的築巢行為，及如何運用於物理及生物防治的相關方法。

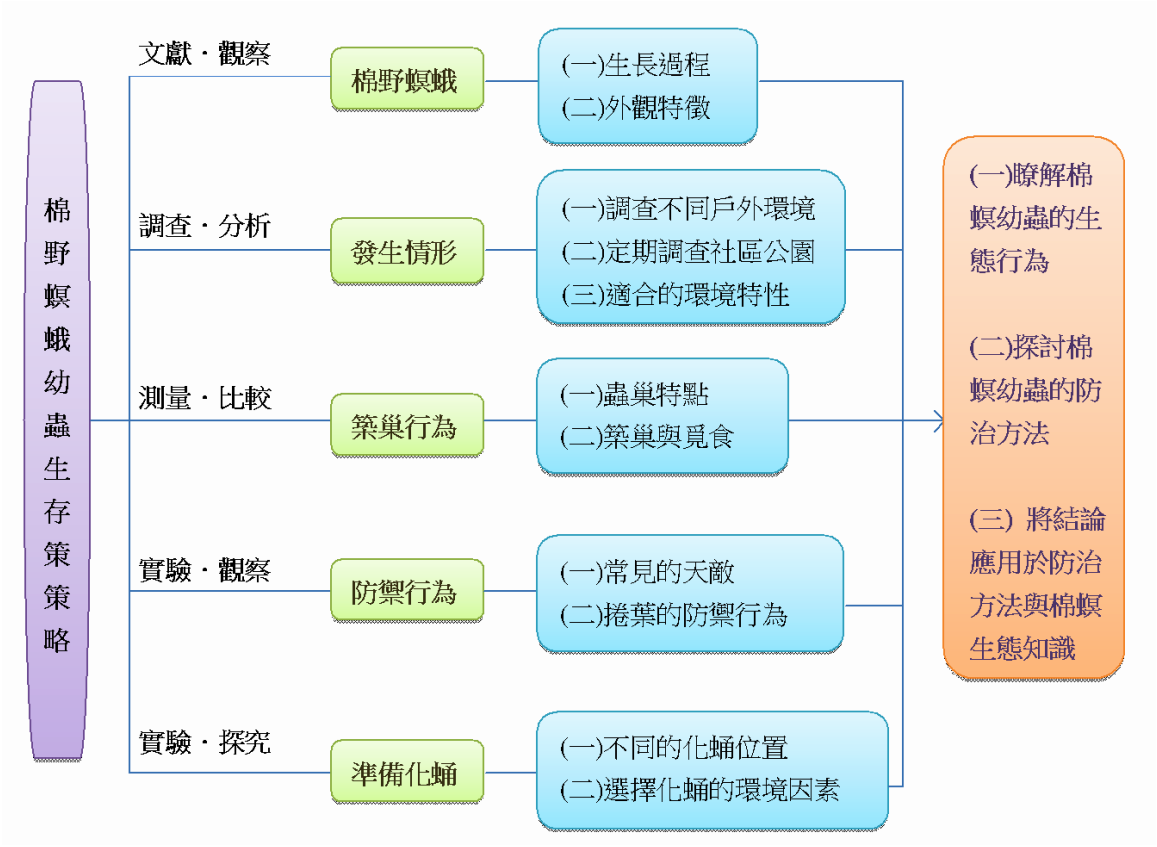
肆、研究設備與器材

飼養器材	朱槿盆栽(幼蟲)、昆蟲箱(幼蟲)、透明玻璃櫃(成蟲)
記錄器材	錄影機、數位相機、腳架、電腦

觀察器材	解剖顯微鏡、光學顯微鏡、放大鏡、手電筒
測量器材	捲尺、長尺、電子游標尺、照度計
實驗器材	紙箱、紙盒、紙板、昆蟲箱、excel 軟體
採集器材	鑷子、剪刀

伍、研究方法

一、研究架構圖



二、研究過程與步驟

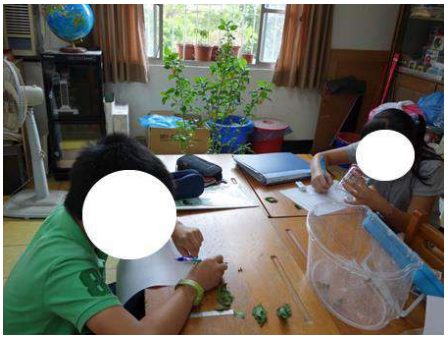
（一）飼養觀察

1.戶外採集捲葉和幼蟲飼養觀察及拍照，確定昆蟲的種類。

2.在教室內擺放一棵朱槿盆栽，飼養數隻棉螟幼蟲，並觀察記錄。

3.在教室內放置一個玻璃櫃，在櫃內放入裝水塑膠瓶及朱槿的枝葉，當幼蟲化蛹即放入玻璃櫃內，蛹羽化為成蟲，繁殖幼蟲，觀察記錄生長情形。

4.藉由繪圖、拍照及錄影，觀察記錄棉野螟蛾幼蟲築巢、覓食、防禦及化蛹等行為習性。

		
採集捲葉記錄	教室朱槿盆栽飼養棉螟幼蟲	玻璃櫃內成蟲繁殖

（二）田野調查

1.調查住家、學校附近及假日旅遊地點，進行不同區域的田野調查，共調查 20 個有朱槿植栽的區域，包括本校和附近 2 所學校、社區公園、河堤公園、森林公園、都會公園、觀音山步道、興達港行道樹、六堆客家園區、南投特有生物園區。

2.記錄朱槿植栽上是否有捲葉、幼蟲及蛹，記錄相關條件與數據作比較分析。

3.整理田野調查記錄，分析歸納幼蟲捲葉的環境特性。

4.以學校附近公園作為固定觀察區域，從 103.09-104.06 做定期的追蹤調查，記錄此區域棉螟幼蟲在朱槿植栽的築巢情形。

2014.10 月社區公園朱槿枝葉茂密	2014.11 月社區公園捲葉數量密集	2015.1 月社區公園修剪後，捲葉明顯減少

（三）測量統計

1.測量記錄戶外及室內朱槿植栽上，棉螟幼蟲的捲葉、蟲數、蛹、大小及群聚情形等，運用 excel 軟體作統計分析。

2.測量比較大小幼蟲的身長與蟲巢有哪些差異性，並記錄拍照。

3.記錄幼蟲離開朱槿植栽，準備化蛹的不同位置、數量及結果，運用 excel 作統計分析。

（四）實驗操作

1.幼蟲選擇不同光照化蛹

(1)第一次實驗製作有遮蓋紙張的圓形(直徑 50 cm)空間，每次放入一隻幼蟲，觀察幼蟲停留化蛹的地點，並測量光照。放入 3 隻幼蟲後發現幼蟲都不見了，拆開實驗裝置，發現蟲都躲進紙縫中，無法測量，因此改良實驗裝置再進行第二次實驗。

(2)取 5 個紙盒(14 cm *9 cm *9 cm)，利用挖空大小差異，及貼上不同長度的黑紙，營造五種不同光照 (A.B.C.D.E)的空間。陸續放入離開盆栽準備化蛹的幼蟲，觀察記錄進入不同紙盒的幼蟲數及化蛹情形。測得早、中、晚三次不同時間個紙盒光照平均數為：A(308 lux)、B(152 lux)、C(18 lux)、D(6 lux)、E(0 lux)。統計分析選擇光照及化蛹成功率的差異。

2.幼蟲選擇不同顏色塑膠袋化蛹

在昆蟲箱中間隔擺放黑、藍、綠、粉紅、霧狀及透明塑膠袋，將離開盆栽準備化蛹的幼蟲共 10 隻，陸續放入昆蟲箱底部中間，觀察記錄幼蟲在不同顏色塑膠袋中化蛹的數量，進行比較分析。

第一次-遮蓋紙張的圓形空間	修改後-五種不同光照的空間	有不同顏色塑膠袋的昆蟲箱

陸、研究結果

一、成長過程外觀的變化與特徵

棉野螟蛾為完全變態昆蟲，以下簡稱為棉螟，生長過程為卵→幼蟲→蛹→成蟲，各時期特徵如下：

（一）成蟲：飼養觀察成蟲的翅膀展開寬度約 2.5-3 公分，體長約 1 公分。蟲體黃白色，胸背有黑褐色小斑點，腹部各節有黑褐色橫紋。翅膀黃白色，有褐色不規則網狀斑紋。文獻提到成蟲有趨光性，卵散產於葉背，每雌蛾可產卵 70-200 粒

(安徽省農業科學院情報研究所，2014.10.25)。

體長約 1 公分，翅展 2.5-3 公分，體黃白色	翅膀黃白色，有褐色不規則網狀斑紋	喜歡停在葉背

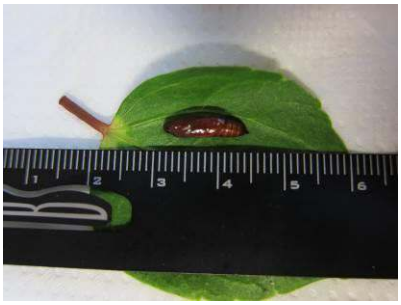
（二）卵：橢圓形，略扁，初產時乳白色，後轉為淡綠色(王清玲、林鳳琪，1997)。

（三）幼蟲：觀察初孵化幼蟲全身淺綠色，成熟的蟲體色漸深，為青綠色略透明，頭殼漸黑褐色，老熟時蟲體變桃紅色準備化蛹，體可長至 2.5-3 公分。

我們將 1cm 以下幼蟲稱為小幼蟲；1~2cm 稱中幼蟲；2cm 以上為大幼蟲。

	初孵化時全身淺綠色
不同時期的幼蟲及蛹	較成熟時頭部呈黑褐色，蟲體呈青綠色略透明

（四）蛹：測量蛹長度約 1.5 公分，暗紅色。

		
準備化蛹，身體漸短漸紅色	蛹長約 1.5 公分，暗紅色	少數的蛹有絲膜包覆

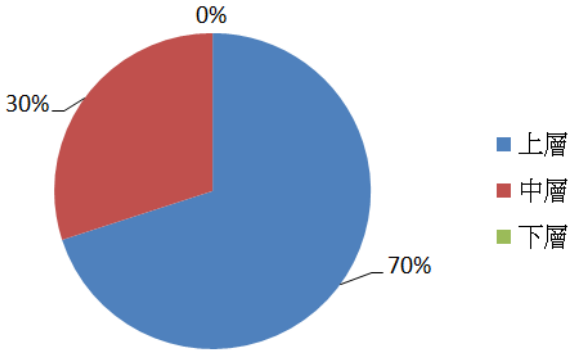
二、棉螟幼蟲築巢捲葉的特性

（一）捲葉的位置

1.戶外調查

將戶外朱槿植栽以高度均分 3 等份，各為**上層**、**中層**及**下層**，觀察 30 個捲葉的所在位置，記錄統計如下表和圖：

	上層	中層	下層
數量	21	9	0
百分比	70%	30%	0%



結果：大部分棲息於植栽上層有 70%，其次是中層有 30%，下層沒有捲葉。

討論：我們推測在上層捲葉最主要和葉子較鮮嫩及成蟲易產卵的因素有關。

上層捲葉(生物園區)

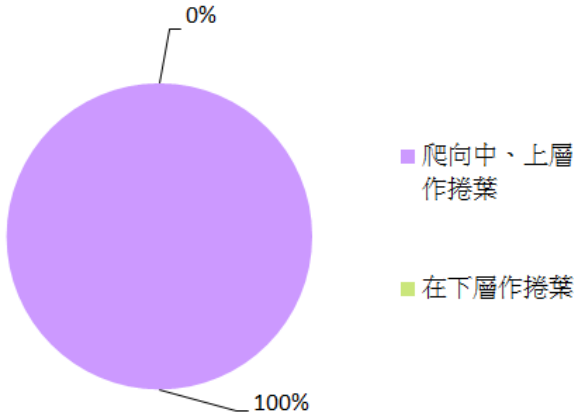
上層捲葉(登山步道)

上層捲葉(社區公園)

2.室內實驗

在教室內朱槿盆栽的下層葉片上，一葉各放一隻幼蟲，共放置 10 隻幼蟲，觀察幼蟲築巢捲葉位置，結果如下圖：

幼蟲數(隻)	10	比例
爬向中、上層作捲葉(隻)	10	100%
在下層作捲葉(隻)	0	0%



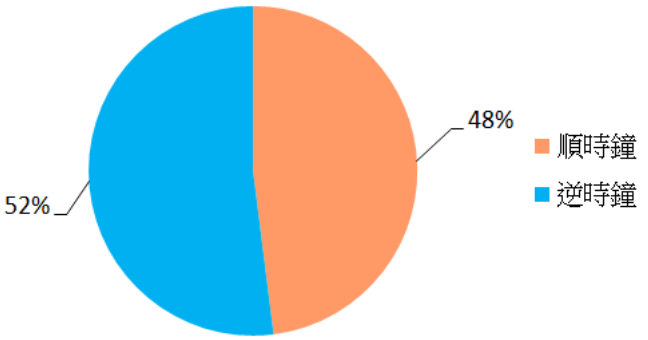
結果：100%的幼蟲會爬向中、上層作捲葉，在下層作捲葉的是 0%。和戶外調查結果相符。

（二）捲葉的外形

多數蟲巢呈捲筒狀，葉面的切口有由右邊或左邊向葉梗方向割開，形成順或逆時鐘方向捲葉，再用絲線黏合葉片，捲筒另一端形成自然開口。

1.**戶外朱槿**，觀察記錄 50 個捲葉的切口及捲葉方向，整理如下圖表：

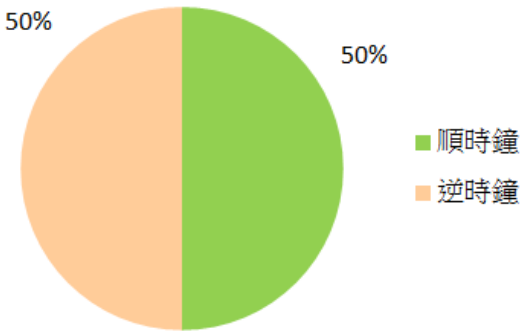
捲葉方向	順時鐘	逆時鐘
數量	24	26
百分比	48%	52%



結果：順時鐘方向捲葉有 48%；逆時鐘方向捲葉有 52%，比例差距不明顯。

2.**室內盆栽**，觀察記錄 66 個捲葉的切口及捲葉方向，整理如下圖表：

捲葉方向	順時鐘	逆時鐘
數量	33	33
百分比	50%	50%



結果：順時鐘方向捲葉有 50%；逆時鐘方向捲葉有 50%，沒有差異。

討論：1.教室內光照來源較強方向固定，但教室內的捲葉，以順時鐘與逆時鐘方向捲葉數量相同，因此推論幼蟲捲葉切口沒有特別選擇方向。

2.觀察發現，無論捲葉方向是順或逆時鐘，幼蟲會讓**捲葉開口向下，或朝著避光的方向**。

小幼蟲的捲葉，切口角度較小，捲葉的長度較短	較成熟幼蟲的捲葉，切口角度較大，捲葉的長度較長	有的順時鐘，有的逆時鐘方向捲葉，多數捲葉呈捲筒狀

（三）捲葉的內部

打開捲葉有些沒有幼蟲，有些幼蟲頭朝向葉柄停留捲葉內，葉內有糞便，葉片除了切口，也有被咬食的破洞；有些較小幼蟲；少數有動物的卵殼、蛹等。

捲葉內有糞便和絲線，葉子有破洞有切口	捲葉內有絲網，幼蟲包覆在內
少數捲葉內有其他動物卵殼	少數捲葉內有其他動物的繭

三、棉螟幼蟲的捲葉與覓食

（一）捲葉步驟

我們將幼蟲捲葉步驟歸納為 6 個步驟，如下列：

1.先從葉面爬到葉背，在葉緣附近來回爬動

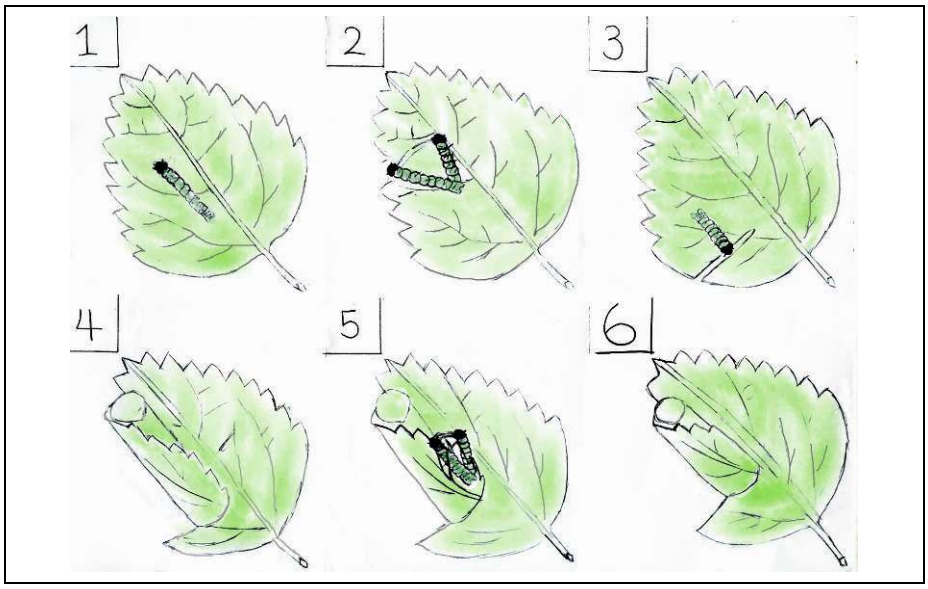
2.從葉緣處將一部分的葉子捲向主脈，來回重複吐絲固定

3.從葉緣處的第一個鋸齒附近向主脈咬一段切口

4.繼續將一部分的葉子捲向主脈，繼續咬長切口

5.來回重複吐絲固定，捲葉捲起後呈圓筒狀

6.將捲葉側邊用數條絲線固定，直到開口大小適合才完成捲葉。

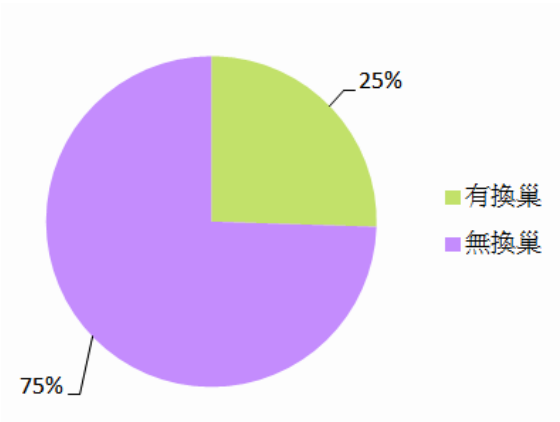


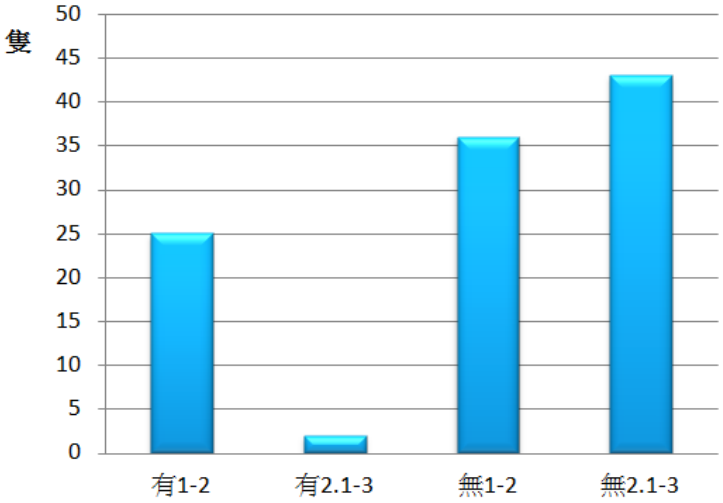
討論：幼蟲捲葉前會先在葉緣附近來回爬動，幼蟲開始切口位置大多從葉柄附近的鋸齒切口處開始，向主脈方向咬開。文獻提到昆蟲身體環節上的感覺受器接受刺激與反應，形成感官地圖與個人空間地圖，得以系統性面對身體周遭的世界 (黃薇菁譯，2009)。我們推測幼蟲捲葉前會先在葉緣附近來回爬行的動作，是要感知如何運用此葉片製作捲葉。

（二）換巢情形

較大幼蟲開始築巢捲葉，記錄盆栽共 106 隻有作捲葉幼蟲的換巢情形：

共 106 隻	有換巢 27		無換巢 79	
有無換巢/106	25.5%		74.5%	
體長(cm)	1-2	2.1-3	1-2	2.1-3
蟲數	25	2	36	43
體長數/換巢數	92.6%	7.4%	45.6%	54.4%





結果：1.有換巢行為的幼蟲較少，共有 27 隻，約 25.5%。

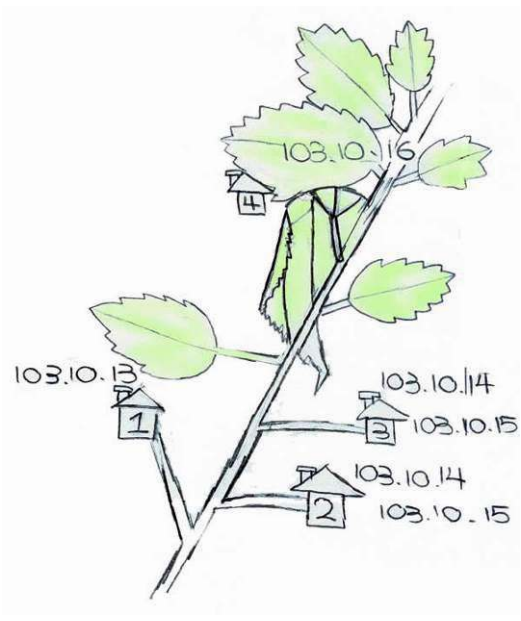
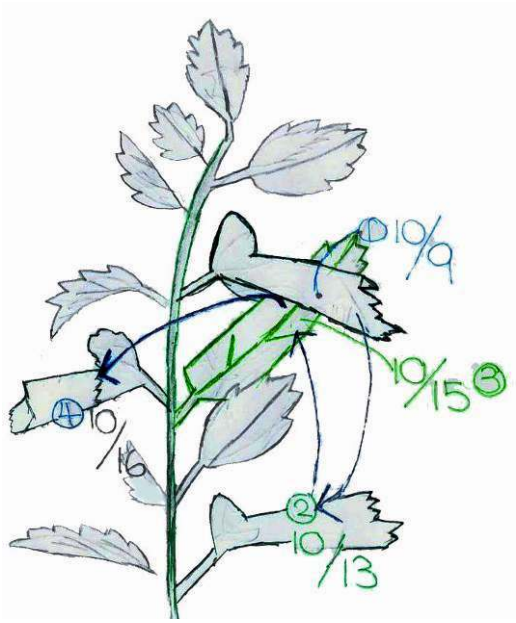
2.無換巢幼蟲比有換巢幼蟲比例高，最多的是 2.1-3cm 無換巢的幼蟲有 40.5%。

討論：1.有換巢幼蟲比無換巢幼蟲比例少，和文獻提到**該蟲有更換蟲苞習性**(互動百科，2014)的發現不同，可能與我們採集有捲葉幼蟲，多數是中、大幼蟲，改在盆栽作捲葉不久，就離開捲葉準備化蛹，因此換巢情形較少。

2.有換巢的幼蟲，以 1-2cm 幼蟲換巢比例，明顯高於 2.1-3cm 的幼蟲。

3.我們將(3)號蟲放在朱槿的下層葉片上，牠逐漸換巢到上層葉片；(7)號蟲是上下左右搬家，且有 2 次是搬到別人的舊捲葉；也發現其他幼蟲會換到舊巢；文獻提到黑星弄蝶幼蟲會避開其他幼蟲的舊巢才築巢(何冠典、顏培如，2012)，**棉螟幼蟲會住舊巢與黑星弄蝶幼蟲不同**。

換巢次數最多的 3 號蟲及 7 號蟲，換巢情形繪製如下圖：

	
3 號第一次築巢體長 1.1cm(4 次都是新捲葉)	7 號第一次築巢長 1.2cm (②.③是舊捲葉)

（三）覓食行為

小幼蟲剛孵化會群聚在葉片上，只吃葉肉，因此小幼蟲群居的葉片上會看到葉片上有黑點糞便和剩下葉脈，沒有捲葉。較成熟的幼蟲會躲在捲葉內，吃食捲葉內的葉片，或躲在捲葉內，頭伸出捲葉外，**吃食附近其他葉片；一片葉子未吃完，又換到其他葉片，繼續捲葉吃食葉片，影響植物生長，破壞觀賞價值**。

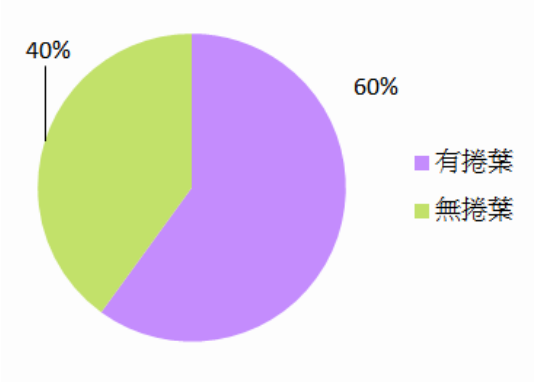
小幼蟲			
	葉片上會看到有黑點或缺葉肉的葉脈	初孵化的小幼蟲沒有捲葉，在葉片上群居，吃食葉肉	小幼蟲也會在葉片上作絲網
成熟幼蟲			
	躲在捲葉內，吃食葉片	葉片有被幼蟲吃食的破洞	躲在捲葉內，頭伸出捲葉外，吃食其他葉片

四、戶外朱槿植栽上棉螟幼蟲的捲葉情形

（一）不同環境的捲葉築巢情形

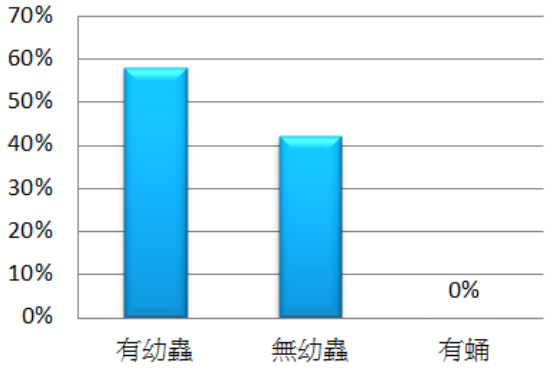
戶外調查 20 個區域的朱槿捲葉情形觀察記錄，統計如下：

	有捲葉	無捲葉	有幼蟲
數量	12	8	7
比例	60%	40%	35%



12 個捲葉中，有無幼蟲及蛹的統計如下：

捲葉 12 個	有幼蟲	無幼蟲	有蛹
數量	7	5	0
比例	58%	42%	0%



結果：1.有捲葉的區域有 12 個，佔 60 %。

2.有幼蟲的區域 7 個，佔 35 %。

3.有蛹的區域是 0 %。

4.約 42 %的捲葉裡面沒有幼蟲。

討論：在採集捲葉時，曾發現有幼蟲迅速從下方捲葉口跳下逃離；教室飼養時也常發現捲葉裡的蟲不見了，所以有些捲葉裡沒有蟲。**捲葉裡的蟲為何不見了，我們很好奇，捲葉的功用在幼蟲成長不同時期的差異。**

（二）棉螟幼蟲喜歡築巢的環境特性

1.戶外調查 20 個區域的朱槿有無捲葉及主要環境差異，觀察記錄如下：

捲葉情形	數量	全陽光	部分陽光	全遮陰	部分遮陰	栽培方式
全區有捲葉	6			✓		三角、一叢、一排
暗處有捲葉	6		✓		✓	一排
全區無捲葉	4	✓				一叢、一排、盆栽
	4		✓		✓	一排

結果：1.全區有捲葉的環境，有 6 個，是無陽光直射、全遮陰。

2.暗處有捲葉的環境，有 6 個，是部分陽光直射，在有遮陰處才有捲葉。

3.全區無捲葉的環境，有 4 個，主要是全區有陽光直射；有 4 個有部分陽光及遮陰沒有發現捲葉。

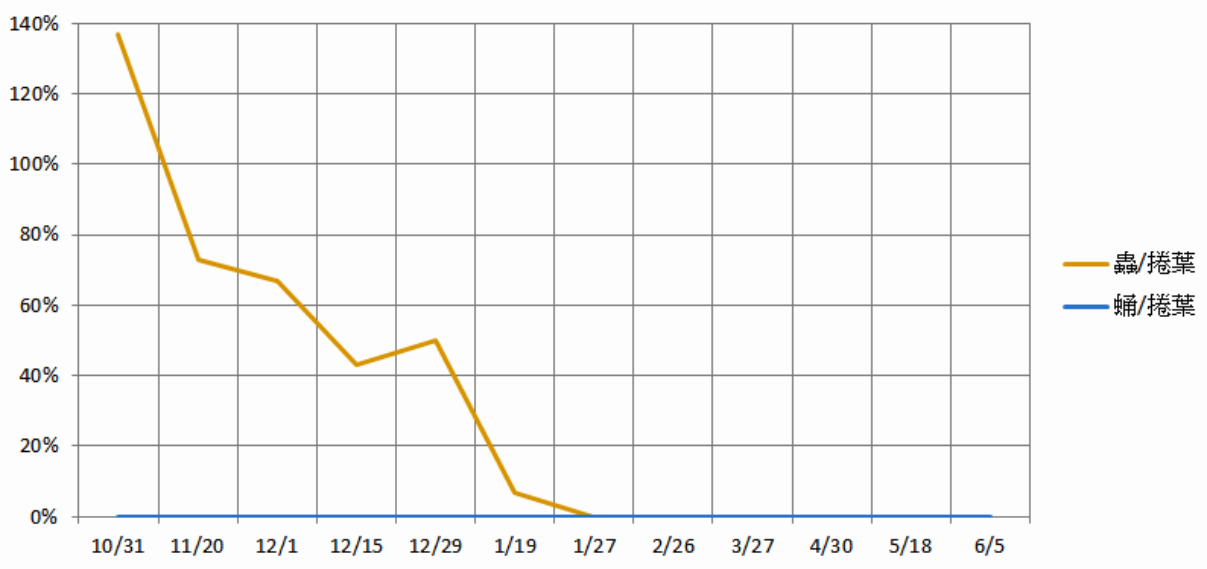
討論：1.從研究結果推論，陽光直射是影響朱槿有無捲葉的重要因素，而栽培方式影響朱槿被陽光照射的面積與時間長短，可能間接影響捲葉情形，例如戶外盆栽，或公園以一叢叢的栽培方式，被陽光照射的面積大、時間長，沒有發現捲葉。

2.在全區無捲葉的環境中，有 4 個區域是有部分遮陰卻沒有捲葉的情形。可能因為成蟲分佈有區域性的地緣關係。

五、社區公園的朱槿在不同時期棉螟幼蟲的捲葉情形

從 103 年 10 月至 104 年 6 月，每 2-4 週到校園旁的社區公園調查幼蟲捲葉築巢情形，共進行 12 次調查記錄。在 12 月底前捲葉數較多，每次**隨機採集 30 個捲葉**；12/31 日朱槿植栽被修剪後，捲葉數大量減少，1/19 日改為採集 15 個，1/27 日將全區捲葉全部採集共 20 個捲葉，調查結果如下：

日期	10/31	11/20	12/1	12/15	12/29	1/19	1/27	2/26	3/27	4/30	5/18	6/5
捲葉	30	30	30	30	30	15	20	0	0	0	0	0
蟲	41	22	20	13	15	1	0	0	0	0	0	0
蟲/捲葉	137%	73%	67%	43%	50%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
蛹/捲葉	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%



結果：10/31 日的蟲數比例最多，12/15 日的蟲數比例明顯降低，朱槿被修剪後捲葉與蟲數都大量減少，2/26 日後的捲葉及蟲數量皆為 0。

討論：1.文獻提到幼蟲有越冬行為(安徽省農業科學院情報研究所，2010)，可能是冬季捲葉與幼蟲較少的原因；另文獻提到蟲害時期為 3-11 月(青山貿易農業事業部，2014)，實際調查結果在隔年 1 月後捲葉情形才明顯減少；另外，1/27 日摘除全數捲葉後，至 6/5 日未再發現捲葉。

2.所有調查的**捲葉裡都沒有發現棉螟的蛹**，但多份**文獻提到幼蟲化蛹在葉片捲筒內**(王清玲、林鳳琪，1997；安徽省農業科學院情報研究所，2010；作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟，2014；溫宏治、吳文哲，2014.03)，這**與我們實際戶外調查結果不同**；而我們**飼養過程中也發現多數幼蟲會離開捲葉去別處化蛹**。

六、棉螟幼蟲有哪些天敵與防禦行為

（一）幼蟲的天敵

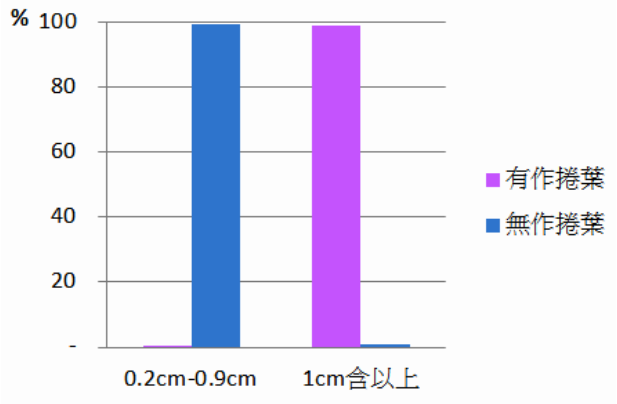
常見的幼蟲天敵包括鳥、蜘蛛、寄生蠅、寄生蜂、螞蟻、狩獵蜂等昆蟲。我們田野調查與飼養過程中，觀察到危害幼蟲的動物主要有：鳥、蜘蛛、寄生蠅、寄生蜂及螞蟻等。

被寄生蠅寄生	被寄生蠅寄生	被寄生蟲寄生
寄生蠅在幼蟲旁	寄生蟲在幼蟲體內	寄生蟲在幼蟲體內
被寄生蠅寄生	被寄生蠅寄生	被寄生蟲寄生
被寄生蟲寄生	天敵蜘蛛	捲葉內有蟲繭及小幼蟲

（二）幼蟲如何運用捲葉防禦天敵

多次戶外發現朱槿植栽上沒有直接看到幼蟲，只在捲葉內看到幼蟲，飼養過程紀錄幼蟲製作捲葉情形如下：

幼蟲體長	0.2cm-0.9cm	1cm 含以上
有作捲葉	1(0.9cm)	105
比例	1%	99%
無作捲葉	189	1(1.2cm)
比例	99%	1%

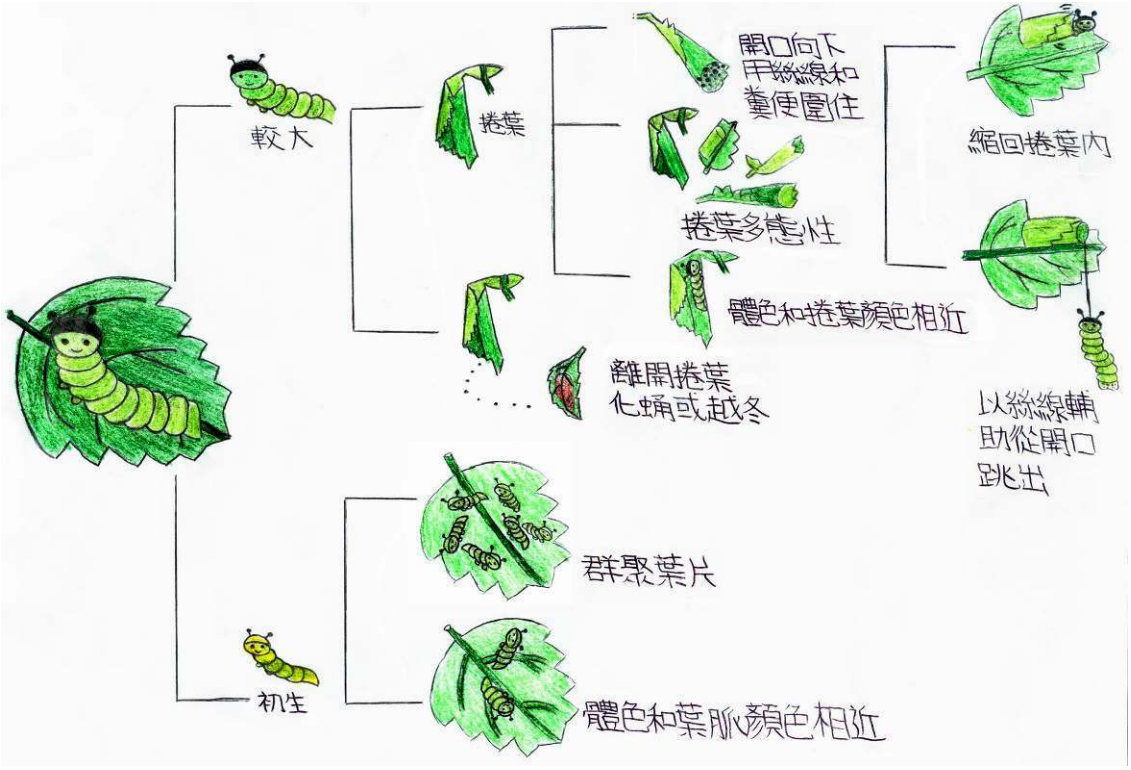


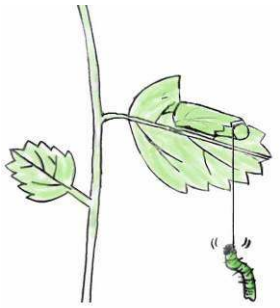
結果：飼養發現體長 1cm 以上的幼蟲，約 99%會築巢捲葉躲捲葉內，1cm 以下的幼蟲約 0.5%會作捲葉。

討論：1.文獻提到動物的初級防禦有四種類型，包括：穴居、隱蔽、警戒色及擬態(尚玉昌編，2005)，1cm 以上幼蟲主要用**穴居的**防禦方式；1cm 以下幼蟲主要是以**體色**和葉背相似的**隱蔽**方式及**幼蟲群聚方式**來防禦天敵。

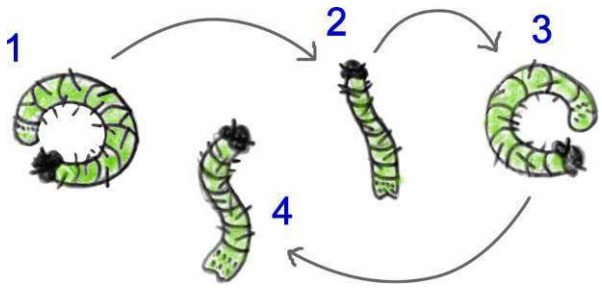
2.在校園朱槿下層葉面上各放 2 隻中及大幼蟲，放置 10 分鐘沒有移動沒作捲葉，20 分鐘後再去觀察，4 隻幼蟲都失蹤，推測 4 隻幼蟲沒有捲葉的保護可能已被天敵捕食，綜合上述結果推論捲葉穴居的防禦方式對幼蟲是很重要的。

當天敵出現時，棉螟幼蟲有次級防禦行為，觀察歸納有**回縮**捲葉內，或從捲葉往外**逃遁**的防禦行為。我們將幼蟲和捲葉有關的防禦行為，整理如下圖：



		
穴居隱蔽-捲葉開口密布糞便和絲線，不容易看到幼蟲	**逃遁**-吐絲逃離後，可再運用絲線回原捲葉	**捲葉多態性**—不同的捲葉方式可避免天敵的搜尋印象

另外，幼蟲沒在捲葉內時，觀察發現常用的防禦行為，是來回彈跳驚嚇對方，或在葉片上不動假死，如下圖：

	
威嚇-捲曲身體用力來回彈跳，驚嚇對方	**假死**-當葉片晃動時，蟲停在葉片上不動

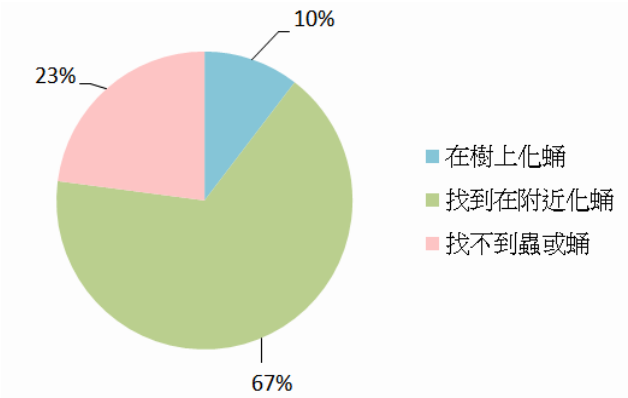
七、棉螟幼蟲準備化蛹的行為習性

（一）幼蟲選擇不同位置化蛹

1.教室內盆栽化蛹情形

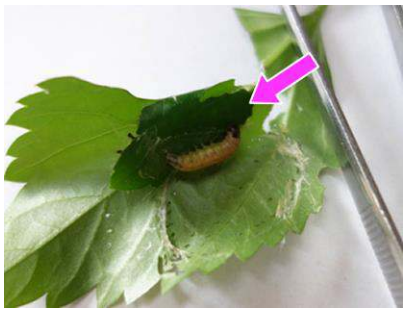
96 隻在朱槿捲葉生長的幼蟲，在樹上化蛹有 10 隻，其餘離開朱槿到其他地方化蛹，有找到的有 64 隻，剩餘 22 隻蟲不見了，也沒找到蛹。化蛹情形如下表：

	朱槿化蛹	找到離開化蛹	失蹤的蟲
數量	10	64	22
百分比	10%	67%	23%
百分比	10%	90%	



結果：在樹上化蛹僅 10%，離開朱槿到別處化蛹共有 90%。

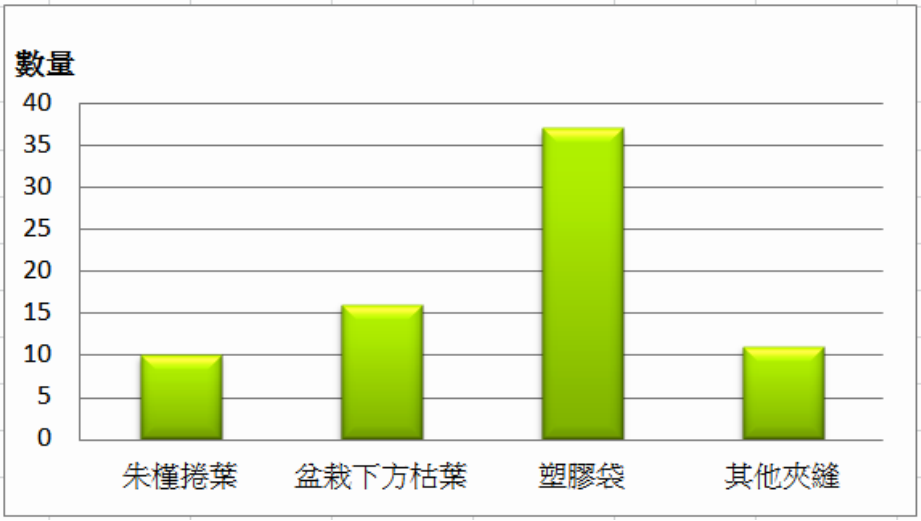
討論：社區公園定期戶外調查隨機採集的 185 個捲葉，打開捲葉都沒發現有蛹；教室內的朱槿捲葉內發現 10 個蛹，仔細觀察這 10 個**蛹的位置，都在光照較弱的捲葉內**、多片葉子黏合或覆蓋其他葉片下，或在**捲葉內做夾縫**，縮小捲葉內空間，這些可能都和**幼蟲喜歡的化蛹環境**有關。

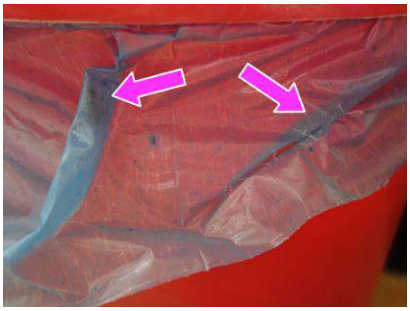
		
用多片葉子黏合的夾縫	覆蓋其他葉片下的葉縫	在捲葉內再作夾縫

2.選擇不同位置與物品內化蛹

10 隻在朱槿化蛹，64 隻離開朱槿，到其他地方化蛹且有找到的幼蟲，有些在距離最遠的 240cm 的拖把塑膠袋化蛹，或在距離較近的盆栽旁枯葉內化蛹。整理化蛹的位置與數量如下表：

共 74 隻	朱槿捲葉	盆栽下方枯葉	塑膠袋	其他夾縫
數量	10	16	37	11
百分比	13.5%	21.6%	50%	14.9%



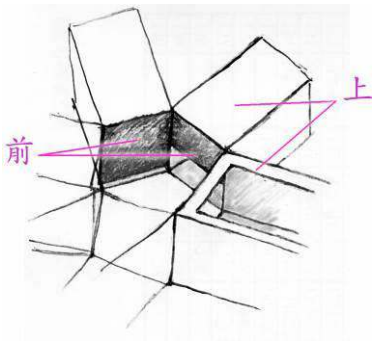
盆栽內枯葉	盆栽上的掛牌夾縫	朱槿捲葉內
		
拖把塑膠袋	物品縫塑膠袋有 2 隻	垃圾桶塑膠袋有 2 隻

結果：以盆栽附近的塑膠袋內化蛹比例最高，共占 50%；其次是盆栽下方枯葉內化蛹占 21.6%；樹上捲葉內化蛹最少，有 13.5%。

討論：幼蟲化蛹時，多數會利用其他物體覆蓋身體；即使在捲葉內化蛹的幼蟲也會在捲葉內作夾縫或絲膜包覆，推論在夾縫內化蛹可能是幼蟲的習性。

（二）幼蟲選擇不同光照化蛹

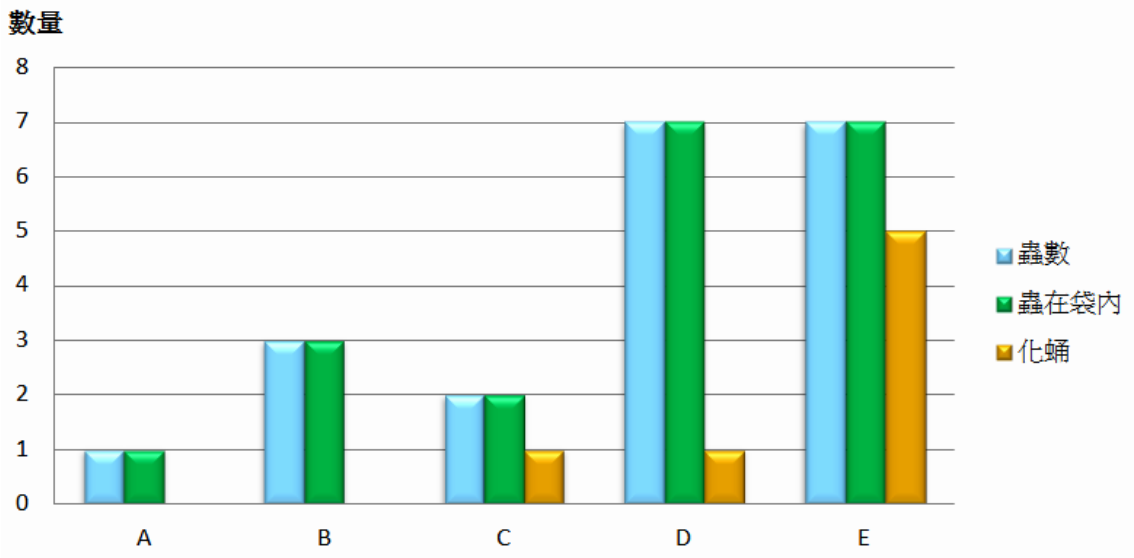
陸續將 20 隻離開捲葉準備化蛹的幼蟲，放入實驗箱，記錄幼蟲選擇不同光照準備化蛹，5 個盒子開口處的光照以 A 最亮(308 lux)、B 次亮(152 lux)、C 中等(18 lux)、D 較暗(6 lux)、E 最暗(0 lux)，每個盒內都放置數個小塑膠袋：



代號	前	上
A	亮	亮
B	亮	半
C	亮	暗
D	半	暗
E	暗	暗

各不同光照空間蟲數及化蛹數如下：

	A	B	C	D	E
蟲數	1	3	2	7	7
比例	5%	15%	10%	35%	35%
蟲在袋內	1	3	2	7	7
比例	100%	100%	100%	100%	100%
化蛹	0	0	1	1	5
比例	0%	0%	5%	5%	25%



結果：1.幼蟲選擇光照環境，以 D 及 E 盒的比例最高，各占 35%；A 盒的比例最少占 5%。

2.幼蟲進入盒內後，在停留在塑膠袋內的比例皆為 100%。

3.成功化蛹占總蟲數的 35%，比例最高的是 E 盒，有 25%，因此推論幼蟲在光照較暗的環境化蛹成功率較高。

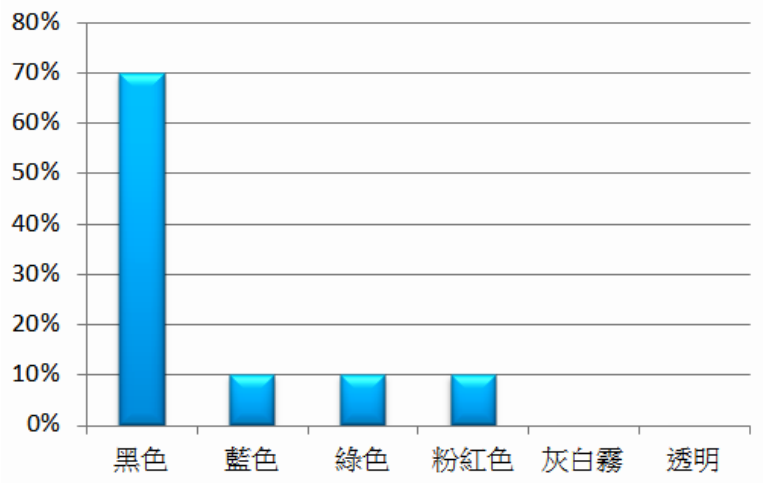
討論：1.最初實驗沒放塑膠袋，幼蟲都爬到實驗裝置的紙縫內吐絲黏合準備化蛹；改在每個盒內都放置塑膠袋，幼蟲都停留在盒裡的塑膠袋內，推論幼蟲喜歡在夾縫化蛹。

2. D 盒的開口處光照是 6 lux，但 D 盒子內部光照也是 0 lux，幼蟲停留 D 盒的比例和 E 盒一樣較高，因此推論幼蟲會喜歡光照較暗的環境準備化蛹。

（三）幼蟲選擇不同顏色塑膠袋化蛹

陸續將 10 隻離開捲葉準備化蛹的幼蟲，放入有不同顏色塑膠袋的昆蟲箱，觀察記錄幼蟲選擇化蛹的塑膠袋，如下圖表：

顏色	黑色	藍色	綠色	粉紅色	灰白霧	透明
蟲數	7	1	1	1	0	0
比例	70%	10%	10%	10%	0%	0%



結果：幼蟲選擇黑色塑膠袋的比例最高，占 70%；藍、綠及粉紅色各 10%，灰白霧及透明塑膠袋 0%。推論幼蟲選擇顏色較深，明亮度較暗的塑膠袋內準備化蛹。

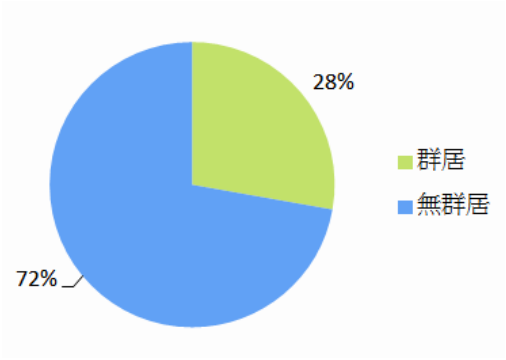
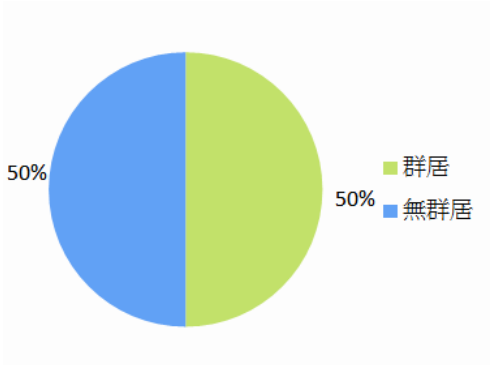
黑色塑膠袋	藍色塑膠袋	綠色塑膠袋	粉紅色塑膠袋

柒、研究討論

一、一個捲葉內只有一隻幼蟲嗎？

田野調查發現部分捲葉內，有幼蟲群居的狀況，**與文獻描述不同**，我們隨機採集台灣南部某公園及東部野外朱槿的捲葉，記錄捲葉內幼蟲群居情形：

地區	日期	採集捲葉	有蟲捲葉	群居	無群居	群居比例	群居情形
南部公園	103.10.31	30 個	18 個	5 個	13 個	28%	3 隻*1 個 4 隻*2 個 9 隻*2 個
東部野外	104.04.04	20 個	16 個	8 個	8 個	50%	2 隻*6 個 4 隻*1 個 5 隻*1 個

南部公園群居比例圖	東部野外群居比例圖
	

結果：南部公園幼蟲群居捲葉比例約 28%；東部野外群居捲葉比例有 50%。

討論：1.不同區域採集捲葉皆**發現捲葉內有幼蟲群居的情形**，上述的二區域，有幾隻小幼蟲和大幼蟲群居一個捲葉內，或中和大幼蟲，或小、中和大幼蟲群居一捲葉內，**文獻提到較大幼蟲會作捲葉，一葉只有一隻**(作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟，2014；溫宏治、吳文哲，2014)**，我們實際調查結果與文獻有差異**。

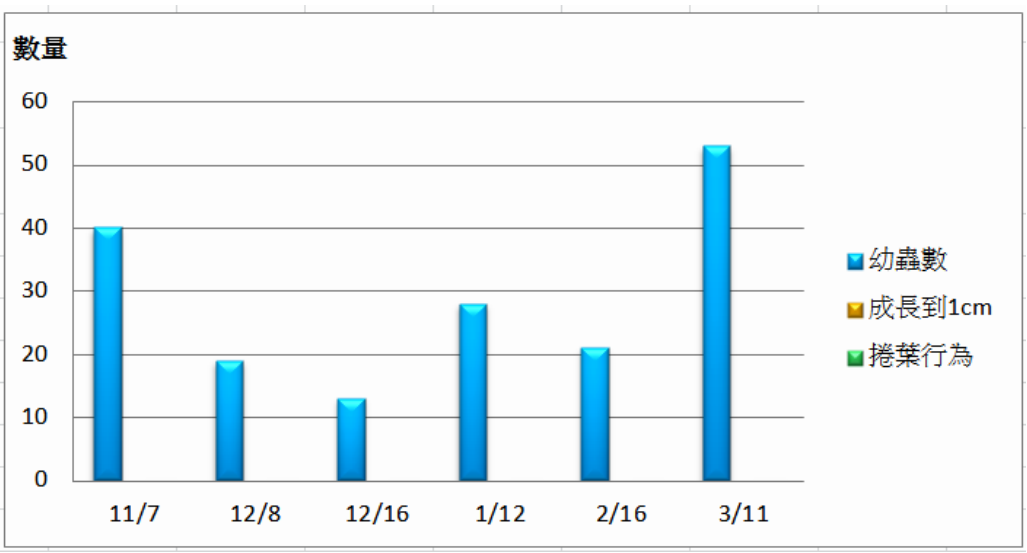
2.在 103.11.30 於中部某園區採集 3 個捲葉，皆各有 2 隻中、大幼蟲群居，有文獻提到一般捲葉內的幼蟲，**如有第二隻時會出現競爭及爭地盤情形**(朱芳儀等，2002)，**與我們觀察群居捲葉內幼蟲共處情形不同**，因此，棉螟幼蟲部分群居行為發生的時期與生態意義值得再探討。

小幼蟲群居捲葉內	大、小幼蟲群居捲葉	不同齡幼蟲群居捲葉

二、初孵化小幼蟲的成長

教室內陸續繁殖 6 次，共孵化 174 隻小幼蟲，分別以單獨或數隻飼養在昆蟲箱，每天放入新鮮葉片，觀察記錄生長過程，如下表：

日期	11/7	12/8	12/16	1/12	2/16	3/11	總數
幼蟲數(隻)	40	19	13	28	21	53	174
成長到 1cm	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
捲葉行為	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%



結果：教室內孵化飼養的小幼蟲成長到 1cm 的比例為 0%，捲葉行為 0%。

討論：1.幼蟲體長小於 1cm 時，沒有捲葉，文獻提到幼蟲三齡後吐絲捲葉(互動百科，2014；安徽省農業科學院情報研究所，2010)，可能小於 1cm 的幼蟲或未達三齡，尚未有捲葉行為。

2.戶外觀察發現大幼蟲捲葉內，也有小、中幼蟲，是否小幼蟲和大幼蟲的群居行為，對小幼蟲的成長有益，希望未來能採集更多捲葉再進一步探討。

三、幼蟲的絲線有何作用？

在朱槿樹叢及盆栽上，都曾發現長短不一的絲線。觀察歸納幼蟲運用絲線的情形：

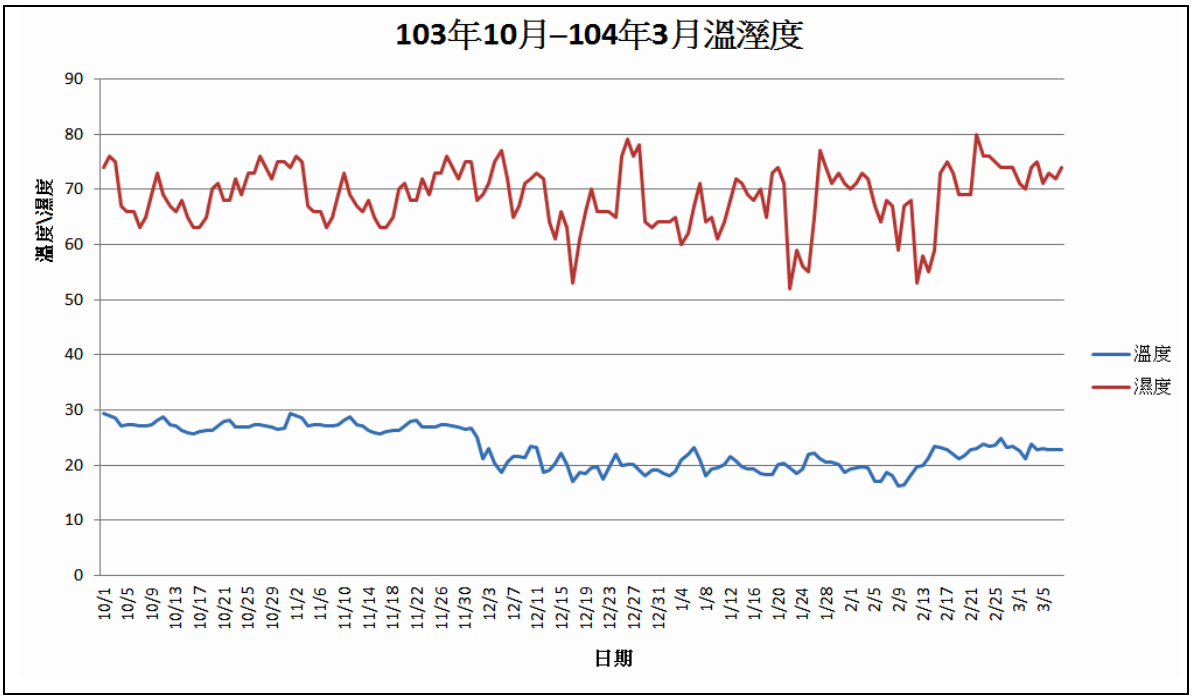
(一)當我們抓幼蟲時，牠除了加速爬行外，也會吐絲向下逃離。文獻提到捲葉蛾的幼蟲在躲避狩獵蜂獵捕時，會從捲葉口跳出去(李淳陽，2005)，我們也發現幼蟲會再拉著絲線向上回到葉子，推論絲線可輔助幼蟲暫時逃遁。

(二)觀察戶外或飼養的幼蟲，未曾觀察到有幼蟲在捲葉外爬行，經常是隔天發現朱槿植栽上有數條絲線，然後有幼蟲離開捲葉或移動換捲葉，推測幼蟲是在夜晚利用絲線移動位置或換巢。幼蟲暴露於捲葉外容易被捕食，因此，牠們在夜間才離開捲葉，並利用絲線幫助他們可以更快速的移動位置，這也是牠們防禦天敵的生存策略。

離開植栽到垃圾桶袋的絲線	離開植栽到旁邊物品的絲線	放大 40 倍，絲線沒黏性
葉片間的絲線	枝條間的絲線	葉片與枝條間橫向絲線

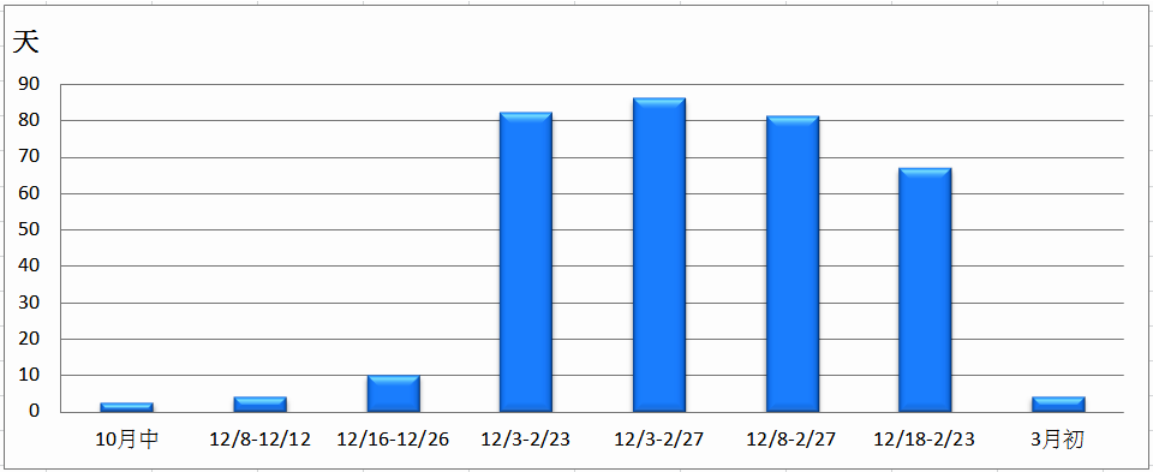
四、幼蟲越冬影響化蛹過程

教室內 4 隻幼蟲，從 12 月初離開捲葉準備化蛹，被我們放置昆蟲箱觀察，超過 2 個月不吃不喝，在 2 月底化蛹羽化成功。文獻提到有幼蟲在殘株枯葉越冬(互動百科，2014；安徽省農業科學院情報研究所，2010)，因此溫度可能也是影響準備化蛹的因素之一。我們比較不同月份化蛹的幼蟲，從離開捲葉到化蛹的平均天數是否有差異，與溫、濕度的變化是否有相關。下表是 10-3 月溫溼度表(中央氣象局 2015.03.10)



不同月份準備化蛹的幼蟲的日數記錄表

	10月中 5 隻蟲	蟲 12/8-12/12	蟲 12/16-12/26	蟲 12/3-2/23	蟲 12/3-2/27	蟲 12/8-2/27	蟲 12/18-2/23	3 月初 4 隻蟲
準備↓化蛹	平均 2.6 天	4 天	10 天	82 天	86 天	81 天	67 天	平均 4.25 天

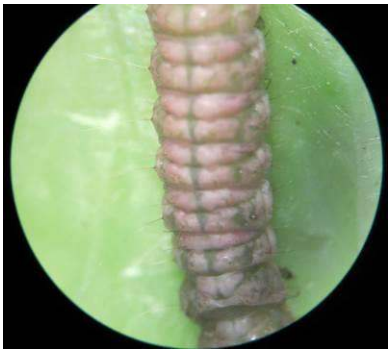


結果：1.從記錄表比對溫溼度表的變化，發現 10 月及 3 月，幼蟲準備化蛹的平均天數明顯較少；從溫溼度表看，10 月及 3 月的溫度明顯較高，濕度沒有明顯影響差異。

2.12 月準備化蛹的幼蟲，在光照較暗的環境裡 4 天及 10 天完成化蛹；但在光照較強環境中，4 隻幼蟲過了平均 79 天，才陸續完成化蛹。

討論：1.推論溫度適合時，光照暗的環境，化蛹較快比例較高。

2.觀察數隻成熟幼蟲越冬前，沒有大量吃食，卻能超過 2 個月不吃不喝，在 2 月底溫度較高時，一週內化蛹羽化為成蟲。越冬幼蟲維持體能的耐力及變態時程的彈性，令人驚嘆與好奇，希望能深入探討。

昆蟲箱的幼蟲			
離開捲葉76天			
離開捲葉71天			

捌、研究結論

一、棉野螟蛾的成長及形態

棉野螟蛾是完全變態昆蟲，成蟲約 1cm，黃白色有黑褐色斑點與斑紋；幼蟲綠色，終齡幼蟲體長約 2.5-3cm 呈青綠色，化蛹暗紅色約 1.5cm。

二、棉螟幼蟲築巢捲葉的特性

幼蟲作捲葉大部分在植栽上層；多數捲葉向下，呈捲筒狀，捲葉開口避光；捲葉內部及開口都有絲線和糞便。

三、棉螟幼蟲的捲葉與覓食行為

孵化幼蟲群聚葉背，吃食葉肉；較大幼蟲作捲葉，捲葉步驟從葉背的葉緣來回爬行，重複吐絲黏合葉片及咬開切口的動作，直到捲筒成形，再將捲葉側邊吐絲固定，

完成捲葉。幼蟲躲在捲葉內，吃食捲葉或附近的葉片。部分幼蟲有換巢行為，換巢的時間、新舊及方向沒有明顯規律。

四、公共環境朱槿植栽被棉螟幼蟲捲葉的情形與環境特性

戶外 20 個有朱槿的環境， 60%有捲葉， 35%有幼蟲；捲葉裡 0%有蛹。**全區都有捲葉**的有 6 個，環境是**全區有樹木或建築物遮陰**；部分有捲葉有 6 個區，捲葉都位於有遮陰區；**全陽光照射**區的植栽，**沒有捲葉**和**幼蟲**，朱槿受光照的程度影響幼蟲捲葉築巢的情形。

五、社區公園的朱槿在不同時期棉螟幼蟲的捲葉情形

從 103 年 10 月至 104 年 6 月，我們共進行 12 次社區公園調查，發現朱槿捲葉有幼蟲的比例遞減，經過 12 月底的植栽修剪後，捲葉數大量減少，我們將剩餘捲葉全數採集後，104 年 2 月至 6 月調查該區發現捲葉和幼蟲皆為 0%。

六、棉螟幼蟲的天敵與防禦行為

幼蟲常見的天敵包括鳥、蜘蛛、肉食性昆蟲、寄生蜂及寄生蠅等。我們戶外採集捲葉較常發現被寄生蠅寄生死亡的幼蟲。

幼蟲和捲葉有關的防禦行為包括穴居、隱蔽、捲葉多樣式、小幼蟲群聚、回縮、逃遁、威嚇及假死等，特別是幼蟲能運用絲線輔助移動身體，以增加防禦效果。

七、棉螟幼蟲準備化蛹的行為習性

多數幼蟲化蛹前會離開捲葉，尋找隱蔽黑暗的夾縫中化蛹。教室內有 50%的幼蟲準備化蛹時，躲進附近塑膠袋吐絲把蟲體封在袋內。影響幼蟲準備化蛹的重要因素包括溫度、光照及夾縫。

玖、未來展望與建議

一、未來展望

(一)幼蟲化蛹習性與多篇文獻明顯不同，幼蟲是否化蛹於捲葉內，是否有區域性因素的差異，或是在不同時期調查結果不同，也可能幼蟲化蛹習性已改變，希望未來能擴大區域、數量及不同季節進行比較研究，得到更多的結果與應用。

(二)部分捲葉內群居與文獻略有不同，多數文獻提到較大幼蟲一葉只有一隻，戶外數次採集的捲葉內，卻發現有兩隻以上幼蟲群居捲葉內，希望未來繼續探討是否幼蟲在某時期有群居現象；群居的方式及功能如何，以作為棉螟幼蟲生態行為方面的知識參考與應用。

二、研究建議

歸納幼蟲的築巢、防禦及化蛹習性的研究結果，建議運用摘除捲葉、修剪花木、清除枯葉及利用天敵來防治幼蟲為害花木；選擇陽光直射及增加光照的方式栽種，以減少為害；此外，建議可利用**幼蟲離開捲葉找暗處夾縫化蛹的習性，設計製作誘捕幼蟲化蛹的暗盒或黑袋，以減少化蛹羽化繁殖更多幼蟲的情形**，達到防治幼蟲危害植栽的成效。

拾、參考資料

中央氣象局。氣候統計。2015.03.10 檢索自：http://www.cwb.gov.tw。

互動百科。棉捲葉野螟。2014.10.05 檢索自：

http://www.baike.com/wiki/%E6%A3%89%E5%8D%B7%E5%8F%B6%E8%9E%9F

王清玲、林鳳琪(1997)。台灣花木害蟲。台北市：財團法人豐年社。

安徽省農業科學院情報研究所(2010)。棉大捲葉螟。農業病蟲草害圖文數據庫。2014.10.25 檢索自：http://bcch.ahnw.gov.cn/CropContent.aspx?id=2875

朱芳儀等(2002)。蟲蟲睡袋-捲葉家族與葉子變異的生態研究。第四十二屆全國中小學科學展覽會。2015.02.10 檢索自: http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/c3.html

何冠典、顏培如(2012)。宅蟲-黑星弄蝶幼蟲築巢與相關行為探討。第五十二屆全國中小學科學展覽會。2015.02. 01 檢索自:

http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/52/elementary03.htm

作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟(2014)。花卉-朱槿。2014.09.15 檢索自：

http://web.tari.gov.tw/techcd/花卉/香花植物/朱槿/蟲害/朱槿-棉野螟蛾.htm

李淳陽(2005)。李淳陽昆蟲記：昆蟲心智解碼實錄。台北市：遠流。

尚玉昌編(2005)。動物行為學。北京：北京大學出版社。

青山貿易農業事業部(2014)。花卉病蟲害-朱槿。2014.09.20 檢索自：

http://www.greenagro.net/style/frame/templates12/features.asp?lang=1&customer_id=827&name_id=222&content_set=color_6&fid=1270

張清泉、張雪麗、陸温(2011)。朱槿棉大捲葉野螟的生物學特性及治理對策。廣西植保，2011 年，第二期。2015.01.20 檢索自：

http://www.cqvip.com/QK/97911X/201102/38308864.html

黃薇菁（譯）(2009)。動物是天才建築師。(原作者：詹姆士.古爾德、卡爾. 古爾德)。台北市：商周。

溫宏治、吳文哲(2014.03)。園藝植物螟蛾類之診斷與防治。園藝之友，162 期，p.40-46。

【評語】080318

1. 研究人員分工合理、恰當，所作之觀察與實驗頗為詳細。

2. 將來可以進行深入的行為生態研究，解釋研究中發現的現象。

3. 圖表呈現有加強空間。