

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生物科

第一名

080319

宅蟲－黑星弄蝶幼蟲築巢及相關行為探討

學校名稱：高雄市左營區新莊國民小學

作者： 小六 何冠典 小五 顏培如	指導老師： 陳嘉雯 曾健評
-------------------------	---------------------

關鍵詞：黑星弄蝶幼蟲、葉苞、築巢行為

得獎感言

回想當初，在老師的鼓勵下，開始研究這些常見，卻很少人注意的「宅蟲」，並瞭解牠們奇妙的行為習性。加入科展行列後，才知道，原來科展的研究過程要付出相當多時間和心力，才能有所成果。

自從開始研究後，我們漸漸發現，科學研究其實比想像中有趣許多，對科學及求知的欲望激發了我們的好奇心。在生活中越是細微的人、事、物，就令我們越想觀察，而從觀察、提出問題、實驗、驗證並結論的過程中，也令我們對科學更加著迷，這是有趣的宅蟲及科展帶給我們的影響和改變。

愈是辛苦付出後得到的果實，愈令人感覺特別的甜美。能在這個暑假參加彰化縣政府承辦的全國科展，令我們覺得相當興奮及光榮。將近一個星期充實的科展活動，經歷兩次評審，及與來自各縣市菁英較勁切磋後，見識到了全國等級比賽的水準，令我們獲益良多。

評審過程中，啟發我們思考研究報告可繼續發展的方向，包括實驗延伸及其他的問題探索等，未來會朝此方向繼續努力，希望將來仍有機會，繼續參加科展，並多多參與科學方面的實驗與研究。

頒獎典禮上，聽著主持人一一報出得獎的作品名稱，緊張的感覺就不斷的增加，當宣布第一名是「高雄市左營區新莊國民小學—宅蟲」時，四周的尖叫聲和掌聲響起，我們更是驚喜萬分，畢竟這是努力了近一年才有的收穫，也代表我們的努力在全國科展中受到評審青睞，心中的雀躍與感激更是難以言喻。

能有今天的佳績，最感謝的是帶領我們作觀察與研究近一年的辛苦指導老師們，以及支持鼓勵我們的家人、協助我們的人，和我們的研究對象—宅蟲。



參加第52屆全國科展得獎留影

宅蟲—黑星弄蝶幼蟲築巢及相關行為探討

摘要

我們想觀察黑星弄蝶幼蟲的行為習性，並針對幼蟲築巢與相關行為研究探討發現：

- 一、食：幼蟲的食草以**棕櫚科植物**為主，會先到**離巢較遠處**吃食。
- 二、衣：幼蟲在葉片上作成**適合自己身體大小**的葉苞，當葉苞太小時會換巢。化蛹前有些會掉落地面，**藏身葉苞內**爬行到隱密處躲藏。
- 三、住：
 - (一)大部分幼蟲選擇在**葉背及葉片的中段位置**，先定位再築巢
 - (二)幼蟲選擇築巢位置時，**會避開有其他幼蟲絲線或葉苞的葉片**
 - (三)小幼蟲**不在有蔥氣味**的葉片位置築巢
 - (四)幼蟲有數次換巢，中、大幼蟲換巢會有**咬斷舊葉苞**的行為
 - (五)愈大幼蟲築巢行為愈精熟
- 四、行：幼蟲以頭部向前爬行外出，尾部退回巢的方式進出葉苞，大幼蟲會吐絲連成絲路，**沿著絲路爬**到對面吃葉片。

壹、研究動機

自然課時，老師拿了一些綠色的捲筒狀葉片讓我們猜是什麼？老師說有的捲葉還會在地上爬喔！我們覺得很好奇，找到校園的植物上也有相似的捲葉。四年級下學期自然課的「昆蟲家族」有關於象鼻蟲捲葉築巢的介紹，而這些捲葉裡是什麼昆蟲呢？於是上網查資料，原來這是黑星弄蝶幼蟲築巢的葉苞，大大小小的葉苞，怎麼會掉在地上呢？這和黑星弄蝶幼蟲的習性有什麼相關呢？我們想進一步研究探討。

貳、研究目的

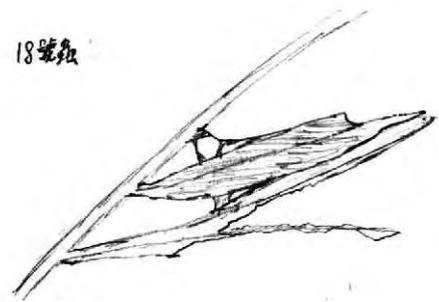
- 一、認識黑星弄蝶與其生長過程
- 二、觀察黑星弄蝶幼蟲在不同植物上的葉苞
- 三、觀察黑星弄蝶幼蟲築巢的方式與步驟
- 四、探討影響黑星弄蝶幼蟲築巢位置與大小
 - (一)築巢動線
 - (二)築巢位置的選擇因素
 - (三)氣味的影響
 - (四)葉苞大小是否與身長相關
- 五、探討黑星弄蝶幼蟲築巢相關行為
 - (一)築巢策略
 - (二)攝食行為
 - (三)換巢行為



幼蟲量身打造自己的葉苞

叁、研究設備與器材

單眼顯微鏡、解剖顯微鏡、數位相機、腳架、大黑布、照度計、計時器、玻璃櫃、放大鏡、LED 聚光手電筒、剪刀、長尺、鏟子、昆蟲箱、寶特瓶、黃椰子、大花咸豐草、蔥。



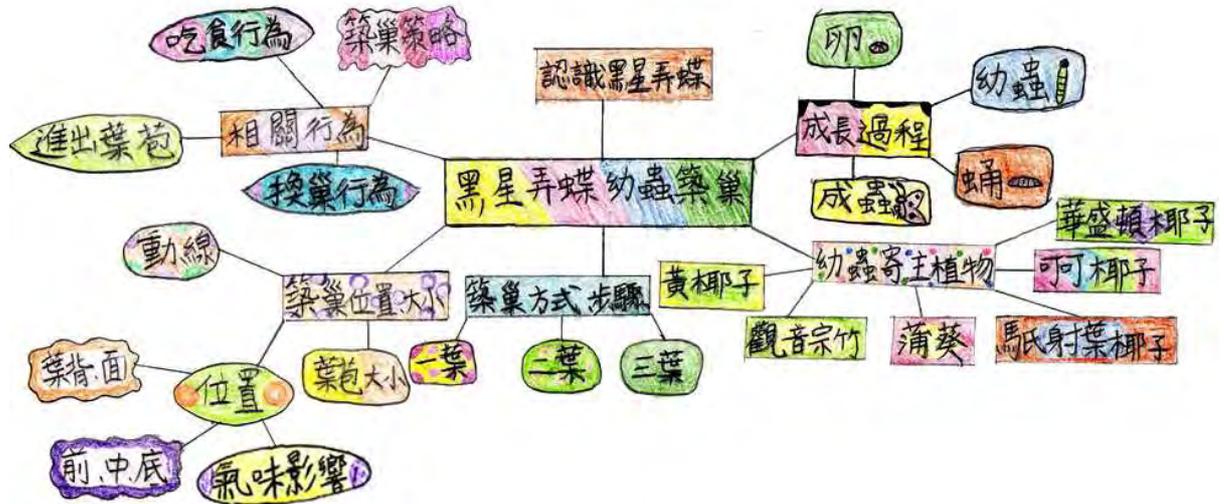
幼蟲吃光葉苞週邊的葉片

肆、研究方法與過程

一、研究架構

根據研究目的，我們擬定研究架構如下圖：

黑星弄蝶築巢行為探討



二、研究方法

研究時程從 100 年 8 月至 101 年 6 月，將近一年時間，我們運用下列研究方法與步驟蒐集資料：

(一)調查：在居家附近、校園與公園，觀察黑星弄蝶幼蟲在植物上築巢情形。



盆栽也有弄蝶幼蟲葉苞



校園玄關的酒瓶椰子有小葉苞

(二)飼養

- 1.幼蟲：我們發現在黃椰子樹上的葉苞形式最多樣性，因此，在教室內栽種一盆黃椰子，飼養弄蝶幼蟲。爲了個別記錄幼蟲築巢習性，另將帶有葉片的黃椰子枝條插在裝水瓶中，並將每隻蟲標記例如 A1、A2…依序編號，飼養觀察。
- 2.成蟲：幼蟲化蛹後，將牠放入有大花咸豐草與黃椰子葉的玻璃飼養櫃中，等待羽化的成蝶與產卵，並觀察紀錄。



(三)觀察和拍攝：

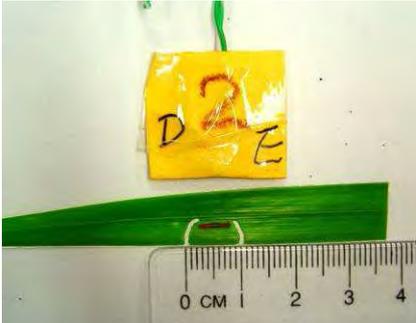
- 1.每天定時觀察紀錄幼蟲築巢行爲，紀錄每個葉苞的位置，拍照並填寫觀察紀錄表。
- 2.架設數位相機以縮時錄影的方式，連續拍攝幼蟲築巢與相關行爲，再以電腦檢視影片，截取精彩片段。
- 3.以顯微鏡觀察幼蟲身體構造，葉苞內外吐絲的結構，及咬斷的葉苞等觀察，並以數位相機拍照紀錄。



(四)實驗與測量：

- 1.身長與葉苞長度—隨機測量 20 隻幼蟲的身長與葉苞長度，並運用『excel』軟體繪製統計圖分析。
- 2.身長與換巢—以幼蟲編號 F2、F4（以下簡稱 F2、F4）爲追蹤觀察對象，測量紀錄其每次換葉苞的身長與葉苞長度，運用光線對比的方式，將手電筒兩旁光線遮黑，緊貼葉苞，透過光影測量葉苞內幼蟲的身長，並紀錄與分析。

- 3.光照的差異—利用照度計，測量葉片的葉面與葉背光照的差異，分析葉苞位置的差異。
- 4.氣味實驗—以 10 隻小幼蟲（0.4-0.7cm）為實驗對象，從同一棵黃椰子採集 10 根葉片枝條分別放進 10 個裝水寶特瓶，將其分為實驗組與對照組：
 - (1) 實驗組：隨機將 5 隻小幼蟲分別放在 5 根間隔塗抹 100% 濃度蔥汁的葉片上。
 - (2) 對照組：將另外 5 隻小幼蟲分別放在沒有塗抹蔥汁的葉片上。
- 5.剪斷葉苞反應—以 F4 為研究對象，當牠外出食葉時，將其葉苞剪斷，觀察牠回巢動作，並錄影紀錄。

		
<p>測量紀錄幼蟲的身長與葉苞長度</p>	<p>透過光影測量葉苞內幼蟲的身長</p>	<p>照度計測量葉片光照的差異</p>
		
<p>蔥的氣味影響實驗</p>	<p>實驗組分別放在塗抹蔥的黃椰子葉片上</p>	

四、研究範圍與限制：

主要以飼養在教室裡的黑星弄蝶幼蟲在黃椰子的築巢及相關行為作觀察與探討，研究結果尚未推論其他範圍。

伍、研究結果

一、黑星弄蝶與其生長過程

(一) 認識黑星弄蝶

黑星弄蝶屬弄蝶科，學名是 *Suastus gremius*，翅端及前翅中央有灰白色斑，翅面黑褐色，腹面是灰褐色。後翅中央有黑色斑點，是牠的名稱的由來。

主要生長於夏秋季，雌蝶大多將卵單獨或零星數個產於寄主植物的葉面，幼蟲孵化後，在葉片築巢並吃食葉片，幼蟲期有數次更換葉苞，終齡幼蟲在葉苞內化蛹。

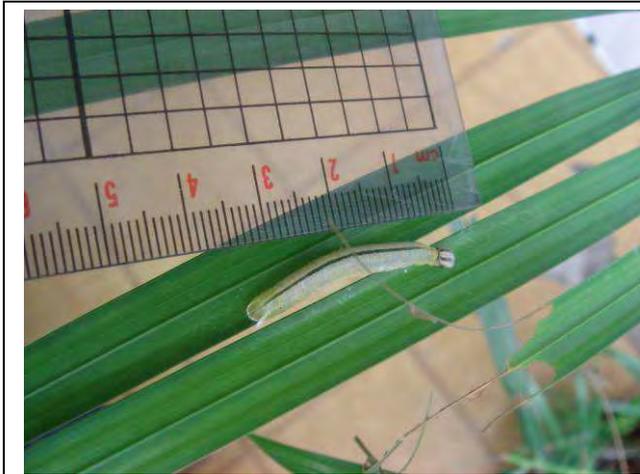
成蟲飛行速度快，喜歡訪花、吸水與吸食鳥糞，常棲息於有寄主植物的花壇、庭院、公園、校園等。

		
<p>成蝶背面黑褐色</p>	<p>成蝶腹面灰褐色</p>	<p>幼蟲食草以單子葉植物為主</p>

(二) 黑星弄蝶的成長過程

黑星弄蝶生長過程，卵孵化後為一齡幼蟲，經過幾次蛻皮後，成為終齡幼蟲，然後化蛹，羽化為成蟲。下列照片，是我們飼養的黑星弄蝶成長過程：

	
<p>1.黑星弄蝶的卵，初產下時是紅色，有白色曲線花紋，漸漸成熟變成黑色的，就快孵化了</p>	<p>2.一齡幼蟲全身紅色的，身長約 0.5cm，吃掉卵殼後，就在附近築巢</p>
	
<p>3.吃食葉片成長蛻皮後，中幼蟲的頭還是紅色的，身體已變成綠色的</p>	<p>4.蛻皮時，舊頭殼會掉下來，新的頭是淺綠色的，幾分鐘後就會出現黑色紋路</p>



5.大幼蟲頭部白色有黑色花紋，身體綠色，背部有一條深綠色線條



6.幼蟲化蛹在葉苞內，葉苞的兩端都有絲線封住開口



7.羽化後的葉苞內，葉片上有一層白色的粉，有幼蟲的頭殼



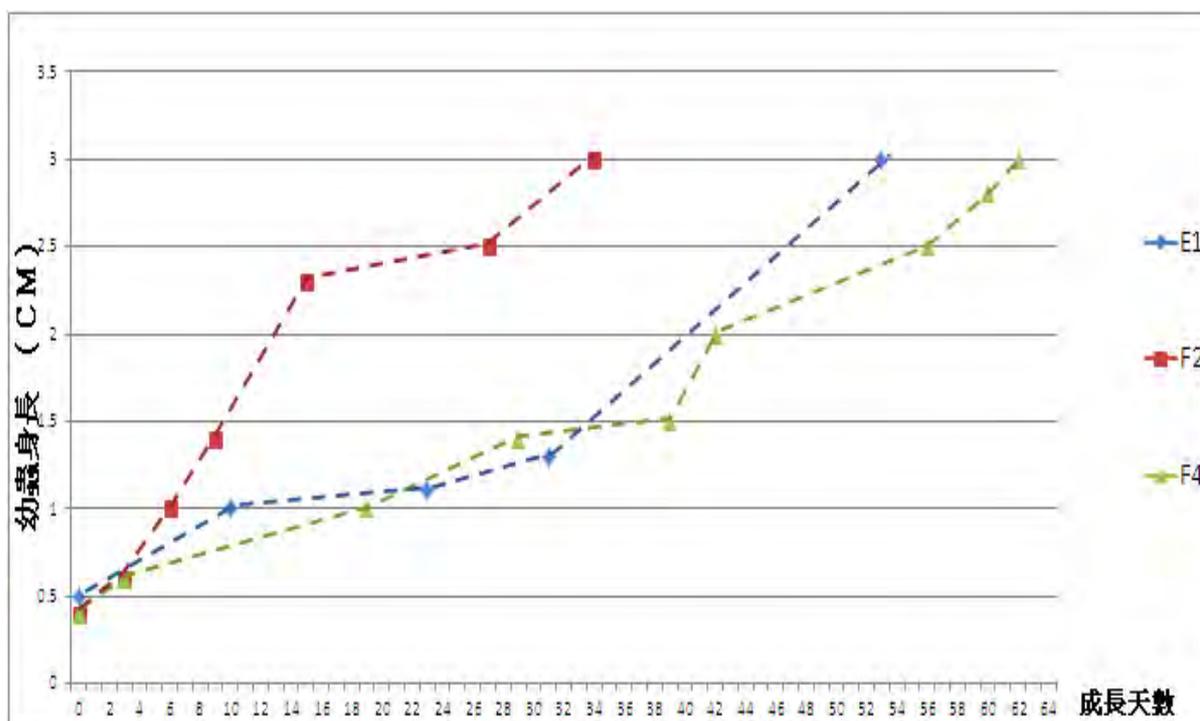
8.剛羽化鑽出葉苞的成蟲

***發現**：幼蟲在葉苞裡蛻皮，幼蟲蛻皮時比較脆弱，最好別受打擾，如果牠正在蛻皮時我們打開葉苞，容易造成牠死亡。因此，我們沒有紀錄幼蟲齡期，也沒有找到紀錄黑星弄蝶幼蟲齡期的文獻，所以我們以體型大小區別為小幼蟲(0.4-1cm)、中幼蟲(1.1-2cm)與大幼蟲(2.1-3cm 以上)。

(二) 幼蟲成長天數

黑星弄蝶的幼蟲期，大部分時間都在葉苞裡，蛻皮也在葉苞裡。我們在每次換新巢時紀錄幼蟲 E1、F2 與 F4 的成長過程，如下表與圖：

換巢次數		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次
E1 10/31- 12/22	成長 天數	0	3	10	23	31	53	化蛹		
	身長 cm	0.5	0.6	0.9	1.1	1.3	3			
F2 12/27- 1/30	成長 天數	0	3	6	9	15	27	34	化蛹	羽化
	身長 cm	0.4	0.6	1	1.4	2.3	2.5	3		
F4 12/30- 3/4	成長 天數	0	3	19	29	39	42	56	60	62
	身長 cm	0.4	0.6	1	1.4	1.5	2	2.5	2.8	3



***結果**：幼蟲孵化約 0.4cm 或 0.5cm 為一齡幼蟲，成長到化蛹前約 3cm。F2 約 34 天化蛹，E1 約 53 天化蛹。而 F2 則約 65 天開始化蛹。三隻幼蟲期日數差距大。

***發現**：雖然成長的速度快慢不同，但換巢時的身長接近。F2 幼蟲期較短，可能與葉苞周圍食草較充足，較方便吃食有關。

二、黑星弄蝶幼蟲在不同植物上的葉苞

黑星弄蝶幼蟲的食草主要以棕櫚科植物為主，我們在黃椰子、觀音棕竹、台灣海棗與蒲葵等葉片上有觀察到幼蟲的葉苞，也觀察到幼蟲運用不同築巢策略。

		
觀音棕竹(葉背)	蒲葵(殘留葉脈懸掛)	馬氏射葉椰子(葉背)
		
可可椰子(背光、易折合面)	黃椰子(吐絲拉近葉片)	華盛頓椰子(葉背)
		
聖誕椰子(殘留葉脈懸掛)	酒瓶椰子(葉背)	台灣海棗(背光、易折合面)

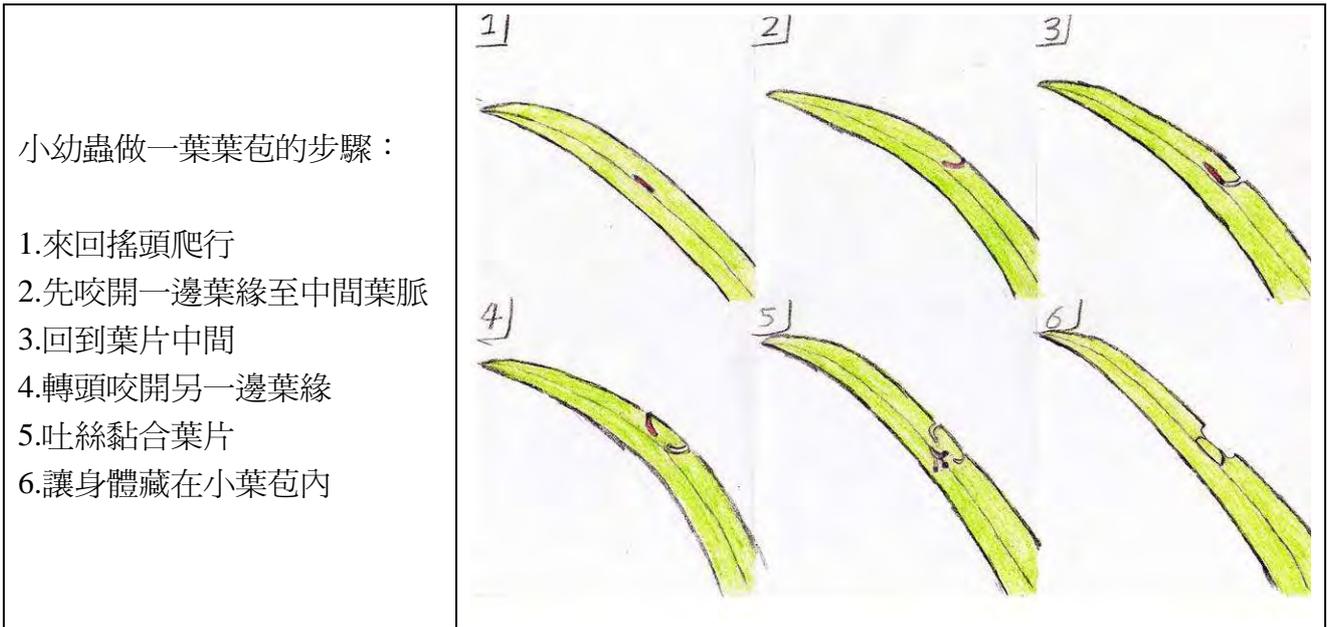
***發現**：1.在庭院盆栽、公園、花壇與校園常見到單子葉植物的葉片上有葉苞，葉苞外圍切口常是有弧度線條。

2.在蒲葵與聖誕椰子葉片上發現的大葉苞，靠著殘留葉脈懸掛在葉片下，曾閱讀文獻中有關棕長頸捲葉象鼻蟲會咬斷主脈或殘留一段葉片使葉苞懸掛葉片間的情形類似(楊曼妙等，2005)，可能也是幼蟲築巢策略的一種方式。

三、黑星弄蝶幼蟲築巢的方式與步驟

我們以黑星弄蝶幼蟲在黃椰子葉片的築巢行為作探討。

(一) 一葉葉苞築巢過程



(二) 二葉葉苞築巢過程



<p>中幼蟲做二葉葉苞（只咬一邊）的步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.將身體前半部跨到鄰葉 2.吐絲將兩葉片拉近 3.先橫向咬開鄰邊葉片至葉緣 4.吐絲拉合兩葉片 5.繼續吐絲讓鄰葉蓋住身體的葉片 6.吐絲形成幾條絲柱將側邊開口封著。 	
---	--

***發現：**幼蟲會用前半部身體橫跨到鄰葉的方式，嘗試身體是否能構到鄰葉，如果距離太長，幼蟲會往葉片底部爬行，然後再嘗試構到鄰葉，當可以構到，才會開始築巢。

（三）三葉葉苞築巢過程

<p>1.咬開左邊葉片至葉緣並拉合葉片</p>	<p>2.咬開右邊葉片至葉緣</p>	<p>3.吐絲拉合三個葉片形成三片葉的葉苞</p>

<p>大幼蟲做三葉葉苞的步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.選定葉片後，來回搖頭爬行 2.吐絲將左右兩葉片拉近與中間葉片連在一起 3.繼續吐絲將旁邊葉片拉靠近 4.先咬開鄰邊葉片至葉緣 5.再咬開另一邊葉片至葉緣 6.吐絲黏合三個葉片 	
--	--

***發現：**1.幼蟲會用前半部身體橫跨到鄰葉的方式嘗試築巢，如果距離太長，幼蟲會先爬到葉片底部，吐絲將鄰近葉片拉近後，再回來原來位置開始築巢。

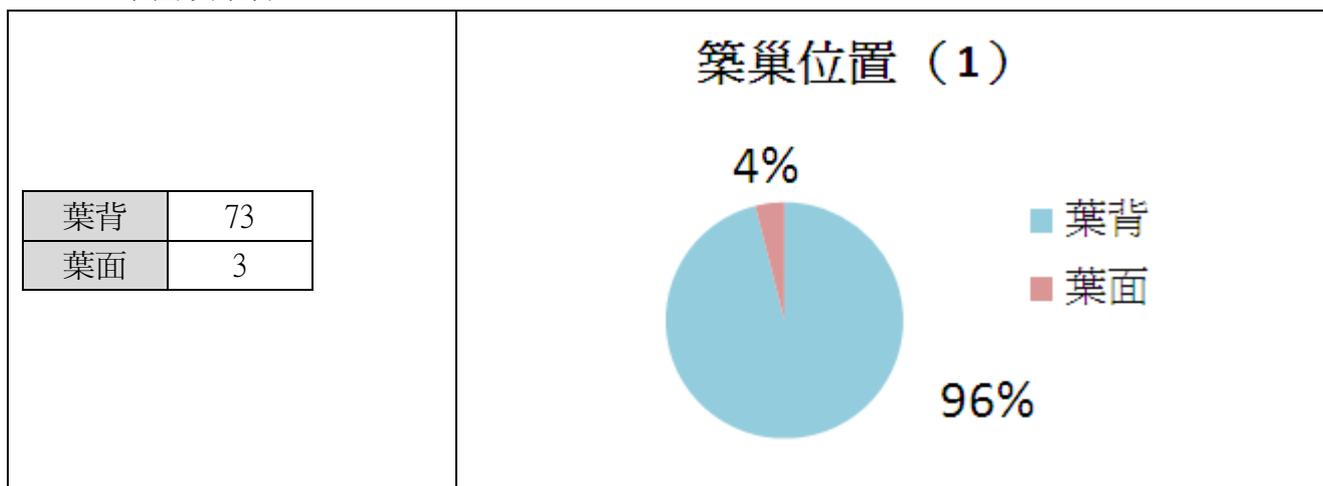
***發現：**1.盆栽上的幼蟲選擇葉片築巢時，會避開其他幼蟲的絲或葉苞，動線較複雜。

2.單獨一隻幼蟲在一個葉片上築巢動線，是以鄰近的上、下葉片，及對面鄰近的葉片為動線，並吃光葉苞附近的其他葉片再離開換巢。

(二) 築巢位置選擇

我們發現黑星弄蝶幼蟲築巢有特別的偏好，因此，分別以葉片的：1.葉面或葉背；2.葉前端、中間或底部，作為觀察記錄。共記錄七十六次的幼蟲築巢位置。以下分析其統計結果：

1.葉面或葉背

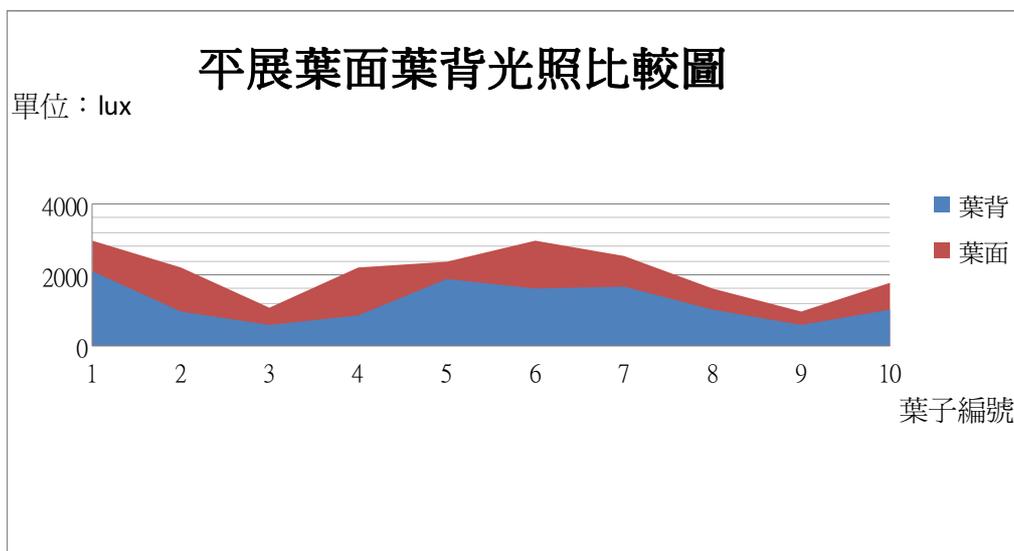


***發現：**築巢於葉背有 73 次，占 96%；葉面有 3 次，占 4%。而且 3 次築巢於葉面，皆是在直立的葉面上。推論幼蟲選擇葉面或葉背築巢與光照量相關，因此，用照度計測量盆栽黃椰子的葉面與葉背光照測量如下表與圖：

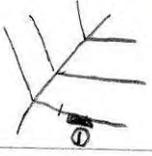
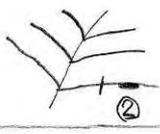
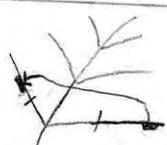
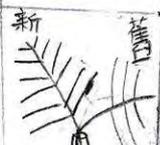
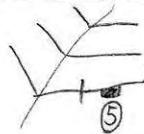
單位：lux

葉面葉背光照測量表

葉片 (平展)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	立葉
葉面	>3000	2200	1100	2200	2400	>3000	2550	1600	950	1800	900
葉背	2100	950	600	850	1900	1600	1700	1000	600	1000	1450
相差		1250	500	1350	500		850	600	350	800	550



葉片塗抹蔥汁實驗結果

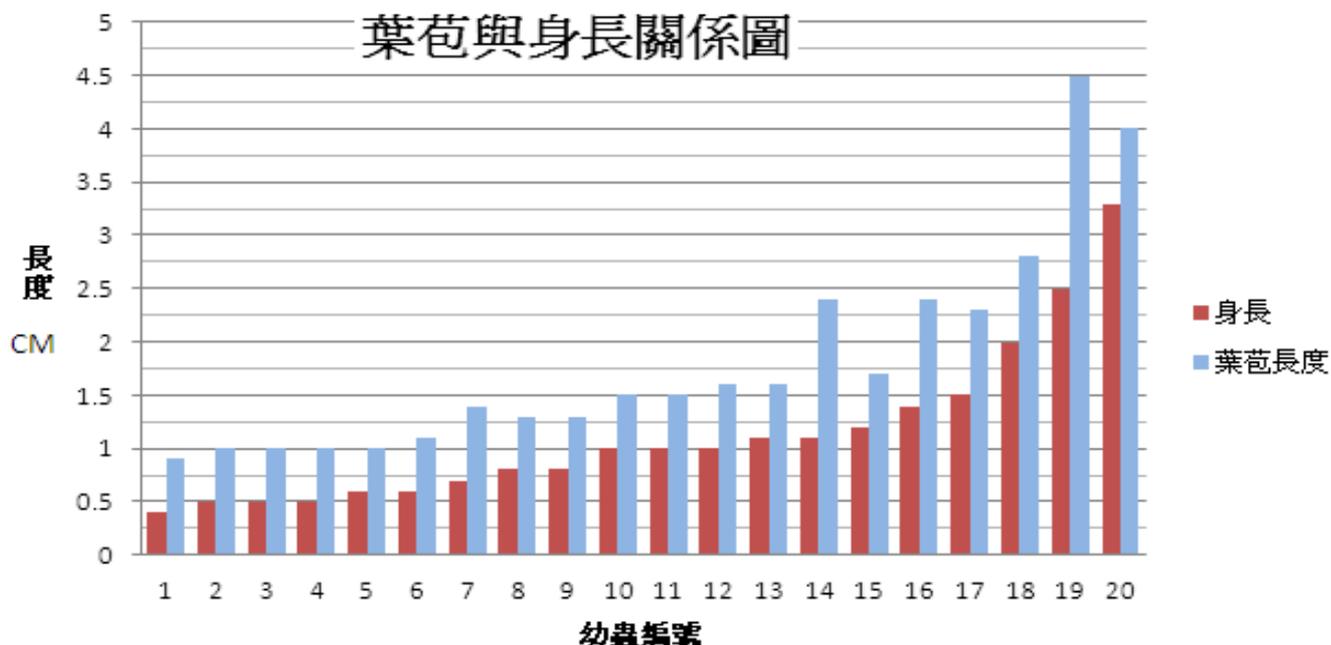
項目 編號	身長	位置	反應 (30分鐘)	(氣味變淡) 反應 (1小時後)	築巢 (2小時後)
① 幼蟲	0.7 cm		走到最遠 端 		
② 幼蟲	0.4 cm				幼蟲掉落 桌面 
③ 幼蟲	0.5 cm				
④ 幼蟲	0.5 cm				新 舊 
⑤ 幼蟲	0.5 cm		幼蟲掉落在 桌面 		

- *發現：實驗組的 5 隻小幼蟲中，5 號蟲靠近塗蔥葉片時就劇烈搖頭，移至葉片上後即掉落桌面；2 號蟲在 2 小時後掉落桌面；4 號蟲爬到無蔥汁處咬開葉片，2 小時後掉落瓶口無法築巢；只有 1 號與 3 號蟲爬到無塗抹蔥汁的位置築巢。
- *討論：5 隻小幼蟲都排斥蔥味，可以進一步探討將蔥汁噴灑在棕櫚科植物，以防治小幼蟲築巢。

(四) 葉苞大小與身長的關係

1. 隨機測量 20 隻幼蟲的身長與葉苞長度，觀察紀錄如下表：

編號	身長 (cm)	葉苞長度 (cm)	葉苞樣式
1	0.4	0.9	一葉
2	0.5	1	一葉
3	0.5	1	一葉
4	0.5	1	一葉
5	0.6	1	一葉
6	0.6	1.1	一葉
7	0.7	1.4	一葉
8	0.8	1.3	一葉
9	0.8	1.3	一葉
10	1	1.5	一葉
11	1	1.5	一葉
12	1	1.6	一葉
13	1.1	1.6	一葉
14	1.1	2.4	一葉 (直的切線較長)
15	1.2	1.7	一葉
16	1.4	2.4	一葉 (上下切口不同邊)
17	1.5	2.3	二葉
18	2	2.8	二葉
19	2.5	4.5	二葉
20	3.3	4	三葉



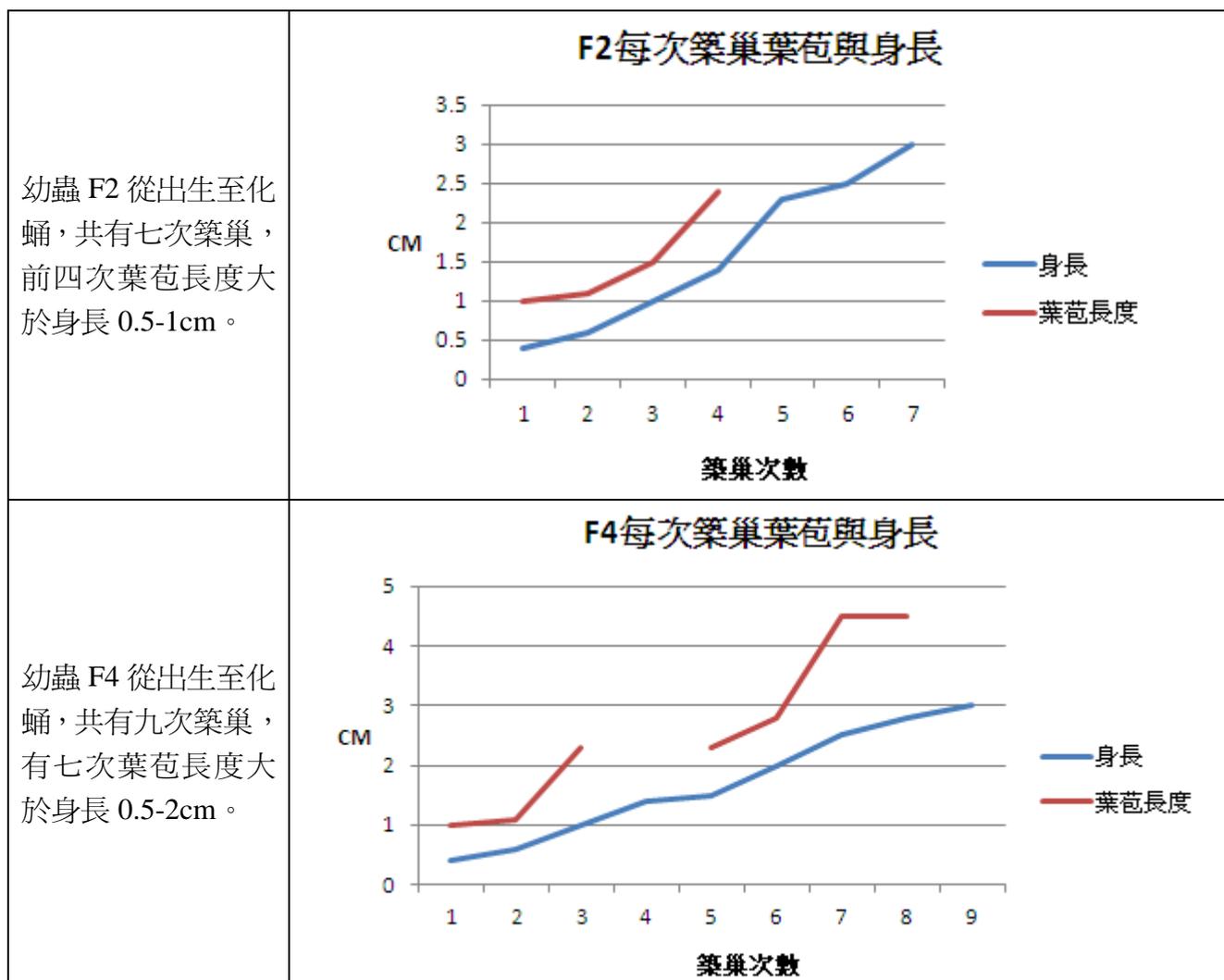
* 由上表與圖可發現：

- (1) 大部分的一葉葉苞，葉苞長度約大於幼蟲身長 0.5 公分。
- (2) 幼蟲成長到開始作二葉與三葉葉苞時，葉苞會大於身體長度，但葉苞與身體長度較無明顯規律差距。

2.以 F2、F4 為觀察對象，測量紀錄其每次換葉苞的身長與葉苞長度，如下表：

F2	日期	12/27	12/30	1/2	1/5	1/11	1/23	1/30		
	築巢次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	化蛹	
	身長cm	0.4	0.6	1	1.4	2.3	2.5	3		
	葉苞長度	1	1.1	1.5	2.4	只咬一邊	只咬一邊	只咬一邊		
F4	日期	12/30	1/2	1/18	1/28	2/7	2/10	2/24	2/28	3/1
	築巢次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次
	身長cm	0.4	0.6	1	1.4	1.5	2	2.5	2.8	3
	葉苞長度	1	1.1	2.3	只咬一邊	2.3	2.8	4.5	4.5	只咬一邊

*說明：二葉、三葉葉苞的築巢方式，部分沒有咬開兩端再黏合，只有一端切口，另一端自然掩蔽，因此，無法計算葉苞長度。



* **發現**：每次葉苞長度隨著幼蟲身長增加，幼蟲身長漸長，葉苞增長更多。

五、黑星弄蝶幼蟲築巢相關行爲

(一) 築巢策略

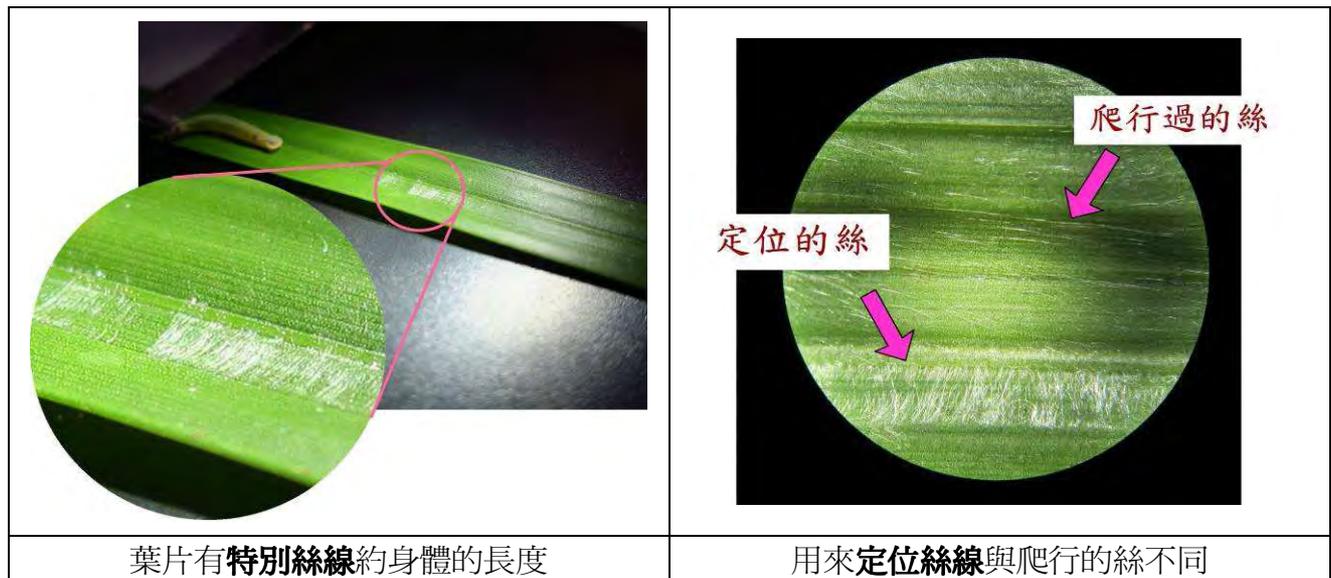
1. 吐絲拉近葉片

大幼蟲因爲一片葉片蓋不住身體，需要 2-3 片葉片才能築成葉苞，但葉片間有距離，因此大幼蟲會吐絲拉近葉片。觀察發現，大幼蟲會用前半部身體跨過鄰葉吐絲拉近葉片，如果距離太大，會先爬到枝條的位置，吐絲拉近葉片間距離，再爬到要築巢的位置，吐絲拉合葉片，然後開始築巢。



2. 吐絲定位

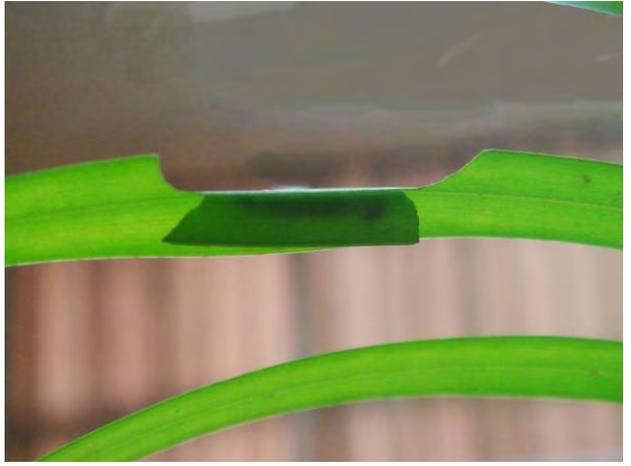
在觀察幼蟲築巢時，發現幼蟲築巢前會在葉片中間來回搖頭爬行，而且每次築巢的葉苞都會大於身體長度，尤其在小幼蟲時期，甚至大部分的葉苞長度約大於身長 0.5cm，而且小幼蟲與中幼蟲的葉苞外圍切口常呈現有弧度的線條，這些發現，引起我們很大的好奇，於是我們將幼蟲築巢前在葉片中間來回搖頭爬行的葉片，用解剖顯微鏡觀察，發現葉片中間有和幼蟲身長長度相似的**特別絲線**，絲線的結構也和其他地方不同。觀察幼蟲築巢步驟發現，幼蟲會從中間**特別絲線**爬到葉緣咬開葉片，然後回到**特別絲線**的位置，吐絲拉合，再轉身爬到葉緣咬開葉片，又回到**特別絲線**的位置，然後黏合葉片形成葉苞。因此，我們推測這**特別絲線**是幼蟲築巢前的**定位線**，我們稱爲**定位絲線**，幼蟲**先定位再築巢**，可以量身打造能遮蓋自己身體又不會太大的葉苞。



我們拍攝幼蟲先定位再築巢的連續照片：

	
<p>1.吐絲定位後爬至葉緣咬開葉片</p>	<p>2.邊咬邊後退，當尾部碰不到定位絲時，停下來回到定位絲線，開始吐絲拉合葉片</p>
	
<p>3.轉身由定位絲線再爬到另一邊葉緣，當尾部碰不到定位絲線時，停下開始咬開葉片</p>	<p>4.邊咬邊退回定位絲線，再吐絲黏合葉片</p>

完成的葉苞：

	
<p>葉苞外圍有弧度線條切口</p>	<p>量身打造適合身長葉苞</p>

3.小、中、大幼蟲都有吐絲定位的築巢策略，愈大幼蟲築巢技巧愈複雜愈熟練。



小幼蟲(0.6cm)定位絲線較稀疏

中幼蟲(1.1cm)定位絲線較密

大幼蟲(2.3cm)定位絲線較密較整齊，線條較直



小幼蟲築巢有時失誤，第三次築巢才蓋住身體



大幼蟲會拉近葉片，沒有停頓就築成三葉葉苞

(二) 攝食行爲

幼蟲築巢後，只有吃食與換巢時才會離開葉苞。幼蟲會吃食葉苞周圍的葉片，下列是大幼蟲離開葉苞到對面葉片吃食與回巢的連續照片。



1.探出頭，準備外出吃食

2.離開葉苞，沿著絲線爬行

3.爬到對面葉片前端



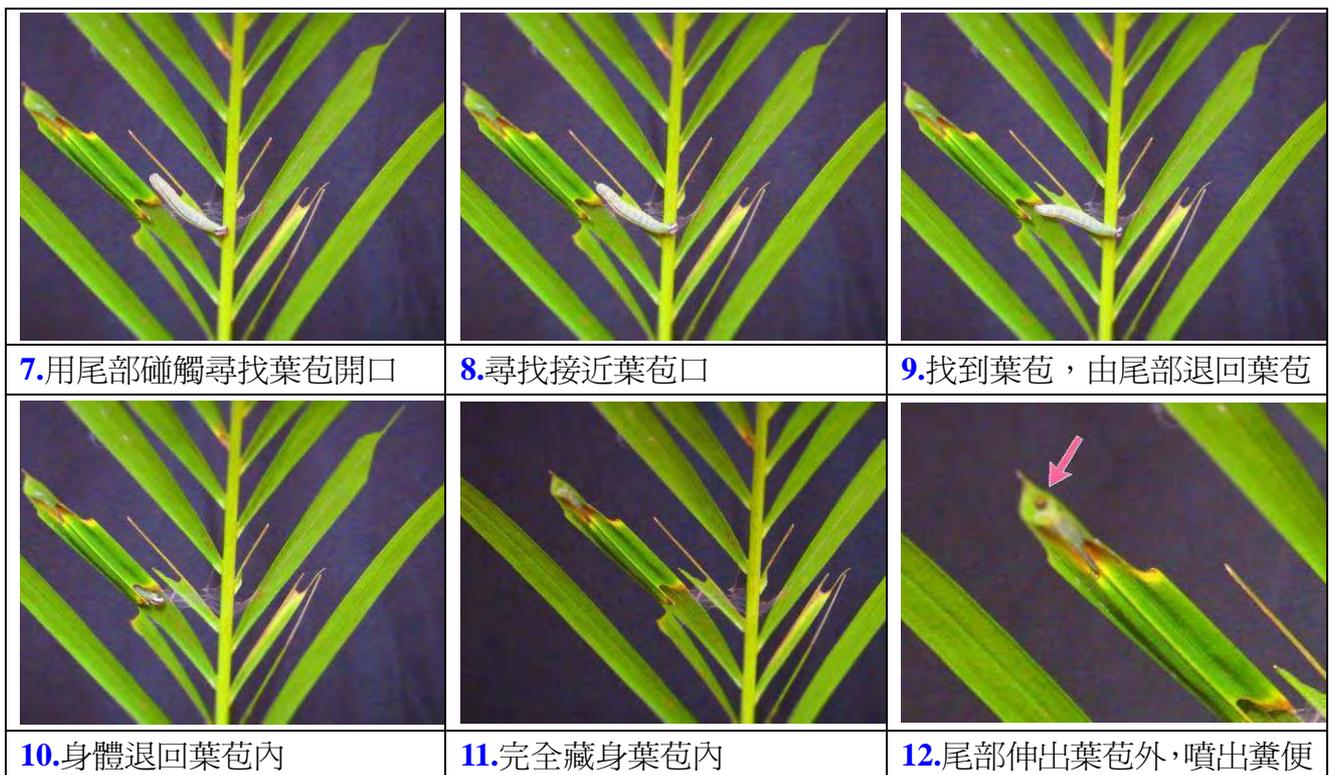
4.從最前端開始吃食



5.測量時，幼蟲發現有異樣



6.由尾部沿絲線退回葉苞



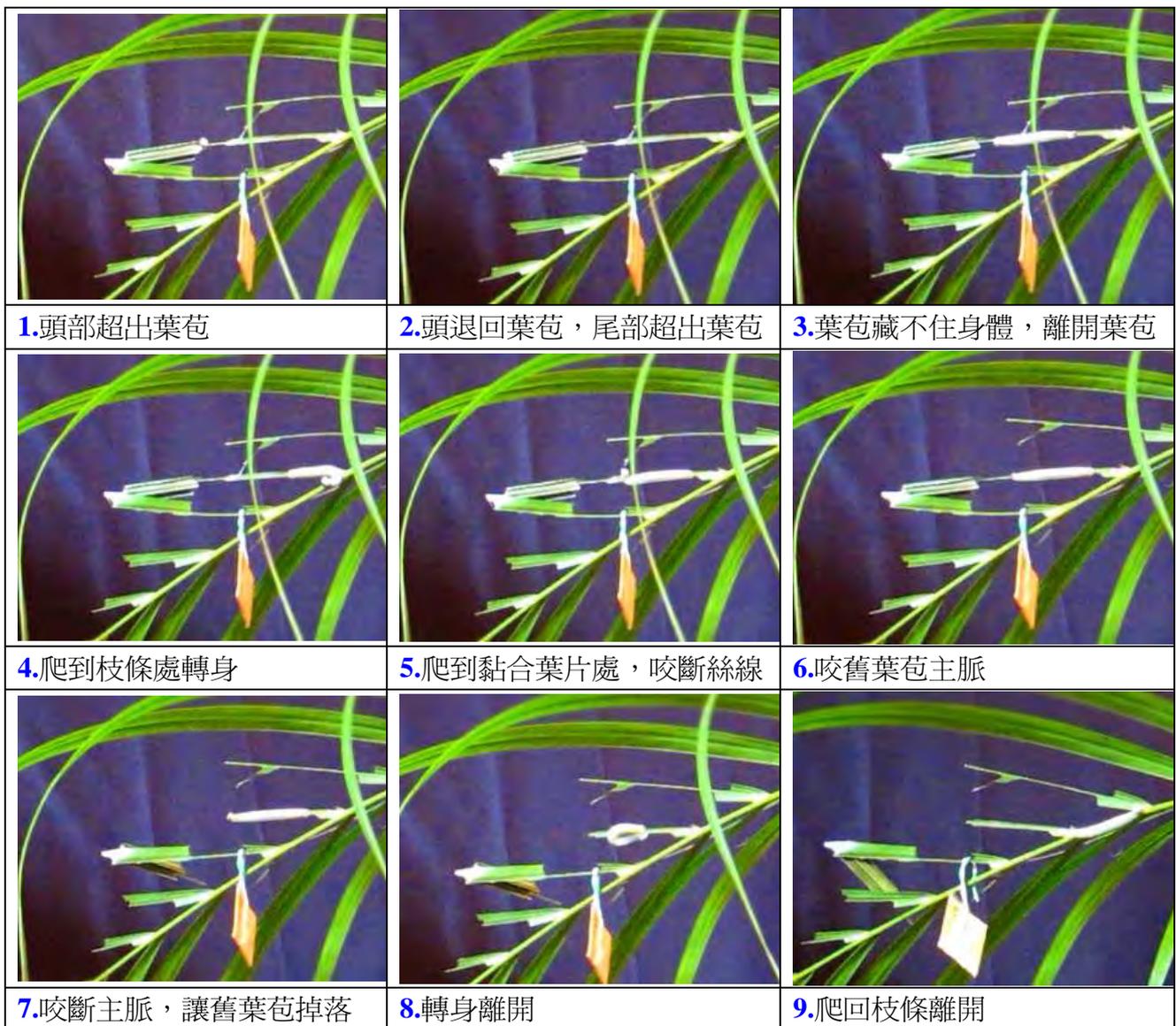
- * **發現：**1. 幼蟲是由頭部向前外出吃食，回巢時是由尾部退回，並有尾部碰觸尋找葉苞開口的動作，再退回葉苞內。愈成熟的幼蟲進出行為愈複雜。
2. 幼蟲吃食葉片後，退回葉苞內，會將尾部伸出葉苞，然後噴出黑色顆粒狀糞便，因此飼養盆栽與瓶子周圍常有多顆黑色小糞便，葉苞內沒有糞便。

(三) 換巢行爲

幼蟲通常在葉苞太小無法完全遮蓋身體，或是葉苞乾枯了，就會重新築巢。也有幼蟲會在葉苞比身體長，而葉片前後吃光時，吐絲黏住鄰近葉片吃食，沒有換巢，所以經常觀察到大幼蟲的葉苞鄰近的葉片也被吃光。



我們記錄幼蟲 D2 準備**換巢**的過程：



* **發現**：之前，我們常在飼養的盆栽和寶特瓶旁，撿到葉苞，很好奇，為什麼葉苞會掉下來？藉由錄影的方式瞭解原來是**幼蟲換巢時，會咬掉舊葉苞**，這個行為讓我們驚嘆，也思考著，這是本能嗎？是成熟嗎？還是學習呢？

因此，我們追蹤記錄幼蟲 F2 與 F4，觀察幼蟲成長與咬掉葉苞的關係，如下表：

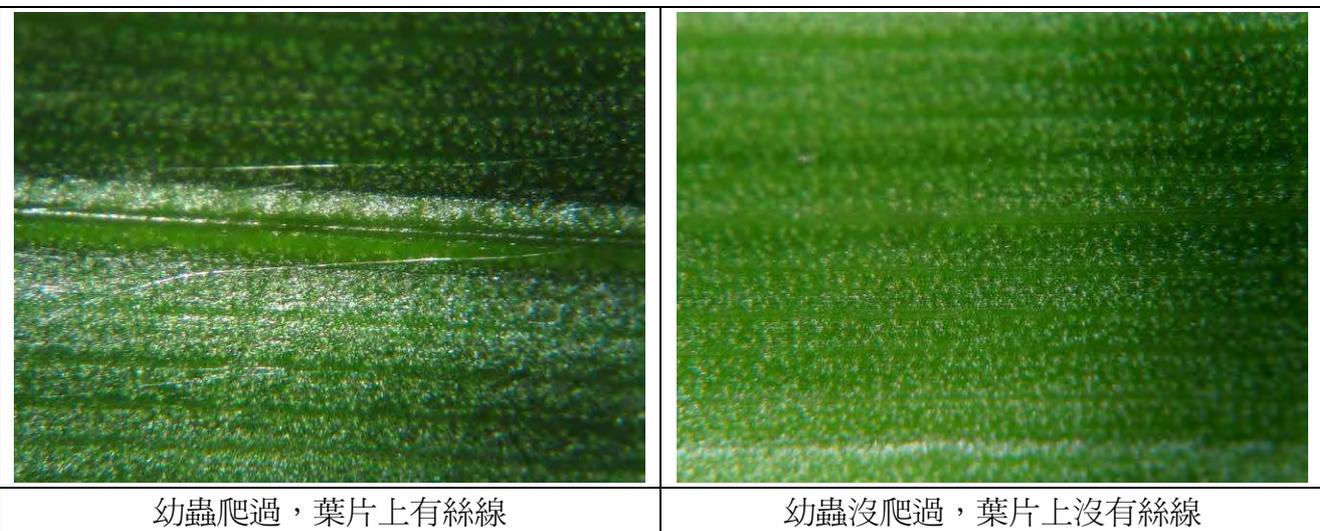
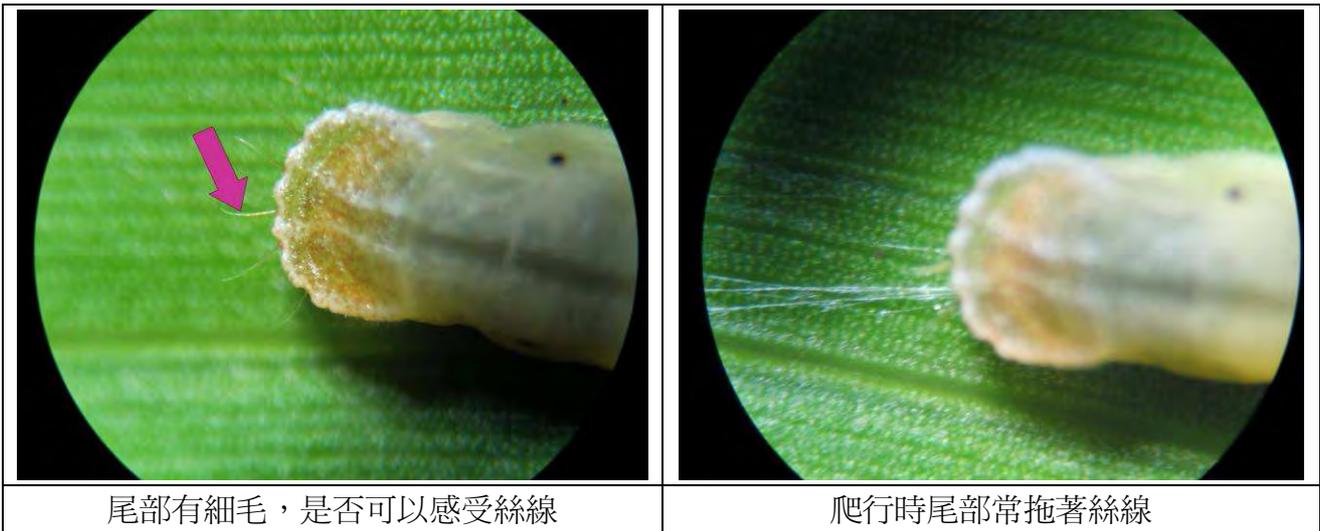
F2	日期	12/27	12/30	1/2	1/5	1/11	1/23	1/30		3/1
	築巢次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	化蛹	羽化
	身長 cm	0.4	0.6	1	1.4	2.3	2.5	3		
	咬斷舊葉苞 cm	否	否	否	否(枯) 1.8	是 2.3	是 2.3	是 3.2	否 5	
F4	日期	12/30	1/2	1/18	1/28	2/7	2/10	2/24	2/28	3/1
	築巢次數	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	第7次	第8次	第9次
	身長 cm	0.4	0.6	1	1.4	1.5	2	2.5	2.8	3
	咬斷舊葉苞 cm	否	否	是 0.8	是 0.9	否(枯) 1.6	是 1.5	剪刀 剪斷 2.7	是 2	是 2.5

- * **發現**：1.被咬掉的舊葉苞大都是比幼蟲身長短。
- 2.這兩隻幼蟲在身長 1cm 之前(小幼蟲)，換巢時都沒有咬斷舊葉苞。
- 3.開始會咬斷舊葉苞與身長並沒有固定相關，但開始出現會咬斷舊葉苞行爲後，大部分幼蟲在下次換巢時都會咬掉舊葉苞。

陸、研究討論

一、選擇築巢位置的其他可能因素

我們觀察發現，**盆栽飼養的幼蟲築巢動線較複雜，新舊巢距離也較遠**，除了觀測的築巢位置因素外，歸納發現，如果某個葉片上曾有其他幼蟲築巢或爬行過，幼蟲就會放棄在這個葉片上築新巢，而改爬到其他葉片，直到找到新葉片才築巢。這發現也令我們想進一步探討，於是顯微觀察正在葉片爬行的幼蟲，發現幼蟲尾部有細毛，爬行時尾部拖著絲線，退回葉苞時用尾部找路。另外觀察到曾有幼蟲爬行過的葉片會有絲線，沒有幼蟲爬行過的葉片沒有絲線。所以我們推測葉片上有絲線也是幼蟲是否築巢的因素之一，**幼蟲會避開其他幼蟲爬過的葉片而築巢**。且文獻提到蝴蝶幼蟲以單側眼察覺光線變化，視覺效果不好，看到的範圍也較小（盧耽，2008）。所以我們推測絲線也可能是作為牠們行動的路標，可再進一步探討。



二、如何躲在巢中生活

飼養觀察過程中，我們發現幼蟲大部分時間都在葉苞裡，牠們運用吐絲的功能處理食、住、行的需求，並將便便與蛻皮頭殼等廢棄物彈出葉苞，保持葉苞內乾淨，讓牠們能過著經常躲在葉苞內的生活，就像隻「宅蟲」。

		
吐絲黏合葉苞外緣	吐絲鋪外出吃食的路	吐絲拉近葉片，躲葉苞吃食
		
葉片間顯微觀察—較粗的絲拉近葉片，較細的絲網可作為爬行的絲路	葉苞內顯微觀察—吐多次的絲黏合葉片皺折，使其成圓筒狀，藏身空間較大	吐絲封住葉苞兩端開口在葉苞內化蛹
		
將便便彈出葉苞外	將舊頭殼推出葉苞外	葉苞內乾淨

三、為何咬斷葉苞

飼養中常發現地上有掉落的葉苞，原以為那是幼蟲吃完葉片時自然掉落的。無意間發現幼蟲在咬被吃光葉片的主脈，接著咬斷主脈後葉苞掉下去，然後幼蟲才轉身離開。這現象讓我們察覺，原來**掉落的葉苞是幼蟲自己咬斷的**，我們拿了被咬斷的葉苞在解剖顯微鏡下觀察，發現不規則的咬痕，又將收集掉落的舊葉苞拿出來觀察，才發現都有不規則咬痕。藉由錄影追蹤的方式發現幼蟲有換巢咬掉舊葉苞的行為，但我們想進一步探

討，為什麼幼蟲會有這樣的行為呢？為什麼有些掉落的葉苞裡有幼蟲呢？如果我們幫牠剪斷葉苞牠會如何反應？以下分析咬斷葉苞的不同情形：

(一) 咬斷葉苞內沒蟲

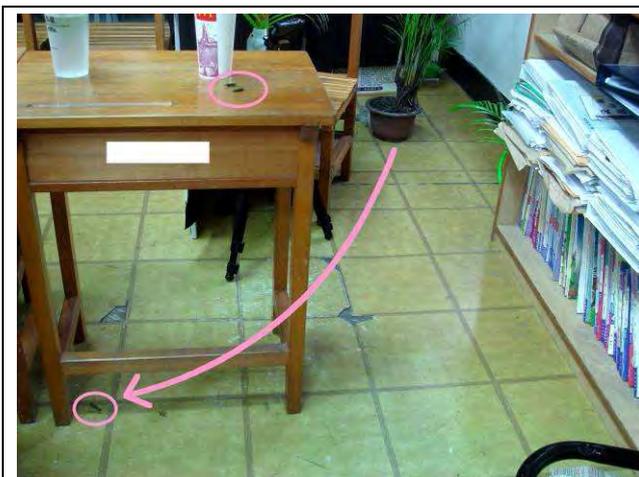
我們發現幼蟲換巢時，離開葉苞爬到枝條才回頭來咬斷主脈，所以咬斷的葉苞有殘餘主脈，掉落的地面沒有蟲。推測這可能是幼蟲換巢時，要湮滅痕跡讓天敵不容易發現牠們。



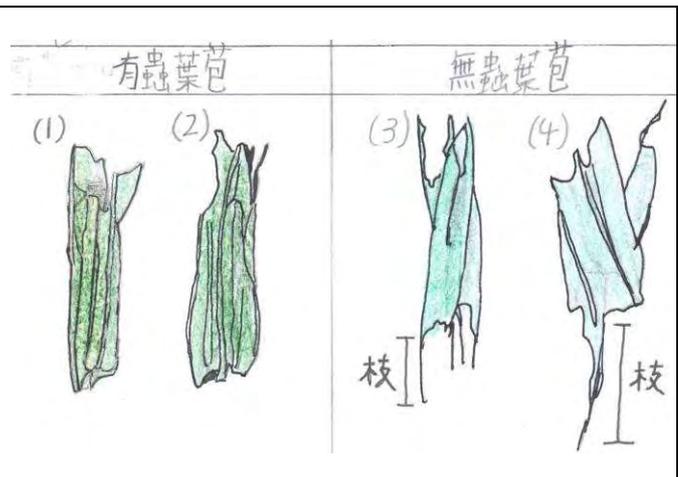
(二) 咬斷葉苞內有蟲

另外發現一些掉落的葉苞裡面有蟲，咬斷的葉苞沒有殘餘葉脈，掉落地面會移動。我們把葉苞撿起來用膠帶，黏在植物的葉片上，觀察發現數個被膠帶黏著的葉苞一兩天後就化蛹。而且，常發現有葉苞消失，又有成蟲不知從哪個葉苞羽化出來的情形。某次在離盆栽遠處的桌子底下，發現有個葉苞，裡面有大幼蟲。根據這些發現歸納，我們推測幼蟲即將化蛹時，可能自己將葉苞咬斷掉落地面，再爬行到隱密的地方躲藏，避免天敵侵害。

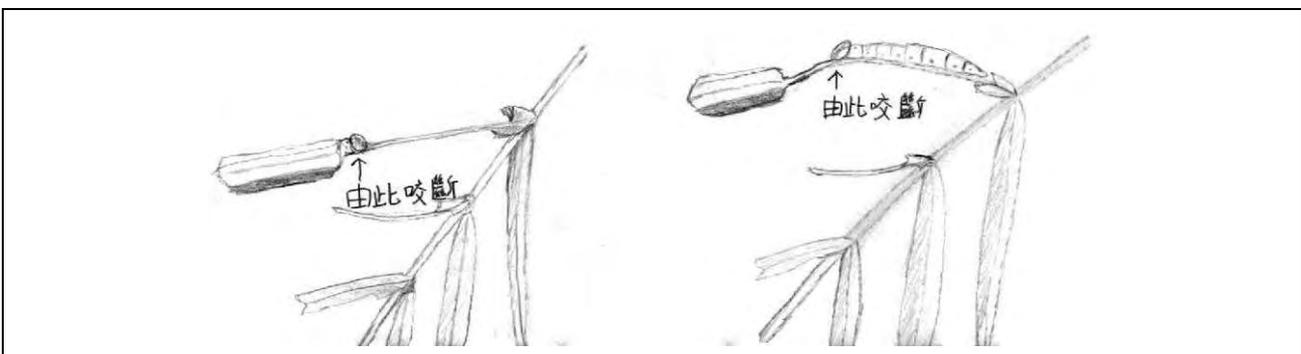




咬斷的葉苞內有蟲，背著葉苞爬到桌腳暗處



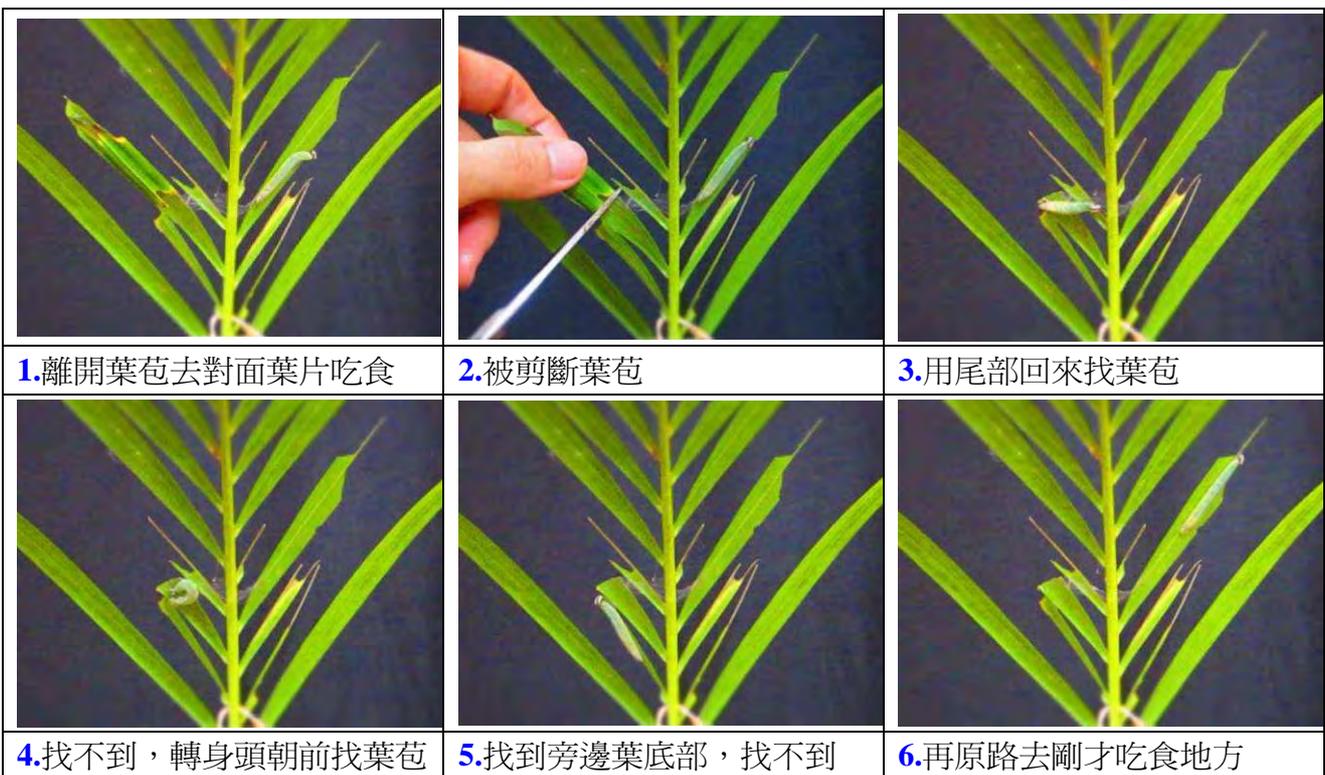
咬斷葉苞的外形差異



幼蟲咬斷葉苞的目的不同，咬斷位置也不同

(三) 剪刀剪斷葉苞，幼蟲反應如何？

我們試著在大幼蟲外出吃食時，用剪刀剪斷牠的葉苞，觀察牠的反應：



		
7.沒吃葉，就沿回葉苞的路，轉身找葉苞	8.第二次再走剛才外出的路，半途轉回找葉苞	9.再次回去葉苞位置尋找
		
10.第三次外出爬到枝條，就轉回來尋找葉苞	11.找不到，咬乾淨沒被剪到的舊葉苞與絲線	12.離開舊葉苞的位置，去鄰葉重新築巢

* 討論：當幼蟲外出回來找不到葉苞時，出現這種**模擬外出回巢**以尋找葉苞的行為，令我們覺得很有趣，而且每次**模擬**距離拉短，模擬路線找不到巢，才重新築巢，因此我們推測幼蟲這個行為，有運用記憶力與思考力，與文獻提到昆蟲有記憶力，會思考（李淳陽，2005）的行為類似。

（四）少數幼蟲沒有咬斷葉苞

幼蟲並不是從孵化出來後就有咬斷舊葉苞的行為，通常被咬掉的葉苞屬於中或大幼蟲的葉苞，記錄也發現幼蟲從第三或第四次以後換葉苞，或是身長大於 1cm 的幼蟲，幾乎都有咬斷葉苞行為，我們推測可能是幼蟲成長與成熟後的行為。

		
小幼蟲換巢沒有咬掉舊葉苞	枯了的葉苞沒被咬掉	部分化蛹的葉苞沒有被咬掉

柒、研究結論

一、黑星弄蝶與其生長過程

（一）黑星弄蝶屬弄蝶科，後翅中央有黑色斑點，是黑星弄蝶名稱的由來。主要生長於夏秋季，幼蟲在葉片築巢並吃食葉片。

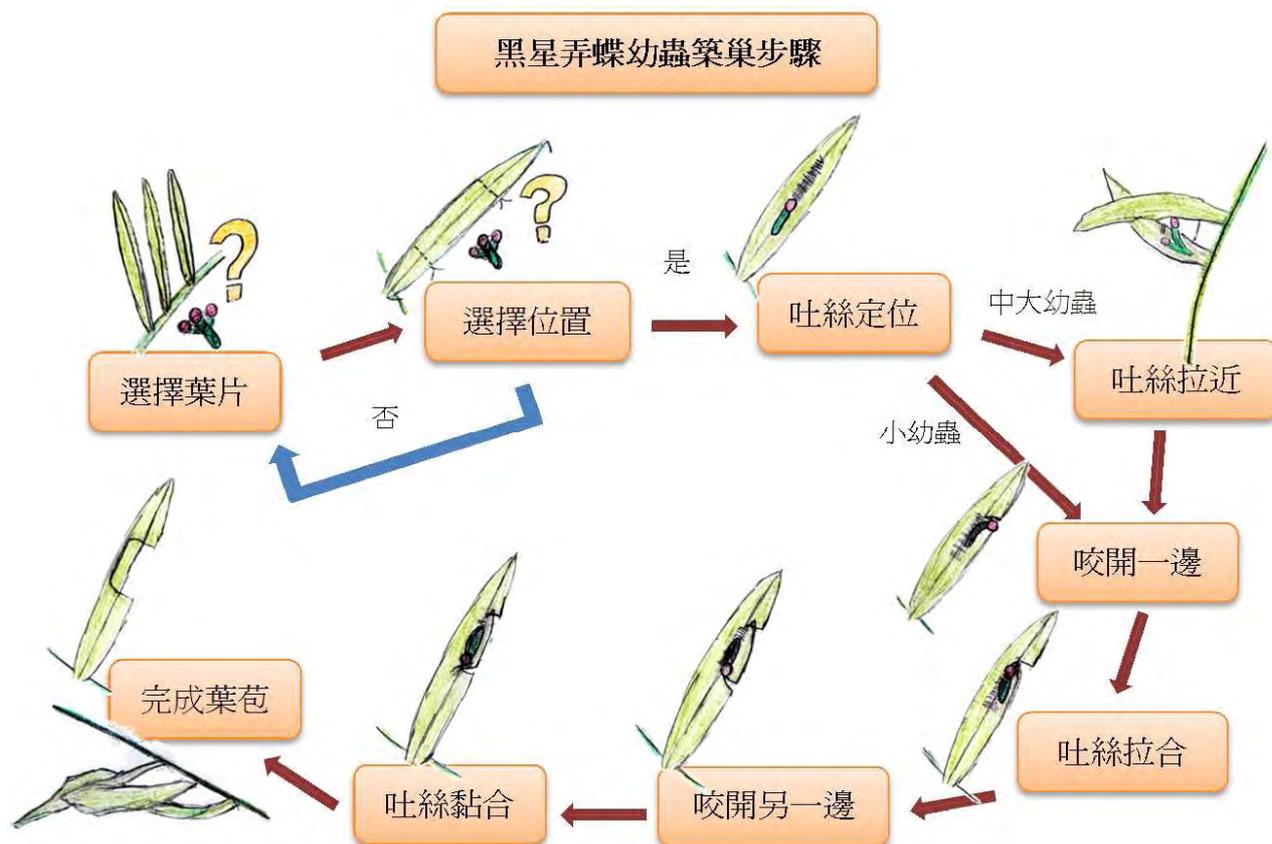
(二) 黑星弄蝶成蟲在單子葉植物葉面上產單顆或數顆卵，剛孵化的幼蟲約 0.4-0.5cm，吃掉卵殼就在附近築巢，終齡幼蟲約 3cm 在葉苞內化蛹，數週後羽化為成蟲。

二、黑星弄蝶幼蟲在不同植物上的葉苞

黑星弄蝶幼蟲的食草以棕櫚科植物為主，黃椰子、觀音棕竹、台灣海棗與蒲葵等植物上都曾發現幼蟲的葉苞，葉苞隨幼蟲體型大小有不同的形式與策略。

三、黑星弄蝶幼蟲築巢的方式與步驟

我們整理黑星弄蝶幼蟲築巢的步驟如下圖：



四、影響黑星弄蝶幼蟲築巢位置與大小

(一) 築巢動線：幼蟲會選擇鄰近的上、下葉片，及對面鄰近的葉片築巢，吃光葉苞附近的葉片再離開換巢。築巢時會避開其他幼蟲的絲線與葉苞。

(二) 位置選擇：

1. 幼蟲築巢時大部分選擇葉背築巢，或光照量少的葉面築巢。
2. 大部分幼蟲在葉片的中段築巢，只有小幼蟲會在葉片前端築巢。
3. 大部分幼蟲不選擇有其他幼蟲爬行過的葉片築巢。

(三) 蔥汁氣味影響：小幼蟲排斥在**塗抹蔥汁**的葉片上築巢。

(四) 葉苞大小與身長關係：一葉葉苞長度約大於幼蟲身長 0.5 公分。二葉與三葉的葉苞會大於幼蟲身體長度。

五、探討黑星弄蝶幼蟲築巢相關行爲

(一) 築巢策略：

築巢行爲會隨著幼蟲長大而更有技巧，包括速度較快，較少無效時間，運用較多策略及換巢時咬斷葉苞等。我們將幼蟲築巢行爲整理比較如下表：

築巢行爲	選擇位置	拉近葉片	吐絲定位	咬斷葉苞
小幼蟲	有	沒有	有	沒有
中幼蟲	有	有	有	有
大幼蟲	有	有	有	有

(二) 攝食行爲：

幼蟲吃食時會離開葉苞，由頭部向前外出吃食，會先離開葉苞到**較遠處吃食**，回巢時由尾部退回，再將糞便噴出葉苞外。

(三) 換巢行爲：

幼蟲會有數次換巢行爲。較大幼蟲換巢時，有**咬斷舊葉苞**的行爲。部分幼蟲化蛹前也會咬斷葉苞。當幼蟲找不到自己的葉苞時，會有**模擬路線尋找葉苞**的行爲，換巢時會**清理舊葉苞處**。

研究過程中，我們常對幼蟲的行爲感到疑惑，藉由仔細的觀察與試驗，甚至對不經意發現的好奇與驗證，漸漸瞭解幼蟲的習性與可能的意義，包括「**築巢動線**」、「**先定位再築巢**」、「**吐絲黏葉片吃食**」、「**咬斷舊葉苞**」、「**咬斷葉苞躲藏暗處化蛹**」及「**模擬路線尋找葉苞**」等行爲，也讓原本害怕毛毛蟲的我們漸漸喜歡上這些可愛的「宅蟲」。目前對於黑星弄蝶的相關資料很少，黑星弄蝶幼蟲的築巢行爲很有趣，希望我們的研究能讓大家對牠們有更多瞭解。另外，我們發現影響幼蟲築巢的相關因素，可以作為棕欖科植物防治黑星弄蝶幼蟲的參考。

捌、參考資料

王芃凱、林雲桐（2010）。香蕉葉上的剪刀手—香蕉弄蝶。第五十屆中小學科學展覽會。
王純姬等編寫（2011）。自然與生活科技四下。第三單元昆蟲家族。新北市：康軒文教。
李俊延、王效岳（2008）。台灣蝴蝶圖鑑。台北市：貓頭鷹。

李淳陽（2005）。李淳陽昆蟲記。台北市：遠流。

荒野保護協會。黑星弄蝶。2011.09.02 檢索自：

<http://sowhc.sow.org.tw/html/note/ruician/ruician35/ruician35.htm>

張永仁（1998）。昆蟲入門。台北市：遠流。

許佳榕(2011)。蔥、薑、蒜、辣椒的超魔力。新小牛頓第 77 期，p28-37。

楊曼妙、劉哲元、蔡經甫、潘亮瑜(2005)。陽明山國家公園之捲葉象鼻蟲普查，築巢行爲與生活史之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處委託研究報告。

盧耽（2008）。圖解昆蟲學。台北市：商周，城邦文化。

【評語】 080319

1. 相當不錯的行為學研究，觀察的相當仔細而充分，擴充問更多問題的空間也很大。
2. 數據量化可以再加強一點。