

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生物科

佳作

080307

當螢火蟲碰上蝸牛

—臺灣窗螢食性與步行的觀察與探討

學校名稱：花蓮縣吉安鄉稻香國民小學

作者： 小六 謝佳恩 小六 范芳庭 小六 范子平 小五 林 昀	指導老師： 葉承輝 羅忠華
---	---------------------

關鍵詞：微米、皺摺、捕食

## 摘要

我們發現許多臺灣窗螢幼蟲習性與書上及其他研究螢火蟲的科展作品內容不同。例如：幼蟲的尾足可以抓住地面，並非爪子狀構造，而是類似毛刷狀的構造，即由許多的小肌肉組成，尾足的表面有許多的微米級的皺摺，像小小吸盤靠著肌肉的收縮而產生吸力或去除吸盤作用。臺灣窗螢幼蟲步行方式與蜈蚣幼蟲步行方式並不相同，稱為「蜈蚣型步行」並不恰當。青鼈甲蝸牛並非如書上所說是最好吃的蝸牛，而臺灣窗螢幼蟲也難以捕食蛞蝓及半蛞蝓-馬丁氏鼈甲蛞蝓。在校園螢火蟲區也發現幼蟲捕食在水邊岸上的臺灣椎實螺，這表示臺灣椎實螺並非只是水生螢火蟲幼蟲的食物，臺灣窗螢幼蟲也捕食非洲大蝸牛中體型較大的幼蝸，這可以作為防治非洲大蝸牛的參考。

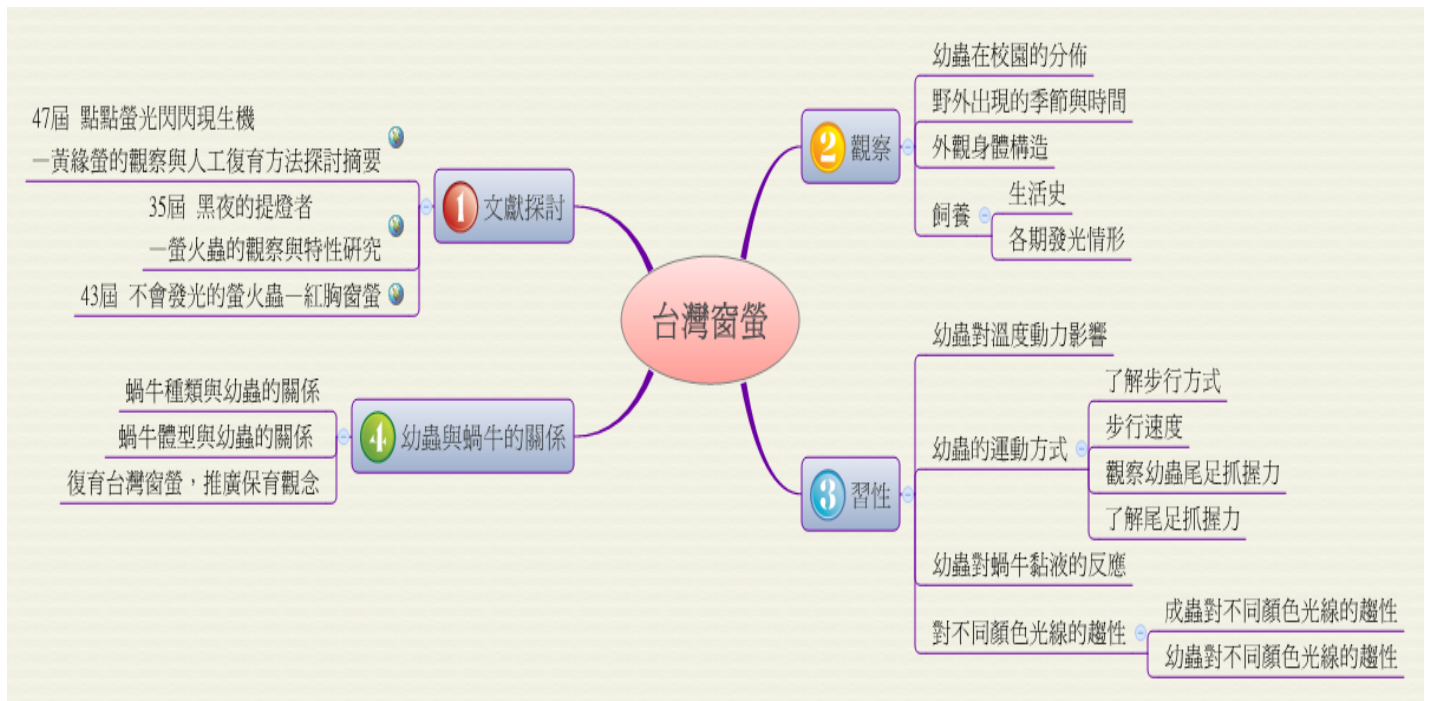
## 壹、研究動機

去年我們以蝸牛為研究主題，在校園內尋找和飼養蝸牛的同時，無意中發現了一種在地上爬行的小昆蟲，幾位同學一起討論這到底是什麼昆蟲？後來我們請教老師並查詢資料，得知原來是臺灣窗螢的幼蟲。在尋找蝸牛的同時，又陸續發現許多隻幼蟲，經由和老師討論後，我們認為原來美麗的校園竟然就是螢火蟲的棲地，難怪校園附近的住家，在螢火蟲成蟲交配的季節常常可以看到飛舞的成蟲。由於校園就是臺灣窗螢的棲地，因此飼養及觀察臺灣窗螢的幼蟲並不是一件困難的事，但是要設計實驗來了解臺灣窗螢幼蟲的運動方式、捕食蝸牛的行為及如何提高臺灣窗螢的數量等，就讓我們花了許多時間進行思考與討論。經過一年多的觀察、實驗，加上我們在三上學過動物的身體和運動，五上學過動物單元瞭解動物的運動部位、方式與行為，因此將學過的知識配合觀察的主題一起研究。

## 貳、研究目的

我們想了解書上寫的臺灣窗螢習性與實際情形是否相同，所以我們擬定了下列研究目的：

- 一、瞭解臺灣窗螢的棲習環境
- 二、瞭解臺灣窗螢成蟲在野外出現的季節與時間
- 三、觀察紀錄臺灣窗螢成蟲、幼蟲的身體構造並與近似種比較
- 四、研究臺灣窗螢幼蟲飼養方法及生活史中各期發光情形
- 五、溫度變化對於臺灣窗螢幼蟲活動力的影響
- 六、臺灣窗螢幼蟲的運動方式
- 七、臺灣窗螢幼蟲對於蝸牛黏液所產生的趨性
- 八、臺灣窗螢對不同顏色的光線刺激所產生的趨性
- 九、研究臺灣窗螢幼蟲與蝸牛的關係
- 十、嘗試在校園營造溼地復育臺灣窗螢，並推廣生態保育觀念



## 參、研究器材

### 一、生物性材料(活體)：

名稱	名稱	名稱	名稱
臺灣窗螢	非洲大蝸牛	球蝸牛	蚯蚓
青鼈甲蝸牛	扁蝸牛	臺灣椎實螺	
馬丁氏鼈甲蛞蝓	雙線蛞蝓	錐蝸牛	
煙管蝸牛	皺足蛞蝓	左旋栗蝸牛	

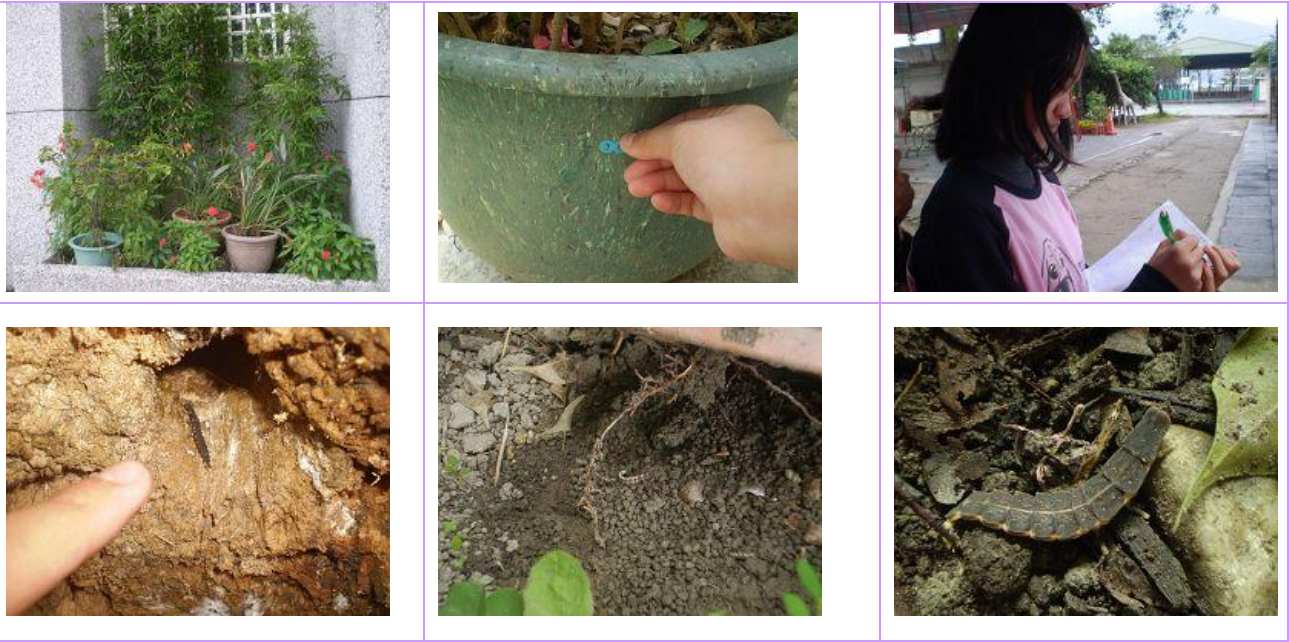
### 二、其他器材

名稱	數量	名稱	數量	名稱	數量	名稱	數量
紙箱	2 個	培養土	3 公斤	電池	8 顆	透明軟管	4 條
塑膠手套	4 付	水	3 公升	電池座	4 個	卡呎	1 個
鏟子	4 個	量角器	1 個	色紙	8 張	電子秤	1 個
鑷子	4 個	衛生紙	5 包	膠帶	1 卷		
透明實驗盒	15 個	碼表	1 個	吹風機	1 臺		
透明飼養箱	2 個	噴水器	2 個	木板	1 塊		
數位相機	2 台	枯木頭	2 根	軌道	5 個		
計時器	1 個	紅色 LED 燈炮	6 顆	書架	1 個		
雙面膠	1 卷	藍色 LED 燈炮	顆	透明玻 (60cmX60cm)	1 片		
溫度計	1 個	綠色 LED 燈炮	6 顆	透明玻璃	1 塊		
夾鏈袋	10 個	橘色 LED 燈炮	6 顆	手電筒	3 隻		

## 肆、研究過程與方法

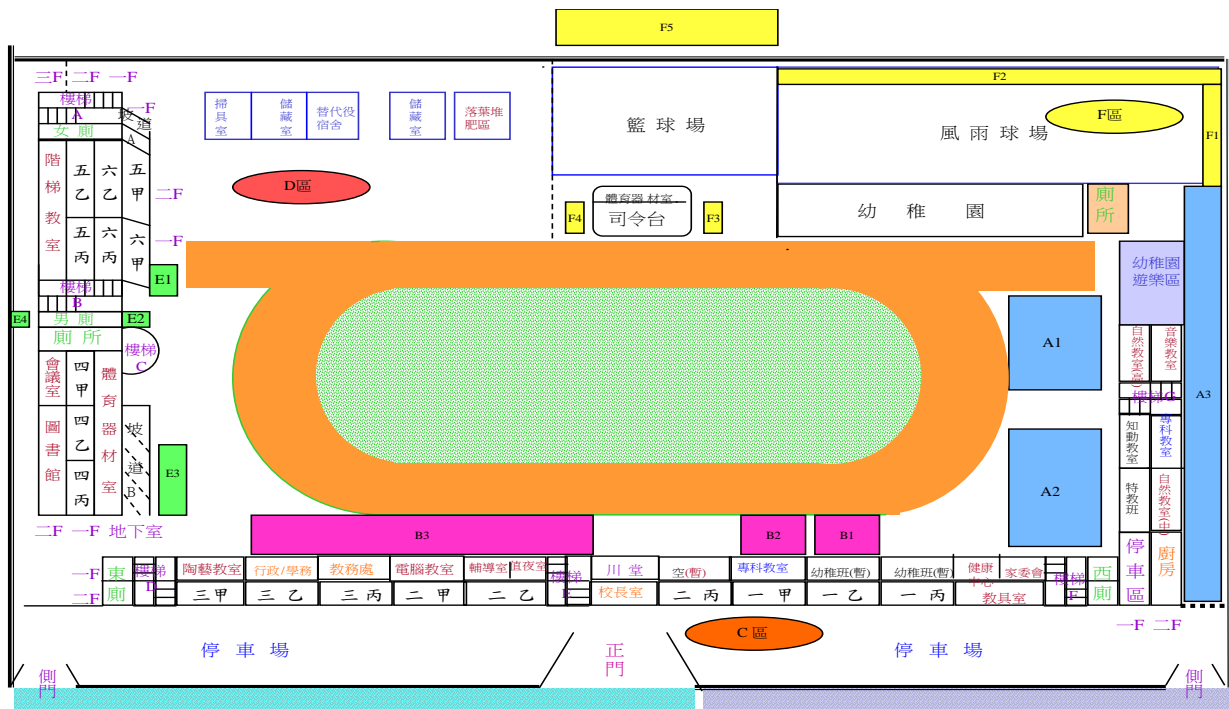
### 一、了解臺灣窗螢的棲習環境

#### (一) 校園臺灣窗螢幼蟲分佈調查及採集



#### 觀察情形：

今天我們要在校園裡找尋台灣窗螢的幼蟲，台灣窗螢通常躲在盆栽底下，於是我們開始翻遍全校的盆栽，原先只發現幾隻青鼈甲蝸牛，不過最後我們在學校的電腦教室前面發現了台灣窗螢幼蟲的蹤跡，辛苦總算沒有白費。之後為了方便管理全校的盆栽，所以我們將每個盆栽全部都擦拭一遍並貼上標籤，也為了比對看看哪一個地方是螢火蟲習慣待的地方，我們就將全校的盆栽移動到不同的位置進行觀察，但移動時，因為盆栽實在太重了，所以聰明的我們就找來推車，這樣既省時又省力，最後也完成台灣窗螢校園分布圖。



台灣窗螢校園分布圖

區域	A				B			C	D	E						F			
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1	D2	E1	E2	E3	E4	E5	E6	F1	F2	F3	F4
數量	3	6	1	1	0	3	4	0	5	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1
區量	11				7			0	5	3						1			
總量	27																		

### (二) 校園附近步道觀察與採集蝸牛



觀察情形：

今天我們趁好天氣，去了一趟佐倉步道，來到佐倉步道，映入眼簾的是陡峭的山路，走上去可是花了我們九牛二虎之力呢！過了沒多久我們就在前面的草叢發現許多的虎甲蟲也看到許多蚱蜢跟蟋蟀，爬到半山腰花蓮的景致映入眼簾，真是不枉費我們這麼辛苦爬到這裡。此外還有一個大發現那就是有一位同學發現了左旋栗蝸牛，那時所有的疲倦頓時消失，真的好高興，於是我們就把牠放在盒子裡，並帶回去做實驗。

### (三) 校園夜間觀察



### 觀察情形：

由於台灣窗螢的幼蟲是屬於夜行性的昆蟲，所以我們就找了一天來夜間找尋台灣窗螢，我們帶著手電筒，翻遍全校的每一個盆栽，可惜的是並沒有發現任何幼蟲，但也不是說全然沒有收穫，因為我們在盆栽底下找到了一隻皺足蛭蟪和三隻小雙線蛭蟪，真是個驚喜的發現，但也因為這次的收穫不大，所以我們約好下次還要在夜間尋訪校園。(0127)

今天晚上我們的目標是要找台灣窗螢母的成蟲和台灣窗螢的卵，首先我們到螢火蟲生態區裡尋找。慢慢的撥開土後，沒多久就發現到兩顆非洲大蝸牛的卵，和一隻蚯蚓，可惜並不是我們主要的目標，不過我們還是帶回自然教室觀察。接下來我們逛了校園一圈，在辦公室前面的盆栽底下找到了非洲大蝸牛的幼蝸，這正好可以做為螢火蟲食性實驗的材料，讓我們都非常高興，因為我們又多了一個夜間觀察的經驗。(0423)

## 二、瞭解臺灣窗螢成蟲在野外出現的季節與時間

紀錄臺灣窗螢成蟲出現的月份、數量及活動時段

### (一) 方法

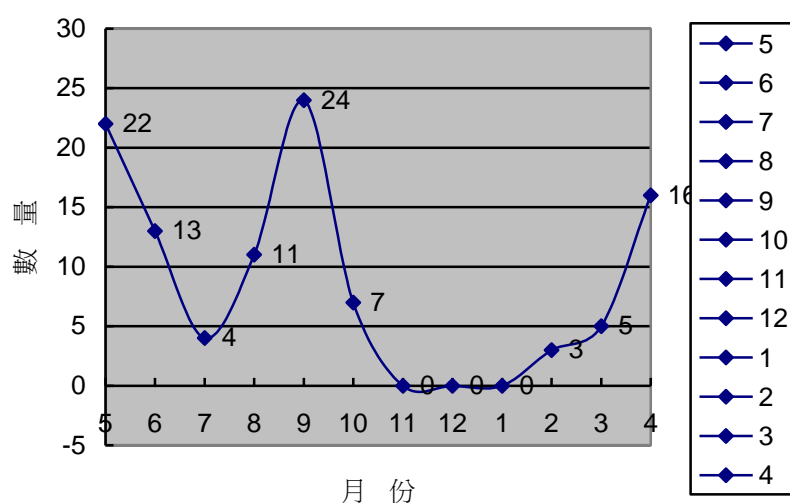
1. 針對校園臺灣窗螢棲息地及住家附近農地，每個月於天黑後至少觀察四至五次，並大概估算當晚臺灣窗螢成蟲的數量。
2. 將觀察到的雄蟲捕捉部分個體，進行體長與體重的測量。

### (二) 結果

99年5月~100年4月

(單位:隻)

月份	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
臺灣窗螢	22	13	4	11	24	7	0	0	0	3	5	16



臺灣窗螢成蟲全年消長概念圖(花蓮縣吉安鄉校園及住家附近農地)

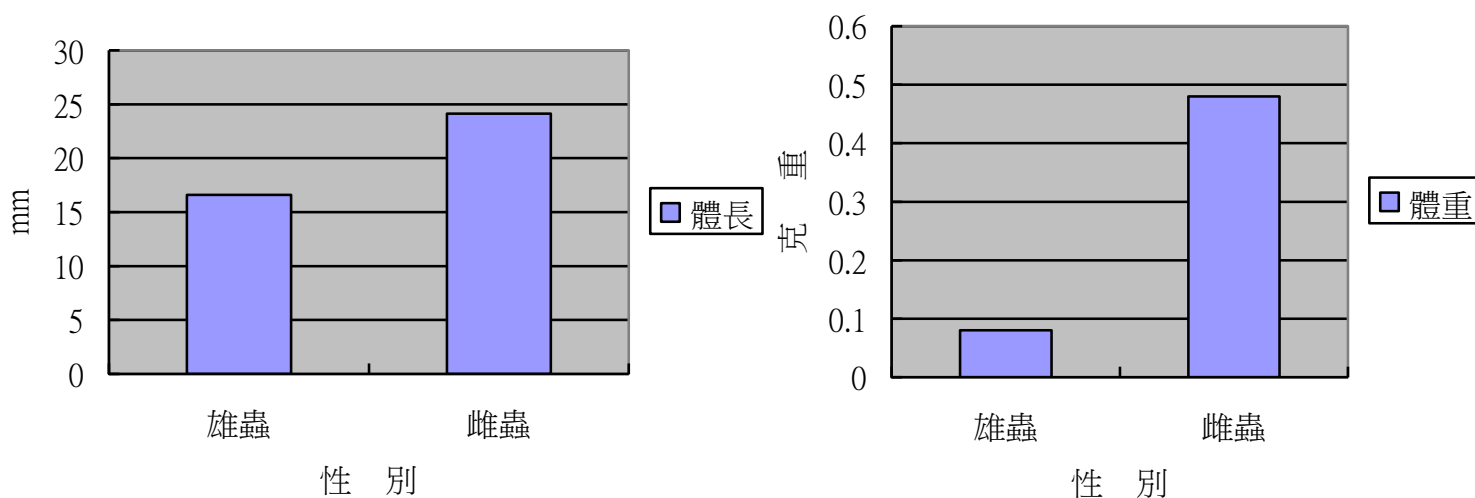
體型 編號	體長	體重	採集日期
a	17.78mm	0.11g	3/1
b	16.58mm	0.08g	3/1
c	19.75mm	0.12g	4/6
d	16.8mm	0.09g	4/7
e	13.95mm	0.06g	4/10
f	15.68mm	0.05g	4/12
g	15.6mm	0.03g	4/26
平均	16.59mm	0.08g	

臺灣窗螢成蟲(雄)體型記錄表

體型 編號	體長	體重		羽化日期
		產卵前	產卵後	
B	24.8mm	0.52g	0.13g	5/27
C	22.4mm	0.5g	0.13g	6/13
D	23.61mm	0.51g	0.11g	5/27
K	24.56mm	0.34g	0.09g	6/8
T	25.28mm	0.54g	0.14g	6/14
平均	24.13mm	0.48g	0.12g	

註: K螢火蟲幼蟲羽化時失敗，只有一邊有翅芽，體重明顯較輕

臺灣窗螢成蟲(雌)體型記錄表



臺灣窗螢雄、雌成蟲體型比較



晚上拍攝的雄蟲



雄蟲的複眼相當發達



天敵-斯文豪氏攀木蜥蜴



雌蟲翅膀退化成翅芽



雌蟲體型明顯較雄蟲大



雌蟲產卵後體型明顯變扁

說明：

- 1.臺灣窗螢成蟲約在二月下旬開始羽化出現，到四月底到五月有第一次高峰，之後數量逐漸減少，到了八月、九月進入第二次高峰，十月後數量開始減少，至十一月之後即難以發現成蟲。
- 2.天黑後即可清楚看見臺灣窗螢雄蟲開始飛飛行活動，八點鐘左右數量最多，到了晚上十一點有時仍可發現零星飛行的個體。
- 3.白天觀察時發現臺灣窗螢雄蟲停棲於葉背。

三、觀察紀錄臺灣窗螢成蟲與幼蟲的外觀身體構造並與近似種比較

臺灣窗螢成蟲觀察：

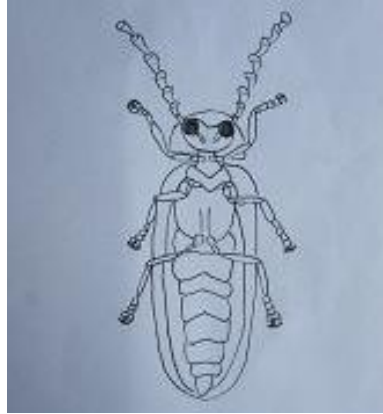
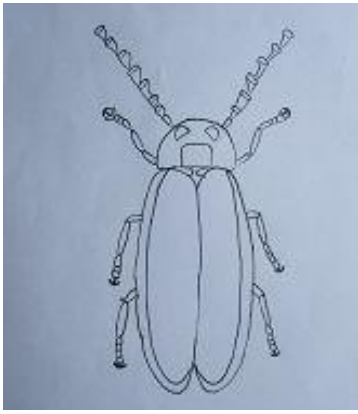
(一) 方法

將採集到的臺灣窗螢成蟲及紅胸窗螢成蟲進行觀察比較。

(二) 結果

種類 特徵	台灣窗螢	紅胸窗螢
發生期	約每年3~10月	約每年3~6月
體長	雄蟲13~19.7mm；雌蟲約19.1~20mm	雄蟲9~12mm；雌蟲約13~17.5mm
顏色	雄蟲前胸背板為澄黃色；翅鞘為黑色，但外緣鑲有黃邊。	前胸背板中央靠近基部有一方形紅紋，其餘部位黑色；翅鞘為黑色
型態	雄蟲有完整翅膀，胸部腹面為澄黃色；雌蟲僅有翅芽。雄蟲腹部發光現象為二節；雌蟲發光現象為六點。	雄蟲有完整翅膀；雌蟲無翅。雌、雄蟲均無發光現象
幼蟲	陸生。	陸生。
習性	夜行性	日行性





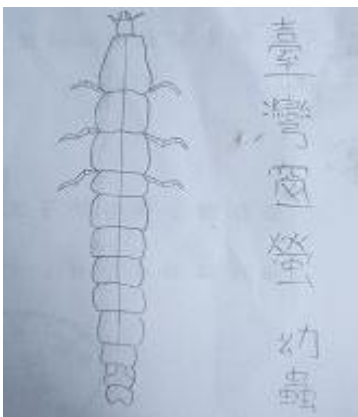
臺灣窗螢幼蟲外形觀察：

(一) 方法

- 1.在校園中翻開我們所放置的盆栽底部，常常可以發現幼蟲，將採集的幼蟲放在飼養盒中觀察。
- 2.用數位相機拍攝身體構造，並與山窗螢幼蟲進行觀察比較。

(二) 結果

種類 特徵	台灣窗螢	山窗螢
體節末端	圓鈍	尖銳
尾節形狀	較寬大圓鈍	接近三角形
背中線	有個體差異	有個體差異



台灣窗螢尾節較寬大圓鈍



台灣窗螢體節末端圓鈍



有些山窗螢背中線不明顯



山窗螢尾節形狀接近三角形



山窗螢體節末端尖銳

#### 四、研究臺灣窗螢飼養方法及生活史中各期發光情形

##### (一)盒裝飼養



我們準備了 27 個飼養盒，其中的 20 盒分別裝了螢火蟲，有十盒放置土，有十盒放衛生紙，然後我們將飼養盒每次分別噴水約 4~8 次，並放入不同種類的蝸牛，至於尚未作為食物的蝸牛則放入飼養盒或大型飼養箱中飼養。

##### (二)生活史

臺灣窗螢是一種『完全變態』的昆蟲。一生中出現的型態包括「卵」→「幼蟲」→「蛹」→「成蟲」等四個階段。

「卵」的階段：

臺灣窗螢的卵呈圓形，雌蟲會將卵產在土縫、石縫或落葉底下。

「幼蟲」的階段：

幼蟲的保溼性較弱，因此均是生長於較潮溼而隱避性較高的環境中，幼蟲體節由外觀上可分為十二節，幼蟲期大約只要四至六個月左右。

「蛹」的階段：

以「裸蛹」的方式化蛹，終齡幼蟲會在石縫、土縫或樹洞內直接蛻皮化蛹。蛹期一般為一個星期到一個月不等。

「成蟲」的階段：

雄蟲具有完整的翅膀，飛翔能力也不弱。雌蟲翅膀退化，只剩下短小無法飛行的翅芽，因此有較高的固有性。相對的如果棲息環受到破壞，牠們的族群所受到的影響也較嚴重。雄蟲發出 2 排光；雌蟲則僅發出六點光，成蟲的壽命不長，約二到四個星期不等，每 6~7 個月即可有一個世代。



### 五、溫度變化對於臺灣窗螢幼蟲活動力的影響

#### (一)想法：

在觀察幼蟲的過程中，常常因為幼蟲不動而無法進行任何實驗，尤其是天氣冷的時候幼蟲更是一動也不動，我們嘗試把牠握在溫暖的手心，結果牠真的開始活動，因此我們自製溫度觀察箱進行實驗。

#### (二)方法

- 1.我們將箱子內裝上溫度計，然後蓋上蓋子。
- 2.將吹風機的熱風從已經挖好的送風口送入。
- 3.將螢火蟲幼蟲分別放入箱子中，觀察其由不動到開始活動所需的時間及溫度。
- 4.重複以上步驟，進行二次實驗。

#### (三)結果

情形 編號 次數		✓有動      ✗沒動																	
		A		B		C		D		E		F		G		H		I	
第一次	✓	✗		✗		✓		✓		✓		✓		✓		✓		✓	
	8秒 33°C	10秒 45°C	8秒 40°C	6秒 28°C	6秒 32°C	1秒 33°C	8秒 35°C	7秒 34°C	6秒 35°C										
第二次	✓	✗		✓		✓		✗		✓		✗		✓		✓		✓	
	3秒 27°C	12秒 47°C	3秒 25°C	3秒 35°C	16秒 40°C	7秒 29°C	15秒 42°C	5秒 30°C	3秒 32°C										



發現：

使用吹風機溫度在 25~35 度之間時，幼蟲活動的比較頻繁，溫度升高至 35 度以上時，幼蟲的活動力降低，當溫度升高至 40 度以上時，幼蟲幾乎停止活動。

## 六、臺灣窗螢的運動方式

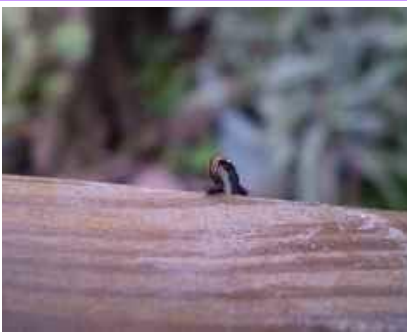
### 實驗六之一：臺灣窗螢幼蟲步行方式

(一)想法：

書上提到螢火蟲幼蟲的行進方式與蜈蚣幼蟲的行進方式幾乎一模一樣，稱為「蜈蚣型步行」，因此我們想要實際進行觀察比較。

(二)方法

1. 實際觀察臺灣窗螢幼蟲步行方式與蜈蚣幼蟲步行方式。
2. 拍攝兩者步行方式並進行比較。



發現：

仔細觀察比較後發現兩者步行方式並不相同，蜈蚣幼蟲移動時，先用六隻胸足抓住地面後，再將身體往前拉，使腹部拱起；而臺灣窗螢幼蟲移動時是先將腹部拱起，用尾足吸住地面後，再將身體往前推。

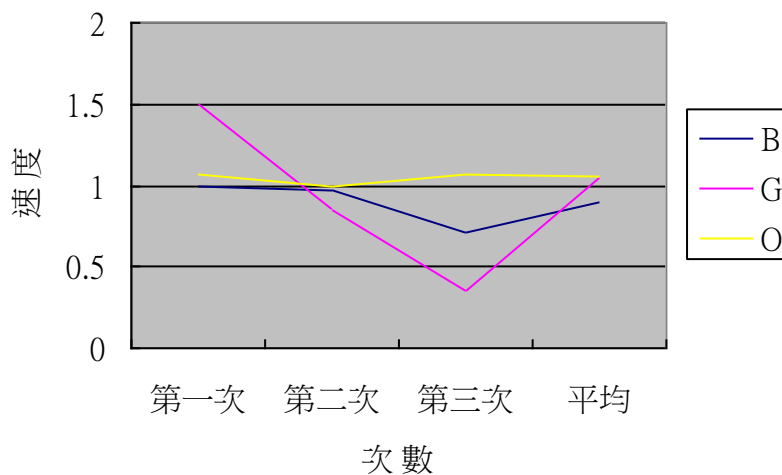
## 實驗六之二：臺灣窗螢幼蟲步行速度

### (一) 方法：

- 1.取體型大小不同的三隻幼蟲，分別放在自製的步行軌道上。
- 2.分別拍攝步行過程並測量步行時間與距離三次。

### (二)結果

編號 \ 速度	距離	時間	速度	平均速度
B (46.39mm)	30cm	30 秒	1cm/秒	0.89 cm/秒
	30cm	31 秒	0.97cm/秒	
	30cm	42 秒	0.71cm/秒	
G (34.82mm)	30cm	20 秒	1.5cm/秒	1.06 cm/秒
	30cm	35 秒	0.85cm/秒	
	30cm	36 秒	0.35cm/秒	
O (14.15mm)	30cm	28 秒	1.07cm/秒	1.05 cm/秒
	30cm	30 秒	1cm/秒	
	30cm	28 秒	1.07cm/秒	



體型大小不同的臺灣窗螢幼蟲步行速度比較



發現：

臺灣窗螢體型小的幼蟲步行速度較快。

### 實驗六之三：觀察臺灣窗螢幼蟲尾足吸力

#### (一)想法：

同學在二樓的水槽上發現了螢火蟲幼蟲，使我們好奇牠為何可以從一樓爬上二樓，並且想確定螢火蟲幼蟲是否真的可以在垂直壁上爬行。

#### (二)方法

- 1.分別將體型大小不同的螢火蟲放在水槽的垂直壁上。
- 2.觀察螢火蟲的動作變化並連續記錄及拍照三次。

#### (三)結果

次數 編號	第一次	第二次	第三次
<b>W</b> 大	定在上面不動	會往上爬一下，之後 往下爬或掉下來	依舊往下爬或掉下來
<b>N</b> 中	會定在水槽上不動	會不時的往下爬或掉 下來	依舊往下爬或掉下來
<b>S</b> 中	定在上面不動	會不時的往下爬或掉 下來	依舊往下爬或掉下來
<b>V</b> 小	定在上面不動	定在上面不動	會動一下就不動



#### 發現：

水槽面的材質粗糙，使螢火蟲可以附著在上面，可是在 90 度的水槽壁上仍會掉下來。

### 實驗六之四：臺灣窗螢幼蟲尾足吸力

#### (一)想法：

這個實驗要證明螢火蟲幼蟲的尾足吸力，會不會因為體型的大小而影響附著的角度。

#### (二)方法

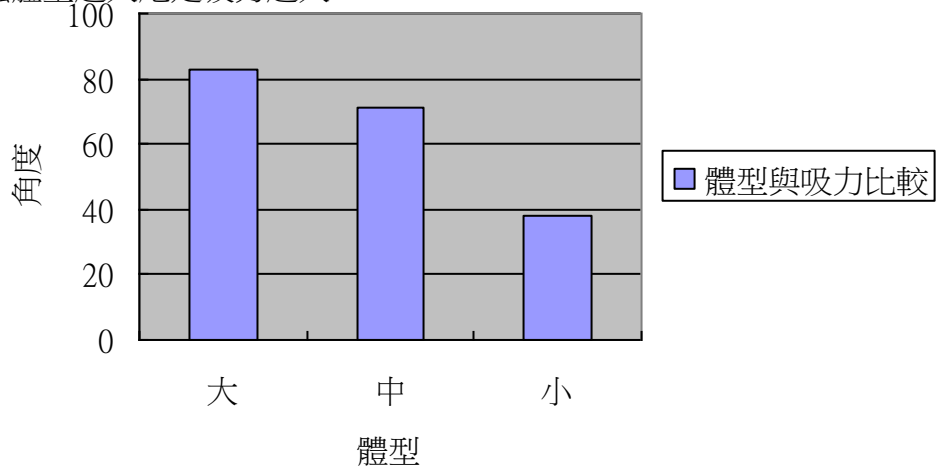
- 1.改造書架自製坡度觀測器
- 2.將一塊 10cmX10cm 玻璃放在坡度觀測器上。
- 3.取體型大小不同的七隻幼蟲，分別放在玻璃片上。
- 4.改變坡度觀測器的角度，使幼蟲在不同坡度上爬行，觀察、紀錄幼蟲掉落時的角度。
- 5.使用數位相機的近攝功能及電子顯微鏡拍攝幼蟲尾足的構造。

#### (三)結果

編號 次 體型 數	A 大	W 大	B 中	D 中	S 中	I 小	V 小
	長:37.89mm 重:0.52g	長:37.4mm 重:0.56g	長:32.2 mm 重:0.33 g	長: 31.89mm 重:0.25 g	長:35mm 重:0.34g	長: 18.6mm 重: 0.05g	長:25.6mm 重:0.13g
第一次	85 度	85 度	75 度	50 度	80 度	35 度	40 度
第二次	80 度	80 度	80 度	55 度	80 度	30 度	45 度
第三次	85 度	85 度	80 度	55 度	85 度	30 度	45 度
平均	83 度	83 度	78 度	53 度	82 度	32 度	43 度
分項平均	83 度		71 度			38 度	

發現：

臺灣窗螢幼蟲體型越大尾足吸力越大。



當螢火蟲弓起身體時，尾足皺褶可以幫助固定。



可向上接近 90 度爬行 甚至於玻璃上爬行。



毛刷狀構造位於尾足前端



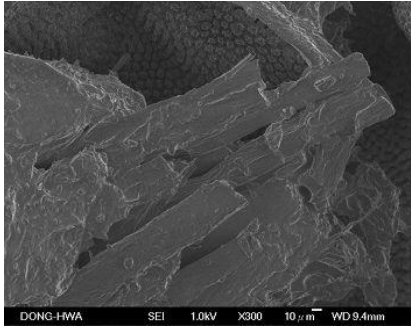
攀附地面時毛刷狀構造伸出



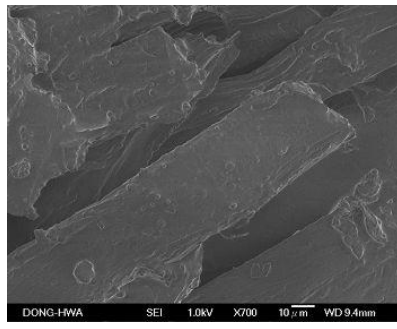
推進時毛刷狀構造再伸出，可增加摩擦力，



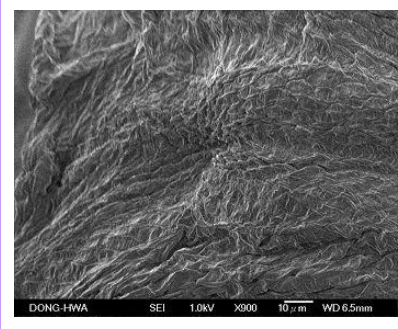
身體伸直時毛刷狀構造完全伸出



電子顯微鏡影像(300x)



一條尾足由許多的小肌肉組成(700x)



尾足的表面有許多的微米級的皺摺(900x)

### 七、臺灣窗螢幼蟲對於蝸牛黏液所產生的趨性

#### (一)想法：

蝸牛爬行時會分泌黏液，黏液是否會影響臺灣窗螢運動方向？

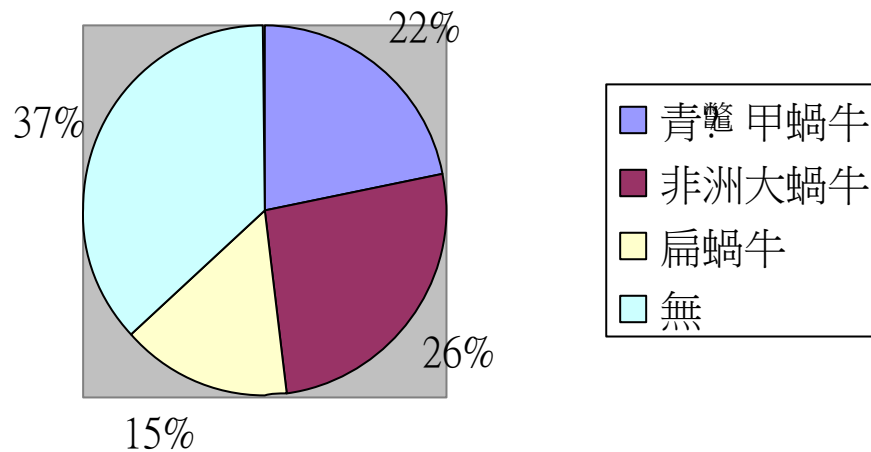
#### (二)方法：

1. 分別將青鱉甲蝸牛、非洲大蝸牛、扁蝸牛放在自製的步行軌道左側。
2. 使蝸牛在軌道上移動，並留下黏液
3. 分別在軌道上放入臺灣窗螢幼蟲，觀察幼蟲的移動方向。
4. 每種蝸牛走完路程，必須將自製的步行軌道刷洗並擦拭乾淨，以免留下黏液影響實驗。

#### (三)結果：

✓會往蝸牛黏液方向移動

螢火蟲 蝸牛	A			D			I		
青鱉甲蝸牛	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
非洲大蝸牛	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
扁蝸牛						✓	✓	✓	✓





發現：

臺灣窗螢幼蟲大多會往蝸牛分泌黏液的方向移動。

八、臺灣窗螢對不同顏色的光線刺激所產生的趨性

(一)想法：

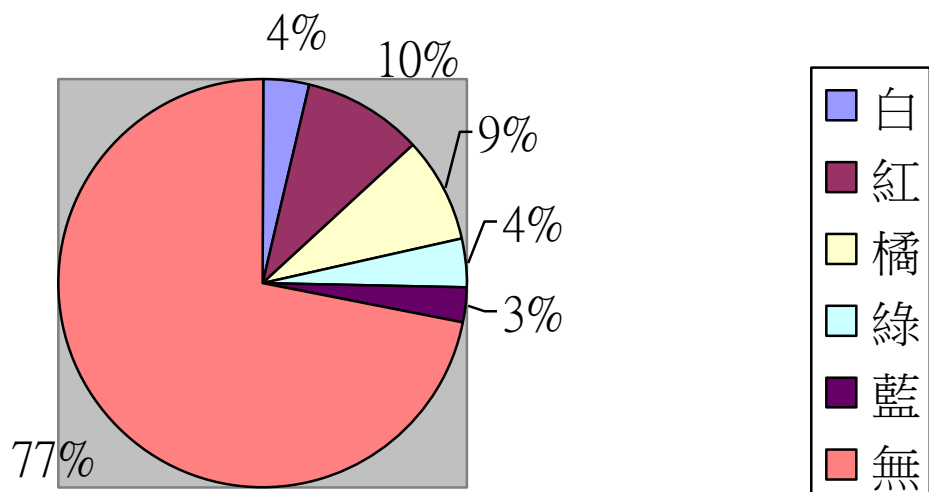
不同顏色的光線是否會影響臺灣窗螢運動方向？

(二)方法：

1. 將塑膠軟管切成兩段各 10 公分及 15 公分，並組合成實驗用的 T 型透明管。
2. 分別放臺灣窗螢幼蟲及成蟲在 T 型管裡，只在 T 型管的一端放一種色光。
3. 連續 3 次紀錄選擇的方向

(二)結果

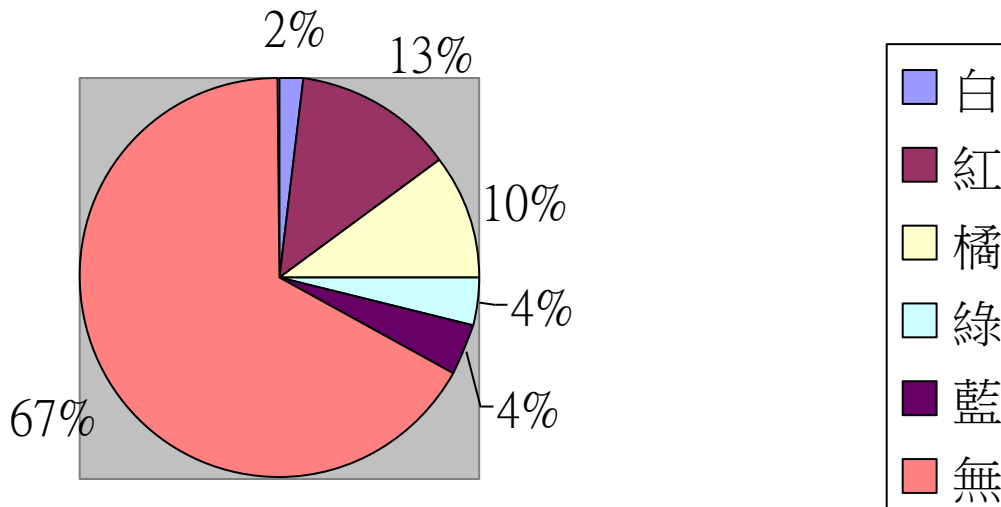
臺灣窗螢幼蟲		✓會往色光移動方向														
螢 火 蟲	色 光	白			紅			橘			綠			藍		
		A	✓				✓			✓		✓		✓		
B		✓				✓			✓				✓			✓
C			✓			✓			✓						✓	
D						✓	✓	✓	✓				✓			
E				✓	✓			✓	✓							
F						✓			✓							
G		✓			✓	✓		✓								
H				✓	✓	✓		✓					✓			
I					✓			✓						✓		



臺灣窗螢成蟲

✓會往色光移動方向

螢火蟲 \ 色光	白			紅			橘			綠			藍					
				✓	✓		✓		✓	✓			✓			✓		
A				✓	✓		✓		✓	✓			✓			✓		
B				✓		✓		✓	✓	✓							✓	
C				✓	✓	✓		✓										
D				✓		✓		✓										
E				✓	✓	✓			✓		✓							
F	✓		✓	✓				✓	✓		✓					✓		✓



發現：

不論是臺灣窗螢幼蟲或雄性成蟲對不同顏色的光線刺激所產生的趨性都很接近。

九、研究臺灣窗螢幼蟲與蝸牛的關係

實驗九之一：螢火蟲體型與蝸牛種類關係

1. 取體型大小相近的幼蟲，同時餵食不同種類的蝸牛數隻，觀察並紀錄。

螢火蟲	C4 長:33.87mm 重:0.47g (體型大)		T6 長:33.77mm 重:0.62g (體型大)	
	蝸牛	捕食○	蝸牛	不捕食×
	重 0.2g 扁蝸牛	○	重 0.52g 扁蝸牛	○
	重 0.85g 青黿甲蝸牛	×	重 0.5g 青黿甲蝸牛	×

結果：體型大的C螢火蟲和T螢火蟲，都選擇捕食扁蝸牛

2.取體型大小相近的幼蟲，分別餵食不同種類的蝸牛，觀察並紀錄。

	捕食○	不捕食×
盒內情形	B3 長 32.24mm 重 0.33g (體型大) 放青鼈甲蝸牛 (1.33g)	C2 長 33.87mm 重 0.47g (體型大) 放非洲大蝸牛 (4.8g)
是否捕食	×	○

結果：C 螢火蟲捕食重 4.8g 的非洲大蝸牛。

	捕食○	不捕食×
盒內情形	D3 長 28.85mm 重 0.29g (體型中等) 放青鼈甲蝸牛 (0.9 g)	E4 長 26.23mm 重 0.17g (體型中等) 放扁蝸牛 (0.75g)
是否捕食	×	○

結果：E 螢火蟲捕食重 0.75g 的扁蝸牛。

### 實驗九之二：螢火蟲體型與蝸牛體型關係

1.取體型大小不同的幼蟲，分別餵食同種類體型大小相近的蝸牛，觀察並紀錄。

	捕食○	不捕食×
盒內情形	C2 長 33.87mm 重 0.47g (體型大) 放非洲大蝸牛 (4.8 g)	E3 長 26.23mm 重 0.17g (體型中等) 放非洲大蝸牛 (4.21g)
是否捕食	○	○

結果：C 螢火蟲和 E 螢火蟲都分別捕食體型大小相近的非洲大蝸牛。

	捕食○	不捕食×
盒內情形	B2 長 32.2mm 重 0.3g (體型大) 放非洲大蝸牛 (12.44g)	G2 長 20.9mm 重 0.08g (體型小) 放非洲大蝸牛 (14.66g)
是否捕食	○	×

結果：體型大的 B 螢火蟲，會捕食重 12.44g 的非洲大蝸牛，而體型小的 G 螢火蟲，無法捕食重 14.66g 的非洲大蝸牛。

結論：體型大、體型中等的台灣窗螢幼蟲都可以捕食超過 4g 的非洲大蝸牛，體型小的台灣窗螢幼蟲無法捕食體型較大的非洲大蝸牛。

2.取體型大小相近的幼蟲，分別餵食同種類體型大小不同的蝸牛，觀察並紀錄。

	捕食○ 不捕食×	
盒內情形	B2 長:32.24mm 重:0.33g (體型大) 放非洲大蝸牛 (12.44g)	C2 長:33.87mm 重:0.47g (體型大) 放非洲大蝸牛 (4.8g)
是否捕食	○	○

結果：B 螢火蟲和 C 螢火蟲都能捕食體型大的非洲大蝸牛。

	捕食○ 不捕食×	
盒內情形	U2 長:24.76mm 重:0.15g (體型中等) 放扁蝸牛 (0.34g)	V1 長:25.6mm 重:0.13g (體型中等) 放扁蝸牛 (0.12g)
是否捕食	×	○

結果：U 螢火蟲沒有捕食重 0.34g 的扁蝸牛，V 螢火蟲有捕食重 0.12g 的扁蝸牛。

討論：體型中等的 U 幼蟲無法捕食比自己大的扁蝸牛，我們認為 U 幼蟲準備要化蛹因此不進食。

3.取體型大小相近的幼蟲，分別餵食同種類體型大小相近的蝸牛，觀察並紀錄。

	捕食○ 不捕食×	
盒內情形	D2 長 28.85mm 重 0.29g (體型中等) 放非洲大蝸牛 (0.52g)	G3 長 26.23mm 重 0.17g (體型中等) 放非洲大蝸牛 (0.74g)
是否捕食	○	○

結果：D 螢火蟲和 G 螢火蟲都能捕食體型小的非洲大蝸牛。

	捕食○ 不捕食×	
盒內情形	D5 長 28.85mm 重 0.29g (體型中等) 放非洲大蝸牛 (2.13g)	E6 長 26.23mm 重 0.17g (體型中等) 放非洲大蝸牛 (1.96g)
是否捕食	○	○

結果：D 螢火蟲和 E 螢火蟲都能捕食體型相近的非洲大蝸牛。

結論：體型中等的台灣窗螢幼蟲都可以捕食超過 0.5g 的非洲大蝸牛。

4.取體型大小不同的幼蟲，同時餵食同種類體型大小不同的蝸牛，觀察並紀錄。

	捕食○ 不捕食×			
螢火蟲	B5 長:32.24mm 重:0.33g (體型大)		E3 長:26.23mm 重:0.17g (體型中等)	
蝸牛	重 2.36g 非洲 大蝸牛	○	重 4.21 非洲 大蝸牛	○
	重 4.95g 非洲 大蝸牛	×	重 5.05 非洲 大蝸牛	×

結果：體型大的 B 螢火蟲和體型小的 E 螢火蟲都選擇捕食體型較小的非洲大蝸牛。

結論：根據我們實驗比較結果，我們發現體型中等的幼蟲至少可以捕食到體螺層 6 層、殼口寬 24.9mm、殼寬 mm、殼高 34.94mm 的非洲大蝸牛，因此我們推論體型大的幼蟲一定可以捕食體型更大的非洲大蝸牛。

臺灣窗螢餵食及捕食蝸牛數量表

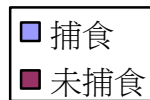
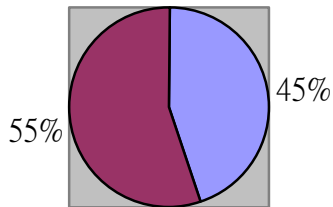
編 蝸 牛 號		A	B	C	D	E	G	H	I	J	K	P	T	U	S	V	W	總 數
非洲 大蝸 牛	餵食	0	3	5	1	4	2	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	20
	捕食	0	2	3	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9
青鼈 甲蝸 牛	餵食	1	3	2	1	3	3	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	17
	捕食	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
扁蝸 牛	餵食	0	1	3	3	2	2	0	2	1	0	0	2	5	3	0	0	24
	捕食	0	0	3	1	1	2	0	0	0	0	0	1	2	3	0		13
球蝸 牛	餵食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
煙管 蝸牛	餵食	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
錐蝸 牛	餵食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
左旋 栗蝸 牛	餵食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
馬丁 氏鼈 甲蝸 蝸	餵食	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
雙線 蝸蝸	餵食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
皺足 蝸蝸	餵食	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
台灣 錐實 螺	餵食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
蚯蚓	餵食	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
	捕食	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

備註：台灣窗螢幼蟲體型大小標準：大—29~35mm 中—21~28mm 小—18~20mm

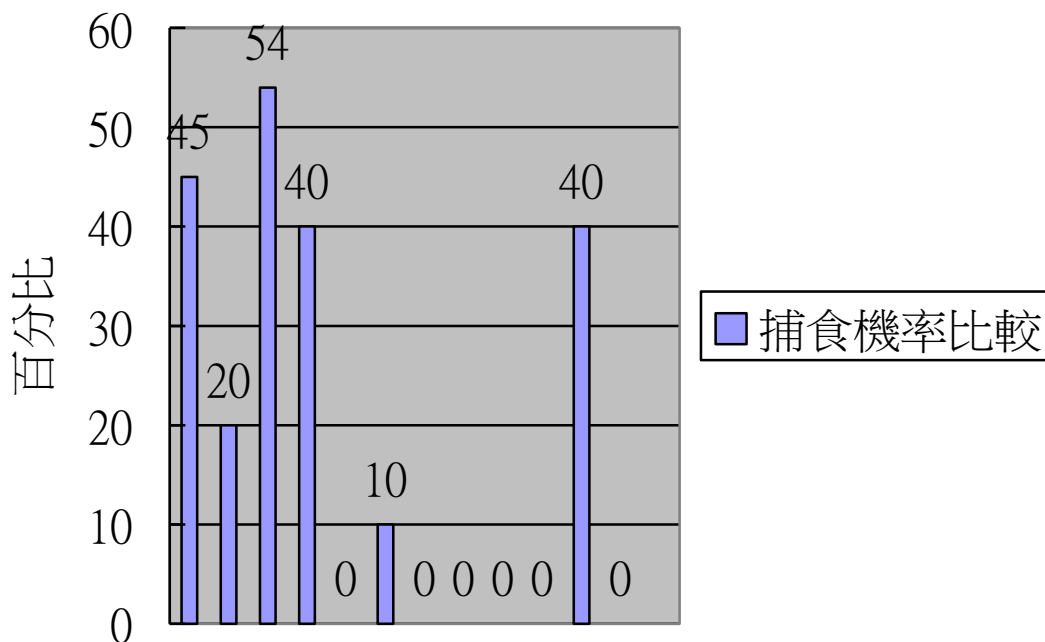
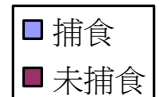
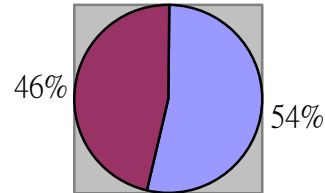
臺灣窗螢餵食及捕食蝸牛數量及百分比

蝸牛種類	非洲大蝸牛	青鼈甲蝸牛	扁蝸牛	球蝸牛	煙管蝸牛	錐蝸牛	左旋栗蝸牛	馬丁氏鼈甲蝸牛	雙線蛞蝓	皺足蛞蝓	台灣錐實螺	蚯蚓
總數	20	17	24	5	2	5	1	2	0	1	5	3
捕食	9	2	13	2	0	1	0	0	0	0	2	0
百分比	45	20	54	40	0	10	0	0	0	0	40	0

非洲大蝸牛



扁蝸牛



蝸牛種類

註:因餵食螢火蟲 F、L、M、N、O、R 時，水分不足而死，所以不列入表格裡。  
 註:螢火蟲 Q 因為進行拍攝，所以也不列入表格裡。



捕食非洲大蝸牛



捕食青鼈甲蝸牛



捕食扁蝸牛



捕食煙管蝸牛



不捕食馬丁氏鼈甲蛞蝓



捕食臺灣椎實螺

## 十、嘗試在校園營造溼地復育臺灣窗螢，並推廣生態保育觀念

### (一) 方法

- 1.高年級自然教室前泥土地上，原來就有八個人工水泥圓池，但是地表乾燥。因此建議學校雇用工人，開挖人工溝渠提高溼度，利用現有水源水質及水流量穩定性，蝸牛數量將會因溼度增加而增加。
- 2.增加盆器及植災供蝸牛及螢火蟲幼蟲躲藏。
- 3.原有的水泥圓池內填土，提供水中螺類及水中植物更好的生長環境。
- 4.向全校師生解說臺灣窗螢的生態習性。

### (二) 結果





## 伍、研究結果

- 一、臺灣窗螢每 6~7 個月即可有一個世代，因此成蟲在野外出現的季節會有五月及九月兩個高峰期。
- 二、臺灣窗螢幼蟲腹面發出兩點光，蛹的腹面發出六點光，雄成蟲具有兩排光，雌成蟲發出六點光。
- 三、臺灣窗螢幼蟲步行速度約在 0.89 cm/秒~1.06 cm/秒之間，體型小的幼蟲步行速度較快。
- 四、螢火蟲尾足電子顯微鏡影像顯示 一條尾足由許多的小肌肉組成(見 300x.bmp, 700x.bmp) 尾足的表面有許多的微米級的皺摺(見 900x.bmp)，這些皺褶對螢火蟲爬行時，有重要貢獻。當螢火蟲弓起身體時，它可以幫助固定，當往前推行時，它可增加摩擦力，所以螢火蟲可向上接近 90 度爬行甚至於玻璃上爬行。
- 五、臺灣窗螢成蟲因為口器退化，無法再進行捕食，所以實驗中要時常噴水保持相當的溼度以維持壽命，而幼蟲只吃蝸牛不吃蚯蚓。
- 六、在進行觀察時，常看到台灣窗螢在捕食蝸牛，為紀錄那一刻，我們使用數位相機的近攝功能拍攝、錄影，並觀察。我們發現台灣窗螢頭部的上方管狀末端有一段是透明液體的囊狀構造，我們認為是儲存麻醉劑的位置，而下方管狀構造的前端也是尖的，應該是台灣窗螢的口器。台灣窗螢捕食蝸牛時，先以鐮刀狀的大顎攻擊獵物，然後立即以上方管狀構造注射麻醉劑到蝸牛的體內，讓蝸牛形成麻醉狀態，再注射消化劑，使蝸牛成半液體狀，此時台灣窗螢會鑽進蝸牛殼內吸食或用大顎把蝸牛軟體拉出蝸牛殼外，再利用下方管狀構造吸食蝸牛軟體。

## 陸、討論

- 一、使用吹風機溫度在 25~35 度之間時，幼蟲活動的比較頻繁，溫度升高至 35 度以上時，幼蟲的活動力降低，當溫度升高至 40 度以上時，幼蟲幾乎停止活動。可能是因為溫度太高，幼蟲無法適應，甚至有失水的危險，所以實驗後放回飼養盒中，應該要儘速噴水，補充蟲體水分。
- 二、臺灣窗螢不喜歡光線，具有負趨光性，但是不論成蟲或幼蟲對於紅光與橘光卻有某種程度的趨性，顯示臺灣窗螢對於不同波長的光線也會產生不同的反應。

## 柒、結論

- 一、從實驗中我們發現許多習性與書上及其他研究螢火蟲的科展作品有不同見解。例如：幼蟲的尾足可以抓住地面，並非爪子狀構造，而是類似毛刷狀的構造，即由許多的小肌肉



組成，尾足的表面有許多的微米級的皺摺，每個奈米級皺摺像小小吸盤靠著肌肉的收縮而產生吸力或去除吸盤作用，產生吸力的方式是靠肌肉擠出奈米級皺摺中空氣，將皺摺邊緣打開讓空氣進入就可去除吸盤作用。

- 二、臺灣窗螢幼蟲步行方式與蜈蚣幼蟲步行方式不相同，稱為「蜈蚣型步行」並不恰當。
- 三、在臺灣窗螢幼蟲與蝸牛的關係中，我們認為蝸牛的黏液可能可以提供臺灣窗螢幼蟲尋找蝸牛的線索，青鼈甲蝸牛並非如書上所說是最好吃的蝸牛。對於臺灣窗螢幼蟲而言，蛞蝓及半蛞蝓-馬丁氏鼈甲蛞蝓，不但難以捕食，且黏液特多的習性甚至可能造成危害齡期及體型較小的幼蟲。
- 四、在校園螢火蟲區發現幼蟲捕食水邊岸上的臺灣椎實螺，這表示臺灣椎實螺並非只是水生螢火蟲幼蟲的食物。
- 五、扁蝸、球蝸、非洲大蝸牛都是台灣農業的有害生物，尤其是非洲大蝸牛在野外的天敵不多，也危害臺灣的生態環境，利用臺灣窗螢幼蟲可以捕食扁蝸、球蝸、非洲大蝸牛的特性，如果大量飼養臺灣窗螢幼蟲，應該可以抑制有害蝸牛的數量。
- 六、復育臺灣窗螢時，不要在非必要處架設人工光源，或者可以將人工光源的照射範圍、角度及色光（以紅色或橘色較不影響螢火蟲）等適度調整。另外不要噴灑除草劑，改由以人工砍草方式進行，並堆置落葉，增加落葉量，便可以增加蝸牛的食物，蝸牛數量將會因食物量的增加而增加，螢火蟲幼蟲的食物增加，螢火蟲族群相對數量也會因此而增加。
- 七、增加盆器供蝸牛及螢火蟲幼蟲躲藏，開挖人工溝渠提高溼度，蝸牛數量將會因溼度的提高而增加，螢火蟲族群也會增加。

## 捌、參考資料

- 何健鎔、朱建昇（2002）台灣賞螢地圖。台中市：晨星出版社。
- 何健鎔、姜碧惠（1997）台灣地區二種幼蟲水生的螢火蟲。自然保育季刊。
- 陳燦榮（1999）台灣螢火蟲生態導覽。台北市：田野影像出版社。
- 陳燦榮（2003）台灣螢火蟲。台北市：田野影像出版社。
- 陳燦榮、鄭明倫（2009）墾丁國家公園螢火蟲資源調查與應用。墾丁國家公園管理處。
- 賴郁雯、佐藤正孝、楊平世（1998）臺灣螢科名錄－鞘翅目：多食亞目：螢科。
- 賴胤就（2003）台灣螢火蟲家族。台北縣：多識界圖書文化有限公司。
- 特有生物研究保育中心。台灣螢火蟲(鞘翅目：菊虎總科)之多樣性與其保育。
- 中華民國第43屆中小學科學展覽會作品：不會發光螢火蟲 -- 紅胸窗螢
- 中華民國第47屆中小學科學展覽會作品：點點螢光閃閃現生機—黃緣螢的觀察與人工復育方法探討
- 中華民國第50屆中小學科學展覽會作品：螢光水影—水生「條背螢」生態探索

螢火蟲食性紀錄總表一

狀況日期	A	B	C	D	E	G	H	I	J
	長:35.96mm 重:0.49g 放一隻重 1.36g 青鼈甲 蝸牛	長:32.24mm 重:0.33g 放一隻重 1.13g 青鼈 甲蝸牛	長:33.87mm 重:0.47g 放一隻重 5.59g 非洲大 蝸牛	長:28.85mm 重:0.29g 放一隻重 0.41g 扁蝸牛	長:26.23mm 重:0.17g 放一隻重 5.08g 非洲大 蝸牛	長:20.9mm 重:0.08g 放一隻重 0.35g 扁蝸牛	長:18.59mm 重:0.04g 放一隻重 0.13g 青鼈甲 蝸牛底部鋪 衛生紙的	長:18.59mm 重:0.04g 放一隻重 3.41g 非洲大 蝸牛 底部鋪衛生 紙的	長:19.18mm 重:0.04g 放一隻重 0.04g 扁蝸牛 底部鋪 衛生紙的
3/23	x	x	x	x	x	o(已吃完重 0.35g 扁蝸 牛)	x	x	x
3/24	x	o(正在吃 重 1.13g 青 鼈甲蝸牛) 另放一隻 重 12.44g 非 洲大蝸牛	o(正在吃重 5.59g 非洲大 蝸牛)	x	x 另放一隻重 5.05g 非洲大 蝸牛	x(無蝸牛) 放一隻重 14.66g 非洲 大蝸牛	x	x	x
3/25	x	o(已吃完 重 12.44g 非 洲大蝸牛)	o(已吃完重 5.59g 非洲大 蝸牛)	x	x	x	x	x	x
3/26									
3/27									
3/28									
3/29									
3/30	(無螢火蟲)	放一隻重 1.33g 青 鼈甲蝸牛	放一隻重 4.8g 非洲大 蝸牛	放一隻重 0.52g 扁蝸 牛	放一隻重 4.21g 非洲 大蝸牛	放一隻重 0.74g 扁蝸 牛	(螢火蟲已 死,重 0.13g 青鼈甲蝸牛 已拿走)	放一隻重 3.8g 非洲大 蝸牛	(無螢火蟲)
4/1		x	x	o(正在吃重 0.52g 的扁蝸 牛)	x			已改放重 0.08 g 扁蝸牛	
4/6			o(正在吃重 4.8g 的非洲大 蝸牛)	o(已吃完重 0.52g 的扁蝸 牛)	o(正在重吃 4.21g 非洲大 蝸牛)	o(正在吃重 0.74g 扁蝸牛 )			
4/7			o(已吃完重 4.8g 的非洲大 蝸牛)	x(無蝸牛)	o(已吃完重 吃 4.21g 非洲 大蝸牛)	o(已吃完重 0.74g 扁蝸牛 )			

4/11		放一隻重 4.95g 非洲 大蝸牛	放一隻重 0.85g 青鼈甲 蝸牛	放一隻重 0.9g 青鼈甲 蝸牛	放一隻重 0.75g 扁蝸牛			放一隻重 0.12g 煙管蝸 牛	
4/12					○(正在吃重 0.75g 扁蝸 牛)			×	
4/13					○(正在吃重 0.75g 扁蝸 牛)			×	
4/14		×	放一隻重 0.2g 扁蝸牛	×	○(已吃完重 0.75g 扁蝸 牛)				
4/15		×	○(已吃完重 0.2g 扁蝸牛)	×	×	(無蝸牛， 重 5.08g 非洲 大蝸牛和重 5.05 非洲大 蝸牛已臭 酸，所以丟 掉)		放一隻重 0.05g 的扁蝸 牛和重 0.16g 的青鼈甲蝸 牛	
4/16		×		×				×	
4/17				放一隻重 1.3g 蚯蚓	放一隻重 1.25g 蚯蚓			×	
4/18		×	放一隻重 3.64g 皺足蛞 蝓 長:30.82mm 重:0.4g	×	長:31.89mm 重:0.25g	×	長:23.35mm 重:0.13g	×	長:18.6mm 重:0.05g
4/19		×	×	×	×				
4/20		×	×	×	×				
4/21		放一隻重 2.36g 非洲 大蝸牛	×	×	×				
4/22		○(正在吃 重 2.36g 非 洲大蝸牛)	×	放一隻重 2.13g 非洲大 蝸牛	放一隻馬丁 式鼈甲蛞蝓 和一隻重 1.96g 非洲大 蝸牛			(已死)	
4/23		○(正在吃 重 2.36g 非 洲大蝸牛)	×	×	○(正在吃重 1.96g 非洲大 蝸牛)				
4/24		○(正在吃) 重 2.36g 非 洲大蝸牛	×	×	○(正在吃重 1.96g 非洲大 蝸牛)	放一隻重 2.1g 的非洲 大蝸牛			
4/25		長:36.5mm 重:0.46g	長:29.96mm 重:0.45g	長:27.96mm 重:0.33g	長:32.18mm 重:0.39g	長:31.75mm 重:0.13g			
4/26		○(已吃完 重 2.36g 非	×	×	○(正在吃)重 1.96g 非洲大	×			

		洲大蝸牛)			蝸牛				
4/27		×(無蝸牛,重 4.95g 非洲大蝸牛臭酸,已丟掉)	×	×	○(已吃完重 1.96g 非洲大蝸牛)	×			
4/28				○(正在吃重 2.13g 非洲大蝸牛)	×(無蝸牛)	×			
4/29				○(正在吃重 2.13g 非洲大蝸牛)					
5/2			×(無蝸牛,重 6.53g 的非洲大蝸牛臭酸,已丟掉)						
5/4				放一隻重 0.22g 扁蝸牛					
5/5				×					
5/6			放一隻重 3.24g 的青鼈甲蝸牛	×	放兩隻青鼈甲蝸牛	放一隻重 2.35g 青鼈甲蝸牛			
5/7			×	×	×	×			
5/8			×		×	×			
5/9			×		放一隻重:0.86g 馬丁中 鼈甲 蛞蝓	×			
5/10			○(正在吃重 3.24g 的青鼈甲蝸牛)		×	×			
5/11			○(正在吃重 3.24g 的青鼈甲蝸牛)		×	×(無蝸牛,重 2.35g 青鼈甲蝸牛已拿走)			
5/12			○(已吃完重 3.24g 的青鼈甲蝸牛)		×				
5/13		放一隻重 0.33g 的扁蝸和一隻重 0.1g 的青鼈甲蝸牛	放一隻重 4.62g 的非洲大蝸牛		放一隻重 0.33g 扁蝸牛和一隻重 0.96g 青鼈甲蝸牛	放一隻重 3.21g 和一隻重 2.56g 的青鼈甲蝸牛			
5/14		×	×		×	×			
5/15		×	×		×	×			
5/16		×	○(正在吃重 4.62g 的非洲大蝸牛)		×	○(正在吃重 2.56g)青鼈甲蝸牛			
5/17			○(已吃完重 4.62g 的非洲大蝸牛)	已化蛹	已化蛹	○(已吃完重 1.26g 青鼈甲蝸牛)			
5/18		×(無蝸牛,重 0.33g)	×(無蝸牛)			×(沒吃重 2.11g 青鼈甲			

		的扁蝸和重 0.1g 的青鼈 甲蝸牛已拿 走)				蝸牛)			
5/20			放一隻重 0.56g 和一隻 重 1.02g 的扁 蝸牛						
5/21		(已化蛹)	x						
5/22			o(已吃完重 0.56g 扁蝸牛)						
5/23			o(已吃完重 1.02g 扁蝸牛)						
5/24			x(無蝸牛)						
5/25						(已化蛹)			
5/27		(化為母 蟲)		(化為母蟲)	(已死亡)				
6/1		成蟲 長:24.8mm 重:0.13g	幼蟲 長:33.68mm 重:0.54g 放一隻重 5.34g 非洲大 蝸牛	成蟲 長:13.61mm 重:0.11g		蛹 長:10.34mm 重:0.12g			
6/2			x			(化為雄蟲) 移到 B 盒交 配			
6/03		交配成功 (有產卵)	x			交配成功			
6/06			x(無蝸牛， 重 5.34g 非洲 大蝸牛已拿 走)						
6/07									
6/08			(已化蛹)			(已失蹤)			(化為母蟲)
6/09				(已死亡)					
6/13		(已死亡)	(化為母蟲)						
6/18	(走失)	(羽化成蟲 後死亡)	雌成蟲 長:22.4mm 重:0.5g	(羽化成蟲 後死亡)	(化蛹中死 亡)	(走失)	(已死亡)	(已死亡)	(走失)
結果									

## 【評語】 080307

1. 觀察臺灣窗螢幼蟲的習性與構造，紀錄詳實並有新的發現，值得嘉許。
2. 有關臺灣窗螢的食性及生活史，已有詳細的文獻資料，不必重複探究及描述。可將研究重點放在臺灣窗螢幼蟲的運動方式及尾足的構造。
3. 報告撰寫格式有待加強，研究過程與方法可更精簡，而且不宜出現結果分析內容。