

# 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 生物科

第一名

080302

美麗多變—校園遷粉蝶之探討

學校名稱：高雄市左營區新莊國民小學

作者： 小六 劉昱彤 小五 蔡少縵	指導老師： 陳嘉雯 曾健評
-------------------------	---------------------

關鍵詞：遷粉蝶、淡黃蝶、淡黃粉蝶

## 得獎感言

在頒獎典禮主持人的祝福聲中；在許多老師朋友們的掌聲中；在座位上大大小小同學們的羨慕眼光中，我們勇奪第 57 屆全國科展國小組生物科的第一名，看著手中的獎盃，此刻我們的心情悸動不已，不禁回想起剛開始加入團隊時的點點滴滴……

去年九月，我們組成「校園遷粉蝶探討」的研究團隊。從認識幼蟲食草開始，每天利用午休甚至下課時間採集、飼養、觀察記錄不同時期遷粉蝶的形態及行為習性，探討幼蟲在不同色光紙箱的成長變化等研究，我們還做了多次的戶外調查，蒐集相關文獻，過程中雖然有許多挫折，但最終還是皇天不負苦心人讓我們一一克服了。印象最深刻的是去年十一月底時，校園裡的幼蟲幾乎找不到，我們還大老遠的跑到凱旋路上採集幼蟲和卵回校悉心照顧。媽媽甚至說我根本就是「遷粉蝶魂」上身，連出外踏青時都沒忘記到鐵刀木上觀察幼蟲，甚至拍照做紀錄，再與老師及夥伴一起討論，一心只想豐富我們的研究內容。

經過了無數次的練習，終於到了發表研究成果的時候，我們一路過關斬將進了市複賽後又獲得高雄市科展第一名的殊榮，順利取得前進全國科展的門票。老師提醒我們爾後團隊更要一起努力加油迎戰七月份的全國賽。暑假期間絲毫不敢鬆懈的我們，也因為有了高市科展的經驗而做了更充分的研討及練習。

雖然是第一次參加全國賽，但心裡並沒有那麼緊張。當評審老師走到我們面前時，我試著把他們想像成我的家人一樣，就像我平常在家練習，也是把研究成果以最淺顯的方式讓他們有最深入的了解。緊張的時刻終究還是到來，當主持人揭曉成績時他們每說一個字，我的心便跟著撲通跳一下，「國小組生物科第一名，高雄市左營區新莊國小！」我和夥伴不約而同大叫一聲，心臟差一點就要跳出喉嚨，衝上台後我明白這不是一場夢，謝謝嘉雯老師和健評老師，我們這些日子以來的努力有被肯定被看見了。

在這次的比賽過程中，我們要感謝的人很多，感謝嘉雯老師、健評老師的指導、感謝黃教授、許老師提供寶貴意見，學校老師和同學分享心得，當然還有一直在背後支持我們的家人，我們會持續努力加油的！在這個寶貴的經驗裡，也讓我們由衷感謝原來每次在家看的科學人雜誌，背後都深藏著這些科學家們的心血。未來我期許自己也能朝生物科學方面繼續研究，研究的方向可以多方嘗試；研究過程要大膽假設，細心求證；最後根據研究結果邏輯推論，並期望喚起大家對生態環境的友善態度。



從林榮耀院士手中接下第一名的獎座，感到無比光榮與興奮



科展團隊一起佈展，展現絕佳的默契

## 摘要

遷粉蝶是我們校園常見蝴蝶，調查校園發現有無紋型及銀紋型兩種。不同型態與顏色的幼蟲、蛹及成蟲，在不同季節與環境同時發現。幼蟲體色深淺與體側黑線寬窄組成多種表現形態。化蛹以綠、白、褐組成多種蛹色，白色半透明塑膠盒蓋 40 隻化蛹成多種顏色；部分幼蟲離開植物向光源的遮光處化蛹。成蟲翅膀斑紋及顏色深淺組成多種表現型。紀錄 9-11 及 4-6 月氣溫較高，幼蟲成長速度較 2 月快。發現體側有黑線幼蟲攝食方式與白線幼蟲不同。幼蟲棲息於葉面及枝條上，體色與環境相似。防禦策略主要有拉開距離、隱藏、干擾視覺等，多態現象是較多時期的防禦方式。不同色光源實驗發現對幼蟲體色、化蛹及羽化有影響。幼蟲缺食實驗發現幼蟲提早化蛹影響羽化為銀紋型。

## 壹、研究動機

校園圍牆邊出現很多淡黃色的美麗蝴蝶，我們查了圖鑑知道這些蝴蝶是遷粉蝶，原來圍牆邊種植整排的鐵刀木，正好是遷粉蝶幼蟲的食草，當幼蟲化蛹羽化成蝶時，就會看到蝴蝶飛舞的美景。我們發現遷粉蝶的幼蟲、蛹或成蟲，常有不同形態，化蛹位置也多變化，這些都令我們很好奇，五下的「動物世界面面觀」有認識動物的行為，我們想探討校園裡遷粉蝶不同時期形態及行為習性，並探究可能的影響因素，希望能分享研究結果讓大家對校園裡遷粉蝶有更多瞭解，讓遷粉蝶在校園持續翩然飛舞。

## 貳、研究目的

- 一、瞭解遷粉蝶的不同形態與成長
- 二、探討遷粉蝶幼蟲的行為習性
- 三、探討遷粉蝶的化蛹習性
- 四、探討無紋型與銀紋型遷粉蝶



### 叁、文獻探討

#### (一) 遷粉蝶的認識

遷粉蝶的學名為 *Catopsilia pomona*，別名有淡黃蝶、無紋淡黃蝶、銀紋淡黃蝶、淺紋淡黃粉蝶、鐵刀木粉蝶等，分布於亞洲和澳大利亞部分地區(徐堉峰，2013)。

本種成蟲的外型可分為「無紋型」及「銀紋型」，過去認為是兩種物種，1970年代經日本學者驗證此二種為同一物種之高、低溫型態。兩種最主要差別在於「銀紋型」翅膀腹面中央處有鑲紅邊的銀白色斑紋，而「無紋型」無此斑紋(呂志堅、陳建仁，2014)。

一年多代，幼蟲的寄主植物為鐵刀木、阿勃勒、黃槐、異柄決明等豆科植物。化蛹在寄主葉裡、莖枝或鄰近植物(李俊延、王效岳，2007)。成蟲常在林緣、公園、荒地、溪流沿岸活動(徐堉峰，2013；李俊延、王效岳，2007)。

#### (二) 遷粉蝶的相關研究

我們蒐集到 2 個遷粉蝶的相關研究，如下：

1.溫度與光週期對淡黃蝶型態之影響(楊士又，2002)，相關結論如下：

- (1)由粒線體 DNA 比對確認銀紋型與無紋型是同種。
- (2)在野外，夏季無紋型出現比例較銀紋型高；冬季相反。
- (3)當溫度與光週期都改變時，會影響淡黃蝶的型態。
- (4)當溫度與光週期都改變時，會影響淡黃蝶幼蟲的體色與體側黑線。

2.淡黃蝶之生活史及溫度與發育之關係(蘇貞如，2002)，相關結論如下：

- (1)在 15°C~35°C 溫度條件下，淡黃蝶會隨溫度上升而發育日數減短，生活史約為 37~7 日。
- (2)1 至 5 齡幼蟲食葉量隨齡期增加，以第五齡蟲吃掉的葉面積最大。

由相關研究知道，溫度、光週期會影響遷粉蝶的成長與型態。

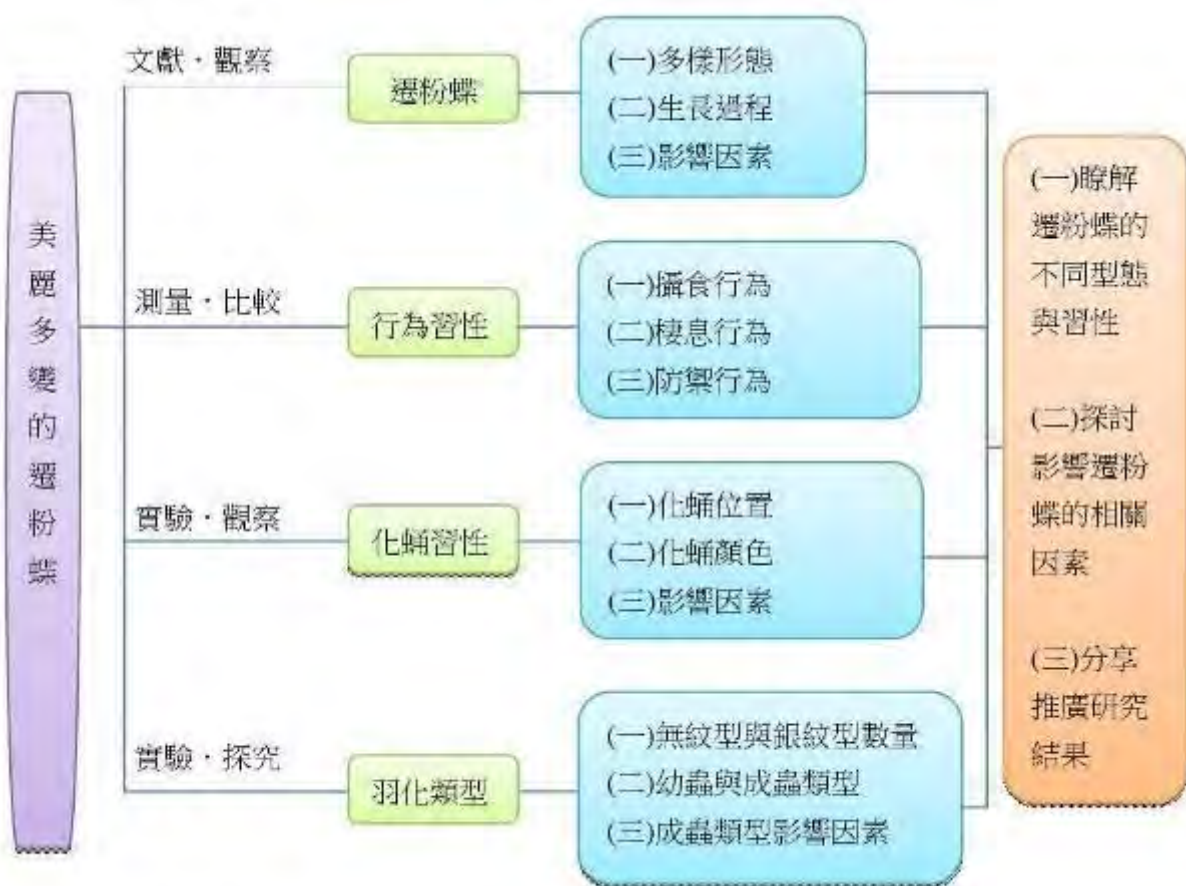
### 肆、研究設備與器材

飼養器材	寶特瓶、玻璃櫃、昆蟲箱、鐵刀木枝葉
------	-------------------

記錄器材	數位相機、錄影機、腳架、電腦
觀察器材	放大鏡、解剖顯微鏡
測量器材	長尺、照度計、溫度計、濕度計
實驗器材	鐵刀木枝葉、寶特瓶、厚紙板、玻璃紙、excel 軟體
採集器材	剪刀、寶特瓶

## 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.從校園捕捉遷粉蝶幼蟲及卵飼養觀察記錄，查圖鑑以確定遷粉蝶的種類與型態。
- 2.教室內以數個寶特瓶分別各飼養一隻幼蟲，並編號記錄，定時觀察記錄幼蟲孵化、棲息、覓食、防禦等行為習性。

3.將成蝶放入玻璃櫃觀察，或放回校園鐵刀木旁繼續生活與繁殖。

	
<p>寶特瓶飼養編號觀察</p>	
	
<p>透過顯微鏡觀察記錄</p>	<p>玻璃櫃飼養觀察</p>

## (二) 戶外調查

- 1.進行校園不同區域的遷粉蝶觀察記錄，包括 3 個區域(A:垃圾場圍牆邊 7 棵、B: 至○樓前空地 2 棵、C:校側門旁 1 棵)，共 10 棵鐵刀木。
- 2.2 月及 6 月至凱旋路行道樹調查記錄，觀察統計成蟲產卵位置，及吃食與棲息行為。

			
<p>校園 A:垃圾場圍牆邊</p>	<p>校園 B:至○樓前空地</p>	<p>校園 C: 校側門旁</p>	<p>凱旋路旁行道樹</p>

## (三) 測量統計

- 1.每天定時測量遷粉蝶幼蟲的體長、外形變化與行為習性，並記錄拍照。
- 2.測量記錄幼蟲、化蛹、羽化成蟲的形態變化，記錄相關環境條件與數據作比較分析，運用 excel 作統計分析。

## (四) 實驗操作

### 1.幼蟲缺食提早化蛹實驗

- (1)於 10 至 11 月分四次進行幼蟲缺食提早化蛹的實驗，每次各 2 隻體側白線幼蟲，分別為控制組(足食 4cm 至化蛹)與實驗組(體長 3.0~3.2cm 開始缺食)，在同一處飼養，光照與溫度環境相同，觀察幼蟲化蛹及羽化的型態。

(2)4月進行第5次幼蟲缺食提早化蛹的實驗，控制組(足食4.5cm至化蛹)1隻白線幼蟲；實驗組A(足食4.5cm至化蛹)；實驗組B(體長3.5cm開始缺食)，在同一處飼養，光照與溫度環境相同，觀察幼蟲化蛹及羽化的型態。

## 2.幼蟲在不同光源環境的成長實驗

(1)將8隻0.7cm~1.3cm幼蟲分四組(控制組、實驗組-綠、實驗組-紅、實驗組-藍)各2隻，分別放在綠、紅及藍色玻璃紙分別製作20cm×20cm×30cm三個紙箱，及控制組無罩箱子，觀察幼蟲在不同色光源環境時體色變化及成長情形，進行比較分析。

(2)將10隻0.4cm~1.0cm幼蟲，分五組(控制組、實驗組-無、實驗組-綠、實驗組-紅、實驗組-藍)各2隻，分別放在透明、綠、紅及藍色玻璃紙分別製作20cm×20cm×30cm三個紙箱，及控制組無罩箱子，觀察記錄幼蟲在不同色光源環境時體色變化及成長情形，進行比較分析。



## 陸、研究結果

### 一、遷粉蝶的不同形態與成長

遷粉蝶分類於動物界/節肢動物門/昆蟲綱/鱗翅目/粉蝶科。我們在校園發現的遷粉蝶主要有二種型態，「無紋型」及「銀紋型」。

#### (一) 遷粉蝶各生命階段的多樣形態

遷粉蝶是完全變態，初孵化小幼蟲約0.2cm；由一齡成長至終齡幼蟲體長約4~5cm，蛹長約2~3cm，生活史各時期的形態個別差異大，分述如下：


- 1.產卵位置不同：雌蝶在每個位置產單個卵，產於幼蟲食草葉面、葉緣、葉背或嫩芽等不同位置。
- 2.幼蟲體色體側線多變：幼蟲體色及側邊線條粗細皆有差異，體色有淺綠至深綠或墨綠，少數幼蟲體色略紅；身體兩側有白線和黑色瘤突，有些體



側黑線明顯或較粗，甚至有少數全身藍黑色幼蟲。

3.化蛹位置及顏色不同：化蛹位置有在葉背、枝條、牆上或其他物品上；化蛹顏色有深、淺綠色、白色或深、淺褐色等。

4.成蟲顏色深淺斑紋差異：無紋型、銀紋型、銀紋紅斑型、中間型，顏色和斑紋深淺不同，雌、雄成蟲翅膀斑紋也有差異，雌蝶的黑褐色斑紋較雄蝶多且明顯。

產卵位置不同				
	產於鐵刀木嫩葉葉面	產於葉緣，卵長約 0.1cm	產於鐵刀木嫩葉葉背	
	幼蟲體色多變			
初孵化小幼蟲約 0.2 cm		體色微紅幼蟲	體側白線幼蟲	
				
體側白線+黑線幼蟲		體側黑線較寬	體色藍黑色幼蟲	
化蛹位置顏色不同				
		綠色蛹	白色蛹	褐色蛹

成蟲 顏色 斑紋 多樣			
	無紋型	銀紋型	銀紋型

遷粉蝶的幼蟲、蛹及成蟲有多種不同的樣貌與形態。1970 年代日學者實驗證明「無紋型」及「銀紋型」是由日照長短及發育時溫度引發的多表現型，為同一物種(徐堉峰，2013)。我們在同時期的相同環境也發現不同樣貌與形態的幼蟲、蛹及成蟲，推測可能有其他的影響因素。

## (二) 遷粉蝶的成長

遷粉蝶一年多世代，我們飼養記錄不同月份孵化的小幼蟲成長過程，如下圖：

日數	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
9/25 孵化	2	3	4	7	13	14	18	20	21	32	40	40	29	29	29	29	29	29	29	羽化
10/25 孵化	2	3	6	9	14	21	23	40	40	28	28	28	28	28	28	羽化				
5/20 孵化	2	4	6	11	12	21	24	33	40	44	45	27	27	27	27	羽化				

### 幼蟲成長曲線



結果：1. 9/25 日孵化幼蟲 11 天化蛹，10/25 日孵化幼蟲 8 天化蛹，5/22 日孵化幼蟲 10 天化蛹，平均約 10 天化蛹。

2. 2/20 日孵化幼蟲在第 13 天成長至 1.5cm。

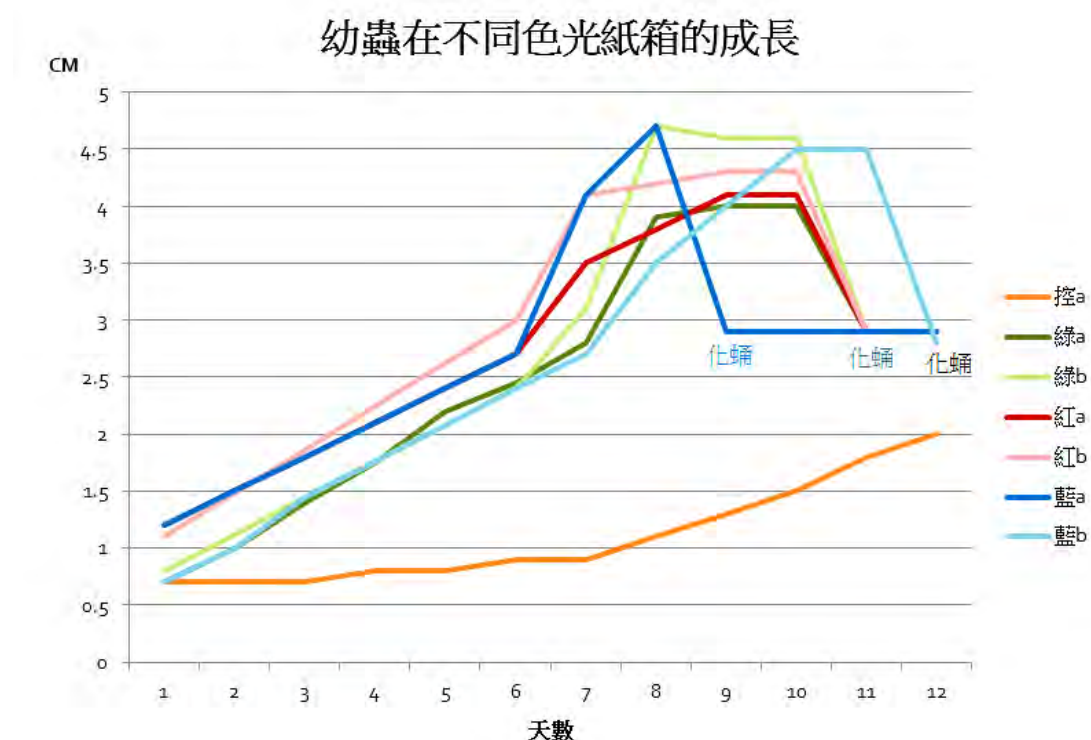
討論：1. 10/25 日孵化幼蟲成長速度最快，2/20 日孵化幼蟲成長速度最慢。文獻提到在 15°C~35°C 上述溫度條件下，遷粉蝶會隨溫度上升而發育日數減短(蘇貞如, 2002)。9、10、11、5 月的均溫比 2 月高，成長速度比 2 月快。

2. 9/25 幼蟲第 18 天羽化，10/25 幼蟲第 14 天羽化，5/22 幼蟲第 15 天羽化，9、10 及 5 月均溫約 26.5-28.5，幼蟲孵化至羽化平均約 15 天。

### (三) 幼蟲在不同顏色光源環境的成長

我們於 2/24-3/15 日進行幼蟲在不同顏色環境的成長的實驗，觀察記錄幼蟲在不同色光源環境時體色變化及成長情形，進行比較分析。(上午 12:00 測溫度攝氏 23 度/箱內 23.5 度)

#### 1. 成長速度



結果：(1) 三組實驗組的幼蟲都明顯比控制組幼蟲成長較快。

(2) 三種光源環境，幼蟲成長速度相近。

討論：實驗組幼蟲明顯比控制組幼蟲成長快速，不同色光源成長速度差異小。文獻提到遷

粉蝶會隨溫度上升而發育日數減短(蘇貞如, 2002)。推測是實驗箱內的成長環境, 可能比較溫暖, 因此加快幼蟲成長速度。

## 2.體色及體側線變化

組別	控制組		實驗組-綠		實驗組-紅		實驗組-藍	
LUX	388		91		96		41	
攝氏	23		23.5		23.5		23.5	
幼蟲	控 a	控 b	綠 a	綠 b	紅 a	紅 b	藍 a	藍 b
體色	淺綠	失蹤	綠	淺綠	深綠	深綠	淺綠	淺綠
體側	白線		白線	白線	白線	白線	白線	白線

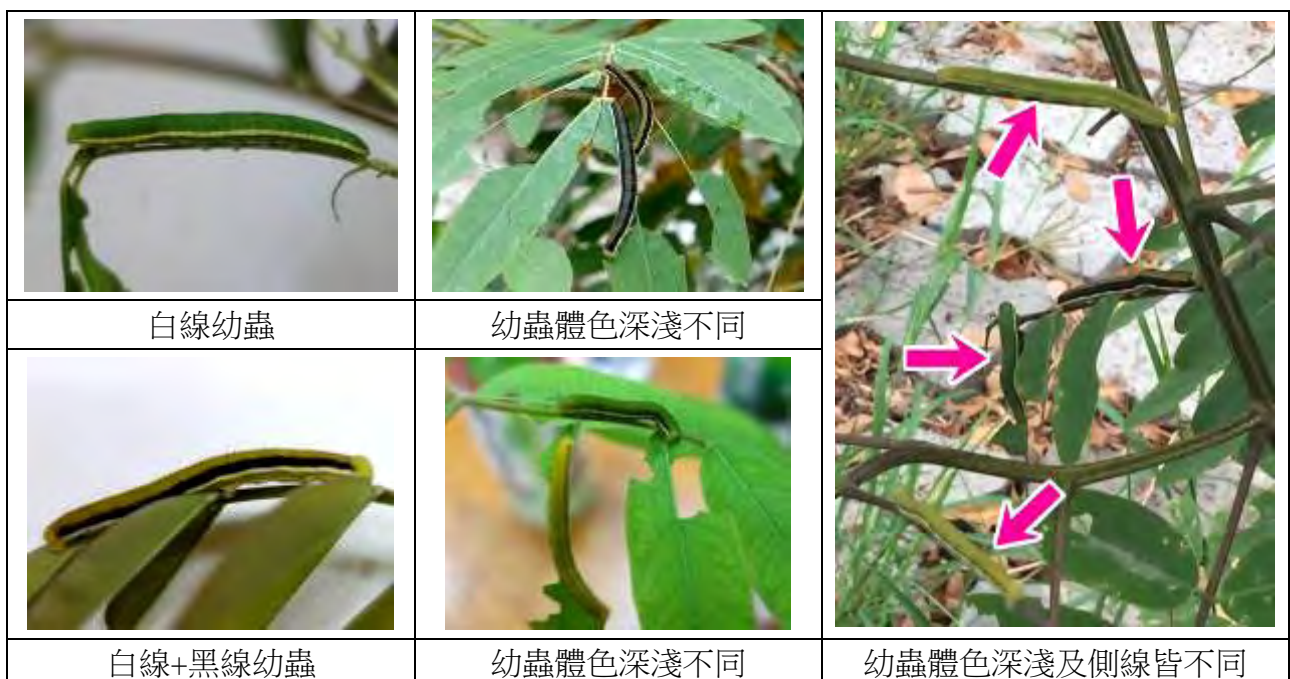
結果：(1)四組不同顏色光源環境成長的幼蟲，幼蟲體色為淺綠、綠及深綠。

(2)實驗組-紅的 2 隻幼蟲體色皆較深；實驗組-藍的 2 隻幼蟲體色皆較淺。

(3)四組不同顏色光源環境成長的幼蟲，體側只有白線與部分黑瘤突，沒有黑線。

討論：不同顏色的光源雖然沒有明顯改變幼蟲的體色，體側也只有白線與部分黑瘤突，沒有形成黑線，但是不同光源環境的幼蟲體色深淺不同。

實驗藍組的光週期較短，但體色較淺，側面沒有黑線。文獻提到幼蟲會隨光週期及溫度降低，體色由淺變深，側面黑線變寬(楊士又, 2002)。但我們常在相同環境看到體色深淺不同及側面黑線寬窄差異大的幼蟲。幼蟲在相同環境下呈現的多表現性與文獻結果有差異。



### 3.羽化結果

組別	控制組		實驗組-綠		實驗組-紅		實驗組-藍	
LUX	390		92		96		40	
攝氏	23		23.5		23.5		23.5	
幼蟲	控 a	控 b	綠 a	綠 b	紅 a	紅 b	藍 a	藍 b
羽化	/		無紋型	無紋型	無紋型	/		銀紋型(羽化失敗) 無紋型(羽化失敗)

結果：1.實驗綠和紅組：皆羽化為無紋型，皆羽化成功。

2.實驗藍組：2 隻各羽化為銀紋型及無紋型，皆羽化失敗。

討論：1.實驗藍組的成長環境相同，但 2 隻羽化型態不同，與多數文獻提到銀紋型及無紋型是季節、溫度、日照長短不同影響結果不符。希望有更多的數量再實驗。

2.實驗綠和紅組的蛹皆羽化成功，而實驗組-藍的蛹皆羽化失敗，翅膀無法順利張開，推測是光照不足或光週期太短導致羽化失敗。

			
實驗組-綠，羽化 2 隻無紋型，成功	實驗組-紅，羽化無紋型，成功	實驗組-藍，羽化銀紋型，失敗	實驗組-藍，羽化無紋型，失敗

## 二、遷粉蝶的行為習性



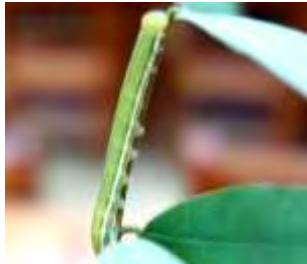

### (一) 攝食行為

幼蟲吃食寄主植物葉片，隨著齡期大小不同，吃食葉片位置不同。大幼蟲會把枝條上葉片吃光。飼養觀察發現缺食時幼蟲會啃食枝條外皮。

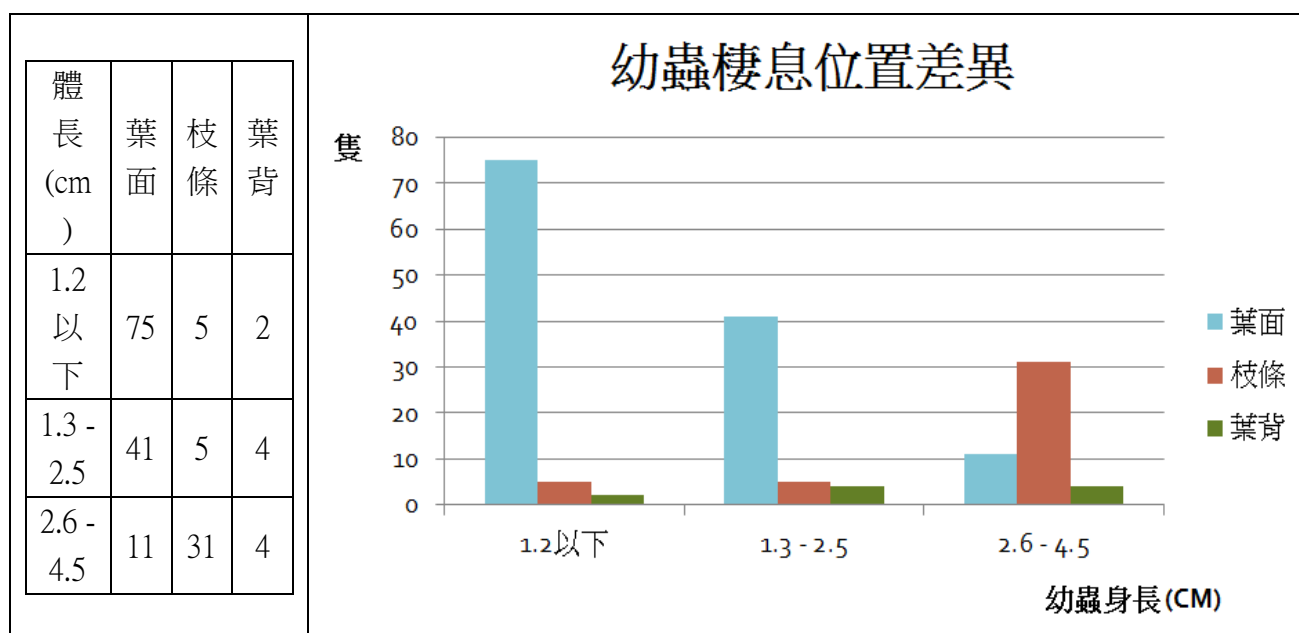
		
小幼蟲中間吃成洞	較大幼蟲從葉緣往內吃食	白線大幼蟲嚙食整片葉子，由外往內吃乾淨

## (二) 棲息行為

遷粉蝶幼蟲沒有築巢，初孵化幼蟲有棲息於葉面主脈、葉背或葉緣附近，小幼蟲主要棲息於葉面主脈，體色與葉面顏色近似，大幼蟲主要棲息於枝條，體色與枝條顏色相近，當枝條是紅色時，幼蟲也呈現明顯微紅體色。

			
初孵化幼蟲棲息葉片上不容易被辨認	小幼蟲棲息在不同的葉片上	大幼蟲棲息在枝條上	幼蟲呈現與枝條相似微紅體色

調查及飼養幼蟲棲息位置，紀錄 178 隻幼蟲分別棲息於葉面、葉背、枝條上，統計如下：



結果：2.5cm 以下幼蟲棲息位置最多在葉面；2.6cm 以上幼蟲棲息位置最多在葉面在枝條。

## (三) 防禦行為

### 1. 天敵

蝴蝶是被捕食者，包括鳥、蜘蛛、寄生蠅、寄生蜂、螞蟻、蜥蜴、肉食性昆蟲等都是蝴蝶的天敵。在研究過程中我們最常見的是鳥類捕食遷粉蝶幼蟲與蛹，及被寄生蠅寄生的幼蟲。

		
幼蟲被寄生蠅寄生，漸漸失去活力後死亡	時常在早上 8-9 點有 2-3 隻白頭翁在鐵刀木附近捕食幼蟲	校園平常較少出現的樹鵲，11 月底成群在鐵刀木捕食

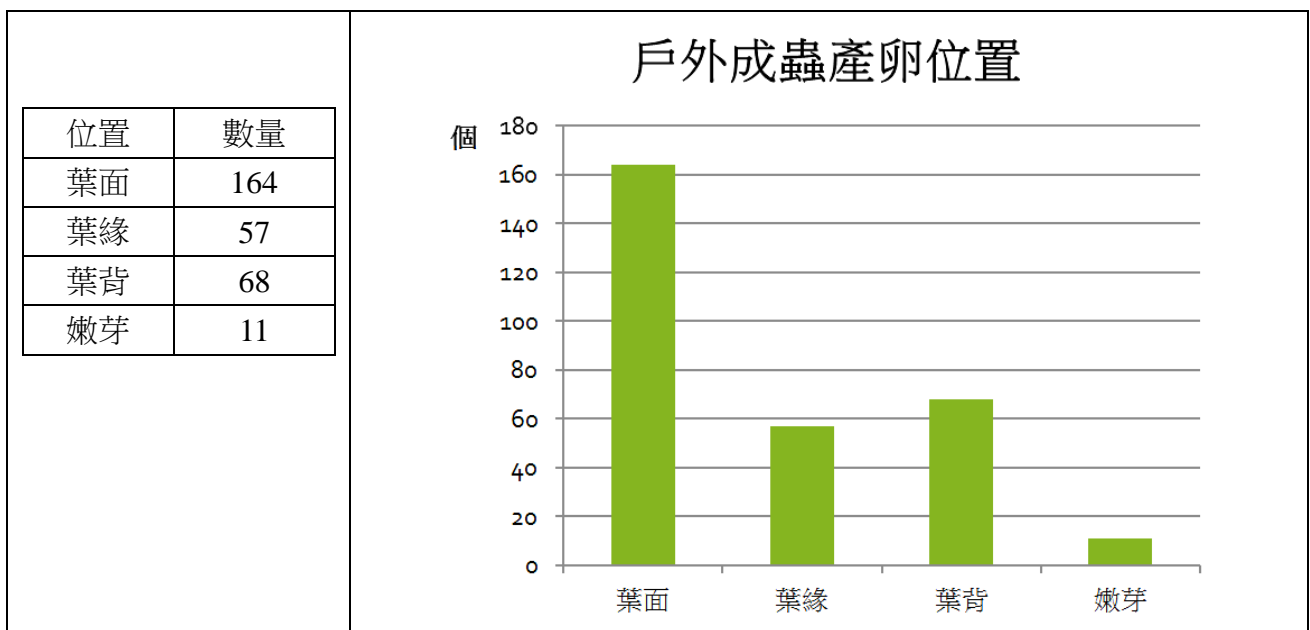
## 2.防禦方式

為了避免天敵的捕食，蝴蝶有發展避敵的策略，我們研究過程中觀察遷粉蝶的防禦方式，除了文獻提及蝴蝶避敵的策略有隱藏、偽裝、模仿、干擾視覺、威嚇、警告、自我防衛及擬態(呂志堅、陳建仁，2014)。有部分行為相同外，遷粉蝶的防禦策略還增加了拉開距離、多態現象及部分時期群聚現象，如下表：

行為	拉開距離	多態現象	隱蔽	干擾視覺	群聚	彈跳
出現時期	卵 (單顆分產)	幼蟲 蛹 成蟲	幼蟲 蛹	成蟲 (上下飛行)	幼蟲 蛹 (數量多時)	幼蟲

**多態現象**是遷粉蝶較多時期運用的防禦方式。

我們於戶外調查成蟲產卵位置，共 300 顆卵，各產於葉面、葉緣、葉背、嫩芽，統計如下圖表：



結果：產卵最多的位置是葉面；其次是葉背。

討論：1.觀察成蟲產卵發現，雌蝶一次產一個卵，約 1 秒鐘時間，然後飛到另一個

枝條葉片或附近其他鐵刀木的葉片產卵，拉開產卵的距離。

2.同一個枝條葉片上的卵，可能是不同隻雌蝶產的卵。

		
產卵於嫩葉的葉面、葉緣	產卵於葉面拉開距離	產卵於葉背

### 三、遷粉蝶的化蛹習性



#### (一) 化蛹的位置

研究發現遷粉蝶幼蟲除了在寄主植物的葉背和枝條化蛹外，也會到別處化蛹，包括附近其他植物、物品、牆上等。

		
寄主植物鐵刀木葉背化蛹	到其他植物(福木)葉背化蛹	到附近牆上化蛹

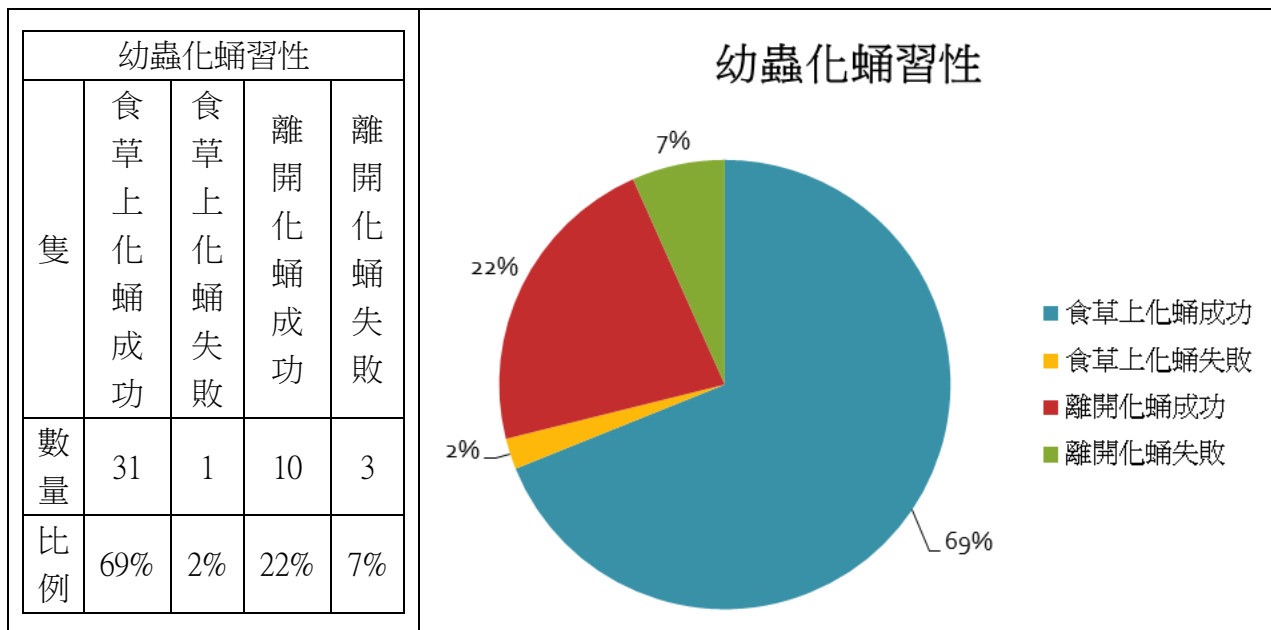
#### 1. 在枝葉化蛹與離開化蛹

在教室飼養過程發現有幼蟲離開食草到別處化蛹的情形，有成功化蛹羽化完成，也有幼蟲化蛹失敗死掉。

	
爬到桌面下化蛹成功	離開食草化蛹失敗



觀察飼養的 45 隻幼蟲化蛹位置情形，統計如下：

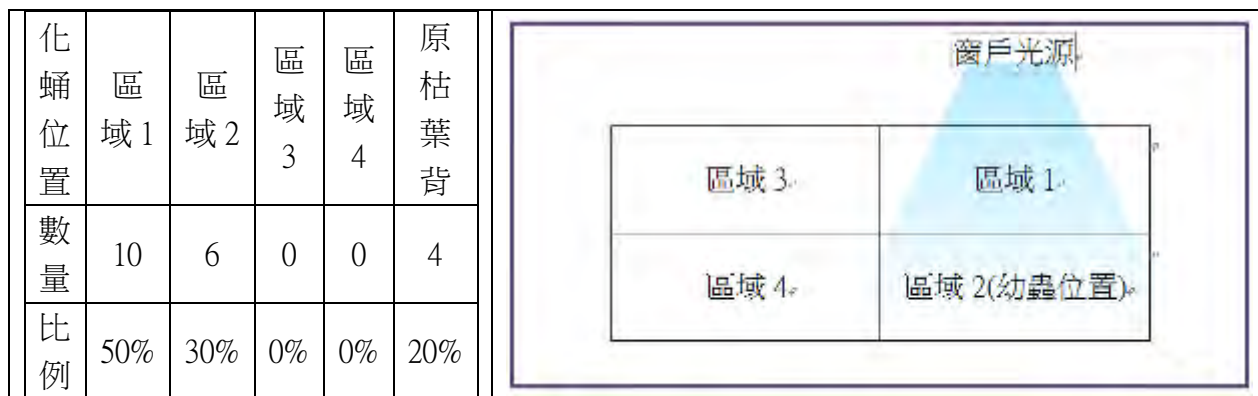


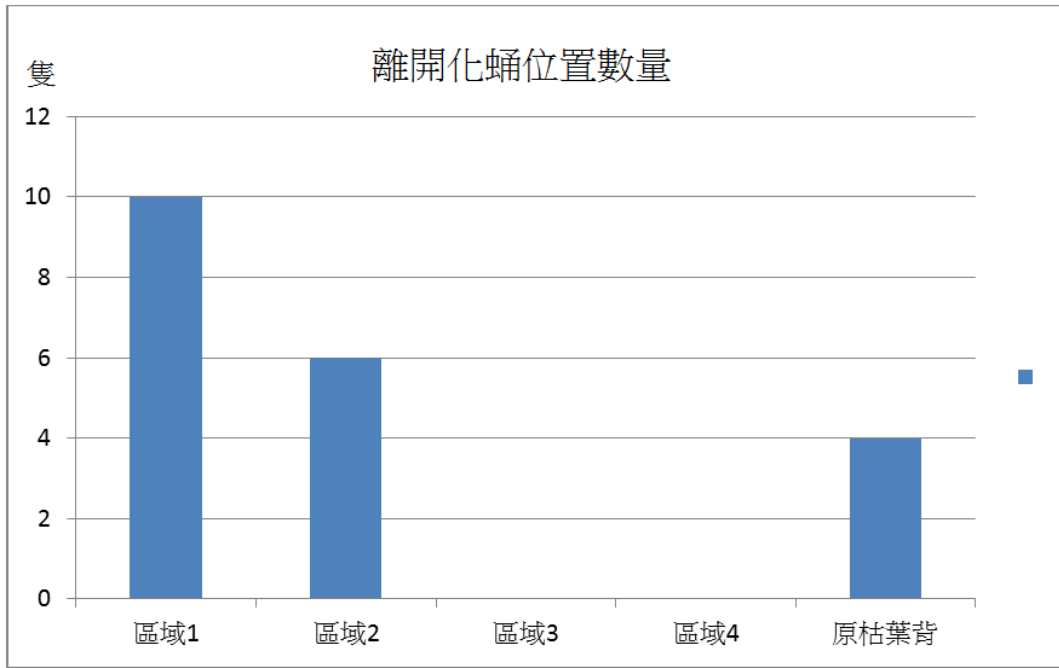
結果：(1)共記錄 45 隻幼蟲化蛹，有 71%在食草上化蛹，69%成功，2%在食草上化蛹失敗。

(2)共 29%離開食草化蛹，有 22%離開化蛹成功，7%離開化蛹失敗。

## 2.教室飼養化蛹習性

共 20 隻幼蟲進行教室化蛹位置實驗，統計如下：








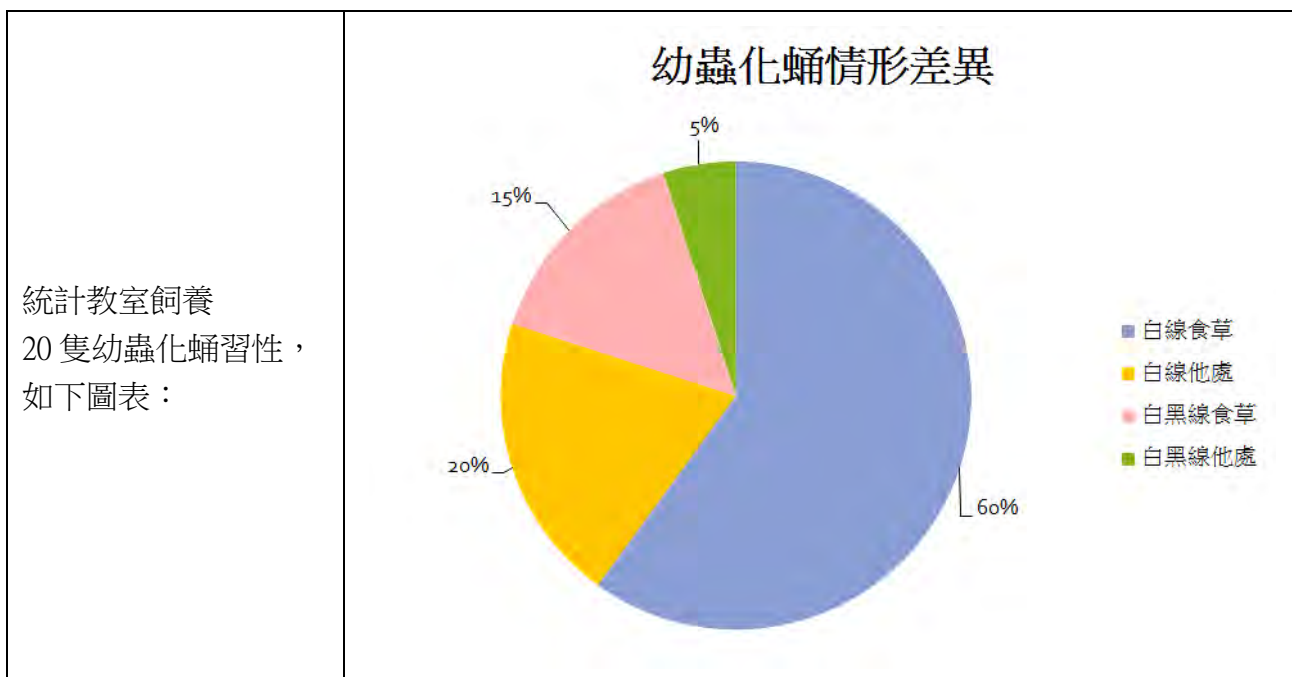
結果：(1)幼蟲化蛹位置，以區域 1 和 2 最多，原枯葉背位於區域 2，其他區域沒有。

(2)幼蟲離開化蛹會向光源處移動，並在遮光處或物品下方化蛹。

### 3.體側線不同幼蟲的化蛹習性

研究發現有部分幼蟲離開寄主植物化蛹，11 月底看見數隻體側黑線明顯的幼蟲離開寄主植物化蛹，我們觀察體側有白線及有白線+黑線兩種幼蟲的化蛹情形：

		
室內白線幼蟲爬離食草化蛹	室外白+黑線幼蟲他處化蛹	室外白+黑線幼蟲其他植物化蛹



結果：白線及有黑線的幼蟲共 20 隻，離開化蛹的比例各為 25%。

討論：11/21 日左右校園發現數量較多的幼蟲，B 區幼蟲多數離開寄主植物到附近化蛹。文獻提到遷粉蝶在大發生時有遷移的習性(呂志堅、陳建仁，2014)。是否與此習性有關，或是因為發現天敵樹鵲捕食而有數量較多的幼蟲遷移到他處化蛹作為防禦行為。

## (二) 化蛹的顏色

觀察記錄遷粉蝶化蛹顏色，主要有三種：深、淺綠色、白+褐色及深、淺褐色。歸納化蛹顏色與化蛹背景關聯，分類如下：

1. 深、淺綠色蛹—綠色植物、綠色背景、土黃色桌椅
2. 白色或+淺褐蛹—黑色背景、透明塑膠物、陰暗位置
3. 深、淺褐色—枯葉、枯枝條、灰色、褐色牆上等

遷粉蝶的蛹色由綠、褐及白三色深淺組合。與文獻提到紋白蝶蛹色都是由褐、灰、綠三色所組成的(黃晨綱、黃晨耘，2009)，蛹色組成的顏色相近。



		
綠色塑膠盒蓋上，有 5 個綠色蛹	白色底化蛹為綠色蛹	褐色紙板上的綠色及褐色蛹
		
同一面灰色牆上 2 個蛹呈現不同的深、淺褐色	黑色管線上有白+褐色的蛹，左邊蛹未羽化，右邊蛹已羽化剩蛹殼，白褐色蛹和已羽化蛹殼相似	

探討幼蟲在不同顏色光源環境的化蛹情形：以 8 隻幼蟲均分為四組：控制組、實驗組-綠、實驗組-紅、實驗組-藍；控制組飼養瓶沒蓋箱子，實驗組的飼養瓶分別蓋上綠、紅、藍色玻璃紙箱。成長與化蛹情形如下表：

組別	控制組		實驗組-綠		實驗組-紅		實驗組-藍	
幼蟲	控 a	控 b	綠 a	綠 b	紅 a	紅 b	藍 a	藍 b
化蛹	失蹤	失蹤	完成	完成	完成	失敗	完成	完成
位置	/		箱頂夾角 白色紙上	枝條	枝條	箱上面紅 玻璃紙	枝條	寶特瓶口
蛹色	/		綠	白+褐	綠	/	白+褐	白+褐
蛹長	/		2.9cm	2.9 cm	2.9cm	/	2.9 cm	2.8 cm



結果：1.實驗綠組的 2 個蛹位置背景不同，蛹色不同。綠光白底為綠色蛹；寶特瓶與枯葉旁是白+褐色蛹。

2.實驗紅組的 1 個蛹在枝條上，紅光半透明寶特瓶旁，蛹為綠色。

3.實驗藍組的 2 個蛹位置不同，背景是照度較低或黑色背景，蛹皆為白+褐色。

#### 四、無紋型與銀紋型遷粉蝶

無紋型與銀紋型外型差異明顯，雌雄斑紋相異，研究過程同時發現三種型態出現。

##### (一) 無紋型與銀紋型的差異

1.無紋型：成蟲翅膀腹面幾乎無紋，雌蝶翅膀背面有明顯黑褐色斑紋。

2.銀紋型：成蟲翅膀腹面在中室端有銀白色小斑紋，雌蝶翅膀背面黑褐色斑紋較無紋型縮減。有的個體翅膀腹面有紅斑，被稱為銀紋紅斑型。

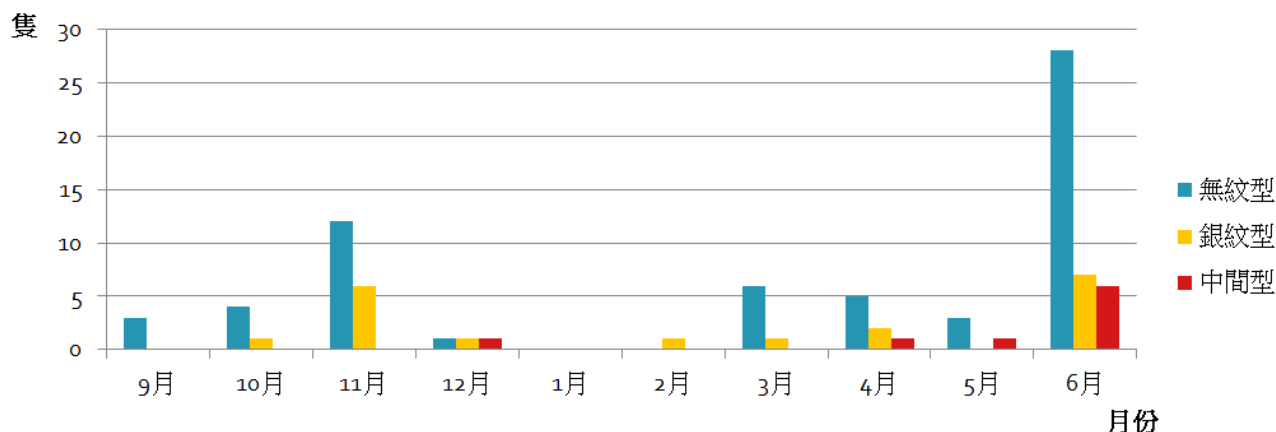
3.中間型：為上述二者的過渡型，銀白色小斑紋較不明顯。



我們調查及飼養在不同月份羽化的不同型態成蟲類型數量共 88 隻，統計如下：

	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	總數
無紋型	3	4	12	1	0	0	6	5	3	28	60
銀紋型	0	1	6	1	0	1	1	2	0	7	19
中間型	0	0	0	1	0	0	0	1	1	6	9
總數	3	5	18	3	0	1	7	8	4	41	88

## 不同型態成蟲數量比較



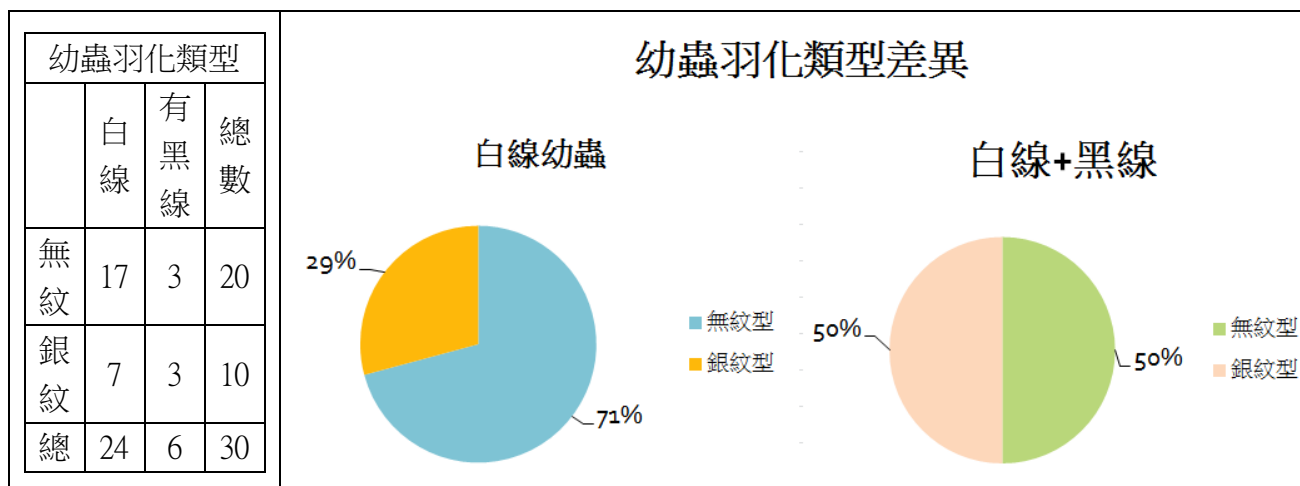
結果：1.105.09-106.06月，除2月有1隻銀紋型，其他以無紋型成蟲出現較多。

2.以106.06月數量最多，其次是105.11月。

討論：觀察發現夏季也有銀紋型，冬季也有無紋型，中間型是少數。與文獻提到冬季是銀紋型，夏季是無紋型，季節交替則為中間型（呂志堅、陳建仁）的介紹不同。

### （二）體側黑線幼蟲羽化類型

幼蟲體側黑線與羽化類型是否有關聯呢？飼養記錄30隻幼蟲羽化類型統計：

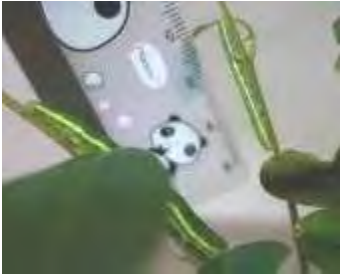




結果：1.白線幼蟲有71%羽化為無紋型，29%為銀紋型。

2.有黑線幼蟲有50%羽化為無紋型，50%為銀紋型。

討論：1.根據上述結果推論白線幼蟲有較高比例羽化為無紋型，有黑線幼蟲也可能羽化為無紋型。

2.有網頁資料提到體側白線幼蟲是無紋型幼蟲，體側有黑線幼蟲是銀紋型幼蟲。與我們飼養觀察統計結果不同。

		
2 隻白線幼蟲，左側足食羽化無紋型，右側缺食羽化銀紋型	白線及有黑線幼蟲各 1 隻，白線離開，黑線羽化為無紋型	白線幼蟲於 2/14 日羽化為銀紋型

## (二) 幼蟲缺食化蛹實驗

飼養過程發現，相同環境飼養的幼蟲，因為食物缺乏，提早化蛹羽化成功為銀紋型。

我們共進行五次實驗，結果如下表：

實驗序	第一次		第二次		第三次		第四次		第五次	
	控制	實驗	控制	實驗	控制	實驗	控制	實驗	控制	實驗
體側線	白線	白線	白線	白線	白線	白線	白線	白線	白線	白線
食草	充足	缺乏	充足	缺乏	充足	缺乏	充足	缺乏	充足	缺乏
化蛹前體長	4cm	3 cm	4.1cm	3.2cm	4cm	3.2cm	4.1cm	3.1cm	4.5cm	3.8cm
化蛹日	9/25	10/2	10/15	10/17	10/28	10/29	11/8	11/10	4/1	4/4
羽化日期	10/2	10/7	10/21	10/24	11/2	11/3	11/11	11/15	4/10	4/12
型態	無紋	銀紋	無紋	銀紋	無紋	銀紋	無紋	銀紋	無紋	銀紋

結果：1.進行 5 次實驗，實驗組的缺食幼蟲，化蛹前體長為 3.0-3.8cm，皆羽化為銀紋型。

2.進行 5 次實驗，控制組的足食幼蟲，化蛹前體長為 4.0-4.5cm，皆羽化為無紋型。

討論：影響羽化類型差異的因素，目前文獻提到是由日照長短及發育時溫度引發的差異(徐堉峰，2013；楊士又，2002)。我們進行 5 次實驗，實驗組與控制組的環境相同，化蛹日期接近，因此，發育時日照長短及溫度相近，而缺食提早化蛹的實驗組羽化皆為銀紋型，推測幼蟲提早化蛹可能會影響羽化的類型。

第一次缺食實驗	第二次缺食實驗	第三次缺食實驗	第四次缺食實驗
			
			
銀紋型	銀紋型	銀紋型	銀紋型

發現：1.實驗組化蛹的尾端都有蛻皮殘留；控制組沒有。

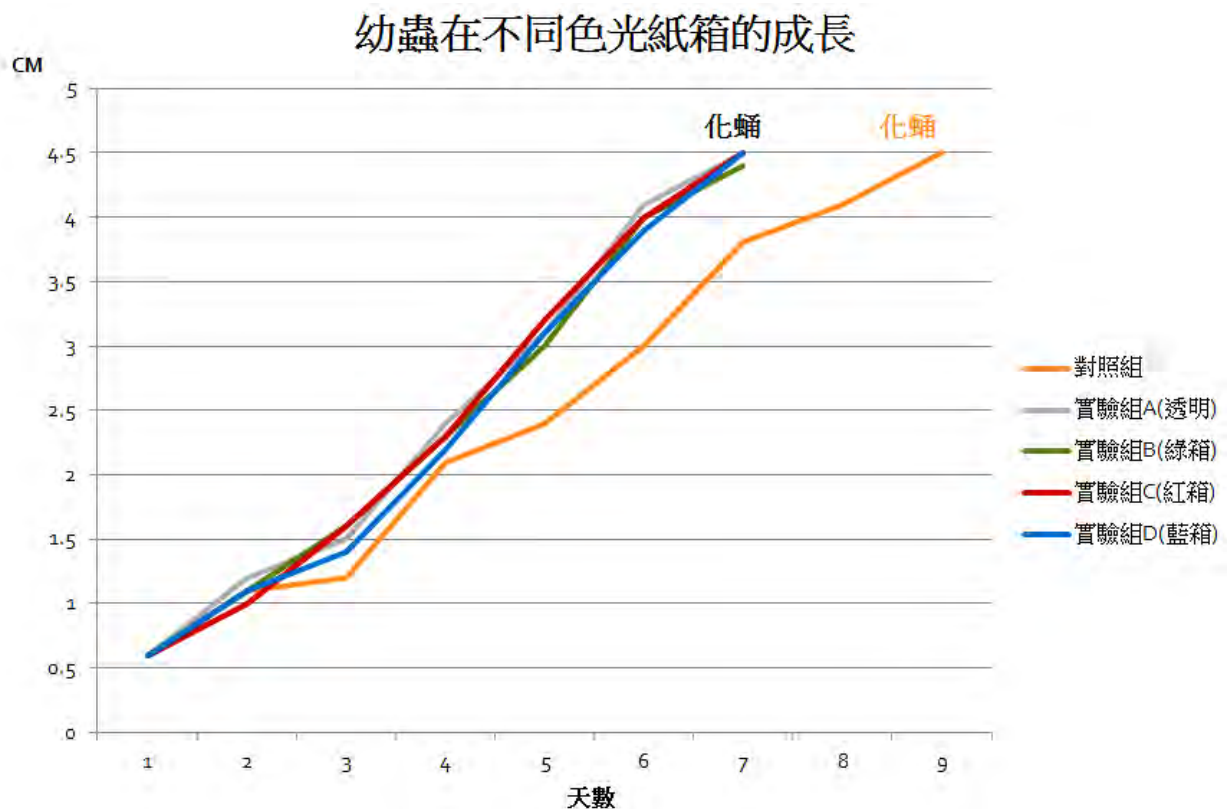
2.實驗組的蛹長較短，約 2.0-2.5cm；控制組的蛹長約 2.8-2.9cm。

3.幼蟲提早化蛹，羽化為銀紋型，且成蟲體型較小。

## 柒、研究討論

### 一、幼蟲在不同色光紙箱成長的影響

我們於 5/22-5/31 日，再進行幼蟲在不同色光紙箱成長實驗觀察，成長折線圖如下：





討論：四組實驗組的幼蟲成長速度很接近，都是實驗的 7 天化蛹；對照組的 9 天化蛹。

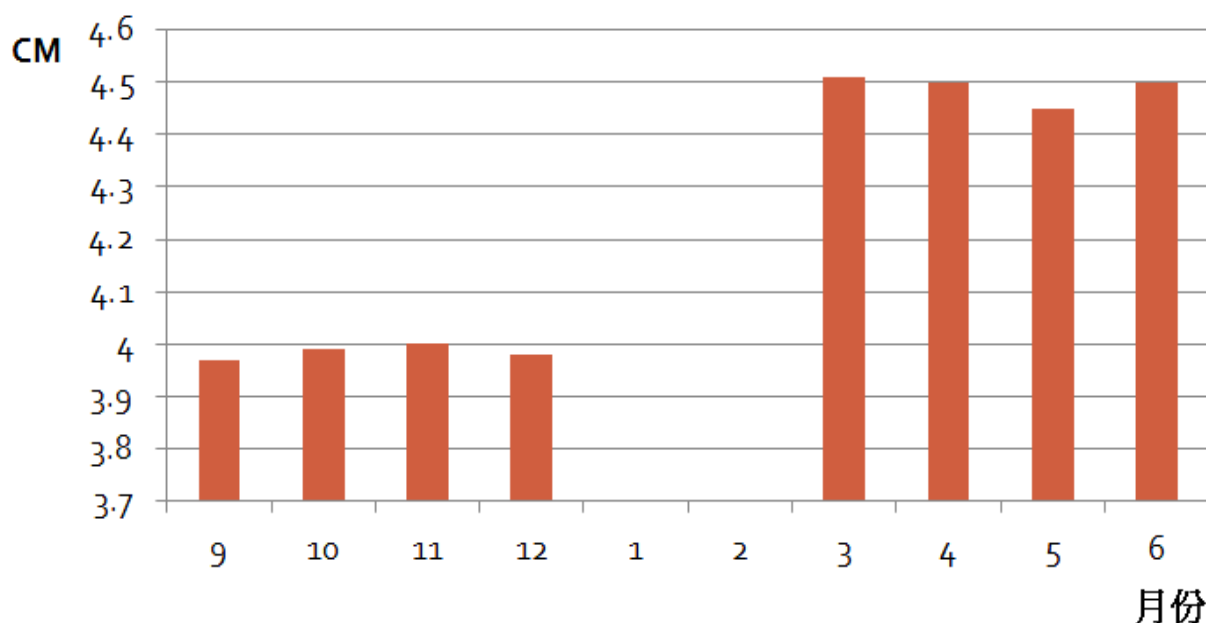
因此推測在平均溫度為攝氏 28.5 度，色光對幼蟲成長速度沒有明顯影響，在紙箱內幼蟲成長較快。

## 二、幼蟲化蛹前體長有差異

飼養觀察發現 9-12 月與 3-6 月，幼蟲化蛹前體長有差異，統計各月份化蛹前平均體長如下：

月份	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
體長 (cm)	3.97	3.99	4	3.98			4.51	4.5	4.45	4.5

### 化蛹前體長









討論：9-12 月幼蟲化蛹前體長約 4cm，3-6 月幼蟲化蛹前體長約 4.5cm，有明顯差異，是否與溫度光週期有關或是有其他影響因素，希望能繼續探討。

## 三、幼蟲攝食習性差異

飼養過程觀察發現，體側白線幼蟲與有黑線幼蟲攝食習性有差異，目前文獻沒找到相關資料。鳥類花很多時間盯著植物，能認得出被毛蟲破壞過的花葉，毛蟲也有發展因應之道(張琰譯，2016)。遷粉蝶幼蟲攝食行為的差異，是否與防禦行為有關，令我們感到

好奇，差異比較如下：

白線幼蟲			
	白線幼蟲由枝葉前端往後吃光沒有留葉的主脈		白線幼蟲吃食沒留葉主脈
黑線明顯幼蟲			
	黑線幼蟲吃食有留葉主脈		黑線幼蟲吃食有留葉主脈

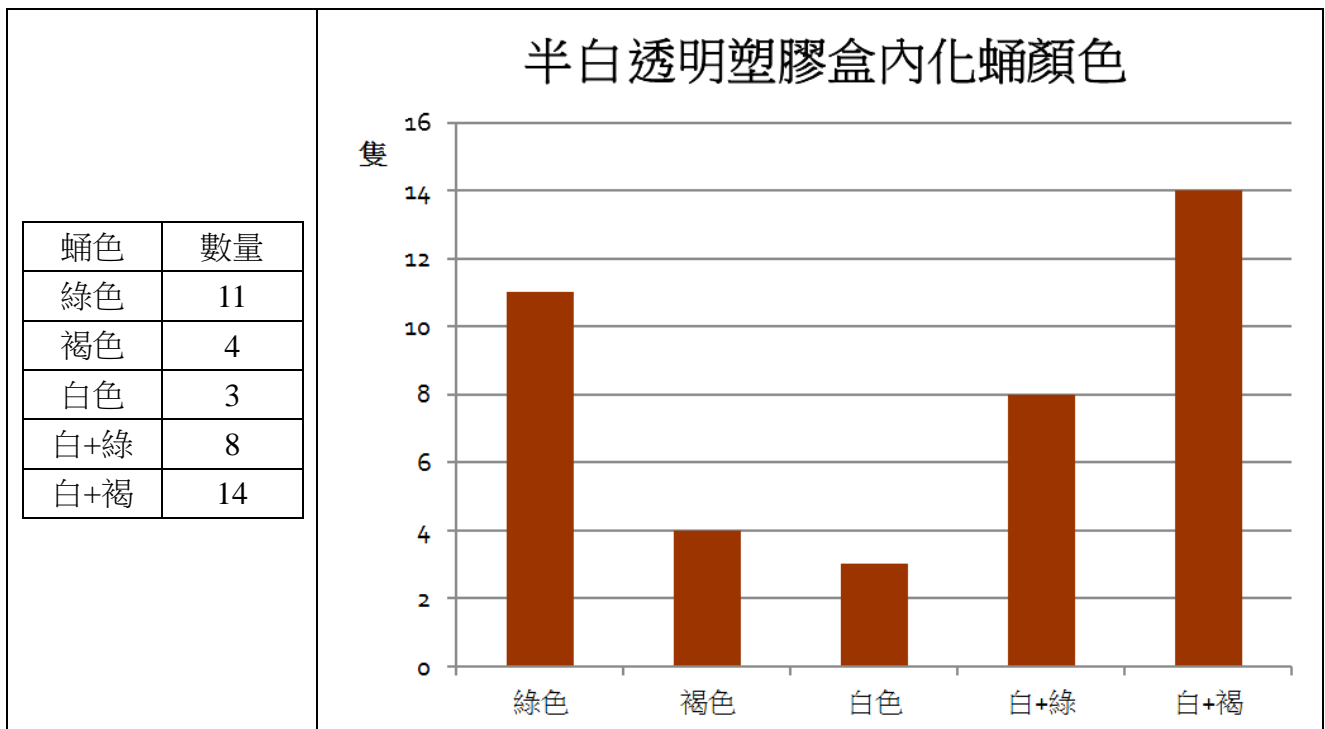
#### 四、封閉環境內化蛹的顏色與位置

飼養過程發現，幼蟲化蛹後，部分蛹會調整顏色，由綠色蛹漸漸變色。我們在白色透明的塑膠盒內，飼養 40 隻幼蟲，觀察化蛹位置與顏色。

##### (一)化蛹顏色

蛹色有綠色、褐色、白色、白+綠、白+褐：



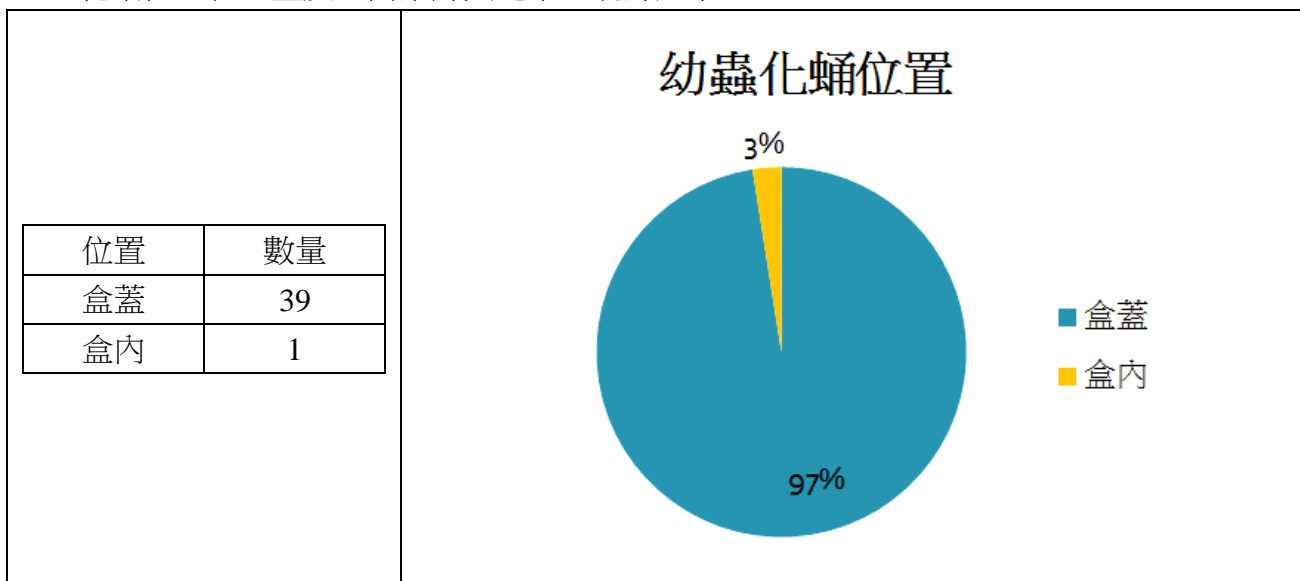


討論：

- 1.以白+褐色蛹最多有 14 個；其次是綠色蛹。
- 2.文獻提到蟲蛹本身會隨著光線明暗度與環境顏色而調整色彩的深淺和色系 (黃晨綱、黃晨耘, 2009)。白色半透明塑膠盒蓋的光線明暗度與環境顏色，可能讓蟲蛹不容易辨別調整顏色，因此有綠、白、褐且深淺不同結合的蛹色。




#### (二)化蛹位置

化蛹位置在盒蓋及盒內葉片夾縫中，統計如下：



討論：幼蟲化蛹前爬到盒蓋上，找到化蛹位置，絲線黏在盒蓋上化蛹；只有一隻幼蟲在

盒內葉縫中化蛹。

		
<p>白色半透明塑膠盒</p>	<p>多數幼蟲爬到盒蓋化蛹</p>	<p>藍蓋昆蟲箱幼蟲 4 隻化蛹 都在盒蓋上</p>

五、幼蟲缺食化蛹羽化類型

同一時期飼養的白線、有黑線幼蟲及白線缺食幼蟲，羽化類型有何異同呢？我們於 4/1~4/12 日，進行第 5 次缺食實驗，在同一個透明紙箱中，同時飼養 3 隻幼蟲，溫度、光照及光週期相同，分為控制組、實驗組 A、實驗組 B，如下表：

組別	控制組	實驗組 A	實驗組 B
幼蟲體色、側線	綠色、白	綠色、白線+黑線	綠、白線
化蛹前體長	4.5cm	4.5cm	3.5cm
化蛹位置	箱子右上後方頂角	箱子左上後方頂角	箱子右上後方頂角
化蛹顏色	淺褐+白	深褐+白	淺綠
化蛹照片			
羽化型態	無紋型	無紋型	銀紋型



討論：實驗結果發現足食的白線及有黑線幼蟲 皆羽化為無紋型；缺食白線幼蟲羽化為銀紋型。根據實驗結果推測，幼蟲缺食提早化蛹可能也是羽化為銀紋型成蟲的因素。

## 捌、研究結論

### 一、遷粉蝶的不同形態與成長

#### (一) 遷粉蝶各生命階段的多樣形態

我們在校園發現的遷粉蝶主要有三種型態為「無紋型」、「銀紋型」及「中間型」。已有研究證明這三種型態為同一物種。遷粉蝶在不同階段有多樣表現形態包括：1.幼蟲體色多變及體側線差異；2.化蛹位置及顏色不同；3.成蟲斑紋及顏色深淺差異。

#### (二) 遷粉蝶的成長

遷粉蝶幼蟲在 9、10、5 月從孵化到羽化平均約 15 日；9-11 月及 4-6 月幼蟲比 2 月幼蟲成長速度較快。9、10、5 月幼蟲孵化至羽化平均約 15 天。

#### (三) 幼蟲在不同顏色光源環境的成長

三組實驗組的幼蟲成長速度相近，都明顯比控制組幼蟲成長快速。四組不同顏色光源環境成長的幼蟲，體色為淺綠至深綠，體側只有白線，沒有黑線，幼蟲在相同環境下呈現多表現性。實驗綠和紅組皆羽化成功為無紋型；實驗藍組 2 隻羽化失敗，翅膀無法張開，各為銀紋型及無紋型。

### 二、遷粉蝶幼蟲的行為習性

#### (一) 攝食行為

幼蟲吃食鐵刀木及阿勃勒等植物葉片，齡期大小不同吃食葉片位置不同，從吃食成葉洞、葉緣缺塊到整片葉子吃光。發現體側線不同的大幼蟲，攝食習性有差異，

白線幼蟲吃光葉片沒有留主脈；有黑線幼蟲吃食葉肉有留葉片主脈。

## （二）棲息行為

遷粉蝶小、中型幼蟲主要棲息於葉面，大幼蟲主要棲息於枝條，體色與枝條顏色相近，當枝條是紅色時蟲也呈現明顯微紅體色，形成隱蔽色。

## （三）防禦行為

研究過程中我們最常見的是鳥類捕食遷粉蝶的幼蟲與蛹，及幼蟲被寄生蠅寄生。觀察記錄遷粉蝶的防禦方式主要包括：拉開距離產卵、體色蛹色隱藏與偽裝、幼蟲、蛹及成蟲的多態現象、成蟲飛行時干擾視覺等。**多態現象**是遷粉蝶較多時期運用的防禦方式。

## 三、遷粉蝶的化蛹習性

### （一）化蛹的位置

- 1.研究發現遷粉蝶幼蟲除了在寄主植物化蛹外，也會到別處化蛹。飼養紀錄有 71% 在食草上化蛹，29%離開食草化蛹。
- 2.飼養化蛹記錄白線幼蟲及有黑線幼蟲，離開化蛹的比例各為 25%。
- 3.在封閉的塑膠盒環境，多數幼蟲會離開葉子與枝條**到盒蓋上化蛹**。

### （二）化蛹的顏色

- 1.研究發現遷粉蝶化蛹顏色主要有綠、白、褐的深淺色，多數幼蟲化蛹顏色與化蛹環境背景有關。綠色背景為綠色蛹；透明及陰暗背景多為白色；褐色及灰色背景多為深淺褐色；其餘背景為綠、白、褐色的深淺變化。
- 2.幼蟲在不同顏色(綠、紅、藍)光源環境的化蛹，顏色分別有綠色、白色及白+褐色，推測化蛹背景、光的照度或光週期可能會影響遷粉蝶幼蟲化蛹顏色。
- 3.白色半透明塑膠蓋上，蟲蛹可能不易辨別背景，因此蛹色多樣且多變。

## 四、無紋型與銀紋型遷粉蝶

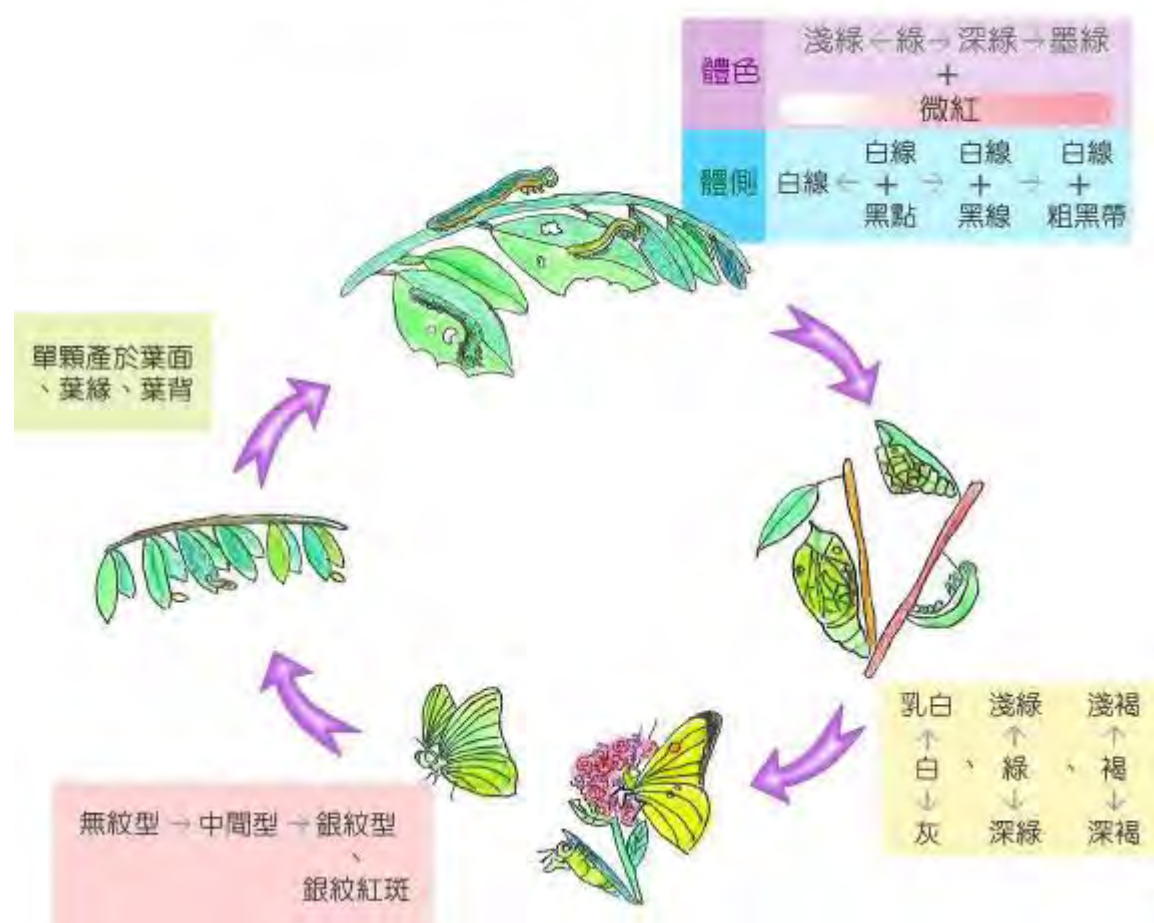
無紋型與銀紋型成蟲外型差異明顯，研究過程**同時發現二種型態出現**。調查校園裡 105.9-106.6 月以無紋型出現較多。飼養觀察發現白線幼蟲有較高比例羽化為無紋

型，有黑線幼蟲可能羽化為無紋型或銀紋型。實驗結果發現同一環境發育幼蟲，缺食提早化蛹羽化皆為銀紋型，足食幼蟲化蛹羽化為無紋型。幼蟲提早化蛹可能影響羽化的類型。

## 玖、未來展望與建議

- 一、遷粉蝶像千面女郎風情萬種，讓我們研究過程不斷感到驚奇，有些研究發現與目前文獻結果不同，希望未來能持續對於影響不同成蟲型態發生的相關因素、不同幼蟲體側線及體色變化的影響因素、化蛹習型的規律性等問題繼續探究。
- 二、遷粉蝶像校園裡的美麗精靈，引起校園師生對自然環境與生物的關心及學習動機，希望藉由我們分享的研究結果，能讓大家對遷粉蝶有更深入的瞭解，並喚起大家對生態環境的友善態度。

## 遷粉蝶各期多表現性



## 拾、參考資料

- 呂志堅、陳建仁(2014)。蝴蝶生活史圖鑑。台中市：晨星。
- 李俊延、王效岳(2007)。台灣蝴蝶圖鑑。台北市：貓頭鷹。
- 尚玉昌編(2003)。行為生態學。台北市：五南。
- 徐堉峰(2013)。台灣蝴蝶圖鑑(上)弄蝶、鳳蝶、粉蝶。台中市：晨星。
- 張永仁(2007)。台灣常見 100 種蝴蝶野外觀察與生活史全記錄。台北市：遠流。
- 張琰(譯)(2016)。蝴蝶的秘密生命。台北市：貓頭鷹。
- 陳冠如等(2013)。百變蛹土-探討日本紋白蝶蝶蛹顏色與環境的關係。第 53 屆全國中小學科學展覽會。2016.10.08 檢索自：  
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=0000010&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=10314>
- 黃晨綱;黃晨耘(2009)。穿迷彩裝的「蛹」土-紋白蝶蟲蛹保護色和環境的關係。第 49 屆全國中小學科學展覽會。2016.10.12 檢索自：  
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=0000010&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=5259>
- 楊士又(2002)。溫度與光週期對淡黃蝶的影響。2002 年臺灣國際科展。2016.10.02 檢索自：  
<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=2598>
- 蘇貞如(2002)。淡黃蝶之生活史及溫度與發育之關係。國立臺灣大學昆蟲學研究所。2016.10.01 檢索自：  
<http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gsweb.cgi/ccd=o7qclx/record?r1=2&h1=0>



## 【評語】 080302

1. 長期在校園研究遷粉蝶的生長、行為及生活史，觀察及記錄確實，並將結果和文獻做分析比較，探究精神值得鼓勵，若能對單一變因做深入探討會是一件更有力的作品。
2. 在探討不同色光影響幼蟲生長實驗中，使用玻璃紙箱的做法並無對色光的物理性質（例如波長、光亮度）做量測，因此得到的結果無法正確地做科學性的解釋。
3. 對於「防禦方式」的討論，認為遷粉蝶的防禦策略是拉開兩次產卵間的距離，但是這也可能分散風險或是降低資源競爭的行為，所謂防禦策略考量欠缺實驗數據支持。
4. 由觀察實驗描述遷粉蝶的成長型態、行為、化蛹，以及比較遷粉蝶化蛹成無紋型與銀紋型的原因，得到幼蟲因缺食提早化蛹可能會影響羽化的類型的結論，此結論非常寶貴，值得更進一步的探討。

## 摘要

遷粉蝶是我們校園常見蝴蝶，調查校園發現有無紋型及銀紋型兩種。不同型態與顏色的幼蟲、蛹及成蟲，在不同季節與環境同時發現。幼蟲體色深淺與體側黑線寬窄組成多種表現形態。化蛹以綠、白、褐組成多種蛹色，白色透明塑膠盒蓋 40 隻化蛹成多種顏色；部分幼蟲離開植物並向光源的避光處化蛹。成蟲翅膀斑紋及顏色深淺組成多種表現型。紀錄 9-11 及 4-6 月氣溫較高，幼蟲成長較 2 月快。發現體側有黑線幼蟲攝食方式與白線幼蟲不同。幼蟲棲息於葉面及枝條上，體色與環境相似。防禦策略主要有產卵拉開距離、隱藏、干擾視覺等，多態現象是較多時期的防禦方式。不同色光源實驗發現對幼蟲體色、化蛹及羽化有影響。幼蟲缺食實驗發現幼蟲提早化蛹影響羽化為銀紋型。

## 壹、研究動機

校園圍牆邊出現很多淡黃色的美麗蝴蝶，我們查了圖鑑知道這些蝴蝶是遷粉蝶，原來圍牆邊種植整排的鐵刀木，正好是遷粉蝶幼蟲的食草，當幼蟲化蛹羽化成蝶時，就會看到蝴蝶飛舞的美景。我們發現遷粉蝶的幼蟲、蛹或成蟲，常有不同形態，化蛹位置也多變化，這些都令我們很好奇，五下的「動物世界面面觀」有認識動物的行為習性，我們想探討校園裡遷粉蝶不同時期形態及數量變化情形，希望能分享研究結果讓大家對校園的遷粉蝶有更多瞭解，並探討可能的影響因素，讓遷粉蝶在校園持續翩然飛舞。

## 貳、研究目的

- 一、瞭解遷粉蝶的不同形態與成長
- 二、探討遷粉蝶幼蟲的行為習性
- 三、探討遷粉蝶的化蛹習性
- 四、探討無紋型與銀紋型遷粉蝶

## 參、文獻探討

### (一) 遷粉蝶的認識

遷粉蝶的學名為 *Catopsilia pomona*，別名有淡黃蝶、無紋淡黃蝶、銀紋淡黃蝶、淺紋淡黃粉蝶、鐵刀木粉蝶等，分布於亞洲和澳大利亞部分地區（徐瑋峰，2013）。

本種成蟲的外型可分為「無紋型」及「銀紋型」，過去認為是兩種物種，1970 年代經日本學者驗證此二種為同一物種之不同型態，低溫型態。兩種最主要差別在於「銀紋型」翅膀腹面中央處有鑲紅邊的銀白色斑紋，而「無紋型」無此斑紋（呂志堅、陳建仁，2014）。

一年多代，幼蟲的寄主植物為鐵刀木、阿勃勒、黃槐、異柄決明等豆科植物。化蛹在寄主葉裡、莖枝或鄰近植物（李俊延、王效岳，2007）。成蟲常在林緣、公園、荒地、溪流沿岸活動（徐瑋峰，2013；李俊延、王效岳，2007）。

### (二) 遷粉蝶的相關研究

我們蒐集到 2 個遷粉蝶的相關研究，如下：

1. 溫度與光週期對淡黃蝶型態之影響（楊士又，2002），相關結論如下：

- (1) 由粒線體 DNA 比對確認銀紋型與無紋型是同種。
- (2) 在野外，夏季無紋型出現比例較銀紋型高；冬季相反。
- (3) 當溫度與光週期都改變時，會影響淡黃蝶的型態。
- (4) 當溫度與光週期都改變時，會影響淡黃蝶幼蟲的體色與體側黑線。

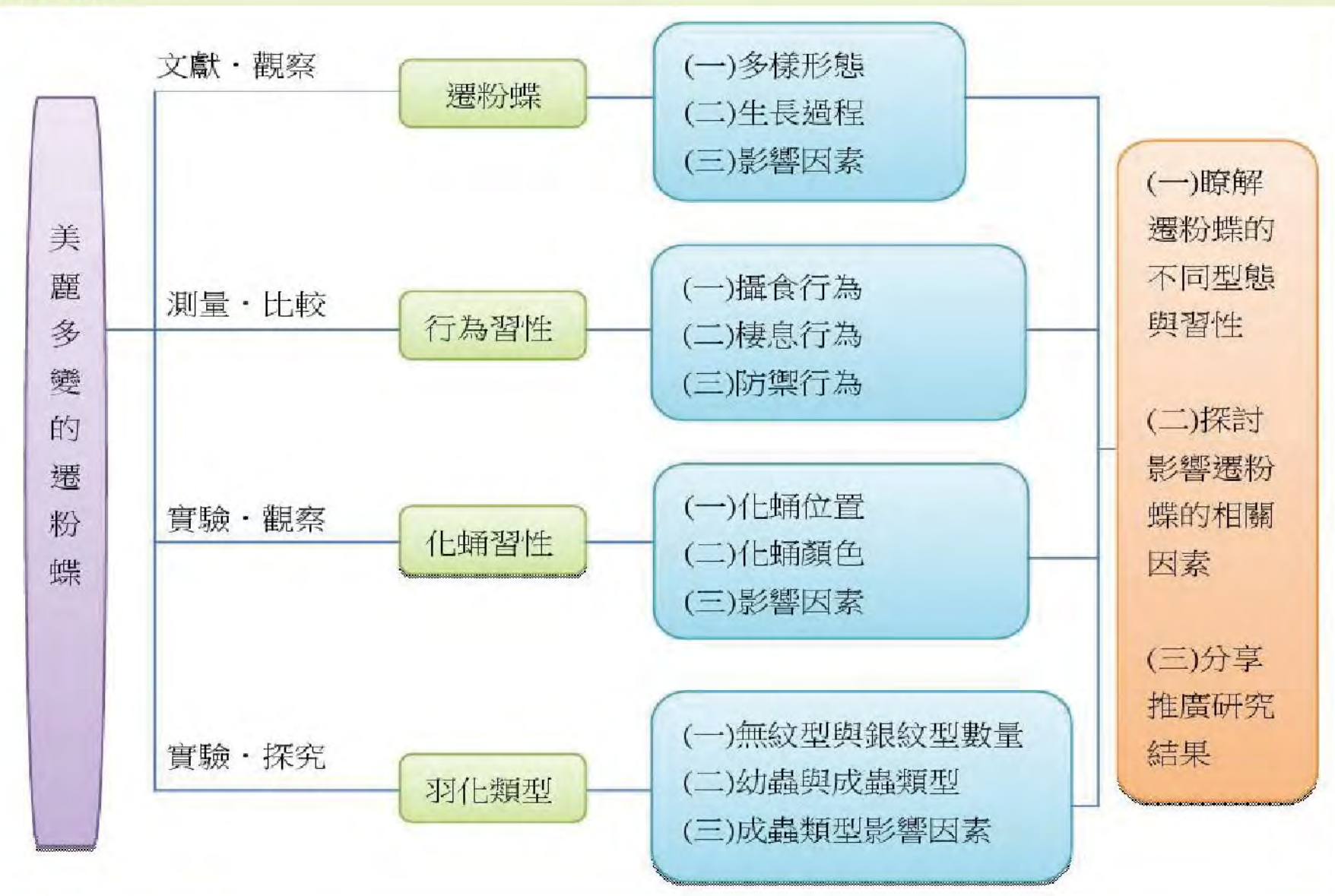
2. 淡黃蝶之生活史及溫度與發育之關係（蘇自如，2002），相關結論如下：

- (1) 在 15°C-35°C 溫度條件下，淡黃蝶會隨溫度上升而發育日數減短，生活史約為 37-7 日。
  - (2) 1 至 5 齡幼蟲食葉量隨齡期增加，以第五齡蟲吃掉的葉面積最大。
- 由相關研究知道，溫度、光週期會影響遷粉蝶的成長與型態。

## 肆、研究設備與器材 (略)

## 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. 從校園捕捉遷粉蝶幼蟲及卵飼養觀察記錄，查圖鑑以確定遷粉蝶的種類與型態。
2. 教室內以數個寶特瓶分別各飼養一隻幼蟲，並編號記錄，定時觀察記錄幼蟲孵化、棲息、覓食、防禦等行為習性。
3. 將成蝶放入玻璃櫃觀察，或放回校園鐵刀木旁繼續生活與繁殖。



#### (二) 戶外調查

1. 進行校園不同區域的遷粉蝶觀察記錄，包括 3 個區域 (A: 垃圾場圍牆邊 7 棵、B: 至○樓前空地 2 棵、C: 校側門旁 1 棵)，共 10 棵鐵刀木。
2. 2 月及 6 月至道路行道樹調查記錄，觀察統計成蟲產卵位置，及吃食與棲息行為。



#### (三) 測量統計

1. 每天定時測量遷粉蝶幼蟲的體長、外形變化與行為習性，並記錄拍照。
2. 測量記錄幼蟲、化蛹、羽化成蟲的形態變化，記錄相關環境條件與數據作比較分析，運用 excel 作統計分析。

#### (四) 實驗操作

1. 幼蟲缺食提早化蛹實驗  
(1) 於 10 至 11 月分四次進行幼蟲缺食提早化蛹的實驗，每次各 2 隻體側白線幼蟲，分別為控制組 (足食 4cm 至化蛹) 與實驗組 (體長 3.0-3.2cm 開始缺食)，在同一處飼養，光照與溫度環境相同，觀察幼蟲化蛹及羽化的型態。  
(2) 4 月進行第 5 次幼蟲缺食提早化蛹的實驗，控制組 (足食 4.5cm 至化蛹) 1 隻白線幼蟲；實驗組 A (足食 4.5cm 至化蛹)；實驗組 B (體長 3.5cm 開始缺食)，在同一處飼養，光照與溫度環境相同，觀察幼蟲化蛹及羽化的型態。
2. 幼蟲在不同光源環境的成長實驗  
(1) 將 8 隻 0.7cm-1.3cm 幼蟲分四組 (控制組、實驗組 - 綠、實驗組 - 紅、實驗組 - 藍) 各 2 隻，分別放在綠、紅及藍色玻璃紙分別製作 20cm × 20cm × 30cm 三個紙箱，及控制組無罩箱子，觀察幼蟲在不同色光源環境時體色變化及成長情形，進行比較分析。  
(2) 將 10 隻 0.4cm-1.0cm 幼蟲，分五組 (控制組、實驗組 - 無、實驗組 - 綠、實驗組 - 紅、實驗組 - 藍) 各 2 隻，分別放在透明、綠、紅及藍色玻璃紙分別製作 20cm × 20cm × 30cm 三個紙箱，及控制組無罩箱子，觀察記錄幼蟲在不同色光源環境時體色變化及成長情形，進行比較分析。



## 陸、研究結果

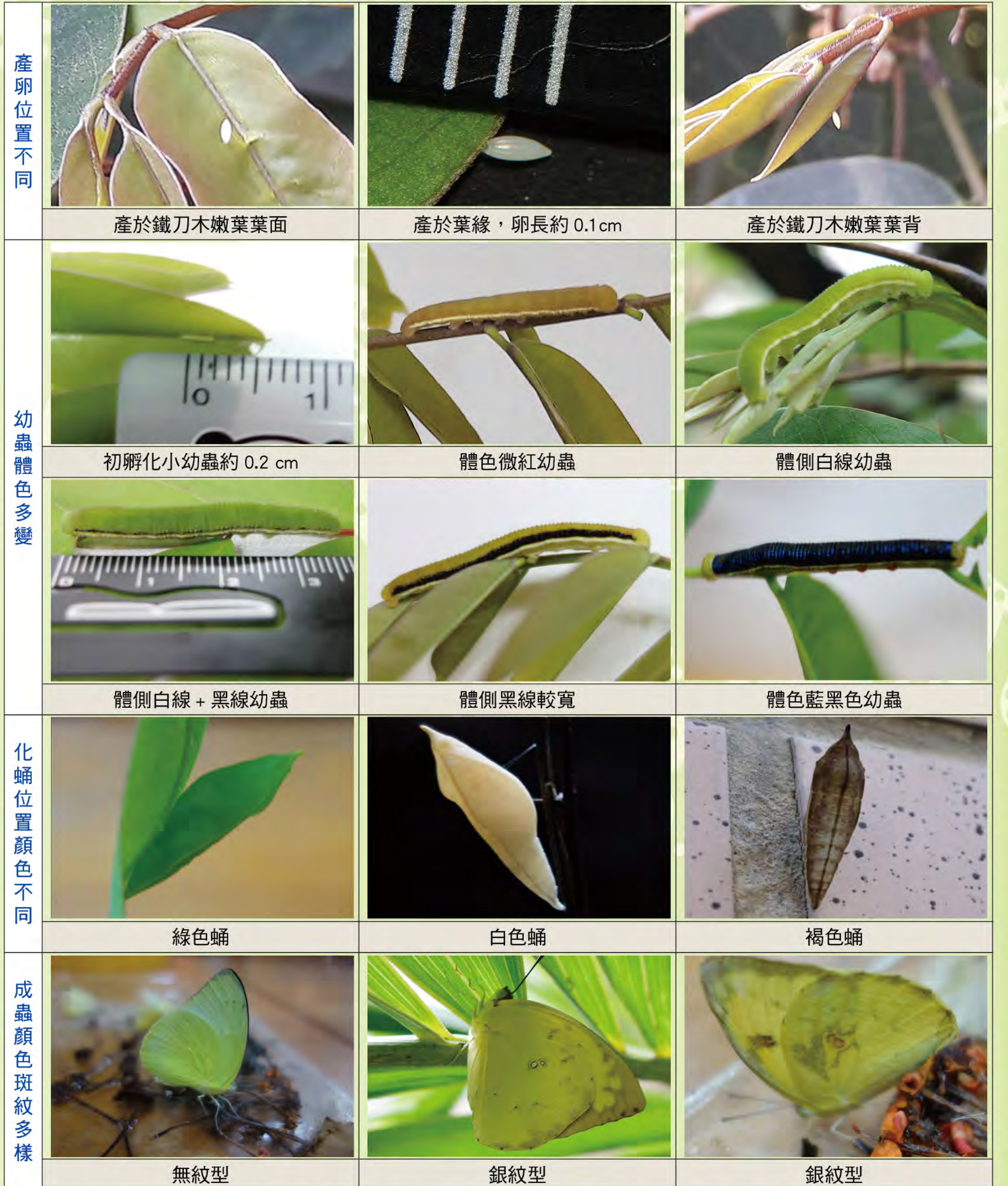
### 一、遷粉蝶的不同形態與成長

遷粉蝶分類於動物界 / 節肢動物門 / 昆蟲綱 / 鱗翅目 / 粉蝶科。我們在校園發現的遷粉蝶主要有二種型態，「無紋型」及「銀紋型」。

#### (一) 遷粉蝶各生命階段的多樣形態

遷粉蝶是完全變態，初孵化小幼蟲約 0.2 cm；由一齡成長至終齡幼蟲體長約 4-5 cm，蛹長約 2-3 cm，生活史各時期的形態個別差異大，分述如下：

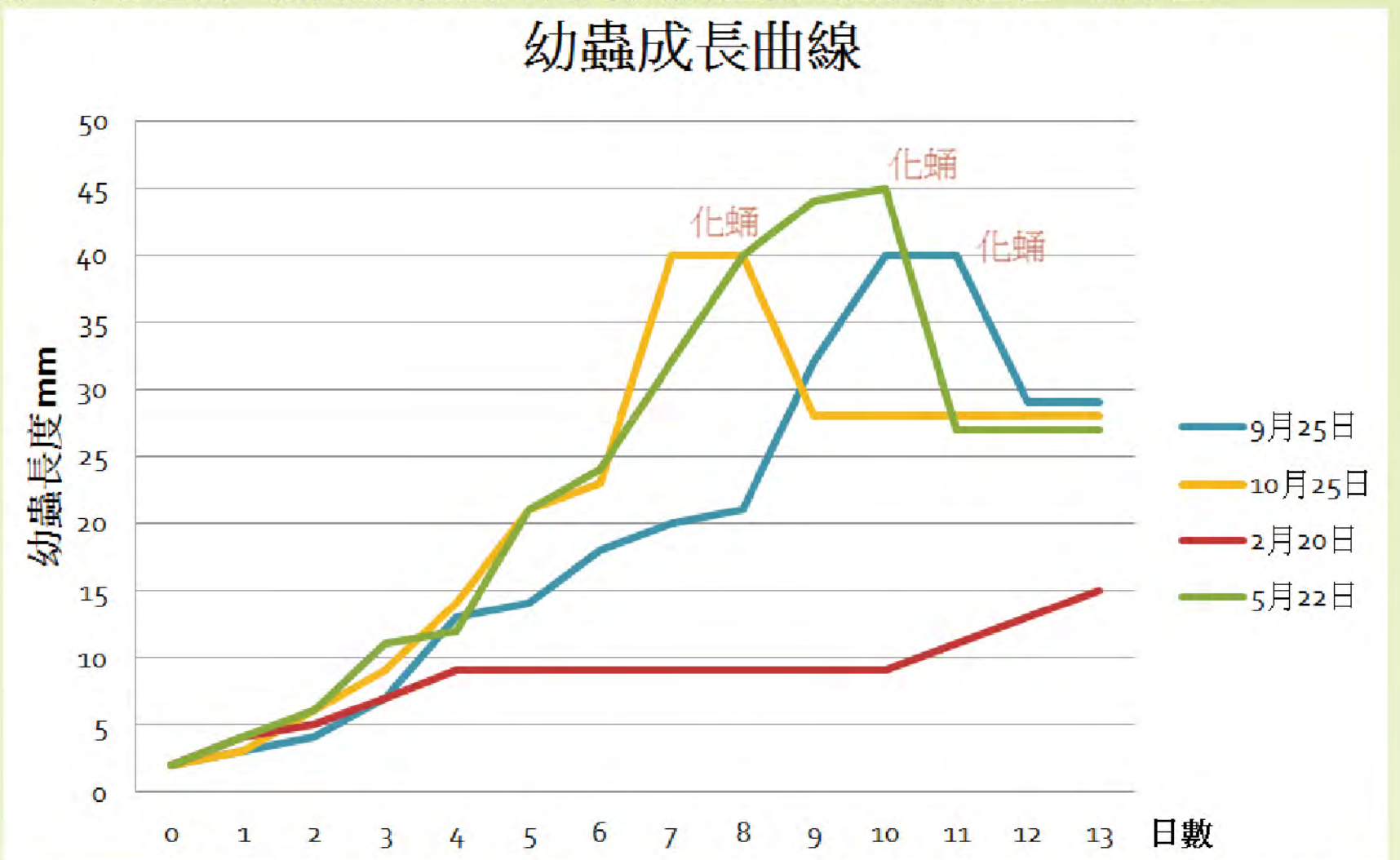
1. 產卵位置不同：雌蝶在每個位置產單個卵，產於幼蟲食草葉面、葉緣、葉背或嫩芽等不同位置。
2. 幼蟲體色體側線多變：幼蟲體色及側邊線條粗細皆有差異，體色有淺綠至深綠或墨綠，少數幼蟲體色略紅；身體兩側有白線和黑色瘤突，有些體側黑線明顯或較粗，甚至有少數全身藍黑色幼蟲。
3. 化蛹位置及顏色不同：化蛹位置有在葉背、枝條、牆上或其他物品上；化蛹顏色有深、淺綠色、白色或深、淺褐色等。
4. 成蟲顏色深淺斑紋差異：無紋型、銀紋型、銀紋紅斑型、中間型，顏色和斑紋深淺不同，雌、雄成蟲翅膀斑紋也有差異，雌蝶的黑褐色斑紋較雄蝶多且明顯。



遷粉蝶的幼蟲、蛹及成蟲有多種不同的樣貌與形態。1970 年代日學者實驗證明「無紋型」及「銀紋型」是由日照長短及發育時溫度引發的多表現型，為同一物種（徐瑋峰，2013）。我們在同時期的相同環境也發現不同樣貌與形態的幼蟲、蛹及成蟲，推測可能有其他的影響因素。

#### (二) 遷粉蝶的成長

遷粉蝶一年多世代，我們飼養記錄不同月份孵化的小幼蟲成長過程，如下圖：

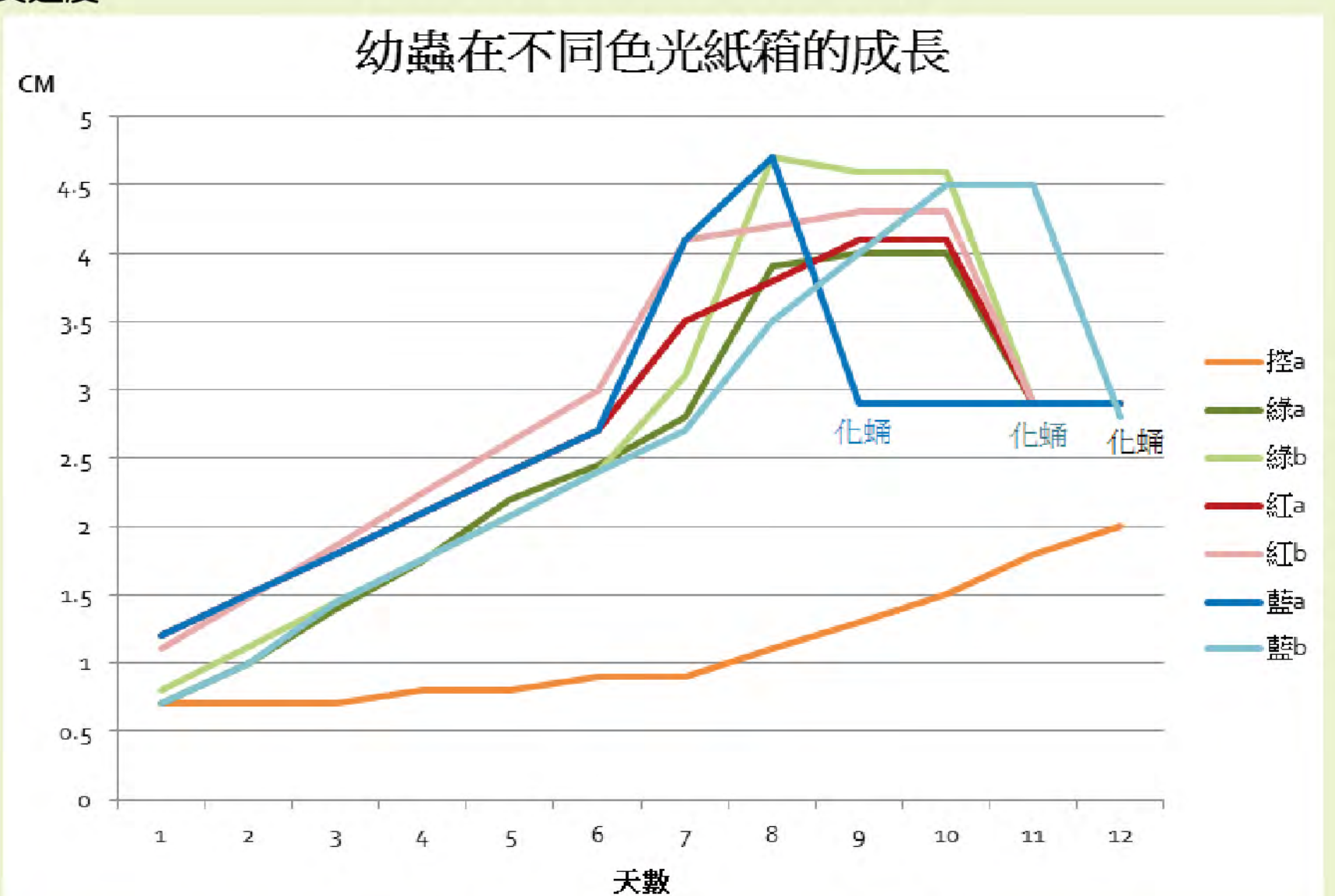


**結果：**1. 9/25 日孵化幼蟲 11 天化蛹，10/25 日孵化幼蟲 8 天化蛹，5/22 日孵化幼蟲 10 天化蛹，平均約 10 天化蛹。  
2. 2/20 日孵化幼蟲在第 13 天成長至 1.5cm。

#### (三) 幼蟲在不同顏色光源環境的成長

我們於 2/24-3/15 日進行幼蟲在不同顏色環境的成長的實驗，觀察記錄幼蟲在不同色光源環境時體色變化及成長情形，進行比較分析。(上午 12:00 測溫度攝氏 23 度 / 箱內 23.5 度)

#### 1. 成長速度



**結果：**(1) 三組實驗組的幼蟲都明顯比控制組幼蟲成長較快。  
(2) 三種光源環境，幼蟲成長速度相近。

#### 2. 體色及體側線變化

組別	控制組	實驗組 - 綠	實驗組 - 紅	實驗組 - 藍
LUX	388	91	96	41
攝氏	23	23.5	23.5	23.5
幼蟲	控 a	綠 a	紅 a	藍 a
體側	白線	白線	白線	白線
體色	淺綠	綠	深綠	深綠
體側	白線	白線	白線	白線

**結果：**(1) 四組不同顏色光源環境成長的幼蟲，幼蟲體色為淺綠、綠及深綠。  
(2) 實驗組 - 紅的 2 隻幼蟲體色皆較深；實驗組 - 藍的 2 隻幼蟲體色皆較淺。  
(3) 四組不同顏色光源環境成長的幼蟲，體側只有白線與部分黑瘤突，沒有黑線。

#### 3. 羽化結果

組別	控制組	實驗組 - 綠	實驗組 - 紅	實驗組 - 藍
LUX	390	92	96	40
攝氏	23	23.5	23.5	23.5
幼蟲	控 a	綠 a	紅 a	藍 a
羽化		無紋型	無紋型	無紋型 (羽化失敗)

**結果：**1. 實驗組 - 綠及紅組：皆羽化為無紋型，皆羽化成功。  
2. 實驗組 - 藍：2 隻皆羽化為銀紋型及無紋型，皆羽化失敗。





