

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

080318

山林間的璀璨珍寶 —— 黃鳳蝶

學校名稱：連江縣立介壽國民中小學

作者： 小六 林 潼 小六 張睿軒 小六 李佳恩 小六 許安琪	指導老師： 陳登創 陳孜淵
---	---------------------

關鍵詞：黃鳳蝶

摘要

- (一) 黃鳳蝶是完全變態的昆蟲。其為溫帶性蝶種，馬祖的黃鳳蝶族群為一年多世代，以芹菜、茴香、胡蘿蔔、日本前胡等繖形科植物為寄主。
- (二) 黃鳳蝶是中型鳳蝶，軀體是黃色，腹部有黑色細縱線。翅膀底色也是黃色，上有黑色條紋及斑點，後翅末端有長尾突，後翅臀區有紅斑與藍斑，雌蟲體型與重量比雄蟲略大一些。
- (三) 幼蟲的成長速度與氣溫有明顯的關聯，在 26.34°C 時，最適合的幼蟲生長；氣溫越低，幼蟲的生長速度越緩慢；在 28.66°C 時，也會使成長速度略微變慢一些。
- (四) 蛹期的成長速度與氣溫有明顯的關聯，氣溫越低，幼蟲的生長速度越緩慢，當日期在 11 月 15 日之後，溫度低於 19°C，蛹期竟然長達 125 天，以蛹的型態度過寒冷的冬天。

壹、研究動機

一、與黃鳳蝶相遇

2020 年 8 月底，我們跟著家人到南竿鄉介壽村的蔬菜公園，摘採新鮮農作物，菜園中出現幾隻翩翩飛舞的美麗身影，咦？這是一種我們從來都沒看過的蝴蝶呢！趕緊拍照，自然老師看著照片驚訝的告訴我們：「這是台灣賞蝶界公認數量稀少，而且十分珍貴的黃鳳蝶，最近一次的影像紀錄是在 30 幾年前。」

原來牠是一種鳳蝶！

幼蟲時期長什麼模樣呢？

牠是吃什麼東西長大的？

為什麼牠的數量會如此稀少呢？

因為這些有趣的發現，讓我們對牠有了更大的好奇心，就在老師的指導下，開始研究『黃鳳蝶』（*Papilio machaon schantungensis*）。



圖 1-1 1981 年中橫黃鳳蝶

資料來源：KTK



圖 1-2 1986 年梨山黃鳳蝶標本

資料來源：Nick Morizo



圖 1-3 2020 年馬祖南竿黃鳳蝶

資料來源：自行拍攝

二、研究題材與課本教材的相關性

我們想要認識在馬祖山林間飛舞的鳳蝶，必須透過飼養、觀察和紀錄，才能進一步瞭解其中的奧秘，我們想到：運用四下第三單元的「昆蟲家族」中學到的：飼養之前要先調查昆蟲的生活習性和飼養方法，經由飼養過程認識完全變態昆蟲一生的成長變化；然後老師告訴我們，六年級課程中的「生物與環境」也與研究主題有關，於是我們便認真閱讀，共同討論，找尋研究方法。

我們的研究題材與國小自然課程相關的單元有：

（一）四下康軒自然 第 3 單元 昆蟲家族

1. 認識昆蟲
2. 昆蟲的一生
3. 昆蟲與環境

（二）六下康軒自然 第 3 單元 生物與環境

1. 生物生長的环境
2. 人類活動對环境的影響
3. 珍惜自然資源

貳、研究目的

一、研究目的

- （一）瞭解黃鳳蝶幼蟲的食性、身體構造。
- （二）認識黃鳳蝶的生活史。
- （三）製作鳳蝶標本。
- （四）比較黃鳳蝶（*Papilio machaon schantungensis*）與柑橘鳳蝶（*Papilio*

xuthus) 的異同。

二、待答問題

- (一) 如何飼養黃鳳蝶，瞭解其食性、身體構造？
- (二) 如何記錄黃鳳蝶的生活史？
- (三) 如何製作鳳蝶標本？
- (四) 依據黃鳳蝶 (*Papilio machaon schantungensis*) 與柑橘鳳蝶 (*Papilio xuthus*) 的成蟲，探討兩者的異同之處？
- (五) 台灣的黃鳳蝶和馬祖的黃鳳蝶的外型差異？
- (六) 根據研究所得，提出的建議事項為何？

參、研究設備及器材

一、使用器材

飼養箱、飼養盒、電子秤、溫度計、塑膠杯、三角紙袋、鑷子、昆蟲針、展翅台、相機、捕蟲網。

二、觀察記錄

飼養黃鳳蝶，用表格紀錄鳳蝶的成長變化，用照片的方式呈現蝴蝶的生活史。

三、馬祖氣象站觀測資料

從中央氣象局取得馬祖氣象站的觀測資料，時間：2020年8月~2021年3月，從氣象資料推測什麼樣的氣候適合黃鳳蝶生長、結蛹、羽化等。

肆、研究方法與過程

一、研究方法

(一) 文獻閱讀與理解

第一步，我們先閱讀書籍：「昆蟲，就該這樣養！【陸棲篇】」、「蝴蝶飼養與觀察」，從這兩本書中，瞭解飼養蝴蝶的注意事項、紀錄蝴蝶成長變化的方法、以及如何製作標本。



圖 4-1 昆蟲，就該這樣養！【陸棲篇】

資料來源：博客來電子書櫃



圖 4-2 蝴蝶飼養與觀察

資料來源：博客來電子書櫃

(二) 實際觀察法

從野外取得蝴蝶的卵，帶回學校飼養，準備蝴蝶的寄主植物，用沾濕的衛生紙包住植物底部的莖，進行保濕，以免植物乾枯，每 2 天更換一次，維持植物的新鮮度，用表格寫下蝴蝶的生長過程，請老師使用單眼相機拍照，留下影像紀錄。



圖 4-3 飼養環境布置

資料來源：自行拍攝



圖 4-4 黃蝴蝶的寄主植物 —— 茴香
資料來源：自行拍攝

二、研究過程

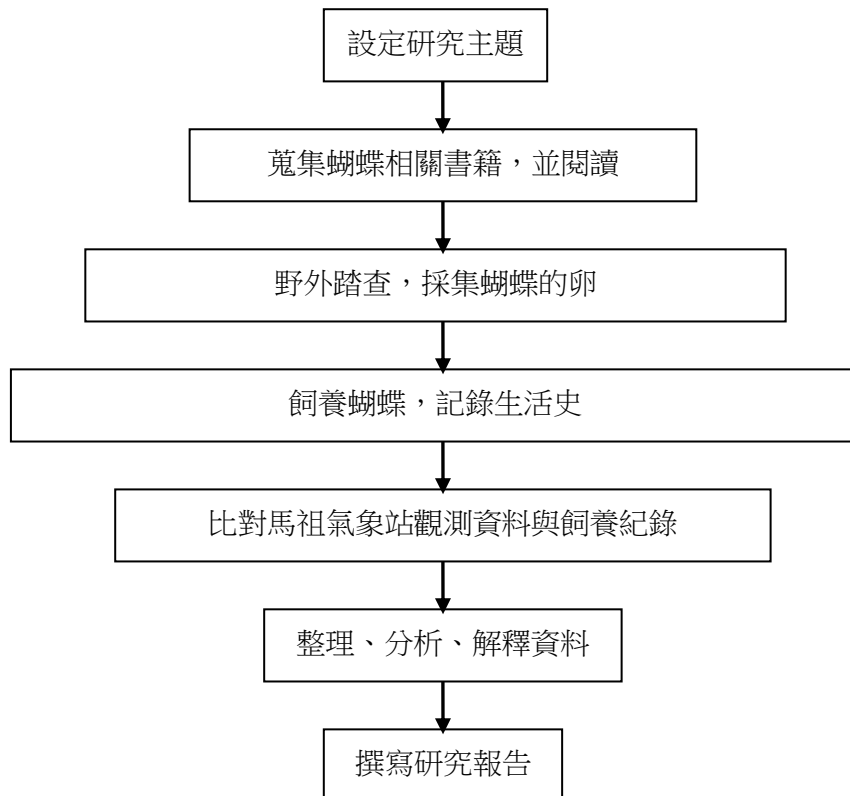


圖 4-5 研究流程圖
資料來源：自行繪製

伍、研究結果

蝴蝶是屬於完全變態的昆蟲，生活史包含卵、幼蟲、蛹、成蟲四個階段，幼蟲階段主要攝食植物葉片，成蝶則以吸食花蜜為主，因此蝴蝶與寄主植物之間的關係可謂密不可分。

鳳蝶的在科學界的分類地位是昆蟲綱 (*Insecta*) → 有翅亞綱 (*Pterygota*) → 鱗翅目 (*Lepidoptera*) → 錘角亞目 (*Rhopalocera*) → 鳳蝶科 (*Papilionidae*)，在台灣產蝴蝶名錄 (台灣蝴蝶保育學會，2020) 中敘述：全世界約有 500 餘種的鳳蝶，目前台灣的鳳蝶共有 41 種。

一、飼養黃鳳蝶






在科學分類中，黃鳳蝶是動物界 → 節肢動物門 → 昆蟲綱 → 鱗翅目 → 鳳蝶科 → 鳳蝶屬 → 黃鳳蝶 *P. machaon*。又名金鳳蝶、茴香鳳蝶、胡蘿蔔鳳蝶，在歐亞大陸非常普遍，在物種層面並未有危害。但在南韓、奧地利被列為易危。在奧地利、捷克、斯洛伐克及匈牙利已立例保護黃鳳蝶的亞種 *P. m. machaon* (維基百科，2020)，黃鳳蝶在世界上的分布頗為廣泛，整個古北區以及北美洲都有分布，在臺灣主要分布於中、南部中海拔山地 (台灣蝴蝶保育協會，2014)，被台灣賞蝶界公認為數量稀少，30 幾年來都沒有留下影像紀錄，十分珍貴。

馬祖則是古北界分布的南界，氣候適合黃鳳蝶生長，幼蟲在臺灣本島是以臺灣前胡為寄主，也是臺灣產鳳蝶屬中唯一一種以繖形科植物為寄主的種類。根據馬祖彩蝶圖鑑 (李俊延，2000) 記載，黃鳳蝶為一年多世代的蝴蝶，以芹菜、芫荽、胡蘿蔔、日本前胡等繖形科植物為寄主。

我們在野外的茴香葉子上發現黃鳳蝶的卵，將其與寄主植物一同帶回飼養，並記錄飼養黃鳳蝶的過程，用表格方式呈現其生活史。

表 5-1 黃鳳蝶的生活史：卵→幼蟲→蛹→成蟲

生長階段	照片（自行拍攝）	特 徵
卵 3-4 天		<ul style="list-style-type: none"> ◎外觀呈圓球形，高約 1 mm ◎剛產下的卵粒為淺黃色，在一天後會顯現受精斑，孵化前顏色會變深，且可看出卵殼內有幼蟲活動。 ◎表面光滑。
一齡幼蟲 3-4 天		<ul style="list-style-type: none"> ◎體長約 2.5 mm ◎黑褐色 ◎有肉突和剛毛 ◎孵化後，把卵殼吃掉以補充養分。
二齡幼蟲 3-4 天		<ul style="list-style-type: none"> ◎體長約 6~10 mm ◎黑褐色 ◎背上有污白斑點 ◎有橙色肉突和枝刺 ◎受到刺激時會伸出臭角防禦，並釋放有刺激性的植物味道來自我防衛。
三齡幼蟲 3 天		<ul style="list-style-type: none"> ◎體長約 10~13 mm ◎體色由黑褐轉為白色 ◎有黑色、黃澄色斑點 ◎有肉突和枝刺

<p>四齡 幼蟲 3天</p>		<ul style="list-style-type: none"> ◎體長約 13~20 mm ◎有白斑條 ◎有黑、白、黃澄色斑點 ◎身體較光滑 ◎沒有肉突和枝刺
<p>五齡 幼蟲 3天</p>		<ul style="list-style-type: none"> ◎體長約 30~40mm ◎體色轉為淡綠色 ◎有黑、黃澄色斑點 ◎身體比四齡時更光滑
<p>蛹 7-12 天 度冬蛹 可超過 4個月</p>	  	<ul style="list-style-type: none"> ◎準備好化蛹的的幼蟲會先排出身體多餘的水分，並找尋合適的結蛹地點，整個前蛹期約為 2 天。 ◎化蛹的蛻皮過程大約 20 分鐘。 ◎幼蟲蠕動蛻皮中，蛻皮至第 7 節。 ◎完全蛻去舊表皮成蛹。 ◎長 33~35 mm ◎呈現草綠色，背部黃色

<p>蛹</p> <p>7-12 天</p> <p>度冬蛹 可超過 4個月</p>		<p>◎蛹色有綠色、褐色兩種型態，黃鳳蝶的蛹為帶蛹，有白色的絲腰帶支撐蛹身。</p> <p>◎有人說：蛹色為「保護色」，在綠莖上結的蛹為綠色；在褐莖上結的蛹為褐色，但是在實際飼養後，發現蛹色與背景顏色無關。</p>
<p>羽化</p>		<p>◎羽化前兩天的蝶蛹外觀會產生變化，可以看出蛹內有蝴蝶的身體構造逐漸成形。</p> <p>◎即將羽化的蝶蛹，蛹殼會逐漸呈現透明，隱約可見蝴蝶翅膀的外觀紋路。</p> <p>◎羽化時間只有 1~2 分鐘，破蛹而出時，從頭部縫線開裂，腳與觸角先出來，藉由腳的攀登力量，撐開蛹殼，讓整個身體爬出來。</p> <p>◎剛羽化的蝴蝶翅膀柔軟又皺縮，必須等待 1 個小時，翅膀完全乾硬後，才能飛翔。</p>

成蟲		<p>◎黃鳳蝶是中型鳳蝶。</p> <p>◎軀體是黃色，腹部有黑色細縱線。</p> <p>◎翅背面底色黑色，上有黃色條紋及斑點，後翅末端有長尾突，後翅臀區有紅斑與藍斑。</p>
----	---	--

黃鳳蝶的幼蟲由「頭部、胸部、腹部」所組成，共有十三節，頭部僅占前端一小部分，胸部具有三個體節，胸足有三對，分別為前足、中足、後足；腹部共計十個體節，八對氣孔，五對腹足，腹足為無關節的肉質，底部有原足鉤，讓幼蟲在寄主植物上穩健的行走。



圖 5-1 幼蟲特徵說明圖

資料來源：自行繪製

成蟲的身體構造是由「頭部、胸部、腹部」所組成，每個部份各司其職。觸角是感覺器官，可以偵測各種食物、化學物質、求偶等作用；複眼是視覺器官，在頭部兩側，是大而突起的半圓形，由成千上萬的小眼所組成，可以偵測到紫外線和人類眼睛見不到的波長，所以蝴蝶看到的花朵顏色與我們不同；口器是蝴蝶的嘴巴，像是彎曲的吸管，用來吸食花蜜和流質食物；氣孔的功能是呼吸，位置和幼蟲時一樣，在腹部兩側；生殖器提供雌雄交配與產卵時使用，位置是在腹部的尾端。

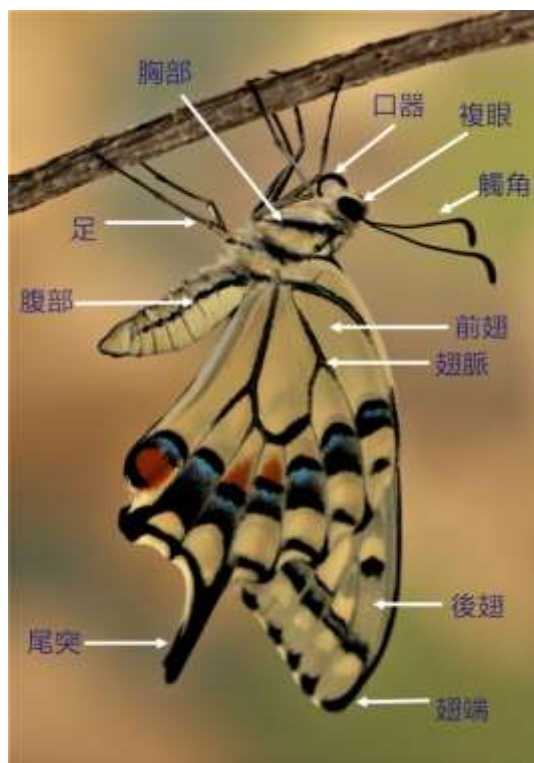



圖 5-2 成蟲特徵說明圖

資料來源：自行繪製

我們在野外的茴香葉子上發現黃鳳蝶的卵，將其帶回飼養，幼蟲孵化後，每兩~三天要採集新鮮的葉子提供幼蟲食用，幼蟲的食量很大，一株茴香生長速度較慢，實在是供不應求！為了能餵飽黃鳳蝶的幼蟲，我們嘗試以下幾種馬祖較為常見的繖形科植物供其食用，希望能瞭解黃鳳蝶對寄主植物的偏好，測試結果如下表。

表 5-2 黃鳳蝶幼蟲食性測試

植物名稱	植物照片（自行拍攝）	有食用	無食用	備 註
茴 香 （葉）		✓		
胡 蘿 蔔 （葉）		✓		
胡 蘿 蔔 （根）			✓	<p>曾聽蝴蝶協會的老師說，日本人使用胡蘿蔔根餵食，但是實際測試結果是「並未取食」。</p>
日本前胡 （葉）		✓		

<p>芹 菜 (葉)</p>		<p>✓</p>	<p>市場購買的芹菜含有農藥，即使清水沖洗超過 30 分鐘，仍會導致幼蟲食用後死亡。</p>
--------------------	---	----------	--

每次蛻皮後，黃鳳蝶幼蟲會將蛻下來的皮吃掉，蛻皮內含有幾丁質等營養素（洪裕榮，2016），可以補充能量，另一個原因是隱藏自己的蹤跡，避免引來捕食者，我們使用錄影的方式，將蛻皮的經過到其食用的蛻皮的過程完整的紀錄下來。



圖 5-3 二齡幼蟲蛻皮成三齡幼蟲
資料來源：自行拍攝



圖 5-4 四齡幼蟲正在吃掉蛻皮
資料來源：自行拍攝

二、製作成蟲標本

將部分成蟲放生，沒有放生的成蟲，使用昆蟲針和自製展翅台製作成標本，放在防潮箱乾燥兩周後，待其完全乾燥硬化後，將昆蟲針、壓翅條移除，完成的蝴蝶標本收藏在標本箱中。



圖 5-5 製作成標本

資料來源：自行拍攝

三、黃鳳蝶成蟲之雌雄比較

蝴蝶在野外除了面臨其他動物的捕食之外，為了能繁衍下一代，追求配偶也是一個重要的事情，我們計算自行飼養的黃鳳蝶性別比例，發現雌蝶比例略低於雄蝶，但未達到失衡的程度。

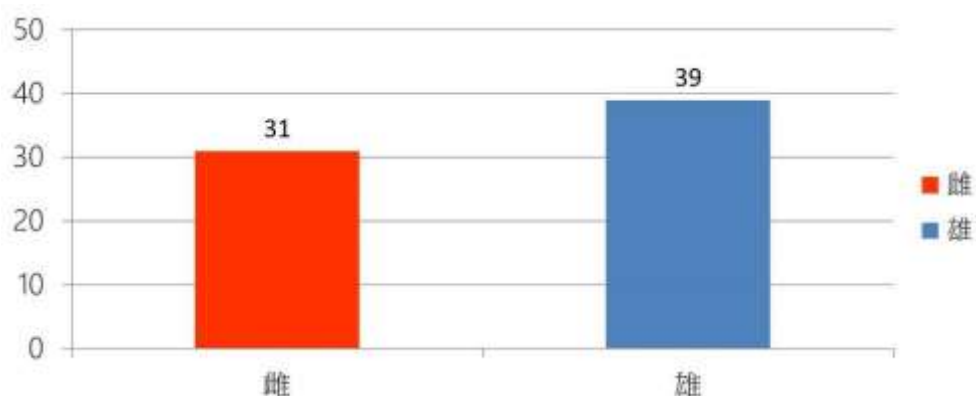


圖 5-6 黃鳳蝶成蟲之雌雄比例

資料來源：自行拍攝

我們也測量了所有成功羽化的成蟲翅膀長度、腹部長度、身體重量，記錄下來，並畫成關係圖。



圖 5-7 秤重

資料來源：自行拍攝



圖 5-8 測量翅長

資料來源：自行拍攝



圖 5-9 準備測量腹長

資料來源：自行拍攝

表 5-3 雌雄成蟲之平均翅長、平均腹長、平均重量

性別	平均翅長(mm)	平均腹長(mm)	平均重量(mg)
雌	41	10	157.44
雄	37.4	8.6	100.7

表 5-4 黃鳳蝶的翅長、腹長、重量紀錄表

性別	翅長(mm)	腹長(mm)	重量(mg)
雌	45	7	217
雌	45	6	79
雌	44	8	100
雌	47	8	100
雌	48	7	111
雌	48	6	100
雌	45	14	110
雌	45	9	100
雌	45	8	100
雌	46	12	115
平均	47.5	8.4	100.7

性別	翅長(mm)	腹長(mm)	重量(mg)
雌	36	12	103
雌	37	9	143
雌	37	8	102
雌	38	14	102
雌	38	9	112
雌	39	10	117
雌	39	11	108
雌	40	10	110
雌	40	10	110
平均	38	10	111.0

從雌雄成蟲體重與翅長之關係圖 5-9 中發現：紅色趨勢線是雌蝶翅長與重量的關係，藍色趨勢線是雄蝶翅長與重量的關係，根據趨勢線顯示不論是體型還是重量，雌蝶都比雄蝶重且大。

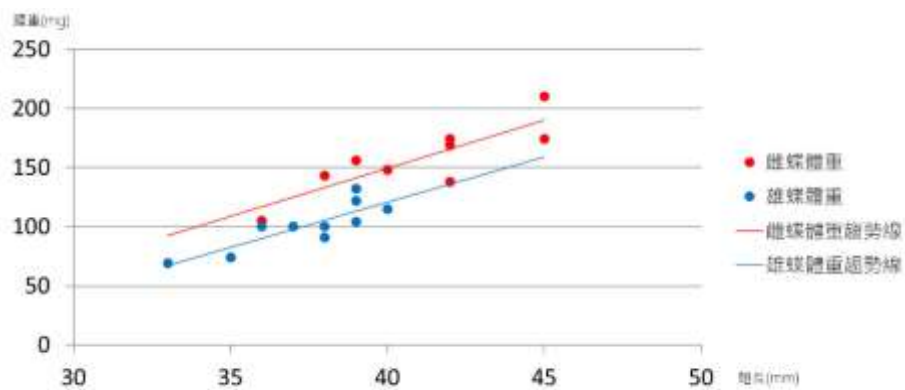


圖 5-9 雌雄成蟲體重與翅長之關係
資料來源：自行繪製

四、溫度對黃鳳蝶成長發育的影響

2020/8/21 在野外採集到黃鳳蝶二齡幼蟲，從那天開始飼養黃鳳蝶，總共飼養四組，依照時間的先後順序，將四組黃鳳蝶的成長紀錄整理於表 5-3。再將四組黃鳳蝶生活史的時間用干特圖的方式來比較，呈現於圖 5-10。

表 5-5 四組黃鳳蝶的成長時間紀錄表

組別	卵	孵化	結蛹	羽化	幼蟲期	蛹期	備註
第一組			9/1	9/9	13+X 天	8 天	8/21 在山隴蔬菜公園的茴香葉上採集到二齡幼蟲
第二組	9/3	9/5	9/18	9/27	16 天	10 天	9/3 在山隴蔬菜公園的茴香葉上發現卵，帶回飼養。
第三組	9/24	9/25	10/17	10/31	25 天	12 天	9/24 在山隴蔬菜公園的茴香葉上發現卵，帶回飼養。
第四組	10/12	10/15	11/15	3/19	34 天	125 天	10/12 在山隴蔬菜公園的茴香葉上發現卵，帶回飼養。

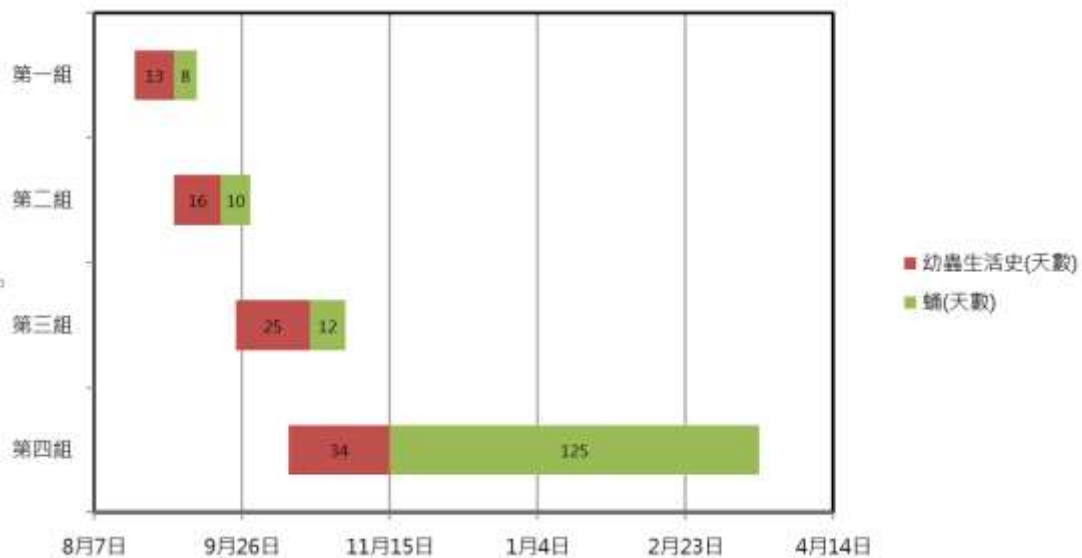


圖 5-10 第一組~第四組黃鳳蝶生活史的時間比較圖

資料來源：自行繪製

第一組是 8/21 在野外採集到二齡幼蟲後，帶回飼養；第二組是 9/3 在山隴蔬菜公園的茴香葉上發現卵，帶回飼養；第三組是 9/24 在山隴蔬菜公園的茴香葉上發現卵，帶回飼養；第四組是 10/12 在山隴蔬菜公園的茴香葉上發現卵，帶回飼養。從表 5-3 成長紀錄表與圖 5-5 生活史的時間比較圖推測：第一組和第三組、第二組和第四組分別為不同的世代，可以確定馬祖的黃鳳蝶族群為一年多世代，還有出現世代重疊的情況，主要的發生期估計為春季 3 月中的度冬蛹羽化之後一直到 11 月之間，一年世代數可能多達 4、5 世代。

根據從馬祖氣象站取得 2020 年 8 月到 2021 年 3 月間的氣溫資料，比較在不同季節的氣溫下對第一組、第二組、第三組、第四組黃鳳蝶成長發育的影響。

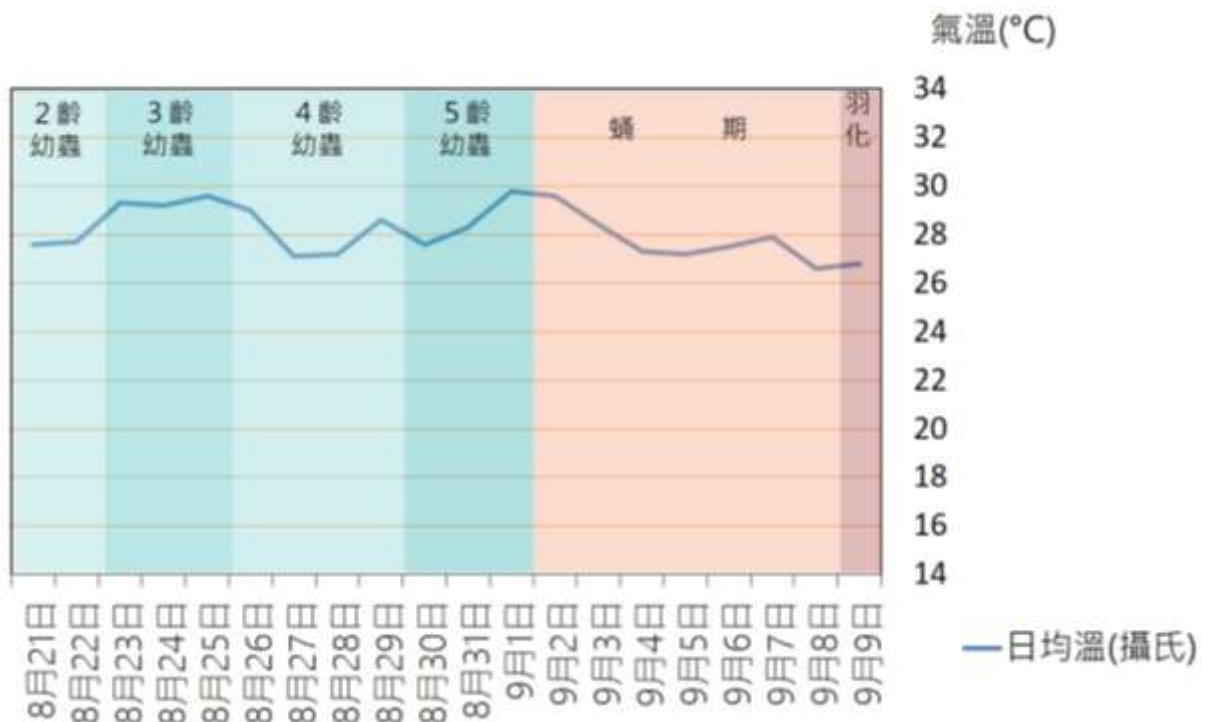


圖 5-11 氣溫與第一組黃鳳蝶的發育關係

資料來源：自行繪製

平均溫度 27.79°C

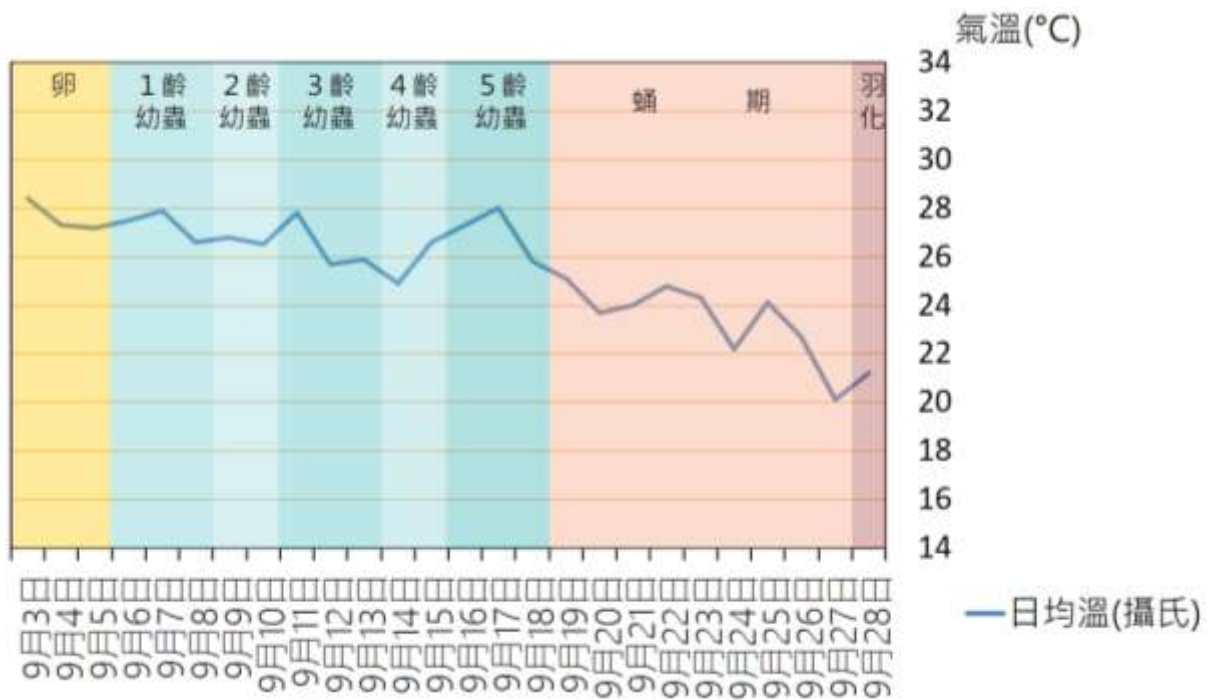


圖 5-12 氣溫與**第二組黃鳳蝶**的發育關係

資料來源：自行繪製

平均溫度 25.48°C

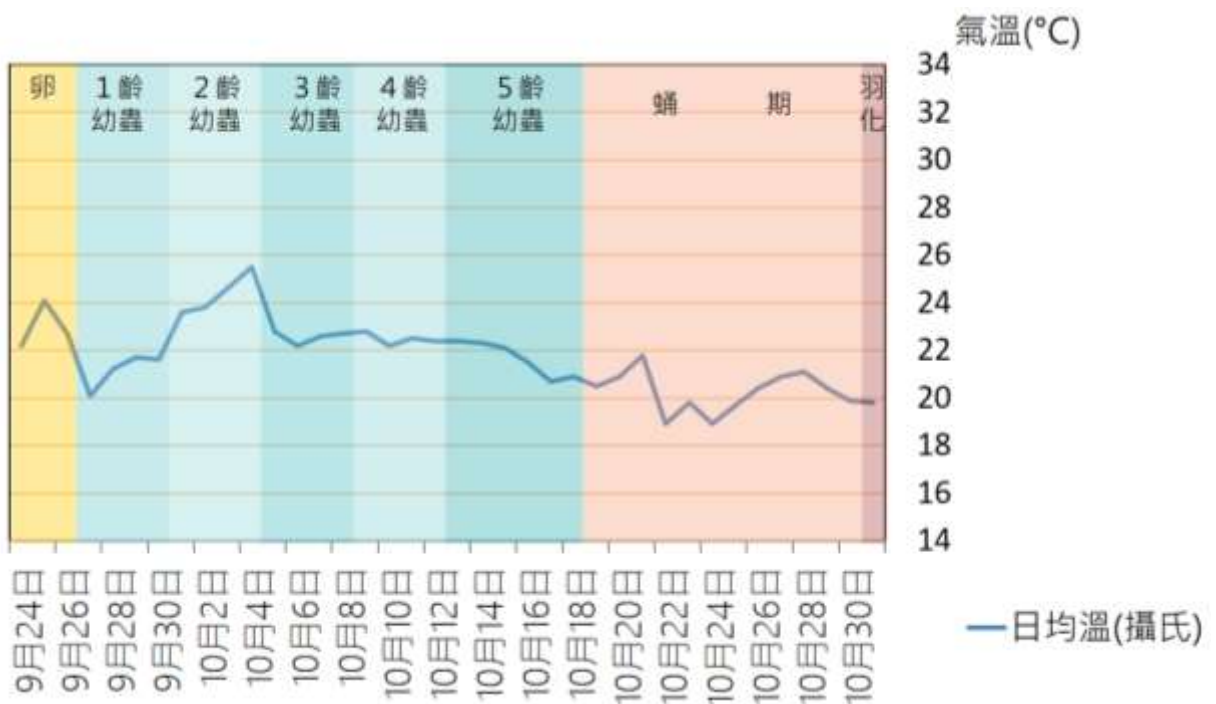


圖 5-13 氣溫與**第三組黃鳳蝶**的發育關係

資料來源：自行繪製

平均溫度 21.69°C

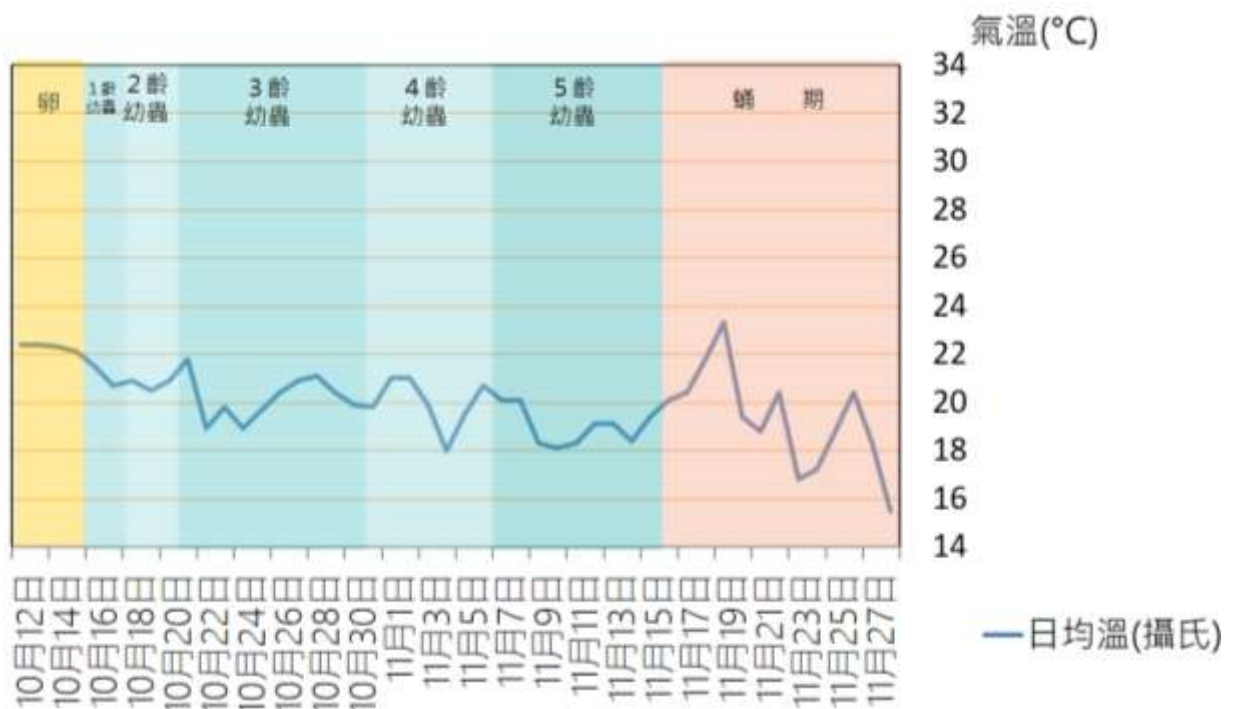


圖 5-14 氣溫與**第四組**黃鳳蝶的發育關係（以蛹度冬）

資料來源：自行繪製

平均溫度 **20.18°C**

首先觀察不同氣溫下黃鳳蝶從卵～結蛹的時間，由於第一組採集到的幼蟲為二齡幼蟲，故只以二、三、四組進行比較，第二組生長期的平均溫度是 26.89°C，時間為 16 天；第三組生長期的平均溫度是 22.45°C，時間為 25 天；第四組生長期的平均溫度是 20.20°C，時間為 34 天。得知：黃鳳蝶的成長速度與氣溫有明顯的關聯，氣溫越低，幼蟲的發育越為緩慢。

表 5-6 氣溫與黃鳳蝶一生的發育關係比較

組別	生長期平均溫度(攝氏)	發育時間	備註
第二組	26.89	16	卵至結蛹
第三組	22.45	25	卵至結蛹
第四組	20.20	34	卵至結蛹

然後觀察不同氣溫下黃鳳蝶從三齡幼蟲～五齡幼蟲的生長時間，第一組生長期的平均溫度是 28.66°C，時間為 10 天，第二組生長期的平均溫度是 26.34°C，時

間為 8 天；第三組生長期的平均溫度是 22.15°C，時間為 14 天；第四組生長期的平均溫度是 19.84°C，時間為 28 天。得知：黃鳳蝶的成長速度與氣溫有明顯的關聯，氣溫越低，幼蟲的生長速度越緩慢；特別的是，氣溫太高（28.66°C）也會使黃鳳蝶的成長速度略微變慢一些，最適合的幼蟲生長的溫度為 26.34°C。

表 5-7 氣溫與三齡幼蟲～五齡幼蟲的發育關係比較

組別	生長期平均溫度 (攝氏)	發育時間(天)	備註
第一組	28.66	10	從第三齡開始
第二組	26.34	8	從第三齡開始
第三組	22.15	14	從第三齡開始
第四組	19.84	28	從第三齡開始

接下來，觀察不同氣溫下黃鳳蝶蛹期的發育時間，第一組蛹期的平均溫度是 27.79°C，時間為 7 天，第二組蛹期的平均溫度是 23.44°C，時間為 9 天；第三組蛹期的平均溫度是 20.26°C，時間為 12 天；第四組蛹期的平均溫度是 13.23°C，時間為 125 天。得知：蛹期的成長速度與氣溫有明顯的關聯，氣溫越低，幼蟲的生長速度越緩慢，當進入冬季，溫度低於 19°C 後，第四組的蛹期竟然長達 125 天，這是比較特別的「度冬蛹」。我們猜測：時序進入冬天，氣溫越來越低，若其羽化為成蟲，也會面臨資源匱乏的問題而難以生存；即使能順利生存至交尾、產卵，冬天的低溫，也會影響到幼蟲的生長情形，故其選擇最安全的方式——「以蛹度冬」。

我們發現一個值得探討的問題：第四組在 11/15 結蛹，從 11/15～11/27 這十二天的平均氣溫為 19.62°C，並不會過於寒冷，只比第三組的生長平均溫度低 0.64°C，為什麼第四組的蛹不羽化為成蟲，而選擇以蛹度冬呢？我們猜測：影響羽化的因素，除了氣溫之外，可能還有其他原因，如「陽光周期」等。



表 5-8 氣溫與蛹期的發育關係

組別	生長期平均溫度 (攝氏)	蛹期時間(天)	備註
第一組	27.79	7	
第二組	23.44	9	
第三組	20.27	12	
第四組	13.23	125	11/15~11/27 化蛹後的 12 天的平均氣溫為 19.62°C，最低溫在 1/8、1/9 的 5.3°C。

五、黃鳳蝶與柑橘鳳蝶的型態差異

柑橘鳳蝶與黃鳳蝶皆為鳳蝶科的中型蝴蝶，不但體型相近，且翅膀顏色也是黃色為底色搭配黑色條紋，若兩者同時在野外飛舞時，不容易分辨，所以在此比較兩者的外觀外觀差異，做為野外辨識之用。

表 5-9 黃鳳蝶與柑橘鳳蝶的型態差異

黃鳳蝶（自行拍攝）	柑橘鳳蝶（自行拍攝）	說 明
		◎黃鳳蝶在前翅基部至中室中央有灰黑鱗斑，而柑橘鳳蝶的前翅中室則為數條黑色條紋。



六、大陸亞種與台灣亞種的成蟲差異

根據維基百科的描述黃鳳蝶共有 40 個亞種，馬祖的黃鳳蝶是屬於大陸亞種，與台灣亞種的黃鳳蝶，有些微的差異，說明如下表 5-9。

表 5-10 大陸亞種與台灣亞種的差異

黃鳳蝶大陸亞種 <i>Papilio machaon schantungensis</i> 自行拍攝	黃鳳蝶台灣亞種 <i>Papilio machaon sylvinus</i> (台灣產蝶蛾圖鑑，2021)	說 明
 <p style="text-align: center;">雄蟲</p>	 <p style="text-align: center;">雄蟲</p>	<p>◎馬祖的黃鳳蝶是大陸亞種。</p> <p>◎台灣亞種的黃鳳蝶顏色較為濃黃。</p>
 <p style="text-align: center;">雌蟲</p>	 <p style="text-align: center;">雌蟲</p>	<p>◎以前、後翅膀外緣的黑色斑塊來做比較，大陸亞種的黃鳳蝶較寬，台灣亞種較不發達。</p>

陸、討論

一、什麼因素造成不同蛹色？

有人說：蛹色為「保護色」，在綠莖上結的蛹為綠色；在褐莖上結的蛹為褐色，但是在實際飼養後，發現蛹色與背景顏色無關。

也有人說：在光滑的莖上結的蛹為綠色；在粗糙的莖上結的蛹為褐色，但是在實際飼養後，我們發現蛹色與寄主植物表面的光滑或粗糙程度無關。

到底是什麼因素誘發出綠蛹，或是褐蛹，有待進一步研究。



圖 6-1 綠蛹和褐蛹
資料來源：自行拍攝

二、「以蛹度冬」的關鍵因素有哪些？

第四組樣本在 11/15 結蛹，從 11/15~11/27 這十二天的平均氣溫為 19.62，並不會過於寒冷，只比第三組的生長平均溫度低 0.64°C，為什麼第四組蛹不羽化為成蟲？我們猜測：影響羽化的速度，除了氣溫之外，可能還有其他因素，如「陽光周期」，至於真正的關鍵因素為何？需要向專家學者進一步求證。

三、夏天的高溫是否適合黃鳳蝶生長？

黃鳳蝶為溫帶性蝶種，馬祖地處亞熱帶，根據對第一組的樣本觀察得知：氣溫太高 28.66°C 時，幼蟲的成長速度會漸趨於緩慢，馬祖夏天的氣溫高達 30 度以上，可能對黃鳳蝶族群有負面的影響，只是如何影響，詳細情況為何？尚待未來繼續深入研究與觀察。

四、馬祖黃鳳蝶的寄主植物偏好為何？

蝴蝶的分布受到植物影響非常大，根據此次的研究，黃鳳蝶在馬祖野外利用的寄主植物主要為日本前胡，但是我們也僅在日本前胡上觀察到一隻四齡幼蟲，其餘的卵都採集自茴香，然而茴香在馬祖是近年來出現的人為農作物，是純粹的巧合還是黃鳳蝶更喜歡利用茴香，以及茴香的出現對未來馬祖黃鳳蝶的族群影響都是未來關注的重點。

柒、結論與建議

一、結論

- (一) 黃鳳蝶經歷了卵、幼蟲、蛹、成蟲四個階段，是完全變態的昆蟲。其為溫帶性蝶種，馬祖的黃鳳蝶族群為一年多世代，以芹菜、茴香、胡蘿蔔、日本前胡等繖形科植物為寄主。
- (二) 幼蟲由「頭部、胸部、腹部」所組成，共有十三節，頭部僅占前端一小部分，胸部具有三個體節，胸足有三對，分別為前足、中足、後足；腹部共計十個體節，八對氣孔，五對腹足。
- (三) 成蟲的身體構造是由「頭部、胸部、腹部」所組成，每個部份各司其職。觸角、複眼、口器位於頭部，腹部有氣孔和生殖器，六隻腳長在胸部。黃鳳蝶是中型鳳蝶，軀體是黃色，腹部有黑色細縱線。翅背面底色黑色，上有黃色條紋及斑點，後翅末端有長尾突，後翅臀區有紅斑與藍斑，雌蟲體型與重量比雄蟲略大一些。
- (四) 幼蟲的成長速度與氣溫有明顯的關聯，氣溫越低，幼蟲的生長速度越緩慢；特別的是，氣溫太高（28.66°C）也會使成長速度略微變慢一些，最適合的幼蟲生長的溫度為 26.34°C。
- (五) 蛹期的成長速度與氣溫有明顯的關聯，氣溫越低，幼蟲的生長速度越緩慢，當進入冬季，溫度低於 19°C 後，蛹期竟然長達 125 天，形成「度冬蛹」。

二、建議

- (一) 黃鳳蝶羽化為成蟲後，需要開闊的空間飛翔，不適合在室內飼養，所以我們進行放生的工作，故沒有記錄雌雄交尾與雌蟲產卵的影像畫面，提供進一步研究黃鳳蝶的人參考。
- (二) 若要找出最適合幼蟲生長的溫度，以及最適合蛹發育的溫度，可以購置溫控設備，讓實驗過程更精確，飼養過程更加順利。

捌、參考資料

- KTK (2007)。1981年中橫黃鳳蝶。一張老像片的回憶--黃鳳蝶。2020年11月27日，取自：<http://nc.biodiv.tw/bbs/showthread.php?t=10769>
- Nick Morizo (2020)。1986年梨山黃鳳蝶標本。奇異昆蟲世界。2020年11月27日，取自：<https://m.facebook.com/nick.morizo?groupid=127396380736375>
- 王純姬、吳美慧、卓麗容、邱文娟、胡甫育、黃建榮、葉承輝、簡朝宗 (2019)。國小自然與生活科技 4 下。新北市：康軒文教。
- 王純姬、吳美慧、卓麗容、邱文娟、胡甫育、黃建榮、葉承輝、簡朝宗 (2019)。國小自然與生活科技 6 下。新北市：康軒文教。
- 台灣產蝶蛾圖鑑 (2021)。黃鳳蝶標本。中央研究院生物多樣性中心。2021年4月27日，取自：<http://dearlep.tw/>
- 台灣蝴蝶保育協會 (2014)。黃鳳蝶。2014年12月8日，台灣生命大百科。取自：<https://taieol.tw/pages/107427>
- 台灣蝴蝶保育學會 (2020)。台灣產蝴蝶名錄。台灣蝴蝶保育學會。2020年1月3日，取自：https://www.butterfly.org.tw/wp-content/uploads/2020/02/台灣產蝶名錄_20200103_修訂-徐氏編號社團法人台灣蝴蝶保育學會提供.pdf
- 李俊延 (2000)。馬祖彩蝶圖鑑。連江縣：連江縣政府。
- 洪裕榮 (2016)。蝴蝶飼養與觀察。台中市：晨星。
- 徐堉峰 (2013)。臺灣蝴蝶圖鑑。台中市：晨星。
- 國立自然科學博物館 (2021)。木生鳳蝶。自然與人文數位博物館。2021年4月23日，取自：
http://digimuse.nmns.edu.tw/Demo_2011/NewModule.aspx?ObjectId=0b0000018024a1f0&ParentID=0b0000018024a1f0&Type=&Part=&Domain=az&Field=i0&Language=CHI
- 廖智安 (2014)。昆蟲，就該這樣養！【陸棲篇】。台中市：晨星。
- 維基百科 (2020)。黃鳳蝶。維基百科。2021年3月15日，取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%87%91%E9%B3%B3%E8%9D%B6>

維基百科 (2021)。黑尾劍鳳蝶。維基百科。2021年3月15日，取自：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%BB%91%E5%B0%BE%E5%8A%8D%E9%B3%B3%E8%9D%B6>

張睿軒 林潼

玖、附錄

黃鳳蝶觀察採集紀錄

紀錄者：李佳恩、許安琪

日期	時間	地點	溫度	天氣	觀察記錄
8/21	12:30	山隴蔬菜公園	>8°C	晴	發現黃鳳蝶成蟲在山隴蔬菜公園活動，並在菜園中的茴香上發現幼蟲。
8/23	12:40	山隴蔬菜公園	31°C	晴	採集茴香葉子來飼養帶回來的黃鳳蝶幼蟲。
8/26	12:40	山隴蔬菜公園	31°C	多雲	採集茴香葉子來飼養帶回來的黃鳳蝶幼蟲。
9/2	13:00	山隴蔬菜公園	30°C	多雲	採集茴香葉子來飼養帶回來的黃鳳蝶幼蟲。
9/3	17:00	山隴蔬菜公園	32°C	多雲	原本只是想採集茴香葉子來飼養帶回來的黃鳳蝶幼蟲，意外發現黃鳳蝶有回來產卵，所以我們也把這些卵採集回來飼養。

黃鳳蝶觀察採集紀錄

紀錄者：張新詩、林潼、李佳恩

日期	時間	地點	溫度	天氣	觀察記錄
9/13	15:30	大漢據點	26	陰	在大漢據點前的日本前胡發現一隻四齡幼蟲，採集日本前胡作為食草。
9/24	13:00	山隴蔬菜公園	23	陰	在茴香上找到卵但是在一旁的胡蘿蔔葉子上卻沒有任何發現。
10/3	15:00	大漢據點	25	晴	沒有發現任何幼蟲及卵，所以我們只採集了日本前胡。
10/4	13:00	山隴蔬菜公園	26	晴	沒有發現任何幼蟲及卵，採集茴香葉子。
10/10	17:00	山隴蔬菜公園	23	晴	沒有發現卵和幼蟲活動，採集茴香葉子。

黃鳳蝶觀察採集紀錄

紀錄者：張睿軒、許宇琪、林漢恩、李陸恩

日期	時間	地點	溫度	天氣	觀察記錄
10/12	13:00	山龍 ^村 疏 ^林 公園	23°C	陰	再次在茴香上發現卵並帶回。
10/19	13:00	北 ^村 疏 ^林 公園	21°C	陰	沒有發現卵或是幼蟲活動，採集茴香葉子。
10/24	13:00	北 ^村 疏 ^林 公園	20°C	晴	沒有發現卵或是幼蟲活動，採集茴香葉子。

【評語】 080318

此作品主要研究黃鳳蝶的生活史與溫度所造成的影響，探討不同季節溫度對黃鳳蝶生長的影響，發現兩者之間具相關性。探討變因單一，非常聚焦。研究上的觀察有很詳細的紀錄與敘述，同學的藉由此研究的過程中能對於黃鳳蝶的生活史有更深一層的認識，值得鼓勵。

然而，這個研究主要是蝴蝶的生態觀察，結果引發的一些議題可深入探討的地方建議再加強。例如，渡冬蛹的關鍵因素可能和光週期有關、蛹的顏色受到何種因子的影響，都是在生物學上可以深入探討的好題目，可惜沒有操作型實驗的結果來支持這個假說。未來可以在目前的基礎上有更進一步的研究來探索這些問題。實驗數據未能定量分組，明確規劃研究內容，以便將研究記錄科學化。此外，顧及研究倫理建議標本製作以飼養後死亡蝴蝶當作材料製作，勿取活體。

作品簡報



山林間的璀璨珍寶
黃鳳蝶

國小組 作品編號:080318

研究動機與目的

研究動機

- 2020年8月底，我們在山隴蔬菜公園發現了黃鳳蝶的身影，黃鳳蝶在台灣十分稀少，在馬祖也不常見，因此我們開始研究黃鳳蝶。

研究目的

- 瞭解黃鳳蝶幼蟲的食性、身體構造。
- 認識黃鳳蝶的生活史。
- 製作鳳蝶標本。
- 比較黃鳳蝶 (*Papilio machaon schantungensis*) 與柑橘鳳蝶 (*Papilio xuthus*) 的異同。
- 比較台灣的黃鳳蝶 (*Papilio machaon sylvinus*) 和馬祖的黃鳳蝶的外型差異。



研究設備與方法

使用設備

- 飼養箱、飼養盒、電子秤、溫度計、塑膠杯、三角紙袋、鑷子、昆蟲針、展翅台、相機、捕蟲網。

研究過程

設定研究主題

蒐集並閱讀蝴蝶相關書籍

野外踏查，採集蝴蝶的卵

飼養蝴蝶，記錄生活史

比對馬祖氣象站資料與飼養紀錄

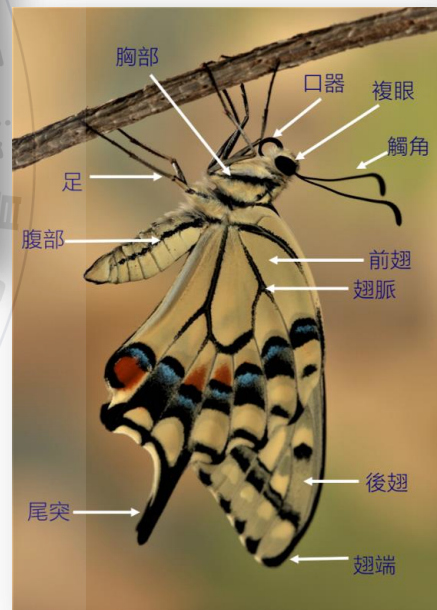
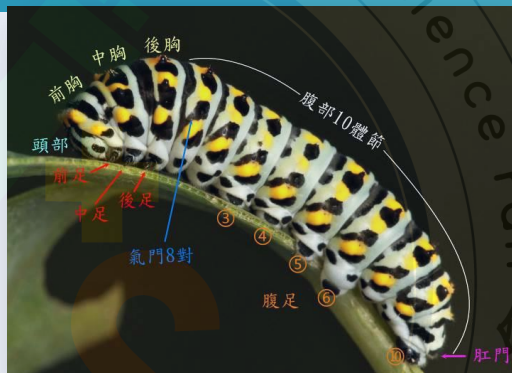
整理、分析、解釋資料

撰寫研究報告



研究結果 黃鳳蝶生活史

- 黃鳳蝶是中型的鳳蝶。
- 體色以黃、黑為主。
- 幼蟲體節有13節，體側有氣孔等器官。



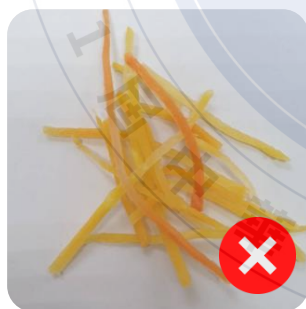
研究結果 黃鳳蝶的食性研究

- 黃鳳蝶廣泛取食各種繖形科的植物，根據我們的測試，黃鳳蝶會取食胡蘿蔔葉、茴香、日本前胡、芹菜等植物。

胡蘿蔔葉



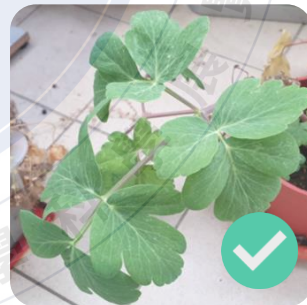
胡蘿蔔根



茴香



日本前胡



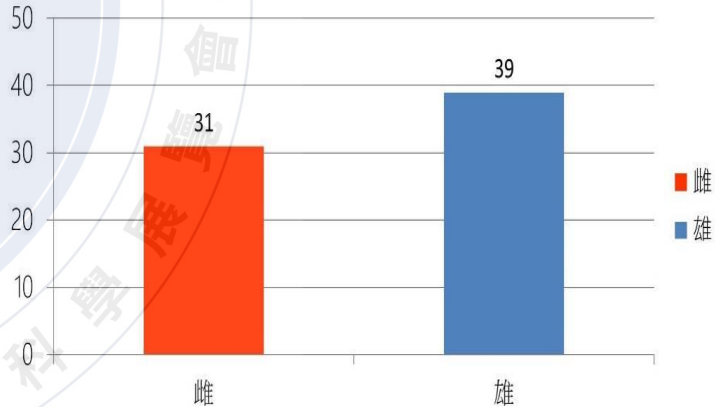
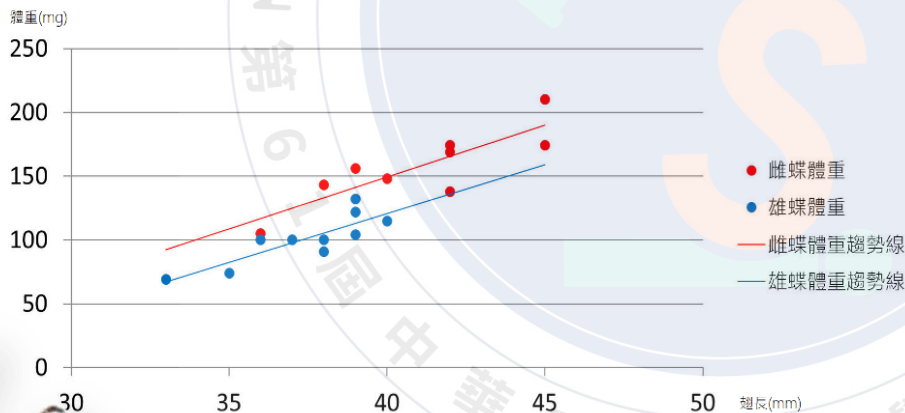
芹菜



研究結果 黃鳳蝶的雌雄比較

根據飼養結果，我們有以下發現：

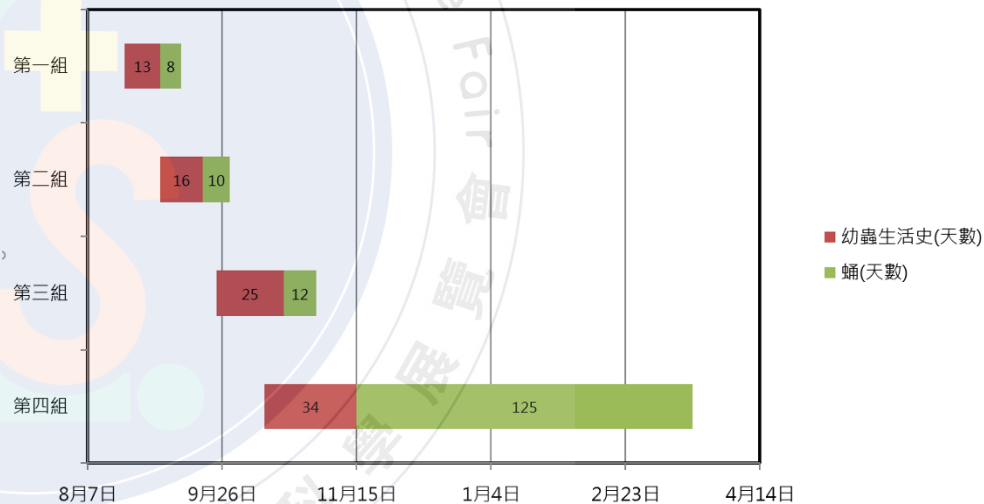
- 發現黃鳳蝶的雄蝶數量比雌蝶略多。
- 不論是體型還是重量都是雌蝶大於雄蝶。



研究結果

溫度對黃鳳蝶成長發育的影響

- 根據飼養紀錄，可以推測馬祖的黃鳳蝶族群為**一年多世代**，還有出現**世代重疊**的情況。
- 主要的發生期估計為春季3月中的度冬蛹羽化之後一直到11月之間，一年世代數可能**多達4、5世代**。



研究結果

溫度對黃鳳蝶成長發育的影響

- 紀錄四組黃鳳蝶發育階段與時間關係並比較。
- 氣溫高低會影響黃鳳蝶的成長發育，氣溫越低，幼蟲與蛹的發育越慢。
- 氣溫太高時也會影響幼蟲成長。
- 黃鳳蝶為以蛹的型態來度冬。

組別	生長期平均溫度(攝氏)	蛹期時間(天)	備註
第一組	27.79	7	
第二組	23.44	9	
第三組	20.27	12	
第四組	13.23	125	度冬蛹，化蛹後12天內均溫尚有19.73度，最低溫為1/8、1/9的5.3度。

組別	生長期平均溫度(攝氏)	發育時間(天)	備註
第一組	28.66	10	從第三齡開始
第二組	26.34	8	從第三齡開始
第三組	22.15	14	從第三齡開始
第四組	19.84	28	從第三齡開始

組別	生長期平均溫度(攝氏)	發育時間	備註
第二組	26.89	16	卵至結蛹
第三組	22.45	25	卵至結蛹
第四組	20.20	34	卵至結蛹

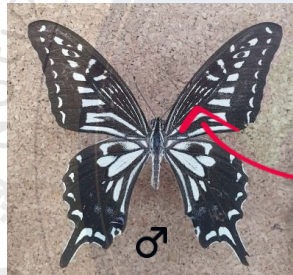


研究結果 黃鳳蝶與柑橘鳳蝶外型比較

- 黃鳳蝶與柑橘鳳蝶的體型、顏色的相近，最大的差異是前翅中室的花紋不同。
- 台灣亞種的黃鳳蝶顏色較為濃黃，且翅膀外緣的黑色斑塊較不發達。

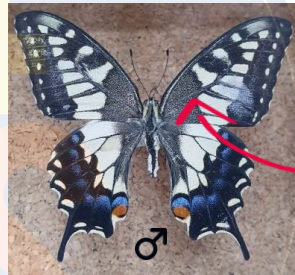
柑橘鳳蝶

Papilio xuthus xuthus



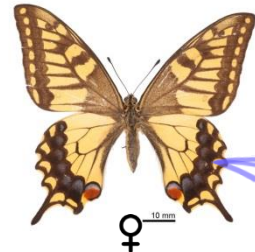
黃鳳蝶(大陸亞種)

Papilio machaon schantungensis



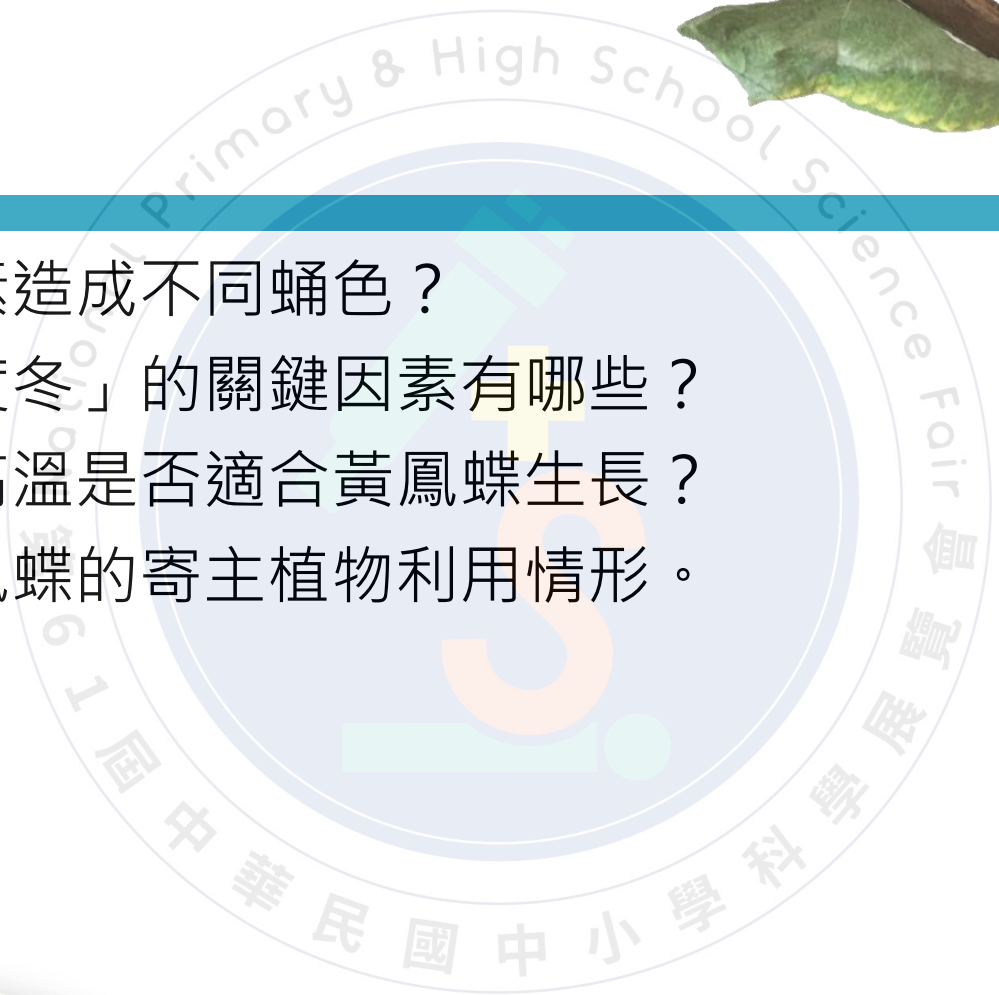
黃鳳蝶(台灣亞種)

Papilio machaon sylvinus



討論

- 什麼因素造成不同蛹色？
- 「以蛹度冬」的關鍵因素有哪些？
- 夏天的高溫是否適合黃鳳蝶生長？
- 馬祖黃鳳蝶的寄主植物利用情形。



結論與建議

結論

- 馬祖的黃鳳蝶族群為一年多世代，以芹菜、茴香、胡蘿蔔、日本前胡等繖形科植物為寄主。
- 黃鳳蝶是中型鳳蝶，身體顏色以黃色為主，上有黑色條紋及斑點，後翅末端有長尾突，後翅臀區有紅斑與藍斑。雌蟲體型與重量比雄蟲略大一些。
- 幼蟲的成長速度與氣溫相關，氣溫越低，幼蟲生長得越慢；但氣溫太高也會影響幼蟲生長。
- 氣溫越低，黃鳳蝶的蛹期越長，並且會以蛹的型態來度冬。

建議

- 黃鳳蝶羽化為成蟲後，需要開闊的空間飛翔，不適合在室內飼養，所以我們進行放生的工作，故沒有記錄雌雄交尾與雌蟲產卵的影像畫面，提供進一步研究黃鳳蝶的人參考。
- 若要找出最適合幼蟲生長的溫度，以及最適合蛹發育的溫度，可以購置溫控設備，讓實驗過程更精確，飼養過程更加順利。氣溫越低，黃鳳蝶的蛹期越長，並且會以蛹的型態來度冬。





謝謝聆聽

