

台灣二〇〇二年國際科學展覽會

科 別：動物學

作品名稱：溫度與光週期對淡黃蝶型態之影響

得獎獎項：動物學科佳作

學 校：高雄市立中正高級中學

作 者：楊士又



作者簡介

楊士又。於國小時曾參與科展製作，便對生物及科展有莫名的興趣。至國中，科展的題目與淡黃蝶相關，在高市有第一名的成績，啟蒙的老師影響深刻，所以對昆蟲有另一份熱愛。到了高中，因認識農試所周樑鎰先生，從此和淡黃蝶結下不解之緣。

溫度與光週期對淡黃蝶型態之影響

Abstract

In order to realize if *Catopsilia pomona* and *Catosilia crocale* are the same species, we analyzed and compared the DNA sequences of Mitochondria, and the result revealed they are indeed the same species.

Then we observed the developmental process of the butterfly, and inspected the effects of different factors: photoperiod and temperature were shown to affect the phenotype of the butterfly; lower temperature and shorter day resulted in phenotypic shift from *crocale*-like to *pomona*-like, and vice versa. Also, the conflicting factors produced intermediated form. (e.g. lower temperature with longer day)

Not only changed the phenotypes of adult with photoperiod and temperature, those of larvae also did. However, the mechanism how photoperiod and temperature affect the phenotype of the butterfly is unknown.

摘要

爲了了解淡黃蝶 *Catopsilia pomona* 無紋型 *crocale*-like 及銀紋型 *pomona*-like 中間受到環境因子的差異。先比對兩型的粒線體 DNA，之後模擬夏季和冬季自然環境進行實驗。得之兩型爲同種。另一方面進行溫度和光週期的實驗，顯示淡黃蝶幼蟲和成蟲雌雄個體各部位會受到此兩環境因子的影響。

壹、前言

野外捕捉淡黃蝶 *Catopsilia pomona* 發現冬季與夏季的型態有明顯的差異。翻閱書籍，得知在以前的文獻中曾經把銀紋型 *pomona*-like 和無紋型 *crocale*-like 分爲兩種。本實驗利用粒線體 DNA 的比對來確認此事實，另一方面，模擬冬季和夏季之光照與氣溫進行實驗探討光週期和溫度對淡黃蝶的幼蟲、成蟲、成蟲雌雄個體的各部位型態差異之影響。

貳、研究過程或方式

- 一、從中正高中對面的中正公園取得兩隻成蟲一爲無紋型、另一爲銀紋型利用 PCR 複製粒線體 DNA 後定序進行比對。
- 二、在學校對面的中正公園以捕蟲網捕捉淡黃蝶成蟲；在不同時間 (6 : 45-7 : 45 , 11 : 50-12 : 50 , 下午 16 : 20-17 : 20)記錄各型態(無紋型、中間型、

銀紋型)及不同性別成蟲之數量，每時段捉完一次後即放生。自中正公園的阿勃勒及鐵刀木樹葉上捕捉淡黃蝶幼蟲，捉回後放置昆蟲箱內飼養，每天更換葉子，並適當的噴少量的水，以保持幼蟲體表溼度。待蛹羽化後，將成蟲置於紗籠(大小約為一立方公尺)中，每次餵食兩次蜜水，或在飼養的籠中放置淡黃蝶喜好之蜜源植物，如：馬纓丹。將淡黃蝶四齡幼蟲先放置於高溫長光(27.8°C/16hrs 光照)的環境中飼養三天，記錄其型態(體色深淺及體兩側黑線寬度的變化)，分別移至高溫長光(27.8°C/16hrs 光照)、高溫短光(27.8°C/8hrs 光照)、低溫長光(17.5°C/16hrs 光照)、低溫短光(17.5°C/8hrs 光照)的環境中，持續飼養至羽化成蟲為止，期間記錄其體色深淺及體兩側黑線寬度變化，及成蟲型態(無紋型、中間型、銀紋型)與性別。溫度與光週期對淡黃蝶成蟲各部分特徵之影響；飼養幼蟲，而後將不同生長階段(三、四、五齡及蛹期)之幼蟲分別放置於高溫長光、高溫短光、低溫長光、低溫短光(所有溫度與光照處理皆同上)的環境中，持續飼養至成蟲。觀察記錄淡黃蝶各部位：翅膀顏色及銀班特徵、觸角顏色和頭部顏色。

參、研究結果與討論

一、由鹼基比對圖顯示無紋型及銀紋型粒線體 DNA 完全一樣，為同種。

二、

1. 表一為八十九年夏季野外採集淡黃蝶之紀錄。數據顯示：三個不同時段採得之淡黃蝶含無紋型、中間型、銀紋型三種，以中午時分出現淡黃蝶總數最多。圖一顯示：夏季時無紋型與中間型出現比例高於銀紋型。冬季野外採集紀錄見表二。三種型態之淡黃蝶在不同時段都出現。圖二顯示：冬季銀紋型比例高於無紋型與中間型。分別於夏季和冬季在實驗室中飼養淡黃蝶，觀察其生活史，結果詳見表五。
2. 圖三：淡黃蝶幼蟲經高溫長光前處理，分別移至不同環境飼養至成蟲。高溫長光乃模擬夏季條件，低溫短光則模擬冬季條件。顯示：當溫度與光週期皆改變時，會明顯影響淡黃蝶型態；由原本無紋型佔多數，轉變成銀紋型佔多數。圖四則是先以低溫短光作前處理，分別移至不同環境。顯示：當溫度與光週期皆改變時，淡黃蝶會由多數銀紋型轉變為多數無紋型。淡黃蝶同時受溫度與光週期的影響，僅改變其中一項變因，影響程度小。進一步探討溫度與光週期對不

同性別、不同生長階段之淡黃蝶的各部分特徵的影響(各項特徵之描述見表三)，於是進行了以下實驗：雌性個體中，環境因子由高溫長光漸次改變至低溫短光時，銀紋型淡黃蝶出現比例亦隨之提高(圖五、七、九、十一)。相對地，無紋型的比例則是隨之降低。若就同一光週期來看，低溫處理後所出現之銀紋型比例皆較高溫處理者高；若就同一溫度來看，短光處理後出現之銀紋型比例皆較長光者高。不過，在四齡幼蟲這一組中，無紋型比例最高者並非高溫長光處理組，而是高溫短光處理者(圖七)。除蛹的低溫長光處理組，在三齡、四齡、五齡幼蟲與蛹，經由低溫長光與高溫短光處理後，成蟲為中間型之比例皆超過20%。在四齡幼蟲之低溫短光處理組，沒有無紋型成蟲出現；在五齡幼蟲之高溫長光組，完全沒有銀紋型。對雄性個體而言，當環境因子由高溫長光漸次改變至低溫短光時，銀紋型淡黃蝶出現比例亦隨之提高(圖六、八、十、十二)。相對地，無紋型與無紋—中間型之和的比例則是隨之降低(此點在雌性個體部分也成立)。若就同一光週期來看，低溫處理後所出現之銀紋型比例普遍較高溫處理者高；若就同一溫度來看，短光處理後出現之銀紋型比例亦較長光者高。然而，在四齡幼蟲這一組中，無紋型比例最高者並非高溫長光處理組，而是低溫長光處理者。除四齡幼蟲的低溫長光處理組外，三齡、四齡、五齡幼蟲與蛹，經由低溫長光與高溫短光處理後，中間型成蟲出現之比例皆超過25%。在蛹之高溫長光處理組中，完全沒有銀紋型成蟲出現。總之，對淡黃蝶翅膀特徵而言，若僅改變溫度或光週期，將導致中間型比例提高，而上述兩項變因皆改變時，翅膀特徵方由無紋型大幅轉變為銀紋型，或者相反。

3. 雌性個體中，比較高溫長光與低溫短光兩組，結顯示觸角顏色由近乎100%黑色(僅三齡幼蟲這一組出現不到5%的紅色觸角)轉變為三種顏色(黑、褐、紅)皆有(圖十三、十五、十七、十九)，就同一光週期來看，高溫處理後所出現之黑色觸角比例皆較低溫處理者為高；長光處理之黑色觸角出現比例，皆較短光處理者高，值得注意的是：除三齡幼蟲這一組外，四齡、五齡幼蟲及蛹的高溫處理組(包括高溫長光及高溫短光)完全沒有紅色觸角的成蟲出現，光週期為短光時，除黑色觸角，亦出現褐色觸角。顯示：淡黃蝶雌性幼蟲成長時，一經歷過三齡期，在邁入四齡甚至更晚的階段時，若是處於高溫環境下，則極有可能無

法長出紅色觸角。雄性個體中，若比較高溫長光與低溫短光兩組，結果顯示紅色觸角在比例上有增加趨勢(圖十四、十六、十八、二十)。就同一光週期來看，低溫處理後所出現之紅色觸角比例較高溫處理者高；除三齡幼蟲，短光處理之紅色觸角比例，皆較長光處理者高，在高溫長光的處理下，各齡幼蟲與蛹皆無紅色觸角出現。顯示：淡黃蝶雄性幼蟲成長時，若是處於高溫長光環境下，則極有可能無法長出紅色觸角，此點與雌性個體情形有所差異(見上述)。整體而言，在各齡幼蟲和蛹與不同溫度、光週期處理下，黑色與褐色觸角在比例上顯然佔多數。再者，除了三齡幼蟲外，若比較雌性個體與雄性個體在高溫處理下的結果，當長光處理時，雄性個體在多數為黑色觸角的情況下，仍有不到 10% 的褐色觸角出現，相對地，雌性個體則 100% 為黑色觸角；當短光處理時，雄性個體出現不到 10% 的紅色觸角，然而雌性個體全為黑色及褐色觸角。顯示：雌性個體中，高溫足以成為紅色觸角之限制因子，對雄性個體來說，高溫且長光方能構成紅色觸角之限制因子。

4. 雌性個體中，就同一光週期來看，若是長光處理者，低溫組出現之紅色頭部較高溫組多，且自四齡幼蟲、五齡幼蟲至蛹等三階段，高溫長光組全部為黑色頭部，若短光處理者，出現與上述相反之情形，即低溫組出現之紅色頭部較高溫組少(圖二十一、二十三、二十五、二十七)。結果顯示：長光狀態下，溫度降低可導致紅色頭部比例提高，在短光狀態下，低溫並未產生如上述影響。同一溫度來看，若高溫處理者，短光組出現之紅色頭部較長光組多；反之，除三齡幼蟲，短光組之紅色頭部比例皆低於長光組。在高溫狀態下，短光可導致紅色頭部比例提高，在低溫狀態下，短光處理則無上述影響。對雄性個體而言，就同一光週期來看，結果與雌性個體一致(圖二十二、二十四、二十六、二十八)。整體來看，在高溫長光環境下，淡黃蝶黑色頭部比例幾近於 100%，但雄性個體仍有零星出現之紅色頭部，且在比例上皆高於雌性個體。值得注意的是，高溫短光處理者之紅色頭部比例幾乎都是最高的，顯示淡黃蝶頭部顏色變化對光週期較溫度敏感，而且若同時以低溫短光處理，紅色頭部比例反而降低。根據文獻記載，溫度與光週期對淡黃蝶幼蟲影響之關鍵期為四齡及五齡期(Rienks,1985)。因此，接下來的實驗便選定淡黃蝶之四齡幼蟲進行觀察，以了

解幼蟲型態是否亦受溫度與光週期影響。

5. 圖二十九~三十二顯示幼蟲先經高溫長光處理，轉移至不同環境之結果。顯示：幼蟲蟲體兩側黑線最寬者會隨低溫或短光處理，而有比例增高情形，並在低溫短光處理下，該比例達至最高。圖三十三~三十六顯示幼蟲先經低溫短光處理，轉移至不同環境之結果。數據顯示蟲體黑線最寬者會隨溫度升高而有比例降低情形，但若僅長光處理則差異不明顯。幼蟲體色變化：圖三十七~四十顯示高溫長光處理後，深綠體色比例最低，而短光及低溫皆使深綠色比例增加，且上述兩變因有加成效果。圖四十一~四十四顯示經低溫短光前處理，深綠體色會隨長光及高溫降低比例，並在長光且高溫處理下，比例降至最低。
6. 淡黃蝶在全球的分布區域包括澳洲北部、東南亞、台灣及日本等地，不僅雌雄個體間存有型態上差異(詳見表三)，亦有不同季節型。1902年，學者 Dixey 即已指出，在野外曾發現許多介於無紋型與銀紋型之中間型連續變異個體；爾後於 1979 年日本學者 Yata 與 Tanaka 曾發表論文指出，棲息於日本溫帶地區的淡黃蝶，其外表型態會受光週期變化影響，但並未檢視溫度此一變因。本實驗中：台灣本地的淡黃蝶，型態會受光週期與溫度二者影響，且當環境條件出現矛盾現象(亦即，高溫短光與低溫長光)時，中間型比例會明顯增加。1957 年學者 Ae 曾為文說明，光週期對蝴蝶的影響有性別上的差異，但在本實驗中大體而言，雌雄個體之間的差異並不特別明顯。
7. 除了光週期與溫度外，是否有其他環境因子也可能影響淡黃蝶的型態表現呢？學者白水隆曾提出：淡黃蝶之無紋型與銀紋型並非全由溫度與光照條件影響所致。在澳洲北部地區，無紋型主要出現於夏季，而夏季為雨季；銀紋型主要出現於冬季，冬季為乾季。因此降雨量也可能是影響淡黃蝶型態的變因之一。台北地區的淡黃蝶野外採集紀錄(顏聖紘，未發表)顯示，台北冬季之銀紋型淡黃蝶出現比例較低。由氣象局資料(表四)看來，台北盆地冬季降雨量遠高於高雄地區，而此項氣象資料與澳洲北部地區夏季氣候有共同點，顯示雨量多寡極可能也是影響淡黃蝶型態因素之一。不過有待下一步實驗以求驗證。生物的多型性是一常見的現象，就淡黃蝶而言，其型態的多種變化可能反映了不同型態在不同環境下之存活率。在野外，夏季時，可能無紋型存活率較高；冬季時，則

以銀紋型的存活率較高。檢視淡黃蝶雌性個體，銀紋型翅色遠較無紋型深(見表三)。顯示可能冬季時，銀紋型之雌蝶吸收熱能較無紋型高，故而存活率高。

肆、結論

- 一、經由粒線體 DNA 比對確定銀紋型與無紋型為同種。
- 二、在野外，夏季出現之淡黃蝶以無紋型多於銀紋型；冬季反之。淡黃蝶幼蟲經高溫長光前處理後若持續在高溫長光下飼養，成蟲多數為無紋型；移至低溫長光或高溫短光時影響程度較小，亦即成蟲由無紋型改變為銀紋型比例較少；移至低溫短光時，多數無紋型轉變為多數銀紋型。淡黃蝶幼蟲在經低溫短光前處理後若持續在低溫短光下飼養，成蟲多數為銀紋型；移至低溫長光或高溫短光時影響程度較小，亦即成蟲由銀紋型改變為無紋型比例較少；移至高溫長光時，多數銀紋型轉變為多數無紋型。僅只改變其中一項變因，則影響程度較小。淡黃蝶成蟲翅膀腹面銀斑及周圍紅色會隨溫度及光週期的升高而銀斑由有到無，由明顯至不明顯；若隨溫度及光週期降低會使銀斑及周圍紅色由無到有，由不明顯至明顯。若單受其中一項變因影響成為中間型的比例為多：腹面銀斑及周圍紅色會介於明顯至不明顯間。淡黃蝶成蟲翅膀背面顏色會隨溫度及光週期的升高而改變：雌，顏色由橘黃至黃色；雄，顏色由淡綠色至檸檬黃。反之，若溫度及光週期降低則：雌，顏色由黃色至橘黃；雄，顏色由檸檬黃至淡綠色。若單受其中一項變因影響，則中間型的比例提高：雌，顏色介於黃色至橘黃之間；雄，介於檸檬黃至淡綠色間。淡黃蝶成蟲雌性觸角顏色會隨溫度及光週期的升高而顏色由紅色至褐色至黑色。顏色受溫度環境影響較多。淡黃蝶成蟲雄性觸角顏色會隨溫度及光週期的升高而顏色由紅色至褐色至黑色。顏色受光週期影響較多。淡黃蝶幼蟲體側黑線寬度會隨溫度及光週期的升高而黑線寬度比例變少，反之，則黑線寬度比例增加。若單只其中一項變因，則影響程度很小。淡黃蝶幼蟲體色會隨溫度及光週期的升高而顏色由深綠色至黃綠色；反之則由黃綠色至深綠色。若單受其中一項變因，則影響很小。

伍、參考文獻

- 一、濱野榮次，1987。台灣蝶類生態大圖鑑，牛頓出版社。P104-105、P186、287-288、P356。
- 二、李俊延、張玉珍，1988。台灣蝶類圖說（一），台灣省立博物館。P35-36。
- 三、王效岳、李俊延，1995。台灣蝶類圖說（三），台灣省立博物館。P78-81。
- 四、王效岳、趙力，1997。中國鱗翅目（三），台灣省立博物館。P289-295。
- 五、Ae,S.A.(1957). Effects of photoperiod on *Colias eurytheme*. *Lepid.New* 11,207-14.
- 六、Dixey,F.A.(1902)Notes on some cases of seasonal dimorphism in butterflies, with an account of experiments by Mr G.A.K.Marshall, F.Z.S. *Trans.R.Entomol. Soc. Lond.* 50,189-219.
- 七、J.H.Rienks.(1985)Phenotypic response to photoperiod and temperature in a tropical Pierid butterfly. *Aust.J.Zool.*,33, 837-47.
- 八、Yata,O.,and Tanaka, H.(1979). The effects of photoperiod on the dimorphism of the lemon migrant *Catopsilia Pomona* Fabricius. *Tyo to Ga* 30, 97-106.

陸、誌謝

- 一、本實驗中，用以飼養淡黃蝶之紗籠乃本校總務處陳文貴先生的作品，在此特別致上謝意。
- 二、感謝高雄醫學大學生物學系葉文斌博士，提供分子生物學實驗器材及技術指導。

	1		19		
銀紋	TTATCAAAA	ACATGTCTTT			
無紋	TTATCAAAA	ACATGTCTTT			
	20				69
銀紋	TTGAAAATAA	TATAAAGTCT	AATCTGCCC	CTGAATTAAT	TTAAAGGGCT
無紋	TTGAAAATAA	TATAAAGTCT	AATCTGCCC	CTGAATTAAT	TTAAAGGGCT
	70				119
銀紋	GCAGTATATT	GACTGTACAA	AGGTAGCATA	ATCAATAGTC	TTTTAATTGA
無紋	GCAGTATATT	GACTGTACAA	AGGTAGCATA	ATCAATAGTC	TTTTAATTGA
	120				168
銀紋	ATACTTGAAT	GAATGATTT	GATGAAATAT	AAACTGTCTC	TTTTTTAAAA
無紋	ATACTTGAAT	GAATGATTT	GATGAAATAT	AAACTGTCTC	TTTTTTAAAA
	169				218
銀紋	TTAAAATTTA	ATTTTTTAGT	TAAAAAGCTA	AAATAAATAT	AAAAGACGAG
無紋	TTAAAATTTA	ATTTTTTAGT	TAAAAAGCTA	AAATAAATAT	AAAAGACGAG
	219				268
銀紋	AAGACCCTAT	AGAGTTTATA	AATTATTTTT	ATTTATTTTA	TATATTAATA
無紋	AAGACCCTAT	AGAGTTTATA	AATTATTTTT	ATTTATTTTA	TATATTAATA
	269				318
銀紋	TTAAAAATTA	AATATAAATA	ATTATTTTGT	TGGGGTGATA	GAAAAATTTA
無紋	TTAAAAATTA	AATATAAATA	ATTATTTTGT	TGGGGTGATA	GAAAAATTTA
	319				368
銀紋	ATTAACTTTT	TTTTAAATTT	AACATTAATA	TATGAATATA	TGATCCATAT
無紋	ATTAACTTTT	TTTTAAATTT	AACATTAATA	TATGAATATA	TGATCCATAT
	369				418
銀紋	TTTAGATTA	AAAGAATAAA	TTACCTTAGG	GATAACAGCG	TAATTTTTTT
無紋	TTTAGATTA	AAAGAATAAA	TTACCTTAGG	GATAACAGCG	TAATTTTTTT
	419				467
銀紋	TTTTAGTTCA	TATAAAAAAA	AGAGTTTGCG	ACCTCGATC	TTGGATTAAG
無紋	TTTTAGTTCA	TATAAAAAAA	AGAGTTTGCG	ACCTCGATC	TTGGATTAAG
	468				517
銀紋	ATTAAATTTA	AATGCAAAAG	TTTAAAATTT	TTGATCTGTT	CGATCATTAA
無紋	ATTAAATTTA	AATGCAAAAG	TTTAAAATTT	TTGATCTGTT	CGATCATTAA
	518		539		
銀紋	AATCTTACAT	GATCAGAGTT	CA		
無紋	AATCTTACAT	GATCAGAGTT	CA		

鹼基比對圖

日期	89年 7/18-7/23								
時間	上午：6:45-7:45			中午：11:50-12:50			下午：16:20-17:20		
溫度	26.4℃			34.1℃			28.2℃		
淡黃蝶型態	♀	♂	總數	♀	♂	總數	♀	♂	總數
無紋型	59	42	101	26	693	719	42	37	79
中間型	106	109	215	89	486	577	86	57	143
銀紋型	152	52	204	51	66	117	64	57	121

表一：夏季野外淡黃蝶採集紀錄

日期	88年 11/14-11/19								
時間	上午：6:45-7:45			中午：11:50-12:50			下午：16:20-17:20		
溫度	19.6℃			28.7℃			23.5℃		
淡黃蝶型態	♀	♂	總數	♀	♂	總數	♀	♂	總數
無紋型	15	6	21	22	32	54	11	7	18
中間型	23	12	35	13	25	38	26	13	39
銀紋型	41	24	65	9	21	30	38	22	60

表二：冬季野外淡黃蝶採集紀錄

	表型	♀	♂
翅	無紋型	背面：淡黃色	背面：白色；局部為檸檬黃
		腹面：無銀斑	腹面：無銀斑
	無紋—中間型	背面：淡黃色至黃色	背面：檸檬黃染有淡綠色
		腹面：有銀斑，但不明顯， 銀斑周圍無紅圈	腹面：有銀斑，但不明顯， 銀斑周圍無紅圈
	中間型	背面：黃色	背面：黃色染有淡綠色
		腹面：有銀斑，銀斑周圍無 紅圈	腹面：有銀斑，銀斑周圍無 紅圈
	中間—銀紋型	背面：黃色染有橘黃	背面：淡綠色染有黃色
		腹面：有銀斑，銀斑周圍紅 圈較小	腹面：有銀斑，銀斑周圍紅 圈較雌性個體小
銀紋型	背面：橘黃	背面：淡綠色	
	腹面：有銀斑，銀斑周圍紅 圈較大	腹面：有銀斑，銀斑周圍紅 圈較小	
觸角	無紋型	黑色	
	中間型	黑色	
	銀紋型	紅色或褐色	
頭	無紋型	黑色	
	中間型	黑色	
	銀紋型	紅色	

※註：觸角及頭部之無紋—中間型及中間—銀紋型皆歸於中間型

表三：淡黃蝶各部分型態之描述

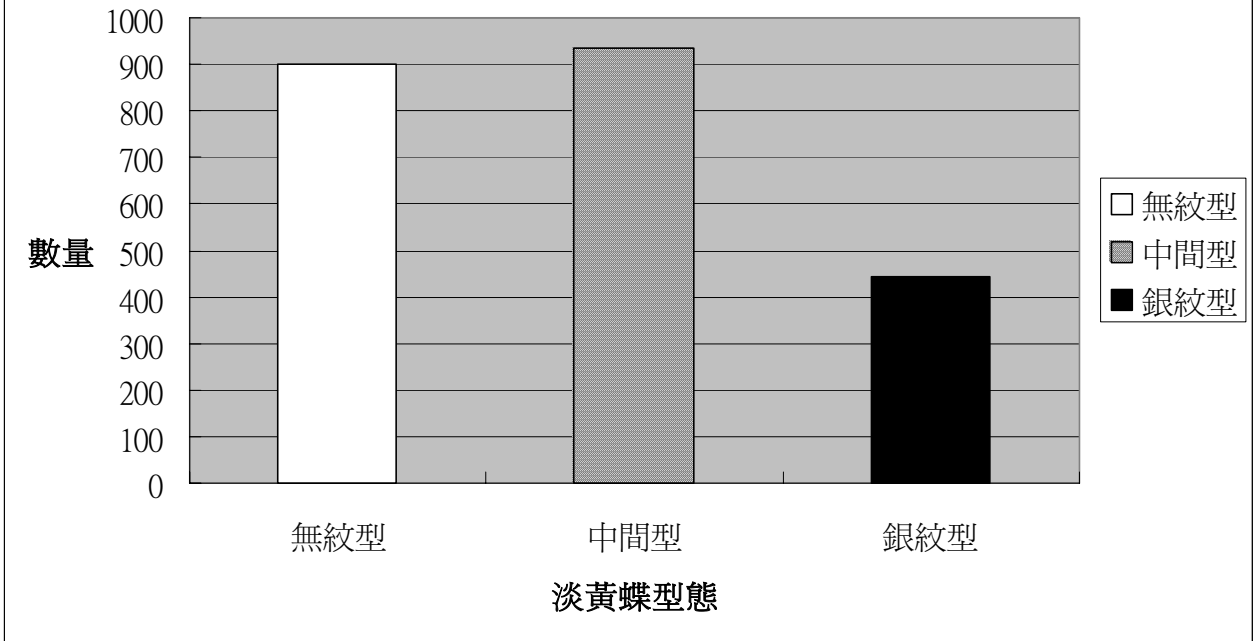
地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計	統計期間
臺北	91.8	137.5	184.4	152.6	233.3	281.9	233.1	268.5	325.4	117.4	79.8	74.5	2180.2	1961-1990
高雄	16.5	16.6	34.4	52.3	184.5	365.0	320.8	381.6	180.3	40.0	17.0	8.9	1619.0	1961-1990

表四：台灣地區各氣象站月平均降雨量統計表(單位:公釐)

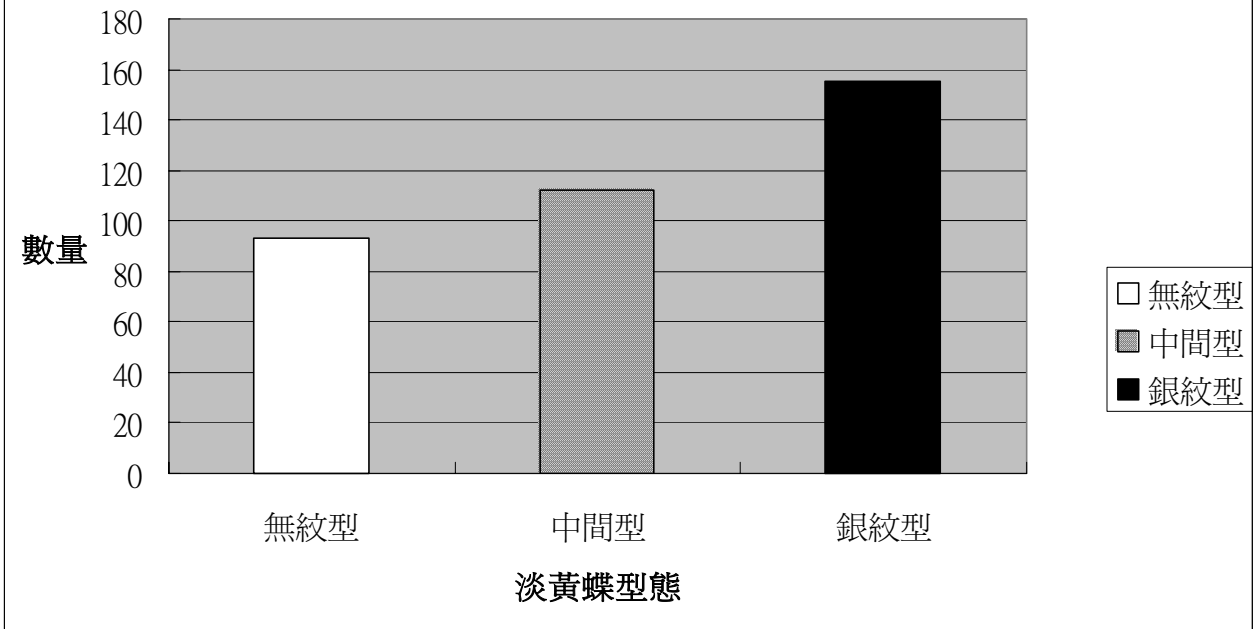
分期	生長	夏	季	冬	季
		所需時間	合計	所需時間	合計
卵期	卵	3~4 天	3~4 天	5~7 天	5~7 天
幼蟲期	↓ 一齡 (一眠) ↓ (蛻皮)	2~3 天	16~21 天	2~3 天	25~31 天
	↓ 二齡 (二眠) ↓ (蛻皮)	2~3 天		2~3 天	
	↓ 三齡 (三眠) ↓ (蛻皮)	3~4 天		4~5 天	
	↓ 四齡 (四眠) ↓ (蛻皮)	4~5 天		7~8 天	
	↓ 五齡	5~6 天		10~12 天	
蛹期	↓ 前蛹	0.5~1 天	6.5~10 天	0.5~1 天	13.5~16 天
	↓ (蛻皮) 蛹	1~2 天		1~2 天	
	↓ 羽化	5~7 天		12~14 天	
成蟲期		5~6 天		14 天	
每一代時間		30~40 天		57~68 天	

表五：夏季（九月）與冬季（十一月）淡黃蝶生活史比較

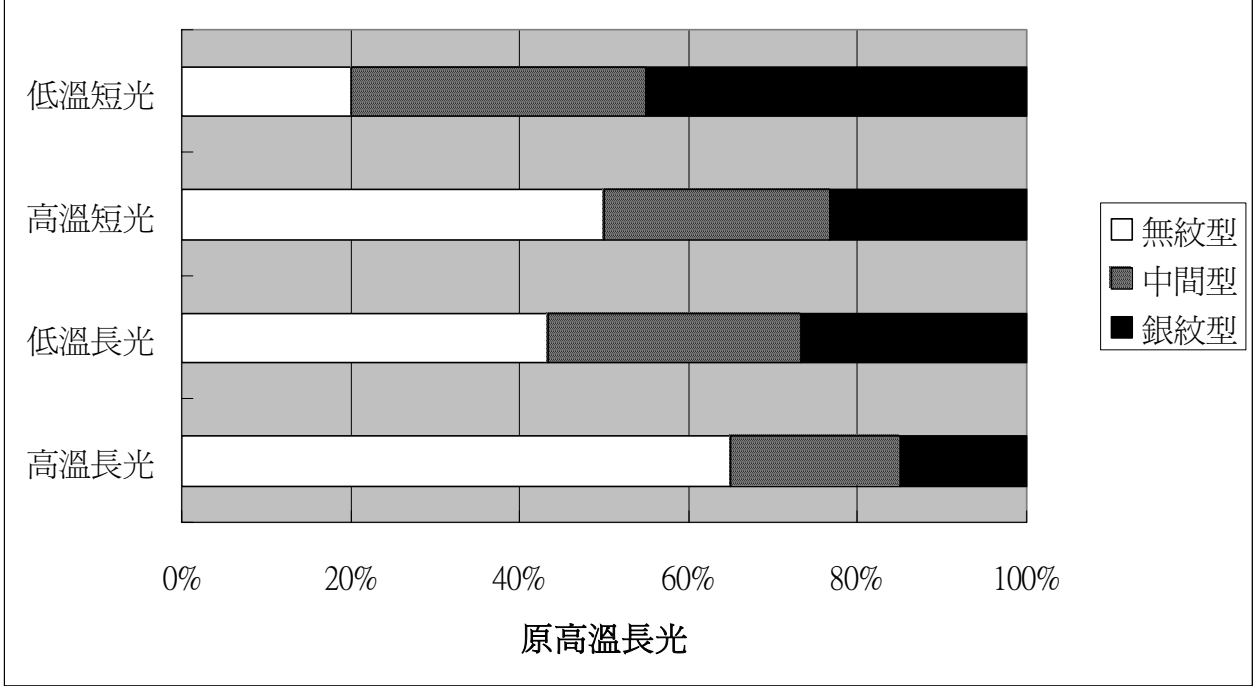
圖一：夏季野外淡黃蝶採集紀錄



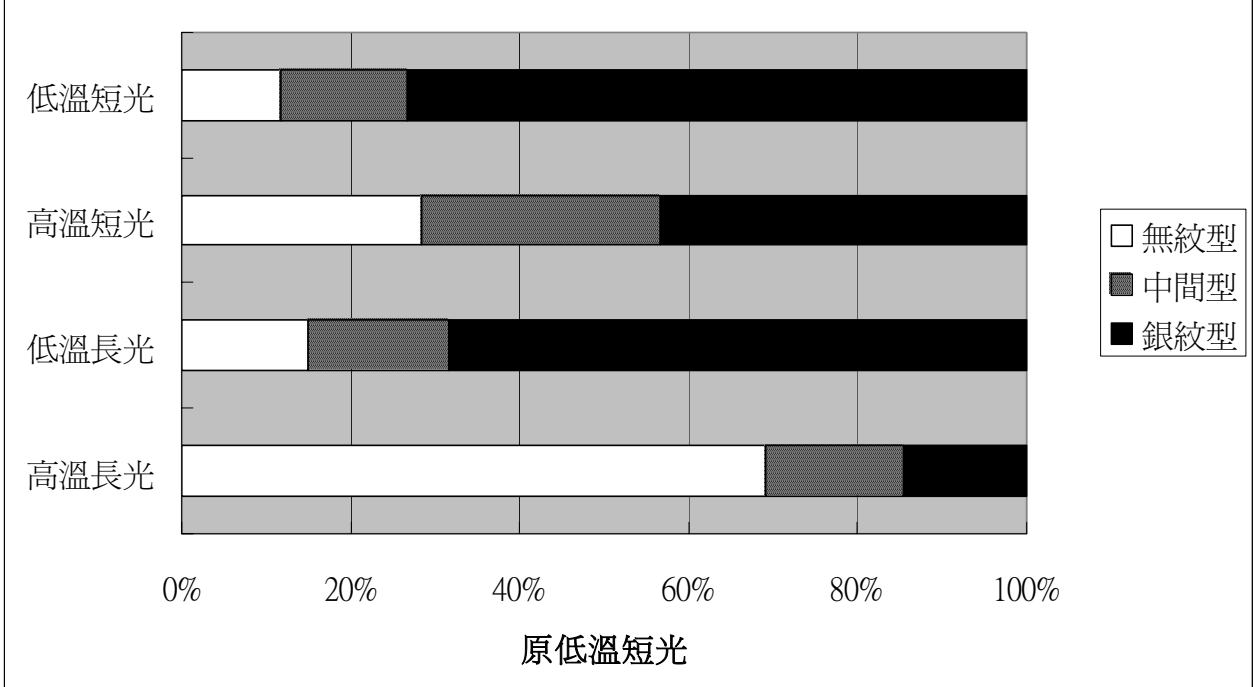
圖二：冬季野外淡黃蝶採集紀錄



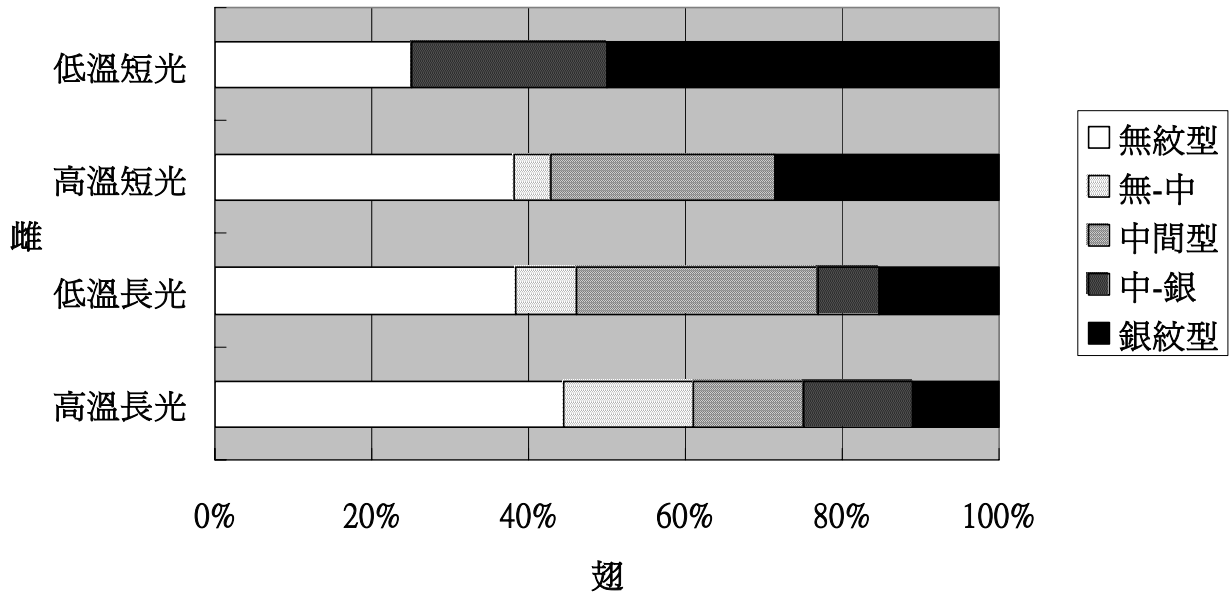
圖三：不同溫度與光週期對淡黃蝶型態的影響



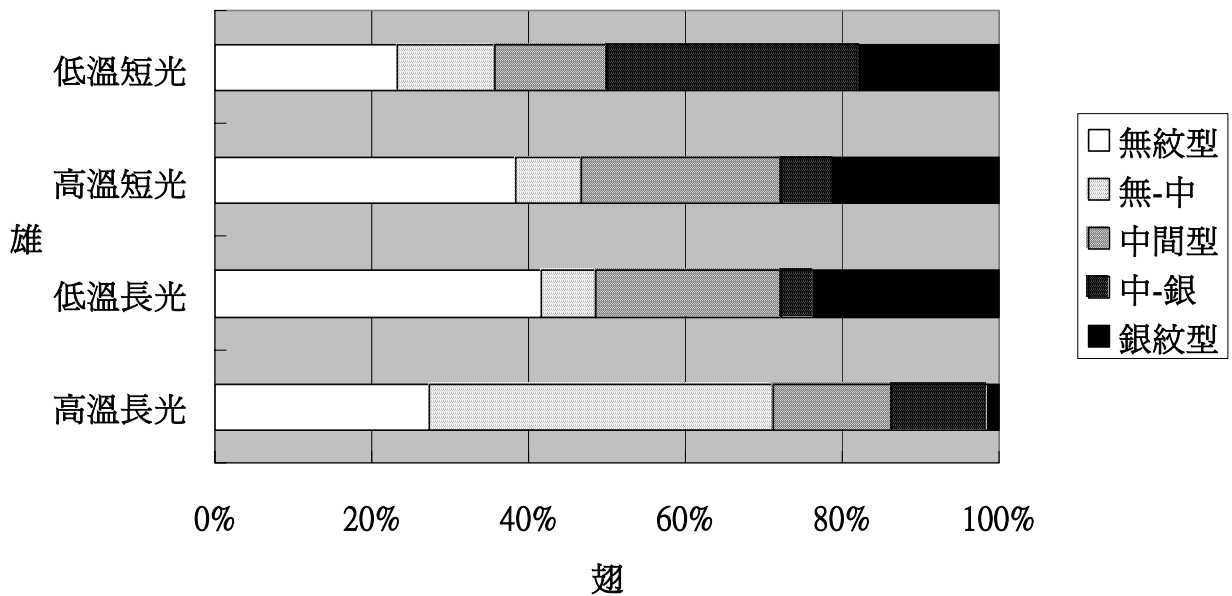
圖四：不同溫度與光週期對淡黃蝶型態的影響



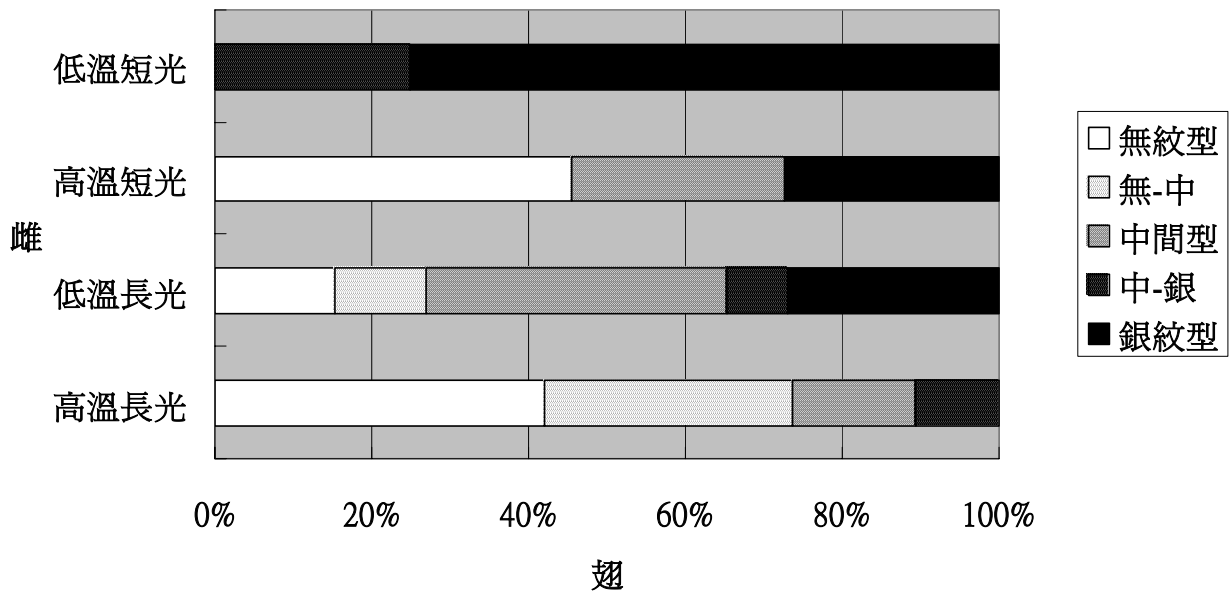
圖五
三齡幼蟲



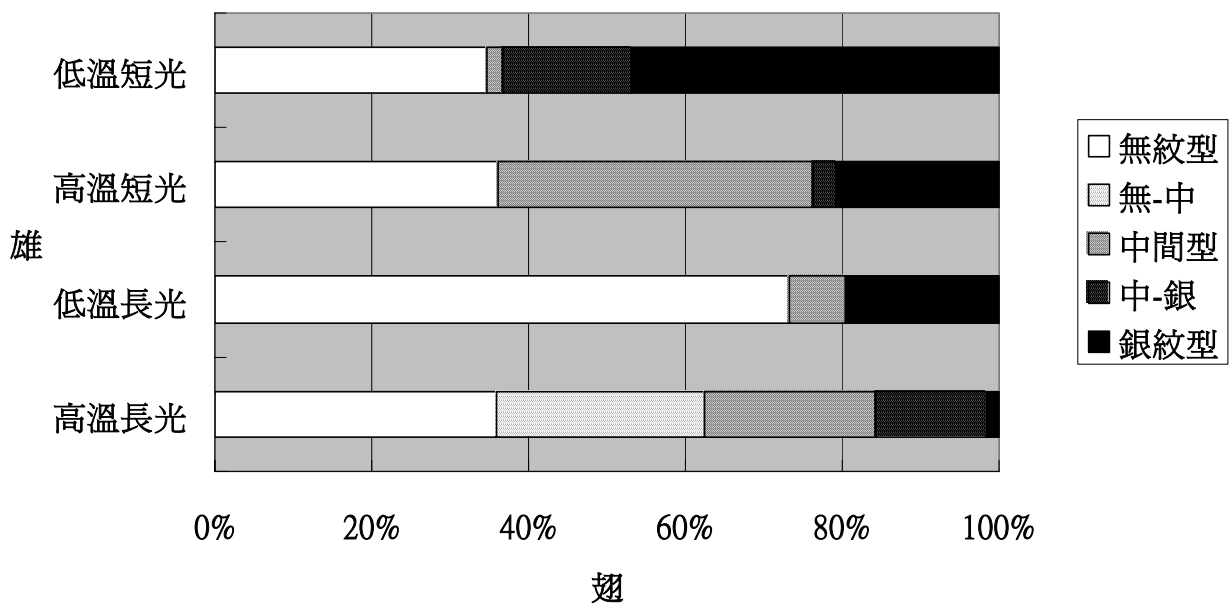
圖六
三齡幼蟲



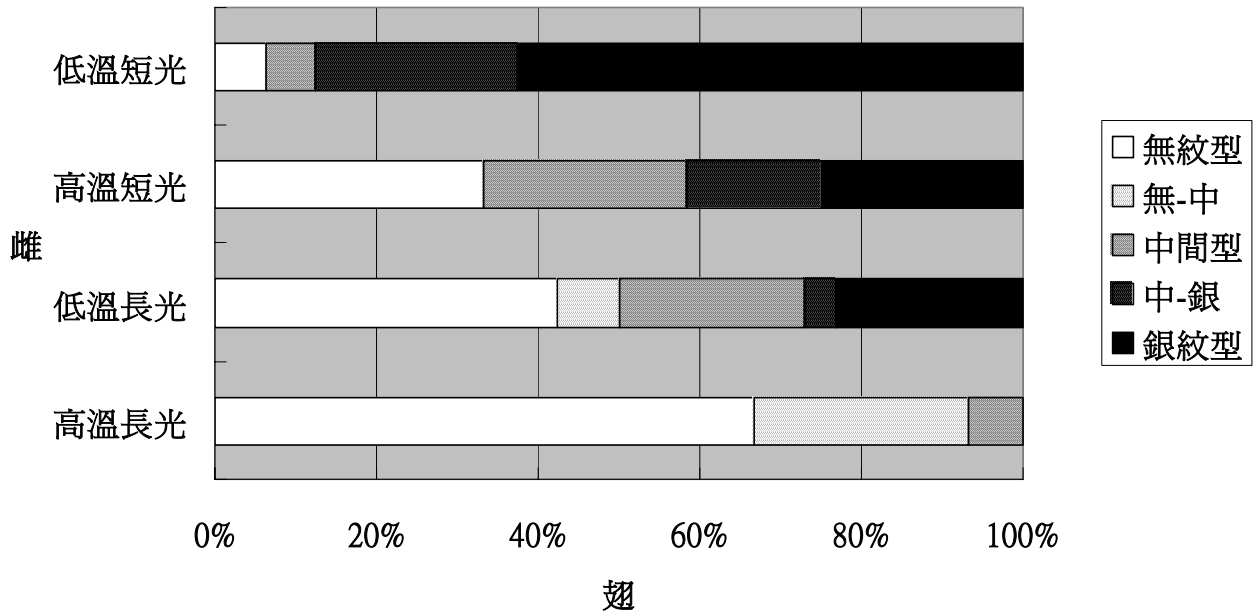
圖七
四齡幼蟲



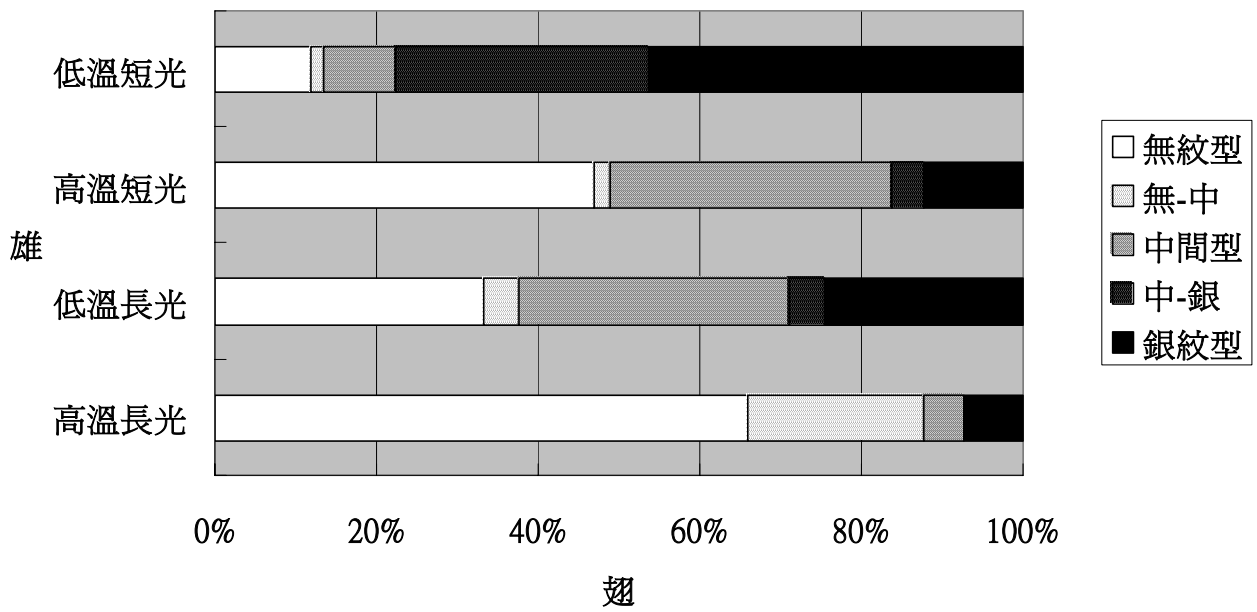
圖八
四齡幼蟲



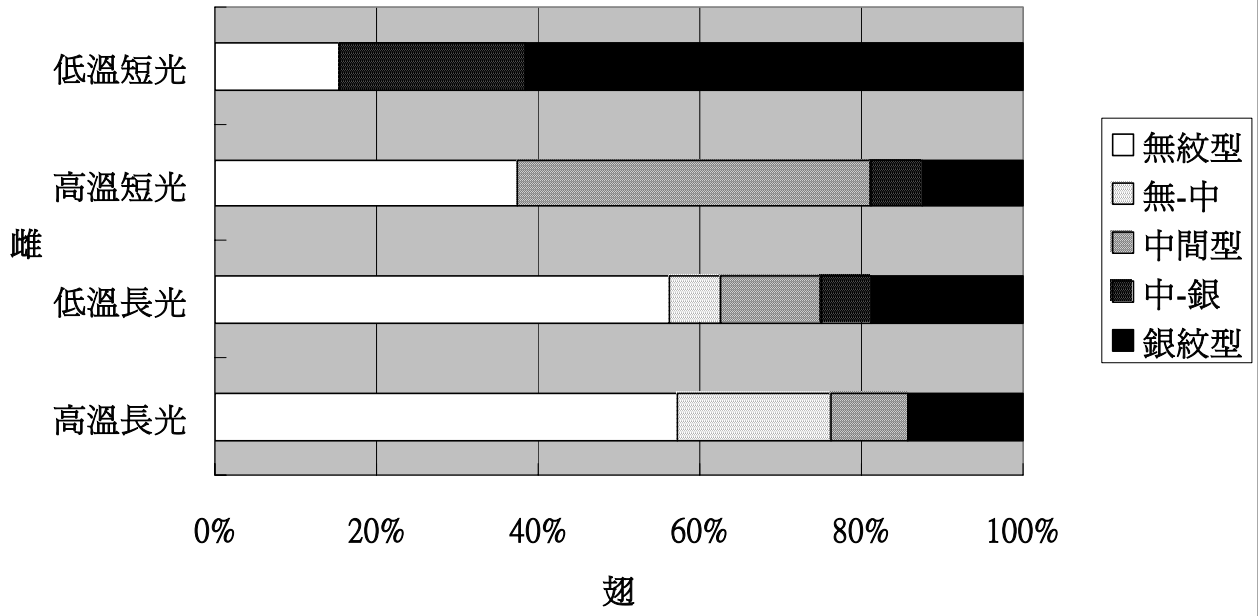
圖九
五齡幼蟲



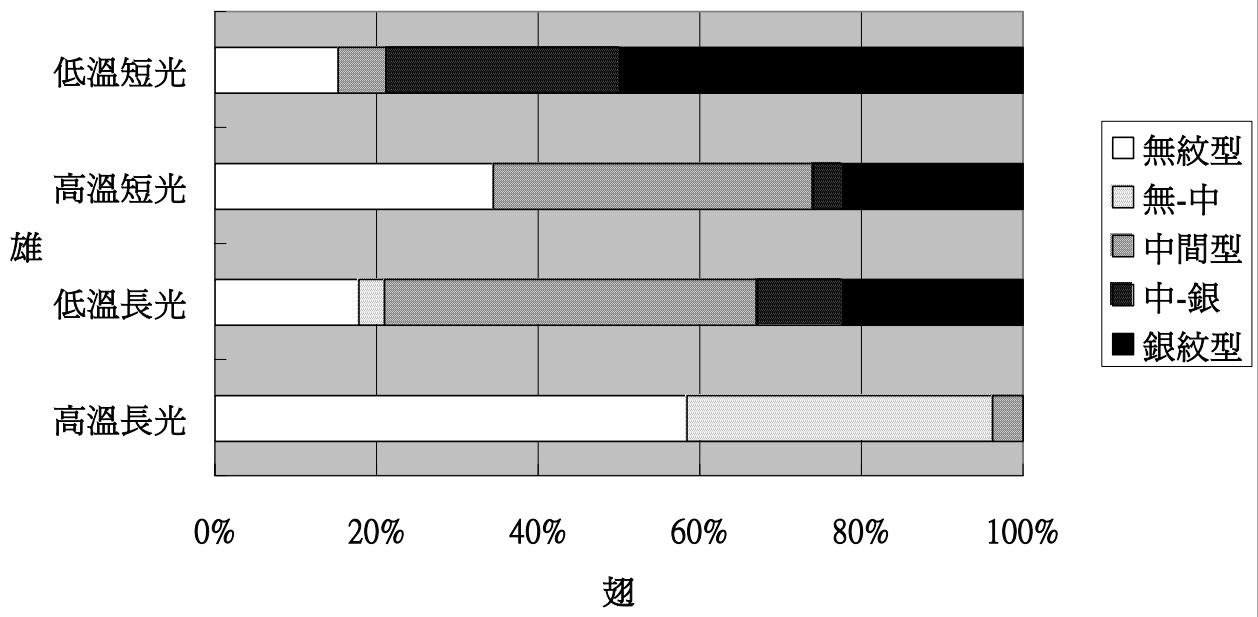
圖十
五齡幼蟲



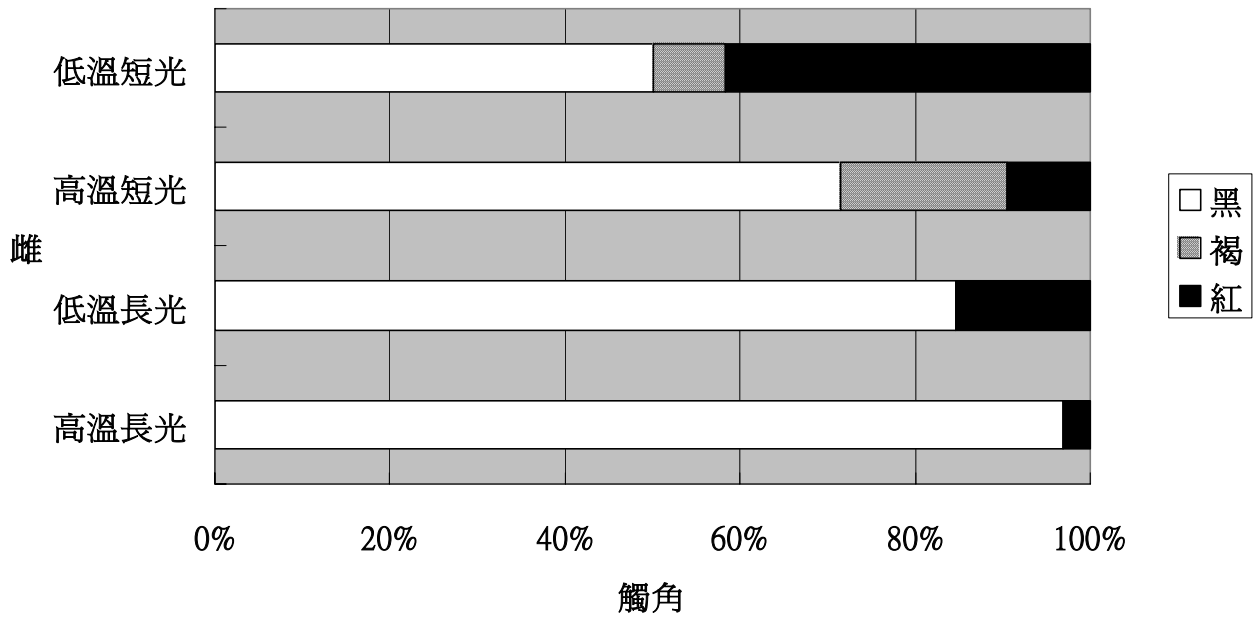
圖十一
蛹



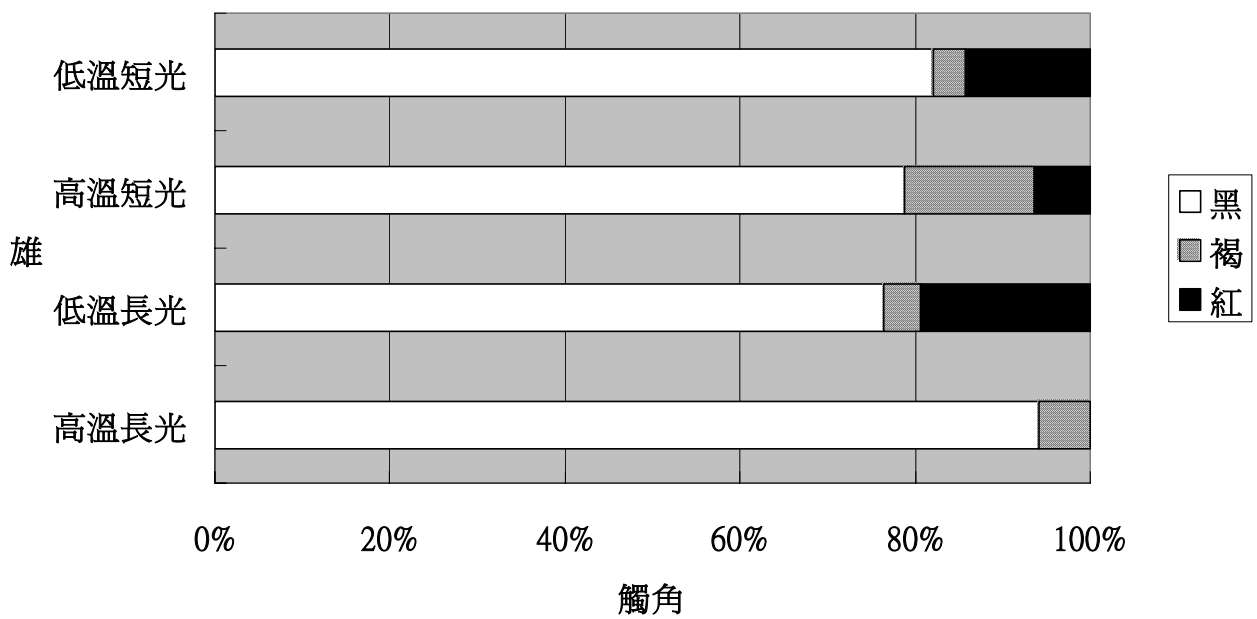
圖十二
蛹



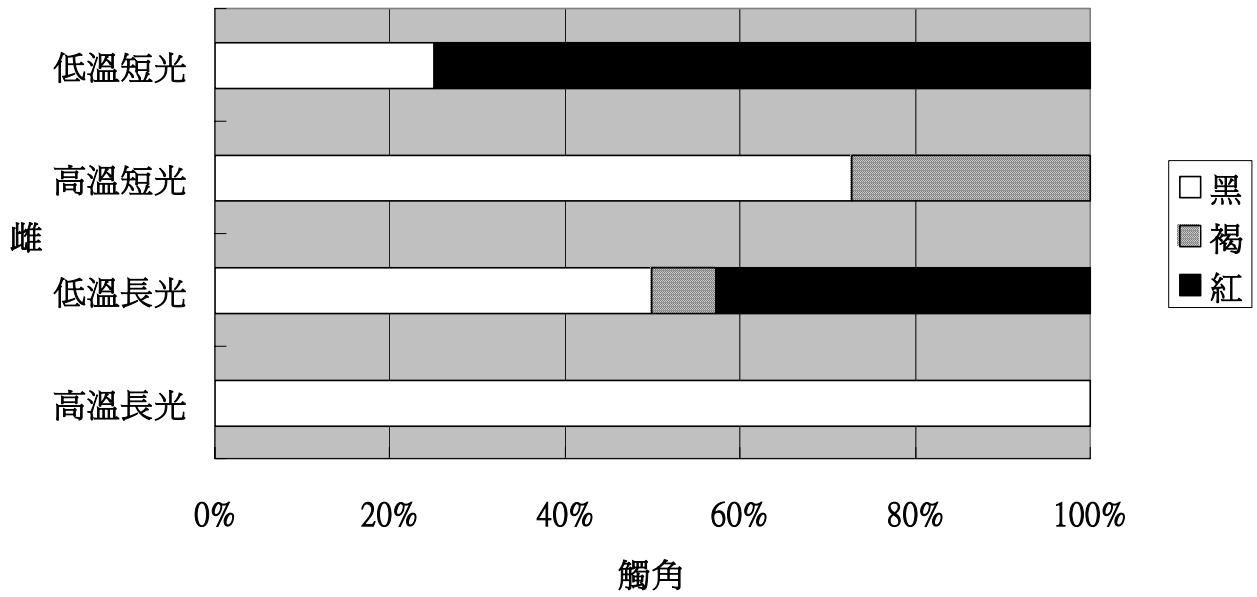
圖十三
三齡幼蟲



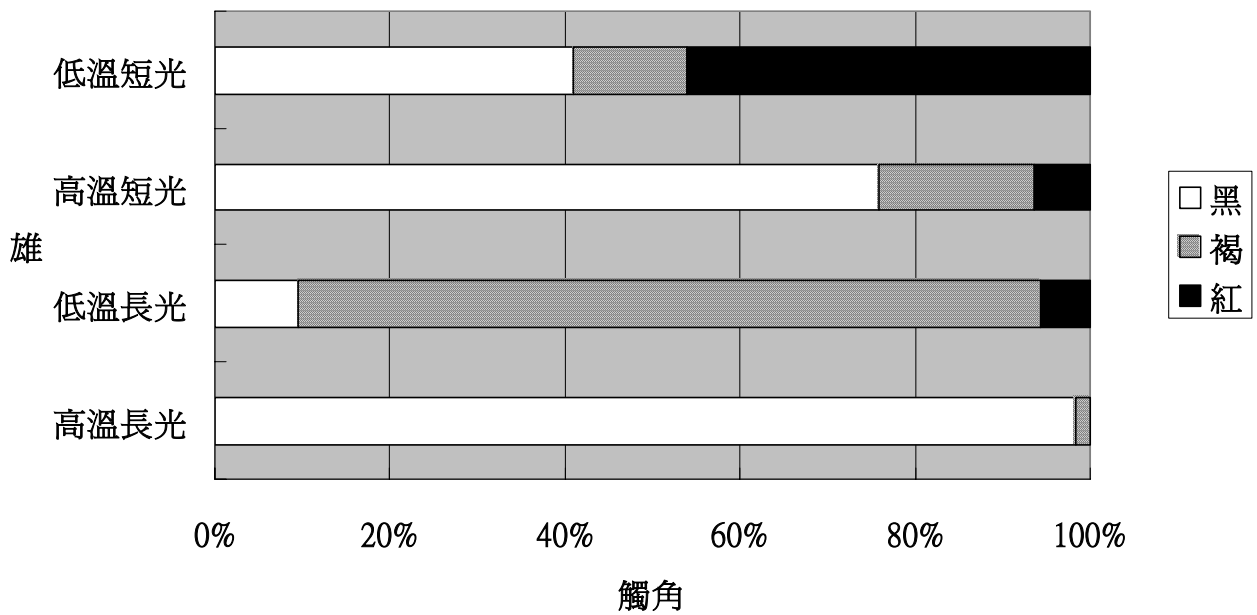
圖十四
三齡幼蟲



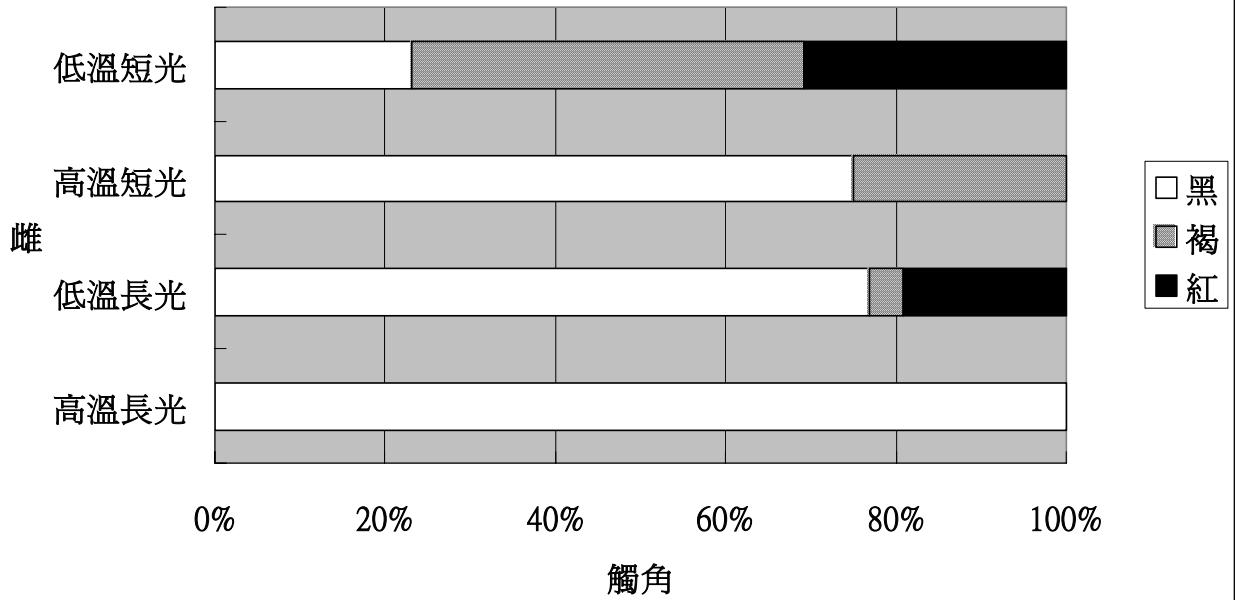
圖十五
四齡幼蟲



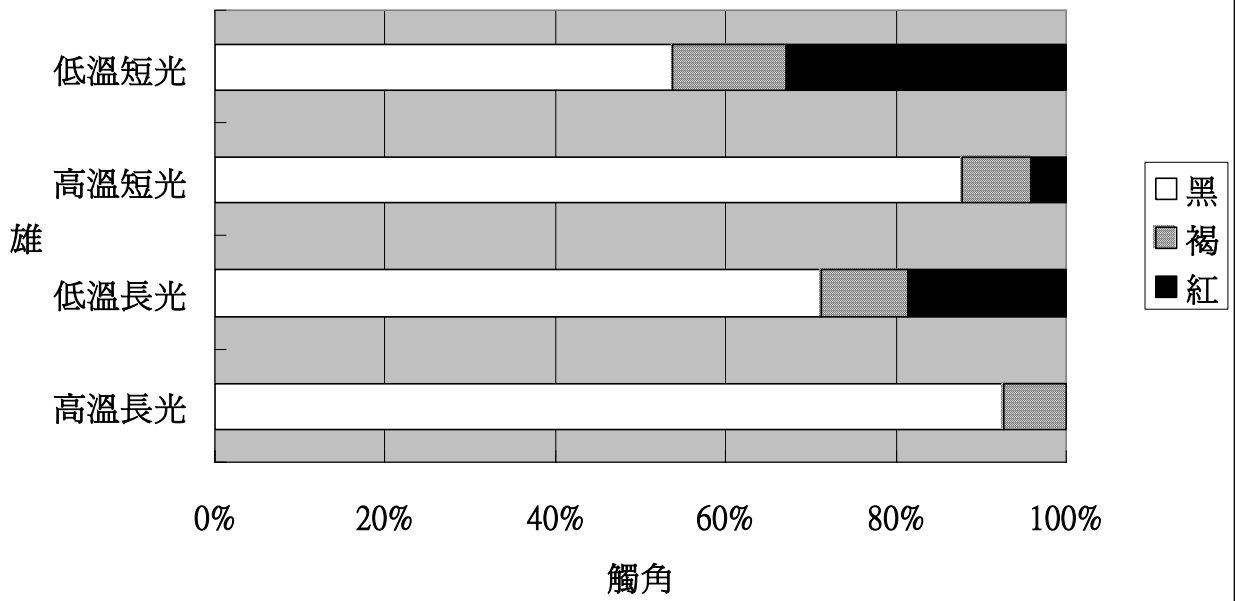
圖十六
四齡幼蟲



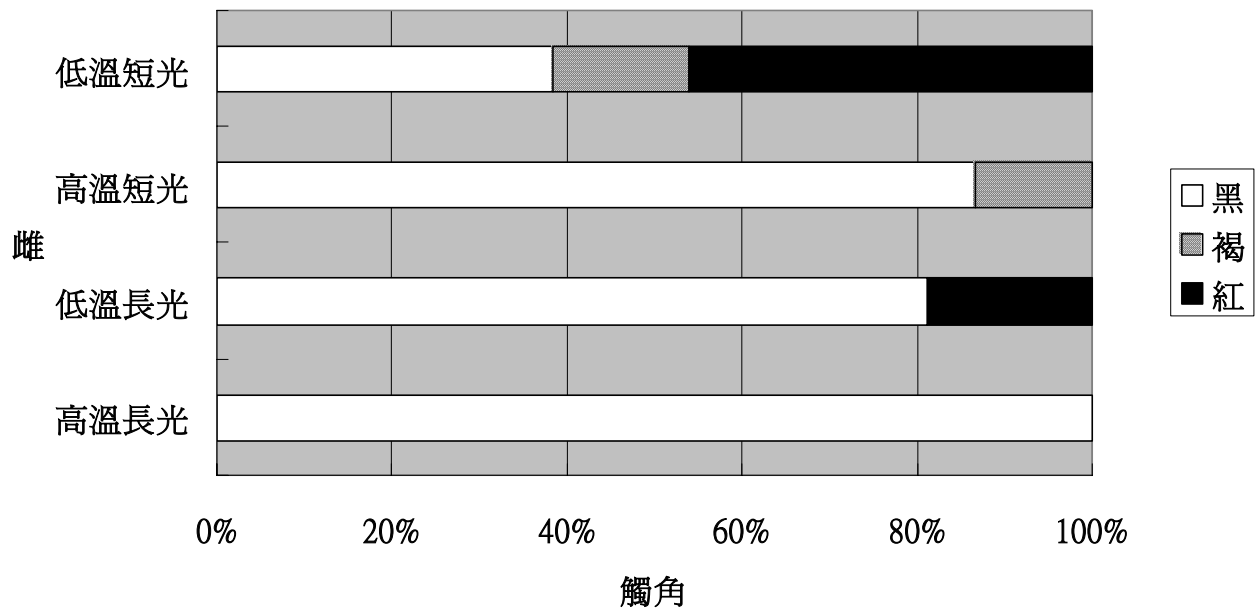
圖十七
五齡幼蟲



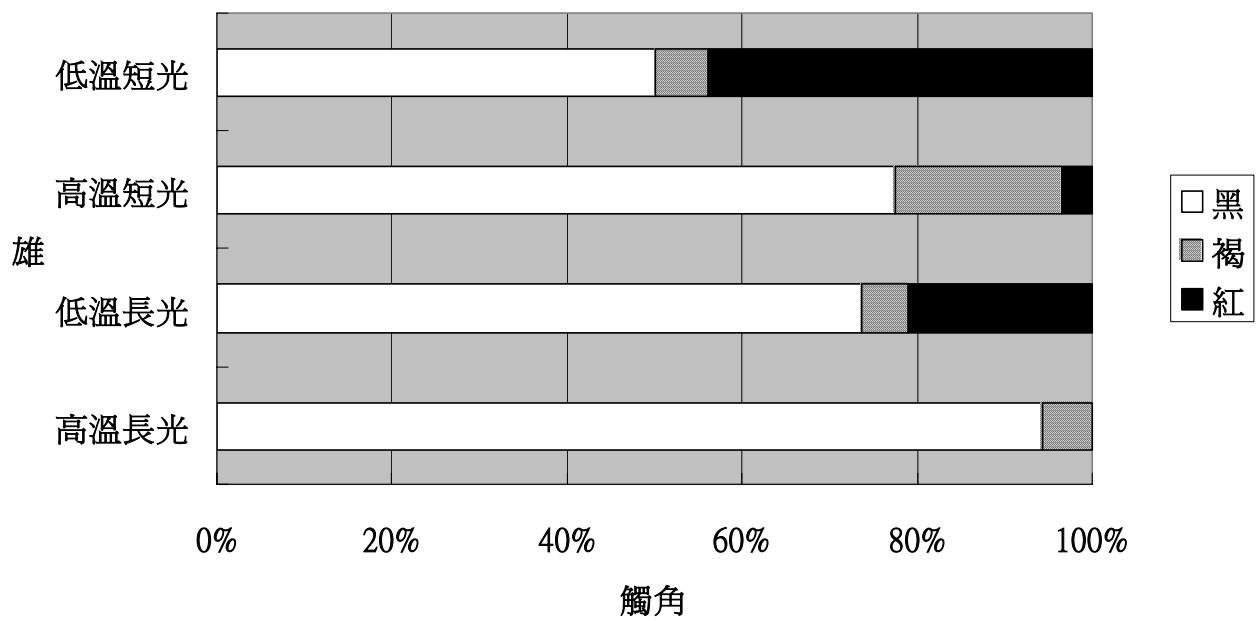
圖十八
五齡幼蟲



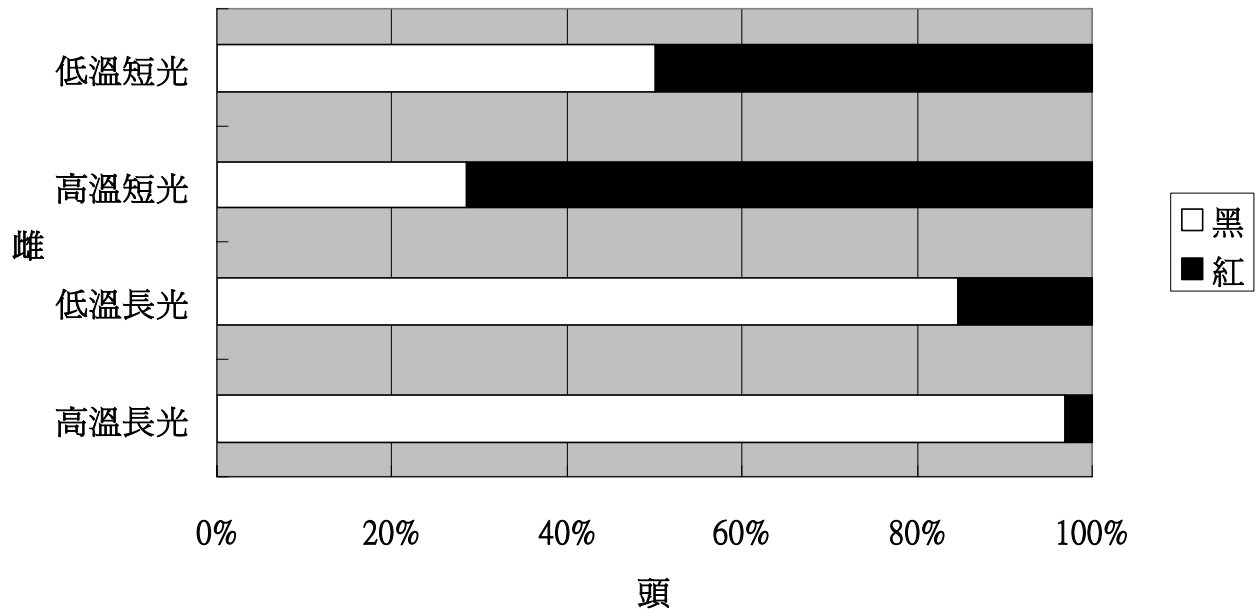
圖十九
蛹



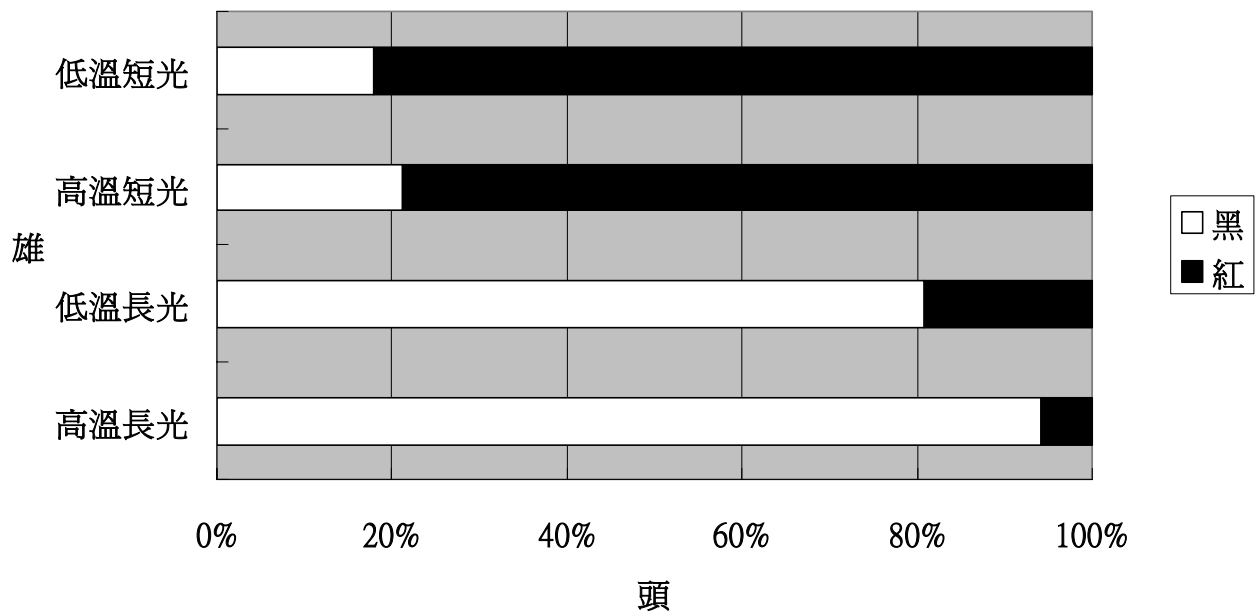
圖二十
蛹



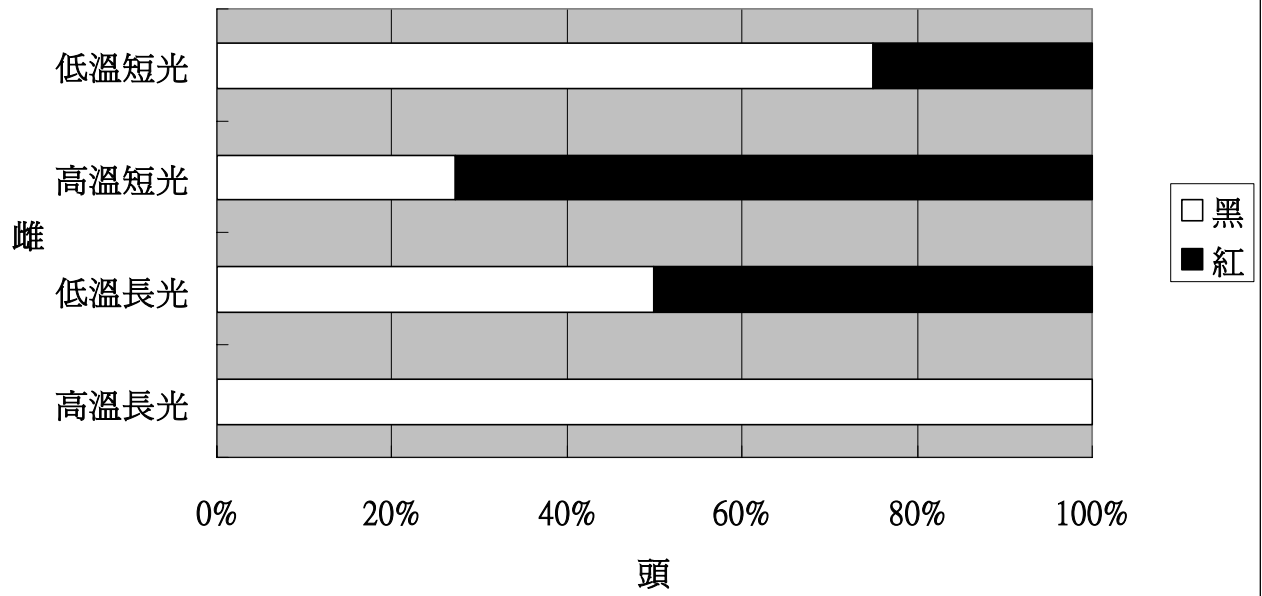
圖二十一
三齡幼蟲



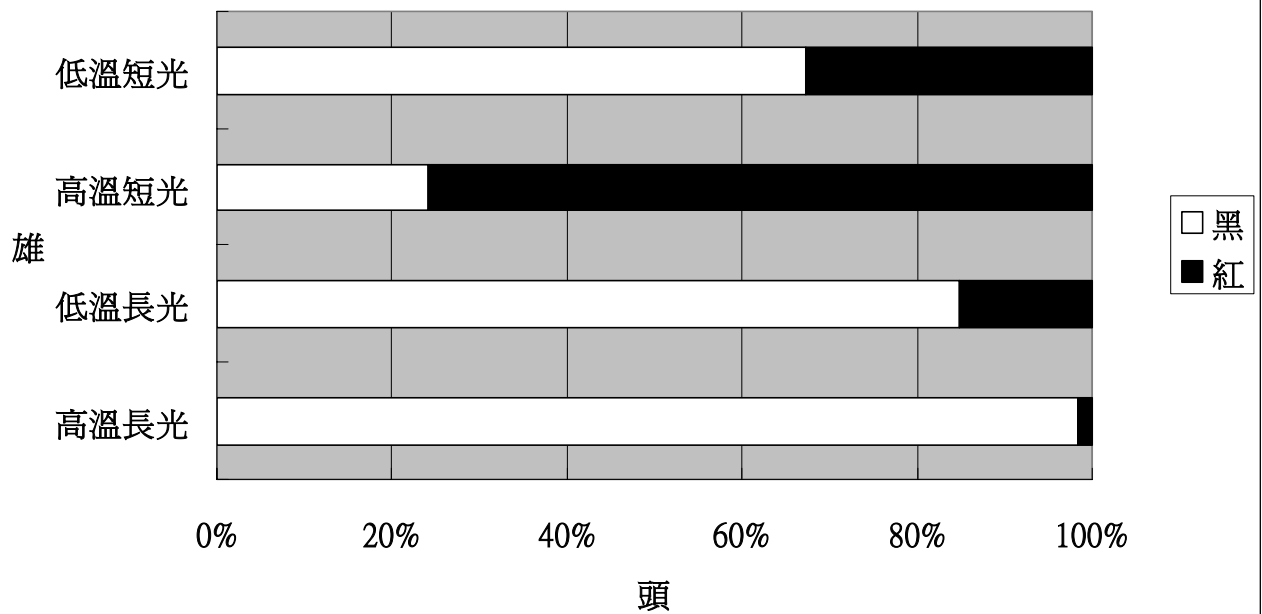
圖二十二
三齡幼蟲



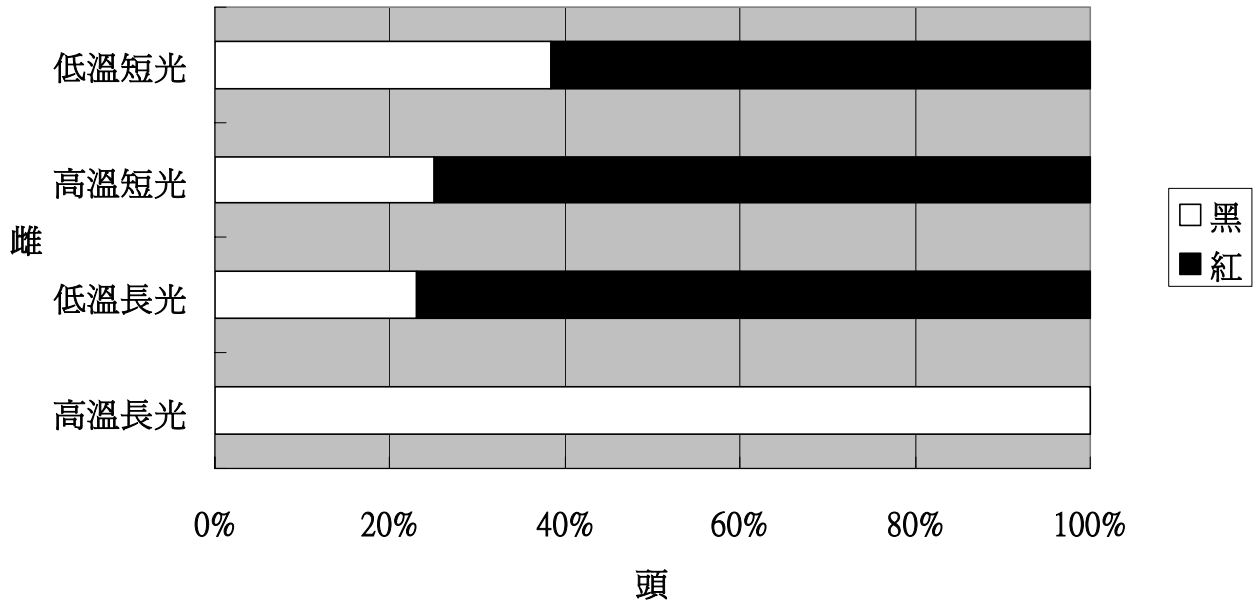
圖二十三
四齡幼蟲



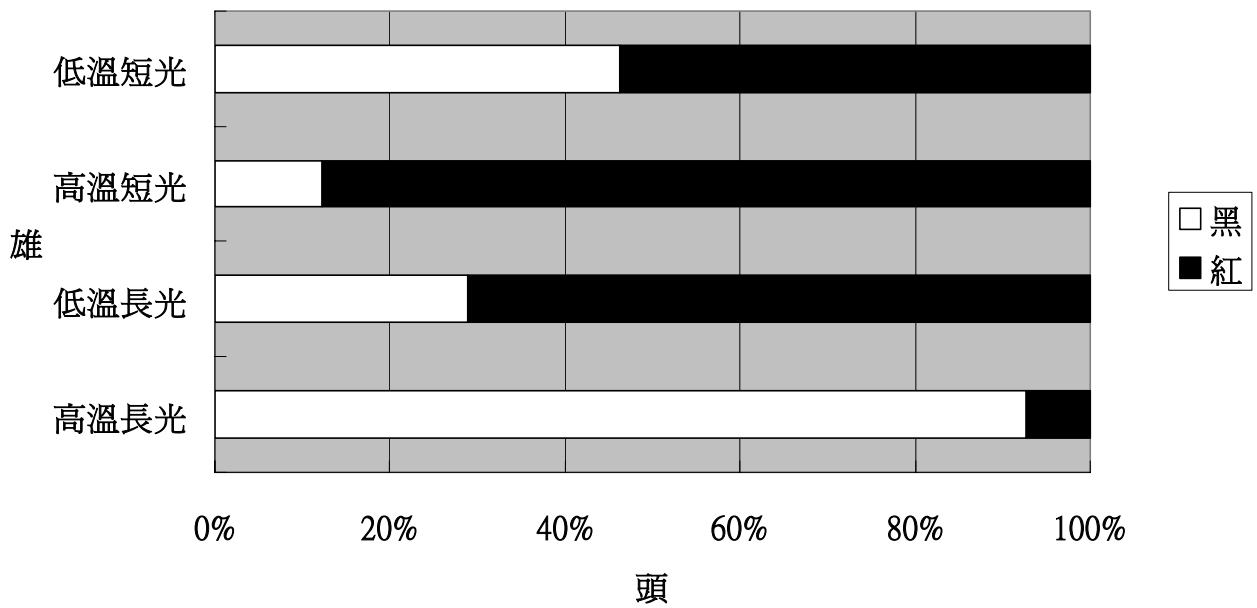
圖二十四
四齡幼蟲



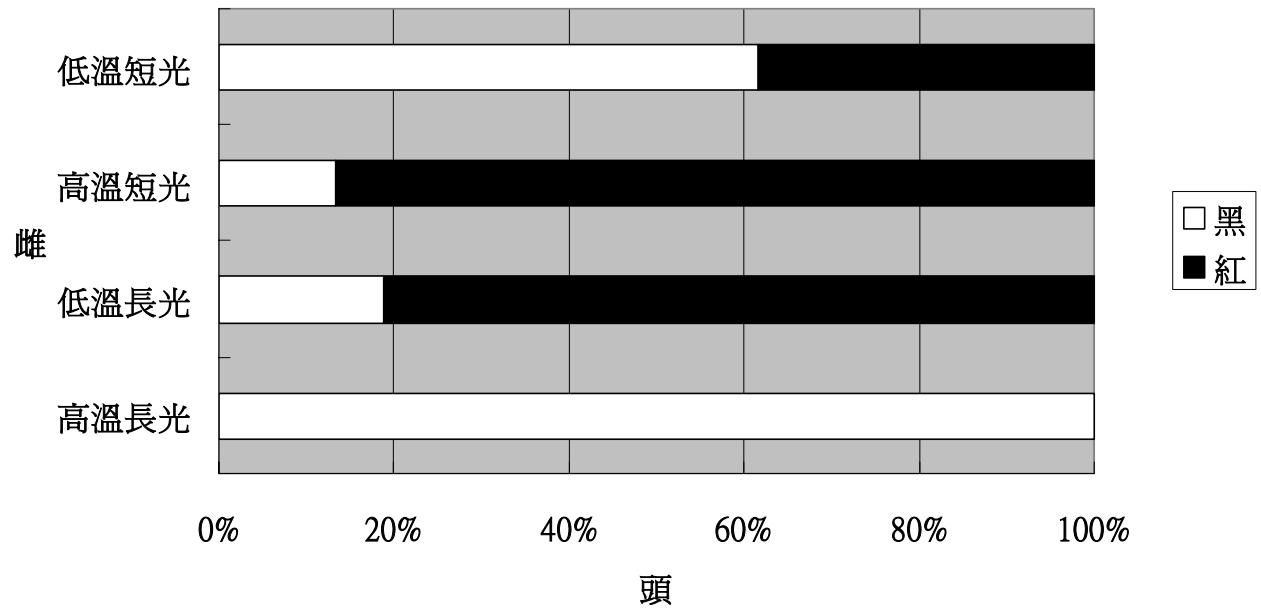
圖二十五
五齡幼蟲



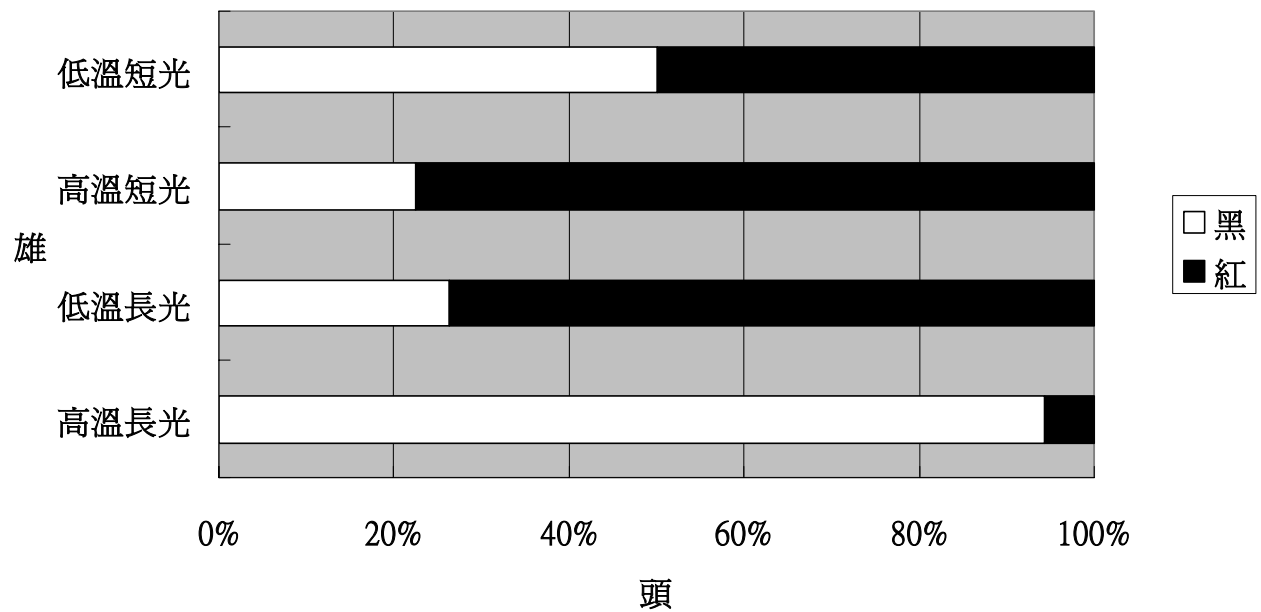
圖二十六
五齡幼蟲



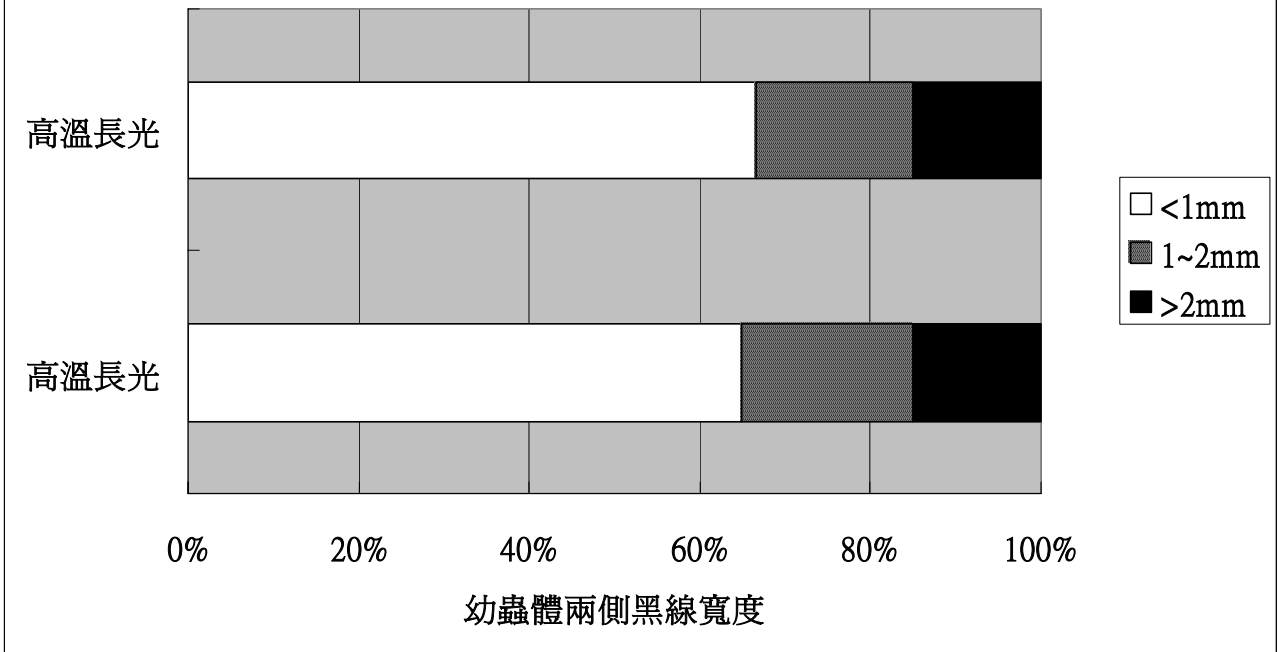
圖二十七
蛹



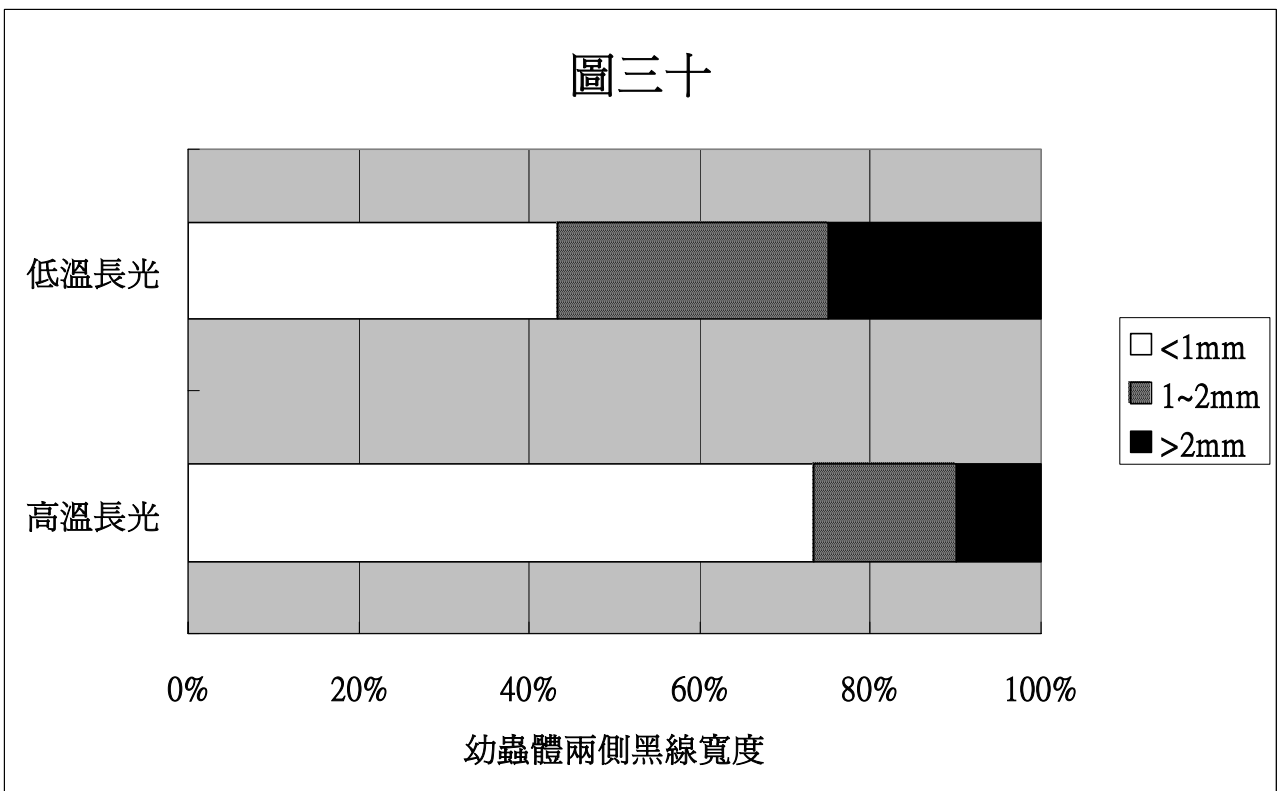
圖二十八
蛹



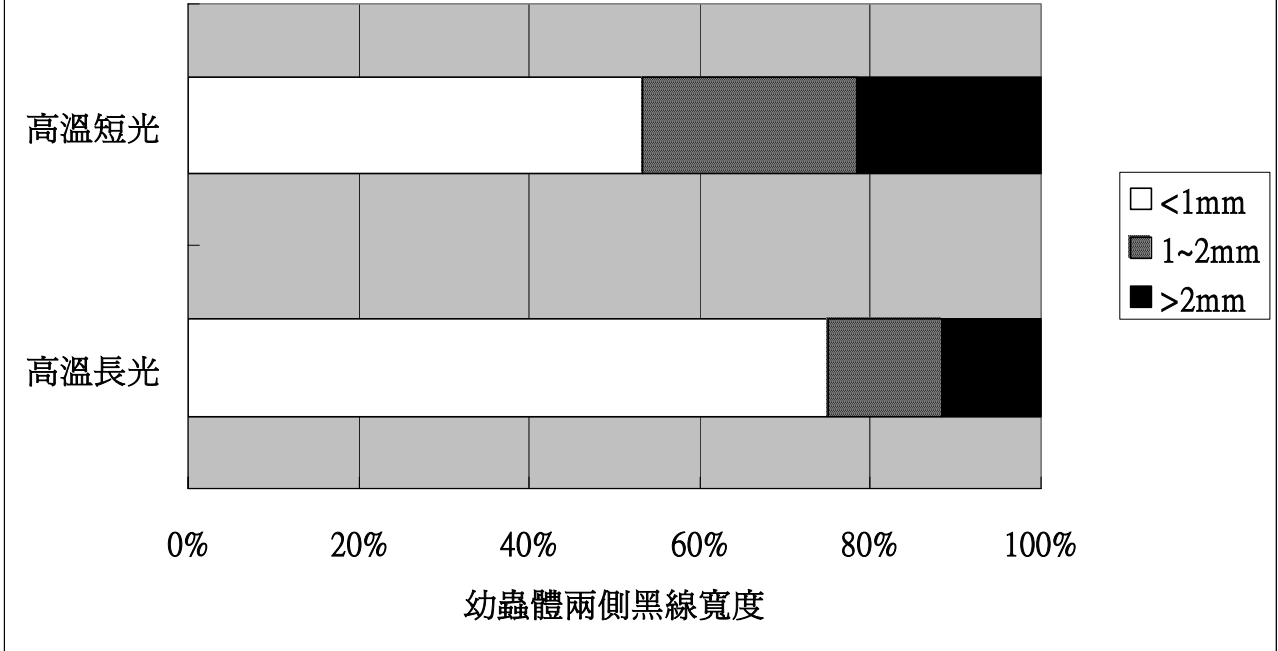
圖二十九



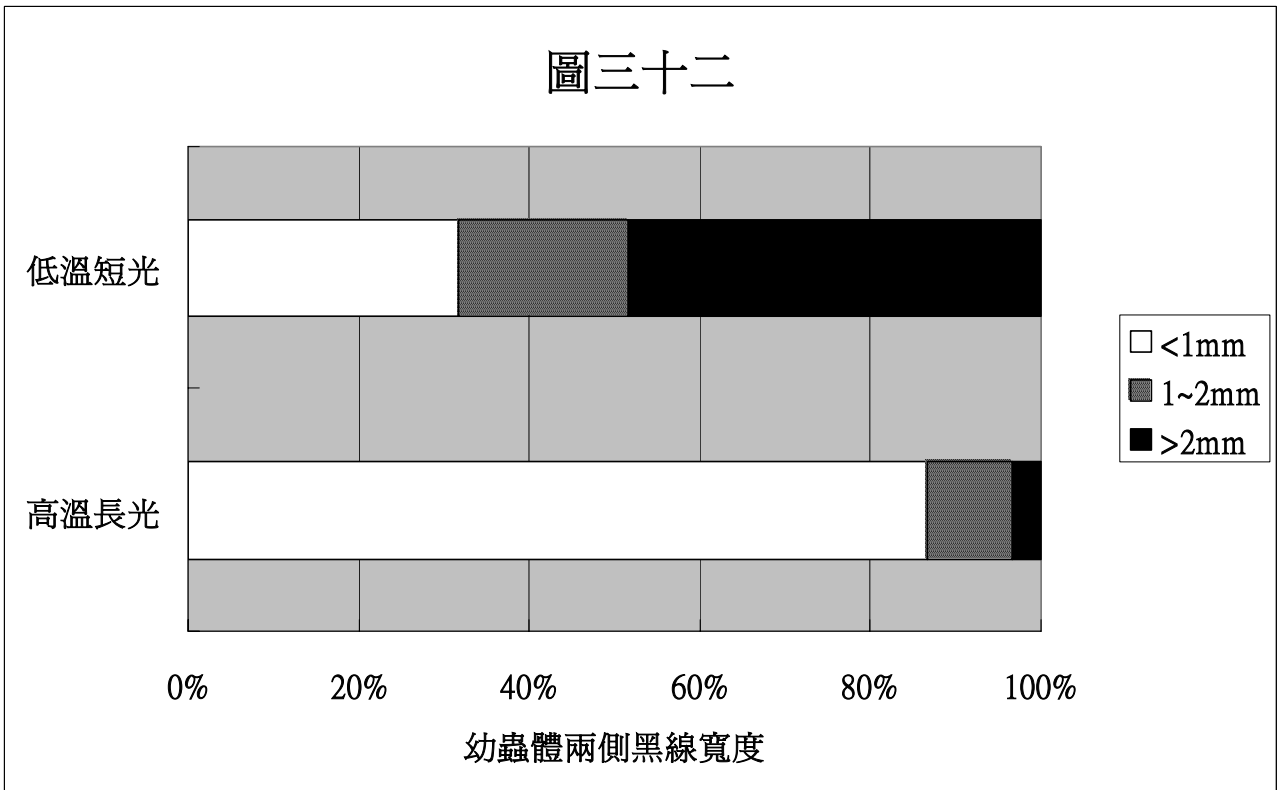
圖三十



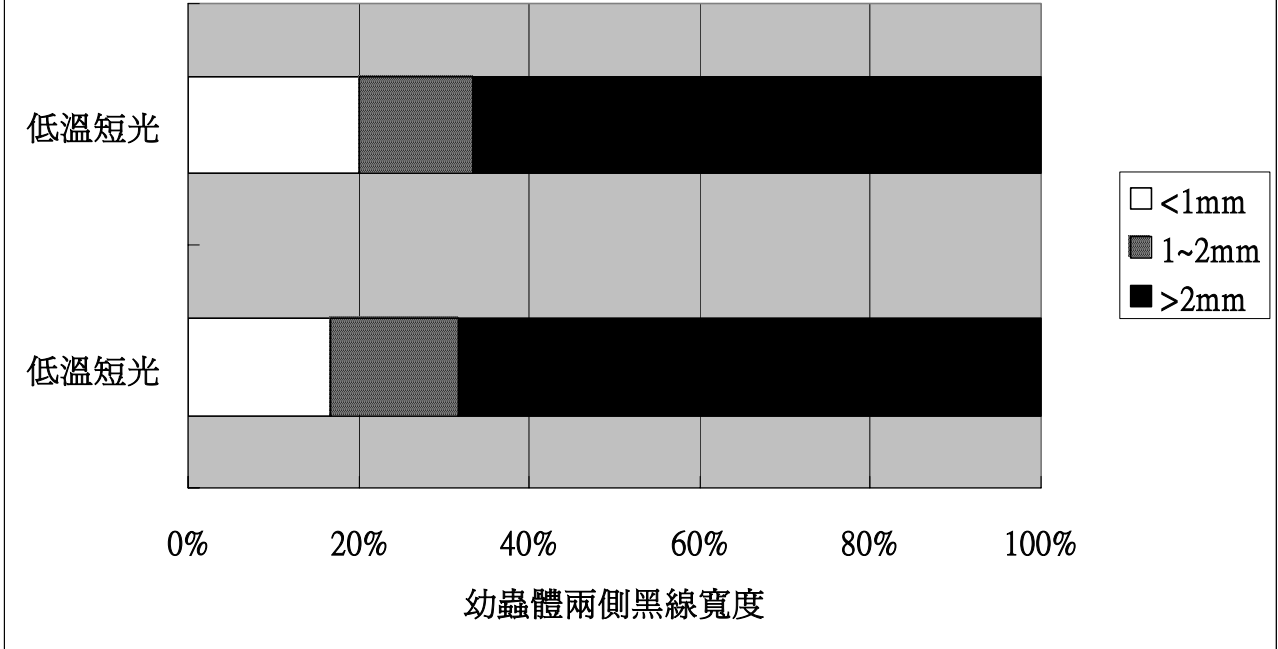
圖三十一



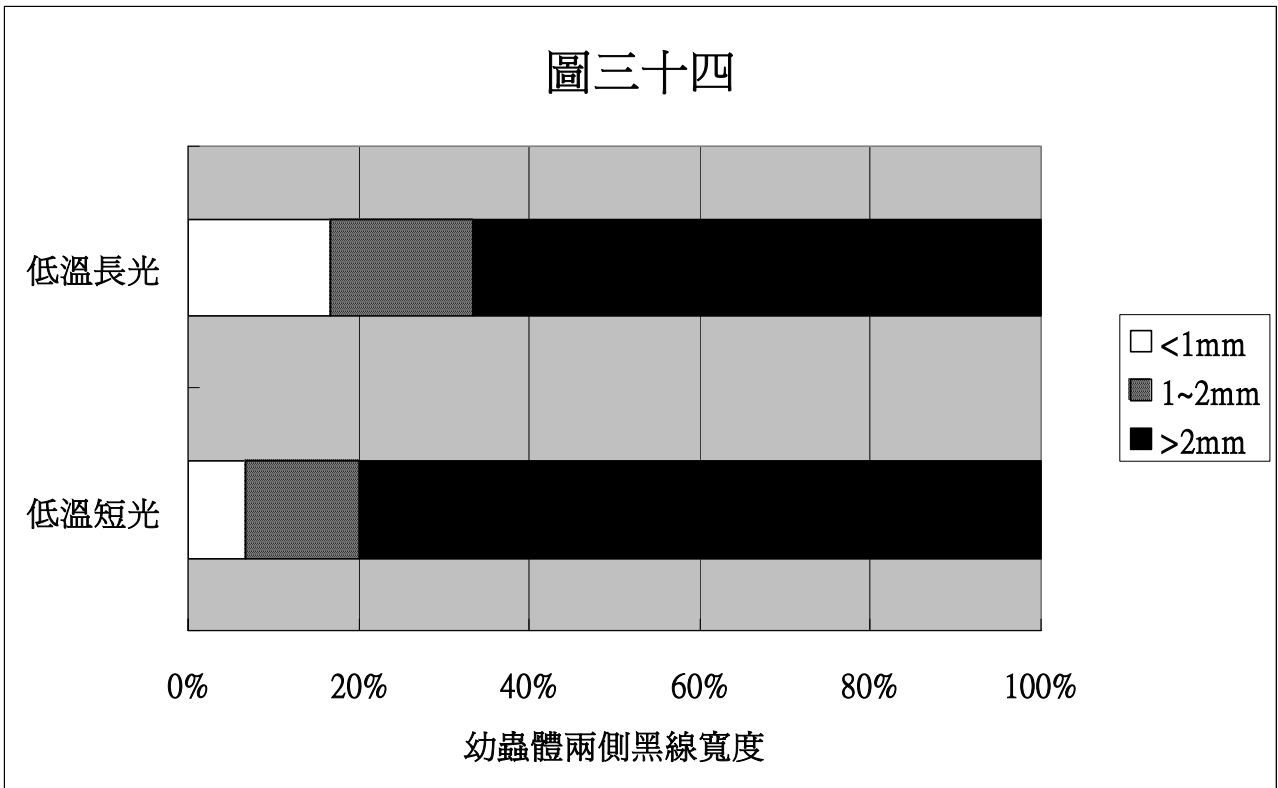
圖三十二



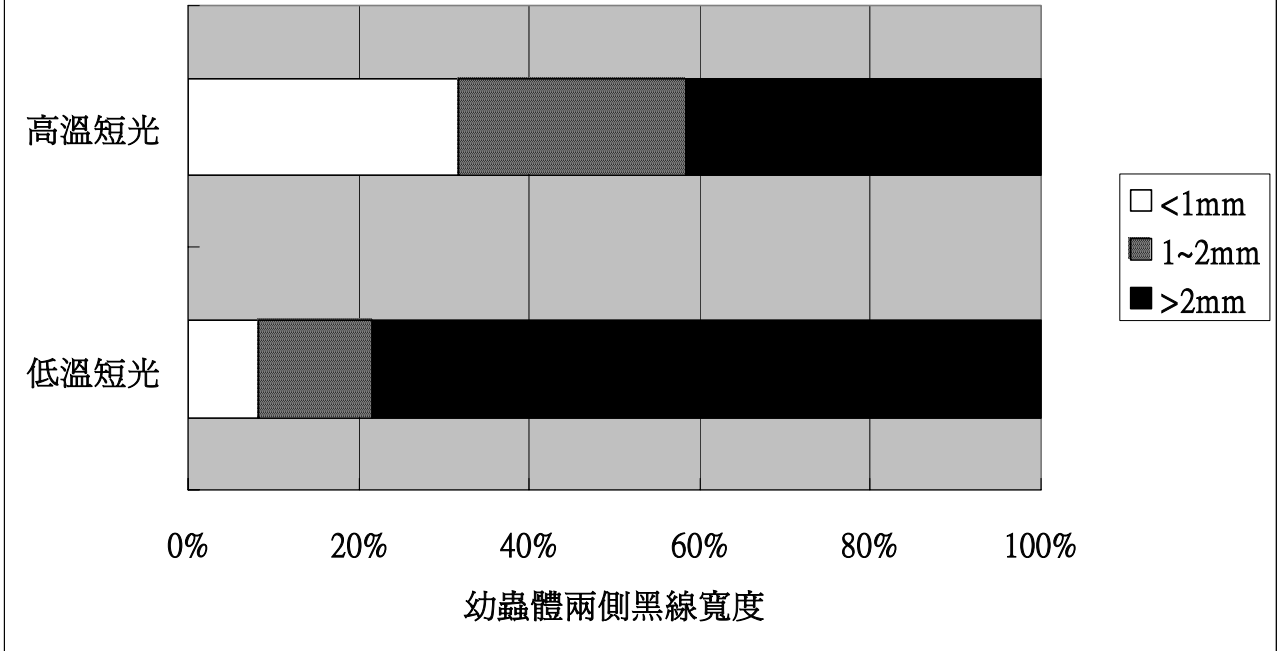
圖三十三



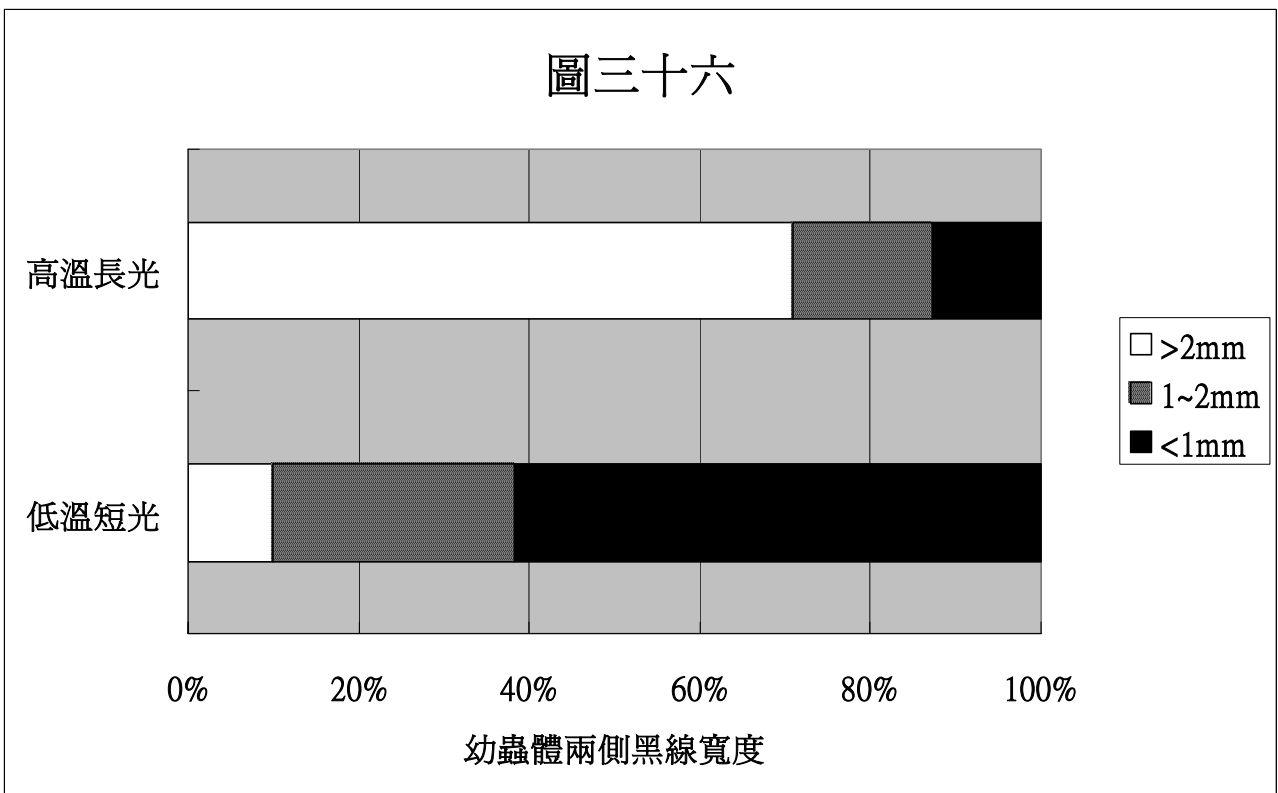
圖三十四



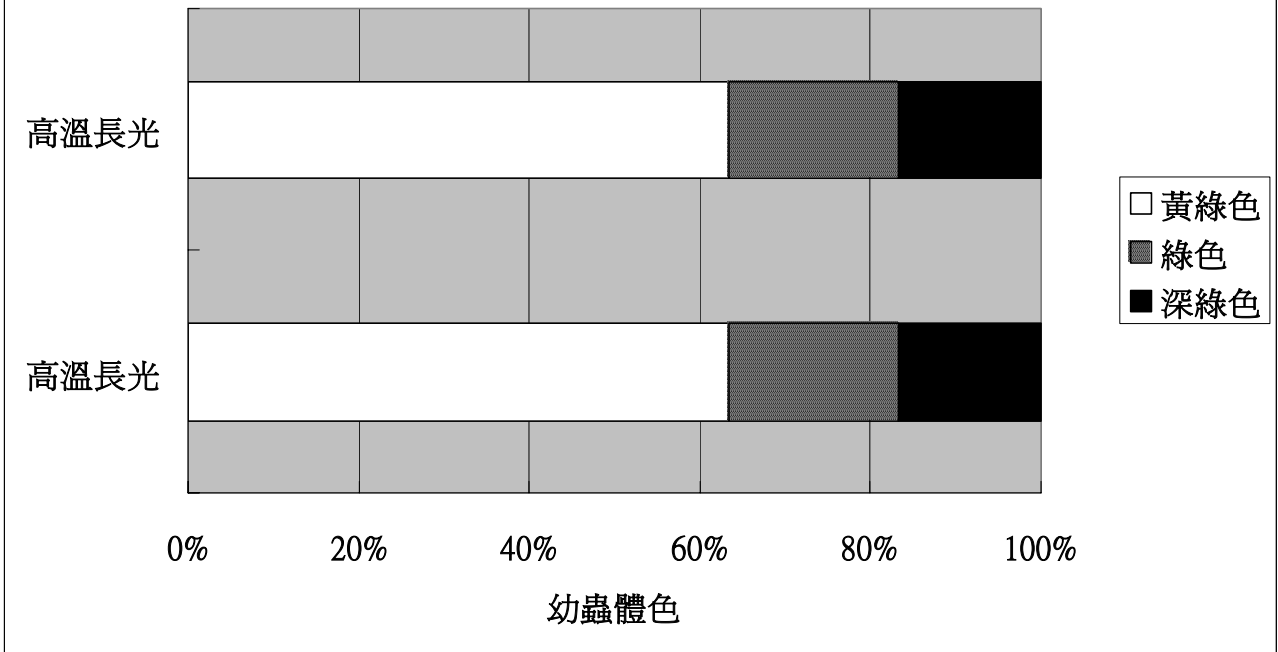
圖三十五



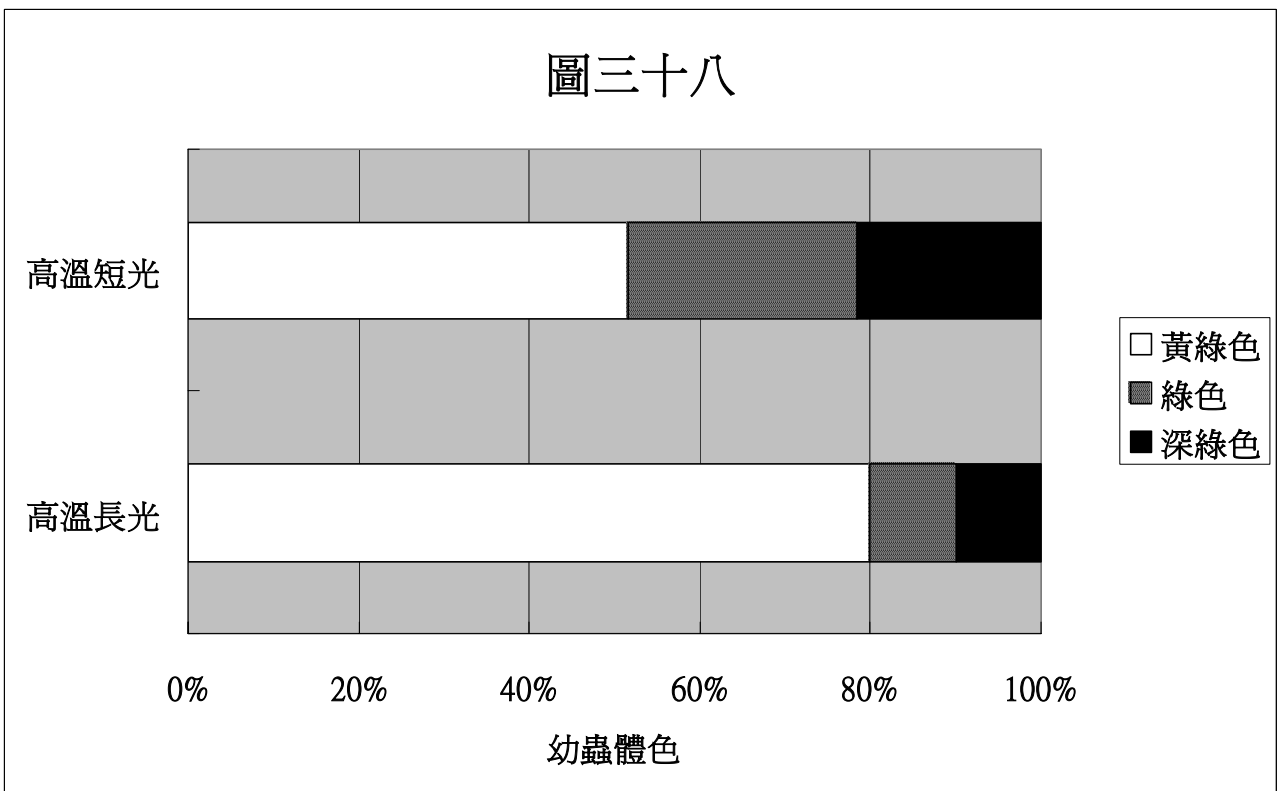
圖三十六



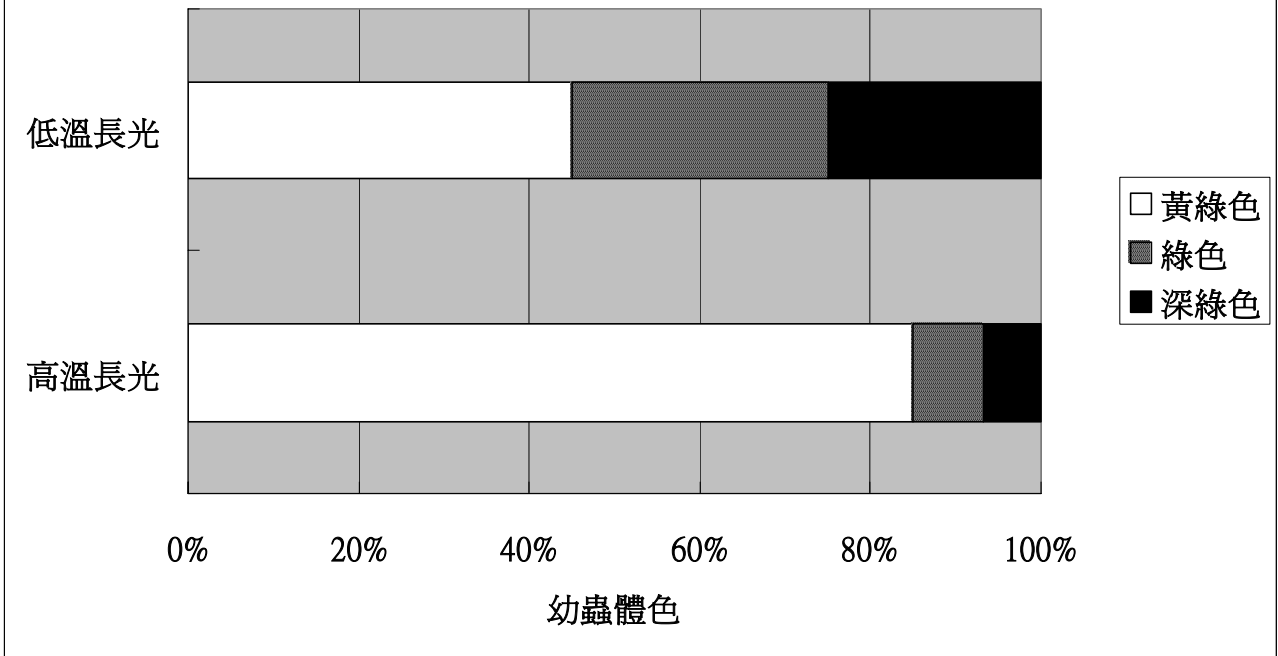
圖三十七



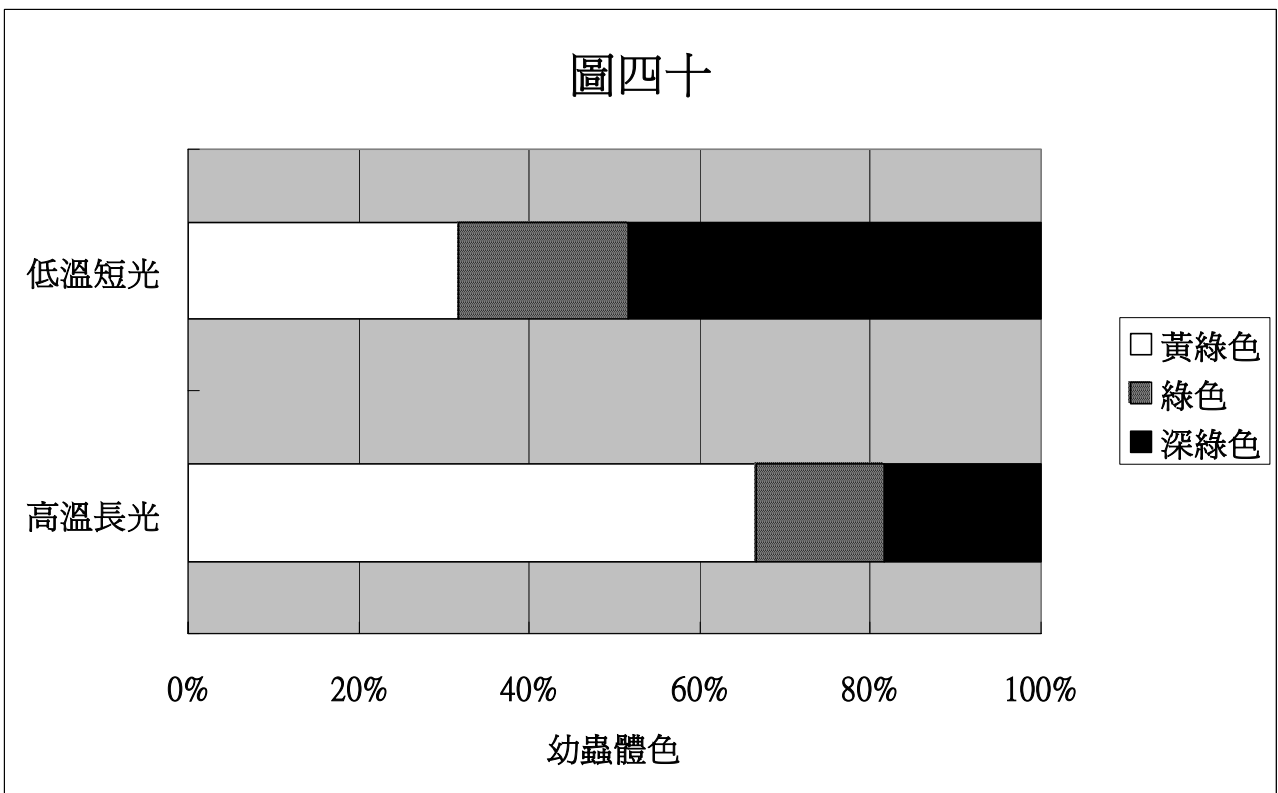
圖三十八



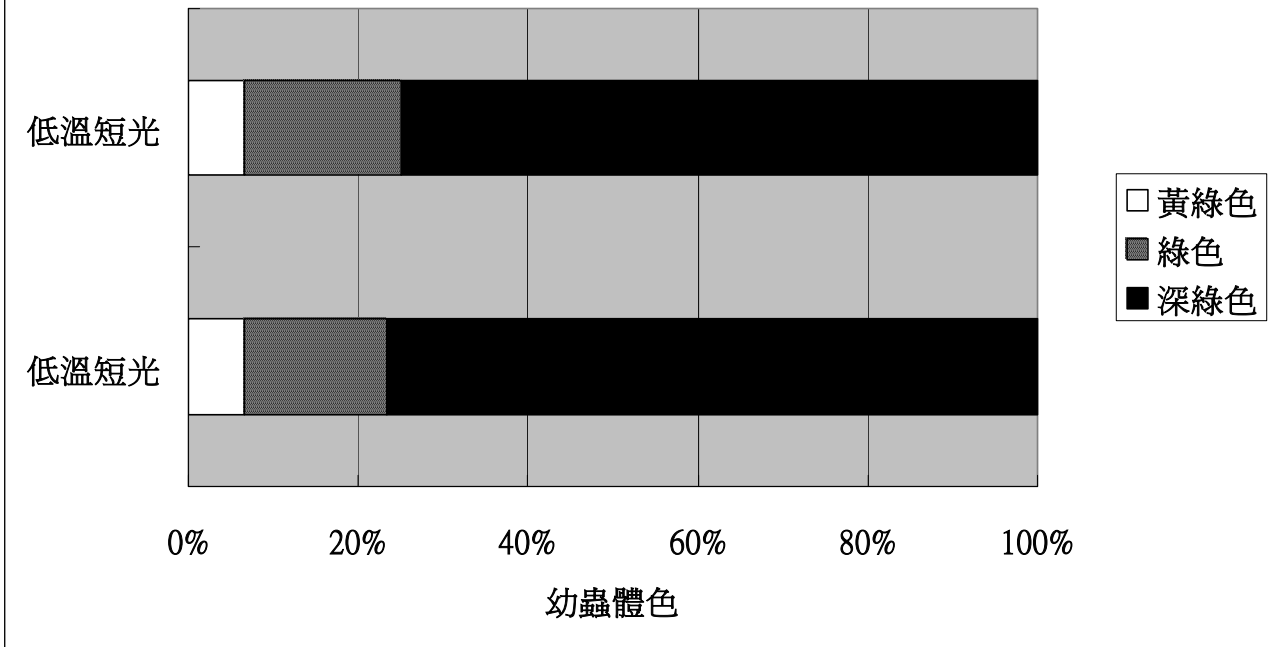
圖三十九



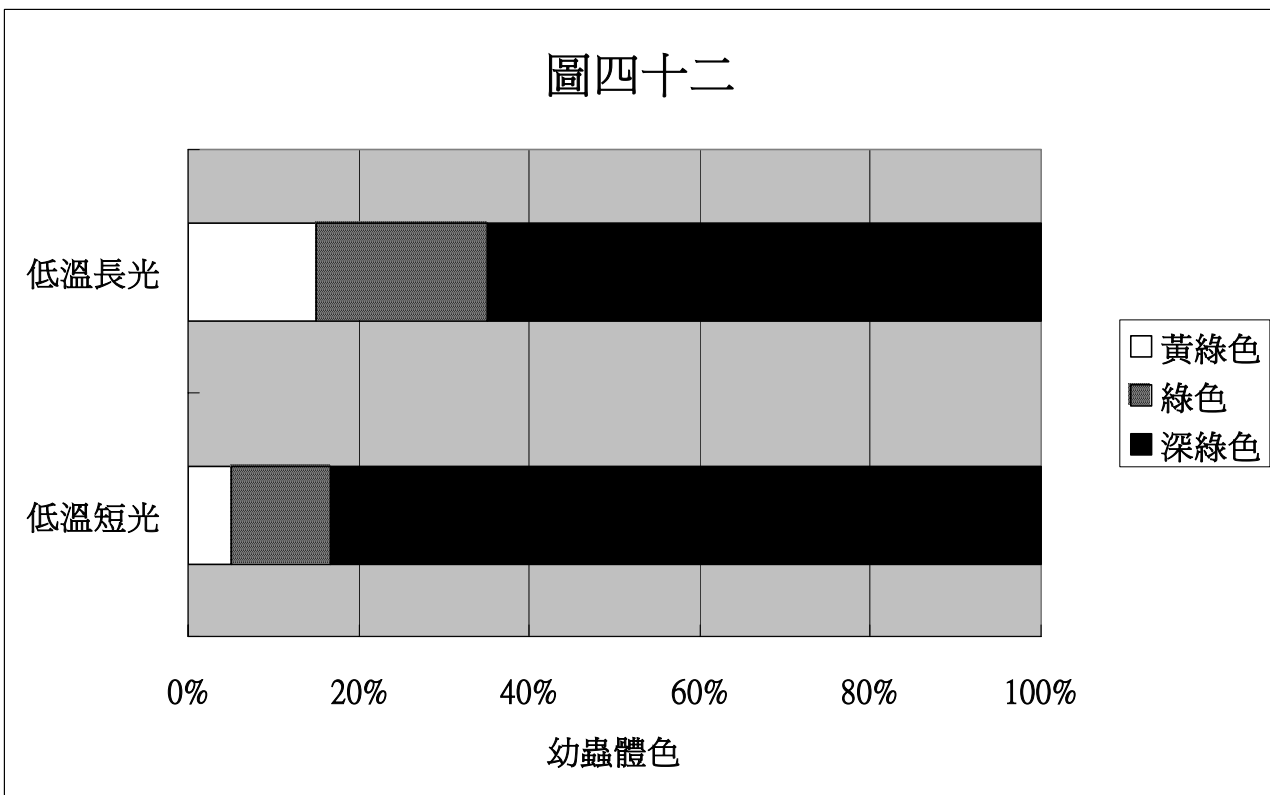
圖四十



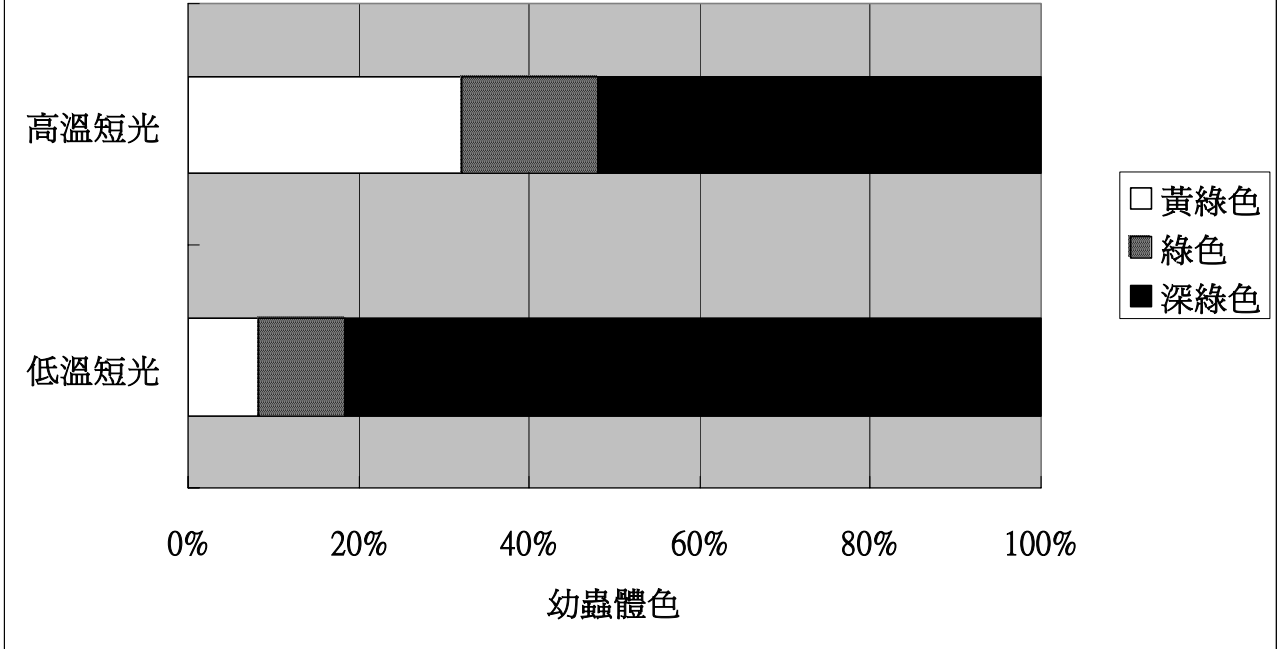
圖四十一



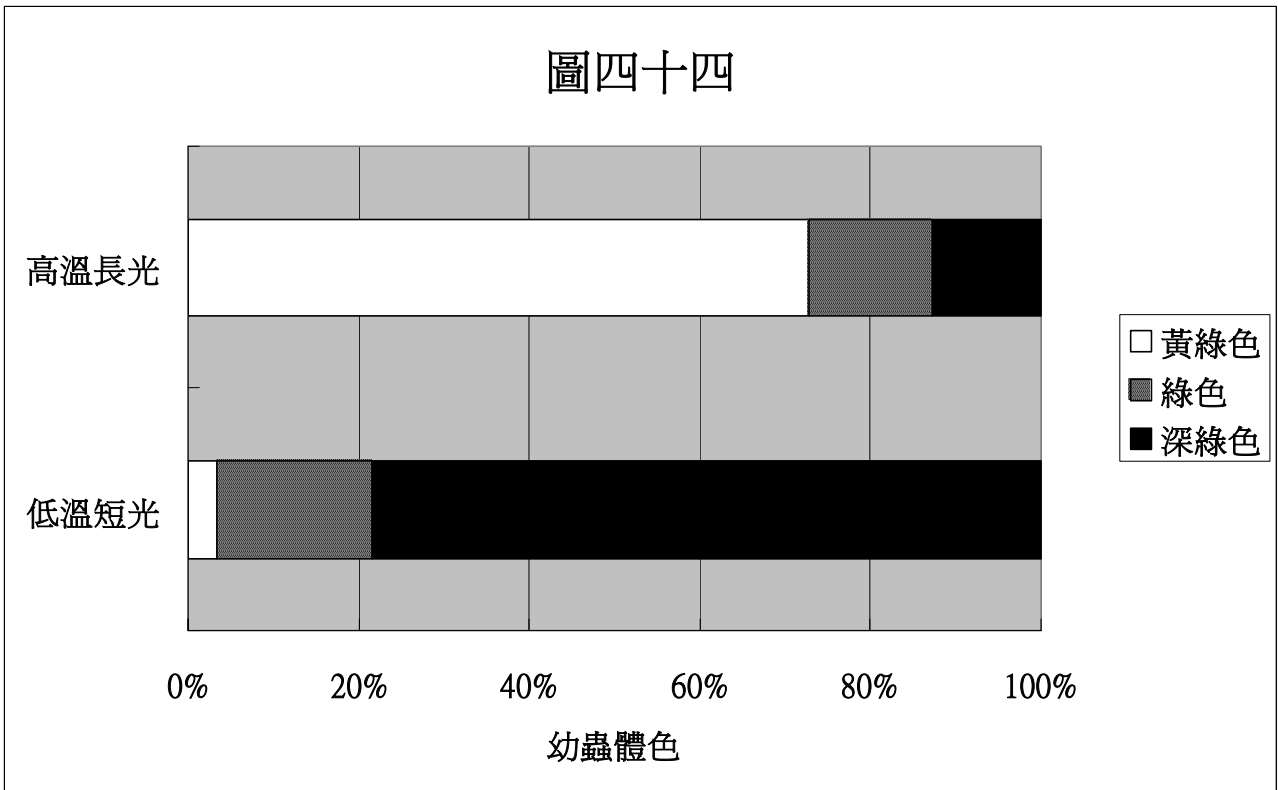
圖四十二



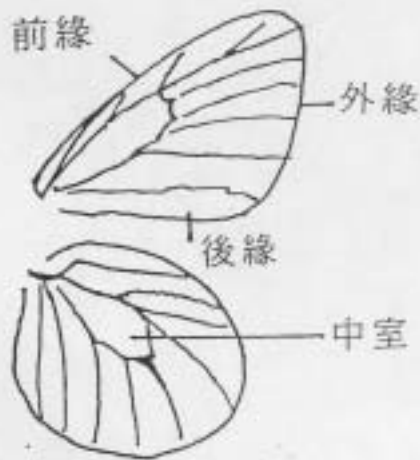
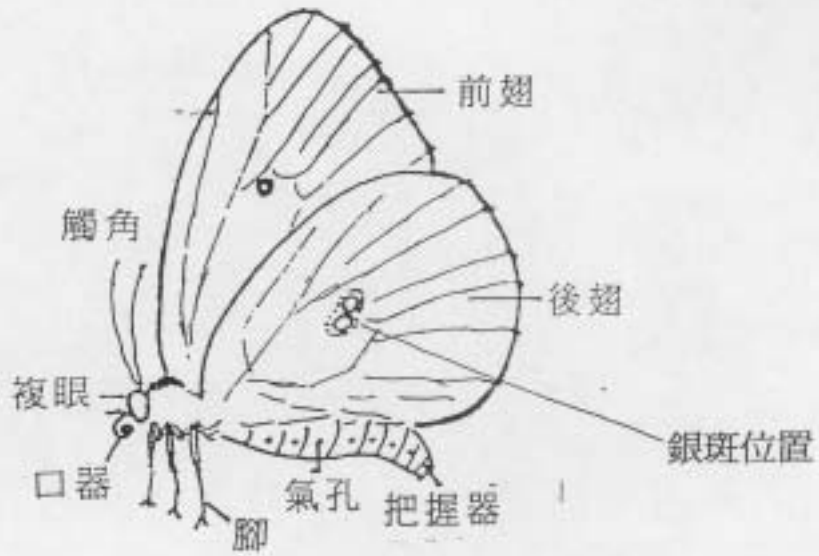
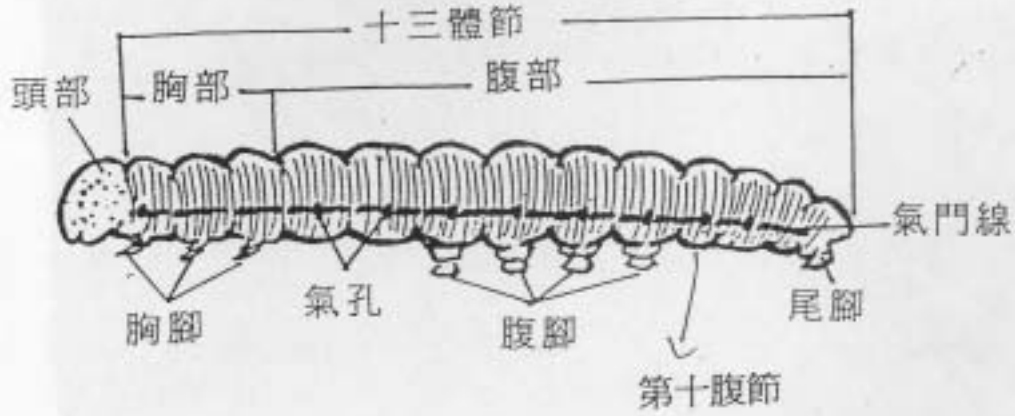
圖四十三



圖四十四



圖四十五：淡黃蝶幼蟲及成蟲各部位名稱



評 語

- (1) 實驗重點在 1.探討無紋型與銀紋型蝴蝶是否同種；2.探討溫度與光週期對不同齡期之雌雄個體之形態與體色之影響，目標明確，成果有正面之預期的結果。如低溫出現銀紋型多，高溫出現無紋型多，傍晚溫度（中間）效果類低溫成效；比對兩型蝴蝶之線體結果顯示 100% 相符，推測兩型同屬 *Covfopsilier Pomona* 。
- (2) 實驗設計及成果頗佳，有科學上之發現。
- (3) 實驗結果之呈現，包括圖表太多、太雜，無法重點表現其結果，文獻資料寫法不統一、不全，應改善。
- (4) 科別：動物學作別品名稱溫度與物光週期對淡黃蝶期型態之影期響光得獎