

青帶鳳蝶(*Graphium sarpedon connectens* Fruhstörfer)之形態及生活史

洪榆宸 陳素瓊*

國立宜蘭大學園藝學系

摘 要

本試驗探討青帶鳳蝶(*Graphium sarpedon connectens* Fruhstörfer)(鱗翅目：鳳蝶科)外部形態和生活史。在網室中採集青帶鳳蝶當日產的卵，置於 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、 $80 \pm 5\%$ RH及光週期14L:10D生長箱中，以樟樹(*Cinnamomum camphora* (L.) Sieb.)葉片單隻飼育幼蟲至羽化為成蝶，每日觀察其形態和生活史變化。其結果顯示，卵為球狀型，光滑具珍珠般色澤，卵期平均為 3.64 ± 0.65 日；幼蟲身體的顏色隨著齡期的增加由黑褐色轉為翠綠色，蟲體的枝刺變化也隨著齡期增加而有所改變，而第五齡期在後胸背面出現明顯的黃色橫條，幼蟲期總平均為 27.82 ± 2.97 日；蛹體顏色與黃色稜線搭配如寄主植物葉片，可躲避天敵之侵擾，蛹期平均為 15.71 ± 0.69 日，蛹重平均為 1.04 ± 0.12 g；本種成蝶平均翅長、翅寬及重量，分別為 40.96 ± 1.55 、 34.17 ± 1.25 mm及 0.36 ± 0.06 g。卵發育至羽化為成蟲平均需 47.18 ± 3.16 日。雖然雌、雄蝶成蟲形態相似，但仍發現青帶鳳蝶會因性別的不同而影響生長表現，如雌蝶從卵至成蟲之發育時間比雄蝶長3.65日，而雌蝶在蛹重、成蟲重量、翅長及翅寬皆較雄蝶重且大。

關鍵詞：青帶鳳蝶(*Graphium sarpedon connectens* Fruhstörfer)、形態、生活史、樟樹(*Cinnamomum camphora* (L.) Sieb.)

*通訊作者。E-mail: scchen@niu.edu.tw

Morphology and Life History of *Graphium sarpedon connectens* Fruhstörfer

Yu-Chen Hung Su-Chiung Chen*

Department of Horticulture, National Ilan University

Abstract

The study was performed to collect the basic biological information, external morphological description and life history, of *Graphium sarpedon connectens* Fruhstörfer (Lepidoptera: Papilionidae). Fresh eggs of *Graphium sarpedon connectens* were collected from leaves of host in a net room. Fresh eggs were placed in a growth chamber under conditions of 25°C, 80 ± 5% RH, and with a photoperiod of 14-h of light and 10-h of darkness. Hatched larvae were individually reared with leaves of *Cinnamomum camphora* (L.) Sieb. for a series of observations of morphology and larval development. Results show that eggs to hatch was 3.64 ± 0.65 days on average, eggs are spherical and smooth with a pearl-like luster. The larval stage was 27.82 ± 2.97 days on average, color change of larval stage with the increase of instar turned from dark brown to emerald green, the scoli change of larvae was vary with instar increased, and the dorsal of thorax 3 of 5th instar appeared obvious a yellow stripe. The pupa stage was 15.71 ± 0.69 days on average, pupa weight was in average 1.04 ± 0.12 g, pupa color collocated yellow ridges such as host plant leaves, to avoid the predators. The means of wing length, wing width and weight of adults were 40.96 ± 1.55 mm, 34.17 ± 1.25 mm and 0.36 ± 0.06 g, egg to adult emergence was 47.18 ± 3.16 days on average. Although male and female adult butterflies are morphologically similar, but differences on growth performance of *Graphium sarpedon connectens* between sexes, were observable, such as from egg to adult the developmental time of females spend 3.65 days longer than the males, and females in pupal weight, weight adult, wing length and wing width are higher and larger than the males.

Keywords: Great mormon (*Papilio memnon heronus* Fruhstörfer), semi-synthetic artificial diet, pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck), growth and development, biological characters.

* Corresponding author. E-mail: scchen@niu.edu.tw

前 言

青鳳蝶屬(*Graphium*)全世界的記錄共有35種，分布於古北區、東洋區及非洲區(周，1990)。青帶鳳蝶(*Graphium sarpedon*)主要分布於北半球的亞熱帶和熱帶地區，西起印度半島、斯里蘭卡、尼泊爾及不丹，向東延伸到中國大陸、台灣、韓國和日本等，向南包含整個東南亞至澳大利亞東岸(濱野，1987；白和王，1998；李和王，2002；李和楊，2005；張，2002；李和王，1995；李和張，1988；徐，1999；湯和趙，2000；王和劉，2009；周，1990；陳和黃，1998；卡特，1995；蕭，1992)。青帶鳳蝶因分布廣，經過長時間的地理隔離，各自發展出不相同的色彩斑紋，演化為多亞種(陳，1988)，依藤岡(1997)將青帶鳳蝶分為21個亞種。台灣的青帶鳳蝶(*G. sarpedon connectens*)被認定為台灣特有亞種，分布從平地至1500公尺的中海拔山區，尤其於低海拔山區的族群數量較多，而金門、馬祖、綠島及蘭嶼等外島皆有分布的記錄(白和王，1998；徐，1999；周，1990)。本種為多世代且世代重疊，當北部冬季較寒冷時會以蛹態休眠越冬(李和張，1988；徐，1999)。

幼蟲寄主植物文獻記載中包括樟樹(*Cinnamomum camphora* (L.) Sieb.)、牛樟(*C. micranthum*)、土樟(*C. reticulatum*)、香桂(*C. randaiense*)、錫蘭肉桂(*C. zeylanicum*)、土肉桂(*C. osmophloeum*)、紅楠(*Machilus thunbergii*)、香楠(*M. zuihoensis*)、大葉楠(*M. kusanoi*)、潺槁樹(*Litsea glutinosa*)、小梗黃肉楠(*L. kostermansii*)、白帶釣樟(*Lindera glauca*)等植物(濱野，1987；白和王，1998；張，2001；李和王，2002；李和楊，2005；李和張，1988；李和王，1995；張，2002；徐，1999)。上述每種植物體所含的一些揮發性物質或特殊之化學物質，其物質對蝴蝶具有誘引之效能，能做為天敵忌避物 (deterrent)、產卵誘引劑(ovipositing attractants)及幼蟲攝食誘引劑(feeding attractants)等(章，1992；Pinto *et al.*, 2009；Ohsugi *et al.*, 1985)。依鄒(1980)記述，樟樹所含的揮發油(樟油)對於青帶鳳蝶具引誘作用，該油成為雌蝶產卵和幼蟲營養必需的成份。Li *et al.*(2010)報導樟樹吸引青帶鳳蝶的主要原因為其本身揮發性物質的壬醛(nonanal)和癸醛(decanal)。

青帶鳳蝶的成蟲飛行能力強，而雌蝶則特別喜好訪花，常見於纓丹屬(*Lantana*)、醉魚草屬(*Buddleia*)及七葉樹屬(*Aesculus*)等植物的花上吸花蜜，雄蝶則常群集於溪邊或潮濕地吸水，而吸水的目的主要是吸收鈉與礦物質，而鈉的攝入可提高雄蝶生殖力，增加繁殖的成功率(白和王，1998；張，2001；李和王，2002；李和張，1988；李和王，1995；湯和趙，2000；Beck *et al.*, 1999)。然而，有關青帶鳳蝶的生物學資料，大多為民間圖書

或蝶類圖鑑，研究報告並不多。本研究藉由探討青帶鳳蝶的形態描述及其各蟲期生長發育之過程，建立本種之生物學之基本資料，提供未來大量飼養之參考。

材料與方法

一、供試蟲源與飼養方法

由宜蘭縣跑馬古道(GPS 北緯：24° 83'，東經：121° 77')採集青帶鳳蝶雌蝶 5 隻和雄蝶 5 隻，帶回實驗室置放於室外簡易網室(長 3 m、寬 2 m、高 1.6 m)。網室中栽種蜜源植物有繁星花(*Pentas lanceolata*)、馬纓丹(*Lantana camara*)、馬利筋(*Asclepias curassavica*)和長穗木(*Stachytarpheta jamaicensis*)等植物，提供成蝶吸蜜、交配及遮陰避雨，並移入寄主植物樟樹供雌蝶產卵。一旦開始產卵，利用剪鉗將寄主植物上有卵的枝條剪下帶回實驗室。每日採集回來後，將其枝條底部剪為斜面，增加吸水表面積，以濕棉花包覆保持枝條新鮮，再以鋁箔紙包覆濕棉花使水分不易喪失。接著放入圓形半透明塑膠盒(盒口直徑 11 cm、底部直徑 9 cm、高 7.5 cm，約 500 ml)，同時標記產卵日期和數量。待卵孵化後利用小楷毛筆將初齡幼蟲移至圓形半透明塑膠盒(盒口直徑 14.1 cm、底部直徑 11 cm、高 6.5 cm，約 700 ml)，給予樟樹鮮嫩葉供取食，以 15 隻為一單位。當幼蟲發育至四齡後，再移入透明壓克力箱(30 cm × 30 cm × 30 cm)內飼養，給予樟樹成熟鮮葉供取食，以 20 - 30 隻為一單位。在幼蟲生長發育的階段中，每日供給足夠樟樹鮮葉，並清理飼養容器之排泄物，以保持乾淨。終齡幼蟲於透明壓克力箱內化蛹，至羽化為成蟲後釋放於室外簡易網室，其子代以供試驗之用。

二、青帶鳳蝶形態描述和生活史

取試驗當天產下的卵，採卵方法如同前述蟲源採集與飼養方法，放入圓形半透明塑膠盒(約 500 ml)中並標記卵數量和日期，置於 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $80 \pm 5\%$ RH，光週期 14L:10D (5:00 開燈，19:00 關燈)的生長箱飼養(Fame F-320A)。待卵孵化後，取 50 隻剛孵化幼蟲進行單隻飼育於圓形透明塑膠盒(盒口直徑 9.2 cm、底部直徑 8 cm、高 5.8 cm，約 250 ml)內，待幼蟲發育至三齡後，更換到空間較大的圓形半透明塑膠盒(約 700 ml)內，剩餘孵化出的幼蟲則作為蟲源。每日以充足樟樹鮮葉餵食(一和二齡為嫩葉，三、四及五齡為成熟葉片)，並清理其飼養容器。每日觀察其形態，細部以解剖顯微鏡(OLYMPUS-SE30)觀察，且記錄生長發育情形及拍照直到羽化為成蝶。

三、資料統計分析

試驗之生物學基本資料包含各蟲期發育日數、幼蟲各齡期體長、頭殼寬、蛹重、成

蝶重量、翅長及翅寬等數據皆以 SAS System version 9.3 for windows 統計軟體 (PROC MEANS, SAS Institute 2011)計算出平均值(Mean)和平均值標準差(Standard Error of Mean, 簡稱為 SEM)。採 *t*-test 分析, 進行兩組平均值之間的顯著性差異比較($p < 0.05$)。

結 果

一、青帶鳳蝶之形態描述及生活史

(一) 形態描述

1. 卵期

青帶鳳蝶雌蝶將卵產於嫩枝條上(圖 1A), 卵形狀為圓球形, 表面光滑無明顯的脊線或皺紋, 具珍珠般的色澤, 卵直徑約為 1.19 - 1.23 mm, 平均為 1.21 ± 0.01 mm, 高約為 1.17 - 1.22 mm, 平均為 1.19 ± 0.02 mm(圖 1B)。在卵發育的過程中, 光澤漸漸消失且轉為土黃色, 此時隱約能見幼蟲(圖 1C), 直到即將孵化時, 卵殼呈半霧透明狀, 幼蟲捲曲身軀的形態及紋路可看見(圖 1D)。

2. 幼蟲期

剛孵化的幼蟲以口器咬破卵殼爬出, 接著開始攝食卵殼作為本身的基本能量, 再攝食其寄主植物(圖 1E)。一齡幼蟲剛孵化時蟲體為淺褐色(圖 2A、B), 之後逐漸轉為深褐色, 而前胸的顏色較淡, 尾端的部分為白色半透明狀。頭殼為黑褐色, 胸足、腹足及尾足為半透明橙白色。在幼蟲表面各節皆有成簇的毛突(chalaza), 其中胸部三節及腹部第十節都各具一對枝刺(scolus), 且皆有剛毛(seta); 胸部枝刺呈淡橙色, 而腹部枝刺呈白色半透明。前胸背板上有一對臭角(osmeterium), 伸出為 Y 字型, 呈淡黃色透明狀, 但隨著齡期增加其顏色逐漸加深且味道更為濃郁, 以抵禦天敵之用。二齡幼蟲的頭殼為黃褐色, 蟲體顏色轉為褐綠色, 前胸顏色較淡, 尾端的部分呈白色, 胸足、腹足及尾足呈灰綠白色(圖 2C、D)。表面各節成簇的毛突在此齡皆消失, 都轉為短小的細毛直到終齡。枝刺的部分, 前胸枝刺呈淡橙色, 中胸及後胸的枝刺有退化且底部顏色轉深, 腹部第十節枝刺仍呈半透明白色。

三齡幼蟲的頭殼為金黃色, 蟲體呈綠色, 腹部則有黃色不規則條紋漸層, 胸足、腹足及尾足都為綠白色。枝刺的部分, 前胸枝刺底端轉為黑色, 上端部份呈半透明; 中胸和後胸枝刺轉為黑色且具金屬光澤; 腹部第十節枝刺仍呈白色半透明狀(圖 2E、F)。

四齡幼蟲的頭殼為金黃色, 蟲體顏色由綠色轉為黃綠色, 腹部則有黃色不規則條紋漸層, 唯腹部第十節呈灰綠色, 形態與三齡幼蟲類似。胸足、腹足及尾足呈綠白色。胸

部各節枝刺皆為黑色具有金屬光澤，且有黑色剛毛；腹部第十節枝刺則變較短，呈白色(圖 2G、H)。此齡可清楚看見腹部側面第一節至第八節的氣門(spiracle)，而氣門上線(supra-spiracle line)和基線(basal line)皆有黃色紋路散佈。

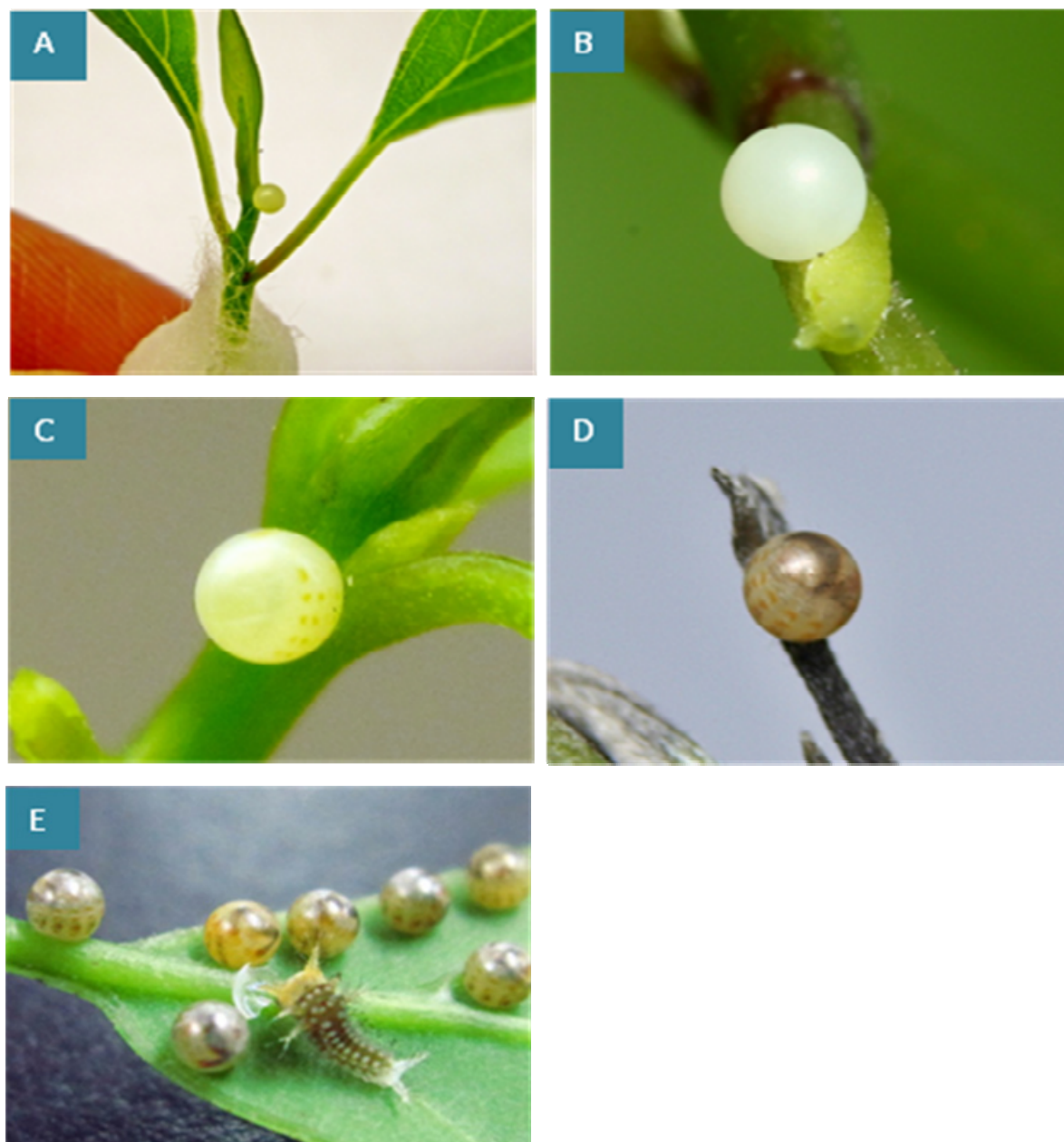


圖 1 青帶鳳蝶卵之形態和剛孵化一齡幼蟲行為。(A)卵產於嫩枝條上；(B)卵粒；(C)孵化中之卵轉為黃色；(D)即將孵化之卵粒；(E)一齡幼蟲攝食卵殼。

Fig.1 Morphology of the egg stage and behavior of the 1st instar larva newly hatched of *Graphium sarpedon connectens*. (A) an egg lay on the immature twig, (B) an egg, (C) the egg gradually turn into yellow while hatching, (D) the hatching egg, (E) the 1st instar larva is feeding on eggshells.

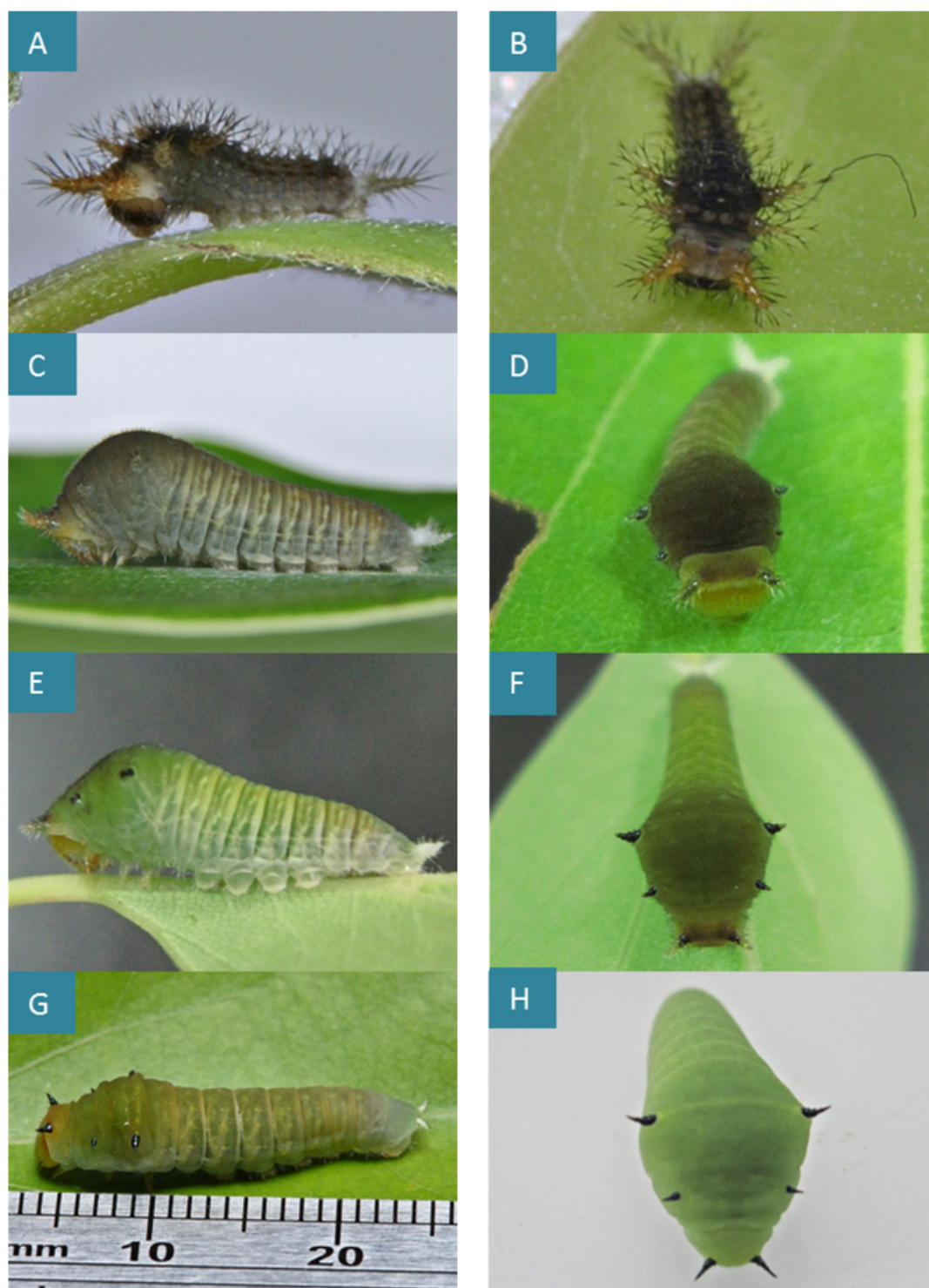


圖 2 青帶鳳蝶第一至四齡期之形態。(A)一齡幼蟲(側面)；(B)一齡幼蟲(正面)；(C)二齡幼蟲(側面)；(D)二齡幼蟲(正面)；(E)三齡幼蟲(側面)；(F)三齡幼蟲(正面)；(G)四齡幼蟲(側面)；(H)四齡幼蟲(正面)。

Fig. 2 Morphology of the 1st to 4th instars of *Graphium sarpedon connectens*. (A) the 1st instar larva (lateral view), (B) the 1st instar larva (front view), (C) the 2nd instar larva (lateral view), (D) the 2nd instar larva (front view), (E) the 3rd instar larva (lateral view), (F) the 3rd instar larva (front view), (G) the 4th instar larva (lateral view), (H) the 4th instar larva (front view).

五齡幼蟲剛脫皮時，蟲體顏色為黃綠色，其形態與四齡幼蟲相似(圖 3A)，開始大量攝食寄主植物後，顏色會轉為翠綠色，腹部則有黃色斑點散佈，唯腹部第十節呈灰綠色(圖 3B)。頭殼為黃綠色，且頭殼寬皆隨著齡期的增加而變寬。胸足、腹足及尾足仍為綠白色。在腹部側面第一節至第八節的氣門顯而易見，氣門上線和基線的黃色紋路比四齡時更為明顯(圖 3C)。此種五齡的最大特徵為後胸背部有一黃色橫條，原本的一對枝刺都轉為三角狀的角突，其下層仍為黑色具金屬光澤，而上層為乳白色，周圍有黑色紋線圍起。前胸與中胸的枝刺皆轉為短小角突，其下層為乳白色，而上層為黑色具金屬光澤(圖 3D、E)。腹部第十節的刺枝為短小，呈米黃色。當五齡幼蟲及將要化蛹時，其身體的顏色會漸漸轉淡，最後蟲體變為螢光綠(圖 3F)，此時的幼蟲不再攝食寄主植物，且開始將體內的排泄物全部排出及尋找化蛹的場所。

3. 蛹期

當五齡幼蟲以絲固定位置後，腹足緊貼著塑膠盒壁面，至幼蟲把白色環狀絲線將蟲體套入後，腹足則脫離壁面，稱為前蛹期(圖 4A)。前蛹期大約一日，先蛻去五齡幼蟲的外皮及頭殼，以腹部尾端的臀棘和環狀絲線 90°垂直懸掛支撐於壁面上，此蛹的形態則稱為帶蛹(pupa contigua)(圖 4B、C)，蛹體為綠色，而腹部具有成對的墨綠色斑點。頭部兩側有三角狀突起，胸部的背面具有劍狀的突起，腹部呈現逐漸縮短的漏斗狀。頭部的背面有一黃色稜線延伸至劍狀突起的頂端，由此分為五條黃色稜線，最外側的稜線不明顯；中央的稜線至後胸時分為兩條延伸至尾端；而中央兩側的稜線則向體側呈弧形延伸至尾端(圖 4B、C)。稜線的顏色和分布與蛹體顏色的搭配，其形態有如寄主植物葉片一般，具有很好的躲避天敵功能(圖 4D)。當蛹受到驚擾時，會扭動其腹部以嚇阻之用。蛹發育至羽化前，蛹體的表面會變得較粗糙無光澤，且蛹內可漸漸看見翅膀的斑紋(圖 4E)。羽化後，其蛹殼呈半透明且表面散佈小斑點，黃色稜線仍可看見，腹底部內還殘留多餘的體液(圖 4F)。

4. 成蟲

剛羽化的青帶鳳蝶，其翅膀為皺縮，腹部渾圓，接著將腹部體液轉移至翅膀，使翅膀逐漸展開，當展翅完全後，最後將多餘的體液由尾端排出。青帶鳳蝶前後翅背面的底色為黑色，前翅的形狀為狹長的三角形，後翅也為三角狀且外緣呈波浪狀無尾突。前翅從 R3 室至 1A+2A 室中央皆有青藍色斑紋依序排列呈帶狀；後翅則由 Sc+R1、Rs、中室及 Cu1 室有青藍色排列為帶狀，Sc+R1 室的斑紋較偏白，而 Rs 室的斑紋較淡。後翅的 M1、M2、M3 及 Cu1 室的亞外緣區各有青藍色旋月型的斑紋(圖 5A、C)。前後翅腹面

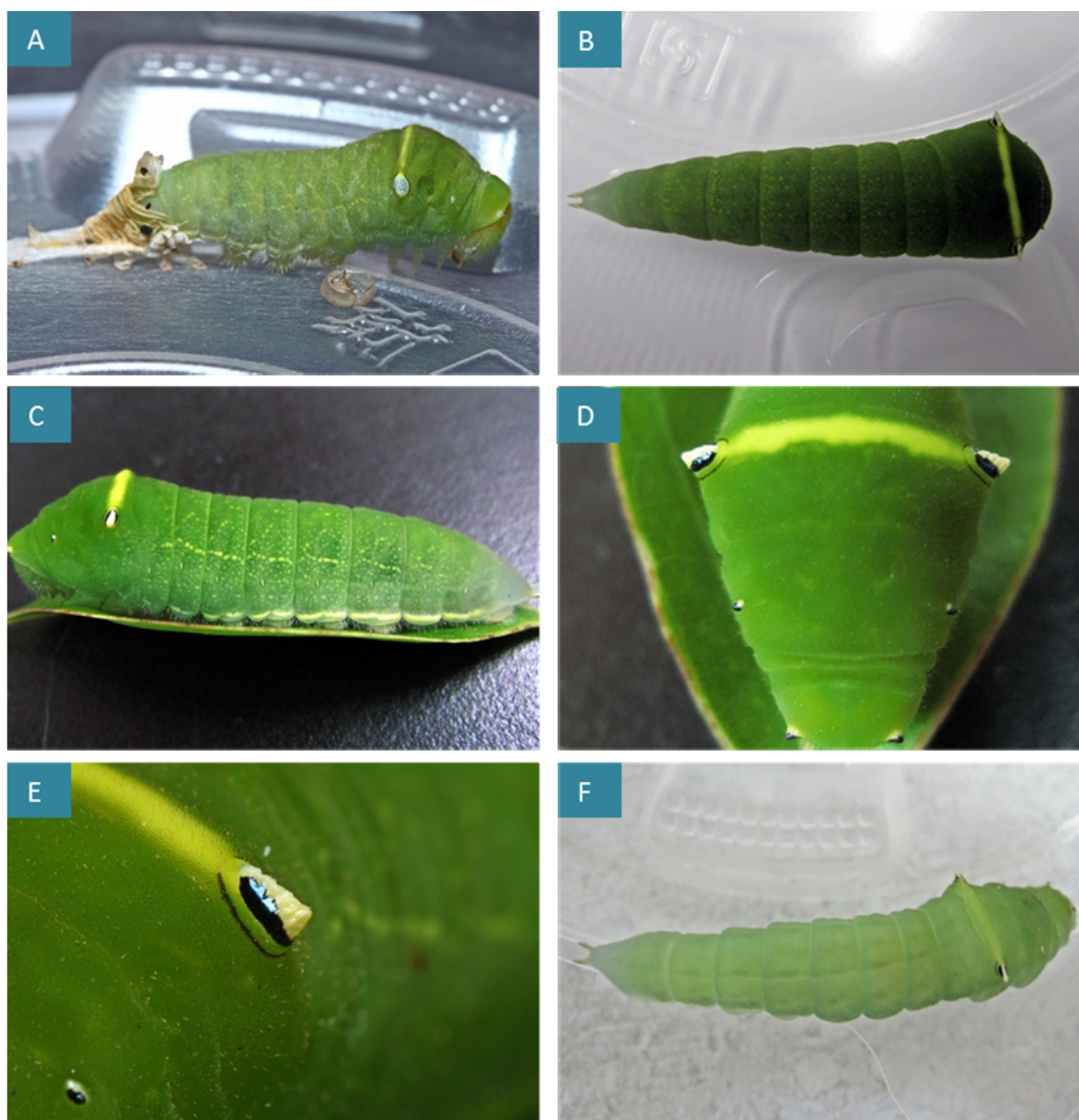


圖 3 青帶鳳蝶第五齡期之形態。(A)剛蛻皮之五齡幼蟲；(B)五齡幼蟲(背面)；(C)五齡幼蟲(側面)；(D)五齡幼蟲(正面)；(E)五齡幼蟲角突放大；(F)即將化蛹之五齡幼蟲。

Fig. 3 Morphology of the 5th instar of *Graphium sarpedon connectens*. (A) the 5th instar larva after ecdysis, (B) the 5th instar larva (dorsal view), (C) the 5th instar larva (lateral view), (D) the 5th instar larva (front view), (E) Angularis of the 5th instar larva, (F) the 5th instar larva pupates soon.

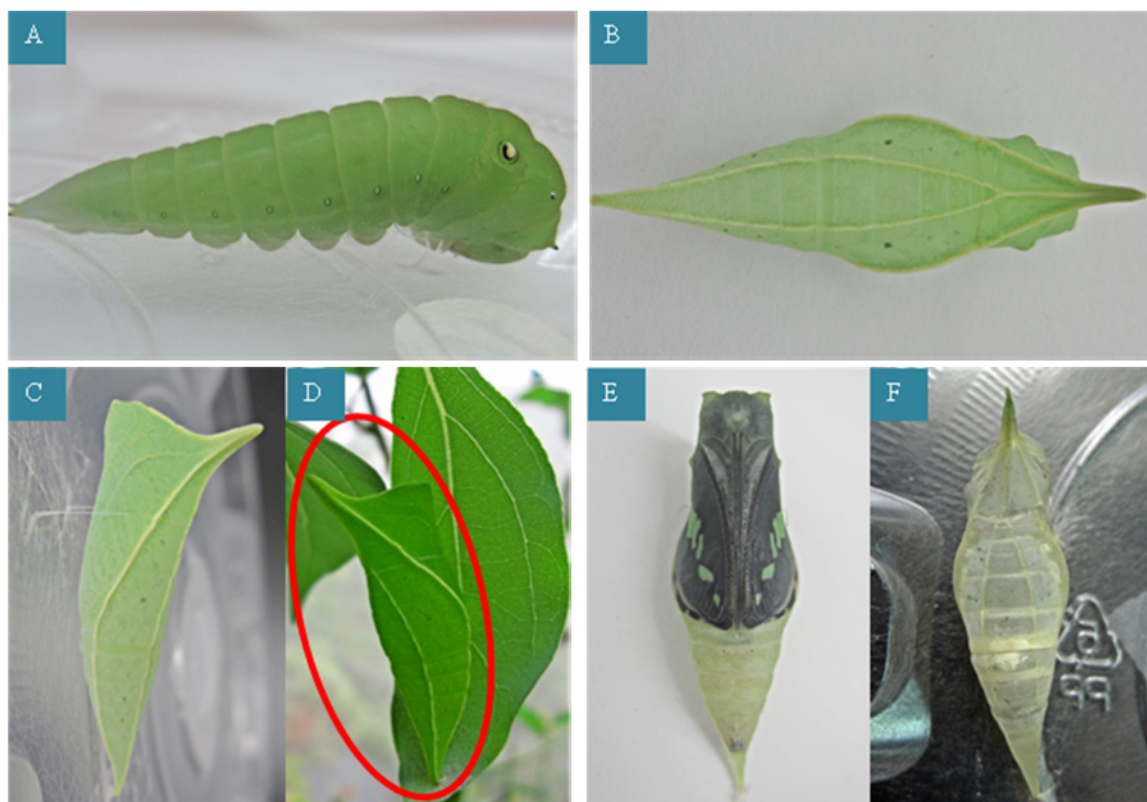


圖 4 青帶鳳蝶蛹之形態。(A)前蛹(側面)；(B)蛹(背面)；(C)蛹(含環狀絲線)；(D)蛹於樟樹葉背；(E)即將羽化之蛹；(F)羽化後之蛹殼。

Fig. 4 Morphology of pupa *Graphium sarpedon connectens*. (A) Prepupa (lateral view), (B) Pupa (dorsal view), (C) Pupa (annular silk), (D) Pupa on leaf dorsal of *Cinnamomum camphora*, (E) Upcoming eclosion of pupa, (F) Pupa shell.

的顏色比背面淡，為黑褐色。前翅的斑紋與背面相同，而後翅除了有相同的斑紋外，Sc+R1室和Rs室的基部有紅色紋路，中室下半部邊緣、M3、Cu1及Cu2室皆有紅色紋帶，而1A+2A室下端處有紅色紋路和灰黃色紋路(圖5B、D)。雌、雄蝶在翅膀的斑紋上幾乎沒有差異，除了以腹部大小分辨外，主要的區別方法為雄蝶後翅內緣處，將其反褶裡面有密布白色的長毛，此為青帶鳳蝶雄蝶的性標(圖5E)，而雌蝶則無此特徵(圖5F)。交尾情形為兩尾端結合使雌蝶受精，以繁衍後代(圖5G)。

(二)生活史

青帶鳳蝶在 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $80 \pm 5\%$ RH，14L:10D 的恆溫生長箱飼養的發育期如表 1。卵期平均為 3.64 ± 0.65 日，將卵分為雌、雄蟲，其發育日數分別為 3.72 ± 0.54 和 3.55 ± 0.76 日，且兩者間無顯著性差異，得知卵期的發育時間不會因性別不同而有所差異。整個幼蟲期的平均發育日數為 27.82 ± 2.97 日，其雌、雄蟲之發育日數分別為 29.28 ± 2.42



圖 5 青帶鳳蝶成蟲之形態。(A)雌蝶(背面)；(B)雌蝶(腹面)；(C)雄蝶(背面)；(D)雄蝶(腹面)；(E)雄蝶-有性標；(F)雌蝶-無性標；(F)交尾。

Fig. 5 Morphology and mating of adult *Graphium sarpedon connectens*. (A) Female (dorsal view), (B) Female (ventral view), (C) Male (dorsal view), (D) Male (ventral view), (E) Male have sexual character, (F) Female have no sexual character, (G)Mating.

和 26.00 ± 2.60 日，雌蟲比雄蟲多了 3.28 日，且兩者有顯著性差異(t -test, $p < 0.05$)。一齡幼蟲的平均發育日數為 3.76 ± 1.15 日，其雌、雄蟲發育日數分別為 4.00 ± 1.38 和 3.45 ± 0.69 日；經 t -test 分析後，其結果皆無顯著性差異。二齡幼蟲的平均發育日數為 3.31 ± 0.87 日，其雌、雄蟲之發育日數分別為 3.60 ± 0.87 和 2.95 ± 0.75 日，其結果經 t -test 分析後，兩者有顯著性差異($p < 0.05$)。可知，二齡幼蟲之雌蟲的發育日數比雄蟲長，且具顯著差異。三齡幼蟲之平均發育日數為 4.00 ± 0.80 日，其雌、雄蟲之發育日數分別為 4.00 ± 0.87 和 4.00 ± 0.76 日，兩者之間並無顯著性差異。四齡幼蟲其平均發育日數為 6.09 ± 1.10 日，其雌、雄蟲之發育日數分別為 6.40 ± 0.82 和 5.70 ± 1.30 日，雌蟲比雄蟲多了 0.7 日，兩者之間具顯著性差異($p < 0.05$)。五齡幼蟲的平均發育日數為 10.67 ± 1.41 日，其雌、雄蟲之發育日數分別為 11.28 ± 1.06 和 9.90 ± 1.45 日，雌蟲比雄蟲多了 1.38 日，且具顯著性差異($p < 0.05$)。由以上結果得知，一齡和三齡幼蟲之發育日數不會因性別不同而有所差異；而二、四及五齡幼蟲之發育日數因性別不同而有所差異，皆以雌性發育日數較長。

表 1 青帶鳳蝶於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下各蟲期之發育日數Table 1 Duration in days of various growth of *Graphium sarpedon connectens* at $25 \pm 1^\circ\text{C}$

Life stage	Developmental period ($\bar{X} \pm \text{SEM}$) (n) ¹⁾			
	Female	Male	t-value ²⁾	Total
Egg	$3.72 \pm 0.54(25)$	$3.55 \pm 0.76(20)$	0.88	$3.64 \pm 0.65(45)$
1 st instar larva	$4.00 \pm 1.38(25)$	$3.45 \pm 0.69(20)$	1.74	$3.76 \pm 1.15(45)$
2 nd instar larva	$3.60 \pm 0.87(25)$	$2.95 \pm 0.76(20)$	2.64*	$3.31 \pm 0.87(45)$
3 rd instar larva	$4.00 \pm 0.87(25)$	$4.00 \pm 0.76(20)$	0	$4.00 \pm 0.80(45)$
4 th instar larva	$6.40 \pm 0.82(25)$	$5.70 \pm 1.30(20)$	2.1*	$6.09 \pm 1.10(45)$
5 th instar larva	$11.28 \pm 1.06(25)$	$9.90 \pm 1.45(20)$	3.69*	$10.67 \pm 1.41(45)$
Larva stage	$29.28 \pm 2.42(25)$	$26.00 \pm 2.60(20)$	4.37*	$27.82 \pm 2.97(45)$
pupa	$15.80 \pm 0.70(25)$	$15.60 \pm 0.68(20)$	0.96	$15.71 \pm 0.69(45)$
Egg to Adult	$48.80 \pm 2.60(25)$	$45.15 \pm 2.60(20)$	4.68*	$47.18 \pm 3.16(45)$

1)n in parentheses is the number observed.

2)An asterisk for the t-value indicates a significant difference at 95% confidence level ($p < 0.05$), by t-test.

青帶鳳蝶的蛹之平均發育日數為 15.71 ± 0.69 日，將其區別雌、雄蟲之發育日數分別為 15.80 ± 0.70 和 15.60 ± 0.68 日，其結果並無顯著性差異(t-test, $p > 0.05$)。青帶鳳蝶經由卵發育至成蟲的平均發育日數為 47.18 ± 3.16 日，從卵至羽化為雌成蟲所需時間為 43 - 53 日，平均 48.80 ± 2.60 日，雄蟲所需時間為 43 - 53 日，平均 45.15 ± 2.60 日，雌蟲比雄蟲多了 3.65 日，且經 t-test 分析後，具顯著性差異($p < 0.05$)(表 1)。由此可知，本種之族群雄蝶比雌蝶早 3 - 4 日羽化。

青帶鳳蝶各齡期幼蟲之頭殼寬列於表 2。一齡幼蟲頭殼寬平均為 $0.79 \pm 0.03\text{mm}$ ，而雌、雄蟲頭殼寬分別為 0.79 ± 0.02 、 $0.79 \pm 0.02\text{mm}$ 。二齡幼蟲的頭殼寬平均為 $1.22 \pm 0.02\text{mm}$ ，而雌、雄蟲頭殼寬分別為 1.22 ± 0.02 、 $1.22 \pm 0.03\text{mm}$ 。三齡幼蟲之頭殼寬平均為 $1.93 \pm 0.04\text{mm}$ ，而雌、雄蟲頭殼寬分別為 1.93 ± 0.04 、 $1.93 \pm 0.03\text{mm}$ 。四齡幼蟲頭殼寬平均為 $2.89 \pm 0.07\text{mm}$ ，而雌蟲的頭殼寬為 $2.92 \pm 0.06\text{mm}$ ；雄蟲的頭殼寬為 $2.86 \pm 0.07\text{mm}$ 。五齡幼蟲的頭殼寬平均為 $4.33 \pm 0.08\text{mm}$ ，雌、雄蟲頭殼寬分別為 4.35 ± 0.09 、 $4.31 \pm 0.08\text{mm}$ ；幼蟲之頭殼寬皆隨著齡期的增加而變寬。各齡期的頭殼寬在第四、五齡幼蟲，雖然雌蟲有比雄蟲稍寬，但各經 t-test 分析後，其結果皆無顯著性差異，幼蟲頭殼寬不受性別之影響。

表 2 青帶鳳蝶於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下幼蟲各齡期之頭殼寬Table 2 The width of head capsule of each instar larvae of *Graphium sarpedon connectens* at $25 \pm 1^\circ\text{C}$

Larval stage	Head capsule width ($\bar{X} \pm \text{SEM}$, mm) (n) ¹⁾			
	Female	Male	t-value ²⁾	Total
1st instar	0.79 ± 0.02 (25)	0.79 ± 0.02 (20)	0.13	0.79 ± 0.03 (45)
2nd instar	1.22 ± 0.02 (25)	1.22 ± 0.03 (20)	0.04	1.22 ± 0.02 (45)
3rd instar	1.93 ± 0.04 (25)	1.93 ± 0.03 (20)	-0.15	1.93 ± 0.04 (45)
4th instar	2.92 ± 0.06 (25)	2.86 ± 0.07 (20)	3.04	2.89 ± 0.07 (45)
5th instar	4.35 ± 0.09 (25)	4.31 ± 0.08 (20)	1.39	4.33 ± 0.08 (45)

1) n in parentheses is the number observed.2) An asterisk for the t -value indicates a not significant difference at 95% confidence level ($p < 0.05$), by t -test.

青帶鳳蝶各齡期幼蟲體長列於表 3。一齡幼蟲體長平均為 2.95 ± 0.21 mm，而雌、雄蟲體長分別為 2.90 ± 0.22 、 2.99 ± 0.18 mm。二齡幼蟲的平均體長為 5.16 ± 0.63 mm，而雌、雄蟲體長分別為 5.08 ± 0.66 、 5.26 ± 0.59 mm。三齡幼蟲之平均體長為 8.60 ± 0.81 mm，而雌、雄蟲分別為 8.51 ± 0.87 、 8.70 ± 0.74 mm。四齡幼蟲體長平均為 13.40 ± 1.36 mm，而雌蟲的體長為 13.15 ± 1.22 mm；雄蟲的體長為 13.71 ± 1.49 mm。五齡幼蟲體長平均為 22.16 ± 1.83 mm，而體長在雌、雄蟲分別為 22.09 ± 1.68 、 22.26 ± 2.03 mm。一至五齡幼蟲體長，各經 t -test 分析後，其結果皆無顯著性差異。由此可知，各齡期幼蟲之體長不會因性別不同而有所差異。

表 3 青帶鳳蝶於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下幼蟲各齡期之體長Table 3 The body length of each instar larvae of *Graphium sarpedon connectens* at $25 \pm 1^\circ\text{C}$

Larval stage	Body length ($\bar{X} \pm \text{SEM}$, mm) (n) ¹⁾			
	Female	Male	t-value ²⁾	Total
1 st instar	2.90 ± 0.22 (25)	2.99 ± 0.18 (20)	-1.49	2.95 ± 0.21 (45)
2 nd instar	5.08 ± 0.66 (25)	5.26 ± 0.59 (20)	-0.97	5.16 ± 0.63 (45)
3 rd instar	8.51 ± 0.87 (25)	8.70 ± 0.74 (20)	-0.79	8.60 ± 0.81 (45)
4 th instar	13.15 ± 1.22 (25)	13.71 ± 1.49 (20)	-1.39	13.40 ± 1.36 (45)
5 th instar	22.09 ± 1.68 (25)	22.26 ± 2.03 (20)	-0.29	22.16 ± 1.83 (45)

1) n in parentheses is the number observed.2) An asterisk for the t -value indicates a not significant difference at 95% confidence level ($p < 0.05$), by t -test.

本試驗青帶鳳蝶的蛹重、成蟲重量、翅長及翅寬列於表 4。蛹重平均為 1.04 ± 0.12 g，而雌、雄蟲蛹重分別為 1.22 ± 0.09 、 0.95 ± 0.07 g，雌蟲比雄蟲重 0.27 g，其結果二者具顯著性差異($p < 0.05$)。成蝶翅長平均為 40.96 ± 1.55 mm，翅寬為 34.17 ± 1.25 mm，重量為 0.36 ± 0.06 g。而雌、雄蝶的翅長分別為 41.74 ± 1.38 和 39.96 ± 1.13 mm；翅寬為 34.64 ± 1.05 和 33.60 ± 1.26 mm；重量為 0.40 ± 0.03 和 0.32 ± 0.04 g，各經 t -test 分析後，皆具有顯著性差異($p < 0.05$)(表 4)。由以上結果可知，青帶鳳蝶會因性別的不同，蛹重、成蟲重量、翅長及翅寬皆有差異。

表 4 青帶鳳蝶於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下雌、雄蟲之蛹重、成蟲重量、翅長及翅寬
Table 4 The pupa weight, adult weight, wing length, and wing width of *Graphium sarpedon connectens* at $25 \pm 1^\circ\text{C}$

Item	Female	Male	t -value ²⁾	Total
	$X \pm \text{SEM}(n)^{1)}$	$X \pm \text{SEM}(n)$		$X \pm \text{SEM}(n)$
Pupa Weight (g)	$1.12 \pm 0.09(25)$	$0.95 \pm 0.07(20)$	6.83*	$1.04 \pm 0.12(45)$
Adult Weight (g)	$0.40 \pm 0.03(25)$	$0.32 \pm 0.04(20)$	8.35*	$0.36 \pm 0.06(45)$
Wing Length (mm)	$41.74 \pm 1.38(25)$	$39.96 \pm 1.13(20)$	4.65*	$40.96 \pm 1.55(45)$
Wing Width (mm)	$34.64 \pm 1.05(25)$	$33.60 \pm 1.26(20)$	3.02*	$34.17 \pm 1.25(45)$

1) n in parentheses is the number observed.

2) An asterisk for the t -value indicates a significant difference at 95% confidence level ($p < 0.05$), by t -test.

在整個生活史中，雌蝶的發育日數除了卵期、第一、三齡期及蛹期在統計分析上無差異外，其他生長階段之雌雄蝶皆有顯著性差異，即雌蝶比雄蝶發育時間長，而幼蟲各齡期之頭殼寬和體長也皆無差異，但蛹重、成蟲重量、翅長及翅寬皆有顯著差異，即雌成蝶重量比雄成蝶重且其體型亦比雄成蝶大。

討 論

一、青帶鳳蝶之形態描述及生活史

(一)形態描述

1.卵期

本試驗觀察青帶鳳蝶卵粒為圓球狀且表面光滑具光澤，卵發育的過程中，其顏色逐漸轉深之情況與李和張(1988)、黃(2008)、蕭(1992)、王和劉(2009)、夏等(2007)、李和楊(2005)及徐(1999)所敘述的大致相同。卵的直徑和卵高分別平均為 1.21 ± 0.01 和 1.19 ± 0.02 mm，其卵的大小較李和楊(2005)所觀察卵直徑、卵高約 1.33 mm、李和張(1988)所

述卵的直徑約 1.3 mm 及夏等(2007)與徐(1999)所觀察卵的直徑、高約 1.3 mm 小，但比王和劉(2009)與蕭(1992)所報導指名亞種的卵直徑約 1 mm 較大，而黃(2008)所述卵的直徑為 1.24 ± 0.06 mm，高為 1.12 ± 0.06 mm 與本試驗較相近。卵粒的大小因測量方式不同加上人為誤差而有所差異，綜合上述可知，青帶鳳蝶卵粒大小之範圍為 1 - 1.33 mm。

2. 幼蟲期

青帶鳳蝶剛孵化一齡幼蟲的蟲體由淺褐色轉為深褐色，尾端呈白色，二、三齡轉漸為綠褐色，四齡轉為黃綠色，五齡則變為翠綠色。蟲體的顏色隨著齡期的增加而轉淡、轉綠，與李和張(1988)、徐(1999)及黃(2008)所報導相符，但蕭(1992)及王和劉(2009)所提出指名亞種的幼蟲初孵體色為黑色，二齡體為淡黑色，三齡後體色皆為綠色之描述則與本試驗略有不同。在一齡幼蟲的表面各節有著成簇的毛突，而在二齡至終齡幼蟲時皆消失，轉為短小的細毛與黃(2008)所敘述相同。由本試驗觀察結果，發現幼蟲的前、中及後胸與腹部尾端都各具一對突出的體刺，且皆有黑色剛毛，蕭(1992)與王和劉(2009)稱其為棘刺(spine)，黃(2008)稱其為枝刺，而徐(1999)稱其為圓錐形凸起，本試驗與各文獻提出其體刺隨著齡期增加而有所變化，描述之特徵相似。五齡幼蟲的最大特徵為後胸背部有一黃色橫條，與李和張(1988)、李和楊(2005)、徐(1999)、黃(2008)、蕭(1992)、王和劉(2009)及夏等(2007)之敘述一致。當此幼蟲受到威脅時，會伸出 Y 字型呈淡黃色半透明的臭角抵禦天敵，這與徐(1999)和黃(2008)所報導一致，而即將化蛹之終齡幼蟲形態如徐(1999)所提幼蟲體色轉為淡綠色半透明。本試驗中所測得的幼蟲頭殼寬一至五齡分別為 0.79、1.22、1.93、2.89 及 4.33 mm，一至五齡體長分別為 2.95、5.16、8.60、13.40 及 22.16 mm，與黃(2008)所描述同亞種的頭殼寬分別為 0.69、1.14、1.69、2.61 及 4.24 mm，體長分別為 6.15、9.26、13.66、21.7 及 37.61 mm 比較之下，各齡期寬度皆較黃(2008)所述的稍大，但體長皆比黃(2008)所描述的短且差距甚大，推測因本試驗每一齡幼蟲體長為剛蛻皮後測量，而黃(2008)則為蛻皮前測量，因此，測量結果相異。王和劉(2009)觀察指名亞種的一齡至五齡的頭殼寬分別為 0.7 - 1、1.5、2 - 2.2、3 - 3.1 及 3.5 mm，體長分別為 2 - 4、5 - 9、10 - 17、18 - 24 及 25 - 45 mm 與本試驗相比下，一至四齡幼蟲的頭殼寬比王和劉(2009)之結果為小，但五齡幼蟲卻比王和劉(2009)之結果大 0.83 mm；而體長的部分，在一和二齡幼蟲長度與本試驗較為符合，但三至五齡幼蟲的體長皆大於本試驗所測，其差異可能本試驗的青帶鳳蝶與王和劉(2009)為不同亞種外，本試驗於 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、 $80 \pm 5\%$ RH 及光週期 14L:10D 的條件以樟樹葉片飼養所測量的結果，而王和劉(2009)所觀察之幼蟲，並未提出飼養條件，可能因飼養條件不同而造成的差異。

3. 蛹期

青帶鳳蝶的蛹為帶蛹，以環狀絲線和尾端固定蛹體，胸部的背面具有劍狀的突起，蛹體背部有著縱向的黃色稜線，如樟屬葉片一般，以上形態特徵與李和王(2002)、李和楊(2005)、徐(1999)、李和張(1988)、蕭(1992)、黃(2008)、王和劉(2009)及夏等(2007)所述之蛹體略有出入，但大致相符。蛹色方面，本試驗的蛹色皆為綠色，與李和楊(2005)、徐(1999)、蕭(1992)及夏等(2007)觀察到蛹分別為綠色與褐色型的結果不同，其差異可能與 Hiraga(2005)所提出青帶鳳蝶幼蟲以單眼接收到的感官刺激，來決定化蛹的顏色有關，而本試驗幼蟲飼養於光線充足(760 lux)的生長箱內，且化蛹位置的材質為半透明塑膠盒，推測光源差異閾值小於 40 lux，而使蛹的著色會傾向於綠色。在自然界中，許多種類的蝴蝶表現蛹色為多態型(polymorphism)的現象，使牠們能夠模仿各種化蛹位置的顏色和背景，作為一種生存策略以躲避天敵掠食，但目前蝶類蛹色的探討仍有許多爭論，因除了光線影響外，還有其他環境因素如相對濕度、溫度及光週期等，都作為影響因子對於鳳蝶科蛹的著色(Dyck *et al.*, 1998; Honda, 1979)，另外，也有文獻證實一些鳳蝶科與粉蝶科蝴蝶，其蛹著色不受化蛹基質顏色所影響，是受到體內內分泌的控制(Ohnishi and Hidaka, 1956; Ishizaki and Kato, 1956)。因此，造成青帶鳳蝶的蛹色多型性，是否還會因其他環境因素或自身內分泌的影響則需進一步探討。

4. 成蟲

青帶鳳蝶前後翅背面的底色為黑色，前後翅腹面的顏色比背面淡，為黑褐色；前翅的形狀為狹長的三角形，後翅也為三角狀且外緣呈波浪狀無尾突；前翅與後翅皆有青藍色斑紋依序排列呈帶狀，後翅亞外緣區有四個青藍色旋月型的斑紋；腹面前翅的斑紋與背面相同，後翅除了有相同的斑紋外，近基部處有紅色紋帶外，其他部分皆有紅色紋帶分布，而臀區尾端處有灰黃色的紋路，以上描述結果與白和王(1998)、張(2001)、李和王(2002)、徐(1999)、李和楊(2005)、張(2002)、李和張(1988)、魏和武(2006)、夏等(2007)及蕭(1992)所描述之成蟲外部形態大致相同，僅有一些細部描述不同，而其中徐(1999)與本試驗皆以 Comstock-Needham 式命名法描述成蟲形態。雌雄蝶在翅膀的斑紋上幾乎沒有差異，而區別的方法如張(2001)、徐(1999)、張(2002)、魏和武(2006)、夏等(2007)及蕭(1992)所觀察到雄蝶後翅後緣摺疊處反摺裡有著密布的白色長毛，此為雄蝶的性標，而雌蝶則無此特徵，但與李和張(1988)與李和王(2002)則觀察雄蝶反摺為灰黃色體毛有差異。本試驗測得青帶鳳蝶雌、雄蝶的翅長分別為 41.74 和 39.96 mm，翅長平均為 40.96 mm，與徐(1999)所記錄成蟲翅長為 35- 41 mm 的範圍較為相近。

(二)生活史

剛孵化的幼蟲會攝食卵殼作為本身的基本能量，再取食寄主植物與李和張(1988)、蕭(1992)及王和劉(2009)所觀察的習性相符。在各蟲期發育日數，本試驗於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下卵期為 3 - 5 日，平均為 3.64 ± 0.65 日；幼蟲期為 22 - 33 日，平均為 27.82 ± 2.97 日；蛹期為 14 - 17 日，平均為 15.71 ± 0.69 日；卵至羽化成蟲所需時間為 40 - 53 日，平均為 47.18 ± 3.16 日，此與白和王(1998)和李和張(1988)所記錄卵期約 4 - 6 日，幼蟲期約 3 週，蛹期約 15 日相較之下，卵期和蛹期兩者為相近，但幼蟲期本試驗卻長約 1 周的時間；再與李和王(1995)報導於金門地區 7 月所飼養結果，卵期約 4 日，幼蟲期約 20 日，蛹期約 8 日相較之下，兩者幼蟲期和蛹期的發育日數都相差甚多，由以上差異推測為試驗地域、幼蟲取食寄主植物的種類或飼養環境條件的不同而有差異。據夏等(2007)所描述青帶鳳蝶在飼養溫度 $23 - 27^\circ\text{C}$ 、濕度 45 - 60% 及自然光照條件下，其卵期 5 日，幼蟲期 30 日左右，蛹期平均為 12 日，與本試驗結果相較，雖濕度條件不同，但各蟲期之發育日數皆相近。本試驗於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 飼養青帶鳳蝶，其生長表現的結果會因性別而有所差異。在發育日數方面，雌蝶卵至羽化成蟲平均為 48.80 ± 2.60 日，而雄蝶平均為 45.15 ± 2.60 日，雌蝶的發育時間比雄蝶長了 3.65 日。雌蝶的蛹重和成蟲重平均各為 1.12 ± 0.09 和 0.40 ± 0.03 g，雄蝶的蛹重和成蟲重平均各為 0.95 ± 0.07 和 0.32 ± 0.04 g，雄蝶重量皆比雌蝶輕；雌蝶的翅長和翅寬平均各為 41.74 ± 1.38 和 34.64 ± 1.05 mm，比雄蝶翅長、翅寬多了 1.78 和 1.04 mm。由以上可知，成蟲的體型以雌蝶為大，與大多數的蝴蝶如黑鳳蝶(馬，2008)、黃裳鳳蝶(吳，2011)及黃褐斑蝶(Steigenga and Fischer, 2009)有同樣的現象。在大自然中，雄蝶較早羽化，攝食其蜜源且等待雌蝶羽化，其主要為提供精子為目的，而雌蝶為繁衍下一代的個體需要儲存大量能量，且產較多的卵數作為延續物種的策略，以至於雌蝶的體型較大。

結 論

青帶鳳蝶以樟樹葉片飼養於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $80 \pm 5\%\text{RH}$ 及 14 L: 10 D 生長箱中，各蟲期的存活率皆達 90%。從卵發育至羽化成蟲平均需 47.18 ± 3.16 日，且發現青帶鳳蝶會因性別的不同而影響生長表現，其中雌蝶由卵發育至羽化成蟲的發育日數比雄蝶長 3.65 日，而雌蝶的平均蛹重和成蟲重皆比雄蝶重，且成蟲的體型也以雌蝶為大。青帶鳳蝶存在於人們生活周遭，但由於其飛行十分迅速而不易察覺，而該成蝶具有亮眼的水藍色帶狀的翅膀，且幼蟲的形態也頗具變化，可供作休閒產業觀光的一大亮點，進而對於生態

教育方面可讓學生認識不同於以往的蝴蝶品種，並了解其生長發育，學習尊重生命珍惜大自然，更深入的在未來學術研究上做為基石，期盼更深層的探討，並為自然生態盡一份心力。

參考文獻

- 大衛·卡特。1995。彩蝶與飛蛾圖鑑。貓頭鷹出版社。台北。第 54 頁。
- 王平啓、劉宵。2009。樟青鳳蝶的生物學特性及防治。農技服務 26:65-66。
- 白九維、王效岳。1998。台灣的鳳蝶與中國大陸的綜述。淑馨出版社。台北。第 184-187、189-204 頁。
- 吳怡欣。2011。黃裳鳳蝶之保育生物學研究。國立台灣大學生物資源暨農學院昆蟲所，博士論文。第 27、78 頁。
- 李俊延、王效岳。1995。金門馬祖蝴蝶和台灣地區蝴蝶之綜述-台灣蝶類圖說(三)。台灣省立博物館。台北。第 31-34 頁。
- 李俊延、王效岳。2002。台灣蝴蝶圖鑑。貓頭鷹出版社。台北。第 8、28、37-40 頁。
- 李俊延、張玉珍。1988。台灣蝶類圖說。台灣省立博物館出版社。台北。第 9-14 頁。
- 李惠永、楊平世。2005。國有林蝶類重要棲地及資源-東部地區-。行政院農業委員會林務局。台北。第 21-22 頁。
- 周堯。1990。中國蝶類志-上冊。河南科學技術出版社。河南。第 12-21、163 頁。
- 夏如鐵、孫興全、孫越、衛勤。2007。青鳳蝶飼養方法初探。生物學通報 11:49-50。
- 徐堉峰。1999。台灣蝶圖鑑第一卷。台灣省鳳凰谷鳥園。南投。118-125 頁。
- 馬翊凱。2008。黑鳳蝶(*Papilio protenor amaura* Jordan)生物特性之研究。國立宜蘭大學園藝學系研究所，碩士論文。第 19-25、40、53-55、59-66 頁。
- 張永仁。2001。台灣的昆蟲-蝶蛾篇。渡假出版社有限公司。台北。第 23 頁。
- 張永仁。2002。台灣賞蝶地圖。晨星出版有限公司。台北。第 270 頁。
- 章錦瑜。1992。蝴蝶幼蟲食草的選擇。東海學報 33:211-221。
- 陳倬民。1988。台灣產蝶類。台灣省政府教育廳。台中。第 17-24 頁。
- 陳順立、黃邦侃。1998。青鳳蝶-新型記述。華東昆蟲學報 7:9。
- 湯奇霖、趙仁方。2000。青帶鳳蝶屬蝶類在台東大南地區之發生概況。自然保育季刊 29:54-60。
- 黃秀惠。2008。台灣鳳蝶科之幼生期。國立嘉義大學生物資源學系研究所，碩士論文。

第 108-144 頁。

鄒鐘琳。1980。昆蟲生態學。上海科學技術出版社。上海。第 25-55、138 頁。

蕭剛柔。1992。中國森林昆蟲。中國林業出版社。北京。第 1137-1139 頁。

濱野榮次。1987。台灣蝶類生態大圖鑑。牛頓出版社。台北。第 176、283 頁。

魏忠民、武春生。2006。中國青鳳蝶變異型初步觀察。昆蟲知識 43:431-433。

Dyck, H. V., E. Matthysen, and C. Wiklund. 1998. Phynotypic variation in adult morphology and pupal color within and among families of the speckled wood butterfly *Pararge aegeria*. Ecol. Entomol. 23:65-472.

Hiraga, S. 2005. Two different sensory mechanisms for the control of pupal protective coloration in butterflies. J. Insect physiol. 51:1033-1040.

Honda, K. 1979. Enviromental effectors affecting the pupal coloration in *Papilio protenor demetrius* CR. (Lepidoptera: Papilionidae) I. Effect of chemical stimulus (odor). Kontyu. 47:191-195.

Ishizaki, H., and M. Kato. 1956. Enviromental factors affecting the formation of orange pupa in *Papilio xuthus*. A Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series B, 23:11-19.

Li, J., R. Wakui, S. Tebayashi, and C. Kim. 2010. Volatile Attractants for the Common Bluebottle, *Graphium sarpedon nipponum*, from the Host, *Cinnamomum camphora*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 74:1987-1990.

Ohnishi, E., and T. Hidaka. 1956. Effect of environmental factors on the determination of pupal types in some swallowtail, *Papilio xuthus* L. and *Papilio protenor demetrius* CR. Zool. Mag. 65:185-187.

Ohsugi, T., R. Nishida, and H. Fukami. 1985. Oviposition stimulant of *Papilio xuthus*, a citrus-feeding swallowtail butterfly. Agri. Biol. Chem. 49:1897-1900.

Pinto, C. F., A. J. Troncoso, A. Urzúa, and H. M. Niemeyer. 2009. Aristolochic acids affect the feeding behaviour and development of *Battus polydamas archidamas* larvae (Lepidoptera: Papilionidae: Troidini). Eur. J. Entomol. 106:357-361.

Steigenga, M. J., and K. Fischer. 2009. Fitness consequences of variation in developmental temperature in a butterfly. J. Therm. Biol. 34:244-249.

藤岡知夫。1997。日本產蝶類及び世界近緣種大圖鑑 I。出版藝術社。東京。第 188-192 頁。

105 年 8 月 8 日投稿

105 年 11 月 1 日接受