



# Formosan Entomologist

Journal Homepage: [entsocjournal.yabee.com.tw](http://entsocjournal.yabee.com.tw)

## The Life History of the Common Mormon Butterfly, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer (Lepidoptera: Papilionidae) 【Research report】

### 玉帶鳳蝶(*Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer)(鱗翅目：鳳蝶科)的生活史【研究報告】

Su-Chiung Chen\* Sheng-Chih Ou-Yang  
陳素瓊\* 歐陽盛芝

\*通訊作者E-mail: [scchen@mail.niu.edu.tw](mailto:scchen@mail.niu.edu.tw)

Received: 2006/09/18 Accepted: 2007/02/07 Available online: 2007/03/01

#### Abstract

In the present study, fresh eggs of the Common Mormon Butterfly, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer, were collected from a host in a net room. The fresh eggs were placed in the laboratory under conditions of 25~32°C room temperature. Hatching larvae were individually reared on leaves of *Citrus sunki* for observations of the morphology and life history of the butterfly. The results are summarized as follows. The morphology of various developmental stages in this species is described. The hatching rate of the eggs was 42%. The time for eggs to hatch was 3 days on average. Two types of larval stadium, namely five or six instars, were found. The durations of the larval stage for both five-instar and six-instar types were  $20.31 \pm 0.26$  and  $22.86 \pm 0.63$  days, respectively, and  $21.20 \pm 0.39$  days averaged for the two types; the six-instar type was significantly longer than the five-instar type. The durations of the pupal stage for the five-instar type, six-instar type, and the average of both types of larvae were  $10.17 \pm 0.11$ ,  $10.60 \pm 0.25$ , and  $10.28 \pm 0.12$  days, respectively. The time required for eggs to become adults in the five-instar type, six-instar type, and the average of both types of larvae were  $33.42 \pm 0.34$ ,  $35.50 \pm 0.87$ , and  $33.94 \pm 0.39$  days, respectively. The threshold value of head capsule width for larvae to develop into pupae was above 4.71 mm. The increment of the head capsule width of the larvae was in accordance with the increase in the larval instar stage, and was maintained at a ratio of 1.42~1.52 times. A linear regression coefficient existed between the common logarithms of head capsule width of larvae and the larval instar stage; this was in agreement with Dyar's law. The increments in both head capsule width and body length of larvae were in accordance with the increase in the larval instar stage. The weight, length, and width means of pupae were  $0.92 \pm 0.09$  g,  $27.42 \pm 0.99$  mm, and  $11.12 \pm 0.22$  mm, respectively. The means of wing length and width of adults were  $40.66 \pm 2.84$  and  $27.25 \pm 4.70$  mm. Leaf consumption increased as the larval instar grew. The total leaf area consumed averaged over both types of larvae was  $183.95 \pm 8.21$  cm<sup>2</sup>. The greatest leaf consumption occurred at the final instar larval stage. The fifth instar larvae of the five-instar type consumed about 76.90% while the sixth instar larvae of six-instar type consumed, 59.76% of the total amount of leaves consumed.

#### 摘要

本試驗在網室內採玉帶鳳蝶當日產之卵，置於25~32°C室溫的實驗室內單隻飼養，分別以酸桔(*Citrus sunki*)葉片飼養其幼蟲至羽化為成蝶，每日觀察和記錄各蟲期的形態及生活史。描述各蟲期形態並得知卵孵化率為42%，卵期總平均為3日，幼蟲期有五齡或六齡兩類，五齡型、六齡型及總平均的幼蟲期分別為 $20.31 \pm 0.26$ 、 $22.86 \pm 0.63$ 、 $21.20 \pm 0.39$ 日，六齡型幼蟲之幼蟲期顯著較五齡型長；蛹期在五齡型、六齡型及總平均分別為 $10.17 \pm 0.11$ 、 $10.60 \pm 0.25$ 、 $10.28 \pm 0.12$ 日。自卵至成蟲羽化所需時間，五齡型、六齡型及總平均分別為 $33.42 \pm 0.34$ 、 $35.50 \pm 0.87$ 、 $33.94 \pm 0.39$ 日。玉帶鳳蝶幼蟲頭殼寬度超過4.71 mm的閾值即進入化蛹階段，幼蟲頭殼寬度隨齡期增長以1.42~1.52倍呈等比例增加，各齡幼蟲頭殼寬度常用對數與齡期存在直線迴歸關係，符合戴爾法則。幼蟲期的頭殼寬度及體長皆依齡期增長而增加。本種蛹重、蛹長及蛹寬之總平均依序為 $0.92 \pm 0.09$  g、 $27.42 \pm 0.99$  mm、 $11.12 \pm 0.22$  mm；成蟲翅長平均為 $40.66 \pm 2.84$  mm，翅寬總平均為 $27.25 \pm 4.70$  mm。幼蟲期的食葉量亦隨著齡期增長而增加，總食葉量的總平均為 $183.95 \pm 8.21$  cm<sup>2</sup>；以末齡幼蟲的食葉量最大，五齡型的第五齡幼蟲佔所有幼蟲期食葉量的76.90%，六齡型的第六齡幼蟲佔所有幼蟲期食葉量的59.76%。

**Key words:** Common Mormon Butterfly, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer, morphology, life history, head capsule width, leaf consumption.

**關鍵詞:** 玉帶鳳蝶、形態、生活史、頭殼寬度、食葉量。

Full Text: [PDF \(0.92 MB\)](#)

下載其它卷期全文 Browse all articles in archive: <http://entsocjournal.yabee.com.tw>

# 玉帶鳳蝶(*Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer)(鱗翅目：鳳蝶科)的生活史

陳素瓊\* 國立宜蘭大學園藝學系 宜蘭市神農路一段1號  
歐陽盛芝 國立臺灣博物館研究組 臺北市館前路71號6樓

## 摘要

本試驗在網室內採玉帶鳳蝶當日產之卵，置於 25~32°C 室溫的實驗室內單隻飼養，分別以酸桔(*Citrus sunki*)葉片飼養其幼蟲至羽化為成蝶，每日觀察和記錄各蟲期的形態及生活史。描述各蟲期形態並得知卵孵化率為 42%，卵期總平均為 3 日，幼蟲期有五齡或六齡兩類，五齡型、六齡型及總平均的幼蟲期分別為  $20.31 \pm 0.26$ 、 $22.86 \pm 0.63$ 、 $21.20 \pm 0.39$  日，六齡型幼蟲之幼蟲期顯著較五齡型長；蛹期在五齡型、六齡型及總平均分別為  $10.17 \pm 0.11$ 、 $10.60 \pm 0.25$ 、 $10.28 \pm 0.12$  日。自卵至成蟲羽化所需時間，五齡型、六齡型及總平均分別為  $33.42 \pm 0.34$ 、 $35.50 \pm 0.87$ 、 $33.94 \pm 0.39$  日。玉帶鳳蝶幼蟲頭殼寬度超過 4.71 mm 的閾值即進入化蛹階段，幼蟲頭殼寬度隨齡期增長以 1.42~1.52 倍呈等比例增加，各齡幼蟲頭殼寬度常用對數與齡期存在直線迴歸關係，符合戴爾法則。幼蟲期的頭殼寬度及體長皆依齡期增長而增加。本種蛹重、蛹長及蛹寬之總平均依序為  $0.92 \pm 0.09$  g、 $27.42 \pm 0.99$  mm、 $11.12 \pm 0.22$  mm；成蟲翅長平均為  $40.66 \pm 2.84$  mm，翅寬總平均為  $27.25 \pm 4.70$  mm。幼蟲期的食葉量亦隨著齡期增長而增加，總食葉量的總平均為  $183.95 \pm 8.21$  cm<sup>2</sup>；以末齡幼蟲的食葉量最大，五齡型的第五齡幼蟲佔所有幼蟲期食葉量的 76.90%，六齡型的第六齡幼蟲佔所有幼蟲期食葉量的 59.76%。

**關鍵詞：**玉帶鳳蝶、形態、生活史、頭殼寬度、食葉量。

## 前言

玉帶鳳蝶 (*Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer) 屬於鱗翅目 (Lepidoptera)，鳳蝶科 (Papilionidae)，鳳蝶屬 (*Papilio*)，其在鳳蝶

屬為中小型有尾突的鳳蝶，英名是 Common Mormon Butterfly，別名為白帶鳳蝶、縞鳳蝶、白帶蝶、黑鳳蝶、梁山伯與祝英台、柑橘玉帶鳳蝶、玉帶美鳳蝶、耕雲鳳蝶等。玉帶鳳蝶 (*Papilio polytes*) 是一種普遍發現於東洋區

\*論文聯繫人  
e-mail: scchen@mail.niu.edu.tw

各地的鳳蝶(Uesugi, 1996)，廣泛分布於東南亞，全世界有 17 個亞種被報導(Rafi *et al.*, 2000)，本試驗所用的種類為臺灣亞種 *Papilio polytes pasikrates* (Chen, 1977; 1987)。Shirozu (1987)亦提及本種分為許多亞種，其分布範圍很廣，除了臺灣以外，遍布印度、中國西南部、琉球、馬來半島、蘇門答臘、爪哇等地；Chang and Tsai (1984)認為本種分布西自斯里蘭卡、印度，東至摩鹿加群島，北至日本琉球列島，南至印尼、爪哇等東南亞各地。Pai and Wang (1998)提出其分布從中國大陸各省、臺灣、印度、泰國、馬來西亞、印尼和日本等地；在本省則分布於全島各處，從平地至低山地，海拔 0~1000 公尺或 1500 公尺之間山區(Liao, 1977; Tsai, 1985; Shirozu, 1987; Lee and Chang, 1988; Pai and Wang, 1998)；Chang (2005)則指出其分布在平地至中海拔山區，且在龜山島上有少量分布(Wang and Lee, 1998)，但因此蝶食草的關係，不棲息於高地(Shirozu, 1987)，在臺灣屬於普遍常見的鳳蝶種類。

本種成蝶發生時期，臺灣中、北部主要在 3~10 月，盛期為 6~8 月，而南部全年可見且族群數量較北部多(Tsai, 1985; Lee and Chang, 1988; Chang, 1994; Pai and Wang, 1998)；Chang (2005)認為其在中、北部以蛹越冬。Lee and Wang (1995)調查金門馬祖地區的蝴蝶，雖未見玉帶鳳蝶臺灣亞種，卻發現其指名亞種 (*Papilio polytes polytes* Linnaeus)廣泛分布該地區人跡可至的大小島嶼，主要發生期於 6~8 月，多以蛹態越冬。Chang and Tsai (1984)指出從過去的詳細採集記錄顯示 3~4、6~9 月份是發生的盛期，北部一年共有 4 化，臺灣南部氣溫較高，可能有 5 次羽化。Chao and Wang (1997)和 Pai and Wang (1998)曾提及本種在中國地區除分布

於大陸的指名亞種、分布於臺灣的臺灣亞種外，尚有分布於海南島的海南亞種(*Papilio polytes mandane* Rothschild)。

其幼蟲主要取食芸香科(Rutaceae)，如柑桔屬(*Citrus* spp.)、雙面刺(*Eanth oxylum*)、過山香(*Clausena excavata*)、石荳舅(*Glycosmis citrifolia*)、飛龍掌血(*Toddalia asiatica*)等植物，但特別喜愛過山香(Tsai, 1985; Lee and Wang, 1995)；Lin (2004)則加上芸香科的烏柑仔(*Severinia buxifolia*)、食茱萸(*Zanthoxylum ailanthoides*)兩種；Shirozu (1987)提出幼蟲以漆仔樹(*Tetradium glabrifolium*)、黃樹根藤(即飛龍掌血)、檸檬等各種柑橘類為食；Chang and Tsai (1984)認為此蝶在自然狀況下喜歡選擇野生的飛龍掌血、越椒(*Fagara ailanthoides*)、山漆(*Evodia glauca*)、山桔(*Glycosmis cochinchinensis*)等；Nakayama *et al.*(2002)試驗得知飛龍掌血為本種主要寄主植物，黃蘗(*Phellodendron amurense*)為潛在的芸香科寄主植物。成蝶常見於路旁、花叢間、溪流沿岸或低山區飛翔、吸食花蜜或吸水，Tsai (1985)提及本種在墾丁國家公園常有週期性大量發生，當大量發生時，墾丁附近到處飛舞著大量蝴蝶，滿布在長穗木和馬纓丹花上吸蜜，是墾丁國家公園重要的觀賞蝶種之一。

有關玉帶鳳蝶的研究多是描述其形態和習性，且大都偏重成蝶(Chang and Tsai, 1984; Tsai, 1985; Shirozu, 1987; Lee and Chang, 1988; Chang, 1994; 2005; Lee and Wang, 1995; Chao and Wang, 1997; Ho and Chang, 1998; Pai and Wang, 1998; Wang and Lee, 1998)，有些並提到本種雌蝶有兩個類型，為外觀形態完全不同的遺傳型差異(Chang and Tsai, 1984; Tsai, 1985;

Shirozu, 1987; Lee and Chang, 1988; Chang, 1994; 2005; Lee and Wang, 1995; Ho and Chang, 1998; Wang and Lee, 1998), 偶會提及本種生活史各階段的發育所需時間或測量值, 卻缺乏較有系統的試驗報告, 僅少數如 Ramana *et al.* (1996)曾報導印度產玉帶鳳蝶(印度亞種 *Papilio polytes romulus* Cramer)的生活史, Uesugi (1996)研究此蝶貝氏擬態的適應意義, 及 Chen *et al.* (2003)以冷藏方式控制本種羽化時間的報告等, 由此可知, 關於此蝶臺灣亞種之基本生物學並沒有較完整的資料, 仍有許多待研究之處。

由於玉帶鳳蝶幼蟲會危害柑桔屬的經濟作物如: 椪柑(*Citru poonensis*)、柳橙(*C. sinensis*)、桶柑(*C. tankan*)、文旦(*C. grandis*)、酸桔(*C. sunki*)、金棗(*C. margarita*)、檸檬(*C. limon*)、四季橘(*C. microcarpa*)、虎頭柑(*C. limonimedica*)、佛手柑(*C. kotokan*)等, 亦被列為重要經濟害蟲之一, Huang and Gao (1997)指出是柑桔苗圃和幼年樹的重要害蟲, 幼蟲食葉成缺刻, 嚴重時葉片常被吃光, Shirozu (1987)指出是有名害蟲。故本種在果園中常被防治撲殺, 加上普遍性大量使用農藥, 污染環境, 且因近年來經濟發展增加土地開發利用面積, 亦使其棲地縮小, 致使玉帶鳳蝶在平地之族群數量驟減。因此蝶形態極具觀賞價值且容易觀察, 幼蟲寄主植物或成蟲蜜源植物普遍分布且栽植方便, 不僅可當戶外教學教材使用, 亦常為蝴蝶園或生態農場的蝶種之一, 故對其基本生物特性更應研究探討, 除可作飼養繁殖本種的基本資料外, 更可作為防治此蝶之參考。故本文以人工累代飼育繁殖, 觀察描述此蝶各發育期的形態, 探討其生活史和幼蟲食葉量等基本生物特性, 以期對玉帶鳳蝶的生物學有所助益, 做

為日後飼育及大量繁殖的基礎, 並提供教學、生態教育及觀賞等用途。

## 材料與方法

### 一、供試蟲源及飼養方法

玉帶鳳蝶蟲源係取自臺灣南部的國立屏東科技大學植物保護系, 將雌、雄蝶各 20 隻攜回, 置入以鍍鋅管建構, 以外覆百吉網的簡易網室(長 24 m、寬 5.5 m、高 3.6 m, 網目 16×16 mesh)內, 於網室內栽種幼蟲食草芸香科植物, 如酸桔(*Citrus sunki*)、金棗、檸檬、柚子及成蟲蜜源植物, 如馬纓丹(*Lantana camara*)、繁星花(*Pentas lanceolata*)、冇骨消(*Sambucus formosana*)、南美蜚蜞菊(*Wedelia trilobata*)、馬利筋(*Asclepias curassavica*)、非洲鳳仙花(*Impatiens wallerana*)、孔雀草(*Tagetes patula*)、長穗木(*Stachytarpheta jamaicensis*)、白玉蘭(*Michelia alba*)、金露花(*Duranta repens*)、馬齒莧(*Portulaca oleracea*)、紫花霍香薊(*Ageratum houstonianum*)、阿勃勒(*Cassia fitula*)、烏心石(*Michelia formosana*)、樟樹(*Cinnamoman camphora*)等植物提供成蟲吸蜜、求偶、交配及遮蔭避雨, 雌蟲產卵、幼蟲取食等用途, 如此在網室飼養繁殖 3 代後才開始進行試驗觀察。

### 二、形態描述及生活史

試驗前先在網室外栽種酸桔盆栽, 俟長到高約 120 cm, 含約 80~100 片葉片時, 經檢查植株葉片上確無蟲卵、幼蟲及蜘蛛, 並摘去不良葉片, 以備提供雌蝶產卵用。雌蝶通常在白天將卵產於酸桔葉背邊緣或嫩芽上, 故試驗當天將兩盆酸桔盆栽搬入網室內供玉帶鳳蝶產卵, 四小時之後將酸桔盆栽移出檢查, 並將

含卵葉片採下攜回實驗室，葉柄以棉花裹住，加水保鮮，然後將含卵葉片單片放入圓形透明塑膠盒(盒口直徑 9.2 cm、底部直徑 8 cm、高 5.8 cm、容量約 250 ml)中，盒蓋以針刺密集小孔以流通空氣，註明產卵日期及編號，共放 50 盒計 50 粒卵供試，分別放在 25~32°C 室溫的實驗室內飼養，每日觀察及記錄。

待供試卵孵化時，即單隻飼養於同上的圓形透明塑膠盒中，每日清理容器並在盒內放入足夠之酸桔葉片供幼蟲取食，所有供試葉片採下後皆於葉柄包裹含水棉花保鮮。剛孵化幼蟲以嫩葉餵食，二齡幼蟲後餵食較成熟之葉片，每日供給足夠之葉片量，三齡後將飼育盒換成較大的不透明塑膠盒(盒口直徑 10.8 cm、底部直徑 9 cm、高 7.5 cm、容量約 500 ml)，盒蓋以針戳較大孔洞，使空氣流通。

每日觀察各蟲期的形態變化及各蟲期的生長、發育情形並予以記錄和照相。幼蟲頭殼寬度的測定是測量剛蛻皮時蛻下的頭殼所得，在卵徑、卵高及一齡幼蟲的頭殼寬度是用解剖顯微鏡目鏡中所附的微尺測量，其餘各齡幼蟲的頭殼寬度皆以數位式游標卡尺測量；體長之測定是以數位式游標卡尺測量剛孵化之一齡幼蟲、剛蛻皮之各齡幼蟲及化蛹當天的蛹體長度和寬度；蛹重是以電動天平測定蛹體重量，化蛹後在飼養之塑膠盒內粘貼懸掛細長條絲襪或衛生紙，以利其羽化。待成蝶羽化後即以數位式游標卡尺測定其展翅長、寬度；有關形態描述時成蝶翅脈、翅室之名稱，主要參考 Hsu (1999) 所修訂鳳蝶科翅脈名稱。本資料平均值間的顯著性測驗是採用 *t* 測驗(*t*-test) 分析。

### 三、幼蟲期的食葉量

將剛產下的玉帶鳳蝶卵粒 50 粒放在 25~32°C 室溫的實驗室內，待卵孵化後，即單

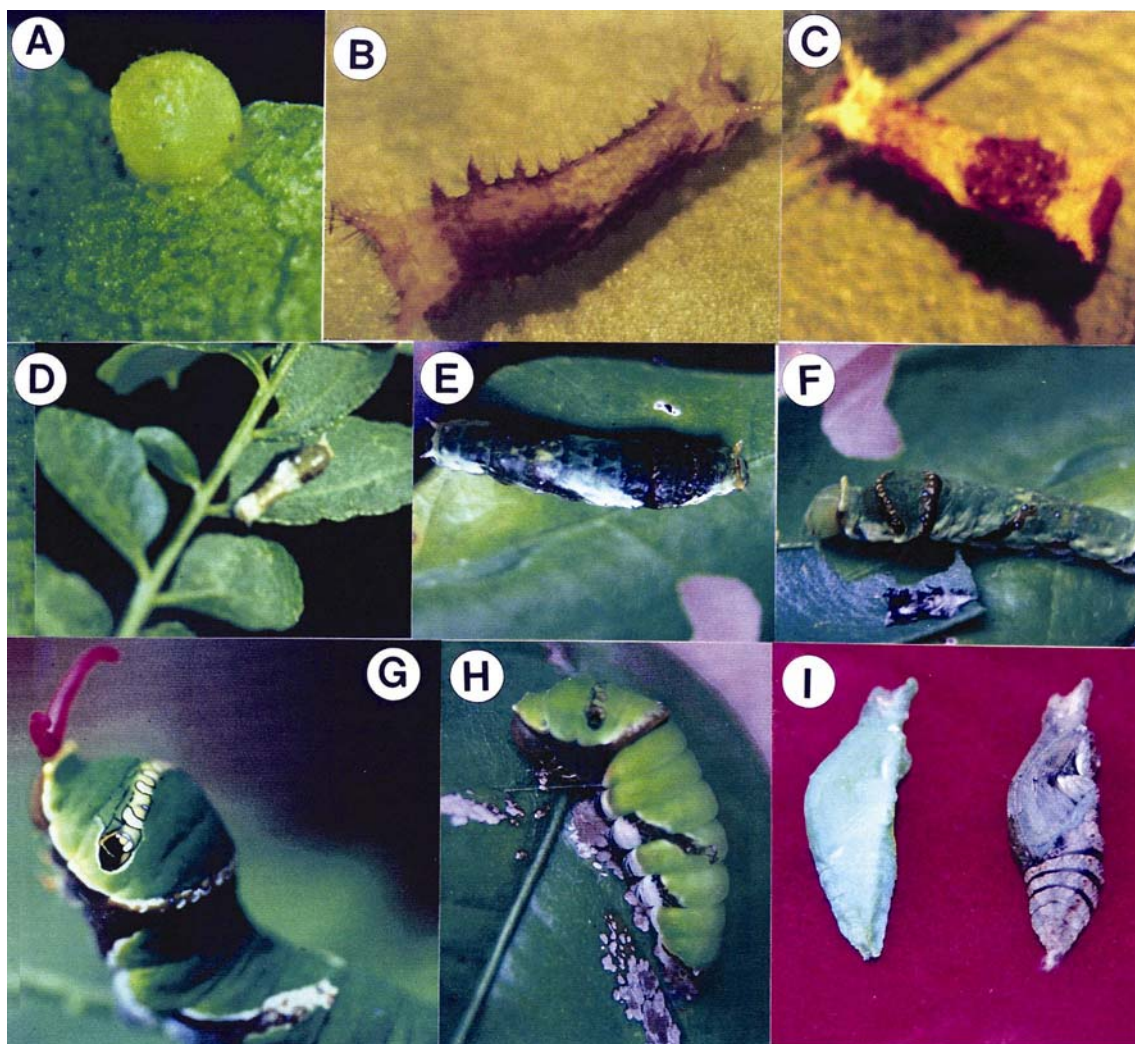
隻飼育於圓形透明塑膠盒中，每日觀察各個蟲期的生長、發育情形，並記錄幼蟲各齡期的食葉量。食葉量的測定方式為：每天採取厚薄相近之酸桔葉片，餵食前先將一片葉片放在方格紙上，以鉛筆描繪外形且用剪刀修剪成與該葉片相同形狀並加以編號，取此葉片放入圓形透明塑膠盒中餵食，隔日再將取食後殘留的葉片放在原先相對應之方格紙片上，以鉛筆描繪後用剪刀修剪掉殘留葉片部分，即得到被食部分之葉片紙樣，再用葉面積測定儀(Delta-T Devices Area Measurement System)逐一測量葉片的面積，即得到各供試幼蟲每日的食葉量，並記錄幼蟲蛻皮的時間，以累計各齡期的食葉量。本資料平均值間的顯著性測驗是採用 *t* 測驗分析。

## 結 果

### 一、形態描述

玉帶鳳蝶的卵呈球形，表面光滑，直徑由 1.01~1.21 mm，平均為  $1.16 \pm 0.01$  mm；高度由 0.88~1.25 mm，平均為  $1.02 \pm 0.01$  mm，剛產下時為乳白色(圖一 A)，漸漸變為淡黃色，至孵化前成為黃褐色。

剛孵化之幼蟲先用口器將自己的卵殼吃掉當作第一餐，以補充體內養分，再開始找尋食物的固著點；其身體呈淡褐色，頭部褐色，外形類似鳥糞，體表各節有成簇剛毛，尤其位於胸部及肛區的成對剛毛更發達(圖一 B)，但這些剛毛在第一次蛻皮後即消失。第二齡至第四齡幼蟲呈鳥糞狀，頭部褐色，身體黑褐色，胸部側面、第 2~5 腹節背、側面及第 7~9 腹節側面均有白色斑紋，且第 2~5 腹節白紋在背面形成 V 字形斜帶，像石灰質的顏色附著於身上(圖一 C、D)。但第四齡幼蟲的體色已由黑褐底色轉變成暗綠底色，仍具有像鳥糞般的花紋



圖一 玉帶鳳蝶各蟲期的形態：A、卵；B、第一齡幼蟲；C、第二齡幼蟲；D、第三齡幼蟲；E、第四齡幼蟲；F、第五齡幼蟲；G、老熟幼蟲；H.前蛹；I.蛹。

Fig. 1. Morphology of various immature stages of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer: (A) egg; (B) first instar larvae; (C) second instar larvae; (D) third instar larvae; (E) fourth instar larvae; (F) fifth instar larvae; (G) mature larvae; (H) prepupa; (I) pupa.

(圖一 E)，此時肉眼可明顯觀察到體節有 13 節，具 3 對前足，4 對腹足及 1 對肛足。第五齡幼蟲的體色逐漸變成以翠綠底色(圖一 F)，胸部呈三角形，後胸背面前緣有蛇眼似的花紋形成，狀似毒蛇，但被攻擊時，會從頭胸部之間伸出一對紅色的臭角，散發出氣味，以嚇阻天敵(圖一 G)，其第 1 腹節的後緣亦有褐色花

紋形成，且第 1 和第 2 腹節間為黑色，常被第 1 腹節的後緣褐色帶所覆蓋，只剩一條黑色線，從第 2 腹節起至尾足前其側面均有白斑貫穿，第 4 腹節體側延伸至第 5 腹節背部類似 V 字形白斑但並未連接，第 6 腹節體側面有黑斑，背面有白斑，二點左右對稱(圖一 F)。

本種幼蟲期有五齡或六齡二型，但大多數

爲五齡蟲，少數爲六齡蟲。但二種型式的幼蟲皆在末齡蟲時由烏糞型轉變成以翠綠色爲底的體色，也就是爲五齡蟲者當第四齡蟲蛻皮爲第五齡蟲時體色變爲翠綠色；而若爲六齡蟲者至第六齡體色才會變化爲翠綠色。化蛹前的老熟幼蟲(第五齡末或第六齡末)，開始不食不動，接著身體捲曲縮短，尋找固著點吐絲，將身體固定，此爲前蛹期(*prepupa*) (圖一 H)，此階段很短，接著就蛻掉幼蟲皮化蛹，以絲絹固定蟲體尾端，且於腹部第 2 節上另有一環絹絲繫附於它物，此蛹稱爲帶蛹(*pupa contigua*)。蛹有綠色和褐色二型(圖一 I)，夏季以綠色型居多，冬季則以褐色型較多。

羽化後的成蝶翅膀底色皆爲黑色且具有尾突，雄蝶前翅外緣各室末端有缺刻狀之白色斑點，後翅外橫緣各室內有白斑呈帶狀排列(圖二 A)，翅腹面與背面相似(圖二 B)，但後翅亞外緣各室有弦月形橙紅斑， $CuA_1$ 、 $M_3$  室及白色帶狀斑紋外側有寶藍色弦月， $1A+2A$  處寶藍色弦月外側有一橙紅色弦月紋(圖二 B)；雌蝶有二型，第一型類似雄蝶的斑紋，但後翅外橫緣各室內的白斑呈帶狀排列顏色較雄蟲暗且後翅中央的白斑常帶若干黃或褐色，並且後翅表面肛角部具橙紅色弦月紋(圖二 C、D)。第二型後翅中室內有一白斑且外緣  $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  及  $CuA_1$  室各有一白斑，在外緣各室末端中央有弦月紋橙紅斑，近後緣有二個紅色條斑(圖二 E)，腹面似背面(圖二 F)。

## 二、生活史

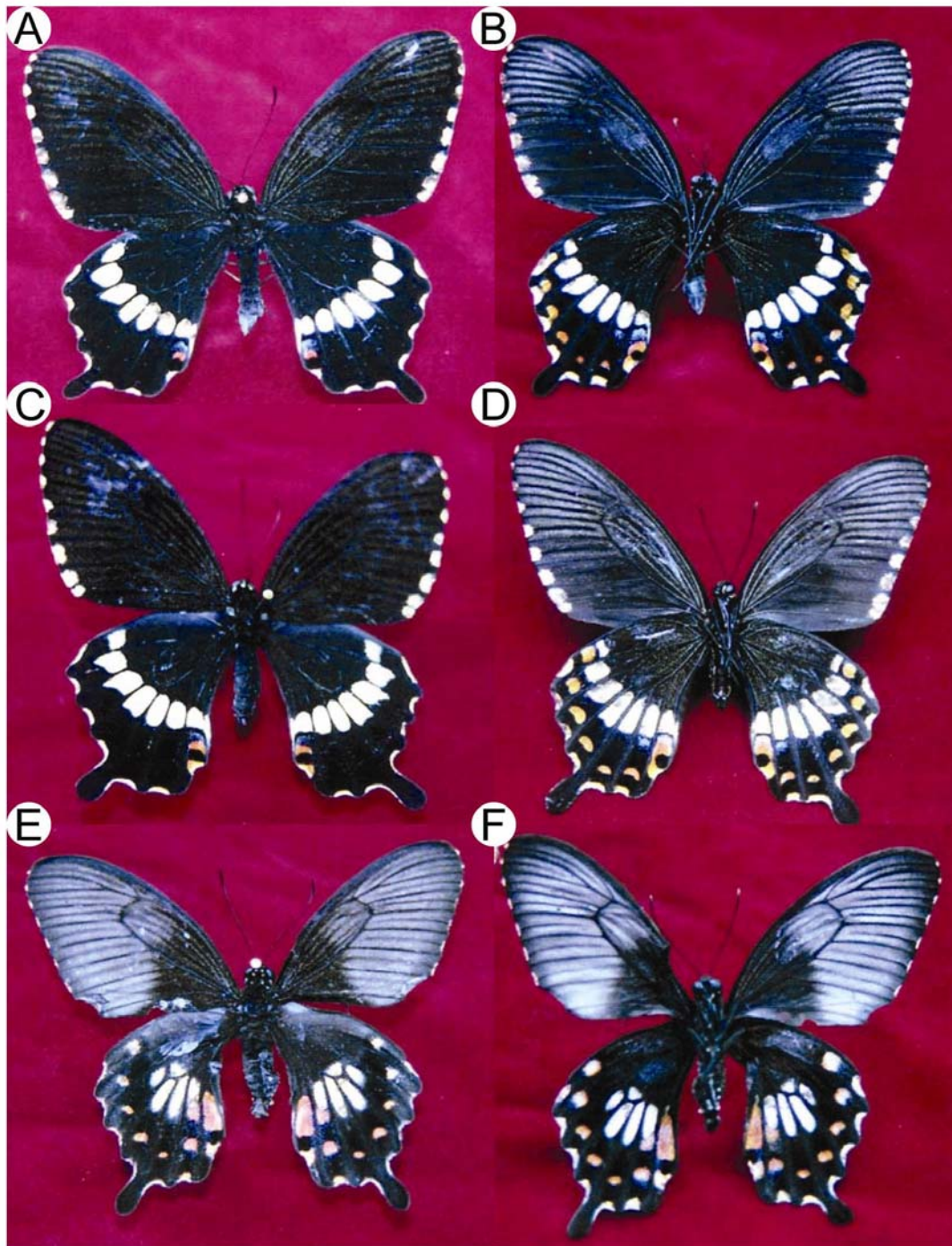
玉帶鳳蝶在 25~32°C 室溫下飼育的存活率及發育所需時間如表一。自卵孵化至成蟲羽化所需時間最短者爲 31 日，最長者需 38 日，總平均爲  $33.94 \pm 0.39$  日，且 50 粒卵發育至成蟲的存活率只有 32%。因本試驗在幼蟲期出現五齡或六齡兩種型式，且至成蟲期時有 12 隻

五齡型及 4 隻六齡型羽化，因此分別分析所得結果。即自卵孵化至成蟲羽化所需時間，五齡型平均爲  $33.42 \pm 0.34$  日，六齡型平均爲  $35.50 \pm 0.87$  日，以 *t* 測驗結果，五齡型與六齡型間存在顯著性差異。卵期在各型平均皆爲  $3.00 \pm 0.00$  日，卵孵化率爲 42%，其中有 14 隻爲五齡型，7 隻屬六齡型。

孵化的 21 個卵在一齡至二齡期間皆順利存活，直到第三齡幼蟲期間，有 1 隻五齡型死亡，只有 20 隻三齡幼蟲存活下來，一直生長至末齡的第五齡或第六齡幼蟲。第一齡幼蟲期由 2~3 日，五齡型、六齡型和總平均分別爲  $2.57 \pm 0.14$ 、 $2.29 \pm 0.18$  及  $2.48 \pm 0.11$  日；第二齡幼蟲期最短者 2 日，最長者 7 日，總平均爲  $3.71 \pm 0.24$  日，五齡型與六齡型各爲  $3.43 \pm 0.17$  及  $4.29 \pm 0.61$  日；第三齡幼蟲期由 2~5 日，五齡型、六齡型和總平均分別爲  $3.23 \pm 0.17$ 、 $2.86 \pm 0.26$  及  $3.14 \pm 0.14$  日；第四齡幼蟲期最短者 2 日，最長者 4 日，總平均爲  $3.55 \pm 0.14$  日，五齡型與六齡型各爲  $3.85 \pm 0.10$  及  $3.00 \pm 0.22$  日；第五齡幼蟲期由 3~8 日，五齡型、六齡型和總平均分別爲  $7.15 \pm 0.19$ 、 $3.86 \pm 0.26$  及  $6.00 \pm 0.39$  日。以 *t* 測驗分析五齡型及六齡型各齡幼蟲的發育期，得知僅第四齡及第五齡存在顯著性差異。

在存活的 20 隻三齡幼蟲生長至五齡時，有 13 隻幼蟲於發育末期直接進入蛹期，其餘的 7 隻幼蟲蛻皮成爲六齡幼蟲，這些六齡型的第六齡幼蟲期由 4~8 日，平均爲  $6.57 \pm 0.53$  日。因此玉帶鳳蝶的整個幼蟲期最短爲 18 日，最長爲 26 日，總平均爲  $21.20 \pm 0.39$  日，五齡型與六齡型分別爲  $20.31 \pm 0.26$  及  $22.86 \pm 0.63$  日。以 *t* 測驗分析五齡型及六齡型幼蟲的整個幼蟲期，存在顯著性差異。

第五齡末或第六齡末的老熟幼蟲進入 1~2 日的前蛹期，其中有一隻五齡型死亡，五齡



圖二 玉帶鳳蝶成蟲的形態：A、雄蝶背面觀；B、雄蝶腹面觀；C、雌蝶背面觀(第一型)；D、雌蝶腹面觀(第一型)；E、雌蝶背面觀(第二型)；F、雌蝶腹面觀(第二型)。

Fig. 2. Morphology of adult *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer: (A) dorsal view of male; (B) abdominal view of male; (C) dorsal view of female (type I); (D) abdominal view of female (type I); (E) dorsal view of female (type II); (F) abdominal view of female (type II).



表一 玉帶鳳蝶各蟲期的存活率和發育所需時間

Table 1. Survival rate (%) and duration in days of various immature stages of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer

Life stage	Survival rate (%)	Developmental period (day) ( <i>n</i> ) <sup>1)</sup>						
		Five-instar type		Six-instar type		<i>t</i> -value <sup>2)</sup>	Total	
		Mean±SE	Range	Mean±SE	Range		Mean±SE	Range
Egg	42.0	3.00±0.00 (14)	3	3.00±0.00 (7)	3	0	3.00±0.00 (21)	3
1st instar larva	100.0	2.57±0.14 (14)	2~3	2.29±0.18 (7)	2~3	1.20	2.48±0.11 (21)	2~3
2nd instar larva	100.0	3.43±0.17 (14)	2~4	4.29±0.61 (7)	2~7	1.78	3.71±0.24 (21)	2~7
3rd instar larva	95.2	3.23±0.17 (13)	3~5	2.86±0.26 (7)	2~4	1.25	3.14±0.14 (20)	2~5
4th instar larva	100.0	3.85±0.10 (13)	3~4	3.00±0.22 (7)	2~4	4.01*	3.55±0.14 (20)	2~4
5th instar larva	100.0	7.15±0.19 (13)	6~8	3.86±0.26 (7)	3~5	10.20*	6.00±0.39 (20)	3~8
6th instar larva	100.0	—	—	6.57±0.53 (7)	4~8	—	6.57±0.53 (7)	4~8
Larval stage	100.0	20.31±0.26 (13)	18~22	22.86±0.63 (7)	21~26	4.39*	21.20±0.39 (20)	18~26
Prepupa	95.0	1.00±0.00 (12)	1	1.14±0.14 (7)	1~2	1.31	1.05±0.05 (19)	1~2
Pupa	85.0	10.17±0.11 (12)	10~11	10.60±0.25 (5)	10~11	1.72	10.28±0.12 (17)	10~11
Egg to Adult	32.0	33.42±0.34 (12)	31~35	35.50±0.87 (4)	34~38	2.77*	33.94±0.39 (16)	31~38

1) *n* in parentheses is the number observed.

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

表二 玉帶鳳蝶各齡幼蟲的頭殼寬度

Table 2. Head capsule width of each instar larva of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer

Larval stage	Head capsule width of larval stage (mean±SE, mm) ( <i>n</i> ) <sup>1)</sup>			
	Five-instar type	Six-instar type	<i>t</i> -value <sup>2)</sup>	Total
1st instar larva	0.84±0.03 (14)	0.84±0.02 (7)	0	0.84±0.02 (21)
2nd instar larva	1.24±0.04 (14)	1.26±0.07 (7)	0.19	1.25±0.04 (21)
3rd instar larva	1.96±0.04 (13)	1.74±0.07 (7)	3.08*	1.88±0.04 (20)
4th instar larva	3.08±0.04 (13)	2.60±0.09 (7)	5.85*	2.91±0.06 (20)
5th instar larva	4.71±0.07 (13)	3.58±0.09 (7)	9.61*	4.31±0.14 (20)
6th instar larva	—	4.88±0.14 (5)	—	4.88±0.14 (5)

1) *n* in parentheses is the number observed.

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

型、六齡型及總平均各為  $1.00 \pm 0.00$ 、 $1.14 \pm 0.14$  和  $1.05 \pm 0.05$  日；接著蛻皮化蛹，蛹的存活率為 85%，只有 12 個五齡型及 5 個六齡型的蛹存活，蛹期為 10~11 日，五齡型、六齡型及總平均分別為  $10.17 \pm 0.11$ 、 $10.60 \pm 0.25$  與  $10.28 \pm 0.12$  日，其中因一隻六齡型死亡，只有 16 個蛹羽化為成蟲。

玉帶鳳蝶各齡期幼蟲的頭殼寬度如表二。第一齡幼蟲的頭殼寬度由 0.60~0.92 mm，五齡型、六齡型和總平均分別為  $0.84 \pm$

$0.03$ 、 $0.84 \pm 0.02$  及  $0.84 \pm 0.02$  mm；第二齡幼蟲的頭殼寬度最小者 0.90 mm，最長者 1.52 mm，總平均為  $1.25 \pm 0.04$  mm，五齡型和六齡型各為  $1.24 \pm 0.04$  及  $1.26 \pm 0.07$  mm；第三齡幼蟲的頭殼寬度由 1.47~2.18 mm，五齡型、六齡型和總平均分別為  $1.96 \pm 0.04$ 、 $1.74 \pm 0.07$  及  $1.88 \pm 0.04$  mm；第四齡幼蟲的頭殼寬度最小者 2.25 mm，最大者 3.29 mm，總平均為  $2.91 \pm 0.06$  mm，五齡型和六齡型各為  $3.08 \pm 0.04$  及  $2.60 \pm 0.09$

表三 玉帶鳳蝶各蟲期幼蟲次一齡期與前一齡期之平均頭殼寬度比

Table 3. Average ratio of head capsule width of the subsequent divided by this instar of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer

Larval stage	Average ratio of head capsule width of next instar divided by this instar			
	Five-instar type	Six-instar type	<i>t</i> -value <sup>1)</sup>	Total
2nd instar/1st instar	1.48	1.50	0.11	1.49
3rd instar/2nd instar	1.48	1.38	2.27*	1.50
4th instar/3rd instar	1.57	1.49	5.01*	1.55
5th instar/4th instar	1.53	1.38	3.19*	1.48
6th instar/5th instar	—	1.36	—	1.13
Average	1.52±0.04	1.42±0.07	—	1.43±0.17

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

表四 玉帶鳳蝶各齡幼蟲頭殼寬度常用對數(Y)與齡期(X)之關係

Table 4. Relationship between the common logarithms of head capsule width of larval stage and each instar of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer

Larval type	Regression equation	Correlation coefficient ( <i>r</i> ) <sup>1)</sup>
Five-instar type	$Y = -0.2735 + 0.1893X$	0.9997**
Six-instar type	$Y = -0.2151 + 0.1530X$	0.9990**
Total	$Y = -0.2153 + 0.1607X$	0.9916**

1) Double asterisks for the correlation coefficient indicates a significant difference at the 99% confidence level ( $p \leq 0.01$ ), by *t*-test.

mm；第五齡幼蟲的頭殼寬度由 3.20~4.92 mm，五齡型、六齡型和總平均分別為  $4.71 \pm 0.07$ 、 $3.58 \pm 0.09$  及  $4.31 \pm 0.14$  mm。本種幼蟲生長至第五齡時的頭殼寬度若小於 4.71 mm，就需要再蛻皮一次其頭殼寬度才能達到此閾值，故發育時需達到或超過平均頭殼寬度為 4.71 mm，方可使老熟幼蟲化蛹，因此有 5 隻第五齡幼蟲並不化蛹，反而蛻皮成爲第六齡幼蟲，其頭殼寬度由 4.41~5.15 mm，平均為  $4.88 \pm 0.14$  mm。以 *t* 測驗分析五齡型及六齡型各齡幼蟲的頭殼寬度，得知第三齡至第五齡皆有顯著性差異存在，即從第三齡幼蟲開始，五齡型頭殼平均寬度均大於六齡型，但六齡型的末齡幼蟲頭殼平均寬度則略大於五齡型者；並且不論那型幼蟲，皆隨著幼蟲的齡期增長其頭殼寬度日漸增大。

將玉帶鳳蝶各齡幼蟲連續齡期的次一齡

期與前一齡期之平均頭殼的寬度相除所得的比值如表三，各發育階段的比值在五齡型、六齡型及總平均分別為 1.48、1.48、1.57、1.53；1.50、1.38、1.49、1.38、1.36；1.49、1.50、1.55、1.48、1.13；平均值各為  $1.52 \pm 0.04$ 、 $1.42 \pm 0.07$ 、 $1.43 \pm 0.17$ 。即五齡型的頭殼寬度增長速度最快，隨齡期以 1.52 倍呈等比增加；六齡型則以 1.42 倍呈等比增加。以 *t* 測驗分析五齡型及六齡型的比值，得知除了第二齡與第一齡的比值外，其餘皆存在顯著性差異。

另將頭殼寬度的常用對數(Y)與齡期(X)之關係以直線迴歸分析如表四，得知五齡型、六齡型及兩型總計者分別存在  $Y = -0.2735 + 0.1893X$ 、 $Y = -0.2151 + 0.1530X$ 、 $Y = -0.2153 + 0.1607X$  迴歸直線關係，各直線的相關係數各為 0.9997、0.9990、0.9916，以 *t*

表五 玉帶鳳蝶各齡幼蟲的體長

Table 5. Body length of each instar larva of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer

Larval stage	Body length (mean±SE, mm) (n) <sup>1)</sup>			
	Five-instar type	Six-instar type	t-value <sup>2)</sup>	Total
1st instar larva	3.24±0.06 (14)	3.19±0.08 (7)	0.46	3.22±0.05 (21)
2nd instar larva	5.65±0.26 (14)	5.06±0.32 (7)	1.39	5.45±0.21 (21)
3rd instar larva	10.29±0.33 (14)	8.20±0.36 (7)	3.89*	9.59±0.33 (21)
4th instar larva	14.45±0.45 (13)	12.31±0.26 (7)	2.90*	13.70±0.42 (20)
5th instar larva	25.16±0.40 (13)	18.58±0.82 (7)	8.22*	22.86±0.81 (20)
6th instar larva	—	28.39±1.20 (7)	—	28.39±1.20 (7)

1) *n* in parentheses is the number observed.

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

測驗分析皆存在極顯著之正相關關係，即無論五齡型或六齡型，玉帶鳳蝶各齡幼蟲的頭殼寬度常用對數確隨齡期增加而呈直線關係增加。

表五列出本種各齡期幼蟲的體長。第一齡幼蟲的體長由 2.73~3.60 mm，五齡型、六齡型和總平均分別為  $3.24 \pm 0.06$ 、 $3.19 \pm 0.08$  及  $3.22 \pm 0.05$  mm；第二齡幼蟲的體長最小者 3.82 mm，最長者 6.81 mm，總平均為  $5.45 \pm 0.21$  mm，五齡型和六齡型各為  $5.65 \pm 0.26$  及  $5.06 \pm 0.32$  mm；第三齡幼蟲的體長由 7.46~11.95 mm，五齡型、六齡型和總平均分別為  $10.29 \pm 0.33$ 、 $8.20 \pm 0.36$  及  $9.59 \pm 0.33$  mm；第四齡幼蟲的體長最小者 10.28 mm，最長者 17.94 mm，總平均為  $13.70 \pm 0.42$  mm，五齡型和六齡型各為  $14.45 \pm 0.45$  及  $12.31 \pm 0.26$  mm；第五齡幼蟲的體長由 15.69~27.51 mm，五齡型、六齡型和總平均分別為  $25.16 \pm 0.40$ 、 $18.58 \pm 0.82$  及  $22.86 \pm 0.81$  mm；第六齡幼蟲的體長由 23.07~32.96 mm，平均為  $28.39 \pm 1.20$  mm。此外，也測量得知五齡型的第五齡末老熟幼蟲之體長由 33.48~41.11 mm，平均為  $36.34 \pm 0.71$  mm。雖然從第一齡至第五齡幼蟲，五齡型的體長皆大於六齡型者，但以 *t* 測驗分析五齡型及六齡型各齡幼蟲的體長，得知僅第三齡至第

五齡有顯著性差異存在，即從第三齡幼蟲開始，五齡型的體長均顯著大於六齡型，但六齡型的末齡幼蟲體長則大於五齡型者；並且不論那型幼蟲，皆隨著幼蟲的齡期增長其體長日漸增大。

本試驗所得的蛹重、蛹長、蛹寬及成蟲翅長、翅寬如表六。其中蛹的重量由 0.708~1.046 g，五齡型、六齡型和總平均分別為  $0.93 \pm 0.03$ 、 $0.88 \pm 0.01$  及  $0.92 \pm 0.09$  g；蛹體長度從 25.58~29.13 mm，五齡型、六齡型與總平均各為  $27.41 \pm 0.26$ 、 $27.43 \pm 0.58$  和  $27.42 \pm 0.99$  mm；蛹體寬度由 9.56~12.29 mm，五齡型、六齡型及總平均分別為  $11.30 \pm 0.29$ 、 $10.94 \pm 0.31$  及  $11.12 \pm 0.22$  mm；成蟲翅長最長者 37.17 mm，最長者 45.22 mm，總平均為  $40.66 \pm 2.84$  mm，五齡型和六齡型各為  $40.70 \pm 0.88$  及  $40.57 \pm 1.27$  mm；成蟲翅寬由 25.96~32.70 mm，五齡型、六齡型和總平均分別是  $28.68 \pm 0.73$ 、 $27.99 \pm 0.48$  及  $27.25 \pm 4.70$  mm。雖從表六可知，除了蛹長外，五齡型的測量值皆略大於六齡型，然以 *t* 測驗分析五齡型及六齡型的蛹重、蛹長、蛹寬、成蟲翅長及成蟲翅寬，均不存在顯著性差異，即在統計上，五齡型與六齡型的差異不顯著，幾無分別。從 16 個蛹羽化的成蟲，

表六 玉帶鳳蝶的蛹重、蛹長、蛹寬及成蟲翅長、翅寬

Table 6. Weight, body length, and body width of pupae, and adult wing length and width of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer

Larval type	Measurement of pupa (mean±SE) (n) <sup>1)</sup>			Measurement of adult (mean±SE) (n) <sup>1)</sup>	
	Weight (g)	Body length (mm)	Body width (mm)	Wing length (mm)	Wing width (mm)
Five-instar type	0.93±0.03 (12)	27.41±0.26 (12)	11.30±0.29 (12)	40.70±0.88 (12)	28.68±0.73 (12)
Six-instar type	0.88±0.01 (5)	27.43±0.58 (5)	10.94±0.31 (5)	40.57±1.27 (4)	27.99±0.48 (4)
<i>t</i> -value <sup>2)</sup>	1.13 <sup>NS</sup>	0.04 <sup>NS</sup>	0.72 <sup>NS</sup>	0.08 <sup>NS</sup>	0.52 <sup>NS</sup>
Total	0.92±0.09 (17)	27.42±0.99 (17)	11.12±0.22 (17)	40.66±2.84 (16)	27.25±4.70 (16)

1) *n* in parentheses is the number observed.

2) NS for the *t*-value indicates no significant difference at the 95% confidence level ( $p \leq 0.05$ ), by *t*-test.

表七 玉帶鳳蝶各齡幼蟲期之食葉量

Table 7. Leaf consumption of each instar larvae of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer

Life stage	Leaf consumption area (mean±SE, cm <sup>2</sup> ) of each larval stage (n) <sup>1)</sup>			
	Five-instar type	Six-instar type	<i>t</i> -value <sup>2)</sup>	Total
1st instar larva	1.36±0.38 (8)	0.68±0.17 (7)	1.39	1.05±0.23 (15)
2nd instar larva	4.25±0.21 (8)	4.45±0.46 (7)	0.41	4.34±0.24 (15)
3rd instar larva	7.36±1.61 (8)	7.15±1.86 (7)	0.09	7.26±1.18 (15)
4th instar larva	28.86±2.86 (8)	11.71±1.71 (7)	4.94*	20.87±2.82 (15)
5th instar larva	139.24±4.28 (8)	51.36±5.19 (7)	13.14*	98.23±12.15 (15)
6th instar larva	—	111.89±18.97 (7)	—	52.22±17.16 (15)
Total	181.07±4.41 (8)	187.25±17.56 (7)	0.40	183.95±8.21 (15)

1) *n* in parentheses is the number observed.

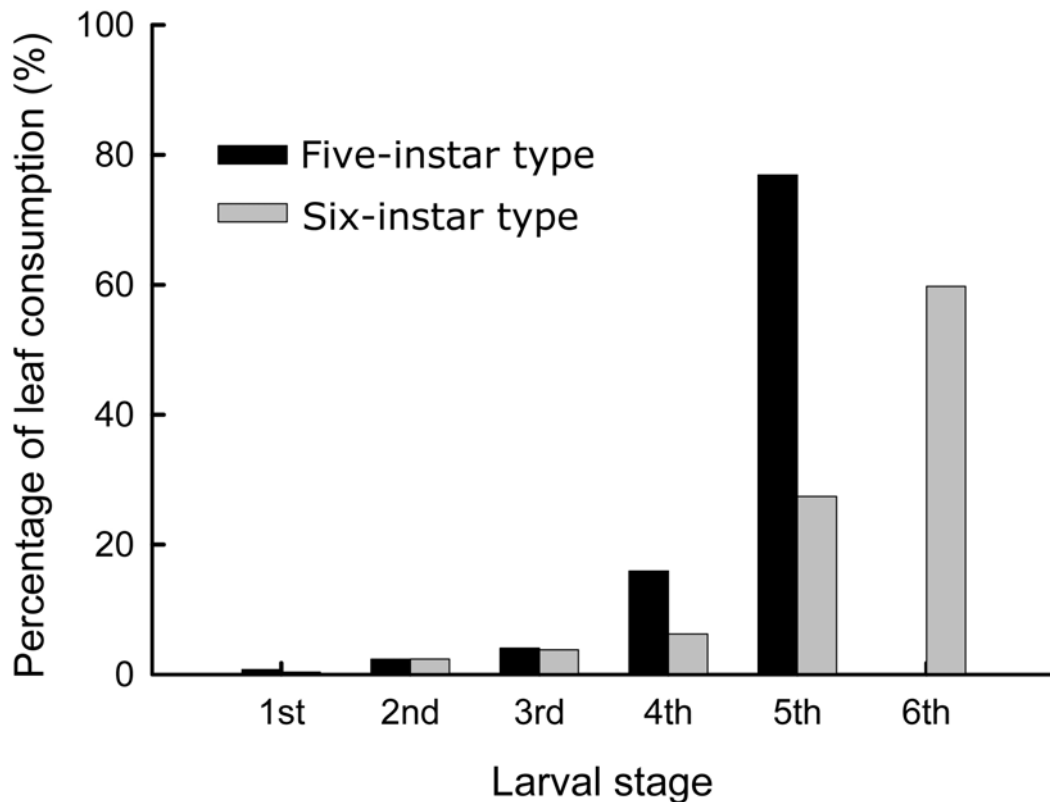
2) An asterisk for the *t*-value indicates a significant difference at the 95% confidence level ( $p \leq 0.05$ ), by *t*-test.

其中五齡型為 12 隻，包括 5 隻雄蝶和 7 隻雌蝶(第一型 5 隻；第二型 2 隻)；其餘 4 隻是六齡型，含有 1 隻雄蝶及 3 隻雌蝶(第一型 2 隻；第二型 1 隻)，故其計得到 6 隻雄蝶與 10 隻雌蝶(第一型 7 隻；第二型 3 隻)，雌雄蝶性比為 5:3。

### 三、幼蟲期的食葉量

在室溫下，玉帶鳳蝶各齡幼蟲取食酸桔葉片的葉面積如表七。第一齡幼蟲的食葉量由 0.1~3.55 cm<sup>2</sup>，五齡型、六齡型和總平均分別為 1.36 ± 0.38、0.68 ± 0.17 及 1.05 ± 0.23 cm<sup>2</sup>；第二齡幼蟲的食葉量最小者 1.84 cm<sup>2</sup>，最大者 5.64 cm<sup>2</sup>，總平均為 4.34 ± 0.24 cm<sup>2</sup>，五齡型和六齡型各為 4.25 ± 0.21 及 4.45

± 0.46 cm<sup>2</sup>；第三齡幼蟲的食葉量由 0.39~15.35 cm<sup>2</sup>，五齡型、六齡型和總平均分別為 7.36 ± 1.61、7.15 ± 1.86 及 7.26 ± 1.18 cm<sup>2</sup>；第四齡幼蟲的食葉量最小者 6.17 cm<sup>2</sup>，最大者 44.48 cm<sup>2</sup>，總平均為 20.87 ± 2.82 cm<sup>2</sup>，五齡型和六齡型各為 28.86 ± 2.86 及 11.71 ± 1.71 cm<sup>2</sup>；第五齡幼蟲的食葉量由 29.44~165.88 cm<sup>2</sup>，五齡型、六齡型和總平均分別為 139.24 ± 4.28、51.36 ± 5.19 及 98.23 ± 12.15 cm<sup>2</sup>；第六齡幼蟲的食葉量最小者 23.00 cm<sup>2</sup>，最大者 172.80 cm<sup>2</sup>，平均為 111.89 ± 18.97 cm<sup>2</sup>，但計算總平均時將五齡型的隻數亦加入分母去除，結果是 52.22 ± 17.16 cm<sup>2</sup>；玉帶鳳蝶的整個幼蟲期食葉量由 104.64~247.05 cm<sup>2</sup>，五齡型、六齡型和總平



圖三 玉帶鳳蝶各齡幼蟲之食葉量分布。

Fig. 3. Distribution of leaf consumption by each larval instar of *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer.

均分別為  $181.07 \pm 4.41$ 、 $187.25 \pm 17.56$  及  $183.95 \pm 8.21 \text{ cm}^2$ 。雖然從第一齡至第五齡幼蟲，除了第二齡以外，五齡型的平均食葉量皆大於六齡型者，但以  $t$  測驗分析五齡型及六齡型各齡幼蟲的食葉量，得知僅第四齡及第五齡有顯著性差異存在；而即使整個幼蟲期的食葉量，五齡型略小於六齡型，但  $t$  測驗結果彼此間不存在顯著差異。即在統計上，本種第四齡和第五齡幼蟲的食葉量，五齡型均顯著大於六齡型，但整個幼蟲期的食葉量，六齡型與五齡型沒有明顯差別；並且不論那型幼蟲，皆隨著幼蟲的齡期增長其食葉量日漸增大，尤其是末齡幼蟲的食葉量增加最多，五齡型與六齡型的

末齡幼蟲食葉量各為第一齡幼蟲者的 102 及 165 倍。

圖三為各齡幼蟲期的食葉量分布，五齡型自第一齡至第五齡幼蟲的食葉量佔總食葉量的比例，分別為 0.75%、2.35%、4.06%、15.95%、76.90%；六齡型自第一齡至第六齡者各為 0.36%、2.38%、3.82%、6.25%、27.43%、59.76%，即不論那型幼蟲，第一齡幼蟲的食葉量都非常低，末齡幼蟲的食葉量都最大，故分布的比例最高，在發育過程中是相當重要的取食階段，並且食葉量分布的百分比均隨齡期增加而增大。

## 討 論

### 一、形態描述

由結果可知，本試驗所得的卵與 Lee and Chang (1988)所述，和 Ramana *et al.* (1996)提及本種印度亞種的平滑球狀淡黃色卵，孵化前顏色變暗之情形類似，而 Chang (2005)認為本種卵單憑外觀無法和其他近緣種加以區分。至於卵的尺寸，本試驗測得直徑平均  $1.16 \pm 0.01$  mm，高度平均  $1.02 \pm 0.01$  mm，較 Shirozu (1986)調查所得卵徑達 1.5 mm、Lee and Chang (1988)報導卵直徑約 1.3 mm，高約 1.2 mm、和 Chang (2005)所述卵約 1.2 mm 直徑短小；與 Ramana *et al.* (1996)觀察本種印度亞種的卵長 1.8~2.1 mm，平均  $2.0 \pm 0.12$  mm，寬 0.9~2.1 mm，平均  $1.0 \pm 0.1$  mm 比較，印度亞種的卵顯然較臺灣亞種者大。

此蝶第一齡幼蟲的體色淡褐色及體表剛毛在第一次蛻皮後消失情形與 Ramana *et al.* (1996)所述印度亞種相同，但 Lee and Chang (1988)卻認為體色呈暗褐色，體表散生肉質細突起，與本試驗觀察略有不同。本種幼蟲形態如 Chang (2005)所述在四齡以前擬態鳥糞狀的模樣類似；但 Lee and Chang (1988)報導僅第二齡及第三齡呈鳥糞狀之擬態與本試驗第四齡幼蟲的體色仍呈暗綠色鳥糞狀略有差異。至於本試驗敘述其體節及足的數目和分布，與 Ramana *et al.* (1996)一致。第五齡幼蟲的形態，雖然本試驗與 Ramana *et al.* (1996)、Lee and Chang (1988)和 Chang (2005)之描述略有不同，但類似 Chang (2005)指出體側斜紋在體背中央左右不相連的結果。惟上述報導皆未提及如本試驗出現六齡型幼蟲期的情況。

老熟幼蟲停止攝食後先進入前蛹期再化

蛹，此與 Ramana *et al.* (1996)觀察一致。其蛹色與 Lee and Chang (1988)和 Chang (1994; 2005)所述有綠色和褐色二型相同，但 Ramana *et al.* (1996)卻認為兩型蛹為黑褐色或綠色，而 Huang and Gao (1997)則描述蛹有灰黃、灰褐或綠色三型，這可能是試驗所用不同亞種造成的差異。另據試驗觀察發現，在夏季出現綠色型蛹較多，而冬季時褐色型蛹較多，可能受夏季綠色植物多而冬季枯葉較多影響所致，這種體色的改變即 Huang *et al.* (1991)所述屬於生物化學上發生色素變化造成。其原因 Smith (1978)試驗得知相對濕度、溫度及光週期也會影響蛹色，在生理學上蛹色的決定是根據荷爾蒙存在或缺乏，玉帶鳳蝶和無尾鳳蝶蛹的褐色表皮是源於隨著化蛹前蛻皮的頭部分泌之荷爾蒙所產生，綠色表皮則是色素荷爾蒙未分泌的結果，此應可說明本試驗出現的蛹色。

本種成蝶的形態描述，本試驗與 Chang and Tsai (1984)、Tsai (1985)、Shirozu (1987)、Lee and Chang (1988)、Chang (1994; 2005)、Lee and Wang (1995)、Ramana *et al.* (1996)、Chao and Wang (1997)、Huang and Gao (1997)、Ho and Chang (1998)、Pai and Wang (1998)和 Wang and Lee (1998)等描述類似，其雄蝶為單態型 (monomorphic) 而雌蝶屬多態型 (polymorphic) (Uesugi, 1996)，且大多認為雌蝶有兩個外觀形態完全不同的遺傳型差異類型 (Chang and Tsai, 1984; Tsai, 1985; Shirozu, 1987; Lee and Chang, 1988; Chang, 1994; 2005; Lee and Wang, 1995; Ho and Chang, 1998; Wang and Lee, 1998)，第一型與雄蝶外形相似 (Chang and Tsai, 1984; Tsai, 1985; Shirozu, 1987; Lee and Chang, 1988; Chang, 1994; 2005;

Huang and Gao, 1997; Ho and Chang, 1998; Wang and Lee, 1998), 第二型的外觀則擬態紅紋鳳蝶 (*Pachliopta aristolochiae interpositus* (Fruhstorfer)) (Shirozu, 1987; Chang, 1994; 2005; Ho and Chang, 1998), 惟比較特殊的是在本試驗觀察雌蝶第二型後翅中室內有一白斑, 此特徵僅 Chen (1977)的圖版與本試驗結果相同, 其餘各篇皆未提及, 故皆和本試驗結果差異很大。

有關玉帶鳳蝶雌蝶的多態型, Uesugi (1996)認為 *Papilio polytes* 有 f. *cyrus*、f. *polytes*、f. *romulus* 及 f. *theseus* 共 4 類, 其中 f. *cyrus* 類似雄蝶, 其他三型模擬對捕食者不好吃的不同鳳蝶科共域種, 如 f. *polytes* 模擬含生物鹼的紅紋鳳蝶; 但 Wynter-Blyth (1957)記錄印度產玉帶鳳蝶雌蝶在印度有 3 型, 分別是 *P. polytes* form *stichius*、*P. polytes* form *cyrus* 及 *P. polytes* form *romulus*, 只有 *P. polytes* form *stichius* 分布於印度維薩卡帕特南 (Visakhapatnam) 地區, 雌蝶體型較雄蝶大且擬態紅紋鳳蝶 (*Pachliopta aristolochiae*) (Ramana et al., 1996); Lanka Library (2005)提到本種雌蝶有 3 個型態, *cyrus* 類似雄蝶但體型較大且顏色較淡, *stichius* 擬態不好吃的紅紋鳳蝶, *romulus* 擬態不好吃的紅珠美鳳蝶 (*Pachliopta hector* Linnaeus), 後兩者皆相當易變且常出現含部分雄部分雌之雌雄嵌體 (gynadromorphs) 的變體。由此可知, 本試驗的雌蝶, 第一型即 f. *cyrus*, 第二型可能為 f. *stichius* 或 f. *polytes*。而飼養所得的雌蝶量, 第一型超過第二型的 2 倍, 即以外形類似雄蝶者佔多數。

由於玉帶鳳蝶雌蝶第二型不但外觀近似紅紋鳳蝶, 連飛翔的速度與姿勢都很相似, 故在飛行中很難辨識牠們, 但可由後翅腹面斑紋

的顏色分辨, 即玉帶鳳蝶是橙紅色而紅紋鳳蝶為桃紅色, 並且兩種腹部顏色也不同, 本種腹部為黑色而紅紋鳳蝶為紅色。由於此蝶第二型模擬含生物鹼且不好吃的紅紋鳳蝶, 在 Uesugi (1996)的試驗結果也確實降低其捕食者棕耳鵝 (*Hypsipetes amaurotis pryeri*) 的捕食, 因此這種在外形結構、顏色及行為模擬不好吃或不可食種類來躲避敵害增加生存的適應現象即符合貝氏擬態 (Batesian mimicry)。由以上的形態觀察可知, 此蝶從幼蟲至成蟲均擅用外觀體色及斑紋的變化來適應大自然環境, 以便增高生存機會, 這種變化的過程及控制機制可作為一種很好的生活教育、教學材料及研究主題。

## 二、生活史

本試驗在室溫下飼育結果, 幼蟲期出現五齡型及六齡型兩種型式, 以五齡型的數量較多, 雖然鱗翅目昆蟲曾有因環境不適而增加齡期或滯育等延長幼蟲期的紀錄, 例如無尾鳳蝶 (*Papilio demoleus libanius*) 在秋末冬初時節偶有脫皮五次者, 認為可能是受營養或環境不良之影響 (Cheng, 1992), 但在玉帶鳳蝶尚未見六齡型相關報導。由表一可知, 本種不論五齡型或六齡型的卵期均為  $3.00 \pm 0.00$  日, 此結果與印度亞種的卵期相同 (Ramana et al., 1996), 較 Lee and Chang (1988) 和 Pai and Wang (1998) 的 3~5 天, Lee and Wang (1995) 所述指名亞種約 5 日之卵期略短。由本試驗得知, 本種卵孵化率偏低, 孵化後幼蟲的存活率頗高, 但成長至前蛹期及蛹期時並未全部存活, 因此從卵發育至成蟲的存活率只有 32%。

將本試驗結果與 Ramana et al. (1996) 觀察印度亞種第一齡至第五齡的發育期各為 2~3、3~4、3~4、3~4、3~4 天比較, 兩者至第

四齡時皆相近，但本試驗的第五齡發育期較印度亞種長了近 3 日，且部分蛻皮成第六齡幼蟲，且整個幼蟲期從 18~26 日，與 Lee and Chang (1988)和 Pai and Wang (1998)的 16~28 天差不多，較 Lee and Wang (1995)報導指名亞種約 24 天短 3 天左右。至於蛹期，本結果與 Ramana *et al.* (1996)觀察印度亞種的 10~11 日相同，近似 Lee and Wang (1995)報導指名亞種約 11 日，較 Lee and Chang (1988)和 Pai and Wang (1998)的 10~18 天短。本種從卵孵化至成蟲羽化所需時間由 31~38 日，較 Ramana *et al.* (1996)觀察印度亞種的 28~29 天長，卻遠較 Lee and Wang (1995)報導指名亞種約 40 日和 Chang and Tsai (1984)所述約 40~50 天短。

表二為玉帶鳳蝶各齡幼蟲期的頭殼寬度，與 Ramana *et al.* (1996)觀察印度亞種從第一齡至第五齡的頭殼寬度依序為  $0.5 \pm 0.07$ 、 $1.5 \pm 0.1$ 、 $2.0 \pm 0.1$ 、 $3.0 \pm 0.3$ 、 $3.5 \pm 0.3$  mm 比較，本試驗第一齡及第五齡幼蟲的頭殼寬度較寬，第二齡及第三齡較窄，第四齡時近似五齡型而本結果六齡型卻較窄。以 *t* 測驗得知五齡型及六齡型的頭殼寬度從第三齡開始即有顯著差異存在，且五齡型的頭殼寬度皆明顯大於六齡型者，但六齡型末齡幼蟲頭殼寬度略大於五齡型者，並且幼蟲頭殼寬度皆隨著幼蟲齡期增長而日漸增大。

玉帶鳳蝶幼蟲期一般為五個齡期，但在本試驗中卻出現 13 隻的五齡幼蟲及 7 隻多蛻皮一次之六齡幼蟲兩類末齡幼蟲。這種現象在 Morita and Tojo (1985)曾指出斜紋夜蛾 (*Spodoptera litura*)於不同齡期絕食結果，增加蛻皮次數，但頭殼寬度超過 1.65 mm 的個體，於下一齡必定成為末齡幼蟲，而低於此閾值下，幼蟲會反覆蛻皮，以達到此閾值。Chen and Ou-Yang (2004)在無尾鳳蝶 (*Papilio*

*demoleus libanius*)亦有類似情形，即頭殼寬度未達 4.39 mm 閾值的個體就無法進入蛹期化蛹而是蛻皮為第六齡幼蟲。本試驗結果得知在第五齡幼蟲頭殼寬度若小於 4.71 mm，就需再蛻皮一次才能生長發育到達此寬度，因此本種平均頭殼寬度需達或超過 4.71 mm 的閾值方可使老熟幼蟲化蛹。Cheng and Chang (2005)認為無尾鳳蝶出現六齡型幼蟲的原因，可能是因低溫或食草所提供之營養，確實對幼蟲的脫皮次數構成影響。但本試驗是在室溫條件下供應充足的相同食物飼育，並無任何不良環境，會產生此個體發育差異性的原因，是否與食葉量、營養代謝或遺傳有關，仍待進一步研究。

表三為本種各齡幼蟲期連續齡期的次一齡期與前一齡期之平均頭殼寬度相除所得的比值，由此可知，幼蟲頭殼寬度依五齡型、六齡型、總平均皆隨齡期增長以 1.52、1.42、1.43 呈等比增加，分析五齡型及六齡型的各比值發現，除了第一齡與第二齡的比值外，其餘齡期的比值皆存在顯著性差異，即自第三齡起，五齡型幼蟲的頭殼寬度增長速度明顯超過六齡型者。表四為各齡頭殼寬度的常用對數(Y)與齡期(X)之迴歸直線關係，由此可知，無論五齡型或六齡型幼蟲，皆存在正相關關係的迴歸直線，因此玉帶鳳蝶幼蟲各齡期頭殼寬度的常用對數確隨齡期增加而呈直線關係增加，即玉帶鳳蝶確實符合戴爾法則(Dyar's law)。此在應用上可將野外幼蟲蛻下的頭殼寬度，據上述所得各迴歸直線方程式反推得知本種幼蟲齡期。

本種各齡幼蟲的體長如表五，第一齡至第六齡幼蟲的總平均體長與 Ramana *et al.* (1996)觀察印度亞種從第一齡至第五齡的體長依序為  $2.0 \pm 0.11$ 、 $10.0 \pm 1.0$ 、 $20.0 \pm 1.0$ 、 $27.0 \pm 1.1$ 、 $40.0 \pm 1.2$  mm 比較，本試



驗僅第一齡體長較長，其餘各齡期體長均遠低於 Ramana *et al.* (1996)者，推測是因不同亞種造成的體型差異所致。至於本試驗五齡型的五齡末老熟幼蟲體長，比 Lee and Chang (1988)報導的 40~46 mm 略短，可能是試驗條件不同所致。由本試驗結果亦知，本種幼蟲的體長皆隨著齡期增長而增長，以 *t* 測驗分析五齡型及六齡型，得知從第三齡至第五齡的體長，五齡型均顯著大於六齡型，惟六齡型幼蟲利用較五齡型增加一齡的生長發育機會，最終齡期體長反而超過五齡型者約 3.23 mm。

表六為此蝶的蛹重、蛹長、蛹寬及成蟲翅長、翅寬，由 *t* 測驗可知，五齡型和六齡型並無顯著差異，換句話說，即使在生長發育過程兩類幼蟲型部分生物特性存在顯著性差異，至蛹期及成蟲期已幾無分別。有關本種蛹重，多未見相關報導；本試驗兩型總計蛹長為  $27.42 \pm 0.99$  mm，遠較 Lee and Chang (1988)的 38 mm 和 Chang (2005)約 35 mm 小，卻略小於 Ramana *et al.* (1996)印度亞種的  $30.0 \pm 1.2$  mm；本結果的蛹寬是  $11.12 \pm 0.22$  mm，亦略小於 Ramana *et al.* (1996)印度亞種的  $13.0 \pm 1.4$  mm，此種差異除了亞種不同外，本試驗蛹長最小可能是因在室內人工飼養所致。至於本結果所得兩型總計成蟲翅長及翅寬各為  $40.66 \pm 2.84$  mm 和  $27.25 \pm 4.70$  mm，較 Tsai (1985)的約 40~50 mm 略小，且在 Lee and Chang (1988)、Lee and Wang (1995)、Wang and Lee (1998)報導成蟲翅展 76~85 mm、Chang (1994; 2005)所述展翅寬 70~90 mm，和 Pai and Wang (1998)提及翅展 7.5~11.0 cm 之範圍內，但卻和 Chao and Wang (1997)指出翅展 9.0~10.5 mm 差異頗大，推測後者的 mm 單位應為 cm 之筆誤。

### 三、幼蟲期的食葉量

玉帶鳳蝶各齡幼蟲期之食葉量如表七，第一齡至第三齡幼蟲的食葉量相近，僅第四齡和第五齡者有顯著差異，且六齡型各為  $11.71 \pm 1.71$  和  $51.36 \pm 5.19$  cm<sup>2</sup> 均明顯低於五齡型的  $28.86 \pm 2.86$  與  $139.24 \pm 4.28$  cm<sup>2</sup>，但六齡型的第六齡幼蟲食葉量有  $111.89 \pm 18.97$  cm<sup>2</sup>，即六齡型仍以末齡幼蟲的食葉量最大，並且在整個幼蟲期的食葉量，六齡型略高於五齡型幼蟲，但統計上並無顯著差異，亦可將六齡型幼蟲多一個齡期認為是為了彌補攝取食物量尚不足，一旦食物營養質量達到閾值時即可結束幼蟲期進入蛹期。其實本種幼蟲的食葉量皆隨著幼蟲的齡期增長而日漸增加，尤以末齡幼蟲的食葉量增加最多，經計算可知五齡型與六齡型的最末齡幼蟲食葉量各為第一齡者的 102 及 165 倍，但體長僅各增加 8 和 9 倍。

此外，根據本試驗的幼蟲期總食葉量，可估計一株(盆)酸桔可飼養的幼蟲數目，提供人工飼育繁殖的參考。經測量 40 片酸桔葉片得知其平均葉面積為  $17.63 \pm 0.72$  cm<sup>2</sup>，據本試驗之幼蟲期總食葉量平均為  $183.95 \pm 8.21$  cm<sup>2</sup>，故飼育本種至化蛹階段至少需要 10.5 片葉片，但因本種幼蟲取食時往往會吃剩一些葉片就轉而吃其他新鮮葉片，故大量飼養本種時，必須多估算約 4~5 倍的葉片量，即至少要準備 42~53 片/隻，以本試驗所用每一株酸桔盆栽含約 80~100 片葉片，若不考慮陸續長出的新葉片，一株酸桔盆栽大概僅能供養 2 隻玉帶鳳蝶完成其生活史，換言之，若要飼育 1,000 隻玉帶鳳蝶，至少需準備 500 株酸桔植栽才夠，如加上飼養過程中未存活幼蟲取食的葉片消耗量，所需提供之寄主植物葉片量將更多。

將每一齡期幼蟲的食葉量除以總食葉量，可得各齡幼蟲期之食葉量分布如圖三，雖然五齡型及六齡型的第一齡幼蟲食葉量的比例均不到 1%，卻是奠定其生長發育的基礎，

而第四齡至第五齡(或至六齡型的第六齡)之食葉量分布明顯較高,如五齡型的第四齡及第五齡幼蟲食葉量合計為 92.85%,六齡型的第四齡至第六齡者合計佔 93.44%,由此高比例可知在整個幼蟲期為相當重要的取食階段。故在大量飼育時,除了考慮每一隻幼蟲發育所需的食葉量,更需注意每一齡期所需的寄主植物葉片量,以便適時提供新鮮葉片。本種在第四齡之前由於食葉量分布比例偏低,比較沒有問題,必須特別留意發育至第四齡時,尤其是飼養至末齡幼蟲時,由於葉片消耗量極大,如準備的寄主植物葉片量不足,又無適合的人工飼料替代之情況下,不僅影響飼育蝶種的生長發育,增加其死亡率,將無法生產足量的玉帶鳳蝶,或是勉強飼育至成蝶,羽化後亦可能較正常體型小、增加畸變或不孕的機率,因此在飼育前如能據此預估並準備好足量的酸桔等植栽,將可有效增加飼育品質及達到預估數量。由於有關玉帶鳳蝶生活史的正式報告並不多,經由本研究結果期能提供初步參考,進而發展室內繁殖技術,應用教學、生態或展示教育等方面,脫離經濟害蟲的角色轉變為創造經濟效益的益蟲。

## 誌 謝

本研究承王俊凱先生、蘇慧珊小姐、楊景堯先生和鄭韋佑先生等協助試驗,謹致謝忱。

## 引用文獻

- Chang, B. S., and P. C. Tsai.** 1984. The World of Taiwanese Butterflies. Vacation Publishing Co., Ltd., Taipei, Taiwan, 183 pp. (in Chinese)
- Chang, Y. J.** 1994. Book of Watching Butterflies I. Yangmingshan National Park Education Series Books. The Consumers' Cooperative Society of Yangmingshan National Park Administration Office, Taipei, Taiwan, 187 pp. + Chinese name index. (in Chinese)
- Chang, Y. J.** 2005. Butterflies 100: Field Observe and Complete Record of the Life History of 100 Species Common Butterflies in Taiwan. Yuan-Liou Publishing Co., Ltd., Taipei, Taiwan, 224 pp. (in Chinese)
- Chao, L., and H. Y. Wang.** 1997. Lepidoptera of China 3: Papilionidae, Danaidae, Pieridae, Amathusiidae. Taiwan Museum, Taipei, Taiwan, 446 pp. (in Chinese)
- Chen, S. C., and S. C. Ou-Yang.** 2004. The life history of Lemon Butterfly, *Papilio demoleus libanius* Fruhstorfer. J. Ilan Univ. 2: 17-26. (in Chinese)
- Chen, W. S.** 1977. Taiwan's Butterflies. Harvest Farm Magazine, Taipei, Taiwan, 164 pp. (in Chinese)
- Chen, W. S.** 1987. Name lists of insects in Taiwan. Chinese J. Entomol. 7: 143-159. (in Chinese)
- Chen, X. Y., H. D. Chen, and L. Z. Wen.** 2003. Control of eclosion timing in the Common Mormon Butterfly, *Papilio polytes*. Entomol. Knowl. 40: 268-269. (in Chinese)
- Cheng, C. L.** 1992. Observation on the life history of the swallowtail (*Princeps demoleus libanius* Fruhstorfer) on citrus. J. Nat. Chia-Yi Inst. Agric. 28: 279-

390. (in Chinese)
- Cheng, C. L., and C. C. Chang.** 2005. Effect of temperatures on the development of *Papilio demoleus libanius* (Lepidoptera: Papilionidae). Plant Prot. Bull. 47: 293-304. (in Chinese)
- Ho, J. Z., and L. H. Chang.** 1998. The Butterflies of Tainan. Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry, Taiwan Endemic Species Research Institute, Nantou County, Taiwan, 312 pp. (in Chinese)
- Hsu, Y. F.** 1999. Butterflies of Taiwan. Volume 1. Fong-Huan-Ku Birds Park of Taiwan Provincial Government, Nantou, Taiwan, 344 pp. (in Chinese)
- Huang, B. F., and R. X. Gao.** 1997. Illustrated Handbook of Orchard Disease and Pest Control. Fujian Scientific & Technical Publishers, Fuzhou, China, 286 pp. + 96 pls. (in Chinese)
- Huang, R. F., R. C. Wei, and Y. X. Yan.** 1991. Ecological Genetics. Science Press, Beijing, China, 480 pp. (in Chinese)
- Lee, J. Y., and Y. C. Chang.** 1988. The Illustrations of Butterflies in Taiwan. Taiwan Museum, Taipei, Taiwan, 142 pp. (in Chinese)
- Lee, J. Y., and H. Y. Wang.** 1995. The Illustrations of Butterflies on Kinmen and Matsu Islands. Taiwan Museum, Taipei, Taiwan, 342 pp. (in Chinese)
- Liao, J. C.** 1977. The relations between plants and butterflies in Taiwan. Bull. Exp. For. Nat. Taiwan Univ. no. 119, p.137-200. (in Chinese)
- Lin, C. C.** 2004. Discover Butterfly in Taiwan: Host and Nectar Source Plant of Butterflies. Green World Publishing Co., Ilan, Taiwan, 335 pp. (in Chinese)
- Morita, M., and S. Tojo.** 1985. Relationship between starvation and supernumerary ecdysis and recognition of the penultimate-larval instar in the common cutworm, *Spodoptera litura*. Insect Physiol. 31: 307-313.
- Nakayama, T., K. Honda, and N. Hayashi.** 2002. Chemical mediation of differential oviposition and larval survival on rutaceous plants in a swallowtail butterfly, *Papilio polytes*. Entomol. Exp. Appl. 105: 35-42.
- Pai, J. W., and H. Y. Wang.** 1998. Swallowtail Butterflies in China. Shu-Shin Book Co., Taipei, Taiwan, 256 pp. (in Chinese)
- Rafi, M. A., G. Waldeck, and M. Irshad.** 2000. Papilionidae of Pakistan. Available at [http://www.geocities.com/tgorw\\_se/](http://www.geocities.com/tgorw_se/).
- Ramana, S. P. V., J. B. Atluri, and C. S. Reddi.** 1996. Life cycle of *Papilio polytes* (Lepidoptera: Rhopalocera: Papilionidae) from India. J. Taiwan Mus. 49: 139-143.
- Shirozu, T.** 1987. Ecological Encyclopedia of Taiwanese Butterflies (Chinese edition). Newton Publishing Co., Ltd., Taipei, Taiwan, 474 pp. (in Chinese)

- Smith, A. G.** 1978. Environmental factors influencing pupal colour determination in Lepidoptera I. Experiments with *Papilio polytes*, *Papilio demoleus* and *Papilio polyxenes*. Proc. R. Soc. Lond. B 200: 295-329.
- Tsai, P. C.** 1985. Introduction to the Ecology of Butterflies in Kenting National Park. Kenting National Park Education Series no. 3, Kenting Publishing Co., Pingtung, Taiwan, 183 pp. (in Chinese)
- Uesugi, K.** 1996. The adaptive significance of Batesian mimicry in the swallowtail butterfly, *Papilio polytes* (Insecta, Papilionidae): associative learning in a predator. Ethology 102: 762-775.
- Wang, H. Y., and J. Y. Lee.** 1998. Lepidoptera of Guisandao Islet. Ilan County Museum of Natural History, Ilan, Taiwan, 166 pp. (in Chinese)
- Wynter-Blyth, M. A.** 1957. Butterflies of the Indian Region. The Bombay Natural History Society, Bombay, India, 523 pp.+72 plates. (27 in color)

收件日期：2006年9月18日

接受日期：2007年2月7日

# The Life History of the Common Mormon Butterfly, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer (Lepidoptera: Papilionidae)

Su-Chiung Chen\* Department of Horticulture, National Ilan University, 1 Shen-Lung Road, Sec. 1, Ilan 260, Taiwan

Sheng-Chih Ou-Yang Department of Research, National Taiwan Museum, 71 Guan-Qian Road, Taipei 10047, Taiwan

## ABSTRACT

In the present study, fresh eggs of the Common Mormon Butterfly, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer, were collected from a host in a net room. The fresh eggs were placed in the laboratory under conditions of 25~32 °C room temperature. Hatching larvae were individually reared on leaves of *Citrus sunki* for observations of the morphology and life history of the butterfly. The results are summarized as follows. The morphology of various developmental stages in this species is described. The hatching rate of the eggs was 42%. The time for eggs to hatch was 3 days on average. Two types of larval stadium, namely five or six instars, were found. The durations of the larval stage for both five-instar and six-instar types were  $20.31 \pm 0.26$  and  $22.86 \pm 0.63$  days, respectively, and  $21.20 \pm 0.39$  days averaged for the two types; the six-instar type was significantly longer than the five-instar type. The durations of the pupal stage for the five-instar type, six-instar type, and the average of both types of larvae were  $10.17 \pm 0.11$ ,  $10.60 \pm 0.25$ , and  $10.28 \pm 0.12$  days, respectively. The time required for eggs to become adults in the five-instar type, six-instar type, and the average of both types of larvae were  $33.42 \pm 0.34$ ,  $35.50 \pm 0.87$ , and  $33.94 \pm 0.39$  days, respectively. The threshold value of head capsule width for larvae to develop into pupae was above 4.71 mm. The increment of the head capsule width of the larvae was in accordance with the increase in the larval instar stage, and was maintained at a ratio of 1.42~1.52 times. A linear regression coefficient existed between the common logarithms of head capsule width of larvae and the larval instar stage; this was in agreement with Dyar's law. The increments in both head capsule width and body length of larvae were in accordance with the increase in the larval instar stage. The weight, length, and width means of pupae were  $0.92 \pm 0.09$  g,  $27.42 \pm 0.99$  mm, and  $11.12 \pm 0.22$  mm, respectively. The means of wing length and width of adults were  $40.66 \pm 2.84$  and  $27.25 \pm 4.70$  mm. Leaf consumption increased as the larval instar grew. The total leaf area consumed averaged over both types of larvae was  $183.95 \pm 8.21$  cm<sup>2</sup>. The greatest leaf consumption occurred at the final instar larval stage. The fifth instar larvae of the five-instar type consumed about 76.90% while the sixth instar larvae of six-instar type consumed, 59.76% of the total amount of leaves consumed.

**Key words:** Common Mormon Butterfly, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer, morphology, life history, head capsule width, leaf consumption.