

台灣五種蝴蝶人工飼育評估

歐陽盛芝¹ 陳素瓊^{2*}

1. 國立臺灣博物館典藏組
2. 國立宜蘭大學園藝學系

摘要

本文整理 93 年度至今宜蘭縣蝴蝶種類調查及五個蝶種人工飼育資料，以作為休閒農業蝴蝶資源利用與復育之基礎，結果如下。以礁溪鄉龍潭湖定期調查資料得知有鳳蝶科、粉蝶科、斑蝶科、蛺蝶科及蛇目蝶科等 5 科 43 種分布。以大鳳蝶、無尾鳳蝶、玉帶鳳蝶、大白斑蝶、琉球青斑蝶為供試蝶種，在網室內採當日產下的卵，置於 25±1℃，80±5% RH，14L：10D 之生長箱內單隻飼養，分別以幼蟲寄主植物如酸桔、爬森藤、鷓萇之葉片飼養其幼蟲至羽化為成蟲。每日觀察及記錄其幼蟲存活率、發育所需時間、頭殼寬度、體長及食葉量。得知無尾鳳蝶出現六齡型幼蟲，其幼蟲頭殼寬度超過 4.39 mm 的閾值即進入化蛹階段。各種蝴蝶幼蟲頭殼寬度及體長皆隨齡期增長而增加。食葉量以末齡幼蟲最大，亦隨著齡期增長而增加。五種蝴蝶中最適合人工飼育繁殖的蝶種為琉球青斑蝶。

【關鍵詞】大鳳蝶、無尾鳳蝶、玉帶鳳蝶、大白斑蝶、琉球青斑蝶、存活率、發育所需時間、頭殼寬度、體長、食葉量

Assessment of Artificial Rearing on Five Butterflies in Taiwan

Sheng-Chih Ou-Yang¹ Su-Chiung Chen^{2*}

1. Collection Management Department, National Taiwan Museum, Taipei, Taiwan
2. Department of Horticulture, National Ilan University, Ilan, Taiwan

Abstract

This article collects and organizes Yilan county butterfly species survey data and artificial rearing results of 5 selected butterfly species as the basic information for recreational agriculture industry to utilize and restore the butterfly resources. Data collected from periodical survey at Longtan Lake, Jiaosi Shiang, Yilan County revealed 43 butterfly species of 5 families, Papilionidae, Pieridae, Danaidae, Nymphalidae, and Satyridae, distribute around the area. Five butterfly species, *Papilio memnon heronus* Frustorfer, *Papilio demoleus libanius* Fruhstorfer, *Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer, *Idea leuconoe clara* (Butler), and *Radena similes similes* Linnaeus were selected as artificial rearing experiment subjects. Fresh eggs of 5 butterfly species were collected from the host plant in the net

room. Fresh eggs were placed into incubation chamber and reared individually with the conditions of $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, $80\pm 5\%\text{RH}$, and in a photoperiod of 14 hr of light and 10 hr of darkness. Hatched larvae were reared with leaves of their individual host plants, such as *Citrus sunki*, *Parsonia laevigata*, and *Tylophora ovata*. The survival rate, developmental period, head capsule width, body length and leaf consumption of each instars larvae were measured and recorded. Two types of larval stadium, namely five or six instars were found. Six-instar type appeared only in *Papilio demoleus libanius* Fruhstorfer of the 5 test species and the threshold value of head capsule width for its larvae to develop into pupae were above 4.39 mm. The increase of the head capsule width and body length of larvae were in accordance with the larval instar stage sequence of each butterfly species. The greatest leaf consumption occurred at the fifth or sixth instars larval stage. Leaf consumption increased as the larval instar grew. Results indicate that *Radena similes similes* Linnaeus could be the most suitable species for artificial rearing among the 5 tested butterfly species.

Keywords: *Papilio memnon heronus*, *Papilio demoleus libanius*, *Papilio polytes pasikrates*, *Idea leuconoe clara*, *Radena similes similes*, survival rate, developmental period, head capsule width, leaf consumption.

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

前言

近年來，由於社會大眾和學校對環境教育的重視，因此休閒農場和校方大力推動蝴蝶生態教育園區，作為休閒及環境教育之用，且政府單位開始注重國人休閒活動，各鄉鎮積極發展地方特色，許多休閒農場則以生態特色為軸心發展其極具特色的休閒產業（例如：蝴蝶生態館、螢火蟲等），且台灣目前並無完整生物多樣性資料庫，故本土蝶類相的調查研究日益受到重視。本篇整理分析 93 年度起數年來相關的調查及研究成果，主要是調查宜蘭地區的蝶類相，以了解該地的蝴蝶種類及其分布，並以數種臺灣本土產蝶類，如鳳蝶科的大鳳蝶、無尾鳳蝶、玉帶鳳蝶，斑蝶科的大白斑蝶及琉球青斑蝶等為研究對象，探討其生活史及研究基本生物特性，並比較其種間差異。

首先選定位於宜蘭縣礁溪鄉，舊名「大埤」的龍潭湖為調查取樣地點，該地三面環山，交通便利，為旅遊觀光湖泊之一，全長約 3 公里，保有臺灣低海拔湖泊生態特色，景觀相當優美，主要蜜源植物有非洲鳳仙、鬼針草及金露花，此外，該地尚有南美蟬菊、雪茄花、野牡丹、小葉仙丹、月桃、野薑花、蓮霧、龍眼、金柑、文旦、杜鵑、山櫻花、紫薇、霍香薊等植物分布。

人工飼育繁殖研究的主要對象：大鳳蝶、無尾鳳蝶、玉帶鳳蝶、大白斑蝶及琉球青斑蝶，為臺灣常見的蝶種，以下就各種類的基本資料分別簡單整理介紹。

大鳳蝶 (*Papilio memnon heronus* Fruhstorfer) 在分類上屬於鱗翅目 (Lepidoptera)，鳳蝶科

(Papilionidae)，又稱為美鳳蝶、長崎鳳蝶、甌蝶、多型大鳳蝶、白衽黑鳳蝶、柑鳳蝶 (蔡, 1985; 徐, 1999)。分布於臺灣、日本南部、中國大陸南部、中南半島、緬甸、錫金、馬來半島、蘇門答臘、爪哇、婆羅洲等 (林, 1988)；徐培峰 (1999) 認為由尼泊爾、錫金、不丹、向東遍布長江流域各省及海南、臺灣以及日本南部，向南包括整個中南半島、印尼、婆羅洲；李俊延及張玉珍 (1988) 則認為分布在臺灣各地平地至 2,500 公尺山區，臺灣以外，華中、華南、中南半島、馬來半島、印尼、日本均有分布，且李俊延及王效岳 (1995) 提及前述各地有亞種分布。廖日京 (1977) 指出本種分布在臺灣海拔 0 至 1,500 公尺之間及蘭嶼，而徐培峰 (1999) 則認為本種在臺灣的分布由平地至海拔 1,500 公尺左右的山區，但以低海拔地區，尤其以人工栽培的柚子、柑桔等果園中數量最多。

大鳳蝶幼蟲以柑橘類為食，可說是柑橘類的害蟲之一 (林, 1988)，廖日京 (1977) 指出本種幼蟲在臺灣吃柑橘屬 (*Citrus*) 植物；但章錦瑜 (1992) 認為大鳳蝶只取食柑桔類、柚子與枸橘。李俊延及張玉珍 (1988) 和李俊延及王效岳 (1995) 則指出本種寄主植物包括芸香科柑橘屬的各種植物、雙面刺 (*Zanthoxylum nitidum*)、食茱萸 (*Z. ailanthoides*) 及枸橘 (*Poncirus trifoliata*)。何健鎔及張連浩 (1998) 認為幼蟲攝食芸香科的雙面刺、檸檬、柳丁等各種柑橘類植物，且在早期被視為柑橘園中的重要害蟲；徐培峰 (1999) 更指出其幼蟲寄主植物已知的原生種只有芸香科的臺灣香檸檬 (*Citrus depressa*)，另外以各種栽培種柑橘類 (*Citrus* spp.) 植物為食，尤好柚樹 (*C. grandis*)，由此可知，大鳳蝶幼蟲的寄主植物相當多，為柑橘園中的重要經濟害蟲。

本種除冬季外，幾乎全年均可見到 (林, 1988；

徐，1999），成蟲主要發生期為 3-11 月（李及張，1988）；李俊延及王效岳（1995）則認為成蟲全年皆有，主要發生期在 5-8 月間，冬季偶然發現成蟲越冬的個體，大部份皆以蛹態越冬。徐培峰（1999）亦觀察到本種冬季以蛹態越冬，以 6-9 月為出現高峰期，一年至少有三個世代。大鳳蝶在鳳蝶類中為大型蝴蝶，體型碩大，飛行迅速，產於全臺灣低海拔山區，是廣泛分布於全臺灣種類（何及張，1998），常出現於庭院花叢或濕地吸水（李及張，1988）。由於成蟲飛翔姿勢宏大，喜歡訪花（徐，1999），為極易觀賞到的蝴蝶之一。

無尾鳳蝶 (*Papilio demoleus libanius* Frustorfer) 在分類上亦屬於鱗翅目，鳳蝶科，又稱為花鳳蝶、達摩鳳蝶、黃花鳳蝶、黃斑鳳蝶（林，1988；鄭，1990；羅，1988；徐，1999）。本種分布於馬來、印度、中國大陸南部及臺灣（易，1951）；鄭秋玲（1990）指出分布於日本、越南、印度、斯里蘭卡、中國的廣東、廣西、福建、四川、貴州、江西、浙江和臺灣；羅幹成及邱瑞珍（1985）認為分布在臺灣、中國大陸南部、印度、斯里蘭卡、馬來亞及阿拉伯；林禮祥（1988）則指出除臺灣外，從中國大陸南部到中南半島、馬來半島、經印度到喜馬拉雅山的歐亞大陸南部、及新幾內亞的東南部、澳大利亞的東部都有分布，且遍布臺灣全島的平地及山地；李俊延及張玉珍（1988）則是廣布於全省平地至 500 公尺低山區各地，除了臺灣外，華南、菲律賓、印度、馬來半島、新幾內亞、非洲東岸、澳洲東部均有分布；廖（1977）指出本種分布高度為全省 0~1500 公尺之間；徐培峰（1999）則認為是由阿拉伯半島東岸，穿越小亞細亞、南亞、中南半島。華南，到達菲律賓、印尼、澳大利亞等地，許多地區的分布係伴隨其寄主植物中之栽培種芸香科（*Rutaceae*）植物的擴大栽培而擴散之結果。由此可知，本種的分布相當普遍。

無尾鳳蝶為害柑橘、枳殼（易，1951；羅，1988；鄭，1990），取食柑橘屬葉片（廖，1977）；李俊延及張玉珍（1988）指出寄主植物包括芸香科柑橘屬的各種植物、山橘、食茱萸、雙面刺及過山香；鄭政炎（1992）認為寄主以柑桔類之柳橙、椪柑、土柚、文旦柚、枳殼、檸檬、廣東檸檬為主；何健鎔及張連浩（1998）觀察幼蟲攝食芸香科的雙面刺及各種柑橘類植物；徐培峰（1999）指出寄主植物為芸香科之柑橘（包括種、變種及品種，如椪柑、桶柑等）、酸橙、來母、臺灣香檬、柚、黎檬、香櫞、佛手柑、過山香、烏柑仔及金柑等。幼齡幼蟲取食柑橘嫩葉，老熟幼蟲多食老葉，苗木和未結果樹受害較烈（羅，1988），是柑橘苗木和幼樹的重

要害蟲，山地或近山地柑橘園受害較嚴重（鄭，1990）。

無尾鳳蝶成蟲、幼蟲皆周年生存，惟在 1-3 月間幼蟲甚為稀少，每年發生 6-7 代（易，1951）；林禮祥（1988）指出常見於 3-10 月，夏季時數目數多；羅（1988）認為成蟲發生期在北部為 3-10 月，在南部周年可看到成蟲，一年似發生 6-7 代；李俊延及張玉珍（1988）指出北部成蟲發生期為 4-10 月，南部全年出現；徐培峰（1999）觀察本種為多化性種，除了冬季之外均可見到成蟲，冬季以蛹越冬。無尾鳳蝶在鳳蝶類中的體型不大，為中型蝴蝶。由於適應力強，不僅在臺灣分布很廣，為平地中最常見的鳳蝶，也是都市中最為常見的種類（何及張，1998），常出現於河川沿岸，庭院、公園、鐵道旁等平地花叢間（李及張，1988）。成蟲白天活動，善於飛翔，中午至黃昏前活動最盛，喜食花蜜（鄭，1990）。由於成蟲飛行速度快，好訪花（徐，1999），為極易觀賞到的蝴蝶之一。

玉帶鳳蝶 (*Papilio polytes pasikrates* Fruhstorfer) 亦屬於鱗翅目，鳳蝶科，又稱為白帶鳳蝶、縞鳳蝶、白帶蝶、黑鳳蝶、梁山伯、祝英台及玉帶美鳳蝶。分布範圍很廣，從中國大陸、臺灣、印度、泰國、馬來西亞、印尼及日本南部等地區（濱野，1986；白及王，1998）。在本省則分布於全島各處，從平地至山地之間，是常見的鳳蝶種類，在臺灣南部整年都可看到玉帶鳳蝶（蔡，1985），但因此蝶屬於熱帶蝶種，故不棲息於高地（濱野，1986）。其實玉帶鳳蝶 (*Papilio polytes*) 廣泛分布於東南亞，具有許多亞種，本試驗所用專指分布於臺灣的臺灣亞種 (*Papilio polytes pasikrates*)（陳，1977；1987）。

玉帶鳳蝶幼蟲取食芸香科，柑桔屬 (*Citrus* spp.)、雙面刺 (*Eanth oxylun*)、過山香 (*Clausena excavata*)、石荳舅 (*Glycosmis citrifolia*)、飛龍掌血 (*Toddalia assatica*) 等植物，但特別喜愛過山香（蔡，1985）。成蝶飛行快速，常見於路旁、花叢間或溪流沿岸或低山區飛翔，為中型鳳蝶，在墾丁國家公園有週期性的大發生，成群玉帶鳳蝶在長穗木、馬纓丹上在吸蜜，為墾丁國家公園的觀賞蝶種之一。但由於它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*)、四季桔 (*C. microcarpa*)、虎頭柑 (*C. limonimedita*)、佛手柑 (*C. kotokan*) 等，亦被列為經濟害蟲之一。成蝶在臺灣南部全年可見，中、北部發生在 3-10 月，盛期為 6-8 月，且數量南部較多（張，1994），由於近年來經濟開發，且農藥的大量使用，在平地玉帶鳳蝶

數量已驟減。

大白斑蝶 (*Idea leuconoe clara* Butler) 在分類上屬於鱗翅目，斑蝶科 (Danidae)，又稱為黑點大白斑蝶、大胡麻斑蝶、大笨蝶、傻瓜蝶、和平蝶。雖然臺灣昆蟲名錄審查委員會所審定鱗翅目分科下，未收錄斑蝶科，但並未明確收錄在何處 (陳, 1994)，故沿用 Ackery and Vane-Wright (1984) 將大白斑蝶收錄在斑蝶科。目前已知大白斑蝶 (*Idea leuconoe* Erichson, 1834) 有 18 個亞種 (白水, 1984)，但在臺灣只有兩個亞種，大部分為 *Idea leuconoe clara* (Butler, 1867)，因此中名稱為大白斑蝶，另一亞種 *Idea leuconoe kwashotoensis* (Sonan, 1928) 只產於綠島，中名稱為綠島大白斑蝶 (張及蔡, 1984; 濱野, 1986; 陳, 1987; Heppner and Inoue, 1992; 張, 1998)。大白斑蝶為臺灣產斑蝶科中體型最大的一種 (濱野, 1986)，堪稱斑蝶科中的巨無霸 (張及蔡, 1984)。其世界分布從馬來半島到爪哇的沿海棲地、菲律賓、臺灣和日本的琉球群島 (Ackery and Vane-Wright, 1984)。在本省的分布範圍，何健銘及張連浩 (1998) 認為主要在臺灣東北角及南部的恆春半島；蔡百峻 (1992) 認為產於北部東北角濱海地區，南部則盛產於恆春半島、蘭嶼等地；李俊延及張玉珍 (1988) 則說是棲息於本省南部、東南部及北部沿海；濱野榮次 (1986) 指出其多分布於臺北附近至恆春半島的海邊，但不棲息於內陸、山地及高地，其中多產於臺北縣、宜蘭縣及東海岸、恆春半島，此外，蘭嶼、綠島也有分布；張保信及蔡百峻 (1984) 則提出分布在金山、野柳、瑞芳、金瓜石、澳底、羅東、臺南、澎湖、恆春半島各地，臺東、花蓮、蘭嶼等地靠海岸地帶。王效岳及李俊延 (1998) 則指出在龜山島海岸周邊，甚至海面上及島上樹林外緣山徑或開曠地時有所見，臺灣本島則多見於鵝鑾鼻半島與整個東部海岸太平洋黑潮洋流所經之處及各個離島。

大白斑蝶成蟲出現季節為 3-5 月，7-8 月，10 月各有出現高峰 (張及蔡, 1984)，李俊延及張玉珍 (1988) 指出臺灣北部成蝶主要發生期為 4-10 月，南部全年甚為常見。由於其產量較多，全年可見期長，體型較大，斑紋鮮明，動作緩慢利於觀察，為墾丁國家公園最重要的觀賞蝶種之一 (蔡, 1992)。幼蟲的寄主植物方面，雖然廖 (1977) 指出在琉球吃蘿摩科 (Asclepiadaceae) 的蓬萊載癭藤 (*Tylophora hispida*)；但根據 Nishida *et al.* (1996) 所述在琉球僅取食爬森藤 (*Parsonia laevigata*)；而 Ackery and Vane-Wright (1984) 認為除了爬森藤，有兩種蘿摩科植物如蓬萊載癭藤 (*Tylophora hispida*)、牛皮消 (*Cynanchum formosanum*) 被記錄為幼蟲食草；但

在臺灣僅觀察到幼蟲取食爬森藤，並未觀察到其他的食草，可算是單食性。

琉球青斑蝶 (*Radena similis similis* Linnaeus) 在分類上亦屬於鱗翅目，斑蝶科，又稱為琉球淡青斑蝶 (張及蔡, 1984)、擬旖斑蝶 (趙及王, 1997)，雖然臺灣昆蟲名錄審查委員會所審定鱗翅目分科下，未收錄斑蝶科，但並未明確收錄在何處 (陳, 1994)，故沿用 Ackery and Vane-Wright (1984) 將琉球青斑蝶收錄在斑蝶科。此蝶分布範圍很廣，包括臺灣、蘭嶼、琉球群島、中國大陸南部、中南半島、印度、泰國、馬來西亞、印尼、蘇門答臘、爪哇及斯里蘭卡等地區 (Ackery and Vane-Wright, 1984; Hamano, 1987; 趙及王, 1997)。本省則分布於全島各處，從平地至低山地區之間，是臺灣斑蝶中最常見的一種，一年四季皆可見其蹤影。

琉球青斑蝶幼蟲取食蘿摩科 (Asclepiadaceae) 鷓鴣菜 (*Tylophora ovata*)、牛皮消 (*Cynanchum atratum*) 以及絨毛芙蓉蘭 (*Marsdenia tinctoria*) (濱野, 1986; 李及王, 1995)；亦有報導取食夾竹桃科 (Apocynaceae) 同心結 (*Parsonia* spp.)、娃兒藤 (*Tylophora hispida*) 及蘿摩科白薇 (*Cynanchum atiatum*) 等植物 (趙及王, 1997)。成蝶飛行緩慢，夏季數量最多，雄蝶常常會單獨出現在溪流或河岸邊，並在濕地上吸水。喜歡於陽光充足的植物上訪花吸蜜，雌、雄蝶成群在馬櫻丹 (*Lantana camara*)、林氏澤蘭 (*Eupatorium lindleyanum*)、南美蟛蜞菊 (*Wedelia trilobata*)、大花咸豐草 (*Bidens pilosa* var. *radiata*) 上吸蜜。近年來由於經濟開發，食草的棲息地被破壞了，因此在平地數量已驟減。

雖然上述五種蝴蝶中有些幼蟲取食的寄主植物是具有經濟價值，被歸類為害蟲之一，但這些幼蟲往往也是良好的觀察及試驗材料，且成蟲的外型及花色各具特色，亦有潛力成為觀賞用的昆蟲。因此以恆溫、恆濕及固定的光週期下累代飼育，探討及研究其生活史、幼蟲頭殼寬度及幼蟲食葉量等基本生物特性並加以比較，以期對蝴蝶類的生物學有所助益，可做為日後休閒農場和學校飼育及大量繁殖的參考，以發揮教學或展示教育的功能。

材料與方法

一、宜蘭地區的蝶類相調查

以宜蘭縣礁溪鄉龍潭湖全區為調查範圍，自 2002 年 2 月至 2003 年 1 月期間，每月一次定期定點調查蝴蝶種類，調查方法是以直接觀察法為主，捕捉中大型蝶類為輔，白天於樣區內沿著既有道路進

行調查及採集，採集時以捕蟲網沿著調查路徑，捕捉地面、空中飛行或停棲在植物上的蝴蝶，採集後裝在三角袋內攜回冷藏，並製作成標本加以分類記錄，並分析調查結果。

二、供試蟲源及飼養方法

大鳳蝶 5 隻雌蝶及 5 隻雄蝶取自宜蘭縣龍潭湖；無尾鳳蝶 5 隻雌蝶及 5 隻雄蝶取自宜蘭縣圳頭；玉帶鳳蝶 20 隻雌蝶及 20 隻雄蝶取自國立屏東科技大學植物保護系；大白斑蝶 20 隻雌蝶及 30 隻雄蝶取自國立屏東科技大學植物保護系；琉球青斑蝶 10 隻雌蝶及 10 隻雄蝶取自宜蘭縣員山鄉大礁溪，在試驗前陸續攜回釋放於以鍍鋅管建構，外覆百吉網的二個簡易網室（長 24 m、寬 5.5 m、高 3.6 m 及長 6.1 m、寬 4.7 m、高 2.6 m）內，一個網室內栽種幼蟲食草如酸桔（*Citrus sunki*）、金棗（*Citrus margarita*）、檸檬（*Citrus limon*）、柚子（*Citrus grandis*）、爬森藤（*Parsonia laevigata*）及成蟲蜜源植物馬纓丹（*Lantana camara*）、繁星花（*Pentas lanceolata*）、馬利筋（*Asclepias curassavica*）、非洲鳳仙花（*Impatiens wallerana*）、長穗木（*Stachytarpheta jamaicensis*）、白玉蘭（*Michelia alba*）等植物；另一個網室內栽種幼蟲食草如鷓鴣（*Tylophora ovata*）、爬森藤（*Parsonia laevigata*）及成蟲蜜源植物馬纓丹（*Lantana camara*）、繁星花（*Pentas lanceolata*）、有骨消（*Sambucus formosana*）、南美蟛蜞菊（*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（*Cassin fitula*）、烏心石（*Michelia formosana*）、樟樹（*Cinnamoman camphora*）、金棗（*Citrus margarita*）、檸檬（*Citrus limon*）、柚子（*Citrus grandis*）等植物，提供成蟲吸蜜、求偶、交配及遮陰避雨，雌蟲產卵、幼蟲取食等用途，如此在網室至少飼養 3 代後才開始進行試驗觀察。

三、蝴蝶類的生活史

(一) 大鳳蝶、無尾鳳蝶、玉帶鳳蝶

試驗前先在網室外栽種酸桔盆栽，俟長到 120 cm 高時，含約 80~100 片葉片時，檢查植株葉片上確無蟲卵、幼蟲及蜘蛛，並摘去不良葉片，準備供雌蝶產卵用。雌蝶通常於白天將卵產於酸桔葉背邊緣或嫩芽上，試驗當天將二盆酸桔盆栽搬入網室內分別供大鳳蝶、無尾鳳蝶、玉帶鳳蝶產卵，每種蝶類提供二盆，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 300 ml）中，盒蓋以針刺密集小孔以流通空氣，盒外貼上註明產卵日期及編號的小標籤，共放 100 粒卵供試，分別移入 25±1℃，80±5% RH，14L:10D（5:00 開燈，19:00 關燈）生長箱內，每日觀察及記錄。

待卵孵化時，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，二齡幼蟲後以較成熟之葉片餵食，每日供給足夠之葉片量，三齡後飼育盒換成較大的不透明塑膠盒（杯口直徑 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。

(二) 大白斑蝶

試驗前先在網室外栽種爬森藤盆栽，俟長到約 80 cm 高，含約 40 片濃綠厚葉片時，檢查植株葉片上確無蟲卵、幼蟲及蜘蛛，準備供雌性大白斑蝶產卵用。試驗當天將兩盆爬森藤盆栽搬入網室內供大白斑蝶產卵。雌蝶通常於白天將卵散產於爬森藤葉背上，供試二小時後將爬森藤盆栽移出檢查，將含卵葉片採下攜回實驗室，與上述相同方法飼養，只是寄主植物改為爬森藤葉片，共放 100 粒卵供試，每日觀察及記錄。

(三) 琉球青斑蝶

試驗前先在網室外栽種鷓鴣盆栽，俟長到 60 cm 高，約含 40~60 片葉片時，檢查植株葉片上確無蟲卵、幼蟲及蜘蛛，並摘去不良葉片，準備供雌蝶產卵用。雌蝶通常於白天將卵產於鷓鴣葉背邊緣或嫩芽上。試驗當天將二盆鷓鴣盆栽搬入網室內供琉球青斑蝶產卵，四小時之後將鷓鴣盆栽移出檢查，將含卵葉片採下攜回實驗室，與上述相同方法飼養，只是寄主植物改為鷓鴣葉片，且本試驗只放 60 粒卵供試，每日觀察及記錄。

上述五種供試蝴蝶，每日皆以目視法觀察各蟲期的生長、發育情形並測量各齡幼蟲剛蛻皮時蛻下的頭殼寬度，一齡幼蟲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及體長皆以數位式游標卡尺測量；化蛹後在塑膠盒內粘貼懸掛細長條絲襪或衛生紙，以利羽化。

四、幼蟲期的食葉量

將剛產下的大鳳蝶卵粒 50 粒、玉帶鳳蝶 40 粒、大白斑蝶 100 粒、琉球青斑蝶 60 粒，分別放入 25±1℃，80±5%RH，14L:10D（5:00 開燈，19:00 關燈）生長箱內，待卵孵化後，即單隻飼育於圓形

透明塑膠盒中，每日觀察四種蝴蝶各個蟲期的生長、發育情形，並記錄幼蟲各齡期的食葉量。每天採取厚薄相近之寄主植物葉片，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，即得到四種蝴蝶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。

結果

一、宜蘭地區的蝶類相調查

定期定點在宜蘭縣龍潭湖調查結果如表 1，發現該地區蝴蝶種類有鳳蝶科 (Papilionidae)、粉蝶科 (Pieridae)、斑蝶科 (Danaiidae)、蛺蝶科 (Nymphalidae) 及蛇目蝶科 (Satyridae) 等 5 科 43 種，其中數量上鳳蝶科以青帶鳳蝶 (*Graphium sarpedon connectens*) 最多，粉蝶科以臺灣黃蝶 (*Eurema blanda arsakia*) 最多、斑蝶科以琉球青斑蝶 (*Ideopsis similes*) 最多、蛺蝶科以琉球紫蛺蝶 (*Hypolimnas bolina kezia*) 最多，蛇目蝶科最多的是臺灣波紋蛇目蝶 (*Ypthima arcuata Matsumura*)。由表 1 可看出，本試驗所用的五種蝴蝶，在龍潭湖皆有分布。

二、蝴蝶類的生活史

在 25±1°C，80±5% RH，14L：10D 的恆定條件下，以人工飼養大鳳蝶、無尾鳳蝶、玉帶鳳蝶、大白斑蝶、琉球青斑蝶的存活率列於表 2。大鳳蝶的卵孵化率只有 57%，但孵化的 57 粒卵有 77.2% 在幼蟲期存活下來，其中約一半 (21 隻) 能化蛹並順利羽化，因此從卵至成蟲的存活率只有 21%。無尾鳳蝶於幼蟲期出現五齡或六齡二種型式，卵孵化率為 67%，其中有 40 隻為五齡型，27 隻為六齡型，孵化的卵有 97.0% 在幼蟲期存活，其中 38 隻五齡幼蟲直接進入蛹期，但其餘的 27 隻幼蟲有 1 隻進入六齡時死亡，這些幼蟲中有 58 隻進入蛹期及羽化，自卵發育至成蟲的存活率為 58.0%。玉帶鳳蝶的卵孵化率為 52%，但孵化的 52 粒卵有 73.1% 在幼蟲期存活下來，其中 36 隻完成化蛹，只有 33 隻羽化，故自卵發育至成蟲的存活率為 33.0%。大白斑蝶的卵孵化率達 80%，孵化的 80 粒卵有 75% 在幼蟲期存活下來，其中 51 隻順利化蛹及羽化，自卵發育至成蟲的存活率為 51%。琉球青斑蝶的卵孵化率亦有 80%，供試的 60 粒卵中有 52% 在幼蟲期存活下來，其中 40 隻完成化蛹及羽化，自卵發育至成蟲的存活率為 66.7%。

表 1 龍潭湖地區蝴蝶名錄(2002 年 2 月至 2003 年 1 月)

Table 1 The list of butterflies recorded at Longtan Lake Area

科名	種名	學名	
鳳蝶科 Papilionidae	大鳳蝶	<i>Papilio memnon heronus</i> Fruhstorfer	
	大琉璃紋鳳蝶	<i>Papilio paris nakaharai</i> Shiroze	
	琉璃紋鳳蝶	<i>Papilio paris hermosanus</i> Shiroze	
	青帶鳳蝶	<i>Graphium sarpedon connectens</i> (Fruhstorfer)	
	青斑鳳蝶	<i>Graphium doson postianus</i> (Fruhstorfer)	
	黑鳳蝶	<i>Papilio protenor</i> Cramer	
	無尾鳳蝶	<i>Priniceps demoleus libanius</i> Fruhstorfer	
	烏鴉鳳蝶	<i>Papilio bianor takasage</i> Nakahara & Esaki	
	玉帶鳳蝶	<i>Papilio polytes pasikrates</i> Fruhstorfer	
	粉蝶科 Pieridae	紋白蝶	<i>Pieris rapae crucivora</i> Boisduval
臺灣紋白蝶		<i>Pieris canidia canidia</i> (Linnaeus)	
臺灣粉蝶		<i>Appias lycinda formosana</i> (Wallace)	
端紅粉蝶		<i>Hebomoia glaucippe formosana</i> (Fruhstorfer)	
臺灣黃蝶		<i>Eurema blanda arsakia</i> (Fruhstorfer)	
荷氏黃蝶		<i>Eurema hecabe hobsoni</i> (Butler)	
江崎黃蝶		<i>Eurema alitha esakii</i> Shirozu	
斑蝶科 Danaiidae		琉球青斑蝶	<i>Ideopsis similes</i> (Linnaeus)
		姬小紋青斑蝶	<i>Parantica aglea maghaba</i> (Fruhstorfer)
		青斑蝶	<i>Parantica site nipponica</i> (Moore)
	小青斑蝶	<i>Parantica melaneus swinhoei</i> (Moore)	
	紫端斑蝶	<i>Euploea mulciber barsint</i> Fruhstorfer	
	圓翅紫斑蝶	<i>Euploea Eunice hobsoni</i> (Butler)	
	大白斑蝶	<i>Idea leuconoe clara</i> (Butler)	
	黑脈樺斑蝶	<i>Danaus genutia</i> (Cramer)	
	樺斑蝶	<i>Anosia chrysipus chrysipus</i> (Linnaeus)	
	蛺蝶科 Nymphalidae	細蝶	<i>Acraea issoria formosana</i> (Fruhstorfer)
枯葉蝶		<i>Kallima inachis formosana</i> Fruhstorfer	
石牆蝶		<i>Cyrestis thyodamas formosana</i> Fruhstorfer	
黃三線蝶		<i>Symbrenthia lilaea formosanus</i> Fruhstorfer	
琉球紫蛺蝶		<i>Hypolimnas bolina kezia</i> (Butler)	
紫單帶蛺蝶		<i>Sumalia dudu jinamitra</i> Fruhstorfer	
埔里三線蝶		<i>Neptis taiwana</i> Fruhstorfer	
寬白帶三線蝶		<i>Athyma jina sauteri</i> (Fruhstorfer)	
琉球三線蝶		<i>Neptis nylas luculenta</i> Fruhstorfer	
孔雀蛺蝶		<i>Precis almana almana</i> (Linnaeus)	
黑端豹斑蝶		<i>Argyreus hyperbius hyperbius</i> Linnaeus	
臺灣星三線蝶		<i>Limnitis sulphita tricolor</i> Fruhstorfer	
小單帶蛺蝶		<i>Athyma selenophora laela</i>	
白三線蝶	<i>Athyma perius perius</i> (Linnaeus)		
蛇目蝶科 Satyridae	臺灣波紋蛇目蝶	<i>Ypthima arcuata Matsumura</i>	
	切翅單環蝶式	<i>Mycalopsis zonata</i> Matsumura	
	黑樹蔭蝶	<i>Melanitis phedima polishana</i> Fruhstorfer	
	雌樹蔭蝶	<i>Lethe chandica ratnagri</i> Fruhstorfer	

表 2 五種蝴蝶各蟲期的存活率

Table 2 The survival rate of five butterflies at different life stage

Life stage	Survival rate (%) (N ¹)				
	<i>Papilio memnon heronus</i>	<i>Papilio demoleus libanius</i>	<i>Papilio polytes pasikrates</i>	<i>Idea leuconoe clara</i>	<i>Radena similes similes</i>
Egg	57.0 (57)	67.0 (67)	52.0 (52)	80.0 (80)	80.0 (48)
1st instar larva	100 (57)	100 (67)	84.6 (44)	92.5 (74)	97.9 (47)
2nd instar larva	100 (57)	97.0 (65)	95.5 (42)	98.7 (73)	91.5 (43)
3rd instar larva	100 (57)	100 (65)	100 (42)	98.6 (72)	100 (43)
4th instar larva	87.7 (50)	100 (65)	100 (42)	91.7 (66)	100 (43)
5th instar larva	88.0 (44)	100 (65)	90.5 (38)	90.9 (60)	97.7 (42)
6th instar larva	-	100 (26)	-	-	-
Larval Stage	77.2 (44)	97.0 (65)	73.1 (38)	75.0 (60)	87.5 (42)
Pupa	47.8 (21)	89.2 (58)	94.8 (36)	85.0 (51)	95.2 (40)
Egg to Adult	21.0 (21)	58.0 (58)	33.0 (33)	51.0 (51)	66.7 (40)

1) N is the number of observation.

上述五種蝴蝶各蟲期的發育所需時間列於表 3。大鳳蝶的卵期平均為 6.00±0.06 天，幼蟲期平均為 22.66±0.30 天，蛹期平均為 15.90±0.26 天，自卵孵化至成蟲羽化平均為 43.90±0.38 天。無尾鳳蝶的

卵期平均為 4.46±0.06 天，幼蟲期平均為 20.45±0.13 天，蛹期平均為 15.28±0.14 天，自卵孵化至成蟲羽化平均為 40.24±0.25 天。玉帶鳳蝶的卵期平均為 4.44±0.75 天，幼蟲期平均為 18.24±2.11 天，蛹期平均為 11.00±0.75 天，自卵孵化至成蟲羽化平均為 33.35±0.40 天。大白斑蝶的卵期平均為 5.30±0.08 天，幼蟲期平均為 18.93±0.26 天，蛹期平均為 15.88±0.09 天，自卵孵化至成蟲羽化平均為 39.67±0.20 天。琉球青斑蝶的卵期平均為 3.60±0.49 天，幼蟲期平均為 15.66±1.95 天，蛹期平均為 9.49±0.60 天，自卵孵化至成蟲羽化平均為 28.88±0.31 天。

表 3 五種蝴蝶各蟲期的發育所需時間

Table 3 The developmental period of five butterflies at different life stage

Life stage	Developmental period (Mean±SE, days)(N ¹⁾)				
	<i>Papilio memnon heronus</i>	<i>Papilio demoleus libanius</i>	<i>Papilio polytes pasikrates</i>	<i>Idea leuconoe clara</i>	<i>Radena similes similes</i>
Egg	6.00±0.06 (57)	4.46±0.06 (67)	4.44±0.75 (52)	5.30±0.08 (80)	3.60±0.49 (48)
1st instar larva	3.46±0.07 (57)	3.12±0.06 (67)	2.66±0.57 (44)	2.81±0.07 (74)	3.13±0.90 (47)
2nd instar larva	3.26±0.09 (57)	3.17±0.07 (65)	2.86±0.78 (42)	2.74±0.11 (73)	2.16±0.48 (43)
3rd instar larva	3.40±0.10 (57)	3.45±0.10 (65)	2.43±0.86 (42)	3.10±0.10 (72)	2.36±0.65 (43)
4th instar larva	5.36±0.15 (50)	3.46±0.09 (65)	3.55±0.80 (42)	4.00±0.13 (66)	2.88±0.63 (43)
5th instar larva	7.64±0.19 (44)	4.82±0.20 (65)	6.73±1.12 (38)	6.72±0.17 (60)	5.26±0.88 (42)
6th instar larva	-	5.77±0.20 (26)	-	-	-
Larval Stage	22.66±0.30 (44)	20.45±0.13 (64)	18.24±2.11 (38)	18.93±0.26 (60)	15.66±1.95 (42)
Pupa	15.90±0.26 (21)	15.28±0.14 (58)	11.00±0.75 (36)	15.88±0.09 (51)	9.49±0.60 (40)
Egg to Adult	43.90±0.38 (21)	40.24±0.25 (58)	33.35±0.40 (33)	39.67±0.20 (51)	28.88±0.31 (40)

1) N is the number of observation.

上述五種蝴蝶各齡幼蟲期的頭殼寬度列於表 4。第一齡幼蟲至第五齡幼蟲之平均頭殼寬度，大鳳蝶依序為 1.34±0.04 mm、1.84±0.01 mm、2.58±0.02 mm、3.82±0.03 mm、6.10±0.10 mm，無尾鳳蝶依序為 0.67±0.01 mm、1.15±0.02 mm、1.68±0.03 mm、2.55±0.04 mm、3.95±0.12 mm、及第六齡的 4.78±0.06 mm，玉帶鳳蝶依序為 0.77±0.08 mm、1.23±0.09 mm、1.86±0.16 mm、3.08±0.18 mm、4.80±0.32 mm，大白斑蝶依序為 0.82±0.01 mm、1.25±0.02 mm、1.82±0.02 mm、2.82±0.02、4.11±0.05 mm，琉球青斑蝶依序為 0.69±0.05 mm、1.04±0.06 mm、1.53±0.07 mm、2.26±0.08 mm、3.31±0.18 mm，由此可知，五種蝴蝶皆隨著幼蟲的齡期增長其頭殼寬日漸增加。

上述五種蝴蝶各齡幼蟲期的體長列於表 5。第一齡幼蟲至第五齡幼蟲的體長，大鳳蝶分別為 4.55±0.07 mm、8.81±0.16 mm、15.39±0.25 mm、23.28±0.35 mm、41.05±0.78 mm，無尾鳳蝶分別為 3.02±0.05 mm、4.81±0.09 mm、8.29±0.14 mm、13.67±0.31 mm、24.50±0.54 mm、及第六齡的 31.07±0.34 mm，玉帶鳳蝶分別為 3.45±0.32 mm、6.40±1.05 mm、11.87±1.94 mm、17.01±2.92 mm、25.75±3.07 mm，大白斑蝶分別為 4.17±0.06 mm、7.79±0.11 mm、11.36±0.12 mm、17.55±0.20 mm、31.44±0.37 mm，琉球青斑蝶分別為 3.22±0.38 mm、5.85±0.94 mm、8.87±1.00 mm、14.46±1.64 mm、21.29±1.58 mm，由此可知，五種蝴蝶幼蟲體長隨著幼蟲的齡期生長而增長。

表 4 五種蝴蝶各齡幼蟲期的頭殼寬度

Table 4 The head capsule width of five butterflies at different larval stage

Larval stage	Head capsule width of larval stage (Mean±SE, mm)(N ¹⁾)				
	<i>Papilio memnon heronus</i>	<i>Papilio demoleus libanius</i>	<i>Papilio polytes pasikrates</i>	<i>Idea leuconoe clara</i>	<i>Radena similes similes</i>
1st instar	1.34±0.04 (57)	0.67±0.01 (67)	0.77±0.08 (44)	0.82±0.01 (74)	0.69±0.05 (47)
2nd instar	1.84±0.01 (57)	1.15±0.02 (65)	1.23±0.09 (42)	1.25±0.02 (73)	1.04±0.06 (43)
3rd instar	2.58±0.02 (57)	1.68±0.03 (65)	1.86±0.16 (42)	1.82±0.02 (72)	1.53±0.07 (43)
4th instar	3.82±0.03 (50)	2.55±0.04 (65)	3.08±0.18 (42)	2.82±0.02 (66)	2.26±0.08 (43)
5th instar	6.10±0.10 (44)	3.95±0.12 (65)	4.80±0.32 (38)	4.11±0.05 (60)	3.31±0.18 (42)
6th instar	-	4.78±0.06 (25)	-	-	-

1) N is the number of observation.

表 5 五種蝴蝶各齡幼蟲期的體長

Table 5 The body length of five butterflies at different larval stage

Larval stage	Body length (Mean±SE, mm)(N ¹⁾)				
	<i>Papilio memnon heronus</i>	<i>Papilio demoleus libanius</i>	<i>Papilio polytes pasikrates</i>	<i>Idea leuconoe clara</i>	<i>Radena similes similes</i>
1st instar	4.55±0.07 (57)	3.02±0.05 (67)	3.45±0.32 (44)	4.17±0.06 (74)	3.22±0.38 (47)
2nd instar	8.81±0.16 (57)	4.81±0.09 (65)	6.40±1.05 (42)	7.79±0.11 (73)	5.85±0.94 (43)
3rd instar	15.39±0.25 (57)	8.29±0.14 (65)	11.87±1.94 (42)	11.36±0.12 (72)	8.87±1.00 (43)
4th instar	23.28±0.35 (50)	13.67±0.31 (65)	17.01±2.92 (42)	17.55±0.20 (66)	14.46±1.64 (43)
5th instar	41.05±0.78 (44)	24.50±0.54 (65)	25.75±3.07 (38)	31.44±0.37 (60)	21.29±1.58 (42)
6th instar	-	31.07±0.34 (25)	-	-	-

1) N is the number of observation.

三、幼蟲期的食葉量

在 $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ， $80\pm 5\%$ RH，14L:10D 的恆定條件下，大鳳蝶、玉帶鳳蝶、大白斑蝶、琉球青斑蝶各齡幼蟲期的食葉量列於表 6。第一齡幼蟲至第五齡幼蟲所取食的寄主植物葉面積，大鳳蝶依序為 $1.49\pm 0.12\text{ cm}^2$ 、 $6.43\pm 0.37\text{ cm}^2$ 、 $14.65\pm 0.68\text{ cm}^2$ 、 $69.51\pm 4.04\text{ cm}^2$ 、 $348.87\pm 14.36\text{ cm}^2$ ，幼蟲期的總食葉量平均為 $441.88\pm 16.50\text{ cm}^2$ 。無尾鳳蝶依序為 $0.27\pm 0.03\text{ cm}^2$ 、 $2.29\pm 0.23\text{ cm}^2$ 、 $8.41\pm 0.94\text{ cm}^2$ 、 $27.80\pm 2.17\text{ cm}^2$ 、 $188.13\pm 7.57\text{ cm}^2$ ，幼蟲期的總食葉量平均為 $226.90\pm 7.83\text{ cm}^2$ 。玉帶鳳蝶依序為 $1.38\pm 0.48\text{ cm}^2$ 、 $4.16\pm 1.58\text{ cm}^2$ 、 $11.99\pm 3.42\text{ cm}^2$ 、 $23.95\pm 4.53\text{ cm}^2$ 、 $163.96\pm 32.6\text{ cm}^2$ ，幼蟲期的總食葉量平均為 $215.44\pm 31.15\text{ cm}^2$ 。大白斑蝶依序為 $0.75\pm 0.07\text{ cm}^2$ 、 $3.77\pm 0.53\text{ cm}^2$ 、 $16.50\pm 1.16\text{ cm}^2$ 、 $62.50\pm 2.72\text{ cm}^2$ 、 $346.07\pm 6.44\text{ cm}^2$ ，幼蟲期的總食葉量平均為 $429.56\pm 6.87\text{ cm}^2$ 。琉球青斑蝶依序為 $1.56\pm 0.76\text{ cm}^2$ 、 $2.86\pm 1.24\text{ cm}^2$ 、 $8.04\pm 3.63\text{ cm}^2$ 、 $26.25\pm 8.26\text{ cm}^2$ 、 $152.96\pm 24.53\text{ cm}^2$ ，幼蟲期的總食葉量平均為 $191.67\pm 22.55\text{ cm}^2$ 。由此可知，四種蝴蝶的幼蟲皆隨著齡期增加其食葉量增多，尤其是末齡幼蟲的食葉量增加最多。

表 6 五種蝴蝶各齡幼蟲期的食葉量

Table 6 The leaf consumption of five butterflies at different larval stage

Larval stage	Leaf consumption area (Mean \pm SE, cm ²)				
	<i>Papilio memnon heronus</i>	<i>Papilio demoleus libanius</i>	<i>Papilio polytes pasikrates</i>	<i>Idea leuconoe clara</i>	<i>Radena similes similes</i>
1st instar	1.49 \pm 0.12	0.27 \pm 0.03	1.38 \pm 0.48	0.75 \pm 0.07	1.56 \pm 0.76
2nd instar	6.43 \pm 0.37	2.29 \pm 0.23	4.16 \pm 1.58	3.77 \pm 0.53	2.86 \pm 1.24
3rd instar	14.65 \pm 0.68	8.41 \pm 0.94	11.99 \pm 3.42	16.50 \pm 1.16	8.04 \pm 3.63
4th instar	69.51 \pm 4.04	27.80 \pm 2.17	23.95 \pm 4.53	62.50 \pm 2.72	26.25 \pm 8.26
5th instar	348.87 \pm 14.36	188.13 \pm 7.57	163.96 \pm 32.60	346.07 \pm 6.44	152.96 \pm 24.53
Total	441.88 \pm 16.50	226.90 \pm 7.83	215.44 \pm 31.15	429.56 \pm 6.87	191.67 \pm 22.55

討 論

由宜蘭縣龍潭湖的調查結果可知，該地區蝴蝶種類有鳳蝶科、粉蝶科、斑蝶科、蛺蝶科及蛇目蝶科等 5 科 43 種分布，本試驗所用的大鳳蝶、無尾鳳蝶、玉帶鳳蝶、大白斑蝶及琉球青斑蝶等 5 種蝴蝶，皆可發現，唯數量上大白斑蝶及玉帶鳳蝶都很少，此一物種及數量上的變化，可能與當地的溫度、濕度、幼蟲寄主植物、成蟲蜜源植物及天敵等有關，需再進一步研究。

根據供試的五種蝴蝶生活史試驗結果，一般幼蟲期是五個齡期，只有無尾鳳蝶出現六齡型幼蟲，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，如鄭秋玲（1992）曾報導無尾鳳蝶在秋末冬初時節偶有脫皮五次者，且認為可能是受營養或環境不良之影響。Morita and Tojo（1985）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。本試驗得知無尾鳳蝶亦有此現象，幼蟲發育時需達平均頭殼寬度 4.39 mm 方可使老熟幼蟲化蛹，即進入化蛹階段的閾值為 4.39 mm 之頭殼寬度。由於本試驗是在恆定條件下供應充足的相同食物飼育，並無任何不良環境，會產生此種個體發育的差異性原因，是否與食葉量、營養代謝或遺傳有關，仍待進一步研究。

就五種蝴蝶生活史介量比較，從表 2 可知，從卵發育至成蟲的存活率，以大鳳蝶的 21% 最低，其次為玉帶鳳蝶的 33.0%，然後是大白斑蝶的 51.0%，無尾鳳蝶的 58%，最高為琉球青斑蝶的 66.7%。換言之，以人工飼養時，大鳳蝶的成功率較低，琉球青斑蝶的成功率較高，其存活率超過大鳳蝶的 3 倍。從表 3 可知，從卵發育至成蟲的發育日數，以大鳳蝶的 43.90 \pm 0.38 天最長，其次為無尾鳳蝶的 40.24 \pm 0.25 天，大白斑蝶的 39.67 \pm 0.20 天，然後是玉帶鳳蝶的 33.35 \pm 0.40 天，最短的為琉球青斑蝶的 28.88 \pm 0.31 天。因此在恆定條件下，完成一個世代的時間，以琉球青斑蝶最快，大鳳蝶最慢。

幼蟲期的末齡幼蟲頭殼寬度如表 4，以大鳳蝶的 6.10 \pm 0.10 mm 最寬，其次為玉帶鳳蝶的 4.80 \pm 0.32 mm，無尾鳳蝶的 4.78 \pm 0.06 mm，然後是大白斑蝶的 4.11 \pm 0.05 mm，最窄的為琉球青斑蝶的 3.31 \pm 0.18 mm。至於末齡幼蟲期的體長如表 5，以大鳳蝶的 41.05 \pm 0.78 mm 最長，其次為大白斑蝶的 31.44 \pm 0.37 mm，無尾鳳蝶的 31.07 \pm 0.34 mm，然後是玉帶鳳蝶的 25.75 \pm 3.07 mm，最短的是琉球青斑蝶的 21.29 \pm 1.58 mm。以成蟲體型來看，最大型的是大鳳蝶，其次為大白斑蝶，另三種蝴蝶的體型差異不大。由此可知，末齡幼蟲頭殼寬度與成蟲體型未必一致，但末齡幼蟲的體長與成蟲體型大小一致。

比較四種蝴蝶的幼蟲期食葉量如表 6，總食葉量以大鳳蝶的 441.88 \pm 16.50 cm² 最多，其次為大白斑蝶的 429.56 \pm 6.87 cm²，再其次是無尾鳳蝶 226.90 \pm 7.83 cm²，然後是玉帶鳳蝶的 215.44 \pm 31.15 cm²，最少的為琉球青斑蝶的 191.67 \pm 22.55 cm²。由此可知，體型最大的大鳳蝶消耗之總食葉量最高，但體型相近的

琉球青斑蝶與玉帶鳳蝶，卻以琉球青斑蝶的食葉量較少。

由上述結果可知，就飼育結果而言，五種蝴蝶中皆可成功完成人工飼育，其中以琉球青斑蝶的存活率最高，發育所需時間最短，即生活史較短，末齡幼蟲頭殼寬度及體長最小，比較不佔飼育空間，且幼蟲期總食葉量最低，因此為最適合人工飼育繁殖的蝶種。其次依序為無尾鳳蝶、大白斑蝶、玉帶鳳蝶、大鳳蝶，尤其是大鳳蝶，需要較大的空間飼養繁殖，較長的時間完成一個世代，且取食較多的寄主植物葉片，存活率又偏低，可說是比較不經濟的人工飼育蝶種。若應用於發展休閒觀光農業的蝴蝶生態園，建議依據上述特性調整各蝶種的飼養繁殖比例，以達最大效益。

參考文獻

- 王效岳、李俊延。1998。龜山島的蝴蝶與蛾類。宜蘭縣自然史教育館出版，166 頁。
- 白九維、王效岳。1998。臺灣的鳳蝶：與中國大陸種類的綜述。淑馨出版社，臺北市，臺灣，256 頁。
- 白水隆。1984。原色臺灣蝶類大圖鑑（第一版第十刷）。保育社出版，481 頁。
- 何健鎔、張連浩。1998。南瀛彩蝶。臺灣省特有生物研究保育中心出版，南投，臺灣，312 頁。
- 李俊延、王效岳。1995。金門馬祖蝴蝶和臺灣地區蝴蝶之綜述（臺灣蝶類圖說三）。臺灣省立博物館印行，臺北，臺灣，342 頁。
- 李俊延、張玉珍。1988。臺灣蝶類圖說（一）。臺灣省立博物館印行，臺北，臺灣，142 頁。
- 易希陶。1951。臺灣之經濟昆蟲。臺灣銀行金融研究室編印，臺灣銀行發行，184 頁。
- 林禮祥。1988。臺灣蝴蝶奇觀（一）。龍和出版有限公司，中和市，臺灣，116 頁。
- 金志美。1986。柑橘鳳蝶的人工飼料。動物園雜誌，6(2): 2-9。
- 徐培峰。1999。臺灣蝶圖鑑 第一卷。臺灣省立鳳凰谷鳥園出版，南投，臺灣，344 頁。
- 張永仁。1994。賞蝶篇《上》。陽明山國家公園解說叢書，陽明山國家公園管理處員工消費合作社，臺北市，臺灣，187 頁。
- 張永仁。1998。昆蟲圖鑑。遠流出版公司出版，367 頁。
- 張保信、蔡百峻。1984。臺灣的蝴蝶世界，渡假出版社，183 頁。
- 陳健忠（主編）。1994。昆蟲綱科以上學名中名對照表。中華昆蟲特刊第九號，中華昆蟲學會編印，臺北市，臺灣，40 頁。
- 陳維壽。1977。臺灣的蝴蝶。豐年社，臺北市，臺灣，164 頁。
- 陳維壽。1987。臺灣昆蟲名錄。中華昆蟲，7(2): 143-159。
- 章錦瑜。1992。蝴蝶幼蟲食草的選擇。東海學報，33: 211-221。
- 廖日京。1977。臺灣植物與蝴蝶之關係。國立臺灣大學農學院實驗林研究報告，第 119 號，137-200，共 295 頁。
- 趙力、王效岳。1997。中國鱗翅目 3，鳳蝶科、斑蝶科、粉蝶科、環紋蝶科。臺灣省立博物館出版，445 頁。
- 蔡百峻。1985。墾丁國家公園蝴蝶生態簡介。內政部營建處員工消費合作社墾丁分社出版，屏東，臺灣，183 頁。
- 蔡百峻。1992。蝴蝶生態簡介，墾丁國家公園解說教育叢書之三（再版）。墾丁出版社，183 頁。
- 鄭政炎。1990。柑橘鳳蝶。出自“中國農業百科全書 昆蟲卷”，頁 112-113。農業出版社出版，北京，中國，598 頁。
- 鄭秋玲。1992。柑桔無尾鳳蝶（*Papilio demoleus libanius* Fruhstorfer）之生活史及形態之觀察。嘉義農專學報，28: 379-390。
- 濱野榮次。1986。臺灣蝴蝶生態大圖鑑。牛頓出版社，474 頁。
- 羅幹成、邱瑞珍。1985。臺灣柑桔害蟲及其天敵圖說。臺灣省農業試驗所特刊，第 32 號，頁 56-59。
- 羅幹成。1988。果樹害蟲〔柑橘害蟲〕。出自“臺灣主要農作物病蟲害彩色圖鑑”，頁 124-131。臺灣省政府農林廳編印，190 頁。
- Ackery, P. R. and R. I. Vane-Wright. 1984. Milkweed Butterflies: Their Cladistics and Biology. Cornell University Press, New York, 425 pp.
- Heppner, J. B. and H. Inoue. 1992. Lepidoptera of Taiwan. Vol. 1, Part 2: Checklist. Association for Tropical Lepidoptera, Scientific Publishers, Gainesville, Florida, USA, 276 pp.
- 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.

Nishida, R., S. Schulz, C. S. Kim, H. Fukami, Y. Kuwahara, K. Honda, and N. Hayashi. 1996. Male sex pheromone of a giant danaine butterfly, *Idea leuconoe*. *Journal of Chemical Ecology*, 22(5): 949-972.

98年11月15日投稿
98年12月20日接受

