

行政院農業委員會林務局保育研究系列 90-19

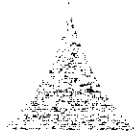
夸父綠小灰蝶之生態學研究（一）

Ecological studies on *Sibatanozephyrus kuafui*

Hsu & Lin (Lepidoptera: Lycaenidae) (I)

主 持 人：徐瑄峰 Yu-Feng Hsu

研究人員：羅尹廷 Yin-Ting Lo



主辦機構：行政院農業委員會林務局新竹林區管理處

執行機構：國立台灣師範大學生物學系

中華民國九十年二月

目錄

中英文摘要.....	3
一、前言.....	4
二、材料與方法.....	6
1 夸父綠小灰蝶之寄主植物.....	6
2. 研究範圍.....	6
3 夸父綠小灰蝶幼生期發育起始溫度、有效積溫及幼蟲食葉量.....	7
4 夸父綠小灰蝶之伴生昆蟲相.....	9
5 夸父綠小灰蝶族群密度監測.....	9
三、結果.....	11
1 夸父綠小灰蝶幼生期發育起始溫度、有效積溫及幼蟲食葉量.....	11
2 夸父綠小灰蝶族群密度監測.....	12
3 夸父綠小灰蝶之伴生昆蟲相.....	12
四、討論.....	13
五、參考文獻.....	15
附錄.....	25

圖目錄

- 圖一、璫灰蝶屬 (*Sibatanozephyrus* Inomata, 1986) 之世界分佈圖
- 圖二、夸父綠小灰蝶雌雄個體腹面及背面觀.
- 圖三、夸父綠小灰蝶於台灣之分佈圖.
- 圖四、不同溫度飼育下夸父綠小灰蝶幼生期溫度與發育速率之關係圖.
- 圖五、不同溫度飼育下夸父綠小灰蝶成蝶成功羽化率之關係圖.
- 圖六、不同溫度下飼育夸父綠小灰蝶幼生期利用台灣水青岡嫩葉量以及休眠芽數量之關係圖.

表目錄

- 表一：不同溫度飼育下夸父綠小灰蝶個幼生期及成蟲期發育資料.
- 表二、不同飼育溫度下夸父綠小灰蝶成蝶雌雄比.
- 表三：本年度夸父綠小灰蝶各蟲期發育起點溫度以及有效積溫.
- 表四、北插天山夸父綠小灰蝶族群估算.
- 表五、北插天山夸父綠小灰蝶族群結構分配表.

中文摘要

夸父綠小灰蝶 *Sibatanozeephyrus kuafui* Hsu & Lin 為小灰蝶科 (Lycaenidae) 綠小灰蝶族 (Theclini) 璫灰蝶屬 (*Sibatanozeephyrus*) 之蝴蝶，係徐及林 1992 年於北插天山發現之台灣特有種蝴蝶，一年僅一世代。夸父綠小灰蝶的雌雄個體之間形態相異，雄蝶前後之翅表均閃爍水藍色金屬光澤，而雌蝶翅表則為黯淡之深褐色，但於翅腹面之斑紋雌雄間並沒有多大差異。夸父綠小灰蝶之專一寄主植物為台灣水青岡 (*Fagus hayatae* Palib.)，亦為台灣特有種植物，且經農委會公告為台灣稀有植物，屬分佈於台灣之珍貴孑遺植物。夸父綠小灰蝶僅能棲息於台灣水青岡林中，因而受限於台灣水青岡的分佈，同時族群數量稀少且密度亦甚低，未來極有可能因為人為因素或是其他因子而導致滅絕。

目前夸父綠小灰蝶的許多生物學基本資料正加緊累積，本年度研究執行期間發現夸父綠小灰蝶幼生期之發育起點溫度為 $-2.66 \pm 0.19^{\circ}\text{C}$ ；有效積溫為 630.8 日度；所推導出之溫度與發育理論公式為 $V = \frac{T - (-2.66 \pm 0.19)}{630.8}$ ；經由標識再捕法共捕獲成蝶並無法有效的估算夸父綠小灰蝶族群絕對豐度；捕食、寄生性天敵及人為干擾對夸父綠小灰蝶幼生期的生存大。

由於夸父綠小灰蝶族群頗為脆弱，初步擬定可行的保育策略為針對夸父綠小灰蝶之生態行為進行研究，提供其生存上所面臨之壓力以及部份生物學上的資料，並進行族群監測了解其族群動態，保育方面措施先著重域內之棲地保存，若長期監測發現族群量持續下降則考慮將知名定為保育類動物。

Abstract

Sibatanozephyrus kuafui Hsu & Lin was discovered from N. chatianshan in 1992. It is an endemic lycaenid butterfly that has only one generation per year. Sexual dimorphism is obvious in the species, with male possessing metallic blue scaling and female brown scaling on wing uppersides. The larva of this butterfly is monophagous, feeding on soft tissues of *Fagus hayatae*, a rare, relict plant with very limited distribution in Taiwan. Such a restricted host usage makes this butterfly relatively small in population size and liable to become extinct.

6 cumulation of basic biological data for *S. kuafui* is currently undergone, according to the experiments performed in this year, it turns out that the developmental threshold of the immature of this butterfly was $-2.66 \pm 0.19^{\circ}\text{C}$. The effective cumulative temperature was 630.8. Formula for development was $V = \frac{T - (-2.66 \pm 0.19)}{630.8}$. Mark-release-recapture procedures were performed but did not produce reliable estimate of population size for the past year. Nevertheless, the survival of the immature of this butterfly seems to involve predation, parasitism and anthrogenic distribution.

With regard to the conservational practice of *S. kuafui*, it is suggested to perform detailed survey on its ecological requirements, and behavior, then monitor the population dynamics of the butterfly on regular basis. If population decline is detected, then subsequent assignment of this butterfly to endangered status could be considered.

一、前言

目前所記載以殼斗科 Fagaceae 水青岡屬 *Fagus* 植物為食的矽灰蝶屬 (*Sibatanozephyrus* Inomata, 1986) 蝴蝶共有三種，另外尚有一未定種(圖一)，一為分布於日本北海道、本州、四國、九州的富士綠小灰蝶 *S. fujisanus* (Matsumura, 1910 ; Fukuda *et al*, 1984)；二為分佈於台灣的夸父綠小灰蝶 *S. kuafui* (Hsu & Lin, 1994)；三為分佈於中國大陸陝西省的黎氏矽灰蝶 (*S. liginae*) (Hsu, 1995)；未定種則於陝西省秦嶺所發現 (Koiwaya, 1995)。富士綠小灰蝶長久被認為是日本特有屬蝴蝶，直至 1992 年於台北縣北插天山上發現才證明此屬蝴蝶並非日本所特有。

夸父綠小灰蝶為一年一世代之蝴蝶，雌雄個體之間的形態上有顯著的差異，呈明顯的雌雄兩型(圖二)，雄蝶的翅膀表面閃爍著藍綠色的金屬光澤，為一般綠小灰蝶主要的外觀區分特徵依據，雌蝶的翅膀表面與雄蝶色澤大不相同，前後翅表面均為黯淡沒有光澤的深褐色。除此之外，雌雄蝶翅膀的腹面斑紋並沒有太大的差異，底色為白色，於邊緣處有斑點，後翅尾端的斑點成明顯的黃橙色，近體端並有帶斑紋。雌個體略大於雄個體。夸父綠小灰蝶與其唯一寄主台灣水青岡開花物候 (phenology) 之間有相當明顯的吻合，雌蟲將卵產在寄主植物枝條上，待隔年初春休眠芽萌發，初齡幼蟲也從卵中孵化。夸父綠小灰蝶幼生期只取食植物嫩葉或花的部分，待台灣水青岡嫩葉老熟時，幼蟲也近於化蛹。

Yen & Jan (1995) 記錄本種於實驗室中之生活史，對卵期、幼蟲期、蛹期、成蟲期等四階段形態上作一完整的描述。幼蟲期之生物學也有以下的觀察與推測，包括(一)卵之孵化可能與台灣水青岡休眠芽萌發有關；(二)幼蟲可能於二月初即出現，並觀察到幼蟲孵化之後並沒有取食卵殼；(三)三、四齡的幼蟲會停棲於葉子之表面，剛萌發的嫩葉之黃褐色

葉脈加上青褐色之葉面與幼蟲體色相近；(四)成蟲的行為以及部份生物學也有初步的說明，如：成蟲大部分時間停棲於葉面或是飛翔於台灣水青岡冠層上，相較於其他綠小灰蝶族之橙翠灰蝶屬 (*Neozephyrus*) 及翠灰蝶屬 (*Chrysozephyrus*) 本種之飛行速度也較緩慢；除此之外亦觀察雌蟲短暫產卵行為。

長谷川等 (1995) 指出於北插天山台灣水青岡林中於三小時內兩人可尋獲約 40 卵；並發現卵粒分佈位置約距地面 3 至 6 公尺高度，較分佈於日本的富士綠小灰蝶為高。Yen & Jan (1995) 推測夸父綠小灰蝶卵的孵化與台灣水青岡休眠芽的萌發有相當密切的關係。據徐之未發表觀察發現，台灣水青岡於初春休眠芽萌發時有整個族群一致的現象，但是有部分的夸父綠小灰蝶卻於休眠芽萌發之前就已經孵化，由此可見台灣水青岡休眠芽之萌發與夸父綠小灰蝶一齡幼蟲孵化之起始機制並不相同。

由於夸父綠小灰蝶對寄主植物台灣水青岡之專一食性極高，從以往的採集記錄以及觀察顯示，離開台灣水青岡林就沒有夸父綠小灰蝶之觀察或採集紀錄，因此夸父綠小灰蝶對台灣水青岡有其絕對的依存性。此外，夸父綠小灰蝶由發現至今未滿十年，在族群豐度尚未建立完整資料、各種影響夸父綠小灰蝶的生物性與非生物性因子及受到台灣水青岡每年萌芽開花物候的影響機制均尚未明晰，夸父綠小灰蝶以飽受國內外職業採蝶人密集採集之壓力 (Yen & Jan, 1995)，夸父綠小灰蝶族群實有生存之危機。有鑑於夸父綠小灰蝶族群生態基本資料相當的缺乏，應速對其生存環境要求加強研究，並擬定相關保育策略及規定，以防止人為的干擾而造成此種蝴蝶族群的縮小甚至滅絕。

二、研究材料與方法

1 夸父綠小灰蝶之寄主植物

台灣水青岡一名台灣山毛櫸，為殼斗科 (Fagaceae) 水青岡屬 (*Fagus*) 台灣特有種植物 (Huang *et al.*, 1996)，也是農委會公告珍稀瀕危的植物。台灣水青岡為冰河時期殘留於台灣的孑遺植物 (relics)，其分佈範圍狹小，特產在本省北部插天山自然保留區中，於稜線線上延伸 18 公里，海拔 1300-2000 公尺之山區 (Hsieh, 1989；謝等, 1990；Shen, 1994；Huang *et al.*, 1996)。台灣水青岡生長於稜線或近山頂處，於稜線兩側向下約 50 公尺常形成小面積之純林，再下降 50 公尺則為稀疏散落在山腰之常綠林，再往下則不見台灣水青岡蹤跡 (劉等, 1972)。目前台灣水青岡分佈之地點有台北縣逐鹿山、北插天山、魯佩山、南插天山；宜蘭縣銅山、阿玉山、桃園縣拉拉山等地 (Severinghaus S. *et al.*, 1974；呂等, 1996)。宜蘭縣三星山以前曾有分佈的紀錄，現今因為森林砍伐已不復見 (謝等, 1990)；台灣大學植物系標本管中亦有採自台中縣鞍馬山之植物標本 (Severinghaus *et al.*, 1974)。

2. 研究範圍

本研究樣區主要設在台北縣之北插天山 (圖三)。北插天山為插天山自然保留區內之重要山區，位於台北縣烏來鄉以及桃園縣復興鄉之交界處，山脈作東北至西南走向，為雪山山脈北段之山稜，林政上恰位於文山區之文山事業區即竹東林區之大溪事業交界點。氣候屬溫帶重溼氣候，山區並沒有氣候監測站，依據劉與蘇 (1972) 推算山頂一月平均溫為 8°C，七月平均溫為 21.8°C，全年均溫則為 15.6°C。本區於插天山脈以北沒有更高之山峰，所以冬季受東北季風影響頗大，故十月至三月多雨，夏季則因驟雨

及颱風，使得雨量大部分集中在五月及九月。

3 夸父綠小灰蝶幼生期發育起始溫度、有效積溫及幼蟲食葉量

生物的發育過程中需要從外界攝取一定的熱量，也就是說某生物完成一發育階段所攝取的總熱量唯一常數，此即有效積溫法則 (Law of effective accumulated temperature)，或是 (Law of total effective temperature) (Higley *et al*, 1986)。一般可用以下公式表示：

$$D \times T = K$$

D ：完成生長發育所需的時間 (duration of development)

T ：完成該發育期間平均溫度 (average temperature)

K ：有效積溫常數 (constant)

由於發育速率 $V = 1/D$ ，因此發育速率與溫度的關係可以改寫成：

$$V = T/K$$

一般昆蟲的發育起點溫度在 0°C 以上，因此在發育起點溫度以上的溫度才對生長發育有效的溫度，因此公式 (1) 可校正為：

$$D (T - C) = K \quad (3)$$

發育期間就可以改寫成公式 (4)：

$$D = K / (T - C)$$

式中 C 為發育起點溫度 (threshold of development)， $(T - C)$ 為發育平均有效溫度 (average effective temperature)，因此發育速率與有效積溫的關係就可以改寫成為公式 (5)：

$$V = (T - C) / K, \text{ 亦即：}$$

$$T = C + KV \quad (6)$$

昆蟲在發育期間內所攝取的有效溫度 (發育起點以上的溫度) 總和稱為有效積溫 (effective accumulated temperature)。計算時，若以每天平均有

效溫度累積，溫度以 $^{\circ}\text{C}$ 為單位，發育歷時以日為單位，則有效積溫的單位為「日度」(day-degree)。在多處理試驗中，C 與 K 則可以利用統計學上常用的「最小自乘方」，求出：

$$C = \frac{\sum V^2 \cdot \sum T - \sum V \sum VT}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} \quad (7)$$

$$K = \frac{n \sum VT - \sum V \cdot \sum T}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} \quad (8)$$

夸父綠小灰蝶為一年一世代的蝶種，成蟲交配之後產卵於台灣水青岡的枝條上，以卵態度過夏、秋、冬三季，直至來年初春才孵化。本實驗於野外進行人工採卵，於一月底台灣水青岡休眠芽抽長之前，將越冬卵粒攜回實驗室內放入冰箱之中保存，待休眠芽抽芽時才將卵粒取出回溫，初齡幼蟲於孵化後置入透明塑膠盒中（長×寬×高=8.2×5.8×3.2 cm）後放入梯溫培養箱內飼養，給予 10°C 、 15°C 、 20°C 、 25°C 四種不同溫度（相對溼度85-95%，12小時光照，12小時黑暗），紀錄不同溫度下夸父綠小灰蝶個幼生期發育所需天數，以及發育各眠期階段中個體的體長，待發育至終齡幼蟲後將幼蟲移至較大型的透明塑膠盒中（長×寬×高=18.5×10.5×4.5 cm）中並加入台灣水青岡落葉以利幼蟲化蛹。可將各紀錄數據帶入上述公式，則可以求出夸父綠小灰蝶各幼蟲期發育起點溫度、有效積溫、溫度與發育速率關係之理論公式。

為了解夸父綠小灰蝶幼生期階段取食台灣水青岡葉片的程度、利用糞便乾重作為幼蟲取食台灣水青岡葉片的不同程度，收集梯溫培養箱中不同溫度下夸父綠小灰蝶之糞便乾重。將台灣水青岡嫩葉依長度區分為三組（0-2 cm、2-5 cm、5 cm以上），測量不同程度嫩葉片乾重，利用糞便乾重轉換成夸父綠小灰蝶幼生期最小取食嫩葉量：

$$\text{最小取食嫩葉量} = \frac{\text{糞便乾重}}{\text{標準葉片乾重}}$$

同時測量台灣水青岡休眠芽抽出之嫩葉片數量，藉此評估夸父綠小灰蝶對

台灣水青岡之利用情形。

4 夸父綠小灰蝶之伴生昆蟲相

目前台灣水青岡林中之昆蟲相文獻記載並不多，因此許多以台灣水青岡為寄主植物之昆蟲種類亦尚未明晰。有鑑於此，在執行本研究中先將與夸父綠小灰蝶關係密切之天敵以及伴生昆蟲相作一初步探討。同時隨機取樣台灣水青岡植物上夸父綠小灰蝶卵期、不同齡期幼蟲所存在的各種不同共棲者，帶回實驗室飼養並觀察。將此些共棲者區分為三類：

1. 資源性共棲者：主要是指利用台灣水青岡作為寄主植物之共棲者。
2. 非資源性共棲者：主要是指台灣水青岡作為棲息、固定或非固定活動之地點，而不以此樹作為食草的共棲者。
3. 捕食性、寄生性共棲者：包括調查期間觀察到以夸父綠小灰蝶生活史不同階段為食的捕食者以及寄生者，包括卵期、幼蟲期、蛹期以及成蟲期。

5 夸父綠小灰蝶族群密度監測

於五月底至六月初夸父綠小灰蝶成蝶出現時期，至樣區中進行族群絕對密度估算，利用標識再捕法 (Marked-Recapture-Remarked, MRR) 於上午七時起至午後五時間進行標放，標放時間因山區天候變化而改變，午後雨勢超過 30 分鐘則停止進行標放，利用三種不同顏色的油性筆 (紅、藍、綠) 標記所捕獲的夸父綠小灰蝶以代表不同的捕捉天數 (附錄一)。使用林肯指標 (Lincoln Index) 也就是 Peterson 估算法 (Southwood, 1978; Krebs, 1985; 楊等, 1996) 估算北插天山樣區中夸父綠小灰蝶族群之絕對族群密度：

$$N = \frac{M \times C}{R}$$

N ：估算之族群密度。

M ：第一次捕捉並標識之數量。

C ：第二次捕捉數量。

R ：第二次捕捉中帶有標識之數量。

此方法包含一次標記及兩次取樣，第一次取樣中進行捕捉、標識以及釋放的工作，第二次取樣中則進行再捕捉以及檢查標記的工作，進行時必須注意：

- (1) 兩次取樣的間格時間必須短。
- (2) 標識個體的標記不會脫落、消失，並持續存在於整段研究時間。
- (3) 標識個體可與未標識個體區別。
- (4) 標識不會影響個體的行為。
- (5) 標識個體可以在未標識的族群之內充分混和。
- (6) 標識以及未標識的個體被捕捉的機會必須相同。

但 Peterson 估算法有高估族群數量之偏差，尤其是當取樣數較少時。

以下有兩種公式可修正 Peterson 估算法之偏差，一為 Seber 之修正公式：

$$N = \frac{(M+1) \times (C+1)}{(R+1)} - 1$$

二為 Bailey 之修正公式：

$$N = \frac{M \times (C+1)}{(R+1)}$$

本年度夸父綠小灰蝶各天之捕捉效率可以下列公式表示：

$$\text{捕捉效率} = \frac{\text{捕獲個體數}}{\text{單位時間(小時)} \times \text{人數}}$$

同時依 Watt et al (1977) 所使用的標準來區分夸父綠小灰蝶之翅狀況已確定其生理條件 (physical condition) 以了解夸父綠小灰蝶之族群年齡結構：

極新鮮 (Very fresh, VF): 近期羽化, 翅膀仍光亮且柔軟。

新鮮 (Fresh, F): 翅膀與其他表皮乾燥且堅硬, 沒有明顯的損傷。

稍破損 (Slightly worn, SW): 翅膀或是身體部分輕微的鱗片損傷。

破損 (Worn, W): 翅膀表皮明顯磨損或撕裂。

極破損 (Very worn, VW): 嚴重翅膀鱗片磨損及表皮傷害。

三、結果

1 夸父綠小灰蝶幼生期發育起始溫度、有效積溫及幼蟲食葉量

表一為樣區中不同溫度下各幼蟲期 (一齡、二齡、三齡、終齡) 及蛹期的發育天數及各眠期 (一眠、二眠、三眠) 幼蟲及蛹體長及體寬資料。飼育結果發現隨溫度的增加, 夸父綠小灰蝶之幼生期體型 (各齡幼蟲及蛹期) 及成蝶均有明顯增大現象。隨溫度的遞減, 夸父綠小灰蝶幼蟲的發育速率有逐漸增加的趨勢 (圖四)。幼蟲期、蛹期及幼生期 (幼蟲期+蛹期) 的溫度與發育速率回歸直線分別為 $y=0.0028x+0.0099$ ($R^2=0.6497$)、 $y=0.0033x+0.0123$ ($R^2=0.8337$) 及 $y=0.0016x+0.0049$ ($R^2=0.9079$)。

經卡方符合度檢定 (Chi-square test for goodness of fit) 成蝶羽化雌雄比例中發現, 不同溫度飼育下成蝶羽化的雌雄比例均接近 1:1 ($\chi^2=2.308$, $p=0.211>0.05$) (表二)。在不同溫度飼育下成蝶羽化成功率部分中, 結果顯示隨溫度的遞減, 成蝶成功羽化率有增加的趨勢 (圖五)。利用不同的溫度飼育幼生期計算發育天數可以估算夸父綠小灰蝶之發育起點溫度及有效積溫, 結果顯示樣區中夸父綠小灰蝶的發育起點溫度為 $-2.66 \pm 0.19^\circ\text{C}$; 有效積溫為 630.8 日度; 所推導出之溫度與發育理論公式為

$$V = \frac{T - (-2.66 \pm 0.19)}{630.8} \quad (\text{表三})。$$

在夸父綠小灰蝶幼生期對台灣水青岡之利用情形方面，0-2 cm嫩葉片乾重為 0.0023 ± 0.0007 公克 (N=30)、2-5 cm嫩葉片乾重為 0.015 ± 0.006 公克 (N=30)、5 cm以上嫩葉片乾重為 0.027 ± 0.005 公克 (N=30)，同時計算 55 個休眠芽抽芽之後的嫩葉片數量發現，每個休眠芽會長出 3.13 ± 0.85 片嫩葉。若夸父綠小灰蝶以不同程度大小的嫩葉片為食，顯示幼蟲發育期間隨溫度增加取食的嫩葉片量相對減少 (圖六)。

2 夸父綠小灰蝶族群密度監測

表四為本年度使用標識再捕法估算族群密度之統計表，於五月底至六月初九個工作天之中共標記了 166 隻次 (♂:♀=111:55)，由於第二次的再捕捉當中均沒有發現第一次標識的個體，因此無法經由林肯法估算族群密度。表五為樣區中夸父綠小灰蝶族群結構分配表，由分配表中發現捕捉個體的雌雄比例會隨時間的推移而有變化。

3 夸父綠小灰蝶之伴生昆蟲相

計劃執行期間發現與夸父綠小灰蝶利用台灣水青岡作為寄主植物之資源性共棲者，包括有象鼻蟲科 1 種、尺蠖科 3 種、夜蛾科 1 種及毒蛾科 1 種 (表七)。而以台灣水青岡作為棲息、固定或非固定活動之地點，而不以此樹作為寄主的非資源性共棲者多以蝶類為主，共五科 66 種 (附錄一)。而調查期間觀察到以夸父綠小灰蝶生活史不同階段 (包括卵期、幼蟲期、蛹期以及成蟲期) 為食的捕食者以及寄生者非資源性共棲者，包括有卵寄生蜂 1 種以夸父綠小灰蝶之卵為寄主、食蚜虻 1 種以台灣水青岡上鱗翅類幼蟲為食。研究期間亦發現夸父綠小灰蝶成蟲有被鳥類攻擊之現象，導致

成蝶後翅尾突斷裂。

四、討論

根據 Yen & Jan (1995) 與長谷川等人 (1995) 觀察記錄顯示，夸父綠小灰蝶於室內環境之生活史約為 40 天，初齡幼蟲約 3-4 天，二齡幼蟲約 3 天，三齡幼蟲約 5 天，終齡幼蟲 6-7 天，而蛹期約 16-17 天 ($n = 2$, 1 ♂ 1 ♀)。與本研究結果不甚一致，可能與使用恆溫培養箱飼育有關。

根據以往觀察及採集記錄發現，夸父綠小灰蝶僅分佈於台北縣北插天山以及桃園拉拉山兩處，並無其他地區的觀察或是採集記錄，這可能是由於台灣水青岡族群發生於稜線上，由於受地形、土壤及氣候之影響，樹木密度較大，水青岡林下箭竹亦濃密，行人通過極為困難，與北溫帶落葉林下空曠之情型迥然不同 (劉等, 1972)，因此較少昆蟲採集人於現今台灣水青岡分佈的區域採集調查，持續進行夸父綠小灰蝶生態研究有助於了解夸父綠小灰蝶之分布以及伴生昆蟲相資料。

目前插天山自然保留區面臨最大的威脅主要是遊憩活動，插天山自然保留區之兩個出口達觀山與滿月圓均為森林遊樂區，每年遊客之數量高達 22 萬以及 12 萬人次，上巴陵地區的農業無限制開發以及攀爬北插天山或是附近山系的登山遊客逐年增加，均使本研究之物種飽受人為干擾及盜採之威脅，因此應定訂遊客進出控制方法，以達成對本種的保護以及保育 (楊等, 1994;)。

物種瀕臨危機的原因不外乎採集與買賣壓力、棲地改變與破壞的壓力、環境污染的壓力以及外來物種引進的壓力等四種 (New, 1993)。根據先前觀察發現拉拉山台灣水青岡分布地區發現有徑寬約 15 公分之大枝條

被人為扯落；本年度研究期間亦發現北插天山樣區中亦發現許多約直徑 5-10 公分之枝條被平整鋸落，其上休眠芽小枝條被平整剪下，顯示有採集者針對夸父綠小灰蝶越冬卵進行重點式採集。

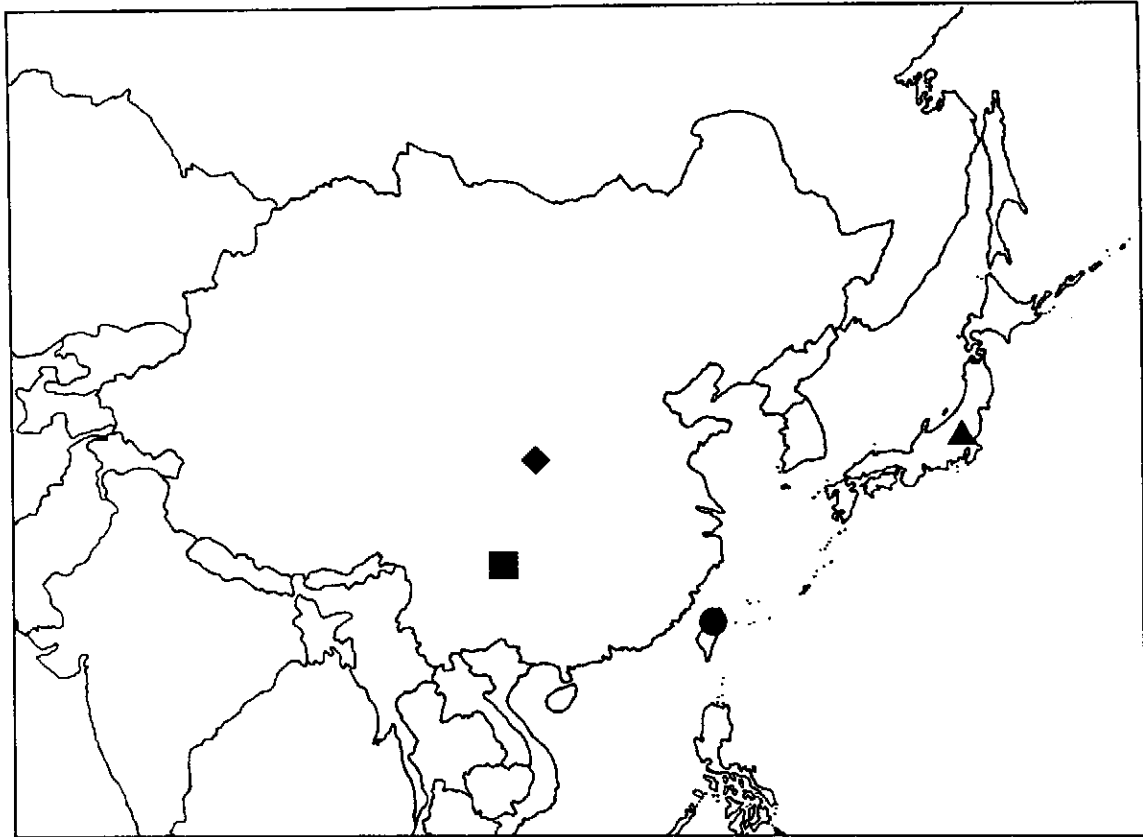
保護夸父綠小灰蝶可根據以下四個程序：

- 一、 檢測夸父綠小灰蝶所存在之棲息地環境，確定此關鍵物種瀕危的原因，清楚明白物種在環境中所面臨最大以及次要的問題，持續的在保護區之內進行保護。
- 二、 長期監測夸父綠小灰蝶族群動態，藉由長期監測小灰族族變動情況，有助於預估野外天然族群的現況。
- 三、 進行有效的域內 (*in situ*) 保育。明悉夸父綠小灰蝶於天然族群所面臨的各種問題，在分佈有夸父綠小灰蝶族群的台灣水青岡林中進行域內的保育工作，成效會較域外 (*ex situ*) 或是移地保育功效更為顯著。
- 四、 若持續監測發現夸父綠小灰蝶族群不斷縮減未來可以考慮將夸父綠小灰蝶明定公告為保育類野生動物，設計進一步之保育規範，以喚起民眾的覺醒，讓民眾瞭解此蝶種的現有情況，進而使保育的觀念在心中建立，同時將其建立成科學家以及土地利用決策者溝通之模式。

五、參考文獻

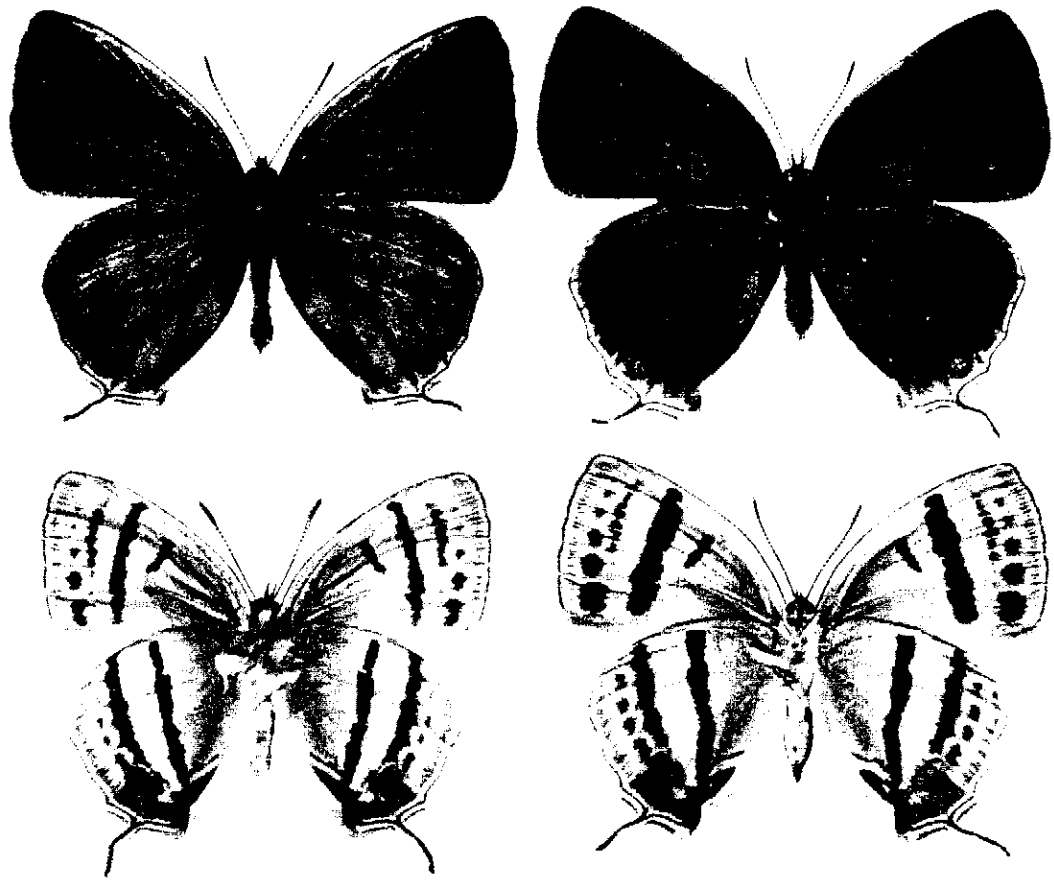
- 呂勝由等，1996。台灣稀有及瀕危植物之分級，行政院農委會，163 頁。
- 楊秋霖等，1994。國有林自然保護區，台灣省林務局，100 頁。
- 廖日京、何豐吉，1970。樹木與四季之關係，省立博物館科學年刊，第 13 卷：47-51 頁。
- 鍾補勤、章樂民，1954。南插天山森林生態初步調查，林試所報告第 41 號，36 頁。
- 劉堂瑞、蘇鴻傑，1972。北插天山下綠林群落之研究，省立博物館科學年刊，第 15 卷：1-16 頁。
- 劉堂瑞、蘇鴻傑，1983。森林植物生態學，台灣商務印書館，462 頁。
- 謝長富、楊國楨、謝宗欣、陳擎霞，1990。台灣山毛櫸森林的植被類型和結構，國際林業山地森林保護區管理學術會議論文集，29-39 頁。
- Fukuda, H., E. Hama, T. Kuzuya, A. Takanabe, M. Takashi, B. Tanaka, H. Takana, M. Wakabayashi, and Y. Watanabe. 1984. The life histories of butterflies in Japan, Vol III. Hoikusha, Osaka. 373 pp. [In Japanese with English abstracts]
- Gall, L. F. 1985. Measureing the size of Lepidopteran population. *Jour. Res. Lepid.* 24(2):97-116.
- Higley, L. G., L. P. Pedigo, and K. R. Ostile. 1986. DEGDAY: A program for calculating degree-day approach. *Environ. Entomol.* 15:999-1016.
- Hsieh, C. F. 1989. Structure and floristic composition of the beech forest in Taiwan. *TAIWANIA*. Vol. 34(1):28-43.
- Hsu, Y. F., and M. Y. Lin 1994 Systematic position on *Sibatanozephyrus* and description of a new species from Taiwan (Lycaenidae: Theclinae). *J. Lepid Soc.* (Los Angeles), 48:128-137.
- Hsu, Y. F. 1995. Discovery of *Sibatanozephyrus* from Mainland China (Lepidoptera: Lycaenidae: Theclinae) *Tropical Lepidoptera* 6(2): 129-130.
- Huang, T. C., D. E. Boufford, C. F. Hsieh, H. Ohashi, Y. P. Yang & S. Y. Lu. 1996. Flora of Taiwan. Second edition Vol. II. Editional Committee of the Flora of Taiwan, Second Edition.

- Inomata, T., N. Ikeda, Y. Kishida, Y. Itagaki & Y. Kanada. 1986. Atlas of the Japanese butterflies. Takeshobo, Tokyo. 499pp. [In Japanese].
- Koiwaya, S. 1995. On the discovery of *Sibatanozephyrus* sp. From China and its early stages (Lycaenidae). *Butterflies* 12:9-12.
- Krebs, C. J. 1985. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. (3rd ed.) Happer & Row, Publisher, New York. Xv 800 pp.
- Liew, P. M, Shen C. F. & Huang. S. Y. 1994, Middle Pleistocene distribution of the genus *Fagus* Tourn. Ex L. (Fagaceae) in Taiwan. *J. Geol. Soc. China*, 37(4):549-560.
- Matsumura, S. 1910. Lycaeniden Japans. *Entoml. Zeit.* Stuttgart 23: 221-22.
- New, T. R. 1993. Conservation biology of Lycaenidae (Butterflies). IUCN, Gland, Switzerland. 173 pp.
- Pollard, E. 1977. A method for assessing changes in abundance of butterflies. *Biol. Conserv.* 12:115-134.
- Pullin, A. S. 1995. Ecology and Conservation of Butterflies. Champan & Hall, London. 363 pp.
- Severinghaus ,S. & C. E. DeVoi 1974. Notes on the distribution of Taiwan beech. *Taiwania*. 19(2): 235-237.
- Sothwood, T. R. E. 1978. Ecological methods with paticular reference to the study of insect population. 2nd. Champman & Hall, London. 524pp.
- Takashi, H. & K. Odagiri. 1995. Note on *Sibatanozephyrus kuafui* Hsu & Lin, the Second species of the Genus *Sibatanozephyrus* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Butterflies* 12: 3-8.
- Yen, S. H., and J. L. Jan 1995. Note on life history of *Sibatanozephyrus kuafui* Hsu & Lin, 1994 (Lepidoptera: Lycaenidae). *Chinese J. Ent.* (Taipei), 15: 161-169.
- Shen, C. F. 1992. A monograph of the genus *Fagus* Tourn. Ex L. (Fagaceae): Ph. D. Dissert., City Univ. of New York, NY, USA, 390p.



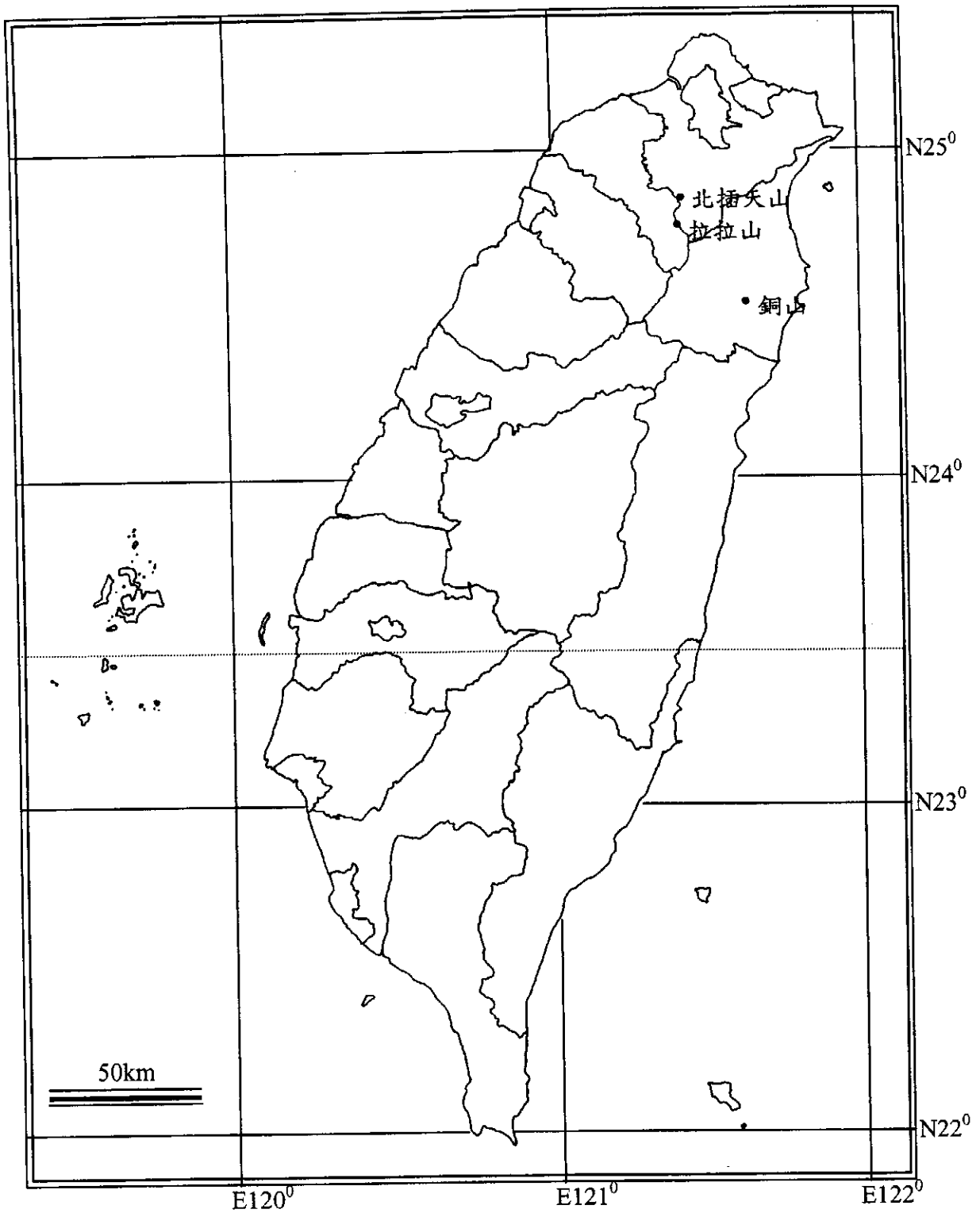
圖一、瑤灰蝶屬 (*Sibataniozephyrus* Inomata, 1986) 之世界分布圖。

●為分佈於台灣北部山區之夸父綠小灰蝶 (*S. kuafui*)；▲為分佈於日本北海道、本州、四國、九州的富士綠小灰蝶 (*S. fujisanus*)；■為分佈於中國大陸貴州省的黎氏綠小灰蝶 (*S. liginae*)；◆為陝西省秦嶺發現的一位未定種 (*S. sp.*)。



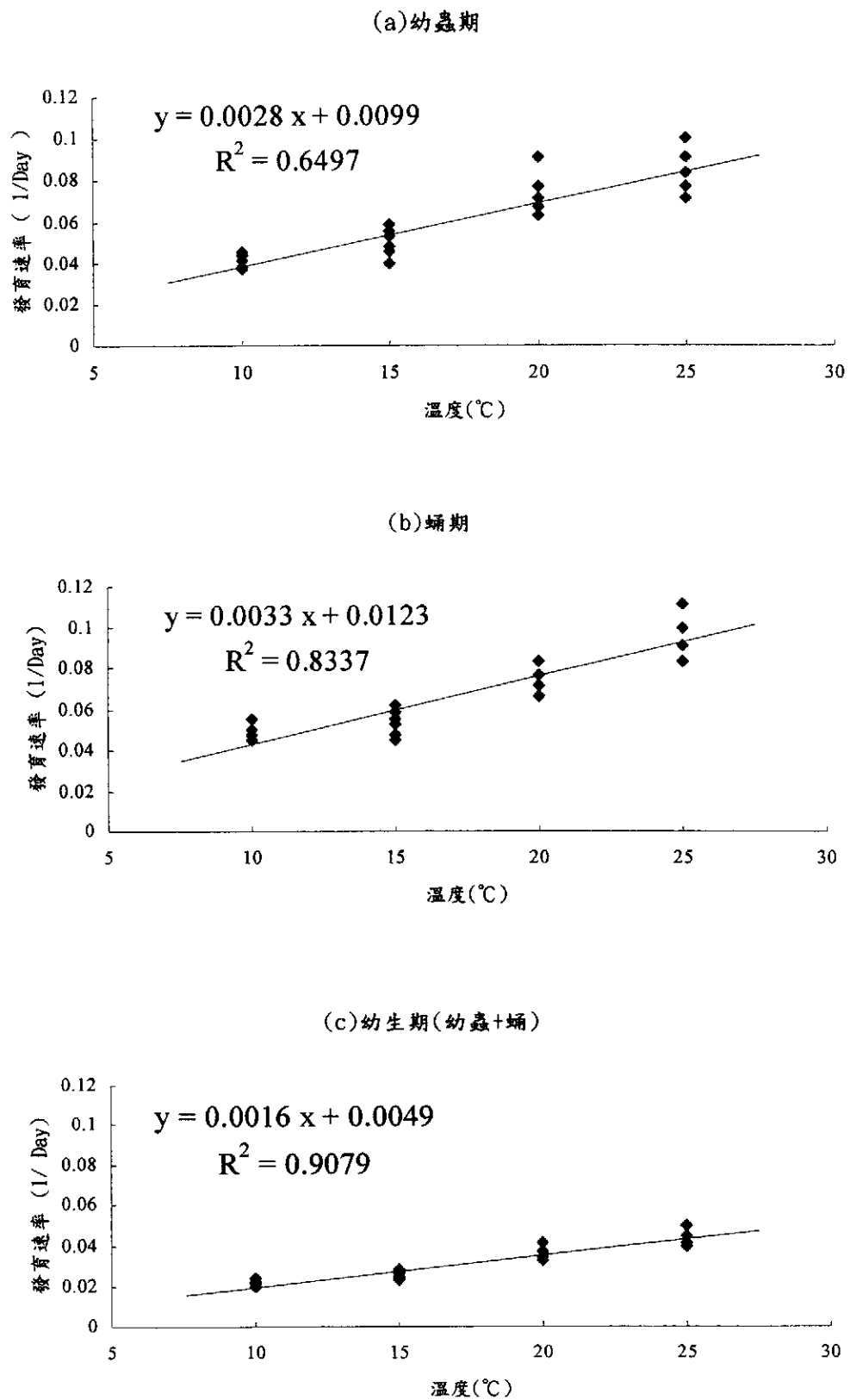
圖二、夸父綠小灰蝶雌雄個體腹面及背面觀。

夸父綠小灰蝶雌雄個體之間的形態上有顯著的差異，雄蝶的翅膀表面閃爍著藍綠色的金屬光澤；雌蝶的翅膀表面與雄蝶色澤大不相同，前後翅表面均為黯淡沒有光澤的深褐色。

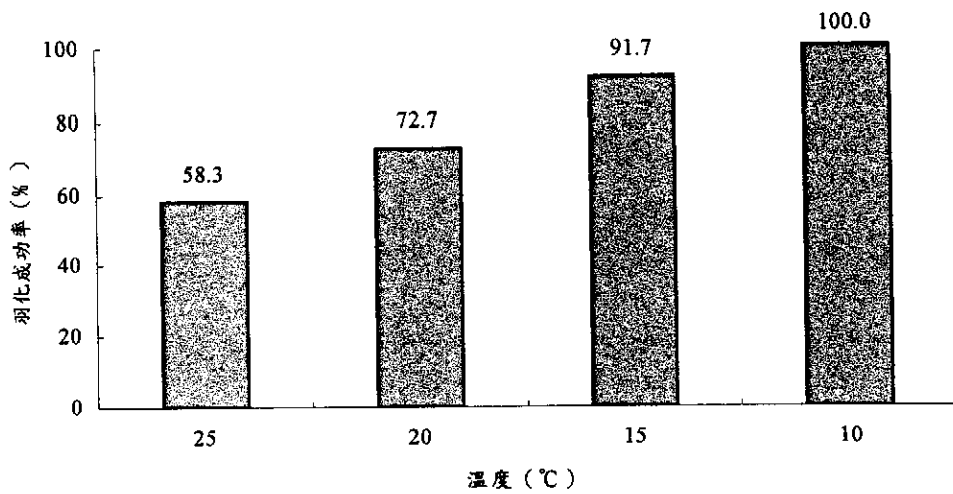


圖三、夸父綠小灰蝶於台灣之分佈圖。

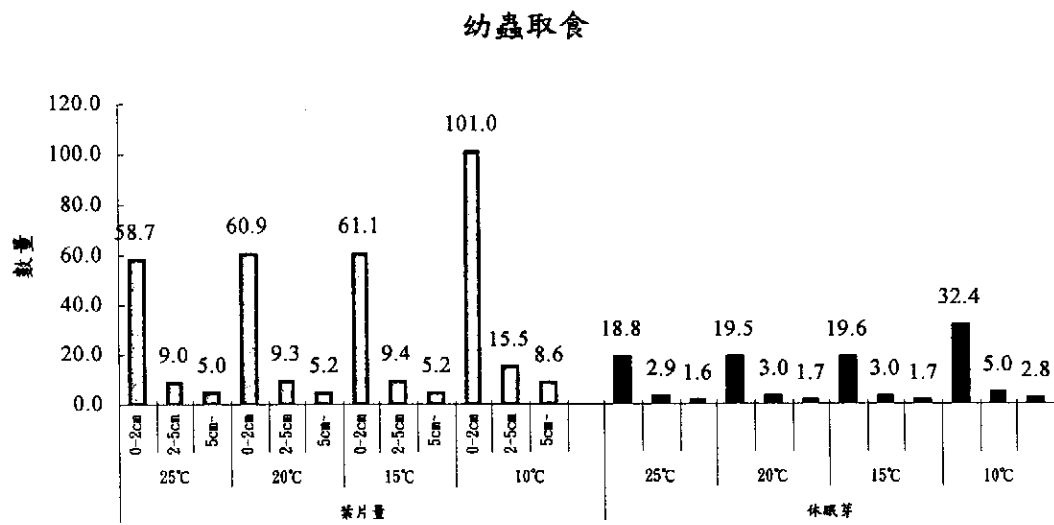
夸父綠小灰蝶在台灣之分佈地點包括桃園縣與台北縣交界之北插天山及拉拉山與宜蘭縣境內之銅山等三處，此三處均為台灣水青岡完整族群之分佈地點，其他零星分佈台灣水青岡族群地點並沒有發現夸父綠小灰蝶族群。



圖四、不同溫度飼育下夸父綠小灰蝶幼生期溫度與發育速率之關係圖。



圖五、不同溫度飼育下夸父綠小灰蝶成蝶成功羽化率之關係圖。



圖六、不同溫度下飼育夸父綠小灰蝶幼生期利用台灣水青岡嫩葉量以及休眠芽數量之關係圖。

表一：不同溫度飼育下夸父綠小灰蝶個幼生期及成蟲期發育資料。

	飼育溫度 (°C)							
	25		20		15		10	
	n	(mean ± s. d.)	n	(mean ± s. d.)	n	(mean ± s. d.)	n	(mean ± s. d.)
一齡體長 (cm)	12	0.291±0.035	9	0.280±0.036	8	0.286±0.013	10	0.306±0.023
一齡體寬 (cm)	9	0.076±0.015	7	0.083±0.009	8	0.086±0.013	10	0.081±0.009
二齡體長 (cm)	9	0.532±0.032	8	0.520±0.050	11	0.548±0.063	10	0.538±0.029
二齡體寬 (cm)	9	0.173±0.017	8	0.165±0.019	11	0.167±0.030	10	0.177±0.013
三齡體長 (cm)	9	0.873±0.034	11	0.895±0.085	10	0.957±0.047	10	0.978±0.026
三齡體寬 (cm)	9	0.306±0.025	11	0.306±0.037	10	0.335±0.019	10	0.328±0.015
蛹長 (cm)	11	1.113±0.049	11	1.127±0.042	11	1.161±0.052	10	1.190±0.014
蛹寬 (cm)	11	0.522±0.048	10	0.513±0.065	11	0.545±0.034	10	0.558±0.028
前翅長 (cm)	8	1.438±0.099	9	1.511±0.078	9	1.622±0.083	10	1.650±0.053
一齡發育時間 (Day)	12	3.7±0.8	11	4.0±1.1	12	4.9±2.0	10	6.9±1.2
二齡發育時間 (Day)	12	2.0±0.6	11	1.9±0.8	10	4.1±0.7	10	5.2±0.6
三齡發育時間 (Day)	12	2.2±1.0	11	3.2±0.4	10	4.2±0.6	10	4.5±0.5
終齡發育時間 (Day)	12	4.2±0.6	11	5.1±0.8	11	7.7±0.6	10	8.0±0.9
蛹發育時間 (Day)	11	10.5±0.9	10	13.5±1.1	11	20.7±2.3	10	21.0±1.3

表二、不同飼育溫度下夸父綠小灰蝶成蝶雌雄比。

數量	飼育溫度 (°C)				Total
	25	20	15	10	
♂ (n)	6	5	6	4	21
♀ (n)	4	5	4	5	18
雌雄比 ($F/F+M$)	1.50	1.00	1.50	0.80	1.17

表三：本年度夸父綠小灰蝶各蟲期發育起點溫度以及有效積溫

階段	發育起點溫度 (°C)	有效積溫 (日度)	溫度與發育理論公式
	(°C ± s.d.)	(K)	
幼蟲	-2.1±0.65	323	$V = \frac{T - (-2.1 \pm 0.65)}{323}$
蛹	-2.57±0.58	295.6	$V = \frac{T - (-2.57 \pm 0.58)}{295.6}$
幼蟲+蛹	-2.66±0.19	630.8	$V = \frac{T - (-2.66 \pm 0.19)}{630.8}$

表四、北插天山夸父綠小灰蝶族群估算

	Date of captured									Total
	May 25	May 26	May 27	June 1	June 5	June 7	June 8	June 9	June 10	
♂	20	56	15	10	4	3	2	0	1	111
♀	4	11	4	6	5	4	2	10	9	55
♂/♀	5.0	5.1	3.8	1.7	0.8	0.8	1.0	0.0	0.1	2.0
Total	24	67	19	16	9	7	4	10	10	166

表五、北插天山夸父綠小灰蝶族群結構分配表

	♂					♀				
	VF	F	SW	W	VW	VF	F	SW	W	VW
May 25	7	11	2	0	0	4	0	0	0	0
May 26	5	41	9	1	0	9	1	1	0	0
May 27	0	8	7	0	0	1	3	0	0	0
June 1	0	1	6	3	0	1	4	1	0	0
June 5	1	0	2	1	0	0	4	1	0	0
June 7	0	0	0	1	2	0	2	2	0	0
June 8	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0
June 9	0	0	0	0	0	0	4	6	0	0
June 10	0	0	0	0	1	0	3	6	0	0

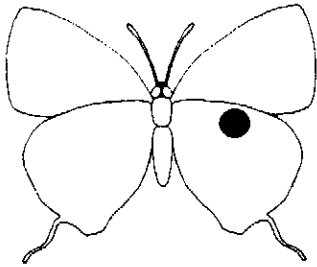
表六 夸父綠小灰蝶之各類共棲者

	鱗翅目	鞘翅目	雙翅目
資源性共棲者	尺蠖科 3	象鼻蟲科 1	
	夜蛾科 1		
	毒蛾科 1		
非資源性共棲者	鳳蝶科 7		
	粉蝶科 5		
	蛺蝶科 36		
	弄蝶科 2		
	灰蝶科 16		
捕食性、寄生性共棲者			食蟲虻科 1
			卵寄生蜂 1

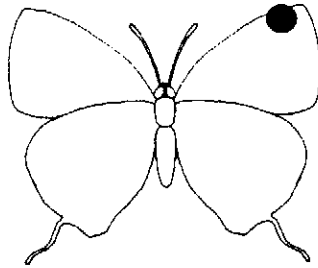
附錄

附錄一、本年度夸父綠小灰蝶族群密度估算中之標記方式。

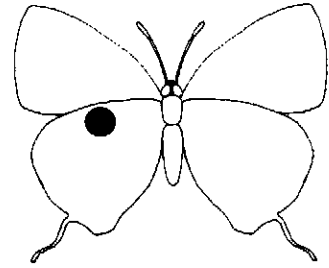
第一次



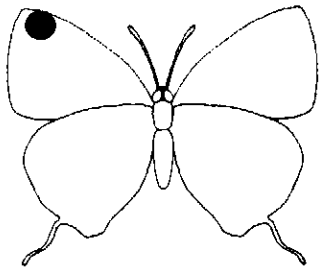
第二次



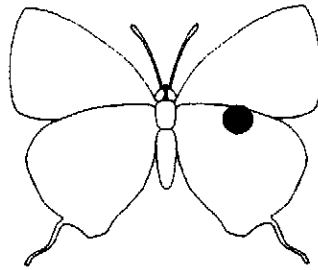
第三次



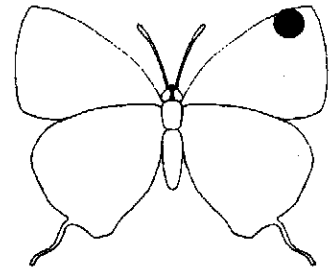
第四次



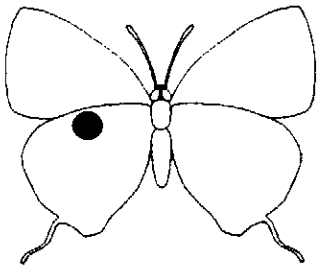
第五次



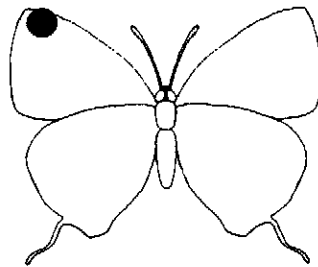
第六次



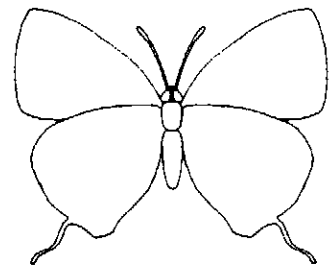
第七次



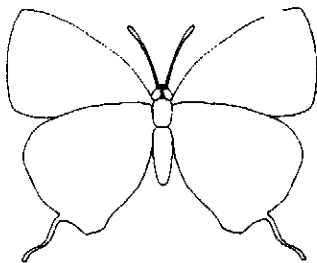
第八次



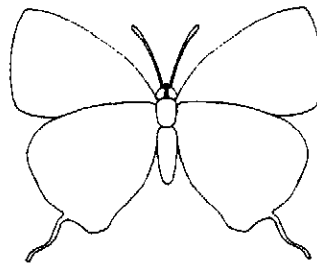
第九次



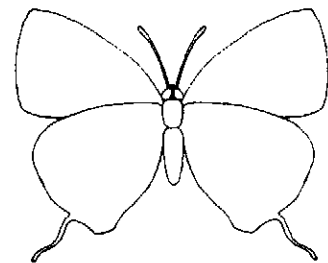
第十次



第十一次



第十二次



附錄二：夸父綠小灰蝶各蟲期發育起始溫度以及有效積溫之計算。

(幼蟲期)

實際資料		理論計算值					
T (°C) 飼育溫度	D 所需天數	V 發育速率	VT	V ²	T'	T-T' 計算值	(T-T') ²
10	24.6	0.0407	0.407	0.0017	11.03118	1.03118	1.06333
15	20.7	0.0483	0.725	0.0023	15.50482	-1.49518	2.23556
20	14.2	0.0704	1.408	0.0050	20.64703	0.64703	0.41864
25	12	0.0833	2.083	0.0069	24.81697	-0.18303	0.03350
70		0.2427	4.623	0.0159	70		3.75103
17.5							

$$C = \frac{\sum V^2 \cdot \sum T - \sum V \sum VT}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} = -2.09815$$

$$K = \frac{n \sum VT - \sum V \cdot \sum T}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} = 322.9815$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (T - T')^2}{N}} = 0.9684$$

(蛹期)

實際資料		理論計算值					
T (°C) 飼育溫度	D 所需天數	V 發育速率	VT	V ²	T'	T-T' 計算值	(T-T') ²
10	21	0.0476	0.476	0.0023	11.5067	1.5067	2.2701
15	18.3	0.0546	0.820	0.0030	13.5835	-1.4165	2.0064
20	13.5	0.0741	1.481	0.0055	19.3268	-0.6732	0.4531
25	10.5	0.0952	2.381	0.0091	25.5830	0.5830	0.3399
70		0.2716	5.158	0.0198	70		5.0695
17.5							

$$C = \frac{\sum V^2 \cdot \sum T - \sum V \sum VT}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} = -2.5696$$

$$K = \frac{n \sum VT - \sum V \cdot \sum T}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} = 295.602$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (T - T')^2}{N}} = 1.1258$$

(幼生期)

實際資料		理論計算值					
T (°C) 飼育溫度	D 所需天數	V 發育速率	VT	V ²	T'	T-T' 計算值	(T-T') ²
10	45.7	0.0219	0.219	0.0005	11.2936	1.2936	1.6734
15	39.5	0.0253	0.380	0.0006	13.4185	-1.5816	2.5013
20	27.7	0.0361	0.722	0.0013	20.1257	0.1257	0.0158
25	22.6	0.0442	1.106	0.0020	25.1623	0.1623	0.02633
70		0.1275	2.426	0.0044	70		4.2168
17.5							

$$C = \frac{\sum V^2 \cdot \sum T - \sum V \sum VT}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} = -2.2287$$

$$K = \frac{n \sum VT - \sum V \cdot \sum T}{n \sum V^2 - (\sum V)^2} = 620.623$$

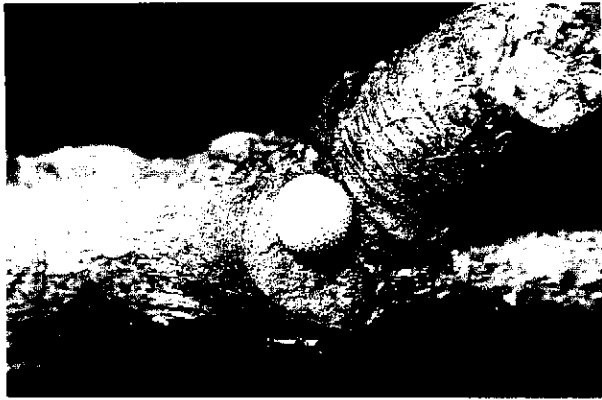
$$sd = \sqrt{\frac{\sum (T - T')^2}{N}} = 1.0267$$

附錄三、本年度北插天山樣區中夸父錄小灰蝶伴生蝶種名錄。

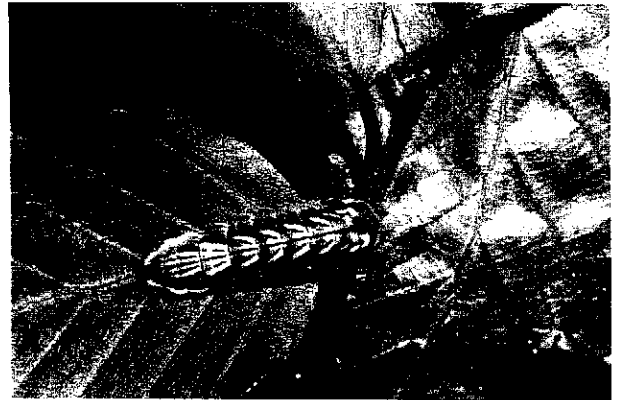
學名	中文名稱	常用名稱
Hesperiidae 弄蝶科		
<i>Ochlodes formosanus</i> (Matsumura)	台灣赭弄蝶	玉山黃斑弄蝶
<i>O. bouddha yuckingkinus</i> Murayama & Shimonoya	菩提赭弄蝶	雪山黃斑弄蝶
Papilionidae 鳳蝶科		
<i>Byasa. polyeuctes termessus</i> (Fruhstorfer)	多姿麝鳳蝶	大紅紋鳳蝶
<i>Graphium. sarpedon connectens</i> (Fruhstorfer)	青鳳蝶	青帶鳳蝶
<i>Papilio taiwanus</i> Rothschild	台灣鳳蝶	台灣鳳蝶
<i>P. memnon heronus</i> Fruhstorfer	大鳳蝶	大鳳蝶
<i>P. bianor thrasymedes</i> Fruhstorfer	翠鳳蝶	烏鴉鳳蝶
<i>P. dialis tatsuta</i> Murayama	穹翠鳳蝶	台灣烏鴉鳳蝶
<i>P. hoppo</i> Matsumura	雙環翠鳳蝶	雙環鳳蝶
Pieridae 粉蝶科		
<i>Aporia agathon moltrechti</i> (Oberthür)	流星絹粉蝶	高山粉蝶
<i>Eurema hecabe</i> (Linnaeus)	黃蝶	荷氏黃蝶
<i>Gonepteryx amintha formosana</i> (Fruhstorfer)	圓翅鈎粉蝶	紅點粉蝶
<i>G. taiwana</i> Paravicini	台灣鈎粉蝶	小紅點粉蝶
<i>Pieris canidia</i> (Sparman)	綠點白粉蝶	台灣紋白蝶
Lycaenidae 灰蝶科		
<i>Acytolepsis puspa myla</i> (Fruhstorfer)	靛琉灰蝶	台灣琉璃小灰蝶
<i>Celatoxia marginata</i> (Nicéville)	白紋琉灰蝶	白紋琉璃小灰蝶
<i>Chrysozephyrus kabrua niitakanus</i> (Kano)	黃閃翠灰蝶	玉山綠小灰蝶
<i>C. rarasanus</i> (Matsumura)	拉拉山翠灰蝶	拉拉山綠小灰蝶
<i>Dodona eugenes formosana</i> Matsumura	銀紋尾蛺蝶	台灣小灰蛺蝶
	(北台灣亞種)	
<i>Heliophorus ila matsumurae</i> (Fruhstorfer)	紫日灰蝶	紅邊黃小灰蝶
<i>Horaga rarasana</i> Sonan	拉拉山鑽灰蝶	拉拉山三尾小灰蝶
<i>Jamides bochus formosanus</i> Fruhstorfer	雅波灰蝶	琉璃波紋小灰蝶
<i>J. alecto dromicus</i> Fruhstorfer	淡青雅波灰蝶	白波紋小灰蝶
<i>Japonica patungkoanui</i> Murayama	台灣焰灰蝶	紅小灰蝶
<i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus)	豆波灰蝶	波紋小灰蝶
<i>Prosotas nora formosana</i> (Fruhstorfer)	波灰蝶	姬波紋小灰蝶

學名	中文名稱	常用名稱
<i>Rapala varuna formosana</i> Fruhstorfer	燕灰蝶	墾丁小灰蝶
<i>R. nissa hirayamana</i> Matsumura	霓彩燕灰蝶	平山小灰蝶
<i>Sibatanozephyrus kuafui</i> Hsu & Lin	夸父瓏灰蝶	夸父綠小灰蝶
<i>Udara albocaerulea</i> (Moore)	白斑嫵瓏灰蝶	白斑瓏璃小灰蝶
Nymphalidae 蛺蝶科		
Danainae 斑蝶亞科		
<i>Euploea mulciber barsine</i> Fruhstorfer	異紋紫斑蝶	端紫斑蝶
<i>E. eunice hobsoni</i> (Butler)	圓翅紫斑蝶	圓翅紫斑蝶
<i>E. tulliolus koxinga</i> Fruhstorfer	小紫斑蝶	小紫斑蝶
<i>Ideopsis similis</i> (Linnaeus)	旂斑蝶	琉球青斑蝶
<i>Parantica. aglea maghaba</i> (Fruhstorfer)	絹斑蝶	姬小紋青斑蝶
<i>P. swinhoei</i> (Moore)	斯氏絹斑蝶	小青斑蝶
<i>P. sita nipponica</i> (Moore)	大絹斑蝶	青斑蝶
Nymphalinae 蛺蝶亞科		
<i>Cyrestis thyodamas formosana</i> Fruhstorfer	網絲蛺蝶	石牆蝶
<i>Hestina assimilis formosana</i> (Moore)	紅斑脈蛺蝶	紅星斑蛺蝶
<i>Kaniska canace drilon</i> (Fruhstorfer)	琉璃蛺蝶	琉璃蛺蝶
<i>Neptis. hylas lulculenta</i> Fruhstorfer	豆環蛺蝶	琉球三線蝶
<i>N. sappho formosana</i> Fruhstorfer	小環蛺蝶	小三線蝶
<i>N. taiwana</i> Fruhstorfer	蓬萊環蛺蝶	埔里三線蝶
<i>Nymphalis xanthomelas formosana</i> (Matsumura)	緋蛺蝶	緋蛺蝶
<i>Symbrenthia lilaea formosanus</i> Fruhstorfer	散紋盛蛺蝶	黃三線蝶
<i>S. hypselis scatinia</i> Fruhstorfer	花豹盛蛺蝶	姬黃三線蝶
<i>Sephisia chandra androdamas</i> Fruhstorfer	燦蛺蝶	黃斑蛺蝶
<i>Vanessa indica</i> (Herbst)	大紅蛺蝶	紅蛺蝶
<i>V. cardui</i> (Linnaeus)	小紅蛺蝶	姬紅蛺蝶
Satyrinae 眼蝶亞科		
<i>Lethe verma</i> (Kollar)	玉帶黛眼蝶	白帶黑蔭蝶
<i>L. insana formosana</i> Fruhstorfer	深山黛眼蝶	深山玉帶蔭蝶
<i>L. mataja</i> Fruhstorfer	台灣黛眼蝶	大玉帶黑蔭蝶
<i>L. butleri periscelis</i> Fruhstorfer	巴氏黛眼蝶	台灣黑蔭蝶
<i>Mycalesis francisca formosana</i> Fruhstorfer	眉眼蝶	小蛇目蝶
<i>M. sangaica mara</i> Fruhstorfer	淺色眉眼蝶	單環蝶

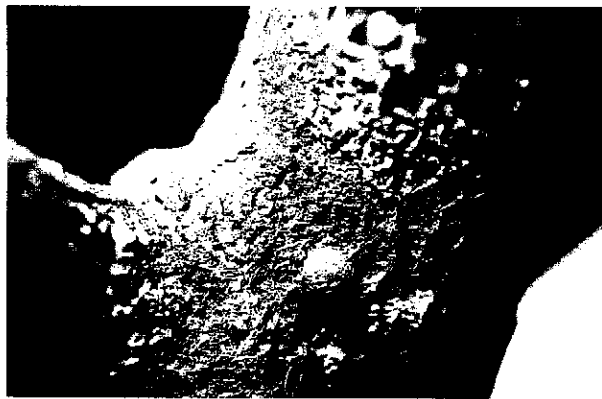
學名	中文名稱	常用名稱
<i>M. gotama nanda</i> Fruhstorfer	稻眉眼蝶	姬蛇目蝶
<i>Neope bremeri taiwana</i> Matsumura	布氏蔭眼蝶	台灣黃斑蔭蝶
<i>Palaeonympha opalina macrophthalmia</i> Fruhstorfer	古眼蝶	銀蛇目蝶
<i>Ypthima baldus zodina</i> (Fruhstorfer)	小波眼蝶	小波紋蛇目蝶
<i>Y. okurai</i> Okano	大藏波眼蝶	大藏波紋蛇目蝶
<i>Y. tappana</i> Matsumura	達邦波眼蝶	達邦波紋蛇目蝶
<i>Y. formosana</i> Fruhstorfer	寶島波眼蝶	大波紋蛇目蝶
<i>Y. conjuncta yamanakai</i> Sonan	白漪波眼蝶	山中波紋蛇目蝶
<i>Y. multistriata</i> Butler	台灣波眼蝶	台灣波紋蛇目蝶
<i>Y. akragas</i> Fruhstorfer	白帶波眼蝶	台灣小波紋蛇目蝶
<i>Zophoessa siderea kanoi</i> (Esaki & Nomura)	圓翅幽眼蝶	鹿野黑蔭蝶



1



4



2



5



3

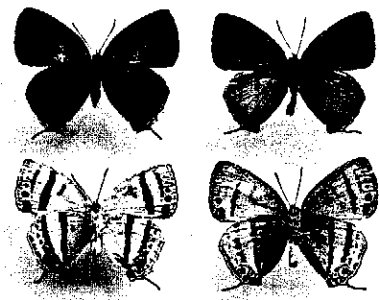


6

- 1、 夸父綠小灰蝶的卵呈包子狀，且表面有細緻的刻紋（羅尹廷 攝）
- 2、 越冬卵粒表面會覆蓋青苔等物質（羅尹廷 攝）
- 3、 正要孵化的初齡幼蟲（徐瑋峰 攝）
- 4、 夸父綠小灰蝶的終齡幼蟲（羅尹廷 攝）
- 5、 幼蟲會吐絲將台灣水青岡嫩葉黏合並棲息於其中（徐瑋峰 攝）
- 6、 夸父綠小灰蝶化蛹於落葉堆中（羅尹廷 攝）



7



8



10



9



11

- 7、夸父綠小灰蝶雄蝶多活動在台灣水青岡樹冠層之間 (羅尹廷 攝)
- 8、夸父綠小灰蝶呈現雌雄二型性 (徐堉峰 攝)
- 9、三月初為台灣水青岡嫩葉抽長時期 (羅尹廷 攝)
- 10、台灣水青岡轉黃的葉子會在冬季落盡 (羅尹廷 攝)
- 11、北插天山為夸父綠小灰蝶主要之生息環境 (羅尹廷 攝)



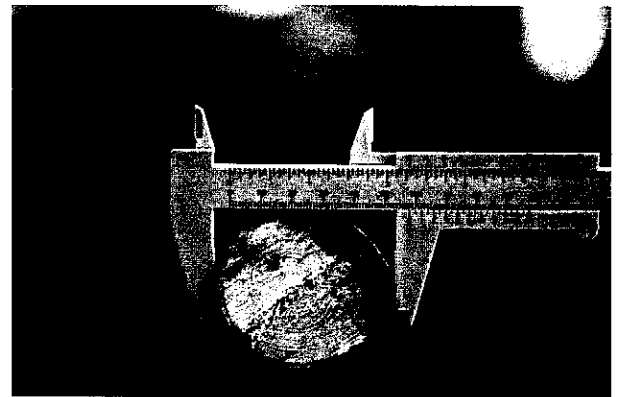
12



15



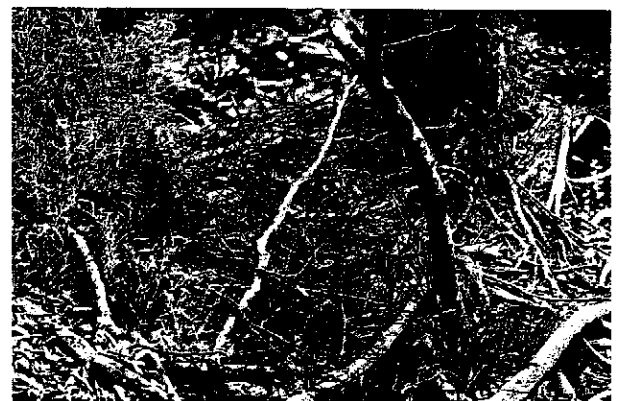
13



16

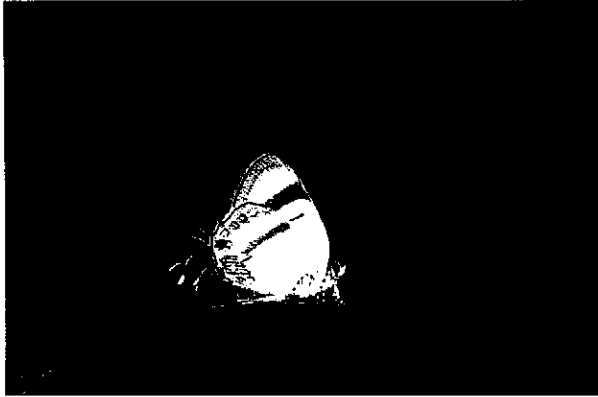


14



17

- 12、位於北插天山的北方的卡保山亦有夸父綠小灰蝶族群（羅尹廷 攝）
13、捕食夸父綠小灰蝶幼蟲的食蟲虻（羅尹廷 攝）
14、被小繭蜂寄生的終齡幼蟲（羅尹廷 攝）
15、冬季降雪造成台灣水青岡枝幹折斷（羅尹廷 攝）
16、鋸斷台灣水青岡枝條為破壞性的採集方式（羅尹廷 攝）
17、成堆的台灣水青岡枝條為採集者採集越冬卵粒所遺留（羅尹廷 攝）



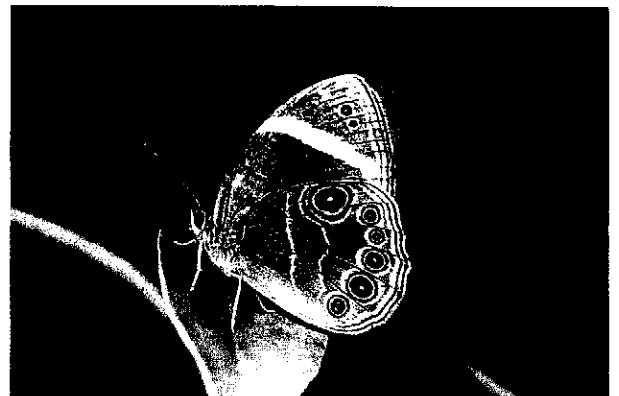
18



21



19



22



20



23

- 18、拉拉山三尾小灰蝶為台灣特有種（羅尹廷 攝）
- 19、玉山綠小灰蝶為偶爾會出現於台灣水青岡林中（羅尹廷 攝）
- 20、橘紅色的顏色正是紅小灰蝶特有的色彩（羅尹廷 攝）
- 21、台灣黃斑蔭蝶為台灣水青岡林中常見的蝶種（羅尹廷 攝）
- 22、玉帶黑蔭蝶多活動在陰性的環境（羅尹廷 攝）
- 23、鮮黃色的條紋為高山粉蝶的特徵（羅尹廷 攝）