



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Composition and Characteristics of Butterfly Communities in Different Types of Habitat on Hohuanshan 【Research report】

合歡山地區不同棲地類型的蝶類群聚組成及特性【研究報告】

Yu-Chuan Chiu^{1,2}, Huai-Sheng Fang¹, and Fu-Hsiung Hsu^{2*}
邱玉娟^{1,2}、方懷聖¹、許富雄^{2*}

*通訊作者E-mail: richbear@mail.ncyu.edu.tw

Received: 2010/09/21 Accepted: 2010/12/24 Available online: 2010/12/01

Abstract

In order to understand the relationships among the species richness, the communities and the different habitats of the butterflies on Hohuanshan in central Taiwan, we surveyed the number of butterflies in each species in six different types of habitat from January to December 2006. A total of 1,181 butterflies belonging to 51 species and 5 families were recorded. Among them, the Nymphalidae were the best represented, accounting for 47% of the species and 89.6% of the total number of the butterflies. The butterfly community in the farm land (FL) had the highest species richness and Shannon-Wiener diversity indexes. On the other hand, in the habitat of the Taiwan fir forest (TF) only 13 species of butterflies were recorded. This means that human activity did not reduce the species richness of butterflies, but that there might be differences between the different components of a community. The results of the cluster analysis indicated that there were three clusters of butterfly communities that were influenced by environmental factors, including altitudes, types of habitat and geographical distances.

摘要

為瞭解合歡山地區之蝶種豐富度及群聚組成與棲地的關係，本研究自 2006 年 1 月至 12 月於合歡山地區分別設置林緣、農墾地、箭竹草原、冷杉林、二葉松混合林及針闊葉混合林等 6 種不同棲地共 12 條穿越線來進行蝶類相及棲地調查。蝶類相調查採用穿越線調查法及陷阱誘集法，結果共記錄 5 科 50 種 1,181 隻次的蝶類，其中蛺蝶科 (Nymphalidae) 記錄有 24 種 1,026 隻次，而玉山蔭蝶 (*Zophoessa niitakana*) 是最顯要的蝶種 (619 隻次)，但其它稀少蝶種的種類數頗多。在 6 種不同的棲地中，以農墾地 (FL) 出現較多的蝶種，且其種豐富度及 S-W 歧異度指數均較其它棲地高，顯示人為干擾並未導致該地之蝶類多樣性降低，但其蝶類群聚組成則与其它棲地不同。而冷杉林 (TF) 則僅有 13 種之蝶類記錄為最少。經由群集分析 (cluster analysis) 與典型對應分析 (CCA) 發現，不同穿越線的蝶類群聚可能受到棲地、海拔或地理距離的影響。

Key words: Hohuanshan, butterfly community, species richness, cluster analysis

關鍵詞: 合歡山、蝶類群聚、種豐富度、群集分析。

Full Text: [PDF \(1.67 MB\)](#)

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

合歡山地區不同棲地類型的蝶類群聚組成及特性

邱玉娟^{1,2}、方懷聖¹、許富雄^{2*}

¹ 農委會特有生物研究保育中心 55244 南投縣集集鎮民生東路 1 號

² 國立嘉義大學生物資源學系 60004 嘉義市鹿寮里學府路 300 號

摘要

為瞭解合歡山地區之蝶種豐富度及群聚組成與棲地的關係，本研究自 2006 年 1 月至 12 月於合歡山地區分別設置林緣、農墾地、箭竹草原、冷杉林、二葉松混合林及針闊葉混合林等 6 種不同棲地共 12 條穿越線來進行蝶類相及棲地調查。蝶類相調查採用穿越線調查法及陷阱誘集法，結果共記錄 5 科 50 種 1,181 隻次的蝶類，其中蛺蝶科 (Nymphalidae) 記錄有 24 種 1,026 隻次，而玉山蔭蝶 (*Zophoessa nitakana*) 是最顯要的蝶種 (619 隻次)，但其它稀少蝶種的種類數頗多。在 6 種不同的棲地中，以農墾地 (FL) 出現較多的蝶種，且其種豐富度及 S-W 歧異度指數均較其它棲地高，顯示人為干擾並未導致該地之蝶類多樣性降低，但其蝶類群聚組成則与其它棲地不同。而冷杉林 (TF) 則僅有 13 種之蝶類記錄為最少。經由群集分析 (cluster analysis) 與典型對應分析 (CCA) 發現，不同穿越線的蝶類群聚可能受到棲地、海拔或地理距離的影響。

關鍵詞：合歡山、蝶類群聚、種豐富度、群集分析。

前言

生物多樣性 (biodiversity) 指各種地域中的物種組成、數量及其變異性，甚至包含它們可能衍生的各種生態作用 (Lin and Chao, 1998)。在生物多樣性的概念中，種豐富度 (species richness) 及特有性 (endemism)

是兩個普遍受到關注的特性 (Caldecott *et al.*, 1996)。其中，種豐富度更常被用來評估生態保育工作 (Magurran, 1988) 或是作為生物多樣性熱點 (hotspot) 的選擇依據 (Lue, 1999)。而群聚 (community) 則是任一特定生境下之各種生物的組合，且各種生物與環境之間彼此相互影響。蝶類的群聚組成是藉由各

*論文聯繫人

Corresponding email: richbear@mail.ncyu.edu.tw

物種的能量轉化關係所形成，對於群聚中各物種之資源分配模式，及物種在時間與空間上的分布模式是研究群聚結構時所必需了解的基本特質 (Chen and Chu, 1994)。

影響蝶類群聚組成之環境因子極為複雜，主要有景觀 (landscape) 及微氣候因子，其中景觀因子包括植被、地形及地貌等 (Bergman *et al.*, 2004)，而微氣候則包括溫度、濕度、雨量、光度等氣象因子 (Chen, 1996)。Scalercio (2007) 分析地中海山脈大尺度、中尺度及微棲地等不同尺度的蝶類多樣性並探討其群聚結構，結果發現不同尺度的棲地景觀會影響當地的蝶類群聚組成。另外，蝶類所喜好棲息的棲地類型以水域邊緣及窪地最多，其次是森林邊緣，森林內部被利用的頻度較低。而植物種類歧異度及人類行為干擾對蝶類群聚之影響則較不明顯 (Keller and Yahner, 2002; Kitahara and Sei, 2002; Fermon, *et al.*, 2003; Kitahara and Watanabe, 2003; Kitahara, 2004)。近年來國內有許多蝶類的相關研究，但多數研究著重於多樣性普查、形態、分類或生活史的描述，僅有部份研究進行蝶類群聚組成與棲地因子的探討 (Chen, 1991; Lin, 1994; Liaw, 1997; Lu, 1999; Yang and Yang, 2008)，而在 2,500 m 以上之高山地區所進行的蝶類群聚研究更是少見。

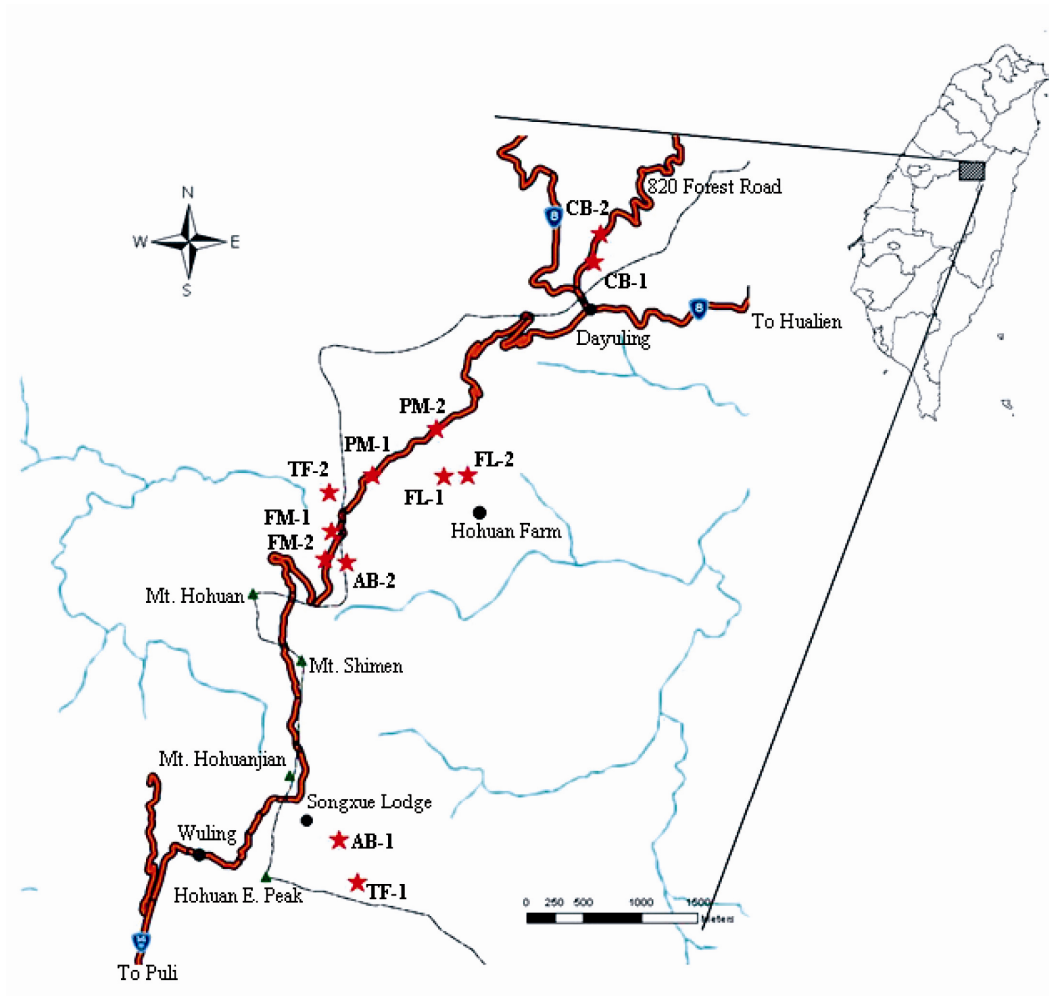
此外，蝶類完全變態的生活史特性使他們極易受到各類環境因子改變的影響 (Sreekumar and Balakrishnan, 2001)，是一種適合作為監測環境變遷的指標生物類群 (Pollard and Yates, 1993; Schultz and Dlugosch, 1999)。近年來氣候暖化的現象導致許多物種產生海拔或緯度上分布的改變 (Walther *et al.*, 2002)，蝶類也有往高海拔移動的現象 (Konvicka *et al.*, 2003)。而合歡山

地區是台灣少數具有不同年代之蝶類研究的高海拔區域，早期 Yamanaka (1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1980) 於合歡山地區記錄有 4 科 54 種蝶類，近期則有 Yang (1993) 在太魯閣國家公園範圍內的高山地區記錄有 5 科 49 種、Yang and Lee (2004) 針對合歡山國家森林遊樂區記錄有 4 科 7 種、特有生物研究保育中心對該區進行生物資源長期監測從 2003~2005 年記錄有 5 科 70 種 (Ho, 2006; Ho, 2008)，以及 Sun *et al.* (2007) 與 Sun (2009) 在合歡山的小風口地區記錄 5 科 35 種的蝶類。然上述研究大都以蝶類相調查為主，並無合歡山地區之不同棲地的蝶類群聚組成資訊。而蝶類的群聚組成除了會受到海拔與氣候因子的影響之外，也很容易受到不同棲地結構的影響 (Bergman *et al.*, 2004; Scalercio, 2007)。我們有必要進一步瞭解該地區之蝶種豐富度及蝶類群聚與棲地因子之間的關係，以作為後續相關環境變遷研究的參考。因此，本研究在合歡山地區的 6 種棲地進行蝶類群聚與棲地調查，希望瞭解合歡山地區的蝶類相、比較不同棲地間的蝶類群聚組成及探討棲地因子與蝶類組成之間的關係。

材料與方法

一、研究樣地

本研究在合歡主峰的臨近區域進行，該區位於南投縣與花蓮縣交界，全區山勢起伏，除合歡主峰外，知名山嶽尚有合歡東峰、北峰、西峰及石門山，其中又以標高 3,422 m 的合歡北峰為最高點 (Lai, 2002)。區域內的植被完整且多為天然林，台灣冷杉 (*Abies kawakamii*)、台灣鐵杉 (*Tsuga chinensis*)、台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*) 及玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*) 草地是主要



圖一 合歡山地區所設置之 6 種棲地的 12 條穿越線樣區位置圖 (FM：森林邊緣；FL：農墾地；AB：箭竹草原；TF：台灣冷杉林；PM：二葉松混合林；CB：針闊葉混合林)。

Fig. 1. Twelve transects were set in six types of habitats on Hohuanshan (FM: forest margin; FL: farm land; AB: arrow-bamboo grassland; TF: Taiwan fir forest; PM: Taiwan red pine mix forest; CB: coniferous-broadleaf forest).

的植被種類。而全區的氣候冷而潮濕，冬季積雪，1 月份平均溫度約為 2°C，7 月約為 10°C。年平均雨量 3,500 mm，年平均降水日數 145 天，且主要集中於 5~6 月，12 月至隔年 1 月為乾季 (Lai, 2002)。本研究選擇 6 種不同的棲地類型 (海拔 2,580~3,100 m)，包括林緣 (forest margin, FM)、農墾地

(farm land, FL)、箭竹草原 (arrow-bamboo grassland, AB)、冷杉林 (Taiwan fir forest, TF)、二葉松混合林 (Taiwan red pine mix forest, PM) 及針闊葉混合林 (coniferous-broadleaf forest, CB)，每一類棲地分別設置 2 條 200 m 之調查穿越線，每條穿越線之間至少距離 200 m (圖一、表一)。各類棲地與穿

表一 合歡山 6 類棲地之 12 條穿越線的基本資料

Table 1. The data of 12 transects at six types of habitat on Hohuanshan

Habitats	Transect code	TM1	TM2	Elevation (m)
Forest margin (FM)	FM-1	278342	2673312	3,006
	FM-2	278288	2673065	3,009
Farm land (FL)	FL-1	279325	2673790	2,703
	FL-2	279533	2673802	2,668
Arrow-bamboo grassland (AB)	AB-1	278410	2670596	3,093
	AB-2	278480	2673036	2,956
Taiwan fir forest (TF)	TF-1	278576	2670230	3,065
	TF-2	278325	2673650	2,806
Taiwan Red Pine mix forest (PM)	PM-1	278701	2673801	2,943
	PM-2	279264	2674213	2,893
Coniferous-Broadleaf forest (CB)	CB-1	280640	2675672	2,579
	CB-2	280695	2675925	2,619

TM1 and TM2 adopt TM67 system.

越線的設置分別敘述如下：

- (一) 林緣：所設置的 2 條調查穿越線 FM-1 及 FM-2 均位於小風口地段，該地樹種以台灣冷杉及台灣鐵杉為主，所設置穿越線一側為鬱閉森林，另一側為開闊草地、停車場及少許建築物，一年會除草 2 至 3 次。
- (二) 農墾地：所設置的 2 條調查穿越線 FL-1 及 FL-2 均位於合歡農場 (Hehuan farm) 內，區域內大部分已被開墾為農耕地，以種植高麗菜 (*Brassica oleracea*) 為主，除草、噴藥及施肥等人為干擾行為頻繁。
- (三) 箭竹草原：本類型棲地之植群以低矮之玉山箭竹為主，其中 AB-1 穿越線係沿著奇萊山登山口之登山步道設置，而 AB-2 穿越線則設置於小風口東側。
- (四) 冷杉林：設置於台灣冷杉林內距林地外緣至少 100 m，林下則多為高莖之玉山箭竹。TF-1 穿越線設置於奇萊山登山步道前段，步道兩側偶爾會除草；TF-2 穿越線則設置於小風口西側之台灣冷杉林內。

(五) 二葉松混合林：本類型棲地之植群以台灣二葉松為優勢種，並混生台灣鐵杉及台灣冷杉，PM-1 及 PM-2 等 2 條調查穿越線均沿穿越林間之 4 m 寬的柏油道路設置，道路兩側每年除草 2~3 次。

(六) 針闊葉混合林：本類型棲地之植群為台灣鐵杉、台灣二葉松及台灣紅榨槭 (*Acer rubescens*)、雲葉 (*Trochodendron aralioides*) 等針闊葉樹混合林。CB-1、CB-2 調查穿越線係沿著 820 林道設置，林道寬約 1 m，兩側偶爾會除草。

二、蝶類相調查

本研究於 2006 年 1 月至 12 月，在 12 條穿越線分別進行 22 次的調查，每月視路況與天候各進行 1~4 次的調查，每次調查均於 8:00~12:00 間進行觀察記錄。蝶類組成的調查主要採用穿越線法 (Caldas and Robbins, 2003; Nishinaka and Minoru, 2006)，即於調查時沿著穿越線以 10 m/min 左右的速度前進，利用目視辨識並輔以捕蟲網 (直徑 40 cm，深 60 cm) 捕捉記錄穿越線兩

側 5 m 內之蝶種及隻次。此外，部份蛺蝶科 (Nymphalidae) 的果食性蝶種 (fruit feeding butterflies) 易受誘餌吸引 (Devries and Walla, 2001; Barlow *et al.*, 2007)，僅利用被動式的穿越線調查較不易察覺。故本研究同時搭配主動式的陷阱誘集法 (Deveries and Walla, 2001; Fermon *et al.*, 2003; Bobo *et al.*, 2006)，各調查穿越線自第 10 m 開始，每隔 20 m 吊置 1 個發酵之鳳梨及香蕉為誘餌，每條穿越線共設置 10 個誘餌站。各穿越線每次調查均併合採用穿越線法及陷阱誘集法來進行蝶類的觀察與記錄，以期獲得各類不同棲地之蝶類群聚組成資訊。

三、環境因子測量

(一) 垂直性植群結構因子

採長方形樣區取樣法 (rectangular plot method) (Tsai *et al.*, 2006)，在每條穿越線上設置 10 個以誘餌陷阱為中心之 10 × 10 m 的正方形方格。以目視估算記錄上層 (> 2 m) 之枝葉覆蓋百分比、中層 (1~2 m) 之本木植物種類及下層 (< 1 m) 之草本植物種類數。

(二) 地表植群結構因子

以每條穿越線的誘餌陷阱為中心點，分別於誘餌前方與後方的 1 m 及 3 m 處，在穿越線兩側各設置 1 個 1 × 1 m 之正方形方格，每條穿越線共設置有 80 個方格。分別記錄方格內之 1 年生、2 年生、多年生草本植物與樹木、灌木、玉山箭竹及裸露地的覆蓋百分比 (Kitahara, 2004) 並計數蜜源植物種類。

除了上述的垂直性及地表植群結構因子的測量外，本研究同時記錄各穿越線之路徑類型及人為干擾情況。(1) 路徑類型：利用穿越線之行進路徑的狀況分別給予 1~3 等級的劃分 (1：寬度小於 1 m 之岩石泥路；2：寬度大於 1 m 之岩石泥路；3：寬度大於 1 m

之柏油路)。(2) 人為干擾：依不同人為干擾程度 (例如刈草、噴藥及施肥等活動) 區分成 1~3 等級 (1：完全無人為干擾活動；2：偶爾有人為干擾活動；3：經常有人為干擾活動)。

四、資料分析

本研究在 1 月至 4 月的 8 次調查中，並未在研究區域內發現有任何蝶類的活動紀錄，故後續均以 5 月至 12 月在各條穿越線之 14 次調查所累計的蝶種與隻次來進行分析。此外，在進行群聚組成的分析時，不同的調查努力量與物種豐富度都可能影響到後續群聚指數與相似度的分析 (Krebs, 1999)，而相近的努力量與調查的完備性將有利於不同群聚間的比較 (Soberon and Llorente, 1993; Lande *et al.*, 2000)。由於穿越線法及陷阱誘集法將可分別調查獲取不同習性昆蟲的組成 (Tsai *et al.*, 1998)，為獲取各類棲地較為完備的蝶類群聚資訊，本研究併合穿越線法及陷阱誘集法的蝶類記錄來進行群聚組成的分析。蝶類組成及環境因子調查資料皆以 Microsoft Excel 建檔處理，以 SigmaPlot 9.0 (Systat Software, 2004) 繪製圖形。

(一) 蝶類相組成及群集分析

本研究除比較各調查調查穿越線所有發現之蝶種及數量之外，並利用 Primer 5.2 (Clarke and Warwick, 2001) 來計算其種豐富度 (Margalef index, d)、S-W 歧異度 (Shannon-Wiener index, H') 與均勻度 (Pielou's evenness index, J') 等三項群聚指數。其公式分別為 $d = (S - 1) / \ln N$ ，其中 S 為群聚內所記錄的蝶種數， N 為群聚內所有蝶類的記錄數量； $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$ ，其中 S 為蝶種數； P_i 為第 i 種蝶類在所有記錄種類中的數量比例； $J' = H' / \ln S$ ，其中 H' 為

表二 各調查穿越線在 5 至 12 月之 14 次調查中所記錄的蝶類隻次，刮號內的數字表其誘餌站記錄的隻次。各穿越線代號參考表一

Table 2. The numbers of the butterflies recorded in each survey from May to December at each transect. The numbers in parentheses denote the number of butterflies recorded in the trap stations. The transect codes refer to Table 1

Transect code	Dates of survey														Total
	May 25-26	Jun. 15-17	Jun. 22-24	Jul. 5-6	Aug. 1-4	Aug. 15-18	Aug. 24-25	Aug.29 -Sep.1	Sep. 13-14	Sep. 27-29	Oct. 11-13	Oct. 26-28	Nov. 8-10	Dec. 6-8	
FM-1	0 (0)	0 (0)	6 (3)	8 (3)	12 (4)	21 (6)	4 (1)	12 (2)	13 (2)	17 (1)	17 (1)	40 (2)	9 (0)	4 (1)	163
FM-2	0 (0)	0 (0)	1 (1)	5 (0)	7 (3)	9 (5)	5 (2)	1 (0)	7 (2)	7 (0)	7 (1)	8 (0)	4 (0)	1 (0)	62
FL-1	0 (0)	0 (0)	10 (0)	5 (0)	8 (0)	0 (0)	12 (0)	16 (3)	8 (2)	5 (1)	4 (1)	9 (1)	0 (0)	4 (0)	81
FL-2	0 (0)	0 (0)	7 (3)	5 (1)	4 (1)	0 (0)	6 (1)	18 (4)	11 (5)	10 (1)	7 (0)	10 (1)	25 (6)	3 (0)	106
AB-1	0 (0)	7 (2)	14 (3)	5 (1)	0 (0)	4 (1)	11 (2)	8 (0)	9 (1)	27 (3)	11 (0)	1 (0)	1 (0)	0 (0)	98
AB-2	0 (0)	1 (0)	2 (0)	2 (0)	2 (0)	11 (0)	6 (0)	19 (1)	16 (0)	17 (3)	13 (0)	14 (0)	29 (3)	3 (0)	135
TF-1	0 (0)	3 (2)	8 (3)	3 (1)	0 (0)	10 (1)	5 (2)	11 (6)	9 (4)	5 (0)	1 (1)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	56
TF-2	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3
PM-1	12 (5)	0 (0)	0 (0)	3 (1)	12 (1)	12 (7)	3 (0)	6 (0)	14 (2)	25 (1)	18 (1)	27 (0)	17 (0)	10 (1)	159
PM-2	4 (2)	0 (0)	2 (1)	6 (2)	9 (4)	2 (2)	6 (0)	12 (8)	6 (0)	16 (2)	16 (1)	18 (1)	26 (1)	3 (0)	126
CB-1	0 (0)	8 (1)	2 (0)	21 (4)	9 (2)	2 (1)	6 (0)	14 (8)	18 (6)	14 (3)	16 (1)	5 (0)	18 (2)	3 (1)	136
CB-2	0 (0)	0 (0)	2 (1)	12 (1)	5 (1)	4 (0)	1 (0)	2 (1)	4 (0)	8 (0)	13 (2)	1 (0)	0 (0)	4 (0)	56
Total	16	19	54	75	71	75	65	119	115	151	123	134	129	35	1,181

Shannon-Wiener index ; S 為蝶種數。同時將所有蝶種依記錄隻次由高至低排列，繪製其群聚的數量序列曲線 (rank abundance diagram) (Bossart *et al.*, 2006; Molleman *et al.*, 2006)，以探討合歡山地區的蝶類群聚組成。並將 12 條調查穿越線之蝶類群聚資料取平方根後計算出各樣區間的 Bray-Curtis similarity 相似性矩陣，再利用 complete linkage 的方式進行群集分析 (cluster analysis)，以探討各穿越線間的蝶種群聚關係。

(二) 不同棲地的蝶種豐富度比較

本研究利用 EstimateS 7.5 (Colwell, 2003) 軟體中的 jackknife method 來估算各類棲地的蝶種豐富度 (Bobo *et al.*, 2006)。同時利用 Primer 5.2 的 rarefaction method，以 10 隻次的數量變化，分別計算不同棲地的蝶種期望值，來比較 6 種棲地之蝶類在相同

觀察隻次下的蝶種豐富度及蝶種累積狀況 (Fermon *et al.*, 2000; Fermon *et al.*, 2003; Bobo *et al.*, 2006; Molleman *et al.*, 2006)。

(三) 蝶類群聚與環境因子的關係

蝶類群聚與環境因子的分析則是藉由 MVSP (Kovach, 1999) 軟體來進行典型對應分析 (canonical correspondence analysis, CCA) (Ter Braak, 1987; Sawchik *et al.*, 2003)。分析時去除總調查數量在 3 隻次以下的蝶種，利用蝶類群聚及所測量之上層枝葉覆蓋度、中層木本植物種類數、下層草本植物種類數、地表植被覆蓋度 (併合所有植種覆蓋度)、蜜源植物種數、路徑類型和人為干擾程度等 7 個環境因子，來檢視各調查穿越線之間的棲地變異及蝶種與環境因子的關係。

表三 各調查穿越線所記錄之蝶種、數量、種豐富度、S-W 歧異度與均勻度指數，各穿越線代號參考表一
Table 3. The number of species, abundance, species richness, values of diversity indices at each transect. The transect codes refer to Table 1

Community index	Transect												Total
	FM-1	FM-2	FL-1	FL-2	AB-1	AB-2	TF-1	TF-2	PM-1	PM-2	CB-1	CB-2	
Number of species (S)	19	12	19	21	14	14	12	2	16	11	19	11	50
Hesperiidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Papilionidae	2	1	1	2	1	1	0	0	2	0	1	1	7
Pieridae	0	2	4	3	3	1	3	0	3	1	3	1	9
Lycaenidae	2	1	2	4	1	2	0	0	1	1	5	3	9
Nymphalidae	15	8	11	12	9	10	9	2	10	9	10	6	24
Number of individuals (N)	163	62	81	106	98	135	56	3	159	126	136	56	1,181
Hesperiidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Papilionidae	3	1	2	3	1	1	0	0	2	0	1	1	15
Pieridae	0	2	8	7	4	1	4	0	4	1	10	3	44
Lycaenidae	3	1	5	16	1	3	0	0	5	9	38	13	94
Nymphalidae	157	58	64	80	92	130	52	3	148	116	87	39	1,026
Margalef index (<i>d</i>)	3.534	2.665	4.096	4.289	2.835	2.650	2.733	0.910	2.959	2.068	3.664	2.484	6.927
Shannon-Wiener index (<i>H'</i>)	1.361	1.416	2.258	2.242	2.048	0.987	1.945	0.637	1.541	1.636	1.991	1.714	2.025
Pielou's evenness index (<i>J'</i>)	0.462	0.570	0.767	0.736	0.776	0.374	0.783	0.918	0.556	0.682	0.676	0.715	0.518

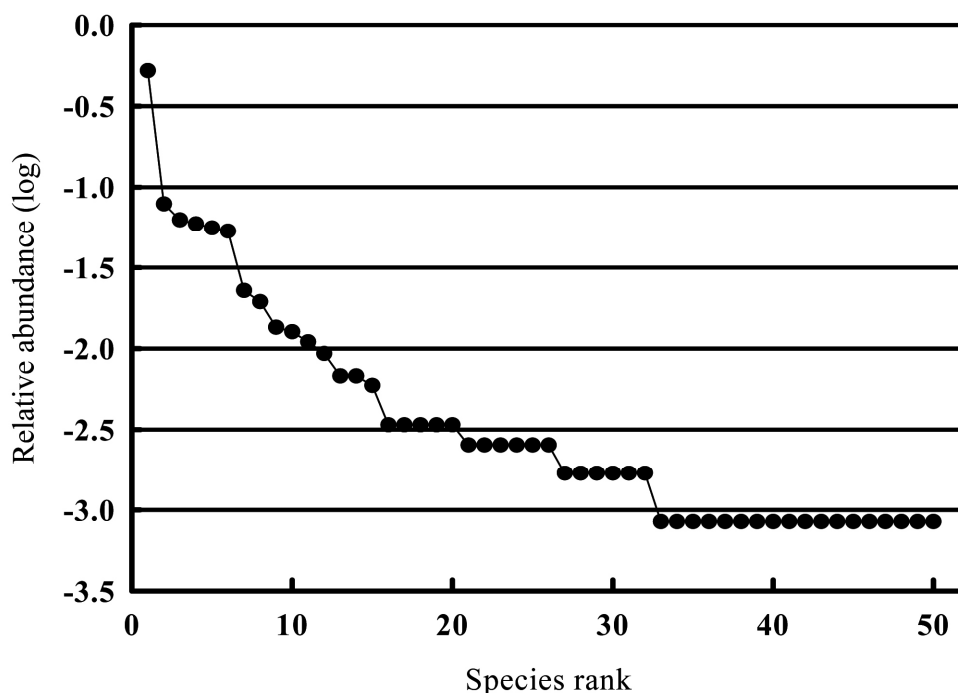
結 果

一、蝶類相組成

本研究在 12 條調查穿越線中，共記錄 5 科 50 種 1,181 隻次的蝶類(附錄)。而在 5 月至 12 月共 14 次有蝶類紀錄的調查中，AB-2、PM-2 及 CB-1 等 3 條穿越線均有一次調查無蝶類的觀察紀錄，TF-2 則僅在 8 月初的調查中記錄到 3 隻次的蝶類，而其它穿越線則分別有 2 至 4 次不等的調查無任何蝶類的觀察紀錄(表二)，平均每次調查在各穿越線中僅記錄有蝶類 2.42 種 (SD = 2.16)、7.03 隻次 (SD = 7.27)，其蝶類密度並不高。其中穿越線法記錄有 5 科 48 種 992 隻次的蝶類，在這 168 穿越線-次的調查中，有 42 穿越線-次的調查無蝶類紀錄。而陷阱誘集法則僅記錄有蛺蝶科 1 科 12 種 189 隻次，同時有高達 86 次在各穿越線的所有誘餌站中均無任何蝶類的觀察紀錄(表二)。總計在 1,680

誘餌站-次的觀察中，僅有 146 誘餌站-次發現有蝶類在誘餌站上吸食誘餌。所記錄的 50 種蝶類中包括曙鳳蝶 (*Atrophaneura horishana*)、台灣鳳蝶 (*Papilio taiwanus*)、雙環鳳蝶 (*Papilio hopponis*)、褐底青小灰蝶 (*Tajuria caerulea*)、永澤蛇目蝶 (*Minois nagasawae*) 及玉山蔭蝶 (*Zophoessa nitakana*) 等 6 種為台灣特有種，而曙鳳蝶也屬野生動物保育法所列之其它應予保育的野生動物(農委會 2009 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告)。

研究期間所記錄之各科蝶種及數量的差異頗大，其中以蛺蝶科有 24 種為最多，弄蝶科 (Hesperiidae) 僅有 1 種為最少，鳳蝶科 (Papilionidae)、粉蝶科 (Pieridae) 及小灰蝶科 (Lycaenidae) 的種數則介於 7~9 種之間。另外所記錄數量也以蛺蝶科的 1,026 隻次為最高，約佔總觀察隻次的 86.9%，弄蝶科僅記錄有 2 隻次為最少(表三)。所有記錄蝶



圖二 合歡山蝶種的豐度序列曲線。

Fig. 2. Rank-abundance diagram of butterflies recorded on Hohuanshan in 2006.

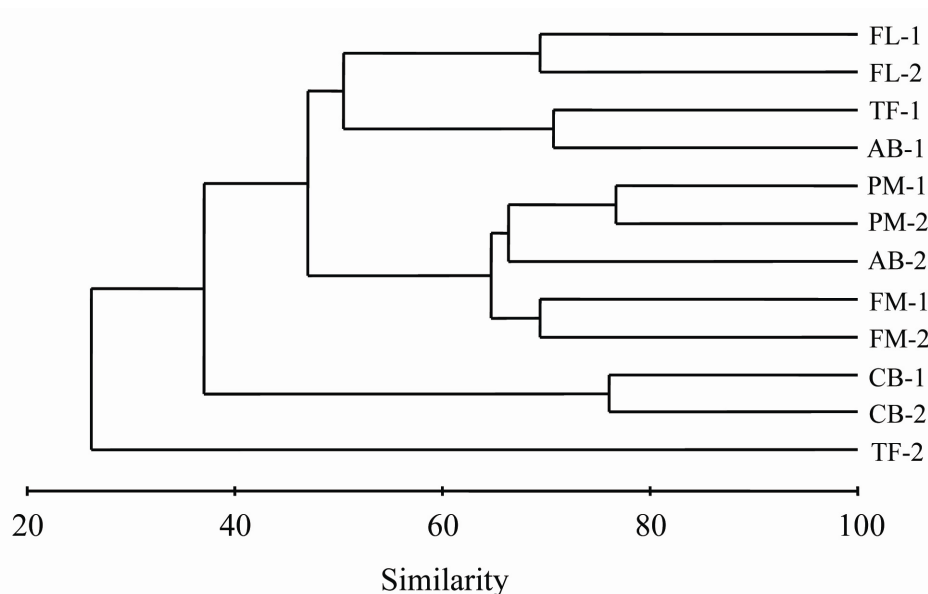
種以蛺蝶科蛇目蝶亞科 (Satyrinae) 的玉山蔭蝶共觀察到 619 隻次為最高，且在 12 條調查穿越線均有觀察紀錄。其它還有白鑷紋蛺蝶 (*Polygonia c-album asakurai*)、永澤蛇目蝶、緋蛺蝶 (*Nymphalis xanthomelas formosana*)、琉璃蛺蝶 (*Kaniska canace drilon*) 及阿里山琉璃小灰蝶 (*Celastrina oreas arisana*) 等 5 種的紀錄超過 50 隻次，但有多達 18 種蝶類僅有 1 隻次的紀錄。由所繪製之數量序列曲線 (圖二)，也可發現其曲線の後端極為平緩，即稀少蝶種所佔的比率高。

二、蝶類組成與棲地的關係

(一) 不同棲地之蝶種豐富度及組成

在 6 類棲地的 12 條調查穿越線之中，

FM、TF 及 CB 等棲地在兩條穿越線間所記錄的蝶種及數量具有較大的差異，FL 的兩條穿越線則具有較高的種豐富度及 S-W 歧異度指數，而 TF-2、AB-2、FM-1 與 FM-2 等穿越線的 S-W 歧異度指數均小於 1.5 (表三)。進一步比較 5 科蝶種在 12 條調查穿越線所記錄的種類及數量，則可發現各條穿越線所記錄的種類及數量均以蛺蝶科的蝶種為主，且其記錄數量均大於所有記錄隻次的 64%，其中 FM、AB、TF 及 PM 等棲地之 8 條穿越線的蛺蝶科數量更超過其總記錄隻次的 92% 以上。而 FL 與 CB 所記錄的蛺蝶科種類及數量較其它棲地類型低，但具有較多之粉蝶科與小灰蝶科的紀錄 (表三)。藉由 12 條穿越線之蝶類群聚的群集分析發現，TF-2 因僅記錄有 2 種蝶類而與其它穿越線



圖三 合歡山 12 條穿越線之蝶相組成的群集分析樹狀圖，各穿越線代號參考表一。

Fig. 3. The complete linkage dendrogram of the butterfly fauna at 12 transects on Hohuanshan. The habitat codes refer to Table 1.

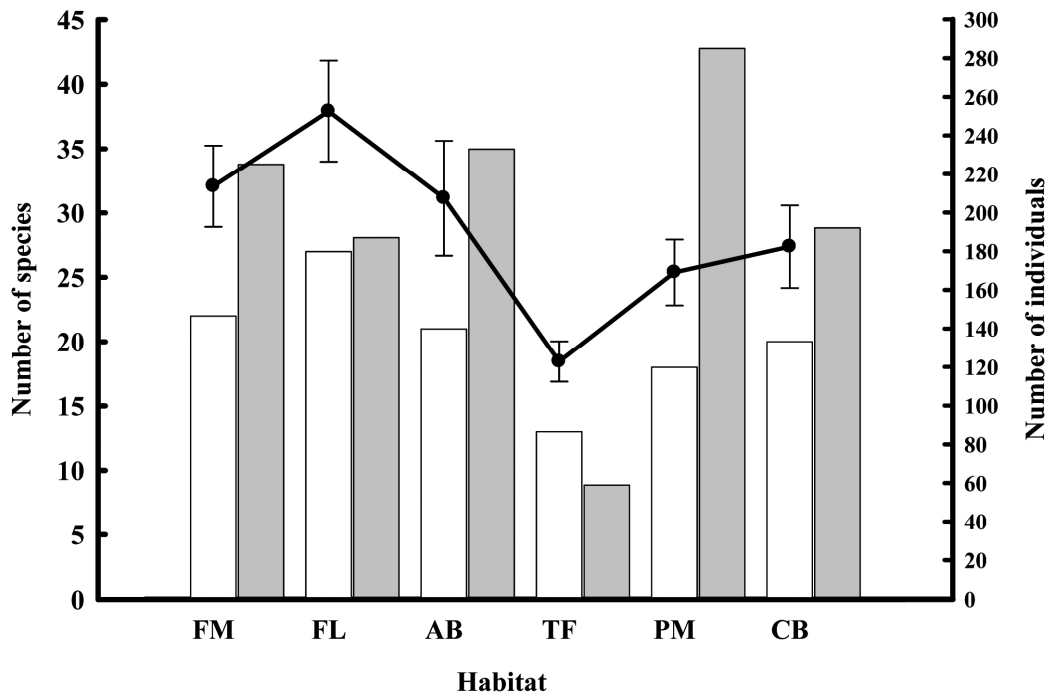
分離，海拔較低的 CB-1 及 CB-2 結合成一個次群集，而 PM-1、PM-2、AB-2、FM-1 與 FM-2 等臨近台 14 甲線之穿越線的蝶類群聚則形成另一個主要的次群集（圖三），至於 FL、PM、FM 與 CB 等 4 類棲地之兩條穿越線也都各自結合成小群集。顯示本研究 12 條穿越線的蝶類組成均以蛺蝶科的種類為主，且其組成可能受到棲地類型、海拔及地理位置的影響。

在 6 類不同的棲地中，以 FL 記錄有 27 種蝶類為最多，佔全部記錄蝶種的 54%，TF 僅記錄 13 種為最少，其它 4 類棲地則分別記錄有 18 至 22 種不等的蝶種（圖四）。利用 jackknife method 所估算的蝶種豐富度也有相同的變化趨勢。而所記錄的數量，同樣以 TF 僅記錄有 59 隻次為最少，但 PM 則記錄有最多的 285 隻次（圖四）。此外，藉由 6 類棲地所繪製的 rarefaction

curves，則可發現各棲地的累積物種數均無趨於平緩飽和的現象（圖五）。

(二) 不同棲地之蝶類組成與棲地的關係

12 條調查穿越線的棲地結構，因林相組成不同而異（表四），其中 FM、TF、PM 與 CB 具有較高的上層覆蓋度，而 FL 的下層覆蓋度最低。CB 具有最多的中上層樹種，AB 的下層植物種類最少，而各穿越線的蜜源植物種類大都介於 3~5 種之間。本研究利用 CCA 繪出 12 條調查穿越線及 20 種蝶類對應於其環境因子的分布序列圖（圖六）。結果顯示 12 條穿越線約略可區分成 3 群（圖六 a），其中第 1 軸左下方以 FM、AB、PM 及 TF 等 4 類棲地的穿越線為主，主要受地表植被覆蓋度、蜜源植物種類及路徑類型的影響，這些穿越線的優勢種有永澤蛇目蝶、玉山蔭蝶、緋蛺蝶、琉璃蛺蝶及白鑷紋蛺蝶（圖六 b）。第 1 軸右下方則以 CB 棲地為主，主要受上層覆蓋



圖四 以 jackknife 估算 6 類棲地的蝶種豐富度 (\pm SD)，灰色柱狀圖表各類棲地所實際記錄的數量，白色柱狀圖表各類棲地所實際記錄的蝶種數。

Fig. 4. The evaluation of species richness (\pm SD) at six types of habitats by the jackknife method. Gray bars represent the numbers of butterflies. White bars represent the number of species.

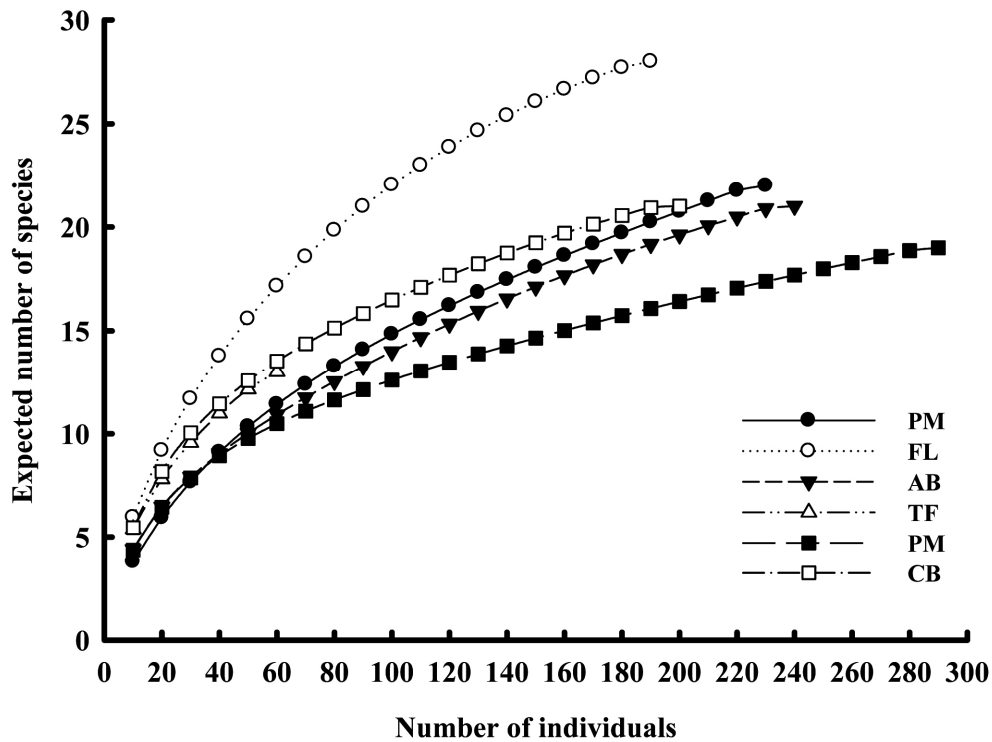
度與中上層樹種的影響 (圖六 a)，顯要蝶種有高山粉蝶 (*Aporia agathon moltrechti*)、台灣琉璃小灰蝶 (*Acytolepsis puspa myla*) 及埔里琉璃小灰蝶 (*Celastrina lavendularis himilcon*) (圖六 b)。另外 DL 棲地的兩條穿越線也自成一類，主要受到人為干擾程度的影響，顯要蝶種有台灣紋白蝶 (*Pieris canidia canidia*)、台灣黃蝶 (*Eurema blanda arsakia*)、台灣粉蝶 (*Appias lynxida formosana*) 與大紅紋鳳蝶 (*Byasa polyeuctes termessus*)。

討 論

一、合歡山地區的蝶類相

合歡山地區從 1986 年太魯閣國家公園

成立後陸續進行多項的調查研究，但對蝶類群聚的研究探討並不多。本研究在 2006 年於合歡山地區記錄 5 科 50 種蝶類，其蝶種數量不少，但密度卻不高。若彙整往年文獻 (Yamanaka, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1980; Yang, 1993; Yang and Lee, 2004; Ho, 2006; Sun *et al.*, 2007; Ho, 2008; Sun, 2009) 及本研究的紀錄，總計合歡山地區曾記錄的蝶類有 5 科 125 種 (附錄)，約佔台灣蝶種的 33.4% (以 374 種計)。其中包含台灣特有種 14 種及保育類 1 種，可見合歡山地區的蝶類資源是相當豐富的。然而，在這 125 種蝶類中，Yamanaka (1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1980) 於 1926~1973 年所記錄的 5 科 54 種蝶類有 23 種未再被發現，且各個調



圖五 以 rarefaction method 所繪製之 6 類棲地的物種累積曲線，各類棲地代號參考表一。
Fig. 5. The rarefaction curves at six types of habitats. The habitat codes refer to Table 1.

查研究皆有觀察紀錄的蝶種也僅有永澤蛇目蝶與玉山蔭蝶 2 種(附錄)。本研究所記錄的 50 種蝶類中，有 18 種蝶類僅有 1 隻次的紀錄，所繪製的數量序列曲線圖也顯示稀有種所佔的比率非常高。此外，藉由 rarefaction 分析也可發現各類棲地的蝶種累積曲線均呈不飽和現象，即各調查之努力量增加將會提高其記錄蝶種數 (Krebs, 1999)。顯示合歡山地區的蝶類資源雖然豐富，但多數種類可能在夏季隨著氣流播散至合歡山地區作短暫的停留，擁有穩定棲息族群的蝶種並不多。

本研究發現蛺蝶科是合歡山地區的顯要蝶種類群 (24 種)，其中玉山蔭蝶、永澤蛇目蝶、白鑷紋蛺蝶、緋蛺蝶及琉璃蛺蝶等 5 種蝶類便記錄有 911 隻次，約佔所有記錄隻次

的 77%。因此，蛺蝶科的蝶種應可作為監測合歡山地區蝶類的指標類群，而國外也有許多研究以蛺蝶科的群聚變化作為森林之人為干擾 (伐木、栽植作物等) 與棲地經營管理的監測指標 (Bamos, 2000; Fermon *et al.*, 2000; Dorthé *et al.*, 2005; Bossart *et al.*, 2006)。另一方面，本研究利用陷阱誘集法記錄有 12 種 189 隻次的蝶類，其中僅小單帶蛺蝶 (*Athyma selenophora laela*) 及枯葉蝶 (*Kallima inachis formosana*) 等 2 種未在穿越線的調查中發現，而穿越線法則可記錄本研究的大部分蝶種及數量。Sun (2009) 在太魯閣國家公園的蝶類研究也發現吊網僅增加 1 種蝶類的紀錄。因此，穿越線調查法應該是台灣高山地區之蝶類相研究的一種合宜調查

表四 各調查穿越線的地景組成、植物種類及環境特徵，各穿越線代號參考表一

Table 4. The landscape elements, overstory coverage, understory coverage, number of plant species, levels of human disturbance, and type of transect line of each transect. The transect codes refer to Table 1

Transect	Landscape element	Overstory coverage	Understory coverage	Number of plant species			Value of HD ^a	Value of TI ^b
				Tree	Herb	Nectar		
FM-1	Woodland	30.5	84.9	3	23	3	2	2
	Open land							
	Bare site							
	Building							
FM-2	Woodland	14.9	80.6	7	42	3	2	3
	Open land							
	Bare site							
FL-1	Open land	0	58.5	6	25	5	3	2
	Sparse forest							
	Farmland							
	Bare site							
FL-2	Open land	4.2	42.0	4	17	4	3	2
	Sparse forest							
	Farmland							
	Bare site							
AB-1	Open land	0	81.9	2	4	4	2	1
	Bamboo grass							
AB-2	Open land	0	98.5	1	10	3	1	1
	Bamboo grass							
TF-1	Woodland	60.0	80.0	3	18	3	2	1
TF-2	Woodland	77.0	83.0	1	17	0	1	1
PM-1	Woodland	40.1	79.2	7	29	3	2	3
PM-2	Woodland	27.5	81.2	3	23	4	2	3
CB-1	Woodland	29.0	90.8	21	22	4	2	1
CB-2	Woodland	81.1	84.4	20	22	0	2	1

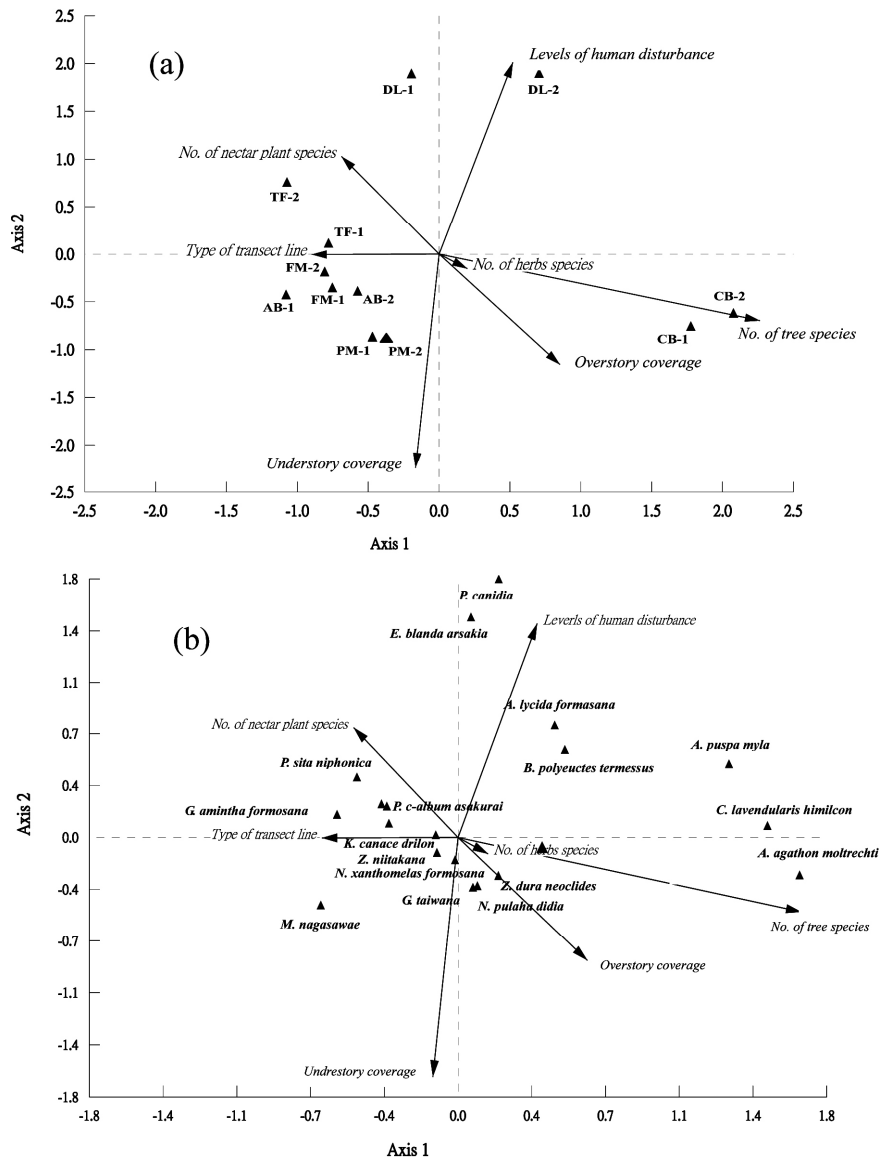
^a levels of human disturbance (1: no disturbance; 2: moderate disturbance; 3: high disturbance); ^b type of transect line (1: dirt road with width <1 m; 2: dirt road with width > 1 m; 3: asphalt road with width > 1 m).

方法。

二、蝶類與棲地的關係

在 6 類棲地中 FL 記錄有較多的蝶種，且種豐富度及 S-W 歧異度指數均較其它棲地高，顯示人為干擾並未造成該地之蝶類多樣性的降低 (Keller and Yahner, 2002)，但其蝶種組成則与其它棲地不同。這可能是因為合歡農場在高山蔬菜的栽種過程中，會營造出較多

蝶類所喜歡棲息的開闊棲地、水域、窪地或蜜源植物所致 (Kitahara and Watanabe, 2003; Kitahara, 2004)。而 TF 的蝶種數、隻次、種豐富度及 S-W 歧異度指數較低，則可能受到上層覆蓋度較高 (60% 以上)，致使林內光度低及蜜源植物較少，加上利用森林內部之蝶種少所致 (Kitahara, 2004)。Chen (1991) 指出各科蝶類的活動頻度與光度成正相關，而蜜源植物豐富度與蝶種豐富度及歧異度亦呈顯



圖六 合歡山 12 條穿越線 (a) 及 20 種蝶類 (b) 對應於 7 個棲地因子在 CCA 分析之前 2 軸的分布序列圖，各穿越線代號參考表一。

Fig. 6. Ordination of (a) 12 transects (b) 20 species of butterflies corresponding to seven environmental variables along the first two CCA axes. The transect codes refer to Table 1.

著的正相關。Liaw (1997) 在關刀溪的蝶類研究中也發現相類似的結果。

各穿越線所記錄的蝶種以 TF-2 最少，而

TF-2、AB-2、FM-1 與 FM-2 等穿越線的 S-W 歧異度指數則都小於 1.5。Margalef (1972) 指出自然群聚之 S-W 歧異度指數通

常會落在 1.5 與 3.5 之間，由於 S-W 歧異度指數對稀少物種的反應較為敏感 (Krebs, 1999)，這 4 條穿越線所記錄的蝶類均集中於少數的蝶種，應該是造成 S-W 歧異度指數偏低的主要因素。在 12 條穿越線的群集分析中發現，多數棲地之 2 條穿越線的蝶類群聚均自成一個小群集，僅 TF 與 AB 相互分離，其中地理距離較近的 AB-1 與 TF-1 另形成一個小群集。這除了受到 TF-2 所記錄的蝶種及數量特別低之影響外，這兩類棲地之 2 條穿越線間的地理距離大，且周遭的棲地形態也具有較大的差異，可能造成其蝶類組成的不同。此外，海拔較低的 CB-1 及 CB-2 形成一個次群集。而 M-1、PM-2、AB-2、FM-1 與 FM-2 形成另一個次群集 (圖三)，這除了顯示地理位置可能影響蝶類的群聚組成之外，台 14 甲線所形成的連貫性間隙，也可能促使蝶類在其間移動棲息，而提高不同穿越線間的蝶類群聚相似度。另一方面，CCA 的分析則顯示鳳蝶科及粉蝶科蝶種的分布與人為干擾程度及蜜源植物種類相關，而蛺蝶科蝶種的分布則受到底層植被覆蓋度、路徑類型及蜜源植物多寡所影響。Fermon *et al.* (2003) 發現植物種類歧異度對蝶類群聚的影響不大，Sun (2009) 則指出許多蛺蝶科蝶種的分布可反應森林之鬱閉度。而本研究也發現中層木本植物及下層草本植物對合歡山地區之顯要蝶種的影響不大，但上層鬱蔽度與蛺蝶科分布的相關性卻不高。因此，不同的海拔、棲地、地理距離或地景尺度 (Bergman *et al.*, 2004; Scalercio, 2007; Sun, 2009)，都有可能對合歡山地區之不同區域的蝶類群聚組成造成影響。

致 謝

感謝台北市立教育大學陳建志博士及國

立台灣師範大學徐培峰博士提供本研究寶貴的意見。特有生物研究保育中心劉靜瑜博士與國立嘉義大學方蕙菁小姐提供資料分析的意見與分析軟體；特有生物研究保育中心李麗華助理研究員及沈明雅助理研究員對於棲地環境因子測量及植物鑑定上的協助，及高海拔試驗站林旭宏站主任與同仁們的協助，謹此致上最高謝意。

引用文獻

- Bamos, F. A. 2000. Nymphalid butterfly communities in an Amazonian forest fragment. *J. Res. Lepid.* 35: 29-41.
- Barlow J., W. L. Overall, I. S. Araujo, T. A. Gardner, and C. A. Peres. 2007. The value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding butterflies in the Brazilian Amazon. *J. Appl. Ecol.* 44: 1001-1012.
- Bergman, K. O., J. Askling, O. Ekberg, H. Ignell, H. Wahlman, and P. Milberg. 2004. Landscape effects on butterfly assemblages in an agricultural region. *Ecography* 27: 619-628.
- Bobo, K. S., M. Waltert, H. Fermon, J. Njokagbor, and M. Mühlenberg. 2006. From forest to farmland: butterfly diversity and habitat associations along a gradient of forest conversion in Southwestern Cameroon. *J. Insect Conserv.* 10: 29-42.
- Bossart, J. L., E. O. Frimpong, S. Kuudaar, and E. Nkrumah. 2006. Richness, abundance and complementarity of fruit-feeding butterfly species in relict

- sacred forests and forest reserves of Ghana. *Biodiv. Conserv.* 15: 333-359.
- Caldas, A., and R. K. Robbins.** 2003. Modified pollard transects for assessing tropical butterfly abundance and diversity. *Biol. Conserv.* 111: 211-219.
- Caldecott, J. O., M. D. Jenkins, T. H. Johnson, and B. Groombridge.** 1996. Priorities for conserving global species richness and endemism. *Biodiv. Conserv.* 5: 699-727.
- Chen, J. J.** 1996. Studies on Butterfly Community at the Butterfly Park in Taipei Zoo. MSc Thesis, National Taiwan University, Taipei. (in Chinese)
- Chen, J. J., and Y. I. Chu.** 1994. A research in butterfly communities and habitat management. *Taipei Zoo Bull.* 6: 17-25. (in Chinese)
- Chen, M. L.** 1991. A Study on the Relationship of Butterfly Composition and its Habitat Vegetation. MSc Thesis, National Taiwan University, Taipei. (in Chinese)
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick.** 2001. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. 1st. Plymouth Marine Laboratory, UK.
- Colwell, R. K.** 2003. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 7.5 User's Guide and Application. <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Devries, P. J., and T. R. Walla.** 2001. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biol. J. Linn. Soc.* 74: 1-15.
- Dorthe, V., H. S. Christian, S. D. Ingole, B. Damayanti, and T. Teja.** 2005. The distribution of tropical secondary forest fragments to the conservation of fruit-feeding butterflies: effects of isolation and age. *Biodiv. Conserv.* 14: 3577-3592.
- Fermon, H., M. Waltert, and M. Mühlenberg.** 2003. Movement and vertical stratification in tropical fruit feeding butterflies. *J. Insect Conserv.* 7: 7-19.
- Fermon, H., M. Waltert, T. B. Larsen, U. Dall'Asta, and M. Mühlenberg.** 2000. Effects of forest management on diversity and abundance of fruit-feeding nymphalid butterflies in south-eastern Côte d'Ivoire. *J. Insect Conserv.* 4: 173-189.
- Ho, J. Z.** 2008. Long term monitoring of biodiversity and management of ESRI experimental stations. pp. 451-480. *In*: X. Y. Tang, eds. Technical Reports of Endemic Species Research Institute. Council of Agriculture. R.O.C. (in Chinese)
- Ho, T. C.** 2006. Long term monitoring of biodiversity and management of ESRI experimental stations. pp. 686-673. *In*: Y. S. Ho, eds. Technical Reports of Endemic Species Research Institute. Council of Agriculture. R.O.C. (in Chinese)
- Keller, G. S., and R. H. Yahner.** 2002.

- Butterfly communities in two Pennsylvania national parks. *Northeastern Naturalist* 9: 235-242.
- Kitahara, M.** 2004. Butterfly community composition and conservation in and around a primary woodland of Mount Fuji, central Japan. *Biodiv. Conserv.* 13: 917-1042.
- Kitahara, M., and K. Sei.** 2002. A comparison of the diversity and structure of butterfly communities in semi-natural and human-modified grassland habitats at the foot of Mt. Fuji, central Japan. *Biodiv. Conserv.* 10: 331-351.
- Kitahara, M., and M. Watanabe.** 2003. Diversity and rarity hotspots and conservation of butterfly communities in and around the Aokigahara woodland of Mount Fuji, central Japan. *Ecol. Res.* 18: 503-522.
- Konvicka, M., M. Maradova, J. Benes, Z. Fric, and P. Kapka.** 2003. Uphill shift in distribution of butterflies in the Czech Republic: effects of changing climate detected on a regional scale. *Global Ecol. Biogeogr.* 12: 403-410.
- Kovach, W. L.** 1999. MVSP-Multi-Variate Statistical Package for window, Version 3.1 Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK.
- Krebs, C. J.** 1999. *Ecological Methodology.* Harper and Raw, Publishers, New York.
- Lai, K. S.** 2002. *Plants of Mt. Hohuan (II).* Endemic Species Research Institute, Council of Agriculture. R.O.C. (in Chinese)
- Lande, R., P. J. DeVries, and T. R. Walla.** 2000. When species accumulation curves intersect: implication for ranking diversity using small samples. *Oikos* 89: 601-605.
- Liaw, R. T.** 1997. *The Relationship Between Vegetation and Butterfly Fauna at Gandaushi Forest Ecosystem.* MSc Thesis, National Chung-Hsing University, Taichung. (in Chinese)
- Lin, Y. S., and J. T. Chao.** 1998. Maintaining biological diversity and promoting sustainable resources. pp. 14-23. *In:* Y. S. Lin, eds. *Conference on Biological Diversity Technology.* Council of Agriculture, R.O.C. (in Chinese)
- Lu, C. C.** 1999. *Study on Diversity of Butterflies Among Heterogeneous Lowland Forest Types of Taiwan.* MSc Thesis, National Changhua University of Education, Changhua. (in Chinese)
- Lue, K. Y.** 1999. How to select the hotspots of biodiversity. pp. 159-165. *In:* Y. S. Lin, eds. *Conference of 1999 Biodiversity.* Council of Agriculture, R.O.C. (in Chinese)
- Magurran, A. E.** 1988. *Ecological Diversity and its Measurement.* Princeton University Press, Princeton.
- Margalef, R.** 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acda. Arts Sci.* 44: 211-235.

- Molleman, F., A. Kop, P. M. Brakefield, P. J. Devries, and B. J. Zwaan.** 2006. Vertical and temporal patterns of biodiversity of fruit-feeding butterflies in a tropical forest in Uganda. *Biodiv. Conserv.* 15: 107-121.
- Nishinaka, Y., and I. Minoru.** 2006. Effects of experimental mowing on species diversity and assemblage structure of butterflies in a coppice on Mt. Mikusa, northern Osaka, central Japan. *Trans. Lipid. Soc.* 57(3): 202-216.
- Pollard, E., and T. J. Yates.** 1993. *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation.* Chapman and Hall, London.
- Sawchik, J., M. Dufrière, and P. Lebrun.** 2003. Estimation of habitat quality based on plant community, and effects of isolation in a network of butterfly habitat patches. *Acta Oecol.* 24: 25-33.
- Scalercio, S.** 2007. Multi-scale analysis of butterfly diversity in a Mediterranean mountain landscape: mapping and evaluation of community vulnerability. *Biodiv. Conserv.* 16: 3463-3479.
- Schultz, C. B., and K. M. Dlugosch.** 1999. Nectar and hostplant scarcity limit populations of an endangered Oregon butterfly. *Oecologia* 119: 231-238.
- Soberon, J., and J. Llorente.** 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.* 7: 480-488.
- Sreekumar, P. G., and M. Balakrishnan.** 2001. Habitat and altitude preferences of butterflies in Aralam Wildlife Sanctuary, Kerala. *Trop. Ecol.* 42(2): 277-281.
- Sun, M. S.** 2009. *Species-Diversity Patterns and Potential Indicators of Butterfly at Different Elevations in Taroko National Park.* MSc Thesis, National Taiwan Normal University, Taipei. (in Chinese)
- Sun, M. S., C. C. Lu, C. J. Chen, C. H. Lin, C. K. Wang, and Y. F. Hsu.** 2007. Studies on insect communities in Taroko National Park. *J. Natil. Park* 17(1): 33-51. (in Chinese)
- Systat Software, Inc.** 2004. *SigmaPlot for Windows version 9.01.* Systat Software, Inc.
- Ter Braak, I. T.** 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.
- Tsai, C. Y., M. Y. Chen, E. L. Chen, and W. M. Chen.** 2006. Vegetation classification and mapping of Piluchi watershed. *Quart. J. Forest Res.* 28(3): 1-16. (in Chinese)
- Tsai, S. D., J. T. Yang, and F. L. Feng.** 1998. Study on the insect resource inventory and monitoring using moth trap in the Northeast Coast National Scenic Area. *Quart. J. Forest Res.* 20(2): 51-64. (in Chinese)
- Walther, G., E. Post, P. Convey, A. Menzel, C. Parmesan, T. J. C. Beebee, J. Fromentin, O. Hoegh-Gulberg, and K. F. Bairlein.** 2002. Ecological responses

- to recent climate change. *Nature* 416: 389-395.
- Yamanaka, M.** 1971. Distribution of Formosan butterflies (1). *Tyô to Ga* 22: 115-191. (in Japanese)
- Yamanaka, M.** 1972. Distribution of Formosan butterflies (2). *Tyô to Ga* 23: 1-48. (in Japanese)
- Yamanaka, M.** 1973. Distribution of Formosan butterflies (3). *Tyô to Ga* 23: 1-31. (in Japanese)
- Yamanaka, M.** 1974. Distribution of Formosan butterflies (4). *Tyô to Ga* 25: 1-60. (in Japanese)
- Yamanaka, M.** 1975. Distribution of Formosan butterflies (5). *Tyô to Ga* 26: 1-100. (in Japanese)
- Yamanaka, M.** 1980. Distribution of Formosan butterflies (6). *Tyô to Ga* 30: 1-143. (in Japanese)
- Yang, P. S.** 1993. Study on the Resource of Insect in the High Altitude Mountain Area. Taroko National Park, Fualien.
- Yang, P. S., and H. Y. Lee.** 2004. Investigation of Biodiversity for the Important Habitats of Butterflies in Taiwan. Council of Agriculture, R.O.C. (in Chinese)
- Yang, Y. L., and P. S. Yang.** 2008. Butterfly diversity and abundance in relation to environmental factors in the Nan-San river basin. *Endemic Species Research* 10: 45-72. (in Chinese)

收件日期：2010年9月21日

接受日期：2010年12月24日

No.	Chinese name	Scientific name	Sp*
	弄蝶科	Hesperiidae	
	大弄蝶亞科	Coeliadinae	
1	台灣絨毛弄蝶 ^{bd}	<i>Hasora taminatus vairacana</i> Fruhstorfe, 1911	
	花弄蝶亞科	Pyrginae	
2	姬黃紋弄蝶 ^b	<i>Celaenorrhinus kurosawai</i> Shirozu, 1960	◎
3	蓬萊小黃紋弄蝶 ^b	<i>Celaenorrhinus pulomaya formosanus</i> Fruhstorfer, 1909	
4	白鬚小黃紋弄蝶 ^e	<i>Celaenorrhinus ratna</i> Fruhstorfer, 1908	
	弄蝶亞科	Hesperiinae	
5	狹翅黃星弄蝶 ^a	<i>Ampittia virgata myakei</i> Matsumura, 1910	
6	玉山黃斑弄蝶 ^e	<i>Ochlodes niitakanus</i> (Sonan, 1936)	
7	尖翅褐弄蝶 ^b	<i>Pelopidas agna</i> (Moore, 1866)	
	鳳蝶科	Papilionidae	
	鳳蝶亞科	Papilioninae	
8	曙鳳蝶 ^{abcd}	<i>Atrophaneura horishana</i> (Matsumura, 1910)	◎
9	大紅紋鳳蝶 ^{abdef}	<i>Byasa polyeuctes termessus</i> (Fruhstorfer, 1908)	
10	斑鳳蝶 ^d	<i>Chilasa agestor matsumurae</i> (Fruhstorfer, 1909)	
11	寬青帶鳳蝶 ^{abe}	<i>Graphium cloanthus kuge</i> (Fruhstorfer, 1908)	
12	青斑鳳蝶 ^{be}	<i>Graphium doson postianus</i> (Fruhstorfer, 1908)	
13	青帶鳳蝶 ^{bde}	<i>Graphium sarpedon connectens</i> (Fruhstorfer, 1906)	
14	烏鴉鳳蝶 ^a	<i>Papilio bianor thrasymedes</i> Fruhstorfer, 1909	
15	無尾白紋鳳蝶 ^e	<i>Papilio castor formosanus</i> Rothschild, 1896	
16	白紋鳳蝶 ^e	<i>Papilio helenus fortunius</i> Fruhstorfer, 1908	
17	雙環鳳蝶 ^{abdef}	<i>Papilio hopponis</i> Matsumura, 1907	◎
18	玉帶鳳蝶 ^b	<i>Papilio polytes pasikrates</i> Fruhstorfer, 1908	
19	黑鳳蝶 ^a	<i>Papilio protenor</i> Cramer, 1775	
20	台灣鳳蝶 ^{abe}	<i>Papilio taiwanus</i> Rothschild, 1898	◎
21	昇天鳳蝶 ^e	<i>Pazala eurous asakurae</i> (Matsumura, 1908)	
	粉蝶科	Pieridae	
	粉蝶亞科	Pierinae	
22	高山粉蝶 ^{abe}	<i>Aporia agathon moltrechti</i> (Oberthur, 1909)	
23	雲紋粉蝶 ^b	<i>Appias indra aristoxemus</i> Fruhstorfer 1908	
24	台灣粉蝶 ^{abcde}	<i>Appias lyncida formosana</i> (Wallace, 1866)	
25	淡紫粉蝶 ^c	<i>Cepora nandina eunama</i> (Fruhstorfer, 1903)	
26	黑脈粉蝶 ^c	<i>Cepora nerissa cibyra</i> (Fruhstorfer, 1910)	
27	麻斑粉蝶 ^{be}	<i>Delias lativitta formosana</i> Matsumura, 1909	
28	韋氏麻斑粉蝶 ^b	<i>Delias wilemani</i> Jordan, 1925	
29	端紅蝶 ^{abce}	<i>Hebomoia glaucippe formosana</i> Fruhstorfer, 1908	
30	雌白黃蝶 ^b	<i>Ixias pyrene insignis</i> Butler, 1879	
31	黑點粉蝶 ^c	<i>Leptosia nina niobe</i> (Wallace, 1866)	
32	台灣紋白蝶 ^{abcd}	<i>Pieris canidia</i> (Sparrman, 1768)	
33	紋白蝶 ^{bf}	<i>Pieris rapae crucivora</i> Boisduval, 1836	
34	斑粉蝶 ^{abde}	<i>Prioneris thestylis formosana</i> Fruhstorfer, 1908	
	黃粉蝶亞科	Coliadinae	
35	銀紋淡黃蝶 ^b	<i>Catopsilia pomona</i> (Fabricius, 1775)	

附錄 (續)
Appendix. (continued)

No.	Chinese name	Scientific name	Sp*
36	水青粉蝶 ^c	<i>Catopsilia pyranthe</i> (Linnaeus, 1758)	
37	江崎黃蝶 ^{ae}	<i>Eurema alitha esakii</i> Shirozu, 1953	
38	台灣黃蝶 ^{abd}	<i>Eurema blanda arsakia</i> (Fruhstorfer, 1910)	
39	星黃蝶 ^c	<i>Eurema brigitta hainana</i> (Moore, 1878)	
40	荷氏黃蝶 ^{bc}	<i>Eurema hecabe</i> (Linnaeus, 1758)	
41	紅點粉蝶 ^{abdc}	<i>Gonepteryx amintha formosana</i> (Fruhstorfer, 1908)	
42	小紅點粉蝶 ^{abdcld}	<i>Gonepteryx taiwana</i> Paravicini, 1913	◎
小灰蝶科		Lycaenidae	
灰蝶亞科		Lycaeninae	
43	紅邊黃小灰蝶 ^c	<i>Heliophorus ila matsumurae</i> (Fruhstorfer, 1908)	
翠灰蝶亞科		Theclinae	
44	長尾小灰蝶 ^c	<i>Araragi enthea morisonensis</i> M. Inoue, 1942	
45	紫燕蝶 ^b	<i>Arhopala bazalus turbata</i> (Butler, 1881)	
46	銀帶三尾小灰蝶 ^c	<i>Catapaecilma major moltrechti</i> (Wileman, 1908)	
47	台灣綠小灰蝶 ^b	<i>Chrysozephyrus disparatus pseudotaiwanus</i> (Howarth, 1957)	
48	江崎綠小灰蝶 ^{abc}	<i>Chrysozephyrus esakii</i> (Sonan, 1940)	
49	玉山綠小灰蝶 ^{bd}	<i>Chrysozephyrus kabura niitakanus</i> (Kano, 1928)	
50	寬邊綠小灰蝶 ^{ce}	<i>Neozephyrus taiwanus</i> (Wileman, 1908)	◎
51	淡紫小灰蝶 ^c	<i>Rapala caerulea liliacea</i> Nire, 1920	
52	平山小灰蝶 ^c	<i>Rapala nissa hirayamana</i> Matsumura, 1926	
53	高砂小灰蝶 ^c	<i>Rapala takasagonis</i> Matsumura, 1929	◎
54	墾丁小灰蝶 ^{bc}	<i>Rapala varuna formosana</i> Fruhstorfer, 1911	
55	褐底青小灰蝶 ^a	<i>Tajuria caerulea</i> Nire, 1920	◎
56	漣紋小灰蝶 ^c	<i>Tajuria illurgis tattaka</i> (Araki, 1949)	
57	玉山長尾小灰蝶 ^{ce}	<i>Teratozephyrus yugaii</i> (Kano, 1928)	◎
58	阿里山長尾小灰蝶 ^b	<i>Teratozephyrus arisanus</i> (Wileman, 1909)	
59	翅底三線小灰蝶 ^b	<i>Wagimo insularis</i> Shirozu, 1957	
藍灰蝶亞科		Polyommatainae	
60	台灣琉璃小灰蝶 ^a	<i>Acytolepis puspa myla</i> (Fruhstorfer, 1909)	
61	埔里琉璃小灰蝶 ^{abc}	<i>Celastrina lavendularis himilcon</i> (Fruhstorfer, 1909)	
62	阿里山琉璃小灰蝶 ^{abcde}	<i>Celastrina oreas arisana</i> (Matsumura, 1910)	
63	白紋琉璃小灰蝶 ^{bd}	<i>Celatoxia marginata</i> Niceville, 1884	
64	白波紋小灰蝶 ^{cde}	<i>Jamides alecto dromicus</i> Fruhstorfer, 1910	
65	琉璃波紋小灰蝶 ^{abc}	<i>Jamides bochus formosanus</i> Fruhstorfer, 1909	
66	波紋小灰蝶 ^{bc}	<i>Lampides boeticus</i> (Linnaeus, 1767)	
67	淡青雀斑小灰蝶 ^{ac}	<i>Phengaris atroguttata formosana</i> (Matsumura, 1926)	
68	白雀斑小灰蝶 ^c	<i>Phengaris daitozana</i> Wileman, 1908	◎
69	姬波紋小灰蝶 ^{abe}	<i>Prosotas nora formosana</i> (Fruhstorfer, 1916)	
70	台灣棋石小灰蝶 ^c	<i>Shijimia moorei</i> (Leech, 1889)	
71	埔里波紋小灰蝶 ^b	<i>Nacaduba kurava thersia</i> Fruhstorfer, 1916	
72	台灣黑燕蝶 ^c	<i>Tongeia hainani</i> (Bethune-Baker, 1914)	◎
73	白斑琉璃小灰蝶 ^{abc}	<i>Udara albocaerulea</i> (Moore, 1879)	
74	達邦琉璃小灰蝶 ^{bce}	<i>Udara dilecta</i> (Moore, 1879)	

No.	Chinese name	Scientific name	Sp*
	蛺蝶科	Nymphalidae	
	長鬚蝶亞科	Lybytheinae	
75	長鬚蝶 ^{ab}	<i>Libythea celtis formosana</i> Fruhstorfer, 1909	
	斑蝶亞科	Danainae	
76	黑脈樺斑蝶 ^{be}	<i>Danaus genutia</i> (Cramer, 1779)	
77	圓翅紫斑蝶 ^{bde}	<i>Euploea eunice hobsoni</i> (Butler, 1877)	
78	紫端斑蝶 ^{abe}	<i>Euploea mulciber barsine</i> Fruhstorfer, 1904	
79	斯氏紫斑蝶 ^{abd}	<i>Euploea sylvester swinhoei</i> Wallace & Moore, 1866	
80	小紫斑蝶 ^{bd}	<i>Euploea tulliolus koxinga</i> Fruhstorfer, 1908	
81	琉球青斑蝶 ^{abcde}	<i>Ideopsis similis</i> (Linnaeus, 1758)	
82	姬小紋青斑蝶 ^e	<i>Parantica aglea maghaba</i> (Fruhstorfer, 1909)	
83	青斑蝶 ^{abdf}	<i>Parantica sita nipponica</i> (Moore 1883)	
84	小青斑蝶 ^{abe}	<i>Parantica swinhoei</i> (Moore, 1883)	
85	淡紋青斑蝶 ^{bc}	<i>Tirumala limniace</i> (Cramer, 1775)	
86	小紋青斑蝶 ^{bd}	<i>Tirumala septentrionis</i> (Butler, 1874)	
	毒蝶亞科	Heliconiinae	
87	綠豹斑蝶 ^{cd}	<i>Argynnis paphia formosicola</i> Matsumura, 1927	
88	黑端豹斑蝶 ^{ce}	<i>Argyreus hyperbius</i> (Linnaeus, 1763)	
89	台灣黃蛺蝶 ^b	<i>Cupha erymanthis</i> (Drury, 1773)	
90	紅擬豹斑蝶 ^c	<i>Phalanta phalantha</i> (Drury, 1773)	
	蛺蝶亞科	Nymphalinae	
91	琉球紫蛺蝶 ^{ce}	<i>Hypolimnas bolina kezia</i> (Butler, 1877)	
92	雌紅紫蛺蝶 ^c	<i>Hypolimnas misippus</i> (Linnaeus, 1764)	
93	孔雀蛺蝶 ^c	<i>Junonia almana</i> (Linnaeus, 1758)	
94	黑擬蛺蝶 ^{ae}	<i>Junonia iphita</i> (Cramer, 1779)	
95	眼紋擬蛺蝶 ^{ce}	<i>Junonia lemonias aenaria</i> Tsukada & Kaneko, 1985	
96	孔雀青蛺蝶 ^c	<i>Junonia orithya</i> (Linnaeus, 1758)	
97	枯葉蝶 ^a	<i>Kallima inachis formosana</i> Fruhstorfer, 1912	
98	琉璃蛺蝶 ^{abcde}	<i>Kaniska canace drilon</i> (Fruhstorfer, 1908)	
99	緋蛺蝶 ^{abde}	<i>Nymphalis xanthomelas formosana</i> (Matsumura, 1925)	
100	白鑷紋蛺蝶 ^{abce}	<i>Polygonia c-album asakurai</i> Nakahara, 1920	
101	姬黃三線蝶 ^e	<i>Symbrenthia hypselis scatinia</i> Fruhstorfer, 1908	
102	黃三線蝶 ^{ade}	<i>Symbrenthia lilaea formosanus</i> Fruhstorfer, 1908	
103	姬紅蛺蝶 ^{de}	<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	
104	紅蛺蝶 ^{abcde}	<i>Vanessa indica</i> (Herbst, 1794)	
	線蛺蝶亞科	Limnitiinae	
105	台灣單帶蛺蝶 ^{be}	<i>Athyma cama zoroastes</i> (Butler, 1877)	
106	寬帶三線蝶 ^b	<i>Athyma jina sauteri</i> (Fruhstorfer, 1912)	
107	白三線蝶 ^c	<i>Athyma perius</i> (Linnaeus, 1758)	
108	小單帶蛺蝶 ^{ade}	<i>Athyma selenophora laela</i> (Fruhstorfer, 1908)	
109	琉球三線蝶 ^c	<i>Neptis hylas lulculenta</i> Fruhstorfer, 1907	
110	泰雅三線蝶 ^{ae}	<i>Neptis soma tayalina</i> Murayama & Shimonoya, 1968	
	絲蛺蝶亞科	Cyrestinae	
111	石牆蝶 ^{be}	<i>Cyrestis thyodamas formosana</i> Fruhstorfer, 1898	
112	流星蛺蝶 ^a	<i>Dichorragia nesimachus formosanus</i> Fruhstorfer, 1909	

附錄 (續)
Appendix. (continued)

No.	Chinese name	Scientific name	Sp*
	絹蚬蝶亞科	Calinaginae	
113	黃領蚬蝶 ^c	<i>Calinaga buddha formosana</i> Fruhstorfer, 1908	
	蛇目蝶亞科	Satyrinae	
114	紫蛇目蝶 ^c	<i>Elymnias hypermnestra hainana</i> Moore, 1878	
115	深山蔭蝶 ^a	<i>Lethe christophi hanako</i> Fruhstorfer, 1908	
116	深山玉帶蔭蝶 ^{abd}	<i>Lethe insana formosana</i> Fruhstorfer, 1908	
117	大玉帶黑蔭蝶 ^{ab}	<i>Lethe mataja</i> Fruhstorfer, 1908	
118	玉帶黑蔭蝶 ^a	<i>Lethe verma cintamani</i> Fruhstorfer, 1848	
119	永澤蛇目蝶 ^{abcdef}	<i>Minois nagasawae</i> (Matsumura, 1906)	◎
120	白色黃斑蔭蝶 ^{bd}	<i>Neope arandii lacticolora</i> (Fruhstorfer, 1908)	
121	台灣黃斑蔭蝶 ^e	<i>Neope bremeri taiwana</i> Matsumura, 1919	
122	阿里山黃斑蔭蝶 ^{abd}	<i>Neope pulaha didia</i> Fruhstorfer, 1909	
123	台灣小波紋蛇目蝶 ^c	<i>Ypthima akragas</i> Fruhstorfer, 1911	◎
124	白尾黑蔭蝶 ^{abcde}	<i>Zophoessa dura neoclides</i> (Fruhstorfer, 1909)	
125	玉山蔭蝶 ^{abcdef}	<i>Zophoessa niitakana</i> (Matsumura, 1906)	◎

^a Butterflies found in this study; ^b Ho (2006, 2008); ^c Yamanaka (1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1980); ^d Sun (2009); ^e Yang (1993); ^f Yang and Lee (2001); ◎: Endemic species of Taiwan.

Composition and Characteristics of Butterfly Communities in Different Types of Habitat on Hohuanshan

Yu-Chuan Chiu^{1,2}, Huai-Sheng Fang¹, and Fu-Hsiung Hsu^{2*}

¹ Endemic Species Research Institute, Nantou County, Taiwan

² Department of Biological Resources, National Chiayi University, Chiayi City, Taiwan

ABSTRACT

In order to understand the relationships among the species richness, the communities and the different habitats of the butterflies on Hohuanshan in central Taiwan, we surveyed the number of butterflies in each species in six different types of habitat from January to December 2006. A total of 1,181 butterflies belonging to 51 species and 5 families were recorded. Among them, the Nymphalidae were the best represented, accounting for 47% of the species and 89.6% of the total number of the butterflies. The butterfly community in the farm land (FL) had the highest species richness and Shannon-Wiener diversity indexes. On the other hand, in the habitat of the Taiwan fir forest (TF) only 13 species of butterflies were recorded. This means that human activity did not reduce the species richness of butterflies, but that there might be differences between the different components of a community. The results of the cluster analysis indicated that there were three clusters of butterfly communities that were influenced by environmental factors, including altitudes, types of habitat and geographical distances.

Key words: Hohuanshan, butterfly community, species richness, cluster analysis

* Corresponding email: richbear@mail.ncyu.edu.tw