

中文摘要

位於大武地區佔地約 2.7 公頃的斑蝶越冬棲息地，於每年冬天會有許多紫斑蝶屬 (*Euploea* spp.) 與青斑蝶屬 (*Tirumala* spp.) 群集越冬，是目前台灣已知最大的斑蝶越冬棲息地。本研究自 2004 年至 2008 年間的冬季，調查與分析越冬斑蝶的生態與行為。結果顯示：越冬斑蝶的群聚組成，會隨著時間的不同而改變，其中 2004-2005 年和 2005-2006 年冬季以斯氏紫斑蝶 (*E. sylvester swinhoei*) 最優勢，2006-2007 年冬季以小紋青斑蝶 (*T. septentrionis*) 最優勢，2007-2008 年冬季以小紫斑蝶 (*E. tulliolus koxinga*) 最優勢。在性別比方面，越冬棲息地內不論哪一個蝶種都是以雌性個體居多。在越冬斑蝶群聚數量部分，每年的群聚數量不同，2004-2005 年冬季群聚數量最多時達 322,206 隻，2005-2006 年冬季群聚數量最多時達 414,717 隻，2006-2007 年冬季群聚數量最多時達 99,948 隻。不同蝶種進入越冬棲息地的蝶種順序分別為小紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、端紫斑蝶 (*E. mulciber barsine*) 和小紋青斑蝶。此外，從越冬斑蝶翅膀受損程度來看，四種紫斑蝶中斯氏紫斑蝶和圓翅紫斑蝶可能是涉及較遠距離移動的蝶種。在覓食行為方面，青斑蝶屬覓食活動時間較紫斑蝶屬長。但若有遷移行為發生，則多數個體會在上午十點半前完成覓食行為。吸水行為主要發生在上午 9:00 至 10:00 間，雌雄個體均需要吸水。在越冬斑蝶死亡的研究方面，斑蝶死亡數量與溫度有明顯相關，溫度越低死亡數量越多。而斑蝶死亡個體的空間分佈則會依越冬時期的不同，呈水平的豐度分布。此外，紫斑蝶在森林中每日會作上下的移動，夜間則棲息在森林中層 (約 6 公尺左右)，主要是夜間該森林層的溫度較高之故。在春季遷移的研究方面，當斑蝶離開越冬棲地時，會循著東部或西部海岸一路北移，最遠可到達台北地區。

英文摘要

An area of about 2.7 ha at Dawu (Taitung) where several species of *Euploea* and *Tirumala* danaine butterflies form a massive overwintering assemblage in every winter is known as the largest danaine butterflies overwintering site in Taiwan. From the winter of 2004 to 2008, we studied and analyzed the ecology and behaviour of overwintering danaine. The result indicates that the composition of the overwintering butterfly community varied with time. Among the species involving the assemblage, *E. sylvester swinhoei* and *E. eunice hobsoni* were predominant over other species from the winter of 2004-2006. *T. septentrionis* was the most superiority species than the other overwintering butterflies from the winter of 2006 to 2007 and *E. tulliolus koxinga* was the most one from the winter of 2007 to 2008. At the overwintering site a significant sex ratio bias that female occupied more than male was observed among all overwintering butterflies. The individual number of whole assemblage was respectively 322,206, 414,717 and 99,948 from 2004 to 2007. We found that different species might reach to the site at different time, and *E. tulliolus koxinga* seemed to appear first, then it was followed by *E. sylvester swinhoei*, *E. eunice hobsoni*, *E. mulciber barsine* and *T. septentrionis*. Analysis of wing flight morphology suggested that *E. sylvester swinhoei* and *E. eunice hobsoni* might have performed longer distance migration than other species. Collecting nectar activity of *Tirumala* was longer than *Euploea*. Behavior of absorbing water came about 9:00 am to 10:00 am and the female and male individual needed to absorb water. In the death factors of overwintering danaine butterflies, there is a close connection between number of death individuals and temperature. Death individuals were more when lower temperature. According to the different overwintering time, the spatial pattern of death individual's abundance was horizontal distribution in the overwintering habitat. *Euploea* can make every day in the forest the

migration, perches at night in the forest intermediate deck (approximately about 6 m), therefore mainly is at night this forest level temperature high. On the basis of spring migration, danaine butterflies migrate to the north of Taiwan along East or West Coast when they emigrate from the overwintering habitat. The north of migratory danaine butterflies is able to be Taipei area.

一、前言

台灣位居亞熱帶，是蝴蝶資源相當豐富的地方，在三萬六千平方公里的範圍內，蘊含著四百餘種的蝴蝶（徐, 2006），堪稱世界上蝴蝶密度相當高的地區。在台灣所紀錄的四百餘種的蝴蝶中，紫斑蝶屬 (*Euploea* spp.) 與青斑蝶屬 (*Tirumala* spp.) 是一群特殊的蝴蝶，牠們具有越冬與集體移動的生態現象，此與美洲大樺斑蝶 (monarch butterfly, *Danaus plexippus*) 之行為模式相類似。每年秋末冬初，會集體聚集至台灣南部溫暖的棲息地中度過冬天，並在隔年春天離開越冬棲息地。這些以紫斑蝶屬為主的越冬棲息地，過去被台灣蝴蝶研究者通稱為「紫蝶幽谷」(陳, 1977b)。有關台灣的斑蝶群聚越冬現象，在 1970 年代才被正式報導 (陳, 1977a; 濱野, 1987)。然而，至目前為止有關台灣越冬斑蝶的生物學研究所知仍相當有限，僅零星幾篇文獻曾針對越冬蝴蝶進行生態現象與脂肪體累積等生理現象的初步描述 (Ishii & Matsuka, 1990; Wang & Emmel, 1990; 李及王, 1997; 趙等, 2007)，其中 Ishii & Matsuka (1990) 指出台灣斑蝶越冬棲息地的特殊性在於蝴蝶組成是由多種斑蝶混棲，與美洲大樺斑蝶由單種蝴蝶組成的情形不同。多種斑蝶群集越冬的現象同樣出現在澳洲北部 (Scheermeyer, 1993) 地區。由於台灣斑蝶越冬棲息地聚集的越冬種類繁多，使得在生態現象複雜度上，遠高於美洲的大樺斑蝶。因此，若要有效的保育這群斑蝶，首先須了解這群斑蝶的生態現象，才能擬定符合需求的保護策略。本計劃以林務局台東林區管理處大武苗圃地區為研究地，進行為期三年的生態調查與研究。本報告為三年研究的總成果報告，期望透過本研究的成果，了解越冬斑蝶的生態習性，並由此提出生態保育的初步構想。

二、文獻回顧

目前已知以成蟲形態群體聚集越冬的蝴蝶中，最廣為人知的種類就是聚集在墨西哥中部和加州海岸地區越冬的大樺斑蝶 (Brower, 1995)。除了大樺斑蝶以外，其他斑蝶類也可能出現類似的生態行為，澳洲的幻紫斑蝶 (*E. core corinna* (Macleay)) 就是其中的代表蝶種之一 (Williams, 1958; Urquhart, 1960; Kitching & Zalucki, 1981; Ackery & Vane-Wright, 1984)；但上述報告大多數都僅限於越冬現象的描述。Scheermeyer (1987; 1993) 針對三種越冬斑蝶南方淡紋青斑蝶 (*T. hamata hamata* (Macleay))、小紫斑蝶 (*E. tulliolus tulliolus* (Fabricius)) 和幻紫斑蝶的生態則有較詳盡的研究。由於 *Tirumala* 和 *Euploea* 這兩屬的斑蝶與台灣群聚越冬的斑蝶類似，對於台灣研究越冬斑蝶來說，具有相當重要的參考價值。

大樺斑蝶是越冬生態研究較詳細的種類。每年十月前後廣佈在北美洲的大樺斑蝶，以落磯山脈為界分為東西兩個族群，循著數條固定的路線沿著山脈或海岸線，分別到加州、佛羅里達州及墨西哥中部的一些特定山谷中越冬，其飛行距離可達四千公里以上 (Brower, 1985; 1996)。

以墨西哥大樺斑蝶的越冬棲息地來說，多數的棲息地海拔高度在 3,000 公尺以上，但卻聚集了一千萬隻蝴蝶 (Calvert & Brower, 1986)。這些越冬棲息地的樹冠層覆蓋率，是大樺斑蝶棲地選擇的重要因子之一。根據 Anderson & Brower (1996) 的研究，樹冠層的覆蓋率與棲息地內大樺斑蝶的族群量及存活率呈正相關。此外，為了適應寒冷的冬季，在生理與行為上，大樺斑蝶演化出特殊的生態現象。首先，在越冬期間大樺斑蝶會有生殖滯育 (Diapause) 的現象，以避免過度的能量耗損，並藉由越冬期的脂肪累積，作為越冬期間能量的主要來源 (Tuskes & Brower, 1978; Troyer *et al.*, 1996)。此類斑蝶除了天氣良好的早晨會訪花與吸水

外，大部份時間皆靜止不動。Tuskes & Brower (1978) 指出倘若大樺斑蝶越冬棲地的溫度過高，其活動量會增高，甚至在繁殖棲地還不適合其生存的時候，就遷離越冬棲地，導致無法生存。斯氏紫斑蝶在滯育時的新陳代謝率，比生殖活動時期低，二氧化碳的產量生殖滯育時比有生殖活動時低 28% (Canzano *et al.*, 2006)，顯示斑蝶在越冬階段，確實會就由各種生理與行為上的改變，來適應寒冷的冬季。

雖然在生理與行為上的改變，有助於大樺斑蝶適應寒冷的冬季，但大樺斑蝶仍須面對極度低溫的暴風雪。Brower 等人 (2004) 指出暴風雪的溫度和濕度是影響斑蝶死亡的主要原因。Anderson & Brower (1993, 1996) 在探討溫度對大樺斑蝶的死亡的影響時發現：在 -8.1°C 時，有 50% 的大樺斑蝶會因結凍而死亡；在 -15°C 時則全部死亡。若有薄霧籠罩時，則於 -4.4°C 時有 50% 的蝴蝶死亡；而 -7.8°C 時則全部死亡。Larsen & Lee (1994) 進一步證實潮濕會加快蝴蝶結凍的過程，加速蝴蝶的死亡。為了減低低溫對大樺斑蝶的衝擊，Kammer (1971) 指出大樺斑蝶在越冬期間，會隨著溫度不同，以族群移動的方式躲避嚴寒的環境。

大樺斑蝶之死亡，除了低溫與潮溼等環境因子外，天敵也是影響大樺斑蝶死亡的因素之一，其中以鳥類與鼠類是大樺斑蝶最重要的天敵 (Brower & Calvert, 1985; Brower *et al.*, 1985)。在避免天敵捕食方面，當大樺斑蝶在越冬期間遭遇外來干擾時，會利用群舞行為來躲避天敵攻擊 (Tuskes & Brower, 1978; Calvert, 1994)。此外，大樺斑蝶發香鱗所散發的性費洛蒙，具有驅敵的作用 (Kelley *et al.*, 1987)。而從寄主植物所獲得的奮心配醣體 (cardenolides) 可做為化學防禦的物質，藉以避免天敵的攻擊 (Reichstein *et al.*, 1968; Tuskes & Brower, 1978; Malcolm & Brower, 1989; Malcolm, 1991)。不過，奮心配醣體會隨著時間而代謝掉，導致在越冬末期大樺斑蝶被鳥類捕食的機率提高 (Tuskes & Brower, 1978)。

大樺斑蝶越冬末期另一個生理與行為上的改變，為打破生殖滯育與啟動遷移。越冬末期大樺斑蝶會出現頻繁的求偶與交配行為，其觸發機制主要與光週期和溫度的變化有關 (Barker & Herman, 1976)。Oberhauser & Hampton (1995) 進一步證實，大樺斑蝶交尾行為的發生，也是導致生殖滯育結束的關鍵因子。Canzano *et al.* (2003) 研究指出斯氏紫斑蝶生殖滯育的結束，和光週期、濕度、溫度、食草植物等環境因子有關。此外，為達飛翔的溫度，大樺斑蝶會藉由翅膀吸收太陽輻射來提升體內的溫度 (Kammer & Bracci, 1973)。

三、材料與方法

(一) 樣區描述

本研究樣區位於大武溪上游兩條支流（姑子崙溪和茶茶牙頓溪）的會流處（圖 1），海拔高度約 120 公尺。過去在民國五十六年至六十四年間，曾在浸水營區進行約 5000 公頃的林相變更計劃，大武苗圃地區並曾作為管理所暨招待所之用。林相變更後則以白雞油 (*Fraxinus griffithii*) 及麻六甲合歡 (*Albizzia falcata*) 為主要的造林樹種。1975 年之後該地則為森林管理之用，1989 年還有部分民眾至護管所申請森林副產物的使用。根據訪談資料，最近十年間才有民眾較明確的描述該地有大規模的蝴蝶聚集現象。

目前蝶類越冬棲息地範圍約 2.7 公頃左右，蝶類資源豐富（詳如附錄一）。研究樣區座向為谷口朝南。地被植物的部分：樹冠層距地約 12-15 公尺，主要的優勢植物大喬木層為白雞油和麻六甲合歡，小喬木層為黃肉樹 (*Litsea hypophaea* Hayata)、九重吹 (*Ficus nervosa* Heyne ex Roth)、九芎 (*Lagerstroemia subcostata* Koehne) 等，灌叢層為月橘 (*Murraya paniculata* (L.) Jack)、華茜草樹 (*Randia sinensis* (Lour.) Roem. & Schult.)、九節木 (*Psychotria rubra* (Lour.) Poir.)、山柚 (*Champereia manillana* (Blume) Merr.)、土密樹 (*Bridelia tomentosa* Blume) 等，草本層為長穗木 (*Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl)、姑婆芋 (*Alocasia odora* (Lodd.) Spach.)、求米草 (*Oplismenus hirtellus* (L.) P. Beauv.)、台灣鱗球花 (*Lepidagathis fromosensis* C. B. Clarke ex Hayata) 等。此外，在森林破空透光處的底層，佈滿香澤蘭 (*Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob.) 和蔓澤蘭 (*Mikania cordata* (Burm. f.) B. L. Rob.)。整體樣區森林往低海拔榕楠林方向演替。研究樣區植物名錄詳如附錄二。

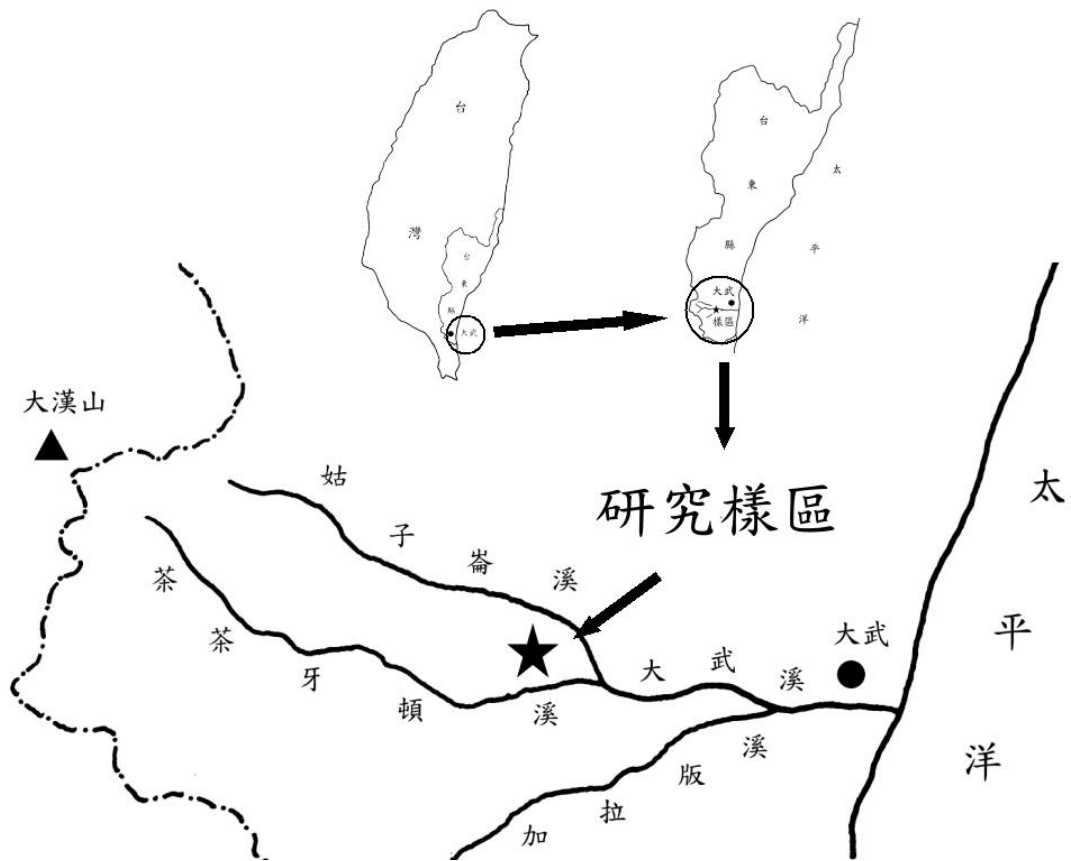


圖 1 大武地區斑蝶類越冬棲息地研究樣區位置圖

氣候方面，從 2004 年 8 月至 2008 年 2 月間的氣候資料（由於斑蝶越冬屬跨年度的行為，因此在氣候資料的呈現上，以夏季為起始點）可以發現，相較於近四年來氣候狀況，2006 年至 2007 年間的氣候偏向高溫乾燥（圖 2；圖 3）。而這種高溫乾燥的環境條件，間接影響樣區內植物生長的情形，致使在灌木層與林冠層的枝葉生長受到影響。

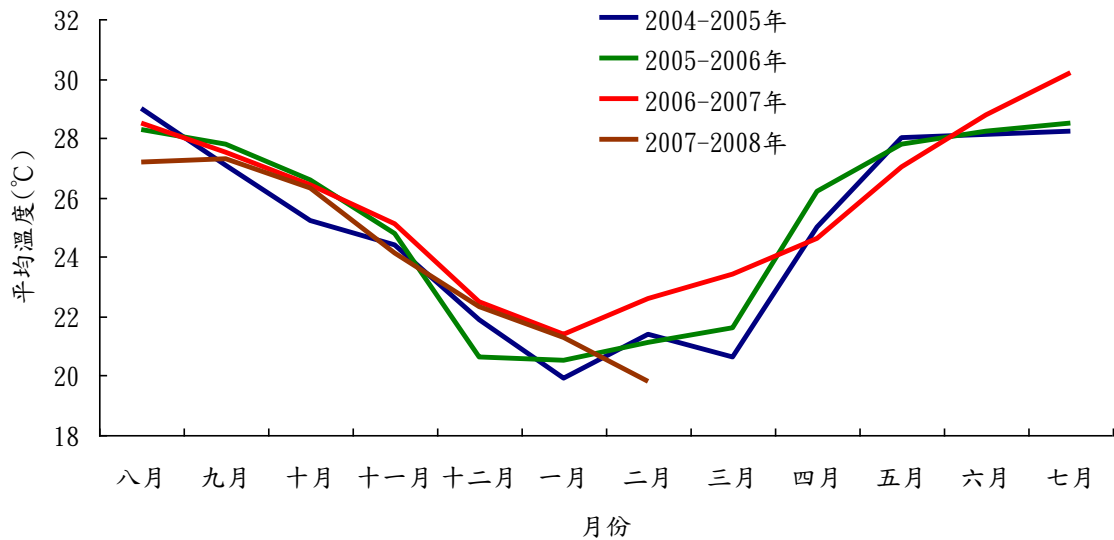


圖 2 2004 年 8 月至 2008 年 2 月大武地區各月份平均溫度

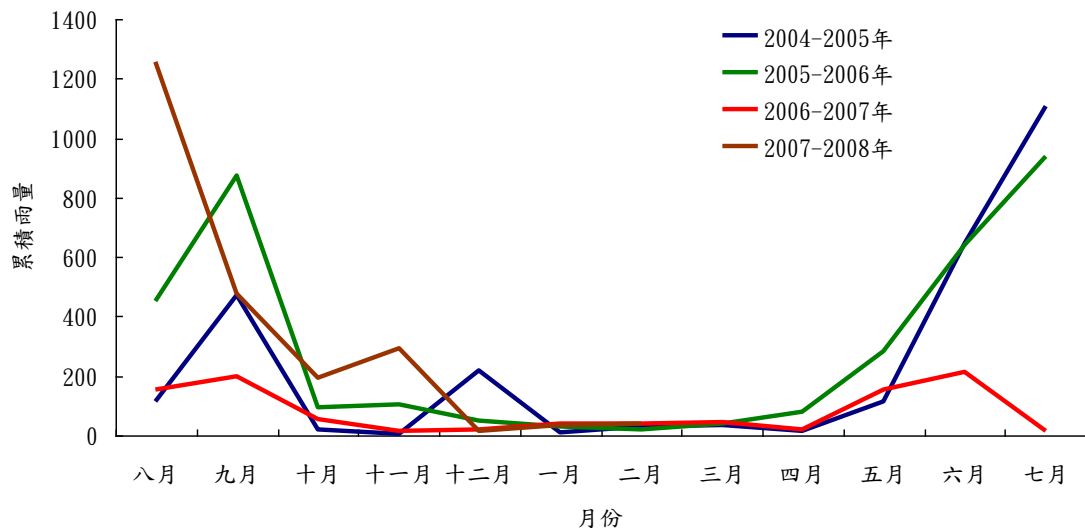


圖 3 2004 年 8 月至 2008 年 2 月大武地區各月份累積雨量

(二) 研究方法

1. 群落結構與數量估算

(1) 調查方法

大量聚集越冬斑蝶的族群估算法，標記再捕捉法 (mark, release, recapture method) 和森林參數法 (Forest parameter method) 是經常被使用的方法 (Calvert, 2004)。標記再捕捉法在越冬斑蝶族群估算上有兩個研究上的限制：首先是再捕率的問題，在墨西哥大樺斑蝶族群估算所作的研究中，每 10,000 隻左

右的捕捉，約有 50-60 隻的再捕率，其再捕率約 0.5% (Calvert, 2004)。本研究的再捕率亦相當低，但與大樺斑蝶不同的是大樺斑蝶的捕捉較容易，兩天的捕捉約可達 10,000 隻以上的標記數量，然而，在大武一天最高標記的數量也未達 3,000 隻，在標記數量不足的狀況下，所計算出來的族群數量或許誤差較大。其次，雖然 Jolly-Seber Method 允許被估算族群有遷移、死亡等現象的存在 (Southwood, 1966; Krebs, 1999)，但若被標記的個體有大量遷出或死亡的現象，所計算出來的族群數量可能會偏高。以大武苗圃越冬斑蝶來說，越冬末期前遷入的情形比遷出多，越冬末期遷出的情形比遷入多，此外，在越冬中期的數波寒流，亦造成個體的大量死亡，這些都將會造成族群估算時的誤差。不過就目前所得的族群數量來看，越冬初期族群量逐漸增加，直到越冬末中期達到最高峰，越冬末期則又逐漸減少。因此，雖然說標記再捕法有其族群估算上的缺憾，但就越冬斑蝶來說，仍不失為了解族群量的方法，因此，族群數量估算的工作，可能仍需要繼續進行，以長期掌握該區族群變化的狀況。至於森林參數法的應用方面，由於台灣越冬斑蝶的特性與大樺斑蝶的特性迥異，在活動性上台灣越冬斑蝶明顯高於大樺斑蝶，因此利用各別樹冠與樹枝上個體數來推估母群體數量的方法，似乎在台灣並不適用，因此本研究並未採用。

本研究調查時間自 2004 年 11 月至 2008 年 3 月間之冬季時節 (表 1)，標記越冬棲息地內的四種紫斑蝶屬物種，包括斯氏紫斑蝶 (*E. sylvester swinhoei* Wallace & Moore)、圓翅紫斑蝶 (*E. eunice hobsoni* (Butler))、小紫斑蝶 (*E. tulliolus koxinga* Fruhstorfer) 和端紫斑蝶 (*E. mulciber barsine* Fruhstorfer) 和兩種青斑蝶屬之

小紋青斑蝶 (*T. septentrionis* (Butler)) 和淡紋青斑蝶 (*T. limniace limniace* (Fruhstorfer))；標放頻度為每星期進行 2-3 天標放 (但遇天候不佳，則不進行標放)，每次參與標放的人數 7~10 人，自 2004-2008 年各年度總計標放數量分別為 8,423、40,586、27,102、49,347 (表 1)。捕捉蝴蝶之方式係使用直徑 50 公分、高度可達 7 公尺的捕蟲網進行全區捕捉。捕獲之斑蝶放入蚊帳 (90 x 180 x 60 cm²) 內，記錄蝶種及性別，並進行標記。標記斑蝶時，用黑色細字油性筆寫上樣區代號及捕捉日期於後翅中室上 (圖 4)，隨後立即釋放。蝴蝶依翅膀上刮痕和顏色狀況，將蝴蝶受損程度分為「最佳的」(excellent，翅膀刮痕在十道以內，顏色呈現深紫色，無褪色痕跡)、「好的」(good，翅膀刮痕超過十道，顏色略為褪色) 和「不好的」(poor，翅膀有大面積的刮痕，顏色嚴重褪色) 三個等級。重複捕捉到的蝴蝶必須記錄下蝶種、性別、翅膀受損程度及標記日，並在前翅中室寫上重複捕捉的日期。

表 1 大武地區不同年份標記與再捕獲之越冬斑蝶數量紀錄

年份 ^a	標記個體(隻)	再捕獲數量(隻)	再捕率(%) ^b
2004 年 11 月-2005 年 3 月	8423	64	0.76
2005 年 11 月-2006 年 2 月	40586	1101	2.71
2006 年 11 月-2007 年 2 月	27102	1224	4.52
2007 年 11 月-2008 年 3 月	49347	4244	8.60

註：^a 各年度蝴蝶越冬棲息地的發生時間不同，故調查時間亦異。

$$\text{再捕率 (\%)} = \frac{\text{月累積再捕獲數}}{\text{月累積標記數}} \times 100\%$$

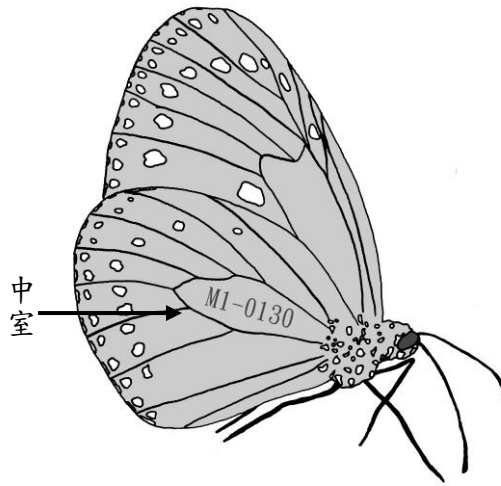


圖 4 蝴蝶標記方式示意圖

(2) 資料分析

族群估算方法依據 Jolly-Seber Method (Krebs, 1999)，其公式如下：

$$\hat{N}_t = \frac{\hat{M}_t}{\hat{\alpha}_t}, \text{ 其中 } \hat{\alpha}_t = \frac{m_t + 1}{n_t + 1}, \hat{M}_t = \frac{(s_t + 1)Z_t}{R_t + 1} + m_t$$

\hat{N}_t = 在第 t 天時的族群估算值

$\hat{\alpha}_t$ = 族群中被標記個體所佔比例

\hat{M}_t = 在第 t 天前標記的個體總數

m_t = 在第 t 天被捕捉個體中標記個體的總數

n_t = 在第 t 天被捕捉的個體總數

s_t = 在第 t 次捕捉中所釋放的個體總數

R_t = 在第 t 次捕捉所釋放的個體數中隨後被重捕獲的量

Z_t = 在第 t 天前已被標記，未在第 t 天被捕捉到，而於其他的日子中被捕捉到的個體總數

為計算出越冬斑蝶族群最高量的數值，本研究將各次捕捉後所估算出的蝴蝶群聚數量，以二次迴歸的方式 (X 軸為日期，Y 軸為估算數量)，計算出其數量的迴歸方程式後，再依方程式計算出數值。

2. 覓食行為

在越冬期間天氣晴朗之時，越冬蝴蝶會群集至蜜源植物吸食花蜜或於溪邊吸水。本研究即依據此一特性，在採蜜行為方面，以每半小時觀察 10 分鐘，由兩位觀察者持雙筒望眼鏡 (10×25)，觀察青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca*) 上斑蝶覓食的行為，並記錄每時段所出現的斑蝶種類、數量、性別等資料，再進行相關的統計分析。

吸水行為方面，由於越冬蝴蝶吸水的時段相當集中，因此選擇在上午 8 點至 12 點間，捕捉於溪邊吸水的斑蝶，並記錄種類、數量、性別等資料，再進行相關的統計分析。觀察的種類以端紫斑蝶、小紋青斑蝶、淡紋青斑蝶等具有明顯性徵的種類為主。

3. 越冬斑蝶死亡因子探討

(1) 死亡個體樣本的取得與測量

於 2005 年 11 月起至 2006 年 2 月止，以台東大武越冬棲息地實驗樣區內設立 9 條穿越線 (圖 5)，合計 1418 公尺。每 7 天定期就穿越線周遭左右各 1 公尺搜尋死亡個體，紀錄死亡地點，將蝴蝶放入蠟質三角紙袋內再集中於三角盒內帶回實驗室。並依

翅膀毀損狀況將其區分為完整型（翅膀無明顯破損），及破損型（翅膀有明顯破損、有尖銳的撕裂痕）兩類。

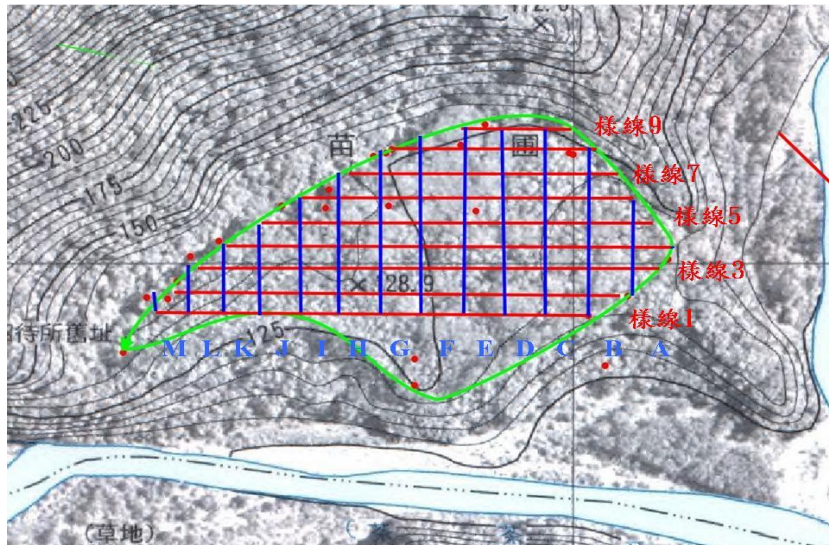


圖 5 大武地區越冬斑蝶死亡個體調查穿越線分布圖

(2) 氣象資料的收集

越冬區內設置簡易氣象站，長期收集溫度、溼度與光照等氣象資料，藉以提供越冬期間氣候因子相關資料。

(3) 資料分析

A. 死亡率的計算

族群數估算—利用標記再捕法，以 Jolley-Seber method 估算族群數量（每週標放一次，每次七人）。以每周實際的死亡數配合每周估算的群聚數，計算相對的死亡率。

$$\text{死亡率 (\%)} = \frac{\text{估算斑蝶總死亡數}}{\text{估算的斑蝶總數}} \times 100\%$$

$$\text{估算斑蝶總死亡數} = \frac{\text{實際斑蝶死亡數} \times \text{樣區總面積}(27042 \text{ m}^2)}{\text{取樣面積}(1418 \times 2 \text{ m}^2)}$$

$$\text{死亡率 (\%)} = \frac{\text{實際斑蝶死亡數} \times \text{樣區總面積}(27042 \text{ m}^2)}{\text{取樣面積}(1418 \times 2 \text{ m}^2) \text{ 估算的斑蝶總數}} \times 100\%$$

B. 死亡比例的計算

利用每週不同斑蝶的死亡數，及每週斑蝶族群的估算數來計算存活族群比例，和死亡族群比例，藉以了解不同種類斑蝶於越冬期間死亡比例變化情形。

計算公式如下：

存活比例 (%)：估算出不同斑蝶在每一周的存活比例。

$$\text{某種斑蝶族群數量} / \text{總斑蝶群聚數} \times 100\%$$

死亡比例 (%)：估算出不同斑蝶在每一周的死亡比例。某

$$\text{種斑蝶死亡數量} / \text{總死亡數} \times 100\%$$

C. 死亡的時間序列與空間分佈

將死亡個體的時間與空間分布作圖，配合氣象因子進行相關分析，以釐清個體死亡與氣候等環境條件的關係。

4. 越冬棲息地環境改善初步試驗—香澤蘭與台灣鱗球花競爭研究

香澤蘭 (*Chromolaena odorata*) 原產在熱帶美洲，被稱為新「綠色癌症」，最早是 1979 年出現在屏東縣，其植株能產生 72,000-387,000 粒長有冠毛的瘦果，易藉風傳播。其根部會分泌一種化學物質，能降低鄰近植物的生長，有助其擴張。目前台灣中部至台東，海拔 1000 公尺以下的林地、山邊、河床及荒廢農田等地帶，均有它的分佈，是目前危害森林嚴重的外來種植物。

往昔觀察中發現，香澤蘭對於以花蜜為食的昆蟲具有相當大的吸引力，越冬斑蝶亦不例外。這種外來植物除影響其他原生植物的生長外，無形之中也會減少其他本土植物的授粉的機會，導致本土植物繁殖出現困境。然而，本研究發現，與香澤蘭同樣利用相同開闊地環境的台灣鱗球花 (*Lepidagathis formosensis*)，在河床地上的香澤蘭刮除後，台灣鱗球花意外成為吸引採蜜昆蟲的蜜源植物。近年來台灣積極防除香澤蘭，將香澤蘭剷除後，留下來的空間是否可以復植台灣鱗球花，作為森林棲地環境的改善，將是本研究的重點。

本研究主要分兩個部份來進行初步試驗。首先在大武研究樣區附近選擇一長條帶狀區域，將區域內的香澤蘭全數拔除（該地的植物以香澤蘭為絕對優勢），分別設置為四個 1.5 公尺 X 2 公尺 的樣區。四個樣區分別為對照組：不種植任何台灣鱗球花；低密度種植組：種植 100 株台灣鱗球花；中密度種植組、種植 300 株台灣鱗球花、高密度種植組、種植 500 株台灣鱗球花。由於樣區周邊仍有許多香澤蘭存在，香澤蘭的種子仍有可能自然落於樣區內，因此可以用來試驗不同生長密度的台灣鱗球花，是否可以抵禦香澤蘭的入侵。

另一個試驗則在大武研究樣區內選擇兩條林下步道，首先將道路兩邊所有的香澤蘭拔除，且記錄每十公尺所生長的台灣鱗球花株數、生長狀況，及香澤蘭的入侵情形，以研判目前香澤蘭防除方式，是否能有效抑制香澤蘭的蔓延。

5. 香澤蘭汁液對越冬斑蝶吸引力初步試驗

在進行香澤蘭移除試驗中，將拔除的香澤蘭曝曬於樣區周邊環境。於一星期後發現，許多越冬斑蝶飛離樣區，群集吸食香澤蘭根

部汁液。本試驗的目的在於釐清，吸食香澤蘭根部汁液，是否會對不同蝶種有不同的吸引力？其方法為分別捕捉樣區內和吸食香澤蘭根部汁液的越冬斑蝶，記錄其種類、數量、性別、翅膀受損程度、翅長等資料，以作為比較的依據。

6. 森林微環境因子測量

以往的觀察顯示：夜間斑蝶傾向選擇停棲在 6 公尺以上的喬木，而白天才逐步移動到較低的位置 (趙等, 2007)。造成這種現象的原因，或許因在森林中不同環境下的微氣候狀況不同，導致其棲息環境上的不同選擇。本研究利用不同樹高微氣候環境的測量，期望可間接推測越冬斑蝶夜間棲息於較高位置的原因。利用蝶類聚集較密集的區域，選擇下層 (3.64 公尺)、中層 (6.58 公尺)、上層 (10.64 公尺) 三個高度，架設微氣候自動紀錄器 (含溫度、濕度、光照)，儀器設定為每 8 分鐘紀錄一次，藉以比較不同環境下夜間微氣候的差異。

7. 其他生態觀察

越冬期間利用單筒望眼鏡 (25×77) 及雙筒望眼鏡 (10×25) 至越冬地，隨機觀察其他生態行為，包括停棲位置、天敵狀況、食草分布等。四月份後則於台東境內觀察遷移的狀況，並逐月於遷移路線上 (因為此期間越冬谷地內之斑蝶甚少，捕捉地點包括大武、太麻里、知本、龍田、紅葉、都蘭等地) 各捕捉 100 隻斑蝶計算其數量比例，以初步推估停留在台東境內的斑蝶狀況。此外，在本研究期間，分別於樣區內架設 6 部紅外線自動照相機，及 12 個老鼠籠，並隨機捕捉斯文豪氏攀蜥，從影像資料分析及胃含物分析來協助天敵種類的判斷。

(三) 研究定義

1. 越冬階段的劃分

越冬初期：越冬蝴蝶開始聚集至第一波寒流來襲間。

越冬中期：第一波寒流來襲至第一批斑蝶遷移出蝴蝶谷間。

越冬末期：第一批斑蝶遷移出蝴蝶谷至越冬斑蝶完全離開谷地。

每年度的氣候狀況略有不同，所以越冬初期、中期與末期出現的時間有所差異。但通常越冬初期約為 11 月初至 12 月中，越冬中期約為 12 月中至 2 月初，越冬末期約為 2 月初至 3 月底。

2. 越冬棲息地的區分

主要越冬棲息地：初期至中期之越冬棲息地。

暫時性越冬棲息地：越冬初級或末期越冬棲息地。

四、結果

(一) 越冬斑蝶群聚結構

各年份六種越冬斑蝶的組成來看，其蝴蝶組成會隨著不同年份呈現不同的組成狀況（圖 6），顯示在越冬棲息地內的蝴蝶組成並非固定不變。2004-2005 年和 2005-2006 年冬季以斯氏紫斑蝶最優勢，2006-2007 年冬季以小紋青斑蝶最優勢，2007-2008 年冬季以小紫斑蝶最優勢。此外，在不同月份呈現不同的組成比例。不同年份之各月份的蝴蝶組成變化如圖 7。由於每年各種斑蝶的數量即進入越冬棲息地的時間有所不同，因此導致越冬期間各月份斑蝶的組成不同。

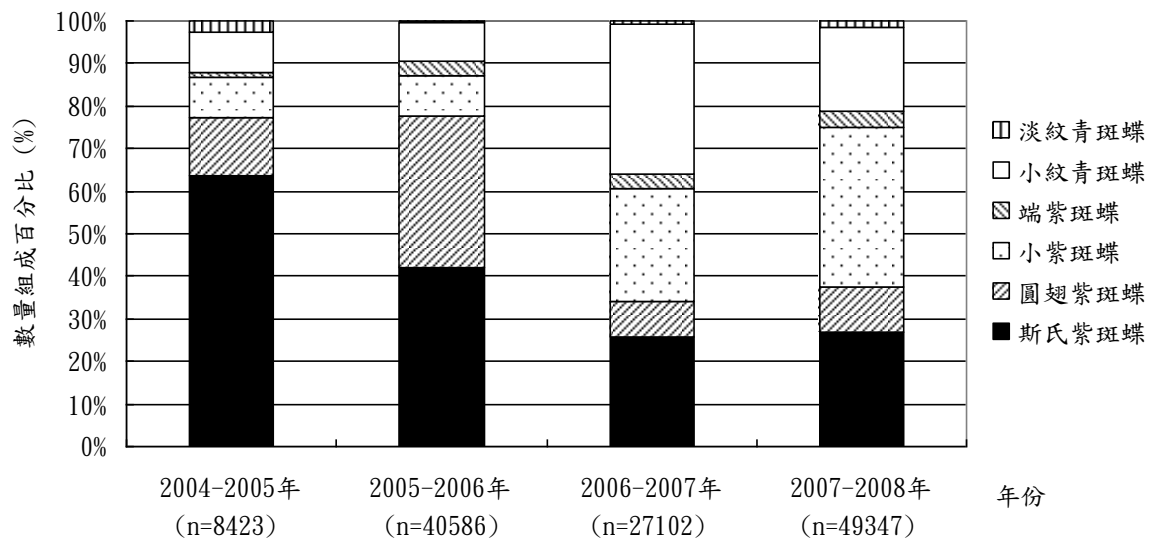


圖 6 2004-2008 年冬季大武地區六種越冬斑蝶群聚組成比例

2006-2007 年冬季調查雌雄性比，以 2006-2007 年冬季為例，除了端紫斑蝶和小紋青斑蝶在 2006 年 11 月份為雄性個體多於雌性個體外，其餘越冬斑蝶的雌雄相對比例均為雌性個體多於雄性個體。造成端紫斑蝶和小紋青斑蝶在 2006 年 11 月份雄性個體多於雌性個體的原因，可能與這兩種蝶類的越冬群體尚未正式來到越冬棲息地有關（圖 8）。

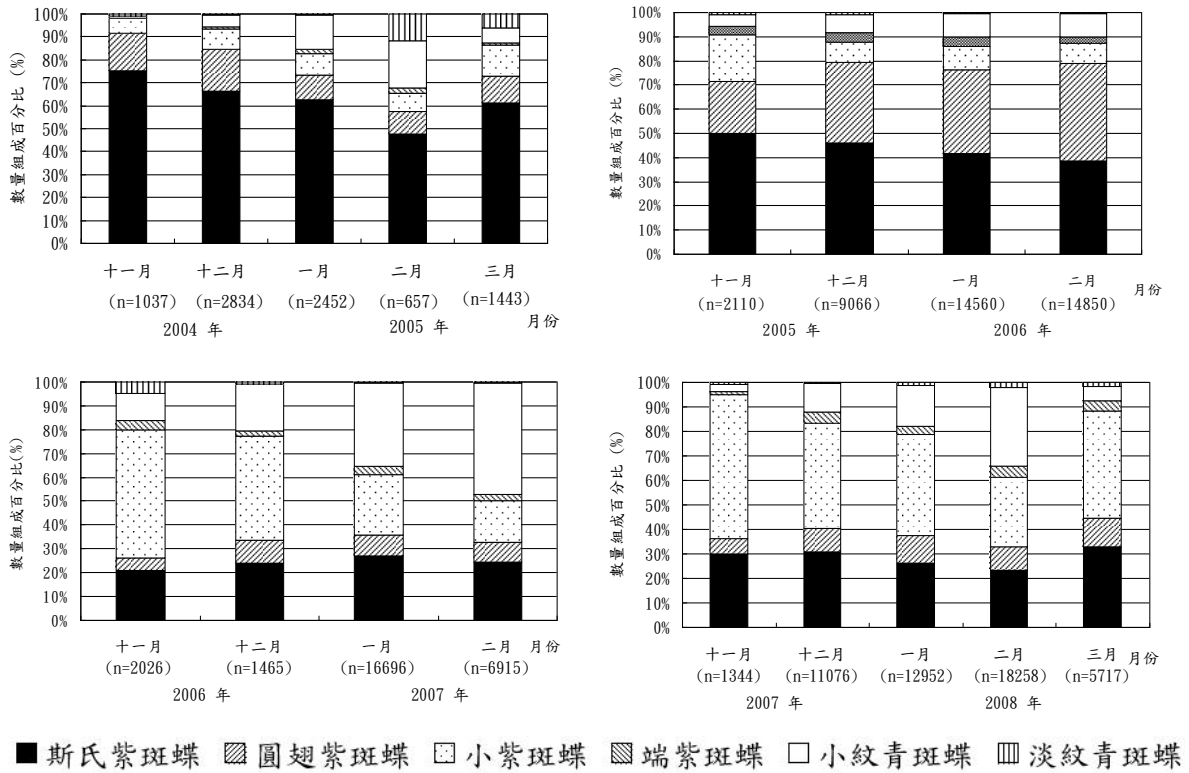


圖 7 2004-2008 年不同月份大武地區越冬期間六種越冬斑蝶群聚組成比例

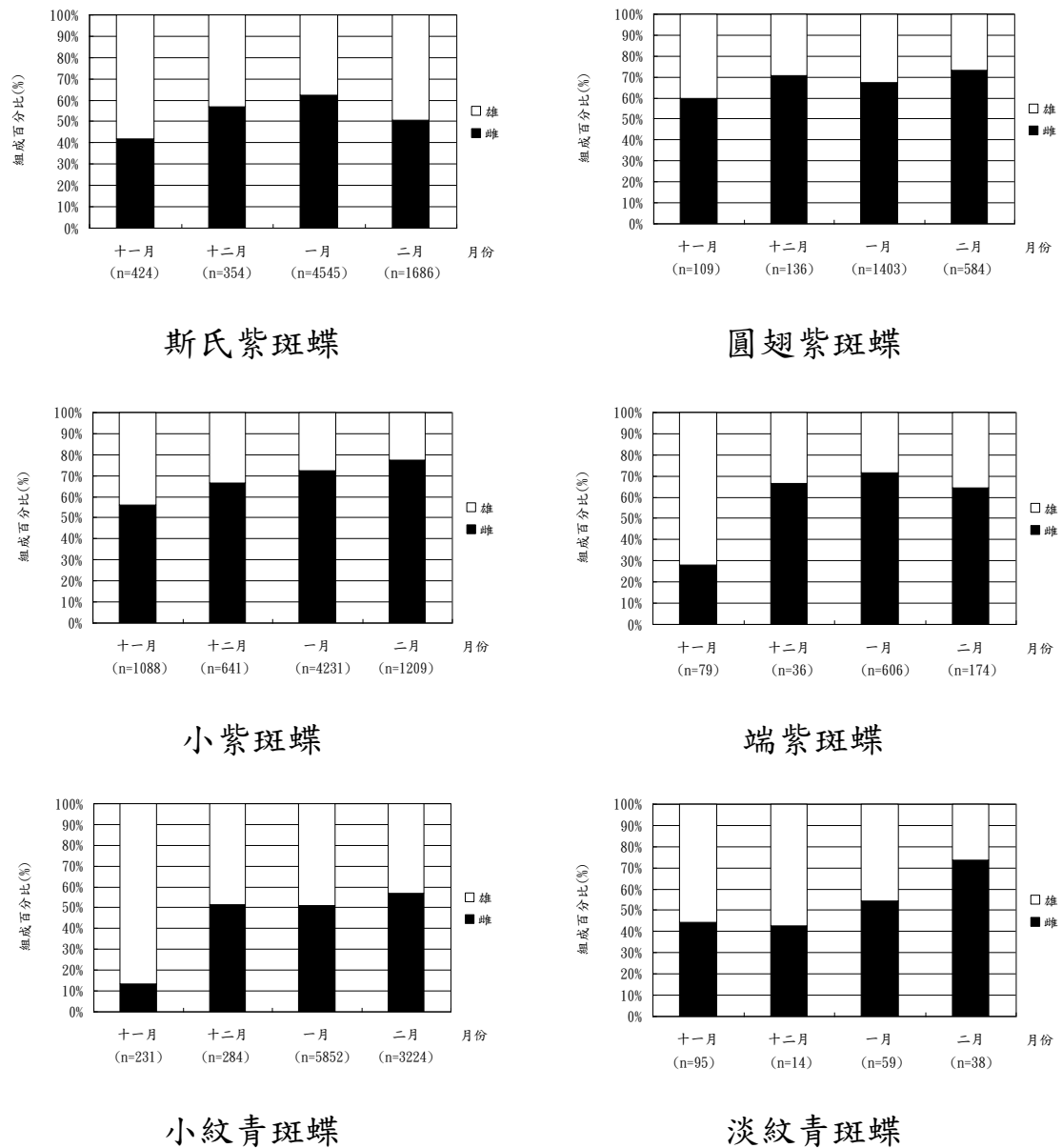


圖 8 2006-2007 年大武地區越冬期間六種越冬斑蝶性別組成比例

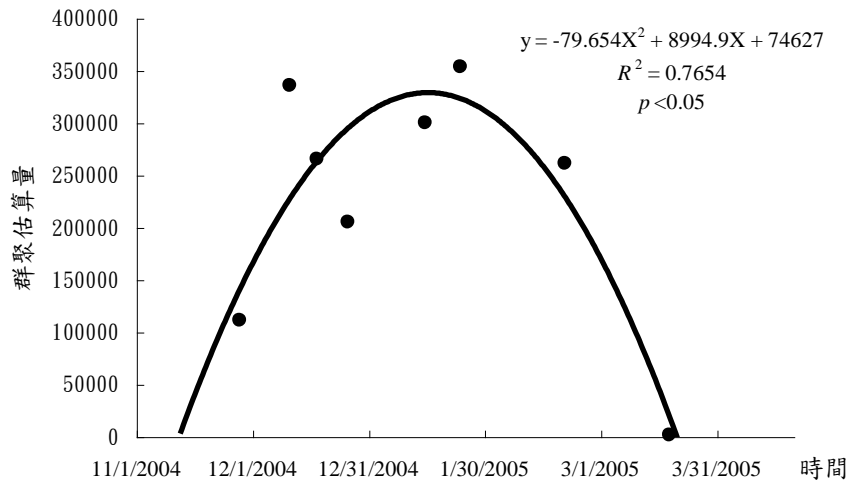
(二) 越冬斑蝶數量估算

以二次迴歸方式推算越冬斑蝶的數量 (圖 9)，及其可能進入越冬棲息地的時間 (圖 10)。從全體越冬斑蝶群聚數量來看，2004-2005 年冬季群聚數量最多時達 322,206 隻，2005-2006 年冬季群聚數量最多時達 414,717 隻，2006-2007 年冬季群聚數量最多時達 99,948 隻。其群聚數量最高峰的時間約略在每年一月中旬 (表 2)。

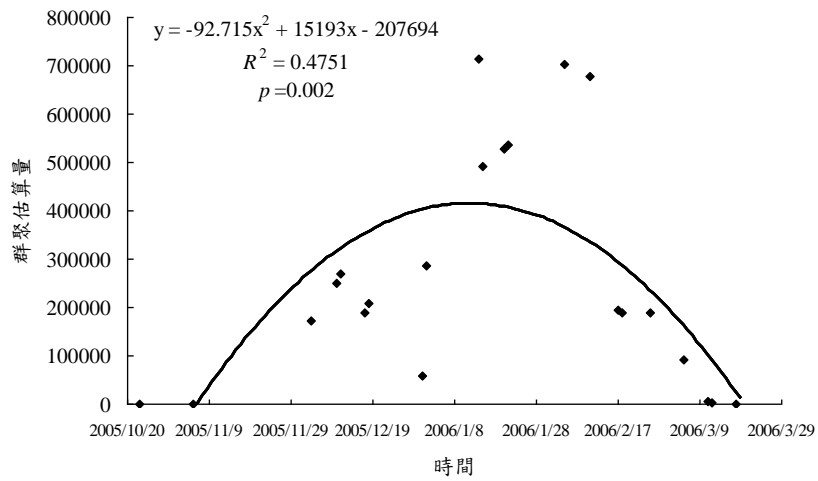
在各個蝶種的數量方面，由於各個蝶種被再捕獲的數量不同，使得 2005-2006 年冬季僅能計算出斯氏紫斑蝶、圓翅紫斑蝶和小紫斑蝶；2006-2007 年則僅能計算出斯氏紫斑蝶、圓翅紫斑蝶、小紫斑蝶、端紫斑蝶和小紋青斑蝶。在 2005-2006 年冬季，數量最多的為斯氏紫斑蝶，在 2006 年 1 月 14 日至 2006 年 1 月 15 日間可達 304,583 隻的最高量；圓翅紫斑蝶的數量少於斯氏紫斑蝶，且出現最高量的時間較斯氏紫斑蝶晚，而在 2006 年 1 月 22 日至 2006 年 1 月 23 日間達 176,463 隻的最高量；相對於斯氏紫斑蝶和圓翅紫斑蝶，小紫斑蝶的數量就少了許多，最高數量為 41,089 隻 (表 3)。在進入越冬棲息地的時間次序，最早的是小紫斑蝶，其次是斯氏紫斑蝶，再其次是圓翅紫斑蝶。在 2006-2007 年冬季，數量最多的為小紋青斑蝶，在 2007 年 1 月 7 日至 2007 年 1 月 8 日間可達 51,601 隻的最高量。其次是小紫斑蝶，在 2006 年 12 月 24 日至 2006 年 12 月 25 日間可達 38,932 隻的最高量。斯氏紫斑蝶和圓翅紫斑蝶約同時進入越冬棲息地，數量也約略相當，最高數量分別為 21,749 隻和 24,064 隻。數量最少的是端紫斑蝶，約有 8,373 隻 (表 4)。在進入越冬棲息地的時間次序，最早進入越冬棲息地的蝶種為小紫斑蝶、其次是斯氏紫斑蝶和圓翅紫斑蝶、再其次是端紫斑蝶，最後進入越冬棲息地的蝶種則為小紋青斑蝶。

表 2 2005-2007 年大武越冬斑蝶蝶種群聚高峰數量

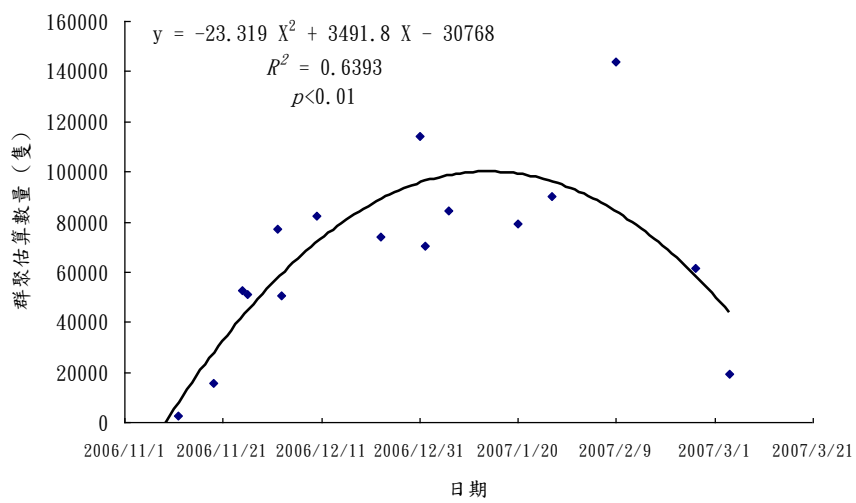
調查期間(年)	群落數量最高峰出現時間	群聚數量最高量(隻)
2004-2005 年	2005 年 1 月 14 日至 15 日間	322,206
2005-2006 年	2006 年 1 月 11 日至 12 日間	414,717
2006-2007 年	2007 年 1 月 13 日至 14 日間	99,948



2004-2005 年



2005-2006 年



2006-2007 年

圖 9 2004-2007 年大武地區越冬斑蝶群聚數量估算

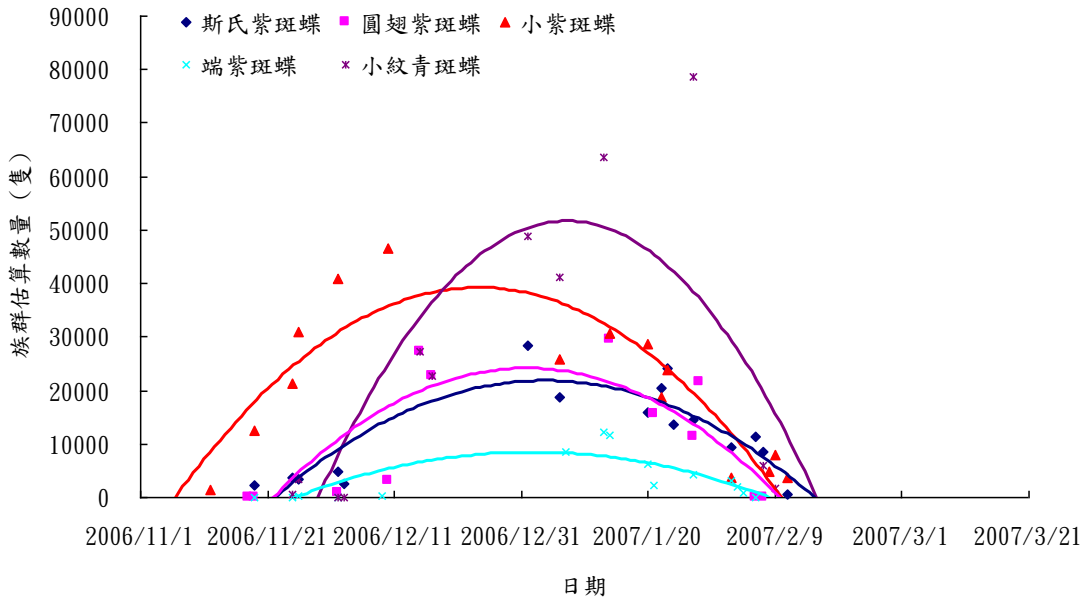
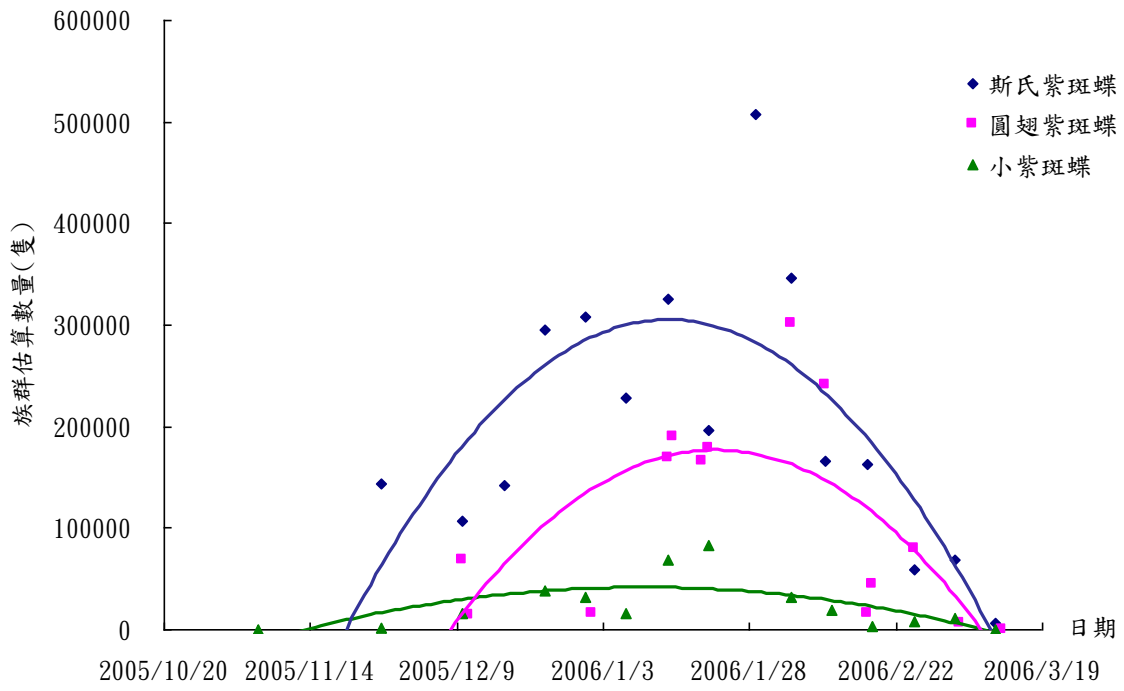


圖 10 2005-2007 年大武地區越冬期間斑蝶族群數量比較

表 3 2005 年 10 月至 2006 年 2 月間大武地區各種越冬斑蝶數量估算表

	迴歸方程式 ^a	R ²	p	數量最大值 (單位：隻)	數量最大值出現時間	越冬斑蝶進入時間 ^b
斯氏紫斑蝶	$Y = -100.73X^2 + 16968X - 409983$	0.5707	0.002	304,583	2006 年 1 月 14-15 日	2005 年 11 月 20-21 日
圓翅紫斑蝶	$Y = -86.029X^2 + 15888X - 557094$	0.5056	0.021	176,463	2006 年 1 月 22-22 日	2005 年 12 月 8-9 日
小紫斑蝶	$Y = -12.44X^2 + 1990.8X - 38559$	0.4761	0.028	41,089	2006 年 1 月 10-11 日	2005 年 11 月 13-14 日

^a Y 為第 X 天時的數量；X 為天數，設定 2005 年 10 月 22 日為第 1 天

^b 指 Y 等於零時的 X 值

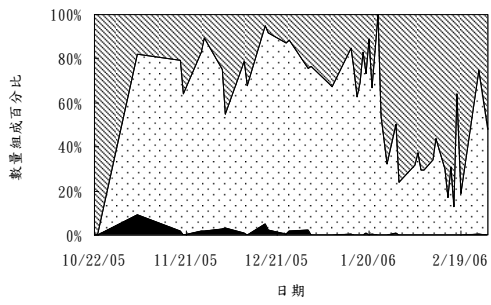
表 4 2006 年 11 月至 2007 年 2 月間大武地區各種越冬斑蝶數量估算表

	迴歸方程式 ^a	R ²	p	數量最大值 (單位：隻)	數量最大值出現時間	越冬斑蝶進入時間 ^b
斯氏紫斑蝶	$Y = -12.075 X^2 + 1565.2 X - 28973$	0.7671	<0.001	21,749	2007 年 1 月 3-4 日	2006 年 11 月 22-23 日
圓翅紫斑蝶	$Y = -15.157 X^2 + 1877.3 X - 34065$	0.6286	<0.05	24,064	2006 年 12 月 31 日至 2007 年 1 月 1 日間	2006 年 11 月 22-23 日
小紫斑蝶	$Y = -16.709 X^2 + 1825.7 X - 10939$	0.7625	<0.001	38,932	2006 年 12 月 24-25 日	2006 年 11 月 6-7 日
端紫斑蝶	$Y = -6.0646 X^2 + 761.89 X - 15556$	0.6218	<0.01	8,373	2007 年 1 月 1-2 日	2006 年 11 月 25-26 日
小紋青斑蝶	$Y = -33.519 X^2 + 4581.9 X - 104980$	0.6503	<0.01	51,601	2007 年 1 月 7-8 日	2006 年 11 月 29-30 日

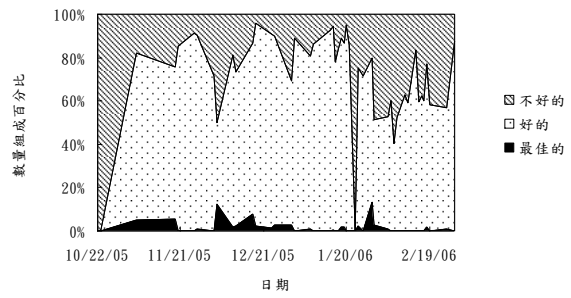
^a Y 為第 X 天時的數量；X 為天數，設定 2006 年 11 月 1 日為第 1 天

^b 指 Y 等於零時的 X 值

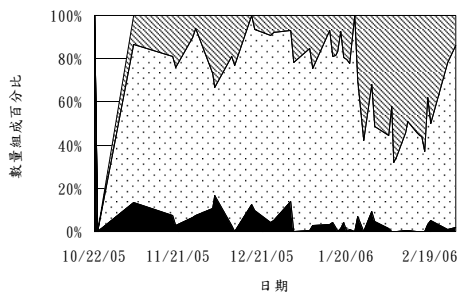
2005-2006 年調查斑蝶翅膀受損程度，四種紫斑蝶呈現出兩種不同的類型（圖 11）。第一類型包括斯氏紫斑蝶和圓翅紫斑蝶，翅膀受損輕微，屬於「最佳的」個體數量比例，在越冬初期即低於 20%（僅有少數時間發現雄性圓翅紫斑蝶新個體數量比例超過 20%）；越近越冬末期翅膀磨損程度越明顯，而呈現「不好的」個體數量比例逐漸增加。第二類型包括小紫斑蝶和端紫斑蝶，屬於「最佳的」個體數量比例，在越冬初期數量甚多，隨著時間翅膀磨損程度越明顯，而同樣呈現出越冬末期「不好的」個體數量比例逐漸增加的趨勢。在青斑蝶屬的部分，由於所捕獲的數量不足，因此無法進行翅膀受損程度的分析。



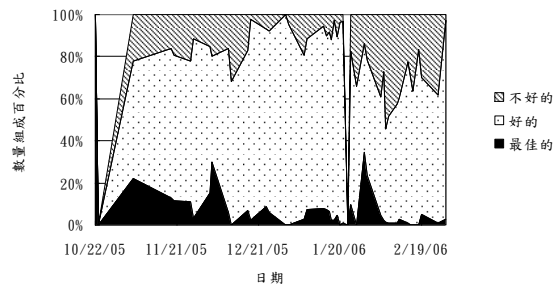
斯氏紫斑蝶(雌)



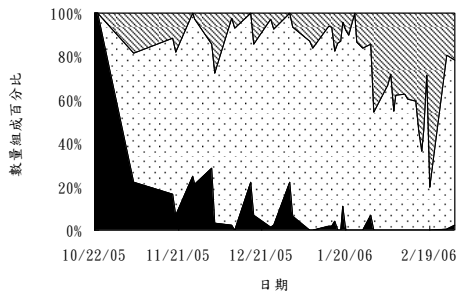
斯氏紫斑蝶(雄)



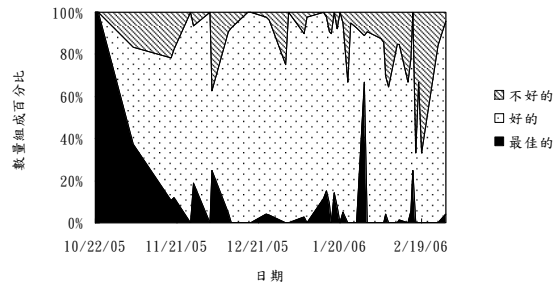
圓翅紫斑蝶(雌)



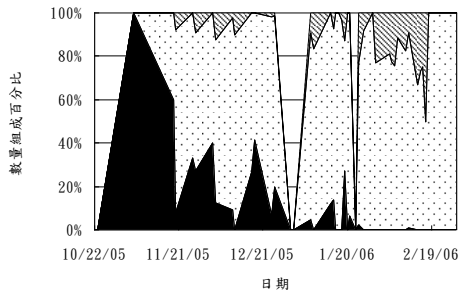
圓翅紫斑蝶(雄)



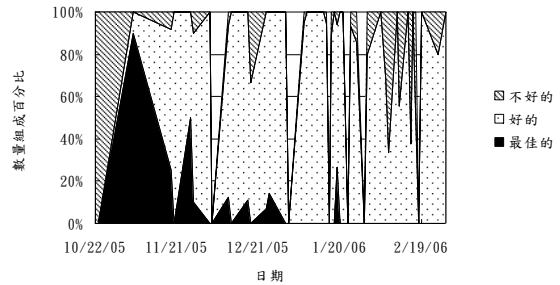
小紫斑蝶(雌)



小紫斑蝶(雄)



端紫斑蝶(雌)



端紫斑蝶(雄)

圖 11 2005-2006 年冬季大武地區越冬期間四種紫斑蝶翅膀受損程度之數量組成比例

(三) 覓食行為

越冬初期主要的蜜源植物為黃肉樹 (*Litsea hypophaea*)；越冬中期主要的蜜源植物為香澤蘭 (*Chromolaena odorata*)、台灣鱗球花 (*Lepidagathis formosensis*)、裏白蔥木 (*Aralia bipinnata*)；越冬末期主要的蜜源植物為青剛櫟 (*Cyclobalanopsis glauca*)、水錦樹 (*Wendlandia uvariifolia*)、腺果藤 (*Pisonia aculeata*)、大葉溲疏 (*Deutzia pulchra*)、台灣山枇杷 (*Eriobotrya deflexa*)、台灣鱗球花、長穗木 (*Stachytarpheta jamaicensis*)、大花咸豐草 (*Bidens pilosa* var. *radiata*)等。

越冬期間採蜜行為的日活動模式方面，青斑蝶類與紫斑蝶類有不同的活動模式。圖 12 為越冬末期斑蝶吸食青剛櫟花蜜的日週期活動 (該天未有遷移行為)，圖中顯示青斑蝶類活動時間的長短與紫斑蝶類有明顯的不同，青斑蝶類較早出來活動且較晚回到林內休息，紫斑蝶類的活動則集中在上午至中午的時間。然而，若該天有遷移的行為發生 (圖 13)，青斑蝶類與紫斑蝶類則均會在集中在上午採蜜，在上午十點半後遂行遷移的活動。

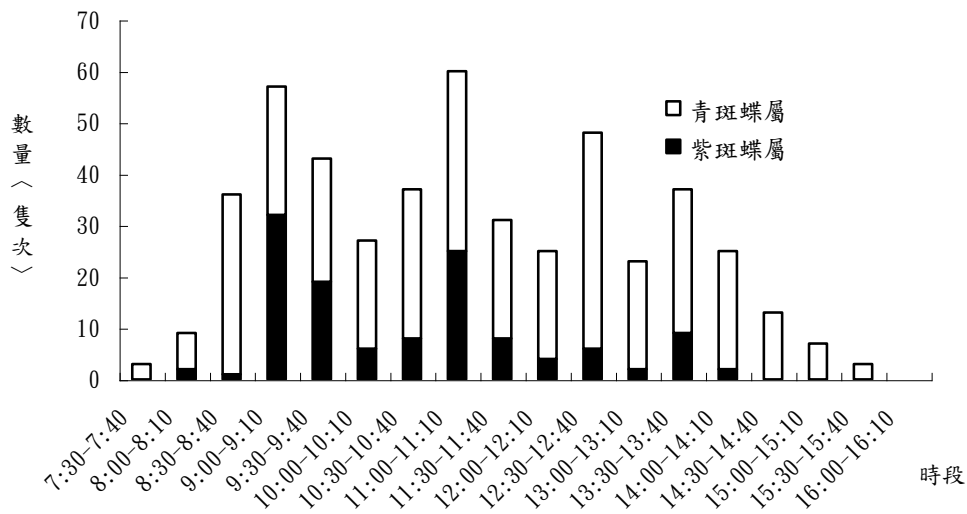


圖 12 越冬末期未遷移之斑蝶吸食青剛櫟花蜜的日週期活動 (調查時間：2005 年 1 月 25 日)

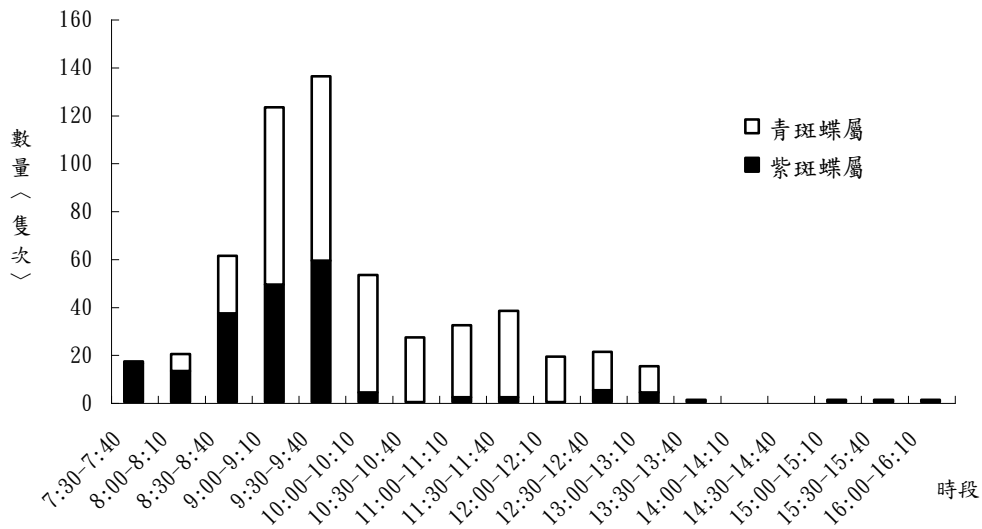


圖 13 越冬末期遷移之斑蝶吸食青剛櫟花蜜的日週期活動 (調查時間：2005 年 1 月 26 日)

越冬初期與中期，斑蝶會於天氣晴朗時，直接從樹上下來地面吸水。越冬末期則會集中至溪流邊吸水。在吸水的雌雄比例方面，以端紫斑蝶、小紋青斑蝶和淡紋青斑蝶來說，雌雄比約 1:1 (圖 14)。此外，當天氣晴

朗時，斑蝶吸水活動的時間集中在上午，而以上午 9：00-10：30 間，吸水活動較為頻繁（圖 15）。

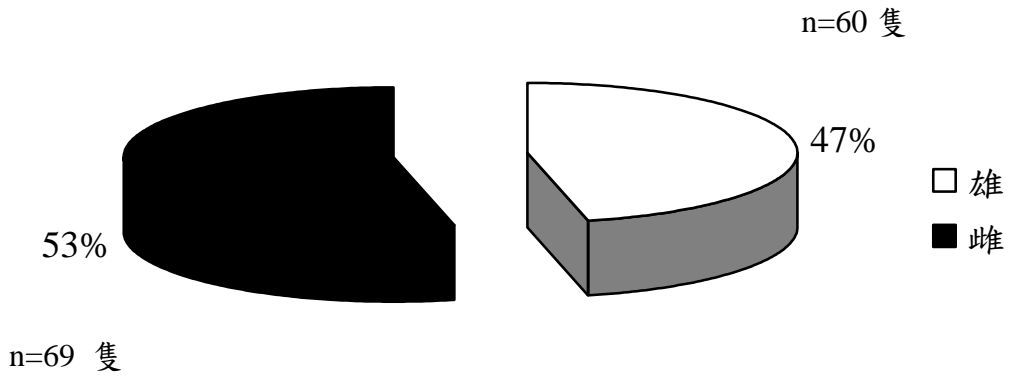


圖 14 越冬期間斑蝶吸水的雌雄比例(以端紫斑蝶、小紋青斑蝶和淡紋青斑蝶類為調查對象；調查時間：2005 年 1 月 27 日)

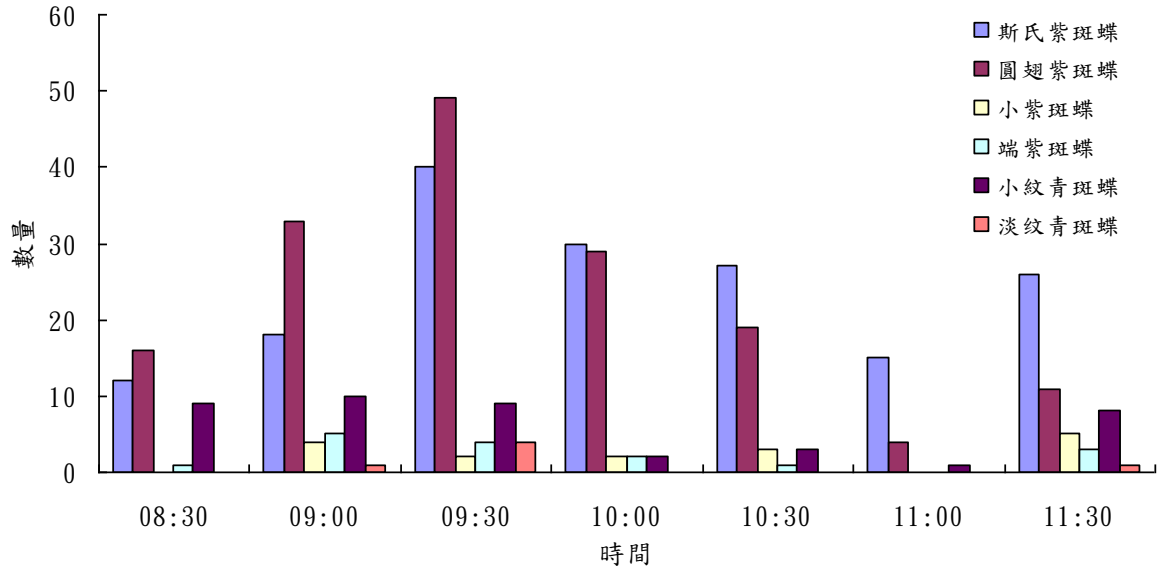


圖 15 越冬期間斑蝶吸水的活動時間分布 (調查時間：2005 年 12 月 25 日)

(四) 越冬斑蝶死亡因子探討

1. 氣候與越冬斑蝶死亡關係

從圖 16 大武地區越冬斑蝶的死亡率來看，死亡時間主要集中在 2005 年 12 月 4 日至 2006 年 1 月 28 日間，死亡率最高的時間出現在 2005 年 12 月 11 日至 2005 年 12 月 17 日間，死亡率為 0.4566%。在死亡率與氣候因子的相關分析方面 (表 5)，死亡率與環境溫度呈顯著正相關，即溫度低時，死亡率提高；反之，環境溫度高時，死亡率下降。

從死亡個體翅膀的破損程度來看 (圖 17)，絕大部分的死亡個體其翅膀殘骸屬完整型。在越冬中期之後 (2007 年 1 月中後)，破損型死亡個體殘骸的比例逐漸增加，最多時破損型死亡個體可達所有死亡個體數量的 43%。

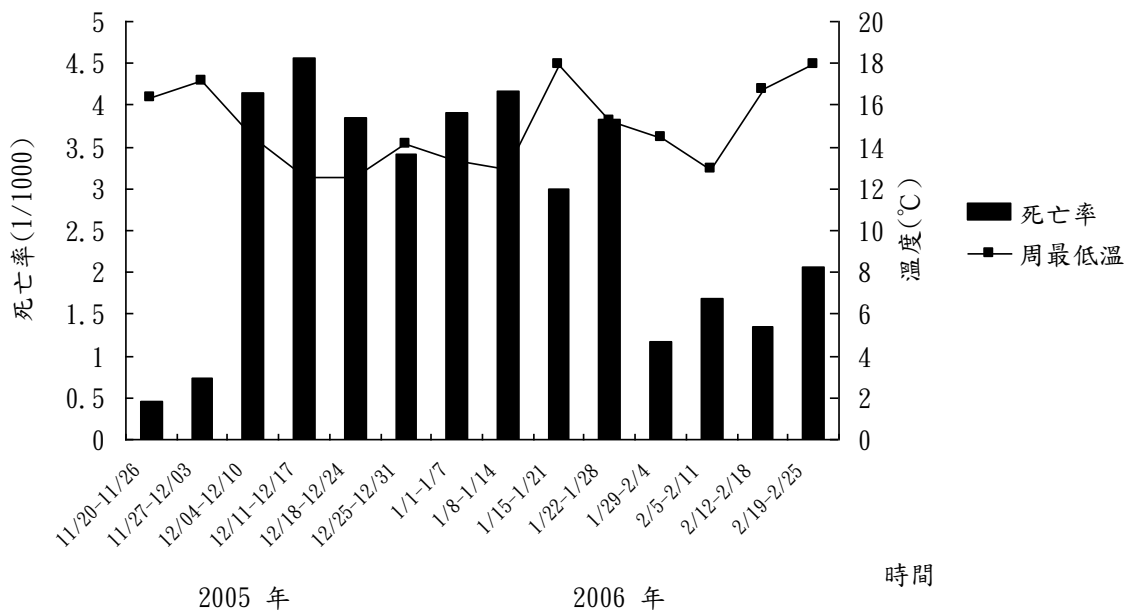


圖 16 2005-2006 年冬季大武地區不同時間越冬斑蝶死亡率與最低溫度之關係 (時間間隔為 7 天)

表 5 大武地區氣候因子與越冬斑蝶死亡率之相關分析

	週平均溫度	周相對溼度	周最高溫度	周最低溫度	周溫差	周累積雨量	斑蝶死亡數	死亡率
週平均溫	1	-	-	-	-	-	-	-
周相對溼度	0.585*	1	-	-	-	-	-	-
周最高溫	0.821**	0.408	1	-	-	-	-	-
周最低溫	0.919**	0.500	0.718**	1	-	-	-	-
周溫差	-0.182	-0.150	0.323	-0.427	1	-	-	-
周累積雨量	0.126	0.410	0.002	0.013	-0.015	1	-	-
斑蝶死亡數	-0.621*	-0.177	-0.602*	-0.590*	0.020	0.054	1	-
死亡率	-0.632*	-0.261	-0.584*	-0.576*	0.025	-0.011	0.972**	1

註：* 指 $p < 0.05$ ；** 指 $p < 0.01$ 。

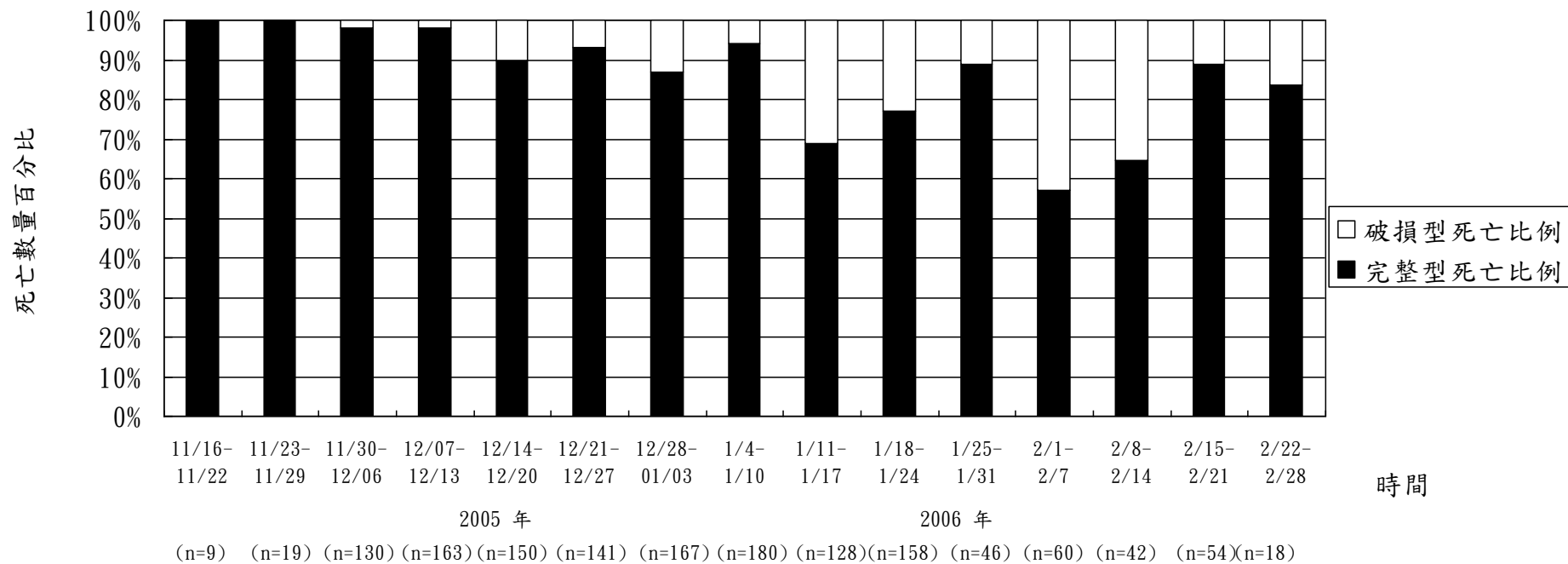


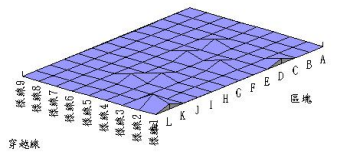
圖 17 大武地區越冬斑蝶不同時間完整型與破損型死亡個體之比例

2. 越冬斑蝶死亡個體的空間分布

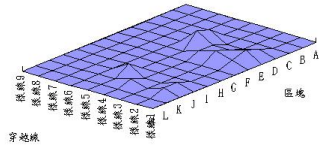
隨著時間的不同越冬斑蝶死亡聚集的位置會隨之改變 (圖 18)。在越冬初期 (2005 年 11 月間)，死亡個體數少且分布較均勻。進入越冬中期後，因寒流來襲，死亡數量增加，死亡個體的分布主要集中在樣區的東半部，因時間不同而呈南北向的帶狀分布。至越冬末期後 (2006 年 2 月初起)，死亡個體的分布又出現數量少且均勻分布的情況。

3. 天敵與越冬斑蝶的死亡

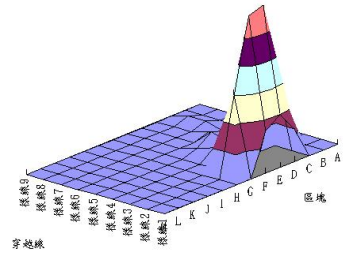
已觀察到的天敵主要是人面蜘蛛 (*Nephila pilipes* (Fabricius)) 和橫帶人面蜘蛛 (*N. clavata* Koch)，這兩種蜘蛛會捕食中網的斑蝶。其他的蜘蛛雖然因個體小或其他的原因，未發現捕食斑蝶，但也會造成斑蝶中網掙扎而死亡。如曾目睹古氏棘蛛 (*Gasteracantha kuhli* Koch) 將蜘蛛網剪斷，讓中網的斑蝶掉落地面，在結網處地面有數十隻蝴蝶屍體。在鳥類的天敵方面，曾發現紅嘴黑鶇 (*Hypsipetes madagascariensis* (Muller)) 和白眉鶇 (*Turdus obscurus* Gmelin) 捕食紫斑蝶，但數量甚少，且在越冬末期才會被發現。在捕食性昆蟲方面，亦曾發現蟋蟀 (*Eremus* sp.; Gryllacrididae) 捕食斯氏紫斑蝶的紀錄。此外，檢視斯文豪氏攀蜥 (*Japalura swinhonis* Gunther)、摺翅蝠 (*Miniopterus schreibersii* Hodgson) 和刺鼠 (*Rattus coxinga niviventer* (Swinhoe)) 等可能天敵的胃含物，均未發現有捕食斑蝶的跡象。



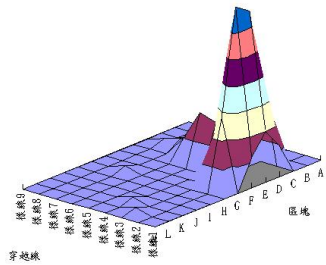
週平均溫 19.76°C
11/16/2005~11/22/2005



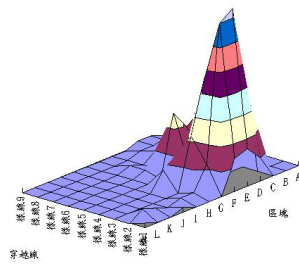
週平均溫 20.01°C
11/23/2005~11/29/2005



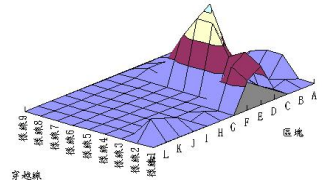
週平均溫 18.13°C
11/30/2005~12/6/2005



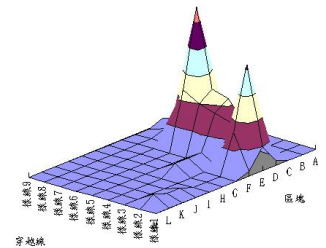
週平均溫 17.04°C
12/7/2005~12/13/2005



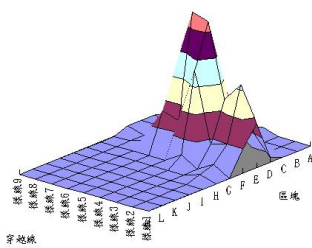
週平均溫 15.97°C
12/14/2005~12/20/2005



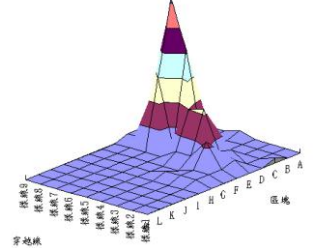
週平均溫 19.16°C
12/21/2005~12/27/2005



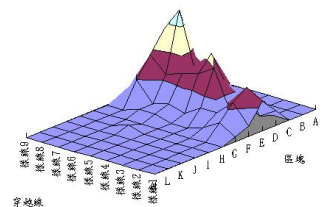
週平均溫 17.57°C
12/28/2005~1/3/2006



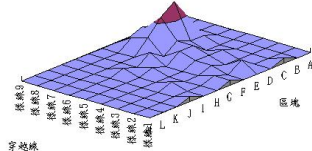
週平均溫 18.56°C
1/4/2006~1/10/2006



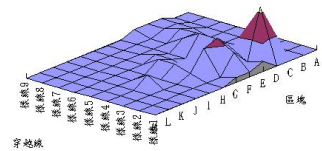
週平均溫 21.12°C
1/11/2006~1/17/2006



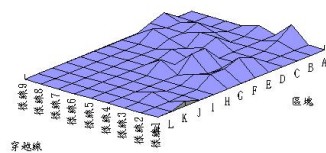
週平均溫 18.31°C
1/18/2006~1/24/2006



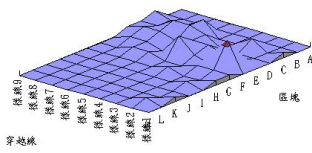
週平均溫 19.53°C
1/25/2006~1/31/2006



週平均溫 17.78°C
2/1/2006~2/7/2006



週平均溫 20.53°C
2/8/2006~2/14/2006



週平均溫 21.58°C
2/15/2006~2/21/2006

圖 18 大武地區越冬斑蝶死亡數量之空間分布。各顏色代表之數量 (單位：隻) 如下：

0-5 5-10 10-15 15-20 20-25 25-30 30-35 35-40

(五) 香澤蘭與台灣鱗球花競爭試驗

不論是哪一個樣區，四種調查樣區在四月份開始即大量死亡，到七月份則完全死亡殆盡（七月底時四個樣區內均無任何植物生長；圖 19）。造成這種現象的原因，可能是春季來臨時，大武地區的溫度逐漸攀升，加上今年降雨量低，試驗樣區位於林緣位置，太陽直射量高，導致該地環境不利植物生長。

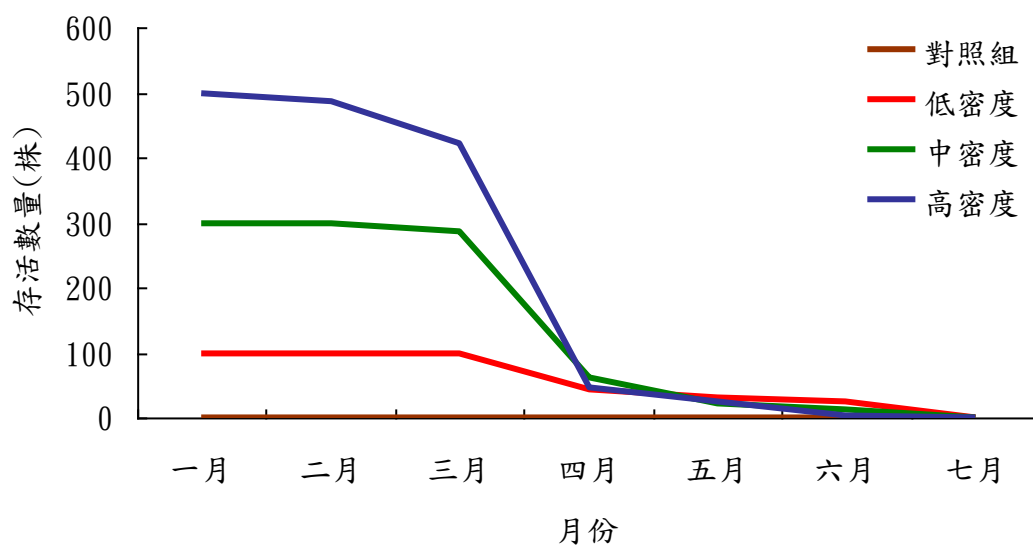


圖 19 三種不同台灣鱗球花種植密度之植株存活數

此外，在大武研究樣區內選擇兩條林下步道，首先將道路兩邊所有的香澤蘭拔除，並每十公尺紀錄所生長的台灣鱗球花株數，紀錄台灣鱗球花的生長狀況及香澤蘭的入侵情形。香澤蘭與台灣鱗球花同屬於開闊地的物種，森林覆蓋度越高，越不利於台灣鱗球花生長（圖 20）。在半年的生長期後，香澤蘭會逐步入侵台灣鱗球花的生長區，但較偏向於森林覆蓋度低的地區。顯示台灣鱗球花相較於香澤蘭，是屬於較耐陰性的植物，但台灣鱗球花亦不適合生長在森林覆蓋度太高的區域。

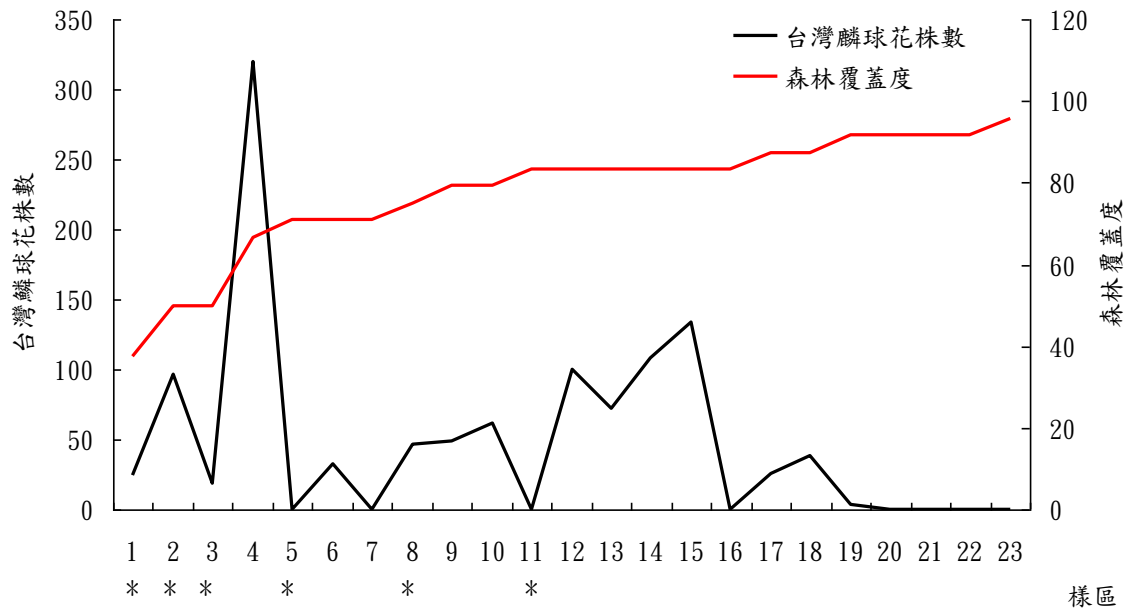


圖 20 台灣鱗球花與森林覆蓋度的關係 (* 表示香澤蘭移除後再次入侵的樣區)

(六) 香澤蘭根部汁液對越冬斑蝶吸引力初步試驗

香澤蘭根部汁液對青斑蝶屬的小紋青斑蝶與淡紋青斑蝶，明顯較其他紫斑蝶屬的蝶種有較大的吸引力 (圖 21)。另外，不論是哪一個蝶種，吸食香澤蘭根部汁液的雄性個體比例均超過 80% 以上 (圖 22)，顯示香澤蘭根部汁液對雄性個體有較強的吸引力。

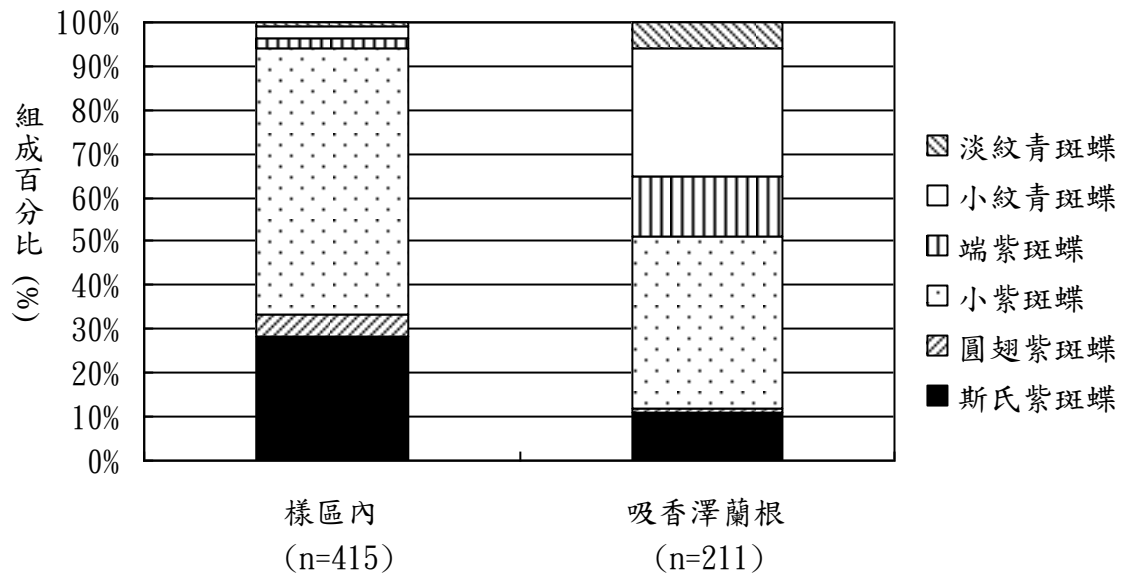
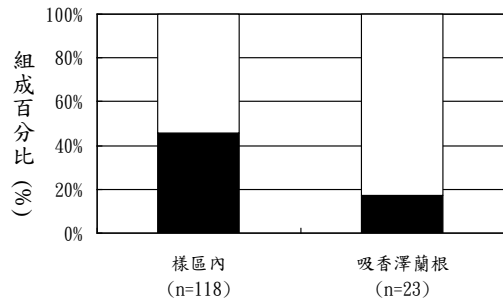


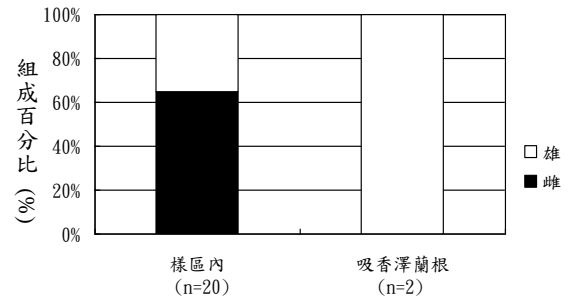
圖 21 試驗樣區內及群集吸食香澤蘭根部汁液的越冬斑蝶群聚結構比較

(七) 森林微環境因子測量

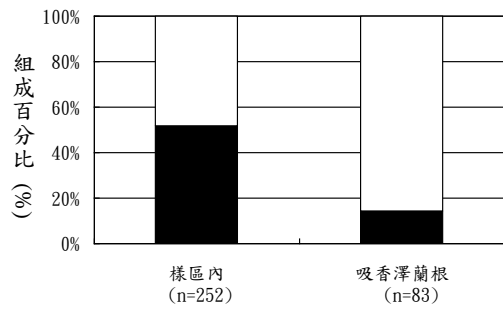
三個森林高度中，其夜間溫度與相對溼度均有顯著的差異（表 6）。在溫度方面，上層溫度較下層溫度平均高約 0.22 °C，最大可相差 3.49 °C；中層溫度較下層溫度平均高約 0.28 °C，最大可相差 4.68 °C；中層溫度較上層溫度平均高約 0.05 °C，最大可相差 2.33 °C。在相對濕度方面，上層相對濕度較下層相對濕度平均高約 2.30%，最大可相差 11.4%。中層相對濕度較下層相對濕度平均高約 2.11%，最大可相差 10.1%。中層相對濕度較上層相對濕度平均高約 0.18%，最大可相差 6.2%。總的來說，在不同的森林高度，在下層（3 公尺左右）環境偏向低溫乾燥，上層（10 公尺左右）環境偏向高溫潮濕，而中層（6 公尺左右）環境則較上層環境溫暖潮濕。



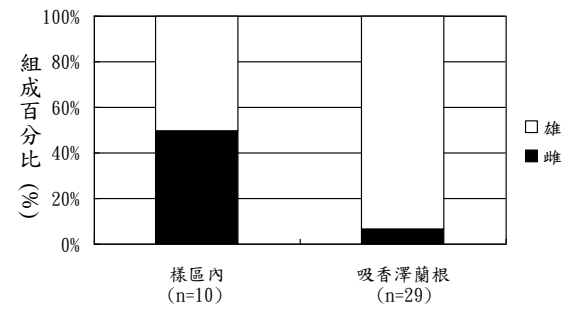
斯氏紫斑蝶



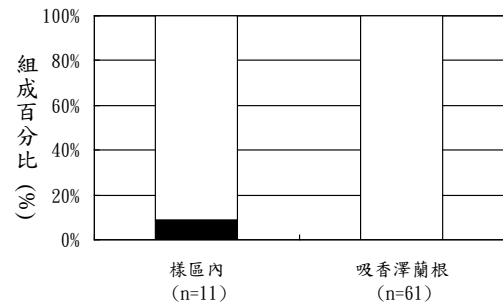
圓翅紫斑蝶



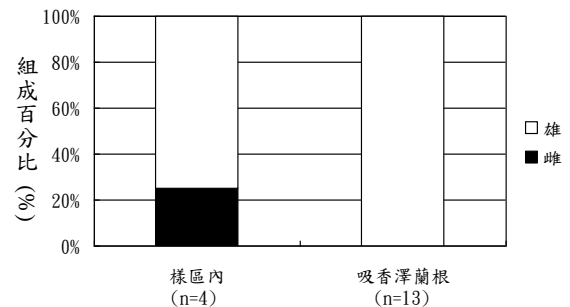
小紫斑蝶



端紫斑蝶



小紋青斑蝶



淡紋青斑蝶

圖 22 試驗樣區內及群集吸食香澤蘭根部汁液之各種越冬斑蝶族群性別比

表 6 不同森林高度所測的夜間溫度與相對濕度差異

	溫度(°C)			相對溼度(%)		
	平均差	最大值	P 值	平均差	最大值	P 值
上層與下層*	0.22	3.49	<0.001	2.30	11.4	<0.001
中層與下層	0.28	4.68	<0.001	2.11	10.1	<0.001
上層與中層	-0.05	-2.33	<0.001	-0.18	-6.2	<0.001

註：*上層高度為 10.64 公尺，中層高度為 6.58 公尺，下層高度為 3.64 公尺。

(八) 斑蝶移動觀察

1. 春季東部遷移觀察

依照時間的不同，大武苗圃越冬蝴蝶春季離開棲息地的時間不同，但通常在二月中起陸續離開越冬棲息地，在三月底至四月初間達遷移的最高峰。在蝴蝶遷移時飛翔速度方面，以斯氏紫斑蝶為例，其飛翔速度約為 30 km/hr 左右（以車輛平行斑蝶飛行方向估計）。

在遷移路徑方面，東部路徑主要由大武苗圃出發，沿著海岸線到金崙，在切入太麻里金針山，然後往知本、大南方向，一路向北到南橫初來（圖 23）。若配合數筆再捕獲資料（表 7），及志工的觀察記錄，可以發現越冬斑蝶會沿著中央山脈東側，經富源、光復、三棧、立霧溪口、無尾港直到台灣北部。除了東部路徑外，越冬斑蝶還可能沿著姑子崙溪和茶茶牙頓溪河床一路往西，越過大漢山，到達台灣西部，再與西部的越冬斑蝶一同往北遷移。因此可在台灣西部的雲林縣林內、苗栗縣竹南等地發現多筆來自大武苗圃的越冬斑蝶（表 7）。

2. 春季遷移的棲地利用

此外，從表 7 的再捕獲資料發現大溪和金崙的越冬棲息地亦可能為越冬末期的暫棲地，因為這兩個棲息地是在越冬末期形成，且各發現兩筆來自大武研究樣區的越冬斑蝶。而賓朗越冬棲息地則為另一種類型棲息地，該地在越冬中期形成，但在該地捕捉到兩筆來自紅葉山區越冬棲息地的斑蝶（該越冬棲息地本年度僅出現在越冬初期），且發現來自大武研究樣區的個體。因此，賓朗越冬棲息地的角色為主要冬天的越冬聚集地，亦是春季移動時的暫棲地。

3. 秋季越冬斑蝶的移動

由於越冬斑蝶是逐步由台灣各地來到越冬棲息地，其數量與規模不如秋季離開越冬棲息地，因此觀察不易。但在大武越冬棲息地內陸續發現秋季標記於紅葉、利嘉、知本、金崙等地的斑蝶，配合秋季的觀察，顯示越冬斑蝶進入棲息地的路徑之一，可能與離開越冬棲息地的路徑類似，亦沿著中央山脈東部往南移動。此外，在大武苗圃亦發現一隻來自於台中縣白冷的小紋青斑蝶（表 7），顯示越冬斑蝶進入棲息地除了上述的路徑外，應該還有其他的路徑。另外，大武苗圃也曾捕獲來自烏來的琉球青斑蝶（表 7），但因琉球青斑蝶不具越冬特性，牠的出現可能是隨著環境梯度逐步往南移動有關。



圖 23 台灣東部越冬斑蝶遷移路徑

(九) 日間活動觀察

越冬期間斑蝶每日的活動方面，約在每天上午六點開始，由於鳥類和赤腹松鼠在樹冠層活動的關係，驚擾樹冠層附近棲息的斑蝶，斑蝶則離開樹冠層往下移動。約在每天上午七點半左右，大部分的蝴蝶會離開樹冠層往下移動，紫斑蝶屬主要棲息在 3-6 公尺左右高度的樹葉或樹枝上，青斑蝶屬則主要散居在 6-8 公尺高度的樹葉或樹枝上。到了傍晚約四點左右則會集體往上遷移至 8-10 公尺左右的高度棲息，夜間在 6 公尺以下的樹枝或樹幹幾乎不會有蝶類棲息。當溫度接近 15 °C 以下時，青斑蝶屬會聚集成球，稱為「蝴蝶球」，棲息高度均在 6 公尺以上的高度，有時會維持數天不動，但要視天氣狀況而定。溫度一旦超過 15 °C，

青斑蝶屬則會迅速的散居在紫斑蝶的群體內。紫斑蝶的聚集模式則是散居在整棵樹上，稱為「蝴蝶樹」，溫度低時會呈靜止狀態不動一段時間，直到溫度回暖，而不會像青斑蝶屬那樣聚集成球。

表 7 2004-2008 年台東地區越冬斑蝶春季遷移再捕獲相關紀錄

標記地區	標記編號	標記日期	再捕獲地區	再捕獲日期	調查人員	種類/性別
大武 A 樣區	M1-0315	2008/3/15	延平泰平山	2008/3/27	呂縉宇	小紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-1216	2007/12/16	加津林	2008/3/16	趙仁方	小紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-1112	2007/11/12	加津林	2008/3/16	趙仁方	斯氏紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0216	2008/2/16	台北內湖	2008/3/25	吳玉昭	小紋青斑蝶/雌
安朔	M9-0129	2008/1/29	大武 A 樣區	2007/2/17	呂縉宇	小紫斑蝶/雌
安朔	M9-0129	2008/1/29	大武 A 樣區	2008/3/29	趙仁方	小紫斑蝶/雌
紅葉	M7-1123	2007/11/23	大武 A 樣區	2008/2/16	趙仁方	小紋青斑蝶/雄
紅葉	M7-1123	2007/11/23	大武 A 樣區	2008/2/17	呂縉宇	小紋青斑蝶/雄
龍田	L10-1117 ¹	2007/11/17	知本	2007/12/27	呂縉宇	小紋青斑蝶/雄
龍田	L9-1014 ¹	2007/10/14	知本	2008/2/5	趙仁方	小紋青斑蝶/雄
龍田	L9-1014 ¹	2007/10/14	大武 A 樣區	2008/2/10	陳德鴻等	小紋青斑蝶/雄
龍田	L2-1014 ¹	2007/10/14	利嘉	2007/10/23	呂縉宇	小紋青斑蝶/雄

利嘉	M15-1019	2007/10/19	大武 A 樣區	2007/12/8	朱慶宗	小紫斑蝶/雄
春日鄉白露	TZ8 ²	2007/11/17	大武 B 樣區	2008/3/29	蔡淑蘭	斯氏紫斑蝶/雄
白冷	Md930 ³	2007/9/30	大武 A 樣區	2008/3/9	朱慶宗	小紋青斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-0211	2007/2/11	賓朗	2007/3/16	呂縉宇	小紋青斑蝶/雄
大武 C 樣區	M1A-1231	2006/12/31	大武 E 樣區	2007/3/11	趙仁方	小紋青斑蝶/雄
大武 C 樣區	M11-0114	2007/1/14	大武 E 樣區	2007/3/4	趙仁方	小紋青斑蝶/雌
大武 C 樣區	M11-0114	2007/1/14	台北縣石門	2007/3/31	阿里磅生態農場	小紋青斑蝶/雌
大武 D 樣區	M12-0107	2007/1/7	大武 E 樣區	2007/3/4	趙仁方	小紋青斑蝶/雄
大武 D 樣區	M12-0113	2007/1/13	大武 E 樣區	2007/2/25	呂縉宇	斯氏紫斑蝶/雌
大溪	M3-0214	2007/2/14	金崙	2007/3/18	趙仁方	斯氏紫斑蝶/雄
安朔	M20-0131	2007/1/31	大武 E 樣區	2007/2/25	呂縉宇	小紋青斑蝶/雄
知本	M4-0130	2007/1/30	新竹北埔	2007/5/3	陳紹忠	小紋青斑蝶/雄
台北烏來	PC3 ⁴	2006/9/21	大武 A 樣區	2006/12/31	趙仁方	琉球青斑蝶/雄
紅葉	M7-1217	2006/12/17	賓朗	2007/3/20	呂縉宇	小紋青斑蝶/雌

紅葉	M7-1229	2006/12/29	賓朗	2007/3/20	呂縉宇	小紋青斑蝶/雌
大武 D 樣區	M12-0204	2007/2/4	金崙	2007/3/18	呂縉宇	圓翅紫斑蝶/雌
大武 C 樣區	M11-0127	2007/1/27	大溪	2007/3/3	趙仁方	小紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-1203	2006/12/3	大溪	2007/2/24	趙仁方	小紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-1119	2006/11/19	知本	2007/1/2	呂縉宇	小紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-1119	2006/11/19	知本	2007/1/2	呂縉宇	小紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-1119	2006/11/19	知本	2007/1/2	呂縉宇	小紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-0130 ⁵	2006/1/30	花蓮南三棧	2006/4/29	李家萱	圓翅紫斑蝶
大武 A 樣區	M1-0118 ⁵	2006/1/18	宜蘭蘇澳	2006/4/22	吳東南	圓翅紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0120 ⁵	2006/1/20	台北木柵	2006/4/30	鍾尹禎	端紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0121 ⁵	2006/1/21	台北龍洞	2006/4/22	詹家龍	圓翅紫斑蝶/雌
台東金峰	272b-FUN-TNR ⁶	2006/8/27	大武 A 樣區	2006/1/19	鄭樵	斯氏紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-1120 ⁵	2006/11/20	苗栗竹南	2006/5/7	陳麗梅、林子隆、王碧雲	斯氏紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0114 ⁵	2006/1/14	雲林林內	2006/4/6	林昀陞	圓翅紫斑蝶/雌

知本林道	M4-0106	2006/1/6	卑南賓朗	2006/2/13	伍德馨	小紋青斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-0126	2006/1/26	卑南賓朗	2006/2/24	呂縉宇	小紋青斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-1224	2006/12/24	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	斯氏紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0107	2006/1/7	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	斯氏紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0121	2006/1/21	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	斯氏紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0126	2006/1/26	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	斯氏紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0204	2006/2/4	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	斯氏紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-0215	2006/2/15	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	斯氏紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-0215	2006/2/15	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	斯氏紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M1-0207	2006/2/7	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	圓翅紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	M1-0204	2006/2/4	大武新化村	2006/2/16	陳德鴻等	圓翅紫斑蝶/雄
大武新化村	M2-0216 ⁷	2006/2/16	大武 A 樣區	2006/2/16	翁明華	斯氏紫斑蝶/雄
大武 A 樣區	M-0115 ⁵	2005/1/15	苗栗竹南	2005/5/1	陳冠蓉	斯氏紫斑蝶
大武 A 樣區	M-0326 ⁵	2005/3/26	苗栗竹南	2005/5/1	謝玲	斯氏紫斑蝶

大武 A 樣區	MA-01? ⁵	2005/1	苗栗竹南	2005/5/1	王貴鏡	斯氏紫斑蝶
大武 B 樣區	MB-0123 ⁵	2005/1/23	雲林林內	2005/5/7	陳瑞祥	斯氏紫斑蝶/雌
大武 A 樣區	TDM8	2004/2/28	花蓮萬榮	2004/5/20	鄭進庭	斯氏紫斑蝶

註：¹ 該筆資料原始標記者為台東縣鹿野鄉龍田蝴蝶保育推廣協會在瀧田地區進行的標放調查（負責人為李元和老师）。其中 L2 為和香蝶坊；L9 為陳炳榕家花園；L10 為柑園路社區花園。

² 該筆資料原始標記者為曾美萍小姐。

³ 該筆資料原始標記者為陳冠蓉小姐。

⁴ 該筆資料原始標記者為畢文莊小姐。

⁵ 資料引自詹等 (2006)。

⁶ 該筆資料原始標記者為吳東南先生。

⁷ 該再捕獲個體為 2006 年 2 月 16 日上午自研究樣區遷移至大武鄉新化村，同日下午再度於研究樣區內被捕獲。

五、討論

(一) 斑蝶的越冬的條件

雖然斑蝶類越冬與遷移的現象在北美洲、亞洲、澳洲都有類似的現象，但與眾不同的是，台灣的越冬蝴蝶谷為多種斑蝶混棲越冬 (Williams, 1958; Corbet & Pendlebury, 1978; Ishii & Matsuka, 1990)。斑蝶越冬須符合兩大條件，首先是其體內需要有豐富的脂肪累積，作為冬季的主要能量來源。儘管昆蟲在越冬期間取食行為仍會發生，但營養的貯存仍是必要的 (Mansingh, 1971)，因此，越冬物種必須要有足夠的脂肪累積，以作為越冬期間的主要能量來源。第二個條件是生殖滯育。對昆蟲來說，繁衍後代、延續族群是其生命過程中最重要的使命，因此生殖會消耗了昆蟲許多能量。Canzano *et al.* (2006) 研究指出斯氏紫斑蝶在滯育時的新陳代謝率，比生殖活動時其還來的低，二氧化碳的產量生殖滯育時比有生殖活動時來的低 28%，這說明了斑蝶在越冬期間，若消耗過多能量在生殖上，將可能導致無足夠的能量度過寒冷的冬天，所以越冬期間斑蝶會產生生殖滯育的現象來減少體內能量的消耗。而打破生殖滯育則與光週期、濕度、溫度、食草植物等環境因子有關 (Canzano *et al.*, 2003)。

大樺斑蝶是典型的越冬斑蝶，牠同時具有上述的脂肪體累積與生殖滯育的現象 (Tuskes & Brower, 1978; Barker & Herman, 1976; Oberhauser & Hampton, 1995)。台灣的 13 種斑蝶中，依據其脂肪體累積的現象，可以發現圓翅紫斑蝶、端紫斑蝶、斯氏紫斑蝶、小紫斑蝶、淡紋青斑蝶和小紋青斑蝶等六種具有明顯的脂肪累積，與其他 7 種斑蝶不同，因此可被確認為越冬的種類。

然而，在過去的調查中曾在大武苗園發現一隻來自於烏來的琉球青斑蝶 (表 7)，是否意謂著琉球青斑蝶也與上述紫斑蝶屬及青斑蝶屬一樣，同樣具有越冬與遷移的行為？從其脂肪體的累積來看，琉球青斑蝶冬季體內脂肪量不高，而且在越冬期間經常可以發現求偶行為、交配行為，

也可以發現卵、幼蟲、蛹等各階段的型態。從各方面的現象看來，似乎頗難斷定琉球青斑蝶是否為越冬的種類。其實，就如前述所言，「越冬」斑蝶有生物學上的定義，而且通常會伴隨著群體移動的現象。但是，有群體移動，且冬季會群聚的斑蝶，並不一定屬於「越冬」斑蝶。以琉球青斑蝶來看，雖然牠也具有群體移動的現象，在秋季也會往南台灣移動，甚至群聚在一些溫暖的棲息地內。再者，依過去的研究顯示，其冬季群聚的行為與上述六種越冬斑蝶不同，大部分的琉球青斑蝶冬季群聚時間約僅 2 週左右 (圖 24)，待溫度稍稍回溫，即離開棲息地，進行覓食、求偶、交配、產卵等行為，其後另一批琉球青斑蝶再進入棲息地內，因此在調查過程中可以發現每隔一段時間，琉球青斑蝶在越冬棲息地內再捕獲的比例會低至幾近於零 (圖 25)，這與越冬斑蝶進入棲息地後通常停留 2-3 個月左右的現象不同。再加上其冬季缺乏脂肪體累積的現象，所以琉球青斑蝶並不屬於越冬斑蝶的種類之一。因此，台灣地區琉球青斑蝶的生態行為，不應與越冬斑蝶混為一談，但也是值得深入探討的議題。

(二) 越冬斑蝶群聚結構

越冬斑蝶的群聚結構會隨著不同年份而改變。以大武越冬棲息地來說，2004-2005 年和 2005-2006 年冬季以斯氏紫斑蝶最優勢，2006-2007 年冬季以小紋青斑蝶最優勢，2007-2008 年冬季以小紫斑蝶最優勢。李及王 (1997) 在 1993-1994 年間進行台灣越冬棲息地蝶類調查時，端紫斑蝶均為各個越冬棲息地的優勢族群。雖然近年來在台灣各地的越冬棲息地中，尚未發現端紫斑蝶為主要優勢族群的越冬棲息地，但依本年度蝶類組成變化來看，或許李及王 (1997) 調查期間正值端紫斑蝶大發生，就如同本年度小紋青斑蝶大發生的情形一樣。因此，要了解一個越冬棲

息地內蝶類組成變化，或許需要由從各個不同蝶種間的週期變化來判定。此外，六種越冬斑蝶的組成比例也會隨著月份而改變（圖 7），這種改變與不同蝴蝶進入越冬棲息地的時間不同，以及優勢蝶種的變化有關。

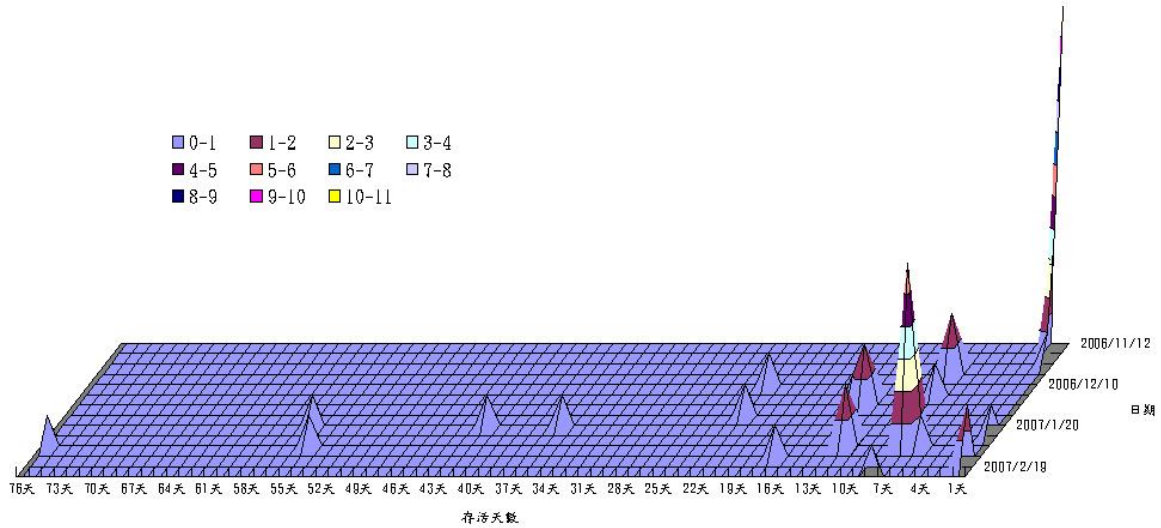


圖 24 2006-2007 年冬季大武苗圃琉球青斑蝶停留天數（以在捕獲個體來計算；不同顏色代表隻數）

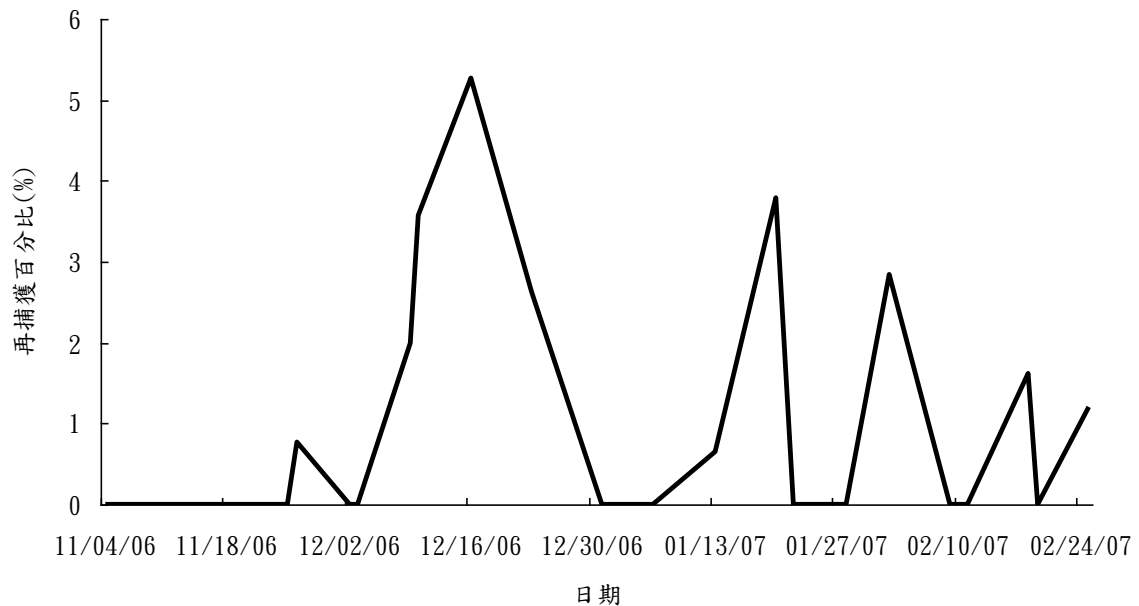


圖 25 2006-2007 年冬季大武苗圃琉球青斑蝶再捕獲比例

若從雌雄個體間數量比例的消長上來看（圖 8），趙等（2007）指出紫

斑蝶屬和青斑蝶屬在越冬期間均以雌性個體所佔比例較多。Tuskes & Brower (1978) 的研究顯示雄性個體的數量略高於雌性個體的現象，可能與蝴蝶棲息環境的氣候差異有關。本研究的結果除了呼應趙等 (2007) 的研究結果外，亦發現一個有趣的現象：或許從雌性個體比例的多寡，可以用來判斷越冬族群是否已經進入越冬棲息地內。圖 8 顯示在十一月份時，端紫斑蝶和小紋青斑蝶的性別比雄性遠高於雌性。再從圖 10 可以發現，端紫斑蝶和小紋青斑蝶是在接近十一月底左右才開始進入越冬棲息地。而十二月份以後，端紫斑蝶和小紋青斑蝶雌性個體比例就高達 50% 以上。多數研究顯示，在越冬斑蝶離開越冬棲息地時，是由雌性個體率先離開 (Calvert & Lawton, 1993; Van Hook, 1996; Scheermeyer, 1993)。此外，在非越冬期間斑蝶的群體移動，會發生雌性個體大量增加的現象。因此，雌性個體比例增加的現象，可能與移動行為有直接關係 (圖 26)。

(三) 越冬斑蝶群聚數量估算

從表 2 近年來大武地區越冬斑蝶群聚總數量的比較來看，2006-2007 年冬季的越冬斑蝶數量明顯較往年少了許多。而該年度越冬斑蝶數量偏少的現象，非僅出現在本研究樣區內，而是台灣多數越冬棲息地的斑蝶，在該年度內均有量少且較晚進入越冬棲息地的現象。但在越冬斑蝶進入棲息地的時間順序上則依然維持：小紫斑蝶先進入，其後為斯氏紫斑蝶或圓翅紫斑蝶，在其次是端紫斑蝶，最後為小紋青斑蝶。顯示這種進入越冬棲息地的次序，應是較穩定的規則。

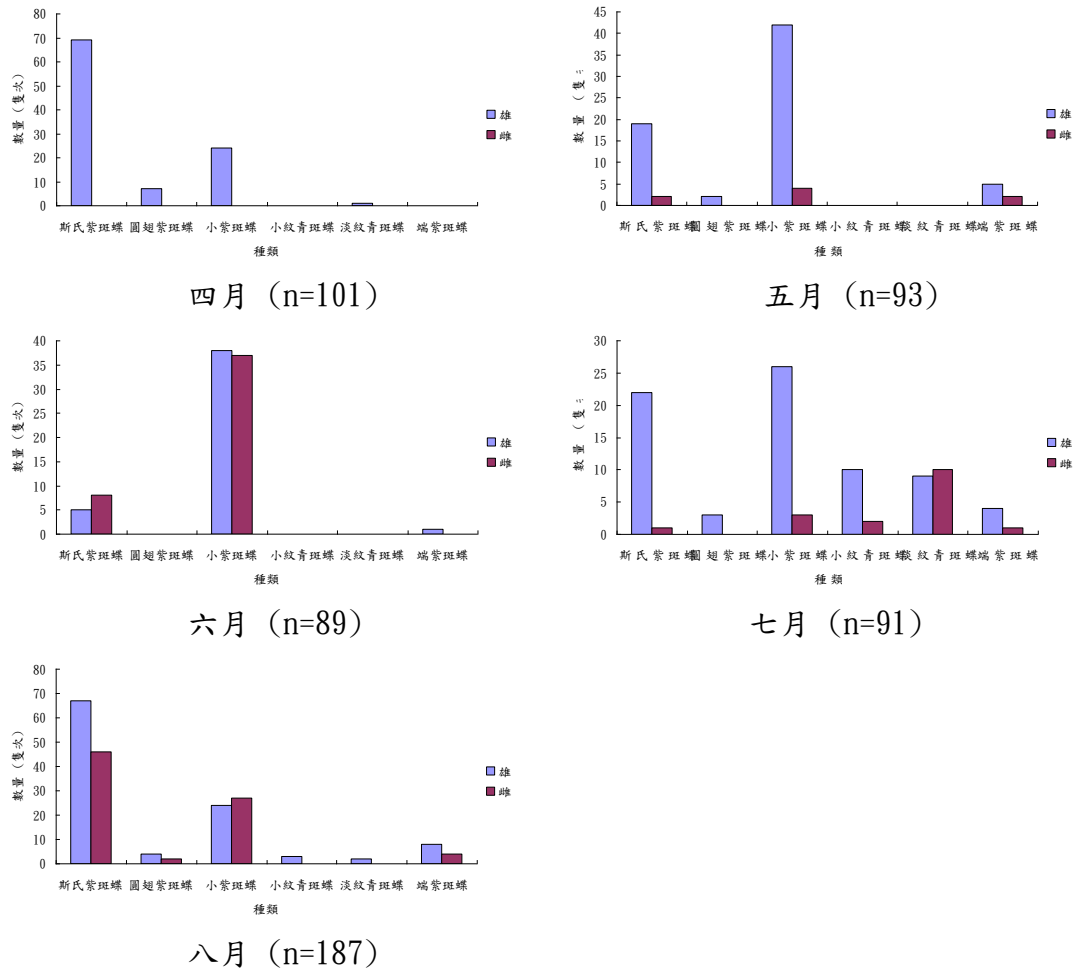


圖 26 2005 年 4-8 月台東地區每月捕獲斑蝶數量 (6 月與 8 月發現斑蝶集體移動)

造成 2006-2007 年冬季台灣整體的越冬斑蝶數量驟減，除了上述因素外，氣候造成棲息地環境改變，也可能是造成該年度研究樣區中蝶類數量減少的原因之一。圖 2 和圖 3 顯示，2006-2007 年氣候相較於往年而言，偏向於高溫乾燥的氣候，這種現象影響到研究樣區內植被的生長情形。從本研究的觀察發現，越冬斑蝶棲息的位置多位於森林高度 2-10 公尺間的範圍內。而這個範圍正是灌木和小喬木枝葉生長的範圍，換句話說，在越冬斑蝶棲息條件中，除了要有林相完整的樹冠層外，對於森林中層

的灌木與小喬木的發育，也是相當重要的條件之一，因為森林中的灌木與小喬木除了提供越冬斑蝶停棲外，對於維持森林微環境有很大的功能。從表 6 可以發現，夜間在森林中層的溫度，高於森林下層與森林上層（由於本研究樣區樹幹層高度約 12-15 公尺，因此 10 公尺高的森林上層，已經接近樹冠層位置），這有賴於森林中層生長茂密枝葉的貢獻。

2006-2007 年冬季除了蝴蝶數量銳減外，大部分的越冬斑蝶並沒有棲息在往年的棲息地內（2007-2008 年冬季又回到往年的棲息地），而移往週邊一公里範圍內的棲息地。這些棲息地有一個共同的特點，就是均位於陡峭的山坡（40 度左右到超過 70 度間的斜坡）。雖然這些棲息環境內的灌木與小喬木依然生長不佳，但因地勢陡峭之故，斜坡下方大喬木的樹冠層，可作為斜坡上方大喬木的森林中層植物，同樣可以發揮森林中層植物的功效，而越冬斑蝶利用的位置，就是在斜坡下方大喬木的樹冠附近。但這樣的棲息環境通常其範圍狹小，所以可以提供蝶類棲息的空間並不大，也因此會造成越冬棲息地內斑蝶較頻繁的移動。此外，依據空照圖判讀，配合現場踏勘，其實類似的棲息環境在研究樣區附近不少，但僅有三處有斑蝶棲息。這種棲地選擇是否有特別的原因，則有待進一步研究。

(四) 翅膀受損與越冬斑蝶春季遷移的關係

造成斑蝶翅膀受損的原因，可能來自因成蟲生活期長而造成鱗粉脫落或破損，亦可能因為遭受天敵的攻擊而導致翅膀損傷。在大武越冬棲息地主要的天敵是蜘蛛，雖然造成蝴蝶死亡的數量並不多；天敵鳥類雖曾被目擊捕食越冬斑蝶，但攻擊斑蝶的頻率並不高，且 Kitching & Zalucki (1981) 觀察澳洲產幻紫斑蝶時，亦認為鳥類並非紫斑蝶的主要天敵。而因年齡因素所造成的翅膀損傷，可能來自於太陽照射時間長所導致的翅

膀褪色，也有可能因為長期飛翔穿梭林間所造成的刮傷。因此，當一隻翅膀受損程度為「好的」越冬斑蝶比起「最佳的」越冬斑蝶來說，牠可能存活時間比較長，或是長期飛翔所造成。這種判斷翅膀受損程度的情形與大樺斑蝶不同，Tuskes & Brower (1978) 也曾將採獲的大樺斑蝶分為最佳的、好的和不好的三個等級，但區分原則是根據翅膀邊緣破損的狀況來判斷，主要是大樺斑蝶在越冬期間會受到鳥類大量的攻擊，因此可依此來判斷相對存活的時間長短。

依本研究對於越冬斑蝶翅膀受損情形的判斷可以將四種紫斑蝶分為兩種類型：斯氏紫斑蝶和圓翅紫斑蝶是一種類型，其特性是在越冬初期，多數個體翅膀已有一定的受損程度（即「最佳的」個體少，多為「好的」個體）；小紫斑蝶和端紫斑蝶則是另一種類型，其特性是在越冬初期，多數個體翅膀呈現「最佳的」比例高（圖 11）。若假設四種紫斑蝶進入越冬棲息地的個體羽化時間都相當的話，那麼這種現象顯示：當進入越冬棲息地前，大部分的斯氏紫斑蝶與圓翅紫斑蝶可能涉及較長距離的移動，而大部分的小紫斑蝶和端紫斑蝶移動的距離則可能較短。這種現象也反應在春天遷出行為上。表 8 為 20 筆 2004-2008 年間台灣地區越冬斑蝶春季遷移長距離飛行（飛行距離超過 100 公里）再捕獲個體，除了一筆資料為端紫斑蝶，一筆資料為小紫斑蝶，三筆資料為小紋青斑蝶外，其餘的 15 筆資料均為斯氏紫斑蝶與圓翅紫斑蝶，這個證據亦可證明上述斯氏紫斑蝶與圓翅紫斑蝶可能涉及較長距離的移動的說法。此外，在表 8 的所有再捕獲個體中，以雌性個體為多，亦可說明雌性個體率先離開越冬棲息地。

表 8 2004-2008 年間台灣地區越冬斑蝶春季遷移長距離飛行（飛行距離超過 100 公里）再捕獲個體¹

編號	飛行距離 (公里)	標記地點	再捕獲地點	種類	性別	再捕獲時間 (年)
1	320	大武	內湖	小紋青斑蝶	雌	2008
2	300	大武	政大	端紫斑蝶	雌	2006
3	292	大武	龍洞	圓翅紫斑蝶	雌	2006
4	290	知本	北埔	小紋青斑蝶	雄	2007
5	290	大武	石門	小紋青斑蝶	雌	2007
6	261	大武	蘇澳	圓翅紫斑蝶	雌	2006
7	256	舊七佳	竹南	斯氏紫斑蝶	雌	2005
8	255	大武	竹南	斯氏紫斑蝶		2005
9	255	大武	竹南	斯氏紫斑蝶		2005
10	255	大武	竹南	斯氏紫斑蝶	雌	2005
11	255	大武	竹南	斯氏紫斑蝶		2005
12	207	大武	南三棧	圓翅紫斑蝶	雌	2006
13	199	茂林	竹南	斯氏紫斑蝶	雄	2005
14	176	大武	富源	斯氏紫斑蝶		2004
15	152	大武	林內	圓翅紫斑蝶		2006
16	152	大武	林內	斯氏紫斑蝶	雌	2005
17	151	霧台	林內	斯氏紫斑蝶	雄	2006
18	126	茂林	八卦山	小紫斑蝶		2004
19	114	霧台	林內	斯氏紫斑蝶	雄	2006
20	106	林內	竹南	斯氏紫斑蝶	雄	2005

註：¹ 2004-2008 年全台春季遷移再捕獲個體中，標放地至再捕獲地相距超過 100 公里的個體。

² 2006-2006 年資料修正自詹等 (2006)。

(五) 覓食行為與日間活動

在覓食的活動方面，青斑蝶屬和紫斑蝶屬在活動時間是有差異的。圖 12 和圖 13 六顯示出一個共同的現象：青斑蝶屬有較長的取食時間，而紫斑蝶屬的取食時間較短，這可能與兩者活動的特性有關。從遷移的觀察來看，青斑蝶屬主要為逐步擴散的方式離開越冬棲息地，偶會進行長距離的飛行，而紫斑蝶類則多會作長距離的飛翔，因此在能量上的考

量，紫斑蝶屬會在短時間內快速覓食，以避免過多的能量消耗。此外，在體型大小上，青斑蝶類的體型較紫斑蝶類為大，所需的能量也可能較多，導致覓食時間較長。在有遷移行為發生時，青斑蝶屬和紫斑蝶屬同時集中在上午九點半以前進行覓食，顯示出在環境因子刺激下啟動遷移行為的同時，越冬斑蝶會採用短時間快速覓食，以因應遷移時的能量需求。

水量的攝取對越冬斑蝶來說是相當重要的，Ishii & Matsuka (1990) 在描述台灣的越冬蝴蝶谷時，亦曾提出斑蝶吸水的現象。然而就目前台灣已知的越冬蝴蝶谷，在地形上多屬於峽谷地形，水分多集中在谷地內的溪谷或山溝中，所以當斑蝶要吸水時，往往會集中在溪谷或山溝中。而大武苗圃的地形相當特別，其越冬棲息地環境屬於一個較平坦的空間，因此水分的分布較均勻，所以斑蝶吸水時則沒有特定的吸水聚集場所，而是散布在谷地內的地面上吸水。至於溪流環境位在谷地外，只有在越冬末期，吸蜜或遷移時才會利用溪流的環境吸水。在吸水的雌雄比例上，有別於夏季其他蝶類以雄性個體為主的吸水情形，越冬期間的吸水雌雄比例約略相當（圖 14），顯示越冬時期水分的需求，在雌雄個體間均同等的重要。此外，在吸水活動方面也多集中在上午的時段（圖 15）。

大樺斑蝶越冬棲息地環境的平均溫度在 10°C 左右，因此大樺斑蝶必須發展出相關的越冬機制，包含在行為上的聚集和生理上產生抗凍物質 (Tuskes & Brower, 1978)。以大武苗圃越冬地來說，即使在越冬期間，平均溫度都在 20°C 以上，大部分的時間斑蝶都棲息在整棵樹上，即使當天沒有採蜜和吸水的行為，每天還是會作垂直的移動，所以越冬谷地內的斑蝶對干擾很敏感，若有些微干擾，則會迅速的群起而飛。這與大樺斑蝶的習性有些不同，除了在清晨活動吸水及訪花外，大樺斑蝶大部份時間皆靜止不動。而如果大樺斑蝶越冬棲地的溫度過高便會造成其產

生過多的活動，甚至在繁殖棲地還不適合其生存的時候就遷離越冬棲地而無法生存 (Tuskes & Brower, 1978)，所以大樺斑蝶對於干擾的反應較慢，經常可以近距離的接近。這可能是溫帶型和熱帶型越冬斑蝶最大的行為差異。然而，當谷地內溫度低於 15 °C 時，聚集成球的青斑蝶屬，幾乎靜止不動，對於干擾的反應較慢，而干擾後的行為則會先落到地面上再起飛，而不像紫斑蝶屬受干擾後直接由樹上起飛的行為。青斑蝶類的這種現象頗似大樺斑蝶的行為 (Tuskes & Brower, 1978)，也就是說從行為上來躲避寒冷的環境。因此，青斑蝶屬為了避免遭受干擾，所以低溫 (低於 15°C) 時聚集的位置選擇在 6 公尺以上較高的區域棲息。此外，由於聚集成球的青斑蝶屬，外觀上狀似落葉，所以在微棲地環境的選擇上，也選擇棲息在枯枝上，也是一種擬態的現象，對於避免干擾的作用上也有幫助。

樹冠層的輻射冷卻效應有助於保持大樺斑蝶身體的含水量 (Calvert & Brower, 1981)。在大武苗圃越冬棲息地，斑蝶於夜間群棲在樹冠層附近，可能與大樺斑蝶一樣，有維持身體水分的效應。此外，棲息在樹冠層也有助於避免夜行性動物的干擾。

(六) 氣候、天敵與越冬斑蝶的死亡關係

環境溫溼度的變化往往是造成大樺斑蝶在越冬棲息地中死亡最重要的因素，一場暴風雪可能造成大樺斑蝶 50% 以上的死亡率 (Anderson & Brower, 1993; 1996; Brower *et al.*, 2004)。然而本研究顯示，在大武越冬棲息地內，斑蝶死亡率最高僅 0.4566% (圖 16)，換句話說，在台灣越冬棲息地內斑蝶的死亡率比起大樺斑蝶來說是相當低的。但即便是越冬棲息地內斑蝶的死亡率低，但當寒流來襲時，仍會造成大量的斑蝶死亡。在大樺斑蝶的研究中認為潮濕會加快蝴蝶結凍的過程，加速蝴蝶的死亡

(Larsen & Lee, 1994; Brower *et al.*, 2004)。但在表 5 的相關分析中可以發現，影響台灣越冬斑蝶死亡的因素主要在於溫度（呈顯著相關），而濕度則未達顯著相關。這可能與台灣為處亞熱帶地區，越冬棲息地的溫度多在 20°C 左右，而冬天雨量又少，不易造成因潮濕導致斑蝶體溫急速而造成大量死亡。

鳥類與鼠類被證實是大樺斑蝶重要的天敵之一 (Brower & Calvert, 1985; Brower *et al.*, 1985; Arellano *et al.*, 1993; Glendinning, 1993)。為證實數種越冬斑蝶可能的天敵，本研究亦分析刺鼠 (*Niviventer coxingi*, 17 隻)、斯文豪氏攀蜥 (*Japalura swinhonis*, 7 隻)及摺翅蝠 (*Miniopterus schreibersii*, 1 隻) 的胃含物，均未發現有吃食斑蝶的跡象。事實上，早在 1981 年 Kitching & Zalucki 即根據澳洲紫斑蝶的觀察，認為鼠類並非紫斑蝶的主要天敵，而本研究更證實了這一點。在鳥類的部分，在大武地區越冬棲息地內，雖然鳥類的數量不少，但鳥類捕食越冬斑蝶的案例並不多見；在本研中僅發現紅嘴黑鵯和白眉鵯有捕食紫斑蝶的現象發生。而當有鳥類干擾時，越冬的蝴蝶會以群舞 (swarming) 的方式躲避鳥類捕食或騷擾。此與大樺斑蝶躲避天敵行為類似 (Tuskes & Brower, 1978; Calvert, 1994)。此外，在越冬期間曾經觀察到的數次紅嘴黑鵯捕食斑蝶的行為中，發現雖然斑蝶會以群舞的方式，擾亂鳥類的視覺，但鳥類卻會以守株待兔的方式在枝條上守候，當斑蝶飛翔至可攻擊範圍內，即用嘴會直接啄食斑蝶的胸部或腹部。此外，有時鳥類會用嘴擾動附近的枝葉，讓停棲在枝葉上的越冬斑蝶飛起，再等待時機啄食。這種捕食行為與非越冬期間，所發現鳥類捕食斑蝶的方式不同。非越冬期間則曾觀察到白頭翁 (*Pycnonotus sinensis*)、烏頭翁 (*Pycnonotus taivanus*) 和小卷尾 (*Dicrurus aeneus*) 等鳥類捕食紫斑蝶，其捕食行為並非守候等待獵物，而是飛翔中追捕。此外，斑蝶特殊的吡嗪 (pyrazines) 味道對捕食者而

言，也具有忌避的功能 (Rothschild *et al.*, 1984; Guilford *et al.*, 1987)。在越冬棲息地內鳥類以守株待兔的方式捕食斑蝶，多發生在越冬末期，這可能與斑蝶體內的吡嗪會隨著時間而逐漸代謝掉，減低對鳥類的忌避功能有關 (Tuskes and Brower, 1978)。這兩種現象對於越冬斑蝶的禦敵效應上，可能都是重要的因子。

(七) 越冬斑蝶死亡個體的空間分布

大樺斑蝶越冬期間會隨著溫度改變出現族群移動避寒的現象 (Kammer, 1971)。從本研究觀察得知，在不同時期，因環境因子改變越冬斑蝶群聚的位置亦會有所改變。從上述斑蝶死亡因素的探討，可以發現溫度是造成越冬斑蝶死亡的重要因素，而夜間是一天溫度最低的時段，因此可以由死亡個體的空間分布狀況，間接推論不同時期越冬斑蝶棲息的位置。從圖 18 可以發現在 2005 年 11 月及 2006 年 2 月間，越冬棲息地的溫度較高，死亡個體的分布較為均勻，顯示越冬斑蝶在溫度高時不必以密集的方式聚集，在 2005 年 12 月及 2006 年 2 月間，因有數波寒流，越冬棲息地內溫度較低，斑蝶則集中聚集在研究樣區東半邊或較靠邊坡的區域，因此死亡個體多出現在這個區域內。但同樣是在 2005 年 12 月及 2006 年 2 月間，越冬斑蝶聚集的微觀位置仍會有所不同，這個部份應仔細剖析越冬斑蝶微棲地的利用狀況，才能進一步掌握越冬斑蝶的環境需求。

(八) 香澤蘭、越冬棲息地與越冬斑蝶

香澤蘭是近年來入侵森林的重要外來植物。就台灣越冬棲息地來說，也是重要的外來入侵植物，尤其在屏東與台東越冬棲息地內，大量的香澤蘭佔據許多原生植物的生長環境，並已取代原生植物成為冬季最

重要的蜜源植物。從棲地環境的復舊觀點來看，入侵的香澤蘭確有清除的必要，然而要清除香澤蘭就必須解決由何種原生植物來取代香澤蘭，成為斑蝶冬季的蜜源植物。本研究遂提出以台灣鱗球花取代香澤蘭的構想。因為從生長環境、花期與斑蝶的利用情形來看，確實有這樣的可能性。本研究的目的是試圖解決這個問題。

台灣鱗球花與香澤蘭的競爭試驗中，不僅是香澤蘭在進入夏季前就全數死亡，連同其他的植物也無法生長（圖 19），顯示在 2007 年春夏季雨量少（圖 3）的情況下，加上試驗區位於林緣與河邊間，陽光直接曝曬量高，致使所有植物都無法生長。由於試驗樣區附近還有許多原生植物，因此，接下來要觀察的重點是：其後試驗樣區中，植物入侵的情形為何？香澤蘭的萌芽率是否優於其他植物？其結果將可做為後續棲地復舊時的參考。

此外，或許台灣鱗球花生長的環境不適合光照量及光照強度太高的環境，而需要生長在林下步道週邊。因此本研究另在樣區內選擇兩條林下步道，將附近的香澤蘭清除，再看看香澤蘭入侵的情況。目前這兩條林下步道旁的台灣鱗球花仍生長良好。從圖 20 顯示台灣鱗球花不適合生長在森林覆蓋度過高的區域，香澤蘭則更需要較充足的陽光，雖然在部分樣區內有發現香澤蘭入侵，但多偏向於森林覆蓋度低的樣區。此外，樣區 4 有高密度的台灣鱗球花植株，森林覆蓋度也低，但卻沒有發現香澤蘭入侵的現象，是否能夠藉由台灣鱗球花密度優勢來抑制發現香澤蘭入侵有待進一步試驗證明。

在清除香澤蘭過程中意外發現大量的斑蝶會群集吸食香澤蘭根部汁液。這種現象對所有的越冬斑蝶來說，有種類及性別上的差異。圖 21 及圖 22 顯示對青斑蝶屬的蝶種吸引力高於紫斑蝶屬的蝶種，且雄性高於雌性。由於斑蝶類成蝶會利用訪花採蜜的機會攝取嘔啞型植物鹼

(pyrrolizidine alkaloids, PAs), 且雄雌蝶皆可分解植物體中的 PAs, 並存至體內 (Edgar, 1984), 以作為化學防禦及求偶之用。Ackery & Vane-Wright (1984) 研究指出斑蝶成蟲攝取 PAs 的方式, 是利用口器戳植物體受傷部分或表皮, 讓含 PAs 的液體形成小滴後再加以吸食。若香澤蘭為富含 PAs 的植物, 則本研究將香澤蘭拔除, 形同以外力的方式讓香澤蘭產生傷口, 則有利於斑蝶攝取 PAs。此外, Schneider (1993) 研究指出: PAs 也是斑蝶形成雄性費洛蒙的先趨物質和主要材料, 在斑蝶體內 PAs 會被合成斑蝶素 (Danaidone) 及其他相近的費洛蒙(danaidal、Hydroxydanaidal 等), 並貯存於毛筆器或芳香鱗內, 作雄性求偶之用。圖 22 攝食香澤蘭根部汁液的雄性個體明顯高於雌性個體的情形, 似乎也解釋了這種現象。另外, 在研究過程中 (越冬初期), 意外發現多筆小紫斑蝶交配的紀錄, 而這是否意謂著由於雄性個體因攝食高含量的 PAs, 使得雄性費洛蒙增加, 導致提高求偶的機率, 則需進一步的相關研究來證實。

(九) 導致越冬斑蝶離開棲息地的因素探討

在墨西哥大樺斑蝶越冬末期所發生的遷移現象與溫度、濕度等微環境改變有關 (Calvert & Brower, 1986)。大樺斑蝶離開越冬棲息地的同時, 也伴隨著生殖滯育的結束 (Tuskes & Brower, 1978)。光週期和溫度對於中止大樺斑蝶生殖滯育而言, 扮演著相當重要的因素 (Barker & Herman, 1976)。同樣的, Canzano *et al.* (2003) 研究指出幻紫斑蝶 (*E. core*) 和斯氏紫斑蝶 (*E. sylvester*) 生殖滯育的結束, 和光週期、濕度、溫度、食草植物等環境因子有關。因此誘發越冬斑蝶離開越冬棲息地, 可能也與光週期和溫度因子有關。以 2006-2007 年冬季為例, 原本聚集近十萬隻越冬斑蝶的棲息地, 在 2007 年 2 月 5 日至 2 月 8 日間, 全數的越冬斑蝶均離開該棲息地。分析該地的環境狀況可以發現 (圖 27): 在光週期的

部份，隨著時間光照時數逐漸增加，在 2 月 4 日時光照時數有明顯的增加，此時紫斑蝶與青斑蝶由原本聚集在棲息地灌木與喬木茂密的區域，移至棲息地周邊。其後四天（2 月 5 日至 2 月 8 日）紫斑蝶與青斑蝶便每天上午大量離開越冬棲息地，直到所有斑蝶全數離開為止。

在越冬末期的溫暖氣候下，墨西哥大樺斑蝶的活動頻率會明顯增加 (Calvert & Brower, 1986)。在台灣，越冬末期紫斑蝶也會有頻繁的活動，包括日光浴、吸水、吸蜜等行為，此可預期蝶群即將離開越冬棲息地(松香, 2002)，而上述行為必須在天氣轉暖時才會發生(李及王, 1997)。因此，越冬末期蝴蝶的活動與當時的棲息地環境溫度有關。本研究整理台灣大武越冬棲息地內環境溫度中，發現每日累積超過 30°C 的總時數，用以表示棲息地內溫暖的氣候條件(圖 27)。結果顯示雖然在越冬過程中，偶爾也會出現高溫的狀況，但並不會連續數天出現高溫的狀況。反觀在越冬斑蝶離開的四天內，則每日均有高溫的情形產生，且主要高溫的時間集中在每天之 10 時至 13 時之間，這也是斑蝶每日大量離開蝴蝶棲息地的時間。

綜合上述對於光照時數與溫度對於台灣越冬斑蝶離開越冬棲息地影響的討論可以發現光週期變長可能會刺激越冬斑蝶作離開棲息地的準備，因此蝴蝶會逐漸移到棲息地周邊的位置。而連續性的高溫，會增加斑蝶活動的頻率，也可能是導致越冬斑蝶離開越冬棲息地的因素。

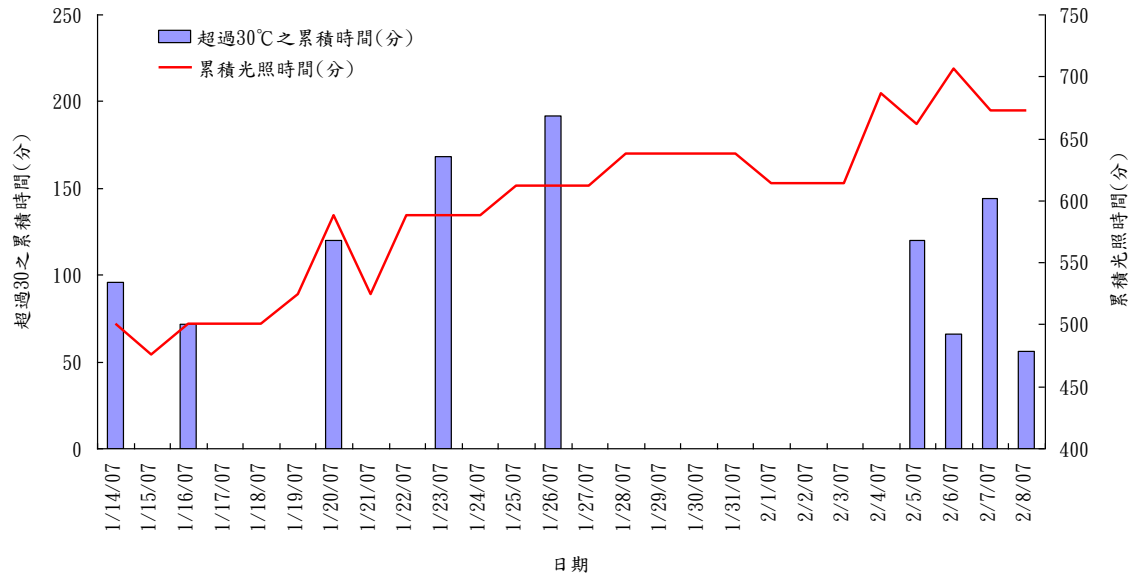


圖 27 2007 年越冬期間台灣大武越冬棲息地內每日累積光照總時數暨超過 30°C 之累積總時數

(十) 越冬斑蝶春季遷移時的飛翔

大樺斑蝶的遷移行為，是最吸引昆蟲行為學家關注的問題之一。在台灣，紫斑蝶也有類似的行為。遷移涉及到秋末由南到北的遷移和初春由南往北的遷移，目前台灣東部的遷移路徑，大致上是由達仁與大武一帶，沿著海岸線到金崙，在切入太麻里金針山，然後往知本、大南方向，一路向北到南橫初來（圖 23），再沿著中央山脈東側，經富源、光復、三棧、立霧溪口、無尾港直到台灣北部。另一支線則沿著姑子崙溪和茶茶牙頓溪河床一路往西，越過大漢山，到達台灣西部，再與西部的越冬斑蝶一同往北遷移。

在飛行速度上，曾有學者估計，大樺斑蝶的飛行速度約在 40-50 km/hr 之間 (Urquhart, 1960; Borland *et al.*, 2004)。在紫斑蝶方面，本研究所觀察估計的飛行速度約為 30 km/hr 左右。飛行速度上的差異可能與個體大小有關。在飛行策略上，大樺斑蝶曾有兩個飛行策略的假說被提出，分

別是邊際飛行策略 (boundary layer flight strategy) 和順風策略 (tail wind strategy) (Baker, 1978)。從目前觀察得知：越冬斑蝶向北飛行時會沿著山邊飛行，以方便飛行方向的控制，因此較支持邊際飛行策略。不過，由於越冬斑蝶有沿山邊飛行的傾向，但因台灣地勢起伏複雜，越冬斑蝶若沿山邊與溪谷一路往中央山脈飛行，可能會因附近的山勢陡峭，困於山區而成盤旋狀找尋出路，導致飛行路徑呈向東、向西或向南的飛行方向。因此，地形因素可能也是影響越冬斑蝶春季向北遷移路徑的重要影響因子。

(十一) 台東地區其他越冬棲息地的角色

過去大樺斑蝶的研究顯示：當大樺斑蝶春季離開時，會聚集至一些暫時性的棲息地中 (Tuskes & Brower, 1978)。同樣的情形也在本研究中被發現。從表 7 可以發現，在東部地區的越冬棲息地中，部分的棲息地屬於越冬期間主要的棲息環境，有一些則屬於越冬初期或越冬末期暫時性的棲息環境。從再捕獲的資料可以發現：賓朗、知本、金崙、大溪可能是春季移動時的暫棲地；金崙則可能也是秋季移動時的暫棲地。此外，知本除了是春季移動時的暫棲地外，也可能成為越冬期間主要的棲息地 (因為本研究發現每年至少近 3-5 萬隻以上的小紋青斑蝶，在越冬中期長時間聚集在知本的越冬棲息地)。賓朗除了可能是春季移動時的暫棲地外，也可能成為越冬期間主要的棲息地 (因為 2006-2007 年冬季發現至少有近 5 萬隻小紋青斑蝶，在越冬中期長時間聚集在賓朗的越冬棲息地)。大溪則是另一個春季移動時的暫棲地 (因為有數筆來自大武研究樣區的再捕獲資料)，但該地並不穩定，並非每年都被蝶類利用。

從過去的觀察顯示，越冬斑蝶利用主要越冬棲息地和利用暫棲地的形式不同。通常在主要越冬棲息地內蝴蝶活動範圍為森林的中層與下

層，選擇棲地的方位為北面有山勢做為屏障，以抵擋東北季風。然而，在暫棲地，越冬斑蝶主要活動範圍為樹冠層附近，其棲地有時會選擇朝向北面的方位。造成這樣的原因可能是在春季東北季風減弱，棲息於樹冠層及面北的棲地有助於在適合的天氣條件快速的離開棲息地。

不過，從目前越冬斑蝶的棲息環境來看，許多越冬棲息地位於陡峭的山凹處，雖然這些棲息地的腹地不大，但仍可聚集數萬隻以上的斑蝶。從航照圖檢視地形，發現類似的環境有非常多處，可能仍有許多越冬棲息地是我們所未知的。然而，配合現場調查後，發現並非所有類似的棲息環境越冬斑蝶都可以利用。那麼，越冬斑蝶面對諸多可供棲息的棲息地，是如何選擇？時機？或是有其他因素在調控？可能仍需更多的研究來證實。

(十二) 越冬斑蝶棲地經營初探

大武苗圃越冬棲息地位於浸水營國家森林步道附近，每到冬季會吸引許多登山客前來造訪。從大武地區越冬棲息地的分布位置來看，有一區正位於浸水營國家森林步道上，不過該地為暫時性的棲地，通常越冬斑蝶利用的時間點為二月中旬以後。在這段時間步行經過的登山客通常都可以發現大量的蝴蝶。因此，若從生態旅遊的觀點來看，該地或許可以考慮是否能成為生態旅遊的區域。不過，目前軟、硬體方面的解說人員與設施尚屬貧乏，要進行相關的推廣與經營管理，可能需要從人員訓練與解說設施規劃建構兩方面來著手。

至於大武地區其餘的越冬棲息地，因為多屬於主要的越冬棲息地，其對環境的改變較為敏感，諸如：該棲息地對於灌木層與小喬木層的要求高、需要較茂密的植被環境等都是重要的環境條件，再加上目前我們對於越冬斑蝶的微棲地利用方式仍未知。因此若在此時規劃作為生態旅

遊地，或許會影響蝴蝶的生存。此外，從保護區經營管理的概念來看，需有核心區、緩衝區和永續經營區的規劃。主要的越冬棲息地通常範圍狹小，遊客很容易直接就干擾到越冬斑蝶的棲地。因此，對於主要的越冬棲息地最好能深入研究越冬斑蝶的棲地利用情形後，再做妥善的規劃，以免造成棲地環境的破壞。

六、建議與後續研究

斑蝶越冬現象在台灣是相當特殊的生態現象。從目前所得的研究成果，我們對越冬蝴蝶谷的生態與行為的了解仍舊不足。尤其近年來氣候變化大，造成越冬斑蝶族群數量大起大落，組成也做了相當大的改變，讓越冬斑蝶生態更形複雜。況且近年來全球暖化趨勢，是否會造成越冬斑蝶生態的影響，亦是未來重要的課題。因此要解讀台灣越冬斑蝶生態可能需要投入更多的研究心力。

台東縣境內的斑蝶越冬棲息地至少在十餘處以上（許多應屬於暫時性的棲地，但超過二十萬隻以上的大型主要越冬棲息地至少有 3-4 處），越冬斑蝶儼然成為台東地區重要的生態資源之一。而大武越冬斑蝶棲息地除了是目前已知台灣最大的越冬棲息地外，其地理位置又位於浸水營國家森林步道附近，不論在研究上的價值或是生態旅遊發展上的應用，都有非常大的價值。不論作為保育功能，或是發展成兼具生態旅遊價值的區域，都需要有更多的研究資料來做基礎。目前我們所知的越冬斑蝶仍相當有限，有賴未來更進一步的努力。

就台灣越冬棲息地的分布來看，在大武鄉即達仁鄉山區可說是台灣越冬斑蝶最密集的區域，超過二十萬隻以上的大型越冬棲息地至少有四處以上，還有幾處數萬隻聚集的小型越冬棲息地。由於目前僅初步了解越冬斑蝶的生態與行為，長期的變遷與監測，仍有必要持續進行。因此建議，可以將該區劃定為越冬斑蝶長期生態研究站，作為深度了解台灣越冬斑蝶的生態的基地。再者，近年來全球氣候變遷，是否會影響到越冬斑蝶的生態也是一個值得關注的議題。當全球暖化後，越冬斑蝶會將其棲息地往緯度較高的區域移動，抑或是縮短在越冬棲息地內的時間，必須長期監測調查方能了解。若能在此區域成立長期研究站，將能有效

監測全球氣候變遷對越冬斑蝶的影響。

當然，在三年的研究調查後，對越冬斑蝶生態已有初步的了解。也應逐步進行環境教育工作。因此後續建議從下數的幾個方向來進行推廣工作：

- (一) 製作越冬斑蝶宣傳品，包括影片、摺頁、書籍等。
- (二) 結合越冬棲息地附近或是斑蝶遷移路徑中的社區與學校，從事教育宣導，引發保育意識，並期望能共同加入保育的行列。
- (三) 結合浸水營國家森林步道，深化步道資源，在適當期間（每年二月中左右），嘗試推動志工解說的生態旅遊活動，讓登山民眾也得以了解越冬斑蝶生態。

相較於美洲大樺斑蝶的研究，自二十世紀初即受到關注，並持續進行研究，至今已有近一世紀的時間，但仍存有許多懸而未決的問題。由於地理區的不同，台灣斑蝶的越冬現象與大樺斑蝶的生態習性有許多不同，近年來的研究僅是一個起步階段，有待後續進一步的研究。因此提出後續可持續研究的議題：

(一) 越冬生態

1. 群落結構與族群估算的長期監測。
2. 日週期、月週期與年週期活動模式與環境因此的關係。
3. 微棲地利用模式。
4. 越冬棲息地間的聯結關係（主要需探討數個大型主要越冬棲息地間的關係）。
5. 六種越冬斑蝶族群競爭。

(二) 基礎生物學

1. 實驗室與野外生活史研究。

2. 越冬生理研究 (含脂肪體與生殖滯育)。

3. 遺傳變異研究。

(三) 生態保育

1. 越冬棲息地經營管理。

2. 繁殖棲息地經營管理。

3. 越冬斑蝶生態旅遊地選址、規劃與評估。

4. 越冬斑蝶環境教育。

(四) 遷移生態

1. 遷移路徑與環境因子的關係。

2. 六種越冬斑蝶的遷移能力研究。

(五) 化學生態

1. 斑蝶化學防禦機制。

2. 費洛蒙與生殖研究。

3. 不同越冬斑蝶的生殖策略。

斑蝶的越冬與遷移生態是台灣傲人的生態資源。期盼能有更多的研究人力與經費投入這個領域，同時也建議大武研究樣區是否能有機會可以成為越冬斑蝶長期生態研究的研究點，藉此展現台東林區管理處對於生態保育研究與推動的決心。

七、致謝

本研究的完成首先感謝林務局台東林區管理處張彬處長、育樂課黃群策課長、大武工作站董世良主任，及育樂課和大武工作站同仁在調查期間的協助。感謝林務局保育組陳超仁技正、王守民技正、台灣大學昆蟲系朱耀沂教授、台灣大學昆蟲系楊平世教授、台灣師範大學生命科學系徐堉峰教授、特有生物研究保育中心方懷聖副研究員、台北市立教育大學陳建志副教授、台灣生態工法發展基金會詹家龍研究員、台灣博物研究室吳東南先生等學者專家提供寶貴的看法，及對本研究報告提出修正意見，讓本研究成果得以更臻完美。

台灣的越冬斑蝶與舉世聞名的大樺斑蝶雖然有許多特性不同，但仍有些相似之處。感謝澳洲昆士蘭大學 (Queensland University) 生命科學院動物與昆蟲學系 Myron P. Zalucki 教授及格里菲斯大學 (Griffith University) 環境科學系 Elly Scheermeyer 博士，除提供本研究所需的論文抽印本外，並從澳洲大樺斑蝶和紫斑蝶類的研究的觀點中，為本研究提供寶貴的意見，讓我們有跨國性生態研究與比較的機會。

越冬蝴蝶谷生態研究是需要龐大人力的支援，包括義守大學、明新科技大學、靜宜大學、台東大學、台東大學附小、台東縣大鳥國小、台東縣東河國小、台東縣崁頂國小、朝陽科技大學、海洋大學、中山大學、台灣蝴蝶保育學會、中華民國自然生態攝影學會、荒野保護學會台北總會、荒野保護學會宜蘭分會、鹿野鄉龍田村蝴蝶保育協會、台東縣攝影學會、高雄市自然觀察學會、屏東縣野鳥學會、視群傳播公司等及許許多多關心越冬斑蝶生態的志工朋友們，超過兩百人參與本研究的調查工作。非常感謝上述義工團體及對台灣生態特色有興趣的朋友們共同的參

與。此外，台東縣攝影學會榮譽理事長徐明正先生、視群傳播公司許鴻龍先生協助進行影像記錄工作，讓本研究成果增色不少，在此至上最深的謝忱。

八、參考文獻

- 李俊延、王效岳. 1997. 台灣冬天的蝴蝶谷. 台灣省立博物館, 台北.
- 松香宏隆. 2002. 台灣產マダラヨの集團越冬と移動. *Butterflies* 33: 3-17.
- 徐堉峰. 2006. 台灣蝶圖鑑第三卷. 國立鳳凰谷鳥園, 南投.
- 陳維壽. 1977a. 台灣的蝴蝶. 豐年社, 台北.
- 陳維壽. 1977b. 謎を秘める蝴蝶の谷. *昆虫と自然* 12(4): 7-10.
- 詹家龍、郭祺財、林俊儀、楊平世. 2006. 台灣產紫斑蝶屬之季節性移動. 2006 年自然資源保育暨應用學術研討會論文集. 102-121 頁. 真理大學觀光學院, 台南.
- 趙仁方、許佳榕、陳東瑤、楊平世. 2007. 台灣台東大武地區越冬斑蝶之研究. *台灣昆蟲* 27(1): 17-30.
- 濱野榮次. 1987. 台灣區蝶類生態大圖鑑. 牛頓出版社, 台北.
- Ackery, P. R. & R. I. Vane-Wright. 1984. *Milkweed Butterflies*. British Natural History Museum, London.
- Anderson, J. B. & L. P. Brower. 1993. Cold-hardiness in the annual cycle of the monarch butterfly. *In* S. B. Malcolm and M. P. Zalucki (eds.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, pp. 155-164. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County.
- Anderson, J. B. & L. P. Brower. 1996. Freeze-protection of overwintering monarch butterflies in Mexico: critical role of the forest as a blanket and an umbrella. *Eco. Entomol.* 21: 107-116.
- Arellano, G. A., J. I. Glendinning, J. B. Anderson & L. P. Brower. 1993. Interspecific comparisons of the foraging dynamics of black-backed

orioles and black-headed grosbeaks on overwintering monarch butterflies in Mexico. *In* S. B. Malcolm and M. P. Zalucki (eds.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, pp. 315-322. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County.

Baker, R. R. 1978. *The Evolutionary Ecology of Animal Migration*. New York: Holmes & Meier Publishers.

Barker, J. F. & W. S. Herman. 1976. Effect of photoperiod and temperature on reproduction of the Monarch butterfly, *Danaus plexippus*. *J. Ins. Phy.* 22: 1565-1568.

Borland, J., C. C. Johnson, T. W. Crumpton III, M. Thomas, S. M. Altizer & K. S. Oberhauser. 2004. Characteristics of fall migratory monarch butterflies, *Danaus plexippus*, in Minnesota and Texas. *In* K. S. Oberhauser & M. J. Solensky (eds.), *The Monarch Butterfly: Biology and Conservation*, pp. 97-104. New York: Cornell University.

Brower, L. P. 1985. New perspectives on the migration biology of the Monarch butterfly, *Danaus plexippus* L. *In* *Migration: Mechanisms and Adaptive Significance*. M.A. Rankin (ed.). pp. 748-785. *Contributions in Marine Science 27 (Suppl.)* Port Aransas, Marine Science Institute, The University of Texas at Austin, Texas.

Brower, L. P. 1995. Understanding and misunderstanding the migration of the monarch butterfly (Nymphalidae) in North America: 1857-1995. *J. Lepid. Soc.* 49(4): 304-385.

Brower, L. P. 1996. Monarch butterfly orientation: missing pieces of a magnificent puzzle. *J. Exp. Bio.* 199: 93-103.

- Brower, L. P., B. E. Horner, M. A. Marty, C. M. Moffitt and B. Villa-R. 1985. Mice (*Peromyscus maniculatus*, *P. spicilegus*, and *Microtus mexicanus*) as predators of overwintering monarch butterflies (*Danaus plexippus*) in Mexico. *Biotropica* 17(2): 89-99.
- Brower, L. P. & W. H. Calvert. 1985. Foraging dynamics of bird predators on overwintering monarch butterflies in Mexico. *Evolution* 39(4): 852-868.
- Brower, L. P., D. R. Kust, E. R. Salinas, E. Garcia-Serrano, K. R. Kust, J. Miller, C. F. der Rey and K. Pape. 2004. Catastrophic winter storm mortality of monarch butterflies in Mexico during January 2002. *In* K. S. Oberhauser & M. J. Solensky (eds.), *The Monarch Butterfly: Biology and Conservation*, pp. 151-166. New York: Cornell University.
- Calvert, W. H. 1994. Behavioral response of monarch butterflies (Nymphalidae) to disturbances in their habitat – a group startle response? *J. Lepid. Soc.* 48: 157-165.
- Calvert, W. H. 2004. Two method estimating overwintering monarch population size in Maxico. *In* K. S. Oberhauser & M. J. Solensky (eds.), *The Monarch Butterfly: Biology and Conservation*, pp. 121-127. Cornell University, New York.
- Calvert, W. H. & L. P. Brower. 1981. The importance of forest cover for the survival of overwintering monarch butterflies (*Danaus plexippus*, Danaidae). *J. Lepid. Soc.* 35: 216-225.
- Calvert, W. H. & L. P. Brower. 1986. The location of monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.) overwintering colonies in Mexico in relation to topography and climate. *J. Lepid. Soc.* 40(3): 164-187.
- Calvert, W. H. & R. O. Lawton. 1993. Comparative phenology of variation in

- size, weight, and water content of Eastern North American monarch butterflies at five overwintering sites in Mexico. *In* S. B. Malcolm and M. P. Zalucki (eds.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, pp. 299-307. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles.
- Canzano A. A., A. K. Andrew., R. E. Jones and J. E. Seymour. 2006. Rate of metabolism in diapausing and reproductively active tropical butterflies, *Euploea core* and *Euploea Sylvester* (Lepidoptera: *Nymphalidae*). *Phy. Entomol.* 31: 184-189.
- Canzano, A. A., R. E. Jones & J. E. Seymour. 2003. Diapause termination in two species of tropical butterfly, *Euploea core* (Cramer) and *Euploea sylvester* (Fabricius) (Lepidoptera: Nymphalidae). *Aus. J. Entomol.* 42: 352-356.
- Corbet, A. S. & H. M. Pendlebury. 1978. *The butterflies of the Malay peninsula*. Malayan Nature Society, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Edgar, J. A. 1984. Parsonsieae: Ancestral larval foodplants of the Danaine and Ithomiinae. *In* R. I. Vane-wright and P. R. Ackery (eds.), *The biology of butterflies*, pp. 91-93. Academic Press, London.
- Glendinning, J. I. 1993. Comparative feeding responses of the mice *Peromyscus melanotis*, *P. aztecus*, *Reithrodontomys sumichrasti*, and *Microtus mexicanus* to overwintering monarch butterflies in Mexico. *In* S. B. Malcolm and M. P. Zalucki (eds.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, pp. 323-333. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County.
- Guilford, T., C. Nicol, M. Rothschild & B. P. Moore. 1987. The biological roles of pyrazines: Evidence for a warning odour function. *Biological J.*

- Lin. Soc. 31: 113-128.
- Ishii, M. & H. Matsuka. 1990. Overwintering aggregation of *Euploea* Butterflies (Lepidoptera, Danaidae) in Taiwan. *Tyo to Ga* 41(3): 131-138.
- Kammer, A. E. 1971. Influence of acclimation temperature on the shivering behaviour of the butterfly, *Danaus plexippus*. *Zeitschrift fur Vergleichende Physiologie*, Berlin 72:364-369.
- Kammer, A. E. & J. Bracci. 1973. Role of the wings in the absorption of radiant energy by a butterfly. *Comp. Bio. Phy.* 45: 1057-1064.
- Kelley, R. B., J. N. Seiber, A. D. Jones, A. D. Segall, L. P. Brower. 1987. Pyrrolizidine alkaloids in overwintering monarch butterflies (*Danaus plexippus*) from Mexico. *Experientia* 43: 943-946.
- Kitching, R. L. & M. P. Zalucki. 1981. Observations on the ecology of *Euploea core corinna* (Nymphalidae) with special reference to an overwintering population. *J. Lepid. Soc.* 35(2): 106-119.
- Krebs, C. 1999. *Ecological methodology*. Benjamin and Cummings, Menlo Park, California.
- Larsen, K. J. & R. E. Lee. 1994. Cold tolerance including rapid cold-hardening and inoculative freezing of fall migrant monarch butterflies in Ohio. *J. Ins. Phy.* 40(10): 859-864.
- Malcolm, S. B. 1991. Cardenolide-mediated interactions between plants and herbivores. *In* G. A. Rosenthal & M. R. Berenbaum (eds.), *Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites I: The Chemical Participants*, pp. 251-296. Academic, San Diego.
- Malcolm, S. B. & L. P. Brower. 1989. Evolutionary and ecological

- implications of cardenolide sequestration in the monarch butterfly. *Experientia* 45: 284-295.
- Mansingh, A. 1971. Physiological classification of dormancies in insect. *Can. Entomol.* 103: 983-1009.
- Oberhauser, K. S. & R. S. Hampton. 1995. The relationship between mating and oogenesis in monarch butterflies (Lepidoptera: Danainae). *Journal of Insect Behavior* 8: 701-713.
- Reichstein, T., J. von Eum, J. A. Parsons & M. Rothschild. 1968. Heart poisons in the monarch butterfly. *Science* 30: 861-865.
- Rothschild, M., B. P. Moore & W. V. Brown. 1984. Pyrazines as warning odour components in the monarch butterfly, *Danaus plexippus*, and in moths of the genera *Zygaena* and *Amata* (Lepidoptera). *Biological Journal of the Linnean Society* 23: 375-380.
- Scheermeyer, E. 1987. Seasonality or opportunism in reproduction of Australian danaine butterflies: *Euploea core*, *E. tulliolus* and *Tirumala hamata* (Lepidoptera). Ph. D. Thesis. Griffith University, Brisbane.
- Scheermeyer, E. 1993. Overwintering of three Australian danaines: *Tirumala hamata hamata*, *Euploea tulliolus tulliolus*, and *E. core corinna*. In S. B. Malcolm and M. P. Zalucki (eds.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, pp. 345-353. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles.
- Schneider, D. 1993. Danaine Butterflies: A Didactic story about chemical ecology. In S. B. Malcolm and M. P. Zalucki (eds.), *Biology and Conservation of the Monarch Butterfly*, pp. 19-28. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles.

- Southwood, T. R. E. 1966. Ecological methods. New York: Chapman and Hall.
- Troyer, H. L., C. S. Burks & R. E. Lee. 1996. Phenology of cold hardiness in reproductive and migrant monarch butterfly (*Danaus plexippus*) in Southwest Ohio. J. Ins. Phy. 42(7): 633-642.
- Tuskes, P. M. & L. P. Brower. 1978. Overwintering ecology of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* L., in California. Eco. Entomol. 3: 141-153.
- Urquhart, F.A. 1960. The Monarch Butterfly. Toronto: Toronto University.
- Van Hook, T. 1996. Monarch butterfly mating ecology at a Mexican overwintering site: proximate causes of non-random mating. Ph. D. thesis, University of Florida, Gainesville.
- Wang, H. Y. & T. C. Emmel. 1990. Migration and overwintering aggregations of nine Danaide butterfly species in Taiwan. J. Lepid. Soc. 44(4): 216-228.
- Williams, C. B. 1958. Insect Migration. Collins, London.

附錄一：大武苗圃越冬棲息地蝴蝶名錄

弄蝶科 Hesperiiidae

大弄蝶亞科 Coeliadinae

淡綠弄蝶	<i>Badamia exclamationis</i> (Fabricius, 1775)
鸞褐弄蝶	<i>Burara jaina formosana</i> (Fruhstorfer, 1911)
沖繩絨毛弄蝶	<i>Hasora chromus</i> (Cramer, 1780)
台灣絨毛弄蝶	<i>Hasora taminatus vairacana</i> (Fruhstorfer, 1911)

花弄蝶亞科 Pyrginae

大黑星弄蝶	<i>Seseria formosana</i> (Fruhstorfer, 1909)
白裙弄蝶	<i>Tagiades cohaerens</i> Mabille, 1914
蘭嶼白裙弄蝶	<i>Tagiades trebellius martinus</i> Plötz, 1884

弄蝶亞科 Hesperinae

台灣單帶弄蝶	<i>Borbo cinnara</i> (Wallace, 1866)
香蕉弄蝶	<i>Erionota torus</i> Evans, 1941
狹翅弄蝶	<i>Isotheinon lamprospilus formosanus</i> Fruhstorfer, 1911
黑弄蝶	<i>Notocrypta curvifascia</i> (C. & R. Felder, 1862)
台灣黃斑弄蝶	<i>Potanthus confucius angustatus</i> (Matsumura, 1910)
黑星弄蝶	<i>Suastus gremius</i> (Fabricius, 1798)
大白紋弄蝶	<i>Udaspes folus</i> (Cramer, 1775)

鳳蝶科 Papilionidae

鳳蝶亞科 Papilioninae

台灣麝香鳳蝶	<i>Byasa impediens febanus</i> (Fruhstorfer, 1908)
大紅紋鳳蝶	<i>Byasa polyeuctes termessus</i> (Fruhstorfer, 1908)
綠斑鳳蝶	<i>Graphium agamemnon</i> (Linnaeus, 1758)
青斑鳳蝶	<i>Graphium doson postianus</i> (Fruhstorfer, 1908)
青帶鳳蝶	<i>Graphium sarpedon connectens</i> (Fruhstorfer, 1906)
紅紋鳳蝶	<i>Pachliopta aristolochiae interposita</i> (Fruhstorfer, 1904)
烏鴉鳳蝶	<i>Papilio bianor thrasymedes</i> Fruhstorfer, 1909

無尾白紋鳳蝶	<i>Papilio castor formosanus</i> Rothchild, 1896
無尾鳳蝶	<i>Papilio demoleus</i> Linnaeus, 1758
白紋鳳蝶	<i>Papilio helenus fortunius</i> Fruhstorfer, 1908
大鳳蝶	<i>Papilio memnon heronus</i> Fruhstorfer, 1929
台灣白紋鳳蝶	<i>Papilio nephelus chaonulus</i> Fruhstorfer, 1902
玉帶鳳蝶	<i>Papilio polytes polytes</i> Linnaeus, 1758
黑鳳蝶	<i>Papilio protenor protenor</i> Cramer, 1775
黃裳鳳蝶	<i>Troides aeacus formosanus</i> (Rothchild, 1899)

粉蝶科 Pieridae

粉蝶亞科 Pierinae

尖翅粉蝶	<i>Appias albina semperi</i> (Moore, 1905)
雲紋粉蝶	<i>Appias indra aristoxemus</i> Fruhstorfer, 1908
台灣粉蝶	<i>Appias lyncida eleonora</i> (Boisduval, 1836)
黃裙粉蝶	<i>Cepora aspasia olga</i> (Eschscholtz, 1821)
淡紫粉蝶	<i>Cepora nandina eunama</i> (Fruhstorfer, 1908)
黑脈粉蝶	<i>Cepora nerissa cibyra</i> (Fruhstorfer, 1910)
紅紋粉蝶	<i>Delias hyparete luzonesis</i> C. & R. Felder, 1862
紅肩粉蝶	<i>Delias pasithoe curasena</i> Fruhstorfer, 1908
雌白黃蝶	<i>Ixias pyrene insignis</i> Butler, 1879
黑點粉蝶	<i>Leptosia nina niobe</i> (Wallace, 1866)
台灣紋白蝶	<i>Pieris canidia</i> (Sparrman, 1768)
紋白蝶	<i>Pieris rapae crucivora</i> (Boisduval, 1836)
斑粉蝶	<i>Prioneris thestylis formosana</i> Fruhstorfer, 1908
端紅蝶	<i>Hebomoia glaucippe formosana</i> Fruhstorfer, 1908

黃粉蝶亞科 Coliadinae

銀紋淡黃蝶	<i>Catopsilia pomona</i> (Fabricius, 1775)
水青粉蝶	<i>Catopsilia pyranthe</i> (Linnaeus, 1758)
江崎黃蝶	<i>Eurema alitha esakii</i> Shirôzu, 1953
淡色黃蝶	<i>Eurema andersoni godana</i> (Fruhstorfer, 1910)
台灣黃蝶	<i>Eurema blanda arsakia</i> (Fruhstorfer, 1910)
荷氏黃蝶	<i>Eurema hecabe</i> (Linnaeus, 1758)
紅點粉蝶	<i>Gonepteryx amintha formosana</i> (Fruhstorfer, 1908)

小灰蝶科 Lycaenidae

熙小灰蝶亞科 Curetinae

白紋黑小灰蝶 *Spalgis epius dilama* (Moore, 1878)

銀斑小灰蝶亞科 Curetinae

銀斑小灰蝶 *Curetis acuta formosana* Fruhstorfer, 1908

小灰蝶亞科 Lycaeninae

紅邊黃小灰蝶 *Heliophorus ila matsumurae* (Fruhstorfer, 1908)

綠小灰蝶亞科 Theclinae

朝倉小灰蝶 *Arhopala birmana asakurae* (Matsumura, 1910)

紫小灰蝶 *Arhopala japonica* (Murray, 1875)

恆春小灰蝶 *Deudorix epijarbas menesicles* Fruhstorfer, 1912

三尾小灰蝶 *Horaga onyx moltrechti* Matsumura, 1919

凹翅紫小灰蝶 *Mahathala ameria hainani* Bethune-Baker, 1903

墾丁小灰蝶 *Rapala varuna formosana* Fruhstorfer, 1912

藍小灰蝶亞科 Polyommatainae

台灣琉璃小灰蝶 *Acytolepsis puspa myla* (Fruhstorfer, 1909)

埔里琉璃小灰蝶 *Celastrina lavendularis himilcon* (Fruhstorfer, 1909)

白波紋小灰蝶 *Jamides alecto dromicus* Fruhstorfer, 1910

琉璃波紋小灰蝶 *Jamides bochus formosanus* Fruhstorfer, 1909

波紋小灰蝶 *Lampides boeticus* (Linnaeus, 1767)

角紋小灰蝶 *Leptotes plinius* (Fabricius, 1793)

台灣黑星小灰蝶 *Megisba malaya sikkima* Moore, 1884

埔里波紋小灰蝶 *Nacaduba kurava therasia* Fruhstorfer, 1916

姬黑星小灰蝶 *Neopithecops zalmora* (Butler, 1869)

姬波紋小灰蝶 *Prosotas nora formosana* (Fruhstorfer, 1916)

台灣黑燕蝶 *Tongeia hainani* (Bethune-Baker, 1914)

沖繩小灰蝶 *Zizeeria maha okinawana* (Matsumura, 1929)

蛺蝶科 Nymphalidae

長鬚蝶亞科 Libytheinae

長鬚蝶 *Libythea lepita formosana* Fruhstorfer, 1908

斑蝶亞科 Danainae

樺斑蝶 *Danaus chrysippus* (Linnaeus, 1758)
黑脈樺斑蝶 *Danaus genutia* (Cramer, 1779)
圓翅紫斑蝶 *Euploea eunice hobsoni* (Butler, 1877)
紫端斑蝶 *Euploea mulciber barsine* Fruhstorfer, 1904
斯氏紫斑蝶 *Euploea sylvester swinhoei* Wallace & Moore, 1866
小紫斑蝶 *Euploea tulliolus koxinga* Fruhstorfer, 1908
大白斑蝶 *Idea leuconoe clara* (Butler, 1867)
琉球青斑蝶 *Ideopsis similis* (Linnaeus, 1758)
姬小紋青斑蝶 *Parantica aglea maghaba* (Fruhstorfer, 1908)
青斑蝶 *Parantica sita nipponica* (Moore, 1883)
小青斑蝶 *Parantica swinhoei* (Moore, 1883)
淡色小紋青斑蝶 *Tirumala limniace limniace* (Cramer, 1775)
小紋青斑蝶 *Tirumala septentrionis* (Butler, 1874)

毒蝶亞科 Heliconiinae

細蝶 *Acraea issoria formosana* (Fruhstorfer, 1914)
黃斑蝶 *Cupha erymanthis* (Drury, 1773)
紅擬豹斑蝶 *Phalanta phalantha* (Drury, 1773)

蛺蝶亞科 Nymphalinae

琉球紫蛺蝶 *Hypolimnas bolina kezia* (Butler, 1878)
雌紅紫蛺蝶 *Hypolimnas misippus* (Linnaeus, 1764)
黑擬蛺蝶 *Junonia iphita* (Cramer, 1779)
眼紋擬蛺蝶 *Junonia lemonias aenaria* Fruhstorfer, 1912
枯葉蝶 *Kallima inachus formosana* Fruhstorfer, 1912
琉璃蛺蝶 *Kaniska canace canace* (Linnaeus, 1763)
黃三線蝶 *Symbrenthia lilaea formosanus* Fruhstorfer, 1908
紅蛺蝶 *Vanessa indica* (Herbst, 1794)

黃帶枯葉蝶 *Yoma sabina podium* Tsukada, 1985

線蛺蝶亞科 Limenitinae

- 樺蛺蝶 *Ariadne ariadne pallidior* (Fruhstorfer, 1899)
台灣單帶蛺蝶 *Athyma cama zoroastes* (Butler, 1877)
單帶蛺蝶 *Athyma selenophora laela* (Fruhstorfer, 1908)
台灣綠蛺蝶 *Euthalia formosana* Fruhstorfer, 1908
朝倉三線蝶 *Neptis hesione podarces* Nire, 1920
琉球三線蝶 *Neptis hylas luculenta* Fruhstorfer, 1898
台灣三線蝶 *Neptis nata lutatia* Fruhstorfer, 1913
小三線蝶 *Neptis sappho formosana* Fruhstorfer, 1908
泰雅三線蝶 *Neptis soma tayalina* Murayama & Shimonoya, 1968
金三線蝶 *Pantoporia hordonia rihodona* (Moore, 1878)

絲蛺蝶亞科 Cyrestinae

石牆蝶 *Cyrestis thyodamas formosana* Fruhstorfer, 1898

閃蛺蝶亞科 Apaturinae

- 台灣小紫蛺蝶 *Chitoria chrysolora* (Fruhstorfer, 1908)
國姓小紫蛺蝶 *Helcyra plesseni* (Fruhstorfer, 1913)
白蛺蝶 *Helcyra superba takamukui* Matsumura, 1919
黃斑蛺蝶 *Sephisia chandra androdamas* Fruhstorfer, 1908
豹紋蝶 *Timelaea albescens formosana* Fruhstorfer, 1908

螯蛺蝶亞科 Apaturinae

- 雙尾蝶 *Polyura eudamippus formosana* (Rothschild, 1899)
姬雙尾蝶 *Polyura narcaea meghaduta* (Fruhstorfer, 1908)

環紋蝶亞科 Morphinae

環紋蝶 *Stichophthalma howqua formosana* Fruhstorfer, 1908

蛇目蝶亞科 Satyrinae

紫蛇目蝶 *Elymnias hypermnestra hainana* Moore, 1878

白條蔭蝶	<i>Lethe europa pavida</i> Fruhstorfer, 1908
樹蔭蝶	<i>Melanitis leda</i> (Linnaeus, 1758)
黑樹蔭蝶	<i>Melanitis phedima polishana</i> Fruhstorfer, 1908
小蛇目蝶	<i>Mycalesis francisca formosana</i> Fruhstorfer, 1908
姬蛇目蝶	<i>Mycalesis gotama nanda</i> Fruhstorfer, 1908
圓翅單眼蛇目蝶	<i>Mycalesis mineus</i> (Linnaeus, 1758)
單環蝶	<i>Mycalesis sangaica mara</i> Fruhstorfer, 1900
切翅單環蝶	<i>Mycalesis zonata</i> Matsumura, 1909
永澤黃斑蔭蝶	<i>Neope muirheadi nagasawae</i> Matsumura, 1919
白條斑蔭蝶	<i>PentHEMA formosanum</i> (Rothschild, 1898)
小波紋蛇目蝶	<i>Ypthima baldus zodina</i> Fruhstorfer, 1911
大波紋蛇目蝶	<i>Ypthima formosana</i> Fruhstorfer, 1908
台灣波紋蛇目蝶	<i>Ypthima multistriata</i> Butler, 1883
達邦波紋蛇目蝶	<i>Ypthima tappana</i> Matsumura, 1909

附錄二：大武苗圃越冬棲息地植物名錄

1. Pteridophytes 蕨類植物

1. Aspidiaceae 三叉蕨科
 1. *Quercifilix zeylanica* (Houtt.) Copel. 地耳蕨 (H, V, M)
 2. *Tectaria subtriphylla* (Hook. & Arn.) Copel. 三叉蕨 (H, V, M)
2. Aspleniaceae 鐵角蕨科
 3. *Asplenium normale* Don 生芽鐵角蕨 (H, V, C)
 4. *Asplenium polyodon* Forst. 革葉鐵角蕨 (H, V, M)
3. Athyriaceae 蹄蓋蕨科
 5. *Diplazium dilatatum* Blume 廣葉鋸齒雙蓋蕨 (H, V, C)
 6. *Diplazium petri* Tard.-Blot 廣葉深山雙蓋蕨 (H, V, C)
4. Dryopteridaceae 鱗毛蕨科
 7. *Arachniodes aristata* (Forst.) Tindle 細葉複葉耳蕨 (H, V, M)
5. Oleandraceae 蓀蕨科
 8. *Nephrolepis auriculata* (L.) Trimen 腎蕨 (H, V, C)
 9. *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott 長葉腎蕨 (H, V, C)
6. Polypodiaceae 水龍骨科
 10. *Microsorium punctatum* (L.) Copel. 星蕨 (H, V, C)
7. Pteridaceae 鳳尾蕨科
 11. *Cheilanthes chusana* Hook. 細葉碎米蕨 (H, V, C)
 12. *Pteris ensiformis* Burm. 箭葉鳳尾蕨 (H, V, C)
8. Schizaeaceae 海金沙科
 13. *Lygodium japonicum* (Thunb.) Sw. 海金沙 (H, V, C)

2. Dicotyledons 雙子葉植物

9. Acanthaceae 爵床科
 14. *Codonacanthus pauciflorus* (Nees) Nees 針刺草 (H, V, C)
 15. *Lepidagathis formosensis* Clarke ex Hayata 臺灣鱗球花 (H, V, C)
10. Amaranthaceae 莧科
 16. *Achyranthes aspera* L. var. *rubro-fusca* Hook. f. 紫莖牛膝 (H, V, C)
 17. *Deeringia polysperma* (Roxb.) Miq. 多子漿果莧 (H, V, C)
11. Anacardiaceae 漆樹科
 18. *Rhus javanica* L. var. *roxburghiana* (DC.) Rehd. & Wilson 羅氏鹽膚木 (T, V, C)

12. Apocynaceae 夾竹桃科
 19. *Ecdysanthera rosea* Hook. & Arn. 酸藤 (C, V, C)
13. Araliaceae 五加科
 20. *Aralia bipinnata* Blanco 裏白蔥木 (T, V, C)
 21. *Schefflera octophylla* (Lour.) Harms 鵝掌柴 (T, V, C)
14. Asclepiadaceae 蘿藦科
 22. *Cryptolepis sinensis* (Lour.) Merr. 隱鱗藤 (C, V, M)
 23. *Dregea volubilis* (L. f.) Benth. 華他卡藤 (C, E, M)
 24. *Gymnema sylvestre* (Retz.) Schultes, Roem. & Schultes 羊角藤 (C, V, C)
 25. *Hoya carnosia* (L. f.) R. Br. 毬蘭 (C, V, C)
 26. *Marsdenia tinctoria* R. Br. 絨毛芙蓉蘭 (C, V, C)
15. Asteraceae 菊科
 27. *Ageratum conyzoides* L. 霍香薊 (H, R, C)
 28. *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. 大花咸豐草 (H, R, C)
 29. *Blumea laciniata* (Roxb.) DC. 裂葉毛將軍 (H, V, C)
 30. *Blumea riparia* (Blume) DC. var. *megacephala* Randeria 大頭艾納香 (H, V, C)
 31. *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King & H. Rob. 香澤蘭 (H, R, M)
 32. *Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore 昭和草 (H, R, C)
 33. *Elephantopus mollis* H. B. K. 毛蓮菜 (H, R, C)
 34. *Mikania micrantha* Kunth 小花蔓澤蘭 (C, R, C)
 35. *Synedrella nodiflora* (L.) Gaert. 金腰箭 (H, V, C)
 36. *Vernonia cinerea* (L.) Less. 一枝香 (H, V, C)
16. Bignoniaceae 紫葳科
 37. *Radermachia sinica* (Hance) Hemsl. 山菜豆 (T, V, C)
17. Capparidaceae 山柑科
 38. *Capparis acutifolia* Sweet 銳葉山柑 (C, V, M)
 39. *Capparis micracantha* DC. var. *henryi* (Matsum.) Jacobs 小刺山柑 (S, V, M)
 40. *Capparis sabiaefolia* Hook. f. et Thoms. 毛瓣蝴蝶木 (S, V, M)
 41. *Capparis sikkimensis* Kurz ssp. *formosana* (Hemsl.) Jacobs 山柑 (C, V, M)
18. Caricaceae 番木瓜科
 42. *Carica papaya* L. 木瓜 (T, D, C)
19. Caryophyllaceae 石竹科
 43. *Drymaria diandra* Blume 菁芳草 (H, V, C)
20. Convolvulaceae 旋花科
 44. *Erycibe henryi* Prain 亨利氏伊立基藤 (S, V, M)

21. Crassulaceae 景天科
 45. *Kalanchoe spathulata* (Poir.) DC. 倒吊蓮 (H, V, C)
22. Cucurbitaceae 瓜科
 46. *Diplocyclos palmatus* (L.) C. Jeffrey 雙輪瓜 (C, V, C)
23. Ebenaceae 柿樹科
 47. *Diospyros eriantha* Champ. ex Benth. 軟毛柿 (T, V, C)
24. Euphorbiaceae 大戟科
 48. *Bridelia balansae* Tutch. 刺杜密 (T, V, C)
 49. *Bridelia tomentosa* Blume 土蜜樹 (T, V, C)
 50. *Croton cascarilloides* Raeush. 裏白巴豆 (S, V, C)
 51. *Glochidion acuminatum* Muell.-Arg. 裏白饅頭果 (T, V, M)
 52. *Glochidion zeylanicum* (Gaertn.) A. Juss. 錫蘭饅頭果 (T, V, C)
 53. *Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg. 血桐 (T, V, C)
 54. *Mallotus paniculatus* (Lam.) Muell. -Arg. 白匏子 (T, V, C)
 55. *Mallotus philippensis* (Lam.) Muell. -Arg. 粗糠柴 (T, V, C)
 56. *Mallotus repandus* (Willd.) Muell. -Arg. 扛香藤 (C, V, C)
 57. *Melanolepis multiglandulosa* (Reinw.) Reich. f. & Zoll. 蟲屎 (T, V, C)
 58. *Phyllanthus multiflorus* Willd. 多花油柑 (S, V, C)
25. Fabaceae 豆科
 59. *Acacia confusa* Merr. 相思樹 (T, V, C)
 60. *Albizia falcata* Bacher ex Merrill 麻六甲合歡 (T, D, C)
 61. *Bauhinia championii* Benth. 菊花木 (C, V, C)
 62. *Derris laxiflora* Benth. 疏花魚藤 (C, E, C)
 63. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 銀合歡 (S, R, C)
 64. *Millettia nitida* Benth. 光葉魚藤 (C, V, M)
 65. *Millettia pachycarpa* Benth. 臺灣魚藤 (S, V, C)
 66. *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi ssp. *thomsonii* (Benth.) Ohashi & Tateishi 大葛藤
 (C, V, C)
 67. *Pueraria montana* (Lour.) Merr. 山葛 (C, V, C)
26. Fagaceae 殼斗科
 68. *Castanopsis formosana* (Skan) Hayata 臺灣栲 (T, V, C)
 69. *Pasania konishii* (Hayata) Schottky 油葉石櫟 (T, E, C)
27. Gesneriaceae 苦苣苔科
 70. *Paraboea swinhoii* (Hance) Burt 旋莢木 (H, V, C)
28. Lauraceae 樟科

71. *Cryptocarya chinensis* (Hance) Hemsl. 厚殼桂 (T, V, M)
72. *Litsea acuminata* (Blume) Kurata 長葉木薑子 (T, V, C)
73. *Litsea hypophaea* Hayata 小梗木薑子 (T, E, C)
74. *Machilus japonica* Sieb. & Zucc. var. *kusanoi* (Hayata) Liao 大葉楠 (T, E, C)
75. *Machilus zuihoensis* Hayata 香楠 (T, E, C)
76. *Neolitsea parvigemma* (Hayata) Kanehira & Sasaki 小芽新木薑子 (T, E, M)
29. Leeaceae 火筒樹科
77. *Leea guineensis* G. Don 火筒樹 (S, V, M)
30. Loganiaceae 馬錢科
78. *Strychnos cathayensis* Merr. 臺灣馬錢 (C, V, R)
31. Lythraceae 千屈菜科
79. *Lagerstroemia subcostata* Koehne 九芎 (T, V, C)
32. Malpighiaceae 黃禱花科
80. *Hiptage benghalensis* (L.) Kurz 猿尾藤 (C, V, C)
33. Malvaceae 錦葵科
81. *Hibiscus taiwanensis* Hu 山芙蓉 (T, E, C)
82. *Sida rhombifolia* L. 金午時花 (S, V, C)
83. *Urena lobata* L. 野棉花 (S, V, C)
34. Meliaceae 楝科
84. *Aglaia formosana* (Hayata) Hayata 紅柴 (T, V, M)
85. *Dysoxylum hongkongense* (Tutch.) Merr. 紅果控木 (T, V, R)
86. *Melia azedarach* L. 楝 (T, V, C)
35. Menispermaceae 防己科
87. *Pericampylus formosanus* Diels 蓬萊藤 (C, V, C)
88. *Stephania japonica* (Thunb. ex Murray) Miers 千金藤 (C, V, C)
36. Moraceae 桑科
89. *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent. 構樹 (T, V, C)
90. *Ficus benjamina* L. 白榕 (T, V, C)
91. *Ficus nervosa* Heyne 九丁榕 (T, V, C)
92. *Ficus septica* Burm. f. 稜果榕 (T, V, C)
93. *Ficus virgata* Reinw. ex Blume 島榕 (T, V, C)
94. *Malaisia scandens* (Lour.) Planch. 盤龍木 (C, V, C)
95. *Morus australis* Poir. 小葉桑 (S, V, C)
37. Myrsinaceae 紫金牛科
96. *Ardisia sieboldii* Miq. 樹杞 (T, V, C)

97. *Ardisia virens* Kurz 黑星紫金牛 (S, V, C)
38. Myrtaceae 桃金娘科
98. *Syzygium buxifolium* Hook. & Arn. 小葉赤楠 (T, V, C)
99. *Syzygium formosanum* (Hayata) Mori 臺灣赤楠 (T, E, C)
39. Oleaceae 木犀科
100. *Fraxinus griffithii* C. B. Clarke 白雞油 (T, E, C)
101. *Jasminum nervosum* Lour. 山素英 (S, E, C)
40. Opiliaceae 山柚科
102. *Champereia manillana* (Blume) Merr. 山柚 (T, V, C)
41. Oxalidaceae 酢醬草科
103. *Oxalis corniculata* L. 酢醬草 (H, V, C)
42. Passifloraceae 西番蓮科
104. *Passiflora suberosa* L. 三角葉西番蓮 (C, R, C)
43. Piperaceae 胡椒科
105. *Piper kadsura* (Choisy) Ohwi 風藤 (C, V, C)
44. Plumbaginaceae 藍雪科
106. *Plumbago zeylanica* L. 烏面馬 (S, R, C)
45. Ranunculaceae 毛茛科
107. *Clematis chinensis* Osbeck 威靈仙 (C, V, C)
108. *Clematis grata* Wall. 串鼻龍 (C, V, C)
109. *Clematis uncinata* Champ. ex Benth. 柱果鐵線蓮 (C, V, C)
46. Rhamnaceae 鼠李科
110. *Rhamnus formosana* Matsum. 桶鈎藤 (S, E, C)
111. *Ventilago elegans* Hemsl. 翼核木 (S, E, M)
47. Rosaceae 薔薇科
112. *Eriobotrya deflexa* (Hemsl.) Nakai 山枇杷 (T, E, C)
48. Rubiaceae 茜草科
113. *Gardenia jasminoides* Ellis 山黃梔 (T, V, C)
114. *Geophila herbacea* (Jacq.) Ktze. 芭花蔓 (H, V, C)
115. *Lasianthus obliquinervis* Merr. 雞屎樹 (S, V, C)
116. *Mussaenda pubescens* Ait. f. 毛玉葉金花 (S, E, C)
117. *Paederia foetida* L. 雞屎藤 (C, V, C)
118. *Psychotria rubra* (Lour.) Poir. 九節木 (S, V, C)
119. *Randia sinensis* (Lour.) Roem. & Schult. 華茜草樹 (S, V, M)
120. *Wendlandia uvariifolia* Hance 水錦樹 (T, V, C)

49. Rutaceae 芸香科
121. *Glycosmis citrifolia* (Willd.) Lindl. 石苓舅 (S, V, C)
122. *Melicope triphylla* (Lam.) Merr. 假三腳鰲 (T, V, M)
123. *Murraya euchrestifolia* Hayata 山黃皮 (S, E, M)
124. *Murraya paniculata* (L.) Jack. 月橘 (S, V, C)
125. *Zanthoxylum nitidum* (Roxb.) DC. 雙面刺 (C, V, C)
50. Sapindaceae 無患子科
126. *Eurycorymbus cavaleriei* (Lev.) Rehd. & Hand.-Mazz. 賽樂華 (T, V, R)
127. *Sapindus mukorossii* Gaertn. 無患子 (T, V, C)
51. Sapotaceae 山欖科
128. *Planchonella obovata* (R. Br.) Pierre 山欖 (T, V, C)
52. Solanaceae 茄科
129. *Capsicum annum* L. var. *fasciculatum* Irish. 朝天椒 (S, D, C)
53. Sterculiaceae 梧桐科
130. *Kleinhovia hospita* L. 克蘭樹 (T, V, M)
54. Theaceae 茶科
131. *Schima superba* Gardn. & Champ. 木荷 (T, V, C)
55. Ulmaceae 榆科
132. *Celtis formosana* Hayata 石朴 (T, E, C)
133. *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino 欖 (T, V, C)
56. Urticaceae 蕁麻科
134. *Boehmeria wattersii* (Hance) Shih & Yang 長葉苧麻 (S, V, C)
135. *Dendrocnide meyeniana* (Walp.) Chew 咬人狗 (T, V, C)
57. Verbenaceae 馬鞭草科
136. *Callicarpa formosana* Rolfe 杜虹花 (S, V, C)
137. *Clerodendrum cyrtophyllum* Turcz. 大青 (S, V, C)
138. *Stachytarpheta urticaefolia* (Salisb.) Sims. 長穗木 (S, V, C)
58. Vitaceae 葡萄科
139. *Ampelopsis glandulosa* (Wall.) Mom. var. *hancei* (Planch.) Mom. 漢氏山葡萄 (C, V, C)
140. *Tetrastigma formosanum* (Hemsl.) Gagnep. 三葉崖爬藤 (C, V, C)

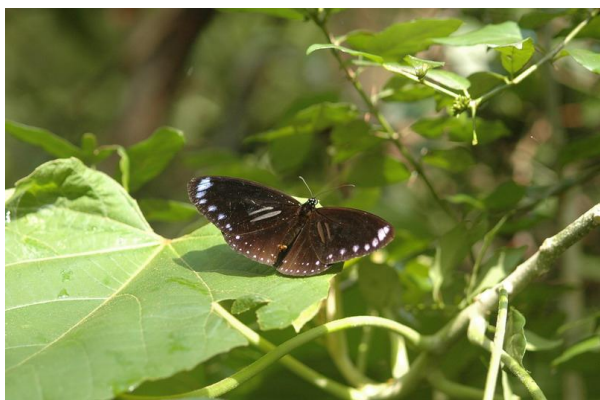
3. Monocotyledons 單子葉植物

59. Araceae 天南星科
141. *Alocasia odora* (Roxb.) C. Koch 姑婆芋 (H, V, C)

142. *Pothos chinensis* (Raf.) Merr. 柚葉藤 (C, V, C)
60. Areaceae 棕櫚科
143. *Arenga engleri* Beccari 山棕 (S, V, C)
144. *Calamus quiquesetinervius* Burret. 黃藤 (C, E, C)
61. Commelinaceae 鴨跖草科
145. *Amischotolype hispida* (Less. & A. Rich.) Hong 穿鞘花 (H, V, C)
146. *Commelina communis* L. 鴨跖草 (H, V, C)
147. *Pollia miranda* (H. Lev.) Hara 小杜若 (H, V, C)
62. Flagellariaceae 鞭藤科
148. *Flagellaria indica* L. 印度鞭藤 (C, V, C)
63. Liliaceae 百合科
149. *Aspidistra elatior* Blume var. *attenuata* (Hayata) S. S. Ying 大武蜘蛛抱蛋 (H, E, C)
150. *Liriope minor* (Maxim.) Makino var. *angustissima* (Ohwi) S. S. Ying 細葉麥門冬 (H, E, C)
64. Orchidaceae 蘭科
151. *Goodyera velutina* Maxim. ex Reyel 鳥嘴蓮 (H, V, C)
65. Poaceae 禾本科
152. *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv. 地毯草 (H, R, C)
153. *Bambusa stenostachya* Hackel 刺竹 (T, V, C)
154. *Cyrtococcum patens* (L.) A. Camus 弓果黍 (H, V, C)
155. *Eleusine indica* (L.) Gaertn. 牛筋草 (H, V, C)
66. Smilacaceae 菝契科
156. *Heterosmilax japonica* Kunth 平柄菝契 (C, V, C)
157. *Smilax ocreata* A. DC. 耳葉菝契 (C, V, C)
67. Zingiberaceae 薑科
158. *Alpinia intermedia* Gagn. 山月桃仔 (H, V, C)
159. *Alpinia zerumbet* (Pers.) Burt & Smith 月桃 (H, V, C)

註：屬性代碼(A, B, C)對照表：1. 欄 A - T: 木本, S: 灌木, C: 藤本, H: 草本
 2. 欄 B - E: 特有, V: 原生, R: 歸化, D: 栽培
 3. 欄 C - C: 普遍, M: 中等, R: 稀有, V: 極稀有, E: 瀕臨滅絕, X: 已滅絕

附錄三、彩色圖版



大武苗圃主要越冬蝴蝶之一—斯氏紫斑蝶



大武苗圃主要越冬蝴蝶之一—小紫斑蝶



大武苗圃主要越冬蝴蝶之一—圓翅紫斑蝶



大武苗圃主要越冬蝴蝶之一—端紫斑蝶



大武苗圃主要越冬蝴蝶之一—小紋青斑蝶



大武苗圃主要越冬蝴蝶之一—淡紋青斑蝶



研究樣區是以白雞油為主的造林地



紫斑蝶類群聚狀況



青斑蝶類群聚狀況



越冬斑蝶天空群舞景緻



標放作業方法



標記作業情形



越冬斑蝶標記方式



越冬初期主要的蜜源植物之一——黃肉樹



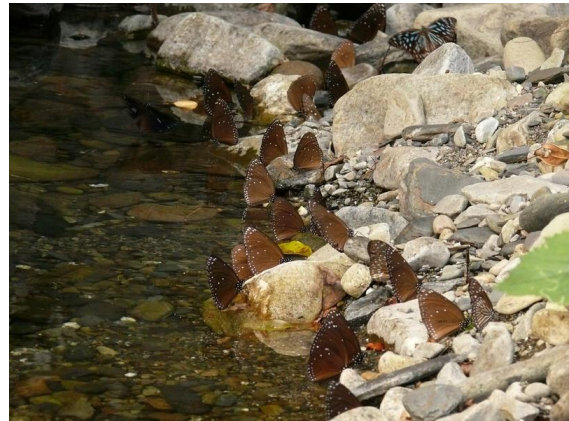
越冬中期主要的蜜源植物之一——香澤蘭



越冬末期主要的蜜源植物之一——青剛櫟



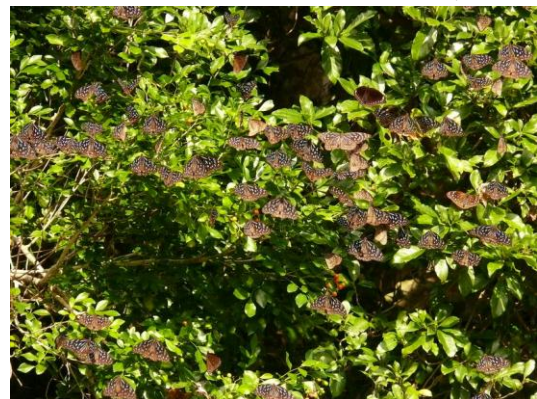
紫斑蝶於草地間吸水



越冬斑蝶集體於溪邊吸水的情形



人面蜘蛛是越冬斑蝶重要的天敵之一



小紋青斑蝶集體曬太陽



樹冠觀察作業



志工參與棲地復育試驗

附錄四、期中報告會議記錄回覆表

行政院農業委員會林務局台東林區管理處
台東大武苗圃越冬蝴蝶谷蝶類生態研究(III)
期中報告審查會議意見回覆表

審查委員	意見	回覆
方懷聖委員	(一) 有關報告中所提「聚集地」、「暫棲地」可否在期末報告時界定出來，以利閱讀。	依委員意見辦理。
	(二) 有關族群數量估算、暫棲地、聚集地的分析調查、微棲地的利用狀態等，若扣除去(95)年「不正常」的聚集分布現象，「正常現象」(聚集在試驗地的情形)是否應再多觀察一年，使資料更豐富、完整。	依委員意見，將持續進行研究。
	(三) 請問蝴蝶之體溫如何量測？量測用意為何？	用紅外線體溫計量測蝴蝶溫度，以了解蝴蝶在各種環境狀況下的體溫變化。
徐委員堉峰	(一) 連續執行3年，在有限時間獲得大量且珍貴生態資料，值得肯定。	感謝委員支持。
	(二) 香澤蘭移除改植原生種台灣鱗球花是個不錯的嘗試，但越冬蝴蝶吸食香澤蘭根部汁液不是常態(人為造成)，應仍朝原來研究方向及目的進行。	依委員意見辦理。
	(三) P29所提小紫斑蝶在越冬初期有交配現象，有觀察到繁殖(產卵)現象嗎？	有觀察到交配，但未發現產卵。
	(四) 報告中有些學名仍有錯誤，請改正。	依委員意見辦理。
	(五) P5所述「斑蝶死亡個體的空間分佈則會依越冬時期的不同，呈水平的豐度分布」，本段文字請再加以說明。	依委員意見，將於期末報告修正。
	(六) 報告中的圖表請用彩色印刷，以便於研讀。	依委員意見辦理。
大武站董世良	(一) P12所提蝶類之棲息高	依委員意見，將於期末報告修

主任	度(上、中、下層)如何定義?請於報告中再說明分層定義依據。	正。
	(二) 報告中所提「暫棲地」的定位點,請提供詳細定位資料給大武站。	台東林區管理處轄區範圍內的所有類型越冬棲息地,因不宜在報告中呈現,所以將另外整體一份資料提供給管理處作參考。
育樂課黃課長 群策	(一) 去(95)年由於氣候改變影響,導致越冬聚集情形不明顯,請問是否有其他地區(如高雄)的蝴蝶越冬資料,又是否可推論出與大武苗圃地區的關連性。	95年冬季全台灣越冬斑蝶數量均銳減,為一台灣普遍現象,所以應與大環境有關。至於確切的因素,有待更多的資料來佐證。
	(二) 大武苗圃地區是台灣最南端的越冬蝴蝶谷嗎?另這3年的觀察資料,可否推斷該地為永久性的蝶類越冬點?	大武苗圃非台灣最南端的蝴蝶越冬棲息地,大武以南還有為數不少的越冬棲息地。另外,近年來的觀察,應可確定該地為永久性的越冬棲息地。
	(三) 有關越冬蝴蝶選擇棲地的條件,是否可以訂出相關的環境因子?此將有助於維持大武苗圃越冬點的棲地狀況,以適合蝶類之越冬需求。	目前這一部分的研究正在進行中,尚未有研究成果。
育樂課黃技正 志堅	(一) P11 有關香澤蘭清除樣區僅做 1.5*2 公尺的小樣區,是否過小?請於報告中補述樣區設計原由。	此為因地制宜的初步試驗,期試驗地為長條帶狀區域,因此以此方式來試驗。
	(二) P12 有關族群估算上,再捕率多少比率以上時該方程式可用?另有關 P 值檢定亦請加註。	通常在再捕率 4% 以上資料可信度較高。另外,方程式的 P 值均小於 0.05,其後報告將予以加註。
	(三) 期中報告中缺少台東地區斑蝶遷移路徑之調查資料、台東地區越冬蝴蝶谷分布與其環境資料,請於期末報告資料中補正。	依委員意見,將於期末報告修正。
	(四) 報告結構性請再加強,研究照片請增加於報告中,增加報告之可看性與易理解性。	依委員意見,將於期末報告修正。
主席總結:	(一) 期中報告通過,受委託單	依委員意見辦理。

	位可依合約規定申請撥付第 2 期款。	
	(二) 在越冬蝴蝶棲地環境資料上請多著墨,可提供維護蝶類越冬棲地之經營管理參考	依委員意見,將於期末報告修正。
	(三) 請受委託單位依據審查委員意見修正並執行,讓本計畫能夠更完善。	依委員意見,將於期末報告修正。

附錄五、期末報告會議記錄回覆表

行政院農業委員會林務局台東林區管理處
台東大武苗圃越冬蝴蝶谷蝶類生態研究(III)
期末報告審查會議意見回覆表

審查委員	意見	回覆
方懷聖委員	有關越冬路徑及出現時間之配合，是否可列出，以為台東處日後經營管理之參考。	依委員意見辦理。
楊平世委員	連續執行三年，在有限時間獲得大量且珍貴生態資料，值得肯定。	感謝委員支持。
	建議能在大武越冬蝴蝶谷成立研究站，結合生態旅遊發展，組訓義工，結合台東縣政府共同規劃發展觀光。	依委員意見，將此建議納入報告中。
	建議拍攝大武越冬蝴蝶 DVD 宣導影片。	依委員意見，將此建議納入報告中。
	台東處轄區可能尚有其他越冬蝴蝶谷，建議進行全面初探調查工作。	依委員意見，將此建議納入報告中。
	建議結合社區、學校及社區林業計畫，協助發展生態旅遊。	依委員意見，將此建議納入報告中。
	有關文字及圖表敘述公母部分，請改為雌雄論述。	依委員意見辦理。
	不同月份蜜源植物是否有所不同？有關開花物候及蝴蝶利用什麼花，是否可用圖表表列出來。	由目前所得資料發現，因氣候的關係每年開花種類與時間不太一致，目前頗難表列。但仍會將相關資料於報告中陳述。
育樂課黃群策課長	有關 DVD 影片拍攝計畫會依經費編列狀況納入考量。	感謝委員支持。
	有關與台東縣政府交流合作部分，會請台東縣政府執行本處補助計畫案時列入考量。	
	有關蝴蝶飛行高度是否僅在 600-800 公尺之間，另往南飛的蝶種為何？	蝴蝶飛行高度自海平面至 600-800 公尺間都有，依地形而定。另 4 月份間南飛的蝴蝶以小紫斑蝶為主。
主席總結	期末報告審查通過，請受委託單位依據審查委員意見修正，受委託單位可依合約規定申請撥付第 3 期款。	依委員意見辦理。
	有關全球暖化現象對越冬蝴蝶是否影響，請補充說明。	全球暖化對越冬棲息地的影響可能會呈現在兩個方面，一個是越冬期間縮短，另一個是越冬棲

		<p>息地北移。依過去的觀察，較有可能的原因是越冬期間縮短。但這需要長期的監測調查。若大武苗圃能成為長期斑蝶越冬研究站，將可針對這個議題進行長期研究。</p>
	<p>浸水營古道登山遊客之干擾，對越冬蝴蝶棲息環境是否有影響。</p>	<p>依目前的遊憩行為來看，似乎影響不大，甚至可以導引遊客於浸水營古道上進行的歷史與生態解說。這個部份或許可以在未來先進行初步的試驗，再做後續詳細的規劃。</p>