

臺灣二〇〇七年國際科學展覽會

科 別：動物學

作品名稱：黑擬蛺蝶(*Junonia iphita iphita*)的幼蟲生存策略

得獎獎項：第三名

香港正選代表：香港第40屆聯校科學展覽會

學校 / 作者：臺北市立建國高級中學

譚文皓

目 錄

摘要	1
Abstract.....	2
一、前言	3
(一) 研究動機	3
(二) 研究目的	3
二、研究方法與過程	4
(一) 研究器材.....	4
(二) 野外觀察.....	4
(三) 生活史與飼養觀察.....	5
(四) 影響幼蟲築巢的因素.....	6
(五) 有效積溫.....	8
三、研究結果	9
(一) 生活史及形態	9
(二) 幼蟲築巢行爲	12
(三) 幼蟲與寄主植物	18
(四) 環境對幼蟲的影響	22
四、討論	25
(一) 生活史	25
(二) 齡期與型態	25
(三) 幼蟲製作蟲巢的條件	26
(四) 寄主植物	28
(五) 幼蟲對環境與天敵的因應行爲	29
五、結論.....	31
六、未來展望.....	32
七、參考文獻.....	32
八、附件.....	34
(一) 文獻中對黑擬蛺蝶幼蟲寄主植物的紀錄	34
(二) 樣區介紹	35
(三) 臺灣產爵床科各屬名錄	36
(四) 寄主植物形態比較	37
(五) 黑擬蛺蝶各齡期幼蟲頭殼	38
(六) 黑擬蛺蝶與其他取食爵床科植物的蛺蝶之比較	39
(七) 各統計分析表	40

作者簡介



我是譚文皓，目前就讀建國中學一年級。從小就對生物世界充滿好奇，很幸運一直有機會在師長的指導下參與科展活動，讓我學習如何藉由科學的研究方法來探究生物世界的奧秘。國小、國中、高中，校內科展，縣展、全國科展、國際科展，做研究的過程是辛苦但是充滿樂趣的，雖然與日俱增的課業壓力一直伴隨，也不減我對參與科展活動的興趣。學習的事永無止境，只能更加謙心學習，一路上有許多人給我協助與指導，我心存感激，最後僅在此謝謝所有曾教導與幫助我的師長，感謝科教館的輔助計畫，也感謝家人的鼓勵支持。升上高中後的生活因夢想而多采多姿，我努力的追逐，朝心中的夢想前進。

摘要

黑擬蛺蝶(*Junonia iphita iphita*)為台灣地區常見的蛺蝶，其幼蟲具有築巢行為，但文獻中對其幼蟲行為的描述極少，因此本實驗探討黑擬蛺蝶幼蟲在野外的族群變化與環境之關係，並研究幼蟲築巢行為，以探討其適應環境的生存策略。首先於室內及恆溫生長箱中飼養幼蟲，以建立其生活史基本資料，並於野外統計各齡期幼蟲在不同植物上的數量變化及築巢行為的差異，以探討不同環境因素對幼蟲築巢之影響。由實驗結果得知，黑擬蛺蝶生活史短，可取食多種爵床科(Acanthaceae)之植物，其寄主植物除文獻所紀錄之台灣馬藍(*Strobilanthes formosanus*)及賽山藍(*Blechnum pyramudatum*)等外，也取食大安水蓑衣(*Hydrophila pogonocalyx*)、無花水蓑衣(*Hygrophila violacea*)、易生木(*Hemigraphis repanda*)及翠蘆利(*Ruellia brittoniana*)等。黑擬蛺蝶幼蟲野外族群波動與溫溼度及雨量等環境因子並無直接關係。黑擬蛺蝶一年發生多世代且有世代重疊情形，世代波動與四季律動關係不明顯，顯示黑擬蛺蝶對環境的適應力大。黑擬蛺蝶幼蟲利用築巢以適應環境變化，應是其幼蟲良好的生存策略。且幼蟲在強風及光線強的環境下築巢率增加，降雨時則減少。

Abstract

Junonia iphita iphita belongs to Nymphalidae (Lepidoptera) . They can be found easily in the wilderness of Taiwan. Its larva shows nest-making behavior. However, there is little literature documenting the behaviors of its larva. Therefore, the purpose of this research is to investigate the relationship between the quantities of *Junonia iphita iphita*'s larvae and its natural habitat, to research its nesting behaviors, and to investigate its survival strategies to adapt to the environment.

I started by raising larvae in a growth chamber under a controlled temperature in order to obtain its initial information regarding its life history. In the field, I documented the numbers and the changes of larvae at each stage on different host plants and recorded the differences in its nest-making behavior in order to find out which environment factors influence the nest-making of *Junonia iphita iphita*'s larvae.

These experiments concluded that the life history of larvae is short. The immature intaking habit showed that the larva takes various plants of the Acanthaceae. In addition to the host plants mentioned in the literature, such as *Strobilanthes formosanus*, and *Blechum pyramidatum*, *Junonia iphita iphita*'s larvae also live by *Hydrophila pogonocalyx*, *Hygrophila violacea*, *Hemigraphis repanda*, and *Ruelba brittoniana*, which were not listed in the literature. Through experiments, I discovered that there is no direct correlation between the population fluctuations of larvae and its environment including factors such as temperature, humidity or rainfall. *Junonia iphita iphita* can produce multi-generations in a year accompanying generation overlapping. There is also no obvious correlation between the generation fluctuations and changing seasons, showing that larvae can easily adapt to the environment. *Junonia iphita iphita*'s larvae adapt themselves to the different environments by nest-making which should be a good survival strategy. Besides, the rate of nest-making increases when larvae are under strong winds and strong lights and decreases when the rain falls.

一、前言

(一) 研究動機

黑擬蛺蝶(*Junonia iphita iphita*)的幼蟲，雖然外觀很普通，卻能適應各種季節而生存，且有許多特殊的行爲，如築巢等。但文獻上對其行爲的描述並不多，對於其食性，文獻也未提及牠會取食大安水蓼衣 (*Hydrophila pogonocalyx*)。

黑擬蛺蝶在野外爲常見的普遍蝶種，必有其適應環境的特別方式，這引起了研究牠生存策略的興趣，於是決定針對這個主題，著手進行研究。而且大安水蓼衣近年來廣爲栽種於許多生態池等地方，觀察期間我也發現黑擬蛺蝶幼蟲會取食大安水蓼衣，這也可能對其族群或生態產生影響。

本實驗以安康蝴蝶生態教育園區爲樣區，進行野外調查以了解其生活史，並設計相關實驗探討這些習性在其生存適應上的意義。

(二) 研究目的

1. 紀錄黑擬蛺蝶 (*Junonia iphita iphita*) 的生活史及各蟲期形態特徵。
2. 探討黑擬蛺蝶幼蟲的築巢行爲及影響因素。
3. 探討黑擬蛺蝶與寄主植物(host plant)的交互作用(interaction)關係。
4. 探討黑擬蛺蝶幼蟲與環境因子的關係。
5. 探討黑擬蛺蝶幼蟲的生存策略。

二、研究方法與過程

(一) 研究器材

1. 生物材料：

黑擬蛺蝶卵、台灣馬藍、大安水蓑衣

2. 器材與設備：

生長箱 (聖力儀器, CEN-5100NH)、梯溫生長箱(長光牌, CK-68S)電風扇 (三洋, ES-14MRS)、複氏顯微鏡 (ZEISS, Transmitted-Light-Microscope KF2)、解剖顯微鏡 (Leica, 型號 MZ6)、T6 全光譜太陽光燈管 (18W520mm, 光通量: 1350, 流明 18W*75Lm/w)、培養皿、鏟子、花盆、培養土、飼養盒、塑膠瓶、寶特瓶、紙箱、棉花。

(二) 野外觀察

1. 實驗地描述

本實驗觀察地為位於新店的安康蝴蝶生態教育園區, 佔地約 3600 坪, 屬低海拔闊葉林山谷, 並有自然溪流流經, 園區戶外有多種黑擬蛺蝶幼蟲的寄主植物, 樣區少有人為干預, 成蝶、幼蟲與寄主植物隨季節呈現自然消長與波動。

2. 觀察時間

於 2006 年 3 月 4 日至 2007 年 1 月 21 日, 每兩週進行樣區調查一次, 時間為上午九時至下午 1 時之間。

3. 觀察方法與步驟

(1) 將園區內各種寄主植物, 依分佈狀況劃設為 10 個不同的樣區 (如附件二)

(2) 幼蟲數量調查：

每隔兩週調查一次樣區中各齡期幼蟲數量。

(3) 幼蟲與寄主植物：

a 記錄幼蟲各寄主植物生長狀況並拍照。

b 記錄幼蟲在各寄主植物上的數量、棲息位置與其遮蔽度(canopy)。

c 記錄幼蟲在各寄主植物上蟲巢葉片數與位置。

(4) 黑擬蛺蝶對環境的因應策略

記錄觀察期間的環境變化 (季節月份, 晴、雨天, 溫、溼度), 並探討環境對各齡期幼蟲族群數量及行為的影響。

(三) 生活史與飼養觀察

1. 生活史

自園區採集雌蝶，以人工套網方式產卵，將同一隻雌蝶所產之卵放入飼養盒中飼養；以 12*8*5 公分的透明塑膠盒內單隻飼養(圖 1)，共有 30 隻樣本，每隻各供應足夠的台灣馬藍，在梯溫生長箱(長光牌，CK-68S)25°C 環境中進行生活史飼育觀察，分別統計卵、各齡期幼蟲及蛹的發育天數，並將所羽化的成蝶製作成標本，以游標尺測量其前翅長，並收集各齡期幼蟲頭殼，在解剖顯微鏡下測量頭殼寬度，建立其形態及生活史等基本資料。

2. 卵的型態特徵

自園區採集雌蝶，以人工套網方式產卵，取兩隻不同雌蝶所產之卵，各取 50 個，以解剖顯微鏡測量其卵徑並計算縱稜數，比較是否有顯著差異。

3. 幼蟲的型態特徵

收集各齡期幼蟲退皮時所留下的頭殼，並在解剖顯微鏡下測量其寬度與長度，以計算其幼蟲齡期與頭殼寬度之回歸線。

4. 盆栽飼養與行為觀察

在室內以盆栽飼養幼蟲，分 A、B 二組定時觀察幼蟲行為，以補充野外觀察之不足。

A 組： 準備 10 盆台灣馬藍及 10 盆大安水蓑衣盆栽，將同一雌蝶所產的卵在孵化後隨即於各盆栽放一幼蟲(圖 2)，觀察並紀錄各齡期幼蟲及蛹的發育天數、各齡期幼蟲在植株上的行為、在植株上的位置變化、是否築巢、化蛹的位置、羽化情形等。盆栽套以紗網防止天敵侵襲。自第一日 12 時起，每 3 小時觀察一次，每日共觀察 8 次。

B 組： 另準備 10 盆台灣馬藍及 10 盆大安水蓑衣盆栽，將同一雌蝶所產的卵在孵化後隨即於各盆栽放一幼蟲，兩種植物各一半盆栽控制光照使之日夜顛倒，另一半維持自然日夜，觀察並紀錄各齡期幼蟲的行為及各種變化，以比較幼蟲日、夜行為之差異。每日 6 時至 18 時，每 1 小時觀察一次，每日共觀察 12 次。



圖 1 飼養盒



圖 2 盆栽飼養

(四) 影響幼蟲築巢的因素

於室內控制各環境因子以進行實驗探討影響幼蟲築巢的因素，並比對野外觀察所紀錄的幼蟲築巢率與引用自中央氣象局網站之台北觀測站的氣象資料，比較兩者之關係。

1. 光線對幼蟲築巢的影響

取 60 隻幼蟲分別放在大安水蓼衣植株上放置於裝水的寶特瓶中，將由雌蝶套網所產的卵培養至 4 齡，分下列 3 組實驗，比較是否有顯著差異。

- A 組：以兩個太陽光燈管(150 lx)一天照射 12 小時，並紀錄幼蟲築巢情形。
- B 組：以一個太陽光燈管(75 lx)一天照射 12 小時，並紀錄幼蟲築巢情形。
- C 組：放置於黑暗的環境，並紀錄幼蟲築巢情形，以作為對照組。

2. 風對幼蟲築巢的影響

取 60 隻幼蟲分別放在大安水蓼衣植株上放置於裝水的寶特瓶中，將由雌蝶套網所產的卵培養至 4 齡，分下列 3 組實驗，比較是否有顯著差異。

- A 組：以距離 1 公尺的電風扇(三洋，ES-14MRS)，產生強風連續造成擾動，並紀錄幼蟲築巢情形。
- B 組：以距離 2 公尺的電風扇(三洋，ES-14MRS)，產生強風連續造成擾動，並紀錄幼蟲築巢情形。
- C 組：放置於無風的環境，並紀錄幼蟲築巢情形，以作為對照組。

3. 溫度對幼蟲築巢的影響

取 60 隻幼蟲分別放在大安水蓑衣植株上放置於裝水的寶特瓶中，將由雌蝶套網所產的卵培養至 4 齡，分下列 2 組實驗，比較是否有顯著差異。

A 組：在生長箱中以 25 度飼養幼蟲，並紀錄幼蟲築巢情形。

B 組：在生長箱中以 20 度飼養幼蟲，並紀錄幼蟲築巢情形。

4. 溼度對幼蟲築巢的影響

取 60 隻幼蟲分別放在大安水蓑衣植株上放置於裝水的寶特瓶中，並將口以棉花封閉，將由雌蝶套網所產的卵培養至 4 齡，分下列 2 組實驗，比較是否有顯著差異。

A 組：在相對溼度 90% 的生長箱中飼養幼蟲，並紀錄幼蟲築巢情形。

B 組：在相對溼度 70% 的生長箱中飼養幼蟲，並紀錄幼蟲築巢情形。

5. 降雨對幼蟲築巢的影響

取 60 隻幼蟲分別放在大安水蓑衣植株上放置於裝水的寶特瓶中，將由雌蝶套網所產的卵培養至 4 齡，分下列 3 組實驗，比較是否有顯著差異。

A 組：以自製滴水容器模擬降雨，一天降雨 4 小時，並紀錄幼蟲築巢情形。

B 組：以自製滴水容器模擬降雨，一天降雨 2 小時，並紀錄幼蟲築巢情形。

C 組：不降雨，並紀錄幼蟲築巢情形，以作為對照組。

6. 植株開花對幼蟲築巢的影響

取 60 隻幼蟲分別放在大安水蓑衣植株上放置於裝水的寶特瓶中，將由雌蝶套網所產的卵培養至 4 齡，分下列 3 組實驗，比較是否有顯著差異。

A 組：以開花植株飼養幼蟲，並紀錄幼蟲築巢情形。

B 組：以未開花植株飼養幼蟲，並紀錄幼蟲築巢情形。

7. 風與光對幼蟲築巢的影響

取 80 隻幼蟲分別放在大安水蓼衣植株上放置於裝水的寶特瓶中，將由雌蝶套網所產的卵培養至四齡，分下列 4 組實驗，比較是否有顯著差異。

A 組：以兩個太陽光燈管一天照射 12 小時，並以強風連續造成擾動，並紀錄幼蟲築巢情形。

B 組：以兩個太陽光燈管一天照射 12 小時，置於無風的環境，並紀錄幼蟲築巢情形。

C 組：以強風連續造成擾動，置於無光的環境，並紀錄幼蟲築巢情形。

D 組：置於無光、無風的環境，並紀錄幼蟲築巢情形。

(五) 有效積溫

在梯溫生長箱(長光牌，CK-68S)中以溫度 26、21、16 度，四種寄主植物：大安水蓼衣、無花水蓼衣、台灣馬藍及翠盧利，在各溫度下分四組寄主植物共分 12 組飼養幼蟲，並紀錄幼蟲生長天數，將溫度與發育速率(1/D)以直線回歸求出其回歸線，再以外插法求出發育速率為零時之發育起點溫度，並依公式計算幼蟲期生長所需的有效積溫。

有效積溫公式為 $D=K/(T-C)$ 或 $V=(T-C)/K$

D：幼蟲生長所需天數 (duration of development)

K：有效積溫常數 (constant)

T：發育期間平均溫度 (average temperature)

C：發育起點溫度 (threshold of development)

V：發育速率 (developmental rates)

三、研究結果

(一) 生活史及形態

1. 生活史

黑擬蛺蝶各蟲期及各齡期幼蟲發育所需之時間；由圖 9 得知黑擬蛺蝶在 25°C 環境下，卵期為 3.0 ± 0.00 天；幼蟲分為五或六齡，五齡蟲各齡期分別為 3.40 ± 0.60 ， 3.00 ± 0.46 ， 2.90 ± 0.55 ， 3.40 ± 0.60 ， 5.10 ± 0.79 天；六齡蟲分別為 3.20 ± 0.42 ， 2.80 ± 0.63 ， 2.50 ± 0.53 ， 3.10 ± 0.88 ， 3.20 ± 0.42 ， 5.00 ± 0.67 天。前蛹期為 0.67 ± 0.48 天。蛹期則為 7.73 ± 0.69 天。由卵至成蝶羽化，需 29.87 ± 2.03 天，雌、雄蝶性別比為 1:1。

2. 形態特徵

(1) 卵

卵上方內凹，表面具 11~15 縱條，呈淺黃色半透明，卵直徑約 7.07 ± 0.25 mm，(圖 9—卵)，剛產時呈乳白色，由上方逐漸轉為黑色，孵化前呈深黑色半透明。

(2) 幼蟲

幼蟲體節 14 節，體色為黑褐色，頭部具剛毛，體表具細毛，體表具棘突，胸部由前向後棘突數依序為 0、6、6 個，第一至十腹節由前向後棘突數依序為 7、7、7、7、7、7、7、7、0 個，幼蟲頭殼長、寬度與齡數成直線回歸(表 1、2，圖 3、4)，各齡期幼蟲型態特徵見圖 9—幼蟲。

表 1 幼蟲五齡者各齡期之頭殼寬度與長度

n=20

Instar	Length of head capsule (mm)	Width of head capsule (mm)
Instar I	0.44 ± 0.03	0.46 ± 0.02
Instar II	0.72 ± 0.08	0.73 ± 0.06
Instar III	1.29 ± 0.09	1.26 ± 0.09
Instar IV	2.24 ± 0.14	2.22 ± 0.13
Instar V	3.54 ± 0.16	3.48 ± 0.19

表 2 幼蟲六齡者各齡期之頭殼長度與寬度

n=10

Instar	Length of head capsule (mm)	Width of head capsule (mm)
Instar I	0.43 ± 0.04	0.45 ± 0.00
Instar II	0.65 ± 0.06	0.67 ± 0.05
Instar III	1.14 ± 0.13	1.13 ± 0.14
Instar IV	1.78 ± 0.13	1.72 ± 0.13
Instar V	2.47 ± 0.20	2.41 ± 0.15
Instar VI	3.66 ± 0.21	3.63 ± 0.16

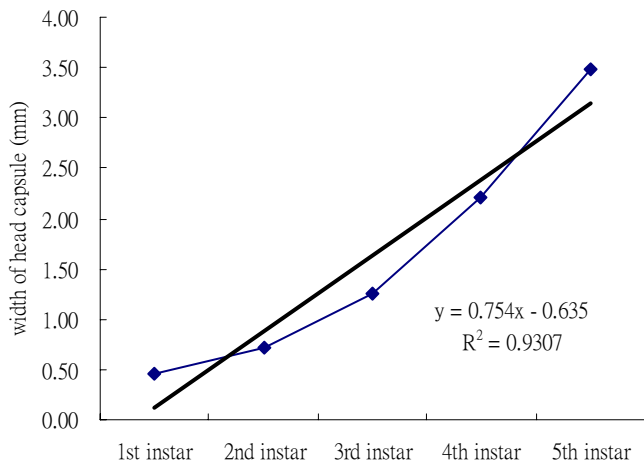


圖 3 黑擬蛺蝶五齡蟲齡期與頭殼寬的迴歸線

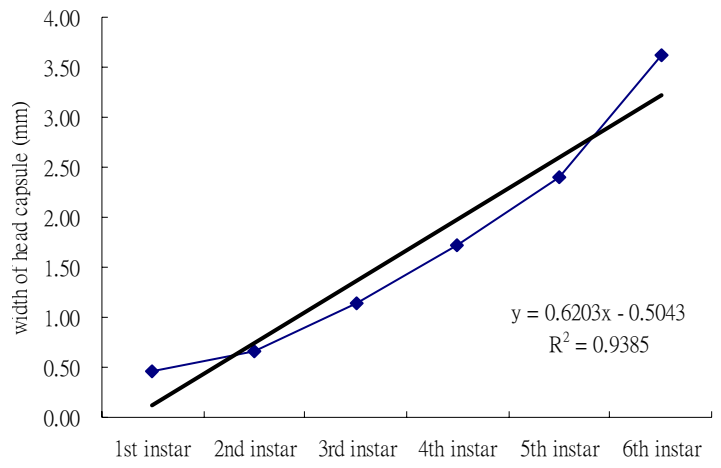


圖 4 黑擬蛺蝶六齡蟲齡期與頭殼寬的迴歸線

(3) 蛹

黑擬蛺蝶的蛹為吊蛹，呈灰到棕色，具深棕色斑紋，中胸及各腹節有錐狀突起，中胸 2 個，各腹節依序為 2、3、5、5、7、7、7、7、0、0，共 45 個（圖 9—蛹）。

(4) 成蝶

成蝶前翅長 $32.43 \pm 1.79 \text{mm}$ ，翅呈褐色，背面顏色較腹面淺，前翅外角突出，後翅具角狀突出，背、腹面兼具深褐色波浪狀斑紋，前翅翅端有一小型白色斑紋。背面後翅有一列小型眼紋，腹面前、後翅兼有一列小型眼紋及金屬光澤，會隨季節而略為改變，部份成蝶後翅上緣具一淺黃色斑。雌、雄蝶型態差異主要在於雄蝶金屬光則較雄蝶強，且雌蝶腹面金屬光澤大多在翅膀中線至亞外緣之間，雄蝶腹面金屬光澤則在翅基至亞外緣間均有，且呈間斷之波浪狀（圖 5~8）。



圖 5 雄蝶（背面）



圖 6 雄蝶（腹面）



圖 7 雌蝶（背面）



圖 8 雌蝶（腹面）

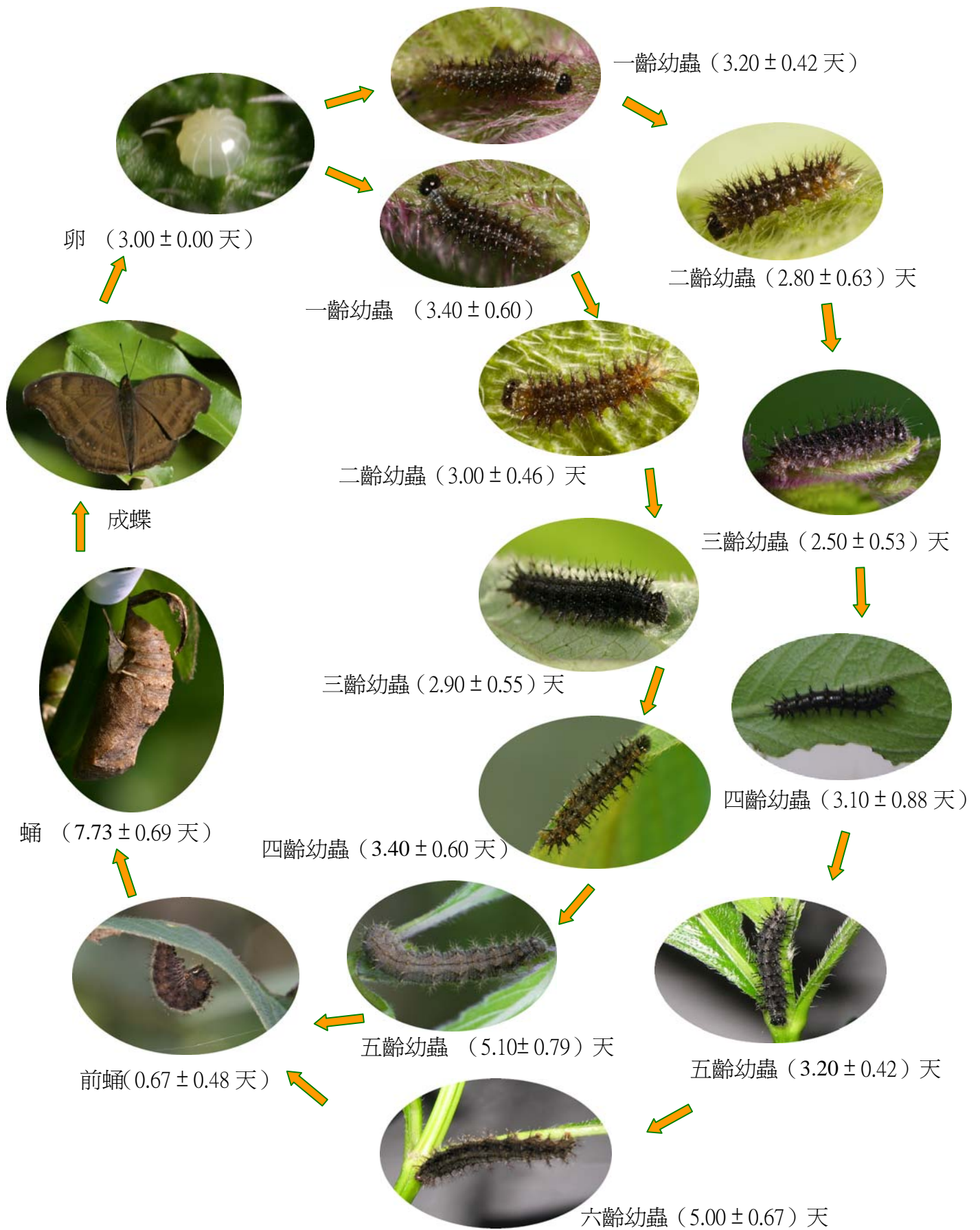


圖 9 黑擬蛺蝶的生活史

(二) 幼蟲築巢行爲

1. 蟲巢製作方式及位置

(1) 蟲巢製作方式 (圖 10)

幼蟲築巢時會先在寄主植物上選定位置，從葉片基部至葉柄的兩側咬下，破壞葉柄結構，使葉片下垂，並逐漸枯萎。以紅墨水測試得知其無法由葉片基部流向葉片，故幼蟲應已完全咬斷維管束。



黑擬蛺蝶幼蟲破壞葉柄結構及維管束，使葉片下垂。



咬痕近照



枯黑的蟲巢葉片。



停棲於蟲巢內的黑擬蛺蝶幼蟲。

圖 10 黑擬蛺蝶幼蟲蟲巢製作方式

(2) 蟲巢葉片數與蟲巢位置

據觀察，幼蟲會在大安水蓑衣、無花水蓑衣、臺灣馬藍、曲莖馬藍、馬藍及易生木植株上築蟲巢，蟲巢通常位於第一對至五對葉之間，蟲巢葉片數為一至六片。

2. 各齡期及不同寄主植物上幼蟲築巢比例

(1) 不同寄主植物上各齡期幼蟲築巢比例

不同寄主植物上各齡期幼蟲築巢比例如圖 11 所示，可知 2、3、4 齡幼蟲築巢比例較 1、5 齡幼蟲高。

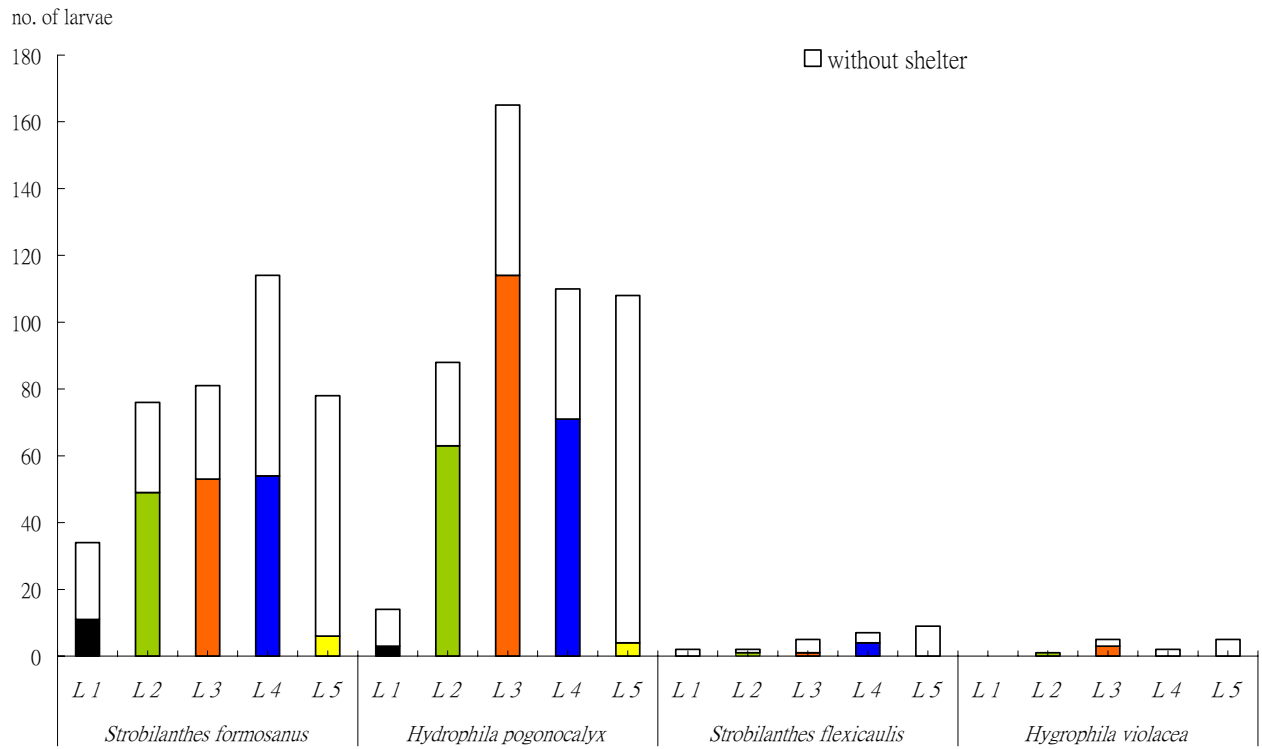


圖 11：不同寄主植物上的各齡幼蟲築巢率

3. 各齡期幼蟲築巢數量比

各次野外紀錄中的各齡期幼蟲築巢數量比如圖 12 所示。

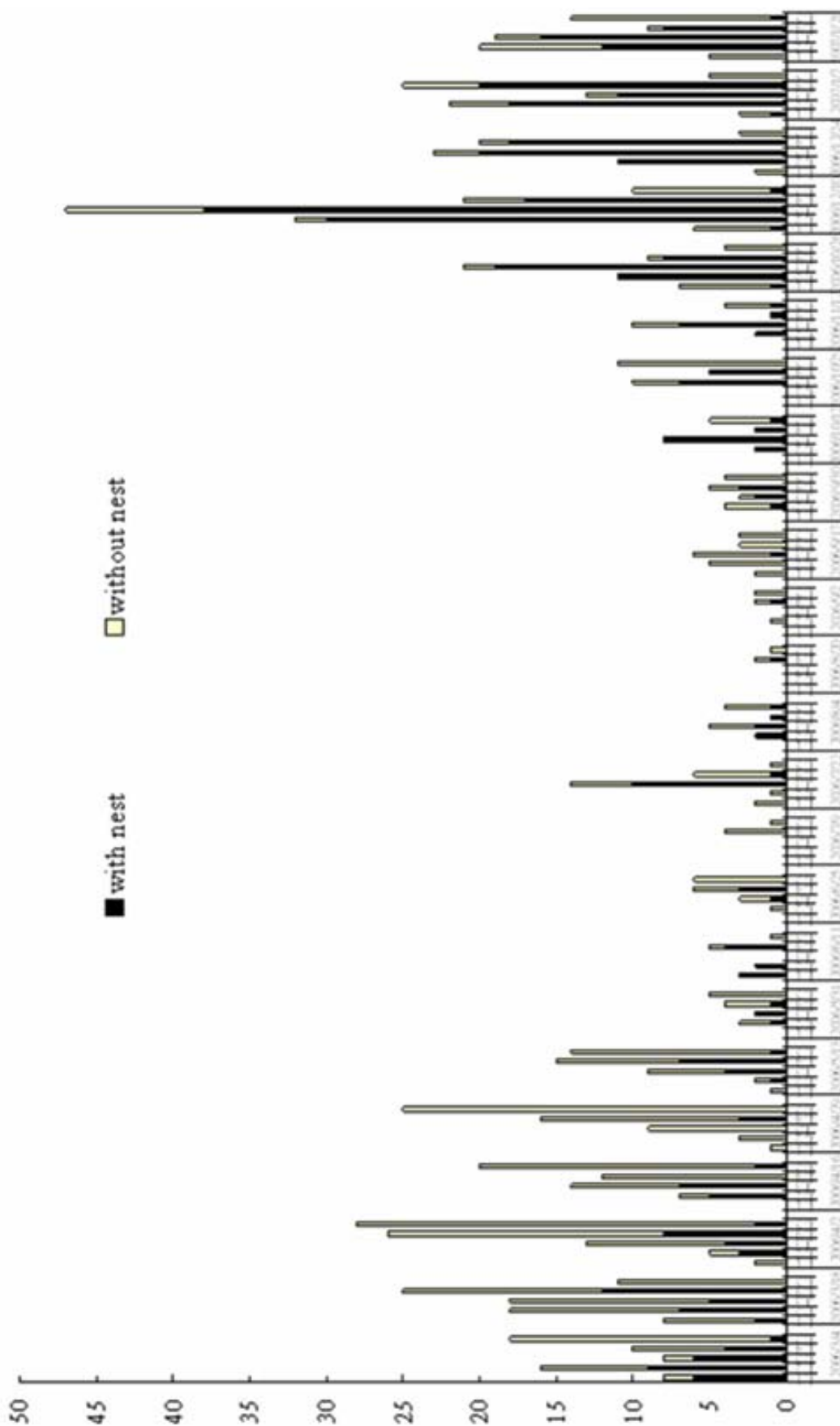


圖12：2006年三月至今各齡期幼蟲築巢數量比

4. 台灣馬藍及大安水蓑衣上 2-4 齡幼蟲築巢率

台灣馬藍及大安水蓑衣上 2-4 齡幼蟲築巢率如圖 13 所示，可知此二種寄主植物上 2-4 齡幼蟲築巢率之波動大致相同。

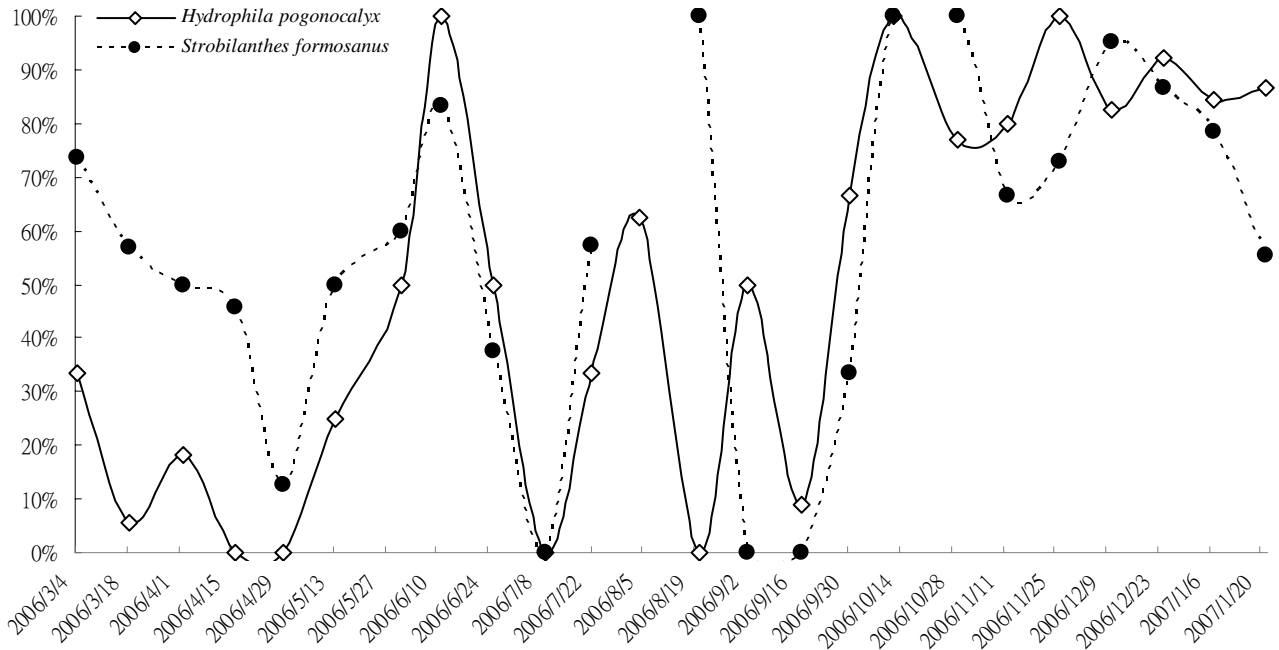


圖 13：2006 年 3 月至 11 月 2-4 齡幼蟲築巢率

5. 影響幼蟲築巢的因素

(1) 光強度對幼蟲築巢的影響

在強光、弱光及無光環境下，幼蟲築巢比例分別為 80%，55%，5%，具有顯著的差異 ($F=18.2692$ ， $P<0.05$)。

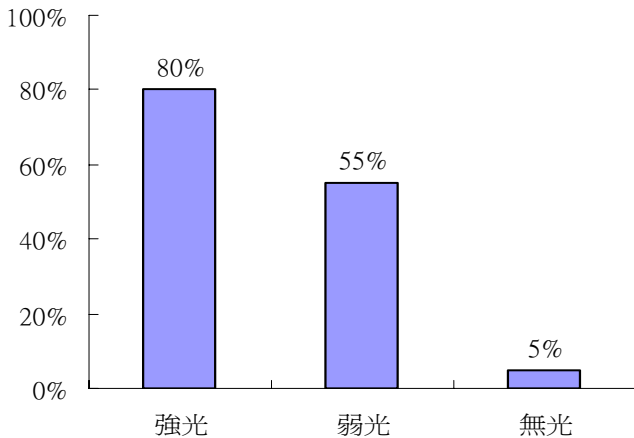


圖 14：光對幼蟲築巢的影響

(2) 風強度對幼蟲築巢的影響

在強風、弱風及無風環境下，幼蟲築巢比例分別為 95%，75%，20%，具有顯著的差異 ($F=28.2164$ ， $P<0.05$)。

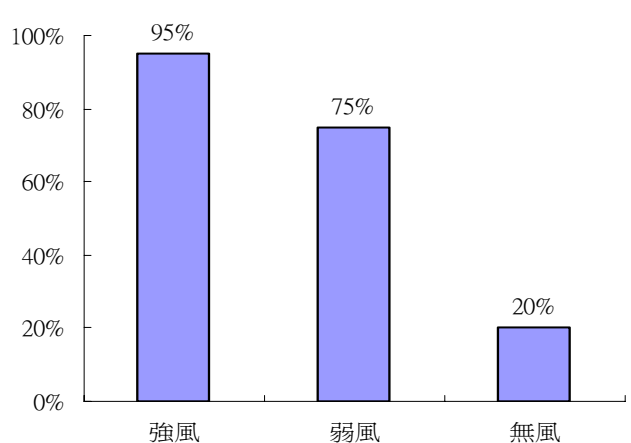


圖 15：風對幼蟲築巢的影響

(3) 溫度對幼蟲築巢的影響

在 25 度及 20 度環境下，幼蟲築巢比例分別為 75%，65%，無顯著的差異 ($F=0.4578313$ ， $P>0.05$)。

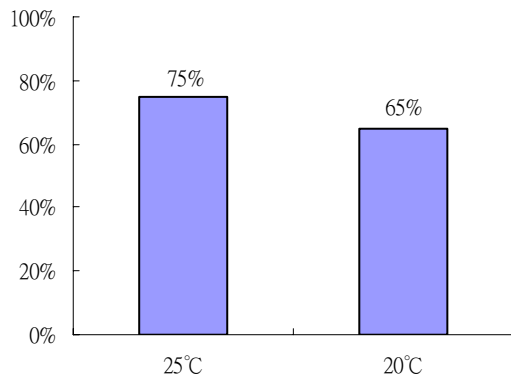


圖 16：溫度對幼蟲築巢的影響

(4) 濕度對幼蟲築巢的影響

在 90%RH 及 70%RH 環境下，幼蟲築巢比例分別為 85%，75%，無顯著的差異 ($F=0.6031746$ ， $P>0.05$)。

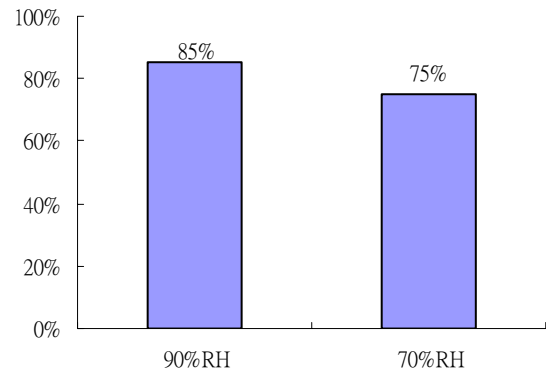


圖 17：溼度對幼蟲築巢的影響

(5) 雨量對幼蟲築巢的影響

在大雨、小雨及無雨環境下，幼蟲築巢比例分別為 0%，5%，20%，隨雨量減少有增加的趨勢無顯著的差異 ($F=2.9759$ ， $P>0.05$)。

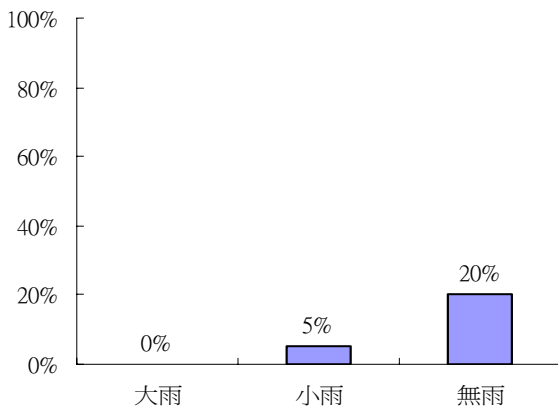


圖 18：雨量對幼蟲築巢的影響

(6) 植株開花對幼蟲築巢的影響

在植株開花與未開花環境下，幼蟲築巢比例分別為 75%，40%，具有顯著的差異 ($F=0.54444$ ， $P<0.05$)。

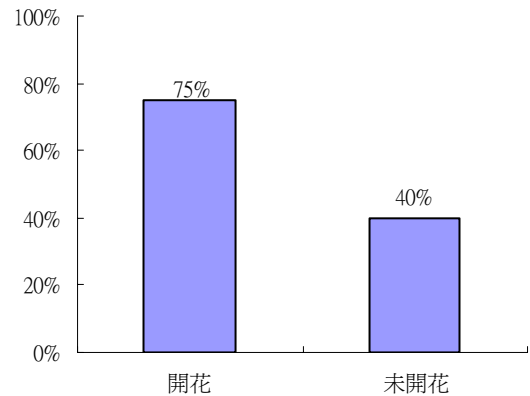


圖 19：植株開花對幼蟲築巢的影響

(7) 光與風對幼蟲築巢的影響

在強光強風(A 組)、強光無風(B 組)、無光強風(C 組)及無光無風(D 組)下，幼蟲築巢比例分別為 95%，80%，15%，5% (A vs B : $F=1.83$, $P>0.05$; A vs C : $F=8.72$, $P<0.05$; A vs D : $F=13.08$, $P<0.05$; B vs C : $F=5.94$, $P<0.05$; B vs D : $F=7.55$, $P<0.05$; C vs D : $F=1.83$, $P>0.05$) 。

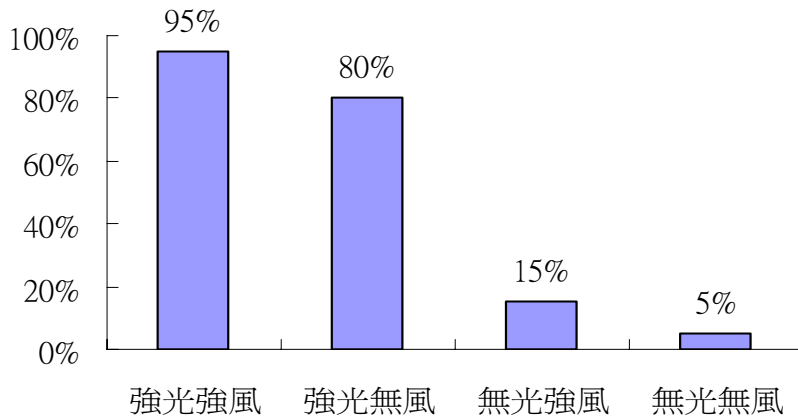


圖 20：光與風對幼蟲築巢的影響

6. 築巢幼蟲(2~4 齡)築巢率與野外環境的關係

(1) 幼蟲築巢率與風強度

由圖 20 可知野外紀錄中之幼蟲築巢率與風強度波動似乎無直接關係。
6/11、7/9、8/4、8/20、9/2 數據因樣本數太少(小於 10)而在討論時不採計。

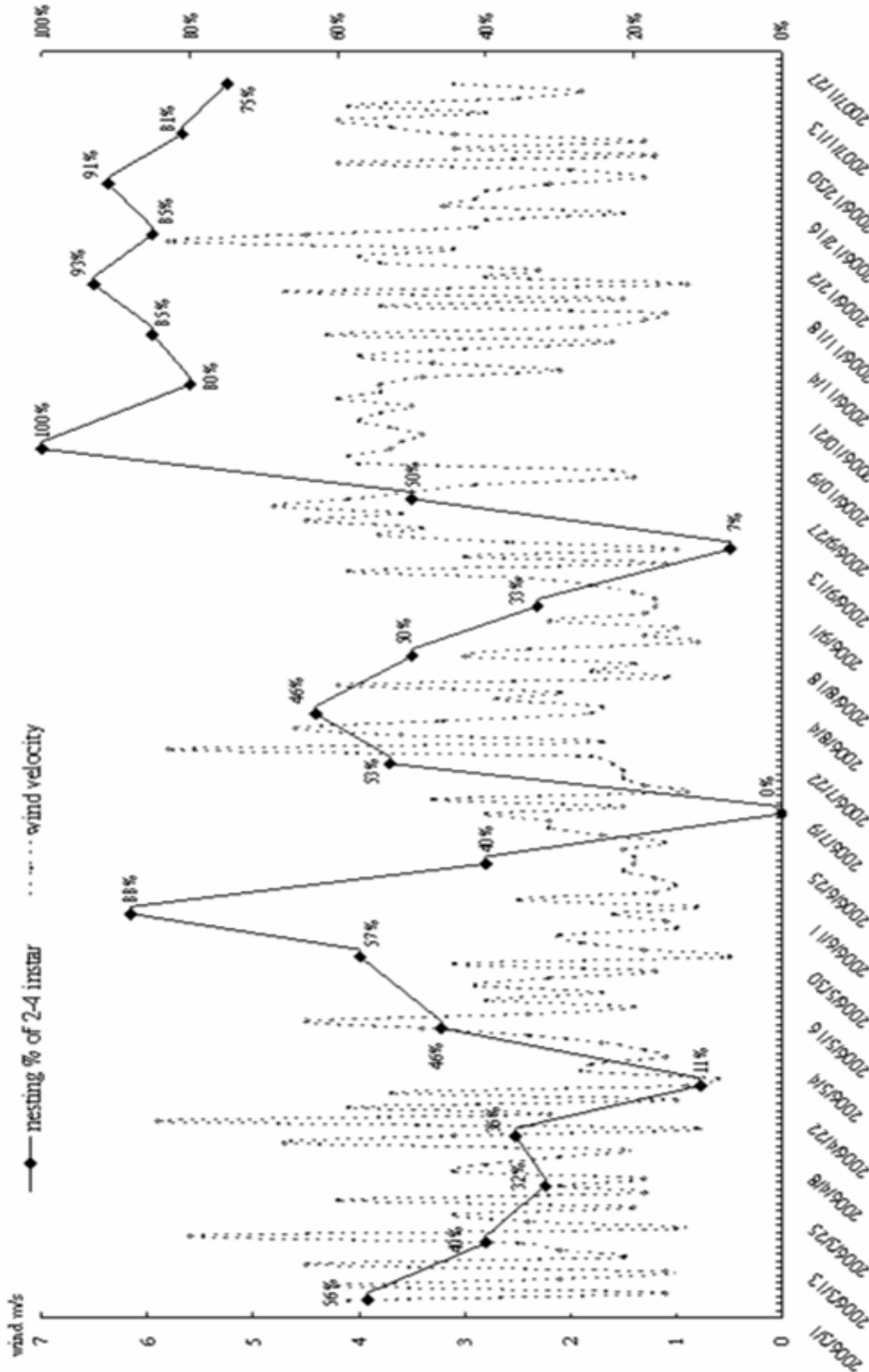


圖20：幼蟲築巢率與風速

(2) 幼蟲築巢率與溫度

由圖 21 可知野外紀錄中之幼蟲築巢率與溫度似乎無直接關係。
 6/11、7/9、8/4、8/20、9/2 數據因樣本數太少(小於 10)而在討論時不採計。

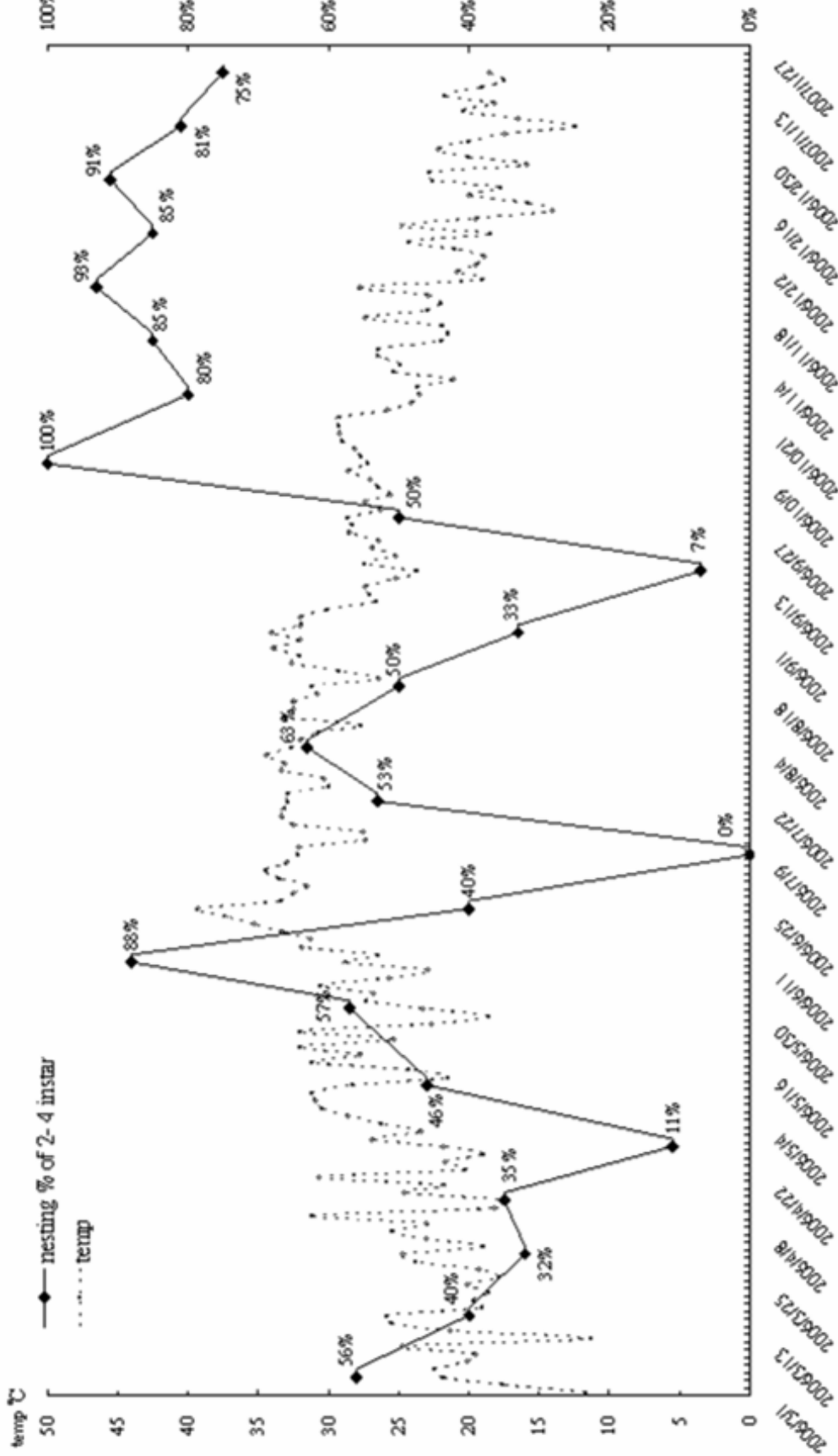


圖 21：幼蟲築巢率與溫度

(3) 幼蟲築巢率與溼度

由圖 22 可知野外紀錄中之幼蟲築巢率與溼度似乎無直接關係。

6/11、7/9、8/4、8/20、9/2 數據因樣本數太少(小於 10)而在討論時不採計。

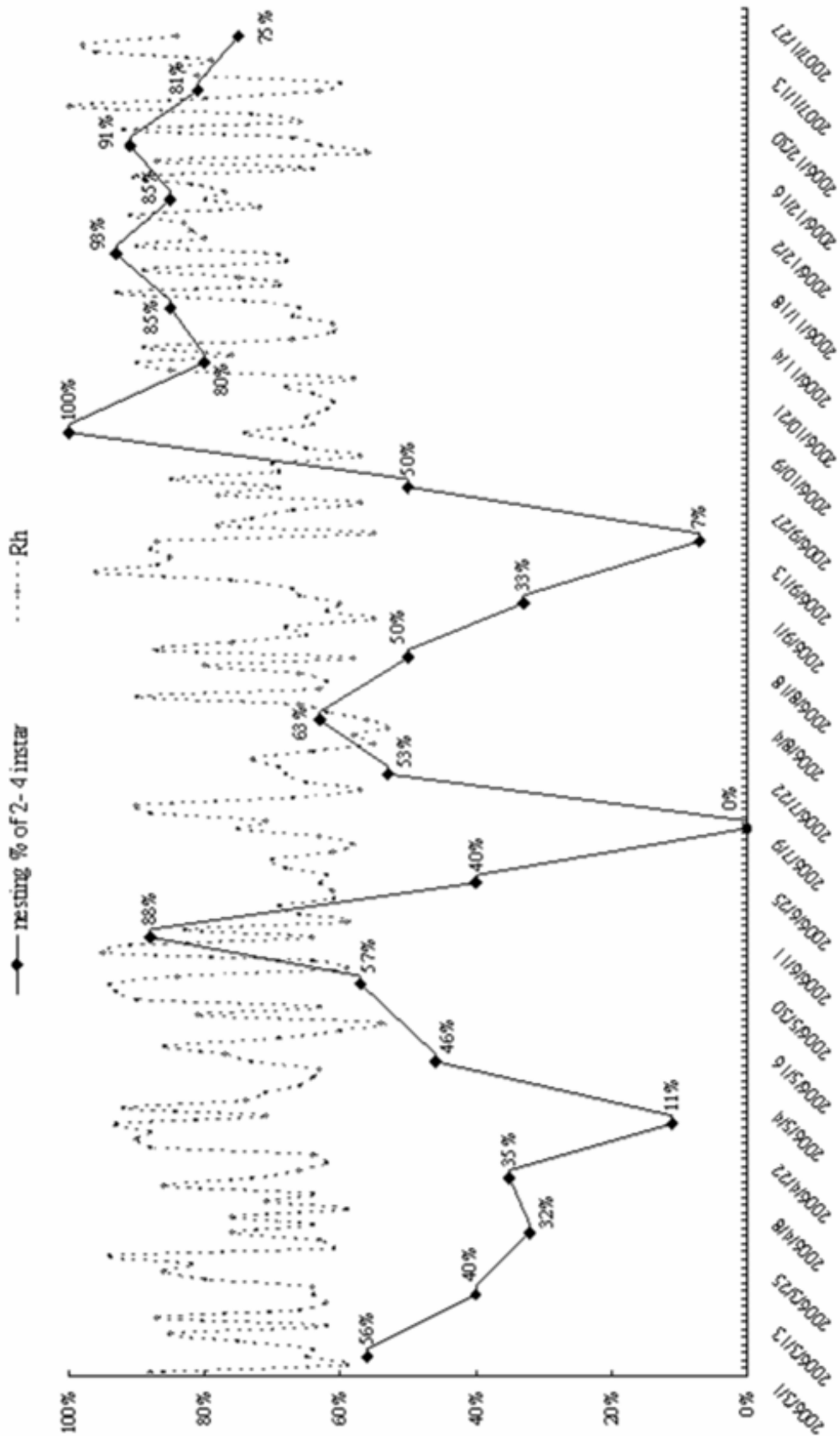


圖22：幼蟲築巢率與溼度

(4)雨量

由圖 23 可知野外紀錄中之幼蟲築巢率與降雨大致呈現築巢率隨雨量減少而增加的趨勢。6/11、7/9、8/4、8/20、9/2 數據因樣本數太少(小於 10)而在討論時不採計。

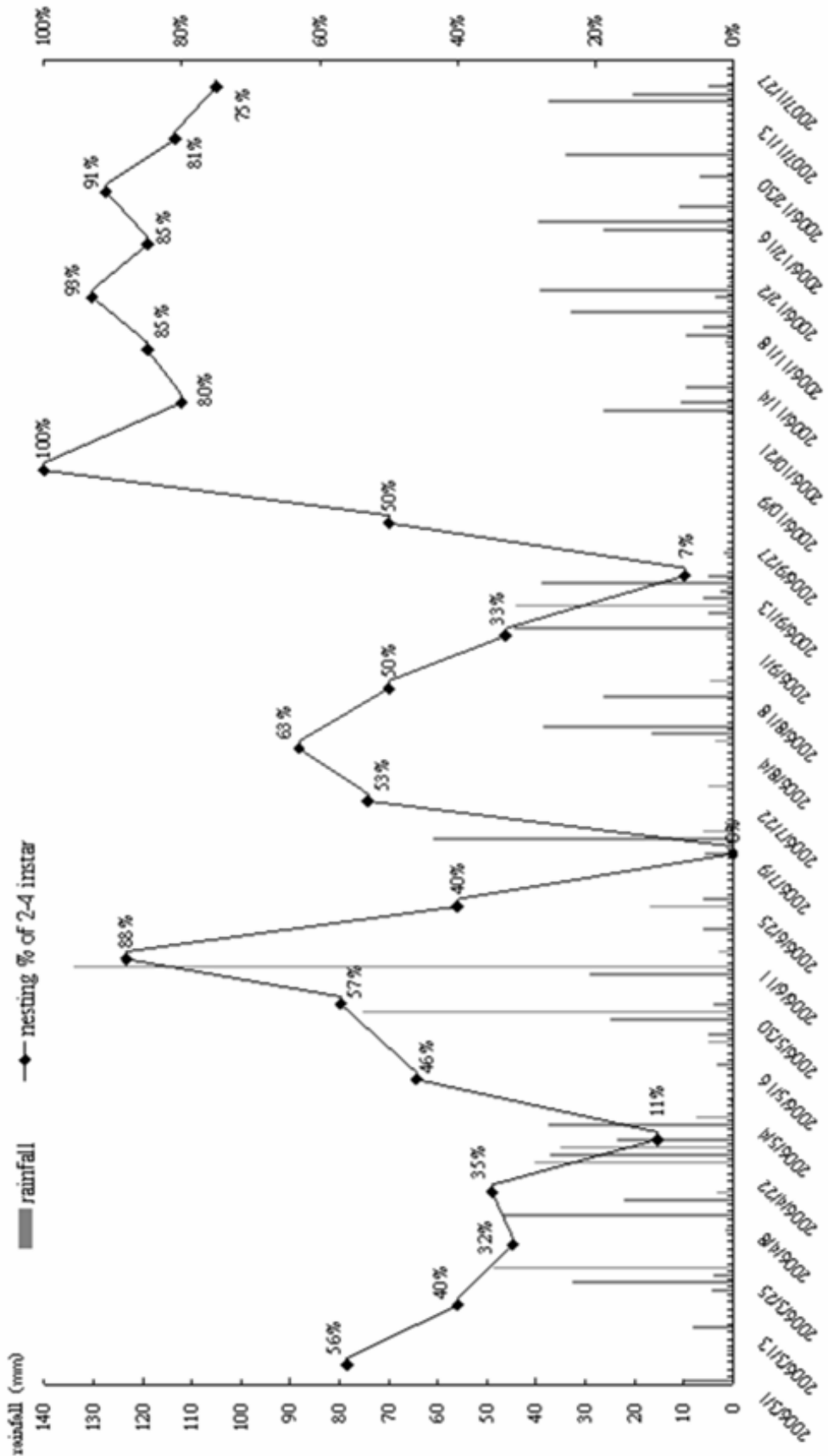


圖 23：幼蟲築巢率與雨量

(三) 幼蟲與寄主植物

1. 幼蟲寄主植物及數量

(1) 幼蟲之寄主植物

黑擬蛺蝶幼蟲的寄主植物為文獻中有紀錄之臺灣馬藍 (*Strobilanthes formosanus*)、馬藍 (*Strobilanthes cusia*)、曲莖馬藍 (*Strobilanthes flexicaulis*)、賽山藍 (*Blechum pyramudatum*) 等爵床科 (*Acanthaceae*) 植物，以及文獻中未提及的大安水蓼衣 (*Hydrophila pogonocalyx*)、無花水蓼衣 (*Hydrophila violacea*)、易生木 (*Hemigraphis repanda*)、翠蘆利 (*Ruellia brittoniana*)，圖(29~36)；部分文獻中提到幼蟲會取食臺灣鱗球花 (*Leoidagathis formosensis*) 及爵床 (*Justicia procumbens*) 但在實驗中幼蟲並不取食。



圖 25 臺灣馬藍



圖 26 馬藍



圖 27 曲莖馬藍



圖 28 賽山藍



圖 29 大安水蓼衣



圖 30 無花水蓼衣



圖 31 易生木



圖 32 翠蘆利



圖 33 台灣鱗球花



圖 34 爵床

(2)各寄主植物上的幼蟲數量

在安康蝴蝶生態教育園區內黑擬蛺蝶幼蟲數量中，以取食臺灣馬藍與大安水蓼衣上的幼蟲較多，大安水蓼衣最多(52.4%)，其次是臺灣馬藍 (42.3%)，其次是曲莖馬藍(3.4%)及無花水蓼衣(1.4%)，其他爵床科植物則較少發現幼蟲。各寄主植物均為野外有紀錄幼蟲取食的植物(圖 35)。

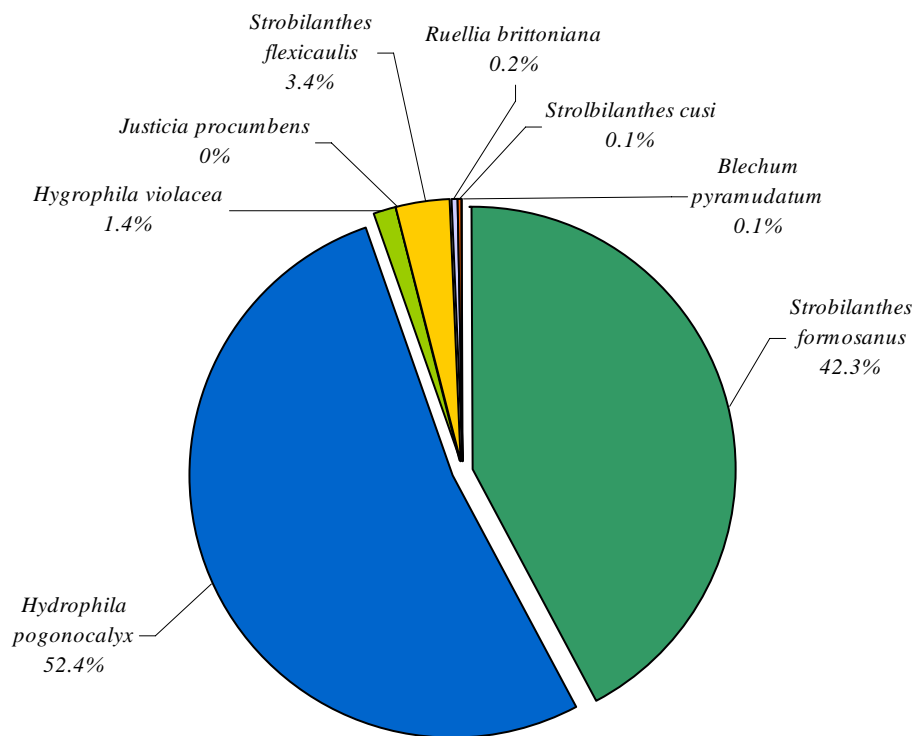


圖 35 幼蟲在不同寄主植物上的數量百分比

2. 幼蟲取食不同寄主植物的有效積溫

(1) 取食台灣馬藍的幼蟲

取食台灣馬藍的幼蟲在 26 度下平均發育天數為 22.0 天，21 度下為 30.25 天，16 度下為 31.09 天，經公式換算，有效積溫約為 598 日度(day-degree)，發育起點溫度為-1.2 度。

(2) 取食大安水蓼衣的幼蟲

取食大安水蓼衣的幼蟲在 26 度下平均發育天數為 21.75 天，21 度下為 28.82 天，16 度下為 29.71 天，經公式換算，有效積溫約為 655 日度，發育起點溫度為-4.1 度。

(3) 取食無花水蓼衣的幼蟲

取食無花水蓼衣的幼蟲在 26 度下平均發育天數為 19.89 天，21 度下為 28.3 天，16 度下為 29.8 天，經公式換算，有效積溫約為 483 日度，發育起點溫度為 1.3 度。

(4) 取食翠蘆利的幼蟲

取食翠蘆利的幼蟲無法順利發育。

3. 各寄主植物上幼蟲數量與季節變化之關係

黑擬蛺蝶幼蟲數量各寄主植物上分布情形如圖 36 所示，可知在實驗樣區中黑擬蛺蝶偏好以台灣馬藍與大安水蓑衣為食。

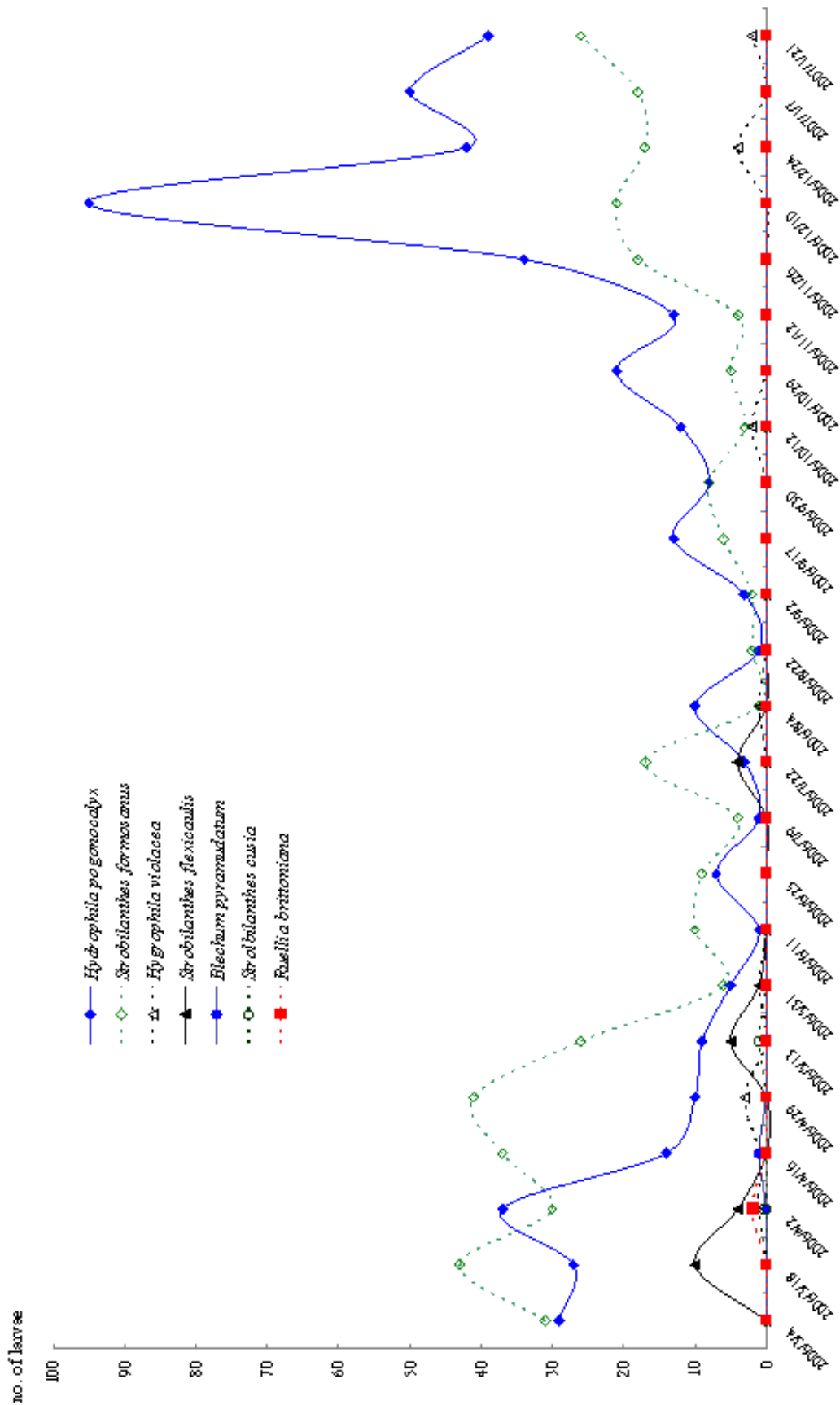


圖 36 2006 幼蟲數量與寄主植物之關係

(四) 環境對幼蟲的影響

1. 幼蟲數量與溫度、溼度、雨量及季節之關係

黑擬蛺蝶幼蟲數量與溫度、溼度、雨量及季節之關係如圖 37 所示，在實驗樣區內黑擬蛺蝶並未發現明顯世代曲線及其與環境因子相關現象，因此推測黑擬蛺蝶有世代重疊現象。

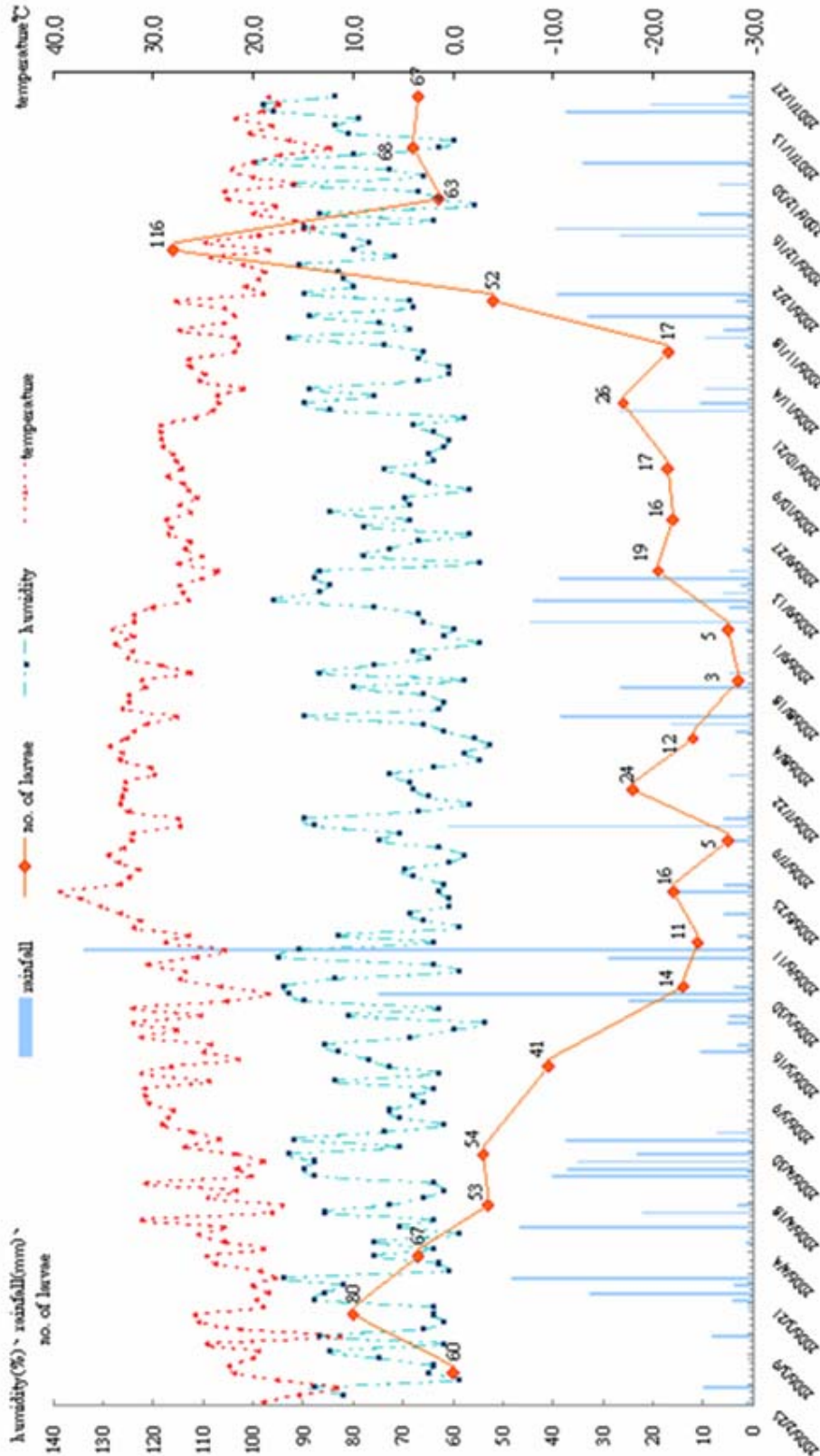


圖 37 2006年幼蟲數量與溫度、溼度、雨量及季節之關係

2. 幼蟲數量與寄主植物生長環境之關係

由圖可發現陸生植物上黑擬蛺蝶幼蟲的數量大致呈現降雨量多時陸生植物上幼蟲數量減少，降雨量少時則增加；濕生植物則與陸生植物相反；水生植物則無明顯關係。

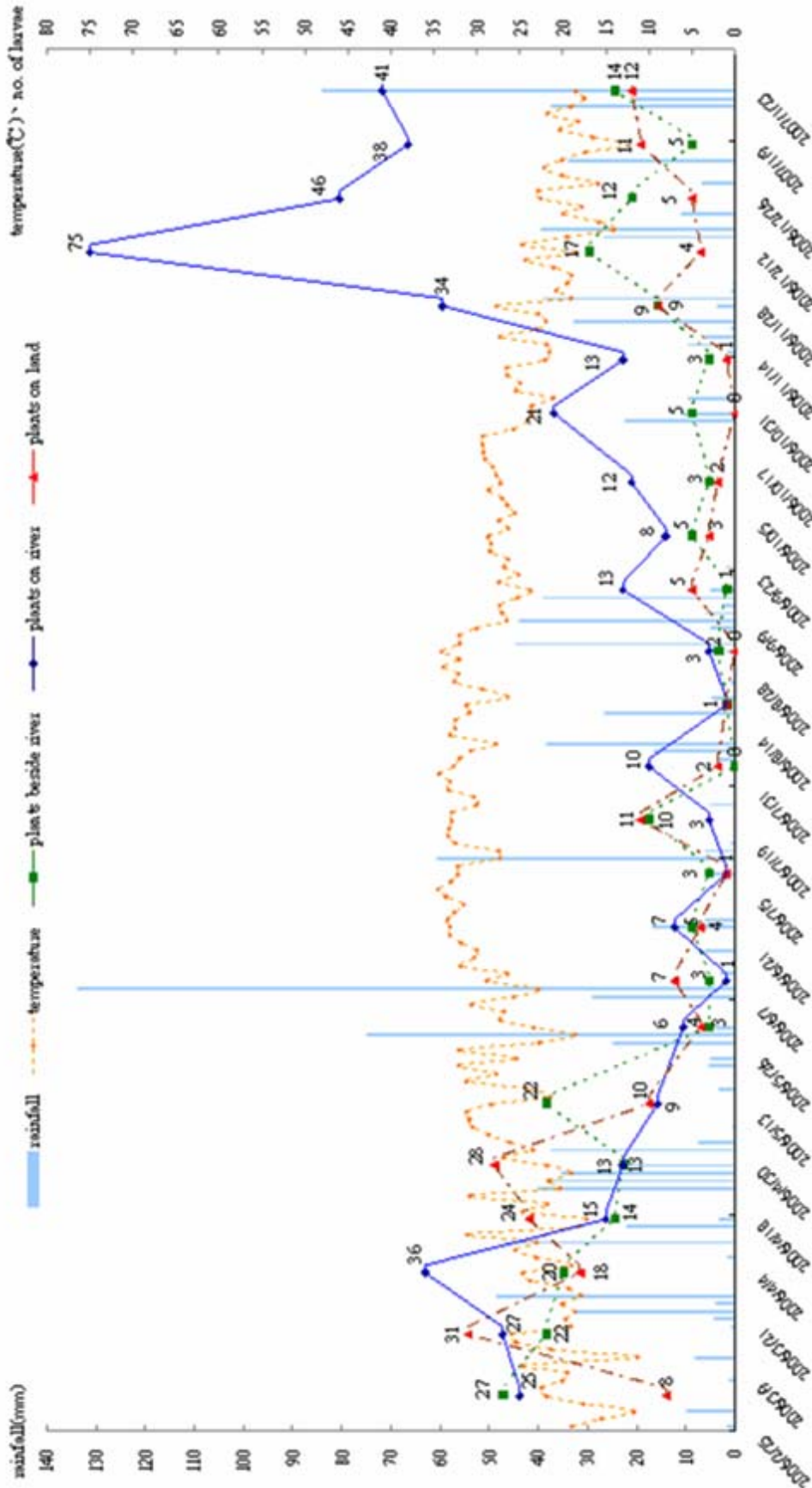


圖 38 幼蟲數量與寄主植物生長環境之關係

3. 環境遮蔽度對幼蟲數量及築巢率與之關係

由圖 39 可發現幼蟲築巢率與環境遮蔽度可能無直接關係，但幼蟲數量以遮蔽度為零的環境下最多；由圖 40 可發現於大安水蓼衣上發現的幼蟲遮蔽程度大致較台灣馬藍低。

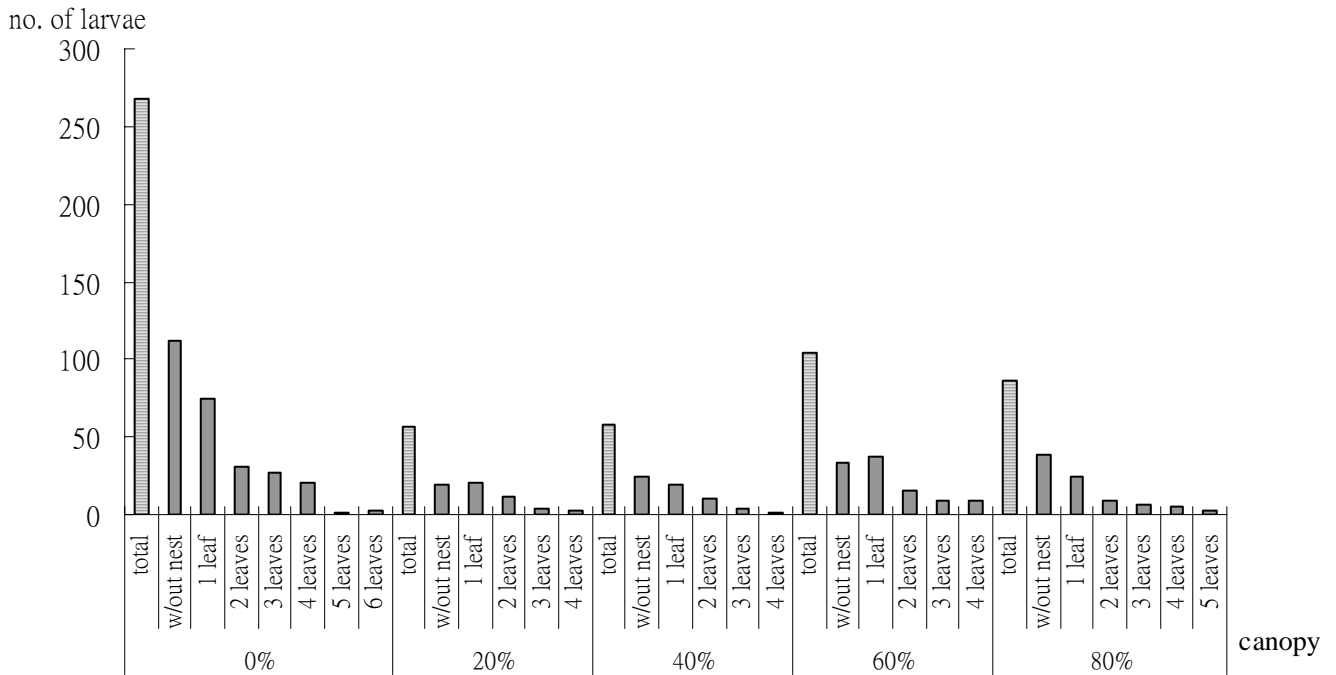


圖 39 不同遮蔽度下幼蟲數量及築巢情形

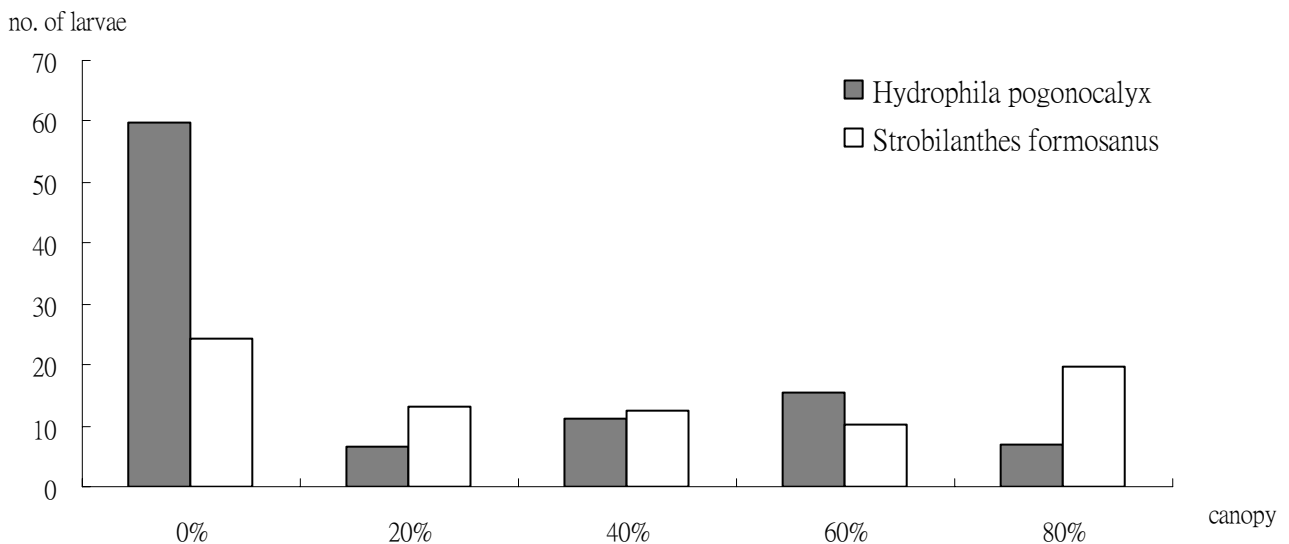


圖 40 台灣馬藍及大安水蓼衣上不同遮蔽度下的幼蟲數量

四、討論

(一) 生活史

1. 黑擬蛺蝶在樣區內數量變化

黑擬蛺蝶為多世代性種，全年有成蟲及幼蟲期(徐，1999)，由圖 41 可見發現幼蟲數量約以 42 天為一週期，與生活史 30.19 ± 2.21 天再加上成蝶活動時間大致接近，因此推測在台北地區黑擬蛺蝶約 6 週完成一世代，一年約可繁殖 8 代。

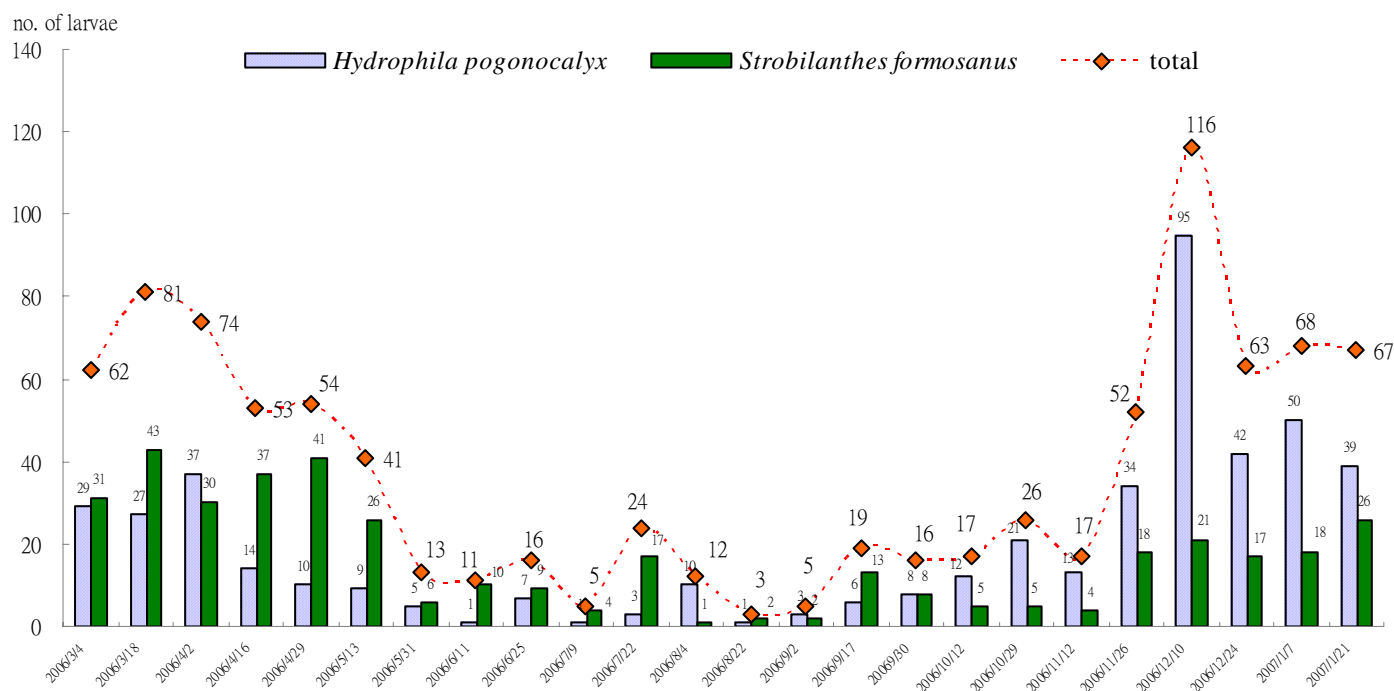


圖 41 幼蟲數量與季節之關係

(二) 齡期與型態

1. 幼蟲齡期

黑擬蛺蝶的幼蟲具五齡蟲和六齡蟲，而五齡蟲與六齡蟲生活史總天數為 $(29.37 \pm 1.64, 32.43 \pm 2.07)$ 。六齡蟲略長於五齡蟲，而不同雌蝶產的卵五齡與六齡幼蟲的比例會完全不同，這我們未來將進一步探討。

2. 幼蟲期天數與成蝶前翅長之關係

由圖 42 可知，幼蟲期長短與成蝶前翅長無直接關係($R=0.00004$)。

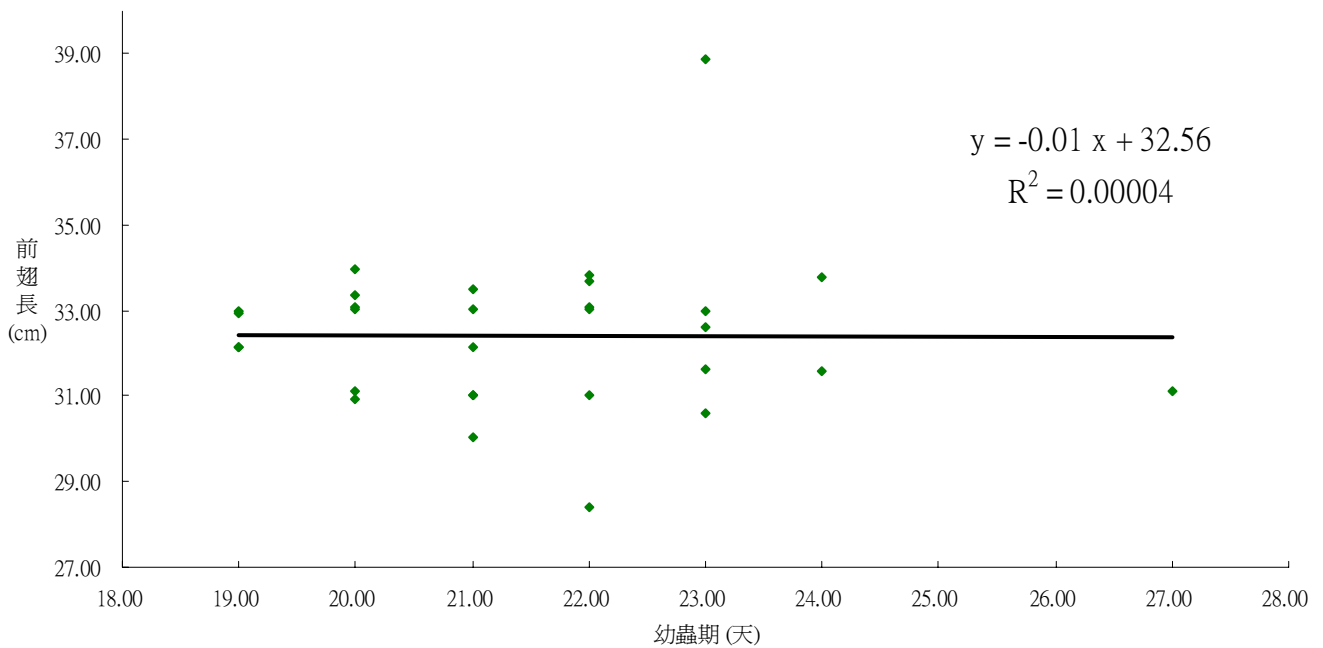


圖 42 幼蟲期長與成蝶前翅長之關係

2. 卵的縱條

黑擬蚊蝶的卵具有 11~15 縱條，且同一雌蝶所產之卵縱條數也不相同，以 Microsoft Excel 進行 T 檢定(T-TEST)，結果二雌蝶所產的卵縱條數並具有著差異(F=0.251, P<0.05)。

(三) 幼蟲製作蟲巢的條件

1. 不同寄主植物上的蟲巢

經觀察發現，幼蟲利用各寄主植物製作蟲巢的方式都相同，但咬痕位置會因植物種類而略為改變，但在無花水蓼衣上所築的蟲巢枯黑速度較快而容易掉落的，所觀察到的蟲巢大多是十分枯黑且易掉落的，幼蟲較少棲息在此蟲巢內，幼蟲大多棲息於枯黑蟲巢附近葉背，行為與停棲於一般葉片葉背中肋時相同，也有幼蟲會遷移至附近葉背棲息。由於無花水蓼衣上不易築巢，且蟲巢易枯黑掉落，不利幼蟲的築巢行為。

另外也推測是寄主植物結構不同會影響幼蟲築巢，甚至導致築巢失敗，其是否對幼蟲生存造成其他影響，未來將進一步探討。

2. 幼蟲築巢的因素

根據圖 14~19 資料以 Microsoft Excel 進行單因子變異數分析，以及 SPSS 1.20 版進行雙因子變異數分析，以了解其對幼蟲築巢是否具有影響。

而影響幼蟲築巢的因素之中，溫度及溼度皆無顯著差異($P>0.05$)，比對野外紀錄(圖 21、22)亦可發現幼蟲築巢率與溫、濕度無直接關係。降雨時幼蟲築巢率下降但無顯著差異($P>0.05$)，野外紀錄(圖 23)亦大致相符。

光線及風皆具有顯著差異($P<0.001<0.05$)，光的影響可能是幼蟲偏好於遮蔽程度較佳的環境，但野外資料相反，推測可能是因為本實驗紀錄的遮蔽度為幼蟲所在範圍環境之遮蔽度，與黑擬蚊蝶生長環境較有關聯，而與光線較無關；風的影響推測是因與環境中的干擾接近，而可能使幼蟲認為環境較不安定，比對野外紀錄(圖 20)則無明顯關聯，推測可能是因本實驗氣象資料引用自中央氣象局，而與實驗地風強度有較大差異；在雙因子變異數分析中，光與風因子的實驗結果顯示，強光強風 vs 無光強風、強光強風 vs 無光無風、強光無風 vs 無光強風及強光無風 vs 無光無風具有顯著的差異($P<0.05$)，因此光應是較主要的影響因素。

植株開花具有顯著差異($0.001<P<0.05$)主要二種寄主植物(佔 94.7%)之中，大安水蓼開花期從 9 月至翌年 2 月(王&黃&蔣，2000)，台灣馬藍開花期約為 7 月至翌年 1 月，比對野外紀錄也可發現此段時間蟲築巢率增加，因此植株開花的影響則可能與寄主植物於開花時化學成分的轉變有關。

3. 蟲巢功能

幼蟲築巢的功能被歸因於數個功能，包括減緩微小氣候，增加葉片營養成分，減少強行驅逐的可能性，及最常見的躲避天敵(Jones&Castellanos&Weiss，2002)。

黑擬蚊蝶幼蟲製作蟲巢時會咬斷葉柄，此行為的目的的一般認為是為了妨害寄主植物為了對抗草食動物所啟動的化學防禦，但對於建造葉片遮蔽物的昆蟲而言，此行為可能可使葉片易於捲區或摺疊(Jun-YaIde，2004)。

根據盆栽飼養觀察及蟲巢實驗，幼蟲將蟲巢葉片維管束咬斷後，蟲巢葉片會再 1~2 天內逐漸枯萎，且幼蟲經常於蛻皮前 1~2 天築巢，並在枯黑蟲巢內蛻皮；由野外紀錄發現，寄主植物開花時幼蟲築巢率會明顯增加，且在實驗中寄主植物開花與否對築巢有顯著差異($F=2.9759$ ， $P<0.05$)，推測幼蟲築巢可能與蛻皮時保護功能或阻斷植物內的化學物質有關，未來將再進一步探討。

4. 各齡期幼蟲築巢比例

依據圖 25 中的數據，各齡期幼蟲均可於蟲巢中發現，但根據盆栽飼養觀察一齡幼蟲與五(終)齡幼蟲並不會製作蟲巢，一齡幼蟲可能尚無築巢能力，推測蟲巢中所發現的一齡幼蟲可能是因一齡幼蟲自行進入蟲巢，或其他較高齡幼蟲以含有卵或一齡幼蟲的葉片製作蟲巢，而導致以上紀錄；五(終)齡幼蟲紀錄中所紀錄的多為退皮不久的個體，推測蟲巢中所發現的五(終)齡幼蟲可能是剛退皮而尚未離開四齡幼蟲之蟲巢。

(四) 寄主植物

1. 幼蟲寄主植物

文獻中曾紀錄黑擬蛺蝶幼蟲寄主植物包括台灣鱗球花 (*Leoidagathis formosensis*) (林，1994；李 1989；蔡，1999；張，2002 等)及爵床 (*Justicia procumbens*) (吳，2003)，但在本實驗野外紀錄中並未在此二植物上發現幼蟲，且在室內飼養中，以此二植物飼養幼蟲，皆未發現幼蟲有取食現象。

2. 各寄主植物幼蟲數量變化

由圖 35 可知 2006 年幼蟲寄主植物在樣區內以台灣馬藍及大安水蓑衣為主，但由 2005 至 2006 大安水蓑衣上幼蟲數量有逐漸增加的趨勢(譚，2005)，其由樣區內幼蟲數量次多(17%)的寄主植物增為幼蟲數量最多(52.4%)的寄主植物，而其他寄主植物則相對減少，台灣馬藍由 67% 變為 42.3%，無花水蓑衣由 8%變為 1.4%，曲莖馬藍由 8%變為 3.4%。

大安水蓑衣原僅發現在台中縣沿海大安、龍井及清水等鄉鎮，其生育地多為草澤、溝渠或農田濕地(王&黃&蔣，2000)，但近年來廣泛栽種，配合復育計畫而種植於諸多如生態池等地方，且部分地方可在植株上發現黑擬蛺蝶的幼蟲。黑擬蛺蝶成蟲棲息於林緣或潮濕的路旁(李&張，1988)，幼蟲寄主植物原本主要為馬藍屬及賽山藍屬之陸生植物，但近年來也發現取食被大量種植的大安水蓑衣，且有逐年增加的趨勢，是否大安水蓑衣的廣泛種植影響黑擬蛺蝶的族群擴張或其他影響，未來值得再進一步探討。

3. 幼蟲有效積溫

本實驗中，取食翠盧利的幼蟲無法順利發育，可能與該寄主植物之化學成分有關。

幼蟲取食水蓼屬植物(大安水蓼及無花水蓼)時，各溫度之發育天數皆較取食馬藍屬植物(台灣馬藍)時短。有效積溫為生物發育過程中需從外界攝取的一定熱量，取食台灣馬藍有效積溫為 598 日度，而取食無花水蓼時有效積溫較低，為 483 日度，但取食大安水蓼時有效積溫卻為 655 日度，較台灣馬藍高，由此可知無花水蓼對幼蟲的發育較有利，台灣馬藍次之，大安水蓼較差。

然而在樣區實地觀察結果，發現成蝶在大安水蓼上產卵的情況十分普遍，很可能與大安水蓼被大量栽種的原因有關，這需要進一步研究以深入了解。

幼蟲取食台灣馬藍、大安水蓼及無花水蓼的發育起點溫度分別為-1.2、-4.1、1.3，可知其發育起點溫度較低，但一般昆蟲的發育起點溫度在零度以上(闕，2002)，故本實驗可能因採用溫度僅以三組實驗，加上幼蟲滯育現象，而導致數據誤差。

昆蟲在相對溼度低時發育可能會遲滯，相對溼度高時易遭病原感染(徐 2004)，本實驗可能因為了降低死亡率於飼養盒中放置衛生紙吸水，而導致相對溼度偏低，使部分幼蟲產生滯育的現象。

4. 幼蟲數量與寄主植物及季節之關係

因幼蟲寄主植物四季皆可見，由圖 36 可知，幼蟲在各寄主植物上的數量與季節無直接關係，比較 2005 年也是如此(譚，2005)，而幼蟲數量變化波動可能由寄主植物受環境變化而影響其生長情形造成。

(五) 幼蟲對環境與天敵的因應行為

1. 幼蟲數量與環境的關係

由圖 37 可知，幼蟲數量與溫度、溼度及雨量無直接關係，2005 年亦是如此(譚，2005)，可知環境因素對黑擬蛺蝶幼蟲的影響較少，因而推測幼蟲適應範圍廣，故一年四季均可見。

2. 幼蟲數量與寄主植物生長環境之關係

由圖 38 可知，幼蟲在陸生植物上的數量與雨量有關，大致呈現降雨量多時陸生植物上幼蟲數量減少，降雨量少時則增加；濕生植物則與陸生植物相反；水生植物則無明顯關係，因此推測因陸生與濕生植物數量變化相反，使幼蟲可因陸生、濕生植物交替而維持其在野外的數量，以減少環境對其族群造成的影響。

3. 環境遮蔽度

由圖 39 可知幼蟲數量以遮蔽度為零的環境下最多，但多數幼蟲在紀錄中被發現於葉背或蟲巢內等不被陽光直射的地方，而在光線直射環境下發現極少，與實驗結果相反，推測是因本實驗之遮蔽度以目測幼蟲所在環境上方約半徑 50 公分內之遮蔽程度，分為五個等級而定，為幼蟲生長環境之遮蔽度，與實際遮蔽情形較無關係。由圖 40 得知於大安水蓼衣上發現的幼蟲遮蔽程度大致較台灣馬藍低，推測是因為寄主植物生長環境的不同，樣區內，大安水蓼衣生長於陽光充足明亮的環境，而台灣馬藍生長於較陰暗的環境，而導致此結果。

4. 黑擬蛺蝶的天敵

(1) 實驗期間曾觀察到的寄生性天敵：

寄生蠅：寄生蠅科(Tachinidae)（寄生於黑擬蛺蝶蛹）

(2) 實驗期間曾觀察到的捕食性天敵：

椿象：厲椿（*Eocanthecona concinna*）

蜘蛛 A：跑蛛科(Pisauridae)

蜘蛛 B：跑蛛科(Pisauridae)



圖 43 正在吸食黑擬蛺蝶幼蟲的厲椿若蟲



圖 44 被寄生的蛹及寄生蠅的成蟲、蛹



圖 45 捕食黑擬蛺蝶雌蝶的跑蛛



圖 46 捕食黑擬蛺蝶幼蟲的跑蛛

(六) 黑擬蚊蝶幼蟲的防衛策略

1. 外型上防禦策略：

黑擬蚊蝶幼蟲體色為黑褐色，且常躲在枯黑蟲巢中或莖上，終齡幼蟲呈較淺之褐色，因此常停棲於各寄主植物植株底部之莖上、匍匐莖、地表枯葉或泥土上，而較不易被天敵發現。幼蟲體表的淡褐色棘突也會使部分天敵較不想取食。

2. 行爲上的防禦策略：

幼蟲具行爲上的防禦策略以避免被捕食，如幼蟲會藏身於隱蔽處、停棲寄主植物葉背、築蟲巢並躲在巢內、捲曲掉落等。幼蟲也具有在排遺後，立即轉身以頭部將糞便推開，使之掉落以掩滅蹤跡，避免提供天敵信號(Weiss, 2003)。終齡幼蟲在受到震動或觸碰時，會將身體捲曲並掉落至地表或底層莖葉上(圖 45)，一段時間後再爬回適當位置，幼蟲的寄主植物多生長於水邊或為水生植物，因此有時也會掉落於水面，因幼蟲蟲體密佈棘突而使幼蟲體表較少接觸水面，可藉由扭動或漂流移動至植株底層莖上或地面，築巢行爲亦可隨環境變化而改變，下雨時不築巢，風的擾動強烈時則築巢率增加，藉以適應環境。



圖 47 終齡幼蟲捲曲掉落至地表

五、結論

1. 黑擬蚊蝶為台北地區常見蝴蝶，其生活史短容易觀察研究，根據野外調查顯示一年約可繁殖 8 代，且有世代重疊現象。
2. 黑擬蚊蝶幼蟲取食多種爵床科植物，其中偏好台灣馬藍及大安水蓑衣。
3. 黑擬蚊蝶幼蟲以築巢行爲來適應不同環境狀況，築巢是幼蟲的重要生存策略。
4. 其築巢行爲隨寄主植物生長環境不同而異，在強風及強光的環境下築巢率增加，降雨時則減少，而與溫、濕度關係不明顯。
5. 幼蟲的野外族群波動與溫溼度、雨量、季節律動等因素無直接關係，顯示其對環境的適應力大，這也是幼蟲的生存策略。
6. 降雨量多時陸生寄主植物上幼蟲數量減少，降雨量少時則增加；濕生寄主植物則與陸生者相反；水生寄主植物則無明顯關係。

六、未來展望

1. 經本研究後，黑擬蛺蝶有下列研究方向值得探討：
2. 分析不同寄主植物的化學成分，以了解其對黑擬蛺蝶幼蟲適應行爲的影響。
3. 探討生活史中產生 5 齡及 6 齡幼蟲之齡期差異的機制。
4. 以不同寄主植物爲食的黑擬蛺蝶，其行爲表現是否有差異。
5. 發展追蹤單隻幼蟲個體的調查方法，以建立其野外生命表。
6. 大安水蓼衣被大量種植後，對黑擬蛺蝶族群及環境保育的影響。

七、參考文獻

1. 王唯匡、黃朝慶、蔣鎮宇，2000 年，台灣特有水生植物大安水蓼衣族群分化與保育之探討，自然保育季刊，第 31 期，P.54。
2. 李俊延、張玉珍，臺灣蝶類圖說（一），初版，臺北市，臺灣省立博物館，P.102-103，1988 年。
3. 李俊延，臺灣蝶類圖說（二），初版，臺北市，臺灣省立博物館，P.158-160，1990 年。
4. 李俊延、王效岳，臺灣蝶類圖說（四），初版，臺北市，臺灣省立博物館，P.186-193，1997 年。
5. 林春吉，彩蝶生態全記錄，初版，宜蘭縣，綠世界出版社，P.254-263，2004 年。
6. 徐堉峰，臺灣蝶圖鑑 I，初版，南投縣，臺灣省立鳳凰谷鳥園，P.272-275，1999 年。
7. 徐堉峰，昆蟲學概論，初版，台北市，合記圖書出版社，2002 年。
8. 陳怡樺，小單帶蛺蝶的生存策略探討，第 40 屆全國科學展覽優勝作品專輯，台北市，國立科學教育館，2001 年。
9. 陳維壽，臺灣區蝶類大圖鑑，初版，臺北市，中國文化雜誌社，1974 年。
10. 張保信、蔡百俊，臺灣的蝴蝶世界，初版，臺北市：渡假出版社，P.100，1999 年。
11. 黃朝慶，大安水蓼衣復育推廣手冊，初版，南投縣，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，2006 年。
12. 楊遠波、劉和義、彭鏡毅、施炳霖、呂勝由，臺灣維管束植物簡誌 IV，初版，臺北市，行政院農業委員會，第四卷，P.177-185，1991 年。
13. 楊平世、徐堉峰，1990 年，臺灣特有亞種—枯葉蝶 (*Kallima inachus formosana Fruhstorfer*) 之幼生期形態及生活史，中華昆蟲期刊，第十卷第四期，P.395-399。
14. 楊平世、徐堉峰，1990 年，特有種—臺灣麝香鳳蝶 (*Byasa febanus Fruhstorfer*) 之生活史及幼蟲寄主植物 (食草) 研究，中華昆蟲期刊，第十卷第三期，P.235-239。

15. 濱野榮次，臺灣蝶類生態大圖鑑，初版，臺北市，牛頓出版社，1987年。
16. 闕宏軒，2003年，從形態與生理證據重新探究密紋波眼蝶複合群的分類問題，國立台灣師範大學生物學系碩士論文。
17. 譚文皓，黑擬蛺蝶的生活紀錄，第45屆全國科學展覽優勝作品專輯，台北市，2005年。
18. 譚文皓，黑擬蛺蝶的生活策略，2006年台灣國際科學展覽優勝作品專輯，台北市，2006年。
19. Jun-YaIde，2004，Leaf trenching by Indian red admiral caterpillars for feeding and shelter construction，Population Ecology，Volume 46，Number 3。
20. Weiss, M. R.，2003，Good housekeeping: why do shelter-dwelling caterpillars fling their frass?，Ecology letters，6: 361-370。
21. Jones, M. T., I. Castellanos and M. R. Weiss，2002，Do leaf shelter always protect caterpillars from invertebrate predators?，Ecological Entomology，Volume 27 Issue 6，P.753-757。
22. Singer, M. C.，1983，Determinants of Multiple Host Use by a Phytophagous Insect Population，Evolution，Volme 37 No. 2，P.389-403。
23. **Singer, M. C., D. Ng, C. D. Thomas**，1988，Heritability of Oviposition Preference and its Relationship to Offspring Performance Within a Single Insect Population，*Mvolution*，Vol. 42 No. 5，P.977-985。

八、附件

(一) 文獻中對黑擬蛺蝶幼蟲寄主植物的紀錄

參考文獻	寄主植物
幻蝶	爵床科 (Acanthaceae)、臺灣鱗球花 (<i>Leoidagathis formosensis</i>)、南崁馬藍 (<i>Parachampionella rankanensis</i>)
彩蝶生態全記錄	蘭崁馬藍 (<i>Strobilanthes rankanensis</i>)、馬藍 (<i>Strobilanthes cusia</i>)、臺灣馬藍 (<i>Strobilanthes formosanus</i>)、曲莖馬藍
臺灣蝶類圖說 (一)	爵床科 (Acanthaceae)：臺灣鱗球花 (<i>Lepidagathis formosensis</i>)、臺灣馬藍 (<i>Grldfussia formosanus</i>)
臺灣蝶類圖說 (四)	爵床科 (Acanthaceae)：臺灣馬藍 (<i>Grldfussia formosanus</i>)、蘭崁馬藍 (<i>Parachampionella rankanensis</i>)、曲莖蘭崁馬藍 (<i>P. flexicaulis</i>)、臺灣鱗球花 (<i>Lepidagathis formosensis</i>)、長花九頭獅子草 (<i>Peristrophe roxburghiana</i>)
蝴蝶的觀察與飼養	爵床科 (Acanthaceae)：臺灣馬藍 (<i>Grldfussia formosanus</i>)、曲莖蘭崁馬藍 (<i>Parachampionella flexicaulis</i>)
臺灣蝴蝶圖鑑	臺灣馬藍 (<i>Grldfussia formosanus</i>)、蘭崁馬藍 (<i>Parachampionella rankanensis</i>)
921 重建區昆資源開發與生態產業	臺灣馬藍、爵床
臺灣蝶圖鑑 I	爵床科 (Acanthaceae)：臺灣馬藍 (<i>Strobilanthes formosanus</i>)、蘭崁馬藍 (<i>S. rankanensis</i>)、曲莖馬藍 (<i>S. flexicaulis</i>)、長穗馬藍 (<i>S. longespicus</i>)
臺灣區蝶類大圖鑑	爵床科馬藍屬 (<i>Strobilanthes</i>)
臺灣賞蝶圖鑑	爵床科：臺灣鱗球花、賽山藍
賞蝶篇 (下)	爵床科：臺灣鱗球花、賽山藍、臺灣曲莖馬藍
昆蟲圖鑑	爵床科 (Acanthaceae)
臺灣常見的蝴蝶	臺灣馬藍、蘭崁馬藍、曲莖蘭崁馬藍、臺灣鱗球花
臺東縣蝴蝶	爵床科：臺灣鱗球花、賽山藍
蝴蝶生態簡介—墾丁國家公園解說教育叢書之三	臺灣鱗球花
臺灣蝶類生態大圖鑑	爵床科

所有文獻均未提及水蓼衣屬植物及易生木、翠蘆利

(二) 樣區介紹

寄主植物	生長環境
大安水蓼衣 <i>Hydrophila pogonocalyx</i>	水池中 挺水
大安水蓼衣	溪邊
無花水蓼衣 <i>Hydrophila violacea</i>	水池中 挺水
無花水蓼衣	陸生
臺灣馬藍 <i>Strobilanthes formosanus</i> (溪邊)	溪邊
臺灣馬藍 (山坡)	山坡上
臺灣馬藍 (瀑布)	瀑布邊
翠蘆利 <i>Ruellia brittoniana</i>	溪邊
爵床 <i>Justicia procumbens</i>	陸生
臺灣鱗球花 <i>Leiodagathis formosensis</i>	陸生
賽山藍 <i>Blechnum pyramudatum</i>	四處散生
易生木 <i>Hemigraphis repanda</i>	四處散生
馬藍 <i>Strobilanthes cusia</i>	四處散生
曲莖馬藍 <i>Strobilanthes flexicaulis</i>	四處散生



大安水蓼衣樣區 (水生)



大安水蓼衣樣區 (溪邊)



無花水蓼衣樣區 (水生)



無花水蓼衣樣區 (陸生)



臺灣馬藍樣區（瀑布）



臺灣馬藍樣區（溪邊）



臺灣馬藍樣區（山坡）



翠蘆利樣區



爵床樣區



臺灣鱗球花樣區

(三) 臺灣產爵床科各屬名錄

ASYSTASIELLA 擬馬偕花屬
 CODONACANTHUS 針刺草屬
 HEMIGRAPHIS 半插花屬
 HYPOESTES 槍刀菜屬
 LEPIDAGATHIS 鱗球花屬
 RUELLIA 蘆利草屬
 STAUROGYNE 哈哼花屬

BLECHUM 賽山藍屬
 DICLIPTERA 華九頭獅子草屬
 HYGROPHILA 水蓑衣屬
 JUSTICIA 爵床屬
 PERISTROPHE 九頭獅子草屬
 RUNGIA 明萼草屬
 STROBILANTHES 馬藍屬

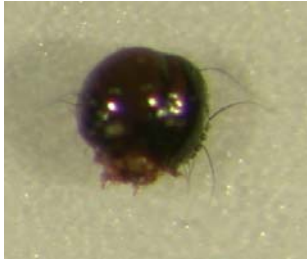
(四) 寄主植物形態比較

植物名稱	生長環境	葉片形狀及大小	葉片狀態	類別
大安水蓼衣	水生	披針至橢圓形 長約 6-12 cm，約寬 2-4 cm	兩面密被 白色剛毛	草本
無花水蓼衣	水生	披針形 長約 7-9cm，寬約 1-2.5 cm	稀疏短毛 (只在中肋)	草本
	陸生			
臺灣馬藍	濕生	線狀橢圓形或披針形 長約 7-14 cm，寬約 2-4 cm	兩面密被 長硬毛	半灌木
	陸生			
馬藍	陸生	倒卵、橢圓或卵形 長約 7-12 cm，寬約 5-8 cm	老葉光滑無毛	半灌木
曲莖馬藍	陸生	卵形 長約 3-6 cm，寬約 3.5-5.5cm	光滑無毛	半灌木
賽山藍	陸生	卵形 長約 3-6 cm，寬約 3.5-5.5cm	上表面疏被糙毛 下表面近光滑	草本
易生木	陸生	披針形 長約 5-8cm，寬約 1-2cm	光滑無毛	草本
翠蘆利	陸生	披針形 長約 5-10cm，寬約 1-2cm	稀疏短毛	草本
	濕生			

註：寄主植物部分特徵參照行政院農業委員會出版之臺灣維管束植物簡誌第四卷

(五) 黑擬蚊蝶各齡期幼蟲頭殼

1. 五齡幼蟲



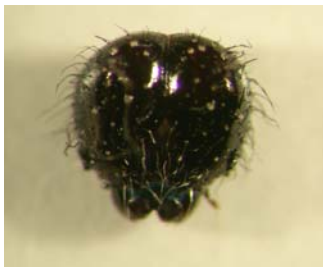
1 齡幼蟲



2 齡幼蟲



3 齡幼蟲



4 齡幼蟲



5 齡幼蟲

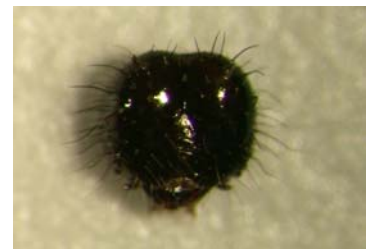
2. 六齡幼蟲



1 齡幼蟲



2 齡幼蟲



3 齡幼蟲



4 齡幼蟲



5 齡幼蟲



6 齡幼蟲

(六) 黑擬蛺蝶與其他取食爵床科植物的蛺蝶之比較

1. 各種取食爵床科植物的蛺蝶寄主植物

表 3：其他取食爵床科植物的蛺蝶(由參考文獻及報告內文匯整)

蝴蝶名稱	寄主植物
蛺蝶科 Nymphalidae	爵床科 Acanthaceae
孔雀蛺蝶 (<i>Junonia almana almana</i>)	馬藍屬：臺灣馬藍 <i>Strobilanthes formosanus</i> 水蓼屬：無花水蓼 <i>Hygrophila lancea</i> 大安水蓼 <i>Hygrophila pogonocalyx</i> 賽山藍屬：賽山藍 <i>Blechnum pyramidatum</i>
黑擬蛺蝶 (<i>Junonia iphita iphita</i>)	馬藍屬：臺灣馬藍 <i>Strobilanthes formosanus</i> 曲莖馬藍 <i>Strobilanthes flexicaulis</i> 蘭坎馬藍 <i>Strobilanthes rankanensis</i> 馬藍 <i>Strobilanthes cusia</i> 水蓼屬：大安水蓼 <i>Hygrophila pogonocalyx</i> 無花水蓼 <i>Hygrophila violacea</i> 賽山藍屬：賽山藍 <i>Blechnum pyramidatum</i> 半插花屬：易生木 <i>Hemigraphis repanda</i> 蘆利草屬：翠蘆利 <i>Ruellia brittoniana</i> 鱗球花屬：臺灣鱗球花 <i>Lepidagathis formosensis</i> 爵床屬：爵床 <i>Justicia procumbens</i> var. <i>Procumbens</i>
孔雀青蛺蝶 (<i>Junonia orithya orithya</i>)	爵床屬：爵床 <i>Justicia procumbens</i> var. <i>Procumbens</i>
眼紋擬蛺蝶 (<i>Junonia orithya orithya</i>)	鱗球花屬：臺灣鱗球花 <i>Lepidagathis formosensis</i> 賽山藍屬：賽山藍 <i>Blechnum pyramidatum</i>
枯葉蝶 (<i>Kallima inachus formosana</i>)	馬藍屬：臺灣馬藍 <i>Strobilanthes formosanus</i> 曲莖馬藍 <i>Strobilanthes flexicaulis</i> 蘭坎馬藍 <i>Strobilanthes rankanensis</i> 鱗球花屬：臺灣鱗球花 <i>Lepidagathis formosensis</i> 賽山藍屬：賽山藍 <i>Blechnum pyramidatum</i>
黃帶枯葉蝶 (<i>Yoma sabina vasuki</i>)	鱗球花屬：臺灣鱗球花 <i>Lepidagathis formosensis</i> 賽山藍屬：賽山藍 <i>Blechnum pyramidatum</i>

※寄主植物僅列舉爵床科植物



枯葉蝶終齡幼蟲



孔雀青蛺蝶終齡幼蟲



孔雀蛺蝶終齡幼蟲

2. 黑擬蛺蝶與其他取食爵床科植物的蛺蝶行為差異

生活史：

黑擬蛺蝶生活史約為 29.87 ± 2.03 天，孔雀蛺蝶生活史 31 天(李，1990)，眼紋擬蛺蝶生活史 30 天(李，1990)，空雀青蛺蝶約生活史 34 天(李&張，1988)，枯葉蝶生活史 53.17 ± 3.44 天(楊&徐，1990)。

寄主植物：

黑擬蛺蝶、孔雀蛺蝶與枯葉蝶在人工飼養時均可取食馬藍屬及水蓼衣屬植物，但在野外紀錄時可發現黑擬蛺蝶取食此二屬植物；但枯葉蝶僅在馬藍屬植物上有發現紀錄，並未發現取食水蓼衣屬植物；孔雀蛺蝶則僅在水蓼衣屬植物上有發現紀錄，並未發現取食馬藍屬植物。

築巢行為：

黑擬蛺蝶與孔雀蛺蝶幼蟲有築巢行為，枯葉蝶則沒有，孔雀蛺蝶幼蟲蟲巢咬痕是由葉片約一半處由葉緣貫穿至中肋，黑擬蛺蝶幼蟲蟲巢咬痕是由葉基咬下，使葉片下垂。



圖 53 孔雀蛺蝶蟲巢



圖 54 黑擬蛺蝶蟲巢

(七) 各統計分析表

1. 光對幼蟲築巢的影響

單因子變異數分析

摘要

組	個數	總和	平均	變異數
欄 1	20	16	0.8	0.168421
欄 2	20	11	0.55	0.260526
欄 3	20	1	0.05	0.05

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	5.833333	2	2.916667	18.26923	7.4E-07	3.158843
組內	9.1	57	0.159649			
總和	14.93333	59				

2. 風對幼蟲築巢的影響

單因子變異數分析

摘要

組	個數	總和	平均	變異數
欄 1	20	19	0.95	0.05
欄 2	20	17	0.85	0.134211
欄 3	20	4	0.2	0.168421

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	6.633333	2	3.316667	28.21642	3.04E-09	3.158843
組內	6.7	57	0.117544			
總和	13.33333	59				

3. 植株開花對幼蟲築巢的影響

單因子變異數分析

摘要

組	個數	總和	平均	變異數
欄 1	20	15	0.75	0.197368
欄 2	20	8	0.4	0.252632

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	1.225	1	1.225	5.444444	0.025023	4.098172
組內	8.55	38	0.225			
總和	9.775	39				

4. 溫度對幼蟲築巢的影響

單因子變異數分析

摘要

組	個數	總和	平均	變異數
欄 1	20	13	0.65	0.239474
欄 2	20	15	0.75	0.197368

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	0.1	1	0.1	0.457831	0.502737	4.098172
組內	8.3	38	0.218421			
總和	8.4	39				

5. 濕度對幼蟲築巢的影響

單因子變異數分析

摘要

組	個數	總和	平均	變異數
欄 1	20	15	0.75	0.197368
欄 2	20	17	0.85	0.134211

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
組間	0.1	1	0.1	0.603175	0.442177	4.098172
組內	6.3	38	0.165789			
總和	6.4	39				

6. 光與風對幼蟲築巢的影響

雙因子變異數分析

樣本統計量

樣本	平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
強光強風	.9500	20	.22361	.05000
強光無風	.8000	20	.41039	.09177
無光強風	.1500	20	.36635	.08192
無光無風	.0500	20	.22361	.05000

成對樣本檢定

樣本	平均數	標準差	平均數的標準誤	相關	t	顯著性
強光強風 vs 強光無風	.15	.36635	.08192	.459	1.831	.083
強光強風 vs 無光強風	.80	.41039	.09177	.096	8.718	.000***
強光強風 vs 無光無風	.90	.30779	.06882	.053	13.077	.000***
強光無風 vs 無光強風	.65	.48936	.10942	.210	5.940	.000***
強光無風 vs 無光無風	.75	.44426	.09934	.115	7.550	.000***
無光強風 vs 無光無風	.10	.30779	.06882	.546	1.453	.163

*P<0.05 ***P<0.001

7. 卵縱條

t 檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數相等

	變數 1	變數 2
平均數	12.92	14.2
變異數	0.605714286	0.408163265
觀察值個數	50	50
Pooled 變異數	0.506938776	
假設的均數差	0	
自由度	98	
t 統計	-8.988810364	
P(T<=t) 單尾	9.45741E-15	
臨界值：單尾	1.660551218	
P(T<=t) 雙尾	1.89148E-14	
臨界值：雙尾	1.984467404	

評語

- 一、 研究做得很詳細，題目有生態及保育研究上的應用價值，值得鼓勵。
- 二、 內容稍嫌繁雜，宜將內容與題目做更好的整合，並討論內容的應用性。
- 三、 討論部分可由數據做更深入的延伸。