

第三屆旺宏科學獎

作品報告書

作品名稱：橘捲葉蚜(*Aphis citricola*)的研究

關鍵詞：橘捲葉蚜 若蟲 孤雌生殖

編號：SA3-212

橘捲葉蚜(*Aphis citricola*)的研究

一. 研究動機

去年十一月下旬，偶然發現教室外花檯裡的大花咸豐草似乎生病了，許多葉子不但枯黃，並且捲曲了起來(圖1~2)。仔細觀察好一會兒，才發現莖上散佈著許多微小的黃色蚜蟲。剛好生命科學課正在學習「植物的養分運輸」(上冊第三章第四節)，老師曾說，就是拜蚜蟲之賜，生物學家才得以分析並瞭解在篩管中運送的物質。這引起了研究蚜蟲的興趣，十分好奇這些毫不起眼的小生物究竟如何覓食？如何繁殖？如何躲避天敵？於是展開以下的研究。



圖 1-2 遭受蚜蟲寄生的大花咸豐草

圖 1 蚜蟲佈滿植株，造成葉片捲曲，枝條也出現扭曲的現象。

圖 2 遭蚜蟲嚴重寄生的植株，枝條及葉柄已出現凋萎的現象。

二. 研究目的

- (一) 瞭解蚜蟲的外部形態。
- (二) 瞭解蚜蟲的生態習性。
- (三) 瞭解蚜蟲的生活史及生殖方式。
- (四) 瞭解有翅蚜蟲與無翅蚜蟲在型態、發育及功能性的差異。
- (五) 瞭解溫度對蚜蟲生長及生殖力的影響。
- (六) 瞭解強光對蚜蟲棲息地點的影響。
- (七) 瞭解族群密度與溫度對有翅蚜蟲發生率的影響。
- (八) 瞭解蚜蟲與螞蟻之間的共生行為。
- (九) 瞭解蚜蟲與其天敵的互動情形。

三. 研究設備與器材

數位解剖式顯微照相儀(Motic, DM143)、數位相機(Premier, DC-3320)、恆溫生長箱(Wisdom, 747FH)、光度計(Lutron, LX-101)、冷光儀(Kaiser,macrospot 1500)、溼度計、溫度計、碼錶、培養皿、鑷子、解剖針、水彩筆、脫脂棉。

四. 研究方法與結果

(一)觀察蚜蟲的形態並鑑定其種類：

1.方法：

利用數位解剖式顯微照相儀觀察並記錄蚜蟲的形態特徵，同時參酌前人建立之檢索表(陶，民 79)，以鑑定其種類。

2.結果：

(1)蚜蟲的形態：

A. 蚜蟲的生活史非常複雜，同種蚜蟲在不同的季節會出現截然不同的形態，例如幹母(stem mother)、幹子(primary vivipara)、遷移子(migrante)、僑居子(alienicola)、產性成蟲(sexupara)、有翅雄蚜(winged male)、無翅卵生雌蚜(wingless oviparous female)等。故一般在描述蚜蟲的形態時，大多以出現時間較長、數量較多的無翅胎生雌蚜和有翅胎生雌蚜作為描述的對象。

B. 本次蚜蟲研究的對象，其無翅胎生雌蚜具觸角六節，胸部與腹部間的分隔不明顯，腹管較尾片長，體呈黃、黃褐或橘黃色，尾片和腹管呈黑褐色；有翅胎生雌蚜的胸部具有兩對翅膀，頭、胸、腹部間的區隔都很明顯，頭部與胸部呈黑褐色、腹部呈黃色，胸部的背面具有一明顯的黑色隆起。

(2)蚜蟲的種類：

透過檢索表的檢索及其他特徵的比對，我們鑑定出本次蚜蟲研究的對象為常蚜科(Aphididae)常蚜屬(Aphis)的橘捲葉蚜(*Aphis citricola*)。

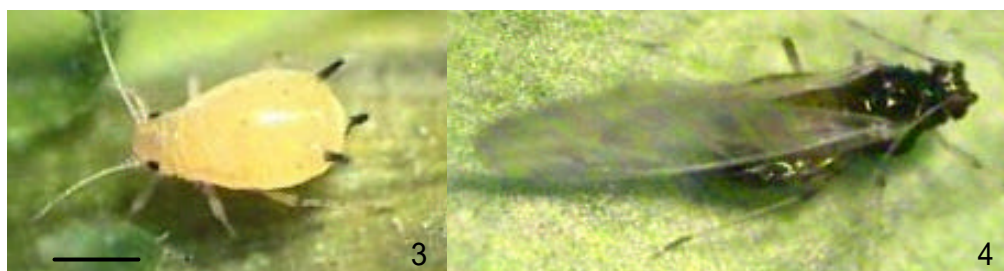


圖 3-4 無翅蚜蟲與有翅蚜蟲的形態 (Bar = 1mm)

(二)觀察蚜蟲的棲息環境：

1.方法：

(1) 在教室附近選擇了六個族群密度相近的大型蚜蟲族群(A區~F區)。

(2) 每天定時觀察並記錄這六個族群棲地的溫度、濕度、照度，以及蚜蟲數量的變化，

連續觀察、記錄二個星期。

2. 結果：

- (1) E 區和 F 區的溫度和照度皆高於其他區域，溼度則低於其他區域。經過二個星期的觀察後，棲息於這二個區域的蚜蟲大量繁殖，甚至還吸引了瓢蟲前來捕食及繁殖。
- (2) A 區的照度低於其他區域，濕度則高於其他區域。經過二個星期的觀察後，棲息於這個區域的蚜蟲數量由 1020 隻減少為 30 隻。

()

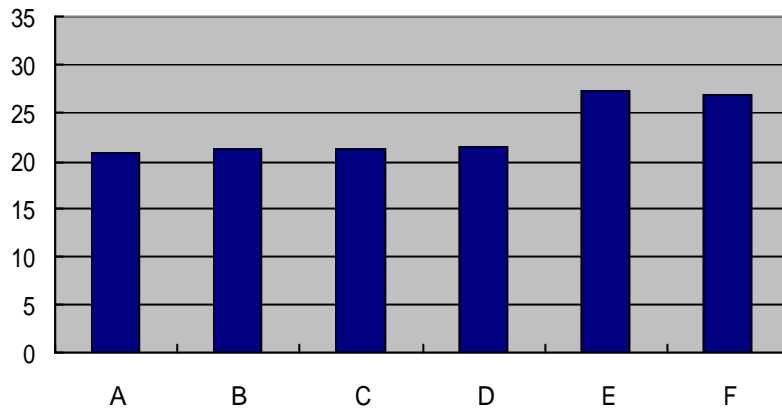


圖 5 不同族群之棲地溫度的比較 (實驗數據請參閱附件1)

(%)

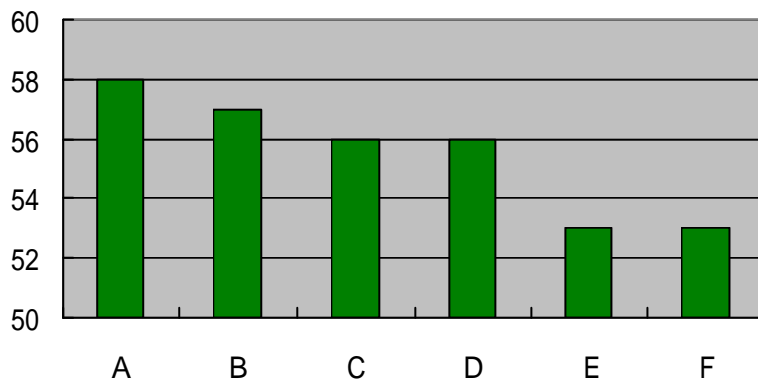


圖 6 不同族群之棲地濕度的比較 (實驗數據請參閱附件1)

(Lux)

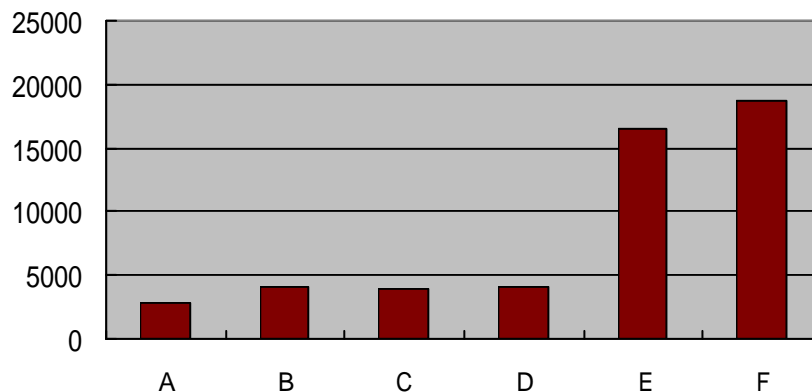


圖 7 不同族群之棲地照度的比較 (實驗數據請參閱附件1)

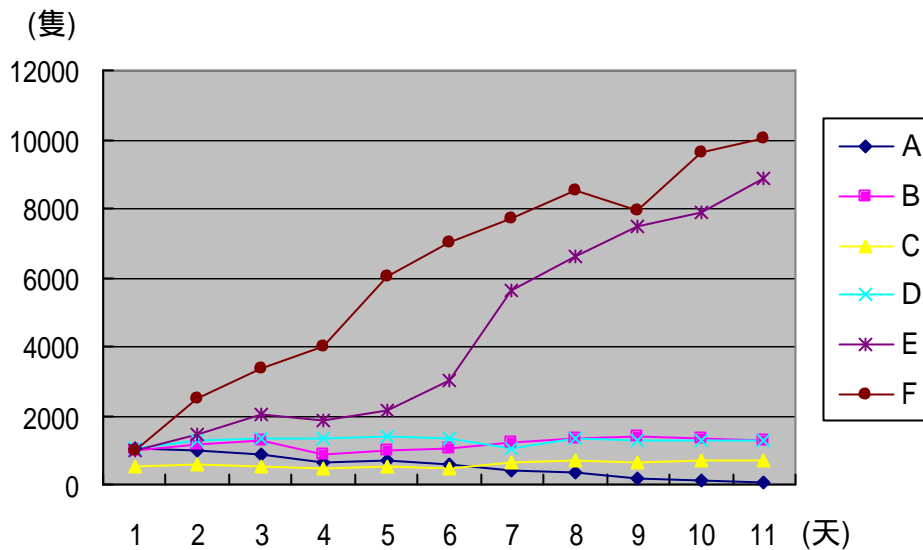


圖 8 不同族群之蚜蟲密度的變化 (實驗數據請參閱附件1)

(3)迴歸分析：

將天數、溫度、溼度與照度對蚜蟲數量做逐步多元迴歸分析，由表一可看出，進入迴歸方程式的變項有天數與溫度，聯合解釋量為 .321，即這二個變項能聯合預測「蚜蟲數」32.1%的變異量。就下表之資料，可預測蚜蟲數量的原始迴歸方程式為：

$$\text{蚜蟲數量} = .492 \times \text{天數} + .485 \times \text{溫度}$$

表一 蚜蟲數量逐步多元迴歸分析摘要

選出變項 順序	決定係 數 (R ²)	增加量 ΔR ²	F 值	原始迴歸 係數	標準化迴 歸係數
1 天數	.111	.111	7.969**	284.547	.492
2 溫度	.321	.210	19.493***	291.088	.485
常數： -6907.947		* P<.05	** P<.01	*** P<.001	

(三)觀察蚜蟲的生活史：

1.方法：

利用數位解剖式顯微照相儀觀察並記錄蚜蟲生活史中各階段的變化情形。

2.結果：

(1)蚜蟲的孤雌生殖：

- A. 當環境適宜且穩定時，蚜蟲通常行孤雌生殖，由無翅胎生雌蚜直接胎生雌性若蟲。
- B. 孤雌生殖的過程中，雌蚜的尾片會不停地收縮，以方便若蟲滑出生殖孔。
- C. 若蟲產出時，可能是頭部先伸出生殖孔，也可能是腹部先伸出生殖孔，整個生殖過程歷時約十五分鐘。



圖 9-12 無翅蚜蟲孤雌生殖的過程 (Bar = 1mm)

圖 9 正要進行孤雌生殖的雌蚜。

圖 10 若蟲的腹部已滑出生殖孔。

圖 11 雌蚜的腹部愈翹愈高，若蟲只剩頭部尚未產出。

圖 12 若蟲完全脫離母體，其觸角、足、腹管及尾片皆呈半透明。



圖 13 若蟲的頭部先滑出生殖孔 (Bar = 1mm)

(2) 無翅蚜蟲的發育：

- A. 剛出生的若蟲稱為一齡若蟲，複眼呈紅色，其餘部分呈微黃色、半透明。一齡若蟲初時無法動彈，約一分鐘後方可活動。
- B. 一齡若蟲的觸角、複眼、腹管及足的末端在第二天即轉為黑色，並且會在二~三天後蛻皮，成為二齡若蟲。蛻去的外骨骼呈白色，且會捲曲成團。
- C. 二齡若蟲會在一~二天後蛻皮，成為三齡若蟲。三齡若蟲會在一~二天後再蛻皮一次，成為四齡若蟲。四齡若蟲雖然並非成蟲，但已可行孤雌生殖。
- D. 四齡若蟲會在一~二天後再蛻皮一次，成為成蟲。由於若蟲行漸進變態，經四次蛻皮而成為成蟲，故此型蚜蟲的生活史中沒有卵期和蛹期。
- E. 成蟲的體表較若蟲粗糙，體積也較若蟲明顯增大，同時會不斷進行孤雌生殖。當成蟲壽命將盡時，體表顏色會由黃色轉為黑褐色，且停止活動。



圖 14-19 不同發育階段的無翅蚜蟲 (Bar = 1mm)

圖 14 一齡若蟲 圖 15 二齡若蟲 圖 16 三齡若蟲 圖 17 四齡若蟲

圖 18 成蟲 圖 19 生命將盡的成蟲，體色逐漸變暗。



圖 20-25 二齡若蟲蛻皮的過程 (Bar = 1mm)

(3) 有翅蚜蟲的發育：

- A. 一齡若蟲、二齡若蟲的形態及發育時間皆與無翅若蟲者相仿，難以從形態上區別兩者之間的差異。
- B. 三齡若蟲的胸部與腹部間略為凹陷，以致其背面觀形似花生，與無翅蚜蟲呈梨形且圓滑的形態相比，已有明顯的差異。
- C. 四齡若蟲的胸部兩側具黑色的翅芽，胸部與腹部間的區隔更為明顯。

D. 四齡若蟲蛻皮後即為成蟲，成蟲具有兩對翅膀，頭、胸部呈黑褐色，對光線的敏感度大於無翅蚜蟲。



圖 26-30 不同發育階段的有翅蚜蟲 (Bar = 1mm)

圖 26 三齡若蟲

圖 27 四齡若蟲，翅芽已清晰可見。

圖 28-30 由四齡若蟲蛻皮為成蟲後，頭部與胸部的顏色會逐漸變深，胸部背面的隆起也愈來愈明顯。

(四)比較無翅蚜蟲與有翅蚜蟲在形態、發育時間、成蟲壽命及背部面積的差異：

1. 方法：

利用數位解剖式顯微照相儀觀察並比較無翅成蚜與有翅成蚜在形態、壽命、生殖力的差異，以及三齡、四齡若蟲的發育時間。

2. 結果：

(1) 外部形態：

和有翅蚜蟲相較，無翅蚜蟲的觸角較短、胸部較小、尾片較大、腹管較長。

(2) 若蟲發育時間及成蟲壽命：

A. 無翅蚜蟲的若蟲發育時間與成蟲壽命皆長於有翅蚜蟲。

B. 由 Mann-Whitney U 考驗的結果可知：

a. 三齡期差異達到顯著($U = 16.00$ $P < .01$)，從平均等級觀之，無翅蚜蟲($M_R = 13.90$)發育天數顯著高於有翅蚜蟲($M_R = 7.10$)。

b. 成蟲期差異達到顯著($U = 0.0$ $P < .001$)，從平均等級觀之，無翅蚜蟲($M_R = 15.50$)發育天數顯著高於有翅蚜蟲($M_R = 5.50$)。

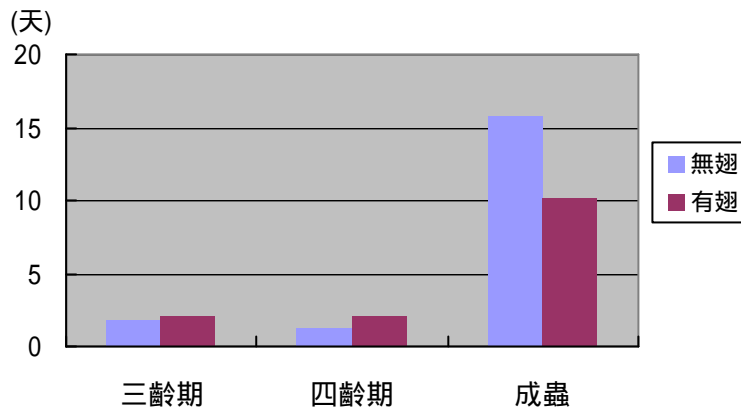


圖 31 有翅蚜蟲與無翅蚜蟲之若蟲發育時間及成蟲壽命的比較

(實驗數據請參閱附件2)

表二 15 下有翅蚜蟲與無翅蚜蟲在三四齡及成蟲期間發育天數差異之 Mann-Whitney U 考驗摘要

齡期	型態	個數	等級平均數	卡方值
三齡期	有翅	10	7.10	16.00***
	無翅	10	13.90	
四齡期	有翅	10	8.50	30.00
	無翅	10	12.50	
成蟲	有翅	10	5.50	0.00***
	無翅	10	15.50	

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

(2)背部面積：

A. 同溫度下各齡期無翅蚜蟲的背部面積皆大於有翅蚜蟲。

B. 由 Mann-Whitney U 考驗的結果可知：

成蟲期有翅與無翅蚜蟲背部面積差異達到顯著($U = 0.00$ $P < .001$)，從平均等級數觀之，無翅蚜蟲($M_R = 13.50$)顯著高於有翅蚜蟲($M_R = 5.50$)。

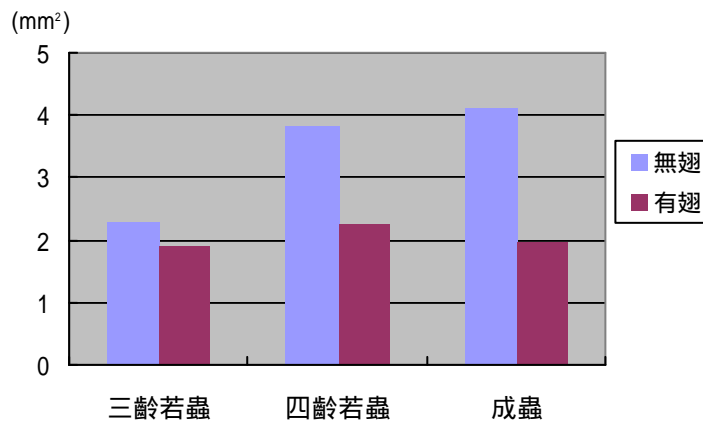


圖 32 15 下有翅蚜蟲與無翅蚜蟲背部面積的比較 (實驗數據請參閱附件3)

表三 15 下有翅蚜蟲與無翅蚜蟲在三四齡及成蟲期背部面積差異之 Mann-Whitney U 考驗摘要

齡期	型態	個數	等級平均數	U 值
三齡期	有翅	10	11.90	26
	無翅	9	7.89	
四齡期	有翅	10	8.10	26
	無翅	9	12.11	
成蟲	有翅	10	5.50	0.00***
	無翅	6	13.50	

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

(五) 觀察溫度對蚜蟲發育、生殖及壽命的影響：

1. 方法：

(1) 供試蚜蟲的飼育：

將採自大花咸豐草的蚜蟲置於溫度 25 、溼度 65% RH 及光照/黑暗各 12 小時的生長箱中，並以大花咸豐草盆栽飼育，以作為實驗之蟲源。

(2) 供試寄主植物的製備：

摘取生長良好的大花咸豐草葉子，於清水中漂洗乾淨後，擦乾葉表的水分，再以溼潤的脫脂棉包裹於葉柄的末端，平置於培養皿內。

(3) 實驗方法：

A. 自供試蟲源中挑取一隻初生若蟲，置於含有供試葉片的培養皿中。

B. 以上述方式製備三十個含有供試蚜蟲的培養皿，並在標號後分別於 15 、 25 、 30 的恆溫生長箱中放置十個培養皿。除溫度外，恆溫生長箱的溼度(65%RH)、照度(350~400Lux)及光週期(12hr 光照/12hr 黑暗)皆相同。

C. 受限於上學時間，每天大約於早上 7:30 和傍晚 5:30 觀察並記錄其各齡期若蟲的生長情形、發育日數、存活時間及產若蟲數，並於每次蛻皮後測量其背部面積，直至該蚜蟲死亡為止。測量背部面積的目的在於估算蚜蟲的體積，因為我們無法直接測量體積，而背部面積則與體積成正相關。

D. 實驗中，每日移除新生若蟲，每週更換新鮮的葉片，並隨時注意保濕。

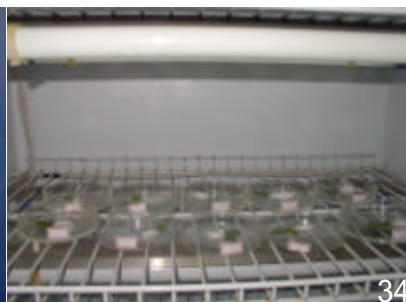


圖 33 培養蚜蟲的實驗裝置 圖 34 培養蚜蟲的恆溫生長箱

2. 結果：

(1) 不同定溫對各齡若蟲發育時間的影響：

- A. 生活在不同定溫的若蟲，整個若蟲期以 15 下的 13.24 天最長，25 下的 7.15 天最短；各齡期平均存活天數隨溫度上升而縮短。
- B. 生活在 30 的若蟲最多僅能存活至三齡期，平均約 6.84 天。10 隻一齡若蟲第一次蛻皮後尚有 8 隻存活，第二次蛻皮後則僅有 3 隻存活。
- C. 生活在 15 和 25 的若蟲，皆以一齡期的發育時間最長，四齡期的發育時間最短。
- D. 由 Mann-Whitney U 考驗的結果可知：

15 與 25 對無翅蚜蟲「各齡期發育時間」及「幼齡期發育總時間」的影響皆達到顯著差異；從平均等級觀之，15 的 M_R 值都顯著高於 25。可見 15 下無翅蚜蟲各齡期發育時間顯著高於 25。

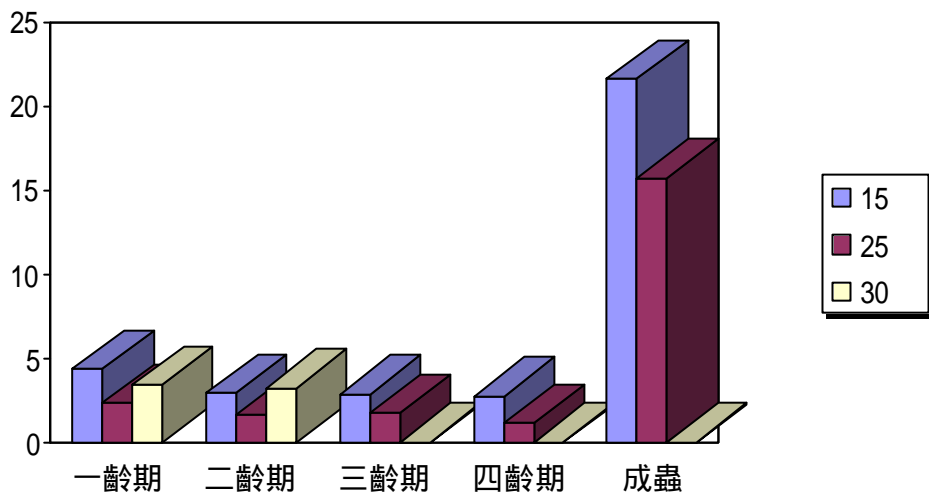


圖 35 不同定溫下各齡蚜蟲發育時間的比較 (實驗數據請參閱附件4)

表四 不同定溫影響無翅若蟲各齡期發育時間之 Mann-Whitney U 考驗摘要

齡期	溫度組別	個數	等級平均數	等級總和	U 值
一齡期	15.00	10	15.50	155.00	.00***
	25.00	10	5.50	55.00	
二齡期	15.00	10	15.00	150.00	5.00***
	25.00	10	6.00	60.00	
三齡期	15.00	10	14.15	141.50	1.50***
	25.00	10	6.85	68.50	
四齡期	15.00	10	15.35	153.50	9.50***
	25.00	10	5.65	56.50	
幼齡期總時間	15.00	10	15.50	155.00	6.0***
	25.00	10	5.50	55.00	

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

(2) 不同定溫對成蟲壽命及生殖力的影響：

- A. 生活在 15 的成蟲，其壽命 (21.67 天) 長於生活在 25 者 (15.79 天)。
- B. 生活在 15 的成蟲，其生殖力 (44.4 隻) 相近於生活在 25 者 (45.5 隻)。
- C. 由於生活在 30 的若蟲皆無法存活至成蟲階段，故其成蟲的壽命及生殖力無法統計。

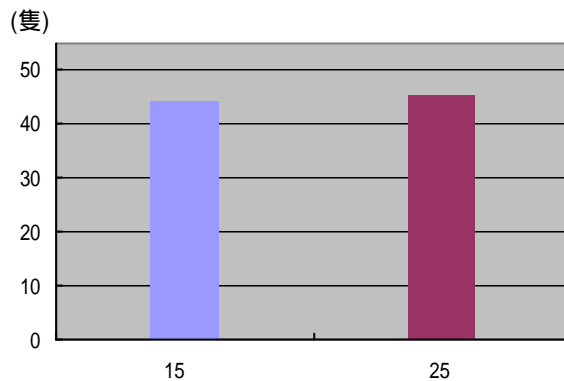


圖 36 不同定溫下成蟲生殖力的比較 (實驗數據請參閱附件5)

(3) 不同定溫對各齡若蟲及成蟲背部面積的影響：

- A. 生活在 25 的蚜蟲，其各齡若蟲的背部面積亦皆大於生活在 15 者，而生活在 25 的蚜蟲，其各齡若蟲背部面積亦皆大於生活於 30 者。
- B. 由 Mann-Whitney U 考驗結果可知，15 組與 25 組對無翅蚜蟲各齡期背部面積的影響，在一齡期($U = 3.00$ $P < .001$)與二齡期($U = 3.00$ $P < .001$)達到顯著差異；從平均等級觀之，25 顯著高於 15 (一齡 $M_R = 13.20 > 4.48$ ，二齡 $M_R = 14.20 > 5.33$)。

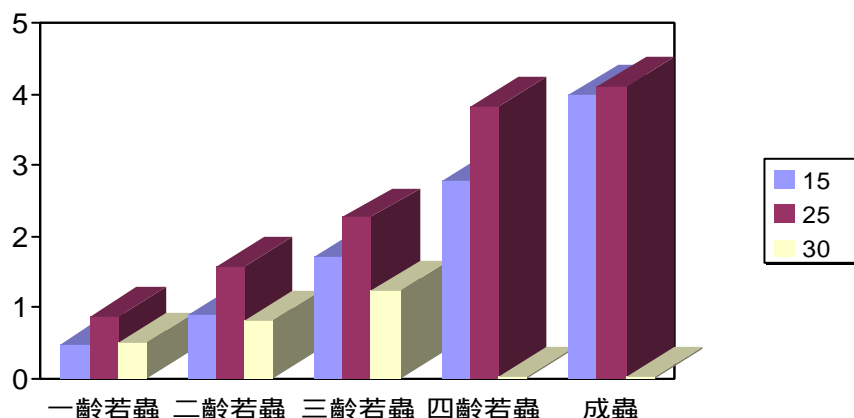


圖 37 不同定溫下各齡蚜蟲背部面積的比較 (實驗數據請參閱附件6)

表五 不同定溫影響無翅若蟲各齡期背部面積之
Mann-Whitney U 考驗摘要

齡期	溫度組別	個數	等級平均數	等級總和	U 值
一齡期	15	8	4.88	39.00	3.00***
	25	10	13.20	132.00	
二齡期	15	9	5.33	48.00	3.00***
	25	10	14.20	142.00	
三齡期	15	9	7.83	70.50	25.50
	25	10	11.95	119.50	
四齡期	15	10	6.90	69.00	14.00
	25	6	11.17	67.00	
幼齡期總 時間	15	4	4.00	16.00	6.00
	25	3	4.00	12.00	

* p < .05 **p < .01 *** p < .001

(4) 蚜蟲繁殖力的觀察：

- A. 四齡若蟲的生殖力為 0~3 隻/天，但成蟲的生殖力則為 7~11 隻/天。
B. 四齡若蟲的總生殖力為 5~15 隻，約為成蟲生殖力的 25%。

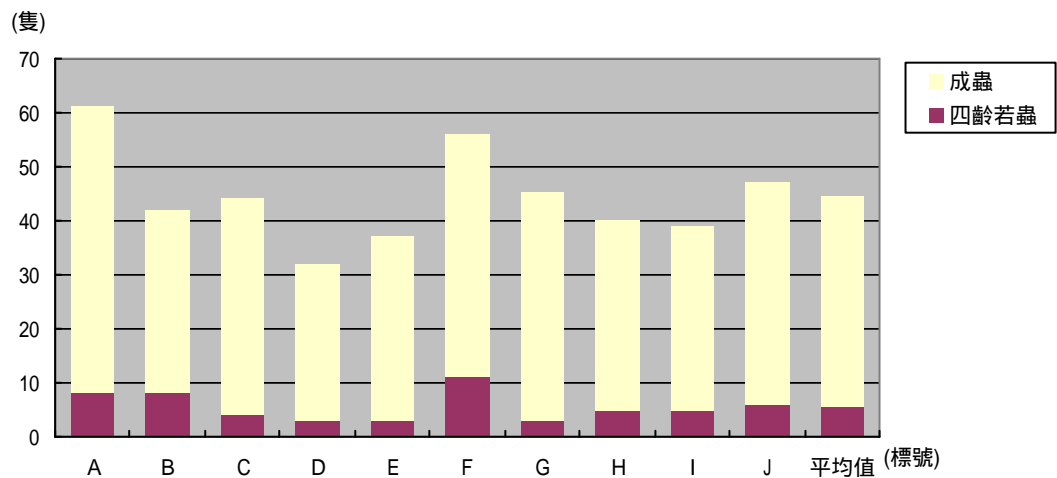


圖 38 蚜蟲的生殖力 (實驗數據請參閱附件7)

紫紅色線段表四齡若蟲，米色線段表成蟲。

(六) 觀察強光對蚜蟲棲息地點的影響：

1. 方法：

- (1) 在培養皿中放置新鮮的大花咸豐草葉片，將葉片的下表面朝上放置，再隨機選取二十隻蚜蟲(包含若蟲及成蟲)置於葉片上。
- (2) 以冷光源直射葉片，並記錄其溫度、溼度及照度。
- (3) 每隔二分鐘記錄蚜蟲在葉向光面及葉背光面的數目，連續記錄三十分鐘。

2. 結果：

(1)溫度 24 ，溼度 50 % RH，照度 10000~13000Lux。

(2)大部份的蚜蟲經強光照射後，會往背光處移動，其中又以成蟲背離強光的反應最明顯，在實驗二十分鐘後即全部移棲至葉的背光面。二齡若蟲背離強光的反應最不明顯，在實驗結束時仍留在葉向光面的三隻蚜蟲皆為二齡若蟲。此外，剛蛻完皮的蚜蟲對光線尤其敏感，會立刻移棲至葉的背光面。

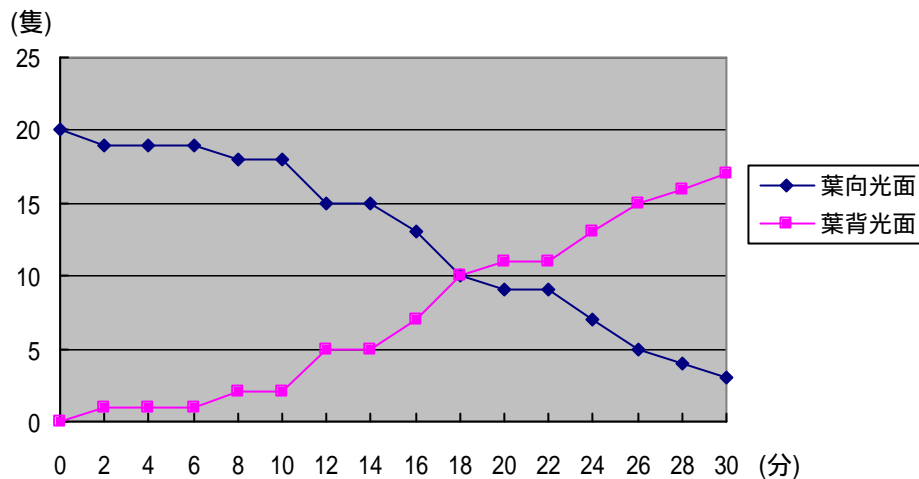


圖 39 蚜蟲對強光的趨避反應 (實驗數據請參閱附件8)

(七)觀察族群密度及溫度對有翅蚜蟲發生率的影響：

1. 方法：

- (1)摘取生長良好的大花咸豐草葉子(面積約 36cm²)，於清水中漂洗乾淨後，擦乾葉表的水分，再以溼潤的脫脂棉包裹於葉柄的末端，平置於培養皿內。
- (2)取六個含有供試葉的培養皿，分為二組。在每一組的三個培養皿中分別置入十隻、三十隻及五十隻蚜蟲(混合三齡、四齡若蟲與成蟲)，然後將這三組的培養皿分別置於 15 、 25 的恆溫生長箱中培養。除溫度外，恆溫生長箱的溼度(65%RH)、照度(350~400Lux)及光週期(12hr 光照/12hr 黑暗)皆相同。
- (3)每天將新生的若蟲挑出，置於新的培養皿中(每個培養皿中放置 5 隻)，並觀察、記錄有翅四齡若蟲出現的時間及比率。

2. 結果：

- (1)當溫度相同而族群密度不同時，有翅蚜蟲的發生率，以 50 隻/皿者最高，30 隻/皿者次之，10 隻/皿者最低。
- (2)當族群密度相同而溫度不同時，有翅蚜蟲的發生率，以生活在 15 下者高於生活在 25 下者。
- (3)由 Kruskal-Wallis 檢定的結果可知：
15 及 25 下不同族群密度對有翅蚜蟲發生數量的影響，皆達到顯著差異(15 時 $X^2 = 13.96$ $P < .001$ ，25 時 $X^2 = 8.50$ $P < .05$)，即密度和有翅蚜蟲發生率成正相關。

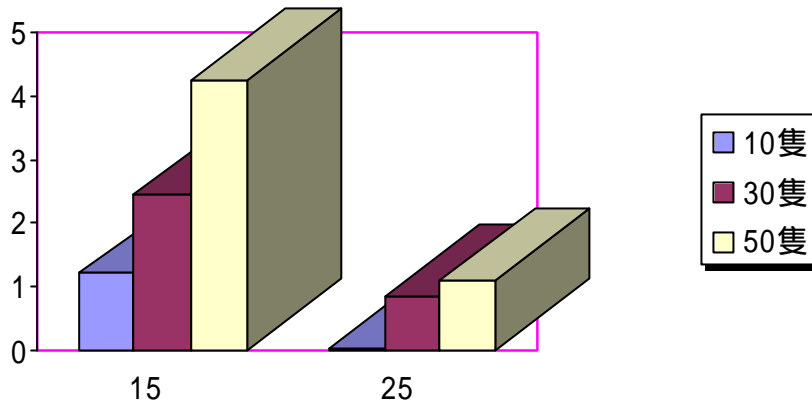


圖 40 不同定溫下族群密度與有翅蚜蟲發生率的關係
(實驗數據請參閱附件9)

表六 15 下不同族群密度及溫度下有翅蚜蟲發生數量之
Kruskal-Wallis 檢定摘要

溫度	密度組別	個數	等級平均數	卡方值
15	10	7	5.93	13.96***
	30	7	9.57	
	50	7	17.50	
25	10	7	7.00	8.50*
	30	7	10.67	
	50	7	15.36	

* p < .05 **p < .01 *** p<.001

(八)觀察蚜蟲與螞蟻的共生行為：

1. 方法：

利用數位解剖式顯微照相儀觀察並記錄蚜蟲與螞蟻之間的互動關係。

2. 結果：

- (1) 蚜蟲以細長的口針插入植物的篩管中吸取富含糖分的汁液，多餘的水分及未被吸收的糖分會先儲存於直腸，然後由肛門排出體外，即為蜜露。螞蟻喜食蚜蟲的蜜露，所以經常會爬走於蚜蟲的周圍，而在有螞蟻共生的情況下，蚜蟲排放蜜露的頻率較高。
- (2) 螞蟻會以觸角不停地搔弄蚜蟲的身體，受到螞蟻的撥弄之後，蚜蟲通常會自肛門排出蜜露，而螞蟻便以觸角快速地将蜜露撥入口中。

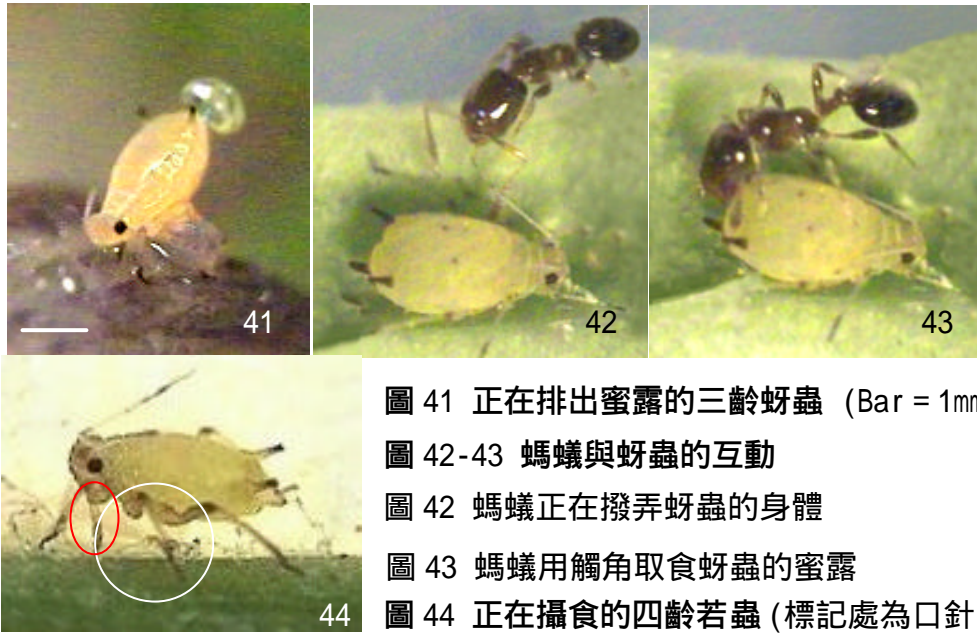


圖 41 正在排出蜜露的三齡蚜蟲 (Bar = 1mm)

圖 42-43 螞蟻與蚜蟲的互動

圖 42 螞蟻正在撥弄蚜蟲的身體

圖 43 螞蟻用觸角取食蚜蟲的蜜露

圖 44 正在攝食的四齡若蟲 (標記處為口針)

(九) 蚜蟲與天敵之互動行為的觀察與研究：

1. 方法：

- (1) 觀察瓢蟲捕食蚜蟲的行為，以及蚜蟲的反應。
- (2) 觀察瓢蟲的生活史。
- (3) 觀察蚜小蜂捕食蚜蟲的行為，以及蚜蟲的反應。

2. 結果：

(1) 瓢蟲捕食蚜蟲的行為：

瓢蟲先用大顎夾住蚜蟲，並以口器吸食蚜蟲的體液，食畢會將蟲殼棄置。尚未化蛹的幼蟲食量及捕食速度，甚於成蟲。

(2) 蚜蟲面對瓢蟲時的行為：

蚜蟲受到瓢蟲驚擾時，會先奮力搖動其尾部，試圖趕走瓢蟲。若瓢蟲繼續用其大顎侵犯，蚜蟲便會自腹管排出費洛蒙，以警示同伴有天敵來襲。

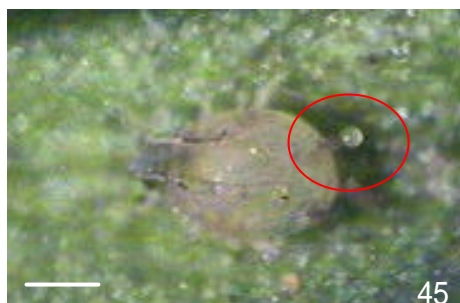


圖 45 蚜蟲由腹管排出費洛蒙 (Bar = 1mm)

(3) 瓢蟲的生活史：

A. 卵：

雌瓢蟲會將卵產於蚜蟲眾多的植物附近，數粒至數十粒的卵豎立於葉的下表面，

以免天敵發現。卵的顏色會由黃色轉為灰白，再轉為黑亮，約四天後即孵化為幼蟲。

B. 幼蟲：

a. 瓢蟲的幼蟲共蛻皮三次，蛻皮時身體蜷縮，背部裂開一條縱走的細縫，身體的前半段先掙出舊殼，後半段隨後才脫離。剛蛻完皮時，足呈亮麗的黃色，之後逐漸轉變成黑色。

b. 幼蟲的食蚜量驚人，由卵孵出至化蛹，約需吸食近千隻的蚜蟲。攝食的時候，會先以大顎攬住蚜蟲，然後吸食蚜蟲的體液。

C. 蛹：

幼蟲約一週後開始化蛹，此時行動減緩且食量變小，靜待化蛹。

D. 成蟲：

初羽化的成蟲，翅鞘柔軟且呈淡橙黃色，隨後漸轉變成紅色，並出現六條彎曲的黑色條紋，故名為六條瓢蟲(*Menochilus sexmaculatus*)。



圖 46-53 瓢蟲出生過程 (Bar = 2mm)

圖 46 剛產於葉上的瓢蟲卵，呈亮黃色。

圖 47 卵的顏色開始轉黑

圖 48 卵已完全變黑

圖 49-52 幼蟲逐漸破卵而出

圖 53 幼蟲已傾巢而出，初時足呈白色，約一小時後轉變成黑色。

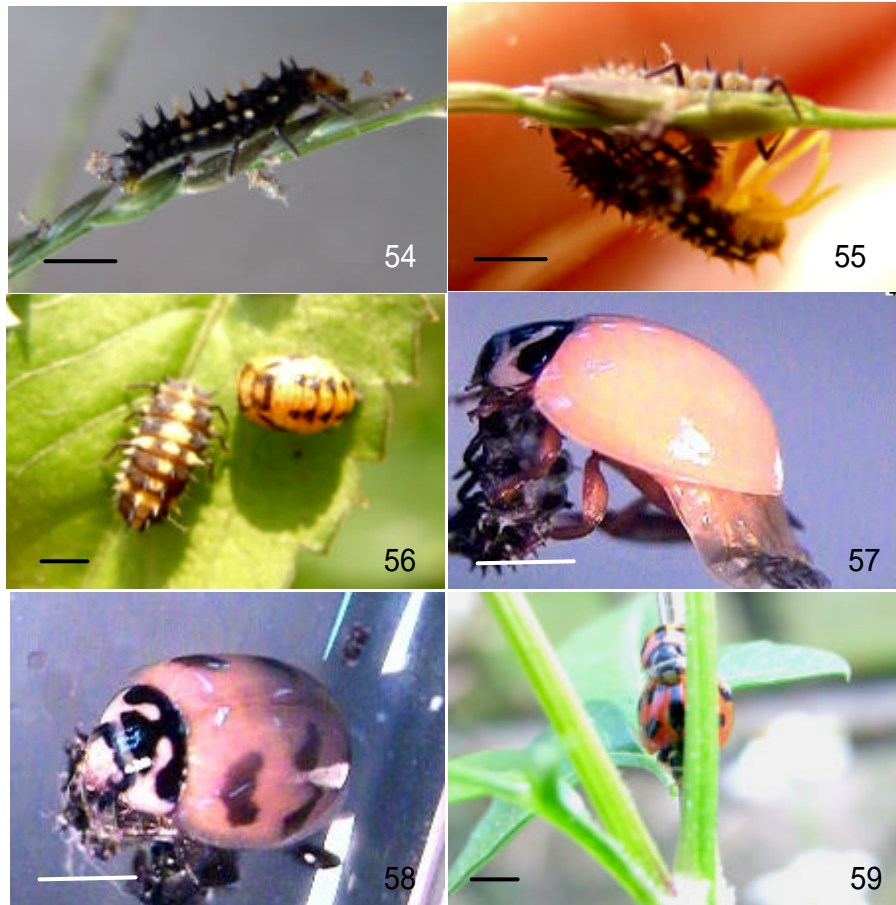


圖 54-59 瓢蟲的生態 (Bar = 2mm)

圖 54 正在吸食蚜蟲的幼蟲

圖 55 正在蛻皮的幼蟲

圖 56 左方為靜待化蛹的若蟲，右方則為蛹。

圖 57 破蛹而出後，將柔軟的後翅伸展在空氣中。

圖 58 背部已長出條紋的成蟲

圖 59 交配中的瓢蟲，其中較大的為雌蟲，較小的為雄蟲。

(4) 蚜小蜂的寄生行為：

- A. 蚜小蜂欲產卵時，會先以觸角敲擊蚜蟲，受到驚嚇的蚜蟲則會抬起腹部，此時蚜小蜂便會將腹部末端的產卵管插入蚜蟲腹部，並將一個受精卵產於蚜蟲體內。
- B. 孵化後的蚜小蜂幼蟲以蚜蟲的組織為食，而蚜蟲則會逐漸死亡並轉變成黑色的「殭屍」。當蚜小蜂羽化後，便會自殭屍的腹部末端爬出，留下一個只剩空殼的殭屍。

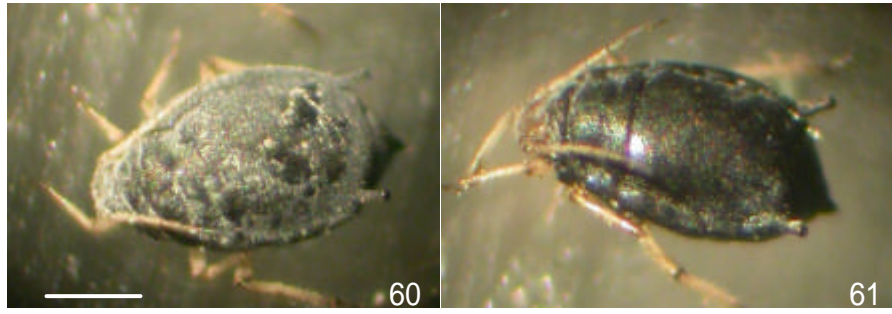


圖 60-61 被蚜小蜂寄生的蚜蟲殭屍 (Bar = 1mm)

蟲體由原先的黃色轉變成灰色，然後再轉變成黑色。

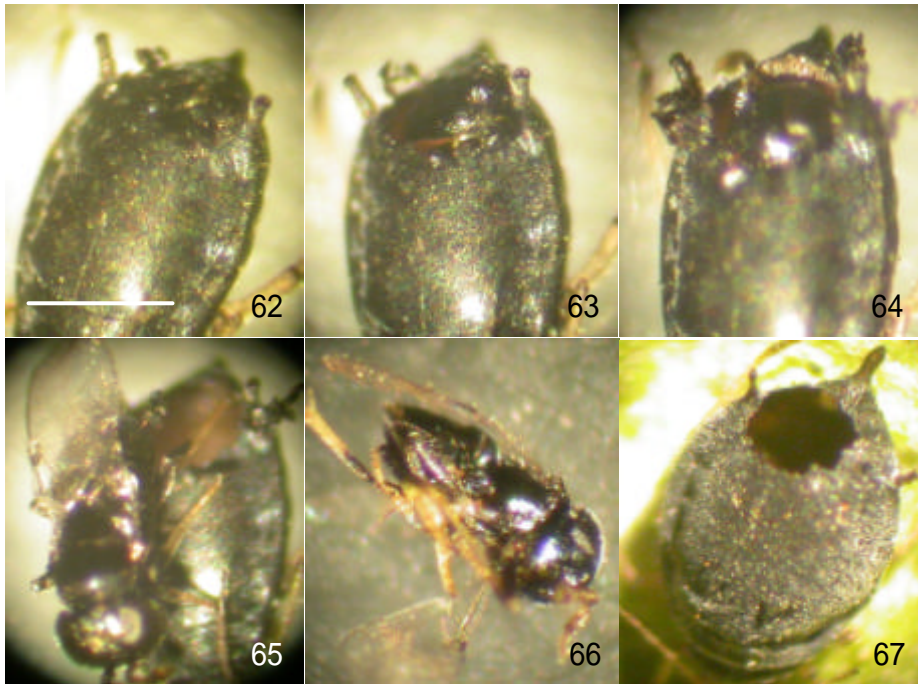


圖 62-67 蚜小蜂破蛹而出的過程 (Bar = 1mm)

圖 62 蚜小蜂在殭屍的腹部末端咬破一小洞，此時顯微鏡下可見一只光影在殭屍內不斷扭動，但無法辨認蚜小蜂的形體。

圖 63 蚜小蜂不斷使力掙扎，試圖闢出更大的缺口以利身軀通過。

圖 64 蚜小蜂的前腳及頭部正伸出缺口處。

圖 65 當頭部通過缺口處，蚜小蜂即可迅速爬出殭屍。自蚜小蜂咬破蟲體至全身鑽出，歷時約 15-20 分鐘。

圖 66 剛爬離殭屍的蚜小蜂，正欲展翅高飛。

圖 67 蚜小蜂離去後，從缺口處可見蚜蟲的腹部已空無一物。

五. 討論

(一) 蚜蟲為動物界節肢動物門昆蟲綱同翅目的小動物，由於蚜蟲均為食植性，吸食植物的汁液，導致植物葉片捲曲，甚至枯萎死亡，故多為植物害蟲。此外，蚜蟲也是植物病毒最主要的傳播媒介，估計約有六成以上的植物病毒可藉由蚜蟲而傳播至其寄主植物(陶, 民 79；郭等, 民 88)。

(二) 蚜蟲的生活史非常複雜而多樣，不同種類的蚜蟲，其生活史往往差異極大。當環境適宜

且穩定時，蚜蟲通常行孤雌生殖，由無翅胎生雌蚜直接胎生雌性若蟲。無翅蚜蟲與有翅蚜蟲的形態特徵差異頗大，若蟲期、成蟲壽命及繁殖力也有明顯的差異。無翅蚜蟲的活動性雖然較差，但在風勢較強之處，卻有較佳的生存機會。

- (三)在蚜蟲棲息環境的觀察實驗中，根據迴歸分析顯示溫度是影響蚜蟲數量的主因。E 區和 F 區的溫度略高於其他區域，蚜蟲在 25-27 °C 下的生長情況較好，故其族群密度大於其他四個族群。照度雖然未進入迴歸方程式（不直接影響蚜蟲數量），但我們認為光度充足使這二個區域的寄主植物生長良好，因此可以供養較多的蚜蟲，居於間接影響地位。
- (四)在族群密度及溫度對有翅蚜蟲發生率之影響的實驗中，若培養皿中皆置入成蟲，子代數量將會極為龐大，而影響觀察與記錄。因三齡若蟲尚無法行孤雌生殖，四齡若蟲的生殖力也遠小於成蟲，可減緩子代高度增生的趨勢，且三齡、四齡若蟲及成蟲的體積差異不大，擁擠程度近似於所有的實驗蚜蟲皆為成蟲的狀況。所以在實驗之初，我們混合了三齡、四齡若蟲和成蟲一起培養，此舉既可操縱實驗變因(族群密度大小)，且較容易掌握新生若蟲的數量，提高觀察、記錄的準確性。
- (五)在族群密度及溫度對有翅蚜蟲發生率之影響的實驗中，由於實驗變因為族群密度，為了減低其他可能變因的影響，控制變因必須一致。因此我們將每天新生的若蟲挑出，置於新的培養皿中飼育，且每個培養皿中只放置 5 隻新生若蟲，以避免因為密度過大而影響若蟲發育成有翅蚜蟲的比率。此實驗經 Kruskal-Wallis 檢定可看出，擁擠處理對有翅蚜蟲的發生影響甚大，且有翅型發生比率以低溫者較高。
- (六)蚜蟲利用針狀的口器刺入植物組織，吸食篩管中的汁液。由於植物汁液中的蛋白質含量極少，故蚜蟲會不停地攝食，平均一天需吸食其體重 8-10 倍的植物汁液 (<http://www.encyclopedia.com.tw/q42.htm>)。蚜蟲不喜歡強烈的光線，大多集中在葉和莖的背光面，加上蚜蟲的食量極大，故寄主植物背光面的水分和養分流失得很快，使得該處的組織生長緩慢，導致葉和莖的向光面與背光面的生長速度不同，於是葉片便會捲曲，莖也會彎曲生長。
- (七)蚜蟲的天敵眾多，包括鞘翅目的瓢蟲、雙翅目的食蚜忙、膜翅目的蚜小蜂、脈翅目的草蛉等。在本次蚜蟲研究的過程中，我們曾觀察到瓢蟲捕食蚜蟲及蚜小蜂寄生蚜蟲的情形。瓢蟲不但直接捕食蚜蟲，也會將卵產於大花咸豐草的葉面，使孵化後的幼蟲得以食物無虞；蚜小蜂產卵的速度十分快，當蚜蟲還來不及反應時，蚜小蜂便將腹部末端的產卵管插入蚜蟲的腹部，並將一個受精卵產於蚜蟲體內。孵化後的蚜小蜂幼蟲以蚜蟲的組織為食，蚜蟲則會死亡並變成黑色的「殭屍」。羽化後的蚜小蜂，會自蚜蟲殭屍的腹部末端爬出並飛離該處。
- (八)蚜蟲有性生殖與無性生殖間的轉換，溫度、光週期、族群密度、食物等環境因素有關。無性生殖發生在環境適宜且穩定時，而有性生殖則在環境不良時發生。在夏季裏，蚜蟲多為雌性，棲息於鮮綠的葉或枝條上，藉孤雌生殖繁衍大量子代。當秋天來臨時，由於白晝漸短、氣溫漸低，以致食物日漸匱乏，但此時的族群密度卻甚大。蚜蟲於是開始行

減數分裂產生單倍體的雄性後代，並進行交配，產下具堅韌外殼的受精卵以抵禦寒冬(陶，民 79)。由於有性生殖可產生較多樣化的子代，以面對無法預測的未來，而無性生殖則可使族群在環境良好時快速擴展，蚜蟲此種兼具有性、無性生殖的生殖策略可確保族群綿延不絕，稱為功能性孤雌生殖 (<http://pck.bio.ncue.edu.tw>)。

- (九)蚜蟲在寄主植物上的棲息地點與溫度無關，通常整株植物皆有蚜蟲分佈，且大多集中於莖上的凹槽處及各處的分生組織，此現象可能與蚜蟲不喜歡強光、分生組織的養分較充足及棲息地點較為隱蔽有關。
- (十)在不同定溫下，若蟲期的總時間以 15℃ 下的 13.24 天最長，而以 25℃ 下的 7.15 天最短，顯示 25℃ 較適合若蟲生長；而在 15℃ 下蚜蟲的生長較慢，故各齡期平均天數都隨之增加。當環境溫度提高至 30℃ 時，一齡若蟲僅可存活至二齡期，且發育時間延長，但存活率亦不高，顯然 30℃ 已超過其發育適溫，故若蟲無法正常發育，甚至難以存活。
- (十一)在不同定溫下，若蟲各齡的發育時間皆為一齡期最長，四齡期最短。此現象可能是因為剛離開母體的一齡若蟲需要較長的時間適應外在環境。而四齡若蟲則是因為已可行孤雌生殖，其腹中的胚胎發育迅速，故需很快地蛻皮，以提供胚胎更大的發育空間。
- (十二)根據 Mann-Whitney U 考驗，在 15 及 25℃ 下之無翅蚜蟲一、二齡期的背部面積差異達到顯著差異。推測，若蟲在前二齡期上處於適應環境階段，兩溫度對蚜蟲生長發育的影響便可輕易看出；三齡期之後蚜蟲發育已趨健全，體型大小受溫度影響相對減少，差異逐漸不明顯。另一方面，兩溫度下無翅蚜蟲的生殖力也相差不多；故溫度影響的是蚜蟲的發育天數，在體型大小、生殖力等方面最終都達到相仿的結果，只是所歷時間長短不同而已。
- (十三)25℃ 是最適合蚜蟲生存的溫度，故與其他溫度相比，25℃ 下的蚜蟲有較大的背部面積。而四齡若蟲及成蟲皆會行孤雌生殖，其面積大小與其肚中是否懷有小蚜蟲有關，故兩者不同個體的背部面積差異較大。
- (十四)有的參考文獻上說蚜蟲以卵胎生的方式行孤雌生殖(林等，民 91)，有的文獻上則說蚜蟲以胎生的方式行孤雌生殖(陶，民 79)。對於這個問題，我們的看法如下：卵胎生的胚胎，其營養皆源自於卵，而可行孤雌生殖的四齡若蟲或成蟲一天可產下數隻若蚜，故其體內必含有數個體積與一齡若蟲相仿的卵。但四齡若蟲或成蟲的體積並沒有那麼大，故推測蚜蟲的孤雌生殖應為胎生，而非卵胎生。
- (十五)根據 Mann-Whitney U 考驗結果，顯示有翅蚜蟲發育天數較無翅型要短。推測有翅型自較差環境下產生，具備比無翅型優良的適應能力，因此若蚜期生長快，發育天數較短，以儘快長全翅膀以利遷移。成蟲壽命亦不長久，其主要任務在於選擇適當棲地繁殖後代。
- (十六)有翅成蟲自出現翅芽至長出完整翅膀，背部面積有縮小趨勢，且胸部逐漸隆起，與無翅成蟲外觀相去甚遠。
- (十七)瓢蟲應用於生物防治的優點在於幼蟲食蚜量大而快速、蚜蟲密度高時有極佳防治效果。蚜小蜂可連續寄生數隻蚜蟲，其辨識寄主能力很強，即使蚜蟲密度很低也可有效寄生。且其繁殖迅速，蚜小蜂也可直接取食蚜蟲，缺點則是蚜小蜂對寄主有專一性。(周，民

90) 可依據蚜蟲密度大小選擇天敵進行生物防治。例如:蚜蟲數量龐大以瓢蟲撲滅效率較好;蚜蟲密度低則以蚜小蜂寄生準確度較高。

六. 結論

- (一)本次研究的對象為常蚜科(Aphididae)常蚜屬的橘捲葉蚜(*Aphis citricola*), 其觸角六節, 頭與前胸分隔明顯, 腹管較尾片長, 體呈黃色、黃褐色或橘黃色, 但尾片和腹管呈黑褐色。
- (二)無翅蚜蟲的生命週期僅有若蟲及成蟲二個階段, 雌蚜行孤雌生殖時, 腹部會抬高, 自生殖孔產出若蟲, 初生若蟲的足與腹管皆近乎透明。若蟲歷經四次蛻皮成為成蟲, 故若蟲可分為一齡若蟲~四齡若蟲。若蟲每次蛻皮後, 體積都會增大, 體表滑順有光澤, 四齡若蟲即可行孤雌生殖。成蟲在生命將盡時, 體色會轉為灰褐色。
- (三)無翅及有翅蚜蟲的胸部、腹管、尾片、若蟲期、壽命、體型大小及生殖力均有極大差異。雖然無翅蚜蟲活動性較差, 但可在環境良好時快速繁殖; 有翅蚜蟲通常在營養不足或族群密度過大時形成, 雖然可以飛行, 但其壽命及生殖力皆不如無翅蚜蟲。有翅蚜蟲的出現是一種功能性演化的結果, 有利於族群擴展及綿延; 兩者並無所謂進化與否的區別。
- (四)當環境適宜且穩定時, 蚜蟲通常行孤雌生殖, 由無翅胎生雌蚜直接胎生雌性的若蟲。在孤雌生殖的過程中, 雌蚜的尾片會不停收縮, 以方便若蟲滑出生殖孔。若蟲產出時, 可能是頭部先伸出生殖孔, 也可能是腹部先伸出生殖孔, 整個過程歷時約十五分鐘。剛出生的若蟲, 體色微黃且半透明, 此時足尚無法伸展, 約一分鐘後才可活動。
- (五)在 15、25、30 的定溫環境下, 若蟲各齡期的發育速率以 15 者最慢, 共歷時 13.24 天, 以 25 者最快, 僅歷時 7.15 天。而且各定溫下, 若蟲各齡的發育時間皆為一齡期最長, 四齡期最短。
- (六)經強光照射後蚜蟲會往背光處移動, 背光反應以成蟲最為明顯, 二齡若蟲最不明顯。剛蛻皮者, 對光線的反應最敏銳, 移棲至背光處的速度最快。
- (七)溫度相同時, 有翅蚜蟲的發生率與族群密度成正相關; 族群密度相同時, 有翅蚜蟲的發生率與溫度成負相關。
- (八)有翅蚜蟲的發生率與其族群密度成正相關, 而且環境溫度為 15 時, 有翅蚜蟲的發生率高於環境溫度為 25 時。
- (九)蚜蟲的天敵主要有瓢蟲和蚜小蜂兩種, 瓢蟲為完全變態的昆蟲, 其幼蟲的食蚜量驚人, 化蛹前可吸食近千隻蚜蟲, 變態為成蟲後, 食量便會減少許多。
- (十)蚜小蜂藉寄生方式侵害蚜蟲, 會將產卵管插入蚜蟲腹部, 並在蚜蟲體內產下一顆受精卵, 其胚胎以蚜蟲的組織為食, 會造成蚜蟲死亡, 遂成為「殭屍」。待蚜小蜂羽化, 即咬破屍殼爬出, 故蚜蟲提供蚜小蜂孵化的場所及養分。

七. 參考文獻

陶家駒。民 79。台灣省蚜蟲誌。台灣省立博物館。

郭美華。民 82。不同溫度與密度下有翅桃蚜在蘿蔔及甘藍上之出現及其發育總積溫。植

物保護學會會刊 35 : 255~265。

郭美華、劉玉章、馬又怡。民 88。溫度、光週期及擁擠處理對桃蚜有翅型出現之影響。

中華昆蟲 19 : 1~18。

彭仁君、郝秀花、黃毓斌、劉玉章。民 91。溫度與寄主植物對棉蚜發育、存活和繁殖之影響。植物保護學會會刊 44 : 317~327。

林詩珣、歐哲豪、潘彥寬、楊昕。民 91。蚜蟲。中華民國第四十二屆中小學科學展覽會作品說明書。

<http://pck.bio.ncue.edu.tw/pckweb/database/data2/ck/ch07/supply/y94.htm>.

<http://www.encyclopedia.com.tw/q42.htm>.

周慧君。民 90。論文《三種棉蚜寄主植物上蚜小蜂發育時間、功能反應、族群變動之研究》。

八. 附件

附件 1-1 棲地觀察紀錄

	日期	01/18	01/19	01/20	01/21	01/22	01/23
A	溫度()	24.4	22.3	21.1	19.3	20.5	21.0
	溼度(%)	55	53	46	59	63	68
	照度(Lux)	3300	2900	2420	3370	3770	3200
	蚜蟲(隻)	1020	1000	883	650	700	600
B	溫度()	25.8	22.3	19.9	19.9	21.9	21.6
	溼度(%)	47	52	59	58	62	69
	照度(Lux)	3630	2750	5850	5700	4820	3400
	蚜蟲(隻)	1000	1132	1250	844	1000	1022
C	溫度()	21.9	22.6	20.6	19.8	21.9	21.5
	溼度(%)	54	53	49	56	62	68
	照度(Lux)	4640	3350	8190	3150	3070	4830
	蚜蟲(隻)	500	566	530	440	502	480
D	溫度()	21.5	22.1	22.4	19.6	22.0	21.8
	溼度(%)	53	52	55	56	60	68

	照度(Lux)	4500	3220	5150	5520	5220	4180
	蚜蟲(隻)	1070	1250	1310	1360	1400	1355
E	溫度()	28.7	29	28.3	26.4	28.5	32.6
	溼度(%)	51	50	52	54	45	56
	照度(Lux)	20300	10200	15300	13800	25700	34600
	蚜蟲(隻)	1000	1425	2010	1856	2160	3000
F	溫度()	27	28.8	28	25.8	27.9	31.1
	溼度(%)	50	49	50	53	52	68
	照度(Lux)	22000	15800	18200	15000	32700	35800
	蚜蟲(隻)	1000	2520	3360	4000	6000	7000

	日期	01/24	01/25	01/26	01/27	01/28	平均
A	溫度()	21.9	22.9	20.4	19.8	15.5	20.8
	溼度(%)	42	66	56	60	78	58
	照度(Lux)	2400	2970	1250	2270	3810	2878
	蚜蟲(隻)	430	330	180	100	30	
B	溫度()	21.0	25.9	20.4	19.4	15.3	21.2
	溼度(%)	41	55	56	62	74	57
	照度(Lux)	2880	3310	3300	2480	6820	4085
	蚜蟲(隻)	1220	1315	1400	1322	1264	
C	溫度()	20.8	26.3	20.4	19.4	17.4	21.2
	溼度(%)	41	53	55	60	65	56
	照度(Lux)	2000	1820	2450	1830	6840	3833
	蚜蟲(隻)	650	680	640	700	670	
D	溫度()	21.1	26.9	20.4	19.1	17.3	21.3
	溼度(%)	40	50	55	62	64	56
	照度(Lux)	2950	3210	3320	2040	5200	4046
	蚜蟲(隻)	1035	1344	1256	1288	1300	
	溫度()	30.6	36.5	21.6	19.6	17.6	27.2

E	溼度(%)	40	47	59	65	65	53
	照度(Lux)	22000	25700	4110	5130	6050	16626
	蚜蟲(隻)	5600	6600	7500	7885	8870	
F	溫度()	29.8	36.4	22.3	20.5	18.6	26.9
	溼度(%)	42	40	57	55	67	53
	照度(Lux)	19900	29800	4380	3150	8900	18694
	蚜蟲(隻)	7683	8520	7930	9600	10050	

註：A 區為二年六班前走廊花檯

C 區為二年十五班後走廊花檯

E 區為二年十四班前走廊花檯

B 區為輔導室前走廊花檯

D 區為輔導室後走廊花檯

F 區為二年十六班後走廊花檯

附件 2

15 下有翅蚜蟲三齡、四齡若蟲
的發育時間及成蟲壽命

發育時間 標號	三齡期	四齡期	成蟲
A	2.01	2.06	10.15
B	2.04	2.08	10.30
C	1.98	2.05	13.68
D	1.99	2.04	10.11
E	1.89	2.04	7.69
F	2.25	2.33	7.23
G	2.08	2.11	9.76
H	1.95	2.03	11.23
I	2.15	2.27	12.37
J	2.01	2.05	8.94
平均值	2.04	2.11	10.15

附件 3

15 下有翅蚜蟲三齡、四齡若蟲及成蟲
的背部面積

發育時間 標號	三齡若蟲	四齡若蟲	成蟲
A	1.58	1.47	1.68
B	2.15	2.47	1.96
C	2.05	3.19	2.10
D	1.88	2.10	1.74
E	1.79	1.93	1.82
F	2.03	2.17	2.04
G	1.53	1.59	1.55
H	1.99	2.29	2.13
I	1.92	2.12	2.04
J	2.04	3.05	2.62
平均值	1.90	2.24	1.97

附件 4 不同定溫對無翅若蟲各齡發育時間之影響

15

發育時間 標號	一齡 期	二齡 期	三齡 期	四齡 期	幼齡 期總 計
A	4.42	1.58	2.00	2.82	10.8
B	5.79	3.00	3.00	3.00	14.7
C	3.92	4.71	3.00	3.00	14.6
D	3.92	3.67	2.42	2.00	12.0
E	3.67	2.42	3.60	2.42	12.1
F	3.92	2.67	4.00	3.00	13.5
G	4.71	4.00	3.00	2.00	13.7
H	4.67	3.35	1.00	2.00	11.0
I	4.42	2.42	4.58	4.42	15.8
J	4.63	2.68	2.96	3.58	13.8
平均值	4.41	3.05	2.96	2.82	13.2

(單位：天)

25

發育時間 標號	一齡 期	二齡 期	三齡 期	四齡 期	幼齡 期總 計
A	2.13	1.67	2	1.1	6.9
B	2.67	1.33	2.35	2	8.25
C	2.13	2.67	1	1.57	7.32
D	2.67	2.09	2.15	1.1	8.01
E	2.13	1.67	2	1.33	7.13
F	2.67	1.42	2	0.57	6.66
G	2.67	1	1.4	1.1	6.17
H	2.27	1.42	2	1.57	7.26
I	2.47	1.42	1.5	0.57	5.96
J	2.69	1.88	1.59	1.28	7.43
平均值	2.47	1.68	1.78	1.22	7.15

(單位：天)

發育時間 標號	一齡 期	二齡 期	三齡 期	四齡 期	幼齡 期總 時間
A	3.00	4.58			
B	2.58				
C	2.58				
D	3.42				
E					
F	5.58				
G	2.58				
H					
I	3.42	3.00			
J	5.00	2.38			
平均值	3.52	3.32			

附件 5 不同定溫下無翅蚜蟲壽命及生殖力的比較

溫度 標號	15		25	
	壽命及生殖力 成蟲(天)	孤雌數(隻)	成蟲(天)	孤雌數(隻)
A	28.00	61	15.42	60
B	19.86	42	16.72	41
C	21.27	45	15.42	52
D	15.89	32	12.43	38
E	17.67	37	15.42	40
F	33.51	56	18.53	42
G	19.00	45	19.21	45
H	18.00	40	13.17	36
I	22.51	39	15.79	55
J	21.67	47	15.79	46
平均	21.67	44.4	15.79	45.5

附件 6 不同定溫對各齡無翅蚜蟲背部面積之影響

15

標號 發育時間	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均
一齡期	0.55	0.46	---	0.45	0.54	0.45	0.48	0.39	0.54	---	0.48
二齡期	1.33	1.07	0.79	0.78	1.18	0.73	0.79	---	0.76	0.69	0.90
三齡期	1.45	1.58	1.82	1.92	1.70	1.60	2.18	1.80	1.46	---	1.72
四齡期	1.77	2.72	2.71	---	2.88	2.35	3.96	1.98	3.76	2.76	2.77
成蟲				4.54			5.64	3.22	4.49	3.69	3.99

(單位:平方毫米)

25

標號 發育時間	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均
一齡期	0.68	0.70	0.98	0.52	1.05	1.09	0.56	1.19	0.90	0.80	0.85
二齡期	1.35	1.23	1.71	1.21	2.30	1.75	1.46	1.89	1.21	1.52	1.56
三齡期	1.95	1.51	3.49	1.45	2.58	2.47	1.52	2.86	1.89	2.89	2.26
四齡期	3.60	---	4.25	---	4.44	3.24	---	3.69	---	3.66	3.81
成蟲	4.19					3.84		4.25			4.09

(單位:平方毫米)

30

標號 發育時間	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均
一齡期	0.48	0.54	0.55	0.36		0.53	0.59		0.44	0.45	0.49
二齡期	---	0.60	0.55	0.58		0.89	0.67		1.00	1.29	0.80
三齡期	0.81						---			1.65	1.23
四齡期											
成蟲											

(單位:平方毫米)

附件 7 15 下無翅蚜蟲的生殖力

(共記錄 25 天)(單位：隻)

標號 齡期	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均 值
四齡 若蟲	8	8	4	3	3	11	3	5	5	6	5.6
成蟲	53	34	40	29	34	45	42	35	34	41	38.7

附件 8 強光對蚜蟲棲息地點之影響

附件 9 不同族群密度及溫度下有翅蚜蟲的發生數量

時間 (分)	葉向光 面(隻)	葉背光 面(隻)
2	19	1
4	19	1
6	19	1
8	18	2
10	18	2
12	15	5
14	15	5
16	13	7
18	10	10
20	9	11
22	9	11
24	7	13
26	5	15
28	4	16
30	3	17

天 隻	15			25		
	10 隻	30 隻	50 隻	10 隻	30 隻	50 隻
1	0	0	4	0	0	1
2	1	2	1	0	0	0
3	0	0	4	0	1	2
4	0	1	3	0	0	2
5	0	2	4	0	1	2
6	0	0	3	0	1	0
7	0	1	5	0	0	2
總和	1	6	24	0	3	9
總比例	1/83	6/242	24/565	0/122	3/361	9/837
百分比	1.2	2.48	4.25	0	0.83	1.08

備註：若蟲到四齡期時已可明顯辨別有翅/無翅的型態。而蚜蟲的平均發育天數，自出生到達四齡若蟲，15 下約為 10.42 天，25 下約為 6.93 天；故 15 下以第 10 天作為觀察的起始點，25 下以第 5 天作為觀察的起始點，記錄有翅蚜蟲的發生數量。