



The association of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) with bigheaded ant, *Pheidole megacephala* (Fabricius) on hibiscus **【Research report】**

朱槿上桑粉介殼蟲 (*Maconellicoccus hirsutus*) 與熱帶大頭家蟻 (*Pheidole megacephala*) 之共存關係探討 **【研究報告】**

Yi-Chun Lai, Niann-Tai Chang*

賴苡均 張念台*

*通訊作者E-mail: pp308@mail.npust.edu.tw

Received: 2005/12/20 Accepted: 2007/06/27 Available online: 2007/09/01

Abstract

Ten species of ants associating with hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in Pingtung, Taiwan were observed. From those attending ants, *Pheidole megacephala* (Fabricius) and *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) are frequently detected in 19 townships. Thus, the associations between *P. megacephala*, the most common ants on hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis* Linn.), and hibiscus mealybug were studied in the laboratory. On average, after 28 days only 2.8 out of 10 mealybugs are left coexisting with ants on hibiscus in a 17×10×9 cm³ cage. This result shows that ants prey on *M. hirsutus* in case they need protein and fat and there is no additional food supply. By adding 50 spider mites (*Tetranychus* sp.) into the cage, the amount of mealybugs fed upon by ants dropped significantly in comparison to when there were no mites added ($t_{0.05,18}=1.94$, $p < 0.05$). In place of mealybugs, spider mites can serve as an alternative protein source for ants. This can also be proven by the 6-fold of decrease in the number of mites coexisting with ants after 21 days. Predatory and/or parasitic natural enemies were found in 67% of 22 nests constructed by *P. megacephala* at the stem base of hibiscus. Generally speaking, only female adults and eggs of *M. hirsutus* could be found inside those nests. The comparison of the preference of *P. megacephala* for egg, nymph and adult of *M. hirsutus* indicated that ants do not consume adults and have a significant preference for eggs over nymphs ($t_{0.05,20} = 3.01$, $p = 0.002$). Because the tests also showed that ants did not influence the egg production of female adults, we presume that the eggs and the adults of *M. hirsutus* found in the nest are the protein and honeydew, respectively, resources of the ants. The observation of the protective behavior of *P. megacephala* against the attack of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant on mealybug showed that all *C. montrouzieri* introduced were killed and removed in 132.5 min. The mealybugs that associated with ants are indeed protected from attack by their predatory natural enemies, although mealybugs and ants do not have an intimate association.

摘要

調查屏東地區朱槿 (*Hibiscus rosa-sinensis* Linn.) 植株上與桑粉介殼蟲 (*Maconellicoccus hirsutus* (Green)) 共存之螞蟻共有10種，其中熱帶大頭家蟻 (*Pheidole megacephala* (Fabricius)) 與黑頭慌琉璃蟻 (*Tapinoma melanocephalum* (Fabricius)) 發生於屏東地區19個鄉鎮最為常見。測試朱槿上最常見的熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲族群之影響，結果顯示在未提供食物情況下，與螞蟻共存28日的介殼蟲平均數量由開始時的每箱 (17×10×9 cm³) 10隻減少為2.8隻，相較於無螞蟻共存時幾乎未減少的介殼蟲數量，得知螞蟻亦有捕食桑粉介殼蟲之現象。螞蟻與介殼蟲共存時，若於箱中再加入50隻葉蟎，則螞蟻顯著減少對介殼蟲之取食 ($t_{0.05,18} = 1.94$, $p < 0.05$)，而葉蟎數量在處理21日後較無螞蟻存在時明顯減少約6倍，證實葉蟎可取代介殼蟲成為共存螞蟻的食物來源。調查22個熱帶大頭家蟻於朱槿基部為桑粉介殼蟲所築巢內，67%有捕食或寄生性天敵存在，證實此螞蟻與桑粉介殼蟲之共生關係並不親密。另外這些蟻巢內僅發現介殼蟲雌成蟲及卵，而實驗室內比較熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲卵、若蟲及成蟲之取食偏好性，顯示其最偏好卵但不取食成蟲，而對卵之偏好又顯著 ($t_{0.05,20} = 3.01$, $p < 0.05$) 高於若蟲，實驗亦證實螞蟻對桑粉介殼蟲之產卵量並無影響，因此蟻巢中桑粉介殼蟲的雌蟲與卵分別扮演提供螞蟻蜜露與食物的角色。另觀察螞蟻為保護介殼蟲而攻擊捕食性天敵之行為，發現螞蟻在平均132.5分鐘可完全捕殺接入之蒙氏瓢蟲 (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant) 幼蟲，顯示桑粉介殼蟲確因螞蟻存在而能免於天敵的捕食。

Key words: associations, *Maconellicoccus hirsutus*, *Pheidole megacephala*, *Hibiscus rosa-sinensis*

關鍵詞: 共存關係、桑粉介殼蟲、熱帶大頭家蟻、朱槿。

Full Text: [PDF\(0.83 MB\)](#)

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

朱槿上桑粉介殼蟲 (*Maconellicoccus hirsutus*) 與熱帶大頭家蟻 (*Pheidole megacephala*) 之共存關係探討

賴苡均 張念台* 國立屏東科技大學植物保護系 屏東縣內埔鄉學府路1號

摘要

調查屏東地區朱槿 (*Hibiscus rosa-sinensis* Linn.) 植株上與桑粉介殼蟲 (*Maconellicoccus hirsutus* (Green)) 共存之螞蟻共有 10 種，其中熱帶大頭家蟻 (*Pheidole megacephala* (Fabricius)) 與黑頭慌琉璃蟻 (*Tapinoma melanocephalum* (Fabricius)) 發生於屏東地區 19 個鄉鎮最為常見。測試朱槿上最常見的熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲族群之影響，結果顯示在未提供食物情況下，與螞蟻共存 28 日的介殼蟲平均數量由開始時的每箱 ($17 \times 10 \times 9 \text{ cm}^3$) 10 隻減少為 2.8 隻，相較於無螞蟻共存時幾乎未減少的介殼蟲數量，得知螞蟻亦有捕食桑粉介殼蟲之現象。螞蟻與介殼蟲共存時，若於箱中再加入 50 隻葉蟪，則螞蟻顯著減少對介殼蟲之取食 ($t_{0.05,18} = 1.94$, $p < 0.05$)，而葉蟪數量在處理 21 日後較無螞蟻存在時明顯減少約 6 倍，證實葉蟪可取代介殼蟲成為共存螞蟻的食物來源。調查 22 個熱帶大頭家蟻於朱槿基部為桑粉介殼蟲所築巢內，67% 有捕食或寄生性天敵存在，證實此螞蟻與桑粉介殼蟲之共生關係並不親密。另外這些蟻巢內僅發現介殼蟲雌成蟲及卵，而實驗室內比較熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲卵、若蟲及成蟲之取食偏好性，顯示其最偏好卵但不取食成蟲，而對卵之偏好又顯著 ($t_{0.05,20} = 3.01$, $p < 0.05$) 高於若蟲，實驗亦證實螞蟻對桑粉介殼蟲之產卵量並無影響，因此蟻巢中桑粉介殼蟲的雌蟲與卵分別扮演提供螞蟻蜜露與食物的角色。另觀察螞蟻為保護介殼蟲而攻擊捕食性天敵之行為，發現螞蟻在平均 132.5 分鐘可完全捕殺接入之蒙氏瓢蟲 (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant) 幼蟲，顯示桑粉介殼蟲確因螞蟻存在而能免於天敵的捕食。

關鍵詞：共存關係、桑粉介殼蟲、熱帶大頭家蟻、朱槿。

前言

自然界中的生物間常因食物、空間等因素

發生交互作用 (interaction)，而片利共生 (commensalism)、互利共生 (mutualism) 和寄生 (parasitism) 等均屬廣義的生物共生

*論文聯繫人
e-mail: pp308@mail.npust.edu.tw

(symbiosis) 交互作用 (Price, 1984)。例如螞蟻會照顧能分泌蜜露的半翅目昆蟲，如蚜蟲、介殼蟲、角蟬、葉蟬及粉蝨等 (Larsen *et al.*, 1991; Queiroz and Olivera, 2001)。有些螞蟻會進一步構築遮蓋物以保護牠們，甚至將牠們攜回蟻巢中 (Way, 1963)。半翅目昆蟲為植物重要害蟲，其以口器刺吸植物汁液，損害組織並可能傳播植物病原菌，造成農業損失，若再加上與螞蟻的共生，往往使其為害更加嚴重 (Delabie, 2001)。

桑粉介殼蟲 (*Maconellicoccus hirsutus* (Green)) 為多食性害蟲，寄主範圍包括糧食作物、特用作物、飼料作物、果樹、蔬菜、觀賞植物、森林樹種與雜草等 (Mani and Krishnamoorthy, 1989)。其刺吸植物汁液，導致組織受損，阻礙植物生長，嚴重影響許多國家的經濟 (Ghose, 1970; Mani and Krishnamoorthy, 1989; Hill, 1994; Williams, 1996; Meyerdirk *et al.*, 2001; Serrano *et al.*, 2001)。Tu *et al.* (1988) 紀錄台灣有桑粉介殼蟲發生於台北市北投區、高雄縣旗山鎮及屏東縣牡丹鄉等地。該蟲原先為害 313 種植物，經 Shen (2005) 調查結果增加 12 科 18 種寄主植物，且普遍發生於屏東地區朱槿上，尤其常見螞蟻伴隨共存。據 Lai (2005) 調查與桑粉介殼蟲有關的螞蟻有 10 種，分別為熱帶大頭家蟻 (*Pheidole megacephala* (Fabricius))、黑頭慌琉璃蟻 (*Tapinoma melanocephalum* (Fabricius))、熱帶火蟻 (*Solenopsis geminata* (Fabricius))、長腳捷山蟻 (*Anoplolepis longipes* (Jerdon))、黑棘山蟻 (*Polyrhachis dives* Smith)、中華單家蟻 (*Monomorium chinense* Bolton)、雙疣琉璃蟻 (*Dolichoderus bituberculatus* Mayr)、長腳黃山蟻 (*Paratrechina longicornis* Latreille)、台灣舉尾蟻 (*Crematogaster pia taiwanae*

Forel)、阿祿斜山蟻 (*Plagiolepis alluaudi* Emery)，其中熱帶大頭家蟻及黑頭慌琉璃蟻與桑粉介殼蟲之共存最為普遍。本研究乃為探討兩者間的共生關係 (symbiosis relationship)，建立此二昆蟲交互作用之生態資料，以供桑粉介殼蟲防治之參考，而二者共存關係的研究與了解，亦有助於生物防治及害蟲綜合管理上的應用。而更進一步，螞蟻、介殼蟲及天敵三種生物間關係的探討，則更有助於複雜食物階層 (trophical level) 交互作用的瞭解。

材料與方法

一、桑粉介殼蟲與熱帶大頭家蟻之採集

桑粉介殼蟲蟲源係採自屏東科技大學校園及屏東市千禧公園所種植之朱槿 (*Hibiscus rosa-sinensis* Linn.) 上，攜回以朱槿枝條飼育。實驗用螞蟻係取自屏東科技大學校園內種植之朱槿基部，與桑粉介殼蟲共生之熱帶大頭家蟻。

二、熱帶大頭家蟻所築巢內桑粉介殼蟲及天敵調查

利用調查桑粉介殼蟲寄主朱槿基部的熱帶大頭家蟻所築蟻巢，了解螞蟻與介殼蟲共存及天敵發生情形，故於屏東市千禧公園採集朱槿根部具蟻巢的枝條及其覆蓋物後，置於直徑 4 cm、高 6 cm 之可密封塑膠瓶，以一植株為一個單位。以毛筆挑出介殼蟲蟲體並記錄其中之天敵瓢蟲。再將採得之桑粉介殼蟲置於直徑 15 cm、高 20 cm 之透明玻璃燒杯中，以插水朱槿枝條飼養 (開口處以保鮮膜密封)，飼育條件為 25°C、光照 12L : 12D，每 10 天更換一次植物。每日觀察記錄寄生蜂出現情形，連續觀察 30 天。

三、熱帶大頭家蟻對各齡桑粉介殼蟲之捕食偏好試驗

取直徑 9.5 cm、高 1.8 cm 之透明玻璃培養皿，加入 20 ml 攪拌均勻之石膏，待石膏凝固後置入 45°C 烘箱 3 天，以除去多餘水分，同時保持適合濕度。培養皿內壁以熱熔膠黏著一個直徑 1 cm、高 4 cm 之玻璃瓶，其內裝水七分滿，並於瓶口塞棉花，以供作螞蟻棲所，其內放入熱帶大頭家蟻工蟻 10 隻及 1 隻蟻后，培養皿以保鮮膜密封，避免螞蟻逃出。待螞蟻安定 24 小時後，始進行試驗。將乾淨朱槿葉片上置放 5 隻 2 齡桑粉介殼蟲若蟲、5 顆卵、5 隻雌成蟲，而後置於 25°C 無光照之恆溫生長箱中，4 天後計算桑粉介殼蟲蟲數。對照組則無螞蟻，亦於 4 天後計算介殼蟲蟲數。每次試驗 5 組，重複 4 次，結果以 *t*-test 比較有、無螞蟻存在時，介殼蟲卵、若蟲及成蟲殘存數目的差異。

四、熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲產卵量之影響試驗

試驗材料方法與捕食偏好試驗相同，分為有螞蟻處理組及無螞蟻的對照組。處理組的培養皿中放入 5 隻來自 28°C 之恆溫生長箱中單隻飼養且未曾交尾之桑粉介殼蟲雌蟲與 2 隻雄蟲，任其交尾產卵，每隔 3 天觀察一次，若母蟲已產卵完並死亡，則計算其卵數，對照組接入相同雌雄蟲數，但無螞蟻共存。每次試驗 6 組，重複 3 次，結果以 *t*-test 分析比較有、無螞蟻共存對介殼蟲產卵之差異。

五、葉蟎對熱帶大頭家蟻、桑粉介殼蟲族群及植物之影響

(一) 熱帶大頭家蟻存在對葉蟎為害朱槿之影響試驗

試驗用之容器與製作，係取透明壓克力

盒，放入插水朱槿枝條。試驗處理分為：1.有螞蟻有葉蟎，2.無螞蟻有葉蟎，3.無螞蟻無葉蟎 3 處理。有葉蟎處理者，各枝條接入採自田間朱槿葉片的 10 隻成蟎 (*Tetranychus* sp.)。有螞蟻處理者，壓克力盒內放置一個包有紅色玻璃紙之蘭花保鮮瓶，其內裝水七分滿並於瓶口塞棉花，提供螞蟻棲所，其內各放入熱帶大頭家蟻工蟻 20 隻及 1 隻蟻后，置入 25°C、24D 無光照恆溫生長箱。10 天後觀察葉片黃化程度並計算葉蟎數量，葉片黃化程度分為 6 個等級，0 級：綠色；1 級：75% 綠；2 級：50% 綠；3 級：25% 綠；4 級：黃化未掉落；5 級：褐色掉落。由於壓克力盒內為密閉空間，2 天後盒子內壁會產生水珠，影響介殼蟲存活，因此放入氯化亞鈷 (COCl₂) 吸收水分，使平均相對濕度維持 68.3%。設置方法係將 15 g 乾燥氯化亞鈷裝入直徑 4 cm、高 4 cm 塑膠杯，以橡皮筋束緊上方覆蓋之細紗網，避免螞蟻誤食。使用後之氯化亞鈷，可藉微波爐乾燥後再次使用。每次試驗各處理計 6 個壓克力盒，重複三次，結果以 Friedman 檢定三處理的差異，再以 Wilcoxon two sample test 分別檢定兩兩處理間的差異顯著性。

(二) 熱帶大頭家蟻、桑粉介殼蟲及葉蟎共存對桑粉介殼蟲族群之影響試驗

試驗材料方法與上述試驗相同。6 個試驗組別分為：(1)僅有介殼蟲，(2)介殼蟲+螞蟻，(3)介殼蟲+30 隻葉蟎，(4)介殼蟲+30 隻葉蟎+螞蟻，(5)介殼蟲+50 隻葉蟎，(6)介殼蟲+50 隻葉蟎+螞蟻。各組均先接入 10 隻 2 齡桑粉介殼蟲，再分別加入螞蟻和採自朱槿葉片上不同數量之葉蟎成蟲。有螞蟻處理者，於提供螞蟻住所內各放入熱帶大頭家蟻工蟻 20 隻及 1 隻蟻后。而後置於 25°C、24D 無光照恆溫生長箱中，每 7 天更新朱槿枝條並計算各受測蟲

數。介殼蟲與螞蟻共存的處理(2)持續觀察 28 日，其他處理則觀察 21 日。上述 6 處理試驗組分別進行三重複，每重複觀察 6 箱，結果以 *t*-test 分析比較螞蟻對介殼蟲及葉蟪族群的影響。

六、熱帶大頭家蟻與桑粉介殼蟲天敵之關係

螞蟻對介殼蟲之保護而攻擊捕食性瓢蟲的觀察，係取直徑 15 cm、高 5 cm 之透明玻璃培養皿，加入石膏保濕提供螞蟻住所，並放入熱帶大頭家蟻工蟻 50 隻及 1 隻蟻后，培養皿先以保鮮膜密封，再覆上皿蓋，避免螞蟻逃出。待螞蟻安定後，置入一長 10 cm 不具葉片之朱槿枝條，枝條上有 20 隻 2 齡桑粉介殼蟲，待螞蟻與介殼蟲共處 24 小時後，再加入 1 隻蒙氏瓢蟲 (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant) 幼蟲，計算 6 小時後介殼蟲存活數。對照組則為每隻瓢蟲於無螞蟻狀態下，6 小時內捕食 2 齡桑粉介殼蟲的測定，共觀察 10 組，記錄各處理瓢蟲取食量及其與螞蟻間之互動情形。

結 果

一、熱帶大頭家蟻所築巢內桑粉介殼蟲及天敵調查

調查屏東市千禧公園內 22 棵有蟻巢之朱槿，蟻巢中發現有介殼蟲卵或成蟲者 9 株 (圖一 A)。只有介殼蟲成蟲者有 2 株，只具卵者有 1 株，巢內同時有成蟲及卵者有 6 株，而沒介殼蟲存在者有 13 株。由這 9 個蟻巢的介殼蟲帶回實驗室飼育後，完全沒有天敵存在者有 3 株佔 33.3% (圖一 B)，單獨及混有寄生蜂 (跳小蜂科 Encyrtidae) 出現者有 5 株佔 55.5%，而發現有捕食性瓢蟲 (蒙氏瓢蟲 *C. montrouzieri* Mulsant) 存在的有 4 株佔

44.4%。

二、熱帶大頭家蟻對各齡桑粉介殼蟲之捕食偏好

比較無螞蟻及有螞蟻共存時，桑粉介殼蟲的卵、若蟲及成蟲之數量，試驗初各接入 5 隻，結果無螞蟻時介殼蟲之卵及雌成蟲仍維持 5 隻並不見減少，而若蟲略減少為平均 4.8 隻。但有螞蟻存在下，介殼蟲卵及若蟲由開始的平均 5 隻，分別減少 52% 與 26% (圖二)。 *t*-test 分析結果，無螞蟻留存的桑粉介殼蟲平均每組卵及若蟲數量 (5 粒、4.8 隻) 顯著 ($p < 0.0001$) 較有螞蟻者 (2.4 粒、3.7 隻) 為多，但螞蟻完全不取食雌成蟲。就卵與若蟲偏好之比較，熱帶大頭家蟻則顯著 ($t_{0.05,20} = 3.01$; $p < 0.05$) 偏好取食桑粉介殼蟲之卵。

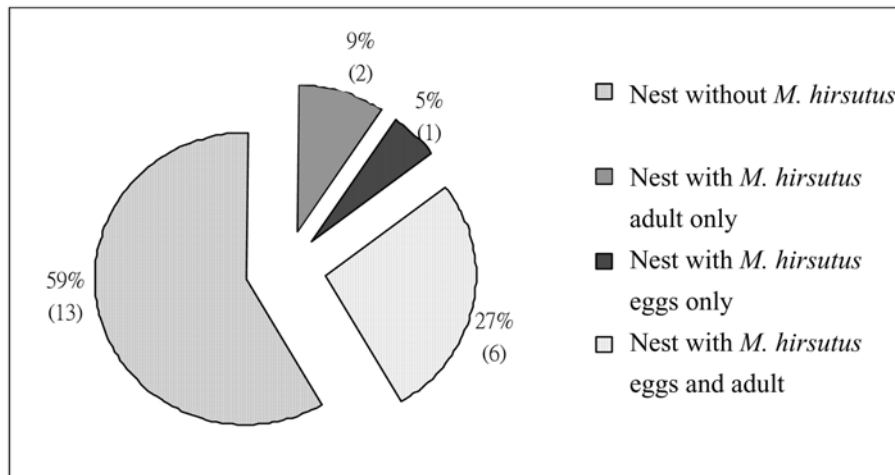
三、熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲產卵量之影響

比較桑粉介殼蟲是否因螞蟻的存在，使其交尾產卵受到影響，結果有螞蟻共生之 90 隻受測桑粉介殼蟲中有 87 隻雌蟲產卵，平均產卵數 173.2 顆/♀，而無螞蟻共存的 90 隻受測雌蟲全部產卵，平均產卵數 189.7 顆/♀，二者產卵量並無顯著差異 ($t_{0.05,87} = 1.21$; $p > 0.05$)，顯示螞蟻並不會影響桑粉介殼蟲的交尾及產卵量 (圖三)。

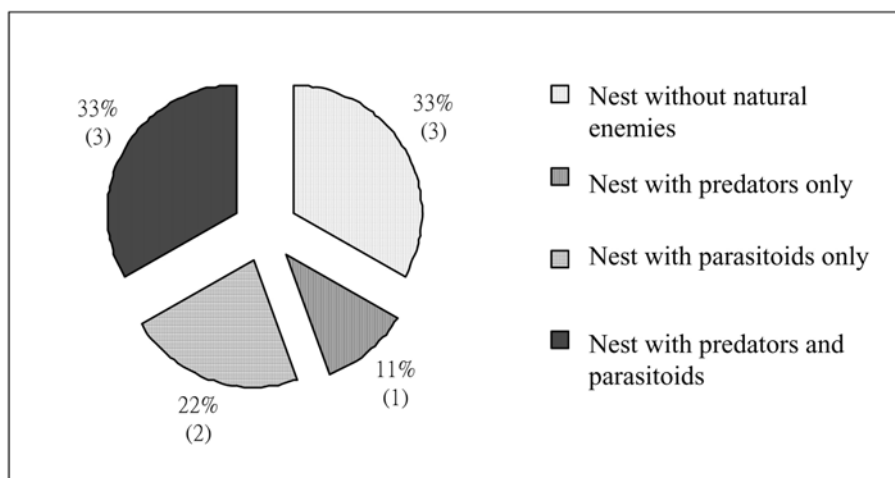
四、葉蟪對熱帶大頭家蟻、桑粉介殼蟲族群及植物之影響

(一) 熱帶大頭家蟻存在對葉蟪為害朱槿之影響

葉蟪為害朱槿葉片造成黃化與落葉現象，其與螞蟻存在之關係，分別以無蟪無蟻、無蟪有蟻及有蟪有蟻 3 處理來探討。觀察 3 處理 10 日後之朱槿葉片受害狀況，其黃化等級平均值示如表一，以 Friedman 檢定結果顯示



A



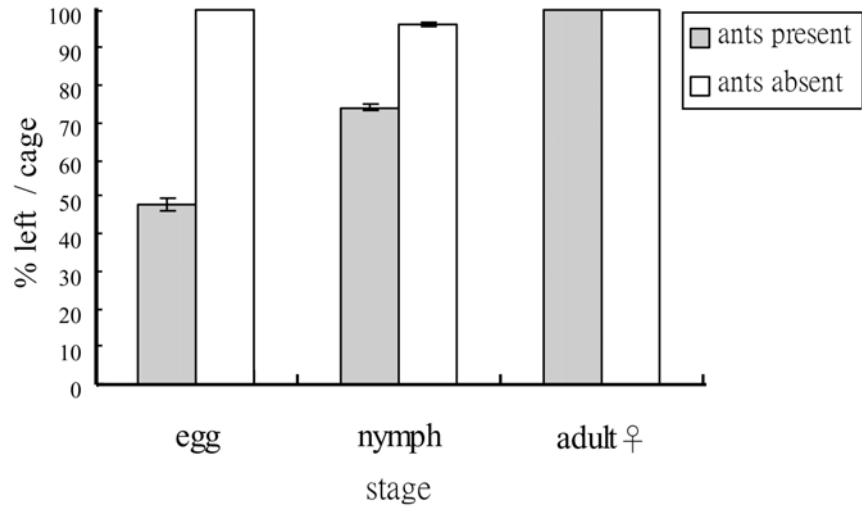
B

圖一 朱槿植株上熱帶大頭家蟻所築巢內桑粉介殼蟲及天敵調查。A：具不同齡期桑粉介殼蟲的蟻巢百分比與數量(括號)；B：具桑粉介殼蟲捕食與寄生天敵的蟻巢百分比與數量(括號)。

Fig. 1. Occurrence of *Maconellicoccus hirsutus* and its natural enemies in the nest built by *Pheidole megacephala* on *Hibiscus rosa-sinensis*. A: Percentage and number (in parentheses) of nests with various stages of *Maconellicoccus hirsutus*. B: Percentage and number of nests with various natural enemies.

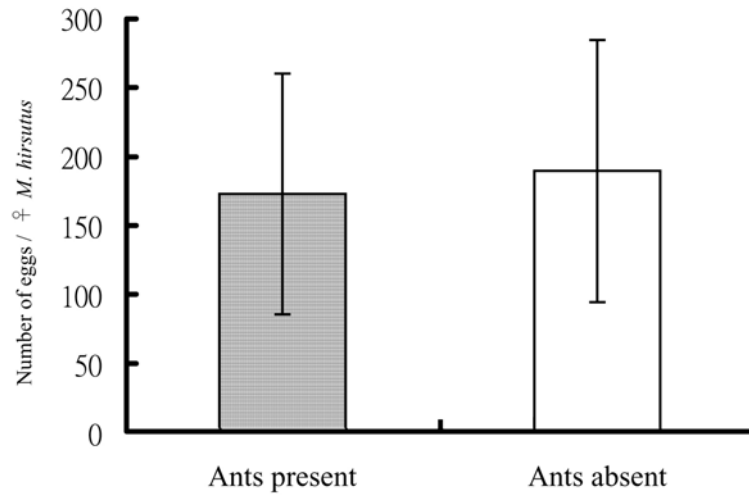
三種處理間朱槿受害有顯著 ($X^2_{(15,2)} = 17.48$ ($p < 0.00016$)) 差異，再以 Wilcoxon two sample test 分別檢定，顯示對照組（無螞蟻無葉蟎）分別與有螞蟻有葉蟎和有螞蟻無葉蟎二處理間有顯著差異 ($p < 0.05$) (表二)。而不管有

無螞蟻存在，葉蟎造成植物葉片黃化程度均達二級 (50% 黃化) 以上。此結果顯示葉片黃化與葉蟎存在有關。進一步探討螞蟻是否會減少葉蟎數量，間接保護植株，因此再計算有、無螞蟻存在時之葉蟎數量，結果顯示，螞蟻不存



圖二 熱帶大頭家蟻對不同齡期桑粉介殼蟲之取食偏好性

Fig. 2. Feeding preference of *Pheidole megacephala* to different stages of *Maconellicoccus hirsutus*.



圖三 熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲產卵量之影響

Fig. 3. Comparison of egg production of *Maconellicoccus hirsutus* with or without the presence of *Pheidole megacephala*.

在時測試 10 日後的葉蟎數量由開始接入的 10 隻增為平均 49 隻/箱，較有螞蟻共存時之 11.67 隻多 4.2 倍，顯示螞蟻確能顯著 ($t_{0.05,15} = 3.93$; $p < 0.001$) 減少葉蟎量 (圖四)。

(二) 熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲族群之影響

熱帶大頭家蟻存在與否對桑粉介殼蟲族群之影響則示如圖五，介殼蟲與螞蟻共存時，處理後 7、14、21 及 28 天，隨著時間增加，

表一 葉蟎與螞蟻對朱槿葉片造成之黃化程度

Table 1. Degree of leaves yellowing and withered of *Hibiscus rosa-sinensis* with and without spider mites and ants present

	Degree of damage of <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> * with		
	Ants absent and without spider mites	Ants absent and with spider mites	Ants present and with spider mites
Mean grade	0.445	2.578	2.845
SD	± 0.688	± 1.897	± 1.327

* The yellowed and withered leaves were divided into six grades: 0 = 100% green, 1 = 75% green, 2 = 50% green, 3 = 25% green, 4 = yellowed but not dropped yet, 5 = browned and dropped.

表二 葉蟎與螞蟻對朱槿為害之影響

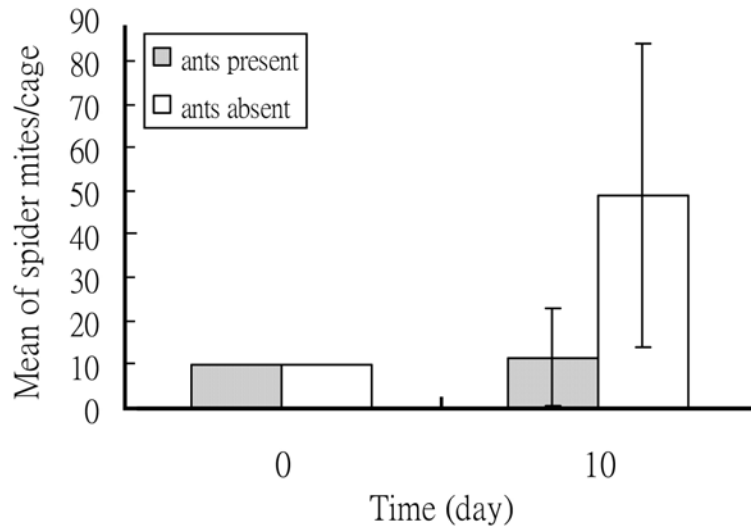
Table 2. Wilcoxon two sample test for the comparison of degree of damage of *Hibiscus rosa-sinensis* with ants and/or spider mites

Treatment	Plant with spider mites only	Plant with ants and spider mites (mean of mites: 11.7)
Plant without ants and spider mite	$z = 3.296$ $p = 0.00098$	$z = 3.107$ $p = 0.0019$
Plant with spider mites only (mean of mites: 49)		$z = 0.426$ $p = 0.670$

桑粉介殼蟲平均族群數由開始時的 10 隻若蟲減少至第 28 天的 2.78 隻/箱，而未與螞蟻共存之介殼蟲數在第 28 天則仍存有 9.56 隻，*t*-test 分析結果，與螞蟻共存四週之介殼蟲數量顯著 ($t_{0.05,18} = 17.96$; $p < 0.0001$) 少於無螞蟻共生者。由每週減少蟲數推估，熱帶大頭家蟻對桑粉介殼蟲的消耗率隨時間有遞減趨勢，由第一週至第四週每週平均之消耗率分別為 29.4、37.8、29.1 及 10.7%，第三週至第四週後，介殼蟲數減少量趨緩，螞蟻的存在似能控制介殼蟲於某最低族群量。以每組試驗用 20 隻工蟻計算，螞蟻約可保存蟻數 0.14 倍數量的介殼蟲提供其蜜源。

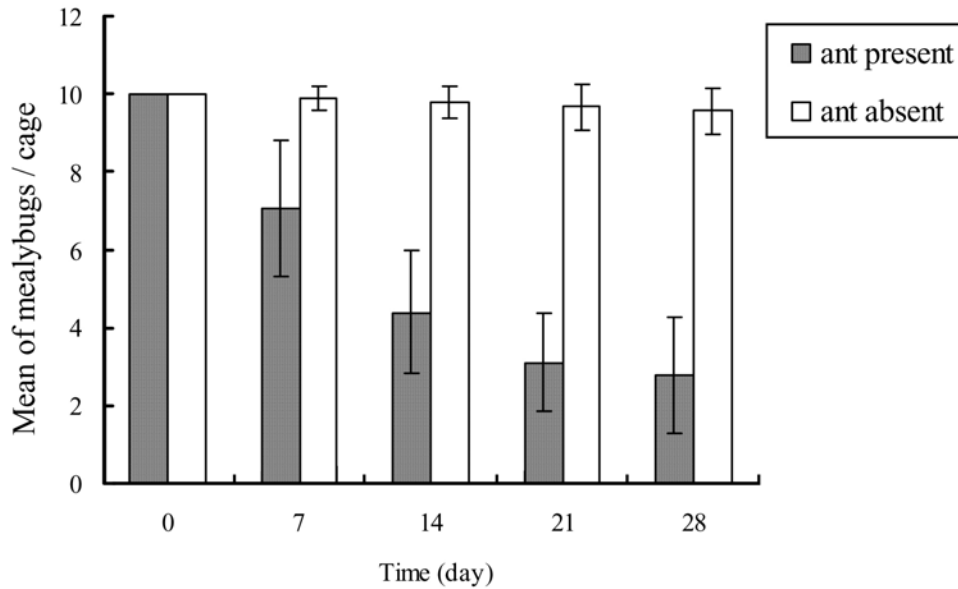
(三) 熱帶大頭家蟻、桑粉介殼蟲和葉蟎共存對介殼蟲族群存活之影響

每個飼育箱中 20 隻熱帶大頭家蟻與 10 隻桑粉介殼蟲共存下再分別加入 30 及 50 隻為害朱槿的葉蟎，觀察螞蟻取食介殼蟲是否受葉蟎數量之影響，結果有螞蟻存在時在分別加入 30 及 50 隻葉蟎後 21 天，每組介殼蟲數量由 10 隻減為平均 2.7 與 4 隻，而葉蟎平均數量則由初接入的 30 隻及 50 隻分別減少至 4.1 與 9.5 隻 (圖六、七)。對照組無螞蟻存在時，兩處理第 21 天的介殼蟲平均數量分別為 9.7 與 9.56 隻，與開始時的 10 隻幾無差別。而葉蟎數量則由初加入的 30 隻與 50 隻分別增為 51.9 與 59.6 隻，不接入螞蟻 21 日後介殼蟲與葉蟎數量均顯著多於有螞蟻共生者 ($p < 0.05$) (圖六、圖七)。檢定螞蟻與桑粉介共存情況下，添加 0 及 30、50 隻葉蟎，對桑粉介殼存活蟲數



圖四 熱帶大頭家蟻對朱槿上接入 10 隻/箱葉蟎 10 日後之影響。

Fig. 4. Influence of *Pheidole megacephala* on the population of spider mites on *Hibiscus rosa-sinensis* after 10 days with adding 10 spider mites/cage initially.

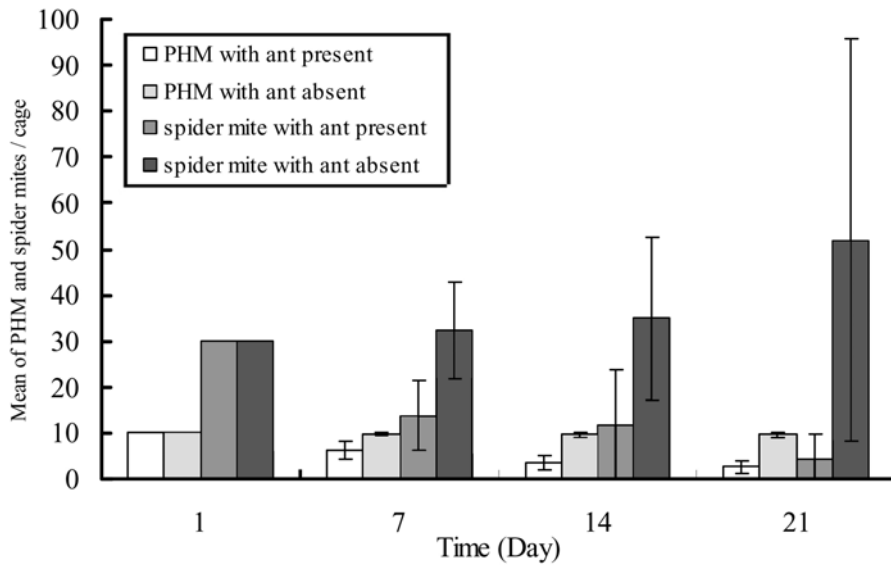


圖五 熱帶大頭家蟻對朱槿上接入 10 隻桑粉介殼蟲 28 日後族群之影響。

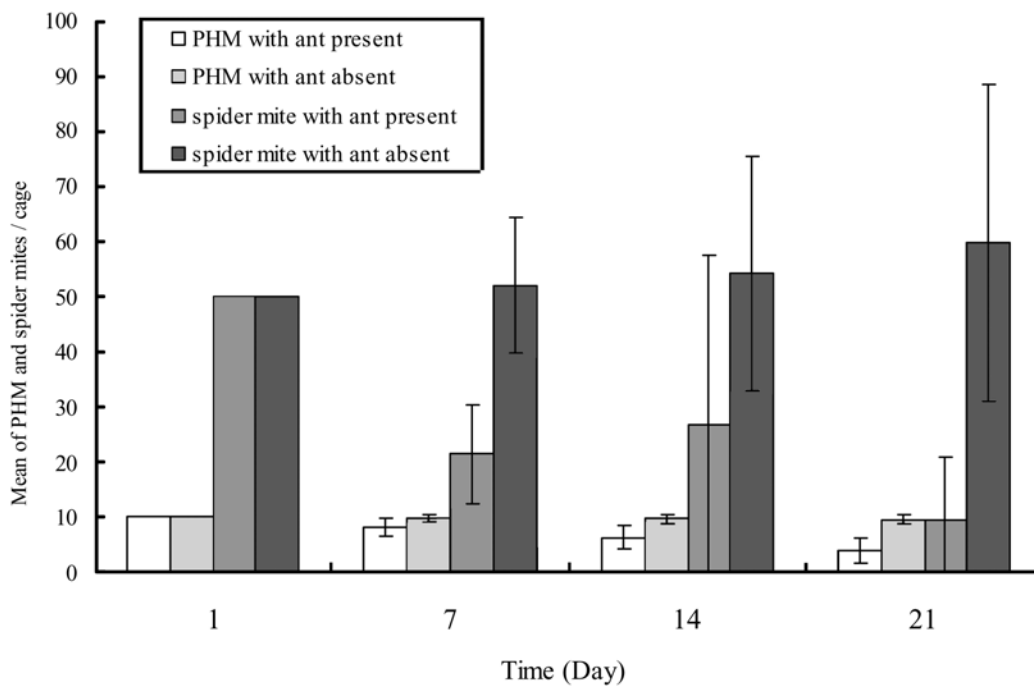
Fig. 5. Influence of *Pheidole megacephala* on the population of *Maconellicoccus hirsutus* on *Hibiscus rosa-sinensis* with adding 10 mealybugs/cage initially.

量之差異，結果顯示，以 10 隻介殼蟲若蟲開始測試，在沒有葉蟎與加入 30 隻葉蟎 21 天

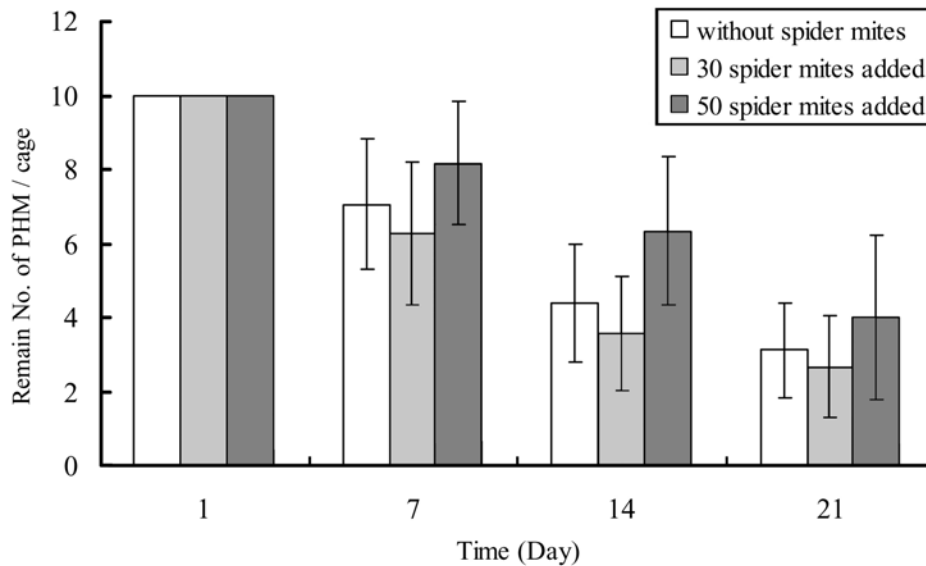
後，二處理的介殼蟲數量每組分別為 3.1 及 2.7 隻，並無顯著差異 ($t_{0.05,18} = 0.23$; $p > 0.05$)，



圖六 桑粉介殼蟲(10 隻)在有或無熱帶大頭家蟻(20 隻)共存下加入 30 隻葉蟎後三週介殼蟲及葉蟎族群之變化。
 Fig. 6. Population change of *Maconellicoccus hirsutus* (PHM) and spider mites after adding 30 spider mites in each cage with 10 PHM existence initially and with or without the presence of 20 *Pheidole megacephala*.



圖七 桑粉介殼蟲(10 隻)在有或無熱帶大頭家蟻(20 隻)共存下加入 50 隻葉蟎後三週介殼蟲及葉蟎族群之變化。
 Fig. 7. Population change of *Maconellicoccus hirsutus* (PHM) and spider mites after adding 50 spider mites in each cage with 10 PHM existence initially and with or without the presence of 20 *Pheidole megacephala*.



圖八 熱帶大頭家蟻於無葉蟎、添加 30 隻葉蟎及 50 隻葉蟎後對桑粉介殼蟲族群之影響。

Fig. 8. Influence of *Pheidole megacephala* on the population of *Maconellicoccus hirsutus* (PHM) with none, 30 or 50 spider mites added.

而接入 50 隻葉蟎植株上的介殼蟲 21 日後平均數量為 4 隻，分別與無葉蟎 ($t_{0.05,18} = 1.94$; $p < 0.05$) 及加入 30 隻葉蟎處理 ($t_{0.05,18} = 2.17$; $p < 0.05$) 的介殼蟲數有顯著差異 (圖八)。

五、熱帶大頭家蟻與桑粉介殼蟲天敵間之關係

將蒙氏瓢蟲幼蟲放入熱帶大頭家蟻與桑粉介殼蟲共存之培養皿，觀察熱帶大頭家蟻對接入蒙氏瓢蟲之反應，10 次測試結果，螞蟻發現瓢蟲存在的時間平均需 6.2 分鐘、出動搬移瓢蟲體表覆蓋物的螞蟻數量平均 3.9 隻、開始移除瓢蟲的時間平均 8.7 分鐘，而由接入瓢蟲至將其殺死，平均需 132.5 分鐘，所有放入試驗之瓢蟲均被螞蟻殺死 (表三)。另外，瓢蟲對介殼蟲捕食量受螞蟻存在與否的影響測試，顯示蒙氏瓢蟲於無螞蟻情況下，6 小時內每隻瓢蟲捕食桑粉介殼蟲平均達 33.9 隻，較有螞蟻存在時之平均捕食量 (0.8 隻) 多達 42

倍 (表四)。

討 論

調查屏東地區與桑粉介殼蟲共存的螞蟻計有 10 種。同一棵植物上亦有出現 2 種以上螞蟻的情況，例如在琉球鄉發現佈滿桑粉介殼蟲之洛神葵植物上，同時出現共存之黑頭慌琉璃蟻 (*T. melanocephalum* (Fabricius))、熱帶火蟻 (*S. geminata* (Fabricius)) 與阿祿斜山蟻 (*P. alluaudi* Emery) 等三種螞蟻，而林邊鄉之朱槿上亦有相同現象，黑頭慌琉璃蟻、熱帶火蟻與長腳捷山蟻 (*A. longipes* (Jerdon)) 同時與桑粉介殼蟲共存。由此推測台灣地區桑粉介殼蟲可分別與多種螞蟻共生，而若食物與空間足夠，則與桑粉介殼蟲共存的不同種螞蟻間，亦可以和平共處 (Lai, 2005)。本報告自野外觀察並採集攜回實驗室

表三 觀察熱帶大頭家蟻對於蒙氏瓢蟲取食桑粉介殼蟲之反應

Table 3. Observation for the responses of *Pheidole megacephala* when provided *Cryptolaemus montrouzieri* to prey on *Maconellicoccus hirsutus*

Behavior of ants in response to predators (n = 10)	Responding time of ants (min.)
Time to discover the predator	6.2 ± 6.3 (min = 1; max = 21)
Time to remove outer covering of ladybug	8.7 ± 6 (min = 2; max = 22)
No. of ants removing the cover of ladybug	3.9 ± 1.1 (min = 3; max = 6)
Time needed to kill ladybug	132.5 (min = 55; max = 545)
Mortality of ladybug	100%

表四 熱帶大頭家蟻對蒙氏瓢蟲捕食量之影響

Table 4. Number of *Maconellicoccus hirsutus* (PHM) fed by *Cryptolaemus montrouzieri* with or without ants present

Treatment	No. PHM fed by ladybug in 6 hrs (Mean ± SD)	$t_{(0.05,10)}$ value
Ants absent	33.9 (± 13.5)	7.72 ($p < 0.0001$)
Ants present	0.8 (± 0.8)	

飼養之介殼蟲，有六成七具蟻巢的朱槿枝條發現有捕食性瓢蟲或與寄生蜂存在，顯見熱帶大頭家蟻與桑粉介殼蟲之間的關係並不親密 (intimate)，Gullan and Kosztarab (1997) 曾提出，介殼蟲與較不親密的螞蟻共生時，介殼蟲被寄生率會提高，本研究亦得相似結果。

Buckly and Gullan (1991) 報告中也提到介殼蟲與較具攻擊性之螞蟻共生時，寄生蜂的寄生率會降低，因此台灣地區熱帶大頭家蟻與桑粉介殼蟲的共生關係較不親密或是熱帶大頭家蟻較不具攻擊性，是造成桑粉介殼蟲常受寄生蜂或捕食者攻擊的原因，此亦可能是台灣地區桑粉介殼蟲未如國外造成嚴重為害的主因。調查螞蟻於朱槿莖基部所築巢內之桑粉介殼蟲僅發現雌成蟲或卵，此兩者應被螞蟻視為蜜露及蛋白質來源。Fischer *et al.* (2002) 曾證實蚜蟲成蟲之蜜露產量為 1、2 齡蚜蟲的兩倍，且螞蟻照顧蚜蟲是取決於蜜露產量，對於蜜露產量多的才給予照顧，因此推測熱帶大

頭家所築蟻巢內僅發現介殼蟲成蟲，是因其蜜露產量較多所致。實驗室內的測試更顯示螞蟻偏愛取食介殼蟲卵，而完全不取食雌成蟲，綜合以上所得，螞蟻應是將介殼蟲雌成蟲帶回蟻巢內待產，同時供予螞蟻蜜露，其產下的卵即成為螞蟻蛋白質與脂質來源，試驗也進一步證實熱帶大頭家蟻之存在並不影響或降低桑粉介殼蟲之產卵量。因此熱帶大頭家蟻於植株基部築巢照顧桑粉介殼蟲的目的，一則是保護並獲取介殼蟲成蟲之蜜露，另則是捕食雌蟲所產的卵。

根據觀察，發現有螞蟻存在之朱槿其生長情形較無螞蟻存在者良好，無螞蟻存在之朱槿，除了桑粉介殼蟲刺吸汁液外，葉蟪亦常為害朱槿使葉片嚴重枯黃甚至死亡，而有螞蟻者則植株較健康。推測熱帶大頭家蟻為了保持介殼蟲良好的生活環境，會捕食或者殺死葉蟪，以維持植物健康，但過去甚少有關於植物、植食者、共生者與捕食者等不同食物階層相互作用

用關係之研究報告。本研究設計了葉蟻對朱槿植物之影響試驗，結果（表一、表二）顯示，葉蟻存在確實會加速植物枯萎，螞蟻在試驗中雖然沒有減緩植物黃化現象，但螞蟻卻能顯著降低葉蟻族群數量（圖四），推測此可能與朱槿之花外蜜（extrafloral nectarines）有關，Becerra and Venable (1991) 提到植物供給螞蟻花外蜜，可使螞蟻保護植物，減少其他植食性害蟲的為害。朱槿葉片具花外蜜，因此螞蟻在無介殼蟲需照護的狀況下仍捕殺葉蟻，應是維持其除了介殼蟲外另一蜜源的原因。另一方面，在有花外蜜的情形下，熱帶大頭家蟻亦不需對介殼蟲嚴密保護，甚至還會捕殺過多的介殼蟲（圖五），試驗指出，具花外蜜的朱槿上留存 1 隻介殼蟲即可提供約 8 隻左右的螞蟻對蜜露之需求。過去研究也已發現螞蟻能對共存之半翅目昆蟲族群加以控制，一方面維持所需蜜露的供應，另一方面確保植物健康，進而有助於共存之半翅目昆蟲族群的存活（Way, 1963; Buckley, 1987; Moya-Raygoza and Nault, 2000; Larsen *et al.*, 2001）。

本研究亦發現朱槿上的葉蟻也會影響熱帶大頭家蟻與桑粉介殼蟲之間的關係，試驗顯示，在介殼蟲與螞蟻共存的盒中，加入 30 隻和 50 隻葉蟻後，葉蟻族群之增加均受顯著之抑制（圖六、七），而較多葉蟻數量的加入則較能減少螞蟻對介殼蟲之捕食（圖八顯示），此應是葉蟻取代了桑粉介殼蟲成為螞蟻的蛋白質食物來源，而使螞蟻對介殼蟲的捕食減少。相對的，無葉蟻存在時，螞蟻取食介殼蟲的數量顯著多於添加 50 隻葉蟻者，由此可知螞蟻捕食葉蟻既可維持良好的與介殼蟲共存之環境，亦可獲得本身所需的蛋白質。

過去研究也指出螞蟻會干擾半翅目昆蟲天敵之寄生或捕食行為，當蚜蟲被寄生蜂寄生後，螞蟻會將被寄生的蚜蟲移除，一方面減少

照顧負擔，另一方面可避免其他蚜蟲也被寄生，以維持蚜蟲族群健康（Vinson and Scarborough, 1991）。Bach (1991) 觀察熱帶大頭家蟻為了保護咖啡綠介殼蟲（*Coccus viridis* Green）會對蒙氏瓢蟲（*C. montrouzieri*）的捕食行為有所抵抗。當螞蟻發現瓢蟲幼蟲後，首先移除瓢蟲身上覆蓋蠟質物，接著殺死瓢蟲，再將牠搬離植物，使綠介殼蟲免於被捕食。而我們在熱帶大頭家蟻與桑粉介殼蟲天敵關係的觀察中，亦以蒙氏瓢蟲之幼蟲為試驗對象。蒙氏瓢蟲之成蟲及幼蟲均會捕食桑粉介殼蟲，整個幼蟲期可取食桑粉介殼蟲若蟲 800-1000 隻（Mani and Krishnamoorthy, 1989）。本試驗顯示，每隻蒙氏瓢蟲老齡幼蟲於無螞蟻情況下，6 小時內捕食桑粉介殼蟲約達 35 隻，較有螞蟻存在時多了 42 倍，顯示熱帶大頭家蟻確有抑制蒙氏瓢蟲捕食桑粉介殼蟲之作用。另觀察螞蟻對接入瓢蟲幼蟲之反應，結果發現測試 10 小時內，當瓢蟲與螞蟻數量比為 1：50 時，螞蟻能 100% 捕殺所接入之蒙氏瓢蟲，顯示桑粉介殼蟲確因螞蟻存在而能免於天敵的捕食。

綜上所述，熱帶大頭家蟻與桑粉介殼蟲的共存並非完全的互利共生（mutualism），雖然其可（甚至築巢）保護介殼蟲免於天敵的攻擊，但二者關係並不親密。熱帶大頭家蟻的照護除了為獲取桑粉介殼蟲成蟲的蜜露，必要時其也捕食介殼蟲的卵及若蟲為食物，而當另有如葉蟻的其它植食者存在時，螞蟻會因自身利益的考量優先捕食葉蟻，此三者相互間的關係似都取決於螞蟻。當然，生物間其他複雜食物階層（trophical level）的關係，例如具花外蜜的植株、介殼蟲與螞蟻，或螞蟻、介殼蟲及介殼蟲天敵等，其交互作用皆有待更進一步的研究與了解。

誌 謝

彰化師範大學生物學系林宗岐老師研究期間協助鑑定螞蟻種類，行政院農委會農業試驗所何琦琛博士協助鑑定蟻類，翁振宇先生與陳淑佩博士協助鑑定介殼蟲及寄生蜂種類，賴威秀同學提供試驗所需蒙氏瓢蟲幼蟲，在此一併致謝。

引用文獻

- Bach, C. E.** 1991. Direct and indirect interactions between ants (*Pheidole megacephala*), scales (*Coccus viridis*) and plants (*Pluchea indica*). *Oecologia* 87: 233-239.
- Becerra, J. X., and D. L. Venable.** 1991. The role of ant-Homoptera mutualisms in the evolution of extrafloral nectarines. *Oikos* 60: 105-106.
- Buckley, R. C.** 1987. Interactions involving plants, Homoptera, and ants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 18: 111-135.
- Buckley, R. C., and P. Gullan.** 1991. More aggressive ant species (Hymenoptera: Formicidae) provide better protection for soft scales and mealybug (Homoptera: Coccidae, Pseudococcidae). *Biotropica* 23: 282-286.
- Delabie, J. H. C.** 2001. Trophobiosis between Formicidae and Hemiptera (Sternorrhyncha and Auchenorrhyncha): an overview. *Neot. Entomol.* 30: 501-516.
- Fischer, M. K., W. Völkl, R. Schopf, and K. H. Hoffmann.** 2002. Age-specific patterns in honeydew production and honeydew composition in the aphid *Metopeurum fuscoviride*: implications for ant-attendance. *J. Insect Physiol.* 48: 319-326.
- Ghose, S. K.** 1970. Predators, parasites and attending ants of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Plant Prot. Bull.* 22: 22-30.
- Gullan, P. J., and M. Kosztarab.** 1997. Adaptations in scale insects. *Annu. Rev. Entomol.* 42: 23-50.
- Hill, S. D.** 1994. *Agricultural Entomology*. Timber Press, Portland. 635 pp.
- Lai, Y. C.** 2005. Mutualistic interactions of pink hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* and bigheaded ant *Pheidole megacephala*. Master thesis, Department of Plant Protection, National Pingtung University of Science and Technology. 58 pp. (in Chinese)
- Larsen, K. J., L. M. Staehle, and E. J. Dotseth.** 2001. Tending ants (Hymenoptera: Formicidae) regulate *Dalbulus quinquevittatus* (Homoptera: Cicadellidae) population dynamics. *Environ. Entomol.* 30: 757-762.
- Larsen, K. J., F. E. Vega, G. Moya-Raygoza, and L. R. Nault.** 1991. Ants (Hymenoptera: Formicidae) associated with the leafhopper *Dalbulus quinquevittatus* (Homoptera: Cicadellidae) on gamagrasses in Mexico. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 84: 498-501.
- Mani, M., and A. Krishnamoorthy.** 1989. Life cycle, host stage suitability and

- pesticide susceptibility of the grape mealybug parasitoid, *Allotropa japonica* sp. n. J. Biol. Cont. 3: 7-9.
- Moya-Raygoza, G., and L. R. Nault.** 2000. Obligatory mutualism between *Dalbulus quinquenotatus* (Homoptera: Cicadellidae) and attendant ants. Ann. Entomol. Soc. Am. 93: 929-940.
- Meyerdirk, D. E., R. Warkentin, B. Attavian, E. Gerasbeck, A. Francis, M. Adams, and G. Francis.** 2001. Biological control of pink hibiscus mealybug project manual. Published on www.aphis.usda.gov/ppq/manuals/pdf_files/phm.pdf. Accessed: May 10, 2004.
- Queiroz, J. M., and P. S. Olivera.** 2001. Tending ants protect honeydew-producing whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae). Environ. Entomol. 30: 295-297.
- Price, P. W.** 1984. Insect Ecology. Wiley Press, N. Y. 607 pp.
- Serrano, M. S., S. L. Lapointe, and D. E. Meyerdirk.** 2001. Attraction of males by virgin females of the mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae). Environ. Entomol. 30: 339-345.
- Shen, H. M.** 2005. Biological characteristics of *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae). Master thesis, Department of Plant Protection, National Pingtung University of Science and Technology. 62 pp. (in Chinese)
- Tu, W. G., W. J. Wu., and P. P. Lee.** 1988. Planococcini of Taiwan (Homoptera: Pseudococcidae). Ann. Taiwan Museum 31: 71-101. (in Chinese)
- Vinson, S. B., and T. A. Scarborough.** 1991. Interactions between *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae), *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), and the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Aphidiidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 84: 158-164.
- Way, M. J.** 1963. Mutualism between ants and honeydew-producing Homoptera. Annu. Rev. Entomol. 8: 307-344.
- Williams, D. J.** 1996. A brief account of the hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), a pest of agriculture and horticulture, with descriptions of two related species from southern Asia. Bull. Entomol. Res. 86: 617-628.

收件日期：2005年12月20日

接受日期：2007年6月27日

The association of pink hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green) with bigheaded ant, *Pheidole megacephala* (Fabricius) on hibiscus

Yi-Chun Lai, Niann-Tai Chang* Department of Plant Protection, National Pingtung University of Science and Technology, No .1, Hseah-Fu Rd., Neipu, Pingtung 912, Taiwan

ABSTRACT

Ten species of ants associating with hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Green), in Pingtung, Taiwan were observed. From those attending ants, *Pheidole megacephala* (Fabricius) and *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius) are frequently detected in 19 townships. Thus, the associations between *P. megacephala*, the most common ants on hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis* Linn.), and hibiscus mealybug were studied in the laboratory. On average, after 28 days only 2.8 out of 10 mealybugs are left coexisting with ants on hibiscus in a 17×10×9 cm³ cage. This result shows that ants prey on *M. hirsutus* in case they need protein and fat and there is no additional food supply. By adding 50 spider mites (*Tetranychus* sp.) into the cage, the amount of mealybugs fed upon by ants dropped significantly in comparison to when there were no mites added ($t_{0.05,18}=1.94$, $p < 0.05$). In place of mealybugs, spider mites can serve as an alternative protein source for ants. This can also be proven by the 6-fold of decrease in the number of mites coexisting with ants after 21 days. Predatory and/or parasitic natural enemies were found in 67% of 22 nests constructed by *P. megacephala* at the stem base of hibiscus. Generally speaking, only female adults and eggs of *M. hirsutus* could be found inside those nests. The comparison of the preference of *P. megacephala* for egg, nymph and adult of *M. hirsutus* indicated that ants do not consume adults and have a significant preference for eggs over nymphs ($t_{0.05,20} = 3.01$, $p = 0.002$). Because the tests also showed that ants did not influence the egg production of female adults, we presume that the eggs and the adults of *M. hirsutus* found in the nest are the protein and honeydew, respectively, resources of the ants. The observation of the protective behavior of *P. megacephala* against the attack of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant on mealybug showed that all *C. montrouzieri* introduced were killed and removed in 132.5 min. The mealybugs that associated with ants are indeed protected from attack by their predatory natural enemies, although mealybugs and ants do not have an intimate association.

Key words: associations, *Maconellicoccus hirsutus*, *Pheidole megacephala*, *Hibiscus rosa-sinensis*

*Correspondence address
e-mail: pp308@mail.npust.edu.tw