



【Research report】

影響桔粉介殼蟲寄生蜂(*Leptomastix dactylopii* Howard)性比之各種因子【研究報告】

蘇宗宏、李奇倉

*通訊作者E-mail:

Received: Accepted: 1993/10/08 Available online: 1993/12/01

Abstract

摘要

桔粉介殼蟲寄生蜂(*Leptomastix dactylopii* Howard)是桔粉介殼蟲(*Planococcus citri* (Risso))之單元內寄生蜂。本研究之目的是在實驗室內研究影響寄生蜂子代性比之各種因子。寄生蜂可寄生在不同日齡的桔粉介殼蟲，寄生蜂子代雄性比率以14日齡最高平均為70.0%，42日齡最低平均為45.5%，寄生蜂子代雄性比率隨著寄主日齡增加而下降，子代數量亦隨寄主日齡增加而上升。寄生蜂寄生不同密度的桔粉介殼蟲，寄生蜂子代雄性比率，以寄生在較低密度寄主20隻時最低為31.0%，寄生在較高密度寄主300隻時，最高45.1%，其雄性比率隨著寄主密度增加而升高。寄生蜂在35°C高溫產卵時，會影響其子代的雄性比率。寄生蜂在15°C低溫產卵時，則雄性比率無顯著差異。寄生蜂子代性比率不因雌性寄生蜂密度不同而有差異，顯示雌性寄生蜂密度不影響其子代雄性比率。隨著雌性寄生蜂密度增加，其產生子代數量也隨著增加，平均每1隻寄生蜂的子代產量，以接50隻寄生蜂的4.1隻最高。寄生蜂在第1日齡至12日齡產卵時，其子代雄性比率無顯著差異，顯示寄生蜂在不同日齡產卵，不響其子代的性比。子代數量則以第3及第6日齡較多，剛羽化交尾完成之第1日齡及日齡較久之第9及第12日齡寄生蜂其生產子代數量較少。供給寄生蜂不同食物，不影響寄生蜂子代的雄性比率。

Key words:

關鍵詞: 桔粉介殼蟲、桔粉介殼蟲寄生蜂、寄生蜂、性比。

Full Text:  [PDF \(0.75 MB\)](#)

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

影響桔粉介殼蟲寄生蜂(*Leptomastix dactylopii* Howard)性比之各種因子

蘇宗宏、李奇倉 國立中興大學昆蟲學系 台中市國光路 250 號

摘 要

桔粉介殼蟲寄生蜂(*Leptomastix dactylopii* Howard)是桔粉介殼蟲(*Planococcus citri* (Risso))之單元內寄生蜂。本研究之目的是在實驗室內研究影響寄生蜂子代性比之各種因子。寄生蜂可寄生在不同日齡的桔粉介殼蟲，寄生蜂子代雄性比率以 14 日齡最高平均為 70.0%，42 日齡最低平均為 45.5%，寄生蜂子代雄性比率隨著寄主日齡增加而下降，子代數量亦隨寄主日齡增加而上升。寄生蜂寄生不同密度的桔粉介殼蟲，寄生蜂子代雄性比率，以寄生在較低密度寄主 20 隻時最低為 31.0%，寄生在較高密度寄主 300 隻時，最高為 45.1%，其雄性比率隨著寄主密度增加而升高。寄生蜂在 35°C 高溫產卵時，會影響其子代的雄性比率。寄生蜂在 15°C 低溫產卵時，則雄性比率無顯著差異。寄生蜂子代雄性比率不因雌性寄生蜂密度不同而有差異，顯示雌性寄生蜂密度不影響其子代雄性比率。隨著雌性寄生蜂密度增加，其產生子代數量也隨著增加，平均每 1 隻寄生蜂的子代產量，以接 50 隻寄生蜂的 4.1 隻最高。寄生蜂在第 1 日齡至 12 日齡產卵時，其子代雄性比率無顯著差異，顯示寄生蜂在不同日齡產卵，不影響其子代的性比。子代數量則以第 3 及第 6 日齡較多，剛羽化交尾完成之第 1 日齡及日齡較久之第 9 及第 12 日齡寄生蜂其生產子代數量較少。供給寄生蜂不同食物，不影響寄生蜂子代的雄性比率。

關鍵詞：桔粉介殼蟲、桔粉介殼蟲寄生蜂、寄生蜂、性比。

Factors Affecting the Sex Ratio of *Leptomastix dactylopii*

Howard, a Parasitoid of *Planococcus citri* (Risso)

Tsong-Hong Su and Chi-Tsang Li Department of Entomology, National Chung Hsing University, 250 Kuokuang Road, Taichung, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Leptomastix dactylopii Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) is a solitary endoparasitoid of the citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso). The objective of this research was to investigate the factors that affect the sex ratio of *L. dactylopii* in a laboratory environment. *L. dactylopii* operated as a parasite of *P. citri* at various ages. The male sex ratio of progeny of *L. dactylopii* emerging from parasitized 14-day-old hosts was 70%, and that from 42-day-old hosts was 45.5%. The sex ratio of progeny of *L. dactylopii* parasitizing large hosts favoured the females, but small hosts favoured the males. The male sex ratio of progeny decreased as the age of the host increased, but progeny production increased as host age increased. *L. dactylopii* provided with 20 hosts produced progeny with the smallest male sex ratio 31%, whereas the greatest male sex ratio 45% was obtained for those provided with 300 hosts. The male sex ratio increased with increasing host density. A high temperature (35°C) affected the male sex ratio of the progeny of *L. dactylopii*, but there was no effect at 15°C. No significant distinction in sex ratio was observed between the progeny produced by various densities of *L. dactylopii*. The total production of progeny increased with increasing density of female parasitoids. The greatest production of progeny was found at a density 50 female parasitoids, producing 4.1 progen per female. The sex ratio varied in significantly among progeny produced by females aged 1–12 days. The production of progeny of females at ages 3 and 6 days was greater than that of 1, 9 and 12 days. No distinction was found in the male sex ratio of the progeny from female parasitoids depending on varied foods.

Key words: *Planococcus citri*, *Leptomastix dactylopii*, parasitoid, sex ratio.

前 言

桔粉介殼蟲(*Planococcus citri* (Risso)) 爲害植物種類甚多。在果樹方面例如柑桔、葡萄、檬果等；在經濟作物方面例如咖啡和

觀賞花木等。其分布甚爲廣泛，從熱帶、亞熱帶、至溫帶溫室內之作物亦經常被害(Su and Wang, 1988)。桔粉介殼蟲生活史短、繁殖力強，且其初齡若蟲分散時，會尋找隙縫和隱蔽處固著，以致噴灑藥劑防治桔粉介殼

蟲，常無法達到防治效果(Doutt, 1952)。因此防治桔粉介殼蟲多以釋放寄生性天敵之生物防治方法進行，其中以跳小蜂科(Encyrtidae)之跳小蜂(*Leptomastix dactylopii* Howard)被應用最廣(Krishnamoorthy and Singh, 1987; Smith *et al.*, 1988)。

大量繁殖天敵是生物防治重要的基礎工作，但在實驗室大量繁殖天敵，通常有三個問題需要考慮：一、寄主昆蟲的品質(host quality)：寄主的品質通常會決定所飼養天敵的品質，對寄生蜂而言，寄主大小(host size)是一個重要因子，自體型較小的寄主所羽化的寄生蜂，會降低其的壽命(longevity)及生殖力(fecundity) (Charnov *et al.*, 1981)。二、太擁擠的環境：天敵飼養太擁擠，會導致天敵競爭寄主和食物，降低天敵的壽命和適應力(fitness)。寄生蜂在過度擁擠會導致過量寄生(superparasitism)，單元(solitary)寄生蜂過量寄生會增加幼蟲的死亡率；多元(gregarious)寄生蜂則會導致體型小寄生蜂的出現，小型寄生蜂比大型寄生蜂壽命短、子代產量少(Waage and Ng, 1984)。三、性比(sex ratio)：許多因子影響寄生蜂的性比，在大量飼養時，首應注意雌性寄生蜂交尾與否，未交尾的雌性寄生蜂只產生雄性子代，而寄主品質、過度擁擠、溫度等也會影響性比(Waage *et al.*, 1984)。因此研究影響大量繁殖天敵性比的因子是必要的，由理論預測子代和性比之分配，了解室內飼養之寄生蜂族群，與田間發生性比的不同，進而能在生物防治供大量繁殖天敵時控制品質(Waage, 1986)。

King (1987)依據一百多種的寄生蜂，歸納影響其性比之各種因子如下：(1)雌性寄生蜂產卵時的日齡(2)雄性寄生蜂交尾時的日齡或交尾次數(3)異常的溫度(4)寄主昆蟲的大小、日齡或品質(5)雌性寄生蜂密度(6)自每個

寄主羽化的寄生蜂子代數量(7)食物供給與否(8)寄主昆蟲密度等。Fisher (1930)最早提出性比理論預測逢機交尾(randomly mating)的族群，若產生雄性或雌性子代，所耗費的資源相等，其雄性和雌性子代數應該相等，則性比為 0.5 是可以預測得知。Hamilton (1967)提出 Local mate competition (LMC)的理論，若雌雄性的交尾是非逢機交尾(nonrandomly mating)，則子代性比與雌性親代數目有關，子代性比會隨著雌性親代密度而改變。雄性寄生蜂偏向於由小型寄主或日齡較少之寄主羽化，而雌性寄生蜂則偏向由大型寄主或日齡較多的寄主羽化(Charnov *et al.*, 1981)。研究桔粉介殼蟲寄生蜂性比，除了解影響其性比之諸因子外，可在應用於生物防治時大量繁殖桔粉介殼蟲寄生蜂，獲得良好的寄生蜂品質。

材料與方法

一、大量繁殖桔粉介殼蟲之方法

將馬鈴薯(*Solanum tuberosum* L.)經過低溫冷藏後，以清水洗淨晾乾，移入不透光的育芽箱內，黑暗處理使馬鈴薯發芽，待馬鈴薯長芽長約 1~2 cm 後，供作桔粉介殼蟲之代用寄主植物，以大量繁殖桔粉介殼蟲。

以桔粉介殼蟲初齡若蟲接種在新鮮的南瓜(*Cucurbita moschata* Duchesne)及發芽的馬鈴薯，由於初孵化的桔粉介殼蟲的初齡若蟲爬行活潑會四處分散，將南瓜和發芽的馬鈴薯置於飼養桔粉介殼蟲的玻璃缸上，以靠接大量的桔粉介殼蟲初齡若蟲，經 12 小時後，將馬鈴薯及南瓜移置於塑膠盒內，在塑膠盒內鋪兩層吸水紙，可將桔粉介殼蟲生長過程所分泌的蜜露吸收，在走入式生長箱(25 ± 1°C; 60 ± 10% R.H.; L:D=12:12)中飼育桔粉介殼蟲，桔粉介殼蟲發育至成蟲後便可供

給寄生蜂寄生。

二、大量繁殖桔粉介殼蟲寄生蜂之方法

將已被寄生蜂寄生的桔粉介殼蟲移置於鋪有報紙的水盤內，上方以壓克力盒(25×25×35 cm)罩住，在壓克力盒三面開有紗窗以便透氣，待寄生蜂羽化後，以解剖針沾蜂蜜，在壓克力盒內上方塗蜂蜜成條狀，供給寄生蜂食物，以維持寄生蜂的活力及壽命。

將已在馬鈴薯和南瓜上發育至成蟲的桔粉介殼蟲移入飼養寄生蜂的透明壓克力盒內，使寄生蜂寄生桔粉介殼蟲經過2-3天後，將被寄生的桔粉介殼蟲移至另一壓克力盒內，在生長箱(25±1°C; 60±10% R.H.; L:D=12:12)內發育，待寄生蜂羽化成蟲。如此重覆移入桔粉介殼蟲成蟲，可繼續大量繁殖寄生蜂。

三、觀察桔粉介殼蟲寄生蜂交尾與未交尾對子代性比之影響

將在膠囊內羽化的寄生蜂分成雄性與雌性之後，雌性寄生蜂分成已交尾與未交尾兩組，已交尾的雌性寄生蜂是將同日羽化寄生蜂雌雄一對，放入玻璃管(直徑3 cm，高8 cm)內，在玻璃管壁點一滴蜜，並外罩200 mesh的紗網，觀察寄生蜂確實已交尾後，分別將已交尾與未交尾的雌性寄生蜂4隻，移入含有300隻桔粉介殼蟲成蟲的玻璃缸內(直徑8 cm×高度12 cm)，玻璃缸外罩紗網，在生長箱中寄生24小時後，將寄生蜂移走，被寄生的粉介殼蟲置於生長箱中飼育，每個處理重複12次，等待寄生蜂子代羽化後，計算雌雄性的數量。性比數據先以 $\arcsin\sqrt{\%}$ 轉換後，加以統計分析，以下除非說明，均以此種方法分析。

四、觀察桔粉介殼蟲寄生蜂密度對其子代性比之影響

將寄生蜂密度分成低密度(1~8隻)與高密度(10~100隻)兩組，為符合在大量繁殖寄

生蜂的情況，供試桔粉介殼蟲數量為300隻，以試驗在大量寄主的條件下，寄生蜂密度對其子代性比的影響。

a. 低寄生蜂密度(1~8隻)試驗組

將著生有300隻桔粉介殼蟲成蟲的馬鈴薯置入底部鋪有吸水紙的玻璃缸(直徑8 cm×高12 cm)內，玻璃缸外罩紗網，分別引入1, 2, 4, 8隻已交尾過的雌性寄生蜂，在生長箱內寄生24小時後，將寄生蜂移走，被寄生的粉介殼蟲置於生長箱中飼育，每個處理重複12次，等待寄生蜂子代羽化計算雌雄數量。

b. 高寄生蜂密度(10~100隻)試驗組

分別以10, 20, 50, 100隻已交尾過的雌性寄生蜂引入含有300隻桔粉介殼蟲成蟲的玻璃缸，玻璃缸外罩200 mesh的紗網，在生長箱(25±1°C, 60±10% R.H., L:D=12:12)中寄生24小時後，將寄生蜂移走，被寄生的粉介殼蟲置於生長箱中飼育，每個處理重複6次，待寄生蜂子代羽化後，計算雌雄性的數量。

五、觀察桔粉介殼蟲寄生蜂日齡對其子代性比之影響

將同一日在膠囊內羽化的寄生蜂，收集在一起進行交尾，將同日羽化寄生蜂一對放入玻璃管內(直徑3 cm，高8 cm)，玻璃管壁點一滴蜜，並外罩紗網，並且在紗網上放置綿球，加數滴蒸餾水，寄生蜂成蟲之日齡分成羽化交尾後第1, 3, 6, 9及12日共五組，第1日齡的寄生蜂是羽化交尾當日即供給寄主寄生，而已交尾的雌性寄生蜂在玻璃管(管壁點蜜，且每日滴加蒸餾水)至3, 6, 9, 12日時，再供給寄主寄生。將2隻雌性寄生蜂移入含有300隻桔粉介殼蟲成蟲的玻璃缸內，玻璃缸外罩紗網，在生長箱中寄生24小時後，將寄生蜂移走，被寄生的桔粉介殼蟲飼養於生長箱每個處理重複12次，等待寄生

蜂子代羽化，計算雌雄性數量。

六、觀察桔粉介殼蟲寄生蜂供給不同食物對其子代性比之影響

寄生蜂羽化至交尾前未供給任何食物，在交尾後分成無供給食物，供給蜂蜜及供給蒸餾水三個處理，當處理在供給食物經 24 小時後，將 4 隻雌性寄生蜂移入含有 300 隻桔粉介殼蟲成蟲的玻璃缸內，玻璃缸外罩紗網，在生長箱的環境下寄生 24 小時，然後將寄生蜂移走，被寄生的桔粉介殼蟲飼養於生長箱，每個處理重複 12 次，待寄生蜂子代羽化計算雌雄性數目。

七、觀察桔粉介殼蟲寄生蜂寄生在不同日齡寄主對其子代性比之影響

馬鈴薯塊芽長 1~2 cm 靠接桔粉介殼蟲初齡若蟲經 12 小時後，將著生桔粉介殼蟲初齡若蟲的馬鈴薯芽塊散置於鋪有二層吸水紙的水盆內，在生長箱飼育桔粉介殼蟲，桔粉介殼蟲日齡分成兩組：(1)每隔 7 日齡：14, 21, 28, 35, 42 日齡。(2)21~35 日齡每隔 2 日齡：即 23, 25, 27, 29, 31, 33 日齡，將羽化交尾後的雌性寄生蜂 4 隻引入有桔粉介殼蟲的玻璃缸內，玻璃缸外罩紗網，在生長箱內寄生 24 小時後，移走寄生蜂。被寄生的桔粉介殼蟲在生長箱中飼育，每個處理重複 12 次，待寄生蜂子代羽化後計算雌雄性的數量。

八、觀察桔粉介殼蟲寄生蜂寄生在不同寄主密度對其子代性比之影響

當著生於馬鈴薯芽塊的桔粉介殼蟲發育至三齡時，以剪刀將芽連同桔粉介殼蟲除去，並用毛筆將固著馬鈴薯表面的桔粉介殼蟲清除至尚含有 20, 50, 100, 300 隻後，分別將不同密度的桔粉介殼蟲分開飼養，待桔粉介殼蟲發育至成蟲後，移入鋪有吸水紙的玻璃缸內，引入 4 隻已交尾雌性寄生蜂，玻璃缸外罩紗網，在生長箱中寄生 24 小時後，將寄生蜂移走，被寄生的桔粉介殼蟲飼養於生

長箱中，每個處理重複 12 次，待寄生蜂子代羽化計算雌雄性數目。

九、觀察桔粉介殼蟲寄生蜂在不同溫度下產卵對其子代性比之影響

將含有 300 隻桔粉介殼蟲成蟲的馬鈴薯芽塊，放入鋪有吸水紙的玻璃缸內後，引入 4 隻已交尾的雌性寄生蜂，玻璃缸外罩紗網，寄生蜂在不同溫度 35°C、25°C 和 15°C 下產卵經 24 小時後，將寄生蜂移走，將被寄生的桔粉介殼蟲飼養於生長箱內，每個處理重複 12 次，待寄生蜂子代羽化後計算雌雄性數目，以多變域法分析寄生蜂在不同溫度 35°C、25°C 和 15°C 下子代性比之差異。

結果與討論

一、桔粉介殼蟲寄生蜂交尾與未交尾子代之性比

未交尾與已交尾雌性寄生蜂對子代性比的影響，結果顯示未交尾雌性寄生蜂所產下子代均為雄性，寄生蜂子代性比♀：♂=0：1，已交尾寄生蜂所產下的子代雌性及雄性均有，寄生蜂子代性比平均為 50.5%，顯示未交尾雌性寄生蜂只產下雄性子代，交尾過的雌性寄生蜂產下雄性與雌性子代，因此可知 *L. dactylopii* 的性別決定為單倍體(haploid)或二倍體(diploid)的方式，未受精卵發育為雄性，受精的卵發育為雌性。雌性寄生蜂在產卵時可以調整受精卵的比率，控制寄生蜂子代的性比(King, 1987)。寄生蜂單倍體或二倍體的性別決定方式，使得寄生蜂子代性比呈現很大的變異，從偏向雄性(male-biased)至偏向雌性(female-biased)，由於寄生蜂性比的變化大，很多學者均對寄生蜂性比的研究感到興趣(Charnov *et al.*, 1981; Waage, 1986; King, 1987)。然而寄生蜂調節子代性比的能力，及環境因子如何影響寄生蜂性比

的決定尙未明瞭(Strand, 1988)。

二、桔粉介殼蟲寄生蜂密度對其子代性比之影響

不同密度的桔粉介殼蟲寄生蜂寄生 300 隻桔粉介殼蟲成蟲，其子代的性比，以 8 隻寄生蜂時平均為 43.4% 最低，100 隻寄生蜂時平均為 55.8% 最高，而其他密度 1, 2, 4, 10, 20, 50 隻寄生蜂時，子代性比分別為 51.5、50.9、48.4、52.5、55.7、52.6，經統計分析($F=0.25$, $p=0.96$)不同寄生蜂密度其子代性比無顯著差異(表一)，即在大量桔粉介殼蟲成蟲(300 隻)的情況下，桔粉介殼蟲寄生蜂子代的性比不受寄生蜂密度的影響。Hamilton (1967)所提出的 Local mate competition (LMC)的理論，當雌性寄生蜂在一個隔離的區域內產卵，所羽化的子代交尾只發生在隔離的區域內，這些子代性比與親代雌性寄生蜂的數目(n)有關，理論預測子代性比為 $(n-1)/2n$ ，雌性寄生蜂的密度會影響子代性比，與本試驗結果比較並不符合，顯示桔粉介殼蟲寄生蜂不符合 LMC 的理論。寄生蜂密度過高或寄生蜂與寄主的比率(寄生蜂：寄主)過高，會造成寄生蜂在被寄生的寄主產下過多的卵，形成過量寄生。過量寄生會導致寄生蜂不同性別間的死亡率不同，可能因為雌性子代死亡率高，而使性比偏向雄性；可能因雄性子代死亡率過高，而使性比偏向雌性(King, 1987)。桔粉介殼蟲寄生蜂是一種單一(solitary)寄生蜂，通常只在一個寄主上產一個卵，且桔粉介殼蟲寄生蜂能夠判斷寄主是否被寄生，因此很少產生過量寄生的問題。因為桔粉介殼蟲寄生蜂的密度不影響其子代的性，且同時有桔粉介殼蟲寄生蜂競爭寄主時，少有過量寄生的情形，因此在一連串的實驗中，所用寄生蜂的數目為 2 隻或 4 隻，因當時材料來源是否充足，而決定所試驗的寄生蜂數目。而相似的結果在樹薯粉介

殼蟲(*Phenacoccus manihoti*)之跳小蜂科寄生蜂(*Epidinocarsis lopezi*)之子代性比不會因寄生蜂的數目而有差異(Dijken *et al.*, 1989)。而寄生蜂(*Bracon hebetor*)的密度從 50 隻到 400 隻，也同樣在性比的表現未隨著寄生蜂的密度增加而性比增加(Reinert & King, 1971)。

三、桔粉介殼蟲寄生蜂日齡對其子代性比之影響

寄生蜂在交尾後延遲產卵，結果顯示其子代性比以 9 日齡寄生蜂平均為 58.5% 最高，6 日齡寄生蜂 48.7% 最低，而其他各日齡 1, 3, 12 分別為 50.0%、48.5%、54.5%，經統計分析($F=0.59$, $p=0.67$)無顯著差異(表二)，顯示延遲寄生蜂在不同日齡產卵不影響其子代的性比。相似的結果在寄生蜂(*Bio-steres tryoni*)寄生三齡晚期的地中海果實蠅(*Ceratitis capitata*)幼蟲，隨著寄生蜂日齡的增加寄生蜂的性比並無顯著差異(Wong *et al.*, 1990)。

四、桔粉介殼蟲寄生蜂供給不同食物對子代性比之影響

桔粉介殼蟲寄生蜂分別供給不同食物後令其寄生 24 小時，其子代性比以餵食蒸餾水平均為 59.4% 最高，餵食蜂蜜 50.7% 次之，而無餵食任何食物平均為 48.3% 最低，經統計分析($F=1.52$, $p=0.23$)無顯著差異(表三)，顯示供給桔粉介殼蟲寄生蜂不同食物不影響其子代的性比。相似結果在寄生蜂(*Ito-plectis conquisitor*)餵食寄生蜂不同食物，寄生蜂子代性比無顯著差異(House, 1980)。

五、桔粉介殼蟲寄生蜂寄生不同日齡寄主對其子代性比之影響

桔粉介殼蟲寄生蜂寄生在不同日齡的桔粉介殼蟲，對其子代性比影響試驗結果顯示，以寄生在 14 日齡的桔粉介殼蟲時雄性性比平均為 70% 最高，寄生 42 日齡的桔粉介殼

表一 不同密度之桔粉介殼蟲寄生蜂對其子代性比的影響

Table 1. Effect of different densities of *Leptomastix dactylopii* on the sex ratio of progeny

No. of parasitoids / 300 hosts	N ¹⁾	No. of progeny emerged			Sex Ratio ²⁾ (% of male)
		Male	Female	Total	
1	12	17	16	33	51.5
2	12	26	25	51	50.9
4	12	46	49	95	48.4
8	12	63	82	145	43.4
10	6	115	104	219	52.5
20	6	210	167	377	55.7
50	6	639	576	1215	52.6
100	6	956	756	1712	55.8

¹⁾ No. of replicates in each treatment.

²⁾ Sex ratio was independent of the number of parasitoids ($F=0.25$, $p=0.96$).

表二 桔粉介殼蟲寄生蜂雌性成蟲交尾後經過不同日數產卵對其子代雄性比率之影響

Table 2. Effect of the age of *Leptomastix dactylopii* females on the sex ratio of progeny

Age of parasitoids (days)	No. of progeny emerged			Sex Ratio ¹⁾ (% of male)
	Male	Female	Total	
1	47	49	96	50.0
3	91	95	186	48.9
6	136	143	279	48.7
9	48	38	86	58.5
12	49	41	90	54.5

¹⁾ Sex ratio was independent of parasitoid age ($F=0.59$, $p=0.67$).

表三 桔粉介殼蟲寄生蜂供給不同食物對其子代性比之影響

Table 3. Sex ratio of the progeny of *Leptomastix dactylopii* fed on different foods

Food ¹⁾	No. of progeny emerged			Sex Ratio ²⁾ (% of male)
	Male	Female	Total	
Water	41	28	69	59.4
Honey	35	34	69	50.7
Without food	29	31	60	48.3

¹⁾ Twelve replicates in each treatment.

²⁾ Sex ratio was independent of foods provided ($F=1.52$, $p=0.23$).

蟲雄性性比平均為 45.5% 最低，而寄生在 21, 28, 35 日齡桔粉介殼蟲時，寄生蜂子代雄性性比分別為 66.7%、51.4%、及 46.6%，經統計分析 ($F=3.94$, $p<0.05$) 有顯著差異(表四)，顯示不同日齡桔粉介殼蟲會影響寄生蜂子代的性比。以桔粉介殼蟲日齡驗證 Charnov's

Model，以日齡作為寄主大小(host size)的標準，試驗寄生蜂性比與桔粉介殼蟲日齡關係，結果由表四顯示寄生蜂寄生在日齡較少的桔粉介殼蟲時，雄性寄生蜂比例較高，寄生在老熟的桔粉介殼蟲，雄性比例低，性比隨著寄主的大小逐漸地改變。桔粉介殼蟲寄

表四 不同日齡之寄主昆蟲對桔粉介殼蟲寄生蜂子代性比之影響

Table 4. Effects of host age on the sex ratio of the progeny of *Leptomastix dactylopii*

Age of <i>P. citri</i> (days)	N ²⁾	No. of progeny emerged			Sex Ratio ¹⁾ (% of male)
		Male	Female	Total	
14	17	21	9	30	70.0
21	10	23	11	34	67.6
23	12	46	37	83	55.4
25	12	83	76	159	52.2
27	12	28	35	63	44.4
28	12	50	48	98	51.4
29	12	53	52	105	50.5
31	12	78	66	144	55.1
33	12	66	70	136	48.5
35	12	54	45	99	46.6
42	12	87	103	190	45.5

¹⁾ Sex ratio was dependent of host age ($F=3.94, p<0.05$).

²⁾ No. of replicates in each treatment.

生蜂的性別分配(sex allocation)在較大的寄主上，產下較多雌性的卵。桔粉介殼蟲寄生蜂在大的寄主產下較多雌性子代，在小的寄主產下較多雄性子代。當桔粉介殼蟲寄生蜂在面臨寄主時，寄生蜂如何決定產下雄性或雌性的卵？Flanders (1939)解釋可能在寄主的外部有許多訊息，被正要產卵的雌性寄生蜂偵測到這些訊息，而影響寄生蜂決定產下的卵受精或未受精。在內寄生寄生蜂的產卵管上有許多感覺器，可以偵測寄主內部環境的訊息(Vinson, 1976)。在寄生蜂 *B. tryoni* 的產卵管具有這些假設的感覺器，可以偵測到可能的化學物質(如 pH 值、酶、或荷爾蒙)，這些訊息可能影響雌性寄生蜂的決定產下的卵受精或未受精(Wong *et al.*, 1990)。桔粉介殼蟲寄生蜂是一種單元內寄生的種類，即一個寄主只被產下一個寄生蜂的卵，當寄生蜂產卵在寄主體內時，寄主大小影響寄生蜂子代性別分配。寄主大小對寄生蜂性比影響研究最早是 Chewyreu (1913)提出雌性寄生蜂產卵時，控制卵的受精來調節子代的性比，而產下較多的受精卵在較大的寄主

上。後來多位學者的研究均有相同的結果，而 Charnov 等(1981)提出寄主大小影響性比的 model，並且測試 model，結果大部分雌性產在大的寄主，雄性產在小的寄主，性比隨寄主大小逐漸改變。桔粉介殼蟲的大小影響桔粉介殼蟲寄生蜂性比，性比的改變符合 Charnov's model。雌性寄生蜂個體大比雄性寄生蜂個體大所獲得的適應性(fitness)多，雌性寄生蜂隨個體大小增加，寄生蜂的壽命及子代產量均增加(Charnov, 1979; Charnov *et al.*, 1981)。

六、桔粉介殼蟲寄生蜂寄生在不同寄主密度對其子代性比之影響

桔粉介殼蟲寄生蜂寄生不同密度的桔粉介殼蟲成蟲，結果顯示寄生蜂子代性比，以寄生 20 隻桔粉介殼蟲成蟲 31.0% 最低，寄生 300 隻桔粉介殼蟲成蟲 45.1% 最高，寄生 50 隻和 100 隻桔粉介殼蟲成蟲時，分別為 38.0% 及 40.0%，經統計分析($F=3.46, p<0.05$)有顯著差異(表五)，桔粉介殼蟲密度低，寄生蜂性比低，而桔粉介殼蟲密度高，寄生蜂性比高，隨著桔粉介殼蟲密度增加，

寄生蜂性比逐漸升高，顯示寄生蜂寄生不同密度桔粉介殼蟲會影響其子代性比。在樹薯粉介殼蟲寄生蜂(*E. lopezi*)田間性比的調查有類似的結果。樹薯粉介殼蟲寄生蜂田間性比隨樹薯粉介殼蟲密度的增加雄性比率隨著增加。樹薯粉介殼蟲密度增加，降低大的寄主被搜尋寄生的機率，使樹薯粉介殼蟲寄生蜂性比增加，導致大的寄主被搜尋寄生的機率降低的可能原因有四點：(1)因寄主密度增加而小的寄主的比率增加，(2)在高寄主密度下，粉介殼蟲脫皮到下一個齡期個體較小，(3)因寄主密度高使得較大的寄主周圍通常包圍大量小的寄主，造成大的寄主被寄生的機率降低，(4)較老的寄主會猝然彈動身體，阻止寄生蜂的寄生(Dijken *et al.*,

1991)。桔粉介殼蟲密度影響桔粉介殼蟲寄生蜂的子代性比，與出現大的寄主和小的寄主的比率有關，低密度的桔粉介殼蟲比高密度桔粉介殼蟲大的寄主比率高，使得桔粉介殼蟲寄生蜂產卵時遭遇大的寄主的機率高，因此寄生蜂寄生低密度桔粉介殼蟲之子代性比較寄生高密度桔粉介殼蟲低。

七、桔粉介殼蟲寄生蜂在不同溫度下產卵對其子代性比之影響

寄生蜂在 35°C 高溫的環境下產卵，其子代性比平均為 65.3%，與在 25°C 常溫下產卵的寄生蜂其子代性比平均為 48.5%，經統計分析有顯差異，顯示在高溫下產卵會影響寄生蜂子代性比，而在 15°C 低溫環境下產卵，其子代性比平均為 59.4% 與常溫(25°C)比

表五 不同寄主密度對桔粉介殼蟲寄生蜂子代性比的影響

Table 5. Effect of different host densities on the sex ratio of the progeny of *Leptomastix dactylopii*

No. of <i>P. citri</i>	N ²⁾	No. of progeny emerged			Sex Ratio ¹⁾ (% of male)
		Male	Female	Total	
20	10	18	40	58	31.0
50	12	52	85	137	38.0
100	12	46	69	115	40.0
300	12	69	84	153	45.1

¹⁾ Sex ratio was dependent of host density ($F = 3.46, p < 0.05$).

²⁾ No. of replicates in each treatment, and 4 parasitoids in each replicate.

表六 桔粉介殼蟲寄生蜂在不同溫度下產卵對其子代性比的影響

Table 6. Effect of different temperature on the sex ratio of the progeny of *Leptomastix dactylopii*

Temp. ¹⁾ (°C)	Mean No. of progeny emerged (\pm S. E.)			Sex Ratio ²⁾ (% of male)
	Male	Female	Total	
15	8.08 \pm 1.61a	5.25 \pm 0.98ab	13.58 \pm 2.46a	59.4
25	5.92 \pm 0.99ab	8.00 \pm 1.58a	13.33 \pm 2.38a	48.5
35	3.17 \pm 0.49b	2.75 \pm 0.63b	5.92 \pm 1.02b	65.3

¹⁾ Twelve replicates in each treatment, and in each replicate 4 parasitoids were provided with 300 hosts.

²⁾ Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test.

較，統計分析並無顯著差異，顯示在低溫不影響寄生蜂子代之性比(表六)。桔粉介殼蟲寄生蜂在高溫下產卵影響寄生蜂子代性比，可能由於高溫致使精子喪失活動能力 (Flanders, 1956; Wilkes, 1963; King, 1987)，或因極端溫度致使寄生蜂產卵速率比精子釋放速率快(Flanders, 1946; King, 1987)，因卵在受精前便已產出，影響寄生蜂子代性比。

誌 謝

本研究承行政院國家科學委員會資助(計畫編號 NSC81-0409-B005-529)，謹此致謝。

參考文獻

- Charnov, E. L.** 1979. The genetical evolution patterns of sexuality: Darwinian fitness. *Am. Nat.* 113: 465-480.
- Charnov, E. L., R. L. Los-den Hartogh, W. T. Jones and J. van den Assem.** 1981. Sex ratio evolution in a variable environment. *Nature* 289: 27-33.
- Chewyreuv, Iv.** 1913. Le role des femelles dans la determination du sexe de leur descendance dans le groupe des Ichneumonides. *Compt. Rend. Soc. Biol.* 74: 695-699.
- Dijken, van J. M., J. J. M. van Alphen, and P. van Statum.** 1989. Sex ratio in *Epidinocarsis lopezi*: local mate competition. *Entomol. Exp. Appl.* 52: 249-255.
- Dijken, van J. M., P. Neuenschwander, J. J. M. van Alphen, and W. N. O. Hammond.** 1991. Sex ratios in field populations of *Epidinocarsis lopezi*, an exotic parasitoid of the cassava mealybug, in Africa. *Ecol. Entomol.* 16: 233-240.
- Doutt, R. L.** 1952. Biological control of *Planococcus citri* on commercial greenhouse Sephanotis. *J. Econ. Entomol.* 45: 343-344.
- Fisher, R. A.** 1930. The genetical theory of natural selection. Oxford University Press, Oxford.
- Flander, S. E.** 1939. Environment control of sex in hymenopterous insects. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 17: 437-483.
- Flanders, S. E.** 1946. Control of sex and sex limited polymorphism in the Hymenoptera. *Q. Rev. Biol.* 21: 135-143.
- Flanders, S. E.** 1956. The mechanisms of sex ratio regulation in the parasitic Hymenoptera. *Insect Soc.* 3: 325-334.
- Hamilton, W. D.** 1967. Extraordinary sex ratios. *Science* 156: 477-488.
- House, H. L.** 1980. Artificial diets for the adult parasitoid *Itoplectis conquisitor* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Can. Entomol.* 112: 315-320.
- King, B. H.** 1987. Offspring sex ratio in parasitoid wasp. *Q. Rev. Biol.* 62: 367-386.
- Krishnamoorthy, A., and S. P. Singh.** 1987. Biological control of citrus mealybug, *Planococcus citri* with an introduced parasite, *Leptomastix dactylopii* in India. *Entomophaga* 32: 143-148.
- Reinert, J. A., and E. W. King.** 1971. Action of *Bracon hebetor* Say as a

- parasite of *Plodia interpunctella* at controlled densities. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 64: 1335-1340.
- Smith, D., D. F. Papacek., and D. A. H. Murray.** 1988. The use of *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) to control *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) in Queensland citrus orchards. *Queensland J. Agri. and Animal Sciences.* 45: 157-164.
- Strand, M. R.** 1988. Variable sex ratio strategy of *Telenomus heliothidis* (Hymenoptera: Scelionidae) adaptation to host and conspecific density. *Oecologia* 77: 219-224.
- Su, T. H., and C. M. Wang.** 1988. Life history and control measures of the citrus mealybug and the latania scale insects on grapevine. *Plant Prot. Bull.* 30: 279-288.
- Vinson, S. B.** 1976. Host selection by insect parasitoids. *Ann. Rev. Entomol.* 21: 109-133.
- Waage, J. K.** 1986. Family planning in parasitoids: adaptive patterns of progeny and sex allocation, pp. 63-69. *In* J. Waage, and D. Greathead (Eds.), *Insect Parasitoids*. Academic Press, London.
- Waage, J. K., and S. M. Ng.** 1984. The reproductive strategy of a parasitic wasp I. optimal progeny and sex allocation in *Trichogramma evanescens*. *J. Anim. Ecol.* 53: 401-415.
- Waage, J. K., K. P. Carl, N. J. Mills, and D. J. Greathead.** 1984. Rearing entomophagous insect. In "Handbook of Insect Rearing. Vol.1" (P. Singh and R. F. Moore, eds.), pp. 45-66. Elsevier, Amsterdam.
- Wilkes, A.** 1963. Environmental causes of variation in the sex ratio of an arrhenotokous insect, *Dahlbominus fuliginosus* (Nees) (Hymenoptera: Eulophidae). *Can. Entomol.* 95: 183-202.
- Wong, T. T. Y., M. M. Ramadan, D. O. McInnis, and N. Mochizuki.** 1990. Influence of cohort age and host age on oviposition activity and offspring sex ratio of *Biosteres tryoni* (Hymenoptera: Braconidae), a larval parasitoid of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 779-783.

收件日期：1993年8月23日

接受日期：1993年10月8日