

華釉小蜂 (*Neochrysocharis formosa*) (膜翅目：釉小蜂科) 之外形與生活史

錢景秦^{*} 古琇芷 行政院農業委員會農業試驗所應用動物系 臺灣臺中縣 413 霧峰鄉中正路 189 號

摘 要

華釉小蜂 (*Neochrysocharis formosa* (Westwood)) 行產雄性孤雌生殖、單員內寄生。交尾與否對雌蜂壽命與生殖力無影響。該蜂以產卵寄生 (55%) 與取食寄主 (45%) 之方式致死非洲菊斑潛蠅 (*Liriomyza trifolii* (Burgess))。寄主幼蟲被產卵或取食後，各經 5.7 或 0 分鐘，即不再活動、取食，呈現深度麻痺或死亡。羽化盛期為早上 7 至 10 點，產卵與取食寄主盛期均為早上 5 點至下午 1 點。該蜂在 25 下，一世代發育所需時間為 14.4 ± 0.2 天，其中卵期為 1.5 ± 0.0 天，幼蟲期為 4.41 ± 0.01 天，前蛹期為 0.50 ± 0.01 天，蛹期為 8.1 ± 0.1 天。每日供應 40-50 隻第三齡寄主幼蟲時，雌、雄蜂壽命各為 22.3 ± 1.2 與 7.5 ± 0.7 天，每雌蜂一生可產 202 ± 18 隻子蜂，子代雌性比為 0.54 ± 0.02 ，每雌蜂一生致死寄主數為 385 ± 31 隻。

關鍵詞：華釉小蜂、非洲菊斑潛蠅、生活史、外部形態。

前 言

華釉小蜂 (*Neochrysocharis formosa* (Westwood)) 屬膜翅目 (Hymenoptera)、釉小蜂科 (Eulophidae)。於 1833 年即被定名為 *Closterocerus formosus* Westwood, 1833: 420，異名有：*Entedon phaenna* Walker, 1839: 25，*Entedon ovulorum* Ratzeburg, 1848: 165，*Chrysocharis obscuripes* Forster, 1861: 38，*Derostenus variipes* Crawford, 1913a: 315，*D. fullawayi* Crawford, 1913b: 348-349，*Achrysocharella silvia* Girault, 1917a: 1，

A. camilli Girault, 1917b: 5 及 *Neochrysocharis trifolii* Erdos, 1961: 481 等 (Hansson, 1990)。其間也曾改隸於 *Achrysocharis formosa* (Westwood), Graham 1959: 198，*Chrysonotomyia formos* (Westwood), Boucek 1977b: 125 及 *Neochrysocharis formosa* (Westwood), Hansson 1990: 46-47 等 (Hansson, 1990)。在臺灣 Lin and Wang (1992) 曾將該蜂記錄為 *Chrysonotomyia* sp.，但在 1994 年經 Hansson 鑑定後，認為係 *N. formosa* (Chien and Ku, 1998)。

該蜂分布於舊北區西部與衣索匹亞區

*論文聯繫人

e-mail: chien@wufeng.tari.gov.tw

(Boucek and Askew, 1968), 丹麥、芬蘭、西班牙 (Hansson, 1990), 以色列 (Minkenberg and van Lenteren, 1986), 馬來西亞與越南 (Murphy and LaSalle, 1999), 廣東 (Xu *et al.*, 1999), 臺灣 (Lin and Wang, 1992), 關島 (Schreiner *et al.*, 1986), 馬里亞納群島 (Xu *et al.*, 1999), 日本 (Murphy and LaSalle, 1999), 夏威夷 (LaSalle and Parrella, 1991) 及美國 (Minkenberg and van Lenteren, 1986) 等地區。

該蜂寄主範圍廣泛, 包括鞘翅目之金花蟲科 (Chrysomelidae)、鱗翅目之冠潛蛾科 (Tischeriidae)、矮潛蛾科 (Nepticulidae)、細蛾科 (Gracilariidae)、麥蛾科 (Gelechiidae)、鞘蛾科 (Coleophoridae)、巢蛾科 (Yponomeutidae)、潛蛾科 (Lyonetiidae)、枯葉蛾科 (Lasiocampidae)、雙翅目之果實蠅科 (Tephritidae)、潛蠅科 (Agromyzidae)、家蠅科 (Muscidae) 及膜翅目之松葉蜂科 (Diprionidae)、錘角葉蜂科 (Cimbicidae)、葉蜂科 (Tenthredinidae) 等 50 種寄主 (Boucek and Askew, 1968; Yoshimoto, 1978; Minkenberg and van Lenteren, 1986; LaSalle and Parrella, 1991; Lin and Wang, 1992)。在美國佛州與夏威夷州, 該蜂寄生蔬菜斑潛蠅 (*Liriomyza sativae* (Blanchard)) 與非洲菊斑潛蠅 (*L. trifolii* (Burgess)) (Lema and Poe, 1978; Johnson, 1987), 且在佛州之芹菜與番茄上為斑潛蠅之優勢種寄生蜂 (Schuster *et al.*, 1979; Tryon and Poe, 1981)。另在關島, 該蜂為長豇豆 (yard-long bean, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) 與菜豆 (pole bean, *Phaseolus vulgaris* L.) 上非洲菊斑潛蠅最常見之寄生蜂 (Schreiner *et al.*, 1986)。在臺灣中部, 經

1991 年 7 月至 1994 年 6 月之調查, 得知華釉小蜂亦為非洲菊上非洲菊斑潛蠅之優勢種寄生蜂, 其發生量為 7 種寄生蜂量之 44.77% ($n = 19,014$ 隻) (Chien and Ku, 1998)。

該蜂屬幼蟲單員內寄生蜂 (solitary endoparasitoid of larvae) (Goidanich, 1928; Ciampolini, 1952), 主要寄生於潛葉性昆蟲 (Delucchi, 1958; Boucek and Askew, 1968), 但亦可寄生鋸蜂 (sawflies) 之卵 (Hansson, 1990)。有關其成蟲與未成熟期之形態 (Masi, 1907; Silvestri, 1912; Viggiani, 1962)、對寄主日齡或齡期之偏好性 (Lema and Poe, 1979; Chien and Ku, 2001a) 及生活環 (Celli, 1964) 等雖有報導, 但為更深入瞭解華釉小蜂之外部形態, 各發育期之時間與過程, 成蜂羽化、交尾、產卵、取食寄主等之行為, 雌蜂繁殖力與致死寄主能力等, 乃進行本試驗。

材料與方法

一、供試蟲源

在臺中大坑非洲菊園內採集被非洲菊斑潛蠅幼蟲危害之葉片, 並攜回室內。攤開葉片, 稍陰乾後, 再分裝於扎有透氣孔之封口塑膠袋。待成蠅與華釉小蜂羽化, 供做飼育之蟲源。

二、供試寄主植物、寄主害蟲及寄生蜂之繁殖

本試驗所用之寄主植物菜豆苗 (*Phaseolus vulgaris* var. *communis* Aeschers) 之栽培與供試寄主非洲菊斑潛蠅之繁殖, 係參照 Chien and Ku (1996) 之方法。華釉小蜂之繁殖則參照 Chien and Ku (2001a) 之方法, 以帶有寄主第三齡非洲菊斑

潛蠅幼蟲潛食之罐插菜豆苗，繁殖華釉小蜂。

三、各蟲期之外部形態與未成熟期之發育

方法參照 Chien and Ku (2001a) ，先將 30 隻華釉小蜂雌蜂引入接蜂用壓克力筒 (直徑 20 cm, 高 25 cm) ，再將內有 120 隻第三齡寄主幼蟲潛食之罐插菜豆苗 (每葉 30 隻) ，放入接蜂用壓克力筒，供雌蜂產卵 2 小時 (上午 8 點至 10 點間)。繼之，將此已產過蜂卵之罐插菜豆苗移入溫度 25 °C、相對濕度 65-85% RH 及光周期 14L:10D (上午 5 點至下午 7 點間照光) 之定溫箱內。其間每日取樣解剖寄主以觀察華釉小蜂各蟲期之外部形態，共做 20-30 隻。並以立體顯微鏡 (Wild, 接目鏡 20x、接物鏡 5x) 中之微尺，直接測量該蜂各蟲期之體型大小，並藉幼蟲頭寬以判定幼蟲之各齡期。同時觀察並記錄華釉小蜂之卵期、幼蟲期及蛹期等發育所需之時間與經過。共做 37-42 隻。

四、成蜂行為

羽化：1995 年 8 月 16 至 18 日在 25 °C、相對濕度 65-85% RH 及自然光照下，觀察室內所飼養之華釉小蜂之羽化方式，並記錄一日內該蜂每小時之羽化頻率及雌、雄蜂數。觀察蟲數為 279 隻。

交尾：在 25 °C 下，將華釉小蜂老熟蛹分置於各指形管內 (直徑 1.5 cm, 高 7 cm) ，待羽化後即將 1 對成蜂引入另一指形管，供食純蜂蜜並觀察其交尾方式與交尾時間，共做 30 重複。

產卵與取食寄主：在 25 °C 下，將蜂齡第五至第七日齡、已交尾且有產卵與取食經驗之雌蜂引入接蜂用壓克力筒，並供應內有第三齡寄主幼蟲潛食之罐插菜豆苗，觀察雌蜂之產卵方式、產卵時間、取食寄主方式及取食寄主時

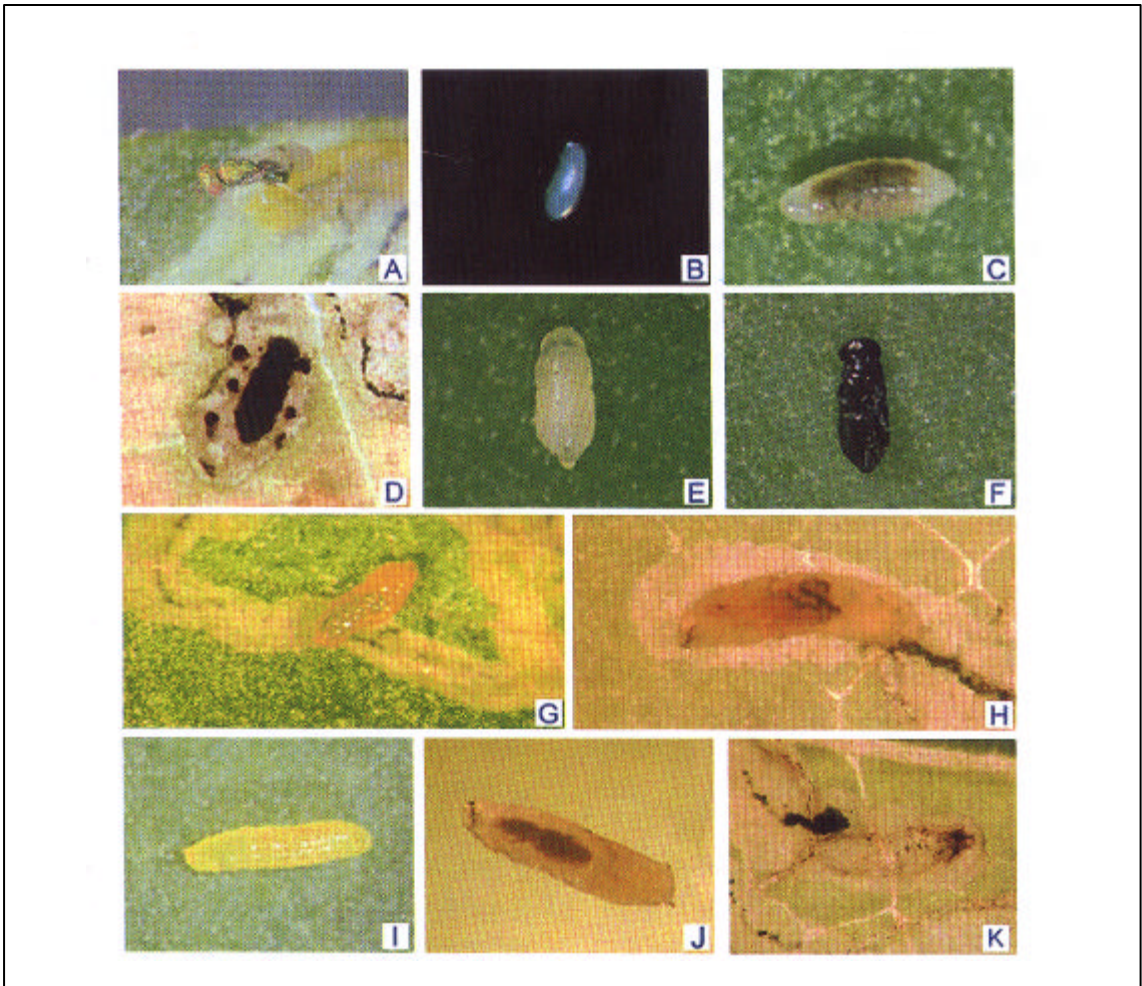
間。各做 15-30 重複。產卵時刻與取食寄主時刻之觀察則在 25 °C、光周期 12L:12D (上午 5 點至下午 5 點間照光) 下，自上午 5 點起進行。其間除下午 5 點至次日上午 5 點係隔 12 小時，將內有 40 隻第三齡寄主幼蟲潛食之罐插菜豆苗，移入玻璃筒 (直徑 12 cm, 高 21 cm) ，供 1 隻已有產卵、取食經驗之第五日齡雌蜂產卵與取食外，其餘時刻均係每隔 4 小時更換帶蟲之罐插菜豆苗供雌蜂之產卵與取食。並依 Chien and Ku (2001a) 之方法，記錄雌蜂於各處理時段內之產卵寄生數與取食寄主數。共做 30 重複。

雌蜂交尾次數對繁殖力與致死寄主能力之影響：試驗分兩種處理進行，即分別為未交尾雌蜂 1 隻，與終生在一起交尾 1 或 1 次以上之雌雄蜂 1 對。在 25 °C 下，自成蜂羽化當天起，將供試蜂引入玻璃筒 (直徑 12 cm, 高 21 cm) ，每處理每日供應 1 片內有 40-50 隻第三齡寄主幼蟲潛食之罐插菜豆真葉，直至雌蜂死亡為止。記錄其間處理組雌蜂之壽命、子蜂數、子代雌性比 ($f/(f+m)$)、寄生致死寄主數及取食致死寄主數，各做 11 與 17 重複。

結 果

一、各蟲期之外部形態

成蜂 (圖一 A)：雌，頭與胸部暗褐色，腹部褐色，有銅綠色金屬光澤；複眼紅色；觸角第一節褐黃色，其餘各節褐色；足基節褐色，其餘各節灰色；頭部、胸部背板及腹部背板有粗網皺；觸角膝狀，7 節，末節端部有端刺；前翅透明，翅端鈍圓，痣脈下有 1 個暗色斑；腹部略成心形；體長 1.15 ± 0.01 mm、體寬 0.30 ± 0.01 mm。雄，體、觸角與雌同色；複眼褐色；足基節與後足腿節褐色，其餘各節



圖一 華袖小蜂各蟲期之外部形態與致死寄主之方式。A, 產卵寄生中之雌蜂；B, 卵；C, 第四齡幼蟲；D, 老熟幼蟲利用排泄物架構化蛹場所；E, 前蛹；F, 蛹；G, 正常之寄主幼蟲；H, 被取食致死之寄主；I, 被產卵後麻痺之寄主；J, 寄生蜂幼蟲取食寄主；K, 被寄生後已乾癟之寄主。

Fig. 1. Appearance and host-killing mode of *Neochrysocharis formosa* A, female wasp parasitizing a leafminer; B, egg; C, 4th-instar larva; D, mature larva using its excreta to construct a pupation space; E, prepupa; F, pupa; G, normal host larva; H, a host killed by wasp feeding; I, host-paralyzed after oviposition; J, larva feeding in a host; K, host-killed by parasitism.

灰色；腹部略成直筒形，體長 0.90 ± 0.02 mm、體寬 0.24 ± 0.01 mm。

卵（圖一 B）：半透明、無色、長橢圓形，大小為長 0.184 ± 0.002 mm、寬 0.061 ± 0.002 mm。

幼蟲：幼蟲共有四個齡期。各齡頭寬與大

小見表一。第一齡幼蟲體透明、無色，略呈直筒形，腹部腸內僅含少許黃褐色內容物。第二、三齡幼蟲體透明、無色，略呈紡錘形，腹部腸內紅褐色內容物增多。第四齡幼蟲體透明、無色，呈紡錘形，腸內內容物暗褐色，體內佈滿脂肪體（圖一 C）。

表一 在 25 下華絨小蜂幼蟲各齡期體型之大小

Table 1. Body size ($\bar{x} \pm SE$) of various instars of *Neochrysocharis formosa* at 25

Instar	Head width (mm)	Body length (mm)	Body width (mm)
1st	0.06		
Early		0.22±0.01	0.10±0.01
Late		0.33±0.01	0.11±0.01
2nd	0.09		
Early		0.45±0.01	0.19±0.01
Late		0.59±0.01	0.23±0.01
3rd	0.15		
Early		0.72±0.02	0.28±0.01
Late		1.08±0.03	0.34±0.01
4th	0.18		
Early		1.19±0.01	0.41±0.02
Late		1.37±0.02	0.46±0.01

前蛹 (圖一 E)：體乳白色，體長 0.97 ± 0.05 mm、體寬 0.37 ± 0.01 mm。

蛹 (圖一 F)：體黑色。體長 1.28 ± 0.02 mm、體寬 0.44 ± 0.01 mm。

二、未成熟期之發育時間與過程

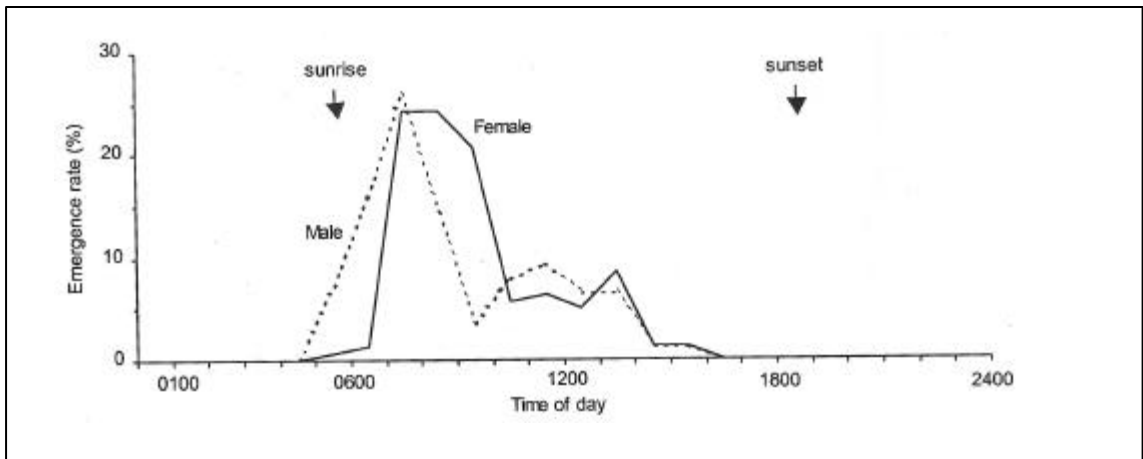
華絨小蜂在 25 下，完成一世代需時 14.4 ± 0.2 天。其中卵期為 1.5 ± 0.0 天；幼蟲期為 4.41 ± 0.01 天，第一至第四齡幼蟲之發育期各為 27.2 ± 0.2 、 8.2 ± 0.5 、 17.4 ± 0.1 及 53.1 ± 0.2 小時；前蛹期為 0.50 ± 0.01 天；及蛹期為 8.1 ± 0.1 天。卵之孵化率為 $96.5 \pm 1.5\%$ ，幼蟲、前蛹及蛹期之存活率各為 98.1 ± 0.4 、 100 ± 0 及 $91.6 \pm 2.0\%$ 。卵產在寄主體內，幼蟲孵化後即在寄主體內取食 (圖一 J)。該蜂第一至第二齡幼蟲之取食量很少，待該蜂發育至第四齡幼蟲時食量始大增，經 7.5 ± 0.3 小時，即將寄主體液吸盡，此時幼蟲鑽出寄主體外，並沿著先前寄主潛食過之隧道爬行 0.20 ± 0.05 cm ($0 \sim 1.8$ cm) 距離後，靜止不動全身緊縮，隨之排出褐色之排泄物進入前蛹。而寄主則僅剩一層薄薄之外皮 (圖一 K)。老熟幼蟲之排泄物呈圓柱形 (直徑 $0.11 \sim 0.15$ mm，

高 $0.17 \sim 0.22$ mm)，共 4~6 粒，分左右二列略對稱排列，其中 4、5 及 6 粒者之發生率各為 19.1、47.6 及 33.3% ($n = 21$)，此結構可頂住豆葉被寄主潛食後所殘留之上下表皮，供老熟幼蟲在此空間內發育為前蛹與蛹 (圖一 D)。前蛹經 0.50 ± 0.01 天變為蛹。待 1.7 ± 0.2 小時後，蛹體由乳白色變黑，再經 6.4 ± 0.1 天成蜂羽化。

三、成蜂行為

羽化：蛹發育成熟，成蜂即在豆葉葉面上表皮咬一直徑 0.32 ± 0.01 mm 之圓洞鑽出。羽化時刻為早上 5 點至下午 4 點之間，雄蜂較雌蜂早羽化。雄蜂之羽化盛期為早上 6 點至 9 點 (56.1%)，雌蜂之羽化盛期為早上 7 點至 10 點 (69.3%) (圖二)。

交尾：成蜂羽化後即可交尾。交尾時雄蜂除揮動觸角尋找雌蜂，其翅亦由兩側平伸狀快速地垂直向上振動，雄蜂觸及雌蜂後即爬上其背，然後身軀退後彎曲腹部與雌蜂交尾。當雌、雄蜂個體差異大時，雄蜂體軀與雌蜂體軀幾成直角狀交尾。每次交尾時間需時 14.4 ± 0.7 秒 ($8.8 \sim 21.9$ 秒， $n = 23$)。



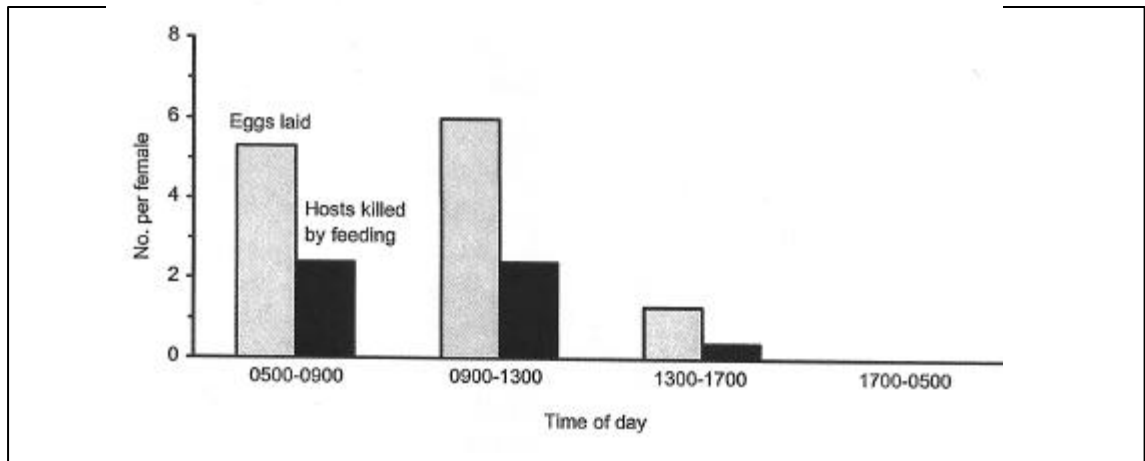
圖二 在 25 °C 下華絨小蜂一日內每小時之羽化率。

Fig. 2. Hourly adult emergence rate of *Neochrysocharis formosa* at 25 °C.

產卵：雌蜂羽化當天不論交尾與否即可產卵。產卵時，雌蜂在豆葉上一面行走，一面揮動觸角尋找潛食在豆葉內之寄主，若探觸及適齡寄主幼蟲時，雌蜂即下壓腹部將產卵管刺向豆葉內之寄主，並將卵產下。產卵需時 2.0 ± 0.1 分鐘 (1.1–3.5 分鐘, $n = 30$)。產卵時刻為早上 5 點至下午 5 點間，但 90.4% 集中於上午 5 點至下午 1 點間 ($n = 30$) (圖三)。雌蜂每日遇第一隻寄主時即產卵，繼之，才尋覓其它寄主產卵或取食 ($n = 20$)。寄生寄主方式為單員、內寄生性。雌蜂產卵時寄主幼蟲停滯不取食，但待雌蜂產完卵離開後，寄主雖恢復取食並向前蠕動，但寄主口鉤取食速度趨緩，經 5.7 ± 0.9 分鐘後寄主口鉤完全不動，體膚鬆馳、身體拉長、雖刺激但無反應呈深度麻痺狀，再經 51.2 ± 4.2 分鐘，其體內消化管內之暗綠色內容物完全排清或僅剩少許殘留物 (圖一 I)。而未被寄生之寄主，體軀則渾圓活動力強、口鉤活動頻繁、其體內消化管內暗綠色之內容物明顯 (圖一 G)，僅幼蟲近老熟前，體軀才不大蠕動、體內消化管內之暗綠色內容物方減少。

取食寄主：雌蜂有取食寄主行為。在同 1 隻寄主上，雌蜂僅取食 1 次，但約 11.1% 雌蜂，在同一寄主之不同位置上，卻有再次取食之現象 ($n = 18$)。取食寄主時，雌蜂先藉產卵管透過豆葉鑽刺寄主幼蟲之體表，再以口器在該鑽刺處吸食寄主幼蟲之體液。在寄主同一位置上，雌蜂之重複鑽刺與吮吸行為，平均各 11.4 ± 1.2 次 (4–21 次) 與 10.0 ± 1.2 次 (2–21 次)，而其間包括鑽刺與鑽刺間、或鑽刺與吮吸間、或吮吸與吮吸間之總休息停頓次數為 1.6 ± 0.4 次 (0–3 次)。雌蜂每次取食寄主需時 7.4 ± 0.7 分鐘，其中鑽刺寄主需時 4.8 ± 0.5 分鐘，吸食寄主體液需時 2.4 ± 0.3 分鐘，休息時間為 0.3 ± 0.1 分鐘 ($n = 18$)。取食寄主活動自早上 5 點至下午 5 點，但 90.6% 集中於上午 5 點至下午 1 點 ($n = 30$) (圖三)。雄蜂則未見取食寄主現象。被取食之寄主幼蟲會立即死亡，此時其外形伸長、體扁略萎縮、體表傷口處留有乾涸之體液，口鉤不動，體內體液減少且較不流動、消化管內仍殘有暗綠色之內容物 (圖一 H)。

雌蜂交尾次數對繁殖力與致死寄主能力



圖三 華絨小蜂雌蜂在 25 °C 與光周期 (上午 5 點至下午 5 點間照光) 下之日產卵與取食時刻。

Fig. 3. Daily oviposition and host-feeding periods of female *Neochrysocharis formosa* at 25 °C and photophase of 0500–1700 h in a growth chamber.

表二 交尾與未交尾華絨小蜂雌蜂之繁殖力與致死寄主能力

Table 2. Reproductivity and host-killing capability of mated and unmated females of *Neochrysocharis formosa*

Mating frequency	n	Longevity (day) of		Fecundity (no. adult progenies/)	Sex ratio of progeny (♀ / (♀ + ♂))	No. host-killed/female			A/B
		Female	Male			Parasitized (A)	Host-feeding (B)	Total	
0	11	24.5±1.6a	–	260±24a	0b	270±26a	150±19a	421±41a	1.8±0.2a
> 1	17	22.3±1.2a	7.5±0.7	202±18a	0.54±0.02a	213±17a	172±17a	385±31a	1.4±0.1a

A female wasp was provided with 40-50 3rd-instar larvae of *Liriomyza trifolii* daily at 25 °C.

Means ($\bar{x} \pm SE$) in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by *t*-test.

之影響：由表二之結果，得知華絨小蜂雌蜂在未交尾、雌蜂終生與雄蜂在一起交尾一次以上之兩處理間，雌蜂之壽命、生殖力、致死寄主能力、寄生與取食寄主之比值等雖無顯著差異，但雌蜂子代之雌性比卻有顯著差異。顯示華絨小蜂之生殖方式為產雄性孤雌生殖 (arrhenotoky)，未交尾雌蜂之子代均為雄性，但雌蜂交尾與否並不影響其生殖力、致死寄主能力及其寄生與取食寄主之比值。

討 論

華絨小蜂與異角絨小蜂 (*Hemiptarsenus*

varicornis (Girault)) 同為臺灣地區非洲菊上非洲菊斑潛蠅之優勢種寄生蜂 (Chien and Ku, 1998)。華絨小蜂之地理分布較異角絨小蜂廣 (Boucek and Askew, 1968 ; Minkenber and van Lenteren, 1986 ; Schreiner *et al.*, 1986 ; Hansson, 1990 ; LaSalle and Parrella, 1991 ; Lin and Wang, 1992 ; Murphy and LaSalle, 1999 ; Xu *et al.*, 1999 ; Chien and Ku, 2001b)。兩種蜂均屬多食性，據記載華絨小蜂不僅不限寄生於潛蠅科之 15 種寄主，且可寄生於其餘 4 目 14 科共 35 種之寄主 (Boucek and Askew, 1968 ; Yoshimoto, 1978 ;

Minkenbergh and van Lenteren, 1986 ; LaSalle and Parrella, 1991 ; Lin and Wang, 1992) ; 而異角釉小蜂之寄主則僅有 5 種潛蠅 (Chien and Ku, 2001b)。由 Chien and Ku (2001a, b) 與本試驗之結果，得知華釉小蜂與異角釉小蜂之生物性相當近似，如成蜂之羽化、交尾、產卵及取食等行為同屬晝行性 (diurnalism)；單員寄生；雌蜂產卵方式均屬非共育寄生性 (idiobiont)，雌蜂產卵或取食寄主後，各經 4 5.7 或 0 分鐘，寄主即不再活動、取食，呈現深度麻痺或死亡；雌蜂均偏好在寄主第三齡幼蟲上產卵與取食；生殖方式同為產雄性孤雌生殖；雌蜂交尾與否不影響其致死寄主能力；在 25 °C 下，雌蜂壽命各長達 22.4 與 22.3 天；卵至成蟲發育時間短，各需 14.4 與 11.1 天；生殖力與致死寄主能力強，如每雌一生可各產 202 與 204 隻子蜂，而每雌一生致死寄主幼蟲數各達 385 與 497 隻；雌性比略同，各為 0.54 與 0.62 等。兩種蜂之生物性相異處有三，華釉小蜂為內寄生，異角釉小蜂為外寄生；雌蜂寄生與取食致死寄主之比例，華釉小蜂為 1.4:1，異角釉小蜂為 0.73:1；雌蜂交尾與否雖不影響華釉小蜂之生殖力，但無交尾異角釉小蜂雌蜂之生殖力卻較交尾者銳減 48%。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會 82 科技-1.3-糧-23 (7) 計畫補助部分經費，翁振宇先生協助攝製幻燈片，謹此一併致謝。

參考文獻

Boucek, Z., and R. R. Askew. 1968. Palearctic Eulophidae (excl. Tetra-

stichinae). p. 125. Paris.

Celli, G. 1964. Contributo allo studio degli Imenotteri parassiti di Insetti minatori. III. Notizie su alcuni parassiti ed iperparassiti di insetti minatori delle foglie di pioppo (*Paraleucoptera sinuella* Rtti., *Phytagromyza populi* Klth.), di platano (*Lithocolletis platani* Stgr.) e di ciliegio (*Lithocolletis cerasicolella* H. S.). Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna 27: 49-70.

Chien, C. C., and S. C. Ku. 1996. Morphology, life history and reproductive ability of *Liriomyza trifolii*. J. Agric. Res. China 45: 69-88 (in Chinese).

Chien, C. C., and S. C. Ku. 1998. The occurrence of *Liriomyza trifolii* and its parasitoids on fields of *Gerbera jamesonii*. Chinese J. Entomol. 18: 187-197 (in Chinese).

Chien, C. C., and S. C. Ku. 2001a. Instar preference of five species of parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Hymenoptera: Eulophidae, Braconidae). Formosan Entomol. 21: 89-97 (in Chinese).

Chien, C. C., and S. C. Ku. 2001b. Appearance and life history of *Hemiptarsensus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). Formosan Entomol. 21: 247-255 (in Chinese).

Ciampolini, M. 1952. La *Pseudonapomyza dianthicola* Venturi (Dipt. Agromyzidae). (Note sulla morfologia, sulla

- biologia e sui mezzi di lotta). Redia 37: 69-120.
- Delucchi, V.** 1958. *Lithocolletis messaniella* Zeller (Lep. Gracilariidae). Analysis of some mortality factors with particular reference to its parasite complex. Entomophaga 3: 203-270.
- Goidanich, A.** 1928. Contributi alla conoscenza dell'entomofauna della Canapa. I. Prospetto generale. Boll. Lab. Ent. R. Ist. sup. agr. Bologna I: 37-64.
- Hansson, C.** 1990. A taxonomic study of the palearctic species of *Chrysonotomyia* Ashmead and *Neochrysocharis* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). Entomol. Scand. 21: 29-52.
- Johnson, M. W.** 1987. Parasitization of *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) infesting commercial watermelon plantings in Hawaii. J. Econ. Entomol. 80: 56-61.
- LaSalle, J., and P. Parrella.** 1991. The chalcidoid parasites (Hymenoptera, Chalcidoidea) of economically important *Liriomyza* species (Diptera, Agromyzidae) in North America. Proc. Entomol. Soc. Wash. 93: 571-591.
- Lema, K. M., and S. L. Poe.** 1978. Juvenile hormone analogues: effects of ZR-777 on *Liriomyza sativae* and its endoparasite. Fla. Entomol. 61: 67-68.
- Lema, K. M., and S. L. Poe.** 1979. Age specific mortality of *Liriomyza sativae* due to *Chrysonotomyia formosa* and parasitization by *Opius dimidiatus* and *Chrysonotomyia formosa*. Environ. Entomol. 8: 935-937.
- Lin, F. C., and C. L. Wang.** 1992. The occurrence of parasitoids of *Liriomyza trifolii* (Burgess) in Taiwan. Chinese J. Entomol. 12: 247-257 (in Chinese).
- Masi, L.** 1907. Contribuzioni alla conoscenza dei Calcididi italiani. Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici I: 231-295.
- Minkenberg, O.P.J.M., and J. C. van Lenteren.** 1986. The leafminers *Liriomyza bryoniae* and *L. trifolii* (Diptera: Agromyzidae), their parasites and host plants: a review. Agric. Univ. Wageningen 86: 1- 50.
- Murphy, S. T., and J. LaSalle.** 1999. Balancing biological control strategies in the IPM of New World invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. Biocontrol News Info. 20: 91-104.
- Schreiner I., D. Nafus, and C. Bjork.** 1986. Control of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Dipt.: Agromyzidae) on yard-long (*Vigna unguiculata*) and pole beans (*Phaseolus vulgaris*) on Guam: effect on yield loss and parasite numbers. Trop. Pest Manage. 32: 333-337, 361, 365.
- Schuster, D. J., C. A. Musgrave, and J. P. Jones.** 1979. Vegetable leafminer *Liriomyza sativae* and parasite

emergence from tomato foliage sprayed with oxamyl. J. Econ. Entomol. 72: 208-210.

Silvstri, F. 1912. Contribuzioni alla conoscenza degli insetti dannosi e dei loro simbionti. III. La tignoletta dell' uva (*Polychrosis botrana* Schiff.) con un cenno sulla tignola dell' uva (*Conchylis ambiguella* Hb.). Boll. Lab. Zool. gen. agr. Portici 6: 246-307.

Tryon, E. H. Jr., and S. L. Poe. 1981. Developmental rates and emergence of vegetable leafminer pupae and their parasites reared from celery foliage *Liriomyza sativae*. Fla. Entomol. 64: 477-483.

Viggiani, G. 1962. Contributi alla conoscenza degli insetti minatori e loro simbionti. I. La *Phytomyza*

heringiana Hendel (Dipt. Agromyzidae) nuovo minatore del Melo per l' Italia. Boll. Lab Ent. agr. Filippo Silvestri 20: 31-72.

Xu, Z., Z. Gao, Z. Chen, R. Hou, and L. Zeng. 1999. Hymenopterous parasitoids of *Liriomyza sativae* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) in Guangdong Province, China. Natural Enemies Insects 21: 126-132.

Yoshimoto, C. M. 1978. Revision of the subgenus *Achrysocharella* girault of America north of Mexico (Chalcidoidea, Eulophidae: *Chrysonotomyia* Ashmead). Can. Entomol. 110: 697-719.

收件日期：2001年 月 日

接受日期：2001年 月 日

Appearance and Life History of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae)

Ching-Chin Chien* and Shiu-Chih Ku Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute,

#189, Chungcheng Road, Wufeng, Taichung 413, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

Neochrysocharis formosa (Westwood) is an arrhenotokous, solitary endoparasitoid of *Liriomyza trifolii* (Burgess). The longevity and fecundity of the female are not affected by mating. The female kills *L. trifolii* by either parasitizing (55%) or host-feeding (45%). The host larva was deeply paralyzed without moving and feeding within 5.7 ± 0.9 min after wasp oviposition or died immediately after wasp feeding. Most adults emerged in the morning (0700-0900 h), while oviposition and host feeding occurred at 0500-1300 h. At 25 °C, the wasp took 14.4 ± 0.2 days to develop from egg to adult. The durations of egg, larval, prepupal, and pupal stages were 1.5 ± 0.0 , 4.41 ± 0.01 , 0.50 ± 0.01 , and 8.1 ± 0.1 days, respectively. When 40-50 3rd-instar larvae of *L. trifolii* were provided daily, the female reproduced 202 ± 18 offspring wasps and killed 385 ± 31 hosts in her life span. The longevity of female and male wasps was 22.3 ± 1.2 and 7.5 ± 0.7 days, respectively. The female sex ratio of progeny was 0.54 ± 0.02 .

Key words: *Neochrysocharis formosa*, *Liriomyza trifolii*, appearance, life history.

