

臺潛蠅繭蜂 (*Opius caricivora*) (膜翅目：小繭蜂科) 之 形態與生活史¹

錢景秦^{2,3} 張淑貞²

摘 要

錢景秦、張淑貞。2012。臺潛蠅繭蜂 (*Opius caricivora*) (膜翅目：小繭蜂科) 之形態與生活史。台灣農業研究 61:144–157。

臺潛蠅繭蜂 (*Opius caricivora* Fischer) 行單產雄性孤雌生殖、單員幼蟲至蛹內寄生。交尾與否對雌蜂生育力無影響。雄蜂一生有多次交尾 (8–17 次)，雌蜂多數只交尾 1 次，僅 4.5% 交尾 2–4 次。交尾前期為 1.1 小時。該蜂有取食寄主現象，卻不致死寄主。羽化盛期為上午 5 點至 8 點，產卵盛期為上午 5 點至 9 點。該蜂發育不受寄主齡期影響。在 25°C 下，卵至蛹期發育所需時間為 14.9–15.0 日，其中卵期為 2.2 日，幼蟲期為 5.0–5.1 日，前蛹期為 1.6–1.8 日，蛹期為 5.9–6.1 日。卵發育至蛹期之存活率為 86.5–91.6%。每日供應 40–50 隻第三齡蔬菜斑潛蠅 (*Liriomyza sativae* Blanchard) 幼蟲時，雌、雄蜂壽命各為 21.9 日與 22.8 日，每雌蜂可產 277 隻子蜂，子代雌性比為 0.62。雌蜂產卵數、過寄生率及對寄主之利用率均顯著受寄主蔬菜斑潛蠅密度影響。寄主密度為 1、2 及 5 隻時，雌蜂產卵數少 (4.4–7.6 粒)，過寄生率高 (66.5–87.5%)；寄主密度為 20、30 及 40 隻時，雌蜂產卵數多 (19.1–24.0 粒)，過寄生率低 (0.9–5.5%)。寄主密度為 1、2、5、10 及 20 隻時，雌蜂對寄主之利用率高達 80.0–100%，但寄主密度為 30 隻與 40 隻時，雌蜂對寄主之利用率各達 62.9% 與 59.4%。

關鍵詞：臺潛蠅繭蜂、蔬菜斑潛蠅、外部形態、生活史。

前 言

臺潛蠅繭蜂 (*Opius caricivora* Fischer) 屬膜翅目 (Hymenoptera)、小繭蜂科 (Braconidae)、蠅繭蜂屬 (*Opius*)，於 1964 年被定名 (Yu *et al.* 2009)。中文異名為黃腹蠅繭蜂 (Yin

et al. 2003; Wan *et al.* 2005; Xu *et al.* 2007a, b)，英文異名為 *Opius labradorensis* Fisher (Yu *et al.* 2009)。

該蜂地理分布於西舊北區、歐洲、東舊北區及東方等地 (Yu *et al.* 2009)，包括芬蘭、捷

-
1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2682 號。接受日期：101 年 6 月 18 日。
 2. 本所應用動物組前研究員及助理研究員。台灣 台中市。
 3. 通訊作者，電子郵件：chien@tari.gov.tw；傳真機：(04)23317600。

克斯洛伐克、德國、奧地利、波蘭、匈牙利、意大利、西班牙、土耳其、阿富汗、烏克蘭、俄羅斯、韓國及中國 (浙江、廣西、雲南、貴州) (Wen *et al.* 2002; Yu *et al.* 2009)。

臺潛蠅繭蜂之食性為寡食性，寄主範圍限雙翅目潛蠅科，如 *Agromyza nigrescens* Hendei、危害苔草菊 (*Carex hirta* L.) 之 *Cerodontha angulata* (Loew) 與 *Cerodontha caricicola* Hering、*Cerodontha caricivora* Groschke、*Cerodontha eucaricis* Nowakowski、危害薊荊 [*Cirsium arvense* (L.)] 之韭潛蠅 [*Chromatomyia horticola* (Goureau)]、危害大蔥 (*Allium fistulosum* L.) 之 *Liriomyza chinensis* Kato、南美斑潛蠅 [*Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)]、蔬菜斑潛蠅 [*Liriomyza sativae* Blanchard]、非洲菊斑潛蠅 [*Liriomyza trifolii* (Burgess)]、危害丹參藻 (*Salvia verticillata* L.) 之 *Napomyza salviae* Hering、危害沼澤金盞花 [*Caltha palustris* (Cowslip)] 之 *Phytomyza* sp.、*Phytomyza lappae* Goureau、*Phytomyza lappina* Goureau、危害薊荊之 *Phytomyza spinaciae* Hendei、危害 *Amaranthus lividus* L. 之 *Scaptomyza flava* (Fallen) (Lin & Wang 1992; Chien & Ku 1998; Wen *et al.* 2002; Chen *et al.* 2003; Yu *et al.* 2009)。

寄生方式屬幼蟲至蛹單員內寄生 (Chien & Ku 2001; Yin *et al.* 2003)。產卵方式屬共育寄生 (koinobiont)，偏好在非洲菊斑潛蠅第三齡幼蟲上產卵 (Chien & Ku 2001)。Yin *et al.* (2003) 亦報導成蜂部分習性。臺潛蠅繭蜂在中國浙江省杭州地區為蔬菜斑潛蠅重要的寄生蜂 (Chen *et al.* 2003)，在台灣該蜂亦寄生蔬菜斑潛蠅、南美斑潛蠅 (Chien & Chang unpublished data) 及非洲菊斑潛蠅 (Lin & Wang 1992; Chien & Ku 1998)。

為瞭解臺潛蠅繭蜂對蔬菜斑潛蠅之抑制能力，本研究以該蠅為寄主，觀察該蜂之外部形態與生活史，藉以提供該蜂辨識、繁殖方法及生物防治時評估寄生蜂對寄主防治潛能之參考。

材料與方法

供試蟲源

在雲林縣林內鄉菜豆 (*Phaseolus vulgaris* L.) 上，採集被蔬菜斑潛蠅幼蟲危害之葉片，攜回室內。攤開葉片置放在塑膠盤內，待老熟幼蟲鑽出化蛹後，收集蠅蛹於玻璃皿內。待成蠅與臺潛蠅繭蜂羽化，供後續試驗飼育之蟲源。

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，與供試寄主蔬菜斑潛蠅之繁殖，係參照 Chien & Ku (1996) 之方法。臺潛蠅繭蜂之繁殖，則參照 Chien & Ku (2001) 之方法，以帶有蔬菜斑潛蠅第三齡幼蟲潛食之罐插菜豆苗，繁殖臺潛蠅繭蜂。

各蟲期之外部形態

在 25°C 下參照 Chien & Ku (2001) 之方法，將內有 120 隻第三齡蔬菜斑潛蠅幼蟲潛食之罐插菜豆苗 (每葉 30 隻)，放入直徑 20 cm、高 25 cm 之壓克力筒，供 30 隻臺潛蠅繭蜂雌蜂產卵 2 小時 (上午 8 點至 10 點間)，然後將罐插菜豆苗移出。繼之在溫度 25°C、相對濕度 65–85% 及光週期 12 L : 12 D (上午 5 點至下午 5 點間照光) 下，每日取樣解剖寄主，在立體顯微鏡 (Wild，接目鏡 20×、接物鏡 5×) 下直接觀察臺潛蠅繭蜂卵、幼蟲、前蛹及蛹期之外部形態，並以立體顯微鏡中之測微尺，直接測量各蟲期之體型大小，及藉幼蟲頭寬判定幼蟲之各齡期，各觀察 17–20 隻及 20 隻。成蟲之外部形態亦在立體顯微鏡下觀察，並以立體顯微鏡中之測微尺，直接測量雌、雄蟲體型大小，各觀察 20 隻；觸角先在 10% KOH 溶液中浸漬 4 小時，再以 75% 酒精略為清洗，隨即以不同濃度酒精 (75、80、90 及 95%) 逐一各脫水 2–3 分鐘，最後以 Euparal 封片、

照相，雌、雄蜂各觀察 20 隻；雌蜂前翅之製作，雌蜂先浸 75% 酒精，繼之在立體顯微鏡下拆解其前翅，並以 75% 酒精略為清洗，隨即以 Euparal 封片並鏡檢、照相。

發育各期之時間與過程

於前項外部形態觀察之試驗中，同時亦每日觀察 25°C 下該蜂卵、幼蟲及蛹期之存活率與發育日數，並在近各蟲期變化或齡期蛻皮之際，每小時記錄該蜂之發育情形。其中存活率試驗，25-35 粒卵為一組，計 3-4 重複；發育期試驗各觀察 17-42 隻不等。

成蜂行為

羽化：2004 年 9 月在 25°C、相對濕度 65-85% 及自然光照下，觀察室內臺灣潛蠅繭蜂之羽化方式，並記錄一日內，該蜂每小時之羽化頻率及性比。觀察蟲數為 203 隻。

交尾：交尾方式、時間及交尾前期之觀察，係在前述相同條件下，將單個蛹分別置於直徑 1.5 cm、高 4 cm 之小玻璃管內，待成蜂羽化後，即加以配對，移入另一小玻璃管內，供食未稀釋之蜂蜜，並觀察其交尾方式與時間，進行 43 次，交尾前期之觀察則進行 25 次。成蜂第一、二日交尾率之觀察，此時為餵食蜂蜜之方便性，係將上午 5 點至 11 點間羽化之雌、雄蜂分別釋入直徑 12 cm、高 21 cm 之玻璃筒內，供食未稀釋蜂蜜做群體飼育，待下午 3 點時才將雌、雄蜂各 1 隻移入小玻璃管內加以配對，登錄 1 小時內雌、雄蜂之交尾狀況，其中已交尾者記錄為第一日之交尾對數後移除，剩下未交尾者將雌、雄蜂分離，各自釋入上述相同大小之玻璃筒內、供食未稀釋蜂蜜做群體飼育，待第二日早上 9 點才重新再將前日未曾交尾之雌、雄蜂移入小玻璃管內加以配對，登錄 1 小時內成蜂之交尾狀況，記錄為第二日之交尾對數，共進行 70 對成蜂。雌、雄蜂終生交尾次數之觀察，係將單個蛹分別置於上述之小玻璃管內，待蜂羽化後，每日供食未

稀釋之蜂蜜，隔日上午 10-12 點隨機單對雌、雄蜂配對，登錄 10 分鐘內雌、雄蜂之交尾狀況，隨後將雌、雄蜂分離，並依雌、雄蜂之交尾次數分別標示為 1 或 0；第三日將此批已交尾 1 或 0 次之雌、雄蜂與另一批羽化次日未交尾之雌、雄蜂配對，觀察方法如前，10 分鐘後將雌、雄蜂分離，並依雌、雄蜂之交尾次數分別標示為 2 或 1 或 0；如此連續觀察至成蜂死亡，累積記錄雌、雄蜂各自之總交尾次數，共觀察雌蜂 66 隻、雄蜂 43 隻。

產卵與取食寄主：雌蜂產卵方式、產卵時間、取食寄主方式及取食寄主時間等之觀察，係參照 Chien & Ku (2001) 之方法，先準備帶有寄主蔬菜斑潛蠅第三齡幼蟲潛食之罐插菜豆苗，將其置入上述相同大小之壓克力筒，在 25°C 下再將已交尾雌蜂釋入，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。各進行 10-18 重複。產卵時刻之觀察，則在 25°C、光週期 12 L : 12 D (上午 5 點至下午 5 點間照光) 下，自清晨 1 點起至次日凌晨 1 點止，在直徑 12 cm、高 21 cm 玻璃筒內，每隔 4 小時，更換內有 40 隻寄主第三齡幼蟲潛食之罐插菜豆苗，供 1 隻已有產卵經驗之第四、五日齡雌蜂產卵；15 日後，記錄雌蜂於各處理時段內之子蜂數，以估測各處理時段內之產卵數。計 10 重複。

交尾對繁殖力之影響：試驗分二種方式進行，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。25°C 下，將 0 日齡供試蜂置入上述相同大小之接蜂用玻璃筒內，每處理每日供應 1 株內有 40-50 隻寄主第三齡幼蟲潛食之罐插菜豆苗，並以細毛筆將未稀釋蜂蜜塗於玻璃筒內壁，直至雌蜂死亡為止。記錄其間處理組雌蜂之壽命、子蜂數及子代雌性比 [$\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}}$]，各做 11 重複與 12 重複。

寄主密度對雌蜂寄主利用率 (host utilization) 與過寄生 (superparasitism) 之影響

先準備各帶有寄主蔬菜斑潛蠅 1、2、5、10、20、30 及 40 隻第三齡幼蟲潛食之罐插菜豆苗，分別將其置入直徑 12 cm、高 21 cm 之玻璃筒內。在 25°C 下早上 9 點將第五至第六日齡已有產卵經驗之 1 隻雌蜂釋入，至下午 1 點將雌蜂移出。3 日後，在立體顯微鏡 (Wild, 接目鏡 20×、接物鏡 5×) 下解剖紀錄各處理每隻寄主蛹體內之蜂卵數，以估測雌蜂在不同寄主蟲數下對寄主之利用率 (寄生寄主數 ÷ 供試寄主蟲數)，與蜂卵在每一寄主上之分布百分率。各進行 8–10 重複。

統計分析

各項處理之試驗資料利用 SAS-EG (SAS Enterprise Guide) 4.1 版統計分析軟體先進行變方分析 (analysis of variance, ANOVA)，再以最小顯著差異性 (least significant difference, LSD) 測驗，在 5% 顯著水準下比較處理間平均值之差異。若遇百分率時，資料先進行角度轉換 (arcsine transformation)，再進行分析。

結 果

各蟲期之外部形態

成蜂：雌 (圖 1A)，體亮黑色。複眼黑色，觸角柄節、唇基、口器及足黃褐色，觸角梗節、鞭節褐色，前伸腹節、腹部第一、二節背板黃褐色。頭部光滑。觸角絲狀，其長約為體長之 1.3 倍，鞭節具 20–23 節，以 22 節者占 60% ($n = 20$, 圖 2A)。唇基半圓形，無口窩。前、中後胸背板光滑，前伸腹節與腹部第一節有皺紋。前翅翅痣楔形；徑脈 (r1, 1st abscissa radius) 由翅痣近基部 1/3 處發出，徑脈第二段 (r2, 2nd abscissa radius) 長約為橫肘脈 (Cuq1, 1st transverse cubitus) 的 2.0 倍，徑室 (R, radial cell) 達翅尖旁，徑脈第三段 (r3, 3rd abscissa radius) 長約為徑脈第二段 (r2) 的

2.4 倍；亞盤脈 (n-par, nervus parallelus) 由臀室 (B, brachial cell) 近中部發出，臀室下角關閉不全 (圖 2B)。腹部第一背板呈梯形，其長與寬部略等，其前方 1/3 處具 2 斜伸的脊，其間具皺紋，腹部其餘部分光滑。產卵管微露出腹末。雄蜂形態特徵與雌蜂相同，觸角絲狀，鞭節具 19–23 節，以 21 節者占 45% ($n = 20$, 圖 2C)，翅脈圖與雌相同。雌成蟲體型大於雄成蟲 (表 1)。

卵：呈 hymenopteriform type，透明、無色。蜂卵之大小隨發育而變大 (表 1)，初產時呈圓柱形 (cylindrical) (圖 1B)，近孵化時呈卵形 (obovate) (圖 1C)。

幼蟲：寄生蜂幼蟲共有 3 個齡期。各齡頭寬與大小見表 1。第一齡幼蟲為尾顎型 (caudate-mandibulate type)，體透明、無色，頭寬大、長方形、初孵化時其長度約占全身之 1/3 強，大顎明顯，其餘體節寬度逐節縮小，但至第一齡末時，頭部長度約占全身之 1/4，頭與大顎呈淡褐色，消化管內有少許黃色內容物 (圖 1D)。第二齡幼蟲為 hymenopteriform type，體透明、無色，略呈紡錘形，消化管內有橙黃色內容物 (圖 1E)，第三齡幼蟲體黃色，呈長紡錘形，體表密佈短毛，腹部消化管內容物呈紅褐色 (圖 1F)。

前蛹：體黃色 (圖 1G)。體形大小見表 1。

蛹：體黃色、複眼與單眼紅色 (圖 1H)。體形大小見表 1。

發育各期之時間與過程

寄主齡期對臺潛蠅繭蜂之發育日與存活率均無影響 (表 2、3)。該蜂可產卵於蔬菜斑潛蠅第一至三齡幼蟲體內。在 25°C 下卵發育至蛹期需時 14.9–15.0 日。其中卵期為 2.2 日；幼蟲期為 5.0–5.1 日，第一至三齡幼蟲發育所需時間各為 1.2、0.6 及 3.2 日；前蛹期為 1.6–1.8 日；蛹期為 5.9–6.1 日。卵發育至蛹期之存活率為 86.5–91.6%，其中卵、前蛹及

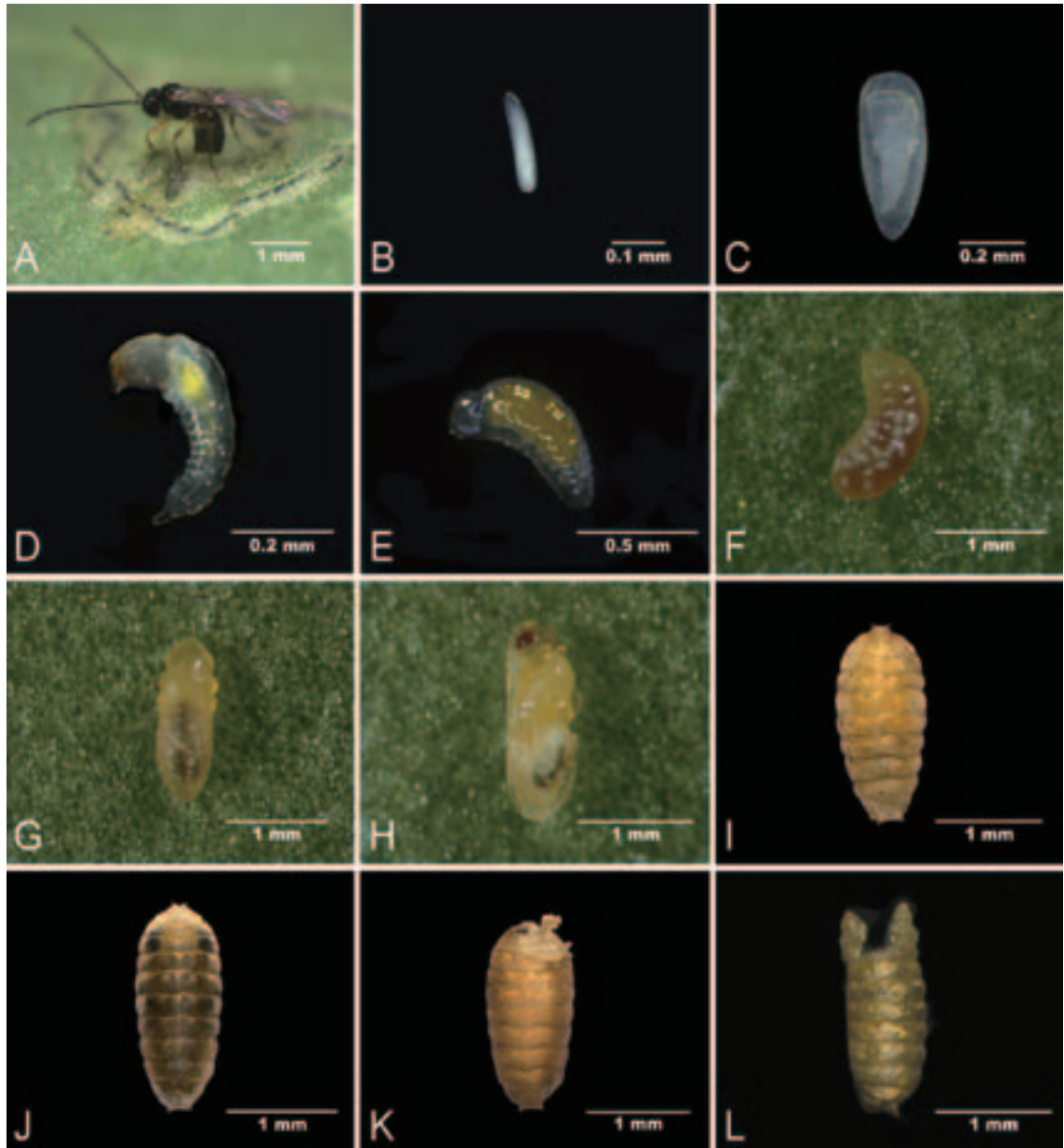


圖 1. 臺潛蠅繭蜂之各生長期外觀 (A-H) 與被寄生蔬菜斑潛蠅蛹之辨識 (I-L)。 (A) 產卵寄生中之雌蜂； (B) 卵 (產卵後 2 小時)； (C) 卵 (產卵後 52 小時)； (D) 第一齡幼蟲； (E) 第二齡幼蟲； (F) 第三齡幼蟲； (G) 前蛹； (H) 蛹； (I) 被寄生後之蔬菜斑潛蠅蛹； (J) 正常之蔬菜斑潛蠅蛹； (K) 寄生蜂羽化孔； (L) 蔬菜斑潛蠅羽化孔。

Fig. 1. Morphology of different developmental stages of *Opius caricivora* (A-H) and characteristics of pupae of leafminer *Liriomyza sativa* parasitized by *O. caricivora* (I-L). (A) a female wasp parasitizing a leafminer; (B) egg (2 h after oviposition); (C) egg (52 h after oviposition); (D) 1st instar larva; (E) 2nd instar larva; (F) 3rd instar larva; (G) prepupa; (H) pupa; (I) host pupa parasitized by wasp; (J) normal host pupa; (K) emergence hole of wasp; (L) emergence hole of host leafminer.

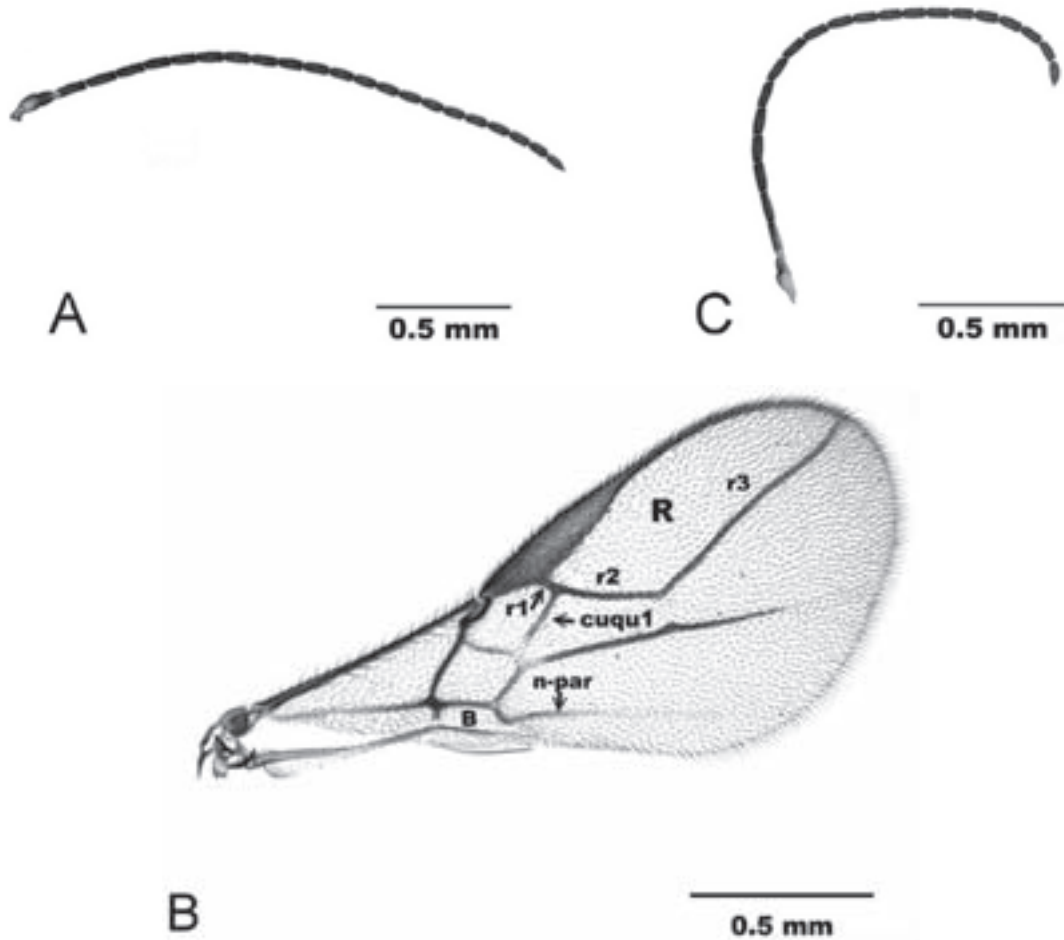


圖 2. 臺灣蠅蕯蜂之觸角與前翅。(A) 雌蜂觸角；(B) 雌蜂前翅；(C) 雄蜂觸角。

Fig. 2. Antenna and fore wing of *Opilus caricivora*e. (A) female antenna; (B) female fore wing; (C) male antenna. B, brachial cell; cuqu1, 1st transverse cubitus; n-par, nervus parallelus; r1, 1st abscissa radius; r2, 2nd abscissa radius; r3, 3rd abscissa radius; and R, radial cell.

蛹期之存活率均為100%，幼蟲期之存活率為86.5–91.6%。

蜂卵產在寄主幼蟲體內，卵未被包囊 (encapsulation)。卵初產時長度僅 0.18 mm、寬度 0.06 mm，但至 18 小時後，卵開始持續膨大，至 52 小時 (近孵化時) 卵之長度與寬度已各增長 2.6 倍與 3.2 倍 (表 1)。視雌蜂卵產於寄主之齡期，孵化後之第一齡幼蟲，即隨寄主之發育在寄主幼蟲、或蛹體內取食，至第三齡幼

蟲，食量大增，約 23 小時即將寄主蛹體液完全吸盡，並緊依寄主蛹壁吐絲做一薄繭，此時幼蟲靜止不動全身緊縮、隨之排出一坨褐色排泄物，進入前蛹。經 1.6–1.8 日變為蛹。再經 5 日蛹體由淡褐色變黑，次日羽化為成蜂。若遇過寄生時，卵雖均可孵化，但僅 1 隻幼蟲順利發育，其餘均在第一齡幼蟲期死亡。當寄生蜂在卵與幼蟲期時，被寄生之蔬菜斑潛蠅蛹與正常之蔬菜斑潛蠅蛹在外形上無法分辨，直至

表 1. 臺灣蠅繭蜂寄生蔬菜斑潛蠅時各蟲期體型之大小

Table 1. Body size of the various stages of wasp *Opius caricivora* on the host leafminer *Liriomyza sativae*^z

Stages of wasp	Head width (mm) of wasp		Body size (mm, Mean ± SEM) of wasp		
	<i>n</i>	Mean ± SEM ^y	<i>n</i>	Length	Width
Egg					
Early			20	0.18 ± 0.00	0.06 ± 0.00
Late			17	0.47 ± 0.01	0.19 ± 0.00
Larva					
1st	20	0.18 ± 0.00			
Early			20	0.57 ± 0.01	0.19 ± 0.00
Late			20	0.71 ± 0.01	0.22 ± 0.00
2nd	20	0.23 ± 0.00			
Early			20	0.75 ± 0.00	0.27 ± 0.00
Late			20	1.12 ± 0.00	0.43 ± 0.00
3rd	20	0.28 ± 0.00			
Early			20	1.20 ± 0.01	0.52 ± 0.00
Late			20	1.47 ± 0.01	0.55 ± 0.00
Prepupa			17	1.52 ± 0.00	0.63 ± 0.02
Pupa			17	1.61 ± 0.03	0.62 ± 0.01
Adult					
Female			20	1.65 ± 0.01	0.41 ± 0.01
Male			20	1.58 ± 0.02	0.39 ± 0.01

^z The experiment was conducted at 25°C.^y SEM: standard error of mean.

表 2. 蔬菜斑潛蠅幼蟲齡期對臺灣蠅繭蜂卵、幼蟲、前蛹、蛹及卵至蛹期發育日數之影響

Table 2. Effect of instars of *Liriomyza sativae* on duration (d) of egg, larval, prepupal, pupal and egg to pupal stages of *Opius caricivora*^z

Instars of host <i>L. sativae</i>	Duration (d) of the stages of <i>Opius caricivora</i>									
	Egg		Larva		Prepupa		Pupa		Egg to pupa	
	<i>n</i>	Mean ± SEM ^y	<i>n</i>	Mean ± SEM	<i>n</i>	Mean ± SEM	<i>n</i>	Mean ± SEM	<i>n</i>	Mean ± SEM
1st	33	2.2 ± 0.0 a	33	5.1 ± 0.2 a	30	1.8 ± 0.3 a	30	5.9 ± 0.3 a	30	15.0 ± 0.3 a
2nd	20	2.2 ± 0.0 a	20	5.0 ± 0.1 a	17	1.6 ± 0.1 a	17	6.1 ± 0.1 a	17	14.9 ± 0.3 a
3rd	42	2.2 ± 0.0 a	42	5.0 ± 0.0 a	37	1.7 ± 0.2 a	37	6.1 ± 0.2 a	34	15.0 ± 0.2 a

^z The experiment was conducted at 25°C.^y SEM: standard error of mean. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test.

寄生蜂發育至前蛹時，因老熟幼蟲之吐絲做繭致使被寄生之蔬菜斑潛蠅蛹在照光下，外觀上除可看到較具光澤之寄生蛹殼外，亦可隱約透見其內寄生蜂前蛹之外廓(圖 1I)，而此時正常之蔬菜斑潛蠅蛹已發育至近羽化前，透過斑潛

蠅蛹殼可明顯看到其內斑潛蠅黑色的 2 個複眼(圖 1J)。

成蜂行為

羽化：蜂蛹發育成熟後，成蜂在靠近蔬菜斑潛蠅蛹殼頂端之上側面咬一長 0.60 mm ±

表 3. 蔬菜斑潛蠅幼蟲齡期對臺灣蠅繭蜂卵、幼蟲、前蛹及卵至蛹期存活率之影響

Table 3. Effect of instars of *Liriomyza sativae* on survival of egg, larval, prepupal, pupal, and egg to pupal stages of *Opius caricivora*^z

Instars of host <i>L. sativae</i>	Survival (%) of the stages of <i>Opius caricivora</i>				
	Egg	Larva	Prepupa	Pupa	Egg to pupa
1st	100.0 ± 0.0 a ^y	91.6 ± 2.3 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	91.6 ± 2.3 a
2nd	100.0 ± 0.0 a	86.5 ± 3.7 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	86.5 ± 3.7 a
3rd	100.0 ± 0.0 a	89.0 ± 3.6 a	100.0 ± 0.0 a	100.0 ± 0.0 a	89.0 ± 3.6 a

^z The experiment was conducted with three to four replicates at 25°C, 25–35 eggs/treatment.

^y Mean (Y) ± standard error. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD test. Data were arcsin-square-root of (1-Y) transformed prior to analysis.

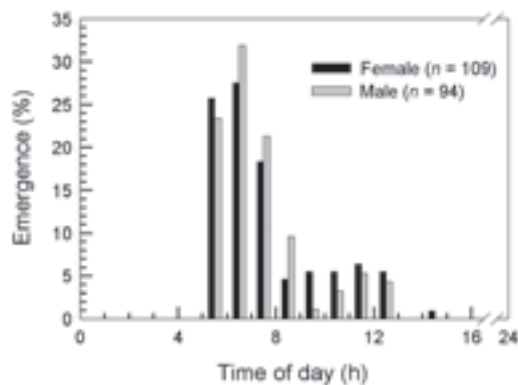


圖 3. 在 25°C 下臺灣蠅繭蜂之日羽化時刻。

Fig. 3. Daily emergence rhythm of *Opius caricivora* at 25°C.

0.01 mm、寬 0.46 mm ± 0.03 mm 之羽化洞鑽出 (n = 20, 圖 1K), 與未被寄生蔬菜斑潛蠅之羽化孔 (圖 1L) 不一。羽化時刻為上午 5 點至下午 3 點之間, 但 73.9% 集中於上午 5 點至 8 點 (n = 203, 圖 3)。雄蜂與雌蜂羽化時刻略同。具趨光性。成蜂羽化後先排出一小段黑色排泄物, 再利用左、右後足之脛節與跗節夾住原先繃縮之翅, 不斷梳理, 其中 86.7% 者 (n = 30) 完成展翅需時 11.2 分鐘 ± 0.9 分鐘, 另 13.3% 者則需時 30.8 分鐘 ± 2.3 分鐘。

交尾: 92.9% 蜂羽化當日即可交尾, 但亦有 7.1% 蜂延至次日上午完成交尾 (n = 70)。羽化當日交尾成蜂之交尾前期為 1.1 小時 ± 0.1 小時 (11–148 分鐘, n = 25)。交尾時雄蜂揮動

觸角尋找雌蜂, 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。每次交尾時間需 28.8 秒 ± 1.9 秒 (11–65 秒, n = 43)。95.5% 雌蜂一生交尾 1 次, 僅 4.5% 者交尾 2–4 次 (n = 66), 而雄蜂一生交尾次數則多達 8–17 次 (n = 43)。

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蔬菜斑潛蠅, 若探觸及寄主幼蟲時, 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 21.7 秒 ± 1.1 秒 (16–30 秒, n = 18)。產卵時刻以上午 5 點至 9 點間產卵數最多 (16.3 粒, 占 70.3%), 其次為上午 9 點至下午 1 點 (4.2 粒, 占 18.1%) 與下午 1 點至 5 點間 (2.3 粒, 占 9.9%), 再次為下午 5 點至 9 點 (0.4 粒, 占 1.7%)、下午 9 點至凌晨 1 點 (0.0 粒, 占 0.0%) 及凌晨 1 點至 5 點 (0.0 粒, 占 0.0%) (n = 10) (圖 4)。寄生寄主方式為單員內寄生, 雌蜂在 1 隻寄主上僅產 1 粒卵, 但若在蜂多、寄主少時, 1 隻寄主體內之蜂卵曾多達 9 粒。雌蜂產卵時, 寄主幼蟲停滯不取食, 但待雌蜂產完卵離開後, 該被寄生之寄主恢復正常取食並發育至蛹。

取食寄主: 雌蜂有取食寄主行為, 但不致死寄主。取食寄主時, 雌蜂先藉產卵管透過豆葉鑽刺寄主蔬菜斑潛蠅幼蟲之體表, 再以口器在該鑽刺處取食寄主幼蟲之體液, 此鑽刺與吸

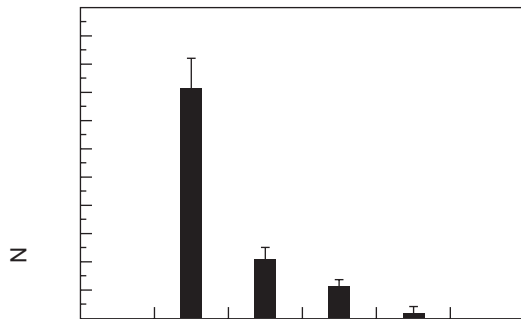


圖 4. 臺潛蠅繭蜂雌蜂在 25°C 與光週期 (上午 5 點至下午 5 點間照光) 下平均日產卵時刻。

Fig. 4. Daily oviposition rhythm of female *Opius caricivora* in a growth chamber at 25°C under 12 h light (5:00 a.m. to 17:00 p.m.). Error bars represent standard error ($n = 10$). Different letters above average values indicate significant differences at $P < 0.05$ according to LSD test.

食動作快速重複為之，但偶有僅見鑽刺行為卻未有連續之取食動作。75.0% 雌蜂 ($n = 16$)，每次取食寄主需 2.7 分鐘 \pm 0.3 分鐘，其中鑽刺寄主動作與吸食寄主動作，各為 23.0 次 \pm 3.2 次與 22.0 次 \pm 3.1 次；另 25.0% 雌蜂每次取食寄主需長達 6.2 分鐘 \pm 0.7 分鐘，其中鑽刺寄主動作與吸食寄主動作，各為 63.8 次 \pm 3.5 次與 63.0 次 \pm 3.9 次。雌蜂取食寄主時，寄主幼蟲停滯不取食，但待雌蜂取食完離開後，該被取食之寄主恢復正常取食並發育至蛹。

交尾對繁殖力之影響：生殖方式為單產雄性孤雌生殖 (arrhenotoky)。未交尾雌蜂之壽命

與子蜂數，與交尾者均無顯著差異，二者壽命各為 19.3 日與 21.9 日，子蜂數各為 213 隻與 277 隻；子代雌性比方面二者呈顯著差異，未交尾者為 0，而交尾者為 0.62 (表 4)。

寄主密度對雌蜂寄主利用率與過寄生率之影響

寄主利用率：雌蜂對寄主之利用率顯著受寄主蔬菜斑潛蠅密度之影響。寄主密度為 2 隻與 20 隻，1、5 及 10 隻，及 30 隻與 40 隻時，雌蜂對寄主之利用率各達 100% 與 90.0%，80.0–86.1% 及 62.9% 與 59.4% (表 5)。

過寄生率：雌蜂產卵數與過寄生率均顯著受寄主蔬菜斑潛蠅密度之影響。雌蜂產卵總數在寄主密度 40 隻時最多 (24.0 粒)，其次為寄主密度 20 隻與 30 隻時 (19.1 粒與 19.9 粒)，寄主密度 1、2、5 及 10 隻時，雌蜂之產卵總數僅 4.4–9.0 粒 (表 6)。至於每一寄主上之蜂卵數，在寄主密度 1、2、5 隻時較多，該寄主上之蜂卵數最多者可各達 9、6 及 5 粒，此時雌蜂過生率高達 66.5–87.5%；寄主密度 10、20、30 及 40 隻時每一寄主上之蜂卵數較少，該寄主上之蜂卵數最多者僅各達 3、2、2 及 2 粒，此時雌蜂過生率甚低，達 0.9–9.2%。

討 論

行內寄生生活方式之寄生蜂常需發展對抗寄主包埋其卵之包囊反應，或藉對寄主齡期之偏好性以免遭受寄主之防禦反應 (Chien 1997)。臺潛蠅繭蜂為幼蟲至蛹期之體內寄生蜂，本文

表 4. 交尾頻率對臺潛蠅繭蜂雌蜂壽命、生育力及雌性比之影響

Table 4. Effect of mating frequency on longevity, fertility and female proportion of female *Opius caricivora*^z

No. of mating	n	Longevity (d)		Fertility/female	
		Female	Male	No. adults	Female proportion
0	11	19.3 \pm 2.1 a ^y	—	213 \pm 25 a	0.00 \pm 0.00 b
1	12	21.9 \pm 1.9 a	22.8 \pm 1.3	277 \pm 16 a	0.62 \pm 0.03 a

^z Female wasp was provided with 40–50 3rd instar larvae of *Liriomyza sativae* daily at 25°C.

^y Mean \pm standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test.

表 5. 不同蔬菜斑潛蠅密度時臺灣蠅繭蜂對寄主之利用率

Table 5. Effect of density of *Liriomyza sativa* on utilization of host by *Opius caricivorae*^z

No. of host <i>L. sativae</i>	<i>n</i>	Host utilization (%) by wasp
1	10	80.0 ± 13.3 b ^y
2	9	100.0 ± 0.0 a
5	10	86.1 ± 4.8 b
10	9	82.2 ± 4.0 bc
20	8	90.0 ± 3.5 ab
30	8	62.9 ± 3.4 cd
40	8	59.4 ± 2.9 d

^zThe experiment was conducted in a glass cylinder (12 cm diameter × 21 cm height) at 25°C.

^yMean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test. Data were arcsin-square-root transformed prior to analysis.

得知雌蜂產卵時寄主蔬菜斑潛蠅幼蟲會暫停不取食、蜂卵未被寄主細胞包裹及寄主齡期不影響其未成熟期之發育。Wan *et al.* (2005) 藉由臺灣蠅繭蜂寄生因子對寄主蔬菜斑潛蠅生理效應之觀察，推測蜂卵未被包裹之因，係雌蜂毒腺分泌之毒液抑制了寄主的包裹作用，至於類病毒顆粒是否參與此一過程尚不清楚。

Flanders (1942) 將寄生蜂卵形成之方式分為營養性胚胎膜 (hydropic) 與非營養性胚胎膜 (anhydropic) 二型。本文發現臺灣蠅繭蜂卵成熟時，其長度與寬度較初產時各增長 2.6 倍與 3.2 倍，進而得知其卵可藉胚胎膜自寄主蔬菜斑潛蠅體液獲得養分供胚胎發育，並證實其卵形成之方式為營養性胚胎膜，此論點與 Xu *et al.* (2007a) 觀察一致。另由該蜂之壽命、產卵期、日產卵數及取食寄主習性等特性，可歸納其產卵策略為應變式產卵 (synovigenic) 型式。

Yin *et al.* (2003) 與 Xu *et al.* (2007a) 曾進行臺灣蠅繭蜂成蜂生物學之初步研究，其部分成果與本文略同，但就成蜂交尾次數、幼蟲齡期及取食寄主之行為，則與本文有差異。如本文報導雄蜂一生交尾多達 8–17 次，4.5% 雌蜂

交尾 2–4 次，而 Yin *et al.* (2003) 云僅雄蜂行多次交尾、雌蜂未發現 2 次交尾。本文依臺灣蠅繭蜂幼蟲頭寬可區分幼蟲有三齡，各齡頭寬之增長呈一定之比率 (第一與二齡頭寬比為 1.28，二與三齡頭寬比為 1.22)，符合 Dyar's Law (Dyar 1890)。但 Yin *et al.* (2003) 與 Xu *et al.* (2007a) 則依臺灣蠅繭蜂幼蟲體長各區分幼蟲有四齡與五齡。Jervis & Kidd (1986) 謂寄生蜂雌蜂取食寄主之行為在膜翅目中十分普遍，已記錄者達 17 科、140 種。其行為模式有產卵取食併行但不殘害寄主 (concurrent non-destructive)、產卵取食併行但殘害寄主 (concurrent destructive)、產卵取食不併行但不殘害寄主 (non-concurrent non-destructive) 及產卵取食不併行但殘害寄主 (non-concurrent destructive) 四型。Chien & Ku (2001) 雖未觀察臺灣蠅繭蜂有取食寄主之行為，Yin *et al.* (2003) 則云被該蜂取食之寄主，有的可完成發育，有的死亡，本文證實該蜂雖具取食寄主行為，但不致死寄主，其取食寄主模式屬上述之第三型。

臺灣蠅繭蜂為行共育寄生性之寄生蜂，雖然寄主齡期不影響其未成熟期之發育 (表 2、3)，但寄生第一齡寄主時會顯著降低子代雌性比 (Chien & Chang unpublished data)。同時雌蜂交尾與否雖不影響子蜂數，但未交尾者子代均為雄性，無繁殖能力 (表 4)。因而建議該蜂繁殖時需注意寄主齡期與成蜂交尾。

臺灣蠅繭蜂為單員寄生蜂，但 Yin *et al.* (2003) 與 Xu *et al.* (2007a, b) 均發現該蜂有過寄生現象，後者更表明寄主蔬菜斑潛蠅密度可能是引起該蜂過寄生現象的原因之一。本文證實在寄主蔬菜斑潛蠅密度低時 (1、2、5 隻)，雌蜂過生率高達 66.5–87.5%，寄主密度為 10、20、30 及 40 隻時，雌蜂過生率即降至 0.9–9.2%，顯示該蜂確具辨識已被寄生寄主之能力。

害蟲生物防治時，害蟲各蟲期之寄生蜂均

表 6. 蔬菜斑潛蝨密度對臺灣蠅蠅峰在單隻寄主上不同產卵數機率與總產卵數之影響
 Table 6. Effect of host density on normalized distribution of eggs per host and total eggs laid by *Opius caricivora*^z

No. host	n	Normalized distribution (%) of eggs per host										Total eggs/ female wasp
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	8	12.5 ± 12.5 b ^y	0.0 ± 0.0 c	37.5 ± 18.3 a	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 a	12.5 ± 12.5 a	12.5 ± 12.5 a	12.5 ± 12.5 a	12.5 ± 12.5 a	12.5 ± 12.5 a	4.4 ± 1.1 e
2	9	16.7 ± 8.3 b	16.7 ± 8.3 b	22.2 ± 12.1 ab	33.3 ± 8.3 a	0.0 ± 0.0 a	11.1 ± 7.3 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	6.3 ± 0.8 de
5	10	33.5 ± 11.1 b	41.2 ± 9.2 a	17.8 ± 5.5 ab	5.0 ± 5.0 b	2.5 ± 2.5 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	7.6 ± 0.8 cd
10	9	90.8 ± 4.7 a	7.6 ± 3.4 bc	1.6 ± 1.6 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	9.0 ± 0.4 c
20	8	94.5 ± 2.1 a	5.5 ± 2.1 bc	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	19.1 ± 0.9 b
30	8	97.6 ± 1.2 a	2.4 ± 1.2 bc	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	19.9 ± 1.3 b
40	8	99.1 ± 0.6 a	1.0 ± 0.6 bc	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 a	24.0 ± 1.3 a

^z The experiment was conducted in a glass cylinder (12 cm diameter × 21 cm height) at 25°C.

^y Mean ± standard error. Means within each column followed by the same letter(s) are not significantly different at 5% level by LSD test. Data were arcsin-square-root transformed prior to analysis.

有其利用價值。在台灣，本地種蔬菜斑潛蠅幼蟲期之寄生蜂有六種，幼蟲至蛹期之寄生蜂一種 (Chien & Chang 2007)。其中底比斯釉小蜂 [*Chrysocharis pentheus* (Walker)] 與岡崎釉小蜂 [*Closterocerus okazakii* (Kamijo)] 已證實同為該蠅幼蟲期之有效寄生蜂 (Chien & Chang 2008a, b, 2009a, b)。本文就 25°C 下蔬菜斑潛蠅每雌一生之生育力 (113 粒有活力卵數, Chien & Chang 2007)，與臺灣蠅繭蜂每雌一生所產子蜂數 (277 隻子蜂, 表 4) 之比較，顯示臺灣蠅繭蜂對蔬菜斑潛蠅幼蟲至蛹期亦具強勢之抑制潛能。

誌 謝

本研究承前中國農業科學院植物保護研究所問錦曾先生鑑定臺灣蠅繭蜂標本、本組翁振宇先生協助攝製臺灣蠅繭蜂各生長期及成蜂觸角與翅之圖片、及蔡怡蘋小姐協助飼蟲與試驗，謹此一併致謝。

引用文獻 (Literature cited)

Chen, X. X., F. Y. Lang, Z. H. Xu, J. H. He, and Y. Ma. 2003. The occurrence of leafminers and their parasitoids on vegetables and weeds in Hangzhou area, Southeast China. *Biocontrol* 48:515–527.

Chien, C. C. 1997. The strategy of parasitoid in relation to its biocontrol efficacy. *Chinese J. Entomol. Spec. Pub.* 10:91–118. (in Chinese)

Chien, C. C. and S. C. Chang. 2007. Morphology, life history and life table of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Formosan Entomol.* 27:207–227. (in Chinese with English abstract)

Chien, C. C. and S. C. Chang. 2008a. Morphology and life history of *Chrysocharis pentheus* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae). *Formosan Entomol.* 28:159–181. (in Chinese with English abstract)

Chien, C. C. and S. C. Chang. 2008b. Influence of temperature on the population increase and host-killing capability of *Chrysocharis pentheus* (Hymenoptera: Eulophidae). *Formosan Entomol.* 28:277–291. (in Chinese with English abstract)

Chien, C. C. and S. C. Chang. 2009a. Morphology and life history of *Closterocerus okazakii* (Kamijo) (Hymenoptera: Eulophidae). *Formosan Entomol.* 29:25–36. (in Chinese with English abstract)

Chien, C. C. and S. C. Chang. 2009b. Influence of temperature on the life table and host-killing capability of *Closterocerus okazakii* (Kamijo) (Hymenoptera: Eulophidae). *Formosan Entomol.* 29:37–50. (in Chinese with English abstract)

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

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 with English abstract)

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

Dyar, H. G. 1890. The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche* 5:420–422.

Flanders, S. E. 1942. Oosorption and ovulation in relation to oviposition in the parasitic Hymenoptera. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 35:251–266.

Jervis, M. A. and N. A. C. Kidd. 1986. Host-feeding strategies in Hymenopteran parasitoids. *Biol. Rev.* 61:395–434.

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 with English abstract)

Wan, Z. W., X. X. Chen, H. Yu, and J. H. He. 2005. The parasitoid-associated factors of *Opius caricivora* Fischer and their physiological effects on host. *Acta Entomol. Sin.* 48:660–666. (in Chinese with English abstract)

Wen, J. Z., Z. R. Lei, and Y. Wang. 2002. Opiinae parasitoids of the leafminer *Liriomyza* spp. in China. *Entomol. Knowledge* 39:14–16.

Xu, P., Z. W. Wan, X. X. Chen, S. Liu, and M. G. Feng. 2007a. Immature morphology and development of *Opius caricivora* (Hymenoptera: Braconidae), an endoparasitoid of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*

- 100:425–432.
- Xu, P., C. S. Yin, H. Yu, and X. X. Chen. 2007b. Influence of temperature on functional response of *Opius caricivora* to larvae of *Liriomyza sativae*. Chinese Bull. Entomol. 44:89–92. (in Chinese with English abstract)
- Yin, C. S., X. X. Chen, F. Y. Lang, and J. H. He. 2003. Biological characteristics of adult *Opius caricivora* Fischer, a parasitoid of *Liriomyza sativae* Blandchard. Acta Entomol. Sin. 46:505–511. (in Chinese with English abstract)
- Yu, D. S., K. van Achterberg, and K. Horstmann. 2009. World Ichneumonoidea 2009, taxonomy, biology, morphology and distribution. Taxapad 2009. Scientific names for information management. Flash Disk. ISBN-13/EAN:9780973117226.

Morphology and Life History of *Opius caricivora* (Hymenoptera: Braconidae)¹

Ching-Chin Chien^{2,3} and Shu-Chen Chang²

Abstract

Chien, C. C. and S. C. Chang. 2012. Morphology and life history of *Opius caricivora* (Hymenoptera: Braconidae). J. Taiwan Agric. Res. 61:144–157.

The wasp *Opius caricivora* Fischer is an arrhenotokous, solitary endoparasitoid of the leafminer *Liriomyza sativae* Blanchard. The fertility of the female wasp is not affected by mating experience. Males mated many times (8–17 times) in a lifetime, but most females mated only once (4.5% mated 2–4 times). The premating period was 1.1 h. Female wasps fed on leafminers without killing them. The peak of emergence of wasps was between 0500 and 0800 h while the peak of oviposition was between 0500 and 0900 h. The development of wasps was not affected by the host instar. At 25°C, averaged duration for egg, larval, prepupal, pupal, and egg to pupal stage was 2.2, 5.0–5.1, 1.6–1.8, 5.9–6.1 and 14.9–15.0 days, respectively. Averaged survival from egg to pupal stage was 86.5–91.6%. When wasps were provided with 40–50 3rd instar larvae of *L. sativae* daily, the longevity of female and male wasps averaged 21.9 and 22.8 days, respectively. The fertility for a female wasp was 277 progenies. The ratio of female progeny was 0.62. Numbers of eggs, percentage of superparasitism and host utilization rate of wasps varied with host density. At low host density (1, 2 and 5 leafminers), the number of eggs per female wasp was low (4.4–7.6 eggs) and the percentage of superparasitism was high (66.5–87.5%), but at high host density (20, 30 and 40 leafminers), the number of eggs per female wasp was high (19.1–24.0 eggs) and the percentage of superparasitism was low (0.9–5.5%). Host utilization rates by wasps were high (80.0–100%) at low host density (1, 2, 5, 10 and 20 leafminers), however host utilization rates by wasp were low (62.9 and 59.4%) at high host density (30 and 40 leafminers).

Key words: *Opius caricivora*, *Liriomyza sativae*, Morphology, Life history.

-
1. Contribution No. 2682 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI), Council of Agriculture. Accepted: June 18, 2012.
 2. Respectively, Former Senior Entomologist and Assistant Entomologist, Applied Zoology Division, TARI, Taichung, Taiwan, ROC.
 3. Corresponding author, e-mail: chien@tari.gov.tw; Fax: (04)23317600.