



Formosan Entomologist

Journal Homepage: entsocjournal.yabee.com.tw

Investigation on the Life History of *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae) and the Effects of Temperatures on Its Development **【Research report】**

基徵草蛉 (同翅目：草蛉科) 生活史觀察及溫度對其發育之影響 **【研究報告】**

Chia-Pao Chang
章加寶

*通訊作者E-mail: enemies@ms5.hinet.net

Received: 2000/01/12 Accepted: 2000/04/05 Available online: 2000/06/01

Abstract

Mallada basalis (Walker) is a well-known natural enemy of several agricultural pests. A series of investigations on the life cycle of this insect were performed from 1993 to 1997 in the laboratory. The results indicate that the insect could complete an average of 10 generations in a year. The duration of each generation varied with temperature. On the average, the egg, larva, and pupa took 4.4, 11.8, and 11.9 d to complete its stage, respectively. The life span of the female was 70.8 d, and that of the male was 76.9 d. The insect needed 28.1 d to complete a life cycle. On average, each female adult could lay a total of 736.3 eggs with 13.7 eggs/d. Under constant temperature from 15 to 30°C, the egg, 1st instar, 2nd instar, 3rd instar larval and pupal stages needed from 8.1 to 3.1 d, 9.5 to 3.1 d, 7.1 to 2.2 d, 8.0 to 3.4 d, 24.6 to 8.6 d, respectively, and time to complete a life cycle decreased with an increase of temperature, with the shortest at 30°C. The threshold temperatures for eggs, 1st instar larvae, 2nd instar larvae, 3rd instar larvae, and pupae were estimated to be 7.4, 9.5, 8.2, 4.1 and 7.9°C, respectively. The accumulated temperatures for the development of eggs, 1st instar, 2nd instar, 3rd instar larvae, and pupae were 69.6, 70.0, 48.6, 88.3, and 193.8 degree-days(DD), respectively, and completing a generation required 462.3DD. The effective temperature ranges, and high and low lethal temperatures were determined to be 17 to 47°C, 51 and 6°C, respectively, for 1st instar larvae, 15 to 44°C, 46 and 6°C for 2nd instar larvae, and 15 to 43°C, 46 and 8°C for 3rd instar larvae. Female and male adults were active at 14 to 42°C and 16 to 42°C, and the high and low lethal temperatures for both sexes were found to be 50 and 6°C, and 49 and 9°C, respectively.

摘要

基徵草蛉(*Mallada basalis* (Walker))係重要的捕食性昆蟲，於室內連續四年累代飼育40代，一年平均發生10代，一個世代由卵發育至成蟲平均為28.1天，卵期為4.4天，幼蟲期11.8天，蛹期11.9天，雌雄成蟲壽命分別為70.8天及76.9天。雌成蟲一生產卵總數736.3粒，平均日產卵數13.7粒。在15~30°C時，各蟲期發育所需時間隨溫度之升高而縮短，卵期為8.1~3.1天；一至三齡幼蟲期各為9.5~3.1天、7.1~2.2天、8.0~3.4天；蛹期為24.6~8.6天，卵至成蟲羽化期為57.3~20.4天。卵發育臨界溫度為7.4°C，有效積溫為69.6日度；第一至三齡幼蟲之發育臨界溫度分別為9.5、8.2、4.1°C，有效積溫為70.0、48.6、88.3日度；蛹之發育臨界溫度為7.9°C，有效積溫為193.8日度；卵至成蟲羽化期之發育臨界溫度為7.8°C，有效積溫為462.3日度。一齡幼蟲之有效溫度帶為17~47°C，在6°C即進入低溫不活動帶，至51°C即達高溫致死帶；二齡幼蟲有效溫度帶為15~44°C，6及46°C分別進入低溫及高溫致死帶；三齡幼蟲有效溫度帶為15~43°C，8及46°C分別進入低溫及高溫致死帶；雌雄成蟲有效溫度帶分別為14~42及16~42°C，6及9°C與50及49°C分別為低溫及高溫致死帶。

Key words: *Mallada basalis*, life history, threshold temperature for development, effective accumulated temperature, effective temperature zone.

關鍵詞: 基徵草蛉、生活史、發育臨界溫度、有效積溫、有效溫度帶

Full Text: [PDF \(0.38 MB\)](#)

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

基徵草蛉 (同翅目: 草蛉科) 生活史觀察及溫度對其發育之影響

章加寶 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 苗栗縣公館鄉館南村 261 號

摘要

基徵草蛉(*Mallada basalis* (Walker))係重要的捕食性昆蟲,於室內連續四年累代飼育 40 代,一年平均發生 10 代,一個世代由卵發育至成蟲平均為 28.1 天,卵期為 4.4 天,幼蟲期 11.8 天,蛹期 11.9 天,雌雄成蟲壽命分別為 70.8 天及 76.9 天。雌成蟲一生產卵總數 736.3 粒,平均日產卵數 13.7 粒。在 15-30 時,各蟲期發育所需時間隨溫度之升高而縮短,卵期為 8.1-3.1 天;一至三齡幼蟲期各為 9.5-3.1 天、7.1-2.2 天、8.0-3.4 天;蛹期為 24.6-8.6 天,卵至成蟲羽化期為 57.3-20.4 天。卵發育臨界溫度為 7.4 ,有效積溫為 69.6 日度;第一至三齡幼蟲之發育臨界溫度分別為 9.5、8.2、4.1 ,有效積溫為 70.0、48.6、88.3 日度;蛹之發育臨界溫度為 7.9 ,有效積溫為 193.8 日度;卵至成蟲羽化期之發育臨界溫度為 7.8 ,有效積溫為 462.3 日度。一齡幼蟲之有效溫度帶為 17-47 ,在 6 即進入低溫不活動帶,至 51 即達高溫致死帶;二齡幼蟲有效溫度帶為 15-44 ,6 及 46 分別進入低溫及高溫致死帶;三齡幼蟲有效溫度帶為 15-43 ,8 及 46 分別進入低溫及高溫致死帶;雌雄成蟲有效溫度帶分別為 14-42 及 16-42 ,6 及 9 與 50 及 49 分別為低溫及高溫致死帶。

關鍵詞: 基徵草蛉、生活史、發育臨界溫度、有效積溫、有效溫度帶。

前言

草蛉是一種雜食性的捕食性天敵昆蟲,已記載 90 屬 1,400 種(Yang, 1988),該種天敵昆蟲捕食葉蟻、蚜蟲類、粉蝨類、介殼蟲類、木蝨類,以及多種鱗翅目及鞘翅目昆蟲之初齡幼蟲及卵等。在前蘇聯、中國大陸、歐美日等曾分別應用於棉花 (Gurbanov,

1984b; Lingren *et al.*, 1968; Lopez *et al.*, 1976; Radzivilovskaya, 1980; Ridgway and Jones, 1968; 1969)、胡瓜(Gurbanov, 1984a; Ushchekov, 1976)、茄子(Hassan, 1974)、馬鈴薯(Hassan, 1974; Shands and Simpson, 1972a; b; Shands *et al.* 1972a; b; c; Shuvakhins, 1977)、柑桔(Peng, 1985)、梨 (Doutt and Hagen, 1949)、番茄(Gurbanov,

*論文聯繫人

e-mail:enemies@ms5.hinet.net

1984a)、玉米 (Harbaugh and Mattson, 1973)、甜菜 (Tamaki and Weeks, 1973)、青椒 (Tulisalo and Tuovinen, 1975) 等作物的害蟲及害蟎之防治。

臺灣以草蛉來防治害蟲或害蟎者，有安平草蛉 (*Chrysopa boninensis* Okamoto) 防治桑木蠹 (*Paurocephala psylloptera* Crawford) (Lee, 1979)、桃蚜 (*Myzus persicae* Sulzer) (Nee, 1983); 基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 防治柑橘葉蟎 (*Panonychus citri* (Mcgregor)) (Wu, 1992)、草莓神澤葉蟎 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 及二點葉蟎 (*T. urticae* (Koch)) (Chang and Huang, 1995) 與木瓜、蔬菜、花卉害蟲及害蟎 (Chang, 1997)，頗具成效。

有關基徵草蛉之研究，台灣在過去已有大量飼養 (Lee, 1979; Leu, 1995)、營養 (Chang *et al.*, 1994)、毒理 (Tzeng and Kao, 1996)、田間應用 (Wu, 1992; Chang, 1997; Chang and Huang, 1995) 之報告，但有關生活史及溫度對其發育之影響，迄今尚付闕如，而有關其他種類的草蛉，雖有部分相關報告，然因草蛉種類、地域及年代不同，可能和本地情形大異其趣。因之，為配合各生態試驗及建立田間釋放指標之需求，乃調查該蟲之生活史及溫度對該種天敵昆蟲發育之影響，期對本蟲之基本生態更為瞭解，供為不同環境釋放該種天敵防治害蟲之參考。

材料與方法

一、供試蟲源之飼養

大量飼養仿 Lee (1979)、Wu (1992) 所述方法而略予修改，即將孵化前一天之基徵草蛉卵置於塑膠盤 (45 × 30 × 15 cm) 培育，塑膠盤內面塗上「Fluon」(polytetrafluo-

roethylene, ICI) 以防其幼蟲逃逸。將外米綴蛾 (*Corcyra cephalonica* (Stainton)) 之卵粒依幼蟲孵化後第 1、3、5、7 天分別餵飼 1、3、5、5 ml，餵飼時均勻的撒入塑膠盤內供草蛉幼蟲取食，每塑膠盤飼養密度為 200 隻。老熟幼蟲結繭後集中一起，俟蛹羽化成蟲後置於直徑及高均為 20 cm 之紙製圓筒，內加紗網蓋，筒內置蜂蜜加酵母粉 (brewer's yeast) (1:1) 混合之飼料，並置吸水棉球供成蟲取食，每飼育筒飼育 250 隻，性比為 1:1。筒內放置一層道林紙供產卵，每天更換一次，作為室內試驗之蟲源。

二、生活史觀察

將甫羽化之 30 對成蟲，分別飼育於小型飼養筒中，待其產卵，分別取所產之卵粒而飼育，待幼蟲化蛹後，再分別取其蛹，依此循環。30 對成蟲所產生之後代均分別飼育，不得混淆。在觀察過程中，記錄卵期、幼蟲期、蛹期、雌雄成蟲壽命、產卵前期、產卵期、產卵後期、產卵量及孵化率等，每一代均如前法繼續飼育，每日觀察記錄，如此連續飼育，觀察期為自 1993 年 5 月至 1997 年 8 月之四年，均在常溫下進行。

三、溫度對基徵草蛉發育之影響

1. 卵期

將甫產下的卵置於直徑 9 cm，高 5 cm，且底部覆有濾紙之玻璃皿中，分別置於 15、20、25 及 30 之生長箱中，每天觀察一次，並記錄卵之孵化情形。每一種溫度處理，至少供試 50 粒卵。

2. 幼蟲期

將甫孵化之幼蟲以毛筆移入預先放置外米綴蛾卵之高 10 cm，直徑 1.5 cm 之試管中。分別置於上述相同之四種溫度之生長箱中，

每天觀察一次，並記錄其發育及脫皮情形。
每一種溫度至少供試 50 隻幼蟲。

3. 蛹期

將甫化蛹結繭之蛹置於直徑 9.0 cm，高 1.5 cm，且底部覆有濾紙之玻璃皿中，分別置於上述相同之四種溫度之生長箱中，每天記錄其羽化情形。每一種溫度，至少供試 50 個蛹。

4. 發育速率、發育臨界溫度及有效積溫之測定

據 Campbell *et al.* (1974) 之方法計算各項數值，即各定溫下之發育期之倒數，為發育速率，將各定溫下之發育速率，以迴歸法求得發育速率與溫度之迴歸直線，利用外插法求該迴歸直線在發育速率為零時之溫度，為發育臨界溫度；計算有效積溫，利用 $K=(T-C)D$ 之公式，其中 K：有效積溫，T：發育溫度，C：發育臨界溫度，D：發育天數。從此將各溫度(T)所求得之發育期(D)，代入上項公式，可求得定溫下各生長期之有效積溫。

四、溫度對草蛉活動之影響

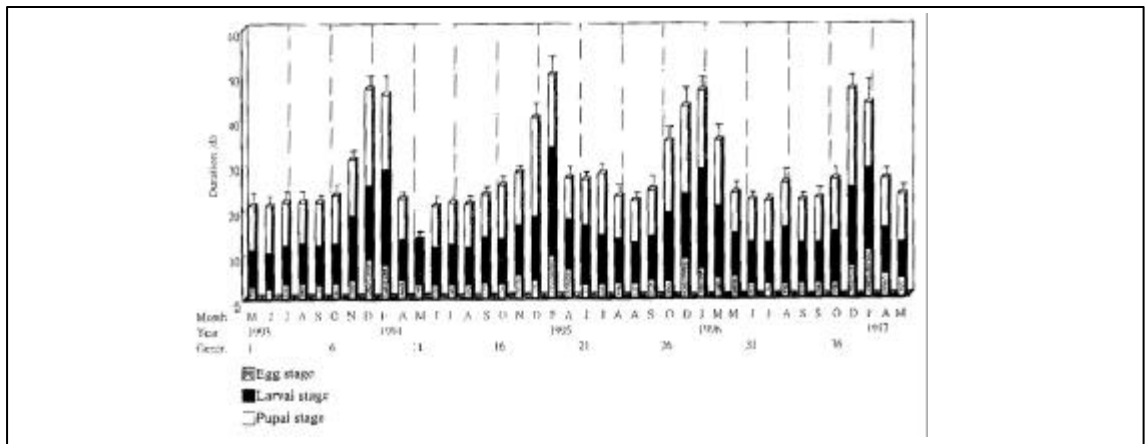
參酌 Chang (1987) 與 Chang *et al.* (1993) 之方法，先將 20 之水 400 ml 倒入 800 ml 之大燒杯中，另將一支試管置入盛水之燒杯

中，試管內置草蛉一隻及溫度計。供試草蛉成蟲為羽化後 6 日齡者，幼蟲為每齡期第 2 日齡者，燒杯中加入冰塊，使試管內溫度以每分鐘 0.3-0.4 之速度逐漸降低，隨著溫度下降，記錄供試蟲之活動狀態，直至失去知覺為止。另外在升溫處理中，以草蛉做相同之試驗，重覆 6 次。就如下草蛉八種反應為基準：1. 冷昏迷(chill coma)、2. 觸角及腹部微動(feible movement of antenna and abdomen)、3. 活動遲緩(feible movement)、4. 正常活動(normal movement)、5. 強度活動(excessive movement)、6. 劇烈興奮(violent movement)、7. 由熱昏迷(heat coma)及 8. 熱死(heat death)。記錄其發生各種反應時之溫度，所得結果依苗栗區農業改良場氣象站所記錄之氣象資料，比較分析氣溫與草蛉活動之關係。

結 果

一、生活史之觀察

自 1993 年 5 月至 1997 年 8 月，於室內飼養結果共完成 40 代(圖一)。每年可完成 10 個世代，完成一世代所需日數較短者每年



圖一 基徵草蛉完成生活史所需日數
Fig. 1. Duration of life cycles of *Mallada basalis*.

均發生在 5-9 月，僅 20 多天；較長者為 12 月至翌年 3 月，長達 50 天以上者有之，相差在兩倍以上，全年平均約 28 天。

1. 卵期

經四年的累代飼育，卵期平均為 4.4 天。各世代卵期為 2-10 天，全年中以 5-9 月較短，為 2-4 天，平均約為 3 天；產於 12 月至翌年 2 月之卵期最長，均在 7 天以上，第 38 世代在 1997 年 2 月份，卵期則達 10 天以上，全年中卵期長短之差約 5 倍。個別卵粒亦以第 38 世代卵期最長，有達 11 天者。經四年的累代飼育，就夏季 8 月而言，1993 年為第 4 世代卵期 3.4 天，1994 年為第 14 世代，卵期為 3.0 天，1995 年為第 23 世代 3.3 天，1996 年為第 33 世代 3.1 天。若由當時氣象資料來分析，1993 年至 1996 年 8 月份的月平均溫分別為 29.6、27.3、27.1、27.6（附錄），由此觀之，卵期並未因累代飼育而有明顯的延長或縮短的變化，且各世代卵期之機差均在 1 日之內。

2. 幼蟲期

幼蟲期平均為 11.8 天。在各世代間為 8-22 天，以 5 月至 8 月最短，僅 8-10 天，最長為 12 月至翌年 2 月，達 14-24 天，長短之差達 2-3 倍。各年度中以 1994 年 2 月份的第 9 世代，其幼蟲期 20.8 天，1995 年 2 月份的第 19 世代 24.2 天，1996 年 1 月份的第 28 世代 22.1 天，1997 年 2 月份的第 38 世代 18.0 天為最長。機差大小與幼蟲期長短其相關性並無顯著差異。而 1994 年 2 月、1995 年 2 月、1996 年 1 月及 1997 年 2 月份的平均氣溫分別為 15.7、13.4、13.9、14.8，在這種相近似的低溫下，幼蟲期在年度間差異不大。以夏季幼蟲期最短者而言，1993 年為 5 月份 8.2 天。1994 年為 8 月份 8.3 天，1995 年為 8 月份的 9.2 天，1996 年及 1997

年分別為 7 月份 9.1 天與 5 月份 8.3 天。在同一季節，其機差和均值並無顯著相關，但冬季的生長期較夏季為長，其機差顯較夏季者為長。

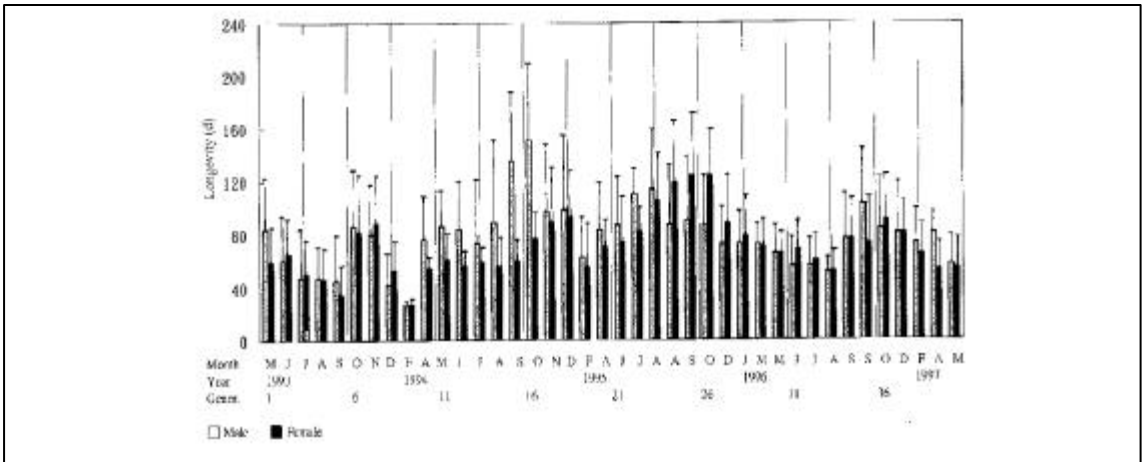
3. 蛹期

蛹期平均為 11.9 天。其長短和幼蟲期類似，以 5 月至 9 月最短，僅 8-10 天，12 月至翌年 2 月最長，為 16-22 天。蛹期在世代間平均為 8-22 天，以 5 月至 9 月最短，僅 8-10 天，12 月至翌年 2 月最長，為 16-22 天。累代飼育結果在四個年份中，每年的 12 月至 2 月蛹期最長，1993 年 12 月蛹期達 21.7 天，1994 年 22.2 天，1995 年的 19.3 天，1996 年的 21.9 天，均發生於該年的 12 月份，亦為該年蛹期最長者，由氣象資料可知 1993 年至 1996 年每年 12 月份的溫度分別為 16.4、19.4、15.3、15.9，由此觀之，蛹期並未因累代飼育而有明顯的延長或縮短之變化。蛹期機差的差異經相關分析結果顯示和蛹期長短並無顯著相關性。每年蛹期最短者均分布於 5-9 月份。就 8 月份而言 1993 年至 1996 年四年的蛹期分別為 9.0、9.4、9.0、9.7 天。日平均溫分別為 29.6、27.3、27.1、27.6。相關分析結果顯示蛹期和其機差間有相關性，即蛹期較長者，其機差較大，但氣溫和蛹期間並無相關性。

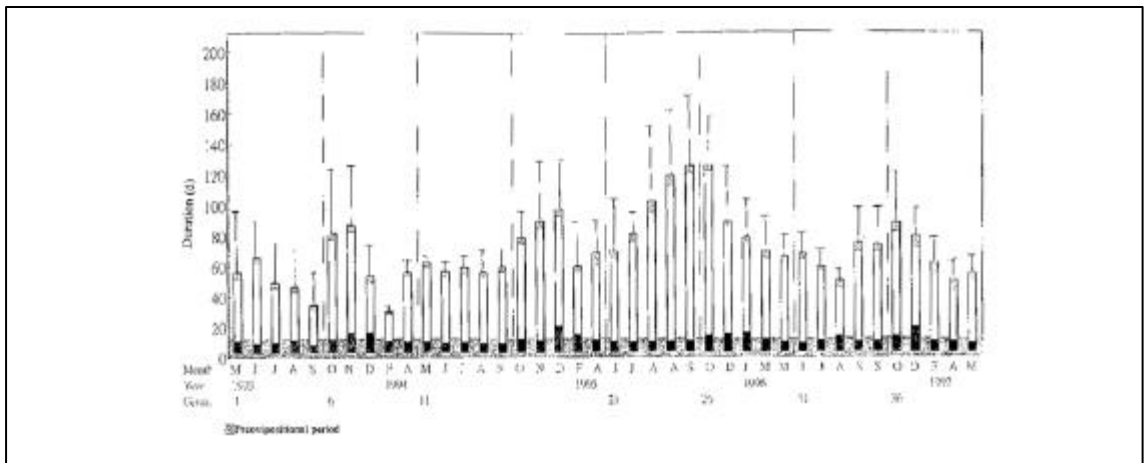
就卵至成蟲羽化期(圖一)整體而言，經四年的累代飼育每世代的平均為 28.1 天，全年各世代間介於 20-49 天，夏天以 5-9 月最短，在 20-24 天之間，冬天以 12 月至翌年 2 月最長，均超過 40 天以上。且冬天機差較大，由於夏天生長期較短，其機差顯較冬天者為短。

4. 成蟲

雄成蟲平均壽命為 76.9 天，雌蟲為 70.8 天(圖二)。在飼養的 40 世代中，有 24 世代



圖二 基徵草蛉成蟲壽命
Fig. 2. Longevity of *Mallada basalis* adults.



圖三 基徵草蛉產卵前期、產卵期及產卵後期
Fig. 3. Preovipositional, ovipositional, and postovipositional periods of *Mallada basalis*.

雄蟲比雌蟲壽命長。成蟲壽命平均在 1.5 個月以上，甚至有高達 100 天以上者，雄成蟲平均最長為第 16 世代之 151 天，雌成蟲平均最長為第 25 世代之 124 天；個別雌、雄成蟲有高達 190 及 240 天者。

經四年的累代飼育，雄成蟲在各世代間，平均壽命介於 26-151 天之間；雌成蟲平均壽命介於 27-124 天之間，均相差甚大。在 40 個世代中，跨冬季世代有 15 世代，其他為 19

世代，冬季世代顯較夏季為長。

成蟲之產卵前期、產卵期、產卵後期之總和（圖三）亦即雌成蟲壽命，產卵前期四年平均 7.9 天，最長為第 18 世代達 16 天，發生在冬天；最短為第 5 世代 4.4 天發生於夏季。在夏、秋季即 5-9 月間，其產卵前期均為 5-8 天之間。在冬季產卵前期和機差則有延長現象。

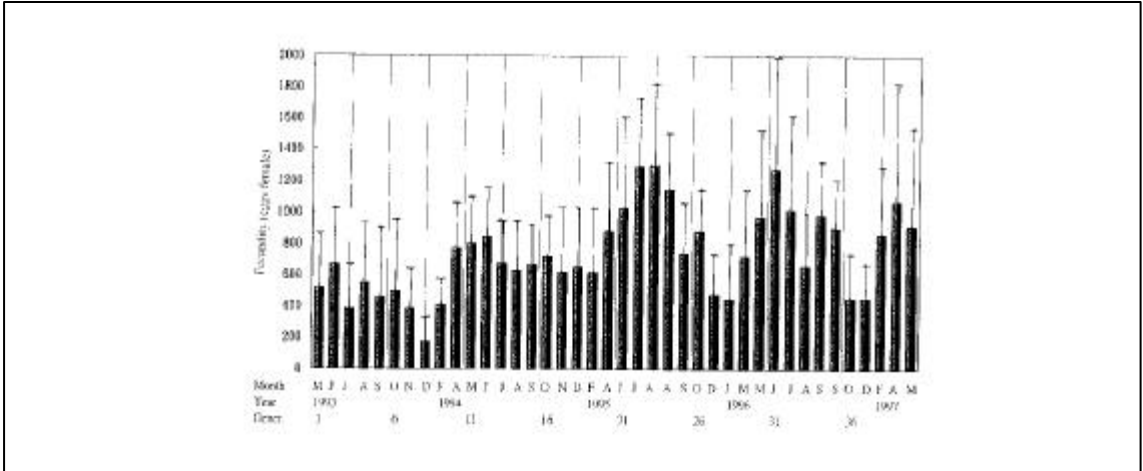
產卵期平均為 59.2 天，最短為第 5 世代

26.3 天，最長為第 25 世代高達 114 天。產卵期超過 100 天以上者均發生於越冬世代，顯然低溫對其影響甚鉅，產卵期長者，其機差亦較大。

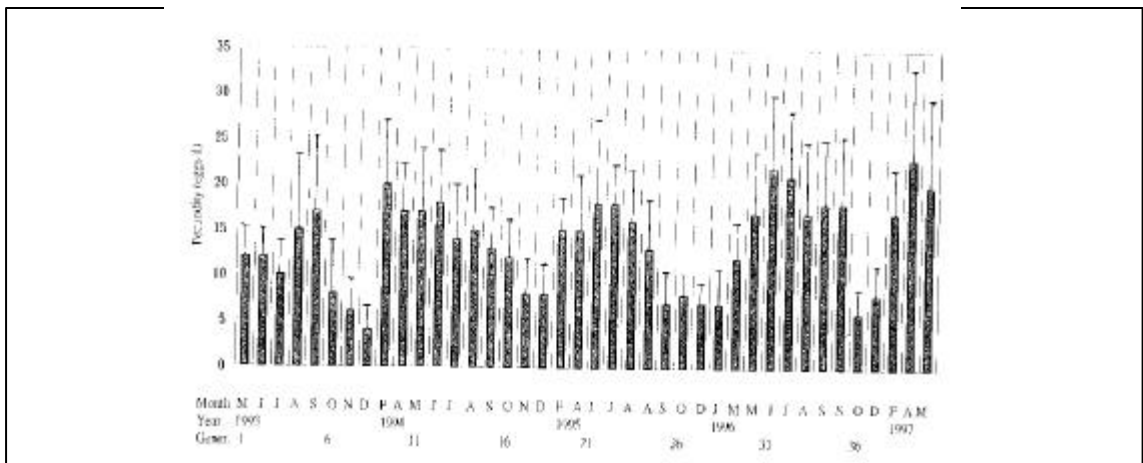
產卵後期指產卵後不再產卵直至死亡之期間，產卵後期平均為 4.0 天，也就是產卵期結束後一星期內雌成蟲即死亡，和上述產卵前期和產卵期相似，越冬世代產卵後期較長，夏秋世代較短，機差亦有相似之處，顯

示溫度對其產卵後期亦有顯著影響。

各世代產卵數如圖四，平均產 736.3 粒，一雌蟲產卵總數平均最多者為 1,295 粒，發生於第 23 世代，單一雌蟲產卵數最高者有達 2,196 粒者。每日平均產卵數為 13.7 粒，最多第 39 世代，平均每天產卵 23.2 粒(圖五)，單一雌蟲每天產卵數量有高達平均 41.7 粒者。雌成蟲壽命越長，則產卵期越長，產卵數亦有較多趨勢，雌蟲壽命長短與產卵總數



圖四 基徵草蛉產卵量
Fig. 4. Fecundity of female *Mallada basalis*.



圖五 基徵草蛉每天產卵量
Fig. 5. Fecundity of female *Mallada basalis* based on eggs per day.

二者是呈極顯著之正相關($r=0.899^{**}$)。

由圖六可知，卵之孵化率平均 92.6%，40 個世代中，有 10 個世代達 100%。

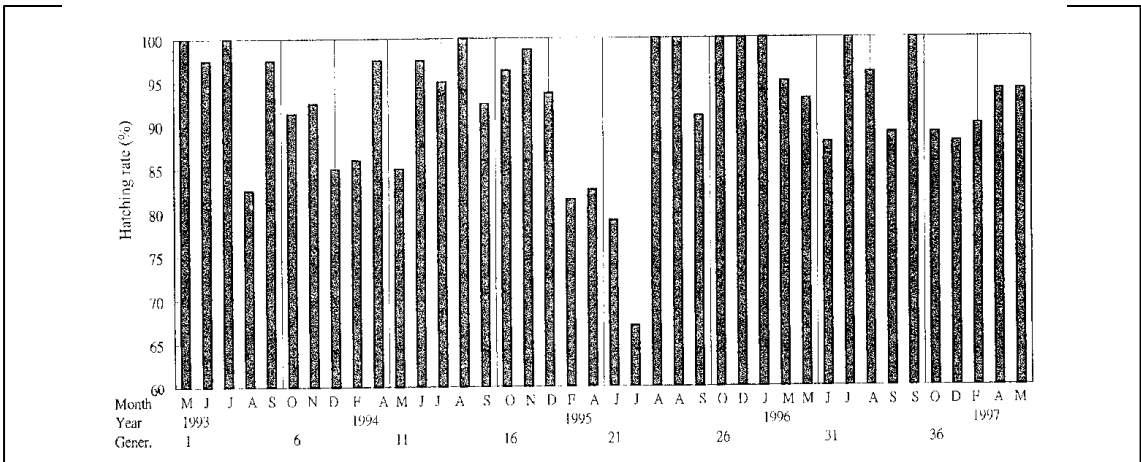
二、溫度對基徵草蛉發育之影響

在光照 14 小時之恒溫箱中，基徵草蛉之卵、幼蟲、蛹在 15、20、25 及 30 下的發育天數及其生長速率如表一。在此溫度範圍，卵期為 8.1~3.1 天、一至三齡幼蟲期各為 9.5~3.1、7.1~2.2、8.0~3.4 天；整個幼蟲期

為 24.6~10.5 天，蛹期為 24.6~8.6 天，卵至成蟲羽化期為 57.3~20.4 天。無論卵、幼蟲、蛹均以在 30 時之發育速率最快。

三、各蟲期發育速率、發育臨界低溫及有效積溫

由各溫度下各蟲期之發育速率與溫度之迴歸方程式，求得發育臨界溫度及有效積溫列於表二。卵之發育臨界溫度為 7.4，有效積溫為 69.6 日度，一至三齡幼蟲之發育臨界



圖六 基徵草蛉孵化率

Fig. 6. Hatchability of *Mallada basalis* eggs.

表一 溫度對基徵草蛉發育之影響

Table 1. Effect of temperature on the development of each immature stage of *Mallada basalis*

Temp. ()	Egg	Larva			Pupa	Egg-pupa
	Duration (d) (develop. velocity/d)	Duration (d) (develop. velocity/d)			Duration (d) (develop. velocity/d)	Duration (d) (develop. velocity/d)
	1	1 st instar	2 nd instar	3 rd instar		
15	8.1 ± 0.9 (0.1232)	9.5 ± 1.5 (0.1052)	7.1 ± 0.3 (0.1410)	8.0 ± 0.9 (0.1255)	24.6 ± 0.8 (0.0407)	57.3 ± 4.4 (0.0175)
20	6.2 ± 0.3 (0.1618)	8.1 ± 2.0 (0.1230)	4.1 ± 0.6 (0.2439)	5.7 ± 0.7 (0.1758)	17.7 ± 0.3 (0.0565)	41.8 ± 3.9 (0.0239)
25	4.1 ± 0.2 (0.2500)	5.1 ± 1.9 (0.1965)	2.9 ± 0.3 (0.3425)	4.2 ± 0.8 (0.2381)	11.4 ± 0.4 (0.0874)	27.7 ± 3.4 (0.0362)
30	3.1 ± 0.1 (0.3333)	3.1 ± 0.3 (0.3195)	2.2 ± 0.5 (0.4505)	3.4 ± 0.4 (0.2933)	8.6 ± 0.2 (0.1159)	20.4 ± 1.3 (0.0490)

溫度分別為 9.5、8.2 及 4.1 ，有效積溫分別為 70.0、48.6 及 88.3 日度；蛹之發育臨界溫度為 7.9 ，有效積溫為 193.8 日度；卵至羽化期之發育臨界溫度為 7.8 ，有效積溫為 462.3 日度。

依氣象資料顯示，從 1993-1997 年於 7.8 以上之年累積氣溫平均 5,150.2 日度(表三)，根據 15-30 定溫下，基徵草蛉卵至成蟲可正常發育之積溫為 462.3 日度，利用有

效積溫法，推測在苗栗地區一年約可發生 10-11 個世代，與生活史觀察試驗中一年發生 10 代左右相符合。

三、溫度對草蛉活動之影響

本試驗草蛉之活動分為八種溫度帶，草蛉三齡幼蟲之低溫不活動帶為 8-15 ，有效溫度帶為 15-43 ，高溫不活動帶為 41-46 ，46 以上即進入高溫致死圈(表四)。另

表二 基徵草蛉之發育速率與溫度之直線迴歸方程式、發育臨界低溫及有效積溫

Table 2. Linear regression equations between developmental velocity and temperature, and threshold temperature and accumulated effective temperature for each immature stage of *Mallada basalis*

Stage	Linear regression equation between growth velocity and temperature	Threshold temp. for development ()	Accumulated effective temperature. (degree-day)
Egg	$Y = -0.1063 + 0.0144x$ ($r^2 = 0.9755^{**}$)	7.4	69.6
Larva			
1 st instar	$Y = -0.1363 + 0.0143x$ ($r^2 = 0.9027^{**}$)	9.5	70.0
2 nd instar	$Y = -0.1677 + 0.0205x$ ($r^2 = 0.9996^{**}$)	8.2	48.6
3 rd instar	$Y = -0.0464 + 0.0113x$ ($r^2 = 0.9984^{**}$)	4.1	88.3
Pupa	$Y = -0.0403 + 0.0051x$ ($r^2 = 0.9832^{**}$)	7.9	193.8
Egg-pupa	$Y = -0.0164 + 0.0021x$ ($r^2 = 0.9799^{**}$)	7.8	462.3

**Significant at 5% level.

表三 苗栗地區於 7.8 以上累積氣溫與基徵草蛉之預期世代數

Table 3. Accumulated effective temperature above 7.8 in the Miaoli district and no. of expected generations of *Mallada basalis*

Year	Accumulated effective temp. each year ()	Accumulated effective temp. per generation/egg-pupa	Expected generations
1993	5434.9	462.3	11.8
1994	5252.4	462.3	11.4
1995	4923.9	462.3	10.7
1996	5033.4	462.3	10.9
1997	5106.4	462.3	11.0
Mean	5150.2	462.3	11.1

亦由表中可知，二齡幼蟲之低溫不活動帶為 6-15，有效溫度帶最高為 42，高溫不活動帶為 42-47，47 以上即進入高溫致死圈。一齡幼蟲之低溫不活動帶為 6-17，若直接加溫至 41，高溫不活動帶為 45，45 以上即進入高溫致死圈。另由表五可知，草蛉雌雄成蟲之低溫不活動帶分別為 6-14 及 9-16.5，有效溫度帶為 14-42 及 16-42。加溫時，雌、雄成蟲之有效溫度帶分別達到 36 及 37，高溫不活動帶分別為 36-44 及 37-43，至 44 及 43 以上即進入高

溫致死圈，故由以上得知，成蟲及幼蟲之有效溫度帶分別為 16-36 及 17-41，9-8 以下低溫度不活動帶，44 及 45 即進入高溫致死帶。

討 論

基徵草蛉於冬季生長期大致在 40-50 天之間，在冬季月份所產的卵，可在當月份孵化，但幼蟲期可能跨到下月份，進入蛹期時已是下月份或再下個月份。圖一柱形圖之繪

表四 溫度對草蛉幼蟲活動之影響

Table 4. Effect of temperature on activity of *Mallada basalis* larvae

Activity	Temperature ()		
	3 rd instar	2 nd instar	1 st instar
Chill coma	8.0 ± 1.3	6.5 ± 0.8	6.0 ± 0.6
Feeble movement of antenna and abdomen	9.3 ± 1.0	8.8 ± 1.0	9.3 ± 0.6
Feeble movement	15.3 ± 0.5	15.5 ± 0.6	17.5 ± 0.8
Normal movement	24.3 ± 0.5	24.5 ± 0.6	25.0 ± 0.5
Excessive movement	34.5 ± 1.6	36.2 ± 1.7	36.0 ± 1.4
Violent movement	41.2 ± 0.8	42.0 ± 1.7	41.5 ± 1.2
Heat coma	45.0 ± 2.2	47.5 ± 3.9	45.0 ± 0.9
Heat death	45.8 ± 2.3	48.5 ± 3.9	46.0 ± 0.9

表五 溫度對草蛉成蟲活動之影響

Table 5. Effect of temperature on activity of *Mallada basalis* adults

Activity	Temperature ()	
Chill coma	6.3 ± 1.4	9.0 ± 0.9
Feeble movement of antenna and abdomen	8.2 ± 1.7	12.0 ± 1.3
Feeble movement	14.2 ± 1.7	16.5 ± 1.1
Normal movement	19.5 ± 0.8	20.2 ± 0.4
Excessive movement	30.9 ± 1.7	33.3 ± 0.8
Violent movement	36.9 ± 0.8	37.5 ± 0.6
Heat coma	44.6 ± 2.3	43.7 ± 1.4
Heat death	45.6 ± 2.3	44.7 ± 1.4

製是以卵期所在月份為基準，然而由於生長期會跨月份的緣故，同一世代中不同生長時期之長短依其所在月份而有變化以第 18、19 代為例，第 18 代之幼蟲期短，蛹期長，反之在 19 代幼蟲期長，蛹期短；這是由於第 18 代在 12 月，均溫達 19.4，幼蟲發育較快，所以幼蟲期短，但到蛹期則已進入 1 月份，此時均溫為 14.4，蛹期則延長。第 19 代亦有相同現象，卵期時值 2 月份，在 13.4 低溫下，幼蟲期有跨月現象，蛹期則到 3 月底才出現。由此可知第 18 代之幼蟲期在溫度較高時發育，所以卵及幼蟲期和第 17 代相近，但第 18 代進入蛹期時則是真正冬季來臨，溫度下降，引起蛹期之延長，而此時期亦即第 19 代之卵期及幼蟲期，因此第 19 代之卵期及幼蟲期特別長，但第 19 代之幼蟲進入蛹期時，冬季已過，溫度回昇，蛹期大幅縮短，此時蛹期與第 26、29、38 世代等早春、晚秋期大致相同。

雄成蟲之壽命一般較雌蟲為長，在 40 世代中，有 24 世代雄蟲比雌蟲壽命長。成蟲壽命平均 1.5 個月以上，甚至有高達 100 天以上者，雌、雄成蟲世代平均壽命最長為 124 及 151 天；個別之雌、雄成蟲則高達 190 天及 240 天。經四年的累代飼育，發現在各世代間，雌雄成蟲平均壽命相差甚大，溫度較高的夏季成蟲壽命較短，溫度較低的冬季成蟲壽命較長。在 Nee(1983) 報告中亦提及安平草蛉於溫度較低時，壽命亦較長，在各溫度範圍內，雌成蟲平均壽命均較雄蟲為長，在 20 下，成蟲壽命最長為 86 天，30 下雌雄成蟲壽命分別為 19 天及 16 天。本試驗之基徵草蛉無論雌雄成蟲，壽命均較安平草蛉為長，可能為彼此種間差異所致。

Nee(1983) 指出安平草蛉在最適溫之 25，一生平均產卵總數 533.3 粒，最高 1,236

粒，卵數常隨溫度高低而有差異，20 及 30 時分別為 474.8 粒及 88.4 粒；每日產卵量於 25 及 30 時分別為 13.6 粒及 4.0 粒。但基徵草蛉在 40 世代中平均日產卵數為 13.7 粒，平均總產卵數 736.3 粒，因此基徵草蛉產卵總數或日平均產卵數均較安平草蛉高。然而由圖四、五之趨勢可知，產卵數與季節性有關，在溫度適當之季節，雌成蟲壽命越長，則產卵期越長，產卵數亦有較多趨勢，此點兩種草蛉均相似。據 Jones *et al.*(1978) 報告普通草蛉(*C. carnea*)在室內累代飼育，隨著世代數之增加，其生殖力及壽命、取食量及找尋食餌之能力會逐漸降低或減少，此點與基徵草蛉比較，本試驗在四年的累代飼育達 40 世代，在壽命及生殖力方面尚未有退化現象，至於捕食能力是否有減少之現象則有待進一步之觀察。由於不同種類其生態特性亦有所差異，此外諸如飼養方法、供試食物等等亦都是產生差異的因子。

在恆溫環境下基徵草蛉各蟲期發育所需時間隨測試溫度之昇高而縮短，在安平草蛉亦有相同現象。Nee(1983) 報告安平草蛉之卵期在 15、20、25、30 時，分別為 10.4、5.9、3.4、2.6 天，除 15 時卵期較基徵草蛉為長外，其他溫度之卵期則與基徵草蛉近似；安平草蛉幼蟲期在上述溫度下分別為 29.0、15.5、10.7、7.8 天，除 15 時較基徵草蛉為長外，在其他溫度幼蟲期均較基徵草蛉略短；安平草蛉之蛹期於上述溫度下分別為 23.8、16.2、9.9、8.7 天，在此種溫度下蛹期均較基徵草蛉長。此外，Babrikova(1981) 報告普通草蛉(*Chrysopa carnea*)之卵期在 30 時為 2 天，幼蟲期在 25.1 時 9.8 天，蛹期 24.8 時 8.8 天；很明顯較安平草蛉及基徵草蛉發育期為短，各生長期發育隨溫度增高而縮短。

由於草蛉係以幼蟲及成蟲期為移動期，為瞭解田間該蟲在不同季節受氣溫影響之活動狀況，乃於室內不同溫度下測試該蟲活動情形。由試驗結果得知基徵草蛉幼蟲至少應在 4.1 以上才能發育，而 6-9 以下可能因冷而昏迷。根據 1993-1997 年苗栗地區氣候資料(附錄)，該地區各年之月平均溫以 1995 年 2 月平均 13.4 最低，其餘 1993 年為 1 月份之 14.4，1994 年之 15.4，1996 年 2 月份之 13.9，1997 年 1 月份之 14.4。就每月之旬溫而言，1994 年絕對低溫，出現於 1 月下旬 13.5，1995 年出現於 2 月下旬 13.1，1996 年 2 月下旬 13.1，1996 年 2 月中旬 12.7，1997 年 2 月中旬 12.7，最低溫均高於本蟲各蟲期之臨界低溫及由冷而失去知覺溫度。由於冬季氣溫甚少在 10 以下，故因低溫而使草蛉失去活動能力或死亡之情形應不易發生。

草蛉各生長期之致死高溫為 47-52，以本省田間狀況當不致於高至此種溫度。例如苗栗地區五年內之旬平均溫最高為 1994 年 6 月下旬 29.3，此等高溫僅能使本蟲存活率降低，但並不至大量死亡，一般田間溫度應可容許本蟲之生存。

基徵草蛉之發育與活動在 15 以下仍呈滯緩狀態，故低溫 15 以下時草蛉可能無捕食能力。各蟲期在 15 左右始能開始進行活動，20 以上才完全正常的活動，至 35 以上即開始有強度活動，因此溫度 20-35 最適合其活動捕食。溫度為影響活動力及捕食力之重要影響因子，據 Ding and Chen (1986) 報告，中華草蛉(*C. sinica*)對獵物之捕食率受溫度影響非常顯著，在一定溫度範圍內，捕食率隨溫度上升增加，在 10 開始捕食，但捕食率很低，35 時捕食率最高，為 15 時之 7 倍，但超過 35 則相對下降。Nee (1983)

亦報告安平草蛉在低溫時，其幼蟲以較慢速率取食，溫度高時，以較高速率取食。Harbaugh (1973) 報告普通草蛉在較高溫度下其防治率亦較低溫者為佳，因而亦對捕食率或防治效果有所影響。本報告雖未直接就溫度對基徵草蛉捕食率有所觀察，然溫度影響活動已如前述，因此欲利用草蛉進行生物防治，冬季建議應選擇在晴天或中午溫度稍高之狀況下釋放，才能使幼蟲正常在田間捕食，提高防治率。至於夏天本省超過 35 情況機會很少，且幼蟲釋放後一般會爬到葉片背面或陰涼處，應不致因熱造成傷害或死亡。但由於本種草蛉之最佳生存活動環境以 30 以下為宜，根據多年田間推廣經驗及農民反映，釋放時機最好選在黃昏或清晨，應可提高其防治效果。

誌 謝

本研究承本場同事許麗容小姐協助試驗及打字，文成後，承國立台灣大學植物病蟲害系榮譽教授朱耀沂博士及農業試驗所嘉義分所植保系主任鄭清煥博士及未具名審查委員斧正。本試驗由行政院農業委員會及省府補助部分經費，特此一併誌謝。

引用文獻

- Babrikova, T.** 1981. Study on the biology of *Chrysopa carnea* Steph. (Chrysopidae, Neuroptera). *Vish Selskostopanski Institut "V. Kolarov", Plovdiv, Bulgaria. Rasteniev"dni Nauki* 18(7): 129-134.
- Campbell, A., B. D. Frazer, N. Gilbert, A. P. Gutierrez, and M. Mackauer.** 1974.

Temperature requirements of some aphids and their parasites. *J. Appl. Ecol.* 11: 431-438.

Chang, C. P. 1987. The effect of temperature on the development of *Zeuzera coffeae* Nietner in grapevine (Cossidae: Lepidoptera). *Plant. Prot. Bull.* 29: 157-164 (in Chinese with English summary).

Chang, C. P. 1997. Utilization of natural enemy-green lacewing for the control of insect pests in organic farming. *Proceedings of Organic Agricultural Science and Technology Symposium.* p. 135-147 (in Chinese with English summary).

Chang, C. P., and S. C. Huang. 1995. Evaluation of the effectiveness of releasing green lacewing, *Mallada basalis* (Walker) for the control of tetranychid mites on strawberry. *Plant. Prot. Bull.* 37: 41-58 (in Chinese with English summary).

Chang, C. P., F. K. Hsieh, and L. R. Hsu. 1993. Primary investigation on morphology and bionomics of the lesser wax moth, *Achroia grisella* (F.) Chinese *J. Entomol.* 13: 219-227 (in Chinese with English summary).

Chang, C. P., F. K. Hsieh, and L. R. Hsu. 1994. Studies on influence of several pollens on oviposition and longevity of *Mallada basalis* (Walker) adults. *Chinese J. Entomol.* 14(1): 144-145 (summary in Chinese).

Ding, Y. G., and Y. P. Chen. 1986. Predation

pattern of the green lacewing, *Chrysopa sinica* on cotton aphid and cotton bollworm. *Chinese J. Biol. Contr.* 29(3): 97-102 (in Chinese with English summary).

Doutt, R. L., and K. S. Hagen. 1949. Periodic colonization of *Chrysopa californica* as a possible control of mealybugs. *J. Econ. Entomol.* 42: 560-561.

Gurbanov, G. G. 1984a. Effectiveness of use of the common lacewing (*Chrysopa carnea*) in the biological control of sucking pests in glasshouses. *Biologicheskikh Nauk.* 5: 77-83.

Gurbanov, G. G. 1984b. Effectiveness of use of the common lacewing (*Chrysopa carnea* Steph) in the biological control of sucking pests of the cotton moth on cotton. *Biologicheskikh Nauk.* 2: 92-96.

Harbaugh, B. K., and R. H. Mattson. 1973. Lacewing larvae control aphids on green-house snapdragons. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 98: 306-309.

Hassan, S. A. 1974. Mass culturing and utilization of *Chrysopa* spp. (Neuroptera, Chrysopidae) in the control of insect pests. *Zeitschrift Pflanzenkrankheiten Pflanzenschutz* 81(10): 620-637.

Hassan, S. A. 1978. Release of *Chrysopa carnea* Steph. to control *Myzus persicae* (Sulzer) on eggplant in small greenhouse plots. *J. Plant Dis. Prot.* 85: 118-123.

- Jones, S. L., R. E. Kinzer, D. L. Bull, J. R. Ables, and R. L. Ridgway.** 1978. Deterioration of *Chrysopa carnea* in mass culture. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 71: 160-162.
- Lee, S. J.** 1979. Biology and population ecology of *Paurocephala psylloptera* Crawford and its predator, *Chrysopa boninensis* Okamoto. National Chung Hsing University, Master thesis, pp.69 (in Chinese with English summary).
- Leu, W. T.** 1995. Technical improvements for group-rearing larvae of *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae). *Chinese. J. Entomol.* 15: 11-17 (in Chinese with English summary).
- Lingren, P. D., R. L. Ridgway, and S. L. Jones.** 1968. Consumption by several common arthropod predators of eggs and larvae of two *Heliothis* species that attack cotton. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 61: 613-618.
- Lopez, J. D. Jr., R. L. Ridgway, and P. E. Rinnell.** 1976. Comparative efficacy of four insect predators of the bollworm and tobacco budworm. *Environ. Entomol.* 5: 1160-1164.
- Nee, H. H.** 1983. Life history, predation and population increase of *Chrysopa boninensis* Okamoto and its prey, *Myzus persicae* Sulzer. National Chung Hsing University, Master thesis. pp. 64 (in Chinese with English summary).
- Peng, Y. K.** 1985. Field release of *Chrysopa sinica* as a strategy in the integrated control of *Panonychus citri*. *Chinese J. Biol. Contr.* 1(1): 2-7 (in Chinese with English summary).
- Radzivilovskaya, M. A.** 1980. The chrysopid against aphid on cotton. *Zashchita Rastenii* 10: 26.
- Ridgway, R. L., and S. L. Jones.** 1968. Field-cage release of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of the bollworm and the tobacco budworm on cotton. *J. Econ. Entomol.* 61: 892-898.
- Ridgway, R. L., and S. L. Jones.** 1969. Inundative releases of *Chrysoopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. *J. Econ. Entomol.* 62: 177-180.
- Shands, W. A., and G. W. Simpson.** 1972a. Insect predators for controlling aphids on potatoes 2. In small plots with two kinds of barriers, in small fields, or in large cages, *J. Econ. Entomol.* 65: 514-518.
- Shands, W. A., and G. W. Simpson.** 1972b. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 4. Spatial distribution of introduced eggs of two species of predators in small fields. *J. Econ. Entomol.* 65: 805-809.
- Shands, W. A., C. C. Gordon, and G. W. Simpson.** 1972a. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 6. Development of a spray technique for applying eggs in the field. *J. Econ. Entomol.* 65: 1099-1103.
- Shands, W. A., G. W. Simpson, and C. C. Gordon.** 1972b. Insect predators for

- controlling aphids on potatoes. 5. Numbers of eggs and schedules for introducing them in large field cages. J. Econ. Entomol. 65: 810-817.
- Shands, W. A., G. W. Simpson, and R. H. Storch.** 1972c. Insect predators for controlling aphids on potatoes. 3. In small plots separated by aluminum flashing stripcoated with a chemical barrier and in small fields. J. Econ. Entomol. 65: 799-805.
- Shuvakhins, E. Y.** 1977. The common chrysopid as a predator of the Colorado beetle and possibilities for its use on potato. Trudy Vsesoyuznogo Nauchno Issledovatel Skogo Inst. Zashchity Rastenii 44: 154-161.
- Tamaki, T., and R. E. Weeks.** 1973. The impact of predators on populations of green peach aphids on field-grown sugarbeets. Environ. Entomol. 2: 345-349.
- Tulisalo, U., and T. Tuovinen.** 1975. The green lacewing *Chrysopa carnea* Neuroptera Chrysopidae used to control the green peach aphid *Myzus persicae* and the potato aphid *Macrosiphum euphorbiae* Homoptera Aphididae on greenhouse green peppers. Ann. Entomol. Fenn. 41(3): 94-102.
- Tzeng, C. C., and S. S. Kao.** 1996. Evaluation on the safety of pesticides to green lacewing, *Mallada basalis* larvae. Plant. Prot. Bull. 38(3): 203-213 (in Chinese with English summary).
- Ushchekov, A. T.** 1976. *Chrysopa septempunctata* Wesm. in glasshouses. Zashchita Rastenii 10: 16-17.
- Wu, T. K.** 1992. Feasibility of controlling citrus red spider mite, *Panonychus citri* (Acarina: Tetranychidae) by green lacewing, *Mallada basalis* (Neuroptera: Chrysopidae). Chinese J. Entomol. 12: 81-89 (in Chinese with English summary).
- Yang, C. K.** 1988. The significance of the chinese resource of Chrysopids to biological pest control and the world's lacewing fauna. Chinese J. Biol. Contr. 4(3): 131-136 (in Chinese with English summary).
- 收件日期 : 2000 年 1 月 12 日
接受日期 : 2000 年 4 月 5 日

附錄 1993 年至 1997 年之月平均溫度()

Table 6. Monthly temperatures from 1993 to 1997 ()

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1993	14.4 ± 3.0	16.1 ± 1.5	17.9 ± 2.9	21.7 ± 3.1	26.2 ± 0.8	28.3 ± 1.9	29.9 ± 0.3	29.6 ± 0.4	27.7 ± 1.3	23.2 ± 1.7	21.1 ± 2.3	16.4 ± 2.0
1994	15.4 ± 2.0	15.7 ± 0.5	15.8 ± 0.8	24.3 ± 1.5	25.4 ± 0.7	28.0 ± 1.6	27.5 ± 0.2	27.3 ± 0.4	24.8 ± 1.6	22.9 ± 2.7	20.3 ± 1.4	19.4 ± 1.5
1995	14.4 ± 0.2	13.4 ± 1.5	16.3 ± 1.8	21.7 ± 3.5	23.7 ± 1.4	27.4 ± 1.3	28.1 ± 0.7	27.1 ± 0.4	26.2 ± 1.8	23.8 ± 1.7	18.7 ± 1.7	15.3 ± 1.7
1996	15.0 ± 1.4	13.9 ± 1.5	17.5 ± 1.5	18.1 ± 2.6	23.0 ± 0.8	27.6 ± 0.4	28.1 ± 0.2	27.6 ± 0.3	26.8 ± 1.4	23.8 ± 1.7	21.5 ± 2.9	15.9 ± 0.8
1997	14.4 ± 0.5	14.8 ± 2.2	18.5 ± 1.1	21.6 ± 0.1	24.4 ± 1.6	25.6 ± 2.0	27.3 ± 0.8	27.4 ± 0.4	25.0 ± 2.1	23.4 ± 1.8	20.4 ± 1.4	19.1 ± 2.1

Investigation on the Life History of *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae) and the Effects of Temperatures on Its Development

Chia-Pao Chang Miaoli District Agricultural Improvement Station, Council of Agriculture, Miaoli, Taiwan, R.O.C

ABSTRACT

Mallada basalis (Walker) is a well-known natural enemy of several agricultural pests. A series of investigations on the life cycle of this insect were performed from 1993 to 1997 in the laboratory. The results indicate that the insect could complete an average of 10 generations in a year. The duration of each generation varied with temperature. On the average, the egg, larva, and pupa took 4.4, 11.8, and 11.9 d to complete its stage, respectively. The life span of the female was 70.8 d, and that of the male was 76.9 d. The insect needed 28.1 d to complete a life cycle. On average, each female adult could lay a total of 736.3 eggs with 13.7 eggs/d. Under constant temperature from 15 to 30 °C, the egg, 1st instar, 2nd instar, 3rd instar larval and pupal stages needed from 8.1 to 3.1 d, 9.5 to 3.1 d, 7.1 to 2.2 d, 8.0 to 3.4 d, 24.6 to 8.6 d, respectively, and time to complete a life cycle decreased with an increase of temperature, with the shortest at 30 °C. The threshold temperatures for eggs, 1st instar larvae, 2nd instar larvae, 3rd instar larvae, and pupae were estimated to be 7.4, 9.5, 8.2, 4.1 and 7.9 °C, respectively. The accumulated temperatures for the development of eggs, 1st instar, 2nd instar, 3rd instar larvae, and pupae were 69.6, 70.0, 48.6, 88.3, and 193.8 degree-days(DD), respectively, and completing a generation required 462.3DD. The effective temperature ranges, and high and low lethal temperatures were determined to be 17 to 47 °C, 51 and 6 °C, respectively, for 1st instar larvae, 15 to 44 °C, 46 and 6 °C for 2nd instar larvae, and 15 to 43 °C, 46 and 8 °C for 3rd instar larvae. Female and male adults were active at 14 to 42 °C and 16 to 42 °C, and the high and low lethal temperatures for both sexes were found to be 50 and 6 °C, and 49 and 9 °C, respectively.

Key words: *Mallada basalis*, life history, threshold temperature for development, effective accumulated temperature, effective temperature zone.