捕食性天敵昆蟲草蛉飼養與利用

章加寶[1]、吳子淦[2]、張瀛福[3]

[1]台灣省蠶蜂業改良場
[2]台灣省農業試驗所
[3]行政院農業委員會

摘要

草蛉類是捕食性昆蟲，能捕食蟎類、蚜蟲、粉蝨、介殼蟲、木蝨、鱗翅目、鞘翅目、同翅目的初齡幼蟲及卵與多種小型昆蟲，是多功能的天敵昆蟲，在前蘇。聯、中國大陸、歐美、日本有應用於棉花、胡瓜、茄子、馬鈴薯、葡萄、柑桔、梨等作物害蟎及害蟲的防治。在本省以草蛉來防治害蟲或害蟎者，有利用安平草蛉(*Chrysopa boninensis*) 防治桑木蝨，安平草蛉防治煙草桃蚜(*Myzus persicae*)，茶害蟎及害蟲，基徵草蛉(*Mallada basalis*)防治柑桔葉蟎，頗具成效。在草莓園大量釋放基徵草蛉防治葉蟎是可行而有效的，除可降低防治成本，減少農藥使用，避免污染環境外，果品無殘毒，提高品質，並提供莓農及消費者安全保障。

關鍵詞：生物防治、草蛉、飼養、利用。

一、前言

隨著作物栽培相之多樣化及新品種的引進，病蟲害問題日趨嚴重，其中尤以蟎類發生最為嚴重，尤其在乾旱時期對作物的產量及品質影響甚鉅。因之使用化學藥劑在所難免，然而卻造成藥害、抗藥性、殘毒等諸多問題。

草蛉類已記載約 90 屬 1,400 種，有效種約在 1,200 種之譜(楊集昆,1988)，由於草蛉是捕食性昆蟲,能捕食蟎類、蚜蟲、粉蝨、介殼蟲、木蝨、鱗翅目、鞘翅目、同翅目的初齡幼蟲及卵與多種小型昆蟲，是種多功能的天敵昆蟲，在前蘇聯、中國大陸、歐美、日本有應用於棉花(Lingren *et al.*, 1968; Ridgway and Jones, 1968, 1969; Lopez *et al.*, 1976; Radzivilovskaya, 1980; Gurbanov, 1984b)、胡瓜(Ushchekov, 1976; Gurbanov, 1984a)、茄子(Hassan, 1978)、馬鈴薯(Shands and Simpson, 1972a, 1972b; Shands *et al.*, 1972a, 1972b, 1972c; Hassan, 1974; Shuvakhina, 1977)、柑桔(彭以坤, 1985)、梨(Doutt and Hagen, 1949)、番茄(Gurbanov, 1984a)、玉米(Hassan, 1974)、甜菜(Tamaki and Weeks, 1973)、青椒(Tulisalo and Tuovinen, 1975)等作物害蟎及害蟲的防治。

在本省用草蛉來防治害蟲或害蟎者，有李學進(1979)利用安平草蛉(*Chrysopa boninensis*) 防治桑木蝨，倪秀華(1984)利用安平草蛉防治煙草桃蚜(*Myzus persicae*)，陳惠藏(1991)以安平草蛉防治茶害蟎及害蟲，吳子淦(1992)以基徵草蛉

(*M. basalis*)防治柑桔葉蟎，頗具成效。

蠶蜂場有鑑於此，1993 年在農委會支助下，致力於基徵草蛉應用於草莓園葉蟎生物防治應用，初期並由台灣省農業試驗所、台南區農業改良場、台糖研究所提供基徵草蛉(*M. basalis* (Walker))及外米綴蛾(*Corcyra cephalonica* Stainton)之種源及技術指導。因此本報告擬就草蛉飼養與釋放，另以基徵草蛉防治草莓葉蟎為例，評估其防治成效，期對草蛉的生態與防治葉蟎獲得具體的瞭解與認識，作為管理及利用生物防治之指標，而使防治措施更臻經濟有效。

二、養蟲設備、飼養及釋放

(一) 養蟲室主體結構(十公頃網室木瓜或五公頃草莓為單位之飼養草蛉空間)(章加寶,1996)。

1. 養蟲室 5 坪(約 16 平方公尺，長 4.5 公尺，寬 3.5 公尺)
2. 養蟲鐵架 2 架。
   (1) 每架長 220 公分，寬 45 公分，高 170 公分。
   (2) 每架各五層(即高 170 公分)。
   (3) 最底層離地 50 公分，其餘每層間隔 30 公分。
   (4) 第一架每層可放置幼蟲盤 (長 45 公分，寬 34 公分，高 12 公分)6 個,五層至多可放 30 個，第二架每層可放成蟲飼養筒(高 15 公分，直徑 20 公分)20 個，三層放成蟲飼養筒，二層可放置繭及其他養蟲物品。
3. 冷氣機一台(4~6 坪型)設定溫度 25 ℃。
4. 抽送風機。
5. 加溫器一至二台(冬天用)。
6. 養蟲室擺設如草圖。

(二) 幼蟲飼養(以十公頃網室木瓜或五公頃草莓需要草蛉量為一個飼養單位)(章加寶, 1994, 1995, 1996)。

1. 外米綴蛾卵：每個月需要外米綴蛾卵 300~450 毫升，分別在每個月的上、中、下旬(設定為 1 日、11 日、21 日) 飼養草蛉的農民各收到 100~150 毫升外米綴蛾卵。
2. 由於每一個塑膠盤可飼養草蛉幼蟲約 120~150 隻，避免密度過高且必須為同一天孵化，以免同類相殘，在 25 ℃下， 8~10 天化蛹。由幼蟲到結繭化蛹要消耗 10 毫升外米綴蛾卵，因此每旬 100~150 毫升的外米綴蛾卵可養 10~15 盤草蛉幼蟲。每盤草蛉幼蟲飼料量 10 毫升的每天餵飼量為 3 。
3. 餵飼幼蟲的飼料量：
   第 1 天餵 1 毫升外米綴蛾卵
   第 3 天餵 3 毫升外米綴蛾卵
   第 5 天餵 5 毫升外米綴蛾卵
   第 7 天餵 1 毫升外米綴蛾卵
   第 8 天開始結繭化蛹

第 12 天以後收繭，收繭後置於培養皿，放置成蟲筒內待羽化，但在預估羽化前一天(約在化蛹後第 7 天)應先將成蟲飼料及水分放到筒內，以備成蟲羽化時取食，否則成蟲在 3 天內會餓死。

4. 由於每月 1 日接的幼蟲約在每月 16~21 日羽化,故在接幼蟲後第 16~21 天後可收成蟲，假設每月 1 、 11 、 21 日各接剛孵化的草蛉幼蟲 10~15 盤即每旬可收成蟲 1,800~2,400 隻，連續接幼蟲 5 次即下個月底有 9,000~12,000 隻成蟲，每筒以 250 隻計，每批可收 7~9 筒成蟲，至第五批時可收 35~45 筒成蟲。由於成蟲產卵期主要在羽化後約一星期至 1.5~2 個月之間較多，因此第六批羽化之成蟲可取代第一批者，如此循環以新成蟲取代老成蟲。
5. 由上述可整理出以網室木瓜 10 公頃或草莓 5 公頃為單位飼養草蛉量的表，以 9 月份開始養蟲為例：

接剛孵化幼蟲日期		化蛹日期	羽化日期	羽化後至第六批羽化時之天數
第一批	9.10	9.11	9.21	50
第二批	9.11	9.21	10.10	40
第三批	9.21	10.10	10.11	30
第四批	10.10	10.11	10.21	20
第五批	10.11	10.21	11.10	10
第六批	10.21	11.10	11.11	0

如此至第五批成蟲羽化後可保有 35~45 筒成蟲，第六批成蟲羽化時，第一批羽化的成蟲已 50 天，已有部份死亡及產卵力衰退，以第六次取代之，如此第七次取代第二次，第八次取代第三次……如此循環，則保有 35~45 筒成蟲，每兩天收一次卵，每次約可收 10 萬粒卵，可支應網室木瓜 1 公頃量，10 公頃每 20 天即可循環一次。草莓可支應 5 公頃的量。亦即每分地木瓜大約要 4~6 張草蛉卵片量，草莓約 10 張。

(三) 成蟲飼養(章加寶,1994 ； 1995 ； 1996)。

1. 每筒成蟲 250 隻，產卵量每兩天收一次 3,000 粒卵，每單位養蟲室 35~45 筒成蟲，每兩天可採卵至少 100,000 粒以上。
2. 酵母粉及蜂蜜配合 1 ： 1 ，但有時所購蜂蜜水份太高時，飼料可多加點酵母粉。
3. 飼料應拉長條形，長為 5 公分，寬 0.3~0.5 公分。
4. 水分以養樂多瓶底部 2 公分高，去掉上部加棉花及水。
5. 採卵可在羽化後 5 天左右將產卵紙放入筒內。

(四) 田間釋放

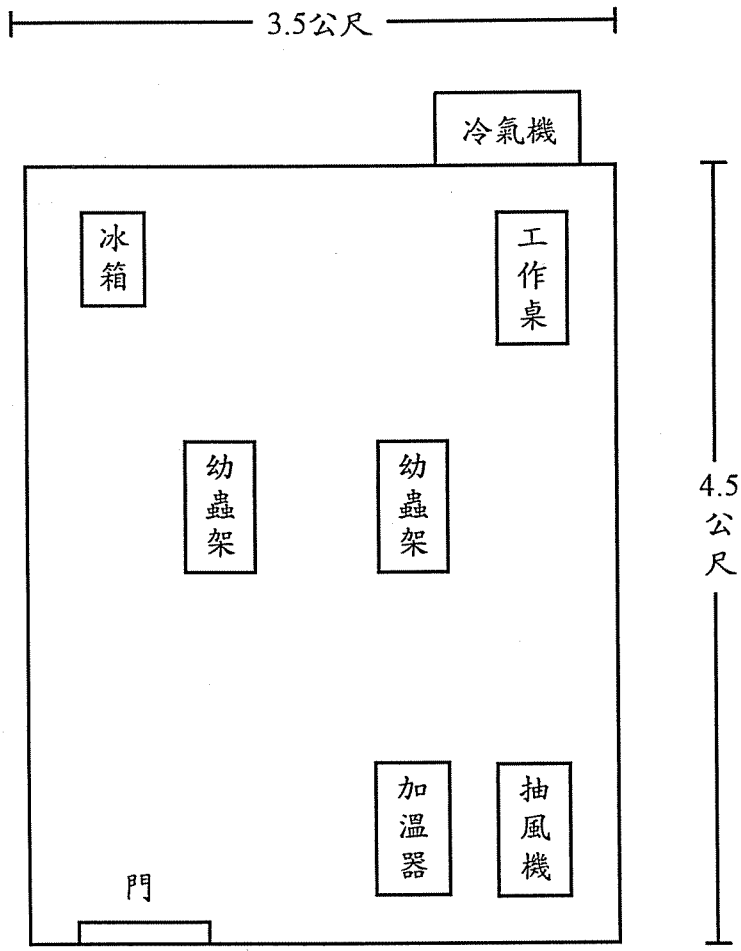
1. 取卵紙後，俟第 2~3 天卵變深褐色，若為高植株作物，可將卵紙剪成約長 9 公分，寬 6 公分卵片，待幼蟲孵化，插放田間植株上，若為較低植株，

人可接觸到者，可將蟲拍到幼蟲盤以毛筆挑放在植株上。

2. 釋放方式

網室木瓜：在木瓜開花前，每株木瓜釋放 5~10 隻甫孵化初齡幼蟲，開花後，每株 20~30 隻幼蟲，依田間葉蟎密度而定，由於開花後植株相接觸，可每 3 株插一幼蟲片，或將幼蟲以毛筆挑放在木瓜植株上，以節省工時。

草莓：在草莓種植後 9 月下旬可開始局部釋放，每株 3~5 隻幼蟲，至 11 月份果實初期，由於已經有 5 批草蛉成蟲可全面釋放。每單位養蟲室(5 坪)可釋放 5 公頃，依田間葉蟎密度斟酌釋放量，若初期葉蟎密度壓制下來，釋放面積可增加(章加寶, 1996)。



圖一、草蛉養蟲室基本配備

三、以基徵草蛉防治草莓葉蟎爲例，評估其防治成效

(一) 釋放基徵草蛉防治神澤葉蟎之效果

該試驗初期為 10~11 月間此時尚無葉蟎類之發生，因此先在每株草莓上接種神澤葉蟎成蟎五隻直至每小葉達 1 隻以上，釋放草蛉。在釋放後 7 天神澤葉蟎密度明顯下降，釋放卵區由 11.4 降至 3.0 ；幼蟲區由 1.6 降至 0.9 ，均較對照區的 1.2 升至 7.0 為低，而對照區之葉蟎則持續增加；即其族群由 1 月上旬爬昇，至 2 月上旬為族群高峰。氣象資料顯示 1 月及 2 月份平均溫最低，而各月份間之濕度差異不大，但雨量以 2 月份最多達 212 mm ，且 2 月份從 2 月 11~2 月 20 日接連 10 天持續下雨(章加寶、黃勝泉, 1995)。一般而言葉蟎發生之多寡與降雨量有密切關係，但因雨勢不大時，葉蟎均躲在葉背處(王勒等, 1986)，且下雨期又不便釋放草蛉，造成葉蟎族群之增加，與濕度之關係雖不明顯，但當溫度低時可能抑制草蛉之捕食力(丁岩欽、陳玉平, 1986 ；倪秀華, 1983),而使葉蟎族群升高。在釋放草蛉卵區與幼蟲區防治神澤葉蟎效果比較，由於起始密度在釋放卵區，釋放前成蟎、幼若蟎及卵均較釋放草蛉幼蟲區及對照區，每蟎期均為 1 以下，由防治率公式算得，且防治效率均在 80%以上，尤以對若蟎及卵之防治率平均在 90 % 以上，釋放草蛉幼蟲區防治率雖然不若釋放卵區高，但防治率亦在 60%以上，但與釋放卵區相似兩者對於若蟎及卵之防治效果上均較防治成蟎為佳，至於釋放卵區比釋放幼蟲區防治率較高應與釋放量有關，本試驗釋放卵區為每株草莓釋放隔天將孵化之草蛉卵 10 粒，其孵化率以當時溫度推論至少有 80 % 以上(丁岩欽、陳玉平, 1986 ；王勒等, 1986 ；倪秀華, 1983)，而釋放幼蟲區僅釋放 5 隻初齡幼蟲較釋放卵區草蛉密度為低。

(二) 釋放基徵草蛉防治二點葉蟎之效果

結果顯示基徵草蛉防治二點葉蟎整體上效果亦佳，防治率多介於 50~90%間(章加寶、黃勝泉, 1995)。此係由於草蛉之發育與活動一般在 15 ℃以上始能較正常進行， 15 ℃以下多呈滯緩狀態(李學進, 1979 ；倪秀華, 1983)，在釋放區之溫度 12 月以後平均在 15 ℃以下，一天之中最低溫有達 5~7 ℃者，故而 1~2 月間該蟲多躲藏於足於防寒避風之草莓叢間，此點與彭以坤(1985)報告中華草蛉(*Chrysopa sinica* Tjeder)相似，即草蛉棲息部位有隨溫度變化而轉移的習性。而二點葉蟎屬於溫帶蟎類，在十幾年前遷移至平地後，大量為害，對於冬季溫度較能適應(羅幹成等, 1984)， Mori (1961)報告指出二點葉蟎雌成蟎活動受限溫度為 6.7~13 ℃，而其最適溫為 13~35 ℃。據丁岩欽及陳玉平(1986)報告草蛉對獵物的捕食率受溫度影響非常顯著，在一定溫度範圍內，捕食率隨溫度上升而增加，中華草蛉在 10 ℃開始捕食但捕食率很低， 35 ℃時最高為 15 ℃之 7 倍，但超過 35 ℃則相對下降。戴小楓及郭予元(1992)指出葉色草蛉(*Chrysopa phyllochroma* Wesmael)捕食棉鈴蟲(*Heliothis armigera* (Huber)，其效率在 10~30 ℃隨溫度增加而增加，小於 15 ℃及大於 35 ℃則明顯下降。所以二點葉蟎較草蛉能適應低溫期，此點與倪秀華(1984)報告草蛉在低溫時，其幼蟲以較慢速率取食，溫度高時，以較快速率取食亦

相吻合，故於溫度對草蛉的捕食率有顯著的影響。另由草蛉對二點葉蟎與神澤葉蟎防治效果比較，顯然對神澤葉蟎防治效果較佳，此應與二點葉蟎在低溫狀態下較易生存繁殖有關(羅幹成等, 1986 ； Mori, 1961)。

(三) 示範田調查

1. 葉蟎防治

本省葉蟎類在草莓園田間之記錄有卵圓偽葉蟎(*Brevipalpus obovatus* Donnadiau)、裂爪葉蟎(*Schizotetranychus* sp.)、柑桔葉蟎(*Panonychus citri* (Mcgregor))、赤葉蟎(*Tetranychus cinnabarinus* Boud.)、神澤葉蟎(*T. kanzawai* Kishida)、二點葉蟎(*T. urticae* (Koch))等六種(羅幹成等, 1984)。本試驗示範田幾乎全為二點葉蟎，其他五種蟎類除神澤葉蟎略有出現外，餘皆無發生，此係二點葉蟎較其他葉蟎對多種殺蟎劑具抗藥性，在選汰壓力下，二點葉蟎逐占優勢，目前全省草莓區皆以二點葉蟎為主，因之本試驗在示範田僅調查二點葉蟎。

該示範田設於苗栗縣大湖鄉義和村，係一草莓專業區分二處，距離約100公尺，每處再分三區，分別為第一處A、B、C，第二處為D、E、F，總共0.45公頃。A區再分為A1及A2，由表一可知，A1釋放五次草蛉，A2三次，C區則初期施藥三次後再加一次草蛉，D區釋放二次草蛉，E及F區施藥三次。

田間觀察顯示，A、B、C三區根據第一次(1月20日)之調查資料，密度每小葉成蟎在1.8~6.9隻間，尤以A2區密度最高，且均已達防治的階段，因此，A1在1月上旬即已施放草蛉，全期共施放五次，才能壓抑害蟎密度，但A2施放草蛉三次，但顯然在A2區由於起始密度較高，由1月20日調查，A1及A2分別為每中葉小葉有2.0及6.9隻成蟎。A2初期由於葉蟎族群密度較A1為高，且因施放草蛉次數較少，到2月7日成蟎族群密度達47.9隻，且葉片有黃化現象，而A1葉片仍舊正常，亦即害蟎密度過高時，再放草蛉數量要加倍或增加釋放次數，所以應在較低密度時釋放，而且益害比之間需要特別考量，如以安平草蛉防治桑木蝨為1：50(李學進, 1979)，中華草蛉防治柑桔葉蟎以1：100~200最有效，這些

表一、以基徵草蛉防治二點葉蟎處理次數

Table 1. Releasing frequency of *M.basalis* for control of *T.urticaeon* strawberry

Area	Factor of treatment	Application of miticide	Releasing of *M.basalis*
A1	*M. basalis*	0	5
A2	*M. basalis*	0	3
B	Abamectin 1.8 % EC	3	0
C	*M. basalis*+Abamection	1	3
D	*M. basalis*	0	2
E	Abamectin	3	0
F	Abamectin	3	0

因素均應列入考慮的。在 C 區初期施用殺蟎劑阿巴汀(Abamectin)，在三月上旬施放草蛉，由於施放草蛉時成蟎密度每葉均在 1 隻以下，所以能夠將葉蟎密度壓抑下來，而 B 區則完全使用農藥，全期施用阿巴汀三次，到 3 月 18 日每中葉小葉仍保有 6.1 隻成蟎之密度(章加寶、黃勝泉, 1995)。

第二處 DEF 三區葉蟎族群密度顯較第一處為低，其起始密度一直均維持在每中葉小葉 1 隻成蟎的低密度，在 1 月 20 日前三區均未釋放草蛉及施藥。到 1 月 20 日成蟎密度達 1 隻，D 區開始施放草蛉共施放二次草蛉，E 及 F 區施藥三次，一直到三月上旬，均能壓抑害蟎密度回升，雖然在三月上旬害蟎已回升到 1 隻以上，但此時草莓生產季節末期葉蟎對草莓生產不再造成威脅，而且在 4 月份 E 區及 F 區二點葉蟎族群密度再度增加，相對濕度在 75~90%間，促使部份葉蟎的蟲生真菌發生，使葉蟎密度稍微下降，但此期草莓葉片幾乎全遭葉蟎為害，呈現枯黃狀，且草莓生育已達後期，故此期葉蟎密度已下降，對草莓產量沒有顯著影響(章加寶、黃勝泉, 1995)。

2. 產量及品質

釋放草蛉後，產量方面，由表二可知釋放草蛉區第一處 A 區每株草莓生產 0.87 公斤，較施藥區 B 區之 0.75 公斤提高 16.0%；而第二處 D 區產量為 0.96 公斤較同處之 E 及 F 區的 0.92 公斤及 0.77 公斤為高，且高達 4.4~24.7%，即產量可因釋放草蛉而提高 4.4~24.7%,平均 15.0%； C 區為綜合防治區產量每株為 0.73 公斤。相較於歐美、日本、韓國、澳洲等國皆廣泛應用蜜蜂授粉，以日本為例，其每年溫室內生產的草莓有 85%是由蜜蜂授粉，而在開放草莓園中蜜蜂授粉產量比沒有蜜蜂者高出 16% (Goodman and Oldroyd, 1988)，此點與本試驗結果因釋放草蛉而避免施藥蜜蜂增加而產量提高 15%相似。

表二、草莓產量與果品等級

Table 2. Comparison of quantity and quality of strawberry between the plots treated with *M. basalis* and miticide

Area	Yield (kg/plant)	Percentage of fruits			
		Grade1	Grade2	Grade3	Grade4 [1)]
A	0.87 ± 0.22a[2)]	67.5 ± 4.5a	16.2 ± 2.1a	11.1 ± 1.2b	5.1 ± 0.4b
B	0.75 ± 0.11c	53.0 ± 3.8b	16.8 ± 1.9a	22.9 ± 3.8a	7.2 ± 1.8a
C	0.73 ± 0.19b	69.8 ± 5.6a	13.6 ± 3.4b	10.2 ± 2.1b	6.4 ± 2.1ab
D	0.96 ± 0.28a	68.3 ± 3.9a	19.5 ± 2.8b	8.5 ± 1.9b	3.7 ± 0.9b
E	0.92 ± 0.16c	61.8 ± 2.1b	22.3 ± 3.8a	10.3 ± 2.8a	5.6 ± 1.7a
F	0.77 ± 0.07b	66.1 ± 4.6a	19.7 ± 4.4b	9.2 ± 3.0a	4.9 ± 1.8ab

[1)] Represented processing fruits.

[2)] Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level (Duncan's multiple range test).

表三、草莓畸型果率與蜂數

Table 3. Comparison of percentage of deformed fruits of strawberry and number of honeybees between the plots treated with *Mallada basalis* and miticide on strawberry

Area	Percent deformmed fruits	No. of honeybees/25 m^2
A	9.0 ± 1.2b [1)]	5.7 ± 1.1a
B	14.3 ± 3.1a	3.5 ± 0.8b
C	13.1 ± 2.8a	5.8 ± 1.7a
D	11.4 ± 2.1b	4.9 ± 0.7a
E	18.5 ± 3.4a	3.0 ± 1.1b
F	17.3 ± 2.9a	4.7 ± 0.9a

[1)] Refer to Table 2.

在果品級數方面，釋放草蛉區 A 區一級果達 67.5%，較 B 區施藥區 53.0%為高，達 14.5%；D 區亦較 E 、F 區高 2.2~6.5%間，即因釋放草蛉可提高一級果 2.7~14.5%間，平均 7.7%，而 C 區為綜合防治區一級果亦高達 69.8%。

由表三顯示釋放草蛉區 A 區畸型果占 9.0%、D 區 11.4%均較農藥防治區 B 區、E 區及 F 區之 14.3%， 18.5%， 17.3%為低,亦即釋放草蛉區與施藥區比較，釋放草蛉者，畸型果可降低 5.3~7.1%間，平均 6.1%，而綜合防治區 C 畸型果為 13.1%亦較 B 區為低，蜜蜂族群亦較高，由該項試驗結果顯示施放草蛉區由於減少農藥的使用或完全不施藥，而增加蜜蜂授粉的機會，使得畸型果降低，該項試驗結果與 Pinzauti (1987)報告，草莓靠蜜蜂授粉可降低畸型果 20%雷同。另據 Blasse and Haufe (1989)亦指出未授粉者的果實畸型率比蜜蜂授粉者高出 30%。

在花朵數方面，雖然 A 區為 2.4 朵但蜜蜂數卻最高，達每 25 m^2 5.7 隻，亦即田間施藥與蜜蜂族群有很大關係，即田間因施藥對之產生忌避作用而減少授粉機會，反之，則增加授粉機會。而由以上得知蜜蜂又對草莓授粉甚具影響，間接造成畸型果之減少，產量增加及果品級數提高。

3. 防治成本之估算

在示範田防治過程中，依每次每株草莓 10 粒卵之投放量，每公頃約 40,000 株，計投放四十萬粒卵。依台糖研究所所售 1 毫升(ml)外米綴蛾卵 25 元計， 1 毫升可飼育出 14 隻草蛉(雌雄各半) (陳先明等, 1994)，每隻草蛉可產卵 500 粒計(陳先明等, 1994 ；章加寶等, 1993)，即 1 毫升可培育出 3,500 粒卵，每粒卵為 0.007 元，加上培養草蛉雜項費用及工資即每公頃要 4,000 元，另就目前農民常用殺蟎劑阿巴汀(Abamectin 1.8% EC)，每瓶 1,800 元，每公頃 3.5 瓶，就成本費用較施放草蛉為貴。此處可發現施放草蛉 1 公頃，工資只有 2,000 元，而施藥工資連同藥費要 11,050 元(表四)，較施放草蛉貴 6,100 元(章加寶, 1995)，且施放草蛉時，如果在低密度施放時，施放次數又較施藥次數為低，以 D 區而言，才施放二次，而其他施藥區如 B 、E 及 F 區，即施了三次藥。

表四、防治二點葉蟎之成本估算

Table 4. Cost evaluation for different control methods against two-spotted spider mite

Control methods	Items	Cost(NT$)
Releasing *M. basalis*	1. Egg cost of *M. basalis*	2,800
	2. Rearing equipment	100
	3. Rearing wages	750
	4. Electricity and water	300
	5. Releasing wages	1,000
	Total	4,950
Application of Chemicals	1. Chemicals cost	7,050
	Abamectin 1.8% EC	1,800/bottle (3.5 bottles)
	Methomyl 24% SC	500/bottle (1.5 bottles)
	2. Application wages	4,000
	Total	11,050

二點葉蟎為目前草莓園中為害最嚴重的葉蟎類，以往草莓葉蟎類發生之時，莓農常選用多種殺蟎劑防治葉蟎，因常盲目地全面性施藥，提高生產成本。由本試驗示範田二處比較顯示，在葉蟎密度低時釋放草蛉防治害蟎比密度高釋放有效，顯示釋放時機及葉蟎密度對防治效果之影響甚為重要。二點葉蟎在乾燥低溫的冬季環境條件下繁殖情況較草蛉理想，若考量綜合防治，因草莓在 11 月以前尚無果實採收，同時尚有其他害蟲發生，此時葉蟎防治可以藥劑為主或配合草蛉防治之；在 11 月以後草莓第一期花開始結果採收時，應立即釋放草蛉，此時葉蟎防治以釋放草蛉之生物防治為主。由本次試驗結果推論，釋放天敵之時機為發現每一中葉有一隻成蟎為害即可釋放。然而防治時田間害蟎密度，應參酌其他因素如商品價值、作物受害部位、時間、地區等而有所變動。而田間考慮釋放時機外,亦應考慮田間益害蟲比， Tulisalo and Tuovinen (1975)指出溫室青椒以普通草蛉 (*Chrysopa carnea*) 防治桃蚜 (*Myzus persicae*) 和馬鈴薯蚜 (*Macrosiphum euphorbiae*) 至少 1 粒卵/1.3 蚜，蚜蟲密度低於 100 隻／株最有效；Radzivilovskaya (1980)以普通草蛉防治棉蚜釋放幼蟲為 1 ： 5 或 1 ： 10 ，卵為 1 ： 1 。 Shuvakhina (1977)報告普通草蛉防治馬鈴薯克羅多甲蟲益害比為 1 ： 10 ； Ushchkov (1976) 在溫室胡瓜用大草蛉 (*Chrysopa septempunctata*)防治蚜蟲，密度 50 或 100 隻／幼植時，以 1 ： 5 或 1 ： 10 釋放二齡幼蟲在 2~3 天即可完全防治；李學進(1979)以安平草蛉防治桑木蝨為 1 ： 50 ；彭以坤(1985)以中華草蛉防治柑桔葉蟎以 1 ： 100~200 效果最佳。田間葉蟎密度高到草蛉無法控制，可酌以撒佈殺蟎劑，降低葉蟎到每一葉中有一隻成蟎，再釋放草蛉，以期達到一定的生態效益及經濟效益。

因此，防治害蟎或害蟲釋放天敵時之田間食餌密度及田間益害比常依天敵及害蟲或害蟎種類及其他主客觀因素而定，故害蟎經濟為害界限、釋

放天敵之時機與數量、田間天敵密度能否壓抑葉蟎族群及取樣方法等均為往後研究的重要課題。

由成本估算顯示，釋效草蛉防治二點葉蟎比施藥節省工時，而費用亦較低，同時解決田間施藥之勞力問題，且不噴農藥，增加蜜蜂授粉的機會，間接提高草莓產量及品質，除增加農民收入外，並對生產者及消費者提供安全保障。

參考文獻

丁岩欽、陳玉平。1986。中華草蛉對棉蚜與棉鈴蟲的捕食作用研究。生物防治通報 2: 97-102。

王朝、周偉儒、陳紅印、邱式邦。1986。北京地區中華草蛉發生消長及其原因的探討。生物防治通報 2: 103-107。

李學進。1979。台灣桑木蝨與其捕食性天敵—安平草蛉之生物特性及棲群生態。中興大學碩士論文 69 頁。

何琦琛、羅幹成。1979。溫度對二點葉蟎生活史繁殖力之影響。中華農業研究 28: 261-271。

吳子淦。1992。以基徵草蛉防治柑橘葉蟎之可行性探討。中華昆蟲 12: 81-89。

倪秀華。1983。菸草桃蚜及其天敵安平草蛉生活史、捕食量及棲群增殖率之研究。中興大學碩士論文 64 頁。

陳先明、鄭文義、王瑞圖。1994。不分隔大量飼養基徵草蛉。台糖研究彙報 144: 25-32。

陳惠藏。1991。安平草蛉生態及應用研究。台灣省茶葉改良場年報 80: 39-41。

章加寶。1994。網室木瓜生物防治--草蛉防治葉蟎。10 頁。台灣省蠶蜂業改良場編印。

章加寶。1995。草莓生物防治--草蛉防治葉蟎。10 頁。台灣省蠶蜂業改良場編印。

章加寶。1996。生物防治~天敵昆蟲--草蛉飼養與釋放。10 頁。台灣省蠶蜂業改良場編印。

章加寶、黃勝泉。1995。釋放基徵草蛉防治草莓園葉蟎之效益評估。植保會刊 37: 41-58。

章加寶、謝豐國、許麗容。1993。數種蜂花粉對基徵草蛉成蟲壽命與產卵力之影響。中華昆蟲 14: 144-175。

彭以坤。1985。釋放中華草蛉作為綜合防治桔全爪蟎的一項措施。生物防治通報 1: 2-7。

楊集昆。1988。我國富饒的草蛉資源對保護利用及世界草蛉區系的意義。生物防治通報 4: 131-136。

戴小楓、郭予元。1992。葉色草蛉對棉蛉蟲幼蟲的捕食效應研究。植物保護學報

19: 23-28。

羅幹成、何琦琛、曾信光。1984。草莓葉蟎之生態研究。中華農業研究 33: 337-334。

Canard, M. 1977. Diapause in *Chrysopa perla* (L.) (Neuroptera: Chrysopidae): induction and elimination in natural and experimental conditions. Annales de Zoologie 8: 393-404.

Blasse, W., and M. Haufe. 1989. Effect of honeybees on yield and fruit quality of strawberry. Archiv. fur Gartenbau 37: 235-245.

Doutt, R. L., and K. S. Hagen. 1949. Periodic colonization of *Chrysopa californica* as a possible control of mealybugs. J. Econ. Entomol. 42: 560-1.

Goodman, R. D., and B. P. Oldroyd. 1988. Honeybee pollination of strawberries (*Fraqaria ananassa* Duchesne). Aust. J. Expt. Agri. 28: 435-438.

Gurbanov, G. G. 1984a. Effectiveness of use of the common lacewing (*Chrysopa carnea* Steph) 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.

Hassan, S. A. 1974. Mass culturing and utilization of *Chrysopa* spp. (Neuroptera, Chrysopidae) in the control of insect pests. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 81: 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: 118-23.

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. Amer. 61: 613-618.

Lopez, J. D. Jr., R. L. Ridgway, and P. E. Pinnell. 1976. Comparative efficacy of four insect predators of the bollworm and tobacco budworm. Environ. Entomol. 5: 1160-1164.

Mori, H. 1961. Comparative studies of the thermal reaction in four species of spider mites (Acarina: Tetranychidae). J. Fac. Agric. Hakkaido Univ. 51: 574-591.

Pinzauti, M. 1987. Pollination of strawberries in Versilia. Notiziario di Ortoflorofrutti-coltura 13: 78-84.

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 bollworn and the tobacco budworm on cotton. J. Econ. Entomol. 61: 892-898.

Ridgway, R. L., and S. L. Jones. 1969. Inundative releases of *Chrysopa 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 strip-coated with a chemical barrier and in small fields. J. Econ. Entomol. 65: 799-805.

Shuvakhina, E. Ya. 1977. The common chrysopid as a predator of the Colorado beetle and possibilities for its use on potato. Trudy Vsesoyuznogo Nauchno issledovatel skogo Instituta Zashchity Rastenii 44: 154-161.

Tamaki, G., 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: 94-102.

Ushchekov, A. T. 1976. *Chrysopa septempunctata* Wesm. in glasshouses. Zashchita Rastenii 10: 16-17.

The Natural Enemy - Rearing and Utilization of Green Lacewing

Chang, C. P.,[1] T. K. Wu[2], and Y. F. Chang[3]

[1] Extension Center, Taiwan Apicultural and Sericultural Experiment Station

[2] Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute
[3] Department of Food and Agriculture, Council of Agriculture.

ABSTRACT

The richness of the species of green lacewing is clearly proved by the existence of over 1,200 species recorded in the world. Besides, green lacewing plays an important role in ecosystems. The green lacewing can attack many important pests such as: of which are aphids, mites, scales, thrips, mealybugs, plant lice, whiteflies and eggs or larvae of Lepidoptera. They will also attack Homoptera and Coleoptera on strawberry, pepper,tomato, papaya, ornaments and many other crops grown outdoors,in gardens, in greenhouses and in other areas. There are three parts to be discussed in this article, including the mass rearing, utilization and a field demonstration of green lacewing against mites on strawberry.