臺灣蚜蟲寄生蜂及其繁殖[1]

劉 清 淳[2]

摘要 蚜蟲寄生蜂是生物防治上控制蚜蟲蟲口的主要寄生天敵，本省經濟作物上採得的種類約有四十餘種，寄生於五十餘種不同的蚜蟲寄主，其分佈依季節，環境、寄主植物及蚜蟲有異，食性與蚜蟲的寄主範圍有關，專食性者受植物及蚜蟲營養的限制分歧較少，廣食性者由植物營養的連鎖性及蚜蟲改變其寄主隨而增廣食性。寄生方法以滲透方式吸取寄主營養，寄生後期方破壞寄主生殖系統及其他重要部位。尋找寄主先以植物的顏色，再以蚜蟲的味道線索及觸覺等尋着寄主，寄主適應決定於寄生蜂卵上附着的脂肪酸類型，此酸間接由寄生蜂母代寄主及植物的營養來源而異。

影響寄生蜂自然發生的因子頗多，重複寄生蜂可分外寄生如 *Dendrocerus* (Ceraphronidae), *Asaphes* (Pteromalidae), *Coruna* (Pt.), *Pachyneuron* (Pt.) 及 *Euneura* (Pt.)；與內寄生如 *Charips* (Cynipidae), *Alloxys* (Cyn.) 及 *Aphidencyrtus* (Encyrtidae)，均屬於廣食性者，甚至有些廣及粉蝨、介壳蟲的寄生蜂及草蜻蛉、瓢蟲、食蚜虻及癭蠅的蛹，其出現時期在蚜蟲發生後期較多。螞蟻以 *Formica* 及 *Lasius* 二類較常干擾寄生蜂的產卵行爲，故生物防治上須注意其與寄生蜂之間的生態適應情形。天敵的競爭，捕食天敵一併取食蚜蟲內的寄生蜂情形，在生物防治立場並無大礙，而寄生蜂之間的競爭，防治上宜選擇優越的種類爲繁殖對象，蚜蟲因寄主而大量遷移的習性終斷蚜蟲爲主的生態系統，可用栽培中間寄主及輪割收成方式補救。氣候因子如氣溫影響繁殖之速率，風雨影響成蟲產卵行爲亦須加考慮。

寄生蜂繁殖工作包括寄主植物栽培，蚜蟲飼育及寄生蜂繁殖等主要事項。植物以培養液砂土方式栽培，利用毛細管供應水分，光照18小時，溫度 22°C，控制蚜蟲密度於不太高的情形下，有利於無翅型蚜蟲的大量繁殖。寄生蜂接種於箱內五天後，視寄生過的蚜蟲呈透明之初期乾屍時，將其採下收集，置低溫 (5°C) 中保存可達數月。寄生蜂運送至田間宜用低溫箱，避免高溫引起死亡，且須備蜜水以飼餵羽化的成蜂，釋放前須調查田間寄主的存在，是否足够供寄生蜂生存及增量，釋放時宜擇晴朗午前較佳，位置選在遮蔭處。

緒 言

世界人口激增，糧食需要日益嚴重，亟須增加農作物生產，而害蟲是作物主要的威脅。臺灣近年來蟲害防治僅賴化學藥劑，而害蟲對藥劑能產生抵抗性，不但效果未完全可靠，反而防治成本增加；且化學藥劑毒性處理不善，汚染食物。生物防治爲避免用有毒化學物質驅除害蟲，乃從害蟲生態系統中，分析自然界能抵制害蟲之因子，以人爲方法操縱其系統，使不利於害蟲生存。本計畫以此原則，構想利用寄生天敵防治蚜蟲。首先調查本省蚜蟲寄生蜂種類及其重要性，分析寄生蜂在自然環境繁殖情形，深入研究室內人工繁殖方法，提供蚜蟲防治上應用。

蚜蟲寄生蜂經濟重要性

蚜蟲寄生蜂是蚜蟲的主要寄生天敵，蚜蟲除直接吸取植物的汁液，引起凋萎現象外，其分泌的蜜露將誘發煤病，更因其刺吸取食的方式利於毒素病原傳播。蚜蟲中能傳播毒素病的有二百餘種，而每種蚜蟲爲害對象有許多，如桃蚜 (*Myzus persicae*) 可傳播百餘種不同植物的毒素病原 Carter (1962)。蚜蟲除直接從病株吸取病毒傳至健株上，有的蚜蟲體內還能繼續繁殖毒素及遺傳至後代。

本研究承中正科學技術講座基金會補助，敬誌謝忱。

1. 試驗報告農試字第七三三號。

2. 臺灣省農業試驗所技士兼股長。

總而言之，其影響作物生產實難以估計。

蚜蟲寄生蜂重要性是因其尋找寄主能力强，適應在蚜蟲蟲口數少的情形下生存，繁殖快，在短期內即能抑制蚜蟲蟲口使不致於爲害作物。臺灣地區蚜蟲寄生蜂種類雖多，但目前尚存蚜蟲爲害的問題，主要原因是小部份外來蚜蟲在本地仍未有適當的寄生天敵控制，而目前農業害蟲防治方法不利於寄生蜂存在。本工作從分析寄生蜂與蚜蟲關係，寄生蜂在自然環境發生的情形，及寄生蜂室內繁殖等研究，提供生物防治實際應用的參考。

採集方法，標本保存與製作

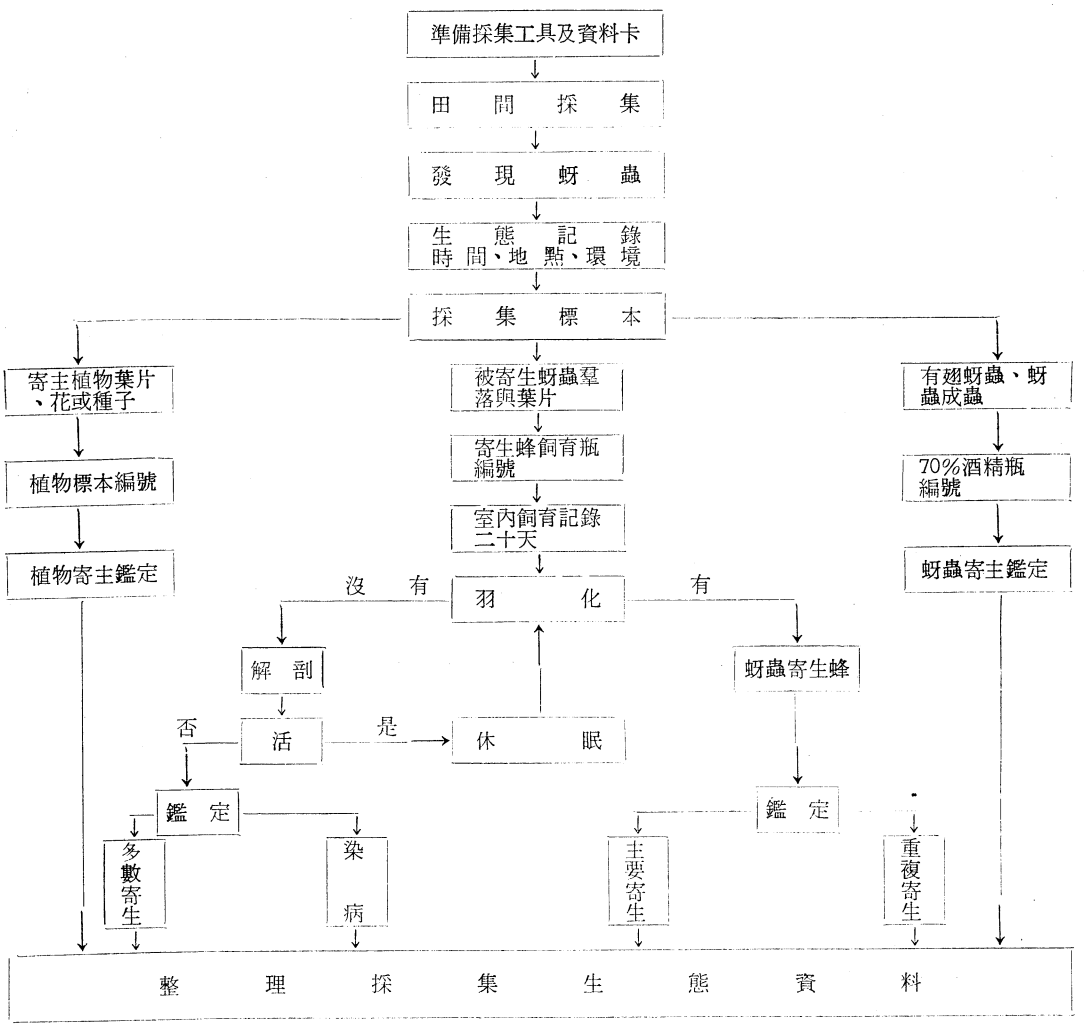
蚜蟲寄生蜂屬姬蜂總科膜翅目昆蟲，幼蟲期內寄生於蚜蟲體內。一般而言，有蚜蟲存在的地方就有寄生蜂，在田間用捕蟲網掃，即可獲得許多寄生蜂成蟲，可惜這些材料對生態研究的價值不高。爲生物防治而研究寄生蜂，採得標本必須附有生態資料如蚜蟲寄主、植物寄主、重複寄生蜂、共棲昆蟲等，甚至有關環境因子的記錄如溫度、濕度、光强度及時間季節，寄生蜂行爲，植物生長情形等。

採集方法　採得蚜蟲，不論被寄生與否，携回室內編號於通風的飼育瓶內飼育，飼育瓶以兩頭開口，封以尼龍紗網爲佳，號碼如L 75-7-20a，（L=採集者代號，75=1975年，7=7月，20=20日，a=一天內採得第幾次標本），編定號碼便於標本與資料的核對。採得之蚜蟲往往有重複寄生情形，當重複寄生蜂羽化後須立刻分離，以免再寄生尚未羽化的蚜蟲寄生峰。採得標本時隨即記下生態資料。田間生態記錄卡樣本如下：

編　號 *Lot No.*	地點：(Locality)	室內飼育 Rearing Laboratory	採集者：Collector
植物寄主：(Plant Host) 蚜蟲寄主：(Aphid Host)		鑑定者：(Det. by) 鑑定者：(Det. by)	
主要寄生蜂： Primary parasites reared		鑑定者：(Det. by)	
重複寄生蜂飼育（　個）(Secondary parasites reared)			
1. *Charips* sp.	1. Assoc. with		
2. *Aphidencyrtus* sp.	2. Assoc. with		
3. *Asaphes* sp.	3. Assoc. with		
4. *Pachyneuron* sp.	4. Assoc. with		
5. Other	5. Assoc. with		
蚜蟲形態記錄：(Aphid color description)		田間記錄：(Field notes:)	
寄生蜂飼育於　°C及　%RH之玻璃瓶或其他 (Parasites reared at　OF. %RH in glass vial carton plastic bag, other.)			

蚜蟲寄生蜂保存方法有二，爲便於寄生蜂形態觀察及鑑定，將寄生蜂成蟲胸部側面黏於插針的三角紙尖端，附上採集標籤及號碼於標本盒內保存。標本多時可置於乾燥的小玻璃管內，用棉花做底，避免衝擊損壞，標本須附上採集號碼備核對。爲分類種的鑑定，解剖雌寄生蜂生殖器、觸角、翅膀，做成玻片標本。生殖器做片，將寄生蜂腹部整個拿下，於KOH 10%中浸漬約3～5小時，依體積大小而定，當腹部骨片呈透明時，取出經清水洗淨2小時，置於玻片上加膠（Hoyer medium）輕輕加上蓋玻片，移置100燭光燈上緩慢烘乾。製片時不得用手施壓力於蓋玻片上，以免產卵器變形。翅膀與觸角製片方法同上，惟時間較短，浸於KOH至翅脈及觸角內沒有氣泡爲止，時間太久褪色，使翅脈不易照像或觀察，觸角節間容易破裂不全。

寄生蜂研究之方法與步驟於下圖表示之。



參考文獻檢討

蚜蟲寄生蜂雖屬個體極小的昆蟲，早於1695年 Leuwenhoek於 Arcara Naturae中已有記載。歐洲蚜蟲寄生蜂研究史，於 Linne 的自然分類學第十版蚜蟲寄生蜂記於姬蜂類，稱爲蚜蟲姬蜂（*Ichneumon aphidum*），不幸標本遺失無法考證。蚜蟲寄生蜂最早的文獻在1818年及1834年由 Nees V. Esenbeck 所寫，目前蚜蟲寄生蜂科內大部份的屬名是當時他訂下的，可惜 Nees 的標本遺失，只留文字記載，當時另一學者 Haliday（1833～1834）亦發表多篇關於蚜蟲寄生蜂文章，許多種與屬訂名亦流傳至今，其標本尚存於英國博物館。Först（1862）記載許多新屬，惜敍述太簡單。Marshall（1899）發表歐洲蚜蟲寄生蜂一文，記載種類以雄蟲爲多，難以比較。自1958年Mackauer與Starý開始重新整理歐洲蚜蟲寄生蜂，十年間有數十篇關於蚜蟲寄生蜂分類文獻。美洲早期（1889～1906）Ashmead及 Baker零星記載過十餘種北美蚜蟲寄生蜂，標本尚存美國國立博物館。其後 Gahan（1911）整理及記載北美蚜蟲寄生蜂新種。至 Smith（1944）發表較傑出的北美蚜蟲寄生蜂，他的記載及圖示足供後人借鑑或參考。

東南亞蚜蟲寄生蜂文獻最早是由Ashmead（1906）記載一些日本新種，Gahan（1927）記載臺灣蚜蟲寄生蜂與小蜂新種。二次大戰後，渡邊(1939～1941)及安松京山（1946～1947）開始記載數種日

本的蚜蟲寄生蜂，後由Takada (1965～1970)整理日本產的蚜蟲寄生蜂文獻，當時Starý及Schlinger (1968) 亦發表東南亞蚜蟲寄生蜂，包括韓國、日本、臺灣及香港，惜標本有限，許多臺灣的種類未盡包括其中。

蚜蟲寄生蜂生態與生物防治應用，早期很少受學者重視，唯有若干零星生物學觀察。自1958年美國加州從印度引進苜蓿蚜蟲寄生蜂防治苜蓿蚜成功後，生物防治激起一股熱潮，各地如歐洲、美洲及亞洲開始了解寄生蜂資源調查的重要性，繼而美國生物防治人員到歐洲、東南亞各國，投入許多經費尋找蚜蟲寄生天敵，遭遇多次失敗。現在開始積極的從生態研究中探討生物防治成功與失敗的原因。關於蚜蟲寄生蜂應用於生物防治文獻，唯有 Starý (1970) 的蚜蟲寄生蜂生物學，整理有關生態的許多資料，惜缺乏有系統的結論與生物防治應用實例。

筆者見臺灣蚜蟲文獻齊全，自一九六八年始從事蚜蟲寄生蜂分類與生態研究，經數年採集，僅完成一般作物上蚜蟲寄生蜂調查。又一九七一至一九七三年間在美國加州大學進修，承蚜蟲寄生蜂分類、生態與生物防治專家 Schlinger, Messenger及Van den Bosch 諸氏指導，完成加州 *Aphidius*蚜蟲寄生蜂包括四十餘種。今撰文臺灣蚜蟲寄生蜂供生物防治工作人員參考與應用。

臺灣產蚜蟲寄生蜂種類

(A) 作物上常見的蚜蟲寄生蜂

(1) *Aphidius*蜂

本屬臺灣記錄共九種，分佈闊葉林木、作物、花卉及雜草上，以寄生常蚜 Aphidinae 及長管蚜 Macrosiphoninae爲主。形態識別以翅脈有合併的中室一個，前伸腹節有中央五角形小室，產卵管鞘菜刀形（如圖20）。蚜蟲被寄生過後，其乾屍呈淡褐色，且略帶光澤。

常發現在作物上的寄生蜂有 *Aphidius gifuensis* Ashmead（如圖4）分佈廣至北海道、夏威夷及臺灣，出現季節從10月至次年6月間，平地以十字花科蔬菜，菊科植物，煙草、青椒、馬鈴薯、柑桔及其他桃蚜（*Myzus persicae*）的寄主植物爲主，發生盛期以3、4及11月間蔬菜栽培期較多。寄生過的蚜蟲乾屍呈金黃色，附着於寄主植物葉片上。夏天以前蛹期於乾屍內附着老葉上渡過，夏眠時乾屍顏色較深。生活史從卵至羽化，於適宜的環境下須8～10天，雌蟲可產卵寄生八十個左右的蚜蟲。寄主在日本的紀錄包括 *Aphis*, *Aulacorthum*, *Macrosiphum*及*Myzus* 等屬。按本省寄生桃蚜的比率較高，從一九六五至一九六九年間約有 2,000次田間平地採集紀錄，九成以上寄主是桃蚜，偶而亦寄生僞菜蚜（*Lipaphis erysimi* Kalt.）及馬鈴薯蚜（*Aulacorthum solani*），成蟲的顏色變化大，低溫色深，高溫色淡，其他詳細生態情形，請參閱農試所特刊十號20～25頁。

Aphidius avenae Haliday 分佈歐美、日本及臺灣，寄生禾本科植物蚜蟲 *Macrosiphum* 及 *Sitobion*，於3至5月間雜草上發生較多，寄生過的蚜蟲以暗金黃色乾屍附著於落葉或穗上。

Aphidius salicis Haliday 分佈全世界，寄生大部份的 *Cavariella* 蚜蟲，發生盛期於4～5月間，當柳樹發芽時，寄生長尾柳蚜 *Cavariella salicicola* (Mats.) 爲多，夏天遷移至芹菜（*Apium peteroselium*）上。美國加州此寄生蜂七月時出現在繖形花科 (Umbellaceae) 植物上，寄生蚜蟲的後齡較多。*Aphidius ervi* Haliday原產歐洲，寄主範圍限以豆科植物蚜蟲*Acyrthosiphon* 及 *Macrosiphum*，歐洲 Star'y 1968年用它防治苜蓿蚜蟲 *Acyrthosiphon pisium* (Harris)，並認爲此蜂在穩定的生態系統 (Stable ecosystem) 中能有效的抑制蚜蟲蟲口。*Aphidius transcapicus* Telenga分佈中歐及臺灣，主要寄生 *Prunus* 植物的 *Hyalopterus* 及其近屬的蚜蟲，本省常見發生在果園及庭院植物上寄生 *Hyalopterus pruni* (Fab.)，乾屍附著在嫩葉下及芽上，寄生率高，是抑制 *H. Pruni* 蟲口的主要因子。北部發生情形，春天該蚜蟲自蘆葦 (*Phragmitis comunis*) 遷移至 *Prunus* 寄主的芽上，早期因氣溫低，寄生蜂發生較遲，另方面可能由寄生蜂隨著

蚜蟲從其他寄主遷移來的比率不高，須至四、五月間方見 *Aphidius transcapicus* Telenga寄生蚜蟲的乾屍，而後食蚜虻、草蜻蛉、瓢蟲及重複寄生蜂逐次出現，六月時氣溫上升，葉老化，蚜蟲又開始遷移，因此終斷了整個蚜蟲的生態系統。*Aphidius absinthii* Marshall分佈全世界，寄主限以菊科植物蚜蟲 *Macrosiphoniella*爲主，春天普遍出現在菊科花卉上，是目前花卉栽培區重要的蚜蟲寄生天敵。

（2）*Diaeretiella*蜂

本屬僅有一種 *Diaeretiella rapae* M'Intosh.（如圖8），分佈全世界。形態識別以體呈黑褐色，翅脈減化只保留的脛脈（Radius）及翅緣脈（Metacarpus），觸角雌蟲十三節，雄蟲十六節，其他特徵與 *Aphidius*近似。寄生過的蚜蟲乾屍呈深褐色，歐洲記錄寄主很廣，但本省只發現寄生菜蚜 *Brevicoryne brassicae*（Linn.）及僞菜蚜（*Lipaphis erysimi* Kalt.），偶而也發現寄生桃蚜（*Myzus persicae* Sulzer），平地發生於春天油菜開花，高冷地如梨山勝光地帶5～6月間十字花科採種用開花蔬菜上普遍發生，因專食且寄生率高，防治上有利用的價值。

（3）*Ephedrus*蜂

本屬寄生蜂分佈全世界，臺灣已有記錄五種，寄主包括常蚜 *Aphidinae*及長管蚜 *Macrosiphoninae*，分佈廣及各種作物。形態識別以體黑色，翅脈複雜似其他小繭蜂，腹部第一節背面有明顯刻紋，產卵管鞘長槍形（如圖17）。寄生過的蚜蟲乾屍呈黑色。

常見於作物上的有 *Ephedrus robustus* Liu（如圖1），屬臺灣地區性種，於3～5月間主要寄生柑桔嫩葉上的捲葉蚜（*Aphis spiraecola* Patch）及玉米葉上的黍蚜（*Longiunguis saccharis*（Zehn.），偶而亦在蕹葉銹球花上。一般田間的寄生率並不高。*Ephedrus persicae* Froggatt（如圖3），分佈全世界，其寄主及棲息範圍較廣，本省發生以十字花科蔬菜及菸草上寄生桃蚜（*Myzus persicae*）較爲普遍，其田間的寄生率亦不高，在本省以孤雌生殖，室內飼育不易，可能與成蟲食物有關。*Ephedrus plagiator*（Nees）（如圖2），分佈全世界，寄主廣及*Acyrthosiphon, Dactynotus, Hyalopterus, Macrosiphum*及 *Myzus*等屬蚜蟲，臺灣北部四月間發生在萵苣上寄生白尾紅蚜（*Dactynotus formosanus*（Takah.）爲多。

(4) *Lipolexis*蜂

分佈東南亞區，本省記錄共二種，常見於果園、灌木林、路邊、庭院等植物，寄主限於 *Aphis, Longiunguis, Toxoptera*及相近屬的蚜蟲。形態特殊，識別以個體小約在1.5mm左右，體色橘黃，脛脉（Radius）長達與翅緣脉（Metacarpus）平行，沒有中脉存在，產卵管長如梳柄狀，向下彎曲，且尾端膨大（如圖21）。被寄生過的蚜蟲乾屍呈紅褐色，有白色繭突出於外。*Lipolexis scutellaris* Mackauer（如圖5）及 *Lipolexis gracilis* Förster（如圖6）習性及形態近似，惟後者腹部第一節細長且平行。田間發生盛期在柑桔發芽捲葉蚜正多時，或夾竹桃開花季節。寄生率不高，其寄主選擇以寄生蚜蟲初齡爲主。

(5) *Lysiphlebus*蜂

本屬寄生蜂分佈全世界，本省記錄僅 *Lysiphlebus japonica* Ashmead(如圖9)，分佈限於東南亞地區，如韓國、日本及臺灣。常見於旱作、果園及雜草上，形態與 *Aphidius*相似，唯中脉前端退化，前伸腹節只保留"\/"型骨片突起。寄生過的蚜蟲乾屍呈土黃色，寄主以*Aphis, Longiunguis, Toxoptera* 及其他相近蚜蟲屬爲主，發生盛期在5～6月間，寄生黍蚜（*Longiunguis saccharis*（Zehn.），黑豆蚜（*Aphis craccivora* Koch）及烏桕蚜（*Toxoptera odinae*（ven der Goot）較多，一般寄生率頗高。

(6) *Praon*蜂

本屬寄生蜂分佈歐洲、美洲及亞洲。臺灣記錄共二種，*Praon orientale* Starý & Schlinger 及 *Praon dorsale*（Haliday），常見於萵苣及金針上。形態識別翅脉近似*Ephedrus*蜂，惟中脛脉

(Interradial veins) 退化，前伸腹節光滑，腹部第一節背板粗短，產卵管鞘略上曲，且端部尖小。被寄生蚜蟲乾屍呈白色，繭結於乾屍底下，且有圓形吸盤附着植物寄主上。*P. orientale* Starý & Schlinger 發生自十月至次年五月間，於蔬菜蒿苣上寄生 *Ductynotus formosanus* (Takah.) 及 *Hyperomyzus lactucae* Linn. 爲多，棲息以蒿苣類爲主，寄生率高，可稱重要天敵。*P. dorsale* (Haliday) 常見寄生金針蚜 *Indomegoura indica* (ven der Goot) 及牛蒡蚜 *Uromelan gobonis* (Mats.) 。金針蚜蟲及其寄生蜂在平地發生早，高山較遲，寄生過的蚜蟲乾屍一般附着在葉下較多。

(7) *Trioxys*蜂

本屬寄生蜂分佈全世界，本省記錄共十一種，發生於濶葉林、果園、旱作、特作及其他作物，形態特殊，除翅脉簡化保留彎曲的脛脉 (Radius) 及短翅緣脉 (Metacarpus) 外，雌蟲腹部末端有一對曲桿狀且生有刺毛的副器 (Prong) 。寄生過的蚜蟲乾屍呈淡褐色。

常見於作物上的種類有*Trioxys communis* Gahan (如圖14)，分佈日本及臺灣，主要寄生棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover)，寄生蜂春天出現在數百種棉蚜的寄主植物嫩葉及芽上，夏天在瓜類，冬天在芋頭。美國曾數度引進未獲成功，主要由於寄生蜂不適該地乾燥氣候環境。*Trioxys toxoptera* Takada分佈日本及臺灣，寄生柑桔上 *Aphis*及 *Toxoptera* 蚜蟲，本省以山區的果園比較常見。*Trioxys struma* Gahan (如圖7)，臺灣土產，主要寄生月桔蚜 *Sinomegoura citricola* (van der Goot) 及小桔蚜 *Toxoptera aurantii* (Boyer D. F.) 亦是靠山區叢林及果園發現較多。*Trioxys* (*B.*) *carinatus* Starý & Schlinger 臺灣土產，3～4月間發生，主要寄生草莓蚜蟲*Marosiphum rubiformosanas* Takah. 。*Trioxys confucius* Mackauer 僅分佈日本、臺灣及香港 (也許大陸南部)，發生在番石榴及榕樹上，主要寄生毛管蚜蟲 *Greenidea*，春天寄生率高，是番石榴毛管蚜主要天敵。

(B) 臺灣產的蚜蟲寄生蜂與寄主間關係

本省所產蚜蟲寄生蜂，筆者數年來收集約三十五種定名，及十餘種尚未定名。寄主包括五十餘種不同蚜蟲。由於有些種類較廣食，有些專食，難以個別討論，將蚜蟲與寄生蜂的關係列表供參考。

List of Aphids and Their Parasites in Taiwan

APHIDINAE	PARASITES
Acyrthosiphon pisum (Harris)	* *Aphidius ervi* Haliday *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Trioxys* sp.
Aphis craccivora Koch	*Lipolexis gracilis* Förster *Lipolexis scutellaris* Mackauer * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead)
Aphis glycines Mats.	*Lipolexis gracilis* Förster *Trioxys* (*B.*) *communis* Gahan
Aphis gossypii Glover	* *Aphelinus mali* (Haldeman) *Ephedrus* (*E.*) *persicae Froggatt*? *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Lipolexis gracilis* Förster * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead) * *Trioxys* (*B.*) *communis* Gahan *Trioxys* (*B*) *indicus* Subba Rao & Sharma

＊＝常見寄生蜂　　？＝寄主有問題

Aphis nerri Boyer	* *Aphelinus* sp. * *Lipolexis gracilis* Förster
Aphis pomi de Geer	*Aphelinus* sp. * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead)
Aphis rumicis Linn.	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Lysiphlebus japonica* (Ashmead)
Aphis smilacifoliae Takah.	*Trioxys* (*B.*) *smilicis* n. sp. (in press)
Aphis spiraecola Patch	*Aphelinus* sp. *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Ephedrus* (*E.*) *robustus* Liu * *Lipolexis gracilis* Förster *Lipolexis scutellaris* Mackauer *Lysiphlebus japonica* (Ashmead) *Trioxys* sp.
Aulacorthum nipponicum (Essig & Kuwana)	*Aphidius amamioshimensis* Takada
Brachycolus heraclei Takah.	*Lipolexis scutellaris* Mackauer
Brachysiphoniella graminis Takah.	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees)
Brevicoryne brassicae (Linn.)	* *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt
Cavariella araliae Takah.	*Aphelinus* sp. * *Aphidius salicis* Haliday *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Lipolexis scutellaris* Mackauer
Cavariella salicicola (Mats.)	*Aphelinus* sp. * *Aphidius salicis* Haliday *Ephedrus* sp.
Capitophorus sp.	*Aphidius gifuensis* Ashmead ?
Dactynotus formosanus (Takah.)	*Aphelinus* sp. * *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Praon dorsale* (Haliday)
Hyalopterus pruni (Fabricius)	* *Aphidius transcaspicus* Telenga *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Ephedrus orientalis* Stary & Schlinger
Hyperomyzus lactucae Linn.	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Praon orientale* Starý & Schlinger
Indomegoura indica (van der Goot)	* *Praon dorsale* (Haliday)
Lipaphis erysimi (Kalt.)	*Aphidius gifuensis* Ashmead *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees)
Longiunguis sacchari (Zehn.)	*Aphelinus* sp. *Lipolexis gracilis* Förster * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead) * *Ephedrus* (*E.*) *robustus* Liu
Macromyzus woodwardiae (Takah.)	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Monoctonus* (*M.*) *woodwardiae* Starý & Schlinger
Macrosiphoniella formosartemisiae Takah.	*Aphidius absinthii Marshall*
Macrosiphoniella yomogifoliae (Shinji)	*Aphidius absinthii* Marshall

Macrosiphoniella yomenae (Shinji)	*Aphidius absinthii* Marshall
Macrosiphum rosaeibarae Mats.	*Aphidius* sp. *Ephedrus plagiator* (Nees)
Macrosiphum rubiformosanum Takah	*Trioxys* (*B.*) *carinatus* Starý & Schlinger
Myzus hemerocallidis Takah.	*Praon* sp.
Myzus persicae Sulzer	* *Aphelinus* sp. * *Aphidius gifuensis* Ashmead *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) * *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt *Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) *Lipolexis gracilis* Förster
Rhopalosiphum maidis Fitch	*Aphelinus* sp.
Pentalonia nigronervosa Coquerel	*Lipolexis scutellaris* Mackauer
Sinomegoura citricola (van der Goot)	*Aphelinus* sp. *Ephedrus plagiator* (Nees) *Trioxys* (*B.*) *struma Gahan*
Toxoptera aurantii (Boyer D. F.)	* *Aphelinus* sp. *Ephedrus plagiator* (Nees) * *Lipolexis gracilis* Förster *Lipolexis scutellaris* Mackauer *Lysiphlebus japonica* Ashmead *Trioxys* (*B.*) *struma* Gahan *Trioxys* (*B.*) *toxopterae* Takada
Toxoptera citricida (Kirkaldy)	*Lipolexis scutellaris* Mackauer
Toxoptera odinae (van der Goot)	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Lysiphlebus japonica* (Ashmead)
Uromelan gobonis (Mats.)	*Ephedrus* (*E.*) *plagiator* (Nees) * *Praon dorsale* (Haliday)
CALLIPTERINAE	
Cranaphis formosanus (Takah.)	*Trioxys* (*T.*) *bambusa* n. sp. (in press)
Myzocallis viridis Takah.	*Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt ? *Trioxys* (*T.*) *shivaphis* Takada
Myzocallis sp.	*Bioxys* sp.
Shivaphis celti Des	* *Trioxys* (*T.*) *shivaphis* Takada
GREENIDEINAE	
Greenidea formosana Maki	*Archaphidius greenideae* Starý & Schlinger *Trioxys* (*F.*) *confucius* Mackauer
Greenidea ficicola Takah.	*Archaphidius greenideae* Starý & Schlinger *Trioxys* (*F.*) *confucius* Mackauer
LACHNIDAE	
Cinara formosana Takah.	*Pauesia unilachnus* (Gahan)
Cinara sp.	*Pauesia laticeps* (Gahan)
Tuberolachnus salignus Gmel.	*Aphidius salignae* Watanabe
Unilachnus sp.	*Pauesia unilachnus* (Gahan)

註：關於本省蚜蟲寄生蜂的檢索表，因尚有許多蚜蟲寄生蜂種類仍未收集完全，日後再另整理。

蚜蟲寄生蜂生態

(A) 分　佈

蚜蟲寄生蜂在某地區存在，決定於遷移的動力，棲息環境，寄主植物，寄主蚜蟲，天敵間競爭情形及重複寄生蜂的存在等因子。前四項絕對性的影響蚜蟲寄生蜂分佈，後兩項僅部份性的影響寄生蜂存在，但重複寄生蜂在蚜蟲寄生蜂發生後期也許有很高被寄生率，惟並不影響發生初期，因一般蚜蟲重複寄生蜂繁殖率較低，且寄主較廣。

就蚜蟲寄生蜂形態而言，翅膀很弱，飛翔力不强，主要藉人力、風力或蚜蟲把寄生蜂從一地帶至另一地，一般藉人與風的媒介，能找到適宜環境及寄主的情況較少，而寄生蜂寄生於有翅型蚜蟲體內，跟隨蚜蟲轉移寄主的可能性較大，例如 *Aphidius salicis* Haliday 春天寄生柳樹嫩葉上的長尾柳蚜 *Cavariella salicicola* (Mats.)，當嫩葉老化，氣溫上升時蚜蟲遷移至芹菜 (*Apium petero-selium*) 或其他繖形花科 (Umbellaceae) 植物上，*A. salicis* 幼蟲初齡寄生於有翅型的蚜蟲體內，跟隨寄主遷移至寄主植物後，由寄生蜂繼續發育，蚜蟲被寄生外形逐漸變成硬乾屍，經蛹期，寄生蜂成蟲從乾屍腹部後上方咬開圓形孔羽化。

蚜蟲寄生蜂除藉上述因子外，在短期作物上，呈放射方向逐漸擴散，若天氣晴朗，中午太陽光强，寄生蜂因受光線的刺激，往上飛翔，藉微風飄至較遠地方。

蚜蟲寄生蜂除外地遷入的情形，許多是以棲於原地行夏眠或冬眠渡過不良環境，待環境轉好及寄主出現的季節再羽化，例如 *Aphidius gifuensis* Ashmead 逢夏天平地桃蚜蟲口極少時，以前蛹期於蚜蟲乾屍內附著乾葉上渡過炎熱夏天。松樹蚜蟲寄生蜂 *Pauesia unilachni* Gahan亦有同樣情形，在寄主乾屍內附着於松樹的針葉上過冬。

(B) 進　化

蚜蟲寄生蜂與寄主間之關係複雜，就食性而言，有些種類寄生廣，有些較窄，爲了解其複雜情形，須從基本進化方面探討。在環境單純且隔離的植物相，寄生蜂因受生態及營養的限制，食性較專，種類分岐少，例如南方櫸 (South Beech, *Nothofagus* spp.) 分佈在南美南端及澳洲多雨型森林一帶，因其葉片落地腐爛遺物抑制其他植物生長，由此優越條件覇佔大部份海拔較高的森林地。在南美智利及阿根庭地區發生於此植物上的蚜蟲 *Neuqueaphis* 有十餘種，寄生蜂 *Psuedoephedrus* 有三種。根據歐洲蚜蟲及寄生蜂的琥珀化石證實 (Heie, 1967)，上列蚜蟲與寄生蜂形態考證屬於古典型 (Ancient species)，由於生態隔離及植物含有的營養成分不同，蚜蟲的進化隨季節，棲息及爲害寄主的部位不同而分化，寄生蜂受其蚜蟲及植物的寄主營養限制，其寄生以適應蚜蟲的形態及環境而分化，幾千年來南方櫸 (*Nothofagus*)，*Neuqueaphis* 蚜蟲及 *Psuedoephedrus* 寄生蜂平行進化的情形，可代表比較專食性的蚜蟲寄生蜂。另澳洲地區的 *Nothofagus* 南方櫸 *Sensoriaphis* 蚜蟲及 *Parephedrus* 寄生蜂的關係情形亦復如此。

一般經濟影響較高的蚜蟲都屬於廣食性種類，如桃蚜 (*Myzus persicae*)，棉蚜 (*Aphis gossypii*)，捲葉蚜 (*Aphis spiraecola*) 等，爲害的寄主逾百種廣至數十科的植物。關於食性廣的原因是蚜蟲生活於植物相複雜的環境中，由於寄主植物死亡或葉老化，不適繼續生存，蚜蟲很容易找到其他與原寄主營養成份相近的植物，所謂營養連鎖 (Nutrition continueing) 情形下，轉移寄生到親緣的新寄主上 (Eastop 1973)。另方面由於基因的突變，使蚜蟲能適應寄生於新的寄主，再經有性世代繁殖，將此基因傳至另一蚜蟲系中。蚜蟲寄生蜂因蚜蟲的寄主改變而隨着進化，其適應的寄主植物範圍亦增廣。但有時一棵植物上往往有數種蚜蟲混合在一起棲食，由於寄主蚜蟲的形態及營養相近，寄生蜂因此寄生其他的種類。寄生蜂對新寄主的適應決定於蚜蟲寄主間的營養來源差異，例如：*Aphidius gifuensis* Ashmead 普遍寄生十字花科蔬菜上桃蚜，偶而亦寄生同植物的僞菜蚜，但不寄生芥菜上的僞菜蚜。

(C) 寄生情形

蚜蟲寄生蜂卵孵化後，吸取蚜蟲體液爲營養。有些蚜蟲寄生蜂學者認爲早齡形態因口器發達及尾長，藉尾的擺動在蚜蟲體內行自由活動及嚙食，其實蚜蟲寄生蜂幼蟲食道內並未發現如蚜蟲組織的物質存在。其發育該與蚜蟲胚胎一樣，在寄主體內以滲透方式吸收營養與氧氣及排泄（Spencer 1926）。發育的過程是寄生蜂將卵產在蚜蟲腹部脂肪體（Adipose tissue）的部位，由於卵上附有脂肪酸，可抑制蚜蟲當抵抗時生理上體液產生的売膜（Salt 1970），使孵化後幼蟲周圍的脂肪組織排列不整齊，細胞萎縮。脂肪體在昆蟲體內是營養的儲存庫，不斷由體液轉變供給。第一齡與第二齡寄生蜂幼蟲發育依靠脂肪體的營養成長，並不影響寄主一般生理，三齡後方開始破壞生殖系統，如卵細胞等。寄主被寄生的反應，若是成蟲被寄生，第三天後蚜蟲停止生育；初齡幼蟲被寄生，其胚胎部位呈空腔，有翅型蚜蟲只保存翅基。由於寄生蜂在蚜蟲體內吸取大量養分，寄主蚜蟲發育及生殖有延滯現象，尤其在寄生蜂發育48～72小時期間需要營養最多。不論如何，蚜蟲寄生蜂始終不破壞寄主的肌肉及神經系統，原因可藉其肌肉保持蚜蟲附着於植物上，不斷的吸食植物汁液，轉供給寄生蜂發育。

(D) 寄生習性

（1）寄主尋找　蚜蟲寄生蜂尋找寄主賴其視覺對顏色的感應及蚜蟲分泌的味道，其味道決定於寄主植物汁液，而寄主植物對寄生蜂是否有引誘作用則尚不了解。當寄生蜂藉嫩葉的顏色着落在有蚜蟲的葉片時，並不直接朝蚜蟲的方向進行，仍徘徊於寄主葉片上，用其觸角到處探觸尋找蚜蟲，當找著寄主，輕輕的以觸角敲擊蚜蟲背部，若發現寄主適宜，就將前脚跨置蚜蟲體上，微伸直後足，先挺直腹部，再往前伸，而後將產卵管插入蚜蟲腹部內，產卵時並不選擇寄主固定的位置，主要視其姿勢的方便行事。

（2）寄主適應　蚜蟲寄生蜂是否能完成寄生過程，決定於蚜蟲寄主的行爲、形態及生理。就行爲而言，比較活潑的蚜蟲，當寄生蜂觸及時，有移動，逃避或下落的習性，尚有說法分泌 Pheromones，警告其他蚜蟲逃避天敵攻擊，譬如*Acyrthosiphon pisum*及*Macrosiphum sanborni* 等（個人的意見）；但有些寄生蜂如*Trioxys*大多寄生比較活潑的蚜蟲，產卵時用其腹部副器（Prong）及刺毛擒住蚜蟲，再產卵。若蚜蟲體厚又有臘粉覆蓋，亦將決定不同種類寄生蜂的產卵適應，一般寄生這類蚜蟲者產卵管鞘末端較尖，且附有長又密的刺毛，例如 *Pauesia* 寄生蜂與 *Cinara* 蚜蟲即係如此。寄生蜂產卵選擇蚜蟲寄主亦視對象的齡期與大小，如*Lipolexis*喜歡產卵於*Aphis*及*Toxoptera*屬蚜蟲的初齡。最主要的寄主適應是決定於寄生蜂卵在蚜蟲體內是否能順利的孵化。蚜蟲與其他昆蟲一樣，當有外來物侵入體內時，昆蟲體液（Haemocytes）聚集外來物的周圍，形成約 40～50μ 厚的売膜，內分三層，以裡層細胞最密集（Salt 1970）。若寄生蜂卵被困制的情形稱之爲Encapsulation。若寄生蜂卵要抑制蚜蟲不產生此現象，須靠附於卵上的脂肪酸（Fat acid），脂肪酸的來源，當寄生蜂產卵時，輸卵管中有一部位 Salt稱之爲 Calyx ，分泌出此酸附著於卵上。脂肪酸的種類很多，又依寄生蜂幼蟲期取食的營養決定，換言之，脂肪酸差異間接受蚜蟲吸食的植物汁液影響。

影響蚜蟲寄生蜂自然發生的重要因子

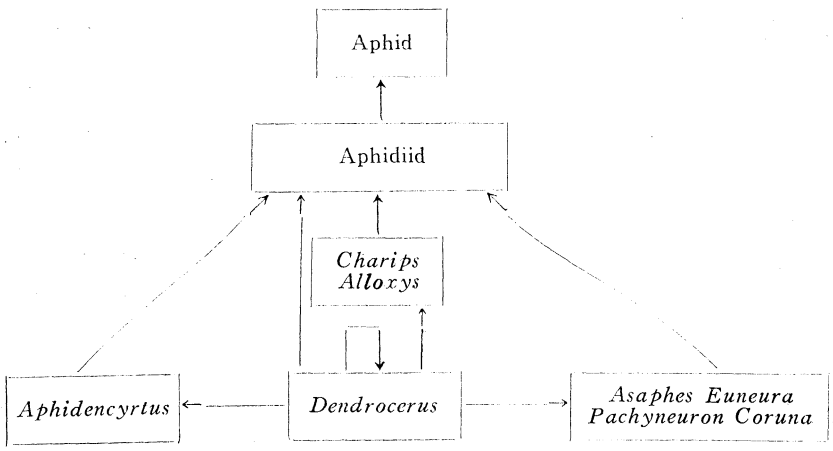
生物防治僅賴人工繁殖寄生蜂力量有限，若能先了解自然狀態下影響寄生蜂發生的因子，將室內飼育有限的寄生蜂，配合田間需要，使每個寄生蜂都發揮其經濟效力，方能達到生物防治目的。自然界中能影響寄生蜂生存因子很多，如重複寄生，天敵的競爭，螞蟻，寄主的遷移，棲息環境及氣候因子等，將重要幾項分別討論於下。

(A) 重複寄生

生物防治乃利用天敵控制害蟲發生，而重複寄生又將摧毀寄生天敵，在此連鎖性的食物鏈（Food chain）系統中，欲繁殖蚜蟲寄生蜂，必先深入了解重複寄生現象，方不致全功盡棄。

重複寄生蜂包括有*Charips* (Cynipidae), *Alloxys* (Cyn.), *Aphidencyrtus* (Encyrtidae), *Asaphes* (Pteromalidae), *Coruna* (Pter.), *Pachneuron* (Pter.) *Euneura* (Pter.) 及 *Dendeocerus* (Ceraphronidae) 等屬膜翅目昆蟲，其種不多，但食性很廣，與蚜蟲寄生蜂之間關係複雜（如圖一）。其寄生方式直接產卵於蚜蟲寄生蜂幼蟲體上或體內。體上者如上列後四屬，寄生體內者如前三屬。有關各類重複寄生蜂之寄生情形，簡述如下：

Dendrocerus 屬於廣食性的重複寄生蜂，其寄主以硬殼 (Capsule) 包著的膜翅目及雙翅目幼蟲或蛹爲對象，寄主範圍包括粉蝨、蚜蟲及介殼蟲的寄生蜂與草蜻蛉、瓢蟲、食蚜虻及癭蠅的蛹。寄生於蚜蟲寄生蜂的種類，東南亞地區已有紀錄者共八種，種類的分岐由棲息環境所決定，普遍發生於作物上的有*D. laticeps*（圖**13**），*D. carpenteri*及 *D. bicolor*，主要寄生範圍以常蚜科 (Aphidinae) 的蚜蟲寄生蜂，如*Aphidius*, *Ephedrus*, *Lysiphlebus*, *Praon*及 *Trioxys* 等屬爲對象。形態上的識別成蟲如圖**13**，卵有縱行細紋，兩端有乳頭狀凸起，一般卵產在寄主幼蟲體的中部。幼蟲孵化後取食情形，用其尖細的大顎刺吸寄主體液，藉身體蠕動將汁液吸收且運送至中腸部位，當發育至四齡時寄主只剩乾皮。幼蟲發育須四天左右，蛹期六至八天，完成一代共須11至16天 (Spencer 1926)。



圖一、蚜蟲、蚜蟲寄生蜂及重複寄生蜂之關係

Pteromalidae科中寄生蚜蟲寄生蜂的種類，包括四屬*Asaphes*, *Coruna*, *Euneura*及 *Pachyneuron*，東南亞區共十一種。其寄生範圍，一般而言 *Asaphes*及 *Pachyneuron*兩屬除 *P. doraphis* 在日本記載寄生介殼蟲型的蚜蟲*Doraphis populi*外，都屬於蚜蟲總科的蚜蟲重複寄生蜂，*Euneura*屬是大蚜亞科 (Lachnidae) 的蚜蟲重複寄生蜂。*Coruna* 屬是大蚜亞科 (Lachnidae) 以外的蚜蟲重複寄生蜂。*Pachyneuron* 的少數幾種有時不僅限於寄生蚜蟲，如 *P. mitsukuii*除蚜蟲寄生蜂外，亦寄生介殼蟲寄生蜂 (Encyrtids) 及食蚜虻的蛹（行多數寄生）。*P. solitarium* 除寄生介殼蟲寄生蜂外，尚寄生鱗翅目卵內的膜翅目寄生蜂。總言之，*Pachyneuron* 的習性，喜好寄生像蚜蟲乾屍類有外殼包着的膜翅目寄生蜂或雙翅目蛹 (Kamijo & Takada 1973)。一般臺灣作物上常見的種類有*A. suspensus*（如圖**19**）、*P. mitsukurii*（如圖**11**），及*P. aphidis*（如圖**12**），果樹及檳林常見的有 *C. clavata*及*P. solitarium*，針葉森林有 *E. augarus* 及 *E. nawai*。產卵數以*Asaphes americana* 爲例，約30～40 (Spencer 1926 及 Orlov 1962)。

內寄生的重複寄生蜂有 *Charips*, *Alloxys*及*Aphidencyrtus* 等屬，前兩者屬於 Cynipid，後者屬於 Encyrtid。關於種的寄生範圍，目前尚未有詳細報告，以筆者的記錄 *Charips*（如圖**15**-二），普遍寄生蚜蟲科的蚜蟲寄生蜂。*Alloxys*（如圖**16**-二）較限於 *Aphis* 的蚜蟲寄生蜂，如 *Lipolexis* 或*Trioxys*。*Aphidencyrtus* 的種不多，最常見於作物的是 *A. aphidivorus*（如圖**18**-

五），寄生於常蚜亞科蚜蟲的寄生蜂。內寄生情形以*Charips*蜂爲例，雌蟲產卵時，選擇蚜蟲體有寄生蜂幼蟲者，用其長的產卵管將卵產於正在發育的幼蟲體內，其幼蟲利用滲透方式吸取營養或呼吸，幼蟲早期不破壞寄主的生理機能，發育後期才取食寄主的重要部位。發育完成後，化蛹，不結繭，成蟲咬嚙不規則的羽化孔從蚜蟲乾屍內鑽出。

（B）螞　蟻

螞蟻、蚜蟲及寄生蜂間的關係複雜，就生物防治上而言，螞蟻是否會影響寄生蜂的寄生情形，實難一概而論。De Bach 生物防治書中提及測定天敵的效力，可利用螞蟻驅逐天敵，其實並非每一種螞蟻都能保護蚜蟲，螞蟻在蚜蟲羣落中干擾寄生天敵產卵的情形，唯有少數的種類，例如：*Formica*螞蟻在蚜蟲羣落時，能嚇阻*Aphidius*及*Trioxys*寄生蜂產卵（Wellenstein 1957）. *Formica*在松樹上爲保護*Cinara*蚜蟲，有驅逐寄生蜂*Pauesia*的現象，即是產卵亦匆忙產了就逃開（Mason 1922）。關於寄生蜂*Lysiphlebus fabarum*與螞蟻*Lasius niger*間的關係，螞蟻的行爲並不影響寄生蜂產卵，寄生蜂產卵時，螞蟻用其觸角輕敲他的身體，而寄生蜂表現若無其事（Starý 1966）。螞蟻與寄生蜂之間關係，學者間意見很多，須視其間的生態適應度而定。

（C）天敵競爭

蚜蟲天敵種類很多，如寄生蜂、草蜻蛉、食蚜虻、瓢蟲等，都以取食蚜蟲爲主，但各類天敵有其適應的生態範圍。如草蜻蛉及瓢蟲能捕食蚜蟲以外的小型昆蟲，如介壳蟲及紅蜘蛛，Hagen 1968 觀察各類天敵產卵與蚜蟲密度的關係，發現蚜蟲天敵在苜蓿上產卵與寄主的密度有關，是以寄生蜂、小黑瓢蟲、瓢蟲、草蜻蛉、食蚜虻的不同先後順序出現。寄生蜂因尋找寄主的能力比其他天敵强，在蚜蟲密度很低時能生存及適應，有些種類還以多數寄生（*Superparasitism*）情形來配合寄主密度的低潮（Starý 1969c）。小黑瓢蟲及其他小型捕食性天敵，以一顆苜蓿上有一隻蚜蟲時開始產卵，，瓢蟲在2—3個蚜蟲產卵，草蜻蛉成蟲因生理上須足量的蚜蟲蜜露方能產卵，產卵時蚜蟲密度一般都較高，食蚜虻的成蟲需要取食花粉蜜露完成卵的發育，其產卵都在花期及蚜蟲密度高時。

在蚜蟲密度低時，寄生蜂因有其他天敵無法競爭的生存特性，但在蚜蟲密度高時，捕食性天敵不論蚜蟲內是否有寄生蜂幼蟲存在，一併取食，但不喜歡吃乾屍。以寄生蜂立場而言，蟲口受影響，以防治蚜蟲而言，密度高時，捕食性天敵的威力較大，寄生蜂與捕食天敵競爭的損失僅是少數。寄生蚜蟲的眞菌亦有感染寄生蜂的紀錄，一般蚜蟲眞菌病原發生在蚜蟲密度高，潮濕及低溫，因發生條件不同，寄生蜂效力受影響不大。

不同種寄生蜂，因競爭而影響寄生蜂在田間的生存。Grinnel 的理論：兩種生物在完全相同的生態環境下，無法兩者生存，寄生蜂亦不例外。當人爲釋放的寄生蜂生態適應力不如土生者時，將逐漸被淘汰或發揮不出效力。防治上選擇繁殖的寄生蜂須考慮　1.寄主尋找能力，2.繁殖速率，3.氣候環境適應性，4.寄主密度低時能否以多數寄生調節蟲口等情形。

（D）寄主遷移

蚜蟲發生一般都受到植物生長與氣候因子影響，大部分蚜蟲僅發生在作物發芽季節，而植物的生長又受週年氣候變遷影響。如以臺灣的柑桔而言，有春芽、夏芽及秋芽，柑桔蚜蟲發生亦在此時。蚜蟲除對寄主有選擇外，還以含氨基酸較高的嫩葉及枝條爲主，當植物嫩葉部分老化，加上氣候因子的不適及密度過高等綜合原因的刺激，使有翅型蚜蟲發生而開始集體遷移。蚜蟲遷移藉風力找到其他適宜寄主的機會不多，如氣流中的蚜蟲，一萬隻僅有一隻幸運者找到適當的植物寄主，而蚜蟲寄生蜂跟隨着遷移的機會更少，若不遷移而在原地休眠往往達3～5個月，其受重複寄生襲擊的可能性很大。由此可見許多情形下因寄主的遷移，將中斷整個以蚜蟲爲主的天敵系統，生物防治如何能保持蚜蟲及天敵的存在，唯有推薦耕作制度上配合其中間寄主栽培，或是短期作物收割時保留部分植物寄主，用以維持蚜蟲天敵在該作物栽培區潛力。

(E) 氣候因子

蚜蟲寄生蜂幼蟲雖生活在寄主體內，與一般昆蟲同樣受到外界氣溫影響，在不致死的溫度範圍內，氣溫愈高，發育愈快，如 *Aphidius gifuensis* 夏天需 8～12天，冬天需15～20天才完成。卵至成蟲間的發育，成蟲的壽命若餵以蜜水 10°C可活29天， 30°C只活2.5天。由於環境不適宜及寄主缺乏，寄生蜂有夏眠及冬眠現象，主要決定於幼蟲期受溫度及光照關係最大，以 *A. gifuensis* 爲例：於5～10°C及少於12小時日照下，將導致其休眠。氣溫除影響發育及壽命外，也影響成蟲活動，在氣溫 10°C 下，刮風或下雨，寄生蜂成蟲一般在避風雨的葉下，靜止不動。

蚜蟲寄生蜂的室內繁殖

蚜蟲寄生蜂室內繁殖工作複雜，事先須了解寄生蜂生態，如寄生率、寄主選擇、寄主尋找、環境適應等外，還須有基本植物栽培技術及蚜蟲生態知識，始能談寄生蜂繁殖，否則將事倍功半，或寄生蜂到田間因不適生存而有失踪。有關寄生蜂的生態於上節已詳細討論過，室內繁殖事項，如寄主植物栽培，其目的以大量繁殖蚜蟲爲主，何種環境下可減少有翅型遷移損失，及蚜蟲寄生蜂飼育操作及貯存、運送及釋放等事項在本節分別敍述之。

(A) 寄主植物栽培

（1）寄主植物選擇　蚜蟲寄主往往有許多，如桃蚜寄主有百種，而適宜室內飼育蚜蟲的寄主以何種爲佳？依數年工作經驗，須考慮下列幾點：①適宜全年生長，②價格低廉，③大小適宜操作，④植物營養適宜蚜蟲及寄生蜂發育繁殖。

（2）光照　光照因子包括光質、强度及光照時間長短等，因爲因子差異將影響蚜蟲生長 (Van Emden at 1969.)。一般蚜蟲生長，其寄主植物所需要光線不强，40W 植物燈三支即可，往往弱光下生長的植物含有高濃度活性氮 (Mobile nitrogen) 對蚜蟲繁殖有益，如桃蚜 (*Myzus persicae*) 是。

（3）土壤　栽培用的土壤爲避免根腐爛須排水良好，排水過良的土壤又不易保留養分，因此，以矽砂土加營養液栽培爲佳。供植物發芽生長的營養劑依加州大學 Baker 1957年的配方，推薦如下：

	原液 gm/L Stock Solution	增添液	原液ml/L Final Solution
$NaHP_4.\ 2H_2O$	208.0		12.50
$MgSO_4.\ 7H_2O$	184.0		22.50
$CaCl_2.\ 6H_2O$	182.0		44.00
$(NH_4)\ SO_4$	264.0		1.88
		或高氮	15.00
KCl	149.0		10.00
Fe (EDTA)	36.4		2.22
微量元素			2.22
$MnSO_4.\ 4H_2O$	11.2		
$CuSO_4.\ 5H_2O$	1.2		
$ZnSO_4.\ 7H_2O$	1.5		
H_2BO_3	0.18		

栽培時首先以原液加入土壤，而後每星期加一次增添液，以不間斷維持植物生長所需的養分爲原則。

（4）水分　植物若沒有水分將引起凋萎，水分過多又會導致根部腐爛，最簡便以噴霧法將土表噴濕爲止。其實亦難定一標準，最好利用玻璃纖維，藉毛細管作用讓土壤自動吸水（如圖25），詳細設計請參照國際農業工程研究所 Anon 1962 的報告。

（5）病蟲害管理　室內栽培寄主植物時，罹病及蟲害發生的情形很多，尤其寄主植物用於蚜蟲飼育前須着重此項管理。病害發生時，應選擇對蚜蟲無影響殺菌劑處理。防治害蟲發生較困難，一般殺蟲劑對蚜蟲繁殖多少存有影響，最好選用對蚜蟲無損的藥劑，或短效性者爲佳，如 DDVP，馬拉松等，但後者須待藥性消失後方可供作蚜蟲飼育材料。

（B）蚜蟲飼育

（1）蚜蟲取食及其營養　蚜蟲取食用小顎針（Maxillary stylets）形成唾液管及食物管刺吸植物汁液，取食時將唾液注入植物並將植物汁液吸回至蟲體，其機能由感覺系統控制。汁液流至蚜蟲體的原動力是依靠植物汁液壓力，亦即植物組織內細胞壓，由下咽喉瓣（Esophageal valve）控制汁液不倒流。生理上蚜蟲本身只吸取部分營養，大部分糖分及蛋白質類被排出體外。營養製造全靠體內像酵母類似的共生細菌，將植物體內吸來含氮物合成維他命及其他生理所需要的營養物質，方能被蚜蟲吸收。又部分營養由蜜管排出體外。

（2）翅型控制　蚜蟲分有翅型及無翅型，爲大量繁殖蚜蟲供寄生蜂繁殖，須減少有翅型產生，有翅型發生主要由環境因子導致，如低溫及短日照，光照是主要問題（Wlrite 1946, Bonnemaison 1951, Bodenheimer and Swirski 1957, Mac Gillivary and Anderson 1964.）。生理上基因關係亦很重要，有些蚜蟲種類型的決定與遺傳基因關係較大，若是如此，人工飼育較困難。桃蚜室內飼育以溫度 22～25°C 及光照每天12～18小時環境下較佳，生長旺盛，並且有翅型發生較少。

（3）蚜蟲繁殖　蚜蟲發育期短，生殖期長，因此繁殖快，一雌蟲產稚蟲一般在 60～100之間，理論上經過一年、可繁殖後代數上億。生殖期間的生殖數略呈常態分佈（Normal distribution），以桃蚜爲例，發育期爲9天左右，一代壽命長達41～44天，生殖數最高的期間在10～11天間，一天中最高產量可達10個。（Mac Gillivary and Anderson 1958）

（C）蚜蟲寄生蜂繁殖綜合管理

蚜蟲寄生蜂種類很多，雖繁殖對象不同，原則上大體類似，本節以繁殖桃蚜寄生蜂方法及步驟詳細介紹如下：

（1）設備　有輪的三層鐵架約2公尺高，用以安置白鐵皮製盤，大小 100×60×5公分，盤底角邊有洞可排水（如圖24）。直徑15公分的小花盆或開口汽水鐵罐用以栽培寄主植物，選擇易搬動且檢查方便爲原則。架上附有 40W 植物燈，一層三支。環境控制以桃蚜及油菜爲例，光照18小時，溫度 22°C，濕度60～70%爲佳。爲控制植物、蚜蟲及寄生蜂平均發展，最好分別利用三間隔離的房室，植物栽培須有適當管理，如播種、移植、洒水、加營養，或施肥及病蟲防治等，爲工作方便最好在溫室內進行。蚜蟲飼育須設有適宜溫濕及光控制的小房間，且罩有紗網，嚴密避免天敵侵入。寄生蜂繁殖室除溫濕控制外，並須設有寄生蜂繁殖箱，內外有燈光控制（如圖25）、寄生蜂收集器（如圖27）、寄生蜂保存設備；深底的培養皿內置泡沫棉沾蜜水用於保存寄生蜂，氷箱二台各控制5°C及 10°C，爲保存蚜蟲乾屍內的寄生蜂不羽化。小型保溫氷塊（如圖28）用於寄生蜂運送，兩端開口玻璃瓶，大小約1.5×3.5公分，以尼龍紗布及橡皮圈封口（如圖28）用於裝盛寄生蜂至田間釋放。

（2）飼育方法　將油菜種子播於室內或室外砂土摻有堆肥的土壤上，行適當管理，如洒水及病蟲害防治等，洒水用噴霧，適量爲止。菜苗一星期後移植盆栽，栽培期間往往有鱗翅目害蟲如白粉蝶

、小菜蛾及擬尺蠖較困擾，因取食嫩葉，使植物生長不良，發生時可用蘇力菌一星期噴撒一次，其他的害蟲可使用DDVP 或馬拉松殺之，但需5天後方可飼育蚜蟲。大約12～26天間，植物生長至6～7吋高，檢查植株確實沒有害蟲及其卵存在，始將植物飼育蚜蟲。蚜蟲移植須用細軟毛筆，輕輕將蚜蟲三十隻左右移至新寄主植物上，遷移蚜蟲的方法亦可輕敲植物葉片或剪下密集的蚜蟲置於新株上，讓其自行遷移，避免蚜蟲口器折斷。飼育時蚜蟲密度須控制適當，往往過於密集將引起蚜蟲遷移。蚜蟲飼育經20～30天，油菜上蚜蟲可達4,000～6,000個，此時將蚜蟲及植物移至寄生蜂飼育室的飼育箱內，箱內蚜蟲與雌蜂以80：1之比，將寄生蜂由箱的袖口放入。寄生蜂飼育期間的植物管理如前，只是多了飼育箱避免寄生蜂逃走，箱內仍維持一天18小時光照。於釋放蜂後第五天開始檢查蚜蟲乾屍，當蚜蟲剛死，體呈透明時將蚜蟲及周圍的葉片剪下，置於培養皿內，保存於 5°C 定溫箱。

（3）寄生蜂保存　蚜蟲被寄生後形成乾屍的時間不整齊，如何將每天收集的零星寄生蜂累積保存至適當時期，一併取出至田間釋放，經多次試驗，發現寄生蜂在蚜蟲體第三齡後期，即蚜蟲剛死呈透明時，收集置於 5°C 環境下保存，寄生蜂可暫時休眠，長達2個月不羽化。此方法可累積足够數量寄生蜂釋放，釋放前放於 10°C 環境一天再置常溫下，轉置於玻璃瓶內餵以蜜水，然後準備運往田間。若欲使寄生蜂較長休眠，可將寄生過的蚜蟲連寄主植物置於低溫及短光照的飼育箱內飼育，其前蛹期的休眠可達數月。

（4）蚜蟲寄生蜂運送及田間釋放　運送寄生蜂及釋放須選擇在蚜蟲發生初期，爲害作物之蚜蟲剛發生時。若是防治春天馬鈴薯的桃蚜，在下種後2～3星期，調查蚜蟲在田間蟲口，先了解寄生蜂及寄主田間存在情形。釋放時選擇晴朗天氣爲佳。寄生蜂羽化及成蟲壽命與溫度有關，運送途中寄生蜂宜保存在低溫箱內，最方便可利用釣魚用冰箱（如圖28 ），內裝盛寄生蜂的玻璃瓶，上下層用冰塊保持低溫，以泡沫棉隔離及吸水，又可避免路途中震動時玻璃破損，若旅途過遠，有小部份的成蟲將在途中羽化，須加蜜水於瓶內準備飼餵。達目的地後，釋放時間選在午前爲佳，使寄生蜂有足够時間尋找寄主與認識環境。

早春釋放寄生蜂，往往蚜蟲蟲口極少，可在田間以點狀設置飼育網罩，先將蚜蟲養育其中，再將寄生蜂以適當比率釋放網內，見寄生過的蚜蟲乾屍密佈於葉片上時，將網罩拿開，使寄生蜂羽化後自動尋找寄主。

謝　誌

本文承中正科學技術講座基金會補助，方得順利進行，又蒙嚴教授奉琰指導與支持，邱主任瑞珍多方鼓勵及陶技正家駒鑑定蚜蟲，部份形態圖係由吳技佐幹成精心繪製，特致謝忱。

Summary

Aphidiids (Aphid parasites) are a group of important parasitoids for controlling aphids. Through several years of investigation in this island, about forty species of aphidiids were recorded and with ecological notes for the further study.

The intent of this review is to present a aphid parasite knowledge to the applied entomologist in this island working on aphid biological control. This paper included a general discussion about the aphids in Taiwan, which consisted of the introduction to the usually occurring parasites on the economic crops, a list of parasites and aphids relationship, ecological bases (distribution, evolution, parasitism and behavior), regulating factors (hyperparasites, ants, competitors, host migration and climatic factors) and practical method for mass rearing.

參 考 文 獻

Anon, 1962, Automatic watering of pot plants with the N. I. A. E. capillary bench. Minist. Agric. Fish Fd, London, leaflet STL/6.

Auclair, J. L., 1958. Honeydew excretion in the pea aphid. *Acyrthosiphon pisum* (Harr.) (Hom. ; Aphididae). F. Insect Physiol., 2:330-337.

1959. Feeding and excretion by the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harr.) (Hom. ; Aphididae), reared on different varieties of peas. Ent. exp. appl. 2:279-286.

1963. Aphid feeding and nutrition. Ann. Rev. Ent. 8:439-490.

Auclair, J. L. and Maltais, J. B., 1961. The nitrogen economy of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harr.), on susceptible and resistant varieties of peas, *Pisum sativum* L. Proc. 11th Int. Congr. Ent. Vienna, 1960, 1:740-743.

Baker, K. F. (ed.), 1957. The U. C. system of producing healthy container-grown plants. University of California, California.

Banks, C. J., 1958. Effects of the ant *Lasius niger* (L.), on the behavior and reproduction of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. Bull. ent. Res., 49:701-714.

1962. Effects of ant *Lasius niger* (L.), on insect preying on small populatibns of *Aphis fabae* Scop., on bean plants. Ann. Appl. Biol.

1965. Aphid nutrition and reproduction. Rep. Rothomsted exp. stn. 1964, 299-309.

Banks, C. J. and Macaulay, E. D. M., 1964. The feeding, growth and reproduction of *Aphis fabae* Scop. on *Vicia faba* under experimental conditions. Ann. appl. Biol. 53:229-242.

1965. The ingestion of nitrogen and solid matter from *Vicia faba* by *Aphis fabae* Scop. Ann. appl. Biol. 55:207-218.

Bodenheimer, F. S. & Swirski, E., 1957, "The Aphidioidea of the Middle East" Weizmann Scientific Press of Israel, Jerusalem.

Bonemaison, M. L., 1951, "Contribution a létude des facteurs provoquant lápparition des formes ailees at sexuées chez les Aphidinae". Ph. D. thesis, University of Paris.

Canham, A. E., 1966. Artificial light in horticulture. Centrex Eindhoven, Holland.

Carter, C., 1962. Insects in relation to plant disease. Interscience. N. Y. & London 705pp.

Chiu, S. C. & Liu, C. S., 1969. Hymenopterous parasites of citrus, tobacco and vegetable aphids in Taiwan. Taiwan Agri. Res. Ins. Spec. (9) 14 pp.

Clausen, C. P., 1940. Entomophagous insect . McGraw-Hill Co., Inc., New York. 688pp.

De Bach, P. & Schlinger, E. I., 1964. Biological control of insect pests and weeds. Chapman and Hall. London.

Eastop. V. F., 1973. Deductions from the present day host plants of aphids and related insects in "Insect/plant relation (van Emden ed.). Symp. Royal ent. Soc. 6:157-178

El-Ziady, S. & Kennedy, J. S., 1956. Beneficial effects of the common garden ant, *Lasius niger* L., on the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. R. ent. Soc. Lond. (A). 31:61-65.

Flanders, S. E., 1951. The role of the ant in the biological control of hymenopterous insects. Canad. Ent. 83:93-98.

Forbes, S. A., 1900. The corn root aphid and attendant ant, *Aphis maidi-radicis* Forbes and *Lasius niger* L. Bul. Bur. ent. U. S. Dep. Agri. 60:29.

Gahan, A. B., 1926. Some braconid and chalicid flies from Formosa parasitic on aphids. Proc. U. S. Nat. Mus., 70 (8):1-7.

Hagen, K. S. & van den Bosch, R., 1968. Impact of pathogens, parasites and predators on aphids. Ann. Rev. Ent. 13:325-384.

Hamilton, M. A., 1930. Notes on the culturing of insects for virus work. Ann. appl. Biol. 17:487-492.

Harries, F. H., 1966. Aphids in "Insect colonization and mass production" (C. N. Smith ed.) Acad. Press. New York and London.

Haviland M. D., 1920. Preliminary note on a cynipid hyperparasite of aphides. Proc. Camb. Phil. Soc., Cambridge 20:235-238.

1921a. On the bionomics and development of *Lygocerus testaceimanus* Kieffer and *Lygocerus cameroni* Kieffer (Proctotrypoidea, Ceraphronidae), parasites of *Aphidius*. Quart. Jl. Microsc. Sci. 65:101-127.

1921b. On the bionomics and post embryonic development of certain cynipid hyperparasites of aphides. Quart. Jl. Microsc. Sci. 65:451-478.

1922. On the post-embryonic development of certain chalcids, hyperparasites of aphides with remarks on the bionomics of hymenopterous parasites in general. Quart. Jl. Microsc. Sci. 66:321-338.

Heie, O. E., 1967. Studies on fossil aphids (Hom., Aphididae) especially in Copenhagen collection of fossils in Baltic amber. Spolia Zool. Mus. Haun. No. 5, 274pp.

Hewitt, E. J., 1952. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition. Comon W. Agr. Bur., Farnham Royal, England. .

Hughes, R. D. and Woolcock, L. T., 1965. A modification of Johnson's method of rearing aphids, for ecological studies. M. Z. Flagric. Res. 8:728-736.

Johnson, B., 1965, Wing polymorphophism in aphids. II. Interaction between aphids. Entomo. exp. appl. 8:49-64.

Kamiho, K. S Takada, H., 1973. Studies of aphid hyperparasites of Japan, II Aphid hyperparasites of the Pteromalidae occuring in Japan (Hym.). Inst. Mats. 2:39-76.

Kawada, K., 1964. The development of winged forms in the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* Linn. Ber. Ohara Inst. Landw. Biol. 12:189-195.

Kennedy, J. S. & Booth, C. O., 1950. Method for mass rearing and investigation the host relations of *Aphis fabae* Scop. Ann. appl. Biol. 37:451-470.

1951. Host alternation in *Aphis fabae* Scop. I Feeding preferences and fecundity in relation to the age and kind of leaves. Ann. appl. Biol. 40:67-85.

1963. Free flight of aphids in the laboratory. F. exp. Biol. 40:67-85.

Kennedy, J. S. & Stroyan, H. L. G., 1959. Biology of Aphids. Ann. Rev. Ent., 4:139-140.

Lawrence, W. J. C., 1963. Science and glasshouse (3rd edition). Oliver and Boyd, Edinburgh.

Less, A. D., 1959. The role of photoperiod and temperature on the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton I. The influence of these factors on apterous virginoparae and their progeny. F. Insect physiol. 3:92-117.

Lees, A. D., 1960. The role of photoperiod and temperature on the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton. II. The operation of the "interval timer" in young clones. F. Insect physiol. 4:15-175.

1963a. Aphid clocks. New scient. 244:148-150.

1963b. The role of photoperiod and temperature on the determination of parthenogenetic and sexual forms in the aphid *Megoura viciae* Buckton. III, Further properties of the material switching mechanism in apterous aphids. F. Insect physiol. 9:151-164.

1967. Direct and indirect effects of day length on aphid *Megoura viciae* Buckton. F. Insect physiol. 13:1781-1789.

Liu, C. S., 1968. The genus *Ephedrus* Haliday of Taiwan. Agri. Res., J. of Taiwan, 17 (1) :35-48.
1973. The genus *Aphidius* (Aphidiidae, Hym.) of California. U. C. Berkeley M. S. thesis. 128pp, 115 figs.

Lowe, H. J. B., 1967a. Interspecific difference in the biology of aphids (Homoptera ; Aphididae) on leaves of *Vicia faba*. I. Feeding behavouring. Ento. exp. appl. 10:347-357.
1967b. Interspecific differences in the biology of aphid (Homptera: Aphididae) on leaves of *Vicia faba*. II. Growth and excretion. Ento. exp. appl. 10:413-420.

MacGillivray, M. E. and Anderson, G.B. 1958. Development of four species of aphids (Homoptera) on potato. Can. Ent. 90, 148-155.

MacGillivary, M. E. & Anderson, G. B., 1964. The effect of photoperiod and temperature on the proouction of gamic and agamic forms of *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) Can. F. Zool. 42:492-510.

Mackauer, M., 1962. Dreinneus Blattaus-Parasiten aus-Hong-Kong. Entomophaga. 7 (1): 43-44.

Mackauer, M. & Stary, P., 1967. Index of world Aphidiidae. Index of Ent. Inst., Le Francois Paris., 195pp.

Maekkula, M. & Laurema, S., 1967. The effect of amino acids, Vitamins, and trace elements on development of *Acyrthosiphon pisum* Harris (Hom. ; Aphididae). Annls. agric. fenn. 6:77-83.

Maramorosch, K., 1969. Viruses, vectors and vegetation. Interscience, N. Y. & London. 666pp.

Mason, A. C., 1922. Life history studies of some Florida aphids, Florida Ent., 4, P. 139-140.

Mittler, T. E., 1967. Effect of amino acid and sugar concentrations on the food uptake of the aphid *Myzus persicae*. Ent. exp. appl. 10:39-51.

Mittler, T. E. & Dadd, R. H., 1966. Food and wing determination in *Myzus persicae* (Hom. ; Aphididae). Ann. ent. Soc. Am. 59:1166.

Nixon, G. E. J., 1951. The association of ants with aphids and coccids. Comm. Inst. Ent., London, 36pp.

Pontin, A. J., 1958. A preliminary note on the eating of aphids by ants of the genus *Lasius* (Hym. ; Formicidae). Ent. mon. Mag., London, 94:9-11.
1960. Some records of predators and parasites adapted to attack aphids attended by ants. Ent. mon. Mag., London, 95:154-155.

Schlinges, E. I., 1960a. Biological notes on pacific coast aphid parasites and list of California parasites (Aphidiidae) and their aphid hosts. Ann. Ent. Soc. Am., 53:404-415.
1960b. The biology, behavior and morphology of *Praon palitans* Muesebeck, an internal parasite of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata* (Buckton). Ann. Ent. Soc. Am. 53:144-160, figs.
1961. The biology, behavior and morphology of *Trioxys* (*T.*) *utilis*, an internal parasite of the spotted alfalfa aphid, *Therioaphis maculata*. Ann. Ent. Soc. Amer. 54:34-45, figs.

Schlinger, E. I. & Mackauer, M., 1963. Identity, distribution, and hosts of *Aphidius matricariae* Haliday, an important parasite of the green peach aphid, *Myzus persicae*. Ann. Ent. Soc. Am. 56:648-53.

Shiga, M., 1967. Ecological studies on the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) and the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linn.) in Japan, with special reference to their biological control. Mushi, 41 (6):75-89.

Smith, L. M., 1937. Growth, reproduction, feeding and wing development of the mealy plam aphid,

in relation to climatic factors. F. agri. Res. 54:345-364.

Smith, C. F., 1944. The Aphidiinae of North America. Ohio State Univ. Contr., Zool. Ent., 6:154pp.

1972. Bibliography of the Aphididae of the world. N. Carolina Agri. Exp. St. Tech. Bul. 216:717pp.

Srivastava, P. N. & Rouatt, J. W., 1963. Bacterial from the alimentary canal of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) (Hom. ; Aphidae) F. Insect physiol. 9:435-438.

Starý, P., 1959. Redescription of Aphidiine genus *Lipolexis* Förster 1862. Acta Soc. Ent. Cecho., 56:93-97.

1961. Notes on the parasites of the root aphids. Acta Soc. ent. Cechols., 58:228-238.

1964. Food specificity in Aphidiidae (Hym.). Entomophaga, 9 (1):91-99.

1966a Aphid parasites (Hym. ; Aphidiidae) and their relation-ship to aphid attending ants, with respect to biological control. Insect Soc., Paris, 13:185-202.

Starý, P., 1966b. Aphid parasite of Czechoslovakia. Czecho. Sci., 242pp. figs.

1967. A review of hymenopterous parasite of citrus pest aphids of the world and biological control project (Hym. ; Aphidiidae ; Hom. ; Aphidoidea). Acta ent. Bohmoslovaca Tom 64 (1):37-61.

1968. Impact of an indigenous parasite, *Aphidius ervi* Hal. on pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) populations on Alfalfa in Czechoslovakia. Boll. Lab. Ent. Agr. Portici, 26:294-313.

1969a. Density-dependence in field populations of *Aphidius ervi* Hal., a parasite of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) in Czechoslovakia. Boll. Lab. Ent. Agri. Portici, 27:219-252.

1969b. Aphid migration and impact of an indigenous parasite. *Aphidius transcaspicus* Telenga, on populations of *Hyalopterus pruni* (Geoffr.) in Iraq. Bull. Soc. ent. Egypte. 53:185-198.

1969c. Role of superparasitism in field populations of a pea aphid parasite, *Aphidius ervi* Haliday in Central Europe (Hym. : Aphidiidae ; Hom. : Aphididae). Czech. Acad. Sci. Ent. 26:177-186.

1970a. Storage of *Aphidius smith* (Hy., Aphidiidae) for mass release. Czech. Acad. Sci. Ent. Inst. 224-228.

1970b. Methods of mass rearing, collection and release of *Aphidius smithi* (Hym., Aphidiidae) in Czechoslovakia. Acta ent. boh. 67 (5): 339-346.

1970c. Biology of aphid parasites with respect to integrated control. Series Ent., W. Junk, The Hague 6:643pp, 326 figs.

1971a. A genus and species Aphidiidae (Hym.) parasitizing *Sensoriaphis* (Hem.) on *Nothofagus* in New South Wales. J. Aust. ent. Soc. 10:175-178.

1971b. Migration and parasitization as factors of population regulation of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Harris) in alfalfa fields in central Europe. Acta ent. boh. 68 (6) :353-365.

1972. Host life-cycle and adaptation of parasites of *Periphyllus*-aphids (Hom., Chaitophoridae ; Hym., Aphidiidae). Acta ent. boh. 69 (2): 89-96.

Starý, P. & Schlinger, E. I., 1967. A revision of the Far East Asian Aphidiidae (Hym.). W. Junk, Hague (Ser. Ent. vol 3), 204pp, figs.

Storms, J. J. H., Harrewijin, P. and Noordink, J. P. W., 1967. A new approach to the physiological

host plant-parasite relationship a technique in the field of applied entomology. Neth F. pl. Path. 76:165-169.

Subba Rao, B. R. & Sharma, A. K., 1958. *Trioxys indicus*, New species ; a parasite of *Aphis gossypii* Glover. Indian J. Ent., 20:199-202.

Takada, H., 1968. Aphidiidae of Japan. Ins. Mats., 30 (2):67-124.

1973. Studies of aphid hyperparasites of Japan, I. Aphid hyperparasites of the genus *Dendrocerus* Ratzeburg occurring in Japan (Hym., Ceraphronidae). Ins. Mats. 2:1-37.

1974. Notes on *Neolygocerus koyamae* and descriptipn of *Dendrocerus amamensis* sp. nov. (Hym., Ceraphronidae). Kontyu, Tokyo, 42 (2):151-156.

Tao, C. C, 1961—1970. Aphid fauna of China, Science year book of Taiwan Museum, 4 : 35—44, 5 : 33—82 ; 6 : 107—147, 7 : 36—74, 8 : 1—28, 9 : 1—28, 10 : 1—28, 11 : 1—56, 12 : 40—99, 13 : 1—44.

Tao, C. C, & Chiu, S. C, 1971. Biological Control of citrus, vegetables and tobacco aphids. Taiwan Agri. Res. Ins. Spec (10) , 110pp, figs.

Van den Bosch, R, Schlinger, E. I., Lagace, C. F. and Hall, J, 1966. Parasitization of *Acyrthosiphon pisum* by *Aphidius smihi* : A density dependent process in nature (Hom., Aphididae ; Hym., Aphididae) . Ecol. 47 (6) : 6pp.

Van Emden, H. F., 1966. Studies on the relations of insect and host plant III. A comparison of the reproduction of *Brevicoyne brassicae* and *Myzus persicae* on Brussels sprout plants supplied with different rates of nitrogen and potassium. Entomolgic exp. appl. 9 : 444—460.

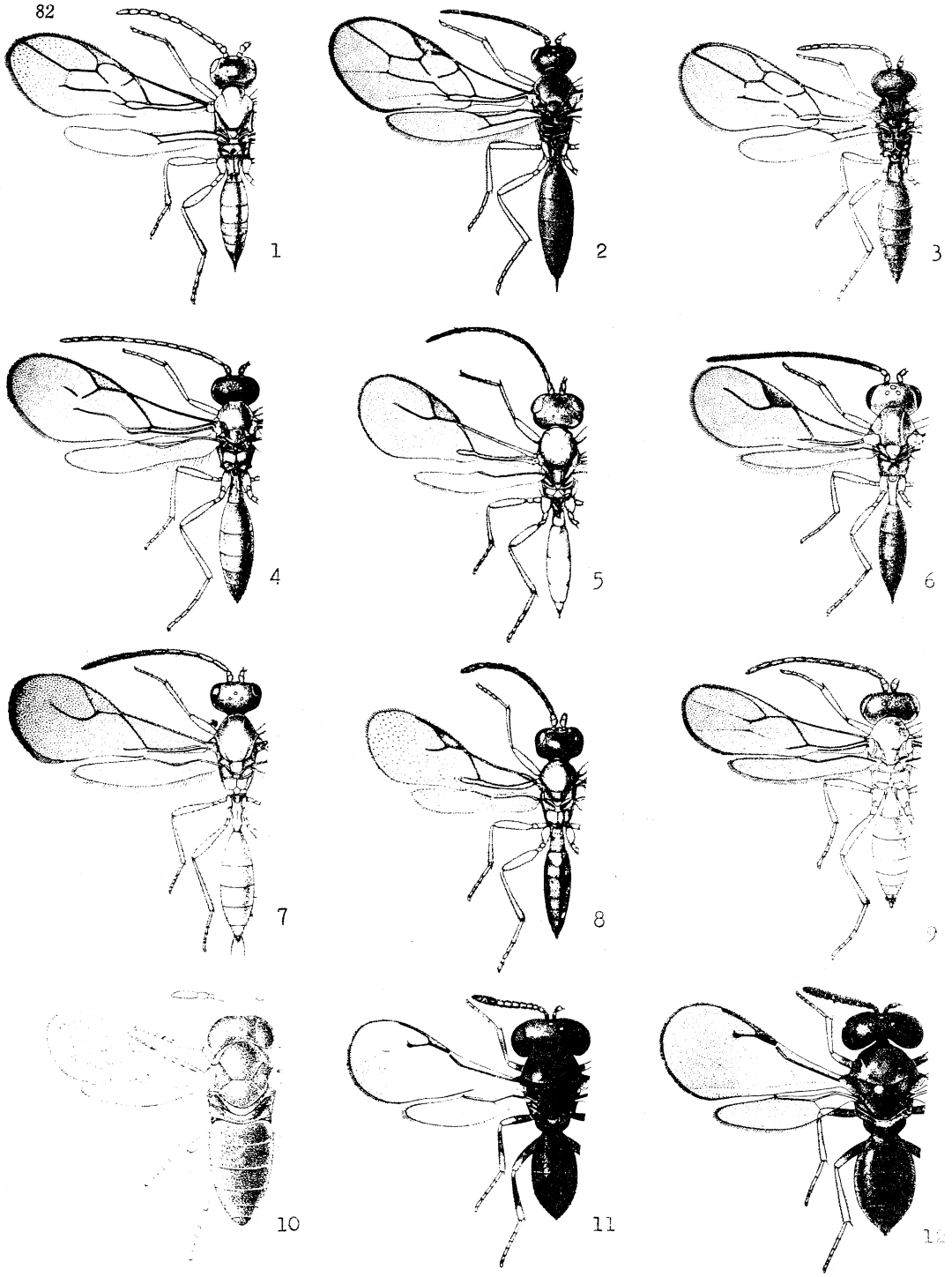
Van Emden, H. F., Eastop, V. F, Hughes, R. D. and Way, W. J., 1969. The ecology of *Myzus persicae*. Ann. Rew. Ent. 14 : 197—270.

Van Emden, H. F, (ed.) , 1972. Aphid technology. Acad. Press. N. Y. & London. 344pp.

Way, M. J., 1963. Mutuaeism between ants and honeydew producing homptera. Ann. Rev. Ent., 8 : 307—344.

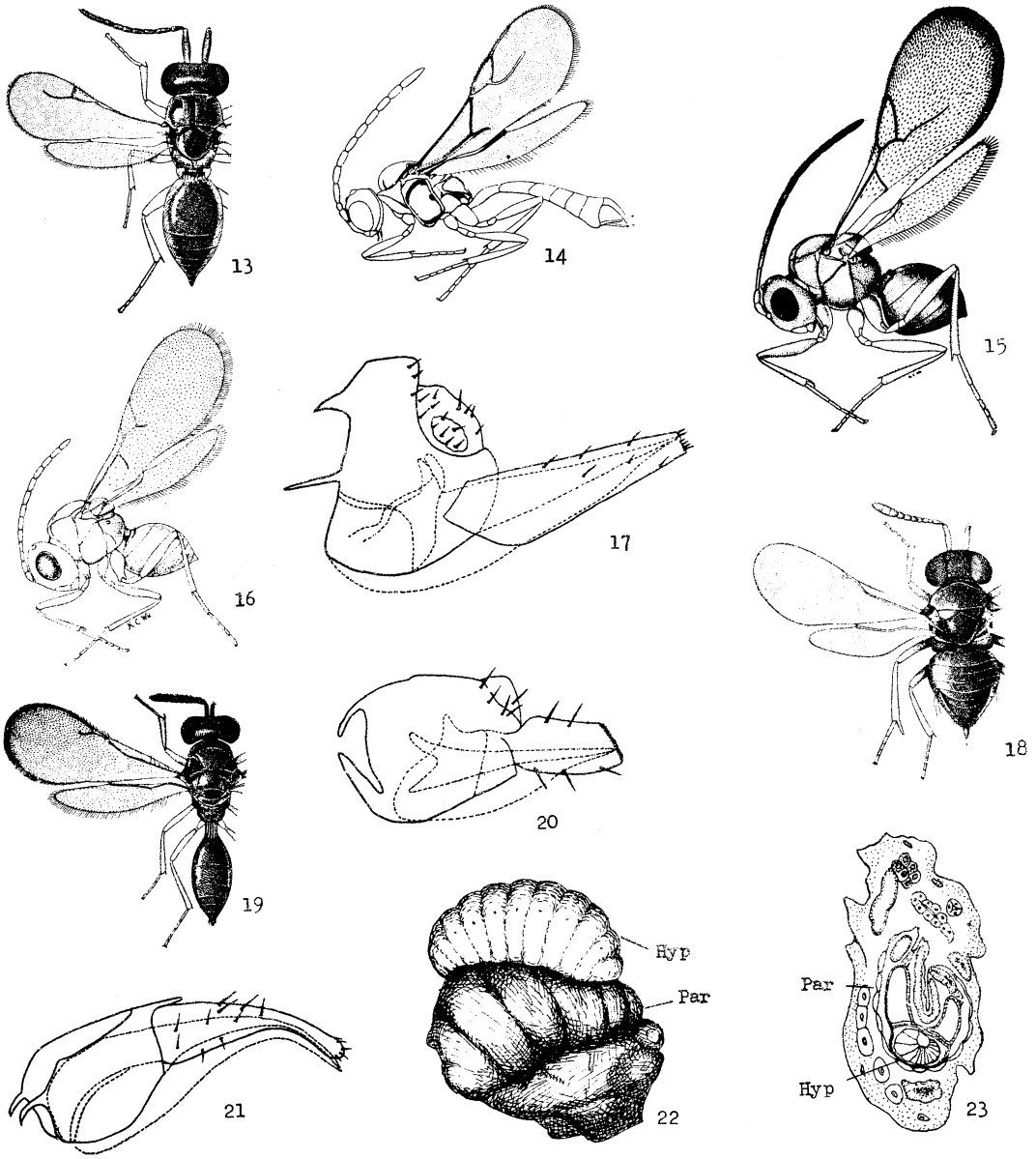
Wearing, C. H. & van Emden, H. F., 1967. Studies on the relations of insect and host plant. I. Effects of water press in host plants on infestation by *Aphis fabae* Scop, *Myzus persicae*(Sulz.) and *Brevicoyne brassicae* (L.) . Naturae, Lond. 213 : 1051—1052.

Wellenstein, G., 1957—Die Beeinflussung der forstlichen Arthropodenfauna durch Waldmeisen(Formica rufa Gruppe) . Teil I. Z. ang. Ent., 41, P. 368—384.

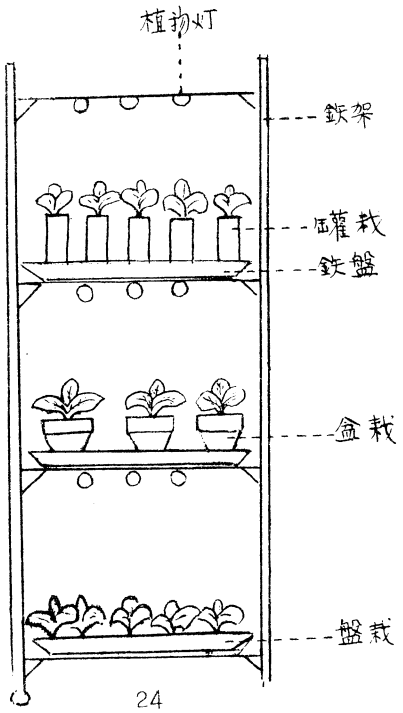


1. *Ephedrus* (*E.*) *robustus* Liu
2. *Ephedrus* (*E.*) *plagtor* (Nees)
3. *Ephedrus* (*E.*) *persicae* Froggatt
4. *Aphidius gifuensis* Ashmead
5. *Lipolexis gracilis* Forster
6. *Lipolexis scutellaris* Mackauer
7. *Trioxys* (B.) *struma* Gahan
8. *Diaertiella rapae* MIntosh
9. *Dysiphleus japonica* (Ashmead)
10. *Aphidius mali*
11. *Pachyneuron mitsukurii* Ashmead
12. *Pachyneuron aphidis* (Bouche)

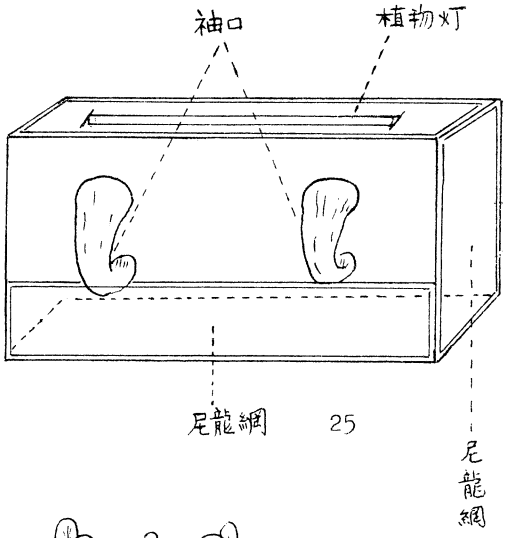
II



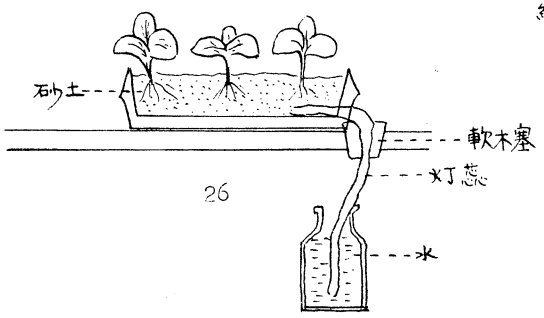
13. *Dendrocerus laticeps* (Hedicke)　14. *Trioxys communis* Gahan
15. *Charips* sp.　16. *Alloxys* sp.
17. *Ephedrus*(*E.*) *persicae* Froggatt之產卵管鞘　18. *Aphidencyrtus aphidivorus* (Mayr)
19. *Asaphes suspensus* (Nees)　20. *Aphidius gifuensis* (Ashmead) 之產卵管鞘
21. *Lipolexis gracilis* Förster之產卵管鞘　22. *Dendrocerus*外寄生於*Diaeretiella rapae*蚜蟲寄生蜂幼虫上
23. *Charips*內寄生於*Aphidius*蚜蟲寄生蜂幼虫體內　註：Par：蚜蟲寄生蜂，Hyp：蚜蟲重複寄生蜂



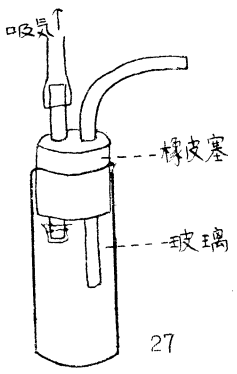
24



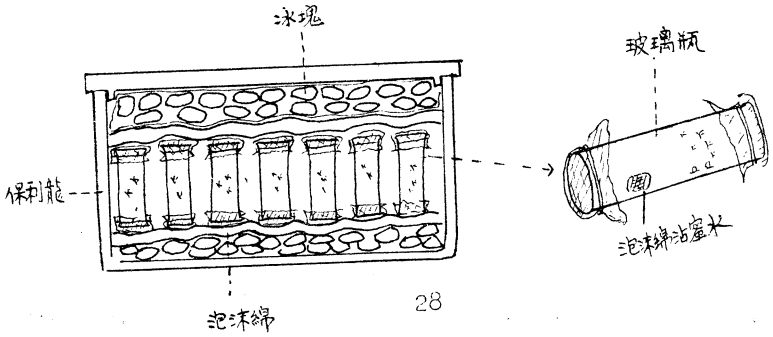
25



26



27



28

24.蚜蟲飼育架　25.寄生蜂飼育箱　26.自動灌水設置
27.寄生蜂收集器　28.寄生蜂運送保温箱