

臺灣茶樹害蟲生物防治

曾信光¹ 阮素芬² 陳右人³

摘要

本文回顧茶樹主要害蟲生物防治方法，包含寄生性、捕食性天敵與利用性費洛蒙等生物防治方法。田間推廣應用之方法，在寄生性天敵部分為赤眼卵寄生蜂，在捕食性天敵部分有溫氏捕植蟎與基徵草蛉，在性費洛蒙部分為茶捲葉蛾類；未大面積推廣但極具實用價值者，為茶蠶卵寄生蜂之應用。其中，茶蠶卵寄生蜂已確定是一個新種。此外，也介紹曾經進行的數種茶樹害蟲之病害研究。目前，主要的研究工作集中在草蛉、黃斑粗喙椿象與螳螂。本文同時說明如何配合茶園的栽培管理，利用耕作法降低害蟲之威脅，以及目前發展中的茶樹非化學農藥防治害蟲之研發狀況。

關鍵字：茶樹害蟲、生物防治、性費洛蒙防治、微生物防治

前言

茶樹 (*Camellia sinensis* L. (O.) Kuntze) 為多年生之木本植物，有複雜之生物相，相對的其生態系較具恆定性 (homeostasis)，為施行有機栽培之有利應用條件。有機栽培最重要之三項工作重點為有機質肥料的合理施用、病蟲害的非農藥防治技術及雜草的非農藥防除技術，而生物防治即為其中重要工作之一。從害蟲天敵之調查開始著手，試圖找出可資利用之天敵及其繁殖技術，近年來更加強研究利用性費洛蒙來防治特定的害蟲，亦已獲得甚佳之成效，至 1995 年已推廣 1070 公頃。茶樹害蟲在農藥的大量施用壓力下，漸由體型較大之害蟲 (如茶蠶、尺蠖蛾、避債蛾、木蠹蛾等) 轉變為體型較小、生活史短、繁殖力強之害蟲 (如茶小綠葉蟬、捲葉蛾、薊馬、刺粉蝨及蟬蟬等)，亦即為台灣近二十年來茶園所發生之主要害蟲種類，這些害蟲不但因體型小防治困難，且易衍生抗藥性問題，加上農藥對天敵的毒害及對環境的污染，破壞了生態平衡，必須重新評估害蟲的防治技術及其對茶園生態的影響，而廣義的生物防治技術即可解決部分的問題，減少農藥殘留量並提升茶葉品質。國內消費或外銷之農產品，均因農藥殘留問題受到極大的衝擊。生物防治為現今可減少農藥使用量的重要防治技術，除可保護國內消費者的安全，亦可提升我國農產品在外銷市場的競爭力。

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員。台灣 桃園縣。
 2. 文化大學園藝暨生物技術系 助理教授。台灣 台北市。
 3. 台灣大學園藝系 教授與行政院農業委員會茶業改良場 場長。台灣 台北市、桃園縣。

茶樹蟲害生物防治技術

田間耕作經驗顯示茶園栽培管理，可能遭受茶小綠葉蟬、蟎類、蚜蟲、薊馬、茶蠶、茶毒蛾、避債蛾、柑桔刺粉蝨的危害。若茶芽被茶小綠葉蟬危害，可考慮製造具有蜜香系列的高級白毫烏龍茶、蜜香綠茶、蜜香紅茶，不但可減少用藥還可以增加收入。山地茶區除了上述常見之小型害蟲外，在靠近樹林之茶園往往會遭受盲椿象之危害，因盲椿象性喜陰涼棲所，因此必需特別注意茶園環境，如清除周圍闊葉雜草，勿種植遮陰樹。以下為現有及發展中茶樹害蟲非農藥之防治技術。

捕食性天敵的應用

一、草蛉的應用

(一) 釋放基徵草蛉防治葉蟎類

顏 (1995) 在台北文山茶區茶園釋放基徵草蛉及幼蟲防治神澤氏葉蟎，在釋放 5 日後即可有效防治神澤氏葉蟎。之後，因園主未能充分配合而施用藥劑，但葉蟎之族群密度均能保持在低密度下，對茶樹之危害已不構成損害。蕭及張 (1996) 在南投縣鹿谷鄉凍頂工作站茶園釋放基徵草蛉剛孵化之幼蟲防治茶葉蟎，綜合處理前後蟎數、卵數及防治率顯示，在 0.3 分地之茶園，蟎卵數密度在 40 隻/葉時，每星期每株釋放剛孵化草蛉幼蟲 240 隻，釋放點為 20 株，釋放 5 次，共釋放 24,000 隻，可有效抑制茶葉蟎的發生（表一、二）。蕭 (2003) 在茶園防治神澤氏葉蟎的試驗結果顯示，基徵草蛉對神澤氏葉蟎具有抑制效果，一次釋放的草蛉數目越多或葉蟎的密度越低，就越快達到抑制效果。葉蟎的密度在每葉 20 隻以下時，每株茶樹釋放 80 隻草蛉，釋放一次即可達到抑制效果，對蟎及卵的防治率分別為 84.4% 及 94.5%；葉蟎的密度在每葉 42 隻時，每株茶樹釋放 80 隻草蛉，釋放二次亦可達到抑制效果，對蟎及卵的防治率分別為 77.7% 及 95.7%。

利用草蛉防治茶樹小型害蟲及害蟎，1991~1993 年在桃園縣龍潭茶區推廣 50 公頃，共推行 3 年。

(二) 釋放基徵草蛉防治刺粉蝨

顏 (1995) 在台北文山茶區釋放基徵草蛉將孵化之卵防治刺粉蝨，顯示刺粉蝨卵、一齡幼蟲及二齡幼蟲至蛹期數目在第一次釋放後均明顯降低，其防治率分別為 74.5%（表三）、72.1%（表四）及 77.5%（表五）。之後的調查結果，刺粉蝨卵密度上升是因為刺粉蝨成蟲已羽化產卵造成，但整體而言，釋放區刺粉蝨卵、幼蟲族群密度均較對照區為低。接著因進入冬季，已非刺粉蝨發生季節，並未再進一步的探討基徵草蛉對刺粉蝨的防治成效。

(三) 釋放基徵草蛉防治茶小綠葉蟬及三輪薊馬

顏 (1996, 1997) 在台北文山茶區釋放基徵草蛉防治茶小綠葉蟬及三輪薊馬試驗結果顯示，在秋茶及冬茶時期每株茶樹每隔 10 天釋放基徵草蛉一齡幼蟲 30 隻，並配合黃色黏紙，可有效控制茶小綠葉蟬族群密度；而每株茶樹釋放基徵草蛉二齡幼蟲 30 隻，可有效控制三輪薊馬若蟲密度。

二、捕植蟎的飼養與應用

陳 (1986, 1988) 研究溫氏捕植蟎 (*Amblyseius womersleyi*)，在北部飼養一年可完成 37 世代，以捕食葉蟎卵為主。雌成蟎平均壽命約 51 天，雄蟎約 25 天；雄蟎一天平均捕食 1.6 隻害蟎（含卵、幼若蟎及成蟎），雌蟎平均捕食 2.3 隻害蟎，產卵一粒平均須要捕食 5.5 隻害蟎，一生平均捕食 180

隻左右。

捕植蟎大量飼養過程，必須種植葉蟎之寄主大豆或花豆。豆子萌芽長葉後接入葉蟎，讓葉蟎自然繁殖 10~20 天，至豆苗葉變成灰綠色，再接入捕植蟎，比率約為葉蟎的三十分之一，任由捕植蟎自然捕食繁殖經 15~25 天，在新長豆葉轉成翠綠色（表示此時豆葉上葉蟎幾乎被捕食盡，故新葉未被葉蟎危害），亦為捕植蟎數量最高時即可採收。連同豆株一起剪下裝入紙箱或塑膠袋，袋內混合一些紙條，立刻帶往被葉蟎危害之茶園釋放。將豆株均勻散佈在神澤氏葉蟎危害的茶樹上，捕植蟎即四處散開，自由捕食茶園內之害蟎。釋放量約一公頃 20~30 萬隻成蟎。全部繁殖過程須 30~50 天，釋放後經 20 天才開始顯示效果。

1971 年代以前，茶樹害蟎以茶葉蟎 (*Oligonychus coffeae* Neither) 為主，危害茶樹成葉正面。而 1978 年首先在梨山茶園發現神澤氏葉蟎 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 危害蹤跡 (陳, 1986)，且在短短數年間即傳遍台灣各茶區，棲息在幼嫩葉背危害，對茶菁之收量及品質皆受影響。其後在桃園縣龍潭茶區以溫氏捕植蟎防治神澤氏葉蟎 (表六)，在一公頃茶園釋放約 20~30 萬隻捕植蟎，釋放後經 20 日即可顯現防治效果。

利用溫氏捕植蟎防治茶樹害蟎，1989~1993 年在龍潭茶區推廣 50 公頃，共推行 5 年。

三、黃斑粗喙椿象的飼養與應用

黃斑粗喙椿象為剋制各種重要農作物鱗翅目害蟲的捕食性天敵，石原 (1941) 曾記錄其捕食蕪菁葉蜂及斜紋夜盜等；許等 (1971) 記錄其捕食二化螟、玉米螟、小菜蛾、斜紋夜盜、擬尺蠖、玉米穗蟲、紋白蝶及菜心螟等。

曾 (2009) 在茶園經田間觀察黃斑粗喙椿象可以捕食茶蠶、黑點刺蛾、尺蠖蛾及毒蛾類等之幼蟲，為茶園中大型害蟲之重要捕食性天敵。室內以蠅類之五齡幼蟲飼養，在溫度 $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 及濕度 $70\pm 5\%$ 之條件下，若蟲平均取食量約 0.48~0.69 公克，成蟲平均取食量約 0.62~0.70 公克。室內飼養黃斑粗喙椿象一隻三齡若蟲成本約需 0.948 元 (包含工資、水電及消耗品)，一技術工一年約可飼養 20 筒成蟲 (養蟲筒直徑 20 公分、高 34 公分)，若以田間釋放三齡若蟲計算，一年約可飼養 353,280 隻三齡若蟲。

寄生性天敵的應用

一、赤眼卵寄生蜂的應用

茶捲葉蛾 (*Homona magnanima* Diakonoff) 為茶區極為普遍的害蟲，一年發生約六世代，但世代發生重疊，各蟲期常交互發生，此即顯示一年內出現卵期的頻率高，此種情況非常有利於生活史短繁殖率高的赤眼卵蜂寄生繁殖。陳 (1990) 在桃園縣龍潭鄉茶區試驗，自 1987 年 12 月開始釋放蜂片後，1988 年田間幼蟲消長逐漸平穩，經半年時間到 10 月才開始升高。施藥對照區出現三次高峰 (3、6、8 月)，經施藥後將族群壓制下來，顯示施藥茶園之茶捲葉蛾不易維持平衡。釋放區於第二年 4 月停止釋放蜂片，到冬茶時期密度升高，1989 年預定元月起釋放，但實際於 10 月再度釋放蜂片，田間幼蟲仍維持在低密度之情形。對照區因接近釋放區，得到間接效益，可見卵寄生蜂在不施藥之情況下已在茶園立足，寄生機會大為增加，茶園受害顯著減少。由試驗結果顯示，釋放赤眼卵蜂防治茶捲葉蛾較施用藥劑具較佳的效果。防治時每公頃茶園釋放 100 片蜂片，但必需在赤眼卵蜂變黑且有少數已孵化時，將蜂片固定在茶葉葉片背面，蜂片正面朝下，以防止螞蟥或蜘蛛取食未孵化卵及避免日光直接照射。釋放次數為每月一至三次，視發生密度而定，釋放時期要選在茶葉捲

蛾之產卵盛期效果較佳。

利用赤眼卵寄生蜂防治茶樹捲葉蛾類，1989～1993 年在桃園縣龍潭鄉茶區推廣 50 公頃、花蓮縣瑞穗鄉等茶區推廣 100 公頃，共推行 5 年。

二、茶蠶卵寄生蜂的飼養與應用

(一) 茶蠶及其卵寄生蜂的飼養

曾 (1998) 將田間採集之茶蠶幼蟲以直徑 21 公分、高 30 公分之壓克力筒飼養，上覆蓋細尼龍網及白鐵網蓋直至化蛹，幼蟲每日供應新鮮茶葉及每日清除糞便及枝條，一個壓克力筒飼養一、二齡幼蟲 500 隻，三、四齡幼蟲 100 隻，五齡幼蟲 50 隻。將複眼已變成黑紫色即將羽化之蛹置於直徑 60 公分、高 60 公分之養蟲籠中，內置瓶插茶枝條，作為茶蠶雌雄成蟲羽化之棲息交配及產卵場所。養蟲籠內以雌雄比為 1:2 的情況下較為理想，待雌成蟲產卵後每日取卵作為母蟲及卵寄生蜂之寄生。

茶蠶卵寄生蜂之飼養係將田間採集被卵寄生過的茶蠶卵塊，置於飼養容器內，以純蜜作為卵寄生蜂之食物塗在上蓋之細尼龍網上。待卵寄生蜂羽化後，將新鮮茶蠶卵塊置入飼養容器內讓其寄生。飼養容器為曾 (1988) 所設計，在容器上方之細尼龍網塗抹純蜜飼養即可。

(二) 茶蠶卵寄生蜂的冷藏保存

曾及蘇 (1996) 以飼養容器群體飼養茶蠶卵寄生蜂之試驗結果得知，雌成蟲在 15℃ 時平均達 155.6 日，30℃ 時平均 24.5 日，雄成蟲之壽命在 15℃ 時平均 48.4 日，30℃ 時平均 21.2 日，適於在室內大量繁殖後釋放於田間防治茶蠶。又因茶蠶之世代整齊，茶園若有成蟲出現時，即可將羽化後的卵寄生蜂釋放至茶園中。曾 (2002) 以冰箱 (約 5±1℃) 冷藏保存之試驗結果得知，其冷藏保存之茶蠶卵在冷藏 35 日內再寄生，或以卵寄生蜂的卵冷藏 30 日內做為調整田間釋放卵寄生蜂的時間及釋放量最為適合。

(三) 釋放不同數量茶蠶卵寄生蜂防治茶蠶結果

曾 (1998) 在楊梅茶區約一公頃茶園釋放不同數量茶蠶卵寄生蜂防治茶蠶 (圖一)，顯示在第一次釋放茶蠶卵寄生蜂後三個處理均較對照區之茶蠶幼蟲數低，處理區自 1996 年 10 月後茶蠶幼蟲密度均保持在低密度，而對照區茶園在發生季節幼蟲具較高密度，由此可知釋放茶蠶卵寄生蜂應可有效地防止茶蠶的危害。而在 1997 年 9 月後對照區之茶蠶幼蟲密度已逐漸降低，此可能因釋放區卵寄生蜂已擴散至對照區而發揮防治效果。由以上結果顯示在 0.1 公頃茶園每年釋放二次，以五日齡之成蜂釋放於茶園，每次 100 隻即可有效降低茶蠶發生密度。2010 年 4 月在桃園縣楊梅鎮埔心本場 12 公頃茶園，開始陸續不定期釋放茶蠶卵寄生蜂至 2010 年 12 月止，共釋放 690 隻成蟲。以新鮮茶蠶卵放置茶園誘引寄生，其被寄生率平均為 58.2~93.7%。又 2011 年 4 月開始陸續不定期釋放茶蠶卵寄生蜂至 5 月止，共釋放 1960 隻成蟲。至 5 月 6 日在茶園採集到一片卵塊，被寄生率 100%，直到 8 月各圃場尚未發現有被茶蠶危害情形。曾 (1998) 以茶蠶新鮮卵置放茶樹不同部位之誘引茶蠶卵寄生蜂寄生試驗結果，得知均具有高的寄生率 (表七)，顯示其在茶樹各部位搜尋能力強，是一種非常有潛力的寄生性天敵，尚待進一步大面積田間試驗。

性費洛蒙的應用

性費洛蒙是什麼？簡單地說，它是由昆蟲所分泌的多種化學物質，用來吸引異性，以便交尾、產卵，達到繁殖後代的目的，性費洛蒙的利用亦如天敵的利用，不會有農藥污染、殘留及抗性的發生。性費洛蒙的應用可分為誘殺法及迷惑法，前者用量少且可作為田間監測害蟲發生數量的指標，亦即可作為害蟲是否繼續防治的指標；後者則用量大，使田間害蟲之雄蛾感覺迷惑，找不到雌蛾正確位置，因此降低雌雄蛾交尾的機率。以下即介紹本場應用茶姬捲葉蛾及茶捲葉蛾性費洛蒙防治情形。

一、應用性費洛蒙防治茶姬捲葉蛾

近年來在性費洛蒙的探討中已研究出茶姬捲葉蛾的誘引及擾亂成份，Tamaki 等 (1971) 就已經鑑定出兩種主要成份 (Z9-14: Ac 及 Z11-14: Ac)，但直到 Tamaki 等 (1979) 鑑定分析出兩種微量成份 (E11-14: Ac 及 10-Me-12: Ac)，此時才確定茶姬捲葉蛾是由此四種成份組成其比例依次為 63:31:4:2。但台灣的茶姬捲葉蛾其性費洛蒙成份，經蕭 (1989, 1990) 之田間試驗結果發現 Z11-14: Ac 之含量略高於 Z9-14: Ac 時，其誘引效果較佳。之後，據 Kou 等 (1990) 的分析，主要成分為 Z9-14: Ac 及 Z11-14: Ac，其比例為 36: 64，而蕭 (1990) 經多次的風洞試驗及田間誘引試驗得知四種成份比例為 47: 50: 1: 2，劑量為 0.1mg 做為誘引劑時得到最佳的誘引效果 (表八)。由蕭 (1992) 的試驗結果，證實 Z11-14: Ac 具有擾亂交尾的作用。曾 (1991) 依據前人的結果，在桃園縣龍潭鄉及楊梅鎮茶區對茶姬捲葉蛾進行田間誘殺及干擾試驗，結果顯示茶姬捲葉蛾在對照區之危害率均比誘殺區及干擾區高。而三個處理之危害率均以春茶較高，依次為夏茶、秋茶，且族群一直保持在低密度，茶園被危害極輕微，在夏茶過後，幾乎看不到危害狀，其中又以誘殺區之危害率較干擾區為低 (表九)。曾 (1992) 比較不同誘蟲起始時期試驗結果，顯示其防治適期應以冬茶剪完、中耕、整枝作業完成時即開始性費洛蒙防治工作，可使茶園中茶姬捲葉蛾維持在低密度狀態下，直到第二季夏茶，幼蟲寄生蜂大量出現時，即應停止防治工作，讓天敵發揮以蟲治蟲之功能，至秋茶時，因溫度降低，茶姬捲葉蛾蟲口密度已急速下降，至冬茶時已不造成危害。如此減少了茶園中農藥的使用量，因而減少環境污染，提高茶葉成品的安全性。

二、應用性費洛蒙防治茶捲葉蛾

依據蕭 (1998) 對茶捲葉蛾室內及田間試驗性費洛蒙的研究，已確定三種成份及比例為 Z11-TDA: Z9-DDA: 11-DDA = 80: 10: 10 的配方誘引效果最佳。其利用原理同茶姬捲葉蛾，防治時機則以每年 9 月至次年 3 月較適當。

以往茶姬捲葉蛾的性費洛蒙防治時機建議在每年 2~9 月期間，茶捲葉蛾則在 9 月至次年 3 月較適當。但近年來曾 (2007) 調查結果顯示茶姬捲葉蛾及茶捲葉蛾成蟲之年中棲群密度在 3 月時即快速升高，此結果是否受到全球氣候暖化的影響與改變對茶捲葉蛾類防治時間，值得進一步探討。曾 (1990) 之試驗結果得知茶姬捲葉蛾各蟲期卵、幼蟲、蛹及成蟲之發育臨界低溫分別為 10.1℃、8.4℃、9.4℃及 5.8℃，桃園楊梅地區近十年月平均溫度在 13℃以上，均在茶姬捲葉蛾各蟲期發育臨界低溫之上。因此茶樹捲葉蛾在 3 月溫度上升春茶開始萌芽時，蟲口密度即快速升高。而性費洛蒙防治時機，是在害蟲發生密度最低時期即應開始進行誘殺工作，因此若採用性費洛蒙防治最適當時機應在每年冬茶後之休眠期即應開始進行誘殺工作，將茶樹捲葉蛾控制在低密度狀態，而達到最佳防治效果。以上二種捲葉蛾性費洛蒙防治，在茶園經試驗得知設置誘蟲盒至少相隔 20 公尺以上，盒底離茶樹樹冠面約 20 公分，誘蟲盒設置則視茶園發生情形而增減數量。若要同時防治二種捲葉蛾，則二種的性費洛蒙必需分別固定在不同的誘蟲盒，且間隔放在茶園，以免互相受到干擾而降低防治效果 (蕭，2000)。

利用性費洛蒙防治茶樹捲葉蛾類，1989~1993 年在台北縣石門鄉、桃園縣龍潭鄉及龜山鄉、

新竹縣峨眉鄉、苗栗市、宜蘭縣三星鄉及冬山鄉、花蓮縣瑞穗鄉等茶區推廣 600 公頃，共推行 3 年。其他研究的尚有茶蠶性費洛蒙 (Ho *et al.*, 1996) 及茶毒蛾性費洛蒙 (Tsai *et al.*, 1999) 的研究，有待日後進一步探討田間的應用價值。

微生物的應用

微生物防治係利用昆蟲病原菌，當昆蟲取食進入體內後發病致死的防治方法。農業上常利用的包括病毒、細菌、真菌等微生物，而在茶樹上目前已登記使用的為以蘇力菌防治茶蠶，許 (2004) 試驗之結果，顯示蘇力菌稀釋 1000 倍有防治茶園捲葉蛾類之效果。而事實上，蘇力菌對茶樹上其它鱗翅目的害蟲皆有不同程度的防治效果，如茶毒蛾、捲葉蛾類、刺蛾類及尺蠖蛾類等之幼蟲。

在顆粒體病毒方面初步研究，由蕭 (1987) 之試驗顯示茶捲葉蛾幼蟲感染顆粒體病毒後，蟲體顏色由黃綠色轉變為乳白色，體壁脆弱，碰觸時流出褐色液體；蟲齡越小，感染率越高。由卵塊接種病毒試驗得知茶捲葉蛾顆粒體病毒可藉由卵傳播，且可經由卵傳給下一代幼蟲 (蕭，1988)。蕭 (2006) 針對茶姬捲葉蛾顆粒體病毒對茶姬捲葉蛾幼蟲之研究結果顯示具有致病性，幼蟲之病死率約在 30.4%~63.6%。

配合栽培管理的應用

一、整型

一般而言，病蟲喜好生存在較陰暗、隱密、通風不良的環境，因此在冬茶剪採後，應將茶樹冠修剪整成扇形，及去除兩邊群枝 (俗稱暗枝)，如此可促進茶園日照與通風良好，使之不利於病、蟲原的孳生，減少被病蟲害感染的機率。

二、剪枝清園

當茶樹的葉或枝幹被病蟲危害嚴重時，均可採行中剪或深剪，甚至台刈 (如罹患嚴重枝枯病) 方式加以剪除，並將剪下的茶樹枝條集中燒燬。此外茶樹上的攀爬性或寄生性植物也應該加以清除，以免影響茶樹生長。

三、中耕除草

冬茶採摘後，茶樹即將進入冬季休眠期，此時應進行中耕，不但可以改良土壤的物理性及化學性，還可將潛入土中準備越冬的病、蟲翻出，再經曝曬或低溫影響其發育甚至死亡，進而減少翌年病、蟲原發生的頻率。「雜草」為病、蟲原孳生棲所之一，因此在中耕後，應將雜草清理或集中燒燬，藉以減少或阻斷病蟲之發生及蔓延。但部份雜草亦為害蟲天敵的棲息場所，有些在冬天開花的可作為天敵蜜源植物，因此，除草時應適度的保留不妨礙茶樹生長之較低矮性雜草 (如青芳草、霍香薊、心葉母草)，或種植魯冰、黑麥草等覆蓋作物，以增加天敵棲息的場所。

四、合理化施肥

合理的施肥並加強茶樹的營養診斷，使茶樹不致於營養不良或部份營養過量。若茶樹營養不良致樹勢衰弱，則抵抗病、蟲的能力弱；若營養過量 (如氮肥)，則易造成某些害蟲 (如葉蟬) 的猖獗危害。

五、做好蟲害的監控

耕作者應非常熟悉自己茶園病蟲害發生時期、種類，應隨時記錄做為病蟲害可能發生之預警參考，並可利用目視、誘蟲盒、有色粘紙來了解害蟲發生之情況，如利用性費洛蒙誘蟲盒來監控捲葉蛾之發生密度；利用黃色粘紙來監控薊馬、刺粉蝨之發生密度；以捕蟲網來監控茶小綠葉蟬發生之密度等，以採取必要之管理措施。

六、具備灌溉設施

一般茶園位於水源較缺乏之山坡地，但是若要從事有機栽培之茶園必要具備灌溉設施以因應乾旱時期，使茶樹不致於缺水而維持正常的生長勢，保持對病蟲原的抵抗力。

非化學農藥資材

一、礦物油

礦物油為原油提煉過程中所得到的石油的衍生物，如夏油、窄域油。對茶樹上常見的小型有害生物，如介殼蟲、蚜蟲、粉蝨、及葉蟬類具觸殺或驅除防治效果。其作用機制為對昆蟲之卵表面或蟲體的氣孔被礦物油覆蓋後，無法進行正常的呼吸作用而死亡。曾 (2006) 及江 (2007) 應用 SK EnSpray 99 (petroleum oil) 99%乳劑 (EC) 對茶神澤氏葉蟬 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 之防治效果，經田間試驗結果得知效果甚佳，已正式登記使用在茶樹上防治葉蟬類。但應注意避免在溫度太高或太低的環境施用，以免引發藥害。

二、糖醋液

糖醋液為將多種活性菌加糖類、蛋白質類、酒類、釀造醋等按適當比例混合，經過約 3~4 星期發酵而成。因此原則上屬於一種液體營養製劑，施用後有助於作物的生長勢，進而增強對病蟲害的抵抗能力。

三、辣椒、大蒜

辣椒與大蒜為辛香類植物，利用其辛辣刺激來驅除作物上昆蟲，對於活動性強的害蟲，如薊馬、茶小綠葉蟬等之驅逐效果不理想，對於活動性弱的害蟲，如介殼蟲類、蚜蟲及粉蝨類等之驅逐效果較佳。

以上防治資材至少一星期施用一次，連續噴三次後，茶菁必需經過 10 天以上才可採收 (表十)，以免茶葉殘留異味 (曾，2007)。

結 語

茶園蟲害防治技術雖有以上的方法可茲應用，但尚嫌不足，如目前茶園發生嚴重的茶角盲椿象及茶小綠葉蟬，尚無有效的對策可應用，唯在部份茶區利用被茶小綠葉蟬危害之茶芽製成高價值的產品—東方美人茶 (俗稱膨風茶)，這在作物中大概只有茶樹莫屬了。其它如教導茶農多認識害蟲的生態，採摘害蟲卵塊放在有水盤的杯中，一方面可殺死剛孵化的幼蟲，一方面可保護天敵，此法可應用在已具有卵寄生蜂的害蟲種類上。天敵的活動與其對害蟲的防治效果，常受到寄生昆蟲所棲息

的寄主植物影響 (Boethel *et al.*, 1986), 因此, 在進行生物防治時亦可配合施用有機肥料, 增加天敵對害蟲抑制效果 (Price *et al.*, 1980)。在有機栽培耕作法中, 雜草防除採用不施用殺草劑的方法, 適度的保留部份雜草, 或利用覆蓋綠肥作物與敷蓋植物殘體, 無形中增加了天敵在茶園中棲息的場所, 甚至在茶園立足, 更增加天敵對害蟲的制衡作用。

目前, 茶園害蟲生物防治推廣面積雖不如以往, 但已規劃逐年增加中, 希望能夠藉由害蟲生物防治方法, 配合合理用藥與耕作技術之調整, 降低茶園之用藥, 用以提升茶葉之附加價值。藉由老祖宗留下來的智慧, 加上現代的科學技術, 推行作物的有機栽培, 最終目的在於維護人類的健康, 保護地球上大地之母, 留給下一代一個永續經營的生態環境。

參考文獻

1. 江正享. 2007. 探討 SK EnSpray 99 (petroleum oil) 乳劑對茶神澤氏葉蟬之田間藥劑試驗. 行政院農委會茶業改良場 96 年年報 pp. 41-43。
2. 許洞慶、朱耀沂. 1971. 黃斑粗喙椿象 (*Eocanthecona furcellata* (Wolff)) 之食性研究. 植物保護學會 13(4): 185。
3. 許飛霜. 2004. 應用蘇力菌防治茶園捲葉蛾類研究. 行政院農委會茶業改良場 93 年年報 pp. 145-147。
4. 陳惠藏. 1986. 茶樹神澤葉蟬及其天敵長毛捕植蟬之生態研究. 台灣茶業研究彙報 5: 83-108。
5. 陳惠藏. 1988. 茶葉蟬生物防治. 台灣茶業研究彙報 7: 15-26。
6. 陳惠藏. 1990. 茶姬捲葉蛾生態及利用赤眼卵寄生蜂進行生物防治試驗. 台灣茶業研究彙報 9: 55-69。
7. 曾信光. 1988. 利用寶特瓶飼養茶樹害蟲天敵—寄生蜂之方法. 台灣茶業研究彙報 7: 27-30。
8. 曾信光. 1990. 溫度對茶姬捲葉蛾發育及繁殖之影響. 台灣省茶業改良場 79 年年報 pp. 49-53。
9. 曾信光. 1991. 利用性費洛蒙防治茶姬捲葉蛾之研究. 台灣省茶業改良場 80 年年報 pp. 39-41。
10. 曾信光. 1992. 利用性費洛蒙防治茶姬捲葉蛾之研究. 台灣省茶業改良場 81 年年報 pp. 38-39。
11. 曾信光、蘇宗宏. 1996. 溫度對茶蠶卵寄生蜂發育及繁殖之影響. 台灣茶業研究彙報 15: 39-45。
12. 曾信光. 1998. 茶蠶卵寄生蜂飼育與防治茶蠶之探討. 中正農業科技社會公益基金會 87 年研究計畫成果研討會專刊 pp. 124-130。
13. 曾信光. 2002. 茶蠶卵寄生蜂 (*Telenomus* sp.) 之飼養與冷藏保存. 農作物害蟲與害蟎生物防治研討會. 台灣昆蟲特刊 3: 183-191。
14. 曾信光. 2006. 探討 SK EnSpray 99 (petroleum oil) 乳劑對茶神澤氏葉蟬之田間藥劑試驗. 行政院農委會茶業改良場 95 年年報 pp. 93-96。
15. 曾方明、曾信光. 2007. 植物抽出物防治茶樹病蟲害之應用. 行政院農委會茶業改良場 96 年年報 pp. 57-58。
16. 曾信光. 2007. 氣象因子對於茶捲葉蛾類應用性費洛蒙防治技術之相關研究. 行政院農委會茶業改良場 96 年年報 pp. 33-34。
17. 曾信光. 2009. 黃斑粗喙椿象之大量繁殖與應用. 行政院農委會茶業改良場 98 年年報 p. 57。
18. 蕭素女. 1987. 茶捲葉蛾顆粒體病毒原性之研究. 台灣省茶業改良場 76 年年報 pp. 117-119。
19. 蕭素女. 1988. 茶捲葉蛾顆粒體病之研究. 台灣省茶業改良場 77 年年報 pp. 107-108。
20. 蕭素女. 1989. 茶姬捲葉蛾性費洛蒙合成劑田間試驗. 台灣茶業研究彙報 8: 27-35。

21. 蕭素女. 1990. 茶姬捲葉蛾性費洛蒙之生物檢定. 中華昆蟲 10(4):425-432。
22. 蕭素女. 1992. 茶姬捲葉蛾 *Adoxophyes* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) 性費洛蒙擾亂交尾之研究. 台灣茶業研究彙報 11: 91-102。
23. 蕭素女、張國安. 1996. 基徵草蛉防治茶葉蟬效果試驗. 台灣省茶業改良場 85 年年報 pp. 52-54。
24. 蕭素女. 1998. 茶捲葉蛾性費洛蒙田間誘蟲效果測試. 台灣茶業研究彙報 17: 9-17。
25. 蕭素女. 2000. 茶園施放性費洛蒙大量誘殺茶捲葉蛾之效果試驗. 台灣茶業研究彙報 19: 67-76。
26. 蕭素女. 2003. 基徵草蛉 (*Mallada basalis* (Walker)) 防治茶園神澤氏葉蟬 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 之效果評估. 台灣茶業研究彙報 22:87-100。
27. 蕭素女. 2006. 茶園茶捲葉蛾類害蟲顆粒體病之研究. 行政院農委會茶業改良場 95 年年報 pp. 112-113。
28. 顏辰鳳. 1995. 釋放基徵草蛉防治神澤氏葉蟬及刺粉蝨. 台灣省茶業改良場 84 年年報 pp. 183-189。
29. 顏辰鳳. 1996. 釋放基徵草蛉防治茶樹上小綠葉蟬及三輪薊馬. 台灣省茶業改良 85 年年報 pp. 149-150。
30. 顏辰鳳. 1997. 釋放基徵草蛉防治茶樹上小綠葉蟬及三輪薊馬. 台灣省茶業改良 86 年年報 pp. 154-156。
31. 石原保. 1941. 天敵に利用される異翅半翅目類. 植物及動物 9(9): 223-248。
32. Boethel, D. J. and Eikenberry, R. D. 1986. Interactions of plant resistance and parasitoids and predators of insects. John Wiley & Sons. N.Y. p. 224.
33. Ho, H. Y., Y. T. Tao, R. S. Tasi, Y. L. Wu, H. K. Tseng, and Chow, Y. S. 1996. Isolation, identifications and synthesis of sex pheromone components of female tea cluster caterpillar, *Andraca bipunctata* Walker (Lepidoptra: Bombycidae) in Taiwan. J. Chew. Ecol. 22: 271-285.
34. Kou, R., D. S. Tang, Y. S. Chow and Tseng, H. K. 1990. Sex pheromone components of female smaller tea tortrix moth, *Adoxophyes* sp. (Lepidoptra: Tortricidae) in Taiwan. J. Chem. Ecol. 16 (4): 1409-1415.
35. Price, P. W., C. E. Bouton, P. Gross, B. A. Mc Pheron, J. N. Thompson, and Weis, A. E. 1980. Interaction among three tortrix levels: Influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. Annu. Pev. Ecol. and Syst. 11: 41-65.
36. Tsai. R. S., E. C. Yang, C. Y. Wu, H. K. Tseng and Chow, Y. S. 1999. A Potent Sex Attractant of the Male Tea Tussock Moth, *Eoproctis pseudoconspersa* (Strand) (Lepidoptera: Lymantriidae) in Taiwan: Field and EAG Responses. Zoological Studies 38(3): 301-306.
37. Tamaki, Y., H. Noguchi, and Yushima, T. 1971. Two sex pheromones of the smaller tea tortrix: isolation, identification, and synthesis. Appl. Ent. Zool. 6 (3): 139-141.
38. Tamaki, Y., H. Noguchi, H. Sugie, and Sato, R. 1979. Minor components of the female sex attractant pheromone of the smaller tea tortrix moth (Lepidoptera: Tortricidae): isolation and identification. Appl. Ent. Zool. 14(1): 101-113.

Biological Control of Tea Tree Pests in Taiwan

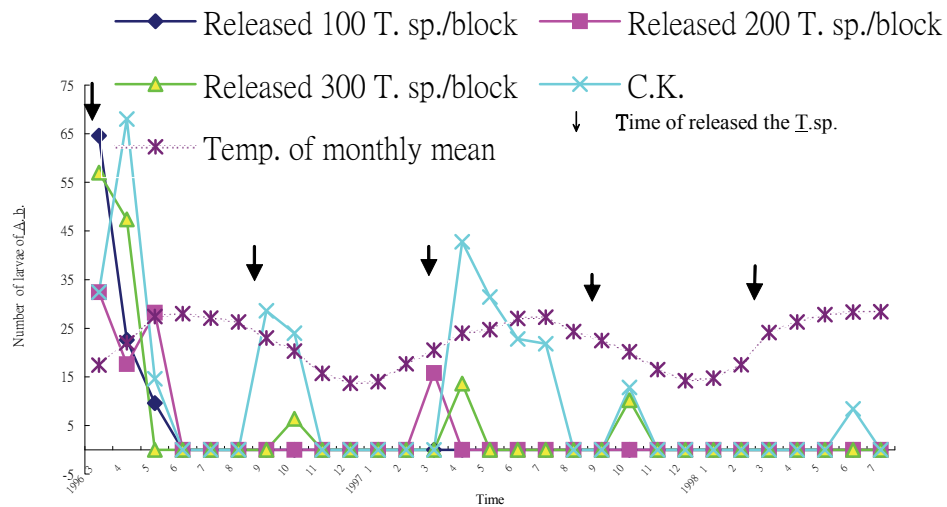
Hsin-Kuang Tseng¹ Su-feng Roun² Iou-Zen Chen³

Summary

This paper reviews pest biological studies and field control of tea tree pest, included insects and mites. Biological control methods included Parasitoid and Predator released the utility of sex pheromone. Some studied results had extended in tea plantation included, *Trichogramma* spp. *Amblysiens womersleyi* and *Mallada basalis* (walker) released, and the sex pheromone of tea tortrix. Some methods have utility potential include the parasitoid of tea silk worm. The main studied targets right now are focus in the utilization of *Mallada basalis*, *Cantheconidea furcellata*, and Mantis. The paper also discussed the studies of cultivation practices which utilized farming methods to decrease the threats of pests and some research situations of non-chemical pest control.

Key words: Tea tree pest, Biological control, Sex pheromone, Microbial control

-
1. Associate Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 2. Assistant Professor, Department of Horticulture and Biotechnology, Chinese Culture University, Taipei, Taiwan, R.O.C.
 3. Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei and Director, TRES, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.



圖一、釋放不同數量茶蠶卵寄生蜂防治茶蠶結果

Fig. 1. Result of controlled the *Andraca bipunctata* by its egg parasitoid (*Telenomus* sp.) for released different number

表一、釋放基徵草蛉對茶葉蟎成若蟎之效果比較 (蕭及張，1996)

Table 1. Release effect of the *Mallada basalis* (Walker) on the adult and nymph number of tea red spider mite

處 理	釋放前 (蟎數/葉)	釋 放 後 (蟎數/葉)					
		4 日	11 日	18 日	25 日	32 日	39 日
第一小區	19.3	7.90	5.80	0.60	0.40	0.20	0.05
		(55.31)	(58.63)	(46.31)	(82.11)	(95.19)	(98.25)
第二小區	27.9	13.00	12.20	0.60	0.90	0.60	0.20
		(49.13)	(39.80)	(62.86)	(72.15)	(91.67)	(95.14)
對 照	19.0	17.40	13.80	1.10	2.20	4.90	2.80
							1230

註：() 內表示防治率%

表二、釋放基徵草蛉對茶葉蟎卵之效果比較 (蕭及張, 1996)

Table 2. Release effect of the *Mallada basalis* (Walker) on the egg number of tea red spider mite

處 理		釋 放 後 （ 蟎數／葉）						
		4 日	11 日	18 日	25 日	32 日	39 日	46 日
釋放前（蟎數/葉）								
第一小區	19.3	13.30	1.00	1.60	1.00	0.40	0.30	0.05
		(29.83)	(55.05)	(70.53)	(77.53)	(67.09)	(80.17)	(97.82)
第二小區	27.9	25.60	2.80	2.60	1.30	0.30	0.20	0.05
		(16.33)	(22.03)	(70.33)	(81.95)	(85.09)	(91.81)	(98.66)
對 照	19.0	21.30	2.50	6.10	5.00	1.40	1.70	2.58

註：() 內表示防治率%

表三、茶園釋放基徵草蛉卵防治刺粉蝨卵 (粒/葉) (顏, 1995)

Table 3. Control the egg of citrus spiny whitefly by releasing the egg of *Mallada basalis* (Walker)

	釋放前 蟲 數 (10/5)	釋放一次後第 1 次調查 (10/19)		釋放一次後第 2 次調查 (11/3)		釋放二次後 調查 (11/20)		釋放三次後 調查 (12/5)		釋放四次後 調查 (12/20)	
		蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率
釋放區*	2.45a	0.82a	74.5	8.76a	53.6	13.80a	53.9	12.90a	58.2	4.52a	60.1
對照區	1.80a	2.36a	—	13.86a	—	22.00a	—	22.70a	—	8.33a	—

* 釋放即將孵化基徵草蛉卵 (1995 年第一次 10/13, 第二次 11/4, 第三次 11/22, 第四次 12/6, 第五次 12/22)。

表四、茶園釋放基徵草蛉卵防治刺粉蝨一齡幼蟲 (隻/葉) (顏, 1995)

Table 4. Control the 1st larve of citrus spiny whitefly by releasing the egg of *Mallada basalis* (Walker)

	釋放前 蟲 數 (10/5)	釋放一次後第 1 次調查 (10/19)		釋放一次後第 2 次調查 (11/3)		釋放二次後 調查 (11/20)		釋放三次後 調查 (12/5)		釋放四次後 調查 (12/20)	
		蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率
釋放區*	13.04a	3.31b	72.1	0.98b	77.9	0.51b	65.6	2.10a	0	9.33a	0
對照區	21.90a	19.90a	—	7.46a	—	2.49a	—	3.51a	—	10.64a	—

* 釋放即將孵化基徵草蛉卵 (1995 年第一次 10/13, 第二次 11/4, 第三次 11/22, 第四次 12/6, 第五次 12/22)。

表五、茶園釋放基徵草蛉卵防治刺粉蝨二齡幼蟲～蛹期 (隻／葉) (顏，1995)

Table 5. Control the 2nd larve of citrus spiny witefly by releasing the egg of *Mallada basalis* (Walker)

	釋放前 蟲 數 (10/5)	釋放一次後第 1 次調查 (10/19)		釋放一次後第 2 次調查 (11/3)		釋放二次後 調查 (11/20)		釋放三次後 調查 (12/5)		釋放四次後 調查 (12/20)	
		蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率	蟲數	防治率
釋放區*	36.65a	9.05b	77.5	2.05b	83.0	1.88a	70.0	1.22b	84.3	3.46a	66.6
對照區	41.25a	45.30a	—	13.56a	—	7.06a	—	8.76a	—	11.67a	—

* 釋放即將孵化基徵草蛉卵 (1995 年第一次 10/13，第二次 11/4，第三次 11/22，第四次 12/6，第五次 12/22)。

表六、釋放溫氏捕植蟎 (30 萬隻/公頃) 防治神澤氏葉蟎之結果 (陳，1986)

Table 6. Result of controlled the *Tetranychus kanzawai* Kishida for Releasing*Amblysieus womersleyi*

釋放前蟎數	釋放後蟎數 (蟎數/葉)		
	7 日	14 日	21 日
6.7	5.7	3.2	0

表七、茶蠶卵寄生蜂在茶樹不同部位之寄生率

Table 7. The ratio of parasitoid of *Andraca bipunctata* egg in the different parts of tea tree

Seasonal	Ratio of parasitoid (%)				
	up	middle	down	right	left
Spring	93.8	98.5	98.0	100	100
Autumn	97.3	97.5	61.8	100	81.1

表八、茶姬捲葉蛾性費洛蒙合成劑田間誘蟲效果 (蕭, 1990)

Table 8. Attractive effects of different ratio of synthetic sex pheromone component of smaller tea tortrix in the field

Z9-14: Ac / Z11-14: Ac / E11-14: Ac / 10-Me-12: Ac 0.1mg	Total male moths attracted
47 : 50 : 1 : 2	467.3±207.7a*
23 : 25 : 2 : 50	263.3±98.4b
36 : 22 : 3 : 39	88.5±24.4c
Shin Etse	181.5±31.0bc

* Four duplicates. Means in the column followed by the same letter are not significantly different (p=5%, Duncan's multiple range test).

表九、不同處理方法對茶姬捲葉蛾在各季茶之危害率 (桃園縣龍潭鄉)

Table 9. Different processing method to harmful rate of smaller tea trotrix in the various tea-processing seasons

處 理	危 害 率 (%)				
	春	夏	六月白*	秋	冬
誘 殺 區	3.78b	0.01c	0.02c	0.06c	0
干 擾 區	4.63b	0.18b	0.34b	0.20b	0
對 照 區	12.35a	0.35a	0.55a	0.43a	0

* 六月白係指第二次夏茶

表十、非農藥資材對茶味之品評之結果

Table 10. Result of non-chemicals materials on the tea sensory evaluation

噴後日數 (日)	葵 花 無患子油 200 倍	辣椒粉等 300 倍	窄域油 300 倍	海藻精 1000 倍	對 照 (噴水)
0	2.5*	1.5	2.0	0	0
3	0.25	1.0	1.25	0	0
7	0.25	1.0	0.5	0	0
14	1.0	0.5	1.0	0	0

* 0-表示無異味 1-表示異味輕 2-表示異味中等 3-表示異味重。