

前言

混農林業簡單來說就是結合農業與林業，古代就有這樣混植的歷史。根據研究混農林業的大師，弗羅里達大學的Nair教授在他的著作裡整理的定義為「混農林業是個集合名詞，是一個可以空間排序及不同時間順序的方式，經營多年生林木與農作物或動物的土地利用系統」（Nair, 1993）。隨著全球混農林業的推行，其中的蟲害管理的議題也逐漸被重視而討論。

牛樟混農區害蟲相調查

落實才可評估混農林業所混植的植物種類

林業試驗所團隊在2013年7月至2014年10月，在坪林的牛樟與茶混植區及魚池牛樟與檳榔的混植區進行牛樟害蟲相調查，調查結果顯示至少有6目（等翅目、半翅目、縷翅目、鞘翅目、鱗翅目及膜翅目）27科65種的昆蟲以牛樟為食（汪等, 2014）。



咖啡捲葉蛾雄蟲（汪澤宏 攝）



遮蔭樹種對混農林業的影響

林業試驗所團隊在南投魚池所進行的牛樟與檳榔混植的試驗，是與當地檳榔種植者合作，將原先的檳榔園內的部分檳榔先砍除，然後依實驗設計種植牛樟苗木，以檳榔樹為遮蔭樹種，分別有不同程度遮蔭效果跟全日照的設計，當初設計時只要是看遮蔭效果對牛樟苗木生長的影響，後來發現有遮蔭的牛樟苗木總是會比較多昆蟲來棲息及覓食，尤其是頂上生長的嫩芽很容易受到昆蟲吸食或咬食，所以在生長初期，反而是沒有檳榔樹遮蔭的牛樟生長的較好，不過經過一年半之後，遮蔭的牛樟苗木就跟沒遮蔭的牛樟生長狀況差不多，所以遮蔭作用在牛樟苗木生長初期所吸引較多昆蟲來覓食並不影響後期的生長。同樣的在國外的報告也提出不同遮蔭程度的遮蔭樹種對於咖啡跟可可的管理都有正面的影響（Tschamtko et al., 2011）。

非農藥防治在混農林業上應該是可行的

自從化學合成的農藥被普遍應用在農業害蟲的防治上之後，農業害蟲跟化學合成農藥的戰爭從來沒有停止過。有昆蟲學家估計，世界上的昆蟲種類超過一百萬，這麼多種類的昆蟲中，在農業上造成重大經濟損失的害蟲卻不多，經過農業長期噴灑的篩選，絕大部分能夠存在的農業害蟲族群都具有多類農藥抗藥性的基因，而在自然環境中絕大部分種類的昆蟲是不具抗藥性基因，所以在單一農作物的區域長期使用農藥，除了農民本身有安全疑慮，該區絕大部分種類的昆蟲大都被消滅了，尤其是這些害蟲的捕食性或寄生性天敵。可悲的是主要害蟲都還活的很好。近些年台灣在農業害蟲管理上有逐日的進步，非農藥防治的方法也被使用，其實有些方法不是甚麼新的創舉，如水稻與百合的輪作，幾十年前就在用了，淹水可以將田間的根蚜殺死，百合受到的危害就會大量降低。確實執行的甲基丁香油區域性防治往往能將東方果實蠅的族群數量降到很低。蘇力菌的微生物防治鱗翅目害蟲也都可以達到不錯的功效。害蟲防治不是只能用化學合成藥劑，結合不同的

非農藥防治的方法應該可行的，對土壤也不會有汙染，對環境的保護也是最好的。傳統在森林蟲害幾乎沒有在用化學做防治，因為森林的植物種類多樣性高，植食性的昆蟲族群數量通常不會突然大發生而產生危害，所以基本上不用做過多的防治，但是少數單一樹種的造林地，有可能因為氣候因素或本身環境逆境，造成少數種類害蟲大發生而危害林木。

所以在混農林業上除了不要挑到農作物與林木害蟲種類重疊的物種外，也要盡量避免長時間只種植單一農作物，要盡量挑選不同的農作物輪作，如果農作物是木本的種類（如果樹或茶樹），也盡量不要只種植單一品種或近似的種類，這樣應該可以避免提供大量食物給該區的在害蟲族群。這個概念不僅是混農林業要注意，在農業或林業生態體系也應該要如此進行。少數雜食性的害蟲可以危害相當多植物種類，要在農作物及林木種類做區隔也相當困難，這時不論生物防治、費洛蒙防治、物理方式等方法就必須去施用。舉例來說，茶角盲椿象的食性很廣，前面提到在牛樟及茶的混植區都可以發現有相當大的族群數量，而在台灣大多數的茶園也有很多的族群量，化學農藥的施用除了篩選出抗藥性族群（目前沒有去實驗茶角盲椿象是否已經發生），目前慣行農法（即是在安全期用藥防治）的防治效果也逐漸不佳，誘引劑（不論是性費洛蒙或其他誘引物質）的開發有其迫切的需要。由上述例子可以知道非農藥防治在未來的農業或混農林業都有其推展的必要性。



牛樟與茶混植地區的 蟲害介紹

茶捲葉蛾

學名：*Homona magnanima*

形態簡述與生態習性：茶捲葉蛾跟茶姬捲葉蛾都是茶樹有名的重要害蟲，會吸食牛樟葉片是近年才被林業試驗所的研究人員發現並加以確認的。雌蟲交配完會飛到牛樟葉片的正面產卵，不同於茶姬捲葉蛾是在葉背產卵。卵黃色呈魚鱗狀，一片一片相疊形成卵堆，剛孵化的一齡幼蟲會爬至葉芽內或是嫩葉邊緣取食，脫皮成為2齡幼蟲後會吐絲由葉尖向中心捲起，棲息於捲葉內取食牛樟葉片。在牛樟園終年都會發現幼蟲所捲的葉苞，族群量在夏秋兩季較多，對於正在生長的牛樟苗木危害屬於中低程度。在沒有噴灑農藥的牛樟園，幼蟲被索線蟲、小蘭蜂及姬蜂等寄生性天敵寄生的比例相當高，經由林業試驗所的研究人員所採集回實驗室飼養的幼蟲，有超過82%在野外已被寄生，所以在開放式的牛樟園本身的生物防治效果就已經很好了。



茶姬捲葉蛾（汪澤宏 攝）



茶姬捲葉蛾幼蟲（汪澤宏 攝）



茶姬捲葉蛾的寄生性蜂類（汪澤宏 攝）

防治建議

1. 以茶捲葉蛾的性費洛蒙誘引器來捕殺成蟲。
2. 以人工方式摘除幼蟲的葉苞或修剪部分枝條。
3. 如果在溫室或網室所栽種的牛樟小苗，維持環境衛生，避免成蟲進入產卵。
4. 在開放空間的牛樟園不建議用農藥來防治茶捲葉蛾。
5. 目前沒有在溫、網室所栽種的牛樟小苗發現大規模的幼蟲危害，基於栽種人員安全、經濟考量及對環境友善的情形下不建議使用農藥防治。



茶捲葉蛾雌蟲（汪澤宏 攝）



茶捲葉蛾幼蟲（汪澤宏 攝）

茶姬捲葉蛾

學名：*Adoxophyes sp.*

茶姬捲葉蛾是茶樹有名的重要害蟲，在牛樟上取食是近年才被林業試驗所的研究人員發現並加以確認。雌蟲交配完會飛到牛樟葉片的背面產卵，卵黃色呈魚鱗狀，一片一片相疊形成卵堆，剛孵化的一齡幼蟲會爬至葉芽內或是嫩葉邊緣取食，脫皮成為2齡幼蟲後會吐絲由葉尖向中心捲起，棲息於捲葉內取食牛樟葉片。根據茶姬捲葉蛾在茶園的觀察是一年會發生八世代，每個世代會相互重疊。牛樟園全年都會發現幼蟲所捲的葉苞，在3、4月族群量會較多，對於正在生長的牛樟苗木危害屬於中低程度。在沒有噴灑農藥的牛樟園，幼蟲被病毒、索線蟲、小蘭蜂及姬蜂等寄生性天敵寄生的比例相當高，經由林業試驗所的研究人員所採集回實驗室飼養的幼蟲，有超過80%在野外已被寄生，所以在開放式的牛樟園本身的生物防治效果就已經很好了。防治建議與茶捲葉蛾類似。



茶細蛾是茶樹與牛樟樹共通的食葉性害蟲（汪澤宏 攝）



茶細蛾幼蟲（汪澤宏 攝）



混農林業的蟲害管理 —牛樟與茶及檳榔混植的例子

發行人 / 黃裕星

作者 / 陳芬蕙、汪澤宏

圖片提供 / 汪澤宏、張永仁

美術編輯 / 許馬克

發行單位 / 行政院農業委員會林業試驗所

地址 / 100 臺北市南海路53號

電話 / 02-2303-9978

傳真 / 02-2307-8755

網址 / <http://www.tfri.gov.tw>

出版年月 / 中華民國一〇五年十一月

樟細蛾

學名：*Acrocercops ordinatalla*

樟細蛾跟茶細蛾都是近年才被林業試驗所的研究人員發現是牛樟上的新紀錄昆蟲，其中之前樟細蛾會記錄會危害樟樹，而茶細蛾則是茶樹著名害蟲。樟細蛾跟茶細蛾在牛樟園有混棲的情形，而樟細蛾的族群數量較高。剛孵化的樟細蛾一齡幼蟲會在潛入葉的下表皮取食葉肉，在葉表面形成數條不規則的半透明食痕，到三齡幼蟲後會爬出葉面，將葉尖向中心捲起，形成葉苞，棲息於捲葉內取食牛樟葉片至化蛹。牛樟園在春、秋兩季族群量會較多，會發現較多的葉表面被樟細蛾潛葉蛀食，對於小苗或兩公尺的牛樟木會造成比較大的影響，正在生長的牛樟苗木危害屬於中低程度。在沒有噴灑農藥的牛樟園，幼蟲被病毒、索線蟲、小齒蜂及姬蜂等寄生性天敵寄生的比例相當高，經由林業試驗所的研究人員所採集回實驗室飼養的幼蟲，有超過85%在野外已被寄生，所以在開放式的牛樟園本身的生物防治效果就已經很好了。防治建議

1. 以人工方式摘除幼蟲的葉苞或修剪部分枝條。
2. 如果在溫室或網室所栽種的牛樟小苗，維持環境衛生，避免成蟲進入產卵。在開放空間的牛樟園不建議用農藥來防治樟細蛾。
3. 如果是溫、網室所栽種的牛樟小苗遭到大規模的幼蟲危害，可能會造成大量植株死亡，這時建議以生物性劑（蘇力菌）來做緊急防治。



牛樟被椿象危害後的葉片（汪澤宏 攝）

茶角盲椿象

學名：*Helopeltis fasciaticollis*

形態簡述與生態習性：茶角盲椿象近年來是茶葉上的重要害蟲，尤其是有機栽培的茶園，根據茶葉研究專家們的看法，這種原先是森林昆蟲，近年才大量的危害茶樹。根據林業試驗所的研究人員的調查研究，茶角盲椿象的寄主植物相當多，以牛樟葉為食是近年才發現並加以確認的。若蟲及成蟲會以刺吸式口器吸取牛樟葉的汁液，在春天新芽萌發時的危害會並使嫩芽與葉上產生黑褐色斑點，並造成葉子焦枯，危害嚴重時造成頂芽生長點受阻，影響樹木生長勢。目前尚未在野外發現他的天敵生物。防治建議以黃色黏板降低族群量、以人工方式摘除卵塊以及植株不要重太密集，保持環境通風。



茶角盲椿象是目前茶園重要的害蟲（張永仁 攝）

長頸捲葉象鼻蟲

學名：*Paratrachelophorus nodicornis*

形態簡述與生態習性：長頸捲葉象鼻蟲原先在台灣的食草紀錄有山桂花、水金京、樹杞、台灣山香圓及九節木等。在牛樟上取食是近年才被林業試驗所的研究人員發現並加以確認。雌蟲交配完會在葉片上咬出幾道縫隙，然後用口器跟腳將葉片慢慢包裹成一個葉苞，而在葉苞中會產下一顆淡黃色的卵，產卵之後會將葉苞連接的葉部咬斷，葉苞會掉落至地面。葉苞內的卵孵化的幼蟲會以葉苞為食以至化蛹及羽化為成蟲。長頸捲葉象鼻蟲在牛樟園的族群量不高，對於正在生長的牛樟苗木危害屬於低程度，不須特別防治。



長頸捲葉象鼻蟲雄蟲（汪澤宏 攝）



長頸捲葉象鼻蟲雌蟲（汪澤宏 攝）

黑翅土白蟻

學名：*Odontotermes formosanus*

形態簡述與生態習性：

黑翅土白蟻的工蟻會在牛樟樹幹的表面用土及少許木屑做成泥道（或稱蟻道），只啃食樹的表皮或樹表皮上的苔蘚類，在健康的牛樟並不會蛀食到木質部，除非是死樹或健康狀況不佳的牛樟樹，對健康樹的危害相當低，至於被啃了一些樹皮所造成的影響，還有待繼續觀察。黑翅土白蟻是屬於土棲性的白蟻，會在地下部的土壤做巢，巢內常會發現一些蟻客及共生的真菌，在台灣有名而口感極佳的雞肉絲菇就是其中的共生真菌。防治建議以物理方式排除泥道，不建議用藥劑防治。



黑翅土白蟻工蟻（汪澤宏 攝）

結論

混農林業的蟲害管理研究在台灣算是剛起步，林木及農作物的害蟲相調查是一個最基本，但也最重要的一項工作，台灣的農業害蟲相關資料雖然好像都很清楚，「植物保護手冊」列的作物害蟲清單跟防治方法也看似齊全，但全球環境隨著氣候暖化而有變化，原先的害蟲相是否也有變化。某些因素造成外來種昆蟲來到台灣，有些危害作物嚴重而成了入侵種昆蟲。以筆者這幾年混農林業區調查的茶害蟲，以往文獻沒紀錄的就高達7種以上，有幾種甚至是台灣的新紀錄昆蟲（尚未在學術期刊正式發表），這說明了害蟲相調查這樣基礎性的研究是必須常常要做的，而林木害蟲的基礎研究就更加缺乏，隨便一個樹種只要認真調查一年，所調查到的昆蟲種類可能是原先文獻中三至十倍的種類數，或許這些昆蟲在森林中並不會造成重大危害，不過基礎資料的建立是為了未來管理上提供可做決策的依據，落實害蟲相調查，才可評估混農林業所混植的植物種類，在推廣混農林業時，害蟲管理才有所本。

混農林業 的蟲害管理

—牛樟與茶及檳榔混植的例子

陳芬蕙·汪澤宏

黑翅土白蟻會在樹皮上做泥道牛樟被椿象危害後的葉片（汪澤宏 攝）