

## 有機農田生態工法之應用實例

### Application of ecological engineering in organic farm

林立<sup>1</sup>、翁崧夏<sup>2</sup>、沈恕忻<sup>3</sup>、陳任芳<sup>4</sup>、游之穎<sup>5</sup>、楊大吉<sup>6,\*</sup>

<sup>1</sup>花蓮區農業改良場 作物環境課 助理研究員

<sup>2</sup>花蓮區農業改良場 作物環境課 研發替代役

<sup>3</sup>花蓮區農業改良場 作物環境課 約聘人員

<sup>4</sup>花蓮區農業改良場 作物環境課 副研究員

<sup>5</sup>花蓮區農業改良場 作物改良課 助理研究員

<sup>6</sup>花蓮區農業改良場 研究員

\*E-mail: [tachiyang@mail.hdais.gov.tw](mailto:tachiyang@mail.hdais.gov.tw)

### 摘要

本研究以生態系統服務的概念，於宜蘭花蓮有機農場嘗試以增加植物多樣性達到營造天敵棲所之功能，以增加生物防治功能之永續效果。本場於2009年開始於田間進行棲地操作相關試驗，其中包含種植馬利筋等綠籬種植於有機蔬菜田區以建構天敵喜愛環境，以及種植細葉雪茄花於農田吸引授粉昆蟲。今年本場更針對玉米螟天敵棲所營造、混植一年生開花性植物於甘藍田區防治害蟲以及有機水稻田埂植被棲所營造進行試驗。結果顯示以人為方式增加農田植物種類，的確可增加生物多樣性，並達到生物防治功能之效。此外，水稻田埂植被操作試驗結果發現，不同農業操作對水稻田無脊椎動物多樣性有相當程度的影響，日後將加強捕食性與寄生性天敵種類鑑定，並持續篩選適合天敵藏匿之植被植物，作為未來農業生物多樣性指標以及環境友善生態農法的推廣物種。本研究將針對棲所營造試驗繼續擴大研究範圍，並將研究成果推廣於農民應用。

**關鍵詞：**生態系統服務、綠籬、有機農業、一年生草花、生物棲所營造

## 前言

生物防治法 (biological control method)，一直為有機農法蟲害防治之重要方法。過去，田間生物性害蟲防治包含：利用性費洛蒙誘捕害蟲、週期性釋放田間害蟲天敵等方式，以降低害蟲族群密度。有機農法除了不使用化學藥劑之外，更重要的精神在於維持田區生物多樣性達到永續經營之目的。因此，建構生物友善(Eco-friendly) 的農田環境，利用豐富的生物相達農田生態系之平衡，是建立在生態系統服務 (ecosystem service) 的概念上，來進行田間害蟲生物性防治 (Costanza *et al.*, 1997)。

農田生態工法 (*Ecological engineering*)、生物棲所營造 (habitat manipulation)、農田景觀化 (Farmscaping) 這三種名詞意思相似、皆為增加農田生物多樣性的方法，藉由增加田區植物種類而提高田區生物多樣性，使農田生態系之食物鏈達平衡，便能有效控制害蟲族群密度，最終達生物防治之功效 (Ponti *et al.*, 2005；Simon *et al.*, 2010; Gurr *et al.*, 2011)。棲地操作方法中「農田綠籬」與「田埂植被」被證實能有效控制農田害蟲密度 (林與楊，2012；Marino and Landis, 1996；Wratten *et al.*, 2002)，在有機田區應用棲地營造之技術，不僅能降低田間蟲害問題、減少非農藥資材之消耗，同時增加田區景觀，實有一舉數得之效。綠籬原為屏障、遮蔭之用，應用於農業除有防風與阻隔外來物外，也提供農田害蟲天敵棲所，達到生物防治之效，並有觀賞與美化田區等附加價值 (呂等，2002；Ponti *et al.*, 2005；楊與林，2008)。花粉或花蜜為害蟲天敵昆蟲生活史某些階段之營養來源，於田埂種植開花植物同樣能吸引天敵昆蟲駐進，於農田種植吸引益蟲植物 (Insectary plant) 可增加有益天敵數量，增加生態系統服務功能 (Kopta *et al.*, 2012)，並降低其他外加資材的投入花費和人力，已成為有機農業永續管理害蟲的概念和方法。

目前，國內有機農業生物性防治害蟲技術中，僅有少數種類之害蟲天敵有大量飼養並且商品化的生產技術，突顯棲地操作應用於田間害蟲防治之重要，而國內探討棲地操作營造與田間害蟲關係之研究卻顯缺乏。東臺灣的宜蘭花蓮地區有機農業驗證面積達全國 1/4，為國內有機

生產主要區域，有機栽培與病蟲害防治方法需同步精進，因此，花蓮區農業改良場於 2009 年起針對棲地操作與害蟲抑制等研究，於轄區不同地點分別操作物防治相關試驗，包含：馬利筋等多年生植物作為蔬菜害蟲天敵棲所、菊科植物營造蔬菜田天敵棲所、水稻田埂植被操作等試驗，本文將簡述各試驗之操作方法及其初步成果，希冀各項試驗結果在未來能應用於有機農業中，改善有機農耕作環境，降低有機農業經營管理強度與害蟲防治資材使用，真正落實有機農業「自然」、「永續」之精神。

## 內容與討論

### 一、近年之應用推廣

花蓮區農業改良場於 2009 年開始，陸續與花蓮地區有機農民合作，於田間進行棲地操作相關試驗，並將成果陸續推廣於農民使用，其中包含種植馬利筋金露花於有機蔬菜田區以建構天敵喜愛環境的推廣(林和楊, 2012)，以及細葉雪茄花於農田吸引授粉昆蟲之推廣成效最佳，截至今年於宜蘭花蓮地區共推廣 3500 公尺(圖一)。本場通常藉由與農戶的合作試驗為基礎，若試驗成功則於現地進行觀摩會且該農場便順勢成為推廣於農民最有說服力之平臺。



圖一、目前推廣農田綠籬種植 3500 公尺

## 二、不斷嘗試的田間試驗

今年本場將試驗範圍由蔬菜田擴展至水稻田，以及將多年生灌木擴展至一年生植物，並以科學調查方法和數據佐證其功效。

### (一)、玉米螟天敵棲所營造

本試驗於花蓮縣瑞穗鄉富興社區「LiPaHak 生態農場」，栽植農田綠籬—扶桑花吸引玉米螟天敵(圖二)，以評估扶桑是否可作為玉米田之良好天敵棲所。選定農場內間距 60 公尺以上，面積皆為 1 分地之田區共三塊。將扶桑花苗種植於每塊田的其中一邊，株距約 70 公分。於 2013 年 12 月開始定植扶桑花，俟綠籬成長至隔年三月份時，種植第一期作甜玉米，待甜玉米成長一個月後，開始每塊田區各釋放 15 片赤眼卵寄生蜂蜂片(購自臺糖花蓮糖廠)，連續釋放 4 個禮拜，至最後採收前調查玉米螟危害情形。調查之取樣點分別為距離扶桑 1、25、50 公尺處之調查項目。另外，一期作玉米結穗前扶桑花尚未開花，因而沿扶桑綠籬補種菊科向日葵花(圖三)，向日葵除可延續花期不間斷外，其天敵擴散至田間的效果，也較其他矮小的開花植物更為明顯。

調查採收前 20 天玉米螟的危害率，結果顯示距離扶桑 1m、25m、50m 處，危害率分別為 0、0、6.7%(表一)，其中離扶桑綠籬 50m 外顯著與 1m、25m 有差異，但整體而言玉米螟發生率皆偏低，且較農場以往玉米螟發生率降低三成。此外，最後一次釋放寄生蜂片後半個月，亦在前述三種距離處捕捉到赤眼卵寄生蜂，赤眼卵寄生蜂在缺乏寄主的環境中，仍能生存在此空間內，推測乃因當地具有該物種可取食之花粉花蜜，或其他螟蛾類的寄主，以目前結果推斷，赤眼卵寄生蜂可仰賴人為建構的環境留存於農場中，對田間玉米螟之危害，持續展現其防治效果。

本試驗執行期間為玉米之一期作，目前仍持續蒐集第二期作試驗資料，將能更全面評估扶桑花是否可作為赤眼卵寄生蜂的良好棲所。

表一、距離綠籬不同位置之玉米螟危害率(%)

|           | 距離扶桑位置 |     |     |
|-----------|--------|-----|-----|
|           | 1m     | 25m | 50m |
| 玉米螟危害率(%) | 0      | 0   | 6.7 |



圖二、本場與農戶合作不僅是試驗亦具有推廣功能



圖三、富興農場試驗田區景象

## (二)、菊科植物於甘藍田營造天敵棲所試驗

本試驗欲探討萬壽菊作為高麗菜田天敵棲所營造之效果評估。試驗方法為於寬 20m 之甘藍田區正中央，撒播一畦萬壽菊（金黃色品種）種子，同時將甘藍定植於田區（圖四），並在距離萬壽菊 1m、5m 與 10m 處，調查甘藍植株上食蚜蠅幼蟲和蛹密度。撒播萬壽菊種子一個半月後開花，便觀察到大量細扁食蚜蠅 (*Episyrphus balteatus*) 成蟲飛舞，播種後二個月調查甘藍植株上食蚜蠅密度，發現三個距離食蚜蠅密度依序為 13、6.5、8 隻/30 株（表二），而蚜蟲危害率分別為 5.9、5.4、8.3%（表二），顯示萬壽菊能吸引食蚜蠅，間接防治甘藍的蚜蟲危害。

上述調查由於蚜蟲數量龐大難以用隻數估算，因此調查方法調整以不同級數紀錄如下：

0 隻—0 級

1-50 隻—1 級

51-100 隻—2 級

101-200 隻—3 級

200 隻以上—4 級

最後再以下列公式換算成危害度：

$$\text{危害度(\%)} = \frac{\sum(\text{級數} \times \text{該級被害葉片數})}{4 \times \text{調查葉片數}} \times 100\%$$

表二、距萬壽菊不同距離的甘藍上害蟲與天敵的密度

| 高麗菜與萬壽菊距離 | 害蟲 (隻/30 株) |          | 天敵 (隻/30 株) |       |     |      |
|-----------|-------------|----------|-------------|-------|-----|------|
|           | 紋白蝶         | 蚜蟲危害度(%) | 食蚜蠅         | 寄生蜂   | 瓢蟲  | 蜘蛛   |
| 毗鄰        | 4.5         | 5.90     | 13          | 87.5  | 6.5 | 14.5 |
| 5m        | 3.5         | 5.40     | 6.5         | 32.5  | 3   | 22   |
| 10m       | 5.5         | 8.30     | 8           | 119.5 | 3   | 15   |



圖四、有機甘藍田區種植萬壽菊營造天敵棲所

### (三)、有機水稻田埂植被棲所營造

#### 1. 新社部落有機水稻田埂植被操作

水稻田佔臺灣農業耕作面積三分之一，且為國人主要糧食作物。調和「生物多樣性的保存」與「農業生產的增加」是追求永續發展的過程中必須經歷的過程 (Butler *et al.*, 2007)。本試驗欲探討田埂植被對於有機水稻病蟲害防治效果。試驗田區位於花蓮縣豐濱鄉新社部落，於今年第一期作插秧三周後，保留與種植紫花霍香薊、孔雀草非等禾本科之花草植物 (圖五)，並於水稻黃熟期時，調查田埂操作之有機水田及部落當地慣行田區蟲相狀況，期間共進行兩次掃網調查。初步結果顯示：有機

水稻田兩次調查寄生蜂之平均數量為 13.3 隻，高於慣行田的 10.5 隻，捕食性瓢蟲數量分別為 3.3 隻、1.5 隻 (表三)，有機田區數量大於慣行田區，害蟲數量則是有機田區少於慣行田區，飛蝨類有機田區 21.3 隻、慣行田區大於 100 隻 (表三)，葉蟬類有機田區 2.5 隻、慣行田區 3.5 隻 (表三)，害蟲種類以飛蝨類為多如：褐飛蝨與白背飛蝨等。由本實驗得知，於有機田區田埂種植開花植物提供花粉及花蜜等營養，能吸引寄生性與捕食性昆蟲進駐田區，或許能制衡稻田瘤螟、二化螟、負泥蟲、飛蝨和葉蟬等害蟲，解決有機水稻栽培期間易遭遇之病蟲害問題。未來仍需要長期的無脊椎動物相的調查資料，方能佐證田埂植被操作的影響。本試驗已於試驗結束後舉辦觀摩會，傳遞當地農友田埂棲所營造相關資訊，與指導生態農業知識，或降低慣行田區農藥使用，期望當地能建構更友善有機耕種環境。

表三、不同田區兩次掃網之各類群蟲相數量均值

|    |     | 有機田區 (隻) | 慣行田區 (隻) |
|----|-----|----------|----------|
| 益蟲 | 寄生蜂 | 13.3     | 10.5     |
|    | 瓢蟲  | 3.3      | 1.5      |
| 害蟲 | 飛蝨類 | 21.3     | >100     |
|    | 葉蟬類 | 2.5      | 3.5      |



圖五、田埂植被操作景象。



## 2. 豐南部落水稻田

本研究探討田埂植被對水稻田生態系物種多樣性之影響。本試驗自 2013 年 12 月至 2014 年 9 月於花蓮縣富里鄉豐南部落，保留田埂操作田區原生開花植物，並去除禾本科雜草（圖六），在水稻不同生育期：休耕至分蘗期、抽穗至成熟期，調查田埂操作田區與對照田區之田埂開花植物相（種類數、密度、覆蓋率），同時以掃網方式調查昆蟲組成。結果發現兩區田埂之開花植物密度及覆蓋度，皆為操作田高於對照田區，特別在水稻分蘗期至抽穗期，以及水稻成熟期至採收期（表四）。至於水稻不同生育期無脊椎動物相的調查結果顯示，處理田區所採集到的物種數和個體數皆比對照田區多，生物多樣性分析採常用的 Simpson's Index of Diversity 並列比較，結果發現處理田區內，水稻抽穗至稻穗成熟期間所採集到的物種多樣性高於同一時期的對照田區（表五）。各階段之昆蟲組成，捕食性或寄生性昆蟲數量所佔比例，處理田區大於對照田區，其中水稻分蘗初期至成熟期，處理田區之天敵昆蟲比例 19.0%，高於對照田區之 16.5%。本試驗另外比較有機田區與慣行田區害蟲數量，發現慣行田區的飛蟲類與負泥蟲數量高於有機田區。另外本場於 2013 年 4 月至 6 月初亦有研究發現，慣行田區的天敵與害蟲比例皆顯著較少，其中擬寄生者為稻苞蟲羽角姬小蜂 (*Sympiesis parnarae*)、凹頭小蜂 (*Antrocephalus sp.*)、掠食者的橙瓢蟲 (*Micraspis discolor*)、日本長腳蛛 (*Tetragnatha maxillosa*)、螳水蠅 (*Ochthera sp.*) 5 種天敵物種之豐量在不同農法間具有顯著差異 (范 等, 2013)。雖然棲所營造、天敵昆蟲、田間害蟲間之關聯性，有待更精細與長期之研究方能釐清，但藉由本試驗初步觀察與本場其他相關研究，已可證明不同農業操作，對水稻田無脊椎動物多樣性有所影響，日後將加強捕食性與寄生性天敵種類鑑定，並持續篩選適合天敵藏匿之植被植物，作為未來農業生物多樣性指標以及環境友善生態農法的推廣物種。

表四、水稻不同生育時期之田埂開花植物相

| 月份 | 開花植物種類數<br>(種) |     | 開花植物密度<br>(株數/單位面積) |     | 植被覆蓋率 (%) |     |
|----|----------------|-----|---------------------|-----|-----------|-----|
|    | 操作田            | 對照田 | 操作田                 | 對照田 | 操作田       | 對照田 |
| 1  | 5              | 6   | 26                  | 33  | 67        | 65  |
| 2  | 9              | 7   | 35                  | 17  | 63        | 46  |
| 3  | 6              | 6   | 37                  | 54  | 68        | 55  |
| 4  | 9              | 8   | 50                  | 24  | 57        | 56  |
| 5  | 6              | 5   | 93                  | 43  | 40        | 25  |
| 6  | 8              | 5   | 99                  | 74  | 80        | 68  |
| 7  | 8              | 4   | 80                  | 48  | 89        | 68  |
| 8  | 10             | 9   | 84                  | 82  | 72        | 53  |
| 9  | 9              | 7   | 47                  | 40  | 50        | 37  |

註：4-5 月為水稻分蘗期至抽穗期，6-8 月初為水稻成熟期至採收期。

表五、水稻不同生育時期之無脊椎動物物種多樣性指標

|                           | 休耕至分蘗期 |      | 抽穗至稻穗成熟期 |      |
|---------------------------|--------|------|----------|------|
|                           | 處理田區   | 對照田區 | 處理田區     | 對照田區 |
| 物種數                       | 19     | 13   | 31       | 18   |
| 個體數                       | 264    | 253  | 333      | 161  |
| Simpson's Diversity Index | 0.91   | 0.89 | 0.83     | 0.78 |



圖六、豐南部落有機水稻田埂植被植物去蕪存菁後的地景

### 結語

有機農業之目的在與自然永續共存，創造健全多樣化之生態系。利用人為力量加速多樣化棲所至農田生態系，不僅豐富田間生物相，也減少有機農田病蟲害管理成本，實現有機農業利用自然平衡，達到低投入生產之理想。本場經歷多年相關試驗及示範應用，已可針對不同作物農田，提供農田綠籬與棲所操作之建議植物，且有機農法對農田生物相之影響，有了初步的理解，未來將再擴及有機果園天敵棲所營造試驗與操作進行研究，期待在本場強調農業生態的努力之下，為農民貢獻一套永續管理的操作原則，在有機農業生產生態生活之「三生」盡一份心力。

## 參考文獻

- 呂光洋、林思民、賴俊祥、莊國碩 2002 棲地破碎化、生態廊道及棲息地網研討會專刊 國立師範大學編印。
- 林立、楊大吉 2012 綠籬對於三種作物害蟲防治之研究 花蓮區農業改良場研究彙報 30: 33-41。
- 楊大吉、林立 2008 有機農業生態環境建構 東部有機樂活廊道研討會專刊 花蓮區農業改良場編印 p.75-85。
- 楊大吉、林立 2010 植物多樣性 (綠籬) 建構在有機農田害蟲生物防治之應用 農業生態系與生物多樣性研討會專刊 花蓮區農業改良場編印 p.87-96。
- 范美玲、蔡思聖、林泰佑、倪宇亭、黃鵬、李光中 2013 不同農業操作對臺灣東部水稻田無脊椎動物多樣性之影響 花蓮區農業改良場研究彙報 31: 53-64。
- Butler, S.J., J.A. Vickery, and K. Norris. 2007. Farmland Biodiversity and the Footprint of Agr. Sci. 315: 381-384.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V., J. O'Neill, Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Gurr., G. M., J. Liu, D. M. Y. Catindig, J. A. Cheng, L. P. Lan, and K. L. Heong. 2011. Parasitoid of Asian rice planthopper (Hemiptera: Delphacidae) pests and prospects for enhancing biological control by ecological engineering. *Ann. Appl. Biol.* 158: 149-176.
- Kopta T., R. Pokluda, and V. Psota. 2012. Attractiveness of flowering plants for natural enemies. *Hort. Sci.* 39: 89-96.
- Marino, P. C. and D. A. Landis. 1996. Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecol. Appl.* 6: 276-284.

- Ponti, L., C. Ricci, F. Veronesi and R. Torricelli. 2005. Natural hedges as an element of functional biodiversity in agroecosystems: the case of a Central Italy vineyard. *Insectology* 58: 19-23.
- Simon, S., J.C. Bouvier, J.F. Debras, and B. Sauphanor. 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review *Agron. Sustain. Dev.* 30: 139-152.
- Wana, N.F., X.Y. Jia, X.J. Gua, J.X. Jianga, J.H. Wub, and B. Lib. 2014. Ecological engineering of ground cover vegetation promotes biocontrol services in peach orchards. *Ecol. Eng.* 64: 62-65.
- Wratten, S., L. Berndt, G. Gurr, J. Tylianakis, P. Fernando, and R. Didham. 2002. Adding floral diversity to enhance parasitoid fitness and efficacy. *International 1st symposium on biological control of arthropods.* 211-214.

## Application of ecological engineering in organic farm

Li Lin<sup>1</sup>, Sung-Hsia Weng<sup>2</sup>, Shu-Hsin Shen<sup>3</sup>, Jian-Feng Chen<sup>4</sup>,  
Chih-Ying Yu<sup>5</sup>, Ta-Chi Yang<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Assistant researcher, Division of Crop Environment, Hualien District Agriculture and Extension Station (Hualien DARES). <sup>2</sup>Research and development substitute services, Division of Crop Environment, Hualien DARES. <sup>3</sup>Contract worker, Division of Crop Environment, Hualien DARES. <sup>4</sup>Associate researcher, Division of Crop Environment, Hualien DARES. <sup>5</sup>Assistant researcher, Division of Agricultural Extension, Hualien DARES. <sup>6</sup>Researcher, Hualien DARES.

### Abstract

This study try to apply the concept of ecosystem services to increase the reach of plant diversity of habitat and create functional predators to increase the effectiveness of biological control functions in Yilan and Hualien. The operation of field trials started in 2009, which includes milkweed planting, as well as planting *Cuphea hyssopifolia* on farmland attract pollinators in organic vegetables to construct predator-like and parasitoid-like environment. This year more trials are operated to create habitat for natural enemies of corn borer, mixed planting of annual flowering plants in the cabbage field area and the habitat manipulation of organic rice ridge for pest control. The results shows that artificially planting more plant species which were selected from farmland increase biodiversity and the effectiveness of biological control functions indeed. In addition, the analysis of the habitat manipulation in rice ridge shows that different agricultural practices affect the invertebrate diversity of rice fields. It is important that improving the identification of predator and parasitoid species and the screening of vegetation plant which can be shelters for indicator predators and parasitoids. This study will focus on the habitat manipulation for further study and promote to the farmers in future.

Key words: ecosystem services, hedgerow, organic cultivation, annual flowering plants, habitat manipulation