

多樣植被對於農田天敵之助益

林立*、游之穎、徐仲禹、翁崧夏

行政院農委會花蓮區農業改良場

* 聯繫人 e-mail: llin@hdares.gov.tw

摘要

水稻種植通常為單一大面積耕作，往往會造成田裡物種的豐度和平均度降低，本研究將菊科植物撒播於田埂上，調查田區物種豐度、均勻度和歧異度，結果顯示皆比對照田區高，尤其擬寄生者類群的豐度在一期作和二期作皆較對照組高；另外處理組田區害蟲的族群數量變化較對照組平緩，故推論處理田區內菊科開花植物因擬寄生性族群的數量提升，間接控制害蟲族群。而在文旦果園試驗中，以馬蘭、黃花蜜菜、鴨舌癩、魚腥草和仙草鋪植於文旦行間營造多樣地被植物環境，結果顯示在整體蟲相調查結果中，處理區內所調查到的寄生蜂類群的種類數達 24 種，以姬蜂科 (Ichneumonidae)，小繭蜂科 (Bracoidae) 和緣腹細蜂科 (Scelionidae) 為主要種類，然而在慣行施用除草劑、草相貧瘠的文旦園內監測到的寄生性天敵僅有 5 種，且室內測試結果證實馬蘭、黃花蜜菜、鴨舌癩和魚腥草的花朵對於東方果實蠅天敵 - 格氏突闊小蜂 (*Dirhinus giffardii* Silvestri) 成蟲壽命有明顯延長的現象，此結果顯示，提供格氏突闊小蜂足夠的花蜜養分得以延長格氏突闊小蜂的壽命，使其有更充足時間搜尋寄主。另外在土壤性質的影響方面，在鋪植原生草毯的處理區，土壤水分張力變化有較好的表現，土壤具有較好的保水及排水性，且表土土壤有機質含量有提升情形。

關鍵字：水稻、文旦、天敵、害蟲、多樣植被、開花

引言

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; Gurr *et al.*, 2011)。近年來，生物防治備受重視且逐漸於農業生產管理中占有一席之地，雖然效果並不如慣行農法使用藥劑迅速有效，但基於環境友善及食品健康安全，多數農友開始著手於棲地操作方法中「農田綠籬」與「田埂植被」，目的在於建構異質性高的農田棲地環境，維持農田生態平衡進而有效調節控制農田害蟲密度 (林與楊 2012; Marino and Landis, 1996; Wratten *et al.*, 2003)。反之，農田生態系中若缺少有利擬寄生性天敵和捕食性天敵生存之棲地植物相可能會造成生物防治效果低落。而多樣植被中的花粉或花蜜為許多天敵昆蟲成蟲階段之營養來源，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 (Gurr *et al.* 2000; Landis *et al.*, 2000; Koptaet *et al.*, 2012)。生物防治類型分成，增殖釋放型 (augmentation) 和保育型 (conservation)，保育型生物防治搭配增殖釋放型被評估為最具田間防治效果的策略之一 (Berndt *et al.*, 2002)。

材料與方法

(一) 稻田田埂多樣植被營造

於花蓮市水稻生產區選定一處長 100 公尺，寬 20 公尺的水稻田，田區以有機農法方式操作，種植品種為台農 74 號之水稻。於田區其中一長邊寬約 30 公尺的田埂將菊科植物孔雀草、萬壽菊、百日草三種種子混合，再與適量沙子混拌，以 100 克種子 /50 公尺的比例進行種子撒播、於水稻插秧前，在水稻田田埂或邊坡撒播菊科種子，俟兩個月菊科植物開花時以掃網方式於處理組水稻田採樣，每袋掃網數為 30 網，共六袋，每兩個禮拜調查一次，所有取樣到之無脊椎動物以顯微鏡進行分類和計數，同時於 20m 外設置一對照組田區，進行上述同樣掃網調查。每次掃網後進行無脊椎動物的鑑定和計數，將物種分類為不同功能群，以” Ecosim” 軟體進行分析。

(二) 文旦果園多樣植被營造

1. 適作原生草毯種類評估

依據環境適應性、植株生育特性、利用目的和原生植物等方面之考量，選擇以魚腥草 (*Houttuynia cordata* Thunb.)、仙草 (*Mesona procumbens* Hemsl.)、馬蘭 (*Aster indicus* L.)、黃花蜜菜 (*Wedelia chinensis*)、和鴨舌癩 (*Phyla nodiflora* (L.) Greene) 五種植物進行文旦果園植被營造。營造前兩個月預先繁殖原生草毯，以扦插方式繁殖於秧苗盤上，約 1-2 個月草毯根系與地上部滿盤後移植至果園。移植時先清除土面上之草種並將土壤耙鬆，接著將草毯直接鋪植於果樹行間。另設置一塊鋪滿雜草抑制蓆之田區模擬無草生之果園環境，以及一塊維持原始地貌草種之田區作為對照。

2. 原生草毯對於土壤性質的影響

於每塊處理區分別設置 6 個土壤水分張力計，以偵測土壤水分變化，並每年檢驗土壤成分，觀察有機質含量等數據變化。

3. 文旦果園覆蓋植物對於害蟲抑制效果調查

分別在每年 3-9 月進行果樹物種調查，調查時以黃色黏板放置於每個處理區各 4 張，每隔兩個禮拜收一次，將採集到之擬寄生者〈將卵產與宿主體中，幼蟲於宿主體內發育造成宿主死亡 Parasitoids〉物種進行鑑定與定量，進行不同農法間的比例檢測 (Two-sample pooled ttest)。所得得之資料群集歧異度指數、群集樣本相似性、物種相似性貢獻量等探討。另外並於實驗室內進行格氏突闊小蜂 (東方果實蠅蛹寄生蜂) 生存於上述開花植物之生存壽命研究。

4. 果實品質調查

每年調查各處理之文旦果實品質 (果長、果高、果徑、果肉重、果汁率、果皮厚、糖度、酸度等)，以及果實外觀，藉由外觀判定銹蟎危害度。

結果與討論

昆蟲的物種多樣性和植物的物種多樣性及生物量有正向的關係 (Lawton, 1983; Siemann *et al.*, 1998) 然而大面積耕作單一作物後物種的豐度和平均度勢必會下降，由本研究結果可見，處理田區無論是物種豐度、平均度和歧異度皆比對照田區高 (表一)，且對照田區害蟲的族群數量較易驟增。本研究推論，處理田區內菊科開花植物的種植可增加擬寄生性族群的數量和歧異度，提升水稻田區本身的免疫力達到農田生態平衡，間



接避免主要害蟲族群驟升。此外，處理田區卻引來較多的雙翅目物種，乃此類物種耐污性強，雖非直接取食稻害物種或稻作，但食性以有機碎屑、藻類為主，推測可能與稻田環境的變動有所關聯。營造菊科田埂的田區於第一期作和第二期作，其害蟲數量變化較平緩，無明顯驟增的現象（圖一）。

而在文旦果園試驗中整體蟲相調查結果顯示，原生草毯處理區內所調查到的寄生蜂類群的種類數達 24 種，以姬蜂科（*Ichneumonidae*），小繭蜂科（*Braconidae*）和緣腹細蜂科（*Scelionidae*）為主要種類（表二）。姬蜂科寄主主要為鞘翅目、鱗翅目、膜翅目，小繭蜂科寄主則為鱗翅目、鞘翅目、雙翅目，而緣腹細蜂科寄主則為椿象。然而在慣行施用除草劑、草相貧瘠的文旦園內監測到的寄生性天敵僅有 5 種，由數據的差別便可知長期使用除草劑的果園，在生態系統服務中的「調節服務功能」（*Regulating services*）較薄弱，這意味著當此田間的害蟲族群增高時，沒有足夠的天敵可以制衡，容易造成害蟲驟增現象，同時只能依賴速效性的化學藥劑來控制害蟲。

室內測試結果證實馬蘭、黃花蜜菜、鴨舌癩和魚腥草的花朵對於東方果實蠅天敵 - 格氏突闊小蜂（*Dirhinus giffardii* Silvestri）成蟲壽命有明顯延長的現象（圖二），此結果間接顯示，若能提供格氏突闊小蜂足夠的花蜜養分，延長格氏突闊小蜂的壽命，使其有更充足時間搜尋寄主；同時由於壽命的延長，可增加雌雄交尾機會，繁殖較多的後代。

為了觀察草毯處理對於果園土壤性質的影響，除了針對有機質和土壤肥力進行分析之外，亦定期針對土壤水分進行監測，在鋪植草毯兩年後連續監測 106 年 5 至 8 月四個月土壤水分張力變化結果，草毯處理區對土壤水分有較好的表現，以 106 年 7 月份連續 4 天測得的數值為例（圖三），各點之間即使土壤質地略有不同，但因草毯根系密佈於土壤中，使土壤同時具有較好的保水及排水性，且各監測點間土壤水分張力變化趨勢較為雷同；原有地貌區，因農友仍會定期砍除雜草，使各個月份間土壤水分張力變化無特定趨勢，監測點間的差異也相當大；鋪設雜草抑制蓆區，雖具有較高的土壤水分，而易被誤以為有較好的保水能力，其所代表的是因雜草抑制蓆使土壤水分蒸發受阻，高土壤水分使根系處於飽和土壤水分狀態，不利於根系呼吸作用，而影響生長。此外，草毯處理區土壤有機質含量相較於鋪設草毯前大幅提升（增加至 4%），亦有助於土壤之保肥效果。

結 語

在菊科植物營造水稻田天敵棲所的試驗中，由第一期作的褐飛蠅和第二期作的黑條黑尾葉蟬可推測菊科植物的花朵因可以作為提升生物多樣性的因子而造就緩衝害蟲驟增驟減 (Balme *et al.*, 2013)，相較於有機操作田區但無充足的花朵，處理組田區提供了天敵昆蟲充分的碳源。然而在取樣方式、撒播菊科植物建構田區的方式以及對照組和處理組的距離必須再行修正以達到數據和結論的準確性。而在果園試驗方面，由於近年來已有許多文獻顯示果園草生栽培對於果樹有諸多益處，主要是藉由生態系統服務功能的提升而減少人類在農作物病蟲害、施肥、雜草管理的成本投入，本研究也發現多樣植被相較於無草生栽培的環境，的確可增加擬寄生者的豐度。然而農田生態的變化是緩慢且長期的，無論時間軸或空間面積上都需要累積，才能有效發揮生態服務功能的效益。

重要參考文獻

- 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.
- 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.



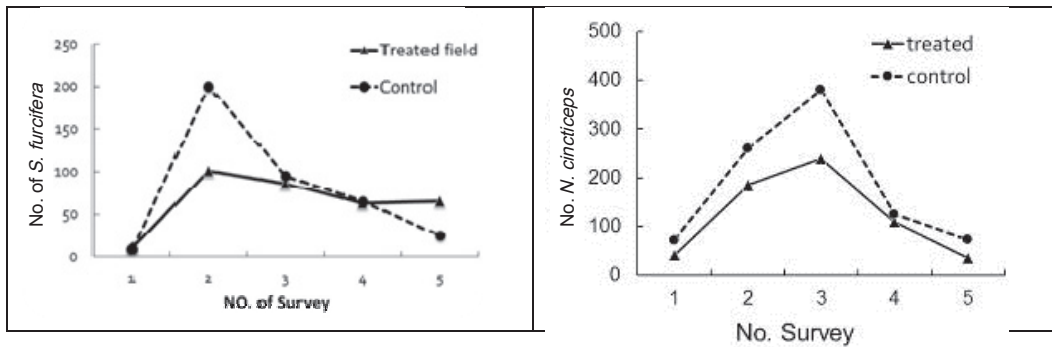
表一、試驗田區與對照田區內的物種豐度、平均度及歧異度比較

Table1. Abundances, evenness, and diversity in treated paddy field.

period	Species richness		Hurlbert's PIE ^a		Shannons Diversity index ^b		Abundances	
	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated	Control
First	56	42	0.93	0.90	3.15	3.03	3903	3807
Second	84	70	0.92	0.86	3.39	2.88	2387	2153

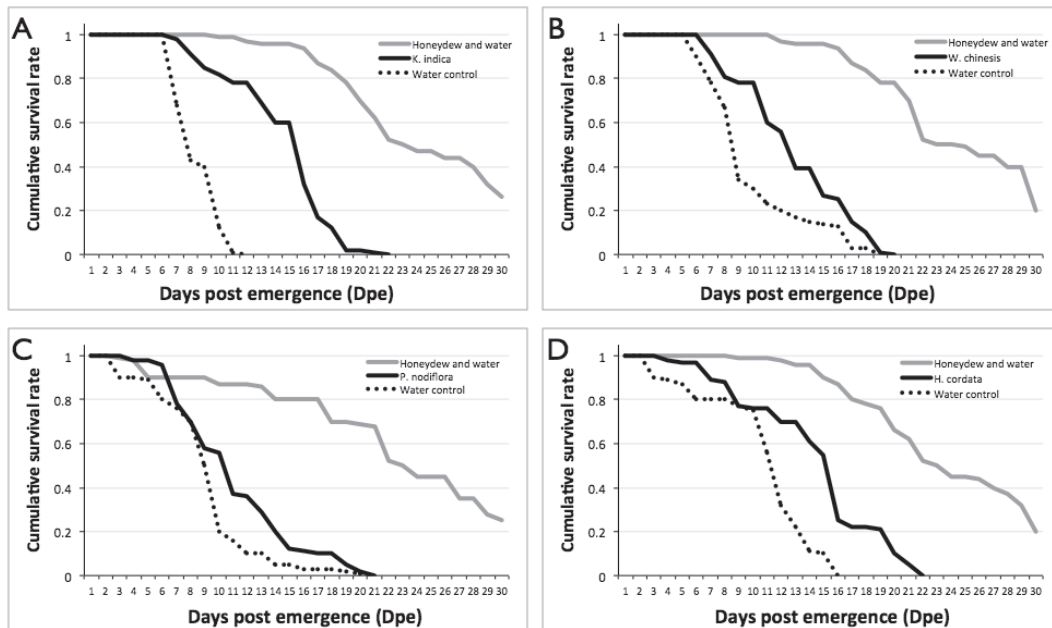
^a probability of intraspecific encounter a measure of evenness

^b Biodiversity indicator functions



圖一、害蟲族群動態圖 A. 白背飛蟲 B. 黑尾葉蟬

Fig. 1. The population dynamic of pests A. *Sogatella furcifera* B. *Nephotettix cincticeps*



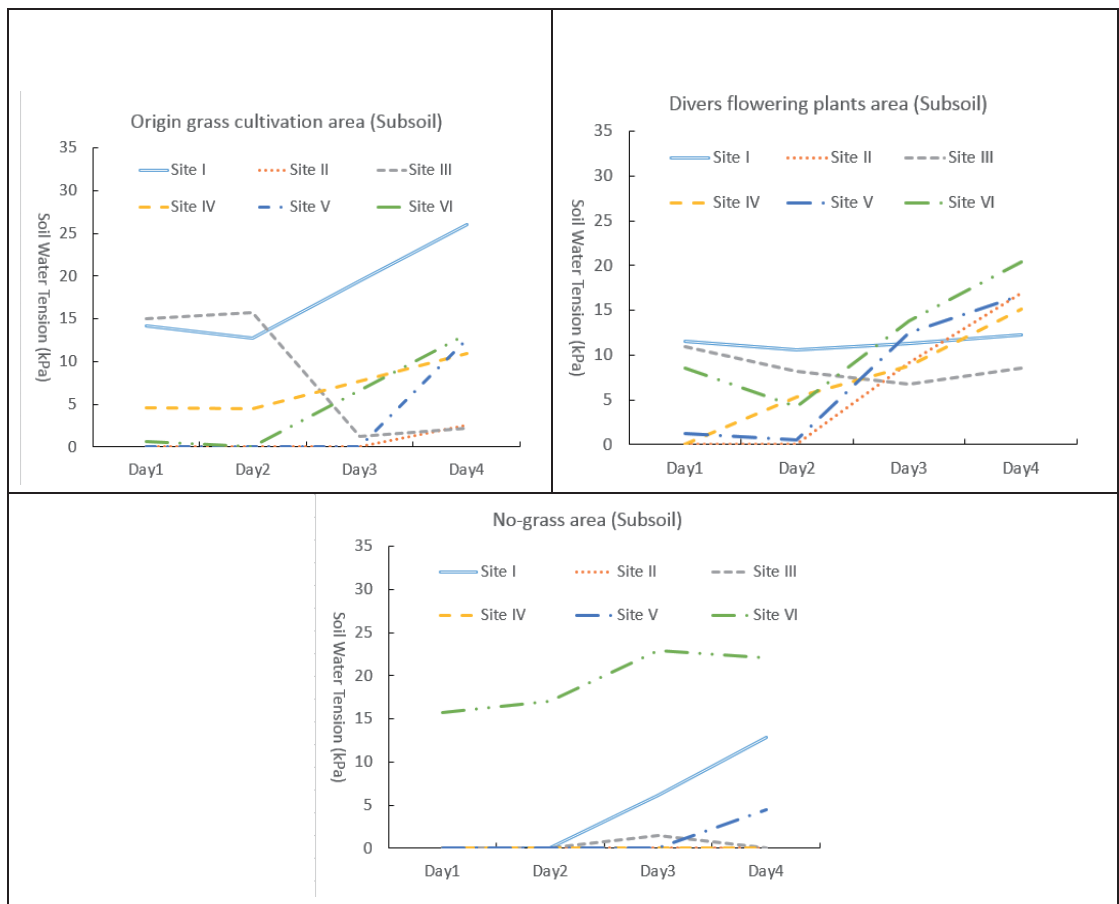
圖二、格氏突闊小蜂 (*Dirhinus giffardii* Silvestri) 於各開花植物中之累積生存率 (A) 馬蘭；(B) 黃花蜜菜；(C) 鴨舌癩；(D) 魚腥草。

Fig. 2. Cumulative survival rate of *Dirhinus giffardii* Silvestri in each species of ground grass. (A) *Kalimeris indica* Linn. (B) *Wedelia chinensis*. (C) *Phyla nodiflora* (L.). (D) *Houttuynia cordata*.

表二、不同地被處理的文旦園內寄生性天敵數量

Table 2. Parasitoid natural enemies in different treated pomelo area.

	Divers flowering plants area		Origin grass cultivation area		No-grass area		Herbicide application area
	Species No.	Relative abundance	Species No.	Relative abundance	Species No.	Relative abundance	Species No.
Ichneumonidae	3	61.2%	3	56.5%	2	38.5%	0
Bracoidae	3	29.1%	1	20.4%	2	34.6%	0
Scelionidae	2	5.2%	2	5.0%	1	23.9%	2
Other parasitoids	16	4.5%	9	18.1%	5	3%	3
Individuals	2066		1988		1008		56



圖三、各處理區土壤水分張力變化。

Fig. 3. Moisture tension in different treated wendan pomelo orchard.

(* 數值為 0 時表示土壤水分飽和，數值越大越乾燥)

The Benefits of Diverse Vegetation for Natural Enemies in Farmland

Li Lin*, Chih-Ying Yu, Chung-Yu Hsu, and Sung-Hsia Weng

¹Hualien District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture,
Executive Yuan, Hualien, Taiwan, R. O. C.

*Contact author, email: llin@hdares.gov.tw

Abstract

Rice planting is usually a single and large-area cultivation, which often results in a decrease in the biodiversity in the fields. In this study, chrysanthemum plants were sown on ridges to investigate the abundance, evenness and divergence of species in the field. The results showed that they were higher than those in the control field. In addition, the dynamic of pests population in the field was more gentle than that of the control group, so it was inferred that the species of chrysanthemum flowering plants in the field were indirectly controlled by parasitoid groups. In the experiment of Wendan pomelo orchard, variety of flora environment was created by the planting of *Houttuynia cordata* Thunb., *Mesona procumbens* Hemsl., *Aster indicus* L., *Wedelia chinensis*, and *Phyla nodiflora*. The results showed that the number of parasitoid groups in treatment area reached 24 species, which Ichneumonidae, Braconidae and Scelionidae were the main family, while there were only 5 parasitic natural enemies monitored in the herbicide application orchard. Furthermore, in laboratory tests confirm those flowering plants could significantly prolong the life span of the adult natural enemy-*Dirhinus giffardii* Silvestri which could kill the Oriental Fruit fly. Flowering plants provide enough nectar nutrients to prolong the life of the parasitoid wasp to search for hosts. In terms of the influence of soil properties, the soil had good performance in water retention and drainage in treatment area than in no-grass area, as well as improve soil organic matter content.

Key words: rice paddy field, Wendan pomelo, natural enemies, pests, diverse vegetation, flowering plants