

竹東軟橋地區有機水稻田蜘蛛 多樣性與害蟲族群之相關性研究

楊志維¹、莊汶博²、邱春火^{2*}

¹ 行政院農業委員會桃園區農業改良場

² 國立臺灣大學農藝學系

* 聯繫人 e-mail: chchiu2017@ntu.edu.tw

摘 要

永續農業是近年來政府政策執行的重點目標，其目的是讓臺灣平地最大的農業生態系統達到一穩健的生態平衡狀態，進而延續農業生產，生活和生態的永續性。因此，為了提供未來農業政策施政的依據，基礎農田生態系之物種多樣性監測及相關的基礎農田生態研究是亟須彌補的研究工作。同時建立一套完備的多樣性調查守則與統計分析方法對於永續環境監測亦有其必要性和迫切性。以往臺灣發展自然防治的有機農業主要以東部為主，雖已得到初步的研究成果，然而對於臺灣西部農田生態系統的相關研究仍相當匱乏，因此本研究以新竹竹東軟橋地區有機水稻田為研究地點，希望研究成果有助於臺灣西部有機農業的發展。

關鍵字：永續農業、物種多樣性、有機農業、有機水稻田

引 言

目前臺灣蜘蛛總共記錄約 42 科 162 屬 1549 種，在生態族群研究中，蜘蛛主要以捕食昆蟲為食，是陸域最豐富的昆蟲捕食者，也是扮演生態平衡的要角。而在生態有機農業中，蜘蛛更是有效抑制害蟲的天敵，因此相關研究將蜘蛛列為有機農業生態指標物種，進而作為綠色標章的衡量標準之一（范等，2013）。然而，目前研究大都指針對特定蜘蛛物種做相關研究，對於地區的蜘蛛族群多樣性和不同害蟲間的關係較未被關注，



同時這些相關研究主要以臺灣東部為研究區域，而對於蜘蛛和田間害蟲的關聯性是否存在地域的差異性仍是未知。本研究以竹東有機水稻田為實驗樣地，以第一期稻作為調查時段，透過在生態學領域已被廣泛引用的多樣性估計方法，包含物種數估計，Shannon entropy 和 Gini-Simpson 指標（趙等，2013），分析有機水稻田害蟲和蜘蛛族群多樣性的相關性分析，同時探討各不同害蟲與蜘蛛類群間的關係，期望對竹東軟橋地區有機水稻田的生物防治提供一份具參考價值的研究。

資料收集與分析結果

一、節肢動物收集方法與物種辨識

本研究於新竹縣竹東鎮軟橋有機水田為實驗地點，其總面積約二十公頃，四周環山屬於一個較封閉型的農地生態體系，同時整個區域在同一時段幾乎都有相同的作物生長期和一致的農業行為，因此在此區域的同一時間不同地點的環境因子可視為均值，另外考慮害蟲出現數量的高峰季節，本研究以水稻分蘖盛期後（五月至七月）為節肢動物取樣季節。每次調查以 S 型前進方式，掃網收集田區節肢動物，每筆取樣資料共掃網約 10 次，取樣面積約 22 平方公尺，每次取樣路線至少相距約 20 公尺，每月共收集十二筆資料。

對於每次收集的節肢動物樣本，因考量辨識的精確性及人力考量，節肢動物主要以科為分類基準。其中，總共收集到害蟲 9037 隻個體，包含蟎形目，稻蝨科，椿象科，葉蟬科，沫蟬科和緣椿象科等常見田間害蟲，如表一所示，其中以蟎形目，稻蝨科和葉蟬科為主要害蟲。各月份害蟲的族群數量有顯著差異，以六月最高，五月最低，如圖一（a）所示。另外共收集 610 隻蜘蛛個體，共包含 14 科約佔臺灣蜘蛛目（45 科）的三分之一，如表一所示。其中以皿網蛛科，長腳蛛科，金蛛科，蟹蛛科和管巢蛛科前五大優勢物種。同時，各月份蜘蛛的族群數量有顯著差異，其分布與害蟲數量分布類似，以六月最高，五月最低，如圖一（b）所示。

二、蜘蛛多樣性與害蟲數量之研究分析

根據不同月份的蜘蛛收集資料，利用網路免費套裝軟體 R 的 iNEXT package（Chao *et al.*, 2016）和 SPADE package（Chao *et al.*, 2015）分析蜘蛛多樣性，其多樣性估計如表二所示。結果顯示蜘蛛的物種多樣性，Shannon entropy 和 Gini-Simpson 以五月有顯

著較低的多樣性。而六月與七月的蜘蛛數量雖然有顯著差異，但其多樣性則無明顯差異，表示在水稻分蘗盛期後第二個月蜘蛛的多樣性達到高峰，其原因可能是受害蟲吸引而至（因為此時的害蟲數量亦達到高峰）。這種外源式的蜘蛛多樣性增長現象，顯示維持農田附近的自然環境以保持蜘蛛種原的多樣性可能才是生物防治的重點，而不只是強調農田本身的物種多樣性。另外，圖二顯示蜘蛛多樣性與害蟲比例皆呈現正相關關係，依據二項式廣義線性模型，顯示蜘蛛的多寡和害蟲出現機率呈現正相關關係（ $p\text{-value} < 0.05$ ），因為害蟲的物種多樣性與害蟲的數量成正相關，顯示蜘蛛捕食害蟲可能存在專一性，因此不同害蟲會吸引不同的蜘蛛類群。

三、蜘蛛物種與害蟲物種的關聯性分析：

由害蟲和蜘蛛的分布圖（圖三）顯示此兩大類群的數量分布呈現明顯的正相關（ $p\text{-value} < 0.05$ ），為更進一步探討不同蜘蛛類群和水稻害蟲種類的關係，考慮樣本資料的充分性下，分別考慮蟪形目，稻蝨科，椿象科，葉蟬科等優勢害蟲類群和長腳蛛科，皿網蛛科，金蛛科，蟹蛛科，管巢蛛和貓蛛科等蜘蛛優勢類群進行相關性分析。無論根據連續型資料為基礎的 Pearson's product-moment correlation 的關聯性檢定（表三所示）或是根據順序型資料為基礎的 Kendall's rank correlation tau 的關聯性檢定皆呈顯類似的結果。結果顯示，雖然圖三顯示蜘蛛與害蟲在有機水稻田中有明顯的正相關，但實際上不同蜘蛛類群和不同害蟲類群呈現不同的關係，如表三所示。其中，長腳蜘蛛與不同類群的害蟲幾乎都呈現顯著的負相關關係，而金珠科類群的蜘蛛則與各不同類群的害蟲呈現無顯著的關係。而其他分析的四種蜘蛛類群：皿網蛛科，蟹蛛科，管巢蛛科和貓蛛科則與水稻田的優勢害蟲類群則呈現明顯的正相關關係。其中，蟹蛛科與水稻田主要害蟲類群都呈現最高的正相關關係，且與最優勢害蟲的稻蝨科有最高的相關性。

結論與討論

本研究於新竹縣竹東鎮軟橋有機水田為試驗地點，考慮害蟲出現數量的高峰季節，以水稻分蘗盛期後（五月至七月）為節肢動物調查時段。對於節肢動物的物種辨識及多樣性的分析，並探討各類群間的關係，總結的重點包含：

一、對於水稻田的節肢動物的多樣性調查，根據本研究的調查結果，建議以水稻分蘗盛期後的第二個月為調查月份，可達到單位努力量的最大捕獲量。



- 二、資料顯示水稻害蟲主要為蟪形目，稻蟲科，椿象科，葉蟬科，其中以稻蟲科為最主要害蟲佔總害蟲數量超過七成。而長腳蛛科，皿網蛛科，金蛛科，蟹蛛科，管巢蛛和貓蛛科為主要蜘蛛類群，其中以皿網蛛科和長腳蛛科為主要類群佔蜘蛛總數量的一半。
- 三、無論害蟲或蜘蛛的族群量具季節性的差異，兩類群在六月（水稻分蘖盛期後第二個月）都是最主要的出現季節。
- 四、而蜘蛛的多樣性在五月相較六月七月有顯著較低的物種，Shannon entropy 和 Gini-Simpon 多樣性。說明蜘蛛類群在六，七月相較五月有較多的類群，且其各類群的相對數量也較均勻。
- 五、而蜘蛛類群的數量或蜘蛛多樣性與害蟲的族群量呈現明顯的正相關。因為蜘蛛類群屬於二級消費者的生態區位，說明竹東軟橋有機水稻田的害蟲極可能是吸引蜘蛛的主因。另外，此研究地區的農田蜘蛛是屬於外源式的加入，這也說明不應只強調農田本身，營造一個完整的生態環境得以維持蜘蛛種原，才可能達到抑制害蟲的效果，此相關的研究需要更進一步的實驗來確認。
- 六、而對於不同蜘蛛類群與不同害蟲類群的相關性研究，顯示並不是所有水稻田的蜘蛛類群都與害蟲類群數量有正相關關係。其中，金蛛科類群的蜘蛛與害蟲數量並無顯著關係，而長腳蜘蛛科與害蟲更呈現顯著負相關，顯示長腳蜘蛛科的蜘蛛類群可能不是水稻田主要害蟲的天敵。
- 七、另外皿網蛛科，蟹蛛科，管巢蛛科和貓蛛科四種優勢蜘蛛類群則與水稻田的優勢害蟲類群呈現明顯的正相關關係，其中，蟹蛛科與水稻田主要害蟲類群都呈現較高的正相關關係。顯示此四種蜘蛛類群極可能是竹東軟橋地區有機水稻田害蟲的天敵，而其中以蟹蛛科的蜘蛛類群對於害蟲可能有最高的專一性。此一推論須進一步的研究來驗證。

本研究的試驗地為竹東軟橋地區的有機水稻田，具有面積小，單一作物耕作且自然生態環境較封閉的特性，顯示此研究區域具有較均值的環境因子，因此不同調查路線較無地域性的差異，是一個適合探討害蟲和天敵作用的研究場域。本研究顯示蜘蛛類群在害蟲數量的抑制可能佔有一定的效果，但不同蜘蛛類群和害蟲的關係並不一致。其中長腳蜘蛛科和害蟲呈現負相關關係，此結果和過去的相關研究報告並不一致，顯示蜘蛛類

群與害蟲關係可能存在地域性的差異。而本研究顯示皿網蛛科，蟹蛛科，管巢蛛科和貓蛛科這四種蜘蛛類群可能是竹東軟橋地區有機水稻田害蟲的潛力天敵類群，可提供水稻害蟲生物防治的一個參考方向。

重要參考文獻

- 趙蓮菊，邱春火，王怡婷，謝宗震，馬光輝。2013。中國統計學報 How to Quantify Biodiversity? 51 卷 1 期，8-53 頁。
- 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 31：53-64。
- Chao, A., Ma, K. H., Hsieh, T. C. and Chiu, C. H. (2015) Online Program SpadeR (Species-richness Prediction And Diversity Estimation in R). Program and User's Guide published at http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/.
- Chao, A., Ma, K. H., and Hsieh, T. C. (2016) iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. Program and User's Guide published at http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/.

表一、五月至七月害蟲與蜘蛛的物種分類表

物種 / 數量	科 / 目						
害蟲類	蟻形目	稻蝨科	椿象科	葉蟬科	沫蟬科	緣椿象科	
數量 (隻)	937	6562	306	1223	3	8	
蜘蛛類	蠅虎科	長腳蛛科	蟹蛛科	金蛛科	姬蛛科	皿網蛛科	管巢蛛科
數量 (隻)	4	117	72	99	15	194	47
蜘蛛類	貓蛛科	狼蛛科	蝦蛛科	鷲蛛科	跑蛛科	長腳袋蛛科	刺足蛛科
數量 (隻)	41	12	1	2	4	1	1



表二、五月至七月蜘蛛的多樣性分析

Diversity index	Month	Observed	Estimator	Est_s.e.	95% C.I.
Richness	May	7.0*	7.0	0.7	(7.0, 9.1)
	June	13.0	16.0	4.5	(13.4, 38.3)
	July	11.0	14.0	4.5	(11.4, 36.1)
Shannon entropy	May	0.9*	0.9	0.1	(0.9, 1.2)
	June	1.9	1.9	0.1	(1.9, 2.0)
	July	1.7	1.7	0.1	(1.7, 1.9)
Gini-Simpson	May	0.4*	0.4	0.1	(0.4, 0.5)
	June	0.8	0.8	0.0	(0.8, 0.8)
	July	0.7	0.7	0.0	(0.7, 0.8)

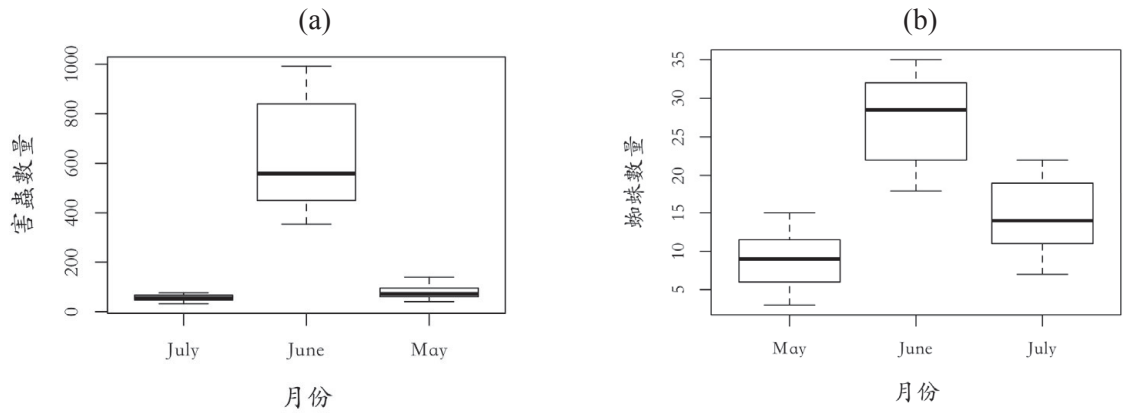
* 表示 p-value<0.05

註：以五月的物種數，Shannon entropy 指標和 Gini-Simpson 指標都相較其他月份有顯著較低的多樣性，而六月和七月的蜘蛛多樣性並無顯著差異。

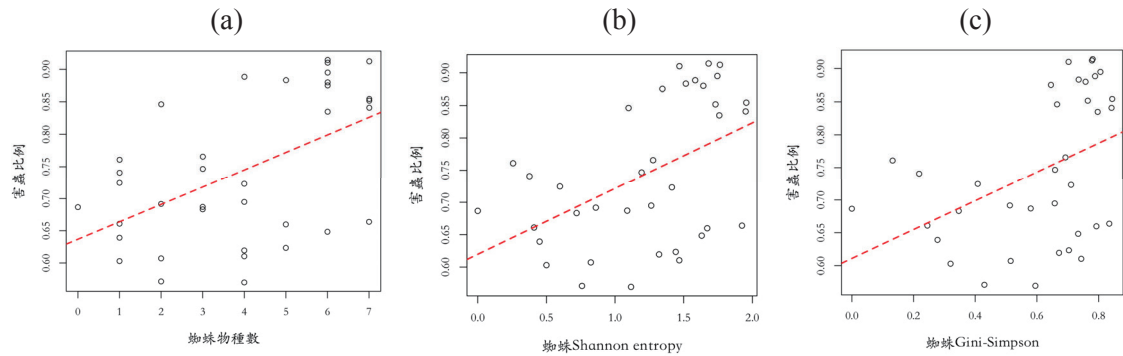
表三、各優勢蜘蛛種類和優勢害蟲種類的 Pearson's correlation 值

	長腳蜘蛛	皿網蛛科	金蛛科	蟹蛛科	管巢蛛科	貓蛛科
害蟲	-0.298	0.621*	0.196	0.874*	0.577*	0.597*
蟻行目	-0.336*	0.572*	0.268	0.746*	0.373*	0.242
稻蝨科	-0.259	0.590*	0.169	0.855*	0.592*	0.635*
葉蟬科	-0.394*	0.661*	0.200	0.817*	0.559*	0.620*
椿象科	-0.402*	0.707*	0.163	0.796*	0.556*	0.679*

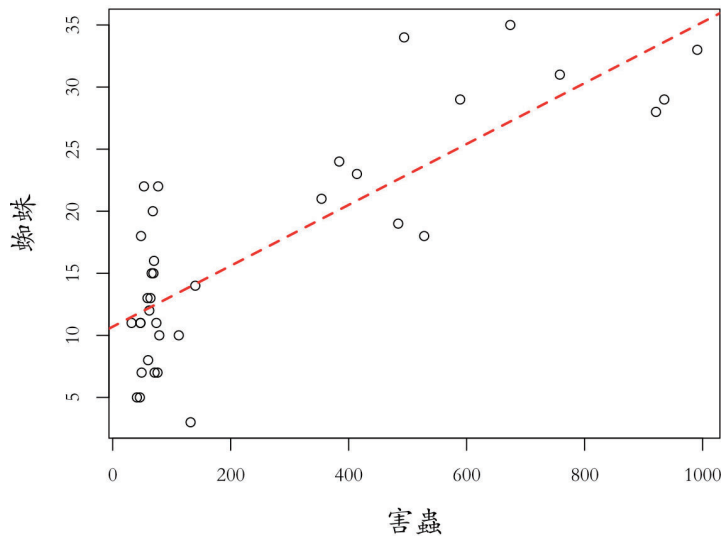
註：* 表示 p-value < 0.05



圖一、五月至七月，害蟲（圖 a）與蜘蛛（圖 b）在各收集樣本的數量分布，顯示節肢動物的數量隨季節有顯著差異，其中以六月的數量最高，五月則最小。



圖二：五月至七月有機水稻田的害蟲比例與蜘蛛多樣性的關係圖，其中（a）：害蟲比例和物種數關係；（b）：害蟲比例和蜘蛛 Shannon entropy 關係；（c）害蟲比例和蜘蛛 Gini-Simpson 關係。



圖三：蜘蛛的出現與害蟲呈現明顯的正相關關係。

The Study of the Correlation between Spiders and Pests in Ruan Bridge, Zhudong Township

Zhi-Wei Yang¹, Wen-Po Chuang², and Chun-Huo Chiu^{2*}

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

²Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R. O. C.

*Contact author, email: chchiu2017@ntu.edu.tw

Abstract

Sustainable agriculture is an important issue of agricultural policy in recent years. Its purpose is to achieve a stable ecological system in the largest agro-ecosystem in Taiwan, and to improve the sustainability of agricultural production, life and ecology. Therefore, the monitor of species diversity in farmland and related basic research is an urgent fundamental task to provide a basis for future agricultural policy. At the same time, it is necessary to establish a standard process of diversity survey and statistical analysis. In the past, the organic cultivation was mainly promoted in east Taiwan, and preliminary research results have improved the progress of organic agriculture. However, the research on farmland ecosystem in western Taiwan is still very scarce. Therefore, this study takes the organic paddy field in Ruan Bridge, Zhudong Township as the research site, and hopes that this study results will contribute to the development of organic farmland in western Taiwan.

Key words: sustainable agriculture, species diversity, organic cultivation, organic paddy field.