

苗栗地區水稻地景節肢動物多樣性之研究

陳泓如^{*1}、黃寄綸²、賴瑞聲¹、林家玉¹、蔡志偉²、張素貞¹

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

² 國立台灣大學昆蟲系

摘 要

為了解苗栗苑裡地區水稻地景節肢動物多樣性，於 2017 年~2019 年間進行該區域水田內節肢動物生物多樣性的調查，分別在里山倡議下的三種地景 - 里山、里地及里海及兩種水稻栽培方式 - 慣行農法與有機農法，共 14 個樣區內每兩週進行一次掃網調查，總共調查到 140 科節肢動物。而生物多樣性，一、二期作相對來說沒有明顯的固定趨勢；整體的生物多樣性以里山地區 > 里地地區 > 里海地區，並且里山地區在 2017 年整體生物多樣性下降時，其變動幅度較小，推測生態系統較穩定；另外慣行農法與有機農法的生物多樣性差異不顯著。

關鍵詞：水稻、苗栗、生物多樣性、地景、節肢動物

前 言

稻 (*Oryza sativa*) 是亞洲重要的糧食作物，亞洲稻米生產量大約占全球 90%(Maclean *et al*, 2010)，2019 年台灣水稻種植面積為 27 萬公頃，年產量約 143 萬公噸，占總耕地面積約 34%，是台灣種植面積最大的作物，主要產區為嘉南平原 (行政院農業委員會農糧署，2020)。在台灣稻作生產以水稻為主，間歇性灌水的水田是重要的濕地棲地，若管理良好則可以提供良好的生態服務 (ecosystem service)(Natuahara, 2013)，隨著年代更迭與發展，原始埤塘與濕地的消失也使許多生物的棲地減少與破碎，因此水稻田對濕地生態的重要性日益增加。

*論文聯繫人

e-mail: rubydm3@gmail.com

但隨著農業技術的進步，開始發展單一栽培的高產量栽培系統，化學肥料、大型機械、單一品種的投入都降低了農業生產的多樣性(林及陸，2013)，而耕作技術對生態多樣性的影響為何？是農藝學家也關心的問題。花蓮區農業改良場指出，在水田透過掃網可以調查到 348 種節肢動物及軟體動物(范等，2014)，苗栗區農業改良場則發現，水稻友善農耕田可以發現罕見的有益昆蟲，如長角沼蠅及螫蜂科寄生蜂(陳等，2019)。另外水田也是很多水鳥、哺乳動物等重要棲地，彰化縣荊仔埤圳產業文化協會 2014 年於溪州水稻田進行大面積水田濕地生態復育與調查，水田及周遭的平地林地可以調查到 11 種蝙蝠、21 種兩棲爬蟲動物、魚蝦貝類 31 種、節肢動物 94 種及鳥類 38 種(彰化縣政府，2015)，不同區域的生物多樣性會有差異，但水田除了提供必需的糧食外，水田濕地地景確實是非常多生物的棲所(Edirisinghe and Bambaradeniya, 2006)。

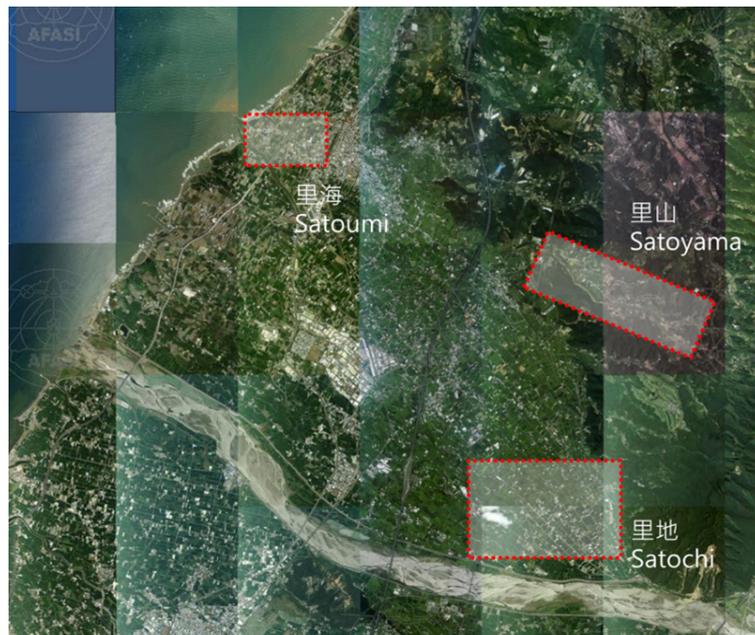
常見慣行農法的水田會透過翻耕或者殺草劑的應用來除草，同時也會減少田間的植物多樣性，使得可以提供花粉的植物源減少，而影響其他動物的生存空間，但究竟影響的程度或者是如何改善農業操作對農田生態的影響，是現今農業生產需要考量的層面(Bengtsson *et al.*, 2005)。

過去常為人所提及的三生(生產-生活-生態)與現在所謂的生物多樣性-生態系統功能(Biodiversity-ecosystem function, BEF)及生物多樣性系-生態系統服務(biodiversity ecosystem service, BES)探討的核心價值相似，以建立一個平衡的農業生產系統為主，而生態功能與生態服務間的關係是目前很多生態學家及應用農業生態學家亟欲探討的議題，多樣性高的生態具有生產、競爭、固氮作用、授粉等功能，因此可以提供像是作物產量、土壤肥力、病蟲害抑制又或者是休閒娛樂等生態服務，進而達到環境具有永續(sustainability)或者是韌性(resilience)農業(Landis, 2017)。

在生物多樣性的報告中，礙於人力、調查資源與調查時間的限制下，常有其不足之處(齊等，2003)，就水稻生產而言，除了施肥、灌溉、品種等人為可控制的操作外，其他生物中以節肢動物影響水稻生產的層面較廣及直接。因此，本篇研究使用節肢動物進行生物多樣性的調查，且重點在於節肢動物生態多樣性功能作為蟲害抑制是否具有水田生態服務上的差異。

材料方法

本次研究的試驗田區皆來自於台灣苗栗縣的苑裡鎮，苑裡鎮的水稻種植區為大安溪流域所沖積出的三角洲平原，屬於封閉式產區(圖一)，在里山倡議的精神下，傳統的里山範圍大致包含了森林、農田與社區的生態地景，也就是社會－生態的生產地景(socio-ecological production landscape, SEPLs)(表一)(趙，2015)，依據地景模式我們將試驗點區分成里山(Satoyama)、里地(Satochi)及里海(Satoumi)三個不同地景(圖二)，與兩個不同栽培方式—慣行農法(Conventional, C)與有機或友善農法(Organic, O)，調查時間自106年開始至109年一期作，總共有14區樣點，每一區樣點的位置及調查時間如表二。調查的季節為一期作及二期作，一期作的種植時間約從二月底開始至六月底，而二期作的種植時間約從八月初至十一月初，從插秧後開始每兩週進行掃網調查一次，但若原調查時間遇大雨則會順延三天，避免田間昆蟲相變動太大，每期調查的次數(survey time)約為5~8次。通常第1次調查時間為秧苗存活期，第2次為分蘖始期，第3~5次為分蘖盛期至分蘖終期，第4~6次為孕穗期，後面則為成熟期(含乳熟期、黃熟期、完熟期)，但會依種植品種、季節與種植方式有前後差異。



圖一、苑裡地區航空圖。(擷取自農林航空測量所)

Fig. 1. Aerial photo of Yuanli area. (from Aerial Survey Office, Forestry Bureau, COA)

表一、三種的地景的基本定義。(修改自趙，2015)

Table 1. The definition of 3 agriculture landscape

名 稱	範 圍
里山 (Satoyama)	環繞在村落周圍的山、林與草原。
里地 (Satochi)	靠近里山的平原
里海 (Satoumi)	與人類互動所形塑的海岸生態系或海洋生態系。 備註：若是與淡水生態系形塑的地景則稱為里湖。



里山
Satoyama



里地
Satochi



里海
Satoumi

圖二、本研究內不同地景下之田區。

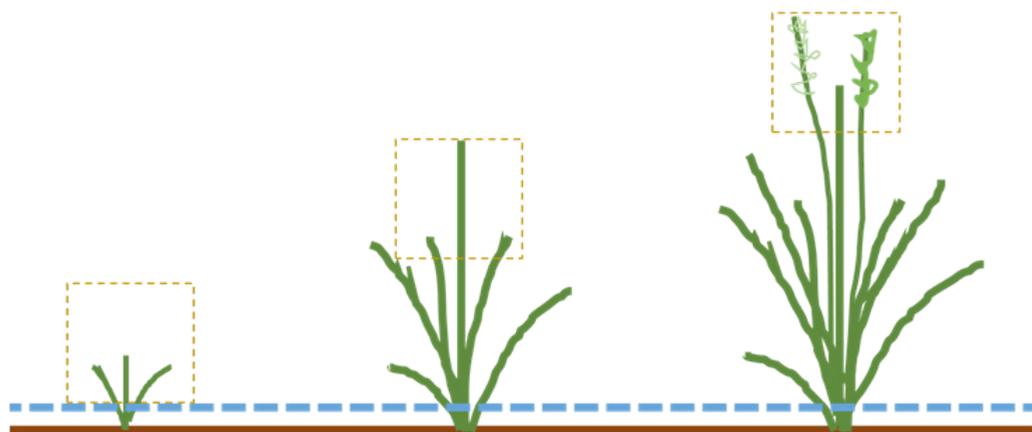
Fig. 2. The rice fields from different landscapes in this research.

表二、各樣點的取樣時間及座標

Table 2. The coordinate and survey period of this study

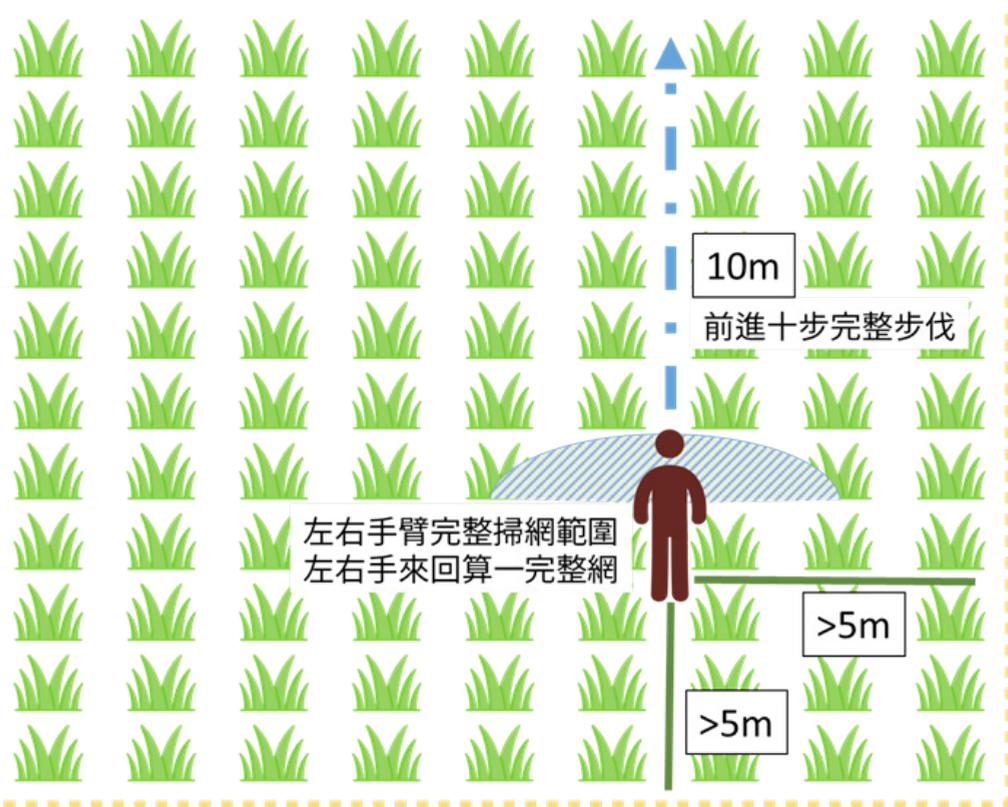
	慣行 (Conventional)	有機或友善 (Organic or Eco-friendly)
里 山 (Satoyama)	24.410, 120.716 (2017~2019)	24.412, 120.715 (2017~2019)
	24.406, 120.721 (2018~2019)	24.405, 120.721 (2018~2019)
	24.421, 120.688 (2018~2019)	24.422, 120.689 (2018~2019)
里 地 (Satochi)	24.378, 120.697 (2017~2019)	24.381, 120.704 (2017-2019)
	24.363, 120.708 (2018-2019)	24.363, 120.708 (2018-2019)
	24.369, 120.709 (2018-2019)	24.368, 120.705 (2018-2019)
里 海 (Satoumi)	24.457, 120.656 (2017-2019)	24.458, 120.655 (2017-2019)

節肢動物蒐集的方法以田間掃網法，掃網的範圍以水稻植株上位植冠 (canopy) 為主，但若在種植前期，水稻植株高度較網框低，則以田間水位上的植株部分為主 (參照圖三)。為求取樣一致性掃網方式以固定人員為主，距離田埂至少 5 公尺以上，從右側揮網至左側，範圍約 180 度，左右來回一次計算為一完整網，揮網過程同時前行一步，左右各一步算一完整步伐，總共十步，掃網移動距離約 10 公尺 (圖四)。使用的蟲網為直徑 38 公分，桿長 76 公分，網目 100 目的捕蟲網 (Bugdorm, 台灣)。取樣的樣本使用夾鏈袋裝回實驗室鑑定，種類至少鑑定至科 (不包含蟎類鑑定)，並將其分類成稻害者 (pest)、擬寄生者 (parasitoid)、捕食者 (predator)、植食者 (herbivore) 及食碎屑動物 (detritivore)，稻害者的定義資料來自於植物保護手冊或國際水稻稻米研究所 (IRRI) 等有註明會危害稻作為標準，其他植食性昆蟲則會列為植食者，又有些科別的昆蟲具有多種食性，則依據食性佔比作為分類。



圖三、田間掃網取樣位置。粗虛線表示水位；細虛線框框則表示取樣位置示意圖（網框大小）。

Fig. 3. Illustration of survey area of plant canopy; thick dash line means water level; thin dash line box means survey position. (ps. This figure did not fit the real size ratio)



圖四、本試驗調查掃網範圍示意圖。（圖內使用 flaticon 網站上的元素）。

Fig. 4. The illustration of swipe net survey scope in the field. (icon from www.flaticon.com)

本文使用 Shannon and Wiener (1963) 所提出的訊息統計指數 (H_{sw})，用以估算物種歧異度。

$$H_{sw} = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) = - \sum (P_i) \times (\ln P_i)$$

其中 n_i 為第 i 物種所含之個體數； N 為總個體數； $P_i = n_i/N$ ，即為第 i 物種占總個體數之比例，為物種的可能率。另外，也使用由 Berger 及 Parker (1970) 提出計算豐富度指數 D_{bp} ，用以看最豐富物種所佔的比例，其中 N_{max} 為最豐富種所含之個體數 (蔡及馮，1999)。

$$D_{bp} = \frac{N_{max}}{N}$$

挑選此兩項基本的生物多樣性的指標，主要考量的原因有二，使用 H_{sw} 主要是避免不同樣區的差異因為校正後而不顯著，想要關注在水稻生長期中間的動態變化，使用 D_{bp} 則主要是在水稻插秧成活期到水稻分蘖前期 (約為每期作第 1~2 次採樣時間)，因為常會採集到大量的搖蚊科及渚蠅科等物種，也想觀察這些物種在特定時期是否有特殊的影響。

結果與討論

本試驗調查 3 年共計在苑裡地區水田調查有 140 科節肢動物 (不含蟻) (依功能群分別列在表三、表四、表五、表六及表七)，其中里地慣行計有 98 科；里地慣行計有 94 科；里山慣行計有 114 科；里山有機計有 107 科；里海慣行計有 66 科；里海有機計有 68 科。就物種總數而言，里山 > 里地 > 里海，而慣行與有機田區的物種總數差異不大 (表八)，物種數差異最多的為植食者與捕食者，里海地區的植食者分別是有機 3 科及慣行 1 科。其中蜘蛛目有調查到 10 科，但以長腳蛛科、貓蛛科、金蛛科及蟹蛛科出現頻度最高且具有不同地景下的數量差異，其中貓蛛科在不同地景下地出現頻度差異最高，在物種數相對較少的里海地景下幾乎沒有調查記錄，可能對整體物種多樣性的敏感度較高 (表九)，由於蜘蛛屬於較高階的消費者，故其族

群數量大的情況下，也代表整個稻田生態系的食物鏈較穩固，才能支撐較高階消費者生存。不過仍值得注意的地方是因為里海樣區較少，取樣所含蓋面積較少，也會有導致採集物種數較少的可能性。

表三、本次研究所調查到之食碎屑動物，計 34 科

Table 3.The list of detritivores, total 34 families

Order	Family	目	科	里地慣行	里地有機	里山慣行	里山有機	里海慣行	里海有機
Coleoptera	Dermestidae	鞘翅目	鯉節蟲科				●		
Coleoptera	Hydroscaphidae	鞘翅目	出尾水蟲科	●	●	●	●		
Coleoptera	Latridiidae	鞘翅目	姬薪蟲科	●	●	●	●		
Diptera	Anthomyzidae	雙翅目	小花蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Bibionidae	雙翅目	毛蚋科		●		●		
Diptera	Blephariceridae	雙翅目	網蚊科		●	●			
Diptera	Calliphoridae	雙翅目	麗蠅科	●	●		●	●	
Diptera	Celyphidae	雙翅目	鎧蠅科		●	●			
Diptera	Ceratopogonidae	雙翅目	蠓科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Chironomidae	雙翅目	搖蚊科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Chloropidae	雙翅目	稗蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Culicidae	雙翅目	蚊科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Drosophilidae	雙翅目	果蠅科			●	●		●
Diptera	Ephydriidae	雙翅目	渚蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Heleomyzidae	雙翅目	日蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Lonchopteridae	雙翅目	槍蠅科			●			
Diptera	Micropezidae	雙翅目	微腳蠅科				●		
Diptera	Muscidae	雙翅目	家蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Mycetophilidae	雙翅目	蕈蚋科	●	●	●	●		●
Diptera	Phoridae	雙翅目	蚤蠅科			●	●	●	
Diptera	Piophilidae	雙翅目	酪蠅科			●			
Diptera	Psychodidae	雙翅目	蛾蚋科		●	●			●
Diptera	Scatopsidae	雙翅目	偽毛蚋科	●		●		●	●
Diptera	Sciaridae	雙翅目	黑翅蕈蚋科	●	●	●	●	●	●

Diptera	Sepsidae	雙翅目	艷細蠅科			●	●		
Diptera	Simuliidae	雙翅目	蚋科	●		●	●		
Diptera	Sphaeroceridae	雙翅目	大附蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Stratiomyidae	雙翅目	水虻科			●	●		
Diptera	Tephritidae	雙翅目	果實蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Tipulidae	雙翅目	大蚊科	●	●	●	●	●	●
Ephemeroptera	Baetidae	蜉蝣目	四節蜉科	●	●				
Ephemeroptera	Ephemerellidae	蜉蝣目	小蜉蝣科	●					
Ephemeroptera	Ephemeridae	蜉蝣目	蜉蝣科	●	●	●		●	●
Psocodea	Ectopsocidae	嚙蟲目	外嚙蟲科	●				●	

表四、本次研究所調查到之植食性動物，計 19 科

Table 4. The list of herbivores, total 19 families

Order	Family	目	科	里地慣行	里地有機	里山慣行	里山有機	里海慣行	里海有機
Coleoptera	Cerambycidae	鞘翅目	天牛科			●			
Coleoptera	Elateridae	鞘翅目	叩頭蟲科			●	●		
Coleoptera	Mordellidae	鞘翅目	花蚤科			●			
Coleoptera	Phalacridae	鞘翅目	姬花蚤科			●	●		
Coleoptera	Scarabaeidae	鞘翅目	金龜子科	●		●			
Diptera	Agromyzidae	雙翅目	潛蠅科	●		●			
Hemiptera	Coccidae	半翅目	介殼蟲科			●			
Hemiptera	Fulgoridae	半翅目	蟻蟬科			●			
Hemiptera	Plataspidae	半翅目	龜椿科	●		●	●		
Hemiptera	Psyllidae	半翅目	木蟲科	●	●	●	●		●
Hemiptera	Ricaniidae	半翅目	廣翅蠟蟬科	●		●			
Hemiptera	Scutelleridae	半翅目	盾椿科	●	●	●	●	●	●
Hemiptera	Tessaratomidae	半翅目	荔椿科	●	●	●	●		
Hymenoptera	Agaonidae	膜翅目	榕小蜂科	●					
Hymenoptera	Apidae	膜翅目	蜜蜂科		●	●	●		●
Hymenoptera	Cynipidae	膜翅目	瘿蜂科	●		●			

Hymenoptera	Tenthredinidae	膜翅目	葉蜂科			●	●		
Trichoptera	Heptageniidae	毛翅目	姬石蛾科	●	●				
Trichoptera	Hydropsychidae	毛翅目	紋石蛾科	●					

表五、本次研究調查到之稻害者，計 29 科

Table 5. The list of rice pests, total 29 families

Order	Family	目	科	里地慣行	里地有機	里山慣行	里山有機	里海慣行	里海有機
Coleoptera	Bostrichidae	鞘翅目	長蠹蟲科				●		
Coleoptera	Chrysomelidae	鞘翅目	金花蟲科	●	●	●	●	●	●
Coleoptera	Curculionidae	鞘翅目	象鼻蟲科		●	●	●	●	●
Diptera	Cecidomyiidae	雙翅目	癭蚊科	●		●			
Diptera	Fanniidae	雙翅目	廁蠅科	●	●	●	●	●	
Hemiptera	Aleyrodidae	半翅目	粉蝨科	●	●		●	●	●
Hemiptera	Alydidae	半翅目	蛛緣椿象科	●	●	●	●		●
Hemiptera	Aphididae	半翅目	蚜科	●	●	●	●		●
Hemiptera	Cicadellidae	半翅目	葉蟬科	●	●	●	●	●	●
Hemiptera	Coreidae	半翅目	緣椿科	●	●	●	●	●	●
Hemiptera	Delphacidae	半翅目	稻蟲科	●	●	●	●	●	●
Hemiptera	Lygaeidae	半翅目	長椿科		●	●	●		●
Hemiptera	Miridae	半翅目	盲椿科	●	●	●	●	●	
Hemiptera	Pentatomidae	半翅目	椿象科	●	●	●	●	●	●
Hemiptera	Rhyparochromidae	半翅目	地長椿科		●	●	●		●
Lepidoptera	Hesperiidae	鱗翅目	弄蝶科	●					
Lepidoptera	Lymantriidae	鱗翅目	毒蛾科	●	●	●	●		
Lepidoptera	Noctuidae	鱗翅目	夜蛾科	●	●		●		
Lepidoptera	Nymphalida	鱗翅目	蛺蝶科	●	●	●	●	●	●
Lepidoptera	Pyralidae	鱗翅目	螟蛾科	●	●	●	●	●	●
Orthoptera	Acrididae	直翅目	蝗科	●	●	●	●	●	●
Orthoptera	Gryllidae	直翅目	蟋蟀科	●	●	●	●		
Orthoptera	Pyrgomorphidae	直翅目	負蝗科				●		

Orthoptera	Pyrgomorphidae	直翅目	錐頭蝗科	●	●	●	●	●	●
Orthoptera	Tetrigidae	直翅目	菱蝗科		●	●	●	●	●
Orthoptera	Tridactylidae	直翅目	蚤蝗科		●		●		
Orthoptera	Trigonidiidae	直翅目	草蟋科			●			
Thysanoptera	Phlaeothripidae	纓翅目	管薊馬科	●	●	●	●	●	
Thysanoptera	Thripidae	纓翅目	薊馬科	●	●	●	●	●	●

表六、本次研究所調查稻之捕食者，計 36 科

Table 6. The list of predators, total 36 families

Order	Family	目	科	里地慣行	里地有機	里山慣行	里山有機	里海慣行	里海有機
Araneae	Araneidae	蜘蛛目	金蛛科	●	●	●	●	●	●
Araneae	Cheiracanthiidae	蜘蛛目	紅螯蛛科	●	●	●	●		●
Araneae	Clubionidae	蜘蛛目	袋蛛科	●	●	●	●	●	●
Araneae	Linyphiidae	蜘蛛目	皿網蛛	●	●	●	●	●	●
Araneae	Lycosidae	蜘蛛目	狼蛛科	●	●	●	●	●	●
Araneae	Oxyopidae	蜘蛛目	貓蛛科	●	●	●	●	●	
Araneae	Salticidae	蜘蛛目	跳蛛科	●	●	●	●	●	●
Araneae	Scytodidae	蜘蛛目	山城蛛科			●			
Araneae	Tetragnathidae	蜘蛛目	長腳蛛科	●	●	●	●	●	●
Araneae	Theridiidae	蜘蛛目	姬蛛科	●	●	●			
Araneae	Thomisidae	蜘蛛目	蟹蛛科	●	●	●	●	●	●
Coleoptera	Carabidae	鞘翅目	步行蟲科	●	●	●	●	●	
Coleoptera	Cleridae	鞘翅目	郭公蟲科				●		
Coleoptera	Coccinellidae	鞘翅目	瓢蟲科	●	●	●	●	●	●
Coleoptera	Hydrophilidae	鞘翅目	牙蟲科			●			
Coleoptera	Staphylinidae	鞘翅目	隱翅蟲科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Asilidae	雙翅目	食蟲虻科				●		
Diptera	Cecidomyiidae	雙翅目	癭蚊科	●		●			
Diptera	Dolichopodidae	雙翅目	長足虻科	●	●	●	●	●	●

Diptera	Empididae	雙翅目	舞虻科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Lauxaniidae	雙翅目	縞蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Scathophagidae	雙翅目	糞蠅科	●	●	●	●		
Diptera	Sciomyzinae	雙翅目	沼蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Syrphidae	雙翅目	食蚜蠅科	●	●	●	●		
Diptera	Tabanidae	雙翅目	虻科			●	●		
Hemiptera	Anthocoridae	半翅目	花椿科	●	●	●	●	●	●
Hemiptera	Geocoridae	半翅目	大眼長椿科	●			●		
Hemiptera	Reduviidae	半翅目	獵椿科	●	●	●	●		
Hymenoptera	Formicidae	膜翅目	蟻科	●	●	●	●	●	●
Megaloptera	Corydalidae	廣翅目	石蛉科			●			
Neuroptera	Chrysopidae	脈翅目	草蛉科		●		●		
Odonata	Aeshnidae	蜻蛉目	晏蜓科				●		
Odonata	Coenagrionidae	蜻蛉目	細蟴科	●	●	●	●	●	●
Odonata	Libellulidae	蜻蛉目	蜻蜒科	●	●	●			
Odonata	Platycnemididae	蜻蛉目	琵琶蟴科	●			●		
Orthoptera	Tettigoniidae	直翅目	螽斯科		●	●	●		

表七、本次研究所採集到的擬寄生者，計 23 科

Table 7. The list of parasitoids, total 23 families

Order	Family	目	科	里地慣行	里地有機	里山慣行	里山有機	里海慣行	里海有機
Diptera	Pipunculidae	雙翅目	頭蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Sarcophagidae	雙翅目	肉蠅科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Tachinidae	雙翅目	寄蠅科	●	●	●	●	●	●
Hymenoptera	Aphelinidae	膜翅目	蚜小蜂科	●	●	●	●		●
Hymenoptera	Bethylidae	膜翅目	蟻形蜂科	●	●	●	●		
Hymenoptera	Braconidae	膜翅目	小繭蜂科	●	●	●	●	●	●
Hymenoptera	Ceraphromnidae	膜翅目	分盾細蜂科	●			●		
Hymenoptera	Chalcididae	膜翅目	小蜂科		●	●	●	●	●

Hymenoptera	Diapriidae	膜翅目	錘角細蜂科	●					
Hymenoptera	Dryinidae	膜翅目	螫蜂科	●	●	●	●	●	
Hymenoptera	Elasmidae	膜翅目	扁股小蜂科	●	●	●	●	●	●
Hymenoptera	Encyrtidae	膜翅目	跳小蜂科	●	●		●		
Hymenoptera	Eulophidae	膜翅目	釉小蜂科	●	●	●	●	●	●
Hymenoptera	Eupelmidae	膜翅目	旋小蜂科					●	
Hymenoptera	Eurytomidae	膜翅目	廣肩小蜂科	●	●	●	●		●
Hymenoptera	Ichneumonidae	膜翅目	姬蜂科	●	●	●	●	●	●
Hymenoptera	Mymaridae	膜翅目	纓小蜂科		●	●	●	●	●
Hymenoptera	Platygastridae	膜翅目	廣腹細蜂科			●	●		
Hymenoptera	Pompilidae	膜翅目	蛛蜂科			●			
Hymenoptera	Proctotrupidae	膜翅目	細蜂科	●		●			
Hymenoptera	Pteromalidae	膜翅目	金小蜂科	●	●	●	●	●	●
Hymenoptera	Scelionidae	膜翅目	緣腹細蜂科	●	●	●	●	●	●
Hymenoptera	Trichogrammatidae	膜翅目	赤眼蜂科	●	●	●	●	●	●
Diptera	Pipunculidae	雙翅目	頭蠅科	●	●	●	●	●	●

表八、不同栽培地景下不同功能群的物種數統計(統計至科)

Table 8. The summary of family of different arthropods group in different cultivation landscape

	Satochi- Conventional 里地慣行	Satochi- Organic 里地有機	Satoyama- Conventional 里山慣行	Satoyama- Organic 里山有機	Satoumi- Conventional 里海慣行	Satoumi- Organic 里海有機
Detritivore	22	22	27	24	17	17
Herbivore	11	5	16	8	1	3
Pest	21	24	23	26	16	17
Predator	26	26	29	30	18	17
Parasitoid	18	17	19	19	14	14
total	98	94	114	107	66	68

表九、不同栽培地景下蜘蛛目標本總量

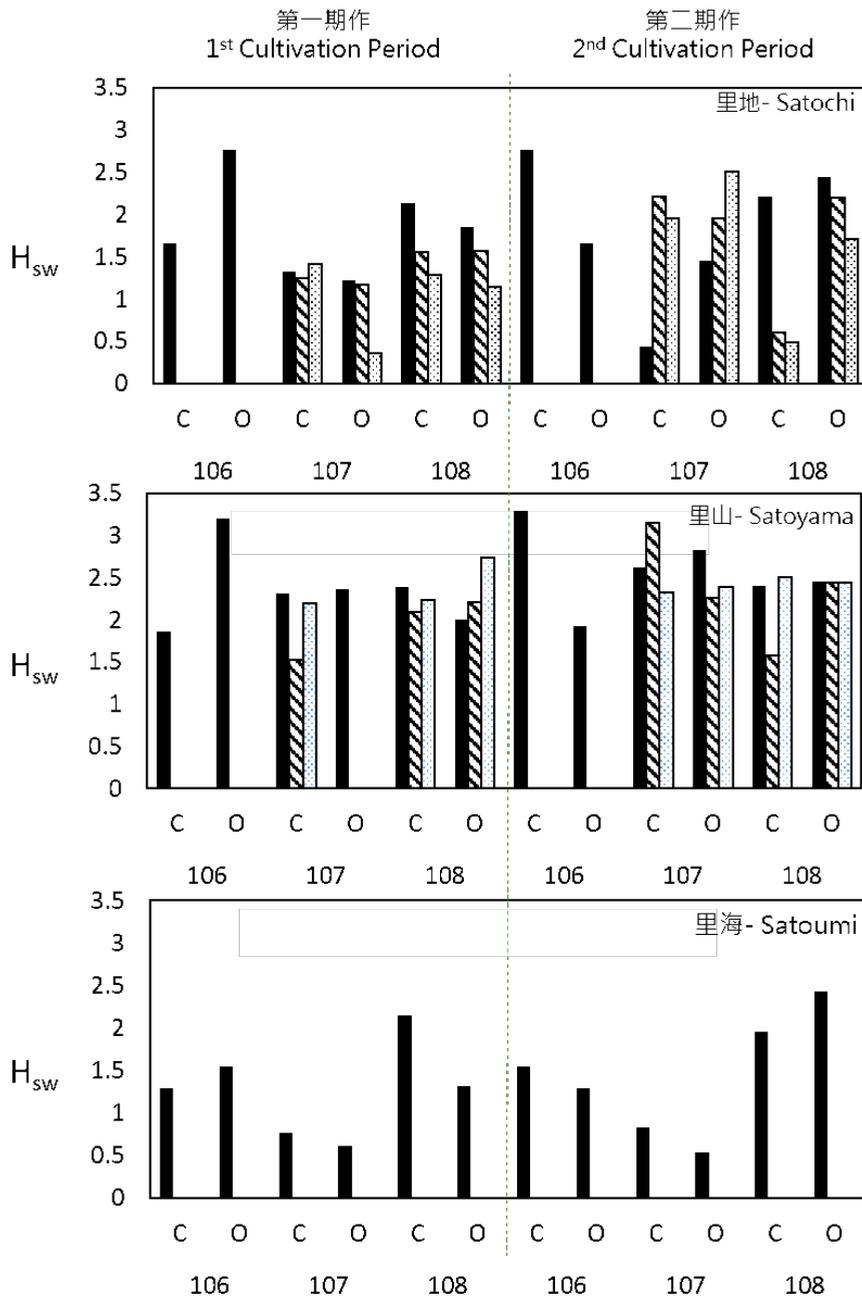
Table 9. The total specimen number of Araneae in different cultivation landscape

	金蛛科	紅螯蛛科	袋蛛科	皿網蛛	狼蛛科	貓蛛科	跳蛛科	長腳蛛科	姬蛛科	蟹蛛科
Satochi-Conventional 里地慣行	76	12	5	12	7	11	4	96	1	21
Satochi-Organic 里地有機	119	15	4	15	3	37	3	134	1	29
Satoyama-onventional 里山慣行	63	2	4	14	11	69	9	170	1	38
Satoyama-Organic 里山有機	41	2	9	11	3	62	9	142		43
Satoumi-Conventional 里海慣行	28		1	2	2	3	1	21		1
Satoumi-Organic 里海有機	32	4	4	7	3		4	39		6

由於田間的生物相會隨著田區植株生長呈現動態變化，且水稻一、二期作的溫度變化與植物生長剛好呈現相反的趨勢，因此比較一、二期作不同地景下，生物多樣性的歧異度的差異（圖五）。整體而言，一、二期作並沒有固定性的變化，慣行田區與有機田區的生物多樣性也沒有顯著差異，里山地區平均生物多樣性歧異度最高；107 年度的不同地景下整體生物多樣性歧異度皆較低，但以里山地景下的田區波動幅度較小，以 3 年度的生物多樣性歧異度的穩定性來說，以里山最高，里地次之，里海則變動差異最大。

綜觀三年的資料，無論是第一期作或第二期作（圖六、圖七、圖八），在分蘖盛期後田間的生物多樣性歧異度會達到高峰，若未來有需要擴大調查範圍的調查下，在苗栗地區第一期作的 5 月上旬及第二期作 9 月下旬應為適合的調查時間，可只針對分蘖盛期後到開花期作為標準取樣階段，但若是本身生物多樣性較低之地景的樣區（如里海地景下），則可能取樣誤差會加大，未來仍需要其他採樣或分析技術進行修正。以第一期作的歧異度隨稻作生長的趨勢較固定，沒有明顯的差異，但在三個地景下，二期作的秧苗成活期與分蘖前期的歧異度發展就比較不穩定。

比較 H_{sw} 及 D_{bp} 之間的關係，與前人研究相似（蔡及馮，1999），呈現負相關。

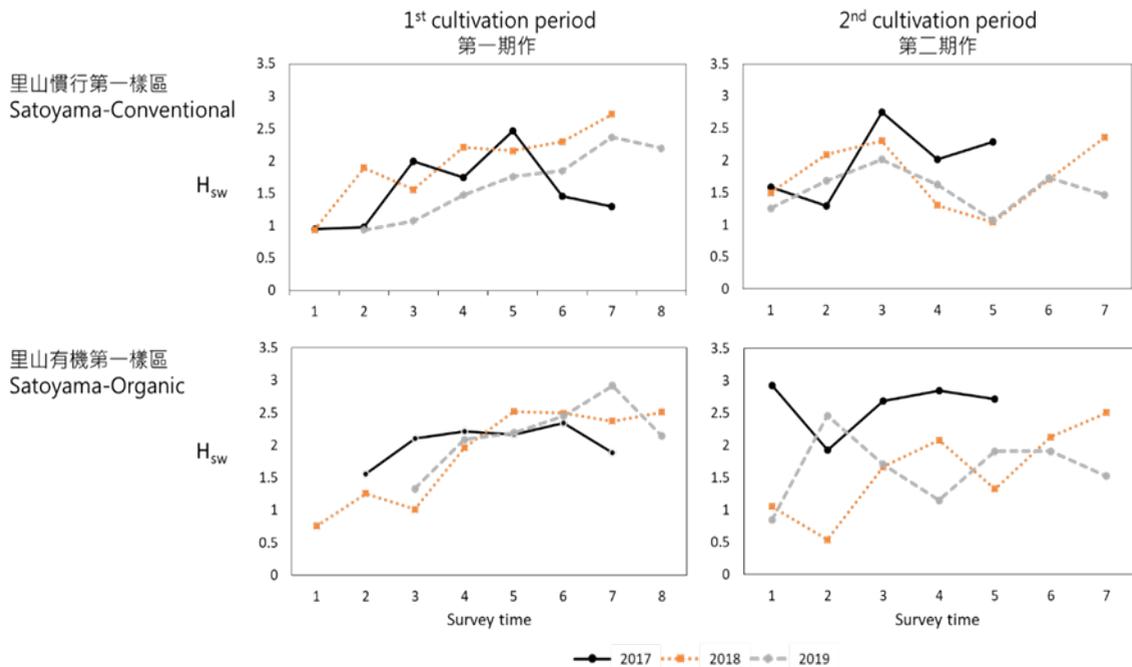


圖五、不同地景與栽培方式之 H_{sw} 值的變化。C 為慣行栽培，O 為為有機或友善栽培。不同狀柱圖代表不同塊的試驗田。

Fig. 5. The Shannon-Weibner biodiversity (H_{sw}) of different cultivation landscape. C means conventional cultivation and O means organic cultivation. Different kinds of bar present different experiment site.

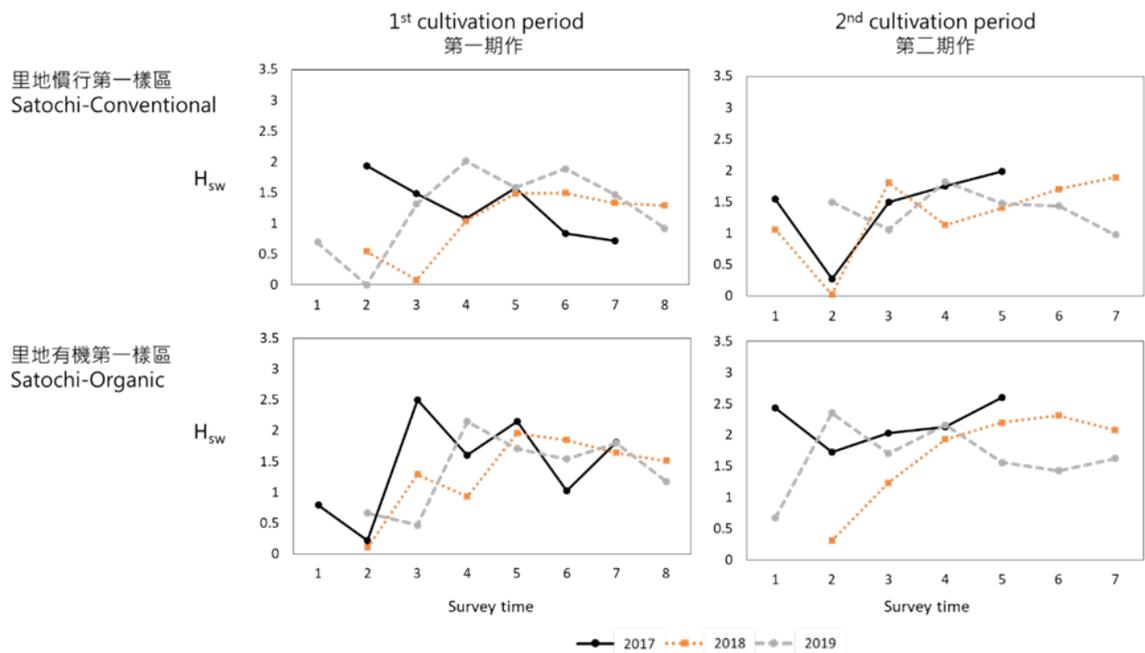
另外從原始資料看，在 H_{sw} 低（歧異度低）時，高優勢物種主要是搖蚊科、渚蠅科與蠓科，出現的時間為秧苗成活期為多，而稻蝨科與葉蟬科雖然在某些調查時數量也不少，但因為其主要出現在種植後期，田間生物多樣性的歧異度增加，優勢種占比下降（圖九）。

本次試驗的結果可以發現，在同一地景下的臨近田區，相似的種植方法，仍會有生物多樣性的差別，比對田區的實際狀況，里地地區大部分的試驗點皆有經過土地重劃並且為水泥田埂；里山地區的樣點則沒有，而里地有機第一樣區的農莊內建置多種綠籬田埂，在整個生物多樣性歧異度上接近里山地區的表現，符合前人研究綠帶（或野花帶）等可以增加田區生物多樣性並且增加土地的生態服務功能（林及楊，2012；林等，2019）。同時，因為苑裡地區的慣行農法平均一期作僅施用一次化學藥劑，對環境影響較少，也可能是本試驗中慣行農法與有機農法的生物多樣性指數區室差異不顯著或者物種數量差異不大的關係。

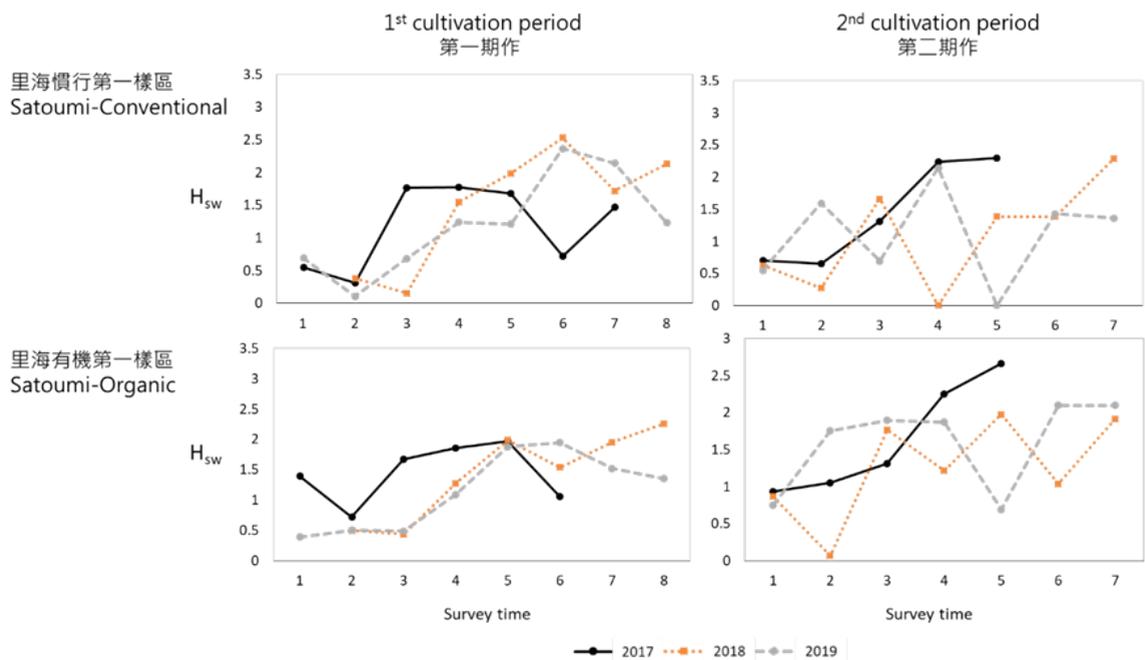


圖六、里山地景下不同年度、調查時間及栽培方式的 H_{sw} 值動態變化。

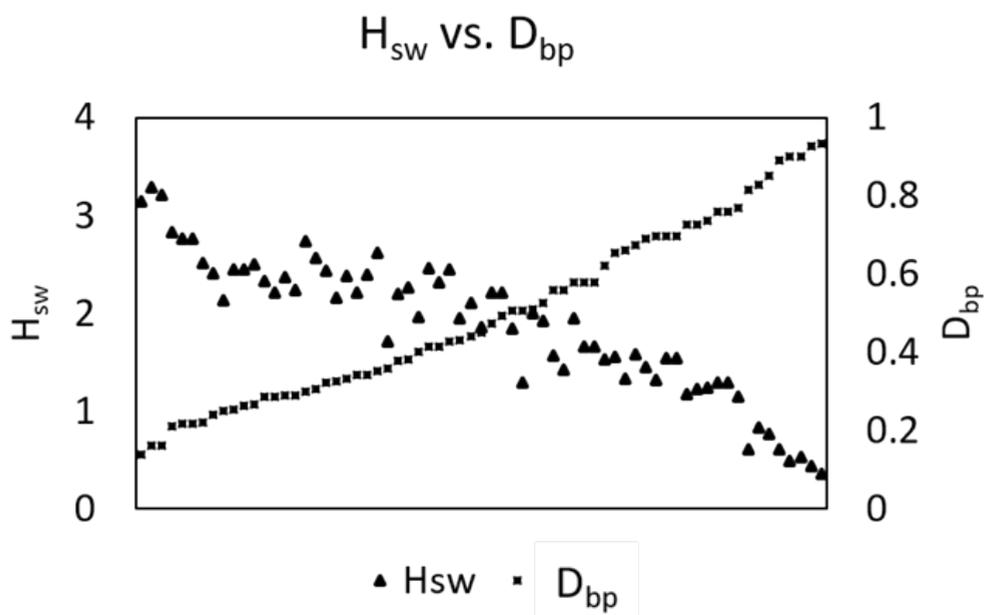
Fig. 6. The dynamic of H_{sw} in different year and cultivation practice in Satoyama landscape.



圖七、里地地景下不同年度、調查時間及栽培方式的 H_{sw} 值動態變化。
 Fig. 7. The dynamic of H_{sw} in different year and cultivation practice in Satochi landscape.



圖八、里海地景下不同年度、調查時間及栽培方式的 H_{sw} 值動態變化。
 Fig. 8. The dynamic of H_{sw} in different year and cultivation practice in Satoumi landscape.



圖九、本次試驗內樣點的 H_{sw} 與 D_{bp} 值。

Fig. 9. The H_{sw} and D_{bp} in this experiment.

結 論

本篇為苗栗區第一篇關於水稻節肢動物調查記錄的文章，雖然在生物多樣性的分析技術上僅屬粗淺表層分析，可能仍需要更長時間的基礎資料建立，才能更加凸顯農業操作如何補足不同農田地景下的生物多樣性，並了解田區間不同族群的動態發展差異性。未來，可進一步朝田埂營造對大範圍尺度下的農田生態多樣性影響進行比較，作為區域農業發展的參考依據。

誌 謝

感謝行政院農業委員會「促進農村與農業生態永續發展國際合作計畫—苗栗地區水稻生產地景多樣性之研究」2017~2020 年度計畫支持。感謝苑裡農友黃東明、徐春錢、鄭栩芳、里山塾江進富、洪慶斌、林義超、稻鴨庄蕭明宏、邱建朗、謝松文、葉獻堂、劉貴華、莊庭承、林清安提供場地進行試驗調查。感謝劉政寬、劉秉竝、鄭志文、沈宗佑協助進行試驗採樣及數據整理。

引用文獻

- 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 30：33-42。
- 林立、游之穎、徐仲禹、翁崧夏。2019。多樣性植物對於農田天敵之助益。2019 有益昆蟲在友善農耕之應用研討會專輯。苗栗區農業改良場。p. 61-68。
- 林朝欽、陸聲山。2013。生物多樣性名詞與指數使用之釐清。國家公園學報 23(1)：13-23。
- 行政院農業委員會農糧署。2020。台灣地區稻作種植、收穫面積及產量。農委會統計年報。
- 范美玲、林泰佑、林立、蔡恩聖、黃鵬。2014。水稻田濕地生態的生物多樣性。科學報導 497：18-23。
- 陳泓如、Josie Lynn A. Catindig、Buyung Hadi、張素貞。2019。苗栗苑裡水稻友善農耕有益昆蟲之調查。2019 有益昆蟲在友善農耕之應用研討會專輯。苗栗區農業改良場。p. 121-127。
- 彰化縣政府。2015。彰化縣 104 年度國家重要濕地保育行動計劃總結成果報告。
- 齊心、黃玉冰、戴佑達、吳宜穎、劉人璋。2003。由國內生物多樣性論文談生物多樣性研究。生態系經營 - 永久樣區理論與實務探討研討會論文集。行政院農業委員會林務局。p. 335-360。
- 蔡尚、馮豐隆。1999。生態歧異度及其算方法之分類。中國生物 42(1)：65-83。
- 趙榮台。2015。何謂「里山地景」？。林業研究專訊 22：41-43。
- Bengtsson, J., J. Ahnström, and Weibull, A. C. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of applied ecology* 42(2):261-269.
- Edirisinghe, J. P., and C. N. Bambaradeniya. 2006. Rice fields: an ecosystem rich in biodiversity. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 34(2):57-59.
- Landis, D. A. 2017. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology* 18:1-12.
- Natuhara, Y. 2013. Ecosystem services by paddy fields as substitutes of natural wetlands in Japan. *Ecological engineering* 56:97-106.

The arthropod biodiversity of different rice cultivation landscape in Miaoli

Hung-Ju Chen^{1*}, Chi-Lun Huang², Jui-Sheng Lai¹, Chia-Yu Lin¹, Chi-Wei Tsai², Su-Jein Chang¹

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

² Department of Entomology, National Taiwan University

ABSTRACT

In this research, the survey fields were located in Yuanli township, which is the most important rice production area of Miaoli County. Yuanli township is an enclosed production area at delta plain of Daan River. We surveyed the biodiversity of arthropods in rice fields in 2017-2019. Based on 3 kinds of agriculture landscape- Satoyama, Satochi and Satoumi and 2 kinds of rice cultivation practices- conventional and organic. The survey was conducted biweekly in 14 experiment sites. There are 140 family of arthropods recorded. The biodiversity did not showed significant difference between two cultivation seasons but the overall biodiversity was Satoyama > Satochi > Satoumi. Also, when the yearly biodiversity decreased, Satoyama landscape showed less change of biodiversity which means the ecosystem is more stable. The flower strips at field ridge and the cultivation practice may be the reasons that there was no significance difference of biodiversity between conventional practice and organic practice.

Keywords: rice, miaoli, biodiversity, landscape, arthropods

*Corresponding author email: rubydm3@gmail.com