

比較不同農業操作對稻田無脊椎動物群集結構相似性之影響

徐仲禹^{1,*}、蔡思聖²、許宏昌²、黃國靖³、潘光琦²、嚴國恩²

¹ 花蓮區農業改良場作物環境課助理研究員。

² 花蓮區農業改良場作物環境課專案研究助理。

³ 國立東華大學自然資源與環境學系副教授。

* 聯繫人 e-mail: pudding726@hdares.gov.tw

摘要

本研究針對海岸山脈社會生態生產地景進行調查，透過陸域稻叢與水域兩種棲地來呈現稻田內部無脊椎動物物種多樣性以及其生物組成之變化，並探討鄰近地景與農業操作之影響。聚類分析透過群平均法將樣本間的相似性距離畫成樹狀圖。結果顯示，不同農村聚落間群集差異較大而予以分群（稻叢群集：Global R=0.861, $p < 0.001$ ；水域群集：Global R=0.749, $p=0.001$ ），可發現農業操作維持較多的水分管理可能產生類似於慣行農法的衝擊，德武的慣行漫灌田水棲生物組成反而與節水漫灌田的生物組成較為近似，變化趨勢隨陸域或水域有所不同。針對易受乾旱擾動的物種，依生存需求於稻田週邊採取相應的棲地營造，如埤、塘與暢通的溝渠將有助物種多樣性的維持。

關鍵字：稻米、農田生態系、生物多樣性、相似性圖像分析、節水灌溉

引言

花改場自 100 年起展開生態農業相關試驗研究，並持續監測轄區生物多樣性並累積基礎資料，有助於於生態服務回饋農業生產並落實生物多樣性主流化。往昔研究發現，雖然東部稻田內部棲境相對單純，稻田的生物相卻仍具有極高的物種多樣性。本研究旨在透過海岸山脈北段兩側之農業地景進行取樣，調查稻叢與水域兩種棲地來呈現稻田內



部無脊椎動物物種多樣性以及其生物組成之變化，呈現不同農業地景間群集相似性與其影響成因。

材料與方法

本研究於 2017 年第一期稻作期間進行，稻田耕作形態可依有機與慣行方法進行區分，若依照灌溉方式之不同，又可再區分成漫灌與節水兩種灌溉。實驗樣區分別為於海岸山脈與中央山脈間的花東縱谷苓仔溪北側的德武部落與海岸山脈濱太平洋的新社村。於德武部落設置三種處理田區：有機漫灌（DF，5 重覆田）、有機節水（DA，4 重覆田）、慣行漫灌（DC，3 重覆田）；新社村則設置兩種處理田區：有機漫灌（SO，4 重覆田）與慣行漫灌（SC，4 重覆田）。節水灌溉則採行改良自 IRRI 的乾濕交替節水灌溉方式（alternate wet/dry irrigation, AWD），自插秧後 1 週於田區埋設劃設刻度的 PVC 豎管，當田間水位低於土表下 15 公分時才實施灌水，並於水位達土表上 5 公分時停止供水之間歇性灌水。

無脊椎動物調查，分成地棲與水棲部分採樣。地上無脊椎動物於每塊樣區稻叢分蘗盛期後以兩週一次的頻度共 6 次採樣，每次皆以穿越線於田間以 8 字型掃網法共掃 20 回，將網袋內容物裝入塑膠夾鏈袋保存；稻田水域出現的水棲無脊椎動物則係於插秧後、接近分蘗盛期、抽穗期，三個滿水時間點以網目為 250 目之 D 形網進行定面積取樣，取樣後洗入塑膠夾鏈袋保存，上述無脊椎動物樣品皆帶回實驗室後鑑定。

本研究採用聚類分析（Cluster Analysis）理解樣本間的組成相似性距離，透過群平均法（Group average），樣本間的相異性（Bray-Curtis dissimilarity 亦常被稱為相似性距離 BC_{ij}）畫成樹狀圖（dendrogram）。ANOSIM 用以檢測不同處理間是否具顯著分群。SIMPROF 則能以模擬分析找出最適的分類模式，可將模擬結果用以探討與實驗處理間的分群差異。這些分析皆以 Primer 6.0 進行。

結果與討論

以聚類分析來探討各處理間的陸域生物群集相似性，可以發現以 Group average linkage methods 做分群時，新社與德武的稻田陸域群集間的相似性最低而被先予以區分。各處理內的樣本多較為相似；ANOSIM 則支持處理間不完全相似（表一）。唯配

對檢定，僅德武的有機漫灌（DF）與慣行漫灌（DC）並未顯著分群，SIMPROF 分析則將所有樣本分成四群如圖一，唯德武的有機漫灌（DF），未被區分於獨立一群中，五個樣本被分別近鄰於有機節水（DA）與慣行漫灌（DC）的分枝。物種組成與功能攝食群結構方面，陸域共採得 177 物種，其中採樣期間僅在德武發現者有 50 種，新社有 47 種，分析後可以發現新社地區平均物種數較多，均勻度較高。

透過聚類分析探討稻田各處理間水棲生物群集的相似性，在 Group average linkage methods 所繪製之相似性樹狀圖，新社與德武兩地區的稻田水棲生物相間同樣因相似性較低而被先予以區分，其平均相似性甚至低於陸域生物群集在兩地域間的差異（圖二）。新社有機與慣行處理的農田生物群集可明顯區隔，唯德武的慣行處理內樣本彼此相似性較高而較為近鄰，德武有機節水與德武慣行漫灌間相對較為相似，而有機漫灌的樣本相似性變動較大，有別於德武稻叢的節水與慣行漫灌群集較不相似。ANOSIM 支持處理間分群顯著，但配對檢定發現德武的各處理間樣本皆未具顯著的相似性差異（表二）；SIMPROF 分析共產生六群。新社有機與慣行樣本仍屬於不同群，德武有機漫灌的部份樣本較為分歧外，德武有機節水、慣行漫灌與三個德武有機漫灌樣本皆較為近似而被判定為同群。水域共採得 54 物種，其中採樣期間僅在德武發現者有 22 種，新社有 6 種，26 種可在兩者皆具採集記錄。

本研究可發現德武慣行田的水棲生物組成反而與節水漫灌田的生物組成較為近似，這種因水分管理所產生的變化趨勢不同於稻叢生物群集，此外，平均物種豐度在稻叢群集以新社較高，水棲群集則以德武較高，趨勢亦有所不同，是值得注意的表現差異。稻田棲地若有標的保育物種，就應考慮棲地需求與物種適應差異進行後續管理。針對易受乾旱擾動的物種，依生存需求於稻田週邊採取相應的棲地營造，如埤、塘與暢通的溝渠將有助整體地景物種多樣性的維持。

重要參考文獻

蔡思聖、許宏昌、徐仲禹、黃國靖、吳文欽、黃佳興、范美玲 2018 乾溼交替節水灌溉方法對水稻田稻叢及水域無脊椎動物群集功能多樣性的影響。花蓮區農業改良場研究彙報，36：13-30。

Benton, T.G., J.A. Vickery, and J.D. Wilson. 2003. Farmland biodiversity: is habitat



heterogeneity the key?. *Trends Ecol. Evol.* 18(4): 182-188.

Duffy, J.E. 2002. Biodiversity and Ecosystem Function: The Consumer Connection. *Oikos*. 99(2): 201-219.

Franklin, J.F. 1993. Preserving Biodiversity: Species, Ecosystems, or Landscapes?. *ECOL APPL* 3(2): 202-205.

Vandermeer, J.H., and I. Perfecto. 2005. "Breakfast of biodiversity: The political ecology of rain forest destruction. 2nd ed. FoodFirst Books, Oakland, CA,

Wilson, E.O. 1988. The current state of biological diversity. *Biodiversity*. 521(1): 3-18.

表一、不同地區地景、農業操作之稻叢無脊椎動物群集組成相似性差異分析結果。

Table 1. ANOSIM result of rice straw invertebrate among various combination of landscape region and manipulation.

Global Test		
Sample statistic (Global R): 0.861		
Significance level of sample statistic: 0.0001% ^x		
Number of permutations: 999999		
Pairwise Tests		
Treatment Groups	R Statistic	Significance Level %
DA, DC	0.870	2.9 ^x
DA, DF	0.381	3.2 ^x
DA, SC	1	2.9 ^x
DA, SA	1	2.9 ^x
DC, DF	0.354	8.9
DC, SC	1	2.9 ^x
DC, SA	1	2.9 ^x
DF, SC	1	0.8 ^x
DF, SA	1	0.8 ^x
SC, SA	0.948	2.9 ^x

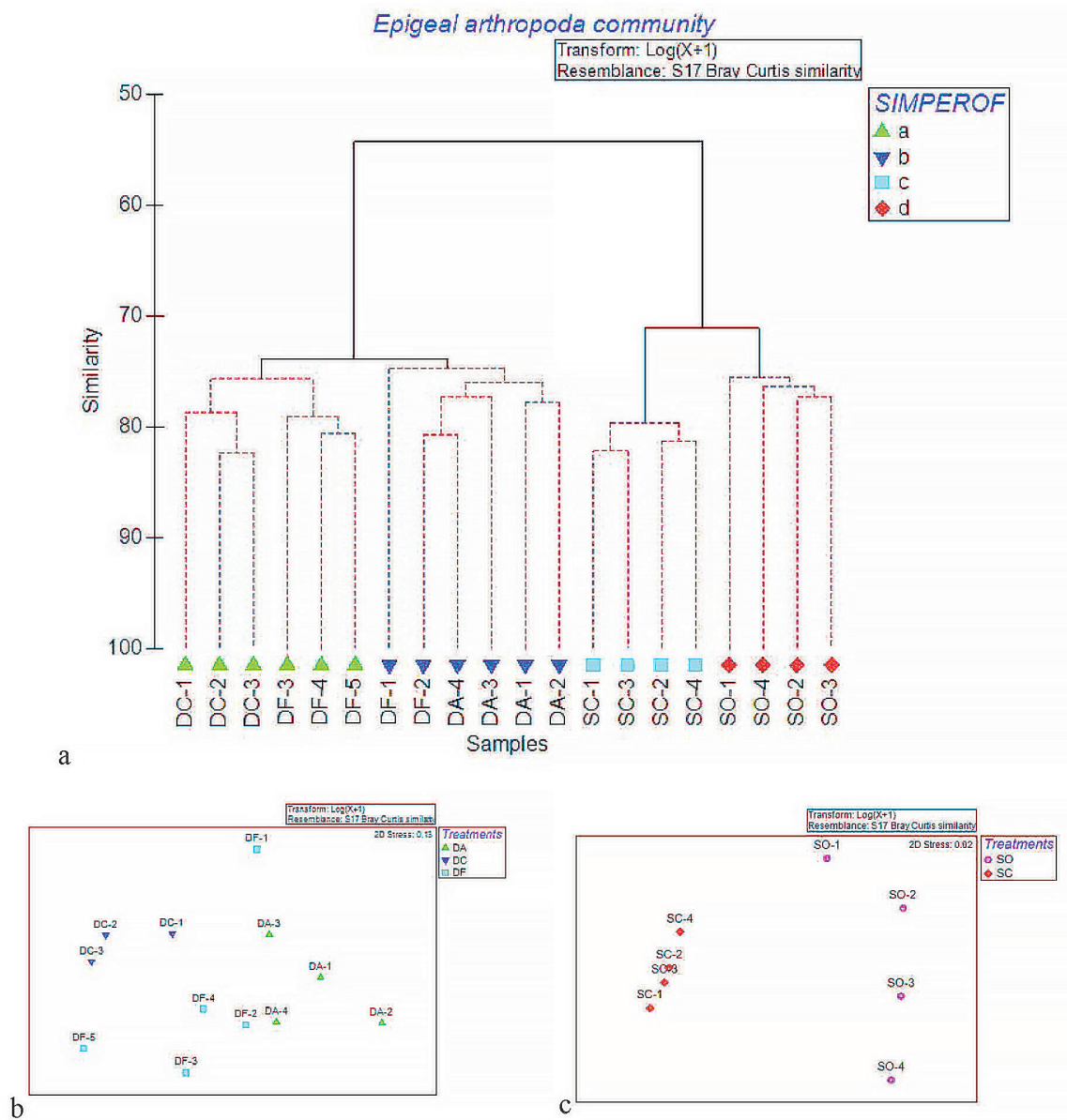
^x: Statistical significance, $p < 5\%$

表二、不同地區地景、農業操作之水棲無脊椎動物群集組成相似性差異分析結果。

Table 2. ANOSIM result of aquatic invertebrate among various combination of landscape region and manipulation.

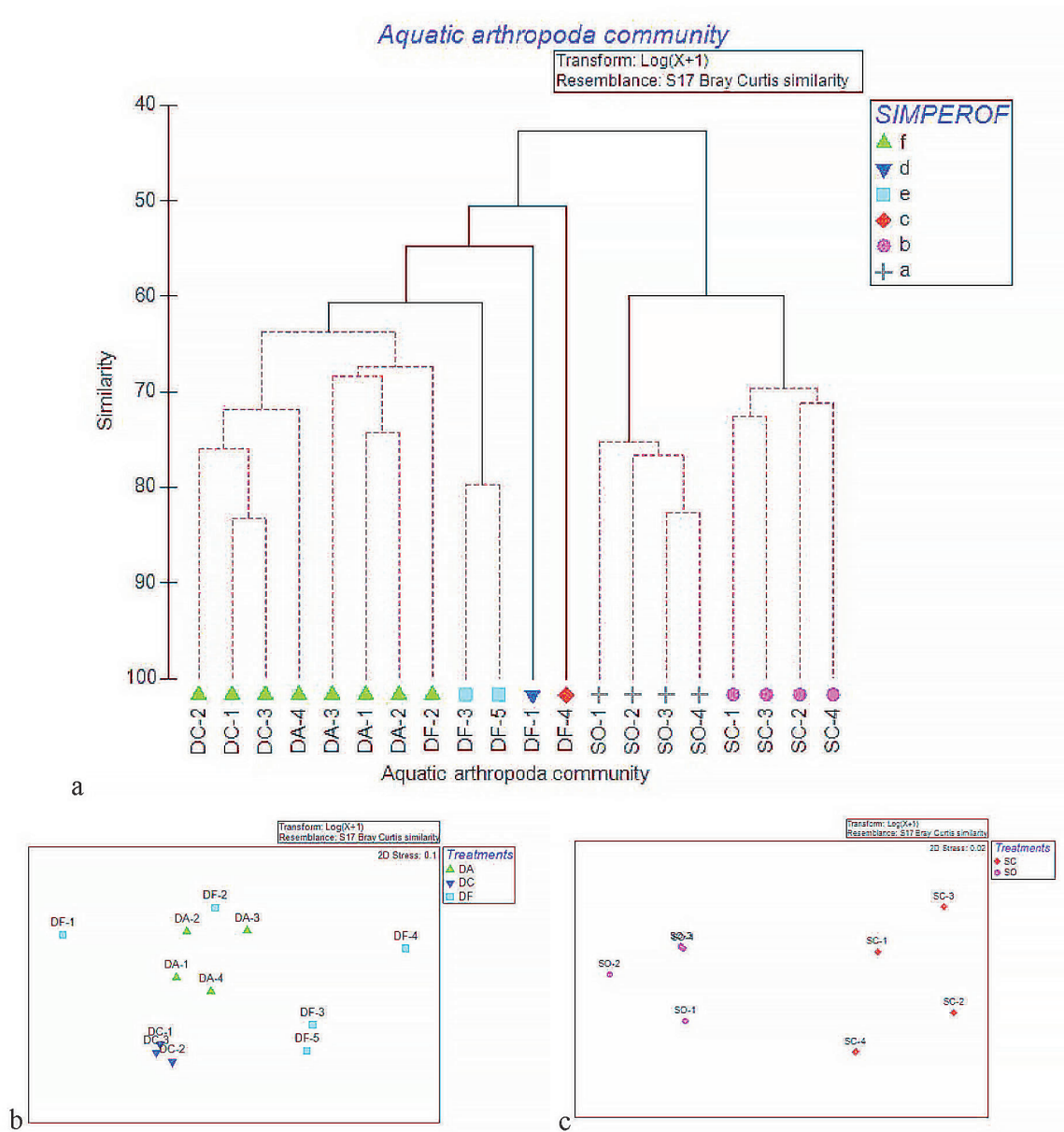
Global Test		
Sample statistic (Global R): 0.749		
Significance level of sample statistic: 0.1% ^x		
Number of permutations: 999999		
Pairwise Tests		
Groups	R Statistic	Significance Level %
DA, DC	0.500	8.6
DA, DF	0.163	13.5
DA, SC	1	2.9 ^x
DA, SA	1	2.9 ^x
DC, DF	0.169	25
DC, SC	1	2.9 ^x
DC, SA	1	2.9 ^x
DF, SC	0.913	0.8 ^x
DF, SA	0.881	0.8 ^x
SC, SA	0.990	2.9 ^x

^x: Statistical significance, $p < 5\%$



圖一、透過聚類分析（上圖 a）呈現稻叢生物群集間的相似性關係，地景脈絡優先區隔了生物組成。各區域之處理樣本間相似性以 NMDS 呈現，在德武如圖下左 b，在新社如圖下右 c。

Fig. 1. Dendrogram (up, a) based on Cluster analysis represented the resemblances among rice straw assemblage samples which included five manipulations, and they separated due to landscape context first than manipulation. NMDS of fine scale represented the sample resemblances of manipulations in Dewu (below left, b) and Sinshe village (below right, c).



圖二、透過聚類分析（圖上 a）呈現水棲生物群集間的相似性關係。地景脈絡優先區隔了生物組成。各區域之處理樣本間相似性以 NMDS 呈現，在德武如圖下左 b，在新社如圖下右 c。

Fig. 2. Dendrogram (up, a) based on Cluster analysis represent the resemblances among aquatic assemblage samples which included five manipulations and they separated due to landscape context first than manipulation. NMDS of fine scale represents the sample resemblances of manipulations in Dewu (below left, b) and Sinshe village (below right, c).

Comparing the Similarity of Paddy Invertebrate Community Structure between Different Managements

Chung-Yu Hsu^{1,*}, Sih-Sheng Cai², Hung-Chang Hsu², Kwok-Ching Wong³,
Kuang-Chi Pan², and Guo-En Yen²

¹Assistant researcher, Division of Crop Environment, Hualien DARES

²Contract-based assistant, Division of Crop Environment, Hualien DARES

³Associate Professor, Department of Natural Resources and Environmental Studies,
National Dong Hwa University

*Contact author, email: pudding726@hdares.gov.tw

Abstract

Biodiversity has aroused huge attention for the ecosystem function offering. Surveys were conducted on Socio-ecological Production Landscape and Seascape of North coastal mountain range to investigate the species diversity and community structure of aquatic and rice straw invertebrate. Compositional similarities among the samples from various landscape regions and agricultural manipulations were examined by cluster analysis and it converts the similarity distances between samples into a dendrogram by the group average method. Results show that the landscapes composition is a dominant explanatory factor than artificial manipulation to divided samples (rice straw assemblage: Global R=0.861, $p < 0.001$; aquatic assemblage: Global R=0.749, $p=0.001$). It implies maintaining more water management may produce similar impact as same as conventional farming for straw organisms. In the contrast, the aquatic assemblage of the conventional field in Dewu is rather similar to water-saving irrigation fields for a different reacted trend. For species that are susceptible to drought, relevant habitats should be managed around the rice fields based on their survival needs. For instances, ditches, ponds, and open channels will help to maintain biodiversity and ecosystem services.

Key words: rice, agroecosystem, biodiversity, SIMPROF, saving water irrigation