

透過科技研究分析台灣生態農業發展現況以研擬永續經營管理方針

劉鈞嘉¹、林裕彬^{2,*}

¹ 國立臺灣大學生物環境系統工程學系碩士

² 國立臺灣大學生物環境系統工程學系教授

* e-mail: yplin@ntu.edu.tw

摘要

有機農業為目前能夠兼顧產量與友善生態環境的農法之一，因此政府單位已明確訂定法規及認證機制並極力推廣，但由於有機農法不施用化學藥劑，有害生物防治仍是有機農業在田間操作上最需要解決的基本問題。水稻為臺灣種植面積最廣的農產作物，而節肢動物又是水稻田中較為常見且數量豐富、易於定期調查與量化之標的。有鑑於此，本研究以水稻田中的節肢動物為研究對象，於景觀尺度下分析臺灣東部花蓮富里及西部苗栗苑裡地區，場域周圍景觀組成與配置對於水稻田節肢動物數量的影響，並確立適合常見節肢動物之景觀管理尺度；於地方尺度下則比較不同農法及人工營造植生地與棲地對於水稻田節肢動物數量與變化率之相關性，並分析所潛在的生物防治效果；同時評估農村地景生態系文化服務與建立「跨空間、跨部門、跨專業」的生態農業倡議協同經營平台，以整合多元權益關係人意見。四年期計畫成果已建立地景與生態指標，可作為未來量化各區域生態系服務價值，並協助政府相關單位擬定獎勵或補貼政策標準。希冀藉由整合景觀規劃與生態環境相關的背景資料蒐整，提出有利於農業生態環境永續之建議。

關鍵詞：景觀結構、農法、生物防治、生態系服務價值、獎勵及補貼措施

前言

聯合國糧食及農業組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 預估 2050 年全球人口將超越 90 億，人口爆增與糧食缺乏問題迫在眉睫，全世界為了提升作物單位面積產量，採用對生態環境影響較大的集約式強化耕作方式，農業生態環境因而成為高生產力但棲地環境品質低落、生態服務系功能損害的危境；然而農業產量提升並非僅能藉由擴大農地面積或增加農業生產操作之強度與頻度來達成，反之可透過優化耕種環境品質，提升生態系服務也能達到良好的生產效率 (Kelly Garbach *et al.*, 2016; Díaz *et al.*, 2019)。自然與半自然的農業生態環境可以提供多元生態系服務，包含了供應水資源、維護水量以及水質、授粉媒介如昆蟲、害蟲控制、保持土壤地力與精神文化等功能，而這些環境的生態系服務功能均正向影響農業生產與在地農民生活。景觀生態規劃則為同時考量了生態環境、人類行為、利益，以及社會與經濟層面效益，以達成短期與長時間生態、文化與社會經濟上的平衡，進而穩定社會環境滿足現況所需 (Ahern, 2006; Opdam, Steingröver & Van Rooij, 2006)。

水稻為臺灣種植面積最廣的農產作物，而節肢動物又是水稻田中較為見且數量豐富、易於定期調查與量化之標的，援此，本研究以水稻田中之節肢動物為研究對象，於景觀尺度下分析臺灣東部花蓮富里及西部苗栗苑裡地區，場域周圍景觀組成與配置對於水稻田節肢動物數量的影響，並確立適合常見節肢動物之景觀管理尺度；於地方尺度下則比較不同農法與人工營造植生地與棲地對於水稻田節肢動物數量與數量變化率之相關性，並探討所潛在的生物防治效果；同時利用評估農村地景生態系文化服務與建立「跨空間、跨部門、跨專業」的生態農業倡議協同經營平台，以整合多元權益關係人意見。最後藉由統整各國有機農業發展之獎勵或補助措施，以配合臺灣現況，提出具體政策建議。

研究方法

本研究將節肢動物依其相對應功能區分為稻害者、掠食者、擬寄生者、中性物種等目標節肢動物功能群，利用 FRAGSTATS 軟體來量化九個尺度下的景觀結構，藉由偏最小平方迴歸 (PLSR) 得到各功能群所適合的景觀管理尺度以及受到景觀結構之影響。也結合了水稻耕作與氣溫資料，透過廣義估計方程式 (GEE) 的分析來探討農法對各節肢動物群的影響。藉由族群動態曲線下面積的計算，本研究量化了各節肢動物之數量於時間上之分佈。最後透過 GEE 分析，將各節肢動物的天敵與食物來源數量作為解釋變數，來探討各期作與農法下各營養階層間之交互作用與生物防治效果 (圖 1)。

結果與討論

本研究結果顯示，不同功能群所適合之景觀管理尺度不盡相同：適合稻害者的景觀管理尺度多為半徑 500 公尺，適合掠食者與擬寄生者的則多為半徑 250 或 500 公尺。當植生地的形狀越複雜、嵌塊體間距離越相近，對多數稻害者與掠食者數量分別有負面與正面效果。而早作景觀雖對多數掠食者數量有正面效果，但也可能吸引到稻害者。擬寄生者對景觀的反應則與稻害者較相似，可能因食性專一，因而受到了稻害者的吸引。中性物種數量則受到陸域水體面積佔比與形狀發散的正面效果。另外在臺灣也有研究發現當景觀較破碎而稻田周圍無多樣性綠帶時，掠食者在景觀高破碎區數量較多，與本研究得到之結果較為相似。在農法的部分，相較於慣行農法，有機農法在一期雖然對各節肢動物數量沒有顯著影響，但可能減緩葉蟬科等稻害者的數量增長；在二期中有機農法則同時增加了多數稻害者與天敵的數量或數量變化率，結果亦顯示擬寄生者在有機田中能抑制的稻害者種類較慣行田中普遍，且能對其數量產生抑制效果，掠食者不管在哪個農法下則多僅能對稻害者的數量變化率產生抑制效果。此外蜘蛛與瓢蟲的顯著抑制效果多發生在慣行田中，可能與其廣食性以及稻害者數量有關。本研究亦發現中性物種可作為蜘蛛在水稻生長前期的替代獵物。

綜上所述，本研究認為有機農法相較於慣行農法是以提升擬寄生者生物防治效果較為恰當之方式。掠食者則可以利用植生地來吸引其遷入水稻田，同時干擾稻害者的遷入。水稻田周圍的早作也需要透過作物種類與田間操作來減少對稻害者的吸引，以及減少對掠食者的衝擊並增加掠食者的溢出。也建議能由水域環境的控制（如湛水期）來延長中性物種在水稻田的停留時間，以增加蜘蛛在水稻生長前期的食物來源。對於以上的景觀管理，本研究建議以目標區域周圍半徑 500 公尺作為管理的範圍。

目前國際上多依據耕種有機作物面積為衡量標準，以綠色支付方式補貼農戶進而推動區域性有機生產；但近期文獻發表與國際研究單位皆朝向應加入生態服務系價值以量化生態系服務與人類生活環境之關係，本研究將配合臺灣現況，提出具體政策建議。

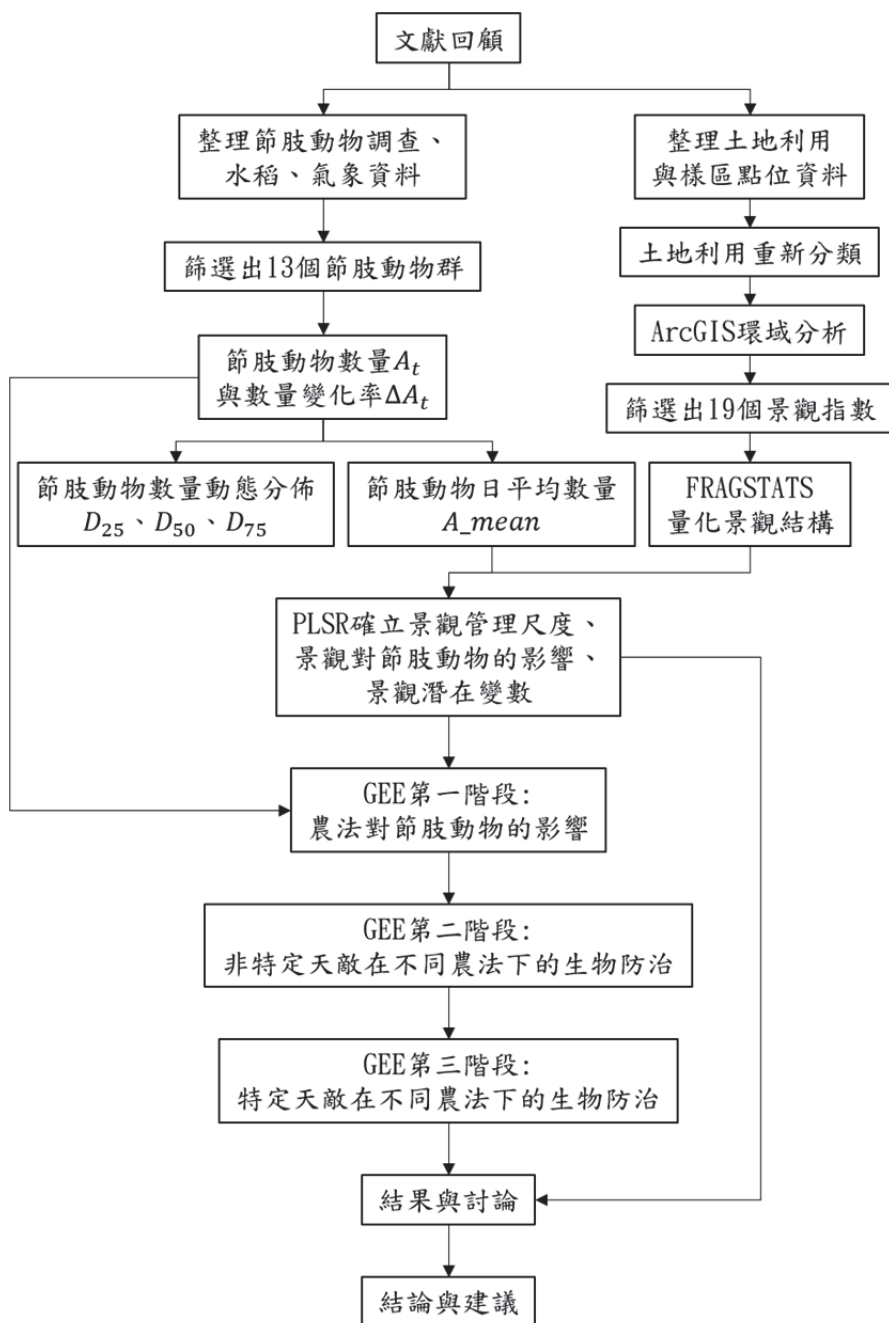


圖 1、本研究之具體流程圖
Fig.1. Conceptual Framework

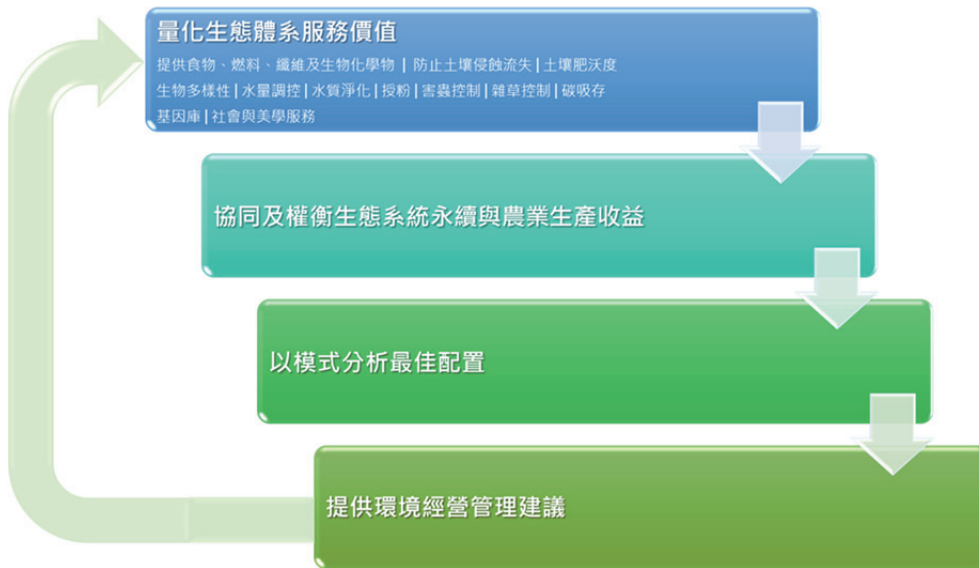


圖 2、生態農業政策制定流程

Fig. 2. Simplified framework of integration between the different steps of policy establishment

主要參考文獻

1. Ahern, J. (2006). Theories, methods and strategies for sustainable landscape planning. From landscape research to landscape planning. Aspects of integration, education and application. Springer, Dordrecht, NL, 119-131.
2. Garrett, L. and Neves, B. (2016) Incentives for Ecosystem Services: Spectrum. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
3. Kelly Garbach, Jeffrey C. Milder, Fabrice A.J. DeClerck, Maywa Montenegro de Wit, Laura Driscoll & Barbara Gemmill-Herren, (2016). Examining multi-functionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification. International Journal of Agricultural Sustainability. <http://dx.doi.org/10.1080/14735903.2016.1174810>
4. Opdam, P., Steingröver, E., & Van Rooij, S. (2006). Ecological networks: a spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. Landscape and urban planning, 75(3), 322-332.
5. Sandra Díaz *et al.*, (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. Science 366, 1327

Analyze the Current Situation of Ecological Agriculture Development through Scientific and Technological Research to Establish Sustainable Management Policies in Taiwan

Chun-Chia Liu¹, and Yu-Pin Lin²

¹Department of Bioenvironmental Systems Engineering, NTU, Master

²Department of Bioenvironmental Systems Engineering, NTU, Professor

Abstract

Organic agriculture is a broadly accepted agricultural farming practice that can balance crop output with sound ecological environments. Therefore, the government has formulated regulations and certification mechanisms to promote organic farming. However, since no chemical agents are used in organic farming, the prevention and control of pests are remain challenging. Rice is the most widely planted crop in Taiwan, and arthropods are ususally abundant in paddy fields. These rich arthropod communities comprise both pests and their natural enemies, i.e. biological controls, and allow investigation of interactions among arthropods and between pests and crops. In view of this, the current study analyzes the effect of the composition and configuration of the surrounding landscape on the number of arthropods in rice fields under a landscape scale. We aim to determine landscape management scales that are suitable for common arthropods. At the local scale, we compare the correlation between different farming practices on arthropod abundance and community turnover, and discuss the potential biological control effects of different cropping and farming practices. At the same time, we also evaluate the cultural services of the rural landscape ecosystem and establish a "cross-space, cross-department, and cross-profession" ecological agriculture collaborative platform to integrate the opinions of multiple stakeholders. The results of the four-year plan have established landscape and ecological indicators, which can be used to quantify the value of ecosystem services in various regions in the future, and assist relevant government agencies in formulating incentive or subsidy policy standards. Our goal is the provision of suggestions that promote the sustainability of the agricultural ecological environment by integrating landscape planning and relevant ecological-environmental background data.

Keywords: landscape structure, farming practices, biological control, ecosystem service value, incentive policy