農業生態系長期生態監測-鳥類、兩棲類、爬行類調查

# 研究方法(重要工作項目及實施方法)

研究地點

本計畫研究地分別位於農業生態長期監測八處監測站，包括新竹峨嵋、苗栗西湖、臺南麻豆、高雄燕巢、屏東枋山、臺東卑南、臺東池上、及花蓮富里(如附錄一至附錄八)。每處包含慣行農法、有機農法、轉型農法、友善農法等1至4處不等的農作田區。包含作物種類包含桶柑、文旦、印度棗、芒果、番荔枝及水稻。

調查方法

本計畫之調查方法以地圖描繪法(mapping)為主要方法，將每一個觀察到的野生動物個體，出現位置記錄在地圖上，並同時記錄日期、時間、種類、高度和植被等資訊。此方法可瞭解環境內各類野生動物之棲地偏好並作為探討數量變化趨勢的基礎依據。調查資料以 ArcPro 2.7 (ArcGIS Pro (Version 2.7), 2021) 建置環境圖層及生物個體分布圖。

鳥類調查方面，調查員於日出前15分鐘至日落前一小時之間，任擇15分鐘(避開中午時段上上午11時至下午1時)，以地圖描繪法記錄目標農田區內出現的鳥類。調查日期避開雨天及強風等惡劣天氣，盡量選晴天調查。調查路線以不重複行進相同路線為原則。

兩棲類調查方面，於兩棲類活動高峰的時段，日落時間過後至凌晨12時進行，為求努力量一致，每個樣區停留時間為15至1小時。調查方式採目視遇測法(visual encounter surveys)，並搭配鳴叫計數法(audio strip transects)，規劃一條方便行走且具代表性的穿越線，且有系統地走過長期監測站範圍內及周邊區域，以不重複行進相同路線為原則。

爬行類調查方面，於爬行類活動高峰的時段，日落時間過後至凌晨12時進行，為求努力量一致，每個樣區停留時間為15至1小時。調查方式採目視遇測法，規劃一條方便行走且具代表性的穿越線，且有系統地走過長期監測站範圍內及周邊區域，以不重複行進相同路線為原則。若於白天鳥調人員或夜間蛙調人員調查時目擊爬行動物，也會將資料併入。

統計分析方法

以 R 語言 (R Core Team 2018) 套件 glmmTMB (Brooks et al. 2017) 執行廣義線性混合模型(generalised linear mixed model, GLMM)，以作物種類、農法作為獨立變數 (independent variable)，以生物出現紀路筆數為獨立變數(dependent variable)，以樣區編號作為隨機變數(random factor)。本項分析之獨立變數皆為類別變數，因此不須執行多重共線性之(milti-collinearity)分析。

建立各物種的時空矩陣(site-year matrix)。為避免調查樣點及調查時間本身的變異影響，各物種的族群變化趨勢以 R 語言 (R Core Team 2018)套件「rjags (Plummer et al. 2019)」 及套件「MCMCvis (Youngflesh 2018)」 以平滑階層模型進行分析，同時也減少極端值對分析造成的影響 (Amano et al. 2012; Fraixedas et al. 2020) 。平滑階層模式是目前用來估算族群區是最理想的方法，唯樣區必須以分層逢機取樣或逢機取樣來決定，相較之下皆優於卜瓦松分布的廣義線性模型(generalised linear model with Poisson distribution; ter Braak et al. 1994) 和廣義加成模型(generalised additive model; Fewster et al. 2000; Amano et al. 2012)。廣義線性混合模型已廣泛用於估算各生物類群的族群趨勢，但是這樣的分析方式容易受到不同調查旅次本身狀況的影響，導致族群趨勢的信賴度降低 (Fewster et al. 2000)，平滑階層模型則能克服這個問題(Amano et al. 2012)。R 語言套件 rjags 及套件MCMCvis以馬可夫鍊蒙地卡羅 (Markov chain Monte Carlo method, MCMC)及貝氏階層模型(Bayesian hierarchical model, Plummer et al. 2019)，適用於大尺度的長期監測分析。將以第一次調查為起始時間，指標值設定為100。MCMC運算將以三條起始值不同的運算鍊進行 20,000 次的分析。R-hat 值(Gelman et al. 2003) 將用來確認收斂狀況 (Spiegelhalter et al. 2003)。趨勢結果將呈現中位數、2.5百分位及97.5百分位。如果2.5百分位及97.5百分位之間不包含起始值者視為族群有顯著變化，包含則視為族群無顯著變化。

複合物種指標是檢視生物長期監測的重要指標(Buckland et al. 2005; Loh et al. 2005)。將選定的物種的族群變化趨勢，以幾何平均方式結合，藉此建立複合物種指標 (Buckland et al. 2005)。族群變動值將從 7,500個MCMC孤寂值中重複隨機取 10,000 次，用來估算複合物種指標的信賴區間。同樣以第一次調查為起始時間，指標值設定為100。趨勢結果將呈現中位數、2.5百分位及97.5百分位。如果2.5百分位及97.5百分位之間不包含起始值100者視為顯著，包含則視為不顯著。