

## 各節演講重點

講題一：注重人與自然和諧共存的生態農業精神下，如何在人口增加都市化造成的破碎化農業地景下，維護糧食安全及生物多樣性之永續發展？

講題：Landscape Change in Rural Japan since 1940s and Their Ecological and Visual Implication.

講者：Dr. Yoji Natori (Conservation International)

整理者：許宏昌（花蓮區農業改良場研究助理）

鄉村地景可作為開發地區與保護區之間的緩衝帶，並且成為生物的棲息地而達到支持生物多樣性的目的。在日本這樣的鄉村地景稱為里山，是農耕地與林地的鑲嵌斑塊，在人類長久的經營之下，是一個獨特的生態系統。此分享主要說明，在這樣長期的土地利用與覆蓋 (Land Use and Land Cover, LULC) 下的改變，人與地景所產生的互動模式（圖一），如何對生物多樣性（生態）產生影響，並且在地景的改變中，如何對在地農民與自然主義者產生視覺上的衝擊，進而如何規劃鄉村地景之生態保育（圖二）。

## 一、鄉村地景的改變對於生態與視覺景觀的影響

### （一）鄉村地景中，隨著土地利用演變產生不同的地景組成

日本新潟 Arai-Keinan 地區自 1941 年到 1999 年三個時間點的鄉村 LULC 之轉變與坡度有明顯的關聯性。在研究中，利用三個時間點的航空照片並結合地理資訊系統來詮釋 LULC 的變化，並且將 LULC 的變化分類成十種利用與覆蓋型態，這十種型態則會因為不同時期的土地利用方式而有所轉變，尤其在不規則稻田受到影響最大。在坡度較緩的地區，為了機械化地耕作方便，不規則稻田大規模的轉變成規則稻田，即以集約化農業為主；坡度較大的山坡地區則轉變的型態較多元，從草地、灌木地或林地等開墾成不規則之稻田而後因為耕作困難則逐漸被邊緣化而轉變成林地、草地或灌木，而即使是由不規則稻田轉成規則稻田（集約化）也因耕種困難而棄耕。總體來說，不管 LULC 如何變化，不規則稻田都大幅度的減少，即使是現存的不規則農地中，有大部分也面臨被邊緣化的風險。然而，不規則稻田的變化卻是影響此地區生物多樣性的重要因子之一。

### （二）稻田作為原生蛙類棲息地之評估

原生蛙類在日本是傳統農村景象中最重要的生物之一，蛙類與水稻

的耕作期程息息相關，在食物鏈中也是重要的物種，生態學方面也有較完整的研究，所以透過航照圖判釋 LULC 的變遷並經由現地所調查的蛙類生態來評估怎樣的稻田型態（不規則稻田與規則稻田）與稻田的地景組成，適合作為蛙類的棲息地。研究發現，規則稻田往往伴隨著溝渠水泥化，而不規則稻田因不易以機械化整地，排水效率不佳，而有較多的土溝或者積水區域保留較多的水域棲地，相較於規則稻田，不規則稻田更適合蛙類生存。若以 LULC 隨著時間變化則會發現，適合原生蛙類的棲地數量（範圍）逐漸下降，而模擬未來的 30 年棲地狀況也呈現相同的趨勢。不同蛙類之生育期對稻田的型態，如完全湛水、部分淹水等等，有不同之需求來保有適合的蛙類的棲地，而在林地與不規則稻田的交界帶，因為棄耕造成的邊緣化也導致棲地數量下降，甚至產生棲地島嶼化 (isolated) 或斑塊化 (patch)。

### (三) 利用能量學模式 (energetics modeling) 進行日本髭羚的棲息地評估

日本髭羚 (Japanese serow) (學名：*Capricornis crispus*) 是日本的國家保育物種，生物學研究較為透徹，也是天然紀念物，現正面臨獵補壓力或與農耕有所衝突，是需要保護的大型植食性動物。因此，利用能量學模式去了解研究區域 LULC 的改變是如何對日本髭羚棲息地的狀況造成影響。能量學模式的原理是經由動物對能量的輻射、對流、傳導和蒸發熱的交換過程來解釋動物的代謝率，而這個動物必須維持一個核心溫度，且核心溫度與皮膚溫差要達到最低 ( $1^{\circ}\text{C}$ )。首先模擬在夏季時日本髭羚在無遮蔭開放環境 (Open environmental)、有樹冠層的內部環境 (Interior environmental)、及位於兩者之間的邊緣環境 (Edge environmental) 之三種環境的基礎代謝率，以評估日本髭羚的棲地環境，再經由夏季現地調查的資料佐證後發現，闊葉林與針葉林的溫度不易過熱，有較多的日本髭羚棲息，所以樹林覆蓋的區域是日本髭羚重要棲息地。然而，不管模擬資料或現地調查資料在比對 LULC 的變化後發現，該地區的日本髭羚的棲息地似乎有所增加，這與坡度造成的不易耕種而棄耕甚至是演替成樹林的不規則稻田有關。

### (四) 農民<sup>1</sup>和自然主義者<sup>2</sup>之間的地景認知和偏好差異

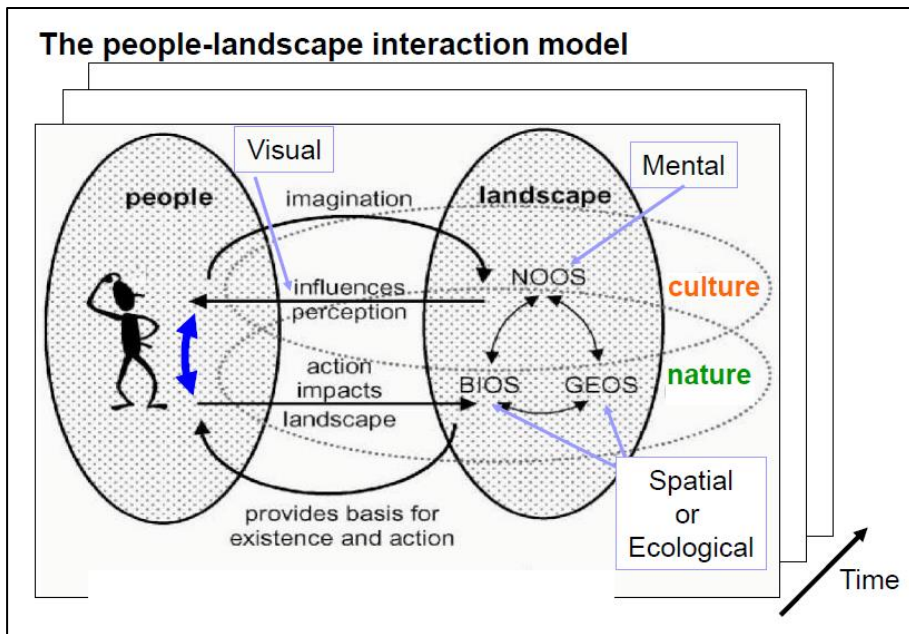
針對鄉村地景組成農夫與各有不同的偏好，稻田的地景來說，分別

對山坡的稻田與平地的稻田對研究對象做測試，農夫最注重稻田是否有良好的管理與農田周圍的開放性，不喜歡農地邊緣化；主修自然環境的學生則比較注重稻田的自然性與生物多樣性，但是學生亦不喜歡農地邊緣化。值得注意的是，稻田位於山坡地的農夫喜歡集約化的農地管理。林地地景則是對於林下的管理與否來測試研究對象，如果林地有適當的管理，則對於民眾來說有正面的影響。最後的結果顯示，不論是稻田地景或樹林地景，只要看到地景覺得心中平靜，才是地景在視覺上最重要的目的。

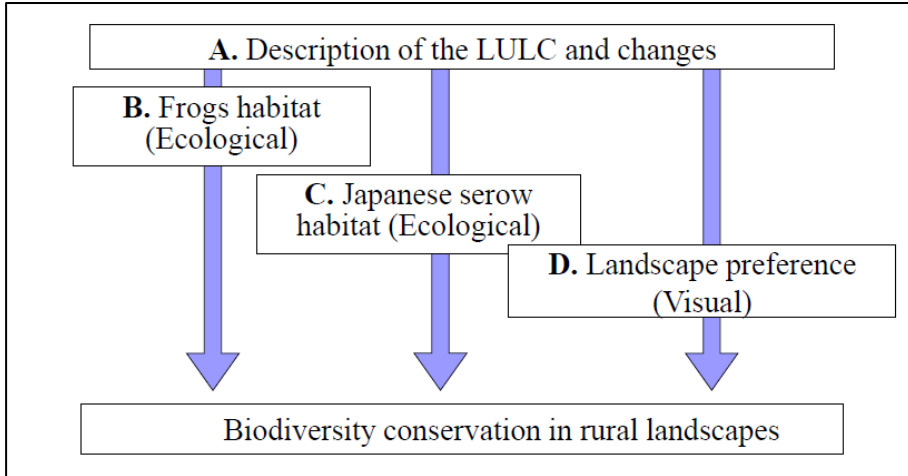
※註：<sup>1</sup>本身是耕作者與擁有農地；<sup>2</sup>日本自然與生態大學的學生

## 二、鄉村地景保育規劃

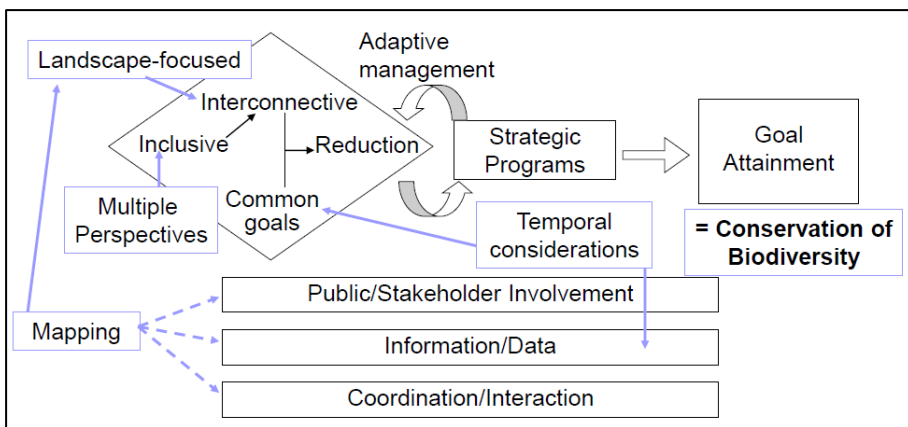
鄉村地景生物多樣性保育工作的規劃，必須有多方面的考量，因為地景改變會影響生態與視覺景觀。農地的集約化或邊緣化，改變了當地物種的棲息地數量與棲息地品質，對當地生物多樣性有深遠的影響，也對民眾產生視覺上的衝擊。因此，鄉村的地景必須以多個面向去考量。以地景的主軸則有助於多面向的思考，在觀察特定地區的累積變化後，大規模並且快速的調查，進而做模擬出該地區之發展趨勢，結合調查資料，有助於整合問題。地圖的繪製則有助於地景規劃的進行，利用 GIS 加上時間的變化進行不同地點與橫跨時間軸變化的比較，瞭解地景各種時期的改變，因為地景的改變不一定呈線性變化，結合過去的資訊可做為未來預測的參考點，這樣的結合需要有一個綜合性的做法-整合性的環境管理（圖三），以利於不同觀點的融合、合作與溝通。



圖一、人類與地景的互動模式圖。地景的組成包含文化（精神的層面）與自然（空間層面與生態層面），而文化與自然是互補的。人類是生態系的一部分，人類的行為（利用資源）會影響地景，而地景則會回饋（從地景中取得資源）給人類，在利用資源的過程中，地景的變化會影響人類的感受，從而去思考這些變化在未來如何去修正，讓地景系統朝向好的發展（圖片來源：Tress and Tress, 2001. Landscape Urban Planning, 57, 143；摘錄自講者簡報）。



圖二、透過描述 LULC 的變化 (A)，對原生蛙類的棲地 (B)、日本髭羚的棲地 (C) 的影響以及地景對人們視覺的衝擊 (D)，最後成為鄉村地景之生物多樣性保育的參考 (圖片來源：摘錄自簡報)



圖三、整合性的環境管理圖。收集公開或權益關係人有關的資訊或資料之間的交互作用來地圖繪製可呈現地景為主軸和時間為考量整合各個面向與相關的聯結後歸納出問題，並且擬訂策略計劃來實施適當的管理而達成鄉村地景的生物多樣性保育 (圖片來源：摘錄自簡報)，

講題：地景指數於農業景觀型態及生物棲地優化-以國立台灣大學山地農場為例

講者：林裕彬 教授（台灣大學生物環境系統工程學系）

整理者：彭冠華（花蓮區農業改良場研究助理）

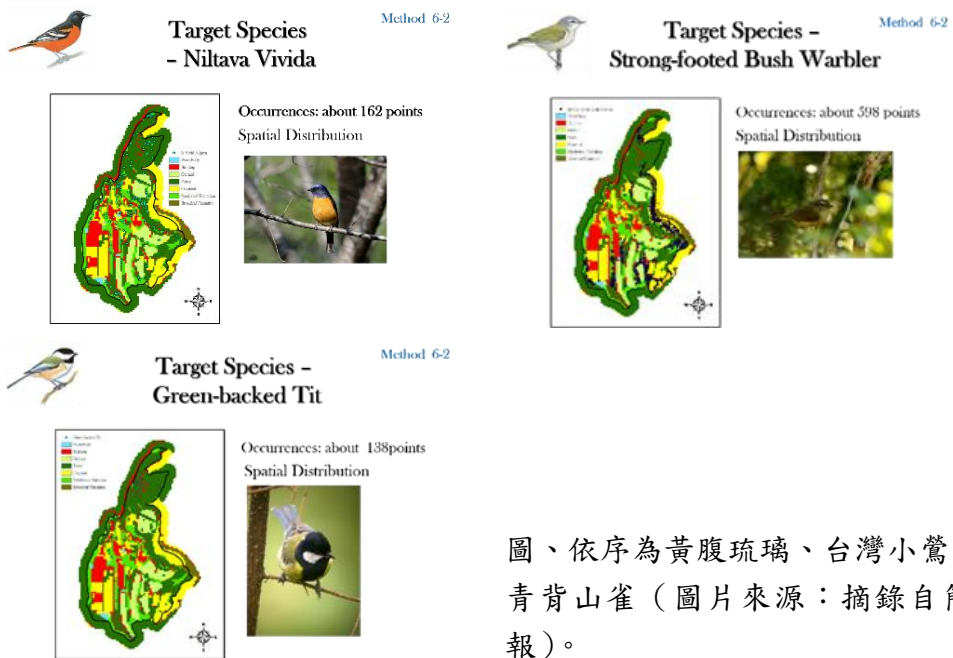
地景分為兩個面向，分別為結構面向與功能面向，兩者的變化影響著生物的分布，甚至是當地的物理條件，因此研究地景如何影響生態系並造成改變，是一個重要的議題，而針對特定的目標生物，為了能夠了解該物種的棲地偏好及其生態，這些基礎生態調查資料需要專家學者長時間奉獻心力調查，而在獲得資料後，怎樣的地景組合能夠滿足這些條件，專家學者們試著將其量化，讓保育行動更有效率。

團隊在 2014 年利用地景生態概念做了一個研究，探討台灣大學附設的山地實驗農場的地景營造對不同生物之影響，我們將其地景類型分類為水體、建物、果園、森林、農作區、針葉林及闊葉林。試驗中的物種基礎調查委託台灣大學森林系進行，也因此我們得以了解特定物種的基礎生態資料，接著由我們納入地景上的各個元素進行考量，比如邊界長度，棲地類型等等，並檢視甚麼樣的保育範圍能夠對應到目標物種，希望能藉由空間上的資訊進行保育。

本試驗之目標物種為黃腹琉璃 (*Niltava vivida*)、台灣小鶯 (*Cettia fortipes*) 及青背山雀 (*Parus monticolus*) 三種鳥類，由在農場中觀察到的資料顯示，黃腹琉璃喜歡較小嵌塊的森林，並且時不時地會去農地間活動；而台灣小鶯喜好在開闊地及林地的邊界活動；青背山雀則主要在闊葉林間活動，試驗將對這三種高海拔目標鳥類進行分析，並以電腦工具模擬的方式，計算各類土地利用類型要如何分布才能將棲地最佳化，並對應到目標鳥種。試驗使用兩個工具及一個指數，工具為 Land Use Pattern Optimization Library (LUPOLib) 及 MARXAN，其中 LUPOLib 是一個讓地景使用類型最佳化的工具，輸入各項參數以達成多樣化的目標，其中包含鳥類棲地保育；而 MARXAN 可將資料量化呈現，協助地景規劃；指數為 Habitat Suitability Index (HSI)，意指一個地景環境對於特定生物的適合程度。試驗將輸入各種參數，以讓 HSI 最大化以及讓過程中的 Cost 最小化為目標，並且藉由 HSI 在試驗農場的高低分布給予規劃保育區的建議。

經過工具的計算，目標鳥種黃腹琉璃在試驗農場的平均 HSI 從 0.034 提高至 0.071，台灣小鶯則從 0.075 至 0.214，而青背山雀從 0.029 至 0.043，經過工具模擬的景觀類型重新配置後，各目標鳥種的 HSI 皆提高，使試驗農地更適合目標鳥種的生存。而在另一方面，試驗也指出試驗農地中的一些區塊 HSI 較高，可以將該處優先劃設為保護區，優先保護目標鳥種的主要棲息地，達成事半功倍的效果，如在高度干擾的人為開發區，使用精確的地理位置更易保育特定生物。

本試驗的結果指出，如何劃設保護區的地理位置是地景尺度保育計畫的重要項目之一，在逐漸破碎化、都市化的高度干擾地區，試驗中的工具可以幫助人們更有效的進行土地規劃，讓被劃設為保護區的鳥類之棲地質量提升，期望本試驗可作為國土規劃的參考。



圖、依序為黃腹琉璃、台灣小鶯、青背山雀（圖片來源：摘錄自簡報）。

講題：生態系統服務與農地破碎化

講者：李素馨 教授（國立台灣師範大學地理學系）

整理者：彭冠華（花蓮區農業改良場研究助理）

近年來氣候變遷劇烈，影響著和氣候密切相關的農業，而都市擴張問題也日益嚴重，不時會看到農地消失、變更地目成建地的新聞，而 2000 年的農業發展條例公告後，農地可自由買賣及興建免稅農舍，導致部分農民出售土地換取錢財，然而當農地的面積下降，會使國家的糧食安全受到壓力，而於 2015 年，由於維護糧食安全，喝止炒作土地歪風等因素，政府修改農業發展條例第 18 條之 1，增訂農舍之承受人須有實質耕作能力，希望能以法條規範，落實農地農用之精神。

傳統上農業僅以生產為導向，然而科學進步的現在，農田被發現具有相當多樣化的價值，統稱為生態服務價值，包含了供給、調節、支持與文化四大項，其中供給功能為「人從自然界得到資源」，包含生產糧食作物、蔬菜水果以至於棉麻等等；亦包含農田生態系中富含的有機質及其它可被利用的物質；調節功能則是指「人從自然界運作機制中獲益」，諸如吸收溫室氣體減緩全球暖化、淨化水源、降解有毒物質等等；支持功能則為「支持其它生態系統服務繼續運作的系統」，包含水循環、氮循環及土壤結構等等，並且這些系統原理支持著人們繼續生產耕作；而文化價值是無形的，通常是「在人們心靈上的價值」比如鄉村風情這類人與農田共同營造的記憶歸類為文化價值，可以用於教育後代，也是許多人懷念的童年記憶。然而人為的破碎化，讓農地逐漸出了一些問題，不斷擴張的建地及工廠正侵噬著原本綠油油的稻田，稻米被不法工廠排放的廢棄物汙染，鋪滿柏油的路面造成熱島效應，即使到了夜晚氣溫也降不下來，生態服務價值也漸漸消失，使居民的生活品質下降。

宜蘭地處台灣東北部，緊鄰首都台北，雪山隧道通車後，好山好水的宜蘭成為台北人的後花園，更有不少人直接在宜蘭置產，更引來炒房的投資客，三星鄉因緊鄰繁榮的羅東鎮，豪華農舍不斷興建在原本翠綠的農地間，至 2014 年的統計資料顯示宜蘭有 7,616 棟農舍，然而有約 70% 的五千多棟農舍不合法，農地彷彿被切割般變得支離破碎，因此本試驗選用宜蘭縣三星鄉作為樣區，調查人為活動如何影響生態系統服

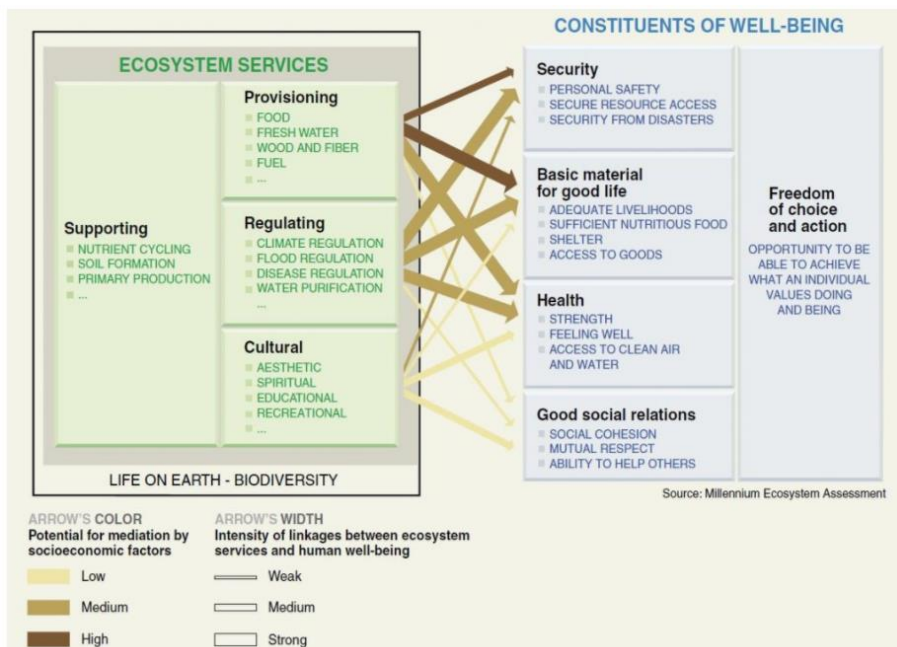
務。試驗由數位專家將樣區土地規劃分為 27 類生境 (Biotope)，同時定義各類土地之生境價值及開發程度，接著由 GIS 系統顯示出各種土地利用方式於 1998 至 2010 年的變遷，最後探討這樣的變遷對生境價值有甚麼影響。

在土地利用的變遷上，研究結果發現三星鄉緊鄰羅東鎮的地區因交通便利而面臨較大的開發壓力，且緊鄰河岸的地區可能因為水岸美景，開發的壓力也較強烈，尤其是 2006 年雪山隧道通車以後，情況更加嚴重，如不加以處理農田將逐漸轉為建地使用；在生態系統服務方面，三星鄉無論是在供給、支持、調節或文化的分數都是降低的，降低的百分比分別為 0.19 %、0.20 %、0.22 % 及 0.14 %。試驗中亦發現，有少數公園綠地其生態系統服務分數上升，但同時農地佔整體土地的比例不斷下降，而建地與道路的比例則呈上升趨勢，這一變化在 2006 年雪隧開通後尤為明顯，在 2006 至 2013 年間，宜蘭失去了約 700 公頃的農地，且農地佔所有土地面積的使用百分比從 12.72 % 降至 12.39 %，在試驗數據所呈現的時間內，宜蘭的農地逐漸消失且喪失原有的生態系統服務價值。而破碎化的小塊農地穩定性會下降，且對外部的干擾為更加敏感且脆弱，週邊的干擾對於農地的影響將更加強烈，不利於農地發揮其原有的功能。

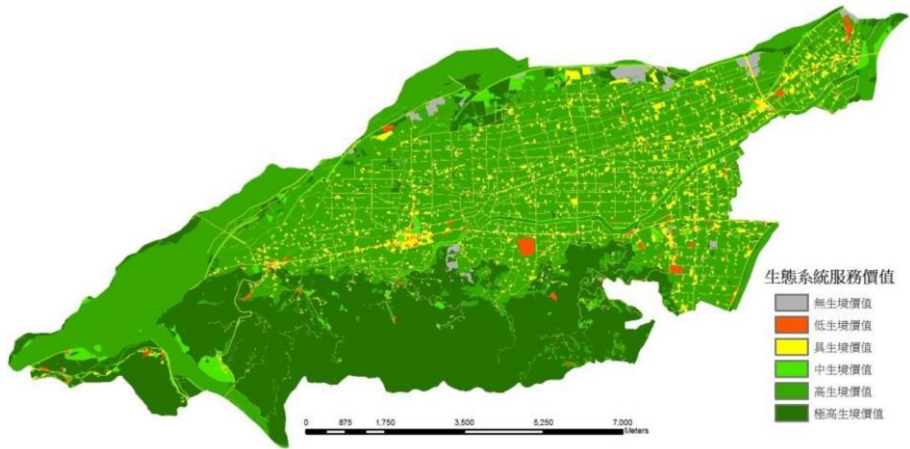
保護生態系統服務的理念並非僅僅是為了田裡的蟲魚鳥獸，其目標是為了讓人們過得更好，是屬於全民共益的範疇，且保護環境就是保護當地居民，使人們的生活品質更好，也因此有許多人投入這一領域進行努力，然而生態系統服務是跨領域的項目，無法由少數人或是一個單位完成，也因此需要大家共同合作，一起努力使環境變得更好。而在法規面上或許可以制定破壞者補償的機制，也就是說由破壞環境的人或企業進行社會補償，投入公益或者是保護環境，這類作法在國際上很常見，甚至衍伸出碳排放量的買賣，希望由法規面向維護我們的生存環境。



圖一、農地破碎化示意。



圖二、生態系統服務與生活品質（圖片來源：摘錄自簡報）。



圖三、三星鄉生境價值示意圖（圖片來源：摘錄自簡報）。

講題：水田地景破碎化對生物多樣性的影響

講者：陳季呈 研究員（花蓮區農業改良場）

整理者：彭冠華（花蓮區農業改良場研究助理）

宜蘭位處台灣東部，與北部都市隔著雪山山脈，要到達首都台北需要經過俗稱九彎十八拐的北宜公路，而要南下花蓮則要經由蘇花公路，因此過往要到宜蘭可說是要通過重重關卡；而這種情況在 1990 年蘇花公路雙向通車、2006 年雪山隧道通車後，今日要出入宜蘭已是相當方便。宜蘭的好山好水廣為人知，在交通便利的現在，部分人選擇在宜蘭度假或置產，更引來房地產炒作的熱潮，更在原本純樸的宜蘭農地上蓋出一棟棟的豪華農舍，據政府資料顯示，雪隧開通 10 年來，宜蘭的人口並未增加，但農舍已成長至八千多棟，農地非農用的情況相當嚴重，影響著國家的糧食安全，也影響著棲息在農田中的生物。

花蓮農改場蘭陽分場今年於宜蘭三星鄉的水稻田進行基礎生物相調查，先選定高低地景破碎化的樣區，再於高地景破碎化及低地景破碎化的區域各選定有機與慣行樣田，於水稻分蘗盛期調查生活在田間的陸生節肢動物、水生節肢動物、蜻蜓、蛙類及田埂上的植被，且亦針對高低破碎的地景範圍，進行蛙類的調查。高破碎地區的地景特徵，有著較多的建築物，包含地區學校萬富國小，因人類活動頻繁，車流量也較低破碎地區大，道路旁廣植行道樹，且住宅進行綠美化的比例也高；低破碎地區的地景特徵為大片且較完整的水稻田，建築物分布較零散，車流量小，經過重劃的農地排列較高破碎地區整齊，除了幾處農場外，住宅綠美化的程度較高破碎地區為低。

試驗結果主要分為兩個因子探討各類生物的種類以及數量，分別為破碎化因子與農法因子，前者即為高低破碎地景的影響，後者則為有機與慣行的操作。

研究人員發現，陸生節肢動物的多樣性可能會受到地景尺度的植物多樣性影響，如試驗樣田周邊的公園綠地、學校及行道樹綠美化等等，其中又以稻害蟲及天敵最具顯著差異。而試驗中農法因子對陸生節肢動物種類沒有顯著影響，推測是慣行農友施用農藥的量及次數較少所至，但慣行田比有機田有更多的數量的稻害蟲，且有機田的天敵害蟲防治效果比慣行田佳，這裡提及的天敵即為瓢蟲、蜘蛛及寄生蜂等對於田間害

蟲有抑制能力的生物，假設能夠進一步證實提高植被多樣性即能提升天敵害蟲防治效果，對於有機農業是很大的幫助。

試驗中農法因子對水生節肢動物在數量上具顯著影響，有機田高於慣行田，其他項目皆未達顯著差異。而蜻蜓對破碎化及農法因子，無論是種類及數量皆無顯著影響。

在樣田中蛙類種類會受破碎化因子顯著影響，低破碎樣田有較多種類的蛙類，而農法因子沒有顯著影響；而在高地景破碎化的地區，蛙類數量上慣行田顯著比有機田多，研究人員推測是由於樣田的地理分布位置影響，高破碎慣行田所在的位置太過接近低破碎的特徵，其完整的稻田與低車流量的農路，沒有體現出高破碎地區的高度人為干擾特徵，也因此與位於主要幹道旁的高破碎有機田相比，蛙類數量顯著較高。而比較高低破碎地區之蛙類多樣性，不論種類及數量皆是低破碎地區顯著較高，優勢蛙類物種皆為澤蛙 (*Fejervarya limnocharis*)，且以高破碎地區為甚，破碎化對蛙類多樣性會造成影響。美國伊利諾州曾經做過研究，開闢一條新的道路即會切割蛙類族群，並且來往的車流對蛙類繁殖有負面的影響，因此探討由人類活動造成的破碎化對生物多樣性的影響，蛙類有潛力成為指標，需做進一步調查。

由於使用殺草劑，慣行田的田埂植被種類較有機田少，而破碎化因子並無顯著影響，殺草劑除了原本的除草功能外，亦對動物及人類具有毒性，且部分殺草劑是環境賀爾蒙，可能會致病及影響生殖系統，對環境及生物的影響相當深遠，應謹慎評估使用與否。



圖一、高低破碎示意圖



圖二、行道樹綠美化



圖三、田間常見動物