

鄉村地區樹籬廊道生態效益之研究

周彥瑜¹⁾ 張俊彥²⁾

關鍵字：景觀生態、廊道、樹籬廊道、鳥類族群

摘要：本研究企圖以景觀生態學之觀點探討廊道所提供之生態功能，針對台灣本土景觀的樹籬廊道以實證研究的方式探討其與鳥類族群間之相關性，期望研究成果能應用於景觀規劃之實務工作。本研究地點為新竹縣竹北市具有明顯樹籬廊道紋理之地區，利用 ESRI Arc GIS 8.3 地理資訊軟體及 e-Cognition 4.0 影像分析軟體為工具，套疊比例為五千分之一之空照圖進行樹籬廊道結構數化及繪製，並實地進行探勘及鳥類物種調查。以樹籬廊道特性為自變項，包含樹籬廊道本身結構特性、網絡結構特性、周圍環境結構組成三個構面；鳥類族群生態性指標為依變項，包括總種數、個體數、族群歧異程度、族群均勻程度四項指標，再以量化統計方法分析各變相間之相關性。研究結果顯示樹籬廊道本身結構特性及網絡結構特性對鄉村地區之整體鳥類族群影響不大，而樹籬廊道周圍之土地使用型態對一地區之生態效益影響較為顯著。

前 言

一、研究背景與動機

隨著人類的發展，都市地區的快速擴張，越來越多的自然地區呈現破碎化的情形，而去維持或復育棲息地之連結性成為生態保育上一個重要的目標。生態廊道被視為連結孤立的棲息地塊區進而解決棲地破碎化的方法之一(Noss, 1983；Soule, 1991)。

台灣鄉村地區近年來由於都市擴張、耕地過度開發、大型公共建設...等不當的土地利用，造成鄉村生態系之斷裂與破碎，既有的生態特殊性逐漸消失，因此，如何保護位居城鄉連續譜中敏感地帶之鄉村地區，復育其應有之生態功能，成為當前刻不容緩之重要議

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

題，許多專家學者也紛紛提出推動鄉村綠色廊道，重塑鄉村地區生態網絡等概念，以解決當前鄉村生態環境破碎化之情形。

本研究企圖以景觀生態規劃領域的角度去探討廊道所提供的生態功能，以實證研究之方式，針對台灣本土的鄉村景觀，探討樹籬廊道結構與物種生態性之相互關係，以確實了解樹籬廊道結構對於鄉村生態環境之影響，並期望研究成果能應用於日後鄉村地區景觀規劃之實務工作上。由於鳥類物種具有容易觀測、對棲地的破碎化或棲地組成結構的改變有高度的敏感性之特性，因此本研究選取鳥類物種作為生態性之指標。

二、研究目的

基於上述之研究動機，本研究主要之目的為藉由文獻整理歸納出樹籬廊道(hedgerow corridors)所提供之生態功能，並以實證研究之方法探討樹籬廊道特性與鳥類族群之相關性，最終期望可更深入了解台灣本土地貌下，樹籬廊道與鳥類族群間之相互關係，進而探討其對整體生態環境之貢獻。

文 獻 回 顧

一、景觀生態學基本概念

「景觀生態學」一詞，最早是由德國生物地理學家 Carl Troll 於 1939 年所提出，主要從傳統歐洲地區的地理學、植物學以及航空攝影技術衍生而來。西元 1968 年，Troll 更進一步將景觀生態學定義為：對景觀某一段地上的生物群與環境間，綜合其主要的因果關係之研究，這些相互關係，可以從明確的分布組合(景觀鑲嵌、景觀組合)和各種大小不同等級的自然區域表現出來(肖篤寧，1993)。景觀生態學於 1981 年導入北美，此後 Richard Forman 與 Michel Godron 提出了塊區(Patch)、廊道(corridor)與基質(Matrix)等概念，引導了後續的景觀生態研究。總體來說，景觀生態學主要為研究關於生物及人類文化發展過程的空間改變，它結合了地理學強調的空間分析方法及生態學家所著重的功能性方法(Forman and Godron, 1986)。

景觀生態學將景觀視為一個由不同土地單元鑲嵌組成，並且具有明顯土地特徵之地理實體，其主要結構組成按其型態及功能可分為三個部分：塊區(Patch)、廊道(Corridor)及基質(Matrix)，主要研究重點為了解空間中結構(structure)、功能(function)、變化(change)三個過程間之相互作用，並且強調尺度之重要性與時空之異質性(Forman and Godron, 1986)，研究對象包括景觀中所有之動物、植物及人類(Farina, 1997)，探討空間對生物歧異度之決定性因素與棲地結構如何影響族群的豐度和分布。

二、廊道概念相關文獻

(一) 廊道之定義與概念

Forman(1986, 1995)，以景觀生態之觀點定義廊道(corridor)為一個異於周遭基質環境

的狹長地帶且遍及於地面。大自然所創造出來的廊道形式包含河川、山脊、動物的遷徙路徑等，而人為力量所創造出來的廊道則包含道路、電纜線、溝渠、步道等，這兩種廊道類型的差別在於自然力量所形成的廊道通常較彎曲且具延續性，除非人為的力量將其取直或阻斷，而人為創造出來的廊道則通常較窄也較難維護。

根據 Forman 對於廊道之定義，幾乎所有的景觀都被廊道所分割，同時，也被廊道所連結，這種雙重而相反的特性證明了廊道在景觀中具有重要作用(Forman, 1986)，廊道在交通運輸和通訊方面之重要作用是人所共知的，如道路、鐵路將不同地區連結在一起；廊道在農業及水資源研究中之作用也為人所知，如樹籬或河流廊道可在不同地區之間形成屏障。廊道於經濟學到視覺景觀不同範圍中皆具有重要意義，但其生態作用為景觀生態學之研究重點。因此本研究均針對廊道之生態意義做探討。

(二) 廊道之結構與功能

廊道之本體結構可分為三個部分說明：1. 整體廊道的寬度是指環境中垂直高度落差顯著的一邊到另一邊，通常廊道兩邊的邊緣都不同且兩邊生態系統的影響也可能不同。2. 廊道的中央可能包含一個特殊的內部主體(internal entity)，像是河川、溪流、道路、小徑、溝渠、圍牆或是土牆，通常內部主體出現於較寬之廊道中。3. 廊道的植物及動物組成特性包含植生之垂直結構、物種數的豐度(richness)及族群組成的豐度(abundances)(Forman, 1995)。若從空中鳥瞰的角度去看，一個廊道的結構特性不只是廊道本身而已，還包括廊道與其周圍基質、塊區及環境狀態的相互關係(Forman, 1983; Mailer, 1984; Noss, 1986; Curatolo and Murphy, 1986; Henein and Merriam, 1990)。

Forman 及 Godron 認為廊道可作為某些物種的棲息地，提供物種沿廊道遷徙的通道，也可以作為分隔地區的屏障或過濾器，並影響周圍基質的環境和生物源。而 Bueno, Tsihritiz, Alvarez(1995)指出利用廊道的設置能夠加強分裂、殘餘棲地間的連結，提升野生動物多樣性，能促進物種遷移以平衡物種滅絕率。Dramstad、Olson、Forman(1996)更進一步指出廊道的五種機能：包括棲地(Habitat)、通導(Conduit)、過濾(Filter)、供給源(Source)、沒入(Sink)。

(三) 樹籬廊道之定義

Forman(1995)將這些由樹林所構成的條狀區域(woody strip)定義為具有比周圍基質高的樹冠(canopy)的廊道，其包括：

1. 防風林(windbreaks)：指用來作為防風用途的林帶。
2. 樹籬(hedgerows)：泛指從窄的線狀廊道及寬度由幾棵喬木或灌木所構成的綠籬，主要用途為分隔開放的空間，綠籬(hedgerows)這名詞是一個通稱，包含任何機械所造成的籬笆(fencerows)、農用田籬(planted hedges)或是殘留的線狀樹林(remnant lines of trees)。
3. 林帶(woodland corridors)：指由自然植被所構成的較寬的林帶。

本研究欲探討之樹籬廊道(hedgerow corridor)是指在鄉村景觀中由樹木或灌木所構成的長條狀植栽結構，其包含綠籬(fencerows)、田籬(hedgerows)、防風林(windbreaks)、殘留

的線狀樹林(remnant lines of trees)…等不同形式，這些樹籬廊道在單調的耕作區域中形成強烈的對比，提供了一定的生態功能。

(四) 樹籬廊道與物種之相關性

樹籬廊道被證實對於野生動物是有益的，特別是鳥類。成熟的木本植物提供很多鳥類物種基本的棲息地需求，像是提供食物來源、遮蔽或是築巢的地方。在英國樹籬廊道幾乎佔了鄉村地區大部分喬木及灌木覆蓋的地區，而有大量的證據證明增加或移除樹籬廊道將會影響當地鳥類物種的豐度。樹籬多寡的重要性取決於鳥類的數量是否接近環境的生物容許量(O'Connor and Shrub, 1986)。觀察大量樹籬被移除的農田中發現，當樹籬數量低於一個關鍵性數值時其的對於鳥類物種的衝擊會變得很明顯。此數值大約是 50 m²/ha(Lack, 1992)。

Best(1983)在愛荷華州(Iowa)發現很多鳥類物種棲息在具有連續喬木及灌木的樹籬，雖然樹籬在愛荷華的農業景觀中被視為維持鳥類族群的重要元素，但大多數棲息於樹籬的鳥類都為可忍受人為環境變遷的邊緣物種(weedy species)，這些鳥種被視為邊緣物種因為牠們棲息在不同基質的交界，像是林地與農地之間。因此，樹籬或較窄的廊道對原生物種的保育價值是較低的，但從另一觀點來看，對於大部分自然棲息地已不存在的鄉村景觀中，較窄的廊道還是增加了生物多樣性，一些邊緣鳥類物種還能幫助抑制有害的昆蟲。

樹籬的品質是多變的，Spark 等人(1996)指出，樹籬的特性不同會招引不同的鳥類，例如較高的樹籬會有較多的森林鳥類來築巢與覓食，即使農地轉彎處的短樹籬，若高度夠，也會可提供某些種的繁殖；開闊地鳥類如金翼啄木鳥、雲雀等則選擇矮灌叢或草本植物的邊界。不過樹籬間的農地，也會因為所提供的食物(植物種子或昆蟲等)的不同而影響鳥類的數量。

研究指出在澳洲西部，鳥類物種的豐度會隨著道路旁自然綠帶的寬度而改變，從 8 公尺到 60 公尺成正比增加(Arnold and Weeldenburg, 1990; Saunders and de Rebeira, 1991)。在美國中部也有相似的研究結果，寬度變成評估廊道內的鳥類豐度、巢穴的密度及鳥類繁殖成功率一個很重要的指標(Martin, 1981; Shalaway, 1985; Yahner, 1983)。

樹籬廊道的垂直結構包括植被的複雜程度、植栽物種的組成，是影響鳥類豐度很重要的因素(Johnson and Beck, 1988; Yahner, 1983)。儘管樹籬廊道的樹冠並不是很茂密，樹籬廊道內仍可能有許多在地表覓食的鳥類物種(ground-feeding birds)，這是由於廊道內的灌木層扮演了很關鍵的角色(Johnson and Beck, 1988; Yahner, 1982)。事實上，藉由樹木的行數、植栽種類的數量、植被的高度及植物的排列之間的變化可設計出適於野生動物棲息的樹籬廊道(Capel, 1988)。

樹籬的結構及其植物的組成均會影響其對鳥類物種的價值。Osborne(1984)在研究多塞特郡農地中的 42 條樹籬中發現，鳥類豐富的樹籬通常是那些底部寬度較寬並且有很多灌木種類在其中的。

樹籬廊道內的內部主體，如石牆、溝渠、土牆…等提供了額外的微棲息地(Baudry,

1988)。舉例來說：若廊道內有溝渠可能會增加一些溼地植物、兩棲動物或是爬蟲類動物(Pons *et al.*, 1990)；土牆能提供一些小哺乳動物的棲地像是花栗鼠或是田鼠(Henein and Merriam, 1990; Bennett *et al.*, 1994)。

英國 CBC(Common Bird Census)的調查中也指出主要棲息在林地的鳥類物種受樹籬尺寸(size)影響最多(Lack, 1992)，而樹籬周圍棲地的環境將會左右樹籬尺寸對於鳥類物種的影響。

三、鳥類族群相關文獻

一地區景觀生態結構之改變，通常會反應出植被型態改變、空間配置變化情形，因而直接影響到鳥類種類和數量之分佈。鳥類為高級消費者，在生態金字塔上扮演重要角色，分佈廣泛，且對於環境結構和組成的改變也相當敏感。有鑑於此，在觀察一地區中整體生態系統是否良好，可利用鳥類來作為研究指標物種(Forman and Godron, 1986; Langevelde *et al.*, 2000; Savard *et al.*, 2000)。

研究方法

一、研究架構與假說

根據文獻回顧的整理與研究問題的思考提出本研究之研究架構，本研究明確的研究脈絡為探討樹籬廊道對於鳥類族群的影響，第一個部份為個體空間尺度下，就樹籬廊道本體的結構特性與鳥類生態性指標進行探討，第二個部分為整體空間尺度下，了解整體的樹籬廊道網絡結構特性對於鳥類族群之影響，第三部份為樹籬廊道之周圍環境因子也會對鳥類族群造成影響。詳細架構如下：

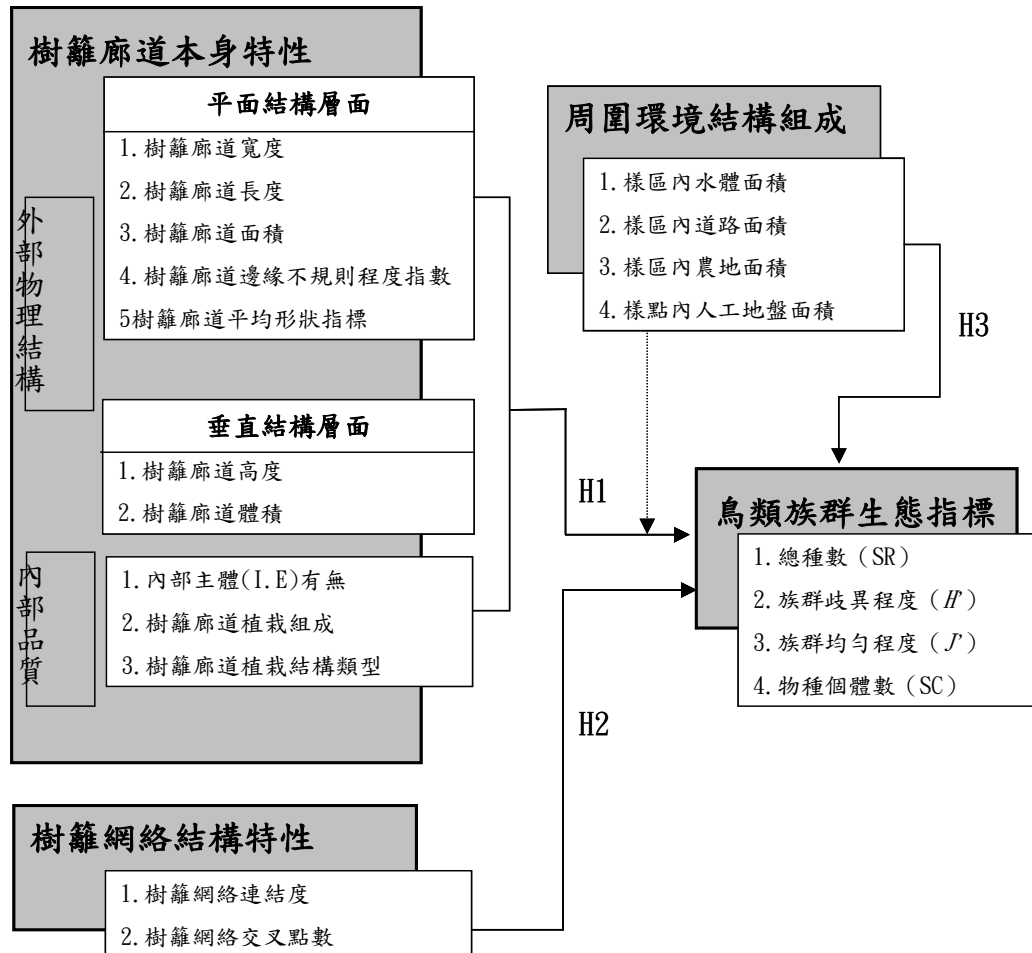


圖 1. 研究架構圖

假設一(H1)：樹籬廊道本身特性不同，會影響鳥類族群生態性指標

假設二(H2)：樹籬廊道網絡結構特性的不同，會影響鳥類族群生態性指標

假設三(H3)：樹籬廊道周圍環境組成不同，會影響鳥類族群生態性指標

二、研究設計

(一) 研究樣點選定

本研究樣區為竹北市與芎林鄉交界之東海里，全區為民風純樸之農村，頭前溪流經其中，開發之農地景觀中有交錯之樹籬廊道散佈其中，形成此地區特殊之自然景觀。

本研究樣區面積為 1,000 公頃左右，為有效選取樣區內具有樹籬廊道紋理之樣點，以五千分之一空照圖為底圖，以 ESRI Arc GIS8.3 地理資訊軟體為工具將研究區域劃出 100 m × 100 m 之網格，並以廊道的有無為基準，逐一對每一個方格做篩選，排除掉人工地盤面積大於百分之五十及主要道路幹線穿越其中之區域，在篩選後的區域中分別選取 20 個調

查樣點。

(二) 地圖資料處理

本研究共選取了 20 個調查樣點，為進一步獲取廊道結構特性資料，需對地圖資料加以判讀分析。以五千分之一之空照圖為基本圖，使用影像分析軟體 e-Cognition 4.0 為工具，對所選取之研究樣區進行數化工作。

在探討廊道本體結構特性與鳥類族群關係之部分，考慮廊道本體尺度與周圍環境結構的組成，在半徑 100 公尺環框內，將景觀之結構類型分為樹籬廊道、農業耕作區、道路、水體、人工地盤、及零星樹叢六種分類(圖 3-6)，將數化完之向量檔格式(Vector format)資料輸出至 Arc View 3.2 地理資訊軟體進行分析並建立屬性資料，並利用 Fragstats 2.0 for Arc View 3.2 之景觀生態結構運算軟體，計算出本研究所欲探討之研究變項資料，包括：樣點內之樹籬廊道面積、樹籬廊道邊緣不規則程度(AWMPFD)、樹籬廊道形狀指標(AWMSI)及樣點內之農業耕作區、水體、道路、人工地盤之面積。

無法由 Fragstats 2.0 運算之變項資料，如廊道寬度、廊道長度等變項，則利用 ESRI Arc GIS 8.3 地理資訊軟體分析測量

而在探討樹籬廊道網絡結構與鳥類族群相關性之部分，則以半徑 250 公尺之環框為研究範圍，數化出所有範圍內之樹籬廊道結構，並計算廊道與廊道間之最近距離以作為連結度指標之依據，由於計算景觀結構兩塊區間之距離需以網格檔格式(grid)進行運算，因此需將所數化之向量檔格式資料以 ESRI Arc GIS 8.3 進行轉檔工作，再匯入 Fragstats 3.3 進行計算，最後得到樹籬網絡連結度(ENN)變項資料、網絡交叉點數變項資料。

(三) 實地探勘調查

樹籬廊道的垂直結構特性及品質特性部分，經由實地的探勘調查取得，調查項目包括：廊道高度、廊道植群結構類型及廊道植群組成、是否具有內部主體四項，詳細調查方法如下：

1. 廊道高度：比對五千分之一之空照圖，將樣點內之廊道編號，並於現地分別對每一條廊道進行量測，以 LaserCraft 公司 Contour XLRic 雷射測距槍為工具，於樹籬廊道垂直高度具有變化之處測量，並同步記錄下其數值。計算出每條廊道之平均高度後，再以其廊道表面積加以權重，以獲得樣點之平均數籬廊道高度資料。
2. 廊道植群結構類型：現地觀察各樣點之廊道類型並予以記錄。
3. 廊道植群組成：現地觀察各樣點之廊道植群組成並予以記錄。
4. 內部主體有無：現地觀察各樣點之廊道內是否具有內部構造，並予以記錄。

(四) 鳥類物種調查

本研究於 2005 年 3 月至 5 月協同專業鳥類調查員，進行鳥類物種調查，每隔一個禮拜調查一次，若遇陰雨天則不進行調查，每個樣點共紀錄 6 次，且每個樣點調查時間分散於不同時段，以減少因時間取樣所造成之誤差。就定點計數所需停留之時間而言，時間過短則無法觀測完整，時間太長則會造成重複計數的問題，因此建議調查時間在 3-10 分鐘

(William, 2002)，參照台灣特有生物中心之鳥類定點調查方法，本研究設定每定點停留 6 分鐘，並記錄鳥類之種類、數量、行為、及觀測所發現之位置。由於鳥類活動之高峰期為日出後三小時及日落前三小時(王穎和孫元勳，1990；張集益，1999)，因此所有調查盡量控制於此時段完成。

結果討論

一、樹籬廊道結構及鳥類族群生態指標相關分析

(一) 樹籬廊道本體結構與鳥類族群生態指標相關分析

以皮爾森積差相關(Person coefficient)檢驗之結果，只有樹籬廊道之體積變項與鳥類個體數(SC)達顯著相關($r=0.501$, $p=0.024$)，此結果代表，樹籬廊道於一樣區內之總體積越大時，其鳥類個體數會增加。而廊道樹籬廊道之「寬度」、「長度」、「面積比」、「邊緣不規則程度指數(AWMPFD)」、「平均形狀指標(AWMSI)」、「高度」均與鳥類族群生態指標呈現不顯著相關(表 1)。

表 1. 樹籬廊道平面及垂直結構與鳥類族群相關分析表

Table 1. The correlation between hedgerow corridor structure indices and bird ecological indices

	總種數(SR)	個體數(SC)	歧異程度(H')	均勻程度(J')
H.C.寬度	0.078	0.056	0.268	0.252
H.C.長度	-0.117	0.041	-0.188	-0.157
H.C.面積比	0.123	0.221	0.088	0.052
H.C.AWMPFD	0.008	-0.125	-0.006	-0.035
H.C.AWMSI	0.207	0.097	0.136	0.043
H.C.高度	0.046	0.412	-0.31	-0.35
H.C.體積	0.182	0.501*	-0.186	-0.263

* $p<0.05$ ，** $p<0.01$

以 T-test 檢驗樹籬廊道品質層面變項對鳥類族群生態指標影響之結果，「內部主體(IE)有無」、「植栽結構組成的不同」及「植栽結構類型的不同」對鳥類族群生態指標無顯著的差異。

(二) 樹籬廊道網絡結構與鳥類族群生態指標相關分析

以皮爾森積差相關(Person coefficient)檢驗之結果，「樹籬網絡連結度(ENN)」、「樹籬

網絡交叉點數」與鳥類族群生態指標皆呈現不顯著相關(表 2)。

表 2. 樹籬廊道網絡結構與鳥類族群相關分析表

Table 2. The correlation between hedgerow corridor network indices and bird ecological indices

	總種數(SR)	個體數(SC)	歧異程度(H')	均勻程度(J')
樹籬網絡連結度(ENN)	0.025	0.3	-0.317	-0.367
樹籬網絡交叉點數	-0.031	-0.237	0.073	0.084

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

(三) 樹籬周圍環境組成與鳥類族群生態指標相關分析

以皮爾森積差相關(Person coefficient)檢驗之結果，發現樣點內「人工地盤面積」與鳥類族群「總種數」為顯著負相關($r = -0.434$, $p = 0.056$)，而其他變項皆與鳥類族群生態指標未達顯著相關。也就是說當樣區內人工地盤的面積越大時鳥類物種的種類數會有下降的情形，此現象與前人的研究的結果相同(張高雯，2000；江彥政，2004)，當人為開發地區越廣時，相對也代表鳥類棲地破碎及受干擾的情形更嚴重，尤其對生存環境較為敏感的鳥種將會消失(表 3)。

表 3. 樹籬廊道周圍環境結構與鳥類族群相關分析表

Table 3. The correlation between environmental composition indices and bird ecological indices

	總種數(SR)	個體數(SC)	歧異程度(H')	均勻程度(J')
樣點內人工地盤面積	-0.434*	-0.193	-0.305	-0.151
樣區內農地面積	0.188	-0.131	0.159	0.092
樣區內道路面積	-0.13	0.016	-0.094	-0.043
樣區內水體面積	-0.292	0.034	-0.094	0.007

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

結論與建議

一、研究結論

綜合上述的分析，可以發現儘管選取樣點時，刻意將樣區內較易對鳥類物種產生衝擊

的土地使用類型面積控制於 10% 以下(人工地盤及道路)，其影響性仍為顯著，而一地區樹籬廊道結構對鳥類族群最顯著之影響為其在空間中所佔之體積，推測造成此結果之原因為鳥類對於棲地的選擇與活動地點會受土地使用的類型影響很大，人工地盤屬於對鳥類族群產生負面干擾之土地使用型態，而樹籬廊道為對鳥類物種提供正面效益之土地使用型態，其提供鳥類棲息、繁殖、藏匿、覓食之活動空間；由於土地使用類型對於鳥類族群佔了先決性的影響，因此，較難深入了解其中一種的景觀結構細部特性對於鳥類物種的影響。

二、研究建議

由研究結果可以推論樹籬廊道對於鄉村地區具有正面之生態效益，其具有吸引鳥類棲息，蘊育鳥類繁殖之生態功能，台灣地區地窄人稠，農地的開發早已於 1930 年代達到飽和，大部分地區為了讓農田獲得最高之生產效率，多採單一化之農作物種植，而其間少有結構完整之樹籬廊道，所形成之樹籬廊道以作為邊界及防風林為主，大多短而窄，高度因無整理而異，所構成之植物物種以竹子、扶桑、黃堇較多，因此，其所提供之生態性也較為侷限。建議於鄉村地區之農地邊界、道路、水圳兩旁發展結構完整之樹籬廊道以增加鳥類族群之多樣性，提昇其生態環境。

參 考 文 獻

- 台灣野鳥資訊社、日本野鳥の會。1995。台灣野鳥圖鑑，台北：亞舍圖書有限公司。
- 江彥政。2004。以景觀生態及景觀生心理探討永續環境之研究。碩士論文。國立中興大學園藝學系。台中。
- 徐嵐。1993。景觀網絡結構的幾個問題。景觀生態學：理論、方法及應用。pp.225-232。台北：地景氣業股份有限公司。
- 張俊彥。2002。農村景觀生態支復育與創造。造園季刊。(42)：75-92。台北。
- 王穎、孫元勳。1990。太魯閣國家公園陶塞溪、花蓮池和神秘谷地鳥相及其變化。國家公園學報 2(1)：41-66。
- 肖篤寧。1993。景觀生態學理論、方法及運用。台北：地景。
- 張高雯。2000。景觀生態結構與鳥類多樣性之相關研究。興大園藝。25(3)：95-107。
- 許富雄。2001。鳥類資源的調查方法。特有生物研究 3：81-90。
- Arnold, G. W. & Weeldenburg, J. R. 1990. Factors Determining the Number and Species of Birds in Road Verges in the Wheatbelt of Western Australia. *Biological Conservation*. 53: 295-315.
- Bennett, A. F., Henein, K. & Merriam, G. 1994. Corridor Use and the Elements of Corridor Quality: Chipmunks and Fencerows in a Farmland Mosaic. *Biological Conservation*. 68: 155-66.

- Best, L. B. 1983. Bird Use of Fencerows: Implications of Contemporary Fencerow Management Practices. *Wildlife Society Bulletin*. 11: 343-47.
- Capel, S. W. 1988. Design of Windbreaks for Wildlife in the Great Plains of North America. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 22/23: 337-47.
- Curatolo, J. A. & Murphy, S. M. 1986. The Effects of Pipelines, Roads, and Traffic on the Movements of Caribou Rangifer Tarandus. *Canadian Field Naturalist*. 100: 218-24.
- Dramstad, W. E., Olson, J. D. and Forman, R. T. T. 1996. *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-use Planning*. Washington, DC: Island Publishers.
- Farina, A. 1997. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall, New York.
- Forman, R. T. T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscape and Region*. New York: Cambridge University Press Publishers.
- Forman, R. T. T. 1983. Corridors in a Landscape: Their Ecological Structure and Function. 2: 375-87.
- Forman, R. T. T. and Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. New York: John Wiley and sons Publishers.
- Henein, K. M. & Merriam, G. 1990. The Elements of Connectivity Where Corridor Quality is Variable. *Landscape Ecology*. 4: 70-157.
- Johnson, R. J. & Beck, M. M. 1988. Influences of Shelterbelts on Wildlife Management and Biology. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 22/23: 30, 1-35.
- Lack, P.C. 1992. *Birds on Lowland Farms*. HMSO, London.
- Mailer, H-I. 1984. Animal Habitat Isolation by Roads and Agricultural Fields. *Biological Conservation*. 29: 81-96.
- Martin, T. B. 1981. Limitation in Small Habitat Islands: Chance or Competition? *Auk*. 98: 715-34.
- Noss, R. F. & Harris, L. B. 1986. Nodes, Networks and MUMS: Preserving Diversity at All Scales. *Environmental Management*. 10: 299-309.
- Noss, R. F. 1983. A Regional Landscape Approach to Maintain Diversity. *BioScience*. 33: 700-706.
- O'Connor, R.J. & Shrubbs, M. 1986. *Farming and Birds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pons, A., Couteaux, M., de Beaulieu, J. L. & Reille, M. 1990. Plant Invasions in Southern Europe from the Paleocological Point of View. In F. di Castri, A. J. Hansen & M. Debussche, eds. *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. pp. 169-77.
- Shalaway, S. D. 1985. Fencerow Management for Nesting Birds in Michigan. *Wildlife Society Bulletin*. 13: 302-6.

- Soule, M. E. 1991. Theory and Strategy. In: Landscape Linkages and Biodiversity. Island Press, Washington. pp. 91-105.
- Sparks, T. H., Parish, T., & Hinsley, S. A. 1996. Breeding Birds in Field Boundaries in an Agricultural Landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 60: 1-8.
- Yahner, R. H. 1982. Avian Use of Vertical Strata and Plantings in Far, Stead Shelterbelts. *Journal of Wildlife Management*. 46: 50-60.
- Yahner, R. H. 1983. Seasonal Dynamics, Habitat Relationships, and Management of Avifauna in Farmstead Shelterbelts. *Journal of Wildlife Management*. 47: 85-104.

A Study on the Ecological Effects of Hedgerow Corridors in Rural Area

Yen-Yu Chou ¹⁾ Chun-Yen Chang ²⁾

Key words: Landscape Ecology 、 Corridors 、 Hedgerow Corridors 、 Bird Species

Summary

This study attempts to realize the ecological functions of hedgerow corridors in rural area on landscape ecological approach. To explore the relationship between hedgerow corridors of local Taiwan landscape and bird species and hope the results could be applied to landscape planning work. The study sites are located at Hsinchu County, Jhubei, which has obvious hedgerow corridor patterns. Lapping the aerial map, scale 1:5000, the ArcGIS8.3 and eCognition 4.0 was used to digitize the corridor structures. Field investigation and bird investigation have also been down. The independent variables are the attributes of hedgerow corridors which including hedgerow corridor structure indices, hedgerow corridor network indices and environmental composition indices. The dependent variables are four bird ecological indices, species richness (SR), species diversity (H'), species evenness (J'), species capita (SC). The results show that the attributes of hedgerow corridors structure and hedgerow corridors network have low influences on bird species, and the environmental composition around hedgerow corridors have serious influences on ecological benefit in rural area.

1) Graduate Student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

