

農地造林對鳥類群聚及其多樣性之影響

The effects of plantation on farmland upon avian community and its diversity

葛兆年^{1*} 陳一銘¹ 莊鈴木¹ 邱志明²

Chao-Nien Koh^{1*}, Yi-Ming Chen¹, Lin-Mu Juang¹ and Chih-Ming Chiu²

¹ 林業試驗所森林保護組 10066 台北市中正區海南路 53 號

² 林業試驗所森林經營組 10066 台北市中正區海南路 53 號

¹ Department of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei

² Department of Forest Management, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei.

*通訊作者：nien@tfri.gov.tw

*Corresponding author: nien@tfri.gov.tw

摘要

爲了彌補因移除森林而喪失的生物多樣性，新植人工林是作法之一，但目前對於在農地上造林對地區生物多樣性所產生的影響，所知有限、亟待了解。台灣花東縱谷地區原爲闊葉林覆蓋，現在則大多爲農業生產利用，而花蓮縣光復鄉原從事甘蔗生產的大農大富農場自 2002 年改植闊葉樹，迄今面積達 1000 ha。爲評估該造林是否已恢復闊葉林鳥類群聚及其多樣性，以及其對周邊農地鳥類群聚及多樣性的影響，本研究於 2009 年及 2010 年的 4-6 月及 9-11 月在大農大富地區之周邊農地、鄰近海岸山脈之闊葉次生林地及人工林地調查鳥類群聚。結果顯示農地與闊葉次生林地的鳥類群聚組成及主要物種不同，農地的鳥類群聚組成較不穩定且歧異度指數較低；人工林地與闊葉次生林地之鳥類群聚亦不相同，前者之種豐富度及歧異度指數較低；農地鄰近人工林地的鳥類群聚不同於周圍無造林農地，且前者歧異度指數較高。我們認爲農地若恢復爲闊葉林可穩定鳥類群聚結構並增加其多樣性，但目前尚年輕的人工造林並未恢復闊葉林的鳥類群聚與多樣性，應與人工造林之植被結構簡單及物種單純有關，不過人工造林在地景上仍有增進農地鳥類多樣性的作用。爲豐富人工林地的鳥類多樣性，建議減少除草並加強營造其中下層植被，可能增加目前過少的灌木層鳥種。

Abstract

Planted forests may help offset biodiversity loss from deforestation, but the impacts of converting crops to plantations on local biodiversity are poorly understood. The east rift valley of Taiwan was originally covered by broad-leaved forests. Nowadays, most of the lands in the valley have been converted for various agricultural needs. The Danongdafu farm in Guanfu Township, Hualien County, was built to grow sugarcane in the 1910's. Since 2002, no more sugar is produced and broad-leaved trees were replanted over 1000 hectare of lands in the valley. Base on the plantation, this study is an evaluation of (1) the effects of converting broad-leaved forests to crops on the avian community and its diversity, (2) the recovery of broad-leaved forest avian species and its diversity, and (3) the impacts to the avian community and its diversity on adjacently remnant croplands. In Danongdafu forest park and its neighboring farmland and secondary broad-leaved forest, we investigated the avian communities in four habitat types including farmlands, farmlands adjacent to plantations, plantations, and secondary broad-leaved forests in April- June and September-November during 2009-2010. We found different avian species compositions and typical species in farmlands and secondary forestlands. The avian species compositions in the farmlands were less stable and the diversity indices were lower compared to the secondary forestlands. Avian species compositions were different between plantations and secondary forests, and the former communities were less diverse than the latter. Farmlands adjacent to plantations had different avian species compositions from farmlands away from plantations, and the former had higher avian diversity indices than the latter. We conclude that avian species compositions will become stable and diverse after farmlands are converted to broad-leaved forests. Avian species and diversities in broad-leaved forests did not recover in the rather young man-made plantations due to their simple vegetation structures and low plant species diversities. On the other hand, plantations might enhance avian diversities in the adjacent farmlands on the landscape. It is suggested that one of the ways to increase bird diversity in the plantation is to increase avian species in the shrub layer of planted forests, decrease the weeding frequency and create vegetation in understory of the forests.

關鍵字：鳥類群聚、多樣性、造林、農地、花蓮

Key words: avian community, diversity, plantation, farmland, Hualien

收件日期：2014 年 03 月 05 日

接受日期：2014 年 06 月 04 日

Received: March 05, 2014

Accepted: June 04, 2014

前 言

熱帶森林被移除是全球生物多樣性面臨的最主要威脅之一(Dobson *et al.* 1997; Brooks *et al.* 2002)。森林移除後土地利用型態改為農耕，部分研究顯示農耕地的生物多樣性少於森林，可能與農地缺乏樹木，使得部分物種如以樹木果實或昆蟲為食者未出現有關(Lawton *et al.* 1998; Waltert *et al.* 2004)。亦有研究指出仍有森林性物種使用農耕地(Estrada *et al.* 1993, Petit *et al.* 1999, Daily *et al.* 2001, Hughes *et al.* 2002)，而且森林變成農耕地後生物多樣性並未降低(Daily *et al.* 2001; Hughes *et al.* 2002; Lindell and Smith 2003; Waltert *et al.* 2005)，因此農地被認為對物種多樣性保育具有一定價值。但仔細了解發現農地物種與森林物種大不相同，例如 Daily 等人(2001)調查哥斯大黎加鳥類，估計 71%的種類未出現在農地，而非洲賴比瑞亞有 70%的鳥種自森林改為農地後消失不見(Kofron and Chapman 1995)，因此森林移除雖然不一定對地景中的生物多樣性有負面影響，但的確可能對森林性物種的生存造成威脅。

熱帶因植物生產經濟效益較高而有大量積新植林(Evans and Turbull 2004)，一些保育生物學家同意人工林可以中止因熱帶森林移除所導致的生物多樣性下降(Daily *et al.* 2001; Hughes *et al.* 2002; Lindenmayer and Hobbs 2004)，但仍有研究指出人工林的物種豐富度比原始林低(Lawton *et al.* 1998; Petit *et al.* 1999; Peh *et al.* 2006)，雖然 Dunn(2004)預測森林重新栽植後 20-40 年其物種豐富度可以完全恢復。人工林對大多數原始林物種是否具有保育作用不無懷疑，但亦有人工林仍能維持高多樣性(Hagan *et al.* 1997; Barlow *et al.* 2007)。不過

多項研究指出人工林有較低的動物多樣性或密度(Kwok and Corlett 2000; Ohsawa 2005; Kattan *et al.* 2006; Barlow *et al.* 2007)。

花東縱谷在 300 年前為深林所障蔽(康 1999)，如今多已是農墾利用型態，但海岸山脈仍然維持闊葉林覆蓋。花蓮縣光復鄉之大農大富地區原為台灣糖業公司甘蔗生產區，自 2002 年響應政府平地造林運動，開始重新栽植闊葉樹(花蓮大農大富平地森林遊樂區整體規劃成果報告書 2010)，現在已蔚然成林，惟其周邊的其他私有土地仍然維持栽種農作物的經營方式，故大農大富地區形成林地(包括人工林與闊葉次生林)與農地鑲嵌的地景型式。但是此地由最早闊葉林覆蓋，至闊葉林被移除開發為農地使用，以致於目前農地重新種植闊葉林，這些轉變對當地的生物及多樣性產生何種影響缺乏探究，若能了解這些轉變的脈絡，當可以對生物多樣性的經營提出較妥適的建議，達成平地造林維護生物多樣性的政策性目標。

本研究旨在比較大農大富地區之農地、造林地與附近海岸山脈的闊葉次生林地之鳥類群聚及多樣性，以評估闊葉林變更為農地後，鳥類群聚及多樣性有何變化，以及人工造林是否有助恢復闊葉林的鳥類群聚及多樣性，對當地農業地景上的鳥類群聚及多樣性有何影響，並提出相關的棲地經營建議。

材料與方法

一、研究樣區

研究地點位於花蓮縣光復地區，樣區設於大農大富平地森林園區、周邊之農地，以及附近闊葉次生林地，共選取農地(FA)、造林地邊農地(PFA，以下簡稱林邊農地)、造林地(P)及闊葉次生林地(SF，以下簡稱次生林)等 4 種類

型棲地，進行鳥類調查(圖 1)。

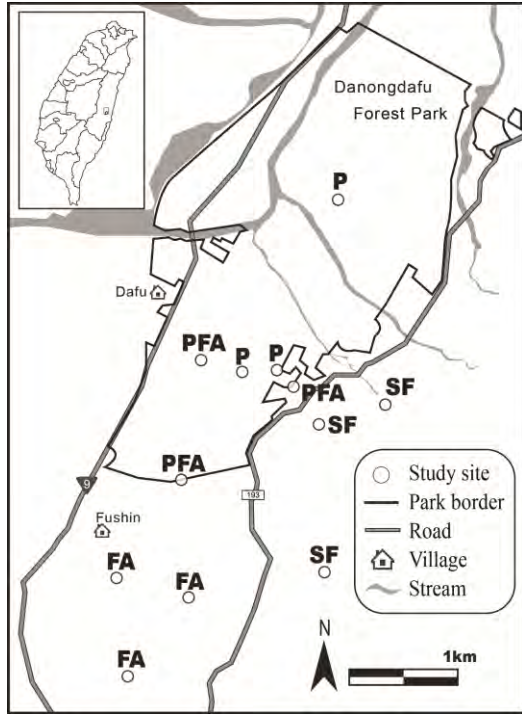


圖 1. 研究樣區位於花蓮縣光復鄉大農大富森林園區與周邊農地及次生闊葉林地。FA、PFA、P 及 SF 分別代表農地、造林邊農地、造林地及次生闊葉林地等各類型棲地之調查地點。

Fig. 1. Location of the study sites in Danongdalu Forest Park of Guanfu Township, Hualien County, and the neighboring farmlands and secondary broad-leaved forests. Study sites are indicated by habitat types as FA (farmland), PFA (farmland adjacent to plantation), P (plantation), and SF (secondary broad-leaved forest).

每 1 種棲地選取 3 塊樣區，每塊樣區設置 1 條穿越線，每條穿越線間隔 120-150 m 設 1 個樣點，每個樣區設置 3 個樣點。大農大富平地森林園區所在地原為台灣糖業公司花蓮區處之

大農大富農場，主要生產甘蔗，自 2002 年停止製糖並將蔗田改植闊葉樹，迄今造林達 1000 ha，共栽植 18 種樹種，主要樹種有光臘樹 (*Fraxinus griffithii*)、台灣欒 (*Zelkova serrata*)、茄苳 (*Bischofia javanica*)、陰香 (*Cinnamomum burmannii*)、楓香 (*Liquidambar formosana*)、台灣欒樹 (*Koelreuteria henryi*)、杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*)、樟樹 (*C. camphora*)、赤楊 (*Alnus formosana*) 及大葉楠 (*Machilus japonica* var. *kusanoi*) 等樹種(花蓮大農大富平地森林遊樂區整體規劃成果報告書 2010)。農地類型棲地的選取上，採取位於大農大富平地森林園區周邊玉米田作為樣區，3-6 月及 8-11 月分別為農耕期及休耕期。林邊農地因造林地旁較少大面積農地，無法選取相同作物農地，乃以大富第 42 號地旁地瓜花生田、大富第 46、53 號地旁休耕地，以及大富第 67 號地旁鳳梨玉米田作為樣區，而這些農地旁造林皆以光臘樹為主要樹種，於 2002-2004 年栽植(台灣糖業公司，私人連絡)。造林地樣區位於大富第 41、45 及大農 50 號地，分別以杜英及楓香、台灣欒樹、台灣欒木為主要樹種，皆為 2003 年栽植(台灣糖業公司，私人連絡)。次生林樣區分別位於大農大富平地森林園區旁 193 縣道之 73.4K、74.3K、76.6K 處之次生林地，依據蘇(1992)之氣候分區，本地森林植被應屬楠榕林帶。樣區附近多半可以發現群生或散生的經濟樹種如麻竹、油桐、檳榔以及波羅蜜、蓮霧、柚子等果樹。原生上層喬木主要有相思樹 (*Acacia confusa*)、苦楝 (*Melia azedarach*)、野桐 (*Mallotus japonicus*)、蟲屎 (*Melanolepis multiglandulosa*)、樟樹、大葉楠、無患子 (*Sapindus mukorossi*)、鵝掌柴 (*Schefflera octophylla*)、樹杞 (*Ardisia sieboldii*)、烏心石 (*Michelia compressa*)，靠近溪谷之處有較多的咬人狗 (*Dendrocnide meyeniana*)、稜果榕

(*Ficus septica*)、牛奶榕 (*F. erecta* var. *beecheana*)、九芎(*Lagerstroemia subcostata*)，中層植被有三葉山香圓(*Turpinia ternata*)、軟毛柿(*Diospyros eriantha*)、三腳蟹(*Crateva adansonii* ssp. *formosensis*)、厚殼桂 (*Cryptocarya chinensis*)、粗糠柴(*Mallotus philippensis*)、小葉白筆 (*Symplocos modesta*)、細葉饅頭果 (*Glochidion rubrum*)等，下層最常見為九節木 (*Psychotria rubra*)，其他有長梗紫麻(*Oreocnide pedunculata*)、燈秤花(*Ilex asprella*)、雞屎樹 (*Lasianthus* sp.)、山棕(*Arenga tremula*)、姑婆芋 (*Alocasia odora*)。此外，溪谷沖刷地多密生五節芒 (*Miscanthus floridulus*)、象草 (*Pennisetum purpureum*)等高莖草本，而林緣則可見蓮草 (*Tetrapanax papyriferus*)與台灣芭蕉 (*Musa itinerans* var. *formosana*)。

二、鳥類調查

分別於 2009 年進行 FA 及 PFA 樣區調查，2010 年進行 P 及 SF 樣區調查，調查時間為鳥類繁殖季(4-6 月)及非繁殖 (9-11 月)，每月調查 1 次，故每樣點在繁殖季與非繁殖季各有 3 次調查紀錄。鳥類調查採用固定半徑定點調查法，每個月至各調查點調查鳥類種類及隻次，調查只在天氣良好時進行，於日出後 3 小時內完成，每 1 樣點停留 6 分鐘，依序記錄目擊或聽到的種類及數量。若察覺鳥類在相鄰樣點間移動，僅當作 1 筆記錄，以避免重複計數。所有調查鳥類在棲地之所在層次依現場經驗主觀歸類為天空、樹木冠層、樹木次冠層、灌木層及地面等 5 層，或者含括 1 種以上層次。

三、資料處理與分析

鳥類調查資料以 Microsoft Excel 建檔，物種豐富度以種數(S)代表，歧異度指數以

Shannon-Wiener diversity index (H')計算， $H' = -\sum (P_i \ln (P_i))$ (Shannon and Weaver 1949，引自 Magurran 2004)。均勻度以 Pielou's Evenness Index (J') 計算， $J' = H' / H_{max} = H' / \ln S$ (Pielou 1975，引自 Magurran, 2004)。利用 SAS v.8 統計程式採取 Kruskal-Wallis test 及 Dunn 成對測驗分別檢定各棲地間及兩兩棲地間之鳥類群聚變數有無差異，以 Wilcoxon signed rank test 檢定季節間之鳥類群聚變數有無差異。鳥類群聚分析則以 PRIMER 5.2 軟體 (Clarke and Warwick 1994; Clarke and Gorley, 2001) 進行分析，分析前先將僅有 1 次紀錄的鳥種刪除，再將各鳥種調查隻次取平方根轉換，以多維尺度 (MDS, nonmetric multidimensional scaling) 比較 4 種類型棲地的鳥類群聚組成在空間及時間上的分布型態。此外，將取平方根轉換後的資料算出 Bray-Curtis 相異度矩陣，再進行相異度分析 (ANOSIM test)，求出相異度係數值 (Global R)，來代表各種棲地鳥類群聚間的相異度。鳥類群聚之代表種則以 (SIMPER test) 來分析，代表種順序以對相異度矩陣值之貢獻多寡 (即物種在群聚樣本中出現頻度高低) 排列。

結 果

2009 年調查的 FA、PFA 及 2010 年調查的 P、SF 等 4 種類型棲地，4-6 月及 9-11 月共記錄到鳥類 59 種、1,956 隻次，包含「野生動物保育法」所列珍貴稀有保育類的蛇鵲 (*Spilornis cheela*)、紅隼 (*Falco tinnunculus*)、環頸雉 (*Phasianus colchicus*)、朱鷗 (*Oriolus traillii*)、烏頭翁 (*Pycnonotus taiwanus*) 及台灣畫眉 (*Garrulax taewanus*) 等 6 種；其他應予保育類的台灣山鷓鴣 (*Arborophila crudigularis*)、台灣藍鵲 (*Urocissa Caerulea*) 及紅尾伯勞 (*Lanius*

cristatus)等 3 種。

一、棲地分布

合併 4-6 月及 9-11 月兩季共 6 次鳥類調查資料，FA 記錄 25 種 668 隻次，PFA 記錄 30 種 348 隻次，P 記錄 24 種 361 隻次，SF 記錄 34 種 579 隻次(表 1)，以 SF 的物種豐富度最高，PFA 次之，P 最低；數量上以 FA 最多，其次為 SF，PFA 最低；歧異度指數以 PFA 最高，次之為 SF，最低為 FA；在均勻度上最高為 PFA，次之為 SF，最低為 FA。以調查樣點為單位，比較種豐富度等變數在不同棲地間之差異，發現各項變數皆有顯著差異(Kruskal-Wallis test, p 皆 < 0.05 ，表 2)，SF 與 FA、P 相比較，SF 之歧異度指數顯著大於 FA 及 P，SF 之種豐富度顯著大於 P，SF 之均勻度顯著大於 FA (p 皆 < 0.05)。FA 與 PFA 比較則 FA 之歧異度指數及均勻度顯著小於 PFA，但隻次顯著大於 PFA (p 皆 < 0.05)。

先利用 ANOSIM 分析 PFA 地瓜花生田、鳳梨玉米田及休耕地之鳥類群聚間之相異度，得到 3 塊樣區相異度不顯著(Global R=0.177,

$p=0.13$)，故可將之合併分析。對 4 種類型棲地進行 MDS 分析，鳥類群聚主要可分為 4 群，其中 SF 鳥類群聚明顯自成一群，與其他 3 種棲地差異最大，FA 及 PFA 差異性最小，P 較靠近 PFA(圖 2)。利用 ANOSIM 分析不同棲地鳥類群聚間相異度，SF 與其他 3 種棲地的相異度較大(Global R 皆 > 0.95 , p 皆 < 0.01)，達到最大相異度，FA 與 PFA 的相異度最小，但相異度仍然達顯著(Global R = 0.32, $p < 0.01$)。從以上 2 種鳥類群聚分析方式，發現 SF 的鳥類群聚最為獨特，明顯有別於其他 3 種棲地；P 雖與 SF 同以林木為主，但兩棲地鳥類群聚明顯不同。以 SIMPER 分析方法得到各類型棲地中最能與其他棲地區分的代表性鳥種前 10 名及其對群聚相似度之貢獻百分比如表 3，就現場觀察鳥類在棲地的層次上而言，則樹林次冠層(含)以上鳥種數：以下鳥種數為 FA：4:8，PFA：8:7，P：9:2，SF：8:4，表示 FA 以下底層活動鳥類為主；P 及 SF 以上中層活動鳥類為主，並且 P 缺乏灌木層活動鳥類；PFA 則區別不明顯。

表 1. 2009-2010 年 4-6 月及 9-11 月花蓮縣光復鄉大農大富地區之農地(FA)、林邊農地(PFA)、造林地(P)及次生闊葉林地(SF)等 4 種類型棲地，各棲地 9 樣站之鳥類種豐富度、隻次、Shannon-Wiener 指數、均勻度

Table 1. Bird species richness, abundances, Shannon-Wiener indices, evenness of farmland (FA), farmland adjacent to plantation (PFA), plantation (P), and secondary broad-leaved forest (SF) in Danongdafu, Guangfu Township, Hualien County. The investigations were conducted once in each month of April- June and September- November in 2009 and 2010. Each habitat had 9 survey stations

	Season	FA	PFA	P	SF
Species richness	Apr- Jun	22	25	20	27
	Sept- Nov	18	19	15	26
	Combined	25	30	24	34
Abundance	Apr- Jun	302	141	154	288

	Sept- Nov	366	207	207	291
	Combined	668	348	361	579
Shannon-Wiener	Apr- Jun	1.86	2.85	2.53	2.72
Index	Sept- Nov	1.92	2.58	1.98	2.63
	Combined	2.19	2.89	2.37	2.82
Evenness	Apr- Jun	0.60	0.88	0.84	0.83
	Sept- Nov	0.66	0.88	0.73	0.81
	Combined	0.68	0.85	0.75	0.80

表 2. 2009-2010 年 4-6 月及 9-11 月花蓮縣光復鄉大農大富地區之農地(FA)、林邊農地(PFA)、造林地(P)及次生闊葉林地(SF)等 4 種類型棲地，各棲地 9 樣站之鳥類種豐富度、隻次、Shannon-Wiener 指數、均勻度之平均值±標準偏差，以及各棲地之 Kruskal-Wallis test 比較統計值及顯著水準。平均值±標準偏差後的不同字母代表組間差異已達 Dunn's test 的 0.05 顯著水準。

Table 2. Mean±SD of bird species richness, abundances, Shannon-Wiener indices, evenness of farmland (FA), farmland adjacent to plantation (PFA), plantation (P), and secondary broad-leaved forest (SF) in Danongdafu, Guangfu Township, Hualien County, and the comparison statistics among these habitats by Kruskal-Wallis test. The investigations were conducted once in each month of April-June and September-November in 2009 and 2010. Each habitat had nine survey stations

	FA	PFA	P	SF	H	p
Species richness	10.4±1.0 ^{ab}	11.0±1.2 ^{ab}	8.9±0.5 ^b	13.7±1.0 ^a	10.66	<0.05
Abundance	74.2±9.2 ^a	38.7±7.4 ^b	40.1±8.0 ^b	63.7±5.4 ^{ab}	12.07	<0.01
Shannon-Wiener index	1.63±0.14 ^c	2.09±0.11 ^{ab}	1.78±0.10 ^{bc}	2.28±0.07 ^a	14.99	<0.005
Evenness	0.70±0.05 ^b	0.89±0.02 ^a	0.82±0.05 ^a	0.88±0.01 ^a	13.28	<0.005

Means followed by different letters within columns are significantly different (Dunn's test, p < 0.05)

表 3. SIMPER 分析方法所得花蓮縣光復鄉大農大富地區之農地(FA)、林邊農地(PFA)、造林地(P)及次生闊葉林地(SF)等各類型棲地中的代表性鳥種，其對群聚相似度之貢獻百分比，以及在棲地經常出現之層次。1-5 依序為天空、樹木冠層、次冠層、灌木層、底層

Table 3. Typical species in farmland (FA), farmland adjacent to plantation (PFA), plantation (P), and secondary forest (SF) in Danongdafu, Guangfu Township, Hualien County, followed by their contributions to the similarity matrix (%), computed by SIMPER test in PRIMER v5.2) and frequently occurring layers. Number 1-5 represent sky, a canopy, subcanopy, shrub and floor layer of a forest, respectively

Habitat	Species	Contribution %	Layer
FA	<i>Lonchura punctulata</i> (斑文鳥)	5.22	4
	<i>Motacilla flava</i> (黃鵲鴿)	3.94	5
	<i>Prinia inornata</i> (褐頭鷓鴣)	3.51	4
	<i>Lanius schach</i> (棕背伯勞)	3.35	2/4
	<i>Phasianus colchicus</i> (環頸雉)	2.78	5
	<i>Prinia flaviventris</i> (灰頭鷓鴣)	2.56	4
	<i>Hirundo rustica</i> (家燕)	2.35	1
	<i>Alauda gulgula</i> (小雲雀)	2.18	5
	<i>Streptopelia tranquebarica</i> (紅鳩)	1.62	2/5
	<i>Pycnonotus taivanus</i> (烏頭翁)	1.61	2
PFA	<i>Lanius schach</i> (棕背伯勞)	4.52	2/3/4
	<i>Phasianus colchicus</i> (環頸雉)	3.54	5
	<i>Prinia inornata</i> (褐頭鷓鴣)	2.61	4
	<i>Bubulcus ibis</i> (黃頭鷺)	2.51	2/5
	<i>Pycnonotus taivanus</i> (烏頭翁)	2.35	2
	<i>Bambusicola thoracicus</i> (竹雞)	2.26	5
	<i>Dicrurus macrocercus</i> (大卷尾)	1.92	3
	<i>Lonchura punctulata</i> (斑文鳥)	1.92	3/4
	<i>Acridotheres javanicus</i> (爪哇八哥)	1.77	2/5
	<i>Dendrocitta formosae</i> (灰樹鵲)	1.75	2
P	<i>Pycnonotus taivanus</i> (烏頭翁)	4.27	2
	<i>Zosterops japonicus</i> (綠繡眼)	3.57	2
	<i>Phoenicurus aureus</i> (黃尾鵲)	2.95	3
	<i>Dendrocitta formosae</i> (灰樹鵲)	2.53	2
	<i>Phasianus colchicus</i> (環頸雉)	2.52	5
	<i>Lanius schach</i> (棕背伯勞)	2.39	2/3
	<i>Bambusicola thoracicus</i> (竹雞)	2.29	5
	<i>Hypsipetes leucocephalus</i> (紅嘴黑鵲)	1.85	2
	<i>Dicrurus macrocercus</i> (大卷尾)	1.75	3
	<i>Turdus pallidus</i> (白腹鵲)	1.62	2
SF	<i>Pomatorhinus musicus</i> (小彎嘴鵲)	5.35	4
	<i>Pycnonotus taivanus</i> (烏頭翁)	4.47	2
	<i>Stachyridopsis ruficeps</i> (紅頭穗鵲)	3.7	4
	<i>Alcippe morrisonia</i> (繡眼雀鵲)	3.45	2/3

<i>Pomatorhinus erythrocnemis</i> (大彎嘴鵲)	2.93	4
<i>Dicrurus aeneus</i> (小卷尾)	2.85	2
<i>Hypothymis azurea</i> (黑枕藍鶺)	2.45	2/3
<i>Schoeniparus brunnea</i> (烏線雀鵲)	2.42	4
<i>Hypsipetes leucocephalus</i> (紅嘴黑鵲)	2.22	2
<i>Megalaima nuchalis</i> (五色鳥)	1.95	2

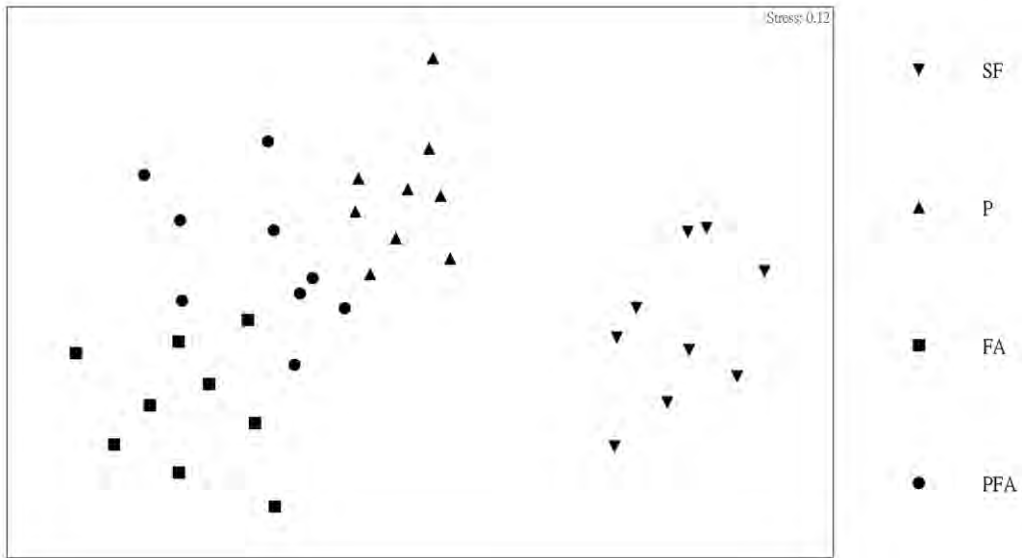


圖 2. MDS 分析 2009 及 2010 年 4-6 月及 9-11 月花蓮縣光復鄉大農大富地區之農地(FA)、林邊農地(PFA)、造林地(P)及次生闊葉林地(SF)之鳥類群聚分布圖。

Fig. 2. Distribution plot from a MDS analysis of bird abundances of farmland (FA), farmland adjacent to plantation (PFA), plantation (P), and secondary broad-leaved forest (SF) in Danongdafu, Guangfu Township, Hualien County during April- June and September- November in 2009 and 2010.

二、繁殖季與非繁殖季兩季的分布

2009年4-6月繁殖季及9-11月非繁殖季資料顯示4種棲地在繁殖季的種豐富度大於非繁殖季，而隻次呈相反的趨勢(表1)。以調查樣點為單位，比較4種棲地的種豐富度等變數在不同季節間之差異，發現4種棲地鳥類的種豐富度、歧異度指數及均勻度在繁殖季大於非繁殖季，隻次則相反，但皆未達顯著，僅有FA的種

豐富度呈現出繁殖季大於非繁殖季的顯著差異(Wilcoxon signed rank test, $p < 0.05$)。將4種棲地的繁殖季與非繁殖季資料進行MDS分析，各棲地在繁殖季與非繁殖季的樣點相靠近(圖3)。而從ANOSIM分析發現在兩季間FA差異最大(Global $R = 0.318$, $p < 0.01$)，SF與P次之(Global R 分別為0.180及0.159, $p < 0.05$)，PFA沒有差異(Global $R = 0.01$, $p = 0.34$)。

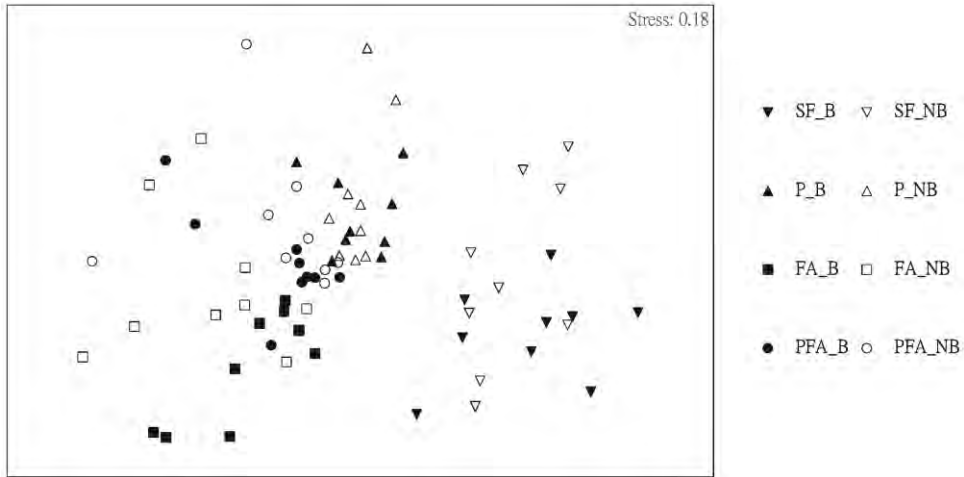


圖 3. MDS 分析 2009 及 2010 年花蓮縣光復鄉大農大富地區之農地(FA)、林邊農地(PFA)、造林地(P)及次生闊葉林地(SF)之鳥類群聚，分別於 4-6 月(B)及 9-11 月(NB)之分布圖。

Fig. 3. Distribution plot from a MDS analysis of bird abundances of farmland (FA), farmland adjacent to plantation (PFA), plantation (P), and secondary broad-leaved forest (SF) in Danongdafu, Guangfu Township, Hualien County during April- June (B) or September- November (NB) in 2009 and 2010.

討 論

農田生態與森林不同，兩者的生物物種組成不同，前者較多干擾地常見物種(Lawton *et al.* 1998; Lindell *et al.* 2004)，但也有研究顯示天然林物種出現在農地(Estrada *et al.* 1993; Petit *et al.* 1999)。本研究中農地與次生林地的鳥類群聚組成截然不同，前者以開闊地物種為主，後者偏向森林常見鳥種，代表大農大富地區的農地未提供森林鳥類的棲息環境，應是缺乏林木的緣故(Lawton *et al.* 1998; Waltert *et al.* 2004)。本研究中農地邊緣雖然有零星林木，但其在農地中的覆蓋度低至可以忽略的程度，未如 Daily 等人(2001)及 Hughes 等人(2002)發現農地上仍有森林鳥類，故可證實周邊地景單純的農地無法支持森林鳥類。此外，農地在 4-6 月及 9-11 月分別為農耕期及休耕期，各有當地

留鳥如斑文鳥(*Lonchura punctulata*)及冬候鳥如黃頭鷺(*Bubulcus ibis*)及黃鵲鴿(*Motacilla flava*)大量聚集，使得群聚結構在兩季較不相同，相對於次生林，農地的鳥類群聚隨時間變動較大而呈現較不穩定的特性。

本研究中農地樣區的鳥類歧異度指數小於次生林，推測應與枝葉高度變化少與植物組成單純有關。鳥類多樣性經 MacArthur and MacArthur (1961)在多處研究證實隨枝葉層高度多樣性的增加而遞增，而植物組成對鳥類多樣性亦有關鍵性作用(Rotenberry 1985)，再者農地在兩季分別有不同鳥種大量聚集，亦降低了農地鳥類的歧異度指數。農地鳥類族群量多可能與人類施作有關(O'Connor and Shrubbs 1986)，農地除了農作物本身的生長變化，整地、耕種、收割及殺蟲劑的使用亦影響鳥類分布(Reif *et al.* 2008)。本研究中之農地在 4-6 月

間種植玉米，莊鈴木(個人通訊)調查該農地地面活動昆蟲發現 4 月昆蟲數量上升，可能與同時間的施肥增加土壤腐植質有關，再加上集約經營下 5-6 月產生的玉米花及果實，推測此期間所提供之食物資源量可以支持較多的鳥類數量。在 9-11 月冬候鳥有大聚集量，則可能與休耕期人為干擾較少及殘留食物如作物種子較豐有關(王及許 2011)。

本研究得到農地的鳥類歧異度指數小於次生林，而且農地鳥類群聚組成不穩定，主要物種與次生林不同。若依照臺灣府志(康 1999)所描述 17 世紀花東縱谷森林密布不見天日的景象，本研究中的農地樣區原本應是闊葉原生林，而經過開墾至今的農地利用方式，已證實鳥類歧異度低於周邊的闊葉次生林，群聚組成不同，故可推測數百年前闊葉原生林被移除，鳥類多樣性應隨之減少，群聚組成改變且變得較不穩定。目前已將原為甘蔗生產區的土地改植闊葉樹，未來若能恢復為類似原生闊葉林的生態系，鳥類多樣性應可以增加，群聚亦可能恢復穩定。

自 2002 年開始在甘蔗田植樹造林至今，此區已蔚然成林。但從鳥類群聚組成來看，此區人工造林與附近次生林間有相當大的落差，前者以烏頭翁(*Pycnonotus taivanus*)及綠繡眼(*Zosterops japonicus*)為主，為一般綠地常見鳥種，而且其代表性鳥種皆為冠層及地面活動鳥類；後者則偏向台灣低海拔次生林常見鳥類群聚，主要鳥種為小彎嘴鵲(*Pomatorhinus musicus*)、紅頭穗鵲(*Stachyridopsis ruficeps*)及烏頭翁等。其代表性鳥種活動層次分布於冠層、次冠層及灌木層。以小彎嘴鵲及紅頭穗鵲為例，皆活動於闊葉林的近底層，常見於草叢、灌木叢中，築巢約在近地面及以上 1 m 左右的濃密草叢中(顏 1984)，但此區人工林底層

缺乏這樣的植被特色，未符合小彎嘴鵲及紅頭穗鵲對棲地的需要。

人工林與次生林的多樣性亦有明顯差異，前者不論鳥類種豐富度或歧異度指數皆小於後者。此區人工造林至 2009 年共栽植 18 種樹種，以 2002-2004 年為例，造林樹種介於 1 至 7 種，其中單一樹種造林面積占 12.4%，2-7 種樹種混植面積占 87.6%(花蓮大農大富平地森林遊樂區整體規劃成果報告書 2010)，故人工造林地的冠層喬木種類極為單純，且樹木年齡相似，同樣樹種之高度單一。此外台糖公司造林以木材生產為主要目標，並未營造複層林，並且定期清除下層灌木及地被植物等雜木及雜草，故造林地完全沒有次冠層喬木及灌木層。地被層植物常見大花咸豐草(*Bidens pilosa* var. *radiata*)、紫花藿香薊(*Ageratum houstonianum*)、兩耳草(*Paspalum conjugatum*)及昭和草(*Crassocephalum crepidioides*)等，在 20m×20m 的調查樣塊中，以上植物覆蓋度幾乎大於 10%，地被植物平均有 12.5±4.4 種(n=20)(花蓮大農大富平地森林遊樂區整體規劃成果報告書 2010)，可知人工造林地被層之植物種類少且多樣性不高。綜上，此區人工造林僅有冠層及地被層等兩層植物，缺乏中層喬木及下層灌木，且植物組成皆十分簡單，相對而言，次生林從上層喬木、中層喬灌木、下層灌木至地被層的藤本、草本及附生植物，不僅形相結構較複雜，種類亦較多樣。

許多研究指出人工林與次生林的動物群聚不同(Kwok and Corlett 2000; Petit and Petit 2003; Ohsawa 2005; Barlow *et al.* 2007)，群聚不同的原因指向植物組成及植群結構上的差異(Chey *et al.* 1997; Ohsawa 2004; Castelletta *et al.* 2005; Ohsawa 2005; Díaz 2006; Barlow *et al.* 2007)。而且人工林的動物多樣性或密度較低

(Kwok and Corlett 2000; Ohsawa 2005; Kattan *et al.* 2006; Barlow *et al.* 2007)。本研究所得人工林鳥類群聚及多樣性與次生林有所不同，該差異應來自兩地植被有不同結構及物種組成 (MacArthur and MacArthur 1961; Rotenberry 1985)，即前者冠層高度一致、缺乏中及下層次，以及冠層與地被物種單純。但國際上亦有人工林維持高鳥類多樣性的案例，Hagan 等人 (1997) 研究美國緬因州北部從皆伐到成熟闊葉林之不同演替階段森林，發現 6-20 年造林地有最高的鳥類多樣性，他指出可能因 6-20 年造林兼具早期與後期演替特性之故。Barlow 等人 (2007) 在巴西亞馬遜調查原始林、次生林與人工林的鳥類，則發現人工林有發育良好的林下層，故鳥類豐富度及密度並未比次生林少。雖然大農大富森林園區已造林數年，但從鳥類觀點來看，目前造林地仍然無法吸引低海拔森林鳥類進入，與造林棲地結構及植被物種單純有關，在無法改變上層樹種結構的限制下，建議減少林下除草，增加中下層植被覆蓋度，營造結構多樣性較高的棲地，希望能藉此增加目前極少的下層活動鳥種，進而豐富整個造林地的鳥類多樣性。此外，目前人工林林齡大致在 10 年生以下，將來若配合鬱閉林分之疏伐修枝撫育，林分結構將改變，會促進中下層植物之生長，且地被之除草亦將停止，預期鳥類多樣性將會提升 (林等 2007)。

另一方面，緊鄰造林的農地不僅鳥類群聚的歧異度指數及均勻度皆高於四周沒有造林的農地，鳥類群聚組成也有明顯不同。兩地的差別在於前者主要鳥類包括了地面及中上層鳥類，也就是偏好農地的鳥類再加上樹林鳥類，而後者以地面活動鳥類居大部分。我們認為農地與林地交界處應該能提供鳥類更多覓食、棲息、躲藏場所的選擇，也就是邊際效應

(edge effect)，故可吸引較多種鳥類在農林邊際活動。以環頸雉為例，在造林邊農地記錄數量最多，其次為農地及造林地，次生林則沒有記錄。李 (1991) 研究墾丁台地東側在草原至樹林等 7 類植相活動的環頸雉，以開闊疏林出現最多，作者觀察認為開闊疏林底層有銀合歡、長穗木等植物可以提供環頸雉躲避之用，其次為禾草原，應為覓食所需；葉 (2004) 發現花蓮兆豐農場的環頸雉在秋冬季白天偏好利用 30-40 cm 高的牧草地及底層有植物的 2-5 m 高果樹區，但在春夏季之棲地利用則因個體而異。本研究觀察大農大富地區的環頸雉在農地以取食農作物居多，而在造林地則兼有取食及休息行為，故這兩種棲地的交界地帶應為其所偏好的環境。本研究得到造林的確會影響農地鳥類群聚，符合以往研究指明農地鳥類群聚因周遭不同地景而改變 (Fuller *et al.* 2001)，而且農地的鳥類多樣性會因樹木覆蓋度高 (Daily *et al.* 2001; Hughes *et al.* 2002) 或與樹林的距離近 (Greenberg 1997) 而增加，本研究認為造林邊的農地確實因鄰近造林地而有較高的鳥類歧異度。但是造林對農地鳥類的影響，以及造林地與農地間的邊際效應，可能因農作物型態不同而有差異，未來需要更多研究來了解造林對農地多樣性更多面向的影響。

致 謝

本研究承蒙林業發展計畫綠色造林試驗監測計畫補助，台糖公司花蓮區處協助維護研究樣區及提供樹種栽植資料，林業試驗所森林經營組行政協調，謝漢欽博士提供植生指數分布圖，鄭惟仁先生協助鳥類調查，以及陳銘瑄先生提供製圖，特此一併感謝。

引用文獻

- 王維辰, 許育誠。2011。太魯閣地區農地與廢耕地之鳥類群聚。國家公園學報 21 (2) : 9-20。
- 李志宏。1991。環頸雉現況及飼養個體釋放後之無線電追蹤研究。國立台灣師範大學碩士論文。
- 花蓮大農大富平地森林遊樂區整體規劃成果報告書。2010。行政院農業委員會林務局。
- 林良恭, 關永才, 喬雅玲。2007。人工林不同疏伐強度作業對脊椎動物族群及群聚組成之影響。林業叢刊第 179 號人工林之生態系經營研討會論文集: 95-110。
- 葉玉君。2004。花蓮兆豐農場台灣環頸雉活動範圍、活動模式與棲地利用之研究。臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 康培德。1999。殖民接觸與帝國邊陲：花蓮地區原住民 17 至 19 世紀的歷史變遷。稻鄉出版社。
- 顏重威。1984。台灣的野生鳥類(一)留鳥。渡假出版社。
- 蘇鴻傑。1992。台灣之植群：山地植群帶與地理氣候區。中央研究院植物研究所專刊第 11 號。
- Barlow, J., L. A. M. Mestre, T. A. Gardner and C. A. Peres. 2007. The value of primary, secondary and plantation forests for Amazon Birds. *Biological Conservation* 136(2): 212-231.
- Brooks, T. M., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca, A. B. Rylands, W. R. Konstant, P. Flick, J. Pilgrim, A. Oldfield, G. Magin, and C. Hilton-Taylor. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16:909-923.
- Castelletta, M., J. M. Thiollay and N. S. Sodhi. 2005. The effects of extreme forest fragmentation on the bird community of Singapore Island. *Biological Conservation* 121(1): 135-155.
- Chey, V. K., J. D. Holloway and M. R. Speight. 1997. Diversity of moths in forest plantations and natural forests in Sabah. *Bulletin of Entomological Research* 87(4): 371-385.
- Clarke, K. R. and R. M. Warwick. 1994. Change in Marine Communities. Plymouth Marine Laboratory.
- Clarke, K. R. and R. N. Gorley. 2001. PRIME v5: User Manual/ Tutorial. Plymouth.
- Daily, G. C., P. R. Ehrlich, and G. A. Sanchez-Azofeifa. 2001. Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. *Ecological Applications* 11:1-13.
- Díaz, L. 2006. Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain. *Forest Ecology and Management* 223: 54-65.
- Dobson, A. P., A. D. Bradshaw, and A. J. M. Baker. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. *Nature* 277:515-521.
- Dunn, R. R. 2004. Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. *Conservation Biology* 18: 302-309.

- Estrada, A., R. Coates-Estrada and D. Meritt, Jr. 1993. Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los-Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 16: 309–318.
- Evans, J. and J. Turbull. 2004. *Plantation Forestry in the Tropics*. Oxford University Press, Oxford.
- Fuller, R. J., D. E. Chamberlain, N. H. K. Burton and S. J. Gough. 2001. Distributions of birds in lowland agricultural landscapes of England and Wales: How distinctive are bird communities of hedgerows and woodland? *Agriculture Ecosystems and Environment* 84: 79-92.
- Greenberg, R., P. Bichier, A. C. Angon and R. Reitsma. 1997. Bird populations in shade and sun coffee plantations in central Guatemala. *Conservation Biology* 11: 448–459.
- Hagan, J. M., P. S. McKinley, A. L. Meehan and S. L. Grove. 1997. Diversity and abundance of landbirds in a northeastern industrial forest. *The journal of wildlife management* 61(3): 718-735.
- Hughes, J. B., G. C. Daily and P. R. Ehrlich. 2002. Conservation of tropical forest birds in countryside habitats. *Ecology Letters* 5:121–129.
- Kattan, G. H., D. Correa, F. Escobar and C. Medina. 2006. Leaf-litter arthropods in restored forests in the Colombian Andes: A comparison between secondary forest and tree plantations. *Restoration Ecology* 14(1): 95-102.
- Kofron, C. P. and A. Chapman. 1995. Deforestation and bird species composition in Liberia, West Africa. *Tropical Zoology* 8:239–256.
- Kwok, H. K. and R. T. Corlett. 2000. The bird communities of a natural secondary forest and a *Lophostemon* coniferous plantation in Hong Kong, South China. *Forest Ecology and Management* 130: 227-234.
- Lawton, J. H., D. E. Bignell, B. Bolton, G. F. Bloemers, P. Eggleton, P. Hammond, M. Hodda, R. D. Holt, T. B. Larsen, N. A. Mawdsley, N. E. Stork, D. S. Srivastava and A. D. Watt. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391:72–76.
- Lindell, C. and M. Smith. 2003. Nesting bird species in sun coffee, pasture, and understory forest in southern Costa Rica. *Biodiversity and Conservation* 12:423–440.
- Lindell, C. A., W. H. Chomentowsky and J. R. Zook. 2004. Characteristics of bird species using forest and agricultural land covers in Costa Rica. *Biodiversity and Conservation* 13:2419–2441.
- Lindenmayer, D.B. and R. J. Hobbs. 2004. Fauna conservation in Australian plantation forests – a review. *Biological Conservation* 119: 151–168.
- MacArthur, R. H. and J. W. MacArthur. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Malden, MA: Blackwell Publishing. Marine Laboratory.

- O'Connor, R. J. and M. Shrubbs. 1986. *Farming and Birds*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ohsawa, M. 2004. Comparison of Elaterid biodiversity among larch plantations, secondary forests, and primary forests in the central mountainous region in Japan *Annals of the Entomological Society of America* 97(4): 770-774.
- Ohsawa, M. 2005. Species richness and composition of Curculionidae (Coleoptera) in a conifer plantation, secondary forest, and old-growth forest in the central mountainous region of Japan. *Ecological Research* 20: 632-645.
- Peh, K.S.H., N. S.Sodhi, J. de Jong, C. H. Sekercioglu, C. A. M. Yap and S. L. H. Lim. 2006. Conservation value of degraded habitats for forest birds in southern Peninsular Malaysia. *Diversity and Distributions* 12: 572-581.
- Petit, L. J. and D. R. Petit. 2003. Evaluating the importance of human-modified lands for Neotropical bird conservation. *Conservation Biology* 17: 687-694.
- Petit, L.J., D.R. Petit, D. G. Christian and H. D. W. Powell. 1999. Bird communities of natural and modified habitats in Panama. *Ecography* 22: 292-304.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological diversity*. New York: Wiley InterScience.
- Reif, J, P. Vorisek, K. Stastny, V. Bejcek and J. Petr. 2008. Agricultural intensification and farmland birds: new insights from a central European country. *Ibis* 150: 596-605.
- Rotenberry, J. T. 1985. The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics? *Oecologia*, 67(2): 213-217.
- Shannon, C. E. and W. Weaver .1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Waltert, M., A. Mardiasuti and M. Mühlenberg. 2004. Effects of land use on bird species richness in Sulawesi, Indonesia. *Conservation Biology* 18: 1339-1346.
- Waltert, M, K. S. Bobo, N. M. Sainge, H. Fermon and M. Mühlenberg. 2005. From forest to farmland: habitat effects on Afrotropical forest bird diversity. *Ecological Applications* 15(4): 1351-1366.