

研究報告

人工林鳥類組成及多樣性的時間變化

葛兆年^{1,3)} 許詩涵¹⁾ 楊懿如²⁾ 陳一銘¹⁾

摘 要

本研究分別於造林後6~7、9~10、15~16年在花蓮縣大農大富平地造林區的相同樣區內進行4季鳥類群聚調查。本文依鳥類與森林的相依性將其區分為專一森林型、廣適森林型、森林訪客型及其他型等4類；前兩者合稱森林鳥類，後兩者合稱非森林鳥類。結果顯示所有鳥類中以專一森林型鳥類的物種數、隻次數及Shannon-Wiener多樣性指數隨造林年份有極為明顯的增加，即專一森林型鳥類之物種數等3項數值，在15~16年林齡的造林地皆顯著高於9~10年林齡的造林地，以及9~10年林齡造林地皆顯著高於6~7年林齡的造林地。專一森林型及廣適森林型鳥類的Shannon-Wiener多樣性指數，皆隨造林木生長上升，推測造林木成長對鳥類尤其是森林鳥類的多樣性產生明顯影響。除了鳥類多樣性逐漸增加之外，3個造林年份的鳥類群聚組成亦各不相同。群聚的代表性鳥種在6~7年林齡的造林地以非森林鳥類為主，例如經常在開墾地及農林邊際活動的棕背伯勞(*Lanius schach*)及環頸雉(*Phasianus colchicus*)；9~10年林齡造林地的鳥類群聚已轉變為以森林鳥類為主；與森林關聯性低的鳥種在15~16年林齡的造林地僅有大卷尾(*Dicrurus macrocercus*) 1種對群聚組成有較大影響力，故物種置換成森林性物種的趨勢已很明確。但15~16年林齡的造林與鄰近次生林純然以森林鳥類為主的群聚結構仍有相當差異，推測造林地單一層次的樹冠以及經常性的林下除草作業，導致造林下層植被包括草本、灌木及原生樹種難以更新及成長，致使人工林不易朝次生林演替，可能是造成人工林與次生林鳥類群聚不同的主要原因之一。從維護生物多樣性的角度而言，促進人工林往次生林演替的林地經營方式，將能庇護更多鳥類多樣性。從本研究的監測結果來看，平地造林的鳥類多樣性呈現上升趨勢，鳥類群聚組成未來可能隨林分結構、物種組成的變化而持續變動；建議未來可從時間序列及空間分布來探討平地造林的鳥類變動。

關鍵詞：鳥類群聚、生物多樣性、再植林、森林鳥類。

葛兆年、許詩涵、楊懿如、陳一銘。2019。人工林鳥類組成及多樣性的時間變化。台灣林業科學 34(4):275-90。

¹⁾ 林業試驗所森林保護組，10066台北市南海路53號 Division of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute, 53 Nanhai Rd., Taipei 10066, Taiwan.

²⁾ 國立東華大學自然資源與環境學系，97401花蓮縣壽豐鄉志學村大學路二段1號 Department of Natural Resources and Environmental Studies, College of Environmental Studies, 1 Da-Hsueh Rd., Sec. 2, Shoufeng, Hualien 97401, Taiwan.

³⁾ 通訊作者 Corresponding author, e-mail:nien@tfri.gov.tw

2019年7月送審 2019年9月通過 Received July 2019, Accepted September 2019.

Research paper

Temporal Variations in Bird Composition and Diversity in Forest Plantations

Chao-Nien Koh,^{1,3)} Shih-Han Hsu,¹⁾ Yi-Ju Yang,²⁾ Yi-Ming Chen¹⁾

【 Summary 】

In this study, 4 seasons of bird communities were surveyed in Danongdalu plantations, Hualien County when the plantations were 6~7, 9~10, and 15~16 yr old. Birds were classified according to their forest dependency as forest specialists, forest generalists, forest visitors, or other non-forest users. Birds in the former 2 and the latter 2 types were respectively categorized as forest and non-forest species. Results showed that averages of the number of species, the number of individuals, and the Shannon-Wiener diversity indices of the forest specialists significantly increased as the plantations grew older. In other words, averages of the number of species, the number of individuals, and Shannon-Wiener diversity indices of the forest specialists in 15~16-yr-old plantations were significantly higher than those of 9~10-yr-old plantations, and averages of the number of species, the number of individuals, and the Shannon-Wiener diversity indices of forest specialists in 9~10-yr-old plantations were significantly higher than those in 6~7-yr-old plantations. The Shannon-Wiener diversity indices of forest specialists and forest generalists increased with the growth of the tree biomass. It was speculated that the growth of tree biomass has a significant effect on the diversity of birds, especially forest birds. In addition to the increasing diversity of birds, the compositions of birds in the 3 time periods also differed. Based on contributions of representative bird species to the similarity of communities, the bird community in 6~7-yr-old plantations was dominated by non-forest birds, such as *Lanius schach* and *Phasianus colchicus*, which often appear on open land and in the ecotone between farmlands and forests. In 9~10-yr-old plantations, the major group of the bird community had transformed into forest birds. In 15~16-yr-old plantations, only 1 non-forest user, *Dicrurus macrocercus*, had a greater influence on the community composition, so the trend of forest species replacing non-forest species was clear. However, the bird community structure of 15~16-yr-old plantations still greatly differed from that of an adjacent secondary forest, the avian community of which was dominated by forest birds. It was speculated that canopy closure and frequent understory weeding might lead to less herbaceous, shrub, and native tree species. Thus, it might be difficult for the plantation to succeed toward a secondary forest. Hence, the plantation had a different bird community from the secondary forest. From the perspective of promoting biodiversity, the succession of a plantation toward a secondary forest should be able to harbor greater bird diversity. In summary, the variation in bird diversity in plantations showed an upward trend. The composition of bird communities may continue to change with changes in the forest structure and species composition. It is suggested that in the future, time series and spatial analysis be used to explore bird changes in plantations.

Key words: bird community, biodiversity, reforestation, forest bird.

Koh CN, Hsu SH, Yang YJ, Chen YM. 2019. Temporal variations in bird composition and diversity in forest plantations. *Taiwan J For Sci* 34(4):275-90.

緒言

生物多樣性提供生態系功能和服務，至少25項生態系服務受生物多樣性改變所影響(Millennium Ecosystem Assessment 2005)，例如生態系的初級生產力、水土保持、養分循環、對干擾的回復力、對蟲害的抵抗力等(Balvanera et al. 2006, Jactel and Brockerhoff 2007, Thompson 2009)。Thompson (2009)也直指森林對抗環境變遷的韌性與從基因到地景尺度的生物多樣性有關。因全球約有超過一半的陸地動植物種類棲住在森林裡(Millennium Ecosystem Assessment 2005)，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, Laurence 2007)。雖然全球天然林的面積一直在縮減，尤其熱帶及亞熱帶地區以每年0.2~0.5%的速度減少當中，而且會持續減少(FAO 2010)；相反的人工林一直在擴展，許多新植林及再植林是為了調適氣候變遷應運而生(Canadell and Raupach 2008, Lindenmayer 2009)。過去對於人工林是否可以中止因熱帶森林移除所導致的生物多樣性下降，有些研究持肯定看法(Daily et al. 2001, Hughes et al. 2002, Lindenmayer and Hobbs 2004)，但還是有許多爭論(reviewed by Brockerhoff et al. 2008)。如今人工林必須代替過去我們所仰賴的天然林，提供生物多樣性及生態系服務的環境效益，人工林對於全球生物多樣性保育的重要性已相當明確(Chaudhary et al. 2016)，因此人工林中有哪些生物、生物多樣性如何變化、本土的森林性物種或稀有物種如何在人工林永續生存，都是需要了解及探討的問題，這些答案對人工林經營管理怎樣維護生物多樣性至關重要。

人工林的生物多樣性在成長至收穫階段的變化，以往有許多探討。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年造林含不同收穫階段造成不同齡級森林，故兼具早期與後期演替森林的鳥類，而成熟闊葉林雖然鳥類多樣性較低但當地留鳥數量最多。Barlow等人(2007)

在巴西亞馬遜調查原始林、14~19年次生林與4~5年人工林的鳥類，則發現人工林有發育良好的林下層，故鳥類物種樹及密度並未比次生林少。Calviño-Cancela (2013)在西班牙5~8、15~20及25年以上等3種不同齡級的桉樹人工林、松樹人工林、灌木林及天然林等不同林相調查鳥類多樣性，發現天然林有最高的物種數及隻次數，桉樹人工林最低，桉樹造林年份越少、鳥類物種數及隻次數越低。最年輕的桉樹人工林林木尚未長大、有類似灌木林的鳥類群聚，齡級較大的人工林其鳥類群聚則被森林鳥類取代，而齡級最大的人工林因經營作業幾乎不存在而有較大的棲地異質度，可能因而庇護更多鳥類。另有一些研究顯示人工林、從廢耕地自然更新的森林保有很大比例的森林鳥類(Sekercioglu 2002, Peh et al. 2006, Zurita et al. 2006)。但仍有研究指出人工林的物種數比原始林低(Lawton et al. 1998, Petit et al. 1999, Peh et al. 2006)。探討影響人工林物種多樣性的原因，森林植群結構的異質度會增加棲位數量因而增加鳥類物種數，高度多樣化的森林結構對專一森林型鳥類非常重要(Sekercioglu 2002, Peh et al. 2005)。森林所在的地景也可能影響物種組成，例如鄰近天然林的人工林會有較多的森林鳥類(Estrada et al. 1997)，有些森林性的哺乳類物種會從天然林移至鄰近的人工林，再擴散至其他附近殘存的天然林(Lindenmayer et al. 1999)。

台灣的平地造林自2002年開始推動，2009年擴大為綠色造林計畫，計畫目標有建立生物多樣性生態系等(Huang 2010)。台灣糖業公司在甘蔗生產區重新栽植闊葉樹，2010年成立全台首座大農大富平地森林園區(ELAEP 2010)，是相當具有代表性的平地造林案例。但是農地重新建造的闊葉人工林，在生物多樣性上有什麼特性？人工林是否成為本土生物多樣性的棲地？是否能夠容納稀有物種？隨造林時間的增加，生物多樣性有什麼樣的變化趨勢？就目前所知尚缺乏探究。若我們對平地人工林的生物多樣性是何特性缺乏答案，對生物多樣性轉變的脈絡缺乏了解，似乎很難對生物多樣性的經

營提出較妥適的建議，遑論達成綠色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平地造林在3個不同造林年期的鳥類群聚及多樣性，以評估人工林在不同時期的鳥類群聚及多樣性有何變化，以及人工造林是否有助於恢復森林性鳥類群聚及多樣性，並提出促進鳥類多樣性的棲地經營建議。

材料與方法

一、試驗地概述

樣區位於中央山脈與海岸山脈所夾之花東縱谷中，地處花蓮縣光復鄉之南緣，緯度在北緯23°35'9.06"N至38°15.3"N，經度在東經121°22'59.84"E至26°10.71"E。海拔約為130~250 m。本區為大農大富平地森林園區，園區面積約為1250 ha，區域內自2002年開始造林，樹種包含光蠟樹(*Fraxinus griffithii*)、台灣櫟(*Zelkova serrata*)、台灣赤楊(*Alnus formosana*)、楓香(*Liquidambar formosana*)、台灣欒樹(*Koelreuteria henryi*)、杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、茄苳(*Bischofia javanica*)、烏心石(*Michelia formosana*)、樟樹(*Cinnamomum camphora*)等18樹種。園區受道路切割為區塊，故造林採區塊方式造林；區塊約有3成為單一樹種造林，其他7成為2~5種樹種混植，乃採6行栽植同一樹種之方式混植。例如楓香與杜英混植，6行皆為楓香，隔壁6行皆為杜英，兩樹種以此方式輪流種植至該區塊種滿為止。主要造林年份2002~2003年，至2009年造林面積近1000 ha (ELAEP 2010)。

二、樣區設置及鳥類調查

於花蓮縣光復鄉大農大富平地造林區內道路交會處設置45個樣區，每區依可及道路設置1至4條穿越線，共110條穿越線(Fig. 1)。鳥類調查1季進行1次，選擇於天氣晴朗時，在日出至日出後3 hr內，在每條穿越線進行10 min、100 m的鳥類調查，行進穿越線時往垂直的100 m內，記錄看到或聽到的鳥種及數量，從樣區上

空飛過未停棲者不列入記錄。分別於2009年(造林後6~7年)、2012年(造林後9~10年)及2018年(造林後15~16年)進行全區各樣區之調查。

三、鳥種群聚分類

依鳥類與森林的關係將鳥類分為4類：專一森林型(forest specialist)、廣適森林型(forest generalist)、森林訪客型(forest visitor)，以及其他型(other non-forest users)。非邊緣性森林型鳥種主要活動棲地皆為森林，故將此類型鳥種歸為專一森林型；邊緣性森林型鳥種則多以森林為主要活動棲地但並不侷限於森林中，故此類鳥種歸為廣適森林型，以上兩型鳥類合稱為森林鳥類。而以非森林為主要棲地但偶見於森林中活動之鳥種歸為森林訪客型；與森林關聯性低或無關的鳥種歸為其他型，以上兩型鳥類合稱為非森林鳥類。鳥種棲地類型之判斷參考台灣野鳥手繪圖鑑(Shaw 2015)以及Fang等(2010)之鳥類棲地類型之分類，並依作者在本研究現場經驗微調。

四、資料分析

首先統計2009、2012、2018年4季共12次在45個樣區調查所得的鳥類種類及個別數量，依特有性、保育性、遷徙性及森林相關性，加以歸類並統計數量及比例。接著以樣區為單位，將每年各穿越線4次的鳥調資料加總，統計每年樣區平均值。各樣區之鳥類群聚變數，物種數以(S)代表，物種數量以總隻次(N)代表，多樣性指數以Shannon-Wiener diversity index (H')計算，

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$$

(Shannon and Weaver 1949, 引自Magurran 2004), P_i : 第*i*種鳥隻次數佔所有鳥隻次數的比例。採用Kruskal-Wallis單一等級變異數分析(Kruskal-Wallis' one-way analysis of variance (ANOVA) by ranks), 以及Dunn多重比較測驗(Dunn's test of multiple comparisons using rank sum), 比較各年度間之鳥類群聚變數差異, 再進一步比較不同森林關係鳥類之鳥類群聚變數差異, 以 $p < 0.05$ 為有顯著差異。鳥類群聚分

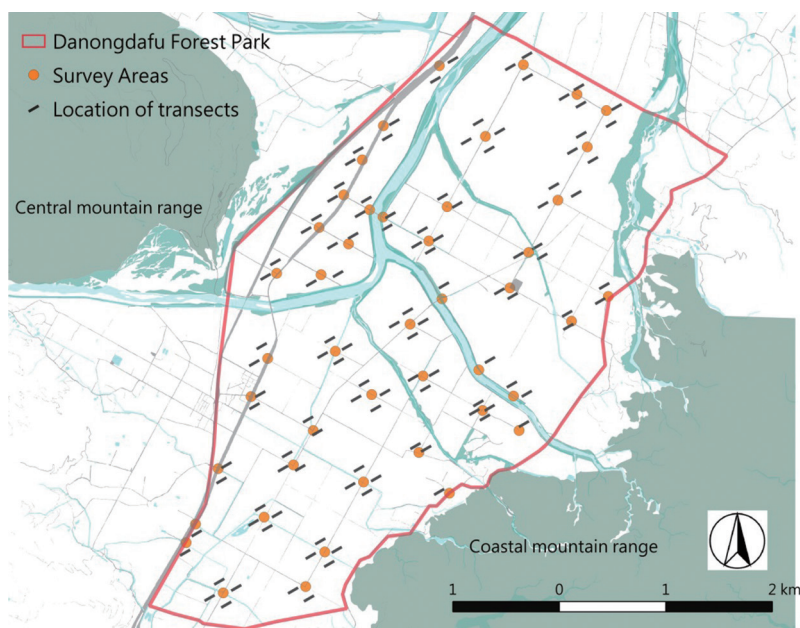


Fig. 1. Map of bird survey sites and transects in Danongdafu plantations, Guangfu Township, Hualien County.

析則以PRIMER 5.2軟體(Clarke and Warwick 1994, Clarke and Gorley 2001)進行分析, 分析前先將各鳥種調查隻次取平方根轉換, 以多維尺度分析(non-metric multidimensional scaling, NMDS)比較各年鳥類群聚組成的分布型態。以平方根轉換後的各樣點隻次紀錄計算出Bray-Curtis相似度矩陣, 再進行相異度分析(ANOSIM test), 求出相異度係數值(Global R), 來代表各年鳥類群聚間的相異度。鳥類群聚之代表種則以(SIMPER test)來分析, 代表種順序以對相似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

在大農大富平地造林的45個樣區上, 取得造林後6~7、9~10、15~16年等3年之4季鳥類調查資料, 共調查到45科105種12,399隻次鳥類(Appendix 1)。綠繡眼(*Zosterops japonicus*)數量最多, 共紀錄2289隻次, 烏頭翁、竹雞(*Bambusicola sonorivox*)、紅嘴黑鵯、灰頭

鷓鴣(*Prinia flaviventris*)、褐頭鷓鴣(*Prinia inornata*)、樹鵲(*Dendrocitta formosae*)的數量都有超過500隻次。特有種8種以及特有亞種24種, 兩者合計6622隻次佔所有的53.2%。珍貴稀有種14種以及其他應予保育種3種, 兩者合計2402隻次佔所有的19.3%。留鳥65種, 其隻次佔所有的90.9%, 其次為包含過境、冬候、夏候等之遷徙性鳥種36種, 佔7.9%, 外來引入或人工飼養的外來種4種, 數量很少。森林鳥類中, 專一森林型31種例如灰林鴿(*Columba pulchricollis*)、朱鸕(*Oriolus traillii*)、小卷尾(*Dicrurus aeneus*)、白腹鵯(*Turdus pallidus*)等, 隻次佔所有總隻次的42.7%; 廣適森林型12種例如烏頭翁(*Pycnonotus taivanus*)、紅嘴黑鵯(*Hypsipetes leucocephalus*)、黑枕藍鶇(*Hypothymis azurea*)等, 佔22.2%。非森林鳥類中, 森林訪客型9種例如棕背伯勞、斑文鳥(*Lonchura punctulata*)、粉紅鸚嘴(*Sinosuthora webbiana*)等, 佔15.4%, 以及其他型53種例如台灣畫眉(*Garrulax taewanus*)、番鶇(*Centropus bengalensis*)、環頸雉等, 佔19.6%。

鳥類多樣性在年間的變化

所有鳥類的隻次數隨著3個年度增加，但物種數僅在9~10年造林至15~16年造林有顯著增加，Shannon-Wiener多樣性指數僅在6~7年造林與15~16年造林間有明顯增加(Table 1)。對森林鳥類來說，專一森林型的物種數、隻次數及Shannon-Wiener多樣性指數，分別在3年間呈現極為顯著增加的趨勢；廣適森林型的物種數及隻次數隨3個年度顯著增加，Shannon-Wiener多樣性指數則在6~7年造林與15~16年造林間才顯著增加。森林訪客型鳥類的物種數、隻次數及Shannon-Wiener多樣性指數在6~7年造林至9~10年造林維持水平，但在9~10年造林至15~16年造林都是明顯增加。其他型鳥類的物種數在6~7年造林至9~10年造林減少，在9~10年造林至15~16年造林則增加；隻次數在6~7年造林至9~10年造林沒有明顯變化，但在9~10年造林至15~16年造林則增加；Shannon-Wiener多樣性指數在10年間維持水平。比較第1期與第3期亦即10年變化，所有鳥類、專一森林型、廣適森林型及森林訪客型鳥類的物種數等3項變數值皆增加，僅其他型鳥類在3項變數值上維持水平。

鳥類群聚在年間的變化

3年45個樣區所得鳥種及數量進行MDS分析，樣區依造林年度分為3群(Fig. 2)，6~7年林齡的造林地樣區分布最為分散，15~16年林齡的造林地樣區最集中。3群的兩兩相異度皆顯著(ANOSIM, Global R = 0.425, $p = 0.001$)，並且6~7年林齡造林地與15~16年林齡造林地之鳥類群聚有較大的相異度(Global R = 0.563, $p = 0.001$)。以SIMPER分析方法得到各年群聚最能與其他年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Table 2。

專一型及廣適型森林鳥類，加總其對群聚相似度之貢獻百分比，在造林後6~7、9~10、15~16年分別為33.9、68.6和69.9%，代表此造林區的森林鳥類之重要性已增加；而非森林鳥類包括森林訪客型及其他型，對群聚相似度之貢獻比例，則由52%降至21.8%再降至18.4%。檢視不同類型鳥種在10年間對群聚相似度的

個別貢獻，發現專一森林型自27.8%上升至43.7%，廣適型自6.1%上升至26.2%，但森林訪客型則從26%下降至15.3%。而與森林關聯性低的鳥種，其對群聚相似度的貢獻在造林後6~7年時有26%，分別由環頸雉、洋燕(*Hirundo tahitica*)、大卷尾(*Dicrurus macrocercus*)及南亞夜鷹(*Caprimulgus affinis*)等4種貢獻，造林後9~10年只剩8.5%，造林後15~16年更降至3.1%。3個年度中對群聚相似度貢獻度最大的鳥種皆為綠繡眼，為此造林區最重要的代表性鳥種，其屬於專一森林型鳥類，而且對群聚相似度的貢獻度在10年間自15.6%上升至27.2%。反向變化較大的鳥種是棕背伯勞及環頸雉，屬非森林鳥類，對群聚相似度貢獻度在10年間分別自17.2%降至1.5%及15.5%下降至0。

討論

我們的調查資料顯示從6~7年的造林幼齡期至15~16年造林青年期之間，所有鳥種、專一森林型、廣適森林型及森林訪客型鳥類的物種數、隻次數及多樣性指數在這10年後皆明顯增加。Calviño-Cancela (2013)在5~8、15~20及25年以上等3種不同齡級的桉樹人工林調查鳥類多樣性，發現人工林的鳥類數量及物種數都隨造林齡級而增加，但是5~8年林齡造林地與15~20年林齡造林地差異不明顯，25年林齡以上造林地則明顯多於5~8年林齡造林地。兩份研究都得到鳥類多樣性隨人工林林齡增加的趨勢，而且本研究得到在較短的時間差距下，造林地的鳥類多樣性已有明顯增加。隨著造林年份越久，鳥類多樣性越高，本研究中唯有專一森林型鳥類的物種數、隻次數及Shannon-Wiener多樣性指數在3個齡級有極為明顯的增加。Raman et al. (1998)比較自然演替1、5、10、25、100年林齡的森林及原始林的鳥類多樣性，以森林鳥類多樣性與森林年齡的相關性最高，森林鳥類隨著森林演替有明顯的增加趨勢，與本研究結果類似。其次，Raman et al. (1998)得到鳥類多樣性在演替初期快速增加，隨後緩慢增加的趨勢，

Table 1. Mean ± standard deviation of the numbers of bird species (S), number of individuals (N), and Shannon-Wiener indices (H') of different bird groups of 6~7-, 9~10-, and 15~16-yr-old plantations in Danongdalu, Guangfu Township, Hualien County (45 sites). Dunn's test of multiple comparisons was followed by a significant Kruskal-Wallis test

		6~7 yr	9~10 yr	15~16 yr
S	All species	12.09 ± 5.47 ^a	15.33 ± 4.44 ^a	21.73 ± 4.53 ^b
	Forest specialists	3.60 ± 2.67 ^a	6.11 ± 2.18 ^b	9.58 ± 2.94 ^c
	Forest generalists	1.82 ± 1.3 ^a	2.47 ± 0.92 ^b	3.56 ± 1.08 ^c
	Forest visitors	2.29 ± 1.34 ^a	2.64 ± 1.13 ^a	3.58 ± 0.99 ^b
	Non-forest users	4.60 ± 3.03 ^b	3.67 ± 3.19 ^a	4.73 ± 0.54 ^b
N	All species	20.51 ± 21.24 ^a	29.84 ± 13.48 ^b	71.20 ± 40.56 ^c
	Forest specialists	5.67 ± 5.57 ^a	13.16 ± 5.84 ^b	32 ± 19.97 ^c
	Forest generalists	2.42 ± 2.68 ^a	5.96 ± 6.78 ^b	19.91 ± 17.6 ^c
	Forest visitors	3.76 ± 3.41 ^a	4.89 ± 3.72 ^a	10.27 ± 7.26 ^b
	Non-forest users	6.76 ± 8.09 ^{ab}	5.44 ± 7.77 ^a	9.09 ± 10.96 ^b
H'	All species	2.01 ± 0.62 ^a	2.24 ± 0.41 ^{ab}	2.42 ± 0.23 ^b
	Forest specialists	0.86 ± 0.64 ^a	1.32 ± 0.44 ^b	1.59 ± 0.35 ^c
	Forest generalists	0.47 ± 0.45 ^a	0.68 ± 0.35 ^{ab}	0.81 ± 0.29 ^b
	Forest visitors	0.63 ± 0.49 ^a	0.74 ± 0.42 ^a	1.03 ± 0.26 ^b
	Non-forest users	1.09 ± 0.7 ^a	0.94 ± 0.55 ^a	1.15 ± 0.45 ^a

Means in a row sharing the same letter do not significantly differ from each other.

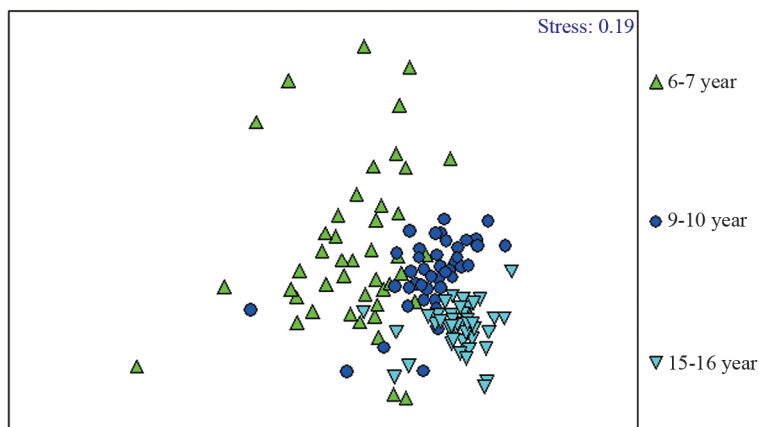


Fig. 2. Nonmetric multidimensional scaling of bird species distributions of 6~7-, 9~10-, and 15~16-yr-old plantations in Danongdalu, Guangfu Township, Hualien County.

本研究所得大農大富造林6~16年間的鳥類多樣性呈現增加趨勢但稱不上是快速增加，而造林初期沒有鳥類調查資料，無從得知初期多樣性變化趨勢。

在造林後6~7、9~10及13~14年，Chiu等(2017)在此地83個樣區測量造林木的樹高及胸

高直徑，12種主要造林樹種在以上3個年度的平均值分別為：樹高6.17、7.54、8.21 m，胸徑8.68、10.87、12.52 cm；另外推估12種造林木在3年的材積/ha平均值分別為20.5、35.27、48.25 m³ (Chiu et al. unpublished data)。整體而言，在造林後的6~14年間，主要造林樹種皆

Table 2. Ten bird species that contributed most to the avifauna similarity in 6~7-, 9~10-, and 15~16-yr-old plantations in Danongdalu, Guangfu Township, Hualien County

Species	Type	Contribution (%)			
		6~7 yr	9~10 yr	15~16 yr	
<i>Zosterops japonicus</i>	綠繡眼	FS	15.58	31.95	27.22
<i>Bambusicola sonorivox sonorivox</i>	台灣竹雞	FS	12.23	13.34	9.39
<i>Dendrocitta formosae</i>	樹鵲	FS		6.46	5.06
<i>Turdus pallidus</i>	白腹鶇	FS		1.89	
<i>Oriolus traillii</i>	朱鷓	FS			2
<i>Pycnonotus taivanus</i>	烏頭翁	FG	6.07	5.91	18.73
<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	紅嘴黑鵯	FG		9.01	7.47
<i>Lanius schach</i>	棕背伯勞	FV	17.21	9.94	1.49
<i>Prinia flaviventris</i>	灰頭鷓鴣	FV	5.39		8.08
<i>Prinia inornata</i>	褐頭鷓鴣	FV	3.43	3.38	5.73
<i>Dicrurus macrocercus</i>	大卷尾	O	4.48	2.83	3.07
<i>Phasianus colchicus</i>	環頸雉	O	15.45	5.62	
<i>Hirundo tahitica</i>	洋燕	O	3.12		
<i>Caprimulgus affinis</i>	南亞夜鷹	O	2.91		
Forest species		FS+FG	33.88	68.56	69.87
Non-forest species		FV+O	51.99	21.77	18.37

FS, forest specialist; FG, forest generalist; FV, forest visitor; O, other non-forest user.

長高、變粗、材積加大，平地造林區在形相上已逐漸成林。以此3年份資料對應6~7、9~10及15~16年林齡造林地的所有鳥類、專一及廣適森林型鳥類，其Shannon-Wiener多樣性指數上有隨材積量上升的關係(Pearson's correlation: $r > 0.99$, $p < 0.05$, $n = 3$)，說明造林木生物量的成長與鳥類多樣性的變遷有類似的趨勢，隱含著造林木隨成長可能提供更多鳥類需要的資源。Lees et al. (2015)從林木生長來說明不同階段的造林對鳥類多樣性的影響，他們在天然林、次生林、人工林等不同環境估算樹木生物量，發現樹木生長越大，鳥類多樣性越高，而且其與森林鳥類多樣性的直線關係更是顯著。Raman et al. (1998)探討鳥類群聚恢復與植物演替的關係，即指出人類耕作結束自然演替的森林，分層結構數變多、落葉厚度變厚、樹冠覆蓋度變大等，是影響鳥類數量變化的主要植被因子，例如枝葉隨著樹木成長在樹高分布上的變化，對蟲食者、肉食者、雜食者提供更多元的覓食機會，對鳥類多樣性產生明顯影響。此地的造

林樹種成長速度不同(Chiu et al. 2017)，不同的樹高及枝下高等讓森林層次逐漸多樣化，依樹而存的鳥類，不論是牠們的食物、棲息或躲藏的資源都可能因森林結構複雜度增加而變得較為豐富，可以符合較多種森林鳥類的不同需求，進而增加鳥類多樣性(Peh et al. 2006)。故推測隨著造林木的成長，人工林的結構變化可能提供較多鳥類需要的資源，是影響此地鳥類多樣性隨造林年份增加的原因之一。

6~7、9~10、15~16年林齡的造林分別有不同的鳥類組成，顯示這10年大農大富的鳥類群聚並未穩定，尚在變動當中。6~7年林齡造林的代表性鳥種有棕背伯勞、綠繡眼及環頸雉，3者對於群聚相似度的貢獻比例都在15~17%之間，綠繡眼為森林專一型鳥種，但棕背伯勞及環頸雉主要在開墾地及農林邊際地活動(Koh et al. 2014)，非森林鳥類。再者，所有非森林鳥類對群聚相似度的貢獻比例超過50%，估計造林後6~7年時尚屬幼齡期的林木並未茂密成林，當時還是有不少開闢環境，可能較適合開

墾地等非森林棲地活動的鳥類利用。而Calviño-Cancela (2013)發現5~10年的桉樹造林鳥類群聚以灌木型鳥類為主，他提出是因為早期的桉樹林下層例如灌木的發育良好，提供了適合灌木型鳥類的棲地，然而大農大富造林後6~7年仍然維持每年約3次林下除草(Taiwan Sugar Co., pers. comm.)，限制林下植被發展，森林下層活動的鳥類並未出現，因此推測林下除草的管理作為可能影響森林下層的生物種類，包括鳥類組成。

造林後9~10年的代表性鳥種最主要是綠繡眼，綠繡眼不僅是取食動、植物的雜食者，在台北植物園的鳥類食性調查結果指明綠繡眼是取食植物種類最多的鳥類(Koh and Cheng 2013)，達54種，並且對植物的取食部位較為分散，例如取食多種植物的花瓣及粉蜜，對植物的利用較其他鳥種更為多樣，這種多樣化的取食習性應有利牠對造林初期環境的適應。此外棕背伯勞及環頸雉仍然是此階段的代表性鳥種，只是重要性皆不如6~7年造林時，非森林鳥類有被置換的現象。造林後15~16年除了綠繡眼，屬於廣適森林型的烏頭翁，其對群聚相似度的貢獻比例自造林後9~10年的5.91%上升至造林後15~16年的18.73%。推測烏頭翁可能也有廣泛的食性，而逐漸成為造林中的優勢種。15~16年林齡造林的前10名代表性鳥種中，專一及廣適森林型鳥種對群聚相似度的貢獻比例總和將近7成，並且與森林關聯性低的鳥種僅剩大卷尾1種，物種置換成森林性鳥種的趨勢已經相當明確。以上結果意味著15~16年林齡的造林已形塑出森林環境的生態功能。

而大農大富15~16年林齡的造林是否已朝向次生林發展？回顧大農大富平地造林旁闊葉次生林的鳥類監測結果(Koh et al. 2014)，次生林中有典型的台灣低海拔森林鳥類群聚，代表性鳥種全部是森林鳥類，並沒有森林訪客型鳥種及其他與森林無關的鳥種。在10種代表性鳥種中森林主冠層功能群有烏頭翁、小卷尾、紅嘴黑鵝及五色鳥(*Psilopogon nuchalis*)，主/次冠層功能群有繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)及黑枕藍鶇，灌木層功能群有小彎嘴(*Pomatorhinus*

musicus)、山紅頭(*Cyanoderma ruficeps*)、大彎嘴(*Megapomatorhinus erythrocnemis*)及頭烏線(*Schoeniparus brunneus*)。對比於15~16年林齡的造林地鳥類群聚代表性鳥種中有森林鳥類6種，分別為主冠層功能群的綠繡眼、樹鵲、烏頭翁及紅嘴黑鵝、次冠層功能群的朱鷗，以及底層功能群的竹雞，灌木層功能群則缺乏代表性鳥種。因此15~16年林齡造林的鳥類群聚與闊葉次生林仍有相當差距，故推測此時造林環境所能提供的生態功能應與低海拔闊葉次生林有所不同。

Barlow等人(2007)從造林結構探討對生物多樣性的影響，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，可能提供類似次生林的多樣化結構，故鳥類豐富度及密度並未比次生林少。林下除草是大農大富森林園區的經常性管理作業之一，可能導致造林幼齡期缺乏發育良好的林下層，讓造林下層、底層的鳥類功能群難以建立。隨著造林木成長，當造林逐漸鬱閉，因光線不易進入，林下很難生長大量的灌木、木本植物，更難出現像次生林豐富的立體層次。回顧大農大富12種造林木在13~14年成活率(Chiu et al. 2017)，除了陰香(*Cinnamomum burmannii*)和楠木(*Phoebe zhennan*)，其他樹種成活率都在8成以下，例如最差的赤楊僅35%，其次是苦楝(*Melia azedarach*)和樟樹只有50%。合理估計當時造林地因部分林木死亡已出現孔隙，當地樹種或許有機會播遷進入造林地。但這些原本有可能在造林下層天然更新的樹苗，可能受到除草的影響，連帶也被除去，因此縱然造林上層出現孔隙，但估計因為除草的緣故，原生林樹種播遷進來在造林木下成長的可能性相當低。孔隙地的除草可能使原生林樹種失去「進級更新」(advanced regeneration)的機會(Barbour et al. 1997, Bailey and Tappeiner, 1998)，鳥類可能因此受限在人工林樹種的環境，無法朝次生林鳥類群聚演替。若要增加鳥類多樣性，建議可選擇造林存活差有孔隙的區域，減少林下除草，增加中下層灌木、草本植被覆蓋度以及原生樹種天然更新的機會，營造

結構多樣性及植物多樣性較高的棲地，讓局部的人工林可以較快的速度演替至次生林，可望豐富造林地的生態功能。

林下植被也可以藉由較為積極的經營作業來發展，例如疏伐可以促進林下植被發育(Lindenmayer and Hobbs 2004, Brockerhoff 2008)。許多鳥類對疏伐作業的正面反應已有詳細記錄(Hayes et al. 1997, 2003, Hagar et al. 2004, Kalies et al. 2010)。疏伐造成林分中鳥類的豐富度和多樣性增加的機制包括：較多光線進入林下層讓灌木再生和發育(Hayes et al. 1997)，森林結構增加水平或垂直變化(Sullivan et al. 2002, Carey 2003)，還有林下木本植物天然更新、迅速進入類似森林演替後期的階段，植物種類、層次及結構多樣化的棲地增加物種數量(Barbour et al. 1997, Bailey and Tappeiner 1998)。林業試驗所2018年在大農大富造林地的塊狀伐採試驗，0.08 ha小塊皆伐共12小塊，9個月後調查到8種造林木小苗以及19種來自鄰近地區包括原生種的木本植物小苗(Koh et al. unpublished data)，顯示適當的經營作業可以提供讓原生林樹種播遷進來的途徑，可能加速森林演替的階段。大農大富平地造林自初始建造至今已17年，林木都相當年輕且同齡林，不似次生林有各種林齡分布，近20種的造林樹種，不僅遠少於次生林的樹木多樣性，大部分亦非當地原生樹種，可能減緩它朝次生林演替的速度，不論是現在或預測未來，它能夠支持的生物多樣性應當少於次生林。就增加物種多樣性而言，建議試驗不同方式的干擾例如不同時間、區域、強度的林木疏伐作業，來促進人工林的演替以及庇護更多生物多樣性。

未來研究建議

監測是長久性且耗時的工作，以往土地經營管理者經常訂定具有指標性的種類做為監測標的。從本研究的鳥類監測結果來看，平地造林的鳥類變動不小，建議仍以鳥類群聚及多樣性作為監測標的。未來研究可分別從時間序列及空間的鳥類資料分析來提供完整的生物多樣性經營管理建議，以時間序列來說，目前3階

段調查資料顯示，6~7至15~16年林齡造林的鳥類多樣性呈現上升趨勢，似乎尚未進入穩定階段，需要繼續累積更多階段資料，才可以獲得更明確的多樣性變動趨勢，提出更有價值的經營管理建議。造林目前正朝向20年發展，建議造林20年補助期滿後，進行第4次的大農大富平地造林鳥類多樣性監測，屆時如有造林木材生產例如疏伐作業，可追蹤次生演替對鳥類多樣性的影響，了解鳥類群聚是否繼續往更高的多樣性發展，以作為造林補助期滿後探討生物多樣性保育與其他利用型態是否共同發展的參考。

從空間議題而言，此片平地造林成立森林園區，園區除了造林，非林地的部分包括車道、草地、水道、水池、尚維持農耕的農作區以及未造林的空地等，此種鑲嵌地景影響此地的鳥類群聚以及生物多樣性不均勻分布。此外此片造林有部分區位鄰近海岸山脈的次生林(Fig. 1)，次生林物種有機會進入此鄰近的造林區(Barlow et al. 2007, Brockerhoff et al. 2008)，以後可能再逐漸向周圍的造林區擴散，因此造林區周邊的次生林也是影響生物多樣性分布的因素之一。建議蒐集地景方面的變數，例如地景複雜度、與周邊次生林的距離等，探討鳥類多樣性在空間上的分布形式及原因，可提供管理單位在鳥類多樣性棲地經營、觀光遊憩、木材收穫等方面的參考。

從更大尺度來看，大農大富平地造林除了提供生物多樣性的棲地之外，它還可能扮演海岸山脈次生林與花東縱谷農業生產區之間的緩衝區，建議進一步探討這樣的造林是否可以提供減輕次生林的本土物種直接承受來自農業區壓力的緩衝功能？更有甚者，它除了提供物種棲地、緩衝區功能之外，未來可能有機會朝向連接海岸山脈與中央山脈的生態廊道來發展，目前生態廊道的規畫與實踐已納入管理單位的計畫中(TFB 2016)。建議持續監測鳥類並搭配地理資訊，探討這些生物隨時間在空間上的利用，作為管理單位未來劃設生物廊道的參考。

結論

- 一、大農大富平地造林6~7、9~10、15~16年後的鳥類調查資料顯示，10年間專一森林型鳥類的物種數、隻次數及多樣性逐漸增加，鳥種從與森林相關性低的置換成與森林相關性高的鳥種，意味著此階段已形塑出森林環境的生態功能。推測隨著造林木的成長，多樣樹種人工林的立體結構變化提供不同森林鳥類的棲息、食物資源，可能是影響此地鳥類多樣性隨造林年份增加的主要原因之一。
- 二、大農大富的鳥類群聚並未穩定，15~16年林齡之造林與闊葉次生林的鳥類群聚仍有相當差距。初步評估，上述差異與造林地缺少類似次生林的次冠層、灌木層垂直結構有關。
- 三、就增加鳥類多樣性而言，建議可在造林存活率差、孔隙多的區域減少林下除草，促進中下層草本及灌木、次冠層樹木的發育，營造結構多樣性及植物多樣性較高的棲地。
- 四、建議未來仍以鳥類群聚及多樣性作為監測標的，以繼續累積更多階段資料。針對時間序列研究，建議造林20年補助期滿後，進行第4次的大農大富平地造林鳥類多樣性監測。在空間分析上，建議蒐集地景方面的變數，搭配地理資訊，探討鳥類多樣性在空間上的分布形式及原因，作為未來經營管理的參考。

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，台糖公司花東區處協助維護研究樣區，林業試驗所森林經營組行政協調，邱志明博士、彭炳勳先生提供造林木生長資料，曾信翰先生協助鳥類調查，洪美珠小姐協助統計，以及兩位審查者提供寶貴建議，特此一併感謝。

引用文獻

- Bailey JD, Tappeiner JC. 1998.** Effects of thinning on structural development in 40- to 100-year-old Douglas-fir stands in western Oregon. *For Ecol Manage* 108:99-113.
- Balvanera P, Pfisterer AB, Buchmann N, He JS, Nakashizuka T, Raffaelli D, Schmid B. 2006.** Quantifying the evidence for biodiversity effects on ecosystem functioning and services. *Ecol Lett* 9:1146-56.
- Barbour RJ, Johnston S, Hayes JP, Tucker GF. 1997.** Simulated stand characteristics and wood product yields from Douglas-fir plantations managed for ecosystem objectives. *For Ecol Manage* 91:205-19.
- Barlow J, Mestre LAM, Gardner TA, Peres CA. 2007.** The value of primary, secondary and plantation forests for Amazon birds. *Biol Conserv* 136(2):212-31.
- Brockerhoff EG, Jactel H, Parrotta JA, Quine CP, Sayer J. 2008.** Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodivers Conserv* 17(5):925-51.
- Brooks TM, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Rylands AB, Konstant WR, et al. 2002.** Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conserv Biol* 16:909-23.
- Calviño-Cancela M. 2013.** Effectiveness of eucalypt plantations as a surrogate habitat for birds. *For Ecol Manage* 310:692-9.
- Canadell JG, Raupach MR. 2008.** Managing forests for climate change mitigation. *Science* 320:1456-7.
- Carey AB. 2003.** Biocomplexity and restoration of biodiversity in temperate coniferous forest: inducing spatial heterogeneity with variable-density thinning. *Forestry* 76:127-36.
- Chaudhary A, Burivalova Z, Koh L P, Hellweg S. 2016.** Impact of forest management on species richness: global meta-analysis and economic trade-offs. *Sci Rep* 6:23954.

- Chiu CM, Chung CH, Peng BS. 2017.** Growth and withering of important tree species in lowland forestation area in Hualien. For Res News 24(3):48-51. [in Chinese].
- Clarke KR, Warwick RM. 1994.** Change in marine communities: an approach to statistical analyses and interpretation. Plymouth, UK: Natural Environment Research Council: Plymouth Marine Laboratory. 144 p.
- Clarke KR, Gorley RN. 2001.** PRIME v5: User Manual/ Tutorial. Plymouth, UK: Natural Environment Research Council: Plymouth Marine Laboratory. 91 p.
- Daily GC, Ehrlich PR, Sanchez-Azofeifa GA. 2001.** Countryside biogeography: use of human-dominated habitats by the avifauna of southern Costa Rica. Ecol Appl 11:1-13.
- Dobson AP, Bradshaw AD, Baker AJM. 1997.** Hopes for the future: restoration ecology. Science 277:515-22.
- Ecologue Landscape Architecture and Environment Planning (ELAEP). 2010.** Hualien Danongdalu Forest Recreation Area overall planning report. Taipei, Taiwan: Taiwan Forest Bureau.
- Estrada A, Coates-Estrada R, Meritt DA. 1997.** Anthropogenic landscape changes and avian diversity at Los Tuxtlas, Mexico. Biodivers Conserv 6(1):19-43.
- Fang W, Lin RS, Fan MW. 2010.** An avian conservation priority system for the Hushan Reservoir area. Taiwan J Biodivers 12(2):143-66. [in Chinese with English summary].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2010.** Global forest resources assessment 2010 – main report. Rome, Italy: FAO Forestry Paper 163.
- Hagan JM, McKinley PS, Meehan AL, Grove SL. 1997.** Diversity and abundance of landbirds in a northeastern industrial forest. J Wildl Manage 61(3):718-35.
- Hagar J, Howlin S, Ganio L. 2004.** Short-term response of songbirds to experimental thinning of young Douglas-fir forests in the Oregon Cascades. For Ecol Manage 199:333-47.
- Hayes JP, Chan SS, Emmingham WH, Tapeiner JC, Kellogg LD, Bailey JD. 1997.** Wildlife response to thinning young forests in the Pacific Northwest. J For 95:28-33.
- Hayes JP, Weikel JM, Huso MMP. 2003.** Response of birds to thinning young Douglas-fir forests. Ecol Appl 13:1222-32.
- Huang YS. 2010.** Prospects for green forestation project of Taiwan. For Res News 17(6)1-4. [in Chinese].
- Hughes JB, Daily GC, Ehrlich PR. 2002.** Conservation of tropical forest birds in countryside habitats. Ecol Lett 5:121-9.
- Jactel H, Brockerhoff EG. 2007.** Tree diversity reduces herbivory by forest insects. Ecol Lett 10:835-48.
- Kalies EL, Chambers CL, Covington WW. 2010.** Wildlife responses to thinning and burning treatments in southwestern conifer forests: a meta-analysis. For Ecol Manage 259:333-42.
- Koh CN, Chen WJ. 2013.** What kind of plants do birds eat in Taipei Botanical Garden? For Res News 20(2):34-7. [in Chinese].
- Koh CN, Chen YM, Juang LM, Chiu CM. 2014.** The effects of plantation on farmland upon avian community and its diversity. Taiwan J Biodivers 16(3):225-39. [in Chinese with English summary].
- Laurance WF. 2007.** Have we overstated the tropical biodiversity crisis? Trends Ecol Evol 22:65-70.
- Lawton JH, Bignell DE, Bolton B, Bloemers GF, Eggleton P, Hammond P, et al. 1998.** Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. Nature 391:72-6.
- Lees AC, Moura NG, de Almeida AS, Vieira IC. 2015.** Poor prospects for avian biodiversity in Amazonian oil palm. PloS One 10(5):e0122432.
- Lindenmayer DB. 2009.** Forest wildlife ma-

agement and conservation. In: *The year in ecology and conservation biology 2009*. Ann NY Acad Sci 1162(1):284-310.

Lindenmayer DB, Cunningham RB, Pope ML. 1999. A large-scale “experiment” to examine the effects of landscape context and habitat fragmentation on mammals. *Biol Conserv* 88:387-403.

Lindenmayer DB, Hobbs RJ. 2004. Fauna conservation in Australian plantation forests – a review. *Biol Conserv* 119:151-68.

Magurran AE. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, UK: Blackwell Science.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Ecosystems and human well-being: current state and trends. In: Hassan R, Scholes R, Ash N, editors. Findings of the condition and trends working group. Washington, DC: Island Press.

Peh KSH, de Jong J, Sodhi NS, Lim SLH, Yap CAM. 2005. Lowland rainforest avifauna and human disturbance: persistence of primary forest birds in selectively logged forests and mixed-rural habitats of southern Peninsular Malaysia. *Biol Conserv* 123(4):489-505.

Peh KSH, Sodhi NS, de Jong J, Sekercioglu CH, Yap CAM, Lim SLH. 2006. Conservation value of degraded habitats for forest birds in southern Peninsular Malaysia. *Divers Distrib* 12:572-81.

Petit LJ, Petit DR, Christian DG, Powell HDW. 1999. Bird communities of natural and modified habitats in Panama. *Ecography* 22:292-304.

Raman TS, Rawat GS, Johnsingh AJT. 1998. Recovery of tropical rainforest avifauna in relation to vegetation succession following shifting cultivation in Mizoram, north-east India. *J Appl Ecol* 35(2):214-31.

Sekercioglu CH. 2002. Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda. *Biol Conserv* 107(2):229-40.

Shannon CE, Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, IL: Univ. of Illinois Press.

Shaw MC. 2015. Field guide of wild birds in Taiwan. Taipei, Taiwan: Taiwan Forest Bureau and Wild Bird Society of Taiwan. 451 p.

Sullivan TP, Sullivan DS, Lindgren PMF, Boateng JO. 2002. Influence of conventional and chemical thinning on stand structure and diversity of plant and mammal communities in young lodgepole pine forest. *For Ecol Manage* 170:173-87.

Taiwan Forestry Bureau (TFB). 2016. Dandongdalu Forest Park management plan. Hualien, Taiwan: Hualien Forest District Office, Forestry Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan. [in Chinese].

Thompson I, Mackey B, McNulty S, Mosseler A. 2009. Forest resilience, biodiversity, and climate change. A synthesis of the biodiversity/resilience/ stability relationship in forest ecosystems. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, CBD Technical Series no. 43.

Zurita GA, Rey N, Varela DM, Villagra M, Bellocq MI. 2006. Conversion of the Atlantic forest into native and exotic tree plantations: effects on bird communities from the local and regional perspectives. *For Ecol Manage* 235(1-3):164-73.

Appendix 1. Species recorded in 6~7-, 9~10-, and 15~16-yr-old plantations in Danongdafu, Guangfu Township, Hualien County and their endemism, conservation status, habitat preference type, and abundance

Species		Endemism	Conservation status	Type	6~7 yr	9~10 yr	15~16 -yr	Sum
<i>Zosterops japonicus</i>	綠繡眼			FS	259	642	1388	2289
<i>Pycnonotus taivanus</i>	烏頭翁	endemic	II	FG	115	229	1210	1554
<i>Bambusicola sonorivox</i>	台灣竹雞	endemic		FS	133	274	470	877
<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	紅嘴黑鵯	endemic subspecies		FG	22	264	552	838
<i>Prinia flaviventris</i>	灰頭鷓鴣			FV	85	78	405	568
<i>Prinia inornata</i>	褐頭鷓鴣	endemic subspecies		FV	65	150	341	556
<i>Dendrocitta formosae</i>	樹鵲	endemic subspecies		FS	33	162	336	531
<i>Lanius schach</i>	棕背伯勞			FV	165	164	100	429
<i>Dicrurus macrocerus</i>	大卷尾	endemic subspecies		O	78	80	244	402
<i>Phasianus colchicus</i>	環頸雉	endemic subspecies	II	O	169	145	79	393
<i>Cyanoderma ruficeps</i>	山紅頭	endemic subspecies		FS	24	33	299	356
<i>Columba pulchricollis</i>	灰林鴿			FS		26	178	204
<i>Streptopelia tranquebarica</i>	紅鳩			O	44	66	87	197
<i>Pomatorhinus musicus</i>	小彎嘴	endemic		FS	16	32	128	176
<i>Oriolus traillii</i>	朱鸕	endemic subspecies	II	FS	3	17	138	158
<i>Hirundo tahitica</i>	洋燕			O	87	51	17	155
<i>Hypothymis azurea</i>	黑枕藍鶺鴒	endemic subspecies		FG	8	10	130	148
<i>Phoenicurus aureus</i>	黃尾鶺鴒			FG	29	35	84	148
<i>Lonchura punctulata</i>	斑文鳥			FV	49	68	28	145
<i>Phylloscopus borealis</i>	極北柳鶯			FS		50	76	126
<i>Glareola maldivarum</i>	燕鴿		III	O			108	108
<i>Acridotheres javanicus</i>	白尾八哥			O	16	20	72	108
<i>Anas zonorhyncha</i>	花嘴鴨			O	24	6	77	107
<i>Lonchura striata</i>	白腰文鳥			FV		29	64	93
<i>Psilopogon nuchalis</i>	五色鳥	endemic		FS	47	1	43	91
<i>Cuculus optatus</i>	北方中杜鵑			FS	9	31	50	90
<i>Bubulcus ibis</i>	黃頭鸞			O	52	25	10	87
<i>Garrulax taewanus</i>	台灣畫眉	endemic	II	O		21	64	85
<i>Caprimulgus affinis</i>	南亞夜鷹	endemic subspecies		O	63	11	3	77
<i>Emberiza spodocephala</i>	黑臉鵯			O		26	42	68
<i>Dicrurus aeneus</i>	小卷尾	endemic subspecies		FS		4	63	67
<i>Turdus pallidus</i>	白腹鵯			FS		53	14	67
<i>Apus nipalensis</i>	小雨燕	endemic subspecies		O	62	1	2	65
<i>Gallinula chloropus</i>	紅冠水雞			O	1	38	17	56
<i>Centropus bengalensis</i>	番鵲			O	5	19	28	52
<i>Motacilla cinerea</i>	灰鶺鴒			O	10	33	8	51
<i>Motacilla tschutschensis</i>	東方黃鶺鴒			O	22	13	12	47
<i>Dendrocopos canicapillus</i>	小啄木			FS	1	6	39	46
<i>Lonchura atricapilla</i>	黑頭文鳥			FV	4		42	46
<i>Spilornis cheela</i>	大冠鸞	endemic subspecies	II	FG	39	2	3	44

con't

<i>Streptopelia chinensis</i>	珠頸斑鳩		O	30	3	10	43
<i>Turdus chrysolais</i>	赤腹鵝		FS		2	36	38
<i>Sinosuthora webbiana</i>	粉紅鸚嘴	endemic subspecies	FV	3	2	31	36
<i>Calliope calliope</i>	野鳩		O		1	34	35
<i>Treron sieboldii</i>	綠鳩		FS		3	31	34
<i>Anthus hodgsoni</i>	樹鵝		FS		23	11	34
<i>Egretta garzetta</i>	小白鷺		O	16	5	13	34
<i>Passer montanus</i>	麻雀		O	8	2	20	30
<i>Lanius cristatus</i>	紅尾伯勞	III	FV	13	7	6	26
<i>Gorsachius melanolophus</i>	黑冠麻鷺		FS	12	6	7	25
<i>Hirundo rustica</i>	家燕		O		16	7	23
<i>Columba livia</i>	野鴿		O	19			19
<i>Amaurornis phoenicurus</i>	白腹秧雞		O	1	14	4	19
<i>Streptopelia orientalis</i>	金背鳩	endemic subspecies	FV		15	3	18
<i>Pluvialis fulva</i>	太平洋金斑鴉		O		3	15	18
<i>Mesophoyx intermedia</i>	中白鷺		O	17			17
<i>Gallirallus striatus</i>	灰胸秧雞	endemic subspecies	FG	14		2	16
<i>Phylloscopus inornatus</i>	黃眉柳鶯		FS		9	7	16
<i>Megapomatorhinus erythrocnemis</i>	大彎嘴	endemic	FS	10	3	2	15
<i>Alauda gulgula</i>	小雲雀		O	5	7	3	15
<i>Turnix suscitator</i>	棕三趾鶉	endemic subspecies	O	8	5		13
<i>Otus spilocephalus</i>	黃嘴角鴞	endemic subspecies	II	FS	11	1	12
<i>Alcippe morrisonia</i>	繡眼畫眉	endemic	FS			12	12
<i>Acridotheres grandis</i>	泰國八哥		O	12			12
<i>Actitis hypoleucos</i>	磯鶉		O	12			12
<i>Tringa glareola</i>	鷹斑鶉		O		9	3	12
<i>Schoeniparus brunneus</i>	頭烏線	endemic subspecies	FS	5		4	9
<i>Ardea alba</i>	大白鷺		O	3	3	1	7
<i>Motacilla alba</i>	白鶺鴒		O	6	1		7
<i>Acridotheres tristis</i>	家八哥		O		6		6
<i>Pericrocotus solaris</i>	灰喉山椒鳥		FS			5	5
<i>Corvus macrorhynchos</i>	巨嘴鴉		FS	5			5
<i>Locustella alishanensis</i>	台灣叢樹鶯	endemic	O			5	5
<i>Acridotheres cristatellus</i>	八哥	endemic subspecies	II	O	5		5
<i>Nycticorax nycticorax</i>	夜鷺		O		5		5
<i>Apus pacificus</i>	叉尾雨燕		O		5		5
<i>Treron formosae</i>	紅頭綠鳩	endemic subspecies	II	FS	4		4
<i>Erpornis zantholeuca</i>	綠畫眉		FS	3		1	4
<i>Cisticola juncidis</i>	棕扇尾鶯		O	4			4
<i>Falco tinnunculus</i>	紅隼	II	O	2	1		3
<i>Elanus caeruleus</i>	黑翅鳶	II	O			3	3
<i>Rallina eurizonoides</i>	灰腳秧雞	endemic subspecies	FG		1	1	2
<i>Monticola solitarius</i>	藍磯鶉		FG	2			2
<i>Otus lettia</i>	領角鴞	endemic subspecies	II	FS	2		2

con't

<i>Ixobrychus sinensis</i>	黃小鷺			O	1	1	2
<i>Gallinago gallinago</i>	田鶺			O		2	2
<i>Calidris ruficollis</i>	紅胸濱鶺			O		2	2
<i>Calidris subminuta</i>	長趾濱鶺			O		2	2
<i>Gallinago stenura</i>	針尾鶺			O		2	2
<i>Calidris acuminata</i>	尖尾濱鶺			O		2	2
<i>Muscicapa dauurica</i>	寬嘴鶺			FG	1		1
<i>Horornis diphone</i>	日本樹鶺			FG		1	1
<i>Phylloscopus fuscatus</i>	褐色柳鶺			FG		1	1
<i>Cinclidium leucurum</i>	白尾鶺	endemic subspecies	III	FG	1		1
<i>Accipiter trivirgatus</i>	鳳頭蒼鷹	endemic subspecies	II	FS	1		1
<i>Pernis ptilorhynchus</i>	東方蜂鷹		II	FS		1	1
<i>Eudynamis scolopaceus</i>	噪鶺			FS		1	1
<i>Abroscopus albogularis</i>	棕面鶺			FS	1		1
<i>Acrocephalus orientalis</i>	東方大葦鶺			O	1		1
<i>Turdus eunomus</i>	斑點鶺			O	1		1
<i>Falco subbuteo</i>	燕隼		II	O	1		1
<i>Zapornia fusca</i>	緋秧雞			O	1		1
<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	栗小鷺			O		1	1
<i>Tringa ochropus</i>	白腰草鶺			O		1	1
<i>Alcedo atthis</i>	翠鳥			O	1		1

FS, forest specialist; FG, forest generalist; FV, forest visitor; O, other non-forest user.