

# 棲蘭山檜木林枯立倒木整理作業對 鳥類群聚之影響

袁孝維<sup>1</sup> 丁宗蘇<sup>2</sup> 蔡若詩<sup>3</sup>

(收件日期：民國 92 年 11 月 12 日、接受日期：民國 93 年 2 月 13 日)

**【摘要】**我們於榮民森林保育事業管理處位於棲蘭山之大溪事業區 94 林班地，針對 160 線未整理過及整理過枯立倒木的林地進行鳥類相調查，比較兩地鳥種及其生態同功群之差異，探討過去枯立倒木的整理作業對鳥類群聚所產生的影響。此區鳥類相除了大赤啄木 (*Dendrocopos leucotos*) 屬於珍貴稀有保育類外，另有 13 種鳥類屬於其他應予保育類，且有 8 種為台灣特有種。在未整理之樣區紀錄有 28 種 374 隻次，在整理之樣區有 25 種 257 隻次。以出現鳥類種數來看，兩樣區之間無明顯的差異。而在出現鳥種之組成上則有差異，其中較偏好未整理樣區的鳥種有屬於地面蟲食者的小翼鶇 (*Brachypteryx montana*) 和白尾鳴 (*Cinclidium leucurum*)，及灌叢蟲食者的灰頭花翼 (*Alcippe cinereiceps*)、繡眼畫眉 (*Alcippe morrisonia*) 和深山鶯 (*Cettia acanthizoides*)；較偏好整理樣區的鳥種有屬於樹幹啄木者的大赤啄木和綠啄木 (*Picus canus*)。造成鳥類群聚差異的可能原因是在移除枯立倒木、整地、補植、除草等撫育過程中，造成森林中下層植被破壞及食物組成改變。枯立倒木的整理移除作業改變了棲地上的鳥種組成，然而未整理和不同年份整理的林地如能以鑲嵌式的方式交錯配置，在大尺度地景的多樣化之下，或可增加整體野生動物之生物歧異度。

**【關鍵詞】**生物歧異度、枯立倒木整理、棲蘭山、鳥類群聚、檜木林。

## EFFECTS OF REMOVING *CHAMAECYPARIS SP.* SNAGS AND LOGS ON BIRD COMMUNITIES IN CHILAN MT.

Hsiao-Wei Yuan<sup>1</sup> Tzung-Su Ding<sup>2</sup> Jo-Szu Tsai<sup>3</sup>

(Received: November 12, 2003; Accepted: February 1, 2004)

**【Abstract】** We studied the effects of removing *Chamaecyparis sp.* snags and logs on bird communities in ChiLan Mt. Besides the White-backed Woodpecker (*Dendrocopos leucotos*) on the endangered species list, there are other 13 species on the protected species list including 8 endemic species in this area. We recorded 374 individuals belonging to 28 species at the control site and 257 individuals belonging to 25 species at the experimental site (removing snags and logs site). There was no significant difference in species number between the control and experimental sites. However, the bird community composition between these two sites was significantly different. The ground insectivores including the Blue Shortwing

<sup>1</sup> 國立台灣大學森林環境暨資源學系副教授。

Associate Professor, School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University.

<sup>2</sup> 國立台灣大學森林環境暨資源學系助理教授，通訊作者：ding@ntu.edu.tw。

Assistant Professor, School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University.

<sup>3</sup> 國立台灣大學森林環境暨資源學系碩士。

Master of Science, School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University.

(*Brachypteryx montana*) and White-tailed Blue Robin (*Cinclidium leucurum*), and the bush insectivores including the Streak-throated Fulvetta (*Alcippe cinereiceps*), Gray-cheeked Fulvetta (*Alcippe morrisonia*) and Verreaux's Bush Warbler (*Cettia acanthizoides*) were more abundant at the control site. While the bole peckers including the White-backed Woodpecker and Gray-headed Green Woodpecker (*Picus canus*) were more abundant at the experimental site. A possible reason might be because the removing process and later on cleaning practices caused the damage to understory vegetation, which affected the birds active there. Removing the snags and logs changed the bird community composition. However, if the control sites and removing sites from different years could be planned with a mosaic landscape layout, the wildlife biodiversity might be increased due to a more diversified landscape patterns.

**【Key words】** biodiversity, bird community, *Chamaecyparis sp.*, ChiLan Mt., removing snags and logs.

## I、前言

在傳統以木材生產為主的林業經營中，枯木在生態上的價值往往是被忽略的。除了一些特殊的樹種如紅檜 (*Chamaecyparis formosensis Mats.*) 和台灣扁柏 (*Chamaecyparis japonica var. obtusa*) 等上等材料不易腐朽，或是偶有利用枯木做為藝術品以外，一般而言，枯木的經濟效益非常低，它們並會為現場林業工作人員帶來安全上的顧慮，以及可能引發森林火災等。所以，以往的林業經營在整地造林時即移除所有枯木，並在樹木尚未枯死前收穫，在整齊的人造林中是難見枯木的存在 (Hunter, 1990)。

枯木分為樹木死後仍直立的枯立木 (snag) 及倒地的枯倒木 (log)。在樹木死後腐朽的過程，葉及小枝幹的養分先逐漸被釋放出來，而樹幹被分解的速率較慢，因此枯倒木就成為了種子萌芽或新芽萌蘖的溫床，在枯倒木上或四周常有群聚生長的真菌、苔蘚、或各種植物新苗，又被稱為保母倒木 (nurse log) (Hunter, 1990)。另外許多無脊椎動物、兩生爬行、鳥類及哺乳類等，都會利用枯木在不同分解階段中所衍生出來的特殊生態環境生存 (Corn and Raphael, 1992; Patton, 1992)。例如許多鳥類及松鼠飛鼠等哺乳類會在易形成樹洞的枯立木中築巢 (Lundquist and Mariani, 1991; Conway and Martin, 1993; Conner, 1994)，熊及浣熊可在樹幹裂縫中休憩，松雞可利用枯倒木做為吸引異性的求偶展示台，許多猛禽也會利用枯木做為其覓食或停棲的場所。腐朽的枯木同時可吸引眾多的昆蟲資源，更可吸引許多動物前來覓

食，增加森林的生物多樣性 (biodiversity) (Thomas, 1979; Thomas *et al.*, 1979; Glinski *et al.*, 1983)。

行政院為安置國軍退除役官兵從事林業工作，特在 1959 年核撥棲蘭山及大甲溪兩林區，並明令成立行政院國軍退除役官兵輔導委員會森林開發處專責經營；該處現改名為榮民森林保育事業管理處 (以下簡稱森保處)。在森保處經營範圍大溪事業區棲蘭山區面積共計 15,329 ha，林木蓄積量為 4,463,000 m<sup>3</sup> 餘，其中紅檜及台灣扁柏達 3,000,000 m<sup>3</sup> 餘。森保處人員曾經在天然檜木林中移除枯立木與倒木，並整理林地地表土層，以利於紅檜與扁柏的天然下種。因此不僅改變了植物種類的歧異度，也改變了林分結構，同時可能會造成森林中鳥類生態同功群對森林利用的改變。然而過去一直未有這方面的研究，僅有數篇研究報告探討枯木形成的原因及其所在的物理環境 (楊寶霖, 1962; 郭寶章、詹明勳 1993; 詹明勳, 1994)，並未對與野生動物的關聯提出探討。

本研究之目的即是針對未整理過枯立倒木以及整理過的林地，進行鳥類相調查，以比較兩地鳥種及其生態同功群 (guild) 之差異，探討過去枯立倒木的整理事業對鳥類群聚所產生的影響。

## II、方法

我們的研究地點位於森保處大溪事業區 94 林班地，行政區隸屬於新竹縣尖石鄉，主要

道路 160 線林道穿越其中，樣區海拔範圍由 1,500 至 2,000 m，主要植群之優勢樹種為紅檜及台灣扁柏，伴生台灣杉 (*Tawania cryptomerioides*)、台灣鐵杉 (*Tsuga chanensis var. formosana*)、巒大杉 (*Cunninghamia konishii*) 及其他樟楠類等闊葉樹種。

我們於 1998 年 10 月至 1999 年 9 月，每兩個月至研究地調查一次，每次停留 3-4 天，以 160 線林道上坡方向（未曾進行枯立倒木整理移除作業）及下坡方向（1989 年曾進行枯立倒木整理移除作業）為兩比較樣區。因為在進行過枯立倒木整理作業後數年，又陸續有林下植被的整理及撫育，因此在枯立倒木整理移除作業樣區的林下植被較稀疏，灌叢及地被植物都較少。我們於兩樣區各選擇 4 個樣點，每天以固定邊界半徑 50 m 的圓圈法進行鳥類相調查。調查時我們在每一樣點停留 10 min，以 10 倍雙筒望遠鏡觀察出現鳥類（包含聲音）之種類及隻數，之後取 4 個樣點總合的最大隻次為當月的記錄。調查時間由日出後開始進行，於 4 小時內結束。

我們以 PRIMER 5.0 軟體 (Clarke & Warwick 1994) 分析比較兩樣區的鳥類群聚組成是否有差異，再比較兩樣區在繁殖季 (3、5 和 7 月) 及非繁殖季 (9、11、和 1 月) 之群聚組成是否有差異。我們先將資料取平方根轉換後算出 Bray-Curtis 相似性矩陣，再進行 ANOSIM test 分析，求出一 R 值。 $R = (r_{\text{Between}} - r_{\text{Within}}) / (M/2)$  ( $r_{\text{Between}}$  &  $r_{\text{Within}}$ : 樣區間和樣區內的平均相異程度,  $M = n(n-1)/2$ ,  $n$  為樣本數。)

### III、結果

以圓圈法進行之定期鳥類相調查中，一共紀錄有 33 種 631 隻次 (各種動物學名請參見表 1&2)，分別為在未經枯立倒木整理之樣區有

28 種 374 隻次 (表 1)，和在枯立倒木整理之樣區有 25 種 257 隻次 (表 2)。其中依野生動物保育法 (農委會 1995 年 12 月 23 日農林字第 4030817 號公告) 所列，大赤啄木屬於珍貴稀有保育類動物，而小翼鵝、白尾鵝、栗背林鵝、紋翼畫眉、金翼白眉、白耳畫眉、藪鳥、冠羽畫眉、火冠戴菊鳥、黃腹琉璃、紅頭山雀、煤山雀及青背山雀等 13 種鳥類亦屬於其他應予保育類動物，其中有 8 種為台灣特有種鳥類，分別為栗背林鵝、紋翼畫眉、金翼白眉、白耳畫眉、藪鳥、冠羽畫眉、火冠戴菊鳥及台灣叢樹鶯。在季節的區分上，除了鷹鵝和紅尾鵝為夏候鳥、在台灣地區夏季出現進行繁殖，白腹鵝為冬候鳥或過境鳥，其餘均為全年皆有可能出現的留鳥。

在未整理樣區中累計出現隻次最多、優勢的鳥種依序為繡眼畫眉、冠羽畫眉和棕面鶯；其中每一次調查都紀錄到的有小翼鵝、繡眼畫眉、鱗胸鷓鴣和棕面鶯；而僅在一次調查中未被紀錄到的有灰頭花翼、山紅頭、深山鶯和煤山雀 (表 1)。在整理樣區中累計出現隻次最多、優勢的鳥種依序為繡眼畫眉、冠羽畫眉和鱗胸鷓鴣；其中每一次調查都紀錄到的有金翼白眉、鱗胸鷓鴣和棕面鶯；而僅在一次調查中未被紀錄到的有大赤啄木、白耳畫眉和山紅頭 (表 2)。

在季節的變化上看來，兩樣區的鳥種數在 1 月非繁殖季的記錄都是最低的，分別為未整理區 8 種和整理區 7 種。而在未整理區以 7 月所紀錄到的 20 種為最多，在整理區以 5 月所紀錄到的 18 種為最多，皆是在繁殖季時。而以總隻次來看，兩樣區在繁殖季 (3、5 和 7 月) 也較非繁殖季 (9、11、和 1 月) 時為高，分別為未整理區的 207 與 167 隻次，以及整理區的 139 與 118 隻次。

由群聚相似性來看，未整理區和整理區的鳥類群聚組成有顯著差異 ( $R = 0.365$ ,  $p <$

表 1 1998 年 11 月至 1999 年 9 月棲蘭山地區未經枯立倒木整理樣區之鳥類相調查結果

Table 1 Avian fauna of sampling area without snags and logs removal in ChiLan, November 1998-September 1999

中 名	學 名	98/11	99/1	99/3	99/5	99/7	99/9	總隻次
灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>	0	0	0	2	0	0	2
大赤啄木	<i>Dendrocopos leucotos</i>	1	0	0	0	0	0	1
紅嘴黑鵯	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	15	0	0	0	0	0	15
小翼鵯	<i>Brachypteryx montana</i>	1	1	2	3	4	1	12
白尾鵯	<i>Cinclidium leucurum</i>	0	0	0	1	1	0	2
栗背林鵯	<i>Erithacus johnstoniae</i>	0	1	0	0	0	1	2
白腹鵯	<i>Turdus pallidus</i>	2	0	0	0	0	0	2
紋翼畫眉	<i>Actinodura morrisoniana</i>	0	0	0	0	2	0	2
灰頭花翼	<i>Alcippe cinereiceps</i>	5	15	2	0	6	4	32
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	17	27	20	30	10	10	114
金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	5	0	0	2	3	1	11
白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	0	0	0	2	3	0	5
數鳥	<i>Liocichla steerii</i>	0	0	0	5	7	0	12
鱗胸鷓鴣	<i>Pnoepyga pusilla</i>	4	3	2	1	1	1	12
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	1	2	2	6	2	0	13
冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	0	0	30	10	5	23	68
棕面鶯	<i>Abroscopus albogularis</i>	1	4	5	3	4	3	20
深山鶯	<i>Cettia acanthizoides</i>	1	0	1	2	1	1	6
小鶯	<i>Cettia fortipes</i>	0	0	0	0	1	0	1
黃腹琉璃	<i>Niltava vivida</i>	0	0	1	1	1	0	3
紅尾鶯	<i>Muscicapa ferruginea</i>	0	0	0	3	1	0	4
煤山雀	<i>Parus ater</i>	2	0	3	3	4	1	13
青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	3	0	0	1	3	1	8
茶腹鳴	<i>Sitta europaea</i>	1	2	0	0	2	0	5
紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>	0	0	0	0	2	1	3
褐鶯	<i>Pyrrhula nipalensis</i>	0	0	1	0	0	0	1
巨嘴鴉	<i>Corvus macrorhynchos</i>	4	0	0	0	0	0	4
星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	1	0	0	0	0	0	1
總隻數		64	55	69	75	63	48	374
總種數		16	8	11	16	20	12	28

表2 1998年11月至1999年9月棲蘭山地區經枯立倒木整理樣區之鳥類相調查結果

Table 2 Avian fauna of sampling area with snags and logs removal in ChiLan, November 1998-September 1999

中名	學名	98/11	99/1	99/3	99/5	99/7	99/9	總隻次
灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>	0	0	0	3	0	0	3
鷹鵒	<i>Cuculus sparverioides</i>	0	0	0	1	0	0	1
大赤啄木	<i>Dendrocopos leucotos</i>	1	0	1	3	3	2	10
綠啄木	<i>Picus canus</i>	0	0	1	1	0	1	3
小翼鸚	<i>Brachypteryx montana</i>	0	0	1	2	0	0	3
栗背林鴿	<i>Erithacus johnstoniae</i>	1	0	0	0	0	0	1
灰頭花翼	<i>Alcippe cinereiceps</i>	6	0	0	0	0	0	6
繡眼畫眉	<i>Alcippe morrisonia</i>	15	16	0	0	0	0	31
金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	7	2	2	1	3	3	18
白耳畫眉	<i>Heterophasia auricularis</i>	2	2	0	6	4	1	15
數鳥	<i>Liocichla steerii</i>	1	0	0	9	8	4	22
鱗胸鷓鴣	<i>Pnoepyga pusilla</i>	7	6	3	4	6	4	30
山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	1	3	0	1	2	1	8
冠羽畫眉	<i>Yuhina brunneiceps</i>	0	0	10	5	5	10	30
棕面鶯	<i>Abroscopus albogularis</i>	1	2	9	5	4	2	23
台灣叢樹鶯	<i>Bradypterus alishanensis</i>	0	0	3	4	1	1	9
火冠戴菊鳥	<i>Regulus goodfellowi</i>	3	0	0	0	0	0	3
黃腹琉璃	<i>Niltava vivida</i>	0	0	0	1	1	0	2
紅尾鶇	<i>Muscicapa ferruginea</i>	0	0	0	3	2	0	5
紅頭山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	4	0	0	0	0	0	4
煤山雀	<i>Parus ater</i>	0	0	3	1	3	2	9
青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	0	0	3	3	3	1	10
茶腹鳴	<i>Sitta europaea</i>	2	2	2	0	0	2	8
紅胸啄花鳥	<i>Dicaeum ignipectus</i>	0	0	0	1	1	0	2
星鴉	<i>Nucifraga caryocatactes</i>	0	0	0	0	1	0	1
總隻數		51	33	38	54	47	34	257
總種數		13	7	11	18	15	13	25

0.05)，但如果去掉出現隻次少於 5 的鳥種之後，則在兩樣區之間並無顯著差異 ( $R = 0.398$ ,  $p > 0.05$ )。進一步分析此兩樣區在繁殖季和非繁殖季之間鳥類群聚的差異，發現在統計上皆無顯著差異 ( $R=0.37$ ,  $0.593$ ,  $p > 0.05$ )。基本上，兩樣區鳥種數之差異並不明顯，而在出現鳥種之組成上則有差異，其中較偏好未整理樣區的種類有小翼鶉、白尾鶉、灰頭花翼、繡眼畫眉及深山鶯，而較偏好整理樣區的鳥種有大赤啄木、綠啄木及台灣叢樹鶯。

#### IV、結論

若以出現鳥類種數來看，於未整理與整理之兩樣區所紀錄之鳥種數並無明顯的差別，但是我們依丁宗蘇（1993）將鳥類分別歸入不同的生態同功群，則可看出兩樣區間的差異，偏好未整理樣區的 5 種鳥，其物種之生態同功群屬地面蟲食者（小翼鶉及白尾鶉）及灌叢蟲食者（灰頭花翼、繡眼畫眉及深山鶯），平時皆活動於森林中下層，生性較隱密。經整理之樣區在移除枯倒木、整地、補植、除草等撫育過程中，森林之中下層植物數量銳減，與未經整理樣區繁茂之地表及灌木叢形成明顯的差別（陳子英、個人通訊）。由此可間接反應出此物種上的差異，應與整理事業造成下層植被破壞與食物組成改變有密切相關。

依照我們的假設，兩樣區在植群結構上的差異主要為中下層之灌木及地被，而上層的影響則較少，結果也顯示生態同功群屬樹木蟲食者（如冠羽畫眉、白耳畫眉、棕面鶯及山雀科等），對兩樣區的偏好則沒有差異。偏好整理樣區的台灣叢樹鶯雖也屬灌叢蟲食者，但其對棲地偏好為演替較早期的開闊地，亦符合我們的假設。而屬樹幹啄木者之大赤啄木及綠啄木則與一般想法不同，反而偏好經整理的樣區，可能與扮演生活史中重要角色的樹洞分布及食物量有關。因為檜木和扁柏的材質腐朽不易，因此其枯木要能成為提供築巢樹洞或甲蟲等入侵產卵，而成為啄木鳥重要的生活史資源上看

來，可能並非扮演絕對重要的角色，夾雜在檜木林內的其他樹種或許對啄木鳥而言才是其重要之築巢與覓食來源。因此我們推測在枯立倒木的整理事業過程中，整地架索以及移除的工作有可能造成了其他非檜木的生立木受傷或死亡，因而增加了啄木鳥的資源，在整理過後的林地內造成的孔隙，或許也有助於啄木鳥在密林間的移動。然而究竟是何原因造成在枯立倒木整理過後的林地內有較穩定的啄木鳥族群，仍有待進一步對其生活史的觀察與研究才能有較深入的了解。

本區地處台灣之中海拔山地，但在研究期間仍紀錄到不少高海拔鳥種如煤山雀、火冠戴菊鳥、星鴉等，且整年均有出現，並有數種有繁殖記錄，並非隨季節變化而遷降之族群，此現象為本研究區鳥類在組成上之重要特色；由於煤山雀、火冠戴菊鳥等常喜好在針葉樹種上活動覓食，初步推測與本研究區獨特之氣候環境與以針葉樹種為優勢植群有關，唯詳細原因尚需進一步的研究。在此區另外一項鳥類的特色則為包括了台灣地區的 3 種啄木鳥，在此研究中紀錄有大赤啄木及綠啄木 2 種，在中華民國野鳥學會鳥類資料庫則還有小啄木 (*Dendrocopos canicapillus*)，其中大赤啄木及綠啄木之族群在此區皆很穩定。此外，組成鳥種中多以留鳥為主，畫眉科鳥類繁殖季節悅耳而富變化的叫聲不絕於耳，為台灣中海拔山區典型的鳥況。本研究區之鳥類不僅種類繁多，且有許多保育類鳥種。依照中華鳥會推行的鳥類重要棲地 (Important Bird Areas, IBA) 之 A2 準則 (多於 7 種之特有種鳥類)，此地亦符合劃設為鳥類重要棲地之標準，由此可見本研究區森林生態環境對鳥類之重要性，是非常值得重視的一項資源。

研究調查中顯示鳥種數及隻數在 4-7 月有一高峰，其增加的種類皆為留鳥，推測與繁殖季節鳥類鳴唱及求偶活動較頻繁，且察覺度增加有關。另外在中華民國野鳥學會鳥類資料庫的記錄中，在此區僅發現一種過境鳥毛足鶯 (*Buteo lagopus*)；而鳥類種數及隻數並未有

春秋兩次過境期的高峰，則可能與調查時間與頻度不足有關。

我們的研究結果認為枯立倒木的整理移除作業確實對鳥類活動分布造成影響，但是此影響並非完全破壞了鳥類的棲地，而是改變了棲地上的鳥種組成。森林生態系經營的目標依據不同林區之特性而不同：一些原始天然林或許其經營之目標會較著重在維護生物多樣性，國土保安等方向；而人造林或高經濟價值的天然林之經營方針則可能需兼顧林產及整體健全生態系統的運作，且雖然人造林並不能完全取代森林的功能，但是仍能提供適合的棲地給一些不是僅仰賴天然林的野生動物 (Reitsma et al. 2001)；方便到達，具有觀光遊憩潛力的森林，其著重的目標或可為增加不破壞性的森林遊樂發展。因此就此棲蘭山的檜木林而言，未整理和不同年份整理的林地如能以鑲嵌式的方式交錯配置，在大尺度地景的多樣化之下，對整體野生動物之生物歧異度不見得有負面的影響 (袁孝維, 2002)，因為不同的物種對生態棲位的需求亦不盡相同 (袁孝維, 2001)，反而是在不同棲地條件下各自有其適應的物種群聚組成。

由於實驗組僅為一 9 年前整理過的樣區，因此仍有許多問題待釐清，例如不同作業時間及強度對植群社會結構的改變及對鳥種組成的影響、植物社會歷經時間自然演替後鳥種是否會回復、回復的狀況為何、食物種類改變及食物網結構變化對生態系各物種的影響 (尤其是食物鏈高層的大型動物、猛禽)、以及枯立倒木對其他非鳥類的野生動物之功用與移除後的影響等問題，都應做持續且長時間的追蹤與監測 (袁孝維、謝欣怡, 2003)。我們建議未來應選擇不同處理時間過後之數個研究地做進一步的野生動物調查，以空間換取時間，了解不同處理時間及強度之森林環境承載量及回復能力，再進行評估整理移除作業對野生動物，特別是鳥類群聚所造成的影響，以及干擾強度的限制等，以期符合森林生態系經營的原則，兼顧林木生產及生物多樣性的維護。

## V、致謝

本研究得以順利進行要特別感謝榮民森林保育事業管理處在研究工作上的協助，台大森林資源暨環境的學生們在野外資料上的收集以及謝欣怡在數據上的分析，台大漁業生物試驗所莊鈴川技士協助以 Primer v5 軟體之資料分析，兩位審查委員之細心斧正，僅在此一併致謝。

## VI、引用文獻

- 丁宗蘇 (1993) 玉山地區成熟林之鳥類群聚生態。國立台灣大學動物所碩士論文。台北。
- 袁孝維 (2001) 南投縣沙里仙自然教育中心預定地鳥類對棲地之利用。台大實驗林研究報告 15(4)：237-247。
- 袁孝維 (2002) 溪頭鳳凰山森林生態系經營鳥類相監測。中華林學季刊 35(2)：201-211。
- 袁孝維、謝欣怡 (2003) 全民造林計畫鳥類相監測。台大實驗林研究報告 17(3)：133-140。
- 楊寶霖 (1962) 檜木腐朽及瑕疵之觀察。台灣省農林航空測量隊叢刊第七號。
- 郭寶章、詹明勳 (1993) 台灣天然檜木林之衰枯問題與保育策略。現代育林 9：58-64。
- 詹明勳 (1994) 棲蘭林區檜木天然林枯立木倒木之發生與林木及環境之關係。國立台灣大學森林研究所。碩士論文。
- Clarke, K. R., and R. M. Warwick (1994) Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- Conner, R. N., S. D. Jones, and G. D. Jones (1994) Snag condition and woodpecker foraging ecology in a bottomland hardwood forest. *Wilson Bull.* 106: 242-257.
- Corn, J. G. and M. G. Raphael (1992) Habitat characteristics at marten subnivian access

- sites. *J. Wildl. Manage.* 56: 442-448.
- Conway, C. J. and T. E. Martin (1993) Habitat suitability for Williamson's sapsuckers in mixed-conifer forests. *J. Wildl. Manage.* 57: 322-328.
- Glinski, R. L., T. G. Grubbb, and L. A. Forbis (1983) Snag use by selected raptors. Pages 130-133. In Davis et al. Snag habitat management. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RM-99.
- Hunter, M. L., Jr. (1990) *Wildlife, forests, and forestry*. Regents/Prentice Hall. New Jersey.
- Lundquist, R. W. and J. M. Mariani (1991) Nesting habitat and abundance of sang-dependent birds in the southern Washington Cascade Range. U. S. Forest Service Gen. Tech. Report PNW 285: 221-240.
- Patton, D. R. (1992) *Wildlife habitat relationships in forested ecosystems*. Timber Press. Portland, Oregon.
- Reitsma, R., J. D. Parrish, and W. McLarney (2001) The role of cacao plantations in maintaining forest avian diversity in southeastern Costa Rica. *Agroforestry Systems* 53: 185-193.
- Thomas, J. W. (ed.) (1979) *Wildlife habitats in managed forests: the Blue Mountains of Oregon and Washington*. USDA Forest Service Agricultural Handbook No. 553. Washington, D.C.
- Thomas, J. W., R. J. Miller, C. Masser, R. G. Anderson, and B. E. Carter (1979) Plant communities and successional stages. Pages 22-39. In Thomas (ed.). *Wildlife habitats in managed forests: the Blue Mountains of Oregon and Washington*. USDA Forest Service Agricultural Handbook No. 553. Washington, D.C.