

雪霸國家公園觀霧地區利用巢箱
鳥類繁殖生態監測 II

雪霸國家公園管理處自行研究報告

中華民國 100 年 12 月

100301020500G2001

雪霸國家公園觀霧地區利用巢箱 鳥類繁殖生態監測 II

研究人員：蕭明堂

協同人員：蔣功國、許詩涵、莊美真、
林貞妤、

雪霸國家公園管理處自行研究報告

中華民國 100 年 12 月

致謝

2011 年的最後一天下午終於完成這份報告，在歲末年終之際，分外覺得感恩。這份報告能完成，歸功於雪霸處長官林處長青、陳前處長茂春、鍾副處長銘山、楊前秘書金臻等的大力支持，鼓勵同仁自行研究，讓我在公餘之外能一窺山林間的小鳥，享受挖掘不完的驚奇；另外，感謝保育課于課長淑芬在這整個研究期間持續的鼓勵，感謝課內同仁潘技士振彰、宋解說員宜玲在工作上的協助，也謝謝觀霧管理站陳主任振達、彭解說員文禮及警察隊同仁於現場食宿的照顧。

在野外調查工作上，特別感謝蔣功國、林貞妤、許詩涵等的協助，在今年繁殖季期間，同時卡了結婚、購屋及博士班進修等大事，分身乏術之際，若不是因為你們的幫忙，一定沒有現在的成果。也感謝中華鳥會繫放中心提供的鋁環，透過上環的標記，而有不少新的發現。最要謝謝的是在過去從碩士研究至今，長達八年的研究期間，持續陪伴我、鼓勵我的美真，在今年終於能結婚，這是最重要最重要的。謝謝妳一路的支持，在今年結婚、研究、學業及工作等事情互相排擠下，數不清的包容、幫忙與安慰。

觀霧巢箱監測計畫至今已累積第三年資料，相較於國外能持續累積 20—30 年資料並探討氣候變遷議題，現階段的成果真的是小巫見大巫。觀霧巢箱計畫第一年為臺師大王穎教授協助執行，自己實際接手才二年，儘管是自己熟悉的材料與方法，每逢繁殖季前，總不斷地憂慮調查人手來源及上山天氣等問題，並在慌忙、緊張及憂慮中度過，儘管如此，在繁殖季末享受的資料分析結果時，就如同小朋友打開禮物般，有著說不出的興奮與驚奇。在過去碩士研究中許多的小疑問，都隨著持續的研究進行而一一獲得解答，雖然未知明年執行的人力如何，但對於今年計畫的完成仍然相當感恩，一日的難處一日當，感謝 神的保守今年的工作，讓我能一窺造物的奇妙。

最後，很感謝也很抱歉，這些非常不情願被打擾的可愛小小鳥們。也謝謝你們和我分享了你們的世界，讚嘆創造的奇妙。

目次

表次	II
圖次	III
摘要	V
Abstract	VIII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究方法	3
第二章 研究結果	7
第一節 觀霧地區氣候之變遷	7
第二節 2009–2011 年鳥類繁殖參數及時間分布	11
第三節 2009–2011 年鳥類繁殖與氣溫關連	18
第四節 2009–2011 年巢箱被利用率	21
第五節 2009–2011 年繁殖個體繫放	23
第三章 討論	27
第一節 2009–2011 年鳥類繁殖情形比較	27
第二節 觀霧地區氣候變遷與鳥類繁殖動態推估	28
第三節 繁殖成敗與潛在掠食者	29
第四節 成鳥棲地忠誠度與雛鳥播遷	30
第四章 結論與建議	31
第一節 結論	31
第二節 建議	32
附錄一 觀霧地區利用巢箱鳥類及其他物種影像	33
參考書目	39

表次

表 2-1	2009-2011 年觀霧地區利用巢箱之青背山雀繁殖參數及日期	14
表 2-2	2009-2011 年觀霧地區利用巢箱之青背山雀繁殖成功率	14
表 2-3	2009-2011 年觀霧地區利用巢箱之棕面鶯繁殖參數及日期	17
表 2-4	2009-2011 年觀霧地區利用巢箱之棕面鶯繁殖成功率	17
表 2-5	2009-2011 年觀霧地區觀霧地區青背山雀繁殖配對關係	23

圖次

- 圖 1-1 雪霸國家公園觀霧地區(a)柳杉林樣區及(b)步道樣區現況 3
- 圖 1-2 雪霸國家公園觀霧地區鳥巢箱樣區之地理位置 4
- 圖 2-1 C0E410 測站(a)各季均溫、(b)每日最高溫及(c)最低溫於各年變化 8
- 圖 2-2 C0E410 測站(a)各季高低溫差、(b)早春高溫總和及(c)其與最高溫迴歸 9
- 圖 2-3 C0E410 測站(a)全年總降水量及(b)各季不同程度降水日數於各年變化 10
- 圖 2-4 2009-2011 年觀霧地區(a)山雀科鳥類利用之苔蘚巢材及(b)棕面鶯利用之枯葉芒草巢材於時間軸之分布 12
- 圖 2-5 (a)2009 年、(b)2010 年及(c)2011 年觀霧地區利用巢箱之青背山雀卵數及雛數分布 13
- 圖 2-6 (a)2009、(b)2010 及(c)2011 年觀霧地區利用巢箱之棕面鶯卵數及雛數分布 16
- 圖 2-7 C0D550 測站於各年繁殖季前冬季至該年秋季期間各星期(a)均溫及(b)累積降水量 19
- 圖 2-8 (a)青背山雀及(b)棕面鶯於最早繁殖巢之產卵日及第一波繁殖期平均產卵日對早春最高溫總和之迴歸 20
- 圖 2-9 2009-2011 年觀霧地區巢箱被山雀科(a)及棕面鶯(b)利用情形 22

圖 2-10 2009-2011 年觀霧地區青背山雀雛鳥於育雛期(a)
體重及(b)跗趾長之變化 24

圖 2-11 2009-2011 年觀霧地區棕面鶯雛鳥於育雛期體重
(a)及(b)跗趾長之變化 25

摘 要

關鍵詞：山雀、巢箱、棕面鶯、繁殖生物學、觀霧

一、研究緣起

觀霧地區位於臺灣中海拔霧林帶，霧林帶生態系為易受氣候變遷影響的敏感生態系之一，是以長期計畫性監測觀霧地區的生物間及生物與環境間的關連，有其必要。鳥類為森林生態系的初級或次級消費者，其對於溫度的反應較植物快速、易偵測變化，且較哺乳動物容易觀察，較昆蟲及其他無脊椎動物易於分類，適合作為長期監測的物種。本研究沿用王穎(2009)及蕭明堂(2010)於觀霧地區設置的巢箱，進行繁殖鳥類監測，以瞭解鳥類繁殖的年間變異與氣候因子之關連，並且檢視中央氣象局在觀霧地區所設置氣象測站之資料，以瞭解過去 20 年觀霧地區的氣候變遷，並推估其對鳥類繁殖的可能影響。

二、研究方法及過程

在鳥巢箱繁殖監測上，於繁殖季前每兩星期巡巢乙次，於 4-7 月繁殖季期間，則維持每星期至少乙次之巡巢頻率，巡巢時記錄鳥巢繁殖階段、雛鳥孵出及離巢時間、卵數及雛數等繁殖參數，推估雌鳥產卵日及雛鳥孵化日，並輔以彩色小型監視器架設與錄影，以 Mayfield 法計算鳥巢繁殖成功率。另外，針對利用巢箱繁殖的成鳥與離巢前雛鳥進行繫放工作。

氣象資料分析方面，在 2009 至 2011 年早春溫度與繁殖時間的比較，採用中央氣象局 C0D550 測站資料，計算各年早春每日最高溫總和，計算起迄日期自 3 月 1 日起至 5 月 15 日止，並與鳥類繁殖時間相關連；在長時間尺度的氣象資料檢視上，則採用中央氣象局於 1987 年至 2007 年設置之 C0E410 測站所記錄之氣象資料，劃分為春季 3-5 月，夏季 6-8 月，秋季 9-11 月及冬季 12 月-2 月，計算各季均溫、平均每日最高溫、最低溫、高低溫差、總降水量及降水日數等項目，並檢視年間變異。

三、重要發現

於 2011 年繁殖季共記錄 20 巢青背山雀(*Parus monticolus*)、2 巢煤山雀(*P. ater*)及 20 巢棕面鶯(*Abroscopus albogularis*)利用巢箱繁殖。繁殖巢數較多的青背山雀與棕面鶯於 2009 至 2011 年間，產卵時間的早晚與早春溫度成負相關，由此可知，此二種分布廣泛，且能敏感反映年間氣候變化的森林小型雀形目鳥種，可做為觀霧地區監測物候變化的指標物種。另一方面，檢視長時間尺度的氣象資料發現，於 1987 至 2007 年間，秋季及冬季的平均溫度有逐漸上升的趨勢，而各季的日夜溫差則逐漸減少，顯示觀霧地區的溫度逐漸趨向一致而無變化，此趨勢與前人檢視全島平地氣象測站結果相似，溫度的上升可能降低相對濕度及減少霧的發生，為此有必要加強觀霧地區氣候敏感物種進行調查。另外，早春最高溫總和受春季每日最高溫的影響，於 1990 至 2007 年間呈現減低的趨勢，推測若受此趨勢影響，在過去 20 年間鳥類繁殖時間為逐漸延後，然此推論有待日後持續監測確認。

透過繁殖個體的繫放工作得知，青背山雀成鳥在不同年間呈現棲地的忠實性，而本年度回收 2 隻去年離巢的新生個體，新生族群播遷離開繁殖出生地，雌性播遷的距離(1508 公尺)遠於雄性(505 公尺)，播遷的新生個體都是過往在巢體重較重的雛鳥，且隔年即可參與繁殖。另外，本年度在巢箱中發現條紋松鼠(*Tamiops maritimus formosanus*)、高山白腹鼠(*Niviventer culturatus*)及艾氏樹蛙(*Kurixalus eiffingeri*)於巢箱中，前二者可能為繁殖鳥類的潛在掠食者。

四、主要建議事項

建議一：立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

本年度監測觀霧地區鳥類利用巢箱的繁殖，調查成果及影音照片可轉化為科普文章，以電子報或網頁等形式提供解說教育使用，增加民眾對於觀霧地區豐富多樣的生態資源。

建議二：立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

鳥巢箱為監測鳥類繁殖的有效工具，透過對分布廣泛且能敏感反映年間氣候變化的森林小型鳥類持續進行監測，並輔以氣象資料的記錄，可做為觀霧地區物候變化的監測指標。目前三年的監測結果已發現鳥類繁殖與早春溫度兩者相互關連，對於鳥類繁殖動態與氣象因子於年間的變化趨勢，以及極端降水事件對繁殖鳥類的影響，仍須未來持續執行監測工作，累積足夠的長期資料後，方能提供更進一步資訊。

Abstract

Key word: Breeding biology, GuanWu, Nestbox, Rufous-faced Warbler, Tit

We investigated the breeding activity of secondary cavity nesting passerines using nestboxes on three *Cryptomeria* plantations, one trails and one natural forest at GuanWu, 2009–2011. From the beginning of April to the end of July, we checked nestboxes weekly and recorded the content of nestboxes and activities of birds. Twenty Green-backed Tit (*Parus monticolus*) nests, two Coal Tit (*P. ater*) nests and twenty Rufous-faced Warbler (*Abroscopus albogularis*) nests were recorded throughout the 2011 breeding season. Comparisons of breeding data with previous studies revealed that the timing of egg-laying of the Green-backed Tits and Rufous-faced Warblers was related linearly to the warmth sum, an index of spring warmth. Moreover, Green-backed Tits are more sensitive to spring warmth than Rufous-faced Warblers.

We also analyzed a long-term weather data set, collected between 1987 and 2007 from Central Weather Bureau C0E410 station at GuanWu. We found positive trends in fall temperature (average of September–November) and winter temperature (average of December–February) for the last 20 year. Moreover, asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature caused a decrease in diurnal temperature range during four seasons. Those implied that both diurnal and seasonal variations in temperature are decreasing at GuanWu. In addition, we also found the warmth sum tended to decrease from 1990 to 2007, which was highly correlated to the decline of maximum temperature in spring. We suggested that Green-backed Tits and Rufous-faced Warblers might tend to breed later as the spring temperature decline.

From the bird banding data, we found site fidelity of Green-backed Tits. Adults prefer to use the same habitat between different years or between successive breeding attempts within one year. Moreover, we found two cases of fledgling dispersal and

local recruitment in Green-backed Tit. One male and one female fledging in 2010 were found nesting in the study area in 2011. The dispersal distance for male and female fledgling is 505 and 1508 m. Our study provided more detail data about the breeding biology of small passerines in Taiwan.

We provided two suggestions for further work. First, some interesting information from our results and videos could be extracted, and transformed into education materials to introduce the biodiversity of GuanWu area. Second, long-term monitoring of nestbox was needed to clarify the phenology of birds.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起及背景

全球氣候變遷的議題在近年持續受到各界的關注，由於氣候變遷可能直接影響生態棲位狹窄的特化種，如臺灣櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)和觀霧山椒魚(*Hynobius fuca*)等，壓縮其生存範圍，或對敏感生態系如高山、濕地等環境造成整體的威脅，因而氣候變遷的相關研究成為近年研究工作的焦點。而在探討大尺度的氣候變遷議題上，往往需要長時間軸的資料累積，凸顯了以保育研究為核心的國家公園，在地監測的重要，在地監測的證據將可提供國家公園面對氣候變遷的挑戰下，相關決策作為的參考資料。雪霸國家公園為臺灣第三座山岳型國家公園，座落於臺灣中北部山區，以冰河地形的雪山山脈、獨特山型的大霸尖山及珍稀的冰河子遺生物而著名，轄區內的觀霧地區位在中海拔霧林帶，具有獨特的天氣型態，雲霧之水平降水占總降水量之三分之一(林博雄，2009)，蘊含多種特稀有的動植物。由於氣候變遷可能帶來的影響包括中海拔雲霧帶的抬升或壓縮，是以長期計畫性監測此區生物的物候學為當務之急。

鳥類為森林生態系的初級或次級消費者，其對於溫度的反應較植物快速、易偵測變化，且較哺乳動物容易觀察，又較昆蟲及其他無脊椎動物易於分類，因而適合作為長期監測的物種。而鳥類的繁殖及遷移行為，更因標的明確，常被作為衡量氣候變遷對物種影響的標的，例如：在過去 25 年間，北美的 20 多種鳥類繁殖時間平均提早 8.8 天，與全球氣溫增加有關(Crick *et al.*, 1997)。另一篇研究則指出，於 1987 至 2003 年間，氣候變遷已造成歐洲斑姬鶉(*Ficedula hypoleuca*)的遷移時間改變，並進一步導致其繁殖時間於食物資源高峰錯位，因而族群大量減少(Both *et al.* 2006)。在國內的鳥類研究發現，氣候變遷可能已造成中高海拔鳥類分布的改變，孫元勳(2010)及林惠珊等(2011)檢視近年(2010–2011 年)的雪山調查資料與日據時期(1925–1933 年)鹿野忠雄的研究、1989 年國家公園成立先期的調查及 1996 年的步道調查資料等文獻，透過與早期文獻比較物種的海拔分布，發現在雪山地區常見的 40 幾種留鳥，有 67–74% 比例的鳥種其分布海拔上限有往上提升的趨勢，而有 75–100% 的鳥種其海拔下限也出現抬升的現象，另外在玉山國

家公園也同樣發現多種鳥種海拔分布上移的情形(李培芬, 2009)。這些研究雖然提出大尺度的整體鳥類變化,不過對於更細節的部分,例如鳥類族群的消長變化、與其他食物網間各物種的關係,有無時間尺度的錯位等問題,則需仰賴其他面向如繁殖生物學的監測等研究來得知。

然而在繁殖生物學的研究上,天然鳥巢搜尋不易,加上野外棲地因子異質性高,常造成資料收集與分析上的困難,是以選擇在均質環境(人工林)架設人工鳥巢箱為一可行作法。國內的奧萬大森林遊樂區已進行人工鳥巢箱監測逾多年(2002~2010),監測資料顯示不同年間的溫度及雨量會影響利用巢箱繁殖鳥類之棕面鶯(*Abroscopus albogularis*)及青背山雀(*Parus monticolus*)的繁殖表現,包括產卵時間、窩卵數及繁殖成功(姚正得, 2009b, c; 2010a, b);另於太魯閣國家公園關原地區所設置鳥巢箱的監測中亦發現,在早春溫度較為溫暖的 2005 年,茶腹鴉(*Sitta europaea*)及山雀科鳥類的築巢、產卵時間均有較為提早之趨勢(蕭明堂等, 2008a)。雪霸國家公園於 2009 年辦理「觀霧地區鳥類資源調查暨鳥巢箱設置」計畫,已完成設置 90 處巢箱(王穎, 2009),並成功吸引青背山雀及棕面鶯二鳥種利用巢箱繁殖。在 2010 年的延續計畫,除了新增黃山雀(*P. holsti*)及煤山雀(*P. ater*)的利用紀錄外,也證實繁殖雛鳥的食物需求高峰與當地鱗翅目幼蟲生物量最高的時期互相吻合(蕭明堂, 2010)。本研究主要工作目標有二,第一、沿用王穎(2009)及蕭明堂(2010)所設置的巢箱樣區持續進行繁殖監測,同時利用自動監測設備記錄巢箱中的鳥類繁殖行為,補足人為觀察的限制,並提供解說影音素材;第二、檢視中央氣象局於觀霧地區設置之氣象測站資料,以瞭解觀霧地區長時間尺度的氣候變遷,並推估其對鳥類的可能影響。

第二節 研究方法

一、研究地點

研究地點在觀霧地區，位於新竹縣五峰鄉與苗栗縣泰安鄉之交界，海拔約1900–2100公尺。林相係以人工林與天然林交替鑲嵌組成，人工林主要為日據時期伐木活動干擾，而於民國45–65年間國內大面積造林所植，造林樹種以柳杉(*Cryptomeria japonica*)為主，而天然林相則以中海拔闊葉林及針闊混合林為主，植群組成包括紅檜、扁柏等(歐辰雄，1997)。

本研究沿用王穎(2009)及蕭明堂(2010)於三處柳杉人工林及一處遊憩步道(賞鳥步道)所設置之巢箱，柳杉人工林的巢箱配置為各樣區設置30個巢箱，共計90個，採方格狀配置；賞鳥步道的巢箱則沿步道兩旁呈帶狀配置，共計15個。另外，本年度於4月繁殖季開始前，在觀霧山椒魚復育棲地後方天然闊葉林新增30個巢箱。所有巢箱的設置間距都維持10–15公尺，設置高度為3公尺，洞口直徑為3公分，巢箱底面積為11×11平方公分，以小型雀形目為目標鳥種。

依據李培芬(2003)以農林航空測量所的正射影像圖配合土地利用類型圖及現場探勘針對本區進行的棲地類型分類，本研究設立巢箱之人工林樣區(圖1-1a)屬先鋒闊葉林與人工針葉林之混生林(闊葉樹比例27.57%，針葉樹比例：71.62%)，而賞鳥步道樣區(圖1-1b)則屬成熟闊葉林與先鋒闊葉林之混生林(闊葉樹比例97.52–100%，針葉樹比例：1.31%)。樣區相對位置如圖1-2。



圖 1-1、雪霸國家公園觀霧地區(a)柳杉林樣區及(b)步道樣區現況。



圖 1-2、雪霸國家公園觀霧地區鳥巢箱樣區之地理位置。

二、鳥巢箱監測

於繁殖季前每兩星期巡巢乙次，於4月至7月繁殖季則維持每星期至少乙次之巡巢頻率，巡巢時記錄鳥巢繁殖階段、雛鳥孵出及離巢時間、卵數及雛數等繁殖參數。吾人假定雌鳥一天產一枚卵，回推產第一枚卵日(egg laying date)，而以雛鳥體重及生長發育情形，回推雛鳥孵化日(黃正龍，1996、蕭明堂，2006)，並估算鳥巢的繁殖成功率(Mayfield 1961, 1975)。由於在Mayfield法的計算，繁殖起始與結束時間的判定會影響計算結果，是以本研究輔以鳥巢錄影影像來協助判斷繁殖結束日期，在鳥巢繁殖開始與結束的判定上，依據Manolis et al(2000)建議，針對繁殖成功或失敗，但無法判定確切的結束日期之鳥巢，以該次巡巢與前次巡巢的兩次巡巢間之中間日期作為繁殖結束的日期；針對結局不確定的鳥巢，則以最後鳥巢有活動的日期作為繁殖結束日期，以青背山雀孵卵期14天，育雛期21天，棕面鶯孵卵期17天，育雛期16天來進行計算。另外，依據Ricklefs(1967)的指數成長模式來描述雛鳥體重及跗趾長的成長函數：

$$Y(t) = \frac{K}{1 + e^{-r(t-P)}}$$

其中， t 為雛鳥年齡(天)； Y_t 為第 t 天的雛鳥體重， K 為成長曲線漸進線； r 為瞬間成長率，以日為單位， P 為成長函數反曲點(inflexion point)的雛鳥日齡。

在繁殖鳥巢的錄影上，以彩色小型監視器(color charge-coupled-device cameras)錄影記錄巢內親鳥餵食雛鳥的情形，以數位錄影記錄器(Digital Video Recorder, DVR)或手提數位錄影機(Digital Video, DV)儲存資料，連接汽車電瓶作為電源。錄影期間自雛鳥孵出後至離巢止，錄影時段則自上午五時起至下午七時止，錄影資料主要用以輔助確認雛鳥離巢或繁殖失敗的時間點，提高 Mayfield 法估算繁殖成功率的精確度。為增加錄影畫面的辨視，於錄影期間將巢箱蓋置換為透明壓克力板，並在壓克力板上覆蓋上不透明的白色描圖紙或褐色牛皮紙，以避免親鳥或雛鳥直接看到巢外環境。研究測試於雛鳥孵出後進行巢箱蓋的置換及錄影器材的架設並不會造成親鳥的棄巢。

三、資料分析與統計

(一) 巢材變化率與子代數之時間軸變化

為瞭解各鳥種築巢的時間尺度變化，吾人檢視各次巡巢紀錄的照片，比對連續兩次紀錄中巢材量有無增加。針對山雀科鳥類利用之苔蘚巢材與棕面鶯利用之枯葉芒草巢材，分別計算其巢材量增加的巢箱個數，並將其除以有效巢箱數，以巢材變化率(changing rate of nest material)表示，用以檢視各星期巢材變化率於時間軸的變化。另外，將 Mayfield 法所推估各繁殖巢每日的子代數(卵數或雛數)除以總子代數(總卵數)後，按時間軸作圖，並將第一波繁殖期與第二波繁殖期分開作圖，以檢視時間軸上各繁殖階段所占比例之關係(Blondel, 1985)。

(二) 產卵日、孵化日、卵數與雛數

以4月1日作為起始日(Perrins and McCleery 1989)分別計算每一鳥巢的產卵日及孵化日。由於青背山雀及棕面鶯在一個繁殖季中可能繁殖兩窩雛鳥(1年2巢)(蕭明堂等, 2010; 姚正得, 2010b)，故以該年繁殖季中，最早進行繁殖的巢之產卵日為基準，往後30天內皆算為該年第一波繁殖期，而其後進行繁殖的巢則記為第二波繁殖期(van Noordwijk et al. 1995)，分別計算兩波繁殖期中之平均產卵日

與平均雛鳥孵化日，並檢視其變異係數(coefficient of variation, CV)來判斷雌鳥產卵時間、雛鳥孵化時間於不同年中的同步程度。另外，亦比較各鳥種不同波繁殖期，繁殖巢之卵數與雛數差異。

(三) 巢箱繁殖利用程度

為瞭解各鳥種對巢箱利用的程度，將每個有巢材的巢箱依據被利用程度(附錄一)，區分成(1)未完成巢(partial nest)：鳥類僅嘗試性築巢，巢材量未將巢箱底部面積全部鋪滿，(2)已完成巢(complete nest)：巢材量已將巢箱底部面積全部鋪滿，具多層結構；以及最後實際有產卵繁殖的繁殖巢(breeding nest)(蕭明堂等，2008b)，分別計算其所占比例。

(四) 氣象資料

中央氣象局在觀霧地區曾設置過的自動測站分別為C0E410及C0D550，C0E410測站架設位置於觀霧管理站旁，鄰近天然林巢箱設置樣區，海拔2087公尺，經緯度為121°06' 18" E, 24°30' 28" N，監測時期為1987年5月1日起至2007年6月22日止，現已撤銷測站。而C0D550測站位於雪霸農場內，海拔1956公尺，121°06' 58" E, 24°31' 37" N，監測時期為2007年10月起至今。C0E410測站架設海拔高於C0D550測站，平均溫度略低而濕度略高，但兩地在綜觀尺度與中尺度的天氣系統類似(林博雄，2009)，本研究在長時間尺度氣象資料的檢視上，係採用C0E410測站的監測資料，而在鳥巢箱繁殖與氣候因子的年間比較上，則採用2009至2011年期間，C0D550測站資料。

另外，依據2009至2011年研究得知，各年度青背山雀第一波繁殖季的產卵時間介在3月底至5月初，而棕面鶯第一波繁殖季的產卵時間介在4月中旬至5月中旬，是以計算二鳥種產卵前3月1日起至5月15日止每日最高溫總和，定義為早春最高溫總和(Warmth sum)，為各年度早春溫度的指標。早春最高溫總和之計算係參考McCleery and Perrins(1998)，唯考量本地物種現況，計算起迄日為自3月1日起至5月15日止，而非McCleery and Perrins(1998)採用之自3月1日起至5月25日止。檢視各年度早春最溫度總和與鳥類產卵時間之關係，同時亦比較該指標於過往年間的長時間尺度變化，以推估過去觀霧地區鳥類繁殖的可能動態。

第二章 研究結果

第一節 觀霧地區氣候之變遷

為瞭解觀霧地區氣候的變遷及不同季節的可能差異，將中央氣象局 C0E410 測站於 1987 至 2007 年記錄之氣象資料分成春季 3-5 月、夏季 6-8 月、秋季 9-11 月及冬季 12-2 月，並以 1987 年作為線性迴歸自變數“年”之基準(Year:1987=1)，結果顯示秋季及冬季平均溫度(圖 2-1a)在各年間略有上升的趨勢(秋季：Temp.=0.06 Year + 12.69, $R^2=0.20$, $p=0.05$ ；冬季：Temp.=0.07 Year + 6.86, $R^2=0.24$, $p=0.03$)，而春季及夏季平均溫度則無明顯趨勢($R^2<0.2$, $p>0.1$)。另外，於 1987 至 2007 年間，各季之每日最高溫度呈現略微下降之趨勢，線性迴歸斜率均為負值，然僅夏季達統計顯著($R^2=0.19$, $p=0.06$)(圖 2-1b)；相反地，於各年間每日最低溫呈現略微上升趨勢(圖 2-1c)，特別在夏季、秋季及冬季三個時期更為明顯(夏季：Temp.=0.07 Year + 12.17, $R^2=0.62$, $p<0.001$ ；秋季：Temp.=0.15 Year + 8.17, $R^2=0.49$, $p<0.001$ ；冬季：Temp.=0.15 Year + 2.53, $R^2=0.46$, $p=0.001$)，因而每日最高溫與最低溫之溫差在年間呈現明顯減少(各季線性迴歸之 R^2 均大於 0.25, p 值均小於 0.01)(圖 2-2a)。

在早春最高溫總和項目(圖 2-2b)，扣除 1987-1989 年及 1995 年的缺漏資料，於 1990 年至 2007 年間，早春高溫總和略有下降之趨勢(Warmth sum=-6.01 Year + 1318.89, $R^2=0.29$, $p=0.02$)。早春溫度的下降主要受春季最高溫下降的影響(圖 2-2c)，扣除 2005 年的偏離數值後，兩者間達高度相關($R^2=0.89$, $p<0.0001$)。

在降水部分，檢視全年總降水量及降水日數，降水日數之計算係依據中央氣象局 93 年 11 月 25 日修訂之「大雨」及「豪雨」定義，分別計算大雨日數(24 小時累積雨量達 50 毫米以上)、豪雨日數(24 小時累積雨量達 130 毫米以上)、大豪雨日數(24 小時累積雨量達 200 毫米以上)及超大豪雨日數(24 小時累積雨量達 350 毫米以上)。結果顯示在 1990 至 1992 年間及 2004 年至 2006 年期間，全年降水量(圖 2-3a)、大雨日數、豪雨日數、大豪雨日數及超大豪雨日數(圖 2-3b)均高於其他年。以線性迴歸進行檢定，總降水量、大豪雨日數及超大豪雨日數有顯著逐年增加的趨勢(R^2 均大於 0.2, p 值均小於 0.05)。

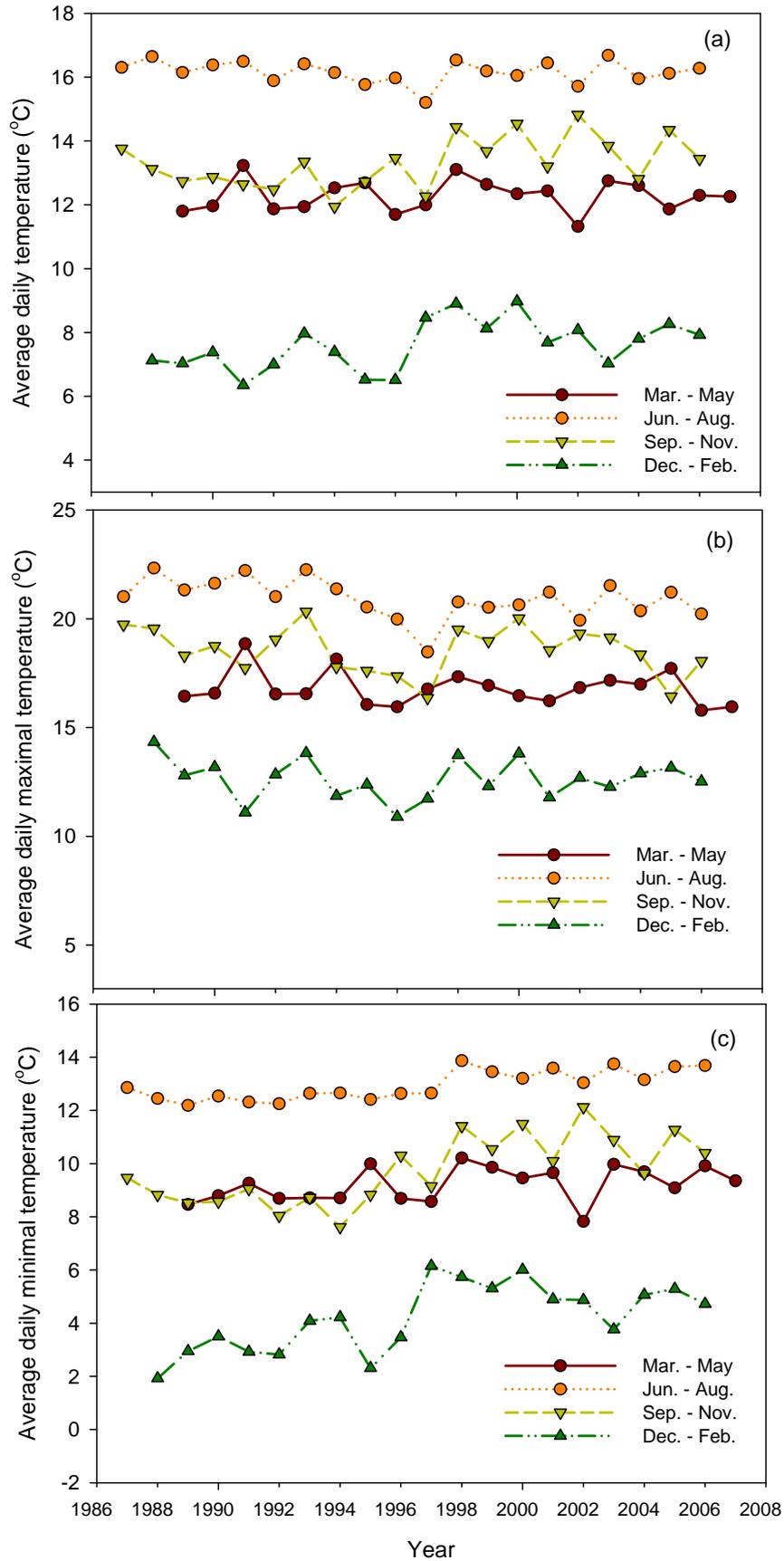


圖 2-1、C0E410 測站(a)各季均溫、(b)每日最高溫及(c)最低溫於各年變化。

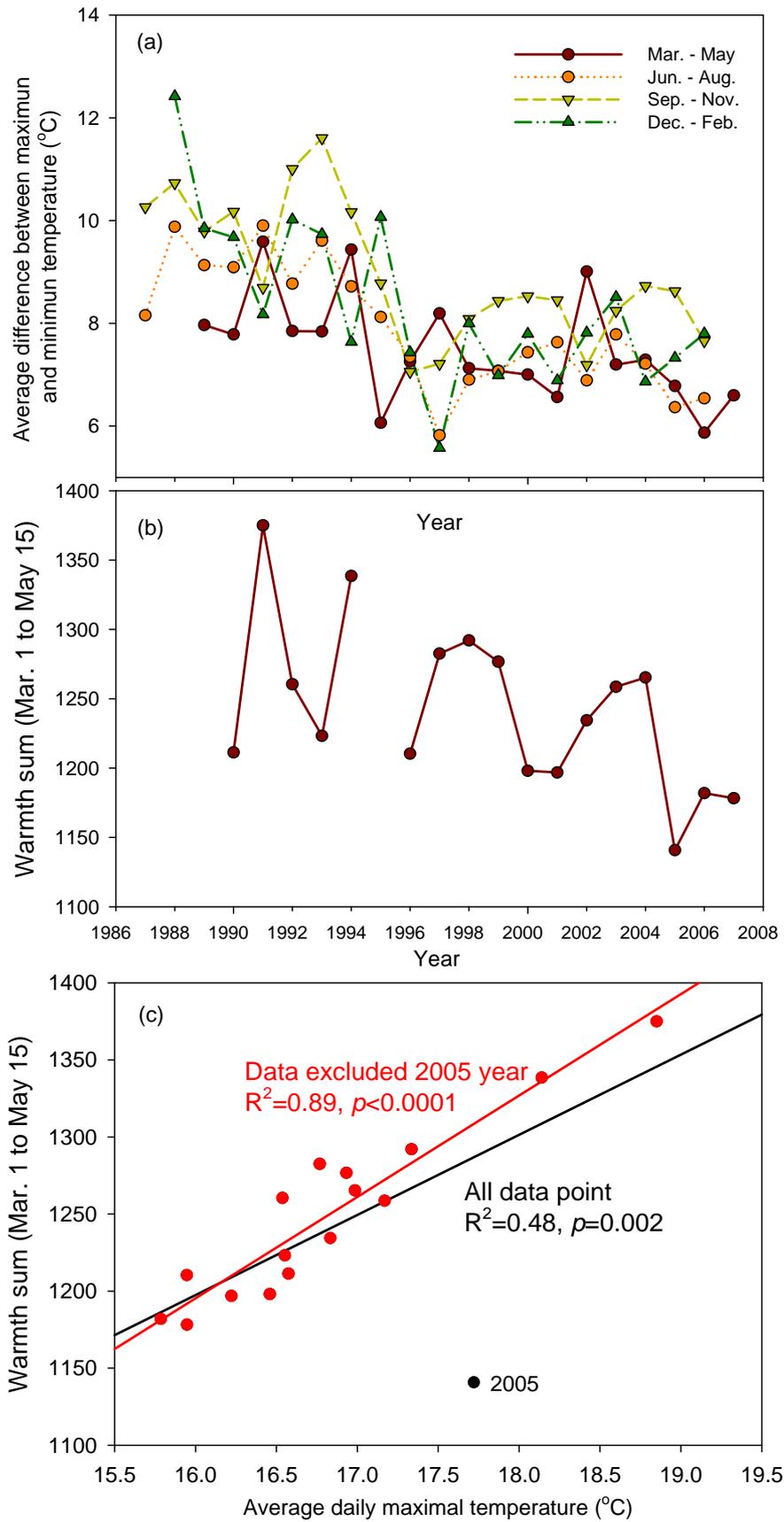


圖 2-2、C0E410 測站(a)各季高低溫差、(b)早春高溫總和及(c)其與最高溫迴歸。

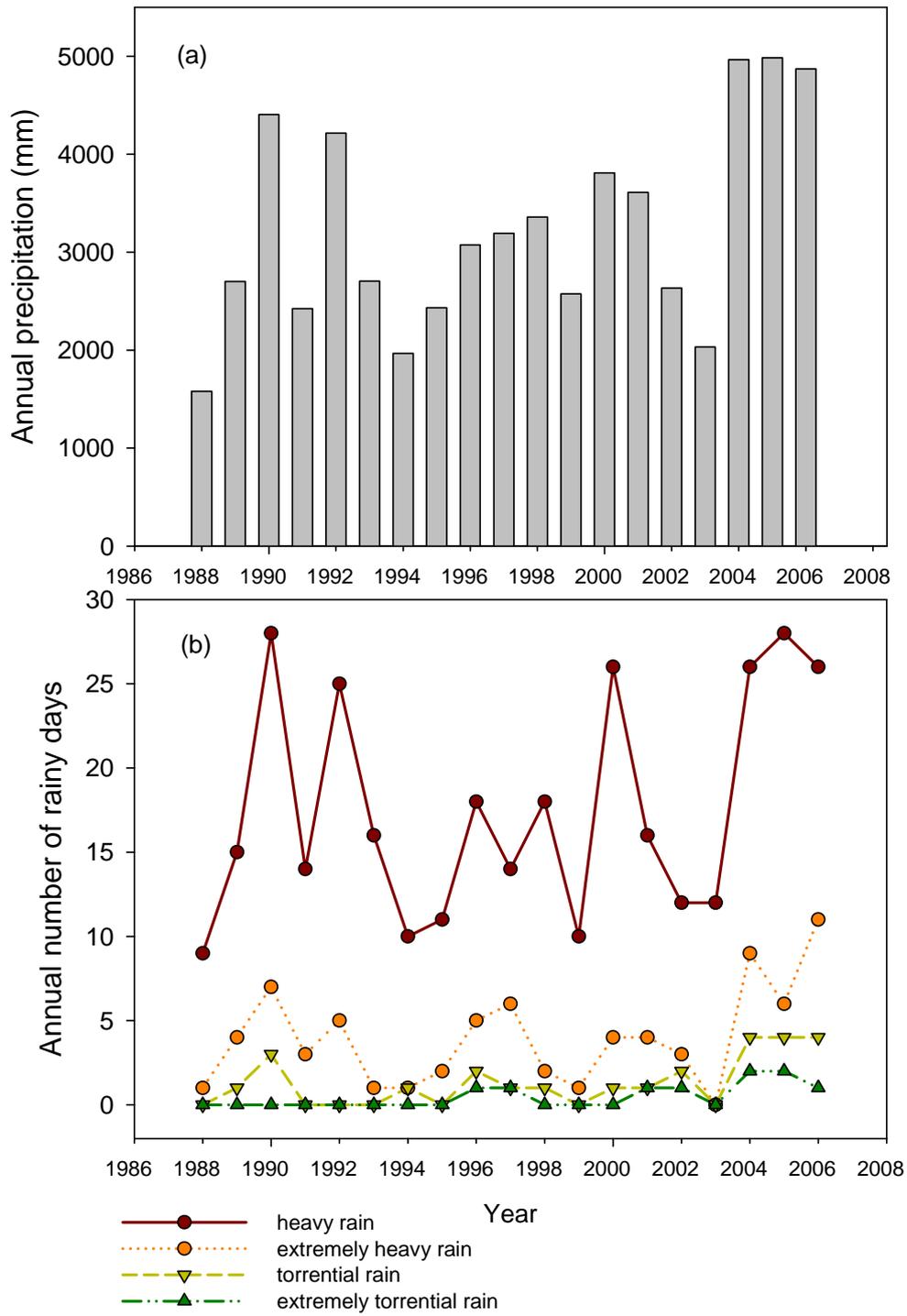


圖 2-3、C0E410 測站(a)全年總降水量及(b)各季不同程度降水日數於各年變化。

第二節 2009–2011 年鳥類繁殖參數及時間分布

於 2011 年繁殖季共記錄 20 巢青背山雀、2 巢煤山雀(*P. ater*)及 20 巢棕面鶯利用巢箱繁殖，各鳥種於各繁殖階段的影像參見附錄一，繁殖概述如下：

一、山雀科(Paridae)

2011 年自 3 月第 2 星期起，巢箱內開始出現山雀科鳥類使用的苔蘚巢材(圖 2-4a)，於 3 月 25 日至 4 月 9 日及 5 月 21 至 6 月 4 日期間為兩次巢材變化比例較高的時期，略晚於與 2010 年的巢材變化高峰(3 月 27 日及 4 月 29 日至 5 月 7 日)。從繁殖子代數在時間軸的變化(圖 2-5)可知，2010 年及 2011 年的青背山雀繁殖季都可分成二波繁殖高峰(圖 2-5b,c)，不同於 2009 年只有一次繁殖高峰(圖 2-5a)。不同年間巢材出現的早晚也反映成鳥繁殖時間，在 2011 年青背山雀繁殖時間介於 2009 年與 2010 年之間，2011 年最早繁殖的巢之產卵日為 4 月 9 日，晚於 2010 年最早繁殖的巢(3 月 25 日)，但早於 2009 年最早繁殖的巢(4 月 13 日)，以整個繁殖季的平均產卵日及雛鳥孵化日來看(表 2-1)，也是晚於 2010 年而早於 2009 年。另一方面，2011 年青背山雀兩波繁殖期的雌鳥產卵日、雛鳥孵化日之變異係數都低於 2009 年及 2010 年，顯示本年度青背山雀雌鳥產卵及雛鳥孵出的時間同步性都較過去兩年來得高(表 2-1)，未出現雌鳥中斷產卵(lapping gaps)的情形。

2011 年青背山雀繁殖巢的卵數介於 4 至 7 枚，雛數介於 4 至 6 隻雛鳥，平均卵數及雛數如表 2-1；本年度繁殖失敗的青背山雀巢共計 5 巢，4 巢在賞鳥步道，而其中 2 巢發生在產卵期，雌鳥只產一枚卵後就不再繼續產卵，且有 1 巢的卵是產在未完全堆滿苔蘚巢材的巢箱，另 2 巢繁殖失敗的巢則為孵卵期的卵不明原因消失。此外，在柳杉林樣區發現 1 巢育雛前期的雛鳥不明原因消失，且巢中出現大量的蛆。以 Mayfield 法檢視青背山雀孵卵期及育雛期繁殖成功率(表 2-2)，顯示階段繁殖成功率在年間有所變動，但總繁殖成功率無太大差異。

另外，本年度記錄 2 巢煤山雀繁殖巢，產卵日各為 4 月 15 日及 4 月 20 日，兩巢卵數都為 5 枚，前者在 5 月 5 日成功孵出 5 隻雛鳥，並推測於 5 月 23 日至 5 月 24 日期間雛鳥成功離巢，後者在孵卵期後不明原因親鳥棄巢。

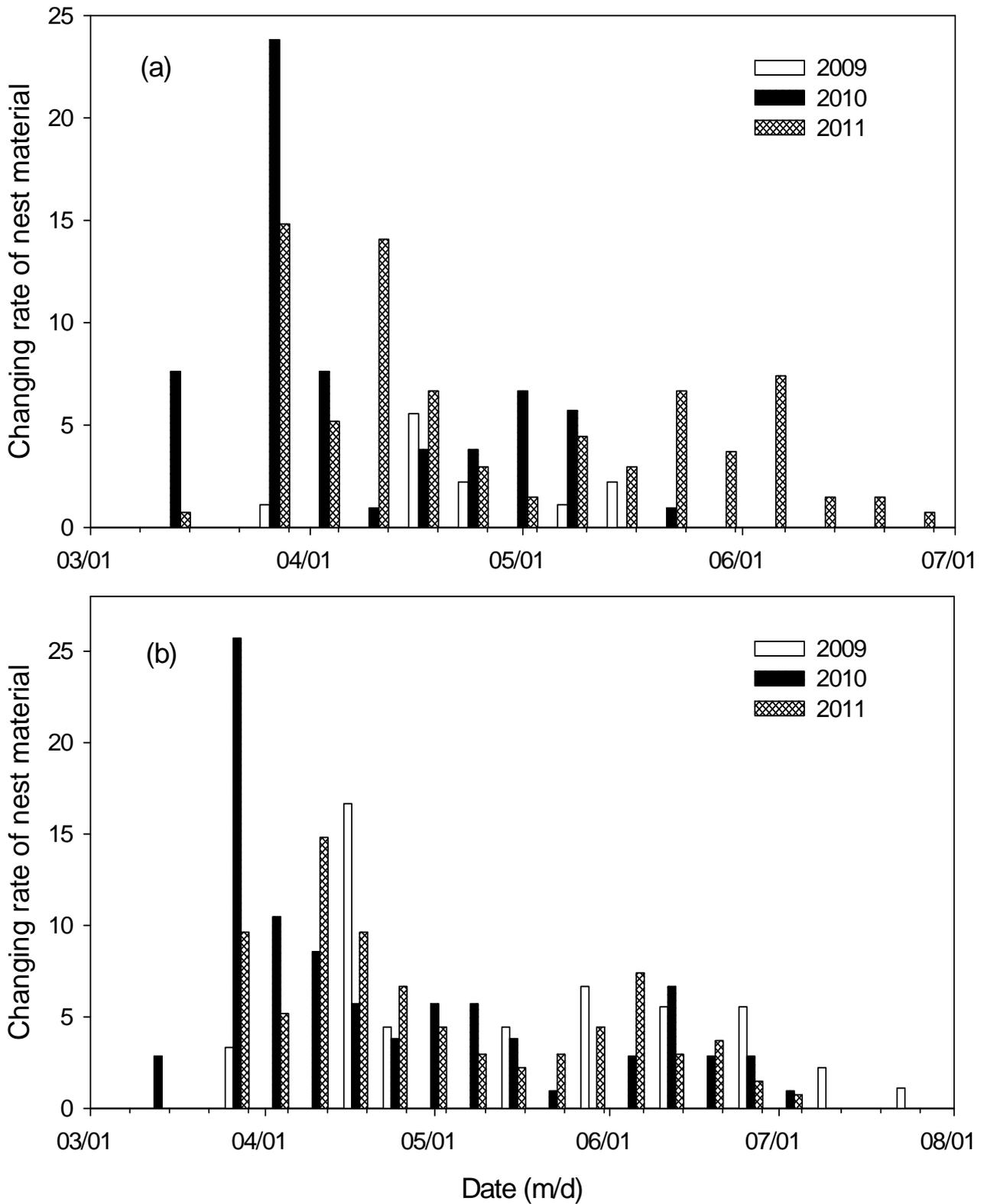


圖 2-4、2009-2011 年觀霧地區(a)山雀科鳥類利用之苔蘚巢材及(b)棕面鶯利用之枯葉芒草巢材於時間軸之分布。

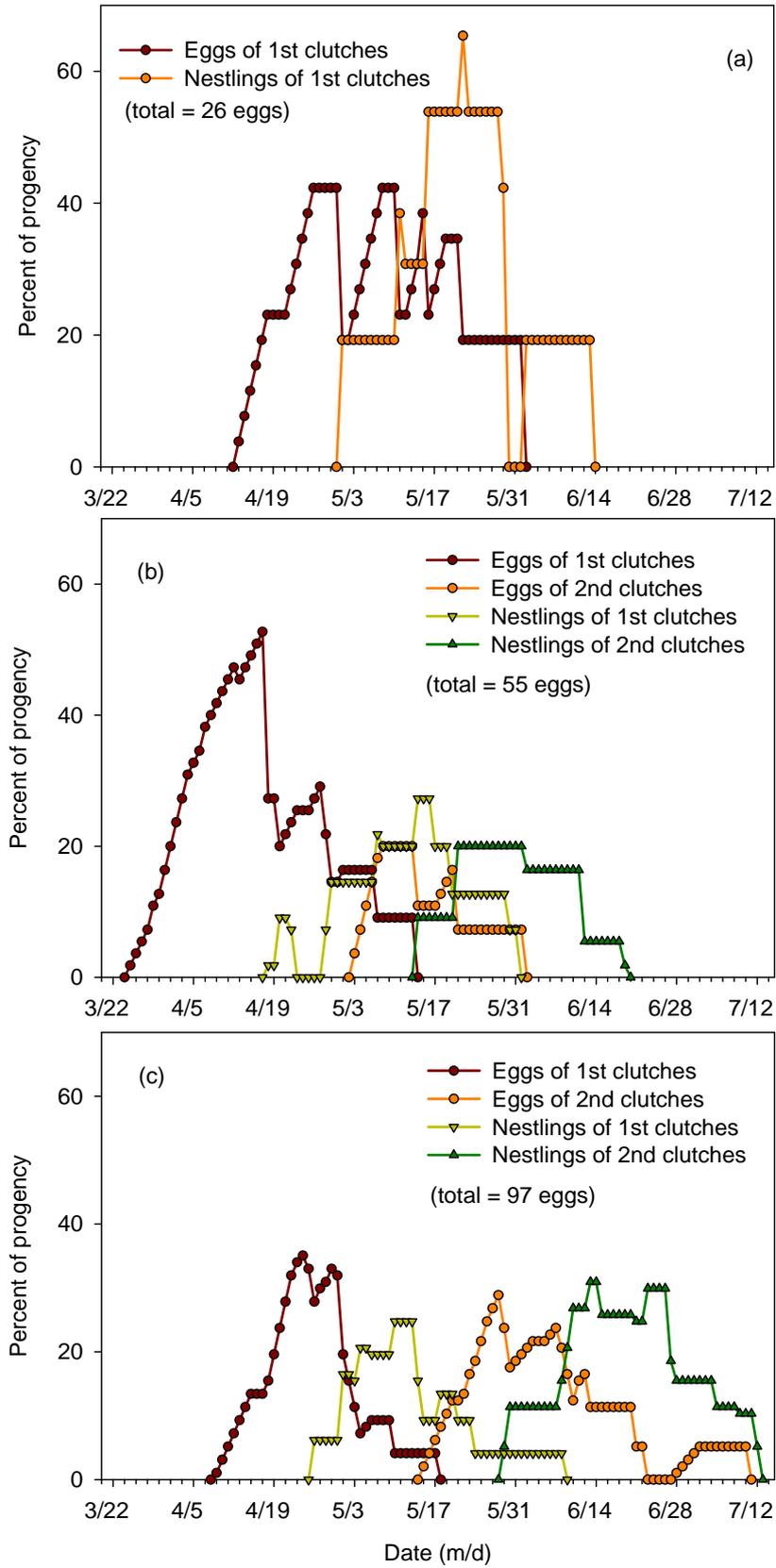


圖 2-5、(a)2009 年、(b)2010 年及(c)2011 年觀霧地區利用巢箱之青背山雀卵數及雛數分布。

表 2-1、2009–2011 年觀霧地區利用巢箱之青背山雀繁殖參數及日期(date 1=4/1)

	2009		2010		2011	
	1 st clutch	1 st clutch	2 nd clutch	1 st clutch	2 nd clutch	
Laying date of the first egg						
Mean	30.2	6.9	37	20.3	60.6	
CV	45.3	163.2	23.4	37.2	22.8	
N	5	8	3	12	10	
Hatching date						
Mean	45.6	28.3	51.7	34.7	71.1	
CV	26.3	35.0	18.6	20.8	12.7	
N	5	6	3	8	8	
Clutch size						
Mean±SD	5.2±0.84	5.1±0.83	5.0±1.00	5.1±0.93	5.6±0.53	
N	5	8	3	9	9	
Brood size						
Mean±SD	4.5±1.00	3.5±1.22	4.7±1.53	5±0.82	5.1±0.83	
N	5	6	3	7	8	

表 2-2、2009–2011 年觀霧地區利用巢箱之青背山雀繁殖成功率

	2009		2010		2011	
	Incubation	Nestling	Incubation	Nestling	Incubation	Nestling
	Stage	Stage	Stage	Stage	Stage	Stage
Number of nests observed	5	5	11	9	18	15
Total number of observation days	56	72	148	147	184.5	258.5
Number of nesting failure	0	1	0	1	2	1
Daily morality rate	0	0.014	0	0.007	0.011	0.004
Survival probability in the stage	1	0.745	1	0.866	0.858	0.922
Adjusted survival probability in the stage	1	0.657	1	0.866	0.846	0.892
Hatching rate	0.923 (n=5)		0.795 (n=9)		0.938 (n=15)	
Probability of breeding success	0.607		0.689		0.708	

二、棕面鶯

棕面鶯使用的枯葉及芒草巢材自 2011 年 3 月 25 日開始在巢箱內出現(圖 2-4b)，晚於 2010 年出現時間(3 月 12 日)，而與 2009 年的出現時間(3 月 28 日)較相近，2011 年及 2009 年的巢材變化高峰都發生在 4 月中旬，晚於 2010 年的變化高峰(3 月下旬)，並持續至 6 月底和 7 月初。前述巢材在不同年間出現早晚的趨勢，也反映在雌鳥產卵與育雛時間，從繁殖子代數在時間軸的變化來看(圖 2-6)，2011 年兩波繁殖期的高低峰變化與 2009 年較為相似，其第一波繁殖的雌鳥育雛階段和第二波繁殖的雌鳥孵卵階段，時間重疊程度較低，不同於 2010 年的高度重疊，主要可能為 2010 年棕面鶯第一波繁殖失敗率高，部分繁殖失敗個體重新築巢所致。在棕面鶯最早繁殖巢的產卵日上，2011 年及 2009 年都為 4 月 14 日，晚於 2010 年最早繁殖的巢(4 月 8 日)。以整個繁殖季的平均值來看(表 2-3)，不論是第一波或第二波繁殖期的產卵日或雌鳥孵化日，也是 2011 年晚於 2010 年，而與 2009 年相近或略早些。2011 年第一波繁殖產卵日及孵化日的變異係數與 2009 年相近，而略高於 2010 年，代表 2011 年繁殖巢的同步性低於 2010 年(表 2-3)。

2011 年棕面鶯的卵數為 4 或 5 枚，雛數為 1 至 5 隻雛鳥，平均卵數及雛數如表 2-3，無一致趨勢顯示較早或較晚繁殖的巢有較高的卵數或雛數。本年度棕面鶯繁殖失敗的巢共計 5 巢，有 3 巢位在賞鳥步道，其中 1 巢為親鳥不明原因棄巢，1 巢為育雛早期雛鳥不明原因消失，1 巢為孵卵期的卵消失，且巢內留下蛋殼碎片。另外 2 巢繁殖失敗的巢分別出現在天然林樣區及柳杉林樣區，繁殖失敗原因都是在孵卵過程卵不明原因消失。以 Mayfield 法檢視棕面鶯繁殖成功率(表 2-4)，棕面鶯在 2011 年的總繁殖成功率比 2009 年為低，但高於 2010 年。

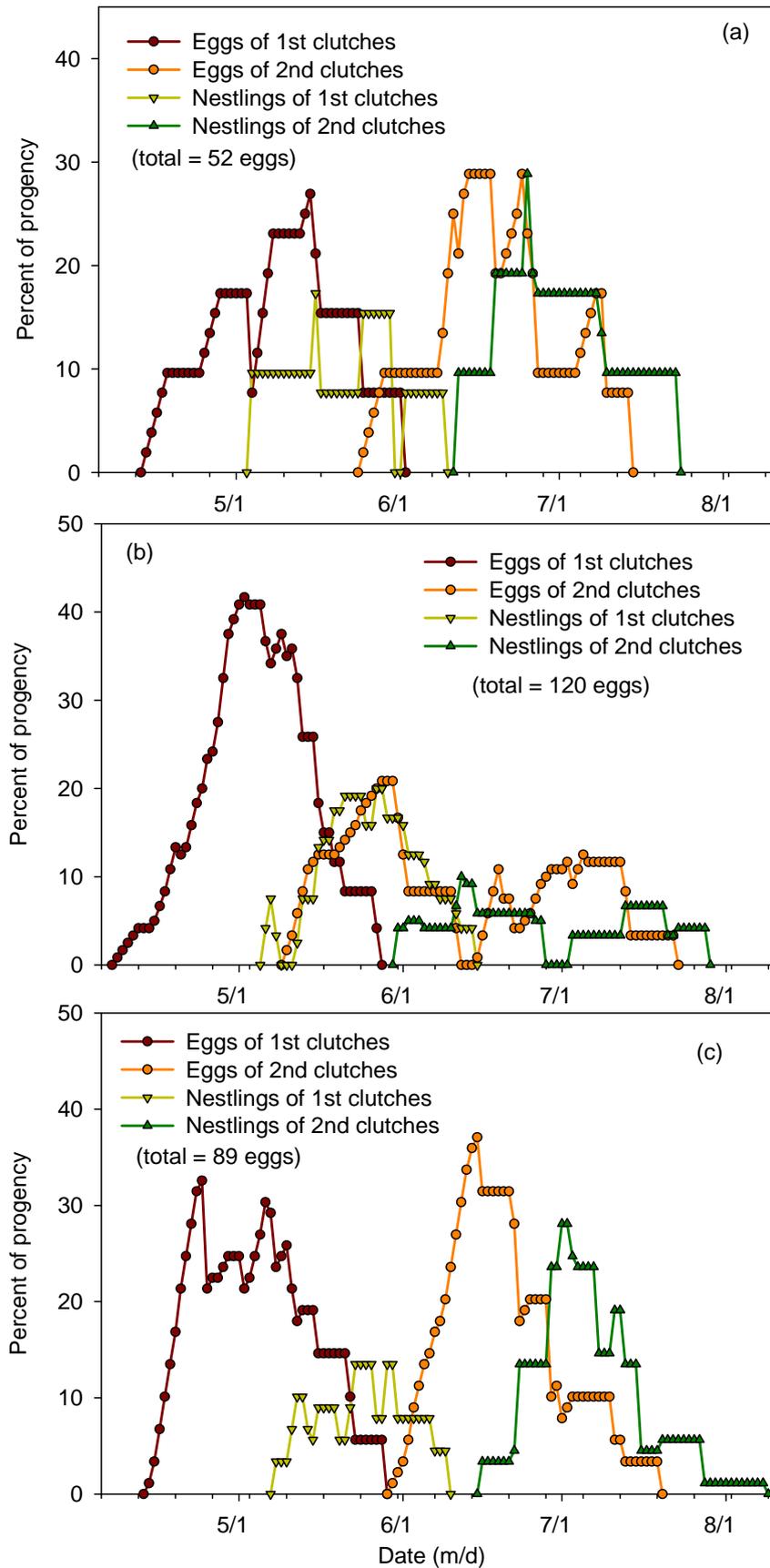


圖 2-6、(a)2009、(b)2010 及(c)2011 年觀霧地區利用巢箱之棕面鶯卵數及雛數分布。

表 2-3、2009–2011 年觀霧地區利用巢箱之棕面鶯繁殖參數及日期(date 1=4/1)

	2009		2010		2011	
	1 st clutch	2 nd clutch	1 st clutch	2 nd clutch	1 st clutch	2 nd clutch
Laying date of the first egg						
Mean	29.6	74.6	22.5	66.9	24.6	71.3
CV	38.7	17.8	32.9	31.7	37.0	13.6
N	5	7	15	12	11	9
Hatching date						
Mean	48.5	84.6	45.3	82.1	47.3	90.3
CV	25.7	12.3	14.8	25.4	16.1	11.6
N	4	5	12	7	7	9
Clutch size						
Mean±SD	4.2±0.45	4.8±0.41	4.6±0.50	4.5±0.52	4.6±0.52	4.7±0.50
N	5	6	14	12	10	9
Brood size						
Mean±SD	4.3±0.58	4.8±0.45	3.4±1.16	3.3±1.38	3.4±0.79	3.3±1.41
N	3	5	12	7	7	9

表 2-4、2009–2011 年觀霧地區利用巢箱之棕面鶯繁殖成功率

	2009		2010		2011	
	Incubation	Nestling	Incubation	Nestling	Incubation	Nestling
	Stage	Stage	Stage	Stage	Stage	Stage
Number of nests observed	10	9	26	19	19	16
Total number of observation days	143.5	99	397	264.5	281.5	221
Number of nesting failure	1	1	6	4	3	1
Daily morality rate	0.007	0.010	0.015	0.015	0.011	0.005
Survival probability in the stage	0.888	0.850	0.772	0.784	0.833	0.930
Adjusted survival probability in the stage	0.888	0.850	0.750	0.755	0.811	0.909
Hatching rate	0.974 (n=8)		0.744 (n=19)		0.75 (n=16)	
Probability of breeding success	0.735		0.434		0.553	

第三節 2009–2011 年鳥類繁殖與氣溫關連

檢視2009至2011年鳥巢箱研究期間，中央氣象局C0D550測站全年之氣象資料變化，各年度氣象資料劃分由繁殖季之前一年冬季(12月)起，至該年繁殖季後秋季(11月)止，以每星期為單位，以避免太過細微的資訊影響資料判讀，並配合鳥巢箱每星期規律的巡巢頻率。三年間溫度變化如圖2-7a，在早春溫度的部分，2010年2月底的溫度低於2009年，但3月初的氣溫則高於2009年，而後的3月中旬及3月底各有一波寒流造成溫度驟降，至4月期間，2010年溫度又再高於2009年。而2011年的溫度自2月底至4月初都明顯低於2009年，於4月10日左右，2011年與2009年的溫度相近，皆低於2010年。計算各年度早春最高溫總和，於2009年、2010年及2011年分別為1264.7、1343.3及1226，將早春最高溫總和與二鳥種繁殖時間進行迴歸(圖2-8)，結果顯示不論是該年最早繁殖巢的產卵日或第一波繁殖期的平均產卵日，二鳥種的產卵時間都與早春最高溫總和成負相關，亦即表示早春溫度越暖，二鳥種產卵的時間也普遍提早，又棕面鶯的線性迴歸斜率低於青背山雀，表示青背山雀比棕面鶯更容易受早春溫度影響產卵時間。另外，檢視2009至2011年產卵時間與迴歸直線的殘差，發現2009年的早春溫度暖於2011年，但青背山雀與棕面鶯的產卵時間卻晚於2011年，此為造成迴歸線性較低的主要原因。

在降水量部分(圖2-7b)，2009年及2010年兩年繁殖季的降水都集中在4月及6月，但2009年比2010年更為集中，而2011年的降水則集中在5月底及6月底，2009年4、5、6、7月的各月累積降水量分別為382、32、428.5及22.5公釐，2010年則為230、225、359.5及329公釐，2011年則為40、330.5、349及261.5公釐，由此可看出2011年4月初春降水量明顯低於其他兩年，而2010及2011年7月的降水則明顯高於2009年。另外，2009年8月8日因莫拉克颱風造成累積降水量急遽上升。

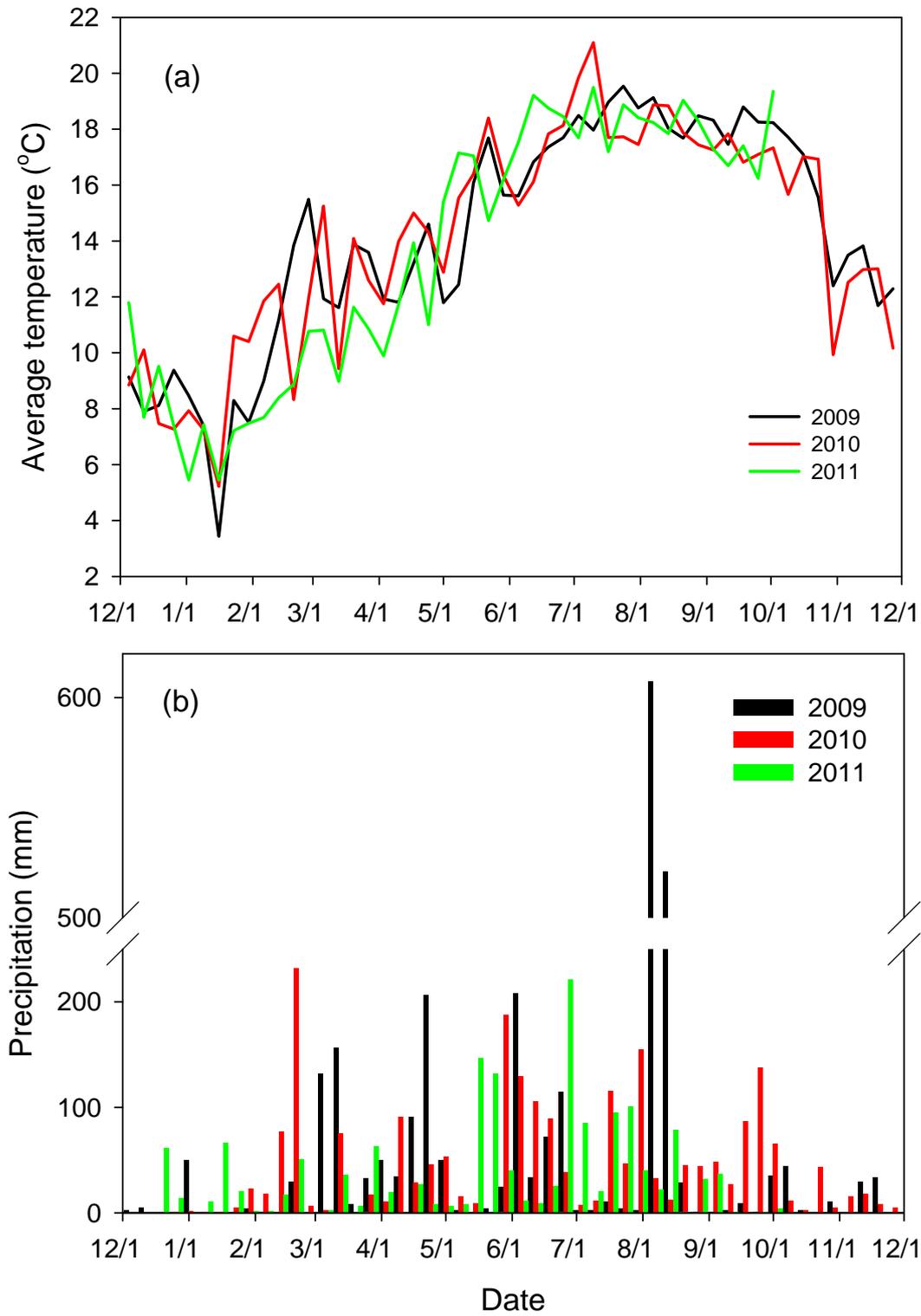


圖 2-7、C0D550 測站於各年繁殖季前冬季至該年秋季期間各星期(a)均溫及(b)累積降水量。

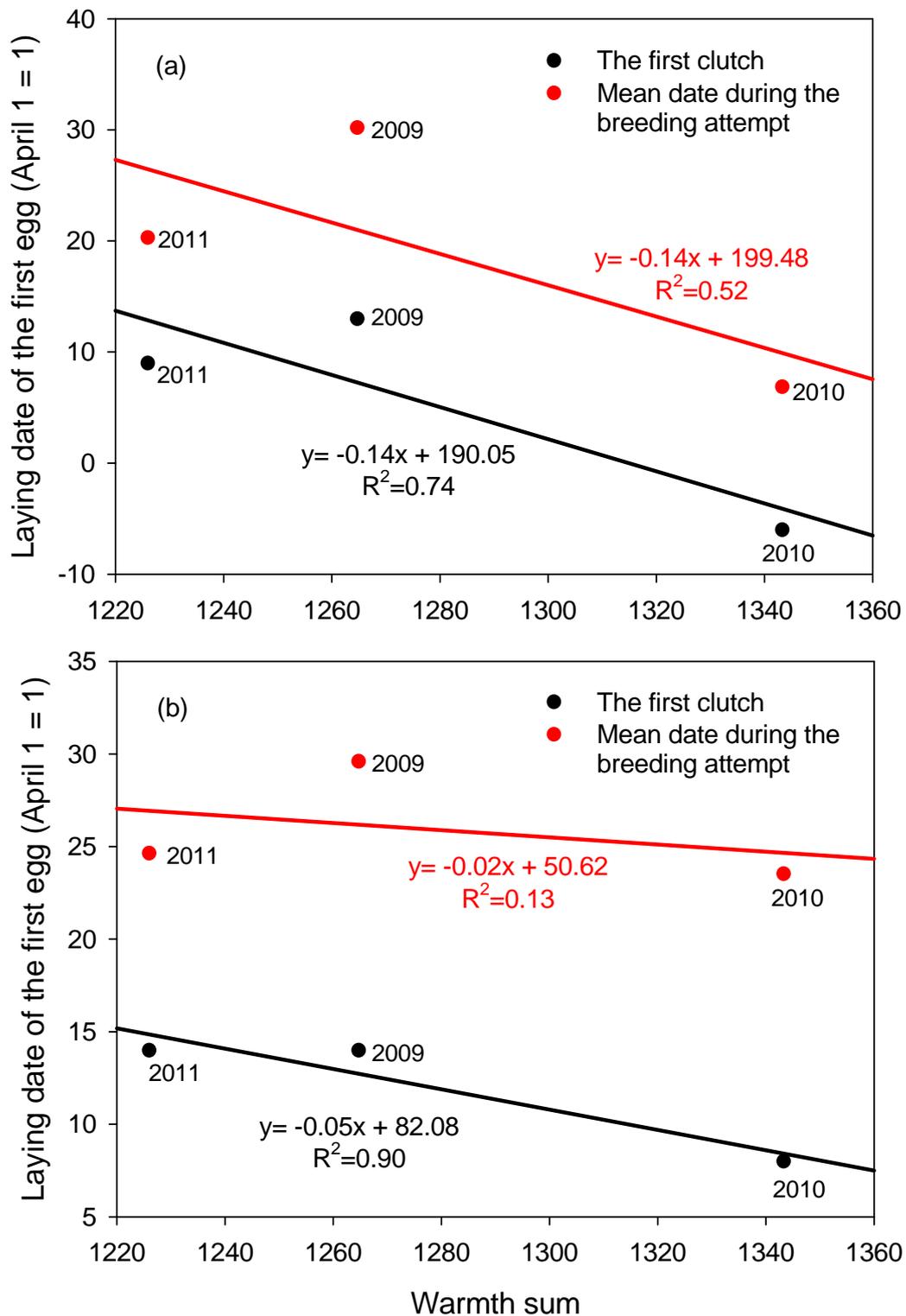


圖 2-8、(a)青背山雀及(b)棕面鶯於最早繁殖巢之產卵日及第一波繁殖期平均產卵日對早春最高溫總和之迴歸。

第四節 2009–2011 年巢箱被利用率

一、繁殖鳥類利用

檢視 2009 至 2011 年巢箱被利用率(圖 2-9)，就三處柳杉人工林巢箱樣區(共 90 個巢箱)而言，2010 年及 2011 年的巢箱被山雀科鳥類利用情形明顯高於 2009 年，而在賞鳥步道區巢箱的被利用率上，本年度山雀科鳥類的利用情形明顯高於 2010 年；相對地本年度棕面鶯的利用率則低於 2010 年，在賞鳥步道的繁殖巢數(3 巢)及柳杉人工林樣區(9 巢)都未達 2010 年同一區域繁殖巢數的一半(分別為 8 巢及 19 巢)。另外，本年度新設的天然林樣區，無論是青背山雀或棕面鶯都有相當高的利用利用率，並且高於人工林樣區。

檢視山雀科鳥類及棕面鶯對於巢箱的不同利用程度，山雀科鳥類在空巢箱嘗試築巢的比例於 2009 年、2010 年及 2011 年的繁殖季分別為 11%、43%、45%，而其中分別有 70%、53%、62% 的巢箱之後會繼續被利用築成完整的巢，而最後分別有 50%、31% 及 58% 的巢箱實際會被鳥類利用產卵繁殖。棕面鶯在空巢箱嘗試築巢的比例於 2009 年、2010 年及 2011 年的繁殖季分別為 36%、50%、46%，而其中會繼續被利用築成完整的巢的比例分別為 59%、67% 及 47%，而最後分別有 38%、52% 和 69% 的巢箱會被鳥類利用產卵繁殖。

二、其他利用巢箱物種

除上述鳥類利用巢箱繁殖外，2011 年繁殖季發現賞鳥步道有 1 個巢箱為條紋松鼠所利用(附錄一，圖 29、30)，於 5 月初的巡巢發現巢箱出現大團的細草塞滿整個巢箱，並於 5 月 15 日巡巢發現一公一母條紋松鼠(*Tamias maritimus formosanus*)在巢箱中，一隻在打開巢箱蓋時跳出巢，另一隻則躲在巢中威嚇，5 月 20 日再次觀察發現兩隻條紋松鼠都已消失；而賞鳥步道有另 1 個巢箱在 7 月 16 日發現有 1 隻高山白腹鼠(*Niviventer culturatus*)躲在巢箱內(附錄一，圖 31)。此外，有 2 個巢箱分別在 7 月 16 日及 7 月 29 日出現 1 隻及 2 隻艾氏樹蛙(*Kurixalus eiffingeri*)(附錄一，圖 32)，有 2 個巢箱被胡蜂利用築巢(附錄一，圖 33)，有 7 個巢箱已具有苔蘚或芒草巢材的巢箱被熊蜂利用(附錄一，圖 34)，此些巢箱的巢材

堆積都已達到已完成巢的程度，多半為鳥類在產卵前放棄使用或繁殖過程棄巢後，被熊蜂所占據。

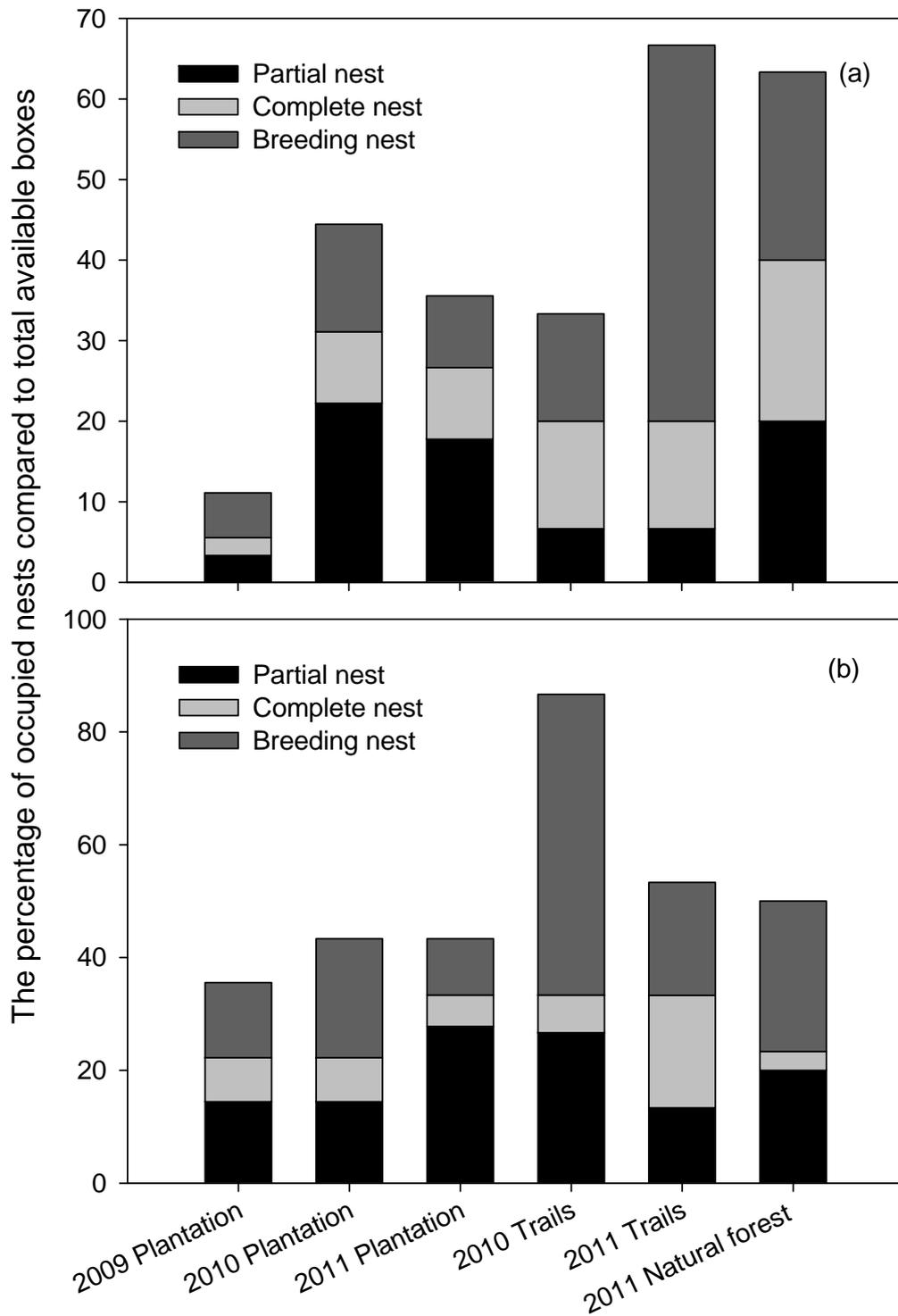


圖 2-9、2009—2011 年觀霧地區巢箱被山雀科(a)及棕面鶯(b)利用情形。

第五節 2009–2011 年繁殖個體繫放

2009 至 2011 年繫放利用巢箱繁殖之青背山雀結果如下：2009 年繫放 5 巢，雌鳥 2 隻，離巢前雛鳥 18 隻；2010 年繫放 9 巢，雌鳥 6 隻、雄鳥 5 隻，離巢前雛鳥 29 隻，並記錄 1 隻 2009 年繫放雌鳥於 2010 年再次利用巢箱築巢(表 2-5)；2011 年繫放 15 巢，雌鳥 5 隻、雄鳥 5 隻，離巢前雛鳥 60 隻，並記錄 3 隻 2010 年繫放的雌鳥再次利用巢箱繁殖，3 隻雌鳥中只有 1 隻雌鳥仍維持去年的配偶，其餘 2 隻雌鳥今年配對雄鳥則與前年不同(表 2-5)。同一隻雌鳥在不同年間，繁殖巢位的平均距離為 29.5 ± 8.66 公尺($n=4$)，在同一年第一波與第二波繁殖期間，繁殖巢位的平均距離為 76.4 ± 45.38 公尺($n=7$)。此外，2010 年離巢的 2 隻雛鳥在本年度被記錄到與其他未上環的個體配對，並利用巢箱進行繁殖，2 隻雛鳥的性別為一雄一雌，雄性個體在本年度第一波繁殖期就加入繁殖，雌性個體則為第二波繁殖期才利用巢箱繁殖，雄、雌兩隻個體今年度的繁殖巢位都位在新設的天然林樣區，與前年離巢巢位的直線距離分別為 505 公尺及 1508 公尺，前一年離巢時體重分別為巢中最重以及次重的個體。另一方面，2009 至 2011 年繫放雛鳥體重、跗趾長與日齡關係變化如圖 2-10。

表 2-5、2009–2011 年觀霧地區青背山雀繁殖配對關係

Color ring (female)	2009		2010		2011	
	1 st clutch	1 st clutch	1 st clutch	2 nd clutch	1 st clutch	2 nd clutch
L:- /R:YB	A51	A59 L:(RY); R:OR				
L:YB /R:(RW)		C19	C04 L:WG/R:(B3R2)	C06	C23	
L:(RW) /R:RB		A55	A45 L:GG/R:(RW)	A37	A18 L:(LW),M/R:WR	
L:(RW) /R:OB			A02 L:OR/R:(B3R2)	A29 L:OR/R:(B3R2)	A06 L:OR/R:(B3R2)	
L:(LW)M/R:BR				D09 L:WG2/R:(RB)	D16 L:WG2/R:(RB)	
L:(LW)M/R:LR				D10	D29 L:(WP)M/R:YG	

* Brown color: breeding success; gray color: breeding failure

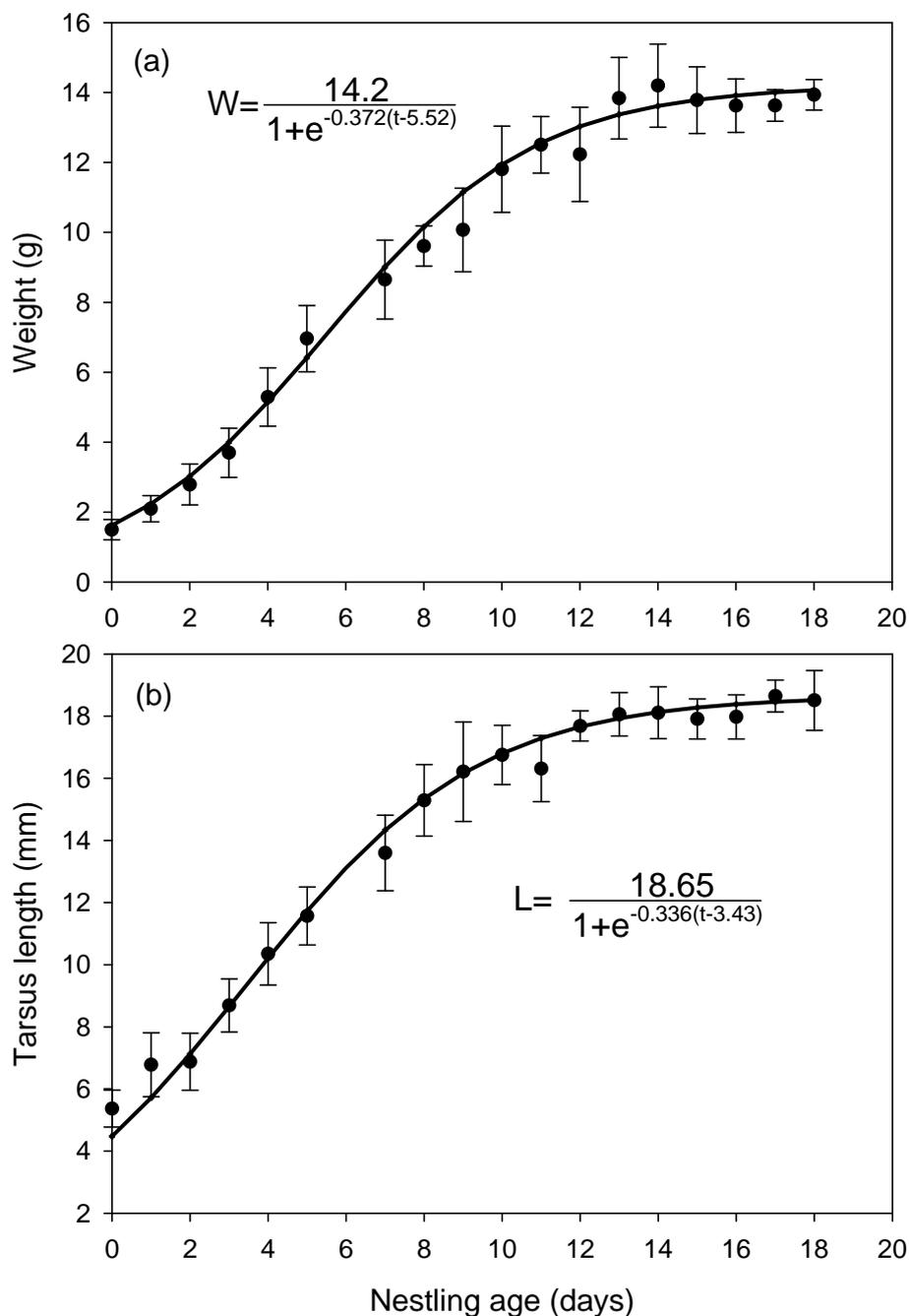


圖 2-10、2009—2011 年觀霧地區青背山雀雛鳥於育雛期(a)體重及(b)跗趾長之變化。

在棕面鶯的繫放上，因棕面鶯的成鳥及雛鳥跗趾都較細，現有市售最小規格之色環(2.3mm)仍然過大，因此在 2009 及 2010 年只進行形質測量，未進行上環工作，本年度嘗試利用自製色環進行繫放，共繫放 12 巢 43 隻離巢前雛鳥。2009 至 2011 繫放雛鳥體重、跗趾長與日齡關係變化如圖 2-11，相較於青背山雀體重

及跗趾長變化，棕面鶯雛鳥的體重及跗趾長測量值與方程式預測曲線之相符程度相對較差。

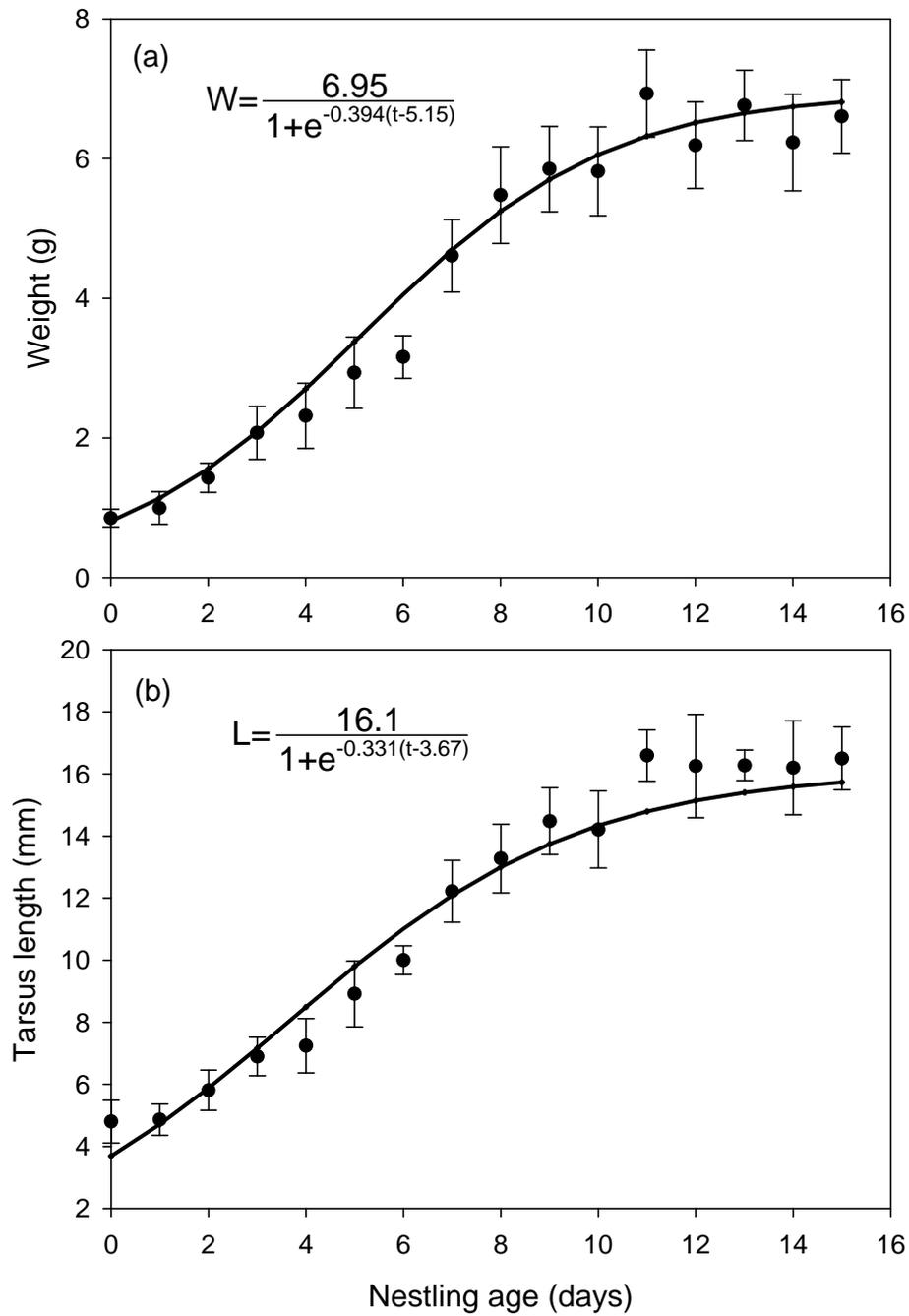


圖 2-11、2009–2011 年觀霧地區棕面鶯雛鳥於育雛期(a)體重及(b)跗趾長之變化。

第三章 討論

第一節 2009–2011 年鳥類繁殖比較

本年度觀霧地區共記錄到青背山雀、煤山雀及棕面鶯等 3 鳥種利用巢箱繁殖，其中青背山雀與棕面鶯為本區 2009 至 2011 年主要利用巢箱的物種，二物種為臺灣中低海拔普遍的次級洞巢鳥種，對人工巢箱接受度高，於奧萬大森林遊樂區及太魯閣國家公園關原地區等有設置人工巢箱的地區都有相當的利用比例(黃正龍，1996；姚正得，2010b)。不過，儘管青背山雀及棕面鶯二種鳥類普遍接受並利用巢箱繁殖，在三個年度間的繁殖巢數仍有消長變化，檢視 2009 至 2011 年二鳥種的繁殖巢數與繁殖成功率發現，前一年繁殖成功率的高低，正與隔年繁殖巢數的高低變化趨勢一致，在 2010 年青背山雀的繁殖成功率相對高於 2009 年，而 2011 年的繁殖巢數也相對高於 2010 年，棕面鶯則正好相反，2011 年在人工林樣區與賞鳥步道樣區的繁殖巢數都只略低於 2010 年的一半。推測前一年繁殖成敗可能影響隔年族群的消長變化，如新生個體注入繁殖族群，或個體對於利用巢箱繁殖的經驗等因素，此部分未來可透過年間的鳥類密度調查來確認。另外，2011 年青背山雀在賞鳥步道的繁殖巢數遠高於 2010 年，而棕面鶯則正好相反，由於姚正得(2010b)在奧萬大的鳥巢箱研究，曾記錄 3 筆原本築巢中的棕面鶯因青背山雀驅趕而棄巢，該巢箱隨即被青背山雀占用的案例，顯示二鳥種間的繁殖競爭為青背山雀較棕面鶯更強勢，並且棕面鶯對洞口縮小的巢箱有較高的利用率，認為其可能和避免種間競爭或天敵入侵有關。是否觀霧地區的賞鳥步道巢箱在 2010 年與 2011 年二鳥種的利用消長變化為競爭排斥所致？仍有待累積資料後方能得知。

由 2009 至 2011 年青背山雀及棕面鶯的產卵時間與早春最高溫總和的線性迴歸可知，二鳥種的繁殖時間受早春溫度影響，與前人在大魯閣國家公園關原地區(蕭明堂等，2008a)及奧萬大森林遊樂區(姚正得，2009b, c; 2010a, b)的巢箱監測結果相似。而二鳥種於 2009 年的產卵時間晚於線性迴歸的預期值，乃因 2009 年巢箱設置時間為 2 月–3 月，晚於鳥類的築巢期，進而影響利用巢箱個體的繁殖時間。本研究亦發現早春溫度的升降對於二種鳥類的影響程度有所不同，由於棕面

鶯的繁殖時間略晚於青背山雀(姚正得, 2009c), 而在雛鳥食性組成上, 青背山雀主要以鱗翅目幼蟲(70%)為主(莊美真, 2006), 棕面鶯的食性較為多樣, 主要以膜翅目(25.8%)、直翅目(24.4%)及雙翅目(13.8%)昆蟲為食(洪孝宇, 2009), 是以早春溫度的升降對二鳥種產生不一致的影響, 可能為二鳥種對於溫度敏感的程度不同, 或為溫度對不同類群昆蟲發生的影響不同, 而間接影響不同食性鳥種的產卵時間, 此部分需輔以昆蟲資源調查方能確認。

第二節 觀霧地區氣候變遷與鳥類繁殖動態推估

由中央氣象局 C0E410 測站於 1987 至 2007 年間的氣象資料得知, 過去 20 年觀霧地區秋季及冬季的平均溫度略微上升, 而各季的每日最高溫略為下降, 每日最低溫則有明顯增溫趨勢, 因而每日高低溫差逐漸減小, 顯示觀霧地區的秋季及冬季溫度有變暖的趨勢, 且各季的日夜溫差降低, 此二者的效應都將減低觀霧地區的溫度變化, 與劉紹臣等(2007)檢視全臺地面測站的結果相一致。劉紹臣等(2007)發現於 1985 年至 2000 年間, 臺灣全島的年均溫有上升之趨勢, 而日夜溫差有降低之趨勢, 並認為日夜溫差的降低可能受東亞區域雲量因人為懸浮微粒排放增加之影響, 雲量的增加會減低日間高溫並增加夜間低溫, 因而減低高低溫差, 而夜間增溫則受東亞區域性至全球性增溫的影響所致, 並減低夜間相對濕度、高濕度發生機率及霧的產生。觀霧地區雲霧帶來的水平降水達總降水量的三分之一(林博雄, 2009), 雲霧帶來的水平降水之減少對觀霧地區生態系的影響, 為未來的觀察重點。

雖然 C0E410 測站資料顯示, 在過去 20 年間春季平均溫度無明顯的變動, 但在 1990 年至 2007 年期間, 早春最高溫總和呈現逐漸降低的趨勢, 此主要受春季每日最高溫略微降低的影響。由於本研究早春溫度的計算係參考 McCleery and Perrins(1998), 然所得結果卻與 McCleery and Perrins(1998)發現同一時期的英國早春溫度上升的結果相反, 在採用相近方法下排除計算指標的誤差, 而為反映兩地不同的現況。又過去架設的 C0E410 測站與現今持續運作的 C0D550 測站, 兩地均為反映觀霧地區綜觀尺度與中尺度的天氣系統(林博雄, 2009), 推測兩測站資料應為高度相關, 若依據本研究於 2009 至 2011 年鳥類產卵時間與 C0D550 測

站早春溫度的線性關係，並假定此線性關係在過去與現在均不變的情況，推估在 1990 年後至 2007 年間，觀霧地區鳥類繁殖時間可能受早春最高溫總和的降低而逐漸延緩。此與目前國內李培芬(2009)、孫元勳(2010)及林惠珊等(2011)發現中高海拔多種鳥種海拔上限提升，推測可能為氣候暖化所致之推論並不一致，由於前述研究缺乏氣象資料的佐證，無法確認與本研究間的可能差異。然而，由觀霧地區長期氣象資料來看，不同季節的溫度變化並不一致，是以考量不同季節對鳥類不同行為的影響效應下，如繁殖時間受早春溫度影響，而垂直海拔之降遷與分布可能與秋冬季的增溫相關，本研究與前述國內研究的結果並非完全矛盾。未來在氣候變遷對鳥類繁殖影響的推論，建議採取較保守的觀點，或者更細微的尺度考量季節間差異可能造成的不同影響。

此外，由 C0E410 測站的長期氣象資料亦發現，觀霧地區的總降水量、大豪雨日數及超大豪雨日數有逐漸增加的趨勢。由於降水量較高或較惡劣的天氣將增加雌鳥替卵或雛鳥保溫的需要(Tye 1992)，或減少鳥類的覓食時間(Foster 1974)，因而增加親鳥在繁殖上的能量消耗。在某些雨量特高的日子或持續大雨數天後，藍山雀(*P. caeruleus*)和 大山雀(*P. major*)易出現繁殖失敗的巢(Blondel 1985)；DeSante and Geupel (1987)針對 51 種地方性繁殖的鳥種進行長期捕捉繫放，發現在春季發生高降水量的該年，第一波繁殖之成功離巢雛鳥數相對較少。由於觀霧地區的繁殖鳥類監測目前只執行三年，尚無法確認降水對繁殖鳥類的影響，此部分有待後續持續關注。另一方面，觀霧地區 C0E410 測站於 2007 年 6 月後撤站，而 C0D550 測站於 2007 年 10 月啟用至今，兩測站海拔位置距離約 130 公尺，由於兩測站監測時間並無重疊，故無法得知兩站監測資料的差異，但林博雄(2009)初估觀霧管理站位置(鄰近原 C0E410 測站位置)與 C0D550 測站的逐時溫度平均差異 1.4°C，而兩地在綜觀尺度與中尺度的天氣系統類似，若能換算兩次測站資料，將有助於未來監測資料與過去資料的連接與比對。

第三節 繁殖成敗與潛在掠食者

檢視 2011 年青背山雀及棕面鶯巢繁殖失敗鳥巢的位置，在青背山雀 5 巢繁殖失敗巢，有 4 巢位在賞鳥步道，而在棕面鶯 5 巢繁殖失敗巢，則有 3 巢位在賞

鳥步道。而在二鳥種共計 7 巢的紀錄中，3 巢為孵卵期的卵不明原因消失，1 巢為育雛早期的雛鳥失蹤，卵及雛鳥的消失多為掠食者所造成(蕭明堂，2008a)，因此，初步看來本年度賞鳥步道繁殖的鳥巢，被掠食機率高於其他區域。目前已知會掠食洞巢鳥類的天敵主要為蛇(蕭明堂，2008a)，然而在本年度於賞鳥步道上，分別記錄一筆條紋松鼠及高山白腹鼠的利用，推測本區繁殖鳥巢較高的被掠食率或許與此二種哺乳動物相關。本年度在巢箱記錄到的 2 隻條紋松鼠個體，推測應是欲利用巢箱進行繁殖，然因人為的干擾而離開，過往在太魯閣國家公園的鳥巢箱研究，亦曾記錄條紋松鼠利用巢箱繁殖(林康酋，1999)。雖然在玉山的動物《哺乳類》乙書(李嘉鑫，1988)，條紋松鼠的食性紀錄為嫩葉、嫩芽、花瓣、果實種籽及昆蟲，然在臺灣哺乳動物乙書(祁偉廉，1998)則提到松鼠科動物也會捕食鳥巢中的鳥蛋，而雜食性的高山白腹鼠對於鳥巢的蛋或雛鳥捕食更是理所當然。因此，觀霧地區利用巢箱繁殖鳥類的潛在掠食者，除了蛇類以外，尚包括高山白腹鼠及條紋松鼠。

第四節 成鳥棲地忠誠度與雛鳥播遷

於 2010 年及 2011 年的青背山雀繁殖族群，都可看到前一年繫放的成鳥，而同一隻雌鳥繁殖巢位在不同年間或同一年不同繁殖期間的距離，分別為 29.5 公尺及 76 公尺，相較以領域描圖法繪製出的青背山雀領域半徑約 50 至 60 公尺來看(Lin, 2006)，同一個體在不同年間或同一年不同繁殖季間的繁殖距離並不大，顯示在觀霧地區的繁殖族群對於繁殖棲地有相當的忠誠度，與奧萬大青背山雀的研究結果相仿(姚正得，2010b)。另外，在 2011 年的研究記錄到 2 隻雄雌各一的新生個體參與繁殖，我們確認青背山雀的離巢雛鳥在第二年即可參與繁殖，並且兩隻新生個體的繁殖巢位都位於本年度新設的天然林，雄、雌個體的播遷距離分別為 500 及 1500 公尺左右，雌性個體遠於雄性，並且 2 隻新生個體都是過往巢中較重的個體。由上述資料顯示，青背山雀成鳥在不同年間呈現出棲地的忠實性，而新生族群則為播遷離開繁殖出生地，且雌性播遷的距離遠於雄性，播遷的新生族群隔年即可參與繁殖。此些資料的樣本雖然有限，但卻為臺灣本島對青背山雀物種的最新資訊。

第四章 結論與建議

第一節 結論

本研究檢視觀霧地區 1987 至 2007 年長時間尺度的氣象資料，發現在過去 20 年間，秋季與冬季的平均溫度有上升之趨勢，而各季的日夜溫差則逐漸減小，顯示觀霧地區的氣候逐漸改變，溫度趨向一致而無變異，而溫度的改變將伴隨濕度減低及雲霧的減少，對於氣候敏感物種如觀霧山椒魚的調查研究工作急需進行。另一方面，透過巢箱繁殖鳥類監測的監測發現，鳥類產卵及繁殖時間與早春溫度的相關，透過對分布廣泛且為森林初、次級消費者的小型鳥類的繁殖調查，可作為本區物候變化的監測指標。

由長時間尺度的氣象資料發現，不同季節的年間變化趨勢不同，早春最高溫總和在 1990 至 2007 年間呈逐漸減低的趨勢，與國內部分研究預期全球暖化的效應不一致，在探討氣候變遷對生態影響議題下，建議採更保守的態度，並釐清不同季節差異對於不同行為的可能影響。對於小型鳥類於年間繁殖動態變化方面，目前僅由過去的氣象資料來推估，缺乏繁殖資料的支持，有待日後同時監測氣象與鳥類繁殖變化後，予以確認。另外，近年總降水量、大豪雨及超大豪雨日數高於往年，極端降水事件對鳥類繁殖的影響，也有待日後累積資料後予以釐清。

在繁殖鳥類繫放方面，透過 2009 至 2011 年的繫放得知，青背山雀成鳥在不同年間呈現棲地的忠實性，而新生族群傾向播遷離開繁殖出生地，雌性播遷的距離遠於雄性，播遷的新生族群隔年即可參與繁殖，並且目前回收的 2 隻新生個體都是過往在巢體重較重的雛鳥，此些資訊為臺灣本島對青背山雀的最新資料。另外，本年度新記錄條紋松鼠及高山白腹鼠出現在巢箱，對於樹棲性繁殖鳥類可能的潛在掠食者不單只限於蛇類。

第二節 建議

建議一：立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

本年度監測觀霧地區鳥類利用巢箱的繁殖，相關調查成果可轉化為科普文章提供解說教育使用，如電子報或網頁等形式，增加民眾對於觀霧地區豐富多樣的生態資源。

建議二：立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

鳥巢箱為監測鳥類繁殖的有效工具，透過對分布廣泛且能敏感反映年間氣候變化的森林小型鳥類持續進行監測，並輔以氣象資料的記錄，可做為觀霧地區物候變化的監測指標。目前三年的監測結果已發現鳥類繁殖與早春溫度兩者相互關連，對於鳥類繁殖動態與氣象因子於年間的變化趨勢，以及極端降水事件對繁殖鳥類的影響，仍須未來持續執行監測工作，累積足夠的長期資料後，方能提供更進一步資訊。

附錄一、觀霧地區利用巢箱鳥類及其他物種影像

一、青背山雀



圖 1、繁殖前的探巢



圖 2、築巢(未完成巢)-巢材由周邊開始堆積，預留產卵位置



圖 3、築巢(已完成巢)-鋪滿的苔蘚上有獸毛及棉絮



圖 4、產卵期-卵未產完前，以巢材覆蓋



圖 5、孵卵期-12 至 13 天，巢杯鋪棉絮、獸毛



圖 6、育雛期-日齡 1



圖 7、育雛期-日齡 2



圖 8、育雛期-日齡 7，眼睛已有裂縫



圖 9、育雛期-日齡 9，眼睛已開



圖 10、育雛期-日齡 14



圖 11、育雛期-日齡 16



圖 12、育雛期-日齡 17(通常日齡 19-21 離巢)

二、煤山雀



圖 13、築巢(已完成巢)-苔蘚巢材，巢杯覆蓋大量棉絮、獸毛



圖 14、孵卵期-約 15-16 天，卵數 5 枚



圖 15、卵呈白底紅斑，與青背山雀相似



圖 16、育雛期-日齡 10(雛鳥日齡 19-21 離巢)

三、棕面鶯



圖 17、築巢前的探巢



圖 18、築巢(未完成巢)-由角落開始堆疊芒草或枯葉巢材



圖 19、築巢(已完成巢)-芒草織成碗狀，以細草或獸毛編織巢杯，部分個體會在山雀科使用過的苔蘚巢材上築巢



圖 20、產卵期-2 枚卵，巢杯中央用較細的草、塑膠繩或土馬鬃的孢蒴編織



圖 21、孵卵期-約 17 天，卵數 4-5 枚



圖 22、卵-淡紅色底鑲嵌紅色色斑，集中在鈍端



圖 23、育雛期-雛鳥孵出當日(日齡 0)



圖 24、育雛期-日齡 2



圖 25、育雛期-日齡 5，嘴型比山雀科來得尖



圖 26、育雛期-日齡 9，眼睛已有裂縫



圖 27、育雛期-日齡 10



圖 28、育雛期-日齡 12(雛鳥日齡 16-17 離巢)

四、其他使用巢箱物種



圖 29、條紋松鼠的巢材堆滿巢箱



圖 30、一隻條紋松鼠躲在巢箱



圖 31、巢箱內的高山白腹鼠



圖 32、兩隻艾氏樹蛙出現在巢箱



圖 33、築巢中的胡蜂巢



圖 34、熊蜂利用山雀科使用過的苔蘚巢材

參考書目

- 王穎。2009。雪霸國家公園觀霧地區鳥類資源調查暨鳥巢箱設置。雪霸國家公園管理處。
- 李培芬。2003。雪霸國家公園鳥類相之調查—觀霧地區。雪霸國家公園管理處。
- 李嘉鑫。1988。玉山的動物《哺乳類》。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 李培芬。2009。國家公園生物多樣性地理資訊系統資料庫建置與調查計畫。內政部營建署。
- 林康酋。1999。太魯閣國家公園關原地區三種共域鳥種之巢箱位置選擇及其生殖表現。國立臺灣師範大學碩士論文。
- 林博雄。2009。觀霧地區雲霧環境之監測與模式建立。雪霸國家公園管理處。
- 林惠珊、黃永坤、黃光瀛、羅宏仁、孫元勳。2011。雪山地區鳥類海拔分布變化。第九屆海峽兩岸鳥類學術研討會。臺北。
- 祁偉廉。1998。臺灣哺乳動物。大樹文化事業股份有限公司。
- 姚正得。2009a。奧萬大地區利用巢箱生殖之棕面鶯繁殖生物學。2009 動物行為暨生態研討會。臺中。
- 姚正得。2009b。奧萬大國家森林遊樂區繁殖鳥類之長期監測與天敵類型調查(2/3)。行政院農業委員會林務局南投林區管理處。
- 姚正得。2009c。臺灣中部奧萬大國家森林遊樂區次級洞巢型鳥類之生殖習性與監測。第八屆海峽兩岸鳥類學術研討會。中國哈爾濱。
- 姚正得。2010a。奧萬大國家森林遊樂區利用鳥巢箱鳥類之生殖習性調查及監測。2010 年動物行為、生態暨生物教育研討會。彰化。
- 姚正得。2010b。奧萬大國家森林遊樂區繁殖鳥類之長期監測與天敵類型調查(3/3)。行政院農業委員會林務局南投林區管理處。
- 洪孝宇。2009。奧萬大地區利用巢箱生殖之棕面鶯育雛期食性及育雛行為分析。2009 動物行為暨生態研討會。臺中。
- 孫元勳。2010。雪山地區高山生態系整合研究—鳥類群聚與生態研究。雪霸國家公園管理處。
- 莊美真。2006。關原地區青背山雀(*Parus monticolus*)雛鳥乞食行為之探討。臺灣

- 師範大學碩士論文。
- 黃正龍。1996。太魯閣國家公園關原地區利用巢箱鳥類生殖生物學。國立臺灣師範大學碩士論文。
- 劉紹臣、許乾忠、陳正平。2007。台灣地區之氣候變遷：區域及全球效應。中央研究院學術諮詢總會通訊 15：72-75。
- 歐辰雄。1997。觀霧地區植群生態調查及植栽應用之研究。雪霸國家公園管理處。
- 蕭明堂。2006。關原地區青背山雀(*Parus monticolus*)親鳥育雛食物分配之探討。臺灣師範大學碩士論文。
- 蕭明堂。2010。雪霸國家公園觀霧地區利用巢箱鳥類繁殖生態監測。雪霸國家公園管理處。
- 蕭明堂、莊美真、王穎。2008a。太魯閣國家公園關原地區三種利用巢箱鳥類之繁殖特徵。特有生物研究 10：7-18。
- 蕭明堂、莊美真、王穎。2008b。太魯閣國家公園關原地區鳥類利用巢箱之繁殖與棲息。師大生物學報 43: 45-54。
- Blondel, J. 1985. Breeding strategies of the blue tit and coal tit (*Parus*) in mainland and island Mediterranean habitats: a comparison. *Journal of Animal Ecology* 54: 531-556.
- Both, C., S. Bouwhuis, C. M. Lessells and M. E. Visser. 2006. Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature* 441: 81-83.
- Crick, H. Q. P., C. Dudley, D. E. Glue and D. L. Thomson. 1997. UK birds are laying eggs earlier. *Nature* 388: 526.
- DeSante, D. F. and R. G. Geupel. 1987. Landbird productivity in Central Coastal California: The relationship to annual rainfall, and a reproductive failure in 1986. *Condor* 89: 636-653.
- Foster, M. 1974. Rain, feeding behavior and clutch size in tropical birds. *Auk* 91: 722-726.
- Lin, C.-W., 2006. Studying breeding bird densities in Meifeng area by territory mapping. Master's thesis, National Taiwan University, Taiwan.

- Manolis, J. C., D. E. Andersen and F.J. Cuthbert. 2000. Uncertain nest fates in songbirds studies and variation in Mayfield estimation. *The Auk* 117: 615–626.
- Mayfield, H. F. 1961. Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bulletin* 73: 255–261.
- Mayfield, H. F. 1975. Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bulletin* 87: 456–466.
- McCleery, R. H. and C. M. Perrins. 1998. Temperature and egg-laying trends. *Nature* 391: 30–31.
- Perrins, C. M. and R. H. McCleery. 1989. Laying dates and clutch size in the great tit. *Wilson Bulletin* 101: 236–253.
- Ricklefs, R. E. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology* 48: 978–983.
- Tye, H. 1992. Reversal of breeding season by lowland birds at higher altitudes in western Cameroon. *Ibis* 134: 154-163.
- van Noordwijk, A. J., R. H. McCleery and C. M. Perrins. 1995. Selection for the timing of great tit (*Parus major*) breeding in relation to caterpillar growth and temperature. *Journal of Animal Ecology* 64: 451–458.

