

國立中興大學生命科學系
碩士學位論文

以標記再捕捉法估算繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與
小彎嘴之存活率

Estimation of survival rate for *Alcippe morrisonia*,
Alcippe brunnea, *Stachyris ruficeps*, and
Pomatorhinus ruficollis by using capture-recapture
method

National Chung Hsing University

指導教授：尤少彬 Shao - Pin Yo
林瑞興 Ruey - Shing Lin
研究生：楊昌諺 Chang - Yan Yang

中華民國一百零三年一月

國立中興大學



National Chung Hsing University

國立中興大學生命科學系
碩士學位論文

以標記再捕捉法估算繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與
小彎嘴之存活率

Estimation of survival rate for *Alcippe morrisonia*,
Alcippe brunnea, *Stachyris ruficeps*, and
Pomatorhinus ruficollis by using capture-recapture
method

National Chung Hsing University

指導教授：尤少彬 Shao - Pin Yo

林瑞興 Ruey - Shing Lin

研究生：楊昌諺 Chang - Yan Yang

中華民國一百零三年一月

國立中興大學生命科學研究所

碩士學位論文

題目：以標記再捕捉估算繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴之存活率

姓名：楊昌諺

學號：7100052106

經口試通過特此證明

論文指導教授

尤少利

林瑞興

論文考試委員

薛青雲

林瑞興

中華民國 一 百 零 三 年 一 月 十 四 日

致謝辭

研究所的兩年半並不長，但也過得多采多姿。過程中遇到了各種的困難，有的能夠解決，但也有的無法突破，有的靠自己能完成，有的則幸運的獲得她人的幫助而完成，即使被阻擋了，也會有人告訴自己不要氣餒一定會有辦法，因此我才能在這兩年半裡，度過各種難關完成人生第一個著作。

有很多人要感謝，但是記性差的我可能會忽略我應該要感謝的人，文筆不好的我也可能無法適當的表達感謝之意，如果你或妳有幸閱讀本論文，卻發現我於致謝辭中忽略了你或是表達之意不夠好，那麼請你或妳一定要告知我一聲，雖然無法於已送繳的論文補上，但是我會於自己留存的檔案補上，因為感謝的時間永遠不嫌晚阿！

最先要感謝的是我的兩位指導老師 尤少彬老師與 林瑞興老師，風趣一點來說，一位是校內的靠山，一位是校外的靠山，可以說沒有兩位老師的教導，就不會有今天的論文，最要感謝的是老師讓我學習到身為碩士生應該要有能夠提出問題並解決的能力以及統整思考的能力，我相信這能讓我一路過關斬將的走下去。感謝口試委員 蘇秀媛老師遠從台北參予口試，並提供論文上的改進與建議，讓我的文章更臻完善。感謝屏科大 陳添喜老師給予模式分析上的一點建議。感謝中興生科系甲組的所有老師於專題討論的教導。最後，感謝嘉大生資系 許富雄老師帶領我進入鳥類生態的領域，讓我有機會朝這個方向研究，進而完成這篇論文。

感謝實驗室所有的學長姐與學弟妹，感謝紫燕學姐的大力幫助，大概有 9 成推力都是來自於學姐呢！對了，等妳拿到博士學位再大肆慶祝囉。也要感謝信維、小管、阿哲與小艾等學長姐於課業上的幫助，當然阿哲學長是夥伴兼戰友，恭喜我們一起畢業吧！瑩瑩、喬雅、彥廷、佳育與堡進等同學與學弟妹於口試的幫忙，也辛苦妳們每次 meeting 時都聽我在台上長篇大論。感謝東東、土撥與顯富幾個於嘉大與中興皆為同學的幫忙，不論是課業、研究調查或其它問題。感謝特生棲地組與鳥類室的所有人，於我短暫待在特生時的幫助與教導。另外要感謝師大林展蔚學長與屏科林惠珊學姐於模式分析上的幫忙。感謝牧君特地從特生來參予我的口試，並給予我一些建議。

論文的資料來自 MAPS Taiwan 計畫的收集，並且是透過許多來自台灣各地甚至其他國家的志工的幫忙，因此必須要感謝所有參與繫放的志工，沒有你們就沒有珍貴的資料能分析，也就沒有這篇論文的產生，這份論文也是屬於你們大家。另外也要感謝嘉宏、采宜與士訓大哥，對於經常去湖本繫放的我，真的受到了很多的照顧，以及學習到很多繫放的技巧，讓我能夠盡情的享受繫放這件事情。

感謝我的家人，謝謝爸、媽、弟弟放任我自由自在的飛翔，讓我能夠做我想做的事情，也感謝其他長輩們的支持。還要感謝我的女友，總是支持著我並給我許多事情的建議，於我生氣、難過時聽我訴苦，高興、快樂時一同分享喜悅。謝謝你們。

感謝所有被繫放的鳥類，願你們於野外能夠一直自由自在的飛翔。

出生於這世界已過 24 個年頭，生肖都輪完兩圈了，終於完成第一個人生的階段-上學。接下來，要邁入第二個階段了，真是既期待又怕受傷害呢!!

最後，謹獻給天上的外公，可惜只差不到半年，無法讓您看到拿著畢業證書而感到驕傲的我，也願您與鳥一樣，能於上天自由自在的飛翔。

“能夠活在同一個時空的藍天下，是多麼珍貴的事情阿”

昌諺 謹誌
2014.01.17

國立中興大學



National Chung Hsing University

摘要

存活率是評估族群趨勢的重要指標。物種存活率低時，可能造成族群量下降，此時可針對存活率的資訊提早研擬適當的保育措施，以確保物種的族群不會因為存活率低而減少。本研究運用臺灣鳥類生產力與存活率監測(Monitoring of Avian Productivity and Survivorship, Taiwan; MAPS Taiwan)計畫，2009-2013 年於台中市和平區烏石坑(烏石坑樣站)、雲林縣斗六市湖山(湖山樣站)與雲林縣林內鄉湖本(湖本樣站)等 3 個繫放站蒐集的標記再捕捉資料，主要目的為(1)以 Cormack-Jolly-Seber (CJS) model 估算繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭及小彎嘴等 4 種常見留鳥成鳥的年存活率(ϕ)與再捕捉率(p)，並檢測存活率是否有不同年間、性別與樣站間的變化，以及是否受到只有一次捕捉記錄個體的影響，(2)以 Kaplan-Meier method 估算前述四種鳥種的存活曲線，並檢測不同樣站與性別是否有顯著差異，最後就本研究分析結果，探討 MAPS Taiwan 計畫的研究方法可能的調整方向。CJS 模式結果顯示繡眼畫眉的年存活率為 0.68 ± 0.09 、頭烏線為 0.58 ± 0.06 、山紅頭為 0.36 ± 0.07 而小彎嘴為 0.40 ± 0.16 。繡眼畫眉的存活率高於其他 3 種鳥種，而山紅頭則是四種鳥種裡存活率最低。本研究發現頭烏線的年存活率有年間變化(ϕ : 0.53~0.71)，繡眼畫眉與頭烏線的年存活率受到只有一次捕捉記錄個體的影響，繡眼畫眉、頭烏線與山紅頭的存活率有樣站間的變化，不同性別的繡眼畫眉存活率也不同。K-M 法的結果顯示四種鳥種的平均存活時間都少於 1 年，其中只有繡眼畫眉的存活曲線在不同樣站間有顯著的差異。本研究有樣本數過少與再捕捉率過低的狀況，因此建議存活率的資料收集可針對繫放時間、架網範圍與架網數量進行調整。本研究獲得四種鳥種的存活率，未來若能獲得族群量或生殖力的資訊，可以進一步瞭解整個族群的動態，以提供更多保育管理的資訊。

關鍵字：存活率、再捕捉率、存活曲線、Cormack-Jolly-Seber (CJS) model、Kaplan-Meier method

Abstract

Survival rate is an important indicator to evaluate population trends. Population may decline due to the low survival rate. Therefore, we can take an appropriate conservation measure to increase the survival rate to maintain the normal population size among the species. The data was collected from the Monitoring of Avian Productivity and Survivorship, Taiwan (MAPS Taiwan) with the capture-recapture approach at Wushikeng, Heping District, Taichung City (Wushikeng banding station), Hushan, Douliu City, Yunlin County (Hushan banding station) and Huben, Linnei Township, Yunlin County (Huben banding station) from 2009 to 2013. The main purposes of this study are (1) using Cormack-Jolly-Seber (CJS) model to estimate the annual apparent survival rate and recapture rate of four adult resident bird species, including Gray-cheek Fulvetta (*Alcippe morrisonia*), Dusky Fulvetta (*Alcippe brunnea*), Rufous-capped Babbler (*Stachyris ruficeps*), and Taiwan Scimitar-Babbler (*Pomatorhinus ruficollis*). Factors such as year, sex, banding station, and whether survival rate affected by that capture only once may influence the survival rate were tested. (2) Using Kaplan-Meier method to establish the survival curves of the preceding four bird species, and to test whether the survival curve differs with different sex or banding station. Finally, we will propose a modified method for MAPS Taiwan program based upon the findings from this study. The results of CJS model indicated that annual apparent survival rates for Gray-cheek Fulvetta is 0.68 ± 0.09 , for Dusky Fulvetta is 0.58 ± 0.06 , for Rufous-capped Babbler is 0.36 ± 0.07 and for Taiwan Scimitar-Babbler is 0.40 ± 0.16 . Annual apparent survival rate of Gray-cheek Fulvetta is higher than other three species. And annual apparent survival rate of Rufous-capped Babbler is the worst bird species among the four species. Annual apparent survival rates for Dusky Fulvetta differ among years (ϕ : 0.53 ~ 0.71). Annual apparent survival rates for Gray-cheek Fulvetta, and Dusky Fulvetta were affected by the factor that capture only once. Different annual apparent survival rates for Gray-cheek Fulvetta, Dusky Fulvetta and Rufous-capped Babbler were found among banding stations. Annual apparent survival rates were different between the male and female populations of Gray-cheek Fulvetta. The average survival time for four bird species is less than one year from the result of K-M method. Significantly different survival curves for Gray-cheek Fulvetta were found among different banding stations. Low recapture rates and small sample sizes were found in this researcher. Therefore, in order to collate data to analyze survival rates, it can modify the method by changing the capture-recapture scheme, and rearrange the net setting by increasing the number of nets. In addition to the annual survival rates obtained from this study, further data collection for the population size as well as the reproduction of the four bird species will help us to have a better understanding about the dynamics of the populations for taking a best measure for conservation and management.

Key words: survival rate, recapture rate, survival curve, Cormack-Jolly-Seber (CJS) model, Kaplan-Meier method

目錄

摘要.....	i
Abstract.....	ii
目錄.....	iii
表目錄.....	iv
圖目錄.....	vi
第一章 前言.....	1
第二章 材料與方法.....	3
第三章 結果.....	10
第四章 討論.....	13
第五章 結論.....	18
第六章 參考文獻.....	19

國立中興大學



National Chung Hsing University

表目錄

表 1：研究樣區的地點、海拔、棲地類型與架網數量.....	24
表 2：利用 CJS 模式分析繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴於各研究樣站與性別的樣本數(M：雄性，F：雌性).....	25
表 3：利用 K-M 法分析繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴於各研究樣站與性別的樣本數(M：雄性，F：雌性，U：未知).....	26
表 4：繡眼畫眉成鳥於 2009-2013 年的存活率與再捕捉率是否有時間(包含 TSM 模式)、性別與樣站變化的模式選擇結果.....	27
表 5：頭烏線成鳥於 2009-2013 年的存活率與再捕捉率是否有時間(包含 TSM 模式)、性別與樣站變化的模式選擇結果.....	28
表 6：山紅頭成鳥於 2009-2013 年的存活率與再捕捉率是否有時間(包含 TSM 模式)、性別與樣站變化的模式選擇結果.....	29
表 7：小彎嘴成鳥於 2009-2013 年的存活率與再捕捉率是否有時間(包含 TSM 模式)變化的模式選擇結果.....	30
表 8：利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta QAICc < 2$)進行 2009-2013 年繡眼畫眉成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	31
表 9：利用模式選擇檢測性別影響的最佳模式($\Delta QAICc < 2$)進行 2009-2013 年繡眼畫眉成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	32
表 9：(續)利用模式選擇檢測性別影響的最佳模式($\Delta QAICc < 2$)進行 2009-2013 年繡眼畫眉成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	33
表 10：利用模式選擇檢測樣站影響的最佳模式($\Delta QAICc < 2$)進行 2009-2013 年繡眼畫眉成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	34
表 11：利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta QAICc < 2$)進行 2009-2013 年頭烏線成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	35
表 11：(續)利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta QAICc < 2$)進行 2009-2013 年頭烏線成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	36

表 12：利用模式選擇檢測性別影響的最佳模式($\Delta Q A I C c < 2$)進行 2009-2013 年頭烏線成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	37
表 13：利用模式選擇檢測樣站影響的最佳模式($\Delta Q A I C c < 2$)進行 2009-2013 年頭烏線成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	38
表 14：利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta Q A I C c < 2$)進行 2009-2013 年山紅頭成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	39
表 15：利用模式選擇檢測樣站影響的最佳模式($\Delta Q A I C c < 2$)進行 2009-2013 年山紅頭成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	40
表 16：利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta Q A I C c < 2$)進行 2009-2013 年小彎嘴成鳥的存活率與再捕捉率的估計.....	41
表 17：繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴的存活曲線是否有樣站或性別差異的 Wilcoxon 檢定結果.....	42



圖目錄

圖 1：烏石坑樣站的架網位置.....	43
圖 2：湖山樣站的架網位置(黃色樣框為次樣站 A，紅色樣框為次樣站 B).....	44
圖 3：湖本樣站的架網位置.....	45
圖 4：雀形目鳥種頭骨氣室化的程度.....	46
圖 5：台灣雀形目鳥類的泄殖腔突起程度分級.....	47
圖 6：台灣雀形目鳥類的孵卵斑範例.....	48
圖 7：2009 年捕捉之雄性與雌性繡眼畫眉的 K-M 存活曲線.....	49
圖 8：2009 年捕捉之繡眼畫眉於湖山、湖本與烏石坑的 K-M 存活曲線.....	50
圖 9：2009 年捕捉之雄性與雌性頭烏線的 K-M 存活曲線.....	51
圖 10：2009 年捕捉之頭烏線於湖山、湖本與烏石坑的 K-M 存活曲線.....	52
圖 11：2009 年捕捉之頭烏線的 K-M 存活曲線.....	53
圖 12：2009 年捕捉之山紅頭於湖山、湖本與烏石坑的 K-M 存活曲線.....	54
圖 13：2009 年捕捉之山紅頭的 K-M 存活曲線.....	55
圖 14：2009 年捕捉之雄性與雌性小彎嘴族群的 K-M 存活曲線.....	56
圖 15：2009 年捕捉之小彎嘴的 K-M 存活曲線.....	57

第一章、前言

存活率(survival rate)是個體能夠存活的時間或是能夠存活於一段時間內的機率，當存活率下降表示個體能夠存活的時間減少或是能夠存活於一段時間內的機率降低，這會導致族群數量下降，因此存活率是評估族群趨勢的重要指標之一(Green 1999; Noon and Sauer 1992)。研究顯示廣泛分布於北美地區的北美黃林鶯(*Dendroica petechia*)於部分地區的族群成長趨勢下降的同時，存活率也呈現下降的趨勢(Saracco *et al.* 2008)。棲地破壞或氣候變遷都可能造成存活率的下降(Bayne and Hobson 2002; Korfant *et al.* 2012; Ruiz-Gutiérrez *et al.* 2008; Oro *et al.* 2010)，故透過存活率的監測，除了能夠瞭解物種族群動態趨勢外，更可進一步探討棲地破壞或氣候變遷對族群的影響，以提早研擬適當的保育措施(DeSante *et al.* 2005; Raithel *et al.* 2007)。

本研究以鳥類作為研究對象，因鳥類具有相對容易辨識與調查，每次調查的種類多，且可建立鳥類與棲地的關係，適宜做為生態環境指標的優點(Carignan and Villard 2002; Hutto 1998)。透過一般鳥類調查可以快速獲得族群數量的資料，然而族群存活率參數則必須透過標記再捕捉(又可稱繫放、標放等)或無線電追蹤的方式來取得(Sandercock 2006; Sutherland *et al.* 2004)。標記再捕捉與無線電追蹤各有其優缺點，標記再捕捉的優點是費用低、可標記個體限制少且數量較多、持續調查時間較長，缺點則是人力需求多、有許多影響鳥類上網的因子可能導致捕捉量低。相對於標記再捕捉，無線電追蹤的優點是人力需求低、可以明確得知個體是否存活，以及個體的活動範圍等，缺點則是費用高、可標記的個體限制多且數量少、可以持續調查時間短。兩種方式都有研究者使用(Davis *et al.* 2011; DeSante *et al.* 1995; Samuel *et al.* 1999)，例如 Davis *et al.*(2011)利用無線電追蹤進行綠頭鴨的存活率資料收集與估算，而 DeSante *et al.*(1995)則是利用標記再捕捉的方式收集與估算雀形目的鳥類存活率。

對於全面性長期生態研究而言，標記再捕捉的方法是較為理想的採樣方式。標記再捕捉利用網子或是其他陷阱進行鳥類個體的捕捉，並進行標記再釋放。雖然台灣地區也有許多利用標記再捕捉法的研究，然而運用標記再捕捉估算存活率的研究並不多也不完整，1964-1971年進行的「遷移性動物病理調查(Migratory Animal Pathological Survey)」是台灣最早以標記再捕捉法執行的大規模鳥類科學研究計畫(McClure 1974)，之後由台北市野鳥學會與中華民國野鳥協會接續這類標記再捕捉的計畫(何，1995)。此外，由大專院校所執行關於鳥類繫放的計畫也不少(吳，1994；吳，2008；林，1996；胡，1999)，其餘像是地方性野鳥協會、政府單位等也有進行相關的鳥類繫放計畫(張，1999；賴，1993)。然而鳥類存活率的估算並不是前述計畫的主要目的，即使收集到可估算存活率的資料，也可能會遇到資料收集的時間過短而無法分析，或是研究區域較少、鳥種過於單一而無法提供足夠資訊等問題。特有生物研究保育中心為監測臺灣雀形目小型鳥類於各種棲地的生產力(productivity)與存活率，於2009年起推動台灣鳥類生產力與存活率監測(The Monitoring Avian Productivity and Survivorship, Taiwan)計畫，簡稱 MAPS Taiwan，此計畫是參考美國鳥類族群研究所(Institute for Bird Populations)

與英國鳥類信託(British Trust for Ornithology)推動之固定努力量鳥類繫放計畫，利用標記再捕捉的方式長期於固定地點進行，以估算特定地點鳥類族群存活率與生產力參數(DeSante *et al.* 1995; DeSante *et al.* 1999; DeSante *et al.* 2005; Robinson *et al.* 2009)。

MAPS Taiwan 計畫建立一套鳥類分析存活率的資料收集方式與分析模式。存活率分析模型(方法)有許多選擇(Lindberg 2012; Lindberg and Rexstad 2006; Sandercock 2006)，適當的模型，才估算出可信的結果(Cooch and White 2012)。根據 DeSante *et al.*(1995)與其他相關研究(Belda *et al.* 2007; Blake *et al.* 2002; Blake and Loiselle 2008; Johnston *et al.* 1997; Korfanta *et al.* 2012; Ruiz-Gutiérrez *et al.* 2012)，利用標記再捕捉法進行存活率的資料收集與估算時，必須考慮到鳥類是否上網的行為反應，也就是再捕捉的機率，而 Cormack-Jolly-Seber (CJS) 模型 (Cormack 1964; Jolly 1965; Seber 1965) 有考慮到鳥類上網的機率，因此，最被廣泛應用於野生動物存活率的估算模式(DeSante *et al.* 1995; Lindberg 2012; Lindberg and Rexstad 2006; Sandercock 2006)。本研究採取此模式進行存活率估算的分析工具。然而 CJS 模式分析的需求相當嚴謹，必須要確定樣本數是否足夠、資料本身是否有問題，以及是否符合 CJS 模式的假設，因此可能會有 CJS 模式無法符合分析需求或者不合假設的狀況，除了透過檢定方法檢測外，本研究也挑選另外一種較為保守且傳統的存活率估算方法進行分析，稱為 The Kaplan-Meier Method(K-M 法)(Kaplan and Meier 1958)，是用於估算鳥類的存活曲線並以傳統假說檢定法檢驗不同存活曲線間是否有顯著差異。

本研究目的為利用 MAPS Taiwan 的繫放資料，以 CJS 模式估算繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴的存活率與再捕捉率，並探討時間、性別與樣站對存活率與再捕捉率的影響；同時以 K-M 法估算前述四鳥種的存活曲線，並探討性別與樣站對存活曲線的影響；最後就本研究分析結果，探討 MAPS Taiwan 計畫的研究方法可能的調整方向。

第二章、材料與方法

一、研究樣區概況

本研究運用 MAPS Taiwan 計畫，2009-2013 年於台中市和平區烏石坑特有生物研究保育中心低海拔試驗站(烏石坑樣站)、雲林縣斗六市湖山(湖山樣站)與雲林縣林內鄉湖本(湖本樣站)等 3 個繫放站蒐集的繫放資料進行繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)、頭烏線(*Schoeniparus brunnea*)、山紅頭(*Stachyridopsis ruficeps*)及小彎嘴(*Pomatorhinus musicus*)等 4 種常見留鳥成鳥(超過 1 齡)的年存活率、再捕捉率及存活曲線分析。

烏石坑低海拔試驗站屬於國有林大安溪事業區第 122 林班地，面積為 328.4 公頃(薛，2009)，2009-2012 年的年均溫為攝氏 18.7 度、年均降雨量為 2,306.1 公厘(資料來源：特有生物研究保育中心低海拔試驗站)，海拔範圍 650-1,834 公尺，棲地由草生地、造林地、次生林與原始林四種植物群落組成，造林地的主要樹種為台灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)、柳杉(*Cryptomeria japonica*)及杉木(*Cunninghamia lanceolata*)(賴與林，1997; 薛，2009)，繫放樣站的海拔高度約 1,000 公尺，面積為 4.0 公頃(Figure 1, Table 1)。湖山與湖本樣站皆位於雲林縣境內，兩者最短的直線距離為 2.0 公里(最相近的兩個架網點)，同屬斗六丘陵的範圍且人為開墾歷史已久的區域，植群可劃分為闊葉林、竹闊混合林、竹林、檳榔林四大類，其中以竹闊混合林所占面積最大，此區域的海拔在 100-1,305 公尺之間(楊，2008)，2008-2012 年的年均溫為 21.9 度，年均降雨量為 2184.5 公厘(資料來源：中央氣象局雲林縣大埔監測站)。湖山樣站位於湖山水庫北側的自然生態保留區與復育區，是由湖山 A 與湖山 B 兩個直接相鄰的次樣站所組成，A 與 B 樣站合計的架網總面積約 10.9 公頃，海拔為 250 公尺(Figure 2)，植群型為竹闊混合林與檳榔林兩類(Table 1)。湖本樣站架網範圍約為 3.7 公頃，海拔為 200 公尺(Figure 3)，屬竹闊混合林的植群型(Table 1)。

二、繫放方法與年齡性別判定

各繫放站的運作均依據 MAPS Taiwan 制定的標準作業程序進行(林與陳，2011; 林，2012)。2009-2011 年，於 3-9 月繫放 14 次，兩次繫放間至少間隔 7 天。2012-2013 年則於 3-8 月進行且繫放頻度降為 7 次，每次間隔至少兩周以上。每繫放站架設 8-10 張霧網，其材料為黑色的雙扎尼龍網，規格為 4 層、長 12 公尺、高 2.6 公尺、以及網目 30 公厘(15 公厘×15 公厘)(林，2012)。霧網架設位置恆定，每次繫放於日出後開始進行 6 小時，開網後依據天候狀況每 30-60 分鐘巡視鳥網一次。每一隻捕捉到的鳥會上具有唯一編號的金屬環於左腳，除記錄環號、物種名、繫放日期及時間外，也檢視頭骨氣室化(skull pneumatization)(Figure 4)、泄殖腔(cloacal protuberance)(Figure 5)、孵卵斑(brood patch)(Figure 6)、脂肪量(fat score)、羽毛特徵及換羽情形，並進行翼長、尾長及體重等形值的測量。所有檢視與測量結束後即釋放個體。

由於繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭及小彎嘴的外形在性別間無明顯的差異，故其年

齡與性別主要透過頭骨氣室化、泄殖腔與孵卵斑的資訊，並輔以虹膜顏色及羽毛特徵來判斷。年齡的定義以 1 月 1 日為基準，當年度 12 月 31 日前出生之幼鳥為一齡鳥，隔年即為二齡鳥，若僅能確認不是 1 齡鳥，則判為超過 1 齡，以此類推。

頭骨氣室化程度是繁殖季期間，判斷雀形目(Passeriformes)幼鳥年齡的有效特徵。雀形目幼鳥的頭骨原為單層骨板，隨著成長下方會再長出一層骨板，中間會形成細小的柱狀骨相連兩層骨板，這樣的過程即為頭骨氣室化，已氣室化的區域呈現白點狀且較不透明，而未氣室化區域則無白點且相對地較為透明，呈現粉紅色(Miller 1946; Pyle *et al.* 1997)。雀形目鳥類頭骨氣室化的時間約 4-8 個月(Pyle *et al.* 1997)，多數鳥種的幼鳥頭骨氣室化完全的時間在九月以後(Leberman 1970; Nero 1951; Stewart 1972)，故在九月底前頭骨氣室化完全者即為超過 1 齡的成鳥(Figure 4g)，不完全者即為當年出生的一齡鳥(Figure 4a-f)。泄殖腔與孵卵斑是判斷性別的主要依據。當繁殖季時雄鳥泄殖腔會擴大並形成明顯的突起以貯藏精子及利於交配行為，通常於春季開始突起，並於發育後 3-5 周達到高峰，一般可延續到夏季中末期(Pyle *et al.* 1997; 林等，2013)。

本研究將泄殖腔突起程度區分為五個等級(林，2012):

- (1)無突起(Figure 5a)；
- (2)略為擴大和突起，通常是基部寬、上部窄，呈現錐形(Figure 5b)；
- (3)中等突起，上部直徑與基部接近圓柱形(Figure 5c)；
- (4)明顯突起，上部直徑大於基部，球根形(Figure 5d)；
- (5)後躺，泄殖腔腫大、開口放大且明顯向後呈平躺狀(Figure 5e)。

由於雌鳥的泄殖腔也會有發腫情況，當無突起或略為擴大和突起時，不宜做性別的判斷，當出現中等突起與明顯突起時，則可判斷為雄性，出現後躺時，則判為雌性(Figure 5)，這是性別最主要的判斷依據(林，2012)。

當只有雌鳥孵蛋或雌、雄鳥間孵卵斑發育程度具有明顯差異，孵卵斑也是判斷性別的重要依據(Pyle *et al.* 1997; 林等，2013)。孵卵斑的形成是為了增加成鳥與鳥蛋間的熱交換所形成，因此當親鳥在孵蛋期前及孵蛋期間(通常於下蛋前 3-5 天形成)，胸部下方及腹部的羽毛會脫落，皮下血管增生且充滿液體(Figure 6) (Pyle *et al.* 1997; 林等，2013)。但研究對象中的繡眼畫眉、山紅頭及小彎嘴雌鳥與雄鳥的孵卵斑均屬明顯發育的鳥種，無法以孵卵斑作為性別判斷的有效依據，僅頭烏線可由具明顯的孵卵斑判定為雌鳥。

三、資料整理與篩選

本研究之 CJS 模式採用各年 3-8 月，繁殖季期間且年齡判為大於一齡個體的資料，並去除受傷後送、捕捉環號與物種名不一致、捕捉環號與色環不一致、年齡判斷異常、無年齡判斷依據、無環號個體及 2013 年新捕捉個體的資料(因只有一次捕捉紀錄，無法估算其存活率與再捕捉率)。之後將每一個體的捕捉歷史依年度依序整理之，於特定年度曾被捕捉 1 次及以上次數者的代碼為「1」，無捕捉紀錄者則為「0」。

K-M 法分析採用 2009 年 3-8 月，繁殖季期間且年齡判為大於一齡個體的資料，並去除受傷後送、捕捉環號與物種名不一致、捕捉環號與色環不一致、年齡判斷異常、無年齡判斷依據、無環號個體。之後計算此年度之族群存活到 2013 年 8 月 31 日的存活天數。

四、CJS model 統計分析

本研究利用活體捕捉-標記-再被捕捉資料，選擇適合的數學模式後，依據訊息理論(information theory)所發展出來的模式選取準則(model selection criterion)，於一組模式中選取最適合的模式，以求更佳估算標的鳥種的存活率與再捕捉率(Cooch and White 2012; Lebreton *et al.* 1992; White and Burnham 1999)。依據資料收集方式以及所欲估算目標(存活率與再捕捉率)，本研究以 Cormack-Jolly-Seber (CJS) model，估算存活率與再捕捉率(Cormack 1964; Jolly 1965; Seber 1965)，其分析流程為：(1)決定要驗證假設之模式，(2)建立通用模式(general model)並進行適合度檢定(goodness of fit)，(3)建立包含通用模式與其他減參數模式的模式組合，(4)利用 corrected Akaike's Information Criterion (AICc)或 quasi-AICc (QAIC)於前述模式組合中，選出最合適的模式，(5)最後以所選出最合適的模式，估算存活率及再捕捉率。以上所有分析皆利用 program MARK 軟體進行(White and Burnham 1999)。

CJS model 常用於屬開放族群(open population)的活體捕捉-標記-再捕捉(目擊)類型的資料，其前提假設為：(1)所有被標記個體於時段(i)間有相同的再捕捉機率，(2)所有被標記個體從時段(i)存活到時段(i+1)的機率相同，(3)捕捉及標記不會影響個體的生活，且標記不會遺失，(4)兩次捕捉的間隔時間裡，個體存活率與年齡是獨立的，(5)每隻個體被捕捉的命運和存活率是獨立於其他個體，(6)相對於被捕捉事件(i)到(i+1)，所有採樣於短期間內完成，採樣完後立即將其釋放(Cormack 1964; Jolly 1965; Lebreton *et al.* 1992; Seber 1965)。此模式考慮一個族群裡個體的時間依賴(time-dependent)存活率 (survival rate, ϕ)以及再捕捉率 (recapture rates, p)，當獲得個體存活到時期(i)的存活率與個體於時期(i)的再捕捉率時，可透過兩個參數的乘積獲得個體於時期(i)的再出現率 (return rate, $r_i = \phi_i * p_i$)，其代表的意義是已標記個體能存活到時期(i)且再被捕捉的機率，由於可以獲得已標記個體再被捕捉的數量及其歷史，因此透過再出現率以最大概似法(maximum likelihood)估算存活率與再捕捉率，最大概似法的公式為($\ell(\theta|\text{data}, \text{model})$)，是依據觀察(收集)的資料在一個假設的模式下估算未知參數所有可能的估值，並挑選與資料最相似的估值(Mills 2012)，program MARK 軟體除了估算模式的參數值之外，也估算變異數、參數量及自由度等(Cooch and White 2012)，需特別注意的是 CJS model 不考慮遷出， $1-\phi$ 所代表的意義包含死亡與遷出，所估計之 ϕ 稱為 apparent survival rate (Lebreton *et al.* 1992)。存活率與再捕捉率的估算必須符合這些假設才能成立。

模式的建立是為了驗證假說，因此必須依據假說決定需要建立的模式，透過模式選擇就不同模式，找尋其中最符合資料的模式來驗證假說。但是模式選擇之前，需先檢測通用模式(general model)是否適合於所欲分析的資料。一般來說，當參數(parameter)

量越多，分析的結果符合每個資料點的機會就越大，資料與模式之間的合適程度就會越高，反過來說當參數量越少，模式與資料間的合適程度就越低(參數量是指存活率或再捕捉率等所欲估算之數值的數量，一般來說有幾個欲估算之未知數，參數量就有幾個，但是其會隨著變數(variable)的不同而產生多個欲估算之未知數的數量，而變數則是指影響參數值的因子，例如欲估算存活率，則參數量為1個，若考慮性別變數，則會估算雄性存活率與雌性存活率，此時參數量為2個，以此類推)。理論上，會有一種與資料完全符合的模式稱為 saturated model。由於本研究是透過模式選擇，找尋其中最符合事實的模式來驗證假說，因此這些模式中至少要有一個模式與資料間是合適的，如此進行模式選擇才有意義，但是 saturated model 不一定是研究或生態上所需的模式，研究者需根據研究假說建立模式，並選擇參數最多的模式進行適合度檢測，此模式即為通用模式(Cooch and White 2012)。依據前人研究，存活率及再捕捉率會依時間(年)、性別、以及繫放站而有所不同(Bayne and Hobson 2002; Cilimburg *et al.* 2002; Gardali and Nur 2006)，因此本研究欲探討此三項變數的影響，建置時間、性別與年分的交互作用作為通用模式並進行減參數模式之間的比較，但是因為樣本數過少此模式並不適合進行分析，因此將三種變數分開比較，並只考慮較為簡單且易於解釋之模式。另外也探討只有1次捕捉紀錄的個體，可能為漂移個體(floater)只是短暫生存於研究樣區內，因此這些個體的存活率可能有別於被捕捉1次以上的個體的 Time-since-marking (TSM) model(Pradel *et al.* 1997)，此模式納入時間變數組一同比較。

本研究建置6個模式進行時間變數與 TSM 模式的比較，稱為時間變數組，分別為

- (1) 存活率與再捕捉率為恆定(ϕ)、(p)；
- (2) 存活率為恆定(ϕ)，再捕捉率因時間變化(p_t) (時間間隔單位為年)；
- (3) 存活率為時間變化(ϕ_t)，再捕捉率為恆定(p)；
- (4) 存活率與再捕捉率皆因應時間變化(ϕ_t)、(p_t) (由於最後一年的存活率無法估算，因此只能估算倒數第二年到最後一年的存活率乘上最後一次的再捕捉率，並以 β 為代號(Lebreton *et al.* 1992))(此模式為時間變數組的通用模式)；
- (5) 存活率分為第一次捕捉後到第二次捕捉的存活率(ϕ_1)與第二次捕捉後的存活率(ϕ_{2+})(ϕ_{TSM})，再捕捉率為恆定(p)；
- (6) 存活率分為第一次捕捉後到第二次捕捉的存活率(ϕ_1)與第二次捕捉後的存活率(ϕ_{2+})(ϕ_{TSM})，再捕捉率為時間變化(p_t)。

建置4個模式進行性別的比較，其中山紅頭因性別判斷不易，因此不進行性別變數的比較，稱為性別變數組，分別為

- (1) 存活率與再捕捉率為恆定(ϕ)、(p)；
- (2) 存活率為恆定(ϕ)，再捕捉率因性別而不同(p_{sex})；
- (3) 再捕捉率為恆定(p)，存活率因性別而不同(ϕ_{sex})；
- (4) 存活率與再捕捉率皆因性別而不同(ϕ_{sex})、(p_{sex})(此為性別變數組的通用模式)；

建置4個模式進行樣站間的比較，稱為樣站變數組，分別為

- (1) 存活率與再捕捉率為恆定(ϕ)、(p)；
- (2) 存活率為恆定(ϕ)，再捕捉率因樣站而不同(p_{site}) (湖山、湖本與烏石坑，其中小彎嘴不包含烏石坑)；
- (3) 存活率因樣站而不同(ϕ_{site})，再捕捉率為恆定(p)；
- (4) 存活率與再捕捉率皆因樣站間而不同(ϕ_{site})、(p_{site}) (此為樣站變數組的通用模式)；

檢測模式是否能夠適用所要分析的資料稱為適合度檢定(goodness of fit)。本研究利用變異數膨脹係數(variance inflation factor, $c\text{-hat}$)的估算來進行判斷，所謂變異數膨脹係數是用來評估資料是否有過度離散(overdispersion)的問題，其標準式為 χ^2/df (χ^2 為卡方值，df 為自由度)，當變異數膨脹係數在 1-3 間表示資料有一定程度的過度離散，值為 1 表示資料無離散，若大於 3 則表示資料過度離散的狀況嚴重，並不適用於分析(Cooch and White 2012)。當變異數膨脹係數大於 3，可能是因為 1.資料的離散程度過大，導致通用模式的結果符合每個資料點的機會較小，因此資料與模式之間的合適程度才會變低、2.資料形式不適用於分析模式，可以透過更改通用模式(增加變數、改變變數等)或變更分析模式來解決(White and Burnham 1999)。若變異數膨脹係數在 1-3 間，則可以透過變異數膨脹係數的校正 AIC_c ，即是 QAIC_c ，而後透過 QAIC_c 進行模式的挑選(White and Burnham 1999)。

Program MARK 裡提供 program release、bootstrapped testing 與 median $c\text{-hat}$ 三種方法來估算變異數膨脹係數，一般來說可以簡單選擇一種方式估算變異數膨脹係數，但是據 Cooch and White (2012)沒有一項估算是完美無誤，因此能夠進行越多檢測越能夠避免資料的不合適出現，因此理論上三種方式皆應進行檢測，但本研究因為樣本數不足無法以 program release 進行檢測，故只進行 bootstrapped testing 與 median $c\text{-hat}$ 的分析。Bootstrapped testing 是從原始資料中建立新的捕捉歷史，利用一個隨機變數(0-1 之間)檢測個體是否存活或再被捕捉來建立捕捉歷史，根據原始資料的模式可以獲得捕捉個體於第一次捕捉後的存活率，此時給予一個隨機變數，若存活率小於隨機變數表示個體於第一次捕捉後是存活的，若大於隨機變數則表示個體已經死亡，則捕捉歷史為 10，若第一次捕捉後為存活則必須再看是否會有第二次再捕捉機會，若再捕捉率小於隨機變數表示個體於第二次有再捕捉紀錄則捕捉歷史為 11，若再捕捉率大於隨機變數表示個體於第二次有再捕捉紀錄則捕捉歷史為 10，透過這樣的方式可以建立每隻個體的模擬捕捉歷史，這些個體再建立模式估算存活率與再捕捉率，本研究會進行 1000 次的模擬分析，即建立 1000 個模擬模式，並估算平均變異數與平均變異數膨脹係數，透過兩種估算方式獲得變異數膨脹係數，分別是 1.原模式的變異數除以模擬模式的平均變異數及 2. 原模式的變異數膨脹係數(原模式的變異數除以原模式的變異數自由度(deviance degrees of freedom))除以模擬模式的平均變異數膨脹係數。median $c\text{-hat}$ 為估算不同變異數膨脹係數(1-3 之間)下，所獲得的模擬估算值之分佈，本研究設定十個變異數膨脹係數，每個係數下進行 102 次的模擬(模擬方式同 Bootstrapped testing)，接著計算每個係數下，模擬的變異數膨脹係數大於及小於原始模式的變異數膨脹係數的數量，並利用邏輯回歸估算在哪個估算值下，模擬的變異數膨脹係數大於

與小於原始模式的變異數膨脹係數的比例剛好是一半，這個估算值就是 median c-hat，估算公式為 $0.5 = e^{\frac{\text{斜率}(\hat{c}) + \text{截距}}{1 + e^{\text{斜率}(\hat{c}) + \text{截距}}}$ 。

透過兩種方式可以獲得三種變異數膨脹係數的估算值，並選擇最接近 3 的保守估值。以存活率與再捕捉率皆因應時間變化(ϕ_t)、(p_t)為通用模式的檢測顯示四種鳥種的結果皆為合適(c-hat < 3)，繡眼畫眉的校正值為 1.18、頭烏線為 1.15、山紅頭為 1.65 與小彎嘴為 1.93。以存活率與再捕捉率皆因性別而不同(ϕ_{sex})、(p_{sex})為通用模式的檢測結果，繡眼畫眉與頭烏線為合適(c-hat < 3)，校正值分別為 1.16 與 1.22，但是小彎嘴的模式不合適(chat = 4.05 > 3)。以存活率與再捕捉率皆因樣站而不同(ϕ_{site})、(p_{site})為通用模式的檢測結果繡眼畫眉、頭烏線與山紅頭為合適(chat < 3)，校正值依序為 1.08、1.22 與 1.58，但是小彎嘴的模式不合適(c-hat = 4.27 > 3)。Program MARK 另外提供一種簡單方式來驗證模式的適合度，假設資料與分析模式的合適程度很高，則建構之模式的穩定度也會很高，因此進行變異數膨脹係數的校正(c-hat 值為 1.25, 1.5, 1.75, 2)時，不論校正係數多寡最合適的模式通常都不會改變，且校正係數越大最適合模式越不會改變，一旦最合適模式隨著係數校正不斷改變，則表示利用此資料建立的模式可能會有問題。本研究會排除變異數膨脹係數大於 3 的模式，以及進行四個校正值時最合適模式皆不同的模式。最終，繡眼畫眉與頭烏線會進行時間、性別與樣站變數組的模式比較，山紅頭進行時間與樣站變數組的模式比較，小彎嘴則只進行時間變數組的模式比較。

最後一步就是利用模式選取準則挑選所建立的模式中相對最合適的模式。由於不同模式會有不同的參數，當參數越多表示誤差(bias)越低，但是變異(不確定性)越高；反之參數越少表示誤差越高但變異越低，透過 Akaike's Information Criterion (AIC) 可以獲得在哪些參數值下誤差與變異達到平衡的模式，program MARK 是利用考慮到樣本數的 corrected Akaike's Information Criterion (AIC_c) 以及再進一步進行變異數膨脹係數校正的 quasi-AIC_c (QAIC_c) 來進行模式選擇，當(Q)AIC_c 小於 2 代表模式合適。另外將(Q)AIC_c 加權轉換成百分比計算出(Q)AIC_c weight(權重, w_i)，這代表各模式於所有模式中所占的比例(所有模式的權重總合為 100%)，可得知模式之間合適程度的比值，換句話說可顯示變數的重要性程度，假設(Q)AIC_c 相當接近時，就可以透過權重值解釋兩者之間的差異。

五、Kaplan-Meier method

Kaplan-Meier method(product-limit method, K-M 法)是估算存活時間並繪製存活曲線的統計方式，其利用標記個體死亡的時間點來估算累計死亡率，不考慮再捕捉率的問題，通常都是利用同年的同一族群裡部分個體進行追蹤，並利用這些個體代表整個族群。累計存活率的估算公式為

$$\hat{S}_t = \prod_{i=1}^t \left(\frac{n_i - d_i}{n_i} \right)$$

n_i ：時期 i 存活的個體數， d_i ：時期 i 死亡的個體數

屬非參數統計法，相對於參數統計法其適用範圍較廣且估算簡單快速。K-M 法也有幾項假設，1.獨立性 2.隨機性 3.每個個體於時段 i 到時段 $i+1$ 的存活機率相同且有相同的離散分佈(Kaplan and Meier 1958)。因應資料形式我假設最後一年捕捉後無再捕捉記錄之個體視為死亡，由於無法確認是否死亡，死亡也包含遷出與無再捕捉記錄。以 2009 的族群做為代表，捕捉起始時間為 2009 年 9 月，由於 MAPS Taiwan 並無於非繁殖季繫放，因此假定所有個體皆存活至隔年繁殖季前(2 月)，接著即以個體最後一次捕捉日期視為死亡的起始點，捕捉結束時間為 2013 年 8 月，存活天數的計算以月份為單位。K-M 法探討不同性別與樣站是否有差異，其中小彎嘴因樣本數過少無法進行樣站間的 K-M 法分析，結果會呈現存活曲線與平均存活時間，並利用 Wilcoxon 的卡方檢定檢測不同存活曲線間是否有顯著差異。分析皆以 SAS 軟體進行(SAS 9.3)。

國立中興大學



National Chung Hsing University

三、結果

一、繡眼畫眉

CJS 模式的分析樣本數為湖山樣站雄性 37 隻、雌性 41 隻，湖本樣站雄性 19 隻、雌性 25 隻以及烏石坑地區雄性與雌性皆為 29 隻(Table 2)。K-M 法的分析樣本數為湖山樣站雄性 8 隻、雌性 11 隻、性別未知 14 隻，湖本樣站雄性 9 隻、雌性 14 隻、性別未知 6 隻以及烏石坑地區雄性與雌性皆為 12 隻、性別未知 33 隻(Table 3)。

時間變數組的結果顯示 ΔQAIC 小於 2 的有 2 個模式，以存活率與再捕捉率皆固定為最佳模式($\Delta\text{QAIC} = 0.00$)，權重為 0.53，存活率為 0.68 ± 0.09 ，再捕捉率為 0.19 ± 0.05 ；次要模式以存活率為 TSM 與再捕捉率固定($\Delta\text{QAIC} = 1.67$)，權重為 0.23，第一次捕捉後到第二次捕捉的存活率為 0.56 ± 0.18 、第二次捕捉後的存活率為 0.71 ± 0.11 ，再捕捉率為 0.22 ± 0.07 (Table 4、Table 8)。

性別變數組的結果顯示 4 個模式的 ΔQAIC 皆小於 2，以存活率與再捕捉率皆固定為最佳模式($\Delta\text{QAIC} = 0.00$)，權重為 0.41；次要模式為存活率為性別間不同，再捕捉率為恆定($\Delta\text{QAIC} = 0.70$)，權重為 0.29，雄性的存活率為 0.74 ± 0.11 、雌性存活率為 0.61 ± 0.10 ，再捕捉率為 0.19 ± 0.05 ；接著依序為存活率為恆定，再捕捉率為性別間不同($\Delta\text{QAIC} = 0.70$ ， $w_i = 0.16$)，存活率為 0.68 ± 0.09 ，雄性再捕捉率為 0.20 ± 0.06 、雌性再捕捉率為 0.18 ± 0.06 以及存活率與再捕捉率為性別間不同($\Delta\text{QAIC} = 0.70$ ， $w_i = 0.15$)，雄性存活率為 0.80 ± 0.14 、雌性存活率為 0.55 ± 0.11 ，雄性再捕捉率為 0.15 ± 0.06 、雌性再捕捉率為 0.25 ± 0.09 (Table 4、Table 9)。

樣站變數組的結果顯示 ΔQAIC 小於 2 有 2 個模式，以存活率與再捕捉率皆為樣站間不同為最佳模式($\Delta\text{QAIC} = 0.00$)，權重為 0.49，湖山樣站的存活率為 0.57 ± 0.14 、再捕捉率為 0.21 ± 0.09 ，湖本樣站的存活率為 1.00 ± 0.00 、再捕捉率為 0.04 ± 0.02 ，烏石坑樣站的存活率為 0.71 ± 0.11 、再捕捉率為 0.11 ± 0.09 ；次要模式為存活率為恆定，再捕捉率為樣站間不同($\Delta\text{QAIC} = 0.25$)，權重為 0.44，存活率為 0.70 ± 0.09 ，湖山樣站的再捕捉率為 0.15 ± 0.05 、湖本樣站為 0.08 ± 0.04 、烏石坑樣站為 0.29 ± 0.08 (Table 4、Table 10)。

K-M 法的檢測顯示，性別間的存活曲線則無顯著差異($p = 0.26$)(Table 17，Figure 7)。樣站間的存活曲線有顯著差異($p < 0.05$) (Table 17，Figure 8)，烏石坑樣站的存活曲線顯著高於湖山與湖本樣站，並顯示超過一半的標記個體於第一次標記後即無再捕捉記錄，於第一次繫放時的累計存活率分別為烏石坑(0.33)、湖山(0.15)與湖本(0.07)，其中烏石坑與湖本樣站分別有 2 隻與 1 隻個體存活到最後並有再捕捉記錄(Figure 8)。繡眼畫眉的平均存活時間 0.74 ± 0.05 年，若以樣站來計算，則繡眼畫眉於湖山樣站的平均存活時間為 0.61 ± 0.06 、湖本樣站為 0.57 ± 0.05 年、烏石坑樣站為 0.88 ± 0.10 年。

二、頭烏線

CJS 模式的分析樣本數為湖山樣站雄性 39 隻、雌性 20 隻，湖本樣站雄性 22 隻、雌性 16 隻以及烏石坑地區雄性 14 隻、雌性 3 隻(Table 2)。K-M 法的分析樣本數為湖山樣站雄性 6 隻、雌性 3 隻、性別未知 2 隻，湖本樣站雄性 10 隻、雌性 6 隻、性別未知 0 隻以及烏石坑地區雄性 3 隻、雌性 2 隻、性別未知 6 隻(Table 3)。

時間變數組的結果顯示 $\Delta Q A I C$ 小於 2 的有 4 個模式，以存活率與再捕捉率皆為時間變化為最佳模式($\Delta Q A I C = 0.00$)，權重為 0.27，2009- 2012 年年間的存活率依序為 0.53 ± 0.10 、 0.71 ± 0.15 、 1.00 ± 0.00 ，再捕捉率依序為 0.75 ± 0.13 、 0.54 ± 0.13 、 0.29 ± 0.08 ， β 為 0.36 ± 0.00 ；次要模式為存活率與再捕捉率皆固定($\Delta Q A I C = 0.26$)，權重為 0.23，存活率為 0.58 ± 0.06 、再捕捉率為 0.54 ± 0.08 ；接著依序為存活率為恆定，再捕捉率為時間變化($\Delta Q A I C = 0.37$ ， $w_i = 0.22$)，存活率為 0.64 ± 0.07 ，2009-2013 年年間的再捕捉率依序為 0.67 ± 0.13 、 0.55 ± 0.12 、 0.44 ± 0.11 、 0.27 ± 0.10 以及存活率為 TSM 與再捕捉率為時間變化 ($\Delta Q A I C = 1.58$ ， $w_i = 0.12$)，第一次捕捉後到第二次捕捉的存活率為 0.58 ± 0.08 、第二次捕捉後的存活率為 0.73 ± 0.11 ，2009-2013 年年間的再捕捉率依序為 0.73 ± 0.13 、 0.57 ± 0.12 、 0.44 ± 0.11 、 0.26 ± 0.10 (Table 5、Table 11)。

性別變數組的結果顯示 $\Delta Q A I C$ 小於 2 的只有 1 個模式，以存活率與再捕捉率皆固定為最佳模式($\Delta Q A I C = 0.00$)，權重為 0.54，存活率為 0.58 ± 0.06 、再捕捉率為 0.54 ± 0.09 (Table 5、Table 12)。

樣站變數組的結果顯示 $\Delta Q A I C$ 小於 2 的有 2 個模式，以存活率與再捕捉率皆固定為最佳模式($\Delta Q A I C = 0.00$)，權重為 0.51，存活率為 0.58 ± 0.06 、再捕捉率為 0.54 ± 0.09 ；次要模式為存活率為樣站間不同，再捕捉率為恆定($\Delta Q A I C = 1.06$)，權重為 0.30，湖山樣站的存活率為 0.61 ± 0.08 、湖本樣站為 0.46 ± 0.08 、烏石坑樣站為 0.70 ± 0.12 ，再捕捉率為 0.54 ± 0.09 (Table 5、Table 13)。

K-M 法的檢測顯示，不論是樣站間、性別間的存活曲線皆無顯著差異($p = 0.19 - 0.95$) (Table 17，Figure 9-10)，超過一半的標記個體於第一次標記後即無再捕捉記錄，於第一次繫放時的累計存活率為 0.39，有 2 隻個體存活到最後並有再捕捉記錄(Figure 11)。頭烏線的平均存活時間為 0.89 ± 0.13 年。

三、山紅頭

CJS 模式的分析樣本數為湖山樣站 133 隻，湖本樣站 38 隻以及烏石坑地區 59 隻 (Table 2)。K-M 法的分析樣本數為湖山樣站 35 隻，湖本樣站 16 隻以及烏石坑地區 20 隻 (Table 3)。

時間變數組的結果顯示 $\Delta Q A I C$ 小於 2 的有 2 個模式，以存活率與再捕捉率皆為

恆定為最佳模式($\Delta\text{QAIC} = 0.00$)，權重為 0.50，存活率為 0.36 ± 0.07 、再捕捉率為 0.46 ± 0.12 ；次要模式為存活率為 TSM 與再捕捉率為固定($\Delta\text{QAIC} = 1.41$)，權重為 0.25，第一次捕捉後到第二次捕捉的存活率為 0.45 ± 0.17 、第二次捕捉後的存活率為 0.32 ± 0.09 ，再捕捉率為 0.39 ± 0.15 (Table 6、Table 14)。

樣站變數組的結果顯示 ΔQAIC 小於 2 的有 2 個模式，以存活率與再捕捉率皆固定為最佳模式($\Delta\text{QAIC} = 0.00$)，權重為 0.47，存活率為 0.36 ± 0.07 、再捕捉率為 0.47 ± 0.12 ；次要模式為存活率與再捕捉率皆為樣站間不同($\Delta\text{QAIC} = 1.36$)，權重為 0.24，湖山樣站的存活率為 0.44 ± 0.10 、再捕捉率為 0.35 ± 0.12 ，湖本樣站的存活率為 0.14 ± 0.07 、再捕捉率為 1.00 ± 0.23 ，烏石坑樣站的存活率為 0.31 ± 0.09 、再捕捉率為 0.78 ± 0.23 (Table 6、Table 15)。

K-M 法的檢測顯示，樣站間的存活曲線無顯著差異($p = 0.96$) (Table 17, Figure 12)，超過一半的標記個體於第一次標記後即無再捕捉記錄，於第一次繫放時的累計存活率為 0.30，有 1 隻個體存活到最後並有再捕捉記錄(Figure 13)。山紅頭的平均存活時間為 0.74 ± 0.07 年。

四、小彎嘴

CJS 模式的分析樣本數為湖山樣站雄性 13 隻、雌性 15 隻，湖本樣站雄性 22 隻、雌性 8 隻(Table 2)。K-M 法的分析樣本數為湖山樣站雄性 5 隻、雌性 4 隻、性別未知 1 隻，湖本樣站雄性 2 隻、雌性 3 隻、性別未知 5 隻(Table 3)。

時間變數組的結果顯示 ΔQAIC 小於 2 的只有 1 個模式，以存活率與再捕捉率皆固定為最佳模式($\Delta\text{QAIC} = 0.00$)，權重為 0.55，存活率為 0.40 ± 0.16 、再捕捉率為 0.42 ± 0.24 (Table 7、Table 16)。

K-M 法的檢測顯示，性別間的存活曲線無顯著差異($p = 0.09$) (Table 17, Figure 14)。超過一半的標記個體於第一次標記後即無再捕捉記錄，於第一次繫放時的累計存活率為 0.30，並無個體存活到最後並有再捕捉記錄(Figure 15)。小彎嘴的平均存活時間為 0.90 ± 0.16 年。

第四章、討論

一、探討繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴的存活率與 K-M 法的結果

本研究四種鳥種的存活率以繡眼畫眉(0.68)最高，雖然不同樣站間的存活率不同，存活率較低的湖山樣站(0.57)也只低於頭烏線，顯示成鳥繡眼畫眉可能可以獲得足夠資源或減少被掠食機會等降低死亡的因素，因此而比另外 3 種鳥種有更高的存活率。相對來說，山紅頭的存活率最低(0.36)，顯示成鳥山紅頭可能較難取得資源或被掠食機會較高等增加死亡的因素，因此有較低的存活率。透過 K-M 得知，四種鳥類的平均存活時間皆低於 1 年，且於第一次捕捉前的累計死亡率皆低於 0.5，顯示超過一半的標記個體並無法於第一次標記後追蹤到這些個體，顯示多數個體可能已經死亡、遷移或者無再被捕捉，也顯示族群組成的變動較大，以致於本研究難於再次捕捉到這些個體。部分個體可以持續存活到繫放的最後一年且有再捕捉記錄，顯示這些個體為優勢個體，可以穩定的存活於研究樣區，其中只有小彎嘴並無個體存活到最後一年的繫放且再被捕捉記錄，由於小彎嘴於繁殖期的領域性較強，可能會競爭導致個體無法長期穩定的存活於研究樣區。

二、探討兩種模式的不同

本研究利用兩種模式進行相同資料的存活分析，並可從不同角度分析相同的資料。CJS model 是以整個族群的角度來看整體的存活率，並從不同的狀況(condition)下探討存活率的不同，因此透過 CJS model 可以提供樣區內整體的概況，瞭解整體環境的變動，但是相對來說此模式並無法得知個體的概況，以及不同年齡層的狀況。K-M 法則是以單一族群的個體來看其是否存活，因此可以透過存活曲線瞭解個體於哪個時間死亡，而這個時間點可能發生甚麼事件，相對來說也能提供不同年齡的變化，但是本研究並準確追蹤個體是否死亡，因此對於 K-M 法分析結果的解釋，則須較為保守。

三、影響存活率因子的探討

本研究發現繡眼畫眉與頭烏線的存活率受到只有一次捕捉記錄個體的影響，第二次以後捕捉的存活率大於第一次捕捉到第二次捕捉的存活率，顯示本研究捕捉到漂移者的比例較高，這與 Parker *et al.*(2006)於厄瓜多的研究結果相似，他們發現灰胸林鵯(*Henicorhina leucophrys*)也受到只有一次捕捉個體的影響，為降低漂移者的影響，可去除當年度只有一次捕捉記錄的個體。本研究也發現山紅頭的 TSM 模式對其存活率有影響，但卻不符合第二次以後捕捉的存活率大於第一次捕捉到第二次捕捉的存活率的假設，這說明本研究並沒有受到只有一次捕捉記錄個體的影響或影響較小，推測第一次捕捉到第二次捕捉的存活率大於第二次以後捕捉的存活率可能是因為不同年齡造成，這可以由山紅頭是四種鳥種存活率(0.36)最低的鳥種來推斷，存活率低表示山紅頭

可存活長時間的機率較低，因此當年齡越大存活機率越低時，年齡影響的效應就會大於漂移者影響的效應，因此才會呈現第一次捕捉到第二次捕捉的存活率大於第二次以後捕捉的存活率的狀況。但對於年齡影響的推斷則需要進一步的資料收集驗證。

頭烏線的存活率有不同年份間的變化，但 2011-2012 年的存活率估值無法信任(標準偏差為 0，信賴區間為 0.00-1.00)，本研究只能顯示 2009-2010 年的存活率是低於 2010-2011 年的存活率，可能原因有食物資源或颱風的影響。前人認為食物資源多寡會直接影響鳥類的存活率，寒冷的冬季時，食物資源相對減少，此時鳥類的存活率也會下降，這個假說稱為 winter-food limitation hypothesis (Lack 1954), Perdeck *et al.* (2000) 的研究即驗證了此假說，大山雀 (*Parus major*) 的存活率隨著冬天均溫與食物資源(一種櫟木的種子)增加而上升。雖然有研究顯示頭烏線為雜食性鳥類，且以果食、種子與昆蟲為食(吳，2008；陳與周，1999)，但是並沒有進一步的詳細資料，加上本研究也沒有研究樣區的食物資源調查資料，因此並無法推斷頭烏線的存活率有不同年份間的變化是否因食物資源差異所造成。根據 Lin *et al.* (2003) 的研究顯示颱風的入侵會造成落葉增加、樹冠層遮蔽度降低，因此 Ha *et al.* (2012) 認為這會造成鳥類族群的降低，並透過研究顯示位於太平洋西北方的羅塔島(Rota)，其島上三種雀形目鳥類的族群量的確顯著隨著颱風強度增強與侵襲距離減短而下降，因此本研究預期颱風或許是造成鳥類存活率下降進而降低族群數的影響因子，並可能因為不同年份間颱風的數量或強度的差異造成存活率產生年份間的變化。但根據中央氣象局的資料顯示，2009-2010 年，每年侵襲的颱風數是相近的，依序為 4、5 且都為輕度或中度颱風，頭烏線的存活率雖然有年間的變化，但並無隨颱風數量增加而減少，顯示頭烏線存活率於 2009-2010 年較低並非因颱風入侵的強度與數量的差異而造成。

雖然影響的權重並不高，但不同性別也會影響繡眼畫眉的存活率，一般認為兩性外型或行為差異是造成存活率不同的原因，例如被掠食壓力與競爭行為。研究顯示，北美 28 種雀形目的雌性死亡率與雄性體色的亮度呈顯著負相關(Promislow *et al.* 1992)，顯示不同性別間有被掠食壓力的差異，但繡眼畫眉並無兩性間的外型差異也無鮮豔的繁殖羽，因此並沒有因體色的差異造成被掠食壓力不同導致存活率不同。Clobert *et al.* (1988) 研究認為藍山雀雄鳥的存活率隨著族群密度增加而下降是由於雄性具領域性產生的競爭行為所造成，但是繡眼畫眉並無明顯領域性(林，1996)，因此也沒有因為領域性的競爭行為造成存活率下降。雖然北美地區也有研究顯示，Florida Scrub-Jays 與 Yellow Warblers 都是雄鳥的存活率高於雌鳥存活率(Breining *et al.* 2009; Cilimburg *et al.* 2002) 與繡眼畫眉的結果一致，但都無法確認雄鳥的存活率大於雌鳥存活率的原因。本研究認為繡眼畫眉屬於一夫一妻制，且為兩性共同孵卵與育雛，林(1996)指出不同鳥巢間兩性投資比例略有差異，而郭(2000)調查顯示雌鳥於孵卵的比例較多，雄鳥則以餵食比例較高，因此可能因生殖能量花費差異造成兩性存活率的不同，但是林(1996)的研究有兩性判別的準確度低且有觀察的誤差而郭(2000)的樣本數過低(只觀察一年 4 個巢)，因此對於是否因生殖能量的差異造成兩性存活率不同需要進一步的研究證實。

進行本研究樣站間的比較時，需先釐清繡眼畫眉的存活率與存活曲線於樣站間趨勢不同之問題。當再捕捉率過低時，會導致存活率的估算不準確(Martin *et al.* 1995; Saracco *et al.* 2006)，本研究的結果顯示繡眼畫眉於湖本樣站的再捕捉率只有 0.04，因此存活率的估算可能並不準確，事實上估算的結果也無法信任(標準偏差為 0，信賴區間為 0.00-1.00)，這可能是造成存活率與存活曲線趨勢不一致的原因，因此就繡眼畫眉的部分，本研究將排除湖本區域來進行討論。

本研究發現繡眼畫眉、頭烏線與山紅頭都有受到樣站變數的影響，且繡眼畫眉於樣站間的存活曲線也有顯著差異。不同樣站可能因棲地差異(例如植被組成不同或遮蔽度的差異)，影響被掠食壓力與食物資源多寡，造成存活率於不同樣站間的差異，Kostecke and Cimprich (2008)推測植被的結構與遮蔽度(cover)，可能會影響被掠食的壓力，造成 Black-capped Vireos (*Vireo atricapilla*)的存活率有棲地間的差異。棲地破壞也可能造成樣站間的存活率不同，棲地破碎化就是棲地破壞後造成棲地面積減少的現象，研究顯示 White-ruffed Manakin (*Corapipo altera*) 於哥斯大黎加西南部的破碎化(小面積)棲地的存活率低於無破碎化(大面積)棲地，且被掠食壓力增加與食物資源減少被認為是主要原因(Ruiz-Gutiérrez *et al.* 2008)。

台灣低海拔森林幾乎都有受到棲地破壞的影響，本研究的三個樣站也不例外，不過三個樣站的棲地組成略有差異，人為活動的程度也略為不同，烏石坑的海拔稍高，繫放區域主要為天然闊葉林與人工針葉林，與湖本、湖山主要為竹闊混合林的組成不同，當地是屬於特有生物研究中心的低海拔試驗站，主要有試驗站人員的人為活動；湖山與湖本樣站雖同屬於斗六丘陵，但是湖本地區為斗六主要種植竹筍的區域，竹林比例較高，主要會受到筍農的干擾，而湖山地區位於正在興建中的湖山水庫旁，會受到水庫興建的影響，另外也會受到筍農的人為活動干擾，不過該區域目前是屬於復育區有進行棲地復育的人為管理。由於三個樣站的棲地組成與人為活動的程度不同，顯示繡眼畫眉、頭烏線與山紅頭可能因為不同樣站的棲地組成與人為活動差異導致存活率於不同樣站間的差異，進一步結果顯示繡眼畫眉、頭烏線與山紅頭的存活率於不同樣站的結果不同，且存活率受到樣站影響的程度也不一樣，繡眼畫眉若排除湖本樣站是以烏石坑的存活率最高與頭烏線相同，而山紅頭則於湖山樣站的存活率最高，顯示繡眼畫眉、頭烏線與山紅頭不只因不同樣站的棲地組成與人為活動差異導致存活率於不同樣站間的差異，且對於棲地組成與人為活動差異的適應程度也不一樣。進一步透過存活曲線顯示繡眼畫眉於烏石坑樣站有較多優勢個體長久存活於該樣區，也顯示對繡眼畫眉而言，烏石坑樣站相對於湖山與湖本是更好的環境，而頭烏線與山紅頭於湖本樣站的存活率最低，顯示湖本樣站相對無法提供較好的環境以利研究鳥種的存活。Donovan *et al.* (2002)認為可以透過存活率或生殖力決定棲地品質的高低，透過棲地品質高的棲地組成調查結果，進行相同的棲地復育，例如 Wunderle and Latta (2000)調查發現即使只有一公頃大小的咖啡園對於 Neotropics 區域的遷移性鳴鳥(songbirds)提供了高品質的棲地環境，本研究的結果可提供不同鳥種於不同樣站的存活率，進而得知哪些樣站對於哪些鳥種是屬於棲地品質高的區域，未來透過棲地組成的資料，或可決定棲地復育的保育方向。

四、影響再捕捉率的因子

本研究顯示四種鳥種於隔年再捕捉的機率低，繡眼畫眉、山紅頭與小彎嘴皆低於一半，又以繡眼畫眉再捕捉的機率最低，同時 K-M 法的結果也顯示四種目標鳥種的平均存活時間都低於 1 年，表示多數於 2009 年標記的個體都很難於隔年之後再捕捉，由於我們無法確定個體是否死亡，故除了死亡率高之外，也可能為再捕捉率過低所造成。本研究進一步發現頭烏線的再捕捉率有不同年份間的變化，繡眼畫眉的再捕捉率於不同性別與樣站並不相同，山紅頭則於不同樣站的再捕捉率不同。對於影響鳥類再捕捉率的因子最常被討論的就是避網效應(net avoidance)，Mayerhofer *et al.*(2008)發現置於陽光下的霧網再捕捉燕科鳥種的機率顯著低於置於陰影下的霧網，其推斷可能是燕科鳥種可以察覺網子，進而避開霧網。本研究於繫放時曾發現當有個體中網時，會有其他個體於網旁而不上網的現象，顯示鳥類的行為可能是造成本研究再捕捉率低的影響因子，除了避網效應，也可能因個體的活動範圍大於架網範圍，因而降低再捕捉的機率。對於繡眼畫眉的再捕捉率遠低於其他三種鳥種的最大原因是繡眼畫眉活動的層次也包含了中上層的樹層，由於 MAPS Taiwan 的繫放並無法捕捉森林上層活動的個體，因此對於活動層次並不侷限於森林中下層的繡眼畫眉來說，要捕捉這些個體的機會自然就會降低，加上上述可能的原因，也就可解釋繡眼畫眉的再捕捉率遠低於其他三種鳥種的狀況。另外由於存活率有受到只有一次再捕捉個體的影響，本研究也不能排除漂移者的影響。

五、適合度檢定不合適的原因

根據適合度檢定的結果，本研究無法進行小彎嘴的性別變數與樣站變數組的模式比較，因為小彎嘴的資料有過度離散的問題($c\text{-hat} > 3$)而無法進行分析，這可能與兩點原因有關，(1)不符合模式的假說或分析模式不合適；(2)繫放方式不合適。由於本研究樣本數過少並無法進行 CJS 模式假說的驗證，因此是否因為不合假說導致，可能需要增加樣本數才能進行驗證。由於 CJS 模式已經是被廣為應用的模式，小彎嘴也可以進行時間變數的 CJS 模式分析，因此推測並不是因為分析模式不合適的緣故。繫放方式不合適牽涉到樣本數問題，樣本數又決定可考慮之變數，小彎嘴不能進行性別變數組的模式比較，其最低樣本數為雌性小彎嘴的 23 隻，但是以烏石坑樣站的頭烏線為 17 隻的狀況下，卻可進行樣站變數組的比較，顯示小彎嘴或許於不同性別或樣站間資料的變異較大，因此目前的樣本數可能還是過少，一旦樣本數變多可分析的變數也可增加，這樣應該可以進一步分析相關變數的影響。但要增加樣本數，以目前 MAPS Taiwan 的方式，或許並不適合進行小彎嘴的資料收集，這可能是因為小彎嘴的體型較大、領域性較強，因此固定範圍內的數量可能沒有其他 3 種鳥種多，也導致無法收集太多的樣本數進行分析，當然我們也不能排除資料的收集過程發生紀錄錯誤因此有些樣本無法納入分析的問題，另外以小彎嘴來說，性別無法判斷的比例較高，導致湖本站雖然有高達 47 隻的捕捉數量，但是最後可分析的數量只有 30 隻，其中雌鳥更只有 8 隻。紀錄與性別判斷的問題也都有發生於其他鳥種，因此這是未來需持續改進的部分。整

體來說，小彎嘴並不是 MAPS Taiwan 優先考慮進行存活率分析的鳥種。

六、繫放方法的探討與調整方向

MAPS Taiwan 的繫放的設計方式，除了收集存活率，也必須兼顧生產力的資料收集，透過本研究分析結果顯示，MAPS Taiwan 目前的繫放方式有樣本數過少及再捕捉率過低的缺點，而這會影響存活率估算的準確度，當個體的再捕捉率過低時，不只會無法顯示變數對於存活率間的影響，也會造成模式的解釋力(power)過低(Martin *et al.* 1995; Saracco *et al.* 2006)，本研究也有出現估算的參數無法信任的狀況，因此如能進行適當的調整以便獲得更多的樣本數並減少造成再捕捉率變低的影響因子，除了增加估算的準確度，也可進一步分析更多影響因子。Ruiz-Gutiérrez *et al.* (2012)針對5個方向建議樣本數少且再捕捉率低的鳥類收集方式，分別是資料收集時間、繫放時間、架網數量、架網範圍與架網的空間結構，其建議對於長年居住且再捕捉率低之留鳥，需更長的資料收集時間(超過10~30年)再進行存活率之估算，另一方面減少繫放次數降低避網效應的產生也是提高再捕捉率的方法之一(Miles *et al.* 2007)，其建議減少繫放次數但是增加單次繫放的天數並於數量高峰期進行，這也能夠增加捕捉的樣本數，增加樣本數還可透過增加霧網數量與架網的空間結構，其建議霧網數目可增加現行多數研究的兩倍，至於空間結構的設計有很多種，例如劃分區塊後，每一區塊內的網子都視為同一個網子的資料。除了 Ruiz-Gutiérrez *et al.* (2012)提出的幾種方式外，有研究者認為配合色環的調查也可增加存活率估算的準確度(Chase *et al.* 1997; Nur and Geupel 1993)。因此單就收集存活率分析的資料，建議朝向(1)降低繫放頻度，增加單次的天數並於數量高峰期繫放，(2)架網範圍與數量廣且多，要能包含個體活動範圍的方向設計。針對 MAPS Taiwan 的部分，則建議可朝向增加架網範圍與數量的方向進行修正，並且搭配色環的調查以提高再捕捉率(或稱再看率)。

七、未來目標

本研究是首次利用標記再捕捉的方式，長期於固定地點收集台灣地區雀形目鳥類的繫放資料，並估算特定地點鳥類族群存活率參數。本研究可獲得三個不同的區域、四種鳥種的資料進行存活分析，並且瞭解不同鳥種於不同年份、性別或樣站的存活率不同，但是對於造成差異的原因都有待於未來進一步的研究進行驗證與探討，此外評估族群趨勢的指標還須要生殖力的資訊，因為未來若能獲得生殖力資料，才可進一步評估族群的趨勢。

第五章、結論

以 CJS 模式分析成鳥繡眼畫眉的年存活率最高(0.68 ± 0.09)，接著依序為頭烏線(0.58 ± 0.06)、小彎嘴(0.40 ± 0.16)與山紅頭(0.36 ± 0.07)。其中繡眼畫眉、山紅頭與頭烏線的存活率受到只有一次捕捉個體的影響且不同的樣站有不同的存活率或再捕捉率，繡眼畫眉於不同性別間的存活率與再捕捉率不同以及頭烏線的存活率與再捕捉率都有年間的變化。以 K-M 法的結果顯示四種鳥種的平均存活時間皆低於 1 年，其中只有繡眼畫眉於不同樣站間的存活曲線有顯著差異($p < 0.05$)，繡眼畫眉、頭烏線與山紅頭的部分個體可持續存活到繫放結束，但小彎嘴則無個體存活到繫放結束。本研究並無法進行不同性別與樣站對小彎嘴影響的模式比較，且有再捕捉率過低與樣本數過少的問題，建議針對存活率資料的收集可朝繫放時間、架網範圍與數量的方向調整。本研究雖然獲得存活率資訊，但對於評估族群趨勢也須要生殖力的資訊，因為未來若能獲得生殖力資料，便可進一步評估族群的趨勢。

國立中興大學



National Chung Hsing University

第六章、參考文獻

- 何一先。1995。台灣鳥類繫放-台灣的發展與現況。民 102 年 12 月 27 日，取自：
http://web.thu.edu.tw/cychiang/www/twsg/banding/info/info_band-1.htm。
- 吳世鴻。1994。花蓮地區棕背伯勞之領域及棲地利用研究。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文，花蓮。
- 吳禎祺。2008。北大武山區森林鳥類群聚、食性和海拔遷移。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文，屏東。
- 林瑞興。1996。繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*) 生殖及鳥群生態之研究。國立台灣大學動物學研究所碩士論文，台北。
- 林瑞興。2012。台灣鳥類生產力與存活率監測 2012 工作手冊。行政院農業委員會特有生物研究保育中心，南投。
- 林瑞興、蘇美如、陳嘉宏。2013。雀形目鳥類年齡及性別判斷簡介。自然保育季刊 84: in press。
- 林瑞興、陳嘉宏。2011。台灣鳥類生產力與存活率監測 2011 工作手冊。行政院農業委員會特有生物研究保育中心，南投。
- 胡妙芬。1999。福山試驗林繡眼畫眉(*Alcippe morrisonia*)之年齡判定及族群動態學研究。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文，台北。
- 郭偉望。2000。福山試驗林繡眼畫眉性別差異及生殖生態學研究。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文，台北。
- 陳焯傑、周蓮香。1999。福山試驗林森林鳥類之食性觀察。臺灣林業科學 14:275-287。
- 張進隆。1999。1998-1999 鳥類繫放報告。高雄市野鳥學會，高雄。
- 楊迪嵐。2008。斗六丘陵植群生態之研究。中興大學森林學系所碩士論文，台中。
- 賴美麗。1993。太魯閣國家公園中、高海拔鳥類繫放計畫。太魯閣國家公園，花蓮。
- 賴國祥、林旭宏。1997。烏石坑森林植群型及其優勢樹種演替趨勢之探討。中華林學季刊 30:257-268。
- 薛美莉。2009。烏石坑地區 18 年生台灣杉人工林雨水之質量組成。特有生物研究 11:1-19。
- Bayne, E. M., and K. A. Hobson. 2002. Apparent survival of male ovenbirds in fragmented and forested boreal landscapes. *Ecology* 83:1307-1316.
- Belda, E. J., E. Barba, and J. S. Monrós. 2007. Resident and transient dynamics, site fidelity and survival in wintering blackcaps *Sylvia atricapilla*: evidence from capture-recapture analyses. *Ibis* 149:396-404
- Blake, J. G. and B. A. Loiselle. 2008. Estimates of apparent survival rates for forest birds in eastern Ecuador. *Biotropica* 40:485-493.
- Blake, J. G., and B. A. Loiselle. 2002. Manakins (Pipridae) in second-growth and old-growth forests: patterns of habitat use, movement, and survival. *Auk* 119:132-148.
- Breining, D. R., J. D. Nichols, G. M. Carter, and D. M. Oddy. 2009. Habitat-specific breeder survival of Florida scrub-jays: inferences from multistate models. *Ecology* 90:3180-3189.
- Carignan, V., and M. A., Villard. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological

- integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment* 78:45-61.
- Chase, M. K., N. Nur, and G. R. Geupel. 1997. Survival, productivity, and abundance in a Wilson's warbler population. *Auk* 114:354-366.
- Cilimburg, A. B., M. S. Lindberg, J. J. Tewksbury, and S. J. Hejl. 2002. Effects of dispersal on survival probability of adult yellow warblers (*Dendroica petechia*). *Auk* 119:778-789.
- Clobert, J., C. M. Perrins, R. H. McCleery, and A. G. Gosler. 1988. Survival rate in the great tit *Parus major* in relation to sex, age, and immigration status. *Journal of Animal Ecology* 57:287-306.
- Cooch, E., and G. White. 2012. Program MARK: a gentle introduction. 11th edition. Available: <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>
- Cormack, R. M. 1964. Estimates of survival from the sighting of marked animals. *Biometrika* 51:429-438.
- Davis, B. E., A. D. Afton, and R. R. Cox Jr. 2011. Factors affecting winter survival of female mallards in the Lower Mississippi Alluvial Valley. *Waterbirds* 34:186-194.
- DeSante, D. F., K. M. Burton, J. F. Saracco, and B. L. Walker. 1995. Productivity indices and survival rate estimates from MAPS, a continent-wide programme of constant-effort mist-netting in North America. *Journal of Applied Statistics* 22:935-948.
- DeSante, D.F., M.P. Nott, and D.R. Kaschube. 2005. Monitoring, modeling, and management: why base avian management on vital rates and how should it be done? Page 795-804 in C. J. Ralph and T. D. Rich, editors. *Bird Conservation Implementation and Integration in the Americas*. U.S. Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191. Asilomar, California; USA.
- DeSante, D. F., D. R. O'Grady, and P. Pyle. 1999. Measures of productivity and survival derived from standardized mist-netting are consistent with observed population changes. *Bird Study* 46:178-188.
- Donovan, T. M., C. J. Beardmore, D. N. Bonter, J. D. Brawn, R. J. Cooper, J. A. Fitzgerald, R. Ford, S. A. Gauthreaux, T. L. George, W. C. Hunter, T. E. Martin, J. Price, K. V. Rosenberg, P. D. Vickery, and T. B. Wigley. 2002. Priority research needs for the conservation of Neotropical migrant landbirds. *Journal of Field Ornithology* 73:329-339.
- Gardali, T. and N. Nur. 2006. Site-specific survival of black-headed grosbeaks and spotted towhees at four sites within the Sacramento Valley, California. *Wilson Journal of Ornithology* 118:178-186.
- Green, R. E. 1999. Applications of large-scale studies of demographic rates to bird conservation. *Bird Study* 46:279-288.
- Ha, J. C., J. R. Buckley, and R. R. Ha. 2012. The potential for typhoon impact on bird populations on the island of Rota, Northern Mariana Islands. *Micronesica* 43:214-224
- Hutto, R. L. 1998. Using landbirds as an indicator species group. Page 75-92 in J. M. Marzluff, and R. Sallabanks, editors. *Avian conservation: research and management*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Johnston, J. P., W. J. Peach, R. D. Gregory, and S. A. White. 1997. Survival rates of tropical and temperate passerines: a Trinidadian perspective. *American Naturalist* 150:771-789.
- Jolly, G. M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and

- immigration-stochastic model. *Biometrika* 52:225-247.
- Kaplan, E. L., and P. Meier. 1958. Nonparametric estimation from incomplete observations. *Journal of the American Statistical Association* 53:457-481.
- Korfanta, N. M., W. D. Newmark, and M. J. Kauffman. 2012. Long-term demographic consequences of habitat fragmentation to a tropical understory bird community. *Ecology* 93:2548-2559.
- Kostecke, R. M. and D. A. Cimprich. 2008. Adult and juvenile survival of black-capped vireos within a large breeding population in Texas. *Condor* 110:251-259.
- Lack, D. 1954. *The natural regulation of animal numbers*. Oxford University Press, London, UK.
- Leberman, R. C. 1970. Pattern and timing of skull pneumatization in the ruby-crowned kinglet. *Bird-Banding* 41:121-124.
- Lebreton, J. D., K. P. Burnham, J. Clobert, and D. R. Anderson. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62:67-118.
- Lin, K. C., S. P. Hamburg, S. I. Tang, Y. J. Hsia, and T. C. Lin. 2003. Typhoon effects on litterfall in a subtropical forest. *Canadian Journal of Forest Research* 33:2184-2192.
- Lindberg, M. S. 2012. A review of designs for capture–mark–recapture studies in discrete time. *Journal of Ornithology* 152:355-370.
- Lindberg, M. and E. Rexstad. 2006. Capture–recapture sampling designs. Page 251-261 *in* El-Shaarawi, and W. W. Piegorsch, editors. *Encyclopedia of Environmetrics*. Wiley, New York, New York, USA.
- Martin, T. E., J. Clobert, and D. R. Anderson. 1995. Return rates in studies of life history evolution: are biases large? *Journal of Applied Statistics* 22:863-876.
- Mayerhofer, M.S., M-A. R. Hudson, and M. A. Gahbauer. 2008. *Net avoidance in passerine birds*. Migration Research Foundation, Scottsville, New York, USA.
- McClure H. E. 1974. *Migration and survival of the birds of Asia*. United States Army Medical Component, South-East Asia Treaty Organization (SEATO) Medical Project, Bangkok, Thailand
- Miles, W., S. N. Freeman, N. M. Harrison, and D. E. Balmer. 2007. Measuring passerine productivity using constant effort sites: the effect of missed visits. *Ringling & Migration* 23:231-237.
- Miller, A. H. 1946. A method of determining the age of live passerine birds. *Bird-Banding* 17:33-35.
- Mills, L. S. 2012. Conservation of wildlife populations: demography, genetics, and management. Second edition, Page 14-32. Wiley, New York, New York, USA.
- Nero, R. W. 1951. Pattern and rate of cranial 'ossification' in the house sparrow. *Wilson Bulletin* 63:84-88.
- Noon, B.R. and J.R. Sauer. 1992. Population models for passerine birds: structure, parameterization, and analysis. Page 441-464 *in* D. R. McCulloch, and R. H. Barret, editors. *Wildlife 2001: populations*. Elsevier science publishers LTD, New York, New York, USA.
- Nur, N. and G.R. Geupel. 1993. Evaluation of mist-netting, nest-searching and other methods for monitoring demographic processes in landbird populations. Page 237-244 *In* D. M. Finch, and P. W. Stangel, editors. *Status and management of neotropical migratory birds*.

- USDA Forest Service General Technical Report RM-229, Fort Collins, Colorado, USA.
- Oro, D., R. Torres, C. Rodríguez, and H. Drummond. 2010. Climatic influence on demographic parameters of a tropical seabird varies with age and sex. *Ecology* 91:1205-1214.
- Parker, T. H., C. D. Becker, B. K. Sandercock, and A. E. Agreda. 2006. Apparent survival estimates for five species of tropical birds in an endangered forest habitat in western Ecuador. *Biotropica* 38:764-769.
- Perdeck, A. C., M. E. Visser, and J. H. van Balen. 2000. Great tit *Parus major* survival and the beech-crop cycle. *Ardea* 88:99-106.
- Pradel, R., J. E. Hines, J. D. Lebreton, and J. D. Nichols. 1997. Capture-recapture survival models taking account of transients. *Biometrics* 53:60-72.
- Promislow, D. E. L., R. Montgomerie, and T. E. Martin. 1992. Mortality costs of sexual dimorphism in birds. *Proceedings of the Royal Society B* 250:143-150.
- Pyle, P., Howell, S.N.G., Yunick, and D. F. DeSante. 1987. Identification guide to North American passerines, 1st edition. Slate Creek Press, Bolinas, California, USA.
- Raithel, J. D., M. J. Kauffman, and D. H. Pletscher. 2007. Impact of spatial and temporal variation in calf survival on the growth of elk populations. *Journal of Wildlife Management* 71:795-803.
- Robinson, R. A., R. Julliard, and J. F. Saracco. 2009. Constant effort: studying avian population processes using standardised ringing. *Ringing & Migration* 24:199-204.
- Ruiz-Gutiérrez, V., P. F. Doherty Jr, E. S. C, S. C. Martínez, J. Schondube, H. V. Munguía, and E. Iñigo-Elias. 2012. Survival of resident Neotropical birds: Considerations for sampling and analysis based on 20 years of bird-banding efforts in Mexico. *Auk* 129:500-509.
- Ruiz-Gutiérrez, V., T. A. Gavin, and A. A. Dhondt. 2008. Habitat fragmentation lowers survival of a tropical forest bird. *Ecological Applications* 18:838-846.
- Samuel, M. D., J. Y. Takekawa, V. V. Baranyuk, and D. L. Orthmeyer. 1999. Effects of avian cholera on survival of lesser snow geese *Anser caerulescens*: an experimental approach. *Bird Study* 46:S239-S247.
- Sandercock, B. K. 2006. Estimation of demographic parameters from live-encounter data: a summary review. *Journal of Wildlife Management* 70:1504-1520.
- Saracco, J. F., D. F. Desante, and D. R. Kaschube. 2008. Assessing landbird monitoring programs and demographic causes of population trends. *Journal of Wildlife Management* 72:1665-1673.
- Saracco, J.F., D.F. DeSante, D.R. Kaschube, J.E. Hines, M.P. Nott, and R.B. Siegel. 2006. An analysis of the Monitoring Avian Productivity and Survivorship (MAPS) program and a vision for its integration into North American Coordinated Bird Monitoring. The Institute for Bird Populations, Point Reyes Station, California, USA.
- SAS Institute. 2011. SAS 9.3. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Seber, G. A. 1965. A note on the multiple-recapture census. *Biometrika* 52:249-259.
- Stewart, R. M. 1972. The reliability of aging some fall migrants by skull pneumatization. *Bird-Banding* 43:9-14.
- Sutherland, W. J., I. Newton, and R. Green. 2004. Bird ecology and conservation: a handbook of techniques. Oxford University Press, New York, New York, USA.
- White, G. C. and K. P. Burnham. 1999. Program MARK: survival estimation from

populations of marked animals. *Bird Study* 46:120-139.
Wunderle, J. M., and S. C. Latta. 2000. Winter site fidelity of Nearctic migrants in shade coffee plantations of different sizes in the Dominican Republic. *Auk* 117:596-614

國立中興大學



National Chung Hsing University

表 1：研究樣區的地點、海拔、棲地類型與架網數量

Table 1. The locations, elevations and habitat types of the banding stations, and number of mist nets in each of the stations.

Banding station	Location	Elevation (m)	Habitat descriptions	Number of mist nets
Wushikeng	Heping District, Taichung City	1000	Grasslands, plantations (<i>Taiwan cryptomerioides</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> , <i>Cunninghamia lanceolata</i>), secondary forests, and natural forests	10
Hushan*	A Douliu City, Yunlin County	300	Bamboo plantations and broad-leaved mixed forests, betel palm plantations	8
	B			10
Huben	Linnei Township, Yunlin County	300	Bamboo plantations and broad-leaved mixed forests	10

* Hushan Banding Station was composed of site A and B. The minimum distance between site A and B was 200 m.

表 2：利用 CJS 模式分析繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴於各研究樣站與性別的樣本數(M：雄性，F：雌性)

Table 2.The analysis sample sizes that using CJS model for Gray-cheek Fulvetta, Dusky Fulvetta, Rufous-capped Babbler, and Taiwan Scimitar-Babbler at each of the banding station.(M: male, F: female)

Species	Study site	Sex	Sample sizes
Gray-cheek Fulvetta	Hushan	M	37
		F	41
	Huben	M	19
		F	25
	Wushikeng	M	29
		F	29
Dusky Fulvetta	Hushan	M	39
		F	20
	Huben	M	22
		F	16
	Wushikeng	M	14
		F	3
Rufous-capped Babbler	Hushan		133
	Huben		38
	Wushikeng		59
Taiwan Scimitar-Babbler	Hushan	M	13
		F	15
	Huben	M	22
		F	8

表 3：利用 K-M 法分析繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴於各研究樣站與性別的樣本數(M：雄性，F：雌性，U：未知)

Table 3. The analysis sample sizes that using K-M method for Gray-cheek Fulvetta, Dusky Fulvetta, Rufous-capped Babbler, and Taiwan Scimitar-Babbler at each of the banding station.(M: male, F: female, U: unknown)

Species	Study site	Sex	Sample sizes
Gray-cheek Fulvetta	Hushan	M	8
		F	11
		U	14
	Huben	M	9
		F	14
		U	6
	Wushikeng	M	12
		F	12
		U	33
Dusky Fulvetta	Hushan	M	6
		F	3
		U	2
	Huben	M	10
		F	6
		U	0
	Wushikeng	M	3
		F	2
		U	6
Rufous-capped Babbler	Hushan	M	35
	Huben	F	16
	Wushikeng	U	20
Taiwan Scimitar-Babbler	Hushan	M	5
		F	4
		U	1
	Huben	M	2
		F	3
		U	5

表 4：繡眼畫眉成鳥於 2009-2013 年的存活率與再捕捉率是否有時間(包含 TSM 模式)、性別與樣站變化的模式選擇結果
 Table 4. Summaries of model selection results for adult Gray-cheek Fulvetta to examine whether apparent survival rate and recapture rate vary with (a) time(including TSM model), (b) sex, and (c) site during 2009- 2013.

Variable (current c-hat)	Model	$\Delta QAIC_c$	w_i	K	QDeviance
Time(1.18)	$\phi(.)p(.)$	0.0000	0.53365	2	83.7456
	$\phi(TSM)p(.)$	1.6697	0.23157	3	83.3579
	$\phi(.)p(t)$	3.3642	0.09925	5	80.8782
	$\phi(TSM)p(t)$	4.7213	0.05035	6	80.1179
	$\phi(t)p(t)$	4.8468	0.04729	6	80.2435
	$\phi(t)p(.)$	5.2908	0.03788	5	82.8048
Sex (1.16)	$\phi(.)p(.)$	0.0000	0.40563	2	85.1894
	$\phi(sex)p(.)$	0.7040	0.28527	3	83.8360
	$\phi(.)p(sex)$	1.8776	0.15864	3	85.0096
	$\phi(sex)p(sex)$	1.9835	0.15046	4	83.0385
	$\phi(site)p(site)$	0.0000	0.49263	5	79.2786
Site (1.08)	$\phi(.)p(site)$	0.2485	0.43507	4	81.6242
	$\phi(site)p(.)$	4.6721	0.04764	4	86.0478
	$\phi(.)p(.)$	5.9895	0.02466	2	91.4998

w_i : model weight, K: number of parameters, time: differs through time(year), site including Hushan, Huben and, Wushikeng, ϕ : apparent survival rate, p: recapture rate

表 5：頭烏線成鳥於 2009-2013 年的存活率與再捕捉率是否有時間(包含 TSM 模式)、性別與樣站變化的模式選擇結果
 Table 5. Summaries of model selection results for adult Dusky Fulvetta to examine whether apparent survival rate and recapture rate vary with (a) time(including TSM model), (b) sex, and (c) site during 2009- 2013.

Variable (current c-hat)	Model	$\Delta QAIC_c$	w_i	K	QDeviance
Time(1.15)	$\phi(t)p(t)$	0.0000	0.26621	6	81.7381
	$\phi(.)p(.)$	0.2554	0.23429	2	90.4371
	$\phi(.)p(t)$	0.3693	0.22132	5	84.2568
	$\phi(TSM)p(t)$	1.5750	0.12112	6	83.3131
	$\phi(TSM)p(.)$	2.3109	0.08383	3	90.4198
	$\phi(t)p(.)$	2.5815	0.07322	5	86.4692
Sex (1.22)	$\phi(.)p(.)$	0.0000	0.54443	2	85.2481
	$\phi(sex)p(.)$	2.0677	0.19362	3	85.2431
	$\phi(.)p(sex)$	2.0690	0.19349	3	85.2444
	$\phi(sex)p(sex)$	4.1471	0.06846	4	85.2245
Site (1.22)	$\phi(.)p(.)$	0.0000	0.51309	2	85.2481
	$\phi(site)p(.)$	1.0632	0.30153	4	82.1407
	$\phi(.)p(site)$	2.8393	0.12407	4	83.9167
	$\phi(site)p(site)$	4.2488	0.06132	6	81.0534

w_i : model weight, K: number of parameters, time: differs through time(year), site including Hushan, Huben and, Wushikeng,

ϕ : apparent survival rate, p: recapture rate

表 6：山紅頭成鳥於 2009-2013 年的存活率與再捕捉率是否有時間(包含 TSM 模式)、性別與樣站變化的模式選擇結果
 Table 6. Summaries of model selection results for adult Rufous-capped Babbler to examine whether apparent survival rate and recapture rate vary with (a) time (including TSM model) and (b) site during 2009- 2013.

Variable (current c-hat)	Model	$\Delta QAIC_c$	w_i	K	QDeviance
Time(1.65)	$\phi(.)p(.)$	0.0000	0.50235	2	30.5650
	$\phi(TSM)p(.)$	1.4131	0.24783	3	29.9342
	$\phi(.)p(t)$	3.2015	0.10135	5	27.5896
	$\phi(t)p(.)$	3.3828	0.09256	5	27.7708
	$\phi(TSM)p(t)$	5.0759	0.03970	6	27.3746
	$\phi(t)p(t)$	6.8685	0.01620	7	27.0624
Site (1.58)	$\phi(.)p(.)$	0.0000	0.46530	2	31.9192
	$\phi(site)p(site)$	1.3649	0.23515	5	27.1072
	$\phi(.)p(site)$	2.0241	0.16912	4	29.8404
	$\phi(site)p(.)$	2.5438	0.13042	4	30.3602

w_i : model weight, K: number of parameters, time: differs through time(year), site including Hushan, Huben and, Wushikeng,
 ϕ : apparent survival rate, p: recapture rate

表 7：小彎嘴成鳥於 2009-2013 年的存活率與再捕捉率是否有時間(包含 TSM 模式)變化的模式選擇結果

Table 7. Summaries of model selection results for adult Taiwan Scimitar-Babbler to examine whether apparent survival rate and recapture rate vary with time (including TSM model) during 2009- 2013.

Variable (current c-hat)	Model	$\Delta QAIC_c$	w_i	K	QDeviance
Time(1.93)	$\phi(\cdot)p(\cdot)$	0.0000	0.55324	2	17.8839
	$\phi(tsm)p(\cdot)$	2.1783	0.18617	3	17.8718
	$\phi(tsm)p(t)$	3.1665	0.11358	5	14.2673
	$\phi(\cdot)p(t)$	3.4957	0.09635	5	14.5964
	$\phi(t)p(\cdot)$	5.2675	0.03973	5	16.3683
	$\phi(t)p(t)$	7.8473	0.01094	7	14.0491

w_i : model weight, K: number of parameters, time: differs through time(year), ϕ : apparent survival rate, p: recapture rate

National Chung Hsing University

表 8：利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta QAIC_c < 2$)進行 2009-2013 年繡眼畫眉成鳥的存活率與再捕捉率的估計

Table 8. Apparent survival rates (ϕ) and recapture rates (p) for adult Gray-cheek Fulvetta during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta QAIC_c < 2$) from the model set used to examine time effects (Table 4.).

Model	$\phi(.)p(.)$				$\phi(TSM)p(.)$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
$\phi(.)$		0.68	0.09	0.48- 0.83	ϕ_1	0.56	0.18	0.24- 0.84
					ϕ_2	0.71	0.11	0.47- 0.88
$p(.)$		0.19	0.05	0.11-0.31	$p(.)$	0.22	0.07	0.11-0.39

$\phi(.)$: apparent survival rates are constant, $p(.)$: recapture rates are constant, $\phi(TSM)$: apparent survival rate during 2009-2010 (ϕ_1), and apparent survival rate during 2010-2013 (ϕ_2) are difference, SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

表 9：利用模式選擇檢測性別影響的最佳模式($\Delta QAIIC_c < 2$)進行 2009-2013 年繡眼畫眉成鳥的存活率與再捕捉率的估計
 Table 9. Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Gray-cheek Fulvetta during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta QAIIC_c < 2$) from the model set used to examine sex effects (Table 4.).

Model	$\phi(.)p(.)$				$\phi(\text{sex})p(.)$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
$\phi(.)$		0.68	0.09	0.48- 0.82	ϕ (male)	0.74	0.11	0.49- 0.89
					ϕ (female)	0.61	0.10	0.41- 0.79
$p(.)$		0.19	0.05	0.11- 0.31	$p(.)$	0.19	0.05	0.11- 0.31

$\phi(.)$: apparent survival rates are constant, $p(.)$: recapture rates are constant, $\phi(\text{sex})$: apparent survival rate vary with sex, SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

表 9：(續)利用模式選擇檢測性別影響的最佳模式($\Delta Q A I C_c < 2$)進行 2009-2013 年繡眼畫眉成鳥的存活率與再捕捉率的估計

Table 9. (Continued) Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Gray-cheek Fulvetta during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta Q A I C_c < 2$) from the model set used to examine sex effects (Table 4.).

Model	$\phi(.)p(\text{sex})$				$\phi(\text{sex})p(\text{sex})$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
	$\phi(.)$	0.68	0.09	0.49- 0.83	$\phi(\text{male})$	0.80	0.14	0.42- 0.96
					$\phi(\text{female})$	0.55	0.11	0.33- 0.75
	$p(\text{male})$	0.20	0.06	0.11- 0.34	$p(\text{male})$	0.15	0.06	0.07- 0.31
	$p(\text{female})$	0.18	0.06	0.09- 0.32	$p(\text{female})$	0.25	0.09	0.11- 0.46

$\phi(.)$: apparent survival rates are constant, $\phi(\text{sex})$: apparent survival rate vary with sex, $p(\text{sex})$: recapture rate vary with sex, SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

National Chung Hsing University

表 10：利用模式選擇檢測樣站影響的最佳模式($\Delta QAIC_c < 2$)進行 2009-2013 年繡眼畫眉成鳥的存活率與再捕捉率的估計
 Table 10. Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Gray-cheek Fulvetta during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta QAIC_c < 2$) from the model set used to examine study site effects (Table 4.).

Model	ϕ (site)p(site)				ϕ (.).p(site)			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
	ϕ (Hushan)	0.57	0.14	0.31- 0.80	ϕ (.)	0.70	0.09	0.51- 0.84
	ϕ (Huban)	1.00	0.00	0.02- 1.00				
	ϕ (Wushikeng)	0.71	0.11	0.46- 0.87				
	P (Hushan)	0.21	0.09	0.08- 0.44	p (Hushan)	0.15	0.05	0.08- 0.28
	p (Huban)	0.04	0.02	0.02- 0.09	p (Huban)	0.08	0.04	0.03- 0.20
	p (Wushikeng)	0.29	0.09	0.15- 0.49	p (Wushikeng)	0.29	0.08	0.16-0.47

ϕ (.): apparent survival rates are constant, ϕ (site): apparent survival rate vary with site, p (site): recapture rate vary with site,

SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

表 11：利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta QAIC_c < 2$)進行 2009-2013 年頭烏線成鳥的存活率與再捕捉率的估計
 Table 11. Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Dusky Fulvetta during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta QAIC_c < 2$) from the model set used to examine time effects (Table 5).

Model	$\phi(t)p(t)$				$\phi(.)p(.)$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
	ϕ (2009-2010)	0.53	0.10	0.34- 0.71	ϕ (.)	0.58	0.06	0.46- 0.69
	ϕ (2010-2011)	0.71	0.15	0.37- 0.91				
	ϕ (2011-2012)	1.00	0.00	0.00- 1.00				
	β	0.36	0.00	0.36- 0.36				
	p (2010)	0.75	0.13	0.44- 0.92	p (.)	0.54	0.08	0.38- 0.69
	p (2011)	0.54	0.13	0.30 -0.77				
	p (2012)	0.29	0.07	0.18- 0.43				
	β	0.36	0.00	0.36- 0.36				

ϕ (.): apparent survival rates are constant, p (.): recapture rates are constant, ϕ (t): apparent survival rate vary with time(year), p (t): recapture rate vary with time(year), β : ϕ (2011-2012)* p (2012), SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

表 11：(續)利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta QAIC_c < 2$)進行 2009-2013 年頭烏線成鳥的存活率與再捕捉率的估計

Table 11. (Continued) Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Dusky Fulvetta during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta QAIC_c < 2$) from the model set used to examine time effects (Table 5.).

Model	$\phi(.)p(t)$				$\phi(TSM)p(t)$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
	$\phi(.)$	0.64	0.07	0.50- 0.77	ϕ_1	0.58	0.08	0.42- 0.73
					ϕ_2	0.73	0.11	0.46- 0.89
	p (2009-2010)	0.67	0.13	0.40- 0.86	p (2009-2010)	0.73	0.13	0.42- 0.91
	p (2010-2011)	0.55	0.12	0.33- 0.76	p (2010-2011)	0.57	0.12	0.34- 0.77
	p (2011-2012)	0.44	0.11	0.25- 0.65	p (2011-2012)	0.44	0.11	0.25- 0.65
	p (2012-2013)	0.27	0.10	0.12- 0.51	p (2012-2013)	0.26	0.10	0.11- 0.49

$\phi(.)$: apparent survival rates are constant, $p(t)$: recapture rate vary with time(year), $\phi(TSM)$: apparent survival rate during 2009-2010 (ϕ_1),and apparent survival rate during 2010-2013 (ϕ_2) are difference, SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

表 12：利用模式選擇檢測性別影響的最佳模式($\Delta\text{QAIC}_c < 2$)進行 2009-2013 年頭烏線成鳥的存活率與再捕捉率的估計
 Table 12. Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Dusky Fulvetta during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta\text{QAIC}_c < 2$) from the model set used to examine sex effects (Table 5.).

Model	$\phi(.)p(.)$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI
	$\phi(.)$	0.58	0.06	0.46- 0.69
	$p(.)$	0.54	0.09	0.37- 0.70

$\phi(.)$: apparent survival rates are constant, $p(.)$: recapture rates are constant, SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals



表 13：利用模式選擇檢測樣站影響的最佳模式($\Delta QAIC_c < 2$)進行 2009-2013 年頭烏線成鳥的存活率與再捕捉率的估計
 Table 13. Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Dusky Fulvetta during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta QAIC_c < 2$) from the model set used to examine study site effects (Table 5.).

Model	$\phi(.)p(.)$				$\phi(\text{site})p(.)$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
$\phi(.)$		0.58	0.06	0.46- 0.69	ϕ (Hushan)	0.61	0.08	0.45- 0.74
					ϕ (Huban)	0.46	0.09	0.29- 0.64
					ϕ (Wushikeng)	0.70	0.12	0.44- 0.87
$p(.)$		0.54	0.09	0.37- 0.70	$p(.)$	0.54	0.09	0.37- 0.70

$\phi(.)$: apparent survival rates are constant, $p(.)$: recapture rates are constant, $\phi(\text{site})$: apparent survival rate vary with site ,SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

表 14：利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta\text{QAIC}_c < 2$)進行 2009-2013 年山紅頭成鳥的存活率與再捕捉率的估計
 Table 14. Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Rufous-capped Babbler during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta\text{QAIC}_c < 2$) from the model set used to examine time effects (Table 6.).

Model	$\phi(.)p(.)$				$\phi(\text{TSM})p(.)$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
$\phi(.)$		0.36	0.07	0.24- 0.51	ϕ_1	0.45	0.17	0.18- 0.76
					ϕ_2	0.32	0.09	0.17- 0.51
$p(.)$		0.47	0.12	0.25- 0.69	$p(.)$	0.39	0.15	0.16- 0.69

$\phi(.)$: apparent survival rates are constant, $p(.)$: recapture rates are constant, $\phi(\text{TSM})$: apparent survival rate during 2009-2010 (ϕ_1), and apparent survival rate during 2010-2013 (ϕ_2) are difference, SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

表 15：利用模式選擇檢測樣站影響的最佳模式($\Delta QAIC_c < 2$)進行 2009-2013 年山紅頭成鳥的存活率與再捕捉率的估計
 Table 15. Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Rufous-capped Babbler during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta QAIC_c < 2$) from the model set used to examine study site effects (Table 6.).

Model	ϕ (.).p(.)				ϕ (site)p(site)			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI	Variables	Estimated	SEs	95% CI
ϕ (.)		0.36	0.07	0.24- 0.50	ϕ (Hushan)	0.44	0.10	0.26- 0.64
					ϕ (Huban)	0.14	0.07	0.05- 0.32
					ϕ (wushikeng)	0.31	0.09	0.16- 0.50
p (.)		0.47	0.12	0.26- 0.69	p (Hushan)	0.35	0.12	0.15- 0.61
					p (Huban)	1.00	0.00	0.02- 1.00
					p (Wushikeng)	0.78	0.23	0.21- 0.98

ϕ (.): apparent survival rates are constant, p (.): recapture rates are constant, ϕ (site): apparent survival rate vary with site, p(site): recapture rate vary with site, SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals

表 16：利用模式選擇檢測時間影響的最佳模式($\Delta QAIC_c < 2$)進行 2009-2013 年小彎嘴成鳥的存活率與再捕捉率的估計

Table 16. Apparent survival rate (ϕ) and recapture rate (p) for adult Taiwan Scimitar-Babbler during 2009–2013, estimated using the best models ($\Delta QAIC_c < 2$) from the model set used to examine time effects (Table 7.).

Model	$\phi(.)p(.)$			
	Variables	Estimated	SEs	95% CI
	$\phi(.)$	0.40	0.16	0.15- 0.71
	$p(.)$	0.42	0.24	0.10- 0.83

$\phi(.)$: apparent survival rates are constant, $p(.)$: recapture rates are constant, SEs: standard errors, 95% CI: 95% confidence intervals



表 17：繡眼畫眉、頭烏線、山紅頭與小彎嘴的存活曲線是否有樣站或性別差異的 Wilcoxon 檢定結果

Table 17. Summaries of Wilcoxon test results for adult Gray-cheek Fulvetta, adult Dusky Fulvetta, adult Rufous-capped Babbler, and adult Taiwan Scimitar-Babbler to test whether the survival curve varied with site or sex.

Species	Wilcoxon test (site)			Wilcoxon test(sex)		
	χ^2	df	<i>p</i>	χ^2	df	<i>p</i>
Gray-cheek Fulvetta	9.0675	2	0.0107*	1.2517	1	0.2632
Dusky Fulvetta	0.0957	2	0.9533	1.6882	1	0.1938
Rufous-capped Balbber	0.0881	2	0.9569	NA	NA	NA
Taiwan Scimitar-Babbler		NA		0.0879	1	0.7582

*: survival curve significant difference with site, Site including Hushan, Huben, and Wushikeng.

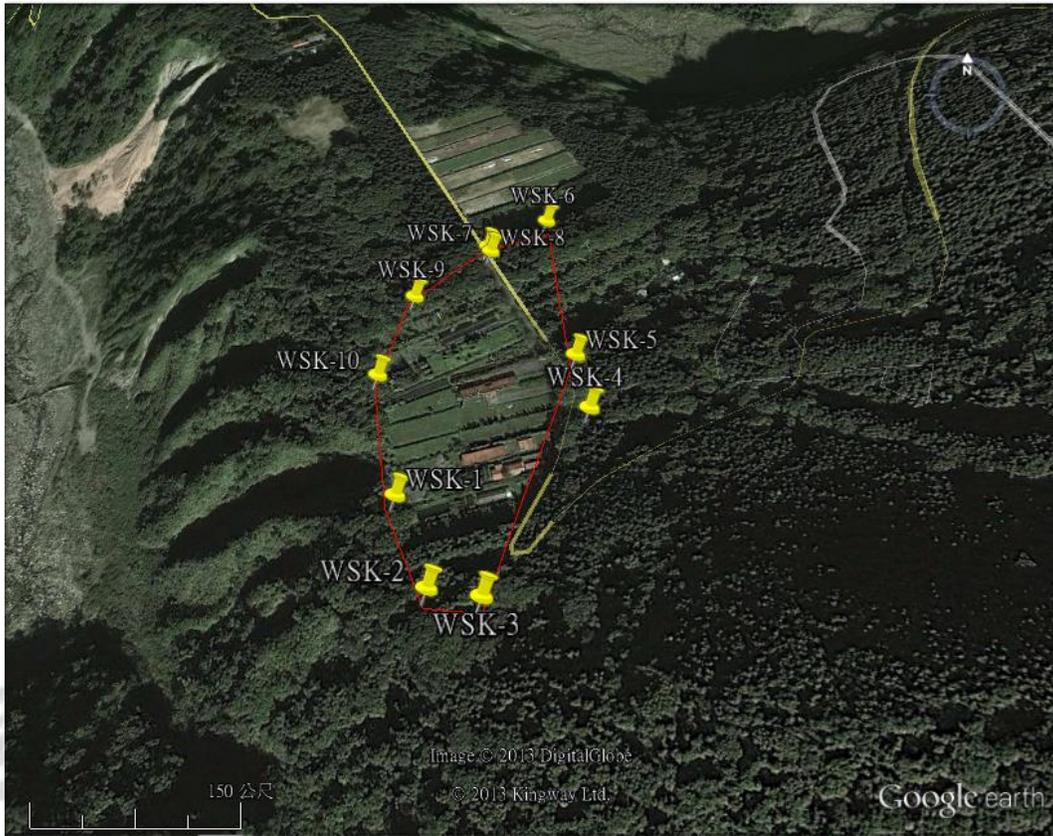


圖 1：烏石坑樣站的架網位置

Figure 1. The locations of mist nets at Wushikeng Banding Station.

National Chung Hsing University



圖 2：湖山樣站的架網位置(黃色樣框為次樣站 A，紅色樣框為次樣站 B)

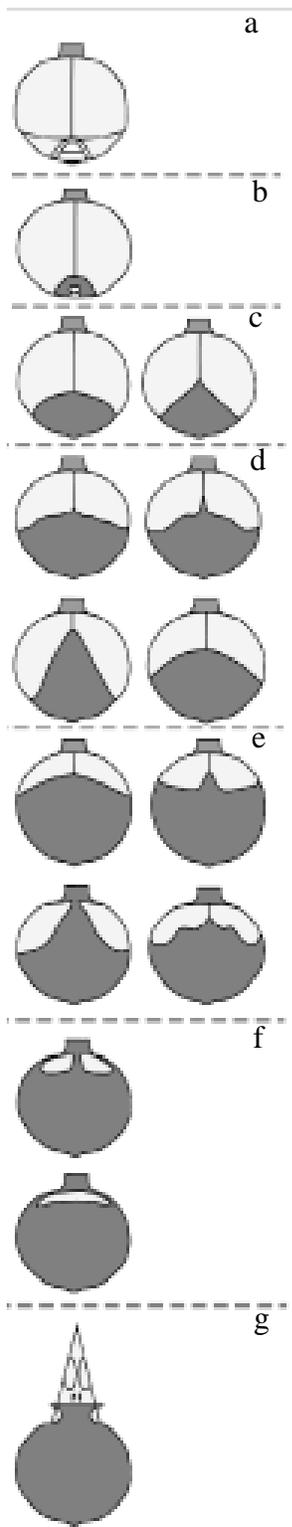
Figure 2. The locations of mist nets at Hushan banding station. Yellow polygon is site A, and the red one is the site B.



圖 3：湖本樣站的架網位置

Figure 3. The locations of mist nets at Huben Banding Station.

National Chung Hsing University



中興大學
Chung Hsing University

圖 4：雀形目鳥種頭骨氣室化的程度(a-f 是未完成，g 是已完成)
Figure 4. Levels of skull pneumatization for passerines(a-f are incomplete, g is complete)



圖 5：台灣雀形目鳥類的泄殖腔突起程度分級(a)無突起、(b)錐形、(c)圓柱形、(d)球根形、及(e)後躺。

Figure 5. Levels of cloacal protuberance for passerines in Taiwan. (a) nonprotuberance, (b) conical, (c) cylindrical, (d) bulbous, and (e) lying.



大學
Tsing University

圖 6：台灣雀形目鳥類的孵卵斑範例

Figure 6. Examples of brood patch for passerine birds in Taiwan. (a do not has brood patch, b and c has brood patch.)

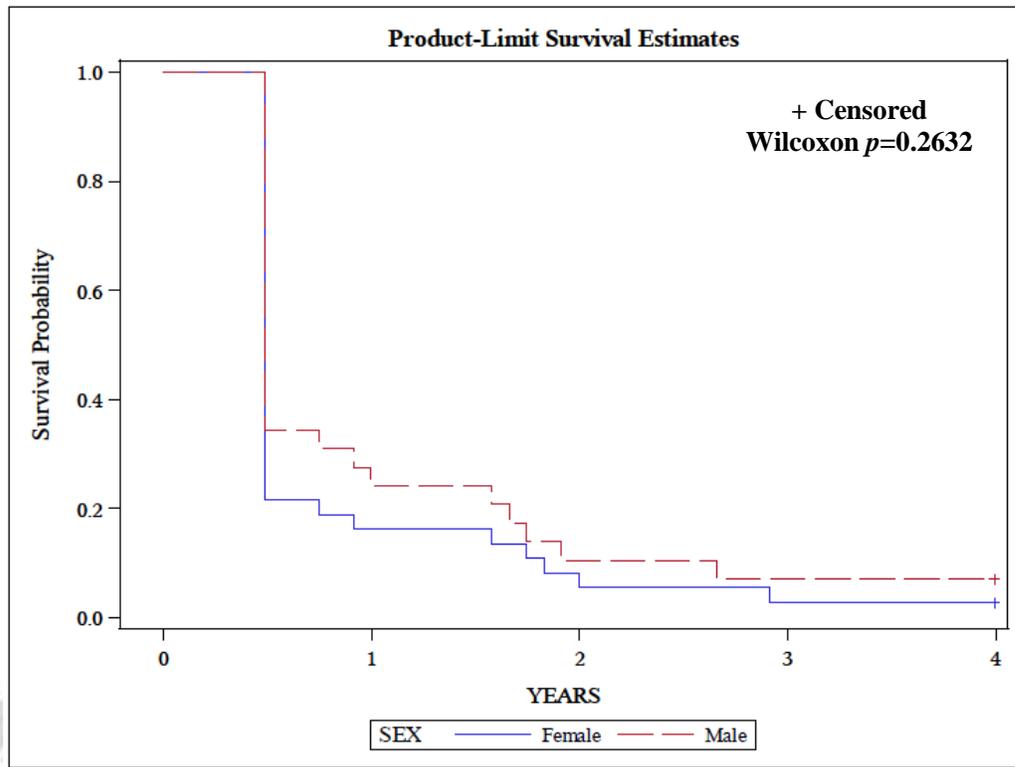


圖 7：2009 年捕捉之雄性與雌性繡眼畫眉的 K-M 存活曲線。YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)

Figure 7. K-M curves for male and female Gray-cheek Fulvetta captured in 2009. YEARS represents the length of Gray-cheek Fulvetta survived after they were captured and marked.

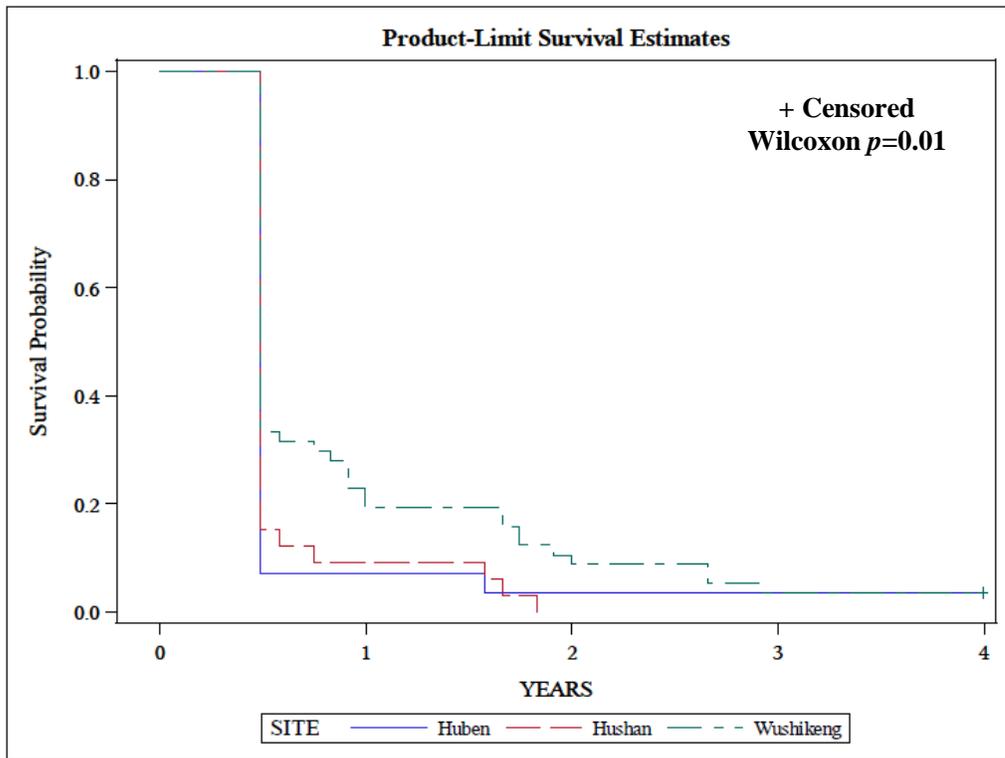


圖 8：2009 年捕捉之繡眼畫眉於湖山、湖本與烏石坑的 K-M 存活曲線。
YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)

Figure 8. K-M curves of Gray-cheek Fulvetttas captured in 2009 at Hushan, Huben, and Wushikeng Banding Station, respstively. YEARS represents the length of Gray-cheek Fulvetttas survived after they were captured and marked

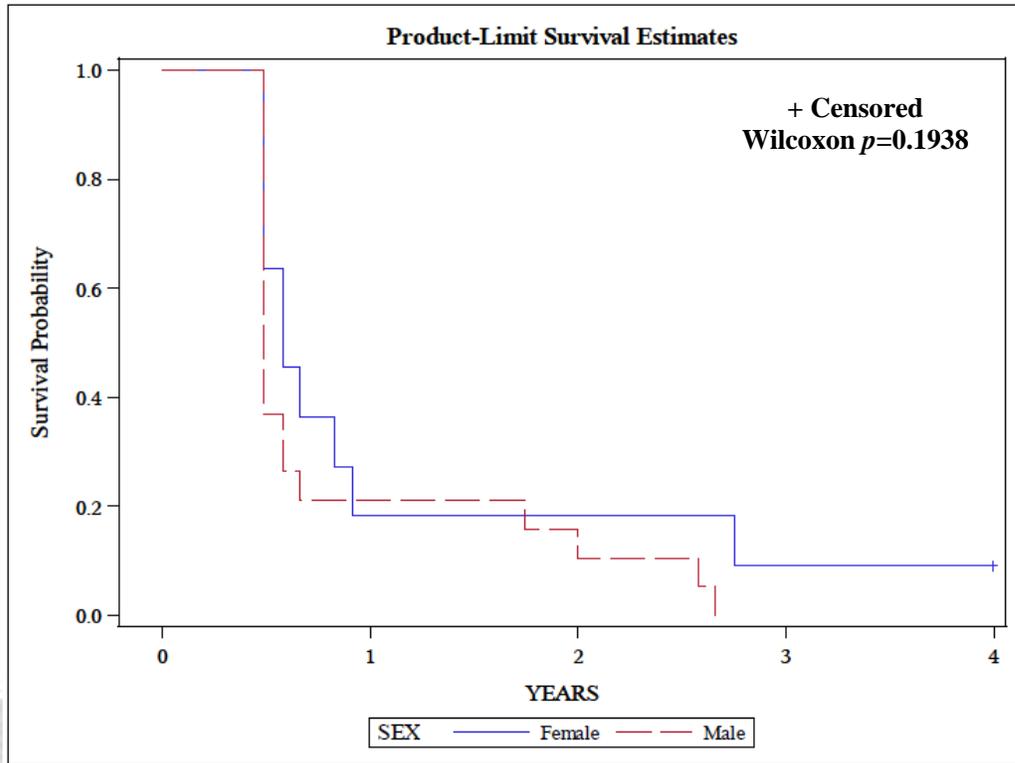


圖 9：2009 年捕捉之雄性與雌性頭烏線的 K-M 存活曲線。YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)

Figure 9. K-M curves for male and female Dusky Fulvetta captured in 2009. YEARS represents the length of Dusky Fulvetta survived after they were captured and marked.

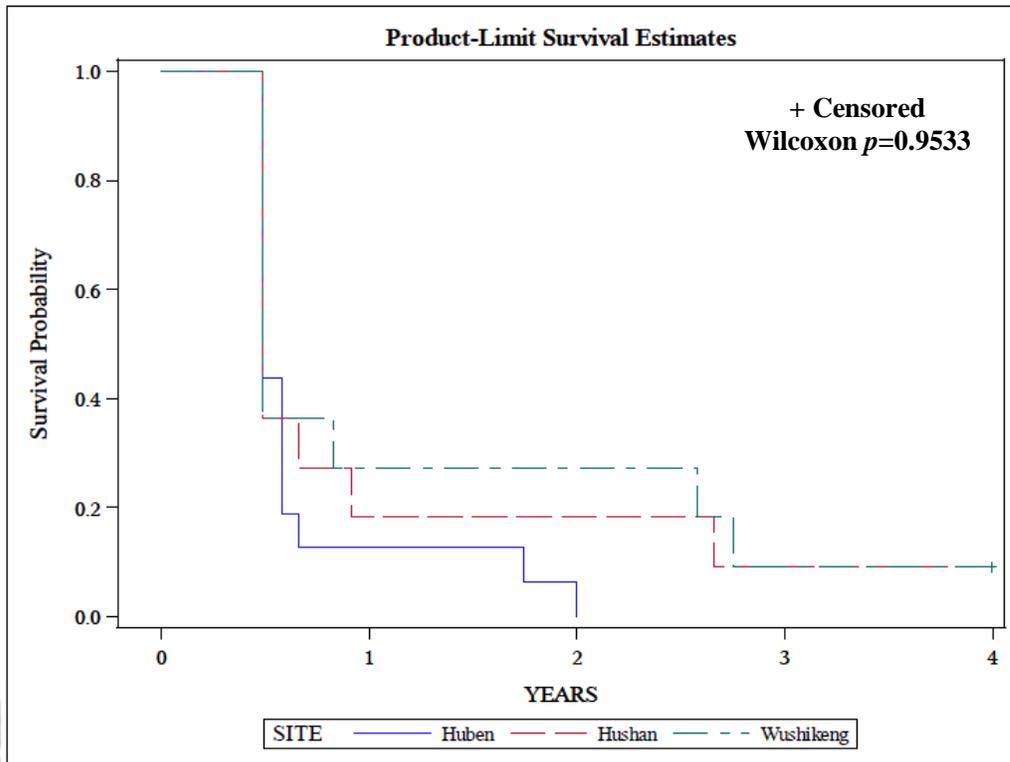


圖 10：2009 年捕捉之頭烏線於湖山、湖本與烏石坑的 K-M 存活曲線。
YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)

Figure 10. K-M curves of Dusky Fulvetta captured in 2009 at Hushan, Huben, and Wushikeng Banding Station, respectively. YEARS represents the length of Dusky Fulvetta survived after they were captured and marked.

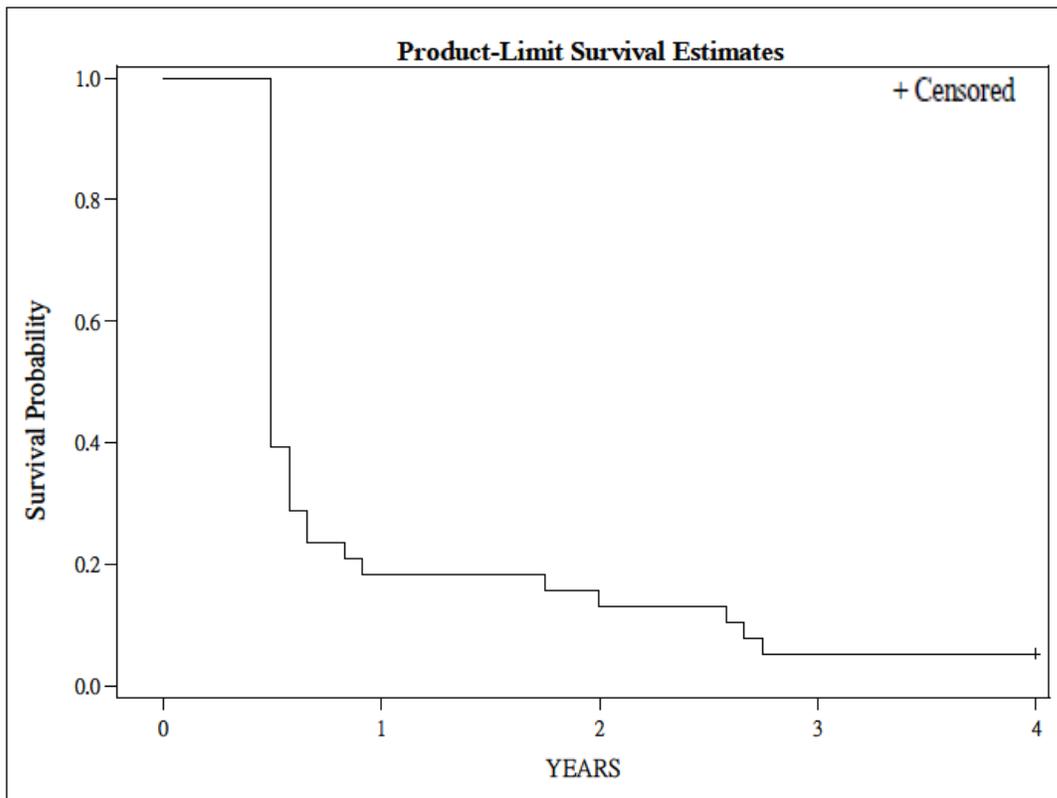


圖 11： 2009 年捕捉之頭烏線之 K-M 存活曲線。YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)

Figure 11. K-M curves of Dusky Fulvetta captured in 2009. YEARS represents the length of Dusky Fulvetta survived after they were captured and marked.

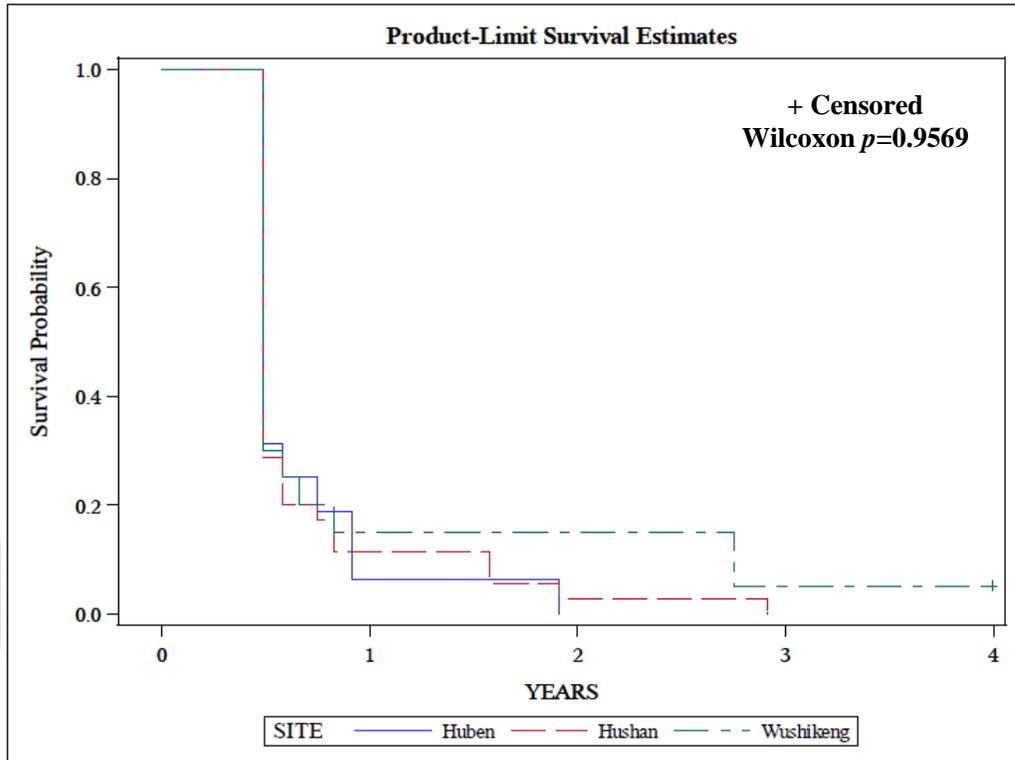


圖 12：2009 年捕捉之山紅頭於湖山、湖本與烏石坑的 K-M 存活曲線。
YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)
Figure 12. K-M curves of Rufous-capped Babbler captured in 2009 at Hushan, Huben, and Wushikeng Banding Station, respectively. YEARS represents the length of Rufous-capped Babbler survived after they were captured and marked.

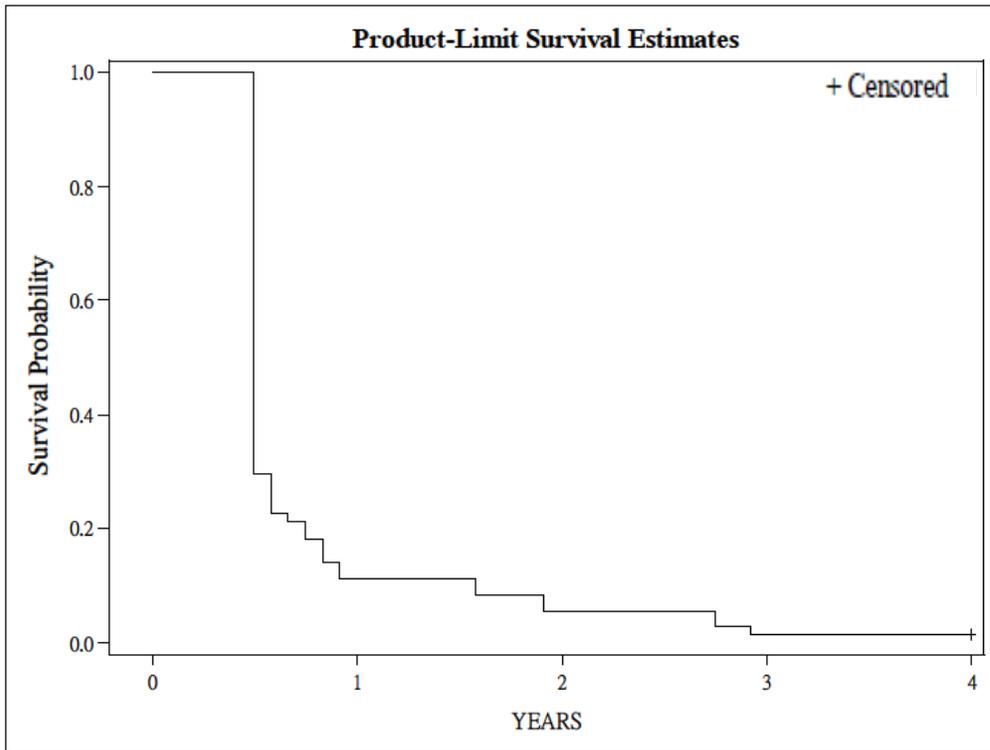


圖 13：2009 年捕捉之山紅頭的 K-M 存活曲線。YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)

Figure 13. K-M curves of Rufous-capped Babbler captured in 2009 YEARS represents the length of Rufous-capped Babbler survived after they were captured and marked.

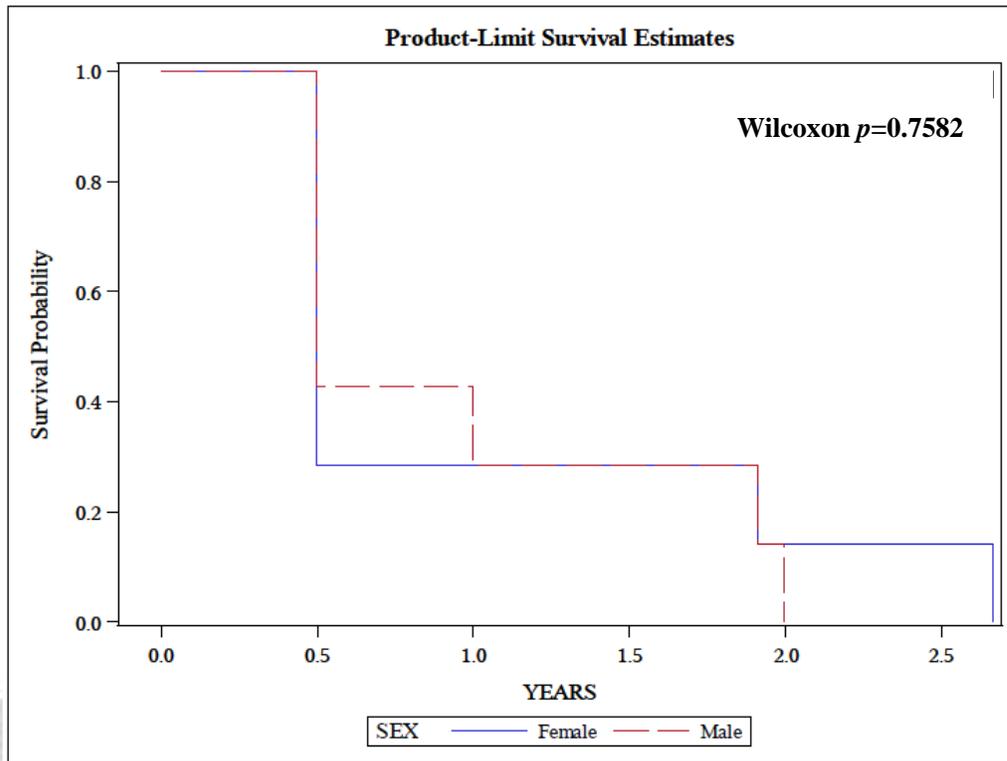


圖 14：2009 年捕捉之雄性與雌性小彎嘴的 K-M 存活曲線。YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)

Figure 14. K-M curves for male and female Taiwan Scimitar-Babbler captured in 2009. YEARS represents the length of Taiwan Scimitar-Babbler survived after they were captured and marked.

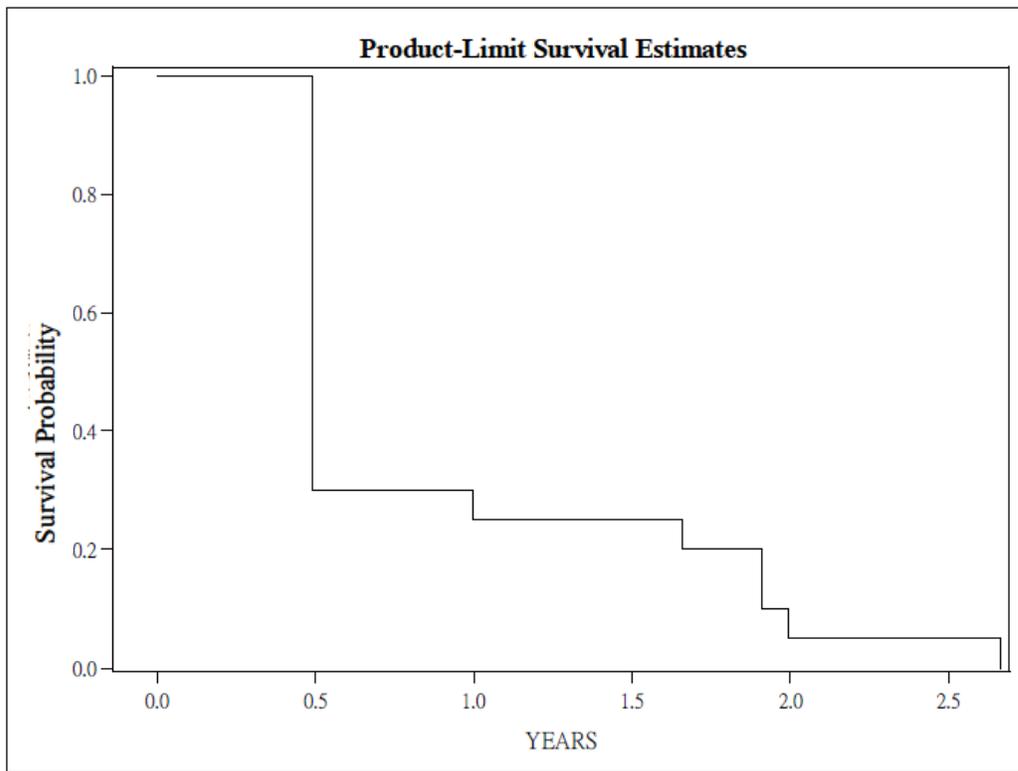


圖 15：2009 年捕捉之小彎嘴的 K-M 存活曲線。YEARS 代表繡眼畫眉可以存活的時間(年)

Figure 15. K-M curves of Taiwan Scimitar-Babbler captured in 2009. YEARS represents the length of Taiwan Scimitar-Babbler survived after they were captured and marked.