



公開

密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：120906e100

行政院農業委員會林務局105年度科技計畫研究報告

計畫名稱：**臺灣東方草鴞族群長期監測系統建立 (2/3)**
(第2年/全程3年)

(英文名稱) **Developing Long-term Population
Monitoring System of Eastern Grass-Owl
in Taiwan (2/3)**

計畫編號：105農科-12.9.6-務-e1

全程計畫期間：自 104年3月1日 至 106年12月31日

本年計畫期間：自 105年1月1日 至 105年12月31日

計畫主持人：蔡若詩

研究人員：林世忠、林昆海、張舜雲、張凱筌

執行機關：國立嘉義大學



1051510



一、執行成果中文摘要：

有效的長期族群監測是受威脅鳥種在保育及經營管理上的基礎。近年來對於如何制定有效的監測計畫及分析方法引起廣泛的討論，除了調查努力量的取捨，如何掌握並降低資料誤差，以得到可靠的調查方法也是設計監測計畫中重要的一環。分布於淺山的物種，因其生活環境與人類活動重疊性高，因此受脅最為嚴重。東方草鴞(*Tyto longimembris*) 分布於低海拔丘陵及平原地區，因此受人類影響甚深，然而目前對東方草鴞的族群量及分布尚無系統性之調查，因此建立長期監測模式是保育的重要關鍵。在野外調查中，偵測率(當物種存在於一樣區中，被發現的機率)常會小於1，使野外調查結果常會低估調查物種的數量及分布範圍。尤其當目標鳥種為行蹤隱密或數量較少的稀有鳥種，更需要考量偵測率以獲得可信的推論。本計畫利用占據模型為設計理念，利用物種出現與否(Presence/Absence)的資料來估計物種之偵測率並修正東方草鴞於調查樣區中之占據率。本計畫延續104年計畫，並於105年2-3月、7-8月與10-11月進行調查。今年調查樣區共計47處，其中45處為去年度建立之樣區，2處為新增樣區。調查結果顯示105年2-3月草鴞發現次數與分布樣區最多，原始占據率為0.255，偵測率為 0.150 ± 0.093 ，占據率經偵測率修正後為 0.660 ± 0.382 ；最低為10-11月，原始占據率為0.065，偵測率為 0.475 ± 0.209 ，而占據率經過偵測率修正僅 0.076 ± 0.045 。2-3月調查結果分析發現對占據率最有影響的因子為草鴞合適之棲地，如草地或河灘地，棲地面積越大，草鴞占據率越高；7-8月調查結果的分析發現棲地優勢度對草鴞占據率最具影響力，棲地環境越單一，占據率越低。10-11月調查結果的分析則發現月光影響草鴞偵測率，月光越明亮，偵測率越高。另外，推測大量降雨可能導致草鴞活動發生改變，使得10-11月草鴞發現次數與分布樣區大量減少。本計畫亦利用105年2-3月之調查結果進行初步的樣區努力量模擬，模擬結果顯示調查樣區數越低，分析出現錯誤的機會越高，調查結果的變異也越大，因此維持足夠的調查樣區數量有其必要性。

二、執行成果英文摘要：

Long-term monitoring is the foundation for conservation and management of endangered species. Understanding the species traits, the allocation of effort in space and time as well as how to reduce the sources of error are the keys for effective monitoring program. Eastern Grass-Owl (*Tyto longimembris*) is a rare resident species in Taiwan and is facing serious threats due to the overlapping of its habitat and human disturbance. However, currently there is no systematic survey monitoring program for Eastern Grass-Owl. When conducting survey in the field, the detection probability is often less than 1. The abundance and distribution are likely to be underestimated if we do not take imperfect detection into consideration. For cryptic and rare species, it is especially essential to develop effective survey method that accounts for the imperfect





detection. We adapted occupancy modeling framework and used presence/absence data to evaluate the distribution of Eastern Grass-Owl in Southern Taiwan. We surveyed 47 sites in 2016, including 45 sites from 2015 and 2 newly established sites. Each site was visited 3 times in each of the 3 seasons in 2016, including February to March (late breeding season), July to August (non-breeding season), and October to November (early breeding season). In 420 survey rounds, we encountered 23 Eastern Grass-Owl detections in 12 sites, 20 detections in 8 site, and 6 detections in 3 site in late breeding, non-breeding, and early breeding season, respectively. Analyses showed that occupancy rate varied among seasons, and the late breeding season has the highest (0.660 ± 0.382) and early breeding season has the lowest occupancy rate (0.076 ± 0.045). The detection rates ranged from 0.150-0.475, and it showed that the playback method was effective given the Eastern Grass-Owl occupies the site. The influences of environmental variables on occupancy rate varied among seasons. In late breeding season, the percent cover of suitable habitat was positively correlated with occupancy rate while in non-breeding season, the dominance index of landscape is negatively correlated with occupancy rate, indicating Eastern Grass-Owl may prefer habitat with diverse land use types. In early breeding season, occupancy rate was much lower compared to 2015. We suspect that the heavy rain in late fall may affect their habitat and activity pattern. We used the late breeding season data to simulate the effects of sampling effort on data quality. The results showed that when sampling site decreases, the failure rate and variance increased, which indicates that maintaining certain number of sample sites is needed.

三、計畫目的：

本計畫今年(105年)將接續上年度工作結果持續進行，整體目標如下：

1. 調查臺灣南部地區之東方草鴉分布。
2. 探討東方草鴉分布與地景棲地間的關係。
3. 瞭解東方草鴉南部地區族群之分布動態及年間變化。
4. 建立臺灣東方草鴉長期監測系統，並提供具體策略及方法，以供主管機關參考利用。

本計畫今年度目標如下：

1. 依據第一年結果修正調查樣區選擇條件，持續進行南部地區之東方草鴉分布調查。
2. 評估東方草鴉調查的偵測率及占據率，及其地景棲地變化的關係。





3. 評估樣區選擇條件如何影響長期監測系統模式。
4. 比較調查時間與努力量的差異並探討長期監測系統模式。

四、重要工作項目及實施方法：

1. 蒐集歷年臺灣東方草鴉的出現資料(包含救傷)與國內外相關文獻，建構臺灣之東方草鴉資料庫。本計畫中104年度至106年度都將持續蒐集此資訊。
2. 東方草鴉之分布調查：本計畫已於104年度完成45個樣區建置。今年度(105年)本調查於東方草鴉繁殖季後期(2-3月)、非繁殖季(7-8月)及繁殖季前期(10-11月)進行三季的調查。而在每一季中於樣區中進行3次調查(樣區中之時間重複)。經過評估之後，本計畫於105年度因增加東方草鴉目擊與巢區紀錄，增加樣區2處，樣區總數為47處。其餘樣區不進行增減或移動，確保連續兩年資料一致性，以了解東方草鴉之年間動態變化。
3. 以佔據模型評估東方草鴉之偵測率及佔據率：將上述方法所得出現與否資料(1/0)，使用Program PRESENCE進行分析(Hines, 2006)。Program PRESENCE利用同一樣區物種出現的頻度以及在時間與空間上的分布情形估算物種偵測率，並利用偵測率的估算來修正實際的佔據率。亦將在佔據模型的分析架構下，利用所有調查樣區中東方草鴉出現與否的分布資訊，以地理資訊系統套疊至全臺土地利用圖層，加入地景棲地因子為共變數，探討東方草鴉分布、偵測率及佔據率與地景棲地間的關連性，以及關聯性與季節變化的關係。104年度的調查結果顯示佔據率與棲地環境因子皆無相關，可能因取樣尺度未能反應東方草鴉需求，或因資料過少影響模型表現，然而分析發現棲地優勢度為影響佔據率之重要因子，棲地優勢度越高，東方草鴉佔據率越低，顯示東方草鴉可能偏好棲地類型較複雜的環境。本年度的分析將繼續著重於東方草鴉偵測率及佔據率的探討，以及其與地景棲地間的關連，藉由累積更多調查資料確定地景棲地與東方草鴉佔據率之關係。
4. 比較調查時間與努力量的差異並探討長期監測系統模式：將比較不同調查季節間之東方草鴉偵測率及佔據率，以評估最合適之調查時間。並利用數學模擬探討上述調查方法在樣區數量上，如何影響結果之變異性及有效性。此分析結果未來將可提供管理單位具體而完整的監測架構與方法，包含先期的樣區設置條件與數量，實地調查時最合適的調查時間長短與頻度，以及分析方式的建構與應用，包括空間重複取樣與時間重複取樣的適用性等。在不同人力與經費的限制下，提供長期調查及監測之建議，在最有效率之狀況得到東方草鴉之長期分布動態。本年度著重於評估樣區選擇條件如何影響長期監測系統模式。
5. 本計畫以南部地區四縣市(嘉義縣、臺南市、高雄市及屏東縣)為目標。樣區選擇之依據以環境因子GIS資料庫之土地利用圖層作為資料背景值，解析度5x5公尺，資料來源取自『國土利用調查成果資訊網』及『臺灣現生天然植群圖』。『國土利用調查成果資訊網』之資料來源主要為2004-2005年之影像，『臺灣現生天然植群圖』則依據2004-2009年「國家植群多樣性調查及製圖計畫」的現生天然植群分布調查成果繪製而成(許皓捷，未發表資料)。將原始5x5公尺解析度之土地利用圖層，轉換為1x1公里方格，並將土地利用類型轉換為方格內百分比，進行方格篩選。篩選標準依照東方草鴉生態習性，排除中高海拔(海拔 ≥ 1500 公尺)、大面積人工建物及都市區域(建物物與人工鋪面面積70%)與大面積同性質區域(單一土地利用類型面積50%)，接著選擇草鴉合適棲地(草生地、裸露地、農耕地、果園、水體、軍事用地)加總超過50%之方格，再選擇含有大面積草生地之方格(草生地





10%)，以及孫元勳等(2013)和紀錄中曾發現草鴉之地點或巢區。篩選出1x1公里方格之後，將其分為三級，第一級方格為草鴉巢區、目擊紀錄地點與中網地點等；第二級方格為河灘地、機場等草鴉活動熱點；第三級則為其他符合篩選條件之方格。去年(104年)將每一級方格以分層隨機取樣方式依棲地類型及各縣市合適棲地面積比例選擇各選出15格作為樣區，共計45處樣區(表2)。今年(105年)因增加東方草鴉目擊與巢區紀錄，增加第一級樣區2處，樣區總數為47處。其中一處樣區因溪水暴漲沖毀，基於安全考量，10-11月調查時並未含入，因此10-11月僅46處樣區。最後將1x1公里方格擴大成為2x2公里方格作為樣區。每一2x2公里樣區中，沿著道路系統設立5個連續調查樣站(樣區中之空間重複)，樣站間距離至少500公尺。

6. 調查於日落後開始並於入夜後6小時內結束，在每樣站中以人力觀察搭配回播方式尋找並記錄聽到及看到的東方草鴉。各樣站之回播方式依據孫元勳等(2013)所設定的程序，以播放1分鐘再聆聽4分鐘為一輪，再連續循環4輪次共計20分鐘。在此20分鐘內，調查者同時以視覺及聽覺方式觀察記錄周邊的東方草鴉活動跡象。根據孫元勳等(2013)於高屏地區的調查，東方草鴉偵測率最高的月份分別為1月、3月及7月，但若以非繁殖季(4-9月)及繁殖季(10-3月)來看並無顯著的差異。本調查已於去年(104年)非繁殖季(7-8月)及繁殖季前期(10-11月)進行兩季的調查，今年(105年)於繁殖季後期(2-3月)、非繁殖季(7-8月)及繁殖季前期(10-11月)共進行三季調查。每一季於樣區中進行3次調查(樣區中之時間重複)。每一季3次調查中，為平衡不同時段造成之差異，因此將調查時間區分為A、B兩時段，A時段為日落時間至日落後3小時，B時段為日落後3小時至6小時。每一樣區於每一季調查中至少各有一次調查分別在A及B時段進行，另外一次則隨機分配，確保3次調查不是都在A或B時段。每一樣站調查時，將會同時收集氣象資料，包括溫濕度、風速、月相、雲量、噪音量及降雨狀態等。
7. 將野外調查所得東方草鴉出現與否資料(1/0)，使用Program PRESENCE進行分析(Hines, 2006)。Program PRESENCE利用同一樣區物種出現的頻度以及在時間與空間上的分布情形估算物種偵測率，並利用偵測率的估算來修正實際的占據率。分析中同時在占據模型的分析架構下，利用所有調查樣區中東方草鴉出現與否的分布資訊，以地理資訊系統套疊至全臺土地利用圖層，加入地景棲地因子為共變數，探討東方草鴉分布、偵測率及占據率與棲地類型間的關聯性。本計畫之分析因子區分為棲地類型因子和氣象因子兩大類，棲地因子主要用於占據率之分析，氣象因子則用於偵測率之分析。
 - (1) 棲地類型因子 由土地利用資料獲得的棲地類型分為建構物與人工鋪面(BD)、裸露地(BL)、灌叢(BU)、農耕地(FF)、森林(FO)、公園綠地(GS)、草生地(MD)、果園(OC)、水體(WB)、濕地(WL)和軍事用地(ML)，共計11型。另由草鴉生態習性，推測草鴉合適覓食與活動棲地，共有裸露地(BL)、農耕地(FF)、草生地(MD)、果園(OC)、水體(WB)及軍事用地(ML)等6型，因此加總合計列為一項棲地類型，稱為合適棲地(FH)；草鴉棲息偏好大面積草生地，例如靶場或機場等軍事用地(ML)皆有此特性皆具有此特性，因此將草生地(MD)與軍事用地(ML)相加為一項因子，稱為草地(Grass)；草鴉經常於河灘草地活動，因此將組成河川地的草生地(MD)、裸露地(BL)、水體(WB)加總成為河灘地(River)因子。最後考量東方草鴉棲息之區域，土地利用非常複雜，應將棲地複雜或單一程度加入模型運算，以探討草鴉分布與棲地複雜與單一程度之關係，因此引入優勢度指數(Simpson's Dominance Index, D)作為棲地單一性的指標。其數值由各類型棲地面積占樣站面積百分比之平方加總而得，其計算式為，n為單一





棲地類型面積，N為樣站面積(Magurran, 2013)。

(2) 氣象

因子每一樣站調查同時所收集的氣象資料，包括溫度、濕度、風速、月相、雲量、噪音量和降雨狀態。考量月光明亮程度受月相及雲量交互影響，因此引入月光指數(Moonlight)作為月光明亮程度的指標，其計算式為，雲量與月相為0至100的數值，0表示無雲或是無月，100表示滿雲或是滿月(Ibarra et al., 2014)。參考過往調查資料與目擊紀錄，整理出建構物與人工鋪面(BD)、農耕地(FF)、果園(OC)、草生地(MD)、森林(FO)、合適棲地(FH)與棲地優勢度指數(D)等7項因子作為影響占據率分析之假說；溫濕度、風速與月光指數則作為影響偵測率之假說。由這些因子可建構出一系列模式組，並藉由赤池信量準則(Akaike information criterion, AIC)進行數據分析，找出影響東方草鴉占據率與偵測率的棲地因子和氣象因子。最佳模型為AIC值最小者，可參考模型則為 ΔAIC 小於2者。可依此結果判定對東方草鴉占據率與偵測率最具影響力之因子。非繁殖季與繁殖季前後期之分析將分別建立模式組並分別探討。

8. 樣區努力量模擬主要目的為檢測不同調查樣區數對結果造成之影響。以105年2-3月47個樣區3次調查結果為資料來源，分別模擬當樣區數分別為15、20、25、30、35、40、45時，其估計的占據率及偵測率為何，以及其1000次模擬值的變異。以模擬樣區數15為例，每一次模擬皆從47個樣區中隨機抽取15個樣區，並代入調查結果以模擬該次調查之占據率與偵測率，同時檢測該次調查結果是否會於分析時造成錯誤。同樣步驟重複抽取1000次之後平均，作為該樣區數的模擬數值。不同樣區數依照同樣步驟執行。分析軟體採用R 3.2.2版，搭配 unmarked 0.11-0。

五、結果與討論：

(一) 調查結果

1. 草鴉分布與隻次

本計畫於105年共進行3季之調查，2-3月為繁殖季後期、7-8月為非繁殖季、10-11月為繁殖季前期。

(1) 繁殖季後期

105年2-3月草鴉非繁殖季調查共計23筆發現紀錄，分布於12個樣區中。樣區遍及台南、高雄與屏東三縣市，分別位於大內、山上、新化、沙崙農場、台南機場、岡山、六龜、旗山、高樹、里港、里嶺及屏東機場等地。其中新化、沙崙農場、旗山、里嶺及屏東機場屬於第一級樣區，大內、台南機場、六龜、里港屬於第二級樣區，山上、岡山、高樹則屬於第三級樣區。本季調查中僅台南沙崙農場與屏東里港，於3輪調查中發現草鴉2次，其餘樣區皆僅發現草鴉1次。23筆發現紀錄中，目擊同時聽到草鴉叫聲12次，僅目擊未聽見叫聲8次，另外3次只有聽到叫聲。出現位置主要以河灘草生地、農田為主。調查經常以飛行出現，時有繞飛的行為。本季調查確認幼鳥4隻，分別位於台南山上、高雄岡山、高雄旗山與屏東里嶺；確認成鳥2隻，位於台南大內與台南沙崙農場，其餘個體不明。

(2) 非繁殖季

105年7-8月草鴉非繁殖季調查共計20筆發現紀錄，分布於8個樣區，台南、高雄及屏東皆有發現，分別位於大內、山上、安定、新化、沙崙農場、里港、高屏溪舊鐵橋





與新園。其中新化、沙崙農場與高屏溪舊鐵橋為第一級樣區，大內、安定、里港與新園為第二級樣區，山上則為第三級樣區。本季調查於大內、新化和沙崙農場皆於三輪調查中發現2次草鴉活動，其餘樣區僅發現1次。20筆發現紀錄中，目擊草鴉同時聽見草鴉鳴叫8次，僅目擊草鴉未聽見鳴叫聲5次，僅聽見鳴叫未目擊7次。出現環境以河灘草生地與農地為主，經常以飛行的方式出現，有4次繞飛的行為，有時亦會邊飛邊鳴叫。本季發現的草鴉，清楚看見面盤的個體皆為成鳥，共計7隻次。

(3) 繁殖季前期

105年10-11月草鴉繁殖季前期調查共計6筆草鴉發現紀錄，分布於3個樣區，分別為台南安定、新化與屏東新園。其中新化為第一級樣區，安定與新園為第二級樣區。本季調查僅於新化重複發現草鴉活動，三輪調查皆發現草鴉，顯示新化地區為草鴉重要棲息地。安定、新園則各發現1次。6筆發現紀錄中，僅1次目擊並聽見草鴉鳴叫，其餘5次皆只目擊並未聽到鳴叫聲。

2. 回播反應

105年2-3月繁殖季後期調查23筆紀錄中，草鴉皆於回播之後出現，出現時間從第一輪回播至第四輪不等。7次於第一輪出現，7次於第二輪出現，3次於第三輪出現，6次直到第四輪才出現，並無明顯的趨勢。發現的草鴉大多會靠近回播者，有18次於近距離觀察，僅有5次距離較遠。23筆調查紀錄中，有15次鳴叫回應，8次無聲飛出，其中有1次僅飛過並無停留。7-8月非繁殖季20筆發現紀錄中，有2筆記錄於回播前發現草鴉活動，有6次於第一輪回播出現，5次於第二輪出現，1次於第三輪出現，5次至第四輪才出現，另外有1次對回播無反應，回播結束後才發現草鴉。非繁殖季鳴叫回應頻繁，有13次鳴叫回應，有7次無聲飛出。10-11月繁殖季前期6筆發現紀錄，有1次於第一輪回播出現，1次第二輪，3次第四輪，另有1次則對回播無反應，至回播結束後打燈觀察才發現。10-11月草鴉相對其他季節較為安靜，僅有打燈發現草鴉時聽見草鴉鳴叫，其餘皆無聲飛出。

(二) 占據率與偵測率

(1) 繁殖季後期

105年2-3月繁殖季後期之東方草鴉原始占據率(Naive Occupancy)為0.255，經Program PRESENCE計算，偵測率為0.1500.093，而占據率經過偵測率修正則變為0.6600.382。經由AIC模型篩選，繁殖季後期最佳模型為 $\text{psi}(\text{Grass}), p(\cdot)$ ， $\text{psi}(\text{River}), p(\cdot)$ 表現稍差但相差無幾，表示對占據率最有影響的因子為草鴉合適之棲地，如草地或河灘地。棲地優勢度於模式組中的表現並不若棲地因子來的重要，僅屬可參考模式。偵測率的影響因子則無。

檢視Grass和River兩項因子與占據率的關係，發現東方草鴉占據率與此二因子皆呈現正相關。草地與河灘地面積越大，草鴉占據率越高。

(2) 非繁殖季

7-8月非繁殖季之東方草鴉原始占據率為0.170，經Program PRESENCE計算，偵測率為0.3030.132，而占據率經過偵測率修正則變為0.2570.112。本季發現草鴉的樣區少於2-3月繁殖季後期，因此占據率降低。經由AIC模型篩選，非繁殖季最佳模型為 $\text{psi}(\text{D}), p(\cdot)$ ，表示對草鴉占據率最有影響力的因子為棲地優勢度指數。而 ΔAIC 排





序第二位的 $\psi(D)$, $p(\text{Moonlight})$ 雖屬可參考模式，但由於其相較於 $\psi(D)$, $p(\cdot)$ 含有較多參數卻沒有較佳表現，仍將其視為不具影響力。其餘單一或複合環境因子，於AIC模式分析中皆表現不佳，顯示對草鴉占據率無影響。

經檢視占據率與棲地優勢度之間的關係後發現，棲地優勢度與草鴉占據率呈現負相關，表示棲地環境越單一，草鴉占據率就會越低。此結果與104年的分析結果相符。

(3) 繁殖季前期

10-11月繁殖季前期之東方草鴉原始占據率為0.065，經Program PRESENCE計算，偵測率為0.4750.209，而占據率經過偵測率修正則變為0.0760.045。經由AIC模型篩選，繁殖季前期最佳的模型為 $\psi(\cdot)$, $p(\text{Moonlight})$ ，顯示月光指數為影響草鴉偵測率最主要的因子，而 $\psi(D)$, $p(\text{Moonlight})$ 雖排序第二位，但因模式內含因子較多，較不具影響力。

檢視月光指數與偵測率的關係發現兩者的關係為正相關，表示月光增加，草鴉被發現的機率也提高。此結果亦與104年7-8月分析結果相符。

(三) 與104年結果之比較

104年至105年共進行五季調查，以105年2-3月繁殖季後期調查成果最為豐碩，共計23筆發現紀錄，12個樣區發現草鴉活動；其次則為105年7-8月非繁殖季與104年10-11月繁殖季前期調查，分別有20筆紀錄分布於8個樣區以及16筆紀錄分布於6個樣區；發現次數最少的則是104年7-8月與105年10-11月，都只有3個樣區發現草鴉，且分別只有11筆紀錄和6筆紀錄。原始占據率於104年7-8月為0.067，104年10-11月為0.133，至105年2-3月升為0.255，105年7-8月降低為0.170，至10-11月更降為0.065。修正占據率同樣呈現105年2-3月最高的情況，104年7-8月占據率僅0.0680.038，10-11月占據率0.1560.063，105年2-3月攀高至0.6600.382，7-8月為0.2570.112，10-11月為0.0760.045。偵測率則呈現相反的趨勢，105年2-3月偵測率最低僅0.1500.093，104年7-8月最高0.7680.150。根據五季的調查結果顯示，2-3月繁殖季後期是最容易調查到草鴉的季節，紀錄筆數最多、原始占據率最高，儘管偵測率是最低的，然而這是由於數個樣區僅發現1次的緣故，並未像其他高偵測率的季節是於同一個樣區中的三輪調查都發現草鴉活動。

105年三季的調查回播反應與104年10-11月繁殖季前期的反應大致相同，回應時間都較104年7-8月非繁殖期晚，比例上又比繁殖季前期更晚一些，都有超過20%的紀錄是至第四輪才發現，105年10-11月甚至超過一半的紀錄都在第四輪發現。整體而言，每一季調查回播反應時間早晚皆有，並沒有特別的趨勢。105年2-3月與7-8月的調查也常有飛行出現但無鳴叫的情況，比例與次數與104年10-11月繁殖季前期差異並不大，唯獨105年10-11月不鳴叫的狀況特別明顯，幾乎都不發出叫聲，6次紀錄中僅有1次鳴叫。

105年影響偵測率與占據率的因子皆顯示與104年的分析結果相符，雖然並不是全然相同的季節，但棲地優勢度與月光指數時常在AIC模式組分析中名列前茅，因此這兩者分別對於東方草鴉的占據率與偵測率具有重要的影響力。

(四) 雨量與草鴉占據率之關係





104年7-8月與105年10-11月的草鴉占據率相較於另外一年顯得非常低，推測原因或許與雨量有關。根據中央氣象局台南測站雨量資料顯示，104年8月與105年9月都累積大量雨量，105年9月甚至累積超過1200公釐。可能導致草鴉主要棲息的河灘地發生改變，因而使得草鴉離開原有棲地，導致草鴉發現樣區與次數減少。105年10-11月的調查即發現因9月豪雨導致草鴉棲地消失的案例，GO_34里嶺於105年2-3月曾發現草鴉活動，然而9月豪雨使高屏溪暴漲導致河灘草生地完全消失。(五) 樣區數量模擬結果

1. 錯誤率

初步模擬分析發現，調查樣區數量越少，造成錯誤的機會越高。當樣區數只有15處時，有超過一半的機率會造成分析錯誤，亦即調查資料結果中有超過一半的資料無法分析。當樣區數提高，錯誤率隨即降低，當樣區數達到45處時，錯誤率便僅約10%。造成錯誤的原因與分析過程中的運算有關，program PRESENCE運算過程中，會不斷利用最大似然率概念嘗試尋找最佳解，若無法有效找到最佳解或是找到太多個可能的解，便會造成錯誤。分析錯誤的判定以program PRESENCE中回報的significant digits為依據，預設值為7以上，若低於7表示分析結果不值得採信，因此本計畫以significant digits 7作為分析錯誤的判斷依據。

2. 占據率與偵測率

模擬結果顯示不同的模擬樣區數呈現的平均原始占據率並沒有太大的差異，與105年2-3月的調查結果相差無幾，皆為0.255左右。但樣區數越少，資料的變異程度越大。表示平均而言，不同的樣區數會呈現相同的分布狀態，但以單次調查而言，樣區數越高的調查越穩定，樣區數越少越不穩定。

六、結論：

1. 東方草鴉於105年2-3月出現之樣區數較去年調查結果增加，可能原因為繁殖季結束，幼鳥個體增多所致，本季確認至少4隻幼鳥；繁殖季結束，也使得成體能四處移動，因此出現的樣區數目增加。
2. 偵測率於105年2-3月繁殖季後期最低，104年7-8月非繁殖季最高，可能是季節導致活動模式不同。
3. 105年2-3月的調查結果分析顯示，東方草鴉的占據率受合適棲地類型的影響，草地或河灘地棲地面積越大，草鴉占據率越高。7-8月的分析結果顯示，東方草鴉的占據率受棲地優勢度的影響，棲地環境越單一，草鴉占據率越低，此結果與104年分析結果相符。
4. 105年10-11月的分析結果顯示東方草鴉的偵測率受月光影響，月光指數越高，草鴉偵測率越高，此結果亦與104年分析結果相符。
5. 氣象因素可能促使草鴉活動發生改變，7-8月與10-11月在104和105兩年間呈現不同的調查結果，推測是肇因於大量降雨導致溪水暴漲，使得草鴉離開原有棲地。
6. 模擬結果發現樣區數會影響調查結果分析的可行性，當樣區數太少時，會因為分析錯誤而導致資料無法使用，也使變異增加，因此維持足夠的調查樣區數量是必要的。





7. 為闡明地景棲地與草鴉分布之間的關係，藉由衛星發報器取得精確之棲息地點，來了解東方草鴉的核心棲地，為未來可行之方向。
8. 累積完整調查資料後，將可藉由觀察紀錄建立東方草鴉於全臺灣的分佈潛勢預測圖。
9. 未來仍須持續累積草鴉野外調查資料，收集更多資訊來支持分析結果。並藉由多年的資料，來了解草鴉族群的分布動態及年間變化。
10. 未來希望能建立完整長期監測系統，提供管理單位具體而完整的監測架構與方法，包含先期的樣區設置條件與數量，實地調查時最合適的調查時間長短與頻度，以及分析方式的建構與應用。

七、參考文獻：

- Bailey, L.L., Hines, J.E., Nichols, J.D., MacKenzie, D.I., 2007. Sampling design trade-offs in occupancy studies with imperfect detection: examples and software. *Ecological Applications* 17, 281-290.
- Clements, J.F., Schulenberg, T.S., Iliff, M.J., Roberson, D., Fredericks, T.A., Sullivan, B.L., Wood, C.L., 2015. The Clements checklist of birds of the world. In: Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Conway, C.J., Simon, J.C., 2003. Comparison of detection probability associated with burrowing owl survey methods. *The Journal of wildlife management*, 501-511.
- Durso, A.M., Willson, J.D., Winne, C.T., 2011. Needles in haystacks: Estimating detection probability and occupancy of rare and cryptic snakes. *Biological Conservation* 144, 1508-1515.
- Falke, J.A., Bailey, L.L., Fausch, K.D., Bestgen, K.R., 2012. Colonization and extinction in dynamic habitats: an occupancy approach for a Great Plains stream fish assemblage. *Ecology* 93, 858-867.
- Frey, S.J., Strong, A.M., McFarland, K.P., 2012. The relative contribution of local habitat and landscape context to metapopulation processes: a dynamic occupancy modeling approach. *Ecography* 35, 581-589.
- Gibson, L., Barrett, B., Burbidge, A., 2007. Dealing with uncertain absences in habitat modelling: a case study of a rare ground-dwelling parrot. *Diversity and Distributions* 13, 704-713.
- Gregory, R.D., Gibbons, D.W., Donald, P.F., 2004. Bird census and survey techniques. In: *Bird Ecology and Conservation*. Oxford University Press, Oxford, New York, pp. 17-56.
- Gu, W., Swihart, R.K., 2004. Absent or undetected? Effects of non-detection of species occurrence on wildlife-habitat models. *Biological Conservation* 116, 195-203.
- Hanski, I., 1992. Inferences from ecological incidence functions. *The*





- American Naturalist 139, 657-662.
- Hines, J.E., 2006. PRESENCE2-Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC, Laurel, MD.
- Hines, J.E., Nichols, J.D., Collazo, J.A., 2014. Multiseason occupancy models for correlated replicate surveys. *Methods in Ecology and Evolution* 5, 583-591.
- Hines, J.E., Nichols, J.D., Royle, J.A., MacKenzie, D.I., Gopalaswamy, A., Kumar, N.S., Karanth, K., 2010. Tigers on trails: occupancy modeling for cluster sampling. *Ecological Applications* 20, 1456-1466.
- Ibarra, J.T., Martin, K., Altamirano, T.A., Vargas, F.H., Bonacic, C., 2014. Factors associated with the detectability of owls in South American temperate forests: implications for nocturnal raptor monitoring. *The Journal of Wildlife Management* 78, 1078-1086.
- König, C., Weick, F., Wink, M., 2008. *Owls of the world*. A&C Black.
- Kalies, E., Dickson, B.G., Chambers, C.L., Covington, W.W., 2012. Community occupancy responses of small mammals to restoration treatments in ponderosa pine forests, northern Arizona, USA. *Ecological Applications* 22, 204-217.
- Kery, M., Dorazio, R.M., Soldaat, L., Van Strien, A., Zuiderwijk, A., Royle, J.A., 2009. Trend estimation in populations with imperfect detection. *Journal of Applied Ecology* 46, 1163-1172.
- Lin, W.-L., Wang, Y., Tseng, H.-Y.T., 2007. Initial investigation on the diet of Eastern Grass Owl (*Tyto longimembris*) in Southern Taiwan. *Taiwania* 52, 100-105.
- MacKenzie, D.I., Bailey, L.L., Nichols, J., 2004. Investigating species co-occurrence patterns when species are detected imperfectly. *Journal of Animal Ecology* 73, 546-555.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., 2004. Occupancy as a surrogate for abundance estimation. *Animal Biodiversity and Conservation* 27, 461-467.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Gideon, B.L., Droege, S., Royle, J.A., Langtimm, C.A., 2002. Estimating Site Occupancy Rates When Detection Probabilities Are Less Than One. *Ecology* 83, 2248-2255.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Hines, J.E., Knutson, M.G., Franklin, A.B., 2003. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84, 2200-2207.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Sutton, N., Kawanishi, K., Bailey, L.L., 2005. Improving inferences in populations studies of rare species that are detected imperfectly. *Ecology* 86, 1101-1113.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D.R., J. Andrew., Pollock, K.H., Bailey,





- L.L., Hines, J.E., 2006. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence. Academic Press.
- MacKenzie, D.I., Royle, J.A., 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology* 42, 1105-1114.
- Magurran, A.E., 2013. Ecological diversity and its measurement. Springer Science & Business Media.
- Martin, J., Kitchens, W.M., Hines, J.E., 2007. Importance of Well-Designed Monitoring Programs for the Conservation of Endangered Species: Case Study of the Snail Kite. *Conservation Biology* 21, 472-481.
- Miller, M.W., Pearlstine, E.V., Dorazio, R.M., Mazzotti, F.J., 2011. Occupancy and abundance of wintering birds in a dynamic agricultural landscape. *The Journal of Wildlife Management* 75, 836-847.
- Raven, P.H., Scott, J.M., Heglund, P., Morrison, M.L., 2002. Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale. Island Press.
- Reynolds, J.H., Thompson, W.L., Russell, B., 2011. Planning for success: identifying effective and efficient survey designs for monitoring. *Biological Conservation* 144, 1278-1284.
- Rhodes, J.R., Jonzén, N., 2011. Monitoring temporal trends in spatially structured populations: how should sampling effort be allocated between space and time? *Ecography* 34, 1040-1048.
- Rondinini, C., Wilson, K.A., Boitani, L., Grantham, H., Possingham, H.P., 2006. Tradeoffs of different types of species occurrence data for use in systematic conservation planning. *Ecology letters* 9, 1136-1145.
- Sanderson, F.J., Donald, P.F., Pain, D.J., Burfield, I.J., Van Bommel, F.P., 2006. Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological conservation* 131, 93-105.
- Warren, C.C., Ott, J.R., Veech, J.A., 2013. Comparative occupancy and habitat associations of Black-and-white (*Mniotilta varia*) and Golden-cheeked warblers (*Setophaga crysoptera*) in the juniper-oak woodlands of central Texas. *The American Midland Naturalist* 169, 382-397.
- Wintle, B.A., Runge, M.C., Bekessy, S.A., 2010. Allocating monitoring effort in the face of unknown unknowns. *Ecology letters* 13, 1325-1337.
- Zuberogitia, I., Campos, L.F., 1998. Censusing owls in large areas: a comparison between methods. *Ardeola* 45, 47-53.
- 行政院農業委員會林務局，2014。保育類野生動物名錄。台北，臺灣。
- 林鴻祥，2009。台灣北部低海拔棲地之各種鴟鵂科鳥類調查研究計畫。行政院農委會林務局。台北，臺灣。
- 凌國華，2010。回播對鳥類相定點記數結果的影響。國立台南大學環境生態研究所





- 。台南，臺灣。
- 唐一中，2004。褐林鴉與灰林鴉回播對白面鼯鼠鳴叫行為的影響。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。屏東，臺灣。
- 孫元勳、林世忠、林昆海，2013。草鴉野外調查方法之研究。行政院農業委員會林務局。台北，臺灣。
- 張秉元，2014。花蓮地區棲地組成與黃嘴角鴉(*Otus spilocephalus hambroeki*)數量之關係。國立東華大學自然資源管理研究所。花蓮，臺灣。
- 曾翌碩，2010a。草鴉在臺灣的現況與研究回顧。臺灣林業 36，19-24。
- 曾翌碩，2010b。鳴聲回播裝置應用於東方草鴉現況分布調查的可行性評估。2010台灣猛禽生態研討會。
- 曾翌碩，2011a。台灣地區的東方草鴉族群現況(摘要)。2011海峽兩岸鳥類論壇。中華民國野鳥學會。
- 曾翌碩，2011b。草鴉-東方草鴉的野外族群現況觀察評論。貓頭鷹研究資訊站。
<http://blog.yam.com/birdmap/article/41990692>
- 曾翌碩、林文隆，2010。台灣的貓頭鷹。台中縣野鳥救傷保育學會。台中，臺灣。
- 曾翌碩、姚正得、曾志成、林世忠，2008a。臺灣南部地區東方草鴉在育雛期間的食性分析。特有生物研究 10，1-6。
- 曾翌碩、詹芳澤、謝仲甫，2008b。室內圈養環境下東方草鴉的鳴叫模式。2008動物行為暨生態研討會。
- 曾惠芸、林文隆、吳居穎，2009。森林"鴉"雄—談大雪山200林道的夜行性猛禽資源。臺灣林業 35，19-25。
- 黃光瀛，2005。台灣受脅鳥種圖鑑(方偉宏編輯)。貓頭鷹出版社。台北，臺灣。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威，2012。台灣鳥類誌。行政院農委會林務局。台北，臺灣。
- 劉育宗，2011。利用聲音回播探討領角鴉(*Otus bakkamoena*)棲地選擇之研究。國立高雄師範大學生物科技系。高雄，臺灣。
- 蔡乙榮、丁宗蘇、吳森雄、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、潘致遠，2014。2014年台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。台北，臺灣。





公開

密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：120906e100

行政院農業委員會林務局105年度科技計畫研究報告

計畫名稱：**臺灣東方草鴞族群長期監測系統建立 (2/3)**
(第2年/全程3年)

(英文名稱) **Developing Long-term Population
Monitoring System of Eastern Grass-Owl
in Taiwan (2/3)**

計畫編號：105農科-12.9.6-務-e1

全程計畫期間：自 104年3月1日 至 106年12月31日

本年計畫期間：自 105年1月1日 至 105年12月31日

計畫主持人：蔡若詩

研究人員：林世忠、林昆海、張舜雲、呂佳家

執行機關：國立嘉義大學





中文摘要

有效的長期族群監測是受威脅鳥種在保育及經營管理上的基礎。近年來對於如何制定有效的監測計畫及分析方法引起廣泛的討論，除了調查努力量的取捨，如何掌握並降低資料誤差，以得到可靠的調查方法也是設計監測計畫中重要的一環。

分布於淺山的物種，因其生活環境與人類活動重疊性高，因此受脅最為嚴重。東方草鴉(*Tyto longimembris*)分布於低海拔丘陵及平原地區，因此受人類影響甚深，然而目前對東方草鴉的族群量及分布尚無系統性之調查，因此建立長期監測模式是保育的重要關鍵。

在野外調查中，偵測率(當物種存在於一樣區中，被發現的機率)常會小於 1，使野外調查結果常會低估調查物種的數量及分布範圍。尤其當目標鳥種為行蹤隱密或數量較少的稀有鳥種，更需要考量偵測率以獲得可信的推論。本計畫利用占據模型為設計理念，利用物種出現與否(Presence/Absence)的資料來估計物種之偵測率並修正東方草鴉於調查樣區中之占據率。

本計畫延續 104 年計畫，並於 105 年 2-3 月、7-8 月與 10-11 月進行調查。今年調查樣區共計 47 處，其中 45 處為去年度建立之樣區，2 處為新增樣區。調查結果顯示 105 年 2-3 月草鴉發現次數與分布樣區最多，原始占據率為 0.255，偵測率為 0.150 ± 0.093 ，占據率經偵測率修正後為 0.660 ± 0.382 ；最低為 10-11 月，原始占據率為 0.065，偵測率為 0.475 ± 0.209 ，而占據率經過偵測率修正僅 0.076 ± 0.045 。2-3 月調查結果分析發現對占據率最有影響的因子為草鴉合適之棲地，如草地或河灘地，棲地面積越大，草鴉占據率越高；7-8 月調查結果的分析發現棲地優勢度對草鴉占據率最具影響力，棲地環境越單一，占據率越低。10-11 月調查結果的分析則發現月光影響草鴉偵測率，月光越明亮，偵測率越高。另外，推測大量降雨可能導致草鴉活動發生改變，使得 10-11 月草鴉發現次數與分布樣區





大量減少。

本計畫亦利用 105 年 2-3 月之調查結果進行初步的樣區努力量模擬，模擬結果顯示調查樣區數越低，分析出現錯誤的機會越高，調查結果的變異也越大，因此維持足夠的調查樣區數量有其必要性。

關鍵詞

東方草鴉、長期監測、占據模型、偵測率





Abstract

Long-term monitoring is the foundation for conservation and management of endangered species. Understanding the species traits, the allocation of effort in space and time as well as how to reduce the sources of error are the keys for effective monitoring program. Eastern Grass-Owl (*Tyto longimembris*) is a rare resident species in Taiwan and is facing serious threats due to the overlapping of its habitat and human disturbance. However, currently there is no systematic survey monitoring program for Eastern Grass-Owl. When conducting survey in the field, the detection probability is often less than 1. The abundance and distribution are likely to be underestimated if we do not take imperfect detection into consideration. For cryptic and rare species, it is especially essential to develop effective survey method that accounts for the imperfect detection. We adapted occupancy modeling framework and used presence/absence data to evaluate the distribution of Eastern Grass-Owl in Southern Taiwan. We surveyed 47 sites in 2016, including 45 sites from 2015 and 2 newly established sites. Each site was visited 3 times in each of the 3 seasons in 2016, including February to March (late breeding season), July to August (non-breeding season), and October to November (early breeding season). In 420 survey rounds, we encountered 23 Eastern Grass-Owl detections in 12 sites, 20 detections in 8 site, and 6 detections in 3 site in late breeding, non-breeding, and early breeding season, respectively. Analyses showed that occupancy rate varied among seasons, and the late breeding season has the highest (0.660 ± 0.382) and early breeding season has the lowest occupancy rate (0.076 ± 0.045). The detection rates ranged from 0.150-0.475, and it showed that the playback method was effective given the Eastern Grass-Owl occupies the site. The influences of environmental variables on occupancy rate varied among seasons. In late breeding season, the percent cover of suitable habitat was positively correlated with occupancy





rate while in non-breeding season, the dominance index of landscape is negatively correlated with occupancy rate, indicating Eastern Grass-Owl may prefer habitat with diverse land use types. In early breeding season, occupancy rate was much lower compared to 2015. We suspect that the heavy rain in late fall may affect their habitat and activity pattern. We used the late breeding season data to simulate the effects of sampling effort on data quality. The results showed that when sampling site decreases, the failure rate and variance increased, which indicates that maintaining certain number of sample sites is needed.

Keywords

Eastern Grass-Owl, Long-term Monitoring, Occupancy Modeling, Detection Probability





目錄

中文摘要.....	I
Abstract.....	III
目錄.....	V
圖目錄.....	VI
表目錄.....	VII
一、 前言.....	1
二、 研究目的（含文獻回顧）.....	4
三、 研究材料及方法.....	7
(一) 研究物種.....	7
(二) 研究方法.....	8
1. 樣區選擇.....	8
2. 野外調查.....	14
3. 棲地類型校正.....	15
4. 資料分析.....	16
5. 樣區努力量模擬.....	18
四、 結果與討論.....	20
(一) 調查結果.....	20
1. 草鴉分布與隻次.....	20
2. 回播反應.....	32
(二) 占據率與偵測率.....	38
(三) 與 104 年結果之比較.....	43
(四) 雨量與草鴉占據率之關係.....	46
(五) 樣區數量模擬結果.....	47
1. 錯誤率.....	47
2. 占據率與偵測率.....	48
五、 結論與建議.....	51
六、 參考文獻.....	53
七、 附錄.....	59
附錄 1、各樣站棲地類型百分比.....	59
附錄 2、各樣區照片.....	75
附錄 3、期中及期末審查會議發言紀要與回應.....	88





圖目錄

圖 1、105 年全數樣區於南部四縣市分布狀況.....	12
圖 2、105 年 2-3 月繁殖季後期調查發現東方草鴉之樣區	22
圖 3、105 年 7-8 月非繁殖季調查發現東方草鴉之樣區	26
圖 4、105 年 10-11 月繁殖季前期調查發現東方草鴉之樣區	30
圖 5、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉占據率與合適棲地面積之關係	39
圖 6、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉占據率與棲地優勢度之關係	41
圖 7、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉偵測率與月光之關係	42
圖 8、東方草鴉修正占據率與偵測率之五季比較圖.....	44
圖 9、東方草鴉回應時間之五季比較圖.....	45
圖 10、東方草鴉鳴叫行為之五季比較圖.....	45
圖 11、104-105 年雨量與草鴉占據率之關係	46
圖 12、GO_34 里嶺樣區因溪水暴漲而消失的河灘草生地.....	47
圖 13、錯誤率與模擬樣區數之關係圖.....	48
圖 14、原始占據率與模擬樣區數之關係圖.....	49
圖 15、偵測率與模擬樣區數之關係圖.....	50
圖 16、修正占據率與模擬樣區數之關係圖.....	50





表目錄

表 1、土地利用類態分類及其依據.....	8
表 2、104 年選取分級分縣市之 1x1 公里方格與 2x2 公里樣區數量統計表.....	11
表 3、105 年全數 47 個樣區編號、所屬縣市、地點與分級.....	13
表 4、棲地類型校正表.....	16
表 5、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉調查樣區結果.....	21
表 6、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉調查詳細紀錄.....	23
表 7、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉調查樣區結果.....	25
表 8、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉調查詳細紀錄.....	27
表 9、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉調查樣區結果.....	29
表 10、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉調查詳細紀錄.....	31
表 11、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉回播反應.....	33
表 12、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉回播反應.....	35
表 13、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉回播反應.....	37
表 14、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉占據率與偵測率可參考模式組.....	38
表 15、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉占據率與偵測率可參考模式組.....	40
表 16、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉占據率與偵測率可參考模式組.....	42
表 17、東方草鴉分布樣區數、原始占據率、修正占據率與偵測率之五季比較表.....	43





一、前言

有效的長期族群監測是受威脅鳥種在保育及經營管理上的基礎(Sanderson *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 2007)。對於如何制定有效的監測計畫及分析方法，在近年來也引發相當多的討論(Reynolds *et al.*, 2011; Rhodes and Jonzén, 2011)。設計監測計畫時的首要工作為監測目標的確認，而後續之調查樣區選擇、調查進行時機及調查重複次數等因素皆會影響調查的效益(MacKenzie and Royle, 2005; Bailey *et al.*, 2007)。除了調查努力量的取捨，如何掌握並降低資料誤差的來源，以得到可靠且有效的調查方法也是設計監測計畫中重要的一環(Martin *et al.*, 2007; Wintle *et al.*, 2010)。因此近年來各國都投注相當的資源來發展保育目標物種之長期監測模式。

分布於淺山生態系的物種，由於其生活範圍與人類活動的重疊性高，所受的威脅也最嚴重。舉例來說，東方草鴉(*Tyto longimembris*)分布於低海拔丘陵及平原地區，因其主要利用的環境為開闢的非森林棲地，因此受到人類活動影響程度很深。但對於東方草鴉的族群量及分布，目前臺灣尚無系統性的大規模調查。因此極需建立有效的東方草鴉監測模式，以瞭解東方草鴉的族群分布模式與變化趨勢。此外，低海拔丘陵及平原地區的土地利用變化亦相對迅速，為了解東方草鴉的棲地需求與忠誠度(棲地利用在時間上的重複性，而非指特定個體利用特定棲地)，以及土地利用變化和不同干擾因子對此物種的影響，進行多年期的調查以及建立長時間的監測模式亦是其保育的重要關鍵。

一般鳥類調查多以相對豐富度來代表族群狀況，但欲取得可靠的數量變化以掌握族群變化趨勢常需要大量的調查人力及資源(MacKenzie and Nichols, 2004)。近年來生態學家嘗試以物種出現與否(Presence/Absence)的資料來評估物種與棲地的關係或是預測其分布，而占據模型(Occupancy modeling)就是因此需求發展





出的方法。占據模型目前被廣泛應用於族群生態學以及野生動物研究，藉以估算野生動物之分布狀態與族群數量，包括哺乳類(Kalies *et al.*, 2012)、鳥類(Miller *et al.*, 2011; Frey *et al.*, 2012; Warren *et al.*, 2013)、爬蟲類(Kery *et al.*, 2009)、兩生類(MacKenzie *et al.*, 2002)、魚類(Falke *et al.*, 2012)等皆為占據模型適用之範疇。占據模型能夠解決兩大類型的問題：(1) 物種的分布與範圍，並了解影響物種存在與否之棲地環境因子(Raven *et al.*, 2002)；(2) 族群年間動態，了解物種於研究範圍內之長期動態(Hanski, 1992)。占據模型在調查設計上利用對同一樣區重複取樣，記錄樣區內物種出現與否(出現為 1 而沒出現為 0)，並依此數據來估計物種之偵測率並且修正占據率(MacKenzie *et al.*, 2006)。占據率為在所有調查樣區中發現此物種的比例，是了解物種相對數量及分布的重要指標。影響占據率的主要因子包括物種數量及分布模式。而偵測率則是物種存在於樣區的前提下，被偵測到的機率。偵測率受到豐度、物種習性(是否鳴叫、活動模式及利用棲地層次等)及所在棲地特性等因素影響。在野外調查中，常無法避免發生物種存在但不一定被調查到的現象(False negative)。換句話說，在物種存在的前提下，物種能被偵測到的機率(偵測率; Detection probability)經常受到棲地環境或是天氣狀況影響，發現目標物種的機率通常會小於 1(意即偵測率非 100%)，然而未發現並不代表該物種不存在，因此若沒有考慮到調查的偵測率而直接以調查結果推論其分布及族群量，經常低估目標物種實際的數量與分布狀態，透過重複取樣評估物種偵測率，將能修正原始占據率而取得較正確的物種占據率及分布資料(MacKenzie *et al.*, 2002; MacKenzie *et al.*, 2003; MacKenzie *et al.*, 2004)。尤其當目標鳥種為行蹤隱密或不易觀察的種類，或是數量較少的稀有鳥種，更需要考量偵測率以獲得可信的推論(MacKenzie *et al.*, 2005)。近年來亦有學者提出在現實條件的限制下，利用空間上的重複取代時間上的重複並估算偵測率，但前提是必需考慮樣點與樣點間的空間不獨立性(Hines *et al.*, 2010; Hines *et al.*, 2014)。東方草鴉屬於稀有的留鳥，生性隱密且多於夜間活動，對此不易觀察且稀有之鳥種，其出現常會被嚴重低估。因





此發展出考慮物種偵測率之調查方法是得到東方草鴉分布資訊的重要關鍵。東方草鴉的稀有程度及習性正符合占據模型之特性，因此本研究擬將調查數據以占據模型來估計東方草鴉於所有調查方格中之占據率，並考慮東方草鴉的偵測率，以評估東方草鴉之分布，並建立有效且可行的長期監測系統。





二、研究目的（含文獻回顧）

東方草鴉在臺灣屬於稀有留鳥，為華盛頓公約(CITES) 附錄 II 之鳥種，在野生動物保育法的《保育類野生動物名錄》中屬第一級瀕臨絕種之保育類野生動物(行政院農業委員會林務局，2014)。對於全臺東方草鴉的族群量，黃光瀛(2005)及曾翌碩(2011b)分別估計為低於 100 隻及介於 300-500 隻。但這些數據僅由特定地區的調查進行推估(曾翌碩，2011b)，缺乏系統性調查。因此目前對於東方草鴉在臺灣的分布模式與族群變化趨勢並無確切之資料。

以往臺灣地區針對東方草鴉的研究並不多且大多侷限在小區域內，但近年來已有數位研究人員開始朝野外調查方法上發展。曾翌碩等(2008b)及曾翌碩(2010b)利用農委會特有生物研究保育中心之圈養個體，探討東方草鴉的鳴叫模式，並初步測試回播調查(playback)法對東方草鴉進行調查之效益。而孫元勳等(2013)則進一步針對不同回播方式進行評估，探討人力回播、自動錄音及自動錄音回播等不同方法之成本效益與優劣。此研究嘗試建立標準化的調查方法，並評估族群分布狀況。然而此方法並未考慮物種存在於該樣區但未被調查員偵測到之可能性(Gu and Swihart, 2004; Gibson *et al.*, 2007)。當以未考慮到物種偵測率的資料進行分析時很容易得到不正確的推論(Rondinini *et al.*, 2006)，尤其是隱密且不易觀察的物種(Durso *et al.*, 2011)。東方草鴉生性隱密且多於夜間活動，對此不易觀察且稀有之鳥種，其出現常會被嚴重低估。因此發展出考慮物種偵測率之調查方法是得到東方草鴉分布資訊的重要關鍵。

回播調查是針對習性隱密、夜行性、棲地視野不佳或數量稀少等物種分布所經常採用之方法。此等物種調查難度較高，運用回播法可提高發現的機率(Gregory *et al.*, 2004)。鴉形目鳥種大多為夜行性物種，偵查不易，且大都對於回播有所反應，因此回播調查技術能廣泛運用於夜行性猛禽調查(König *et al.*, 2008)。





Conway and Simon (2003)的報告指出，以穴鴞(*Athene cunicularia*)而言，定點計數搭配回播是最有效的調查方法。Zuberogitia and Campos (1998)比較各種調查方法，發現回播調查的效果最佳，但作者同時也提醒並非所有夜行性猛禽皆對回播有所回應，如長耳鴞(*Asio otus*)及鵞鴞(*Bubo bubo*)即對回播聲響較無反應，而倉鴞(*Tyto alba*)則只在特定季節有反應。臺灣目前亦多份研究報告採用回播調查技術，物種包括領角鴞(*Otus lettia*)、黃嘴角鴞(*Otus spilocephalus*)、褐林鴞(*Strix leptogrammica*)、灰林鴞(*Strix aluco*)、東方草鴞(*Tyto longimembris*)等各種鴞科猛禽(張秉元，2014；唐一中，2004；林鴻祥，2009；曾惠芸等，2009；凌國華，2010；曾翌碩，2010b；劉育宗，2011)。其中僅黃魚鴞(*Bubo flavipes*)難以偵測，其他種類皆屬有效的調查方式，有相當程度之回應(唐一中，2004；林鴻祥，2009)。曾翌碩(2010b)認為利用自動化回播裝置可在人力物力及時間有限的情況下進行大範圍的草鴞調查。孫元勳等(2013)的調查結果在評估物種調查效率及時間、金錢等成本狀況後，則建議使用人力回播調查法來偵測草鴞之行蹤。

本研究計畫沿續孫元勳等(2013)所以建立之野外調查方法，利用人力調查並搭配回播的方式進行草鴞分布的研究。與前項不同的是，本計畫在調查設計上以占據模型為架構，利用同一樣區的重複取樣(包含時間重複及空間重複)，評估東方草鴞之偵測率，並探討東方草鴞之族群分布模式以及與地景棲地和干擾因子之關聯性。並依其結果設計可行且有效的調查方法，以建立東方草鴞之長期調查及監測模式。所提供之資訊，將可以進一步作為物種保育及經營管理的重要基礎資料。

本研究計畫已於 104 年(第一年)於南部四縣市設立 45 處調查樣區，並於非繁殖季(7-8 月)與繁殖季前期(10-11 月)各進行 3 次重複調查，在每樣站(1 樣區中包含 5 樣站)以孫元勳等(2013)所發展的回播方式進行。在非繁殖季調查中，於 3





個樣區內紀錄 11 筆東方草鴉；繁殖季則於 6 個樣區內紀錄 16 筆東方草鴉。分析結果顯示，東方草鴉占據率極低，非繁殖季及繁殖季前期分別為 0.067 與 0.133；而偵測率在非繁殖季及繁殖季前期分別為 0.768 和 0.475，顯示回播方式能有效偵測東方草鴉。占據率與棲地環境因子皆無相關，可能因取樣尺度未能反應東方草鴉需求，或因資料過少影響模型表現，然而分析發現棲地優勢度為影響占據率之重要因子，棲地優勢度越高，東方草鴉占據率越低，顯示東方草鴉可能偏好棲地類型較複雜的環境。

本計畫今年(105 年)將接續去年度工作結果持續進行，整體目標如下：

1. 調查臺灣南部地區之東方草鴉分布。
2. 探討東方草鴉分布與地景棲地間的關係。
3. 瞭解東方草鴉南部地區族群之分布動態及年間變化。
4. 建立臺灣東方草鴉長期監測系統，並提供具體策略及方法，以供主管機關參考利用。

本計畫今年度目標如下：

1. 依據第一年結果修正調查樣區選擇條件，持續進行南部地區之東方草鴉分布調查。
2. 評估東方草鴉調查的偵測率及占據率，及其地景棲地變化的關係。
3. 評估樣區選擇條件如何影響長期監測系統模式。
4. 比較調查時間與努力量的差異並探討長期監測系統模式。





三、研究材料及方法

(一) 研究物種

東方草鴉屬於鴉形目(Strigiforms)草鴉科(Tytonidae)草鴉屬(*Tyto*)。廣泛分布於南亞、東南亞至澳洲。而出現於臺灣之族群屬特有亞種(*T. l. pithecops*) (劉小如等, 2012; 蔡乙榮等, 2014; Clements *et al.*, 2015)。在臺灣本島於西南部低海拔丘陵及平原有較多的觀察記錄, 但全島除苗栗縣與雲林縣之外各縣市均有分布(曾翌碩, 2011a)。東方草鴉主要棲息於開闊但人煙稀少的非森林棲地, 包括惡地形、河灘地高莖草叢、竹林草生地交界區、甘蔗田、廢耕田地、果園邊緣、軍事基地及機場等(黃光瀛, 2005; 曾翌碩、林文隆, 2010; 曾翌碩, 2011b), 偏好丘陵地形中崎嶇難行, 高莖草本與灌木叢生且視野良好之處(劉小如等, 2012)。已知的食物種類以小型哺乳類為主, 如臺灣野兔(*Lepus sinensis formosus*)、小黃腹鼠(*Rattus losea*)、赤背條鼠(*Apodemus agrariusi*)、鬼鼠(*Bandicota indica*)、刺鼠(*Niviventer coxingi*)和鼯鼠(*Soricidae*), 其他包含蜥蜴、青蛙, 也包括甲蟲及白蟻等, 甚至有少數鳥類的獵食紀錄(Lin *et al.*, 2007; 曾翌碩等, 2008a; 曾翌碩, 2010a; 曾翌碩、林文隆, 2010)。於 10 至 3 月間求偶與產卵, 1 至 5 月育雛, 每巢產蛋數 3-4 枚, 平均孵化期約 32-42 天, 幼鳥約 42 天離巢, 並持續於巢區附近活動 1 個月左右(曾翌碩、林文隆, 2010)。非繁殖期時, 約入夜半小時至一小時才開始活動, 直接從日棲點飛往覓食區, 覓食區為不連續點狀分布, 單夜可能在不同的覓食區之間往返, 日棲點與覓食區的距離可能超過十公里, 草鴉活動直至凌晨四時返回日棲點便不再離開(曾翌碩、林文隆, 2010)。





(二) 研究方法

1. 樣區選擇

本計畫以南部地區四縣市(嘉義縣、臺南市、高雄市及屏東縣)為目標。樣區選擇之依據以環境因子 GIS 資料庫之土地利用圖層作為資料背景值，解析度 5x5 公尺，資料來源取自『國土利用調查成果資訊網』及『臺灣現生天然植群圖』。『國土利用調查成果資訊網』之資料來源主要為 2004-2005 年之影像，『臺灣現生天然植群圖』則依據 2004-2009 年「國家植群多樣性調查及製圖計畫」的現生天然植群分布調查成果繪製而成(許皓捷，未發表資料)。資料庫中的土地利用類型，主要依據『國土利用調查成果資訊網』之圖層，其分類如表 1 所示。

表 1、土地利用類態分類及其依據

土地利用類型	代碼	資料來源	備註
建構物與人工鋪面	BD	臺灣現生天然植群圖： 建地 國土利用調查成果資訊網： 畜禽舍、農業附帶設施、苗圃、交通使用土地、堤防、水利構造物、防汛道路、建築使用土地(不包含殯葬設施)、公共設施使用土地、文化設施、遊樂場所、體育場所、礦業相關設施、土石相關設施、鹽業相關設施	BD: building 以大尺度之野生動物棲地利用觀點，任何形式之建築物、堤防或交通設施，均無法被大部分野生動物使用，因此歸為一類。 交通使用土地包含機場跑道旁之廣大綠地，但原始圖層無法區分。 文化設施包含自然地景、動植物園，但原始圖層無法區分。
裸露地	BL	臺灣現生天然植群圖： 岩壁與碎石坡、海岸岩壁植群、天然裸露地、人工裸露地	BL: bare land 災害地位於山區者，多為裸露地。





		<p>國土利用調查成果資訊網： 土場、水稻沙洲灘地、礦場、 土石採取場、裸露地、災害 地、營建剩餘土石方、空置 地</p>	
灌叢	BU	<p>臺灣現生天然植群圖： 針闊葉灌叢</p> <p>國土利用調查成果資訊網： 伐木跡地、灌木荒地</p>	BU: bush
農耕地	FF	<p>臺灣現生天然植群圖： 耕地</p> <p>國土利用調查成果資訊網： 稻作、旱作</p>	FF: farm field
森林	FO	<p>臺灣現生天然植群圖： 針葉林、針闊葉混淆林、闊 葉林、人工林</p> <p>國土利用調查成果資訊網： 天然林、人工林</p>	FO: forest
公園綠地	GS	<p>國土利用調查成果資訊網： 公園綠地廣場</p>	<p>GS: greenspace 綠地可能是樹林(如台北 植物園)，以可能是大面積 人工鋪面(如中正紀念 堂)，故自成一類。</p>
草生地	MD	<p>臺灣現生天然植群圖： 草本植群</p> <p>國土利用調查成果資訊網： 廢耕地、牧場、防火線、殯 葬設施、草生地、災害地</p>	<p>MD: meadow 殯葬設施包含墓地、殯儀 館、納骨塔等，但以墓地 最多。墓地多為草生地。 災害地係指低海拔地區 以發生災害之地區。一般 而言位於內陸平地之災 害地多為荒草地。</p>
果園	OC	<p>國土利用調查成果資訊網： 果樹</p>	OC: orchard
水體	WB	<p>臺灣現生天然植群圖：</p>	WB: waterbody





		水域 國土利用調查成果資訊網： 河道(不包括堤防、溝渠，寬度 5 公尺以上)、蓄水池(包括水庫、湖泊及埤塘等)	不包含海域
濕地	WL	國土利用調查成果資訊網： 水產養殖、鹽田、濕地、災害地	WL: wetland 災害地位於沿海地區者，多因海水倒灌造成，故視為濕地。
軍事用地	ML	國土利用調查成果資訊網： 軍事用地	ML: military 軍事用地有多樣地景，如營舍、軍港、機場跑道等多為人工建物，但野外教練場多為樹林及草地，原始圖層無法區分，故自成一類。

將原始 5x5 公尺解析度之土地利用圖層，轉換為 1x1 公里方格，並將土地利用類型轉換為方格內百分比，進行方格篩選。篩選標準依照東方草鴉生態習性，排除中高海拔(海拔 \geq 1500 公尺)、大面積人工建物及都市區域(建物物與人工鋪面面積 $>$ 70%)與大面積同性質區域(單一土地利用類型面積 $>$ 50%)，接著選擇草鴉合適棲地(草地、裸露地、農耕地、果園、水體、軍事用地)加總超過 50%之方格，再選擇含有大面積草地之方格(草地 $>$ 10%)，以及孫元勳等(2013)和紀錄中曾發現草鴉之地點或巢區。篩選出 1x1 公里方格之後，將其分為三級，第一級方格為草鴉巢區、目擊紀錄地點與中網地點等；第二級方格為河灘地、機場等草鴉活動熱點；第三級則為其他符合篩選條件之方格。

去年(104 年)將每一級方格以分層逢機取樣方式依棲地類型及各縣市合適棲地面積比例選擇各選出 15 格作為樣區，共計 45 處樣





區(表 2)。今年(105 年)因增加東方草鴉目擊與巢區紀錄，增加第一級樣區 2 處，樣區總數為 47 處。其中一處樣區因溪水暴漲沖毀，基於安全考量，10-11 月調查時並未含入，因此 10-11 月僅 46 處樣區。最後將 1x1 公里方格擴大成為 2x2 公里方格作為樣區。每一 2x2 公里樣區中，沿著道路系統設立 5 個連續調查樣站(樣區中之空間重複)，樣站間距離至少 500 公尺。最終選定樣區於南部四縣市之分布如圖 1 及表 3 所示。

表 2、104 年選取分級分縣市之 1x1 公里方格與 2x2 公里樣區數量統計表

	第一級		第二級		第三級		總計	
	方格	樣區	方格	樣區	方格	樣區	方格	樣區
嘉義	4	1	45	4	195	1	244	6
台南	41	4	73	4	465	5	579	13
高雄	71	5	86	4	322	3	479	12
屏東	69	5	46	3	383	6	498	14
總計	185	15	250	15	1365	15	1800	45



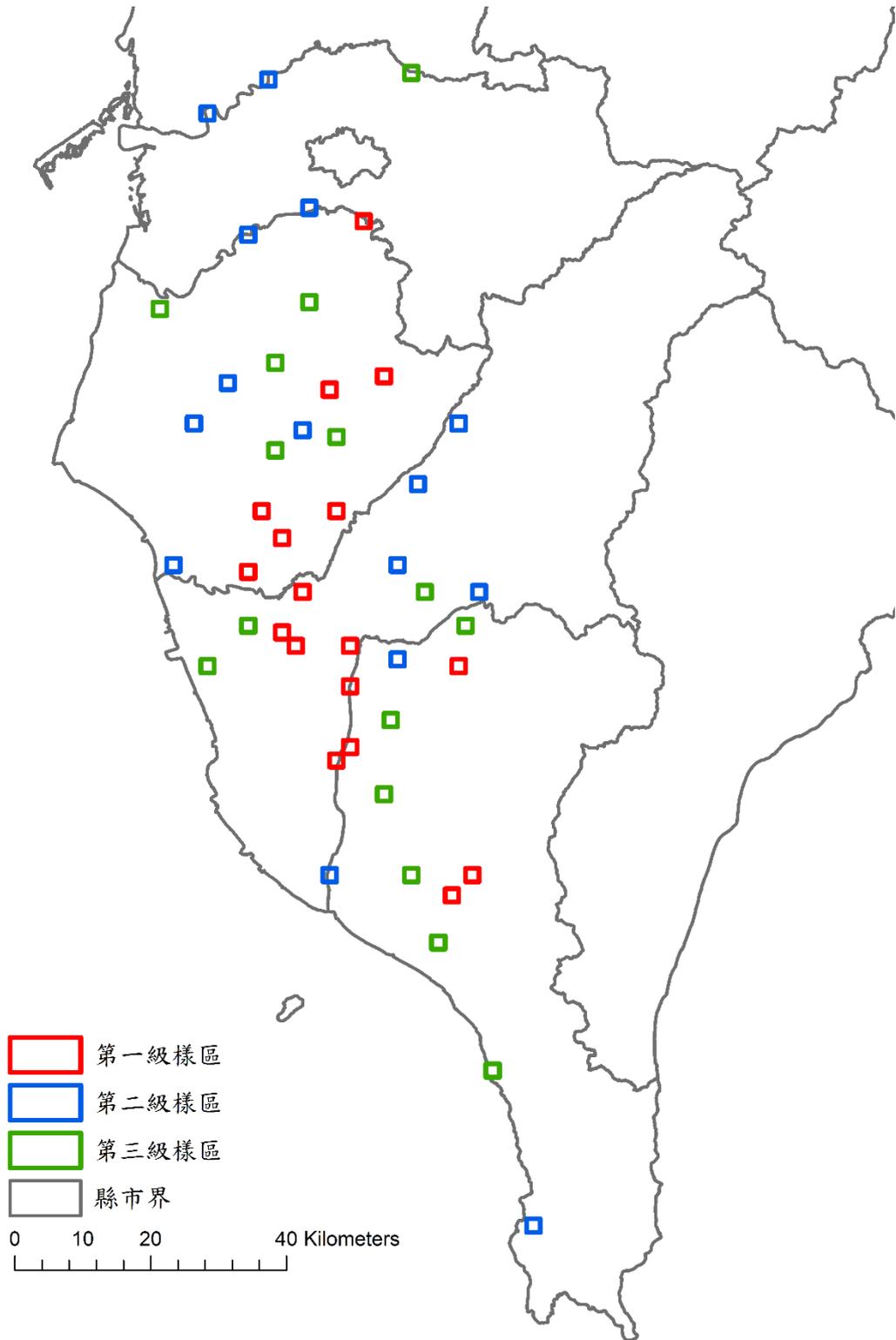


圖 1、105 年全數樣區於南部四縣市分布狀況





表 3、105 年全數 47 個樣區編號、所屬縣市、地點與分級

樣區編號	所屬縣市	地點	樣區分級
GO_01	嘉義縣	梅山	第三級
GO_02	嘉義縣	新港	第二級
GO_03	嘉義縣	六腳	第二級
GO_04	嘉義縣	鹿草	第二級
GO_05	嘉義縣	水上	第二級
GO_06	台南市	將軍山	第一級
GO_07	台南市	東山	第三級
GO_08	台南市	急水溪	第三級
GO_09	台南市	官田	第三級
GO_10	台南市	楠西	第一級
GO_11	台南市	善化	第二級
GO_12	台南市	玉井	第三級
GO_13	台南市	大內	第二級
GO_14	台南市	山上	第三級
GO_15	台南市	安定	第二級
GO_16	台南市	新化	第一級
GO_17	台南市	龍崎	第一級
GO_18	台南市	沙崙農場	第一級
GO_19	台南市	台南機場	第二級
GO_20	高雄市	月世界	第一級
GO_21	高雄市	大崗山	第一級
GO_22	高雄市	尖山	第一級
GO_23	高雄市	阿蓮	第三級
GO_24	高雄市	岡山	第三級
GO_25	高雄市	甲仙	第二級
GO_26	高雄市	杉林	第二級
GO_27	高雄市	月光山	第二級





GO_28	高雄市	六龜	第二級
GO_29	高雄市	美濃	第三級
GO_30	屏東縣	高樹	第三級
GO_31	高雄市	旗山	第一級
GO_32	屏東縣	里港	第二級
GO_33	屏東縣	泰山	第一級
GO_34	屏東縣	里嶺	第一級
GO_35	屏東縣	屏東農改場	第三級
GO_36	屏東縣	屏東機場	第一級
GO_37	高雄市	高屏溪舊鐵橋	第一級
GO_38	屏東縣	麟洛	第三級
GO_39	屏東縣	新園	第二級
GO_40	屏東縣	丹林	第一級
GO_41	屏東縣	餉潭	第一級
GO_42	屏東縣	潮州跳傘場	第三級
GO_43	屏東縣	佳冬	第三級
GO_44	屏東縣	枋山	第三級
GO_45	屏東縣	恆春機場	第二級
GO_46	台南市	南灣田農場	第一級
GO_47	台南市	左鎮	第一級

2. 野外調查

調查於日落後開始並於入夜後 6 小時內結束，在每樣站中以人力觀察搭配回播方式尋找並記錄聽到及看到的東方草鴉。各樣站之回播方式依據孫元勳等(2013)所設定的程序，以播放 1 分鐘再聆聽 4 分鐘為一輪，再連續循環 4 輪次共計 20 分鐘。在此 20 分鐘內，調查者同時以視覺及聽覺方式觀察記錄周邊的東方草鴉活動跡象。根





據孫元勳等(2013)於高屏地區的調查，東方草鴉偵測率最高的月份分別為1月、3月及7月，但若以非繁殖季(4-9月)及繁殖季(10-3月)來看並無顯著的差異。本調查已於去年(104年)非繁殖季(7-8月)及繁殖季前期(10-11月)進行兩季的調查，今年(105年)於繁殖季後期(2-3月)、非繁殖季(7-8月)及繁殖季前期(10-11月)共進行三季調查。每一季於樣區中進行3次調查(樣區中之時間重複)。每一季3次調查中，為平衡不同時段造成之差異，因此將調查時間區分為A、B兩時段，A時段為日落時間至日落後3小時，B時段為日落後3小時至6小時。每一樣區於每一季調查中至少各有一次調查分別在A及B時段進行，另外一次則隨機分配，確保3次調查不是都在A或B時段。每一樣站調查時，將會同時收集氣象資料，包括溫濕度、風速、月相、雲量、噪音量及降雨狀態等。

3. 棲地類型校正

由於淺山生態系中人為干擾強度較高，變化亦較快，單純使用原始土地利用圖層可能無法涵括影響東方草鴉分布的因子，亦可能偏離現狀，因此本計畫中利用現勘蒐集其他相關棲地特性以及潛在干擾因子，探究棲地變化及人為干擾對東方草鴉分布及動態的可能影響。去年(104年)已經由現地勘查的方式校正土地利用圖層之原始資料，今年(105年)度重複去年之現地勘查持續校正土地利用類型。

將所有樣區內樣站之棲地類型資料與現勘資料進行校正，校正結果顯示，11種棲地類型，104-105增加面積比例的有灌叢(BU, 1.2%)、森林(FO, 2.2%)、草生地(MD, 1.9%)、水體(WB, 0.2%)與濕地(WL, 0.1%)，其餘棲地類型面積比例減少，減少最多的為農耕地(FF, -3.5%) (表4)。





綜觀看來，以農耕地(FF)變化較為劇烈，符合臺灣農事耕作習慣，農田棲地類型可能因為不同時期，由原本的農耕地(FF)轉變成草生地(MD)及灌叢(BU)，甚至慢慢演進成森林(FO)。整體而言，棲地類型於過去一年間除了農耕地之外變化並不大，顯示棲地並未有太大的改變。

表 4、棲地類型校正表

棲地類型 ¹	原始比例	104 年度比例	105 年度比例	104-105 改變百分比 (+為增加/-為減少)
BD	11.8	9.1	8.7	-0.4
BL	7.0	3.8	3.7	-0.1
BU	2.7	2.5	3.7	1.2
FF	26.2	23.7	20.3	-3.5
FO	8.7	14.9	17.1	2.2
GS	0.8	1.0	0.6	-0.4
MD	6.4	14.7	16.6	1.9
OC	24.0	19.4	18.3	-1.0
WB	6.3	6.6	6.8	0.2
WL	2.9	1.2	1.3	0.1
ML	3.2	3.2	3.0	-0.2

1. 棲地類型為 BD(建構物與人工鋪面)、(BL)裸露地、(BU)灌叢、(FF)農耕地、(FO)森林、(GS)公園綠地、(MD)草生地、(OC)果園、(WB)水體、(WL)濕地和(ML)軍事用地。

4. 資料分析

將野外調查所得東方草鴉出現與否資料(1/0)，使用 Program PRESENCE 進行分析(Hines, 2006)。Program PRESENCE 利用同一樣區物種出現的頻度以及在時間與空間上的分布情形估算物種偵測





率，並利用偵測率的估算來修正實際的占據率。分析中同時在占據模型的分析架構下，利用所有調查樣區中東方草鴉出現與否的分布資訊，以地理資訊系統套疊至全臺土地利用圖層，加入地景棲地因子為共變數，探討東方草鴉分布、偵測率及占據率與棲地類型間的關聯性。

本計畫之分析因子區分為棲地類型因子和氣象因子兩大類，棲地因子主要用於占據率之分析，氣象因子則用於偵測率之分析。

(1) 棲地類型因子

由土地利用資料獲得的棲地類型分為建構物與人工鋪面(BD)、裸露地(BL)、灌叢(BU)、農耕地(FF)、森林(FO)、公園綠地(GS)、草生地(MD)、果園(OC)、水體(WB)、濕地(WL)和軍事用地(ML)，共計 11 型。另由草鴉生態習性，推測草鴉合適覓食與活動棲地，共有裸露地(BL)、農耕地(FF)、草生地(MD)、果園(OC)、水體(WB)及軍事用地(ML)等 6 型，因此加總合計列為一項棲地類型，稱為合適棲地(FH)；草鴉棲息偏好大面積草生地，例如靶場或機場等軍事用地(ML)皆有此特性皆具有此特性，因此將草生地(MD)與軍事用地(ML)相加為一項因子，稱為草地(Grass)；草鴉經常於河灘草生地活動，因此將組成河川地的草生地(MD)、裸露地(BL)、水體(WB)加總成為河灘地(River)因子。最後考量東方草鴉棲息之區域，土地利用非常複雜，應將棲地複雜或單一程度加入模型運算，以探討草鴉分布與棲地複雜與單一程度之關係，因此引入優勢度指數(Simpson's Dominance Index, D)作為棲地單一性的指標。其數值由各類型棲地面積占樣站面積百分比之平方加總而得，其計算式為





$D = \sum(n/N)^2$, n 為單一棲地類型面積, N 為樣站面積(Magurran, 2013)。

(2) 氣象因子

每一樣站調查同時所收集的氣象資料, 包括溫度、濕度、風速、月相、雲量、噪音量和降雨狀態。考量月光明亮程度受月相及雲量交互影響, 因此引入月光指數(Moonlight)作為月光明亮程度的指標, 其計算式為 $月光 = (1 - 雲量/100) \times (月相/100)$, 雲量與月相為 0 至 100 的數值, 0 表示無雲或是無月, 100 表示滿雲或是滿月(Ibarra *et al.*, 2014)。

參考過往調查資料與目擊紀錄, 整理出建構物與人工鋪面(BD)、農耕地(FF)、果園(OC)、草生地(MD)、森林(FO)、合適棲地(FH)與棲地優勢度指數(D)等 7 項因子作為影響占據率分析之假說; 溫濕度、風速與月光指數則作為影響偵測率之假說。由這些因子可建構出一系列模式組, 並藉由赤池信量準則(Akaike information criterion, AIC)進行數據分析, 找出影響東方草鴉占據率與偵測率的棲地因子和氣象因子。最佳模型為 AIC 值最小者, 可參考模型則為 ΔAIC 小於 2 者。可依此結果判定對東方草鴉占據率與偵測率最具影響力之因子。非繁殖季與繁殖季前後期之分析將分別建立模式組並分別探討。

5. 樣區努力量模擬

樣區努力量模擬主要目的為檢測不同調查樣區數對結果造成之影響。以 105 年 2-3 月 47 個樣區 3 次調查結果為資料來源, 分別模擬當樣區數分別為 15、20、25、30、35、40、45 時, 其估計的占據率及偵測率為何, 以及其 1000 次模擬值的變異。以模擬樣





區數 15 為例，每一次模擬皆從 47 個樣區中隨機抽取 15 個樣區，並代入調查結果以模擬該次調查之占據率與偵測率，同時檢測該次調查結果是否會於分析時造成錯誤。同樣步驟重複抽取 1000 次之後平均，作為該樣區數的模擬數值。不同樣區數依照同樣步驟執行。分析軟體採用 R 3.2.2 版，搭配 unmarked 0.11-0。





四、結果與討論

(一) 調查結果

1. 草鴉分布與隻次

本計畫於 105 年共進行 3 季之調查，2-3 月為繁殖季後期、7-8 月為非繁殖季、10-11 月為繁殖季前期。

(1) 繁殖季後期

105 年 2-3 月草鴉非繁殖季調查共計 23 筆發現紀錄，分布於 12 個樣區中。樣區遍及台南、高雄與屏東三縣市，分別位於大內、山上、新化、沙崙農場、台南機場、岡山、六龜、旗山、高樹、里港、里嶺及屏東機場等地。其中新化、沙崙農場、旗山、里嶺及屏東機場屬於第一級樣區，大內、台南機場、六龜、里港屬於第二級樣區，山上、岡山、高樹則屬於第三級樣區(圖 2)。本季調查中僅台南沙崙農場與屏東里港，於 3 輪調查中發現草鴉 2 次，其餘樣區皆僅發現草鴉 1 次(表 5)。23 筆發現紀錄中，目擊同時聽到草鴉叫聲 12 次，僅目擊未聽見叫聲 8 次，另外 3 次只有聽到叫聲。出現位置主要以河灘草生地、農田為主。調查經常以飛行出現，時有繞飛的行為(表 6)。本季調查確認幼鳥 4 隻，分別位於台南山上、高雄岡山、高雄旗山與屏東里嶺；確認成鳥 2 隻，位於台南大內與台南沙崙農場，其餘個體不明。





表 5、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉調查樣區結果

樣區編號	地點	第一輪調查	第二輪調查	第三輪調查
GO_13	台南大內	0	1	0
GO_14	台南山上	1	0	0
GO_16	台南新化	1	0	0
GO_18	台南沙崙農場	1	0	1
GO_19	台南機場	0	1	0
GO_24	高雄岡山	0	1	0
GO_28	高雄六龜	0	1	0
GO_30	屏東高樹	0	0	1
GO_31	高雄旗山	0	0	1
GO_32	屏東里港	1	1	0
GO_34	屏東里嶺	0	0	1
GO_36	屏東機場	0	1	0



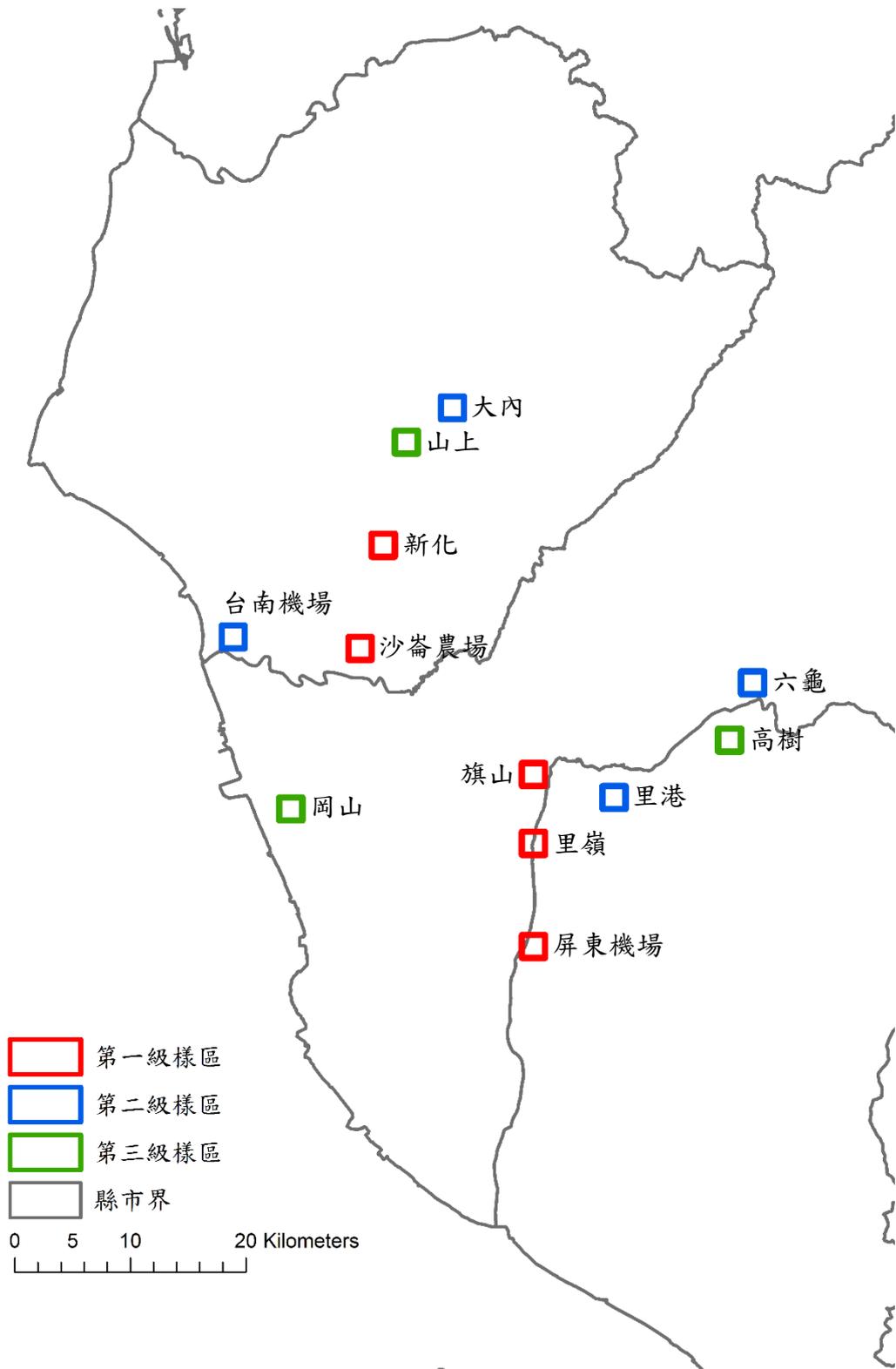


圖 2、105 年 2-3 月繁殖季後期調查發現東方草鶉之樣區





表 6、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉調查詳細紀錄

調查日期	時間	調查輪次	時段	樣區編號	樣站編號	出現位置	出現時間	估計距離	行為紀錄	隻數	溫度	濕度	風速	月相	雲量	噪音	降雨
02.15	18:12	1	A	GO16	A	高莖草叢	第四輪	<25m	飛行、鳴叫	1	16.3	61.8	0.6	50	100	0	0
02.15	21:28	1	B	GO18	A	農耕地	第二輪	>100m	鳴叫	1	14.6	69.1	1.4	50	100	0	0
02.15	22:10	1	B	GO18	C	農耕地	第二輪	<25m	飛行	1	14.1	64.2	1.6	50	100	0	0
02.15	22:23	1	B	GO18	D	農耕地	第二輪	25-100m	飛行、鳴叫	1	13.8	62.4	1.3	50	100	0	0
02.15	22:37	1	B	GO18	E	農耕地	第二輪	<25m	飛行、鳴叫	1	13.7	61.78	1.4	50	100	0	0
02.20	22:17	1	B	GO14	D	農耕地	第三輪	0m	飛行、鳴叫	1	20.2	54.3	1.9	90	100	0	0
02.20	22:39	1	B	GO14	E	農耕地	第一輪	10m	飛行、張望	1	20.0	60.2	1.3	90	100	0	0
02.22	21:34	1	B	GO32	E	河灘礫石地	第一輪	<25m	飛行、鳴叫	1	19.4	71.2	2.1	100	100	0	0
03.02	21:13	2	B	GO13	B	河灘草生地	第三輪	>100m	飛行、鳴叫	1	20.2	67.4	0	0	100	0	0
03.02	22:29	2	B	GO13	E	河灘草生地	第二輪	30m	飛行、鳴叫	1	14.0	91.8	0	0	100	0	0
03.04	19:45	2	A	GO36	E	天空	第四輪	<25m	飛行	1	19.8	70.38	0	0	100	1	0
03.07	20:58	2	B	GO24	B	天空	第四輪	<25m	飛行、鳴叫	1	26.0	73.4	0	0	100	0	0
03.07	21:21	2	B	GO24	C	河灘草生地	第一輪	<25m	鳴叫、靠近	1	25.1	73.3	0	0	90	0	0
03.08	19:02	2	A	GO32	C	河灘草生地	第一輪	<25m	繞飛	1	22.6	62.1	0	0	90	0	0
03.15	19:22	2	A	GO19	B	天空	第三輪	20m	繞飛	1	19.0	80.8	2.6	50	100	1	0





03.15	19:46	2	A	GO19	C	天空	第四輪	80m	飛過	1	17.0	88.7	3.9	50	100	0	0
03.22	23:10	2	B	GO28	E16	天空	第二輪	<25m	繞飛	1	22.1	73.1	0	100	50	0	0
03.28	19:08	3	A	GO34	C	河灘 草生地	第四輪	<25m	繞飛	1	24.5	45.7	0	0	30	0	0
04.03	22:18	3	B	GO31	D	河灘 草生地	第四輪	<25m	繞飛、鳴叫	1	27.6	68.5	0	0	20	0	0
04.04	20:49	3	B	GO18	A	果園 林地	第二輪	25-100m	飛行、鳴叫	1	24.2	64.0	0	0	80	0	0
04.04	21:58	3	B	GO18	D	農耕地	第一輪	<25m	繞飛、鳴叫	1	20.6	85.0	0	0	50	0	0
04.04	22:12	3	B	GO18	E	農耕地	第一輪	<25m	飛行、鳴叫	1	21.8	75.0	0	0	80	0	0
04.06	21:23	3	B	GO30	A16	河灘 草生地	第一輪	<25m	繞飛	1	23.1	75.3	0	0	80	0	0





(2) 非繁殖季

105 年 7-8 月草鴉非繁殖季調查共計 20 筆發現紀錄，分布於 8 個樣區，台南、高雄及屏東皆有發現，分別位於大內、山上、安定、新化、沙崙農場、里港、高屏溪舊鐵橋與新園。其中新化、沙崙農場與高屏溪舊鐵橋為第一級樣區，大內、安定、里港與新園為第二級樣區，山上則為第三級樣區(圖 3)。本季調查於大內、新化和沙崙農場皆於三輪調查中發現 2 次草鴉活動，其餘樣區僅發現 1 次(表 7)。20 筆發現紀錄中，目擊草鴉同時聽見草鴉鳴叫 8 次，僅目擊草鴉未聽見鳴叫聲 5 次，僅聽見鳴叫未目擊 7 次。出現環境以河灘草生地與農地為主，經常以飛行方式出現，有 4 次繞飛的行為，有時亦會邊飛邊鳴叫(表 8)。本季發現的草鴉，清楚看見面盤的個體皆為成鳥，共計 7 隻次。

表 7、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉調查樣區結果

樣區編號	地點	第一輪調查	第二輪調查	第三輪調查
GO_13	台南大內	1	0	1
GO_14	台南山上	0	1	0
GO_15	台南安定	0	0	1
GO_16	台南新化	1	0	1
GO_18	台南沙崙農場	1	1	0
GO_32	屏東里港	0	0	1
GO_37	高屏溪舊鐵橋	0	1	0
GO_39	屏東新園	1	0	0



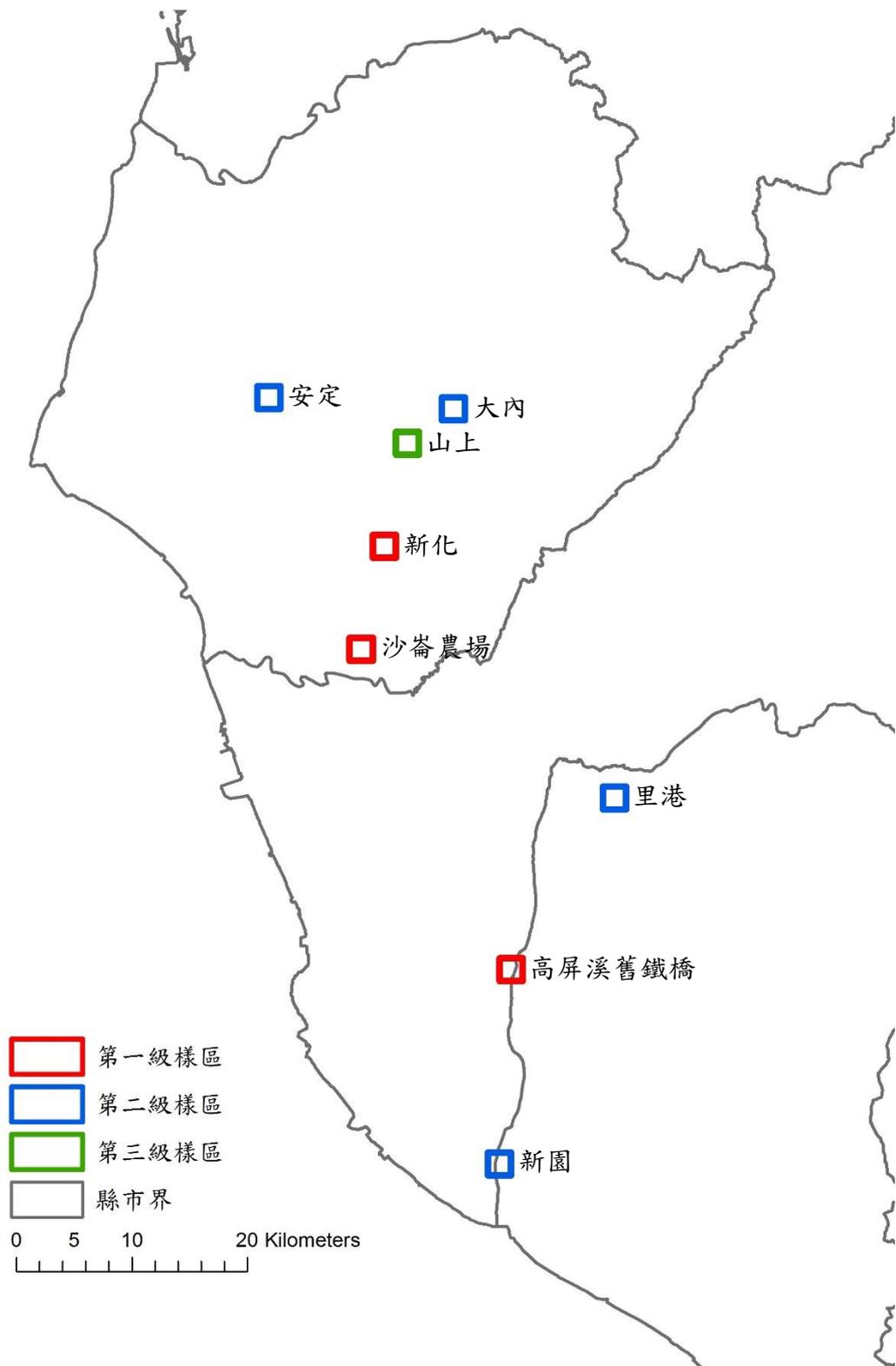


圖 3、105 年 7-8 月非繁殖季調查發現東方草鴉之樣區





表 8、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉調查詳細紀錄

調查日期	時間	調查輪次	時段	樣區編號	樣站編號	出現位置	出現時間	估計距離	行為紀錄	隻數	溫度	濕度	風速	月相	雲量	噪音	降雨
07.01	19:26	1	A	GO13	A	河灘 草地	第一輪	25-100m	鳴叫	1	27.8	89.6	2.4	0	100	0	0
07.01	19:50	1	A	GO13	B	河灘 草地	第四輪	100m	飛行	1	30	74.8	2.2	0	100	0	0
07.01	20:37	1	A	GO13	D	河灘 草地	第二輪	>100m	飛行	1	28.6	79.7	1	0	80	0	1
07.01	21:02	1	A	GO13	E	河灘 草地	回播結 束之後	>100m	飛行、鳴叫	1	29.3	77.8	0.6	0	40	0	0
07.02	21:56	1	B	GO18	B	路邊草堆	第二輪	6m	飛行	1	31.4	72.9	0.6	0	10	0	0
07.02	22:44	1	B	GO18	D	鳳梨田	第一輪	25-50m	飛行	1	30.3	77.4	1.7	0	30	0	0
07.06	19:06	1	A	GO16	A	草地 空中	第四輪	10m	鳴叫、飛過	1	30.2	75.4	0	0	30	0	0
07.06	19:38	1	A	GO16	B	空中	第一輪	0m	繞飛	2	29.2	77.4	0	0	20	0	0
07.20	21:13	1	B	GO39	A	河灘地	第三輪		鳴叫	1	28	82.6	0	100	0	0	0
07.24	19:30	2	A	GO18	B	西瓜田	靜默	20-30m	飛行	1	30.7	79.2	0.3	0	70	0	0
07.24	19:37	2	A	GO18	C	西瓜田	第一輪		鳴叫	1	30.6	79.2	0	0	70	0	0
07.24	19:49	2	A	GO18	D	鳳梨田	第二輪	0m	鳴叫、繞飛	1	31.9	74.3	0	0	70	0	0
07.29	19:41	2	A	GO14	C	草叢	第四輪	10m	鳴叫	1	29.3	71.9	0.4	0	70	0	0
07.29	20:12	2	A	GO14	D	農田	第一輪	20m	鳴叫	1	28.6	74.6	2.1	0	70	0	0
08.07	21:55	2	B	GO37	B	草叢	第二輪	10m	繞飛	1	27.2	83.6	2.6	1	90	0	0
08.09	18:51	3	A	GO16	A	工區	第四輪	<30m	繞飛	1	26.3	85.4	0.6	100	50	0	0





08.11	19:53	3	A	GO13	D	河灘地 樹上	靜默	>100m	鳴叫	1	29.4	85.4	1.2	50	100	0	0
08.11	20:09	3	A	GO13	E	河灘 草生地	第一輪	60-80m	飛行、鳴叫	1	28.4	85.3	1.2	0	100	0	0
08.11	19:11	3	A	GO15	B	草地	第四輪	15-20m	飛行	1	29.2	81.8	4.4	100	60	0	0
08.18	20:36	3	A	GO32	E	空中	第二輪	25-100m	飛行、鳴叫	1	29.8	78	0.5	100	70	0	0





(3) 繁殖季前期

105 年 10-11 月草鴉繁殖季前期調查共計 6 筆草鴉發現紀錄，分布於 3 個樣區，分別為台南安定、新化與屏東新園。其中新化為第一級樣區，安定與新園為第二級樣區(圖 4)。本季調查僅於新化重複發現草鴉活動，三輪調查皆發現草鴉，顯示新化地區為草鴉重要棲息地。安定、新園則各發現 1 次(表 9)。6 筆發現紀錄中，僅 1 次目擊並聽見草鴉鳴叫，其餘 5 次皆只目擊並未聽到鳴叫聲(表 10)。

表 9、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉調查樣區結果

樣區編號	地點	第一輪調查	第二輪調查	第三輪調查
GO_15	台南安定	0	1	0
GO_16	台南新化	1	1	1
GO_39	屏東新園	0	1	0



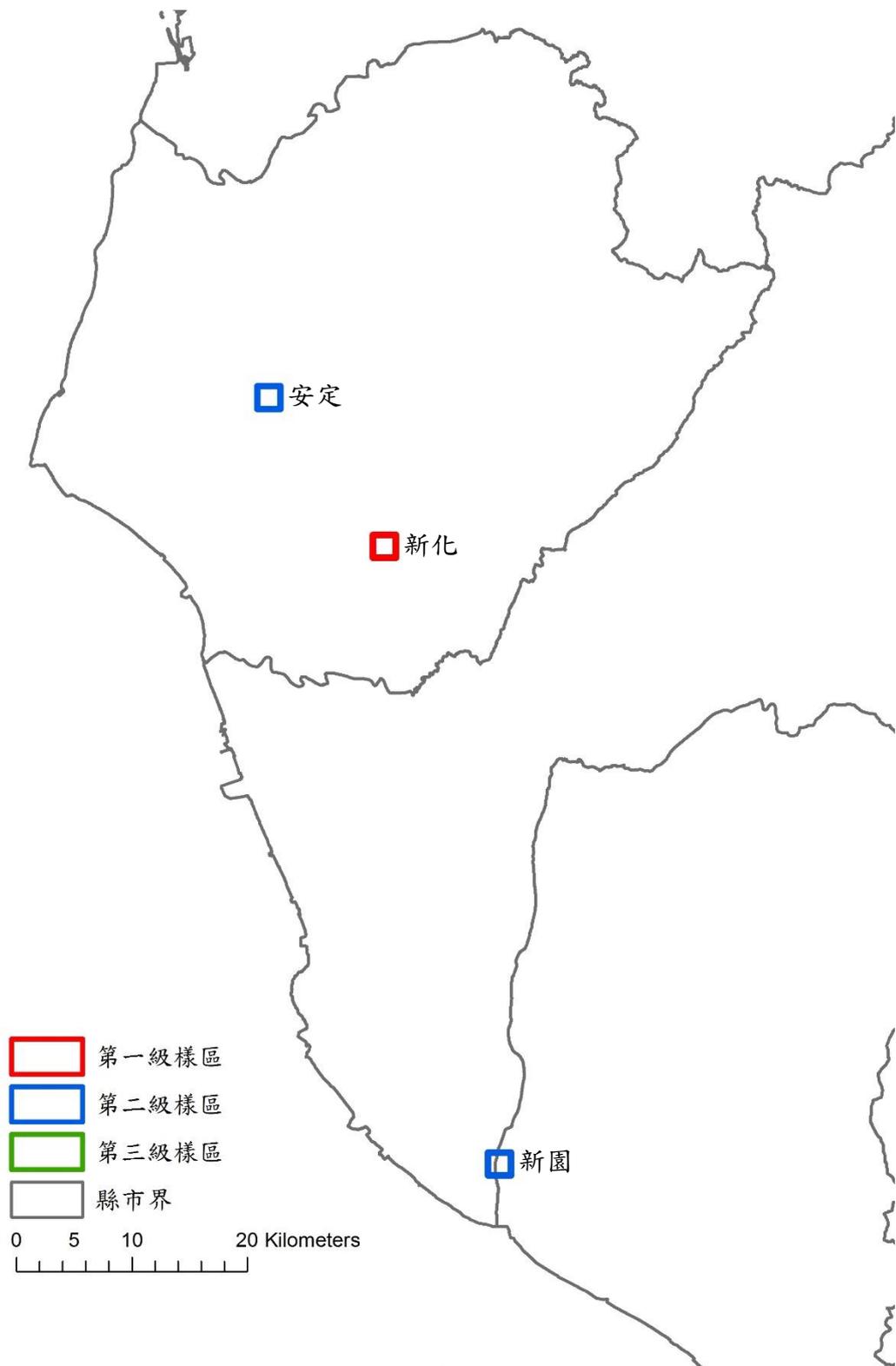


圖 4、105 年 10-11 月繁殖季前期調查發現東方草鴉之樣區





表 10、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉調查詳細紀錄

調查日期	時間	調查輪次	時段	樣區編號	樣站編號	出現位置	出現時間	估計距離	行為紀錄	隻數	溫度	濕度	風速	月相	雲量	噪音	降雨
10.24	18:36	1	A	GO16	B	空中	第四輪	>100m	飛行	1	29.8	78	0.5	100	70	0	0
10.24	19:28	1	A	GO16	C	空中	第一輪		飛行	1	28.5	75.8	0.2	0	70	1	0
11.02	21:05	2	B	GO15	C	空中	第二輪	50m	飛行	1	27.1	83.8	0	0	70	0	0
11.09	22:09	2	B	GO16	E	空中	第四輪	50-100m	飛行	1	20.1	71	3	0	100	0	0
11.12	22:24	2	B	GO39	E	空中	第四輪	100m	飛行	1	25.8	83.1	0	0	100	0	0
11.17	21:45	3	B	GO16	D	裸露農地	回播結束之後	50m	鳴叫 飛離	2	24.4	62	0	50	0	0	0





2. 回播反應

105 年 2-3 月繁殖季後期調查 23 筆紀錄中，草鴉皆於回播之後出現，出現時間從第一輪回播至第四輪不等。7 次於第一輪出現，7 次於第二輪出現，3 次於第三輪出現，6 次直到第四輪才出現，並無明顯的趨勢。發現的草鴉大多會靠近回播者，有 18 次於近距離觀察，僅有 5 次距離較遠。23 筆調查紀錄中，有 15 次鳴叫回應，8 次無聲飛出，其中有 1 次僅飛過並無停留(表 11)。

7-8 月非繁殖季 20 筆發現紀錄中，有 2 筆記錄於回播前發現草鴉活動，有 6 次於第一輪回播出現，5 次於第二輪出現，1 次於第三輪出現，5 次至第四輪才出現，另外有 1 次對回播無反應，回播結束後才發現草鴉。非繁殖季鳴叫回應頻繁，有 13 次鳴叫回應，有 7 次無聲飛出(表 12)。

10-11 月繁殖季前期 6 筆發現紀錄，有 1 次於第一輪回播出現，1 次第二輪，3 次第四輪，另有 1 次則對回播無反應，至回播結束後打燈觀察才發現。10-11 月草鴉相對其他季節較為安靜，僅有打燈發現草鴉時聽見草鴉鳴叫，其餘皆無聲飛出(表 13)。





表 11、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉回播反應

調查日期	時間	調查輪次	時段	樣區編號	樣站編號	出現時間	估計距離	行為紀錄	回播反應	備註
02.15	18:12	1	A	GO16	A	第四輪	<25m	飛行、鳴叫	靠近	
02.15	21:28	1	B	GO18	A	第二輪	>100m	鳴叫	開始鳴叫	
02.15	22:10	1	B	GO18	C	第二輪	<25m	飛行	靠近	
02.15	22:23	1	B	GO18	D	第二輪	25-100m	飛行、鳴叫	靠近、開始鳴叫	
02.15	22:37	1	B	GO18	E	第二輪	<25m	飛行、鳴叫	靠近、開始鳴叫	
02.20	22:17	1	B	GO14	D	第三輪	0m	飛行、鳴叫	靠近、開始鳴叫	一回播馬上靠近盤旋，持續飛鳴
02.20	22:39	1	B	GO14	E	第一輪	10m	飛行、張望	靠近	聽到回播從 D 方向飛來，盤旋，無鳴叫
02.22	21:34	1	B	GO32	E	第一輪	<25m	飛行、鳴叫	靠近	
03.02	21:13	2	B	GO13	B	第三輪	>100m	飛行、鳴叫	開始鳴叫	回播時回應三聲
03.02	22:29	2	B	GO13	E	第二輪	30m	飛行、鳴叫	靠近、開始鳴叫	鳴聲不典型，像蟲鳴
03.04	19:45	2	A	GO36	E	第四輪	<25m	飛行	出現、靠近	
03.07	20:58	2	B	GO24	B	第四輪	<25m	飛行、鳴叫	出現、靠近、開始鳴叫	回播時出現，繞飛兩圈，之後向北飛。面盤深色。
03.07	21:21	2	B	GO24	C	第一輪	<25m	鳴叫、靠近	出現、靠近、開始鳴叫	每一輪都有回應，飛行靠近後離開。未目擊。
03.08	19:02	2	A	GO32	C	第一輪	<25m	繞飛	靠近	
03.15	19:22	2	A	GO19	B	第三輪	20m	繞飛	出現	往機場反方向飛，並繞飛一下後消失。完全無鳴叫
03.15	19:46	2	A	GO19	C	第四輪	80m	飛過	出現	飛過，無鳴叫





03.22	23:10	2	B	GO28	E16	第二輪	<25m	繞飛	靠近	
03.28	19:08	3	A	GO34	C	第四輪	<25m	繞飛	出現、靠近	打燈繞飛，無鳴叫
04.03	22:18	3	B	GO31	D	第四輪	<25m	繞飛、鳴叫	出現、靠近、開始鳴叫	
04.04	20:49	3	B	GO18	A	第二輪	25-100m	飛行、鳴叫	出現、開始鳴叫	
04.04	21:58	3	B	GO18	D	第一輪	<25m	繞飛、鳴叫	靠近、開始鳴叫	
04.04	22:12	3	B	GO18	E	第一輪	<25m	飛行、鳴叫	靠近、開始鳴叫	
04.06	21:23	3	B	GO30	A16	第一輪	<25m	繞飛	靠近	





表 12、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉回播反應

調查日期	時間	調查輪次	時段	樣區編號	樣站編號	出現時間	估計距離	行為紀錄	回播反應	備註
07.01	19:26	1	A	GO13	A	第一輪	25-100m	鳴叫	開始鳴叫	
07.01	19:50	1	A	GO13	B	第四輪	100m	飛行	出現	成鳥，打燈後遠離降落
07.01	20:37	1	A	GO13	D	第二輪	>100m	飛行	開始鳴叫	成鳥，最後打燈時飛出
07.01	21:02	1	A	GO13	E	回播結束之後	>100m	飛行、鳴叫	無	成鳥，打燈後鳴叫飛出
07.02	21:56	1	B	GO18	B	第二輪	6m	飛行	出現	成鳥，沿著路邊草堆飛，看到人後轉彎
07.02	22:44	1	B	GO18	D	第一輪	25-50m	飛行	出現、靠近	成鳥，飛行靠近，打燈後轉彎
07.06	19:06	1	A	GO16	A	第四輪	10m	鳴叫、飛過	開始鳴叫	由東向西飛過，對燈光無反應，臉部不白。回播結束後，80m 處另一隻鳴叫
07.06	19:38	1	A	GO16	B	第一輪	0m	繞飛	出現、靠近	成鳥，無鳴叫，回播中出現，由西南方飛出，繞飛一圈後向西
07.20	21:13	1	B	GO39	A	第三輪		鳴叫	開始鳴叫	遠處草鴉鳴叫
07.24	19:30	2	A	GO18	B	靜默	20-30m	飛行	出現	一下車就看到在飛，沒叫，飛行，回播後飛走
07.24	19:37	2	A	GO18	C	第一輪		鳴叫	開始鳴叫	回叫
07.24	19:49	2	A	GO18	D	第二輪	0m	鳴叫、繞飛	靠近、開始鳴叫	
07.29	19:41	2	A	GO14	C	第四輪	10m	鳴叫	開始鳴叫	
07.29	20:12	2	A	GO14	D	第一輪	20m	鳴叫	開始鳴叫	
08.07	21:55	2	B	GO37	B	第二輪	10m	繞飛	出現	無鳴叫，繞飛





08.09	18:51	3	A	GO16	A	第四輪	<30m	繞飛	出現、開始鳴叫	從工地傳來微弱叫聲，飛過來繞行一圈離開，飛離後仍聽到叫聲
08.11	19:53	3	A	GO13	D	靜默	>100m	鳴叫	開始鳴叫	回播完打燈看到
08.11	20:09	3	A	GO13	E	第一輪	60-80m	飛行、鳴叫	靠近、開始鳴叫	
08.11	19:11	3	A	GO15	B	第四輪	15-20m	飛行	無	不知何時飛來，從草地飛起，直接飛離，無出聲
08.18	20:36	3	A	GO32	E	第二輪	25-100m	飛行、鳴叫	開始鳴叫	成鳥，回播後盤旋數圈飛走，邊飛邊叫，叫聲宏亮，往東飛遠





表 13、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉回播反應

調查日期	時間	調查輪次	時段	樣區編號	樣站編號	出現時間	估計距離	行為紀錄	回播反應	備註
10.24	18:36	1	A	GO16	B	第四輪	>100m	飛行	出現、靠近	飛行高度約 5 公尺，直線飛出，靠近調查員，近到約 40 公尺
10.24	19:28	1	A	GO16	C	第一輪		飛行	出現、靠近	飛行高度約 15 公尺，自南方飛來，後飛回
11.02	21:05	2	B	GO15	C	第二輪	50m	飛行	出現	出現後飛離
11.09	22:09	2	B	GO16	E	第四輪	50-100m	飛行	出現	回播快結束的時候飛過，看見燈光飛離，沒看清楚面盤，推測是成鳥
11.12	22:24	2	B	GO39	E	第四輪	100m	飛行	無	由左飛至右灌叢，再回播無反應
11.17	21:45	3	B	GO16	D	回播結束之後	50m	鳴叫 飛離	無	兩隻。回播結束打燈，受燈光干擾後鳴叫飛離





(二) 占據率與偵測率

(1) 繁殖季後期

105 年 2-3 月繁殖季後期之東方草鴉原始占據率(Naive Occupancy)為 0.255，經 Program PRESENCE 計算，偵測率為 0.150 ± 0.093 ，而占據率經過偵測率修正則變為 0.660 ± 0.382 。經由 AIC 模型篩選，繁殖季後期最佳模型為 $\text{psi}(\text{Grass}), p(\cdot)$ ， $\text{psi}(\text{River}), p(\cdot)$ 表現稍差但相差無幾，表示對占據率最有影響的因子為草鴉合適之棲地，如草地或河灘地。棲地優勢度於模式組中的表現並不若棲地因子來的重要，僅屬可參考模式。偵測率的影響因子則無(表 14)。

表 14、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉占據率與偵測率可參考模式組

Model	AIC	ΔAIC	AIC weight	Model Likelihood
$\text{psi}(\text{Grass}^1), p(\cdot)$	92.93	0.00	0.27	1.00
$\text{psi}(\text{River}^2), p(\cdot)$	93.01	0.08	0.26	0.96
$\text{psi}(\text{FH}^3), p(\cdot)$	93.66	0.73	0.19	0.69
$\text{psi}(\text{D}^4), p(\cdot)$	93.98	1.05	0.16	0.59
$\text{psi}(\cdot), p(\cdot)$	94.82	1.89	0.11	0.39

1. Grass (草地)，為草生地(MD)及軍事用地(ML)2 種棲地類型之加總。
2. River (河灘地)，為草生地(MD)、裸露地(BL)及水體(WB)等 3 種棲地類型之加總。
3. FH (合適棲地)，為裸露地(BL)、農耕地(FF)、草生地(MD)、果園(OC)、水體(WB)及軍事用地(ML)等 6 種棲地類型之加總。
4. D (Simpson's Dominance Index, 優勢度指數)， $D = \sum(n/N)^2$ 。

檢視 Grass 和 River 兩項因子與占據率的關係，發現東方草鴉占據率與此二因子皆呈現正相關。草地與河灘地面積越大，草鴉占據率越高(圖 6)。



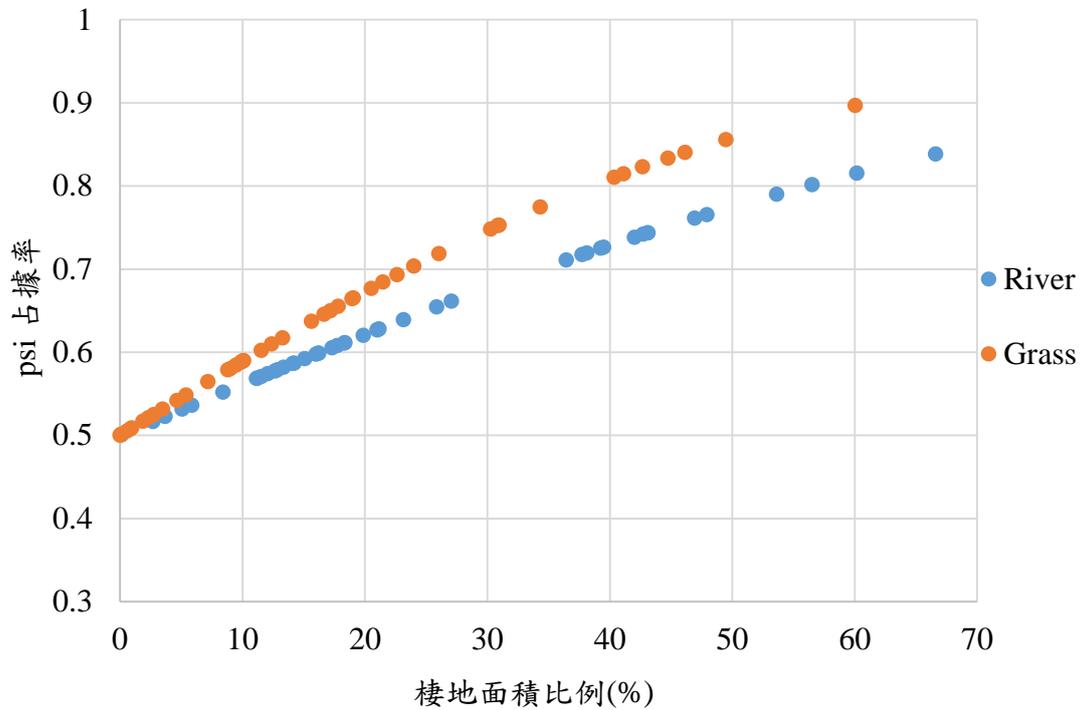


圖 5、105 年 2-3 月繁殖季後期東方草鴉占據率與合適棲地面積之關係

(2) 非繁殖季

7-8 月非繁殖季之東方草鴉原始占據率為 0.170，經 Program PRESENCE 計算，偵測率為 0.303 ± 0.132 ，而占據率經過偵測率修正則變為 0.257 ± 0.112 。本季發現草鴉的樣區少於 2-3 月繁殖季後期，因此占據率降低。經由 AIC 模型篩選，非繁殖季最佳模型為 $\text{psi}(D), p(\cdot)$ ，表示對草鴉占據率最有影響力的因子為棲地優勢度指數。而 ΔAIC 排序第二位的 $\text{psi}(D), p(\text{Moonlight})$ 雖屬可參考模式，但由於其相較於 $\text{psi}(D), p(\cdot)$ 含有較多參數卻沒有較佳表現，仍將其視為不具影響力。其餘單一或複合環境因子，於 AIC 模式分析中皆表現不佳，顯示對草鴉占據率無影響(表 15)。





表 15、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉占據率與偵測率可參考模式組

Model	AIC	Δ AIC	AIC weight	Model Likelihood
psi(D ¹), p(.)	73.95	0.00	0.33	1.00
psi(D), p(Moonlight ²)	74.40	0.45	0.27	0.80
psi(.), p(.)	75.92	1.97	0.12	0.37
psi(FH ³), p(.)	76.76	2.81	0.08	0.25
psi(.), p(Moonlight)	76.79	2.84	0.08	0.24
psi(Grass ⁴), p(.)	77.45	3.50	0.06	0.17

1. D (Simpson's Dominance Index, 優勢度指數), $D = \sum(n/N)^2$ 。
2. Moonlight (月光指數), 月光 = $(1 - \text{雲量}/100) \times (\text{月相}/100)$ 。
3. FH (合適棲地), 為裸露地(BL)、農耕地(FF)、草生地(MD)、果園(OC)、水體(WB)及軍事用地(ML)等 6 種棲地類型之加總。
4. Grass (草地), 為草生地(MD)及軍事用地(ML)2 種棲地類型之加總。

經檢視占據率與棲地優勢度之間的關係後發現，棲地優勢度與草鴉占據率呈現負相關，表示棲地環境越單一，草鴉占據率就會越低(圖 6)。此結果與 104 年的分析結果相符。



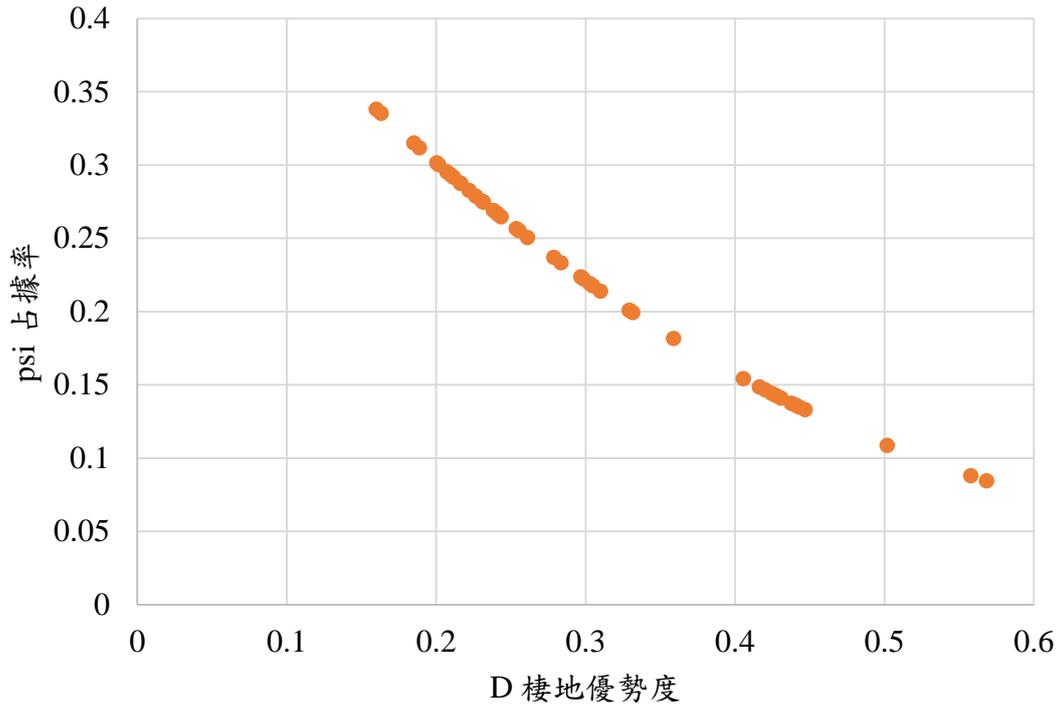


圖 6、105 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉占據率與棲地優勢度之關係

(3) 繁殖季前期

10-11 月繁殖季前期之東方草鴉原始占據率為 0.065，經 Program PRESENCE 計算，偵測率為 0.475 ± 0.209 ，而占據率經過偵測率修正則變為 0.076 ± 0.045 。經由 AIC 模型篩選，繁殖季前期最佳的模型為 $\text{psi}(\cdot), \text{p}(\text{Moonlight})$ ，顯示月光指數為影響草鴉偵測率最主要的因子，而 $\text{psi}(\text{D}), \text{p}(\text{Moonlight})$ 雖排序第二位，但因模式內含因子較多，較不具影響力(表 16)。





表 16、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉占據率與偵測率可參考模式組

Model	AIC	Δ AIC	AIC weight	Model Likelihood
psi(.), p(Moonlight ¹)	36.22	0.00	0.40	1.00
psi(D ²), p(Moonlight)	37.14	0.92	0.25	0.63
psi(.), p(.)	37.84	1.62	0.18	0.44
psi(D), p(.)	38.55	2.33	0.12	0.31

1. Moonlight (月光指數)， $月光 = (1 - 雲量/100) \times (月相/100)$ 。
2. D (Simpson's Dominance Index, 優勢度指數)， $D = \sum(n/N)^2$ 。

檢視月光指數與偵測率的關係發現兩者的關係為正相關，表示月光增加，草鴉被發現的機率也提高(圖 7)。此結果亦與 104 年 7-8 月分析結果相符。

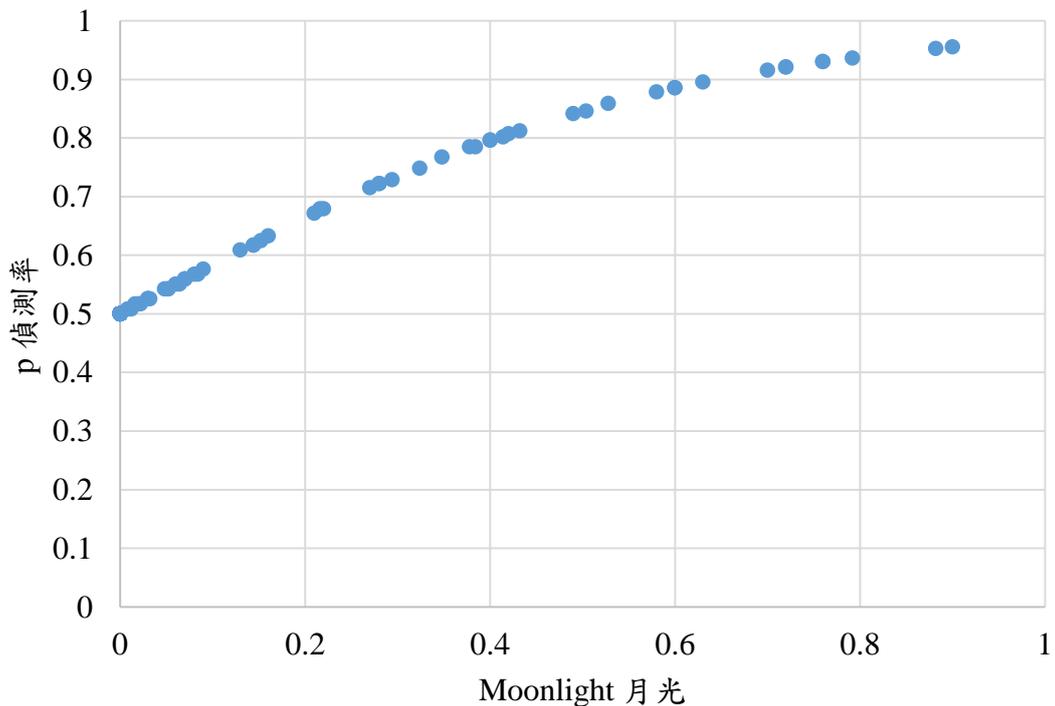


圖 7、105 年 10-11 月繁殖季前期東方草鴉偵測率與月光之關係





(三) 與 104 年結果之比較

104 年至 105 年共進行五季調查，以 105 年 2-3 月繁殖季後期調查成果最為豐碩，共計 23 筆發現紀錄，12 個樣區發現草鴉活動；其次則為 105 年 7-8 月非繁殖季與 104 年 10-11 月繁殖季前期調查，分別有 20 筆紀錄分布於 8 個樣區以及 16 筆紀錄分布於 6 個樣區；發現次數最少的則是 104 年 7-8 月與 105 年 10-11 月，都只有 3 個樣區發現草鴉，且分別只有 11 筆紀錄和 6 筆紀錄。

原始占據率於 104 年 7-8 月為 0.067，104 年 10-11 月為 0.133，至 105 年 2-3 月升為 0.255，105 年 7-8 月降低為 0.170，至 10-11 月更降為 0.065。修正占據率同樣呈現 105 年 2-3 月最高的情況，104 年 7-8 月占據率僅 0.068 ± 0.038 ，10-11 月占據率 0.156 ± 0.063 ，105 年 2-3 月攀高至 0.660 ± 0.382 ，7-8 月為 0.257 ± 0.112 ，10-11 月為 0.076 ± 0.045 。偵測率則呈現相反的趨勢，105 年 2-3 月偵測率最低僅 0.150 ± 0.093 ，104 年 7-8 月最高 0.768 ± 0.150 (表 17、圖 8)。

根據五季的調查結果顯示，2-3 月繁殖季後期是最容易調查到草鴉的季節，紀錄筆數最多、原始占據率最高，儘管偵測率是最低的，然而這是由於數個樣區僅發現 1 次的緣故，並未像其他高偵測率的季節是於同一個樣區中的三輪調查都發現草鴉活動。

表 17、東方草鴉分布樣區數、原始占據率、修正占據率與偵測率之五季比較表

調查季	分布樣區數	原始占據率	修正占據率	偵測率
104 年 7-8 月	3	0.067	0.068 ± 0.038	0.768 ± 0.150
104 年 10-11 月	6	0.133	0.156 ± 0.063	0.475 ± 0.148
105 年 2-3 月	12	0.255	0.660 ± 0.382	0.150 ± 0.093
105 年 7-8 月	8	0.170	0.257 ± 0.112	0.303 ± 0.132
105 年 10-11 月	3	0.065	0.076 ± 0.045	0.475 ± 0.209



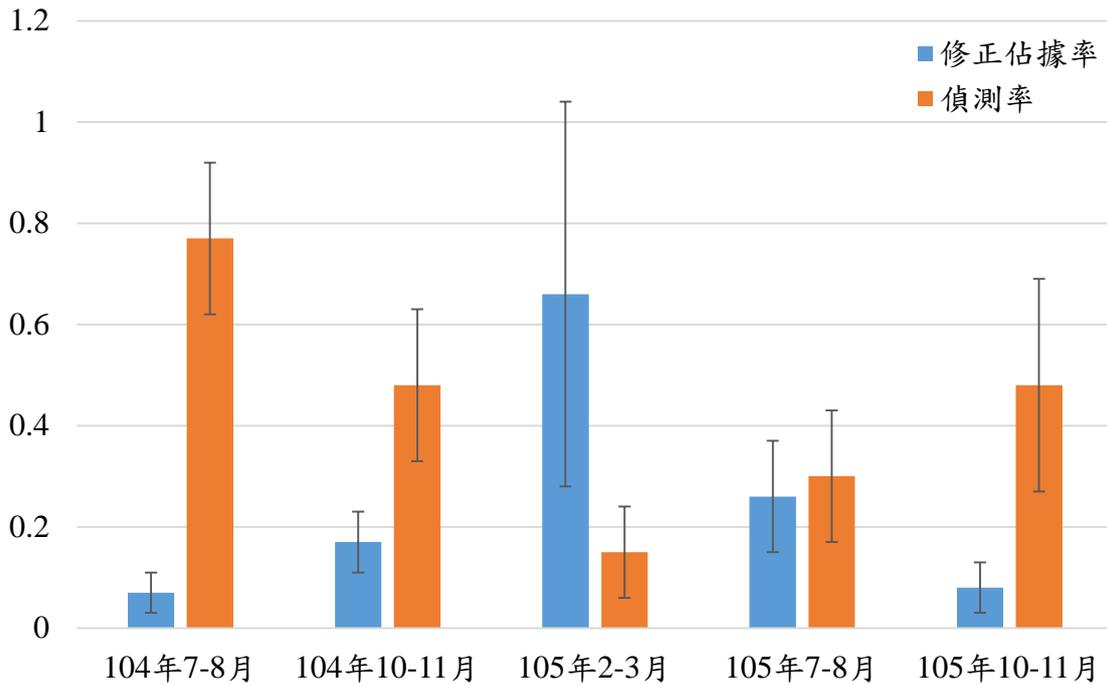


圖 8、東方草鴉修正佔據率與偵測率之五季比較圖

105 年三季的調查回播反應與 104 年 10-11 月繁殖季前期的反應大致相同，回應時間都較 104 年 7-8 月非繁殖期晚，比例上又比繁殖季前期更晚一些，都有超過 20% 的紀錄是至第四輪才發現，105 年 10-11 月甚至超過一半的紀錄都在第四輪發現(圖 9)。整體而言，每一季調查回播反應時間早晚皆有，並沒有特別的趨勢。

105 年 2-3 月與 7-8 月的調查也常有飛行出現但無鳴叫的情況，比例與次數與 104 年 10-11 月繁殖季前期差異並不大，唯獨 105 年 10-11 月不鳴叫的狀況特別明顯，幾乎都不發出叫聲，6 次紀錄中僅有 1 次鳴叫(圖 10)。



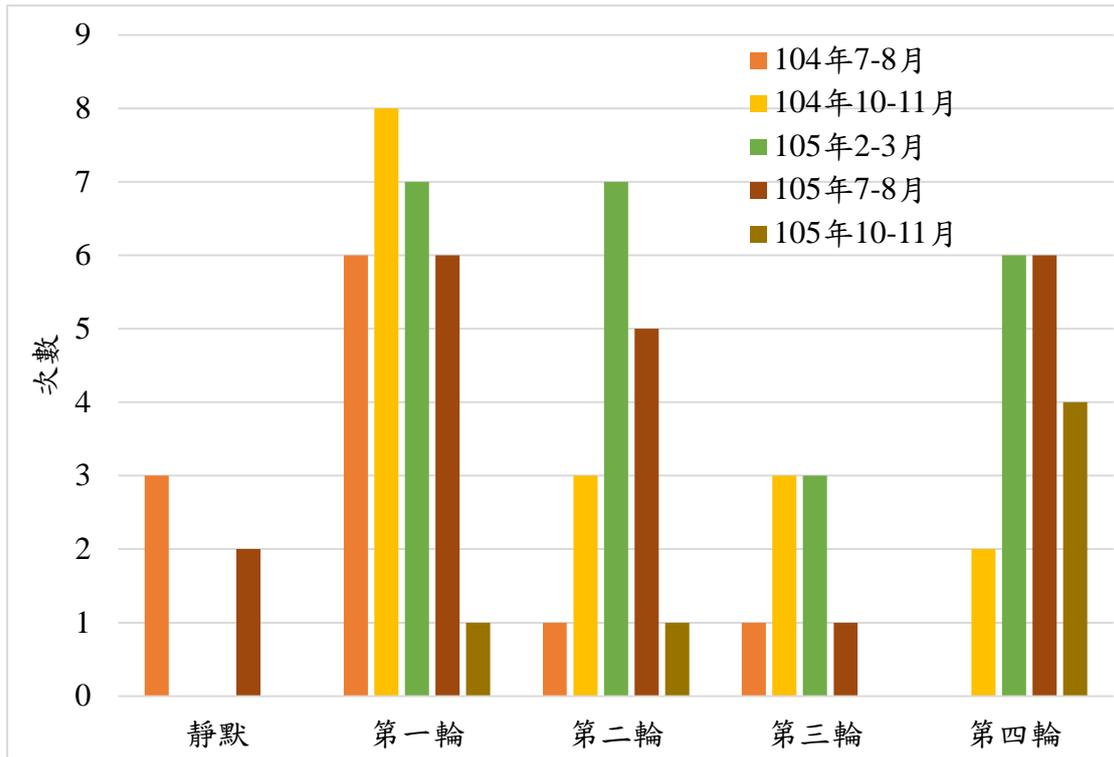


圖 9、東方草鴉回應時間之五季比較圖

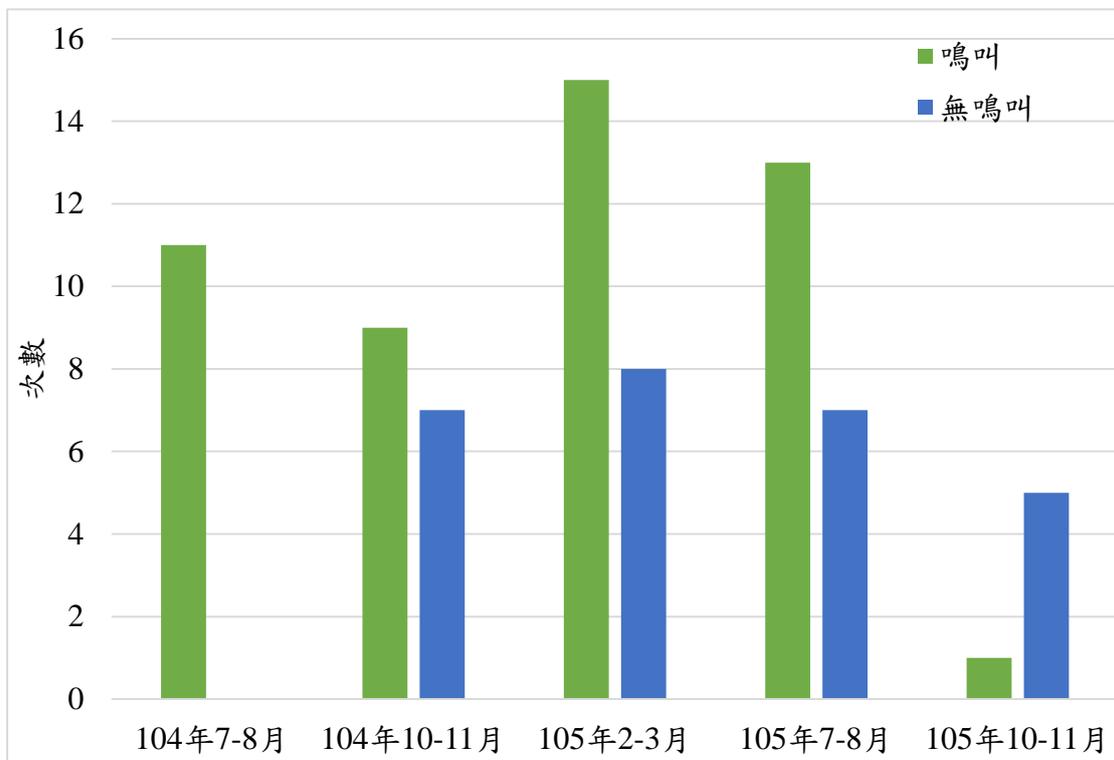


圖 10、東方草鴉鳴叫行為之五季比較圖





105 年影響偵測率與占據率的因子皆顯示與 104 年的分析結果相符，雖然並不是全然相同的季節，但棲地優勢度與月光指數時常在 AIC 模式組分析中名列前茅，因此這兩者分別對於東方草鴉的占據率與偵測率具有重要的影響力。

(四) 雨量與草鴉占據率之關係

104 年 7-8 月與 105 年 10-11 月的草鴉占據率相較於另外一年顯得非常低，推測原因或許與雨量有關。根據中央氣象局台南測站雨量資料顯示，104 年 8 月與 105 年 9 月都累積大量雨量，105 年 9 月甚至累積超過 1200 公釐(圖 11)。可能導致草鴉主要棲息的河灘地發生改變，因而使得草鴉離開原有棲地，導致草鴉發現樣區與次數減少。105 年 10-11 月的調查即發現因 9 月豪雨導致草鴉棲地消失的案例，GO_34 里嶺於 105 年 2-3 月曾發現草鴉活動，然而 9 月豪雨使高屏溪暴漲導致河灘草生地完全消失(圖 12)。

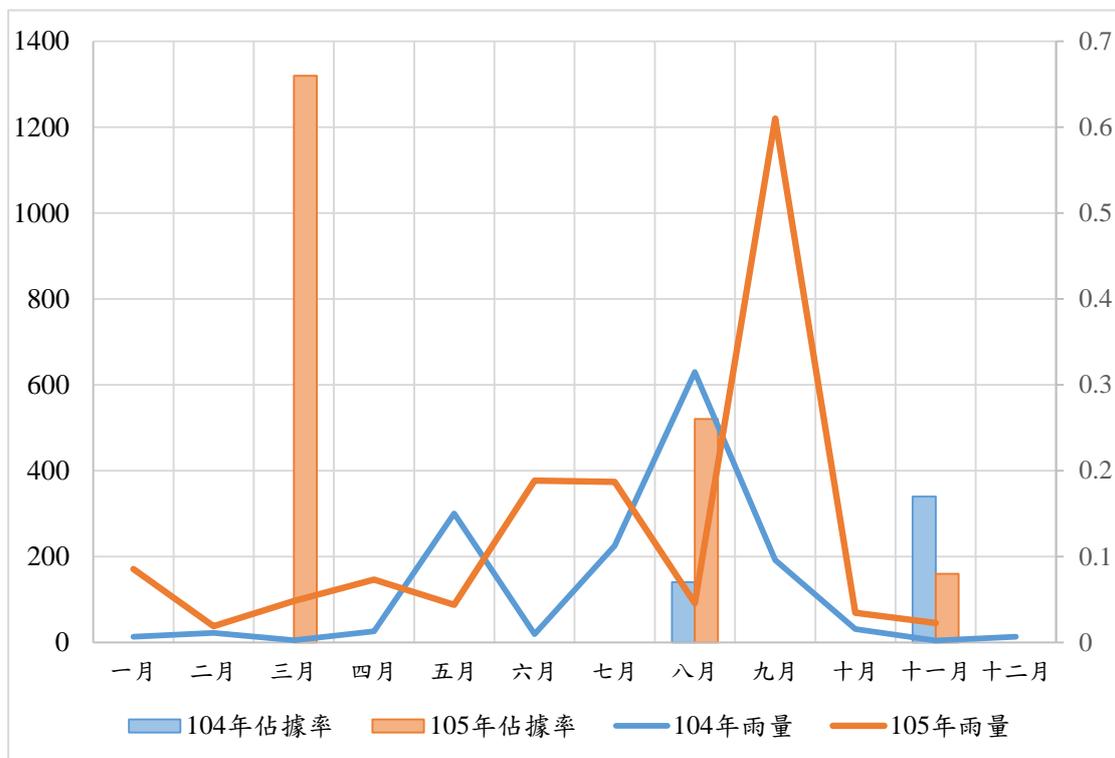


圖 11、104-105 年雨量與草鴉占據率之關係





圖 12、GO_34 里嶺樣區因溪水暴漲而消失的河灘草生地

(五) 樣區數量模擬結果

1. 錯誤率

初步模擬分析發現，調查樣區數量越少，造成錯誤的機會越高。當樣區數只有 15 處時，有超過一半的機率會造成分析錯誤，亦即調查資料結果中有超過一半的資料無法分析。當樣區數提高，錯誤率隨即降低，當樣區數達到 45 處時，錯誤率便僅約 10%(圖 13)。

造成錯誤的原因與分析過程中的運算有關，program PRESENCE 運算過程中，會不斷利用最大似然率概念嘗試尋找最佳解，若無法有效找到最佳解或是找到太多個可能的解，便會造成錯誤。分析錯誤的判定以 program PRESENCE 中回報的 significant digits 為依據，預設值為 7 以上，若低於 7 表示分析結果不值得採信，因此本計畫以 significant digits 7 作為分析錯誤的判斷依據。



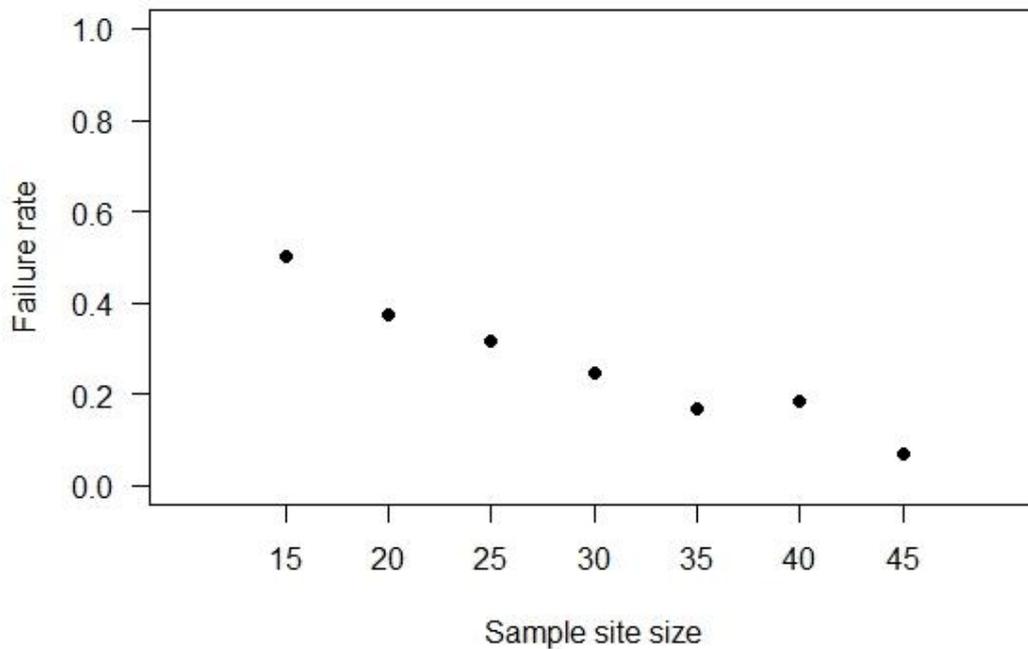


圖 13、錯誤率與模擬樣區數之關係圖

2. 占據率與偵測率

模擬結果顯示不同的模擬樣區數呈現的平均原始占據率並沒有太大的差異，與 105 年 2-3 月的調查結果相差無幾，皆為 0.255 左右。但樣區數越少，資料的變異程度越大(圖 14)。表示平均而言，不同的樣區數會呈現相同的分布狀態，但以單次調查而言，樣區數越高的調查越穩定，樣區數越少越不穩定。



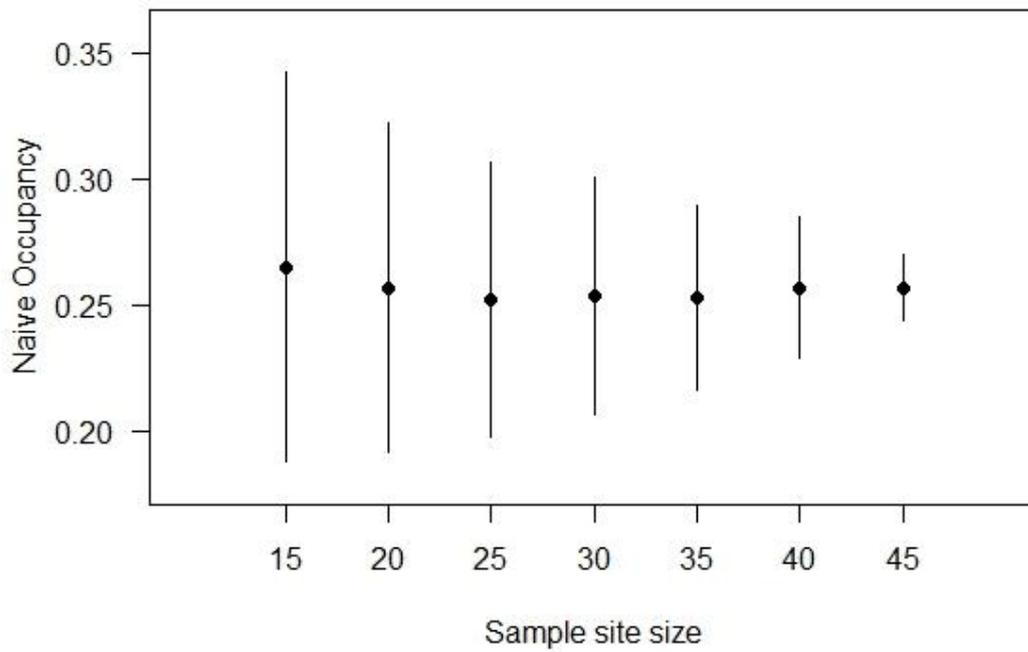


圖 14、原始占據率與模擬樣區數之關係圖

偵測率與修正占據率則會隨著模擬樣區數的增減而改變，當樣區數越多，偵測率會逐漸下降，修正占據率則因偵測率下降的緣故而提升(圖 15、16)。這樣的結果反應出當樣區數不足時，我們很可能高估了偵測率，進而導致修正的占據率的低估。



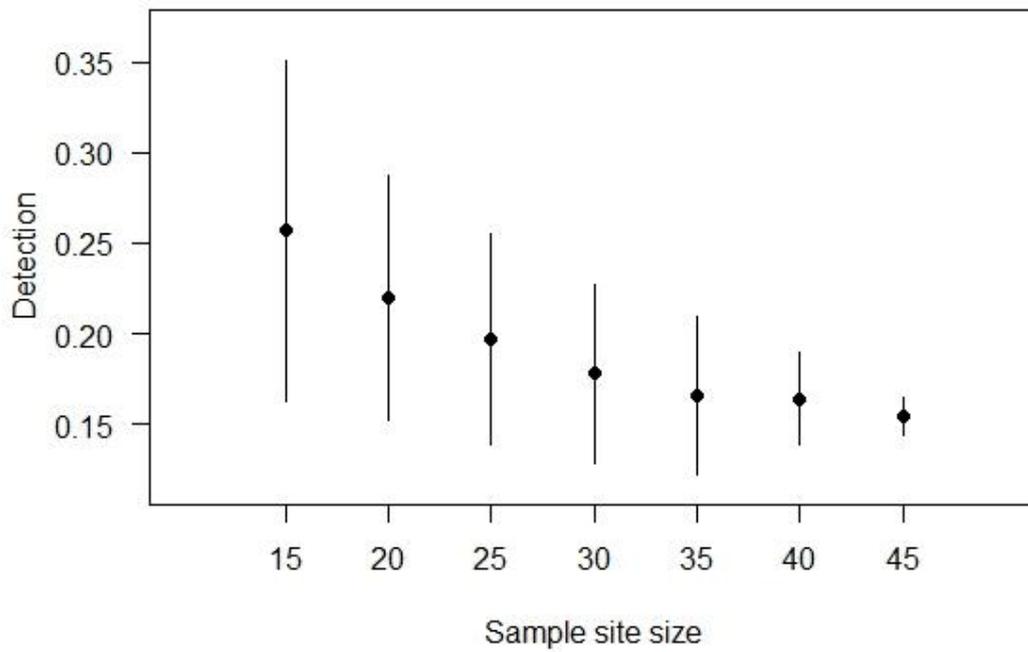


圖 15、偵測率與模擬樣區數之關係圖

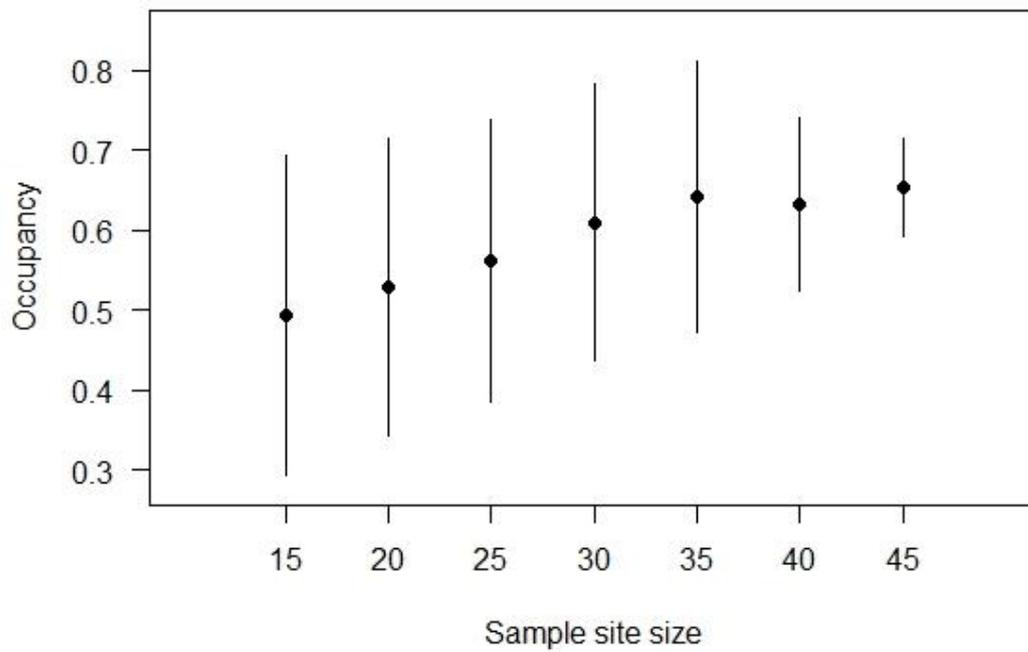


圖 16、修正占據率與模擬樣區數之關係圖





五、結論與建議

1. 東方草鴉於 105 年 2-3 月出現之樣區數較去年調查結果增加，可能原因為繁殖季結束，幼鳥個體增多所致，本季確認至少 4 隻幼鳥；繁殖季結束，也使得成體能四處移動，因此出現的樣區數目增加。
2. 偵測率於 105 年 2-3 月繁殖季後期最低，104 年 7-8 月非繁殖季最高，可能是季節導致活動模式不同。
3. 105 年 2-3 月的調查結果分析顯示，東方草鴉的占據率受合適棲地類型的影響，草地或河灘地棲地面積越大，草鴉占據率越高。7-8 月的分析結果顯示，東方草鴉的占據率受棲地優勢度的影響，棲地環境越單一，草鴉占據率越低，此結果與 104 年分析結果相符。
4. 105 年 10-11 月的分析結果顯示東方草鴉的偵測率受月光影響，月光指數越高，草鴉偵測率越高，此結果亦與 104 年分析結果相符。
5. 氣象因素可能促使草鴉活動發生改變，7-8 月與 10-11 月在 104 和 105 兩年間呈現不同的調查結果，推測是肇因於大量降雨導致溪水暴漲，使得草鴉離開原有棲地。
6. 模擬結果發現樣區數會影響調查結果分析的可行性，當樣區數太少時，會因為分析錯誤而導致資料無法使用，也使變異增加，因此維持足夠的調查樣區數量是必要的。
7. 為闡明地景棲地與草鴉分布之間的關係，藉由衛星發報器取得精確之棲息地點，來了解東方草鴉的核心棲地，為未來可行之方向。
8. 累積完整調查資料後，將可藉由觀察紀錄建立東方草鴉於全臺灣的分佈潛勢預測圖。
9. 未來仍須持續累積草鴉野外調查資料，收集更多資訊來支持分析結果。並藉由多年的資料，來了解草鴉族群的分布動態及年間變化。
10. 未來希望能建立完整長期監測系統，提供管理單位具體而完整的監





測架構與方法，包含先期的樣區設置條件與數量，實地調查時最合適的調查時間長短與頻度，以及分析方式的建構與應用。





六、參考文獻

- Bailey, L.L., Hines, J.E., Nichols, J.D., MacKenzie, D.I., 2007. Sampling design trade-offs in occupancy studies with imperfect detection: examples and software. *Ecological Applications* 17, 281-290.
- Clements, J.F., Schulenberg, T.S., Iliff, M.J., Roberson, D., Fredericks, T.A., Sullivan, B.L., Wood, C.L., 2015. The Clements checklist of birds of the world. In. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Conway, C.J., Simon, J.C., 2003. Comparison of detection probability associated with burrowing owl survey methods. *The Journal of wildlife management*, 501-511.
- Durso, A.M., Willson, J.D., Winne, C.T., 2011. Needles in haystacks: Estimating detection probability and occupancy of rare and cryptic snakes. *Biological Conservation* 144, 1508-1515.
- Falke, J.A., Bailey, L.L., Fausch, K.D., Bestgen, K.R., 2012. Colonization and extinction in dynamic habitats: an occupancy approach for a Great Plains stream fish assemblage. *Ecology* 93, 858-867.
- Frey, S.J., Strong, A.M., McFarland, K.P., 2012. The relative contribution of local habitat and landscape context to metapopulation processes: a dynamic occupancy modeling approach. *Ecography* 35, 581-589.
- Gibson, L., Barrett, B., Burbidge, A., 2007. Dealing with uncertain absences in habitat modelling: a case study of a rare ground-dwelling parrot. *Diversity and Distributions* 13, 704-713.
- Gregory, R.D., Gibbons, D.W., Donald, P.F., 2004. Bird census and survey techniques. In, *Bird Ecology and Conservation*. Oxford University Press, Oxford, New York, pp. 17-56.
- Gu, W., Swihart, R.K., 2004. Absent or undetected? Effects of non-detection of





- species occurrence on wildlife–habitat models. *Biological Conservation* 116, 195-203.
- Hanski, I., 1992. Inferences from ecological incidence functions. *The American Naturalist* 139, 657-662.
- Hines, J.E., 2006. PRESENCE2-Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC, Laurel, MD.
- Hines, J.E., Nichols, J.D., Collazo, J.A., 2014. Multiseason occupancy models for correlated replicate surveys. *Methods in Ecology and Evolution* 5, 583-591.
- Hines, J.E., Nichols, J.D., Royle, J.A., MacKenzie, D.I., Gopalaswamy, A., Kumar, N.S., Karanth, K., 2010. Tigers on trails: occupancy modeling for cluster sampling. *Ecological Applications* 20, 1456-1466.
- Ibarra, J.T., Martin, K., Altamirano, T.A., Vargas, F.H., Bonacic, C., 2014. Factors associated with the detectability of owls in South American temperate forests: implications for nocturnal raptor monitoring. *The Journal of Wildlife Management* 78, 1078-1086.
- König, C., Weick, F., Wink, M., 2008. *Owls of the world*. A&C Black.
- Kalies, E., Dickson, B.G., Chambers, C.L., Covington, W.W., 2012. Community occupancy responses of small mammals to restoration treatments in ponderosa pine forests, northern Arizona, USA. *Ecological Applications* 22, 204-217.
- Kery, M., Dorazio, R.M., Soldaat, L., Van Strien, A., Zuiderwijk, A., Royle, J.A., 2009. Trend estimation in populations with imperfect detection. *Journal of Applied Ecology* 46, 1163-1172.
- Lin, W.-L., Wang, Y., Tseng, H.-Y.T., 2007. Initial investigation on the diet of Eastern Grass Owl (*Tyto longimembris*) in Southern Taiwan. *Taiwania* 52, 100-105.
- MacKenzie, D.I., Bailey, L.L., Nichols, J., 2004. Investigating species co-occurrence patterns when species are detected imperfectly. *Journal of Animal Ecology* 73,





546-555.

- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., 2004. Occupancy as a surrogate for abundance estimation. *Animal Biodiversity and Conservation* 27, 461-467.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Gideon, B.L., Droege, S., Royle, J.A., Langtimm, C.A., 2002. Estimating Site Occupancy Rates When Detection Probabilities Are Less Than One. *Ecology* 83, 2248-2255.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Hines, J.E., Knutson, M.G., Franklin, A.B., 2003. Estimating site occupancy, colonization, and local extinction when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84, 2200-2207.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Sutton, N., Kawanishi, K., Bailey, L.L., 2005. Improving inferences in populations studies of rare species that are detected imperfectly. *Ecology* 86, 1101-1113.
- MacKenzie, D.I., Nichols, J.D.R., J. Andrew., Pollock, K.H., Bailey, L.L., Hines, J.E., 2006. Occupancy estimation and modeling: inferring patterns and dynamics of species occurrence. Academic Press.
- MacKenzie, D.I., Royle, J.A., 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Applied Ecology* 42, 1105-1114.
- Magurran, A.E., 2013. Ecological diversity and its measurement. Springer Science & Business Media.
- Martin, J., Kitchens, W.M., Hines, J.E., 2007. Importance of Well - Designed Monitoring Programs for the Conservation of Endangered Species: Case Study of the Snail Kite. *Conservation Biology* 21, 472-481.
- Miller, M.W., Pearlstine, E.V., Dorazio, R.M., Mazzotti, F.J., 2011. Occupancy and abundance of wintering birds in a dynamic agricultural landscape. *The Journal of Wildlife Management* 75, 836-847.
- Raven, P.H., Scott, J.M., Heglund, P., Morrison, M.L., 2002. Predicting species





- occurrences: issues of accuracy and scale. Island Press.
- Reynolds, J.H., Thompson, W.L., Russell, B., 2011. Planning for success: identifying effective and efficient survey designs for monitoring. *Biological Conservation* 144, 1278-1284.
- Rhodes, J.R., Jonzén, N., 2011. Monitoring temporal trends in spatially structured populations: how should sampling effort be allocated between space and time? *Ecography* 34, 1040-1048.
- Rondinini, C., Wilson, K.A., Boitani, L., Grantham, H., Possingham, H.P., 2006. Tradeoffs of different types of species occurrence data for use in systematic conservation planning. *Ecology letters* 9, 1136-1145.
- Sanderson, F.J., Donald, P.F., Pain, D.J., Burfield, I.J., Van Bommel, F.P., 2006. Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological conservation* 131, 93-105.
- Warren, C.C., Ott, J.R., Veech, J.A., 2013. Comparative occupancy and habitat associations of Black-and-white (*Mniotilta varia*) and Golden-cheeked warblers (*Setophaga crysoparia*) in the juniper-oak woodlands of central Texas. *The American Midland Naturalist* 169, 382-397.
- Wintle, B.A., Runge, M.C., Bekessy, S.A., 2010. Allocating monitoring effort in the face of unknown unknowns. *Ecology letters* 13, 1325-1337.
- Zuberogitia, I., Campos, L.F., 1998. Censusing owls in large areas: a comparison between methods. *Ardeola* 45, 47-53.
- 行政院農業委員會林務局，2014。保育類野生動物名錄。台北，臺灣。
- 林鴻祥，2009。台灣北部低海拔棲地之各種鴟鵂科鳥類調查研究計畫。行政院農業委員會林務局。台北，臺灣。
- 凌國華，2010。回播對鳥類相定點記數結果的影響。國立台南大學環境生態研究





- 所。台南，臺灣。
- 唐一中，2004。褐林鴉與灰林鴉回播對白面鼯鼠鳴叫行為的影響。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。屏東，臺灣。
- 孫元勳、林世忠、林昆海，2013。草鴉野外調查方法之研究。行政院農業委員會林務局。台北，臺灣。
- 張秉元，2014。花蓮地區棲地組成與黃嘴角鴉(*Otus spilocephalus hambroeki*)數量之關係。國立東華大學自然資源管理研究所。花蓮，臺灣。
- 曾翌碩，2010a。草鴉在臺灣的現況與研究回顧。臺灣林業 36，19-24。
- 曾翌碩，2010b。鳴聲回播裝置應用於東方草鴉現況分布調查的可行性評估。2010 台灣猛禽生態研討會。
- 曾翌碩，2011a。台灣地區的東方草鴉族群現況(摘要)。2011 海峽兩岸鳥類論壇。中華民國野鳥學會。
- 曾翌碩，2011b。草鴉-東方草鴉的野外族群現況觀察評論。貓頭鷹研究資訊站。
<http://blog.yam.com/birdmap/article/41990692>
- 曾翌碩、林文隆，2010。台灣的貓頭鷹。台中縣野鳥救傷保育學會。台中，臺灣。
- 曾翌碩、姚正得、曾志成、林世忠，2008a。臺灣南部地區東方草鴉在育雛期間的食性分析。特有生物研究 10，1-6。
- 曾翌碩、詹芳澤、謝仲甫，2008b。室內圈養環境下東方草鴉的鳴叫模式。2008 動物行為暨生態研討會。
- 曾惠芸、林文隆、吳居穎，2009。森林"鴉"雄—談大雪山 200 林道的夜行性猛禽資源。臺灣林業 35，19-25。
- 黃光瀛，2005。台灣受脅鳥種圖鑑(方偉宏編輯)。貓頭鷹出版社。台北，臺灣。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威，2012。台灣鳥類誌。行政院農委會林務局。台北，臺灣。
- 劉育宗，2011。利用聲音回播探討領角鴉(*Otus bakkamoena*)棲地選擇之研究。國





立高雄師範大學生物科技系。高雄，臺灣。

蔡乙榮、丁宗蘇、吳森雄、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、潘致遠，2014。2014 年

台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。台北，臺灣。





七、附錄

附錄 1、各樣站棲地類型百分比

註：各代碼代表之棲地類型請參照表 1

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO01	A	8.3	2.1	0.0	1.7	2.3	0.0	55.6	28.6	1.3	0.0	0.0
	B	7.8	22.6	0.0	0.1	16.3	0.0	43.8	9.4	0.0	0.0	0.0
	C	19.5	0.0	0.0	1.0	18.5	0.0	9.8	40.2	7.0	0.0	4.0
	D	7.7	0.0	0.0	0.2	30.8	0.0	41.2	15.4	4.2	0.0	0.4
	E	1.8	0.0	0.0	6.4	70.8	0.0	19.7	1.3	0.0	0.0	0.0
GO02	A	4.2	0.0	0.0	72.3	0.0	0.0	18.7	0.0	4.7	0.0	0.0
	B	0.7	0.0	0.0	84.4	0.0	0.0	10.0	1.1	3.8	0.0	0.0
	C	16.8	0.0	0.0	55.1	0.0	0.0	28.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	8.1	0.0	0.0	29.4	0.0	0.0	51.7	0.0	10.9	0.0	0.0
	E	10.1	0.4	0.0	32.1	0.0	0.0	47.1	0.1	10.2	0.0	0.0
GO03	A	1.7	0.0	0.0	98.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	7.2	0.0	0.0	57.9	7.2	0.0	7.9	0.0	19.8	0.0	0.0
	C	13.9	0.2	0.0	79.9	4.9	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	1.9	0.0	0.0	88.1	3.0	0.0	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0
	E	0.0	0.0	0.0	47.0	0.0	0.0	37.1	0.0	16.0	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO04	A	9.9	0.0	0.0	45.0	0.0	0.0	45.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	8.0	0.0	0.0	52.1	0.0	0.0	38.0	1.9	0.0	0.0	0.0
	C	7.6	0.0	0.0	54.2	0.0	0.0	35.8	0.0	2.4	0.0	0.0
	D	8.0	0.0	0.0	50.1	0.0	0.0	38.1	0.0	3.9	0.0	0.0
	E	6.7	0.0	0.0	51.6	0.0	0.0	39.1	0.1	2.6	0.0	0.0
GO05	A	11.8	1.6	13.4	29.5	15.0	0.0	21.3	0.0	7.4	0.0	0.0
	B	22.1	0.0	8.8	45.6	11.1	0.0	5.3	3.1	4.0	0.0	0.1
	C	6.4	2.1	0.0	62.6	2.0	0.0	13.8	11.7	1.3	0.0	0.0
	D	4.5	1.7	0.0	64.6	19.0	0.0	7.2	0.0	3.1	0.0	0.0
	E	4.8	0.6	1.3	65.2	8.1	0.0	16.1	3.9	0.0	0.0	0.0
GO06	A	11.9	0.8	0.0	0.0	27.4	0.0	0.0	25.2	11.5	0.0	23.1
	B	6.0	0.1	0.0	0.0	38.1	0.0	11.0	29.7	12.9	0.0	2.4
	C	6.0	0.0	0.0	0.4	57.7	0.0	26.8	6.9	1.7	0.0	0.5
	D	2.4	0.1	1.0	0.0	62.3	0.0	0.0	34.2	0.0	0.0	0.0
	E	8.1	0.0	1.5	0.0	27.3	0.0	0.0	61.7	1.3	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO07	A	9.1	0.0	0.0	52.1	7.9	0.0	9.5	15.4	6.0	0.0	0.0
	B	2.0	0.0	0.0	41.9	11.8	0.0	33.6	0.4	10.4	0.0	0.0
	C	0.9	0.0	0.0	59.4	9.6	0.0	26.6	0.3	3.3	0.0	0.0
	D	20.1	0.0	0.0	67.4	0.0	0.0	4.3	8.1	0.1	0.0	0.0
	E	26.4	0.0	0.0	23.9	19.2	0.0	18.2	5.4	7.0	0.0	0.0
GO08	A	20.2	0.5	0.0	66.3	0.0	0.0	0.5	0.7	7.6	4.1	0.0
	B	16.8	0.0	8.1	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0	31.1	31.3	0.0
	C	23.4	0.0	2.0	0.1	0.0	0.0	23.8	0.0	20.7	30.1	0.0
	D	23.2	0.0	0.0	35.5	0.0	0.0	2.2	0.2	14.0	24.8	0.0
	E	18.5	2.4	8.7	25.3	0.5	0.0	0.0	0.2	20.3	24.1	0.0
GO09	A	14.4	1.0	0.0	70.9	0.0	0.0	3.2	8.2	1.0	1.3	0.0
	B	3.5	0.9	0.4	46.2	4.3	0.0	23.1	2.9	5.3	13.3	0.0
	C	3.6	0.0	0.0	52.6	14.4	0.0	5.1	0.0	0.3	23.9	0.0
	D	2.4	0.0	9.2	45.9	29.6	0.0	4.9	1.6	2.8	3.7	0.0
	E	1.2	2.1	0.0	40.7	16.0	0.0	12.9	7.9	13.2	5.9	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO10	A	5.5	0.0	0.0	0.9	7.5	0.0	2.6	82.4	0.0	1.2	0.0
	B	3.9	0.0	0.0	1.4	27.0	0.0	30.0	36.7	1.0	0.0	0.0
	C	2.9	0.0	0.0	0.0	34.2	0.0	22.4	36.7	3.8	0.0	0.0
	D	3.4	0.0	0.0	0.0	12.3	0.0	0.1	84.2	0.0	0.0	0.0
	E	6.5	0.0	0.0	0.0	23.1	0.0	0.0	69.6	0.8	0.0	0.0
GO11	A	13.8	1.4	0.0	67.8	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B	16.3	0.0	19.8	29.6	0.0	0.0	23.9	10.4	0.0	0.0	0.0
	C	19.9	1.9	0.0	14.2	0.0	0.0	36.8	27.3	0.0	0.0	0.0
	D	16.7	0.0	3.5	25.7	4.2	0.0	42.2	7.8	0.0	0.0	0.0
	E	11.9	0.0	3.4	32.3	0.0	0.0	37.5	13.4	1.4	0.0	0.0
GO12	A	11.9	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0	7.7	62.0	0.0	0.0	0.0
	B	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.6	57.6	1.3	0.0	0.0
	C	2.1	0.0	0.0	0.0	8.8	0.0	34.0	51.0	4.1	0.0	0.0
	D	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	75.6	0.6	0.0	0.0
	E	2.4	1.6	1.1	0.0	7.6	0.0	18.7	62.6	6.0	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO13	A	8.7	0.0	0.0	4.7	10.1	0.0	30.8	18.7	25.9	1.0	0.0
	B	12.1	0.0	0.0	4.6	4.4	0.0	32.6	23.0	19.7	3.6	0.0
	C	16.0	0.0	8.2	0.3	1.6	0.0	61.1	4.8	8.1	0.0	0.0
	D	8.7	0.5	0.0	0.0	12.6	0.0	56.2	21.2	0.8	0.0	0.0
	E	9.6	1.7	0.0	0.0	11.6	0.0	48.9	28.3	0.0	0.0	0.0
GO14	A	14.5	0.0	0.0	0.0	39.8	0.0	11.3	34.4	0.0	0.0	0.0
	B	1.3	0.0	0.0	3.7	69.1	0.0	3.5	19.6	2.8	0.0	0.0
	C	19.3	2.9	0.0	27.8	19.5	0.0	0.4	28.8	1.4	0.0	0.0
	D	10.8	0.0	2.6	65.2	3.7	0.0	4.0	13.7	0.0	0.0	0.0
	E	7.9	0.1	0.0	45.4	0.0	0.0	14.1	30.5	1.9	0.1	0.0
GO15	A	9.2	0.0	0.0	45.0	0.9	0.0	22.2	3.8	18.9	0.0	0.0
	B	18.4	0.1	0.0	41.9	0.0	0.0	36.7	2.7	0.3	0.0	0.0
	C	11.7	0.0	0.0	69.2	0.0	0.0	16.5	2.3	0.4	0.0	0.0
	D	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.3	0.0	18.7	0.0	0.0
	E	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.5	0.0	8.5	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO16	A	1.7	0.0	0.0	2.8	33.9	0.0	13.4	0.0	4.0	0.0	44.1
	B	6.1	0.0	0.0	0.0	32.5	0.0	24.6	31.1	3.3	2.3	0.0
	C	0.1	0.0	0.0	0.0	42.7	0.0	12.1	28.6	0.5	0.0	16.1
	D	17.7	0.0	4.0	0.0	29.2	0.0	8.9	35.8	2.1	2.2	0.0
	E	17.7	1.2	0.0	0.0	26.6	0.0	27.6	21.3	0.0	5.6	0.0
GO17	A	3.1	0.0	0.0	0.0	77.1	0.0	5.3	10.3	4.3	0.0	0.0
	B	12.8	19.2	0.0	2.2	39.8	1.0	0.0	25.1	0.0	0.0	0.0
	C	22.1	0.7	0.0	0.2	60.4	0.4	5.5	5.3	5.5	0.0	0.0
	D	33.9	0.1	0.0	0.0	57.5	4.1	3.1	0.3	1.0	0.0	0.0
	E	19.3	0.2	0.0	0.0	76.1	0.4	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0
GO18	A	5.3	0.0	0.0	94.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
	B	3.4	0.0	9.5	54.8	27.2	0.0	4.2	0.0	0.9	0.0	0.0
	C	2.1	11.0	0.0	1.8	38.0	0.0	5.5	41.6	0.0	0.0	0.0
	D	5.8	16.8	0.0	23.6	3.4	0.0	10.6	31.6	8.3	0.0	0.0
	E	3.7	0.0	1.4	76.2	14.5	0.0	0.8	3.4	0.0	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO19	A	7.2	2.4	4.0	1.7	5.8	0.0	1.3	1.7	0.0	0.0	76.0
	B	0.8	2.5	0.0	16.0	6.5	0.0	13.6	8.8	5.2	0.3	46.4
	C	4.0	0.0	0.0	48.8	3.7	0.0	4.0	12.4	0.1	0.0	26.9
	D	17.5	3.1	0.0	42.7	1.3	0.0	19.5	15.9	0.0	0.0	0.0
	E	17.9	0.0	0.0	23.7	5.1	0.0	50.0	3.3	0.0	0.0	0.0
GO20	A	5.9	18.4	0.0	10.0	20.0	0.0	29.1	12.9	3.6	0.0	0.0
	B	0.0	59.1	0.0	0.0	26.0	0.0	4.4	0.0	10.5	0.0	0.0
	C	0.0	43.3	0.0	0.0	34.8	0.0	10.8	0.0	11.1	0.0	0.0
	D	0.0	16.6	0.0	0.0	15.9	0.0	46.3	0.0	21.2	0.0	0.0
	E	0.0	14.0	3.4	0.0	51.6	0.0	4.2	0.0	26.7	0.0	0.0
GO21	A	29.5	0.3	0.0	0.0	43.9	0.0	12.9	7.9	5.4	0.0	0.0
	B	9.0	1.8	0.0	0.6	44.4	1.8	19.5	18.5	4.4	0.0	0.0
	C	12.3	0.0	0.0	1.7	31.7	0.0	4.6	32.0	11.5	6.2	0.0
	D	3.0	0.0	0.0	0.0	72.8	0.0	9.8	10.3	4.1	0.0	0.0
	E	14.0	0.0	0.0	0.1	67.9	0.0	0.8	16.6	0.6	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO22	A	3.7	0.0	0.0	0.1	7.2	0.0	15.6	13.8	0.0	0.0	59.6
	B	4.6	0.0	0.0	0.0	75.4	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0
	C	13.9	0.0	0.0	2.7	54.6	0.0	1.3	25.0	2.5	0.0	0.0
	D	10.8	0.1	0.0	8.6	36.5	0.0	18.7	9.9	15.4	0.0	0.0
	E	1.8	0.0	0.0	0.0	27.1	0.0	0.0	66.8	4.3	0.0	0.0
GO23	A	7.9	0.0	0.0	67.7	4.8	0.0	5.1	8.4	6.1	0.0	0.0
	B	17.4	0.0	0.0	37.7	31.0	0.0	3.8	6.4	3.7	0.0	0.0
	C	29.1	1.5	1.1	46.6	0.1	0.0	2.6	15.4	3.7	0.0	0.0
	D	8.9	0.0	0.0	33.8	0.3	0.0	25.5	5.2	2.5	23.8	0.0
	E	5.1	0.0	0.0	26.5	1.6	0.0	9.5	0.0	9.6	47.6	0.0
GO24	A	23.6	0.1	0.0	35.1	1.1	0.0	11.4	7.8	20.9	0.0	0.0
	B	20.4	0.9	0.0	13.4	1.7	0.0	8.5	11.0	39.0	4.1	1.0
	C	25.9	2.1	0.0	15.0	0.0	0.0	16.0	3.6	36.3	0.7	0.4
	D	22.9	1.1	0.0	25.9	0.0	0.0	16.3	5.6	28.2	0.0	0.0
	E	25.6	0.3	3.2	11.6	0.8	0.0	12.8	6.0	39.8	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO25	A	3.0	27.9	0.0	13.4	21.9	0.0	4.2	26.2	3.4	0.0	0.0
	B	7.7	34.7	5.9	18.5	0.0	0.0	15.2	14.6	3.5	0.0	0.0
	C	4.5	0.0	16.7	36.3	20.9	0.0	0.7	11.6	9.3	0.0	0.0
	D	3.0	0.0	27.8	41.2	0.5	0.0	18.6	7.3	1.5	0.0	0.0
	E	0.6	0.0	64.1	0.0	22.4	0.0	6.6	2.2	4.2	0.0	0.0
GO26	A	10.5	3.5	5.3	6.2	17.8	0.0	15.7	37.1	3.8	0.0	0.0
	B	7.2	35.7	15.7	11.5	9.7	0.0	5.1	8.9	6.2	0.0	0.0
	C	8.9	4.6	0.0	9.4	38.2	0.0	2.5	31.1	5.3	0.1	0.0
	D	11.7	0.6	0.0	43.7	12.4	0.0	7.1	23.7	0.9	0.0	0.0
	E	6.3	21.6	0.0	33.8	13.4	0.0	7.3	12.6	5.1	0.0	0.0
GO27	A	4.6	22.8	9.6	6.8	3.4	0.0	22.5	28.6	1.7	0.0	0.0
	B	3.2	33.5	0.0	2.9	0.0	0.0	13.9	46.5	0.0	0.0	0.0
	C	14.8	0.0	1.5	42.8	0.0	0.0	3.7	35.3	2.0	0.0	0.0
	D	19.5	38.3	0.1	5.6	0.7	0.0	8.1	16.1	11.6	0.0	0.0
	E	9.3	30.4	0.0	18.0	0.4	0.0	12.6	27.3	2.1	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO28	A	16.0	0.6	0.0	0.4	0.4	0.0	42.9	37.3	0.0	2.4	0.0
	B	11.4	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	73.6	10.1	2.6	0.0	0.0
	C	8.9	3.6	0.5	0.0	0.0	0.0	64.2	13.7	9.1	0.0	0.0
	D	11.3	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	66.1	14.8	7.2	0.0	0.0
	E	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	69.0	13.2	8.3	0.0	0.0
GO29	A	6.8	0.0	6.3	44.9	11.3	0.0	13.2	2.5	14.9	0.0	0.0
	B	7.8	0.7	4.7	37.3	4.1	0.0	20.8	19.8	4.9	0.0	0.0
	C	3.0	0.0	0.0	37.8	31.2	0.0	2.1	18.4	7.6	0.0	0.0
	D	9.7	0.0	0.0	37.2	6.7	0.0	5.0	22.8	18.5	0.0	0.0
	E	5.2	0.9	0.0	30.3	41.4	0.0	7.9	5.8	8.4	0.0	0.0
GO30	A	11.7	0.3	0.3	8.9	8.1	0.0	33.7	21.6	15.4	0.0	0.0
	B	9.7	6.9	1.5	8.3	0.0	0.0	6.9	35.9	30.8	0.0	0.0
	C	14.3	0.1	0.3	19.7	0.0	0.0	21.2	25.9	18.5	0.0	0.0
	D	15.0	0.0	0.0	15.2	0.0	0.0	37.0	23.4	9.4	0.0	0.0
	E	11.7	13.2	0.0	5.6	0.0	0.0	15.2	40.3	14.0	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO31	A	12.9	0.0	0.0	2.4	12.2	0.0	1.2	63.6	7.7	0.0	0.0
	B	2.4	0.0	0.0	0.0	77.2	0.0	3.3	12.5	4.6	0.0	0.0
	C	10.6	0.0	0.7	6.0	45.8	0.0	3.6	28.3	5.0	0.0	0.0
	D	5.4	0.0	0.0	0.0	72.2	0.0	0.0	22.4	0.0	0.0	0.0
	E	2.2	0.0	0.0	0.0	97.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GO32	A	28.9	19.3	11.1	0.1	0.0	0.0	24.5	6.0	10.2	0.0	0.0
	B	14.8	34.9	8.1	0.0	0.0	4.5	29.2	0.0	8.5	0.0	0.0
	C	18.7	5.7	0.0	0.0	0.0	35.6	37.3	0.0	2.8	0.0	0.0
	D	1.2	32.5	8.4	0.0	0.0	44.0	6.3	0.0	7.6	0.0	0.0
	E	10.7	28.3	34.4	0.0	0.0	0.0	26.7	0.0	0.0	0.0	0.0
GO33	A	9.5	13.5	0.0	0.2	0.0	0.0	15.1	61.7	0.0	0.0	0.0
	B	2.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	87.1	10.2	0.0	0.0
	C	25.7	1.7	0.0	6.8	1.2	0.0	9.5	54.3	0.8	0.0	0.0
	D	5.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	4.4	81.4	8.2	0.0	0.0
	E	5.8	6.3	2.6	0.0	31.1	0.0	11.1	32.4	10.8	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO34	A	1.4	0.0	34.0	0.7	0.0	0.0	0.0	6.3	57.7	0.0	0.0
	B	2.8	0.0	25.9	13.8	0.0	0.0	7.3	14.4	35.8	0.0	0.0
	C	0.0	0.0	24.9	0.2	0.0	0.0	35.4	0.3	39.2	0.0	0.0
	D	8.9	2.1	5.7	38.1	0.0	0.0	28.5	3.6	11.5	1.7	0.0
	E	0.5	0.0	21.1	8.0	0.0	0.0	4.2	45.4	20.8	0.0	0.0
GO35	A	16.4	0.0	0.0	57.8	15.6	0.0	1.1	7.8	1.4	0.0	0.0
	B	4.0	0.0	0.0	40.8	53.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0
	C	3.1	0.0	1.7	61.6	30.8	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0
	D	6.3	0.0	0.0	88.0	0.0	0.0	0.0	3.2	2.4	0.0	0.0
	E	15.5	2.6	0.0	54.4	9.2	0.0	0.9	11.8	5.0	0.7	0.0
GO36	A	10.2	0.0	28.0	6.0	2.0	0.0	32.3	2.0	6.0	0.0	13.4
	B	8.7	0.0	18.8	45.0	1.2	0.0	0.0	7.6	5.8	0.0	12.8
	C	10.5	0.0	22.5	35.5	0.0	0.0	0.0	2.8	4.7	0.0	24.0
	D	11.4	0.0	29.4	49.6	0.0	0.0	0.0	3.3	6.4	0.0	0.0
	E	12.5	0.0	36.1	42.4	0.0	0.0	0.0	1.6	0.9	6.5	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO37	A	13.3	0.1	3.8	19.1	0.0	0.0	33.9	23.1	6.8	0.0	0.0
	B	11.1	0.0	2.1	5.8	0.0	0.0	35.6	38.3	7.0	0.1	0.0
	C	8.0	0.0	34.5	3.3	0.0	0.0	32.5	5.1	16.6	0.0	0.0
	D	1.7	1.1	34.5	16.4	0.0	13.6	18.8	0.0	7.5	6.4	0.0
	E	6.7	0.2	10.1	3.4	0.5	28.4	41.7	5.5	3.5	0.0	0.0
GO38	A	16.7	0.6	0.0	2.5	0.0	0.0	4.3	72.6	3.4	0.0	0.0
	B	9.7	3.1	0.0	6.3	6.9	0.0	5.7	32.8	35.5	0.0	0.0
	C	8.6	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	11.8	57.2	16.2	0.0	0.0
	D	9.8	5.4	1.1	38.9	0.4	0.0	14.5	20.7	9.2	0.0	0.0
	E	6.9	19.3	0.0	52.5	1.2	0.0	5.4	6.5	8.2	0.0	0.0
GO39	A	2.6	0.0	0.0	74.6	0.0	0.0	21.9	0.9	0.0	0.0	0.0
	B	15.9	0.0	6.3	20.9	0.0	0.0	36.1	3.6	0.0	17.1	0.0
	C	16.9	6.7	0.0	25.4	0.0	0.0	19.0	11.2	20.9	0.0	0.0
	D	0.0	2.6	10.4	34.8	0.0	0.0	39.4	0.0	3.4	9.4	0.0
	E	0.0	10.0	0.0	72.0	0.0	0.0	5.4	0.0	12.6	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO40	A	1.8	11.0	0.9	0.0	55.0	0.0	28.9	1.8	0.6	0.0	0.0
	B	11.0	0.0	0.0	0.0	25.1	0.0	52.8	10.9	0.2	0.0	0.0
	C	0.2	0.0	0.1	0.0	98.4	0.0	0.6	0.2	0.4	0.0	0.0
	D	1.9	0.0	34.2	0.0	0.0	0.0	0.0	44.9	19.0	0.0	0.0
	E	1.1	0.0	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	66.8	23.4	0.0	0.0
GO41	A	1.4	0.0	0.0	0.0	46.2	0.0	0.0	52.3	0.0	0.0	0.0
	B	3.7	0.0	48.6	0.0	0.0	0.0	0.0	47.0	0.6	0.0	0.0
	C	2.1	0.0	0.0	0.0	97.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D	3.1	0.0	0.0	0.0	96.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	E	4.9	0.0	0.0	0.0	95.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GO42	A	11.9	0.1	0.0	3.9	0.0	0.0	1.8	38.9	17.7	0.0	25.6
	B	5.6	2.0	0.3	13.6	0.0	0.0	0.0	17.8	10.9	0.3	49.5
	C	6.1	0.0	0.9	22.9	0.0	0.0	4.9	13.4	14.7	0.0	37.1
	D	3.1	0.0	0.2	13.5	0.0	0.0	0.0	80.3	2.9	0.0	0.0
	E	4.0	0.7	0.3	44.3	0.0	0.0	0.0	32.8	17.9	0.0	0.0





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO43	A	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	41.7	0.0	0.0	55.4
	B	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.2	0.0	0.0	42.4
	C	4.1	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	78.4	13.9	2.0	0.0	0.0
	D	7.0	0.6	0.5	0.0	13.1	0.0	72.6	4.5	1.9	0.0	0.0
	E	4.5	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	29.6	58.4	0.0	0.0	6.5
GO44	A	1.9	0.0	11.5	0.0	9.2	0.0	0.0	77.4	0.0	0.0	0.0
	B	5.6	0.0	3.9	0.0	11.3	0.0	0.0	79.1	0.0	0.0	0.0
	C	8.7	0.0	4.5	0.0	11.9	0.0	0.0	72.3	0.0	2.6	0.0
	D	6.0	0.1	0.0	0.0	2.1	0.0	18.2	51.7	21.8	0.0	0.0
	E	4.8	5.0	0.0	0.0	9.8	0.0	22.0	33.2	21.1	4.0	0.0
GO45	A	12.4	0.5	14.1	45.9	2.0	0.0	12.9	12.2	0.1	0.0	0.0
	B	20.0	4.6	8.9	23.3	0.0	0.0	23.7	7.2	12.2	0.0	0.0
	C	2.9	7.7	5.0	11.0	2.6	0.0	34.1	0.0	2.2	6.0	28.5
	D	6.1	0.0	10.7	26.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	56.0
	E	5.6	0.0	0.2	43.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.2





附錄 1(續)、各樣站棲地類型百分比

樣區	樣站	BD	BL	BU	FF	FO	GS	MD	OC	WB	WL	ML
GO46	A	0.5	7.1	0.0	0.0	57.3	0.0	6.0	28.9	0.1	0.0	0.0
	B	0.0	12.8	0.0	0.0	81.4	0.0	0.0	5.2	0.6	0.0	0.0
	C	0.0	17.5	6.4	0.0	54.2	0.0	0.0	18.5	3.4	0.0	0.0
	D	0.0	3.5	0.0	0.0	84.1	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0
	E	0.0	3.3	0.0	0.0	85.8	0.0	0.0	10.8	0.0	0.0	0.0
GO47	A	7.0	0.0	0.0	0.0	46.9	0.0	20.7	20.9	4.5	0.0	0.0
	B	7.0	6.6	0.0	5.8	55.9	0.0	14.1	6.4	4.2	0.0	0.0
	C	4.5	6.0	17.5	2.5	49.0	0.0	4.7	9.4	6.4	0.0	0.0
	D	4.2	15.8	0.5	0.0	58.6	0.0	3.0	9.3	8.6	0.0	0.0
	E	2.5	10.0	2.0	1.6	60.4	0.0	6.9	10.4	6.1	0.0	0.0





附錄 2、各樣區照片

樣區	代表照片	樣區	代表照片
G001		G002	
G003		G004	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G005		G006	
G007		G008	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G009		G010	
G011		G012	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G013		G014	
G015		G016	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G017		G018	
G019		G020	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G021		G022	
G023		G024	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G025		G026	
G027		G028	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G029		G030	
G031		G032	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G033		G034	
G035		G036	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G037		G038	
G039		G040	





樣區	代表照片	樣區	代表照片
G041		G042	
G043		G044	





樣區

代表照片

G045



G046



G047







附錄 3、期中及期末審查會議發言紀要與回應

林務局保育組 105 年度科技計畫期中評核及審查意見表

- 一、計畫編號：105 農科-12.9.6-務-e1
- 二、計畫名稱：臺灣東方草鴉族群長期監測系建立(2/3)
- 三、計畫主持人：蔡若詩
- 四、計畫主持機關：國立嘉義大學生物資源學系(所)
- 五、審查委員意見：

(一) 期中評核標準達成情形評等：

序號	期中評核標準	委員 平均評等
1	45 個樣區於 2 月至 3 月進行 3 次重複調查	6.4
2	完整繁殖年度(非繁殖季+繁殖季早期及晚期)資料比較(含 104 年度及 105 年度資料)	6.4
3	評估調查時間及努力量對長期監測結果的影響	6.2
委員平均綜合評等		6.3

(二) 執行情形評述：

1. 李玲玲委員：

研究架構與設計合理，依進度執行計畫，影響出現之因子除棲地與氣象因子外，可慮納入其他生物或人類活動因子之影響。

回應：

本計畫分析時已納入其他土地利用型態因子，如人造建物、果園、農耕地等等，亦有收集與分析噪音資料，供判斷人類活動對草鴉之影響，但 AIC 分析結果均表現不佳，因此未列入影響因子。

2. 袁孝維委員：

草鴉先天上就因為族群量低而導致研究結果較為單薄，所推論之棲地使用可信度較低(因其他不使用之處不見得是棲地問題，而是族群量過低)。期末時要詳實分析此長期監測方法之 cost/benefit，是





否未來值得且可行，修正或誤差來源都要具體羅列清楚，以供主政單位參考。

回應：

依目前調查結果顯示，2-3 月繁殖季後期是最容易發現草鴉的季節，因此目前預計將於完成兩次完整年度調查之後，方能推論棲地與草鴉活動之關係。另外，也將利用 AIC 分析中的 Likelihood ratio 來驗證所選的因子是否真正為最佳因子。人力與金錢成本的管控，亦將於明年度完成所有調查之後提出完整的報告。

3. 吳海音委員：

評估努力量的監測結果影響部份，結果縣市樣區少錯誤機會高，是否可分析 45~47 樣區是否足夠，或是要增加樣區數？

回應：

本調查中於各縣市所選取的樣區數目，皆是參考各縣市實際可能有草鴉的 1x1 樣區方格面積分配樣區數量，因此面積越大的縣市分配到樣區數會越多。目前 47 處樣區，分布在嘉義、台南、高雄及屏東四縣市，草鴉較常活動之淺山地區與河灘地均已涵蓋在內，加上考慮人力物力成本，實難再增加樣區。

4. 林良恭委員：

有關長期監測系統應朝向可執行面，在簡易方法、人力及工具面，皆能有效達到監測之實質意義。

回應：

目前調查方法及工具已經採用孫元勳(2013)提出的最佳方法，人力與努力量則須取決於未來調查面積之大小以及需要的調查品質。由樣區數量模擬結果顯示，若要有一定品質的調查結果，就需要達到相當程度的努力量，因此未來需要在成本與品質間取得平衡。





林務局 105 年度保育組科技計畫期末審查會議紀錄

- 壹、 時間：105 年 12 月 19 日上午 9 時 30 分
- 貳、 地點：本局 2 樓會議室
- 參、 主持人：廖一光副局長 記錄：翁嘉駿技正
- 肆、 出席單位及人員：如所附會議簽到單影本
- 伍、 主席致詞：略
- 陸、 執行單位報告：略
- 柒、 會議結論：

本次審查科技計畫期末簡報審查通過，請執行單位依契約書辦理第 3 期款請款，並參考委員及與會同仁意見納入研究報告。

- 捌、 審查意見（評等說明：7 優、6 良、5 尚可、4 普通、3 略差、2 差、1 劣）：
臺灣東方草鴉族群長期監測系統建立(2/3)（綜合評等：6.5）

（一）王穎委員：

1. 樣區數量之界定與調查區的面積，用於其他地區之調查其可行性及標準作業方式宜有說明。
2. 有時鳥的活動有可能受到氣候及季節的影響而有延後，本研究團利用天黑後 6 小時進行調查，是否有低估的可能，宜有探討。
3. 棲地品質，如食物種類及數量之分布與其棲地利用的關係，如可能，宜有探討。

回應：

1. 目前樣區數的選擇是基於各縣市面積與樣區分級進行分配，經累積兩年資料後，目前對於東方草鴉分布範圍與棲地類型已有基本的掌握，未來擴展至全臺灣其他地區將可以此基準進行。調查方法與作業方式皆採用孫元勳(2013)建立之方法，未來也將持續沿用。
2. 本研究於天黑後 6 小時進行，目的是配合東方草鴉活動高峰期與調查人員之人力配置，考量全夜調查有其困難性與時間成本，故做此安排。占據模型其中一項重要的功能即是因偵測率





不為 1 而校正占據率，因此低估的可能性在試驗設計上已列入考慮。

3. 棲地品質與食物種類因經費與人力限制，無法進行完整調查，目前僅能依草鴉出現之樣區探討棲地與草鴉分布之間的關係。

(二) 李壽先委員：

1. 請說明占據模型與族群監測的關係。
2. 試著根據已有的佔據模型發展潛在分布熱點的推測。

回應：

1. 占據模型無法明確得知族群數量，其主要功能是做為指標評估族群動態，藉由占據率與偵測率的關係來了解族群分布的狀態，且能藉由多年資料來估算滅絕率與拓殖率，探討族群拓展或限縮的原因。
2. 明年的計畫目標即是整合現有調查紀錄與各棲地因子建立東方草鴉潛勢分布圖，未來將提出完整的報告。

(三) 邵廣昭委員：

本種鳥數量之調查看來不太容易，族群量之長期監測很重要，但要如何標準化希望能找出來。

回應：

本研究計畫之主要目標為建立系統化之監測方法，明年度將會提出標準化調查作業方法，供主管機關參考。

(四) 袁孝維委員：

1. 比去年調查記錄多，原因為何？
2. 威脅為何？
3. 此研究與未來開發綠能科學園區等之影響會如何？





回應：

1. 今年度調查紀錄較去年多的月份為 2-3 月與 7-8 月，推測可能原因為去年度繁殖季出生之幼鳥離巢後四處遊蕩且較易發現其蹤跡之緣故。且因天氣穩定，較易偵測東方草鴉活動。
2. 東方草鴉面臨之威脅主要仍為淺山丘陵與河灘地之開發，過度人為干擾之區域會嚴重影響東方草鴉活動。此外，劇烈的天氣型態可能會破壞草鴉原有棲息環境，迫使草鴉離開。
3. 沙崙農場在本研究調查中為東方草鴉穩定活動之調查樣區。過往曾有中網的紀錄，而本計畫 104 至 105 年共五季調查中於 104 年 10-11 月發現 1 次、105 年 2-3 月發現 2 次、105 年 7-8 月也發現 2 次，由調查結果可以確認沙崙農場為東方草鴉重要之活動範圍。然而面對未來綠能科學園區之開發將會造成何種影響，仍須更多研究調查加以佐證與評估。

