



公開

密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：100906e200

行政院農業委員會林務局107年度科技計畫研究報告

計畫名稱：臺灣中部地區東方草鴞分布監測計畫 (第1年/全程1年)

(英文名稱) Monitoring Distribution of Eastern Grass-Owl in Central Taiwan

計畫編號：107農科-10.9.6-務-e2

全程計畫期間：自 107年1月1日 至 107年12月31日

本年計畫期間：自 107年1月1日 至 107年12月31日

計畫主持人：蔡若詩

研究人員：呂佳家

執行機關：國立嘉義大學



1070490



一、執行成果中文摘要：

分布於淺山的物種因其生活環境與人類活動重疊性高，因此生存容易受到威脅。而東方草鴞(*Tyto longimembris*)分布於低海拔丘陵及平原地區，受人類影響甚深，然而對於這種行蹤隱密且數量稀少的物種，在野外調查時，偵測率(當物種存在於一樣區中，被發現的機率)常會小於1，導致物種的數量和分布範圍時常被低估。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。調查方法則沿用蔡若詩等(2017)建立的東方草鴞長期監測系統，於臺灣中部地區(苗栗、台中、南投、彰化及雲林)進行東方草鴞分布調查，希望透過實際的運用了解長期監測系統的效用，最後更可加以修正。本計畫依分布預測模式，選擇出現機率0.17以上的區域，分為三個等級，每個等級各設置15個樣區，共45個樣區，所有樣站的土地利用類型經現勘校正後，以農耕地為主(45.7%)，草生地次之(18%)。於107年2-3月完成繁殖季三次調查，僅記錄一筆鳴叫紀錄，偵測率為0.333，修正占據率為0.022，而7-8月非繁殖季完成另一季三次調查，記錄到2筆鳴叫紀錄，偵測率為0.167，修正占據率為0.089。其中有兩筆記錄為第一級樣區，一筆記錄為第二級樣區。由於偵測次數過低，未能更進一步探討占據率與棲地之間的關聯。發現東方草鴞的樣站植被類型以河灘地和草生地為主，透過500公尺的穿越線調查，調查發現草鴞樣站的植物種類，發現三個樣站的植物優勢物種分別為大花咸豐草(*Bidens pilosa* L. var. *radiata* (Sch.Bip.) Sherff)、白茅(*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. &Vaughan)和蘆葦(*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.)，草高度約90-161cm。107年中部地區調查之東方草鴞占據率明顯比南部地區低，此結果與東方草鴞全台分布預測模式大致相符。而建議未來採用同時考量環境及氣候變數之全台分布預測模式搭配占據模型進行調查，方能更有效地進行長期監測。

二、執行成果英文摘要：

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. A monitoring program for Eastern Grass-Owl was established recently using 3-year survey in Southern Taiwan. However, the program has not been implemented in other part of Taiwan. For cryptic and rare species like Eastern Grass-Owl, it is critical to account for imperfect detection when conducting surveys. We followed the recommendation from Tsai et al. (2017) to develop survey framework for Eastern Grass-Owl in Central Taiwan (Miali, Taichung, Nantou, Changhua, and Yunlin counties) using presence/absence data in the occupancy modeling. Each site is visited three times to obtain detection probability and then to adjust for occupancy rate. We used stratified





random sampling to select 45 sites in three levels using the results of species distribution model (occurrence rate >0.17) developed by Tsai et al. (20017) and the numbers of potential sites in each county. Based on the land use land cover layer and groundtruthing data, agricultural land (45.7%) is the dominant habitat types, followed by grassland (18%) for the 45 sites in Central Taiwan. We conducted 3 rounds of survey in late breeding (February-March) and non-breeding (July-August) season. We only encountered Eastern Grass-Owl in one and two sites in late breeding and non-breeding season, respectively. In late breeding season, the detection probability was 0.333 and adjusted occupancy was 0.022 while in non-breeding season, the detection probability was 0.167 and adjusted occupancy rate was 0.089. The dominant plant species in sites with Eastern Grass-Owl detection was *Bidens pilosa* L. var. *radiata* (Sch.Bip.) Sherff, followed by *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan and *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud., with the grass height from 90-161cm. The low occupancy rate in Central Taiwan compared with its southern counterpart was expected based on the species distribution model. However, the low encounter rate prevented us from conducting future analyses regarding relationship between occupancy parameters and environmental variables. We recommend using species distribution model incorporating both environmental and climate factors with occupancy modeling framework for future monitoring design.

三、計畫目的：

1. 調查臺灣中部地區之東方草鴉分布
2. 探討東方草鴉分布與地景棲地的關係
3. 比較中部與南部地區東方草鴉分布的地區變異
4. 持續修正長期監測系統，以供主管機關參考利用

四、重要工作項目及實施方法：

1. 持續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。
2. 建立樣區：在本計畫中，中部地區包括苗栗縣、台中市、彰化縣、雲林縣及南投縣。利用蔡(2017)所建立的臺灣地區東方草鴉預測模型，選取出現機率高於0.2的樣區，並將中部地區1x1公里網格分成低中高三級，依不同分級合適網格數量以分層逢機取樣方式選取樣區。在考慮可選擇樣區數量、樣區分布及樣區間距離，本年度預計35至45個樣區。





3. 東方草鴉之分布調查：本計畫預計於東方草鴉繁殖季後期 (2-3月)及非繁殖季(7-8月)進行兩季的調查。而在每一季於樣區中進行 3次調查(樣區中之時間重複)。並將利用有條件占據模型，針對前三次有出現東方草鴉的樣區進行另外三次調查。
4. 以占據模型評估東方草鴉之偵測率及占據率：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占據率。亦將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、偵測率及占據率與地景棲地間的關連性，以及關聯性與季節變化的關係。分析將著重於東方草鴉於中部地區偵測率及占據率的探討，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占據率之關係。
5. 地景棲地類型校正：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蓋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。除了原本圖層中所區分的11種棲地類型，本計畫於現勘時將額外標註草生地類型、農作型式等項目，做為描述東方草鴉分布樣區特性及評估占據率與地景變數間關連的參考。
6. 持續修正長期監測系統模式：將比較傳統占據模型 (Standard Occupancy)、移除模型 (Removal Occupancy)及有條件占據模型 (Conditional Occupancy)設計的差異，探討三種設計方法所估算之偵測率及占據率的差異，評估其努力量的差異。並配合數學模擬探討上述調查方法樣區數量如何影響結果之變異性及有效性。此分析結果將可在不同人力與經費的限制下，從樣區設置及努力量角度提供管理單位具體的監測架構與方法。在最有效率之狀況得到東方草鴉之長期分布動態。並綜合中部及南部地區在不同季節之調查資訊，提出調查及監測的修正建議。
7. 資料分析及報告撰寫。

五、結果與討論：

107年2-3月繁殖季和7-8月非繁殖季各完成3回合調查(樣區中之時間重複)。結果第一季僅在GOM20快官有一筆紀錄，回播反應僅鳴叫一聲，且未觀察到個體。第二季則在GOM04後龍溪和GOM05西湖各有一筆紀錄，回播反應仍只有鳴叫，未觀察到個體，但GOM05從鳴叫的聲音可判斷個體逐漸飛遠離調查員。發現東方草鴉的樣區以GOM05西湖和GOM20快官為第一級樣區，GOM04為第二級樣區。

GOM04發現草鴉方位主要為一塊白茅(*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. &Vaughan)草地(44%)和一塊蘆葦(*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.)草地(31%)構成的草生地，兩物種交界極為明顯，草高度差異極大，其中白茅偶爾夾雜大黍(*Panicum maximum* Jacq.)(16%)，且兩物種的高度皆低矮，人為擾動頻繁。此樣站之穿越線平均高度為90±89cm，標準差大。GOM05發現東方草鴉之方位為丘陵地形的草生地，除了一部分農耕地外，植被物種幾乎以蘆葦為主(50%)，植被種類單純，穿越線平均高度為





161±74cm，標準差仍大。GOM20發現東方草鴉方位的棲地類型為河灘地，植被主要由大花咸豐草(*Bidens pilosa* L. var. *radiata* (Sch.Bip.) Sherff)(30%)和美洲含羞草(*Mimosa diplotricha* C.Wright ex Sauvalle)(21%)組成，偶而夾雜高大的象草(*Pennisetum purpureum* Schumach.)(10%)和一部分大黍草地(8%)，物種多樣性較高，穿越線平均高度為138.2±117cm，標準差亦大。

利用許皓捷(2016)所繪製的土地利用圖層(解析度5x5公尺)，透過GIS地理資訊系統計算樣站調查範圍(半徑250公尺圓)所含的11種土地利用類型面積，初步了解調查樣區的土地利用類型百分比以農耕地所占比例最高(48.1%)，裸露地次之(11.6%)，草地、建構物與人工鋪面和森林所占比例則皆在9%以上(表9)。經過現勘後，仍以農耕地比例最高(45.7%)，草地次之(18%)。以改變狀況來看，草地面積比例增加最多(+8.4%)，森林次之(+3.2%)，而減少最多者為裸露地(-8.9%)，農耕地次之(-2.4%)。在現勘時可發現，許多河灘地原本為裸露地，在經過一段時間演替後，則變為草地，因此草地面積明顯變高。比較三個等級樣區之修正後棲地類型面積比例發現，以第一等級的草地(MD)比例最高(23.9%)，另外以第二等級的農耕地(FF)最高(54.4%)，而第三等級的草地及農耕地皆次之。另外，三個等級皆以農耕地為最主要的棲地類型，與整體的結果一樣。

107年2-3月繁殖季之東方草鴉原始占據率(Naive Occupancy)為0.022，經Program PRESENCE計算，偵測率為0.333±0.272，而占據率經過偵測率修正仍為0.022。在建立的20個模型組中，經由AIC篩選繁殖季最佳模型為 $\psi(BD), p(\cdot)$ ，表示對占據率最有影響的因子為建構物與人工鋪面(BD)。偵測率的影響因子則無。107年7-8月非繁殖季之東方草鴉原始占據率(Naive Occupancy)為0.044，經Program PRESENCE計算，偵測率為0.167±0.108，而占據率經過偵測率修正後為0.089(表11)。20個模型組經由AIC篩選後，非繁殖季最佳模型為 $\psi(\cdot, FF), p(\cdot)$ 和 $\psi(\cdot, River), p(\cdot)$ ，而 $\psi(\cdot, MD), p(\cdot)$ 和 $\psi(\cdot, Grass), p(\cdot)$ 為可參考模型，表示假說的棲地因子中，以農耕地(FF)和河灘地(River)對占據率最有影響，偵測率則沒有發現影響因子。進一步分析107年2-3月繁殖季占據率與建構物與人工鋪面(BD)之關係，可發現僅有在BD建構物與人工鋪面比例高於20%時，才有占據率(圖7)。參考2-3月20個模型組的錯誤次數發現，無警告及警告值大於3的模型組高達17個，顯示模型組具參考價值，但因樣本數過低而降低分析結果的參考性。而分析107年7-8月非繁殖季占據率與農耕地(FF)之間的關係則發現，農耕地比例需低於6.6%才有機會發現東方草鴉。而河灘地(River)與占據率之間的關係則顯示僅有當草地、裸露地及水體加總超過57%時，東方草鴉才有出現的機會(圖9)。然而比對20個模型組的錯誤次數，僅有3個模型組警告值低於3，顯示模型組具有參考價值，但因樣本數少，而降低可參考價值。107年台灣中部草鴉調查僅發現3筆紀錄，相較於104-106年於南部四縣市調查結果差異甚大。比較中部及南部地區所選取樣區的棲地類型百分比，以農耕地(FF)面積增加最多(+21.6%)，草地(MD)次之(+4.3%)，而果園(OC)的比例減少最多(-10.8%)，其次為森林(FO)(-4.8%)。比較中部地區農耕地與南部地區農耕地類型，中部地區樣區多為稻田與旱田輪作之農耕地，而蔗田及瓜田亦佔一部分；南部樣區之農耕地則包含許多稻田、蔗田和旱作(蔡若詩等，2017)，其中記錄到東方草鴉的農





耕地以旱作中的瓜田及鳳梨田居多，但此結果僅限於固定的瓜田和鳳梨田。若以大尺度來看南部地區發現東方草鴉的19個樣區中，共有11個為河灘地，3個機場，2個平原農耕地，1個惡地形和2個森林參雜果園，顯示東方草鴉夜間大部分位於河灘地活動，而河灘地中的草生地和農耕地可能也是東方草鴉利用的地方，但使用的比例多寡仍需透過衛星追蹤取得更細的點位資料才能得知。另外，以東方草鴉的全台分布預測結果來看，南部的出現機率遠高於中部(蔡若詩等，2017)，其中影響分布預測結果的環境因子主要有年均溫及最乾燥季節之降水量等。比較2017年台中地區和台南地區之年均溫，台南之年均溫高出 0.9°C (表16)，而比較最乾燥季節之降水量，台南則幾乎沒下雨(3mm)，台灣的乾季主要在11月-4月，此時正好為東方草鴉之繁殖季節，因此乾燥的氣候應可減少其繁殖上的風險。而由救傷紀錄中亦可看出此分布上的差異，107年台南機場、岡山機場及屏東機場已有多筆東方草鴉救傷紀錄，而台中清泉崗機場並無相關紀錄(曾翌碩，2018，私人通訊)。

在東方草鴉的棲地偏好植被類型部份，於回播調查中，由於東方草鴉出現時可能僅鳴叫或正在飛行，因此很難精確掌握東方草鴉實際利用的棲地位置，故在植群調查的穿越線規劃中，須盡量涵蓋東方草鴉可能分布的位置。在107年記錄東方草鴉的三個樣站中，穿越線調查分別以大花咸豐草、白茅和蘆葦為主要的優勢種，樣站平均草高度為90-161cm之間，標準差極大，而根據蔡若詩(未發表資料)透過衛星追蹤調查東方草鴉日棲點植被類型，以大黍為最優勢物種，大花咸豐草次之，芒草(*Miscanthus*)第三，高度介於89-132cm之間，標準差相對小，在日棲點甚至可見比例高達97%的大黍草原，顯示東方草鴉對日棲點的植被類型甚為要求，而回播調查乃夜間進行，為東方草鴉的覓食活動時間，由東方草鴉一個晚上即可飛行超過25公里的距離來看，活動範圍極大(蔡若詩，未發表資料)，因此樣站的植被類型調查對東方草鴉的夜間活動棲地偏好較不具代表性，仍須透過衛星追蹤取得更詳細的點位，才能進一步分析東方草鴉夜間活動時可能偏好的棲地類型。透過占據模型建立長期監測系統可有效調查稀有且分布廣泛之物種，而本年度調查參考以13項環境因子為變數的東方草鴉全台分布預測模式進行，結果發現中部地區的東方草鴉占據率偏低，成果與考慮5項氣候因子及13項環境因子之全台分布預測模式(圖10)較為相符(蔡若詩等，2017)，因此在未來的長期監測上，建議改以18項環境變數之全台分布預測模式為樣區選取依據。

六、結論：

107年中部地區僅於3個樣區發現東方草鴉，發現樣區數量明顯比南部地區少，樣區的土地利用類型以農耕地為大宗，草生地次之，記錄到東方草鴉樣站的植被以大花咸豐草、白茅和蘆葦為主要優勢物種，植被高度落差大。本年度調查中部地區東方草鴉之修正占據率僅0.022和0.089，因發現樣區數太少，最佳模型的參考價值低。未來若持續監測東方草鴉，建議以同時考量環境變數及氣候變數之全台分布預測模式為樣區選取基準，搭配占據模型調查方式，方能更有效地進行長期監測，掌握更完整的東方草鴉族群動態和分布變化。





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.
- Bruce, M.D. & Marks, J.S. (2018). Eastern Grass-owl (*Tyto longimembris*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
- 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., 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.

Hong, S.Y., Lin, H.S., Walther, B.A., Shie, J.E., Sun, Y.H., 2018. Recent Avian Poisonings Suggest a Secondary Poisoning Crisis of Black Kites During the 1980s in Taiwan. *Journal of Raptor Research* 52(3), 326-337.

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鴉科鳥類調查研究計畫。行政院農委會林務局。台北，臺灣。

林惠珊、謝季恩、洪孝宇，2013。從黑鳶死亡事件到那些農田中消失的生命。《中華飛羽》26，22-31。

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。

許皓捷，2016。台灣環境因子GIS資料庫_2016年版。台南，台灣。

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。

國土利用調查資訊網 http://lui.nlsc.gov.tw/Stat/Stat_1.aspx。

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>

曾翌碩和林文隆，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。曾翌碩, 2018。透過地方代表物種-草鴉帶動農村再造之多元樣貌。2018動物行為暨生態研討會。曾惠芸、林文隆、吳居穎, 2009。森林"鴉"雄一談大雪山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。行政院農業委員會林務局。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。蔡若詩、林世忠、林昆海, 2017。臺灣東方草鴉族群長期監測系統建立 (3/3)。行政院農業委員會林務局。台北, 臺灣。潘致遠、丁宗蘇、吳森雄、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、蔡乙榮, 2017。2017年台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。台北, 臺灣。





中文摘要

分布於淺山的物種因其生活環境與人類活動重疊性高，因此生存容易受到威脅。而東方草鴉(*Tyto longimembris*)分布於低海拔丘陵及平原地區，受人類影響甚深，然而對於這種行蹤隱密且數量稀少的物種，在野外調查時，偵測率(當物種存在於一樣區中，被發現的機率)常會小於 1，導致物種的數量和分布範圍時常被低估。

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。調查方法則沿用蔡若詩等(2017)建立的東方草鴉長期監測系統，於臺灣中部地區(苗栗、台中、南投、彰化及雲林)進行東方草鴉分布調查，希望透過實際的運用了解長期監測系統的效用，最後更可加以修正。

本計畫依分布預測模式，選擇出現機率 0.17 以上的區域，分為三個等級，每個等級各設置 15 個樣區，共 45 個樣區，所有樣站的土地利用類型經現勘校正後，以農耕地為主(45.7%)，草生地次之(18%)。於 107 年 2-3 月完成繁殖季三次調查，僅記錄一筆鳴叫紀錄，偵測率為 0.333，修正占據率為 0.022，而 7-8 月非繁殖季完成另一季三次調查，記錄到 2 筆鳴叫紀錄，偵測率為 0.167，修正占據率為 0.089。其中有兩筆記錄為第一級樣區，一筆記錄為第二級樣區。由於偵測次數過低，未能更進一步探討占據率與棲地之的關聯。

發現東方草鴉的樣站植被類型以河灘地和草生地為主，透過 500 公尺的穿越線調查，調查發現草鴉樣站的植物種類，發現三個樣站的植物優勢物種分別為大花咸豐草(*Bidens pilosa* L. var. *radiata* (Sch.Bip.) Sherff)、白茅(*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan)和蘆葦(*Phragmites*





australis (Cav.) Trin ex Steud.)，草高度約 90-161cm。

107 年中部地區調查之東方草鴉占據率明顯比南部地區低，此結果與東方草鴉全台分布預測模式大致相符。而建議未來採用同時考量環境及氣候變數之全台分布預測模式搭配占據模型進行調查，方能更有效地進行長期監測。

關鍵詞

東方草鴉、長期監測、占據模型、偵測率、分布預測模式





Abstract

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. A monitoring program for Eastern Grass-Owl was established recently using 3-year survey in Southern Taiwan. However, the program has not been implemented in other part of Taiwan. For cryptic and rare species like Eastern Grass-Owl, it is critical to account for imperfect detection when conducting surveys. We followed the recommendation from Tsai et al. (2017) to develop survey framework for Eastern Grass-Owl in Central Taiwan (Miali, Taichung, Nantou, Changhua, and Yunlin counties) using presence/absence data in the occupancy modeling. Each site is visited three times to obtain detection probability and then to adjust for occupancy rate. We used stratified random sampling to select 45 sites in three levels using the results of species distribution model (occurrence rate >0.17) developed by Tsai et al. (2017) and the numbers of potential sites in each county. Based on the land use land cover layer and groundtruthing data, agricultural land (45.7%) is the dominant habitat types, followed by grassland (18%) for the 45 sites in Central Taiwan. We conducted 3 rounds of survey in late breeding (February-March) and non-breeding (July-August) season. We only encountered Eastern Grass-Owl in one and two sites in late breeding and non-breeding season, respectively. In late breeding season, the detection probability was 0.333 and adjusted occupancy was 0.022 while in non-breeding season, the detection probability was 0.167 and adjusted occupancy rate was 0.089. The dominant plant species in sites with Eastern Grass-Owl detection was *Bidens pilosa* L. var. *radiata* (Sch.Bip.) Sherff, followed by *Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan and *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud., with the grass height from 90-161cm. The low occupancy rate in





Central Taiwan compared with its southern counterpart was expected based on the species distribution model. However, the low encounter rate prevented us from conducting future analyses regarding relationship between occupancy parameters and environmental variables. We recommend using species distribution model incorporating both environmental and climate factors with occupancy modeling framework for future monitoring design.

Keywords

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





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）..... | 2 |
| 三、 研究材料及方法..... | 5 |
| (一) 研究物種..... | 5 |
| (二) 研究方法..... | 6 |
| 1. 樣區選擇..... | 7 |
| 2. 野外調查..... | 13 |
| 3. 植群調查..... | 14 |
| 4. 棲地類型校正..... | 14 |
| 5. 資料分析..... | 17 |
| 四、 結果與討論..... | 20 |
| (一) 野外調查..... | 20 |
| (二) 植群調查..... | 24 |
| (三) 棲地校正..... | 26 |
| (四) 資料分析..... | 28 |
| (五) 中部與南部之比較..... | 34 |
| 五、 結論與建議..... | 38 |
| 六、 參考文獻..... | 39 |
| 七、 附錄..... | 45 |





圖目錄

| | |
|--|----|
| 圖 1、13 項環境變數模擬之全台分布預測模式 | 8 |
| 圖 2、東方草鴉分布預測機率 1x1 網格分級示意圖 | 9 |
| 圖 3、107 年 45 個樣區於臺灣中部地區分布狀況 | 10 |
| 圖 4、樣區中 5 個樣站調查範圍示意圖 | 13 |
| 圖 5、107 年 2-3 月繁殖季發現東方草鴉之樣區位置 | 21 |
| 圖 6、107 年 7-8 月非繁殖季發現東方草鴉之樣區位置 | 22 |
| 圖 7、107 年 2-3 月繁殖季東方草鴉占據率與建構物與人工鋪面百分比之關係 | 32 |
| 圖 8、107 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉占據率與農耕地百分比之關係 | 32 |
| 圖 9、107 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉占據率與河灘地百分比之關係 | 33 |
| 圖 10、18 項環境變數模擬之全台分布預測模式 | 37 |





表目錄

| | |
|---|----|
| 表 1、107 年各縣市選取分級之 1x1 公里網格數與樣區數量統計表 | 9 |
| 表 2、107 年 45 個樣區編號、所屬縣市、地點與代表座標 | 11 |
| 表 3、土地利用類型分類及其依據 | 15 |
| 表 4、107 年台灣中部東方草鴉調查結果 | 20 |
| 表 5、臺灣中部地區東方草鴉之回播反應及植被類型 | 23 |
| 表 6、樣站 GOM04_E 之穿越線調查優勢植物百分比及穿越線平均高度 | 25 |
| 表 7、樣站 GOM05_E 之穿越線調查優勢植物百分比及穿越線平均高度 | 25 |
| 表 8、樣站 GOM20_C 之穿越線調查優勢植物百分比及穿越線平均高度 | 25 |
| 表 9、107 年棲地類型百分比 | 26 |
| 表 10、修正後各等級樣區之棲地類型百分比 | 27 |
| 表 11、東方草鴉在不同季節間分布樣區數、原始占據率、修正占據率與偵測率 | 28 |
| 表 12、107 年 2-3 月繁殖季占據模型可參考模型組 | 29 |
| 表 13、107 年 7-8 月非繁殖季占據模型可參考模型組 | 30 |
| 表 14、107 年所分析 20 個模型組中，產生錯誤警告的標準及次數 | 31 |
| 表 15、106 年與 107 年棲地類型比較表 | 35 |
| 表 16、2017 年台中與台南地區氣候之比較 | 35 |





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。

對於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。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闊的非森林棲地，因此受到人類活動影響程度極深。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，進行多年期的調查及建立長時間的監測模式亦是其保育的重要關鍵。

自 2015 年開始，林務局委託嘉義大學在臺灣南部四縣市展開為期三年的東方草鴉調查，透過系統性的調查建立一套東方草鴉長期監測系統，並透過調查結果建立東方草鴉全臺分布預測模式。本計畫利用分布預測結果，透過建立之監測系統進行臺灣中部地區東方草鴉的系統性調查，除了可瞭解東方草鴉族群在臺灣中部地區的分布情形外，也可藉此修正長期監測系統，以利未來使用能更有效率之進行。





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，在野生動物保護法的《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。

而在過去的救傷和觀察記錄(曾翌碩，2018)中，包括新北市的田寮洋，宜蘭的四季，花蓮的玉里，台中的大肚及沙鹿，彰化的八卦山，南投的廬山、仁愛、名間和貓羅溪，嘉義的水上，台南的新化、龍崎、玉井、楠西、大內、新市、南區、歸仁、西港、山上、安定、善化，高雄的岡山、林園、小港、鼓山、燕巢、大樹、高樹、大寮、旗山、六龜，以及屏東的屏東市、萬巒、新埤、滿州和恆春等都有紀錄。其中 2000 年至 2009 年間有一半的個體來自軍方的掛網紀錄。另外邱嘉德(私人通訊，2018)曾於 2012 年透過回播方式調查宜蘭三星地區，發現蘭陽溪的河灘草生地亦有東方草鴉之分布，顯示東方草鴉在臺灣分布之廣，而從這些救傷紀錄亦曾發現，草鴉個體活動範圍極大，過去於台南新化地區野放之個體，最後於屏東機場再次被記錄，直線距離約 36 公里。

近年來從黑鳶中毒事件(林惠珊，2013)，讓大家開始意識到過去政府宣導以農藥防治鳥類危害與全國滅鼠週免費發放老鼠藥活動，使用的藥品可能會對黑鳶造成次級毒殺(Hong *et al.*, 2018)，而東方草鴉也曾有過相同案例，社團法人高雄市野鳥學會(私人通訊，2018)曾拾獲三隻死亡之東方草鴉，其中兩隻驗出了滅鼠藥與農藥殘留，顯示東方草鴉亦可能長期受到次級毒殺之威脅，然整體族群數量是否因此受到限制，仍需了解東方草鴉長期族群變化與滅鼠藥使用歷程之相關性才能解答。





過去臺灣地區針對東方草鴉的研究不多，除了曾翌碩等(2008b)及曾翌碩(2010b)利用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法(playback)對東方草鴉調查之效益外，孫元勳等(2013)則更進一步針對不同回播方式進行評估，探討人力回播、自動錄音及自動回播錄音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偵測到之可能性(Gu and Swihart, 2004; Gibson *et al.*, 2007)。當以未考慮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，偵察不易，且大都對於回播有所反應，因此回播調查技術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，以穴鴉(*Athene cunicularia*)而言，定點計數搭配回播是最有效的調查方法。Zuberogoitia 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，如長耳鴉(*Asio otus*)及鵞鴉(*Bubo bubo*)即對回播較無反應，而倉鴉(*Tyto alba*)則只在特定季節有反應。臺灣目前亦多份研究採用回播調查技術，物種包括領角鴉(*Otus lettia*)、黃嘴角鴉(*Otus spilocephalus*)、褐林鴉(*Strix leptogrammica*)、東方灰林鴉(*Strix nivicolium*)、東方草鴉(*Tyto longimembris*)等各種鴞鴉科猛禽(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)。其中僅黃魚鴉(*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東方草鴉調查。但孫元勳等(2013)在評估物種調查效率、時間及金錢等成本狀況後，則建議使用人力回播調查法來偵測東方草鴉之行蹤。而在蔡若詩等(2017)年的調查中，不管是繁殖季(2-3 月和 10-11 月)或非繁殖季(7-8 月)，東方草鴉皆對回播有反應，且出現時常伴隨著鳴叫聲，偶爾會無鳴叫靠近。

本研究計畫採用孫元勳等(2013)所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鴉分布的研究。此外，本計畫也延續蔡若詩等(2017)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)，評估東方草鴉之偵測率，以探討東方草鴉之族群分布模式，以及其與地景棲地和干擾因子之關聯性。所提供之資訊，可進一步修正長期監測系統。

依據蔡若詩等(2017)的調查結果，台灣南部地區東方草鴉的占據率及偵測率會隨年份及季節間波動。三年間的偵測率介於 0.15 至 0.77。而修正後的占據率介於 0.07 至 0.66，以繁殖季後期(2-3 月)較高。結果亦發現占據率與環境因子之關聯會隨不同季節而改變，但大部分占據率與棲地優勢度指數呈負相關，當棲地優勢度愈高，占據率愈低，顯示東方草鴉可能偏好棲地類型較複雜的環境。從發現東方草鴉樣區的棲地類型來看，以農耕地佔的比例最高，其次為草生地。以數學模擬的方式發現當樣區數愈少，分析出現錯誤的機會愈高，調查結果的變異也愈大，因此建議當採用占據模型的分析架構時，應至少選取 35~45 個樣區。

本計畫整體目標如下：

1. 調查臺灣中部地區之東方草鴉分布。
2. 探討東方草鴉分布與地景棲地的關係。
3. 比較中部與南部地區東方草鴉分布的地區變異。
4. 持續修正長期監測系統，以供主管機關參考利用。





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。臺灣之族群屬特有亞種(*T. l. pithecops*) (劉小如等, 2012; 潘致遠等, 2017; Clements *et al.*, 2015)。在臺灣本島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, 各縣市均有記錄(曾翌碩, 2011a)。過去認為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; 曾翌碩和林文隆, 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)。但透過衛星發報器追蹤發現, 東方草鴉的日棲點均在小面積的鑲嵌式地景之草生地, 這些棲息地點常鄰近人類活動區域(曾翌碩, 2018)。已知的食物種類以小型哺乳類為主, 如臺灣野兔(*Lepus sinensis formosus*)、月鼠(*Mus caroli*)、小黃腹鼠(*Rattus losea*)、赤背條鼠(*Apodemus agrariusi*)、鬼鼠(*Bandicota indica*)、刺鼠(*Niviventer coxingi*)和鼯鼯(Soricidae), 其他包含蜥蜴、青蛙、甲蟲、白蟻, 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; 曾翌碩和林文隆, 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, 雛鳥約 42 天離巢, 並持續於巢區附近活動 1 個月左右(曾翌碩和林文隆, 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, 活動至凌晨四時返回日棲點便不再離開(曾翌碩和林文隆, 2010)。透過衛星追蹤也發現, 東方草鴉會重複利用日棲點(曾翌碩, 2018)。





(二) 研究方法

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，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)。占據率為所有調查樣區中發現此物種的樣區比例，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沒被調查到的現象(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站與樣站間的空间不獨立性(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。因此在占據模型可透過偵測率修正占據率的情況下，是得到東方草鴉分布資訊的重要關鍵。

1. 樣區選擇

本計畫以中部地區五縣市(苗栗縣、台中市、彰化縣、南投縣及雲林縣)為目標。樣區選擇依據蔡若詩等(2017)所建立的臺灣地區東方草鴉分布預測模型(圖 1)，選取中部地區出現機率高於 0.174 的網格(1x1 公里)，並將網格分成低中高三級，出現機率分別為第三級:0.174-0.34；第二級:0.341-0.555；第一級:0.556-0.964(圖 2)。依各縣市所含各級網格數量，以分層逢機取樣方式選取樣區。



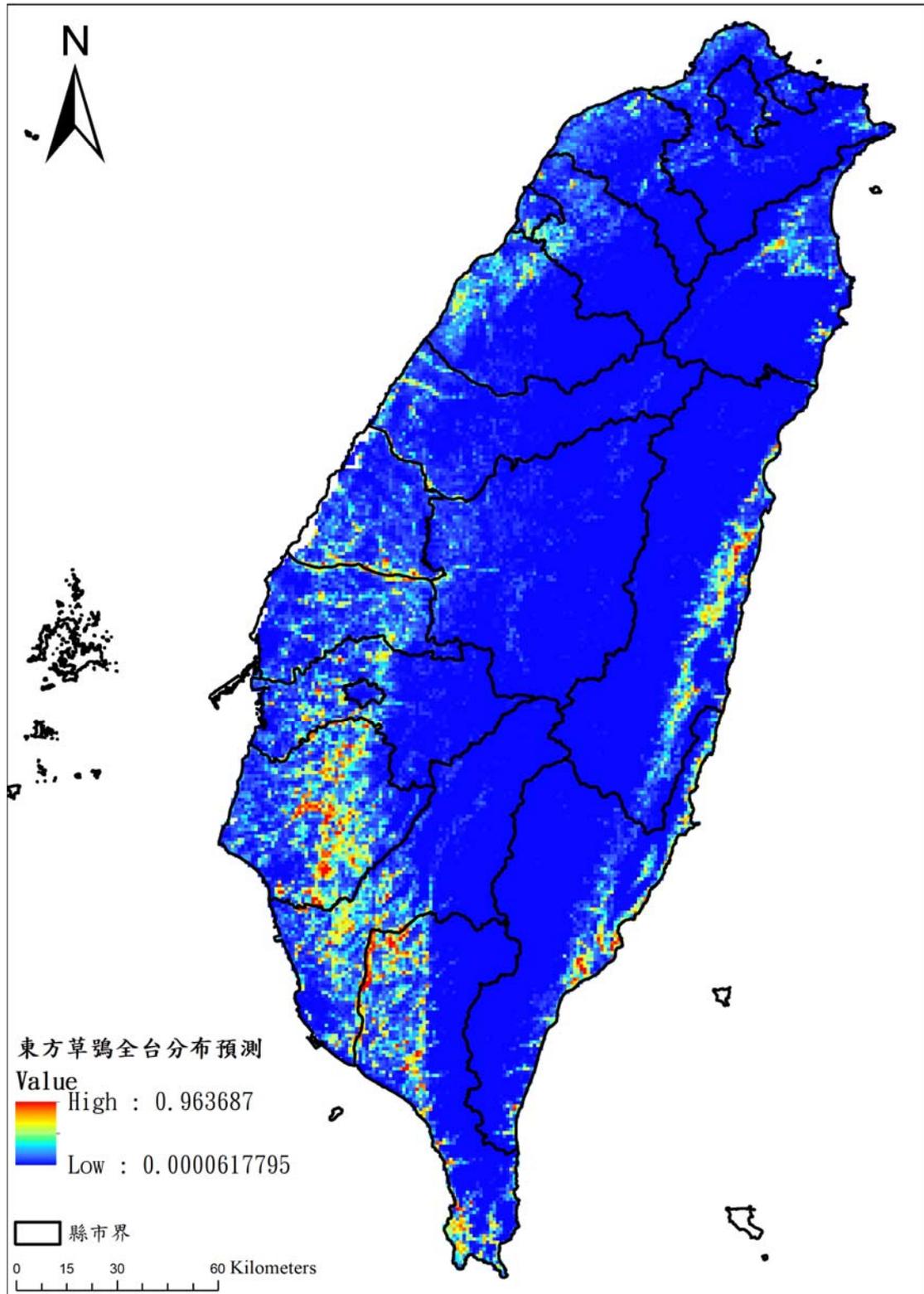


圖 1、13 項環境變數模擬之全台分布預測模式(13 項環境變數包括建築物與人工鋪面、裸露地、灌叢、最短河流距離、平均海拔、地形變化、農耕地、森林、草生地、軍事用地、果園、人口密度、水體)(蔡若詩等，2017)。



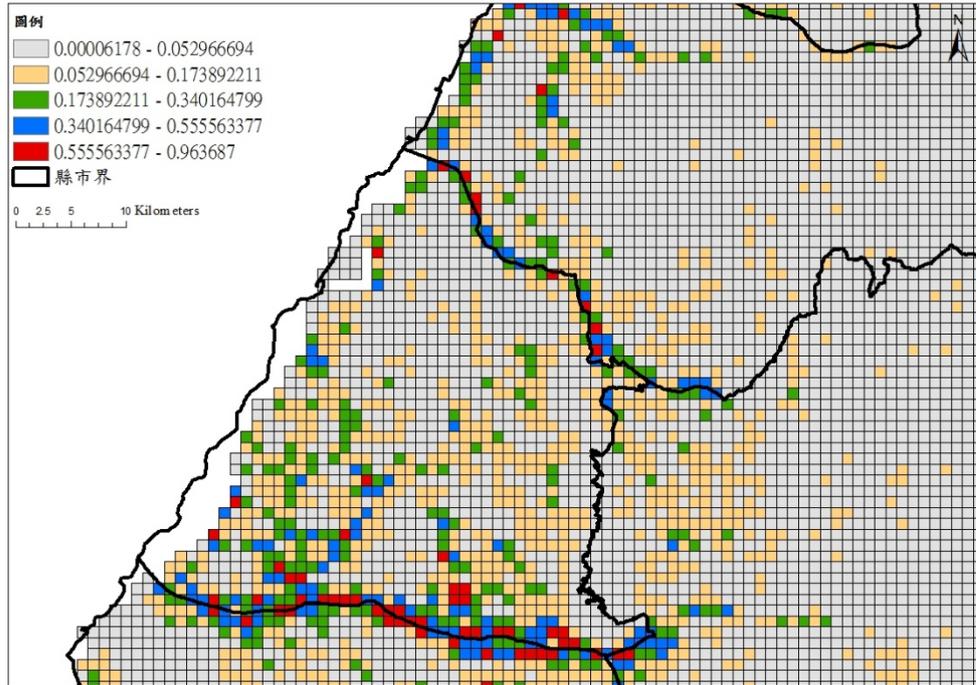


圖 2、東方草鴉分布預測機率 1x1 網格分級示意圖

在考量總調查範圍面積，本計畫共設置 45 個樣區，每個等級各選出 15 個網格作為樣區，各縣市依可選擇樣區數量分配各等級樣區數(表 1)、透過分層逢機取樣選擇樣區，五個縣市之樣區分布如圖 3 及表 2 所示。

表 1、107 年各縣市選取分級之 1x1 公里網格數與樣區數量統計表

| | 第一級 | | 第二級 | | 第三級 | | 總計 | |
|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| | 網格 | 樣區 | 網格 | 樣區 | 網格 | 樣區 | 網格 | 樣區 |
| 苗栗 | 7 | 2 | 53 | 3 | 164 | 4 | 224 | 9 |
| 台中 | 10 | 3 | 36 | 2 | 73 | 2 | 119 | 7 |
| 南投 | 2 | 1 | 16 | 1 | 29 | 2 | 47 | 4 |
| 彰化 | 33 | 5 | 55 | 3 | 119 | 3 | 207 | 11 |
| 雲林 | 22 | 4 | 94 | 6 | 179 | 4 | 295 | 14 |
| 總計 | 74 | 15 | 254 | 15 | 564 | 15 | 892 | 45 |



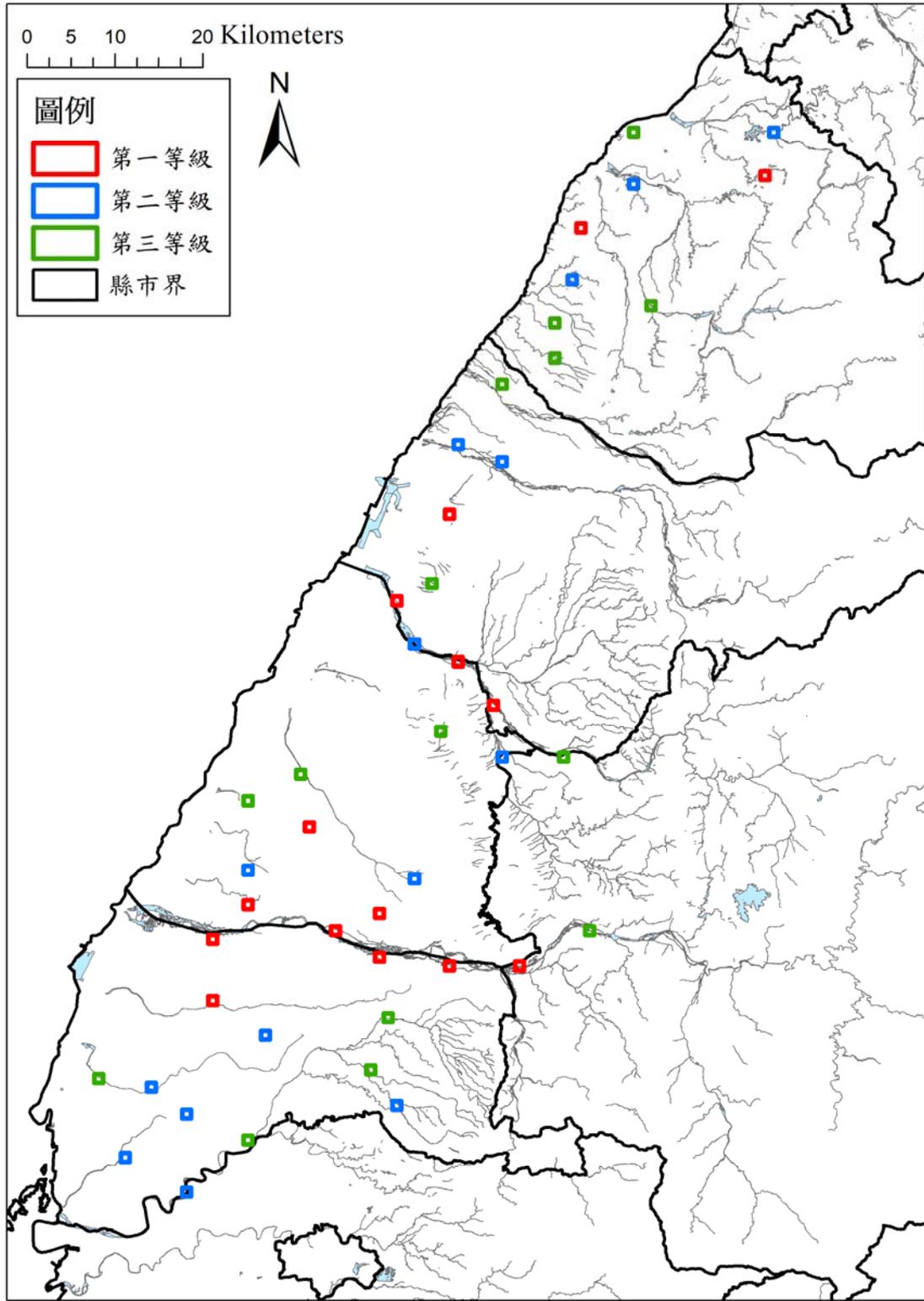


圖 3、107 年 45 個樣區於臺灣中部地區分布狀況





表 2、107 年 45 個樣區編號、所屬縣市、地點與代表座標

| 樣區編號 | 所屬縣市 | 地點 | 樣區分級 |
|-------|------|------|------|
| GOM01 | 苗栗縣 | 頭份 | 第二級 |
| GOM02 | 苗栗縣 | 三灣 | 第一級 |
| GOM03 | 苗栗縣 | 後龍 | 第三級 |
| GOM04 | 苗栗縣 | 後龍溪 | 第二級 |
| GOM05 | 苗栗縣 | 白沙屯 | 第一級 |
| GOM06 | 苗栗縣 | 北通霄 | 第二級 |
| GOM07 | 苗栗縣 | 南通霄 | 第三級 |
| GOM08 | 苗栗縣 | 銅鑼 | 第三級 |
| GOM09 | 苗栗縣 | 苑裡 | 第三級 |
| GOM10 | 台中市 | 大安溪 | 第三級 |
| GOM11 | 台中市 | 大甲 | 第二級 |
| GOM12 | 台中市 | 外埔 | 第二級 |
| GOM13 | 台中市 | 鰲峰 | 第一級 |
| GOM14 | 台中市 | 龍井 | 第三級 |
| GOM15 | 台中市 | 大肚 | 第一級 |
| GOM16 | 台中市 | 烏日 | 第一級 |
| GOM17 | 南投市 | 貓羅溪 | 第二級 |
| GOM18 | 南投市 | 草屯 | 第三級 |
| GOM19 | 彰化市 | 和美 | 第二級 |
| GOM20 | 彰化市 | 快官 | 第一級 |
| GOM21 | 彰化市 | 八卦山 | 第三級 |
| GOM22 | 彰化市 | 東螺溪 | 第三級 |
| GOM23 | 彰化市 | 王功 | 第三級 |
| GOM24 | 彰化市 | 中科二林 | 第一級 |
| GOM25 | 彰化市 | 二林 | 第二級 |
| GOM26 | 彰化市 | 大城 | 第二級 |
| GOM27 | 彰化市 | 北斗 | 第一級 |
| GOM28 | 彰化市 | 溪州 | 第一級 |





| 樣區編號 | 所屬縣市 | 地點 | 樣區分級 |
|-------|------|-----|------|
| GOM29 | 彰化市 | 竹塘 | 第一級 |
| GOM30 | 雲林縣 | 麥寮 | 第一級 |
| GOM31 | 雲林縣 | 西螺 | 第一級 |
| GOM32 | 雲林縣 | 莿桐 | 第一級 |
| GOM33 | 南投縣 | 竹山 | 第一級 |
| GOM34 | 南投縣 | 集集 | 第三級 |
| GOM35 | 雲林縣 | 崙背 | 第一級 |
| GOM36 | 雲林縣 | 虎尾 | 第二級 |
| GOM37 | 雲林縣 | 虎尾溪 | 第三級 |
| GOM38 | 雲林縣 | 斗南 | 第三級 |
| GOM39 | 雲林縣 | 古坑 | 第二級 |
| GOM40 | 雲林縣 | 四湖 | 第三級 |
| GOM41 | 雲林縣 | 東勢 | 第二級 |
| GOM42 | 雲林縣 | 番溝 | 第二級 |
| GOM43 | 雲林縣 | 水林 | 第二級 |
| GOM44 | 雲林縣 | 元長 | 第三級 |
| GOM45 | 雲林縣 | 北港溪 | 第二級 |





最後在每個樣區選取 5 個定點樣站(樣區中的空間重複)，設定樣站外推 250 公尺圓為調查範圍，因此每個樣站至少間隔 500 公尺(如圖 4)，降低重複記錄的機率。

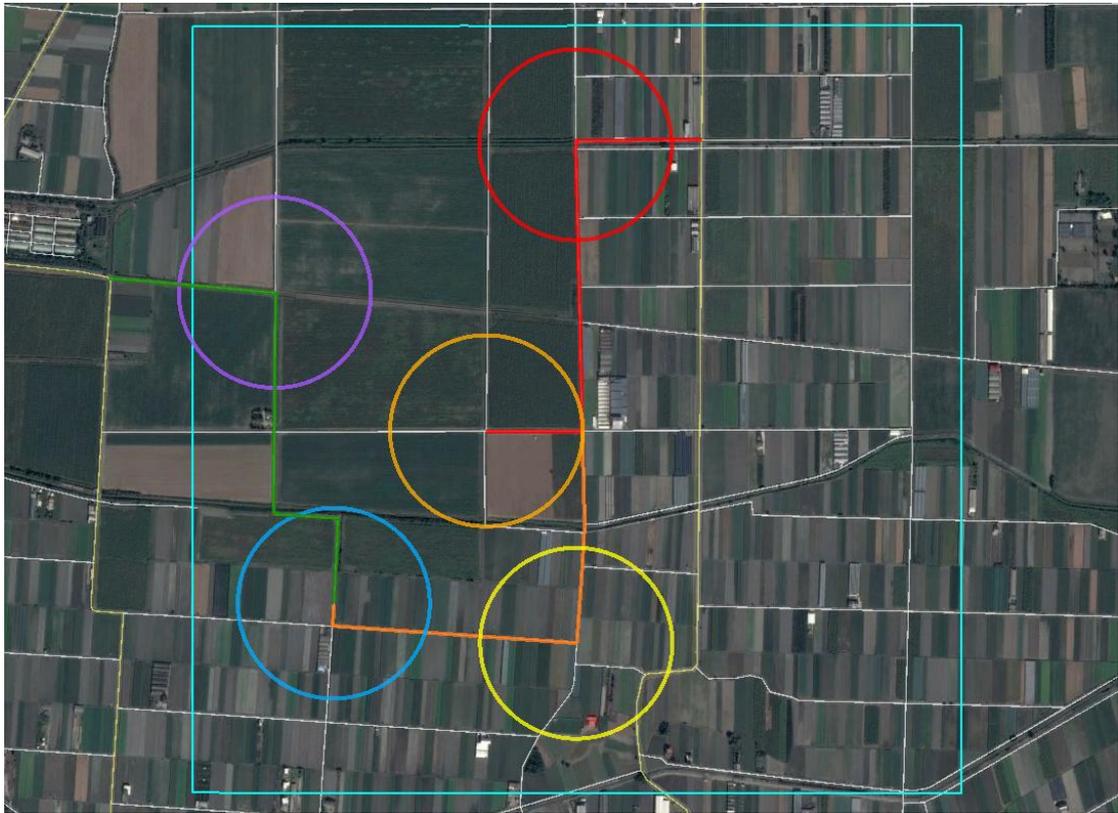


圖 4、樣區中 5 個樣站調查範圍示意圖

2. 野外調查

調查於日落後開始並於入夜後 6 小時內結束，在樣區中每樣站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，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。當發現東方草鴉時，即結束該樣站調查並前往下一個樣站，直到五個樣站皆調查結束，該樣區才算完成調查。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。而蔡若詩等(2017)於南部四縣市進行的 3 年調查中發現，2-3 月及 7-8 月有較高的占據率，因此本年度仍著重於繁殖季後期 2-3 月和非繁殖季 7-8 月的調查。每一季於樣區中進行 3 次調查(樣區中之時間重複)，但 3 次調查中，為平衡不同時段造成之差異，因此將 6 個小時的調查時間區分為 A、B 兩時段，A 時段為日落後 3 小時內，B 時段為日落後 3 小時至 6 小時。每一季調查中，每個樣區至少各有一次 A 及 B 時段調查，另外一次則隨機分配，確保 3 次調查非全同一時段。每一樣站調查時，同時收集現場氣象資料，包括以風速溫濕度計(LM-8000)記錄溫度、濕度和風速，以及觀察記錄當天月相、現場雲量、噪音及降雨狀況等。

3. 植群調查

為了能更瞭解東方草鴉實際利用棲地環境的植被型態，於發現東方草鴉的樣站進行植群調查，調查方法為於樣站中發現草鴉之方位設置 500 公尺穿越線，以每一公尺記錄一筆植物(Bonham, 1989)，共計 500 筆，然後計算每一種植物的百分比，分析穿越線上的優勢物種植物。並每五公尺測量一次草高度，求得穿越線上植物的平均高度，以了解東方草鴉所出現的樣點中，可能被利用的棲地型態。

4. 棲地類型校正

利用許皓捷(2016)所繪製的土地利用圖層(解析度 5x5 公尺)，透過 GIS 地理資訊系統計算樣站調查範圍(半徑 250 公尺圓)所含的 11 種土地利用類型面積，可初步了解調查樣區的土地利用類型百分比。但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反應影響東方草鴉分布的因子，亦可能偏





離現狀，因此本計畫中亦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。(土地利用圖層資料來源取自『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，2016)。其分類如表 3 所示。)

表 3、土地利用類型分類及其依據

| 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 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 | BL: bare land 災害地位於山區者，多為裸露地。 |





| 土地利用類型 | 代碼 | 資料來源 | 備註 |
|--------|----|---|--|
| 灌叢 | BU | 臺灣現生天然植群圖： 針闊葉灌叢 國土利用調查成果資訊網： 伐木跡地、灌木荒地 | BU: bush |
| 農耕地 | FF | 臺灣現生天然植群圖： 耕地 國土利用調查成果資訊網： 稻作、旱作 | FF: farm field |
| 森林 | FO | 臺灣現生天然植群圖： 針葉林、針闊葉混淆林、闊 葉林、人工林 國土利用調查成果資訊網： 天然林、人工林 | FO: forest |
| 公園綠地 | GS | 國土利用調查成果資訊網： 公園綠地廣場 | 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。 |
| 草生地 | MD | 臺灣現生天然植群圖： 草本植群 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 | 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。 |
| 果園 | OC | 國土利用調查成果資訊網： 果樹 | OC: orchard |
| 水體 | WB | 臺灣現生天然植群圖： 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 | WB: waterbody 不包含海域 |





| 土地利用類型 | 代碼 | 資料來源 | 備註 |
|--------|----|------------------------------------|--|
| | | 水庫、湖泊及埤塘等) | |
| 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。 |

5. 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及在時間與空間上的分布情形，以估算物種的偵測率，並利用偵測率的估算來修正實際的占據率。在占據模型的分析架構下，同時利用所有調查樣區中東方草鴉出現與否的分布資訊，加入環境因子為共變數，探討東方草鴉偵測率及占據率與環境間的關聯性。其中環境因子可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。

i. 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)、草地(MD)、果園(OC)、水體(WB)、濕地(WL)和軍事用地(ML)，共計 11 型。另由東方草鴉生態習性，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)、水體(WB)及軍事用地(ML)等 5 型，因此加總合計列為一項棲地類型，稱為合適棲地(FH)；東方草鴉棲息偏好大面積草地，例如靶場或機場等軍事用地(ML)皆具有此特性，因此將草地(MD)與軍事用地(ML)相加為一項因子，稱為草地(Grass)；東方草鴉經常於河灘草地活動，因此將組成河川地的草地(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，以探討東方草鴉分布與棲地複雜或單一程度之關係，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)。

ii. 氣象因子

每一樣站調查時同時收集氣象資料，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)、草地(MD)、森林(FO)、合適棲地(FH)、棲地優勢度指數(D)、草地(Grass)和河灘地(River)等 9 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型組，藉由邏輯回歸(Logistic regression) 進行數據分析，並利用赤池信量準則(Akaike information criterion, AIC) 從模型組中選擇最能解釋參數變化的最佳模型(組)，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。





四、結果與討論

(一) 野外調查

107年2-3月繁殖季和7-8月非繁殖季各完成3回合調查(樣區中之時間重複)。結果第一季僅在GOM20快官有一筆紀錄，回播反應僅鳴叫一聲，且未觀察到個體。第二季則在GOM04後龍溪和GOM05西湖各有一筆紀錄，回播反應仍只有鳴叫，未觀察到個體，但GOM05從鳴叫的聲音可判斷個體逐漸飛遠離調查員。調查結果如表4，發現東方草鴉的樣區以GOM05西湖和GOM20快官為第一級樣區，GOM04為第二級樣區，發現樣點分布位置如圖5和圖6，回播反應及發現植被類型如表5。

表 4、107 年台灣中部東方草鴉調查結果

| 樣區編號 | 107年2-3月 | | | 107年7-8月 | | |
|-------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|
| | 第1輪 | 第二輪 | 第三輪 | 第一輪 | 第二輪 | 第三輪 |
| GOM04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| GOM05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| GOM20 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 總計 | 1 | | | 2 | | |



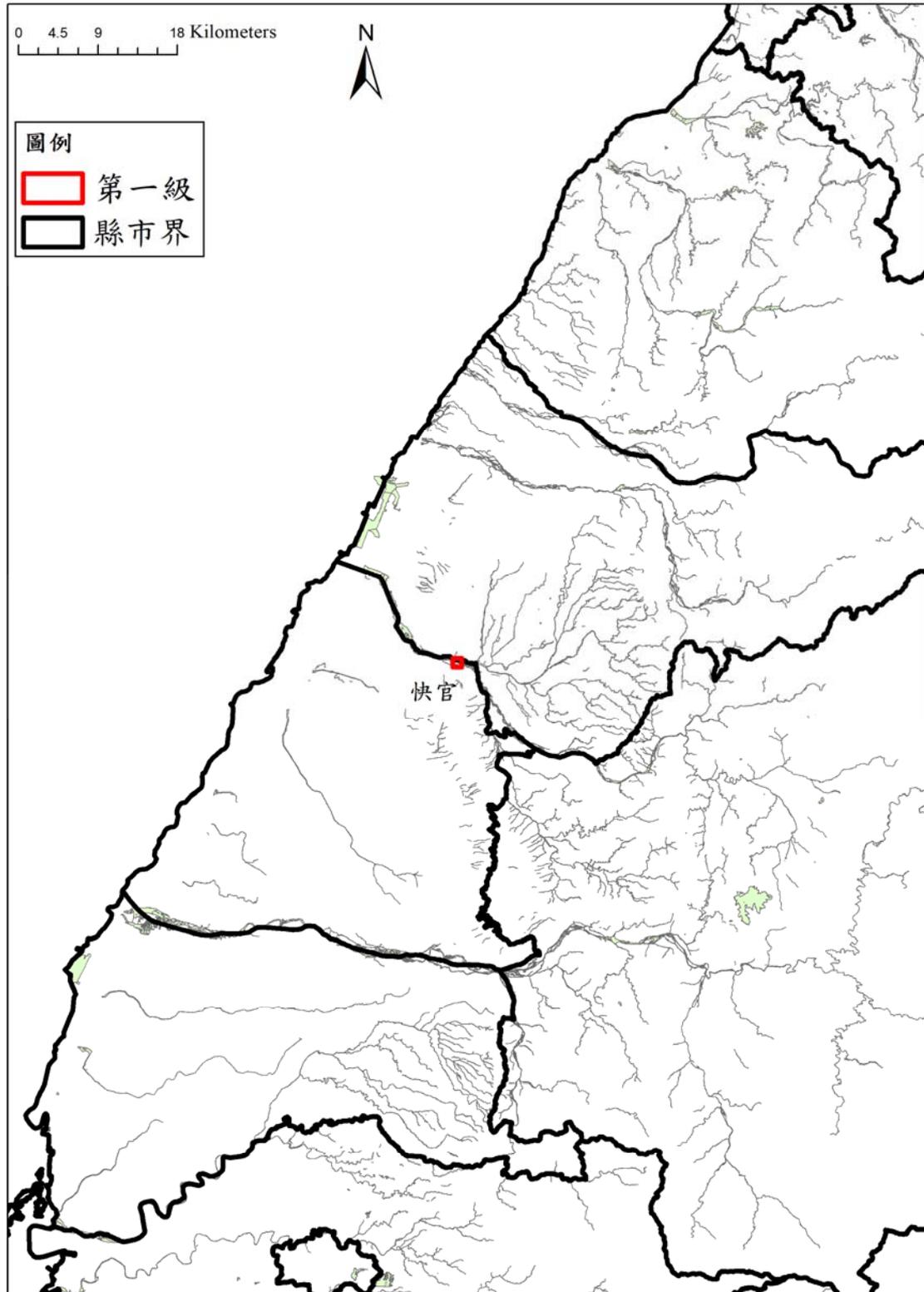


圖 5、107 年 2-3 月繁殖季發現東方草鴉之樣區位置



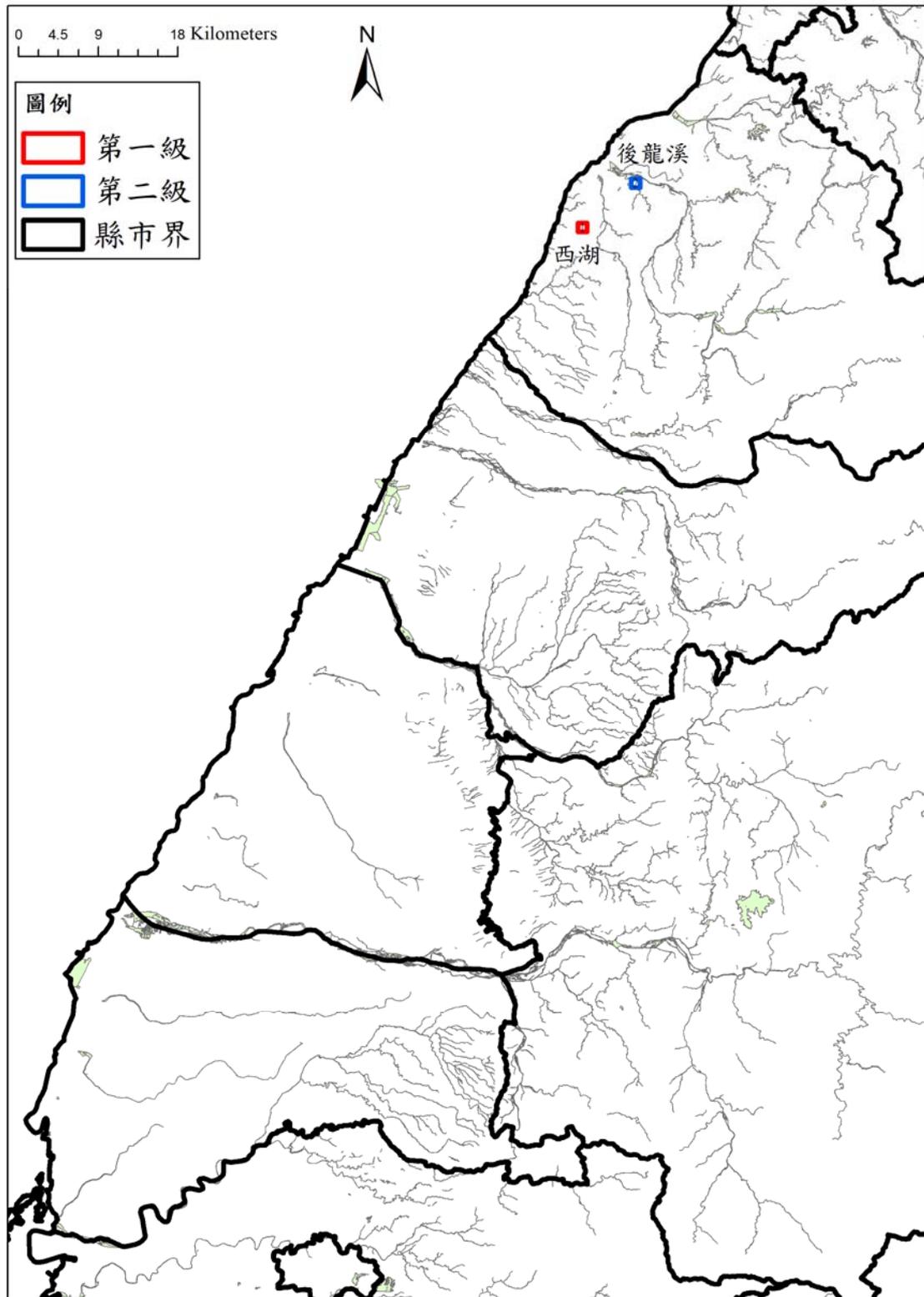


圖 6、107 年 7-8 月非繁殖季發現東方草鴉之樣區位置





表 5、臺灣中部地區東方草鴉之回播反應及植被類型

| 日期 | 時間 | 樣區編號 | 調查 輪次 | 時段 | 樣站 編號 | 樣站座標 X | 樣站座標 Y | 植被類型 | 出現時間 | 估計 距離 | 行為 紀錄 | 回播 反應 | 備註 |
|-----------|-------|-------|----------|----|----------|------------|-----------|------|------|----------|----------|----------|-----------------------|
| 2018/3/26 | 19:56 | GOM20 | 3 | A | C | 120.604457 | 24.095506 | 河灘地 | 第二輪 | - | 鳴叫 | 開始 鳴叫 | 僅鳴叫一 聲,沒看見 個體 |
| 2018/8/7 | 23:20 | GOM05 | 2 | B | E | 120.735309 | 24.561849 | 草生地 | 第二輪 | 180 | 鳴叫 | 開始 鳴叫 | 僅鳴叫一 聲,沒看見 個體 |
| 2018/8/9 | 20:28 | GOM04 | 2 | A | E | 120.796743 | 24.597332 | 草生地 | 第二輪 | >100 | 鳴叫 | 開始 鳴叫 | 回播後先 鳴叫,後邊 飛離邊叫 |





(二) 植群調查

由於每個樣站的土地利用型態極為複雜，因此在設置穿越線時，僅將穿越線設置於東方草鴉出現的方位，以掌握確切東方草鴉利用的植被類型。又因應每個樣站適合東方草鴉利用的面積大小並不一致，因此設置若干條穿越線，每個樣站的穿越線長度加總為 500 公尺。

GOM04 發現草鴉方位主要為一塊白茅(*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan)草地(44%)和一塊蘆葦(*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.)草地(31%)構成的草生地(表 6)，兩物種交界極為明顯，草高度差異極大，其中白茅偶爾夾雜大黍(*Panicum maximum* Jacq.)(16%)，且兩物種的高度皆低矮，人為擾動頻繁。此樣站之穿越線平均高度為 $90\pm 89\text{cm}$ ，標準差大。GOM05 發現東方草鴉之方位為丘陵地形的草生地，除了一部分農耕地外，植被物種幾乎以蘆葦為主(50%)，植被種類單純，穿越線平均高度為 $161\pm 74\text{cm}$ (表 7)，標準差仍大。GOM20 發現東方草鴉方位的棲地類型為河灘地，植被主要由大花咸豐草(*Bidens pilosa* L. var. *radiata* (Sch.Bip.) Sherff)(30%) 和美洲含羞草 (*Mimosa diplotricha* C.Wright ex Sauvalle)(21%)組成(表 8)，偶而夾雜高大的象草(*Pennisetum purpureum* Schumach.)(10%)和一部分大黍草地(8%)，物種多樣性較高，穿越線平均高度為 $138.2\pm 117\text{cm}$ ，標準差亦大。





表 6、樣站 GOM04_E 之穿越線調查優勢植物百分比及穿越線平均高度

| 物種名 | 學名 | 百分比 |
|------|---|----------------|
| 白茅 | <i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv. var. <i>major</i> (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan | 44 |
| 蘆葦 | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud. | 31 |
| 大黍 | <i>Panicum maximum</i> Jacq. | 16 |
| 野牡丹 | <i>Melastoma candidum</i> D. Don | 1 |
| 烏柏 | <i>Triadica sebifera</i> (L.) Small | 1 |
| 平均高度 | | 90±89cm |

表 7、樣站 GOM05_E 之穿越線調查優勢植物百分比及穿越線平均高度

| 物種名 | 學名 | 百分比 |
|-------|--|-----------------|
| 蘆葦 | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud. | 50 |
| 大花咸豐草 | <i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> (Sch. Bip.) Sherff | 25 |
| 月桃 | <i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B. L. Burtt & R. M. Sm. | 9 |
| 樟樹 | <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J. Presl. | 2 |
| 蟲屎 | <i>Melanolepis multiglandulosa</i> (Reinw.) Rchb. f. & Zoll. | 2 |
| 平均高度 | | 161±74cm |

表 8、樣站 GOM20_C 之穿越線調查優勢植物百分比及穿越線平均高度

| 物種名 | 學名 | 百分比 |
|-------|--|------------------|
| 大花咸豐草 | <i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> (Sch. Bip.) Sherff | 30 |
| 美洲含羞草 | <i>Mimosa diplotricha</i> C. Wright ex Sauvalle | 21 |
| 象草 | <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach. | 10 |
| 大黍 | <i>Panicum maximum</i> Jacq. | 8 |
| 鳳梨 | <i>Ananas comosus</i> | 7 |
| 平均高度 | | 138±117cm |





(三) 棲地校正

利用許皓捷(2016)所繪製的土地利用圖層(解析度 5x5 公尺)，透過 GIS 地理資訊系統計算樣站調查範圍(半徑 250 公尺圓)所含的 11 種土地利用類型面積，初步了解調查樣區的土地利用類型百分比以農耕地所占比例最高(48.1%)，裸露地次之(11.6%)，草地、建構物與人工鋪面和森林所佔比例則皆在 9% 以上(表 9)。經過現勘後，仍以農耕地比例最高(45.7%)，草地次之(18%)。以改變狀況來看，草地面積比例增加最多(+8.4%)，森林次之(+3.2%)，而減少最多者為裸露地(-8.9%)，農耕地次之(-2.4%)。在現勘時可發現，許多河灘地原本為裸露地，在經過一段時間演替後，則變為草地，因此草地面積明顯變高。

表 9、107 年棲地類型百分比

| 棲地類型* | 原始面積比例(%) | 修正面積比例(%) | 改變面積比例 |
|-----------|-----------|-----------|--------|
| BD | 9.5 | 9.9 | +0.5 |
| BL | 11.6 | 2.7 | -8.9 |
| BU | 0.4 | 1.4 | +1.0 |
| FF | 48.1 | 45.7 | -2.4 |
| FO | 9.2 | 12.4 | +3.2 |
| GS | 0.2 | 0.3 | +0.1 |
| MD | 9.6 | 18.0 | +8.4 |
| OC | 4.3 | 3.9 | -0.4 |
| WB | 6.7 | 5.2 | -1.5 |
| WL | 0.3 | 0.3 | 0 |
| ML | 0.1 | 0.1 | 0 |

*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)草地、(OC)果園、(WB)水體、(WL)濕地和(ML)軍事用地。





比較三個等級樣區之修正後棲地類型面積比例發現，以第一等級的草生地(MD)比例最高(23.9%)，另外以第二等級的農耕地(FF)最高(54.4%)，而第三等級的草生地及農耕地皆次之(表 10)。另外，三個等級皆以農耕地為最主要的棲地類型，與整體的結果一樣。

表 10、修正後各等級樣區之棲地類型百分比

| 棲地類型* | 第一級 | 第二級 | 第三級 |
|-----------|-------------|-------------|------|
| BD | 8.8 | 9.8 | 11.3 |
| BL | 2.7 | 1.1 | 4.4 |
| BU | 1.7 | 1.5 | 1.1 |
| FF | 39.5 | 54.4 | 43.2 |
| FO | 14.3 | 10.9 | 12.1 |
| GS | 0.4 | 0.3 | 0.2 |
| MD | 23.9 | 10.6 | 19.4 |
| OC | 3.9 | 4.0 | 3.9 |
| WB | 4.3 | 7.0 | 4.2 |
| WL | 0.2 | 0.5 | 0.3 |
| ML | 0.3 | 0.1 | 0 |

*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。





(四) 資料分析

107 年 2-3 月繁殖季之東方草鴉原始占據率(Naive Occupancy)為 0.022(表 11)，經 Program PRESENCE 計算，偵測率為 0.333 ± 0.272 ，而占據率經過偵測率修正仍為 0.022。在建立的 20 個模型組中，經由 AIC 篩選繁殖季最佳模型為 $\text{psi}(\text{BD}),p(\cdot)$ ，表示對占據率最有影響的因子為建構物與人工鋪面(BD)。偵測率的影響因子則無(表 12)。

107 年 7-8 月非繁殖季之東方草鴉原始占據率(Naive Occupancy)為 0.044，經 Program PRESENCE 計算，偵測率為 0.167 ± 0.108 ，而占據率經過偵測率修正後為 0.089(表 11)。20 個模型組經由 AIC 篩選後，非繁殖季最佳模型為 $\text{psi}(\text{FF}),p(\cdot)$ 和 $\text{psi}(\text{River}),p(\cdot)$ ，而 $\text{psi}(\text{MD}),p(\cdot)$ 和 $\text{psi}(\text{Grass}),p(\cdot)$ 為可參考模型，表示假說的棲地因子中，以農耕地(FF)和河灘地(River)對占據率最有影響，偵測率則沒有發現影響因子(表 13)。

表 11、東方草鴉在不同季節間分布樣區數、原始占據率、修正占據率與偵測率

| | 107 年 2-3 月 | 107 年 7-8 月 |
|-------|------------------|------------------|
| 分布樣區數 | 1 | 2 |
| 原始占據率 | 0.0222 | 0.0444 |
| 偵測率 | 0.333 ± 0.272 | 0.167 ± 0.108 |
| 修正占據率 | 0.0222 | 0.0889 |





表 12、107 年 2-3 月繁殖季占據模型可參考模型組

| Model | AIC | deltaAIC | AIC wgt | Model Likelihood |
|----------------------|-------|----------|---------|------------------|
| psi(.BD),p(.) | 9.82 | 0 | 0.4459 | 1 |
| psi(.GS),p(.) | 12.28 | 2.46 | 0.1303 | 0.2923 |
| psi(.),p(.moomlight) | 13.35 | 3.53 | 0.0763 | 0.1712 |
| psi(.),p(.wind) | 14.23 | 4.41 | 0.0492 | 0.1103 |
| psi(.WL),p(.) | 15.14 | 5.32 | 0.0312 | 0.0699 |
| psi(.FH),p(.) | 15.14 | 5.32 | 0.0312 | 0.0699 |
| psi(.D),p(.) | 15.3 | 5.48 | 0.0288 | 0.0646 |
| psi(.MD),p(.) | 15.72 | 5.9 | 0.0233 | 0.0523 |
| psi(.Grass),p(.) | 15.72 | 5.9 | 0.0233 | 0.0523 |
| psi(.),p(.) | 15.8 | 5.98 | 0.0224 | 0.0503 |
| psi(.FF),p(.) | 15.84 | 6.02 | 0.022 | 0.0493 |
| psi(.WB),p(.) | 15.96 | 6.14 | 0.0207 | 0.0464 |
| psi(.River),p(.) | 16.27 | 6.45 | 0.0177 | 0.0398 |
| psi(.BL),p(.) | 16.62 | 6.8 | 0.0149 | 0.0334 |
| psi(.BU),p(.) | 16.99 | 7.17 | 0.0124 | 0.0277 |
| psi(.),p(.degree) | 17.02 | 7.2 | 0.0122 | 0.0273 |
| psi(.OC),p(.) | 17.12 | 7.3 | 0.0116 | 0.026 |
| psi(.),p(.wet) | 17.59 | 7.77 | 0.0092 | 0.0205 |
| psi(.FO),p(.) | 17.66 | 7.84 | 0.0088 | 0.0198 |
| psi(.ML),p(.) | 17.71 | 7.89 | 0.0086 | 0.0194 |

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、degree 溫度 $^{\circ}\text{C}$ 、wind 風速 m/s、wet 濕度%RH。
2. River (河灘地)：為草生地(MD)、裸露地(BL)及水體(WB)等 3 種類型之加總。
3. Grass (草地)：為草生地(MD)及軍事用地(ML)2 種類型之加總。
4. Moonlight(月光指數)：月光=(1-雲量/100)x(1-月相/100)。
5. FH(合適棲地)：為 BL 裸露地、FF 農耕地、MD 草生地、WB 水體、ML 軍事用地。
6. D (Simpson's Dominance Index, 優勢度指數)， $D = \sum(n/N)^2$ 。





表 13、107 年 7-8 月非繁殖季占據模型可參考模型組

| Model | AIC | deltaAIC | AIC wgt | Model Likelihood |
|----------------------|-------|----------|---------|------------------|
| psi(.FF),p(.) | 16.81 | 0 | 0.2763 | 1 |
| psi(.River),p(.) | 16.81 | 0 | 0.2763 | 1 |
| psi(.MD),p(.) | 17.78 | 0.97 | 0.1701 | 0.6157 |
| psi(.Grass),p(.) | 17.78 | 0.97 | 0.1701 | 0.6157 |
| psi(.FO),p(.) | 21.78 | 4.97 | 0.023 | 0.0833 |
| psi(.ML),p(.) | 22.42 | 5.61 | 0.0167 | 0.0605 |
| psi(.BD),p(.) | 22.63 | 5.82 | 0.0151 | 0.0545 |
| psi(.OC),p(.) | 24.28 | 7.47 | 0.0066 | 0.0239 |
| psi(.),p(.moonlight) | 24.65 | 7.84 | 0.0055 | 0.0198 |
| psi(.WL),p(.) | 24.76 | 7.95 | 0.0052 | 0.0188 |
| psi(.),p(.) | 24.82 | 8.01 | 0.005 | 0.0182 |
| psi(.D),p(.) | 25.18 | 8.37 | 0.0042 | 0.0152 |
| psi(.BU),p(.) | 25.18 | 8.37 | 0.0042 | 0.0152 |
| psi(.FH),p(.) | 25.44 | 8.63 | 0.0037 | 0.0134 |
| psi(.BL),p(.) | 25.44 | 8.63 | 0.0037 | 0.0134 |
| psi(.),p(.wet) | 25.45 | 8.64 | 0.0037 | 0.0133 |
| psi(.WB),p(.) | 25.69 | 8.88 | 0.0033 | 0.0118 |
| psi(.),p(.degree) | 25.88 | 9.07 | 0.003 | 0.0107 |
| psi(.GS),p(.) | 26.24 | 9.43 | 0.0025 | 0.009 |
| psi(.),p(.wind) | 26.68 | 9.87 | 0.002 | 0.0072 |

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、degree 溫度 $^{\circ}\text{C}$ 、wind 風速 m/s、wet 濕度%RH。
2. River (河灘地)：為草生地(MD)、裸露地(BL)及水體(WB)等 3 種類型之加總。
3. Grass (草地)：為草生地(MD)及軍事用地(ML)2 種類型之加總。
4. Moonlight(月光指數)：月光=(1-雲量/100)x(1-月相/100)。
5. FH(合適棲地)：為 BL 裸露地、FF 農耕地、MD 草生地、WB 水體、ML 軍事用地。
6. D (Simpson's Dominance Index, 優勢度指數)， $D = \sum(n/N)^2$ 。





進一步分析 107 年 2-3 月繁殖季占據率與建構物與人工鋪面(BD)之關係，可發現僅有在 BD 建構物與人工鋪面比例高於 20%時，才有占據率(圖 7)。但若參考 107 年 2-3 月所納入分析之 20 個模型組中，出現錯誤警告的次數偏高(表 14)，表示此分析結果的可信度偏低。此錯誤警告的出現，表示在分析過程中利用最大似然率尋求最佳解時，無法有效的找出最佳解或是有太多可能的解，而判定的依據為 program PRESENCE 中回報的 significant digits 數值大小。出現警告的預設值為 7，當數值大於 7 時，表示結果值得採信。數值介於 3-7 時應可採信，介於 1-3 時採用需謹慎，小於 1 則完全不應採信。若以警告出現與否為標準，107 年 2-3 月之模型僅有 20%無錯誤警告，顯示模型組參考價值不高，主要原因應與偏低的占據率有關，因此後續不針對占據率與環境變數關係進行探討。

而分析 107 年 7-8 月非繁殖季占據率與農耕地(FF)之間的關係則發現，農耕地比例需低於 6.6%才有機會發現東方草鴉(圖 8)。而河灘地(River)與占據率之間的關係則顯示僅有當草生地、裸露地及水體加總超過 57%時，東方草鴉才有出現的機會(圖 9)。然而比對 20 個模型組的警告錯誤狀況，發現有超過一半的模型出現錯誤警告，也同樣因占據率過低而降低其參考價值。後續也不再針對占據率與環境變數關係進行探討。

表 14、107 年所分析 20 個模型組中，產生錯誤警告的標準及次數

| Significant Digits | 採信標準 | 2-3 月 | 7-8 月 |
|--------------------|-------|-------|-------|
| >7 | 可以採信 | 4 | 9 |
| 3-7 | 應可採信 | 13 | 8 |
| 1-3 | 需謹慎參考 | 2 | 2 |
| <1 | 不予採信 | 1 | 1 |
| 總計 | | 20 | 20 |



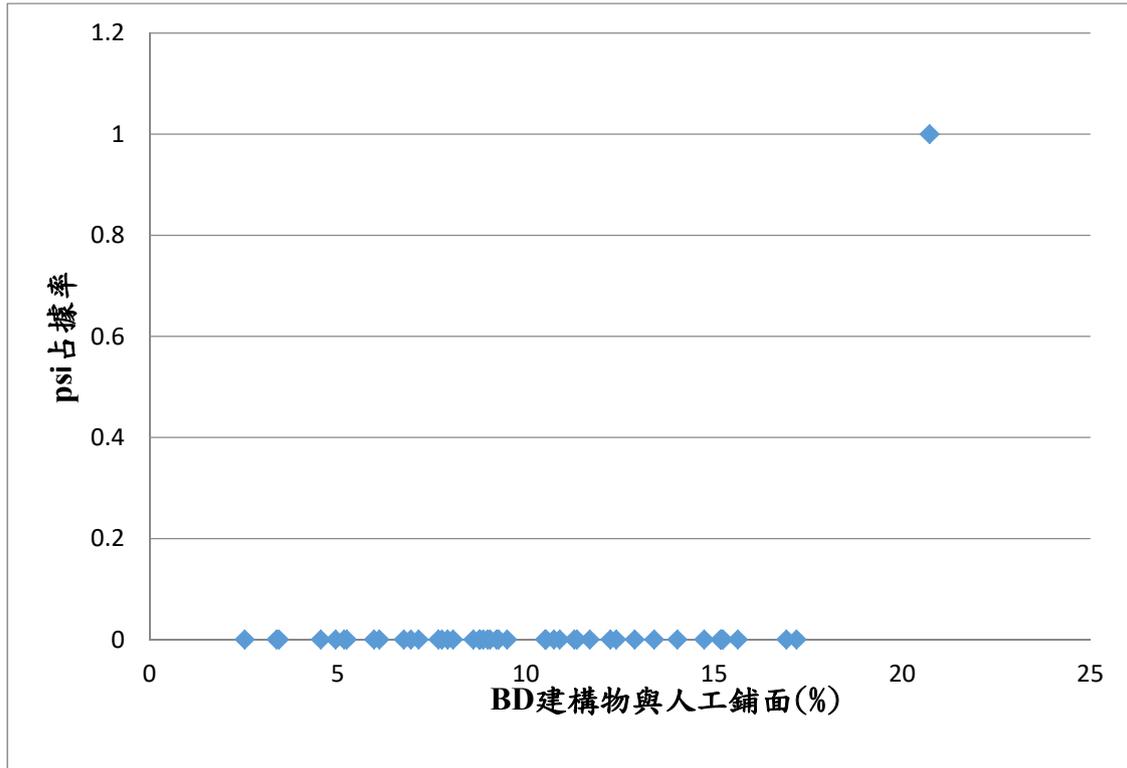


圖 7、107 年 2-3 月繁殖季東方草鴉占據率與建構物與人工鋪面百分比之關係

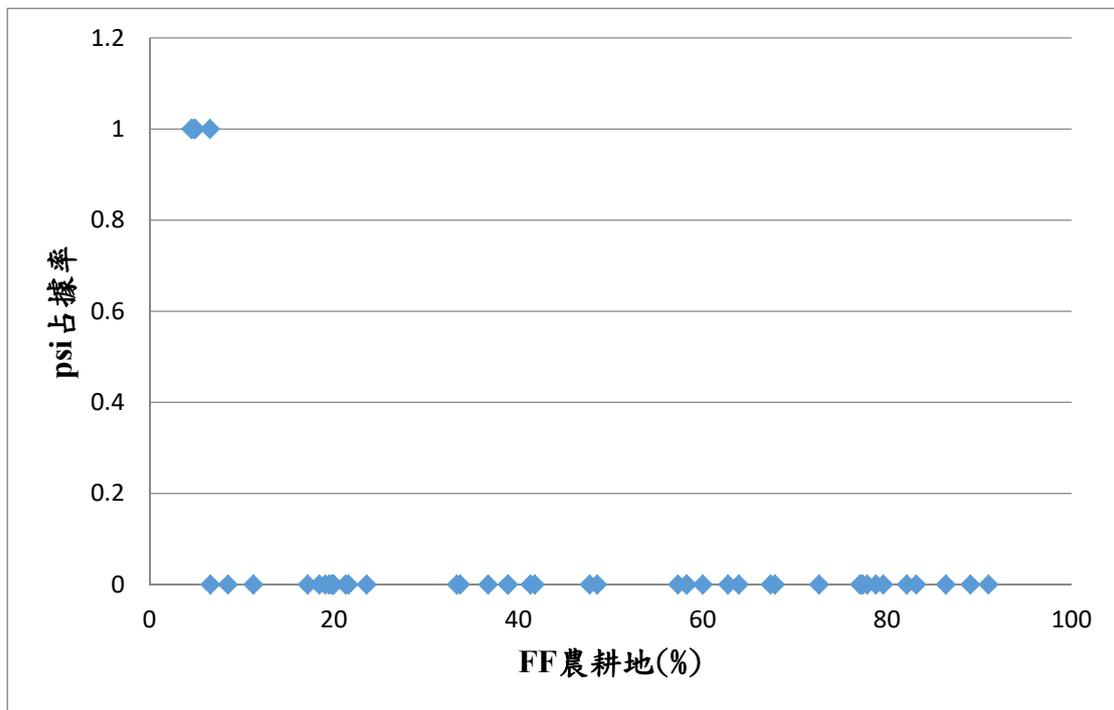


圖 8、107 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉占據率與農耕地百分比之關係



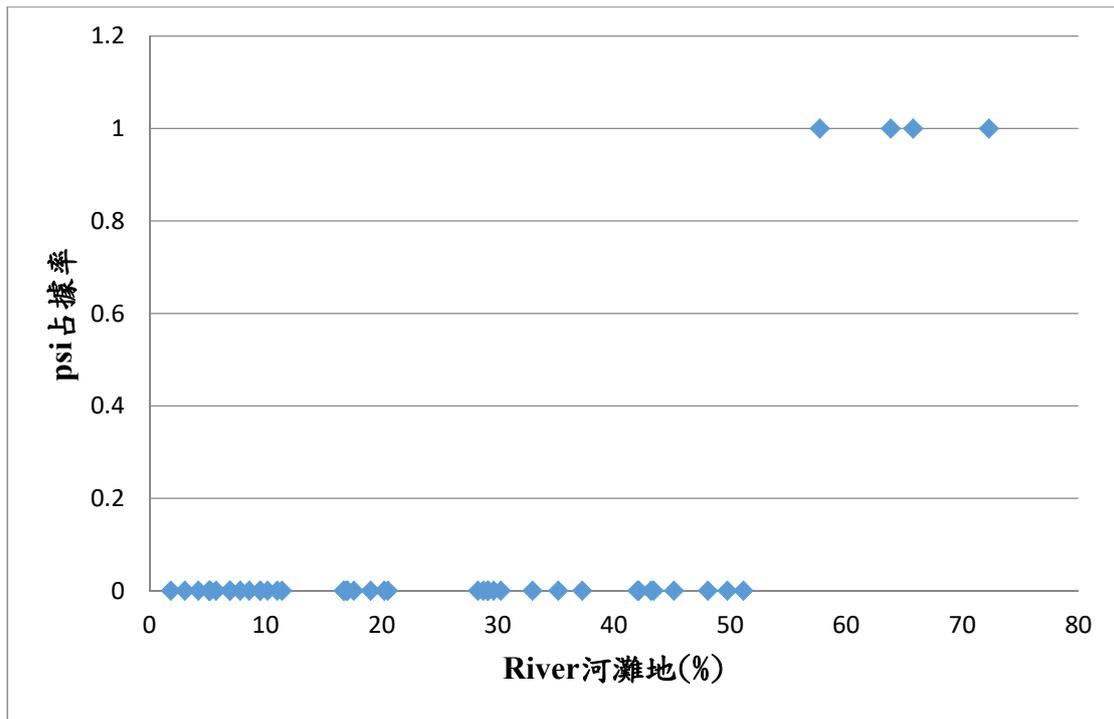


圖 9、107 年 7-8 月非繁殖季東方草鴉占據率與河灘地百分比之關係





(五) 中部與南部之比較

107 年台灣中部草鴉調查僅發現 3 筆紀錄，相較於 104-106 年於南部四縣市調查結果差異甚大。比較中部及南部地區所選取樣區的棲地類型百分比(表 15)，以農耕地(FF)面積增加最多(+21.6%)，草生地(MD)次之(+4.3%)，而果園(OC)的比例減少最多(-10.8%)，其次為森林(FO)(-4.8%)。比較中部地區農耕地與南部地區農耕地類型，中部地區樣區多為稻田與旱田輪作之農耕地，而蔗田及瓜田亦佔一大部分；南部樣區之農耕地則包含許多稻田、蔗田和旱作(蔡若詩等，2017)，其中記錄到東方草鴉的農耕地以旱作中的瓜田及鳳梨田居多，但此結果僅限於固定的瓜田和鳳梨田。若以大尺度來看，中部地區有 21 個樣區位在河灘地，南部地區亦有 21 個樣區位在河灘地，而在南部地區發現東方草鴉的 19 個樣區中，就有 11 個為河灘地和 3 個機場，僅 2 個平原農耕地，1 個惡地形和 2 個森林參雜果園，顯示東方草鴉夜間大部分位於河灘地活動，而河灘地中的草生地和農耕地則是東方草鴉可能會利用的地方，但使用的比例多寡仍需透過衛星追蹤取得更細的點位資料才能得知。

另外，以東方草鴉的 18 項因子全台分布預測結果來看，南部的出現機率遠高於中部(蔡若詩等，2017)，其中影響分布預測結果的環境因子最主要有年均溫及最乾燥季節之降水量等。比較 2017 年台中地區和台南地區之年均溫，台南之年均溫高出 0.9°C(表 16)，而比較最乾燥季節之降水量，台南則幾乎沒下雨(3mm)，台灣的乾季主要在 11 月至隔年 4 月(童裕翔，2015)此時正好為東方草鴉之繁殖季節，因此乾燥的氣候應可減少其繁殖上的風險。然而根據高盧宏(2004)指出，因應會計年度改變及為避開梅雨季節等因素，自 2002 年起全國滅鼠週訂於 10 月開始，此時正值東方草鴉之繁殖季，是否因此而增加滅鼠藥的次級毒殺機率，值得進一步探討。





表 15、106 年與 107 年棲地類型比較表

| 棲地類型* | 106 年南部樣區(%) | 107 年中部樣區(%) | 兩者差異 (107 年-106 年) |
|-------|--------------|--------------|-----------------------|
| BD | 9.0 | 9.9 | +0.9 |
| BL | 5.3 | 2.7 | -2.6 |
| BU | 4.8 | 1.4 | -3.4 |
| FF | 24.1 | 45.7 | +21.6 |
| FO | 17.2 | 12.436 | -4.8 |
| GS | 0.7 | 0.3 | -0.4 |
| MD | 13.7 | 18.0 | +4.3 |
| OC | 14.7 | 3.9 | -10.8 |
| WB | 4.4 | 5.2 | +0.7 |
| WL | 3.0 | 0.3 | -2.7 |
| ML | 2.9 | 0.1 | -2.8 |

*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。

表 16、2017 年台中與台南地區氣候之比較

| 2017 年 | 台中 | 台南 |
|----------------|--------|--------|
| 年均溫(°C) | 24.2 | 25.1 |
| 最高月均溫(°C) | 29.4 | 30 |
| 最低月均溫(°C) | 18.5 | 18.6 |
| 總雨量 | 1652.2 | 1195.2 |
| 最乾燥季節之降水量(mm)* | 31.1 | 3 |
| 最潮濕季節之降水量(mm)# | 1305.5 | 932.2 |

*最乾燥季節之降雨量:連續三個月日均雨量累加值最少之三個月之日均雨量 x90

#最潮濕季節之降雨量:連續三個月日均雨量累加值最多之三個月之日均雨量 x90





在東方草鴉的棲地偏好植被類型部份，於回播調查中，由於東方草鴉出現時可能僅鳴叫或正在飛行，因此很難精確掌握東方草鴉實際利用的棲地位置，故在植群調查的穿越線規劃中，須盡量涵蓋東方草鴉可能分布的位置。在 107 年記錄東方草鴉的三個樣站中，穿越線調查分別以大花咸豐草、白茅和蘆葦為主要的優勢種，樣站平均草高度為 90-161cm 之間，標準差極大(表 6、表 7、表 8)。而根據蔡若詩(未發表資料)透過衛星追蹤調查東方草鴉日棲點植被類型，以大黍為最優勢物種，大花咸豐草次之，芒草(*Miscanthus*)第三，高度介於 89-132cm 之間，標準差相對小。在日棲點甚至可見比例高達 97%的大黍草原，顯示東方草鴉對日棲點的植被類型甚為要求。而回播調查乃夜間進行，為東方草鴉的覓食活動時間，由東方草鴉一個晚上即可飛行超過 25 公里的距離來看，活動範圍極大(蔡若詩，未發表資料)，因此樣站的植被類型調查對東方草鴉的夜間活動棲地偏好較不具代表性，仍須透過衛星追蹤取得更詳細的點位，才能進一步分析東方草鴉夜間活動時可能偏好的棲地類型。

透過占據模型建立長期監測系統可有效調查稀有且分布廣泛之物種，而本年度調查參考以 13 項環境因子為變數的東方草鴉全台分布預測模式進行，結果發現中部地區的東方草鴉占據率偏低，成果與考慮 5 項氣候因子及 13 項環境因子之全台分布預測模式(圖 10)較為相符(蔡若詩等，2017)，因此在未來的長期監測上，建議改以 18 項環境變數之全台分布預測模式為樣區選取依據。



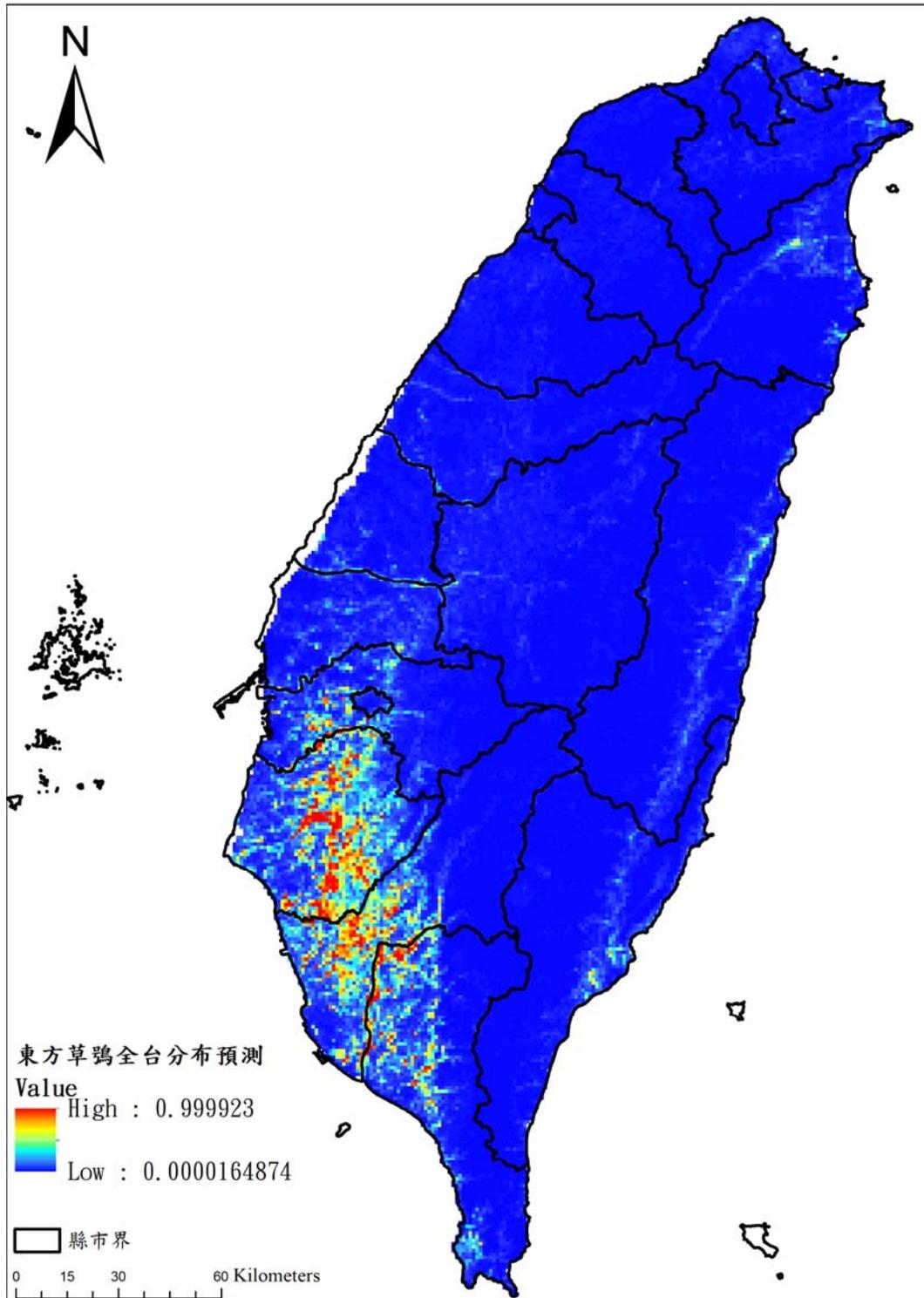


圖 10、18 項環境變數模擬之全台分布預測模式(環境變數包括建築物與人工鋪面、降水之季節性、最潮濕季節之降水量、最乾燥季節之降水量、年均溫、溫度季節性、裸露地、灌叢、最短河流距離、平均海拔、地形變化、農耕地、森林、草地、軍事用地、果園、人口密度、水體)(蔡若詩等，2017)。





五、結論與建議

107 年中部地區僅於 3 個樣區發現東方草鴉，發現樣區數量明顯比南部地區少。所有樣區的土地利用類型以農耕地為大宗，草生地次之。而記錄到東方草鴉樣站的植被以大花咸豐草、白茅和蘆葦為主要優勢物種，植被高度落差大。

本年度調查中部地區東方草鴉之修正占據率僅 0.022 和 0.089，因發現樣區數太少，最佳模型的參考價值低。未來若持續監測東方草鴉，建議以同時考量環境變數及氣候變數之全台分布預測模式為樣區選取基準，搭配占據模型調查方式，方能更有效地進行長期監測，掌握更完整的東方草鴉族群動態和分布變化。





六、参考文献

- 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.
- Bonham, C.D. 1989. *Measurements for Terrestrial Vegetation*. JohnWiley & Sons, Inc, New York.
- Bruce, M.D. & Marks, J.S. 2018. Eastern Grass-owl (*Tyto longimembris*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
- 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., 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.
- Hong, S.Y., Lin, H.S., Walther, B.A., Shie, J.E., Sun, Y.H., 2018. Recent Avian Poisonings Suggest a Secondary Poisoning Crisis of Black Kites During the 1980s in Taiwan. *Journal of Raptor Research* 52(3), 326-337.
- 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.

Zuberogoitia, 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。

林惠珊、謝季恩、洪孝宇，2013。從黑鳶死亡事件到那些農田中消失的生命。中華飛羽 26，22-31。

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。

許皓捷，2016。台灣環境因子 GIS 資料庫_2016 年版。台南，台灣。

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。

國土利用調查資訊網 http://lui.nlsc.gov.tw/Stat/Stat_1.aspx。

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>





- 曾翌碩和林文隆，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。
- 曾翌碩，2018。透過地方代表物種-草鴉帶動農村再造之多元樣貌。2018 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。
- 童裕翔、朱容練、陳韻如、陳永明，2015。CMIP5 多模式評估台灣乾、濕季降雨變遷。104 年氣象局天氣分析與預報研討會。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威，2012。台灣鳥類誌。行政院農業委員會林務局。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。
- 蔡若詩、林世忠、林昆海，2017。臺灣東方草鴉族群長期監測系統建立 (3/3)。行政院農業委員會林務局。台北，臺灣。
- 潘致遠、丁宗蘇、吳森雄、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、蔡乙榮，2017。2017 年台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。台北，臺灣。
- 盧高宏，2004。作物鼠害防治策略。





七、附錄

附錄一、期中審查會議紀錄

| 發言人 | 發言內容 | 回應 |
|-----------|--|---|
| 林委員 良恭 | <p>1.建議分析南部與中部棲地差異深化討論，如歷史背景、地理及氣候因子等。中部曾為滅鼠藥使用量偏高地區，可能有影響草鴉的分布。除了氣溫較南部低之外，還有無其他影響因子。</p> <p>2.過去鳥會是否曾於中部調查草鴉的分布記錄可供分析參考。</p> | <p>1.中部選點係以南部預測模式的氣候及環境因子(包括地景百分比、海拔人口數等)為條件。</p> <p>2.目前沒有中部草鴉詳細分布調查資料可供參考。</p> <p>3.當初在劃樣區時，所有樣區都會現勘過，現勘結果信心滿滿，會有草鴉的出現機會很高，但事與願違，結果不盡理想。</p> <p>4.感謝各位委員提供寶貴意見，如果按預測方式進行時，很難達到預期成果。中部與南部距離不遠，但結果卻有很大差異。</p> |
| 吳委員 海音 | <p>1.計畫於中部選擇樣區點係以南部預測模式方式選取，請說明南部預測模式選取的條件為何？</p> <p>2.建議陳述選取點與調查點有無不同類型或差異，是否影響中部草鴉分布結果。如選取樣點之農地、河岸荒地或草地上植被有無相異；南部調查點與中部調查點有無相異處。</p> | <p>分布預測模式所使用既有草鴉分布點幾乎都在南部，分析因子包括溫濕度、雨量、人口數，棲地的資料較為簡化。第1年在分析時，完全沒有任何資料，當初如有簡略的預測分布模式時，再去做南部資料，做出來後再回推整個族群量或分布網時，會有較好的成果。當初取樣方式較為主觀，也沒有要推估中南部族群概況，但希望計畫能於中部有好的推估模式與結果，但目前是做不到。</p> |
| 李委員 玲玲 | <p>1.如果考量氣候為影響分布因子時，需討論南部氣候與中部氣候上差異的程度，其與今年中部氣候條件又有何差異程度。善用既有資料來檢視分析可能發生的狀況。如農耕地，旱生、濕生、作物種類、老鼠種類都有可能是影響因子。報告中農耕地除無更細緻的區分外，更將草生地併入。報告分析結果顯示棲地鑲嵌程度愈高</p> | <p>5.中南部樣區的比較是以生物學為出發點，日棲點(如繁殖)夜棲點(如覓食)可能在那裡。前3年在南部出現樣點之共通性很低，可能與尺度大小有關。綠色網絡建置計畫以衛星發報器追蹤草鴉得知其活動範圍(20~30公里)很大。所以分析棲地與分布關聯性上有很大困擾，目前的著眼點在日棲點(睡覺)分析較為穩定，今年會有不錯的資料呈現。夜棲點(覓食)位的追蹤，於電力有限下，無法投入更多的人力。未來希望在發報器電力充足下，能夠有日棲點(巢位)位資料，有助於繁殖點位的分析與</p> |





| | | |
|-----------|---|---|
| | <p>草鴉出現機會愈高。預測模式的建立方式可否依過去草鴉分布紀錄的棲地環境特性，從生物學的角度去改變一些潛勢因子，再去看看分析結果與中南部分布有無差別。草鴉分布邊緣的南界是以大尺度的觀點，不適合在中部或南部去比較。2. 建議先提一些為什麼出現的假說後，再就可能因子去探討，而不能再用既有模式去探討。農地經營型態，如有機、慣行、無毒等，或許也是一個重要影響因子。以實際出現點位的背景值有關的資料檢視調整現行預測模式。</p> | <p>預測，對於棲地的管理上有幫助。計畫會以生物學角度(包括氣候分布及歷史背景等)來預測分析中南部草鴉分布上。</p> <p>6. 南部第 1 年的樣區選取係以曾經有目擊紀錄屬 1 級樣區；特定大片草生地為覓食地屬 2 級樣區；排除都市、森林、高海拔等環境之可能出現環境(大部分為農田)屬 3 級樣區，分布還算均勻，並無等級上差異。以上無法預測其會不會出現或占據很好環境條件。第 1 年選樣區時，毫無參考資料可用，只能以主觀方式來進行。從 3 年得來的資料再來做預測分布，今年才真正使用分布紀錄來預測。</p> |
| 袁委員 孝維 | 1.報告最後的推論太過於簡化，既然沒有太多的數據資料時，需做更多細緻化分析與推論，來比較中部與南部的差異性。 | |





附錄二、期末審查會議紀錄

| 發言人 | 發言內容 | 報告人回應 |
|-------|---|---|
| 吳海音委員 | 棲地分析可考慮納入棲地異質性等指數的計算及分析。 | 1. 衛星發報器追蹤和本計畫是完全不同的出發點，前者從個體角度出發，後者從族群角度出發。 |
| 夏榮生組長 | 今年中部的調查是延續之前南部的模式，也許在開始的時候，設計上就缺乏某些需要再考慮的因子。總結有建議長期監測應該改用 18 個環境因子去做後續的全臺預測模式。這個部分跟另外綠網計畫利用衛星發報器調查的方式，在未來的計畫執行上是否結合，還是仍分成兩條線來操作？ | 2. 目前追蹤個體都來自南部，資料持續累積中。至於兩種研究方法未來可能結合的方式，可以透過個體研究所掌握的活動範圍及點位資料，加上中部調查的資料，重新評估全臺分布預測模型。未來如規畫進行全台的草鴉分布監測，建議使用更新後分布預測並重新取樣，利用占據模型作全臺分布的推估。時程上也許可以考慮綠網計畫的第三或四年來進行。 |
| 許曉華科長 | <p>1. 樣區規劃或調查發現臺中都沒有草鴉，請問是否詢問過縣市政府或林管處同仁？據了解本局東勢處今年有一個計畫在中部就有十幾隻個體被通報救傷。</p> <p>2. 清泉崗機場周邊有草鴉的救傷個體，或許老師沒有掌握到這些資訊，如果在報告中就很肯定說中部的草鴉很少的話，似嫌武斷。</p> | <p>3. 了解清泉崗附近有草鴉分布，關於救傷資料係來自臺中市野生動物保育協會。</p> <p>4. 由於樣區選擇是根據分布預測結果分層隨機抽樣，確實可能選取的樣區數少而遺漏分布重點樣區。然而比較中部及南部地區的分布預測模型，中部的預測機率較南部低，而從調查結果來看中部地區調查到草鴉的樣區數量偏低亦符合預期。</p> |





附錄三、台灣中部發現草鴉樣區穿越線調查植物名錄

附錄三之一、樣站 GOM04_E 穿越線調查植物名錄

| GOM04_E | 學名 | 穿越線 A | 穿越線 B | 穿越線 C | 穿越線 D | 總計 |
|---------|---|-------|-------|-------|-------|-----|
| 一枝香 | <i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less. | 1 | | | | 1 |
| 大花咸豐草 | <i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> (Sch.Bip.) Sherff | 1 | | 2 | | 3 |
| 大黍 | <i>Panicum maximum</i> Jacq. | 38 | 21 | 20 | | 79 |
| 月桃 | <i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B. L. Burtt & R. M. Sm. | | | | 4 | 4 |
| 地膽草 | <i>Elephantopus mollis</i> Kunth | | | 1 | | 1 |
| 白茅 | <i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv. var. <i>major</i> (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan | 103 | 118 | | | 221 |
| 多花油柑 | <i>Phyllanthus multiflorus</i> Willd. | 1 | 1 | | | 2 |
| 虎婆刺 | <i>Rubus croceacanthus</i> H. Lévl. | 1 | | | 1 | 2 |
| 棟 | <i>Melia azedarach</i> L. | | | 1 | | 1 |
| 烏柏 | <i>Triadica sebifera</i> (L.) Small | 1 | | 4 | 1 | 6 |
| 假菝契 | <i>Smilax bracteata</i> C.Presl | | | | 1 | 1 |
| 野牡丹 | <i>Melastoma candidum</i> D.Don | | | | 6 | 6 |
| 野棉花 | <i>Urena lobata</i> L. | | | 1 | | 1 |
| 紫花藿香薷 | <i>Ageratum houstonianum</i> Mill. | 1 | | | | 1 |
| 構樹 | <i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent. | | | 1 | | 1 |
| 裸露地 | | 1 | 4 | | | 5 |
| 番仔藤 | <i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet | | 4 | | | 4 |
| 樟樹 | <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl. | | | | 4 | 4 |
| 龍葵 | <i>Solanum nigrum</i> L. | | 1 | | | 1 |





| | | | | | |
|------|--|------------|------------|------------|------------|
| 蟲屎 | <i>Melanolepis multiglandulosa</i> (Reinw.) Rchb. f. & Zoll. | 1 | | | 1 |
| 蘆葦 | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud. | | 70 | 83 | 153 |
| 火炭母草 | <i>Polygonum chinense</i> L. | 1 | | | 1 |
| 垂果瓜 | <i>Melothria pendula</i> L. | | 1 | | 1 |
| 總計 | | 150 | 150 | 100 | 500 |





附錄三之二、樣站 GOM05_E 穿越線調查植物名錄

| GOM05_E | 學名 | 穿越線 A | 穿越線 B | 穿越線 C | 穿越線 D | 總計 |
|---------|---|-------|-------|-------|-------|-----|
| 大花咸豐草 | <i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> (Sch.Bip.) Sherff | 74 | 49 | | 2 | 125 |
| 大黍 | <i>Panicum maximum</i> Jacq. | 7 | | | | 7 |
| 小桑樹 | <i>Morus australis</i> Poir. | 1 | | 2 | 1 | 4 |
| 月桃 | <i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B. L. Burtt & R. M. Sm. | 1 | | 26 | 19 | 46 |
| 月橘 | <i>Murraya exotica</i> L. | 1 | | | | 1 |
| 稗 | <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv. | 5 | | | | 5 |
| 朴樹 | <i>Celtis sinensis</i> Pers. | 1 | | 4 | 2 | 7 |
| 兩耳草 | <i>Paspalum conjugatum</i> Bergius | 4 | | | | 4 |
| 虎婆刺 | <i>Rubus croceacanthus</i> H. Lévl. | | 1 | 1 | | 2 |
| 相思樹 | <i>Acacia confusa</i> Merr. | | | | 2 | 2 |
| 紅毛草 | <i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C. E. Hubb. | | 9 | | | 9 |
| 茄冬 | <i>Bischofia javanica</i> Blume | 1 | | | | 1 |
| 番石榴 | <i>Psidium guajava</i> L. | | | | 3 | 3 |
| 菊花木 | <i>Bauhinia championii</i> (Benth.) Benth. | 1 | | | | 1 |
| 黃荊 | <i>Vitex negundo</i> L. | | | 1 | | 1 |
| 構樹 | <i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent. | 2 | | 1 | 2 | 5 |
| 裸露地 | | 1 | 2 | | | 3 |
| 番仔藤 | <i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet | 1 | | | | 1 |
| 樟樹 | <i>Cinnamomum camphora</i> (L.) J.Presl. | | | 5 | 6 | 11 |
| 蟲屎 | <i>Melanolepis multiglandulosa</i> (Reinw.) Rchb. f. & Zoll. | | | 2 | 8 | 10 |
| 蘆葦 | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud. | 40 | 99 | 58 | 55 | 252 |
| 總計 | | 140 | 160 | 100 | 100 | 500 |

50





附錄三之三、樣站 GOM20_C 穿越線調查植物名錄

| GOM20_C | | 穿越線 A | 穿越線 B | 穿越線 C | 穿越線 D | 穿越線 E | 總計 |
|---------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 大花咸豐草 | <i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> (Sch.Bip.) Sherff | 16 | 25 | 19 | 57 | 35 | 152 |
| 大黍 | <i>Panicum maximum</i> Jacq. | 5 | 20 | 1 | | 16 | 42 |
| 木賊 | <i>Equisetum ramosissimum</i> Desf. | | 1 | | | | 1 |
| 水丁香 | <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P. H. Raven | 1 | | | | | 1 |
| 牛筋草 | <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. | | | 17 | 9 | | 26 |
| 加拿大蓬 | <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. | 1 | | 1 | | | 2 |
| 臺灣樂樹 | <i>Koelreuteria henryi</i> Dummer | | 1 | | | | 1 |
| 田菁 | <i>Sesbania cannabiana</i> (Retz.) Poir | 1 | | 1 | | 3 | 5 |
| 兩耳草 | <i>Paspalum conjugatum</i> Bergius | | 1 | | | | 1 |
| 孟仁草 | <i>Chloris barbata</i> Sw. | 2 | | | | | 2 |
| 紅毛草 | <i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C. E. Hubb. | 3 | | | | | 3 |
| 美洲含羞草 | <i>Mimosa diplotricha</i> C.Wright ex Sauvalle | 8 | 32 | 6 | 16 | 41 | 103 |
| 拔蕉 | <i>Musa balbisiana</i> Colla | | 1 | | | | 1 |
| 野牽牛 | <i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker Gawl. | | | | | 1 | 1 |
| 野棉花 | <i>Urena lobata</i> L. | | | | | 5 | 5 |
| 象草 | <i>Pennisetum purpureum</i> Schumach. | 8 | 14 | 6 | 17 | 7 | 52 |
| 黃野百合 | <i>Crotalaria pallida</i> Aiton var. <i>obovata</i> (G.Don) Polhill | | 1 | 1 | | | 2 |
| 煉莢豆 | <i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC. | 2 | | | | | 2 |
| 構樹 | <i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) L'Hér. ex Vent. | 1 | 5 | | | 1 | 7 |
| 裸露地 | | | 2 | 5 | | | 7 |
| 銀合歡 | <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit | 3 | 5 | 7 | 4 | 11 | 30 |
| 銀膠菊 | <i>Parthenium hysterophorus</i> L. | | | 2 | | | 2 |





| | | | | | | | |
|-------|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 鳳梨 | <i>Ananas comosus</i> | | | 33 | | | 33 |
| 畿內冬葵子 | <i>Abutilon indicum (L.) Sweet var. guineense (Schumach.) K. M. Feng</i> | 1 | | | | | 1 |
| 鴨跖草 | <i>Commelina communis L.</i> | | 1 | | | | 1 |
| 龍葵 | <i>Solanum nigrum L.</i> | | | 1 | | | 1 |
| 穗花木藍 | <i>Indigofera spicata Forssk.</i> | | | | 6 | | 6 |
| 羅氏鹽膚木 | <i>Rhus javanica L. var. roxburghiana (DC.) Rehder & E. H. Wils.</i> | | | | 1 | | 1 |
| 蠅翼草 | <i>Desmodium triflorum (L.) DC.</i> | | 1 | | | | 1 |
| 艾納香 | <i>Blumea balsamifera (L.) DC.</i> | 1 | | | | | 1 |
| 稗 | <i>Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.</i> | 7 | | | | | 7 |
| 總計 | | 60 | 110 | 100 | 110 | 120 | 500 |





附錄四、107年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3

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|
| GOM01 | A | 5.2 | 8.7 | 11.2 | 20.0 | 17.6 | 0.0 | 11.6 | 12.1 | 13.5 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 29.2 | 1.9 | 0.0 | 17.2 | 9.1 | 1.6 | 13.0 | 14.4 | 13.7 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 5.8 | 3.7 | 2.6 | 31.2 | 27.7 | 0.0 | 21.7 | 2.4 | 4.9 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 12.5 | 0.5 | 0.0 | 12.8 | 27.2 | 0.0 | 32.8 | 8.5 | 5.8 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 17.5 | 0.6 | 0.0 | 14.2 | 26.4 | 0.0 | 23.7 | 8.7 | 8.8 | 0.0 | 0.0 |
| GOM02 | A | 3.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 78.3 | 0.0 | 2.7 | 15.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 3.9 | 0.1 | 0.4 | 2.1 | 27.0 | 0.0 | 1.9 | 58.5 | 5.3 | 0.9 | 0.0 |
| | C | 8.6 | 0.0 | 0.0 | 3.9 | 43.6 | 0.0 | 8.7 | 27.6 | 7.7 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 5.1 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 68.6 | 0.0 | 0.8 | 11.9 | 4.3 | 1.2 | 0.0 |
| | E | 4.7 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 72.8 | 0.0 | 0.8 | 4.2 | 6.7 | 0.0 | 0.0 |
| GOM03 | A | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 94.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 93.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 5.0 | 0.0 | 29.1 | 50.4 | 0.0 | 0.0 | 15.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 15.7 | 0.0 | 0.0 | 67.0 | 16.3 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 13.6 | 0.0 | 0.0 | 79.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 2.6 | 0.0 | 0.0 |





54

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| GOM04 | A | 12.4 | 6.1 | 0.0 | 0.6 | 1.7 | 0.0 | 55.6 | 0.0 | 23.6 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 6.2 | 0.0 | 0.0 | 8.5 | 38.0 | 0.9 | 30.1 | 0.0 | 16.3 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 13.9 | 5.6 | 0.0 | 9.7 | 25.9 | 0.0 | 44.7 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 29.9 | 0.0 | 62.4 | 5.4 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 5.9 | 0.4 | 0.0 | 3.8 | 46.3 | 0.0 | 42.6 | 0.3 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| GOM05 | A | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.7 | 0.0 | 59.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.9 |
| | B | 12.7 | 0.0 | 0.0 | 6.6 | 25.4 | 0.0 | 54.0 | 0.0 | 1.3 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.9 | 0.0 | 93.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 14.8 | 0.4 | 0.0 | 13.3 | 13.9 | 0.0 | 56.9 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 12.9 | 20.1 | 0.0 | 59.8 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | 0.0 |
| GOM06 | A | 12.8 | 0.0 | 0.0 | 47.6 | 30.8 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 9.2 | 0.7 | 0.0 | 10.7 | 60.9 | 0.0 | 15.6 | 0.7 | 2.3 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 12.9 | 0.2 | 1.3 | 7.4 | 41.2 | 0.0 | 28.8 | 0.0 | 8.1 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 15.6 | 0.0 | 0.0 | 24.0 | 45.5 | 0.0 | 7.9 | 1.5 | 5.5 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 28.0 | 57.3 | 0.0 | 1.7 | 4.6 | 5.2 | 0.0 | 0.0 |





55

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|
| GOM07 | A | 10.0 | 0.0 | 0.2 | 25.4 | 17.2 | 0.0 | 41.9 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 16.5 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 38.6 | 0.0 | 10.5 | 12.5 | 1.6 | 1.4 | 0.0 |
| | C | 11.9 | 0.5 | 0.0 | 8.7 | 4.0 | 0.0 | 74.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 18.0 | 0.0 | 3.1 | 30.8 | 16.2 | 0.0 | 18.7 | 12.6 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 29.6 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 17.4 | 0.0 | 36.9 | 0.4 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| GOM08 | A | 7.2 | 2.2 | 0.1 | 8.2 | 50.1 | 0.0 | 23.4 | 0.0 | 8.8 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 11.1 | 16.4 | 1.3 | 0.0 | 22.0 | 0.0 | 47.4 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 7.9 | 26.4 | 12.0 | 10.1 | 25.0 | 0.0 | 9.0 | 3.0 | 6.7 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 14.1 | 13.5 | 9.9 | 5.6 | 23.6 | 0.0 | 32.4 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 12.3 | 41.8 | 5.7 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 24.3 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 |
| GOM09 | A | 10.5 | 5.9 | 0.0 | 1.9 | 40.2 | 0.0 | 37.5 | 2.1 | 2.0 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 5.1 | 6.8 | 0.0 | 23.9 | 31.2 | 0.0 | 30.4 | 1.5 | 1.1 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 23.6 | 0.0 | 0.0 | 25.1 | 29.3 | 0.0 | 13.4 | 8.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 10.4 | 1.7 | 4.7 | 22.1 | 29.8 | 0.0 | 21.8 | 6.0 | 3.4 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 7.1 | 6.9 | 0.0 | 35.0 | 33.3 | 0.0 | 16.2 | 0.8 | 0.6 | 0.2 | 0.0 |





| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|
| GOM10 | A | 14.0 | 0.0 | 0.0 | 81.6 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.5 | 3.3 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 15.6 | 16.4 | 0.0 | 49.7 | 0.0 | 0.0 | 13.6 | 0.0 | 4.7 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 14.9 | 6.4 | 0.0 | 45.7 | 4.1 | 0.0 | 23.0 | 3.3 | 2.5 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 16.7 | 0.1 | 0.0 | 68.2 | 2.6 | 0.0 | 5.2 | 0.7 | 6.4 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 17.0 | 0.0 | 0.0 | 74.2 | 3.1 | 0.0 | 3.4 | 0.0 | 2.4 | 0.0 | 0.0 |
| GOM11 | A | 7.5 | 0.0 | 3.5 | 33.1 | 1.0 | 0.0 | 41.2 | 1.2 | 8.7 | 0.0 | 3.8 |
| | B | 7.3 | 0.0 | 0.1 | 67.4 | 0.0 | 0.0 | 14.9 | 1.0 | 9.4 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 8.3 | 0.0 | 0.0 | 75.9 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 0.4 | 8.4 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 4.1 | 2.9 | 0.0 | 48.2 | 3.1 | 0.0 | 30.0 | 0.0 | 11.7 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 8.6 | 0.2 | 1.4 | 75.4 | 3.3 | 0.0 | 6.2 | 0.0 | 4.9 | 0.0 | 0.0 |
| GOM12 | A | 10.1 | 0.0 | 0.0 | 74.4 | 0.9 | 0.0 | 7.4 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 7.5 | 0.0 | 0.0 | 71.8 | 4.0 | 0.0 | 5.9 | 0.5 | 10.4 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 8.6 | 0.0 | 1.2 | 64.5 | 0.0 | 0.0 | 13.2 | 0.0 | 12.4 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 13.3 | 0.0 | 0.0 | 72.5 | 0.4 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 4.8 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 79.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.3 | 0.0 | 0.0 |





| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| GOM13 | A | 18.0 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 18.3 | 0.0 | 60.4 | 0.0 | 2.7 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 48.6 | 3.4 | 0.0 | 45.1 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 9.1 | 0.9 | 0.0 | 89.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 42.2 | 0.0 | 0.0 | 50.6 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 2.9 | 19.8 | 0.0 | 0.0 | 27.1 | 0.0 | 50.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| GOM14 | A | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 0.0 | 76.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 21.2 | 0.0 | 72.2 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 42.0 | 16.4 | 0.0 | 34.2 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 11.3 | 2.8 | 0.0 | 84.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.7 | 0.0 | 89.1 | 0.0 | 4.2 | 0.0 | 0.0 |
| GOM15 | A | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 83.2 | 0.0 | 0.0 | 16.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 75.0 | 0.0 | 0.0 | 18.8 | 0.0 | 3.2 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 5.8 | 0.0 | 0.0 | 70.7 | 1.4 | 0.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 5.6 | 0.0 | 0.0 | 21.2 | 0.0 | 0.0 | 53.0 | 0.0 | 20.2 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 2.4 | 1.9 | 0.0 | 41.2 | 14.4 | 0.0 | 31.3 | 0.0 | 8.8 | 0.0 | 0.0 |





58

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| GOM16 | A | 3.7 | 10.8 | 0.0 | 3.6 | 31.2 | 0.0 | 31.0 | 2.6 | 17.1 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 16.2 | 1.1 | 0.0 | 26.2 | 32.4 | 0.0 | 22.9 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 21.7 | 20.3 | 0.0 | 6.9 | 18.7 | 0.0 | 19.1 | 0.0 | 13.3 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 20.6 | 8.0 | 0.0 | 25.6 | 6.2 | 0.0 | 25.3 | 0.0 | 14.3 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 22.3 | 2.5 | 0.0 | 34.9 | 0.0 | 0.0 | 31.6 | 0.0 | 8.6 | 0.0 | 0.0 |
| GOM17 | A | 18.0 | 0.4 | 9.0 | 41.2 | 0.0 | 0.0 | 14.7 | 3.5 | 13.3 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 11.2 | 0.0 | 16.6 | 39.2 | 0.0 | 0.0 | 7.3 | 11.7 | 14.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 7.7 | 0.0 | 45.3 | 39.9 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 7.5 | 20.3 | 0.0 | 33.0 | 30.1 | 0.0 | 0.0 | 6.9 | 2.1 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 14.0 | 5.8 | 0.0 | 55.7 | 2.3 | 0.0 | 11.1 | 6.1 | 5.0 | 0.0 | 0.0 |
| GOM18 | A | 18.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 31.0 | 0.1 | 30.8 | 0.3 | 19.4 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 34.7 | 10.1 | 0.0 | 25.8 | 3.4 | 20.6 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 6.1 | 0.0 | 0.0 | 37.2 | 16.0 | 2.0 | 24.2 | 3.7 | 10.8 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 21.3 | 0.7 | 0.0 | 24.8 | 1.6 | 12.7 | 16.0 | 15.4 | 7.5 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 15.9 | 40.5 | 0.0 | 9.6 | 12.0 | 0.0 | 6.7 | 3.7 | 7.8 | 3.8 | 0.0 |





59

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| GOM19 | A | 10.9 | 0.0 | 0.0 | 69.6 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 13.6 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 14.8 | 0.0 | 0.0 | 23.9 | 14.1 | 0.0 | 36.4 | 0.0 | 10.8 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 23.7 | 0.6 | 0.0 | 15.7 | 4.7 | 0.0 | 26.7 | 0.0 | 28.6 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 12.6 | 0.0 | 0.0 | 21.9 | 54.0 | 0.0 | 2.6 | 0.0 | 5.5 | 3.4 | 0.0 |
| | E | 14.3 | 0.7 | 0.0 | 52.4 | 12.5 | 0.0 | 13.1 | 1.8 | 5.0 | 0.0 | 0.0 |
| GOM20 | A | 12.6 | 0.0 | 0.0 | 42.1 | 27.9 | 12.0 | 3.9 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 36.7 | 4.5 | 0.0 | 40.2 | 0.2 | 16.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 44.6 | 2.3 | 0.0 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 40.3 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 13.1 | 0.5 | 0.0 | 38.6 | 6.7 | 0.0 | 26.2 | 6.0 | 8.9 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 30.9 | 1.2 | 0.0 | 42.1 | 23.0 | 0.0 | 0.4 | 0.6 | 0.0 | 1.8 | 0.0 |
| GOM21 | A | 15.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 62.5 | 0.0 | 14.4 | 4.7 | 2.6 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 5.5 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 82.5 | 0.0 | 10.4 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 27.1 | 1.1 | 0.0 | 21.8 | 25.7 | 0.0 | 3.2 | 15.5 | 4.4 | 1.3 | 0.0 |
| | D | 8.1 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 28.8 | 0.0 | 61.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 17.2 | 1.5 | 0.0 | 9.0 | 3.9 | 0.0 | 44.6 | 21.5 | 2.3 | 0.0 | 0.0 |





09

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| GOM22 | A | 7.0 | 0.5 | 0.0 | 86.4 | 0.2 | 0.0 | 2.5 | 1.1 | 2.4 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 9.5 | 5.6 | 0.0 | 75.0 | 0.1 | 0.0 | 2.8 | 2.6 | 4.5 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 8.8 | 0.0 | 0.0 | 84.7 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 5.1 | 0.0 | 0.0 | 93.9 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 13.5 | 1.2 | 0.0 | 57.9 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 16.4 | 0.0 | 0.0 |
| GOM23 | A | 15.6 | 3.8 | 0.0 | 67.0 | 10.3 | 0.0 | 1.5 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 73.6 | 11.0 | 0.0 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 6.8 | 0.4 | 0.0 | 89.2 | 0.7 | 0.0 | 2.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 17.1 | 2.1 | 0.0 | 70.0 | 0.0 | 0.0 | 4.8 | 0.2 | 5.7 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 3.9 | 0.7 | 0.0 | 87.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 1.5 | 6.8 | 0.0 |
| GOM24 | A | 6.5 | 0.0 | 41.1 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 19.7 | 6.8 | 7.8 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 3.6 | 0.0 | 42.7 | 0.1 | 11.5 | 0.0 | 38.7 | 0.0 | 3.4 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 4.3 | 0.0 | 12.2 | 6.8 | 11.8 | 0.0 | 65.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 29.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 0.0 | 68.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 8.2 | 0.2 | 20.8 | 17.6 | 7.6 | 0.0 | 41.4 | 0.0 | 3.9 | 0.3 | 0.0 |





61

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|
| GOM25 | A | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 81.4 | 2.0 | 0.0 | 0.7 | 0.0 | 9.1 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 88.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 2.4 | 0.0 |
| | C | 8.9 | 0.0 | 0.0 | 81.9 | 0.9 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 2.6 | 5.4 | 0.0 |
| | D | 12.7 | 0.0 | 0.0 | 83.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.8 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 8.5 | 0.1 | 0.0 | 80.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 0.0 | 0.0 |
| GOM26 | A | 4.6 | 1.5 | 0.0 | 52.7 | 7.3 | 0.0 | 1.5 | 29.6 | 2.8 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 12.6 | 0.0 | 1.9 | 51.1 | 4.1 | 0.0 | 0.7 | 26.6 | 3.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 8.7 | 1.2 | 0.0 | 43.6 | 4.0 | 0.0 | 2.6 | 35.6 | 4.4 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 10.2 | 0.0 | 0.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 57.7 | 2.2 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 18.5 | 0.3 | 0.0 | 29.1 | 10.7 | 0.0 | 30.0 | 10.6 | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| GOM27 | A | 3.8 | 0.0 | 0.0 | 95.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 12.5 | 1.5 | 0.0 | 73.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 6.3 | 4.2 | 0.0 |
| | C | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 94.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 86.3 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 95.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 0.0 | 0.0 |





| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| GOM28 | A | 24.0 | 1.6 | 0.0 | 15.4 | 33.1 | 18.5 | 5.5 | 1.2 | 0.6 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 6.2 | 0.0 | 0.0 | 53.6 | 31.5 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 4.4 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 7.5 | 0.0 | 0.0 | 52.3 | 0.6 | 0.0 | 0.8 | 38.2 | 0.6 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 6.5 | 0.0 | 0.0 | 73.1 | 3.1 | 0.0 | 1.1 | 11.6 | 4.6 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 20.2 | 1.2 | 0.0 | 44.1 | 18.5 | 0.0 | 0.8 | 9.9 | 4.4 | 1.0 | 0.0 |
| GOM29 | A | 9.6 | 11.1 | 0.0 | 50.2 | 20.7 | 0.0 | 1.0 | 1.9 | 5.5 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 86.0 | 2.8 | 0.0 | 7.5 | 2.6 | 1.1 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 73.9 | 12.4 | 0.0 | 8.9 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 21.5 | 1.3 | 0.0 | 40.0 | 8.7 | 2.9 | 15.9 | 0.7 | 8.9 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 63.6 | 2.3 | 0.0 | 19.3 | 0.0 | 4.7 | 0.0 | 0.0 |
| GOM30 | A | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 58.0 | 6.6 | 0.0 | 23.5 | 0.0 | 4.2 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 11.0 | 1.0 | 0.0 | 69.3 | 12.9 | 0.0 | 4.3 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 7.7 | 0.0 | 0.0 | 72.0 | 10.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.5 | 5.9 | 0.0 |
| | D | 10.7 | 6.9 | 0.0 | 35.3 | 35.4 | 0.0 | 6.1 | 0.0 | 5.6 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 5.8 | 0.0 | 0.0 | 8.2 | 59.0 | 0.0 | 19.7 | 0.0 | 7.2 | 0.0 | 0.0 |





63

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|
| GOM31 | A | 32.1 | 0.7 | 0.0 | 55.7 | 6.8 | 0.0 | 1.3 | 3.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 55.6 | 28.5 | 0.0 | 6.2 | 0.0 | 5.4 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 3.4 | 18.2 | 0.0 | 56.6 | 3.9 | 0.0 | 17.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 81.9 | 5.5 | 0.0 | 7.5 | 0.0 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 2.7 | 0.2 | 0.0 | 41.5 | 12.0 | 0.0 | 43.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| GOM32 | A | 2.9 | 20.4 | 0.0 | 36.6 | 14.6 | 0.0 | 21.8 | 0.2 | 3.5 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 2.6 | 0.4 | 0.0 | 34.3 | 22.0 | 0.0 | 40.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 39.7 | 7.4 | 0.0 | 49.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 45.8 | 7.5 | 0.0 | 37.5 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 38.0 | 18.5 | 0.0 | 31.8 | 2.1 | 3.6 | 0.0 | 0.0 |
| GOM33 | A | 9.4 | 27.1 | 0.0 | 12.1 | 1.8 | 0.0 | 7.7 | 28.0 | 13.8 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 10.2 | 0.1 | 0.0 | 29.1 | 2.0 | 0.0 | 44.1 | 8.7 | 5.7 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 14.3 | 0.0 | 0.0 | 23.0 | 6.1 | 0.0 | 36.8 | 19.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 7.4 | 8.9 | 0.0 | 19.8 | 15.1 | 0.0 | 24.3 | 7.9 | 16.8 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 3.6 | 29.9 | 12.2 | 1.7 | 27.2 | 0.0 | 15.4 | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 |





| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|-----|-----|
| GOM34 | A | 14.7 | 0.0 | 0.0 | 19.3 | 2.0 | 0.5 | 21.0 | 39.4 | 3.2 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 3.2 | 23.6 | 0.0 | 40.6 | 2.7 | 0.0 | 22.5 | 6.8 | 0.7 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 2.6 | 0.2 | 0.0 | 61.9 | 0.0 | 0.0 | 33.0 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 2.5 | 26.7 | 0.0 | 46.7 | 0.0 | 0.0 | 14.1 | 0.0 | 9.9 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 7.7 | 25.8 | 0.0 | 0.0 | 7.3 | 0.0 | 23.2 | 25.2 | 10.8 | 0.0 | 0.0 |
| GOM35 | A | 5.4 | 0.0 | 0.0 | 92.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 1.4 | 0.9 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 11.5 | 0.0 | 0.0 | 58.0 | 7.2 | 0.0 | 11.3 | 0.6 | 11.3 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 9.4 | 0.0 | 0.0 | 47.1 | 12.2 | 0.0 | 19.9 | 0.0 | 11.4 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 99.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 97.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| GOM36 | A | 8.8 | 0.0 | 0.0 | 85.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 3.6 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 96.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 11.7 | 0.0 | 0.0 | 88.2 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 90.9 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 3.3 | 0.0 | 0.0 | 94.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 0.0 | 0.0 |





65

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| GOM37 | A | 4.3 | 11.6 | 0.0 | 21.4 | 6.7 | 0.0 | 39.8 | 7.4 | 8.8 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 6.0 | 11.2 | 6.0 | 13.8 | 22.0 | 0.0 | 21.8 | 5.5 | 13.8 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 18.5 | 12.3 | 0.0 | 23.1 | 25.5 | 0.0 | 9.6 | 5.3 | 5.9 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 26.4 | 4.1 | 2.7 | 17.3 | 5.1 | 0.0 | 29.1 | 8.6 | 6.7 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 20.7 | 1.3 | 5.6 | 16.6 | 11.4 | 0.0 | 26.5 | 6.8 | 7.6 | 3.5 | 0.0 |
| GOM38 | A | 17.0 | 0.0 | 0.0 | 71.5 | 4.5 | 0.0 | 3.7 | 1.8 | 1.5 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 11.7 | 8.7 | 0.0 | 47.1 | 4.7 | 0.0 | 11.4 | 8.5 | 8.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 18.8 | 0.2 | 0.0 | 63.7 | 1.3 | 0.0 | 4.3 | 8.6 | 3.1 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 7.8 | 0.0 | 0.0 | 77.6 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 8.3 | 2.7 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 76.9 | 12.9 | 0.0 | 0.4 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| GOM39 | A | 6.1 | 0.0 | 0.0 | 85.5 | 1.3 | 0.0 | 4.0 | 0.3 | 2.9 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 8.4 | 0.0 | 0.0 | 56.1 | 7.9 | 10.8 | 13.7 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 4.4 | 2.6 | 0.0 | 46.7 | 25.3 | 0.0 | 2.6 | 16.4 | 1.9 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 11.7 | 5.3 | 0.0 | 29.2 | 39.5 | 0.0 | 0.0 | 7.5 | 6.8 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 7.9 | 0.0 | 0.0 | 69.1 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |





99

| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| GOM40 | A | 12.2 | 0.0 | 0.0 | 83.3 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.7 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 8.8 | 0.0 | 0.0 | 88.7 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 8.2 | 1.4 | 0.0 | 55.5 | 9.6 | 0.0 | 10.7 | 3.5 | 8.3 | 2.6 | 0.0 |
| | D | 6.6 | 0.0 | 0.0 | 79.9 | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 6.7 | 4.7 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 11.7 | 0.0 | 0.0 | 81.7 | 3.0 | 0.0 | 3.3 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 |
| GOM41 | A | 14.9 | 0.7 | 0.0 | 68.3 | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 6.5 | 0.0 | 0.0 | 93.4 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 12.8 | 1.1 | 0.0 | 74.9 | 5.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 4.6 | 1.2 | 0.0 | 81.1 | 6.7 | 0.0 | 2.1 | 0.0 | 3.3 | 1.0 | 0.0 |
| | E | 5.0 | 0.8 | 0.0 | 93.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 0.0 |
| GOM42 | A | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 79.2 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 3.5 | 0.0 | 0.0 | 93.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.6 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 3.4 | 0.0 | 0.0 | 84.2 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 4.9 | 0.0 | 0.0 | 87.4 | 5.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 2.6 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 7.2 | 0.0 | 0.0 | 87.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.7 | 0.0 | 0.0 |





| 樣區 | 樣站 | BD | BL | BU | FF | FO | GS | MD | OC | WB | WL | ML |
|-------|----|------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|
| GOM43 | A | 8.3 | 0.0 | 0.0 | 83.1 | 0.0 | 0.0 | 6.3 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 10.9 | 2.1 | 0.0 | 49.2 | 3.1 | 0.0 | 6.1 | 0.0 | 14.8 | 13.9 | 0.0 |
| | C | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 77.2 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 18.2 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 7.3 | 0.0 | 0.0 | 92.3 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 84.5 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 6.5 | 0.0 | 0.0 |
| GOM44 | A | 18.1 | 0.0 | 0.0 | 39.4 | 0.0 | 0.0 | 30.0 | 0.3 | 12.2 | 0.0 | 0.0 |
| | B | 12.2 | 0.0 | 0.0 | 80.5 | 0.0 | 0.0 | 4.6 | 0.9 | 1.8 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 69.7 | 1.1 | 0.0 | 10.4 | 0.0 | 14.2 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 11.2 | 0.0 | 0.0 | 78.9 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 0.1 | 7.0 | 0.0 | 0.0 |
| | E | 15.2 | 0.0 | 0.0 | 70.6 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 1.9 | 8.7 | 0.0 | 0.0 |
| GOM45 | A | 17.7 | 0.0 | 0.0 | 26.5 | 13.9 | 6.2 | 17.3 | 0.0 | 17.2 | 1.1 | 0.0 |
| | B | 21.1 | 0.3 | 15.7 | 35.7 | 11.4 | 0.0 | 0.7 | 1.5 | 13.6 | 0.0 | 0.0 |
| | C | 31.4 | 2.4 | 0.0 | 32.6 | 0.7 | 0.0 | 12.4 | 0.2 | 20.3 | 0.0 | 0.0 |
| | D | 4.2 | 0.2 | 0.0 | 42.8 | 5.9 | 0.0 | 26.6 | 0.0 | 15.0 | 5.3 | 0.0 |
| | E | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 56.7 | 8.6 | 0.0 | 25.3 | 0.0 | 0.0 | 7.9 | 0.0 |





附錄五、各樣區代表照片

89



GOM01



GOM02



GOM03



GOM04





GOM05



GOM06



GOM07



GOM08





GOM09



GOM10



GOM11



GOM12





GOM13



GOM14



GOM15



GOM16





GOM17



GOM18



GOM19



GOM20





GOM21



GOM22



GOM23



GOM24





GOM25



GOM26



GOM27



GOM28





75



GOM29



GOM30



GOM31



GOM32





GOM33



GOM34



GOM35



GOM36





77



GOM37



GOM38



GOM39



GOM40





GOM41



GOM42



GOM43



GOM44





79



GOM45

